

平成20年度業務実績報告書

ELECTRONIC
NAVIGATION
RESEARCH
INSTITUTE

2008



平成21年6月

 独立行政法人 電子航法研究所

目 次

1. 業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置	
1.1 組織運営	
1.1.1 中期目標、中期計画及び年度計画の内容	1
1.1.2 年度計画における目標設定の考え方	2
1.1.3 当該年度における取組み及び中期目標達成に向けた次年度以降の見通し	2
(1) 3研究領域における相互協力体制を強化する活動	2
航空交通管理領域における取組みと成果	3
通信・航法・監視領域における取組みと成果	3
機上等技術領域における取組みと成果	4
(2) 長期ビジョンの発信と産学官の連携強化	4
(3) 研究企画及び総合調整機能の充実	5
(4) 組織運営機能の強化	6
1.1.4 その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報	6
(1) 「整理合理化計画について」	6
1.2 人材活用	
1.2.1 中期目標、中期計画及び年度計画の内容	7
1.2.2 年度計画における目標設定の考え方	8
1.2.3 当該年度における実績	9
(1) 職員の業績評価	9
(2) 職員の任用	9
(3) 外部人材の活用	10
(4) 人材の育成	11
1.2.4 その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報	13
(1) 若手研究者の育成	13
インターンシップ及び研究指導による育成	13
海外研修生(留学生)の育成	14
連携大学院制度の活用による育成	14
大学院の講座による育成	14
1.3 業務運営	
1.3.1 中期目標、中期計画及び年度計画の内容	14
1.3.2 年度計画における目標設定の考え方	16
1.3.3 当該年度における実績	16
(1) 業務の効率化	16
(2) 一般管理費の抑制	17
(3) 業務経費の抑制	17
(4) 人件費の削減等	18
(5) 予算及び人的資源の適正な管理	18
予算配分及び執行状況の適時把握	18
人的資源の適正な管理とコスト意識の向上	18
1.3.4 その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報	19
(1) 平成20年度契約について	19
「随意契約見直し計画」について	19
一者応札への対応等について	20
(2) 保有資産の見直しについて	21
(3) 給与水準の適正化等	21

(4) 内部統制・コンプライアンス強化	22
(5) 関連法人等との人・資金の流れの在り方	23
2 . 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置	
2.1 社会ニーズに対応した研究開発の重点化	
2.1.1 中期目標、中期計画及び年度計画の内容	24
2.1.2 年度計画における目標設定の考え方	28
2.1.3 当該年度における取組み及び中期目標達成に向けた次年度以降の見通し	28
(1) 社会ニーズに対応した研究開発の重点化	28
空域の有効利用及び航空路の容量拡大に関する研究開発	29
ア . RNAV 経路導入のための空域安全性評価の研究	29
イ . SSR モード S の高度運用技術の研究	30
ウ . ATM パフォーマンスの研究	32
エ . 洋上経路システムの高度化の研究	33
オ . 混雑空港の容量拡大に関する研究開発	35
カ . A-SMGC システムの研究	35
キ . 高カテゴリ GBAS のアベイラビリティ向上と GNSS 新信号対応に関する研究 ..	39
ク . ターミナル空域の評価手法に関する研究	42
ケ . GNSS 精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発	44
コ . 予防安全技術・新技術による安全性・効率性向上に関する研究開発	48
ク . 航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法の研究	48
イ . 航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究	49
ウ . 航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究	50
エ . 携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究	52
オ . 航空機の安全運航支援技術に関する研究	55
カ . 電波特性の監視に関する研究	57
2.2 基盤的研究	
2.2.1 中期目標、中期計画及び年度計画の内容	60
2.2.2 年度計画における目標設定の考え方	61
2.2.3 当該年度における取組み及び中期目標達成に向けた次年度以降の見通し	61
(1) 平成 20 年度における基盤的研究の概要	61
(2) 航空交通管理システムに関連した基盤的研究	62
ア . 航空路管制業務のタスク分析及び作業負荷・負担の研究	62
イ . 空域の安全性の定量評価手法に関する研究	64
(3) 衛星航法に関連した基盤的研究	66
ア . GPS 受信機処理方式の高度化に関する研究	66
(4) トラジェクトリ管理の技術課題を明らかにする研究	67
ア . トラジェクトリモデルに関する予備的研究	68
(5) その他の基盤的研究	69
ア . 受動型 SSR を利用した空港環境騒音計測システムの実用化に関する研究	69
イ . ミリ波センサを用いた空港面における落下物探索技術に関する研究	71
ウ . 信号源位置推定手法に関する基礎研究	72
2.3 研究開発の実施過程における措置	
2.3.1 中期目標、中期計画及び年度計画の内容	74
2.3.2 年度計画における目標設定の考え方	75
2.3.3 当該年度における取組み及び中期目標達成に向けた次年度以降の見通し	75
(1) 新規研究課題の企画・提案	75

報告会の開催	76
連絡会の開催	77
(2)関係者からの情報収集及び行政ニーズへの対応	78
(3)研究評価の実施及び研究計画への反映	80
2.4 共同研究・受託研究等	
2.4.1 中期目標、中期計画及び年度計画の内容	84
2.4.2 年度計画における目標設定の考え方	85
2.4.3 当該年度における実績	85
(1)共同研究の実施	85
平成20年度共同研究の実施状況	85
共同研究における相乗効果	89
(2)受託研究の実施	90
平成20年度受託研究の実施状況	90
民間からの受託研究(例)	92
ア.車載型拡張スキッタ送信機の評価試験	92
国からの受託研究(例)	93
ア.ILSにおける積雪影響の軽減試験評価作業	93
顧客満足度調査の実施と反映	94
競争的資金への応募	94
外部競争的資金により行う受託研究	96
ア.航空管制のヒューマンファクタに関する基礎研究	96
運輸技術研究開発調査費で行う受託研究	97
ア.準天頂衛星による高精度測位補正技術に関する技術開発	97
イ.先端ICTを活用した安全・安心な交通システムの開発	98
(3)研究者・技術者の交流会等の開催	100
第1回研究交流会(8/1)『フランスからの留学生 研修修了報告会』	100
第2回研究交流会(9/25)『フランスからの留学生 研修修了報告会』	100
第3回研究交流会(11/6)『客室乗務員の仕事』	101
第4回研究交流会(12/10)『ゲートリンクサービス概要』	101
第5回研究交流会(2/9)『トラジェクトリ研究会による発表』	102
第6回研究交流会(3/10)『Separation Assurance in the Future Air Traffic System』	102
第7回研究交流会(3/16)『査読論文/電子研報告の書き方』	103
第8回研究交流会(3/26)『FMSの概要』	103
2.5 研究成果の普及、成果の活用促進等	
2.5.1 中期目標、中期計画及び年度計画の内容	104
2.5.2 年度計画における目標設定の考え方	106
2.5.3 当該年度における実績	107
(1)知的財産権	107
研究成果の知的財産権による保護	107
平成20年度出願特許と登録特許	107
特許の活用	108
知的財産権に係る広報・普及活動	108
(2)広報・普及・成果の活用	109
研究課題の発表状況	109
査読付論文	110
ホームページの充実	113
研究発表会	114

研究所一般公開	116
「空の日」イベントへの参加	117
広報誌等による所外発表	119
研究成果の活用及び技術移転	119
出前講座	120
(3) 国際協力等	126
海外の研究機関との交流	126
国際ワークショップ	128
ICAO 会議等における航空局への技術支援	130
ICAO・その他の国際会議・国際学会における発表	132
海外研修生(留学生)への技術指導	138
アジア地域の航空交通の発展に寄与するための研修	139
3. 予算(人件費の見積りを含む。) 収支計画及び資金計画	
3.1 中期目標、中期計画及び年度計画の内容	140
3.2 年度計画における目標設定の考え方	140
3.3 当該年度における取組み及び中期目標達成に向けた次年度以降の見通し	141
(1) 平成20年度予算 決算額	142
(2) 第2期中期計画	145
(3) 平成21年度計画	154
4. 短期借入金、重要な財産及び剰余金	
4.1 中期目標、中期計画及び年度計画の内容	157
4.2 年度計画における目標設定の考え方	157
4.3 当該年度における取組み及び中期目標達成に向けた次年度以降の見通し	158
(1) 短期借入金	158
(2) 重要な財産の譲渡等	158
(3) 剰余金の使途	158
5. 外部委託及び人事に関する計画	
5.1 中期目標、中期計画及び年度計画の内容	159
5.2 年度計画における目標設定の考え方	161
5.3 当該年度における取組み及び中期目標達成に向けた次年度以降の見通し	161
(1) 管理、間接業務の外部委託	161
(2) 施設整備	161
(3) 施設・設備利用の効率化	161
研究所施設・設備の性能維持、向上等	161
実験用航空機の性能維持と更新に向けた検討	161
(4) 業務処理の工夫と業務に応じた適正な人員配置	161
(5) 職員の業務評価手法の改善	162

別添：平成20年度契約に関する公表資料

【資料】

資料 1	重点研究開発課題	1
資料 2	基盤的研究課題	53
資料 3	受託研究【抜粋】	87
資料 4	外部評価結果の概要	95
資料 5	電子航法研究所 業務方法書	121
資料 6	電子航法研究所 第 2 期中期目標・中期計画・平成 20 年度計画対比表	123
資料 7	電子航法研究所 研究長期ビジョン	141
資料 8	略語表	151
資料 9	用語解説	163

1. 業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置

1.1 組織運営

1.1.1 中期目標、中期計画及び年度計画の内容

[中期目標]

第2 業務運営の効率化に関する事項

1. 組織運営

(1) 組織運営の合理化・適正化の推進

中期計画において、組織運営に関する計画と目標を具体的に定めることにより、組織運営の合理化・適正化を推進するとともに、その実施状況と目標達成状況について、定期的な自己点検・評価を実施すること。また、年度計画については、中期計画を基本としつつ、自己点検・評価結果及び独立行政法人評価委員会の年度評価結果を踏まえた改善策を盛り込むこと等により、組織運営を効果的・効率的かつ機動的に行うこと。

(2) 業務執行体制の見直し等

高度化、多様化する社会ニーズに迅速かつ的確に対応でき、理事長のリーダーシップと研究企画・総合調整機能を最大限発揮できるように業務執行体制を見直し、責任の範囲と所在を明確にした組織運営を行うこと。また、専門分野を集約した組織構成とすることにより、研究開発機能の専門性と柔軟性の向上を図ること。特に重要なプロジェクトの推進については、プロジェクトチームにより自立的・弾力的な組織編成を行うこと。

[中期計画]

1. 業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置

(1) 組織運営

研究開発機能の専門性と柔軟性の向上を図り、かつ航空交通管理システムに係る中核的研究機関としての機能を果たすために、研究領域を大括り再編し専門分野を集約する。具体的には、航空交通管理領域、通信・航法・監視領域及び機上等技術領域の3領域の組織構成とする。

また、社会ニーズの高度化・多様化に迅速かつ的確に対応でき、理事長の運営方針・戦略の発信等を通じたリーダーシップと研究企画・総合調整機能を最大限発揮できるように業務執行体制を見直し、責任の範囲と所在を明確にした組織運営を行う。具体的には、航空行政と連携しつつ航空交通管理システムの全体構想における各研究課題の位置付けの明確化を図るなど、企画・調整機能を重点化する。

特に重要なプロジェクトの推進については、プロジェクトチームにより自立的・弾力的な組織編成を行う。

本中期目標期間においては、組織運営に関する計画の実施状況と目標達成状況について、年度計画線表やアクションアイテムリスト等を活用して定期的な自己点検・評価を実施し、研究の進展及び社会情勢の変化に柔軟に対応する等効果的・効率的な組織運営を行う。また、運営全般にわたる意思決定機構の整備、外部有識者により構成される評議員会の活用等を行い、運営機能の強化を図る。

[年度計画]

1. 業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置

(1) 組織運営

航空交通管理領域、通信・航法・監視領域及び機上等技術領域の3領域の組織構成を継続し、研究内容に応じて組織横断的な対応を可能とする。平成19年度に作成した電子航法研究所長期ビジョンをベースとした研究をスタートさせる。また、企画部門に研究員を配置し、研究企画・総合調整機能を発揮できる体制を継続する。

平成20年度は、以下を実施する。

- ・引き続き国内外の研究動向の調査を行い、電子航法研究所長期ビジョンの精緻化を進める。
 - ・組織運営に関する計画の実施状況と目標達成状況について、引き続き年度計画線表やアクションアイテムリストを活用して定期的かつ効率的な自己点検・評価を実施する。
 - ・平成19年度に決定された独立行政法人整理合理化方針に従い、将来の組織運営について行政とともに検討する。
 - ・運営全般にわたる意思決定機構の充実を図る。
 - ・効率的な業務運営を図るため、研究企画統括を中心とした研究調整機能の強化を図る。
-

1.1.2 年度計画における目標設定の考え方

- ・組織運営については、3領域の組織構成として研究開発機能の専門性と柔軟性の向上を図ることを中期計画の目標として設定していることから、平成20年度の目標としては、3領域の組織構成により専門性を向上させつつ、研究内容に応じて組織横断的な対応が可能となるよう、領域間の相互協力体制を強化することとした。
- ・また、「独立行政法人整理合理化計画」(以下、整理合理化計画)で決定した研究所統合に関しては、将来の組織運営について対象の各研究所における検討に加え、行政とも一体となって検討することとした。
- ・研究課題については、航空交通管理システムの全体構想における各研究課題の位置付けの明確化を図ることを中期計画の目標として設定していることから、平成20年度の目標としては、平成19年度に作成した長期ビジョンの精緻化を進めることと、長期ビジョンをベースとした研究をスタートさせることとした。
- ・運営機能の強化については、運営全般にわたる意思決定機構の整備等を行うことを中期計画の目標として設定していることから、平成20年度の目標としては、運営全般にわたる意思決定機構の充実と研究企画統括を中心とした研究調整機能を強化することとした。

1.1.3 当該年度における取組み及び中期目標達成に向けた次年度以降の見通し

(1) 3研究領域における相互協力体制を強化する活動

平成18年度からの第2期中期目標期間においては、高度化・多様化する社会ニーズに迅速かつ的確に対応できるよう、また電子技術の高度化・複雑化の進展により従来の地上システムだけでなく機上システムも融合した総体としての航空交通管理システムに係る中核的な研究機関として機能していくよう、従来は4部に分散していた研究部門を、主にソフト面を取り扱う「航空交通管理(ATM)領域」と、これを支える主にハード面を取り扱う「通信・航法・監視(CNS)領域」及び「機上等技術領域」の3つの専門領域に集約・再編し、同じ専門性を有する研究員が意見や情報交換を頻繁に行うとともに、積極的に研究協力し合える体制を構築してきた。

平成 20 年度は、上記 3 領域の組織構成を継続して専門性を向上させつつ、「A-SMGC システムの研究」や「SSR モード S の高度運用技術の研究」、「航空管制用デジタル通信ネットワークシステムに関する研究」等の研究において、複数の領域にまたがる研究員が参加するなど、各領域間の相互協力体制を強化して対応してきた。

また、領域を超えた全所的な研究員の参加により、当研究所の長期的研究課題の基軸と位置づけている「トラジェクトリ研究会」や、ユーザーであるエアラインの視点から航空機の運航を理解するための「航空機の運航を知ろう！」研修を実施するなど、航空交通管理システムに係る中核的な研究機関となるべく、組織横断的な研究活動を強化してきた。

このように、3 領域の組織構成により専門性を向上しつつ、組織横断的な研究活動を強化した結果、気象がトラジェクトリ管理（定時性）に及ぼす影響や、GNSS を用いた運航方式の重要性などが各領域の研究員に広く認識され、平成 21 年度から「気象予測情報の航空交通管理への利用に関する調査」や「GBAS による新しい運航方式に関する研究」等の新規研究課題が立ち上がるなど、具体的な成果が現れている。

各研究領域における具体的な取り組みと成果は以下の通り。

航空交通管理領域における取り組みと成果

航空交通管理領域においては、領域内の研究員が有する専門知識や国際会議等で収集した最新情報等を研究所内で共有するため、所内共通サーバーを利用してこれらのデータを提供している。また、現在の研究状況に関する相互理解や領域内での研究活動活性化を目的として、他領域の研究員にも広く参加を呼びかけて「ATM モデリング作業グループ討議」及び「トラジェクトリ管理研究会」を開催した。こうした討議や研究会の場において、発表者が参加者からコメントや助言を得ることにより研究の質を高める効果が現れている。

ATM に関する研究は、これまでどちらかといえば「国内」問題として考えられる傾向にあったが、国際的にも共通の課題を抱えていることから、国際会議への参加回数も年々増加傾向にある。特に、平成 19 年度から当領域に外国人研究員が加わって以降、上記「ATM モデリング作業グループ」での討議は英語により実施されることになり、若手研究員にとっては専門性を高める効果のみならず、英語による議論に積極的に加わる機会を得ることにもなっている。この効果は極めて大きく、当領域の研究員が海外における研究発表に積極的に参加する機運が高まっている。

通信・航法・監視領域における取り組みと成果

通信・航法・監視領域においては、海外研究機関との技術交流を図るために、スタンフォード大学（米国）や清華大学（中国）と研究動向に関する討議や研究情報の交換を行う会議を開催し、今後の通信、GNSS 関連の研究方針の作成のために会議で得られた情報を活用した。

また、「航空通信検討会」を10回開催し、他の領域の研究員と協力して将来必要となる通信方式を調査・検討した。将来的に考えられる通信サービスの内容や運用概念等の知識を深め、平成21年度からの重点研究課題の創出・提案に繋げ、将来の4次元トラジェクトリ管理に対応する、将来の高速データリンク、新たな統合的な航空通信ネットワーク、およびデータリンクのアプリケーションに関する研究に着手することとし、これらを推進する体制を構築した。

さらに、ATM領域が開催する「ATMモデリング作業グループ討議」、「トラジェクトリ管

理研究会」及び「航空機の運航を知ろう！」研修にも積極的に参加し、ATMとインフラとしてのCNS技術についての研究交流を深めた。その結果、平成21年度から「GBASによる新しい運航方式に関する研究」及び「航空通信用データリンク・アプリケーションの調査研究」を立ち上げることとなった。

機上等技術領域における取組みと成果

機上等技術領域における主な研究内容は、航空機搭載機器を含めた電磁干渉の解析や電波信号環境予測、ミリ波レーダ技術の開発、ヒューマンファクタ評価等であり、航空分野のみならず他分野においても利用が期待できる技術が多いのが特徴で、他研究所、大学、民間企業等と連携して積極的に共同研究を行い、技術開発を進めている。

また機上等技術領域では、技術分野の特徴から所内の他領域との連携も重要であるととらえ、他領域の研究者との意見交換にも積極的に取り組んでいる。この結果、当領域で培ってきた機上監視技術・信号環境測定技術等と航空交通管理領域が有するASASに関する知見をベースとした新規重点研究課題を創出し、平成22年度から開始すべく企画・提案を行った。さらに、機上等技術領域研究者と航空交通管理領域研究者により「航空交通流円滑化等に関する勉強会」を開催し、平成21年度から新たに「航空交通流の複雑理工学的アプローチに基づく数理モデルの研究」を立ち上げることに繋がっている。

(2) 研究長期ビジョンの発信と産学官の連携強化

平成19年度までに検討した長期ビジョンの精緻化を進め、我が国で初めての航空交通管理に関する研究のロードマップとなる「電子航法研究所の研究長期ビジョン」(以下、研究長期ビジョン)をとりまとめた。この研究長期ビジョンを対外的に発信し、産学官連携への布石とするため、運航会社や産業界の関係者に説明する機会として「長期ビジョン発表会」を開催した。また、研究長期ビジョンの英訳版を作成するとともに、欧米や韓国の会議・シンポジウムで発表する場を設け、2009年3月には「将来のATM/CNSに向けて」のテーマを掲げて国際ワークショップを開催し、産学官の関係者を対象に研究長期ビジョンを含めた研究・開発の普及活動を展開した。さらに、研究発表会や出前講座などでも研究長期ビジョンに関する広報活動を強化するなど、国内外へ研究長期ビジョンの発信に努めた。

当研究所が公表した研究長期ビジョンは、我が国の産学官にまたがる航空関係者が共有できる将来ビジョンとして「航空ビジョン」の作成に取り組もうとしていた時期にあたり、航空関係者から特に注目を集め、当研究所の研究長期ビジョンに対する期待も極めて大きいものであった。このため、日本航空宇宙学会が立ち上げた「航空ビジョン」策定委員会に当研究所から委員を参画させ、我が国の航空産業界としての「航空ビジョン」と当研究所の研究長期ビジョンとの一体化を図るべく努めた。

また、当研究所は研究長期ビジョンを策定した経験を活かし、航空局が検討を開始した「将来の航空交通システムに関する研究会」に委員及び事務局要員を派遣し、行政の長期ビジョン策定作業にも全面的に協力している。

さらに、将来の航空交通システム分野において、富士重工及びJAXAとの共同研究に向けた連絡協議会が発足するなど、産学官の連携強化も進展しており、長期ビジョンの発信を通じて、航空交通管理システムに関する中核的研究機関として当研究所への期待が高まっている。

研究長期ビジョンをベースとした研究としては、平成21年度から「トラジェクトリモデルに関する研究」を重点研究として開始することとした。なお、平成20年度に作

成したロードマップは、国内外の動向や連携先のニーズなどを考慮しながら今後も継続して見直しを行い、更なる精緻化と具体化を進める計画である。



【官・民の航空関係者が多数参加した「長期ビジョン発表会」(平成20年9月9日)】

	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
パフォーマンス分析によるボトルネック抽出と効率向上	ATMパフォーマンス評価と分析								トラジェクトリ管理のパフォーマンス分析			
	管制官ワークロード分析				ヒューマンエラー低減技術				ヒューマンファクタを考慮した安全確保			
機能的な空域設定とトラジェクトリ管理	ターミナル空域の評価手法				機能的なターミナル空域設定				戦略的かつ統合的な空域設計と経路運用			
	洋上空域運用方式の改善				飛行経路の動的運用推進							
	RNAV経路安全性評価				安全性解析ツールの開発				飛行フェーズ全体の安全性評価と安全性向上			
	トラジェクトリモデルの開発				トラジェクトリモデル実用化				高密度空域でのトラジェクトリ管理による運航効率向上			
航空機・運航者・管制官の連携のための情報通信基盤	機上監視による交通情報交換				機上監視による管制間隔維持				機上監視によるトラジェクトリ管理の補完			
	管制官用監視データリンクの開発				トラジェクトリ管理のための動態情報交換							
	航空通信ネットワークATN				システム間情報管理SWIM							
	対空高速データリンク媒体の評価				航空用高速通信技術の開発							
	監視情報処理方式(センサ統合、関連情報統合、トラジェクトリ管理対応)								電波環境、混信・干渉問題(各分野に共通な継続課題)			
	空港/空港面の高度運用	マルチラレーション実用化				トラジェクトリ管理による空港高度運用						
ASMGCS実用化				空港面航法の実現				CAT-IIIc GBAS実用化				
CAT-I GBAS実用化				CAT-II/III GBAS実用化								
高精度・高信頼性かつフレキシブルな基盤的航法技術	GNSS曲線進入の要件検討				トラジェクトリ管理に整合するGBAS動的進入経路設定							
	MSAS性能向上と精密進入実用化				ABAS高度化				CAT-I ABAS実用化			

電子航法研究所の研究課題のロードマップ(研究長期ビジョンより)

(3) 研究企画及び総合調整機能の充実

平成18年度からの第2期中期目標期間においては、研究部門を再編するだけでなく企画部門の機能を強化するため「研究企画統括」ポストを新設し、さらに従来の総務課企画室を企画課として独立した組織として機能強化し、新規研究に係る企画立案、研究所の長期ビジョンの策定、研究領域間の調整や関係機関との連携強化、外部資金獲得支援、ベンチマーキングによる研究所能力の分析や研究員の任用・育成を円滑に進めるための環境整備等に係る取り組みを強化してきた。

平成20年度は、昨年度に引き続き、研究に係る企画立案機能の強化、行政及び研究領域との連携強化を目的として、統括付研究員を企画課に通年配置し、統括業務を補佐した。統括付研究員は、長期ビジョン検討委員会や国際ワークショップ準備委員会等の事務局として中心的な役割を果たし、長期ビジョン発表会や国際ワークショップの成功

に大きく貢献した。従来であれば、研究領域内での交流にとどまっていたが、統括付研究員として専門外の研究員と交流する機会も多く得られ、今後の研究所における中核的研究員の育成にも繋がっている。

一方、次世代の研究所運営で中心的な役割を担う上席研究員をメンバーとした「研究企画統括会議」を定期的開催した。本会議は、重点研究やプロジェクト研究等の研究リーダーを務めるとともに、若手研究員の育成者としても期待されている上席研究員が、研究課題相互間の関連や社会的ニーズとの相互の関わり合いについての知見を共有することを目指したものである。平成 20 年度は、研修指針や研究に関する費用対効果分析について意見交換するなど、特に研究業務に密着した諸課題の検討を行った。こうした機会を通して、研究員の意見や検討結果を組織運営に反映させていくことにより、研究員からのボトムアップ機能が活性化し、研究調整機能の強化が図られることに確信を深めている。

(4) 組織運営機能の強化

平成 20 年度は、研究所の重要事項に関する調整、審議等を目的として「幹部会規程」を整備し、運営全般にわたる意思決定機構の充実を図った。また、評議員会における外部有識者の意見を活かし、「共同研究取扱規程」を改訂したり産業界との連携強化を 21 年度計画に反映するなど、評議員会を活用した運営機能の強化を図った。さらに、当所のホームページに「お問い合わせフォーム」を用意し、事業全般について広く意見を募っている。

一方、電子航法研究所においては、年度計画を確実に実施するとともに、計画の進捗状況を逐次確認することにより、年度途中においても研究の進展及び社会情勢の変化に柔軟に対応することができるよう、計画線表を用いた進捗管理を行っている。

この計画線表は、年度計画に記載されている実施項目毎に管理責任者を割り当てて作成し、管理責任者が年度当初に具体的な活動内容及び活動時期を記入し、四半期毎の進捗報告会議でその進捗状況について点検することとしており、各研究員が組織運営の一員であることの自覚を促している。

平成 20 年度においては、年度計画に記載した全ての目標を確実に実施するための資料を新たに作成し、計画線表に記載する実施項目の充実に努めた。また、目標及び自己評価点数の具体的な根拠が客観的に確認できるように計画線表の様式を改善し、四半期毎の進捗報告会議において定期的かつ効率的に自己評価結果を点検し、全職員の意識共有を高めた。

1.1.4 その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報

(1) 「整理合理化計画」について

平成 19 年度に閣議決定された「整理合理化計画」に従い、平成 20 年度は「高カテゴリ GBAS のアベイラビリティ向上と GNSS 新信号対応に関する研究」を廃止し、当該分野において最も重要な課題である安全性に関する研究として「GNSS 精密進入システムにおける安全性解析とリスク管理技術の開発」に着手した。また、所内に「内部統制検討委員会」を立ち上げ、「コンプライアンスマニュアル」を制定して全職員に周知するとともに、役員をトップとする所内コンプライアンス体制を構築した。さらに、情報セキュリティを含む内部統制研修と著作権講習会を実施するなど、「整理合理化計画」に従い確実に実施した。なお、管理会計の在り方については「予算管理システム」などにより、組織及び研究開発マネジメントを充実させるため、間接経費などのコスト把握の手法について引き続き検討を行っている。

一方、「整理合理化計画」で決定された研究所統合については、分野や業務実施体制に相違がある中、抜本的な業務内容の見直しを視野に入れた検討を行い、広報・知的財産・国際等の業務については、窓口の一本化のみならず、より戦略的に機能の強化を図る案を作成し、行政とともに議論・検討を行うWGを通じて提案を行った。また、統合効果として期待される分野横断的な研究業務についても、それぞれの分野の特徴を踏まえ、行政ニーズにも合致する課題案を作成し、当該WGを通じて提案を行った。このように、行政と連携を図りながら積極的に作業を進めている。

1.2 人材活用

1.2.1 中期目標、中期計画及び年度計画の内容

[中期目標]

第2 業務運営の効率化に関する事項

2. 人材活用

(1) 職員の業績評価

職員の自発的な能力向上を促し、これを最大限発揮させるため、職員の業績評価を職務、職責、社会ニーズへの貢献度等を勘案して、厳正かつ公正に行うこと。また、職員の自主性、自立性及び創造性を尊重し、公平性を維持する観点から、業績評価結果に基づいて適切な処遇を行うこと。

(2) 職員の任用

職員の採用と配置は、研究開発業務が高度な専門性を維持して効果的・効率的に実施されるとともに、研究所のポテンシャル向上が図られるよう、戦略的に実施すること。

特に若手研究者の任用については、多様な人材を確保し、資質・能力に応じた配置とすること。

(3) 外部人材の活用

研究所のポテンシャル及び研究開発機能の向上を図るとともに、社会ニーズに迅速かつ的確に対応するため、外部人材を研究者として積極的に活用すること。具体的には、任期付任用を最大限活用することとし、他の研究機関・民間企業等との人材交流を中期目標期間中に28名以上実施すること。

(4) 人材の育成

今後、退職者の増加に伴い、研究所のポテンシャルが低下することを防ぐため、人材育成に関する長期計画を作成し、着実に実行すること。また、社会ニーズに的確に対応できる幅広い視野を持つ研究者を育成すること。

[中期計画]

1. 業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置

(2) 人材活用

職員の業績評価

職員の業績評価においては、職務、職責、社会ニーズへの貢献度等を的確に反映させる。また、評価の実施状況を見ながら、必要に応じ制度の精査と改善を行う。

業績評価結果を処遇に適切に反映させることにより、職員の活性化と職務効率の向上を図る。

職員の任用

効果的、効率的な研究体制を確立するため、研究員個人に蓄積された能力、経験及び研究所の今後の研究開発課題等を勘案して適正な人員配置を行う。女性研究者の任用については、その拡大を目指す。若手研究員の任用については、公募等の実施により多様な人材を確保するとともに、研究課題の選定に当たっては資質・能力に応じた配置を行うことにより研究組織の活性化を図る。

外部人材の活用

研究所のポテンシャル及び研究開発機能の向上を図るとともに、社会ニーズに迅速かつ的確に対応するため、国内外の研究機関・民間企業等から任期付研究員、非常勤研究員、客員研究員等を積極的に受け入れる。具体的には、中期目標期間中に28名以上実施する。

人材の育成

今後、熟年研究者の退職に伴い、研究所のポテンシャルが低下することを防ぐため、人材育成に関する長期計画を作成し、着実に実行する。また、研究部門以外のポストの経験や留学等により、社会ニーズに的確に対応できる幅広い視野を持つ研究者を育成する。具体的には、中期目標期間中に研究部門以外のポストへの配置や留学等を6名程度実施する。

[年度計画]

1. 業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置

(2) 人材活用

職員の業績評価

職員の業績評価においては、職責、社会ニーズへの貢献度等を処遇に適切に反映させることにより、職員の活性化と職務効率の向上を図る。また、常に適正な評価となるよう見直しを継続し、職員のモチベーションを高める。

職員の任用

研究所の中期目標期間の採用計画に基づき、新規職員を採用し、組織横断的な研究実施体制とすることにより研究員の活性化を図る。また、平成21年4月に新規採用する職員を募集、選考し、新規に開始する研究開発課題に応じて適切な研究員の配置計画を立てる。

外部人材の活用

研究所のポテンシャル及び研究開発機能の向上を図るとともに、社会ニーズに迅速かつ的確に対応するため、引き続き国内外の研究機関・民間企業等から任期付研究員、非常勤研究員、客員研究員等を積極的に受け入れる。具体的には、海外からの人材を含め、外部人材を6名以上活用する。

人材の育成

キャリアパスに関する指針に基づき、ポテンシャルの向上と幅広い視野を養うための研修を実施する。また、航空行政に係る社会ニーズを積極的に把握し、これに対応する研究を企画できる人材を育成するため、企画部門に研究員1名を通年配置する。国際感覚を養い、国際的なリーダーシップを執ることができる研究者を育成するため、海外派遣を1名以上実施する。

1.2.2 年度計画における目標設定の考え方

- ・ 職員の業績評価については、貢献度等を的確に反映させることと、必要に応じて制度の精査と改善を行うことを中期計画の目標として設定していることから、平成20年度の目標としては、職責、社会ニーズへの貢献度等を処遇に適切に反映させることと、常に適正な評価となるよう見直しを継続することとした。

- ・ 職員の任用については、公募等の実施により多様な人材を確保することと、今後の研究開発課題等を勘案して適正な人員配置を行うことを中期計画の目標として設定していることから、平成 20 年度の目標としては、採用計画に基づき新規職員を採用することと、研究開発課題に応じて適切な研究員の配置計画を立てることとした。
- ・ 外部人材の活用については、国内外の研究機関・民間企業等から積極的に受け入れるよう、中期計画で 28 名以上の数値目標を設定していることから、平成 20 年度の数値目標として 6 名以上を設定することとした。
- ・ 人材の育成については、研究部門以外のポストへの配置や留学等を 6 名程度実施することを中期計画の目標として設定していることから、平成 20 年度の目標としては、企画部門に研究員 1 名を通年配置することと、海外派遣を 1 名以上実施することとした。

1.2.3 当該年度における実績

(1) 職員の業績評価

職員の業績評価については、「独立行政法人電子航法研究所職員勤務評定実施規程」及び「独立行政法人電子航法研究所職員勤務評定実施細則」に基づき、公平かつ公正な評価を実施している。なお、勤務評定は毎年 3 月 1 日に実施し、その結果を翌年度の勤勉手当（6 月期及び 12 月期）に反映している。

職員の自発的な能力向上を促し、これを最大限発揮させるためには、職員の業績評価を職務、職責、社会ニーズへの貢献度等を勘案して厳正かつ公正に行うとともに、業績評価結果に基づいて適切な処遇を行う事が必要である。また、研究者のモチベーションを高める観点から、随時業績評価における課題を確認するとともに、必要に応じて評価手法の精査と改善を行う事が重要である。このため、平成 20 年度においては「職員勤務評定検証委員会」を設置し、公平かつ公正な評価を行い職務効率の向上に繋げるための検討を行い、昇給区分決定における加算点数表の基準点数の均質化を図った。

一方、評価する側の管理職員においては、人事管理の基本的事項として、職員一人ひとりの役割達成度と職務行動を正しく把握し公正に処遇すること、必要な対策を設定し各人の能力開発・スキルアップを支援すること、勤務評定を通して組織における人事管理の有効化、個人の成長促進及び組織成果を高めることなどが期待されている。

このため、平成 20 年度においては研究所の各課長・領域長等を対象に「管理職人事考課研修」を行い、職員個々の能力や実績等を的確に把握する能力を身に付けるべく、管理職員の人事考課能力向上についても積極的に取り組んだ。その結果、各管理職の評価のバラツキが減るなどの具体的な効果が現れている。

なお、役員については役員報酬のうち特別手当について、職務実績に応じ増額又は減額できることとなっている。

(2) 職員の任用

職員の任用においては、研究開発業務が高度な専門性を維持して効果的・効率的に実施されるとともに、研究所のポテンシャル向上が図られるよう、戦略的に職員を採用し配置することが求められている。そのためには、研究員個人に蓄積された能力、経験及び研究所の今後の研究開発課題等を勘案して適正な人員配置を行う事が必要である。

平成 20 年度においても、インターンシップや連携大学院制度などで大学との連携を強化し、若手研究者の育成に積極的に取り組んだ。その結果、当研究所の存在及び研究内容が広く認知され、優秀な若手研究者の効果的な確保に繋がった。具体的には、当所の研究員が教授として指導を行っている、「東京大学大学院特定研究客員大講座」を受

講していた大学院生が、平成 21 年度の新規研究員採用に応募し採用が内定した。また研究員の採用にあたっては、研究長期ビジョンの研究テーマを実践していく上で必要となる、航空工学や応用数学といった専門分野を強化し、各領域に適切に配置することとした。

一方、新規研究員採用においては「人事選考委員会」においてどの研究分野を強化すべきか検討を行った上で、研究所ホームページ、研究者人材データベース (JREC-IN) 及び関係大学院において募集を行っている。平成 20 年度は、3 回行った研究員募集に対して合計 13 名から応募があり、書類選考後 9 名を面接した結果、平成 21 年度の新規採用者 4 名を内定し、研究開発課題に応じて適切に研究員を配置することとした。

なお、内定した 4 名のうち 1 名は、研究所と共同研究を実施している大学の研究室に在籍し研究実績のある者であり、1 名は平成 19 年 10 月から契約研究員として既に在職している外国人研究者であることから、即戦力として活躍が期待できる人材である。

(3) 外部人材の活用

電子航法研究所では、研究所のポテンシャル及び研究開発機能の向上を図るとともに、社会ニーズに迅速かつ的確に対応するため、国内外の研究機関・民間企業等から外部人材を積極的に受け入れる方針としている。とりわけ、民間企業で活躍した研究員は当研究所では得難い知見を有しており、これを活用するために任用している。このことは産・学・官連携強化の一環にもなっている。

平成 20 年度は、大学、研究機関、エアライン等から、目標の 6 名を大幅に上回る、任期付研究員 2 名、契約研究員 16 名、客員研究員 8 名、合計 26 名の外部人材を活用した。このうち、エアライン 0B の契約研究員は「航空機の運航を知ろう！」研修を 17 回にわたり企画し自ら講師を務め、当研究所では得難い航空機運航者サイドの知見を補うべく大いに貢献した。

このように外部人材を積極的に活用した結果、気象がトラジェクトリ管理 (定時性) に及ぼす影響や、GNSS を用いた運航方式の重要性などが各領域の研究員に広く認識され、平成 21 年度から「気象予測情報の航空交通管理への利用に関する調査」や「GBAS による新しい運航方式に関する研究」等の新規研究課題が立ち上がるなど、具体的な成果が現れている。

客員研究員については、大学、民間企業、研究機関の専門家、合計 8 名を任用し、次表のような成果が得られた。

No.	所属機関	研究内容	期間	役割、成果等
1	京都大学	GNSS 航法に及ぼす電離層擾乱の影響に関する研究	1 年	日本上空における電離層擾乱等について、理論的知見を中心に議論し、研究の方向性、データ処理の助言、指導に貢献
2	名古屋大学	GNSS 航法に及ぼすプラズマバブルの影響に関する研究	1 年	日本上空、特に南西諸島方面におけるプラズマバブルについて、移動や時間的変化の傾向を議論し、また与那国島観測施設の運用、研究の方向性、データ処理の助言、指導に貢献
3	(株)日本航空インターナショナル	携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究	1 年	携帯電子機器に関する航空機内での電磁干渉事例、干渉防止技術等の情報提供を積極的に行い、電磁干渉対策の議論、研究の方向付けに貢献
4	全日本空輸(株)	同上	1 年	同上

5	(財)労働科学研究所	航空管制官の作業計測及びモデル化の研究	1年	認知心理学における理論、さらに航空管制業務への適用について主に議論し、研究の方向性、応用についての助言、指導に貢献
6	長崎大学	航空管制用二次監視レーダーの追尾性能向上に関する研究	1年	追尾方式の検討、システム設計等の助言、指導に貢献
7	青森大学	誘導率測定装置及び近傍モニタ技術の開発	8月	誘導率測定装置の検討、モニタ方式の検討、モニタアンテナの設計に貢献
8	名古屋大学	GNSS 精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発	9月	GNSS を使った飛行方式に関し、GNSS 方式の特性について研究し研究の方向性、具体的内容についての議論に貢献

契約研究員は、データ収集・解析や実験補助等を担当することを目的に、研究所を退職した研究員の再雇用を含め、特別な専門知識や経験を有する者と契約して研究に従事させるもので、平成 20 年度における実績は、下表に示すとおり 9 件、16 名である。

No.	担当研究課題	人数	期間	業務担当等
1	A-SMGC システムの研究	1	1年	研究計画の企画支援及び研究の実行支援
2	ATM パフォーマンスの研究	2	1年	航空交通管理への統計的手法の応用支援
3	携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究	3	1年	実験支援、データ収集・分析、報告書作成支援
4	ターミナル空域の評価手法に関する研究	3	1年	交信データの聞き取り、解析、シミュレーション実験補助
5	電波特性の監視に関する研究	1	1年	研究計画の企画支援及び研究の実行支援
6	SSR モード S の高度運用技術の研究	1	1年	信号処理ソフトウェアの作成、実験データ収集・解析
7	トラジェクトリモデルに関する研究	1	1年	研究計画の企画支援及び研究の実行支援
8	GNSS 精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発	3	1年	研究計画の企画支援及び研究の実行支援
9	航空機の安全運航支援技術に関する研究	1	1年	研究計画の企画支援、技術調査、実験、報告書作成支援

(4) 人材の育成

当研究所における研究員の役職は、研究員、主任研究員、主幹研究員及び上席研究員の 4 段階構成になっており、平成 18 年度に当研究所が策定した「キャリアガイドライン」(キャリアパスに関する指針)では、これらの職務について、期待される能力や実施すべき活動を示している。一方、これまで所内で実施してきた各種研修は、必ずしもこの「キャリアガイドライン」とリンクしていなかった反省をふまえ、「キャリアガイドライン」に基づく「研修指針」を新たに策定した。

この「研修指針」では、「キャリアガイドライン」で各段階の研究員に求めている能力に対して、有益と思われる研修を「専門知識」、「コミュニケーション力」、「リーダーシップ」、「幅広い知識」の 4 グループに整理し、各研修グループに属する具体的な研修カリキュラムの内容を精査し、各研究員が上席研究員(50 歳程度)になるまでに全ての研修カリキュラムを履修できるよう研修計画を作成した。

今後は、長期的な人材育成を目指した研修・訓練を、研修計画に沿って組織的に適正かつ確実に実施することとした。

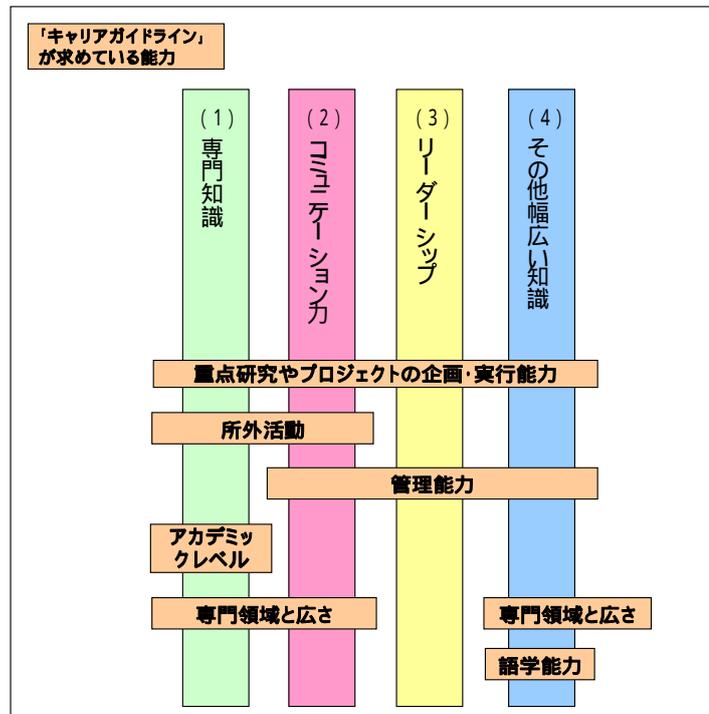
1. 業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置

1.2 人材活用

	(1) 専門知識	(2) コミュニケーション力	(3) リーダーシップ	(4) 幅広い知識	
研究員 (若しくは 35歳程度 まで)	各領域で企画	a. ビジスマナー研修 b. コミュニケーション研修		i. 新規採用者研修 j. 航空機搭乗訓練	m. 英語研修 n. 知的財産研修 o. セクハラ・パワハラ研修 p. 内部統制研修
主任研究員 (若しくは 40歳程度 まで)		c. プレゼンテーション研修	f. 業務管理研修		
主幹研究員 (若しくは 45歳程度 まで)		d. ポジティブディスカッション研修	g. グループ運営研修		
上席研究員 (若しくは 50歳程度 まで)		e. 会議運営研修	h. 管理職研修	k. 独法法令・予算・財務諸表等 l. 管理職人事考課研修	

各層の研究員を対象に計画的に実施する研修カリキュラムの例(aからpまで)

今回策定した「研修指針」では、「キャリアガイドライン」で研究員に求めている能力(オレンジ色)と、長期的な人材育成のために有益と思われる研修(4グループ)の関係を右図のとおり整理した。



平成20年度においては、新人職員を対象とした新規採用者研修、全職員を対象とした内部統制研修(導入研修、専門研修)、セクハラ・パワハラ研修、コミュニケーション研修、著作権講習会、若手研究員を対象とした「航空機の運航を知ろう!」研修、論文の書き方研修、幹部職員を対象とした人事考課研修、決算茶話会(独法会計勉強会)など、新人職員から理事長をはじめとする幹部職員まで、幅広い層を対象に多彩なテーマの研修を企画して開催した。



「航空機の運航を知ろう！」研修の様子

平成 20 年度は、統括付研究員を企画課に通年配置した。当該研究員は、地元三鷹市の NPO 法人である「三鷹ネットワーク大学」と共同で「南極講座」を企画するなど、地域に根ざした研究広報活動を通じて積極的に地域社会に貢献した。また、トラジェクトリに関する研究において重要な課題として認識されている気象の運航に与える影響について取り組むため、南極観測隊での人的交流を活かして気象研究所との連携強化に向けて企画・調整するなど、研究企画機能も大いに発揮した。

海外留学に関しては、平成 19 年度から継続して電離層遅延の GPS に及ぼす影響の研究のため若手研究員 1 名をハワイ大学へ長期派遣し、また ASAS に関する予備的研究のため、3 ヶ月間の中期派遣として若手研究員 1 名をオランダの研究機関（NLR）へ派遣した。このように海外研究機関における研究機会の提供を通じて、意欲ある若手研究者のチャレンジ精神を更に高めるとともに、国際的な研究交流を通じて、今後、国際的に活躍する研究者の育成にも努めていきたい。

1.2.4 その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報

(1) 若手研究者の育成

電子航法研究所の研究業務においては、共同研究という形で積極的に大学との連携を図っているが、ATM や CNS に係る研究者の裾野を拡大するため、以下のような種々の活動を行い、将来有望な研究者となるよう学生の育成にも努めている。

インターンシップ及び研究指導による育成

平成 19 年度より、研究体制の強化を図りつつ、合わせて社会全体に研究成果を還元する観点から、大学院生を対象にインターンシップ制度を導入した。平成 20 年度も、昨年度に続いて電気通信大学から情報メディアシステム学専攻修士課程の学生 1 名を受け入れ、当所研究員の指導の下、約 20 日間にわたり東京国際空港の交通流解析を指導した。当該学生は、こうした研究体験や周囲の研究員との交流を通じて、当所の研究業務に対する理解を深めた。また、指導した研究員にとってもリーダーシップの醸成に繋がるフィードバック効果が得られた。

また平成 20 年度も、日本大学からの要請を受けて、通年にわたって大学院生 1 名を受け入れ、自動従属監視機能の位置推定誤差に関する研究を指導した。当該学生は、航空宇宙学会の飛行機シンポジウム等において当該研究に関する 3 件の発表を行うまで

に成長した。当該学生は、学部生であった平成 18 年度から修士課程終了までの 3 年間、当所において研究指導を受け、修士論文を提出して修士号を取得した。

海外研修生（留学生）の育成

平成 17 年度以降、ENAC（フランス国立民間航空学院）との国際協力関係を構築し、毎年定期的に留学生を受け入れている。当該研修に対する希望者は年々増加しており、平成 20 年度は ENAC からの留学生 3 名（平成 20 年 3 月～8 月）に対して研究指導を行った。また、平成 21 年 3 月から新たに 3 名の研修生を受け入れて研修を開始しており、海外からの留学生の育成に積極的に取り組んでいる。これまで当研究所で指導を受けた学生たちは、欧州における航空産業に就職していると伝えられており、国際的な研究の連携にいずれ効果を発揮するものと期待できる。

連携大学院制度の活用による育成

平成 18 年度より、東京海洋大学の連携大学院制度により大学院海洋科学技術研究科に以下の科目を創設し、当研究所の研究員が客員教授・准教授となり、連携講座として講義を行っている。

- ・ 博士前期課程・・・航法電子工学、及び交通管制工学
- ・ 博士後期課程・・・海上電波通信・監視工学、及び交通安全工学

平成 20 年度は、当所研究員 1 名による講義（交通管制工学と交通安全工学）を実施し、指導を行った。

大学院の講座による育成

平成 18 年度より、当所の研究員が「東京大学大学院特定研究客員大講座」の教授に就任しており、平成 20 年度は航空交通管理に関する講義を実施した。我が国において、これまで航空交通管理に係る講座を有する大学は存在していないことから、今後は航空学科を有する他の大学においても同様な機会を提供できるよう、裾野の拡大を図ってきたい。

1.3 業務運営

1.3.1 中期目標、中期計画及び年度計画の内容

[中期目標]

第 2 業務運営の効率化に関する事項

3. 業務運営

(1) 経費の縮減

一般管理費（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）については、中期目標期間中に見込まれる当該経費総額（初年度の当該経費相当分に 5 を乗じた額。）を 6%程度抑制すること。

業務経費（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）については、中期目標期間中に見込まれる当該経費総額（初年度の当該経費相当分に 5 を乗じた額。）を 2%程度抑制すること。

人件費（注）については、「行政改革の重要方針」（平成 17 年 1 2 月 2 4 日閣議決定）を踏まえ、前中期目標期間の最終年度予算を基準として、本中期目標期間の最終年度までに国家公務員に準じた人件費削減の取組を行うこと。また、国家公務員の給与構造改革を踏まえた役職員の給与体系の見直しを進めること。

注) 対象となる「人件費」の範囲は、常勤役員及び常勤職員に支給する報酬（給与）、賞与、

その他の手当の合計額とし、退職手当、福利厚生費（法定福利費及び法定外福利費）、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分は除く。

（2）予算及び人的資源の適正な管理

各研究開発課題に対する予算配分及び執行状況を適時把握することにより、予算管理の適正化と業務運営の効率化を図ること。また、エフォート（研究専従率）の把握により、人的資源の有効活用を図るとともに職員のコスト意識の徹底を行うこと。

[中期計画]

1. 業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置

（3）業務運営

一般管理費（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）については、業務の効率化など、経費の縮減に努め、中期目標期間中に見込まれる当該経費総額（初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。）を6%程度抑制する。

業務経費（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）については、研究施設等の効率的な運用を更に進めることにより中期目標期間中に見込まれる当該経費総額（初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。）を2%程度抑制する。

人件費 注)については、「行政改革の重要方針」（平成17年12月24日閣議決定）を踏まえ、前中期目標期間の最終年度予算を基準として、本中期目標期間の最終年度までに5%以上削減する。また、国家公務員の給与構造改革を踏まえた役職員の給与体系の見直しを進める。

注)対象となる「人件費」の範囲は、常勤役員及び常勤職員に支給する報酬（給与）賞与、その他の手当の合計額とし、退職手当、福利厚生費（法定福利費及び法定外福利費）、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分は除く。

予算及び人的資源の適正な管理については、各研究開発課題に対する予算配分及び執行状況を予算管理システム等により適時把握し、予算管理の適正化と業務運営の効率化を図る。また、エフォート（研究専従率）を正確に把握し、人的資源の有効活用と職員のコスト意識の向上を図るとともに、研究に専念できるようなエフォートの質の向上を図る。

[年度計画]

1. 業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置

（3）業務運営

内部統制委員会を立ち上げ、内部監査等の在り方を検討するとともに、情報セキュリティ研修や著作権講習会等を開催し、法令の遵守及び社会的規範・モラル遵守の徹底を図る。グループウェアソフトの活用をより推進し、事務管理業務の電子化を更に進める。また、物品等の調達に関しては、原則、一般競争入札とし契約に係る情報は全面的に公開する。

平成20年度は、以下のとおり経費を抑制する。

中期目標期間中に見込まれる一般管理費総額（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）を6%程度抑制する目標に対し、平成20年度において平成19年度予算比で3%程度抑制する。

中期目標期間中に見込まれる業務経費総額（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）を2%程度抑制する目標に対し、平成20年度において平成19年度予算比で1%程度抑制する。

中期目標期間の最終年度までに、人件費（注）を平成 17 年度予算比で 5%以上削減する目標に対し、中期計画に掲げた人事に関する計画のとおり平成 20 年度において平成 19 年度予算比で 1.1%程度削減する。年功的な給与上昇を極力抑制するとともに職員の業績に応じた昇給を行う。

注）対象となる「人件費」の範囲は、常勤役員及び常勤職員に支給する報酬（給与）、賞与、その他の手当の合計額とし、退職手当、福利厚生費（法定福利費及び法定外福利費）、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分は除く。

予算及び人的資源の適正な管理については、各研究開発課題に対する予算配分及び執行状況を予算管理システム等により適時把握し、予算管理の適正化と業務運営の効率化を図る。具体的には平成 20 年度は以下を実施する。

- コスト意識を徹底して効率的な研究の実施を図る。
- エフォート（研究専従率）を活用し適切に研究員を配置することにより人的資源を有効活用するとともに研究員のコスト意識の向上を図る。

1.3.2 年度計画における目標設定の考え方

- 「整理合理化計画」で決定した内部統制の強化に向けた体制整備と随意契約の見直し等については、平成 20 年度の目標としては、内部統制委員会を立ち上げて検討することと、調達に関して原則一般競争入札とすることとした。
- 一般管理費については、当該経費総額を 6%程度抑制することを中期計画の数値目標として設定していることから、平成 20 年度の目標としては、平成 19 年度予算比で 3%程度抑制することとした。
- 業務経費については、当該経費総額を 2%程度抑制することを中期計画の数値目標として設定していることから、平成 20 年度の目標としては、平成 19 年度予算比で 1%程度抑制することとした。
- 人件費については、本中期目標期間の最終年度までに 5%以上削減することを中期計画の数値目標として設定していることから、平成 20 年度の目標としては、平成 19 年度予算比で 1.1%程度削減することとした。
- 予算及び人的資源の適正な管理については、予算管理の適正化と業務運営の効率化を図ることと、人的資源の有効活用と職員のコスト意識の向上を図ることを中期計画の目標として設定していることから、平成 20 年度の目標としては、効率的な研究の実施と研究員のコスト意識向上を図ることとした。

1.3.3 当該年度における実績

（1）業務の効率化

電子航法研究所においては、職員のスケジュール管理、共用文書の保管・参照、その他情報の共有等を図るためのツールとしてグループウェアを導入しているほか、汎用のデータベースソフトを用いて職員自ら構築した「予算管理システム」や「資産管理システム」を活用して、事務管理業務の電子化及びペーパーレス化を推進している。

平成 20 年度は、監事監査の提案を受け、固定資産の確実な管理に向けてバーコードラベルを用いた管理方式により、資産台帳と現物の実査（固定資産棚卸し）を行った。この作業は、バーコードリーダーを用いて固定資産に貼られたバーコードを居室単位で読み込む方式で、読み込んだデータをパソコンに取り込んですぐに一覧表示出来るため、従来よりも大幅に作業時間を短縮することができた。また、この作業にあたって固定資

産の写真をバーコード台帳とリンクさせたことに伴い、台帳の記録と差異があった資産についても、後で管理者に写真を照会することにより、確実に確認することができた。

従来の作業は、台帳データを紙で印刷して個々の固定資産と1つ1つヒモ付けしながら確認するという非常に手間のかかる作業だったが、バーコードラベル管理方式の導入により作業の効率性が大幅に向上し、資産管理業務を大きく改善することが出来た。

一方、決算についても従前の会計処理方法を点検し、検収確認の遅れなど小さなことから一つ一つ改善した。その結果、従来月次決算の報告まで3ヶ月以上かかっていた作業が民間企業並みの当月締め翌月末までに報告出来るようになり、決算処理作業が約2ヶ月ほど大幅に短縮された。さらに、これまで財務状況に対して内容の分析が十分ではなかった点についても、経営判断の指標となるような情報、コメント等を月次報告に盛り込むことが可能となった。

(2) 一般管理費の抑制

平成20年度計画の予算において一般管理費は50百万円であるが、所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除いた額は39,295,000円であり、平成18年度からの累計額は125,289,000円となる。中期計画において、当該経費総額を6%程度抑制することとして前年度予算比にて3%抑制しており、20年度末時点での達成状況は120,976,052円(3.44%)である。また、年度計画の目標である前年度予算比3%程度の抑制についても達成(3.13%)している。

一般管理費の抑制では、所内の消費電力の需要を抑えるため、平成20年度においては居室の空調機の温度設定を通常よりも+1(夏期は29、冬期は19)に設定し、廊下等の照明についても消灯するなど積極的に「省エネ」に取り組んだ。また、岩沼分室においては電気料金のデマンド(最大需要電力)について検討し、デマンドを管理すれば電気料金(基本料金)を削減できることが判明したため、平成21年度よりデマンドコントロール装置を整備して電気料金の削減に努めることとした。

一方、複写機のカラー印刷については、昨年度に引き続き使用総量の制限を図りながら、複写機の保守契約について見直しを行った。その結果、1枚あたり26.25円だったカラー印刷の保守単価が1枚あたり15.75円となり、一般管理費の抑制に繋がった。また、印刷損紙についても、裏紙の再利用などに積極的に取り組み、コピー用紙の削減に役立っている。

(3) 業務経費の抑制

平成20年度計画の予算において業務経費は882百万円であるが、所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除いた額は809,546,000円であり、平成18年度からの累計額は2,500,929,000円となる。中期計画において、当該経費総額を2%程度抑制することとして前年度予算比にて1%抑制しており、20年度末時点での達成状況は2,415,544,732円(3.41%)で、既に目標をクリアしている。また、年度計画の目標である前年度予算比1%程度の抑制についても達成(1.00%)している。

業務経費の抑制では、研究員の提案により所内グループウェアの掲示板を利用した「研究機材の共同購入」の取り纏めを行い、通常の購入であれば数量が少ないため定価に近い価格での購入となることを低廉な価格で購入することができ、業務経費の抑制に繋げる成果を得た。また、広報活動・地域活動の一環として協力参加している「空の日」記念行事における実験用航空機の展示においても飛行実験と合わせて行うなど、経費の節約と環境負荷への配慮にも努めた。

(4) 人件費の削減等

平成 20 年度における人件費の実績額は 743,637,509 円であるが、退職手当、福利厚生費(法定福利費及び法定外福利費)及び運営費交付金により雇用される若手任期付研究員のうち若手研究者を範囲から除いた額は 556,219,398 円であった。人件費削減基準額(運営費交付金により雇用される若手任期付研究員のうち若手研究者を範囲から除く)(平成 17 年度決算)は 606,377,469 円であったことから、平成 17 年度に対する人件費(退職手当等を除く)の抑制率(実績)は、 $(1 - 556,219,398/606,377,469) \times 100 = 8.3(\%)$ であった。(平成 19 年度退職手当、福利厚生費を除いた予算額 595,934,000 円に対する抑制率は、6.7%)したがって、平成 20 年度の目標であった「平成 19 年度予算比で 1.1%の削減」を達成した。

福利厚生費については、レクリエーション経費は執行しておらず、レクリエーション経費以外の福利厚生費については、産業医、メンタルヘルスカウンセリングによる健康管理等であり、社会情勢をふまえて適切に実施している。

(5) 予算及び人的資源の適正な管理

予算配分及び執行状況の適時把握

当研究所においては、予算の配分、予算執行状況の把握等を効率的に行うためのツールとして平成 15 年度から「予算管理システム」を導入している。このシステムは、汎用のデータベースソフトを活用して職員が自ら構築したものであり、研究課題毎に予算の使用計画を設定でき、購入契約及び出張計画の依頼から支払いまでを管理できるようになっている。また、年度途中において予算執行状況を適時確認したり、配分額の見直しを実施したりできるようになっており、このシステムを利用することで、会計担当及び研究員の作業負荷の軽減に繋がっている。

平成 20 年度においては、契約事務に関する各種フォームの追加を行い、契約発注時の業務効率を図られるよう改善した。これにより、従来よりも迅速かつ正確な契約処理が可能となった。一方、平成 20 年度の執行状況の把握としては、中間ヒアリング(10・11 月)実施後に予算の追加要望等を取りまとめ、「予算管理システム」を活用して各研究テーマの執行残を適宜把握し、追加要望に対する配算作業を的確かつ効率的に行った。

人的資源の適正な管理とコスト意識の向上

平成 20 年度は、人件費及び要員を増やすことなく、限られた人的資源を有効活用することで管理部門の業務執行体制を強化した。具体的には、受託研究及び共同研究の増加への対応や知的財産等の管理強化を図るため、企画課要員を再配置して企画第三係を設置し業務執行体制を強化した。

一方、「整理合理化計画」で決定された研究所統合については、H23 年度からの新法人への移行を目途に、行政当局及び各研究所の担当者による統合検討チームを設けて検討を進めており、純増する統合関連作業を円滑かつ効率的に実施するため、平成 20 年度当初においては、苦肉の策として岩沼分室の職員 1 名を企画課に配置換えした。このため、岩沼分室における研究業務に少なからず影響が生じているものの、研究者との協働で乗り切っている。さらに、平成 21 年度から統合検討チームに企画課職員を派遣することになったため、企画課の業務執行体制を再度見直すこととした。

コスト意識の向上に関しては、研究部門では複数の研究で研究機材を一括購入したり共同で飛行実験を行うなど、継続的に効率的な研究の実施につとめた。また、研究計画を作成する際にエフォートを活用し、人件費を含めた研究コストを把握することで、人的資源の有効活用とコスト意識の向上に努めた。

一方、管理部門では幹部職員を対象に、公認会計士の資格を有する監事が主宰する形で「決算茶話会」(独法会計勉強会)を開催し、独立行政法人の財務諸表を読み解くためにB/S、P/L、キャッシュフロー計算書、行政サービス実施コスト計算書の関連性や役割について、意見交換方式による自由闊達な場で財務諸表についての理解を深めた。

また、研究課題の実施コストと研究成果がもたらす経済効果について、試算を行うための費用対効果分析マニュアル(案)を作成し、「洋上経路システムの高度化の研究」をモデルケースとして研究員とともに費用対効果分析を試行した。この試行結果については、企画会議や研究企画統括会議において報告・議論し、研究所全体としてコスト意識の向上につとめた。

1.3.4 その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報

(1) 平成20年度契約について

「随意契約見直し計画」について

平成20年度においても、「随意契約見直し計画」に基づき、少額随契以外は原則一般競争入札に移行することとした基本方針を着実に実行した。なお、「随意契約見直し計画」(平成19年12月21日公表)、「随意契約見直し計画フォローアップ」(平成20年7月4日公表)は、当所のホームページで公表している。随意契約によることが出来る場合を定める基準については、平成13年4月の独法化以降、国と同じ基準で行っていること、「随意契約見直し計画」に沿って競争性のある契約に着実に移行していることを公表している。さらに、平成20年度に締結した「競争性のない随意契約」に係る契約情報についても、次年度以降に「競争性のある契約」に移行予定のもの(様式1)と、次年度以降も「競争性のない随意契約」とならざるを得ないもの(様式2)に分けて公表している。

平成20年度の特命随意契約件数は3件、一般競争入札を行ったものの落札者が存在しなかったことによる不落随契は9件で、特命随意契約は前年度の5件から3件へと4割減少した。なお、特命随意契約とした3件は、実験評価用SSRモードS装置ターゲット地上局設置に伴う「スカイタワー西東京」施設利用、電子基準点データの受信契約、財務諸表の官報掲載契約など、いずれも他に契約相手先がない特殊な案件である。

上記3件の特命随意契約とした理由については次の通りである。

「スカイタワー西東京」施設利用契約は、当研究所の実験用SSR装置から見通しが確保できること、SSR装置の測位精度が確保できるよう1NM以上の遠方であることなど、研究のために絶対に必要な要件があり、当該施設しかなしえないことによるものである。財務諸表の官報掲載契約は、東京官書普及(株)が国立印刷局より指定されているため、また電子基準点データの受信契約は、(社)日本測量協会のみが当該生データを配信していたためである。なお、電子基準点データの受信契約については、平成21年度から契約可能な相手先が複数者となったため、一般競争入札に移行することが可能となった。

一方、これまで特命随意契約であったものから一般競争入札に移行した事例として、「電子航法研究所業務補助作業」があげられる。本件については、地域高齢者の雇用安定促進に寄与することを考慮して、平成19年度までは(社)三鷹市シルバー人材センターと特命随意契約により契約していたが、契約の競争性・透明性の確保を優先して取り組んだ結果、平成20年度より一般競争入札に移行した。しかしながら、平成20年度契約においては、(社)三鷹市シルバー人材センターの一者応札の結果となったことから、あらためて競争を促進するための仕様書の精査を行い、平成21年度契約では複数者応札となった。

なお、当所が契約した全ての案件に関して、第三者に再委託を行っている契約はない。また、契約の相手方やその再委託先に当所退職者の再就職はない。

【別表：平成 20 年度の契約状況】

	件数 (H20)	件数 (H19)	件数 (H18)	金額 (H20)	金額 (H19)	金額 (H18)	落札率
一般競争 入札	88(1) ^{注1}	122(5) ^{注1}	55	831,034 千円	976,564 千円	360,775 千円	90.87%
特命随契 + (不落随契)	3+(9) ^{注2}	5+(4) ^{注2}	69	8,550 千円+ (225,976 千円)	13,148 千円+ (68,029 千円)	585,004 千円	98.58%

注 1) カッコ内は随意契約から一般競争入札に移行した件数

注 2) カッコ内は一般競争入札を行ったものの落札者が存在しなかったことによる不落随契の件数・金額

一者応札への対応等について

一者応札については、「政策評価・独立行政法人評価委員会」より「国土交通省独立行政法人評価委員会」に対して出された平成 19 年度の評価結果（契約の適正化に係るもの）において、一般競争入札における一者応札率が高い法人については、競争性・透明性の確保の観点から厳格な検証を行うよう意見が附されているところであり、当研究所では以下のような特殊性がある中、一者応札の低減に向けた取り組みを強化している。

当研究所が発注する主な契約内容は、航空管制業務等に関する研究に必要な実験用航空管制機器の試作や管制情報処理データを解析するためのソフトウェアの製作等であり、航空管制システムに関する極めて特殊な技術が必要であること、航空管制システムの研究開発に係る市場規模が小さいことから、潜在的に応札可能な企業が限られるなどの特殊性がある。

このため、他の研究法人同様に一者応札率が高くなる傾向にあったが、十分な入札公告期間の確保、業務の目的、内容を踏まえた履行期限の確保、コンテンツ配信（RSS 配信）技術等を活用した情報提供の拡充、件名・仕様書内容について具体的かつ詳細に明示、業務内容を勘案した応募要件の緩和などの 5 つの改善方策を実施し、一者応札の低減に向けて取り組んでいる。

さらに、平成 20 年度においては少額随契における落札率の低減及びコスト削減を目指して、オープンカウンタ方式を試行導入した。

また、平成 20 年度は「企画競争実施要領」および「公募委員会設置運用要領」を制定し、一般競争以外の競争性のある契約方式についても実施できるよう、規程類の整備を行った。この他、「会計規程」で規定している随意契約の包括条項についてはこれまで具体的な定めがなかったが、国の基準に準拠するよう、「会計規程実施細則」において予算決算及び会計令等に倣い制定した。また、複数年度契約や独占禁止法違反による違約金についても同細則で制定している。さらに、総合評価落札方式についても導入を前提にマニュアル策定などの作業に着手しており、規程に関しても会計法に倣った記述で「契約事務取扱細則」に明確に定めた。以上のように、入札における競争性・透明性の向上に向けて、多様な入札方式の導入準備を進めている。

しかしながら、随意契約を見直して一般競争入札に移行しても、最低価格方式だけによる入札では質の悪い調達になる課題も判明したため、請負者の技能・能力を確認する方式について、更なる検討を重ねているところである。

これらの契約状況については、監事監査においても『契約方法については、一般競争入札を基本とし公告並びに入札等適切に実施され、随意契約の適正化が図られていることを認めます』との報告を受けている。



「RSS 配信」技術を利用して発注者から積極的に情報を配信

(2) 保有資産の見直しについて

保有資産については、見直しを要する資産を保有していない旨「行政改革推進本部」あてに報告している。その上で、保有資産の使用状況及び稼働状況について毎年度調査把握を行っており、平成 20 年度は、施設建替に伴う 6 号棟などの資産について除却処理を行った。また、減損については電話加入権（35 回線）について、1 回線あたりの評価額が帳簿価格と比べて著しく下落（約 72%）しており、市場価格の回復は見込めないことから減損を認識している。

また、平成 19 年度において減損の兆候はあったが認識には至らなかった資産 2 件については、平成 20 年度末において当該装置を使用する研究が見込めないと判断し除却処理を行った。金融資産及び関連法人に対する貸付金については、債権等の保有がなく、該当する法人が存在しないため、報告すべき内容はない。

なお、監事監査においても『当該研究所が保有する資産については十分に活用され、機能を果たしていることを認めます』との報告を受けている。

(3) 給与水準の適正化等

人事院勧告により示された「国家公務員の給与構造改革」と同様の措置を当研究所においても適用しており、昇給幅の抑制を継続して実施した。給与水準の適正化については、対国家公務員指数が事務・技術職種で 109.3、研究職種で 105.6 となっている。

国に比べて給与水準が高くなっている理由は、次の通り。

事務・技術職種については、非常に少ない職員数で研究開発等事業を効率的かつ確実に運営するために専門的な知見・能力が必要となることから本府省職員との人事交流を行っているが、当該職員に設定している行政職俸給表（一）の本府省職員の平均給与月額が国家公務員全体の行政職俸給表（一）の平均給与月額の1.1倍と高くなっていることが、対国家公務員指数を上げる要因となっている。また、対国家公務員指数が年齢階層を4歳毎に区切って階層毎の平均給与額を基準としているところ、当所における各年齢階層の最上位年齢者が調査対象者11名中4名、上位年齢者も4名と高い割合になっていることも対国家公務員指数を上げる要因となっている。

研究職種については、研究開発業務に係る高度な専門的知識・能力を持つ者に対して、国に準拠した当所の給与規程に基づき管理職手当を支給しているが、支給対象者の割合について、国の研究職が76.1%であるのに対し、当所研究職員は職務の専門性等から種試験合格者相当の研究員が多いこともあって調査対象33名中27名（81.8%）となっていることが、対国家公務員指数を上げる要因となっている。また、当所は職務の専門性から高い学歴の研究者が多く、国の研究職の大学院修了者が70.3%に対し、当所研究職員は78.8%となっており、それに応じて給与が高くなっていることも対国家公務員指数を上げる要因となっている。

本府省職員との人事交流については、行政との連携強化を図っている当研究所の業務運営において必要不可欠なものであり、また、管理職においても高度な専門的知識・能力を持つ者を登用しているところであるが、平成22年度末に実施される研究所統合後の人事管理制度を見据えて、差異の解消を検討していくこととしたい。

なお、理事長の報酬は府省事務次官の給与の範囲内としており、役員の報酬及び給与水準はホームページで公表している。

給与水準については、監事監査においても『ラスパイレス指数は構成人員の内容により決定されるため、当研究所では高めに評価されているが、給与水準そのものは国と同一の基準により定められ適正に設定されていると認められる』との報告を受けている。

（4）内部統制・コンプライアンス強化

平成20年度においては、「内部統制検討委員会」を設置し、昨年度の取り組みで確認された「内部統制の実装に向けたコンプライアンスの仕組み作り」に着手し、内部監査体制及びコンプライアンス体制を確立するため、以下の措置を講じた。

外部コンサルタントによる事前調査において、指摘された5件の是正課題については所要の措置を講じた。

内部統制について、役職員全員が理解し、遵守し、遂行すべき業務方針、手順、判断基準など、身近な事例を各項目にわたって例示した「コンプライアンスマニュアル」を策定した。なお、本マニュアルは非常勤職員や海外からの留学生を含む全所員が内容を正しく理解するよう、日本語版および英語版を作成し配布した。

所内におけるコンプライアンスの定着に向けて、内部統制の意義やコンプライアンスの必要性を学ぶための「導入研修」と、本マニュアルに明記した内容について正しく理解するための「専門研修」を実施し、全所員への意識浸透を図った。

コンプライアンス行動基準への遵守状況を監督するため、理事をコンプライアンス・オフィサー、各領域長・課長・分室長をコンプライアンス・マネージャーとする所内コンプライアンス体制を確立した。

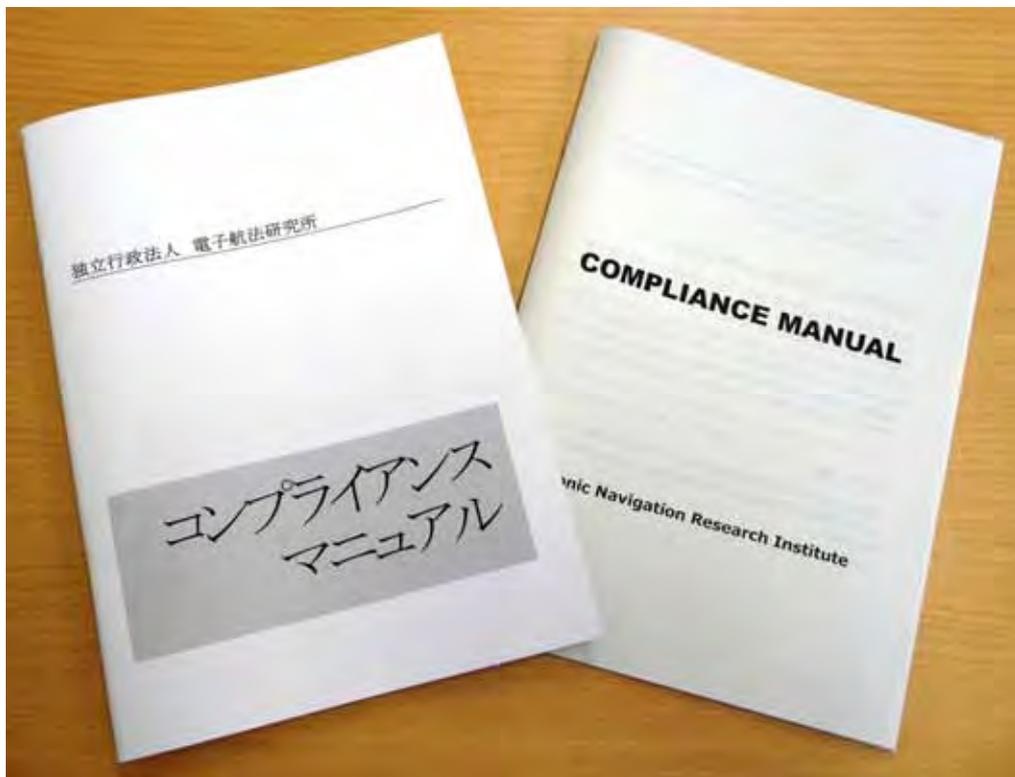
コンプライアンスを正しく理解し遂行しているか、PDCAサイクルの一環として定期的に確認するため、セルフチェックシートを用いて全職員が毎年1回は自己点検を行い、

その結果についてはコンプライアンス・オフィサー及びコンプライアンス・マネジャーがモニタリングするよう通達を制定した。

なお、平成 21 年度より内部統制制度の運用を行う予定としており、これらの取り組み状況についてはホームページ等で公表を予定している。

内部統制への対応については、監事監査においても『当研究所では、内部統制制度を導入するための手続きを開始し、そのための社内研修や制度作りが行われた。平成 21 年より新たな内部統制制度の運用を行う予定であり、コンプライアンス並びにガバナンスの強化に向けた取り組みは高く評価します』との報告を受けている。

この他、平成 20 年度は国土交通大学校が開催した情報政策研修に職員が参加し、そこで得られた知識を研究所全体にフィードバックするため「著作権講習会」を企画するなど、当研究所では法令遵守及び社会的規範・モラル遵守の徹底に率先して取り組んでいる。



非常勤職員や海外からの留学生を含む全所員に配布・周知したコンプライアンスマニュアル

(5) 関連法人等との人・資金の流れの在り方

「独立行政法人整理合理化計画」(19 年 12 月閣議決定)の中で、内部統制と関連させて関連法人等との人・資金の流れのあり方について言及されているが、電子航法研究所には該当する法人が存在しておらず、その旨、ホームページにおいても報告している。

http://www.enri.go.jp/info/koukaisiryou/koukaisiryou_index.htm

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置

2.1 社会ニーズに対応した研究開発の重点化

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置

2.1 社会ニーズに対応した研究開発の重点化

2.1.1 中期目標、中期計画及び年度計画の内容

[中期目標]

第3 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項

1. 社会ニーズに対応するための研究開発の戦略的・重点的な実施、研究実施過程における措置
研究所が実施する研究開発の基本的な考え方は次のとおりとする。

(1) 社会ニーズに対応した研究開発の重点化

増大する航空交通量への対応等、社会ニーズに対応するための研究開発を重点的に実施すること。具体的には、航空交通の安全性向上と、空港及び航空路における交通容量拡大を図るため、より高度な航空交通管理手法の開発及び評価に係る研究開発を重点的に実施すること。また、より高度な航空交通管理の実現に寄与し、より安全かつ効率的な航空機運航の実現に資するため、衛星・データ通信等の新技術を取り入れた通信・航法・監視システムの整備、運用及び利用に係る研究開発を行うこと。これらの研究開発成果は、RNAV（広域航法）の導入、航空路・空域再編等による航空路・空域容量の拡大、大都市圏拠点空港及びその周辺の空域容量の拡大、異常接近予防やヒューマンエラー予防等の予防安全技術と衛星・データ通信等の新技術の導入による安全かつ効率的な航空交通をそれぞれ達成するため、国土交通省航空局が実施する航空管制業務や航空保安システムの整備等において、技術的に実用・活用可能であるものを目指すこと。

具体的な研究開発課題の設定にあたっては、社会ニーズを十分に把握し、関係者と調整を図るとともに、有用性、有益性及び将来的な発展性を十分考慮すること。また、研究開発の目的及び目標を明確かつ具体的に定めるとともに、特に重要性及び優先度が高い課題については、重点研究開発分野として位置付け、戦略的かつ重点的に取り組むこと。

[中期計画]

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置

(1) 社会ニーズに対応した研究開発の重点化

研究所の目的を踏まえ、より質の高い研究成果を提供することにより、安全・安心・便利な航空交通を求める社会ニーズに適切に対応するため、以下に掲げる3つの重点研究開発分野を設定し、戦略的かつ重点的に実施する。

空域の有効利用及び航空路の容量拡大に関する研究開発

増大する航空交通量に対応するため、空域の有効利用及び航空路の容量拡大を図る必要があることから、RNAV（広域航法）、スカイハイウェイ計画等、新たな管制方式・運航方式を導入したときの航空交通量への影響及び効果を推定し、容量値算定のための技術資料を作成する。また、これらの導入に必要な安全性評価を実施し、最低経路間隔等の基準作成に貢献する。その他、増大する航空交通量を安全に管理するためSSRモードSシステムの高度化技術の開発、並びにRNAV等を支える衛星航法の実現に向けた研究開発等を実施する。

混雑空港の容量拡大に関する研究開発

増大する航空交通量に対応するため、混雑空港の処理容量及びその周辺空域の容量拡大を図る

必要があることから、空港周辺の飛行経路及び管制官が管轄するセクター構成の改善技術を開発し、混雑空港周辺の空域再編及び新たな管制方式の導入等にも貢献する。また、航空機等のより安全で円滑な地上走行に対応するため、多様な監視センサーデータの統合化技術を開発する。その他、衛星航法を用いて空港への精密進入を支援する技術を開発し、実運用機材の調達や運用において活用できるようにする。

予防安全技術・新技術による安全性・効率性向上に関する研究開発

航空交通の安全性・効率性を向上させるため、航空機に搭載している飛行管理システムデータを用いた飛行プロファイルの高精度予測手法の開発、及びそれを用いた異常接近検出手法を開発する。また、携帯電子機器を航空機内で使用するために必要となる機上装置への安全性認証のための技術資料を作成する。その他、ヒューマンエラー防止のための疲労の早期検出技術を開発する。

具体的な研究開発課題の設定にあたっては、社会ニーズを十分に把握し、行政、運航者及び空港管理者等の関係者と調整を図るとともに、有用性、有益性及び将来的な発展性を十分考慮する。また、研究開発の目的及び目標を明確かつ具体的に定める。

[年度計画]

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置

(1) 社会ニーズに対応した研究開発の重点化

安全・安心・便利な航空交通を求める社会ニーズに適切に対応するため、中期計画において設定した以下に掲げる3つの重点研究開発分野に関する研究開発を戦略的かつ重点的に実施する。

空域の有効利用及び航空路の容量拡大に関する研究開発

増大する航空交通量に対応するため、空域の有効利用及び航空路の容量拡大を図ることが必要となっている。RNAV（広域航法）、スカイハイウェイ計画等、新たな管制方式・運航方式は、空域の有効利用および航空路の容量拡大をもたらすものであり、また経路の短縮や運航効率の向上により燃料の節減にも資するものである。本研究開発においては、新しい方式の導入による、航空交通容量への影響および効果を推定し、容量値算定のための技術資料を作成するとともに安全性評価を実施し、最低経路間隔等の基準作成に貢献する。その他、増大する航空交通量を安全に管理するためSSRモードSシステムの高度化技術の研究開発等を実施する。

具体的には、平成20年度に以下の研究を実施する。

ア．RNAV 経路導入のための空域安全性評価の研究（平成18年度～20年度）

（年度目標）

本研究は、航空機が飛行可能な空域の有効利用と定められた航空路の容量を拡大するため、RNAV（空域をより有効に利用できる広域航法）の導入を進めるためのものである。平成20年度は、空港周辺の離着陸空域でレーダー監視を受けていないRNAV経路及び巡航高度の航空路でレーダー監視を受けているRNAV経路（航法精度2NM）について、日本の航空交通の状況を考慮した当該RNAV経路の安全性評価手法を開発する。また、開発された手法を用いて安全性を評価し、RNAV経路設定基準の策定根拠となる資料等を作成する。

イ．SSRモードSの高度運用技術の研究（平成18年度～22年度）

（年度目標）

本研究は、飛行中の航空機を監視する二次監視レーダー（SSR）モードSに新たに必要とされる監視機能の技術検証を行うものである。平成20年度は、研究所内に設置したSSRモードS地

上局を用いて、航行中の航空機の動態情報（航空機に搭載している飛行管理システムのデータ）を取得する実験を行い、地上局の通信機能を検証する。また、クラスタ機能（複数の地上局をネットワークで連携させる機能）について検討し、本機能を有する SSR モード S 装置を開発する。

ウ．ATM パフォーマンスの研究（平成 19 年度～22 年度）

（年度目標）

本研究は、我が国の航空交通管理の能力（パフォーマンス）を評価する技術を開発するものである。平成 20 年度は、平成 19 年度に選定したパフォーマンス指標から、その能力を評価するための指標値を算出する手法を検討する。また、平成 19 年度に基本機能を構築したパフォーマンス評価システムの機能向上を行う。

エ．洋上経路システムの高度化の研究（平成 20 年度～23 年度）

（年度目標）

本研究は、日本が管理する太平洋上の空域において、安全かつ最も経済的な飛行経路の実現を図るため、飛行経路の管制シミュレーションによる検証を行うものである。平成 20 年度は、南太平洋上の飛行経路について、その最適経路を選定し導入効果を検証する。

混雑空港の容量拡大に関する研究開発

増大する航空交通量に対応するため、混雑空港の処理容量及びその周辺空域の容量拡大が必要である。本研究開発においては、空港周辺の飛行経路および管制官が管轄するセクター（管制官が管轄する空域の単位）構成の改善要件を明らかにする技術を開発し、混雑空港周辺の空域再編および新たな管制方式の導入等へ貢献する。また、航空機等をより安全で円滑に地上走行させるため、多様な監視センサデータの統合化技術を開発する。その他、衛星航法を用いて空港への精密進入を支援する技術を開発し、実運用機材の調達や運用に貢献する。

具体的には、平成 20 年度に以下の研究を実施する。

ア．A-SMGC システムの研究（平成 16 年度～20 年度）

（年度目標）

本研究は、空港において航空機等をより安全で円滑に地上走行させるための A-SMGC（先進型地上走行誘導管制）システムを開発するものである。平成 20 年度は、システムの経路設定機能となる推奨経路生成処理アルゴリズムについて、実際の運航状況との比較によりその妥当性を検証する。また、A-SMGC 実験システムの総合性能試験と管制官等使用者によるシステム評価を実施する。

イ．高カテゴリー GBAS のアベイラビリティ向上と GNSS 新信号対応に関する研究

（平成 17 年度～20 年度）

（年度目標）

本研究は、衛星を用いた高カテゴリー精密進入システムに求められる誘導精度・完全性等の性能を補強する GBAS（地上型衛星航法補強システム）の技術開発において、サービスが利用可能な時間の割合（アベイラビリティ）を高いレベルで達成するため、SBAS（静止衛星型衛星航法補強システム）信号や GPS に新たに導入される L5 周波数等の GNSS（全世界的航法衛星システム）新信号を利用する効果を評価するものである。平成 20 年度は、GPS L5 周波数の信号に対する測距誤差の評価を行うとともに、平成 19 年度に製作したシミュレーションソフトウェアにより、新信号を GBAS に使用した場合に得られるアベイラビリティの改善効果を評価する。

ウ．ターミナル空域の評価手法に関する研究（平成 20 年度～23 年度）

(年度目標)

本研究は、今後見込まれる大幅な航空交通量増加に備え、輻輳するターミナル空域(空港周辺の離発着空域)を最適化するため、総合的な評価手法を策定し、ターミナル空域設計用評価ツールを開発するものである。平成20年度は、運航効率、空域容量、管制効率に係る評価項目を抽出し、ターミナル空域設計用評価ツールとして入力モジュールの製作を行う。

エ．GNSS 精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発(平成20年度～23年度)

(年度目標)

本研究は、衛星の測位信号を活用する航空機のGNSS(全世界的航法衛星システム)精密進入の実現を図るため、GNSS航法の安全性解析手法とリスク低減アルゴリズムを開発・改良することにより、これらの我が国に適したリスク管理技術を確立するものである。平成20年度は、電離層嵐検出法の開発と、GNSSを精密進入に利用する際のリスクの評価および安全性コンセプトを実証するプロトタイプの開発に着手する。

予防安全技術・新技術による安全性・効率性向上に関する研究開発

本研究開発においては、航空交通の安全性・効率性を向上させるため、航空機に搭載している飛行管理システムのデータを用いて、航空機の飛行プロファイルを高精度に予測する手法の開発およびこれを用いた異常接近検出手法を開発する。また、携帯電子機器の普及に伴い、これらを航空機内で使用することが機上装置への安全性に及ぼす影響について評価するための技術資料を作成する。

具体的には、平成20年度に以下の研究を実施する。

ア．航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法の研究(平成16年度～20年度)

(年度目標)

本研究は、航空機の動態情報(航空機に搭載している飛行管理システムのデータ)を利用した、より信頼性の高いコンフリクト(航空機相互接近)警報を航空管制の実運用に供するためのものである。平成20年度は、コンフリクト検出評価システムの機能向上を行うとともにその運用方式の開発を行う。

イ．航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究(平成17年度～20年度)

(年度目標)

本研究は、我が国の管制業務に適用可能な空地デジタル通信ネットワークの構築を図るものである。平成20年度は、航空管制用デジタル通信におけるVDL2プロトコル(航空管制用デジタル対空無線システムの通信手順)のシミュレーション解析を行うとともに、空地通信ネットワークの品質評価および取得した航空通信記録の解析を行う。また、H19年度に試作したCPDLC(管制官-パイロット間データリンク通信)対応の管制卓を更に機能向上させ、管制官による運用評価を行う。

ウ．航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究(平成17年度～21年度)

(年度目標)

本研究は、航空無線航法サービス用に割り当てられた周波数帯域内にある各種の無線機器について、電波信号環境(信号や混信の発生状況)の測定や予測の手法を確立するものである。平成20年度は、航空無線航法周波数帯域の利用動向とASAS(航空機間隔支援システム)の要件について調査を行う。また、平成19年度に機能向上した広帯域電波信号環境測定装置を実験用航空機に搭載し、測定精度と信号環境予測誤差要因の検証実験を実施し、信号環境予測手法を開発す

る。

エ．携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究（平成 18 年度～20 年度）

（年度目標）

本研究は、PED（携帯電子機器）を航空機内で使用するために必要となる PED からの電波に対する機上装置の安全性を評価するためのものである。平成 20 年度は、電磁干渉障害を受けやすい機上システムや電磁干渉障害を引き起こしやすい PED の特性等を明らかにし、航空機内での PED 使用基準および PED 使用を前提とした機上装置の安全性評価指針を作成する。アクティブ IC タグ、医療用電子機器等最近の PED からの電磁放射に関する検討を行うとともに強い電波に対応した簡易電波検知装置の実験モデルを試作する。

オ．航空機の安全運航支援技術に関する研究（平成 19 年度～22 年度）

（年度目標）

本研究は、航空管制機関から航空機に対し空域状況認識を支援し安全運行を支援する情報（航空機の位置情報、速度情報等）をデジタル化して自動送信する方式（1090MHz 拡張スキットによる TIS-B（トラフィック情報サービス放送）および FIS-B（飛行情報サービス放送））を実現するためのものである。平成 20 年度は、当該自動送信方式を用いた地上送信装置を開発する。また本装置の情報処理部（TIS-B サーバー）を開発する。

カ．電波特性の監視に関する研究（平成 20 年度～22 年度）

（年度目標）

本研究は、放射された電波が、アンテナ及び反射面の積雪等によりアンテナ近傍の電界が複雑に変化しても、送信アンテナ近傍において、遠方の電波特性を推定できる技術を開発するものである。平成 20 年度は、近傍の電波特性と遠方の電波特性の相関特性をシミュレーションにより検討するとともに、アスファルト反射面の反射特性の解明と電波反射特性測定センサの開発を行う。

2.1.2 年度計画における目標設定の考え方

研究開発の重点化については、安全・安心・便利な航空交通を求める社会ニーズに適切に対応するための重点研究開発分野を設定し、戦略的かつ重点的に実施することを中期計画の目標として設定していることから、平成 20 年度の目標としては、空域の有効利用及び航空路の容量拡大に関する研究開発、混雑空港の容量拡大に関する研究開発、予防安全技術・新技術による安全性・効率性向上に関する研究開発の 3 つの重点研究開発分野に関する研究開発を、戦略的かつ重点的に実施することとした。

2.1.3 当該年度における取組み及び中期目標達成に向けた次年度以降の見通し

（1）社会ニーズに対応した研究開発の重点化

平成 18 年度からの第 2 期中期目標期間では、安全を確保しながら廉価で利便性や効率性や定時性を求める利用者（納税者）の社会ニーズの実現に向けて、目的達成のための目標を明確にし、基盤としてのハード主体からソフトを中核とした研究へ重点をシフトさせることとした。これにより、従来から進めてきたインフラに係る研究も有効に活用しつつ航空交通管理を支援する研究を飛行フェーズに沿って重点研究分野として整理することとした。具体的には我が国に於いては羽田等の大都市空港における需要に応えることが強く求められていることから、出発進入着陸フェーズでは「混雑空港の容量拡大」を図ると共に、その間の巡航等フェーズでは「空域の有効利用・航空路の容量拡大」を、全ての飛行フェーズを通じてヒューマンエラー防止等の「予防安全等」

に努めることを重点研究分野の3本柱としている。

空域の有効利用及び航空路の容量拡大に関する研究開発

ア．RNAV 経路導入のための空域安全性評価の研究（平成 18 年度～20 年度）

【研究の意義】

増大する航空交通量に対応するため、空域の有効利用及び航空路の容量拡大を図る必要があることから、航空局は RNAV（広域航法）、スカイハイウェイ計画等、新たな管制方式・運航方式の導入を計画・整備している。しかし、これらの導入には空域管理国の義務として、ICAO 基準に基づき安全性評価を行う必要があり、RNAV の展開には効率性だけでなく安全性が保証された最小経路間隔等の基準の作成が課題となっている。

本研究では、RNAV 導入時の安全性を評価する手法について調査・研究を行うとともに、事前に RNAV 導入を想定した安全性評価を行う。具体的には、衝突リスクの許容値である目標安全度(5×10^{-9} [件 / 飛行時間])を満たすようにして安全性を保持しつつ、効率性の向上に寄与する管制間隔基準の短縮の検討や最小経路間隔の導出を行う。これらの検討結果をまとめ、最小経路間隔の設定等の根拠となる技術資料を作成する。

【平成 20 年度の目標】

レーダ監視の行われていないターミナル RNAV 経路の安全性評価手法について、ICAO(国際民間航空機関)や諸外国の状況を調査するとともに日本の航空交通状況を考慮したターミナル RNAV 経路(レーダ監視なし)の安全性評価手法を開発する。

【平成 20 年度の成果】

- 航空路を飛行する大半の航空機が高い航法精度を持つにもかかわらず、精度の悪い航空機も少数飛行する場合が考えられる。このとき、精度の悪い航空機の割合をパラメータとして組み込むことにより、より正確に横方向重畳確率を計算することが出来る。平成 19 年度に開発した実測分布を基にした横方向重畳確率計算法を改良して、精度の悪い航空機の割合をパラメータとして組み込んだ横方向重畳確率計算法を開発した。
- 横方向経路逸脱量分布・すれ違い頻度等衝突リスクモデルのパラメータの値を求めるため、本研究では膨大なデータの処理が必要となる。特に、解析に不要なデータを取り除く処理には人の手による確認作業等を要し、これにかかる時間と労力は大きい。この処理にかかる時間の短縮、労力の節約及び作業の簡易化のため、レーダデータ及び FDPS データの前処理の支援ソフトを研究員自らが開発し、使用していたが、今回より汎用化したソフトウェアの製作を行った。これにより、当該作業が一般化されるとともに、航空局への技術移転が可能となった。
- 平成 19 年度に平行経路における交通流のファストタイムシミュレーションプログラムを作成した。航空路において経路を 5 本まで増やしたときの交通流の模擬が可能である。しかし、経路途中から合流する航空機がある場合、当該ソフトウェアでは、交通流の模擬が不可能であった。これを可能とするように当該ソフトウェアの改修を実施した。
- 本研究では統計処理を目的としてデータを使用するため、膨大なデータが必要となる。このため、早い時点からデータを収集しておく必要がある。そこで平成 21 年度以降における研究でも利用する目的で、RNAV 到着経路における航空機の横方向経路逸脱量(横方向の航法精度)の分布について、鹿児島空港のターミナル管制情報処理システム(ARTS)や高松空港のターミナルレーダ文字情報表示システム(TRAD)のデータ及び運航票を用いて RNAV 到着経路をレーダ誘導なしで飛行したと見なせる航空機のデータを収

集し、整理した。

- レーダ監視の行われていない空域では、上記高松空港や鹿児島空港などで実施したような航空機の航跡データの取得が期待できない。したがって、平成 19 年度までに実施してきた統計的データ解析に基づく安全性評価の実施は難しい。このような場合には、ブレンストーミング形式によるハザード同定や定性的安全性評価の効果が高いと考えられる。文献・Web により海外・他産業で実施されているハザード同定手法・定性的安全性評価手法の調査を行い、その結果をまとめた。この成果は今後の研究に用いる予定である。

イ. SSR モード S の高度運用技術の研究（平成 18 年度～22 年度）

【研究の意義】

SSR(二次監視レーダ)モード S のデータリンク機能を用いて航空機の動態情報(ロール角や対地速度など)をコンフリクト検出へ利用することでその予測・検出精度を向上し、航空路の容量拡大を図ることが期待されている。また、複数の SSR モード S 地上局間で適切な調整を行って監視網を構築し、高精度な航空機監視の実現による安全性の向上が望まれている。我が国においても SSR モード S の整備が進むにつれ、航空機側機上装置の機能向上や地上局の増加などに対応した高度な運用技術が必要とされている。

本研究では、これらの高度な運用技術(動態情報の取得技術及び地上局間の調整技術)の確立に必要な技術開発を行う。具体的には、航空局仕様に準拠した SSR モード S システムを用いて実航空機とデータリンクを行い、動態情報の取得に関する機能及び性能を検証する。地上局間の調整技術の研究では、モード S 地上局の増加に伴って問題となる識別番号の不足問題を解消する技術について、2 段階に分けて開発を行い、その機能及び性能を検証する。第 1 段階では、地上局毎に問題の解決を図る個別調整技術の開発と検証を実施し、第 2 段階では複数の地上局をネットワークで接続するネットワーク(クラスタ)調整技術の開発と検証を実施する。これにより、平成 23 年以降、我が国において発生が予想されている識別番号の不足問題の解決を図る。

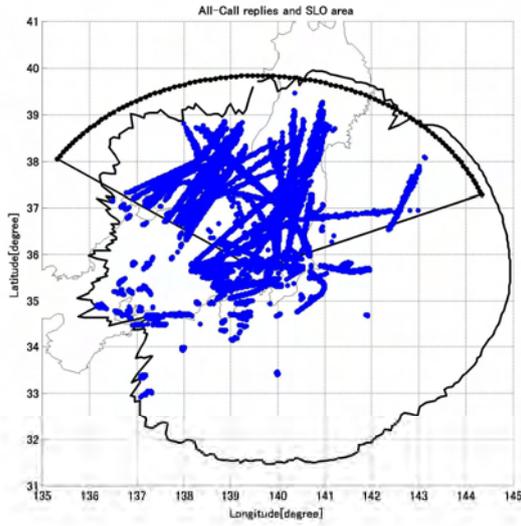
【平成 20 年度の目標】

SSR モード S の高度な運用技術を確立するため、個別調整技術(確率的ロックアウトオーバーライド(SLO)及び覆域制限機能)についての試験を実施し、本機能の検証を行う。また、ネットワーク(クラスタ)調整技術に検討を行い、本機能を有する SSR モード S の開発およびクラスタ装置の設計を行う。さらに、航空機の動態情報を効率的にかつ高い信頼性で取得する技術の開発を目指し、モード S 地上局を用いて我が国の空域を飛行する航空機について動態情報機能を持つトランスポンダの対応パラメータ種別などを調査、分析する。

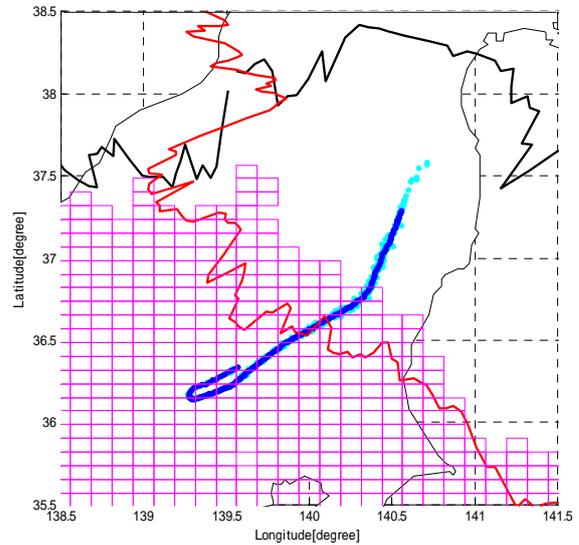
【平成 20 年度の成果】

- SSR モード S 岩沼局および調布局を用いた個別調整技術(確率的ロックアウトオーバーライド(SLO)及び覆域制限機能)の試験を実施した。本機能により、地上局識別番号が同一となる地上局による重複覆域において航空機の監視を実現できることを確認した。また、本機能による監視特性を明らかにした。(図 2.1(a)(b))
- 地上局識別番号の調整技術の開発に関する主な作業として、ネットワーク調整機能を有する SSR モード S 地上局について設計を行い、本機能を有する地上局の開発に着手(H21 年完成)した。
- 動態情報の取得技術の開発に関しては、調布局を用いて飛行中の航空機の動態情報の取

得を行った。これにより、動態情報への対応率やデータリンク能力種別などについて調査した。また、選択高度、速度、方位などの動態情報の取得を行い、データ内容の妥当性を検証した(図 2.2)。



(a) SLO 範囲と一括質問応答の分布



(b) 実験用航空機の航跡

図 2.1 質問応答の分布と実験用航空機の軌跡

解説：SLO 機能により 315-75 度の範囲においては、航空機から強制的に一括質問応答が引き出される。これにより、(b)に示すように重複する空域において連続的な航空機の監視を実現する。(ピンクメッシュは調波のロックアウトエリア)。一方、SLO により、一括質問応答数の増加によって RF 環境負荷が増加する。

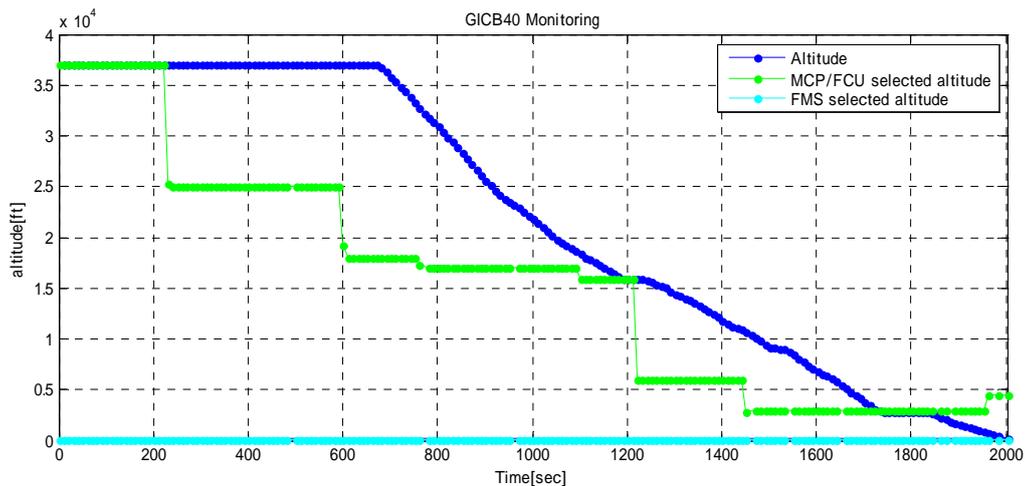


図 2.2 ダウンリンクした選択高度情報

解説：この図は航空機から取得した動態情報(選択高度)を示したもので、青線が航空機の高度、緑が MCP/FCU(Mode Control Panel/Flight control Unit)による設定高度、水色が FMS(Flight Management system)高度を表す。動態情報を航空機から取得することにより、パイロットが設定した指示高度である MCP/FCU の値を、管制官が地上でモニタすることが可能になる。

ウ. ATM パフォーマンスの研究（平成 19 年度～22 年度）

【研究の意義】

欧米においては、航空交通管理システムの能力を客観的に把握するために、遅延や効率性（最適経路、高度など）など、航空交通管理システムの能力（パフォーマンス）を評価指標化し、定量的・定性的に評価分析を行い、費用対効果を勘案した上でシステムの能力向上を図っている。しかしながら、我が国においては、これらの能力を指標化し、定量的・定性的に評価解析する手法がまだ確立しておらず、将来の航空交通需要に適切に対応し、安全性と効率性を向上するために有効な指標および指標測定技術の開発・解析評価を実施する必要がある。

本研究では我が国の航空交通管理システムの能力を評価する場合に有効な指標及び指数測定技術を開発し、当該技術により航空交通管理システムの解析評価を実施することを最終的な目的とし、実運用データの解析手法を検討するとともに、パフォーマンス指標の実運用データへの適用を検討する。また、上述の検討結果に基づき、パフォーマンス評価システムを構築する。

【平成 20 年度の目標】

前年度までの検討結果などに基づき、航空交通システムの能力の評価手法を検討する。そして、検討した評価手法の当てはめにより、日本の航空交通管理システムを対象とした評価値の算出を行う。また、前年度に構築したパフォーマンス評価システムの機能向上を行う。

【平成 20 年度の成果】

➤ パフォーマンス評価手法の検討

実運用データの解析などによる定量的なパフォーマンス評価手法を検討した。前年度に引き続き、遅延時間や飛行距離に着目した解析手法を検討した。同時に、運航者の希望する巡航高度の取得率を指標としたパフォーマンス評価手法を検討した。

➤ パフォーマンス指標値の算出

検討したパフォーマンス評価手法に基づき指標値を算出した。遅延時間に関わる指標値を算出し、特に大きな遅延値を示す出発走行の局面（スポット出発から離陸まで）について時間帯による指標値の推移を検討した。検討からは、スポット出発時刻の集中の影響により出発走行の遅延量が増大する可能性が示された。

➤ ATM パフォーマンス評価システムの機能向上

日常的な ATM パフォーマンス評価環境の構築を目的として開発した ATM パフォーマンス評価システムの機能向上を行った。機能向上においては、滑走路使用実績などの項目の読み込み対象データへの追加、パフォーマンス評価対象項目の拡張（空港・滑走路別の取り扱い交通量、希望巡航高度の取得率の算出など）そして各運航の航跡と気象レーダ・データの重畳表示機能などが実装された。図 2.3 に評価システムの実行画面例を示す。

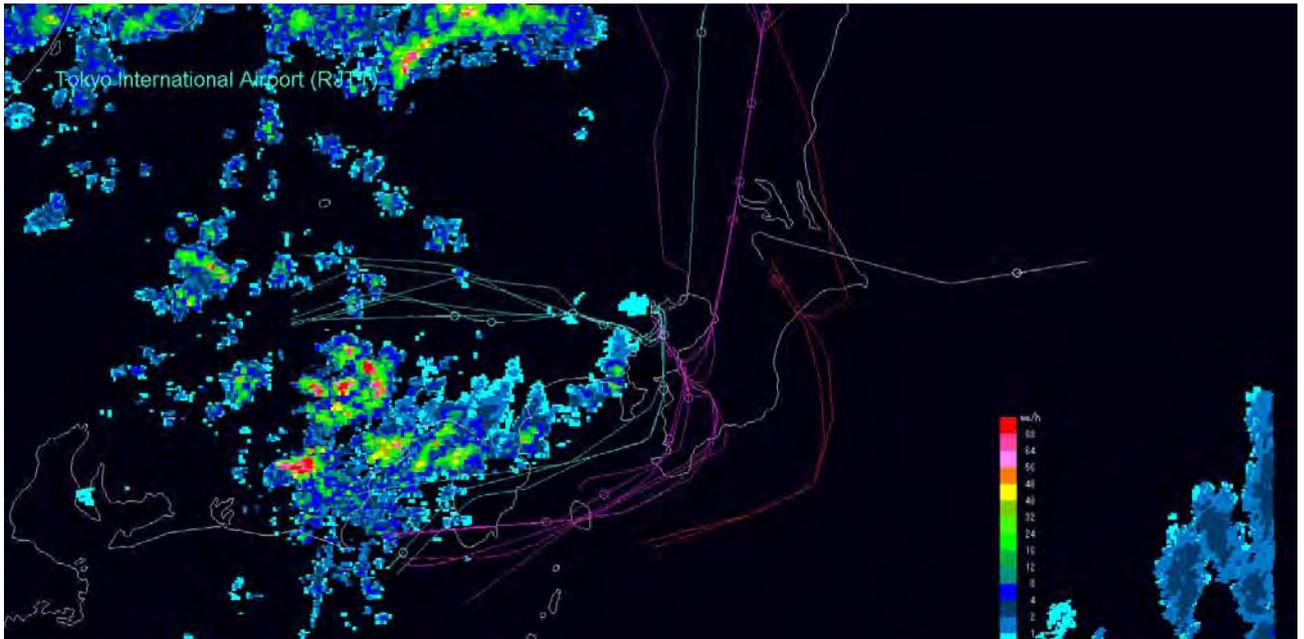


図 2.3 ATM パフォーマンス評価システム実行画面例

解説：ATM パフォーマンス評価システムでは、指標値の算出によるパフォーマンス評価機能と同時に、航跡再生機能を実装した。航跡再生機能では、動画あるいは静止画により各運航の航跡を 2 次元・3 次元で表現する。航跡再生機能により、飛行距離などの指標値の変動を直観的な理解が可能となる。図では羽田空港および成田空港の出発・到着機の航跡と気象レーダ・データの重畳表示の例を示す。

エ．洋上経路システムの高度化の研究（平成 20 年度～23 年度）

【研究の意義】

洋上管制においては、歴史的に広い管制間隔がとられてきた。そのため、管制間隔を確保するために太平洋上の飛行経路は最も経済的な経路とは一致しない経路を設定する場合も多かった。近年、航空機航法精度の向上や衛星データリンク通信の利用による管制間隔の短縮を進めている。縦間隔の短縮をはじめ、航法精度要件 RNP4 適合機の増加に伴って数年のうちに横間隔 30 マイルを適用可能な環境に移行するものと予想される。このような環境下において、上層風の状況や各航空機の性能を勘案したより経済的な運航を求めるユーザーニーズが高まってきており、洋上空域におけるより効率的な経路システムの構築が課題となっている。

洋上空域における交通需要は国内需要を上回るペースで増加してきており、太平洋航空管制事務レベル調整会議（IPACG）においても、間隔短縮に関する検討のほか、将来の太平洋地域における飛行経路の設定方法が検討されている。

本研究では太平洋上の飛行経路について、より効率のよい設定方法を明らかにする。管制上の問題点や経済効果についても検討し、ATM センターにおける洋上経路策定に必要となる種々の設定要素について技術資料を提供する。

【平成 20 年度の目標】

洋上空域は当時、縦間隔 50NM，横間隔 50NM であった。RNP4 対応の航空機間では、縦間隔 30NM，横間隔 30NM での飛行が可能である。洋上空域に縦間隔 30NM が導入されたときに、どの程度コンフリクトの数が減少し、結果として経済高度の飛行がどのくらい可

能になるのかを試算する。

【平成 20 年度の成果】

- 太平洋上で交通量の多い，PACOTS 経路において，縦間隔 30NM が PACOTS 東行き経路に導入されたときの経済効果を試算した。

2002 年の東行き交通量を元に行った検討では，年間 1,850 万ポンドの燃料（2 万 6 千トンの CO2）が削減できると試算した（IPACG/28 で発表）。

また，2007 年の東行き交通量（+22%）を元に行った検討では，年間 2,480 万ポンドの燃料（3 万 4 千トンの CO2）が削減できると試算した（JCAB の報道発表資料）。

- 2008 年 8 月 28 日から，洋上空域において，縦間隔 30NM 横間隔 30NM の試行運用が開始された。

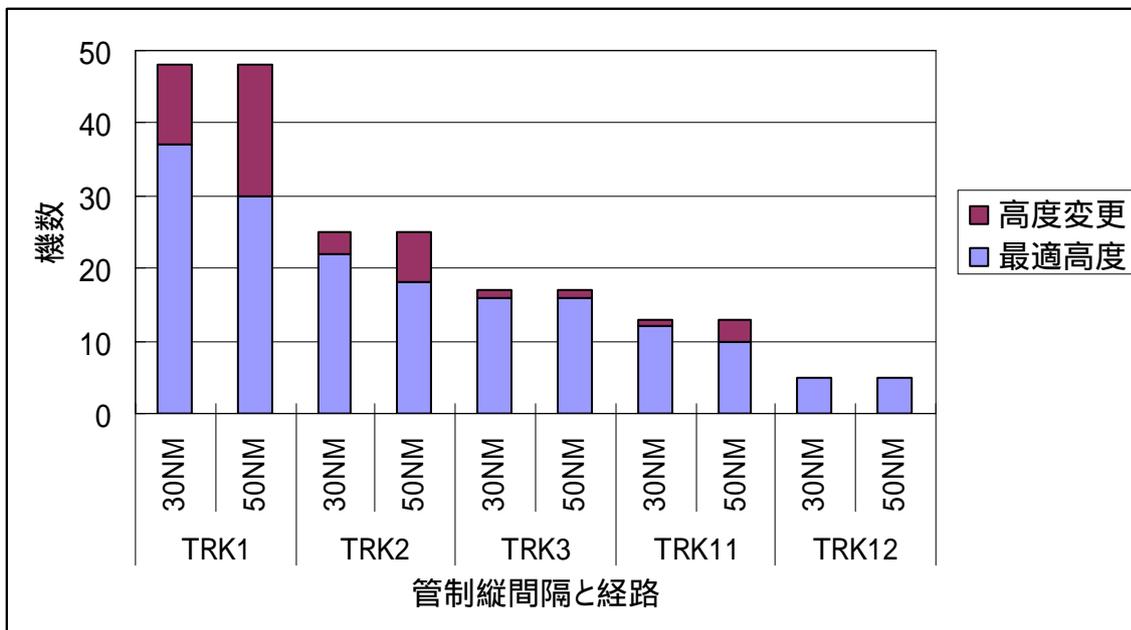


図 2.4 管制縦間隔と飛行高度

解説：管制間隔を確保するために，飛行計画とは異なる高度で飛行したり，希望高度で飛行するために出発遅延をすることがある。特に，混雑時間帯は多くの航空機が飛行計画とは異なる高度で飛行し，消費燃料を増加させている。

実際の飛行計画を再現し，飛行計画どおりでは，管制間隔が確保できないときに，高度変更のみで到着地まで飛行させるシミュレーションを行った。グラフは各経路において，最適高度で飛行した機数と高度を変更した機数を示す。

TRK1 の場合，縦間隔が 50NM のときは，最適高度での飛行は 60%であったが，管制縦間隔が 30NM とすると，77%と向上した。

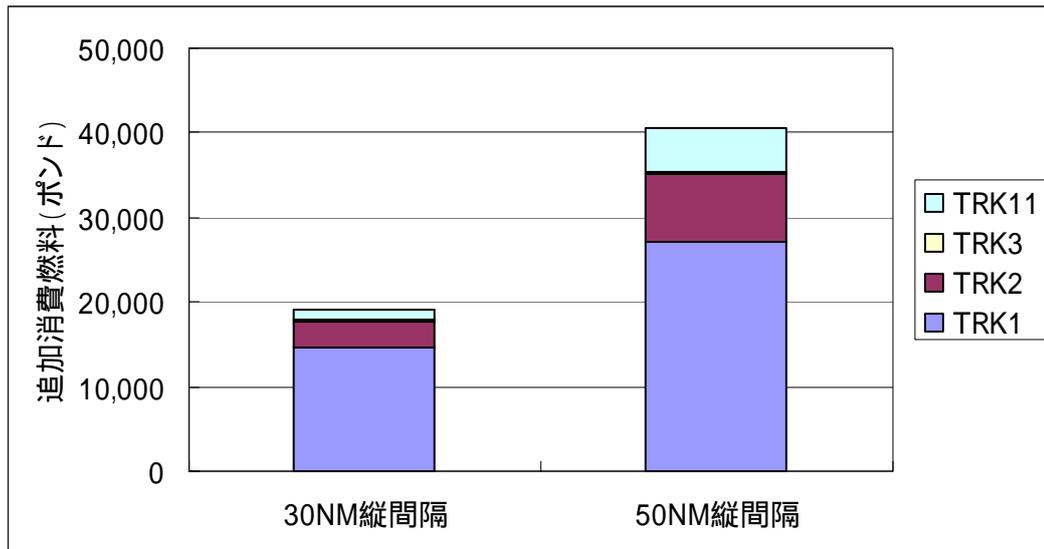


図 2.5 追加消費燃料

解説：このグラフは飛行計画どおりの飛行を行ったときに比べて、どの程度、多くの燃料を消費したかを示す。なお、経路ごとに色分けした。
 この図が示すとおり、縦間隔が 30NM のときは、50NM のときに比べ 21,437lbs の燃料が節減できる。これは、全消費燃料の約 0.1%に相当する。

混雑空港の容量拡大に関する研究開発

ア．A-SMGC システムの研究（平成 16 年度～20 年度）

【研究の意義】

近年の幹線空港等の大規模化に伴う空港面レイアウトの複雑化及び空港需要増大に伴う高密度運航に対応するため、また、夜間や霧などのために視程が低い状況下でも航空機等の安全で円滑な地上走行を確保すると共に管制官の負荷を軽減するため、これらを可能とする先進型地上走行誘導管制(A-SMGC)システムの早期導入が要望されており、混雑空港の容量拡大に寄与することが期待されている。

A-SMGC システムには、監視、経路設定、誘導、管制といった 4 つの基本機能が定義されている。そこで、監視については、航空機及び車両等を監視可能とする効果的な監視データ統合化の研究を行う。そこから得られた移動体の位置・識別・進行方向・速度等のデータを使用して効果的な経路設定とその経路情報を灯火誘導により移動体に提供可能な誘導機能を実現するために必要な処理アルゴリズムを開発する。また、本システムの利用者である管制官、パイロット、車両運転者、空港運用管理者等に対して適切な HMI（ヒューマン・マシン・インターフェイス）を介してデータを提供すると共に、管制機能に必要な滑走路誤進入及びコンフリクト検出・表示、情報の入力・操作等を可能とする入出力システムを開発することを目的とする。

【平成 20 年度の目標】

システムの中核をなす監視機能については、複数の監視センサを融合してデータを統

合処理する統合型空港面監視センサの管制機器化に向けた実験的検証を行う。経路設定機能については、タッチパネル等を使って始点と終点をマニュアル選択指示することでその間の経路を容易に生成・指示できる半自動経路生成装置の開発に向けて、前年度の管制官評価結果を踏まえて部分的な改修を行う。また、推奨経路を自動的に生成するアルゴリズムの開発に向けた空港面地上走行のモデル化について、実際の運航状況と比較してモデル化の妥当性を検証する。誘導機能については、交差部での複数の航空機に対する円滑な制御・処理手法について実験的検証を行う。管制機能については、滑走路誤進入及びコンフリクト検出用処理アルゴリズムについて、羽田空港等の監視ログデータを使って機能検証を行う。

【平成 20 年度の成果】

- 監視機能： システムの信頼性確保と性能の相互補完等の観点から、空港面探知レーダ (ASDE)、マルチラレーション (MLAT)、SSR モード S、空港内車両位置情報システム (AVPS) 等の複数の監視センサの組合せとデータの統合化により相互に補完し合える統合型空港面監視センサについて実験的検証を行った。羽田空港や成田空港における評価試験を通して、ASDE と MLAT による複数の監視センサからの位置データを融合し、ターゲット毎に統合した信頼性の高い位置データが生成・出力できることを確認した。モード S トランスポンダ非搭載機やトランスポンダ OFF の航空機などの MLAT 非検出目標に対しては ASDE で補完する。また、ASDE ブラインドエリア内の航空機は MLAT により補完できることを確認した。これによって、センサ単独の場合と比較して安定した監視が可能となり、空港面監視装置としての機能・性能ならびに信頼性が大幅に改善できる見通しが得られた。

羽田空港再拡張計画や成田空港 B 滑走路北伸計画では、空港面監視能力の大幅な改善に向けて本研究成果を取り入れ、新しい監視センサとしての MLAT の導入と併せて、現用 ASDE と融合して相互補完処理を行う統合型空港面監視センサの導入・整備が進められている。

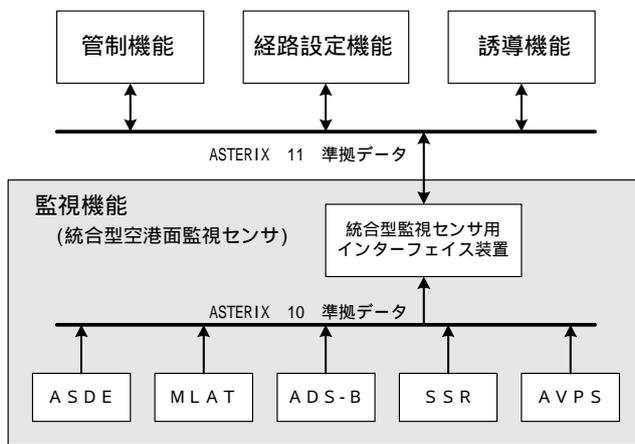
- 経路設定機能： 管制官による思考を反映して操作を最小限にすることを前提とした経路生成装置の改修を行い、仙台空港においてシステムの総合性能試験と管制官評価を実施した。管制官評価では、仙台空港、成田空港、羽田空港の管制官にご協力を頂いて、経路生成装置の HMI としての操作性を中心に意見を頂いた。簡易な操作での経路生成を実現するため、通常管制官が指示する頻度の高い経路を「標準経路」として予め用意しておく方法については、操作手順の簡便さに対する好意的な意見が多く得られた。また、経路変更に関しては、操作の手順・アクション回数、それぞれに対して直感的な操作方法への改善を求める意見が多かった。

羽田空港における MLAT 導入評価で取得した監視ログデータから管制官の指示により走行した航空機の経路を分析し、使用滑走路、使用スポット等による地上走行経路のパターン解析を行った。その結果、空港面全体の交通流は、管制官が認識しやすいように、誘導路毎に航空機の走行方向を一律にする傾向が見られ、東西を結ぶ連絡誘導路については、それがより顕著に現れている。また、羽田空港では、中央ターミナルビルに隣接あるいは近いスポットが頻繁に使用されているが、その位置により使用されるエプロン近辺の経路がある程度パターン化されている。このように、使用滑走路とスポットのグループに対して、使用頻度の高い走行経路を標準的な走行経路と想定することが可能と考えられる。

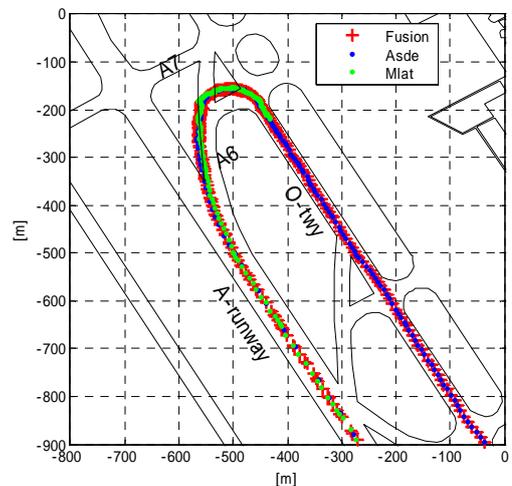
推奨経路を自動的に生成するアルゴリズムの開発に向けた地上走行シミュレーションのモデル化については、「ブッシュバック速度」「エプロン走行速度」「誘導路走行速度」の 3 種類の速度による等速走行を仮定して試作した仙台空港モデルをベースとして、羽田空港等の大規模混雑空港に対応できるように、旋回時等の経路形状による加減速、合流等に伴う加減速、縦列走行に伴う加減速等、実際の航空機の動きを再現で

きるアルゴリズムの改修を行った。これによって、羽田空港や成田空港といった大規模混雑空港に対応した地上走行のモデル化が可能になるものと期待される。

- 誘導機能： ASTERIX11 に対応したデータの直接取込、灯火の制御ブロックの細分化等、灯火制御装置の改修を行い、仙台空港においてシステムの総合性能試験を実施した。交差点においては、複数の接近機の中から近い方を優先通過機とする先着順アルゴリズムと、優先的に通過させる航空機を予め個別に決定する個別優先アルゴリズムについて動作検証し、誘導路中心線灯と停止線灯に対する灯火制御が所定の手順に沿って正常に動作することを確認した。これまでの検証試験によって、誘導機能としての基本的な開発ができたものと考えられる。
- 管制機能： 統合型空港面監視センサから出力される ASTERIX 11 形式の監視情報を基にして、移動体の種別・位置・速度・方向と滑走路周りに設定した保護エリアの種別により、離陸機や着陸機に対する滑走路誤進入およびコンフリクトを検出するソフトウェアについて、フライトプランデータの受信 / 表示、出発機と到着機の色分け、交差滑走路とコンフリクトモニタ等の機能向上を行って管制官評価を実施した。各検出項目の判定基準となるパラメータの設定については、実態に即した検証を積み重ねた上で決める必要があることから、羽田空港における MLAT 導入評価で取得した監視ログデータ等を使って検証・評価を実施している。
- 本研究成果をふまえ、羽田や成田などの混雑空港を中心に、国土交通省は新しい監視センサである MLAT の導入と併せて統合型空港面監視センサの導入・整備を進めることとしており、統合型空港面監視センサの導入により、混雑空港の安全性向上および処理容量拡大が期待される。



(a) 統合型空港面監視センサブロック図



(b) 統合型空港面監視センサ航跡記録例

図 2.6 統合型空港面監視センサ

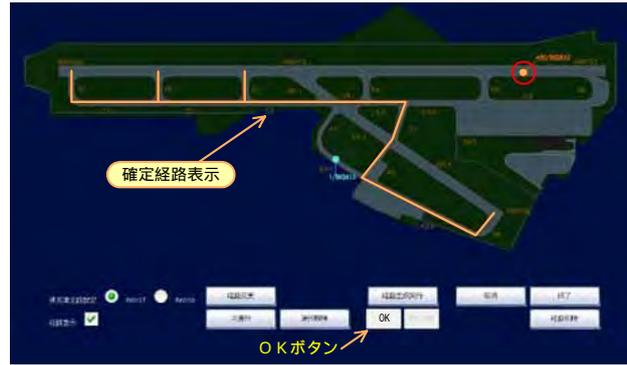
解説：(a)は複数の監視センサを融合してデータを統合処理する統合型空港面監視センサのブロック図、(b)は到着機による地上走行航跡記録例である。青色の点が ASDE、緑色の点が MLAT、赤色の + 印が統合処理したシステム航跡であり、羽田空港 A 滑走路に着陸して離脱誘導路 A6 から 0-TWY を通過した航跡を示す。この図では、0-TWY に入って間もなく MLAT 航跡が消えている (トランスポンダ OFF) が、ASDE で捕捉されている事から連続した統合航跡が得られている。

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置

2.1 社会ニーズに対応した研究開発の重点化



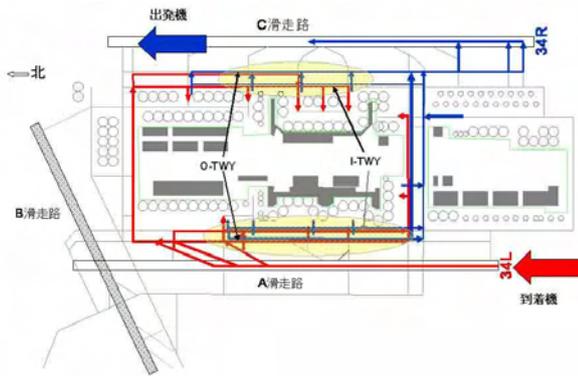
(a) 対象航空機選択 & 標準経路表示画面



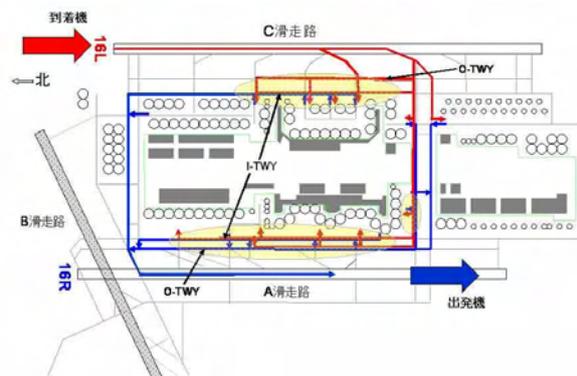
(b) 走行経路確定画面

図 2.7 経路設定操作画面（到着機）

解説：(a)は仙台空港B滑走路に着陸した到着機を対象航空機として選択し、トラフィックパターンとして登録済みの標準経路が表示（オレンジ色）された画面、(b)は表示された標準経路が OK ボタンの操作によって経路が確定した画面。この時点で、経路データが灯火制御装置や管制表示装置に伝送される。



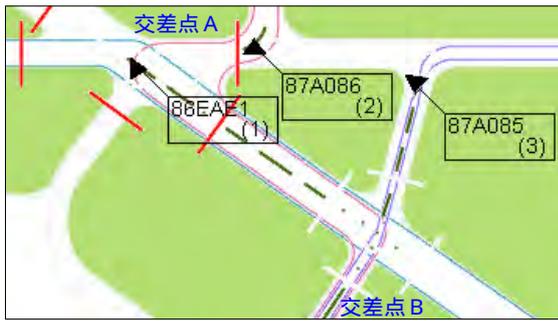
(a) 北風運用時の走行パターン



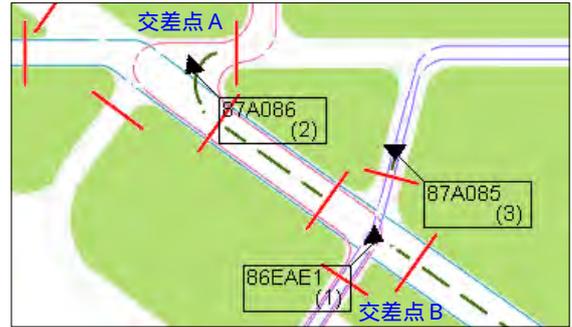
(b) 南風運用時の走行パターン

図 2.8 羽田空港における地上走行パターンの分析（北風運用時および南風運用時）

解説：羽田空港における監視ログデータを再生し、風向き毎に到着便と出発便それぞれに対する地上走行パターンを分析して管制官の思考を反映した標準的な地上走行パターンを検証した。(a)図は北風運用時の走行パターンを示し、(b)図は南風運用時の走行パターンを示す。



(a) 交差点 B へ “ 87A085 ” が到着



(b) “ 86EAE1 ” が優先通過



(c) 灯火模擬パネル点灯表示例

図 2.9 交差点 A , B における灯火制御モニタ画面 (個別優先アルゴリズム)

解説：航空機毎に優先度を付与し、これに従って交差点を通過させる灯火制御（個別優先アルゴリズム）の灯火制御モニタ画面表示例を示す。図中、航空機タグの文字は航空機の識別符号（モード S アドレス）であり、カッコ書き数字は優先度を示しており数値が小さい程優先度が高い。(a)は交差点 B に “ 87A085 ” が到着したとき、(b)は最も優先度の高い “ 86EAE1 ” 及び次いで優先度の高い “ 87A086 ” を優先通過させるために、交差点 B に到着した “ 87A085 ” に向けて停止線灯が点灯して待機させている様子を示す。また、(c)は灯火模擬パネルの点灯表示例を示す。

イ．高カテゴリGBASのオペラビリティ向上とGNSS新信号対応に関する研究
 (平成 17 年度 ~ 20 年度)

【研究の意義】

次世代の航法システムである全地球的航法衛星システム (GNSS) を利用した航空機の精密進入着陸を実現させるため、進入着陸の際に、必要な補強情報を地上から放送する地上型衛星航法補強システム (GBAS) の導入が期待されている。GBASは曲線精密進入や平行滑走路の同時進入、空港面におけるガイダンスの提供など、混雑空港の容量の大幅な拡大に寄与することが可能であり、国際民間航空機関 (ICAO) の航法システムパネル(NSP)において高カテゴリGBASの国際標準方式(SARPs)の策定作業が進められている。これらの性能要件を高い次元で満足するために、静止衛星型衛星航法補強システム(SBAS)の擬似距離信号などの新信号をGBASに利用することも計画されている。なお、我が国が整備しているSBASは運輸多目的衛星用衛星航法補強システム (MSAS) と呼ばれる。

本研究では、GBASにおける高いオペラビリティ(有効性)の確保を目指して、MSAS

信号などの新信号を利用するSBAS対応信号品質監視装置（SQM）の開発、ならびにアベイラビリティを評価するシミュレーション・ソフトを開発する。また、GBASプロトタイプを試作を通じて日本におけるGBASの実用化システムへの問題点の整理と解決策の検討を行うとともにICAOにおけるSARPs策定および検証作業への寄与を図る。

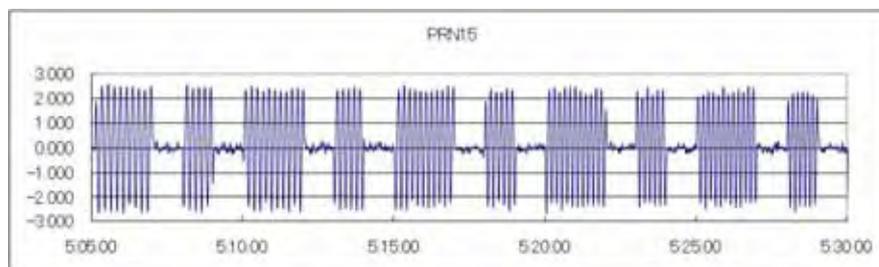
【平成 20 年度の目標】

GPS L5 周波数の信号などに対する測距誤差の評価を行うとともに、シミュレーションにより新信号をGBASに使用した場合に得られるアベイラビリティの改善効果の評価する。具体的には、新たに導入される周波数の信号（SBAS L1, GPS L5, GALILEO L1 など）に対する実環境およびシミュレータによる測距精度の評価を行うとともに、シミュレーションにより新信号の利用によって可能となる電離層の影響を排除することによるGBASのアベイラビリティの改善効果の評価する。

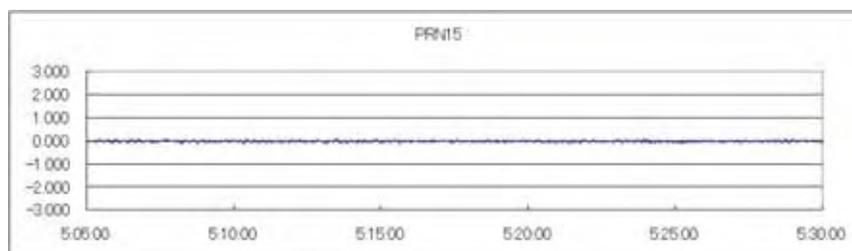
【平成 20 年度の成果】

➤ 新信号に対する測距誤差の評価・解析

GPS L5 信号などに対するシミュレータを使った測距誤差の評価、およびGALILEO E5 信号に対する実信号の測距信号の評価解析を行った。その結果、GPS L5 信号、GALILEO E5 信号を使った場合には、従来のGPS L1 信号を使用した場合と比べて、精度が大幅に改善されることが明確になった。シミュレータによるGPS L5 信号に対する実験においては、測距誤差の標準偏差が 10.5cmから 3.5cmに減少し、およそ 3 分の 1 になることを確認した。また、マルチパスに対するGPS L5 信号による効果の評価する実験では、L1 信号では図 2.10(a)に示すように 50m離れた障害物からのマルチパスによって生じる 2m以上あった誤差が、図 2.10(b)に示すようにL5 ではほとんど観測されなくなっていることを確認した。GALILEO E5 信号に対する実信号の測距信号でも、図 2.11 に示すように測距誤差は 40cmから 6.7cmに減少した。



(a) L1 信号に対するマルチパス誤差



(b) L5 信号に対するマルチパス誤差

図 2.10 50m 離れた障害物からマルチパス誤差

解説：GNSS 信号シミュレータによる GPS L1 信号と GPS L5 信号のマルチパスによる測距誤差の大きさを比較したもの。L1 信号に比べ L5 信号は大幅に測距誤差が減少することが明らかになった。

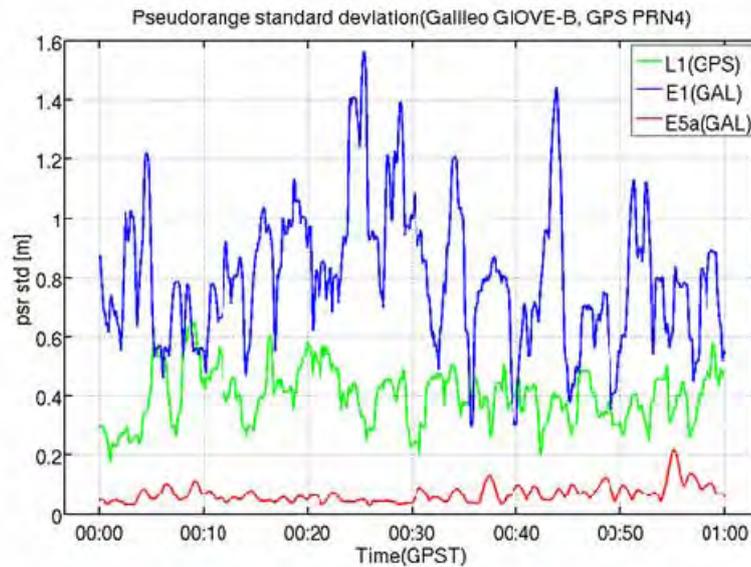


図 2.11 GALILEO E5 信号、E1 信号、GPS L1 に対する実環境における計測結果

解説：調布の電子航法研究所で受信した、GALILEO E5 信号の測距誤差、赤線が GALILEO E5 信号、青線が GALILEO E1 信号、緑線が GPS L1 信号を示している。GALILEO E5 信号の測距誤差は GPS L1 信号に大幅に測距誤差が減少することが明らかになった。

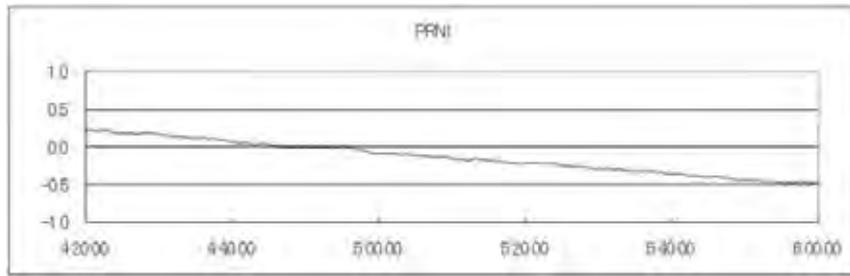
➤ 新信号によるGBASのアベイラビリティの改善効果を評価

シミュレーションにより、図2.12(a)に示すGBASに使われる電離層の影響を受けてGPS L1信号だけを使ったキャリア・スムージングした疑似距離の0.5m近くあった測距誤差が、GPS L1信号とL5信号を使った場合には、図2.12(b)に示すように大幅に減少することが確認され、従来、問題となっていたアベイラビリティを減少させていたGBASへの電離層の影響に対する、新信号の改善効果について確認された。さらに、GBASに新信号を使用する測距精度の向上による相乗効果と、この電離層の影響を排除できる効果による相乗効果を考えれば、ICAOで現在検討されているCAT-III GBASのための新しい30秒キャリア・スムージングを使う方法より、大きなGBASのアベイラビリティの向上に対して効果が期待できることが分かった。

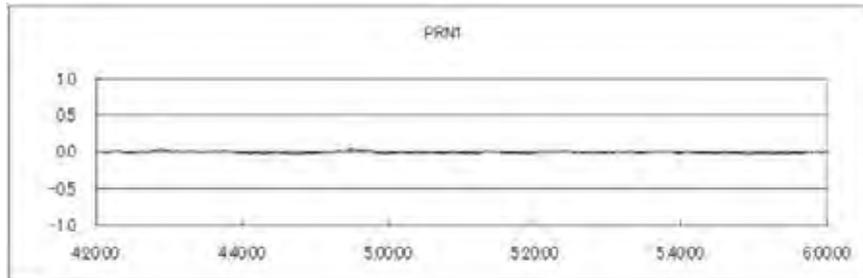
これらの結果は、次世代のGPS-L5・GALILEO-E5信号を使う高いアベイラビリティを持つ高カテゴリGBAS導入に目途をつけ、これらの結果はICAOにおけるSARPsの策定作業のために使われる。

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置

2.1 社会ニーズに対応した研究開発の重点化



(a) GPS L1信号だけを使ったキャリア・スムージングによる測距誤差



(b) GPS L1信号とL5信号を使ったキャリア・スムージングの測距誤差

図 2.12 電離層の変動に対するキャリア・スムージングによる測距誤差の実験結果

解説：GNSS 信号シミュレータによる GPS L1 信号と GPS L5 信号のマルチパスによる測距誤差の大きさを比較したものの、L1 信号に比べ L1 と L5 信号を使ったものは大幅に測距誤差が減少することが明らかになった。

ウ．ターミナル空域の評価手法に関する研究（平成 20 年度～23 年度）

【研究の意義】

現在行われている羽田空港再拡張等に伴い、今後大幅な航空交通量の増加が見込まれている。また、現在、空域・経路・管制方式等の設定においては、主として経験則や専門的な知識等に基づいた評価が行われている。

今後予測されている交通量の増加に、適切に対処するためには、空域・経路・管制方式等の設定を交通流に見合ったものとし、運航効率等の向上を図る必要がある。しかしながら、そのためには、これまでの評価に加えて、客観的な評価も行わなければならない。中でも輻輳するターミナル空域の交通流をより効率的に処理するために、ターミナル空域の更なる最適化に向けた評価手法の充実が望まれている。

【平成 20 年度の目標】

今後見込まれる大幅な航空交通量増加に備え、輻輳するターミナル空域を最適化するための総合的な評価手法及びターミナル空域設計用評価ツールを開発するものである。平成 20 年度は、運航効率、空域容量、管制効率に係る評価項目を抽出し、ターミナル空域設計用評価ツールとして入力モジュールの製作を行う。

【平成 20 年度の成果】

➤ 評価項目、要因の抽出

- ☆ リアルタイムシミュレーションによるデータ収集及びその解析：関東空域再編後を想定した空域と理論的に算定された最適交通密度を設定し、到着機を管制処理するシミ

シミュレーションを実施した。このデータをもとに到着機の滞留時間、管制指示及び航跡等を解析し、空域構成等の要件を検討した。

- ◇ 航空機の航跡データの解析：実際のレーダーデータから航跡を抽出し羽田到着機の降下フェーズにおける飛行距離及び飛行時間を解析した。また、このデータを利用した航空交通流管理の評価手法について検討した。
- 評価ツール基礎部分（入力モジュール）の製作

空域、経路などを設計・評価するための空域設計評価ツールの入力モジュールを製作した（図 2.13）。空域設計評価ツールは、航空機の航跡データから空域評価に関する解析値を算出する。また、仮想的な経路データなどから航跡を生成し、同様な評価を実施する。本年度は、第一段階として入力モジュールを製作した。入力モジュールは、評価に必要な様々なデータを入力し、基礎的な評価をすることができる。

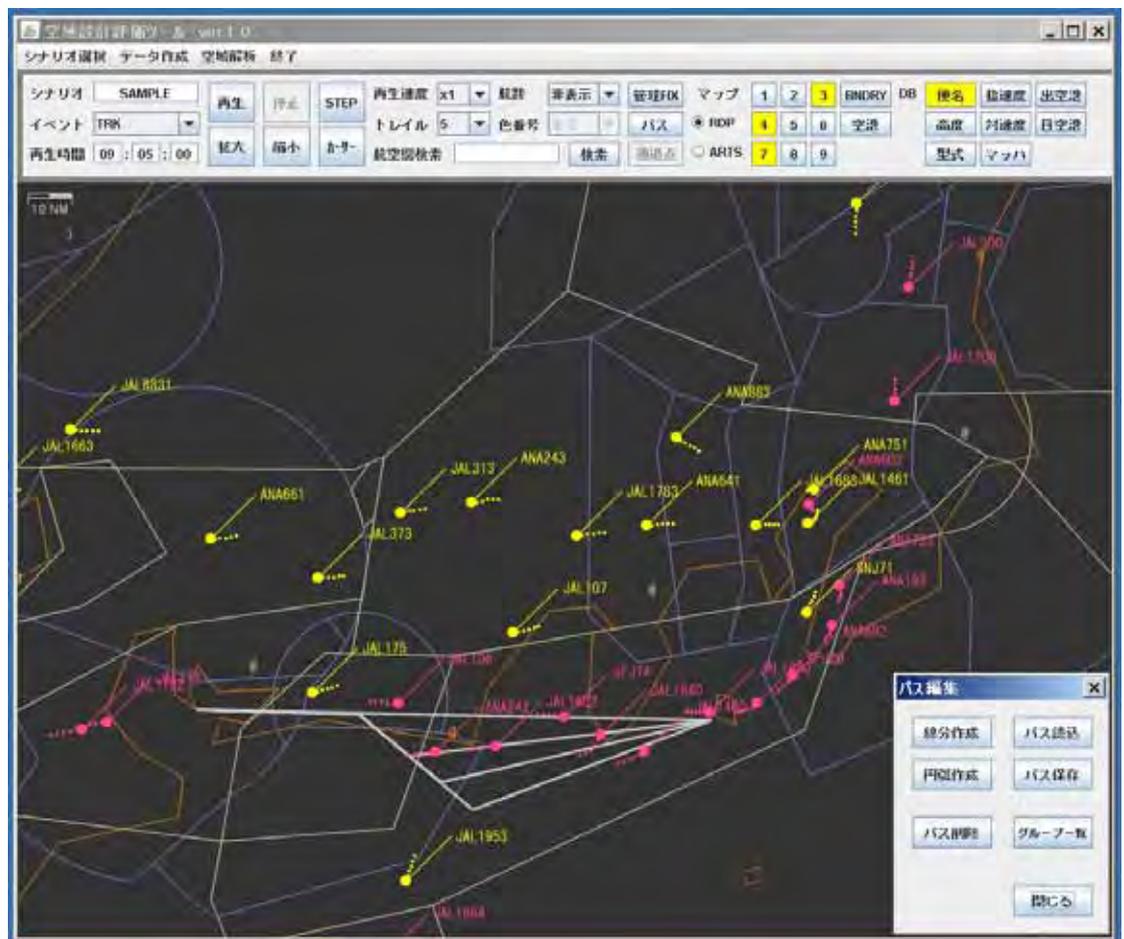


図 2.13 空域設計評価ツールの表示例

解説：このツールにより、空域評価のための指標値が算出される。また、その要因を探るために航空機の位置と関係がレビューされる。今後、仮想的な経路などを設定した航跡を対象とした評価機能を実現することにより、空域イメージを関係者が共有でき、空域設計に資することを目指して機能向上する計画である。

エ. GNSS 精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発（平成 20 年度～23 年度）

【研究の意義】

国際民間航空機関（ICAO）では、航空交通量の増大に対しても事故を減少させる安全管理および効率的運航への移行が望まれ、全ての運航フェーズにおける全地球的航法衛星システム（GNSS）の利用への期待が高まっている。GNSSを使用した精密進入については、静止衛星型衛星航法補強システム（SBAS）においては、米国がAPV-Iモードのサービスを開始し、決心高を 200ftまで可能とするLPV-200 の整備も計画されている。地上型衛星航法補強システム（GBAS）では、米国、オーストラリア、ドイツおよびスペインでは 2010 年からの運用開始を目指し、認証作業が進められている。しかし、電離層変動が大きい我が国では、SBASである運輸多目的衛星用衛星航法補強システム（MSAS）の運用が昨夏から開始されたが垂直誘導機能のアベイラビリティが十分でなく、GBASでも、安全性解析が十分なされていないために精密進入に利用できない現状にある。そのため、GNSSを精密進入に使用するための技術の早期開発が望まれている。

本研究では、全ての飛行フェーズにおけるGNSSを利用した効率的な運航の実現、特に進入着陸フェーズにおいて実現を目指し、飛行方式の検討と、GNSSの安全性解析技術とリスク監視技術の開発を行いGNSSによる精密進入時のリスク管理手法の確立を目指す。具体的には、現在のMSASの安全性を担保しながら、日本周辺空域に適したMSASの補強アルゴリズムを開発することによって、MSASを利用した精密進入の実用化に寄与するとともに、GBASによる精密進入の実現のために、GBASの安全性の証明に必要なリスク因子を明らかにそのリスクを管理する手法を開発することによって、GBASによる精密進入の実用化に寄与することを目指している。

【平成 20 年度の目標】

SBASにおける電離層嵐検出法の開発と、GNSSを精密進入に利用する際のリスクの評価および安全性コンセプトを実証するGBASプロトタイプの開発を行う。具体的には、日本のSBASシステムであるMSASにおいて、十分なアベイラビリティで垂直誘導を可能とする日本周辺空域に適したMSASの補強アルゴリズムにおける電離層嵐検出法の開発、GNSSによる精密進入を実現させるために必要なGBAS進入方式の検討、GBASに対する電離層、GNSS信号歪などによるリスクの評価とリスクを緩和させるアルゴリズムの開発、並びに、安全性コンセプトを実証するプロトタイプ・モデルの開発を行う。

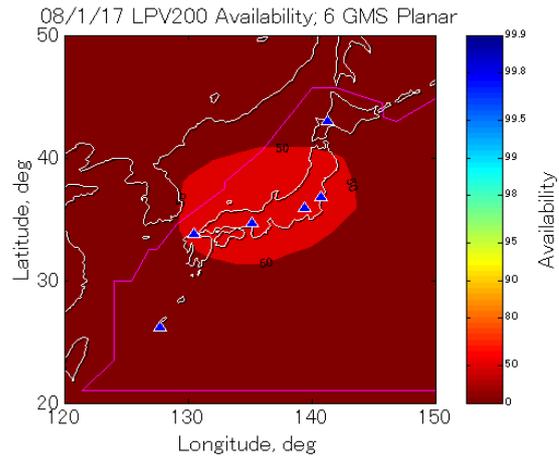
【平成 20 年度の成果】

➤ 垂直誘導を可能とする日本周辺空域に適したMSAS補強アルゴリズムの開発

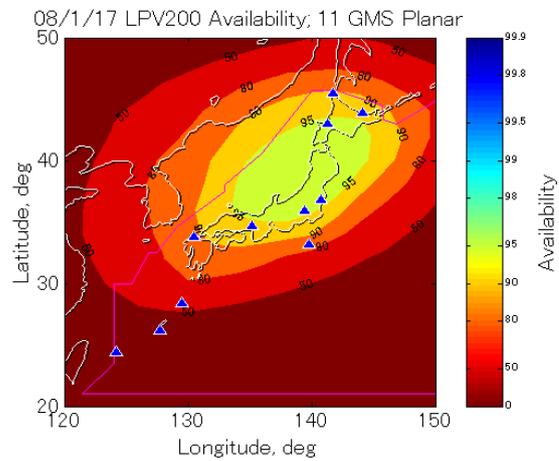
現行のMSASにおいて垂直誘導サービスのアベイラビリティを制約する要因となっている電離層補強アルゴリズムについて、当所の開発による性能向上方式を提案してきているところである。平成 19 年度までに日本全国でAPV-I垂直誘導サービスを提供することが可能となるアルゴリズムを開発したところであるが、詳細な動作パラメータの決定には至らなかった。平成 20 年度はさらに高度なCAT-I精密進入サービスを提供可能とするアルゴリズムを開発するとともに、電離層嵐などのリスク要因を踏まえた適切な動作パラメータを決定した。新アルゴリズムに加えて電離層嵐にも対応した動作パラメータが得られたことにより、MSASの性能向上を実施するための準備が整い、MSASによるCAT-I精密進入サービスの導入が可能との確証が得られた。（図 2.14）。

MSASを利用したCAT-I精密進入サービスが導入されれば、各空港に精密進入用の施設を設置することなく、すべての滑走路方向から精密進入を行うことができる。これにより、離島空港のみならず多くの空港で就航率の改善及び現行地上施設の負担軽減（縮退を含む）が期待できる。本研究の成果に基づき、航空局はMSASの性能向上を前倒しで平成 21 年度から実施することを決定した。

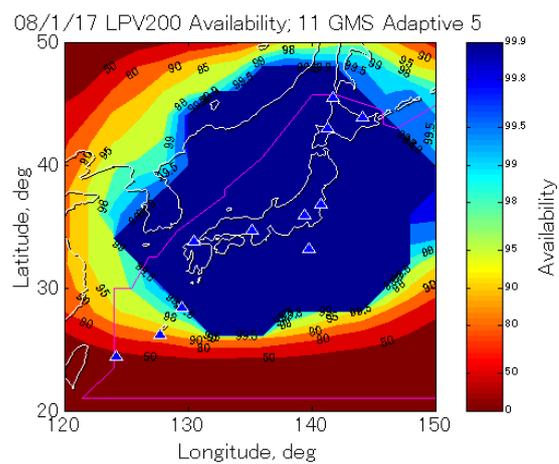
2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置
 2.1 社会ニーズに対応した研究開発の重点化



(a) 現行アルゴリズムMSAS CAT-Iアベイラビリティ (6 監視局)



(b) 現行アルゴリズムMSAS CAT-Iアベイラビリティ (11 監視局)



(c) 改良アルゴリズムMSAS CAT-Iアベイラビリティ (11 監視局)

図 2.14 MSAS アルゴリズム及び監視局数の違いによる CAT-I アベイラビリティの検討例

解説：現行の MSAS のアルゴリズムではアベイラビリティが充分ではないが、本研究によって開発した新アルゴリズムを適用し、監視局を追加することにより(6 局 11 局)、日本全国で CAT-I 精密進入を提供する見通しが得られた。

➤ GNSSによる精密進入を実現させるために必要なGBAS進入方式の検討

GBASの導入効果について定量的に検討するため、曲線進入部において、RNP-AR飛行方式、RNAV+ILSとGBAS飛行方式の比較検討を行った。それぞれの航法精度に着目し、水平方向及び垂直方向にかかる障害物との間隔要件を試算して比較した。その結果、GBASでは他の2方式よりも確保すべき障害物間隔の条件を緩和出来る可能性が明確となり、GBASの相対的な優位性が示された。今回の検討では航法精度(NSE: Navigation System Error)にのみ着目し、同一経路を飛行する際の飛行誤差(FTE: Flight Technical Error)は各方式では同程度と仮定したが、さらに基準化を指向するためにはFTEも考慮した総体の誤差を評価する必要がある、今後さらに検討を進めるため、新たにGBASの曲線進入飛行方式に対する研究を立ち上げることにした。

➤ GBASに対する電離層、GNSS信号歪などによるリスクの評価とリスクを緩和させるアルゴリズムの開発

GBASに対する電離層によるリスクの評価のために、日本周辺で頻発する電離層の赤道異常に伴うプラズマバブルと呼ばれる現象が引き起こすGPS信号の疑似距離遅延量の急激な変化や受信強度変動を計測する沖縄・石垣島における観測システムの定常運用を開始した。さらに、プラズマバブルを含む磁気低緯度電離層の脅威モデルの開発にも、着手し、プラズマバブルの特有の構造を考慮した現実に近い3次元電離層遅延モデルと(図2.15)、本モデルを用いたGBASの補正誤差計算を行うシミュレーションソフトウェアを開発した。また、リスクを緩和させるアルゴリズムの開発においては、『高カテゴリGBASの可用性向上とGNSS新信号対応に関する研究』で開発した測距誤差推定手法をベースとした信号品質監視手法が、シミュレーションによりGBASのリスクに対する有効な緩和策になることを実証したため、GNSS信号歪モニタとして安全性実証プロトタイプへ実装することとした。

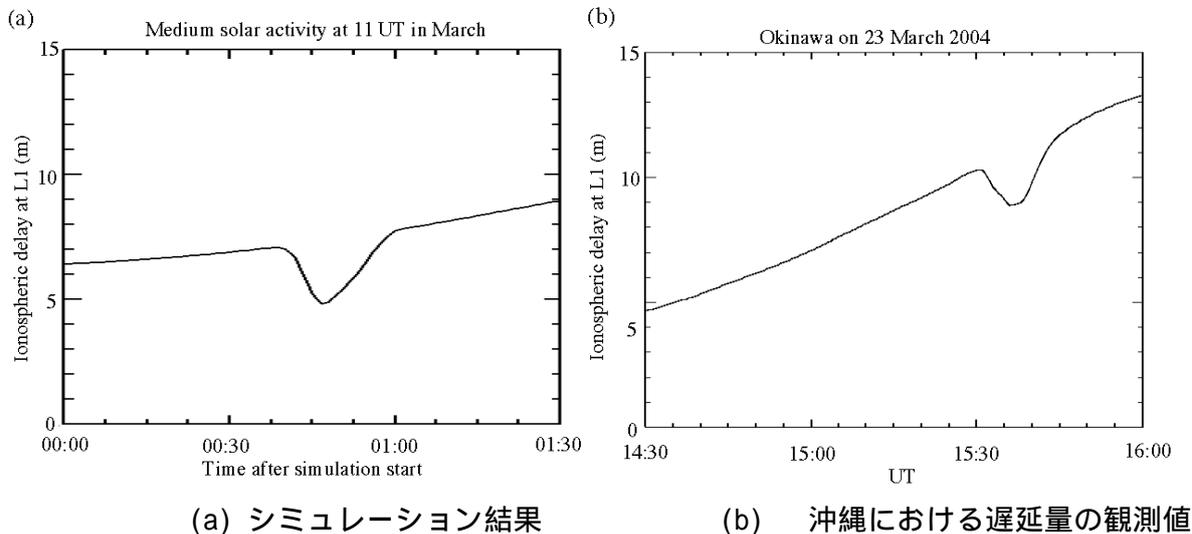


図 2.15 プラズマバブルの構造を考慮した3次元モデルによる電離層遅延量のシミュレーション結果と、沖縄において観測された電離層遅延量の観測値

解説: 本モデルはある特定の日時、場所の電離層状態を再現するものではないが、参考として示した現実のプラズマバブルによる電離層遅延量の変化の特徴が再現されている。図において、モデルと観測値の双方において緩やかな変化の中にプラズマバブルによる急激な落ち込みが見られる。

➤ 安全性コンセプトを実証するプロトタイプ・モデルの開発

安全性コンセプトを実証するプロトタイプ・モデルの開発に着手した。プロトタイプの開発においては、米国連邦航空局 (FAA : Federal Aviation Administration) によって作成された、広く航空宇宙機器の分野で国際的に適用されている方法を採用した。この方法によると、従来得られている知見と新たに行うシミュレーションなどから故障木解析 (FTA : Fault Tree Analysis) などを用い、機能故障評価 (FHA : Functional Hazard Assessment) と予備的安全性評価 (PSSA : Preliminary System Safety Assessment) およびシステム安全性評価 (SSA : System Safety Assessment) を確実に行う必要がある。これら一連のプロセスをコントロールするための定期的な会議が製造者と共に2~3週間に1度の割合で開かれ、あらゆる角度からの検討が行われている。この会議を通じ、試作するGBASプロトタイプの日本における環境下における安全性の確保と、将来の実用機の認証を行う場合に備えたGBASの安全性の解析方法の検討を行っている。さらに、前項に記したように、プロトタイプ・モデルの開発のために安全性を保証する手法が十分に確立されていない分野に対する技術開発を行っている。このようなプロセスコントロールと技術開発は、プロトタイプが完成するH22年3月まで行う予定である。

予防安全技術・新技術による安全性・効率性向上に関する研究開発

ア．航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法の研究（平成 16 年度～20 年度）

【研究の意義】

国際民間航空機関（ICAO）は、二次監視レーダ（SSR）による監視機能を利用して、航空機の機上装置が保持する情報をデータリンクにより取得する方法を標準化した。欧州では、仏国・独国・英国が SSR モード S の拡張監視用機上装置の搭載を義務化した。これは、地上からの SSR モード S の質問信号に対して、磁針路・対気速度等を自動的に応答する機能を持つ。現状の航空路レーダ情報処理システム（RDP）のコンフリクト（近接）警報機能は、地上の航空路監視レーダ（ARSR/SSR）からのレーダ情報等を基にコンフリクトを検出しているため、コンフリクト警報の不要警報および警報の検出遅れ等が発生する要素を含んでいる。より精度の高いコンフリクト予測検知が望まれている状況から、航空機の機上情報をデータリンクにより取得してコンフリクトを予測検知する技術の開発が必要となっている。

本研究において、精度の高いコンフリクト予測検知手法を開発するため、ARSR/SSR から得られるレーダ情報等以外に、航空機の飛行管理システム（FMS）データ（航空機の磁針路、速度、高度変化率等の状態データ及び選択磁針路、選択高度、選択経路などの意図データ）を SSR モード S の地上喚起コム B（GICB；Ground Initiated Comm B）プロトコルにより取得し、精度の高い航空機の飛行プロファイルの予測とコンフリクトを検出するための手法等を開発する。

【平成 20 年度の目標】

本研究は、航空機の動態情報（航空機に搭載している飛行管理システムのデータ）を利用した、より信頼性の高いコンフリクト（航空機相互接近）警報を航空管制の実運用に供するためのものである。平成 20 年度は、コンフリクト検出評価システムの機能向上を行うとともにその運用方式の開発を行う。

【平成 20 年度の成果】

- コンフリクト検出評価システムの機能向上として、シミュレーションの入力ファイルとして用いる機上データ作成の機能向上、コンフリクト警報解析用ソフトウェアにおける表示項目の追加や描画への反映、ジャーナルデータ変換出力機能の追加を実施した。ジャーナルデータ変換出力機能は、コンフリクト検出評価システムでのシミュレーション評価に利用するため、平成 20 年から運用されている新型 RDP のジャーナルデータを変換して必要なデータをテキスト出力する機能である。
- SSR モード S の地上喚起コム B の運用環境を模擬するため、航空機で収集した機上データと RDP に記録された航跡データを融合して作成したシナリオに基づいて、コンフリクト検出評価システムを利用して、コンフリクト警報発生シミュレーションを実施した。東京航空交通管制部の空域における 2 時間のデータを使用し、取り扱い機数は 575 機である。そのうち、22 機分の機上データが取得可能として、本研究で開発した手法と従来手法を同様の環境下で比較した。シミュレーションの結果、10 ペアの警報に違いがあった。なお、この 10 ペアは全て、片方が機上データの存在する航空機、もう一方はレーダデータのみ航空機である。これらの中で、長時間の警報の有無が観測されるケースは、選択高度の活用であった。図 2.16 に選択高度の利用がコンフリクト警報に違いを与えた例を示す。コンフリクト警報の表示時間に点を打ってある。中抜点は機上データを用いた予測検出の場合、中塗点は機上データを用いない場合である。機上データを用いる場合、01:45 付近や 01:50 付近の間隔設定がなされたと考えられる垂直面パターンについて、選択高度を考慮してコンフリクト警報を表示しな

い。このように実際の運用環境を想定したシミュレーションにおいて、本手法の有効性が検証できた。

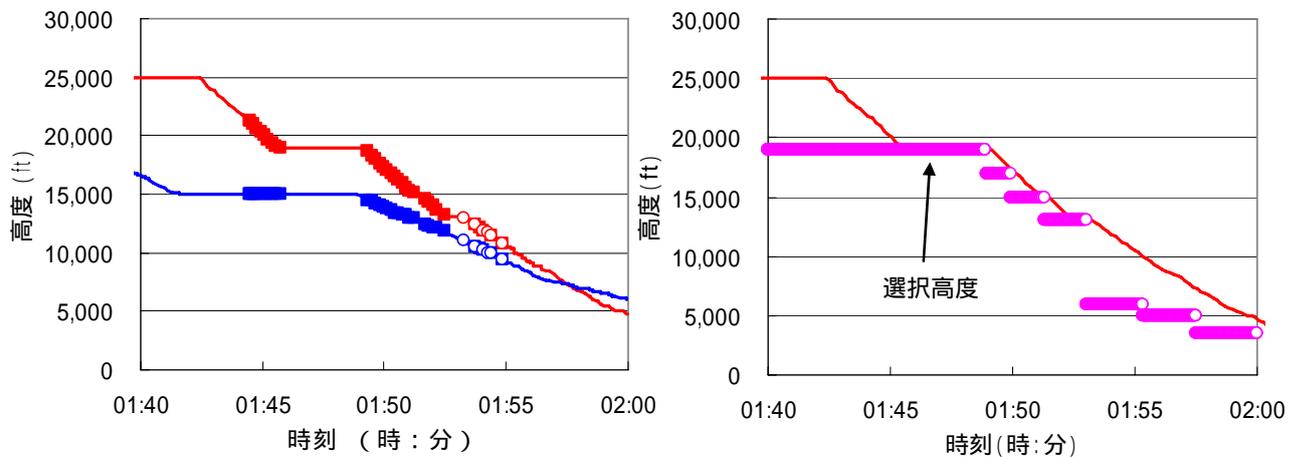


図 2.16 手法によるコンフリクト警報発生の違い

解説：従来の手法(左図：中塗点)と比較して、本研究で開発した手法(左図：中抜点)では、段階的な降下指示を反映してコンフリクト警報の発生が抑制されている。段階的な降下指示は右図の選択高度の変化より判断できる。

イ．航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究（平成 17 年度～20 年度）

【研究の意義】

国内航空交通量の増加とともに、空地間で交換される管制情報等は今後益々増加、多様化していくものと考えられる。航空管制用デジタル通信ネットワークシステムは、管制通信に用いられている現行のアナログ音声通信をデジタル化(データリンク化及びデジタル音声化)することにより、管制業務におけるワークロードの低減やセキュリティの向上、管制通信の高速化・高信頼化等を実現し、航空交通の処理容量の拡大や安全性の向上を可能とする。管制官、パイロット間における信頼性の高い通信を確保するためには、ネットワークの構成要素である VHF デジタルリンク (VDL) の運用のための諸機能の開発、航空通信ネットワーク (ATN) への IP 網接続機能等の付加、管制通信のデータリンク化のための管制用アプリケーションやインターフェイスの開発等が必要となる。

本研究では、このような空地間のエンド・ツー・エンドでの総合ネットワークシステムの実現のため、これまでに行ってきた VDL、ATN 及びデータリンク用管制情報入出力システムといった個々のシステム要素の開発成果を踏まえつつ、管制用システムとしての実運用に際して必要となる機能の開発及び総合ネットワークとしての性能や運用の評価を行う。また、ATN への IP ネットワーク導入を図るため、相互運用性の検証を実施する。

【平成 20 年度の目標】

本年度は管制官による評価実験に用いる CPDLC 対応の航空路管制用航空管制卓ならびにシミュレーション実験システムの試作を行う。また、東京航空交通管制部において、試作した航空路管制用航空管制卓の HMI 評価を行う。

現在運用されている空地間データリンクである ACARS の通信性能を明らかにするため、18 年度に製作した ACARS プロトコルシミュレータを用いて計算機シミュレーシ

ョンを行うとともに、実際の ACARS 通信記録の収集および解析を行う。また、19 年度に試作した VDL シミュレータを用いて計算機シミュレーションを行い、ACARS との性能比較を行う。

【平成 20 年度の成果】

- 管制官負荷軽減、利便性向上等を考慮した CPDLC 機能付きの航空路用管制卓を試作した。
- 試作したシミュレーション実験システムならびに管制卓を用いて、東京航空交通管制部において管制官による HMI 評価実験を行った。実験の結果、参加した管制官からは、管制卓の良好な操作性等について、好意的な意見が多く寄せられた。
- ACARS プロトコルシミュレータを用いて計算機シミュレーションを行うとともに、実際の ACARS 通信記録の収集および解析を行った。また、VDL シミュレータを用いて計算機シミュレーションを行い、ACARS との性能比較を行った。その結果、VDL モード 2 では、ACARS の 4.6~8.8 倍程度の通信トラフィック量进行处理できることを確認した。この評価結果は、データリンクシステムの地上局の配置設計等の資料に活用できる。

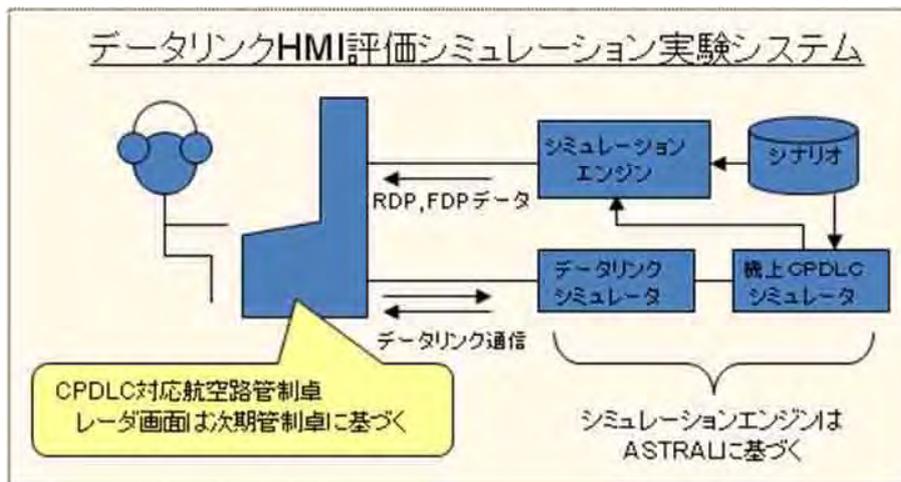


図 2.17 HMI 評価シミュレーション実験システムの構成

ウ．航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究（平成 17 年度～21 年度）

【研究の意義】

航空無線航法サービス(ARNS)帯域では、電波信号の周波数割当には既に空きが無く、新旧の多様なシステムが今後長期間にわたり共存する必要がある。既存の DME (距離測定装置)等の航法装置や SSR(二次監視レーダ)等の監視装置に加え、将来は GPS-L5 や GALILEO-E5 等の衛星航法、SSR モード S 等の監視用データリンク、さらにこれらを利用した ASAS (航空機間隔支援システム)等の新システムの導入が期待されている。平成 19 年には ITU による WRC07 会議が開催され、将来の航空移動通信用データリンクのための電波もこの周波数帯に割り当てられた。このような将来の機上搭載無線機器につい

ては、性能要件を定める一方で、運用環境や地理的条件など国情を配慮した性能の予測が必要である。そのためには、周波数を共用する各種航空航法無線機器との相互干渉や性能劣化について効果的な測定手法や予測手法を開発する必要がある。

本研究では、今後導入される広い周波数帯域を有する新しい信号方式に対応した電波信号環境の調査手法として、広帯域一括測定及び予測方式を開発する。具体的には、ARNS帯域内の電波利用状況やこれに大きく影響するASASなど新システムの要件と開発導入動向の調査を行う。また、これに必要なARNS帯域内の電波発生状況の測定技術開発を行う。特にASASが情報源として使用する各種信号に関する干渉発生状況の一括測定技術を開発し、その帯域幅は30MHz以上を目指す。さらに、新たな信号方式の導入に対応したARNS帯域内の電波発生状況について予測手法を開発する。これにより、航空無線機器の相互干渉による性能劣化の防止と航空無線機器の高度化による安全性の向上とともに、新旧無線機器の電波共用による電波資源や既存無線設備の有効活用を図ることができ、効率性の向上にも寄与する。

【平成20年度の目標】

航空無線航法周波数帯域の利用動向とASAS（航空機間隔支援システム）の要件について調査を行う。これまで困難であった広帯域かつ広ダイナミックレンジの干渉信号の一括測定を目指し、前年度までに製作した広帯域電波信号環境測定装置を当研究所の実験用航空機に搭載する。これを用いるGPS-L5帯域の信号測定実験により、広帯域一括測定精度と信号環境予測誤差要因を検証する。さらに、航空無線航法周波数帯域を使用する各種新システムの信号環境予測に必要な計算機シミュレーション手法を開発する。

【平成20年度の成果】

- 航空無線航法周波数帯域の利用動向とASASの要件調査とともに標準化に寄与

国際民間航空機関（ICAO）/ASP/WG会議に参加し、ICAOのASAS等空対空監視の要件を調査するとともにその作業班の一員として標準化に寄与し、ICAO Annex 10 Volume IV chapter 7 草案作成に参加した。また、JTIDS等ARNS帯域内にて使用される軍用無線機器に関する動向を調査した。

- 広帯域電波信号環境測定装置を用いる広帯域信号の連続記録飛行実験を実現

前年度までに制作した広帯域電波信号環境測定装置を当研究所の実験用航空機に搭載し、修理改造検査を受検合格した（図2.18）。また、飛行実験を実施してこの実験装置を試験運用し、飛行中に受信される信号の連続記録に成功した。

また、予備実験に使用してきた機材を小型化改良し、フライトバッグ1個に収納したまま移動運用できるようになった。これにより、実験現場での機動力を向上できた。

- GPS-L5帯域信号測定実験により、広帯域一括測定精度と信号環境予測誤差要因を検証

予備実験装置を用いた飛行実験により、測定誤差要因等を検証した。その結果、受信機電源回路からの漏洩磁界が受信信号に雑音を重畳させていたことが判明したため、受信機構造を変更するなどの改造を実施した。これにより、記録される信号に混入する雑音を大幅に低減できた。

- 信号環境予測誤差要因を究明し計算制度を向上させるなどシミュレーション手法を改良

東京空域で実施された飛行実験のモデルケースについて、信号環境予測誤差を分析した。特に、ARNS帯域内の1090MHzにみられる大きな予測誤差の原因を究明し、低電力の質問信号に対するATCトランスポンダの誤応答送信が大きく寄与することを明らかにした。誤差要因を配慮した信号環境予測手法の概要をまとめ総務省の研究会等に報告

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置

2.1 社会ニーズに対応した研究開発の重点化

した。また、この信号環境予測手法は、今後の 1030/1090MHz 帯域への無線機器導入シナリオの想定に応じた信号環境の変化予測などに幅広く活用できると期待される。



図 2.18 実験用航空機に搭載された電波信号環境測定装置

解説：前年度までに製作した実験装置を実験用航空機に搭載した。これにより、飛行中に受信される信号を広い周波数帯域にわたって連続して記録できるようになった。例として、1176MHz を中心として 30MHz の帯域を受信記録することにより、ARNS 帯域への導入運用が準備されている GPS-L5 信号に干渉する各種の信号を一括記録でき、これを再生しながら精密な干渉分析ができるようになった。

エ．携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究（平成 18 年度～20 年度）

【研究の意義】

携帯電話や通信機能付きパソコン等、意図的に電波を放射する携帯電子機器(T-PED: Transmitting Portable Electronic Device)は、従来の機器より一般に放射電波レベルが高く、航法装置、通信装置、操縦装置等の機上装置に電磁干渉(EMI)を与える可能性が高い。T-PED による電磁干渉に関してはこれまでほとんど研究されておらず、T-PED の機内使用基準等に関する研究が望まれている。なお、T-PED の航空機内での使用は現在、全面的に禁止されているが、米国航空無線技術委員会(RTCA)を中心として機内で使用可能とするための検証手順の策定作業が進められている。

本研究では、このような RTCA の策定作業に参加しつつ、T-PED の電波が機上装置に干

渉する可能性について T-PED からの電波放射特性、機内での伝搬・分布特性、機上装置への干渉経路、複数機器使用の影響等をもとに調査・検討し、実験による検証を実施する。また、機器故障等により突発的に発生する強い電波を検知する簡易電波検知装置に関する研究を行う。なお、干渉の可能性評価には RTCA 基準を参照すると共に、世界で唯一我が国にのみ制度が存在する携帯電子機器（PED）が原因と疑われる機上装置不具合に関する EMI 事例報告を活用する。さらに、各種 T-PED からの電波の機内伝搬や、それによる機上装置への干渉の可能性等をまとめ、RTCA の基準策定に貢献する。H19 以降 RTCA より検証手順が示された後は、その手順に基づき我が国の最新 T-PED について実検証するとともに、機上装置の安全性認証等に資する技術資料の作成を通して安全性の向上と機内での携帯電子機器利用という社会的なニーズに対応する。

【平成 20 年度の目標】

乗客が持ち込む電子機器の中で、航空機搭載機器認証時の強電界試験に使用されている電界強度よりも強い電波を発するものは非常に限られており、代表的なものとして携帯電話が挙げられる。携帯電話は基地局と接続を開始する際や、通信を開始する際に強い電波を発する構造となっている。そこで、運航中の航空機内で携帯電話が強い電波を発する可能性を評価するため、携帯電話基地局の電波を上空で受信し、その強度分布の詳細な分析を行う。飛行試験と地上基地局調査を実施し、運航中の航空機内で通信できる可能性を評価する。

また、将来的に電磁干渉に堅牢な航空機を製造する技術の一つとして注目されている、電波シールド窓材を用いた航空機の電波遮蔽特性の向上手法を検討する。

加えて、運航中の航空機で電磁干渉が疑われる事象について、電磁干渉報告を基に分析する。

【平成 20 年度の成果】

➤ 携帯電話接続可能性の高度な分析：

携帯型スペクトルアナライザ、パソコン、広帯域アンテナ等からなる電波環境測定システムと携帯電話基地局試験機を用いて、仙台市上空における携帯電話基地局と航空機内の携帯電話端末の接続の可能性を分析した。このシステムを電子航法研究所の実験用航空機に設置し、仙台市上空における接続可能性のある携帯電話基地局を記録した。上空の高度は 2,000 フィートから実験用航空機の飛行高度限界である 18,000 フィートまで 1,000 フィート毎に上空を飛行した。

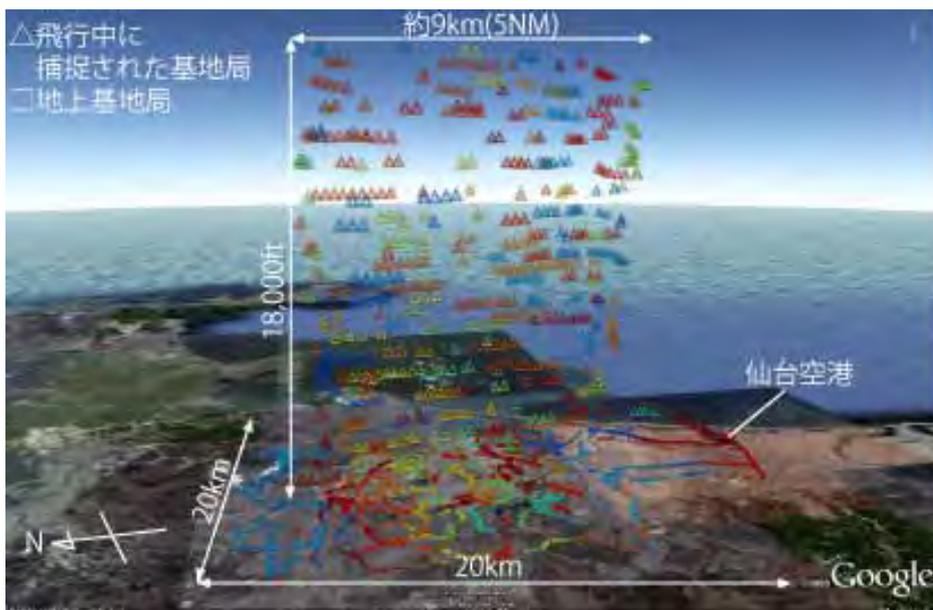
飛行試験の結果、本来地上に放射されている携帯電話基地局の電波は高々度でも十分に強い強度で受信された。また、受信された電波を用いて発信源である携帯電話基地局が認識でき、地上の基地局へ接続できることが示された。また、仙台市周辺 20km 四方に点在する携帯電話基地局を捕捉し、データベース構築を図った。これらにより、上空では非常に広範囲の基地局に接続できる可能性が示された。

➤ 航空機の電波遮蔽特性の向上手法の検討：

既存の航空機の電磁波干渉を低減するため、三菱重工業および株式会社フジワラとの共同研究で電子航法研究所の電波無響室と実験用航空機を用いた遮蔽窓の特性評価試験を行った。その結果、通常電波遮蔽性能がほとんどないプラスチック窓をシールド特性のある窓材に置換することで、ある程度の遮蔽性能が得られることが実験的に確認できた。しかしながら、機体の耐電波特性を考慮する際には、窓だけでなくドアなどの開口部を含む開口部全般のシールド性について検討する必要があることが明らかになった。

➤ EMI 事例報告の分析：

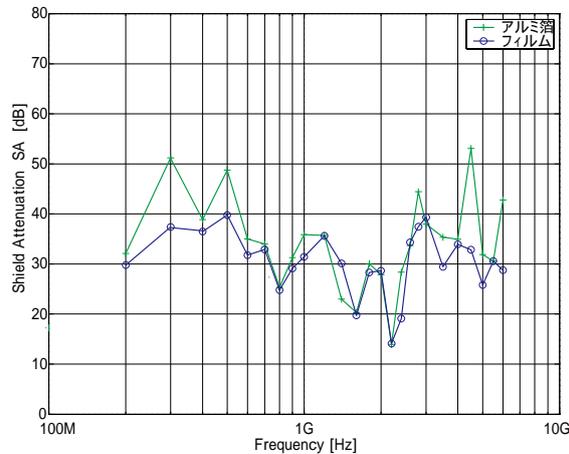
機内に持ち込まれる携帯電子機器が原因と疑われる機上装置の不具合が発生したとき、航空会社から EMI 事例報告が提出される。2008 年の報告件数は 23 件、これまでの総件数は 263 件となった。今年度は 5 年ぶりに電磁干渉の関連性が非常に高いと乗員が判断したセンサの異常に関する報告が 1 件あった。そこで今回は航空会社の協力を得て、この事象の追跡調査を行った。当該事象の発生は後日航空機製造メーカーから提供された技術情報に記された不具合と一致しており、その結果本事象は機上システムの不具合に起因するものと判断した。この経験から、EMI 事例の詳細な事後追跡調査が必要であることが示された。



(a) 仙台市付近での上空の接続可能状況



(b) 実験用航空機 B99 に貼付した電波遮蔽材



(c) 電波遮蔽材による遮蔽効果

図 2.19 仙台市付近での上空の接続可能状況(a)、実験用航空機 B99 に貼付した新しい電波遮蔽材(b)とその遮蔽効果(c)

解説：(a)図は仙台市付近での飛行位置と接続可能な携帯電話基地局を示す。ここで は上空、 は地上で捕捉された携帯電話基地局であり、色は携帯電話基地局の違いを示す。上空と地上で同じ基地局が捕捉されていることから、18,000 フィートの高度でも十分接続可能であることが示された。
(b)図は航空機窓に貼付する電波遮蔽材（母材）であり、遮蔽材の有無による、電波の漏れの差を(c)図に示す。周波数毎に特性は異なるが、ほぼ広帯域に渡り、遮蔽効果が期待できる。

オ．航空機の安全運航支援技術に関する研究（平成 19 年度～22 年度）

【研究の意義】

航空機の安全運航のために、飛行するすべての航空機が互いの位置がわかり、かつ地上の航空官署でもそれを把握する技術の開発と、航空の安全に必要な情報を地上から航空機へ自動送信する技術の開発、ならびにその運用方式検討の必要性がうたわれている。

欧米でも、米国キャプストーン計画を初めとして、監視および運航支援情報の放送技術（ADS-B：放送型自動位置情報伝送・監視機能、TIS-B：トラフィック情報サービス放送、FIS-B：飛行情報サービス放送、等）を活用した航空機搭載装置と地上設備の開発が行われている。また、これらを搭載/設置して、周辺航空交通の把握、地上と機上の情報共有などの運用（実証）実験も行われているところである。

これらの技術により、航空機が周辺機を自律的かつ自動的に把握することができ、将来の高密度な運航への適応、大型機と小型機の最適な共存、悪天回避や迅速な搜索救難活動が可能となるなど、航空の安全性・信頼性の向上に大いに寄与するものと期待されている。

本研究では、航空機の安全運航のために、飛行中のすべての航空機が互いの位置がわかり、航空の安全に必要な情報を地上から航空機へ自動送信し、運航中の航空機上で表示・確認できる技術を開発する。

これにより第3期科学技術基本計画に謳われている「交通・輸送システムの安全性・信頼性の向上」に寄与する。

【平成20年度の目標】

本研究は、航空管制機関から航空機に対し空域状況認識を支援し安全運行を支援する情報（航空機の位置情報、速度情報等）をデジタル化して自動送信する方式（1090MHz 拡張スキッタによる TIS-B（トラフィック情報サービス放送）および FIS-B（飛行情報サービス放送））を実現するためのものである。平成20年度は、当該自動送信方式を用いた地上送信装置を開発する。また本装置の情報処理部（TIS-B サーバー）を開発する。

【平成20年度の成果】

- 地上送信システムの開発のため、1090MHz 拡張スキッタによる TIS-B（トラフィック情報サービス放送）の国際標準と海外の技術動向を引き続き調査し、実験システムの機能仕様を策定した。その仕様に基づき、拡張スキッタ送信システム高周波部を試作した。前年度試作した拡張スキッタ送信信号生成装置と組み合わせることにより、地上送信装置を構成し、来年度以降の実験に使用する計画である。送信装置は従来のトランスポンダと比較して10倍以上の送信レートを十分短い送信遅延時間で実現する必要があったが、これを実現することができた。
- また、策定した仕様に基づき、拡張スキッタ送信システム情報処理部を試作した。これは、TIS-B サーバーの基本的な機能を持ち、SSR モード S 等で得られた航空機の位置情報を処理して、上記の地上送信装置に伝えるものである。これらを組み合わせて拡張スキッタ送信システムを構成する。



図 2.20 TIS-B 地上側送信装置（拡張スキッタ送信システム高周波部）の外観図

解説：1090MHz 拡張スキッタによる TIS-B（トラフィック情報サービス放送）信号を送信する装置であり、室内実験として「将来、1090MHz 拡張スキッタを扱うが普及して高密度の信号送信が行われる場合」を模擬した実験も行えるよう、従来の 1090MHz ATC トランスポンダより高デューティの信号送信（1000 回/秒）が行えるよう、増幅素子と回路を工夫したものである。

カ．電波特性の監視に関する研究（平成 20 年度～22 年度）

【研究の意義】

電波伝搬において、広開口のアンテナからの出力は、アンテナ近傍領域と遠方領域でアンテナパターンの違いにより、近傍のアンテナを用いて監視した場合の電波特性と遠方における実電波特性とは、違いが生ずる。また、近傍のアンテナにより監視した場合は、アンテナの開口面、周辺建造物等の障害物、地面の乾湿、凹凸及び積雪等にも依存する。測位システムでは問題となるアンテナパターンの違いも、一般の通信では問題とならないため十分研究されていない。一般的に遠方のアンテナパターンと近傍のアンテナパターンは異なるので、近傍のアンテナにより遠方の実電波特性をリアルタイムに監視することは実用上困難で、今までこのような研究は十分に行われていないのが現状である。

本研究により、リアルタイムに監視することが不可欠な計器着陸システム（ILS）等の航法無線機器の監視装置への利用が可能である。ILS の高カテゴリ運用においては高い完全性と継続性が要求されている。このため ILS GP(グライドパス)のモニタとしては、航空機で表示される遠方特性との相関を高める必要があり、モニタの改良、モニタ反射板の改良、特性に影響するモニタ反射板の誘電率測定装置の開発を行う。モニタの遠方特性との相関性の改善とモニタ反射板の特性改善により、航空機の着陸における安全性向上に寄与する。

【平成 20 年度の目標】

本研究は、放射された電波が、アンテナ及び反射面の積雪等によりアンテナ近傍の電界が複雑に変化しても、送信アンテナ近傍において、遠方の電波特性を推定できる技術を開発するものである。平成 20 年度は、近傍の電波特性と遠方の電波特性の相関特性をシミュレーションにより検討するとともに、アスファルト反射面の反射特性の解明と電波反射特性測定センサの開発を行う。

【平成 20 年度の成果】

- ILS GP の近傍モニタにおける近接効果を低減し遠方界との相関を向上するため、アレイアンテナによる近傍モニタを開発している。複数の受信アンテナ素子の信号を基に、連立方程式を解き、遠方界を推定できることをシミュレーションにより確認した。またこの演算は信号合成器のパラメータの設定により実現可能であり、単純なモニタ構成であるため、信頼性の低下を抑えることができる。
- 当研究所開発による改良型反射板とドイツ方式の多層構造反射板について調査をした。ドイツ方式については反射板の断面構造が不明であるので、2 層構造の反射板モデルを想定して両方式の積雪の溶け始めにおける影響である融雪変動の差異についての解析を行った。多層構造反射板（ドイツ方式）では融雪初期の段階で変動が生じることが確認された。改良型反射板は格子状金網で裏打ちした構成であり、融雪変動が非常に少なくなり、多層構造反射板と比べて安定していることが確認された。
- ILS GP の特性に影響するモニタ反射板の誘電率を簡易に測定するため、誘電率測定センサのプロトタイプを FDTD(Finite difference time-domain method)で設計した。これは、装置が比較的単純な共振特性から誘電率を測定するタイプである。実験の結果、共振の周波数特性の計算値とよく一致した。

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置
 2.1 社会ニーズに対応した研究開発の重点化

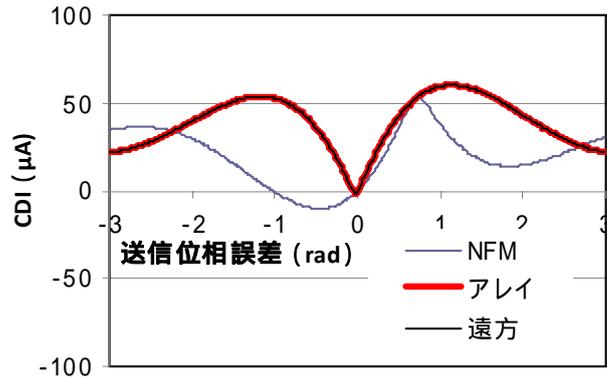


図 2.21 アンテナ位相誤差とモニタ特性

解説：ILS GP の近傍モニタにおける近接効果を低減し遠方界との相関を向上するため、アレイアンテナによる近傍モニタを開発している。複数の受信素子の信号を基に、信号合成器のパラメータの設定により連立方程式を解き、遠方界を推定できる可能性をシミュレーションにより確認した。GP の下段送信アンテナに位相誤差がある場合のシミュレーション結果を上図に示す。遠方と従来の近傍モニタ(NFM)は異なっているが、アレイを使用したモニタは一致している。

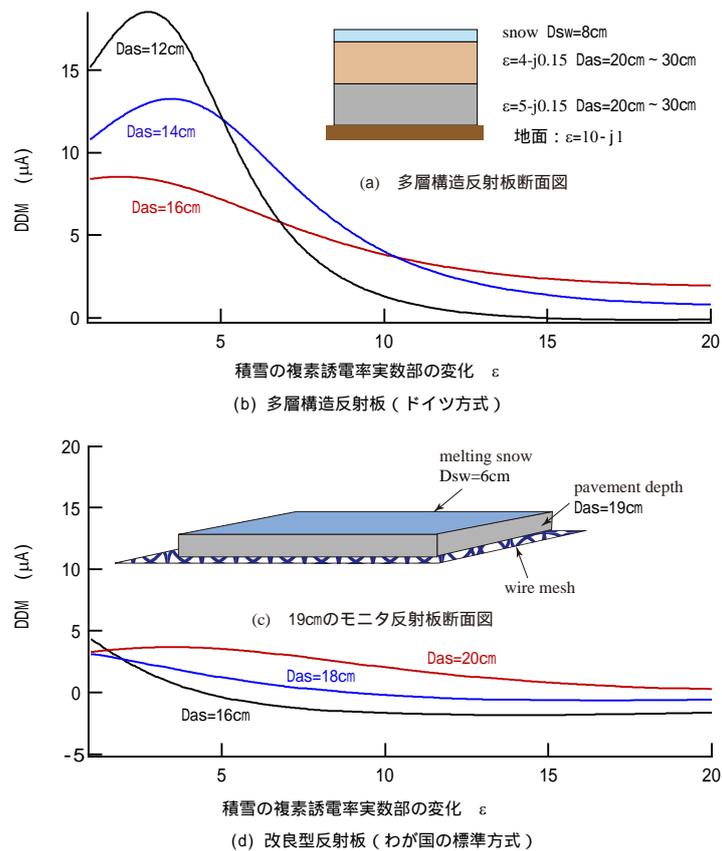


図 2.22 モニタ反射板の融雪シミュレーション結果

解説：(a)図に示す 2 層構造の反射板モデルを想定し解析した。多層構造反射板（ドイツ方式）の計算結果を(b)図に示す。アスファルトコンクリートの厚さ Das によって DDM の変動が異なるが、融雪初期の段階で DDM=8 ~ 20 μA の融雪変動が生じる。(c)図に改良型反射板の断面図を示す。改良型反射板は格子状金網で裏打ちした構成である。融雪時の解析結果を(d)図に示す。改良型反射板では融雪変動がなくなる。融雪変動は遠方パスでは生じない変動成分であるので、ドイツ方式と比べても改良方反射板が優れていることが確認された。

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置
2.1 社会ニーズに対応した研究開発の重点化

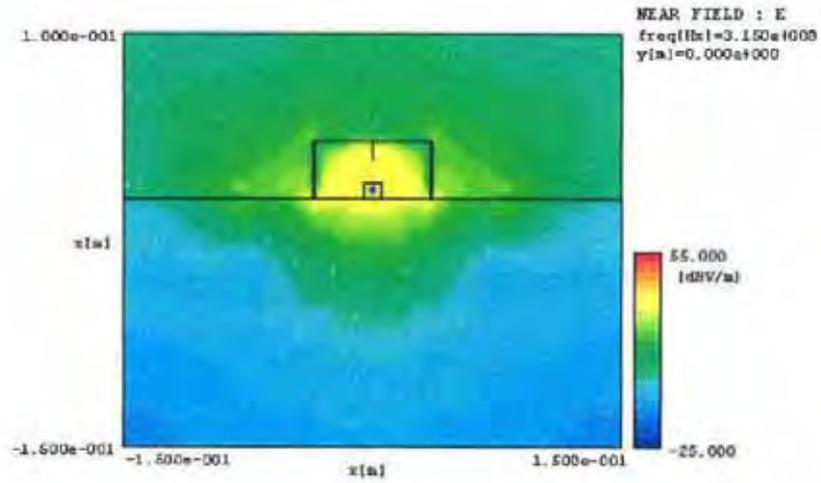


図 2.23 誘電率センサのシミュレーション

解説：誘電率測定センサのプロトタイプを FDTD で設計した。中央の箱型の部分が空洞共振器によるセンサで、その下にある誘電体によって共振特性が変化する。プロトタイプによる実験の結果、共振の周波数特性の計算値とよく一致した。

2.2 基盤的研究

2.2.1 中期目標、中期計画及び年度計画の内容

[中期目標]

第3 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項

1. 社会ニーズに対応するための研究開発の戦略的・重点的な実施、研究実施過程における措置

研究所が実施する研究開発の基本的な考え方は次のとおりとする。

(2) 基礎的技術の蓄積等

中長期的な国際動向を見据え、将来の航空交通管理システムに不可欠となる先導的研究・萌芽的研究及び要素技術の研究を実施し、基礎的技術の蓄積とポテンシャルの向上を図ること。

[中期計画]

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するため取るべき措置

(2) 基盤的研究

社会ニーズの実現に向けた政策に基づく重点研究開発分野での将来の応用を目指した基盤的・先導的研究を実施し、現在及び将来のニーズに対応した研究ポテンシャルの向上に努める。なお、研究の実施にあたっては、諸情勢の変化を考慮しつつ研究の方向性や具体的な方策について、柔軟に対応する。

また、一方で、研究者の自由な発想に基づく研究についても、新しい知を生み続ける知的蓄積を形成することを目指し萌芽段階からの多様な研究を長期的視点で実施し、特に若手研究者の自立を促進する。

[年度計画]

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するため取るべき措置

(2) 基盤的研究

社会ニーズの実現に向けた政策に基づく重点研究開発分野での将来の応用を目指した基盤的・先導的研究を実施し、現在及び将来のニーズに対応した研究ポテンシャルの向上に努める。なお、研究の実施にあたっては、諸情勢の変化を考慮しつつ研究の方向性や具体的な方策について、柔軟に対応する。また、一方で、研究者の自由な発想に基づく研究についても、新しい知を生み続ける知的蓄積を形成することを目指し萌芽段階からの多様な研究を長期的視点で実施し、特に若手研究者の自立を促進する。

航空交通管理システムに係る中核的研究機関としての機能を果たすため、ヒューマンファクタの研究等、航空交通管理システムに関連した基盤的研究を実施する。また、今後の航空機の航法はGPS衛星等を用いた航法が主流になると想定されることから、衛星航法に関連した基盤的研究を実施する。

特に平成20年度からは、長期ビジョンに基づく研究として、将来の航空交通管理として注目されているトラジェクトリ管理について、その技術課題を明らかにするための研究課題に取り組む。その他、予防安全技術の研究や将来のニーズに対応した研究ポテンシャルの向上を図るための基盤的研究を実施する。

2.2.2 年度計画における目標設定の考え方

基盤的研究の実施については、重点研究開発分野での将来の応用を目指した基盤的・先導的研究を実施すること及び、萌芽段階からの多様な研究を長期的視点で実施し若手研究者の自立を促進することを中期計画の目標として設定していることから、平成 20 年度の目標としては、航空交通管理システムに係る中核的研究機関としての機能を果たすための基盤的研究を実施すること及び、将来の航空交通管理として注目されているトラジェクトリ管理の技術課題を明らかにする研究課題に取り組むこととした。

2.2.3 当該年度における取組み及び中期目標達成に向けた次年度以降の見通し

(1) 平成 20 年度における基盤的研究の概要

当研究所においては、基盤的研究については主に社会ニーズへの対応が実現するまでに要する期間の観点から、「指定研究 A」、「指定研究 B」、「基礎研究」に分類して実施している。具体的には、社会ニーズへの対応に近い将来確実に求められる研究課題を「指定研究 A」とし、それよりも長期的なニーズへの対応を目的とした研究課題を「指定研究 B」としている。また、「基礎研究」はニーズへの対応というよりもシーズの育成を主な目的としており、将来の社会ニーズの多様化に対応した研究ポテンシャルの向上に向けた研究を実施することとしている。

本年度は、航空交通管理システムに係る中核的研究機関としての機能を果たすため、管制官のヒューマンファクタに係る研究や空域の安全性評価に関する研究等の航空交通管理システムに関連した基盤的研究を実施した。また GPS 受信機の精度向上に係る研究や GPS の測位精度に影響を与える電離層擾乱の研究等の衛星航法に関連した基盤的研究を実施した。

平成 20 年度からは、研究長期ビジョンに基づき研究の基軸と位置づけているトラジェクトリ管理について、その技術的課題を明らかにするための予備的研究を開始した。また、トラジェクトリ管理手法と密接な関係がある ASAS に関する予備的研究等も実施した。

その他、予防安全技術としてミリ波による落下物探索技術や、将来のニーズに対応した空港環境騒音測定システムの研究、信号源の位置推定など研究ポテンシャル向上を図る基盤的研究を実施した。

【航空交通管理システムに関連した基盤的研究：5 件】

- 空域の安全性の定量的評価手法に関する研究
(指定研究 A : 平成 18 年度～21 年度)
- 航空路管制業務のタスク分析及び作業負荷・負担の研究
(指定研究 B : 平成 18 年度～20 年度)
- 空港における後方乱気流管制方式の技術基盤に関する研究
(指定研究 B : 平成 19 年度～20 年度)
- 航空管制官等の健全性評価に係る生体信号処理手法の研究
(指定研究 B : 平成 20 年度～22 年度)
- 航空交通流管理における管制空域の複雑性に関する研究
(基礎研究 : 平成 20 年度～22 年度)

2.2 基盤的研究

【衛星航法に関連した基盤的研究：2件】

- GPS 受信機処理方式の高度化に関する研究
(指定研究 B : 平成 20 年度～21 年度)
- 高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究
(基礎研究 : 平成 18 年度～20 年度)

【トラジェクトリ管理の技術課題を明らかにする研究：3件】

- トラジェクトリモデルに関する予備的研究
(指定研究 A : 平成 20 年度)
- ASAS に関する予備的研究
(指定研究 B : 平成 19 年度～20 年度)
- 曲線進入を考慮した TA 経路生成方式の基礎検討
(基礎研究 : 平成 20 年度)

【その他の基盤的研究：8件】

- 航空機衝突防止装置の運用状況に関する研究
(指定研究 A : 平成 17 年度～20 年度)
- IP を利用した航空衛星通信システムに関する研究
(指定研究 A : 平成 18 年度～20 年度)
- ミリ波センサを用いた空港面における落下物探索技術に関する研究
(指定研究 A : 平成 18 年度～20 年度)
- 効率的な協調意思決定を支援する情報環境実現のための要素技術の調査研究
(指定研究 B : 平成 19 年度～20 年度)
- 対空通信メディア高度化に関する基礎研究
(基礎研究 : 平成 19 年度～21 年度)
- 受動型 SSR を利用した空港環境騒音計測システムの実用化に関する研究
(基礎研究 : 平成 20 年度～21 年度)
- 信号源位置推定手法に関する基礎研究
(基礎研究 : 平成 20 年度～21 年度)
- 高速大容量通信アンテナを利用した航空通信システムに関する基礎研究
(基礎研究 : 平成 20 年度～22 年度)

(2) 航空交通管理システムに関連した基盤的研究

航空交通管理システムに関連した基盤的研究として 5 件の研究課題を実施した。ここでは下記 2 件の研究課題について記述する。

ア．航空路管制業務のタスク分析及び作業負荷・負担の研究

(指定研究 B : 平成 18 年度～20 年度)

【研究の目標】

航空交通量の増大に伴う航空管制官のワークロード増大は避けることのできない事実である。また、現段階では航空管制官がヒューマン・エラーを起こすと、その対応策が検討されている。航空分野以外でも同様であるが、予防策についてはさらに検討の必要性が高まっている。ワークロードの増大を緩和する支援ツールなどの導入を予定しているが、根本的な解決には至らない。今まで管制支援機器の開発に促われてきたが、まだ航空管制を人間が中心に行うという前提に基づけば、航空管制官の業務分析およびヒューマンファクタの研究が重要となる。

特に航空路管制業務の複雑さ・困難さについては、今まであまり採り上げられず、

実態に見合った評価がされていない。管制支援機器などの開発にも業務分析結果が十分に反映されていない。航空管制の分野では、業務の流れや作業の理由付けが暗黙知として存在しているため、業務に対する理解を得られ難い。このような暗黙知を図式などで表現することによって、業務の正しい理解を得て、その性質や順序を解明していくことで、業務支援やヒューマン・エラーの防止に結びつくと考え。

本研究では、航空路管制業務におけるタスク分析、管制指示の内容の解析、および経験等に基づいて、管制官の状況認識、思考過程等をできるだけ図式化する。これにより業務の複雑さ、作業負荷および負担について検討をする。また、業務の全体像を把握できる図式を作成することにより、その中に含まれるリスク等を検討する。

航空路管制業務では、あまり採り上げられていないレーダ調整席についても調査・分析を行っていき、その重要性とレーダ対空席との関わり方について検討する。

【平成 20 年度の実施内容】

- 航空路管制業務に関わる基本的な航空管制官の作業及び管制システムとの関連を表したタスクフロー(図式)を作成し、その妥当性についてシミュレーションを実施し現場観察・調査記録による検証を行った。
- このタスクフローの中で、レーダ調整席の業務について調査し、レーダ対空席との関わり合いや業務の重要性を表した。
- 管制官によるワークロード主観的評価実験の分析結果との比較検討も行った。

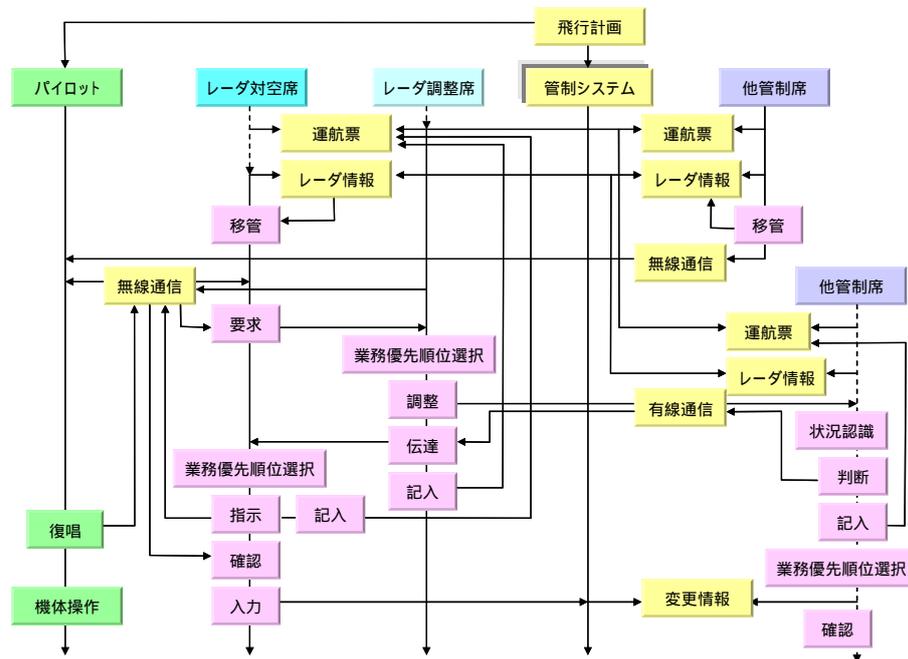


図 2.24 管制業務タスクフロー (一部)

【研究の成果】

過去にも管制業務のタスク分析が行われてきたが、レーダ調整席の業務についてはレーダ対空席との業務分担が明確になっていない、パイロットとの直接交信を行っていなかったなど、業務についてほとんど理解されていない

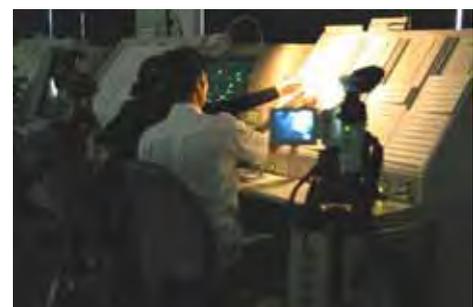


図 2.25 シミュレーション実験の状況 63

い状態であった。また、現場での観察・調査によっても作業の理由付け、レーダ対空席とのコミュニケーションなどの理解が管制官にしか分からなかった。

しかし、レーダ調整席の業務は管制官の中でも重要視されている。このような理解され難い部分についても簡単明瞭な会話により行われている業務手続であることを明らかにしていかなければ業務の重要性評価に繋がらない。

平成 19 年度までの成果である大まかなレーダ対空席のタスクフローに、航空路管制業務の特徴であるレーダ調整席の業務と、両席において取得する情報を提供している管制システムのフローを加えた。これにより、情報を提供するシステムの動きと出力された情報を使用することや、あるいは情報を入力する管制官の動きを表すことで、レーダ調整席の業務を表した。典型的な場合であるが、一つのセクタの業務の流れ、管制官のチーム作業において分担が明確または不明確な部分、確認・優先順位選択業務などを表記した。

レーダ調整席は、扱う航空機に対してレーダ対空席より長い時間コントロールしており、パイロットに対して直接指示を出していないが、同じセクタのレーダ対空席や他セクタあるいは他の機関のレーダ対空席担当者を経由して指示を伝達する場合もある。

入域前には取り扱い予定機はレーダ調整席によってコントロールされ、入域後はレーダ対空席との協調作業へと移行していく。出域時においては、業務引継ぎ機関との調整もレーダ調整席の役割となっていることも表記した。

これによって、システムからの出力情報の合理的な利用、管制官が使いやすいヒューマンマシンインタフェースの管制卓を設計するなどの土台となる。

イ. 空域の安全性の定量的評価手法に関する研究

(指定研究 A : 平成 18 年度 ~ 21 年度)

【研究の目標】

わが国では航空路及びターミナル空域における RNAV システムの導入に伴い、より効率的な空域利用の観点から管制間隔や経路間隔の短縮が望まれている。その一方で、安全性の確保は社会的課題となっており、航空機の運航においても安全性の確保は重要な課題となっている。しかし、日々変化し続ける航空システムにおいて、変化に対応する航空システムの定量的安全性評価手法は確立しておらず、その手法の確立が要望されている。

国際民間航空機関 (ICAO) の管制間隔・空域安全パネル (SASP) においては、安全性の定量的評価手法の検討を行っており、定量的安全性評価手法に関する研究成果の提供が望まれている。

以上の国内外のニーズを踏まえ、本研究では以下を目指す。

- ・ 空域内の管制間隔基準を含めたシステム要素の変更に伴う航空路およびターミナル空域の安全性評価手法とその応用方法の確立

- ・ 上記研究の成果の提供による ICAO の SASP 等への技術的支援と国際貢献

【平成 20 年度の実施内容】

- 多くの航空機が巡航しているエンルート空域と異なり、ターミナル空域では航空機の運航は複雑である。そのため、ターミナル空域の定量的安全性評価手法の研究・開発は初期的段階にある。ターミナル空域の安全性の評価尺度・手法の調

査行った。

- アジア・太平洋地域では ICAO を中心に国際空域の水平管制間隔の定量的安全性評価を実施するエンルート監視機関(EMA : Enroute Monitoring Agency)の業務マニュアルの策定が進められている。EMA が実施すべき安全性評価項目について考察し、その手法を調査した。
- 洋上航空路の経路間隔の安全性評価尺度・手法を調査した。
- ICAO-SASP/WG/WHL/13, 14 を始めとする ICAO の会議に参加し、技術資料として研究成果を提供した。また、定量的安全性評価の専門家として、会議で討議される技術的課題の解決に当たった。
- 高度監視装置 (NAMS) による実験データの収集・整理・解析を行った。

【研究の成果】

ICAO-SASP/WG/WHL/13, 14 に参加し、WP(Working Paper)3 編と IP(Information Paper)2 編を提出した。提出した WP・IP の内容は以下の通り。

- ・上昇・降下等の短時間で終了する方式における目標安全度の設定法の提案
- ・地域監視機関(RMA)のソフトウェア共有のスキームの提案
- ・洋上空域短縮縦管制間隔 (30NM・10分) の事前安全性評価結果の報告

ICAO RASMAG/10 に参加し、国際機関 EMA の業務マニュアルの策定に関する討議に貢献した。

釧路 ARSR のレーダデータからある地点を通過した航空機の横方向経路逸脱量分布を推定し、極値理論に基づく解析を実施した。(図 2.26)

レーダデータを用いて割当高度逸脱量分布を推定する手法を開発した。八戸 ARSR のデータを用いて、試験的に航空路 (Y11) を飛行する航空機の割当高度逸脱量分布を推定した。(図 2.27)

ICRAT2008、EIWAC2009、日本航空宇宙学会、電子情報通信学会など、国内外の研究集会にて研究発表を行い、研究成果の普及に努めた。

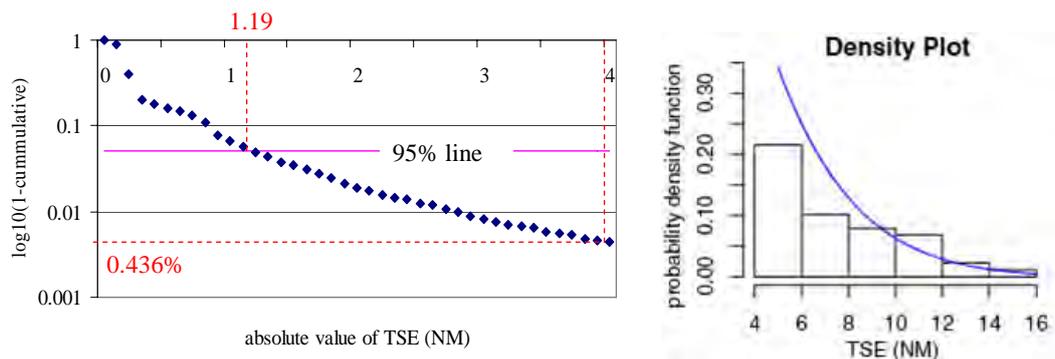


図 2.26 横方向経路逸脱量分布と極値理論による一般化パレート分布の当てはめ結果

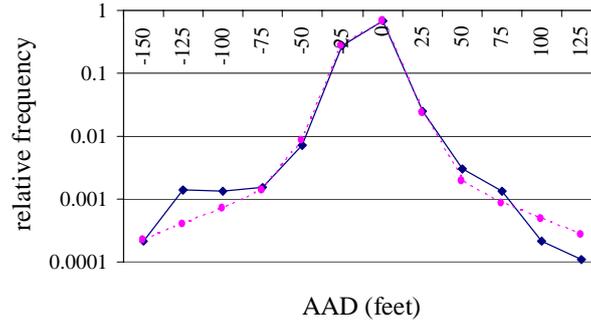


図 2.27 割当高度逸脱量(AAD)分布(青)と両側指数分布による分布モデル(ピンク)

(3) 衛星航法に関連した基盤的研究

航空航法に関する基盤的研究として2件の研究課題を実施した。ここでは下記1件の研究課題について記述する。

ア. GPS 受信機処理方式の高度化に関する研究

(指定研究B : 平成20年度~21年度)

【研究の目標】

GPS 受信機を航空機の航法に利用するためにはインテグリティ要件を満たす必要があり、各種の補強システムの開発が進められている。現在は各種のインテグリティモニタ方式が提案されているところであるが、それらの動作を比較・検証し、具体的なモニタ性能を知るためには、適切なソフトウェアおよび入力データを作成する必要がある。

また、一方でGPS 受信機内部の処理方式については検討が尽くされたとはいえず、改善の余地がある。

本研究は、GPS 受信機および補強システムに関連するソフトウェアおよびデータベースを整備することにより、さまざまなモニタ方式の具体的な検討を可能とするとともに、受信機内部における処理方式の高度化を図るものである。

なお、本研究で整備するデータベースおよびソフトウェアについては、他研究テーマで利用可能であるほか、一般に公開することにより所外の大学や研究機関による活用も期待できる。

【平成20年度の実施内容】

- 各種の補強システム内部の補強アルゴリズムの概略を把握するとともに、それらを整理した。
- インテグリティ要件の検討に利用することを目的として、電離層伝搬遅延量を算出する計算機プログラムを作成した。
- GPS 関連ソフトウェア・ライブラリで必要なプログラム要素を抽出する。また、評価用ユーザ受信機シミュレータを作成した。
- GPS 受信機を航空機に搭載し、実験用データを収集した。また、地上あるいは海上における実験データを収集した。

【研究の成果】

電離層遅延量算出ソフトウェアの作成については、計算方式の検討に続いてソフトウェアを作成し、毎日のGPS測定データを入力として定常的に動作するシステムを構築した。

本システムにより日本全国の電離層遅延量を毎日計算・蓄積することとし、データの蓄積を開始した。また、過去における電離層嵐の際の観測データについても電離層遅延量を算出し、補強システムの設計に必要な情報を抽出した（図 2.28、2.29）。

GPS 関連ソフトウェア・ライブラリについては、必要となるプログラム要素（関数）を抽出し、機能・仕様を整理して文書化した。また、多くのプログラム要素を C 言語により実装し、初期的なライブラリを構築した。本ライブラリの評価用にユーザ受信機シミュレータを作成し、正常に動作することを確認した。

実験用航空機に GPS 受信機を搭載し、主に離着陸時を中心として観測データを収集した。また、複数の観測拠点に受信機を固定し、連続観測を実施してデータを蓄積した。

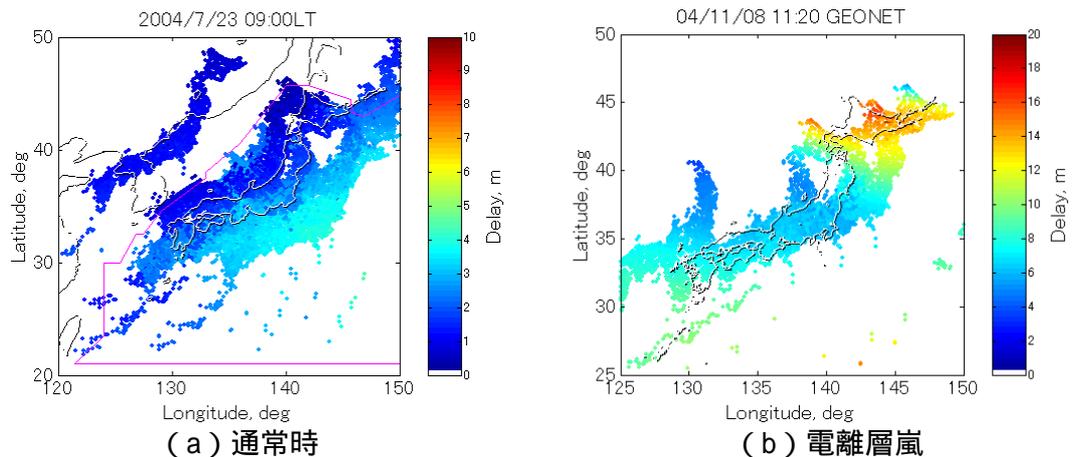


図 2.28 電離層遅延量データベースのデータを可視化した例。電離層遅延量を色で表現してプロットした。電離層嵐の際のデータでは、北海道地方に異常な電離層密度増大領域（赤い部分）があることがわかる。

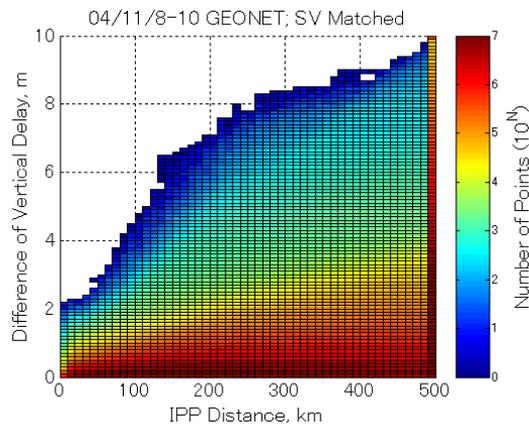


図 2.29 2 地点間の距離と電離層遅延量の差の関係。色により頻度を表したヒストグラムとなっており、100km 離れた地点間では 5m、500km 離れると 10m に及ぶ遅延量差があることがわかる。この観測例は、補強システムの設計にあたり重要な情報となる

(4) トラジェクトリ管理の技術課題を明らかにする研究

トラジェクトリ管理の技術課題を明らかにする研究課題として 3 件の課題を実施した。ここでは平成 20 年度に新規採択された 1 件の課題を記述する。この課題は、早急に重点的に着手すべきとの判断により平成 21 年度から開始する重点研究課題として提案することとした。

ア. トラジェクトリモデルに関する予備的研究

(指定研究 A :平成 20 年度)
(重点研究化 トラジェクトリモデルに関する研究)

【研究の目標】

航空機運航の効率化、および航空路の容量拡大のため、ICAO では 2003 年に第 11 回航空会議で、時間管理を含めた航法、管制を将来的な共通のビジョンとして実現していくことを勧告した。これを受けて、運用概念文書や世界的航法計画などの ICAO 公式文書が作成された。また米国や欧州では NextGen や SESAR などこのコンセプトを実現するプロジェクトが組まれている。このような世界的動向をふまえ、我が国でもこれに関連する調査や研究を進めていく必要がある。

今後の航空交通管理においては、航空機のトラジェクトリ（軌道）計画を事前管理し、精密なトラジェクトリ予測に支援された管制の運用コンセプトが有効と考えられている。そのために、実飛行データ等の解析によるトラジェクトリの推定およびモデル化技術を開発する。また、トラジェクトリを管理するためのデータ活用技術を開発する。

【平成 20 年度の実施内容】

- RDP や ARTS などのレーダデータと機上データを解析した。また、航空機の飛行特性データ、航空会社の運航特性データ等の活用方法を調査し、これらより、FMS 設定データと航空機軌道の関係を求めるモデルプログラムを試作し、今後の本格的開発の指針を求めた。
- トラジェクトリ管理およびそれに関連する諸事項の調査を行った。

【研究の成果】

トラジェクトリ予測のためには、データ通信により航空機のトラジェクトリ情報を空地間で共有することが重要である。トラジェクトリ情報の記述に関する REACT (Requirements Elicitation for an Aircraft intent description language that supports Consistency across Trajectory predictors) ワークショップ国際会議に出席し、情報を収集した。また、オランダ航空宇宙研究所 NLR を訪問し、欧州での研究プロジェクト BrigeT と CAASIS (CTA/ATC System Integration Studies) の情報を収集した。これらは、航空会社や管制機関およびデータ通信会社が協力して、CTA (Controlled Time of Arrival : 制御到着時刻) などのトラジェクトリに基づく運航のデモンストレーションをするものである。さらに、航空輸送技術研究センターの「Tailored Arrival (TA) に関する調査・研究ワーキンググループ」にメンバーとして参加し、米国での TA などについて情報を収集した。これより、欧米でのトラジェクトリ管理の初期的な運用コンセプトについての知見を得た。

航空機の飛行特性データ、航空会社の運航特性データ等を含むユーロコントロールの BADA (the Base of Aircraft Data) データを使用して、航空機軌道を算出するプログラムの基本部分を開発した。また、RDP や ARTS などのレーダデータと航空機で記録された機上データを解析し、開発したプログラムで推定した軌道と比較した。比較の結果、速度、時間推定、燃料消費量などについて推定値と実測値がよく一致し、開発したトラジェクトリモデルの予測精度がよいことが確認できた(図 2.30)。

これにより、トラジェクトリ管理の実用化に向けて、軌道の予測精度向上のための空地間、管制・運航側間での情報共有、データ標準化、気象(風)予測情報の活用方法等の課題が明らかになり、今後の本格的開発の指針が得られたことから、本研究課

題を進展させ早急に研究を開始する必要性があることから、重点研究課題として提案することとした。

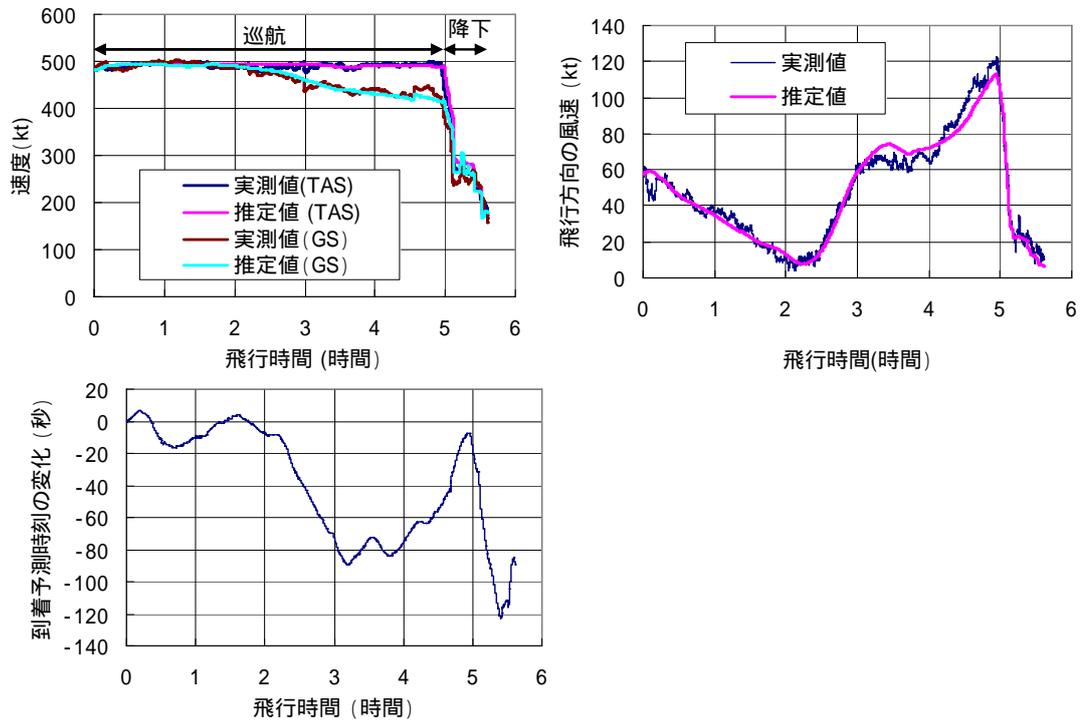


図 2.30 トrajekトリモデルの推定値と実測値の比較
 解説：対地速度（GS: Ground Speed）と真対気速度（TAS: True Air Speed）（左上図）、飛行方向の風速（右上図）、到着予測時刻の変化（左下図）を示す。
 飛行速度と風速がよく一致している。また、到着予測時刻の変化も小さい。開発したトrajekトリモデルの予測精度がよいことが確認できた。

(5) その他の基盤的研究

その他、予防安全技術の研究や将来のニーズに対応した研究ポテンシャル向上を図るため 8 件の研究課題を実施した。ここでは下記 3 件の研究課題について記述する。

ア. 受動型 SSR を利用した空港環境騒音計測システムの実用化に関する研究

(基礎研究 : 平成 20 年度 ~ 21 年度)

【研究の目標】

受動型 SSR は自らは航空機に対して質問電波を出すことなく、近隣の SSR の覆域を飛行する航空機の応答信号のみから、その航空機の位置情報を算出する装置である。当研究所では、1990 年代始めから試作開発を含む研究を行ってきた。

空港環境整備においては、その空域における航空機の運航状況と、これによる空港周辺の環境騒音との関係を適切に評価することが重要であり、環境騒音の計測結果と対応させることの可能な測位精度で航空機の位置情報を取得することが求められる。現状において、航空機の位置情報は、全ての航空機が ADS-B 対応のトランスポンドを搭載している訳ではないので、受動型 SSR 方式、或いはマルチラレーション方式により得る他

ないが、測位計測において計測範囲を覆うように多数の受信局を設置する必要があるマルチラレーション方式は、その計測に係る作業が受動型 SSR 方式に比較して遥かに大掛かりなものとなり、簡便ではない。マルチラレーション方式に対して、受動型 SSR は基本的に受信局 1 局のみで構成されるシンプルなもので、ADS-B 情報等を組み合わせれば、空港周辺の環境騒音計測に有効と考えられる測位精度を、遥かに容易に取得できる可能性が高い。

この受動型 SSR に騒音計を組み合わせた空港周辺環境評価システムは、航空機が環境に与える騒音を鉄道や自動車等による騒音と区別して評価できるため、空港環境整備に大きく貢献するものと期待されており、本研究においては、空港周辺の騒音環境計測に必要な航空機飛行位置計測精度を有する受動型 SSR を実現する。

【平成 20 年度の実施内容】

- 受動型 SSR を構成する、アンテナ、受信器、AD 変換器、信号処理装置、パソコン 接続用 I/O 装置、等全ての構成品を基盤から製作し、USB 接続によりパソコンに航空機の位置情報を提供する受動型 SSR を試作した。また、同受動型 SSR 装置から受けた位置情報をパソコンの情報表示装置に通常のレーダの様に表示するためのソフトウェアを試作した。
- 試作したシステムにより、東京国際空港、中部国際空港等の大規模空港において、また鹿児島空港等地方空港において、その周辺の航空機の飛行情報取得実験を実施した。

【研究の成果】

受動型 SSR 試作開発と機能評価実験により、空港周辺環境評価に十分な機能を有すると期待される受動型 SSR を実現した。

試作した受動型 SSR により、リアルタイムに図 2.31 に示す様な航空機の飛行航跡の観測が可能であった。図 2.32 は、ワンボックスカーに搭載した受動型 SSR による測位実験中の外観であり、受動型 SSR の機能をモニタするための計測装置との接続等の作業を要する実験においても、受動型 SSR は、アンテナの組み立てを含めても 10 分以内に起動させ、測位を開始することができた。

受動型 SSR は、本体のみはアタッシュ・ケースに納められる程にコンパクトに纏めることができ、バッテリーにより 24 時間以上の連続運用を行うことも十分に可能と考えられ、災害時の非常用システムなどでの活用が期待される。

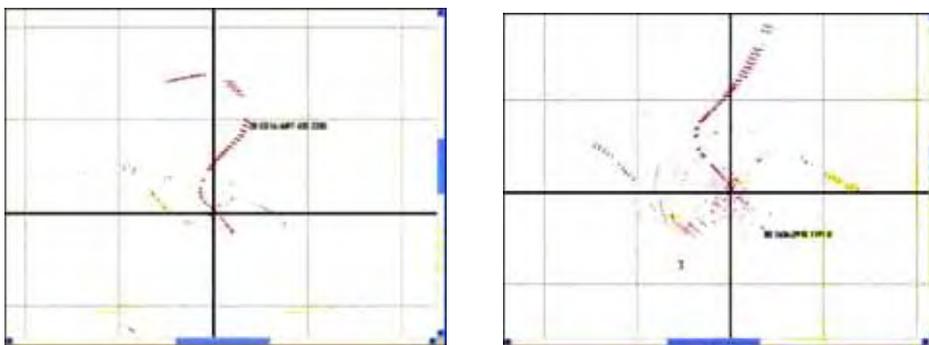


図 2.31 取得した飛行情報

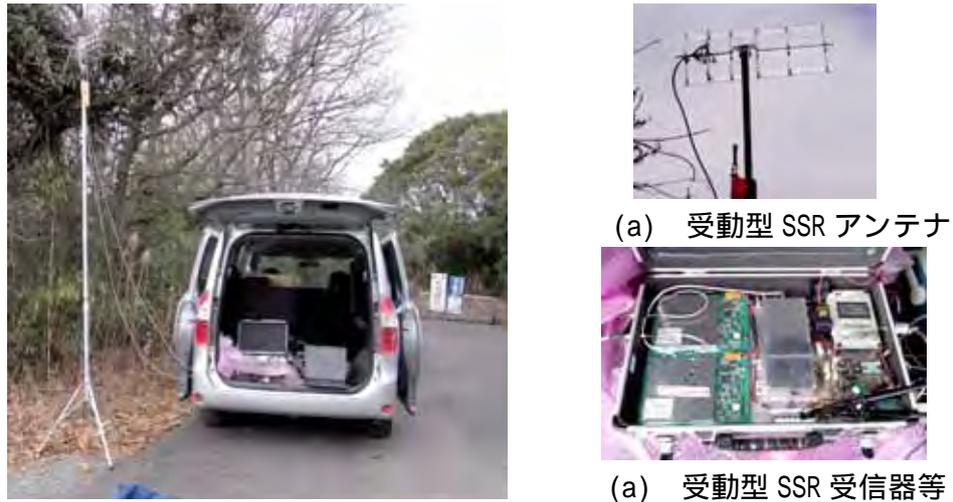


図 2.32 航空機の飛行情報取得実験状況

イ. ミリ波センサを用いた空港面における落下物探索技術に関する研究

(指定研究 A : 平成 18 年度～20 年度)

【研究の成果】

空港面においては、航空機や地表面を移動する移動体、もしくは外部からの飛来物等、不意の落下物が存在することがある。これらは空港面の安全確保のため取り除かなければならないが、現状では作業員による目視検査であり、監視コストの増大を招いている。さらには、夜間や悪天候時には、作業員の労務の増大を招くこととなる。その他にも、空港内で航空機の故障等により、損傷した機体の一部が吹き流されることもあり、このような重大なインシデント時には、長時間に渡る滑走路閉鎖等の重大な損失を受ける場合がある。このような背景の下、空港面の落下物探索技術に関するニーズが非常に高まっており、非常に分解能の高いミリ波センサは候補として有望視されている。

本研究では滑走路等の地表面に落下している金属片やボルト等の物体を低出力のミリ波レーダを用いて検出に関する技術的検討を行う。具体的には検査用車両に搭載、もしくは滑走路端に設置でき、かつ得られたデータを瞬時に処理し、物体の存在を車両内部、あるいは外部の施設にて認識可能な形で表示することが可能なシステムに関する要素技術を確立することである。

その他、付随するミリ波用機器の開発、評価を行う。

【平成 20 年度の実施内容】

- 昨年度試作したミリ波センサを電波無響室で性能評価し、技術基準適合証明を取得した。これらを用いてフィールドテストを実施した。また、滑走路表面のグルーピングなどの測定環境からの影響を調査・検討した。
- 試作したミリ波用誘電体反射器や反射器にミリ波アンテナを組み込んだ機器を試作し、評価を行った。また、他分野への応用のため、容積を減らす工夫と、それによって生じる偽像の抑圧方法を検討した。

【研究の成果】

電波無響室での性能測定では 75GHz から 80GHz の広い周波数帯域で送信でき、将来的なレーダ用周波数の拡張時には高測定精度が期待できる。これらを現在の技術基準に適合するよう調整し、変調回路とともに一体化した。これを用いてフィールド試験

を行ったところ、最大 75m の検知性能であった。実用のためには送信信号の安定化と更なる雑音の低減、および高利得アンテナと組み合わせる必要性が示された。また、仙台空港滑走路を用いて行った試験では、滑走路表面のグルーピングの影響は小さいことが分かった。

様々な用途に適応できるミリ波レーダ用アンテナと反射器を開発した。これらの成果をまとめて特許 2 件を出願した。これらのミリ波技術を自動車、鉄道などの他運輸分野への予防安全技術にも応用が考えられ、他機関からの要望もあり共同研究にて評価を開始した。



図 2.33 ミリ波レーダ

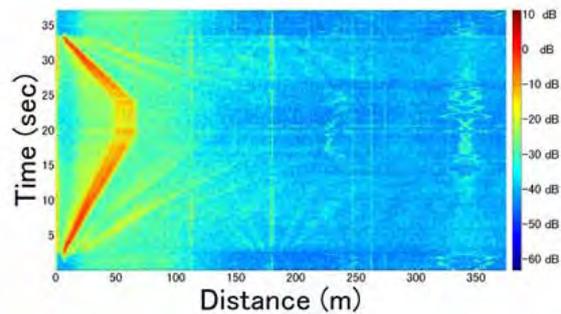


図 2.34 試験結果

ウ．信号源位置推定手法に関する基礎研究

(基礎研究 : 平成 20 年度～21 年度)

【研究の目標】

航空機の監視や干渉信号源の特定など信号の発信源を特定するための技術は電波を扱う研究の中でも重要なテーマのひとつである。対象となる信号の種類や周波数により位置推定の手法はさまざまなものが使われている。位置の推定手法は重要テーマであるにもかかわらず、その応用については多くの研究がされているが基本的な位置推定手法についての検証はあまり研究されていない。対象信号や推定手法ごとの誤差などの見積もりをきちんと行うことにより、干渉源の発見や信号環境監視により有効な位置推定手法を確立できるものと期待される。

本研究の目的は信号源推定を行う際の誤差の原因を明らかにし、目的とする信号環境に適した信号源推定を行うことにより、位置推定精度を向上することである。

【平成 20 年度の実施内容】

- 信号源の位置推定にはこれまでもさまざまな方式が提唱されている。信号の発信源を求める方法には大まかに、1. 到来方向を使うもの、2. 到達時間差をつかうものの 2 つがある。このうち到来方向をもとめるためには受信帯域幅や対象信号の波形などによりさまざまな方法を用いることが考えられる。本研究ではそれら各種の方位測定手法を整理し、それぞれの誤差原因などについて検証を行った。
- 到来方向推定にはアンテナも含めた受信システムで検証を行う必要がある。当研究所所有の他研究で使用した受信機は目的とする周波数是一緒であるが、実験用航空機での使用を前提に作成しているため、本研究では受信機的设计はこれまでの受信機と同じで到来方向推定のために使う受信機の製作を行い、実際の信号環境下で方位測定実験ができるシステムを構築した。

【研究の成果】

複数の周波数にパルスがそれぞれ存在するような広帯域パルスの到来方向推定について、方位測定にはさまざまな手法が存在おり、その中で雷の放電路を可視化できる広帯域干渉計で実際に使われている手法について検討し、信号の性質が異なるためそのまま応用することはできないが、信号処理部分の検討をさらに行うことにより広帯域の方位測定システムとして使用可能となると思われる。

広帯域の受信機はこれまでの実験で使用していたものと同じ設計で受信機を製作したが、狭帯域受信機についてはフィルタとミキサを組合せて作っていたものをIRM(イメージ除去ミキサ)に使った設計へ変更し、いままでの設計と同じ動作をすることが確認できた。これにより必要となる部品数や受信機の大きさを小さくすることができた。狭帯域受信機は信号源推定だけでなく、信号環境測定に必ず必要となる受信機であるため、この受信機を小さくコンパクトにまとめられることは今後の各種実験を行う際に大いに役立つものである。



図 2.35 イメージ除去ミキサの試験中の様子

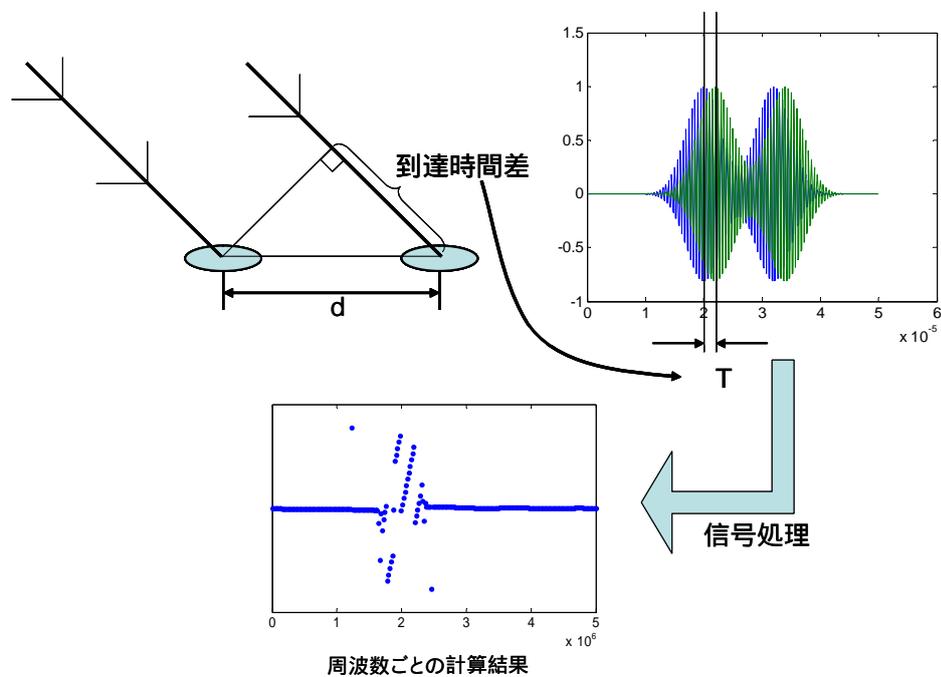


図 2.36 方位測定手法の比較検討イメージ

2.3 研究開発の実施過程における措置

2.3.1 中期目標、中期計画及び年度計画の内容

[中期目標]

第3 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項

1. 社会ニーズに対応するための研究開発の戦略的・重点的な実施、研究実施過程における措置

研究所が実施する研究開発の基本的な考え方は次のとおりとする。

(3) 研究開発の実施過程における措置

研究開発の実施過程においては、次に掲げる措置を講じること。

社会ニーズに対応するための研究要素を包括的に企画、提案し、研究の位置付けと達成目標を明確にすること。また、研究開発の目的及び成果が、社会ニーズに対して的確・タイムリーで効果的なものとなるよう、関係者から情報収集を随時行い、研究開発の実施過程において、ニーズの変化に即応できる柔軟性を有すること。

各研究開発課題について、社会ニーズの状況変化や、事前・中間評価の結果に基づき、関係者と十分調整の上、研究内容や方法の見直し、中止等、所要の措置を講じること。また、事後評価結果については、関係者と十分調整の上、その後の研究開発計画に反映させること。

[中期計画]

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するため取るべき措置

(3) 研究開発の実施過程における措置

研究開発の実施過程においては、次に掲げる措置を講じる。

研究開発課題選定手順を明確にし、社会ニーズに対応するための研究要素を包括的に企画、提案し、研究の位置付けと「目標時期」「成果」「効果」等の達成目標を明確にする。また、研究開発の目的及び成果が、社会ニーズに対して的確・タイムリーで効果的なものとなるよう、行政、運航者及び空港管理者等の関係者から情報収集を随時行い、研究開発の実施過程において、ニーズの変化に即応できる柔軟性を確保する。

各研究開発課題について、社会ニーズの状況変化や、研究所内外の研究事前・中間評価の結果に基づき、行政等の関係者と十分調整の上、研究内容や方法の見直し、中止等、所要の措置を講じる。また、研究所内外の研究事後評価結果については、成果のフォローアップに努めながら、行政等の関係者と十分調整の上、その後の研究開発計画に反映させる。

[年度計画]

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するため取るべき措置

(3) 研究開発の実施過程における措置

平成20年度は、以下を実施する。

航空行政、運航者等の航空関係者のニーズを随時把握し、重点研究課題を企画・提案する。研究計画の作成にあたっては、研究成果の達成目標を明確に設定し、航空関係者との間で随時、情報交換を行う。特に航空行政が抱える技術課題について、情報共有を図り重点研究の今後の方向性を確認するため、航空局との間で連絡会を開催する。また、重要な研究課題については、

航空局へ報告会を開催するとともに、航空会社等のユーザーに対しては、出前講座を開催し意見を研究に反映させる。

各研究開発課題について、社会ニーズの状況変化や外部の有識者で構成する評議員会及び研究所内の研究評価委員会による事前・中間評価結果に基づき、行政等の関係者と十分調整の上、研究内容や方法の見直し、中止等、所要の措置を講じる。また、評議員会及び研究評価委員会による事後評価結果については、成果のフォローアップに努めながら、行政等の関係者と十分調整の上、その後の研究開発計画に反映させる。

具体的には、評議員会による外部評価として、以下を実施する。

- ・平成 21 年度開始予定の重点研究課題の事前評価
- ・平成 19 年度に終了した重点研究課題の事後評価
- ・研究期間 5 年以上の重点研究課題の中間評価

また、研究評価委員会による内部評価として、以下を実施する。

- ・平成 21 年度開始予定の研究課題の事前評価
 - ・平成 19 年度に終了した研究課題の事後評価
 - ・研究期間 5 年以上の研究課題の中間評価
-

2.3.2 年度計画における目標設定の考え方

- ・研究課題の企画・提案については、研究開発課題選定手順を明確にすること及び、運航者及び空港管理者等の関係者から情報収集を行いニーズの変化に即応することを中期計画の目標として設定していることから、平成 20 年度の目標としては、研究成果の達成目標を明確に設定し航空関係者との間で情報交換を行うこと及び、航空会社等のユーザーに対して出前講座を開催し意見を研究に反映させることとした。
- ・研究開発課題の評価については、評価の結果に基づき研究内容や方法の見直し、中止等、所要の措置を講じること及び、成果のフォローアップに努めながらその後の研究開発計画に反映することを中期計画の目標として設定していることから、平成 20 年度の目標としては、事前・中間評価結果に基づき研究内容や方法の見直し、中止等、所要の措置を講じること及び、事後評価結果について成果のフォローアップに努め、その後の研究開発計画に反映することとした。

2.3.3 当該年度における取組み及び中期目標達成に向けた次年度以降の見通し

(1) 新規研究課題の企画・提案

研究課題の創出にあたっては、電子研が主催する研究発表会や出前講座等を通じた産学官との意見交換、大学や学会が主催するイノベーション研究会・シンポジウムなどへの参画を通じて、積極的に社会ニーズの把握につとめた。その結果、エアラインとの意見交換を参考に空港面管理に関する新たな研究課題を立ち上げたり、航空機メーカーを対象とした出前講座から新たな共同研究や受託研究の協力依頼が寄せられるなど、具体的な成果も出ている。

また、行政に対しては報告会、各種会議、委員会等において意見交換を行い、連絡会により社会ニーズに沿った重点研究課題を企画・提案してきた。

平成 20 年度は、重点研究課題の企画にあたっては、研究長期ビジョンに基づく重点研究課題について新たに企画・提案し、行政（航空局）の理解を得た。この結果、従来まで実施してきた整備に直結する研究課題に加えて、行政の整備計画より先行して行う長期的視点に立った研究課題についても、今後は重点研究として実施できるスキームを確立した。これにより、国際的計画（SESAR、NextGen）と調和のとれた研究課題の実施が可能となった。

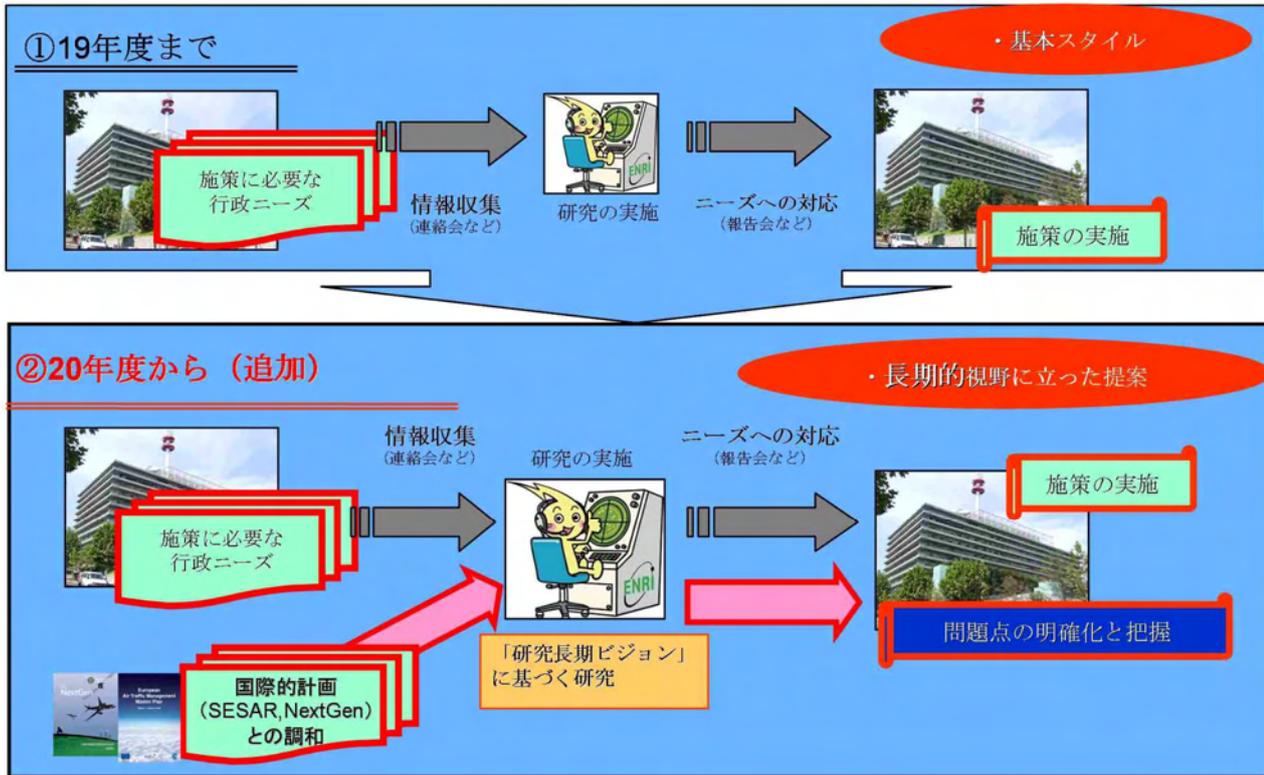


図 2.36 重点研究課題の提案手順

報告会の開催

9月25日に報告会を開催した。報告会では、これまでの電子研の活動状況を報告するとともに、「担当官以外の方々にも幅広く聞いていただき、研究成果の共有を図る」「初めて聞く方にも分かりやすい説明」をコンセプトとして、以下の研究について報告を行った。

重要な研究の経過報告

- ・ 長期ビジョンについて
- ・ トラジェクトリモデルについて
- ・ 航空交通管理における新管制運用方式に係る容量値に関する研究
- ・ 今後の管制支援機能に関する研究
- ・ 静止衛星型衛星航法補強システムの2周波対応に関する研究
- ・ 無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究
- ・ 軍民の無線信号を含む ARNS 帯域の信号環境整備

報告会の開催後、MSASの研究に関する課題の認識共有を深めるため、航空局の要望を受けてフォローアップ報告会を実施した。その結果、MSAS性能向上が前倒して実施されるなど、行政の整備計画に的確に反映された。

こうした成果を踏まえ、次回の報告会からは報告内容にメリハリをつけて、行政にとって有用な情報を、より深く報告するよう改善することとした。

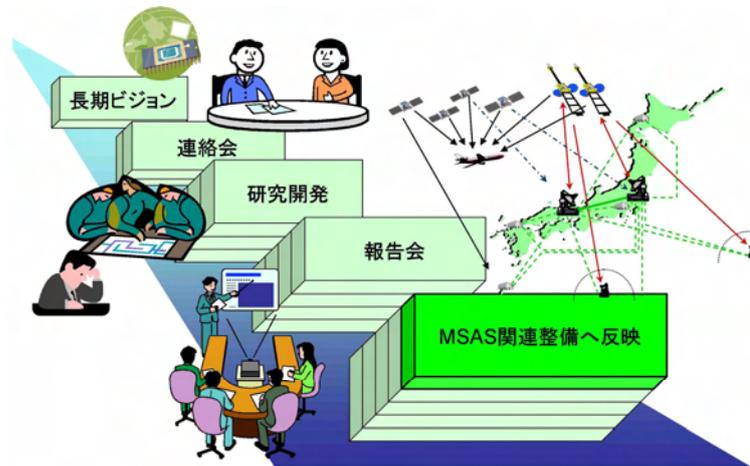


図 2.37 報告会による成果



図 2.38 報告会の様子

連絡会の開催

3月12日に連絡会を開催し、平成22年度から新たに開始を予定している重点研究課題について説明し、行政ニーズとマッチしているか確認した。

新規重点研究課題

- ・ 航空管制官の業務負荷状態計測手法の開発
- ・ 監視システムの技術性能要件の研究



図 2.39 連絡会の様子

(2) 関係者からの情報収集及び行政ニーズへの対応

当研究所では、平成 20 年度は初めて航空機メーカーを対象に「出前講座」を実施し、積極的にユーザーニーズの把握に努めた。その結果、航空機メーカーのニーズが明らかになり、今後の技術交流など航空業界との信頼関係を確固たるものとする大きな成果が得られた。

さらに安全性評価に関しては、行政ニーズに応えて的確に技術支援していくため航空局との調整を重ね、RMA/EMA 安全性評価手法に関する受託研究を実施するなど、今後の技術移転に向けた作業に着手した。

当研究所では、研究のニーズに関する情報を収集するため、随時、行政（航空局）や航空会社などと意見交換を実施している。

以下に各領域における主な活動を示す。

【航空交通管理領域の活動】

- ・ 成田空港出発方式の検討に関して、航空局及び成田国際空港(株)と調整
- ・ 洋上経路システムの高度化、ATM パフォーマンスの研究成果について、航空局への中間報告及び意見交換
- ・ 航空局に対して RMA/EMA 研修を行うことにより、空域の安全性評価に関する技術を移転
- ・ ASAS に関して航空局担当課との調整を適宜実施
- ・ 航空管制のヒューマン・ファクタに関する研究成果について国土交通省への報告及び意見交換
- ・ 航空交通シミュレーション高度化に向けた運航データ利用方策について航空会社と調整
- ・ 運航者等航空関係者との継続的情報交換
- ・ 行政等が開催する各種委員会等への参加
 - 航空交通管理業務検討委員会
 - ATM 高度化 WG
 - 空港面管制 SWG (サブ・ワーキンググループ)
 - IPACG 事前調整会議
 - Tailored Arrival に関する調査研究 WG (航空輸送技術研究センター)

【通信・航法・監視領域の活動】

- ・ 航空通信の研究に関して国土交通省航空局担当課との調整を適宜実施

- ・ GBAS の研究に関して国土交通省航空局担当課との調整を適宜実施
- ・ GBAS の研究に関して成田国際空港株式会社と空港管理者としての意見の収集を実施
- ・ GBAS の研究に関してエアライン各社と運航方式についての意見交換を適宜実施
- ・ SBAS の研究に関して国土交通省航空局担当課との MSAS 性能向上方法の提案について調整を適宜実施
- ・ 高精度測位補正技術の研究に関して国土交通省総合政策局担当課との調整を適宜実施
- ・ 高精度測位補正技術の研究に関して宇宙航空研究開発機構（JAXA）との調整を適宜実施
- ・ 高精度測位補正技術の研究に関して IS-QZSS ユーザーミーティングにおいてユーザーとの意見交換
- ・ A-SMGC システムの研究に関して国土交通省航空局担当課との調整を適宜実施
- ・ マルチラレーション監視システムの導入に向けて国土交通省航空局担当課との調整を適宜実施
- ・ 行政等が開催する各種委員会等への参加
 - データリンク運用評価検討会（国土交通省）
 - 航空無線通信委員会（総務省）
 - 航空無線通信委員会 航空監視システム作業班（総務省）
 - 航空無線通信委員会 航空無線電話・航法システム作業班（総務省）
 - 航空保安システム技術委員会 航法小委員会（航空振興財団）
 - 航空保安システム技術委員会 航空交通管制システム小委員会（航空振興財団）
 - GBAS 運航に関する調査研究ワーキンググループ（航空輸送技術研究センター）

【機上等技術領域の活動】

- ・ 航空局の担当者と、機上の携帯電子機器の許容範囲について意見交換の実施
- ・ 航空局管制技術課の担当者に対して、軍関係の電波利用状況について情報の提供
- ・ 航空局航空機安全課の担当者に対して、ATC トランスポンダおよび ACAS に関する技術情報や動向情報の提供
- ・ 航空局管制技術課の担当者に対して、新しい監視システムの技術情報や動向情報の提供
- ・ 総務省航空無線通信委員会監視作業部会にて、航空監視システム用無線機器の国際標準改定状況や信号環境予測に関する情報の提供
- ・ 日本航空宇宙工業界（SJAC）が通産省から受託した委員会にて機上監視応用関連情報の提供
- ・ 富士重工株式会社（FHI）の研究者から機上監視応用の運用効果に関するシミュレーションの状況について情報の収集
- ・ 平成 20 年 5 月および 12 月に開催された ICAO/ASP/WG 会議にて、各国の信号環境関連の研究や航空監視システムの導入状況に関する情報の収集
- ・ 平成 20 年 9 月に開催された EUROCONTROL/ADAS-DUG 会議にて、各国の ASAS 等機上監視応用の研究や監視通信システム連携運用の研究に関する情報の収集
- ・ 米国 FAA の担当者より ATC トランスポンダの誤動作事例に関する測定結果等技術資料の収集
- ・ 航空局および定期航空協会が参加し、非常時の携帯電子機器の緊急避難措置についての討議
- ・ QinetiQ 社主催 航空機電磁耐性認証ワークショップ（“ Aircraft Electromagnetic Certification Workshop 2008 ”）への参加
- ・ 行政等が開催する各種委員会等への参加

2.3 研究開発の実施過程における措置

- 航空機用先進システムの基盤技術開発委員会（日本航空宇宙工業会）
- 航空保安システム技術委員会 航法小委員会（航空振興財団）
- 航空保安システム技術委員会 航空交通管制システム小委員会（航空振興財団）
- ヘリコプタ IFR 等飛行安全研究会（航空振興財団）
- 最新無線情報通信技術の航空機に与える影響に関する調査・研究会（航空輸送研究センター）
- 航空機内における携帯電話等の利用に係る調査検討会（電波産業会）

（3）研究評価の実施及び研究計画への反映

各研究課題の事前・中間評価（第1回評議員会）において、評議員から「予算について具体的な説明がなかった」との指摘があり、新たに資料を作成して追加説明を行い、その措置について評議員にフォローアップした。また、内部評価委員会における評価結果に基づき、2 課題を延長、1 課題を中止するなど所要の措置を講じた。なお、こうした対応ぶりについては、外部有識者である評議員から高い評価を得ている。

各研究課題の事後評価においては、次年度研究計画策定のためのヒアリングで事後評価結果を復習し、今後の研究計画に適切に反映した。

なお、大綱的指針の改正をふまえて、事後評価結果をその後の研究開発計画に的確に反映できるよう、平成 21 年度より評議員会及び研究評価委員会の行程を見直すこととした。

平成 20 年度は、外部有識者から構成される評議員会を 2 回、研究所内部の研究評価委員会を 23 回実施した。

開催日	評価会	主な内容	特記事項
4月14日	第1回評価委員会	平成21年度に開始予定の重点研究課題の事前評価 RNAV 経路設定基準策定のための空域安全性評価の研究 トラジェクトリモデルに関する研究 将来の航空用高速データリンクに関する研究 空港面監視技術高度化の研究 携帯電子機器による航空機上システムの耐電磁干渉性能に関する研究	
5月1日	第1回評議員会	平成21年度に開始予定の重点研究課題の事前評価 RNAV 経路設定基準策定のための空域安全性評価の研究 トラジェクトリモデルに関する研究 将来の航空用高速データリンクに関する研究 空港面監視技術高度化の研究 携帯電子機器による航空機上システムの耐電磁干渉性能に関する研究	予算について具体的な説明がなかった。
6月16日	第2回評価委員会	平成19年度に終了した重点研究の事後評価 無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究 航空交通管理における新管制運用方式に係る容量値に関する研究 静止衛星型衛星航法補強システムの2周波対応に関する研究 今後の管制支援機能に関する研究 平成19年度に3ヶ年を終了した重点研究の中間評価 航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究	
7月3日	第2回評議員会	平成19年度に終了した重点研究課題の事後評価 無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究 航空交通管理における新管制運用方式に係る容量値に関する研究 静止衛星型衛星航法補強システムの2周波対応に関する研究 今後の管制支援機能に関する研究	今後研究の成果が反映されることを期待する。

		平成 19 年度に 3 ヶ年を終了した重点研究の中間評価 航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究	
7 月 30 日	第 3 回評価委員会	平成 19 年度終了した指定・基礎・受託の事後評価 狭域 DGPS による着陸航法システムの補正值誤差のバウンド手法の研究 スケールモデルによる ILS 高度化のための実証的研究 リアルタイムキネマティック GPS 測位方式の有効性向上に関する研究 無指向性アンテナを用いた航空機監視の研究 電子航法研究の長期ビジョンに関する調査 航空路管制業務におけるヒューマン・ファクタの評価分析手法の研究 ヒューマンエラー事故防止技術の開発	
9 月 2 日	第 4 回評価委員会	第 2 回評議員会のフォローアップ 無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究 航空交通管理における新管制運用方式に係る容量値に関する研究 静止衛星型衛星航法補強システムの 2 周波対応に関する研究 今後の管制支援機能に関する研究 航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究	
10 月 10 日	第 5 回評価委員会	平成 20 年度研究計画の中間ヒアリング 高カテゴリ GBAS のアベイラビリティ向上と GNSS 新信号対応に関する研究 GNSS 精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発	
10 月 15 日	第 6 回評価委員会	平成 20 年度研究計画の中間ヒアリング 航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究 航空機衝突防止装置の運用状況に関する研究 ミリ波センサを用いた空港面における落下物検索技術に関する研究 先端 ICT を活用した安全・安心な交通システムの開発 信号源位置推定手法に関する基礎研究	
10 月 20 日	第 7 回評価委員会	平成 20 年度研究計画の中間ヒアリング 高精度測位補正技術に関する研究 IP を利用した航空衛星通信システムに関する研究 高速大容量通信アンテナを利用した航空通信システムに関する基礎研究 電波特性の監視に関する研究 SSR モード S の高度運用技術の研究 航空機の安全運航支援技術に関する研究	
10 月 21 日	第 8 回評価委員会	平成 20 年度研究計画の中間ヒアリング 洋上経路システムの高度化の研究 航空交通流管理における管制空域の複雑性に関する研究	
10 月 29 日	第 9 回評価委員会	平成 20 年度研究計画の中間ヒアリング RNAV 導入経路のための空域安全性評価の研究 空域の安全性の定量的評価手法に関する研究 ターミナル空域の評価手法に関する研究 ATM パフォーマンスの研究 効率的な協調意思決定を支援する情報環境実現のための要素技術の調査研究 航空管制官等の健全性評価に係る生体信号処理手法の研究 受動型 SSR を利用した空港環境騒音計測システムの実用化に関する研究	
10 月 30 日	第 10 回評価委員会	平成 20 年度研究計画の中間ヒアリング GPS 受信機処理方式の高度化に関する研究 航空路管制業務のタスク分析及び作業負荷・負担の研究 航空管制のヒューマンファクタに関する基礎研究 A-SMGC システムの研究 航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究 高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究 低緯度地域における大気圏活動の GNSS 及ぼす影響の研究 曲線進入を考慮した TA 経路生成方式の基礎検討	

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためにとるべき措置

2.3 研究開発の実施過程における措置

		航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法の研究 トラジェクトリモデルに関する予備的研究 対空通信メディア高度化に関する基礎研究	
11月25日	第11回評価委員会	平成20年度研究計画の中間ヒアリング 空港における後方乱気流管制方式の技術基盤に関する研究	
12月24日	第12回評価委員会	平成22年度に開始予定の重点研究課題の事前評価 機上監視応用のための監視性能要件の研究	
2月9日	第13回評価委員会	平成20年度の終了した短期在外派遣による研究の事後評価 ASASに関する予備的研究	
2月16日	第14回評価委員会	平成21年度研究計画のヒアリング トラジェクトリモデルに関する研究 ATMパフォーマンスの研究 空港面ATMに関する予備的研究 分散認知による管制業務の技術伝承に関する研究	
2月18日	第15回評価委員会	平成21年度研究計画のヒアリング 洋上経路システムの高度化の研究 航空交通流管理における管制空域の複雑性に関する研究 空域の安全性の定量的評価手法に関する研究 ターミナル空域の評価手法に関する研究 ASASに関する予備的研究 Study on Arrival Traffic Synchronization (到着航空交通の同期化に関する研究)	
2月19日	第16回評価委員会	平成21年度研究計画のヒアリング 空港面監視技術高度化の研究 航空管制官等の健全性評価に係る生体信号処理手法の研究 受動型SSRを利用した空港環境騒音計測システムの実用化に関する研究 CPDLC卓を用いた航空路管制シミュレーションの研究 航空交通流の複雑理工学的アプローチに基づく数理モデルの研究	
2月20日	第17回評価委員会	平成21年度研究計画のヒアリング GNSS精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発 GBASによる新しい運航方式に関する研究 航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究 信号源位置推定手法に関する基礎研究 航空機の安全運航支援技術に関する研究	
2月25日	第18回評価委員会	平成21年度研究計画のヒアリング SSRモードSの高度運用技術の研究 電波特性の監視に関する研究 携帯電子機器に対する航空機上システムの耐電磁干渉性能に関する研究 空港面監視用ミリ波マルチサイトレーダシステムに関する基礎的研究 気象予測情報の航空交通管理への利用に関する調査 高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究	
2月27日	第19回評価委員会	平成21年度研究計画のヒアリング 空港面高度運用技術の研究 GPS受信機処理方式の高度化に関する研究 将来の航空用高速データリンクに関する研究 高速大容量通信アンテナを利用した航空通信システムに関する基礎研究 Study on Arrival Traffic Synchronization (到着航空交通の同期化に関する研究) 航空情報ネットワークに関する調査研究	
3月12日	第20回評価委員会	平成21年度研究計画のヒアリング 航空交通流の複雑理工学的アプローチに基づく数理モデルの研究 効率的な協調意思決定を支援する情報環境実現のための要素技術の調査研究	
3月13日	第21回評価委員会	平成21年度研究計画のヒアリング GBASによる新しい運航方式に関する研究 空港面監視技術高度化の研究	

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためにとるべき措置
 2.3 研究開発の実施過程における措置

		航空機の安全運航支援技術に関する研究 携帯電子機器に対する航空機上システムの耐電磁干渉性能に関する研究 航空情報ネットワークに関する調査研究 航空通信用データリンク・アプリケーションの調査研究	
3月27日	第22回評価委員会	平成21年度研究計画のヒアリング 効率的な協調意思決定を支援する情報環境実現のための要素技術の調査研究	
3月30日	第23回評価委員会	平成21年度研究計画のヒアリング 携帯電子機器に対する航空機上システムの耐電磁干渉性能に関する研究 機上航法装置に関する調査	



図 2.40 第1回評議員会の様子



図 2.41 第2回評議員会の様子

2.4 共同研究・受託研究等

2.4.1 中期目標、中期計画及び年度計画の内容

[中期目標]

第3 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項

2. 共同研究、受託研究等の推進

優れた研究成果を上げるためには、他の研究機関等の外部資源を最大限活用することが不可欠である。このため、当研究所の研究開発に関連する技術分野または研究開発に必要な要素技術に関する研究開発等を行っている国内外の研究機関、民間企業等との共同研究を引き続き強力に推進し、研究開発の高度化と効果的・効率的な実施を同時に実現すること。具体的には、共同研究を中期目標期間中に36件以上実施すること。

航空交通の安全確保とその円滑化を図るためには、国、空港管理者、航空機運航者、航空保安システム製造者等の航空関係者が抱える技術課題をそれぞれ解決する必要がある。これらの課題に対応し研究所の社会的貢献度を高めるため、国、地方自治体及び民間等からの受託研究を積極的に実施すること。具体的には、中期目標期間中に90件以上実施すること。

また、競争的資金を積極的に獲得すること。

他機関との密接な連携と交流を円滑に推進するため、研究者・技術者の交流会等を中期目標期間中に30件以上実施すること。

[中期計画]

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するため取るべき措置

(4) 共同研究・受託研究等

共同研究

研究開発の高度化を図り、これを効果的・効率的に実施するとともに、研究所の社会的地位と研究ポテンシャルの向上を図るため、関連する技術分野を対象に研究活動等を行っている国内外の大学、研究機関、民間企業等との共同研究を推進する。具体的には、共同研究を中期目標期間中に36件以上実施する。

受託研究等

国、地方自治体及び民間等が抱えている各種の技術課題を解決するため、受託研究等を幅広く実施する。具体的には、受託研究等を中期目標期間中に90件以上実施する。また、競争的資金を積極的に獲得する。

研究交流

他機関との密接な連携と交流を円滑に推進するため、研究者・技術者の交流会等を中期目標期間中に30件以上実施する。

[年度計画]

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するため取るべき措置

(4) 共同研究・受託研究等

共同研究

研究開発の高度化を図り、これを効果的・効率的に実施するとともに、研究所の社会的地位と研究ポテンシャルの向上を図るため、関連する技術分野を対象に研究活動等を行っている国内外の大学、研究機関、民間企業等との共同研究を推進する。

- ・ 前中期目標期間から継続して実施する共同研究を実施し、新たに 4 件以上の共同研究を開始する。

受託研究等

国及び民間等からの受託研究等を 18 件以上実施し自己収入の増大を図るとともに、受託研究終了時には顧客満足度調査を実施し、今後の受託研究活動に反映させる。その他、競争的資金に積極的に応募し、その獲得に努める。

研究交流

他機関との密接な連携と交流を円滑に推進するため、研究交流会など研究者・技術者の交流会等を 6 件以上実施する。

2.4.2 年度計画における目標設定の考え方

- ・ 共同研究については、中期計画で 36 件以上の数値目標を設定していたが、平成 19 年度までに 38 件の共同研究を実施し目標を達成したため、平成 20 年度の目標としては、新たに 4 件以上の共同研究を開始することとした。
- ・ 受託研究等については、中期計画で 90 件以上の数値目標を設定していることから、平成 20 年度の目標としては 18 件以上を設定することとした。また、競争的資金にも積極的に応募し、その獲得に努めることとした。
- ・ 研究交流会については、中期計画で 30 件以上の数値目標を設定していることから、平成 20 年度の目標としては 6 件以上を設定することとした。

2.4.3 当該年度における実績

(1) 共同研究の実施

平成 20 年度共同研究の実施状況

研究開発にあたっては、海外機関では国立科学研究センター（仏国）及びニース・ソフィアアンティポリス大学（仏国）と三者で、ミリ波センサーを用いた空港面における落下物探索技術に関する共同研究契約を締結した。また、レディング大学（英国）とも共同研究契約の締結に向けた調整を行い、平成 21 年度からの実施に向けた準備が完了した。さらに、DSNA（仏国）とは共同研究に関する協定書を締結し、現在は具体的な活動内容を規定するための Annex について調整中であり、このほか NLR（オランダ）とも共同研究実施に向けた調整を進めている。

特に、国立科学研究センター、ニース・ソフィアアンティポリス大学とは、本共同研究契約の締結以前から 8 年余りにわたり、ミリ波を用いた障害物探知技術などの研究を緊密な相互協力体制のもと実施してきた。その成果として、ヘリコプタ搭載用障害物探知システムの技術開発に成功しており、現在、その発展として「W 帯（ミリ波）レーダに関する研究」を共同研究契約のもと実施しているところである。

平成 20 年 9 月には、ニース・ソフィアアンティポリス大学と電子航法研究所の研究交流をさらに促進するため、平成 21 年度日仏交流促進事業（SAKURA プログラム）に国立科学研究センター支援のもと応募し、採択が決定した。この SAKURA プログラムは、

日仏両国の研究者による共同研究の促進と、日仏の人的ネットワークの幅を広げることが主目的として日本学術振興会が募集している競争的資金の一つで、例年 100 件以上の応募がある中、審査を経て 15 件程度が採択される競争率が高いものである。今回、当研究所の応募が採択されたのは、上記のような共同研究の実績および当研究所の国際活動が評価された結果といえ、共同研究の有効性とその相乗効果を証明する特筆すべき成果と捉えている。



共同研究に関する討議(仏国 ニース・ソフィアアンティボリス大学にて)

一方、国内では次表に示すとおり、民間企業、大学、研究開発独立行政法人など多くの機関と共同研究契約を締結し、積極的に産学官の連携を図っている。

このように、国内外の研究機関との共同研究実施に向けた調整を進めた結果、平成 20 年度は継続中の 18 件に加えて新たに 13 件の共同研究を立ち上げ共同研究を推進した。

さらに、平成 20 年度は「共同研究取扱規程」の改訂を行い、民間企業等からの資金受け入れや大学等への資金提供を可能とするスキームを確立するなど、共同研究の更なる推進に向けて環境の改善を図った。

No.	区分	共同研究名	相手機関	電子研における研究課題名 (H20)
1	継続 (H15.10～)	準天頂衛星を利用した高精度測位実験システムの研究	(独)宇宙航空研究開発機構	高精度測位補正技術に関する研究
2	継続 (H19.4～)	後方乱気流の航空機におよぼす影響の研究	(独)宇宙航空研究開発機構 ----- 東北大学	空港における後方乱気流管制方式の技術基盤に関する研究
3	継続 (H17.11～)	衛星航法システムにおける衛星軌道情報の影響に関する共同研究	富山商船高等専門学校	GNSS 精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発
4	継続 (H18.2～)	A-SMGC 実験システムの構築と接続評価	(独)交通安全環境研究所	A-SMGC システムの研究
5	継続 (H18.4～)	GNSS の信号品質とマルチパス特性の評価に関する共同研究	東京海洋大学	高カテゴリ GBAS のアベイラビリティ向上と GNSS 新信号対応に関する研究
6	継続 (H18.6～)	光・ミリ波マーカー及び航法援助装置の開発	(株)レンスター	ミリ波センサーを用いた空港面における落下物探索技術に関する研究
7	継続 (H18.9～)	航空用データ通信システムに関する共同研究	千葉工業大学	航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究
8	継続 (H18.10～)	極地における GNSS 連続観測	大学共同利用機関法人情報・システム研究機構	高緯度地域における GPS 観測による電離圏・大気圏の研究
9	継続 (H18.10～)	東洋医学の診察所見と音声情報との関係	明治鍼灸大学	航空管制官等の健全性評価に係る生体信号処理手法の研究
10	継続 (H19.4～)	航空管制用二次監視レーダの追尾性能の向上の研究	長崎大学	SSR モード S の高度運用技術の研究
11	継続 (H19.5～)	カオス論的発話音声分析技術の応用とその実用化に関する研究	セレブラルダイナミックス(株)	航空管制官等の健全性評価に係る生体信号処理手法の研究
12	継続 (H19.5～)	カオス論的発話音声分析装置の小型高性能化に関する研究	阿部産業	航空管制官等の健全性評価に係る生体信号処理手法の研究
13	継続 (H19.11～)	車両運転操作の発話音声に及ぼす影響に関する研究	芝浦工業大学	航空管制官等の健全性評価に係る生体信号処理手法の研究
14	継続 (H19.11～)	発話音声と大脳の成長の関係に関する研究	日本女子大学	航空管制官等の健全性評価に係る生体信号処理手法の研究
15	継続 (H19.12～)	発話音声に対する年齢と性および運転操作の影響検討	(財)鉄道総合技術研究所	航空管制官等の健全性評価に係る生体信号処理手法の研究
16	継続 (H19.12～)	時系列信号の時間局所的なカオス性評価手法の研究	関西学院大学	航空管制官等の健全性評価に係る生体信号処理手法の研究
17	継続 (H20.2～)	飛行経路最適化に関する研究	東京大学	ASAS に関する予備的研究
18	継続 (H20.3～)	受動型 S S R 装置の研究開発	(財)空港環境整備協会	受動型 S S R を利用した空港環境騒音計測システムの実用化に関する研究

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置

2.4 共同研究・受託研究等

19	新規 (H20.4~)	極域におけるGPSシンチレーション観測	名古屋大学太陽地球環境研究所 ----- 国立極地研究所	高緯度地域におけるGPS観測による電離圏・大気圏の研究
20	新規 (H20.4~)	衛星航法システムにおけるディファレンシャル補正情報の生成および伝送に関する共同研究	富山商船高等専門学校	GNSS精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発
21	新規 (H20.4~)	航空管制業務のモデル化	東京大学	航空路管制業務のタスク分析及び作業負荷・負担の研究
22	新規 (H20.5~)	メッシュ法による航空機用電磁波シールド窓の評価試験	三菱重工業(株)名古屋航空宇宙システム製作所 ----- (株)フジワラ	携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究
23	新規 (H20.7~)	携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究	北海道大学	携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究
24	新規 (H20.7~)	衛星航法に係わる電離圏の影響に関する共同研究	(独)情報通信研究機構 ----- 京都大学大学院理学研究科 ----- 名古屋大学太陽地球環境研究所	GNSS精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発
25	新規 (H20.7~)	自律飛行ヘリコプタの衝突防止システムに関する研究	九州大学	先端ICTを活用した安全・安心な交通システムの開発
26	新規 (H20.10~)	CEM値による覚醒レベル評価に関する研究	芝浦工業大学 ----- (財)鉄道総合技術研究所	航空管制官等の健全性評価に係る生体信号処理手法の研究
27	新規 (H21.3~)	レンズアンテナ特性の実現性に関する研究	日本信号(株) ----- (株)レンスター	先端ICTを活用した安全・安心な交通システムの開発
28	新規 (H21.3~)	76GHz 定在波レーダの開発	(財)雑賀技術研究所	先端ICTを活用した安全・安心な交通システムの開発
29	新規 (H21.3~)	GBASの利用向上に係わる研究開発	(独)宇宙航空研究開発機構	GNSS精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発
30	新規 (H21.3~)	スプラディックE層のGNSSへの影響評価に関する研究	電気通信大学	GNSS精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発
31	新規 (H21.3~)	Etudes de radars en bande W - W帯レーダに関する研究	フランス国立科学研究センター ----- ニース・ソフィアアンティポリス大学	ミリ波センサーを用いた空港面における落下物探索技術に関する研究

共同研究における相乗効果

電子航法研究所では、共同研究を積極的に推進することにより外部の研究者・技術者が持つ知見を活用し、当研究所だけでは実施不可能な研究課題にも積極的に取り組んでいる。また、大学等との共同研究は当該分野の若手研究者を育成するという効果も生んでいる。主要な共同研究の相乗効果について、以下にまとめる。

No.	共同研究名	成果
1	準天頂衛星を利用した高精度測位実験システムの研究	高精度測位実験システム開発について、単独では、多大な時間と費用を要すると考えられるが、本共同研究に基づき、それぞれが得意とする分野を分担してシステム開発を担当し、費用、時間を有効に使っている。また、両者各実験システム間のインターフェース調整を綿密に行い、各実験システムのインターフェース決定を効率的に行うことができています。
2	後方乱気流の航空機におよぼす影響の研究	電子航法研究所と情報通信研究機構のライダーおよび宇宙航空研究開発機構のヘリコプタを用いて仙台空港で風観測実験を行い、仙台空港周辺の風の3次元構造を解明し、この観測データは当研究所の開発する局所スケール気象予報システムの性能向上に役立てられた。
3	衛星航法システムにおける衛星軌道情報の影響に関する共同研究 他1件	リアルタイム観測点のない北陸地方に電子航法研究所独自の受信機を設置する場合、設置環境を整えるため、多くの時間と費用を要するが、本共同研究により、富山商船高専にGPS受信機を設置してリアルタイムデータ取得が可能になり、リアルタイムシステムの一部とすることができている。また、GPS観測に関するノウハウを有する当所が海上におけるディファレンシャルGPS実験に協力し、北陸地方における研究協力関係の基盤が構築された。
4	A-SMGC 実験システムの構築と接続評価	交通安全環境研究所は灯火誘導機能の開発、当研究所は監視センサー及び経路設定機能の開発というそれぞれの専門分野を結合することにより効率的に灯火誘導システムの開発を進めることができた。
5	GNSSの信号品質とマルチパス特性の評価に関する共同研究	GBAS(地上補強型衛星航法システム)の基準局であるGPS受信機に対する誤差要因の理論的解析が進み、GPS衛星信号の歪み及びマルチパスに起因する誤差に対する監視及び予測が可能になることが期待できる。
6	光・ミリ波マーカーおよび航法援助装置の開発	新たなレンズ反射器、レンズアンテナを共同開発し、良好な特性が得られることが確認され、新規特許2件を申請した。
7	航空用データ通信システムに関する共同研究	当研究所は現行航空無線の通信量に関する統計データ取得と解析、千葉工業大学は変調方式の検討と伝送誤り特性の評価を行った。業務分担により研究効率を上げられた。成果では航空用データ通信の伝送特性等が明らかになってきた。また、共著での学会発表を通じて双方に有益な情報交換が行え、学生の卒論・修論の取りまとめにも役立った。
8	極地におけるGNSS連続観測	電子航法研究所のみでは実施できない南極におけるGNSS信号観測のための枠組みが確立され、観測データの収集を行った。また、新たな電離層観測方法を南極で実施することにより、地球環境観測の発展、電離層擾乱の伝搬によるGNSSへの影響のメカニズム解析への貢献が期待できる。
9	航空管制用二次監視レーダの追尾性能の向上の研究	効率的な評価実験を実施することができた。
10	カオス論的発話音声分析装置の小型高性能化に関する研究 他7件	発話音声分析装置としてのハードウェア性能の向上が実現された。また、米国航空局関係者等に対する広報宣伝活動も、米国の協力者を通じて行うことができる様になった。
11	飛行経路最適化に関する研究	お互いの知見を活用し、効率的に研究を進めることができた。また、研究の一部が学会で発表され、研究交流や人脈の拡大に繋がった。

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置

2.4 共同研究・受託研究等

12	航空管制業務のモデル化	本共同研究では、シミュレーションデータや現場データの解析により管制官が発出する指示や調整事項について書き起こしを基に、状況の説明、規定等による作業の理由付けを行ってきた。また、管制官チームでの協同作業について、ビデオ画像や規定により解析し、業務のモデル化を進展させている。
13	携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究	航空機内電波分布予測精度向上のために、幾何学的モデリングを精密に行った。また計測・計算の位置合わせを正確に行うことで、見通しエリアにおいては2-3dBの誤差範囲内で推定できることが示された
14	衛星航法に係わる電離圏の影響に関する共同研究	それぞれの機関が単独で観測、解析を行うためには、多額の費用と時間を要する電離圏プラズマバブルの観測、イメージャーデータの解析、電離圏擾乱測定・解析についてそれぞれが観測しているデータの相互利用、解析結果の相互利用により効率的で広範囲における電離圏観測が実施でき、電離圏現象のGNSSへの影響を効率的に解析できている。GBASのリスク管理技術の開発において、日本周辺特有の電離圏脅威モデルについて電離圏研究の専門家による検討が行われている。研究会での発表等研究交流、人脈の拡大に繋がっている。
15	自律飛行ヘリコプタの衝突防止システムに関する研究 他2件	模型用ヘリコプタを用いて、周囲状況監視支援システムと連動させることで、自律的に飛行し飛行しながら周囲状況に応じて進路を変更して目的地へたどりつけるようなシステムの開発を開始した。初年度はセンサ部飛行データを取得するデータリンクの構築を行い、共同実験を実施した。
16	GBASの利用性向上に係わる研究開発	地上形衛星航法補強システム(GBAS)が実用化し広く受け入れられるには、当所が得意とするシステム機器の開発だけではなく、GBASの特長を最大限に活かす利用技術の開発が欠かせない。本邦航空業界からも強く期待されている曲線進入方式など新しい運航方式の開発には、電子航法ばかりではなく航空機の飛行特性や飛行制御技術についての知見も必要である。本共同研究によって双方の得意とする研究分野の相乗効果が大きく期待される。
17	スボラディックE層のGNSSへの影響評価に関する研究	L1測距信号にスボラディックE(Es)層の発生に伴う強度変動があるとの報告に対して、GBASにおける、Es層の発生によるL1測距信号の強度変動のリスクに対する評価が可能となる。

(2) 受託研究の実施

平成20年度受託研究の実施状況

受託研究では、研究職45名の組織ながら継続中の1件に加えて新たに17件(合計18件)の受託研究を実施し、目標を上回る自己収入24百万円を獲得した。特に、マルチラテレーション関連では5件の受託研究を実施するなど、安全性を担保しながら空港容量を拡大したいという社会ニーズに応えるべく、当研究所としても最大限の人的リソースを投入して積極的に対応した。

No	受託件名	受託内容	委託者区分
1	航空管制のヒューマンファクタに関する基礎研究(認知実験による管制パフォーマンス評価指標の確立)	航空路及び進入管制業務に関する認知モデル構築のための認知実験を実施し、タスク分析等を行うことにより、レーダ対空席及びレーダ調整席管制官の思考・判断のプロセスを解明する。	民間
2	マルチラテレーション導入評価委託(エプロンエリア)-2箇年	成田空港エプロンエリアでのマルチラテレーション導入に際し、必要となる技術的要件の取り纏めのため、評価用機器による性能評価、運用評価を実施する。	民間
3	電磁波遮蔽容器の電磁波遮蔽に関する検証等について	機内で使用制限対象の電子機器に使用する、電磁波遮蔽容器試作品の電波特性を検証する。	民間

4	準天頂衛星による高精度測位補正に関する技術開発	サブメータ級以下の測位精度を実現する高精度測位補正技術の確立のための技術開発を行う。	国
5	先端 ICT を活用した安全・安心な交通システムの開発	障害物や侵入者などを事前に探知し、障害物との衝突や、テロリスト等の侵入を回避するための高度な監視支援システムの開発を行う。	国
6	PRISMに搭載するアンテナ(ダイポールアンテナ、モノポールアンテナ、ターンスタイルアンテナ)の利得、指向性測定のための施設、機器使用	電波無響室を使用し、PRISMに搭載するアンテナ(ダイポールアンテナ、モノポールアンテナ、ターンスタイルアンテナ)の利得、指向性を測定する。	大学
7	車載型拡張スキッタ送信機の評価	車載型拡張スキッタ送信機の空港内における性能評価試験を行う。	民間
8	マルチラレーション管制機器化評価委託	東京国際空港においてASDEと接続し管制機器化に必要な要件をとりまとめる。また、成田国際空港においてマルチラレーションが所要の性能を發揮できるか評価する。	国
9	航跡データ変換作業委託	「成田国際空港同時並行出発方式の調査・研究作業」の評価確認に使用する航跡データを処理可能な情報(レーダ航跡情報)に分類・変換する。	民間
10	大阪、関西、福岡空港マルチラレーション整備基本設計に関する支援業務	大阪、関西、福岡空港マルチラレーション整備基本設計支援として3空港に導入予定のシステムに関する技術的アドバイス及び最新技術動向調査を行う。	民間
11	全地球的測位システムの利用に係る研究	衛星航法システムの精度及び利用率向上手法の研究	民間
12	多受信ノード情報に基づく位置推定法における精度向上に係る研究	航空機の位置情報に関する演算精度及び利用率向上手法の研究	民間
13	航空移動衛星業務の最適な衛星通信設定方法に関する解析業務	実際の航空移動衛星業務の運用に資する最適な衛星通信の設定方法に関する解析業務	民間
14	I L S における積雪影響の軽減試験評価作業	積雪地域における空港 I L S について、安定運用を行うために積雪の影響による電波変動の軽減方法を評価する。	国
15	中部、那覇空港のマルチラレーション整備予備設計に関する支援業務	中部、那覇空港マルチラレーション整備予備設計支援として2空港に導入予定のシステムに関する技術的アドバイスを行う。	民間
16	東京国際空港周辺電波環境調査に関する支援作業	東京国際空港内、I L S T - D M E の電磁干渉調査に関する技術的アドバイス	民間
17	地域監視機関(Regional Monitoring Agency :RMA、垂直(高度)面監視)に係る支援作業	空域の安全性評価関連の調査や予備設計に関する数学モデルの技術資料作成	民間
18	インルート監視機関(En-route Monitoring Agency :EMA、水平面監視)に係る支援作業	空域の安全性評価関連の調査や予備設計に関する数学モデルの技術資料作成	民間

民間からの受託研究（例）

ア．車載型拡張スキッタ送信機の評価試験

【概要】

東京国際空港におけるD滑走路増設や成田国際空港におけるB滑走路の北伸など、空港容量の拡張に伴い交通量の増大や運用の複雑化が想定されており、空港面監視を支援するシステムとしてマルチラレーションの整備が進められている。このマルチラレーションは、航空機に搭載されたトランスポンダから送信されるスキッタやSSR（Secondary Surveillance Radar）モードS応答を複数の受信局で検出して、その検出時間差から航空機の位置を測定する監視システムである。一方、滑走路や誘導路を走行するトーイングカー等の車両についても同時に監視したいとの要望があり、航空機搭載用トランスポンダと同じ形式の信号を自発的に送信する車載型拡張スキッタ送信機の開発が進められている。

当研究所では、東洋無線システム株式会社が試作した車載型拡張スキッタ送信機について性能評価の委託を受け、東京国際空港に設置されているマルチラレーション評価用装置を利用して評価試験を実施した。

【研究成果】

評価試験は、ADS-Bによる監視方式とマルチラレーションによる監視方式について、海外にて使用実績のある製品と比較することで実施することとした。

その結果、ADS-Bによる監視方式の評価試験では、海外社製品と同等の性能結果が得られたものの、マルチラレーションによる監視方式の評価試験では、受信電力不足に伴う性能低下が確認された。この点については、アンテナ放射電力の低下に起因するものであると推測されるので、アンテナと送信機を一体型構成にしてケーブル損失を低減することやアンテナの放射パターンを改善することなど、性能向上に必要な改善措置についても、とりまとめて報告した。



車載型拡張スキッタ送信機の外観



実験用車両外観

国からの受託研究（例）

ア．ILSにおける積雪影響軽減試験評価作業

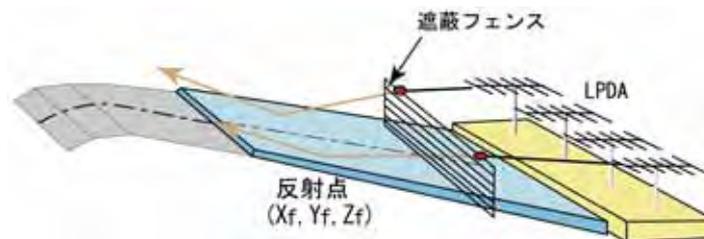
【概要】

積雪地域における空港の ILS（計器着陸装置）について、安定運用を行うために積雪の影響による電波変動の軽減方法を評価するものである。軽減方法の評価にあたっては、回折波及び反射波の遮蔽による効果を理論的・実証的に確認し、整備要件を整理する。

【研究成果】

降雨に伴う融雪による LLZ のコース誤差改善を目的とした遮蔽構造体（図 1）を提案し、評価した。（評価結果は以下のとおり）

- (ア) 遮蔽フェンスを設置しない場合、FFM に降雨・融雪による短期変動と長期変動が生じる。長期変動は反射面の雪質の左右非対称性により $|DDM|$ 15 μA のコース誤差が生じるが、遮蔽フェンスを用いれば、長期変動が FFM の定常状態にまで抑圧される。
- (イ) 一方、短期変動はアンテナ根元の積雪との結合による LPDA 放射パターンの変化によるもので、今回の評価により $|DDM|$ 2.5 μA のコース誤差を生じることが確認された。この成分は遮蔽フェンスを用いても除去できない近傍界の現象である。
- (ウ) 短期変動は CAT のコースアラインメント（ $|DDM|$ 4 μA ）に肉薄するが、降雨後に発生するため、降雨時にカテゴリーダウンをする等の運用上の措置を講ずれば冬季 CAT 実施の可能性も考えられる。
- (エ) 短期変動の低減方法としては、LLZ アンテナ直下～10m の区間を定めて、降雨・融雪時に 20～30cm 以下の除雪と遮蔽フェンスを併用する方法、除雪の代わりに LLZ アンテナ直下～10m の区間に水槽を設けて雪を溶かす方法、LLZ アンテナと遮蔽フェンスの間にワイヤープレートを張る方法等がある。今後、十分に検討する必要がある。



(a) LLZ反射面の遮蔽フェンス



(b) 遮蔽フェンス工事写真

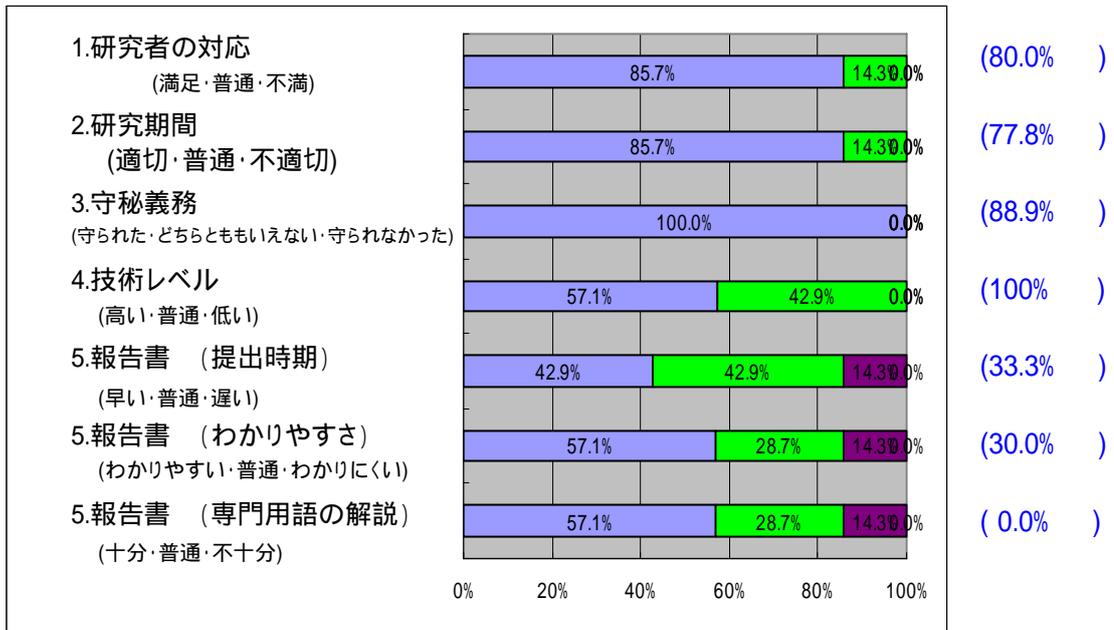
図 1 LLZ積雪反射面の遮蔽構造体

顧客満足度調査の実施と反映

受託研究の顧客満足度調査結果を研究者にフィードバックし、発注者から「わかりにくい」との意見が多かった専門用語については、報告書を提出する際に事前チェックして頂くなどの改善を図った。その結果、「報告書」についてのアンケート結果は「わかりやすい」とする回答が前年度の30%から57%に向上し、「専門用語の解説」についても「十分」との回答が前年度の0%から57%へと大きく改善した。

研究の実施状況について

前年度比較



競争的資金への応募

当研究所では、科学研究費補助金などの外部競争的資金にも積極的に応募している。平成20年度は、12件応募した中から「ミリ波技術による微小物体検出の研究」(主任)、「平成21年度科学研究費補助金若手研究(B)」(主任)、「平成21年度科学研究費補助金基盤研究(B)」(分担)、「南極地域観測第 期計画(萌芽研究)」(分担)、「南極地域観測第 期計画(一般研究)」(分担)の5件が採択され、競争的資金を獲得した。

科学研究費補助金については、以下の文部科学省発表資料にもあるとおり、平成20年度は応募件数が4.8%増加、採択率が1.6%減少と、各研究機関が外部資金の獲得を目指して競争率が高まっている中、当研究所では、科研費全体の採択率22.7%の約2倍に相当する採択率41.7%という極めて高い成果を上げた。

平成20年度の科学研究費補助金(科研費)は、応募のあった約13万7千件の研究課題のうち、ピア・レビューによる厳正な審査を経て、約5万7千件を採択し、総額約1,558億円(直接経費)を交付することとなりました。このうち、新規採択分については、約10万4千件の応募に対し、約2万4千件を採択し、総額約639億円(直接経費)の交付となっています。

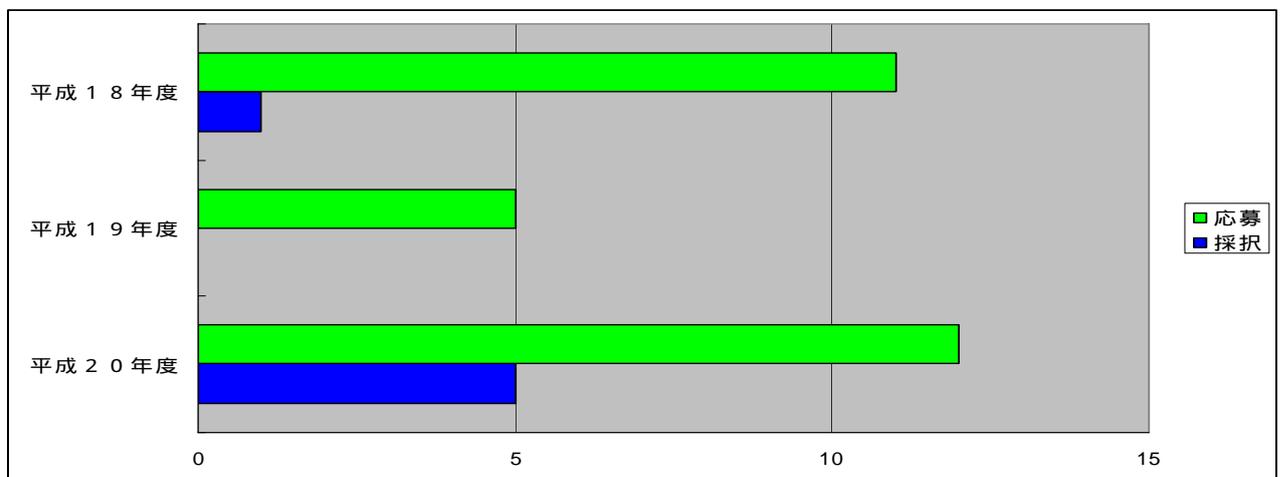
新規応募件数は、前年度より4,817件(4.8%)増、採択件数は548件(2.3%)減でした。また、採択率は、前年度より1.6%減の22.7%となりました。(文部科学省HPより)

さらに、積極的に共同研究を推進して研究成果を重ねてきた結果、共同研究相手の当研究所に対する期待も高く、東北大学や国立極地研究所など共同研究相手と共に競争的資金に共同応募するケースが増えている。特に、東北大学と共同で「平成21年度科学研究費補助金基盤研究(B)」に応募し、採択された「予防安全支援のための創発型認知シミュレーションの開発とその適用手法に関する研究」は、平成18年度に(独)鉄道

建設・運輸施設整備支援機構（鉄道・運輸機構）の競争的資金（運輸分野における基礎的研究推進制度）を獲得して行った共同研究「航空管制のヒューマンファクタに関する基礎研究」の成果が高く評価されたことの表れである。

No.	競争的資金名	課題名	参画機関（：研究代表）	結果
1	平成 20 年度科学研究費補助金 新学術領域研究（研究課題提案型）	航空交通容量最大化のための航空交通流の解明 とその管理	電子航法研究所	-
2	平成 21 年度国際交流事業日仏交流促進 事業<SAKURA>共同研究(仏外務省)	ミリ波技術による微小物体検出の研究	電子航法研究所	採択
3	平成 21 年度科学研究費補助金 基盤研究（B）	予防安全支援のための創発型認知シミュレシ ョンの開発とその適用手法に関する研究	東北大学 東京大学 電子航法研究所	採択
4	平成 21 年度科学研究費補助金 挑戦的萌芽研究	ベルトコンベア式 GPS による氷河の氷厚変化計 測システムの開発	国立極地研究所 電子航法研究所	-
5	平成 21 年度科学研究費補助金 挑戦的萌芽研究	衛星ロケット・ビーコン観測と GPS-TEC による 電離圏複合トモグラフィの研究開発	京都大学 名古屋大学 北海道大学 電子航法研究所	-
6	平成 21 年度科学研究費補助金 基盤研究（B）	VHF レーダー南北半球同時観測による赤道低緯 度電離圏の日々変動機構の解明	京都大学 名古屋大学 情報通信研究機構 電子航法研究所	-
7	平成 21 年度科学研究費補助金 若手研究（B）	デジタル受信機を用いたパッシブレーダーに よるプラズマバルブ広域監視法の研究開発	電子航法研究所	採択
8	平成 21 年度科学研究費補助金 基盤研究（B）	スケールモデルを用いた航空機監視システムの 監視性能向上技術の研究	電子航法研究所 長崎大学 電気通信大学	-
9	平成 21 年度科学研究費補助金 基盤研究（C）	海上保安庁 D G P S システムにおける D G P S 補正データの受信に関する研究	富山商船高等専門学校 電子航法研究所	-
10	南極地域観測第 期計画（萌芽研究）	無線通信による野外 G P S データの遠隔回収実 験およびフィールド長期間観測試験	国立極地研究所 電子航法研究所	採択
11	南極地域観測第 期計画（一般研究）	繰り返し絶対重力測定と GPS 測定による東南極 沿岸域における後氷期地殻変動速度の推定	国立極地研究所 京都大学 電子航法研究所	採択
12	平成 21 年度地域の科学舎推進事業 地域活動支援	南極ってどんなところ？ ～越冬隊員といっしょに南極の不思議を探ろう ～	電子航法研究所	-

競争的資金の応募・採択件数



外部競争的資金により行う受託研究

ア．航空管制のヒューマンファクタに関する基礎研究

電子航法研究所は、(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構(鉄道・運輸機構)の競争的資金(運輸分野における基礎的研究推進制度)による受託研究として、東京大学、東北大学の研究グループと共同で「航空管制のヒューマンファクタに関する基礎研究」(H18~20年度)を実施し、航空管制官の思考・判断の過程をモデル化し、管制官のパフォーマンスを評価する技術を開発した。さらに、安全上の問題点を予測・発見するために、管制官の判断・行動をコンピュータシミュレーションするシステム(管制官認知シミュレータ)を開発した。



認知実験風景



本研究の概要

本研究で得られた主な成果は、「管制官認知モデルの構築」、「管制業務パフォーマンス評価指標の開発」、「管制官認知シミュレータの開発」で、当研究所は、主に「管制業務パフォーマンス評価指標の開発」を担当するとともに、「管制官認知モデルの構築」や「管制官認知シミュレータの開発」においても、研究開発の基盤となる管制官データの収集や解析等において、共同研究相手である東京大学や東北大学と積極的に協力して研究開発に取り組んだ。なお、「管制業務パフォーマンス評価指標の開発」に関する研究概要と成果は以下の通り。

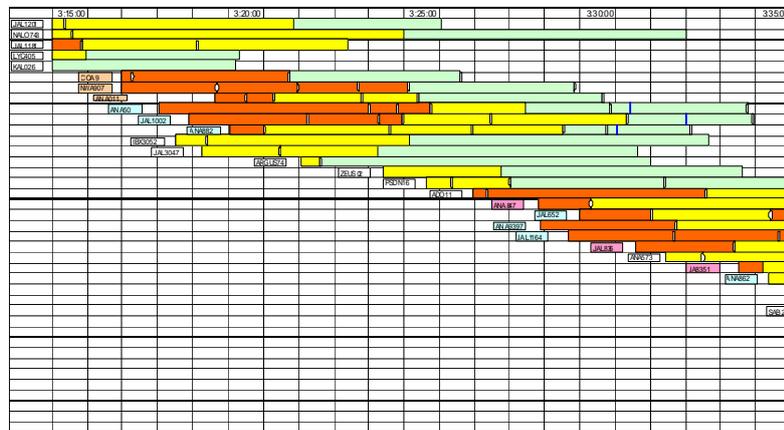
【概要】

航空交通の高度な安全性・信頼性を確保するために、航空管制業務におけるヒューマンエラーの防止が重要な課題となる。そこで、本研究では、航空路管制業務を対象とした認知実験や現場観察と現場データの分析に基づき、航空管制官の状況認識、思考・判断、複数の管制官によるチーム協調の認知プロセスをモデル化するとともに、この認知モデルをベースに、航空管制のヒューマンファクタにおける実用的な解析・評価ツールとして、管制パフォーマンス評価指標および管制官認知シミュレータの開発を行う。これらの研究・開発を通じて航空管制のヒューマンファクタに関する技術的基盤を確立する。管制官や訓練教官への聞き取り調査、また研究用シミュレータを用いた認知実験により、管制官認知モデルの構築に必要な知見を得て、現場感覚に即した管制パフォーマンスに関する評価基準を確立する。

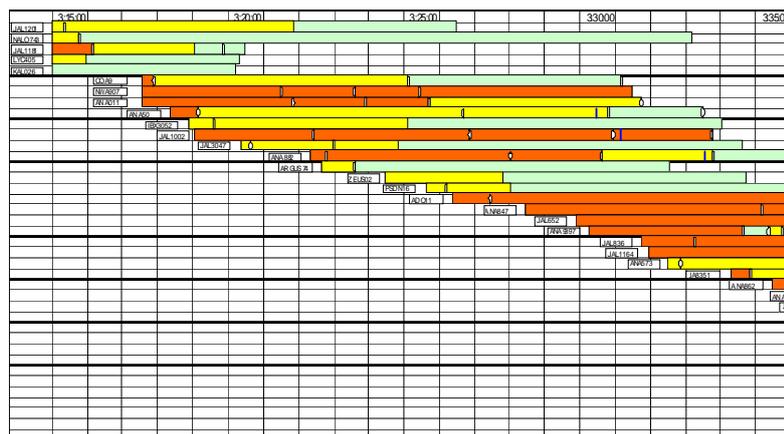
【研究成果】

現役管制官を被験者とする実時間航空路管制シミュレーション装置を用いた認知実験、および国土交通省東京航空交通管制部における現場観察・調査を実施した。これらを通じて得られた音声通信記録、ビデオ撮影記録等を分析し、管制官のタス

クおよび思考過程を明らかにするとともに、管制官のパフォーマンスの評価手法および可視化を開発した。G.Klein が提唱した RPD (Recognition-Primed Decision making) モデルと管制業務タスクを 4 段階に分類したタスクレベルを関連付け、認知実験結果をグラフにより表記した。また、管制官によるタスクレベルのグラフ検証においても、ほぼ妥当な結果との評価であった。このような可視化は、パフォーマンス評価を必要とする他の分野においても応用可能と思われる。



評価結果(被験者 A)



評価結果(被験者 B)

運輸技術研究開発調査費で行う受託研究

ア. 準天頂衛星による高精度測位補正技術に関する技術開発

【研究の概要】

本研究は、日本のどこでも、天頂付近からの高精度測位サービスの提供を可能とする準天頂衛星システムの実現を目指して、国による技術開発・軌道上実証、民間による事業化という官民役割分担の下、経済活性化のための研究開発国家プロジェクトとして、準天頂衛星システムの研究開発が総務省、文部科学省、経済産業省及び国土交通省の4省庁の連携により進められていることを背景として、平成15年度から開始された。

国土交通省においては、衛星測位・通信技術を交通分野、防災、国土管理等へ活用するため、センチメートル級の高精度測位サービスの実現に向けた技術開発を行うとともに、移動体等への利用技術の開発を行うこととしており、本受託研究はこの一環として行うものである。

本研究においては、既存の衛星測位システムを上回るメートル以下の精度を可能とする準天頂衛星を用いた高精度測位補正技術を確立するために必要となる完全性監視方

式、電離層遅延推定方式等の技術課題の解決を図る。開発された技術の評価に当たっては、地上で機能・性能を確認するとともに、平成 22 年度に打ち上げられる予定の準天頂衛星を用いて技術実証実験を行う。

本研究の成果が、鉄道などの高速移動体の安全性向上に寄与する高精度・高信頼性の衛星測位システムの実現に資することを目的としている。

【平成 20 年度の成果】

平成 20 年度は下記項目を実施した。

1. 高精度測位補正実験システム地上総合評価試験及び試験結果解析

本評価試験により以下のことを確認した。

- (1) 電子基準点観測データからリアルタイムで生成された補正情報を、衛星シミュレータ経由でプロトタイプ受信機（利用者装置に相当）に入力できる
- (2) プロトタイプ受信機により、衛星シミュレータ経由で入力された補正情報を受信・解読でき、その補正情報を用いた測位計算がリアルタイムで実行できる
- (3) リアルタイムで生成・配信された補正情報により、測位精度の改善・信頼性の確保が可能である

イ．先端 ICT を活用した安全・安心な交通システムの開発

【研究の概要】

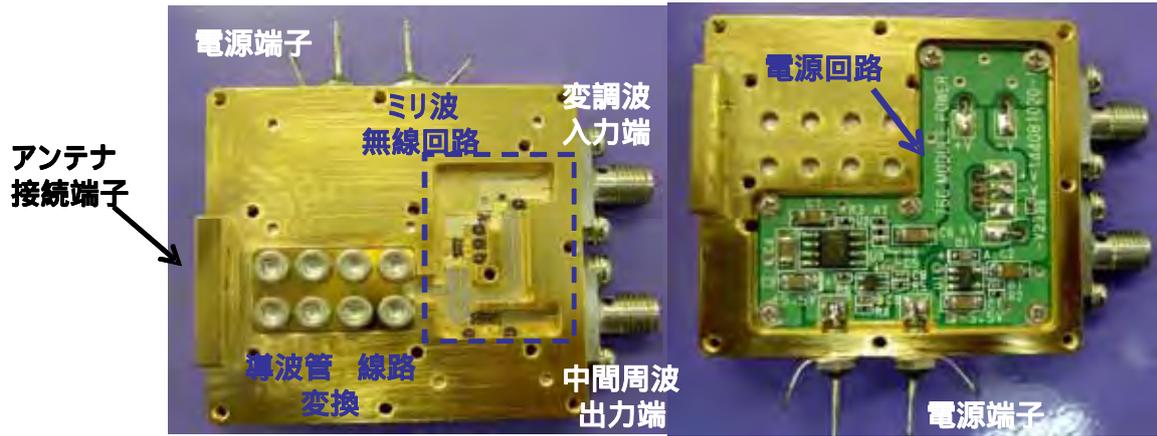
各種交通機関における周囲状況の監視については、未だ運転者の目視に頼る部分が多く、悪天候時において目視による発見が困難な障害物との衝突や接触等の事故は後を絶たない。さらに、港湾・空港等における制限区域内や船舶への侵入といったテロ等の未然防止も含めた、より安全・安心な交通システムの構築が望まれている。このため、障害物や侵入者等を事前に探知し、障害物との衝突や、テロリスト等の侵入を回避するなど、多目的に適用可能な監視支援システムの開発を行う。

本プロジェクトは主に、航空分野での応用を想定し、ヘリコプタなどの有視界飛行を行う航空機において、パイロットの視野、視覚情報援助のための前方監視支援システムを開発する。具体的には、小型・安価なミリ波技術等を活用し、複数のセンサ出力を用いて、さまざまな天候・環境下において周囲障害物を検知し、パイロットの前方監視機能を補完するシステムを構築することを目標としている。平成 20 年度は主にミリ波レーダの設計・試作、実験用ヘリコプタの製作、ヘリコプタ搭載計器模擬装置の開発を行った。

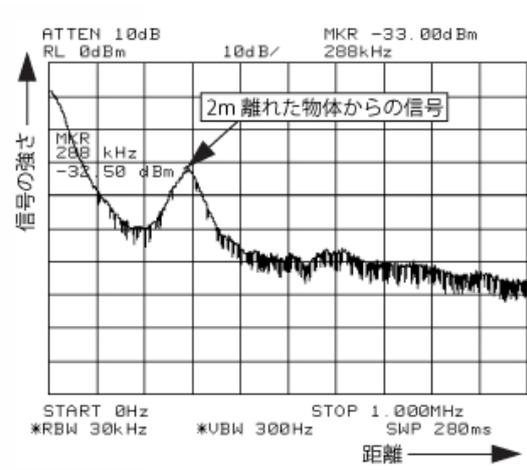
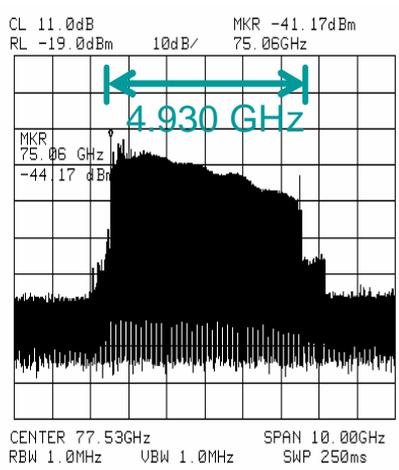
【平成 20 年度の成果】

さまざまな用途に応用でき、さらに特定小電力無線器と同様の出力で高機能が実現できるようなレーダの駆動部となるミリ波無線回路を設計し、試作した。この結果、従来のミリ波レーダと比べ 25 倍の広帯域で出力できるような構造を実現した。これにより、従来のミリ波レーダでは検出困難であったアンテナから 2m 以内の近距離においても十分な信号雑音比で距離測定が可能となることが示された。

また、ヘリコプタ操縦者用前方監視支援システムの実証飛行試験を効率的に実施するため、試作したシステムを上空へ持ち上げることのできるラジコンヘリコプタを利用した計測システムを開発した。また、実機ヘリコプタに搭載されている計器と同じ情報を取得するため、3 軸加速度センサ、高度計、GPS などを利用した計器模擬装置を構築した。開発した計測用小型ヘリコプタの飛行試験を行った結果、ヘリコプタの姿勢に追従してデータを取得できた。



(a) ミリ波回路 (b) 電源回路側
ミリ波無線回路



(a) 送信信号周波数スペクトル (b) レーダ出力周波数スペクトル
2m先に反射物がある場合のレーダの送受信信号



(a)ヘリコプタとセンサ (b)計器模擬装置の表示例
【システム評価用ヘリコプタと計器システム】

(3) 研究者・技術者の交流会等の開催

当研究所では、行政および他機関の研究者・技術者との技術交流促進を目的として、研究交流会を開催している。平成 20 年度は、エアラインや通信事業者、国際ワークショップの講演者である海外研究者などを講師に招いて 8 件の研究交流会を実施した。この研究交流会がきっかけで、新たな共同研究の開始に向けた調整が進むなど、他機関との更なる連携強化が図られた。

第 1 回研究交流会(8/1)『フランスからの留学生 研修修了報告会』

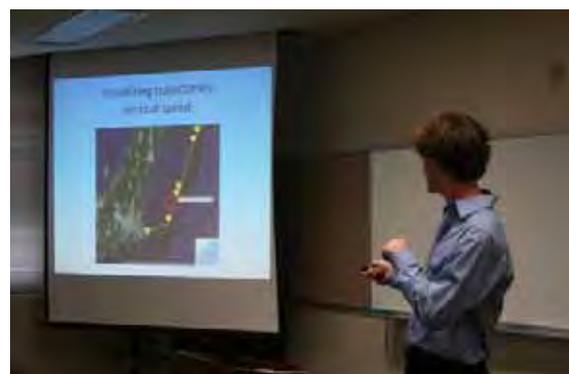
ENAC (フランス国立航空学院) の留学生 2 名が、研修修了報告を兼ねた講演を実施した。「ミリ波レーダーによる障害物検出技術」や「衛星航法 GBAS に係る研究」に関する報告会を実施し、日仏両国で活用できる本技術についてお互いの理解及び交流が深まった。



【第 1 回 研究交流会の様子】

第 2 回研究交流会(9/5)『フランスからの留学生 研修修了報告会』

ENAC の留学生 1 名が、研修修了報告を兼ねた講演を実施した。「日本におけるトラジェクトリ管理」に関する研究報告会を実施し、現在世界的に進められようとしている本研究について、今後日仏両国で連携して技術開発をすすめるきっかけとなった。

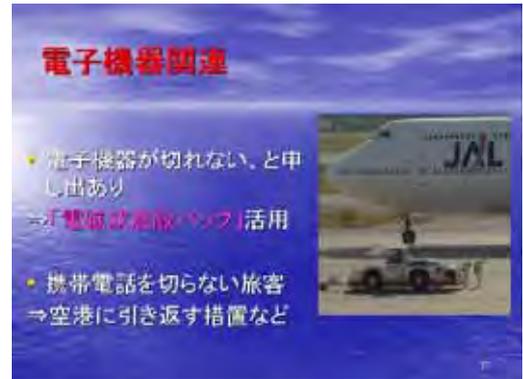


【第 2 回 研究交流会の様子】

当研究所では、ENAC からの研修生を継続的に受け入れているところであるが、その研修成果は ENAC で極めて高く評価されており、両者の友好関係は着実に発展している。

第3回研究交流会(11/6)『客室乗務員の仕事』

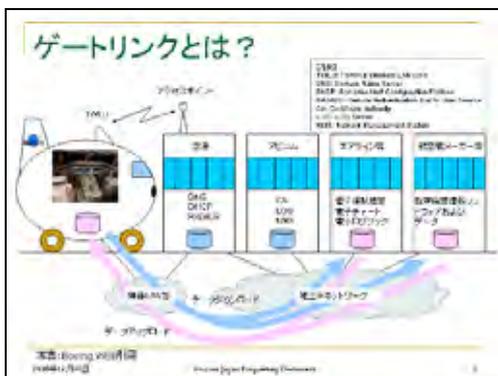
日本航空インターナショナル(株)の大村キャビンスーパーバイザーを招いて、客室乗務員の仕事について講演を頂いた。当研究所の研究者も客室乗務員も、航空の効率的な運航について日々努力しているという点では共通しているが、全く異なる視点からの講演を聞く良い機会となった。研究者は、どちらかといえば「航空局・エアライン」をターゲットとした視点に偏りがちであるが、エンドユーザである「乗客」の視点に立った講演内容には研究者も大きな刺激を受け、今後も継続的に研究交流を続けていくきっかけとなった。



【第3回 研究交流会の様子】

第4回研究交流会(12/10)『ゲートリンクサービス概要』

アビコムジャパン(株)の北常務を招いて、東京国際空港等に導入されているゲートリンクサービスについて講演を頂いた。機上のパイロットと地上の運航者との間で行われている無線 LAN によるデータ通信(ゲートリンクサービス)については、今後の利用方法を含めて大きな可能性を秘めている。しかし、将来の規格や仕様について明確な方向性が定まっておらず、当研究所としても研究着手のきっかけがなかなか見つからない分野のものであった。今回、サービス提供会社からゲートリンクの利用状況等について直接詳細な説明を受けることができ、新たな研究に向けた展望が得られた。



【第4回 研究交流会の様子】

第5回研究交流会(2/9) 『トラジェクトリ研究会による発表』

当研究所では、長期ビジョンに基づき今後の研究の基軸と位置づけている「トラジェクトリ管理」に関する研究を、平成21年度から重点研究として開始する予定である。平成20年度は、その準備段階として、関連する基礎研究において、情報の共有と意思統一を図りながら「トラジェクトリ研究会」を開催してきた。本交流会は、この「トラジェクトリ研究会」による研究成果の発表会と位置づけて実施した。

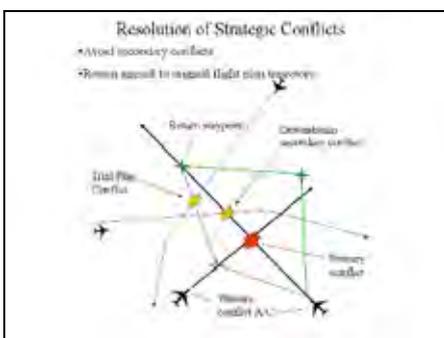
多くの研究員にとって、今後の研究の進め方に大きく影響する発表会であったことから、交流会では盛んな質疑応答が繰り広げられた。この交流会の開催により、「トラジェクトリ管理」の実現という大きな目標に向かって、全研究員のベクトルを揃えることができ、将来の目標達成に向けた大きな手応えを感じることができた。



【第5回 研究交流会の様子】

第6回研究交流会(3/10) 『Separation Assurance in the Future Air Traffic System』

国際ワークショップの講演者として来日されたカリフォルニア大学の Erzberger 教授(元 NASA エイムズ研究所 ATM 研究者)を招いて、将来の航空交通システムにおける航空機間隔保証について講演を頂いた。これにより、安全間隔を保証する方法などについて研究状況を知ることができた。この分野の第一人者である同教授の経験に裏打ちされた説得力のある講演には、講演に参加した研究員から多数の質問があり、午後にも新たに議論の場を設けて意見交換を行った。これらの意見交換を通じて研究交流が進み、平成21年度から連携が強化されつつある NASA との研究協力の糸口となった。



【第6回 研究交流会の様子】

Erzberger 教授は国際的に著名な ATM 研究者である。長年の革新的な研究が評価され、2005年にはアメリカ大統領から特別技術功労賞(Presidential Rank Awards)を受賞しました。Erzberger 教授の研究に基づき、毎年数億ドルの節約が想定される航空管制支援システムが開発された。

第7回研究交流会(3/16) 『査読論文 / 電子研報告の書き方』

当研究所における研究者のトップに位置する長岡研究企画統括が講師となり、査読論文や電子航法研究所報告(電子研報告)の書き方に関する講演を行った。若手研究者にとって、経験豊富な研究者からのアドバイスは「目から鱗の内容が盛りだくさん」と好評で、論文作成の意欲向上にも大いに寄与した。また、近年課題となっている技術継承の一環としても効果のあった企画と考えている。



【第7回 研究交流会の様子】

第8回研究交流会(3/26) 『FMS の概要』

日本航空インターナショナル(株)の蔵岡機長を招いて、最新のFMSに係る操作方法や使用状況についての講演を頂いた。FMSは航空機の頭脳に相当するもので、航空交通管理システムの中核的研究機関を目指している当研究所にとって、航空機側の基盤的な情報として必要不可欠なものと考えている。一方、FMSについては企業秘密の問題もあってこれまで詳細な情報を入手することが困難だったが、今回の講演でFMSの操作方法に関する情報を入手でき、ユーザーの視点からの理解をすることができた。



【第8回 研究交流会の様子】

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためにとるべき措置
2.5 研究成果の普及、成果の活用促進等

2.5 研究成果の普及、成果の活用促進等

2.5.1 中期目標、中期計画及び年度計画の内容

[中期目標]

第3 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項

3. 研究開発成果の普及・活用促進

社会ニーズへの対応、共同研究及び受託研究の推進、受託収入・特許権収入等の自己収入の増加を図るためには、研究所の研究開発成果を広く社会に公表してその利活用を促すとともに、研究所に対する潜在的な需要を掘り起こすための施策を積極的に行うことが肝要である。このため、研究所の業務に係る啓発、学会発表、メディアを通じた広報及び発表、インターネットによる資料の公表、成果の活用を推進するための技術支援、国際標準化作業への参画等の施策を積極的に実施すること。具体的な実施内容と目標は次のとおりとする。

(1) 研究開発等

知的財産権による保護が可能な知的財産については、必要な権利化を図ること。

各研究開発課題については、年1回以上、学会、専門誌等において発表すること。

査読付論文を80件以上提出すること。

ホームページで提供する情報の内容を工夫、充実させることにより、アクセス件数が増加するよう努めること。

その他研究所の活動及び成果の普及・活用促進に必要な広報活動に努めること。

(2) 国際協力等

国際民間航空機関等の海外機関においては、新しい航空交通管理手法や新技術を採用した航空保安システムに係る国際標準の策定が進められており、我が国もその活動に積極的に参画して国益を確保することが必要である。また、アジア地域における航空交通の安全確保等については、我が国が果たすべき役割が大きくなっている。従って、次の施策により、航空分野における我が国の国際協力等に貢献すること。

海外機関への技術支援等による国際協力を積極的に行うこと。

国際的な最新技術動向を把握、分析し、当該情報を外部に提供できるしくみを整えること。

研究開発成果の国際的な普及を推進するため、国際会議等における発表を240件以上実施すること。

[中期計画]

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するため取るべき措置

(5) 研究成果の普及、成果の活用促進等

知的財産権

知的財産権による保護が必要な研究成果については、必要な権利化を図る。

また、登録された権利の活用を図るため、広報誌、パンフレット、ホームページ等により積極的に広報・普及を行うとともに、研究成果に関心を寄せる企業等に積極的に技術紹介活動を行う。

広報・普及・成果の活用

研究所の活動・成果を研究発表会、一般公開、広報誌等印刷物、マスメディア、ホームページ等の様々な広報手段を活用し、効率的かつ効果的な広報活動を推進する。また、国際会議、学会、シンポジウム等に積極的に参加し、講演、発表等を通じて研究成果の普及に努める。更に、行政当局への技術移転等を通じ、研究成果の活用を図る。

- ・各研究開発課題については、年1回以上、学会、専門誌等において発表する。
- ・中期目標期間中に80件程度の査読論文への採択を目指す。
- ・ホームページで提供する情報の内容を工夫、充実させることにより、アクセス件数が増加するよう努める。
- ・研究発表会及び研究講演会をそれぞれ年1回開催する。
- ・研究所一般公開を年1回実施する。また、研究所の見学を積極的に受け入れることにより、研究所の活動に関する広報に努める。
- ・国土交通省の「空の日」事業への参加を年1回以上実施する。
- ・研究成果への関心を喚起するため、研究所の広報の一環として、研究成果等について企業等に公開講座を開催する。

その他研究所の活動及び成果の普及・活用促進に必要な広報活動に努める。

国際協力等

研究所で行う研究開発は、諸外国の研究機関等と協調して行う必要があることから、これらと積極的に交流及び連携を進めることにより、国際的な研究開発に貢献する。さらに有効な国際交流・貢献を図るため、主体的に国際ワークショップ等を開催する。

国際的な最新技術動向を把握、分析し、当該情報を外部に提供できるよう、技術情報のデータベース化と当該情報の提供を行う。

国際民間航空機関が主催する会議への継続的な参画により、国際標準策定作業に積極的に貢献する。アジア地域の航空交通の発展に寄与するための研修等を実施する。

- ・国際民間航空機関が主催する会議、その他国際会議・学会等で中期目標期間中に240件以上発表する。
- ・国際ワークショップ等を、中期目標期間中に2件程度開催する。

[年度計画]

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するため取るべき措置

(5) 研究成果の普及、成果の活用促進等

知的財産権

知的財産権による保護が必要と判断される研究成果については、そのコストパフォーマンスを検討した上で、必要な権利化を図り、平成19年度に作成した維持計画を基に、保有する特許等の権利の活用を図る。また、広報誌、パンフレット、ホームページ等により積極的に広報・普及を行うとともに、特許の普及に係るイベント等を活用し、研究成果に関心を寄せる企業等に積極的に技術紹介活動を行う。

広報・普及・成果の活用

研究所の活動・成果を研究発表会、一般公開、広報誌等印刷物、マスメディア、ホームページ等の様々な広報手段を活用し、効率的かつ効果的な広報活動を推進する。また、国際会議、学会、シンポジウム等に積極的に参加し、講演、発表等を通じて研究成果の普及に努める。さらに、行政当局への技術移転等を通じ、研究成果の活用を図る。

平成 20 年度は、以下を実施する。

- ・各研究開発課題について、年 1 回以上、学会、専門誌等において発表する。
- ・16 件程度の査読付論文の採択を目指す。
- ・ホームページを更に充実させ、情報発信を積極的に行うとともに、更新頻度を高め、アクセス数の増加を目指す。
- ・研究所一般公開、研究発表会をそれぞれ 1 回開催する。
- ・研究所の見学を積極的に受け入れることにより、研究所の活動に関する広報に努める。
- ・国土交通省の「空の日」及び「国土交通 day」事業への参加を実施する。
- ・航空関係者の研究成果に対する理解とその活用を促進するため、企業及び航空関係者への公開講座として、出前講座を継続企画し開催する。

その他、研究所の活動及び成果の普及・活用促進に必要な広報活動に努める。

国際協力等

平成 19 年度に新たにフランス国立民間航空大学院より受け入れた研修生に対し、引き続き我が国の航空電子システム分野の技術を指導する。また、有効な国際交流・貢献を図るため、平成 20 年度は講演会を兼ねた国際ワークショップを開催する。

その他、平成 20 年度は、以下を実施する。

- ・研究所が参加している ICAO（国際民間航空機関）の会議に提出された技術情報を整理し、開示可能な情報を共有する体制を整え、利用者のニーズに応えるための改善を図る。
- ・ICAO が主催する会議、その他国際会議・学会等で 48 件以上発表する。
- ・海外の研究機関等との連携強化を図る。

2.5.2 年度計画における目標設定の考え方

- ・知的財産権については、必要な権利化を図ることと積極的に技術紹介活動を行うことを中期計画の目標として設定していることから、平成 20 年度の目標としては、知的財産権のコストパフォーマンスを検討することと、イベント等を活用して積極的に広報・普及活動を行うこととした。
- ・広報・普及・成果の活用については、効率的かつ効果的な広報活動を推進することと、講演、発表等を通じて研究成果の普及に努めること、研究成果の活用を図ることを中期計画の目標として設定していることから、平成 20 年度の目標としては、研究発表会、一般公開、ホームページ等の広報手段を活用することと、国際会議、学会、シンポジウム等に積極的に参加すること、企業及び航空関係者へ出前講座を開催することとした。
- ・また査読付論文については、中期計画で 80 件程度の採択を数値目標として設定していることから、平成 20 年度の目標としては 16 件程度の採択を目指すこととした。

- 国際協力等については、諸外国の研究機関等と交流を進めて国際的な研究開発に貢献することを中期計画の目標として設定していることから、平成 20 年度の目標としては、フランス国立民間航空大学院より受け入れた研修生に対し、我が国の航空電子システム分野の技術を指導することとした。
- また国際会議・学会等における発表については、中期計画で 240 件以上の数値目標を設定していることから、平成 20 年度の目標としては 48 件以上を設定することとした。
- さらに国際ワークショップ等については、2 件程度開催することを中期計画の目標として設定していることから、平成 20 年度の目標としては、講演会を兼ねた国際ワークショップを開催することとした。

2.5.3 当該年度における実績

(1) 知的財産権

研究成果の知的財産権による保護

研究成果の知的財産権については、コストパフォーマンスを考慮した上で権利化を図るか広く一般に公表するか、発明審査会を開催して審査することとしている。平成 20 年度は、特許取得までの経費に関する資料を作成し、企画会議や研究企画統括会議の場を活用して、今後の特許戦略についての議論を開始した。

平成 20 年度出願特許と登録特許

平成 20 年度に出願した特許及び登録された特許は以下のとおり。

(出願件数：4 件、登録件数：7 件)

< 出願一覧表 >

No.	出願番号	出願日	発明の名称	共同出願者	保有形態
1	2008-277494	H20.10.28	全方向性を有する誘電体レンズ装置を用いた電磁波の反射器を有するアンテナ	株式会社レンスター	共同
2	2008-281298	H20.10.30	作業適正判定システム	塩見 格一	共同
3	2008-281299	H20.10.30	作業監視システム	塩見 格一	共同
4	2009-028130	H21. 2.10	全方向性を有する誘電体レンズを用いたアンテナ装置	株式会社レンスター	共同

< 特許登録一覧表 >

No.	登録番号	登録日	特許件名	請求項	保有形態	持分比
1	4107432	平成 20 年 4 月 11 日	移動局及び移動局側通信制御方法及び基地局及び通信システム	23	共同	50%
2	4148420	平成 20 年 7 月 4 日	航空管制支援システム	5	共同	10%
3	4192252	平成 20 年 10 月 3 日	航空路管制用航空機順序・間隔付けヒューマン・インタフェース	12	共同	50%
4	4192253	平成 20 年 10 月 3 日	CPDLC/AIDC 共用管制卓及び同ヒューマン・インタフェース	5	共同	50%
5	4193195	平成 20 年 10 月 3 日	飛行計画表示装置	11	単独	100%
6	US 7446730 B2	平成 20 年 11 月 4 日	電波装置 アメリカ	25	共同	50%
7	4210772	平成 20 年 11 月 7 日	CPDLC メッセージ作成システム	2	共同	50%

特許の活用

平成 20 年度に活用された当研究所が保有する特許は以下のとおり。

No.	特許権名	登録番号
1	ドップラーVOR のアンテナ切換給電方法	1928084
2	レーダ受信画像信号のクラッタ抑圧方法及び装置	3091880

知的財産権に係る広報・普及活動

平成 20 年度は、ヒューマンエラー防止技術の研究成果として「発話音声分析装置」の広報活動を積極的に展開し、パテントソリューションフェア 2008、エアロスペース 2008、米国連邦航空局 (FAA)・航空安全フォーラムでの展示やデモンストレーションを通じて知財及び研究成果の普及に努めた。特に航空安全フォーラムでは、人間工学や航空医学の関係者から多くの質問を受け、フォーラム以降も FAA 以外も含め多くの問い合わせがあり、米軍関係者を含め、今後の展開に関する様々な提案を受けている。こうした広報・普及活動に関して、フォーラムを開催した FAA から感謝状をいただく等、当研究所のヒューマンエラー防止技術は国内外から高い評価を受けている。



【FAA セーフティーフォーラムでの出展の様子】

(2) 広報・普及・成果の活用

研究課題の発表状況

研究発表では、ICAO などの国際会議や学会、シンポジウムで積極的な発表を行った。その結果、韓国航法学会ワークショップでの招待講演をはじめ、国内外の多くの会議・シンポジウム等で講演や司会を依頼されるなど、当研究所に対する評価と期待が国際的にも高まっている。

平成 20 年度学会等における各研究課題の発表状況は以下に示すとおり、合計 209 件となっている。

担当領域	区分	研究課題名	発表件数
A T M 領域	重点	航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法の研究	5
		RNAV 経路導入のための空域安全性評価の研究	5
		ATM パフォーマンスの研究	19
		洋上経路システムの高度化の研究	7
		ターミナル空域の評価手法に関する研究	2
	指定 A	空域の安全性の定量的評価手法に関する研究	17
		トラジェクトリモデルに関する予備的研究	4
	指定 B	空港における後方乱気流管制方式の技術基盤に関する研究	1
		航空路管制業務のタスク分析及び作業負荷・負担の研究	1
		A S A S に関する予備的研究	4
	基礎	航空交通管理における管制空域の複雑性に関する研究	3
C N S 領域	重点	高カテゴリ GBAS のアベイラビリティ向上と GNSS 新信号対応に関する研究	4
		航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究	8
		GNSS 精密進入における安全性の解析及び管理技術の開発	34
	指定 A	IP を利用した航空衛星通信システムに関する研究	5
	指定 B	GPS 受信機処理方式の高度化に関する研究	4
	基礎	高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究	15
		高速大容量通信アンテナを利用した航空通信システムに関する基礎研究	2
		曲線進入を考慮した TA 経路生成方式の基礎検討	1

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためにとるべき措置

2.5 研究成果の普及、成果の活用促進等

機上等技術領域	重点	航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究	22
		携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究	10
		SSR モード S の高度運用技術の研究	7
		電波特性の監視に関する研究	5
	指定 A	航空機衝突防止装置の運用状況に関する研究	5
		ミリ波センサを用いた空港面における落下物探索技術に関する研究	1
	指定 B	効率的な協調意思決定を支援する情報環境技術のための要素技術の調査研究	1
		航空管制官等の健全性評価に係る生体信号処理手法の研究	6
	基礎	対空通信メディア高度化に関する基礎研究	1
		受動型 SSR を利用した空港環境騒音計測システムの実用化に関する研究	1
信号源位置推定手法に関する研究		1	
A-SMGCS_PT	重点	A-SMGC システムの研究	8
安全運航支援技術_PT	重点	航空機の安全運航支援技術に関する研究	2

査読付論文

平成 20 年度に発行された査読付論文は、以下に示すとおり 36 件となっており、目標値 16 件を大きく上回っており、特に学会論文誌や海外での発表が増加するなど、回数だけでなく発表の質においても大きく向上している。

No.	表題名（和訳）	発表機関・刊行物名
1	GPS 初期位置算出時間(TTFF) 短縮の為に軌道情報伝送方法	電子情報通信学会論文誌 vol. J91-B
2	A Proposal of a Wide Band for Air Traffic Control Communications (航空交通管理のための広帯域通信の提案)	IEEE Wireless Communications & Networking Conference 2008
3	Distribution of Longitudinal Speed Prediction Error of ADS-C System (ADS-C システムの縦方向速度予測誤差分布)	ICRAT(International Conference on Research in Air Transportation)2008
4	Propagation of Airspace Congestion . A Correlation Analysis (空域の輻輳の伝播 ; 相関の解析)	ICRAT2008
5	VHF デジタルリンクモード 3 システムの総合評価	電子航法研究所報告 No.120

6	Measurement of EM Field inside a Cruising Aircraft-Potential Problems for the Use of Mobile Phones on Board- (巡航中の航空機内における電磁界の測定 - 機内携帯電話システムに潜む問題について -)	EUROEM2008 (ヨーロッパ電気磁気学会 2008)
7	Interference Pass Loss Measurement in Cargo Jet for EMI Evaluation by Active RFID Tags. (アクティブ RFID タグによる電磁干渉評価のための貨物機内での経路損失測定)	EUROEM2008
8	Emission Measurement from Active RFID Tags in Boeing 747-400 Freighter (ボーイング 747-400 貨物機内でのアクティブ RFID タグからの放射測定)	EUROEM2008
9	L1-SAIF メッセージによる対流圏遅延補正の試み	日本航空宇宙学会論文集 Vol.56 No.566
10	A Data Analysis Framework for Delay Studies on Aircraft Operation Phases (航空機運航の各局面における遅延解析のためのフレームワーク)	AIAA Modeling and Simulation Technology Conference
11	Design of Operational Database for ATM Performance Assessment (ATM パフォーマンス評価用データベースの設計)	ICAS(International Congress of the Aeronautical Science)2008
12	A Model for Estimating the Lateral Overlap Probability of Aircraft with RNP Alerting Capability in Parallel RNAV Routes (平行 RNAV ルートにおける RNP 警報機能を有する航空機の横方向重畳確率を推定するためのモデル)	ICAS2008
13	Harmonizing Automation, Pilot, and Air Traffic Controller in the Future Air Traffic Management (将来の ATM における自動化、パイロット、管制官の協調)	ICAS2008
14	Analysis of Gaps between predictive and adaptive components in ATM (ATM システムに含まれる予測可能な要素と適応的な要素の誤差分析)	8th AIAA Aviation Tech Inter and Oper Conference(A T I O)
15	Modeling Ionospheric Spatial Threat Based on Dense Observation Datasets for MSAS (高密度な観測データによる MSAS のための電離層空間脅威モデル)	ION GNSS 2008 (米国航法学会 GNSS 会議)
16	Solutions to issues of GBAS using SBAS ranging source signals (GBAS において SBAS 測距信号を用いる場合の問題点の解決法)	ION GNSS 2008
17	航空交通管理における管制作業量についての一検討	日本航海学会論文集第 119 号
18	Voice Processing Technique for Human Cerebral Activity Measurement (人間の脳活性度の計測のための音声信号処理手法)	IEEE-SMC
19	Experimental Results of Measuring Human Fatigue by Utilizing Uttered Voice Processing (発話音声信号処理による疲労計測実験の結果)	IEEE-SMC
20	Team Cognitive Process Analysis as Distributed Cognition for En Route Air Traffic Control (航空路管制業務における分散認知としてのチーム認知プロセス分析)	European Association for Aviation Psychology 2008

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためにとるべき措置

2.5 研究成果の普及、成果の活用促進等

21	Plasma bubble monitoring by transequatorial HF propagation and its use fulness for GNSS HF (赤道横断伝搬を用いたプラズマバブルの監視とその GNSS に対する有効性)	GPS/GNSS 国際シンポジウム 2008
22	Cerebral Resource And Activity Measurement Equipment (脳の資源的な余裕度とその活性を計測するための装置)	SfN: 米国脳神経学会
23	Present Status of a Highly-Accurate Positioning Experiment System Using QZSS at ENRI (準天頂衛星による高精度測位補正実験システムの現状)	GPS/GNSS 国際シンポジウム 2008
24	On the Availability of DGPS System Based on Terrestrial Digital One-segment Broadcasting (地上波デジタル放送によるディファレンシャル GPS の有効性)	GPS/GNSS 国際シンポジウム 2008
25	Measurement and Analysis of Flight Distance From Actural Operational Data (運航データによる飛行距離の測と解析)	2008 KSAS-JSASS joint International Symposium on Aerospace Engineerin (2008 年航空宇宙技術韓国航空宇宙学会日本航空宇宙学会共同国際シンポジウム)
26	Delay allocation priority in ATFM (ATFM における遅延割り当ての優先順位)	2008 KSAS-JSASS joint International Symposium on Aerospace Engineerin
27	An Analysis on Intermittent Conflict Alert for Air Traffic Control (航空管制における断続的なコンフリクト警報の一解析)	2008 KSAS-JSASS joint International Symposium on Aerospace Engineerin
28	An Outlook of Research and Development for Future Air Traffic Management in Japan (日本における将来の ATM の研究開発の概観)	2008 KSAS-JSASS joint International Symposium on Aerospace Engineerin
29	Estimation of Small Assigned Altiude Deviation Distribution (小さな割当高度逸脱分布の推定)	WSANE 2008
30	Mitigation of Log-on Rush phenomenon in aeronautical satellite data communication (航空衛星通信システムにおけるログオンラッシュ現象とその緩和策)	IEEE Aerospace Conference 2009
31	The Ionospheric Correction Processor for SBAS and QZSS L1-SAIF (SBAS および準天頂衛星 L1-SAIF のための電離層遅延補正装置)	ION ITM 2009 (米国航法学会国際技術会議)
32	Development of an ionospheric delay model with plasma bubbles for GBAS (GBAS のためのプラズマバブルを考慮した電離層遅延モデルの開発)	ION ITM 2009
33	GPS-L5 帯域内で観測された干渉信号の解析	電子情報通信学会論文誌 B
34	衛星測位補正システムにおける基準点を用いた対流圏遅延補正方式	電子情報通信学会和文論文誌 (B) Vol. J92-B
35	航空交通流管理における交通量の指針値に関する一提案	電子航法研究所報告 No.121
36	空港面受動測位におけるマルチパス誤差低減	電子航法研究所報告 No.121

ホームページの充実

ホームページを活用して研究発表会や国際ワークショップなど各種イベントに関する情報を積極的に発信した。特に、国際ワークショップの開催に合わせて、HP上に国際ワークショップの案内（英語版）を作成するとともに、研究長期ビジョン（英訳版）をHP上で発信するなど、海外からのアクセスや研究成果に関する照会にも十分対応できるようにEnglishページを充実させた。



【English ページで公表した長期ビジョン(英訳版:上)
と国際ワークショップの案内(下)】

研究発表会

6月12・13日、(独)海上技術安全研究所の講堂において定例の研究発表会を開催した。初日来場者数：158名、二日目来場者数：158名(延べ316名)であった。平成20年度研究発表会の来場者アンケートでは、「興味深く感じた」「発表開始の冒頭の各発表のサマリーによって、全体像がつかめたので大変良かった」「非常に理論的にまとまった研究発表だった」などのコメントを頂いた。平成20年度研究発表会の発表内容は次表のとおり。

No.	講演内容	所属領域
1	A T Mパフォーマンス評価システムの開発	航空交通管理領域
2	Common Trends in Japanese- and European Airspace Data (日欧の空域データにおける共通の傾向)	航空交通管理領域
3	安全かつ効率的な航空管制手法の研究	航空交通管理領域
4	洋上縦時間管制間隔の安全性評価手法について	航空交通管理領域
5	時間管理手法の評価システムの開発	航空交通管理領域
6	A S A Sに関する研究・開発動向の調査報告	航空交通管理領域
7	航空交通量と空域設計要件との関係について - その2 -	航空交通管理領域
8	航空路管制セクタの高度分割に関する一考察	航空交通管理領域
9	第48次南極地域観測隊越冬報告	通信・航法・監視領域
10	A - S M G Cシステム経路設定機能の開発 推奨経路生成のための空港面地上走行のモデル化	A-SMGCS_PT
11	A - S M G C経路設定用インターフェイス装置について	A-SMGCS_PT
12	A - S M G Cシステム監視機能の性能評価について	A-SMGCS_PT
13	F A AとのI P / S N D C Fの接続実験について	通信・航法・監視領域
14	M S A Sの性能向上について	通信・航法・監視領域
15	地上型補強システム(G B A S)のエグゼクティブ・モニタの検討	通信・航法・監視領域
16	準天頂衛星L1-S A I F利用者装置	高精度測位PT
17	準天頂衛星L1-S A I F実験局の構成	高精度測位PT
18	青森空港の積雪によるL L Zのコース偏位	機上等技術領域
19	航空無線航法用周波数の信号環境測定とその応用	機上等技術領域
20	航空機用電磁シールド材料の特性評価	機上等技術領域
21	貨物機内のアクティブI C タグ電波伝搬特性	機上等技術領域

なお、研究発表会においては、会場入口のスペースを利用して研究成果の展示を行い、来場された方々に研究成果を具体的に提供しよう努めている。こうした機会における展示は、研究関係者以外の方々にも当研究所及び研究成果への関心を持って頂く良い機会と捉えており、加えて、研究交流の拡大にも繋がるものと期待している。



【研究発表会会場の様子】



【会場入口のスペースを利用した研究成果の展示の様子】

研究所一般公開

電子航法研究所では、毎年、科学技術週間に合わせて(独)海上技術安全研究所及び(独)交通安全環境研究所と合同で、研究所施設の一般公開を実施しており、平成20年度は4月20日(日)に実施した。来場者数(三研総数)は2,794名(昨年度比489名増)と、昨年度より20%ほど増加し、平成16年度から5年連続で2,000名の大台を超え、第2期中期目標



【紙飛行機大会での紙飛行機制作中の様子】

期間中で最も多い来場者数となった。

また、当研究所として初めて南極地域観測隊(第48次)に参加した新井直樹主幹研究員が帰還したことに伴い、南極での実体験を紹介するコーナーを設けた。このコーナーはアンケート評価においても大変好評で、来場された方々に対して科学への興味・関心を促す結果に繋がった。ちなみに、三研究所合同アンケートでは、当研究所が主催した6イベントの内、3イベントが今年度も人気ベスト5に入る結果となった。



【南極ってどんなところ?】



【航空管制シミュレータ】

< 電子研が主催するイベントに対する反応 > 三研究所合同アンケート調査結果より

南極ってどんなところ?	航空管制シミュレータ
音声疲労診断	航空交通解析ツール
紙飛行機大会	電波無響室

面白かった	246 (第4位)	198	250 (第3位)	223 (第5位)	110	118

「空の日」イベントへの参加

当所では「空の日」記念事業に併せて、毎年、各種のイベントに出展・参加している。今年度は初めて北海道で開催されたイベントにも参加し、研究所のPR活動を展開した。なお、こうしたイベントへの参加においては、今年度も飛行実験と合わせて実験用航空機の展示を行うなど、効率的な広報活動に努めている。

<9月14日 丘珠航空ページェントへの参加>

「丘珠航空ページェント」は、丘珠空港（札幌飛行場）を会場に隔年開催される「空の日」記念行事で、民間主催の航空ショーとしては国内最大規模のイベントであるが、平成20年度は当イベントに電子航法研究所として初めて参加した。

イベントでは、民間機、官庁機、自衛隊機、米軍機等が50機以上地上展示されるなか、岩沼分室に保管している当研究所の実験用航空機（ビーチクラフト B99）を出展した。

当日は、地元テレビ局の取材を受け、その模様が後日テレビ放映されるなど、当研究所の存在を北海道にPRする良い機会となった。



【丘珠航空ページェントの様子】

<9月28日 仙台空港祭への参加>

「仙台空港祭」は、9月20日の「空の日」にあわせて平成7年度から実施され、今回で14回目となる。今年度も、岩沼分室に保管している当研究所の実験用航空機（ビーチクラフト B99）を出展した。実験機に近づいて写真を撮ったり、機体の説明を見入っ

たりと、普段はなかなか目にできない実験用航空機を間近にみることができ、参加者にとっても貴重な体験になったと思われる。

また、名取市の広報担当者も熱心に機体を撮影しており、「仙台空港祭」を通じて、電子研を仙台・名取・岩沼地域にPRする良い機会となった。当日は、親子で見学に来られた方のために紙飛行機作成ブースを併設し、こちらも特に子供達に好評であった。



【仙台空港祭の様子】

<10月19日 調布飛行場まつりへの参加>

調布飛行場まつり実行委員会（東京都港湾局、調布空港協議会、調布市商工会青年部）主催で、「空の日」イベントの一環として行われている「調布飛行場まつり」に今年度も参加した。今年度は、発話音声によるストレス・レベル評価装置のデモ展示、南極体験展示等のほか、岩沼分室に保管している当研究所の実験用航空機（ビーチクラフト B99）の展示を行った。

実験機の周囲には人がとぎれることがなく、機体の写真を撮ったり、パネル説明を見入ったりしていた。音声疲労も行列ができ、待ち時間が必要なほど来場者の興味を引いていた。南極展示では、南極越冬隊が実際に使用していた各種備品にも触れることができ、子供だけでなく大人にも大変好評であった。



【調布飛行場まつりの様子】

広報誌等による所外発表

研究成果の普及・広報活動では、ホームページ等を活用してコストを抑えた効率的な広報活動となるべく工夫する一方、地元 NPO 法人の「三鷹ネットワーク大学」と連携して、「国土交通 day」事業として「南極講座」を実施するなど、地域と一体となった効果的な広報活動を展開した。

平成 20 年度は、電子航法研究所報告、要覧、年報、広報誌の発行並びに国際会議、学会シンポジウム等での講演、発表を通して研究成果の普及を目的とした所外発表を 280 件実施した。以下にその内訳を示す。

所外発表件名	20 年度実績数	備考
電子航法研究所報告の発行	2	第 121 ~ 122 号
要覧の発行	1	
年報の発行	1	
広報誌（e - なび）の発行	4	No.17 ~ 20
国際会議、国際学会等（ICAO、国際会議等）	77	ICAO、米国航法学会 等
国内学会講演会、研究会等	96	電子情報通信学会総合大会、飛行機シンポジウム 等
学会誌、協会誌（論文誌）	4	日本航海学会論文誌 等
学会誌、協会誌（学会誌）	16	電波航法研究会誌 等
協会誌	13	航空無線、日本ヘリコプタ技術協会会報 等
国交省報告	2	
その他 （委員会資料：財団法人など外部組織の委員会）	23	航空振興財団 航法小委員会、電気学会 次世代位置情報技術調査専門委員会 等
著書	5	
その他 （上記のいずれにもあたらないもの）	36	
その他 （受託研究報告書）	(7)	(注)
合計	280	

(注) 「契約を締結して実施した研究に対しての成果物である」という観点から所外発表件数から除く。

研究成果の活用及び技術移転

電子航法研究所では、これまで技術開発してきた研究成果を社会還元するため、また、少規模な研究組織においても新たな研究課題に取り組めるよう、人的リソースを確保する観点からも技術移転に積極的に取り組んでおり、平成 21 年度計画においても「行政当局への技術移転及び民間企業への技術指導等を通じて、研究成果の活用を図る」としている。

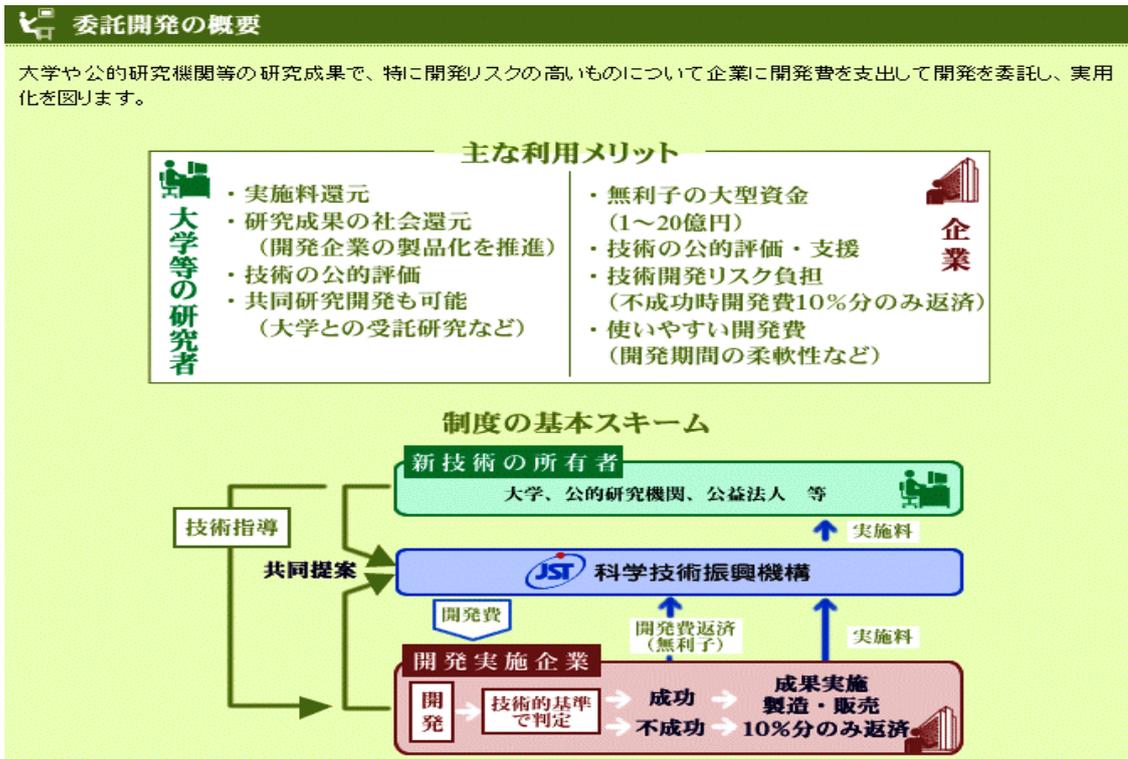
平成 20 年度は、(財)衛星測位利用推進センターからの強い要請を受けて、当研究所がこれまで開発してきた「準天頂衛星 L1 信号による高精度測位補正技術」等の実用化

に向けて取り組んだ。具体的には、衛星測位利用推進センターとともに（独）科学技術振興機構（JST）が公募する平成20年度「独創的シーズ展開事業委託開発」に応募し、委託開発課題「準天頂衛星を利用した高精度位置情報実用化システム」（研究者＝坂井丈泰・電子航法研究所主幹研究員、開発企業＝衛星測位利用推進センター）として採択された。

この委託開発制度は「大学や国公立研究機関などの優れた研究成果（新技術）を実用化することにより、社会経済の発展や国民生活の向上に寄与する」（JST ホームページより）ためのもので、同制度により技術移転が成功した事例としては、「窒化ガリウム（GaN）青色発光ダイオードの製造技術」（研究者＝赤崎勇・名城大学教授、名古屋大学特別教授（当時、名古屋大学教授） 開発企業＝豊田合成株式会社）が有名である。ちなみに、平成20年度に採択された委託開発課題は全部で19あり、このうち研究者が大学法人ではなく研究機関であるものは、理化学研究所、産業技術総合研究所、**電子航法研究所**の3法人のみである。

今後は、当研究所が衛星測位利用推進センターを技術指導しながら、準天頂衛星を用いた高精度な位置情報システムの実用化を目指すこととしており、研究成果を社会に還元するとともに実施料による研究所の自己収入増加にも繋げたいと考えている。

さらに、ILSやマルチラレーション、空域の安全性評価（RMA・EMA）など、すでに運用フェーズに移行しつつある技術については、従来の研究成果の普及、有効活用を図るとともに、新たな研究に振り向ける人的リソースを確保する観点から技術移転プランを作成し、航空の運用現場に段階的に技術移転すべく行政当局との調整を進めている。



【委託開発の概要】（出典：JST ホームページ）

出前講座

電子航法研究所では、P（計画）D（実施）C（検証）A（改善）の業務行程のもと、出前講座を活用して研究成果の普及と合わせて効率的にユーザーニーズを把握するスキームを構築しており、行政関係者や航空業界からも高い評価を得ている。

平成 20 年度は、昨年まで実施したエアラインや空港関係者に加えて、航空保安大学の学生や航空機メーカーにも対象を拡げて 8 件の出前講座を開催した。その結果、航空保安大学からの要請を受けて、平成 21 年度から正式に学生対象の講義カリキュラムに組み込まれることになったほか、出前講座に参加した航空機メーカーから技術支援の協力要請を受けるなど、当研究所の研究成果に対する評価と期待が高まっている。

No.	開催日（出前講座）	対 象
1	9 月 19 日	航空保安大学校
2	10 月 3 日	(株)日本航空インターナショナル
3	10 月 14 日	アビコム・ジャパン株式会社
4	10 月 31 日	東京航空交通管制部
5	11 月 12 日	東京航空局新千歳空港事務所
6	11 月 27 日	大阪航空局福岡空港事務所
7	12 月 8 日	東京航空局
8	3 月 24 日	航空機技術審査センター・航空機メーカー

また、昨年度好評だった「南極講座」については、教育機関に加えて地域団体にも対象を拡げて 10 件開催し、理科離れ対策だけでなく地域貢献としての役割も果たした。

なお、こうした活動経験を活かして、独立行政法人科学技術振興機構（JST）が募集した「地域の科学舎推進事業」（競争的資金）に応募するなど、国民の科学技術についての興味・関心を深めるための活動にも積極的に取り組んでいる。

No.	開催日（南極講座）	対 象
1	6 月 23 日	東京三育小学校
2	7 月 2 日	沖縄三育中学校
3	7 月 31 日	三鷹ネットワーク大学 - 親子向け -
4	8 月 2 日	三鷹ネットワーク大学 - 一般向け -
5	8 月 31 日	フィッシャー幼稚園
6	9 月 13 日	広島三育学院高等学校
7	11 月 8 日	三鷹市立第六小学校
8	11 月 11 日	調布市立上ノ原小学校
9	11 月 30 日	ガールスカウト 東京都支部 第 3 地区
10	2 月 24 日	東京三鷹ロータリークラブ

<9月19日 航空保安大学校出前講座>

航空保安大学校の1、2年生を中心に、出前講座としては過去最大規模の100名超となる聴講者を迎え、航空交通管理のパフォーマンス評価システムの開発、マルチラレーション監視システムの評価結果、先進型地上走行誘導管制(A-SMGC)システムの開発動向について、滑走路における誤進入およびコンフリクト検出方式についての講座、及び実験機材デモンストレーションを行った。

航空保安業務の基礎を学んでいる学生には若干難易度が高い内容であったにも関わらず、皆真剣に講座に聞き入っていた。

また、学校関係者のみならず、近隣の空港事務所等からの参加も多数あり、関西空港及び大阪空港に導入されるマルチラレーションの理解の一助となった。



【航空保安大学校出前講座の様子】

<3月24日 航空機技術審査センター出前講座>

「MRJ プロジェクト」を契機に、愛知県は県営名古屋空港周辺に航空機産業の研究開発拠点を築こうと整備をすすめている。このため、航空機産業界に当研究所の存在と研究成果をPRすべく、同空港に隣接した国土交通省航空局の地方分室であり、航空機の安全の根幹である設計の審査を集中的に行っている「航空機技術審査センター」において、近隣の航空機メーカー関係者などにも広く参加を呼びかけて出前講座を開催した。

今回の出前講座は、トラジェクトリ管理について、最近の航空通信システム動向、携帯電子機器による航空機システムの電磁干渉問題、ICタグの航空機内での利用について、航空機窓用電磁シールド材料の特性評価、と航空機の機体に及ぼす電磁干渉の影響を中心に発表を行い、講座の際の質疑応答でも熱心な議論が交わされ、また、アンケートでも小型航空機(回転翼航空機)に対する電磁干渉や複合材を多用する航空機における対電磁干渉対策などの研究・出前講座の要望があり、研究者

にとってもよい刺激となった。

なお、出前講座の翌日には、出前講座に参加していた(株)三菱航空機の協力により施設見学と意見交換をさせていただき、同社が現在開発中の「MRJ」に関する技術協力を依頼されるなど、今回の出前講座は、広報活動だけでなく今後の受託研究にもつながる大きな成果を上げた。



【航空機技術審査センター出前講座の様子】



<7月31日・8月2日三鷹ネットワーク大学 親子向けノ一般向け南極講座>

地域貢献の一環として、「三鷹ネットワーク大学」において親子向けに南極の講座を行った。「三鷹ネットワーク大学」は、三鷹市が市政運営の基本として掲げる協働のまちづくりを具現化する取り組みとして、民学産公の新しい「地域の大学」をめざして設立された市民大学である。

7月31日は小学生以下の親子を対象に南極の写真やビデオを用いて、観測の様子や越冬中の生活を紹介した。夏休みということもあり、約90名の小中学生及び保護者が参加した。講座で上演されたオーロラの動画は特に関心を集め、夜空に舞う鮮やかな光に親子共々見とれていた。クイズで南極の知識を問う出題もあり、子供達だけでなく、保護者も元気よく「はい、はい」と手を挙げていた。終了後のアンケートでは「すごく面白かった。南極の不思議がたくさんわかった。」「今日は子ども達とともに楽しみにしてきました。どの子どもも楽しんで最後まで聞いていました。私自身も普段の生活から一緒に南極を旅してきたような素敵な時間でした。」「主人が現在、第49次隊で越冬しており、同じ三鷹市在住とあり、このような機会はないと思い、次男と参加させていただきました。大変わかりやすい説明で、子どもも主人がどのように南極で生活しているか理解できたのではないのでしょうか。」等の感想を頂いた。

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためにとるべき措置
 2.5 研究成果の普及、成果の活用促進等

会場の外では、実際に南極の氷に触れることができるコーナーも設け、長蛇の列になり、興味津々で触れている姿がみられた。8月2日は主に三鷹市に在住されている方を対象に南極の講座を行った。大学に会員登録されている方も多く、小中学生と変わらず、南極の自然や地球の環境に興味を持った様子であった。終了後のアンケートでも「ユーモア溢れるわかりやすく簡潔な説明で、素晴らしかった。投射される写真もふんだんに使われ、興味深かった。オーロラのビデオも初めてみて、感動しました。パンフも豊富で、子ども、孫へのお土産になります。お話全体を通じ、大自然のロマンを大いに感じとることができました。」などの感想を頂いた。小中学生の理科離れが問題視されている中、参加者は講座をきっかけに、南極の自然や地球の環境に興味を持った様子であった。



【三鷹ネットワーク大学で開催した「南極講座」(小学生向け)の様子】

<11月11日 調布市立上ノ原小学校南極講座>

11月11日に調布市の小学校PTAを通じて南極の講演依頼があり、上ノ原小学校の3年生及び保護者を対象に「南極講座」を行った。「三鷹ネットワーク大学」で親子向けに行った講座と同様に、クイズや南極の氷に触れるコーナーを設けた。児童にも保護者にも大変好評であった。開催後にも以下のような多くの感想が寄せられた。



【調布市立上ノ原小学校での南極講座の様子】

『いつも学校の話をしていない息子が帰るなり南極の話しをずっとしていました。意外にも一番感激したのはオーロラが綺麗だったことで、南極のお話も質問の答えもとても良かったと言っていました。南極基地のこと、白熊がないことなどいろいろ話してくれました。三年生の興味と南極のお話がぴったり合っていたような気がします。ありがとうございました。』

『私が家に帰ってきたら、待っていたように娘が南極の話しをしてくれました。「南極にない食べ物は?」「ペンギンかわいかった」「オーロラはね。。。』などなど、兄に問題をだしたりして、話がつきません。とっっっっても楽しかったようです。

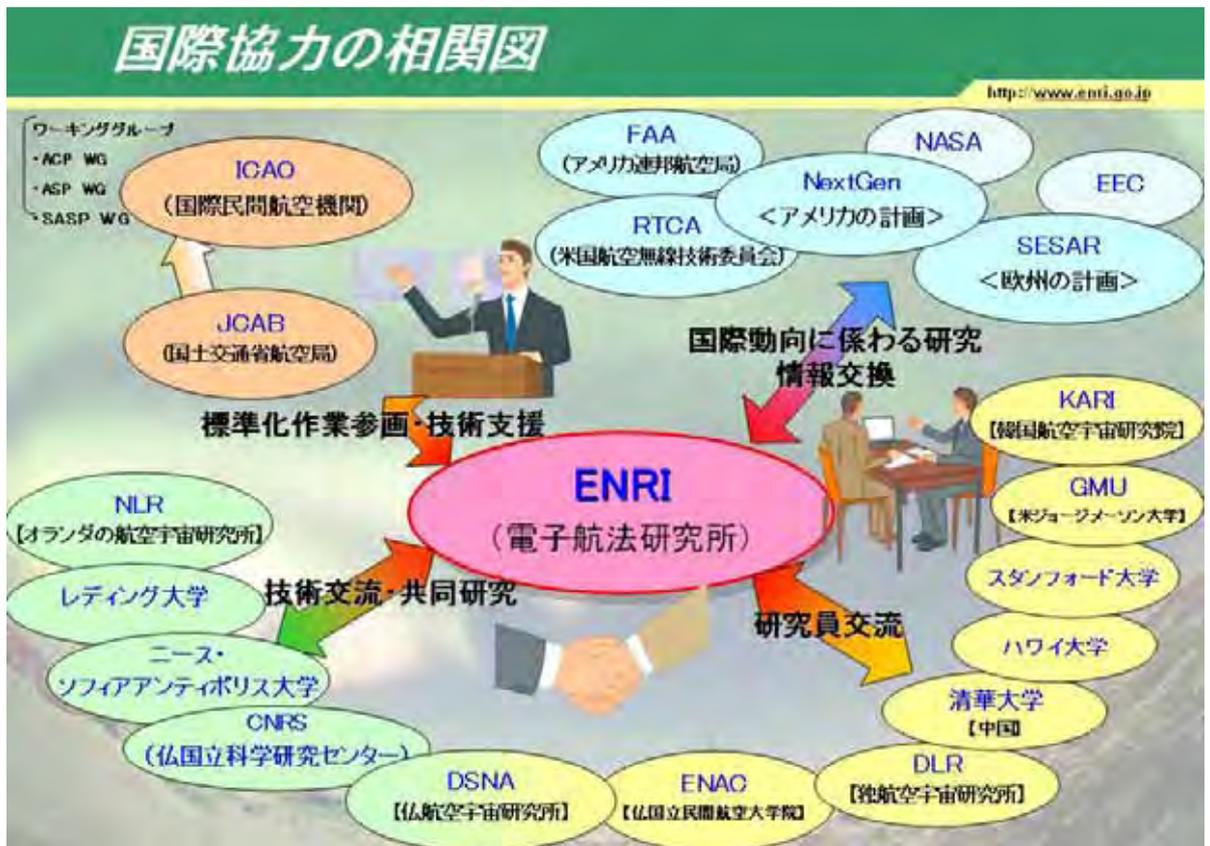
「お話ししてくれた人も小学生のときにオーロラや南極の話聞いて南極に行きたかったんだって。夢をかなえたんだね。すごいね」と尊敬していました。今日の講演は娘にとって、とても有意義で南極という新たな場所に出会えたようです。ありがとうございました。』

この「南極講座」については、理科離れ対策及び地域貢献としての役割も果たすべく、今後も機会を捉えて継続的に行っていくこととしたい。

(3) 国際協力等

当研究所では、研究開発にあたっては海外の研究機関等との連携を強化しており、仏国 DSNA や仏国国立科学研究センター、仏国ニースソフィアアンティボリス大学と共同研究契約を締結するとともに、英国レディング大学、オランダ NLR などとも共同研究開始に向けた調整を進めている。また、韓国 KARI やドイツ DLR との研究交流も活性化するなど、国際交流の規模、範囲、層が一段レベルアップしている。

具体的には、航空交通管理領域の伊藤研究員は、オランダ NLR に滞在中ドイツ DLR に招聘され、研究内容の紹介と討議を行った。また、長岡研究企画統括は韓国航法学会の国際ワークショップに招聘され、筆頭基調講演者として電子航法研究所の研究に関する紹介を行った。このように海外研究機関等からの招聘が増加しているのは、当研究所の評価が高まりつつある表れである。



【電子航法研究所と海外研究機関等との国際協力の相関図】

海外の研究機関との交流

仏国 DSNA/DTI とはこれまでも連携にむけて積極的に交流をしてきた。連携の正式な手続きとして、2008年8月には、両機関の代表者による研究協力協定書の調印が完了した。これにより研究協力の仕組みが整った。具体的な活動については協定書の付属書において規定することになっている。平成21年度には ASAS 関連の分野で研究協力が進められる予定である。

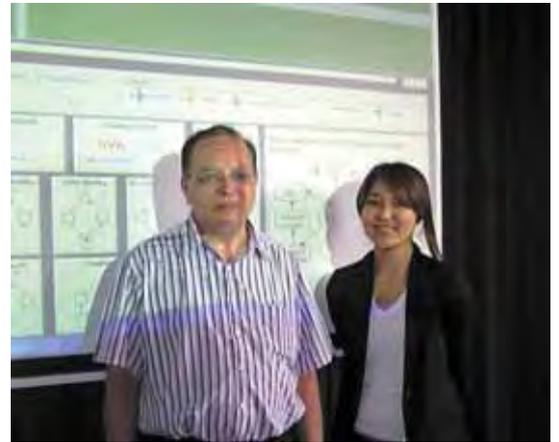


【DSNA との研究協力協定書:右】

航空交通管理領域では、ASAS 適用時の航空交通の安全性と効率を評価するため、NLR（オランダ航空宇宙研究所）と共同で ASAS のモデル化及びシミュレーションに係る検討を開始した。また、DLR(ドイツ航空宇宙研究所)からの招聘を受け、平成 20 年 11 月に DLR において ASAS のモデル化に関して発表するとともに情報交換を行った。さらに、後述する国際ワークショップに 2 名の DLR の研究者が来日し、講演を行うなど、活発な意見交換を行っている。

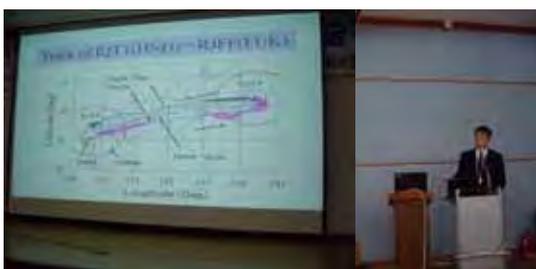


【 DLR の研究員と一緒に】



【 NLR の研究プロジェクトリーダー(左)、伊藤(右)】

長岡研究企画統括は、韓国航法学会の国際ワークショップに招聘され、筆頭基調講演者として電子航法研究所の研究動向や ENRI の研究長期ビジョンに関する講演を行った。さらに、一般の招待講演では福田上席研究員が ATM パフォーマンスに関する研究発表を行った。同年 11 月には、KSAS-JSASS JOINT INTERNATIONAL SYMPOSIUM (韓国航空宇宙学会と日本の航空宇宙学会の共同国際シンポジウム)において、研究長期ビジョンや ATM に関する発表及び討議を行い、さらに、これらの場を通して KARI (韓国航空宇宙研究院) の研究者との研究交流を深めることができた。これらにより、韓国の研究関係者との交流が進み、今後の連携を進める足がかりとなった。



【韓国航法学会ワークショップでの発表の様子】



【 KONI 学会長(中央)と
長岡(右から 2 番目)、福田(左から 2 番目)】



【 KSAS-JSASS JOINT INTERNATIONAL SYMPOSIUM での発表の様子】

国際ワークショップ

平成 21 年 3 月 5 日～6 日、大手町サンケイプラザにおいて、海外から 11 名の講演者を招いて、「航空交通管理 (ATM) / 通信・航法・監視 (CNS) に関する国際ワークショップ (ENRI International Workshop on ATM/CNS : EIWAC2009)」を開催した。この会議は「将来の ATM/CNS に向けて (Towards Future ATM/CNS)」というテーマの下に、参加者の間で将来の航空交通管理システムの実現に向けての関連技術情報や意見の交換を目指したものである。

ATM・CNS の研究・開発に関して、量・質ともに、この規模の国際ワークショップが開催されたのはアジア初である。この会議は電子航法研究所が主催し、後援として国土交通省航空局、日本航空宇宙学会、電子情報通信学会、日本航海学会にご協力いただいた。

今回のワークショップは、初日は総論的な講演、2 日目は各テーマ毎の専門的な講演が主であり、2 日目は 2 部屋に分かれ、2 つのセッションが同時進行となった。参加登録者は初日が約 250 名、2 日目が 2 部屋合計で約 230 名と盛会であった。講演者は航空関係者、研究所、大学において研究・開発に従事している人が中心で、聴講者は、航空会社、官公庁、調査会社、研究



機関、大学、メーカー (情報・通信・機体など) 関係者などであった。

【講演の風景 (EEC の Dr. Meckiff)】

討論にも参加しやすくするため、日本語と英語の同時通訳をつけ、質疑応答も容易に行えるよう配慮した。2 日間を通じて 26 件の講演があり、このうち 15 件は外国人 (仏、独、スペイン、米、英)、残りの 11 件が日本人 (国土交通省航空局: 1 件、東大: 1 件、筑波大: 1 件、JAXA: 1 件、当所: 7 件) によるものであった。

特筆すべきことは、我が国で行われたワークショップであるにもかかわらず、半数以上の発表は欧米からの講演者により実施されたことである。また、このワークショップに参加した欧米からの 11 名、国内からの 4 名の講演者は全員自費で参加いただいております。このワークショップへの期待が高かったと想像される。

このワークショップの場を活用して、海外からの講演者との交流を深めることができ、今後の連携や共同研究の糸口をつかんだ研究者もいた。

今回の講演者の殆どは各分野の第一線でご活躍の方々であり、こうした海外から多くの講演者を迎えてのワークショップ開催は初めてであったが、国内外の参加者の好評を博し、今回の国際ワークショップは大成功を収めることが出来た。今後も同様なワークショップの開催を検討していく。



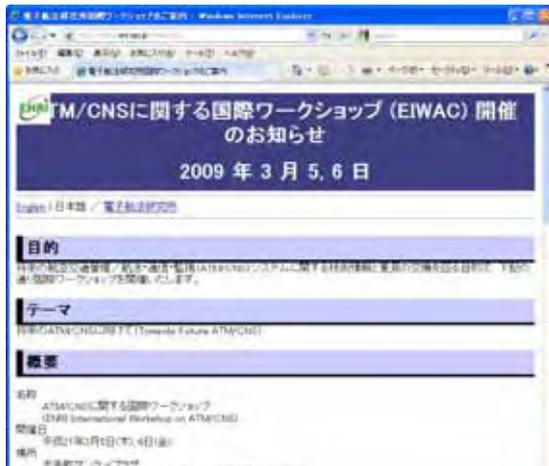
【海外からの講演者と一緒に】

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためにとるべき措置
2.5 研究成果の普及、成果の活用促進等

また、このワークショップ閉幕後、欧米からの講演者等を招待し研究施設の紹介と東京航空交通管制部の施設見学ツアーを企画した。このツアーにおいて、欧米からの参加者5名と貴重な情報交換を行うことができた。この情報交換は、NASA等の欧米研究機関との21年度以降の研究協力構築に結びつくものとなった。



【国際ワークショップ参加者のための施設見学ツアー風景】



ENRI 電子航法研究所
Electronic Navigation Research Institute

ATM/CNSに関する国際ワークショップ
ENRI International Workshop on ATM/CNS

プログラム

日次	時間	内容	講師
3月5日(金) 第1日	10:00-11:00	開会式	電子航法研究所 所長 中野 隆夫
	11:00-12:00	午後の茶会	電子航法研究所 所長 中野 隆夫
	13:00-14:00	1. 100 SAR Master Plan (100年マスタープラン)	電子航法研究所 所長 中野 隆夫
	14:00-14:30	2. NextGen-Review and Update	電子航法研究所 所長 中野 隆夫
3月6日(土) 第2日	9:00-10:00	3. The government of Long term plan	電子航法研究所 所長 中野 隆夫
	10:00-11:00	4. The government of Long term plan	電子航法研究所 所長 中野 隆夫
	11:00-12:00	5. The government of Long term plan	電子航法研究所 所長 中野 隆夫
	13:00-14:00	6. The government of Long term plan	電子航法研究所 所長 中野 隆夫

ENRI 電子航法研究所
Electronic Navigation Research Institute

2月8日(金) (第2日)

時間	内容	講師
9:00-10:00	1. Trajectory Optimization for Safe, Clean and Quiet Flight	電子航法研究所 所長 中野 隆夫
10:00-11:00	2. Trajectory Optimization for Safe, Clean and Quiet Flight	電子航法研究所 所長 中野 隆夫
11:00-12:00	3. Trajectory Optimization for Safe, Clean and Quiet Flight	電子航法研究所 所長 中野 隆夫
13:00-14:00	4. Trajectory Optimization for Safe, Clean and Quiet Flight	電子航法研究所 所長 中野 隆夫

ENRI 電子航法研究所
Electronic Navigation Research Institute

2月9日(土) (第3日)

時間	内容	講師
9:00-10:00	1. ATM/CNS: From concept to implementation, operations and business aspects	電子航法研究所 所長 中野 隆夫
10:00-11:00	2. ATM/CNS: From concept to implementation, operations and business aspects	電子航法研究所 所長 中野 隆夫
11:00-12:00	3. ATM/CNS: From concept to implementation, operations and business aspects	電子航法研究所 所長 中野 隆夫
13:00-14:00	4. ATM/CNS: From concept to implementation, operations and business aspects	電子航法研究所 所長 中野 隆夫

【国際ワークショップ開催のHP案内と開催プログラム】

ICAO 会議等における航空局への技術支援

ICAO は、航空に係る技術標準を国際民間航空条約（シカゴ条約）の付属書として制定しているところである。標準の改正や新たな標準の策定については、「パネル」と呼ばれる専門家会議が検討対象毎に設置され、それぞれのパネルでは、「作業部会：ワーキンググループ会議」において具体的な作業が行われている。我が国では、国土交通省航空局職員がパネルメンバーとして登録されており、特にワーキンググループ会議では、「高度かつ詳細な技術検討」が行われることから、電子航法研究所の研究者が「パネルメンバーのアドバイザー」として技術支援している。

こうした当研究所の参画によって、国際交流はもとより、国際協調の下での最新技術動向の把握と国内航空施策・研究開発への反映、研究成果の発信による国際標準の策定や国際的な研究開発への貢献など、様々な効果が生み出されている。

当研究所は次の4つのパネル会議に参画している。

A C P ・ 航空通信パネル

対空通信、衛星通信及び地上系通信といった航空通信全般に関する国際標準・勧告方式（SARPs）の策定及び世界無線通信会議（WRC）等周波数要件や新技術に関する検討が行われている。平成19年5月に開催されたパネル会議で、周波数要件や国際標準等に関する定常的な3部会と新技術に関する期限付の2部会を合わせた計5つの作業部会（WG:Working Group）に再編された。

A S P ・ 航空監視パネル

航空管制に使用される監視装置、航空機衝突防止装置やATCトランスポンダなど監視関連搭載装置について、国際標準・勧告方式（SARPs）、運用方式、ガイダンスマテリアル、及び、関連周波数チャネルの環境調査等を行うことを目的として設立されたパネル。最近は、二次監視レーダSSRや航空機衝突防止装置ACASの改善、新しいマルチラテレーションシステムの標準化、将来の機上監視システムの標準化日程案作成、監視性能要件（RSP）など監視システム一般の技術的調査や標準案作成等をしている。当初は2作業部会（WG）が設けられていたが、連携作業が増えているため最近では1作業部会として活動している。

当研究所は、各国が分担調査する状況報告に必要な技術資料を航空局に提供し、その発表を支援している。特に、平成20年度においては、ACAS運用評価、MLAT試作評価、トランスポンダ運用能力調査、信号環境調査など、当研究所による調査結果は、日本における航空機監視システムの実情を示した。提供した技術情報は、各国共通の課題の指摘や課題解決の確認のための根拠として扱われ、ICAOが発行するACASマニュアル等に反映された。

N S P ・ 航法システムパネル

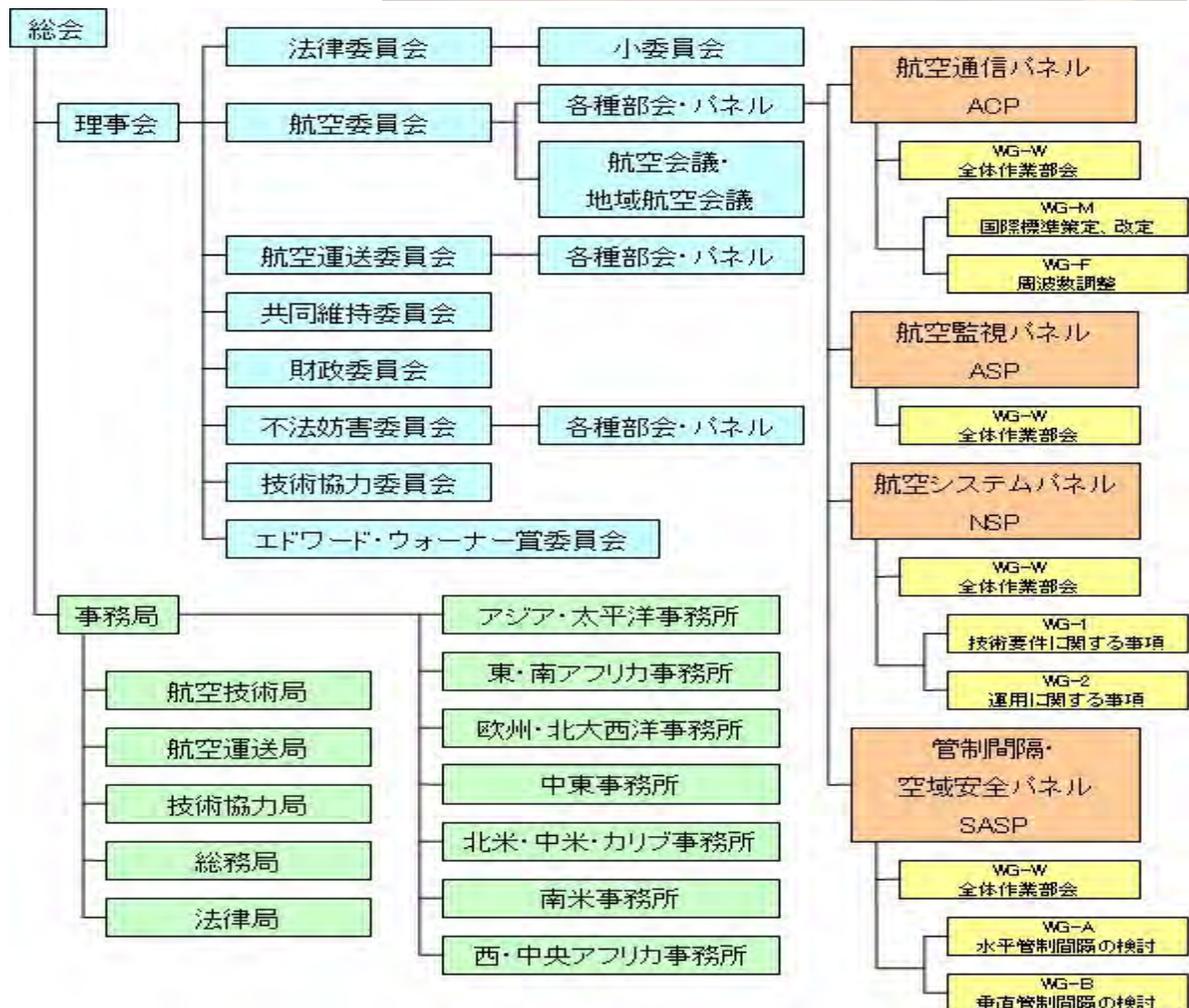
航空航法の国際基準全般について、技術的及び運用的観点から検討することを目的として設立されているパネル。2つの作業部会（WG）とさらに実効的な検討を行う機関として5つのサブグループ（Subgroup）が設けられている。

S A S P ・ 管制間隔・空域安全パネル

現行及び将来のCNS/ATMシステムの安全性評価手法、エンルートとターミナル空域における管制間隔と方式の検討を目的として設立されている。2つの作業部会（WG）が設けられている。



【H20年5月に開催された ICAO/ASP/WG 会議の様子】



【ICAO 組織図】

また、平成 19 年度に RMA（地域監視機関）として国際的に認められた航空局に対しては、空域の安全性評価に係る技術移転を進めるため、移転の方策について航空局と討議を行うとともに、官民の関係技術者を対象として安全性評価に用いる数学モデル・計算式等に関する研修を実施した。さらに、平成 20 年 12 月に開催された第 10 回 RSMAG 会議でも航空局を技術的に支援するなど、行政と一体で国際活動に取り組んでいる。

ICAO・その他の国際会議・国際学会における発表

平成 20 年度は、ICAO などの国際会議や学会、シンポジウムで積極的に研究発表を行い、昨年度の 58 件を大幅に上回る 77 件を達成した。ICAO が主催する会議においては 28 件の発表を実施した。また、ICAO 会議で提出した技術情報を整理し、当研究所の HP で閲覧できるよう改善した。

No.	表題名（和訳）	ICAO 会議名	発表場所	発表年月日
1	Target Level Safety for short term operation consistent with conventional target level of safety （従来の目標安全度と両立する短期運用形態のための目標安全度設定方法）	ICAO SASP/WG/WHL/13	モントリオール市	2008/5/12～23
2	Safety Assessment for Time-Based Longitudinal Separation in Oceanic Airspace （洋上空域における時間管制間隔の安全性評価）	ICAO SASP/WG/WHL/13	モントリオール市	2008/5/12～5/23
3	ACAS Operational Monitoring Report on the Effect of RVSM in Japan, First report of 2008. （日本における RVSM 環境下での ACAS 運用モニタリングレポート、2008 年第 1 版）	ICAO ASP WG 第 4 回会議	バンコク市	2008/5/19～23
4	Datalink Capability monitoring in Japan （日本におけるトランスポンダのデータリンク能力のモニタについて）	ICAO ASP/WP/ASP04-3 7	バンコク市	2008/5/19～23
5	Evaluation status of Multilateralism in Japan （日本におけるマルチラテレーションの評価状況）	ICAO ASP 第 3 回ワーキンググループ会議	バンコク市	2008/5/19～23
6	Safety Assessment Prior to 30NM Longitudinal Separation Minimum under ADS-C Environment （ADS-C 環境下での 30NM 縦管制間隔事前安全性評価）	ICAO SASP/WG/WHL/13	モントリオール市	2008/5/12～5/23
7	Proposed Changes to ACAS Manual in relation to Effect of RVSM. （RVSM の導入に関連した ACAS マニュアルの改訂提案）	ICAO ASP/WG 第 4 回会議	バンコク市	2008/5/19～23
8	Updates on signal environment activities in Japan （日本における信号環境測定活動の近況報告）	ICAO ASP/WG 第 4 回会議	バンコク市	2008/5/21
9	Airborne surveillance requirements for inclusion in Annex 10 （Annex 10 に含める機上監視の要件）	ICAO ASP/WG 第 4 回会議	バンコク市	2008/5/20

10	Change Proposal on Airborne Surveillance Requirements (機上監視の要件に関する改訂提案)	ICAO ASP/WG 第4回会議	バンコク市	2008/5/21 ~ 23
11	CP to insert Guidance Material on RSP in green pages of Annex 10 Volume (Annex 10 Vol. への機上性能要件のガイダンスマテリアル挿入に関する改訂提案)	ICAO ASP/WG 第4回会議	バンコク市	2008/5/22
12	ATN and IP (ATN と IP)	ICAO ACP WG-1 第7回会議	モントリオール市	2008/6/2 ~ 6
13	FAA-JCAB ATM Router Interoperability Testing over Ipv4 and Ipv6 sub-Networks the Public Internet (インターネットを用いた Ipv4 および Ipv6 網上で FAA と JCAB 間の ATM ルータ相互運用性実験について)	ICAO ACP WG-1 第7回会議	モントリオール市	2008/6/5
14	Comments for Air-Ground IP Communications (地対空通信のインターネットプロトコルによる実施についてのコメント)	ICAO ACP WG-1 第8回会議	モントリオール市	2008/8/26
15	Referring ASM in the chapter 10.2 of ACAS manual (ACAS マニュアル 10.2 章における航空監視マニュアルの参照)	ICAO ASP/ASSG 第3回会議	パリ市	2008/9/12
16	Update for ACAS manual on the phantom RA by transponder test facilities (トランスポンダ試験施設による誤警報に関する ACAS マニュアルの改訂)	ICAO ASP/ASSG 第3回会議	パリ市	2008/9/12
17	Updates on AS Timeline in Japan (日本における機上監視計画線表の近況情報)	ICAO ASP/ASSG 第3回会議	パリ市	2008/9/12
18	CP to ACAS manual after the monitoring in RVSM environments. (RVSM 環境における運用監視後の ACAS マニュアルの改定要求)	ICAO ASP/ASSG 第3回会議	パリ市	2008/9/12
19	Notes on RSP developments in the draft AS timeline. (機上監視計画線図案にある RSP 開発に関する注記)	ICAO ASP/ASSG 第3回会議の Action-item 対応	パリ市	9/30 座長送付
20	Program Sharing for Regional Monitoring Agency Practices (地域監視機関の業務のためのプログラムの共有)	ICAO SASP/WG/WHL/14	パリ市	2008/10/13 ~ 24
21	Note on current TLS (Target Level of Safety) settings and TLS for dynamic operation (目標安全度設定及び動的運用における目標安全度に関するノート)	ICAO SASP/WG/WHL/14	パリ市	2008/10/13 ~ 24
22	A Methodology of Estimating Lateral Overlap Probability for RNAV Approved Aircraft (RNAV 承認機に対する横方向重畳確率推定の一方法)	ICAO SASP/WG/WHL/14	パリ市	2008/10/13 ~ 24

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためにとるべき措置

2.5 研究成果の普及、成果の活用促進等

23	Comments for Air-Ground IP Communications (地対空 IP 通信に対するコメント)	ICAO ACP WG-I 第 9 回会議	モントリオール市	2008/10/20 ~ 10/23
24	Facilitation of discussions for other GBAS applications to enhance operational benefit besides CAT-II/III capability	ICAO NSP WGW	モントリオール市	2008/10/27 ~ 31
25	Proposed amendments to Doc.9863 ACAS manual (Doc.9863 ACAS マニュアル改定案)	ICAO ASP 第 1 回会議	モントリオール市	2008/12/8
26	Proposed SMA handbook amendment (SMA ハンドブック修正案)	ICAO RASMAG/10	バンコク市	2008/12/15 ~ 19
27	SBAS GEO as GBAS Ranging Source (SBAS 衛星の GBAS における測距利用)	ICAO NSP WG1	パリ市	2009/3/23 ~ 27
28	Japanese Research and Development Status Concerning GBAS (日本の GBAS に関わる研究開発状況)	ICAO NSP WG1/CSG	パリ市	2009/3/23 ~ 27

(国際会議)

No	表題名 (和訳)	発表学会・会議名	発表場所	発表年月日
1	Another risk of interference in ARNS band. (ARNS 帯域における干渉のもう一つのリスク)	MNWG 会議(JTIDS/MIDS Multi-National Working Group)	ウェリントン市	2008/4/8
2	ENRI GBAS Research Activity	7th International GBAS Working Group	リオ・デ・ジャネイロ	2008/4/9
3	Study on the effect on 30 NM Separation Eastbound PACOTS (東行き PACOTS の 30NM 管制間隔の効果の研究)	THE TWENTY-EIGHTH MEETING OF THE INFORMAL PACIFIC ACT COORDINATING GROUP(IPACG/28) (第 28 回太平洋航空交通管制事務レベル調整会議)	ラスベガス	2008/5/14 ~ 15
4	ENRI GBAS Research Activity	APEC GNSS 技術革新サミット	バンコク市	2008/5/27
5	MSAS Ionosphere R&D Update (MSAS の電離層関連研究開発の状況)	SBAS IWG/17 (第 17 回 SBAS 相互運用性会議)	ローマ県フラスカーティ	2008/6/3 ~ 5
6	Draft R & D Roadmap of ENRI (電子航法研究所の研究開発ロードマップ案)	The 4th meeting of Harmonization of the Future Air Transportation Systems Working Group(FATS-WG/4)	レントン市	2008/6/9
7	「将来の航空用高速データリンクに関する研究」の紹介	第 4 回将来航空輸送システム作業部会	東京都	2008/6/9
8	MSAS Ionosphere R&D Update (MSAS の電離層関連研究開発の状況)	JCAB-MITER 会議	東京都	2008/7/10
9	Activities on JTIDS FCA in Japan. (JTIDS 周波数承認に関する日本国内の活動)	PJCC 会議 (Pacific JTIDS/MIDS Coordination Committee)	ハワイ州ホノルル市	2008/7/24

10	Possibility of EMI by Active RFID Tags in Boeing 747-400 Freighter (ボーイング 747-400 貨物機内のアクティブ RFID タグによる電磁干渉の可能性)	RTCA SC-202	ワシントン D C	2008/8/6
11	A Model for Estimating the Lateral Overlap Probability of Aircraft with RNP Alerting Capability in Parallel RNAV Routes (平行 RNAV ルートにおける RNP 警報機能を有する航空機の横方向重畳確率を推定するためのモデル)	ICAS2008(26th International Congress of the Aeronautical Sciences)	アラスカ州アンカレッジ	2008/9/14 ~ 19
12	R&D on airborne surveillance in Japan -As another end of trajectory (日本における機上監視の研究-トラジェクトリのもう一端として)	ASAS-Thematic Network 2.5 会議会場	ローマ市	2008/11/12
13	GNSS Research Activities in ENRI (電子航法研究所における GNSS 関連研究活動)	第 15 回アジア太平洋宇宙機関会議	ハノイ市	2008/12/10
14	Development Program of Data link Study in ENRI (電子航法研究所におけるデータリンク研究の計画について)	ADAS DUG 第 9 回会議	ブリュッセル市	2009/2/18 ~ 19
15	Development Program of Data link Study in ENRI (電子航法研究所におけるデータリンク研究の計画について)	第 10 回 NexSAT/第 5 回 AGCFG 会議	ブリュッセル市	2009/3/24 ~ 25
16	Status of ENRI Research Activity	8 th International GBAS Working Group	パレルモ市	2009/3/3 ~ 6
17	An Example of ADS Simulation using TCP/IP network (TCP/IP を用いた ADS シミュレーションの一例)	第 10 回 NexSAT/第 5 回 AGCFG 会議	ブリュッセル市	2009/3/24 ~ 25
18	Threat Models for Planar and Zeroth Order Fits (1 次および 0 次フィットのための脅威モデル)	MSAS TRT(MSAS 技術評価会議)	カリフォルニア州 プラートン	2009/3/24 ~ 25

(国際学会)

No.	表題名(和訳)	発表学会・会議名	発表場所	発表年月日
1	A Proposal of a Wide Band for Air Traffic Control Communications (航空交通管理のための広帯域通信の提案)	IEEE Wireless Communications & Networking Conference 2008	ネバダ州ラスベガス	2008/3/31 ~ 4/3
2	Distribution of Longitudinal Speed Prediction Error of ADS-C System (ADS-C システムの縦方向速度予測誤差分布)	ICRAT(International Conference on Research in Air Transportation)2008	バージニア州ファイアフォックス	2008/6/1 ~ 4
3	Propagation of Airspace Congestion . A Correlation Analysis (空域の輻輳の伝播; 相関の解析)	ICRAT2008	バージニア州ファイアフォックス	2008/6/1 ~ 4
4	Measurement of EM Field inside a Cruising Aircraft-Potential Problems for the Use of Mobile Phones on Board- (巡航中の航空機内における電磁界の測定 - 機内携帯電話システムに潜む問題について -)	EUROEM2008 (ヨーロッパ電気磁気学会 2008)	ローザンヌ市	2008/7/22

2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためにとるべき措置

2.5 研究成果の普及、成果の活用促進等

5	Interference Pass Loss Measurement in Cargo Jet for EMI Evaluation by Active RFID Tags. (アクティブ RFID タグによる電磁干渉評価のための貨物機内での経路損失測定)	EUROEM2008	ローザンヌ市	2008/7/24
6	Emission Measurement from Active RFID Tags in Boeing 747-400 Freighter (ボーイング 747-400 貨物機内でのアクティブ RFID タグからの放射測定)	EUROEM2008	ローザンヌ市	2008/7/24
7	A Data Analysis Framework for Delay Studies on Aircraft Operation Phases (航空機運航の各局面における遅延解析のためのフレームワーク)	AIAA Modeling and Simulation Technology Conference	ハワイ州ホノルル	2008/8/11 ~ 21
8	Harmanizing Automation, Pilot, and Air Traffic Controller in the Future Air Traffic Management (将来の ATM における自動化、パイロット、管制官の協調)	ICAS(International Congress of the Aeronautical Science)2008	アラスカ州アンカレッジ	2008/9/14 ~ 19
9	Design of Operational Database for ATM Performance Assessment (ATM パフォーマンス評価用データベースの設計)	ICAS 2008	アラスカ州アンカレッジ	2008/9/14 ~ 19
10	Analnsis of Gaps between predictive and adaptive componrnts in ATM (ATM システムに含まれる予測可能な要素と適応的な要素の誤差分析)	8th AIAA Aviation Tech Inter and Oper Conference(A T I O)	アラスカ州アンカレッジ	2008/9/18
11	Modeling Ionospheric Spatial Threat Based on Dense Observation Datasets for MSAS (高密度な観測データによる MSAS のための電離層空間脅威モデル)	ION GNSS 2008 (米国航法学会 GNSS 会議)	ジョージア州サバンナ	2008/9/18
12	Solutions to issues of GBAS using SBAS ranging source signals (GBAS において SBAS 測距信号を用いる場合の問題点の解決法)	ION GNSS 2008	ジョージア州サバンナ	2008/9/19
13	Voice Processing Technique for Human Cerebral Activity Measurement (人間の脳活性度の計測のための音声信号処理手法)	IEEE-SMC	シンガポール	2008/10/1 2~15
14	Experimental Results of Measuring Human Fatigue by Utilizing Uttered Voice Processing (発話音声信号処理による疲労計測実験の結果)	IEEE-SMC	シンガポール	2008/10/1 2~15
15	Study on Air Traffic Management Performance (ATM パフォーマンスの研究)	Korea Navigation Institiute (KONI, 韓国航法学会) Workshop & Conference	ソウル市	2008/10/1 7
16	R&D Activities of ENRI towards Future Air Traffic Management (将来の航空交通管理に向けた ENRI の研究開発活動)	KONI Workshop & Conference	ソウル市	2008/10/1 7
17	Team Cognitive Process Analysis as Distriduted Cognition for En Route Air Traffic Control (航空路管制業務における分散認知としてのチーム認知プロセス分析)	European Associstion for Aviation Psychology 2008	バレンシア市	2008/10/3 0
18	ENRI R&D Long-term vision and Roadmap (ENRI の研究・開発長期ビジョンとロードマップ)	FATS-WG5(JPDO/FAA/JCAB NextGen) 会議	航空保安大学 校	2008/11/4

19	A Research Plan for Trajectory Based Operation (トラジェクトリ管理の研究計画)	FATS-WG5 会議	航空保安大学 校	2008/11/4
20	Present Status of a Highly-Accurate Positioning Experiment System Using QZSS at ENRI (準天頂衛星による高精度測位補正実験システムの現状)	GPS/GNSS 国際シンポジウム 2008	東京都江東区	2008/11/1 1~14
21	On the Availability of DGPS System Based on Terrestrial Digital One-segment Broadcasting (地上波デジタル放送によるデジタルマルチキャスト GPS の有効性)	GPS/GNSS 国際シンポジウム 2008	東京都江東区	2008/11/1 1~14
22	Plasma bubble monitoring by transequatorial HF propagation and its usefulness for GNSS (HF 赤道横断伝搬を用いたプラズマバブルの監視とその GNSS に対する有効性)	International Symposium on GPS/GNSS 2008	東京都江東区	2008/11/1 1~14
23	Cerebral Resource And Activity Measurement Equipment (脳の資源的な余裕度とその活性を計測するための装置)	SfN: 米国脳神経学会	ワシントン D C	2008/11/1 5~19
24	Measurement and Analysis of Flight Distance From Actual Operational Data (運航データによる飛行距離の測と解析)	2008 KSAS-JSASS joint International Symposium on Aerospace Engineerin (2008 年航空宇宙技術韓国航空宇宙学会日本航空宇宙学会共同国際シンポジウム)	済州島	2008/11/2 0~21
25	An Analysis on Intermittent Conflict Alert for Air Traffic Control (航空管制における断続的なコンフリクト警報の一解析)	2008 KSAS-JSASS joint International Symposium on Aerospace Engineerin	済州島	2008/11/2 0~21
26	Delay allocation priority in ATFM (ATFM における遅延割り当ての優先順位)	2008 KSAS-JSASS joint International Symposium on Aerospace Engineerin	済州島	2008/11/2 0~21
27	An Outlook of Research and Development for Future Air Traffic Management in Japan (日本における将来の ATM の研究開発の概観)	2008 KSAS-JSASS joint International Symposium on Aerospace Engineerin	済州島	2008/11/2 0~21
28	Estimation of Small Assigned Altitude Deviation Distribution (小さな割当高度逸脱分布の推定)	WSANE 2008	青島市	2008/11/2 5
29	Log-on Rush phenomenon in aeronautical satellite data communication and its mitigation (航空衛星通信システムにおけるログオンラッシュ現象とその緩和策)	IEEE Aerospace Conference 2009	モンタナ州ビ ックスカイ	2009/3/7 ~14
30	The Ionospheric Correction Processor for SBAS and QZSS L1-SAIF (SBAS および準天頂衛星 L1-SAIF のための電離層遅延補正装置)	ION ITM 2009 (米国航法学会国際技術会議)	カリフォルニア 州アナハイム	2009/1/23 ~27
31	Development of an ionospheric delay model with plasma bubbles for GBAS (GBAS のためのプラズマバブルを考慮した電離層遅延モデルの開発)	ION ITM 2009	カリフォルニア 州アナハイム	2009/1/23 ~27

海外研修生（留学生）への技術指導

国際協力では、ENAC より受け入れた研修生 3 名に対して、トラジェクトリ関連、電離層モデル作成、ミリ波による物体検出の技術指導を行い、その研究成果については研究交流会で発表した。こうした活動を通じて、若手研究員が外国人研究者との研究討議に積極的に参加する波及効果もあり、具体的な成果として海外機関との研究交流へと発展している。

・電子航法研究所では、平成 18 年度から ENAC（フランス国立民間航空学院）の学生を研修生として受け入れ研究指導を行っており、平成 20 年には以下の学生を受け入れた。

・平成 20 年 4 月-9 月 1 名：航空交通管理領域（ブノア氏）

ENAC からの留学生 1 名に対し、『航空機トラジェクトリの可視化』という研究テーマを与え、トラジェクトリ予測用データの扱い、シミュレーション手法等に関して技術的指導を行いながら研究テーマに取り組ませた。その結果、トラジェクトリ解析に必要な画面表示やグラフ化を行うためのソフトウェアを開発し画面表示等を実現するに至り、研究交流会で「トラジェクトリの可視化と評価ツール」を発表した。また、この留学生受け入れにより、若手研究員が留学生と英語で研究に関する活発な意見交換を行うという副次的効果も生じた。



ブノア氏(上)



アレクサンドル氏(左)
平澤理事長(中央)
セバスチャン氏(右)

・平成 20 年 3 月-8 月 1 名：航法・通信・監視領域（セバスチャン氏）

平成 20 年度に受け入れた ENAC からの留学生(平成 20 年 3 月 3 日～8 月 1 日)に対し、『衛星航法システムに対する電離層による影響の解析』という研究テーマを与え、衛星航法システムの性能解析手法を指導し、特に電離層伝搬遅延の影響を軽減するためのモデル化に関する検討を行わせた。本技術指導においては、MATLAB 言語を主に使用しながら、当所所有の性能解析ソフトウェア SVM も使用して実践的な解析ツールの利用を体験させた。本研修は ENAC において高い評価を受け、欧州における航空宇宙分野の学生が研究内容を競うペガサスコンクールに応募することとなった。

- ・平成 20 年 3 月-8 月 1 名：機上等技術領域（アレクサンドル氏）

機上等技術領域では、「ミリ波による滑走路異物検出」と題し、滑走路上の異物をミリ波レーダで検出するシステムの研究を行った。ミリ波 IC を用いたレーダ回路設計手法を指導し、試作したレーダで仙台空港における評価実験を行った。このインターンシップの成果は、帰国後修士論文としてまとめられ、Institut National Polytechnique de Toulouse より修士号が授与された。

- ・平成 21 年 3 月-8 月 1 名：航法・通信・監視領域（ポーエン氏）

CNS 領域では、『複数の GNSS コアシステムによる RAIM アルゴリズム』という研究テーマを与え、特に RAIM アルゴリズムを用いる場合の衛星航法システムの性能解析手法を指導している。

- ・平成 21 年 3 月-8 月 2 名：航法・通信・監視領域（フレデリック氏、エルワン氏）

機上等技術領域では、航空無線航法用周波数の電波信号環境の研究の一部として、代表的な航空監視システムである ATC トランスポンダや将来の ADS-B 受信機の信号弁別方式の研究を指導している。特に、受信信号やその処理方式のモデル化についての研究を進めており、今後この分野で活躍が期待される研修生の技術的基礎固めになるとともに当研究所の研究実施に必要なツール作りにも役立つと期待される。



ポーエン氏(上)



フレデリック氏(左)、エルワン氏(右)

アジア地域の航空交通の発展に寄与するための研修

- ・ 10/27 : JICA による CNS セミナーではアジア地域の技術者を対象に研修を実施した。



【 CNS セミナーの様子】

3. 予算（人件費の見積りを含む。） 収支計画及び資金計画

3.1 中期目標、中期計画及び年度計画の内容

[中期目標]

第4 財務内容の改善に関する事項

1. 自己収入の増加

受託収入・特許権収入等の自己収入を増加させるための活動を積極的に推進すること。

[中期計画]

3. 予算（人件費の見積りを含む。） 収支計画及び資金計画

(1) 自己収入の増加

受託収入・特許権収入等の自己収入を増加させるための活動を積極的に推進する。

(2) 中期目標期間における財務計画は次のとおりとする。

予算 別紙1（表1～表3）のとおり

収支計画 別紙2（表1～表3）のとおり

資金計画 別紙3（表1～表3）のとおり

[年度計画]

3. 予算（人件費の見積りを含む。） 収支計画及び資金計画

(1) 自己収入（利益）の増加

受託収入・特許権収入等の自己収入を増加させるための活動を積極的に推進し、21.6 百万円以上の利益を目指す。

(2) 平成 19 年度における財務計画は次のとおりとする。

予算 別紙4（表1～表3）のとおり

収支計画 別紙5（表1～表3）のとおり

資金計画 別紙6（表1～表3）のとおり

3.2 年度計画における目標設定の考え方

- ・ 自己収入については、受託収入・特許収入等を増加させるための活動を積極的に推進することを中期計画の目標として設定していることから、平成 20 年度の目標としては、受託収入・特許権収入等の自己収入を増加させるための活動を積極的に推進し、21.6 百万円以上の利益を目指すこととした。
- ・ 財務計画については、中期計画で定めた財務計画に基づき平成 20 年度の予算、収支計画、資金計画を設定した。

3.3 当該年度における取組み及び中期目標達成に向けた次年度以降の見通し

受託収入を獲得するため、研究職 45 名の小規模研究組織ながら 18 件の受託研究を実施した。特に、民間企業からの研究依頼に積極的に対応し、13 件の受託研究を実施した。民間受託は、企業が開発した製品の評価や技術指導を行い、国内産業の技術開発を後押しするという意義もある。

また、当研究所が保有する 2 件の特許「ドップラーVORのアンテナ切換給電方法」「レーダ受信画像信号のクラッタ抑圧方法及び装置」が活用され、特許権収入を獲得した。さらに、外部からの資金提供を受けられるよう「寄付金受入規程」を新たに制定し、「整理合理化計画」で求められている寄付金拡大に向けた取り組みを強化した。

このように、自己収入を増加させるための活動を積極的に推進した結果、平成 20 年度計画の予算において自己収入は 21.6 百万以上であるが、これに対して受託研究等により 24,068,204 円の自己収入を得た。自己収入は業務経費として 21,535,000 円を使用し、2,533,204 円は財務諸表参照のとおり利益の処分に関する書類（案）が承認された後に積立金となる。

平成 20 年度の財務状況については、健全性の観点から分析すると以下のとおり。

計上損益では、285,215 円の経常利益を計上し、前中期目標期間繰越積立金取崩額として 2,247,989 円を計上した結果、当期総利益は 2,533,204 円となっている。また、利益剰余金については、23,077,181 円を計上しており、内訳は目的積立金、積立金、当期末処分利益となっている。

なお、平成 20 年度に交付された運営費交付金 1,640,300,000 円に対して当期の振替額は 1,555,544,662 円であり、執行率は 94.83%である。

平成 20 年度計画予算に対する決算額は、以下のとおり。（表 1 . ~ 表 3 .）

【平成 20 年度予算 決算額】

表 1 . 予算

平成 2 0 年度予算 決算額
（単位：百万円）

区 分	金 額
収入	
運営費交付金	1,640
施設整備費補助金	63
受託等収入	241
繰越金	0
計	1,944
支出	
業務経費	787
うち研究経費	787
施設整備費	63
受託等経費	208
受託管理費	8
一般管理費	50
人件費	742
計	1,858

【平成 20 年度予算 決算額】

表 2 . 収支計画

平成 2 0 年度収支計画 決算額
 （単位：百万円）

区 分	金 額
費用の部	1,858
経常費用	1,843
研究業務費	1,132
受託等業務費	216
一般管理費	224
減価償却費	271
財務費用	0
臨時損失	15
収益の部	1,858
運営費交付金収益	1,339
手数料収入	0
受託等収入	241
資産見返負債戻入	263
臨時利益	15
純利益	0
前中期目標期間繰越積立金取崩額	2
総利益	2

【平成 20 年度予算 決算額】

表 3 . 資金計画

平成 2 0 年度資金計画 決算額

(単位：百万円)

区 分	金 額
資金支出	2,258
業務活動による支出	1,938
投資活動による支出	314
財務活動による支出	6
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	2,182
業務活動による収入	2,123
運営費交付金による収入	1,640
受託収入	480
その他の収入	3
投資活動による収入	59
施設整備費補助金による収入	59
その他の収入	0
財務活動による収入	0
繰越金	0

注) 運営費交付金による固定資産の取得については、財源の区分に対応させて業務活動による支出としている。

【第2期中期計画】

別紙1（表1）

表1. 予算（総括）

（単位：百万円）

区分	金額
収入	
運営費交付金	8,315
施設整備費補助金	661
受託等収入	1,345
計	10,321
支出	
業務経費	4,480
うち研究経費	4,480
施設整備費	661
受託等経費	1,271
一般管理費	249
人件費	3,660
計	10,321

[人件費の見積り]

期間中総額2,958百万円を支出する。

但し、上記の額は、役員報酬（非常勤役員を除く。）並びに職員基本給、職員諸手当、超過勤務手当、休職者給与及び国際機関派遣職員給与に相当する範囲の費用である。

【第2期中期計画】

別紙1（表2）

表2. 予算（一般勘定）

（単位：百万円）

区分	金額
収入	
運営費交付金	6,181
施設整備費補助金	661
受託等収入	1,133
計	7,975
支出	
業務経費	2,982
うち研究経費	2,982
施設整備費	661
受託等経費	1,078
一般管理費	226
人件費	3,028
計	7,975

[人件費の見積り]

期間中総額2,475百万円を支出する。

但し、上記の額は、役員報酬（非常勤役員を除く。）並びに職員基本給、職員諸手当、超過勤務手当、退職者給与及び国際機関派遣職員給与に相当する範囲の費用である。

【第2期中期計画】

別紙1（表3）

表3. 予算（空港整備勘定）

（単位：百万円）

区分	金額
収入	
運営費交付金	2,134
施設整備費補助金	0
受託等収入	212
計	2,346
支出	
業務経費	1,498
うち研究経費	1,498
施設整備費	0
受託等経費	193
一般管理費	23
人件費	632
計	2,346

〔人件費の見積り〕

期間中総額483百万円を支出する。

但し、上記の額は、役員報酬（非常勤役員を除く。）並びに職員基本給、職員諸手当、超過勤務手当、退職者給与及び国際機関派遣職員給与に相当する範囲の費用である。

【第2期中期計画】

別紙2（表1）

表1. 収支計画（総括）

（単位：百万円）

区分	金額
費用の部	10,246
経常費用	10,246
研究業務費	7,206
受託等業務費	1,271
一般管理費	1,162
減価償却費	607
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	10,246
運営費交付金収益	8,315
手数料収入	0
受託等収入	1,345
資産見返負債戻入	586
臨時利益	0
純利益	0
目的積立金取崩額	0
総利益	0

注) 当法人における退職手当については、その全額について、運営費交付金を財源とするものと想定している。

【第2期中期計画】

別紙2（表2）

表2. 収支計画（一般勘定）

（単位：百万円）

区分	金額
費用の部	7,477
経常費用	7,477
研究業務費	5,203
受託等業務費	1,078
一般管理費	1,019
減価償却費	177
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	7,477
運営費交付金収益	6,181
手数料収入	0
受託等収入	1,133
資産見返負債戻入	163
臨時利益	0
純利益	0
目的積立金取崩額	0
総利益	0

注) 当法人における退職手当については、その全額について、運営費交付金を財源とするものと想定している。

【第2期中期計画】

別紙2（表3）

表3. 収支計画（空港整備勘定）
（単位：百万円）

区分	金額
費用の部	2,769
経常費用	2,769
研究業務費	2,003
受託等業務費	193
一般管理費	143
減価償却費	430
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	2,769
運営費交付金収益	2,134
手数料収入	0
受託等収入	212
資産見返負債戻入	423
臨時利益	0
純利益	0
目的積立金取崩額	0
総利益	0

注) 当法人における退職手当については、その全額について、運営費交付金を財源とするものと想定している。

【第2期中期計画】

別紙3（表1）

表1. 資金計画（総括）

（単位：百万円）

区分	金額
資金支出	10,321
業務活動による支出	9,646
投資活動による支出	661
財務活動による支出	14
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	10,321
業務活動による収入	9,660
運営費交付金による収入	8,315
受託収入	1,327
その他の収入	18
投資活動による収入	661
施設整備費補助金による収入	661
その他の収入	0
財務活動による収入	0

【第2期中期計画】

別紙3（表2）

表2. 資金計画（一般勘定）

（単位：百万円）

区分	金額
資金支出	7,975
業務活動による支出	7,304
投資活動による支出	661
財務活動による支出	10
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	7,975
業務活動による収入	7,314
運営費交付金による収入	6,181
受託収入	1,120
その他の収入	13
投資活動による収入	661
施設整備費補助金による収入	661
その他の収入	0
財務活動による収入	0

【第2期中期計画】

別紙3（表3）

表3. 資金計画（空港整備勘定）

（単位：百万円）

区分	金額
資金支出	2,346
業務活動による支出	2,342
投資活動による支出	0
財務活動による支出	4
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	2,346
業務活動による収入	2,346
運営費交付金による収入	2,134
受託収入	207
その他の収入	5
投資活動による収入	0
施設整備費補助金による収入	0
その他の収入	0
財務活動による収入	0

【平成 21 年度計画】

別紙 4（表 1）

表 1 . 予算

平成 21 年度 予 算

（単位：百万円）

区 分	金 額
収入	
運営費交付金	1,618
施設整備費補助金	125
受託等収入	503
繰越金	0
計	2,246
支出	
業務経費	956
うち研究経費	956
施設整備費	125
受託等経費	452
受託管理費	13
一般管理費	49
人件費	651
計	2,246

[人件費の見積り]

期間中総額 581 百万円を支出する。

但し、上記の額は、役員報酬（非常勤役員を除く。）並びに職員基本給、職員諸手当、超過勤務手当、退職者給与及び国際機関派遣職員給与に相当する範囲の費用である。

【平成 21 年度計画】

別紙 5（表 1）

表 1 . 収支計画

平成 2 1 年度収支計画
(単位：百万円)

区 分	金 額
費用の部	2,369
経常費用	2,369
研究業務費	1,427
受託等業務費	465
一般管理費	222
減価償却費	255
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	2,369
運営費交付金収益	1,618
手数料収入	0
受託等収入	503
資産見返負債戻入	248
臨時収益	0
純損失	0
前中期目標期間繰越積立金取崩額	0
総利益	0

注) 当法人における退職手当については、その全額について、運営費交付金を財源とするものと想定している。

【平成 21 年度計画】

別紙 6（表 1）

表 1 . 資金計画

平成 2 1 年度資金計画

（単位：百万円）

区 分	金 額
資金支出	2,246
業務活動による支出	2,107
投資活動による支出	125
財務活動による支出	14
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	2,246
業務活動による収入	2,121
運営費交付金による収入	1,618
受託収入	499
その他の収入	4
投資活動による収入	125
施設整備費補助金による収入	125
その他の収入	0
財務活動による収入	0
繰越金	0

注) 運営費交付金による固定資産の取得については、財源の区分に対応させて業務活動による支出としている。

4．短期借入金、重要な財産及び剰余金

4.1 中期目標、中期計画及び年度計画の内容

[中期目標]

項目なし

[中期計画]

4．短期借入金の限度額

予見し難い事故等の事由に限り、資金不足となる場合における短期借入金の限度額は、300（百万円）とする。

5．重要な財産を譲渡し、又は担保に供する計画

特になし。

6．剰余金の使途

研究費

施設・設備の整備

国際交流事業の実施（招聘、セミナー、国際会議等の開催）

[年度計画]

4．短期借入金の限度額

予見し難い事故等の事由に限り、資金不足となる場合における短期借入金の限度額は、300 百万円とする。

5．重要な財産を譲渡し、又は担保に供する計画

特になし。

6．剰余金の使途

以下の使途を目的とした目的積立金の獲得を目指す。

研究費

施設・設備の整備

国際交流事業の実施（招聘、セミナー、国際会議等の開催）

4.2 年度計画における目標設定の考え方

- ・ 短期借入金については、中期計画と同様に設定した。
- ・ 重要な財産の譲渡や担保に供する計画はない。
- ・ 剰余金の使途については、中期計画で設定した 研究費、 施設設備の整備、 国際交流事業の実施を目的とした目的積立金の獲得を目指すこととした。

4.3 当該年度における実績（取組み状況を含む）及び中期目標達成に向けた次年度以降の見直し

（１）短期借入金

今年度の短期借入金はない。今後とも引き続き適切な業務運営を行うことにより、短期借入金が発生しないと思われるが、万一予見し難い事故等が発生した場合においても中期計画の限度額を超えることのない様に努める。

（２）重要な財産の譲渡等

該当なし

（３）剰余金の使途

平成 19 年度に獲得した自己収入のうち、民間受託により獲得した利益及び特許権収入により獲得した利益について、当研究所の経営努力により生じた利益として目的積立金を申請した。その結果、平成 19 年度決算において、積極的な広報活動を行って受託収入を増加させた当研究所の経営努力が認定され、「研究開発及び研究開発基盤整備積立金」として 3.4 百万円が承認された。（国交省所管の独法では建築研と電子研の 2 法人のみ）

承認された目的積立金は、平成 22 年度に開催を計画している「第 2 回国際ワークショップ」など、国際交流事業での活用を検討している。

5 . 外部委託及び人事に関する計画

5.1 中期目標、中期計画及び年度計画の内容

[中期目標]

第5 その他業務運営に関する重要事項

1 . 管理、間接業務の外部委託

庁舎・施設管理業務や、研究開発業務において専門的な知識等を要しない補助的な作業等については、外部委託を活用して業務の効率化を図ること。

2 . 施設及び設備に関する事項

(1) 研究開発効率が低下しないよう、適切な施設・設備の整備を計画的に進めるとともに、その利用においては安全に留意し、維持保全を着実に実施すること。

(2) 既存の研究施設及び研究機材を有効に活用し、効率的な業務遂行を図ること。

[中期計画]

7 . その他主務省令に定める業務運営に関する事項

(1) 管理、間接業務の外部委託

庁舎・施設管理業務や、研究開発業務において専門的な知識等を要しない補助的な作業等については、外部委託を活用して業務の効率化を図る。

施設及び設備に関する事項

施設・設備の内訳	予定額 (百万円)	財 源
ア．実験施設整備 実験用航空機格納庫補修工事	1 1	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備 補助金
イ．業務管理施設整備 電子航法開発部棟補修工事	1 0 0	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備 補助金
ウ．業務管理施設整備 管制システム部棟建替工事	2 2 2	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備 補助金
エ．業務管理施設整備 A T C 研究棟他補修工事	1 0 4	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備 補助金
オ．業務管理施設整備 本部棟/衛星技術部棟補修 工事	9 1	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備 補助金
カ．業務管理施設整備 仮想現実実験棟他補修工事	5 5	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備 補助金
キ．業務管理施設整備 航空システム部/管制システム部棟補修 工事	7 7	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備 補助金

「特別会計に関する法律(平成19年3月31日法律第23号)」により、平成20年度以降の財源については、全て一般会計にて整理している。

施設・設備利用の効率化

業務の確実な遂行のため、研究所の施設・設備及び実験用航空機について、性能維持・向上等適切な措置を講じるとともに、その効率的な利用に努める。

(2) 人事に関する計画

方針

業務処理を工夫するとともに、業務内容及び業務量に応じて適正に人員を配置する。

人件費に関する指標

中期目標期間中の人件費総額見込み 2,958百万円

その他参考として掲げる事項

・人件費削減の取り組みによる前年度予算に対する各年度の削減率は、以下のとおり(%)

平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度
1.7%	0.6%	1.1%	1.1%	1.1%

[年度計画]

7. その他主務省令に定める業務運営に関する事項

(1) 管理、間接業務の外部委託

庁舎・施設管理業務や、研究開発業務において専門的な知識等を要しない補助的な作業等については、外部委託を活用して業務の効率化を図る。

施設及び設備に関する事項

平成20年度に次の施設整備を実施する。

施設・設備の内訳	予定額 (百万円)	財 源
ア. 業務管理施設整備 管制システム部棟建替工事	87	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設 整備費補助金

施設・設備利用の効率化

業務の確実な遂行のため、研究所の施設・設備及び実験用航空機について、性能維持等適切な措置を講じるとともに、航空機使用ワーキンググループ、電波無響室ワーキンググループ等を活用し、その効率的な利用に努める。また、実験用航空機の更新についての検討に着手する。

(2) 人事に関する計画

業務処理を工夫するとともに、業務内容及び業務量に応じて適正に人員を配置する。

職員の業務評価手法を改善し、業績に応じた昇給とすることにより、人件費の効率化を図る。

5.2 年度計画における目標設定の考え方

- ・ 管理・間接業務の外部委託については、中期計画と同様に専門的な知識を要しない補助的な作業等は外部委託を活用することとした。
- ・ 施設及び設備に関する事項については、中期計画で設定した項目のうち、平成 20 年度は管制システム部棟建替工事を実施することとした。
- ・ 施設・設備利用の効率化については、研究所の施設・設備及び実験用航空機について、性能維持・向上等適切な措置を講じることを中期計画の目標として設定していることから、平成 20 年度の目標としては、実験用航空機の更新の検討に着手することとした。
- ・ 人事に関する計画については、中期計画と同様に業務内容及び業務量に応じて適正に人員を配置することとした。

5.3 当該年度における取組み及び中期目標達成に向けた次年度以降の見通し

(1) 管理、間接業務の外部委託

管理、間接業務では、清掃業務や公用車の運転業務を外部委託するなど、コストを削減しながら業務の効率化を図った。運転業務では、研究所と国交省間の連絡など効率的な運用が達成でき、職員の業務負担の軽減が図られたので、次年度以降もこれらの外部委託を活用することとしたい。

(2) 施設整備

施設整備では、所内のワーキンググループを活用するとともに、環境(省エネ)に配慮した整備の検討を進め、管制システム部研究棟の建替を年度計画通り実施した。なお、「管制システム部研究棟建替工事」は、平成 20・21 年度の 2 ヶ年国庫債務負担行為として、次年度においても引き続き実施することとしており、平成 21 年度に建替が完成する予定。

(3) 施設・設備利用の効率化

研究所施設・設備の性能維持、向上等

研究所施設・設備の性能維持がなされるよう、必要な補修等を行った。なお、管制システム部研究棟建替に関するワーキンググループを活用して、設計に際して必要な要件などの検討を定期的に行ったことで、効率的な意見の共有・集約作業ができ円滑に作業を進めることができたので、次年度も引き続き実施することとしたい。

実験用航空機の性能維持と更新に向けた検討

実験用航空機の維持管理については、機体の経年劣化が著しい中、飛行実験の安全性を確保するため、1000 時間点検および主翼分解整備の経費が平成 21 年度予算で認められた。

なお、実験用航空機の更新については「次期実験用航空機選定委員会」を立ち上げて、要件等に関する検討を開始しており、検討結果は、平成 21 年度に報告書としてとりまとめ、次期中期計画に的確に反映する予定。

(4) 業務処理の工夫と業務に応じた適正な人員配置

平成 20 年度は、人件費及び要員を増やすことなく、限られた人的資源を有効活用することで管理部門の業務執行体制を強化した。具体的には、企画課に企画第三係長を配置するための組織改正を行い、受託研究及び共同研究の増加への対応や知的財産等の管理強化を図るための係を常設した。次年度以降も、業務内容及び業務量に応じて適正に人員を配置し、業務の円滑かつ効率化を図っていきたい。

(5) 職員の業務評価手法の改善

平成 20 年度は、「職員勤務評定検証委員会」を設置し、公平・公正な評価を行い職務効率の向上に繋げるための検討を行い、昇給区分決定における加算点数表の基準点数の均質化を図った。一方、各課長・領域長等を対象に「管理職人事考課研修」を行い、職員個々の能力や実績等を的確に把握する能力を身に付けるべく、管理職員の人事考課能力向上についても積極的に取り組んだ。次年度以降も、公平・公正な評価を行い職務効率の向上に繋げるための改善に取り組みたい。

以 上

別添：平成 20 年度契約に関する公表資料

一者応札、一者応募に係る改善方策について

平成 21 年 5 月
独立行政法人 電子航法研究所

「1 者応札・1 者応募」に係る改善方策について

電子航法研究所では、随意契約見直し計画に基づき、一般競争入札など、より競争性の高い契約方式への移行を図ってきているが、一般競争入札の結果、1 者応札・1 者応募となっているものについて、応札者数を増やし実質的な競争性を確保するため、以下の改善方策を進めているところである。

1. 準備期間の確保

現状の入札公告期間については、国の基準と同様に「原則休日を含めて 10 日以上」としているが、民間事業者が応札について検討または準備する期間を十分に確保するため、「原則休日を除いて 10 日以上」と改める。また、専門性の強い案件や過去の実績から 1 者応札が想定される案件については、より十分な公告期間を確保するよう努める。

2. 契約条件の見直し

発注業務の履行期間については、業務の目的、内容を踏まえ、応札者にとって無理のない履行期間となるよう、可能な限り長い期間を設定するよう努める。

3. 情報提供の拡充

発注関連情報の提供については、全ての入札公告を HP に掲載する等の取り組みを行っているが、更にコンテンツ配信技術を活用することにより、より民間事業者の負担無く公告情報を提供できるよう努める。

4. 件名・仕様書内容の見直し

件名や仕様書の内容を、具体的かつ詳細に明示するなど、業務内容に対する民間事業者の理解度を高めるよう努める。

5. 応募要件の緩和

応募要件については、業務内容を勘案し、競争を制限することのないよう十分留意し更なる緩和に努める。

上記資料をホームページで公表。

平成 20 年度から、十分な入札公告期間の確保、業務の目的、内容を踏まえた履行期限の確保、コンテンツ配信（RSS 配信）技術等を活用した情報提供の拡充、件名・仕様書内容について具体的かつ詳細に明示、業務内容を勘案した応募要件の緩和などの改善に取り組んだ結果、一者応札率が大きく低減。具体的には、平成 19 年度の一般競争入札における一者応札率 85.2%に対して、平成 20 年度の一般競争入札における一者応札率は 72.7%と約 13%低減。

当研究所では、調達において競争性及び透明性の確保に努めている。しかしながら、これまでは一般競争入札または特命随意契約のどちらかしか選択出来なかったため、平成 20 年度は、発注者が特定した事業者以外の参加者の有無を確認するための公募手続きの導入や、提案書等を評価して契約相手方を特定する企画競争の本格的な導入に向けた要領を制定した。さらに、「総合評価方式」の導入についても平成 21 年度中の導入を目指している。

【様式1】

平成 21 年度以降に競争性のある契約に移行予定のもの

平成 21 年度以降に競争性のある契約に移行予定のもの

(独立行政法人名：電子航法研究所)

契約名称及び内容	契約相手の氏名並びにその所属する船舶の名称及び所在地	契約締結日	契約相手の商号又は名称及び住所	随筆契約によることとした業務方法書又は会計規程等の根拠条文及び理由	予定価格	契約金額	落札率	再就職の役員の数	移行困難な事由	移行予定年限	備考
専用回線使用料	独立行政法人電子航法研究所 理事長 平澤 愛祥 東京都調布市深大寺東 町7-42-23	平成20年4月1日	KDDI(株) 東京都千代田区飯田 橋8-10-10	会計規程第27条(1)契約の性質又は目的が競争を許さない	4,032,000	4,032,000	100.0%	0	専用回線使用料については、品質及び価格について最適な事業者と契約しているため	平成21年度	
リアルタイムデータの配信(行政機関等)	独立行政法人電子航法研究所 理事長 平澤 愛祥 東京都調布市深大寺東 町7-42-23	平成20年4月1日	(社)日本測量協会 東京都文京区小石川 1-3	会計規程第27条(1)契約の性質又は目的が競争を許さない	6,035,400	6,035,400	100.0%	0	電子基準点の生データの配信は、国土地理院と協定を結んでいる当該協会によるのみ行われており、その他に配信している者は存在しないため	平成21年度	
INS回線使用料	独立行政法人電子航法研究所 理事長 平澤 愛祥 東京都調布市深大寺東 町7-42-23	平成20年4月1日	東日本電通電話(株) 東京都新宿区西新宿 3-19-2	会計規程第27条(1)契約の性質又は目的が競争を許さない	-	1,206,007	-	0	電話の契約については、着信價の回線方式や複雑な料金体系を踏まえ、最適な契約のあり方を検討しているため	平成21年度	長期継続契約
電話料	独立行政法人電子航法研究所 理事長 平澤 愛祥 東京都調布市深大寺東 町7-42-23	平成20年4月1日	東日本電通電話(株) 東京都新宿区西新宿 3-19-2	会計規程第27条(1)契約の性質又は目的が競争を許さない	-	1,155,796	-	0	電話の契約については、発着價の回線方式や複雑な料金体系を踏まえ、最適な契約のあり方を検討しているため	平成21年度	長期継続契約
電費料	独立行政法人電子航法研究所 理事長 平澤 愛祥 東京都調布市深大寺東 町7-42-23	平成20年4月1日	東北電力(株) 仙台市青葉区本町1-7-1	会計規程第27条(1)契約の性質又は目的が競争を許さない	-	2,191,315	-	0	電気の供給については、当該業者に限られるため	平成21年度	長期継続契約

〔記載要領〕

1. 本表は、「随意契約見直し計画」の対象となっている契約を対象とすること。
2. 本表は、平成20年度に締結した契約のうち、平成21年度以降に競争性のある契約への移行予定のものについて、当該契約ごとに記載すること。
3. 本表は、「公共調達適正化について」(平成18年8月25日付財計第2017号)記3. の記載方法に準じて記載すること。
4. 「移行困難な事由」欄は、平成20年度に競争性のある契約に移行できなかった事由を記載することとし、「移行予定年限」欄は、平成21年度以降の具体的な移行予定年限(例：平成21年度)を記載すること。

【様式2】

平成21年度以降も競争性のない随意契約とならざるを得ないもの

(独立行政法人名：電子航法研究所)

契約名称及び内容	契約相手方の商号又は名称及び住所	契約締結日	契約の相手方の商号又は名称及び住所	随意契約によることとした業務方法書又は会計規程等の根拠条文及び理由	予定価格	契約金額	落札率	再交渉の件数の数	随意契約によらざるを得ない事由	随意契約によらざるを得ない場合の根拠区分	備考
電気料	独立行政法人電子航法研究所 理事長 平澤 愛祥 東京都調布市深大寺東町7-42-23	平成20年4月1日	東京電力(株) 東京都千代田区内幸町1-1-3	会計規程第27条(1)契約の性質又は目的が競争を許さない	-	13,571,997	-	0	電気の供給については、時価に比べて著しく有利な価格で契約できると見込みであるため	8	長期継続契約
上下水道料	独立行政法人電子航法研究所 理事長 平澤 愛祥 東京都調布市深大寺東町7-42-23	平成20年4月1日	調布市	会計規程第27条(1)契約の性質又は目的が競争を許さない	-	1,029,793	-	0	上下水道の供給については、当該者に限られるため	8	長期継続契約
平成19事業年度財務諸表の官報公告について	独立行政法人電子航法研究所 理事長 平澤 愛祥 東京都調布市深大寺東町7-42-23	平成21年2月27日	東京官書普及(株) 東京都千代田区神田錦町41-2	会計規程第27条(1)契約の性質又は目的が競争を許さない	1,560,600	1,510,110	96.8%	0	官報は独立行政法人が官報公告依頼を行う場合、印刷局と契約を結ぶ必要がある。印刷局と契約を結ぶこととなっている。東京官書普及(株)は、当該業者のみが印刷局と契約しているため。	6	

〔記載要領〕

1. 本表は、「随意契約見直し計画」の対象となつていない契約を対象とすること。
2. 本表は、平成20年度に締結した契約のうち、平成21年度以降も競争性のない随意契約とならざるを得ないものについて、当該契約ごとに記載すること。
3. 本表は、「公共調達適正化について」(平成18年8月25日付財第2017号)記3. の記載方法に準じて記載すること。
4. 「随意契約によらざるを得ない事由」欄は、可能な限り具体的に記載する。「随意契約によらざるを得ない場合の根拠区分」欄は、別添の「随意契約事由別 類型早見表」の類型区分(1～12)の番号を記載する。その他以下に該当する番号を記載する。
 - ・緊急の必要により競争に付することができない場合「13」
 - ・競争に付することが不利と認められる場合「14」
 - ・秘密の保持が必要とされた場合「15」
 - ・競争に付しても入札者がいないとき、又は再度の入札しても落札者がいない場合「16」
 - ・特例法令に相当する規定に該当する場合「17」
 - ・国において定める随意契約の限度額を超える契約で、法人の定める限度額を下回る契約については「18」
 - ・その他、類型区分に分類できないものについては「19」

上記資料をホームページで公表。（様式 2 は H21/3/31 公表資料 + H21/6/8 公表資料）

平成 18 年度の随意契約件数は 77 件、見直し後の随意契約は 4 件（東京官書普及、東京電力、調布市水道局、日本測量協会）の計画に対して、平成 20 年度の随意契約見直し達成状況は 8 件。（上記 4 件以外は、東北電力、KDDI、NTT 東日本 2 件）

平成 21 年度以降に競争性のある契約に移行を予定しているものは、東北電力、KDDI、NTT 東日本 2 件、日本測量協会の 5 件で、平成 22 年度以降も随意契約として残るものは、東京官書普及、東京電力、調布市水道局の 3 件の予定。

なお、特命随意契約 3 件の契約相手先は、「スカイタワー西東京」施設利用が（株）田無タワー、電子基準点データの受信契約が（社）日本測量協会、財務諸表の官報掲載契約が東京官書普及（株）で、このうち公益法人等に対する随意契約は（社）日本測量協会に対する電子基準点データの受信契約 1 件のみ。

■ 資 料 ■

目次

資料1 重点研究開発課題

資料 1-1	RNAV 経路導入のための空域安全性評価の研究	1
資料 1-2	SSR モード S の高度運用技術の研究	4
資料 1-3	ATM パフォーマンスの研究	8
資料 1-4	洋上経路システムの高度化の研究	11
資料 1-5	A-SMGC システムの研究	14
資料 1-6	高カテゴリ GBAS のアベイラビリティ向上と GNSS 新信号対応に関する研究	21
資料 1-7	ターミナル空域の評価手法に関する研究	26
資料 1-8	GNSS 精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発	29
資料 1-9	航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法の研究	33
資料 1-10	航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究	36
資料 1-11	航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究	39
資料 1-12	携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究	42
資料 1-13	航空機の安全運航支援技術に関する研究	45
資料 1-14	電波特性の監視に関する研究	49

資料2 基盤的研究課題

資料 2-1	空域の安全性の定量的評価手法に関する研究	53
資料 2-2	航空路管制業務のタスク分析及び作業負荷・負担の研究	55
資料 2-3	空港における後方乱気流管制方式の技術基盤に関する研究	57
資料 2-4	航空管制官等の健全性評価に係る生体信号処理手法の研究	59
資料 2-5	航空交通流管理における管制空域の複雑性に関する研究	61
資料 2-6	GPS 受信機処理方式の高度化に関する研究	63
資料 2-7	高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究	65
資料 2-8	トラジェクトリモデルに関する予備的研究	66
資料 2-9	ASAS に関する予備的研究	68
資料 2-10	曲線進入を考慮した TA 経路生成方式の基礎検討	70
資料 2-11	航空機衝突防止装置の運用状況に関する研究	71
資料 2-12	IP を利用した航空衛星通信システムに関する研究	74
資料 2-13	ミリ波センサを用いた空港面における落下物探索技術に関する研究	77
資料 2-14	効率的な協調意思決定を支援する情報環境実現のための要素技術の調査研究	79
資料 2-15	対空通信メディア高度化に関する基礎研究	82
資料 2-16	受動型 SSR を利用した空港環境騒音計測システムの実用化に関する研究	84
資料 2-17	信号源位置推定手法に関する基礎研究	85
資料 2-18	高速大容量通信アンテナを利用した航空通信システムに関する基礎研究	86

資料 3 受託研究【抜粋】

資料 3-1	準天頂衛星による高精度測位補正に関する技術開発	87
資料 3-2	先端 ICT を活用した安全・安心な交通システムの開発	88
資料 3-3	マルチラレーション管制機器化評価委託	89
資料 3-4	I L S における積雪影響の軽減試験評価作業	92

資料 4 外部評価結果の概要

資料 4-1	事前評価実施課題（その 1）	RNAV 経路における総合的安全性評価手法の研究	95
資料 4-2	事前評価実施課題（その 2）	トラジェクトリモデルに関する研究	97
資料 4-3	事前評価実施課題（その 3）	将来の航空用高速データリンクに関する研究	99
資料 4-4	事前評価実施課題（その 4）	空港面監視技術高度化の研究	101
資料 4-5	事前評価実施課題（その 5）	携帯電子機器に対する航空機上システムの耐電磁干渉性能に関する研究	103
資料 4-6	中間評価実施課題（その 1）	航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究	105
資料 4-7	事後評価実施課題（その 1）	無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究	108
資料 4-8	事後評価実施課題（その 2）	航空交通管理における新管制運用方式に係る容量値に関する研究	111
資料 4-9	事後評価実施課題（その 3）	静止衛星型衛星航法補強システムの 2 周波対応に関する研究	114
資料 4-10	事後評価実施課題（その 4）	今後の管制支援機能に関する研究	117

資料 5 電子航法研究所 業務方法書

資料 5		121
------	--	-----

資料 6 電子航法研究所 第 2 期中期目標・中期計画・平成 20 年度計画対比表

資料 6		123
------	--	-----

資料 7 電子航法研究所 研究長期ビジョン

資料 7		141
------	--	-----

資料 8 略語表

資料 8		151
------	--	-----

資料 9 用語解説

資料		163
----	--	-----

RNAV 経路導入のための空域安全性評価の研究 【重点研究】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○天井 治, 藤田 雅人, 山田 泉, 長岡 栄

研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

1. はじめに

航空交通量の増大に対応するため、空域の有効利用や航空路の容量拡大を図る必要がある。このため、航空局は RNAV（広域航法：Area Navigation）等の新たな管制方式・運航方式の導入を計画・整備している。しかし、これらの導入には空域管理国の義務として ICAO 基準に基づき安全性評価を行う必要があり、RNAV の展開には効率性のみならず安全性が検証された最小経路間隔等の基準の作成が課題となっている。

本研究では、RNAV 導入時の安全性（航空機同士の衝突の危険性の度合い）を評価する手法について調査・研究を行うとともに、事前に RNAV の導入を想定した安全性評価をレーダデータ等の解析結果に基づいて行う。具体的には、衝突リスクの最大許容値である目標安全度(5×10^{-9} [件/飛行時間])を満たすようにして安全性を保持しつつ、効率性の向上に寄与する管制間隔基準の短縮の検討や最小経路間隔の導出を行う。これらの検討結果を踏まえて、最小経路間隔の設定等の根拠となる技術資料を作成する。

本研究では 3 ヶ年で以下のことを行う。

- ① ターミナル RNAV 経路(レーダ監視下)における衝突リスク評価 (H18)
- ② 航空路 RNAV (レーダ監視下で航法精度 5 NM) における衝突リスク評価 (H19)
- ③ ターミナル RNAV 経路(ノンレーダ空域)および航空路 RNAV (レーダ監視下で航法精度 2NM) におけるリスク評価 (H20)

2. 研究の概要

2.1 研究の目標

本研究は我が国での RNAV 経路の導入を支援するための研究である。研究の結果が RNAV 設定基準の策定に活用され、RNAV 運航の展開に寄与することを目標とする。

このために、以下のことを行う。

- (1) RNAV 経路における最小経路間隔の提示
- (2) 航空局への RNAV 経路の安全性（衝突リスク）評価の基礎的技術資料の提供
- (3) ICAO の関連パネル等への技術的資料の提供

2.2 本年度の研究

本年度は下記の実施を計画した。

- ①ターミナル RNAV 経路(ノンレーダ空域)および航空路 RNAV (レーダ監視下で航法精度 2NM) におけるリスク評価
- ②ICAO/諸外国における当該 RNAV の安全性評価手法の調査
- ③レーダデータ等の収集・解析
- ④最小経路間隔設定等の根拠資料作成

①について。レーダ監視の行われていない空域では、航空機の航跡データの取得が期待できない。このため、昨年度までに実施してきた統計的データ解析に基づく安全性評価の実施は難しい。このような場合には、ブレンストレーミング形式によるハザード同定や定性的安全性評価の効果が高いと考える。このため、次年度以降の研究に用いるため、文献、Web により海外・他産業で実施されているハザード同定手法・定性的安全性評価手法の調査を行い、その結果を報告書としてまとめた。

航空路を飛行する航空機の大半が高い航法精度を持つ中で、精度の悪い航空機も少数飛行する場合が考えられる。このとき、精度の悪い航空機の割合をパラメータとして組み込むことにより、より正確に横方向重畳確率を推定できる。昨年度開発した実測分布を基にした横方向重畳確率の計算方法を改良し、精度の悪い航空機の割合をパラメータとして組み込んだ横方向重畳確率の計算方法を開発した。

横方向経路逸脱量分布・すれ違い頻度等の衝突リスクモデルのパラメータの値を推定するためには、膨大なデータの処理が必要となる。特に、解析に必要なデータを取り除く処理には人の手による確認作業等を要し、これに掛かる時間と労力は大きい。このため、この処理にかかる時間の短縮、労力の節約および作業の簡単化のためにレーダデータおよび飛行計画情報(FDPS)データの前処理支援ソフトウェアを製作した。前処理ソフトウェアは、以前から個人的には作成していたが作成者のみの使用にしか耐えないものだったため、航空局への技術移転なども考慮し、一般の人にも使用できるソフトウェアを製作した。

昨年度作成した平行経路における交通流のファストタイムシミュレーションプログラムは、航空路において経路

を5本まで増やした場合の交通流の模擬が可能である。しかし、経路の途中から合流する航空機がある場合の模擬はできなかった。このため、これを可能とするように、当該ソフトウェアの改修を実施した。

②について。文献による調査を行った。諸外国への研究動向の調査も計画していたが、マンパワー等の関係で実現できなかった。

③について。本研究では統計処理を目的としてデータを使用するため、膨大なデータが必要となる。このため、早い時点からデータを収集しておく必要がある。そこで平成21年度以降における研究でも利用する目的で、RNAV 到着経路における航空機の横方向経路逸脱量(横方向の航法精度)の分布について、2008年9月から RNAV 到着経路が再開した鹿児島空港のターミナル管制情報処理システム(ARTS)や高松空港のターミナルレーダ文字情報表示システム(TRAD)のデータを収集した。また、運航票を用いて RNAV 到着経路をレーダ誘導なしで飛行したと見なせる航空機のデータを整理した。また同様の理由で、RNAV の幹線ルートを観測できる航空路監視レーダのターゲットデータの収集・整理も行った。

④について。航空局の担当者に対し、昨年度提出した RNAV1 承認機に対する横間隔基準 10 NM の安全性評価について改訂(内容を追加)資料を提出した。

3. 研究成果

本年度得られた主な成果は次の通りである。

(1) 昨年度は鹿児島空港の RNAV 到着経路を飛行する航空機の横方向経路逸脱量の実測分布を良く近似できる分布を用いて、RNAV X の最大許容値である飛行時間の95%で航法精度 X NM の場合(95%最低要件)を想定した横方向重畳確率(衝突リスクモデルの重要なパラメータの1つ)の推定方法を考案した。実測分布を良く近似する分布モデルとして(1)式の正規分布と両側指数分布の混合型分布を用いた。

$$f(y) = (1 - \alpha)N(y|\sigma) + \alpha DE(y|\lambda) \quad (1)$$

$$0 < \alpha < 1$$

但し、

$$N(y|\sigma) \equiv \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{y^2}{2\sigma^2}} \quad (2)$$

$$DE(y|\lambda) \equiv \frac{1}{2\lambda} e^{-\frac{|y|}{\lambda}} \quad (3)$$

実測分布を良く近似するパラメータの最尤推定値は $\alpha=0.121$, $\sigma=0.071$ NM, $\lambda=0.084$ NM であった。この分布を基に、 α 固定、 σ/λ の比固定の条件の下に次式を満たす σ

と λ を求めた。

$$0.95 = \int_x^{\infty} \{(1 - \alpha)N(y|\sigma) + \alpha DE(y|\lambda)\} dy \quad (4)$$

X=2 の場合 (RNAV2 承認機を想定), $\sigma=0.94$ NM, $\lambda=1.12$ NM となった。

(2) 今年度はこの方法を改良し、精度の悪い航空機の割合をパラメータとして組み込んだ横方向重畳確率の計算方法を開発した。このために、実測分布 $f(y)$ の割合が $(1-\gamma)$, RNAV1 の 95%最低要件を満たす分布 $g(y)$ の割合が γ の分布 $h(y)$ を考えた。これは次式で表せる。

$$h(y) = (1 - \gamma)f(y) + \gamma g(y) \quad (5)$$

図に $h(y)$ のイメージを示した。

γ は、精度の悪い航空機の割合 ($0 \leq \gamma \leq 1$) を示す。

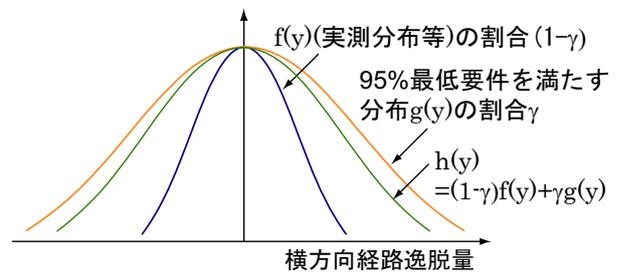


図 $h(y)$ のイメージ

(3) この手法を RNAV2 の場合に適用し、最小経路間隔を推定した。(5)式の $f(y)$ として実測分布の N-DE モデル ($\alpha=0.121$, $\sigma=0.071$ NM, $\lambda=0.084$ NM) を、 $g(y)$ として RNAV1 95%最低要件を満たす N-DE モデル ($\alpha=0.121$, $\sigma=0.94$ NM, $\lambda=1.12$ NM) を用いた場合を考えて横方向重畳確率を計算し、最小経路間隔を推定した。

平行経路において、航空機の幅の平均値が $\lambda_y=0.032$ NM かつ $\gamma=0.1$ の場合、最小経路間隔は 14 NM であった。同一条件で $\gamma=1$ (全ての航空機の精度が悪い) の場合は、最低経路間隔の推定値は 17 NM であった。

尚、この値は等価反航近接通過頻度と呼ばれる航空機同士のすれ違い頻度が 2.5 [機/飛行時間] (大きめの推定値) と仮定した場合の値である。

4. まとめ

本年度の研究の概要を示した。本研究は航空局の RNAV 経路導入計画を支援する目的で行われている。

既にレーダ監視下での RNAV 平行経路が導入されているが、実際の等価反航近接通過頻度がどのくらいであるのかを確かめる必要がある。

掲載文献

- (1) S. Nagaoka : “A Model for Estimating the Lateral Overlap Probability of Aircraft with RNP Alerting Capability in Parallel RNAV Route”, Proceedings of Int'l Congress of the Aeronautical Sciences (ICAS 2008), Anchorage, Sept.,2008
- (2) O. Amai : “A Methodology of Estimating Lateral Overlap Probability for RNAV-approved Aircraft”, ICAO SASP-WG/WHL/14-IP/2, October, 2008
- (3) 天井 : “広域航法(RNAV)運航の安全性評価手法について”, pp.5-10, 電子情報通信学会技術研究報告, SSS-2008-18, 2008年11月
- (4) 天井 : “広域航法(RNAV)の安全性の評価について”, 航空保安システム委員会 平成20年度調査研究報告書, 財団法人航空振興財団, 2009年3月

SSR モード S の高度運用技術の研究【重点研究】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○古賀 禎, 宮崎 裕己 (通信・航法・監視領域), 瀬之口 敦 (航空交通管理領域), 上島 一彦

研究期間 平成 18 年度～平成 22 年度

1. はじめに

SSR モード S は、監視機能を向上する共に、データリンク機能を有する新しい二次監視レーダデータである。我が国においても、30 局以上のモード S 地上局が整備される計画である。SSR モード S の整備が進むにつれ、航空機側装置の機能向上や地上局の増加に対応する二つの新たな技術（動態情報の取得技術および地上局間の調整技術）が必要とされている。動態情報の取得技術とは、モード S の地上喚起 Comm-B(GICB)と呼ばれる通信プロトコルを用いて、航空機の FMS が持つ動態情報を地上局にて取得する技術である。ロール角や対地速度などの動態情報により、航空管制支援システムにおいて、位置予測精度やコンフリクト検出精度の向上が図られる。欧州において特に活発に実用化が進められており、本機能を有するトランスポンダ搭載義務化が始まっている。

地上局間の調整技術とは、モード S 地上局の識別番号 (II コード) の枯渇により生じる問題を解消する技術である。モード S では地上局毎に II コードを持ち、航空機は質問中の II コードにより地上局を区別する。これにより、重複覆域において、複数の航空機と地上局の一対一のリンクを確立し、個別質問による信頼性の高い監視を行う。しかしながら、II コードは 15 個しか定義されていないため、複数の地上局が多数配置された場合、II コードの数が不足する。万一、隣接した地上局に同一の II コードが割り当てられた場合、重複覆域において、航空機の連続的な監視できなくなる。このため、地上局間で II コードの割当を調整する技術が必要となる。

2. 研究の概要

本研究では、航空局仕様に準拠した SSR モード S システムを用いて、動態情報の取得技術および地上局間の調整技術の機能および性能を検証する。

(1) SSR モード S の動態情報の取得技術を開発し、その機能および性能を検証する。

(2) 地上局の識別番号の枯渇問題を解決する技術のうち、個別調整技術を開発し、その機能および性能を検証する。

個別調整技術は、地上局間ネットワークが不要であり、地上局単体の改修で地上局間調整を実現できる技術であ

る。一方、多数の地上局が配備された環境下では、不要な応答が増加するため、その利用は適していない。

(3) 地上局の識別番号の枯渇問題を解決する技術のうち、クラスタ技術を開発し、その機能および性能を検証する。クラスタ調整技術は、地上局間でネットワークが必要であり、地上局の改修・クラスタ制御装置などの新装置が必要となる。一方、不要な応答が発生しないため、多数の地上局が配備された環境でも利用できる。

3. 研究の成果

平成 20 年度は、5 ヶ年計画の 3 年目である。本研究において、平成 20 年 4 月に当所調布本所・アンテナ試験塔に個別調整機能および動態情報取得機能を有する SSR モード S 実験局を開局した。地上局の諸元を表 1 に示す。平成 20 年度は、新設の調布局と既設の岩沼局を用いた新機能の検証を行うための実験を行った。図 1 に実験局の覆域を示す。

表 1. 実験局の諸元

	調布局	岩沼局
開局年	平成 20 年	平成 7 年
筐体出力	1.5kw	1.5kw
最大監視覆域(半径)	250NM	200NM
回転周期	10 秒	4 秒

3.1 個別調整技術の検証

個別調整技術は、SLO(Stochastic Lockout Override)機能および覆域制限機能より構成される。2つの機能の検証を実施した。

3.1.1 在空機による評価

SLO 機能による一括質問応答の状況を確認した。図 2 は、一括質問応答の分布を示す。図中の点は、一括質問応答による航空機の位置を示す。

図 2 の扇形の領域が SLO 質問の送信範囲を示している。SLO 範囲では、ロックアウトされているにもかかわらず、一括質問応答が返信されていることがわかる。

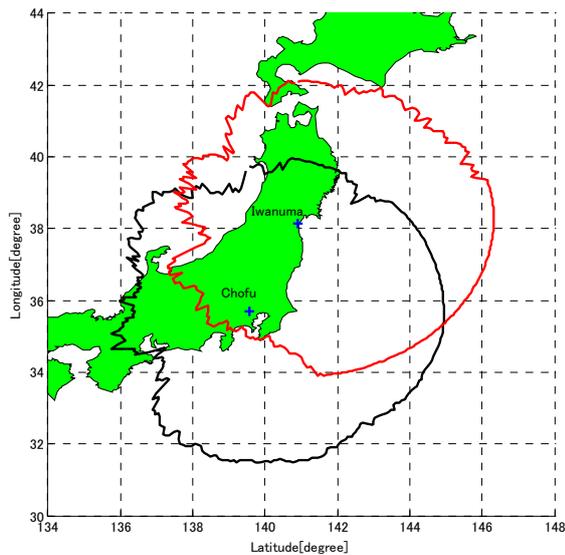


図1. 調布局・岩沼局の監視覆域

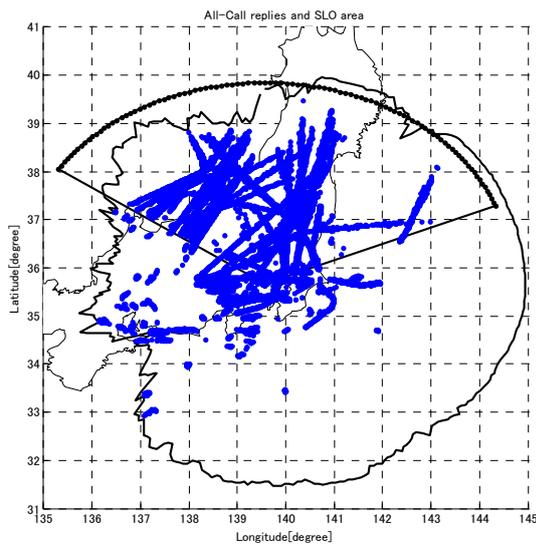


図2. SLO 範囲と一括質問応答の分布

また、SLO 範囲外においては、覆域進入時や空港からの出発機などが存在する空域で一括質問応答が現れるが、その数は少ない。

以上のように、モード S 地上局およびモード S トランスポンダの SLO 機能が動作し、ロックアウト領域において2機の SSR モード S で監視を行えること確認した。

図2の SLO 範囲外の方位 0-300 度、距離 0-50NM の範囲に一括質問応答が多く現れる領域が存在した。これは、岩沼局の算出監視覆域より実監視覆域が小さいために非ロックアウト領域が出現したことが原因である。不要な一

括質問応答を減らすためには、非ロックアウト領域を小さくすることが重要であり、実監視データに基づいたマップ作成が必要である。

3.1.2 実験用航空機による検証

実験用航空機を用いて調布局による測位位置の精度の検証を行った。図3に調布局による実験用航空機の航跡を示す。図中の黒点が個別質問応答、灰色点が一括質問応答である。実験用航空機は、岩沼局の覆域から調布局の覆域へと飛行している。岩沼のロックアウト領域内にて捕捉され、その後、連続的に監視されていることがわかる。飛行航跡もバラツキの小さいスムーズな航跡となっていた。

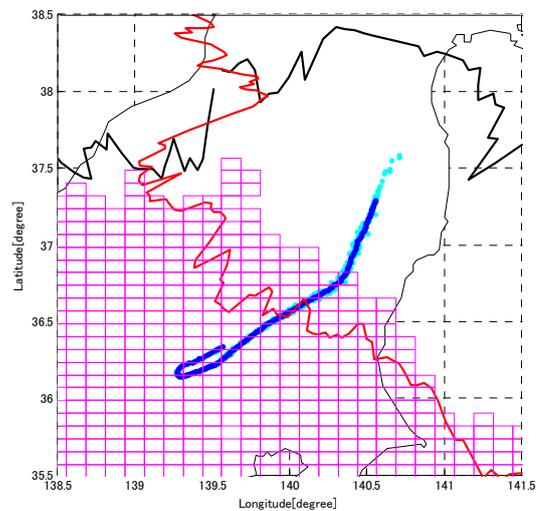


図3. 実験用航空機の航跡

3.2 動態情報の取得技術の検証

動態情報の取得技術を検証するため、SSR モード S 地上局を用いた在空航空機の監視試験を行った。ある1機の航空機の動態情報を連続的にモニタした結果を示す。モニタ対象機は、監視初期時において FL360 にて飛行しており、次第に高度を下げて、羽田空港へと着陸している。対象機の水平航跡を図4に示す。図中において、動態情報の変化とレーダ航跡の変化を比較するため、航空機の針路が大きく変化するポイント（ピンクの円の部分）を4つ選んだ。

(1) 垂直方向意図(GICB 40)

GICB40には、MCP/FCU 選択高度(Mode Control Unit/flight Control Unit), FMS 選択高度(Flight Management System), 気圧高度設定値やデータの有効性を示すビットなどが含まれる。

図5に垂直方向意図の変化を示す。X軸は時間(秒)を示し、Y軸は高さ(フィート)を表す。青点は航空機高度、緑点は MCP/FPU 選択高度、水色点は FMS 選択高度を示す。

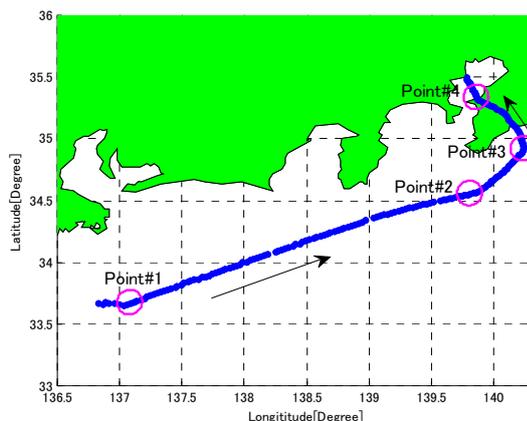


図 4. 飛行航跡

MCP/FCU 選択高度は、パイロットが入力した高度である。実高度が選択高度に従って降下していることがわかる。

FMS 選択高度は 0 となっていた。

(2) トラック・転回通報 (GICB50)

トラック・転回通報には、5つのパラメータ（ロール角、トラック角、対地速度、トラック角変化率、対気速度）とその有効性を示すビットが含まれる。図 6 に、トラック・転回通報のパラメータの変化を示す。

図中の灰色部分は、図 4 において選んだ針路の変化点である。ロール角、トラック角、トラック角変化率は、この付近で大きく変化しており、レーダ測位による航跡の状態と一致しており、適切なパラメータが含まれていることが推測できる。

3.3 ネットワーク調整機能の対応 SSR モード S の検討

地上局間の識別番号の解決技術のうち、ネットワーク調

整技術について検討を行った。ネットワーク調整技術は、SSR モード S を地上ネットワークにより相互接続し、データの送受を行うことにより識別番号の調整を行う。本技術は、システムが複雑化するが、RF 環境に与える影響が最も小さく利点がある。本機能を持つ SSR モード S 局の地上局について検討を行い、これらの機能をもつ SSR モード S 局の開発を開始した。

3. まとめ

平成 20 年度は、SSR モード S 調布局および岩沼局を用いた個別調整機能の検証を行った。また、在空中機の監視実験を実施し、動態取得の機能の検証を行った。また、地上局識別番号のネットワーク調整技術についての検討を開始した。

参考文献

- [1] 瀬之口 他：“Fleet monitoring status in Europe”
- [2] 古賀 他：“SSR モード S の地上局識別番号の個別調整技術の評価実験について”,電子情報通信学会技術研究報告, SANE2008-106,2009 年 1 月
- [3] Koga：“SSR Mode S related researches in ENRI”, Proceedings of ENRI International Workshop on ATM / CNS ,Mar. 2009
- [4] 古賀 他：“自律分散技術を用いた航空管制用レーダシステムについて”,電子情報通信学会, 第 26 回アシュアランスシステム研究会,2009 年 3 月
- [5] 中村, 小菅, 古賀：“角度目標誤差が大きい場合の旋回目標対処用の適応型 α - β フィルタ”, 電子情報通信学会技術研究報告,SANE2008-106,2009 年 1 月

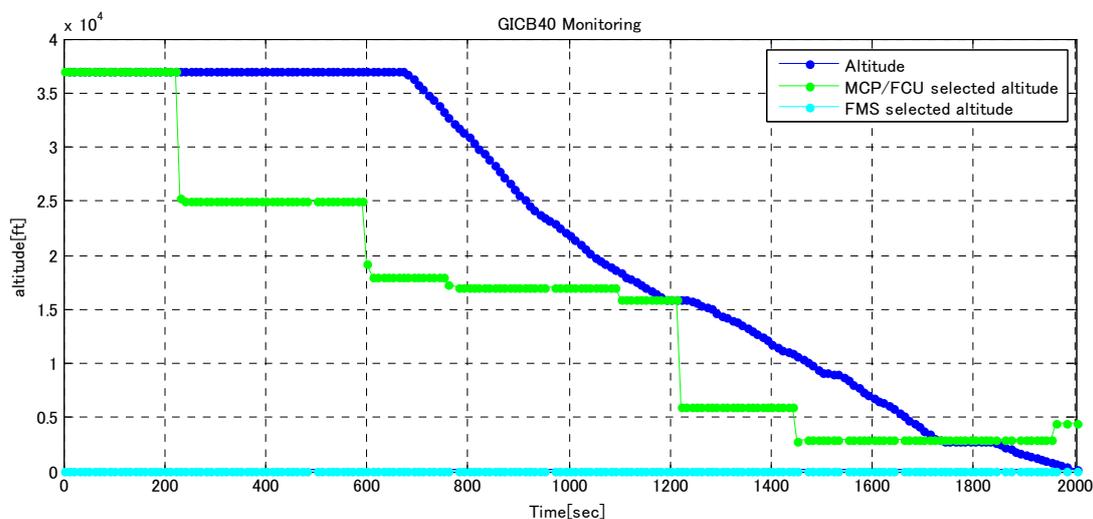


図 5. 選択高度の変化

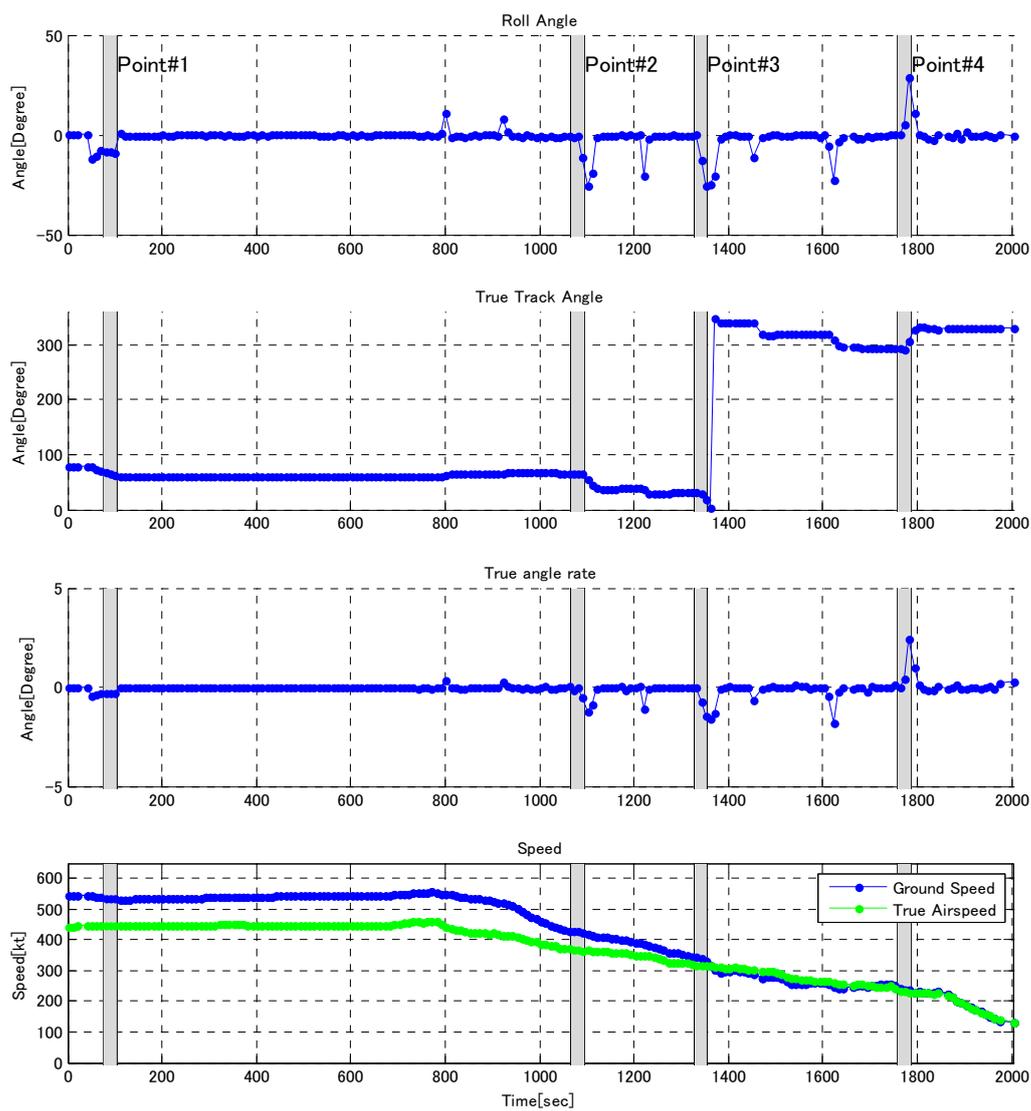


図 6. トラック・転回通報の変化

(上から、ロール角、トラック角、トラック角変化率、対地・対気速度)

ATM パフォーマンスの研究【重点研究】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○蔭山 康太, 福田 豊, 木村 章, 山本 哲士, 住谷 美登里, 行木 宏一, 宮津 義廣,
秋永 和夫, クラウス・グウィグナー, 長岡 栄

研究期間 平成 19 年度～平成 22 年度

1. はじめに

航空交通管理 (ATM) は安全性, 経済性そして効率性の提供を目的として航空交通や空域を動的かつ統合的に管理し, 航空交通管制や空域管理, 航空交通流管理など航空機の運航に関わる各機能を実施する。空港の離着陸施設や航行援助施設, 飛行情報管理システムなどの各種の管理システム, 地上と航空機の通信システム, 航空機側の飛行管理装置, そして各種の方式基準やオペレータなど, 非常に多くの要素により ATM の機能は実現される。

国際民間航空機関 (ICAO) の第 11 回航空会議では ATM のパフォーマンスに関する指標, 目標値, ATM 全体の基本的な特性の定義化等が勧告されている。欧米では, ATM のパフォーマンスを測定するための指標が検討されており, それに利用するデータベース, ツール等が開発され, 運用されている。

航空需要は増大し, 航空交通は, その重要性を増している。ATM では性能向上などにより対応を行ってきた。今後も増大が予想されるため, ATM の性能 (以下, ATM パフォーマンス) の継続した向上が必要とされる。ATM パフォーマンスの向上には, その評価の継続実施および結果のフィードバックが重要である。ATM は多数の目的遂行を要求されるために, ATM パフォーマンスの評価は多角的な項目に基づく必要がある。この評価の継続的な実施により経年変動の傾向の把握や, 特に向上が必要とされる項目の特定が可能となる。また, 各パフォーマンス項目値の要因分析により, その項目値の向上のための施策の指針が取得できる。

2. 研究の概要

本研究では, 前年度に引き続き, パフォーマンス評価手法を検討した。また, 前年度に製作した ATM パフォーマンス評価システムの機能向上を行い, 読み込みデータ項目や ATM パフォーマンス評価対象項目, そして航跡表示機能を拡張した。

3. 研究成果

3.1 ATM パフォーマンス評価手法の検討

前年度に引き続き, パフォーマンス評価項目, および各項目のパフォーマンス値の算出手法を検討した。遅延に関

するパフォーマンスの検討においては, 航空機の運航を局面に応じて分類し, 各局面に対して遅延の指標値を定義することで特に大きな遅延が発生する運航局面を検討した。図 1 に示すように運航局面は, 一般的にスポット出発, 離陸, 着陸, スポット到着を区切りとして分類される。この区切りに基づいて, 運航を出発前 (スポット出発まで), 出発走行 (スポット出発から離陸まで), 飛行 (離陸から着陸まで), 到着走行 (着陸からスポット到着まで) のそれぞれの局面に分類した。

遅延のパフォーマンス値を「運航中の所要時間の実績値が基準値を超過する割合」と定義し, 運航者により作成される飛行計画における記載値や, 実績値における最短値を基準値として用いた。定義した算出手法を日本国内の代表的な幹線上の運航実績データに適用し, パフォーマンス値を算出した。算出の結果からは, 離陸前の局面 (出発前および出発走行) におけるパフォーマンス値が大きくなる傾向が示された。また, 出発遅延および飛行の局面では毎日のパフォーマンス平均値が大きく変動する傾向が示されたが, その確認には, より多くの期間を含むデータ収集および解析の継続, および各運航の状況の詳細な検討が必要とされる。

また, 飛行距離に関するパフォーマンスの検討を継続した。レーダ情報処理システムのジャーナルから航跡データを取得し, 航跡データから得られた出発空港から目的空港までの飛行距離を大圏距離と比較することで, 各飛行の効率を検討した。

3.2 ATM パフォーマンス評価システム

ATM パフォーマンス向上施策には早急な効果の検討が必要とされることなどから, 評価は日常的に実施される必要がある。日常的な評価においては, 例えば, ある空港への到着機の遅延時間など, 定型的な解析手順の繰り返しが想定される。解析手順の記録, およびその呼び出し機能の実装などにより, 簡易な操作によるパフォーマンス実績値の算出が可能となる。

日常的な評価の実施には, 簡易な操作による評価を可能とする評価環境の構築が不可欠である。日常的な ATM パフォーマンス評価環境の検討を目的として, 前年度より電子航法研究所では ATM パフォーマンス評価システム

(Comprehensive Assessment System of Performance for ATM Review : CASPAR) のプロトタイプを開発中である。CASPAR の開発は、以下のような機能の実現を目的とする。

- ATM 運航データベース
- 簡易な操作によるパフォーマンス値算出
- パフォーマンス値の要因の容易な検討環境

より詳細なパフォーマンス評価のために、使用滑走路や各運航の予定飛行経路などをデータベースへの読み込み項目に追加した。また、遅延時間など各パフォーマンス値算出の分類基準として、従来の計画時刻に加えて、実績時刻（スポット出発・到着、離陸・着陸）を追加した。

同時に、以下のようなパフォーマンス評価項目を追加した。飛行計画に記載された予定飛行経路の集計に基づき、日本国内の各経路における交通量の算出を可能とした。また、各空港における離着陸機数の計数も可能とした。さらに各運航の巡航高度について、飛行計画に記された運航者の希望値と実際の割り当て値が一致した割合、すなわち運航者の希望巡航高度が取得された割合の算出も可能とした。

パフォーマンス値の検討には、その値のみに基づく検討では不十分であり、動画形式などによる交通状況の再現などによる要因の検討が必要である。このため、CASPAR

では2次元および3次元による航跡再生機能を実装した。この再生機能を拡張し、気象レーダにより記録されたレーダ・エコー・データを航跡に重畳して表示することを可能とした。図2に航空機の航跡と気象レーダ・データ重畳表示の例を示す。

また、パフォーマンス値として算出される各経路上の予定交通量についても航跡に重畳して表示することを可能とした。

4. 考察等

ATM パフォーマンスの多角的な評価には様々な項目を対象とする必要がある。同時に、天候状態の影響などにより、通常の運航と大きく異なる特異日が発生し得るため、パフォーマンス値の評価には、長期間にわたるデータ収集が不可欠であると考えられる。

今後も、パフォーマンス評価項目の拡張を進めるとともにパフォーマンス評価システムの機能向上を行う予定である。

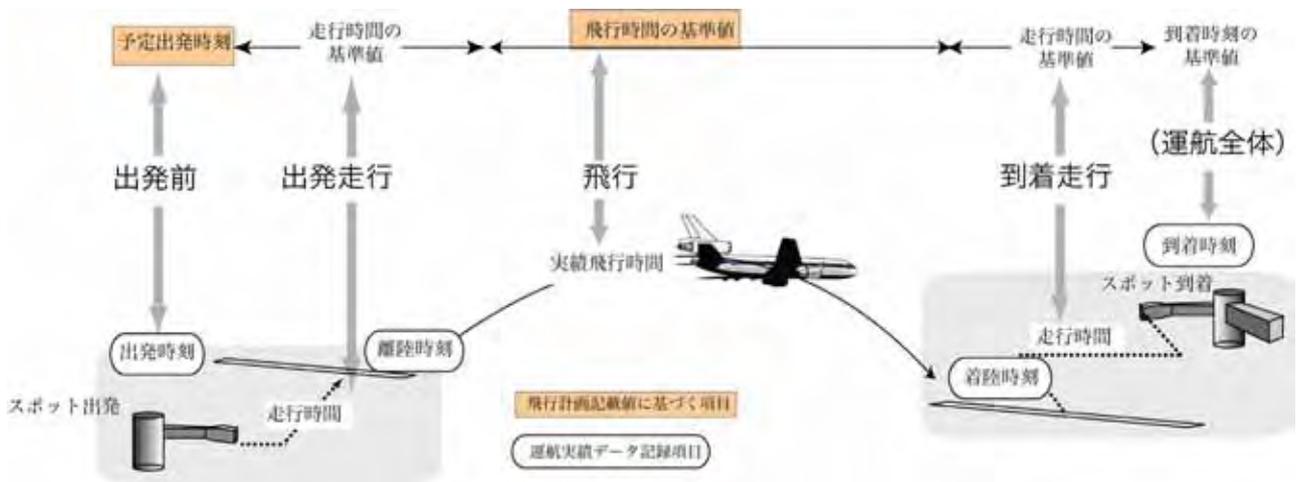


図1 運航局面に応じた遅延の分類例

掲載文献

- (1) 福田, 蔭山: “運航実績データによる飛行距離の解析”, 日本航空宇宙学会第 39 期年会講演会, pp.142-145, 2008 年 4 月
- (2) 福田: “航空交通管理のパフォーマンス評価システムの開発”, 国土交通先端フォーラム, pp.54-57, 2008 年 6 月
- (3) 福田: “運航実績データによる飛行距離の解析”, 日本航空宇宙学会学会誌, Vol.56, No.656, pp.247-249, 2008 年 9 月
- (4) 福田, 蔭山: “運航実績データによる RNAV 出発方式の解析”, 第 46 回飛行機シンポジウム, pp.798-804, 2008 年 10 月
- (5) Y. Fukuda: “Study on Air Traffic Management

- Performance”, Korea Navigation Institute (KONI) Workshop & Conference, pp.29-38, Oct. 2008
- (6) Y. Fukuda, K. Kageyama : “Measurement and Analysis of Flight Distance from Actual Operational Data” Proceedings of 2008 KSAS-JSASS Joint International Symposium on Aerospace Engineering, pp.401-404, Nov. 2008
- (7) 蔭山, 福田: “運航局面による航空機の遅延の検討”, 日本航空宇宙学会第 39 期年会講演会, 2008 年 4 月
- (8) 蔭山, 福田, 山本, 宮津, 行木: “ATM パフォーマンス評価システムの開発”, 平成 20 年度 (第 8 回) 電子航法研究所研究発表会講演概要, pp. 5-9, 2008 年 6 月
- (9) K. Kageyama, Y. Fukuda : “A Data Analysis Framework for Delay Analysis of Aircraft Operational Phase” AIAA Modeling and Simulation Technology Conference and Exhibit, AIAA2028-6342, Aug. 2008
- (10) K. Kageyama, Y. Fukuda : “Design of Operational Database for ATM Performance Assessment” 2008 International Congress of the Aeronautical Science, Sep. 2008
- (11) 蔭山, 福田: “出発空港での地上走行における ATM パフォーマンス評価”, 第 46 回飛行機シンポジウム, 2008 年 10 月
- (12) K. Kageyama, Y. Fukuda : “A Case Study of Operational Delay at Japanese Airports”, ENRI International Workshop on ATM/CNS, pp.99-102, Mar. 2009

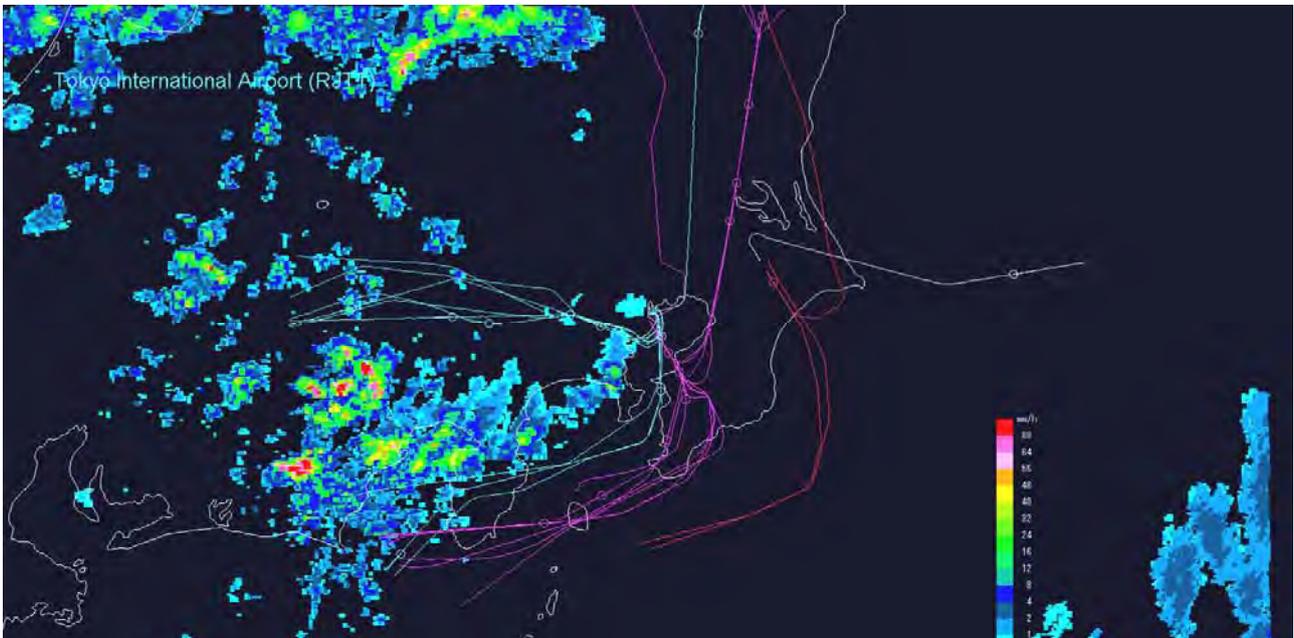


図 2 航空機の航跡と気象レーダ・データの重畳表示の例

洋上経路システムの高度化の研究【重点研究】

担当領域 航空交通管理領域
担当者 ○福島 幸子, 福田 豊, 住谷 美登里
研究期間 平成 20 年度～平成 23 年度

1. はじめに

洋上管制においては、航空機航法精度の向上や衛星データリンク通信の利用による管制間隔の短縮を進めている。航法性能要件 RNP4 適合機の増加に伴い、縦間隔 30NM、横間隔 30NM の適用事例の増加が予想される。このような環境下において、上層風の状況や各航空機の性能を勘案したより経済的な運航を求めるユーザーニーズが高まってきている。

洋上空域における交通需要は国内需要を上回るペースで増加してきており、太平洋航空管制事務レベル調整会議 (IPACG) においても、間隔短縮に関する検討のほか、将来の太平洋地域における UPR (User Preferred Route) の導入に向けた検討などが行われている。UPR はユーザが飛行ごとに希望の経路を申請するものである。近年の燃料費の高騰や環境意識の高まりもあり、世界的に導入の要望が高まってきている。実際、交通量の少ない空域から導入されており、今後は交通量の多い空域でも導入の可能性が検討されている。

そのため、洋上空域におけるより効率的な経路システムの構築が課題となっている。

2. 研究の概要

本研究は 4 年計画である。平成 20 年度の研究においては、以下を実施した。

- ・ 南太平洋上の UPR の傾向
- ・ 中部太平洋上の管制縦間隔短縮効果の試算
- ・ 洋上管制シミュレータの製作

3. 研究成果

3.1 南太平洋の UPR の傾向

成田、中部、仁川空港と、グアム、シドニー、ブリスベン空港間の UPR を予測し、季節ごとの傾向を解析した。UPR の計算においては、経度方向は 1 度ずつ、緯度方向は 10 度ずつ (北緯 20 度のみ境界上の 21 度) の経路ネットワークを使用した。2 月、8 月、10 月の 1 週間ずつについて解析した。

現在、日本と南太平洋を結ぶ ATS 経路は、福岡 FIR とオークランド FIR の境界上で、だいたい経度で 2～3 度ずつ離れている。それぞれの UPR が FIR 境界上で、ATS 経路との位置関係を解析した。FIR 境界付近の経路を図 1 に

示す。

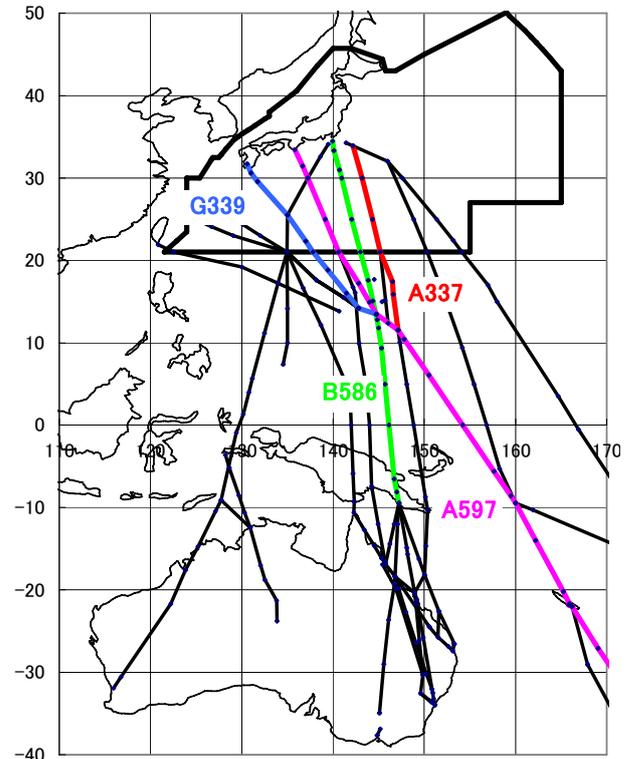


図 1 南太平洋の ATS 経路

成田発オーストラリア行きは、2 月は A337 に近く、8 月、10 月は A337 と B586 の間に引かれた。オーストラリア発成田行きは A337 の東から B586 の西側まで、広範囲に分布した。成田—オーストラリア東海岸間の UPR の効果推定^[1,2]より、オーストラリア東海岸の 4 つの空港から成田行きの UPR の試行運用がもうすぐ始まるが、B586 よりも 50NM 以上東側を通る条件となった。

成田—グアム間についても A337 と B586 の間に UPR は引かれた。成田発は東よりになり、グアム発は西よりになった。

中部発—グアム行きは A597 と B586 の間に分布した。グアム発中部行きは A597 の東から A337 の西まで広範囲に分布した。

仁川—オーストラリア間は直線経路に近い経路が UPR となる場合が多かった。福岡 FIR 境界では現在の G339 より西を通る場合が多かった。

仁川—グアム間は G339 と A597 の間に分布した。

3.2 中部太平洋上の管制縦間隔短縮効果の試算

日本と北米・ハワイを結ぶ中部太平洋経路は、気象予報を元に日毎に設定されている。

成田ー北米間を飛行する航空機は、RNP10 対応の機器を搭載している航空機に対して、縦方向 50NM が適用されていた。RNP4 対応機に対しては、縦方向 30NM を適用できるため、シミュレーションによる導入効果の試算を行った。

当所の動的経路計画シミュレータを用い、太平洋では交通量の多い PACOTS 東行き経路を対象とした。2002 年ベースの交通量及び 2007 年ベースの交通量のときの便益をそれぞれ試算した。

航空機機種は全て B747-400 とし、出発時刻、飛行経路は飛行計画統計データに準拠した。飛行希望高度は実際の PACOTS 経路で最小燃料経路となるように最適高度を計算した。管制間隔の欠如（コンフリクト）が予想されるときは、1,000ft (1 ft = 0.305 m) ずつ下の高度を検索し、管制間隔が確保できる高度を選択した。そして、消費燃料をそれぞれ推定した。

2002 年の東行き交通量を元に行った検討では、年間 1,850 万ポンドの燃料（2 万 6 千トンの CO₂）が削減できると試算した^[1]。

また、2007 年の東行き交通量(+22%)を元に行った検討では、年間 2,480 万ポンドの燃料（3 万 4 千トンの CO₂）が削減できると試算した^[3,4]。

図 2 にこのシミュレーションでの管制縦間隔と希望飛行高度取得について示す。

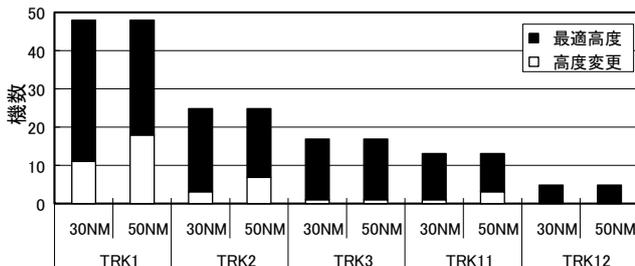


図 2 管制縦間隔と希望高度取得

縦軸は、飛行トラックごとの飛行機数を示し、そのうち黒は希望高度（最適高度）で飛行できた航空機数、白は管制間隔確保のために高度を変更した機数を示す。

交通量の少ない TRK では高度変更を行った機数は管制縦間隔による差が少ないが、特に交通量の多い TRK1 で 30NM 間隔のときに、高度変更を行った機数の減少がわかる。

3.3 洋上管制シミュレータの製作

動的経路計画シミュレータを参考に、洋上管制シミュレータを製作した。動的経路計画シミュレータからの改善点

は以下のとおりである。

- (1) ネットワークデータの編集方法の改善
- (2) 飛行シミュレーションの実施

4. 考察

最も交通量の多い TRK1（成田空港-シアトル空港）について、高度プロファイルを図 3 に示す。縦軸に飛行高度、横軸に経度を示す。

赤線の航空機は同じものである。30NM 縦間隔の場合は希望高度で飛行できたが、50NM のときはほぼ 3,000ft 低く飛行し、燃料も 6,778lbs (1 lbs = 0.454 kg) 多く消費した。140W の地点において、希望高度に達していない航空機数は 30NM で 7 機、50NM で 14 機であった。

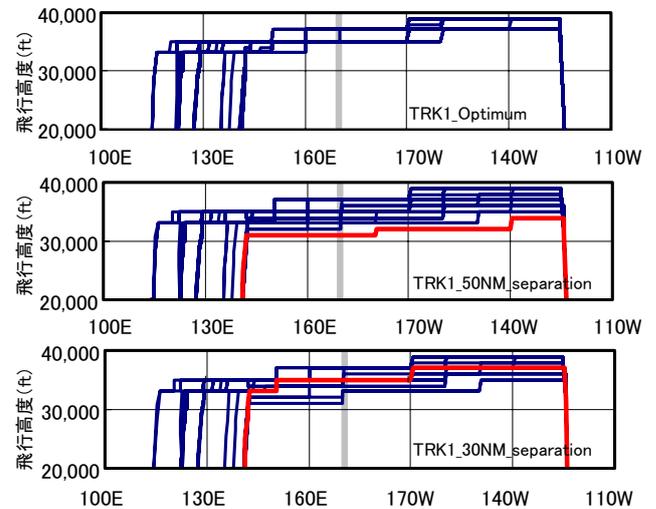


図 3 高度プロファイル(TRK1,2007 年交通量ベース)

管制間隔の短縮は、希望高度での飛行を増加させる。また、UPR での飛行の可能性も秘めている。

5. まとめ

東行き PACOTS の管制縦間隔短縮効果についてシミュレーションにより検証した。

平成 21 年度は、検討空域を中部太平洋だけでなく、北部太平洋も含めた空域に拡大し、UPR の効果や Flex 経路の効果を検証する予定である。3.2 で製作したシミュレータを用い、より短い管制間隔に応じた経路の計算や、より詳細な管制シミュレーションが可能となる。

掲載文献

- (1) JCAB : “Study on the effect on 30 NM Separation on Eastbound PACOTS”, The 28th Meeting of the informal Pacific ATC coordinating Group (IPACG/28), IP/14, May 2008
- (2) 福田 : “東京ーシドニー間の可変経路の検討”, 航空管制 2008 No.4, pp.52-56, 2008 年 7 月

- (3) 国土交通省報道発表資料：“洋上空域における管制業務の高度化について（管制間隔の短縮及びU P R方式の試行運用）～洋上空域における運航効率の向上～”，
http://www.mlit.go.jp/report/press/cab13_hh_000004.html,
2008年8月
- (4) 福島，福田：“太平洋上での管制縦間隔短縮による効果”，電子情報通信学会 2009年総合大会，p284，2009年3月

A-SMGCシステムの研究【重点研究】

担当領域 A-SMGCS_P T

担当者 ○二瓶 子朗, 宮崎 裕己, 古賀 禎, 青山 久枝, 上田 栄輔, 山田 泉, 角張 泰之

研究期間 平成 16 年度～平成 20 年度

1. はじめに

空港面における航空機や車両等移動体の監視と走行経路の指示などは、現在は主として管制官による目視と音声通信によって行われているが、大きな空港などで交通量が多く、滑走路や誘導路が複雑に入り組んでいる場合や、夜間や霧などによる低視程時では、的確な監視と適切な管制指示を行う事が難しく、管制官の負荷も非常に大きい。

そこで、低視程・大交通量・輻輳経路の状況下でも空港における誤進入防止、経路誘導、間隔確保、衝突防止等を図って、航空機等の安全で円滑な地上走行を確保すると共に管制官の状況認識の向上によるワークロードの軽減等に寄与できる先進型地上走行誘導管制（A-SMGC：Advanced-Surface Movement Guidance and Control）システムの早期研究、開発、導入が社会的にも求められている。

2. 研究の概要

A-SMGC システムは、ICAO で検討が進められている空港面における航空機等の地上走行誘導管制システムであり、監視、経路設定、誘導、管制の 4 つの基本機能が定義されている。このような機能を実現するには多くの装置を有機的・効果的に結合して適切なシステム構築を実現することが必要である。

本研究は、国土交通省航空局のニーズ調査等に基づいて、平成 16 年度から 5 ヶ年計画で実施しており、羽田空港再拡張計画や成田空港 B 滑走路北伸計画等への活用、低視程状態発生頻度の高い空港への活用など空港整備計画とのリンクを視野に入れて、近い将来実現可能な技術水準を前提としたシステム開発を目指す。

本研究は、複数の専門分野にまたがる総合的なシステム開発が必要とされることから、所内の他の研究グループや外部機関との連携・共同研究が不可欠である。そこで、無線技術、情報処理技術、航空管制業務等に精通した研究者を結集し、目的志向・目標管理意識をもったプロジェクトチームを結成して一元的な組織体制のもとで研究を推進する。また、本研究は、灯火制御による誘導機能の研究を担当している（独）交通安全環境研究所等との共同研究或いは研究協力の枠組みを作って進めていく。

本研究期間における各機能の達成目標を以下のように

設定する。

監視機能については、他の 3 つの機能に必須となる監視情報を提供することから、最も重要な機能と位置づけられており、早期実現が望まれている。そこで、システムの信頼性確保と性能の相互補完の観点から、航空機と車両のそれぞれの移動体監視に適した複数の監視センサ（ASDE、MLAT、SSR モード S、AVPS 等）の組み合わせとデータの統合化により空港面を走行する航空機と車両全てに対する自動識別表示を実現するため、図 1 に示す統合型空港面監視センサを開発する。

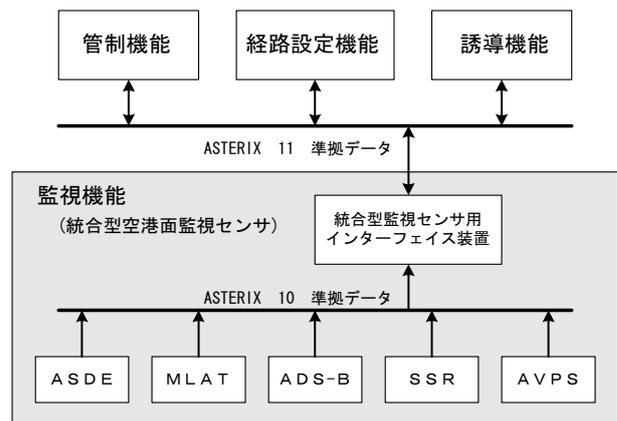


図1 統合型空港面監視センサブロック図

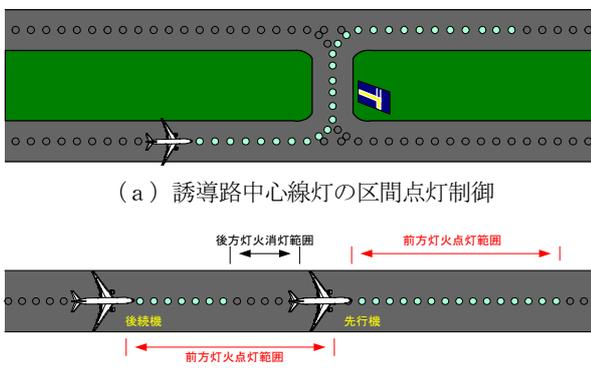
経路設定機能については、図2に示すようにタッチパネル等を使って始点と終点をマニュアルで選択・指示することで、移動区域内の各航空機に対する経路指示を迅速かつ容易に生成・指示できる半自動経路生成装置を開発する。さらに、推奨経路を自動的に生成するアルゴリズムの開発に向けた空港面地上走行のモデル化についても開発する。



図2 出発航空機に対する経路指示

誘導機能については、パイロットや車両運転者が指示された経路を走行できるように明確な表示を提供する。そこ

で、統合型空港面監視センサで得られた移動体の位置・識別・進行方向・速度等の監視データと、経路生成装置から伝送された経路データを使用して、誘導路中心線灯を停止線灯と組み合わせて自動点灯消灯制御できる灯火誘導装置を開発する。図3は、灯火誘導 (Follow Green) の概念図を示す。同図 (a) は誘導路中心線灯の選択的点灯消灯制御による航空機の地上走行誘導の様子を示す。また、同図 (b) に示すように後続機が続く場合、先行機の直後一定範囲は点灯させないように制御する。すなわち、先行機の後方灯火消灯範囲が後続機の前灯火消灯範囲と重なる場合は先行機の後方灯火消灯制御を優先する。



(a) 誘導路中心線灯の区間点灯制御
(b) 後続機が続く場合の灯火制御
図3 灯火誘導 (Follow Green) 概念図

管制機能について、ICAO で出された A-SMGC マニュアルでは、管制機能の一部に誤進入や移動体のコンフリクトを事前に検出する機能を含めることを推奨している。そこで、統合型空港面監視センサから出力される ASTERIX 11 形式の監視情報を基にして、移動体の種別・位置・速度・方向と滑走路周りに設定した保護エリアの種別により、滑走路誤進入およびコンフリクトを検出するアルゴリズムを開発すると共にこれらの機能等を画面上に反映させた管制表示装置の開発、管制官による経路指示入力を容易にするヒューマン・マシン・インターフェイス (HMI) を開発する。表1は、監視センサと移動体検出の関係を示す。また、図4は、滑走路周りに設定した保護エリアの区分を示す。

表1 監視センサと移動体検出

	ASDE	MLAT	AVPS
航空機	○	○	×
識別車両	○	×	○
非識別車両	○	×	×

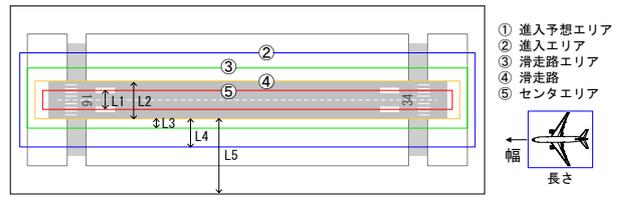


図4 保護エリア区分図

3. 研究の成果

3.1 監視機能の開発

羽田空港再拡張計画や成田空港 B 滑走路北伸計画等では、新しい監視センサとしてのマルチラレーション (MLAT) の導入、現用 ASDE との接続による複数センサ間の相互補完機能実現によって、出発機も含めた全ての航空機に対する自動識別表示の実現が急務とされている。そこで、我々は羽田空港および成田空港における導入評価試験を通して、ASDE と MLAT による複数の監視センサからの位置データを融合処理して、ターゲット毎に統合した信頼性の高い位置データを生成・出力する統合型空港面監視センサの開発に向けた基本性能試験を実施した。その結果、統合航跡では、モード S トランスポンダ非搭載機やトランスポンダ OFF の航空機などの MLAT 非検出目標を ASDE で補完する。また、ASDE ブラインドエリア内の航空機は MLAT により補完できることを確認した。これによって、センサ単独の場合と比較して安定した監視が可能となることを確認した。

図5は、統合型空港面監視センサの航跡記録例を示す。青色の点が ASDE、緑色の点が MLAT によるセンサ航跡、赤色の+印が統合航跡で、羽田空港 A 滑走路に着陸して離脱誘導路 A6 から O-TWY を通過した航跡を示す。

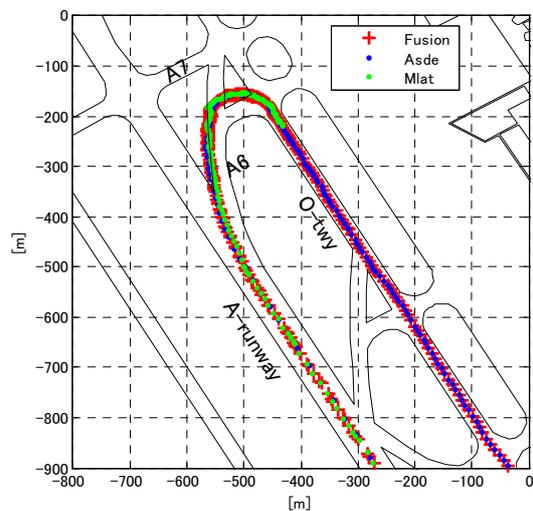


図5 統合型空港面監視センサ航跡記録例

この図では、O-TWYに入って間もなく MLAT 航跡が消えている（トランスポンダ OFF）が、ASDE で捕捉されている事から連続した統合航跡が得られている。

3.2 経路設定機能の開発

(1) 経路生成装置

経路設定時の操作性に主眼を置いた実験システムの構築を目指して、管制官による操作を必要最小限にすることを前提とした装置の開発を行ってきた。

図6は、タッチパネルを使った経路生成装置の外観を示す。経路生成装置は、監視センサから出力される移動体位置情報を取り込んで移動体の現在位置を空港面マップ上にシンボル表示する。経路設定の手順としては、経路生成装置の空港面マップ上に表示された移動体のシンボルに対してタッチパネル等で捕捉して経路指示の対象となる移動体のシンボルを特定する。そして、指示する経路の始点、途中点、終点をタッチパネル等でマニュアル選択して経路を生成する。また、幾つかの走行パターンを予め用意しておきワンタッチで選択指示することもできる。生成された経路に対しては適宜変更することも可能である。



図6 タッチパネルを使った経路生成装置外観

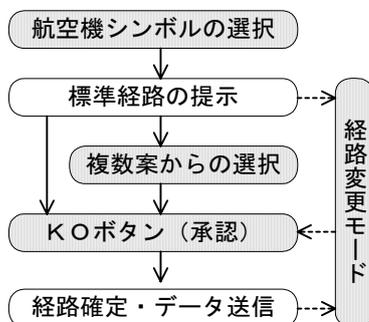


図7 経路生成のフローチャート

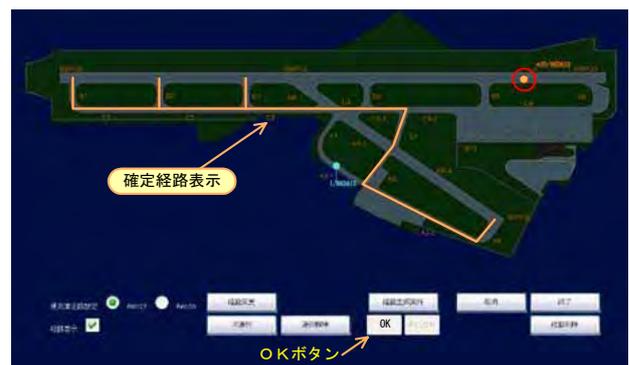
簡易な操作での経路生成を実現するため、よく利用される経路に相当する誘導路エッジの集合体をデータベー

スとして準備し、参照する方法が本装置の大きな特長として挙げられる。即ち、通常管制官が指示する頻度の高い経路を「標準経路」としてデータベースに準備しておくことで、操作手順を減らすことができる。図7に本装置の最も一般的な操作手順を表したフローを示す。網掛けの枠がユーザーの操作であり、白抜き枠が経路生成装置の動作である。また、クライアント画面に表示されている経路は何度でも適宜変更することが可能である。

図8は、仙台空港においてシステムの総合性能試験および管制官評価を実施したときの経路生成装置の操作画面を示す。同図(a)は、B滑走路に着陸した到着機を対象航空機として選択し、トラフィックパターンとして登録済みの標準経路が表示された画面を示す。また、同図(b)は、表示された標準経路がOKボタンの操作によって承認され、経路が確定された画面を示す。この時点で、経路データは、誘導機能側の灯火制御装置や管制機能側の管制表示装置に送信される。



(a) 対象航空機選択&標準経路表示画面



(b) 走行経路承認・確定画面

図8 経路設定操作画面（仙台空港，到着機）

(2) 地上走行経路のパターン解析

羽田空港におけるマルチラレーション導入評価の監視データから管制官の指示により走行した航空機の経路を分析し、使用滑走路、使用スポット等による地上走行経路のパターン解析を行った。図9に北風運用時の走行パタ

ーンを示す。空港面全体の交通流は、管制官が認識しやすいように、誘導路ごとに航空機の走行方向を一律にする傾向が見える。東西を結ぶ連絡誘導路については、それが顕著に現れている。

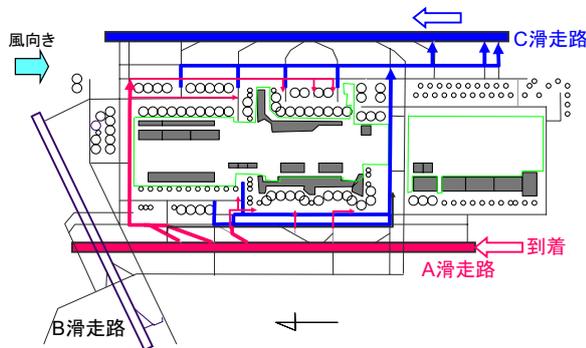


図9 北風運用時の走行パターン

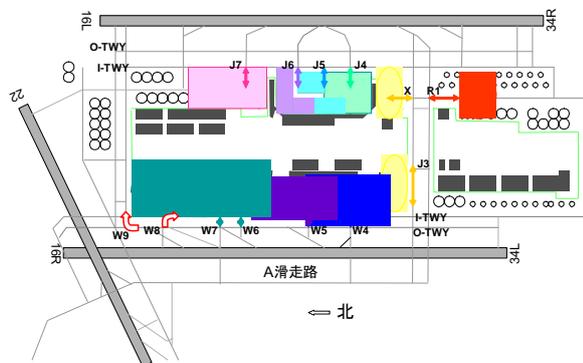


図10 スポットのグループ化(北風出発)

また、羽田空港では、空港中央部分のターミナルビルに隣接あるいは近いスポットが頻繁に使用されているが、その位置により使用されるエプロン近辺の経路がある程度パターン化されている。隣接スポットの同時使用時などは管制官の判断により、状況に応じた経路指示が出されるが、通常最短となる経路を指示している。従って、複数の隣接するスポットが航空機の出入りに同じ経路を指示されることから、これらのスポットを一つのグループとして表すことができる。図10にグループ化したスポットを示す。

北風運用時の特徴として、西側のスポットに向かう到着機はW6～8、東側のスポットに向かう到着機はW9を頻繁に指示されている。また、南風運用時に西側のスポットに向かう到着機はJ3から西側I-TWYを使用する頻度が高いこともわかった。

このように使用滑走路とスポットのグループに対して、使用頻度の高い走行経路を標準的な走行経路と想定することが可能と考えられる。また、状況によっては、空港面全体の交通量については殆ど変えることなく、その経路の一部を変更した迂回経路を走行してい

ることも分かった。

羽田空港では、新滑走路の供用開始に向けて、スポット、誘導路等が頻繁に更新されているため、今後も走行パターンの解析を継続する必要がある。しかし、本研究による解析手法、航空機の走行に関するデータ、モデル化の手法は空港面レイアウトの一部変更にも対応できるものと考えられる。

(3) 地上走行のモデル化

スポットと滑走路端間の走行経路を自動的に生成・指示することで空港面管制業務を支援することを目的として、支援システムの基礎となる空港面地上走行のモデル化を行っている。

空港面内の各移動区間の長さを値とするエッジ(辺)をノード(節点)によって結合したネットワークとして空港面をモデル化する。このネットワークモデル上で、最短経路探索法を基礎として推奨経路生成アルゴリズムを構築することを目指している。

本研究で製作しているモデルは、エッジとノードにより構成されるグラフとしてモデル化された空港面モデル上で、速度を属性値とする航空機モデルを走行させることにより航空機の地上走行を模擬する。この地上走行モデルは、現実の航空機の運航を計算機上に精密に再現することが求められる。

平成18年度までに行った仙台空港のモデル化では、航空機の地上走行について等速走行を仮定していた。実際の運航では、航空機は緩やかな加減速により地上走行を行う

(図11参照)。このため、走行経路上の各区間の通過時間は、当該区間での速度プロファイルによって大きく変化する。羽田空港等の大規模混雑空港では、地上走行の経路形状および走行距離が使用スポットごとに多様となるため、経路全体での走行時間を精密に再現するためには、区間ごとの速度変化に注目してモデル化を行うことが必要となる。そこで、平成20年度には、下記の条件に応じて航空機モデルの加減速を行うモデル化手法を導入した。

①経路形状による加減速

実際の地上走行で旋回を行う際には、旋回可能な速度までの減速を事前に行い、旋回後に再度加速を行う。この加減速にはそれぞれ100m以上の距離を要する。このため、交差点間が300m～500mの直進区間で構成される東京国際空港等の大規模空港では、各直進区間の通過に要する時間が、区間前後で旋回を行うか否かによって異なる。そこで、従来は「エプロン」「誘導路」「滑走路」の3種類としていたマップモデルのエッジ属性に、新たに「旋回部」を追加した。

②縦列走行に伴う加減速

実際の運航では、誘導路上での縦列走行が生じる際に後続機が先行機との間隔を保つために減速を行う。この動態を模擬するため、経路上で航空機モデルの前方に存在する他の航空機モデルとの距離に応じて加減速を行う処理を導入した。

③合流等に伴う加減速

本研究で製作したモデル上では、既に航空機モデルにより占有されている区間に他の航空機モデルを進入させず、当該区間の外のノードで一時停止させる「閉塞制御」の処理を用いることにより、衝突回避のための航空機の動態をモデル化している。実際の運航では、このような一時停止を行う際には、事前に停止へ向けた減速が行われる。この動態を模擬するため、経路上で他の航空機モデルによる占有が予定されている区間を検出し、当該区間の外で停止するための減速開始位置に達した時に占有が終了していない場合には、減速を開始する処理を導入した。

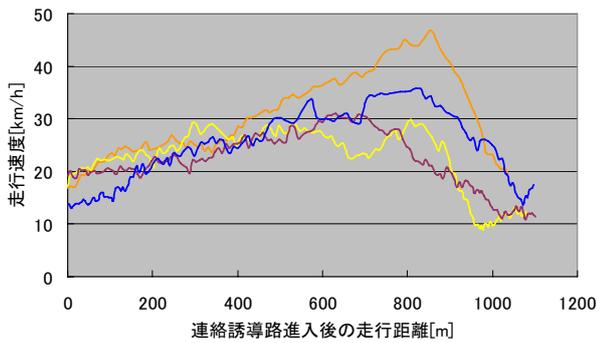


図 11 マルチラレーションで得られた速度プロファイルの例 (2つの巡回箇所間の直進走行)

3.3 誘導機能の開発

統合型空港面監視センサで得られた移動体の位置・識別・進行方向・速度等の監視データと経路生成装置から伝送された経路データに基づき、航空機の前方一定範囲（設定距離：400m）の誘導路中心線灯を航空機の走行に合わせて移動点灯させる。ただし、前方点灯灯列の範囲内に先行機が存在する場合は、追従機の追突防止等の観点から先行機の後方一定距離（設定距離：100m）までしか点灯させない。即ち、先行機の後方消灯制御が優先され、先行機の前はその誘導のためだけの灯火制御が行われる。

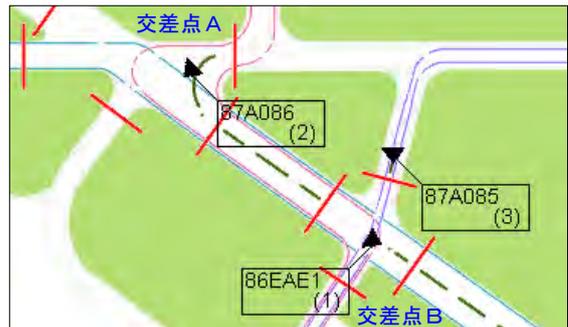
交差点では、複数の接近機の中から優先的に通過させる航空機を決定し（先着順アルゴリズム、または個別優先アルゴリズム）、停止線灯によって他の航空機を交差点手前で一時停止させるなどの交通整理を行う。

先着順アルゴリズムは、複数機が相前後して交差点に接

近した場合、停止線灯の手前一定距離（設定距離 85m）に先に到達した航空機を優先通過機として経路上の誘導路中心線灯の点灯を継続し、同時に他の誘導路の停止線灯を点灯して、それらの誘導路からの交差点への進入を禁止する。このとき、交差点への進入を禁止された航空機は、機体前方の誘導路中心線灯が停止線灯より先は消灯される。図 12 は、航空機毎に優先度を付与し、これに従って交差点を通過させる灯火制御の例を示す。図中、航空機タグの文字は航空機の識別符号（モードSアドレス）であり、カッコ書き数字は優先度を示しており数値が小さい程優先度が高い。例えば、交差点 B には“87A085”が先着するが、最も優先度の高い“86EAE1”及び次いで優先度の高い“87A086”を優先通過させるために、“87A085”に向けた停止線灯が点灯して待機させている様子を示す。この優先度対応機能は、実運用において管制官の任意の管制指示に対応可能な灯火制御システムを構築するための基本機能として開発している。



(a) 交差点 B へ“87A085”が先着



(b) “86EAE1”が優先通過

図 12 優先度に従った交差点通過の灯火制御例

3.4 管制機能の開発

本研究では、滑走路における誤進入・コンフリクト検出方式について検討し、平成 17 年度は離陸機、平成 18 年度は着陸機に対する検出ソフトウェアを制作した。平成 19 年度は、それまでに制作した検出ソフトウェアについて、羽田空港の監視ログデータを使って性能評価を実施し、誤

警報の発生率低減と確実な誤進入およびコンフリクト検出を可能とするアルゴリズムの改修を行った。また、これらの機能を画面上に反映させるための管制表示装置との接続を図った。そして、平成 20 年度は交差滑走路に対する検出ソフトウェアを製作した。

これまでに試作・実装した検出項目の一覧を表 2 に示す。判定基準となるパラメータの設定については、実態に即した検証を積み重ねた上で決める必要があることから、羽田空港における MLAT 導入評価で取得した監視ログデータ等を使って検証・評価している。

表 2 滑走路誤進入・コンフリクト検出項目

状態	移動体	判定基準	検出結果
誤進入	非識別移動体の進入	進入予想エリア	注意
	識別車両の進入	進入エリア	注意
	クローズ滑走路からの離陸	滑走路エリア	注意
	クローズ滑走路からの離陸	センタエリア	警報
	クローズ滑走路への着陸	30 秒未満	注意
	クローズ滑走路への着陸	15 秒未満	警報
	運用方向とは逆方向へ離陸	センタエリア	注意
コンフリクト	運用方向とは逆方向へ離陸	100m 移動	警報
	離陸機の前方に移動体	30kt 未満	注意
	離陸機の前方に移動体	30kt 超過	警報
	着陸機の前方に移動体	30 秒未満	注意
	着陸機の前方に移動体	15 秒未満	警報

4. 考察等

A-SMGC システムに要求される 4 つの基本機能について検証するための実験装置を試作し、各要素を結合させた実験システムを構築して仙台空港において総合性能試験と管制官評価を実施した。

システムの中核をなす監視機能については、航空機と車両それぞれの移動体監視に適した複数の監視センサの組み合わせとデータの統合化により、相互に補完しあえる統合型監視センサの開発に向けた相互補完機能について実験的検証を行った。特に羽田空港の再拡張計画や成田空港 B 滑走路北伸計画に向けては、MLAT と ASDE を融合して相互補完処理することで空港面監視能力の大幅な向上が期待される統合型空港面監視センサについて導入に向けての見通しを得ることができ、管制機器化に向けた信頼性評価と性能要件策定のための基礎資料の取得を行った。

経路設定機能については、管制官による思考を反映して操作を最小限にすることを前提とした半自動経路生成装置を試作して、仙台空港において操作性に主眼を置いたシステムの総合性能試験と管制官評価を実施した。評価にご

協力いただいた仙台空港、成田空港、羽田空港の各管制官からは主に操作性に関して複数の課題が掲げられ、機能実現に向けて更なる改善点も含めた貴重な意見を聴取することができた。また、羽田空港で取得した監視ログデータを使った地上走行パターンの分析によって標準的な走行経路が明らかになってきた。これによって、管制官の思考を反映した簡便な経路指示が可能になるものと期待される。さらには、推奨経路を自動的に生成するアルゴリズムの開発に向けた空港面地上走行のモデル化について検討し、羽田空港をモデルとして誘導路上での旋回時の加減速等、実際の航空機の動きを再現できる手法について開発を進めている。

誘導機能については、ASTERIX11 に対応したデータの直接取込、灯火の制御ブロックの細分化等を図った灯火制御装置を試作し、仙台空港においてシステムの総合性能試験を実施した。交差点においては、複数の接近機の中から近い方を優先通過機とする先着順アルゴリズムと、優先的に通過させる航空機を予め個別に決定する個別優先アルゴリズムについて動作検証し、誘導路中心線灯と停止線灯に対する灯火制御が所定の手順に沿って正常に動作することを確認した。これまでの検証試験によって誘導機能としての基本的な開発ができたものと考えられる。

管制機能については、滑走路における誤進入とコンフリクトを検出するための機能実現に向けたソフトウェアを試作した。実装した各検出項目に対しては、判定基準となるパラメータの設定について、実態に即した検証を積み重ねた上で決める必要があることから、監視ログデータ等を使った検証・評価を継続して実施していく必要がある。

掲載文献

- (1) 宮崎, 二瓶他: “マルチラレーション監視システムの導入調査 (1)”, 平成 18 年度 (第 6 回) 電子航法研究所発表会講演概要, 2006 年 6 月
- (2) 二瓶, 宮崎他: “マルチラレーション監視システムの導入調査 (2)”, 平成 18 年度 (第 6 回) 電子航法研究所発表会講演概要, 2006 年 6 月
- (3) 古賀, 二瓶他: “A-SMGC システムの監視機能の開発について”, 平成 18 年度 (第 6 回) 電子航法研究所発表会講演概要, 2006 年 6 月
- (4) 宮崎, 二瓶, 古賀: “マルチラレーション監視システムの評価実験”, 2006 電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-2-30, pp.260 2006 年 9 月
- (5) 二瓶, 宮崎, 古賀: “統合型空港面監視システムの開発”, 2006 電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-2-31,

- pp.261, 2006年9月
- (6) 古賀, 二瓶, 青山: “滑走路における誤進入・コンフリクト検出手法の検討”, 2006 電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-2-32, pp.262, 2006年9月
- (7) 古賀, 二瓶, 宮崎: “A-SMGC システムの監視機能について”, 電子情報通信学会技術報告, SANE, pp62-68, 2007年1月
- (8) 宮崎, 二瓶 他: “東京国際空港におけるマルチラテレーション監視システムの評価結果”, 平成 19 年度 (第 7 回) 電子航法研究所発表会概要, 2007年6月
- (9) 二瓶, 宮崎, 他: “先進型地上走行誘導管制(A-SMGC) 実験システムの接続試験について”, 平成 19 年度 (第 7 回) 電子航法研究所発表会概要, 2007年6月
- (10) 古賀, 二瓶 他: “滑走路における誤進入およびコンフリクト検出方式について”, 平成 19 年度 (第 7 回) 電子航法研究所発表会概要, 2007年6月
- (11) 松久保, 二瓶 他: “滑走路状態表示灯システムの開発について”, 平成 19 年度 (第 7 回) 電子航法研究所発表会概要, 2007年6月
- (12) 二瓶, 宮崎 他: “A-SMGC 実験システムの接続試験”, 2007 電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-2-38, pp.246, 2007年9月
- (13) 古賀, 二瓶, 青山: “滑走路における誤進入・コンフリクト検出機能の実装”, 2007 電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-2-38, pp.247, 2007年9月
- (14) 宮崎, 二瓶, 古賀: “マルチラテレーション監視システムの評価実験その 2”, 2007 電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-2-31, pp.260, 2007年9月
- (15) 山田, 二瓶 他: “A-SMGC システム経路生成機能の開発ー空港面地上走行のモデル化ー”, 第 45 回飛行機シンポジウム, 2G6, pp.859-864, 2007年10月
- (16) 青山, 二瓶 他: “A-SMGC システム経路生成機能の開発ー地上走行パターンの解析についてー”, 第 45 回飛行機シンポジウム, 2G7, pp.865-870, 2007年10月
- (17) 宮崎: “マルチラテレーション監視システムの導入評価”, 日本航海学会 2007 年度秋季研究会 (航空宇宙研究会), 2007年10月
- (18) 二瓶: “先進型地上走行誘導管制(A-SMGC)システムの開発動向” 日本航海学会 2007 年度秋季研究会 (航空宇宙研究会), 2007年10月
- (19) 山田, 青山 他: “A-SMGC システム経路生成機能の開発ー推奨経路生成のための空港面地上走行のモデル化ー”, 平成 20 年度 (第 8 回) 電子航法研究所発表会概要, 2008年6月
- (20) 松久保, 二瓶 他: “A-SMGC 経路設定用インターフェイス装置について”, 平成 20 年度 (第 8 回) 電子航法研究所発表会概要, 2008年6月
- (21) 古賀, 二瓶 他: “A-SMGC システム監視機能の性能評価について”, 平成 20 年度 (第 8 回) 電子航法研究所発表会概要, 2008年6月
- (22) 二瓶: “先進型地上走行誘導管制(A-SMGC)システムの開発動向” 日本航海学会誌 NAVIGATION 6 月号, 2008年6月
- (23) 青山, 二瓶 他: “A-SMGC システム経路生成機能の開発ー地上走行パターンの解析について その 2ー”, 第 46 回飛行機シンポジウム, 3C1, pp.781-786, 2008年10月
- (23) 角張, 二瓶, 他: “A-SMGC システム経路生成機能の開発ー経路設定インターフェース装置の開発評価ー”, 第 46 回飛行機シンポジウム, 3C2, pp.787-790, 2008年10月

高カテゴリGBASのオペラビリティ向上とGNSS新信号対応に関する研究【重点研究】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○藤井 直樹, 福島 荘之介, 齊藤 真二, 吉原 貴之, 齋藤 享

研究期間 平成17年度～平成20年度

1. はじめに

ICAO（国際民間航空機関）は全地球的航法衛星システム（GNSS）を航空機の高カテゴリ進入着陸に使用するために、SARPs（国際標準および勧告方式）を策定する航法システムパネル（NSP：Navigation System Panel）を設置して策定作業を行っている。GNSSを高カテゴリ進入着陸に使用するためには、高い精度（Accuracy）、高い完全性（Integrity）、十分なサービスの継続性（Continuity）と有用性（Availability）が要求され、それを満たすためには地上からVHF帯（108～118MHz）の電波を使い、補強する信号を放送するシステムである地上型衛星航法補強システム（GBAS：Ground Based Augmentation System）が不可欠とされている。

GBASの機上装置を標準装備したボーイング787型機が、平成22年から日本の航空会社に導入されるなどのGBASの実用化に向けての動きが活発化してきている。そのため、CAT-I GBASを実運用に供するための完全性の評価手法の開発、完全性を確保しながらシステムの有用性の向上を図る研究、並びに、将来の高カテゴリGBASの開発のための、米国のGPS衛星のL5信号と欧州で開発が行われているGALILEO衛星のE1、E5信号、および静止衛星型衛星航法補強システム（SBAS：Satellite Based Augmentation System）の信号などの新信号をGBASに利用する研究が望まれている。

2. 研究の概要

当所では、このような環境下で、GBASの我が国の国土条件に合致する高精度の精密進入着陸システムの導入に向けた開発を早急に進めるため、SARPsに合致するシステム構築に必要な要素技術の開発・評価を行い、我が国における実用化のための研究、並びに、ICAOにおける高カテゴリGBASのSARPs策定・検証作業への寄与を目指している。本研究では、CAT-I GBASの実用化のための、完全性の評価手法の開発、SQMの実用化に関する研究、並びに、ICAOにおける高カテゴリGBASのSARPs策定・検証作業のために、将来のGBASで使うこととなる新信号のGPS-L5・GALILEO-E5信号などの測距精度の測定と、新信号を利用したGBASのオペラビリティ向上に対する研究を行っ

た。

2.1 完全性の評価手法の開発

GNSSでは安全性を保証するための完全性の要件が明記されているが、完全性とは、航空機の誘導誤差が警告無しにある事故につながる閾（しきい）値以上にならない確率を指している。GBASを実用化するためには、この完全性を確保・評価する手法の確立が必要である。GNSSでは、航空機側の測位誤差の推定に統計的なGNSS信号における疑似距離の誤差の標準偏差と疑似距離方向から測位座標軸方向に投影した量が使用されているが、過去の誤差が大きくなった事例の調査から、このような統計的な疑似距離の誤差を監視するだけでは十分な完全性は証明されず、観測統計量としては評価が難しい数年に一度しか表れない誤差要因に対する監視も必要であるとの方向性が示された。

CAT-I GBASの実用化のための完全性の評価手法の開発においては、GBASのリスク評価とその低減に対するモニタの構築が必要となる。そのため、電離層擾乱などGBASにおける危険要因の列挙と体系化、ハードウェアおよびソフトウェア故障のモデル化などを行い、故障の木（FT：Fault Tree）解析によるリスクの定量評価を行った。また、電離層擾乱のGBASに与える影響はGBASの開発が最も先行している米国においても数回にわたり更新されており、磁気低緯度に位置するわが国における電離層遅延量の距離勾配に関する評価が必要である。そのため、国土地理院電子基準点（GEONET）データによる調査とともに、電離層活動に関する高密度のデータの採取のために、南西諸島の石垣島において高密度のGPS観測網を整備し、電離層におけるプラズマバブルがGBASに与える影響についての観測を続けている。収集したデータは解析され、従来の仙台空港に設置してあるGBASのデータなどとともに、GBAS機器の故障や信号伝送路の異常に対するリスクを緩和するモニタ・アルゴリズムの開発に使われる。これらの結果は、H20年度から開発している日本におけるGBASの安全性確立のためのプロトタイプに反映されることとなった。

2.2 信号品質モニタの実用化手法に関する研究

GBASでは完全性を確保するためには、GNSS信号の品質を監視する必要があるため、GPS衛星信号を監視する信号品質監視（SQM：Signal Quality Monitor）手法の実用化を目指して研究を行ってきた。平成17年度から18年度にかけて、従来の2チャンネルのSQM受信機から、SBAS用の3チャンネル、GPS用の13チャンネル、計16チャンネルに対応するための改修を行い、19年度においては、GBASの誤差要因であるGPS信号の信号歪みを検出するアルゴリズムの開発のために、SQM装置で得られる複数の相関器出力から、信号歪みによって生じる疑似測距の変化を直接推定する方法を考案し、その手法に対する評価を行った。20年度に、それをさらに改良して、全ての脅威モデルに対応するための開発を行った。その手法の評価においては、GPS衛星故障を模擬した疑似劣化GPS信号を信号発生器により発生させる、ハードウェア・シミュレーションによる方法とソフトウェア・シミュレーションによる方法を用いた。（図-1：参照）シミュレーションにおいては、ICAOで決められたGPS衛星の故障を模擬した脅威モデルA、BおよびC信号に対応してパラメータを変更しながら、脅威モデルA、BおよびCによる測距誤差と検出確率とモニタの閾値の関係、検出時間と検出確率とモニタの閾値の関係の評価し、十分開発したSQM受信機とアルゴリズムが、実用化に対して問題がないことが確認できた。この結果、H20年度から開発されるプロトタイプに、このアルゴリズムを実装することとなり、開発した信号品質モニタが実用化されることとなった。

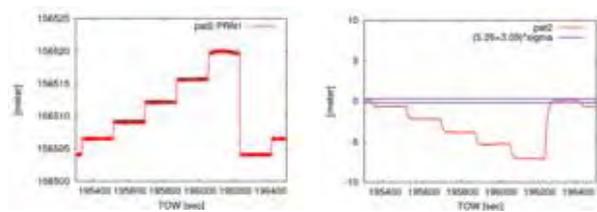


図-1 ハードウェア・シミュレーションの例(疑似信号を入力したときの疑似距離の変化(左)と測距誤差推定値(右))

2.3 GPS-L5・GALILEO-E5信号の測距精度の測定

次世代の高カテゴリGBASのICAOにおけるSARPs策定・検証作業のために、将来のGBASで使うこととなる新信号のGPS L5信号などに対するシミュレータを使った測距誤差の評価、およびGALELIO E5信号に対する実信号の測距信号の評価解析を行った。シミュレータによるGPS L5信号に対する実験においては、マルチパスによる測距

誤差と信号形式の関係も測定した。その結果、GPS L5信号を使った場合には、従来のGPS L1信号を使用した場合と比べて、精度が大幅に改善され、マルチパスのない場合において、測距誤差の標準偏差が10.5cmから3.5cmに減少し、およそ3分の1になることを確認した。また、マルチパスに対するGPS L5信号による効果を評価する実験では、L1信号では図-2に示すように2m以上あった50m離れた障害物からのマルチパスによって生じる誤差が、図-3に示すようにL5ではほとんど観測されなくなっていることを確認した。GALELIO E5信号に対する実信号の測距信号でも、測距誤差は40cmから6.7cmに減少した。（図-4参考）これらの結果は、次世代のGBASである、GPS-L5信号や、ALILEO-E5信号を使う高カテゴリGBASの構築の基礎資料や、ICAOにおけるSARPs策定作業のために使われる。

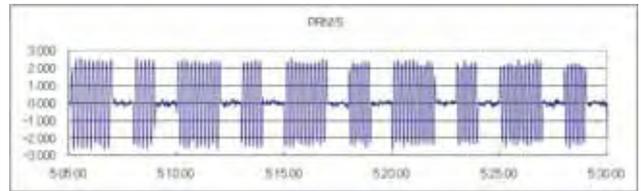


図-2 シミュレータによる50m離れた障害物からのL1信号に対するマルチパスによる誤差の実験結果

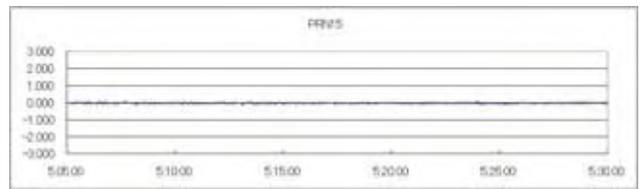


図-3 シミュレータによる50m離れた障害物からのL5信号に対するマルチパスによる誤差の実験結果

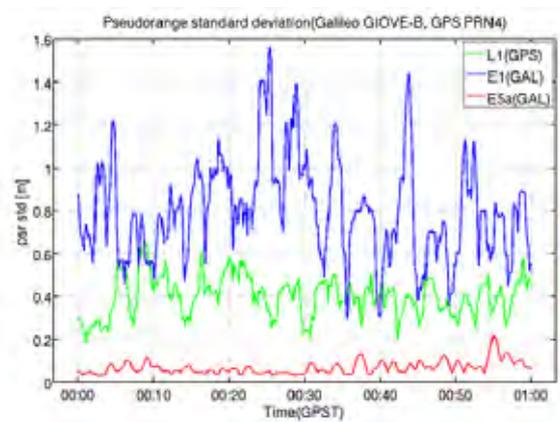


図-4 GALILEO E5信号に対する実環境における計測結果（赤線が GALILEO E5信号、青線が GALILEO E1信号、緑線が GPS L1信号）

2.4 新信号を利用したアベイラビリティの向上の研究

一般に、GNSSの精度は衛星配置とその測距信号の精度によって決定されるために、衛星の故障およびメンテナンスなどによる使用できる衛星の減少による測位精度の劣化などに対しては、追加のGNSS衛星の利用が期待されている。今回、新信号として、信号形式もほぼ同一で時刻同期も保証されているSBAS衛星の測距信号を使用するシステムを試作・評価することとした。現在、日本付近では、日本のSBAS衛星であるMTSAT (Multi-functional Transport Satellite) からによるMSAS (MTSAT Satellite-based Augmentation System) が平成19年9月から運用され、信号が受信できる状態になっているので、この効果を実際に受信したデータをもとにシミュレーションによる評価を行った。

仙台空港内において、SBAS信号が受信可能なカナダ・ノバテル社製のEuro3M受信機をGBAS基準局に設置し、GBAS実験システムのデータ処理装置のプログラムを、SBAS信号が利用できるように改修を行い、GPS/MSAS信号を受信して得られたデータから、GBAS測位シミュレーションを行った。シミュレーションにおいて、GPS衛星が正常に動作している場合はSBASの測距信号による効果はほとんどないが、GPS衛星がメンテナンスや故障などで複数個使えなくなった場合には、垂直保護レベルの増大を抑制しアベイラビリティの向上に効果があるという結果が得られた。この結果をICAOにおいて、SBAS測距信号をGBASに使用するための問題点とその解決手法と共に発表し、GBASに対するSBASの測距信号を使用するため手法およびその効果についても共通認識がはかられた。

従来、問題となっていたアベイラビリティを減少させていたGBASへの電離層の影響に対して、GPS L5信号やGALELIO E5信号などの新信号をGBASに使用することによる改善効果は、今回のシミュレータ実験により確認された。実験においては、L5信号シミュレータを使った電離層の変動がある場合に、図-6に示したようにGBASの測位に使われるキャリア・スムージングの疑似距離の200mm以上あった変動が、GPS L1信号とL5信号を使った場合には、図-7に示すように13mmに大幅に減少することが確認された。新信号をGBASに使用することによることは、この電離層の影響を排除できる結果と第2.3章で記述した測距精度の向上による効果により、GBASのアベイラビリティの向上に対して効果が大きいことが確認された。

さらに、今年度制作したシミュレーション・ソフトウェアによっても確認された、現在、ICAOにおいて検討され

ている、高カテゴリGBASのための30秒キャリア・スムージングした補強データを放送することによって、機上でも電離層遅延による影響の監視を行うことによって、インテグリティ向上が計られる。同様の効果は、新信号を使うことによって可能となるために、新信号を用いたGBASはインテグリティ向上も期待できる。

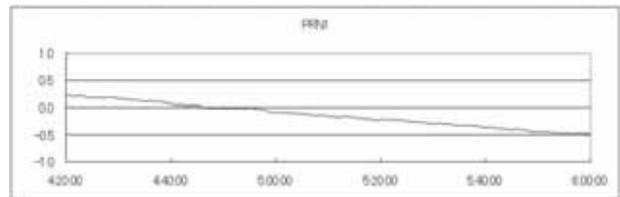


図-6 シミュレータによる電離層の変動に対するGPS L1信号だけを使ったキャリア・スムージングによる疑似距離誤差の実験結果

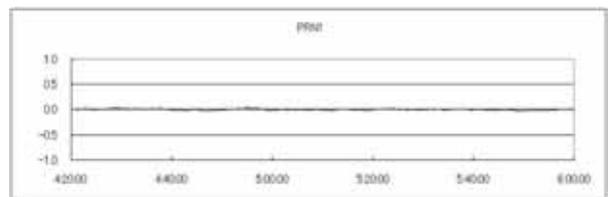


図-7 シミュレータによる電離層の変動に対するGPS L1信号とL5信号を使ったキャリア・スムージングの疑似距離誤差の実験結果

3. 研究成果

本研究で行った、我が国におけるCAT-I GBASの実用化のために行った、完全性の評価手法の開発、SQMの実用化手法に関する研究の成果は、研究結果の多くが、H20年度から「GNSS精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発」において、日本におけるGBASの安全性確立のために開発しているプロトタイプに反映されることとなった。また、ICAOにおける高カテゴリGBASのSARPs策定・検証作業への寄与を目指して行った、新信号であるGPS-L5・GALILEO-E5信号の測距精度の測定の結果と、新信号を利用したGBASのアベイラビリティの向上に関する研究の成果は、将来におけるGPS-L5・GALILEO-E5信号を使用した場合の測距精度の向上による効果と、GBASに対するSBASの測距信号を使用するため手法およびそのSBASの効果、さらに、新信号を利用したGBASにおける電離層遅延量の監視によるインテグリティ向上の効果も明らかにすることができたため、次世代のGPS-L5・GALILEO-E5信号を使う高いアベイラビリティを持つ高カテゴリGBASの構築とICAOにおけるSARPsの策定・検証

作業のために使われる。

4. まとめ

平成17年度に開始した本研究は、我が国におけるGBASのCAT-Iシステムの実用化のために必要な完全性を確保・評価するための技術の開発、並びに、SBAS信号、GPSのL5信号、GALILEOのE1、E5信号などの新信号をGBASに利用する研究を通じて、ICAOにおける高カテゴリGBASのSARPs策定・検証作業への寄与を目指して行ってきた。

GBASのCAT-Iシステムの実用化のために必要な完全性を確保・評価するための技術の開発においては、仙台空港に設置してあるGBASの地上実験などから得られた知見により、リスク要因を考察するためのFTを作成し安全性について解析した。また、GPS衛星故障やGPS信号伝送路の異常などによるリスクを緩和する手法の開発のために、電離層活動による遅延量勾配に関するデータの収集・解析およびモニタ・アルゴリズムの開発を行った。電離層活動に関するデータの採取のために、南西諸島の石垣島において観測網を整備し、電離層におけるプラズマバブルがGBASに与える影響についての観測を開始している。また、モニタ・アルゴリズムの開発の一環である、信号品質モニタの実用化手法に関する研究においては、従来の2チャンネルのSQM受信機から16チャンネルに対応するための改修を行うと共に、信号歪みによって生じる疑似測距の変化を直接推定する方法を考案し、GBASのモニタ・アルゴリズムとしての評価を行った。評価においては、ハードウェア・シミュレーションにおいて、GPS衛星の故障を模擬した脅威モデルに対応したデータを取得し、測距誤差と検出確率とモニタの閾値の関係などを評価し、良好な結果を得た。これらの成果は、H20年度から行われる「GNSS精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発」において活用され、日本におけるGBASの安全性確立のためのプロトタイプの開発に反映されることとなった。

ICAOにおける高カテゴリGBASのSARPs策定・検証作業への寄与においては、H18年度は、GPS衛星配置の幾何学的条件がよくない時間帯に故障等により利用可能なGPS衛星が複数個減少した場合、SBAS測距信号を使用することがアベイラビリティ向上に効果のあることを示し、ICAOに報告した。さらに、GPS L5信号などに対するシミュレータを使った測距誤差の評価、およびGALELIO E5信号に対する実信号の測距信号の評価解析を行い、新信号として、GPS L5信号やGALELIO E5信号を使用する効果と、

新信号の使用によるGBASのアベイラビリティの向上に対する効果が確認された。今後、これらの結果についても、ICAOに報告される予定である。

本研究で得られた成果を基に、今後とも、CAT-I GBASの実用化と高カテゴリGBASの開発に必要な研究を、ICAOをはじめとして各国の動向を注視しつつ、我が国の環境に最適なGBASの構築のために研究を進めていく予定である。

掲載文献

- (1) 吉原, 藤井, 若林, 齊藤: “局所的な電離層遅延空間勾配のGBASへの影響について”, 電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会, 2005年7月
- (2) 齊藤, 吉原, 福島, 藤井: “GPS信号品質監視装置における異常信号検出の試み”, 電子情報通信学会 2005年ソサイエティ大会, 2005年9月
- (3) 福島, 吉原: “疑似衛星の対流圏遅延補正モデルとラジオゾンデの比較”, 電子情報通信学会 2005年ソサイエティ大会, 2005年9月
- (4) 福島, 吉原: “疑似衛星の対流圏遅延補正モデルとラジオゾンデの比較”, 2005年11月
- (5) 齊藤, 吉原, 福島, 藤井: “相関波形によるGPS信号品質監視”, 電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会, 2006年1月
- (6) 藤井, 齊藤, 福島, 吉原: “Current GBAS R&D Status in Japan”, FAA/Europe International GBAS Working Group meeting, Sydney, Feb. 2006
- (7) N. Fujii, T. Ueki: “A Concept of CAT-III GBAS Requirement Based on Total System Error”, ICAO NSP WG-1,2, Delhi India, March. 2007
- (8) N. Fujii et.al.: “Japan GBAS Status”, International GBAS Working Group meeting, Toulouse, Nov. 2006
- (9) 吉原, 藤井, 松永, 星野尾, 坂井, 若林: “Preliminary Analysis of Ionospheric Delay Variation Effect on GBAS due to Plasma Bubble at the Southern Region in Japan”, ION-NTM, San Diego CA, January 2007
- (10) 齊藤, 吉原, 福島, 藤井: “劣化GPS信号モデルによるSQMシミュレーション”, 電子情報通信学会 2006年ソサイエティ大会, 2006年9月
- (11) 藤井: “GNSSを航空機の自動着陸に使うGBASの安全性の考え方”, 電子情報通信学会 2006年ソサイエティ大会, 2006年9月
- (12) 齊藤, 吉原, 福島, 藤井: “測距誤差推定によるGPS劣化信号検出法の検討”電子情報通信学会 2007年総

- 合大会, 2007年3月
- (13) 齊藤, 福島, 吉原, 藤井: “測距誤差推定によるGPS劣化信号検出について”, 平成19年度(第7回)電子航法研究所研究発表会講演概要, 2007年6月
- (14) N. Fujii, T. Ueki: “Questions about a new RTCA/FAA proposal for achieving CAT-III with GBAS”, ICAO NSP CSG, Seattle USA, July. 2007
- (15) N. Fujii, M. Ueki: “A Concept of CAT III GBAS Requirement Based on Real-Time Flight Technical Error Estimation”, ICAO NSP WG-W, Montreal Canada, Oct. 2007
- (16) N. Fujii et al.: “ENRI Research Activity Related with GBAS”, I-GWG 6th meeting, Seattle USA, July. 2007
- (17) N. Fujii: “A Concept of CAT III GBAS Requirement Based on Real-Time Flight Technical Error Estimation”, Proceeding of ION-GNSS-2007, Fort-Worth USA, Sep. 2007
- (18) 齊藤, 吉原, 福島, 藤井: “疑似劣化信号への測距差推定 S Q M手法の適用結果”, 電子情報通信学会 2007年ソサイエティ大会, 鳥取, 2007年9月
- (19) 藤井, 吉原, 齊藤, 福島: “SBASの疑似距離信号を利用したGBAS”, 電子情報通信学会 2007年ソサイエティ大会, 鳥取, 2007年9月
- (20) 齊藤, 吉原, 福島, 藤井: “劣化GPS信号モデルによるSQMシミュレーション”電子情報通信学会 2007年ソサイエティ大会, 2007年9月
- (21) 齊藤, 吉原, 福島, 藤井: “劣化GPS信号モデルによるSQMシミュレーション”, 電子情報通信学会技術報告, SANE2007-111, 長崎, 2008年1月
- (22) 藤井: “GBASの安全性”, 日本航空宇宙学会 第43回飛行機シンポジウム, 北九州, 2007年10月
- (23) 齊藤: “測距差推定によるGPS劣化信号検出” 航空保安無線システム協会 航空無線, 2007年秋号
- (24) T. Ono, N. Fujii, and T. Ueki: “SBAS GEO as GBAS Ranging Source”, ICAO NSP WG-1, Montreal Canada, April. 2008
- (25) Susumu Saito, et al.: “SBAS GEO as GBAS Ranging Source”, ICAO NSP WG-W, Bretigny France, March. 2009
- (26) Sinji Saitoh, et al.: “ENRI GBAS Research Activity”, I-GWG 7th meeting, Rio de Janeiro Brazil, April. 2008
- (27) Susumu Saito, N. Fujii, K. Suzuki, and T. Ono: “Solutions to Issues of GBAS Using SBAS Ranging Source Signals”, Proceedings of ION-GNSS-2008, Savannah USA, Sep. 2008
- (28) 藤井, 吉原, 齊藤: “GNSS多周波時代のキャリア・スムージングについて”, 電子情報通信学会 2009年総合大会, 松山, 2009年3月
- (29) 藤井, 吉原, 齊藤, 福島, 齊藤, 工藤: “GBASにおけるSBAS測距信号の使用効果について”, 電子情報通信学会技術報告 SANE2008-121, けいはんな, 2009年2月
- (30) 藤井: “GBASの現状と課題”, 第118回航海学会研究会, 航空宇宙研究会, 2008年5月
- (31) 藤井: “GBASの完全性について”, 日本航空技術協会, 航空技術, 2008年8月号

ターミナル空域の評価手法に関する研究【重点研究】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○木村 章, 岡 恵, 福田 豊, 山本 哲士, 蔭山 康太, 行木 宏一, 宮津 義廣, 長 正利

研究期間 平成 20 年度～平成 23 年度

1. はじめに

羽田空港再拡張等に伴い、今後大幅な航空交通量の増大が見込まれている。一方、空域・経路・管制方式等の検討及び設定に係る評価は、現在のところ主として運用の経験則や専門的な知識等に基づいて行われている。

今後、交通容量の拡大や運航効率の向上など社会及び航空関係者の多様な期待に我が国の航空交通システムが適切に対応するために、空域・経路・管制方式等は要件に応じて修正され続ける。また、そのための評価については、業務提供者のアカウンタビリティ及び航空関係者の共通認識の強化に有効な、客観的評価手法が求められる。

特に大都市圏周辺の空域は空港整備に伴う交通の集中・輻輳が予測されることから、ターミナル空域の最適化に向けた評価手法の充実が一層望まれる。

2. 研究の概要

本研究では今後見込まれる大幅な航空交通量増加に備え、輻輳するターミナル空域を最適化するための総合的な評価手法及びターミナル空域設計用評価ツールを開発するものである。評価手法の開発は、運航効率、空域容量、管制効率等に着眼し空域の性能を客観視することをめざし、20 年度は評価項目及び要因を抽出した。評価ツールの開発は、シミュレーション機能を基礎とし、短時間で簡単に設定要因に従った空域性能を示す空域解析・航跡解析機能等の開発をめざし、20 年度は入力モジュールを製作した。

3. 研究成果

3.1 評価項目、要因の抽出

運航効率、空域容量、管制効率に係る評価項目を抽出するためにリアルタイムシミュレーションによるデータ収集及びその解析を行った。

リアルタイムシミュレーションでは、羽田空港拡張後の関東周辺空域を想定し、到着機を管制処理するシミュレーションを、2名の航空管制官により8回実施した。シミュレーションシナリオは、到着機の空域入域タイミングを変え、交通密度の異なる三種類を準備した。入域タイミングは、運用への適用が将来考えられる通過時刻管理手法を想

定し、メタリングポイントである当該空域出域フィックスを一定間隔で通過するための通過時刻から逆算される空域入域時刻について30%程度分散、70%程度分散、分散無調節の3段階で設定した。

リアルタイムシミュレーションのデータをもとに到着機の滞留状況、管制指示及び航跡等を解析し、理論的に算定される当該空域の最適交通密度及びその場合の滞留予測との比較検討を行った。なお、ここで言う最適交通密度は、S時蛇行しないレーダー誘導により処理可能な交通密度を想定している。

これまで研究（今後の管制支援機能に関する研究）を通じて、空域の評価項目として滞留時間に着目してきた。航空機の入域タイミングが集中し管制処理の難易度が高い場合、最大滞留時間が大きくなる。

本シミュレーションにおいても、試行回数は限定的であったが、シナリオに設定した空域入域タイミングの分散と管制処理により発生する最大滞留時間に相関が見られた。

以下に、シミュレーション空域図（図1）、最適交通密度における許容滞留時間（表1）及びシミュレーション結果の滞留時間（表2）を示す。

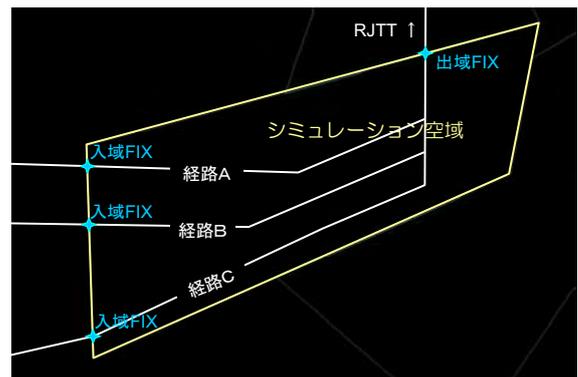


図1 シミュレーション空域図

表1 最適交通密度における許容滞留時間

最適交通密度（算定による理論値）	
	許容滞留時間
入域経路A経由	3 : 5 9
入域経路B経由	2 : 4 6
入域経路C経由	4 : 0 8

表2 シミュレーション結果の滞留時間

シミュレーション結果			
	難易度	平均滞留時間	最大滞留時間
試 行 順 ↓	3	3 : 15	8 : 40
	2	2 : 19	4 : 33
	1	1 : 13	2 : 02
	3	2 : 37	6 : 08
	2	1 : 17	2 : 34
	1	0 : 15	0 : 24

3.2 実際の航跡データの解析

実際の交通の滞留を研究するために、レーダーデータから航跡を抽出し、羽田到着機の降下フェーズにおける飛行距離及び飛行時間を解析した。

一般に航空機は4万フィート未満で巡航し、目的空港の100海里手前付近までに巡航高度から降下を開始する。よって、航跡データの解析範囲は羽田空港から150海里地点から着陸までとし、西方からの到着機、6日間2043件の飛行データを解析した。

その結果、150海里範囲の飛行時間の平均値は33.6分、標準偏差は3.3分であった。また150海里範囲を150～50海里圏と50海里圏に分類すると、150～50海里圏では飛行時間の偏差は小さく、50海里圏では偏差が大きく、加えて日ごとの変化も大きいことが見て取れた(図2)。

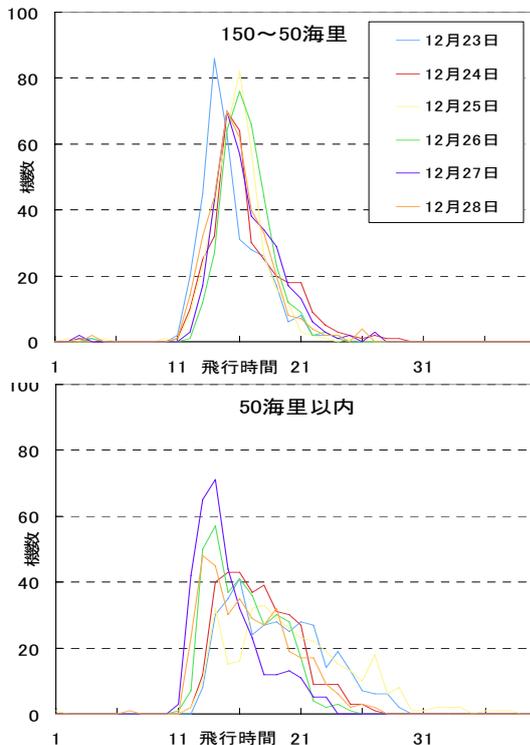


図2 到着フェーズ飛行時間の度数分布

3.3 評価ツール基礎部分(入力モジュール)の製作

空域、経路などを設計・評価するための空域設計評価ツールの入力モジュールを製作した(図3)。空域設計評価ツールは航空機の航跡データから、空域評価に関する解析値を算出する。また、仮想的な経路データ等から航跡を生成し、同様な評価ができる。本年度は、開発の第一段階として、入力モジュールを製作した。空域設計評価ツールの入力モジュールは、入力機能、イベントデータ算出機能、空域解析機能、航跡解析機能、出力機能で構成され、評価に必要な様々なデータを入力し、基礎的な解析をすることができる。

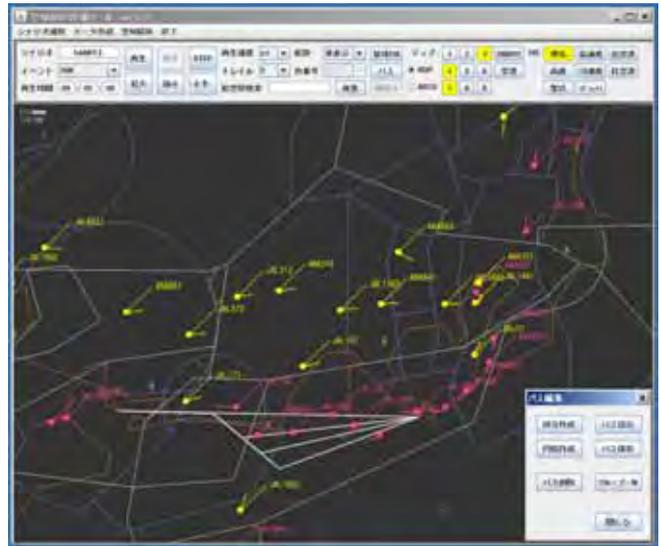


図3 空域設計評価ツールの表示例

入力機能は、テキスト形式の空域データ、運航データ、航跡データ等の入力を行う。また、ARINC424形式の航法データを入力データ形式に変換する。

イベントデータ算出機能は、航空機の航跡からイベントの算出を行う。イベントには、出発または発生、フィックス通過、空域境界線の通過、上昇開始、巡航開始、降下開始、管理フィックス通過、到着または消滅がある。

空域解析機能では、経路区間の距離・方位算出、高度差算出、円弧距離算出をする。また、経路線分、円弧などを地図上に作図できる。

航跡解析機能は、航跡データおよびイベントデータから解析値を算出する。解析値は、航空機の時間管理のために設定した管理フィックスの通過時刻、高度、速度、先行機との間隔、滞留時間等である。また、管理フィックス間の飛行時間、距離、平均速度、高度プロファイル等も含む。さらに、全航空機に対して、これらの解析値を集計し、分布、平均値を算出する。

出力機能は、イベントデータ、空域解析機能の計算結果、

航跡解析機能の解析値をテキストファイルまたはExcel形式で出力する。また、イベントデータおよび航跡データに基づき、航空機の飛行位置を地図上に動画表示する。

本評価ツールは、Java を使用し、パソコン上で動作する。本評価ツールにより、空域評価のための解析値が算出される。また、その要因を探るために航空機の位置と関係がレビューされる。また、仮想的な経路などを設定し、仮想的な航跡を対象とした評価が実施できるように今後、機能向上する計画である。これにより、空域イメージを関係者が共有でき、空域設計に資することをめざしている。

4. 考察等

リアルタイムシミュレーションで確認した空域入域タイミングの分散と管制処理により発生する最大滞留時間の相関から、一定時間の交通量においては、集中・分散の偏差が少ない交通流が最適交通密度の要件となることがわかる。本シミュレーションでは、分散無調節で入域する交通流も S 字蛇行するレーダー誘導等により管制処理され空域運用は破綻しなかったが、目的空港近辺の混雑空域における飛行効率の改善も考慮して、許容滞留時間内で管制処理する運用を行う場合、事前に通過時刻管理等により入域タイミングを調節しておく必要がある。言い換えれば、滞留時間を管理し管制処理による飛行効率への影響を緩和させる通過時刻管理に際しては、最適交通密度或いは許容滞留時間を算定し、運用の目標値に設定することができると言える。

そこで、実運用における滞留時間の管理について調査した。実運用では、到着機の滞留時間は航空局の航空交通管理センターが実施する航空交通流管理業務により監視・制御されている。羽田到着機は、飛行計画に基づく到着予定時刻 (ETA) と、羽田空港の滑走路容量設定に従って ETA を補正し算出する着陸可能時刻 (ELDG) との差 (SPCE) が 10 分を超えないよう出発前に離陸予定時刻が指定される。つまり SPCE が許容滞留時間に相当し、空港到着前のレーダー誘導等による 10 分の滞留を見越して交通流制御を行っていることになる。

また実運用における羽田到着機の順序・間隔設定のためのレーダー誘導及び滞留は東京管制部の最終セクターと東京進入管制区で発生しており、これら空域は航跡データ解析対象とした 150 海里圏にほぼ合致する。このことから、本研究の航跡データ解析を利用した、滞留時間測定による航空交通流管理の運用評価が可能と考えられる。

20 年度は実際の飛行距離・時間の解析を行った。今後、空域評価手法及び評価ツールの開発とともに、実際の運用

における計画経路飛行距離・所要時間の算定、滞留時間による交通流管理評価手法の検討を行い、もって航空行政への貢献とする予定である。

掲載文献

- (1) 岡，蔭山，福田，山本：“航空交通量と空域設計要件との関係について-その 2-”，平成 20 年度（第 8 回）電子航法研究所研究発表会講演概要，pp.41-46，2008 年 6 月

GNSS精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発【重点研究】

担当領域 航法・通信・監視領域

担当者 ○藤井 直樹, 工藤 正博, 福島 荘之介, 坂井 丈泰, 松永 圭左, 齊藤 真二, 吉原 貴之, 武市 昇, 齋藤 享, 伊藤 実, 星野尾 一明

研究期間 平成20年度～平成23年度

1. はじめに

国際民間航空機関（ICAO）では、航空交通量の増大に対しても事故を減少させる安全管理および効率的運航への移行が望まれ、全ての運航フェーズにおける全地球的航法衛星システム（GNSS）の利用への期待が高まっている。GNSSを使用した精密進入については、静止衛星型衛星航法補強システム(SBAS)においては、米国がAPV-Iモードのサービスを開始し、決心高を200ftまで可能とするLPV-200の整備も計画されている。地上型衛星航法補強システム（GBAS）では、米国、オーストラリア、ドイツおよびスペインでは2010年からの運用開始を目指し、認証作業が進められている。しかし、電離層変動が大きい我が国では、SBASである運輸多目的衛星用衛星航法補強システム（MSAS）の運用が平成20年度から開始されたが、アベイラビリティが運用要件を満たさないために垂直誘導機能が使用できない現状がある。また、GBASでも、日本の環境下における安全性解析が十分なされていないために精密進入に利用できない現状がある。そのため、GNSSを精密進入に使用するためのこれらの技術の早期開発が望まれている。

本研究では、全ての飛行フェーズにおけるGNSSを利用した効率的な運航の実現、特に進入着陸フェーズにおいて実現を目指し、日本の環境下でのGNSSの安全性解析技術とリスク監視技術の開発を行い、GNSSによる精密進入時のリスク管理手法の確立を目指す。

2. 研究の概要

GNSSを利用した効率的な進入着陸フェーズにおける運航の実現を目指し、本年度は、現在のMSASの安全性を担保しながら、日本周辺空域に適したMSASの補強アルゴリズムを開発するために、SBASにおける電離層嵐検出法の開発、GNSSで精密進入において使用する際のGBAS進入方式の検討、GBASによる日本の環境下での精密進入の実現のために、GBASに対する電離層、GNSS信号歪などによるリスクの評価とリスクを緩和させるアルゴリズムの開発を行い、また、これらの安全性コンセプトを実証するためにGBASプロトタイプ・モデルの開発

を行った。

2.1 SBASにおける電離層嵐検出法の開発

現行のMSASにおいて垂直誘導サービスのアベイラビリティを制約する要因となっている電離層補強アルゴリズムについて、当所の開発による性能向上方式を提案してきているところである。平成20年度は性能向上方式のうちの電離層嵐検出法について詳細な検討を行い、日本全国で安定して垂直誘導サービスを提供することが可能となるアルゴリズムを開発するとともに、適切な動作パラメータを明らかにした。これにより、MSASを用いてLPV-200（CAT-I）による精密進入を提供する見通しが得られた(図-1～3参照)。

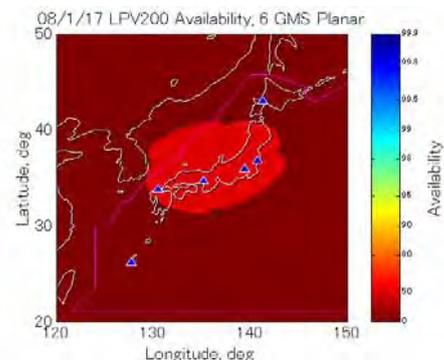


図-1 現行アルゴリズムによる MSAS LPV-200 アベイラビリティ（6監視局）

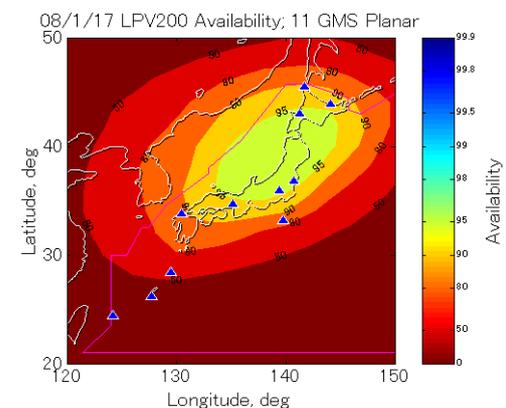


図-2 現行アルゴリズムによる MSAS LPV-200 アベイラビリティ（11監視局）

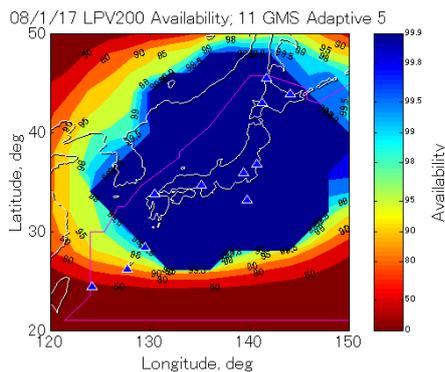


図-3 改良アルゴリズムによる MSAS LPV-200 アベイラビリティ (11監視局)

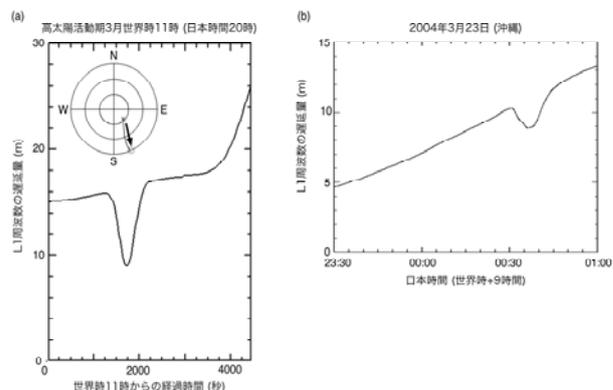
2.2 GBAS 進入方式の検討

GBAS の導入効果について定量的に検討するため、進入フェーズのうち曲線進入部において、RNP-AR 飛行方式、RNAV+ILS と GBAS 飛行方式の比較検討を行った。方法は、それぞれの飛行方式にかかる航法精度に着目し、飛行方向に向かって横方向及び高さ方向の障害物との間隔条件を試算して比較した。その結果、GBAS では他の2方式よりも確保すべき障害物間隔の条件を緩和出来る可能性が明らかとなり、GBAS の相対的な優位性が示された。今回の検討では航法精度 (NSE : Navigation System Error) にのみ着目し、同一経路を飛行する際の飛行誤差 (FTE : Flight Technical Error) は各方式では差がないものと仮定した。GBAS 進入方式の基準化のためには FTE も考慮した総体の誤差 (TSE : Total System Error) を評価する必要がある、今後さらに検討を進めるため、新たに GBAS の曲線進入飛行方式に対する研究を立ち上げることにした。

2.3 GBAS のリスク評価と緩和アルゴリズムの開発

GBAS に対する電離層によるリスクの評価のために、日本周辺で頻発する電離層の赤道異常に伴うプラズマバブルと呼ばれる現象が引き起こす GPS 信号の疑似距離遅延量の急激な変化や受信強度変動を計測するため沖縄・石垣島において観測システムの定常運用を開始した。さらに、プラズマバブルを含む磁気低緯度電離層の脅威モデルの開発にも着手し、プラズマバブルの特有の構造を考慮した現実に近い3次元電離層遅延モデルと (図-4 参照)、本モデルを用いた GBAS の補正誤差計算を行うシミュレーションソフトウェアを開発した。また、リスクを緩和させるアルゴリズムの開発においては、『カテゴリ GBAS のアベイラビリティ向上と GNSS 新信号対応に関

する研究』で開発した測距差推定手法をベースとした信号品質監視手法が、シミュレーションにより GBAS のリスクに対する有効な緩和策になることを実証したため、



GNSS 信号歪モニタとして安全性実証プロトタイプへの実装することとした。

図-4 プラズマバブルの構造を考慮した3次元電離層遅延モデルと観測値の比較 (左図：シミュレーション結果、右図：沖縄における遅延量の観測値)

2.4 GBAS プロトタイプ・モデルの開発

安全性コンセプトを実証するプロトタイプ・モデルの開発に着手した。プロトタイプの開発においては、米国連邦航空局 (FAA : Federal Aviation Administration) によって作成された、広く航空宇宙機器の分野で国際的に適用されている方法を採用した。この方法によると、従来得られている知見と新たに行うシミュレーションなどから故障木解析 (FTA : Fault Tree Analysis) などを用い、機能故障評価 (FHA : Functional Hazard Assessment) と予備的安全性評価 (PSSA : Preliminary System Safety Assessment) およびシステム安全性評価 (SSA : System Safety Assessment) を確実に行う必要がある。これら一連のプロセスをコントロールするための定期的な会議が製造者と共に2~3週間に1度の割合で開かれ、あらゆる角度からの検討が行われている。この会議を通じ、試作する GBAS プロトタイプの日本における環境下における安全性の確保と、将来の実用機の認証を行う場合に備えた GBAS の安全性の解析方法の検討を行っている。さらに、前項に記したように、GBAS プロトタイプ・モデルの開発のために実装しなければならない安全性を保証する手法が十分に確立されていない機能に対して技術開発を行っている。このようなプロセスコントロールと技術開発は、プロトタイプが完成する平成22年3月まで行う予定である。

3. 研究成果

GNSSを利用した効率的な進入着陸フェーズにおける運航の実現を目指した研究を実施し、SBASにおける電離層嵐検出法の開発においては、性能向上方式のうちの電離層嵐検出法について詳細な検討を行い、日本全国で安定して垂直誘導サービスを提供することが可能となるアルゴリズムを開発するとともに、適切な動作パラメータを明らかにした。これにより、MSASを用いてLPV-200 (CAT-I) による精密進入を提供する見通しが得られた。GBAS進入方式の検討においては、NP-AR飛行方式、RNAV+ILSとGBAS飛行方式を比較することによって、GBASの相対的な優位性を示すことができ、新たにGBASの曲線進入飛行方式に対する研究を立ち上げることとなった。GBASのリスク評価においては、プラズマバブルの脅威モデルの開発を行い、現実に近い3次元電離層遅延モデルをGBASの補正誤差計算を行うシミュレーションソフトウェアを開発するとともに、リスクを緩和させるアルゴリズムの開発では、『カテゴリGBASのアベイラビリティ向上とGNSS新信号対応に関する研究』で開発した信号品質監視手法をさらに改良することによって、GBASプロトタイプ・モデルに採用することとなった。GBASプロトタイプ・モデルの開発においては、安全なプロセスをコントロールするFTAを用いたFHAとPSSAを行うための定期的な会議が、製造者と共に2~3週間に1度の割合で開かれ、プロトタイプが完成するH22年3月まであらゆる角度からの検討が行われる予定である。

4. まとめ

以上の通り、SBASについては、改良された電離層補正アルゴリズムを提案するとともに、独自に実施したシミュレーション実験により、本アルゴリズムの採用と監視局の適切な追加によってMSASによりほぼ日本全国でLPV-200(CAT-I)相当の精密進入実現が可能であることを示すことが出来た。

また、航空会社などからの導入要望が高いGBASについては、実現の鍵となる完全性モニタ技術の開発に進展が見られた。特に欧米と相当異なっており、自ら解決することが必要である電離層問題については我が国特有な状況を反映した電離層モデルと補正誤差計算のシミュレーションソフトウェアを提案した。また、『カテゴリGBASのアベイラビリティ向上とGNSS新信号対応に関する研究』で開発した測距差推定手法をベースとした信号品質監視手法をさらに改良した。これらの進展を踏まえ、完全性を実証したプロトタイプ・モデルの開発に着

手することが可能となった。同プロトタイプは平成22年3月には完成する見込みである。また、これと並行してGBASの利用技術であるGBAS進入方式の検討に着手し、本年度は基礎的な検討を行った。その結果GBASが他方式と比べて有利であるとの可能性が示された。今後、さらに検討を深めていくこととしている。

掲載文献

- (1) M. Kudo, N. Fujii and H. Yoshimura : “Facilitation of discussions for other GBAS applications to enhance operational benefits besides CAT-II/III capability” ICAO NSP WGW, Montreal Canada, Oct. 2008
- (2) T. Yoshihara et al. : “Japanese Research and Development Status Concerning GBAS”, ICAO NSP WGW, Bretigny France, Mar. 2009
- (3) 福島, 藤井, 齊藤, 吉原, 工藤 ; “Status of ENRI Research Activity”, Presentation of I-GWG 8th meeting, Palermo, Italy, Mar. 2009
- (4) 坂井, 松永, 星野尾 : “MSAS Ionosphere R&D Update”, Presentation of SBAS IWG-17 Meeting, Frascati, Italy, Jun. 2008.
- (5) 工藤 : “ENRI GBAS Research Activity”, Presentation of APEC GNSS技術革新サミット, Bang Kong, Thailand, May. 2008.
- (6) T. Sakai, K. Matsunaga, and K. Hoshinoo : “Modeling Ionospheric Spatial Threat Based on Dense Observation Datasets for MSAS”, Proceedings of ION-GNSS 2008, Savannah USA, Sep. 2008
- (7) S. Saito, T. Yoshihara, N. Fujii : “Development of an ionospheric delay model with plasma bubbles for GBAS”, Proceedings of ION-ITM 2009, Anaheim USA, Jan. 2009
- (8) 齋藤, 丸山*, 石井*, 久保田* : “Plasma bubble monitoring by transequatorial HF propagation and its usefulness for GNSS”, Proceeding of GPS/GNSS 国際シンポジウム2008, Tokyo, Nov. 2008 (*情報通信機構)
- (9) 坂井 : “電子基準点によるSBASの性能向上”, 第118回日本航海学会 GPS/GNSS研究会, 2008年5月
- (10) 星野尾 他 : “2周波SBASについて”, 電子情報通信学会 2009年総合大会, 松山, 2009年3月
- (11) 齊藤, 藤井 : “GBAS用SQMのしきい値の決定方法の検討”, 電子情報通信学会 2009年総合大会, 松山, 2009年3月
- (12) 坂井 他 : “SBASにおける電離層脅威モデル”, 電子

情報通信学会 2009年総合大会, 松山, 2009年3月

- (13) 吉原, 齋藤, 藤井: “日本におけるGBASの電離層モ
ニタ方式に関する検討”, 電子情報通信学会 2009年
総合大会, 松山, 2009年3月
- (14) 坂井 他: “GNSS進入の導入による欠航回避効果の
検討”, 電子情報通信学会技術研究報告 宇宙・航行
エレクトロニクス研究会, 2008年7月
- (15) 坂井 他: “航空用 GNSS の種類と対応受信機”, 電
子情報通信学会技術研究報告 宇宙・航行エレクト
ロニクス研究会, 2008年12月
- (16) 吉原: “GBAS(地上型衛星補強システム)の研究開発”,
電子情報通信学会技術研究報告 宇宙・安全性研究
会, 2008年11月
- (17) 武市, 工藤, 藤井; “GBAS導入の効果とその課題”,
日本航空宇宙学会 第46回飛行機シンポジウム,
2008年10月
- (18) 坂井 他: “GNSS進入の導入による欠航回避効果”,
日本航空宇宙学会 第46回飛行機シンポジウム,
2008年10月
- (19) 齋藤 他: “衛星航法と電離圏－電子航法研究所にお
ける電離圏研究”, 地球電磁気・地球惑星圏学会第
124回講演会, 2008年10月
- (20) 坂井: “衛星航法システムMSASの安全性設計”, 日
本信頼性学会 機関誌「信頼性」, VOL.30, NO.5,
2008年7月
- (21) 工藤: “Perspectives on Global Navigation Satellite
Systems”, ENRI International Workshop on ATM/CNS,
Tokyo, Mar. 2009.
- (22) 坂井, 松永, 吉原, 伊藤, 星野尾: “MSASの性
能向上について(その2)”, 平成21年度(第9回)
電子航法研究所研究発表会, 2009年6月(予定)

航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法の研究【重点研究】

担当領域 航空交通管理領域
担当者 ○福田 豊, 瀬之口 敦
研究期間 平成 16 年度～平成 20 年度

1. はじめに

国際民間航空機関（ICAO）は、二次監視レーダ（SSR）による監視機能を利用して、航空機の機上装置が保持する情報をデータリンクにより取得する方法を標準化した。欧州では、仏国・独国・英国が SSR モード S の拡張監視用機上装置の搭載を義務化した。これは、地上からの SSR モード S の質問信号に対して、磁針路・対気速度等を自動的に応答する機能を持つ。

現状の航空路レーダ情報処理システム（RDP）のコンフリクト警報機能は、地上の航空路監視レーダ（ARSR/SSR）からのレーダ情報等を基にコンフリクトを検出しているため、コンフリクト警報の不要警報および警報の検出遅れ等が発生する要素を含んでいる。より精度の高いコンフリクト予測検知が望まれている状況から、航空機の機上情報をデータリンクにより取得してコンフリクトを予測検知する技術の開発が必要となっている。

本研究は、ARSR/SSR から得られるレーダ情報等に加えて、航空機の FMS 情報（航空機の磁針路・速度・高度変化率等の状態情報および選択磁針路・選択経路・選択高度等の意図情報）を SSR モード S の地上喚起コム B（GICB: Ground Initiated Comm B）プロトコルにより取得し、より精度の高い航空機の飛行プロファイルの予測とコンフリクトを検出するための手法等を開発する。

2. 研究の概要

本研究は 5 ヶ年計画であり、平成 20 年度は最終年度である。平成 20 年度の研究の目的は、運用方式を開発し、コンフリクト検出評価システムの機能を向上することである。

平成 20 年度は、主に下記のことを行った。

- ・運用方式の開発
- ・コンフリクト検出評価システムの機能向上

3. 研究成果

3.1 運用方式の開発

機上データを用いるコンフリクト予測検出手法が、従来のコンフリクト予測検出手法と異なる点は、航空機の予測

線分を求める際の速度値および航空機の飛行状態の判定方法である。これらを表 1 にまとめる。

予測線分は現在位置と速度ベクトルから直線的に求める。さらに、出発前に提出された飛行計画の飛行経路情報に応じて折れ曲がる。ただし、この際に用いる速度は機上側の対地速度、トラック角変化率、垂直速度を用いる。これら 3 つの値に対しては、平滑処理を実行することもでき、予測に最適なパラメータを設定することも可能である。

航空機の飛行状態の判定について、水平方向では新規にロール角の絶対値を、垂直方向では指示高度の代わりに選択高度を用いている。ロール角はバンク角とも呼ばれ、機体を垂直状態から左右に傾けた際の角度である。選択高度は航空機の高度変更の目標値である。

航空機の機上データには、航空機の状態や意図が最新かつ正確に反映されていると考えられる。そのため、水平方向の速度ベクトルや高度変化率の推定誤差や変動による誤差の減少が期待でき、また航空機の飛行状態をより早く、制御に応じた線分で予測することが可能である。

表 1 航空機の機上データを用いる予測検出手法

	従来手法	新規手法	備考
位置 $\mathbf{x}_i(t)$	レーダの測定値	レーダの測定値	変更なし
速度 $\mathbf{v}_i(t)$	レーダ位置からの推定値	機上で算出された対地速度、トラック角変化率、垂直速度	航空機の状態が反映された値の使用&各値の平滑処理が可能
飛行状態の判定（水平方向）	水平方向の速度ベクトルの絶対値	ロール角の絶対値	直線飛行 or 旋回飛行の判定
飛行状態の判定（垂直方向）	飛行計画情報の指示高度	機上で入力された選択高度	予測線分における上昇/降下区間 or 巡航区間の判定

開発したコンフリクト検出手法の運用環境での効果を検証するため、SSRモードSのGICBの運用環境を模擬したコンフリクト警報発生シミュレーションを実施した。シミュレーションは、航空機で収集した機上データとRDPに記録された航跡データを融合して作成したシナリオに基づいて、コンフリクト検出評価システムを使用して実施した。本シミュレーションの結果と考察は第4章に示す。

3.2 コンフリクト検出評価システムの機能向上

コンフリクト検出評価システムの機能向上として、シミュレーションの入力ファイルとして用いる機上データ作成機能の向上、コンフリクト警報解析用ソフトウェアにおける表示項目の追加や描画への反映、ジャーナルデータ変換出力機能の追加を実施した。

機上データ作成機能では、レーダデータから機上データを作成することにより、機上データが連続して記録されている航空機とそれ以外の航空機が混在した入力ファイルによるシミュレーション評価が可能となった。

解析用ソフトウェアについては、広範囲の長時間を解析対象とした大規模データへの対応、動画再生機能の切り出し展開、動画再生画面と統計解析グラフシートの視認性向上、同一航空機ペアでの連続した警報の集約、最接近目安時間の算出などの機能向上を実施した。

ジャーナルデータ変換出力機能は、コンフリクト検出評価システムでのシミュレーション評価に利用するため、平成20年から運用されている新型RDPのジャーナルデータを変換して必要なデータをテキスト出力する機能を開発した。

4. 考察等

コンフリクト検出評価システムを使用したコンフリクト警報発生シミュレーション結果を示す。交通シナリオは、東京航空交通管制部の空域における2時間のデータを使用し、取り扱い機数は575機である。そのうち22機分の機上データが取得可能として、本研究で開発した手法と従来の手法を同様の環境下で比較した。シミュレーションの結果、10ペアの警報に違いがあった。なお、この10ペアは全て、片方が機上データの存在する航空機、もう一方はレーダデータのみ航空機である。これらの中で、長時間の警報の有無が観測されるケースは、選択高度の利用によるものであった。図1から3に選択高度の利用がコンフリクト警報に違いを与えた例を高度変化で示す。図1は従来手法、図2は機上データを用いる新手法によるコンフリ

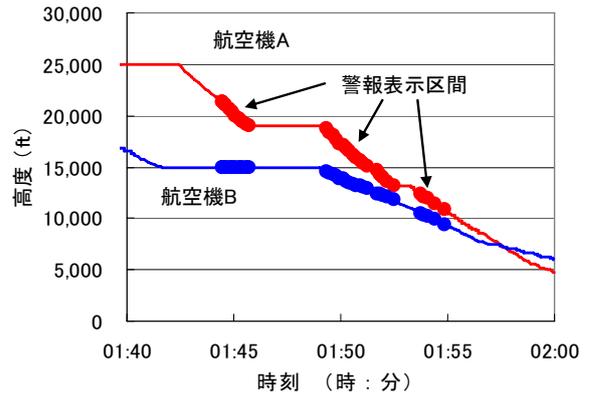


図1 従来手法でのコンフリクト警報表示

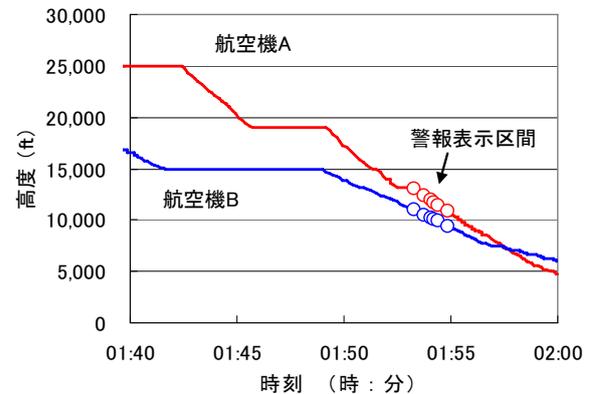


図2 新手法でのコンフリクト警報表示

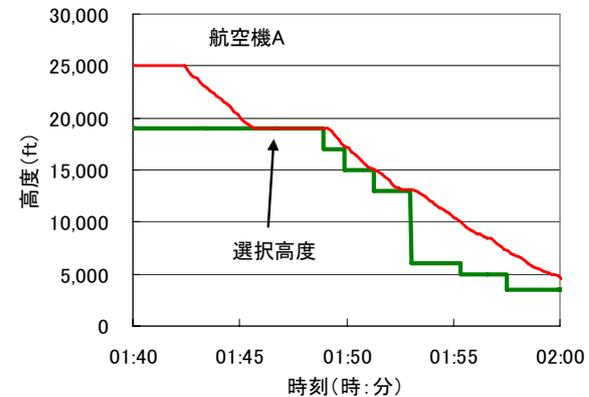


図3 航空機Aの選択高度の変化

クト警報の表示区間を示す。航空機2機（航空機Aと航空機B）が共に降下中にコンフリクト警報が表示される。それぞれコンフリクト警報が表示された時間を点で示す。機上データを用いる場合、従来手法で見られた01:45付近や01:50付近のコンフリクト警報を表示しない。

図3に航空機Aの選択高度を示す。選択高度はパイロットからFMSへ入力される情報であり、航空機はその高度を目標高度として、高度変更をする。選択高度に到達した後は、その高度を維持して水平飛行する。関連機と選択高度で示された高度より先の高度でコンフリクトが予測さ

れる場合は、安全が確保されているため、コンフリクト警報を抑圧することが望ましい。従来手法で検出された01:45付近と01:50付近の警報は、選択高度を考慮すると間隔が確保され、不必要な警報と認識される。

このように、間隔設定がなされていると考えられる垂直面パターンについて、選択高度を考慮してこのように実際の運用環境を想定したシミュレーションにおいて、本手法の有効性が検証できた。

掲載文献

- (1) 福田, 瀬之口: “ダウンリンクパラメータを利用するコンフリクト警報の改善の検討”, 平成16年度次世代監視アーキテクチャに係る国際動向調査報告書, 国土交通省航空局, 財団法人航空保安無線システム協会, pp. 付4-1-付4-5, 2005年3月
- (2) 瀬之口, 福田, 住谷: “コンフリクト検出に用いる高度予測手法の提案”, 平成17年度(第5回)電子航法研究所研究発表会, 講演概要, pp.67-72, 2005年6月
- (3) 瀬之口, 福田: “コンフリクト検出に用いる高度予測モデルの提案”, 電子情報通信学会技術研究報告, SANE2005-91, pp.19-24, 2006年1月
- (4) 福田, 瀬之口: “航空管制卓における異常接近警報機能の研究開発”, 電子情報通信学会技術研究報告, SSS2006-18, pp.17-20, 2006年10月
- (5) 瀬之口, 福田: “コンフリクト検出における水平面位置予測に関する一解析”, 電子情報通信学会技術研究報告, SANE2006-101, pp.19-24, 2006年10月
- (3) 福田, 瀬之口: “管制卓のコンフリクト警報の研究開発”, 日本機械学会関東支部第13期総会講演会, pp.191-192, 2007年3月
- (6) A. SENOGUCHI, Y. FUKUDA: “An Analysis of Prediction Time on Conflict Detection”, Workshop for Space, Aeronautical and Navigational Electronics 2007, SANE2007-18, pp.97-100, Apr. 2007
- (7) 瀬之口, 福田: “コンフリクト検出における予測時間の一解析”, 平成19年度(第7回)電子航法研究所研究発表会講演概要, pp.43-47, 2007年6月
- (8) A. SENOGUCHI, Y. FUKUDA: “An Analysis on Occurrences of Conflict Alert for Air Traffic Control”, Proceedings of 2007 JSASS-KSAS Joint International Symposium on Aerospace Engineering, pp.336-339, Oct. 2007.
- (9) 福田: “航空管制卓のコンフリクト警報機能について”, 第45回飛行機シンポジウム, pp.589-593, 2007年10月
- (10) 福田: “管制卓のコンフリクト警報機能”, 日本航空宇宙学会誌, pp.82-85, 2008年3月
- (11) 瀬之口, 福田: “航空管制におけるコンフリクト警報解析ツールの試作”, 電子情報通信学会技術研究報告, SANE2008-44, Vol.108, No.169, pp.19-22, 2008年7月
- (12) 瀬之口, 福田: “航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法の研究開発動向”, 日本航海学会2008年度秋季研究会プログラム, http://www.ne.jp/asahi/aerospace/workspace/presentaion/200810_Conflict.pdf, 2008年10月
- (13) A. SENOGUCHI, Y. FUKUDA: “An Analysis on Intermittent Conflict Alert for Air Traffic Control”, Proceedings of 2008 KSAS-JSASS Joint International Symposium on Aerospace Engineering, pp. 518-521, Nov. 2008

航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究【重点研究】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○板野 賢, 北折 潤, 塩見 格一 (機上等技術領域), 金田 直樹 (機上等技術領域)

研究期間 平成 17 年度～平成 20 年度

1. はじめに

航空管制業務の安全性, 効率性の向上, 周波数の有効活用等の観点から, 今後, 国内航空管制業務において空地デジタル通信の広範な導入が必要となっている。

そのためには, リアルタイム性の高いデジタル通信が可能な空地サブネットワーク, 多様な通信メディアを共通のプロトコルで接続し高信頼なエンド間サービスを提供可能な航空通信ネットワーク (ATN), 及び CPDLC (管制官・パイロット間データリンク通信), DFIS 等空地データリンク用の管制アプリケーションといったネットワーク構成要素に関して, 運用を視野に入れた研究開発を行うことが必要である。さらに, 管制官による運用面の評価を行うことが重要である。

本研究では, 空地デジタル通信の管制業務への本格的利用を図るため, 特に, 個々の構成要素を統合した総合的なネットワークの構築とその技術, 運用両面での評価に重点を置いて研究を進める。

2. 研究の概要

2.1 IP/SNDCF の開発

経済効率を高めるため, 従来は個別に取り扱われてきたレーダデータや音声ならびにデータ通信などを, IP (インターネット・プロトコル) ネットワーク上でまとめて取り扱うことが ICAO 諸国で検討された。しかし, ATN は OSI (開放型システム間相互接続) をネットワーク技術として用いているので, IP 上では直接取り扱えない。このため IP/SNDCF (サブネットワーク収束機能) を導入し, IP ネットワークを ATN のサブネットワークの一つと見なす方法が検討されている。

本研究では, IP/SNDCF を開発し地対地 ATN ルータおよび ES (エンド・システム) に実装して評価実験を行った。また, 開発した IP/SNDCF の互換性と相互運用性を検証するため, FAA (米航空局) と接続実験を実施した。

2.2 管制アプリケーションおよび管制卓の開発

本研究では, 航空路管制への CPDLC 導入のため, シミュレーション用の CPDLC 対応航空路管制卓を試作し, シミュレーション環境にて管制官による HMI などの評価実験を行った。

2.3 現用空地データリンクの通信性能の調査・研究

現在運用されている VHF 帯空地間データリンクである VHF ACARS (以下 ACARS と略す) および将来主流になると予測される VDL2 の通信性能を明らかにするため, プロトコルシミュレータを用いて計算機シミュレーションを行うとともに, 実際の ACARS 通信記録の収集および解析を行った。

3. 研究の成果

3.1 IP/SNDCF の開発

試作した IP/SNDCF の互換性と相互運用性を検証するため FAA と当所間の接続実験を行った。図 1 は実験構成の一例を示す。当所が機上, FAA が地上側の構成で, エンド・エンドで CPDLC の送受信が正常に行えるかを確認した。ここで, 当所の CPDLC から空/地ルータまでは ATN-OSI ネットワークである。空/地ルータで CLNP 以上の ATN パケットは IPv6 上にカプセル化され IP ルータに送られる。インターネットは IPv4 を用いているので, IPv6 パ

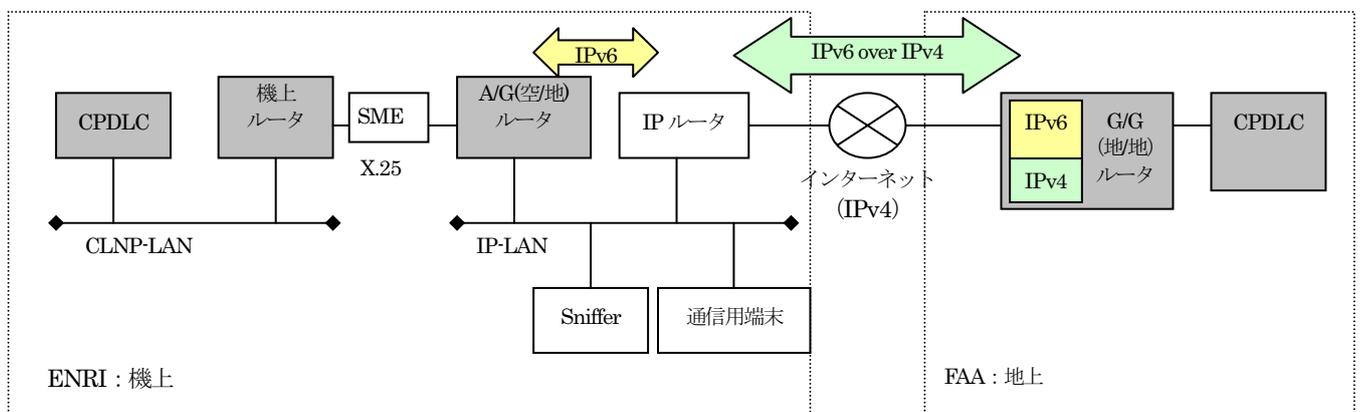


図 1 IPv6 での実験システムの構成例

■ 試験対象

ケットは直接取り扱えない。IP ルータで IPv4 に IPv6 パケットをカプセリングする (IPv6 over IPv4)。FAA 側の地/地ルータは IP/SNDCF 機能以外に IPv6 over IPv4 機能も有しており、地/地ルータから CPDLC までは ATN-OSI ネットワークである。

実験では、IP/SNDCF に起因する不具合も発生したが、互換性には問題はなく、全ての試験項目をクリアした。

また、所内で行った評価実験でも試作した IP/SNDCF 機能に不具合はみられなかった。これらの実験結果については ICAO の WG -I に報告した。

3.2 CPDLC の HMI 評価実験

本年度は、シミュレーション実験に用いる航空路管制用の CPDLC 対応航空路管制卓を試作し、東京航空交通管制部において管制官による HMI の評価実験を行った。図 2 にシミュレーション実験に使用した実験システムを示す。管制官に図 2 の管制卓を操作してもらって、操作性や機能などの HMI 評価を行った。

航空路用の CPDLC は、現在のところユーロコントロール以外では使用されていない。本評価実験でも CPDLC のメッセージセットはユーロコントロールで使用しているものを参考にした。

評価実験結果は、試作した管制卓の操作性などについては好意的な意見が多かった。しかし、管制指示などの CPDLC メッセージについては否定的な意見が多かった。これには、ユーロと日本との管制方式の違いなどが考えられる。一方、管制移管の際に用いる ATS 管理メッセージについては肯定的な回答が多かった。

3.3 現用空地データリンクの通信性能の調査・研究

現在運用が行われている VHF 帯空地間データリンクには ACARS と VDL モード 2 がある。本研究では VDL モード 2 が ACARS に比べてどの程度通信性能上優位であるかを同一の条件下

で比較するために、VDL モード 2 プロトコルと ACARS プロトコルの計算機シミュレーションモデルを製作し、計算機シミュレーションによる両者の比較を行った。また、ACARS 通信記録の収集および解析を行った。解析結果をシミュレーション用通信トラフィック発生機構としてモデルに組み込みシミュレーションを実施した結果、VDL モード 2 は ACARS の 4.6~8.8 倍程度の通信トラフィック量を処理できること等がわかった。

これらの結果は、現用データリンクシステムの通信容量を推定し地上局の配置設計等の資料に活用できる。

4. まとめ

IP/SNDCF の開発では、IP/SNDCF 機能を試作し ATN ルータと ES に実装した。また、実装した ATN ルータを用いて、互換性・相互運用性の検証のため、FAA (米連邦航空局) と接続実験を行った。実験結果は若干の不具合も見られたが、互換性には問題がなく、全ての試験項目をクリアした。また、所内で行った評価実験でも試作した IP/SNDCF 機能に不具合はみられなかった。

管制アプリケーションおよび管制卓の開発では、CPDLC 対応航空路管制用管制卓ならびにシミュレーション実験システムの製作を行った。また、東京航空交通管制部に試作したシミュレーション実験システムを持ち込み管制官による HMI の評価実験を行った。評価結果からシミュレーションシナリオならびに CPDLC 機能を見直し、平成 21 年度から 2 年計画で管制官によるシミュレーション実験を行う予定である。

現用空地データリンクの通信性能の調査・研究では、VDL モード 2 プロトコルと ACARS プロトコルの計算機シミュレーションモデルを製作し、計算機シミュレーションによる両者の比較を行った。また、ACARS 通信記録の収集および解析を行った。

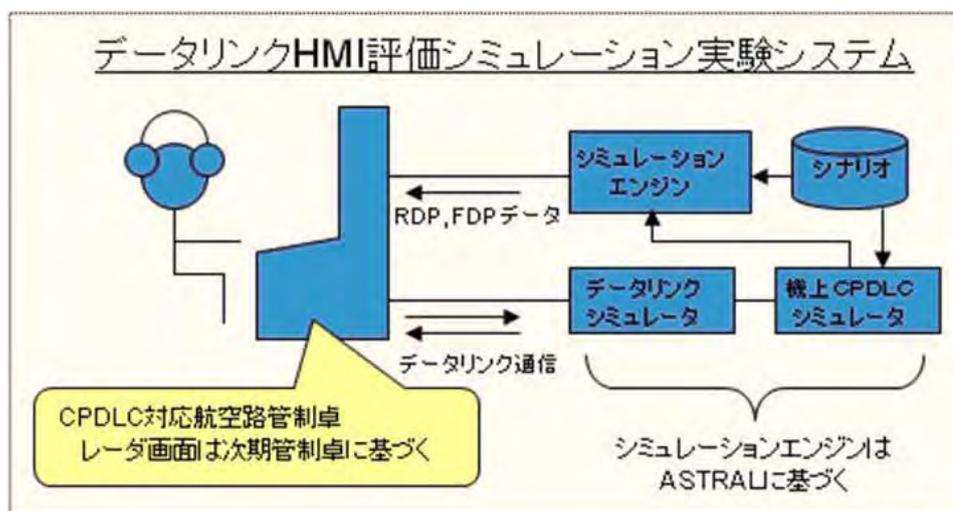


図 2 CPDLC 対応航空路管制卓の HMI 評価シミュレーション実験システム

掲載文献

- (1) 板野, 加藤, 北折, 中谷: “VDL モード3 を用いた ATN の通信実験”, 平成 17 年度 (第 5 回) 電子航法研究所発表会概要, 2005 年 6 月
- (2) Ken ITANO: “CPDLC Connection Test between the FAA and ENRP”, ICAO ACP WGN06, WP-10, Brussels, July, 2006
- (3) 板野: “IP 用サブネットワーク収束機能の開発について”, 平成 19 年度 (第 7 回) 電子航法研究所発表会概要, 2007 年 6 月
- (4) 板野: “FAA との IP/SNDCF の接続実験について”, 平成 20 年度 (第 8 回) 電子航法研究所発表会概要, 2008 年 6 月.
- (5) K. Itano: “FAA-JCAB ATN Router Interoperability Testing over IPv4 and IPv6 Sub-Networks using the Public Internet”, ICAO ACP WGI-07, June, 2008
- (6) 禮助, 北折, 松久保, 小園: “航空データ無線伝送路の特性”, 電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会, 2006 年 12 月
- (7) 島影, 北折, 松久保, 小園: “航空デジタル無線通信の符号誤り率の一評価”, 電子情報通信学会 ソサイエティ大会, 2007 年 9 月
- (8) 北折, 松久保, 小園: “日本における VHF 帯航空移動通信トラヒックの解析”, 電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会, 2007 年 12 月
- (9) 北折: “空地データリンク技術の変遷”, 第 46 回飛行機シンポジウム, 2008 年 10 月.
- (10) 北折: “VDL モード2 と VHF ACARS の通信性能比較”, 平成 21 年度 (第 9 回) 電子航法研究所研究発表会講演概要, 2009 年 6 月 (予定)

航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究 【重点研究】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○小瀬木 滋, 大津山 卓哉, 古賀 禎

研究期間 平成 17 年度～平成 21 年度

1. はじめに

将来の無線機器については、性能要件を定める一方で、将来の運用環境やその中で性能の予測が必要である。

特に、航空無線航法用の周波数割当拡大は困難であり、新旧の無線機器が周波数帯域を共用する運用環境や地理的条件など国情を配慮した調査や予測が必要である。

早急に解決を要する課題として、GPS-L5 や GALILEO-E5 など導入時期が近づきつつある新しい広帯域信号や MLAT や ADS-B による信号使用量の増加への対策がある。特に、周波数を共用する各種航空航法無線機器との相互干渉や性能劣化について効果的な測定手法や予測手法を開発し、これらの円滑な導入に備える必要がある。米英独の各国は独自の手法を開発中であるが、対象に軍用信号も含まれるため詳細は非公開であり、我が国の信号環境に即した方式の独自開発が必要である。

ICAO の航空監視パネル(ASP: Aeronautical Surveillance Panel) 会議では、航空機衝突防止装置(ACAS: Airborne Collision Avoidance System) や航空機間隔維持支援装置(ASAS: Airborne Separation Assistance System) の実現可能な性能やチャネルを共用する二次監視レーダ(SSR: Secondary Surveillance Radar) 等への干渉を検討してきた。また、信号環境や劣化対策の調査を明確に業務項目に挙げており、各国に対応が求められている。

さらに、当研究所による今後の新システム提案や評価の基礎技術として、電波の発生状況を表す電波信号環境の測定手法や予測手法を研究する必要がある。

2. 研究の概要

本研究の目的は、航空無線航法サービス ARNS (Aeronautical Radio Navigation Service) 用に割り当てられた周波数帯域内にある新旧各種の無線機器について電波信号環境の測定や予測の手法を確立することとした。

本研究は 5 年計画であり、平成 20 年度は 4 年度目である。平成 20 年度は、主に下記のことを行った。

- ・ ARNS 帯域利用動向と ASAS 要件調査
- ・ 広帯域電波信号環境測定装置の航空機搭載
- ・ ARNS 帯域内の電波信号環境予測手法の開発

- ・ 広帯域一括測定精度と予測精度の検証実験
- ・ 航空局他への技術支援および途中成果の活用

3. 研究成果

3.1 ARNS 帯域利用動向と ASAS 要件調査

今後の ARNS 帯域の電波信号利用動向は、その利用目的に応じた性能要求を基に信号使用量が割り当てられる見込みである。このため、将来の混信増加など信号環境の劣化予測に必要な情報やその劣化限界に関する目安を得るためには、ARNS 帯域の電波利用の将来動向を調査する必要がある。

将来の ARNS 帯域における電波利用に大きな影響を与える機器として、ASAS に着目した。ASAS は ADS-B など監視用データリンクを使用し、位置情報源として既存の DME や新しい GNSS の活用が必要とされている。また、さらに将来の ASAS は空地連携運用を実現するために CPDLC など空地データリンクの活用が期待されている。2007 年世界無線通信会議 WRC-07 にて、航空移動通信サービスのためのデータリンク (AMRS: Aeronautical Mobile Radio Service) について、ARNS 帯域内への周波数割当作業が開始された。これらの電波信号発生量は、ASAS 応用方式を基に定められる ASAS 性能要件や応用方式の想定運用シナリオから導出されるため、ASAS 機器方式案のみならず運用方式案の調査も必要である。

3.1.1 ICAO 関連会議

ICAO の航空監視パネル ASP 会議の機上監視サブグループ (ASSG: Airborne Surveillance Sub-Group) 会議に参加し、ASAS の要件調査とともに技術的課題に関する報告の作成に寄与してきている。平成 20 年度は、パネル会議に向けて機上監視 (Airborne Surveillance) 装置に関する ICAO ANNEX10 追記事項の作成作業に参加した。ASSG の作業を分担し、既存の ACAS の機能性能を害さないことなどの追記を提案し、WG に承認された。

また、既存の管制情報処理システムへの ADS-B センサの接続を容易にするため、現在の SSR のモード A 応答信号と同じ DBC (Discrete Beacon Code) を ADS-B 信号規格

を追加することが ASP 作業部会にて合意された。しかし、信号環境への影響は軽微であると予想される。

3.1.2 関連会議の調査

ASAS-RFG (Requirement Focus Group : 要件検討会議) は、米国 FAA/EUROCONTROL 共同研究開発プロジェクト Action Plan 1 により開始され、RTCA/ EUROCAE 合同作業部会に移管されている。RTCA/EUROCAE の規格文書としてその成果が出版されるとともに、ICAO の ASP 等関連会議にも積極的に活用される見込みである。ASAS-RFG では、ASAS 運用方式の定義やこれに基づく ASAS 性能要件、安全性、導入効果の分析を進めている。この会議資料を収集し、ASAS 運用要件を調査した。

ASAS-TN2 (Thematic Network 2) 会議は、ASAS 関連の情報共有を目的とした EUROCONTROL 後援の会議である。同会議幹事の依頼により、日本における ASAS 関連の研究動向の調査結果を発表した。また、同会議にて SESAR や NextGEN など、欧米の ATM 関連将来計画における ASAS の位置づけなどについて情報を得た。

この他、軍用信号の状況を調査するため、軍用データリンク JTIDS および MIDS の干渉防止手法に関する情報交換会議である JTIDS/MIDS MNWG (Multi-National Working Group) 会議や、環太平洋地区の軍用無線周波数関連情報を交換する PACOM-SMC (Pacific Command – Spectrum Management Conference) 会議にて ARNS 帯域内軍用信号の利用動向を調査した。

3.2 広帯域電波信号環境測定装置の航空機搭載

将来の ARNS 帯域内では、GPS-L5 信号など数十 MHz の帯域幅を持つ広帯域信号の使用が見込まれている。これに、DME など既存の信号が干渉する。このとき、DME の信号は 1MHz 毎に割り当てられているため、広帯域信号に干渉する複数のチャンネルの信号を一括測定分析する手法が必要になる。

平成 20 年度は、前年度までに実現した広帯域電波信号環境測定装置を当研究所の実験用航空機に搭載する作業を実施した。この搭載作業のため次の要件を定めた。

- ・ RAID-HDD を持つ記録部は振動衝撃から守る必要があるため、ショックマウント付き台座を用いて搭載
 - ・ 測定装置が他の無線機器に有害な干渉を与えない
- ショックマウント付き台座については、同様の測定機器の搭載を計画している他の研究テーマ担当者と調整し、多様な実験機器の搭載に際して共用できるよう仕様を検討した。その結果、航空機の安全運行支援技術の研究に

使用する搭載実験機器と共用可能なショックマウント付き台座を用いることができた。

今回搭載した測定装置は、当研究所の電波無響室を用いて漏洩電波を測定し、無害であることを確認した。

当研究所の実験用航空機に搭載された広帯域電波信号環境測定装置は航空局の修理改造検査を受検し、合格した。これを用いる飛行実験を実施し、飛行中に GPS-L5 帯域やこれへの干渉信号を一括して 100MS/s の速度で 1 時間連続測定することに成功した。

3.3 ARNS 帯域内の電波信号環境予測手法の開発

これまでの信号環境予測関連の研究成果を活用し、広帯域信号への干渉予測に対応できる信号環境予測手法を開発することを目標の一つとしている。

平成 20 年度は、信号環境予測シミュレーションの際に使用する機器運用シナリオモデルを設計した。その際に、低電力質問信号を誤解読する ATC トランスポンダが信号環境に与える影響が大きく、ATC トランスポンダから見て遠方から低電力の干渉をする ACAS の分布の想定が重要であることも明らかになったため、学会に概要を発表した。また、この計算結果を活用してより正確な信号環境予測をすることにより、無線関係法令を改定する際に、マルチラテレーション MLAT など新システムと SSR や ACAS 等既存システムの電波の共用条件を示す根拠となる見込みである。

今後は、次年度以降のシミュレーションプログラム作成において、この結果を活用する予定である。

3.4 広帯域一括測定精度と予測精度の検証実験

平成 20 年度前半は、既存の実験装置を組み合わせることで製作した予備実験用測定機器を用いて、飛行実験により短時間の信号環境データを繰り返し測定した。実験では、当研究所の実験用航空機を用いて、主に瀬戸内海沿岸上空について GPS-L5 と Galileo-E5b 帯域の受信信号を測定した。その結果、Galileo-E5b 帯域においても、一部の空域にて、地上干渉波源により数 MHz の帯域幅を持つ干渉信号が観測されることがわかった。

3.5 航空局他への技術支援および途中成果の活用

航空局への技術協力として、ICAO の ASP パネル会議作業部会に関する調査に協力した。また、ASAS や軍用無線機器に関する調査結果等を逐次報告した。

本研究により得られた信号環境に関する知見をもとに、総務省の無線関係法令を検討する委員会など

に情報を提供し、その討議に貢献した。

この他、学会誌などに、研究に伴う調査結果や実験結果等、研究成果をまとめた情報を提供した。

4. 考察等

ARNS 帯域の電波信号環境は、その利用者である航空機の運用方法の影響を受ける。GNSS の一部となる GPS-L5 の実現が見込まれる 2014 年以降は、GNSS やその情報を活用する ASAS の実現が期待されており、航空機搭載品やその運用方式が大きく変わり始める時期と予想される。このため、2015 年以降は信号環境にもその影響が現れると見込まれる。

最近では、ASAS-RFG など多くの会議において ASAS 関連の技術課題が議論されるようになり、研究の進展が著しい。特に ASAS 運用方式に関する検討結果が出始める時期であり、今後とも ASAS 要件の調査を継続する必要がある。

本研究にて開発される信号環境の測定記録手法や分析手法は、GNSS 等の広帯域信号に干渉する信号の実態調査や干渉発生量予測の検証に役立つと期待される。平成 20 年度の研究では、前年度までに製作した実験機器を当研究所の実験用航空機に搭載し、実環境測定を可能にした。今後は、これを用いる測定や将来予測のために必要な実験を実施する予定である。特に、GPS-L5、MLAT、新しいデータリンクなど ARNS 対域内に新たに導入される信号への既存信号の干渉を測定分析し、将来の円滑な無線機器導入と運用に資することをめざしたい。

掲載文献

- (1) S.Ozeki, T. Otsuyama: "Another risk of interference in ARNS band.", JTIDS/MIDS Multi-National Working Group, Apr. 2008
- (2) S.Ozeki, T. Otsuyama: "Updates on signal environment activities in Japan", ICAO/ASP/WG, May 2008
- (3) J.M. Loscos, S.Ozeki: "Airborne surveillance requirements for inclusion in Annex 10", ICAO/ ASP/ WG, May 2008
- (4) J.M. Loscos, S.Ozeki: "CP on Airborne Surveillance Requirements", ICAO/ASP/WG, May 2008
- (5) ICAO/ASP/RSP-TF: "CP to insert Guidance Material on RSP in green pages of Annex 10 Volume □", ICAO/ASP/WG, May 2008
- (6) S.Ozeki: "Activities on JTIDS FCA in Japan.", Pacific JTIDS/MIDS Coordination Committee, Jul. 2008
- (7) S.Ozeki: "Updates on AS Timeline in Japan", ICAO ASP/ASSG, Sep., 2008
- (8) S.Ozeki: "Notes on RSP developments in the draft AS timeline", ICAO ASP/ASSG, Sep. 2008
- (9) S.Ozeki: "R&D on airborne surveillance in Japan -As another end of trajectory", ASAS-TN2.5, Nov. 2008
- (10) 大津山, 小瀬木: "GPS-L5 帯域内で観測された干渉信号の解析", 電子情報通信学会論文誌, vol.J-92-B, No.2, 2009 年 2 月
- (11) 小瀬木, 大津山: "質問信号の誤解読が 1090MHz 信号環境に与える影響", 電子情報通信学会宇宙航行エレクトロニクス研究会, 2009 年 2 月
- (12) 大津山, 小瀬木: "ARNS 帯域内に存在する干渉信号の解析", 電子情報通信学会 2009 年総合大会, 2009 年 3 月
- (13) 小瀬木: "ICAO 航空監視パネル第 4 回ワーキンググループ会議報告", 国交省航空局, 2008 年 6 月
- (14) 小瀬木: "ATM における機上監視の役割", 日本航空宇宙学会 第 46 回飛行機シンポジウム, 2008 年 10 月
- (15) 小瀬木: "ATM における機上監視の位置づけ", 日本航空宇宙学会誌, 2009 年 1 月投稿
- (16) 小瀬木: "ACAS/ASAS", 航空振興財団「CNS/ATM 報告書」5.4.2.(4), 2008 年 9 月
- (17) 小瀬木: "航空無線航法用周波数の信号環境について", 航空振興財団, 航法小委, 2008 年 11 月
- (18) 小瀬木: "航空無線航法用周波数の信号環境について", 航空振興財団, 航法小委, 平成 20 年度報告書, 2009 年 3 月
- (19) 小瀬木: "通信・監視システム", 電子情報通信学会知識ベース, 11 群 2 編 1 章 2, 2008 年 5 月
- (20) 小瀬木: "若手エンジニアに勧める本: 現代代数学とその応用", 電子情報通信学会通信ソサエティマガジン, 第 7 号, 2008 年 12 月
- (21) 小瀬木, 白川: "VDL モード 4", 航空振興財団, CNS/ATM 分科会監視 WG, 2008 年 9 月
- (22) 小瀬木: "航空路の監視システム", 飛行機の百科事典, 6.10, 2009 年 2 月投稿

携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究【重点研究】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○米本 成人, 河村 暁子, 朝倉 道弘, 磯崎 栄寿

研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

1. はじめに

携帯電話や通信機能付きパソコン等、意図的に電波を放射する携帯電子機器 (T-PED: Transmitting Portable Electronic Device) は、従来の機器より一般に放射電波レベルが高く、航法装置、通信装置、操縦装置等の機上装置に電磁干渉 (EMI) を与える可能性が高い。T-PED による電磁干渉に関してはこれまでほとんど研究されておらず、T-PED の機内使用基準等に関する研究が望まれている。なお、T-PED の航空機内での使用は現在、全面的に禁止されているが、米国航空無線技術委員会 (RTCA) を中心として機内で使用可能とするための検証手順の策定作業が進められている。本研究では、この様な RTCA の策定作業に参加しつつ、T-PED の電波が機上装置に干渉する可能性について T-PED からの電波放射特性、機内での伝搬・分布特性、機上装置への干渉経路、複数機器使用の影響等をもとに調査・検討を行い、実験による検証を実施する。また、機器故障等により突発的に発生する強い電波を検知する簡易電波検知装置に関する研究を行う。なお、干渉の可能性評価には RTCA 基準を参照すると共に、世界で唯一我が国にのみに制度が存在する携帯電子機器 (PED) が原因と疑われる機上装置不具合に関する EMI 事例報告を活用する。さらに、各種 T-PED からの電波の機内伝搬や、それによる機上装置への干渉の可能性等をまとめ、RTCA の基準策定に貢献する。H19 以降 RTCA より検証手順が示された後は、その手順に基づき我が国の最新 T-PED について実検証するとともに、機上装置の安全性認証等に資する技術資料の作成を通して安全性の向上と機内での携帯電子機器利用という社会的なニーズに対応する。

2. 研究の概要

本研究は3年計画であり、平成20年度は最終年度である。当該研究期間の主たる実施事項は以下のとおりである。

平成 18 年度 携帯電子機器の仕様分析, 電波放射測定
 平成 19 年度 航空機内電波環境, 耐電磁干渉特性分析
 平成 20 年度 電波検知装置製作, T-PED 使用基準案作成

3. 研究内容

本研究実施期間中の主要な成果を研究項目に分類して記載する。

—携帯電子機器の仕様分析, 電波放射測定, 評価手法—

客室に持ち込まれる電子機器は多様に渡るため、持ち込まれる可能性のある T-PED の標準的な仕様を調べ、機内で放射される可能性としての電波の強さ、周波数を調査した。その結果、T-PED 単体で航空機搭載機器に干渉を与える可能性のある電界強度レベルを放射するものは携帯電話を含む非常に限られた機器であることが判明した。

また、市販されている代表的な T-PED の実測を行った。T-PED が放射する電波は、それらが使用する電波の他に、使用している電波の整数倍、分数倍である調波成分が強く放射される可能性が高いことが実験的に明らかになった。その他、内部電子回路のクロック信号が漏れ出す可能性も高いが、一般的に意図的に放射する電波によって生成される電界強度よりも弱いことが示された。

また、昨今の T-PED の中には電波を放射する時間が短いものが多い。従来の測定方法では、これらを確実に計測することが難しかった。そこで、従来と同様の計測システムを用いて、頻度の低い電波を確実に捕え、かつ不要放射の出現する頻度を正確に求める手法を確立した。これにより、持ち込まれる T-PED が放射する電波の種類とその確率を詳細に分析できることが示された。

—電波検知装置製作と航空機内電波環境測定—

航空機内での電波環境を測定するため、広帯域アンテナを試作し、どのような種類の電波が航空機内で捕捉されるかを運航中の航空機を用いて実測した。その結果、2.4GHz の特定小電力無線機や、携帯電話などの電波が運航中の航空機内で捕捉されることが明らかとなった。

先に述べたように、機内に持ち込まれる T-PED の中で強い電波を放射する機器の代表である携帯電話は、仕様上は基地局の圏外になると電波を放射することが無いような設計となっている。通常、携帯電話は新幹線などの速い速度で移動する移動体では捕捉される基地局に対して接続を開始するより早く圏外にでてしまうことで、基地局への接続

が容易で無いことが知られている。上空を巡航中の航空機で接続可能となる基地局が存在するのかを、実験用航空機 B99 を用いて仙台市上空、山形市北部を低高度から 18,000ft まで飛行しながら携帯電話基地局の電波を測定し、基地局が捕捉されなくなる高度を求めた。試験の結果、18,000ft 程度では基地局は十分捕捉されることが分かり、機内で切り忘れた携帯電話は地上の基地局に接続できることが示された。今後は、上空で捕捉された基地局の地上の位置との関係を詳細に分析し、携帯電話の接続可能性を明らかにしていく必要がある。

—耐電磁干渉特性分析—

航空機の耐電磁干渉特性を分析するため、駐機中の航空機を用いて、機内での電波分布特性の測定、搭載無線機器の無線入力端への電波の回り込み量の算出などを行った。

航空機内で発せられる電波の振る舞いを明らかにするため、ボーイング 777-200 型機を用いて、機内での電界強度実測と計算機シミュレーションとで比較分析した。周波数は携帯電話で使用されている 800MHz, 1500MHz, 2000MHz とした。航空機の前方の通路上に設置された送信源から、通路に沿って電界強度分布を測定し、計算機シミュレーションと比較した。その結果、見通せるエリアについては、実測値とシミュレーション値がよく一致することが示された。しかしながら、トイレや配膳準備室などの機内の間仕切りにあたる部分において、急激な電界強度の低下が実測された。今後、実測やシミュレーションの方法を検討することで、これらの事象の詳細な解析を行う必要がある。

さらに、航空機搭載無線機器への電波の回り込みを統計的に評価する目的で、機内から発せられた電波が無線機器の端子に到達する経路での損失を測定した。現在の測定システムにおいては、送信箇所による損失の変化が大きいため、たくさんの送信箇所からのデータを統計的に取り扱う必要がある。しかしながら、測定システムの改良を重ねてはいるものの、実測値に測定点の少なさに起因する統計的偏りが存在するため、更なるデータの取得が必要であることが示された。

また、航空機からの電波漏えいに関して、三菱重工業株式会社および株式会社フジワラとの共同研究で、電磁シールド窓材の評価を行った。

—T-PED 使用基準案作成—

上記の研究成果は米国航空無線技術協会 (RTCA) の 202 専門委員会 (SC-202) にも報告され、当該研究期間の間に、“Guidance on Allowing Transmitting Portable Electronic

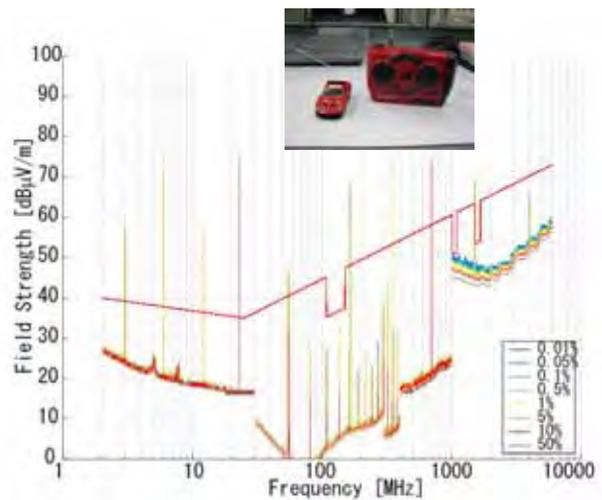
Devices (T-PED) on Aircraft” (航空機内で電波を発する携帯電子機器を許容する指針, DO-294) が改定され、機内でのあらゆる T-PED の使用を想定した新たな航空機を製造する際の指針として”Aircraft Design and Certification for Portable Electronic Device (PED) Tolerance” (携帯電子機器許容のための航空機設計及び認証, DO-307) が発刊された。

しかしながら、現在運航中の航空機に対して T-PED を許容するための十分な数値データが集まっていないのが実情であり、今後も詳細な解析が求められている。

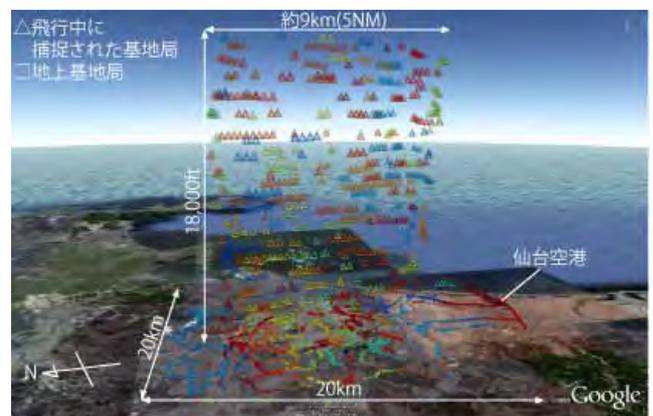
4. まとめ

本研究では、乗客が持ち込む携帯電子機器の航空機搭載機器への影響評価のための技術的課題を抽出し、検討を行った。

今回の成果から、電波を放射する立場である携帯電子機器の分析は詳細に行える。しかしながら、干渉を受ける側の航空機の電波特性に不明な点が多く、今後これらを明らかにすることで干渉側・被干渉側の相互の影響を詳細に分析することとしたい。



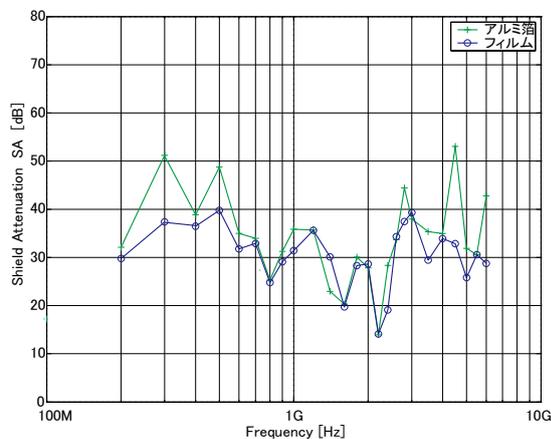
(a) ラジコンカーの電磁放射と出現確率



(b) 仙台市付近での上空の接続可能状況



(c) 実験用航空機 B99 に貼付した電波遮蔽材



(d) 電波遮蔽材による遮蔽効果

掲載文献

- (1) 山本 他：“旅客が持ち込む電子機器による航空機への影響”，平成 18 年度（第 6 回）電子航法研究所研究発表会講演概要，pp.41-44，2006 年 6 月
- (2) K. Yamamoto et al.：“Emission from Active IC Tags -Preliminary results-”，RTCA SC-202 17th meeting, RTCA Paper No. 012-07/SC-202-128, Jan. 2007
- (3) K. Yamamoto et al.：“Emission Measurements of Active IC Tags”，RTCA SC-202 18th meeting, RTCA Paper No. Apr. 2007.
- (4) 山本, 米本, 山田, 平田：“アクティブ IC タグの電磁放射に関する測定・分析”，平成 19 年度（第 7 回）電子航法研究所研究発表会講演概要，pp.65-68，2007 年 6 月
- (5) K. Yamamoto, K. Yamada, N. Yonemoto：“PED Interference Reporting System in Japan”，5th International Symposium on Electromagnetic Compatibility and

Electromagnetic Ecology, Jun. 2007.

- (6) N. Yamamoto, K. Yamamoto, K. Yamada, H. Hirata：“RF Emission measurement of 433MHz RFID tags for EMI evaluation to onboard instruments of aircraft”，5th International Symposium on Electromagnetic Compatibility and, Electromagnetic Ecology, Jun. 2007.
- (7) 山本：“携帯電子機器による航空機内の電磁干渉障害”，ミマツ「月刊 EMC」9月号，pp.104-116，2007 年 9 月
- (8) “平成 18 年度航空機内の電磁干渉障害に関する調査報告書”，電子航法研究所調査研究報告書，2007 年 10 月
- (9) 河村, 米本, 山本 他：“信頼度を用いた電子機器からの電磁波放射評価”，電子情報通信学会 2007 年ソサイエティ大会，2007 年 9 月
- (10) 山本, 米本, 山田, 河村：“433MHz 帯アクティブ IC タグの電磁放射特性”，日本航空宇宙学会 第 45 回飛行機シンポジウム，2007 年 10 月
- (11) 河村 他：“航空機用電磁シールド材料の特性評価”，平成 20 年度（第 8 回）電子航法研究所研究発表会講演概要，pp.105-108，2008 年 6 月
- (12) 山本 他：“貨物機内のアクティブ IC タグ電波伝搬特性”，平成 20 年度（第 8 回）電子航法研究所研究発表会講演概要，pp.109-114，2008 年 6 月
- (13) N. Yonemoto et al.：“Interference Pass Loss Measurement in a Cargo Jet for EMI Evaluation by Active RFID Tags”，Book of abstract for EuroEM2008, pp.132, Lausanne, Switzerland, Jul. 2008
- (14) K. Yamamoto et al.：“Emission Measurement from Active RFID Tags in Boeing 747-400 Freighter”，Book of abstract for EuroEM2008, pp.133, Lausanne, Switzerland, Jul. 2008
- (15) A. Kohmura et al.：“Measurement of EM Field inside a Cruising Aircraft - Potential Problems for the Use of Mobile Phones on Board-”，Book of abstract for EuroEM2008, pp.37, Lausanne, Switzerland, Jul. 2008
- (16) K. Yamamoto et al.：“Possibility of EMI by Active RFID Tags in Boeing 747-400 Freighter”，RTCA SC-202 20th meeting, Aug. 2008.
- (17) 米本 他：“航空機における電磁干渉対策と携帯電子機器の安全性評価法”，電子情報通信学会 2008 年ソサイエティ大会，2008 年 9 月
- (18) “平成 19, 20 年度航空機内の電磁干渉障害に関する調査報告書”，電子航法研究所調査研究報告書，2009 年 3 月

航空機の安全運航支援技術に関する研究【重点研究】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○塩地 誠, 小瀬木 滋, 米本 成人, 大津山 卓哉, 三垣 充彦

研究期間 平成 19 年度～平成 22 年度

1. はじめに

航空機の安全運航のためには、飛行するすべての航空機が互いの位置や速度の情報を知らせ合い、地上の航空官署でもそれらの情報を把握できることが望ましい。また、航空の安全に必要な情報を地上から航空機へ自動送信すれば、より安全な運航が期待できる。それを実現するための技術の開発、ならびにその運用方式検討の必要性がうたわれている。

欧米でも、監視および運航支援情報の放送技術（ADS-B：放送型自動位置情報伝送・監視機能，TIS-B：トラフィック情報サービス放送，FIS-B：飛行情報サービス放送，等）を活用した航空機搭載装置と地上設備の開発が行われている。また、これらを搭載/設置して、周辺航空交通の把握、地上と機上の情報共有などの運用（実証）実験も、米国キャブストーン計画を初めとして行われているところである。

これらの技術により、航空機が周辺を飛行する航空機の位置を自動的に把握することができ、将来の高密度な運航への適応、大型機と小型機の最適な共存、悪天回避や迅速な捜索救難活動が可能となるなど、航空の安全性・信頼性の向上に大いに寄与するものと期待されている。

そこで、航空機の安全運航のために、本研究では、飛行中のすべての航空機が互いの位置がわかり、航空の安全に必要な情報が地上から航空機へ自動送信され、運航中の航空機上で表示・確認できる技術の開発を目的とする。また、これにより第3期科学技術基本計画である「交通・輸送システムの安全性・信頼性の向上」に寄与することも目指している。

本年度は、第2年度として、1) 自動送信方式の検討、2) 自動送信を行う地上送信機能の開発、3) 地上受信機能の開発、および 4) 低高度における電波伝搬・覆域計算法に関する調査・検討を実施した。

2. 研究の概要

2.1 自動送信方式の検討

航空の安全に必要な情報を地上から航空機へ自動送信する方式である TIS-B：トラフィック情報サービス放送等に

ついて、海外の動向調査を継続するとともに、システムを実現するための技術事項について検討した。

2.2 自動送信を行う地上送信機能の開発

航空の安全に必要な情報が地上から航空機へ自動送信する方式を実現する地上システムとして、TIS-B 地上送信機能の開発を昨年度に引き続き実行した。本年度は、前述(2.1項)の仕様検討結果に基づき、TIS-B 送信機能のうち、情報処理部にあたる拡張スキッタ送信システム情報処理部と、電力増幅部にあたる拡張スキッタシステム高周波部を試作した。

2.3 地上受信機能の開発

また、地上受信部として、1090 拡張スキッタ地上受信機（信号検出、情報処理部分）を試作した。

2.4 低高度における電波伝搬・覆域計算法に関する調査・検討

低高度での電波伝搬や、山岳による覆域への影響を調べるため、本年度は、引き続き、飛行実験による電波伝搬、信号環境の測定を実施した。

3. 研究成果

3.1 海外動向調査と技術の検討

自動送信方式の検討として、TIS-B に関する調査を継続して行い、情報処理部（TIS-B サーバー）などの仕様の検討を行った。

より安全で円滑な将来の航空交通の実現には、航空機の動きを地上のレーダーで監視する（地上監視）だけでなく、航空機同士でも互いの位置を知る（機上監視または空対空監視）必要があると言われている。

TIS-B は周辺交通情報を送信する技術であり、FIS-B は航空安全に関わる情報および気象情報を送信する技術である。これらは、国際民間航空機関（ICAO）で国際標準（ICAO ANNEX 10 Vol. IV）として承認されている。

米国航空技術協会（RTCA）においても技術基準が複数の文書にまとめられている。最小性能基準として、以下の 2

文書が定められている：

- ・ RTCA DO-286A Minimum Aviation System Performance Standards (MASPS) for Traffic Information Service – Broadcast (TIS-B),

- ・ RTCA DO-267A MINIMUM AVIATION SYSTEM PERFORMANCE STANDARDS (MASPS) for FLIGHT INFORMATION SERVICE – BROADCAST (FIS-B) DATA LINK

またこれらを実現するための、メディア（無線通信媒体）には、UAT, VDL モード 4, 1090MHz 拡張スキッタの 3 つの方式があり、それぞれ、技術基準が定められている。例えば、1090MHz 拡張スキッタについては、以下の運用性能基準がある：

- ・RTCA DO-260A Minimum Operational Performance Standards (MOPS) for 1090MHz Extended Squitter Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) and Traffic Information Service – Broadcast (TIS-B).

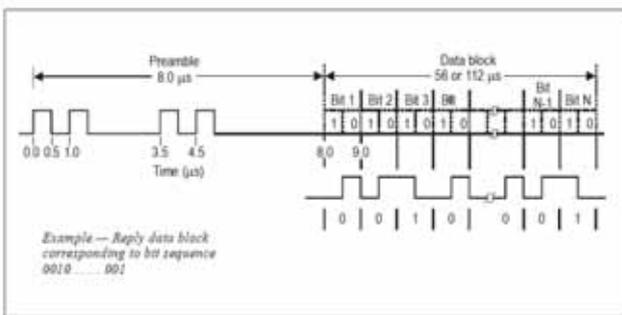


図 1. 1090MHz 拡張スキッタ信号

図 1.に、1090MHz 拡張スキッタ信号を示す。1090MHz の搬送波をパルス変調したもので、SSR モード S の応答信号と同じである。Data block (112μs) は 1μs ごとの時間間隔に分けられ、その 1μs の前半の 0.5μs のパルスがあれば 1、後半の 0.5μs にパルスがあれば 0 を現している。この 112 ビットはフォーマットが決められており、モード S 応答信号、ADS-B, TIS-B, FIS-B(詳細フォーマット検討中)の区別ができるようになっている。(モード S 応答信号では 56 ビットのメッセージも使用される。)

これらの技術の海外動向と要素技術について外国出張を含む調査を行い、その結果を反映して開発する装置の仕様を検討した。

米国では、大型航空機の ADS-B には、国際的に共通に使用されている 1090MHz 拡張スキッタ方式を使用しているところである。しかし、小型機にまで 1090MHz 拡張スキッタ方式を使用すると、米国では小型航空機の数があまりにも多いため、SSR, TCAS にも使用される 1090MHz で

信号の衝突と通信容量の不足が懸念され、小型機専用装置の UAT を開発したと言われている。

TIS-B などを実現する通信媒体の中で、UAT は、米国で小型航空機用に開発されたもので、DME の周波数帯内の 978MHz を使用した通信装置である。UAT 装置本体は、WAAS 対応 GPS 受信機も内蔵して自機の正確な位置を得ることができ、その位置情報を、周辺の航空機や地上の受信局に対して ADS-B 信号として自動送信する。また他の UAT 搭載航空機からの ADS-B 信号と、地上から送られてくる TIS-B, FIS-B の受信ができる。小型機用に開発された表示装置 (MFD) には、ADS-B, TIS-B により得られた周囲の航空機の位置が表示される。FIS-B による気象画像も表示できる。一方、地上側の装置としては、UAT に対して TIS-B, FIS-B の送信と ADS-B の受信 (地上での航空機監視) を行う、地上送受信装置 (GBT: Ground-Based Transceiver) が市販され、アラスカ州などで設置、運用されている。

さらに、米国連邦航空局 (FAA) は、フロリダで、1090MHz 拡張スキッタと UAT を混在させた実証実験を行っている。拡張スキッタ装置を搭載した航空機と UAT を搭載した航空機は、通信媒体が違うため、そのままでは互いの位置情報を受信できない。そこで、UAT を搭載した航空機が送る ADS-B 情報を地上で受信し、1090MHz 拡張スキッタの TIS-B 方式に変換して、拡張スキッタ装置を搭載した航空機へ情報を送っている。装置は TIS-B と同じ原理だが、ADS-B 情報を、通信媒体を変換して再送信していると考えられるので、ADS-R (rebroadcast) と呼ばれている。拡張スキッタの ADS-B 信号も、逆の手順で、UAT の TIS-B 信号に変換されて再送信されている。航空機数が多大であることや小型機に最適な装置を提供するなどの理由のため、ADS-B の方式 (通信媒体) が 2 種類、混在するため、通信媒体の中継装置 (メディアコンバータ) としての ADS-R (実質は TIS-B) が必要不可欠となっている。

わが国では、小型航空機の機数はそれほど多くなく、小型機にも 1090MHz 拡張スキッタ方式を用いても問題ないとする。その場合、米国のような通信媒体の変換のための ADS-R は必要ないが、拡張スキッタ ADS-B を未搭載または非搭載の航空機や、万一、ADS-B が不具合になった航空機の情報を、地上から補完するために、TIS-B は必要と考える。

欧州、オーストラリアでは、1090MHz 拡張スキッタ方式の ADS-B の実証試験が行われている。小型機向けの 1090MHz 拡張スキッタ搭載装置も市販され始めていて、低価格化が進めば大型機だけでなく小型機にも普及する可能性がある。

気象情報、航空安全に関わる情報を送信する FIS-B に関しては、1090MHz 拡張スキッタ方式による FIS-B を拡張スキッタフォーマットの未定義部分を活用して実現すべく、国際規定の細部が検討されている。また、1090MHz 拡張スキッタ方式で送るには大きすぎる画像情報を別なメディアで提供する提案もある。

ADS-B、TIS-B、FIS-B とも 1090MHz 拡張スキッタ方式で大型機、小型機とも提供できる可能性がある。

ADS-B を搭載した航空機同士は、互いに位置を知ることができるが、ADS-B 非搭載機や、ADS-B が故障した航空機の位置は知ることができない。ADS-B を機上監視に使用するには、これらの ADS-B を送信しない航空機の位置情報を別な手段で補う必要がある。TIS-B はその手段としても有効であると考えられる。

これらの調査結果を踏まえ、TIS-B 送信システムの仕様の検討を行い、地上送信システムの RF 部の仕様を確定した(3.2 項参照)。

3.2 自動送信を行う地上送信機能の試作

3.1.項の調査と仕様の検討に基づき、地上側の 1090MHz 拡張スキッタ送信システムのうち、本年度は、情報処理部と高周波部を試作した。図 2 にシステムの系統図を示す。情報処理部 (TIS-B サーバー) は TIS-B 情報を編集して拡張スキッタ信号送信部本体へ提供する入口の部分、高周波部は電力増幅部として TIS-B 信号をアンテナを介して空間に送信する出口の部分である。

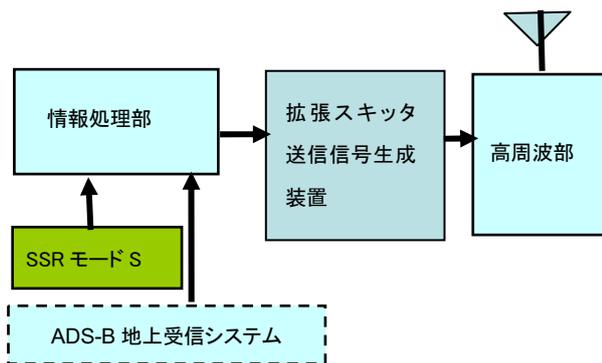


図 2. 地上側 1090MHz 拡張スキッタ送信システム

情報処理部は、①SSR モード S、②実験用位置計測システム、③ADS-B で得られた航空機の位置情報等を入力できるようにした。入力フォーマットは、ASTERIX 規格に準拠したものを用いている。TIS-B の情報源としては、当面、SSR モード S を用いて実験を行う。ADS-B の情報は、TIS-B の

送信回数を抑制する必要がある時、ADS-B を健全に送信している航空機を判別して、その位置情報の TIS-B 送信を控えるために用いる。(ADS-B 情報の TIS-B による再送信は行わない。)このような処理をして、航空機の位置情報を拡張スキッタ送信信号生成装置へ送る。(昨年度試作した) 拡張スキッタ送信信号生成装置は、国際標準のフォーマットに従い、航空機の位置情報を拡張スキッタ信号に乗せて、高周波部、アンテナを経て送信する。



図 3. TIS-B 地上側送信装置 (拡張スキッタ送信システム高周波部) の外観図

試作した 1090MHz 拡張スキッタ送信システムの主要な性能は、次の通りである。

- ・覆域(ターミナル管制区相当): 半径 40NM (航空機受信機の感度: -84dBm と想定, 送信電力: 約 200w (尖頭値))
- ・監視対象航空機数: 最大 250 機 (モード S の処理能力準用)
- ・最大スキッタ送信回数: 1000 回/秒

実験用のシステムとして、半径 40NM 程度の覆域を想定し、送信電力は尖頭値で約 200W である。監視対象機数は、SSR モード S から情報を得るので、モード S の処理能力 250 機を準用した。拡張スキッタ送信回数の仕様は、ADS-B の規定を参照し、航空機 1 機あたり毎秒 3.1 回の送信回数をもとに、情報源の SSR モード S の処理能力の 250 機を掛けて得られた回数 775 回/秒を上回る値として、最大 1000 回/秒まで送信できる性能を持たせた。これは室内実験での性能評価を想定した値であり、(電波を放射しての)実証試験の際の送信回数は、SSR 等の航空機位置情報の数に依存するが、もっと少ない送信回数になる見込みである。

3.3 地上受信機能の開発

地上 ADS-B 受信装置として、昨年に引き続き、地上 1090MHz 受信システムの試作を行った。これは、実験システムとして柔軟な運用と改良ができるような設計とし、昨年試作した RF (無線) 部分に加え、信号検出、情報処理部分の試作を行った。本装置は、図 2 の ADS-B 地上受信システムとして使用できる。また、将来、実験用位置計測システムに発展させ、TIS-B の情報源としても使用することを目指している。

3.4 電波伝搬・覆域計算法に関する調査・検討

仕様決定の参考にするためと、将来の飛行実験の準備のため、昨年に引き続き、仙台空港周辺での飛行実験を実施した。飛行実験では、1090MHz 電波伝播特性(覆域)と、信号環境(現在、1090MHz には、どのような信号や混信が存在するか)の調査を行った。伝搬特性の測定では、送信システムが完成していない時点で行うため、電波伝搬の可逆性を利用し、機上から地上への逆方向で測定を行った。具体的には、当所の実験用航空機の SSR モード S トランスポンダが送信するモード S 応答信号(1090MHz 拡張スキッタと同周波数、同波形)を、地上に設置した 1090MHz 受信記録システムで、信号波形(包絡線)と信号強度を測定、記録した。

昨年度の実験では、山岳稜線越えの伝搬は従来の計算法による見通し線による覆域計算により概ね説明できるが、両側を山岳に囲まれた盆地状の地形に沿った伝搬は、必ずしも見通し線による覆域とは一致しない場合があった。また、実験用航空機が地上局に向かってるときと遠ざかるときとで、覆域が異なるなどの現象も見られた。

本年度も、様々な地形を飛行し、飛行実験データを追加取得した。飛行コースの側面に山岳がある場合のマルチパスの影響などの覆域伝搬特性を確認できた。

また、収集したデータを参考にし、開発中の TIS-B 送信システムの覆域、送信回数などを検討に反映させた。

飛行実験の測定データ等の成果は、次年度以降の研究でも活用する予定である。

4. まとめ

TIS-B などについて海外動向調査と技術の検討を行って、1090MHz 拡張スキッタ送信システムの仕様を決定し、情報処理部と高周波部を試作した。また、地上受信装置の開発を継続した。電波伝搬(覆域)特性・信号環境を事前に把握するため、飛行実験を行った。なお、次年度以降は、SSR モード S、および ADS-B 受信装置との接続を図り、最終年

度の平成 22 年に、空港周辺での TIS-B 実証飛行実験(デモ・フライト)を行うべく計画している。

掲載文献

- (1) 塩地、小瀬木、米本、大津山、三垣：“航空機の安全運航を支援する情報を地上から送信する技術(TIS-B, FIS-B)について”，航海学会 航空宇宙研究会，2008 年 5 月
- (2) 塩地、小瀬木、米本、大津山、三垣：“航空機へ航空交通情報を提供する TIS-B 装置の試作”，電子情報通信学会 2009 年総合大会,B-2-29，2009 年 3 月

電波特性の監視に関する研究【重点研究】

担当領域 機上等技術領域
 担当者 ○田嶋 裕久, 横山 尚志, 朝倉 道弘
 研究期間 平成 20 年度～平成 22 年度

1. はじめに

現在、空港への着陸誘導には主に ILS (Instrument Landing System: 計器着陸システム)が使用されている。今後 GBAS(Ground Based Augmentation System)が導入されても、現在の航空機の多くは退役するまで ILS を利用し続けることになるため移行には時間がかかり、今後数十年は ILS も併用されると予想される。ILS の高カテゴリ運用においては高い完全性と継続性が要求されている。航空機が着陸中に規定を逸脱する信号が送信された場合、致命的な事故につながる。完全性とはこのような事故を防止するため、異常な信号を見逃すことなくモニタで検出する能力である。一方、正常なのに異常と誤って判定して運用停止した場合は継続性が低下する。

広開口のアンテナからの放射される電波は、アンテナ近傍においては近接効果により、遠方領域でのアンテナパターンとは異なっている。この違いのため、近傍のアンテナを用いて監視した場合の電波特性と、遠方における実際の電波特性とは違いが生ずる。モニタとしては完全性と継続性を高めるため、航空機で表示される遠方特性との相関を高める必要がある。

水平方向の誘導を行う ILS ローカライザでは遠方域にモニタを設置することが可能である。一方、垂直方向の誘導を行う GP(Glide Path)は地面反射のイメージも利用して航空機の進入角 3 度方向にパターン形成している。GP では、高いモニタアンテナは航空機の障害となるため遠方域モニタを設置することが不可能であり、近傍モニタが使われている。

ILS の近傍モニタでは遠方の信号との相関が不十分のため、送信アンテナに内蔵されるピックアップにより遠方と等価の信号を合成するインテグラルモニタも使用されている。これは、送信装置の障害については検出できるが、アンテナ周辺環境である地面反射に影響する積雪状態の変化などの影響は検出できない。

そこで、本研究では GP の近傍モニタの遠方特性との相関性の向上、モニタ反射板の特性の改良、反射特性に影響する反射板のアスファルトの誘電率を簡易に測定できる誘電率測定装置の開発を目的としている。

2. 研究の概要

リアルタイムに監視することが不可欠な ILS GP の近

傍モニタの特性を改善するため、平成 20 年度から 3 年計画で本研究を実施する。アンテナの近傍モニタから遠方特性を推定する技術を検討し、遠方の機上特性を高い相関係数でリアルタイムに推定できる近傍モニタ技術を開発する。並行して、ILS GP モニタの特性改善のため反射板の改良も行う。そのため、地面構造や積雪など環境を考慮したモニタのシミュレーションプログラムを開発し、検証を行う。また、モニタの変動の原因の診断ができるようにするため、反射面の反射特性推定に必要な誘電率測定装置を開発する。

3. 研究成果

3.1 遠方特性の推定に関する検討

ILS GP の近傍モニタにおける近接効果を低減し遠方界との相関を向上するため、アレイアンテナによる近傍モニタを開発している。複数の受信アンテナ素子の信号を基に、連立方程式を解き、遠方界を推定できることをシミュレーションで確認した。図 1 は送信系の位相誤差を示している。現在の近傍モニタ (NFM) では遠方の特性と違いがあるが、アレイによるモニタでは送信系の障害については遠方特性を理論的には推定可能である。またこの演算は信号合成器のパラメータの設定により実現可能であり、単純なモニタ構成であるため、信頼性の低下を抑えることができる。

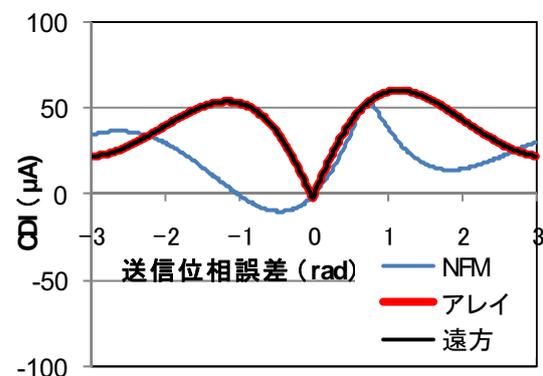


図 1 アンテナ位相誤差とモニタ特性

実際にはアンテナ素子の位置誤差や信号合成器の誤差もあり、推定精度を実用レベルに上げる必要がある。基本的な測定とアレイのモニタを実現するための

問題点を調べるため、当研究所の電波無響室においてスケールモデル実験を行っている。現在はナルリファレンス型 GP スケールモデル実験を行っている段階であり、平成 21 年 3 月に第 1 回目の実験を行った。GP の実験モデルは 9.6GHz を使用し、波長の縮尺から実機の 29 分の 1 の大きさとなる。第 1 回目の実験においては、信号合成器の可変位相器と可変アッテネータの微小変化と CDI の値から最小 2 乗法により誤差を推定し、ニュートン法による収束を試みたが、誤差の初期値が大きく正しい状態までは収束しなかった。今後、対策を検討しさらに実験する計画である。

また、積雪等の伝搬環境の変化などによる誤差についてはアレイの連立方程式による推定にも誤差が生ずるため、これらの問題についても検討する計画である。

3.2 GP モニタ反射板の特性の検討

当研究所開発による改良型反射板とドイツ方式の多層構造反射板について調査をした。ドイツ方式については、図 2(a)に示す 2 層構造の反射板モデルを想定し解析した。多層構造反射板（ドイツ方式）の計算結果を図 2(b)に示す。アスファルトコンクリートの厚さ D_{as} によって DDM の変動が異なるが、融雪初期の段階で DDM=8~20 μA の融雪変動が生じる。図 2(c)に改良型反射板の断面図を示す。改良型反射板は格子状金網で裏打ちした構成である。融雪時の解析結果を図 2(d)に示す。改良型反射板では融雪変動がなくなる。融雪変動は遠方パスでは生じない変動成分であるので、ドイツ方式と比べても改良方反射板が優れていることが確認された。

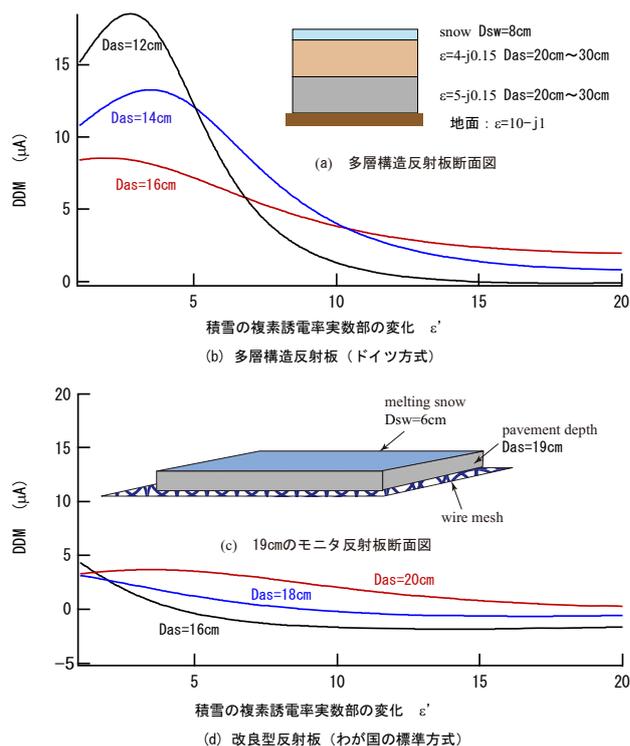


図 2 融雪シミュレーション結果

3.3 モニタ反射面の誘電率測定センサの開発

アスファルト層の厚さを約 19cm とする改良型 GP モニタ反射面の設置が進められているが、この層厚は、通常の敷設工事で使用されているアスファルト体の切り出しサンプルの誘電率測定値を基に決定されており、施工方法の違いや経年変化に伴ってアスファルト層の誘電率に変動が生じた場合にはモニタ反射面特性の劣化が懸念される。そこで、施工工事後の検査、あるいは定期的な保守を目的として、アスファルト反射面の GP 周波数帯での複素誘電率を簡便に計測できるシステムの開発に着手し、本年度は透過共振型センサ部分の検討と試作を行った。

センサとしては、アスファルト表面に密着させ、非破壊で測定が可能な開放型矩形同軸共振器を採用した。センサの試作において、構造寸法から透過共振特性（共振周波数、共振帯域幅、透過損失）を数値解析する必要があるが、解析手法として FDTD（時間領域差分法）法について検討を行った。さらに、作成した解析モデルと数値解析結果の妥当性を検証するため、UHF 帯で自由共振するセンサの設計・試作を行い、測定結果を FDTD 解析結果と比較した。この結果、誘電率推定に用いる透過共振特性について、測定試料が存在しない自由空間中の実測値は、解析値と精度よく一致することが確認され有効性が検証できた。これを踏まえ、各種複素誘電率値を有

する仮想の測定試料上にセンサを置いた場合の共振特性の FDTD 解析を進めることで、解析データを基に複素誘電率を逆推定する近似式についての検討が可能となった。

4. まとめ

ILS GP の近傍モニタにおける近接効果を低減し遠方界との相関を向上するため、アレイアンテナによる近傍モニタを開発している。複数の受信素子の信号を基に、信号合成器のパラメータの設定により連立方程式を解き、遠方界を推定できることをシミュレーションにより確認した。実際にはアンテナ素子の位置誤差や信号合成器の誤差もあり、推定精度を実用レベルに上げる必要がある。また今後、積雪等の状態の変化などによる誤差の低減についても検討する計画である。

モニタ反射板については、当研究所開発による改良型反射板とドイツ方式の多層構造反射板について比較検討をした。改良型反射板は格子状金網で裏打ちした構成であり、融雪変動が非常に少なくなり、多層構造反射板と比べて安定していることが確認された。反射特性に影響する反射板のアスファルトの誘電率を簡易に測定できるようにするため、誘電率測定センサのプロトタイプを試作し、計算と同様な実験結果が得られた。

掲載文献

- (1) 田嶋：“着陸誘導”，航空振興財団 航法小委員会，2008年7月
- (2) 田嶋，横山，中田：“ILS GP の近傍モニタアンテナによる遠方特性推定法の検討”，電子情報通信学会 2009年総合大会，2009年3月

(Intentionally blank)

空域の安全性の定量的評価手法に関する研究【指定研究 A】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○藤田 雅人, 天井 治, 山田 泉, 長岡 栄

研究期間 平成 18 年度～平成 21 年度

1. はじめに

より効率的な空域利用の観点から管制間隔や経路間隔の短縮が望まれている。その一方で、航空機の運航においても安全性の確保は重要な社会的課題となっている。効率性を求めつつも、安全性を確保するために安全性を定量的に評価する手法が必要となる。しかし、日々変化し続ける航空システムにおいて、変化に対応する定量的安全性評価手法は確立しておらず、その手法の確立が要望されている。

国土交通省航空局は 2007 年 12 月に短縮垂直管制間隔 (RVSM, Reduced Vertical Separation Minimum) の運用状況を主に安全性の面から監視する地域監視機関 (RMA, Regional Monitoring Agency) となった。電子航法研究所は日本の RVSM 導入時に衝突危険度モデルに基づく安全性評価を実施した実績があり、その経験を活かした更なる貢献が期待されている。

また、洋上航空路等の国際空域における水平方向の管制間隔に対しても運用状況を安全性の面から監視するエンルート監視機関 (EMA, Enroute Monitoring Agency) のマニュアル策定作業が国際民間航空機関 (ICAO, International Civil Aviation Organization) のアジア・太平洋地域の会議 RASMAG (Regional Airspace Safety Monitoring Advisory Group) で進められている。電子航法研究所は水平面管制間隔の衝突危険度モデルの研究・開発でも実績があり、この分野でも貢献が期待される。

さらに、ICAO の管制間隔・空域安全パネル (SASP, Separation and Airspace Safety Panel) においては、安全性の定量的評価手法の検討が行われており、定量的安全性評価手法に関する研究成果の提供が望まれている。

そのような国内外の要望に応えるため、本研究では、定量的安全性評価手法の開発を行うとともに、開発した手法を現存の空域の安全性評価に役立てている。

2. 研究の概要

研究にあたっては飛行計画情報・レーダデータ等の収集・解析を実施する。その結果明らかになった空域の特性に対応した安全性評価手法の構築を行う。手法の構築に際しては、他国・他機関で実施されている安全性評価手法に関する情報の収集も行い、その情報を参考にする。

3. 研究の成果

3.1 SASP への貢献

SASP 作業部会全体会議に参加し、日本における研究動向の紹介、会議への技術的支援を行う予定であった。

第 13,14 回 SASP 作業部会全体会議に参加し、地域監視機関のソフトウェア共有に関する提言、上昇・降下など短時間で終了する運航手順に対する目標安全度の設定方法の提案を行った。昨年度の研究成果である日本で導入された洋上短縮管制縦間隔基準 (距離・時間) の安全性評価結果についても報告した。

また、安全性評価手法を数学的に検討する数学者サブグループに参加し、技術的なアドバイスをを行った。

3.2 RVSM 空域の安全性評価手法

日本の RVSM 導入時に安全性評価を実施した実績をもとに航空行政を技術的に支援するため、また、EMA handbook 策定作業に寄与するため、第 10 回 ICAO RASMAG 会議に参加した。

RVSM 空域の安全性評価手法の改良を目指し、レーダデータを用いた割当高度逸脱量 (AAD, Assigned Altitude Deviation) 分布推定法を考察した。八戸航空路監視レーダで収集された監視データに試験的に当該手法を当てはめた。

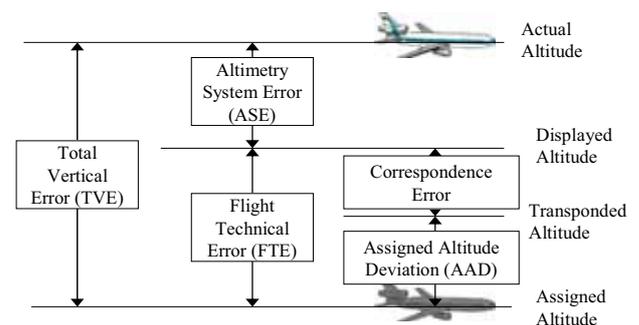


図 1：割当高度逸脱量

3.3 洋上航空路の安全性評価手法の開発

釧路航空路監視レーダで収集された監視データを元に洋上航空路を飛行する横方向経路逸脱量 (TSE, Total System Error) の分布を求めた。極値理論を適用した。

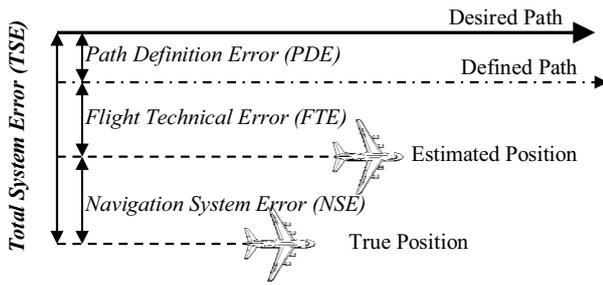


図 2：横方向経路逸脱量

3.4 データの収集

衝突危険度モデルに基づく定量的安全性評価のためには膨大なデータの収集・解析が必要となる。国土交通省航空局及びその他関係官署の協力を受け、レーダデータ・通信履歴データ等を継続的に収集している。

3.5 高度監視装置(NAMS)の性能評価

当研究所の開発した高度監視装置(NAMS)の性能評価のため、平成 19 年度に飛行実験を 2 回実施した。本年度は実験データに対してモンテカルロシミュレーションを適用して NAMS の測高精度を推定した。測高精度推定にあたって、航空機の真位置は DGPS で測定された位置と等しいと仮定した。

下図のように NAMS 一次レーダの仰角の観測値と測角誤差との間に相関があることが判明した。原因の特定までには至っていない。また、測角誤差のランダム成分(観測値と測角誤差の相関の影響を取り除いた部分)は正規分布に従い、測距誤差と測角誤差のランダム成分はほぼ無相関であることも分かった。

NAMS 直上を一定の方向から飛行した航空機に限り、測高精度(標準偏差)が RMA manual 要求値の 50feet を満たすことが分かった。

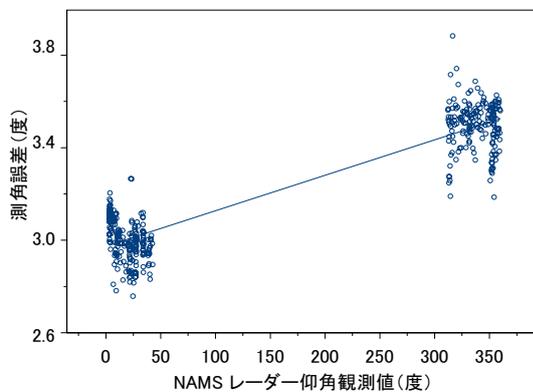


図 3：NAMS-A レーダ（一次レーダ）の測角誤差

- (1) 藤田：“Gain/Loss 分布と初期時間間隔の相関”，日本航空宇宙学会第 39 期年会講演会，2B11，調布市，2008 年 4 月
- (2) Fujita：“Target Level of Safety for dynamic operation consistent with the conventional target level of safety”，ICAO SASP-WG/WHL/13 WP/39, Montreal, Canada, May 2008
- (3) Fujita：“Safety Assessment for Time-based Longitudinal Separation in Oceanic Airspace”，ICAO SASP-WG/WHL/13 IP/7, Montreal, Canada, May 2008
- (4) Fujita：“Safety Assessment prior to 30NM Longitudinal Separation Minimum under ADS-C Environment”，ICAO SASP-WG/WHL/13 IP/8, Montreal, Canada, May 2008
- (5) Fujita：“Distribution of Longitudinal Speed Prediction Error of ADS-C System”，ICRAT 2008, Fairfax, U.S.A., May 2008
- (6) 藤田：“洋上縦時間管制間隔の安全性評価手法について”，平成 19 年度（第 8 回）電子航法研究所研究発表会講演概要，2008 年 6 月
- (7) 宇田川（日大），天井，長岡，高橋（日大），中村（日大）：“ADS による縦方向位置予測誤差分布のモデル化”，電気学会産業応用部門大会ヤングエンジニアポスターコンペティション，高知市，2008 年 8 月
- (8) 宇田川（日大），天井，長岡，高橋（日大），中村（日大）：“ADS 縦方向位置予測誤差分布のモデル”，電子情報通信学会 2008 年ソサイエティ大会，A-18-2，川崎市，2008 年 9 月
- (9) 宇田川（日大），天井，長岡，高橋（日大），中村（日大）：“自動従属監視による縦方向位置予測誤差分布のモデル化”，日本航空宇宙学会第 45 回飛行機シンポジウム，2A14，東京，2008 年 10 月
- (10) Fujita：“Program sharing for Regional Monitoring Agency Practices”，ICAO SASP-WG/WHL/14 WP/9, Paris, France, Oct. 2008
- (11) Fujita：“Note on current TLS (Target Level of Safety) settings and TLS for dynamic operations”，ICAO SASP-WG/WHL/14 WP/10, Paris, France, Oct. 2008
- (12) Fujita：“Estimation of Small Assigned Altitude Deviation Distribution”，電子情報通信学会技術研究報告 SANE2008-73，2008 年 11 月
- (13) Fujita：“Frequency of Rare Event Occurrences”，ENRI International Workshop on ATM/CNS, Tokyo, Mar. 2009

航空路管制業務のタスク分析及び作業負荷・負担の研究【指定研究 B】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○青山 久枝, 塩見 格一 (機上等技術領域), 井上 諭

研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

1. はじめに

航空交通量の増大に伴う航空管制官のワークロード増大は、避けることのできない事実である。また、このワークロード増大の緩和措置として管制支援ツールの開発や導入が行われてきている。しかし、航空管制業務を人間が行うという前提に基づけば、航空管制官の業務のタスク分析及びヒューマンファクターの研究がまず必要である。

本研究では、航空管制業務のうち航空路管制業務について、その複雑さ、チームワークによる業務体系、地域特性等を分析することにより、航空管制官の作業負荷・負担を検討していく。

2. 研究の概要

シミュレーション結果に基づいて、航空路管制業務のタスク分析を行う。これにより、航空路管制業務の流れの全体像を捉え、航空管制官の思考・判断を含めた業務フローや管制システムとの関わりについて図式化する。

さらに、管制業務はチームで行われるため、複数の管制官のチームワークの重要性・関連性を検討する。

3. 研究成果

3.1 レーダ対空席のタスクフロー

航空路管制業務の中でレーダ対空席（以下、対空席）についてタスクフローを作成した。

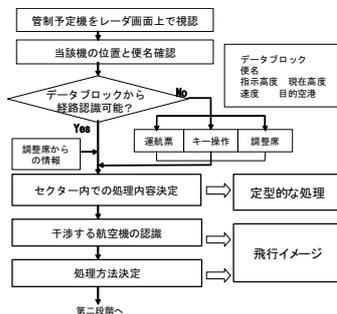


図 1 タスクフローの第一段階

図 1 は、対空席でレーダ画面上に管制予定機を視認して、当該機にかかる情報、出域時の規定に定められた状態、その状態にする過程の処理方法など飛行イメージを作成する段階である。

図 2 は、第一段階の後、実際に指示を出す段階を表している。通常、管制官は複数の航空機を扱っており、図 1 あるいは図 2 のいずれかの状態にある航空機を同時に管制している。

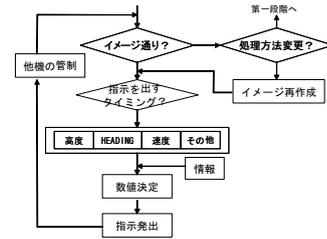


図 2 タスクフローの第二段階

3.2 航空路管制のタスクフロー

実際の航空路管制業務が行なわれているセクタを想定した形でタスクフローを表記した。システムが提供する情報の流れ、セクタ相互あるいは官署相互の業務の関係、セクタ内においては対空席とレーダ調整席（以下、調整席）の情報取得状況の違い、両席の業務内容、分担などを図として表記した。管制官の思考・判断、確認、業務の優先順位選択などについては経験による記述である。管制業務は、管制官が受けた専門的教育・訓練による暗黙知を前提に行われており、業務内容・過程について詳細なタスク分析を行うためには業務経験を記述することが考えられる唯一の方法である。

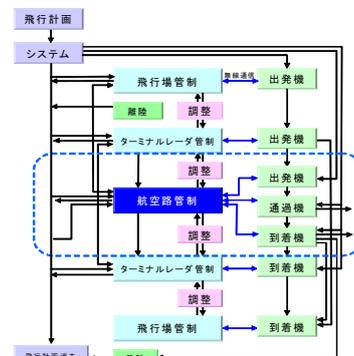


図 3 管制システムと管制業務の概略

図 3 は、典型的な管制業務の全体像、その中央にある航空路管制を詳細化した。図 4 はターミナルレーダ管制が行われている空港から、図 5 は管制官のいない空港からの出

発機が離陸するまで、図6は移管時以降の業務の過程を表した。

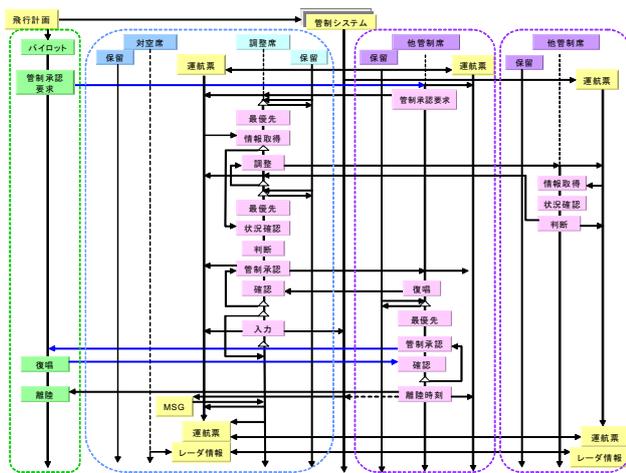


図4 出発機のタスクフロー例(1)

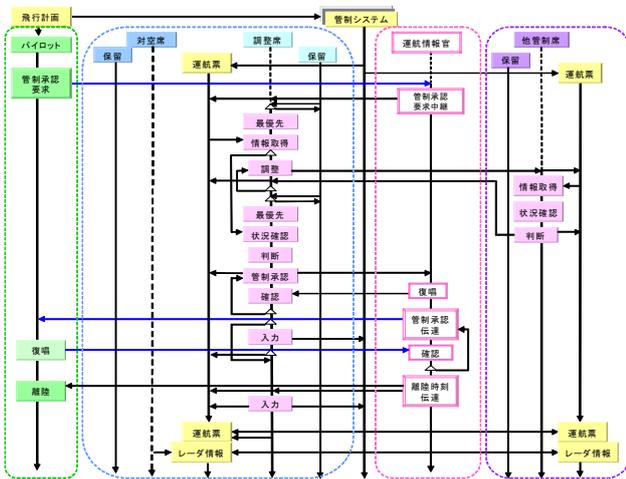


図5 出発機のタスクフローの例(2)

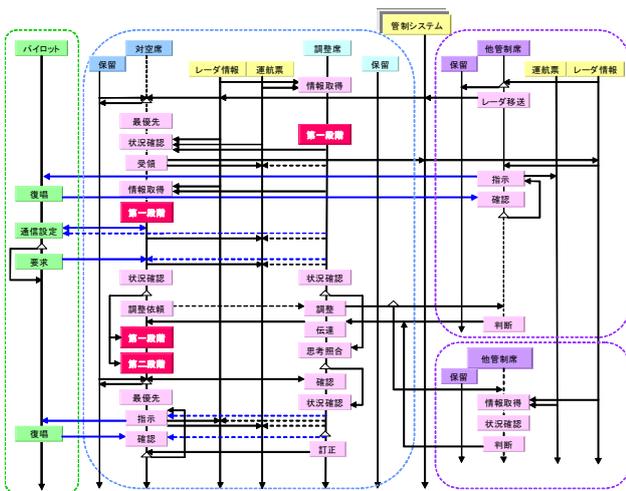


図6 移管時以降のタスクフローの例

4. 考察等

調整席については外見的に業務がわかり難いため、研

究・調査の対象とされないケースが多かった。本研究では、タスクフロー図に各管制席の業務保留場所を設け、最優先業務以外を保留業務とした。管制官は、常に複数業務を優先順位付けし、各業務が終了するまで中断が起きてもいずれかのタイミングで行っている。図中の横線でセクタ内、他セクタ、他官署、パイロットとの相互関係、時間的な流れを縦線で表した。

今後もタスクフローをさらに詳細化していくことで、管制業務の本質を解明するとともに、ヒューマンエラーなどに対して予防を検討することも考えている。

掲載文献

- (1) 青山, 井上, 古田, 飯田: “航空路管制における管制指示の分析”, 平成 18 年度 (第 6 回) 電子航法研究所研究発表会講演概要, pp.21-26, 2006 年 6 月
- (2) 青山, 古田, 飯田: “航空路管制における管制指示の分析”, 第 7 回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演概要集, pp.196, 2006 年 12 月
- (3) 青山, 塩見, 飯田: “航空路管制における管制官の思考過程に関する研究”, 電子情報通信学会技術研究報告 SANE2007-35~40, pp.7-12, 2007 年 5 月
- (4) 青山, 塩見, 飯田: “管制官の負荷・負担に関する考察”, 平成 19 年度 (第 7 回) 電子航法研究所研究発表会講演概要, 2007 年 6 月
- (5) 青山, 塩見, 飯田: “認知工学的手法に基づく航空管制システムに関する研究(2)ー管制官の思考過程に関する分析ー”, ヒューマンインタフェース学会 ヒューマンインタフェースシンポジウム 2007 論文集, pp.547-552, 2007 年 9 月
- (6) 青山: “教育・訓練が及ぼす管制官のパフォーマンスへの影響”, 航空管制協会 平成 19 年度管制技術交流会, 2007 年 10 月
- (7) 青山, 飯田, 塩見: “安全かつ効率的な航空管制手法の研究”, 平成 20 年度 (第 8 回) 電子航法研究所研究発表会講演概要, 2008 年 6 月
- (8) 青山, 塩見, 飯田: “認知工学的手法に基づく航空管制システムに関する研究 II(2)ー航空管制業務のパフォーマンスに関する分析ー”, ヒューマンインタフェース学会ヒューマンインタフェースシンポジウム 2008 論文集, pp.53-58, 2008 年 9 月
- (9) 青山, 飯田, 塩見: “RPD モデルに基づく効率的な航空管制手法の研究”, 日本航空宇宙学会 第 46 回飛行機シンポジウム, pp.502-508, 2008 年 10 月

空港における後方乱気流管制方式の技術基盤に関する研究【指定研究 B】

担当領域 航空交通管理領域
担当者 ○山田 泉, 長岡 栄
研究期間 平成 19 年度～平成 20 年度

1. はじめに

航空機の揚力の発生に伴って生じる後方乱気流が周辺の航空機におよぼす危険を回避するため、後方乱気流管制方式が定められている。現在用いられている後方乱気流管制方式の管制間隔基準値は、多くの場合で安全余裕が過大であるとの指摘が近年なされている。また、基準値設定時（1970 年代）には存在しなかった大型機の登場により、この基準値の安全性について再検討の必要が生じている。

後方乱気流の挙動は気象条件によりさまざまであるが、後方乱気流を観測することが可能であれば、多様な気象条件の下で後方乱気流の影響が消滅する時間を測定することにより、適切な後方乱気流管制間隔を検討することが可能となる。

離陸機の後方乱気流管制間隔を再検討するためのデータをを得ることを目的として、電子航法研究所では平成 14 年から平成 17 年まで重点研究「大空港における効率的な運航を確保するための後方乱気流に関する研究」においてレーザーを用いた後方乱気流検出装置（ライダー）を開発した。そして、平成 18 年度は指定研究「後方乱気流の研究」において、仙台空港で運航する離陸機を対象に定期的な後方乱気流観測により観測データを蓄積した。

本研究では、これに引き続いて離陸機の後方乱気流観測データを蓄積する。そして、後方乱気流管制間隔短縮の検討が可能となるよう、気象条件と後方乱気流の影響の消滅時間を対応づけるモデルの導出法を検討する。

2. 研究の概要

本研究は 2 ヶ年計画であり、今年度は以下の項目を行うこととした。

- ①後方乱気流観測実験による観測データの蓄積
- ②後方乱気流の挙動予測を行うための観測方法の検討
- ③後方乱気流が他の航空機に与える影響の消滅過程（渦の消滅時間および滑走路からの移動時間）を予測するモデルの検討
- ④海外研究動向の調査

また、本研究に関連した所外連携として、宇宙航空研究開発機構（JAXA）および東北大学との共同研究「後方乱気流の航空機におよぼす影響の研究」を行っている。

3. 今年度の成果

①については、岩沼分室屋上に設置した後方乱気流検出装置を用い、共同研究相手である東北大学の協力を得て、通年で離陸機約 500 機分の後方乱気流観測データを得た。

②については、以下のことを行った。

後方乱気流検出装置の動作に生じた不具合（制御用ワークステーションのハードディスク容量不足）への対策の一環として、装置制御ソフトウェアの処理構造に関する詳細な再調査を行った。これにより装置の動作を復旧すると共に、装置の操作方法の詳細および動作監視の方法を明らかにした。この結果、当初は困難とされたバッチ処理による観測の開始・終了操作の自動化が可能であることが明らかとなった。

また、既設の外部監視用カメラサーバが故障（電源の故障）したことに対応して、カメラサーバの復旧を行うと共に、新たにパン・チルト・ズーム型の Web カメラを外部監視用に設置した。加えて、後方乱気流検出装置内で LAN 接続されている機器すべてに時刻同期の設定を行った。これらの処置により、後方乱気流観測を遠隔的に行う技術的基盤が整理された。

一方で、③に述べる上空風の観測については、適切な手法の検討が技術的な課題として残った。

③については、後方乱気流が滑走路に残留する時間と風向・風速（測候所にて通報されている値）との関係のプロットにおいて、通報されている風向・風速のみでは説明が困難なバラツキが観察されていることを考慮し、バラツキの要因となる気象現象に関する検討を前年度に引き続いて行っている。本年度は、後方乱気流の発生している高さにおける風を考慮し、ライダーによる後方乱気流観測データ中に背景風として観測されている上空風の観測断面方向成分の大きさに注目して後方乱気流の残留時間との関係を分析することとした。その結果、地上と上空とで風向・風速ともに異なる風が吹いている場合があり、上空の風が強い場合には地上風が弱い場合にも後方乱気流の残留時間が短くなることが明らかとなった。

後方乱気流の残留時間を精密に予測可能とするためには、後方乱気流が存在する高さでの風向・風速に関する情報が必要と考えられる。現状で得られているデータは上空風のうち、後方乱気流観測時の観測断面の成分、および、後方乱気流観測前後に行う地上風主方向への全天垂直スキャン時の観測断面の成分である。このため、上空風の主方向および風速に関する情報は十分に得られていない。後方乱気流が発生している高さにおける風向・風速を得るための観測技術が今後の課題と考えられる。

④については、前年度に引き続き、欧米における後方乱気流の研究について文献調査を行った。

4. まとめ

後方乱気流の影響が滑走路上から消滅する過程のモデル化のため、ライダーを用いた後方乱気流観測を行い、気象条件と後方乱気流残留時間の関係についての分析を行った。その結果、地上風に加え、上空風の情報を考慮することによって、後方乱気流残留時間をより精度よくモデル化できる可能性が示唆された。後方乱気流管制間隔短縮の議論に向けた今後の課題としては、上空風を含む風情報を取得する技術、および、風の3次元的な性質に関する検討が必要と考えられる。

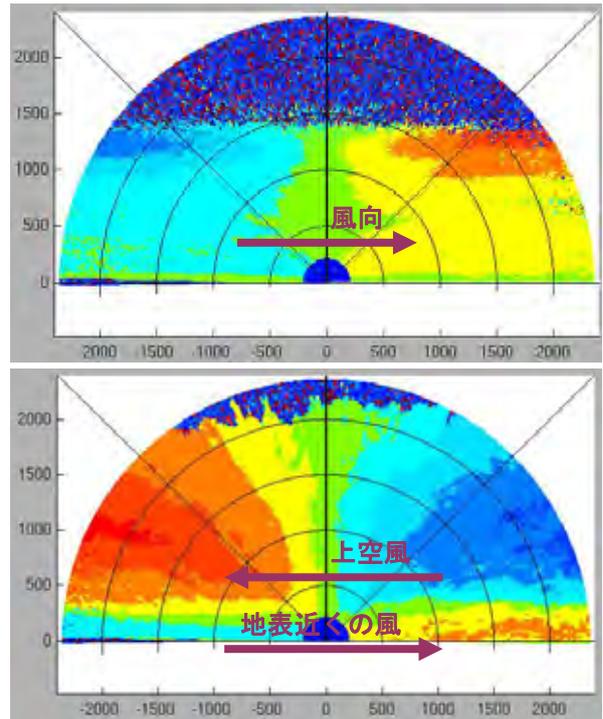


図2 上空まで一様に風が弱い場合(上)と、上空では地上と異なる風が吹いている場合(下)の鉛直断面内風速分布

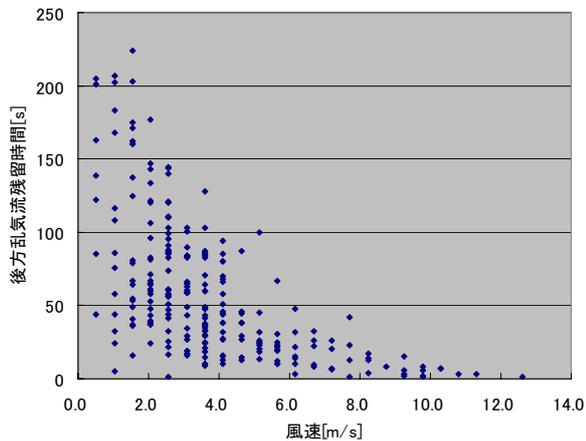


図1 地上風速に対する後方乱気流残留時間のバラツキ

航空管制官等の健全性評価に係る生体信号処理手法の研究【指定研究】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○塩見 格一, 金田 直樹, 瀬之口 敦 (航空交通管理領域)

研究期間 平成 20 年度～平成 22 年度

1. はじめに

当所では、1998 年の発話音声のカオス性と発話者のストレス状態との相関を発見して以来、発話音声分析技術の高度化を目的とした研究開発を進めて来た。

本研究は、その第 2 フェーズとも言うべきものであり、ヒューマン・パフォーマンスをリアルタイムに監視し、即ち、発話音声により発話者の覚醒度を評価することにより、その監視・評価結果をフィードバックし、ヒューマン・エラーの発生を低減させることを可能とするシステムの実現を目的としている。2008 年初頭には、発話者がヒューマン・エラーを起こす可能性の増大を監視・警告する、最上流の予防安全装置のプロトタイプとして、実験研究用の計測機器として“CENTE”の名称で製品化を実現した。

発話音声分析技術は、当所発のユニークな技術と認められているものであり、これまでに国土交通省総合政策局技術安全課や独立行政法人科学技術振興機構、財団法人鉄道技術総合研究所からの受託研究に対応し、多数の大学等とも共同研究を進めて来た。2008 年度には複数の国際学会において成果を報告し、12 月には米国航空局が主宰する航空安全フォーラムに日本からは初の出品をし、ブースにおいてデモンストレーションを行った（図 1 参照）。

2. 研究の概要と成果

2008 年度には、従来研究の継続として“CENTE”の信号処理アルゴリズムである SiCECA (Shiomi's Cerebral Exponent Calculation Algorithm) の高信頼性と並行して、CENTE のユーザ・インタフェースの高機能化に関する研究を実施した。

2.1. SiCECA の高信頼化

SiCECA により発話音声から発話者の覚醒度（大脳新皮質の活性度）に強く相関する診断値（CEM）を得るためには、埋め込み次元や前処理用のデジタル・フィルタの特性等、6 つのパラメータが適正に設定されることが必要不可欠であることが明らかになった。

現状の SiCECA の実装は C 言語による手続きの処理であるから、6 つのパラメータをどの様に設定しようとも、機械的に音声信号を処理して、何等かの CEM を得ること

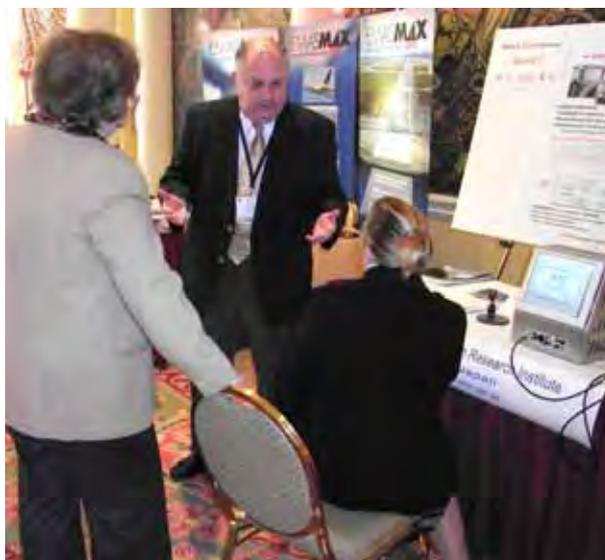


図 1 ブースに来られた FAA アカデミー関係者に米国における営業代理店の方が CENTE の説明をしている様子。

は常に可能である。例えば、複数の収録音声进行何等かの設定を行った SiCECA で処理すれば或る CEM のセットが得られ、設定を変更すれば異なる CEM のセットが得られる。しかし、その処理結果としての CEM の変化とパラメータの関係のみをいくら観察しても、それだけからは、発話者の覚醒度の評価に適したパラメータの設定を明らかにすることはできない。

我々は、2005 年に鉄道総研で実施した疲労計測実験において、臨界フリッカ識別周波数（CFF）の計測と同時に収録した朗読音声を 12 被験者において有しており、適正に計測された CFF が被験者の覚醒度と高い相関を有していることが確認されていることから、その朗読音声から算出される CEM と CFF の相関が高くなる様にパラメータの調整をすることで SiCECA の高信頼化を目指している。2005 年当時の SiCECA の設定においては、明確な疲労傾向の観測された被験者における CEM と CFF の相互相関係数は 0.5～0.6 であったが、2009 年 3 月時点において、相互相関係数は 0.7 程度まで向上させる事が可能であることが確認されている。0.6 から 0.7 への向上が、CFF の信頼性の問題を考慮するとき、どの程度に有意なことであるのか明らかではないが、CEM により CFF の代替とすることは、現時点において既に十分に可能と考えられる。

上記パラメータの最適化は、1被験者当たり約300～400の朗読音声について、パラメータを変化させながらCEMを計算し、その変化とCFFの変化の相互相関係数を計算し、この相互相関係数が極大値を取るパラメータの組み合わせを見付けることで行った。埋め込み遅延時間、発展遅延時間の組み合わせの評価においては、埋め込み次元等の他のパラメータを固定し、230,400 (= 480 x 480) 通りのパラメータの組み合わせに対して上記の全ての朗読音声の処理を行った。この処理には、現時点で最高速のパソコンを使用しても8ヶ月を要しており、現在当所では、埋め込み次元や近傍点集合条件のCEMに対する影響を評価するために、8台のパソコンを使用して処理を行っている。しかしながら、現時点までには、経験的に良い結果が期待される範囲の0.1%も処理が進んでおらず、(考えられる組み合わせに対しては0.00000000001%の範囲さえ処理できておらず)、より効率的なパラメータ探索の手法を見付けることが、次のブレーク・スルーには必要不可欠と思われる。

SiCECAによる音声信号処理においてはデジタル・フィルターの適用も重要な問題であり、CEMとCFFの十分な相関を実現する必要な音声信号帯域を出来るだけ狭く限定することにより、音声収録環境の雑音の影響を低減することが可能となり、仮に必要帯域に雑音が存在する様な場合であっても、必要帯域が狭い程、雑音減に対する対応も容易なものとなる。また、発話音声分析装置の実用化において重要な経費の低減についても、現状のシステム構成において最も高価な部品はマイクロフォンであるが、必要帯域が狭ければ、その帯域におけるマイクロフォンの個体差を低減することは容易であり、より安価なマイクロフォンの採用が可能となる。デジタル・フィルターとSiCECAの組み合わせにおいて最も新しい成果は、ピッチ周波数帯域の収録に係るものであり、SiCECAのパラメータを適正に設定すれば、マイクロフォンから収録される音声に全くピッチ周波数成分が含まれていなくとも、ホルマント周波数成分のパターンだけから、SiCECAは正確にピッチ周波数を算出することができた。

2.2. CENTEの高機能化

2008年度においては、西武バス観光株式会社殿にご協力をいただき大宮のバス・センターで約2ヶ月間の点呼音声の収録を行うことが可能となったので、CENTEについては、社員番号による個人情報管理を可能とするユーザ・インタフェースを製作した。また、CENTEの国際エア・エキスポや米国での航空安全フォーラムへの出品が計画されたため、ユーザ・インタフェースの英語化や、英語に



図2 新型のCENTE

よる朗読カードの整備を行った。

上記バス・センターにおいて収録した音声については、予想以上の環境騒音が存在したため、未だ処理を進めている段階である。また、バス・センターにおける収録では、CENTEの熱設計が十分ではなかったことが原因と考えられるCPUの損傷が発生したが、そのお陰で熱設計をやり直し、筐体のデザインを一新させた新型を実現することができた(図2参照)。新筐体のCENTEにおいては、現時点まで、熱暴走等の不具合は一度も発生していない。

3. おわりに

本研究における次の課題は、環境雑音に対する対策と信号雑音比と診断値の信頼性との関係を定量的に明確にし、更に、信号雑音比が良好ではない場合に信頼性を確保する信号処理手法、また補助的な音声信号収録手法を実現することである。実用化の過程においては、次々と新たな問題が発生するが、この問題も、今までに解決して来た問題と同様に、近い将来に解決手法が見つかることを信じて、2009年度以降の研究開発を進めていきたい。

掲載文献

- (1) Shiomi and et al: "Experimental Results of Measuring Human Fatigue by Utilizing Uttered Voice Processing" Proc.557 of IEEE-SMC 2008.
- (2) Shiomi: "Voice Processing Technique for Human Cerebral Activity Measurement" Proc.660 of IEEE-SMC 2008.
- (3) Shiomi: "Cerebral Resource And Activity Measurement Equipment", Proc. of SfN 2008.
- (4) <http://www.siceca.org>

航空交通管理における管制空域の複雑性に関する研究【基礎研究】

担当領域 航空交通管理領域
担当者 ○福島 幸子, 住谷 美登里
研究期間 平成 20 年度～平成 22 年度

1. はじめに

航空交通管理 (ATFM; Air Traffic Flow Management) は航空交通量が空域の容量を越えることが予測された場合に、事前に出発時刻を調節し、過度な集中を避け、円滑な航空交通流を維持するものである。

わが国の ATFM 業務は航空交通管理センター (以下、ATM センター) で行われている。航空路セクタの容量は、レーダ管制官の実測作業量から算出されている。作業量は、航空路セクタ毎に飛行種別毎の作業時間を計測し、作業毎の困難度指数や考慮時間をもとに算出される。

今まで、空域再編や新空港が開港したときは、その後に管制官の作業を計測・解析を行い、新しい数値を設定してきた。しかし、管制作業の計測と解析には多くの時間を要するため、運用条件が変わったときに、全セクタの作業量計測を行わずに容量値を予測することが求められている。

本研究では、全セクタの計測を行わずに運用できるような、新たな ATFM のアルゴリズムを検討している。また、遅延の減少についてもアルゴリズムの改良を目指している。

2. 研究の概要

本研究は 3 年計画であり、平成 20 年度はその 1 年次である。平成 20 年度の研究においては、以下を実施した。

- ・ 新たな ATFM のアルゴリズムの提案
- ・ 遅延割り当て方法を変えたときの試算

3. 研究成果

3.1 新たな ATFM のアルゴリズムの提案

現在、ATFM ではセクタごとに滞在時間にセクタ及び飛行種別固有の係数で重みをつけて、管制作業量を推定している。滞在時間に重みをつけない場合は、同時管制機数に管制作業量が比例することになり、セクタの特質によっては、管制作業推定誤差が大きくなる。そこで、リアルタイムで計測できる重み係数として、関連機数に着目して解析を進めてきた。

H19 年度には航空機 $i(i=1, \dots, N)$ に対して、 ST_i を各航空機の滞在時間、 PA_i をコンフリクトの発生確率とし、管制作業負荷 $TASK_P_T(t)$ を

$$TASK_P_T(t) = \sum_{i=1}^N ST_T(t, i)(PA_i + K) \quad (1)$$

と仮定し、東京管制部の 15 セクタについて、定数 K の推定を試みた。 K が全セクタで統一的な予測ができなかったことから、 K をセクタでの平均同時管制機数による関数としての推定を試みた。また、 PA_i の定義 (2 機間の出域時の距離、高度差、通過時刻差の組み合わせ) についても、再度検討を行った。

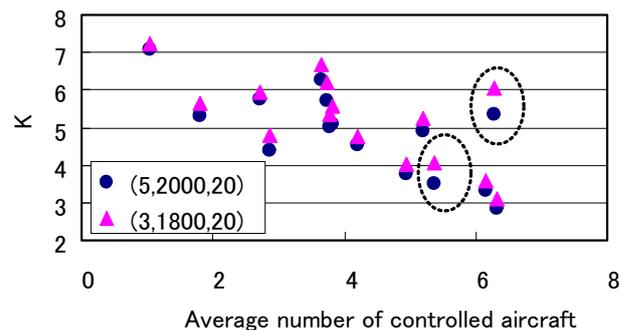


図 1 セクタの平均管制機数と PA_i による K

図 1 は横軸にセクタの平均同時管制機数を取り、縦軸に推定された K の値をプロットしている。 Δ と \circ は PA_i の定義を変えたもので、 PA_i の定義によらず、 K の推定値が近いものと、大きく変わるものがあった (図中、点線の楕円)。これらは、到着機あるいは出発機の高密度経路を持つセクタであり、コンフリクト発生確率として、検出基準による数値変動幅が大きいためである。

3.2 遅延割り当て方法を変えたときの試算

現在の ATFM では基本的に空港ごとの優先順位をつけていない。今回、羽田空港行きが多い路線として、大阪、福岡、千歳空港について、遅延回避を試みた。単に遅延を完全に回避するだけでなく、一定値以上の遅延を付加しないといった方法を試みた。

その結果、上空通過機を含めた、「遅延回避機」の割合に効果が左右されることがわかった。「遅延回避機」が全

体の23%以上となると、ATFMの効果をだすために、少数の航空機に多くの遅延が集中し、非現実的な遅延となる。

「遅延回避機」が15%であれば、少数の航空機の遅延を減少させても、ATFMの機能としても、他の航空機の遅延増加としても現実的な値であった。

5. まとめ

平成20年度は管制作業量の予測方法として、簡易アルゴリズムを考案し、東京航空交通管制部のセクタとの照合を行った。その結果、関連機数の定義によって推定作業量が大きく変わるセクタの特徴がわかった。今後は、より詳細な関連機数アルゴリズムの検討することにより、関連機数を使用した統一パラメータの推定を続けたい。

掲載文献

- (1) 住谷，福島，福田：“航空交通流管理における管制作業量についての一検討”，日本航海学会論文集, pp.249-256，vol.119，Sep.2008
- (2) 福島，福田，住谷，瀬之口：“航空路管制セクタの高度分割に関する一考察”，平成20年度（第8回）電子航法研究所研究発表会講演概要, pp.47-52, 2008年6月
- (3) S.FUKUSHIMA：“Delay allocation priority in ATFM”，Proceedings of 2008 JSASS-KSAS Joint International Symposium on Aerospace Engineering, pp.532-535. Nov. 2008
- (4) 住谷，福島，福田：“航空交通流管理における交通量の指標値に関する一提案”，電子航法研究所報告 No.121, pp.1-18, 2009年3月

GPS 受信機処理方式の高度化に関する研究 【指定研究 B】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○坂井 丈泰, 福島 荘之介, 齊藤 真二, 吉原 貴之, 松永 圭左

研究期間 平成 20 年度～平成 21 年度

1. はじめに

GPS 受信機を航空機の航法に利用するためにはインテグリティ要件を満たす必要があり、各種の補強システムの開発が進められている。現在は各種のインテグリティモニタ方式が提案されているところであるが、それらの動作を比較・検証し、具体的なモニタ性能を知るためには、適切なソフトウェアおよび入力データを作成する必要がある。特に、インテグリティ要件にもっとも大きな影響がある誤差要因は電離層伝搬遅延であることが知られていることから、電離層遅延量を算出するソフトウェアを整備し、データベース化を図ることは重要である。

また、一方で GPS 受信機内部の処理方式については検討が尽くされたとはいえず、改善の余地がある。本研究は、GPS 受信機および補強システムに関連するソフトウェアおよびデータベースを整備することにより、さまざまなモニタ方式の具体的な検討を可能とするとともに、受信機内部における処理方式の高度化を図るものである。

なお、本研究で整備するデータベースおよびソフトウェアについては、他研究テーマで利用可能であるほか、一般に公開することにより所外の大学や研究機関による利用も期待できる。

2. 研究の概要

インテグリティ要件の検討を進めるためには、各種のインテグリティモニタ方式を比較・検証し、具体的なモニタ性能を知る必要がある。このため、各種の補強システム内部の補強アルゴリズムの概略を把握するとともに、それらを整理することとした。

また、衛星航法システムのインテグリティ要件の検討にあたり、もっとも影響が大きい誤差要因は電離層伝搬遅延であることが知られている。従って、インテグリティ要件の検討に利用することを目的として、電離層伝搬遅延量を算出する計算機プログラムを作成することとした。

各種のインテグリティモニタ方式を比較・検証するためには、それぞれに対応するソフトウェアを個別に作成するのではなく、一貫した方向性にもとづいて検証用ソフトウェアを準備する必要がある。このため、共通のベースとなるソフトウェア・ライブラリを開発し、検証用ソフトウ

アの作成を効率的に進めることとした。また、当該ソフトウェア・ライブラリの評価用ソフトウェアとして、ユーザ受信機シミュレータを作成することとした。

さらに、GPS 受信機を航空機に搭載し、インテグリティ性能評価用実験データを収集することとした。また、インテグリティ性能評価の自由度を高めるため、地上あるいは海上における実験データの収集も実施することとした。

3. 研究成果

平成 20 年度の研究成果は、次のとおりである。

補強アルゴリズムの整理検討については、将来的に利用拡大が予想される RAIM 方式（GPS 受信機内部における補強方式）を中心とした文献調査を行った。あわせて SBAS 及び GBAS における補強情報の生成方式を検討し、これら補強アルゴリズムの特徴並びに差異を把握した。

電離層遅延量算出ソフトウェアの作成については、計算方式の検討に続いてソフトウェアを作成し、毎日の GPS 測定データを入力として定常的に動作するシステムを構築した。

本システムにより日本全国の電離層遅延量を毎日計算・蓄積することとし、データの蓄積を開始した。また、過去における電離層嵐の際の観測データについても電離層遅延量を算出し、補強システムの設計に必要な情報を抽出した（図 1、図 2）。

GPS 関連ソフトウェア・ライブラリについては、必要となるプログラム要素（関数）を抽出し、機能・仕様を整理して文書化した。また、多くのプログラム要素を C 言語により実装し、初期的なライブラリを構築した。本ライブラリの評価用にユーザ受信機シミュレータを作成し、正常に動作することを確認した。

実験用航空機に GPS 受信機を搭載し、主に離着陸時を中心として観測データを収集した。また、複数の観測拠点に受信機を固定し、連続観測を実施してデータを蓄積している。

4. おわりに

本研究は、GPS 受信機を航空機の航法に利用するために必要となるインテグリティ要件の検討を進めるため、検証

用ソフトウェアに利用可能なソフトウェア・ライブラリおよび電離層遅延量データベースを作成し、また一方でGPS受信機内部における処理方式の高度化を図るものである。平成20年度は、ソフトウェア・ライブラリの開発を行うとともに電離層遅延量データベースの構築を開始し、また実験用航空機を用いてシミュレーション用の基礎データを収集した。

平成21年度は、引き続きソフトウェア・ライブラリの開発を進めるとともに、インテグリティ要件の検証用ソフトウェアを作成し、収集済みの基礎データを用いてその性

能を測定する予定である。

掲載文献

- (1) 河合, 坂井 他: “地上波デジタル放送によるディファレンシャルGPSの有効性”, GPS/GNSS国際シンポジウム, 2008年11月
- (2) 坂井 他: “RTCMフォーマットによるGPSデータ収集”, 電子情報通信学会2009年総合大会, 2009年3月

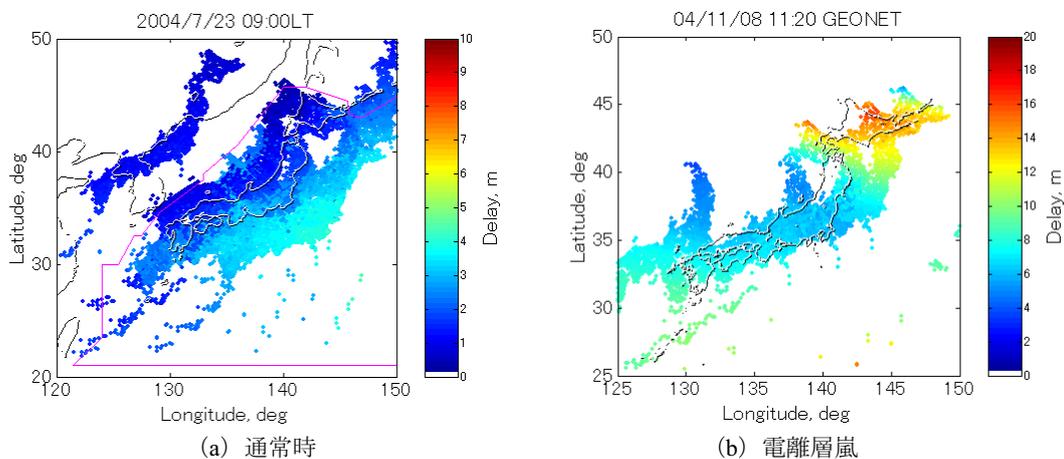


図1 電離層遅延量データベースのデータを可視化した例。観測データの得られた位置に、遅延量を色で表現してプロットした。電離層嵐の際のデータでは、北海道地方に異常な電離層密度増大領域（赤い部分）があることがわかる。

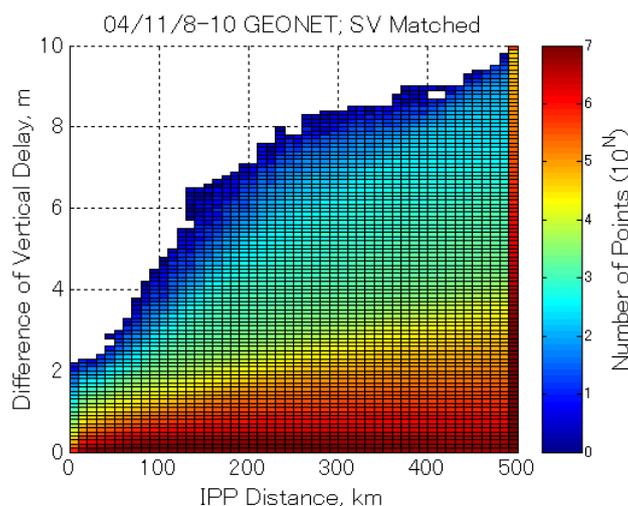


図2 2地点間の距離と電離層地延長の差の関係。色により頻度を表したヒストグラムとなっており、100km離れた地点間では5m、500km離れると10mに及ぶ遅延量差があることがわかる。この観測例は、補強システムの設計にあたり重要な情報となる。

高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究【基礎研究】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○新井 直樹, 星野尾 一明, 伊藤 実, 松永 圭左

研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

1. はじめに

GPS 等を用いた測位の利用拡大に伴って GPS による測位結果の信頼性の確保が重要となってきた。しかし GPS による測位は電離層の活動によって大きな影響を受け電離層の状態によっては測位精度の低下さらには測位不能の状態を引き起こす場合がある。

近年高緯度地域の電離層擾乱が中緯度地域に拡大する可能性があることが知られており日本付近における GPS による測位への影響が懸念されている。そのため極域において長期間高いサンプリングレートの GPS 観測を行い電離層擾乱の挙動について評価する必要がある。

この研究は極域である南極・昭和基地において GPS 観測を行い電離層擾乱の挙動について評価しようとするものである。

2. 研究の概要

第 48 次南極地域観測隊は 2006 年末に昭和基地に接岸し直ちに物資輸送を開始するとともに基地内の建設工事道路整備を行った。2007 年 2 月昭和基地内に電離層擾乱観測の GPS 受信機を設置した。GPS 受信機には JAVAD Lexon-GGD を用いた。1 ヶ月ほどの予備観測の後本観測を開始した。サンプリング周期は 10Hz データの収集は 24 時間連続して行った。

図 1 に GPS の 2 周波から求めた電離層遅延量の変化を写真 2 に同時刻のオーロラの状況を示す。強いオーロラの発生に同期して電離層遅延量に大きな変動が見られた。また図 1 においてグラフが連続していない箇所があるがこれは電離層擾乱によって GPS 信号の位相及び強度等が急激に変化し GPS 受信機のロックはずれが生じたことによるものである。

3. おわりに

南極・昭和基地において初めて高速サンプリングの GPS 観測を行い約 9 ヶ月間の連続観測データを収集した。取得したデータは今後も解析を継続し特にオーロラの発生時期との関連に着目して評価を行う予定である。



写真 1 昭和基地における GPS 観測



写真 2 オーロラの状況 (2007.5.25 19:50UTC)

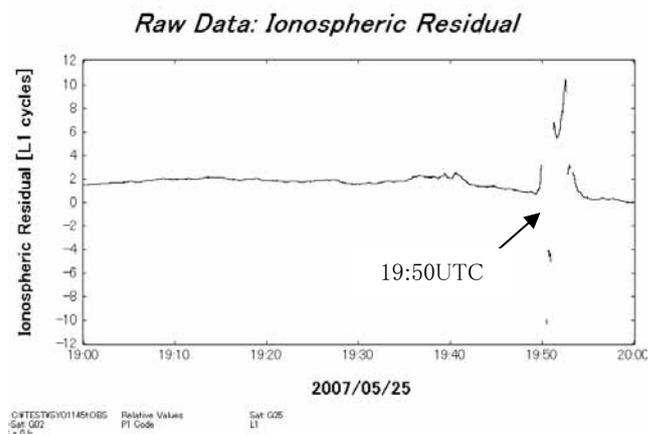


図 1 オーロラ発生時の電離層遅延量の変化

トラジェクトリモデルに関する予備的研究【指定研究 A】

担当領域 航空交通管理領域
担当者 ○福田 豊, 瀬之口 敦, 白川 昌之
研究期間 平成 20 年度

1. はじめに

航空機運航の効率化および容量拡大のため、国際民間航空機関（ICAO : International Civil Aviation Organization）では 2003 年に第 11 回航空会議で、時間管理を含めた航法、管制を将来的な共通のビジョンとして実現していくことを勧告した。これを受けて、運用概念文書や世界的航法計画などの ICAO 公式文書が作成された。また、米国や欧州では NextGen や SESAR などこのコンセプトを実現するプロジェクトが組まれている。このような世界的動向をふまえ、我が国でもこれに関連する調査や研究を進めていく必要がある。

今後の航空交通管理においては、航空機のトラジェクトリ（軌道）計画を事前管理し、精密なトラジェクトリ予測に支援され管制運用する運用コンセプトが有効と考えられている。本研究では、実飛行データ等の解析によるトラジェクトリの推定およびモデル化技術を開発する。また、トラジェクトリを管理するためのデータ活用技術を開発する。

2. 研究の概要

本研究は 1 ヶ年計画であり、平成 21 年度から開始する重点研究「トラジェクトリモデルに関する研究」のための事前調査・解析を実施し、重点研究の円滑な実施を目的とする。

平成 20 年度は、主に下記のことを行った。

- ・航空機トラジェクトリモデルの基礎検討
- ・トラジェクトリ管理に関する調査

3. 研究成果

3.1 航空機トラジェクトリモデルの基礎検討

航空機の飛行特性データ、航空会社の運航特性データ等を含むユーロコントロールの BADA (the Base of Aircraft Data) データを使用して、航空機軌道を算出するプログラムの基本部分を開発した。

また、航空路レーダ情報処理システム（RDP : Radar Data Processing System）やターミナルレーダ情報処理システム（ARTS : Automated Radar Terminal System）などのレーダ

データと航空機で記録された機上データを解析し、開発したプログラムで推定した軌道と比較した。

3.2 トラジェクトリ管理に関する調査

トラジェクトリ予測のためには、航空機側と管制側のトラジェクトリに関する情報の共有が必要である。欧米では、将来のデータ通信環境を想定したトラジェクトリ情報の記述に関する検討が行われている。その検討状況を把握するため、REACT (Requirements Elicitation for an Aircraft intent description language that supports Consistency across Trajectory predictors) ワークショップ会議に出席し、情報を収集した。また、オランダ航空宇宙研究所 NLR を訪問し、欧州での研究プロジェクト BridgeT と CASSIS(CTA / ATC System Integration Studies)の情報を収集した。これらは、航空会社、管制機関、データ通信会社が協力して、CTA (Controlled Time of Arrival : 制御到着時刻)などのトラジェクトリに基づく運航のデモンストレーションをするものである。さらに、航空輸送技術研究センターの「Tailored Arrival (TA) に関する調査・研究ワーキンググループ」にメンバーとして参加し、米国でのテーラード・アライバルなどについて情報収集した。これらより、欧米でのトラジェクトリ管理の初期的な運用コンセプトについての知見を得た。

4. 考察等

開発したトラジェクトリモデルを使用し、対地速度 (GS: Ground Speed) などを推定し、航空機で測定した実測値と比較した。風と外気温には気象庁の全球客観解析データを使用した。計算において、航空機の経路、高度は既知であると仮定した。

BADA の運航モデルから指示対気速度 (CAS : Calibrated Air Speed) を設定し、飛行高度での空気密度を考慮し、真対気速度 (TAS : True Air Speed) を求めた。次に、風による速度の修正を加え、GS を算出した。飛行した軌道の各位置での GS のモデル推定値と実測値を比較した。

図 1 に GS と TAS の比較を示す。巡航時の TAS は、ほぼ運航モデルの通りであった。それより算出した GS も精度よく一致した。

図2に飛行方向の風速の推定値を実測値を示す。推定値には、記録時刻の1時間前のデータを使用した。推定値と実測値がよく一致していることがわかる。

図3に到着予測時刻の変化を示す。その時刻に飛行している地点から着陸地点までの軌道上の各地点のGSの推定値と実測値から時間差を求めて累積した。約5.5時間の飛行で、約120秒の時間変化が見られる。これは飛行時間にして1%以下の誤差である。

これらはサンプル的な解析であるが、開発したトラジェクトリモデルの予測精度がよいことがわかった。これらより、平成21年度から開発するシステムの指針を得ることができた。

掲載文献

- (1) 白川, 福田, 瀬之口: “航空機性能モデルを用いた航空機軌道予測”, 信学技報, SANE2008-99, pp.19-24, 2009年1月
- (2) 福田: “トラジェクトリ管理って何だろう”, 航空管制 2009 No.1, pp.124-127, 2009年1月
- (3) Y. FUKUDA, M. Shirakawa, A. SENOGUCHI: “Study on Trajectory Prediction Model”, ENRI International Workshop on ATM / CNS, pp.61-64, Mar. 2009

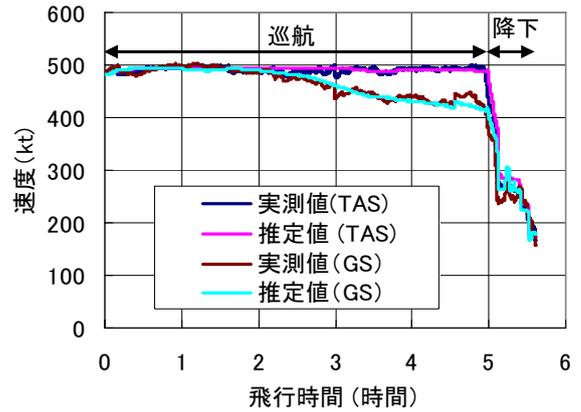


図1 速度の推定値と実測値の比較

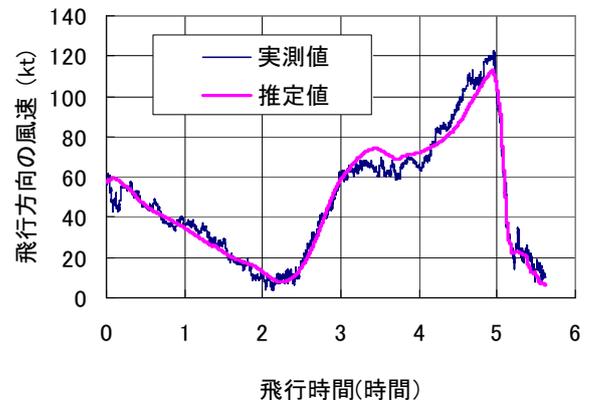


図2 飛行方向の風速の比較

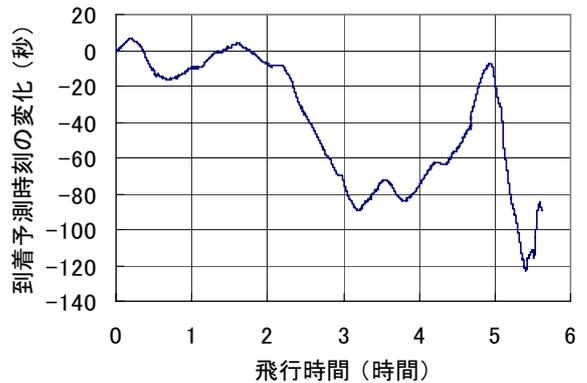


図3 到着予測時刻の変化

ASAS に関する予備的研究【指定研究 B】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○伊藤 恵理、クラウス・グウィグナー、長岡 栄

研究期間 平成 19 年度～平成 21 年度

1. はじめに

ASAS (Airborne Separation Assistance System) とは機上間隔維持支援システムと呼ばれ、航空機内に周辺を飛行する航空機の交通状況を提供し交通整理に利用できるようにするための地上、機上装置を含めた総合システムのことである。ASAS が導入されると、現在の航空交通管理業務の一部はフライトクルーが担当できるようになり、航空管制官のワークロード低減、それに基づく管制効率、航空の安全性向上等が期待される。さまざまな ASAS 応用方式が提案され、実用化のレベル別に ASAS-RFG (Requirement Focus Group) 会議などで議論されている。NextGen (Next Generation Air Transportation System) や SESAR (Single European Sky ATM Research) にも取り入れられている。

このように、将来的には世界規模の適用が期待され、欧米を中心に研究開発が進められているが、我が国では ASAS に関して十分な研究が行われていなかった。そこで、電子航法研究所では 2007 年度より「ASAS に関する予備的研究」を実施し、欧米における ASAS に関する研究・開発動向を調査すると共に、オランダ航空宇宙研究所 (National Aerospace Laboratory NLR) と共同プロジェクトを実施し、ASAS を導入した将来の航空交通管理システムの安全性や効率性を評価している。この目的で、2008 年 9 月 28 日から 12 月 26 日の 3 ヶ月間、研究員一名を NLR に派遣した。

2. 研究の概要

本研究では、我が国において ASAS を導入する場合に備え、今後の研究・開発計画策定に必要な情報を取得し、研究開発計画策定のための基礎資料としてまとめる。具体的には、ASAS-RFG 会議などの国際会議に参加し、世界の ASAS に関する研究・開発動向を調査する。また、欧米との情報網、協力体制を強化する。NLR と共同で安全性/効率性のシミュレーション評価を実施し、基礎検討を行う。

3. 研究成果

3.1 ASAS に関する調査報告書の作成

ASAS-RFG 会議、AIAA-ATIO 会議などの国際会議に多数参加し、最新の国際動向を調査した。我が国において、

ASAS (特に機上監視) に関して統括的にまとめた文献・資料等はこれまでに存在しなかったが、研究・開発動向の調査結果を ASAS に関する調査報告書としてまとめ、電子航法研究所 技術資料として提出した[1]。本研究報告書の中では、ASAS の概念を説明し、Package 1 に含まれる応用方式である In-Trail Procedure (ITP)、Visual Separation Assurance (VSA)、Sequencing and Merging (S&M) を中心に最新情報を集めた。

3.2 NLR (オランダ航空宇宙研究所) との共同研究

ASAS 応用方式の適用により、将来的にトラジェクトリ管理手法も影響を受けることが考えられる。S&M (Sequencing and Merging 順序づけと合流)、IM (Interval Management 間隔管理)、TBO (Time-Based Operation 時間管理) という、機上で先行機との時間間隔を維持する ASAS 応用方式が注目されている。

これらの応用方式で提案されている運用手順を、図 1、2 を使って説明する。合流地点 WPT に向かって飛行中の航空機 D、E、F に管制指示を与える場合を考える。現行の手順では、D と F の間隔が適切に保持されていないときは、管制官はスピードの指示を出して D と F の間隔を維持する。管制官が WPT において D、E、F と順序づけることを決定した場合、スピードやヘディングの指示を D、E、F 機に与える。これらの航空機の位置をモニターで頻繁にチェック

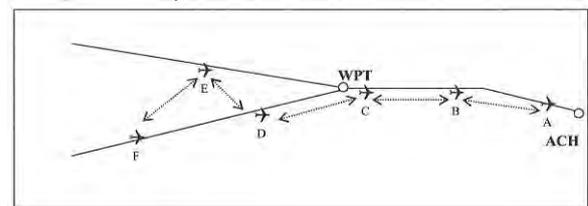


図 1 現行の運用手順 [2]

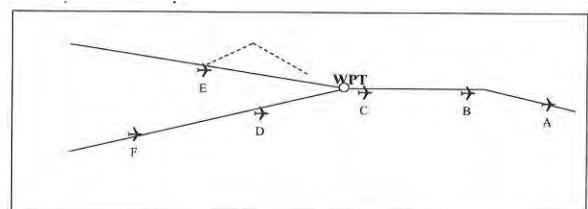


図 2 ASAS が提案する運用手順[2]

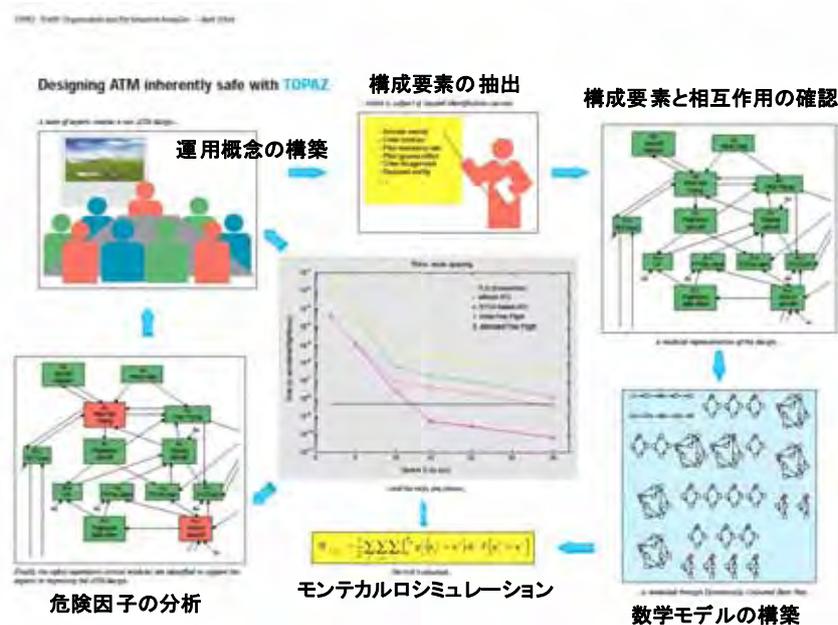


図3 TOPAZ の概要 [3]

してスピードやヘディングの指示を出さなければならず、管制官とフライトクルーのワークロードが高くなる。一方、ASAS 応用手法では、管制官はそれぞれの航空機に早い段階で先行機を指示し、例えば E は D の後、F は E の後といった順序付けを行う。フライトクルーは、指定された順番通りある決められた点 ACH において、割り当てられた時間間隔を達成するように飛行する。これらの応用方式は、CDA (Continuous Descent Arrivals) に代表されるエネルギー効率の良い降下を実現すると期待されている。

将来システムの定量的な評価手法として、NLR の Henk Blom 博士らの研究グループが約 15 年かけて開発した安全性/効率解析手法 TOPAZ (Traffic Organization & Perturbation Analyzer) が挙げられ、ユーロコントロール、NASA などが利用した実績がある。TOPAZ では、運用概念からシステムの構成要素とその相互作用を記述する数学モデルを構築し、モンテカルロシミュレーションを実施して安全性/効率を評価する。シミュレーション結果からシステムの危険因子を分析してフィードバックし、運用概念の向上を目指す一連の手法である(図3)。本研究では、ASAS TBO の TOPAZ による評価を実施し、2008 年度に 3 ヶ月間、研究員一名を NLR に派遣した。研究結果の一部は文献[4]にまとめられている。

4. まとめ

最新の ASAS 研究開発動向をまとめた報告書を作成すると共に、欧米との情報網を構築し、NLR との共同プロジェクトを実施した。次年度も引き続き ASAS の最新動向を把握して報告書を作成すると共に、NLR と共同プロジェクトを続行し ASAS 応用方式に関する基礎検討結果を提供したい。

参考文献

- [1] 伊藤：“ASAS に関する調査報告書 1：ASAS の概念と Package 1 の応用方式”，電子航法研究所技術資料，2009。
- [2] Package I Requirements Focus Group Application Definition Sub-group, “Package I: Enhanced Sequencing and Merging Operations (ASPA-S&M) Application Definition”, 1.7.5 ed., 2008.
- [3] National Aerospace Laboratory NLR, “Traffic Organization & Perturbation Analyzer TOPAZ”, 2004. <http://www.nlr.nl/documents/flyers/fl151-05.pdf>
- [4] Eri Itoh, Henk Blom, and Bert Bakker：“Study on Airborne Separation Applied for Continuous Descent Arrivals”，proc. 9th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operation Conference, 2009 (掲載予定)。

曲線進入を考慮したTA経路生成方式の基礎検討【基礎研究】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○武市 昇, 蔭山 康太 (航空交通管理領域)

研究期間 平成20年度

1. はじめに

近年、欧米を中心にTailored Arrival (TA) の研究・開発が進められている。TAによりContinuous Descent Approach (CDA)が実現され、燃費効率の向上や騒音の低減が期待されている。一方、Ground Based Augmentation System (GBAS)の研究開発も盛んに行われ、航空機の事実上の標準装備となる可能性が高くなっている。将来においては、GBAS/TAP(Terminal Area Procedure)の機能を利用することにより、曲線進入の運航が可能となる。

そこで、次世代のATM/CNSのため、TA経路の生成方式に対する研究開発の現状および動向を把握し、曲線進入を考慮した具体的な実現方式を検討し、GBAS/TAPへの適用可能性および利点を明らかにする。

2. 研究の概要

本研究では、次の項目について基礎的な検討を行った。

- (1)TAに関する欧米での研究・開発の現状および最新動向の把握
- (2)実現可能なTA経路生成方式の基本概念検討
- (3)GBAS/TAPにおいて実現可能なアルゴリズムの概念検討およびその利点の明確化
- (4)今後のATM/CNSの研究開発への要求の明確化

3. 研究成果

3.1 TAに関する欧米での研究・開発の現状及び最新動向の把握

ユーロコントロールが主催するOPTIMALユーザーズフォーラムへ出席し、また、ユーロコントロール評価センター(EEC)を訪問して、欧州におけるTAに関する研究開発動向の調査を行った。

3.2 GBAS曲線進入方式の障害物間隔要件の検討

GBASの便益を明らかにするため、羽田空港を例に取り、北側(16及び22側)から有視界で進入する経路をGBASによる曲線経路に置き換えた場合のケーススタディを行った。検討に当たっては、①RNP-

SAAAR, ②RNP-SAAAR+ILS, ③GBASの3つについて、水平方向及び垂直方向の航法精度に着目して比較した。その結果、GBASが他の方法よりも障害物間隔要件を緩和でき、特に、曲線経路部分についてはその効果が著しいことを明らかにした。なお、この研究では航法精度のみに着目して比較したが実際には航空機の操縦性も含めた誤差を考慮する必要があり、これを考慮に入れた更なる検討が必要である。

以上の研究成果を、飛行機シンポジウムにおける講演及び学会誌において発表した。

4. おわりに

GBASのTAP機能による曲線進入がその他の方式と比べて有利である可能性を示した。この成果を下に、更なる展開を図るため、平成21年度から二カ年計画で新たに開始した「GBASによる運航方式の研究」のなかで引き続き検討を進めることとした。

掲載文献

- (1) 武市 他：“GBAS導入の効果とその課題”，第46回飛行機シンポジウム，2008年10月
- (2) 武市 他：“GBAS導入の効果とその課題”，日本航空宇宙学会誌 2009年5月号

航空機衝突防止装置の運用状況に関する研究【指定研究 A】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○小瀬木 滋, 大津山 卓哉, 住谷 泰人 (通信航法監視領域), 白川 昌之 (役員付研究員)

研究期間 平成 17 年度～平成 20 年度

1. はじめに

1995 年に国際民間航空機関 (ICAO) で旅客機を想定した航空機衝突防止装置 (ACAS-II) の国際標準が設定され、日本ではほとんどの旅客機で使われている。しかし、初期の装置は、不要な警報が多く、北大西洋空域をはじめとして導入が進められている新しい管制間隔基準 RVSM (Reduced Vertical Separation Minima) に未対応であるなどの問題点があったため、その衝突回避アルゴリズムの改訂版が 1998 年より導入された。この改良効果に関する検証作業が ICAO SCRS (Surveillance and Conflict Resolution Systems) パネル会議を中心に国際的な協力のもとに行われており、日本も参加している。さらに、平成 13 年 1 月には、日本航空機同士のニアミス事故があり、引き続き運用状況の監視とニアミスなどの具体的事例の解析などが必要と考えられている。また、RVSM (Reduced Vertical Separation Minima) の日本国内導入など、空域設計の変化による運用状況の変化に関する確認が求められている。RVSM への対応も前述のアルゴリズム改良の目的の一つであり、各国空域の特徴を考慮しながら、その効果の確認を要する。

当研究所は 1992 年に試験評価用規格の ACAS が日本に導入されて以来、警報発生後にパイロットが記載する RA レポートを用いてデータベースを構築し、ACAS の改良に活用してきた。本研究では、次の目標を設定した。

- ・ RA レポートの分析作業を継続し、これまでのデータと比較することにより空域設計や運用の変化が ACAS 運用状況に与える影響を検討し、必要に応じて ACAS アルゴリズムの改定案を研究する

- ・ 行政当局の依頼に応じ、実際の運用中に発生した遭遇について、航空機の動きや ACAS の動作を明らかにすることにより、安全性の向上を目指す航空行政を支援し、航空機の運航方法等の改善に資する

- ・ 空域設計など ACAS 運用状況の変化が ACAS の動作を通してその信号環境に与える影響を予測するシミュレーションソフトウェアを開発する。

2. 研究の概要

本研究は当所 3 年計画であったが 4 年計画に延長され、平成 20 年度は最終年度である。平成 20 年度は、主に下記のことを行った。

- ・ ACAS-II 運用モニタリングと国際共同調査支援
- ・ ACAS 改良動向の調査
- ・ ACAS 干渉制限方式の研究
- ・ 航空局への技術支援

なお、平成 20 年度は、行政当局から詳細な調査を依頼される事例は発生しなかった。

本研究の成果は、ICAO の ACAS マニュアルなどの改定の根拠となる見込みである。本研究が成果を報告する ICAO 航空監視パネル ASP 会議が平成 20 年度開催予定となった事から本研究の期間を 1 年延長する事となった。しかし、平成 20 年度になり、ICAO 内部の諸般の事情より ASP 会議は更に延期された。

3. 研究成果

3.1 ACAS-II 運用モニタリングと国際共同調査支援

本研究実施期間を通して、ACAS の警報に関するパイロット RA レポートの調査を継続した。その結果、TCAS-II ver.7 相当の改訂版アルゴリズムを持つ ACAS は、旧版のアルゴリズムより誤警報や不要警報が少なく、パイロットが使用しやすいことを明らかにした。離着陸時に見られる比較的低高度の場合を除き、警報発生率は半減し、特に、不要警報を著しく軽減している。

特に、平成 17 年 9 月 30 日に導入された RVSM 空域運用におけるパイロット RA レポートを分析し、研究実施期間中に開催された ICAO/AS パネル作業部会に報告を継続した。報告では、日本国内空域に RVSM 運用が導入される前後のデータを比較した。一時的に高々度の RVSM 空域における RA 発生傾向等に若干の変化が見られたが、前回の ACAS アルゴリズムバージョン改定と比較すると影響は遙かに小さい。まだ、この変化は、時間の経過とともに見られなくなった。

この研究期間の終了間際の平成 21 年 3 月になり、米国 FAA は SSR モード S の RA ダウンリンク機能を用いる

ACAS 運用評価について国際共同実施を提案した。この運用評価は、将来の ATM 運用を実現する前に ACAS に残された課題を明らかにするとともに、将来の運用方式との整合性を予測するための情報を得ることを目的としている。また、運用評価を自動化する手段の実現も目指している。EUROCONTROL もこれに同調する方針である。当研究所の SSR モード S の活用の可能性があるため、日本にも参加の可能性について FAA 担当者から打診が来ている。また、この国際共同作業は、ICAO/ASP/ASSG の作業として実施する方向で調整が進められている。

3.2 ACAS 改良動向の調査

主に ICAO/ASP/WG 会議にて ACAS 改良動向を調査した。また、研究期間中に RTCA が衝突回避アルゴリズムの改良案の作成を進め DO-185B として出版の準備を進めていることについては、多方面から情報を得た。

平成 20 年 12 月には ICAO/AS パネル作業部会全体会 (WG) に上記に対応する ANNEX10 Volume IV 改定案が提出された。この改良においては、ACAS 表示の誤解を防止するための表示方式指針の設定、複合監視方式の制御アルゴリズムの改良、ACAS 搭載機のパイロットが RA に従わない場合の対応アルゴリズムの追加などが提案された。ICAO ASP/WG はこれに合意し、ANNEX10 Volume IV の改訂を勧告した。

この他、将来の機上監視応用との整合性についても討議され、今後とも既存の ACAS 表示方式の色彩の意味づけなどについて一貫性を保つことが合意された。

3.3 ACAS 信号環境シミュレーションツールの開発

ACAS は、航空管制用二次監視レーダと同じ周波数の電波信号を送受信する。このため、ACAS の運用が SSR の性能を劣化させないように、周辺で運用される ACAS 数やその距離分布をもとに ACAS の信号送受信を制限する干渉制限方式が採用されている。その動作は、ACAS 運用環境の影響を受け、ACAS 監視性能に影響する。

平成 18 年度まで米国 MIT より報告され続けてきた ACAS 干渉制限方式改良案を調査したが、その後は ICAO 他への新たな発表が見られなかった。現在の進捗状況では、ACAS 干渉制限方式の規格改定より早い時期に、信号環境改善効果が大きく ADS-B 受信機としても活用の可能性がある複合監視方式が導入される可能性がある。また、複合監視方式は、当研究所も有効性を検証した 1997 年頃の方式と比較して改良型が標準化されつつある。このため、研究の重点を干渉制限方式から複合監視方式に移す事とし

た。

また、当研究所が平成 17 年度に ICAO/SCRSP/WG 会議に報告した ATC トランスポンダの信号誤解読現象については、各国が詳細に調査した結果が報告され始めた。平成 20 年度は ACAS のモード S 質問信号が ATC トランスポンダに誤解読される現象について重点的に調査した結果、FAA から特定の時期に製造された一部の機種が低電力の信号を誤解読するとの情報を得ることができた。そこで、ACAS の質問信号が ATC トランスポンダの動作に与える影響についてモデルを改良し、より現実的な信号環境の算出が可能になった。この成果は、別の研究課題である航空無線航法用周波数の電波信号環境の研究にて活用された。

3.4 航空局他への技術支援

航空局への技術支援として、ICAO の AS パネル会議作業部会に関する調査に協力した。会議では、ACAS の運用性能に大きく影響する ATC トランスポンダの不具合情報の交換など、航空局が必要とする今後の調査活動に資する調整を米豪の担当者と進めた。

この他、学会誌などに、研究に伴う調査結果や実験結果等、研究成果をまとめた情報を提供した。

4. 考察等

ACAS のように実用化直後の普及期の装置については、開発中には十分検証できなかった実環境における挙動を知る必要がある。ACAS は 1990 年代前半の運用モニタリング結果を基に 1998 年に改良が行われたが、本研究によりその効果を明確にしつつある。しかし、RVSM など新しい空域運用や管制指示との整合性の確認など残された課題があった。

本研究では、日本空域に導入された RVSM について ACAS 運用への影響を調査し、ICAO 規格の ACAS が RVSM と整合性があることを実証した。特に、同じ調査手法を継続して長期間実施して得られた成果であり、ICAO/ASP/WG 会議にて高く評価された。この成果は、EUROCONTROL による運用評価結果とともに ICAO の ACAS マニュアルに記載することが合意され、次回改定案に反映される見込みである。また、マニュアル改訂作業においては、RVSM 関連の追記の他に、ICAO/ASP/ASSG の一員として SI 単位系の併記や誤警報事例調査結果の追記に関する草案作成作業を分担した。

この研究実施期間中に ICAO や RTCA において ACAS アルゴリズムの追加改良が検討され、ICAO

ANNEX10 の改訂などその標準化が勧告された。今後とも、将来の ATM 運用環境と ACAS の整合性を調査しながら、その成果を元に ACAS の運用性能の改良案が作成される見込みである。今後の国際共同調査への対応についても検討する必要がある。

掲載文献

- (1) S. Ozeki: “RA downlink Anomalies Observed with the SSR mode S in Japan”, ICAO/SCRSP/WG-A8, Jun., 2005
- (2) Y. Sumiya, et. al.: “ACAS II operational Monitoring Report in Japan, First report of 2005”, SCRSP WG-A8, Jun., 2005
- (3) Y. Sumiya, et. al.: “ACAS II operational Monitoring Report in Japan, Second report of 2005”, SCRSP/WG-A9, Oct., 2005
- (4) “航空機衝突防止装置に関する研究”, 電子航法研究所 広報誌 e-ナビ, 第 7 号
- (5) “Study on Airborne Collision Avoidance System”, e-navi No.7 英語版
- (6) Y. Sumiya, et. al.: “ACAS II Operational Monitoring Report on the effect of RVSM in Japan”, SCRSP WG-A10-19, May, 2006
- (7) 住谷 他: “ACAS アルゴリズム移行期の RA レポートへの主成分分析の適用”, 日本航海学会 第 113 回春季講演会, 2006 年 5 月
- (8) 住谷 他: “RA レポートに基づく TCAS II の運用モニタリング”, 日本航海学会学会誌 No164, pp.63-69, 2006 年 6 月
- (9) 住谷 他: “ACAS アルゴリズム移行期の RA レポートへの主成分分析の適用”, 日本航海学会 論文集 第 115 号, pp.153-162, 2006 年 6 月
- (10) S. Ozeki, et. al.: “Part of ASP status report for ANC on ACAS monitoring on its implementation and operation”, contribution for SCRSP status report for ANC meeting, Sep. 2006
- (11) Y. Sumiya: “ACAS □ Operational Monitoring Report on the effect of RVSM in Japan, Second report of 2006”, ASP01-25, Nov. 2006
- (12) 住谷 他: “RA レポートに基づく ACAS II のアルゴリズムバージョン 7 の改訂効果”, 電子航法研究所報告 No.116, pp.1-13, 2007 年 1 月
- (13) 住谷 他: “RVSM 導入による ACAS 回避アドバイザーへの影響の一検討”, 電子情報通信学会技術報告, SANE2006-135, 2007 年 2 月
- (14) 住谷 他: “垂直短縮間隔運用後の航空機衝突防止装置の動作への影響”, 平成 19 年度 (第 7 回) 電子航法研究所研究発表会講演概要, 2007 年 6 月
- (15) Y. Sumiya, S. Ozeki, M. Shirakawa: “ACAS II Operational monitoring report on the effect of RVSM in Japan, First report of 2007”, ICAO/ASP/WG ASP02-23, Brussels, Apr. 2007
- (16) Y. Sumiya, S. Ozeki, M. Shirakawa: “ACAS II Operational monitoring report on the effect of RVSM in Japan, Second report of 2007”, ICAO/ASP/WG ASP03-41, Montreal, Oct. 2007
- (17) Y. Sumiya, S. Ozeki, M. Shirakawa: “Proposed Changes to ACAS Manual in relation to Effect of RVSM”, ICAO/ASP/ASSG, Mar. 2008
- (18) 住谷, 小瀬木, 白川: “ACAS II 運用モニタリング結果(2007 年第 1 報)”, 2007 年 6 月
- (19) 住谷, 小瀬木, 白川: “ACAS II 運用モニタリング結果(2007 年第 2 報)”, 2007 年 11 月
- (20) S. Ozeki: “Bit Assignments for ACAS capabilities in Register 10HEX”, ICAO/ASP/ASSG, Sep. 2007
- (21) S. Ozeki and J-M. Loscos: “Revised coding of ACAS bits in register 10HEX”, ICAO/ASP/WG, Montreal, Oct. 2007
- (22) Y. Sumiya, S. Ozeki, M. Shirakawa: “Proposed Changes to ACAS Manual in relation to Effect of RVSM”, ICAO/ASP/WG, May. 2008
- (23) Y. Sumiya, S. Ozeki, M. Shirakawa: “ACAS II Operational Monitoring Report on the Effect of RVSM in Japan, First report of 2008”, ICAO/ASP/WG, May. 2008
- (24) S. Ozeki: “Update for ACAS manual on the phantom RA by transponder test facilities”, ICAO/ASP/WG, May. 2008
- (25) Y. Sumiya, S. Ozeki, G. Dean: “CP to ACAS manual after the monitoring in RVSM environments”, ICAO ASP/ASSG, Sep. 2008
- (26) S. Ozeki, J-M. Loscos, M. Ponnou: “Proposed amendments to Doc.9863 ACAS manual”, ICAO/ASP/WGW, Dec. 2008

IPを利用した航空衛星通信システムに関する研究【指定研究A】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○住谷 泰人, 石出 明

研究期間 平成18年度～平成20年度

1. はじめに

航空機内の通信のマルチメディア化やコックピット内の電子化に伴い、航空機と地上との非管制通信において、高性能、高速な衛星通信手段が使われつつある。このような次世代航空衛星通信システムを管制通信にも利用でき、現在の航空衛星通信システムを大幅に性能向上できるように、国際民間航空機関（ICAO）では航空衛星通信システムの新たな国際技術標準の策定作業を行っている。次世代航空衛星通信システムの中心となる技術は、インターネット等で用いられるTCP/IPの技術で、現行システムと異なる。また、周回衛星を利用した航空衛星通信システムの技術等も検討されている。しかし、このような技術が管制通信に必要な性能要件を満足できるかは検証されていない。

当研究所では、これまでに、数値解析シミュレータを用い、通信性能予測技術の実績とノウハウを有している。本研究では平成17年度までの「高性能な航空衛星通信システムに関する基礎研究」の成果の一部を活用し、現用の航空移動衛星通信システム（AMSS）をさらに高性能化する可能性のあるインターネットプロトコル（IP）通信方式といった次世代衛星通信システムの技術を利用した数値解析シミュレータを開発し、想定される種々の条件下での次世代航空衛星通信システムの通信容量や性能予測を行う。また、これらの開発と評価に基づき、航空通信シミュレーションの技術を確立する。さらに、次世代の航空用通信システムに関する調査・研究を行うとともに、航空局管制保安部管制技術課と連携し、航空局やICAOを技術支援することを目標とした。

2. 研究の概要

本研究は3年計画であり、平成20年度は最終年度である。平成20年度は、主に下記のことを行った。

- ・ 数値解析シミュレータにおけるトラフィックモデルの検討
- ・ 数値解析シミュレータへのトラフィックモデルの導入とシミュレーション評価
- ・ 次世代航空衛星通信システムの調査

- ・ 新AMS(R)S国際標準案に関する航空局への技術支援

3. 研究成果

3.1 トラフィックモデルの検討

平成20年度は、平成18年度より検討してきたIP通信方式に基づく航空衛星通信プロトコル適合の数値解析シミュレータに、トラフィックモデルを追加するための検討を行った。

通信トラフィックの生成に関して、通信の一部に再送機能の制限を設ける方式を検討した。この検討により、各航空機、及び各チャネルにおいて、通信が行われていることを確認するための応答信号の再送機能を制限し、放送型の情報伝達を想定した方式をシミュレータに構築した。シミュレーション評価の結果、上記モデルについても、従来システム同様、良好な通信性能であることが確認された。

3.2 次世代航空衛星通信システムの調査

ICAOの航空通信パネル(ACP)の第2回全体作業部会(WG-W)に出席し、討議に参加した。全体作業部会は、航空通信パネル相当に位置づけられている会議で、ACPにおける周波数関連、国際標準案関連、技術関連、インターネットプロトコル関連の各作業部会の検討状況がまとめて報告される。今回は、FCS（将来の航空通信システム）の結果として、陸域全般にL-DACS（L-band Datalink Communication System）、空港面にIEEE802.16e、極地域など地域限定的な利用として衛星通信システムが最終候補であることが確認された。また、WRC07(世界無線通信会議2007)の状況として、FCSや無人航空機をはじめとする周波数の将来的な利用と占有の課題が報告され、ACPとしての今後の課題の情報共有がなされた。

また、ユーロコントロール等が主催する第10回次世代航空衛星通信システム会議(NexSAT)及び第5回空地通信システム会議(AGCFG)のジョイント会議に参加し、SESARプロジェクトの進捗状況やWRC07に向けた対応、ESAの提唱するIris計画等最近の航空通信システムの研究動向等が報告され、情報収集した。

当研究所からは、航空衛星通信システムで利用されるADS（自動位置情報伝送・監視機能）をインターネット通信におけるTCP/IP環境に適用したシミュレーション結果と、当研究所における航空用空地データリンク研究の動向について報告し、意見交換した。

これらの会議参加に伴う調査結果については、日本航空宇宙学会年会講演会において講演すると共に、更なる調査結果を追加した上で、日本航空宇宙学会誌に投稿し、まとめた。

また、現用のインマルサット衛星における伝送遅延の一因であるログオンストーム問題の解決策に関し、数値解析シミュレータを利用した現象の再現と緩和策の検討を行った。この結果をIEEE Aerospace Conference 2009の査読付論文に投稿し、採録されたため、発表するとともに、他の航空関連の講演聴講も行い、情報交換及び参加者との意見交換を行った。

3.3 航空局等への技術支援等

平成19年度に引き続き、行政当局等より当該シミュレータを利用した追加シミュレーションの要望があり、別途受託請負として実施した。このシミュレーションは、当所の所有する現在の航空衛星通信プロトコルに適合した数値解析シミュレータを用い、所要のデータ長、伝送速度、伝送間隔、航空機数等の条件設定を行い、現在の航空衛星通信システムの伝送遅延時間等の伝送性能を解析するものである。この結果は、今後の航空衛星通信チャネルの利用の効率化に際し、活用される予定とのことである

また、航空通信パネル(ACP)の第12回国際標準案策定作業部会(WG-M)に出席し、策定中の次世代航空衛星通信システムの国際標準案に関し、サブワーキンググループメンバーとして、この案に関連する意見や要望等に関する行政当局への技術支援を実施した。

4. おわりに

次世代航空衛星通信システムは、汎用プロトコルの利用とビジネスモデルの確立等の点が考慮され、IPを利用した通信方式は、現用の航空衛星通信システムとも併用される予定である。このため、IPを利用した通信方式を当所の数値解析シミュレータに適用し、シミュレーション評価によりその性能を確認した。また、シミュレーション技術をより強固なものに確立でき、これら本研究の目標を達成した。

次世代航空通信システムは、航空衛星通信のみなら

ず、世界的な周波数利用の観点を考慮した上で、検討がなされている。またこれに伴い、国際標準案の策定と並行した意見集約や検討等が、ICAOやユーロコントロールが主催する会議においても議論されている。本研究では、これらの会議で、特に航空衛星通信システム分野における調査を実施し、航空局とICAOを技術支援した。今後も、これらの会議における検討事項は、将来の航空通信システムの実現に結びつくため、その動向を継続的に調査し、適切に対応していくことが必要である。

掲載文献

- (1) 住谷，石出：“航空衛星データ通信における伝送遅延時間分布”，平成18年度（第6回）電子航法研究所発表会講演概要，2006年6月
- (2) 住谷：“第7回NexSAT会議等による航空衛星通信の動向”，航空振興財団 衛星利用方式小委員会，2006年7月
- (3) 住谷，石出：“航空衛星通信の性能予測の一検討—航空機から地上への通信”，電子情報通信学会2006年ソサイエティ大会，B-2-5，pp.235，2006年9月
- (4) Y.Sumiya, A.Ishide：“Self-synchronized ADS in IP network”，ACP WG-C11-25，Sep. 2006
- (5) Y.Sumiya, A.Ishide,：“Self-synchronized ADS in IP network”，欧州NexSAT 8th Meeting，Sep. 2006
- (6) 石出，住谷：“ADS予測位置誤差に与える伝送遅延の影響”，日本航海学会 第114回秋季講演会，2006年10月
- (7) 住谷，石出：“航空衛星通信システムの動向”，日本航海学会 第115回秋期研究会，2006年10月
- (8) 住谷：“第3回AGC-FG・第8回NexSAT steering group・第11回ICAO ACP WGC会議速報”，航空振興財団情報処理方式小委員会，2006年10月
- (9) 石出，住谷：“ADS予測位置誤差に与える伝送遅延の影響”，日本航海学会 論文集 第116号，pp.167-174，2007年3月
- (10) 住谷，石出：“航空衛星通信シミュレータによるログオンラッシュの一検討”，電子情報通信学会2007年総合大会，B-2-1，pp.249，2007年3月
- (11) Y.Sumiya, A.Ishide：“Simulation of self-synchronized ADS Using IP network”，欧州NexSAT 9th Meeting，Sep. 2007
- (12) Y.Sumiya, A.Ishide：“Simulation of Self-synchronized

ADS Using UDP/IP network”, ACP WG-T1 WP05,
Oct. 2007

- (13) 住谷, 石出: “衛星を利用した自己同期方式ADSの伝送特性解析”, 日本航海学会 第117回秋季講演会, 2007年10月
- (14) 住谷, 石出: “UDP/IPを適用したADSの伝送性能解析”, 電子情報通信学会 2008年総合大会, B-2-19, 2008年3月
- (15) 住谷, 石出: “衛星を利用した自己同期方式ADSの伝送特性解析”, 日本航海学会論文集 第118号, 2008年3月
- (16) 住谷: “航空における通信システムの動向”, 日本航空宇宙学会 第39期年会講演会, 2B6, 2008年4月
- (17) 住谷: “航空通信システムの動向”, 日本航空宇宙学会 学会誌 Vol.56 No.656, 2008年9月
- (18) Y.Sumiya, A.Ishide: “Mitigation of Log-on Rush Phenomenon in Aeronautical Satellite Data Communication”, IEEE Aerospace Conference 2009, Mar. 2009
- (19) Y.Sumiya, A.Ishide: “An Example of ADS Simulation using TCP/IP network”, 欧州NexSAT 10th / AGCFG 5th Joint Meeting, Mar. 2009
- (20) Y.Sumiya, J.Kitaori: “Air-Ground Datalink Study in ENRI”, 欧州NexSAT 10th / AGCFG 5th Joint Meeting, Mar. 2009
- (21) 住谷, 石出: “シミュレータによるログオンストーム現象の解析”, 平成21年度 (第9回) 電子航法研究所研究発表会講演概要, 2009年6月

ミリ波センサを用いた空港面における落下物探索技術に関する研究【指定研究 A】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○米本成人, 河村暁子, Alexandre Saillard

研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

1. はじめに

空港面においては、航空機や地表面を移動する移動体、もしくは外部からの飛来物等、不意の落下物が存在することがある。このような落下物は空港面の安全確保のため取り除かれなければならないが、現状では 1 日 2 回の作業員による目視検査であり、夜間や悪天候時には、作業員の労務・監視コストの増大を招いている。

その他にも、空港内での航空機の故障等により、損傷した機体の一部が吹き流されることもあり、このような重大なインシデント時には、長時間に渡る滑走路閉鎖等、深刻な経済的損失を被る場合がある。このような背景の下、空港面の落下物探索技術に関するニーズが高まっており、非常に分解能の高いミリ波センサは候補として有望視されている。

本研究は滑走路等の地表面に落下している落下物検出に関する技術的検討を行う。具体的には、滑走路端に設置もしくは検査車両に搭載でき、かつ得られたデータを瞬時に処理し、物体の存在を車両内部、あるいは外部の施設にて認識可能な形で表示することが可能なミリ波センサシステムに関する要素技術を確立することである。

2. 研究の概要

本研究は 3 年計画であり、平成 20 年度は最終年度である。当該研究期間の主たる実施事項は以下のとおりである。

平成 18 年度 ミリ波センサの IC 化の検討

平成 19 年度 ミリ波センサの試作

平成 20 年度 ミリ波センサの評価試験

3. 研究成果

平成 18 年度は、ミリ波センサを構築するに当たり、利用可能なミリ波 IC を選定し、基本回路構成を検討し、IC の調達を行った。

平成 19 年度には、ミリ波 IC の性能評価として、電圧制御発振器、通倍器、混合器、増幅器の周波数特性を取得して送受分離型ミリ波モジュールを製作した。

平成 20 年度には、試作したモジュールの性能評価試験を行った。電波無響室での性能測定では自動車用などで用いられている従来の特定小電力レーダ 75GHz から 80GHz の

広い周波数帯域で送信でき、将来的なレーダ用周波数の拡張時には高測定精度が期待できる。しかしながら、現在のミリ波回路では周波数変調の直線性の問題により、広帯域時にはレーダとして十分な特性が得られないことが分かった。印加する電圧を周波数に合わせて制御するなどにより、性能向上を図ることが期待されている。

また、これらを屋外でのフィールド試験に使用できるよう、現在の技術基準である 76.5GHz±0.25GHz で動作するよう変調器とともに組み込み、記述基準適合証明を取得した。その際に、レーダのアンテナ軸合わせを容易にするために、ミリ波モジュールにサーキュレータを接続し、送受一体型レーダとした。

これを用いてフィールド試験を行ったところ、最大 75m の検知性能であった。実用のためには送信信号の安定化と更なる雑音の低減、および高利得アンテナと組み合わせる必要性が示された。また、仙台空港滑走路を用いて行った試験では、滑走路表面のグルーピングの影響は小さいことが分かった。

その他、様々な用途に適応できるミリ波レーダ用アンテナと反射器を開発した。これらの成果をまとめて特許 2 件を出願した。これらのミリ波技術を自動車、鉄道などの他運輸分野への応用を行うため、共同研究にて評価を開始した。

本研究期間中には、ミリ波関連研究で得られた知見を生かして海上技術安全研究所、株式会社レンスター、株式会社小糸製作所、財団法人雑賀技術研究所、日本信号株式会社との共同研を実施し、株式会社豊田中央研究所との情報交換に関する契約を締結し活動を行った。また、本プロジェクト期間中に仏国民間航空学院 (ENAC) から研修生を受け入れて、研究活動を行った。

4. まとめ

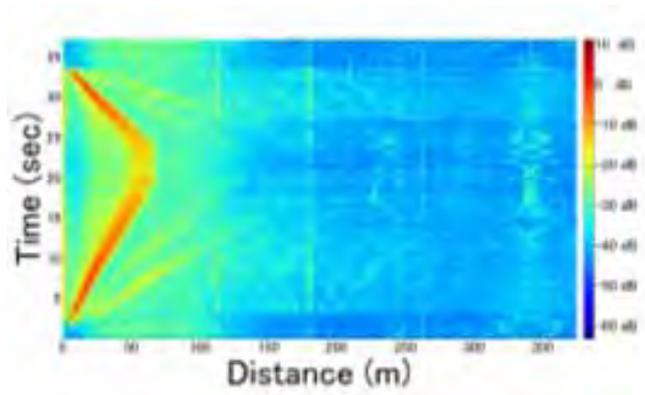
本研究はミリ波用 IC 素子を用いたミリ波センサの開発、評価を行った。現在自動車用として販売されているミリ波 IC を応用して、76GHz 帯において 5GHz を超える周波数偏移幅を達成した。

このモジュールを用いて仙台空港にて評価試験を行ったところ、最大 75m 程度の探知距離であった。これらの RF

モジュールの精度向上のため、送信周波数の制御、内部雑音レベルの低減などが技術課題として残った。



ミリ波レーダ



試験結果

掲載文献

- (1) N. Yonemoto et al. : “Performance of obstacle detection and collision warning system for civil helicopters”, Enhanced and Synthetic Vision 2006, Proceedings of SPIE, 6226-08,2006
- (2) 米本 他 : “光とミリ波を反射する全方向性誘電体レンズ反射器”, 電子情報通信学会 2006 年ソサイエティ大会, B-1-22, 2006 年 9 月
- (3) C. Migliaccio et al. : “Fresnel reflector antennas for MM-wave helicopter obstacle detection radar”, EuCAP2006, 2A4,Nice, France, 2006
- (4) C. Migliaccio et al. : “Millimeter-wave radar for rescue helicopters”, IEEE ICARCV2006, Singapore, 2006
- (5) B. D. Nguyen et al. : “W-band Fresnel Zone Plate Reflector for Helicopter Collision Avoidance Radar”, IEEE Trans. on AP, vol 55, No. 5, pp.1452-1456, May 2007.
- (6) B. D .Nguyen et al. : “94 GHz printed reflectors using

C-shape patches”, Proceedings of IEEE AP-S, pp.5311-5314, 2007.

- (7) N. Yonemoto et al. : “An omni-directional lens reflector for millimeter wave and light”, Proceedings of IRS2007, pp. 575-578, 2007.
- (8) 山本 他 : “94GHz レーダによる送電線のレーダ断面積測定”, 電子情報通信学会 2007 年ソサイエティ大会, 2007 年 9 月
- (9) K. Yamamoto et al. : “Power line RCS measurement at 94GHz”, Proceedings of IEE RADAR 2007,
- (10) 米本他 : “ミリ波用レドームのためのエフレタン塗装発泡スチロール”, 電子情報通信学会 2008 年総合大会, B-1-93, 2008 年 3 月

効率的な協調意思決定を支援する情報環境実現のための要素技術の調査研究【指定研究B】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○塩見格一，金田直樹

研究期間 平成 19 年度～平成 21 年度

1. はじめに

協調的意思決定は、今日の高度情報処理技術の応用において最も重要なコンセプトの一つであり、これは高度な情報の共有化を前提として可能になると考えられている。

今日のインターネット等を利用し、その上に構築されている情報基盤における情報の共有は、時に見ず知らずの人間を多数含む、寧ろプロジェクトに関係する殆どの人間については何も知らない様な、Linux 等のオペレーティング・システムの開発等を可能としていることにおいて、協調的な意思決定の前提としての機能を十分に果たしていると言い得る。個々の関係者の行う作業に分単位や秒単位での時間的な同期が必要とされない共同作業においては、情報へのアクセスから理解までに常に時間的な余裕が存在する場合には、大勢の人間の経験的な知識を集積し得る開放的な情報基盤は、筆者には、性善説の支配の下で、協調的な意思決定の前提とし必要な機能を果たしている様に思われる。

しかしながら、例えば、航空管制業務に典型が見られる様な、リアルタイムに次々と新たな情報が発生し、これらを次から次へと矢継ぎ早に、のべつ幕無しに処理しなければならない業務状況においては、航空管制業務以外では日常的に電子メールやウェブ・アプリケーションを利用して居る様な管制官であっても、一旦、航空管制業務となれば、現状における CPDLC の導入は極めて限定的であり、現状の主な情報交換が直接に話し掛けたり、或いは電話・無線等のアナログ音声でなされていたりすることから、電子メール等アプリケーションの応答速度等のパフォーマンスが航空管制業務通信網においては未だ十分に満足できるものとはなっていない、また航空管制業務における協調的な意思決定プロセスに整合する様なアプリケーションが未だ存在していない、と考えざるを得ない。

2. 研究実施内容

本研究は、航空管制業務を典型とする様な業務形態において協調的な意思決定を効率的に行うための情報基盤の在り方について検討することを目的として進めてきたものである。リアルタイムな航空管制業務を典型とする業務形態を想定することからも、情報基盤に対しては、高い応

答性が第一に要求されることは間違いないが、有線に比較すれば桁以上も通信容量の小さい無線をボトルネックとして有する航空交通管制システムにおいては、通信容量の小さい無線のデータリンクであっても航空管制業務通信の特徴を上手く利用することで、その問題点を克服しなければならない。

例えば、今日、ターミナル空域への CPDLC (Controller-Pilot Data Link Communication) が議論される時に、しばしば CPDLC の問題点として指摘されることであるが、現状のアナログ音声による通信であれば、パイロットは自機以外の航空機に対する管制指示であっても聞くことが可能であって、パイロットはこれを聞くことにより自機に対する管制指示以前に、その指示内容を予想し対応のための準備を整えることができる。これに対して CPDLC では、CPDLC が 1 対 1 通信であるため、パイロットは自機に対する指示が来るまで、管制官がどの様な方針や意図を持って業務を進めているのか、全く分からない状態に置かれることとなり、必然的に、管制指示に対する応答も、比較的にはギクシャクしたものとならざるを得ない。

航空管制業務における協調的な意思決定のプロセスは、データ通信を基本とする情報基盤において処理されることが想定されるが、上記の問題からも明らかな様に、高度なリアルタイム性を前提としては実現し得るものではない。航空管制業務における協調的な意思決定は、将来的な行動のために必要となる判断を、幾つかの高い確率で成立しそうな状態を想定し、これらを前提として予め下して措こうとするものに他ならない。現状の航空管制業務形態が踏襲される場合、協調的な意思決定は、極めて精度の高い将来予測が可能であることを前提として行われるため、筆者は多少以上に悲観的ではあるが、協調的な意思決定の成果としての運航効率の大幅な改善等は期待できない。協調的な意思決定の実現形態は、関係者が平等に意思決定に関わることではあるが、その都度に優位な認識を有するものが、その都度その優位性を示して、その判断が相互の利益・利得を実現するためのものであることを相互に納得するプロセスと考えることも十分に可能である。将来的に、航空管制業務において協調的な意思決定を効率的に実現するためには、ダイナミックに職務分担を変更することを

可能とする程の業務形態の合理化が必要不可欠である。

今日謂う処の将来の管制業務コンセプトは、単に個々の航空機の安全間隔をその都度確保するものから、より効率的な運航を実現する航空交通流の管理へと、更には航空交通流制御の更なる合理化に向けて、個々の航空機の4次元の運航状態を“トラジェクトリー”の概念により管理・制御しようとするものへと発展してきた。より事前に、何か起きるその前に、何も不都合が起きない様に運航以前により緻密に、・・・と、航空交通に係る要素の管理を時間的に前倒しすれば、不測の事態が何も起きない限りにおいて、調整席業務において航空交通密度を高く維持することは可能であろうが、一旦不測の事態が発生すれば、それに対応するのは調整席ではなくレーダ管制席であって、レーダ管制席において対応可能な航空交通量（密度）以上の航空機には必然的に待機飛行が発生する。逆に、常に不測の事態を想定して必要以上に航空機密度を制限する等空域に余裕を持たせることは、効率的な運航、即ち空域の有効利用の観点から今日的に歓迎されることではない。

航空管制業務に限らず、上記の様な業務作業者の能力と余裕度の問題は上手く解決することが難しい問題で、例えば航空管制業務の場合は、単に空域に対する航空機密度や単位時間当りの処理機数を制限するだけでは、その制限としての規則の策定以前にベテランの経験的な対応により実現し得ていた処理容量を維持することも難しくなる。人間である管制官は、機械とは違う人間であることにより短期間であれば“無理が効き”、時に期待されている以上の業務効率を実現する。嘗て、レーダスコープ上に多くの情報が表示されている場合と最小限の情報しか表示されていない場合について、ベテランは「多くの情報の中から必要な情報を適切に識別することができるから、提供できる情報はできるだけ表示すべきだ。」と言う考え方と「表示されていない情報を経験的に補完することができるので、表示すべき情報は必要最小限に留めるべきである。」と言う考え方の是非が問われたことがあった。普遍的にどちらかが正しいと言う問題ではなかったが、我々は、後者の考え方に「必要な情報には何時でも簡単にアクセスすることができる様にする。」と言う条件を付加して、CPDLCの導入に対応させたユーザ・インタフェースの試作を行った。

利害関係の調整とは異なり共通の目的の合理的な達成を目的とする協調的な意思決定においては、明示的に意思表示をすることは意思決定に関わるための必要条件ではない。共通の目的を共通のルールに従って実現しようと言うのであるから、強調意思決定に関わる関係者の状況認識が十分に一致していれば、誰が結論を下そうとも、結果は

殆ど変わるものではない筈である。判断を下す者の差異により為すべきことが変化するのであれば、そこには必然的に状況認識の差異が存在する筈である。状況認識の優劣については先にも少し触れたが、状況認識において優位な者が劣位な者において不足している認識を推察することは難しくはないだろうが、多くの場合には全面的な優位状況等は存在せず、相互に相手側の不足を補う姿勢が必要となる。相手に立場において、相手が正確な判断を下せる様に、経常的に支援する姿勢が相互的なものである場合に、協調的な意思決定が効率的に行われていると言い得る筈である。航空管制業務における協調的な意思決定においては、小さな協調的な意思決定はレーダ管制席管制官と調整席管制官の間に発生する様に見えるが、航空管制業務の本来の目的からも明らかな様に、協調的意思決定の最小の単位には常に航空機のパイロットは含まれるべきであって、協調的意思決定はレーダ管制席管制官と調整席管制官と航空機のパイロットの三者間で行われなければならないものである。

3. おわりに

航空管制業務とそこにおける協調的な意思決定において、管制官とパイロットが有限な資源であることが重要な問題となる。先にも述べた様に、協調的であるためには、マイペースでは物事は進まない事態が常に存在することを受け入れなければならない。

先ず、筆者は、航空管制業務における管制官の絶対性を否定する者ではない。管制官の絶対性の存在こそが、現状の情報基盤において現状の運航効率を実現していることは間違いのないことと考えている。しかしながら、管制官の優位性が絶対的なものであれば、その延長上に協調的な意思決定のシステムを構築することは容易ではない。

どの選択が短期的に優れているのか、また中長期的にはどの様なシステム構築がなされるべきか、これらの問題に明確な回答を示すことは極めて難しく、筆者には不可能である。ただ言い得ることは、将来的に協調的な意思決定システムを構築することにより、現状よりも効率的な航空交通システムを構築することは十分に可能と思われるが、それには幾つかの実現されるべき前提があって、その前提は管制官にもパイロットにも、少なくとも過渡的には快適ではないものが含まれそうだと言うことである。

定量的ではなく定性的な理解をお願い致したいが、管制官もパイロットも、1%の効率の改善のために、10%、或は100%、更にはそれ以上かも知れないが、今より遥かに多くの情報を処理しなければならなくなると言うことで

あつて、これは短期的には間違いなしに直接に業務作業量の増大をもたらすことになる、ということである。

筆者は、航空管制官他航空機の運航に係る者の全てが、巡り巡っての業務効率の改善を確信し、データ通信へのシフトと、データマイニングへの指向とその結果としての業務管理の高度化がもたらす過渡的な状況を、人間性の喪失等の深刻な事態に陥ることなく、出来るだけ短期間の内に克服されることを期待している。

対空通信メディア高度化に関する基礎研究【基礎研究】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○金田 直樹, 塩見 格一

研究期間 平成 19 年度～平成 20 年度

1. はじめに

航空交通管制において、管制官とパイロットの間の通信路は将来も必要である。通信の高度化については、FAA&EUROCONTROL の Future Communication Study において、将来の航空管制通信についての要件と既存技術の活用について検討が実施されている。検討の結果有望と考えられている方式は、CDMA や OFDM を利用している無線方式が多い。これらの技術は移動体通信において問題となる不安定な通信路、例えばマルチパスによるシンボル間干渉やフェージングのある通信路において高速通信を行うために開発された。しかし、CDMA や OFDM は携帯電話等で利用される UHF/SHF に特有の技術ではない。本研究 では、マルチパスやフェージングによる影響が顕著に現れる HF 帯におけるデータ通信への CDMA 及び OFDM の適用として開始した。

2. 研究の概要

昨年までの課題として、送信すべき信号を直接 D/A コンバータで生成するとスプリアスの問題が大きいことが判明した。この問題の解決をまず図る必要があるため、信号処理アルゴリズムの改良をまず可聴帯域で実施した。可聴帯域で実施することとした理由は、第一に信号処理アルゴリズムは周波数に依存せず、第二に、スプリアスのある音声信号を送出しても問題を起こすことはなく、かつ測定が簡便なため、信号生成を行うソフトウェアに対して実験→評価→改良のサイクルを短時間で実施することができるからである。具体的な手法としては、送信信号生成プログラムにより、16bit/48kHz の WAV ファイルを生成した。これを可逆圧縮にて携帯型オーディオプレーヤに転送して再生を行った。再生して得られた音声信号をパラメトリックスピーカにて音に変換し、この音を離れて録音した。

録音により得られた 16bit/48kHz の WAV ファイルを、受信信号復号プログラムに読み込ませた。実験に必要な機材として、「航空管制官等の健全性評価に係る生体信号処理システムの研究」用の機材を一部活用した。実験システムの送信側システムの図を図 1 に

示す。

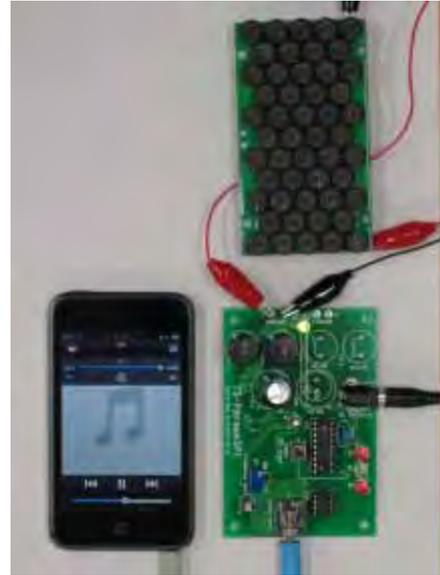


図 1: 実験システム送信部. 上の基板はパラメトリックスピーカ本体, 下の基板は駆動部, 左側は携帯型オーディオプレーヤ

3. 研究成果

通常の通信と異なる航空管制通信に必要な要件としてビットレートよりレイテンシ、言い換えれば通信路の遅延時間が重要であること、CDMA に対するオフライン復号方式の優位性、ATIS (Automatic Terminal Information Service) のデジタル化への応用を提案した。レイテンシの重要性は、以下のような理由による。管制間隔は時間または距離として設定される。管制指示を發出してからパイロットに届くまでの時間を τ とする。管制官は現時刻 t から時刻 $t + 2\tau$ までの間、管制指示がなくとも全ての航空機間に管制間隔が設定されているように管制を行っている。時間間隔 T は $T \gg \tau$ となるよう設定されているが、レーダ間隔 D 、航空機を速度を v としたとき、レーダ間隔を時間に換算した値である D/v と比較した場合 τ は数秒であっても無視できない値となる。 τ を最小化する方法として VHF アナログ音声通信が広く使われてきた。VHF アナログ音声通信と代表的な航空用デジタル通信である VHF Digital Link Mode 2 (VDLM2) と比較し

た場合、VDLM2 は CSMA/CA であるために混雑空域で利用した場合、最悪値で 10 秒を超える遅延が発生するが、VHF アナログ音声通信では 100 ミリ秒を超えるような遅延は発生しないからである。

また、オフラインによる復号は未来の情報が参照可能であるという意味で真に能力が高いことがわかった。通常の復号器は入力を先頭から処理しなければならないシステムであり、計算理論の観点からは、オフラインアルゴリズムの能力がオンラインアルゴリズムより大きい事実と対応する。これは有限の長さを持つパケット通信で有用である。

最後に、可聴帯域による CDMA を用いたデータ通信の応用例として、ATIS のデジタル化を提案した。CDMA は逆拡散により微弱な信号を復号することができるので、可聴帯域の搬送波を用いてレベルの小さな CDMA により変調したデジタル信号を通常の音声信号と重畳して放送を行うことができるため、本技術により、現状の VHF アナログ音声通信の設備を活用したデジタル ATIS 等に応用することが可能と考える。

4. おわりに

これまでの通信技術開発の歴史はビットレート向上を指向してきた。しかし、航空管制は **time sensitive** であることから、要件としてレイテンシが重要となる。アルゴリズムの点では、オフライン復号の有用性が理解され、パケット通信への応用が可能である。また、ATIS への可聴帯 CDMA による放送は、現システムと互換性を有するシステムとして利用可能である。今後の課題として、当初計画していた HF 帯での実験と結果の検討、変復調アルゴリズムの改良等が挙げられる。

掲載文献

- (1) 金田：“対空通信高度化に関する一検討”，電子航法研究所報告技術資料（掲載予定）

受動型 SSR を利用した空港環境騒音計測システムの実用化に関する研究【基礎研究】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○塩見 格一，瀬之口 敦（航空交通管理領域）

研究期間 平成 20 年度～平成 21 年度

1. はじめに

受動型 SSR は自らは航空機に対して問掛けの電波を出すことなく、近隣の SSR の覆域を飛行する航空機の応答信号のみから、その飛行位置情報を算出する装置である。当所では、1990 年代始めから試作開発を含む研究を行ってきた。受動型 SSR の測位精度はその設置条件に強く依存し、単独に、モノパルス測角の可能な現用 SSR と同程度の測位精度を実現することは難しい。また、全ての航空機が ADS-B 対応トランスポンダを搭載する様になれば、その適用範囲も少なくなると予想される。しかしながら、現時点においては、受動型 SSR の側において、ADS-B 情報等を用いた補正技術を開発することで測位精度の向上が期待でき、ADS-B に対応していない多くの航空機の位置情報を簡易に得る装置としての需要を満たす可能性は高い。

2. 研究の概要と成果

2008 年度には、受動型 SSR を構成する、アンテナ、受信器、AD 変換器、信号処理装置、パソコン接続用 I/O 装置、等全ての構成部品を基盤から製作し、USB 接続によりパソコンに航空機の測位情報を提供する受動型 SSR を試作した。また、同受動型 SSR 装置から受けた測位情報をパソコンの情報表示装置に通常のレーダーの様に表示するた

めのソフトウェアを試作した。また、上記により試作したシステムにより、羽田空港、中部国際空港等の大規模空港において、また鹿児島空港等地方空港において、その周辺の航空機の飛行情報取得実験を実施し、空港周辺環境評価に十分な機能を有すると期待される受動型 SSR が実現されたことを確認した（図 1 参照）。

試作した受動型 SSR により、リアルタイムに以下の図 2 に示す様な航空機の飛行航跡の観測が可能であった。

3. おわりに

受動型 SSR は、本体のみはアタッシュ・ケースに納められる程にコンパクトに纏めることができ、バッテリーにより 24 時間以上の連続運用を行うことも十分に可能と考えられ、広く様々な分野への利用が期待される。

本研究は、財団法人空港環境整備協会、株式会社リオン、当所の三者の共同研究として実施しているものである。

掲載文献

- (1) Shiomi and et al : “Passive Secondary Surveillance Radar System for Satellite Airports and Local ATC Facilities”Proc. of 43rd Annual ATCA Conference, NJ, U.S.A.



図 1 受動型 S S R の機能評価実験状況

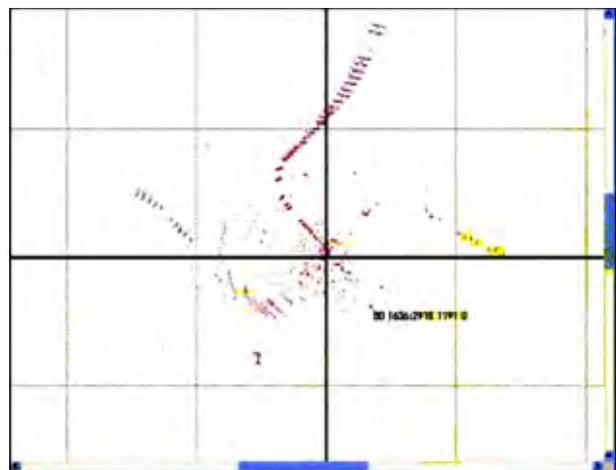


図 2 小牧空港周辺を航行するヘリコプターの軌跡

信号源位置推定手法に関する基礎研究【基盤研究】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○大津山 卓哉, 小瀬木 滋

研究期間 平成 20 年度～平成 21 年度

1. はじめに

航空機の監視や干渉信号源の特定など信号の発信源を特定するための技術は電波を扱う研究の中でも重要なテーマのひとつである。対象となる信号の種類や周波数により位置推定の手法はさまざまなものが使われている。位置の推定手法は重要テーマであるにもかかわらず、その応用については多くの研究がされているが基本的な位置推定手法についての検証はあまり研究されていない。対象信号や推定手法ごとの誤差などの見積もりをきちんと行うことにより、干渉源の発見や信号環境監視により有効な位置推定手法を確立できるものと期待される。

本研究の目的は信号源推定を行う際の誤差の原因を明らかにし、目的とする信号環境に適した信号源推定を行うことにより、位置推定精度を向上することである。

2. 研究の概要

本研究は 2 カ年計画であり、初年度の平成 20 年度は下記のことを行った。

- ①各種方位測定手法の比較, 検証
- ②方位測定装置の開発, 誤差検証

3. 研究成果

3.1 方位測定手法の比較検討

信号源の位置推定にはさまざまな手法が提案されている。信号の発信源を求める方法には大まかに、1. 到来方向を使うもの、2. 到達時間差をつかうものの 2 つがある。到達時間差をつかった位置推定手法は信号の識別がその精度に大きな影響をあたえるが、到来方向をつかった位置推定手法は受信帯域幅や対象信号の波形などによりさまざまな方法を用いることが考えられ、使用する手法により求められる位置精度が大きな影響を受ける。それら各種の方位測定手法を整理し、それぞれの誤差原因などについて検討をおこなった。複数の周波数にパルスがそれぞれ存在するような広帯域パルスの到来方向推定には雷の放電路を可視化できる広帯域干渉計で実際に使われている手法について検討した。信号の性質が異なるためそのまま応用することはできないが、信号処理部分の検討をさらに行うことにより広帯域の方位測定システムとして使用可能と

なることが期待される。

また航空局が将来導入を検討している干渉波測定装置についての仕様書検討支援を行った。

3.2 方位測定用受信機の製作

到来方向推定にはアンテナも含めた受信システムで検証を行う必要がある。任意信号を測定するための広帯域受信機として「航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究」で使用している受信機がいくつかあるが、これらの受信機は目的とする周波数は一緒であるが、実験用航空機のアンテナを使うことを前提に設計しているため、本研究で使用するのに適切ではない。本研究では受信機の基本設計は同じで到来方向推定のために使う受信機の製作を行った。特に狭帯域受信機についてはフィルタとミキサの組合せで作っていたものを IRM(イメージ除去ミキサ)を使った設計に変更し、部品数や受信機の大さを小さくすることができた。狭帯域受信機は信号源推定だけでなく、信号環境測定に必ず必要となる受信機であるため、この受信機を小さくコンパクトにまとめられることは今後の各種実験を行う際に大いに役立つものである。

4. まとめ

本研究では信号の発生源を推定するための基本測定法について検討を行った。本研究を行った手法は信号干渉源の位置推定に使われるだけでなく、MLAT の精度向上などにも応用が見込まれるものである。今後より具体的な信号処理手法の検討を行い、実環境下での運用に耐えるシステムの構築を目指したい。

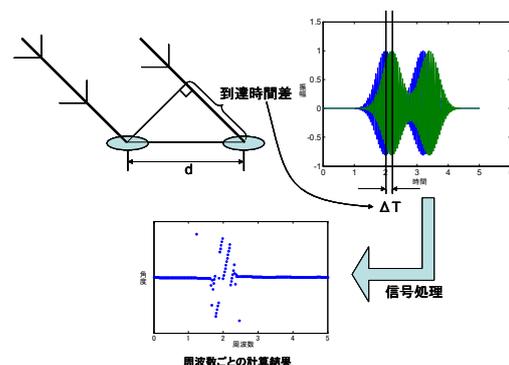


図 1: 方位測定信号処理概念図

高速大容量通信アンテナを利用した航空通信システムに関する基礎研究【基礎研究】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○住谷 泰人

研究期間 平成20年度～平成22年度

1. はじめに

IEEE802.11(Wifi), 802.16(Wimax), 802.20等の世界的な高速無線通信規格が現在検討され、IEEEによる策定や運用が行われている。これらは陸上を中心とし、利用環境は最高300km/h程度とされ、高速移動中の航空機への適用は考慮されていない。しかし、空港において駐機中にWifi(無線LAN)を利用し、整備やパイロットへの情報提供等の航空通信システムが、航空会社や航空通信プロバイダ等によって試験運用され始めている。また将来の航空通信システムに関する調査研究(FCS)の結果として、今後、空港面でWimaxを利用した航空通信システムの導入の可能性が報告されている。WifiやWimaxでは、高速大容量通信が可能となるMIMO (Multi Input Multi Output)アンテナ等の利用が検討されており、将来は、航空通信システムにおける利用可能性が考えられる。このため、MIMOアンテナ等高速大容量通信を可能とするアンテナ(以下、「高速大容量通信アンテナ」と称する)について、将来の航空通信システムへの適用や応用の可能性、他のアンテナ等への影響等について調査、研究する。

2. 研究の概要

本研究は3年計画であり、平成20年度は、初年度である。平成20年度は、主に下記のことを行った。

- ・ 高速大容量通信アンテナの電波伝搬モデル及び実験用基礎システムの構築
- ・ 次世代航空通信システムの調査

3. 研究成果

3.1 高速大容量通信アンテナの電波伝搬モデル及び実験用基礎システムの構築

平成20年度は、航空に適用されることを考慮した高速大容量通信アンテナの電波伝搬モデルを検討した。送受信側とも2チャンネルの2×2の複数アンテナからなるモデルを構築した。このモデルに基づき、電波無響室を利用した環境下での実験に適した実験用基礎システムの検討を行った。この結果、アンテナを自作することで低コストで複数の周波数を選択でき、送受信

のアンテナ数を変化させられ、予備実験を進められる実験用基礎システムを構築することとした。

3.2 次世代航空通信システムの調査

次世代航空通信システムで、主に空港面で利用可能性のあるIEEE 802.16eについて、通信関連のICAO作業部会や欧州の国際会議、IEEEの文献等により、欧米で評価検討中であることを調査した。また、ユーロコントロールにおける欧州データリンクユーザーズグループ(ADAS DUG)の第9回会議の討議に参加し、情報収集した。参加者は、欧州の航空交通管理や通信関連研究者、航空機製造メーカ、通信プロバイダ等から構成される。この会議では、空港面データリンクシステムであるD-TAXIや時間を考慮した航空交通管理システムである4Dトラジェクトリ等、将来のデータリンクシステムに関する運用サービスや環境の定義と基礎的検討(OSED)を行っている。また検討結果は、EUROCAEやRTCA等の航空用データリンク標準の構築作業と意見交換し、反映されている。また、当研究所からは、航空用の空地データリンクの研究状況と所内の他の研究の動向について報告した。

4. おわりに

特に空港面の将来的な航空通信システムとされるIEEE802.16eに関し、利用可能性のあるMIMOアンテナを航空に適用するための電波伝搬モデルを検討した。この検討に基づき、当研究所の電波無響室を活用する実験用基礎システムの構築に着手した。この基礎システムを元に、今後共、様々な実験や改造を行い、研究及び調査する予定である。また、空港面を中心とする次世代航空通信システム関連会議の参加と文献に基づき、動向を調査した。これらにより、特に空港面の次世代航空通信システムの可能性が検討されるものと考えられる。

掲載文献

- (1) Y.Sumiya, J.Kitaori: "Development Program of Data link Study in ENRI", 欧州ADAS DUG 9th Meeting, Feb. 2009

準天頂衛星による高精度測位補正に関する技術開発【受託研究】

担当領域 高精度測位補正技術開発プロジェクトチーム

担当者 ○伊藤 憲, 坂井 丈泰, 福島 荘之介

研究期間 平成 15 年度～平成 20 年度

1. はじめに

国土交通省は、準天頂衛星（平成 22 年度打ち上げ予定）を利用した高精度測位補正技術および移動体への利用技術に関する研究開発を行っている。その一環として、電子航法研究所は国土交通省の委託を受け、平成 15 年度から、高速移動体に適用可能で高信頼性の高精度測位補正実験システムの開発を実施している。

2. 研究の概要

高精度測位補正実験システムは、準天頂衛星、補正情報リアルタイム生成・配信システム、モニタ局（国土地理院電子基準点）、プロトタイプ受信機（利用者装置）、地上局から構成される。この実験システムでは、モニタ局で取得されたデータを用いて、補正情報リアルタイム生成・配信システムで高精度・高信頼性を実現するための補正情報を生成する。この補正情報は地上局および準天頂衛星を經由して利用者に放送される。利用者は、この補正情報を GPS 衛星から送信される信号に適用することにより、高精度・高信頼性の測位を行うことができる。電子航法研究所は高精度測位補正実験システムのうち、補正情報リアルタイム生成・配信システムおよびプロトタイプ受信機を開発を行っている。

3. 研究成果

平成 20 年度には、補正情報リアルタイム生成・送信システムとプロトタイプ受信機を組み合わせて、地上で総合試験を行った。

総合試験の目的は、実衛星の代わりに衛星シミュレータを用いて実用システムに近い実験環境を構築し、その環境の中で高精度測位補正実験システムの総合的な性能評価を行うことである。

この総合試験では、電子基準点観測データを用いて補正情報リアルタイム生成・配信システムで補正情報を生成する。生成した補正情報を衛星シミュレータに入力し、模擬準天頂衛星信号を発生させる。その模擬準天頂衛星信号および実 GPS 信号をプロトタイプ受信機に入力する。このような構成で高精度測位補正技術システムの総合評価を行った。図 1 に総合試験の構成を示す。

この総合試験において、電子基準点観測データにより生成した補正情報を GPS 衛星から送信される信号に適用することにより、サブメータ級の測位精度を実現でき、また、信頼性の確保が可能であることが確認できた。

4. おわりに

平成 15、16 年度に高精度・高信頼性の高精度測位補正方式の開発・評価、平成 17～19 年度には補正情報リアルタイム生成・配信システムおよびプロトタイプ受信機的设计・開発・単体評価試験を行った。平成 20 年度には補正情報リアルタイム生成・配信システムおよびプロトタイプ受信機を組み合わせて、地上での総合試験を行った。

国土交通省によると、今後の計画は下記のとおりである。

(1)地上局との接続システムの開発・地上局との

接続試験の実施(平成 21 年度)

(2)実衛星を用いる技術実証実験の実施(平成 22 年度)

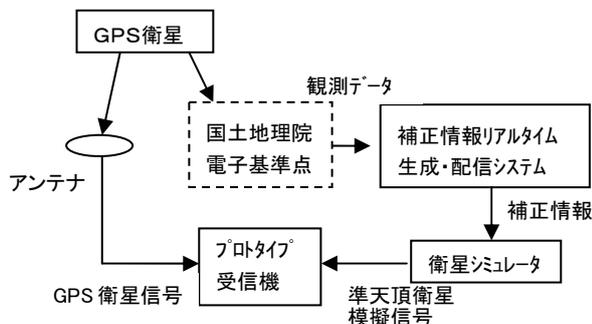


図 1 総合試験構成

掲載文献

- (1) 坂井 他：“準天頂衛星 L1-SAIF 実験局の開発状況”，第 52 回宇宙科学技術連合講演会，2008 年 11 月
- (2) 坂井 他：“The Ionospheric Correction Processor for SBAS and QZSS L1-SAIF”，米国航法学会国際技術会議，Jan. 2009

先端 ICT を活用した安全・安心な交通システムの開発【受託研究】

担当領域 機上等技術領域
 担当者 ○米本 成人，河村 暁子
 研究期間 平成 20 年度

1. はじめに

各種交通機関における周囲状況の監視については、未だ運転者の目視に頼る部分が多く、悪天候時において目視による発見が困難な障害物との衝突や接触等の事故は後を絶たない。さらに、港湾・空港等における制限区域内や船舶への侵入といったテロ等の未然防止も含めた、より安全・安心な交通システムの構築が望まれている。このため、障害物や侵入者等を事前に探知し、障害物との衝突や、テロリスト等の侵入を回避するなど、多目的に適用可能な監視支援システムの開発を行う。

本プロジェクトは主に、航空分野での応用を想定し、ヘリコプタなどの有視界飛行を行う航空機において、パイロットの視野、視覚情報援助のための前方監視支援システムを開発する。具体的には、小型・安価なミリ波技術等を活用し、複数のセンサ出力を用いて、さまざまな天候・環境下において周囲障害物を検知し、パイロットの前方監視機能を補完するシステムを構築することを目標としている。平成 20 年度は主にミリ波レーダの設計・試作、実験用ヘリコプタの製作、ヘリコプタ搭載計器模擬装置の開発を行った。

2. 研究の概要

本研究は運輸技術研究費として国土交通省総合政策局技術安全課から受託した研究である。平成 20 年度はミリ波レーダの小型・軽量化、監視支援システムの構築に関して研究を実施した。

3. 研究成果

さまざまな用途に応用でき、さらに特定小電力無線器と同様の出力で高機能が実現できるようなレーダの駆動部となるミリ波無線回路を設計し、試作した。この結果、従来のミリ波レーダと比べ 25 倍の広帯域で安定した周波数で出力できるような構造を実現した。これにより、従来のミリ波レーダでは検出困難であったアンテナから 2m 以内の近距離においても十分な信号雑音比で距離測定が可能となることが示された。

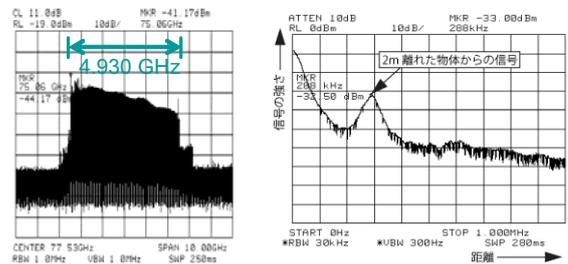
また、ヘリコプタ操縦者用前方監視支援システムの実証飛行試験を効率的に実施するため、試作したシステムを上

空へ持ち上げることで計測用小型ヘリコプタを開発した。また、実機ヘリコプタに搭載されている計器と同じ情報を取得するため、3 軸加速度センサ、高度計、GPS などを利用した計器模擬装置を構築した。開発した計測用小型ヘリコプタの飛行試験を行った結果、ヘリコプタの姿勢に追従してデータを取得できた。

4. まとめ

平成 20 年度は広帯域小電力ミリ波レーダを設計試作した。5GHz の広帯域を安定に送信でき、近距離でレーダ動作が可能であることを示した。

監視支援システムの構築に関しては、実証試験に向けて小型ラジコンヘリコプタを用いたシステムを提案し、計器を模擬するシステムを構築し、実機さながらの環境で試験できる環境を整えた。



(a) 送信信号周波数スペクトル (b) レーダ出力周波数スペクトル

2m 先に反射物がある場合のレーダの送受信信号



(a) ヘリコプタとセンサ (b) 計器模擬装置の表示例
 システム評価用ヘリコプタと計器システム

マルチラレーション管制機器化評価受託【受託研究】

担当領域 先進型地上走行誘導管制システム開発プロジェクトチーム

担当者 ○宮崎 裕己, 二瓶 子朗, 古賀 禎, 青山 久枝, 林 一夫, 上田 栄輔, 山田 泉,
角張 泰之

研究期間 平成 20 年度

1. はじめに

東京国際空港および成田国際空港では、新たな滑走路や誘導路の整備、既存滑走路の延伸、ターミナルビルの増設等が進められており、空港容量が拡張される計画である。そして、空港容量の拡張により交通量が増大した場合においても従来通りに安全かつ円滑な運用を提供できるように、拡張後に対応した管制業務を支援するシステムの検討が行われている。このうち空港面監視を支援するシステムとして、マルチラレーションの導入が進められている。

一方、地上管制の効率化と空港面運用の最適化を目指す将来の航空交通管理（ATM）においては、現在管制支援機器として利用されている空港面監視装置を管制機器に位置づけることが必要であり、このためには空港面監視装置の機能・性能および信頼性の向上が必須の要件である。上述したマルチラレーションは、現行の空港面探知レーダー（ASDE）が持つ問題点を改善できる特徴を持つため、両監視センサを組み合わせることで機能・性能、更には信頼性の向上が可能となり、空港面監視装置の管制機器化への実現が期待できる。

このような背景から本研究では、東京国際空港および成田国際空港に設置されているマルチラレーション評価用装置と運用 ASDE を利用して、空港面監視装置の管制機器化を図ることを目的とした評価試験を実施した。

2. 研究の概要

(1) 性能評価

運用時間帯におけるマルチラレーションの性能を確認するために、飛行検査機を利用した性能試験を行い、検出率や位置精度を評価した。

(2) 信頼性評価

評価試験にて必要となる改修を評価用装置に加えるとともに、監視データを長期間収集して、性能低下や機器不具合等の発生状況を評価した。

(3) トーイングカー監視評価

牽引中の航空機もマルチラレーションにより監視を行いたいとの要望から、車載型スキッタ送信機を牽引車両（トーイングカー）に搭載して監視状況を評価した。

(4) 覆域拡大評価

管制支援機能を正確に動作させるためには最終進入エリアの監視も重要となることから、東京国際空港周辺にマルチラレーション受信局を配置して、覆域を拡大させた場合の監視状況を評価した。

3. 研究成果

(1) 性能評価

図 1 に飛行検査機の試験航跡と評価エリア毎の性能値を示す。評価の結果、検出率は各エリアとも 98%前後であり、位置精度は A 滑走路エリアを除き約 9m であった。

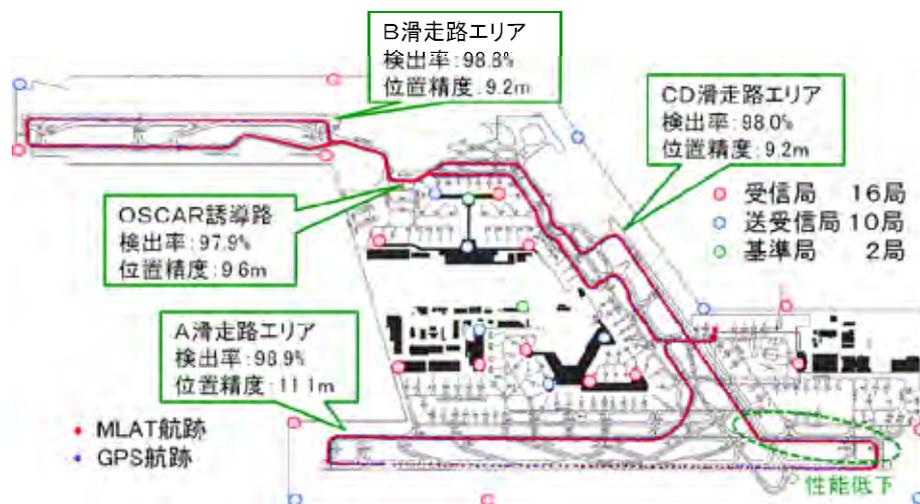


図 1 飛行検査機の試験航跡と評価エリア毎の性能値

A滑走路エリアの位置精度は約11mであり、特に図中緑波線の領域において性能の低下が発生した。本領域では試験時に出発待機中のエアライン機が集中していたことから、周囲のエアライン機の機体が信号干渉の要因となり性能が低下したと考えられる。本領域を除いた場合、位置精度は約8mに向上する。この対策としては、アンテナを信号干渉の影響を受けにくい高所に設置することが有効である。本評価の性能値は、空港運用終了後の夜間に実施した実験用車両による評価と比較して全体的に悪い値である。この理由としては、運用時間帯では空港周辺も含めて多数の航空機が運航しているため、SSR信号の輻輳による信号環境の悪化が挙げられる。

(2) 信頼性評価

識別情報表示の正確性を評価するための準備として、評価用装置に航空機便名を直接表示させるための改修を加えた。図2に航空機便名が表示された画面例を示す。評価の結果、特定の領域においてマルチラテレーションの性能低下やASDEの偽像が発生することを確認した。性能低下の原因は、空港の拡張に伴い新たに設置された構造物が影響しており、アンテナの移設等により対処できた。ASDEの偽像に対しては、両センサ間の相関処理により偽像を排除する機能を追加した。機器不具合に関しては、落雷（誘導雷）による電源ユニットの故障が発生した。

(3) トーイングカー監視評価

運航会社の協力を得て、各種の航空機を牽引した状態における監視状況を確認した。図3に評価状況の写真を示す。評価は、マルチラテレーションに加えてADS-B方式による監視状況も確認した。図4に両監視センサによる航跡例を示す。評価の結果、ADS-Bでは大型機のトーバレス型牽引も含めて良好な航跡が得られた。一方、マルチラテレーションでは一部の領域において航跡の乱れや欠落が発生したが、全体的にはおおむね良好な航跡が得られた。実運用システムでは受信局数が大幅に増加することから、良好な航跡が得られることが期待できる。



図2 航空機便名が表示された画面例

(4) 覆域拡大評価

監視覆域を拡大するために「海ほたる」「蟹ヶ谷宿舎」および「台場 VOR/DME」に受信局3局を追加配置した。図5に「海ほたる」における受信局の設置状況を示す。また図6に覆域拡大前後における着陸機航跡例の比較を示す。覆域拡大前では、空港から10NM付近で航跡に乱れが生じたが、覆域拡大後では20NM付近まで明確な航跡が得られた。



図3 トーイングカー監視の評価状況

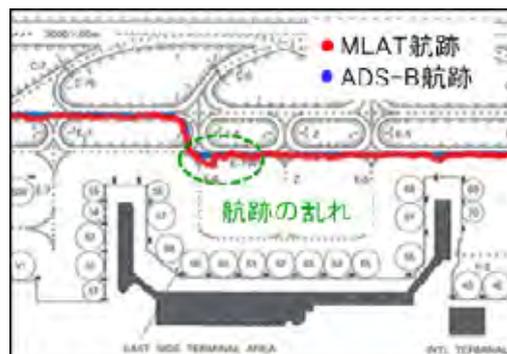


図4 両監視センサによる航跡例



図5 「海ほたる」における受信局の設置状況

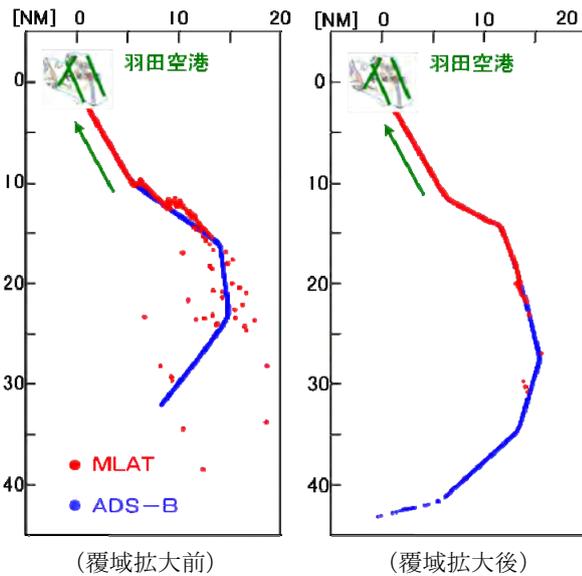


図6 覆域拡大前後における着陸機航跡例の比較

4. 考察等

本委託において、空港面監視装置の管制機器化を図ることを目的とした評価試験を実施した。性能評価では、

マルチラテレーションは運用時間帯では夜間と比較して若干性能が低下するが、運用に影響するような性能低下は発生しないことが確認できた。ただし、出発の待機中等の航空機が集中した状況においては注意が必要である。信頼性評価では、特定の領域において性能低下が発生したが、新たに設置された構造物が原因であり、システムとしての性能低下は確認されなかった。トーイングカー監視評価では、航跡の乱れや欠落が発生したが実運用のマルチラテレーションでは、牽引中の航空機も監視可能であると考えられる。覆域拡大評価では、受信局を空港周辺に配置することにより監視覆域の拡大が可能であることが確認できた。

これらの評価結果は、空港面監視装置の管制機器化に必要なとされる技術的要件を策定する基礎資料として有効に活用できる。

掲載文献

- (1)“マルチラテレーション管制機器化評価委託”電子航法研究所受託研究報告書、2009年3月

ILS における積雪影響の軽減試験評価作業【受託研究】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○横山 尚志, 朝倉 道弘, 田嶋 裕久

研究期間 平成 20 年度

1. はじめに

青森空港は、わが国で最も積雪量の多い空港である。2006 年の冬期、FFM の整備後に予想もなかったコース偏位が観測された。本現象は、冬季の空港の運用にとって由々しい問題である。そこで、コース偏位の発生する反射面調査と除雪方法に関する種々の調査を行った。その結果、コース偏位の発生要因は、降雨又は日照による積雪の融雪によること、また、降雨によるコース偏位は、圧雪よりも新雪時に著しいこと、しかし、圧雪状態に管理しても降雨によるコース偏位は $|DDM| \leq 4\mu A$ の ICAO (International Civil Aviation Organization) の規格値を逸脱する可能性があることが確認された⁽¹⁾。そこで、平成 20 年度には、反射面の遮蔽構造体を使用したコース偏位抑制法についての評価を行った。

なお、本研究は、航空局からの受託試験で、降雪地の空港の安全運行に不可欠であり、社会的、行政的意義、実用性はきわめて高い。

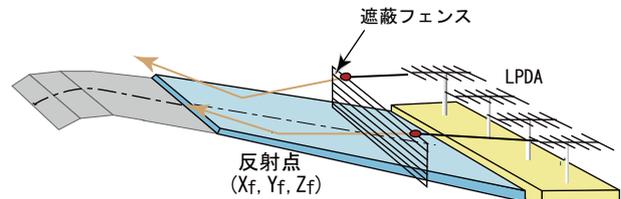
2. 研究の概要

平成 18 年度から平成 19 年度の受託試験で、コース偏位の発生は、降雨の沈降による積雪の融雪によるもので、LLZ 反射面の雪質にアンバラが生じていること。更に、積雪が新雪状態のときの降雨によるコース偏位は、圧雪状態に比べて大きくなるので、LLZ の反射面の積雪は圧雪状態に管理すべきであること。しかし、圧雪状態に管理しても降雨時のコース偏位量は $|DDM| \leq 4\mu A$ の規格値を逸脱する可能性があることなどを明らかにした⁽¹⁾。

そこで、平成 20 年度の受託では、図 1 に示す反射面の遮蔽構造体(遮蔽フェンス)を使用したコース偏位抑制法を提案し、その有効性について青森空港において評価を行った。評価では、長期 FFM データの収集、遮蔽フェンスの効果について 2 種類の方式を比較、遮蔽フェンス前後の電界測定等を行った。

3 研究の成果

3.1 遮蔽構造体の原理と構造



(a) LLZ 反射面の遮蔽フェンス



(b) 遮蔽フェンス工事写真

図 1 LLZ 積雪反射面の遮蔽構造体

LLZ は左右対称のキャリア放射パターンと左右が逆位相のサイドバンド放射パターンで形成される。このため、進入コースから左右対称位置の空間信号は複素共役になる。コース上では虚数部が消去されて実数部のみとなる。しかし、降雨の沈降による積雪の融雪で左右非対称になると、積雪面の反射係数が左右対称にならなくなり、コース上で虚数部が残留してコース誤差を生じる。図 1 に当研究所が提案した遮蔽構造体(遮蔽フェンス)を用いるコース誤差消去法を示す。遮蔽フェンスは、本来、LLZ アンテナにとって障害物であるが、LLZ の空間信号の対称性を適用して LLZ アンテナと平行に遮蔽フェンスを設置する。それによって、遮蔽フェンスの回折波が左右対称になるので、積雪反射によるコース誤差が著しく軽減される。

図 1 に設置した遮蔽フェンスを示す。遮蔽フェンスの設置条件は、LLZ アンテナからの距離を $x_m=55m$ 、高さを $h_m=2.5m$ 、横幅を $w_m=60m$ である。写真に示すように、当初、取り外しが容易なパネル型フェンスを設置した。この方式はテンションを分散でき、かつ、軟弱地盤での架設工事に適した構造体であるが、パネル相互の接合面の電波の漏れが生じ改善効果が果敢しくないため、ワイヤー型フェンスに改修した。なお、遮蔽フェンスは

滑走路末端から 1/50 の進入表面を満足する。

3.2 遮蔽フェンスの長期評価

図2に遮蔽フェンスによる FFM の安定性の試験結果を示す。2月24日までパネル型フェンスを、2月26日以降はワイヤーフェンスを使用した。図(a)は1月、図(b)は2月、図(c)は3月の測定値を示す。2月24日までの区間に、 $DDM \approx -2\mu A \sim +1\mu A$ の長期変動とスパイク状の短期変動が生じた。コース特性の改善が思わしくないため、フェンス裏側の電界を測定したところ距離に対して電界が波状的に変化すること、障子形パネルの接合面に1~3mmの隙間が生じていることが確認された。場所によって異なる電波の漏れによってフェンス上部の回折波との干渉が生じて遮蔽特性が不完全になったと予想される。

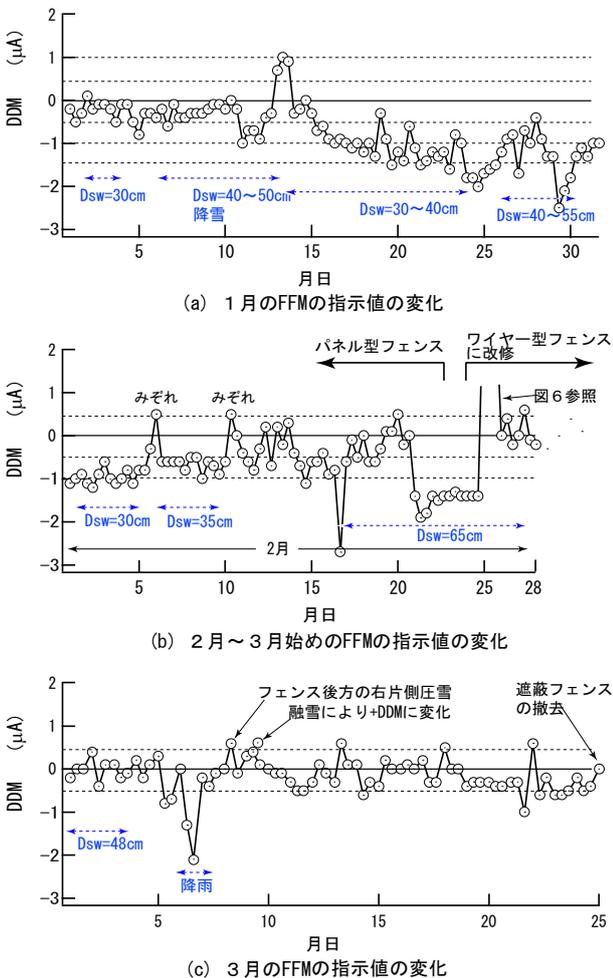


図2 2008年1月~3月のFFM-1の変化

そこで、2月24日~26日に、パネル型フェンスのパイプにワイヤーを上下10cm間隔でフェンスの60m幅に沿わせるワイヤー型フェンスへの改修をした。その結果、2月26日以降では、長期変動が減少し FFM の指示値が

定常変化 ($|DDM| \leq 0.5\mu A$) にまで抑圧される。一方、短期変動は、ワイヤー型フェンスに改修した後の3月7日にも生じている。このことから、短期変動は LPDA 素子放射パターンがアンテナ根元の雪質のアンバラとの相互結合で生じる変動であって、遮蔽フェンスを用いても除去できない成分である。しかし、コース誤差はコースアラインメント $|DDM| \leq 4\mu A$ を下回り、降雨時に LLZ アンテナ直下から 10m 間の除雪をすれば防止できることが確認された。

4. まとめ

降雨の沈降等による積雪融雪時に生じる LLZ のコース誤差の改善を目的とした遮蔽構造体を提案し、その評価を行い、その遮蔽特性を明らかにした。

LLZ 反射面に遮蔽フェンスを設置することによって、降雨沈降による融雪時の長期変動が FFM の定常状態 $|DDM| \leq 0.5\mu A$ にまで抑圧されることが確認された。

しかし、短期変動は LPDA 直下の積雪との相互結合によるものであるから遮蔽フェンスを設置しても除去することができない変動であることが確認された。しかし、CATIIIのコースアラインメント ($|DDM| \leq 4\mu A$) を下回る変動であり、降雨後に決まって発生する現象である。

このため、冬季の CATIIIの実施に際しては降雨時に限定し、カテゴリーダウン等の運用上の措置を講ずることも考えられるが、短期変動の低減策として次の方法が考えられる。

- ① LLZ アンテナ直下~10m の区間を定めて、降雨・融雪時に 20~30cm 以下の除雪と遮蔽フェンスを併用する方法
 - ② 除雪の代わりに LLZ アンテナ直下~10m の区間に水槽を設けて雪を溶かす方法
 - ③ LLZ アンテナと遮蔽フェンスの間にワイヤーブレーンを張る方法
- 今後、さらに詳細な検討を行うことが必要である。

掲載文献

- (1) 横山 他：“青森空港の積雪による LLZ のコース偏位”，平成 20 年度（第 8 回）電子航法研究所研究発表会講演概要，pp.95-100，2008 年 6 月

(Intentionally blank)

事前評価実施課題（その1）

○研究課題名：RNAV 経路における総合的安全性評価手法の研究

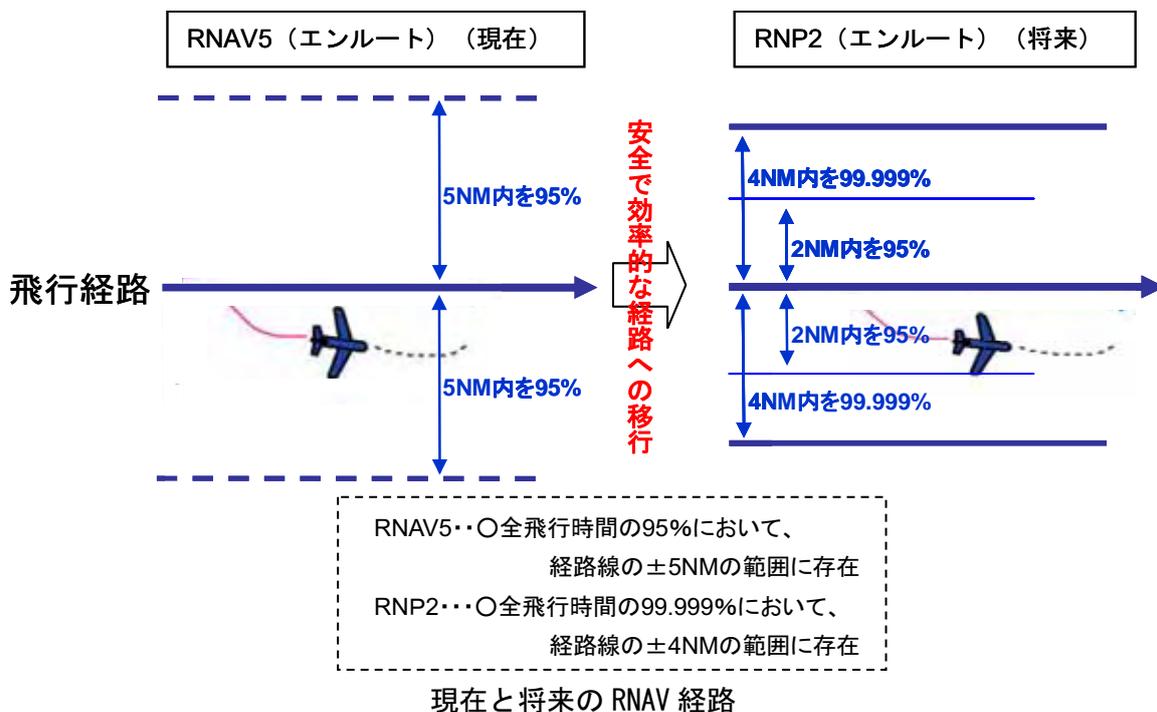
○実施期間：平成21年度～平成22年度 2ヶ年計画

1. 研究の背景、目的

航空局では、航空機の効率的な運航、空域の有効利用等のために RNAV 経路の展開を推進している。

RNAV 経路については、国際民間航空条約の第 11 付属書に、ATC システムの重要な安全性に関わる変更の際の事前および事後の定期的な安全性評価の必要性が記載されているため、導入に際しては事前および事後の安全性評価手法の研究・開発が重要となるが、RNAV の安全性評価手法に関わる国際民間航空機関 (ICAO) の規定等はなく、各国が独自に評価を行っている状態である。

本研究では、RNAV 経路における危険因子を抽出して安全性評価手法を確立し、平成 19 年 9 月 27 日および平成 20 年 3 月 13 日に導入されたターミナル経路での RNAV1 および航空路での RNAV5 の安全性の事後評価、および今後新たに展開される RNAV 運航の安全性の事前評価を実施することを目的とする。



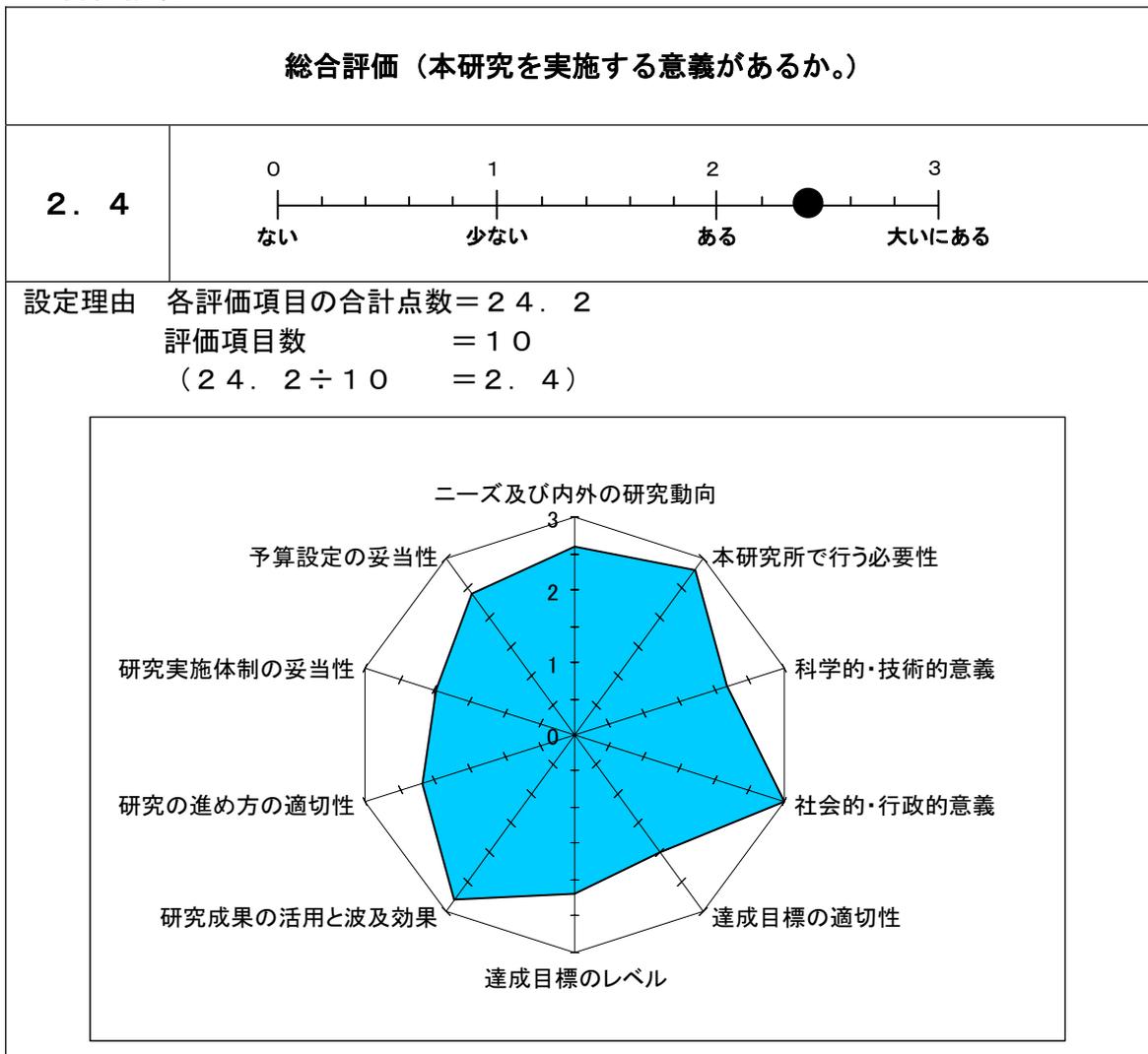
2. 研究の達成目標

- ① RNAV5 航空路および RNAV1 ターミナル経路の安全性の事後評価手法の提案
- ② 新たに導入予定の RNAV 運航の安全性事前評価手法の提案
- ③ 開発した手法の ICAO 会議等への提案

3. 成果の活用方策

安全性を踏まえた RNAV 経路の新規導入により、より高度な RNAV 運航への移行が可能となる。

4. 評価結果



事前評価実施課題（その2）

○研究課題名：トラジェクトリモデルに関する研究

○実施期間：平成21年度～平成24年度 4ヶ年計画

1. 研究の背景、目的

近年、欧米先進国を中心に将来（中長期）の航空交通管理に関するマスタープランの策定が進められており、航空局においてもH20年度より航空交通システムの中長期計画を検討することとしている。今後の航空交通管理においては、安全及び必要な容量を確保したうえで、個々の運航効率性の改善が一層求められる。また、この目的を満足するために航空機のトラジェクトリ（軌道）計画を事前管理し、精密なトラジェクトリ予測に支援され管制運用する運用コンセプトが有効と見られている。

しかし、我が国ではこれまでに、トラジェクトリに関する研究は実施されていない。

本研究では、このトラジェクトリに基づく管制運用実現のため、トラジェクトリのモデル化技術を開発することを目的とする。

また、トラジェクトリに基づく管制運用は、現行の運用を大きく変革することになるため、導入にあたって必要となるトラジェクトリ管理のためのデータ活用方法、運用手法などを提案する。

トラジェクトリ(航空機の4次元の飛行位置)



トラジェクトリ予測のイメージ

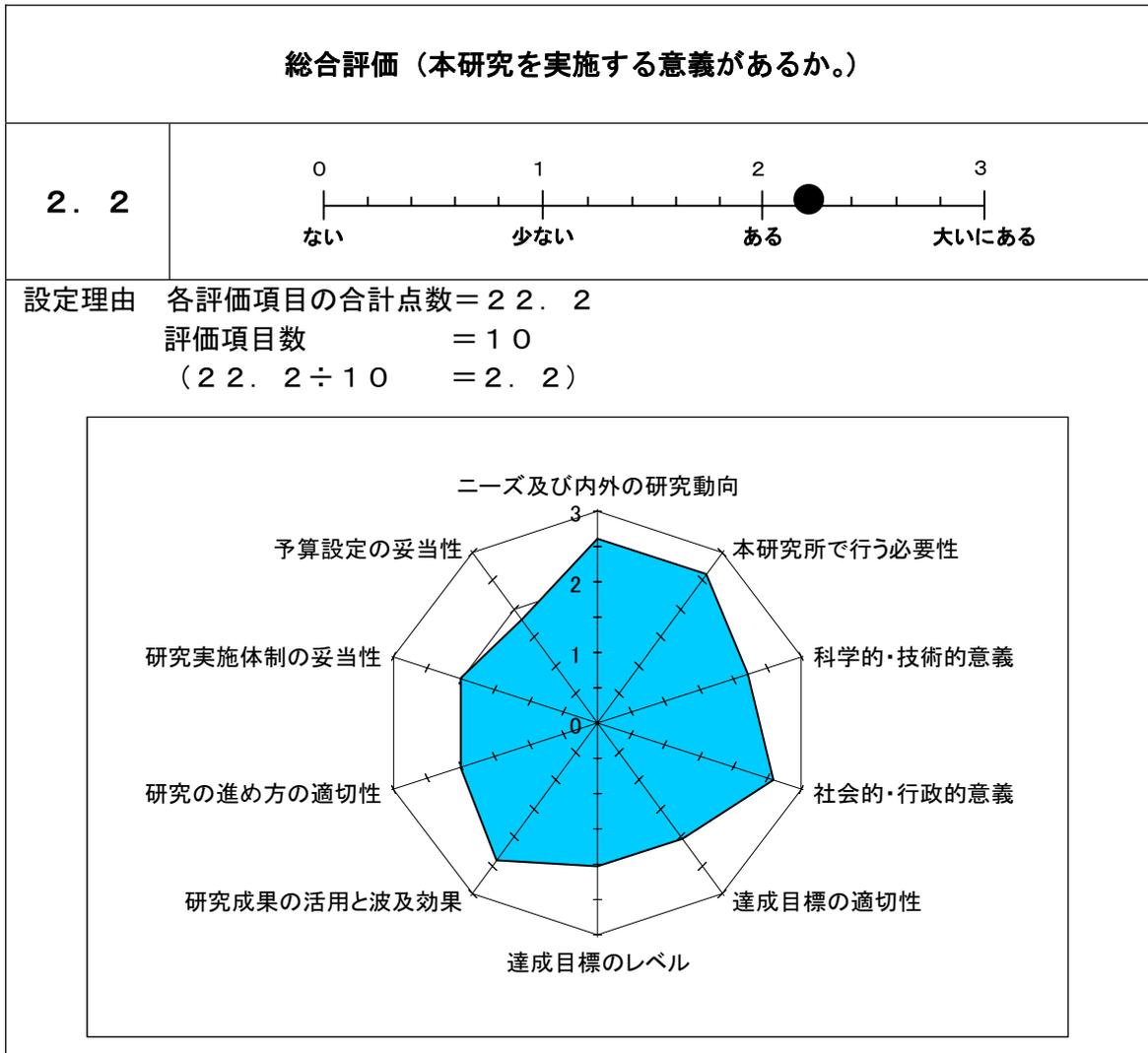
2. 研究の達成目標

- ① シミュレーションツールや管制支援ツールで利用できる精密なトラジェクトリの推定手法の開発およびトラジェクトリモデルの作成。
- ② 高密度管制運用を可能とするトラジェクトリ管理のためのデータ活用方法、運用方法等の提案。

3. 成果の活用方策

管制支援ツール等での利用または新運用手法の導入により、将来的には運航効率が向上するとともに、高密度管制運用が可能となる。

4. 評価結果



事前評価実施課題（その3）

○研究課題名：将来の航空用高速データリンクに関する研究

○実施期間：平成20年度～平成23年度 4ヶ年計画

1. 研究の背景、目的

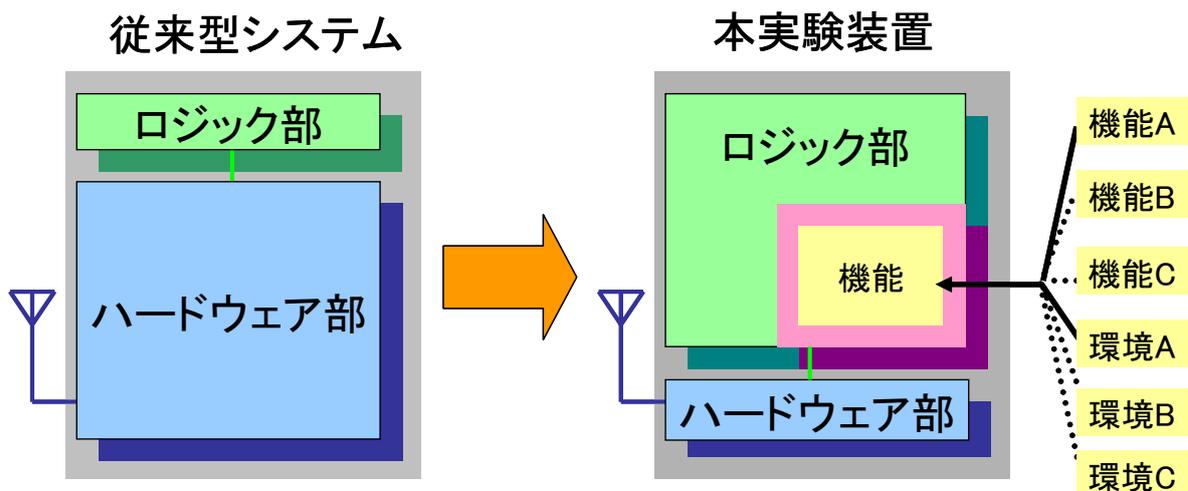
現在、空地間の通信手段として低速のVHF帯での通信が利用されているが、ICAOによって次世代の高速データリンクシステムとしてLバンド高速データリンクが検討されている。

今後はICAO内において、データリンクの高速化および周波数有効利用技術などの検証作業を中心にして、Lバンド通信候補の選定や標準化作業が進められる予定になっている。

従って、当該規格の諸元・特性等が我が国の実情に適合し、将来我が国への導入が可能であることを判断すると共に、必要に応じてICAOでの標準化作業に我が国の意見を反映させる必要がある。

本研究では、Lバンド高速データリンクの電波環境に関する問題点や、システム適用時の改善策の提言を行うことを目的とする。

また、問題点抽出のためには、様々な規格（変調方式や符号化方式）や環境で検証を柔軟に可能とする機材が必要であることから、ソフトウェア実装技術を核とした評価用機材の開発も実施する。



実験システムのイメージ

2. 研究の達成目標

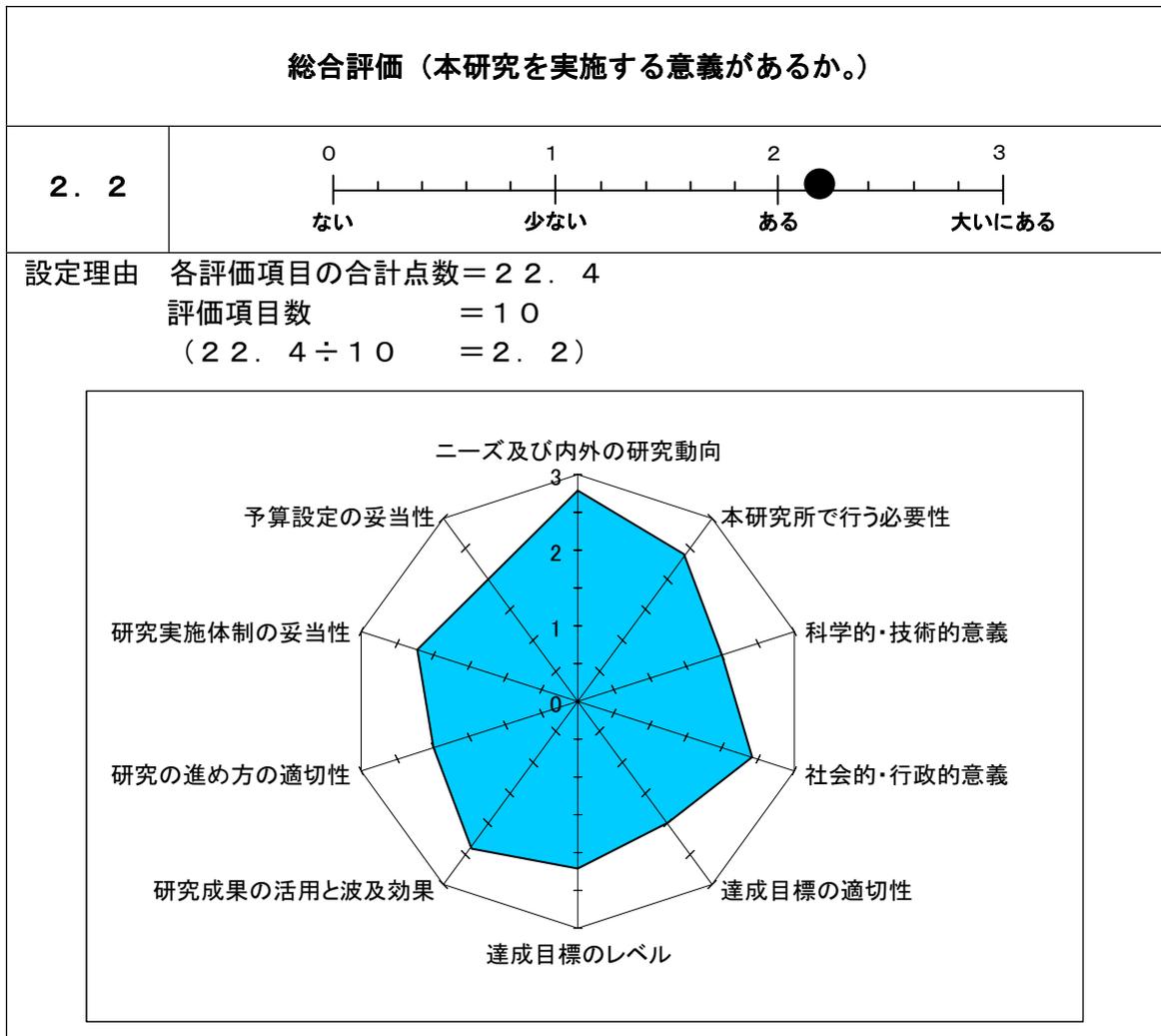
- ①高速データリンクシステム適用時の問題点の抽出と改善策の提案。
(電波環境問題も含む。)
- ②ソフトウェア実装技術を核とした評価用機材の開発

3. 成果の活用方策

日本の空域に適した将来のLバンド高速データリンクの導入が可能となる。

また、高速かつ信頼性の高い航空通信システムに関する基礎技術の確立は、将来的に航法および監視システムへの応用の可能性が期待できる。

4. 評価結果



事前評価実施課題（その4）

○研究課題名：空港面監視技術高度化の研究

○実施期間：平成21年度～平成24年度 4ヶ年計画

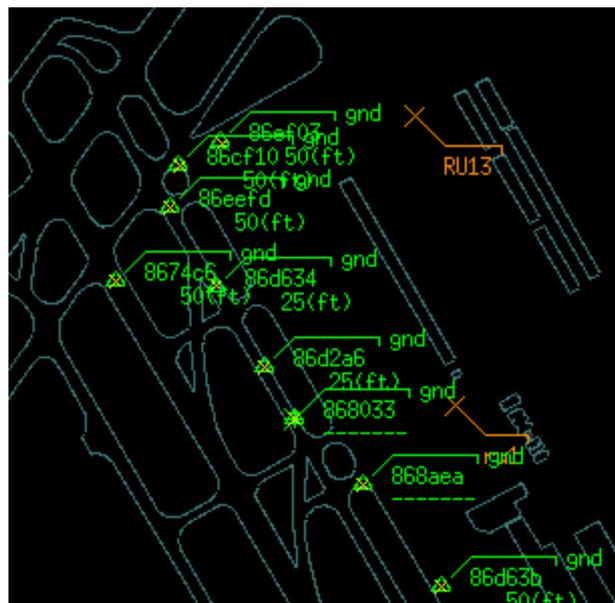
1. 研究の背景、目的

増大する航空交通量に対応するには空港の処理能力を拡張させることが必須の要件であり、安全性の確保を大前提とした運航の円滑化による効率性の向上が求められている。このため、信頼性が高く正確な航空機情報を管制官に提供できる空港面監視技術（マルチラレーション）の導入が進められており、さらには本技術を利用した滑走路占有監視等の管制支援機能も展開されつつある。

しかしながら、現在のマルチラレーション技術は空港地上面のみを監視対象としており、最終進入付近を飛行中の航空機も監視可能とする機能拡張が求められている。加えて、マルチパスによる性能劣化が指摘されているエプロン付近における監視性能の向上も求められている。

一方、安全性および効率性をさらに向上させるには、パイロットが自機周囲の交通状況を認識することが有効と言われており、これを実現可能とする将来の監視技術（ADS-B等）の開発も要望されている。

本研究では、マルチラレーション技術を拡張（覆域拡大・性能向上）するとともに、管制官とパイロットとの情報共有を可能とする監視技術を確立することを目的とする。



マルチラレーション画面

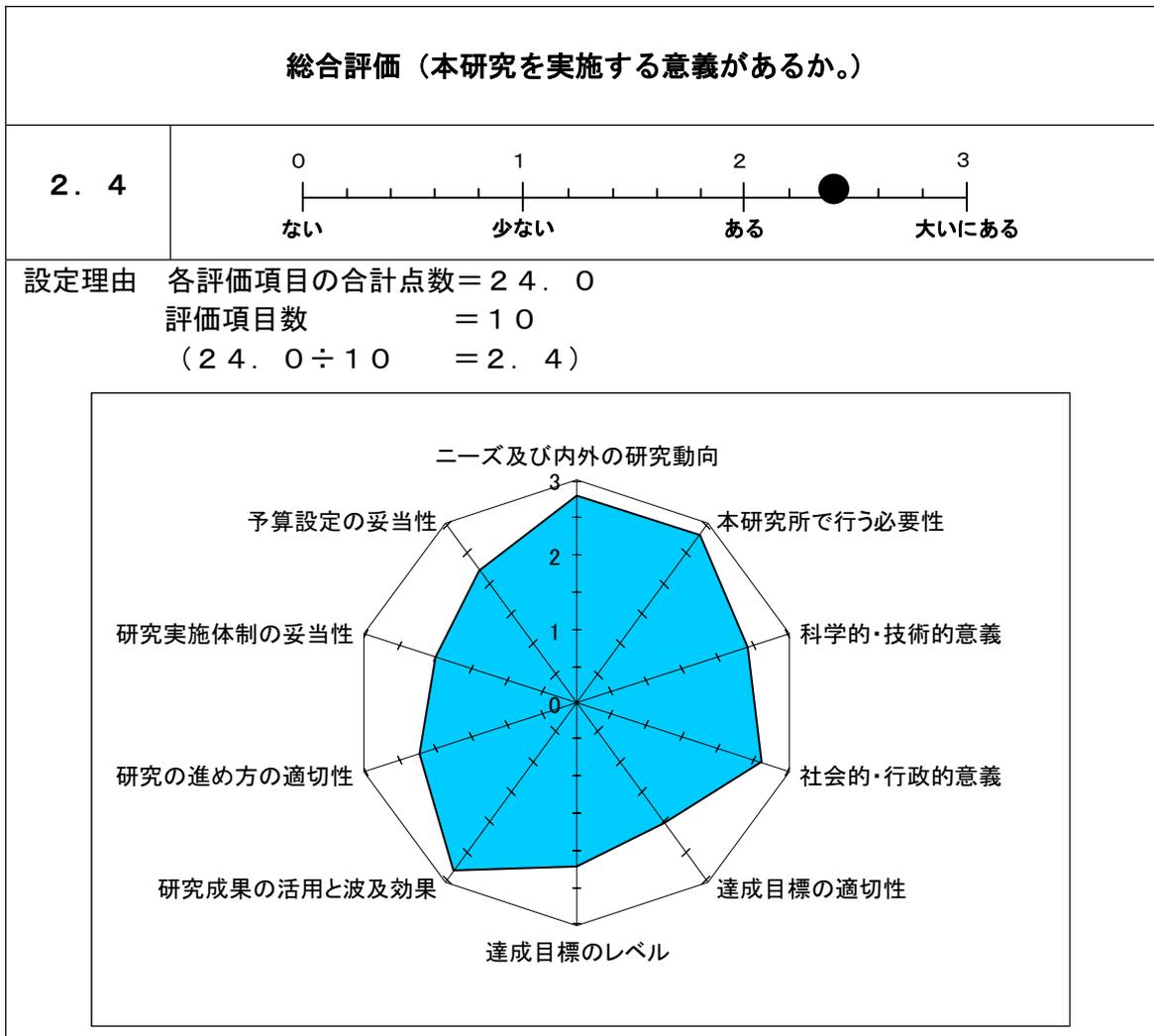
2. 研究の達成目標

- ①アプローチエリアを監視対象としたマルチラレーション技術の開発
- ②エプロン付近を監視対象とした干渉に強いマルチラレーション技術の開発
- ③管制官およびパイロットとの情報共有を可能とする ADS-B 技術の開発
- ④ADS-B への遷移期を考慮したパイロットへの情報提供技術の開発

3. 成果の活用方策

- ①監視センサの機能・性能向上による管制支援機能の信頼性向上
- ②管制官およびパイロットの情報共有による安全性の向上
- ③以上の効果に伴う運航効率の改善ならびに空港処理容量の増加

4. 評価結果



事前評価実施課題（その5）

○研究課題名：携帯電子機器に対する航空機上システムの耐電磁干渉性能に関する研究

○実施期間：平成21年度～平成24年度 4ヶ年計画

1. 研究の背景、目的

欧州をはじめ、航空機内で電子機器を使用しつつ航空の安全を担保、検証する方法がRTCA、EUROCAE 等国際機関で策定されているところであり、我が国においても、国際基準に準拠しつつ、電子機器の使用や電子機器を用いたサービスに対する安全性の評価基準を策定する必要がある。

しかし国内では、携帯電話のみならず幅広い電子機器の使用が告示によって制限されているため、航空の安全を担保しつつ、これらの機器の使用制限の見直しに貢献するために、公的な機関である当研究所に対する行政および民間会社からの要望が高まっているところである。

本研究は、航空の安全を担保しつつ、さまざまな電子機器を使用するために必要となる性能要件を明らかにすることである。そのために、客室内で発生した電波が搭載機器に侵入するメカニズムを明らかにし、起こりうる電磁干渉による障害の程度を分析する。また、そのような障害がおこる頻度を推定し、許容できる電磁放射基準を策定することを目的とする。



航空機の運航の安全に支障を及ぼすおそれのある電子機器等を定める告示

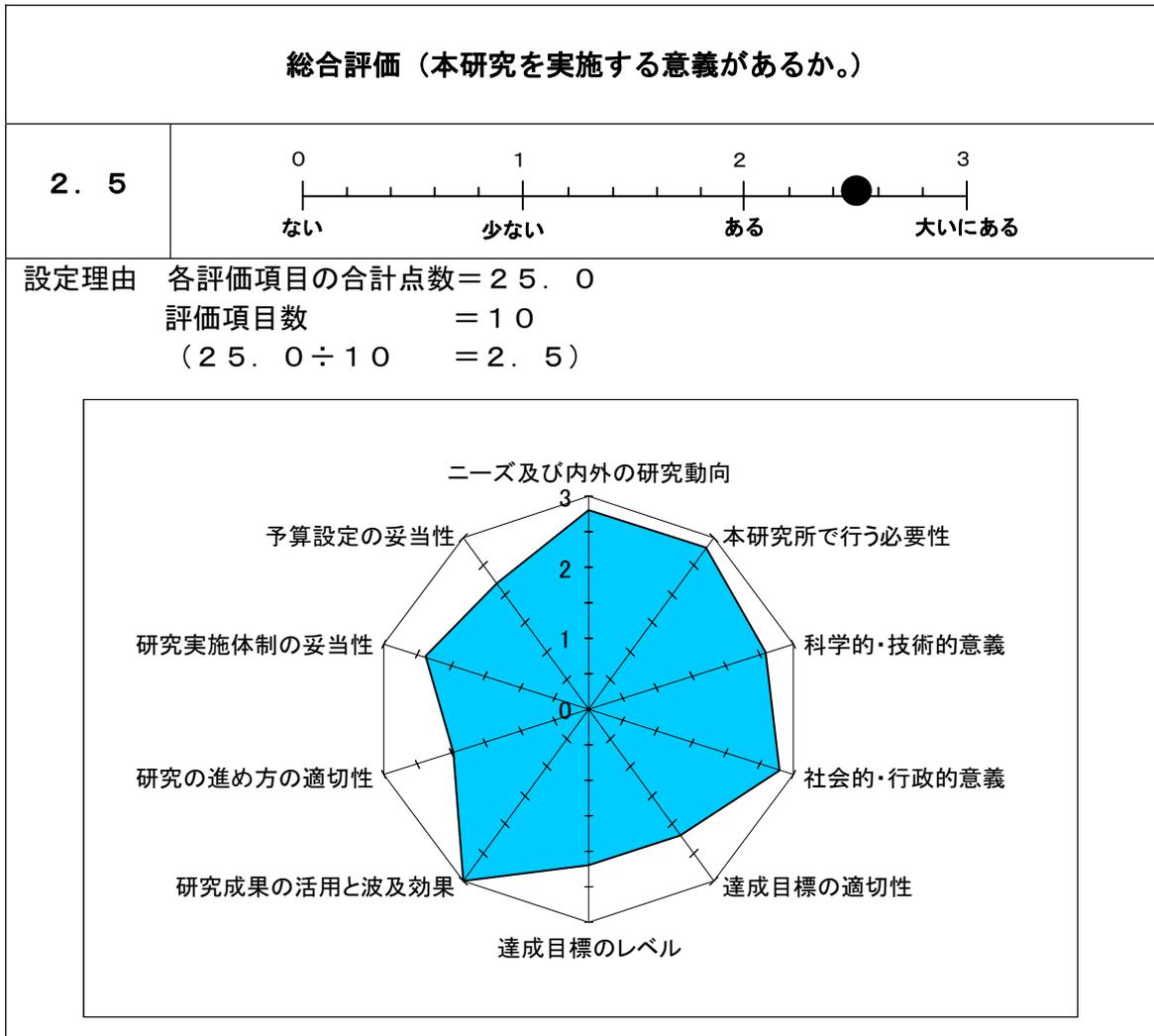
2. 研究の達成目標

- ①客室から無線機器までの経路損失の測定及び被電磁干渉確率推定手法の確立、および経路損失増大手法の確立
- ②無線機器に対する電磁干渉の可能性の高い電子機器、両立できる電子機器の性能要件の確立
- ③航空機内電波環境記録装置の開発

3. 成果の活用方策

- ①安全性を損なうことなく様々な電子機器を航空機内で使用するための新しいルールの策定
- ②機内電波環境を監視手法の確立

4. 評価結果



中間評価実施課題（その1）

○研究課題名：航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究

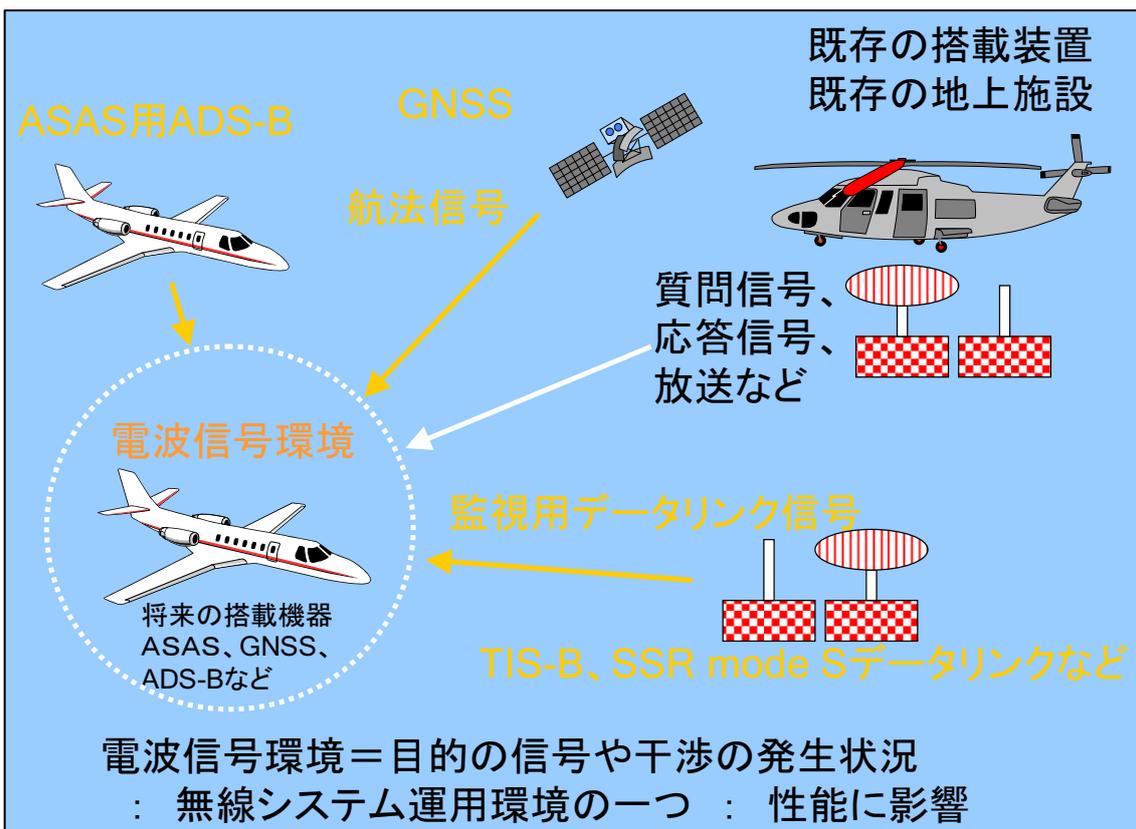
○実施期間：平成17年度～平成21年度 5ヶ年計画

1. 研究の背景、目的

将来の搭載無線機器については、性能要件を定める一方で、将来の運用環境やその中の性能の予測が必要である。特に、航空無線航法用の周波数割当拡大は困難であり、新旧の無線機器が周波数帯域を共用する運用環境や地理的条件など国情を配慮した予備調査や予測手法が必要である。

また、早急に解決を要する課題としては、GPS-L5、GALILEO-E5、ADS-B など導入時期が近づきつつある新しい信号を考慮し、周波数を共用する各種航空航法無線機器との相互干渉や性能劣化について効果的な測定手法や予測手法を開発する必要がある。

本研究では、航空無線航法サービス ARNS (Aeronautical Radio Navigation Service) 用に割り当てられた周波数帯域内にある各種の無線機器について電波信号環境の測定や予測の手法を確立することを目的とし、広い周波数帯域に拡散した航法無線信号に対する干渉信号発生状況の一括測定分析や、将来の航法無線機器の通信方式を含む信号環境予測手法の開発を行い、将来の新システム導入に際し、これらの測定・予測技術を活用して新旧のシステムの共用性と運用性能を両立させ、安全性と経済性向上のために担当行政部局を支援する。



将来の電波信号環境

2. 研究の達成目標

- ①航空無線航法用周波数（ARNS、以下同じ）帯域内の電波利用状況やこれに大きく影響する航空機間隔維持支援装置 ASAS など新システムの要件と開発導入動向を調査する
- ②ARNS 帯域内の電波発生状況の測定技術を開発し、これにより実態調査する。特に、

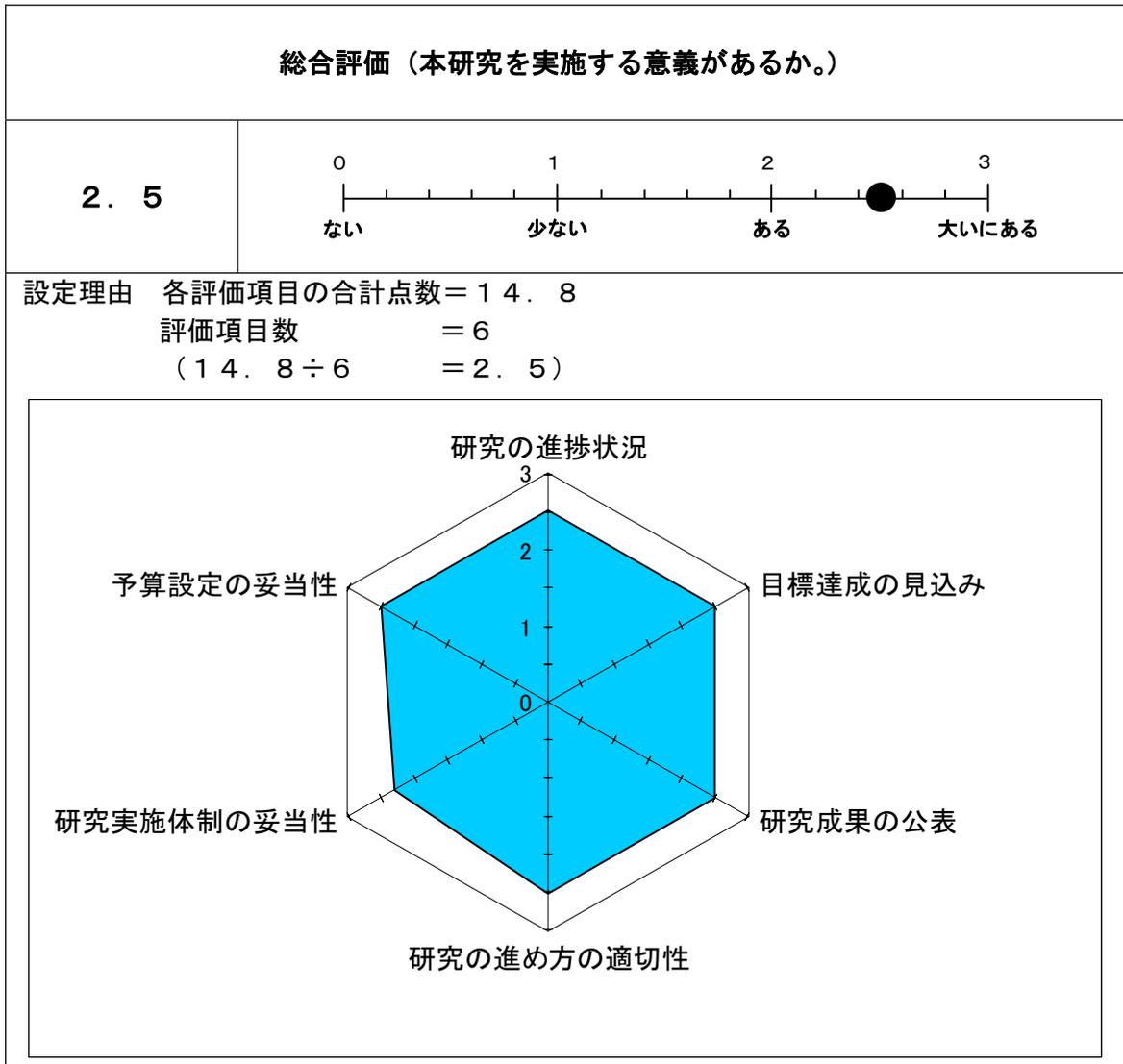
新しい GNSS 信号や監視用データリンクなど ASAS が情報源として使用する各種の信号に関する干渉発生状況の一括測定を可能にする。一括測定する帯域幅は 30MHz 以上を目指す

- ③ ARNS 帯域内の電波発生状況について予測手法を開発し、将来予測を可能にする
- ④ ARNS 帯域内を利用する新旧システムについて国情に即した共用手法を調査する
- ⑤ ARNS 帯域内に導入する新システムの設計評価のための基礎技術を取得する

3. 成果の活用方策

- ① 同周波数帯域内のシステムの導入や運用に関する将来動向予測。
- ② 電波発生状況の測定技術を用いる運用実態調査や飛行検査方式開発。
- ③ 電波発生状況の予測技術を用いる将来の信号環境予測。特に、ADS-B/TIS-B や SSR モード S などの監視用データリンクや GPS-L5 などの新しい GNSS 信号など、新システムに関する予測。
- ④ 信号環境の予測結果を用いて、新旧航空無線航法機器の共用のために日本に適した手法の検討に活用。ASAS と ACAS との相互作用の予測結果を用いる ASAS の要件開発や ACAS の改良。また、JTIDS 等軍用無線機器との干渉防止策立案のための技術的基礎確立。日本の信号環境予測を ICAO 等に報告することによる、日本における国際規格機器の共用性の向上など。
- ⑤ 新システムの信号設計や共用性の確認を通じた国際規格案策定への活用。

4. 評価結果



事後評価実施課題（その1）

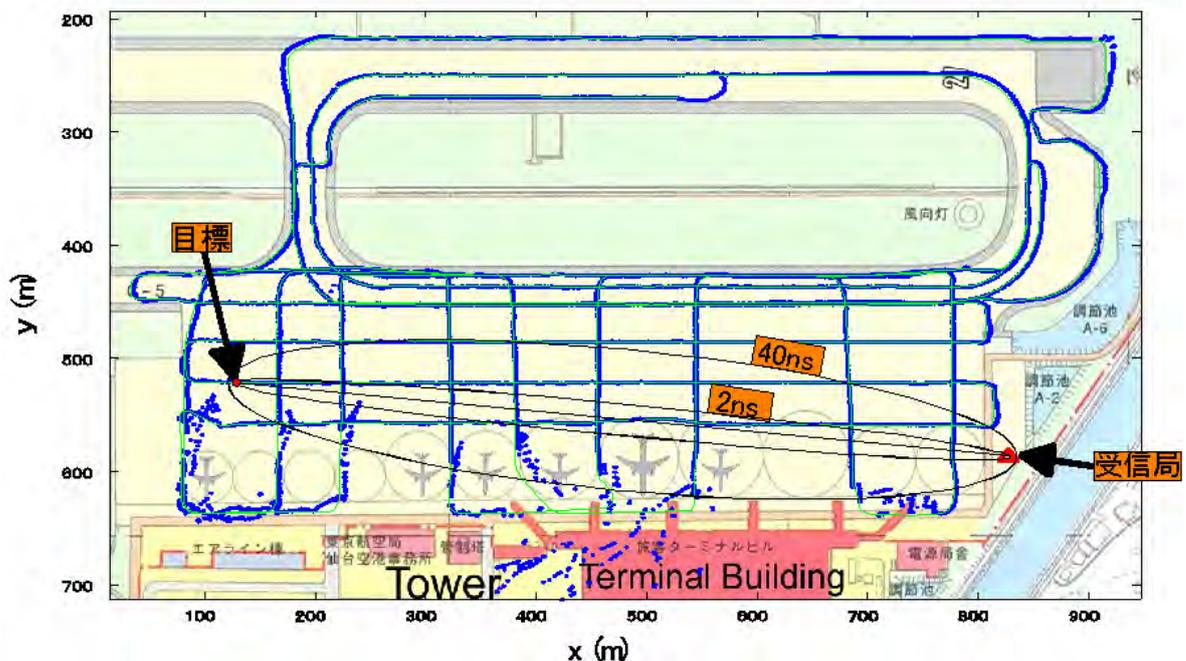
○研究課題名：無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究

○実施期間：平成16年度～平成19年度 4ヶ年計画

1. 研究の背景、目的

空港及びその周辺において、各種の測位システムが使われている。ほとんどの測位システムにおいて電波の多重反射（マルチパス）は誤差の要因となっており問題を起こすことがあるが、その特性や対策はまだ十分に研究されていない。また、GPS や準天頂衛星は、航空以外の自動車や歩行者などを対象とした測位の高精度化を目指しているが、空港より遥かにマルチパス環境が悪い都市部でも利用される。これらの時間検出によるシステムは、マルチパス誤差特性も共通するところも多い。空港面監視においては、飛行中の航空機と比較して周辺の構造物によるマルチパスが多く、マルチパス誤差低減のための研究が望まれている。

本研究では、無線測位におけるマルチパスについて、既存の測位実験装置を一部利用して各種のマルチパス誤差パラメータにおける実験及びシミュレーションを行い、マルチパス誤差の性質を明らかにすることを目的とし、空港面測位実験システムを開発して、空港面測位に適した時間検出方法を明らかにする。



DAC による測位結果

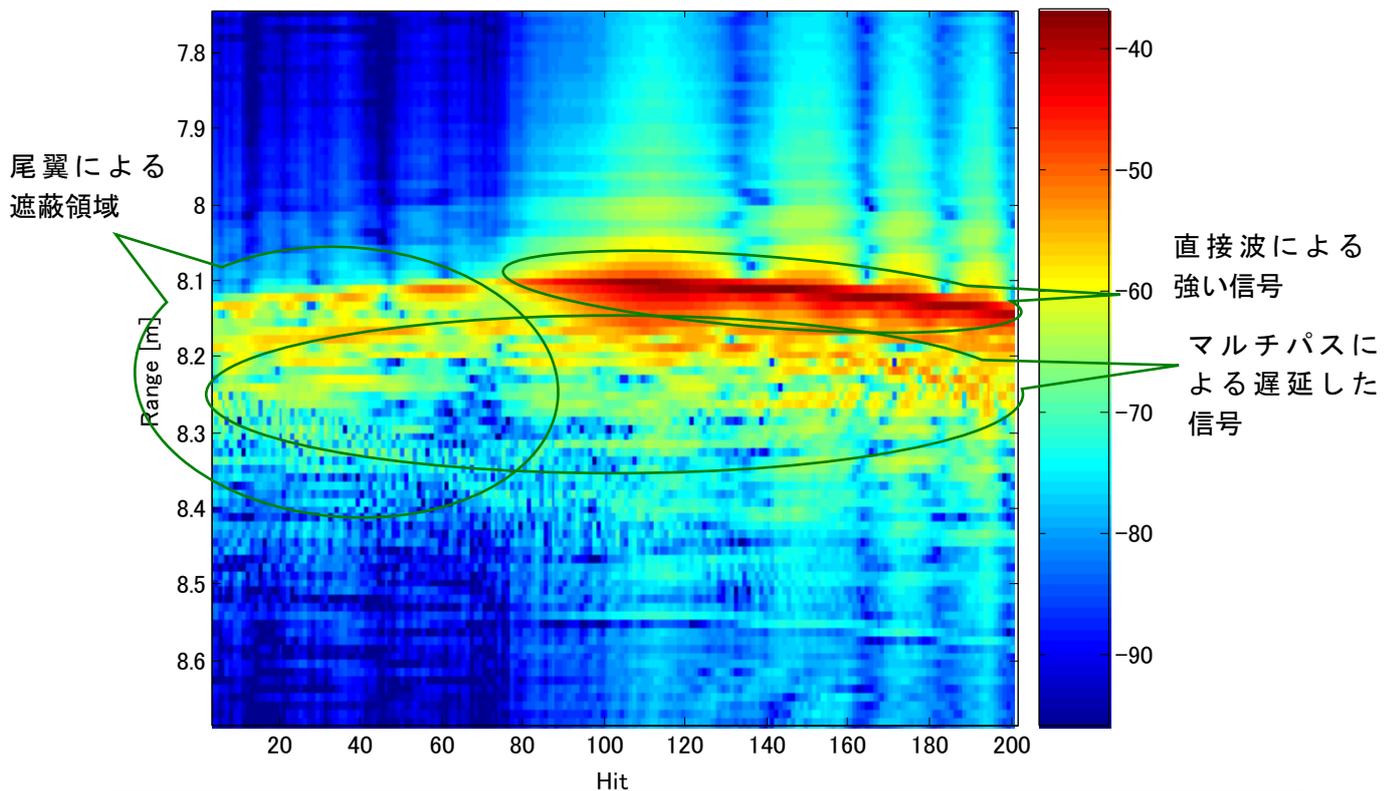
青のプロットが受動測位、緑のプロットが基準とした GPS の測位を示す。楕円は DAC でもマルチパスの影響が残る 40ns 以下の遅延時間の範囲を示す。スポット周辺では直接波は遮蔽されて弱くマルチパスが相対的に強くなるため大きな誤差が発生した。

2. 研究の達成目標

- ① 空港面上のマルチパスが多い場所における高精度測位の実現。
- ② GPS や準天頂衛星による測位システムにおけるマルチパス誤差を低減した測位手法の応用
- ③ マルチパス遅延時間や位相等の各種条件におけるマルチパス誤差の予測

3. 目標達成度

- ① 空港面上などの受動測位に適した、光ファイバ信号伝送により高精度な時間同期を利用した受動型監視システム (OCTPASS) の実験システムを開発した。仙台空港で行った実験で、DAC (Delay Attenuate and Compare) 法を使用することにより、滑走路や誘導路においてスムージングを行う前の測位データで本研究の目標とする誤差 6m (2RMS) 以内で測位できることが実証できた。また、現在の技術ではリアルタイムに処理することは難しいが更に誤差の小さい時間検出法の可能性も示した。
- ② GPS のマルチパス対策の基本であるナローコリレータ (相関法) で最も誤差が低減できると考えられる方法 (ピーク検出) を適用することによりマルチパス誤差特性は改善したが、それでも DAC の 2 倍以上の誤差があることが分かった。
- ③ マルチパス遅延時間や位相等の各種条件におけるマルチパスシミュレーション結果は時間検出誤差の予測に利用できる。これを、電波伝搬シミュレーション等と組み合わせることにより測位誤差の予測に利用できる。また、電波無響室におけるスケールモデル実験により得られた遅延プロファイルにより、マルチパスの状態を可視化でき、マルチパス誤差の予測に利用できることを示した。



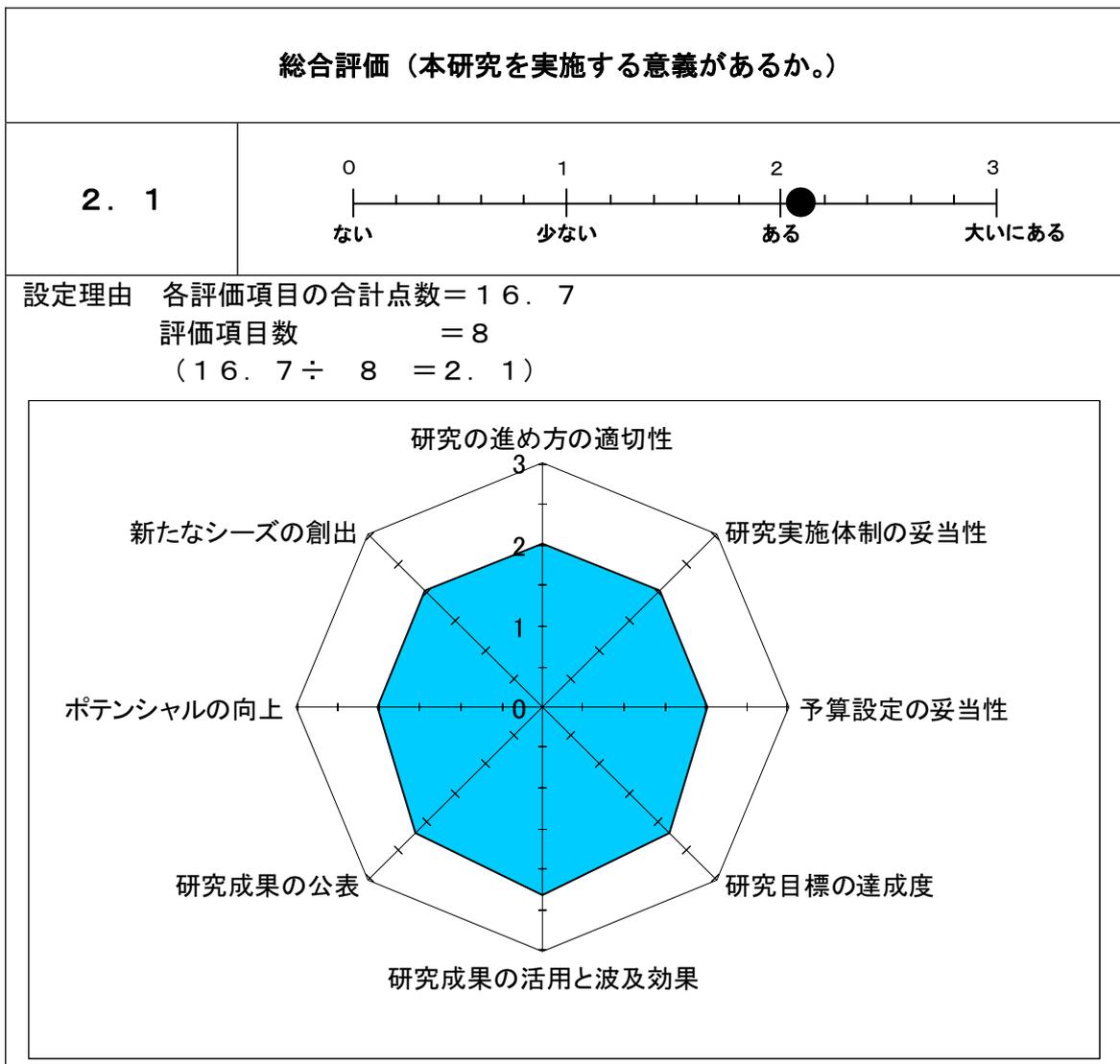
スケールモデル実験による遅延プロファイル (共同研究)

送信点と受信点の間に航空機のスケールモデルを置き、送信点の位置を直線的に変えながら測定器でデータを収集した。横軸がアンテナの移動、縦軸が距離 (遅延時間)、色で各点の強度を示している。約 8.12m のところに直接波による強い信号があり、その後に複数のマルチパスによる遅延波が見られる。横軸の 0 から 100 ヒットは、尾翼による遮蔽のため直接波が弱まっていることがわかる。

4. 成果の活用方策

- ①受動測位において光ケーブルを使用することが有効であることが本研究で実証されたため、様々なシステムなどの同期精度改善に利用できる。
- ②マルチパス特性のシミュレーションデータなどは、マルチパス強度、遅延時間、位相等の各種条件におけるマルチパス誤差の予測に利用できる。また、マルチパスを避ける受信アンテナ配置場所の選定に利用できる。
- ③本研究で使用した DAC などの時間検出技術のデータは、マルチパスが多い場所におけるマルチラテレーションシステムへの測位誤差低減の可能性を示した。

5. 評価結果



事後評価実施課題（その2）

○研究課題名：航空交通管理における新管制運用方式に係る容量値に関する研究

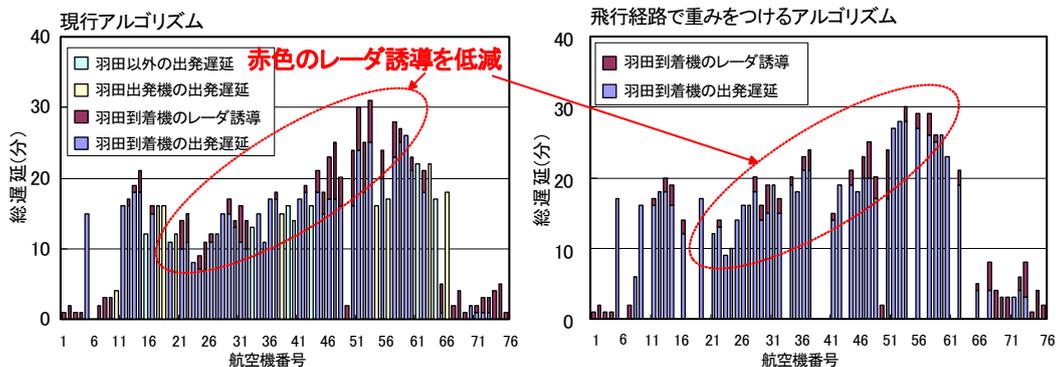
○実施期間：平成16年度～平成19年度 4ヶ年計画

1. 研究の背景、目的

現在、航空交通流管理（ATFM）の航空路セクタの交通量は、レーダ席の管制官の作業量を予測して算出される。作業量の予測には、航空路セクタ毎、飛行種別毎に作業内容を分析し、算出パラメータを設定している。

航空交通量の増加に伴い、混雑セクタでは定常的に遅延が発生しており、今後もさらなる遅延の増加が予想されるため、セクタ再編や運用方式の変更を行いより円滑で遅延の少ない航空交通流制御及び、容量値の管制官の実測データを用いない簡易な算出方法が求められている。

本研究では、交通流管理の容量推定の手法や、容量値の設定を検討し遅延を減少させることを目的とし、今後の航空需要に対応するため管制官の作業量等を詳細に分析し、導入予定のRVSM、航空路再編など新たな運用方式を想定したシミュレーションを行うことにより、その導入効果（取り扱い機数の増大）の定量化を図る。



遅延割り当てに飛行経路による優先順位を付加した場合の総遅延

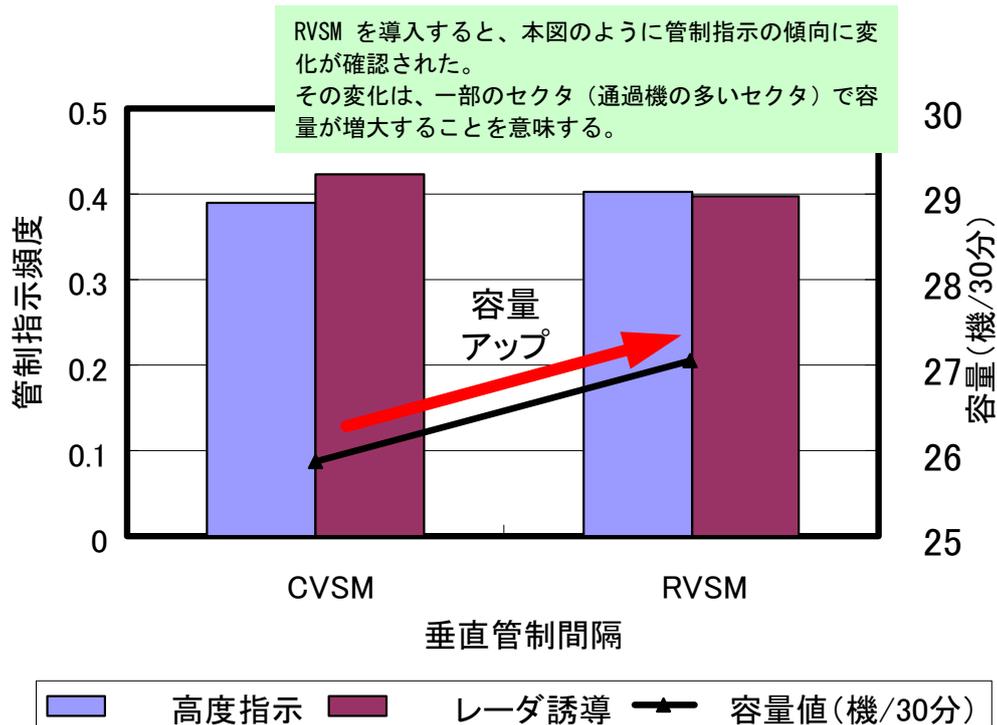
出発遅延は増加するが、レーダ誘導時間を含めると総遅延時間は変わらないため、燃料効率向上などが期待できる。

2. 研究の達成目標

- ①管制官の作業量、航空交通量、航空交通流、空域構成との関係を明らかにし、容量値の設定方法を再検討する。
- ②RVSM、通信方式の変更など新たな運用方式を導入したときの導入効果の定量的推定法の提案が行う。

3. 目標達成度

- ①現行 ATFM 機能を網羅したシミュレータを開発した。さらに容量値の設定方法を再検討し、さらに簡易で詳細な解析を可能とするアルゴリズムを開発した。
- ②RVSM の国内空域導入への影響を明らかにし、通過機が多いセクタ（例：上越セクタ）の容量拡大を示した。また交通量が増加した場合は CVSM のままよりも RVSM となったほうが作業量の増加が抑えられることを示した。
また、R-NAV 経路の増加に対応して、航空路管制セクタを高度で高高度・低高度に分割した場合の分割高度による有効性の違いをファストタイムシミュレーションで示すとともに、近畿西セクタ、北陸セクタではリアルタイムシミュレーションを行い、結果を確認した。

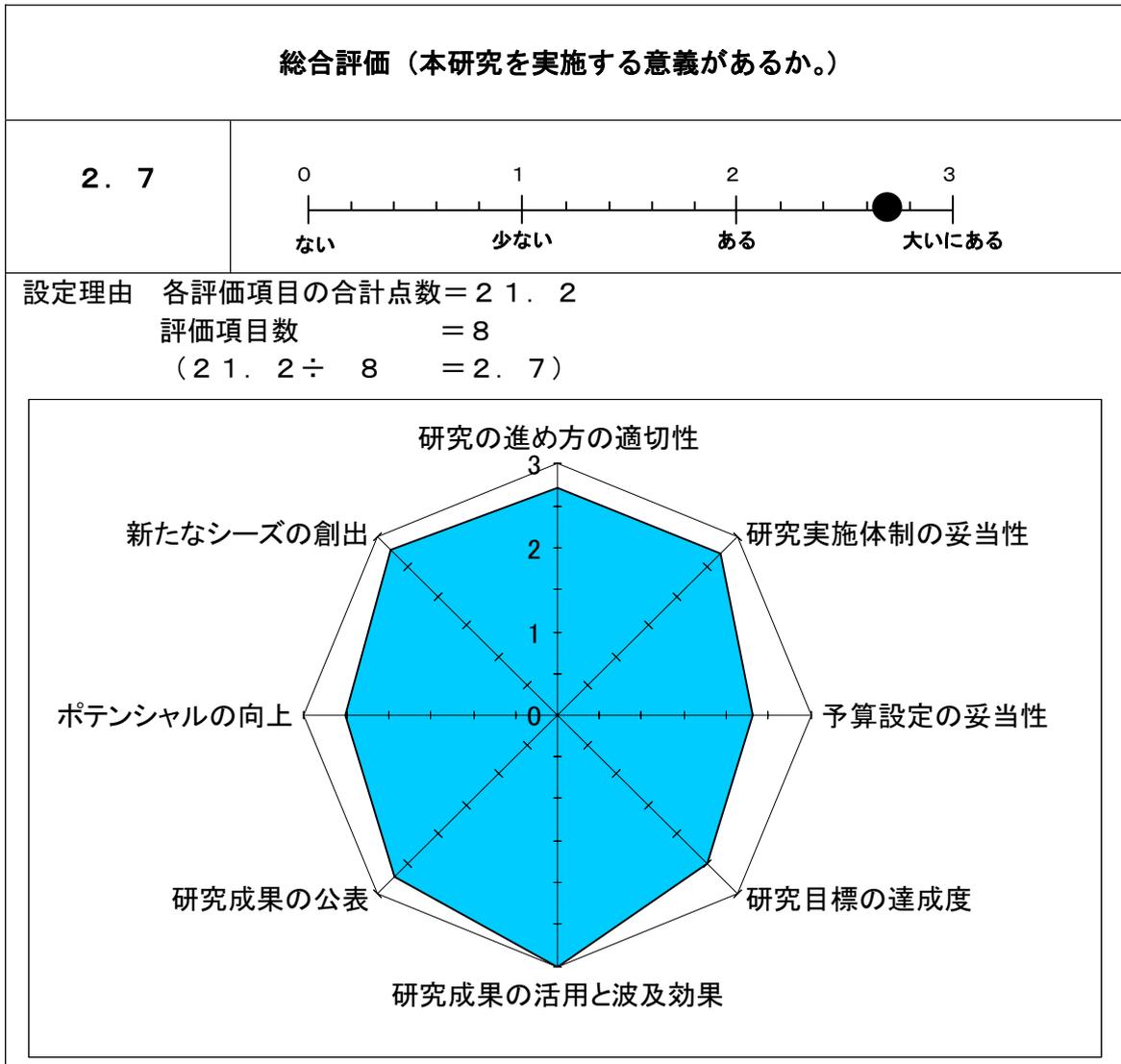


RVSM 導入の効果 (T01 セクタの通過機)

4. 成果の活用方策

- ①空域分割については、導入について当成果に基づき、現在JCABで検討を行っている最中である。
- ②RVSMはH17年9月末から既に国内セクタで導入され、その後の追加調査でも、この研究で示した空域容量の増加（高度指示が増加し、レーダ誘導が減少）が報告されている。また、現在は当時よりも交通量が増加しているが、セクタ構成が変わっていないセクタでは容量算出のためのパラメータは増値していない(容量が拡大している)ことが確認された。

5. 評価結果



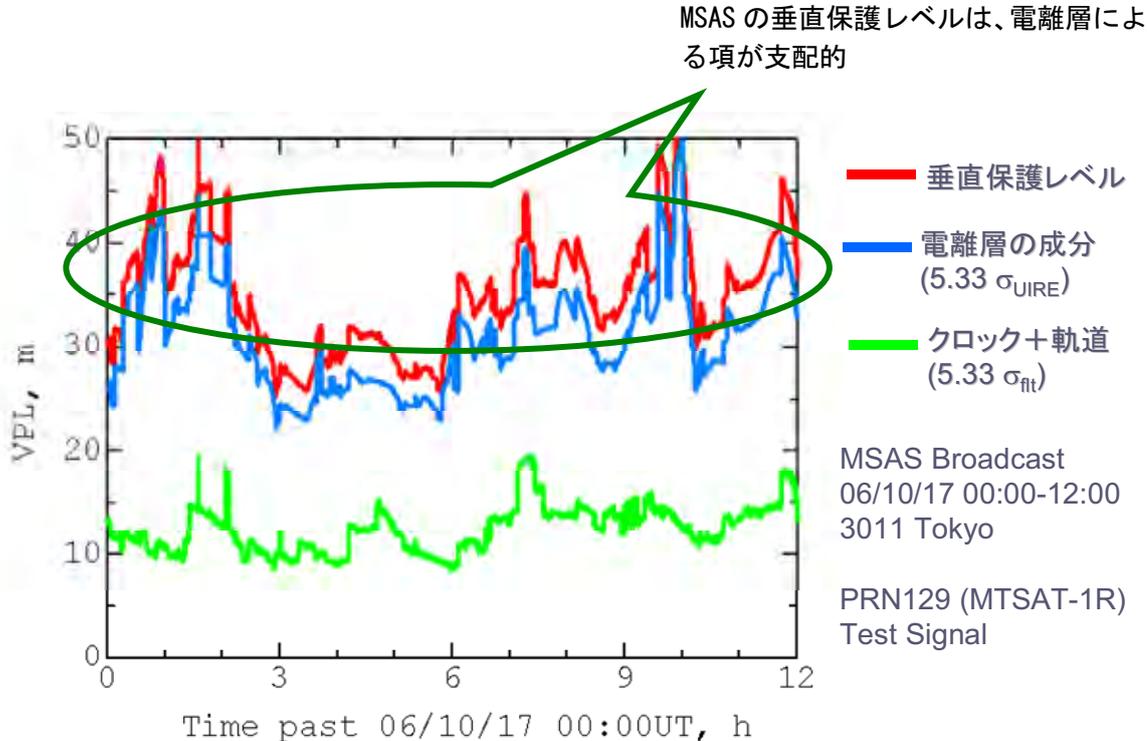
事後評価実施課題（その3）

○研究課題名：静止衛星型衛星航法補強システムの2周波対応に関する研究
 ○実施期間：平成16年度～平成19年度 4ヶ年計画

1. 研究の背景、目的

現在 GPS は、新たな周波数（L5）の追加による性能向上が計画されている。現在の静止衛星型衛星航法補強システム（SBAS）は1周波しか使用しないことから、電離層活動の影響を受け易く、航空機の精密進入に使用するためには信頼度、有効性に限界があるが、SBAS が2周波を利用できるようになれば、精度、有効性が改善され、精密進入を実現できる可能性が大きくなる。SBAS による精密進入が可能になれば、就航率の改善等により航空利用者の利便が大幅に向上し多大な便益をもたらすことから、その実現が強く望まれている。また、ICAO の航法システムパネル（NSP）においても、2周波を利用した SBAS について検討が進められており、その技術基準の策定に我が国も積極的に参画し、国際的な地位を高める必要がある。さらに、電離層活動において日本及び東南アジアは、米国、欧州と状況が異なり、日本独自の立場から2周波を利用した SBAS のインテグリティ、精度、利用性への影響の研究およびバックアップシステムとして、SBAS 1周波システムの電離層性能向上を図り APV-I 適用可能性について研究する必要がある。

本研究では、2周波による CAT-I SBAS の実現と1周波システムの性能向上を目的として、電離層遅延算出アルゴリズムや2周波電離層遅延測定装置の開発、測位精度及びインテグリティを向上する手法の開発、1周波システムの電離層性能向上を図るためには、電離層モデルの比較検討、電離層モデル精度向上により電離層遅延測定信頼範囲の改善を行い、APV-I 等のアベイラビリティ向上方策を検討する。



垂直保護レベルにおける電離層成分とクロック軌道成分

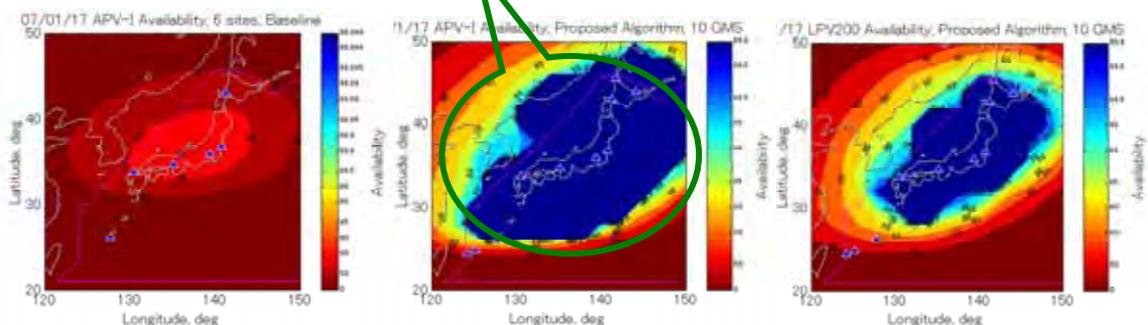
2. 研究の達成目標

- ①CAT-I 精密進入に必要な電離層誤差補正及びインテグリティ情報生成アルゴリズムの開発。電離層遅延測定装置開発による電離層遅延測定精度実証
- ②新たなシステムの構成及び機能要件の作成。性能評価ツール開発による、性能向上に関する定量的な検討。予測されるアベイラビリティ及びインテグリティの達成レベルに関する検討
- ③1周波システムの性能向上方策の策定
- ④技術基準の策定に必要な資料の作成

3. 目標達成度

- ①2周波 SBAS 受信機、2周波 SBAS 性能評価ツール (SVM) を開発し、SBAS による、航空機が 60m まで降下できる CAT-I 進入を実現するためのリアルタイム 2周波電離層補正と SBAS 補正の組み合わせによるインテグリティ情報作成、測定精度実証、アベイラビリティ予測を行った。
CAT-I を SBAS で実現するため、2周波により電離層による影響はほぼ解決できることを明らかにした。しかし、GPS 衛星の軌道及び時刻誤差の影響を受けアベイラビリティは 80-90% に止まる。このため、GPS 衛星の軌道及び時刻誤差を改善する必要があることが明確になった。
- ②最近 ICAO で検討されている、CAT-I と同様 60m まで降下できる LPV200 運航は 2周波化のみで実現可能であることが分かった。
- ③0次フィット電離層アルゴリズムおよび監視局追加によりバックアップシステム (SBAS 1周波システム) で日本全土において APV-I が可能であることを明らかにした。
- ④電離層プラズマバブル、シンチレーションデータの収集解析を実施し、解析結果を ICAO NSP 等へ提出した。

濃い青色ほどアベイラビリティが高く、99.9%以上のアベイラビリティで日本全域をカバーしている。



MSASアベイラビリティ予測

左図: 現状のMSASアルゴリズムAPV-I

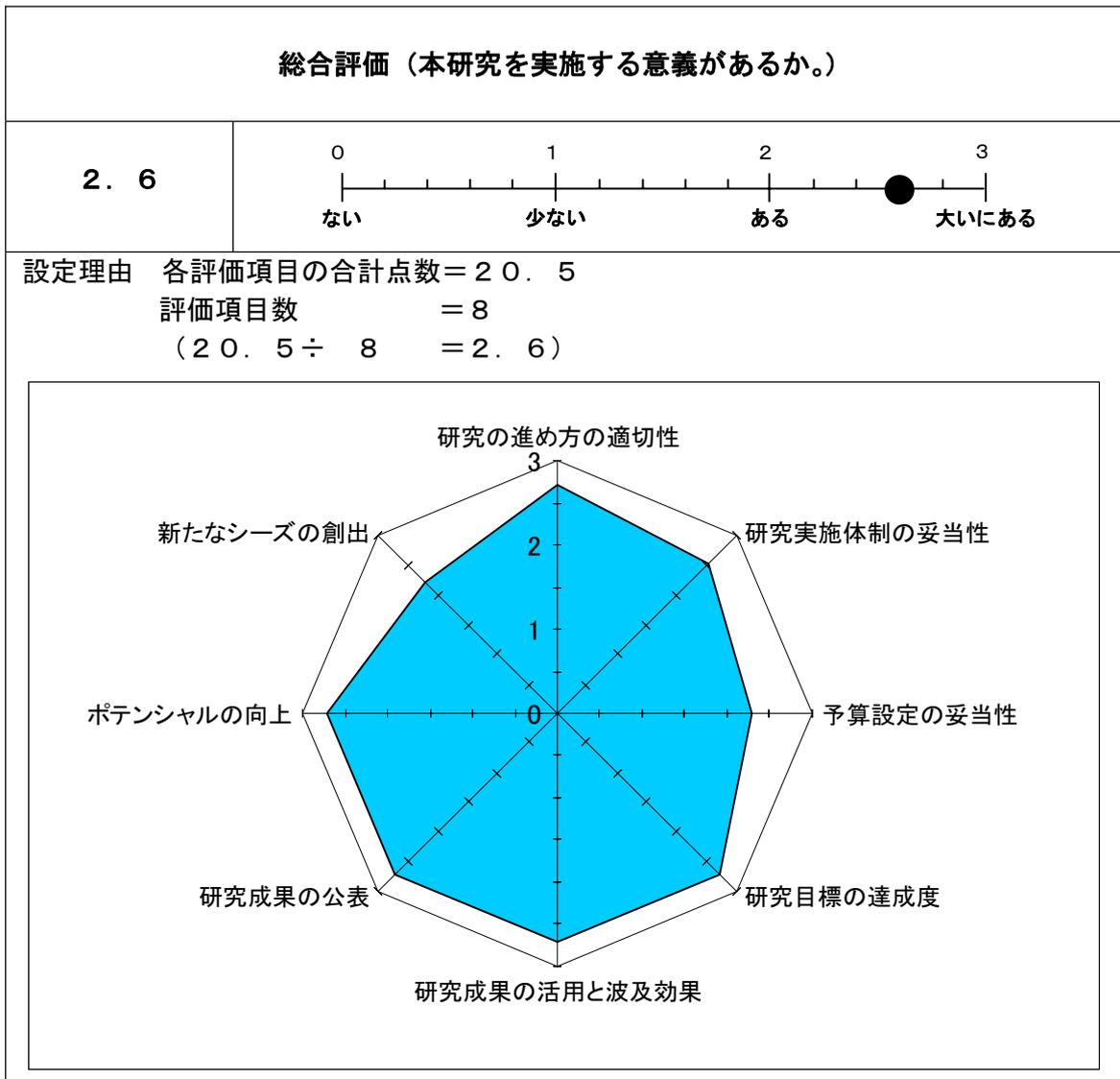
中図: WAAS-FOCアルゴリズム+0次フィッティング+国内10局 APV-I

右図: WAAS-FOCアルゴリズム+0次フィッティング+国内10局 LPV200

4. 成果の活用方策

- ① 1SBAS 精密進入に必要な技術の開発により MSAS による精密進入が実現し、就航率、定時性の向上が図られ、旅客利便が向上
- ② 次期 MTSAT 及び MSAS の性能向上方策、調達仕様への反映
- ③ ICAO による 2 周波 SBAS の SARP_s 検討のための技術資料

5. 評価結果



事後評価実施課題（その 4）

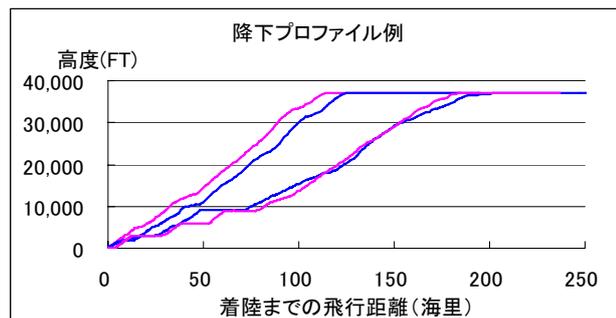
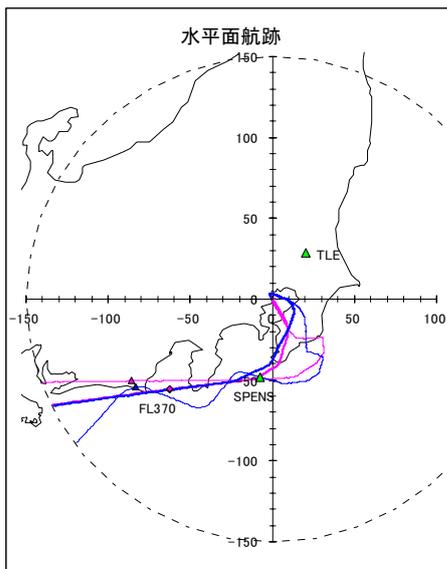
○研究課題名：今後の管制支援機能に関する研究

○実施期間：平成18年度～平成19年度 2ヶ年計画

1. 研究の背景、目的

航空交通需要の増大に的確に対処するために、首都圏では、羽田空港再拡張事業（40.7 万回）が実施され、成田空港の容量拡大のための整備が実施される予定である。また、広域航法（RNAV：Area Navigation）の本格的な導入に向けて運航実施基準、管制方式基準が設定され、RNAV 運航が段階的に導入されることとなる。さらに、航空交通流管理センター（ATFMC：Air Traffic Flow Management Center）が平成17年度から航空交通管理センター（ATMC：Air Traffic Management Center）となり、航空交通管理業務（ATM：Air Traffic Management）を開始する。

このような背景から、本研究では航空交通量増大に対応するため、柔軟な経路設定が可能となる RNAV を有効に活用し、管制官のワークロードを軽減させるための管制支援機能について、技術的研究を実施することを目的とし、RNAV を有効に活用する経路及びセクター構成について検討するとともに、羽田空港再拡張事業及び成田空港の容量拡大を想定したリアルタイムシミュレーションにより管制官の受容性等を評価し、ATFM と RDP（レーダ情報処理システム：Radar Data Processing System）の連携（時間管理の概念導入）による円滑な航空交通流の形成および管制支援機能について検討する。



低高度における迂回及び水平飛行の例
継続的な降下に比べ、燃料消費量が増加する

羽田空港への到着機の航跡例

2. 研究の達成目標

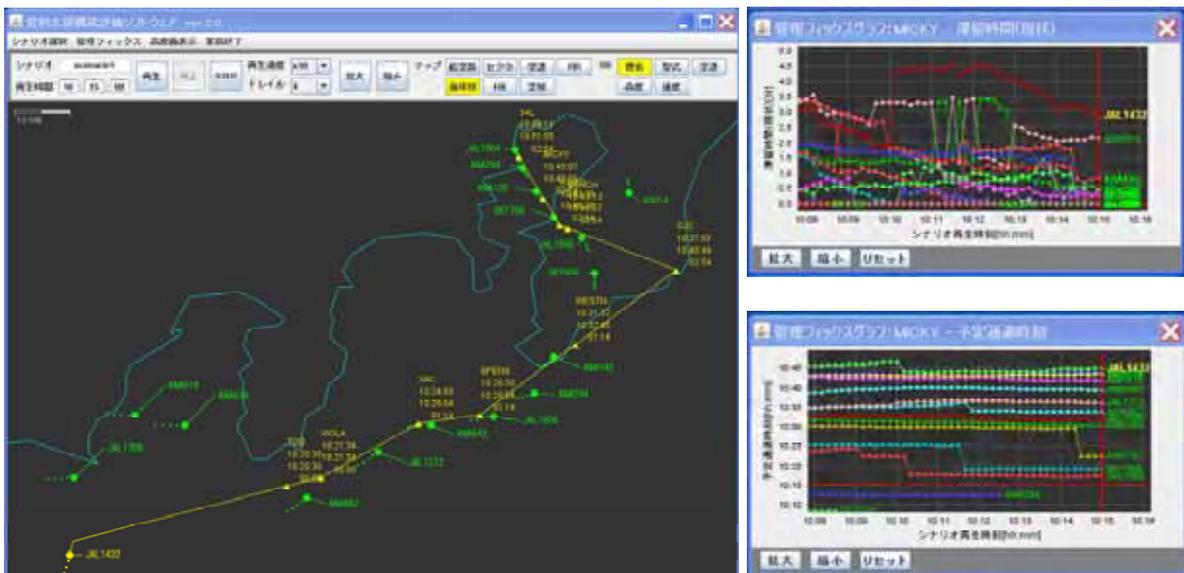
- ① RNAV 運航を活用した管制運用方式について、羽田空港再拡張後の交通量 40.7 万回及び成田空港の交通量 20 万回を想定して研究を行い、経路及びセクター構成についての改善手法に関する技術資料をまとめる
- ② 羽田空港再拡張後の交通量 40.7 万回及び成田空港の交通量 20 万回を想定し、ATFM と RDP（レーダ情報処理システム：Radar Data Processing System）の連携による時間管理概念の導入と到着機に対する管制支援機能を検討し、技術資料をまとめる

3. 目標達成度

- ① 本研究は、航空交通の集中に伴う渋滞の発生要因を解析し、渋滞緩和等に必要な空域構成等の要件（空域設計基本要件）を策定した。
これにより、RNAV 運航を活用した管制運用方式については、同要件を複数空域に

対し設定し、渋滞を予測してこれを適度に分散させ又はその発生空域を適切に制御する等、交通量が増大した環境下において、各空域の様々な運用形態に整合する経路及びセクター構成等に係る新たな改善手法を開発した。

- ②時間管理概念の導入と到着機に対する管制支援機能については、到着機の予想入域時刻等を基に、渋滞の発生空域及び当該渋滞に伴う滞留時間の概念を取り入れ、連続的に自動予測表示する等、渋滞の分散やその発生空域を適切に制御するために必要となる時間管理機能についての要件をまとめ、簡易評価ツールを作成した。

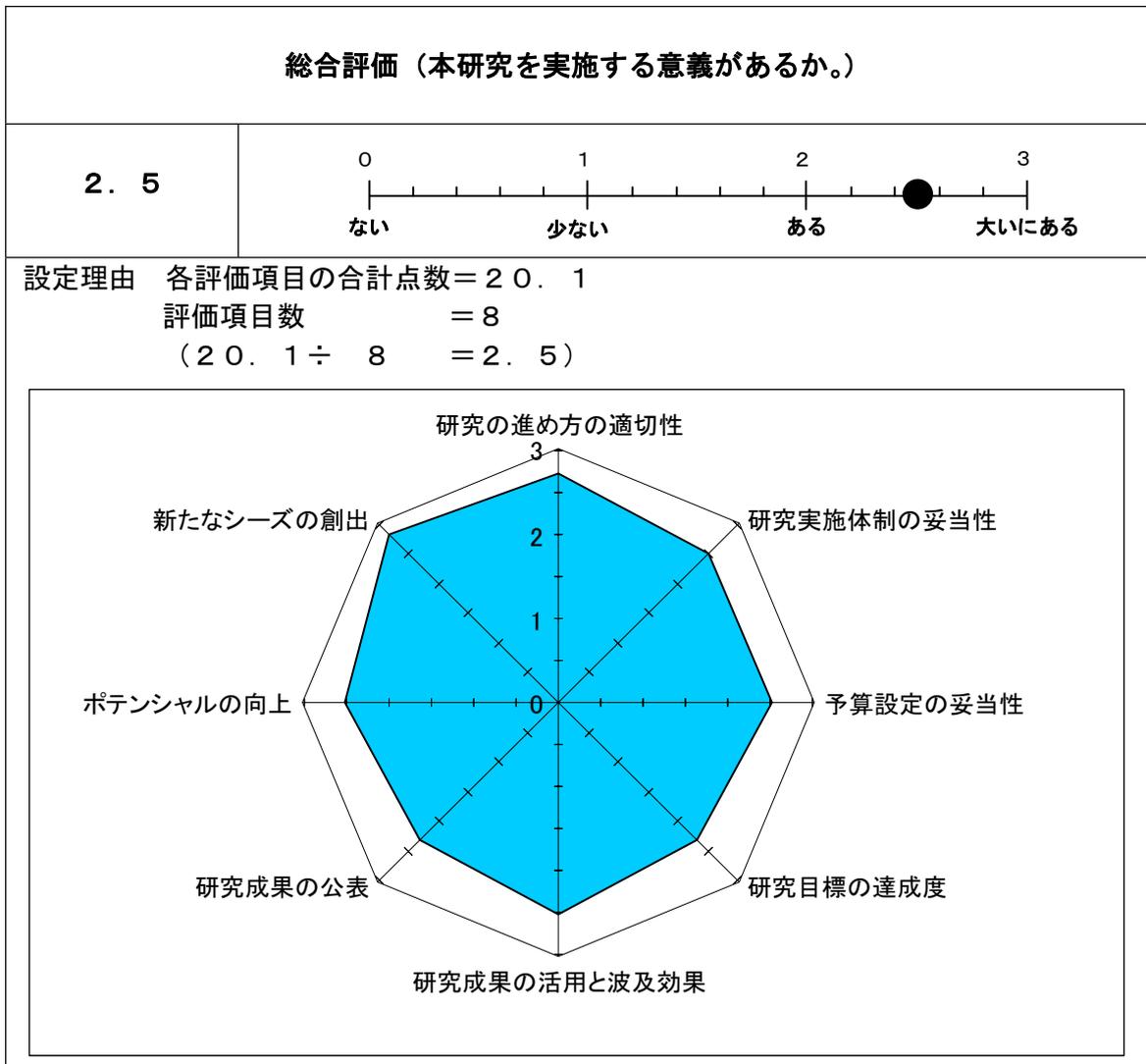


簡易評価ツールの表示例（左：水平面表示、右上：滞留時間、右下：予定通過時刻）

4. 成果の活用方策

航空交通量が増大した環境下においても、円滑な航空交通流を形成するための要件設定を可能とすることから、今後考えられる空域改編や CDA (Continuous Descent Approach) 等、様々な空域運用形態に整合する空域設計に資する

5. 評価結果



(Intentionally blank)

○独立行政法人電子航法研究所業務方法書

目次

- 第 1 章 総則（第 1 条—第 2 条）
- 第 2 章 研究所の業務（第 3 条—第 6 条）
- 第 3 章 雑則（第 7 条—第 9 条）
- 附則

第 1 章 総則

（目的）

第 1 条 この業務方法書は、独立行政法人通則法（平成 11 年法律第 103 号。以下「通則法」という。）第 28 条第 1 項の規定に基づき、独立行政法人電子航法研究所（以下「研究所」という。）の業務の方法について、基本的事項を定め、もってその業務の適正な運営に資することを目的とする。

（業務運営の基本方針）

第 2 条 研究所は、独立行政法人電子航法研究所法（平成 11 年法律第 210 号。以下「研究所法」という。）第 3 条の目的を達成するため、関係機関と緊密な連携を図り、もってその業務の能率的かつ効果的な運営を期するものとする。

第 2 章 研究所の業務

（試験、調査、研究及び開発の実施）

第 3 条 研究所は、研究所法第 11 条第 1 号に規定される業務を、国土交通大臣の認可を受けた中期計画に従い、運営費交付金を用いて実施する他、国、地方自治体、企業等から委託を受けて実施するものとする。

- 2 研究所は、研究所以外の者と共同して行うことが、研究所単独で行う場合と比較して、効率的であり、かつ優れた成果が得られることについて十分な見通しがある場合に共同で研究を行うものとする。

（成果の普及）

第 4 条 研究所は、研究所法第 11 条第 2 号の規定に基づき、次の各号に掲げる方法により、第 3 条に規定する試験、調査、研究及び開発の成果（この条において「研究成果」という。）の普及を行うものとする。

- （1）研究成果を国土交通行政に反映させること
- （2）研究成果として取得した特許権、実用新案権その他これに類する権利（第 6 条において「産業財産権等」という。）を実施させること
- （3）研究成果に関する報告書を作成し、頒布すること

- (4) 研究成果に関する発表会を開催すること
- (5) その他事例に応じて最も適当と認められる方法

(情報の収集、整理及び提供)

第5条 研究所は、研究所法第11条第3号の規定に基づき、次の各号に掲げる方法により、電子航法に関する情報の収集、整理及び提供を行うものとする。

- (1) 電子航法に関連する書籍、報告書、データ等を収集すること
- (2) 書籍等を整列、管理すること
- (2) データベースを作成し、管理すること
- (4) 図書等を公開すること

(附帯業務)

第6条 研究所法第11条第4号により行う業務は、次の各号に掲げるものとする。

- (1) 産業財産権等の取得に関すること
- (2) その他研究所の業務の運営、管理に関すること

第3章 雑則

(業務の委託に関する基準)

第7条 研究所は、業務上必要な試験、調査、研究及び開発、工事の施行、施設の維持及び補修その他自ら行うことが困難な業務または、研究所業務の遂行上他のものに行わせることが適当な業務については、これらの業務を行うに適当な能力を有する者に委託することができるものとする。

- 2 研究所は、前項の業務を委託しようとするときは、受託者との間に委託契約を締結するものとする。
- 3 研究所は、前項の業務の委託をした場合には、その業務に要する費用を負担するものとする。

(競争入札その他の契約に関する事項)

第8条 契約は、すべて競争に付すものとする。ただし、次の各号の一に該当するときは、随意契約によることができるものとする。

- (1) 契約の性質又は目的が競争を許さないとき
- (2) 緊急の必要により競争に付することができないとき
- (3) 競争に付することが不利と認められるとき
- (4) 契約に係る予定価格が少額であるとき
- (5) その他業務の運営上特に必要があるとき

(その他業務の執行に関して必要な事項)

第9条 研究所は、この業務方法書に定めるもののほか、その業務の執行に関し必要な事項について細則を定めることができるものとする。

附則 この業務方法書は、平成13年4月1日から施行する。

附則 この業務方法書は、平成18年4月1日から施行する。

電子航法研究所 第2期中期目標・中期計画・平成20年度計画対比表

中期目標	中期計画	平成20年度計画
<p>独立行政法人電子航法研究所 第2期中期目標</p> <p>独立行政法人電子航法研究所(以下「研究所」という。)は、電子航法に関する試験、調査、研究及び開発を行うことにより、交通の安全の確保とその円滑化を図ることを目的とした、わが国唯一の試験研究機関である。その運営に当たっては、自律性、自発性及び透明性を備え、業務をより効率的・効果的に行うという独立行政法人制度の趣旨を十分に踏まえ、社会ニーズ等の状況変化に適切に対応しつつ、本中期目標に従って、質の高いサービスを提供すること。このため、研究開発及び成果の普及・活用促進等、研究所が実施するあらゆる活動を通じて、わが国の交通の安全と円滑化に貢献するとともに、航空行政等の国土交通政策について、その技術課題の解決を図るといふ研究所の任務を的確に遂行するものとする。</p> <p>また、研究所は、本中期目標期間より非公務員型の独立行政法人へ移行することから、国に加え大学、民間等と人事交流などの連携を促進すること等により、そのメリットを最大限活用するものとする。</p>	<p>独立行政法人電子航法研究所 第2期中期計画</p> <p>独立行政法人電子航法研究所(以下「研究所」という。)は、電子航法に関する試験、調査、研究及び開発を行うことにより、交通の安全の確保とその円滑化を図ることを目的とし、航空交通管理システムに関する研究等を通じて、航空行政等を技術的側面から支援する中核的研究機関として社会に貢献していく。この実現に向けて、専門性の集約・継承と深化を図り、効率的な業務運営を行うことを基本とし、社会ニーズ、特に増大する航空交通量に対応するため、高度な航空交通管理手法の開発・評価に関する研究を戦略的・重点的に実施する。</p> <p>また、非公務員型の独立行政法人として、柔軟で弾力的な人事制度を構築することにより、産業界及び学界との人材交流による連携を促進し、人材の育成及び研究ポテンシャル(能力)の向上を図る。</p> <p>以上を踏まえ、独立行政法人通則法第30条第1項の規定に基づき、研究所の平成18年度から始まる期間における中期目標を達成するための計画を次のように策定する。</p>	<p>独立行政法人電子航法研究所 平成20年度計画</p> <p>独立行政法人電子航法研究所(以下「研究所」という。)の中期計画を実行するため独立行政法人通則法(平成11年法律第103号)第31条に基づき、研究所に係る平成20年度の年度計画を以下のとおり策定する。</p>
<p>第1 中期目標の期間 平成18年4月1日から平成23年3月31日までの5年間とする。</p> <p>第2 業務運営の効率化に関する事項</p> <p>1. 組織運営 (1) 組織運営の合理化・適正化の推進</p>	<p>1. 業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置 (1) 組織運営 研究開発機能の専門性と柔軟性の向上を図</p>	<p>1. 業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置 (1) 組織運営 航空交通管理領域、通信・航法・監視領域及び機上等技术領域の3領域</p>

<p>中期計画において、組織運営に関する計画と目標を具体的に定めることにより、組織運営の合理化・適正化を推進するとともに、その実施状況と目標達成状況について、定期的な自己点検・評価を実施すること。また、年度計画については、中期計画を基本として、自己点検・評価結果及び独立行政法人評価委員会の年度評価結果を踏まえた改善策を盛り込むこと等により、組織運営を効果的・効率的かつ機動的に行うこと。</p> <p>(2)業務執行体制の見直し等 高度化、多様化する社会ニーズに迅速かつ的確に対応でき、理事長のリーダーシップと研究企画・総合調整機能を最大限発揮できるように業務執行体制を見直し、責任の範囲と所在を明確にした組織運営を行うこと。また、専門分野を集約した組織構成とすることにより、研究開発機能の専門性と柔軟性の向上を図ること。</p> <p>特に重要なプロジェクトの推進については、プロジェクトチームにより自立的・弾力的な組織編成を行うこと。</p>	<p>り、かつ航空交通管理システムに係る中核的研究機関としての機能を果たすために、研究領域を大括り再編し専門分野を集約する。具体的には、航空交通管理領域、通信・航法・監視領域及び機上等技術領域の3領域の組織構成とする。</p> <p>また、社会ニーズの高度化・多様化に迅速かつ的確に対応でき、理事長の運営方針・戦略の発信等を通じたリーダーシップと研究企画・総合調整機能を最大限発揮できるように業務執行体制を見直し、責任の範囲と所在を明確にした組織運営を行う。具体的には、航空行政と連携しつつ航空交通管理システムの全体構想における各研究課題の位置付けの明確化を図るなど、企画・調整機能を重点化する。</p> <p>特に重要なプロジェクトの推進については、プロジェクトチームにより自立的・弾力的な組織編成を行う。</p> <p>本中期目標期間においては、組織運営に関する計画の実施状況と目標達成状況について、年度計画線表やアクションアイテムリスト等を活用して定期的な自己点検・評価を実施し、研究の進展及び社会情勢の変化に柔軟に対応する等効果的・効率的な組織運営を行う。また、運営全般にわたる意思決定機構の整備、外部有識者により構成される評議員会の活用等を行い、運営機能の強化を図る。</p>	<p>域の組織構成を継続し、研究内容に応じた組織横断的な対応を可能とする。平成19年度に作成した電子航法研究所長期ビジョンをベースとした研究をスタートさせる。また、企画部門に研究員を配置し、研究企画・総合調整機能を発揮できる体制を継続する。</p> <p>平成20年度は、以下を実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 引き続き国内外の研究動向の調査を行い、電子航法研究所長期ビジョンの精緻化を進める。 組織運営に関する計画の実施状況と目標達成状況について、引き続き年度計画線表やアクションアイテムリストを活用して定期的かつ効率的な自己点検・評価を実施する。 平成19年度に決定された独立行政法人整理合理化方針に従い、将来の組織運営について行政とともに検討する。 運営全般にわたる意思決定機構の充実を図る。 効率的な業務運営を図るため、研究企画統括を中心とした研究調整機能の強化を図る。
<p>2. 人材活用 (1)職員の業績評価 職員の自発的な能力向上を促し、これを最大限発揮させるため、職員の業績評価を職務、職責、社会ニーズへの貢献度等を勘案して、厳正かつ公正に行うこと。また、職員の</p>	<p>(2)人材活用 (2)人材活用 ①職員の業績評価 職員の業績評価においては、職務、職責、社会ニーズへの貢献度等を的確に反映させる。また、評価の実施状況を見ながら、必要に応じ制度の精査と改善を行う。</p>	<p>(2)人材活用 ①職員の業績評価 職員の業績評価においては、職責、社会ニーズへの貢献度等を処遇に適切に反映させることにより、職員の活性化と職務効率の向上を図る。また、常に適正な評価となるよう見直しを継続し、職員のモチベーションを高める。</p>

<p>自主性、自立性及び創造性を尊重し、公平性を維持する観点から、業績評価結果に基づいて適切な処遇を行うこと。</p>	<p>業績評価結果を処遇に適切に反映させることにより、職員の活性化と職務効率の向上を図る。</p>	<p>②職員の任用 研究所の中期目標期間の採用計画に基づき、新規職員を採用し、組織横断的な研究実施体制とすることにより研究員の活性化を図る。また、平成21年4月に新規採用する職員を募集、選考し、新規に開始する研究開発課題に応じて適切な研究員の配置計画を立てる。</p>
<p>(2)職員の任用 職員の採用と配置は、研究開発業務が高度な専門性を維持して効果的・効率的に実施されるとともに、研究所のポテンシャル向上が図られるよう、戦略的に実施すること。 特に若手研究者の任用については、多様な人材を確保し、資質・能力に応じた配置とすること。</p>	<p>②職員の任用 効果的、効率的な研究体制を確立するため、研究員個人に蓄積された能力、経験及び研究所の今後の研究開発課題等を勘案して適正な人員配置を行う。女性研究者の任用については、その拡大を目指す。若手研究者の任用については、公募等の実施により多様な人材を確保するとともに、研究課題の選定に当たっては資質・能力に応じた配置を行うことにより研究組織の活性化を図る。</p>	<p>②職員の任用 研究所の中期目標期間の採用計画に基づき、新規職員を採用し、組織横断的な研究実施体制とすることにより研究員の活性化を図る。また、平成21年4月に新規採用する職員を募集、選考し、新規に開始する研究開発課題に応じて適切な研究員の配置計画を立てる。</p>
<p>(3)外部人材の活用 研究所のポテンシャル及び研究開発機能の向上を図るとともに、社会ニーズに迅速かつ的確に対応するため、外部人材を研究者として積極的に活用すること。具体的には、任期付任用を最大限活用することとし、他の研究機関・民間企業等との人材交流を中期目標期間中に28名以上実施すること。</p>	<p>③外部人材の活用 研究所のポテンシャル及び研究開発機能の向上を図るとともに、社会ニーズに迅速かつ的確に対応するため、国内外の研究機関・民間企業等から任期付研究者、非常勤研究者、客員研究者等を積極的に受け入れる。具体的には、中期目標期間中に28名以上実施する。</p>	<p>③外部人材の活用 研究所のポテンシャル及び研究開発機能の向上を図るとともに、社会ニーズに迅速かつ的確に対応するため、引き続き国内外の研究機関・民間企業等から任期付研究者、非常勤研究者、客員研究者等を積極的に受け入れる。具体的には、海外からの人材を含め、外部人材を6名以上活用する。</p>
<p>(4)人材の育成 今後、退職者の増加に伴い、研究所のポテンシャルが低下することを防ぐため、人材育成に関する長期計画を作成し、着実に実行すること。また、社会ニーズに的確に対応できる幅広い視野を持つ研究者を育成すること。</p>	<p>④人材の育成 今後、熟年研究者の退職に伴い、研究所のポテンシャルが低下することを防ぐため、人材育成に関する長期計画を作成し、着実に実行する。また、研究部門以外のポストの経験や留学等により、社会ニーズに的確に対応できる幅広い視野を持つ研究者を育成する。具体的には、中期目標期間中に研究部門以外のポストへの配置や留学等を6名程度実施する。</p>	<p>④人材の育成 キャリアパスに関する指針に基づき、ポテンシャルの向上と幅広い視野を養うための研修を実施する。また、航空行政に係る社会ニーズを積極的に把握し、これに対応する研究を企画できる人材を育成するため、企画部門に研究員1名を通年配置する。国際感覚を養い、国際的なリーダーシップを執ることができると研究者を育成するため、海外派遣を1名以上実施する。</p>
<p>3. 業務運営 (1)経費の縮減</p>	<p>(3)業務運営</p>	<p>(3)業務運営 内部統制委員会を立ち上げ、内部監査等の在り方を検討するとともに、情報セキュリティ研修や著作権講習会等を開催し、法令の遵守及び社会</p>

<p>①一般管理費(人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。)については、中期目標期間中に見込まれる当該経費総額(初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。)を6%程度抑制すること。</p> <p>②業務経費(人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。)については、中期目標期間中に見込まれる当該経費総額(初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。)を2%程度抑制すること。</p> <p>③人件費^{※注}については、「行政改革の重要方針」(平成17年12月24日閣議決定)を踏まえ、前中期目標期間の最終年度予算を基準として、本中期目標期間の最終年度までに国家公務員に準じた人件費削減の取組を行うこと。また、国家公務員の給与構造改革を踏まえた役職員の給与体系の見直しを進めること。</p> <p>※注)対象となる「人件費」の範囲は、常勤役員及び常勤職員に支給する報酬(給与)、賞与、その他の手当の合計額とし、退職手当、福利厚生費(法定福利費及び法定外福利費)、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分は除く。</p>	<p>①一般管理費(人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。)については、業務の効率化など、経費の縮減に努め、中期目標期間中に見込まれる当該経費総額(初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。)を6%程度抑制する。</p> <p>②業務経費(人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。)については、研究施設等の効率的な運用を更に進めることにより中期目標期間中に見込まれる当該経費総額(初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。)を2%程度抑制すること。</p> <p>③人件費^{※注}については、「行政改革の重要方針」(平成17年12月24日閣議決定)を踏まえ、前中期目標期間の最終年度予算を基準として、本中期目標期間の最終年度までに5%以上削減する。また、国家公務員の給与構造改革を踏まえた役職員の給与体系の見直しを進める。</p> <p>※注)対象となる「人件費」の範囲は、常勤役員及び常勤職員に支給する報酬(給与)、賞与、その他の手当の合計額とし、退職手当、福利厚生費(法定福利費及び法定外福利費)、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分は除く。</p>	<p>的規範・モラル遵守の徹底を図る。グループウェアソフトの活用をより推進し、事務管理業務の電子化を更に進める。また、物品等の調達に関しては、原則、一般競争入札とし契約に係る情報は全面的に公開する。平成20年度は、以下のとおり経費を抑制する。</p> <p>①中期目標期間中に見込まれる一般管理費総額(人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。)を6%程度抑制する目標に対し、平成20年度において平成19年度予算比で3%程度抑制する。</p> <p>②中期目標期間中に見込まれる業務経費総額(人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。)を2%程度抑制する目標に対し、平成20年度において平成19年度予算比で1%程度抑制する。</p> <p>③中期目標期間の最終年度までに、人件費^{※注}を平成17年度予算比で5%以上削減する目標に対し、中期計画に掲げた人事に関する計画のとおりに平成20年度において平成19年度予算比で1.1%程度削減する。年功的な給与上昇を極力抑制するとともに職員の業績に応じた昇給を行う。</p> <p>※注)対象となる「人件費」の範囲は、常勤役員及び常勤職員に支給する報酬(給与)、賞与、その他の手当の合計額とし、退職手当、福利厚生費(法定福利費及び法定外福利費)、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分は除く。</p>
<p>(2) 予算及び人的資源の適正な管理</p>	<p>④ 予算及び人的資源の適正な管理について</p>	<p>④ 予算及び人的資源の適正な管理については、各研究開発課題に対</p>

<p>各研究開発課題に対する予算配分及び執行状況を適時把握することにより、予算管理の適正化と業務運営の効率化を図ること。また、エフオート(研究専従率)の把握により、人的資源の有効活用を図るとともに職員のコスト意識の徹底を行うこと。</p>	<p>は、各研究開発課題に対する予算配分及び執行状況を予算管理システム等により適時把握し、予算管理の適正化と業務運営の効率化を図る。また、エフオート(研究専従率)を正確に把握し、人的資源の有効活用と職員のコスト意識の向上を図るとともに、研究に専念できるようなエフオートの質の向上を図る。</p>	<p>する予算配分及び執行状況を予算管理システム等により適時把握し、予算管理の適正化と業務運営の効率化を図る。具体的には平成20年度は以下を実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コスト意識を徹底して効率的な研究の実施を図る。 ・エフオート(研究専従率)を活用し適切に研究員を配置することにより人的資源を有効活用するとともに研究員のコスト意識の向上を図る。
<p>第3 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項</p> <p>1. 社会ニーズに対応するための研究開発の戦略的・重点的な実施、研究実施過程における措置</p> <p>研究所が実施する研究開発の基本的な考え方は次のとおりとする。</p>	<p>2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するため取るべき措置</p>	<p>2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するため取るべき措置</p>
<p>(1) 社会ニーズに対応した研究開発の重点化</p> <p>増大する航空交通量への対応等、社会ニーズに対応するための研究開発を重点的に実施すること。具体的には、航空交通の安全性向上と、空港及び航空路における交通容量拡大を図るため、より高度な航空交通管理手法の開発及び評価に係る研究開発を重点的に実施すること。また、より高度な航空交通管理の実現に寄与し、より安全かつ効率的な航空機運航の実現に資するため、衛星・データ通信等の新技術を取り入れた通信・航法・監視システムの整備、運用及び利用に係る研究開発を行うこと。これらの研究開発成果は、RNAV(広域航法)の導入、航空路・空域再編等による航空路・空域容量の拡大、大都市圏拠点空港及びその周辺の空域容量の拡大、異常接近予防やヒューマンエラー予防等の予防安全技術と衛星・データ通信等の新技術の導入による安全かつ効率的な航</p>	<p>(1) 社会ニーズに対応した研究開発の重点化</p> <p>研究所の目的を踏まえ、より質の高い研究成果を提供することにより、安全・安心・便利に航空交通を求め社会ニーズに適切に対応するため、以下に掲げる3つの重点研究開発分野を設定し、戦略的かつ重点的に実施する。</p>	<p>(1) 社会ニーズに対応した研究開発の重点化</p> <p>安全・安心・便利に航空交通を求め社会ニーズに適切に対応するため、中期計画において設定した以下に掲げる3つの重点研究開発分野に関する研究開発を戦略的かつ重点的に実施する。</p>
<p>① 空域の有効利用及び航空路の容量拡大に関する研究開発</p> <p>増大する航空交通量に対応するため、空域の有効利用及び航空路の容量拡大を図ることが必要となっている。RNAV(広域航法)、スカイハイウェイ計画等、新たな管制方式・運航方式は、空域の有効利用および航空路の容量拡大をもたらすものであり、また経路の短縮や運航効率の向上により燃料の節減にも資するものである。本研究開発においては、新しい方式の導入による、航空交通容量への影響および効果を推定し、容量値算定のための技術資料を作成するとともに安全性評価を実施し、最低経路間隔等の基準作成に貢献する。その他、増大する航空交通量を安全管理するためSSRモードSシステムの高度化技術の研究開発等を実施する。</p> <p>具体的には、平成20年度に以下の研究を実施する。</p>	<p>① 空域の有効利用及び航空路の容量拡大に関する研究開発</p> <p>増大する航空交通量に対応するため、空域の有効利用及び航空路の容量拡大を図ることが必要となっている。RNAV(広域航法)、スカイハイウェイ計画等、新たな管制方式・運航方式は、空域の有効利用および航空路の容量拡大をもたらすものであり、また経路の短縮や運航効率の向上により燃料の節減にも資するものである。本研究開発においては、新しい方式の導入による、航空交通容量への影響および効果を推定し、容量値算定のための技術資料を作成するとともに安全性評価を実施し、最低経路間隔等の基準作成に貢献する。その他、増大する航空交通量を安全管理するためSSRモードSシステムの高度化技術の研究開発等を実施する。</p>	<p>① 空域の有効利用及び航空路の容量拡大に関する研究開発</p> <p>増大する航空交通量に対応するため、空域の有効利用及び航空路の容量拡大を図ることが必要となっている。RNAV(広域航法)、スカイハイウェイ計画等、新たな管制方式・運航方式は、空域の有効利用および航空路の容量拡大をもたらすものであり、また経路の短縮や運航効率の向上により燃料の節減にも資するものである。本研究開発においては、新しい方式の導入による、航空交通容量への影響および効果を推定し、容量値算定のための技術資料を作成するとともに安全性評価を実施し、最低経路間隔等の基準作成に貢献する。その他、増大する航空交通量を安全管理するためSSRモードSシステムの高度化技術の研究開発等を実施する。</p> <p>具体的には、平成20年度に以下の研究を実施する。</p>

<p>空交通をそれぞれ達成するため、国土交通省航空局が実施する航空管制業務や航空保安システムの整備等において、技術的に実用・活用可能であるものを目指すこと。</p>	<p>システムの高度化技術の開発、並びに RNAV 等を支える衛星航法の実現に向けた研究開発等を実施する。</p>	<p>ア. RNAV 経路導入のための空域安全性評価の研究 (平成 18 年度～20 年度) (年度目標) 本研究は、航空機が飛行可能な空域の有効利用と定められた航空路の容量を拡大するため、RNAV (空域をより有効に利用できる広域航法) の導入を進めるためのものである。平成 20 年度は、空港周辺の離着陸空域でレーダー監視を受けていない RNAV 経路及び巡航高度の航空路でレーダー監視を受けている RNAV 経路 (航法精度 2NM) について、日本の航空交通の状況を考慮した当該 RNAV 経路の安全性評価手法を開発する。また、開発された手法を用いて安全性を評価し、RNAV 経路設定基準の策定根拠となる資料等を作成する。</p> <p>イ. SSR モード S の高度運用技術の研究 (平成 18 年度～22 年度) (年度目標) 本研究は、飛行中の航空機を監視する二次監視レーダー (SSR) モード S に新たに必要とされる監視機能の技術検証を行うものである。平成 20 年度は、研究所内に設置した SSR モード S 地上局を用いて、航行中の航空機の動態情報 (航空機に搭載している飛行管理システムのデータ) を取得する実験を行い、地上局の通信機能を検証する。また、クラスタ機能 (複数の地上局をネットワークで連携させる機能) について検討し、本機能を有する SSR モード S 装置を開発する。</p> <p>ウ. ATM パフォーマンスの研究 (平成 19 年度～22 年度) (年度目標) 本研究は、我が国の航空交通管理の能力 (パフォーマンス) を評価する技術を開発するものである。平成 20 年度は、平成 19 年度に選定したパフォーマンス指標から、その能力を評価するための指標値を算出する手法を検討する。また、平成 19 年度に基本機能を構築したパフォーマンス評価システムの機能向上を行う。</p> <p>エ. 洋上経路システムの高度化の研究</p>
--	---	---

<p>(平成 20 年度～23 年度) (年度目標)</p> <p>本研究は、日本が管理する太平洋上の空域において、安全かつ最も経済的な飛行経路の実現を図るため、飛行経路の管制シミュレーションによる検証を行うものである。平成 20 年度は、南太平洋上の飛行経路について、その最適経路を選定し導入効果を検証する。</p>		
<p>②混雑空港の容量拡大に関する研究開発</p> <p>増大する航空交通量に対応するため、混雑空港の処理容量及びその周辺空域の容量拡大が必要である。本研究開発においては、空港周辺の飛行経路および管制官が管轄するセクター(管制官が管轄する空域の単位)構成の改善要件を明らかにする技術を開発し、混雑空港周辺の空域再編および新たな管制方式の導入等に貢献する。また、航空機等をより安全で円滑に地上走行させるため、多様な監視センサーデータの統合化技術を開発する。その他、衛星航法を用いて空港への精密進入を支援する技術を開発し、実運用機材の調達や運用に貢献する。</p> <p>具体的には、平成 20 年度に以下の研究を実施する。</p>	<p>②混雑空港の容量拡大に関する研究開発</p> <p>増大する航空交通量に対応するため、混雑空港の処理容量及びその周辺空域の容量拡大を図ることから、空港周辺の飛行経路及び管制官が管轄するセクター構成の改善技術を開発し、混雑空港周辺の空域再編及び新たな管制方式の導入等に貢献する。また、航空機等のより安全で円滑な地上走行に対応するため、多様な監視センサーデータの統合化技術を開発する。その他、衛星航法を用いて空港への精密進入を支援する技術を開発し、実運用機材の調達や運用において活用できるようにする。</p>	<p>ア. A-SMGC システムの研究 (平成 16 年度～20 年度) (年度目標)</p> <p>本研究は、空港において航空機等をより安全で円滑に地上走行させるための A-SMGC (先進型地上走行誘導管制) システムを開発するものである。平成 20 年度は、システムの経路設定機能となる推奨経路生成処理アルゴリズムについて、実際の運航状況との比較によりその妥当性を検証する。また、A-SMGC 実験システムの総合性能試験と管制官等使用者によるシステム評価を実施する。</p>
<p>イ. 高カテゴリー GBAS のアベイラビリティ向上と GNSS 新信号対応に関する研究 (平成 17 年度～20 年度) (年度目標)</p> <p>本研究は、衛星を用いた高カテゴリー精密進入システムに求められる誘導精度・完全性等の性能を補強する GBAS (地上型衛星航法補強システム) の技術開発において、サービスが利用可能な時間の割合 (アベイラビ</p>		

<p>リテイ)を高いレベルで達成するため、SBAS(静止衛星型衛星航法補強システム)信号やGPSに新たに導入されるL5周波数等のGNSS(世界的航法衛星システム)新信号を利用する効果を評価するものである。平成20年度は、GPS L5周波数の信号に対する測距誤差の評価を行うとともに、平成19年度に製作したシミュレーションソフトウェアにより、新信号をGBASに使用した場合に得られるアベイラビリティの改善効果を評価する。</p>		
<p>ウ. ターミナル空域の評価手法に関する研究 (平成20年度～23年度) (年度目標)</p> <p>本研究は、今後見込まれる大幅な航空交通量増加に備え、輻輳するターミナル空域(空港周辺の離発着空域)を最適化するため、総合的な評価手法を策定し、ターミナル空域設計用評価ツールを開発するものである。平成20年度は、運航効率、空域容量、管制効率に係る評価項目を抽出し、ターミナル空域設計用評価ツールとして入力モジュールの製作を行う。</p>		
<p>エ. GNSS精密進入における安全性の解析及び管理技術の開発 (平成20年度～23年度) (年度目標)</p> <p>本研究は、衛星の測位信号を活用する航空機のGNSS(世界的航法衛星システム)精密進入の実現を図るため、GNSS航法の安全性解析手法とリスク低減アルゴリズムを開発・改良することにより、これらの我が国に適したリスク管理技術を確立するものである。平成20年度は、電離層風検出法の開発と、GNSSを精密進入に利用する際のリスクの評価および安全性コンセプトを実証するプロトタイプの開発に着手する。</p>		
<p>③ 予防安全技術・新技術による安全性・効率性向上に関する研究開発 本研究開発においては、航空交通の安全性・効率性を向上させるため、航空機に搭載している飛行管理システムのデータを用いて、航空機の飛行プロファイルを高精度に予測する手法の開発およびこれを用いた異常接近検出手法を開発する。また、携帯電子機器の普及に伴い、これらに航空機内で使用することが機上装置への安全性に及ぼす影響について評価するための技術資料を作成する。</p>	<p>③ 予防安全技術・新技術による安全性・効率性向上に関する研究開発 航空交通の安全性・効率性を向上させたため、航空機に搭載している飛行管理システムデータをを用いた飛行プロファイルの高精度予測手法の開発、及びそれを用いた異常接近検出手法を開発する。また、携帯電子機器を</p>	

航空機内で使用するために必要となる機上装置への安全性認証のための技術資料を作成する。その他、ヒューマンエラー防止のための疲労の早期検出技術を開発する。

具体的には、平成 20 年度に以下の研究を実施する。

ア. 航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法の研究
(平成 16 年度～20 年度)

(年度目標)

本研究は、航空機の動態情報(航空機に搭載している飛行管理システムのデータ)を利用した、より信頼性の高いコンフリクト(航空機相互接近)警報を航空管制の実運用に供するためのものである。平成 20 年度は、コンフリクト検出評価システムの機能向上を行うとともにその運用方式の開発を行う。

イ. 航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究

(平成 17 年度～20 年度)

(年度目標)

本研究は、我が国の管制業務に適用可能な空地デジタル通信ネットワークの構築を図るものである。平成 20 年度は、航空管制用デジタル通信における VDL2 プロトコル(航空管制用デジタル対空無線システムの通信手順)のシミュレーション解析を行うとともに、空地通信ネットワークの品質評価および取得した航空通信記録の解析を行う。また、H19 年度に試作した CPDLC(管制官-パイロット間データリンク通信)対応の管制卓を更に機能向上させ、管制官による運用評価を行う。

ウ. 航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究

(平成 17 年度～21 年度)

(年度目標)

本研究は、航空無線航法サービス用に割り当てられた周波数帯域内にある各種の無線機器について、電波信号環境(信号や混信の発生状況)の測定や予測の手法を確立するものである。平成 20 年度は、航空無線航法周波数帯域の利用動向と ASAS(航空機間隔支援システム)の要件について調査を行う。また、平成 19 年度に機能向上した広帯域電波信号環境測定装置を実験用航空機に搭載し、測定精度と信号環境予測誤差要因の検証実験を実施し、信号環境予測手法を開発する。

エ. 携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究

<p>(平成 18 年度～20 年度) (年度目標)</p> <p>本研究は、PED (携帯電子機器) を航空機内で使用するために必要となる PED からの電波に対する機上装置の安全性を評価するためのものである。平成 20 年度は、電磁干渉障害を受けやすい機上システムや電磁干渉障害を引き起こしやすい PED の特性等を明らかにし、航空機内での PED 使用基準および PED 使用を前提とした機上装置の安全性評価指針を作成する。アクティブ IC タグ、医療用電子機器等最近の PED からの電磁放射に関する検討を行うとともに強い電波に対応した簡易電波検知装置の実験モデルを試作する。</p>		
<p>オ. 航空機の安全運航支援技術に関する研究 (平成 19 年度～22 年度) (年度目標)</p> <p>本研究は、航空管制機関から航空機に対し空域状況認識を支援し安全運行を支援する情報 (航空機の位置情報、速度情報等) をデジタル化して自動送信する方式 (1090MHz 拡張スキッタによる TIS-B (トラフィック情報サービース放送) および FIS-B (飛行情報サービース放送)) を実現するためのものである。平成 20 年度は、当該自動送信方式を用いた地上送信装置を開発する。また本装置の情報処理部 (TIS-B サーバー) を開発する。</p>		
<p>カ. 電波特性の監視に関する研究 (平成 20 年度～22 年度) (年度目標)</p> <p>本研究は、放射された電波が、アンテナ及び反射面の積雪等によりアンテナ近傍の電界が複雑に変化しても、送信アンテナ近傍において、遠方の電波特性を推定できる技術を開発するものである。平成 20 年度は、近傍の電波特性と遠方の電波特性の相関特性をシミュレーションにより検討するとともに、アスファルト反射面の反射特性の解明と電波反射特性測定センサの開発を行う。</p>	<p>具体的な研究開発課題の設定にあたっては、社会ニーズを十分に把握し、行政、運航者及び空港管理者等の関係者と調整を図るとともに、有用性、有益性及び将来的な発展</p>	<p>具体的な研究開発課題の設定にあたっては、社会ニーズを十分に把握し、関係者と調整を図るとともに、有用性、有益性及び将来的な発展性を十分に考慮すること。また、研究</p>

<p>開発の目的及び目標を明確かつ具体的に定めるとともに、特に重要性及び優先度が高い課題については、重点研究開発分野として位置付け、戦略的かつ重点的に取り組むこと。</p>	<p>性を十分考慮する。また、研究開発の目的及び目標を明確かつ具体的に定める。</p>	
<p>(2) 基礎的技術の蓄積等 中長期的な国際動向を見据え、将来の航空交通管理システムに不可欠となる先導的研究・萌芽的研究及び要素技術の研究を実施し、基礎的技術の蓄積とポテンシャルの向上を図ること。</p>	<p>(2) 基盤的研究 社会ニーズの実現に向けた政策に基づく重点研究開発分野での将来の応用を目指した基盤的・先導的研究を実施し、現在及び将来のニーズに対応した研究ポテンシャルの向上に努める。なお、研究の実施に当たっては、諸情勢の変化を考慮しつつ研究の方向性や具体的な方策について、柔軟に対応する。また、一方で、研究者の自由な発想に基づく研究についても、新しい知を生み続ける知的蓄積を形成することを目指し萌芽段階からの多様な研究を長期的視点で実施し、特に若手研究者の自立を促進する。</p>	<p>(2) 基盤的研究 社会ニーズの実現に向けた政策に基づく重点研究開発分野での将来の応用を目指した基盤的・先導的研究を実施し、現在及び将来のニーズに対応した研究ポテンシャルの向上に努める。なお、研究の実施に当たっては、諸情勢の変化を考慮しつつ研究の方向性や具体的な方策について、柔軟に対応する。また、一方で、研究者の自由な発想に基づく研究についても、新しい知を生み続ける知的蓄積を形成することを目指し萌芽段階からの多様な研究を長期的視点で実施し、特に若手研究者の自立を促進する。 航空交通管理システムに係る中核的研究機関としての機能を果たすため、ヒューマンファクタの研究等、航空交通管理システムに関連した基盤的研究を実施する。また、今後の航空機の航法は GPS 衛星等を用いた航法が主流になると想定されることから、衛星航法に関連した基盤的研究を実施する。 特に平成 20 年度からは、長期ビジョンに基づく研究として、将来の航空交通管理として注目されているトラジェクトリ管理について、その技術課題を明らかにするための研究課題に取り組む。 その他、予防安全技術の研究や将来のニーズに対応した研究ポテンシャルの向上を図るための基盤的研究を実施する。</p>
<p>(3) 研究開発の実施過程における措置 研究開発の実施過程においては、次に掲げる措置を講ずること。 ① 社会ニーズに対応するための研究要素を包括的に企画、提案し、研究の位置付けと達成目標を明確にすること。また、研究開発の目的及び成果が、社会ニーズに対して的確・タイムリーで効果的なものとなるよう、関係者から情報収集を随時行い、研究開発の実施過程において、ニーズの変化に対応でき</p>	<p>(3) 研究開発の実施過程における措置 研究開発の実施過程においては、次に掲げる措置を講ずること。 ① 研究開発課題選定手順を明確にし、社会ニーズに対応するための研究要素を包括的に企画、提案し、研究の位置付けと「目標時期」「成果」「効果」等の達成目標を明確にする。また、研究開発の目的及び成果が、社会ニーズに対して的確・タイムリーで効果的なものとなるよう、行政、運航者及び空港管理者</p>	<p>(3) 研究開発の実施過程における措置 平成 20 年度は、以下を実施する。 ① 航空行政、運航者等の航空関係者のニーズを随時把握し、重点研究課題を企画・提案する。研究計画の作成にあたっては、研究成果の達成目標を明確に設定し、航空関係者との間で随時、情報交換を行う。特に航空行政が抱える技術課題について、情報共有を図り重点研究の今後の方向性を確認するため、航空局との間で連絡会を開催する。また、重要な研究課題については、航空局へ報告会を開催するとともに、航空会社等のユーザーに対しては、出前講座を開催し意見を研究に反映させ</p>

<p>る柔軟性を有すること。</p> <p>②各研究開発課題について、社会ニーズの状況変化や外部の有識者で構成する評議会及び研究所内の研究評価委員会による事前・中間評価結果に基づき、関係者との十分調整の上、研究内容や方法の見直し、中止等、所要の措置を講じる。また、関係者との十分調整の上、その後の研究開発計画に反映させること。</p>	<p>等の関係者から情報収集を随時行い、研究開発の実施過程において、ニーズの変化に即応できる柔軟性を確保する。</p> <p>②各研究開発課題について、社会ニーズの状況変化や、研究所内外の研究事前・中間評価の結果に基づき、行政等の関係者との十分調整の上、研究内容や方法の見直し、中止等、所要の措置を講じる。また、研究所内外の研究事後評価結果については、成果のフォローアップに努めながら、行政等の関係者との十分調整の上、その後の研究開発計画に反映させる。</p>	<p>る。</p> <p>②各研究開発課題について、社会ニーズの状況変化や外部の有識者で構成する評議会及び研究所内の研究評価委員会による事前・中間評価結果に基づき、行政等の関係者との十分調整の上、研究内容や方法の見直し、中止等、所要の措置を講じる。また、評議会及び研究評価委員会による事後評価結果については、成果のフォローアップに努めながら、行政等の関係者との十分調整の上、その後の研究開発計画に反映させる。</p> <p>具体的には、評議会による外部評価として、以下を実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 平成 21 年度開始予定の重点研究課題の事前評価 平成 19 年度に終了した重点研究課題の事後評価 研究期間 5 年以上の重点研究課題の中間評価 <p>また、研究評価委員会による内部評価として、以下を実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 平成 21 年度開始予定の研究課題の事前評価 平成 19 年度に終了した研究課題の事後評価 研究期間 5 年以上の研究課題の中間評価
<p>2. 共同研究、受託研究等の推進</p> <p>①優れた研究成果を上げるためには、他の研究機関等の外部資源を最大限活用することが不可欠である。このため、当研究所の研究開発に関連する技術分野または研究開発に必要な要素技術に関する研究開発等を行っている国内外の研究機関、民間企業等との共同研究を引き続き強力的に推進し、研究開発の高度化と効果的・効率的な実施を同時に実現すること。具体的には、共同研究を中期目標期間中に36件以上実施すること。</p>	<p>(4) 共同研究・受託研究等</p> <p>①共同研究</p> <p>研究開発の高度化を図り、これを効果的・効率的に実施するとともに、研究所の社会的地位と研究ポテンシャルの向上を図るため、関連する技術分野を対象に研究活動等を行っている国内外の大学、研究機関、民間企業等との共同研究を推進する。具体的には、共同研究を中期目標期間中に36件以上実施する。</p>	<p>(4) 共同研究・受託研究等</p> <p>①共同研究</p> <p>研究開発の高度化を図り、これを効果的・効率的に実施するとともに、研究所の社会的地位と研究ポテンシャルの向上を図るため、関連する技術分野を対象に研究活動等を行っている国内外の大学、研究機関、民間企業等との共同研究を推進する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 前中期目標期間から継続して実施する共同研究を実施し、新たに4件以上の共同研究を開始する。
<p>②航空交通の安全確保とその円滑化を図るためには、国、空港管理者、航空機運航者、航空保安システム製造者等の航空関係者が抱える技術課題をそれぞれ解決する必要がある</p>	<p>②受託研究等</p> <p>国、地方自治体及び民間等が抱えている各種の技術課題を解決するため、受託研究等を幅広く実施する。具体的には、受託研究等</p>	<p>②受託研究等</p> <p>国及び民間等からの受託研究等を 18 件以上実施し自己収入の増大を図るとともに、受託研究終了時には顧客満足度調査を実施し、今後の受託研究活動に反映させる。その他、競争的資金に積極的に応募し、その</p>

<p>ある。これらの課題に対応し研究所の社会的貢献度を高めるため、国、地方自治体及び民間等からの受託研究を積極的に実施すること。具体的には、中期目標期間中に90件以上実施すること。</p> <p>また、競争的資金を積極的に獲得すること。</p> <p>③他機関との密接な連携と交流を円滑に推進するため、研究者・技術者の交流会等を中期目標期間中に30件以上実施すること。</p>	<p>を中期目標期間中に90件以上実施する。また、競争的資金を積極的に獲得する。</p> <p>③研究交流 他機関との密接な連携と交流を円滑に推進するため、研究者・技術者の交流会等を中期目標期間中に30件以上実施する。</p>	<p>獲得に努める。</p> <p>③研究交流 他機関との密接な連携と交流を円滑に推進するため、研究交流会など研究者・技術者の交流会等を6件以上実施する。</p>
<p>3. 研究開発成果の普及・活用促進 社会ニーズへの対応、共同研究及び受託研究の推進、受託収入・特許権収入等の自己収入の増加を図るためには、研究所の研究開発成果を広く社会に公表してその利活用を促すとともに、研究所に対する潜在的な需要を掘り起こすための施策を積極的に行うことが肝要である。このため、研究所の業務に係る啓発、学会発表、メディアを通じた広報及び発表、インターネットによる資料の公表、成果の活用を推進するための技術支援、国際標準化作業への参画等の施策を積極的に実施すること。具体的な実施内容と目標は次のとおりとする。</p> <p>(1) 研究開発等</p> <p>①知的財産権による保護が可能な知的財産については、必要な権利化を図ること。</p> <p>②各研究開発課題については、年1回以上、学会、専門誌等において発表すること。</p> <p>③査読付論文を80件以上提出すること。</p> <p>④ホームページで提供する情報の内容を工夫、充実させることにより、アクセス件数が増加するよう努めること。</p> <p>⑤その他研究所の活動及び成果の普及・活</p>	<p>③研究交流 他機関との密接な連携と交流を円滑に推進するため、研究者・技術者の交流会等を中期目標期間中に30件以上実施する。</p> <p>(5) 研究開発成果の普及・成果の活用促進等</p> <p>①知的財産権 知的財産権による保護が必要な研究成果については、登録された権利の活用を図るため、広報誌、パンフレット、ホームページ等により積極的に広報・普及を行うとともに、研究成果に関心を寄せる企業等に積極的に技術紹介活動を行う。</p> <p>②広報・普及・成果の活用 研究所の活動・成果を研究発表会、一般公開、広報誌等印刷物、マスメディア、ホームページ等の様々な広報手段を活用し、効果的かつ効果的な広報活動を推進する。また、国際会議、学会、シンポジウム等に積極的に参加し、講演、発表等を通じて研究成果の普及に努める。更に、行政当局への技術移転等に努める。更に、行政当局への技術移転等を通じて、研究成果の活用を図る。</p> <p>・各研究開発課題については、年1回以上、学会、専門誌等において発表すること。</p> <p>・中期目標期間中に80件程度の査読付論文への採択を目指す。</p> <p>・ホームページで提供する情報の内容を工夫、充実させることにより、アクセス件数が増</p>	<p>(5) 研究開発成果の普及・成果の活用促進等</p> <p>①知的財産権 知的財産権による保護が必要な研究成果については、そのコストパフォーマンスを検討した上で、必要な権利化を図り、平成19年度に作成した維持計画を基に、保有する特許等の権利の活用を図る。また、広報誌、パンフレット、ホームページ等により積極的に広報・普及を行うとともに、特許の普及に係るイベント等を活用し、研究成果に関心を寄せる企業等に積極的に技術紹介活動を行う。</p> <p>②広報・普及・成果の活用 研究所の活動・成果を研究発表会、一般公開、広報誌等印刷物、マスメディア、ホームページ等の様々な広報手段を活用し、効果的かつ効果的な広報活動を推進する。また、国際会議、学会、シンポジウム等に積極的に参加し、講演、発表等を通じて研究成果の普及に努める。さらに、行政当局への技術移転等を通じて、研究成果の活用を図る。</p> <p>平成20年度は、以下を実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各研究開発課題について、年1回以上、学会、専門誌等において発表すること。 ・16件程度の査読付論文の採択を目指す。 ・ホームページを更に充実させ、情報発信を積極的に行うとともに、更新頻度を高め、アクセス数の増加を目指す。 ・研究所一般公開、研究発表会をそれぞれ1回開催する。 ・研究所の見学を積極的に受け入れることにより、研究所の活動に関する広報に努める。

<p>用促進に必要な広報活動に努めること。</p>	<p>加するよう努める。 ・研究発表会及び研究講演会をそれぞれ年1回開催する。 ・研究所一般公開を年1回実施する。また、研究所の見学を積極的に受け入れることにより、研究所の活動に関する広報に努める。 ・国土交通省の「空の日」事業への参加を年1回以上実施する。 ・研究成果への関心を喚起するため、研究所の広報の一環として、研究成果等について企業等に公開講座を開催する。 その他研究所の活動及び成果の普及・活用促進に必要な広報活動に努める。</p>	<p>・国土交通省の「空の日」及び「国土交通 day」事業への参加を実施する。 ・航空関係者の研究成果に対する理解とその活用を促進するため、企業及び航空関係者への公開講座として、出前講座を継続企画し開催する。 その他、研究所の活動及び成果の普及・活用促進に必要な広報活動に努める。</p>
<p>(2)国際協力等 国際民間航空機関等の海外機関において、新しい航空交通管理手法や新技術を採用した航空保安システムに係る国際標準の策定が進められており、我が国もその活動に積極的に参画して国益を確保することが必要である。また、アジア地域における航空交通の安全確保等については、我が国が果たすべき役割が大きくなっている。従って、次の施策により、航空分野における我が国の国際協力等に貢献すること。 ①海外機関への技術支援等による国際協力を積極的に行うこと。 ②国際的な最新技術動向を把握、分析し、当該情報を外部に提供できるしくみを整えること。 ③研究開発成果の国際的な普及を推進するため、国際会議等における発表を240件以上実施すること。</p>	<p>③国際協力等 研究所で行う研究開発は、諸外国の研究機関等と協調して行う必要があることから、これらと積極的に交流及び連携を進めることにより、国際的な研究開発に貢献する。さらに有効な国際交流・貢献を図るため、主体的に国際ワークショップ等を開催する。 国際的な最新技術動向を把握、分析し、当該情報を外部に提供できるよう、技術情報のデータベース化と当該情報の提供を行う。 国際民間航空機関が主催する会議への継続的な参画により、国際標準策定作業に積極的に貢献する。アジア地域の航空交通の発展に寄与するための研修等を実施する。 ・国際民間航空機関が主催する会議、その他国際会議・学会等で中期目標期間中に240件以上発表する。 ・国際ワークショップ等を、中期目標期間中に2件程度開催する。</p>	<p>③国際協力等 平成 19 年度に新たにフランス国立民間航空大学院より受け入れた研修生に対し、引き続き我が国の航空電子システム分野の技術を指導する。また、有効な国際交流・貢献を図るため、平成 20 年度は講演会を兼ねた国際ワークショップを開催する。 その他、平成 20 年度は、以下を実施する。 ・研究所が参加している ICAO (国際民間航空機関) の会議に提出された技術情報を整理し、開示可能な情報を共有する体制を整え、利用者のニーズに応えるための改善を図る。 ・ ICAO が主催する会議、その他国際会議・学会等で 48 件以上発表する。 ・ 海外の研究機関等との連携強化を図る。</p>
<p>第4 財務内容の改善に関する事項 1. 自己収入の増加</p>	<p>3. 予算(人件費の見積りを含む。)、収支計画及び資金計画</p>	<p>3. 予算(人件費の見積りを含む。)、収支計画及び資金計画 (1) 自己収入(利益)の増加</p>

<p>受託収入・特許権収入等の自己収入を増加させるための活動を積極的に推進すること。</p>	<p>(1) 自己収入の増加 受託収入・特許権収入等の自己収入を増加させるための活動を積極的に推進する。</p>	<p>受託収入・特許権収入等の自己収入を増加させるための活動を積極的に推進し、21.6 百万円以上の利益を目指す。</p>
<p>第5 その他業務運営に関する重要事項 1. 管理、間接業務の外部委託 庁舎・施設管理業務や、研究開発業務において専門的な知識等を要しない補助的な作業等については、外部委託を活用して業務の効率化を図ること。</p>	<p>(2) 中期目標期間における財務計画は次のとおりとする。 ① 予算 別紙1のとおり ② 収支計画 別紙2のとおり ③ 資金計画 別紙3のとおり</p> <p>4. 短期借入金金の限度額 予見し難い事故等の事由に限り、資金不足となる場合における短期借入金金の限度額は、300(百万円)とする。</p> <p>5. 重要な財産を譲渡し、又は担保に供する計画 特になし。</p> <p>6. 剰余金の使途 ① 研究費 ② 施設・設備の整備 ③ 国際交流事業の実施(招聘、セミナー、国際会議等の開催)</p> <p>7. その他主務省令に定める業務運営に関する事項 (1) 管理、間接業務の外部委託 庁舎・施設管理業務や、研究開発業務において専門的な知識等を要しない補助的な作業等については、外部委託を活用して業務の効率化を図る。</p>	<p>(2) 平成20年度における財務計画は次のとおりとする。 ① 予算 別紙1のとおり ② 収支計画 別紙2のとおり ③ 資金計画 別紙3のとおり</p> <p>4. 短期借入金金の限度額 予見し難い事故等の事由に限り、資金不足となる場合における短期借入金金の限度額は、300 百万円とする。</p> <p>5. 重要な財産を譲渡し、又は担保に供する計画 特になし。</p> <p>6. 剰余金の使途 以下の使途を目的とした目的積立金の獲得を目指す。 ① 研究費 ② 施設・設備の整備 ③ 国際交流事業の実施(招聘、セミナー、国際会議等の開催)</p> <p>7. その他主務省令に定める業務運営に関する事項 (1) 管理、間接業務の外部委託 庁舎・施設管理業務や、研究開発業務において専門的な知識等を要しない補助的な作業等については、外部委託を活用して業務の効率化を図る。</p>
<p>2. 施設及び設備に関する事項 (1) 研究開発効率率が低下しないよう、適切な施設・設備の整備を計画的に進めるとともに、その利用においては安全に留意し、維持保全を着実に実施すること。</p>	<p>① 施設及び設備に関する事項 ア. 実験施設整備 ・実験用航空機格納庫補修工事 11(百万円)：一般会計、独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金 イ. 業務管理施設整備 ・電子航法開発部棟補修工事</p>	<p>① 施設及び設備に関する事項 平成20年度に次の施設整備を実施する。 ア. 業務管理施設整備 管制システム部棟建替工事 87 百万円(一般)</p>

	<p>100(百万円):一般会計、独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金</p> <ul style="list-style-type: none"> ウ. 業務管理施設整備 <ul style="list-style-type: none"> ・管制システム部棟建替工事 <p>222(百万円):一般会計、独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金</p> <ul style="list-style-type: none"> エ. 業務管理施設整備 <ul style="list-style-type: none"> ・ATC研究棟他補修工事 <p>104(百万円):一般会計、独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金</p> <ul style="list-style-type: none"> オ. 業務管理施設整備 <ul style="list-style-type: none"> ・本部棟/衛星技術部棟補修工事 <p>91(百万円):一般会計、独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金</p> <ul style="list-style-type: none"> カ. 業務管理施設整備 <ul style="list-style-type: none"> ・仮想現実実験棟他補修工事 <p>55(百万円):一般会計、独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金</p> <ul style="list-style-type: none"> キ. 業務管理施設整備 <ul style="list-style-type: none"> ・航空システム部/管制システム部棟補修工事 <p>77(百万円):一般会計、独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金</p>	
<p>(2)既存の研究施設及び研究機材を有効に活用し、効率的な業務遂行を図ること。</p>	<p>②施設・設備利用の効率化 業務の確実な遂行のため、研究所の施設・設備及び実験用航空機について、性能維持等適切な措置を講じるとともに、性能向上等適切な措置を講じるとともに、その効率的な利用に努める。</p> <p>(2)人事に関する計画 ①方針 業務処理を工夫するとともに、業務内容及び業務量に応じて適正に人員を配置する。 ②人件費に関する指標 中期目標期間中の人件費総額見込み</p>	<p>②施設・設備利用の効率化 業務の確実な遂行のため、研究所の施設・設備及び実験用航空機について、性能維持等適切な措置を講じるとともに、航空機使用ワーキンググループ、電波無響室ワーキンググループ等を活用し、その効率的な利用に努める。また、実験用航空機の更新についての検討に着手する。</p> <p>(2)人事に関する計画 ①業務処理を工夫するとともに、業務内容及び業務量に応じて適正に人員を配置する。 ②職員の業務評価手法を改善し、業績に応じた昇給とすることにより、人件費の効率化を図る。</p>

	<p>2,958百万円</p> <p>③その他参考として掲げる事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人件費削減の取り組みによる前年度予算に 対する各年度の削減率は、以下のとおり。 (%) <p>平成18年度 △1.7%</p> <p>平成19年度 △0.6%</p> <p>平成20年度 △1.1%</p> <p>平成21年度 △1.1%</p> <p>平成22年度 △1.1%</p>	
--	--	--

※ 中期計画及び平成20年度計画の別紙1～3は省略。

(Intentionally blank)

2008年7月2日

電子航法研究所の研究長期ビジョン

1. まえがき

電子航法研究所は昭和42年（1967年）の設立以来我が国における電子航法（電子技術を利用した航法）に係る研究分野において常に先駆的役割を果たしてきた。しかしながら独立行政法人化後、平成18年度から始まった第Ⅱ期中期計画において、航空交通管理（Air Traffic Management : ATM）システムの研究を通じて航空行政を技術的側面から支援していく中核的研究機関として位置づけたように、現時点ではATMをキーワードとした研究の比重が大きくなっている。

行政ニーズや社会ニーズに応える研究は第一義的に必要であるが、行政の補完的な役割を果たす研究機関にとどまらず、世界に研究成果を発信していく研究所としては、研究者が共有する長期的な研究の方向性を確立しておくことが不可欠である。

このような視点から現下の世界における研究動向、我が国の航空行政・産業のおかれている環境をふまえ、安全で、効率的かつ経済的なATMシステムを更に発展させていくことが必要であるとの認識に至った。

今後の研究の大きな柱と位置づけられる「トラジェクトリ管理」については、国土主要部において発達した鉄道網が存在する我が国において、公共交通機関としての航空が他の交通機関と適切な競争と分担を実現し、利用者に利便性を提供していくためには「遅延のないスムーズかつ効率的な運航の実現」こそが最も必要とされる場所に由来している。

今回作成した長期ビジョンは、この「遅延のないスムーズかつ効率的な運航の実現」に不可欠な研究テーマで構成されている。

2. 経緯

平成18年7月に、電子航法研究所が実施する研究開発について国際動向および社会ニーズに沿った長期ビジョンを作成することを目的に、研究企画統括を委員長として長期ビジョン検討委員会を設置し検討を重ねてきた。

長期ビジョン作成に先立ち、まず欧米の研究開発状況を調査した[1, 2, 3]。また、国際民間航空機関（ICAO）の全世界的 ATM 運用概念[5]、欧州の ATM の将来ビジョンである SESAR (Single European Sky ATM Research) [6] や米国の NextGen (Next Generation Air Transportation System) [7]、さらに我が国の航空保安業務の包括的評価と再構築（案）：CARATS (Comprehensive Assessment on and Restructure of the Air Traffic Services) など[4, 8]の検討状況を参考にした。

3. とりまとめの考え方

ICAOの全世界的ATM運用概念[5]によれば、ATMとは「全ての関係者の協力下での便宜の提供と継ぎ目のないサービスを通じた、動的で統合的な航空交通と空域の、安全、経済的かつ効率的な管理」である。

具体的には、航空機の飛行軌道(トラジェクトリ)に着眼し、“実際のトラジェクトリ”を“飛行すべきトラジェクトリ”にできるだけ近くなるように運用(管理)することである。“飛行すべきトラジェクトリ”は関係者の“期待するトラジェクトリ”に一致することが望ましい。しかし、関係者の期待を実現するトラジェクトリは気象などの諸条件により時々刻々変化するため、この変化に臨機応変に対応した動的な管理が必要となる。すなわちATMの運用には次のような課題がある。

(a) いかにして期待にかなう“飛行すべきトラジェクトリ”を定めるか(協調的意思決定、動的な管理)

(b) いかにして“実際のトラジェクトリ”を“飛行すべきトラジェクトリ”に近づけるか(推定と制御の問題)

このため長期ビジョンでは、現時点の研究課題からトラジェクトリ管理の実現に至るロードマップを作成することとした。なお、トラジェクトリ管理の実現には通信インフラ、および航空交通・気象状況などの予測技術も重要になることは周知のとおりである。

4. 想定する将来像

SESARは2020年を、NextGenでは2025年を目標としてビジョンを作成しているが、本ビジョンの作成にあたっては、以下の想定に基づき、研究のビジョンは2020年までとした。

(1) ICAOのATM運用概念にある将来像の実現は2025年頃である

(2) その頃には、我が国でもトラジェクトリ概念に基づく航空交通管理が実現される

電子航法研究所の研究長期ビジョンとしては図1に示すような航空交通管理のシステムを実現するために研究所として取り組むべき研究のビジョンを作成することとした。



図1 将来の全世界的ATMの運用概念

5. 電子航法研究所の研究長期ビジョン

電子航法研究所の研究長期ビジョンとして取り組むべき重点分野を定め、それらに該当する研究課題を抽出した。

設定した重点分野は以下のとおりである。

- (1) パフォーマンス分析によるボトルネック抽出と効率向上
- (2) 機能的な空域設定とトラジェクトリ管理
- (3) 航空機・運航者・管制官の連携のための情報通信基盤
- (4) 空港／空港面の高度運用
- (5) 高精度・高信頼性かつフレキシブルな基盤的航法技術

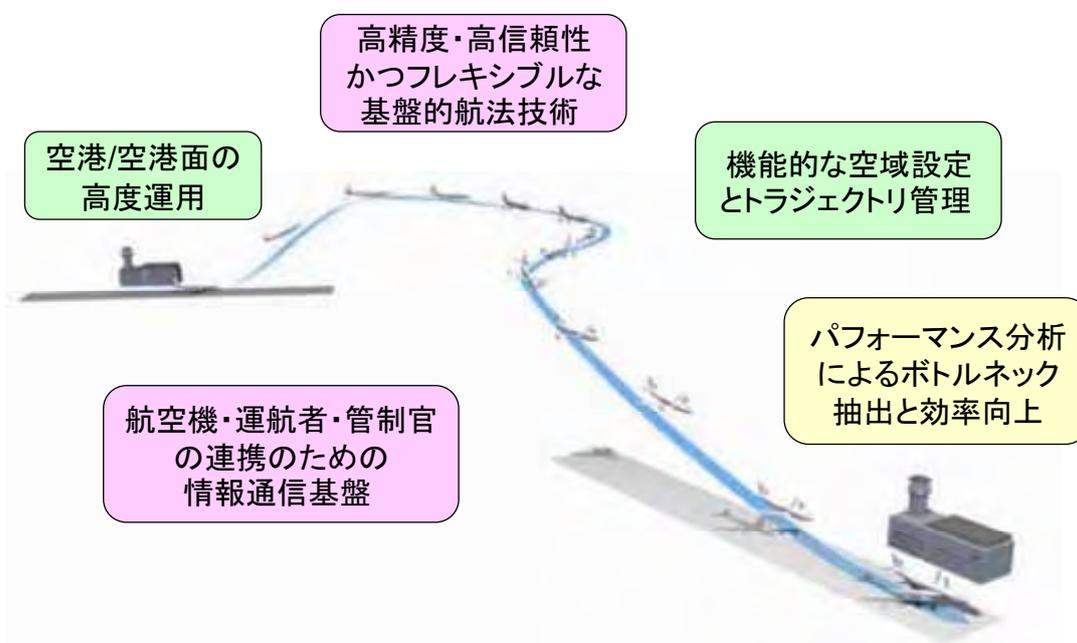


図2 設定した重点分野

表1に重点分野ごとの個々の研究課題を短期、中期、長期に分けて記述した。課題はできるだけ目的を表現するようにしたが、実際の研究開発においては具体的な方法論にも取り組む必要がある。[付録]に各期における研究課題とその内容の簡単な説明を示す。

表1 電子航法研究所の研究課題のロードマップ

	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	ATMパフォーマンス評価と分析											
パフォーマンス分析によるボトルネック抽出と効率向上	管制官ワークロード分析				ヒューマンエラー低減技術				トラジェクトリ管理のパフォーマンス分析			
	ターミナル空域の評価手法				機能的なターミナル空域設定				ヒューマンファクタを考慮した安全確保			
	洋上空域運用方式の改善				飛行経路の動的運用推進				戦略的かつ統合的な空域設計と経路運用			
	RNAV経路安全性評価				安全性解析ツールの開発				飛行フェーズ全体の安全性評価と安全性向上			
機能的な空域設定とトラジェクトリ管理	トラジェクトリモデルの開発											
	トラジェクトリモデルの開発				トラジェクトリモデル実用化				高密度空域でのトラジェクトリ管理による運航効率向上			
	機上監視による交通情報交換				機上監視による管制間隔維持				機上監視によるトラジェクトリ管理の補完			
	管制官用監視データリンクの開発				トラジェクトリ管理のための動態情報交換							
航空機・運航者・管制官の連携のための情報通信基盤	航空通信ネットワークATN				システム間情報管理SWIM							
	対空高速データリンク媒体の評価				航空用高速通信技術の開発							
					監視情報処理方式（センサ統合、関連情報統合、トラジェクトリ管理対応）							
					電波環境、混信・干渉問題（各分野に共通な継続課題）							
空港／空港面の高度運用	マルチラテレーション実用化				トラジェクトリ管理による空港高度運用							
	ASMGCS実用化				空港面航法の実現				CAT-IIIc GBAS実用化			
	CAT-I GBAS実用化				CAT-II/III GBAS実用化							
高精度・高信頼性かつフレキシブルな基盤的航法技術	GNSS曲線進入の要件検討				トラジェクトリ管理に整合するGBAS動的進入経路設定							
	MSAS性能向上と精密進入実用化				ABAS高度化				CAT-I ABAS実用化			

これに加えて、重点的ではないが継続していく必要のある研究分野も存在する。これらは、例えば

- (a) 管制官やパイロットなど安全維持に重要な運用者の疲労等心身状況測定技術の研究
- (b) アンテナ特性の研究
- (c) 在来システムの性能維持管理に関する研究
- (d) 空港面落下物等障害物探知と警報など安全性と効率性向上のための各種支援装置
- (e) 航空機衝突防止装置など既存装置のトラジェクトリ運用対応などである。

6. まとめ

長期ビジョン検討委員会での議論を重ね、現在から 2020 年頃までの研究長期ビジョンを作成し、これにより取り組むべき研究課題の方向性を示した。今後はこのビジョンに基づき、長期的観点から研究、開発等に取り組んでゆく予定である。

取り組むべき研究課題は研究所をとりまく社会状況に大きく左右されるので、今後、継続的な見直しと軌道修正は必要である。また、具体的な研究課題の設定にあたっては、研究が共有された将来ビジョンにつながるよう、何ができるかだけでなく、何の目的のために何が必要かをその時点での見直し等に応じて考慮すべきことは言うまでもない。

長期ビジョン自体には取り込まなかったが、トラジェクトリ管理実現に必要と考えられる気象（風）予測技術等当研究所がこれまで担当してきていない課題についても、当研究所の成果の実現のためには必要な要素であると言える。これらの要素が当研究所の研究開発と連携して実現されるためには、これらの知見を有し、研究開発を遂行しうる機関との連携を図ることが必要と考えられる。このための基盤作りとして当研究所の長期ビジョンとその背景である将来の航空交通像／航空交通管理像についての社会的認知を図り続けることも必要と考えられる。

参考文献

- [1] 「欧米における CNS/ATM 研究にかかる実態調査報告書」、電子航法研究所／三菱総合研究所，平成 19 年 3 月
- [2] 「欧米における CNS/ATM 研究動向調査報告書」、電子航法研究所／三菱総合研究所，平成 20 年 3 月
- [3] 白川昌之：長期ビジョンについて（中間報告），平成 19 年度電子航法研究所研究発表会講演概要，pp. 1-10，平成 19 年 6 月
- [4] 「航空保安業務の包括的評価と再構築(案) CARATS」航空局保安企画課，平成 18 年 6 月 14 日，電子航法研究所研究交流会資料
- [5] Global Air Traffic Management Operational Concept, ICAO Doc 9854 AN/458, 1st Edition, 2005
- [6] SESAR の URL:

http://www.eurocontrol.int/sesar/public/subsite_homepage/homepage.html

[7] NextGen の URL: <http://www.jpdo.gov/>

[8] 矢田士郎：四次元航法とそれに対応する管制に関する一考察，平成 17 年度電子航法研究所
研究発表会講演概要，pp. 79-82，平成 17 年 6 月

付録 各期における研究課題とその内容の簡単な説明

表 2-1 各研究課題の概要（短期）

時期	課題名	概要
短～ 中	ATM パフォーマンス評価と分析	運航実績データから ATM のパフォーマンスを測定し、分析する手法とそれに使用するパフォーマンス評価システムを開発する。
短	管制官ワークロード分析	教育訓練などで活用するため、管制官のパフォーマンスを測定し、可視化する手法を開発する。
短	ターミナル空域の評価手法	ターミナル空域の運用・構成を複数の指標で評価する手法、および、評価システムを開発する。
短	洋上空域運用方式の改善	洋上空域の運航効率向上のため、より柔軟な飛行経路 (UPR 等) を設定する手法、および、評価システムを開発する。
短	RNAV 経路安全性評価	RNAV 経路の導入および継続的な運用のための安全性評価手法を開発する。
短～ 中	トラジェクトリモデルの開発	航空機のトラジェクトリを予測するモデルを開発し、実飛行データを使用して評価する。
短	機上監視による交通情報交換	機上監視を用いる乗務員の航空交通状況認識改善手法を評価研究する。
短	管制官用監視データリンクの開発	将来のトラジェクトリ管理に必要な新たな監視情報の提供など将来の地上監視応用に対応できる監視データリンクを開発する。
短	航空通信ネットワーク ATN	ATN と IP 網との相互運用性を検証するため、評価実験を行う。
短	対空高速データリンク媒体の評価	国際標準の候補である L 帯の空地データリンクシステム LDACS の基礎評価ツールを開発し、干渉等の問題点を評価する。
短	マルチラテレーション実用化	既存の搭載装置にも対応でき、信号環境に負荷を与えることなく高い情報更新レートを実現できる管制用監視システムを開発する。
短	ASMGCS 実用化	空港面管制を効率化し、かつ空港面走行時間を短縮させる機能を実現する。
短	CAT-I GBAS 実用化	CAT-I 進入を実現するために必要な安全性解析等を行い、GBAS プロトタイプを開発する。

短～ 中	GNSS 曲線進入の要件検討	ILS では不可能である曲線精密進入の早期実現を目指し、曲線経路のガイダンス方式を開発する。
短	MSAS 性能向上と精密進入実用化	MSAS の性能を向上し、精密進入方式を可能とする。

表 2-2 各研究課題の概要 (中期)

時期	課題名	概要
中	ヒューマンエラー低減技術	管制官のヒューマンエラーを低減するため、タスクを分析する手法を開発する。
中	機能的なターミナル空域設定	ターミナル空域への移管方法の動的な設定などにより、機能的な空域を設計する手法を開発する。
中	飛行経路の動的運用推進	航空機の運航効率を向上するため、運航者ニーズを反映した動的な経路を国内空域において運用する手法を開発する。
中	安全性解析ツールの開発	空域の安全性解析手法の標準化を進め、解析を効率化するツールを開発する。
短～ 中	トラジェクトリモデル実用化	トラジェクトリ予測モデルを、管制支援機能や航空交通流管理に活用する手法を開発する。
中	機上監視による管制間隔維持	機上監視を用いて他機との位置関係や管制間隔など、管制指示の実現状況を操縦者が確認する方式を評価研究する。
中	トラジェクトリ管理のための動態情報交換	航空機と地上の間で航空機の FMS 情報やその調整要求の交換を実現するため、管制官用情報交換システムやデータリンクを開発する。
中	システム間情報管理：SWIM	効率的な CDM を実現するために必要な広域システム情報管理 (SWIM) の実現手法を開発する。
中長	航空用高速通信技術の開発	ATM における高速情報伝達及び交換が可能となる通信技術を開発する。
短～ 中長	トラジェクトリ管理による空港高度運用	トラジェクトリの一部となる空港面走行時間を制御するための空港面監視・管制通信システムや地上の支援システムを構築する。
中	空港面航法の実現	空港面における管制・誘導・航法のための機上・地上連携システムを構築する。
中	CAT-II/III GBAS 実用化	GBAS による高カテゴリー精密進入方式の実現を目指す。
中～ 長	トラジェクトリ管理に整合する GBAS 動的進入経路設定	航空機毎に可変の進入経路を指定する方式を研究する。

中	ABAS 高度化	機能・性能が進展した GPS 衛星などを活用できる機上システムを研究する。
---	----------	---------------------------------------

表 2-3 各研究課題の概要（長期）

時期	課題名	概要
中～長	トラジェクトリ管理のパフォーマンス分析	トラジェクトリ管理のパフォーマンス分析を行う。
長	ヒューマンファクタを考慮した安全確保	管制官のヒューマンファクタを考慮したシステムを開発するための要件を求めることにより、安全性を向上する。
長	戦略的かつ統合的な空域設計と経路運用	トラジェクトリに基づく戦略的かつ統合的な空域設計と経路運用の方式を開発する。
長	飛行フェーズ全体の安全性評価と安全性向上	飛行フェーズ全体での安全性評価手法を開発する。
中～長	高密度空域でのトラジェクトリ管理による運航効率向上	航空交通量が多い高密度空域でのトラジェクトリ管理の実現を目指す。
長	機上監視によるトラジェクトリ管理の補完	トラジェクトリ管理を補完するために必要な機上監視の活用方策を評価・研究する。
長	CAT-IIIc GBAS 実用化	滑走路視程の無い状態での地上走行ガイダンスを含め、CAT-IIIc GBAS の実用化を目指す。
長	CAT-I ABAS 実用化	機能・性能が進展した GPS 衛星などの活用により、CAT-I 進入が実現できる機上システムを研究する。

表 2-4 各研究課題の概要（恒常）

時期	課題名	概要
常	監視情報処理方式（センサ統合、関連情報統合、トラジェクトリ管理対応）	SSR, WAM, ADS-B など多様な監視センサの情報を統合し、トラジェクトリ管理のための監視性能要件を満たす監視システムとする手法を研究する。
常	電波環境、混信・干渉問題（各分野に共通な継続課題）	新旧の無線システムが共存し円滑に運用できるよう信号環境の監視・調整手法を開発するとともに、各種の干渉問題を解決する。

(Intentionally blank)

略 語 表

略 語	英 語	日 本 語
A		
ABAS	Airborne-Based Augmentation System	機上衛星航法補強システム 用語解説(ABAS)
ACAS	Airborne Collision Avoidance System	航空機衝突防止装置 用語解説(ACAS)
ACARS	Automatic Communications Addressing and Reporting System	航空機空地データ通信システム 必要な運航情報を ARINC の通信網を介して航空機側から地上へ、または地上から航空機側へ自動的に提供するシステム
ACP	Aeronautical Communications Panel	航空通信パネル(ICAO)。元は AMCP
ADAS-DUG	Advanced Data-link Airborne Service Data-link User Focus Group	先進的データリンクと機上監視応用に関するデータリンクユーザグループ
ADC	Air Data Computer	大気緒元計算機
ADS	Automatic Dependent Surveillance	自動位置情報伝送・監視(自動従属監視)機能
ADS-B	Automatic Dependent Surveillance-Broadcast	放送型自動位置情報伝送・監視機能 用語解説(ADS-B)
ADS-B-RAD	ADS-B Radar Airspace	レーダ覆域のある空域で ADS-B を航空管制に使う方式
AIAA	American Institute of Aeronautics and Astronautics	米国航空宇宙学会
AIDC	Air Traffic Service Interfacility Data Communications	管制機関間データ通信
AIS	Automatic Identification System	船舶自動識別装置 用語解説(AIS)
AMHS	ATS Message Handling System	管制機関や航空会社間などへのメールサービスの一種
APEC	Asia Pacific Economic Cooperation	アジア太平洋経済協力
APV	Approach with Vertical Guidance	垂直誘導付進入 方位方向と垂直方向の誘導情報を用いるが、精密進入基準の要件を満たしていない進入のこと
APV-I	Approach with Vertical Guidance 1	垂直誘導付進入で決心高度(着陸するか否かをパイロットが判断する高度)250 フィートまで利用可能な精密進入モード
ARINC	Aeronautical Radio Incorporated	エアーリンク社(民間航空通信会社(米国))
ARPA	Automatic Radar Plotting Aids	自動レーダープロットング装置(衝突防止装置)

ARNS	Aeronautical Radio Navigation Service	航空無線航法サービス
ARSR	Air Route Surveillance Radar	航空路監視レーダ
ARTS	Automated Radar Terminal System	ターミナル・レーダ情報処理システム
ASAS	Airborne Separation Assurance / Assistance System	航空機間隔維持支援装置 用語解説(ASAS)
ASAS-RFG	ASAS-Requirements Focus Group	ASAS 要件検討会議
ASDE	Airport Surface Detection Equipment	空港面探知レーダ
ASP	Application Service Provider	ソフトウェア開発者にそのソフトウェアの動作環境を提供するサービス
ASP	Aeronautical Surveillance Panel	航空監視パネル(ICA0)
A-SMGC システム	Advanced-Surface Movement Guidance Control System	先進型地上走行誘導管制システム(A-SMGCS) 用語解説(A-SMGCS)
ASTERIX	All Purpose Structured Eurocontrol Surveillance Information Exchange	欧州の監視情報交換の規格
ATC	Air Traffic Control	航空交通管制
ATCA	Air Traffic Controllers Association	米国管制協会
ATEC	Association of Air Transport Engineering and Research	(財)航空輸送技術研究センター
ATFM	Air Traffic Flow Management	航空交通流管理
ATFMC	Air Traffic Flow Management Center	航空交通流管理センター(現 ATM センター)
ATIS	Automatic Terminal Information Service	飛行場情報放送業務 用語解説(ATIS)
ATM	Air Traffic Management	航空交通管理
ATMC	Air Traffic Management Center	航空交通管理センター
ATN	Aeronautical Telecommunication Network	航空通信網 用語解説(ATN)
ATS	Air Traffic Service	航空交通業務
B		
BIS	Boundary Intermediate System	境界型中間システム
C		
CAB	Civil Aviation Bureau	国土交通省航空局
CAS	Collision Avoidance System	衝突防止システム
CARATS	The Comprehensive Assessment on and Restructure of the Air Traffic Services	日本における次世代システム中長期構想

CAT	Category	ILS のカテゴリー 用語解説(CAT-I, II, III)
CDA	Continuous Descent Approach	連続降下進入方式
CDTI	Cockpit Display of Traffic Information	コックピット交通情報表示装置
CDMA	Code Division Multiple Access	符号分割多重接続
CENPAC	Central Pacific	南部太平洋経路
CFIT	Controlled Flight Into Terrain	操縦可能状態での地上激突事故
CLNP	Connectionless Network Protocol	コネクションレス型ネットワークプロトコル
CNS	Communication・Navigation・Surveillance	通信・航法・監視
CORBA	Common Object Request Broker Architecture	様々な言語で書かれたソフトウェアコンポーネントの相互利用を可能にするもの
CPDLC	Controller Pilot Data Link Communication	管制官・パイロット間データ通信
D		
DAC	Delay Attenuate and Compare	遅延減衰比較
DAPs	Downlink Aircraft Parameters	動態機能送信機能
DA コンバータ	Digital Analog Converter	デジタル-アナログ変換回路
DARPS	Dynamic Aircraft Route Planning System	動的経路計画システム
DDM	Difference in the Depth of Modulation	二つの変調波の変調度の差
DFIS	Digital Flight Information Service	デジタル飛行情報提供業務
DGPS	Differential GPS	差動型 GPS 用語解説(DGPS)
DME	Distance Measuring Equipment	距離測定装置 用語解説(DME)
DSB	Double Sideband	両側波帯
DSP	Digital Signal Processor	デジタル信号処理機(集積回路)
DSW	Depth of Snow Fall	積雪深
D-TAXI	Datalink Taxi Clearance Delivery	データリンクを用いた航空機の地上誘導技術
E		
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System	電子海図表示システム
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service	欧州の静止衛星航法オーバーレイサービス
ELT	Emergency Locator Transmitter	航空機用救命無線機(非常位置送信機)
EMI	Electro Magnetic Interference	電磁干渉

ENRI	Electronic Navigation Research Institute	独立行政法人電子航法研究所
ES	ATN End System	ATN エンド・システム
ESA	European Space Agency	欧州宇宙機関
ESTEC	European Space Research and Technology Centre	欧州宇宙研究技術センター
ETS-VIII	Engineering Test Satellite-VIII	技術試験衛星 VIII 型
EUROCAE	European Organisation for Civil Aviation Equipment	ヨーロッパ民間航空用装置製造業者機構
EUROCONTROL	European Organization for the Safety of Air Navigation	欧州航空(航法)安全機関, 欧州管制機関 用語解説(EUROCONTROL)
EVS	Enhanced Vision System	視覚援助システム
F		
FAA	Federal Aviation Administration	連邦航空局 用語解説(FAA)
FANS	Future Air Navigation System	将来航空航法システム
FDMA	Frequency Division Multiple Access	周波数分割多元接続
FDMS	Flight Data Management System	飛行情報管理システム
FDP	Flight Plan Data Processor System	飛行計画情報処理システム
FDTD	Finite Difference time-domain method	有限差分時間領域法
FFM	Far Field Monitor	ファーフィールドモニタ
FIR	Flight Information Region	飛行情報区
FIS-B	Flight Information Service - Broadcast	放送型飛行情報提供サービス 用語解説(FIS-B)
FLEX	Flexible	ユーザーが希望する経路
FMCW	Frequency Modulated Continuous Wave	周波数変調された連続波
FMS	Flight Management System	飛行管理装置 用語解説(FMS)
FPGA	Field Programmable Gate Array	利用者が独自の論理回路を書き込むことの出来るゲートアレイの一種
G		
GALILEO	GALILEO	欧州の測位衛星
GBAS	Ground-Based Augmentation System	地上型衛星航法補強システム 用語解説(GBAS)
GBT	Ground Based Transceiver	地上局、または地上送受信装置
GEO	Geo-stationary Earth Orbit	静止軌道

GEONET	GPS Earth Observation Network System	国土地理院 GPS 連続観測システム 用語解説(GEONET)
GES	Ground Earth Station	航空地球局
GICB	Grand-Initiated Comm-B	地上喚起 Comm-B 用語解説(地上喚起 Comm-B)
GIT	GNSS Implementation Team	全地球的航法衛星システム整備チーム
GIVE	Grid Ionospheric Vertical Error	電離層格子点垂直誤差
GLONASS	Global Navigation Satellite System	ロシアの全地球的航法衛星システム
GMS	Geostationary Meteorological Satellite	静止気象衛星
GNSS	Global Navigation Satellite System	全地球的航法衛星システム 用語解説(GNSS)
GP	Glide Path	グライド・パス 用語解説(ILS)
GPS	Global Positioning System	米国の全地球的測位システム
GTD	Geometrical Theory of Diffraction	幾何光学回折理論
GUI	Graphical User Interface	視覚的操作部
H		
HF	High Frequency	短波
HF	Human factor	人的要素
HMI	Human-Machine Interface	人間機械インタフェース
HMU	Height Monitoring Unit	高度監視装置
I		
IAATC	International Advanced Aviation Technologies Conference	国際次世代航空技術会議
IAGC	Instantaneous Automatic Gain Control	瞬時利得制御
ICAO	International Civil Aviation Organization	国際民間航空機関 用語解説(ICAO)
ID	Identifier	識別符号
IEE	The Institution of Electrical Engineers	英国王立電気学会
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	米国電気電子学会(現 IET:英国電気学会)
IES	International Ionospheric Effect Symposium	国際電離層効果シンポジウム
IFR	Instrument Flight Rules	計器飛行方式
IGS	International GPS Service	国際 GPS 事業

ILS	Instrument Landing System	計器着陸装置 用語解説(ILS)
IMO	International Maritime Organization	国際海事機関
IMU	Inertial Measurement Unit	慣性計測装置 用語解説(IMU)
INS	Inertial Navigation System	慣性航法装置
ION	Institute of Navigation	米国航法学会
IP	Information Provider	情報提供者
IPACG	Informal Pacific ATC Coordinating Group	太平洋航空管制事務レベル調整会議
IS-QZSS	Interface Specification-QZSS	準天頂衛星から放送される信号のインタフェース仕様に関する会議
IT	Information Technology	情報技術
ITRF	International Terrestrial Reference Frame	国際地球基準座標系
ITU	International Telecommunication Union	国際電気通信連合
IWG	SBAS Technical Interoperability Working Group	SBAS 相互運用性作業グループ
J		
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JAVA-VM	JAVA-Virtual Machine	JAVA 言語による仮想プラットフォーム
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency	独立行政法人宇宙航空研究開発機構
JCAB	Japan CAB	→CAB
JPL	Jet Propulsion Laboratory	ジェット推進研究所(米国)
JREC-IN	Japan Research Career Information Network	研究者人材データベース
JTIDS	Joint Tactical Information Distribution System	総合戦術情報伝達システム
L		
LEO	Low Earth Orbit	低軌道衛星 用語解説(LEO)
LDA	Localizer Type Directional Aid	ローライザー型式方向援助施設
LLZ	Localizer	ローライザー。計器着陸装置(ILS)を構成するもので滑走路の中心線を示す。(現 LOC) 用語解説(ILS)
LPV200	Localizer Performance with Vertical Guidance 200	決心高度(着陸するかどうかをパイロットが判断する高度)200フィートまで利用可能な精密進入モード
LORAN-C	Long Range Navigation-C	長波帯(100kHz)を使用した双曲線航法システム

M		
MATLAB	Matrix Laboratory	マツラブ(プログラム言語の一つ)
MFT	Minimum Fuel Track	最小燃料経路、最適経路
MIB	Management Information Base	管理情報データベース
MIMO	Multi Input Multi Output	複数アンテナを用いた無線通信の送受信技術
MLAT	Multilateration	マルチラテレーション 用語解説(マルチラテレーション)
MSAS	MTSAT Based Augmentation System	運輸多目的衛星(MTSAT)用衛星航法補強システム 用語解説(MSAS)
MTBO	Mean Time Between Outages	停波に至る平均時間
MTSAT	Multi-Functional Transport Satellite	運輸多目的衛星
MU レーダ	Middle upper radar	中高層大気観測レーダ 用語解説(MU レーダ)
N		
NAMS	Navigation Accuracy Measurement System	高度監視装置
NAV	Navigation or Nav aids	航法, または 航行援助施設
NCAR	The National Center for Atmospheric Research	米国大気科学研究連合
NextGen	Next Generation Air Transportation System	米国における次世代航空交通システム構想
NM	Nautical Mile	海里、マイル
NOPAC	North Pacific ,or northern Pacific	北太平洋ルート
NICT	National Institute of Information and Communications Technology	独立行政法人情報通信研究機構
NSP	Navigation System Panel	航法システムパネル(ICAO)
O		
OCTPASS	Optically Connected Passive Surveillance System	光ファイバ接続型受動監視システム
OFDM	Orthogonal Frequency-Division Multiplexing	直交周波数分割多重方式
OSD	Operational Service and Environment Description	運用サービス及び環境の説明
OTG	Oceanic Track Generator	洋上可変経路発生システム
P		
PACOTS	Pacific Organized Track System	太平洋編成経路システム
PC クラスタ	PC Cluster	複数の比較的安価な PC 等をネットワークで接続し仮想的に 1 台の並列コンピュータとして利用可能にしたもの

PED	Portable Electronic Device	携帯電子機器
PSAM6	International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management	確率論的安全性評価・管理に関する国際会議
Q		
QZSS	Quasi-Zenith Satellite System	準天頂衛星システム 用語解説(準天頂衛星システム)
R		
RA	Radio Altimeter	電波高度計
RA	Resolution Advisory	TCAS における回避指示
RAMS	Reorganized ATC Mathematical Simulator	ラムス(ファストタイム航空管制シミュレータの一つ)
RASMAG	The Regional Airspace Safety Monitoring Advisory Group	アジア太平洋地域空域安全監視諮問グループ
RCAG	Remote Center Air-Ground Communication	遠隔対空通信施設のことで航空路管制機関から遠隔制御される VHS,UHF の航空路用対空通信施設
RCS	Radar Cross Section	有効反射面積
RDP	Radar Data Processing System	航空路レーダ情報処理システム
RF	Radio Frequency	無線周波数
RIN	Royal Institute of Navigation	英国航法学会
RMA	Regional Monitoring Agency	地域監視機関
RNAV	Area Navigation	広域航法 用語解説(RNAV)
RNP	Required Navigation Performance	航法性能要件
RNP-AR	Required Navigation Performance Authorization Required	着陸時の旋回飛行において、特別に認められた機体とパイロットのみが運航できる RNP 運航
RTCA	Radio Technical Commission for Aeronautics	航空無線技術委員会(米国)
RTK-GPS	Real-time Kinematic GPS	リアルタイムキネマティック GPS
RWSL	Runway Status Light	滑走路状態表示灯システム
RVSM	Reduced Vertical Separation Minima	短縮垂直間隔基準 用語解説(RVSM)
S		
SAIF	Submeter-class Augmentation with Integrity Function	インテグリティ機能を有するサブメーター級の補正(信号) 用語解説(インテグリティ)
SANE	Space, Aeronautical and Navigational Electronics	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会

SAR	Search and Rescue	捜索救難
SARPs	Standards and Recommended Practices	標準及び勧告方式 (ICAO)
SASP	Separation and Airspace Safety Panel	管制間隔・空域安全パネル
SBAS	Satellite-Based Augmentation System	静止衛星型衛星航法補強システム 用語解説 (SBAS)
SCRS	Surveillance and Conflict Resolution Systems	監視及び異常接近回避システム
SCRSP	Surveillance and Conflict Resolution Systems Panel	監視及び異常接近防止システムパネル会議 (ICAO)
SDLS	Satellite Data Link System	次世代航空衛星通信システム
SESAR	Single European Sky ATM Research	ユーロコントロールにおける次世代システム計画
SMA	Safety Monitoring Agency	安全監視機関
SLO	Stochastic Lockout Override	確率的ロックアウトオーバーライド
SNDCF	Sub Network Dependent Convergence Function	サブネットワークに依存した収束機能
SSR	Secondary Surveillance Radar	二次監視レーダ 用語解説 (SSR)
SQM	Signal Quality Monitoring	品質監視装置
SVM	Service Volume Model	サービスボリュームモデル 用語解説 (SVM)
T		
TA	Tailored Arrivals	航空機毎の運航目的に適合した降下進入方式
TACAN	Tactical Air Navigation System	極超短波全方向方位距離測定装置
TAP	Terminal Area Procedure	ターミナル空域飛行方式
T-PED	Transmitting Portable Electronic Device	携帯電子機器(PED)のうち、意図的に電波を放射するもの
TC	Technical Center	テクニカルセンター
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol	伝送制御プロトコル／インターネットプロトコル
TDMA	Time Division Multiple Access	時分割多重接続
TEC	Total Electron Content	電離層総電子数
TIS	Traffic Information Service	交通情報サービス
TIS-B	Traffic Information Service - Broadcast	放送型交通情報サービス 用語解説 (TIS-B)
T-PED	Transmitting Portable Electronic Device	携帯電子機器(PED)のうち、意図的に電波を放射するもの
TRACON	Terminal Radar Approach Control	ターミナルレーダ管制業務

TRAD	Terminal Radar Alphanumeric Display System	ターミナルレーダ文字情報表示システム
TSG	Technical subgroup	テクニカルサブグループ(技術小部会)
U		
UAT	Universal Access Transceiver	小型機用の次世代高速通信機(米キャップストーンで使用されているADS-B 兼用データ通信システム) 用語解説(UAT)
UCAR	University Corporation for Atmospheric Research	米国大気研究大学連合
UDRE	User Differential Range Estimate	利用者ディファレンシャル距離推定
UHF	Ultra High Frequency	極超短波(300MHz から 3,000MHz)
UPR	User Preferred Routes	利用者選択経路
URSI	Union Radio-Scientifique Internationale	国際電波科学連合
UTC	Coordinated Universal Time	協定世界時
UWB	Ultra Wide Band	超広帯域無線,ウルトラワイドバンド 用語解説(ウルトラワイドバンド)
V		
VDL	VHF Digital Link	航空管制用デジタル対空無線システム 用語解説(VDL)
VFR	Visual Flight Rules	有視界飛行方式 用語解説(VFR)
VHF	Very High Frequency	超短波(30MHz から 300MHz)
VLBI	Very Long Baseline Interferometry	超長基線電波干渉法
VOR	VHF Omni-directional Radio Range	超短波全方向式無線標識施設 用語解説(VOR)
VOR/DME	VHF Omni-directional Radio Range / Distance Measuring Equipment	超短波全方向式無線標識施設 / 距離測定装置 用語解説(VOR/DME)
VPL	Vertical Protection Level	垂直保護レベル
VRS	Virtual Reference Station	仮想基準点 用語解説(VRS)
VTS	Vessel Traffic Services	船舶通航業務 用語解説(VTS)
W		
WSANE	Workshop for Space, Aeronautical and Navigational Electronics	宇宙・航行エレクトロニクス研究会 国際ワークショップ

WAAS	Wide Area Augmentation System	米国のGNSS広域補強システム 用語解説(GNSS)
Wifi	Wifi	無線 LAN 機器間の相互接続性認証規格
Wimax	Worldwide Interoperability for Microwave Access	無線通信技術の規格の一つ
WP	Working Paper	ワーキングペーパー
WRC	World Radiocommunication Conference	世界無線通信会議

※ 用語解説()のマークが付いている略語については、()内の用語が「用語解説」に記載されている。

(Intentionally blank)

用語解説

——英数字——

[4 次元航法]

航空交通管理(ATM)のコンセプトの一つ。経路を設定するだけでなく、航空機の数などを管制側がきめ細かく管理することにより、各航空機の運航に経路上で時間差を設け、航空交通流を円滑化する航法。

着陸を例にとると、現在は空港周辺のセクタ内で航空機を遠回りさせるなどして着陸順の管理を行っており、今後、航空機の運航頻度の増加に伴い、この方式では円滑な運航が困難となっていくことが予想されるが、4次元航法では空港周辺のセクタに入る前に各航空機の到着時間調整を行うことにより、着陸および通過が滞りなく行われることが期待される。

4次元航法の実現のためには航空交通流管理の能力の向上や、管制側と航空機側の情報共有の高度化が要求されるため、次世代型のRNAVとして計画されている。

[ACAS] (Airborne Collision Avoidance System)

航空機衝突防止装置。

航空機同士が空中衝突する危険を抑える目的で開発されたコンピュータ制御のアビオニクス装置である。地上の航空管制システムには依存せずに航空機の周囲を監視し、空中衝突(MAC)の恐れがある他の航空機が存在を操縦士に警告する。5700kg以上または客席数19以上の全ての航空機に国際民間航空機関(ICAO)が装備を義務付けている。

[ADS-B] (Automatic Dependent Surveillance - Broadcast)

放送型自動位置情報伝送・監視機能。放送型自動従属監視、放送型ADSともいう。

飛行中や地上走行中の航空機等の移動体の位置を監視する手段のひとつ。各航空機がGNSS等の測位システムを用いて取得した位置情報を放送型データリンクによって地上又は他の航空機へ送信する方式。航空管制用レーダの代用または補強の用途のほか、空対空監視を可能とするため、航空機の増加に伴う管制官のワークロードの低減につながる。

送信機能であるADS-B-OUT、受信機能であるADS-B-INに分けられている。

信号のキャリアには1,090MHzの拡張スキッタやVDLモード4、UATなどが用いられる。
→ASAS、GNSS、拡張スキッタ、マルチラテレーション

[AIS] (Automatic Identification System)

船舶自動識別装置。

航海中の各船舶が船名、コールサイン、自船位置、速度、針路、喫水や目的地等の情報を自動的にVHF無線によって相互に送受信し、また、安全通信文というメッセージも送信し、船舶相互間及び船舶と陸上の海上交通センター等の航行援助施設との間で情報の交換を行い船舶の安全運航を支援するシステム。

2000年(平成12年)12月に開催されたIMO(国際海事機関)第73回海上安全委員会で、

海上における人命の安全のための国際条約（SOLAS 条約）の改正が採択され、一定の船舶に、AIS の搭載が義務付けられ、2002 年（平成 14 年）7 月から段階的に導入することが決定されている。

[ASAS] (Airborne Separation Assistance System)

航空機間隔維持支援装置。

他の航空機との安全間隔維持のために飛行乗務員を支援する航空機搭載監視を基本とした航空機システム。

ASAS は、周辺の航空交通状況を直接確認する手段を持たない飛行乗務員のためのレーダ代用品になると期待されている。ASD-B や TIS-B などから得られる周辺交通情報を飛行乗務員のために利用する手段として、各国で研究されている。

ASAS の使用方法には、現在の航空機運用を支援するものから新しい航空機運用方式まで多様なものが提案されている。想定する運用方式により ASAS に求められる機能や性能が異なるため、応用ごとに想定される ASAS の仕様やその実現可能性が研究されつつある。

→ADS-B、TIS-B

[A-SMGCS] (Advanced surface movement guidance and control system)

先進型地上走行誘導管制システム。

空港面内の航空機及び車両が安全に走行できるように、その位置を正確に把握し、経路設定、誘導、管制を行うシステム。

近年の幹線空港等の大規模化に伴う空港面レイアウトの複雑化および空港需要増大に伴う高密度運航に対応するため、また、夜間や霧などのために視程が低い状況下でも航空機等の安全で円滑な地上走行を確保すると共に管

制官の負荷を軽減する次世代システムであり、監視、経路設定、誘導、管制の 4 つの基本機能で構成される。

→ マルチラレーション、拡張スキッタ

[ATIS] (Automatic Terminal Information Service)

飛行場情報放送業務。

航空機の離着陸に必要な最新の気象情報、飛行場の状態、航空保安施設の運用状況等の情報を自動装置により繰り返し放送する業務をいう。これらの情報は VHF データリンクでも配信されている。

[ATN] (Aeronautical Telecommunication Network)

航空通信網。

機上通信システム、空地データリンク、地上通信システム間を相互に接続して航空通信用のインターネットを構築し、ユーザ端末間における通信（エンド・トゥ・エンドの通信）を行う際、ユーザ側が伝送等を意識せずに、効率的かつ経済的にデータ通信を行うもの。

[CAT- I , II , III] (Category-1, 2, 3)

ICAO の定める計器着陸装置の性能の分類。

霧などによる視界の程度と計器着陸装置の性能との関係から、進入・着陸のどの段階まで計器誘導に頼れるかが決まる。高いカテゴリの計器誘導では、進入・着陸の最後に近い段階まで計器に任せることが可能となるため、パイロットの負担軽減、着陸の安全性の向上、天候によらない確実な着陸が実現されると期待される。

- CAT-I デシジョン・ハイト（着陸するか否かをパイロットが判断する高度。決

心高度。) 200ft、滑走路視程 2,600ft まで計器誘導を用いる方式。

- CAT-II デシジョン・ハイト 100ft、滑走路視程 1,200ft まで計器誘導を用いる方式。
- CAT-III A 滑走路視程 700ft 以上で、着陸の直前のみパイロットの目視に頼る方式。
- CAT-III B 滑走路視程 150ft 以上で、パイロットの目視に頼らず進入・着陸し、地上滑走のみ目視に頼る方式。
- CAT-III C 滑走路視程ゼロでもパイロットの目視に頼らず進入・着陸・地上滑走を行う方式。

ILS を用いた進入では、一部の空港で CAT-III A までが可能となっている (国内では釧路空港、青森空港、成田空港、熊本空港)。衛星航法の分野では CAT-I 相当の進入実現と実用化が現在の目標となっている。

→ILS

[DGPS] (Differential GPS)

差動型 GPS。

位置の固定された GPS 受信局 (基準局) の GPS 測位結果と実際の位置を比較することで測位誤差を求め、補正情報を基準局から FM 帯で放送し、GPS 利用者がこの情報を受信して測位情報を修正することで測位精度を高めるシステム。

船舶や自動車などに用いられており、航空における SBAS も原理上は DGPS の一種である。

→GNSS

[DME] (Distance Measuring Equipment)

距離測定装置。

航空機に対して地上の DME 局と航空機との傾斜距離 (Slant Range。地図上の距離ではなく、航空機と DME 局の間の 3 次元的な距離) 情

報を与えるためのシステム。

周波数は 960MHz~1,215MHz で動作し、機上のインタロゲータ (質問機) と地上のトランスポンダ (応答機) よりなる。DME は VOR に併設されて、航空機に位置情報 (距離-方位情報) を提供する短距離援助方式として使用されることが多い。また、ILS マーカの代替として、ローカライザまたはグライドパスと併設し、着陸点までの距離情報を連続して提供する精密進入援助施設 (Terminal DME: T-DME) としても使用される。

→VOR、VOR/DME

[EUROCONTROL] (European Organisation for the Safety of Air Navigation)

日本語では欧州航空 (航法) 安全機関、欧州管制機関、ユーロコントロールなどと呼ばれる。

欧州の空域についての管制、及びその研究等を行っている機関である。

[FAA] (Federal Aviation Administration)

連邦航空局。

民間航空の管制や保安を所掌する米国の行政機関。日本の国土交通省航空局にあたる。

[FIS-B] (Flight Information Service - Broadcast)

放送型飛行情報提供サービス

空港や空域の使用可能状況といった航空情報 (Notice to Airmen: NOTAM)、各航空機から寄せられる気象情報 (パイロットレポート) や気象予報、地形情報など、地上で把握して航空機の安全な運航に必要なさまざまな情報を、地対空のデータ通信により航空機へ提供するサービス。得られたデータを画像化する機上

装置の開発も行われている（なお、UAT では地上から画像データとして送る方式をとっている）。

特に、低高度を有視界飛行で飛ぶことの多い小型機の場合、霧などによる視界の不良や山など急峻な地形による事故が多いため、FIS-B による情報提供の効果が期待される。

→UAT

[FMS] (Flight Management System)

飛行管理装置。

計器誘導を行うための機上装置。RNAV において機上側の要となる。

旧来の自動操縦装置は主に航空機の姿勢を安定させ、経路上にある近くの VOR/DME へ針路を向ける程度の機能であったが、コンピュータの性能の向上により、FMS では経路全体の情報をあらかじめ記憶させておくことができ、経路上の各点と地上の無線標識との位置関係を正確に求めることができるため、無線標識を結ぶ折れ線状になる従来型の経路設定よりも効率的な経路管理が可能となり、また、離陸から着陸に至るまでの航行を自動化することが可能となった。

ボーイング 767、エアバス 310 以降に開発された航空機には標準装備されている。

→RNAV

[GBAS] (Ground-Based Augmentation System)

地上型衛星航法補強システム。

→GNSS

[GEONET] (GPS Earth Observation Network System)

国土地理院 GPS 連続観測システム。

全国約 1,200 ヶ所に設置された電子基準点と GPS 中央局（茨城県つくば市）からなる、高密度で高精度な測量網の構築と広域の地殻変動の監視を目的とした連続観測システムである。

[GICB] (Ground-Initiated Comm-B)

→地上喚起 Comm-B

[GNSS] (Global Navigation Satellite System)

全地球的航法衛星システム。

《概要》

地球上の各点の位置を、測位用の人工衛星群との位置関係から求める測位システム。

米国が運用中の GPS (Global Positioning System)、ロシアが運用中の GLONASS (Global Orbiting Navigation Satellite System)、欧州連合が整備中の Galileo などがある。

複数の測位衛星（原理的には 4 基でよく、5 基以上あれば精度の向上に用いることができる）から送られる衛星上の時計の時刻信号が地上に伝わる際に要する時間から求まる各衛星との距離（衛星の時計と受信機の時計のずれによるオフセットがあるため、疑似距離と呼ばれ、補正により真の距離となる）と、各衛星から並行して送られる各衛星の軌道情報から受信機の位置を算出する方式をとる。地球上でくまなく測位を行うためには 24 個以上の測位衛星が必要であり、GPS では約 30 個の測位衛星が打ち上げられている。

測位衛星は非常に精度の高い原子時計を搭載しているため、測位用途のほか、時計として用いることも可能である。

《補強システム》

測位衛星のみを用いた測位では航空での使用に十分な精度が得られず、また、時々刻々の

衛星の配置状態や電離層の活動により、衛星からの情報が役に立たなくなることがある。航空機の航法には高い測位精度（特に着陸の誘導を行うためには数 m）と途切れの無い測位、測位の信頼性の保証が求められる。よって、衛星航法を実用するためには、測位誤差の補正や衛星の稼働状況の監視を行うさまざまな補強システムを組み合わせる必要がある。

測位衛星群とその機能を補完する補強システムを組み合わせた総体としての航法用測位システムが GNSS である。

補強システムには以下の 3 種類がある。

- SBAS

静止衛星型衛星航法補強システム。地上に広範囲にわたり衛星信号の受信機（基準局）を固定的に設置し、各点の測定データから得られる誤差補正情報などを、静止衛星を介して各航空機に提供するシステム。広域的な用途に用いられる。加えて、測位衛星と同じ形式の測距信号を送信する地上施設もあり、これは測位衛星の代用として用いることができる。

特に、国土交通省の MTSAT（運輸多目的衛星）を用いた日本の SBAS を MSAS という。他に米国の WAAS、欧州の EGNOS がある。

日本固有の問題として、陸地が細長い形状であるため基準局設置による効果が欧米ほど得られにくいことがあり、独自の解決策が求められる。

- GBAS

地上型衛星航法補強システム。特に高い精度と信頼性の要求される空港での離着陸のために用いられる。地上に複数の基準局を設置して誤差計測を行うが、SBAS とは異なって基準局を空港周辺に限定して重点的に設け、測位誤差補正情報やインテグリティ情報などを空港の通信施設から VHF 帯の空地間データ通信

により航空機に提供する。補正後の測位精度は SBAS よりも高い。

- ABAS

航空機に搭載した受信機単体で航法の信頼性を高めるものであり、複数の GPS 衛星（不足している場合には高度気圧計などを加える）から得たデータにより、GPS 衛星の故障を検出するシステム。

→アベイラビリティ、インテグリティ、コンティニューイティ、電離層遅延

[ICAO] (International Civil Aviation Organization)

国際民間航空機関。

民間航空機の運用方式などについて国際法的な取り決めおよび技術的標準の策定と普及を目的とした国連の専門機関。1947 年創立。現在、190 ヶ国が加盟している。

航空機のライセンス管理、空港の標識、安全のための性能仕様、管制方式、事故調査様式などについての国際法的な取り決めおよび技術的標準を策定し、民間航空に関する基本的な国際法である「国際民間航空条約」として明文化している。

加盟国における民間航空に関する法令は国際民間航空条約に準拠しており、日本の航空法も同様である。

当研究所は、技術に関する「標準および勧告方式」(Standard And Recommended Procedures: SARPs)の策定に携わっているほか、航空行政に関する国際会議に日本代表団のテクニカルアドバイザーとして参加している。

[ILS] (Instrument Landing System)

計器着陸装置。

滑走路への進入経路を示す指向性電波を地上から発信し、これに航空機を沿わせることに

より進入を補助するシステム。正しい進入経路からの水平方向のずれを提示するローカライザ、垂直方向のずれを提示するグライドスロープ（グライドパス）、滑走路までの距離を提示するマーカーから成る。計器誘導による進入の際に主役となり、一部の空港では ILS による CAT-III A 進入も可能である。

→CAT

[IMU] (Inertial Measurement Unit)

慣性計測装置

潜水艦、航空機やミサイルなどに搭載される計測装置。基本的には、3軸のジャイロと3方向の加速度計によって、3次元の角速度と加速度が求められる。ただし、その信頼性向上のために、さらに複数のセンサが搭載されることがある。通常は、搭載する移動体の重心に置く。

[LEO] (Low Earth Orbit)

低軌道衛星。

地球を回る低軌道（衛星軌道のうち、中軌道よりも高度が低いもの。）を言う。通常は地球表面からの高度 350 km から 1400 km の場合が多い。低軌道衛星は、約 27400 km/h（約 8 km/s）で飛行し、1 回の周回に約 1.5 時間を要する（高度約 350 km の例）。

大気のある天体では、低軌道より低い軌道は安定せず、大気との摩擦抵抗で急激に高度を下げ、やがては大気中で燃え尽きてしまう。

低軌道は、これより高い軌道へ向かうための踏み石ではあるが、それ自身、地球に接近しているという点で非常に有益なものであり、低軌道に衛星を投入するほうが少ないエネルギーで済むため、小型のロケットで打ち上げ可能である等の利点がある。

[LLZ] (localizer)

ローカライザ。

→ILS

[MSAS] (MTSAT Satellite-based Augmentation System)

→GNSS

[MU レーダ*] (Middle upper radar)

京都大学生存圏研究所 信楽 MU 観測所の主要観測施設。中層・超高層および下層大気観測用 VHF 帯大型レーダーであり、高度 1~25km の対流圏・下部成層圏、高度 60~100km の中間圏、下部熱圏及び高度 100~500km の電離圏領域の観測が行われています。

[RNAV] (Area Navigation)

広域航法。

地上無線施設（VOR/DME 等）から得られる位置情報、GNSS や機上の慣性航法装置から得られる位置情報をもとに、機上に搭載した FMS を活用して、自機の位置や飛行方向を確認しながら飛行する航法。

従来、陸上の航空路は地上の航空保安無線施設（VOR/DME 等）間を結んで設定されていたが、高機能な機上装置である FMS の導入により、RNAV では地上の航空保安無線施設の地理的な位置に拘束されることなく直行的、可変的な経路の設定が可能となり、空域を有効に活用できる。また、無線標識を設置できない洋上では従来、機上の慣性航法装置による移動距離情報（水平方向の加速度を測定し 2 回積分したものを）を LORAN など陸からの長波無線信号により定期的に補正する測位方式だったため精度の

高い経路設定が困難であったが、測位に GNSS を用いることにより洋上の RNAV も可能となった。

既に一部の幹線的な航空路において導入されている。

→4次元航法、FMS、セクタ

[RSS 配信] (Really Simple Syndication)

ウェブサイトの更新記事の見出しや概要を配信するための技術

[RVSM] (Reduced Vertical Separation Minima)

短縮垂直間隔基準。

29,000ft 以上の巡航高度においても 1,000ft の垂直間隔を適用する方式。日本の国内の空域においても平成 17 年 9 月 30 日に導入され、一部を除き日本の管轄する空域すべてで RVSM が適用されることとなった。

[SBAS] (Satellite-Based Augmentation System)

静止衛星型衛星航法補強システム

→GNSS

[SSR] (Secondary Surveillance Radar)

二次監視レーダ。

一次監視レーダ (Primary Surveillance Radar: PSR) が照射電磁波の反射波により航空機の位置を監視するのに対し、SSR は航空機に質問信号を送り、機上のトランスポンダから応答信号として計器情報 (高度など) を地上へ送信させることで監視を行う。

覆域の航空機へ一括して質問信号を送るモード A およびモード C はこれまでの航空管制用

レーダの主流であったが、応答信号の内容が航空機識別信号と高度情報のみであり、運航量の増加に伴って応答信号の重畳が激しくなったため性能の限界に至りつつある。

モード S (Selective) は、質問信号の送信の際に航空機識別信号を用いることで個々の航空機と選択的に交信を行うことが可能である。また、情報容量の多いモード S ロング応答信号を用いたデータリンク機能により、高度だけでなく位置、針路、速度、ウェイポイントなど多様な情報を得ることが可能で、航空機の増加への対応の必要性から世界的に徐々に普及している。

一次監視レーダとは異なり機上装置が大きな役割を果たす監視手段であるため、航空機には SSR の運用モードに対応した信頼性の高い機上装置を搭載することが必要となる。

地上から機上への送信には 1030MHz、機上から地上への送信には 1090MHz の周波数帯を用いる。

→拡張スキッタ

[SVM] (Service Volume Model)

測位衛星の配置や利用可能状況、地上局の配置、電離層遅延のモデルなどから、各地点ごとの GNSS のアベイラビリティ、インテグリティなどを算出するシミュレーションモデル。

→GNSS、アベイラビリティ、インテグリティ、電離層遅延

[TIS-B] (Traffic Information Service - Broadcast)

放送型交通情報サービス。

管制側がレーダ等各種の監視手段により取得した各航空機の位置情報を集約し、放送型データリンクによって航空機へ発信するサービス。航空機へ送られたデータは機上装置によっ

て画像化することも可能であり、ADS-B と相互補完的に用いることにより、航空機が周辺の他航空機の航行状況について、地上の管制官と情報を共有することが可能となる。

特に、ADS-B 送信機能が普及する過渡期の ADS-B の補完に必要である。また、ADS-B が普及した後も、送信情報の誤りの検証結果や訂正情報の放送にも使用が検討されつつある。

→ASAS

[UAT] (Universal Access Tranceiver)

小型機用の次世代高速通信機。また、それに用いられるデジタル無線信号の規格も指す。地对空通信の他に ADS-B 型の監視技術への利用も期待できる通信方式として研究開発されている。978MHz の周波数帯を用いて 1Mbps のデジタル通信を行う。米国 MITRE 社が小型機での使用のために開発を行ってきたもので、小型かつ安価であることが特徴。

大規模航空運送事業以外の航空機の運用 (General Aviation: GA) の情報化 (TIS-B、FIS-B による周辺航空機の位置情報や地形情報、気象情報などの提供) の実地検証のために米国 FAA がアラスカで行っているキャプストーン計画では無償で貸与されている。

ICAO の国際的な標準として承認されているが、この用途のための周波数割り当てが ITU (国際電気通信連合) で国際的に認可されていないため (現在、DME 用途として認可されている)、開発主体であるアメリカでの国内使用に留まっている。

→ADS-B、TIS-B、FIS-B

[VDL] (VHF Digital Link)

次世代の空地間デジタル通信方式。
空地間データ通信としては従来 ACARS

(Automatic Communications, Addressing and Reporting System) が用いられているが、低速 (2.4 kbps) である、誤り訂正機能がない、高伝送負荷時に伝送遅延が大きいなどの欠点があり、航空交通管制用として十分な性能を持っていない。

VDL は ACARS の問題点を解決するために ICAO で標準化された空地間データ通信方式である。VDL では、誤り訂正機能をもつため信頼性が高く、また通信速度も大幅に向上している。

現在、用途に応じて以下の各モードの実用化が提案され、実用化が検討されている。

- ・ モード 2 : 31.5kbps の転送速度があり、管制用データの通信に用いる。プロトコルが ATN (航空用通信ネットワーク) に対応している。ただし、CSMA (搬送波感知多元接続。無線 LAN と同じ) 方式であるため、通信対象の航空機が増加するに従って通信に待ち時間が発生する。
- ・ モード 3 : TDMA (時分割多元接続。一部の携帯電話と同じ) 方式によってひとつの回線で 4 つのチャンネルを並列に用いることができ、合計で 31.5kbps の通信速度である。また、音声デジタル信号化することにより、データと音声を一緒に送ることも可能である。また、多チャンネル性を生かし、3 チャンネルのデータと 1 チャンネルの音声、といった使い分けや、2 機の航空機で 2 チャンネルずつ用いることで同一の回線を 2 機で共有する、などの運用も可能である。
- ・ モード 4 : 19.2kbps の転送速度があり、欧州では ADS-B 用の監視データの送受信に用いることが検討されている。

[VFR] (Visual Flight Rules)

有視界飛行方式
パイロットの目視に頼り、パイロット自身

の判断によって飛行を行なう方式。

[VOR] (VHF Omni-directional Range)

超短波全方向式無線標識。

超短波帯の周波数（108MHz～118MHzの1波）を使用し、VORの地上施設を基準とした方位情報（磁方位）を航空機に提供する無線標識。

VORには、標準VOR（CVOR）とドップラーVOR（DVOR）があり、現在わが国に設置されているVORの殆どが、周辺地形によるマルチパスの影響を受けにくいDVORである。

VORはDME（距離測定装置）と併設（VOR/DME）されて、DMEによる距離情報とともに方位情報を提供する。

VORとDMEの周波数は、対になるよう国際的に割り当てられており、機上でVOR周波数を選択すれば自動的にDME局の周波数も選択される。
→DME、VOR/DME

[VOR/DME] (VHF Omni-directional Radio range/Distance

Measuring Equipment)

VOR（超短波全方向式無線標識）とDME（距離測定装置）を組み合わせた無線標識。電波航法における測位の基盤となる。

→VOR、DME

[VRS] (Virtual Reference Station)

仮想基準点。

複数の電子基準点の観測データから測定地点のすぐそばに、あたかも基準点があるかのような状態をつくり出す技術

[VTS] (Vessel Traffic Service)

船舶通航業務。

レーダー、CCTV、無線電話などの通信施設を利用して港湾や出入航路を航行したり移動したりする船舶の動きを見張り、船舶の航行安全に必要な情報を提供する。無線通信のみに依存していた従来の方式とは違って、レーダーなどの科学監視装置を利用して船舶の航路離脱の有無、進行方向、速力、相互交行などをモニターを通じて把握・監視し、港湾に出入港する船舶の安全運行に必要な情報を迅速に提供する。

[アベイラビリティ] (availability)

利用率、稼働率。

測位や通信が正常に行われ、利用可能な時間の割合。

測位システムに異常が発生するなどして警報が出され、測位情報の利用ができない時間が生じると、従来型の航法に切り替えたり離着陸を取りやめたりといった対応が必要となる。異常が確実に検出され、異常そのものも起きにくいとしても、異常が生じた際に復帰に時間がかかるならば測位情報が利用できる時間は減ってしまう。測位情報を実際に用いることのできる時間の割合がアベイラビリティであり、運用面での効率の指標となる。

ICAOの標準では、CAT-Iの着陸のためには99%~99.999%のアベイラビリティが要求されている。

→インテグリティ、コンティニューイティ、SVM

[インテグリティ] (integrity)

完全性。

測位や通信に問題が生じたことがただちに検知される確率。

例えば測位システムにおいて、システムの故障などにより異常な測位信号が出た場合、そのシステムによる測位情報に疑いを持たずそのまま用いることは危険を招く。よって、安全を確保するためには、測位システムの異常を検知し、利用者にただちに警報（アラート）を発して利用を中止させることが必須となる。この異常の検出が正しくなされる確率がインテグリティであり、測位システムの安全性および信頼性の指標となる。

ICAOの標準では、CAT-Iの着陸のためには着陸1回あたり99.99998%以上が要求されている。

GNSSの場合、測位衛星が故障通知信号を発信するのは異常発生から数分から数時間であるが、GBAS、SBAS等の補強システムの導入によって監視を行うことで異常の検知をリアルタイムに行うことが可能となり、インテグリティが向上する。操縦が自動化されている部分の多い航空機で衛星航法を行うためには、カーナビゲーションシステムなど従来のGPS利用技術と比較すると格段に高いインテグリティが必要である。

→アベイラビリティ、コンティニューイティ、SVM

[ウルトラワイドバンド] (Ultra Wide Band)

超広帯域無線。UWBと略す。

デジタル家電等、一般用途での使用が検討されている無線データ通信の方式。数百Mbpsのデータ転送速度を実現するために3GHz程度から10GHz程度にわたる広い帯域を用いる。そのため、GHz帯のさまざまな通信機器との干渉が懸念されており、検証の必要性が訴えられている。短距離通信を目的としているため信号の強度は小さくすることが予定されているが、GPSなど信号強度の弱い衛星通信に深刻な影響を与えるおそれがある。特に航空機内で使用された場合には、機上のGPS信号受信機器のすぐ近くでの動作となるため、問題はさらに深刻である。

現在は規格の策定段階にあり、干渉の問題により帯域自体の見直しも検討されている。

[拡張スキッタ] (extended squitter)

SSR モード S の応答信号と同形式の信号を多目的に活用するためのデジタル信号の規格。1090ES と同略す。モード S トランスポンダ等から送信される。

1,090MHz の周波数帯を用い、8 マイクロ秒のプリアンプルと、それに続く 112 マイクロ秒、112 ビットのデータブロックから成る。信号内の通信速度は 1Mbps である。

レーダによらない監視機能である ADS-B やマルチラテレーション、航空機間で間隔の監視を行う ACAS (航空機衝突防止装置)、などに活用される。

→ADS-B、FIS-B、SSR、TIS-B、マルチラテレーション

[高カテゴリ]

→CAT-I、II、III

[コンティニューイティ] (continuity)

連続性。

測位や通信が途切れずに連続して行われる確率。

測位システムの異常を検出する能力 (インテグリティ) が上がったとしても、実際に異常が生じたり、異常でもないにもかかわらず異常を知らせる警報 (誤警報) が出たりすることが頻繁に起こるならば、そのシステムは実用に堪えないものとなる。正誤にかかわらず警報が出ない、つまり、システムの異常自体が起きず、異常検出の誤りもない確率がコンティニューイティであり、安全性および信頼性の指標のひとつである。

ICAO の標準では、CAT-I 進入のために必要なコンティニューイティは 15 秒あたり 99.9992%と

定められている。

→SVM、アベイラビリティ、インテグリティ

[コンフリクト] (conflict)

航行中の航空機同士が接近し、所定の管制間隔を満足できない状態。

[準天頂衛星システム] (Quasi-Zenith

Satellite System: QZSS)

日本のほぼ真上に位置する静止衛星、というコンセプトを実現するために複数の人工衛星を用いるシステム。

静止衛星の欠点として、原理上、赤道上空にしか配置できないため、高緯度の地域ほど地上から衛星を見るときの仰角が低くなり、山や建物に遮られて衛星との通信が不可能となるということがある。日本上空にほぼ静止している人工衛星があれば、地上ではアンテナを真上に向けるだけで通信が可能となるため、より多くの場所で静止衛星の機能を活用することができると期待される。準天頂衛星システムは、地上から見ると 8 の字型を描く軌道 (24 時間で地球を 1 周し、そのうち 8 時間ほど日本の上空を通る。高度は静止衛星と同じ) の 3 基の衛星が交代で日本の上空を通ることによりこの目的を達成する。

官民の連携で計画が進められており、国家機関では総務省、文部科学省、経済産業省、国土交通省が協同で担当している。

測位および航法の分野では、GNSS における補強システムなどのための通信衛星としての用途のほか、測位衛星の代替手段として静止衛星を用いることも検討されており、準天頂衛星は静止衛星からの信号が届かない場所 (山間部やビルが密集している場所など) での測位方法としての活用が期待されている。

[セクタ] (sector)

航空管制の業務を分担するために分割された空域の最小単位。

航空交通管制 (ATC) は監視能力や管制の処理能力の制約からセクタごとに独立して行われている。航空機の増加、運航頻度の増大に伴い、今後、羽田・成田などの大空港を抱えるセクタの慢性的な混雑が予想されるため、空域の再編、可変的なセクタ設定による効率的な空域管理などに大きな期待が寄せられている。

→RNAV

[地上喚起 Comm-B] (Ground-Initiated Comm-B)

略称 GICB。

SSR モード S の通信プロトコルの一種。地上からの質問信号に応じてただちに機上データをダウンリンクする方式。リアルタイムに情報をダウンリンクできるため、例えば速度監視能力の向上に役立てることができる。

→SSR

[電離層遅延] (Ionosphere Delay)

GPS 衛星からの信号が電離層を通る際に生じる遅延。GPS 信号の最大の誤差要因となる。電離層は時々刻々と状態が変化するため、誤差の補正のためには電離層の状態のリアルタイムな予測が不可欠である。

日本は磁気赤道に近く世界的な平均に比べて電離層の活動が活発であるため、欧米に比べて電離層遅延の補正が困難であり、日本固有の課題となっている。

[電離層擾乱] (Ionospheric Disturbance)

電離層の状態が突発的原因により急激な変化をすること。

[プラズマバブル] (Plasma Bubble)

磁気赤道に近い地域に特有な電離層の不規則構造のひとつ。電離層下部にある電子密度の低い領域が泡状に電離層上部へ急速に上昇する現象。GNSS を用いた測位においては深刻な擾乱となる。

[マルチラレーション]

(multi lateration)

航空機に搭載されたトランスポンダから送信されるスキッタやSSR応答信号を3カ所以上の受信局で受信し、局間の受信時刻差から航空機の位置を測定する監視システム。

マルチラレーションでは、受信局間の受信時刻差を各受信局と航空機との距離差に変換して、距離差が一定である条件からなる双曲線同士の交点を求めることで航空機の位置を算出する。

マルチラレーションの特徴としては、悪天候でも性能が劣化しないこと、測位に用いるSSR応答信号などに含まれている情報を用いて航空機の識別情報（コールサイン）を表示する機能を付加できることが挙げられ、現用のASDE（空港面探知レーダ）で指摘されている問題点が改善できる。また、建造物等による遮蔽の影響でASDEでは監視できない領域（ブラインドエリア）に対しても、受信局の配置を対応させることにより監視できることから空港面監視センサとしての活用が期待されている。

→A-SMGCS、拡張スキッタ

[マルチパス] (multipath)

多重経路伝搬。

電波を用いた計測の際に、計測器で観測される電波は測定対象からまっすぐに届いたものだけではなく、山や建物など、計測環境に存在するさまざまな構造物によって反射して届いたものも含まれる。これによって測定信号が干渉を受けることにより生じる計測誤差をマルチパス誤差という。

GPS を用いた測位では地面・海面によるマルチパスのほか航空機の機体自体によるマルチパスが問題である、マルチラテレーションでは地面や建物によるマルチパスが問題である。

[モード S] (mode-S)

→SSR



所在地

本 所：Headquarters

〒 182-0012 東京都調布市深大寺東町 7 丁目42番地23

TEL 0422-41-3165 FAX 0422-41-3169

7-42-23,Jindaijihigashi-machi, Chofu,Tokyo 182-0012, Japan

TEL + 81-422-41-3165 FAX + 81-422-41-3169

岩沼分室：Iwanuma Branch

〒 989-2421 宮城県岩沼市下野郷字北長沼4

TEL 0223-24-3871 FAX 0223-24-3892

4,Kitanaganuma, Shimonogo, Iwanuma, Miyagi 989-2421, Japan

TEL + 81-223-24-3871 FAX + 81-223-24-3892

ホームページアドレス：<http://www.enri.go.jp/>

独立行政法人 電子航法研究所

Electronic Navigation Research Institute

Independent Administrative Institution

本印刷物からの無断転載を禁じます。©2008 ENRI

No part of this material may be used or reproduced in any manner without a prior written permission of Electronic Navigation Research Institute