

ELECTRONIC

平成 18 年度業務実績報告書

NAVIGATION



RESEARCH

INSTITUTE

2006

平成 19 年 6 月

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研究領域への組織再編による研究開発機能の向上	2
①航空交通管理領域における取組みと成果	3
②通信・航法・監視領域における取組みと成果	4
③機上等技術領域における取組みと成果	5
(2) 研究企画統括及び企画課の新設による研究企画・総合調整機能の発揮	5
①企画部門における業務執行体制の強化	5
②長期ビジョンの策定と海外研究動向調査	7
(3) 理事長によるリーダーシップの発揮	8
(4) 計画線表やアクションアイテムリストを活用した自己点検・評価	9
(5) 幹部会及び企画会議の見直し検討と評議員会の活用	9
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	10
(1) プロジェクトチームによる自立的・弾力的な組織運営	10
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	11
1.2.2 年度計画における目標設定の考え方	12
1.2.3 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	13
(1) 職員の業績評価	13
(2) 職員の任用	13
①研究員の適正な配置	13
②女性研究員の任用と働きやすい環境の整備	14
③若手研究員の公募による多様な人材の確保、 資質・能力に応じた研究課題の選定	14
(3) 外部人材の活用	15
(4) 人材の育成	16
①人材育成に係る長期計画の検討	16
②海外派遣による国際的に活躍できる人材の育成	16
③企画部門への研究員の配置による幅広い視野を持つ研究者の育成	16
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	17
(1) 研修等の実施について	17
(2) 若手研究者の学会賞受賞	18
①若手奨励賞の受賞	18
②学術奨励賞の受賞	18
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	19
1.3.2 年度計画における目標設定の考え方	20
1.3.3 当該年度における実績及び中期目標達成に向けた次年度以降の見通し	21
(1) 業務の効率化	21
①事務管理業務の電子化、ペーパーレス化の推進	21
②資産管理システムの構築と導入	21
③旅費請求事務の簡素化、専決事項の整理等に係る検討	22
(2) 一般管理費の抑制	22
(3) 業務経費の抑制	22

(4) 人件費の削減等	23
①人件費の削減	23
②給与水準の引き下げ、年功的な給与上昇の抑制	23
③職員の業績に応じた昇給制度	23
(5) 予算及び人的資源の適正な管理	23
①予算配分及び執行状況の適時把握	23
②エフォートの把握及び質的向上による人的資源の有効活用等	24
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	24
(1) 予算執行ルールの見直しによる事務の効率化	24
(2) 大規模廃棄の実施	24
(3) 平成18年度契約について	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	25
2.1.2 年度計画における目標設定の考え方	29
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	29
(1) 社会ニーズに対応した研究開発の重点化	29
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	29
ア. 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	29
イ. 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	31
ウ. RNAV 経路導入のための空域安全性評価の研究	32
エ. SSR モードSの高度運用技術の研究	33
② 混雑空港の容量拡大に関する研究開発	35
ア. A-SMGC システムの研究	35
イ. 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	36
ウ. 今後の管制支援機能に関する研究	38
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	39
ア. 無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究	39
イ. 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	41
ウ. 航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究	42
エ. 航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究	43
オ. 携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究	45
(2) 運転者・操船者等の業務負荷状態評価システムの研究	47
(3) 関係者との調整による課題設定	47
① 航空局への報告会	47
② 航空局との連絡会	47
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	48
2.2.2 年度計画における目標設定の考え方	48
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	49
(1) 当該年度における取組みの概要	49
(2) 諸情勢の変化を考慮した柔軟な対応	50
① 諸情勢の変化に柔軟に対応するための予備的研究の実施	50
ア. ATM システム・パフォーマンスの予備的研究	50
イ. 小型航空機の安全運航支援に関する予備的研究	51
② 内部研究評価などによる研究の方向性や具体的な方策への反映	53
(3) 研究者の自由な発想に基づく研究の実施と若手研究者の自立促進	53

ア. 高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究	53
イ. 無指向性アンテナを用いた航空機監視の研究	54
(4) 実施した主要な基盤的研究とその成果	55
ア. 後方乱気流の研究	55
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	56
ウ. マルチリファレンス高精度測位方式の研究	57
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	59
2.3.2 年度計画における目標設定の考え方	60
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	60
(1) 新規研究要素の企画と達成目標の相互確認	60
① 報告会（平成18年度）の開催	61
② 連絡会（平成18年度）の開催	63
(2) 関係者からの情報収集とニーズに即応できる柔軟性の確保	63
(3) 社会情勢の変化や研究評価結果に基づく研究の見直し	64
(4) 研究評価の実施	64
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	69
2.4.2 年度計画における目標設定の考え方	70
2.4.3 当該年度における実績及び中期目標達成に向けた次年度以降の見通し	70
(1) 共同研究の実施	70
① 平成18年度共同研究の実施状況	70
② 共同研究における相乗効果	72
(2) 受託研究の実施	74
① 平成18年度受託研究の実施状況	74
② 高精度測位補正技術に関する研究	75
③ ヒューマンエラー事故防止技術の開発	76
④ その他の受託研究	77
1. 東京国際空港マルチラテレーション導入評価委託	77
2. 433MHz帯アクティブICタグによる電磁放射に関する実測調査	78
3. モードSトランスポンダ信号品質調査	80
⑤ 顧客満足度調査の実施と反映	81
⑥ 競争的資金への応募	83
(3) 研究者・技術者の交流会等の開催	84
① 第1回研究交流会(4/18)『世界と日本にみる空港容量と航空機輸送実績』	84
② 第2回研究交流会(6/14)『航空保安業務の包括的評価と再構築(案): CARATS』	84
③ 第3回研究交流会(7/28)『ENAC(仏国立航空学院)の紹介等』	84
④ 第4回研究交流会(8/1)『今後のRNAV整備課題』	85
⑤ 第5回研究交流会(8/22)『空域関連業務の動向』	85
⑥ 第6回研究交流会(1/16)『DSNAとENRI(電子研)の講演会』	86
⑦ 第7回研究交流会(2/7)『空港面の安全対策～飛行場管制支援機能の拡充～』	86
⑧ 第8回研究交流会(2/14)『EECとの意見交換』	86
⑨ 第9回研究交流会(3/7)『電子航法研究所の長期ビジョンについて』	87
(4) 連携大学院制度の活用	87
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	88
2.5.2 年度計画における目標設定の考え方	90
2.5.3 当該年度における実績及び中期目標達成に向けた次年度以降の見通し	91
(1) 知的財産権	91
① 研究成果の知的財産権による保護	91

②平成 18 年度出願特許と取得特許	91
③特許の活用	92
④知的財産権に係る広報・普及活動	93
(2) 広報・普及・成果の活用	94
①研究課題の発表状況	94
②査読付論文	95
③ホームページの充実	96
④研究発表会	98
⑤研究講演会	100
⑥研究所一般公開	100
⑦「空の日」事業への参加	101
⑧広報誌及び研究成果の普及	102
⑨出前講座	102
⑩ATS(Air Traffic Service)シンポジウムへの参画	104
(3) 国際協力等	104
①海外研修生(留学生)への技術指導	104
②国際ワークショップ開催	105
③ICAO 会議等への技術情報提供	106
④その他の国際会議における発表	107
⑤アジア地域の航空交通の発展に寄与するための研修等	109
⑥ICAO 技術情報を ENRI のホームページに掲載・公開	109
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	111
3.2 年度計画における目標設定の考え方	111
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	111
(1) 平成 18 年度予算 決算額	112
(2) 第 2 期中期計画	121
(3) 平成 18 年度計画	130
4. 短期借入金、重要な財産及び剰余金等	
4.1 中期目標、中期計画及び年度計画の内容	139
4.2 年度計画における目標設定の考え方	139
4.3 当該年度における実績及び中期目標達成に向けた次年度以降の見通し	139
(1) 短期借入金	139
(2) 重要な財産の譲渡等	140
(3) 剰余金の使途	140
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	141
5.2 年度計画における目標設定の考え方	143
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	143
(1) 管理、間接業務の外部委託	143
(2) 施設整備	143
(3) 施設・設備利用の効率化	143
①研究所施設・設備の性能維持、向上等	143
②実験用航空機の性能維持・向上と効率的な利用	143
③電波無響室の効率的な利用	143
(4) 業務処理の工夫と業務に応じた適正な人員配置	143
5.4 その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報	143
(1) 所内ネットワークの維持運営について	143

平成 18 年度の契約状況 (別添)	144
--------------------------	-----

【資料】

資料 1 重点研究開発課題	1
資料 2 基盤的研究課題	37
資料 3 受託研究【抜 粋】	70
資料 4 外部評価結果の概要	79
資料 5 電子航法研究所 業務方法書	95
資料 6 電子航法研究所 第二期中期目標・計画・H18 年度計画対比表	97
資料 7 略語表	115
資料 8 用語解説	121

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

研究領域を大括り再編し専門分野を集約するとの中期計画に対し、平成 18 年度より航空交通管理領域、通信・航法・監視領域及び機上等技術領域の組織構成とし、研究開発機能の専門性と柔軟性を向上させるとともに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。

また、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すとの中期計画に対し、平成 18 年度に研究企画統括の新設及び企画部門への研究員の配置を行い、研究企画・総合調整機能を発揮できるような業務執行体制とする。

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な自己点検・評価を実施する。また、中期計画における運営全般にわたる意思決定機構の整備に対して、その構築に向けて幹部会及び企画会議の見直しを検討する。あわせて評議員会の活用について検討する。

1.1.2 年度計画における目標設定の考え方

- ・ 研究組織の効率的な運営と研究開発における専門性の向上を両立させるため、従来の 4 部体制から 3 つの専門領域に集約・再編することとし、中期目標期間の開始当初から新体制を構築することとした。
- ・ 「研究企画統括」を新設し、企画室を企画課へ格上げすることにより、研究領域間の調整、関係機関との連携強化、ベンチマーキング調査による研究所ポテンシャルの継続的な把握、電子航法に係る長期ビジョンの策定等の取組みを強化することとした。
- ・ 前中期目標期間から引き続きアクションアイテムリスト及び計画線表により、年度計画の進捗状況を定期的に確認し達成状況を自己評価することで、業務運営及び研究活動を効率的に進めることとした。
- ・ これまでの研究所における組織運営状況を踏まえ、その問題点の把握と改善策の発案・実施を一層効果的かつ迅速に行えるようにするため、幹部が参加する所内会議の見直しを検討することとした。

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 研究領域への組織再編による研究開発機能の向上

第 1 期中期目標期間の最終年度である平成 17 年度において、研究部門の組織構成は、「電子航法開発部」、「航空システム部」、「管制システム部」及び「衛星技術部」の 4 部で構成されていた。当研究所は組織規模が小さいことから、限られた職員により高い成果を上げていくためには、研究員それぞれが有する専門性を最大限に活かしながら効率的に業務を遂行できる組織体制を構築することが必要である。この観点から、各部の業務内容と配置している研究員の専門性について改めて確認したところ、同じ専門性を有する複数の研究員が異なる部に分散して配置されており、改善の余地があることが判明した。研究活動においては、同じ専門性を有する研究員が、意見や情報の交換を頻繁に行い、容易に協力し合える体制を構築することが必要である。このため、「独立行政法人電子航法研究所組織規程」を改正して組織を再編成することとし、新しい研究部門の組織として、「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 研究領域へ再編、4 月 1 日に施行した。

航空交通管理 (ATM: Air Traffic Management) とは、航空交通の安全の確保と効率性の向上を図り、将来の世界的な航空交通需要の増大に対応するため、国際民間航空機関 (ICAO: International Civil Aviation Organization) が提唱している概念であり、

従来の航空管制を中心とした航空交通サービス（ATS: Air Traffic Service）、交通の集中による航空管制の過負荷の発生を防止するとともに航空交通の流れの円滑化を図る航空交通流管理（ATFM: Air Traffic Flow Management）及び空域の利用を効率的に管理して有効活用を図る空域管理（ASM: Air Space Management）の三要素を総合的に機能させることによって実現される。ICAO は、航空交通管理に関する運用コンセプトを 2003 年に制定し、その実現に向けて航空交通管理の改善を図るための取組みが世界的に行われている。こうした世界的な動きにも適確に対応できるようにするため、航空交通管理領域を新設して研究開発を重点的に実施することとしたものである。

次に、通信・航法・監視であるが、これらは航空機が安全に運航できるよう支援するシステムであり、通信は主に航空管制官とパイロットが交信するためのシステム、航法は航空機が目的地まで飛行経路を正確に飛行できるように誘導するためのシステム、監視は航空管制官が航空機の位置を把握して航空機同士の間隔を安全に保つためのシステムである。これらの 3 システムを総称して CNS（Communication, Navigation, Surveillance）と呼んでいる。CNS は、その高度化を図ることによって航空管制官の作業負担を軽減したり、効率性の観点から最も理想的な経路を航空機が飛行することを可能にしたりするシステムであり、これらが航空交通管理の向上に重要な役割を果たすこととなる。このため、CNS システムに係る研究開発を担当する研究領域として通信・航法・監視領域を設置し、その研究開発を集中的に実施できる体制を築いた。

最後に機上等技術であるが、航空交通の安全に関わるシステムは、地上側のシステムと機上側のシステムとの連携によって機能が発揮されることから、機上側の技術開発にも携わることが不可欠になっている。従来の航空管制は地上側で航空機位置を監視しながら行われることが基本であったが、将来的には機上側で他の航空機の位置を把握して安全間隔を維持する方式へ移行していくことが想定されており、機上に係る研究開発の重要性が増している状況にある。また、航空機運航はパイロット及び航空管制官という人間の作業に依存している部分が依然として多く、事故原因の多くはヒューマンエラーに起因していると言われている。この他、事故発生後に対策を立てるのではなく、事故発生以前から対策を講じるための予防安全技術が注目されている。このような状況を踏まえ、機上システム、ヒューマンファクタ、予防安全技術等を担当する研究領域として、機上等技術領域を設置した。

以下に、各研究領域における平成 18 年度の取組みと成果を示す。

① 航空交通管理領域における取組みと成果

航空交通管理領域の研究業務は、従来管制システム部で実施していた航空管制評価研究、航空交通管理研究、コンフリクト研究、管制施設研究、空域研究と、電子航法開発部が実施していた管制間隔研究を統合したものである。航空機の衝突リスクから空域の安全性評価を行う研究については、従来は電子航法開発部が担当していたが、空域の設計に密接に関わる研究課題であることから、従来の管制システム部と組織を統合したことにより、航空交通管理に関する研究情報の共有が進み、それぞれの研究における発展性が一層高まることが期待される。

航空交通管理領域独自の取組みとしては、研究員それぞれが有する専門知識を他の研究員に与えたり、海外出張で得た最新情報を提供したり、現在の研究状況を紹介したりして領域内の活動を活性化するため、「ATM 研究会」を適時開催することとしており、平成 18 年度は次の表に示すとおり合計 7 回開催した。

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

1.1 組織運営

回	開催日	内 容
第1回	4月20日	○ATM (Air Traffic Management) の概念について
第2回	5月8日	○ATFM (Air Traffic Flow Management) について ○欧州における RNAV (Area Navigation) の安全性評価
第3回	6月23日	○インテグリティを有する RNAV 機の横方向重量確率の推定 ○インテグリティ/コンティニューイティ/アベイラビリティとは何か
第4回	7月20日	○RVSM (Reduced Vertical Separation Minima) 導入による高度の比較
第5回	10月23日	○コンフリクト検出における水平面予測に関する一解析 ○航空管制卓における異常接近警報機能の研究開発
第6回	2月1日	○鹿児島空港 RNAV 到着経路を飛行した飛行機の横方向逸脱量の解析 ○ATM とは
第7回	3月12日	○管制空域デザインと空域内の飛行時間 ○Calculation of Maximal Lateral Overlap Probability - Terminal RNAV STAR Case ○海外出張報告 (Malmo ATS Academy、DFS 開発センター、EEC、DSNA)

また、航空交通管理領域長は東京大学大学院の客員教授として ATM に関する講義（大学院：航空機力学特論 I（航空交通管理）、学部：航空宇宙工学特別講義（電子航法と航空交通管理））を実施（6～7月）した他、東京海洋大学との連携大学院による講義（博士課程：交通安全工学特論、修士課程：交通管制工学）を行った。このような活動を通じて、学生に航空交通管理に関する技術的知識の普及のみならず、学生の関心を高めて我が国における航空交通管理に関する学術的な研究活動の裾野を広げるべく努力しているところである。これにより、講義を受講した学生が研究所の新規採用に応募するなど既に効果が現れていると考えられる。

10月には日本航空宇宙学会の主催により航空機シンポジウムが開催され、これに航空交通管理に係る展示を実施して研究成果を紹介した。

1月には、ICAO 会議の折に来日したユーロコントロール実験センター及び仏国 DSNA の研究開発部門（DTI）の長らと航空交通管理分野における研究協力の可能性について意見交換した。その結果、具体的な取組みとして平成 19 年度に電子航法研究所から研究員 2 名を派遣することとなり、また、今後も研究交流を推進することが合意された。

2月には、ユーロコントロール実験センターのマネージャが来日したことから、研究所に招いて研究交流会を開催し、航空交通管理領域が中心となって電子航法研究所の活動状況を紹介するとともに、欧州の状況について説明を受け、将来的な展望について意見交換を行った。

② 通信・航法・監視領域における取組みと成果

通信・航法・監視領域は、従来航空システム部が実施していた管制用監視研究、VDL（VHF デジタルリンク）研究、GBAS（地上型衛星航法補強システム）研究と、衛星技術部が実施していた衛星システム研究、衛星通信研究及び衛星航法研究を担当する組織として統合したものである。

統合の効果が最も顕著であったのは、GPS 等の測位衛星を航空で安全に利用できるようにするための GNSS（全地球的航法衛星システム）に関する研究開発である。従来は、航空システム部が GBAS に関する研究を、衛星技術部が SBAS（静止衛星型衛星航法補強システム）及び QZSS（準天頂衛星システム）に関する研究を実施していたところであるが、これらが通信・航法・監視領域として統合されたことにより、それぞれの研究グループが共同して研究できる体制が構築された。例えば、国土交通省が平成 17 年及び

18年に打ち上げた運輸多目的衛星（MTSAT）を利用してGPSの補正情報を提供するシステムであるMSAS（運輸多目的衛星用衛星航法補強システム）については、安全性認証を実施する際の根拠データとして飛行実験によるデータ収集を当研究所が行っており、平成18年度からは、SBAS及びGBASグループが共同してこれを実施したところであるが、作業効率の向上及び情報の共有が図られ、研究員の知識向上にも役立った。また、SBAS及びGBASグループは、両者の研究に共通する技術課題であるインテグリティ（完全性）に関する研究を共同して実施していくことについて検討し、今後両グループの統合を図り、研究体制の強化が可能となった。また、これまでに得られたGNSSに関する研究成果をQZSSの研究開発に利用しようとする取組みが一段と強まることとなり、QZSSの信号定義や補正アルゴリズムの開発に貢献した。

③ 機上等技術領域における取組みと成果

機上等技術領域は、電子航法開発部が実施していた搭載機器研究、センシング研究、着陸システム研究の担当者に加え、航空システム部及び管制システム部の一部研究員を合わせる形で構成した。その主な研究内容は、電磁波による干渉の解析や航空無線航法用周波数の信号環境、マルチパス誤差低減、ヒューマンファクタ評価等である。航空分野のみならず、他の分野での利活用が期待できる技術開発が多いのが特徴で、平成18年度においては国土交通省等の国の機関、民間企業等から幅広く受託研究を引き受けた。

例えば、青森空港においては、計器着陸装置ILSへの積雪の影響が課題となっており、従来から当研究所がグライドスロープ反射面の改良に係る研究を実施しているところであるが、平成18年度はローライザーの積雪影響軽減に係る調査について、行政当局と意見交換を行い、今後の研究計画を提案した。また、近年になってICタグの利用が急速に拡大しているが、航空分野においてはアクティブICタグを利用した航空貨物輸送の管理が計画されている。アクティブICタグは、電源が組み込まれ、自ら比較的強い電磁波を放射する仕組みであることから、航空機搭載機器への影響が懸念されている。このため、機上等技術領域の研究員が影響調査に係る計画を航空局へ提案し、受託研究として実施することとなった。この他、米国が運用する測位衛星であるGPSには、航空航法用周波数帯に新しい信号（L5）を追加することを計画しているが、国内においては、この周波数帯の信号環境の実態が把握されていないことから、我が国においてその観測を行っており、その結果を米国航空無線技術委員会（RTCA）の特別委員会SC-159に提供した。

このように、機上等技術領域が対象とする技術範囲は幅が広いが、無線応用、電波信号環境、電磁干渉等、無線技術を基礎とする研究が中心になっている。これらは当研究所の原点とも言える技術分野であり、これまで長期間にわたって研究開発を行ってきたところであるが、無線を利用した新技術が次々と実用化される状況において、特に電磁干渉や、ミリ波を利用した障害物検出に係る調査・研究需要が高まっており、研究組織の改編によって機動的に対応できる体制への移行が順調に進んでいる。今後、新規採用職員を配置するなどして、技術継承及び体制強化を図っていく計画である。

以上の通り、同じ分野の専門家が各研究領域に集約されたことにより、研究員同士の意見交換の機会が増え、意思疎通が円滑に行えるようになるとともに、研究で使用するデータ、機器、成果を有効に活用できるようになった。また、組織横断型プロジェクトが研究領域内で推進できるようになった。

（2）研究企画統括及び企画課の新設による研究企画・総合調整機能の発揮

① 企画部門における業務執行体制の強化

組織規程の改正においては、研究部門の再編の他、「研究企画統括」を領域長の上に

位置するポストとして新設して、新規研究に係る企画立案、研究領域間の調整や研究員の任用、育成を円滑に進めるための環境整備等を指揮するとともに、従来の総務課企画室を企画課として独立させ、企画部門の強化を図った。

研究企画統括の中心的な業務である新規研究の企画立案については、航空局幹部等の関係者と意見交換や調整を積極的に実施し、航空局のニーズをきめ細かく把握することに努めるとともに、特に重要な課題については、研究所内の調整を行って重点研究を立ち上げるための体制づくりを支援した。その際、担当研究員として誰が適切か、領域間で分担する必要があるか、担当研究員に過度の負担がかかることがないか等、適正なマネジメントを行った。

また、研究員の適正な配置及び新規採用についても中心的な役割を果たした。研究所の全研究員を対象に現在担当している研究、得意とする専門分野及び本人の希望を申告させることにより研究所の現状と研究員の意向を把握して定年退職による人員の変化を整理した。そして、今後重点的に取り組む必要があると予想される研究分野と優先して採用すべき職員の専門分野との関係を明らかにして、新規採用計画を作成した。これに基づいて実施した平成 19 年度の新規採用においては、応募者の研究能力や語学能力など約 10 項目にわたる評価項目を設定し、書類審査と面接審査により採用予定者を決定するためのガイドラインを作成した。これを用いて、応募者の専門性や能力が研究所の方針と合致しているかどうかの観点から、採用予定者の選考を行った。この他、新規採用を効果的に実施するためには、学生に対して早い時期から当研究所の業務内容を理解してもらえよう働きかけることが重要であるため、新たにインターンシップ制度を導入することとした。研究企画統括は、複数の大学の方針と整合させた当該制度設計を行い、平成 19 年度から実施するための環境を整えた。

平成 17 年度において初めて都心で開催した講演会は、国内外の航空関係者を講師に招き、一般の聴講者が参加可能な形式としたところであるが、非常に好評であったことから、平成 18 年度以降も毎年開催することを方針決定した。これに伴い、研究企画統括がその運営を企画することとなり、基本コンセプトの立案、海外からの講師を招聘するための調整等を行った。平成 18 年度は将来の航空交通管理への技術的な展開に対応するため、最新型航空機のアビオニクスを中心として国内外の講師による講演を行うとともに、当研究所で実施している航空交通管理におけるパフォーマンスを数値化する試みを紹介した。この企画は航空関係者の高い関心を集め、参加者は当初の想定を上回る 138 名に達した。参加者へのアンケート調査を行ったところ、このような企画を継続して欲しいとの要望が多数を占めるなど、極めて高い評価を得た。

国際的な活動としては、航空局と共に米国 JPDO (Joint Project Development Office) の会議へ参加し、我が国における航空機運航の実績に関する分析結果を紹介した。JPDO は、米国政府の航空関係機関が合同で設置した組織であり、次世代の航空交通システムのあり方を検討している。会議においては、今後の日米研究協力の一項目として航空交通管理のパフォーマンスの測定結果について継続的に議論していくことが確認され、これが覚書に記載された。研究所としては、政府レベルの協力を技術的側面から支援するため、今後も会議に参加して研究成果に係る情報提供や研究交流等を行う予定である。

研究員の育成についても、研究企画統括が様々な取組みを行った。研究員が研究業務等を実施しながら能力向上を図っていくにあたり、何歳頃までにどのような経験を積み、実績を上げることが望ましいかの目安を示したキャリアに係る指針を策定した。これにより、研究所に入ってから何年程度でどのような能力を持つことが期待されているかについて、研究所としての考え方を研究員に具体的に示すことで、研究員が目標を持って自己研鑽することができるようにした。この他、研究員が採用時に担当した研究の専門分野について、従来は専門性を極める観点からこれを変更するような配置替えをあまり

行っていなかったところであるが、昨今の社会情勢や研究ニーズの急激な変化にも対応できる組織運営が必要になっていることから、本人からの申し出に基づいて変更できるようにする自己申告制を研究所の新たな制度として設けることとし、その運用を開始した。これにより、従来から行われていた身上調書による異動希望だけでなく、本人が有する専門性の具体や今後自分が伸ばしたいと思っている分野などを把握することができる。また、研究上の悩みなども聞くことで将来の研究の方向付けを考えるための重要な情報を得ることとした。

研究員の海外留学については、その名の通り勉強という位置付けで若手を中心に行っていたところであるが、2007年問題を始めとして、リーダー格の研究員の多くが今後数年の間に退職してしまうことから、後継者の育成が急務である。このため、これまで多忙で留学が困難であった中堅研究員についても海外の研究機関等へ派遣して専門知識の習得のみならず組織運営も含めて学べる様にする事とし、在外派遣制度を見直して、1ヶ月程度の短期留学もできるようにした。新たな制度を活用して海外との研究交流を促進するため、仏国DSNAへ研究員を派遣するための調整を行い、平成19年度に研究員2名(30代及び40代)を派遣することとなった。

企画課は、年度計画が着実に実施されているかどうかを把握して幹部が適確に組織をマネジメントできるようにするため、業務進捗管理をより効果的に実施するための改善を図った。また、一般の方々に研究所の活動に関する理解を深めていただくとともに、研究成果の普及・活用を促進するため、広報活動の充実を図った。まず、ホームページについては、掲載事項を迅速に追加・変更できるようにするための体制を構築し、最新情報を適時提供するとともに、研究成果の紹介を行うページの充実を図ることとした。平成18年度は、通信・航法・監視領域の研究員が南極観測隊に参加することとなったことから、南極観測レポートをほぼ毎日送付してもらい、ホームページに掲載することとした。広報誌“e-なび”の見直しも実施した。“e-なび”は、年4回発行しているところであるが、研究所の活動に関する最新情報を提供する内容とはなっておらず、広報誌の特性を十分に生かし切れていない状況であった。広報ワーキンググループにおいても、広報誌の目的や掲載すべき内容について方針がよく分からないとの指摘がなされたことから、編集方針を明確に定めるとともに、新企画の記事の掲載を開始することとした。平成18年度においては、第9号から第12号まで4回発行したが、10月に発行した第10号以降、研究成果活用レポート、特許情報、職員からのメッセージ、ENRIニュース、研究発表一覧、国際活動状況等、新企画による記事の掲載を開始した。

② 長期ビジョンの策定と海外研究動向調査

航空分野における技術は、世界的に急速な進展を続けているが、当研究所が重点的に取り組むべき研究開発課題を設定する際は、今後の長期的な方向性をしっかり見据えて、我が国の状況、環境を考慮すると問題が生ずると考えられる技術課題が何であるかを見定めることが、研究開発を行う一連のプロセスの中で重要である。これまでは、各研究グループが研究対象とする技術分野における世界動向を把握して研究の方向性を検討していたが、どうしても狭い分野の範囲内で短期的な課題に目が向いてしまう傾向にあった。これを改善するためには、電子航法について長期的なビジョンを明らかにし、将来的な技術課題をいつまでに解決しなければならないかを具体的に示すとともに、現在取り組んでいる、あるいは取組もうとしている技術課題については、将来の発展可能性や期待を提示することで、その意義を対外的に示すことが重要である。また、航空交通管理におけるグローバル化、トータルシステム化が進み、研究が相互に関連が深くなる方向で発展してきており、研究所内においても無線系の研究者と運用系の研究者の間で連携して研究を進める必要性が増大してきている。

こうしたことから、研究所として電子航法に係る長期ビジョンの検討に着手すること

とし、「独立行政法人電子航法研究所長期ビジョン検討委員会規程」を7月25日に制定し、委員会を発足させた。委員長は研究企画統括とし、委員については、ICAOの専門家会合等に多く参加して先端技術に触れている若手・中堅研究員を中心に任命した。

航空の発展の原動力となる新技術の研究開発は、欧米を中心として活発に行われており、多大な人的資源と予算が投入されている。欧州においては、シングルヨーロッパンスカイ航空交通管理研究（SESAR; Single European Sky ATM Research programme）と呼ばれるプロジェクトにより、今後の行動計画を策定してこれを実施に移すこととしている。米国においては、将来航空交通システム（NextGen; Next Generation of Air Transportation System）と称する将来計画を検討中である。長期ビジョンの策定作業においては、海外動向の分析が重要であり、研究所の将来の方向性を正確に導くためには、欧米の航空交通管理システムに係る研究開発機関を比較して、当研究所で実施しようとしている研究テーマが、世界のどの機関でどのように（予算、内容等）行われているかを分析した上で、研究所の限られた予算と人材をどの研究開発に重点的に投入していくべきかを検討しなければならない。このため、平成18年度の主な活動は、欧米の動向調査を中心に行うこととし、欧米の主要な研究開発機関を対象としてCNS/ATMの研究に係る実態を把握して研究所の方針策定における参考とするための調査を実施した。この調査では、既にインターネット等を通じて公表されている資料の分析に加え、いくつかの研究機関にアンケート調査を実施することで、より正確かつ有効な情報を入手することとした。また、検討委員会を概ね月に1回の頻度で開催し、長期ビジョンのあり方について議論したほか、委員が入手した情報を交換、分析した。

平成18年度の活動成果は中間報告として取りまとめられ、3月7日に開催した研究交流会において報告した。中間報告は、国際民間航空機関が策定した航空交通管理に関する運用コンセプトや、我が国における長期計画の検討状況を踏まえて、研究所として今後実施すべき基本的な方向性を示す内容となっている。長期ビジョンは、平成19年度も引き続き検討を進め、内容の充実を図り、完成度を高めていくこととしている。研究所としては、長期的な新規研究課題を設定する際の基礎として長期ビジョンを活用するとともに、航空局が進めている20年後を展望した中長期的な構想の策定や整備計画の推進にも貢献することで、航空行政を技術的に支援する中核的研究機関としての責任を果たしていくこととしている。

(3) 理事長によるリーダーシップの発揮

～日本航空宇宙学会に航空交通管理部門の設置を申請～

航空機の効率的な運航と安全確保においては、航空交通管理の役割が極めて重要であり、全世界的な協調を図ることが重要である。このため、航空交通管理に係る研究開発に向けられる期待も近年大きくなっている。我が国においては、当研究所がその中心的な役割を果たしているところであるが、欧米と比較して研究規模が小さいことに加え、大学や他の研究機関で本格的に航空交通管理に関する学術的な研究を実施しているところはほとんどないのが実態である。従って、我が国における航空交通管理に関する研究推進体制や環境を一層充実させていくことが急務であり、研究活動の裾野を広げるための活動に取り組むこととした。具体的には、(社)日本航空宇宙学会に活動拠点を築くため、航空交通管理部門を設置するように関係者へ働きかけを理事長自ら行った。大学、研究所、航空会社、メーカー等の関係者に呼びかけて発起人を集め、理事長がその代表となって航空交通管理部門の新設を申請した結果、これが認められ、3月23日に設置されることとなった。これを受け、研究所としても学会での活動が円滑に進むよう準備に協力するとともに、航空交通管理領域長が部門委員長を務めるなど、当該部門の活動を積極的に支援していくこととしている。

(4) 計画線表やアクションアイテムリストを活用した自己点検・評価

研究所においては、年度計画を確実に実行するとともに、年度途中において幹部が計画の進捗状況を確認して必要な指示を与えられるようにするため、計画線表による管理を行っている。計画線表は、年度計画に記載されている実施項目毎に作成し、各実施項目に管理責任者を割り当てている。管理責任者は具体的な実施内容及び実施時期を年度当初に記入し、その進捗状況については、企画会議に併設する4半期毎の進捗報告会議で報告することとしている。

平成18年度においては、年度末に各実施項目の実績を自己評価する試みを行った。評価は5段階評価とし、管理責任者は年度当初に目標を設定してこれを達成できるように計画を実行することとした。年度末の企画会議で進捗状況報告を行う際には、企画会議構成員が実績を採点することとした。この手法を用いれば、研究所として特に力を入れて取り組むべき課題については目標点を高く設定するとともに、重要課題が年度当初において明確に示されることとなり、管理責任者に優れた実績を上げる努力を促すことができる。平成18年度は、3領域への組織再編による効果を上げるべく、特に航空交通管理領域の活性化に力を入れることとした。年度末には、1年間の業務実績を項目毎に採点し、その結果を集計した。評価結果が数値によって示されるため、実績を十分上げられたものと必ずしもそうでないものが客観的な指標で把握することが可能であり、次年度以降の業務運営にも活用できると考えられる。ただし、評価者によって採点の仕方に差が生じているため、その基準を明確にする必要性も確認された。

企画会議で提案された新たな取組み事項については、その作業が実施されなかったり、遅れが生じたりしないようにするため、アクションアイテムリストを用いて管理した。また、作業に時間を要する事項については、計画線表に登録することで、進捗管理を適切に実施した。

(5) 幹部会及び企画会議の見直し検討と評議員会の活用

研究所の運営においては、研究や業務全般に係る方針を決定し、円滑に実施できるようにすることが重要であることから、意志決定機構の整備に向けた取組みを開始することとした。研究所の幹部が定期的に集まる会議は幹部会及び企画会議であり、いずれも隔週に1回の頻度で開催している。平成18年度は、これらの会議を更に有効に活用するための見直しを検討した。幹部会については従来、直近における出来事の報告やスケジュール確認、情報交換が中心であったが、組織・業務運営に係る議論を活発に行うこととした。例えば、年度当初において各領域長が領域の現状を分析し、改善すべき課題と具体的な取組みについて説明して役員の意見を聞くなど、国際動向や社会情勢を踏まえて研究所として取り組むべき事項について議論を交わした。

企画会議については、年度計画の進捗管理の他、政府や国土交通省の動きに対応した新規取組み事項の検討、業務運営における課題の報告と対策の検討、研究所として実施する各種イベントの企画調整等を行っているが、幹部クラスが構成員であり、必ずしも研究員の意見やアイデアを十分反映できてきかないのではないかと指摘があった。これを踏まえ、企画会議で会議のあり方について議論を行った結果、今後、研究員が参加して議論することが有意義であると考えられる議題も積極的に設定し、その際は研究員の参加を求めることとした。この方針に基づき、従来から整理が必要と考えていた重点研究のアウトカムを、研究員も交えて企画会議で検討することとした。重点研究は、主に航空行政ニーズに対応する研究として実施しているところであるが、得られた成果が、最終的にどのような効果、便益に寄与するのかが対外的に分かりにくいものである。このため、各重点研究の実施主任を集めた会議を4回開き、研究課題とアウトカムの関係を示す一覧表をまとめ上げた。この検討を通じ、これまでは研究業務において技術的な検討に没頭していた研究員が、研究成果がどのように社会に還元されてどれだけの効果

が得られるのかという視点から研究を考え直すきっかけとなった。これにより、研究員の視野を広げることのみならず、研究所外部に対する理解増進に役立つことが期待される。今後も引き続き新しい議題を企画会議で取り上げ、研究員自らも参加して議論する機会を設けることとしている。

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) プロジェクトチームによる自立的・弾力的な組織運営

研究所が重点的に実施すべき研究開発のうち、組織横断的に取り組む必要がある研究や、短期間で人員を集中させて実施しなければならない緊急性の高い研究については、プロジェクトチームを編成して機動的に対応している。平成18年度においては、平成16年3月に編成した「先進型地上走行誘導管制システムプロジェクトチーム」及び「高精度測位補正技術開発研究プロジェクトチーム」、平成17年3月に編成した「関東空域再編関連研究プロジェクトチーム」が前年度から引き続き活動した。

先進型地上走行誘導管制システムプロジェクトチームは、空港面における航空機の移動を安全かつ効率的に実施できるようにすることを目的とした「A-SMGCシステムの研究」を担当している。その研究内容は、航空機の位置を正確に把握するための監視機能、滑走路からスポットまで移動する際の最適経路を生成するための経路設定機能、航空機が滑走路や誘導路に誤って進入しないように警告を発するための管制機能等であり、取り扱う技術分野が広範囲にわたることから、3領域全てから研究員を集め、全所をあげて取り組んでいる。また、航空機が指示された経路を走行できるよう灯火で案内するための誘導機能については、交通安全環境研究所との共同研究により開発を進めている。

高精度測位補正技術開発研究プロジェクトチームは、政府が進めている準天頂衛星の技術開発のうち、国土交通省が担当する高精度測位補正技術の開発を担当している。この研究開発は、衛星航法システムに係る知識が必要であり、前年度までは、航空システム部及び衛星技術部の研究員によって構成されていた。平成18年度は、組織再編により通信・航法・監視領域に集約されて1研究領域が担当することとなり、組織横断的な取り組みの必要性はなくなるため、プロジェクトチームの廃止について検討を行った。その結果、衛星航法システムを専門とする研究員が結集して包括的な研究グループとして対応することが必要であること、国家プロジェクトとして重要性が高いことなどから、任期付研究員を配置するなど更に体制を強化しプロジェクトチームを存続させることとした。

関東空域再編関連研究プロジェクトチームは、羽田空港再拡張事業とともに計画されている関東空域の再編について、羽田空港及び成田空港の到着・出発機を円滑かつ安全に管制できるようにするための空域設計及び評価を担当している。平成18年度においても前年度に引き続き、航空管制官の参加による大規模な実時間シミュレーションを6月、9月及び12月の3回実施したところであり、新しい空域の評価は最終段階に入っている。これらの大規模シミュレーション実験が終了したことで作業負荷が峠を越えたこと、組織再編によって担当研究員が全て航空交通管理領域に集約されたことから、プロジェクトチームとして活動する必要性が薄れたため、本プロジェクトチームは1月に解散した。

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

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。

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。

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。

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。

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。

[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

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。

②職員の任用

効果的、効率的な研究体制を確立するため、引き続き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、育児休業制度の拡充を図るなど、働きやすい環境の整備に努め、その拡大を目指す。若手研究員の任用については、公募により広く多様な人材の確保に努めるとともに、資質・能力に応じた研究課題の選定を行う。

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、任期付研究員1名の採用を含め、外部人材を6名以上活用する。

④人材の育成

団塊世代の研究者が大量に退職を迎えることによる研究所のポテンシャル低下を防ぐため、人材育成に関する長期計画を検討する。また、海外派遣を1名実施するとともに企画部門に研究員1名を配置し、社会ニーズに的確に対応し、国際的に幅広い視野を持つ研究者を育成する。

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、従来に引き続き、評価結果を処遇（昇級、勤勉手当）に反映させ、職務効率の向上等を図ることとした。
- ・ 研究員の配置については、研究員個人の能力のみならず、研究所の中長期的な研究開発の方向性や、研究ニーズ等の状況を考慮して適切に行うこととした。
- ・ 女性研究員が働きやすい環境を整えるため、育児休業制度等、所内規程の見直しを行うとともに、新規採用においても、女性の採用拡大を目指すこととした。
- ・ 若手研究員の採用は公募により行うことで、幅広い分野の人材の中から選抜することとした。

- 外部人材の活用については、中期目標で設定された28名以上の目標値に対し、初年度の計画として6名以上を設定した。
- 人材育成については、定年退職者の増加に伴う研究員の入れ替わりに対応するため、長期計画を検討して着実に実施できるようにすることとした。
- 研究員が幅広い視野を持てるようにするため、海外派遣や、企画部門への配置を行うこととした。

1.2.3 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) 職員の業績評価

研究所職員の業績評価については、平成16年11月に「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」を制定し、平成17年3月1日から運用している。勤務評定は、定期評定及び特別評定の二つからなり、定期評定は毎年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）に反映させている。

このほか、研究員の実績に基づいて昇級区分を決定するため、平成18年3月に「昇給区分決定にかかる方針について」を理事長達として制定した。これは、個別業務の内容や難易度に応じて点数を設定しておき、過去1年間の業務実績から当該点数の合計を求め、翌年度の7月に実施する昇給に反映させるものであり、平成18年7月の昇給において初めて適用した。この新制度は、研究所として具体的にどの業務実績を重要視しているかを客観的に示すことができることが特長であり、各研究員の点数を本人に提示することで、透明性の確保にも配慮している。今回が初めての実施であったが、配点の基準が不明確な項目が一部にあったことや、項目間の配点バランスの適正化を図る必要が生じたことから、労働組合との協議を経て平成19年3月に達を改正した。このように、業績評価は公平性及び公正性を維持しつつ、運用状況を点検しながら常に適正化を図ることが極めて重要であり、平成18年度においても課題の把握から制度改正まで迅速に対応したところである。

(2) 職員の任用

① 研究員の適正な配置

人員が限られている中で、研究員を適正に配置して効果的、効率的な研究実施体制を構築するためには、現在実施している研究開発課題に必要な専門性に適合する研究員の選定及び業務負荷の正確な見積が重要であることは勿論、研究員の年齢構成や専門性がどのように分布しているかを把握した上で、中長期的に研究所が実施すべき研究開発課題に照らし合わせて、今後どのような専門性を有する人材を確保、育成するか、どの技術を継承していくか等について総合的に検討することが必要である。このため、先に述べたとおり長期ビジョンの検討に着手したほか、研究所の現状として研究員の年齢及び専門性の分布状況を把握できるようにするためのポテンシャルマップを作成し、新規採用計画や、今後定年を迎える研究員の退職時期を考慮した後継者の選任等に活用できるようにした。当研究所において、既に実用化されている従来型航法機器に係る研究開発評価に携わってきた研究員の多くは、年齢が高くなってきているため、引き続きその技術を継承するかどうか課題になっている。例えば計器着陸装置（ILS）については、次期システムである衛星航法補強システム（SBAS/GBAS）への完全な移行には相当な期間を要することから、今後もILSは長期間利用されるものと考えられるが、設置場所や周辺建造物の影響など依然として課題も多いことから、引き続き技術を継承していくことが必要であると判断し、後継者を選任した。

この他、研究開発課題を研究員に適正に割り当てる際には、本人の意向、希望にも十分配慮することが必要である。社会・行政ニーズに柔軟に対応して研究開発を実施していくためには、研究員の配置替え、専門分野の変更も行う必要があることを考えると、専門分野を固定化することは適当でない。このため、研究員が希望する研究テーマを申告させる仕組みを設けることとし、理事長達として「研究テーマ希望自己申告書について」を制定し、12月より施行した。この申告書には、職務に関する希望のほか、得意とする専門分野を記述させることで、人員配置の見直しを幅広く検討するための基本情報として利用できるようにした。

② 女性研究員の任用と働きやすい環境の整備

当研究所は、第2期中期目標期間が開始された平成18年度から従来の特定独立行政法人ではなくなり、職員の身分が国家公務員ではなくなった。これに伴い、職員の採用については国家公務員試験の合格者に限定する必要がなくなり、研究所独自の基準を定めることにより募集することができるようになった。平成19年の4月に採用する新規職員の募集においては多数の者から応募があったが、面接等による選考を厳正に行った結果、2名の女性を採用することとした。

研究員が働きやすい環境を整備するための取組みとしては、育児休業等に係る規程の施行を行った。育児休業については、平成17年度までは国家公務員育児休業法が適用され、育児休業の取得が可能な子供の年齢は3歳未満であり、時間単位での取得（育児部分休業）も可能であった。平成18年度から職員の身分が非公務員となったことから、育児・介護休業法が適用されることとなったが、この法律では、最低基準として育児休業が取得可能な子供の年齢を1歳（状況により1歳半未満）と規定している。研究所としては、優秀な既婚女性研究員が退職することなく研究を継続できるよう、従来の国家公務員育児休業法を上回る基準を独自に設けることとした。育児休業の取得については子供の年齢が3歳に達した後最初の3月31日まで可能とし、育児部分休業は、子供が小学校に入学する直前の3月31日まで取得可能とすることで、保育園や小学校に入る直前まで取得できるように配慮した。この新規規程は平成18年4月1日に施行し、子供を持つ研究員の一部がこの新制度を有効に利用している。

③ 若手研究員の公募による多様な人材の確保、資質・能力に応じた研究課題の選定

新規採用については、先に述べたとおり、研究所職員の非公務員化に伴って独自に採用を行うこととなった。インターネット等による募集を行ったところ、博士課程修了見込者、博士課程修了者、民間企業勤務者等から幅広い応募があり、応募者数が増加した。これは、国家公務員試験合格者の中から選考する必要がなくなったことや、景気の低迷がその主な原因と考えられるが、応募者の中には、大学院での研究を通じて研究所を知ったという事例もあり、これまでの研究所の活動に対する理解が徐々に広まりつつあると考えられる。選考の結果、2名の採用を内定することとしたが、全ての応募者の質が高かったことから、決定は容易でなかった。採用者の任用については、本人の経歴を重視するとともに、研究所のポテンシャルマップや重点化を図っている研究分野を考慮し、今後実施すべき研究課題を適切に担当させることとしている。

また、大学の学生等を研究所が一定期間受け入れて研究業務を体験してもらうインターンシップについては、新規採用の一環として積極的に実施することを研究所方針として決定した。これに対応するため、制度を設けるための検討を行い、9月に「独立行政法人電子航法研究所研修員受入に関する達」を制定した。インターンシップを実際に活用してもらうため、当研究所と同様の研究を実施するなど、専門分野が近い大学をいくつか選んで実施可能性を調査した。大学によって実施方法や時期が異なるため個別に対応することが必要であるものの、調査したほとんどの大学において実施の可能性が高いことから、研修の手引きを作成して大学担当者への説明に行き、ホームページに情報を

掲載するなどし、平成 19 年度に実現するための広報活動を実施した。

(3) 外部人材の活用

効率的に研究業務を進めるため、研究内容に応じて任期付研究員、客員研究員及び契約研究員などの外部人材 18 名の活用を図った。任期付研究員については、研究所の主要な研究テーマである準天頂衛星システムに係る技術開発を担当させることを目的として 1 名を採用した。この研究員は、採用後半年余りの研究成果を論文にまとめ、11 月に開催された日本航空宇宙学会主催の第 50 回宇宙科学技術連合講演会で発表した。これが優秀論文として若手奨励賞を受賞したところであり、短期間で著しい成果を上げた。

客員研究員については、次の表に示すとおり、大学、民間企業、研究機関の専門家合計 5 名を任用した。

所属機関	研究内容	期間	役割、成果等
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	GNSS 航法に及ぼす電離層擾乱の影響に関する研究への助言、電離層観測データの提供等を担当し、研究所だけでは実施困難な作業を支援。
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	電離層内部に発生するプラズマバブルに関する助言、観測データの提供等を担当。
(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	携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究において、航空会社との調整及び情報収集を担当。
全日本空輸(株)	同上	1 年	同上
(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	航空管制業務のタスク分析及び作業負荷・負担の研究において、過去に行われた管制官のワークロード測定実験の結果に基づいたアドバイスにより支援。

契約研究員は、データ収集、解析や実験補助等を担当させることを目的として、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ある。平成 18 年度における実績は、次の 9 件、12 名であった。

No.	担当研究課題	人数	期間	業務担当等
1	航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究	1	1 年	測定装置の設計、製作、調整、実験の実施、データ整理。
2	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	1	1 年	データ解析、データ解析用ソフトウェアの作成。
3	(電波無響室を利用する研究)	1	6 ヶ月	電波無響室で使用する機材の管理、実験の支援。
4	今後の管制支援機能に関する研究	2	1 年	シミュレーション実験の補助、交信データの聞き取り及び解析。
		2	5 ヶ月	
5	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	1	1 年	GPS ソフトウェア受信機アルゴリズムの開発、実験支援、データ収集・分析。
6	スケールモデルによる ILS 高度化のための実証的研究	1	1 年	実験支援、報告書作成支援。
7	携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究/スケールモデルによる ILS 高度化のための実証的研究	1	1 年	実験支援、データ収集・分析、報告書作成支援。
8	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。
9	433MHz アクティブ IC タグによる電磁放射に関する実測調査	1	4 ヶ月	実験支援、データ収集・分析。

(4) 人材の育成

① 人材育成に係る長期計画の検討

当研究所においては、第2期中期目標期間（5年）中に定年を迎える団塊世代の研究員が研究者全体の2割を超える状況であり、技術の継承や若手研究員の育成が大きな課題となっている。従って、新規採用を含め、長期間にわたって計画的に人材育成することが重要である。これまでも様々な取組みを行ってきたところであるが、平成18年度においては、研究員が職務に応じてどのような活動を経験し、どれだけの能力を備えているべきかの目安を示すためのキャリアガイドラインを策定した。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、キャリアガイドラインはこれらの職務各々について、期待される能力や実施すべき活動を示している。キャリアガイドラインを研究員に示し、これを参考にして管理職が研究員を指導、育成することで、研究員の自己研鑽を促すとともに、強い責任感を持ちリーダーシップを発揮できる研究員を育成することを目指している。

② 海外派遣による国際的に活躍できる人材の育成

当研究所の研究活動は、ICAO等国際機関における技術標準の策定、国際会議や国際学会への参加、海外からの情報収集等、研究分野に関係なく国際活動への参画が不可欠となっており、その中には、アジア地域における電離層擾乱のGNSS航法への影響など、我が国がリーダーシップを発揮しなければならない分野もある。このため、研究員には、技術的専門性以外にも国際感覚を身につけることや国際的な人脈を築くことも求められる。研究所としては、これまで海外での発表や国際会議への参加を積極的に促進するとともに、英語研修、英語プレゼンテーション研修等を受講させているほか、研究員の留学や在外派遣についても力を入れて取り組んでいる。平成18年度においては、在外研究員の募集にあたって選考要件の目安を具体的に示すことで推薦及び選考を円滑に行えるように工夫するとともに、研究以外にも組織運営を含めて学べるように方針を改め、若手だけでなく中堅研究員にも海外短期派遣を促進した。その結果、平成19年度に重点研究の実施主任である2名の研究員を仏国へ短期留学させることとなった。

③ 企画部門への研究員の配置による幅広い視野を持つ研究者の育成

当研究所が実施している研究業務は、航空局による行政ニーズに基づいて実施しているものがほとんどであることから、航空局との連携強化を図ることが極めて重要である。また、社会へ研究成果を還元することを目標として研究課題を設定し、実施することが求められている。以上のことから、研究員には担当する研究分野に関する高度な専門性を身に付けさせることのみならず、研究以外の業務を経験させること等により、幅広い視野を有する人材の育成が必要である。このため、(1)社会ニーズに的確に対応できる幅広い視野を有する研究員の育成、(2)管理部門と研究領域の間及び研究領域間の相互理解と連携強化による研究所活動の活性化及び円滑化、(3)研究企画業務の継続性及び組織運営の自立性向上等を目的として、企画部門へ研究員を配置することとした。平成18年度は、研究員として新規採用した職員を企画課の係員として配属し、研究企画業務や管理部門の業務を幅広く経験させた。具体的には、研究課題評価や予算要求に係る事務を行わせることで、研究所において実施されている（計画を含む）研究開発の内容を幅広く理解できるようにしたほか、航空局をはじめとする外部機関との調整に同行させて、関係者のニーズや意見を直接聞く機会を与えた。これ以外にも、研究所として参加している各種イベントの準備作業、ホームページ掲載内容の検討など、広報活動にも参加させた。企画課に配置した研究員は、半年にわたる業務を経験した後、研究所としては初めて、国土交通省航空保安大学の航空交通管制基礎研修課程を聴講生として半年間受講させることとした。これは、今後益々重要性が増していくと考えられる航空交通管理に係る研究について、実運用に即した専門知識を若手研究員に吸収させるため、

理事長の働きかけにより実現させたものである。受講により、航空管制業務の全体像を体系的に理解できるほか、航空管制の実務を知る上でも有意義であり、当人にとって非常に貴重な経験を積ませることができたと考えられる。当研究員は次年度以降、航空交通管理領域の研究員として研究活動に従事することとなるが、この経験を通じて見出された問題意識を元にして研究活動の方向性を定めることに役立ったとの所感を述べており、今後の活躍が期待される。

企画部門への研究員の配置については、平成 19 年度以降も継続的に実施する方向で検討を進めることとしたが、研究部門においては業務負荷が高まっており、容易に配置できる状況にはないことから、改めてその意義を整理し直して研究所の理解を深めることとした。過去に企画部門での業務経験を持つ研究員が 7 名存在することから、アンケートにより意見を聴取したところ、企画部門の経験により期待される効果としては、(1) 研究所内で実施している全ての研究の把握ができ組織横断的な連携が促進できること、(2) 航空局等の外部関係者との関係拡大や相手の事情を把握できコミュニケーション能力の向上が期待できること、(3) 全体を見渡せる大局的な視点を養えること、(4) 社会ニーズの把握とそれに基づく新たな研究を企画する能力が向上すること、(5) 広報やイベントを経験することで対外的な説明能力が向上することを挙げる者が多かった。一方、研究を離れることにより、研究の継続性が失われることをデメリットとして指摘した研究員が数名いたほか、新人ではなく、一定の研究経験を持つ者を配属した方が有意義であるとの意見もあった。この調査結果より、肯定的な意見が支配的であったことから、平成 19 年度も研究員の配置を行うこととした。

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) 研修等の実施について

研究所においては、研究員の能力向上を目的とした研修や施設見学を実施している。平成 18 年度において実施した研修等は、次の表のとおりである。

実施日	内容・場所	人数	目的等
8月4日	運航管理センターの見学（航空会社）	7	運航管理の実状を把握。
8月21日	飛行管理システム（FMS）トレーニング（航空会社）	11	機上システムに関する理解の深化。
8月23, 30日	英語ミーティング研修	5	国際会議における対応能力向上。
9月14日	FMS トレーニング（航空会社）	8	機上システムに関する理解の深化。
9月5, 12日	英語プレゼンテーション研修	6	海外における発表能力の向上。
9月27日～1月9日 （週1回）	英語研修	11	英語能力の向上。
10月25日	日本語プレゼンテーション研修	18	プレゼンテーション能力の向上。
11月～12月	航空機体験搭乗	5	航空機運航の実態把握。
12月8日	著作権講習会	31	著作権に係る理解の深化、コンプライアンスの徹底。
2月27日	日本語プレゼンテーション研修	17	プレゼンテーション能力の向上。
2月	航空機体験搭乗	4	航空機運航の実態把握。

平成 18 年度の初の試みとしては、日本語プレゼンテーション研修を原則として全研究員に受講させたことである。平成 18 年 6 月に開催した研究所発表会においては、20 件以上の発表を行い、聴講者にはアンケート調査を実施したところであるが、説明の分

かり易さについては研究員によって評価の差が大きく、発表会に対するコメントとしてもっと分かり易く説明して欲しいとの要望が多数示された。アンケート結果は企画会議に報告され、対応策を検討した結果、研究員はプレゼンテーションを行う機会が多く、その技能を向上させることが重要であることから、専門家による指導を仰ぐこととし、プレゼンテーション研修を2回に分けて実施した。



【第1回 日本語プレゼンテーション研修】



【第2回 日本語プレゼンテーション研修】



【著作権講習会の様子】



(2) 若手研究者の学会賞受賞

① 若手奨励賞の受賞

通信・航法・監視領域の武市研究員が第50回宇宙科学技術連合講演会（日本航空宇宙学会主催／平成18年11月開催）で発表した論文「サブメータ級測位補正における対流遅延補正」が、優秀論文として若手奨励賞を受賞した。武市研究員は、平成18年4月に任期付き研究員として採用され、準天頂衛星を利用した高精度測位補正技術に関する研究に従事しているが、半年余りで研究成果が受賞に結びつくこととなった。

② 学術奨励賞の受賞

航空交通管理領域の瀬之口研究員は、平成18年10月27日に開催された電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会において「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」を発表した。これが2006年米国電気電子学会日本支部航空宇宙電子システム部門学術奨励賞（2006 IEEE AES Japan Chapter Young Scientist Award）を受賞することとなった。瀬之口研究員は、当研究所で最も若い研究員であり（発表時）、今後の活躍が期待される。



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

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。

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。

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。

※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

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。

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。

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。

※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。

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

所内ネットワーク、グループウェアソフトの活用により、事務管理業務の電子化、ペーパーレス化を継続的に推進し、情報伝達の迅速化、簡素化を図る。また、業務運営の効率化、簡素化を向上させるため、業務運営効率化推進委員会において旅費請求事務の簡素化、専決事項の整理等について検討する。さらに業務の効率化等を図り、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18年度において1.2%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18年度において0.4%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18年度において平成17年度比で1.7%程度削減する。

※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。

役職員の給与水準について、国家公務員の給与構造改革と同様に全体として平均4.8%引き下げる。また、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制度にする。

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。

1.3.2 年度計画における目標設定の考え方

- ・事務管理業務の電子化が一般管理費の削減や、業務の効率化に寄与することから、所内ネットワーク及びグループウェアソフトウェアの活用を継続して推進することとした。
- ・旅費請求事務及び決裁事務の一部は、更なる業務効率化の可能性が示されたため、その簡素化を検討することとした。
- ・一般管理費については、中期目標において平成18年度予算額を5倍した額から6%程度抑制することとしており、これを5年間で達成するためには2年目以降において、対前年度比で約97%に抑える必要がある。この目標値を上回る実績をあげるため、初年度においては、予算額から1.2%程度を抑制することとした。
- ・業務経費については、中期目標において平成18年度予算額を5倍した額から2%程度抑制することとしており、これを5年間で達成するためには2年目以降において、対前年度比で約99%に抑える必要がある。この目標値を上回る実績をあげるため、初年度にお

いては、予算額から 0.4%程度を抑制することとした。

- ・ 人件費については、最終年度までに平成 17 年度比で 5%以上削減することとしており、平成 18 年度は職員構成を考慮して 1.7%程度削減することとした。また、給与水準を国に準じて 4.8%引き下げるとともに、年功的な給与上昇を極力抑制することとした。

1.3.3 当該年度における実績及び中期目標達成に向けた次年度以降の見通し

(1) 業務の効率化

① 事務管理業務の電子化、ペーパーレス化の推進

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構築した予算管理システム等を利用して、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。研究所内における情報の共有については、グループウェアの掲示板の機能を利用することで、資料をコピーして配布しなくても即座に全職員への周知を図ることが可能となっており、事務連絡から研究業務に活用できる各種情報の掲載まで、幅広く利用している。また、長期間保管されている文書のうち、引き続き保存することが必要なものについては電子化を図ることを推進している。

② 資産管理システムの構築と導入

平成 18 年度に特に力を入れて取り組んだのは、資産管理システムの構築である。これまでの資産管理（ステータス情報等）は、総務課の会計担当が資産の取得・貸出・移動・廃棄などの変更等が生じる場合に使用者から提出される変更届け等に基づいて随時更新が行われてきた。これらの台帳管理は手続きが一方通行であり、場合によっては錯誤や申請書の紛失等による事務手続きの中断や情報のフィードバックがスムーズに行われないなどの問題点が多かった。そのため、平成 18 年度において資産管理システムを職員自らが構築し、9 月より運用を開始した。新たに構築した資産管理システムは、事務の効率化に大きく寄与していることに加えて、経費がハードウェア面の固定経費だけで実現されたことは一般管理費の削減にもなっている。本資産管理システムが従来の方法に比べて特に優れている点は次の 3 点である。

第一は、イントラネットに接続することで全研究員が情報を参照できるようにしたことである。これまでは台帳情報を総務課で管理していたことから、各研究職員が常時閲覧できる環境にはなく、情報入手が不便であった。これを解決するため、新しい資産管理システムではネットワーク上で運用できるように開発することとし、所内にあるネットワーク上の PC を用いて研究所の有する資産の各種情報を必要な時に簡単に入手することが可能となり、資産を有効に活用することができる環境がこれまで以上に整うこととなった。また資産の使用者名や設置場所の変更などは使用者が随時更新できるようになっており、資産のステータス情報（簡易情報）と現実の状態に乖離が起きないようにすることが可能となった。

第二は既に運用されている予算管理システムとデータを共有することで、資産管理情報の入力作業を最小限に抑えることが可能となり、入力ミスの防止にも役立っているところである。資産管理システムの重要な機能には、企業会計の減価償却計算や平成 18 年度から新たに導入した減損会計計算があるが、本システムはこれらの計算機能も有しており、予算管理システムとデータを共有することは信頼性を確保する上でも重要な点であるといえる。

第三は情報を共有化することで相互確認が確実なものとなり、使用者が常に自ら管理

すべき資産を認識できることは当然であるが、資産管理者として自らの責任範囲なども一目で確認することができ、資産管理における職責を明確なものとした。その他の機能として廃棄申請もイントラネット上で行う事が可能であり、申請と同時に廃棄申請書を印刷する機能を付けたことで各種申請書に研究者が必要事項を記入する作業が軽減されるようにしている。なお、廃棄等の承認手続きは従来どおり理事長決裁となる。

③ 旅費請求事務の簡素化、専決事項の整理等に係る検討

業務の効率化を図るための取組みとして、旅費の支給方法の見直し及び契約関係の決裁における専決事項の整理を実施した。

近距離の出張においては、旅費として公共交通機関の運賃及び日当が支給されるが、従来の旅費規程においては、東京都外への出張に対して日当を支給していた。すなわち、東京都内の出張については、日当を支給せず運賃のみを支給すればよいことから、旅費の請求手続きを行うことなく、出張者にプリペイドカードを渡して対応していたが、千葉県や埼玉県への出張については旅費請求手続きを要していた。日当の支給基準を東京都の内か外かで分ける合理性が低いことや、千葉県や埼玉県への出張が一定件数ある状況において、旅費請求・支給に係る事務的負担が小さくないことから、日当の支給基準を見直すこととし、東京都内に加えて鉄道 100 キロメートル未満、水路 50 キロメートル未満又は陸路 25 キロメートル未満の近距離旅行の場合には、日当を支給しないこととした。これにより、旅費請求件数が 10%減少し、事務の軽減が図られた。

契約事務については、会計規程及び会計規程実施細則によって決裁権限を定めているが、従来は 100 万円以下の契約等について総務課長に決裁代行権限が与えられていたものの、それ以外は基本的に理事長決裁を要していたことから、事務処理効率化の観点からこれを見直すこととした。具体的には、資産管理及び契約に係る事務のうち 300 万円以下のものについては、決裁代行権限を理事に与えることとした。これらの事務は年間約 160 件発生しているが、このうち約 80 件が理事の代行となり、事務処理の短縮が図られた。また、平成 18 年度は非公務員化に伴って契約事務を担当する総務課職員の構成が変更されたことから、総務課内の決裁手順についても変更し、年間約 5,000 件の決裁行為の時間短縮を図った。

(2) 一般管理費の抑制

平成 18 年度計画の予算において一般管理費は 52 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 41,763,000 円である。これに対して実績額は 41,241,393 円であったことから、一般管理費（所要額等を除く）の抑制率（実績）は $(1 - 41,241,393 / 41,763,000) \times 100 = 1.25(\%)$ であり、目標の 1.2% を上回った。

一般管理費の抑制に大きく寄与したのは、空調設備等を省エネタイプに更新し、電気使用量が減少したことにより光熱水道費が削減されたことなどである。

(3) 業務経費の抑制

平成 18 年度計画の予算において業務経費は 907 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 833,643,000 円である。これに対して実績額は 830,233,036 円であったことから、業務経費（所要額等を除く）の抑制率（実績）は、 $(1 - 830,233,036 / 833,643,000) \times 100 = 0.41(\%)$ であり、目標の 0.4% を上回った。

業務経費の抑制に大きく寄与したのは、実験用航空機の損害保険契約を見直して保険料を軽減したことと、一般管理費と同様に電気使用量が減少したことによる光熱水道費

の削減などである。

(4) 人件費の削減等

① 人件費の削減

平成 18 年度における人件費の実績額は 702,016,385 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）を除いた額は 570,770,788 円であった。人件費削減基準額（平成 17 年度決算）は 612,583,000 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、 $(1 - 570,770,788 / 612,583,000) \times 100 = 6.8(\%)$ であり、目標の 1.7%を上回った。

② 給与水準の引き下げ、年功的な給与上昇の抑制

平成 17 年 8 月の人事院勧告においては、平成 18 年 4 月から実施すべき事項として、(1) 俸給水準の引き下げ、地域手当の支給等、(2) 中高年齢層給与の抑制（給与カーブのフラット化）、(3) 勤務実績に基づく処遇の推進（勤務実績に応じた昇給制度の導入、ボーナスへの勤務実績の反映の拡大）等を勧告した。

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するため、「独立行政法人電子航法研究所給与規程」を平成 18 年 3 月 31 日に改正、同年 4 月 1 日に施行した。

③ 職員の業績に応じた昇給制度

1.2.3 (1) で述べたとおり、当研究所においては職員の業績評価を実施しており、勤務評定の結果を勤勉手当に反映させるとともに、過去 1 年間の業務実績を点数化し、これを昇給に反映させているところである。

(5) 予算及び人的資源の適正な管理

① 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予算管理システムを平成 15 年度から運用している。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いる。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担が軽減され、機能の向上や新機能の付加を行う際も、予算関連業務の内容を熟知している職員自らが作業を行うため、経費を一切必要とせず操作性及び利便性が極めて高いシステムを維持することが可能になっている。

平成 18 年度においては、新たに、予算コード、分類、事項コードの入力ミスや入力漏れを自動検出し、当該箇所を特定するための機能を付加した。従来、数字が整合しないときは手作業で確認作業を実施していたが、この機能により確認作業が大幅に軽減されるとともに、作業が不慣れな者であっても、不適正箇所の特定が容易にできるようになった。また、契約決議書の印刷機能に自動識別機能を付与することで、契約内容（受託、年契）、契約金額（決裁権限者）に応じて職員がゴム印を手で押す作業を不要にした。更に、両勘定印刷機能を改修し、これまで手作業が必要であった修正作業を不要にした。このように事務の軽減を図るための修正作業を次々に実施しているところであるが、職員自らが行っているため、一切費用は要していない。これを外注により対応した場合は数百万円規模の経費が必要になると考えられる。

② エフォートの把握及び質的向上による人的資源の有効活用等

研究所の人的資源を一層効果的に配分して業務効率を上げるため、従来から研究員のエフォート（研究専従率）を把握することにより、研究の重要度に応じて適切にエフォートが配分されているか、研究内容に応じて適切に作業分担がなされているか、一部の研究員に過度の負荷がかかっているか等について幹部が確認し、必要があれば担当者の追加変更を行っている。エフォートとしては、年度当初の研究計画に基づく見積と、年度途中の見直しを実施している。実績については、各研究員がどの業務にどれだけの時間を割いたかを正確に把握するため、毎月、各研究員の実績を報告するタイムレポート制を10月から実施した。

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) 予算執行ルールの見直しによる事務の効率化

これまでの予算管理は、総務課の会計担当が予算管理システムを用いて集中的に運用していたところであるが、端末を各領域の事務室にも設置して一部の作業を各領域に任せることで、予算執行事務の効率化を図ることとした。これを実行するため、各領域の事務職員を総務課職員として配置し直し、各領域事務室の端末から全ての機能を利用できるようにした。これにより、従来は総務課で行っていた契約依頼票及び出張計画書の入力を各領域で行うこととなり、処理の迅速化が図られた。また、研究経費等に係る年度計画予算の執行状況が各領域においていつでも把握できるようにしたことにより、領域長及び研究実施主任者が容易に情報を入手可能となり、予算管理に関する責任意識の向上にも役立った。各領域に作業を委任したことで、予算管理システムの操作性等に関する改善要望が出された。これは、研究の現場である領域でなければ気付かない内容であったが、これに対応するための作業を即座に実施して、より使いやすいシステムへと進化させた。

また、年度計画予算の変更が必要になったとき、従来10万円以上の変更は理事の専決であったが、50万円までは領域長の専決とすることで手続きを効率化した。平成17年度において、理事長又は理事の決裁を要していた予算変更手続きは126件あったが、手続きの変更によって平成18年度は10件に減少した。

(2) 大規模廃棄の実施

平成18年度に構築した資産管理システムを利用し、資産の状況確認を行ったところ、廃棄されずに保管されているものも発見され、台帳に掲載されているものであっても不要になっているものがないかを再度確認し、不要なものをまとめて廃棄することとした。資産から除却した件数は、建物（空調機等）9件、工具器具備品77件、物品180件であった。平成18年度においては、組織改編による部屋割りの見直しを実施したところであるが、大規模な廃棄を実施したことにより一定のスペースが確保され、有効活用することができた。

(3) 平成18年度契約について

平成17年度と比較すると一般競争入札は22件の増、随意契約では14件の減となった。金額ベースにおいても一般競争入札は55%の増、随意契約は21%の減となっており、着実に一般競争入札を拡大している。なお、平成19年度においては、少額随契以外は原則一般競争入札に移行することとし、更なる競争性、透明性の確保をすることとしている。【平成18年度の契約状況については、P144参照】

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採用入れた通信・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。

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

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容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。

②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。

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を戦略的かつ重点的に実施する。

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

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容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。

具体的には、平成18年度に以下の研究を実施する。

ア. 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（平成16年度～19年度）

（年度目標）

現在の容量値の計算法を改良したアルゴリズムを作成し、遅延がどのように変化するか現在の計算法と比較、検討することにより、より正確な計算方法の提案を目指す。また、計算機シミュレーションを用いて新しい管制運用方式であるスカイハイウェイを導入したときの航空管制官の作業量の変化を推定し、その導入効果を予測する。

イ. 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（平成16年度～19年度）

（年度目標）

2周波対応GPS受信機のデータ処理部を開発・評価し、実用に耐え得る性能要件を満足させる。また、カテゴリI精密進入の性能を達成するための条件として、測位性能に影響を与える電離層や衛星軌道等の各誤差成分への配分を最大許容値として設定し、これを達成するための誤差補正

アルゴリズムを開発する。また、1周波の利用により、我が国の空港において必要とされる APV（垂直誘導付進入）アベイラビリティを達成できるよう、電離層遅延量補正残差の予測アルゴリズムを改良する。

ウ. 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）

レーダ監視下におけるターミナル RNAV 経路の安全性評価手法について、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 経路の安全性評価手法を開発する。また、この手法を用いて衝突リスクを推定し、国土交通省が導入を検討しているターミナル RNAV 経路の安全性を評価する。

エ. 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）

SSR モード S の高度な運用技術を確立するため、確率的ロックアウトオーバーライド(SLO)及び覆域制限機能を有する SSR モード S 地上局を平成 18 年度から 19 年度にかけて開発する。

また、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ための技術開発を目指し、岩沼モード 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。

② 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。

具体的には、平成 18 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）

システムの中核をなす監視機能については、極めて高い検出性能の実現を目指し、複数の監視センサー（空港面探知レーダ、マルチラレーション、SSR モード S）の組み合わせとデータの統合化によって相互に補完しあえる統合型空港面監視センサーの開発に向けた相関処理機能について実験的検証を行い、羽田空港の再拡張に向けた統合型空港面監視システム案を作成する。経路設定機能については、実際の運航状況と比較・検証することにより推奨経路生成処理アルゴリズムの妥当性を評価する。誘導機能については、灯火誘導システムに経路情報を提供するための入出カウンターフェースを実験検証し、必要な改修を行う。管制機能については、滑走路誤進入及びコンフリクトを防止するための処理アルゴリズムを開発する。

イ. 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（平成 17 年度～20 年度）

（年度目標）

精密進入を支援する GBAS（地上型衛星航法補強システム）は、極めて高い安全性が要求されることから、危険な誤誘導情報送信の原因となる事象から完全に保護する必要があるため、当該事象の全てを脅威モデルとして設定し、故障系統ツリーモデル解析により、最も安全なシステムアーキテクチャを構築する。また、静止衛星型衛星航法補強システムの測距信号を利用した GBAS

性能の評価を実施し、その効果が得られる条件を明らかにする。

ウ. 今後の管制支援機能に関する研究（平成 18 年度～19 年度）

（年度目標）

レーダデータ等を使用して羽田空港の到着機の航空交通流を解析し、到着機の時間集中度、飛行時間等の分布を求める。また、評価ツールを開発し、時間管理機能と管制支援機能の連携モデルを開発する。さらに、羽田空港の再拡張後の交通量を想定したシナリオによる航空管制官参加のリアルタイムシミュレーションを実施する。これらより、時間管理機能と管制支援機能との連携手法の基本的な要件を明らかにする。

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。

具体的には、平成 18 年度に以下の研究を実施する。

ア. 無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究（平成 16 年度～19 年度）

（年度目標）

空港面上のスポット付近等の電波環境の悪い場所では、検出率の低下や大きな測位誤差（20m 以上）が発生するが、モード S 信号の処理において時間検出ソフトウェア等を改良し測位誤差を 6m に収めることを目標に改善する。また、プリアンブル検出アルゴリズムを改良し、電波環境の悪い場所での信号検出率を改善する。さらに、空港内での測位実験により性能の改善を検証する。

イ. 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）

レーダデータ等の解析結果に基づき、航空機の将来位置を予測する航空機運航モデルに水平面の予測機能を追加する。また、レーダデータや航空機搭載の飛行管理システムのダウンリンクデータを用いて、水平面におけるコンフリクト検出手法を開発する。これらにより、より信頼性の高いコンフリクト検出手法の確立を目指す。

ウ. 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）

航空通信の基幹網には経済性の優れた IP（インターネット・プロトコル）をベースとしたネットワークが考えられている。一方、ATN（航空通信ネットワーク）は異なるプロトコルである OSI を用いているので、そのままでは IP ベースの基幹網に相互接続できない。相互接続を可能とするにはトンネリング技術を開発する必要がある。本年度はデュアル・スタック・ATN ルータの開発を行い、IP ベースの基幹網でパケットをトンネル化することにより ATN データの取り扱いを可能にする。また、管制官による運用性評価実験のためのシミュレーションシナリオの開発を行う。

エ. 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）

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、広帯域電波信号環境測定装置の記録部を製作する。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 DME（距離情報提供装置）等の各種既存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。

オ. 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）

航空会社から提出される携帯電子機器（PED）が原因と疑われる電磁干渉事例報告を分析し、電磁干渉障害を受けやすい機上装置や電磁干渉を引き起こし易い PED の傾向、特性等を明らかにする。この結果は、PED からの電波が機上装置に干渉する可能性を確認できる世界唯一のきわめて重要なデータとなる。また、携帯電話等意図的に電波を放射する携帯電子機器（T-PED）の仕様調査、実測等を行い、T-PED の放射電界強度、周波数スペクトル等に関する世界初のデータベースを作成する。さらに、このデータベースをもとに、T-PED の電波形式に等価でかつ強い電力を発生できる疑似信号の発生プログラムと必要なハードウェアの開発を行う。この開発により機上装置の耐電磁干渉性能の評価が著しく容易となる。

また、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ため、国土交通省から委託を受けて「ヒューマンエラー事故防止技術の開発」の分担として、「運転者・操船者等の業務負荷状態評価システムの研究」を実施する。

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。さらに、研究開発の目的及び目標を明確かつ具体的に定める。

2.1.2 年度計画における目標設定の考え方

研究所が実施する研究については、各研究課題毎に研究計画書を作成して管理しており、平成 18 年度の実施内容に基づいて年度目標を設定した。また、航空局に対し、報告会及び連絡会を開催し、研究開発の目的及び目標を明確化するとともに具体化することとした。

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Ⅱ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「②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「①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「③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。

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

ア. 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

(平成 16 年度～19 年度)

【研究の意義】

現在、航空交通流管理 (ATFM) で用い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。近年、航空交通量の増大により混雑セクタでは定常的に遅延が発生し、今後も更なる遅延の増加が懸念されている。そのため、セクタ再編や RNAV (広域航法)、スカイハイウェイ計画等、新たな管制方式・運航方式の導入による空域の有効利用及び容量拡大を図ることが喫緊の課題となっている。これらの導入に際しては航空交通容量への影響及び効果を定量的に予測可能とすることが重要である。

本研究では管制官の作業量等を詳細に分析し、航空路セクタの容量値推定および設定方法を検討する。また、航空路管制シミュレータを改修するとともに航空交通流管理シミュレータを製作する。本研究前半ではこれらを用いて短縮垂直間隔 (RVSM) の導入効果を検証したがそこで得られた知見を活用しつつ、航空路再編など今後の新たな運用方式を想定した計算機シミュレーションおよびリアルタイムシミュレーションを代表的なセクタで行い、その結果に基づき、導入効果 (取り扱い機数の増大) の定量化を図る。さらに、この様な多大な労力と時間を要する管制作業量の計測を必要としない、より一般化した容量値の予測アルゴリズムの作成についても検討・提案する。

【平成 18 年度の目標】

現在の容量値の計算法を改良したアルゴリズムを作成し、遅延がどのように変化するか現在の計算法と比較、検討することにより、より正確な計算方法の提案を目指す。また、計算機シミュレーションを用いて新しい管制運用方式であるスカイハイウェイを導入したときの航空管制官の作業量の変化を推定し、その導入効果を予測する。

【平成 18 年度の成果】

- 容量値の計算法を改良したアルゴリズムの作成
 - ✧ 航空機の航空管制上の分類方法として、現在の 4 種類 (出発、到着、通過、域内) ではなく入域高度と出域高度によって分ける方法を検討し、航空交通流管理 (ATFM) シミュレータに機能を追加した。その結果、高度変更処理を行う通過機や、異なる空港からの出発機、到着機を分類でき、空域内での潜在的なコンフリクト確率から管制作業負荷を定義することで管制作業量を予測するアルゴリズムを作成した。
 - ✧ 具体的な管制作業量の予測方法としては、航空機が空域に滞在する間に行う管制指示量を基準とする方法を検討し、現在の管制作業量の実測による方法と相関が取れていることを示した。19 年度はこれを発展させ、より多くの空域で共通の指標をもてるかどうかの検討を行う。
- 新管制方式 (RNAV 等) の導入効果の予測

ファストタイムシミュレーションにより、RNAV 導入による管制負荷の変動予測、およびスカイハイウェイに関して高度で管制空域を分割して導入する場合、その分割高度による効果の差異について検討を開始し、19 年度も引き続きこれらの検討を行う予定である。
- 新しい ATFM の提案

前述の ATFM シミュレータへの機能追加により、新しい ATFM に関する定量的な効果の予測と検討、提案が可能となった。その一例として、飛行経路によって遅延の割り当て方に優先順位をつける方法をシミュレーションにより検討した。具体的には、羽田空港を例に検討を行い、その一例として、到着遅延をもたらすレーダ誘導を行う時間が 3 分の 2 程度まで減少する結果が得られ、消費燃料の低減効果がもたらされることを示すこ

とができた (図 2.1)。

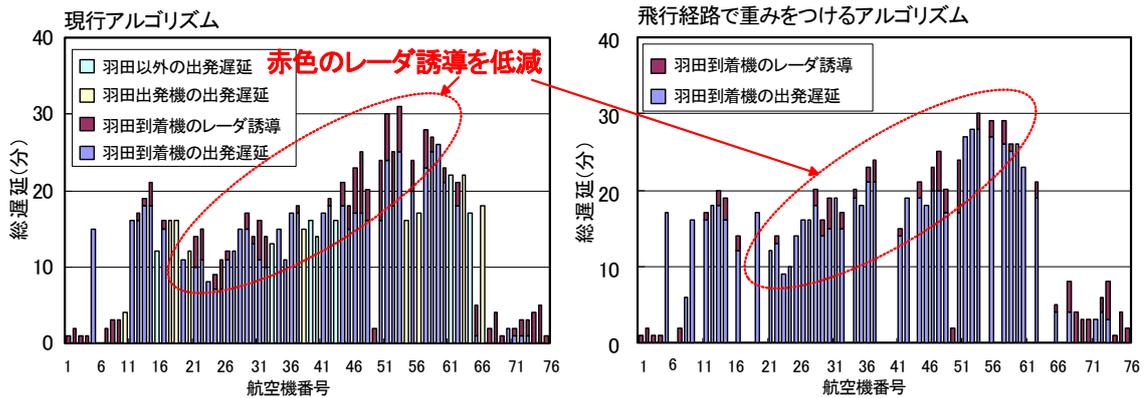


図 2.1 現行及び提案する新しいATFMによる航空機毎の総遅延時間の比較
 解説：棒グラフは、現行（左図）および飛行経路で優先順位の重みをつけるアルゴリズム（右図）による航空機毎の総遅延時間を示す。左図では羽田以外および羽田出発機の遅延が存在するが、提案したアルゴリズムでは完全に解消されている。また、羽田到着機については出発遅延を含めた総遅延にやや増加がみられるものの、消費燃料の増大を招く赤色のレーダ誘導による到着遅延を3分の2程度まで大幅に減少させていることがわかる。

イ. 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（平成16年度～19年度）

【研究の意義】

空域の有効利用・航空路の容量拡大に有効な RNAV 等を導入するため、全ての運航フェーズをシームレスでサポート可能な衛星航法の導入が期待されている。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やすく、航空機の精密進入に使用するためにはインテグリティ、アベイラビリティが不足している。このため、GPS の新たな周波数 (L5) の追加による性能向上計画と合わせて SBAS の2周波対応によってインテグリティ、アベイラビリティの改善を図り、精密進入を実現できれば、就航率の改善等、航空利用者の大幅な利便向上に貢献できる。さらに、電離層活動においても日本及び東南アジアは磁気低緯度に位置し、測位誤差に及ぼす影響が大きく、米国や欧州の状況と異なり、日本独自の立場から2周波を利用した SBAS の精度、インテグリティ、アベイラビリティへの影響を研究する必要がある。

本研究では、カテゴリ I 精密進入に必要な2周波対応の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を行う。また、新たなシステムの構成及び機能要件について定量的な検討を行うための性能評価ツール (SVM) を開発し、予測されるインテグリティ、及びアベイラビリティの達成レベルを評価する。さらに、電離層モデルの比較検討、データ同化による電離層モデルの精度向上により、電離層遅延測定信頼範囲を改善する。

【平成18年度の目標】

2周波対応 GPS 受信機 のデータ処理部を開発・評価し、実用に耐え得る性能要件を満足させる。また、カテゴリ I 精密進入の性能を達成するための条件として、測位性能に影響を与える電離層や衛星軌道等の各誤差成分への配分を最大許容値として設定し、これを達成するための誤差補正アルゴリズムを開発する。また、1周波の利用により、我が国の空港において必要とされる APV (垂直誘導付進入) アベイラビリティを達成できるよう、電離層遅延量補正残差の予測アルゴリズムを改良する。

【平成 18 年度の成果】

- 2 周波対応 GPS 受信機の開発・評価：2 周波測位アルゴリズムを開発し、受信機信号処理部に搭載してのリアルタイム測位演算、及びオフラインでユーザが作成した補正情報を入力する機能を有した測位演算が可能となった。これにより、2 周波測位方式と従来の 1 周波 SBAS 電離層補正方式との測位精度比較や 2 周波信号の組み合わせ等についての最適条件の検討を行った。平成 19 年度にはこれらの検討を継続しつつ、インテグリティ情報算出アルゴリズムの開発と実証実験を行う。
- カテゴリ I 進入の誤差配分の設定、および誤差補正アルゴリズムの開発：SVM の改修を行って現状の運輸多目的衛星用衛星航法補強システム (MSAS) に用いられている 1 周波 SBAS の衛星軌道・時刻誤差推定アルゴリズムを再現した。これにより、誤差配分の設定が可能となり、電離層誤差補正アルゴリズムについても現状、および他のアルゴリズムをシミュレーションで定量的な評価が可能となった (図 2.2)。
- 1 周波利用の SBAS における APV アベイラビリティ達成のための電離層補正誤差予測アルゴリズムの改良：現状の MSAS に実装されているアルゴリズム、次期 WAAS に実装されるアルゴリズム、その他提案されているアルゴリズム毎の電離層補正誤差推定の性能評価を行った結果、日本全国で APV アベイラビリティを達成する見通しを得た。平成 19 年度は、電離層嵐検出アルゴリズムを組み入れて評価する予定である。

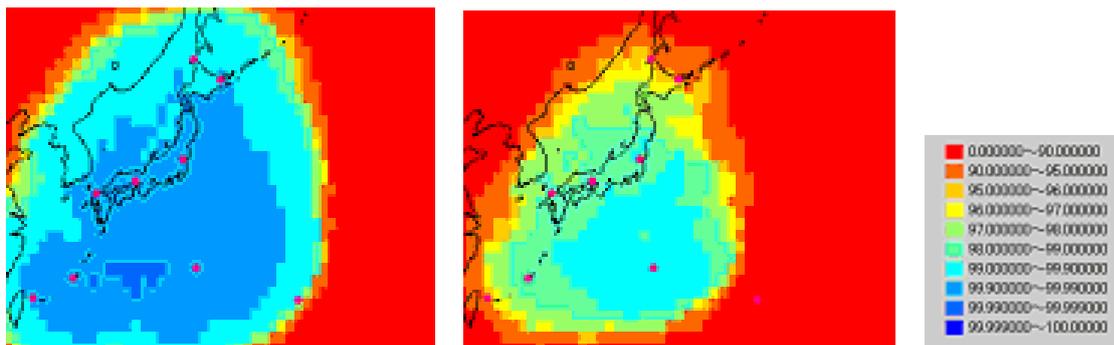


図 2.2 MSAS の電離層誤差補正アルゴリズムに関する地上監視局の配置構成の検討例

解説：現状 8 箇所にある MSAS 監視局のうち 2 局 (札幌、東京) を変更し、3 局を増加して合計 11 局 (現状局：常陸太田、神戸、福岡、那覇、ハワイ、キャンベラ、変更・追加局：稚内、中標津、与那国、父島、南鳥島) とした場合の 1 周波 MSAS のアベイラビリティについてのシミュレーション結果。左図は APV-1 で、ほぼ本州全体でアベイラビリティ 99.9%以上を満たす。右図はカテゴリ I とほぼ同等の精密進入を実現する LPV200 の結果で、本州地域で 98%以上のアベイラビリティの達成が見込まれることを示す。この様に、SVM により電離層誤差補正アルゴリズム改良の改善効果を定量的に示すことが可能となった。

ウ. 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はなく安全性が保証された最小経路間隔等の基準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、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 18 年度の目標】

レーダ監視下におけるターミナル RNAV 経路の安全性評価手法について、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 経路の安全性評価手法を開発する。また、この手法を用いて衝突リスクを推定し、国土交通省が導入を検討しているターミナル RNAV 経路の安全性を評価する。

【平成 18 年度の成果】

- 欧州における RNAV 研究の実態調査を行った。
- 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レーダ情報処理システム（ARTS）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 2,298 便を抽出した。これにより、レーダ監視下における横方向経路逸脱量を推定し、その分布を明らかにした（図 2.3、左）。
- 上記実測分布をよく近似する分布モデルについて幾つかの候補となるモデルを検討し、2つの正規分布の混合型分布でよく近似できることが明らかとなった（図 2.3、右）。また、衝突リスクモデルに重要な裾部の分布及び最小経路間隔の導出に必要な横方向重畳確率の最大値の推定方法を考案した。
- 衝突リスクモデルのもう一つの重要なパラメータである近接通過頻度の推定方法について検討した。これらのパラメータを用いることにより、ターミナル RNAV 経路の安全性評価が可能となる。

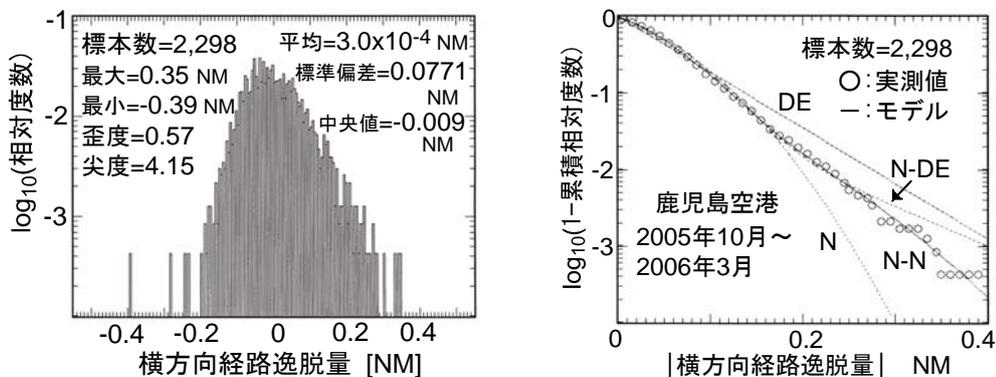


図 2.3 RNAV 到着経路における横方向経路逸脱量の実測分布（左図）と分布モデルのあてはまり具合（右図）

解説：右図の○印は実測値の分布を示す。N は正規分布、DE は両側指数分布を表し、これらおよび組み合わせを考慮した 4 本のモデル曲線が表示されている。これらの結果、得られた実測分布は、2つの正規分布の混合型である N-N 分布でよく近似できることがわかった。

エ. 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

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

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 18 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、確率的ロックアウトオーバーライド (SLO) 及び覆域制限機能を有する SSR モード S 地上局を平成 18 年度から 19 年度にかけて開発する。また、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ための技術開発を目指し、岩沼モード 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 18 年度の成果】

- 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、重複覆域において同一識別番号の複数地上局による連続的な航空機の監視を実現する確率的ロックアウトオーバーライド (SLO) 機能及び覆域制限機能を有した実験評価用 SSR モード S の調布地上局の整備を行っている。
- 動態情報の取得技術の開発に関しては、岩沼地上局を用いて動態機能送信機能 (DAPS) 搭載率やダウンリンクデータの種別などを飛行中の航空機から観測することにより、現状把握を中心に技術開発の検討に資するデータの取得を開始した (図 2.4)。

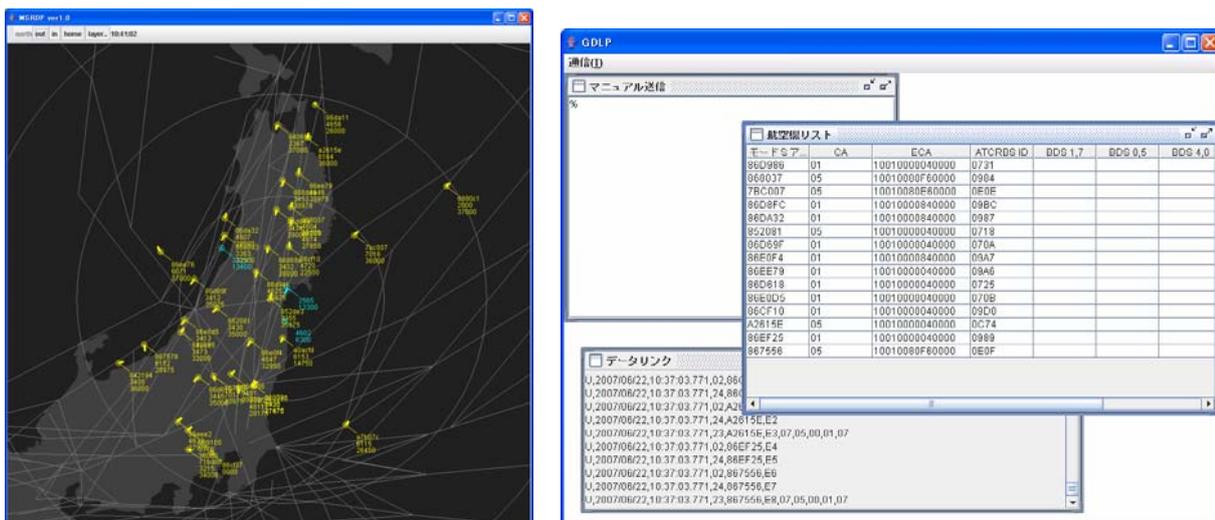


図 2.4 SSR モード S 岩沼地上実験局のレーダ表示画面 (左) とデータリンク表示画面 (右)

解説：レーダが航空機を捕捉した際に得られるデータリンク能力通報メッセージを解釈し、実航空機のデータリンク能力の現状を把握する。左図は岩沼地上実験局を中心として航空機位置 (黄色：モード S 機、水色：モード A/C 機) を表示している。右図の CA はデータリンク能力、ECA は拡張データリンク能力を示す。なお、現在整備を進めている調布地上実験局は岩沼地上実験局の覆域内に位置するため、SLO 及び覆域制限機能の実験評価を行うことが可能である。

② 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 システムは、監視、経路設定、誘導、管制の基本機能が要求される。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 18 年度の目標】

システムの中核をなす監視機能については、極めて高い検出性能の実現を目指し、複数の監視センサ（空港面探知レーダ、マルチラテレーション、SSR モード S）の組み合わせとデータの統合化によって相互に補完しあえる統合型空港面監視センサの開発に向けた相関処理機能について実験的検証を行い、羽田空港の再拡張に向けた統合型空港面監視システム案を作成する。経路設定機能については、実際の運航状況と比較・検証することにより推奨経路生成処理アルゴリズムの妥当性を評価する。誘導機能については、灯火誘導システムに経路情報を提供するための入出力インターフェイスを実験検証し、必要な改修を行う。管制機能については、滑走路誤進入及びコンフリクトを防止するための処理アルゴリズムを開発する。

【平成 18 年度の成果】

- 監視機能：システムの中核をなす監視機能については、システムの信頼性確保と性能の相互補完等の観点から航空機と車両それぞれの監視に適した複数の監視センサ（空港面探知レーダ、マルチラテレーション、SSR モード S、空港内車両位置情報システム等）の組合せとデータの統合化により相互に補完しあえる統合型空港面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い、羽田空港の再拡張に向けた統合型空港面監視システムを提案した（図 2.5）。なお、このシステムは、羽田空港において実用化を想定して評価試験中である。
- 経路設定機能：仙台空港をモデルとして実際の運航状況を調査して比較・検証することで推奨経路生成処理アルゴリズムの妥当性を評価した。また、タッチパネル等を使って始点と終点を指示することでその間の経路を容易に生成指示できる経路生成ツールを開発した。
- 誘導機能：複数の航空機を同時に誘導できるように灯火制御用ソフトウェアの機能向上を図った。
- 管制機能：空港面における航空機と車両全ての移動体に対する滑走路誤進入及びコンフリクトを防止するための処理アルゴリズムについて検討し、検出用処理アルゴリズム

における新たな機能追加等の性能向上と共に、これらの機能を画面上に反映させた管制表示装置を試作した。

- これらの機能を結合させた A-SMGC 実験システムを構築し、仙台空港において実験車両及び実験航空機を使用した基本性能試験を実施した。灯火誘導機能に関しては PC 画面および灯火模擬パネルを使用した。システムの正常動作が確認されるとともに、経路設定機能、灯火誘導機能の開発について今後の指針を得た。

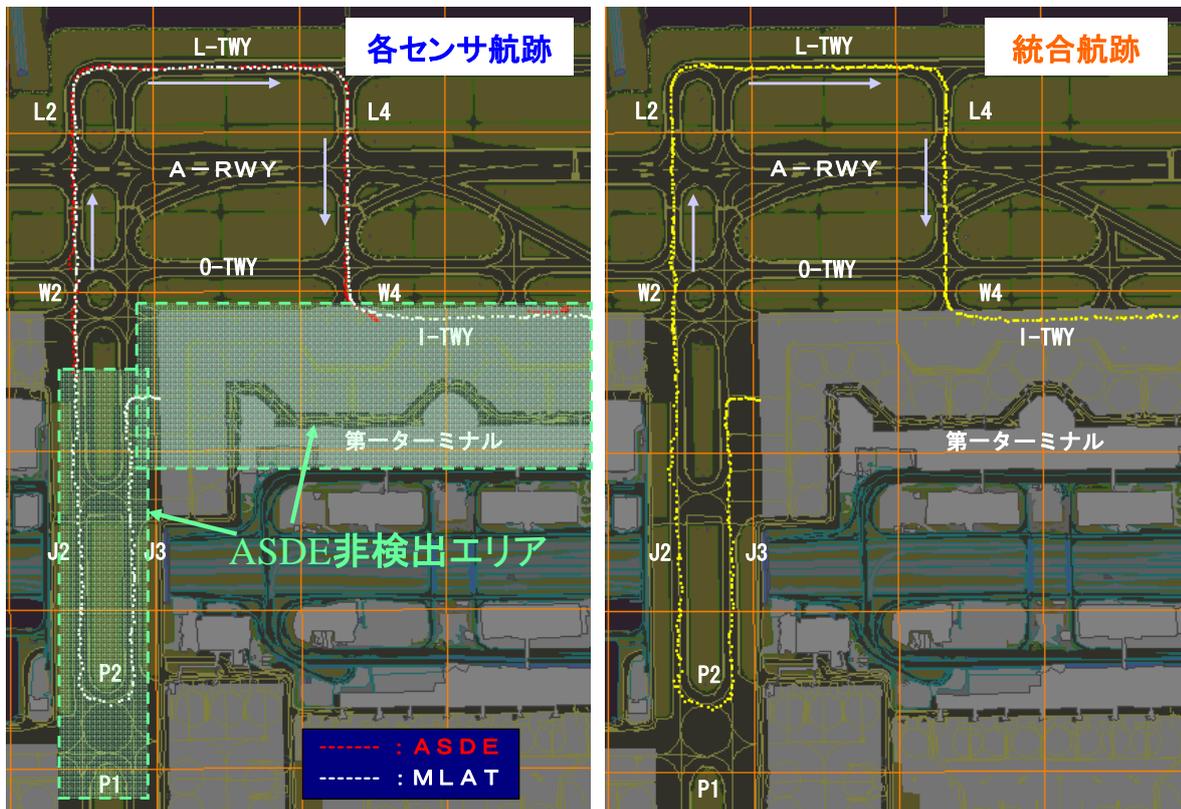


図 2.5 羽田空港における統合型監視センサによる位置検出の評価・検証実験

解説：羽田空港における実験車両による夜間走行試験の航跡の例。複数の監視センサの組み合わせとデータの統合化による相互補完機能の開発について評価・検証実験を行った。左図は空港面探知レーダ（ASDE）とマルチラテレーション（MLAT）の 2 つの各センサ航跡を示し、右図はそれらを統合処理した統合航跡を示す。右図では ASDE の非検出エリアにおいても、相互補完機能によって連続した位置検出が実現されている。

イ. 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 (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化 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 における高いアベイラビリティ（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 SARP s 策定および検証作業への寄与を図る。

【平成 18 年度の目標】

精密進入を支援する GBAS（地上型衛星航法補強システム）は、極めて高い安全性が要求されることから、危険な誤誘導情報送信の原因となる事象から完全に保護する必要があるため、当該事象の全てを脅威モデルとして設定し、故障系統ツリーモデル解析により、最も安全なシステムアーキテクチャを構築する。また、静止衛星型衛星航法補強システムの測距信号を利用した GBAS 性能の評価を実施し、その効果が得られる条件を明らかにする。

【平成 18 年度の成果】

➤ 故障系統ツリーモデル（Fault Tree）解析

当研究所で試作・実験を行ってきた現在の GBAS システムについて、安全性に対して脅威となる可能性のある事象を列挙し、故障系統ツリーを構築した。この結果、インテグリティ（信頼性）を確保するためのモニタに関する設計を行うことが可能となり、その設計提案書を作成した。

➤ 静止衛星型衛星航法補強システムの測距信号の利用

GPS 衛星配置の幾何学的条件がよくない時間帯において故障等による利用可能な GPS 衛星が複数個減少した場合、SBAS 測距信号の利用によって垂直保護レベル、測位誤差の増大が共に抑制され、アベイラビリティ向上に効果のあることがシミュレーションによって示された（図 2.6）。

➤ 安全性へのリスク解析

◇ 信号品質監視による衛星故障の検出

信号品質監視装置の多チャンネル化等の高機能化を行うとともに、原型となる複数の検出モニタ手法を検討し、装置に組み込んだ。

◇ 日本上空における電離層インテグリティ・リスクの解析

日本南方で春期および秋期に頻発し、GBAS の大きな誤差要因となるプラズマバブルについて解析をすすめた。その結果、11 年周期で変動する電離層活動が弱まりつつある 2004 年以降においても比較的大きな測位誤差を及ぼす事例が検出され、とりわけ高カテゴリ GBAS の安全性に対して大きな脅威となりうることが示された。

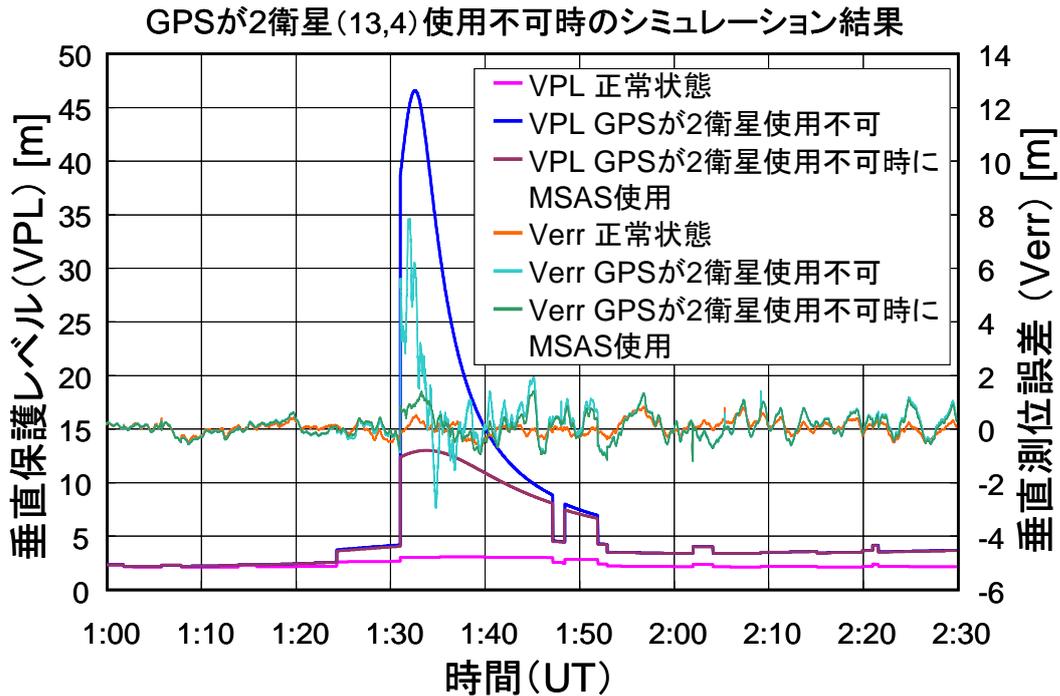


図 2.6 MSAS の利用による GBAS アベイラビリティの向上

解説:GPS 衛星が 1:31 に 2 個故障した場合に垂直保護レベル(VPL)が 45m 以上まで大幅に上昇するが、MSAS 信号を使うことで 12m 程度までの上昇に抑制されるとともに、垂直測位誤差も大幅に低減することが示された事例。

ウ. 今後の管制支援機能に関する研究（平成 18 年度～19 年度）

【研究の意義】

航空交通需要の増大に的確に対処するため、首都圏では羽田空港再拡張事業（年間 40.7 万回の離発着を目指している）が実施され、また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。この様な背景から、交通量増大に柔軟な経路設定が可能となる広域航法 (RNAV) 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っている。さらに、航空交通流管理センターが平成 17 年度から航空交通管理センター (ATMC) となり、航空交通管理業務 (ATM) を開始した。

本研究では、とりわけ空港周辺域について RNAV を有効に活用した管制手法および空域構成要件を明らかにし、その要件に基づく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。具体的には、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し、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する。また、ATFM と航空路レーダ情報処理システム (RDP) 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。

【平成 18 年度の目標】

レーダデータ等を使用して羽田空港の到着機の航空交通流を解析し、到着機の時間集中度、飛行時間等の分布を求める。また、評価ツールを開発し、時間管理機能と管制支援機能の連携モデルを開発する。さらに、羽田空港の再拡張後の交通量を想定したシナリオによる航空管制官参加のリアルタイムシミュレーションを実施する。これらより、

時間管理機能と管制支援機能との連携手法の基本的な要件を明らかにする。

【平成 18 年度の成果】

- レーダデータ等を使用して羽田空港到着機の時間集中度、飛行時間分布及び飛行範囲など、トラフィック形態を明らかにし、リアルタイムシミュレーションの入力データ作成の条件とした。
- 羽田空港再拡張後の交通量を想定したシナリオによる航空管制官参加のリアルタイムシミュレーション解析結果として以下を明らかにし、新しい管制手法や空域設計の妥当性を検証した。
 - a. 羽田空港の到着機流量
 - b. 中間空域及び羽田ターミナル空域における到着機の滞留時間
 - c. 中間空域における対空通信時間及び回数
- 管制支援機能の評価ツールを作成した（図 2.7）。これにより、リアルタイムシミュレーション結果の迅速な判断を可能とするとともに、行政部局などと即座に結果を共有し、シミュレーション実験へのフィードバックを迅速かつ容易にすることを可能とした。また、この結果を運用方法に反映させるためのステップとして時間管理機能の追加に着手した。

航行中の航空機毎に滞留時間の予測値を計算

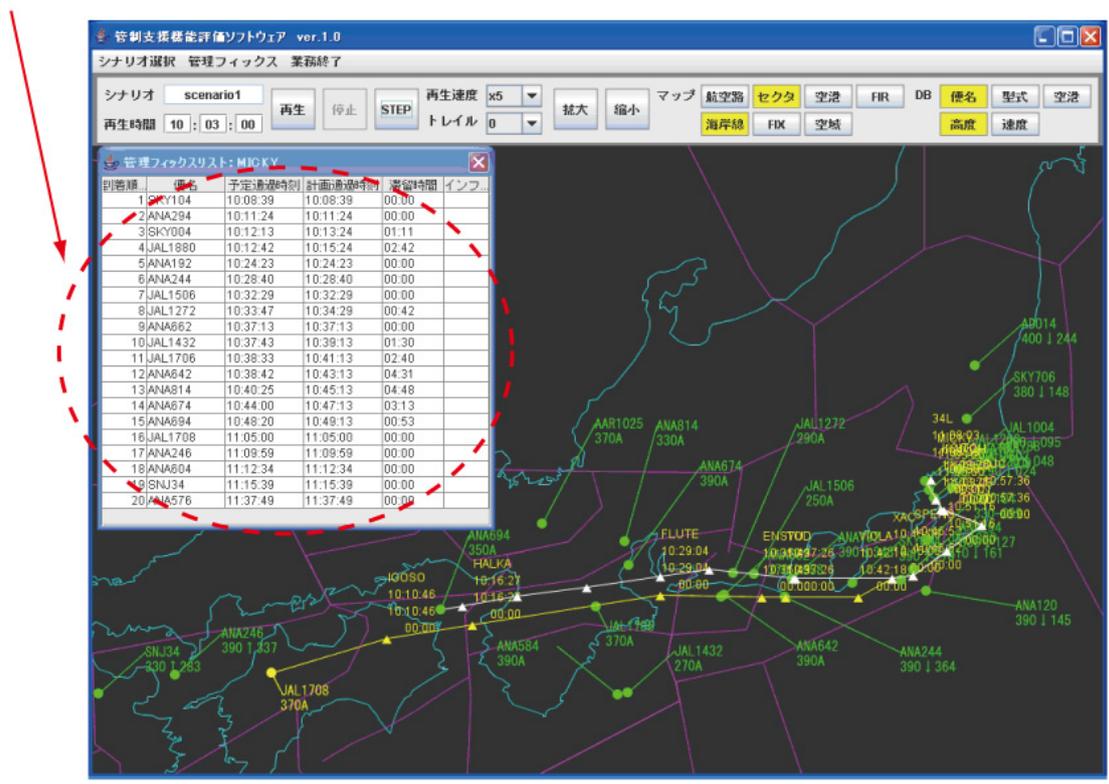


図 2.7 管制支援機能評価ツールの表示例
解説：このツールにより、航空機の位置と時間の関係がレビューされ、安全や効率の評価が実施される。

- 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
 - ア. 無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究（平成 16 年度～19 年度）

【研究の意義】

空港及びその周辺において、各種の無線測位システムが使われている。ほとんどの無線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いるが、その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。これらの無線測位システムにおけるマルチパス誤差特性には共通するところが多く、さらなる測位の高精度化を実現する新たなマルチパス低減技術の開発が望まれている。

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調査のための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。また、マルチパス対策を検討し各種のシステムで利用できる誤差を低減した測位手法を開発する。本研究で使用する航空機衝突防止装置（ACAS）/SSR モード S 信号を用いた測位実験装置において、空港面上のマルチパスが多い場所で誤差 6m 以下の実現を目標とし、空港面における監視技術の高度化による安全性向上と管制作業の効率化に寄与する。

【平成 18 年度の目標】

空港面上のスポット付近等の電波環境の悪い場所では、検出率の低下や大きな測位誤差（20m 以上）が発生するが、モード S 信号の処理において時間検出ソフトウェア等を改良し測位誤差を 6m に収めることを目標に改善する。また、プリアンブル検出アルゴリズムを改良し、電波環境の悪い場所での信号検出率を改善する。さらに、空港内での測位実験により性能の改善を検証する。

【平成 18 年度の成果】

- マルチパスに比較的強い遅延減衰比較（DAC）を使用した時間検出法を用いても電波環境の悪い場所では大きな測位誤差（20m 以上）が発生するが、最小二乗マッチングの時間検出法を用いたシミュレーションによる解析の結果、誤差の改善が図られた。
- 空港面上の電波環境の悪い場所では、検出率の低下が問題となる。このため、プリアンブル検出部の改良を行っている。
- 空港内での測位実験を想定したシミュレーション（図 2.8）により、性能の改善効果を検証した。

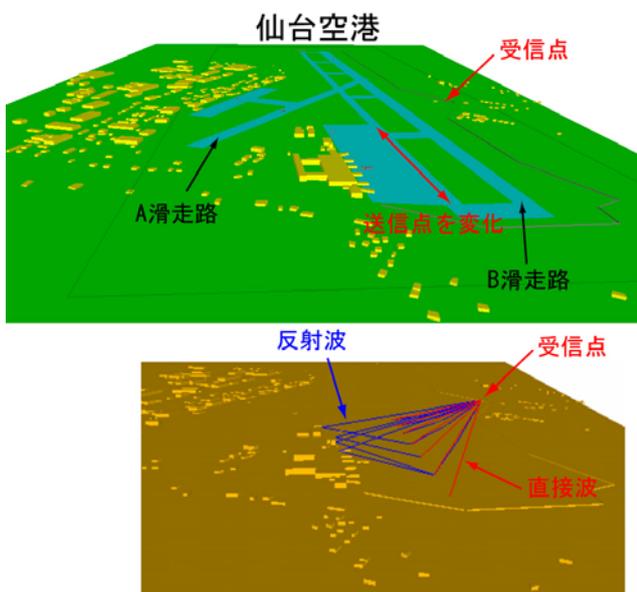


図 2.8 仙台空港でのマルチパスシミュレーション

解説：上図は仙台空港の全景と入力した障害物データを示す。下図は誘導路上の複数個所の送信点から送信した場合の B 滑走路北側の受信点への直接波（赤線）と地面や建物による反射波（青線）の経路を示す。

イ. 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18年度の目標】

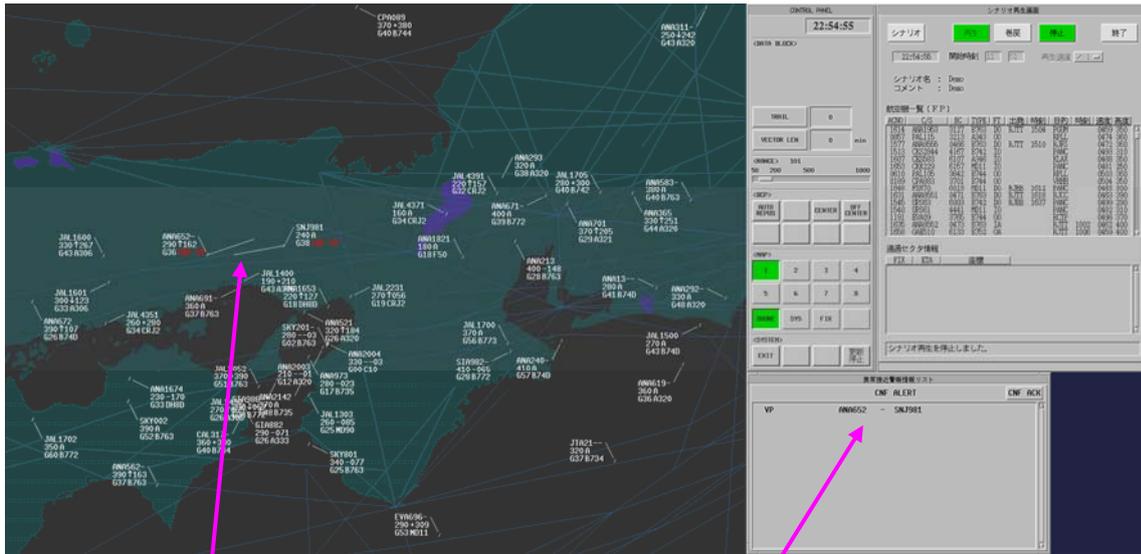
レーダデータ等の解析結果に基づき、航空機の将来位置を予測する航空機運航モデルに水平面の予測機能を追加する。また、レーダデータや航空機搭載の飛行管理システムのダウンリンクデータを用いて、水平面におけるコンフリクト検出手法を開発する。これらにより、より信頼性の高いコンフリクト検出手法の確立を目指す。

【平成18年度の成果】

- レーダデータ及びFMSデータを解析することにより、水平面に関する航空機運航モデルを開発した。その際、航空機の将来位置の予測にFMSデータを利用することで予測誤差を低減できることが示された。本研究成果に関する発表により、担当研究員が1.2.4（2）②で記述したように2006年米国電気電子学会日本支部航空宇宙電子システム部門学術奨励賞を受賞した。
- 前項の解析から水平面における予測位置精度の向上には航空機の対地速度とトラック角の推定精度の向上が有効であることが明らかとなったため、これらをFMSデータから取得してレーダデータと融合して利用するコンフリクト検出手法を開発した。
- コンフリクト検出評価システムの機能向上により、実際のコンフリクト警報の発生状況を解析し、FMSデータを利用した場合にどの程度のコンフリクト警報の回数が低減できるかについてのシミュレーションを実施している（図2.9）。

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



コンフリクト警報が表示された航空機 コンフリクト検出情報リスト
図 2.9 コンフリクト（近接）検出評価システムの表示画面（コンフリクト警報の表示例）

ウ. 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ー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 18 年度の目標】

航空通信の基幹網には経済性の優れた IP（インターネット・プロトコル）をベースとしたネットワークが考えられている。一方、ATN（航空通信ネットワーク）は異なるプロトコルである OSI（開放型システム間相互接続）を用いているので、そのままでは IP ベースの基幹網に相互接続できない。相互接続を可能とするにはトンネリング技術を開発する必要がある。本年度はデュアル・スタック・ATN ルータの開発を行い、IP ベースの基幹網でパケットをトンネル化することにより ATN データの取り扱いを可能にする。また、管制官による運用性評価実験のためのシミュレーションシナリオの開発を行う。

【平成 18 年度の成果】

- IP/SNDCF（サブネットワークに依存した収束機能）に対応したデュアル・スタック・ATN ルータを試作し、数種類のシステム構成による評価試験を経て ATN の通信を IP 網で取り扱うことを可能にした（図 2.10）。
- 管制官負荷軽減、利便性向上等を考慮したデータリンク機能付きの管制卓の設計を行った。具体的には、CPDLC（管制官-パイロット間データリンク通信）運用評価用管制卓の試作方針を決定し、CPDLC メッセージセットを作成した。
- 空地データ通信システムを模擬するシミュレーション用ソフトウェアを製作し、その性能評価が可能となった。

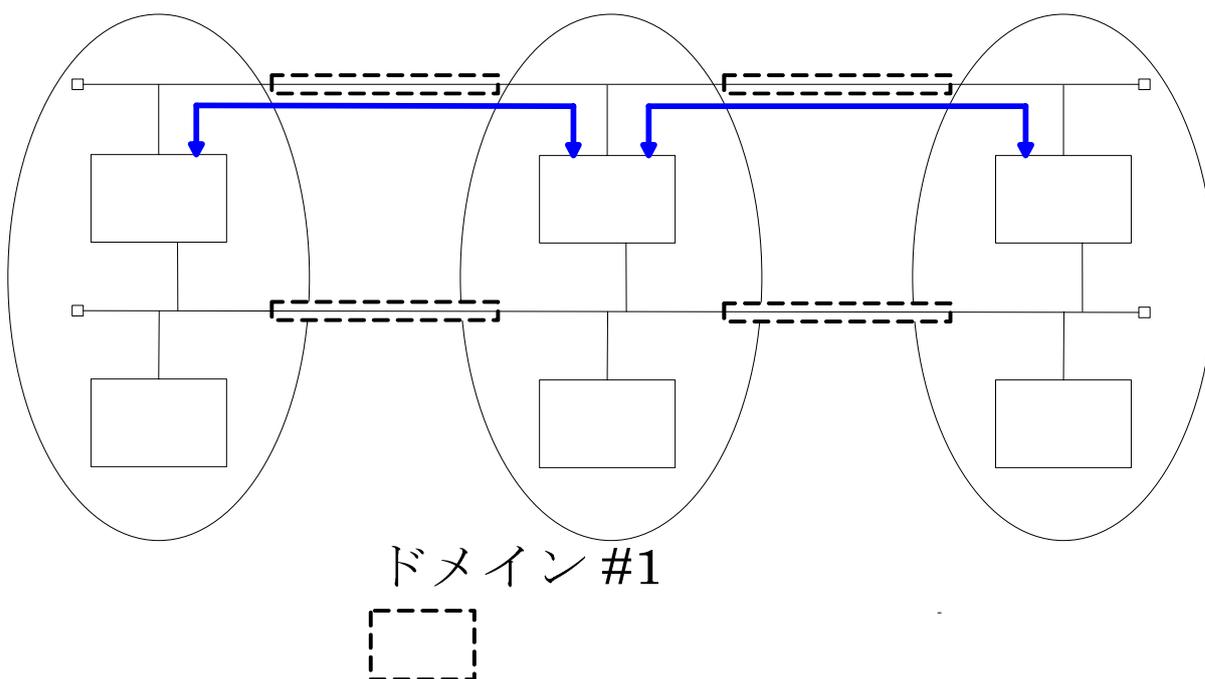


図 2.10 評価実験でのシステム構成例

解説：ATN ではドメイン間の通信は全て ATN ルータを介して行われる。このため ES（エンド・システム）#1 から ES#3 送信されるパケットは、まず ATN ルータ#1 に送信され ATN ルータ#2、#3 を介して ES#3 に送信される。また、ATN ルータ間の接続は IP LAN 上で行っているため、これらの送信も IP LAN 上で行われる。評価実験では、これらの動作が矛盾無く行われるか等を確認した。

BIS 接続

デュアルス

エ. 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。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

ES#1

を開発する必要がある。

本研究では、既存システムとの周波数共用のために今後導入される広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 18 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、広帯域電波信号環境測定装置の記録部を製作する。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 DME（距離情報提供装置）等の各種既存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 18 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

ASAS 要件検討会議や国際民間航空機関（ICAO）/ASP/WG 会議にて研究成果の発表やディスカッションを行うことにより、ICAO の ASAS 等空対空監視標準化に関する作業方針案作成に寄与した。また、信号環境関連の受託研究に実験データを提供し、米国航空無線技術委員会（RTCA）DO-292 の改訂に向けて SC-159 会議に参加した。

➤ 広帯域電波信号環境測定装置の記録部を製作

測定装置の概念検証用に予備実験装置を試作して仕様を決定後、ダイナミックレンジ約 90dB、測定帯域幅 50MHz（総合有効帯域幅 30MHz 強）で 1 時間以上記録可能な記録部を製作した。

➤ 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

前述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、日本では山岳などの複雑な地形による多重伝搬（マルチパス）の影響が大きな信号環境予測誤差となることを確認した（図 2.11）。また、受信機の非線形歪みにより大電力信号には不要な高調波信号発生を確認したため、対策を検討した。

➤ DME 等の各種既存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の開発

基本的なシミュレーション手法を開発し、既存システムに対する予測が可能となった。また、理論計算値と実験結果を比較し、手法を検証した。

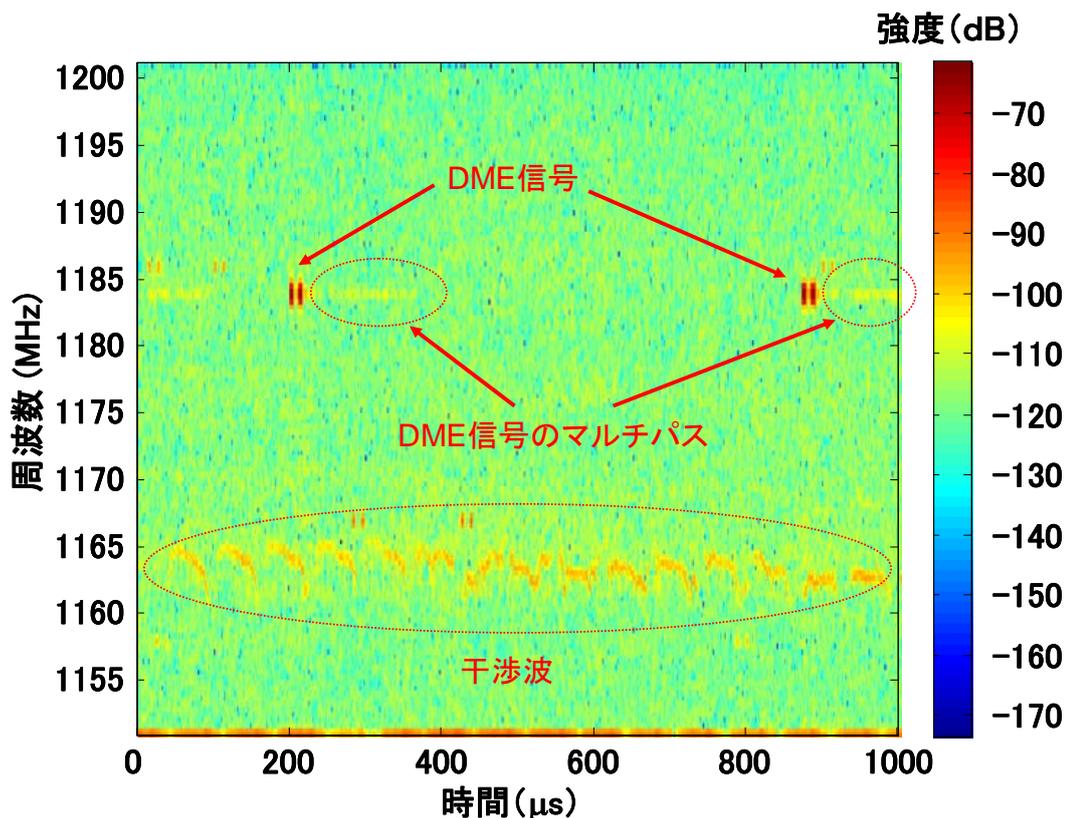


図 2.11 電波信号環境の一括測定によって得られた時間・周波数分布

解説：ASASが情報源として使用予定の各種信号が含まれる周波数帯について、飛行実験による一括測定
の事例。1184MHz付近にDME信号と尾をひくようにマルチパスが測定されている。また、1160～1165MHz
付近には干渉波が測定された。

オ. 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。この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に関する解析法を確立し、実験による検証、及び調査を実施する。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型電波検知装置に関する研究を行う。なお、機上装置への干渉可能性の検討においては、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での不具合に関する電磁干渉報事例告を活用する。さらに、機内実験等による日本製の各種T-PEDの機内における電波伝搬や機上装置への干渉などを技術資料としてまとめ、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、我が国における最新T-PEDが機内で使用できるか否かを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への貢献と機内での携帯電子機器利用の社会的なニーズに対応する。

【平成 18 年度の目標】

航空会社から提出される携帯電子機器（PED）が原因と疑われる電磁干渉事例報告を分析し、電磁干渉障害を受けやすい機上装置や電磁干渉を引き起こし易い PED の傾向、特性等を明らかにする。この結果は、PED からの電波が機上装置に干渉する可能性を確認できる世界唯一のきわめて重要なデータとなる。また、携帯電話等意図的に電波を放射する携帯電子機器（T-PED）の仕様調査、実測等を行い、T-PED の放射電界強度、周波数スペクトル等に関する世界初のデータベースを作成する。さらに、このデータベースをもとに、T-PED の電波形式に等価でかつ強い電力を発生できる疑似信号の発生プログラムと必要なハードウェアの開発を行う。この開発により機上装置の耐電磁干渉性能の評価が著しく容易となる。

【平成 18 年度の成果】

- 航空会社からの電磁干渉事例報告の分析：携帯電子機器が原因と疑われる機上装置の障害発生事例の報告制度により、継続的に情報の収集、分析を続けているのは世界でも我が国だけである。本年も新たに寄せられた 22 件の報告について分析を行った結果、携帯電子機器が障害原因と疑わしい報告が約 3 分の 1 を占めることなどが明らかとなった。この成果はこれまで機内の電子機器使用基準など、運航にかかわる規制に反映されている。
- T-PED の仕様調査、放射電波等の測定・分析：T-PED として、最新携帯電話、玩具などについて性能調査、放射電波測定を行った。測定例として図 2.12 に玩具（超小型ラジコンカー）から放射される電波の電界強度を示す。この玩具においては通信に使用している 27MHz、および 2 倍高調波成分で電磁放射基準を大きく超える電磁放射が計測されている。
- 代表的 T-PED の疑似信号発生法の検討・開発：最新携帯電話等と等価な信号を放射できる信号発生器の設計と、信号発生用ソフトウェアの検討を行った。これを用い、平成 19 年度に年度大型航空機を用いた電磁干渉実験を実施する。
- RTCA 等の検討状況調査、電子研での研究成果報告：世界の多くの航空機上機器のデファクト・スタンダードとなっている基準を作成する RTCA（米国航空無線技術委員会）の携帯電子機器専門委員会（SC-202）に参加し、情報収集と我が国の調査・検討状況の報告を行った。



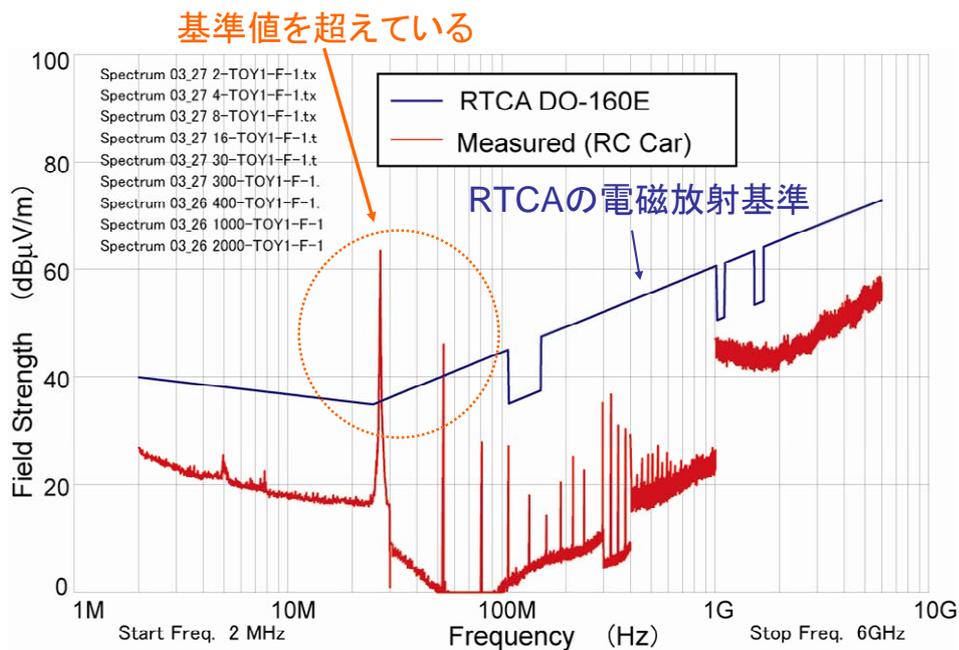


図 2.12 超小型ラジコンカー（上図）と計測された周波数スペクトル（下図）
 解説：下図の青線は米国航空無線技術委員会（RTCA）の文書 160E に記載されている電磁放射基準である。基本周波数である 27MHz に RTCA 基準値以上の電磁放射が測定されただけでなく、強い 2 倍高調波成分も基準値を超えていることが明らかとなった。

(2) 運転者・操船者等の業務負荷状態評価システムの研究

本研究は、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ため、国土交通省から委託を受け、「ヒューマンエラー事故防止技術の開発」の分担として、「運転者・操船者等の業務負荷状態評価システムの研究」を実施しているものである。

【詳細は 2.4.3 (2) ③】

(3) 関係者との調整による課題設定

① 航空局への報告会

9月28日、平成17年度に終了した重点研究課題を中心とした報告会を開催した。本報告会は、平成16年度の航空局における「電子航法研究所の活用等に関する検討会」による検討結果を踏まえ、定期的で開催されている。研究を開始する前には「航空局との連絡会」、研究の終了後は、「航空局への報告会」を開催することが基本的に定着し、研究要望を提示する行政側と、研究成果を発信する研究所側において、重要な時期のけじめとなる組織的活動であることが、再認識されるものとなった。【詳細は、2.3.3 (1) ①】

② 航空局との連絡会

1月25日、平成20年度から開始する新規重点研究課題についての検討を行う「航空局との連絡会」を開催した。本連絡会に向けて、研究所内で研究課題の募集（9月）を開始し、所内調整及び航空局と担当研究員の事前調整を経て、選りすぐりの提案を検討する機会となった。研究テーマは、次年度の予算要求に向け、綿密な調整が実施される。【詳細は 2.3.3 (1) ②】

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。

[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。

具体的には、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、ヒューマンファクターの研究等、航空交通管理システムに関連した基盤的研究を6件実施する。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6件実施する。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

将来的に重要性が増すと考えられる中長期的な技術課題を基盤的研究として実施す

ることとし、主たるテーマとして航空交通管理システム及び衛星航法に関する研究を設定した。

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) 当該年度における取組みの概要

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」及び「基礎研究」と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て研究を実施することとしている。

本年度は、社会ニーズ及び研究を取り巻く諸情勢の変化に対応するための具体的な方策について更なる整理をし、指定研究 A に分類される基盤的研究ではあるが早急に重点化を図るべきかどうかの検討が必要となった事案については、これに機動的かつ柔軟に対応するため、新規に単年度計画で 2 件の予備的研究を実施することとした。その他、指定研究 A に関しては航空局などへのニーズ調査の結果を踏まえ、新規 4 課題を実施した。一方、研究者の自由な発想に基づく研究の育成や若手研究者の自立促進については、指定研究 B 及び基礎研究を研究者提案型の内部競争的資金制度として位置づけ、整備と活用を継続している。本年度は、これにより提案された研究課題のうち、中長期的な多様なニーズに対応するために必要性が認められたもの、あるいはポテンシャルの向上が見込めると判断された 5 件の新規提案課題を採択した。

これらの結果、以下のように航空交通管理システムに関する研究 6 件、衛星航法に関する研究 6 件、及び予防安全技術などに関する研究を 6 件実施した。

【航空交通管理システムに関する基盤的研究】

- ATM システム・パフォーマンスの予備的研究
(指定研究 A：平成 18 年度)
- 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
(指定研究 B：平成 16 年度～19 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)
- 新航空管制システムの構築に関する基礎研究
(指定研究 B：平成 18 年度～19 年度)
- 無指向性アンテナを用いた航空機監視の研究
(基礎研究：平成 18 年度～19 年度)

【衛星航法に関する基盤的研究】

- マルチリファレンス高精度測位方式の研究
(指定研究 B：平成 17 年度～18 年度)
- 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
(指定研究 B：平成 17 年度～18 年度、ただし 19 年度まで延長を決定)
- 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
(指定研究 B：平成 17 年度～18 年度、ただし社会ニーズへの裏付けが得られたため、指定研究 A に変更して 19 年度まで延長を決定)

- GPS 観測データを用いた対流圏遅延量の準リアルタイム推定に関する研究
(基礎研究：平成 17 年度～18 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)
- 航空航法における GPS の脆弱性の研究
(基礎研究：平成 18 年度)

【予防安全技術などに関する基盤的研究】

- 航空機衝突防止装置の運用状況の研究
(指定研究 A：平成 17 年度～19 年度)
- スケールモデルによる ILS 高度化のための実証的研究
(指定研究 A：平成 17 年度～19 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)
- 後方乱気流の研究
(指定研究 A：平成 18 年度)
- 小型航空機の安全運航支援に関する予備的研究
(指定研究 A：平成 18 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 18～20 年度)

(2) 諸情勢の変化を考慮した柔軟な対応

① 諸情勢の変化に柔軟に対応するための予備的研究の実施

基盤的研究ではあるが早急に重点化を図るべきかどうかの検討が必要となった課題について、下記 2 件の予備的研究を実施した。その結果、早急に重点的に着手すべきとの判断により平成 19 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. ATM システム・パフォーマンスの予備的研究 (指定研究 A：平成 18 年度)

【研究の目標】

欧米においては、航空交通管理 (ATM) 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、ATM の能力 (パフォーマンス) を評価指標化、定量的・定性的な評価分析を行い、費用対効果を勘案した上で性能向上を図っている。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いない。そのため、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早急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 ICAO、欧米における研究などを参考に、我が国の ATM の能力評価に有効な指標および測定技術の開発とそれらに必要な運用実績データの解析手法の検討を行う。また、ボトルネックの解消がパフォーマンス値の向上に与える影響などの検討のために、高速シミュレーションによる航空交通流モデル化手法についても調査を行う。

【平成 18 年度の成果】

- 文献調査などによる ATM 運用実績データに基づいたパフォーマンス評価指標の検討を行った結果、遅延時間と飛行距離に着目することとした。
- 遅延時間の分類と詳細な各遅延項目を定義し (図 2.13)、遅延時間を実運用データから抽出する解析手法を検討した。飛行距離の算出においてはレーダ情報処理システム (RDP) から取得した航空機航跡を用いることとし、運用実績データか

- らの遅延時間の各項目と飛行距離の抽出手法を検討し、抽出の見通しを得た。
- これらのパフォーマンス指標が有効に機能するか検討した結果、遅延時間に関しては継続的な検討の必要性が明らかになるとともに、飛行距離は空港間及び空港周辺の空域の特徴を反映する指標であることが示された。
 - ATM システムのパフォーマンス向上に関する信頼性の高いシミュレーション評価に必要な航空交通流のモデル化手法を検討するため、高速シミュレーション・ソフトウェアを調査して見通しを得た。

【重点研究化】

本予備的研究で調査・検討したパフォーマンス評価指標はごく一部であるが、それらの評価基準及びそれらに適した指標は広範囲にわたるため、本研究課題で行った研究手法を発展させ、様々な指標を検討する必要がある。また、これらのパフォーマンス解析による効率性の評価が今後、安全性の評価とともに航空交通管理分野において中心的な役割を果たすと考えられ、既に欧米をはじめとする諸外国では主要な研究課題になりつつある。本研究成果とこの様な状況を鑑み、早急に研究を開始する必要性が示されたため、平成19年度～22年度の4ヶ年計画で重点研究課題として提案することとした。

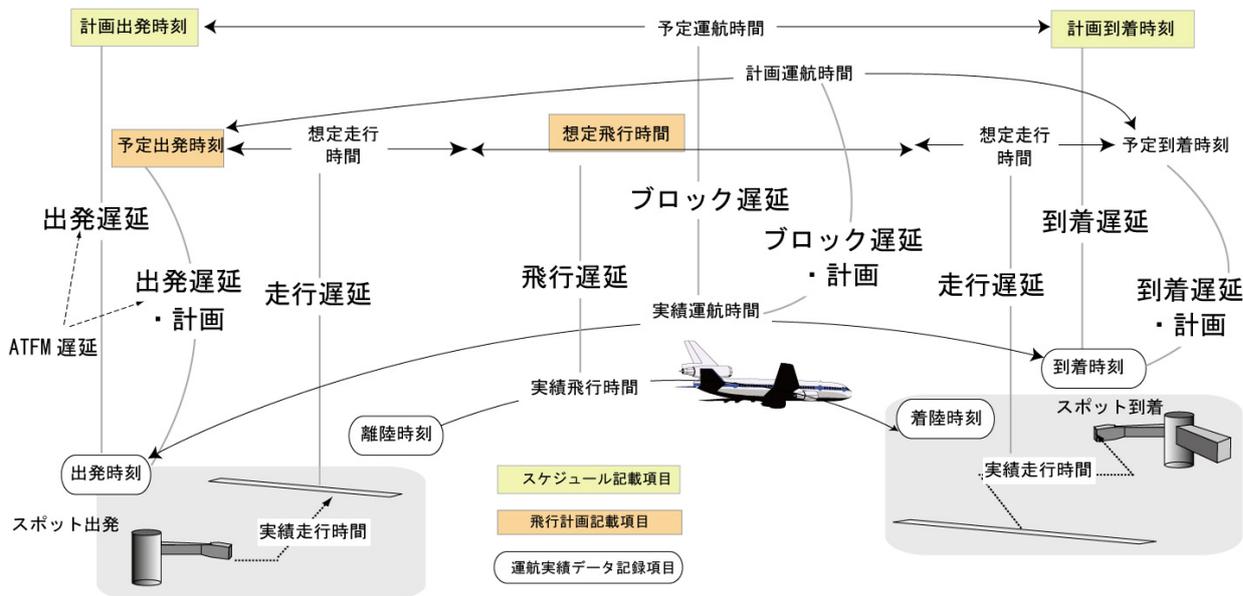


図 2.13 遅延時間の分類
 解説：遅延を運航中の発生局面により分類するために詳細にわたって定義した。また、各遅延項目は航空機の公示スケジュール、飛行情報管理システムやスポット総合調整システムの運航ログから運用実績データから抽出することとした。

イ. 小型航空機の安全運航支援に関する予備的研究（指定研究 A：平成18年度）

【研究の目標】

航空機事故のうち半数以上が小型航空機の事故であり、この背景には日本独自の急峻な山岳地形、天候の急変などによる気象の影響、人の目や判断に頼る飛行等が考えられ、小型航空機（操縦者）自体の情報収集能力の強化および空地の情報共有の実現が課題となっている。このため、周辺航空機の位置、気象、地形等の航空機の周囲状況の把握に関する技術、地上側支援システムの構築等の地上と機上の情報共有に関する技術、送電線等の障害物探知技術の各要素技術の開発と、総合的な小型機の安全対策の研究を進める必要がある。なお、これらの情報源としては航空機が自機の位置情報などを自動送信

する ADS-B（放送型自動位置情報伝送・監視機能）の他、地上から提供する情報として TIS-B（トラフィック情報サービス放送）による航空交通情報、FIS-B（飛行情報サービス放送）による安全運航支援および気象情報等が有望視されている。

本研究では小型航空機の安全運航支援のための予備的研究として、これら航空機の周囲状況の把握、地上と機上の情報共有、障害物探知・回避に関する技術について海外動向調査及び要素技術の調査・検討を実施する。また、他機関との共同実験に参加し、開発すべき技術的課題を調査する。

【平成 18 年度の成果】

- 海外動向調査と要素技術の調査検討
 - ・ 米国で小型航空機搭載用のデジタル通信装置として開発・市販されている UAT (Universal Access Transceiver) 装置は、周波数 978MHz を使用した ADS-B、TIS-B 及び FIS-B 機能をもつ。操縦席用の表示装置も市販されており、米国アラスカ州では地上局を設置・運用するなどして UAT を活用した安全運航支援システムの試みとして CAPSTONE 計画を実施している。
 - ・ UAT とは別方式である 1090MHz 拡張スキッタ方式による ADS-B、TIS-B、FIS-B の導入が欧州を中心に検討され、実験が行われている。米国も大型機についてはこの方式を検討しており、国際規格もほぼ決定しつつある。
- 航空局及び FAA の協力のもと、宇宙航空研究開発機構（JAXA）との共同研究として CAPSTONE 計画に参加し（図 2.14）、主に山岳地域での航空機相互間、及び航空機と地上間のデータ通信の電波伝搬状況の詳細なデータ取得に成功した。

【重点研究化】

諸外国での実験プロジェクト等を参考にしつつ、我が国においては今後も増え続ける小型航空機に対して、とりわけ山岳及び離島地域における危険回避、及び安全かつ効率的な運航に多大な貢献が見込まれる可能性が示されたため、プロジェクトチームの形態を採用した平成 19 年度～22 年度の 4 ヶ年計画で重点研究課題として提案することとした。



図 2.14 飛行実験時の「キャプストーン機上装置」の画面

解説：自機位置を中心に周囲の航空交通状況を表示している。黄色及び青色のシンボルはそれぞれ ADS-B、TIS-B による周囲の航空機位置情報を表示したもの。

② 内部研究評価などによる研究の方向性や具体的な方策への反映

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適宜、内部研究評価委員会によるヒアリングや所内研究会を活用して柔軟に対応した。また、所内での研究進捗状況と方向性、及び成果の見込みについても情報共有を図るため、研究計画線表による確認を行っている。この様に研究者の自主性を最大限、発揮できるようなサポート体制を整備しつつ、研究の方向性についても所内でのコンセンサスを形成しながら研究活動を推進した。

(3) 研究者の自由な発想に基づく研究の実施と若手研究者の自立促進

研究者の自由な発想に基づく研究及び若手研究者の自立促進においては、実施者の自主性や研究企画、及び遂行能力に依存する部分が多い。そのため、内部競争的資金制度や優れた研究者との交流の機会を増やすなどの環境整備を継続的に行うとともに、その自主性を最大限に尊重しつつ、研究能力の向上を図るために適切な研究進捗の管理と方向性に関する助言を行うことが重要な課題となっている。

この様な背景から、将来の優れた研究活動の創出と若手研究者の育成を行うため、指定研究 B 及び基礎研究は内部競争的資金制度を活用した研究者からの提案により行うことを基本としている。それらについて内部研究評価委員会によるヒアリングを行い、研究提案者への研究方法の助言や研究の方向性に関する議論・評価を行い、必要事項について確認と修正などの作業を経て採択／不採択の決定を行っている。本年度は、5 件の新規研究課題を実施しており、そのうち 2 件の研究課題について以下に示す。

ア. 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）

【研究の目標】

GPS などを用いた全地球的航法衛星システム（GNSS）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、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伝搬する可能性があることが指摘され、日本付近における GPS 測位への影響が懸念されている。

そこで本研究では、高緯度地域における電離層擾乱の発生頻度などの特徴や電離圏・大気圏が GPS 測位に与える影響を明らかにするため、実施主任者が日本南極地域観測隊に在外派遣として自ら参加し、昭和基地またはその周辺に GPS 連続観測システムを構築する。この GPS 連続観測データとともに、昭和基地に設置されている電離圏観測レーダや気象観測装置など他の観測機器のデータを入手し、高緯度地域における電離圏・対流圏の GPS 測位へ与える影響を評価する。さらに、高緯度地域で発生した電離層擾乱の中緯度地域への伝搬や GPS 測位に与える影響について当研究所の定常観測点データや国際 GNSS 事業（IGS）定常観測点データなどを組み合わせた解析により調査する。なお、本研究は大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立極地研究所の共同研究者との協力のもとに実施している。

【平成 18 年度の実施内容】

- 電離層擾乱の評価に有効な観測システムの構成、解析に必要な観測データの種別、データ解析手法等を検討した。その結果、高緯度における電離層電子密度分布の激しい時間変化に伴う GPS 受信信号のシンチレーションを捕捉することを念頭に置き、数 10Hz の高いサンプリングレートで数 100m 程度の範囲内に複数の GPS 受信機を設置した稠密連続観測を行うこととした（図 2.15）。
- GPS 稠密連続観測システムを設置する昭和基地周辺について、低温及び強風であ

- る環境を考慮しつつ、電源、通信等の設置に必要な要件を調査・検討した。
- これらの検討を基に第 48 次南極地域観測隊に越冬隊員として参加し、昭和基地に GPS などの観測機材を設置した。2007 年 2 月より、10Hz サンプルングで 24 時間連続して GPS 観測データの収集を行っている。

【期待される効果】

SBAS、QZSS などの GNSS 一般に役立つとともに、極域での貴重な高サンプリングレートによる GPS 連続観測データの蓄積とデータの共有化による国際貢献が見込める。また、これまで以上に関連異分野の研究者とも研究交流が活発となり、活動範囲を広げることによって将来の社会ニーズに対応した共同研究の推進など研究実施主任者の資質向上と今後の研究活動に活かされる。また研究実施主任者だけでなく、所内関連研究者に対しても同様の波及効果が見込める。

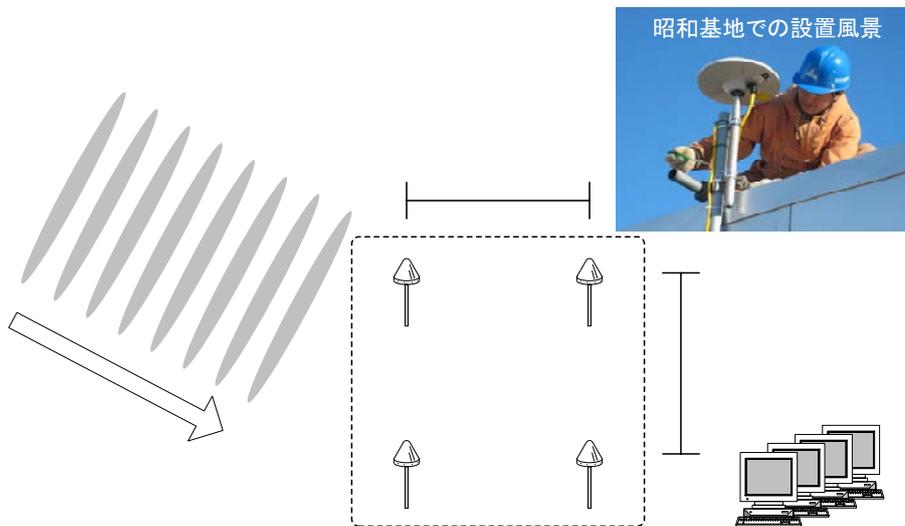


図 2.15 GPS 稠密連続観測システムの概念図
 解説：数 100m 程度内に 4 台の GPS 連続観測点を追加し、GPS 稠密連続観測システムを構成。

イ. 無指向性アンテナを用いた航空機監視の研究
 (基礎研究：平成 18 年度→19 年度まで実施へ延長)

【研究の目標】

SSR (二次監視レーダー) による航空機監視は回転型の指向性アンテナを用いるため、設置や保守・運用に多くの労力とコストを必要とする。そのため、山岳部や離島、ヘリポート等のローカルエリアにおいては、設置や保守・運用がしやすく、低コストで運用可能な航空機監視の需要が存在する。本研究における無指向性アンテナを用いた航空機監視は 3 つ以上の送信局と 1 つの受信局によって構成され、その需要を満たす可能性がある。送信局は航空機質問信号を送信し、受信局は質問信号および応答信号を受信する。送信局から受信局までの直接の電波と航空機を介した電波との到達時間差を各送受信局対でそれぞれ計測する。すると、各送受信局対を焦点とする測位楕円面が 3 つ以上形成できるので、航空機の位置を特定できる。類似の航空機監視であるマルチラレーションは、各受信局をネットワーク化し、精確な時間同期をもって各受信局のデータを統合する必要がある。その一方、本研究における無指向性アンテナを用いた航空機監視は

100m

それらの必要性が希薄なため、設置や保守・運用を簡素化でき、緊急時やバックアップとしても期待できる。

本研究では、無指向性アンテナを用いた航空機監視に必要な技術的課題についての検討・実験による評価を行う。具体的課題としては、他の航空機監視と比べて覆域内に送信局が多いため、受信局における電波の処理が困難と考えられる。そのため、受動型 SSR 測位実験を行って送受信局の配置や電波受信時刻の計測誤差を実測に基づいて検討する。また、それらを考慮した際、他の航空機監視と比べて測位精度が優れているかどうかなどシミュレーションにより測位精度などを検討する。

【平成 18 年度の実施内容】

- 受動型 SSR 測位実験を行い、地上の SSR 局の質問信号と機上の航空機からの応答信号を収集した。また、送受信局の配置や電波受信時刻の計測誤差を検討した。さらに、実験用航空機を用いた実験データの解析では質問信号と応答信号の到達時間差を求め、距離に換算して GPS による正確な航空機位置データと比較したところ良い一致が見られ、本手法の有効性が示された。
- 無指向性アンテナを用いた航空機監視のシステム構成を検討し、質問信号と応答信号の到達時間差と送受信局の 3 次元座標を入力として、航空機位置を出力するプログラムを作成した。
- これらの結果、シミュレーションによる測位精度の検討が可能となり、平成 19 年度まで延長してこれを実施予定である。

【期待される効果】

本研究課題は将来的な航空機監視技術のシーズとして有効な研究課題であり、研究実施者は最年少の若手研究員である。受動型 SSR 測位実験については自ら関係各所と調整を経て実施するなど、主体的な立案、調整作業を通して研究者としての資質を確実に高めつつある。また、共同研究などを通して所内外研究者・技術者との研究交流も進んでいる。なお、本研究課題に直接関係する研究内容ではないが、本研究実施者は、1.2.4 (2) ②に記述の 2006 年米国電気電子学会日本支部航空宇宙電子システム部門学術奨励賞を受賞するなど、今後の研究活動が期待されるとともに、このような基盤的研究の実施が若手研究者の自立促進におおいに貢献するものと考えられる。

(4) 実施した主要な基盤的研究とその成果

本年度実施した基盤的研究の詳細は添付の「資料 2」に記されているが、ここでは下記の 3 課題について記述する。

ア. 後方乱気流の研究（指定研究 A：平成 18 年度）

【研究の目標】

我が国では大型機に引き続いて航空機を離陸させる場合、航空機の主翼から生じる後方乱気流による影響を回避するため、後続機の大きさにより離陸間隔時間を区別する後方乱気流管制方式が採用されている。後方乱気流の消滅への遷移状態と気象との関係を基に、後方乱気流管制方式を再検討し、後続機の待機時間を狭めることが可能ならば、混雑空港のより効率的で安全な運航を確保することが可能となる。

平成 17 年度で終了した重点研究課題「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」では、レーザーを用いた後方乱気流検出装置（ライダ）を製作し、後方乱気流を検出できるようになったが、取得したデータが統計的解析を行うには不十分であった。そこで、さらに後方乱気流の観測を続け、後方乱気流の発生と消

滅状況の解析と気象との関係を調査し、後方乱気流管制方式の再検討資料を作成する。

【平成 18 年度の成果】

- 後方乱気流データの収集
 平成 18 年 4 月から 19 年 2 月までの 52 日間で 881 機のデータを収集した。
- 後方乱気流データの解析による後方乱気流の発生と消滅状況の調査
 データ解析の効率向上のために、図 2.16（左図）に示すような渦の中心を半自動的に検出する解析プログラムを製作した。これにより、渦の大きさと強さを効率的に求めることが可能となった。主に B767 による後方乱気流データの解析を進め、地上風と渦の残留時間、及び地上風と渦が 100m 移動するのに要する時間との関係（図 2.16、右図）などを求めた。
- 後方乱気流管制方式の再検討資料の作成
 地上風と後方乱気流の移動・消滅との関係が把握できたので、離陸間隔の再検討資料として利用可能である。

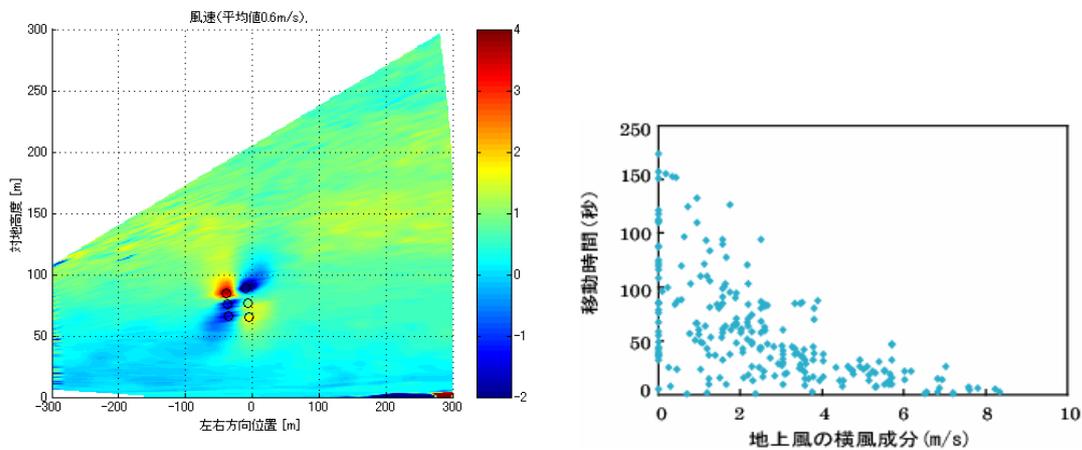


図 2.16 後方乱気流の観測例（左図）、並びに地上風と後方乱気流の滑走路中心から 100m 離れるまでの移動時間の関係（右図）

解説: 左図は風速が 3kt で風向は一定でない気象条件のときのデータ。左側からレーザーが照射され、その仰角を少しずつ変化させてスキャンし、鉛直断面を得ている。色はライダーの視線方向成分の風の強さを示し、暖色系はライダーから見て追い風を、寒色系が向かい風を表している。右側の渦は左回りで、左側の渦は右回りで渦を描いている。このデータのように風向が定まらない条件では、渦は下方に落ちてゆき、左右に分離していく。これに対し、風向が定まるときは両渦とも風に流されて滑走路から離れていく。右図は 240 機の B767 の後方乱気流データから得られた滑走路に対して直角成分の風速と滑走路中心から 100m 離れるまでの移動時間の関係を示している。

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)

【研究の目標】

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れ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。また、夜間や悪天候時には、作業員の労務の更なる増大を招くこととなるほか、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、滑走路等の空港面に落下している金属片やボルト等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。

本研究では検査用車両に搭載、もしくは滑走路端に設置でき、リアルタイムに物体の検出と表示が可能なシステムに関する要素技術を確認することを目的として、レーダの設計、試作および信号処理アルゴリズムの開発とフィールド実験を行う。合わせて、ミリ波レーダを対象としたマーキング、トラッキング技術についても検討を行い、マーカ一誘電体反射器を設計、試作する。本研究は3年計画であり、各年度の主たる研究概要は以下の通りである。

- 平成18年度 ミリ波センサの仕様要件抽出
- 平成19年度 ミリ波センサの試作
- 平成20年度 センサのフィールドテスト

【平成18年度の成果】

- 開発するミリ波センサの仕様要件を決定するためのニーズ調査を行い、以下の必要事項を抽出した。
 - ◇ 空港面設置型で広範囲を探索でき、かつ脆弱性（航空機や作業車両と接触した際にはそれらを損傷しないようにするために自らが容易に壊れる）を有すること
 - ◇ 24時間運用可能なシステムであること
 - ◇ 比較的 low コストで運用可能であること
- ミリ波センサの仕様要件決定のための広範囲探索、微小対象物検出手法に関する検討
 - ◇ 広範囲探索のためのレーダビームの走査方法を検討し、機械走査式を採用することとした。また、レーダ本体は地中に埋設し、その上方の空港面に設置するプラスチック鏡を回転して広範囲走査可能な前述の脆弱性を有する仕様とした。
 - ◇ 微小対象物の検出方法に関しては、国内で自動車に利用されているミリ波回路素子を使用して共通化を図ることでコストを抑制し、かつ従来型レーダの十倍程度の距離分解能を実現するための広帯域な送信方式を検討した。
- これらを踏まえて19年度に試作するミリ波センサについての回路構成を検討した。前述のミリ波回路素子の選定を行うとともに、送受信制御器にはプログラム可能な素子(FPGA)を採用して安価で高い拡張性を有する構成とすることとした。これにより、19年度ミリ波センサを試作する予定である。

ウ. マルチリファレンス高精度測位方式の研究（指定研究B：平成17年度～18年度）

【研究の目標】

一般的なキネマティック GPS 測位方式では、高精度測位が可能なエリア（覆域）は基準局から 10km 程度の範囲といわれている。しかしながら、我々が測位の対象としている航空機などの移動体の移動範囲は 10km を越えることが日常的である。当所で開発した航法装置（GBAS など）の測位精度評価実験などにおいて、評価の基準位置が得られないなどの問題があり、連続的に高精度測位が出来るエリアの拡大が必要とされている。最終的には、飛行コース下に置かれた、複数の基準局を用いることにより、高精度測位可能なエリアの拡大を目指している。

本研究では、後処理キネマティック GPS 測位方式で高精度測位が可能なエリアの拡大を、複数の基準局（マルチリファレンス）を用いる方法で行う。また基準局が多数存在しない領域においても、適切な補完方法を検討することで連続的に高精度測位が可能であるような手法について検討する。本研究は平成17年度からの2年度計画であり、平成17年度には基本となる単一基準局を用いた後処理測位プログラムを作成し、飛行実

験によるデータ取得と測位精度評価を行っている。

【18年度の成果】

- 従来の手法では機上及び地上側で同一の時間間隔（1秒程度内）でGPSデータを取得し、解析する必要があった。平成18年度は地上GPS基準局として全国に1,200点程度のGPS定常観測点が設置されている国土地理院GPS連続観測システム（GEONET）を利用した30秒間隔のGPSデータの入力を想定し、速度積算値による補間手法を後処理プログラムに組み込み、取得データによる精度評価を行った。具体的には、30秒毎の単一基準局データと同じ時間間隔に間引いた機上GPSデータを組み合わせて、航空機の30秒毎の測位値を算出し、得られた測位値間の航空機位置を機上GPS受信機の1秒データから推定した速度の積算値で補間して推定した。
- 前項の結果を踏まえ、航空機の高精度位置を算出するための地上GPS基準局に複数のGEONET点を採用することを考慮した測位方法を検討し、実験データによる評価を行った。その結果、計算に用いるGEONET点の違いによって生じる数10cm程度のバイアス誤差について誤差要因の特定と補正が今後の課題として残されたが、低レートなGPSデータではあるが広範囲にわたって存在するGEONET点データを高速移動体である航空機の高精度位置の算出に利用することの可能性と有用性が示された。

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。

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、ニーズの変化に即応できる柔軟性を有すること。

②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。

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。

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

社会ニーズに的確に対応するため、国土交通省に対し新規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」等の達成目標を相互に確認する。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、前年度に終了した重点研究課題の事後評価 4 件及び平成 19 年度開始予定の重点研究課題に関する事前評価を行う。また、研究評価委員会による内部評価として、前年度に終了した研究課題の事後評価 13 件、中間評価 1 件及び平成 19 年度開始予定の研究課題に関する事前評価を行う。

2.3.2 年度計画における目標設定の考え方

- ・ 研究所が実施する研究の多くは、国土交通省航空局の行政ニーズに基づくものであるが、行政ニーズと研究テーマは必ずしも一対一に対応するものではなく、ニーズを満たすためには異なる技術課題を同時に解決しなければならないものが多い。個別の技術課題を行政側で網羅的に把握することは、困難であることから、研究所から積極的にそれらの研究要素を提案するとともに、その達成目標を相互確認することとした。
- ・ 研究開発課題については、事前、中間、事後のそれぞれの時点で内部評価（研究評価委員会）及び外部評価（評議員会）を実施しているところであり、その結果を適切に研究計画へ反映させることとした。

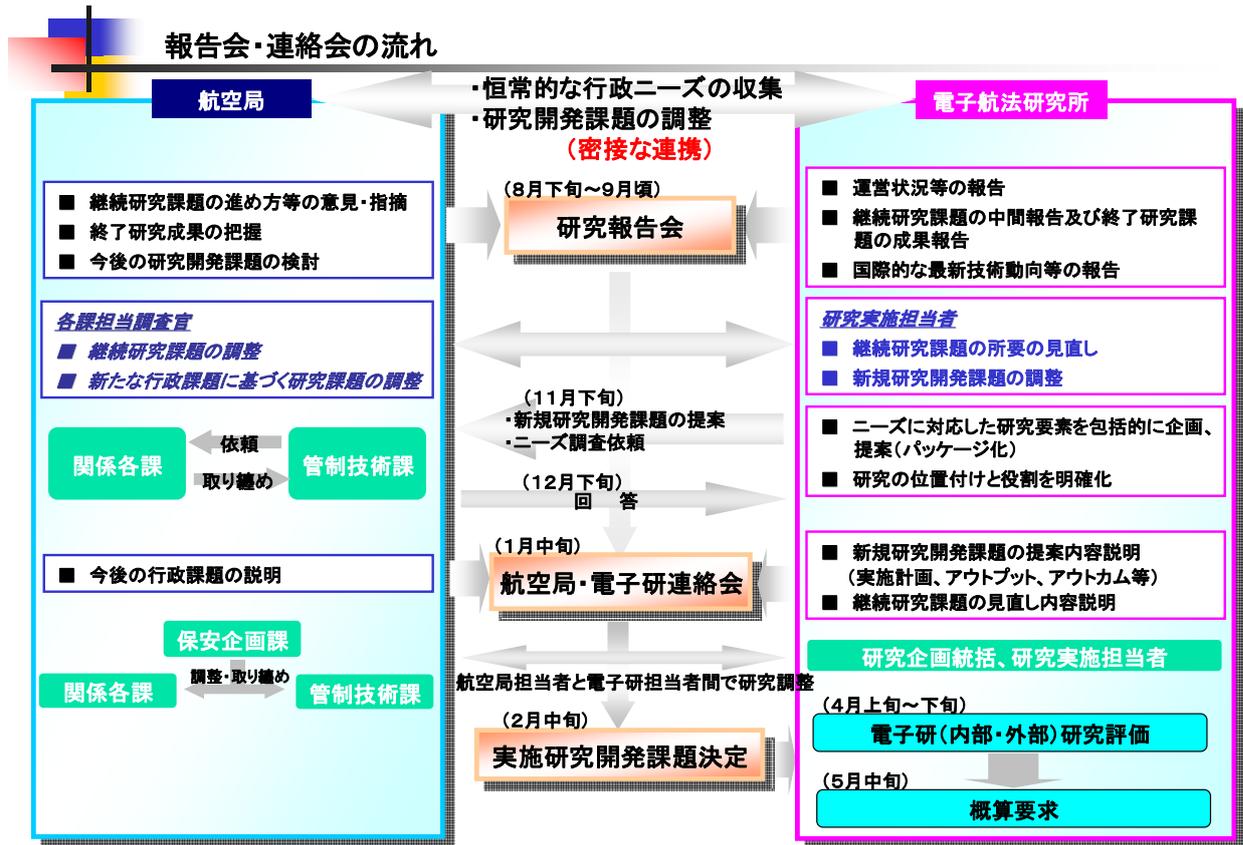
2.3.3 当該年度における取組み及び中期目標達成に向けた次年度以降の見通し

（1）新規研究要素の企画と達成目標の相互確認

研究所の多くの研究テーマが国土交通省航空局からのニーズによるものであることから、航空局に対しては、研究の成果を確認してもらう場として報告会を、また、新規重点研究課題の公式提案の場として連絡会を、それぞれ年に1度、航空局において、開催することとしている。（詳細は次図を参照）

本形態は、平成 16 年度に検討した報告会及び連絡会のあり方の方針を踏まえ、平成 17 年度より、現在の形式での開催となっている。

大まかな流れは次図のようになっており、特に重点研究課題の選定については、航空局担当者と電子研研究者との相互調整が重要となっている。



① 報告会の開催

9月28日、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、以下の報告を行った。

前年度に終了した重点研究の結果報告として

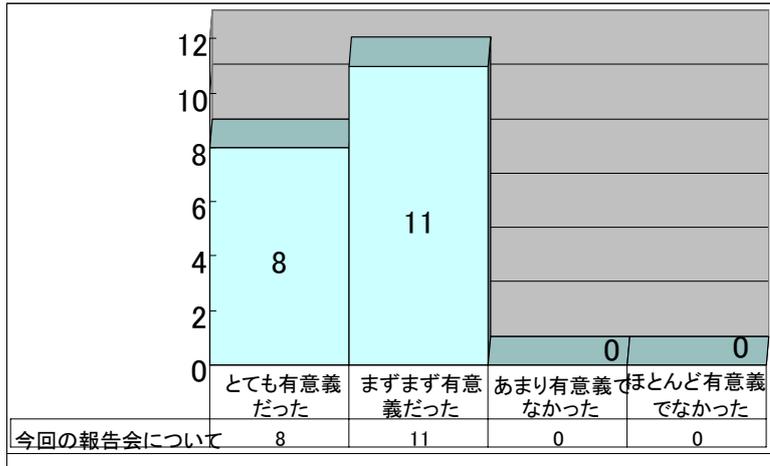
- ・ 航空路の安全性評価に関する研究
- ・ 後方乱気流に関する研究
- ・ ヘリコプタの障害物探知・衝突警報システムに関する研究
- ・ 放送型データリンクによる航空機監視の研究(羽田空港マルチラレーション評価)

重要な研究の経過報告

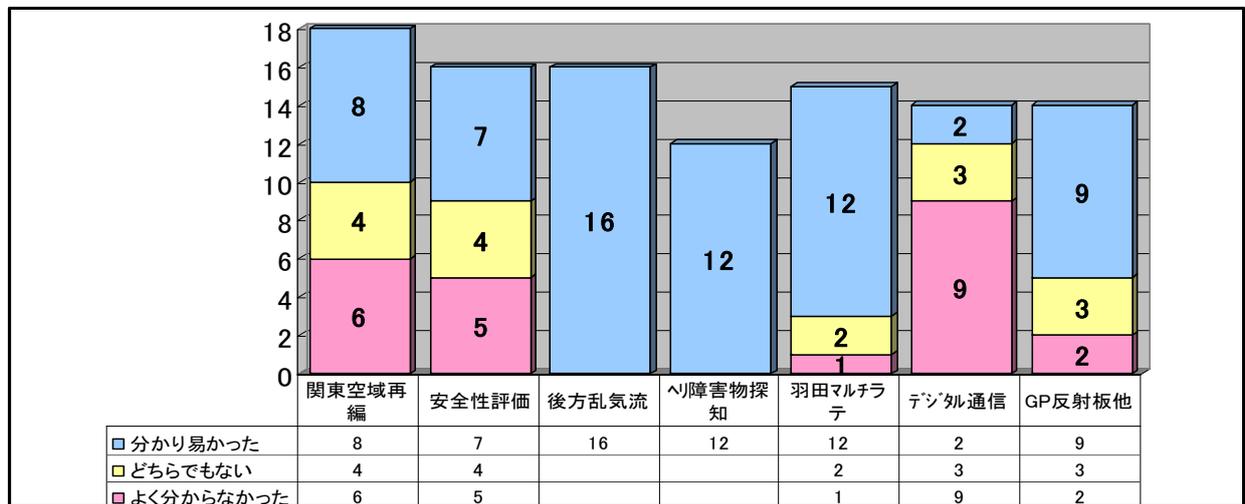
- ・ 関東空域再編関係
- ・ VHF デジタル通信ネットワークシステム
- ・ 成田空港 LLZ 移設、改良型 GS 反射板

今回は、参加された方にアンケートを実施し、「電子研でこれほど実用的で面白い研究が行われているとは知りませんでした。」などのコメントを頂いた。以下にアンケート結果を掲載する。今後、「研究開始前は連絡会、終了後は報告会」の基本セットで定例化することとし、航空局のニーズと成果を発信する電子研が一体となった組織的活動となるよう努めることとしている。

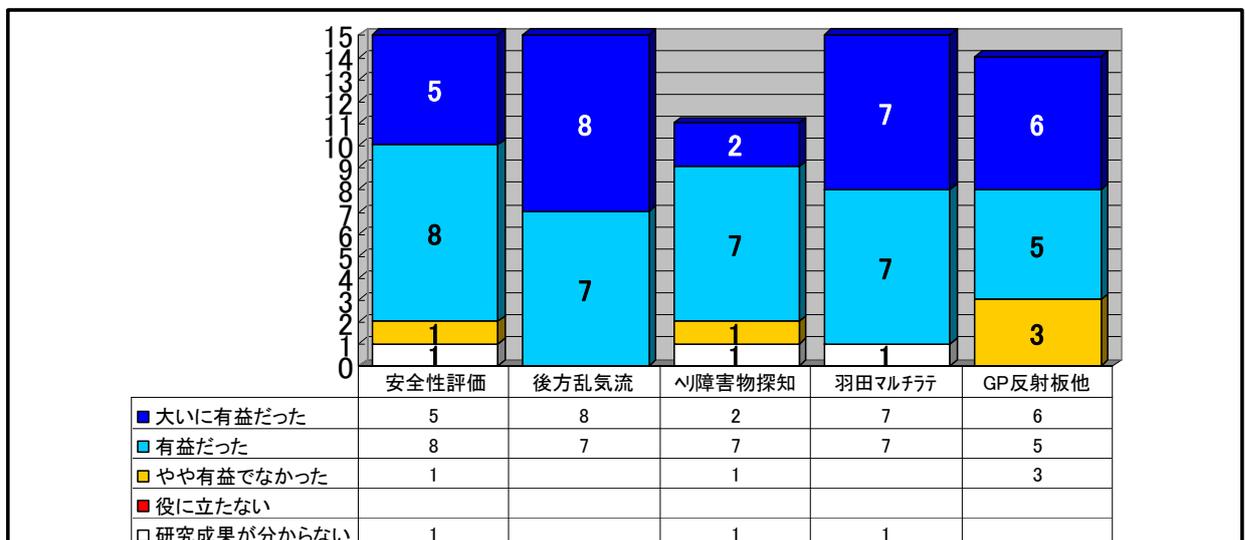
<今回の報告会について>



<報告内容について>



<研究成果について（平成 17 年度に終了した重点研究テーマ他）>



② 連絡会の開催

1月25日、研究所が日頃から航空局等の研究ニーズを把握し、事前に担当官と調整を図った上で、連絡会において、具体的な研究課題について検討しその計画方針を立てた。本連絡会の検討結果に基づき平成20年度の概算要求の基礎資料の作成作業に入った。また、当研究所から研究所の予算、一般会計への一本化対応、総合科学技術会議における優先順位付け結果、一般競争入札の標準化等についての状況を発信し、共有する検討課題であることが確認できた。



【平成18年度 連絡会の様子】

本連絡会で研究テーマを紹介し議論するため、担当者間で行った事前調整会議は、延べ11回を数えた。

(2) 関係者からの情報収集とニーズに即応できる柔軟性の確保

当研究所の研究員は、研究プロセスの妥当性を確認するため、研究課題等のニーズに関する情報を収集し、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。各領域毎の主な活動を以下に示す。

【航空交通管制領域】

- ・ 航空局の開催する「次世代システム会議」に定期的に参加
- ・ 航空局管制課と南シナ海アカラコリドーの安全性評価の可能性検討会議へ参加
- ・ 航空会社勤務経験のある非常勤研究員を通し、エアライン等のニーズに関する調査を実施。
- ・ 航空局とRNAV安全性評価関連の研究内容についての意見交換
- ・ 航空局開催の各種委員会への参加
 - 関東空域再検討WG（ワーキンググループ）
 - ATM高度化WG
 - RNAV・ATM推進協議会
 - 飛行方式設定基準説明会
 - 航空保安次期5カ年計画WG
 - RVSM分科会

【通信・航法・監視領域の活動】

- ・ 研究テーマ毎に航空局担当課との調整を適宜実施
- ・ GBASに関するエアライン各社と会合を持ち運航者の意見を収集
- ・ SBASに関する航空局管制技術課との定期会合へ参加
- ・ MSAS性能向上に関する提案と受託研究に関する調整

- ・ 次期 5 カ年計画にある「空港面移動の安全対策」検討会に参加
- ・ A-SMGC, RWSL に関する航空局関係部署との調整

【機上等技術領域の活動】

- ・ 「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」に関する航空局運用課との調整
- ・ 「アクティブ IC タグを利用した航空貨物輸送」の将来計画について航空局航空企画調査室担当官と打ち合わせ
- ・ 「空港面における落下物の探査」に関する航空局運用課のニーズ調査
- ・ 青森空港 LLZ の積雪影響調査に係る研究に関する東京航空局のニーズ調査
- ・ ILS の除雪基準策定に係る航空局のニーズ調査
- ・ 「有人機・無人機混合飛行空間の出現に向けた飛行安全性に対する調査」に関する日本工業宇宙工業界・航空電子システム調査委員会／将来アビオニクス分科会へのヒアリング協力
- ・ 総務省における、設備規則の改定に関する情報提供
- ・ 「433MHz 帯アクティブ IC タグの電波特性及び電磁放射に関する調査」の研究テーマについて、航空企画調査室に提案
- ・ 各種委員会への参加
 - 耐故障飛行制御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 全天候航法方式小委員会（航空振興財団）
 - 機内医療機器利用調査研究委員会（航空輸送研究センター）
 - ヘリコプタ IFR 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）
 - 耐故障飛行制御委員会（日本航空宇宙工業会）

(3) 社会情勢の変化や研究評価結果に基づく研究の見直し

当研究所で実施している重点研究テーマの「航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究」の一部として、管制通信プロトコルとして有望視されていた VDL モード 3 の研究を実施していたが、今年度、世界的な VHF 通信メディアとしては、音声通信用に 8.33kHz 振幅変調方式、データ通信用に ACARS または VDL モード 2 の普及が確実となったことから、研究計画の見直しを実施した。

(4) 研究評価の実施

平成 18 年度の外部委員による評議員会では、前年度に終了した重点研究課題の事後評価 4 件及び平成 19 年度開始予定の重点研究課題に関する事前評価を行った。また、研究所内部の研究評価委員会では、前年度に終了した研究課題の事後評価 13 件、中間評価 1 件及び平成 19 年度開始予定の研究課題に関する事前評価を行った。詳細は以下のとおり。

開催日	評価会	主な内容	特記事項
4 月 24 日	第 1 回評価委員会 ①	●平成 19 年度に開始予定の重点研究課題の事前評価 ①ATM システムパフォーマンスの研究	
4 月 27 日	第 1 回評価委員会 ②	●平成 19 年度に開始予定の重点研究課題の事前評価 ②航空安全に関わる情報の自動送信方式に関する研究	

5月8日	第2回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> ●第1回評価委員会①②の取りまとめ(2課題) ①ATMシステムパフォーマンスの研究 ②航空安全に関わる情報の自動送信方式に関する研究 	
5月10日	第1回評議員会	<ul style="list-style-type: none"> ●平成19年度から実施予定の重点研究課題(2課題)の事前評価 ①ATMパフォーマンスの研究 ②航空機の安全運航支援技術に関する研究 (旧名:航空安全に関わる情報の自動送信方式に関する研究) 	電子航法研究所が技術標準を作成したり、新分野の協会を設立するなど役割を担って欲しい。
6月5日	第3回評価委員会 ①	<ul style="list-style-type: none"> ●平成17年度に終了した研究課題の事後評価(7課題) ①放送型データリンクによる航空機監視の研究 ②航空路の安全性評価の研究 ③ヘリコプタの障害物探知・衝突警報システムに関する研究 ④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 ⑤航空無線通信におけるCDMA方式の要素技術の研究 ⑥ルーネベルグレンズを利用した航法機器に関する研究 ⑦精密測位衛星電波の海面反射を利用した海面高度モニタリング手法の開発 	
6月8日	第3回評価委員会 ②	<ul style="list-style-type: none"> ●平成17年度に終了した研究課題の事後評価(6課題) ①航空管制シミュレーションによる作業負担計測手法の研究 ②高性能な航空衛星通信システムに関する基礎研究 ③航空交通流管理に対応した次世代飛行場管制卓の研究 ④航空航法におけるGPSの脆弱性に関する調査 ⑤小型機情報通信に関する調査 ⑥SSRモードSを用いた空港面航空機監視の研究 ●平成18年度が4/6年次目となる研究課題の中間評価(1課題) ①高精度測位補正技術に関する研究 	
6月12日	第4回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> ●第3回評価委員会(中間評価・事後評価)の取りまとめ(14課題) ①放送型データリンクによる航空機監視の研究 ②航空路の安全性評価の研究 ③ヘリコプタの障害物探知・衝突警報システムに関する研究 ④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 ⑤航空無線通信におけるCDMA方式の要素技術の研究 ⑥ルーネベルグレンズを利用した航法機器に関する研究 ⑦精密測位衛星電波の海面反射を利用した海面高度モニタリング手法の開発 ⑧航空管制シミュレーションによる作業負担計測手法の研究 ⑨高性能な航空衛星通信システムに関する基礎研究 ⑩航空交通流管理に対応した次世代飛行場管制卓の研究 ⑪航空航法におけるGPSの脆弱性に関する調査 ⑫小型機情報通信に関する調査 ⑬SSRモードSを用いた空港面航空機監視の研究 ⑭高精度測位補正技術に関する研究 	
6月15日	第2回評議員会	<ul style="list-style-type: none"> ●平成17年度に終了した重点研究課題(4課題)の事後評価 ①航空路の安全性評価に関する研究 ②放送型データリンクによる航空機監視の研究 ③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 ④ヘリコプタの障害物探知・衝突警報システムに関する研究 	成果報告を厳重管理する流れがある。論文の公表分類など「研究成果の公表」は慎重に管理すべきである。

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

2.3 研究開発の実施過程における措置

8月31日	第5回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> ●平成18年度研究計画変更の評価（1課題） ①航空管制デジタル通信ネットワークシステムの研究 ●平成18年度新規調査課題の評価（1課題） ①電子航法研究の長期ビジョンに関する調査 	
10月4日	第6回評価委員会 ①	<ul style="list-style-type: none"> ●平成18年度研究計画の中間ヒアリング（8課題） ①高精度測位補正技術に関する研究 ②航空航法におけるGPSの脆弱性の研究 ③マルチリファレンス高精度測位方式の研究 ④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 ⑤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 ⑥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 ⑦リアルタイムキネマティックGPS測位方式の有効性向上 ⑧A-SMGCシステムの研究 	
10月5日	第6回評価委員会 ②	<ul style="list-style-type: none"> ●平成18年度研究計画の中間ヒアリング（9課題） ①GPS観測データを用いた対流圏遅延量の準リアルタイム推定に関する基礎研究 ②高緯度地域における電離層・大気圏の基礎研究 ③航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究 ④IPを利用した航空衛星通信システムに関する研究 ⑤高速シミュレーションに適した管制のモデル化に関する研究 ⑥後方乱気流の研究 ⑦スケールモデルによるILS高度化のための実証的研究 ⑧携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究 ⑨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 	
10月6日	第6回評価委員会 ③	<ul style="list-style-type: none"> ●平成18年度研究計画の中間ヒアリング（9課題） ①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 ②RNAV経路導入のための空域安全性評価の研究 ③空域の安全性の定量的評価手法に関する研究 ④今後の管制支援機能に関する研究 ⑤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 ⑥ATMシステム・パフォーマンスの予備的研究 ⑦無指向性アンテナを用いた航空機監視の研究 ⑧航空路管制業務のタスク分析及び作業負荷・負担の研究 ⑨新航空管制システムの構築に関する基礎研究 	
10月16日	第6回評価委員会 ④	<ul style="list-style-type: none"> ●平成18年度研究計画の中間ヒアリング（8課題） ①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 ②状況・意図理解によるリスクの発見と回避 ③ヒューマンエラー事故防止技術の開発 ④SSRモードSの高度運用技術の研究 ⑤航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究 ⑥航空機衝突防止装置の運用状況に関する研究 ⑦小型航空機の安全運航支援に関する予備的研究 ⑧無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究 	
12月19日	第7回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> ●研究評価方法の検討 	
2月20日	第8回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> ●次年度基盤的研究の提案状況の確認 	

2月21日	第9回評価委員会 ①	<ul style="list-style-type: none"> ●平成19年度研究計画のヒアリング（6課題） ①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 ②IPを利用した航空衛星通信システムに関する研究 ③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 ④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 ⑤航空航法におけるGPSの脆弱性の研究 ⑥将来のデジタル航空通信に関する調査・研究 	
2月22日	第9回評価委員会 ②	<ul style="list-style-type: none"> ●平成19年度研究計画のヒアリング（8課題） ①航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究 ②マルチリファレンス高精度測位方式の研究 ③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 ④GPS観測データを用いた対流圏遅延量の準リアルタイム推定に関する基礎研究 ⑤高緯度地域におけるGPS観測による電離圏・大気圏の研究 ⑥高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究 ⑦A-SMGSシステムの研究 ⑧高精度測位補正技術に関する研究 	
2月26日	第9回評価委員会 ③	<ul style="list-style-type: none"> ●平成19年度研究計画のヒアリング（9課題） ①SSRモードSの高度運用技術の研究 ②欧州における航空機監視システムの調査研究 ③無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究 ④携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究 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 ⑥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 ⑦ヒューマンエラー事故防止技術の開発 ⑧状況・意図理解によるリスクの発見と回避 ⑨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 	
3月1日	第9回評価委員会 ④	<ul style="list-style-type: none"> ●平成19年度研究計画のヒアリング（10課題） ①航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究 ②航空機衝突防止装置の運用状況に関する研究 ③小型航空機の安全運航支援に関する予備的研究 ④航空機の安全運航支援技術に関する研究 ⑤スケールモデルによるILS高度化のための実証的研究 ⑥対空通信メディア高度化に関する基礎研究 ⑦高速シミュレーションに適した管制のモデル化に関する研究 ⑧後方乱気流の研究 ⑨RNAV経路導入のための空域安全性評価の研究 ⑩空域の安全性の定量的評価手法に関する研究 	

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
 2.3 研究開発の実施過程における措置

3月5日	第9回評価委員会 ⑤	<ul style="list-style-type: none"> ●平成19年度研究計画のヒアリング（11課題） ①ATMシステム・パフォーマンスの予備的研究 ②ATMパフォーマンスの研究 ③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 ④今後の管制支援機能に関する研究 ⑤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 ⑥洋上経路システムの高度化の予備的研究 ⑦新航空管制システムの構築に関する基礎研究 ⑧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 ⑨航空管制のヒューマンファクタに関する基礎研究 ⑩無指向性アンテナを用いた航空機監視の研究 ⑪ASASに関する予備的研究 	
3月14日	第9回評価委員会 ⑥	<ul style="list-style-type: none"> ●平成19年度研究計画のヒアリング（2課題） ①将来のデジタル航空通信に関する調査・研究 ②高精度測位補正技術に関する研究 	
3月14日	第10回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> ●平成18年度に終了する研究課題の事後評価（1課題） ①後方乱気流の研究 ●第9回評価委員会（平成19年度研究計画のヒアリング）の取りまとめ ①洋上経路システムの高度化の予備的研究 ②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 ③将来のデジタル航空通信に関する調査・研究 	
3月20日	第11回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> ●第10回評価委員会（事後評価）の取りまとめ（1課題） ①後方乱気流の研究 	
3月29日	第12回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> ●第10回評価委員会（事後評価の取りまとめ）に対する意見の審議（2課題） ①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 ②将来のデジタル航空通信に関する調査・研究 	

* 評議員会、評価委員会にて各研究テーマ毎にコメントされた内容については、適宜、対応している。



【評議員会 5/10の様子】



【評議員会 6/15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

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。

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。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。

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。

[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

①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。

②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。

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。

[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

① 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 13 件と新たに開始する共同研究をあわせて 19 件以上実施する。

② 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。国土交通省からの受託として以下の研究開発を実施する。

ア. 高精度測位補正技術に関する研究

イ. ヒューマンエラー事故防止技術の開発

・ 上記を含め、受託研究等を 18 件以上実施する。

また、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。

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積極的に開催する。

・ 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、中期目標において 36 件以上実施するとの目標値が設定されている。前年度以前からの継続が 13 件であり、中期目標期間中に新規で 21 件以上実施する必要があることから、平成 18 年度は新規の共同研究を 4 件以上実施することとした。
- ・ 受託研究等については、中期目標において 90 件以上実施するとの目標値が設定されていることから、平成 18 年度は 18 件以上実施することとした。
- ・ 研究者・技術者との交流会等については、中期目標において 30 件以上実施するとの目標値が設定されていることから、平成 18 年度は 6 件以上実施することとした。
- ・ 競争的資金に積極的に応募し、その獲得に努めることとした。

2.4.3 当該年度における実績及び中期目標達成に向けた次年度以降の見通し

(1) 共同研究の実施

① 平成 18 年度共同研究の実施状況

当研究所で行う研究開発の質を向上させるため、その要素技術に関する高度な技術力を有する他機関と共同研究を行うことにより、より有機的連携を図っている。平成 17 年度以前からの継続 13 件に加え、平成 18 年度に新たに 12 件の共同研究を実施した。詳細は、以下のとおり。

No.	区分	共同研究名	相手機関	電子研における研究課題名 (H18)
1	継続 (H14.11～)	MSASにおける時刻管理とその応用に関する研究	(独) 情報通信研究機構	航空航法におけるGPSの脆弱性の研究
2	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
3	継続 (H16.10～)	菅平衛星追尾システムによるGPS信号品質監視基本データ取得に関する研究	電気通信大学	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
4	継続 (H16.3～)	カオス論的手法によるヒューマン・ファクタ計測技術の実用化に向けての研究	(株) システムアンサー	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
5	継続 (H16.6～)	大脳評価装置の信頼性を向上させる視聴覚環境の生成技術に関する研究	阿部産業	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
6	継続 (H16.6～)	ヒューマン・ファクタ評価システムの応用技術に関する研究	マイクロコマース株式会社	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
7	継続 (H16.7～)	後方乱気流に関する研究	三菱電機(株)	後方乱気流の研究
8	継続 (H16.9～)	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	後方乱気流の研究
9	継続 (H17.7～)	準天頂衛星での利用に向けた地球周辺環境による電磁波遅延量の準リアルタイム推定の研究	(独) 産業技術総合研究所	GPS観測データを用いた対流圏遅延量の準リアルタイム推定に関する研究
10	継続 (H17.7～)	準天頂衛星システムによる精密測位に関する研究	国土交通省国土地理院	高精度測位補正技術に関する研究
11	継続 (H18.1～)	電離層不規則構造と衛星航法への影響に関わる共同研究	(独) 情報通信研究機構	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
			国立大学法人京都大学大学院理学研究科	
			国立大学法人名古屋大学太陽地球環境研究所	
12	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	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 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
13	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
14	新規	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のオペラビリティ向上とGNSS新信号対応に関する研究
15	新規	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
16	新規	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

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

17	新規	発話音声による歯科臨床におけるストレスの解析	東京医科歯科大	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
18	新規	光・ミリ波マーカ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
19	新規	無指向性アンテナを用いた航空機監視の研究	三菱スペース・ソフトウェア(株)	無指向性アンテナを用いた航空機監視の研究
20	新規	小型航空機の安全運航支援に関する研究	(独)宇宙航空研究開発機構	小型航空機の安全運航支援に関する予備的研究
21	新規	疑似距離平滑化のためのサイクルスリップ検出法	東京海洋大学	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
22	新規	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
23	新規	ミリ波計測システムに関する研究	(独)海上技術安全研究所	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
24	新規	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
25	新規	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

② 共同研究における相乗効果

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	MSAS における時刻管理とその応用に関する研究	電子航法研究所では直接利用できない NICT 日本標準時刻信号を直接利用することが可能となり、GPS 時刻との比較、SBAS 時刻との比較等相互の時刻比較が可能となっている。
2	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。
3	管平衛星追尾システムによる GPS 信号品質監視基本データ取得に関する研究	電子航法研究所にはない電気通信大学の高利得のアンテナを利用して GPS 信号を受信することができ GPS 信号品質監視基本データ取得が可能となっている。また、データの解析結果が、電気通信大学の受信機開発のための基礎データとなっている。
4	カオス論的手法によるヒューマン・ファクタ計測技術の実用化に向けての研究	民間共同研究先からの人員の協力を得て、データ収集等を行って来た。実験や開発を並行して進めなければならない場合、単に、人手の不足により対応に不具合が発生することも多いが、明確な役割分担の上に共同研究を実施したことにより、単純な役務作業を大幅に縮小することが可能であった。
5	大脳評価装置の信頼性を向上させる視聴覚環境の生成技術に関する研究	
6	ヒューマン・ファクタ評価システムの応用技術に関する研究	
7	後方乱気流に関する研究	民間共同研究先からの人員の協力を得て、人手の不足で実施が難しかった後方乱気流の観測実験が実施でき、多くの後方乱気流データが収集できた。

8	後方乱気流の航空機におよぼす影響の研究	<p>当研究所のライダー装置によって得られた後方乱気流の観測データが東北大学の流体シミュレーションによる後方乱気流の動態の再現に役立てられ、この流体シミュレーション結果が、宇宙航空研究開発機構の航空機シミュレータに導入され後方乱気流に遭遇した航空機の挙動の解明に役立てられた。</p> <p>また、情報通信研究機構と当研究所の合わせて2台のライダー装置によるデュアル観測が仙台空港周辺の低層における大気現象の詳細な解明に役立てられた。</p> <p>これら各主体の能力を有機的に統合した協力体勢により、各主体にとって有益な学術的・技術的成果が多数生み出された。</p>
9	準天頂衛星での利用に向けた地球周辺環境による電磁波遅延量の準リアルタイム推定の研究	<p>それぞれが実施した対流圏遅延の解析結果の交換と評価を実施し誤差モデルの相互比較、検討ができた。また、共同発表を行い、研究交流の拡大が図られている。</p>
10	準天頂衛星システムによる精密測位に関する研究	<p>電子航法研究所のみでは困難な電子基準点データリアルタイム収集が効率的に実施できている。また、それぞれが独自に検討している伝搬遅延量推定方式の検討状況について、双方にとって有益な情報交換を行うことができた。</p>
11	電離層不規則構造と衛星航法への影響に関わる共同研究	<p>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層プラズマバブルの観測、イメージャーデータの解析、電離層擾乱測定・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層活動観測が実施でき、電離層活動のGNSSへの影響を効率的に解析できている。研究会での発表等研究交流、人脈の拡大に繋がっている。</p>
12	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	<p>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。</p>
13	A-SMGC 実験システムの構築と接続評価	<p>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。</p>
14	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	<p>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あることが期待できる。</p>
15	携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究	<p>北海道大学との共同研究に基づき各種情報交換を行い、次年度以降に予定されている電波産業会からの受託研究に関する事前調整ができた。</p>
16	航空管制業務のモデル化	<p>東京大学との共同研究では、航空管制官出身の研究者が主として担当し、これまで明確に記述されていなかった航空管制官の業務について電子航法研究所のリアルタイムシミュレーション施設を使い、共同でシナリオの作成や測定、解析を行った。この結果はPSAM（確率論的安全性評価・管理に関する国際会議）などの国際学会で共著発表した。この研究を通し、航空管制現場の管制官と大学との交流を深め、航空管制研究の裾野を広げることができた。また、参加した学生は管制官のタスク管理の面から修士論文をまとめることができた。</p>
17	発話音声による歯科臨床におけるストレスの解析	<p>当所においては得ることが不可能であった、最終的な利用者の声や、彼等からのリクエストを得ることが可能となっており、製作するシステムのユーザビリティの著しい向上を果たすことが可能となった。</p>
18	光・ミリ波マーカ及び航法援助装置の開発	<p>（株）レンスターとの共同研究の成果のうち1件が特許となった。それに基づく、量産品を製作するための技術の検討を行い、保有する特許の活用に繋がった。</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とるべき措置

2.4 共同研究・受託研究等

19	無指向性アンテナを用いた航空機監視の研究	民間共同研究先からの人員の協力を得て、データ収集等が出来た。適宜、明確な役割分担の上で共同研究を実施したことにより、役務作業を大幅に縮小することが可能であった。また、特許の共同出願に向けて前進することが出来た。
20	小型航空機の安全運航支援に関する研究	JAXA との共同研究に基づき、米国アラスカ州での UAT 評価実験が実施できた。これにより ADS-B 方式の実運用に関する知見だけでなく、国外での実験実施手法などのノウハウが得られた。
21	疑似距離平滑化のためのサイクルスリップ検出法	相互の観測データ、解析知識の利用による効率的解析を行うことができています。
22	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の統計データの取得及びその解析を分担し、また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分担し、それぞれの得意分野を担当することにより、航空用データ通信の伝送特性を明らかにするとともにその性能を改善する研究を効率的に進めることが可能となった。
23	ミリ波計測システムに関する研究	海上技術安全研究所では船舶の着陸支援用ミリ波レーダを開発中である。このレーダの性能向上、高機能化に電子航法研究所のヘリコプター用障害物探知ミリ波レーダに関する知見が活用された。一方、電子航法研究所では周波数、回路構成等が異なるミリ波レーダに関する技術資料が得られた。
24	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、観測が開始された。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、電離層擾乱の伝播による GNSS への影響のメカニズム解析への貢献が期待できる。
25	東洋医学の診察所見と音声情報との関係	当所においては得ることが不可能であった、最終的な利用者の声や、彼等からのリクエストを得ることが可能となっており、製作するシステムのユーザビリティの著しい向上を果たすことが可能となった。

(2) 受託研究の実施

① 平成 18 年度受託研究の実施状況

外部組織からの研究の委託要請を積極的に受け入れ、平成 18 年度は、受託等を 19 件実施した。外部競争的資金による研究を含め、受託契約の収入額（契約金額）は、約 269,400 千円となった。

No	受託件名	受託内容	委託者区分
1	平成 18 年度 JTIDS 等国内展開基準の作成委託	JTIDS と民間航空用無線機器との干渉防止策のための技術基準の策定を行う。	国
2	消防防災ヘリコプター広域応援基幹ルートに関する実証飛行事業における飛行実証試験支援	ヘリコプターに測定機器を搭載し、モデル・ルート飛行中に GPS/MSAS データを収集し、結果の評価を行う。	民間
3	ヒューマンエラー事故防止技術に関する研究	リアルタイムに運転手の心身状態の評価を行い、交通事故等危険状態（過労、過緊張、緊張感の喪失、等々）を未然に早い段階で回避することを可能とするシステムを実現するための研究開発を行う。	国
4	高精度測位補正技術に関する研究	準天頂衛星を用いて、メートル以下の精度を実現する高精度測位システム用測位補正技術の確立に必要なアルゴリズム等を開発する。	国
5	発話音声の収集と解析	実際の列車運転士を用いて、列車運転士の勤務を模擬した実験を行い、発話音声の有効性や実場面での応用方法検討するための、音声データを収集し、解析する。	民間

6	状況・意図理解によるリスクの発見と回避【科振費】	交通移動体の運転員の状態に基づいた潜在的危険状態への移行を防止する技術を開発し、事故の抜本的低減を図る。	国
7	平成18年度(集団研修)航空通信・航法・監視(CNS)技術セミナーに係わる研修	JICAの研修生を受入れ、CNS研修を実施する。	民間
8	マイクロ波レーダの電波特性解析	初速測定レーダの電波特性を解析する。	民間
9	平成18年度(国別)フィリピン新CNS/ATMに係わる研修	フィリピン航空保安大学の教官(管制官及び管制技術官)4名によるCNS/ATM研修を実施する。	民間
10	東京国際空港マルチラテレーション導入評価委託	東京国際空港の管制支援機能の一部として計画されているマルチラテレーション監視システムに関する性能評価及びASDEとのデータ統合技術の開発を行う。	国
11	モードSトランスポンダ信号品質調査	モードSの信号波形を受信・記録し、品質を解析することによりモードS地上レーダに正常に捕捉できない現象の原因究明を行う。	国
12	スケールダウンモデルによる羽田LDAの電波影響調査	羽田新滑走路供用開始に合わせ、LDAを円滑に運用するため電波影響調査を行う。	民間
13	ARTSデータ変換作業	羽田空港のレーダ解析記録を、ウィンドウズのアプリケーションで解析可能な情報(レーダ航跡情報)に返還する作業を行う。	国
14	MSAS性能向上策に関する調査	現在のMSASに対して実施可能な各種の性能向上策により、APV-I実現の可能性について様々な角度から検討する。	国
15	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	最適な衛星通信回線の設定方法に関するシミュレーション解析を行い、当該回線の最大取扱機数及び許容遅延時間等の通信処理能力を求める。	民間
16	滑走路誤進入防止灯火システムの基礎調査	滑走路状態表示灯システム(RWSL)開発に向けシミュレーション調査を実施し、課題抽出を行う。	国
17	433MHz帯アクティブICタグによる電磁放射に関する実測調査	433MHz帯アクティブタグの導入に当たり、その電波が航行援助無線施設及び機上航法システムに与える影響を評価し、実用化の指針を考察する。	国
18	マルチラテレーション整備基本設計に関する支援業務	マルチラテ整備基本設計支援として羽田に導入予定のシステムに関する技術的アドバイス及び平成19年度以降のフェーズへの提言を行う。	民間
19	LLZ積雪影響低減調査委託	青森空港において、LLZ前方の積雪による進入コース変位のデータ収集及びシミュレーションを行い、除雪方法の基準案を取り纏める。また滑走路路肩の雪山とコース誤差との関係も検証する。	国

② 高精度測位補正技術に関する研究

【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、精密軌道決定方式、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 21 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試験を行う。

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 18 年度の成果】

平成 18 年度は下記項目を実施した。

1. 高精度測位補正情報リアルタイム生成・配信システム用ソフトウェア製作
2. プロトタイプ受信機（利用者装置に相当）製作



【補正情報リアルタイム生成・
配信システム外観図】



【プロトタイプ受信機外観図】

③ ヒューマンエラー事故防止技術の開発

【研究の概要】

陸・海・空の各交通モードにおける輸送機器の高速化と大型化を伴った輸送量の大幅な増大にも拘らず、様々な安全技術による装置や設備を導入することで今日の安全水準は実現されてきた。しかしながら、事故発生件数を低減させるために次に実施すべき対策や、安全水準を確実に改善する手法等は明らかにはなっていない。すなわち、従来技術の延長線上にある手法では更なる安全水準を向上させることは困難であり、従来技術と相補的に利用可能な安全技術の開発とその実用化こそが、将来における安全水準の向上に必要不可欠であると考えられる様になっている。

十数年来、多くの事故はヒューマンファクタに起因すると言われて来っており、運転席等のデザインの改善等、今日まで継続的に様々な安全性の向上を目指した試みや取り組みが行われているが、未だ明確な成果は得られてはいない。このことは、将来的に交通の安全性の向上を図ろうとする場合には、スタティックなヒューマンファクタの管理によるだけでは不十分であり、ダイナミックに、時間的にはミクロスコピックに、ヒューマンファクタを管理する技術の開発と導入が必要不可欠であることを意味していると考えられる。

本研究においては、運転者の業務環境における発話音声等から、その都度その都度の

運転者の心身状態や運転環境状況を評価し、ヒューマンエラーの発生を検出してその訂正や復旧を行うのではなく、ダイナミックにヒューマンファクタを管理することにより、交通事故や、更には事故に繋がる可能性のある様々な危険状態を、未然に、できるだけ時間的に早い段階で回避することを可能とするシステムの研究開発を行う。本研究成果は、普遍的な予防安全技術としての性格を有するものであり、今年度までの実験結果より、過労に起因するヒューマンエラーの殆どを防ぐことは十分に可能と考えられる。本予防安全技術は、大事故の発生確率を大幅に低減するものとなることが期待される。

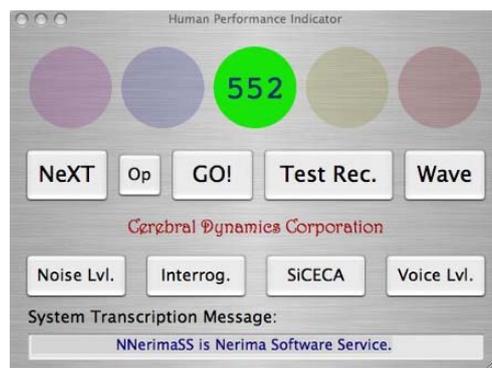
【平成 18 年度の成果】

平成 18 年度の時点で 80kg 以上であったプラットフォーム重量を 10kg 程度（電源部を除く）まで軽量化及び簡易化することに成功した。これを広く使用することで、これまで以上に幅広いデータを取得できるようになり、より多くの状況下での測定が可能となった。平成 19 年度にトラックに搭載するなど、そのポータビリティを活かした実験を予定している。なお、ソフトウェアのオペレーティング・システム上への実装は共同研究者により行われているものである。

上記トラックを利用した実験を実施するため、マイクロフォンやマイクロフォン・アンプ等の信号処理装置の周辺に係る構成部品について、装置の実用化に向けての機能向上を進めた。また、平成 17 年度迄に収集したデータに加えて実車により収集したデータを用いた数値シミュレーションを実施し、信号処理パラメータの最適化を含め信号処理アルゴリズムの改修も進めた。



【可搬型発話音声分析装置
セレアメーター】



【メニュー画面】

④ その他の受託研究

1. 東京国際空港マルチラレーション導入評価委託

【概要】

東京国際空港では再拡張に向けた航空管制システムの整備が進められており、今後予想される交通量の増大ならびに地上管制の複雑化に対応するために、飛行場管制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計画されている。

マルチラレーションとは、既存の空港面探知レーダ（ASDE）が持つ問題点を克服できる特徴を持つ監視システムであり、ASDE と組み合わせて運用することにより、空港面監視の機能、性能及び信頼性を大幅に改善できることが期待されている。

当研究所では、我が国におけるマルチラレーションの導入に向けて仙台空港において評価システムの開発評価を進めてきており、国土交通省航空局からの委託を受けて、平成 16 年度から東京国際空港へのマルチラレーション導入調査を実施している。

本調査は、東京国際空港に評価システムを設置して事前検証を行い、ASDE との相互補完機能も含めた最適な導入形態を提案するものである。本年度に実施した主な調査内容は以下のとおりである。

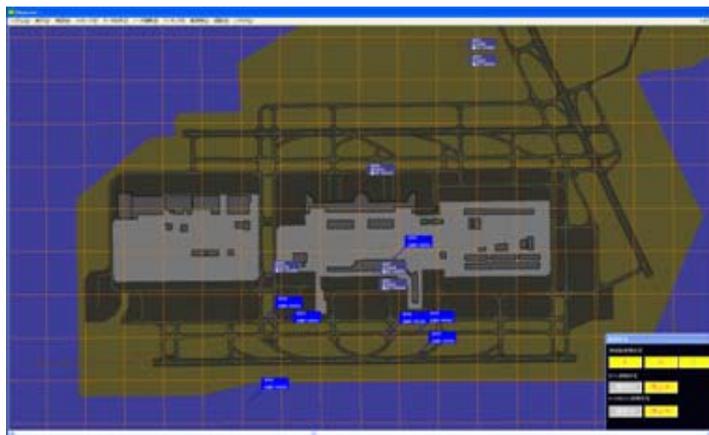
- ・ 評価システムへの改善策の適用
- ・ 改善策適用後の性能評価
- ・ ASDE との相互補完の機能評価
- ・ 管制官による運用評価

【平成 18 年度の成果】

前年度の評価において判明した問題に対して、その改善策を評価システムに適用して性能試験を行った。試験の結果、前年度と比較して性能劣化が生じるエリアが減少して、各滑走路とその周囲では欧州の性能要件を満たしていることが確認できた。

東京国際空港にて運用されている ASDE を接続して相互補完に関する機能試験を行った。試験の結果、相互補完の諸機能が正常に動作していることが確認できた。

管制塔に設置した表示画面を管制官がモニタすることによる運用評価試験を行った。評価の結果、識別情報の自動表示等、マルチラテレーションの有効性が確認された。



【マルチラテレーション表示画面例】

2. 433MHz 帯アクティブ IC タグによる電磁放射に関する実測調査

【概要】

現在、経済のグローバル化や国際水平分業の展開によって航空貨物需要は増大を続けており、その需要の増大に対応できる迅速性が航空貨物輸送に求められているところである。その一方、米国で起きた同時多発テロ以降のセキュリティー対策の強化は、セキュリティーチェック等のために要する時間により航空貨物輸送の特色である速達性を損なわせる一因となっている。

このような状況の下、円滑で効率的な航空貨物輸送サービスレベルの実現とセキュリティーレベルの確保、向上を図るために航空貨物輸送業務の電子管理化が必要であると考えられている。

本調査は、国際物流業務の電子管理化において標準規格になりつつある 433MHz 帯アクティブ IC タグシステムの航空貨物輸送への活用方法が検討されている状況を踏まえ、アクティブ IC タグの電波特性について調査を行い、その電磁放射を測定して航空無線機器に対する電磁干渉を分析するものである。具体的な作業は下記のとおり。

- ・ 433MHz 帯アクティブ IC タグの電波特性に関する調査
- ・ 433MHz 帯アクティブ IC タグの電磁放射測定及び分析
- ・ 航行援助無線施設（ILS 及び VOR 等）との電磁干渉に関する調査及び分析
- ・ 433MHz 帯アクティブ IC タグの疑似信号発生方法の考案

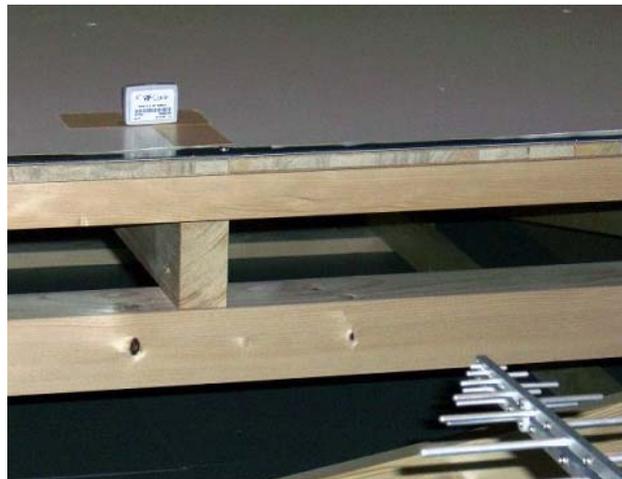
【平成 18 年度の成果】

433MHz 帯アクティブ IC タグの例として、2 種類タグからの電磁放射を電波無響室内で測定した。また、航行援助無線施設との干渉の可能性検討のため、羽田空港内の電波環境を測定した。その結果以下が明らかとなった。

- 調査した 2 種類のタグは、その基本周波数（433.92MHz）で米国航空無線技術委員会（RTCA）の DO-160E の電磁放射基準を超える強い電波を放射した。したがって、航空機内の経路損失試験や各機上装置に対する電磁干渉試験によってこれらタグの影響をさらに調査する必要がある。
- 2 種類のタグでは基本周波数の倍数となる周波数でも強い電波が観測された。これらの中には RTCA DO-160E の電磁放射基準を超えるものがあった。よって、これらタグを航空輸送で使用するためにはタグからの調波成分を抑圧する必要がある。
- 鍵付きタグのように同一仕様でも形状や設置方法等で電波特性が大幅に異なるタグがあることから、IC タグによる電磁干渉を検討するためには、仕様調査のみでなく放射電波に関する実測データが必要である。
- IC タグから放射される電波のパルス幅はきわめて狭いため、複数のタグを狭い範囲で使用したとき、それらからの基本波が重畳し強い電波が生じる確率は低い。また、複数のタグを用いた場合にはさらに強い調波成分が検出された。
- 羽田空港内で観測された種々の電波に比べタグからの電波はきわめてレベルが低いことから、タグと空港の無線施設との電磁干渉の可能性はきわめて低いと言える。



【試験した鍵付き IC タグの例】



【IC タグからの電磁放射測定風景】

3. モードSトランスポンダ信号品質調査

【概要】

現行の航空管制用レーダ（SSR：二次監視レーダ）は、過密空域において管制卓のレーダ画面に架空の標的（ゴースト）が発生する等の問題があることから、精度が高く情報伝達量も多い「モードS」型に移行することがICAO（国際民間航空機関）で提唱され、我が国においても、羽田再拡張等による航空交通量の増大に対応するため、国際標準に基づきモードSへの移行を順次進めている。

我が国において、SSRモードS地上レーダ運用開始後、航空機を正常に捕捉できない現象が多数観測された。同様の現象が諸外国からも報告されたことから、モードSトランスポンダ（自動応答装置）が経年変化により性能が劣化しているとの判断のもと、航空局は、該当機の運航者に個別の改善指導を行うとともに、内外の航空運送事業者に対し、該当するトランスポンダについて、精密点検など必要な措置を講ずるよう航空情報（サーキュラー）を発出した。この様な中、該当機の運航者から試験を行っても異常が見つからないとの報告もあることから、実運用のモードSトランスポンダの信号波形を受信・記録し、その品質を解析することによりSSRモードS地上レーダに正常に捕捉できない現象の原因究明を行う必要がある。本調査において、下記を実施することとなった。

- ・信号品質記録装置の製作
- ・信号品質データベースの作成
- ・信号品質の解析
- ・国際協力活動の支援

【平成18年度の成果】

当研究所で実施している信号環境測定に関する研究成果を活用し、モードSトランスポンダの応答信号を受信記録し分析するための信号品質記録装置を製作した。この装置は1090MHz帯用受信機を持ち、従来型のモードA/C応答信号やモードS応答信号その他の信号を受信する。この受信機出力信号を数分毎に2秒間連続して記録し、記録された信号を再生しながらモードS応答信号を抽出する。抽出した信号を詳細に分析し、その信号周波数や信号波形などの信号品質を測定分析できる。さらに、受信信号を解読することで送信したモードSトランスポンダ固有の識別番号（モードSアドレス）を得ることができる。実際のレーダとは異なり時間をかける後処理が可能であるため、実時間動作が要求されるレーダ等より高い信号検出能力や応答符号解読能力を実現できたため、異常な信号も検出解読が可能である。

記録されたモードS応答信号を分析した結果、一部の信号は、パルス受信波形に異常が見られた。正常な応答信号は台形パルスであるが、三角形の波形のものや平坦部が異常に振動している規格外信号の例もあり、送信機やアンテナ給電回路等の劣化が予想される。また、一部の信号は、送信中に信号周波数が変化しており、機器の電源回路や信号発生回路等の劣化が予想される。さらに、モードSトランスポンダが自発的に送信するスキッタ信号は受信されるが応答信号が受信されない例もあり、この場合はモードSトランスポンダが持つ質問信号受信回路の劣化が予想される。

航空局のSSRモードSに受信障害が見られる航空機について航空局より適宜信号分析の依頼を受け、その信号を抽出し症状を分析して航空局に報告した。この活動により、航空局のSSRモードSに発生する受信障害の原因を明らかにし、今後の異常な信号への対応策などを立案する基礎データを得ることができた。さらに、航空局は、得られたデ

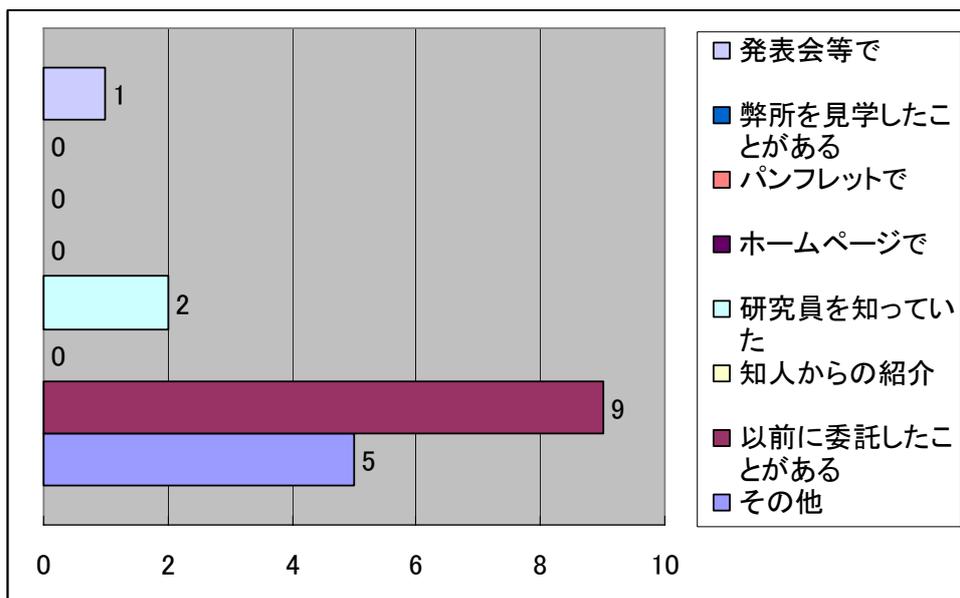
ータを元に航空機の運航国や ICAO アジア太平洋地域事務所と連携を取り、国際的な信号品質改善活動を推進する根拠とすることができた。

また、この測定システムを改善し、信号品質データベースを拡充することにより、多くの応用機器の開発が期待される。例えば、運用中の航空機毎に信号品質の劣化状況を追跡し、規格外信号の発生などが近々予想される兆候の検出が可能になると見込まれる。これにより、SSR 受信障害が発生する前に余裕を持って臨時の機器検査を勧告する信号品質維持管理システムなどの開発の基礎とするなど、将来の研究への活用も期待される。

⑤ 顧客満足度調査の実施と反映

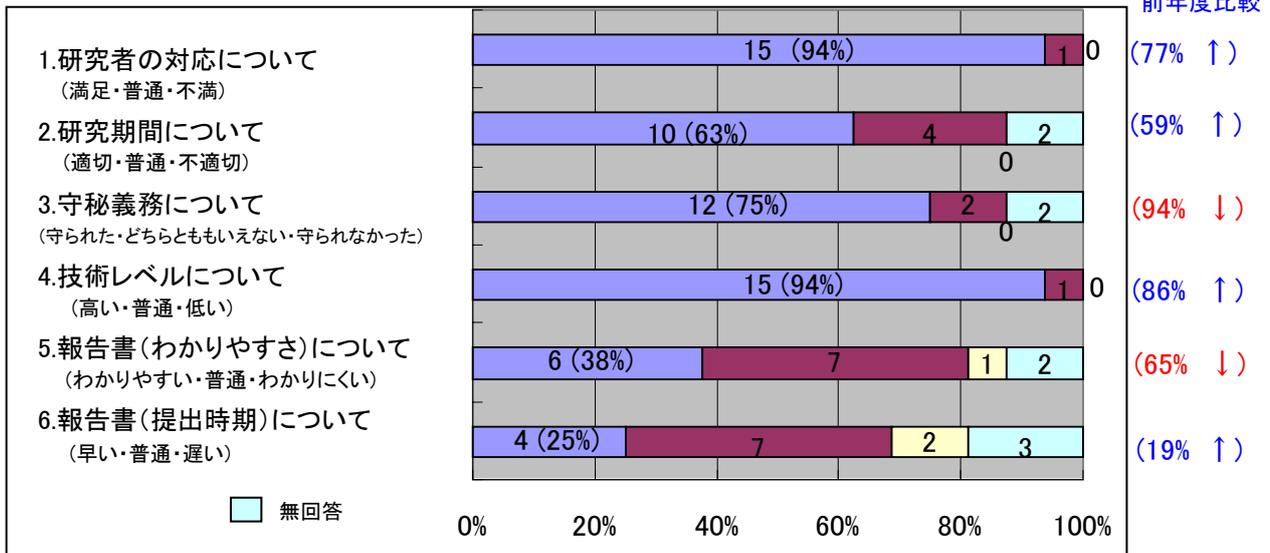
全受託契約 19 件に対し、文部科学省・科学技術振興調整費による総合政策局からの委託（継続研究 2 件）を除く 17 件の委託契約者にアンケートを送付し、16 件の回答（回答率：94.1%）を得ることができた。アンケート結果（ご意見等を含む）から、技術力の高さと、長年の蓄積ノウハウに関して十分満足いただけた。本年度の課題として、①契約の流れをよりスムーズに行うため、委託者に対しては、分かり易い説明に心がけること、②報告書の記述には専門用語を分かり易く解説することが上げられ、次年度においては、これらを踏まえて対応することとした。

質問 1：研究受託を行っていることを、どのようにして知ったか？（複数選択可）

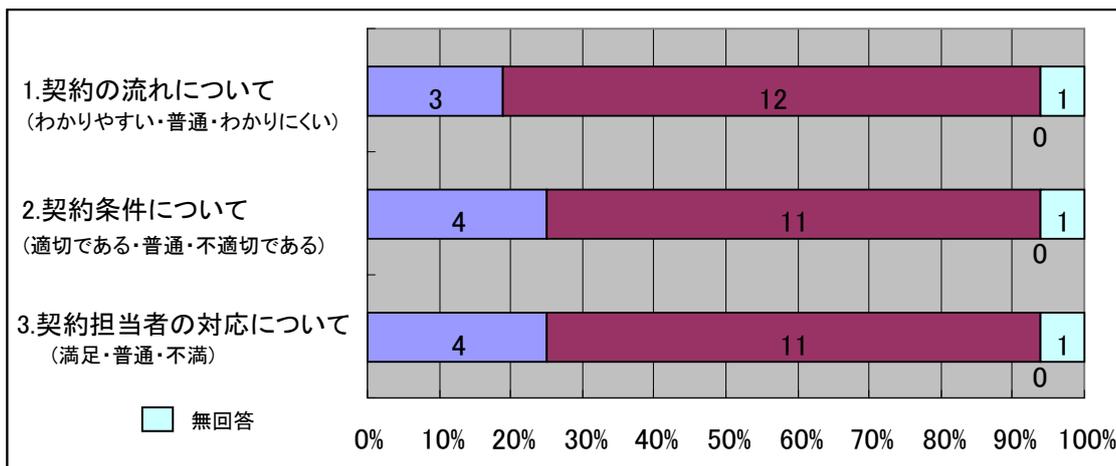


(単位：件)

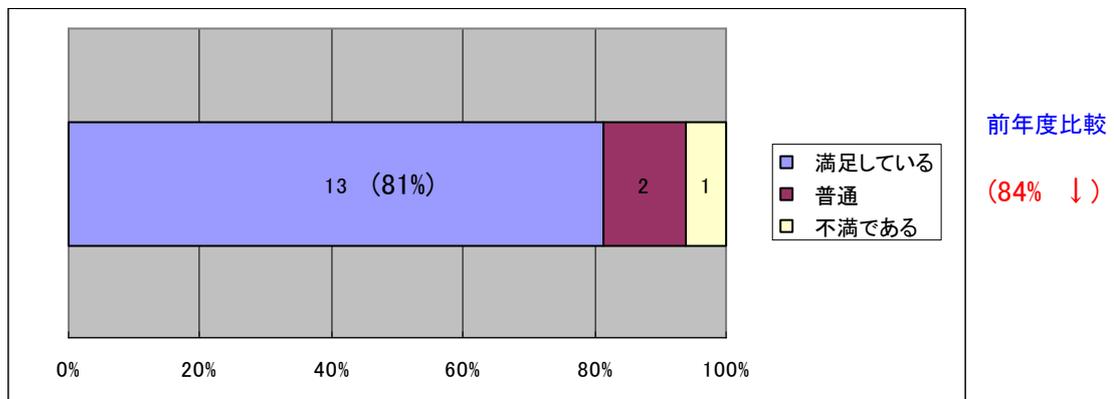
質問 2：研究の実施状況について



質問 3：契約関係手続きについて



質問 4：受託研究の成果に対して満足しているか？



* 不満であるの1件は、積雪時の実験が今年度の少雪で出来なかったことによるものであった。

⑥ 競争的資金への応募

平成 18 年度の外部競争的資金への応募研究は、以下の表のとおり。鉄道建設・運輸施設整備支援機構「運輸分野における基礎的研究推進制度」に、東大、東北大と当研究所との共同で「航空管制のヒューマンファクタに関する基礎研究」を応募し、採択された。

No.	競争的資金名	課題名	参画機関 (◎：研究代表)	採択
1	平成 18 年度 運輸分野における基礎的研究推進制度	航空管制のヒューマンファクタに関する基礎研究	◎東京大学 東北大学 電子航法研究所	○ 採択
2	平成 18 年度 運輸分野における基礎的研究推進制度	計器着陸システムのモニタの 高信頼化の研究	◎ 電子航法研究所 青森大学	
3	平成 18 年度 宇宙医学委託研究	長期閉鎖隔離環境滞在に対する精神心理的な 適応の評価手法に関する研究	◎電子航法研究所	
4	平成 19 年度 日本学術振興会外国人特別研究員	ミリ派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	◎電子航法研究所	
5	平成 19 年度 科学研究費補助金 基盤研究 (A)	ドライビングシミュレータを用いた事故防 止対策評価用プラットフォームの構築	◎芝浦工業大学 電子航法研究所 鉄道総合研究所	
6	平成 19 年度 科学研究費補助金 基盤研究 (C)	発話音声による心身状態監視技術の制度向 上を目的とする母音のカオス性の研究	◎電子航法研究所	
7	平成 19 年度 科学研究費補助金 基盤研究 (C)	地上デジタル放送による GPS 位置補正デー タ受信実験	◎富山商船高等専門学校 電子航法研究所	
8	平成 19 年度 科学研究費補助金 基盤研究 (C)	各種過敏反応による医療従事者への疲労度 とその評価に関する基礎的研究	◎東京医科歯科大学歯学部付属病院 電子航法研究所	
9	平成 19 年度 科学研究費補 萌芽研究	医療従事者のための発話音声による自己心 身状態管理システム開発を目的とする基礎 研究	◎東京医科歯科大学 昭和大学 電子航法研究所	
10	平成 19 年度 科学研究費補助金 基盤研究 (C)	伝統医学の診察法を活用した新しい健康支 援システムの開発	◎被験者明治鍼灸大学 電子航法研究所	
11	独創的シーズ展開事業 (大学発ベンチャー創出推進)	発話音声による自己パフォーマンス評価装 置の開発	◎電子航法研究所 セレブラルダイナミックス (株)	

(3) 研究者・技術者の交流会等の開催

他機関・行政との密接な連携と交流を円滑に推進するとともに、様々な技術議論を広く行う場として、平成 18 年度は、以下の 9 件の技術交流会を開催した。

① 第 1 回研究交流会 (4/18) 『世界と日本にみる空港容量と航空機輸送実績』

(財) 日本航空協会の方から、過去 10～20 年間の航空機輸送実績を、講演者自身が解析した結果を元に客観的な解説を加えて説明して頂いた。現状の空域の混雑原因、今後の羽田の容量不足予想など定量的な解説が理解し易く、当研究所で実施している ATM 関連の研究がまさに直面している緊急課題であることが認識できた。



【第 1 回研究交流会の様子】

② 第 2 回研究交流会 (6/14) 『航空保安業務の包括的評価と再構築 (案) : CARATS (キャラッツ)』

国土交通省航空局管制保安部保安企画課 調査官に次世代航空交通システムの長期計画について講演をお願いした。講演の内容は、以下のとおり。

- ・ 次世代航空交通システムの検討の背景について
- ・ ICAO、欧米の長期計画について
- ・ CARATS (the Comprehensive Assessment on the Restructure of the Air Traffic Services) の検討について

現在、検討が進められている航空交通システムの長期の将来構想について、欧米の動向もまじえての説明であり、関係機関が共同して長期計画作成に取り組んでいる状況が理解でき、電子研の長期ビジョンの検討にも弾みとなった。

③ 第 3 回研究交流会 (7/28) 『ENAC (仏国立航空学院) の紹介等』

フランス国立航空学院 (ENAC) の留学生 Remi Schwartz (レミ・シュワルツ) 氏から、研修終了報告を兼ねて、ENAC の紹介などが講演された。当研究所は、ENAC から継続的に研修生を受け入れることとなっている。当研究所で行った研修成果 (「地理的条件を考慮した SSR モード S の監視性能の解析」) が、ENAC でも生かされることを期待したい。



【ENAC 紹介プレゼン資料より】

【第3回 研究交流会の様子】

④ 第4回研究交流会(8/1) 『今後のRNAV 整備課題』

航空局 RNAV チームの研究所視察に合わせて、RNAV チームによる講演会を開催した。RNAV 整備に関して、航空局で進められているロードマップ具体化の検討状況、ICAO での検討状況 (RNAV と RNP の違い)、国際的な RNAV 仕様、RNAV に関する名称の統一化、将来の方向性等々が説明された。航空局の方々には当研究所で実施している研究に関する施設見学をして頂き、意見交換を行った。航空局からは、当研究所の研究活動に対する更なる期待が表明された。



【第4回 研究交流会の様子】

⑤ 第5回研究交流会(8/22) 『空域関連業務の動向』

国土交通省航空局 管制保安部管制課空域調整整備室長を迎え、空域に関する最新の航空局の動き・考え方についてご説明して頂いた。



【第5回 研究交流会の様子】

⑥ 第6回研究交流会(1/16) 『DSNAとENRI(電子研)の講演会』

フランスの研究機関(DSNA)からの講演と電子航法研究所の研究者による以下の講演を行い、技術交流を深めた。

1. General presentation of OPAS-TMA
2. Cristal Paris study
3. Operational studies in Paris
4. Tokyo draft model and study capability



【第6回 研究交流会の様子】

⑦ 第7回研究交流会(2/7) 『空港面の安全対策 ～飛行場管制支援機能の拡充～』

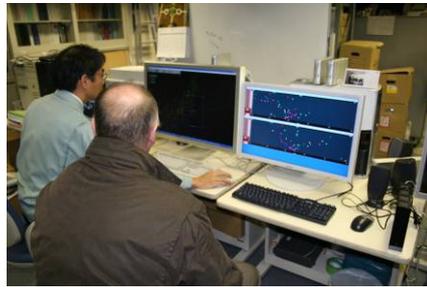
国土交通省航空局 管制保安部管制情報システム室の調査官から、当研究所において研究されているA-SMGCに最も関連している、ARTSシステムの飛行場管制支援機能についての講演がなされた。航空局の整備している現運用システムの機能を理解することにより、A-SMGC研究課題として今後、どのような機能が空港面の管制に必要とされているのか再認識することが出来た。



【第7回 研究交流会の様子】

⑧ 第8回研究交流会(2/14) 『EEC(ユーロコントロール実験センター)との意見交換』

ヨーロッパの研究機関であるEECからマネージャーを迎え、当研究所の研究者との意見交換会を開催した。EECからは、ARDEP(Analysis of R&D in European Programmes)に関する、プレゼンテーションがあり、当研究所からはATMの研究課題についての研究報告がなされた。本交流会により、電子研の研究テーマに関する情報が、ARDEPデータベースに登録されることになり、今後はEEC内において、当研究所の研究情報が発信されることとなった。



【第8回 研究交流会の様子】

⑨ 第9回研究交流会(3/7) 『電子航法研究所の長期ビジョンについて』

当研究所においては、平成18年度より、研究所の長期計画・長期ビジョンの検討を始めたところであるが、研究企画統括より下記の経緯を踏まえ、取りまとめられた中間報告について所内職員に対して説明を行った。

- ・ 平成18年7月25日「独立行政法人電子航法研究所長期ビジョン検討委員会規程」を制定
- ・ 平成18年7月27日上記施行、「第1回長期ビジョン検討委員会」の開催
- ・ 平成18年8月31日「電子航法研究の長期ビジョンに関する調査」(2ヶ年計画)を研究計画として承認
- ・ 平成18年10月31日～ 欧米におけるCNS/ATM研究に係る実態調査の実施
- ・ 平成19年3月7日 研究交流会において中間報告

(4) 連携大学院制度の活用

平成18年4月より東京海洋大学との連携大学院制度により以下を開始した。

- 大学院海洋科学技術研究科 博士前期課程に航法電子工学と交通管制工学に関する科目を開設した。
- 博士後期課程に海上電波通信・監視工学及び交通安全工学に関する連携講座を開設した。
- 当研究所の連携講座担当教員(客員)3名による講義を行った。

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

- 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。
- 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。
- ③査読付論文を80件以上提出すること。
- 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。
- ⑤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。

- 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。

[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

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、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。

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。

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。

[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

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、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、特許流通フェア等を活用し、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。

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。

- ・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。
- ・16件程度の査読付論文の採択を目指す。
- ・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。

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。その一環として、平成17年度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、国際ワークショップ等の開催に向けて関係機関と開催内容等、必要な検討を行う。

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、研究所が参加しているICAO（国際民間航空機関）会議に関する技術情報のデータベース化と当該情報の提供を行う。

ICAO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。

- ・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。

2.5.2 年度計画における目標設定の考え方

- ・研究活動における発明については、知的財産権による保護が必要であると判断される場合は特許等の申請により、権利化を図ることとした。また、研究所が保有する特許については、積極的に広報活動を実施することで、その活用を促進することとした。
- ・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が中期目標に掲げられていることから、年度計画にもこれを記載した。
- ・査読付論文については、80件以上提出することが中期目標に設定されていることから、平成18年度は16件程度の採択を目指すこととした。
- ・ホームページについては、提供する情報の内容を充実させることにより、研究所の活動に対する理解を高めることとした。

- ・ 従来から実施しているイベントを今年度も継続することとし、研究発表会、研究講演会、研究所一般公開、「空の日」事業への参加をそれぞれ1回実施することとした。
- ・ 平成17年度から実施している企業等への公開講座については、好評を博していることから、平成18年度も継続して実施することとした。
- ・ 国際協力については、海外からの留学生や研修生を積極的に受け入れることとした。
- ・ 中期目標において、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が記載されていることから、研究所が参加するICAO会議における技術情報を提供できるようにすることとした。
- ・ 国際会議等における発表を240件以上実施することが中期目標に掲げられていることから、平成18年度においては、48件以上発表することとした。
- ・ ICAO（国際民間航空機関）会議に関する技術情報をENRIのホームページに掲載・公開することとした。

2.5.3 当該年度における実績及び中期目標達成に向けた次年度以降の見通し

(1) 知的財産権

① 研究成果の知的財産権による保護

今中期目標期間においては、「量から質へ」との方針に基づき、平成18年度は延べ5回の発明審査会を実施した。平成16年度以降に登録した特許については、その維持経費も必要となることから、今年度は以下の取組みを実施した。

- ・ 発明審査会において、海外出願（PCT）、国内出願のそれぞれの有益性を比較できるよう企画会議において、特許出願に係るフローを検討し、発明時出願審査要領の書式を変更した。
- ・ 保有する特許の維持計画を検討するため、出願費用及び今後の維持経費について保有する特許に関するデータ整理を行った。
- ・ 発明者への補償金支払規定及び職務発明等取扱規程を見直し、研究員のインセンティブを考慮しつつ、経費節減となるように改正した。
- ・ 次年度以降、弁理士との契約形態については、期間契約ではなくスポット契約とすることで経費節減を図ることとした。

② 平成18年度出願特許と取得特許

平成18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。

（出願特許数：4件、登録件数：12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	2006-332972	平成18年 12月11日	無線航法システムにおける信頼性指示装置	—	単独
2	2006-335349	平成18年 12月13日	衛星航法システムにおける衛星航法軌道情報の伝達方法及びそれらの装置	—	単独
3	2007-092826	平成19年 3月30日	外部雑音改善型発話音声分析システム	(財)鉄道総合技術研究所 セレブラルダイナミックス(株)	共同
4	2007-092827	平成19年 3月30日	発話音響環境対応型発話音声分析システム	(財)鉄道総合技術研究所 セレブラルダイナミックス(株)	共同

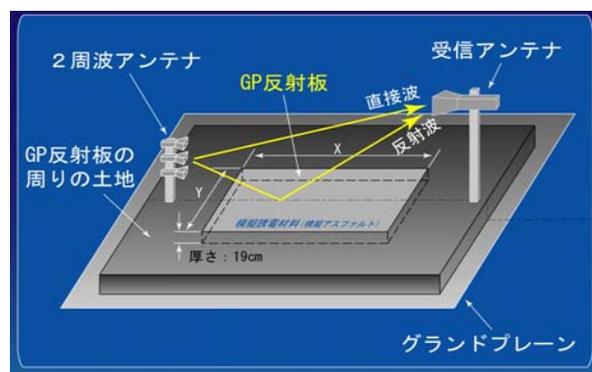
<特許登録一覧表>

No.	登録番号	登録日	特許件名	請求項	保有形態	持分比
1	10-0596099	平成 18 年 6 月 25 日	心身診断システム (PCT 韓国)	11	共同	25%
2	3822619	平成 18 年 6 月 30 日	全方向性を有する誘電体レンズ	11	共同	50%
3	3826191	平成 18 年 7 月 14 日	移動体測位方法及び移動体誘導方法	16	単独	100%
4	3840520	平成 18 年 8 月 18 日	電波反射体を用いた移動体の航法方法	8	単独	100%
5	3845426	平成 18 年 8 月 25 日	電波装置	9	共同	50%
6	106483	平成 18 年 10 月 31 日	カオス論的診断感度増感装置 (PCT シンガポール)	6	共同	75%
7	3874295	平成 18 年 11 月 2 日	高周波信号のデジタルIQ検波方法	2	単独	100%
8	202992	平成 18 年 11 月 6 日	カオス論的診断感度増感装置 (PCT インド)	6	共同	75%
9	104553	平成 18 年 11 月 12 日	カオス論的脳機能診断装置 (PCT シンガポール)	8	共同	25%
10	3888688	平成 18 年 12 月 8 日	航空管制用インターフェース装置、その制御方法及びコンピュータプログラム	10	共同	50%
11	3899391	平成 19 年 1 月 12 日	航空交通シミュレータ	4	共同	50%
12	10-699042	平成 19 年 3 月 16 日	カオス論的脳機能診断装置 (PCT 韓国)	8	共同	25%

③ 特許の活用

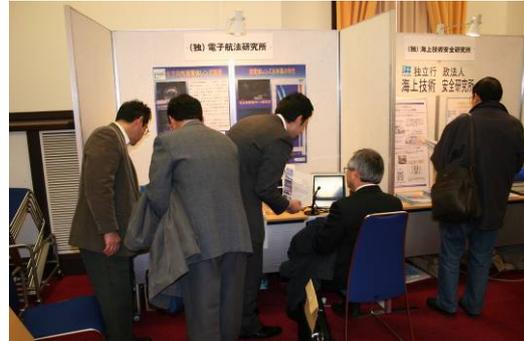
成田国際空港株式会社 (NAA) で、計器着陸装置 (ILS) のひとつの施設であるグライドスロープ (GS) モニタ反射面に係る「航空機等の進入コースの変動を防止する積層構造体」の発明 (特許第 3588627 号) が利用されることとなり、特許収入を得た。今後、成田国際空港株式会社において、当該施設を整備する際に本特許が利用される場合、1 施設毎に特許収入が見込まれる。

本発明では、ILS におけるグライドパスが形成する進入コースをモニタするための電波反射体 (地面) の積層構造を適正化することにより、融雪時等のモニタ誤動作を軽減することが可能となることから、平成 17 年度以降、航空局でも本発明 (電波反射体の積層構造の適正化) を利用した ILS を北海道、東北地方の空港から逐次、導入しているところである。



【ILS GP 反射板に係る特許の概念】

- 平成19年2月19日に京都大学吉田キャンパス 百周年時計台記念館において、「平成18年度国土交通先端技術フォーラム」が実施された。本イベントには講演の他に展示コーナーが設けられており、各研究所等がパネル等の出展により広報活動を実施する場となっている。当研究所からは、昨年引き続き2年目の参加であるが、「発話音声による疲労検出システム」のデモンストレーション及び「全方向性誘導体レンズ装置」の2件を展示し、広報誌、要覧、知的財産パンフレットを配布することにより、電子航法研究所のPR活動の一環として有効であった。



【国土交通技術先端フォーラムの様子】

(2) 広報・普及・成果の活用

① 研究課題の発表状況

平成18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様に、合計133件となっており、各研究課題においては、1回以上の発表を実施し目標を達成している。

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	5
		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	3
		RNAV 経路導入のための空域安全性評価の研究	3
	指定 A	ATM システム・パフォーマンスの予備的研究	5
		空域の安全性の定量的評価手法に関する研究	22
	指定 B	航空路管制業務のタスク分析及び作業負荷・負担の研究	2
		新航空管制システムの構築に関する基礎研究	1
基礎	無指向性アンテナを用いた航空機監視の研究	1	
C N S 領 域	重点	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	14
		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
		航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究	4
	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	8
	指定 B	マルチリファレンス高精度測位方式の研究	1
		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	3
		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	1

	基礎	GPS 観測データを用いた対流圏遅延量の準リアルタイム推定に関する研究	1
		高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究	1
		航空航法における GPS の脆弱性の研究	1
機上等領域	重点	無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究	4
		航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究	11
		携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究	5
		SSR モード S の高度運用技術の研究	4
	指定 A	航空機衝突防止装置の運用状況に関する研究	5
		スケールモデルによる ILS 高度化のための実証的研究	2
		後方乱気流の研究	4
		小型航空機の安全運航支援に関する予備的研究	2
		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	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	3
A-SMGCS_PT	重点	A-SMGCS システムの研究	9
関東空域再編_PT	重点	今後の管制支援機能に関する研究	1

②査読付論文

平成 18 年度に発行された査読付論文は、以下の 24 件となっており、目標値 16 件を大幅に上回っている。

No.	表題名（和訳）	発表機関・刊行物名
1	On the Effects of ADS Along-Track Position Estimation Errors on Longitudinal Collision Risk (ADS 縦方向位置推定誤差の縦方向衝突リスクに及ぼす影響)	第 8 回確率論的安全性評価・管理国際会議 (International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management (PSAM8))
3	TASK ANALYSIS AND COGNITIVE PROCESS MODELLING OF A CONTROLLER IN ENROUTE AIR TRAFFIC CONTROL	第 8 回確率論的安全性評価・管理国際会議 (International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management (PSAM8))
2	高速シミュレーションによる空港面容量評価の一方法	日本航空宇宙学会論文誌第 54 巻 630 号
4	航空路管制業務におけるレーダー管制官のタスク分析と認知モデル構築に関する研究	ヒューマンインタフェース学会論文誌 Vol. 8 No. 2, 2006
5	A RESEARCH ON TASK ANALYSIS FOR ENROUTE AIR TRAFFIC CONTROL	Proceedings of the 8th International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management
6	複数の平行経路における横方向オフセットの横方向衝突危険度への影響	日本航海学会論文集第 116 号
7	Airspace Safety Assessment for Implementation of the Japanese Domestic Reduced Vertical Separation Minimum (日本における国内短縮垂直間隔導入のための空域安全性評価)	12th International Congress of IAIN
8	GPS 広域補強システムのプロトタイプ評価	電子情報通信学会論文誌 B Vol. J89-B No. 7

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

2.5 研究成果の普及、成果の活用促進等

9	航空機からの GPS 掩蔽 (えんぺい) 観測による大気屈折率計測	電子情報通信学会論文誌 B Vol. J89-B No. 7
10	擬似衛星の対流圏遅延補正モデルの評価	電子情報通信学会論文誌 B Vol. J89-B No. 7
11	Implementation of Prototype Satellite-Based Augmentation System (SBAS) (プロトタイプ SBAS の実装)	IGNSS Symposium 2006 (International GNSS Society)
12	Quasi-real-time Signal Delay Estimation of Remote Synchronization System for Onboard Crystal Oscillators (搭載水晶発振器の同期システムのための準リアルタイム信号遅延推定)	ISTS: International Symposium on Space Technology and Science
13	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
14	Augmentation Performance of QZSS L1-SAIF Signal (準天頂衛星 L1-SAIF 信号による補強性能)	米国航法学会 国内技術会議 (ION/NTM 2007)
15	Performace of Requirement of Velocity Estimation for Airborne-based Downward-looking GPS Occultation (航空機からのダウンルッキング GPS 観測の速度推定に関する性能要件)	米国航法学会 GNSS 会議 (ION/GNSS 2006)
16	Preliminary Analysis of Ionospheric Delay Variation Effect on GBAS due to Plasma Bubble at the Southern Region in Japan (日本南方域におけるプラズマバブルによる電離層遅延変動の GBAS への影響調査の初期解析)	米国航法学会 国内技術会議 (ION/NTM 2007)
17	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
18	ACAS 受動測位における時間検出方式の検討	電子情報通信学会論文誌 B
19	Performace of obstacle detection and collision warnig system for civil heicopters (民間ヘリコプターのための障害物探知・衝突警報システムの性能)	Enhaced and Synthetic Vision 2006, Proceedings of SPIE
20	Millimeter-Wave Radar for Rescue Helicopters (救急ヘリコプターのためのミリ波レーダ)	IEEE ICARCV 2006 (International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision) (米国電気学会 制御、自動化、ロボット工学、映像における国際会議)
21	Numerical Analysis of Electromagnetic Field Distributions in Typical Airplane (典型的航空機内の電磁界分布に関する数値解析)	IEEE 2006 年アジア・パシフィック移動体通信技術会議 (APWCS)
22	Fresnel reflector antennas for MM-wave helicopter obstacle detection radar (ミリ波ヘリコプター障害物探知レーダ用フレネル反射板アンテナ)	The first European Conference on Antennas and Propagation EuCAP2006 (アンテナ伝播に関する第 1 回欧州国際会議)
23	航空交通管制シミュレーションシステムの開発	電子航法研究所報告 No. 115
24	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

③ ホームページの充実

平成 18 年度は最新情報をタイムリーに発信できるようにするため、6 ヶ月間の派遣職員の協力を得ることとした。新たな取組みとして、第 48 次越冬隊に参画している当研究所の新井研究員からの南極観測レポートを随時公表した。また、所内においては、情報公開に係る手続きを簡略化できるようガイドラインを作成した。次年度は、アクセス増を目指し、通年の派遣職員の協力と技術資料の公表の充実を目指す。

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
 2.5 研究成果の普及、成果の活用促進等



【電子研ホームページ : <http://www.enri.go.jp/>】



【<http://www.enri.go.jp/research/nankyoku/nankyoku.html>】

④ 研究発表会

6月7・8日、海上技術研究所講堂で定例となる研究発表会を開催した。初日来場者数：206名、二日日来場者数：182名（延べ388名、前年度29%減少）であった。平成18年度研究発表会の開催後のアンケートとして、「発表に対する関心度」、「内容が一般的に役立つか」、「説明の解りやすさ」等を集計し、ホームページにも公表した。平成19年度研究発表会に向けては、「より解りやすいプレゼンテーション」とするため、外部講師を招き、日本語プレゼンテーション研修を実施し、平成19年度研究発表会に向けた取組みを行っている。

平成18年度研究発表会の発表内容は次表のとおり。

(一覧表)

No.	講演内容	所属領域
1	交通流の分散による垂直方向衝突リスクの低減	航空交通管理領域
2	MTSAT 運用下での縦方向衝突リスクの推定	航空交通管理領域
3	実時間シミュレーションにおける航空管制通信量の一解析	航空交通管理領域
4	単純な空域モデルにおける交通密度と管制空域デザイン要件	航空交通管理領域
5	航空管制における管制指示の分析	航空交通管理領域
6	高度変更量に着目した航空交通流における容量値計算方法の検討	航空交通管理領域
7	航空交通管理のパフォーマンス測定ツールの試作	航空交通管理領域
8	同一滑走路の到着機交通流における着陸回数	航空交通管理領域
9	旅客が持ち込む電子機器による航空機への影響	機上等技術領域
10	融雪変動を最小化する GP モニタ特性	機上等技術領域
11	ASAS 関連機器の研究動向と要件追加の提案	機上等技術領域
12	プリントアンテナレーダの送電線検出性能	機上等技術領域
13	発話音声による疲労評価実験の手法と結果	機上等技術領域
14	航空衛星データ通信における伝送遅延時間の分布	通信・航法・監視領域
15	航空無線への CDMA 方式の適用可能性	通信・航法・監視領域
16	GBAS インテグリティの一検討 ～長期データの収集と解析～	通信・航法・監視領域
17	MSAS のアベイラビリティ向上	通信・航法・監視領域
18	ソフトウェア GPS+SBAS 受信機の開発	通信・航法・監視領域

19	2周波SBASの検討	通信・航法・監視領域
20	準天頂衛星による広域DGPS補強実験システムの開発	通信・航法・監視領域
21	モードS信号を用いた受動監視のマルチパス誤差評価	機上等技術領域
22	マルチラレーション監視システムの導入調査(1) ー東京国際空港におけるマルチラレーション評価についてー	通信・航法・監視領域
23	マルチラレーション監視システムの導入調査(2) ーASDEとの接続による相互補完機能についてー	通信・航法・監視領域
24	A-SMGCシステムの監視機能の開発について	機上等技術領域



【H18 研究発表会 会場】



【展示場風景】

平成18年度 第6回研究発表会 アンケート集計

H18年6月1日、2日に開催しました研究発表会で、来場者の皆様にご協力いただいたアンケート結果は以下のとおりとなりました。皆様からのご意見を参考に、来年の発表会に活かしたいと思います。アンケートにご協力いただき、誠にありがとうございました。

電子航法研究所 企画課

アンケート回収数： 109
(来場者数：6月1日 206人 / 6月2日 182人)

■・・・は回答の多かったもの

イ. あなたの所属先は

企業	67
公団・協会	10
官庁	25
教職員	1
報道機関	0
学生(院生含む)	0
その他	6

＊関連分野の方はその職種

通信	26
航法	40
監視	26
航空交通管理	21
その他	17

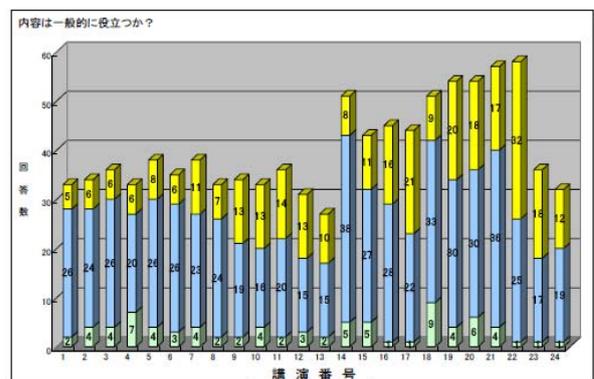
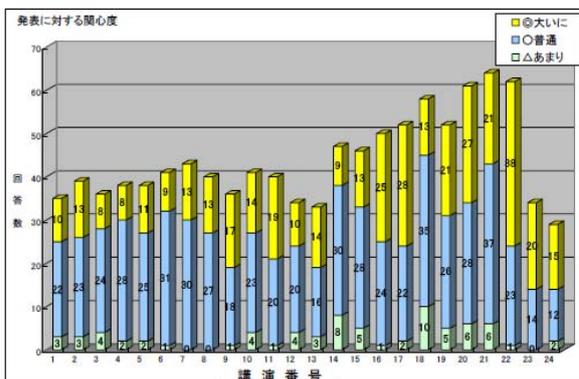
ロ. 研究発表会をどこで見たか

案内状	46
ポスター	5
ホームページ	27
知人の紹介	18
その他	13

ハ. 研究発表会の来場は何回目か

初めて	35
2回目	20
3回目	14
4回目	10
5回目	7
6回目以上	23

ニ. お聞きになった講演とその感想



⑤ 研究講演会

2月9日大手町サンケイプラザホールにて「最新のアビオニクスと航空交通管理」をテーマに第2回研究講演会を開催した。エアバス・ジャパン株式会社 飛行訓練・運行支援リーダー キャプテン ユーゴ・ペレズ氏の「A380 アビオニクス」及び日本航空インターナショナル 運航本部 運航技術部 山本憲一氏の「B737-800 アビオニクス」の講演は、今後導入される航空機の機上装置の技術解説として非常に有効なものであった。入場者数 134 名と盛況な講演会となり、来客者アンケートの結果、回答数 73 名のうち 63 名の方から、有意義であったとの回答を得ることができた。



【研究講演会の様子】

⑥ 研究所一般公開

毎年、当研究所では、科学技術週間に合わせ海上技術安全研究所及び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 18 年度は 4 月 23 日（日）に実施した。来場者数（三研総数）は、2,561 名（昨年度比 △1,177 名）と、昨年度より来場者数は減少したものの、平成 11 年度からの過去 8 回開催された中では、3 位（1 位 17 年度、2 位 16 年度）という結果であった。

<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

- ① 静止衛星型衛星航法補強システムの研究
- ② 電波無響室
- ③ 航空管制シミュレーションシステム
- ④ 航空機監視システム
- ⑤ 紙飛行機大会
- ⑥ 音声疲労診断
- ⑦ 航法システムの研究

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
面白かった	148	138	237	127	272	163	103
つまらなかった	22	32	19	6	17	32	18
見なかった(無回答)	893	893	807	930	774	868	942



【イベント一番人気となった紙飛行機大会の様子】



【行列となった音声疲労診断の様子】

⑦ 「空の日」事業への参加

<9月10日 仙台空港祭への参加>

仙台空港祭は、平成7年度から9月20日の空の日にあわせて実施され、今回で12回目となる。昨年度までは、空港ターミナルエリアとサウスエプロン地区において広範囲に実施されていたが、今年度より規模の縮小が図られ空港ターミナルエリアのみでの開催となった。

今年度は、仙台空港の待合室で研究機材の展示及び紙飛行機作成を行った。空港祭の規模が縮小されたこともあり、当研究所の展示を見学した人数は、267名という結果であった。しかし、電子航法研究所のブースが空港の到着ロビー横、団体旅行待合い場所に向かい合う場所に位置したおかげで空港利用客に電子航法研究所のアピールができた。

<10月15日 調布飛行場まつりへの参加>

お祭りの雰囲気でも盛り上がる中、予想以上の参加者が来場され、長い間立ち止まっての見学が難しい程盛況であり、特に子供たちには人気があった。ENRIの新グッズとして「クリアホルダー」、「要覧」、「ビーチクラフト B99 型紙飛行機」などを配布し、以下の展示を行った。見るだけで理解できるようなパネル展示の方法などまだまだ勉強すべきところもあるが、次年度も電子航法研究所のアピールに繋げていくこととした。

- 「実験用レーダデータ表示システム」の展示
- 「発話音声によるストレス・レベル評価装置」のデモ展示
- 「研究紹介パネル」の展示



【調布飛行場空の日の様子】

⑧ 広報誌及び研究成果の普及

当研究所では、広報誌『e-なび』を発刊し、研究成果の普及を目指して活動をしている。平成 18 年度は、編集方針を抜本的に見直し、新企画の記事を掲載していくこととした。第 9 号から第 12 号まで計 4 回発行し、10 月に発行した第 10 号以降、研究成果活用レポート、特許情報、職員からのメッセージ、ENRI ニュース、研究発表一覧、国際活動状況等、新企画による記事を掲載した。

平成 18 年度は、電子研究所報告、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 238 件実施した。以下にその内訳を示す。

所外発表件名	18 年度実績数	備考
電子広報研究所報告の発行	2	
要覧の発行	1	
年報の発行	1	
広報誌（e-なび）の発行	4	No. 9, No. 10, No. 11, No. 12
国際会議、国際学会等（ICA0、国際会議等）	53	ICA0、米国航法学会 等
国内学会講演会、研究会等	86	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）	10	日本航海学会論文誌 等
学会誌、協会誌（学会誌）	8	電波航法研究会誌 等
協会誌	16	航空無線、日本ヘリコプタ技術協会会報 等
国交省報告	15	
その他 （委員会資料：財団法人など外部組織の委員会）	19	航空振興財団 全天候航法方式小委員会、電気学会 次世代位置情報技術調査専門委員会 等
著書	1	
その他 （上記のいずれにもあたらないもの）	22	
その他 （受託研究報告書）	(18)	(注)
合計	238	

(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という考えからは除く。

⑨ 出前講座

今年度は合計 4 回の出前講座を開催した。

<5 月 19 日 羽田空港出前講座>

当研究所研究員が直接赴き講演や展示を行う「出前講座」の第 4 回にあたる。東京空港事務所第 1 庁舎 2 回 A 会議室において、航空交通管理とヒューマンファクターをメインテーマとし、フローコントロールや管制通信の現状と将来等を中心に講演を行った。

羽田での実施は 2 回目となるが、参加者も多く、CAB 関係



【羽田出前講座の様子】

者、エアライン関係者など皆熱心に聴講、質問されていた。質問の内容では、羽田で昨年度長く実験を行っていたマルチラテレーションに関するものが多かった。

<7月20・21日 仙台空港出前講座>

東京航空局仙台空港事務所で実施し、A-SMGCSについて講演と機材の実演（経路生成ツール、音声認識ツール、滑走路誤進入検出ツール）を行った。当研究所とはA-SMGCSプロジェクトの開始より実験・調査等で関わりの深い仙台空港の関係者に当研究所の取組み状況を紹介し、さらなる理解を深めていただくことで今後のプロジェクト運営の円滑化を図ることが目的である。



【仙台出前講座の様子】

主な聴講者として仙台空港事務所関係者を想定し、輪番勤務者が参加しやすいように2日間にかけて同じ講座を2回計画したこともあり、航空保安大学校岩沼研修センターから研修生及び各職種教官の聴講者も多く、また、航空測候所や海上保安庁などからも参加者があり、活発な意見交換が行われた。講演に対して技術的な質問が積極的に寄せられたばかりでなく、機材デモンストレーションに対する関心も高かった。また教官及び研修生からのこのような機会をもっと作って欲しいという意見が多く寄せられた。



【仙台出前講座の様子】

<9月13日 関西地区 SDECC 出前講座>

大阪近郊の官署（大阪航空局、大阪・関西・八尾・神戸空港、神戸衛星センター）からの参加を募ったが予想より少ない参加者であった。講演内容がATM関連であったことから、現場の担当職種が限られたことが要因としては大きかったようである。講演内容等は以下のとおり。

- ・ フローコントロールと空域容量について
- ・ 航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法について
- ・ 大規模情報処理基盤のソフトウェア・デザイン
- ・ ATNの概要
- ・ 実験機材展示（デモンストレーション）



【SDECC 出前講座の様子】

<12月4日 福岡管制部 ATMC 出前講座>

ATMC の講座内容及び実験機材デモンストレーションは以下のとおり。

- ・ 実時間シミュレーションにおける航空管制通信量の一解析
- ・ 効率的なデータ通信のための管制卓 GUI デザイン
- ・ 航空交通管理のパフォーマンス測定手法について
- ・ MSAS 航法の性能
- ・ 発話音声による疲労検知システム
- ・ 航空交通シミュレータを利用した業務負荷及び通信負荷の評価手法
- ・ レーダデータ表示プログラムについて

福岡航空交通管制部・ATM センターにて、ACC 管制運用室、ATM 運用室などの施設を見学することができた。最新システムの現況を認識することができ、今後の研究に資する貴重な情報を得ることができた。



【ATMC 出前講座の様子】

⑩ ATS(Air Traffic Service) シンポジウムへの参画

10月21日 羽田空港事務所において、第28回 ATS シンポジウムが開催された。本シンポジウムは、管制官とパイロット間の意思疎通を図り、安全向上に資する目的で航空交通管制協会が、年に1度、開催しているものである。今回は、「安全で効率のよい運航と航空管制」をテーマとし、操縦士約80名、管制官約80名、その他の参加者を含めると総勢約200名の参加者であった。電子航法研究所が平成18年度に運輸分野における基礎的研究推進制度による競争的資金を獲得し、実施した「航空管制ヒューマンファクタに関する基礎研究」のヒューマンファクタに関する研究は、管制官及びパイロット、またその境界領域に係るものであることから、当研究所の研究者が、「管制のパフォーマンス指標と教育等」の講演を行った。本研究の航空管制官のワークロードに係る研究成果は、教育担当者及びエアラインの方々からの好評を得た。

(3) 国際協力等

① 海外研修生(留学生)への技術指導

- ・ 平成17年度に受け入れたENAC(フランス国立民間航空学院)からの留学生(平成18年2月27日～7月28日)に対し、『地理的条件を考慮したSSRモードSの監視性能の解析』という研究テーマを与え、SSRモードSによる監視性能評価ソフトウェアの製作指導を行いながら、実験結果とソフトウェアモデルの比較検証を行わせた。本技術指導において、SSRシステムの原理・特性を習得させるとともにソフトウェア製作においては、MATLABやJAVA言語なども習得させ、製作した解析ツールを用いたデータ解析を実施した。本ツールは、モードS評価ツールとして有用なものとなっている。

- ・ 研修の成果については、所内において研究交流会を開催し発表する場を設けた。SSRレーダ覆域図と取得した実レーダ監視データの比較評価結果についての発表がなされ、レーダ性能の詳細を示す正確な覆域図の作成に寄与するものであった。



【留学生研修修了式の様子】



【留学生研修 修了証書】

- ・ 平成 17 年度、平成 18 年度と ENAC との留学生の育成における国際協力関係が充実していることもあり、平成 19 年 2 月/3 月より ENAC からの研修生 2 名を受け入れ、「民間航空機内の電波環境に関する研究」及び「衛星航法システムの性能解析に関する研究」の指導を開始した。

② 国際ワークショップ開催

- ・ 電子情報通信学会の宇宙・航行エレクトロニクス研究会 (SANE: Space, Aeronautical and Navigational Electronics) では、学会の国際化活動の一環として、2005 年度より年 10 回の研究会のうち 1 回を WSANE (Workshop for Space, Aeronautical and Navigational Electronics) と称し、海外でワークショップを実施している。今年度は、4/9-4/12 に中国の西安 (Xian) にある西安電子科技大学 (Xian Univ.) で開催した。電子航法研究所は、本ワークショップを後援し、研究発表による参加の他、運営委員を派遣するなど、ワークショップの開催準備・運営に積極的な協力を行っている。平成 19 年度も引き続き開催される WSANE を後援する計画である。



【委員長挨拶の様子】



【会議室での講演の様子】

- ・ 本中期期間のワークショップの開催として、平成 20 年度に ATM をメインテーマとする

ことを研究所内にて決定し体制を整えた。今後、関係者との調整に入る。

③ ICAO 会議等への技術情報提供

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、国土交通省航空局の職員がパネルメンバーに登録されており、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員が“パネルメンバーのアドバイザー”として協力している。

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）の策定を行っている。周波数要件に関する部会など5つの作業部会（WG:Working Group）が設けられている。

◆ A S P ・ 航空監視パネル

二次監視レーダ SSR の機能拡張や関連するデータリンクと衝突防止装置の国際標準・勧告方式（SARPs）・運用方式・ガイダンスマテリアル及び周波数要件の作成等を行うことを目的として設立されたパネル。監視システム一般の技術的調査や標準案作成等も行っている。2つの作業部会（WG）が設けられている。

◆ 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。

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。平成18年度は、ICAO が主催する会議において、以下20件の発表を実施した。

No.	表題名（和訳）	ICAO 会議名	発表場所	発表年月日
1	Analytical Results of Unauthorized Aircraft Address Measursd by Aircraft Address Monitoring System （航空機アドレス監視装置による不適切な航空機アドレスに関する解析結果について）	ICAO SCRSP WG-B	カナダ モントリオール市	2006/5/1-12
2	ACAS II Operational Monitoring Report on the effect of RVSM in Japan （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）	ICAO SCRSP WG-A	カナダ モントリオール市	2006/5/1-4
3	Impact of ATC transponder transmission to onboard GPS-L5 signal environment （ATC トランスポンダの送信が機上の GPS-L5 信号環境に与える影響）	ICAO SCRSP WG-A	カナダ モントリオール市	2006/5/4

4	Proposed Corrections to the GBAS Residual Tropospheric Uncertainty equation (GBAS SARPsにおける大気遅延の残留誤差に関する式の訂正について)	ICAO NSP WG1.2	ベルギー ブリュッセル市	2006/5/8-19
5	Simulation for Air Traffic Prediction in NOPAC under 50NM Longitudinal Separation Minimum (50NM 管制縦間隔基準におけるNOPACでの交通流予測のためのシミュレーション)	ICAO SASP-WG/WHL/9	カナダ モントリオール市	2006/5/22
6	Safety Assessment Prior to Implementation of 50NM Longitudinal Separation Minimum in R220 and R580 (R220とR580ルートにおける50NM管制縦間隔基準の事前安全性評価)	ICAO SASP-WG/WHL/9	カナダ モントリオール市	2006/5/22
7	Frequency Assignment Planning Criteria For VDL Mode 2,3 and 4 (VDLモード2,3及び4周波数割当基準)	ICAO APC WG-B/20	カナダ モントリオール市	2006/5/29-31
8	ATN IP Sub-Network Interface Development by the Electronic Navigation Research Institute (電子研におけるATN-IPサブネットワーク・インターフェースの開発について)	ICAO ACP WG-N	ベルギー ブリュッセル市	2006/7/6
9	CPDLC Connection Test Between the FAA and ENRI (FAAと電子研間でのCPDLC接続試験)	ICAO ACP WG-N	ベルギー ブリュッセル市	2006/7/6
10	Part of ASP report on signal environment (信号環境に関するASP報告の一部)	ICAO/ASP/TSG	フランス トゥールーズ市	2006/7/25-27
11	Evaluation results of multilateralation at Tokyo International Airport (羽田空港におけるマルチラテレーションの評価結果)	ICAO SCRSP TSG	フランス トゥールーズ市	2006/7/26
12	Self-Synchronized ADS in IP network (インターネットプロトコルネットワークにおける自己同期方式ADS)	ICAO ACP WGC	ベルギー ブリュッセル市	2006/9/18-22
13	Part of ASP status report for ANC on ACAS monitoring on its implementation and operation (ACAS実現と運用のモニタリングに関するASP状況のANCへの報告の一部)	ICAO ANC	カナダ モントリオール市	2006/9/30
14	Advanced Glide Path Near Monitor for All Weather Operation (ILSグライドパスフィールドモニタの全天候化)	ICAO NSP	カナダ モントリオール市	2006/10/12
15	ACAS II Operational Monitoring Report on the effect of RVSM in Japan, Second report of 2006. (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、2006年第2版)	ICAO SCRSP WG-A	神戸市	2006/11/6-10
16	Evaluation results of multilateralation at Tokyo International Airport (羽田空港におけるマルチラテレーションの評価結果)	ICAO ASP WG	神戸市	2006/11/8
17	Signal environment measurement with long time waveform recorder (長時間波形記録装置を用いる信号環境測定)	ICAO ASP/WG	神戸市	2006/11/12
18	Evaluation results of multilateralation at Tokyo International Airport (羽田空港におけるマルチラテレーションの評価結果)	ICAO ASP TSG	アメリカ フォートローダー ール市	2007/1/24
19	IPSNDCF Validation Experiment ENRI (電子研でのIPSNDCF検証実験)	ICAO ACP WG-N	タイ バンコク市	2007/2/1
20	A Concept of CAT III GBAS Requirement Based on Total System Error (TSE) (TSEに基づいたGBASの要件のあるコンセプト)	ICAO NSP WG1.2	インド デリー市	2007/3/6-16

④ その他の国際会議における発表

No.	表題名(和訳)	発表機関・刊行物名	発表場所	発表年月日
1	Results of an evaluation of a multilateralation with Radio On Fiber (光ファイバ伝送装置を使用したマルチラテレーションの評価結果について)	WSANE2006 (Workshop for Space, Aeronautical and Navigational Electronics)	中国 西安市	2006/4/9-12

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

2.5 研究成果の普及、成果の活用促進等

2	Overview of Methods of Aircraft Height Monitoring for the Safety of the Reduced Vertical Separation Minima (RVSM) Airspace (短縮垂直間隔 (RVSM) 空域の安全のための航空機の高度監視の諸方法の概観)	Workshop for Space, Aeronautical and Navigational Electronics (WSANE2006)	中国 西安市	2006/4/10-12
3	Performance of obstacle detection and collision warnig system for civil heicopters (民間ヘリコプターのための障害物探知・衝突警報システムの性能)	Enhaced and Synthetic Vision 2006, Proceedings of SPIE	アメリカ オークランド市	2006/4/17
4	Onboard measurement for multi-path echo (マルチパス反射波の機上測定)	JTIDS/MIDS Multi-National Working Group 2006, GNSS Subgroup	アメリカ タンバ市	2006/5/8
5	On the Effects of ADS Along-Track Position Estimation Errors on Longitudinal Collision Risk (ADS 縦方向位置推定誤差の縦方向衝突リスクに及ぼす影響)	第 8 回確率論的安全性評価・管理国際会議 (International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management (PSAM8))	アメリカ ニューオリンズ市	2006/5/14-19
6	TASK ANALYSIS AND COGNITIVE PROCESS MODELLING OF A CONTROLLER IN EN ROUTE AIR TRAFFIC CONTROL	第 8 回確率論的安全性評価・管理国際会議 (International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management (PSAM8))	アメリカ ニューオリンズ市	2006/5/15
7	A RESEARCH ON TASK ANALYSIS FOR ENROUTE AIR TRAFFIC CONTROL	Proceedings of the 8th International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management	アメリカ ニューオリンズ市	2006/5/17
8	MSAS Status (MSAS の状況)	第 12 回 SBAS 電離層会議	アメリカ ボストン市	2006/6/1-2
9	Quasi-real-time Signal Delay Estimation of Remote Synchronization System for Onboard Crystal Oscillators (搭載水晶発振器の同期システムのための準リアルタイム信号遅延推定)	ISTS: International Symposium on Space Technology and Science	金沢市	2006/6/4-11
10	Limiting Discontinuity of Surveillance Updates (監視更新の不連続性の制限)	ASAS-RFG および ICAS/ASP/ASAS-SG 会議	アメリカ ワシントン市	2006/6/12-16
11	Fatigue assessment of dental residents using voice analysis (発音音声分析技術を利用した歯科医師の疲労評価)	84th General Session & Exhibition of the IADR IADR: International Association for Dental Research	オーストラリア ブリスベン市	2006/6/28-7/1
12	Implementation of Prototype Satellite-Based Augmentation System (SBAS) (プロトタイプ SBAS の実装)	IGNSS Symposium 2006 (International GNSS Society)	オーストラリア ゴールドコースト市	2006/7/20
13	On flight tests of a millimeter-wave radar for obstacle detection (障害物探知のためのミリ波レーダの飛行試験について)	The Electromagnetic academy PIERS (Progress in Electromagnetics Research Symposium) 2006 (電磁気学学会電磁気学シンポジウム)	東京	2006/8/2-5
14	Numerical Analysis of Electromagnetic Field Distributions in Typical Airplane (典型的航空機内の電磁界分布に関する数値解析)	IEEE 2006 年アジア・パシフィック移動体通信技術会議	韓国 デジョン市	2006/8/24
15	Future Developments in ATM-Japan (ATM における今後の開発-日本)	25th ICAS (International Council of the Aeronautical Sciences) Congress	ドイツ ハンブルグ市	2006/9/3-8
16	Self-Synchronized ADS in IP network (IP ネットワークにおける自己同期方式 ADS)	NexSAT 第 8 回会議	ベルギー ブリュッセル市	2006/9/18-22
17	Airborne Surveillance Timeline in Japanese ADS-B WG Report (日本の ADS-B 作業部会からの機上監視導入日程)	ASAS-RFG および ICAS/ASP/ASAS-SG	アメリカ ワシントン市	2006/9/25
18	Performance of Requirement of Velocity Estimation for Airborne-based Downward-looking GPS Occultation (航空機からのダウンルッキング GPS 観測の速度推定に関する性能要件)	米国航法学会 GNSS 会議 (ION/GNSS 2006)	アメリカ フォートワース市	2006/9/27
19	Airspace Safety Assessment for Impliemention of the Japanese Domestic Reduced Vertical Separation Minimum (日本における国内短縮垂直間隔導入のための空域安全性評価)	12 th International Congress of IAIN	大韓民国 済州島	2006/10/19

20	Ongoing Analysis of Japanese ADS Message Data (日本の ADS データの現在の解析状況)	EUROCONTROL	ベルギー ブリュッセル市	2006/10/20
21	Fresnel reflector antennas for MM-wave helicopter obstacle detection radar (ミリ波ヘ リコプタ障害物探知レーダ用フレネル反射板アン テナ)	The first European Conference on Antennas and Propagation EuCAP2006 (アンテナ伝播に関する第1回欧州国 際会議)	フランス ニース市	2006/11/7
22	Comments on draft letter for RTCA/SC-159 to inform our activities (RTCA/SC-159に我々の活動を知らせるための書 簡案へのコメント)	MNWG-TI/GNSSSSG 会議	アメリカ アナポリス市	2006/11/27
23	Japan GBAS Status (日本の GBAS に関する状況)	International GBAS Working Group 5 Meetings	フランス トゥールーズ市	2006/11/28-30
24	GPS Data Collection, Analysis in ENRI and Possible Data Exchange (ENRIにおけるGPSデータ収集、解析と可能なデ ータ交換)	日本-台湾 航空局 ATS 技術会議	東京	2006/11/29
25	Onboard measurement for multi-path echo-Trials in 2006 (機上におけるマルチパス反射波測定-2006年の 試行)	MNWG-TI/GNSSSSG 会議および RTCA-SC159/WG6 合同会議	アメリカ ワシントン市	2006/11/29
26	Millimeter-Wave Radar for Rescue Helicopters (救急ヘリコプタのためのミリ波レーダ)	IEEE ICARCV 2006(International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision) (米国電気学会 制御、自動化、ロボッ ト工学、映像における国際会議)	シンガポール国	2006/12/2-6
27	ATM Performance Study in Japan (日本の ATM パフォーマンス研究)	JPDO Office	アメリカ ワシントン市	2007/1/8
28	Augmentation Performance of QZSS L1-SAIF Signal (準天頂衛星 L1-SAIF 信号による補強性能)	米国航法学会 国内技術会議 (ION/NTM 2007)	アメリカ サンディエゴ市	2007/1/23
29	Emission from Active IC Tags -Preliminary Result- (アクティブ IC タグからの放射-予備実験結果-)	RTCA SC-202	アメリカ ワシントン市	2007/1/24
30	Preliminary Analysis of Ionospheric Delay Variation Effect on GBAS due to Plasma Bubble at the Southern Region in Japan (日本南方域におけるプラズマバブルによる電離 層遅延変動の GBAS への影響調査の初期解析)	米国航法学会 国内技術会議 (ION/NTM 2007)	アメリカ サンディエゴ市	2007/1/24
31	Distinguish between TIS-B and ADS-R (TIS-B と ADS-R の区別)	ASAS-RFG 会議	ベルギー ブリュッセル市	2007/1/30
32	Calculation of Maximal Lateral Overlap Probability -Terminal RNAV STAR case- (最大横方向重畳確率の計算 -ターミナル RNAV STAR の場合)	EUROCONTROL	ベルギー ブリュッセル市	2007/3/9
33	Wideband measurement for multipath echo (マルチパス反射の広帯域測定)	MNWG-ENC07 / GNSSSSG 会議	チェコ プラハ市	2007/3/12

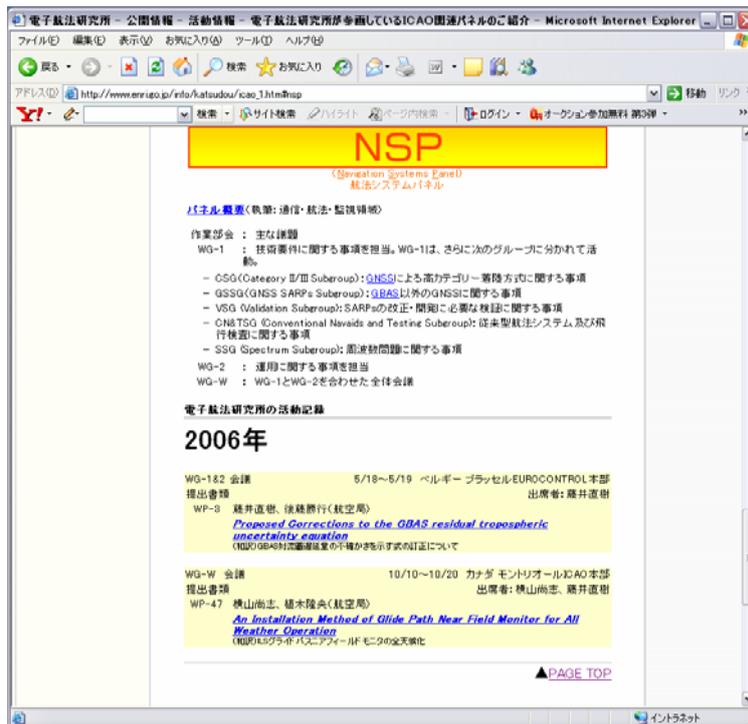
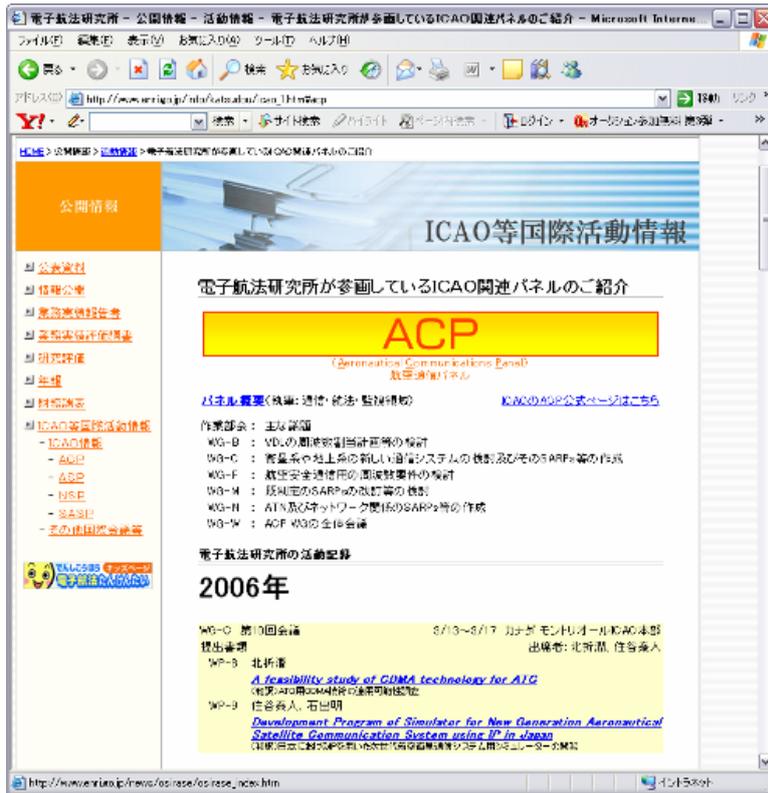
⑤ アジア地域の航空交通の発展に寄与するための研修等

- ・ 7/20 JICA による CNS 技術セミナーとして 7 名の研修を実施。
- ・ 9/26 フィリピン新 CNS/ATM 研修として 4 名の研修を実施。

⑥ ICAO 技術情報を ENRI のホームページに掲載・公開

- ・ ICAO 関連パネルの紹介ページを刷新し、当研究所が参画している ICAO (国際民間航空機関) 会議ワーキンググループ (WG) 別に分類し、その技術資料の精査を行い、平成 16 年以降に提出した技術資料を公開した。
- ・ 次年度以降、航空局等関係者の意見を反映し、継続更新していく予定である。

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
 2.5 研究成果の普及、成果の活用促進等



【当研究所ホームページ ICAO 等国際活動情報より】
http://www.enri.go.jp/info/katsudou/katsudou_index.htm

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。

①予算 別紙1（表1～表3）のとおり

②収支計画 別紙2（表1～表3）のとおり

③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、13百万円以上の利益を目指す。

(2) 平成18年度における財務計画は次のとおりとする。

①予算 別紙4（表1～表3）のとおり

②収支計画 別紙5（表1～表3）のとおり

③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、過去の実績を踏まえ、13百万円以上の利益を目指すこととした。
- ・ 中期計画に定めた財務計画に基づき、平成18年度の予算等を設定した。

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

平成18年度計画の予算において自己収入は13百万以上であるが、これに対して受託研究等により16,017,321円の自己収入を得た。自己収入は業務経費として12,807,000円を使用し、3,210,321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19年度計画の予算において自己収入は21.6百万以上の利益を目指すこととした。

平成 18 年度計画予算に対する決算額は、以下のとおり。（表 1. ～表 9.）

【平成 18 年度予算 決算額】

表 1. 予算 （総括）

平成 18 年度予算 決算額
（単位：百万円）

区 分	金 額
収入	
運営費交付金	1,687
施設整備費補助金	44
受託等収入	276
繰越金	0
計	2,007
支出	
業務経費	816
うち研究経費	816
施設整備費	44
受託等経費	254
受託管理費	6
一般管理費	52
人件費	702
計	1,874

【平成18年度予算 決算額】

表2. 予算（一般勘定）

平成18年度予算 決算額	
(単位：百万円)	
区 分	金 額
収入	
運営費交付金	626
施設整備費補助金	44
受託等収入	198
繰越金	0
計	868
支出	
業務経費	138
うち研究経費	138
施設整備費	44
受託等経費	186
受託管理費	4
一般管理費	40
人件費	418
計	830

【平成18年度予算 決算額】

表3. 予算（空港整備勘定）

平成18年度予算 決算額	
(単位：百万円)	
区 分	金 額
収入	
運営費交付金	1,061
施設整備費補助金	0
受託等収入	78
繰越金	0
計	1,139
支出	
業務経費	678
うち研究経費	678
施設整備費	0
受託等経費	68
受託管理費	2
一般管理費	12
人件費	284
計	1,044

【平成18年度予算 決算額】

表4. 収支計画（総括）

平成18年度収支計画 決算額

(単位：百万円)

区 分	金 額
費用の部	2,066
経常費用	2,046
研究業務費	1,232
受託等業務費	260
一般管理費	230
減価償却費	324
財務費用	0
臨時損失	20
収益の部	2,067
運営費交付金収益	1,427
手数料収入	0
受託等収入	272
資産見返負債戻入	336
施設費収益	28
雑益	4
臨時収益	0
純利益	1
前中期目標期間繰越積立金取崩額	2
総利益	3

【平成18年度予算 決算額】

表5. 収支計画（一般勘定）

平成18年度収支計画 決算額
（単位：百万円）

区 分	金 額
費用の部	818
經常費用	816
研究業務費	442
受託等業務費	190
一般管理費	155
減価償却費	29
財務費用	0
臨時損失	2
収益の部	820
運営費交付金収益	567
手数料収入	0
受託等収入	195
資産見返負債戻入	27
施設費収益	28
雑益	3
臨時収益	0
純利益	2
前中期目標期間繰越積立金取崩額	1
総利益	3

【平成18年度予算 決算額】

表6. 収支計画（空港整備勘定）

平成18年度収支計画 決算額

(単位：百万円)

区 分	金 額
費用の部	1,248
經常費用	1,230
研究業務費	790
受託等業務費	70
一般管理費	75
減価償却費	295
財務費用	0
臨時損失	18
収益の部	1,247
運営費交付金収益	860
手数料収入	0
受託等収入	77
資産見返負債戻入	309
施設費収益	0
雑益	1
臨時収益	0
純利益	△1
前中期目標期間繰越積立金取崩額	1
総利益	0

【平成18年度予算 決算額】

表7. 資金計画（総括）

平成18年度資金計画 決算額

(単位：百万円)

区 分	金 額
資金支出	2,386
業務活動による支出	2,199
投資活動による支出	182
財務活動による支出	5
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	1,967
業務活動による収入	1,923
運営費交付金による収入	1,687
受託収入	258
その他の収入	△22
投資活動による収入	44
施設整備費補助金による収入	44
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。

【平成 18 年度予算 決算額】

表 8. 資金計画（一般勘定）

平成 18 年度資金計画 決算額
(単位：百万円)

区 分	金 額
資金支出	982
業務活動による支出	944
投資活動による支出	35
財務活動による支出	3
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	827
業務活動による収入	783
運営費交付金による収入	626
受託収入	183
その他の収入	△26
投資活動による収入	44
施設整備費補助金による収入	44
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。

【平成18年度予算 決算額】

表9. 資金計画（空港整備勘定）

平成18年度資金計画 決算額

（単位：百万円）

区 分	金 額
資金支出	1,404
業務活動による支出	1,255
投資活動による支出	147
財務活動による支出	2
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	1,140
業務活動による収入	1,140
運営費交付金による収入	1,061
受託収入	75
その他の収入	4
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
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	3,140
施設整備費補助金	584
受託等収入	779
計	4,503
支出	
業務経費	748
うち研究経費	748
施設整備費	584
受託等経費	757
一般管理費	193
人件費	2,221
計	4,503

[人件費の見積り]

期間中総額1,789百万円を支出する。

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	5,175
施設整備費補助金	77
受託等収入	566
計	5,818
支出	
業務経費	3,732
うち研究経費	3,732
施設整備費	77
受託等経費	514
一般管理費	56
人件費	1,439
計	5,818

[人件費の見積り]

期間中総額1,169百万円を支出する。

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	3,970
経常費用	3,970
研究業務費	2,339
受託等業務費	757
一般管理費	812
減価償却費	62
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	3,970
運営費交付金収益	3,140
手数料収入	0
受託等収入	779
資産見返負債戻入	51
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	6,276
経常費用	6,276
研究業務費	4,867
受託等業務費	514
一般管理費	350
減価償却費	545
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	6,276
運営費交付金収益	5,175
手数料収入	0
受託等収入	566
資産見返負債戻入	535
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	4,503
業務活動による支出	3,911
投資活動による支出	584
財務活動による支出	8
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	4,503
業務活動による収入	3,919
運営費交付金による収入	3,140
受託収入	775
その他の収入	4
投資活動による収入	584
施設整備費補助金による収入	584
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	5,818
業務活動による支出	5,735
投資活動による支出	77
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	5,818
業務活動による収入	5,741
運営費交付金による収入	5,175
受託収入	552
その他の収入	14
投資活動による収入	77
施設整備費補助金による収入	77
その他の収入	0
財務活動による収入	0

【平成 18 年度計画】

別紙 4（表 1）

表 1. 予算（総括）

平成 18 年度 予 算

（単位：百万円）

区 分	金 額
収入	
運営費交付金	1,687
施設整備費補助金	50
受託等収入	249
繰越金	0
計	1,986
支出	
業務経費	907
うち研究経費	907
施設整備費	50
受託等経費	236
一般管理費	53
人件費	740
計	1,986

[人件費の見積り]

期間中総額 603 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 18 年度計画】

別紙 4（表 2）

表 2. 予算（一般勘定）

平成 18 年度予算

（単位：百万円）

区 分	金 額
収入	
運営費交付金	626
施設整備費補助金	50
受託等収入	155
繰越金	0
計	831
支出	
業務経費	151
うち研究経費	151
施設整備費	50
受託等経費	150
一般管理費	41
人件費	439
計	831

[人件費の見積り]

期間中総額 360 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 18 年度計画】

別紙 4（表 3）

表 3. 予算（空港整備勘定）

平成 18 年度予算
(単位：百万円)

区 分	金 額
収入	
運営費交付金	1,061
施設整備費補助金	0
受託等収入	94
繰越金	0
計	1,155
支出	
業務経費	756
うち研究経費	756
施設整備費	0
受託等経費	86
一般管理費	12
人件費	301
計	1,155

[人件費の見積り]

期間中総額 243 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 18 年度計画】

別紙 5（表 1）

表 1. 収支計画（総括）

平成 18 年度収支計画

（単位：百万円）

区 分	金 額
費用の部	2,207
経常費用	2,207
研究業務費	1,453
受託等業務費	236
一般管理費	240
減価償却費	278
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	2,207
運営費交付金収益	1,687
手数料収入	0
受託等収入	249
資産見返負債戻入	271
臨時収益	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。

【平成 18 年度計画】

別紙 5（表 2）

表 2. 収支計画（一般勘定）

平成 18 年度収支計画

（単位：百万円）

区 分	金 額
費用の部	802
経常費用	802
研究業務費	459
受託等業務費	150
一般管理費	168
減価償却費	25
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	802
運営費交付金収益	626
手数料収入	0
受託等収入	155
資産見返負債戻入	21
臨時収益	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。

【平成 18 年度計画】

別紙 5（表 3）

表 3. 収支計画（空港整備勘定）

平成 18 年度収支計画
(単位：百万円)

区 分	金 額
費用の部	1,405
経常費用	1,405
研究業務費	994
受託等業務費	86
一般管理費	72
減価償却費	253
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	1,405
運営費交付金収益	1,061
手数料収入	0
受託等収入	94
資産見返負債戻入	250
臨時収益	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。

【平成 18 年度計画】

別紙 6（表 1）

表 1. 資金計画（総括）

平成 18 年度資金計画

（単位：百万円）

区 分	金 額
資金支出	1,986
業務活動による支出	1,932
投資活動による支出	50
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	1,986
業務活動による収入	1,936
運営費交付金による収入	1,687
受託収入	247
その他の収入	2
投資活動による収入	50
施設整備費補助金による収入	50
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。

【平成 18 年度計画】

別紙 6（表 2）

表 2. 資金計画（一般勘定）

平成 18 年度資金計画

（単位：百万円）

区 分	金 額
資金支出	831
業務活動による支出	779
投資活動による支出	50
財務活動による支出	2
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	831
業務活動による収入	781
運営費交付金による収入	626
受託収入	155
その他の収入	0
投資活動による収入	50
施設整備費補助金による収入	50
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。

【平成 18 年度計画】

別紙 6（表 3）

表 3. 資金計画（空港整備勘定）

平成 18 年度資金計画

（単位：百万円）

区 分	金 額
資金支出	1,155
業務活動による支出	1,153
投資活動による支出	0
財務活動による支出	2
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	1,155
業務活動による収入	1,155
運営費交付金による収入	1,061
受託収入	92
その他の収入	2
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
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

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）

[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

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）

4.2 年度計画における目標設定の考え方

中期計画と同様に設定した。

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通し

（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

該当なし

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。

① 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	空港整備特別会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備 補助金

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・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

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 2,958百万円

③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

① 施設及び設備に関する事項

平成18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. 実験施設整備 実験用航空機格納庫補修	11	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
イ. 業務管理施設整備 電子航法開発部(機上等技術領域)棟補修	39	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

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・向上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

(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。

5.2 年度計画における目標設定の考え方

- ・ 主に研究員が本来業務に専念できるようにするため、従前に引き続き、外部委託を活用することとした。
- ・ 施設及び設備については、中期計画に掲げた項目のうち、実験用航空機格納庫補修及び電子航法開発部（機上等技術領域）棟補修を平成 18 年度に実施することとした。
- ・ 主要な施設・設備については、ワーキンググループにより効率的に利用することとした。

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

庁舎、構内清掃業務、庁舎の電子的警備及び運転業務の委託を行った。次年度以降も外部委託を活用することとしたい。

（2）施設整備

実験用航空機格納庫補修及び電子航法開発部棟補修を年度計画通り実施した。なお、平成 19 年度概算要求において、管制システム部棟の建替については、平成 20 年度以降に先送りすることとなった。

（3）施設・設備利用の効率化

① 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。

② 実験用航空機の性能維持・向上と効率的な利用

年度当初に実験航空機の管理を行っている岩沼分室とワーキンググループにより、航空機運航経費削減手法について調査し、航空機の運航日程や飛行実験方法等の立案において配慮すべき事項を関係者に周知した。その結果、平成 18 年度は、相乗り運用や保管整備日程を配慮した運用計画の立案ができ、飛行時間の節約となりコスト削減に繋がった。

③ 電波無響室の効率的な利用

電波無響室の機械室の改修を行うとともに古い計測器等の不要物品の整理・廃棄処分も行った。これにより、収納スペースの確保ができ、電波無響室等に収納されていた電波吸収材など実験用機材の整理・保管を行ったため、電波無響室の実験スペースが拡大した。このため、実験用機材の設置時間及び交換時間が短縮され、実験数の増加につながり実験効率の向上が図られた。

（4）業務処理の工夫と業務に応じた適正な人員配置

組織再編により研究企画統括を設置し、企画部門の強化を図った。さらに、これまでの 4 部制から 3 領域制に体制を変更し、業務効率の向上を図った。また、必要に応じて、契約職員・契約研究員や派遣職員を活用した。研究領域事務室職員を総務課所属に変更し管理部門と研究領域との業務連携の促進及び事務の効率化を図った。

5.4 その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報

（1）所内ネットワークの維持運営について

平成 18 年度より所内において、情報セキュリティ管理規程が施行されることとなり、これに伴い所内のネットワークのセキュリティ管理を強化した。各自使用する PC 及びメールサーバーのパスワードによるセキュリティ強化の周知・徹底を実施した。所内ネットワーク、グループウェアを活用し情報伝達の迅速化を図った。

平成18年度の契約状況

平成 18 年度の契約状況については、下表のとおりとなっている。

	件数(H18)	件数(H17)	金額(H18)	金額(H17)	落札率
一般競争入札	55	33	360,775 千円	232,394 千円	85.2%
随意契約	69	83	585,004 千円	745,193 千円	96.0%

平成 17 年度と比較すると一般競争入札は 22 件の増、随意契約では 14 件の減となった。金額ベースにおいても一般競争入札は 55%の増、随意契約は 21%の減となっており、着実に一般競争入札を拡大している。

なお、平成 19 年度においては、少額随契以外は原則一般競争入札に移行することとし、更なる競争性、透明性の確保をすることとしている。

※随意契約の計数については、少額随契を除いたものである。

以 上

■ 資 料 ■

目 次

資料 1 重点研究開発課題

資料 1-1	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	1
資料 1-2	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	3
資料 1-3	RNAV 経路導入のための空域安全性評価の研究	7
資料 1-4	SSR モード S の高度運用技術の研究	9
資料 1-5	A-SMGC システムの研究	11
資料 1-6	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	18
資料 1-7	今後の管制支援機能に関する研究	20
資料 1-8	無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究	24
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	26
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	29
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	32
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	35

資料 2 基盤的研究課題

資料 2-1	ATM システム・パフォーマンスの予備的研究	37
資料 2-2	空域の安全性の定量的評価手法に関する研究	40
資料 2-3	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	43
資料 2-4	航空路管制業務のタスク分析及び作業負荷・負担の研究	45
資料 2-5	新航空管制システムの構築に関する研究	46
資料 2-6	無指向性アンテナを用いた航空機監視の研究	48
資料 2-7	マルチリファレンス高精度測位方式の研究	49
資料 2-8	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	52
資料 2-9	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	54
資料 2-10	GPS 観測データを用いた対流圏遅延量の準リアルタイム推定に関する研究	56
資料 2-11	高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究	57
資料 2-12	航空航法における GPS の脆弱性に関する研究	58
資料 2-13	航空機衝突防止装置の運用状況に関する研究	59
資料 2-14	スケールモデルによる ILS 高度化のための実証的研究	61
資料 2-15	IP を利用した航空衛星通信システムに関する研究	62
資料 2-16	後方乱気流の研究	64
資料 2-17	小型航空機の安全運航支援に関する予備的研究	66

資料 2-18	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	68
---------	--------------------------------	----

資料 3 受託研究【抜粋】

資料 3-1	高精度測位補正技術に関する研究	70
資料 3-2	ヒューマンエラー事故防止技術の開発	71
資料 3-3	東京国際空港マルチラレーション導入調査委託	72
資料 3-4	433MHz帯アクティブICタグの電波特性および電磁放射に関する調査研究	76
資料 3-5	モードS 応答信号品質調査委託	77

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）	ATM パフォーマンスの研究	79
資料 4-2	事前評価実施課題（その2）	航空機の安全運航支援技術に関する研究	81
資料 4-3	事後評価実施課題（その1）	航空路の安全性評価に関する研究	83
資料 4-4	事後評価実施課題（その2）	放送型データリンクによる航空機監視の研究	86
資料 4-5	事後評価実施課題（その3）	大空港における効率的な運航を確保するための の後方乱気流に関する研究	89
資料 4-6	事後評価実施課題（その4）	ヘリコプタの障害物探知・衝突警報システム に関する研究	92

資料 5 電子航法研究所 業務方法書

資料 5		95
------	--	----

資料 6 電子航法研究所 第二期中期目標・計画・H18 年度計画対比表

資料 6		97
------	--	----

資料 7 略語表

資料 7		115
------	--	-----

資料 8 用語解説

資料 8		121
------	--	-----

航空交通管理における新管制運用方式にかかる容量値に関する研究

研究期間 平成 16 年度～平成 19 年度

1. はじめに

航空交通流管理（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。ATFM での容量は航空路管制とターミナル管制では異なるアルゴリズムで算出されている。

現在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、空域再編や R-NAV（Area Navigation）経路の導入など、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、RVSM（Reduced Vertical Separation Minima）が国内空域に導入された場合や、R-NAV 経路が多く設定された場合について、航空機の飛行高度や遅延、管制官の作業量の変化や ATFM での設定数値の検討を行う。

また、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・提案する予定である。

2. 研究の概要

本研究は 4 年計画であり、平成 18 年度はその 3 年次である。平成 18 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
- ・ R-NAV 経路の導入効果の検討準備
- ・ RVSM 導入効果の確認

3. 研究成果

3.1 新たな ATFM のアルゴリズムの提案

当所の ATFM シミュレータには、ATM センターで用いている ATFM の機能のうち、航空路セクタに関する現用のアルゴリズムが実装されている。アルゴリズムを改良するために、H17 年度から新しい機能を追加している。H17 年度に引き続き、以下の機能を追加した。

- (1) 出発空港・目的空港によって、出発機や到着機の管制作業負荷係数をそれぞれ定義できる。

- (2) 飛行経路によって出発遅延の割り当てを変える。

- (3) 出発機、到着機、通過機、域内機の区別ではなく、コンフリクトの起こる確率で管制作業負荷を定義する。

(1)(2)は現在の機能を利用し、作業量の計算をより細分化しているが、(3)は新しい作業量の計算方法を提案したものである。この方法では事前に設定するデータとしてはセクタの境界情報のみで、セクタ毎の管制作業量分析を必要としない。

3.2 R-NAV 経路の導入効果の検討準備

R-NAV 経路が導入された時に、管制官の作業量がどのように変化するか、また管制空域をどのように設定したらよいか、平成 19 年度にリアルタイムシミュレーションを行う予定である。そのためには、管制空域を高度方向により細分化して行う必要がある。

そこで、航空路管制セクタの構成を高度方向に複数個分割できるように、シミュレータを改造した。

また、高高度空域を扱う場合、同時管制機数の増加が予想される。今まではパイロット卓はリスト形式で表示されていたため同時管制機数が 20 機を越えると、入力が困難であった。そのため、リスト形式の改善と、画面イメージでの入力方法を追加した。

また、リアルタイムシミュレーションを行う前の検討作業として、以下の場合に管制作業量はどのように変化するか、ファストタイムシミュレーションにより検討している。

- (1) 現在の航空路管制セクタの構成を変えずに、R-NAV 経路を導入した場合
- (2) R-NAV 経路導入にあたり、航空路管制セクタに高高度セクタを設定した場合

管制機数は空域の大きさによって増減するが、コンフリクトの発生件数は、必ずしも空域の大きさにはよらないことが解った。

今後、より最適な分割高度を探るとともに、交通量を増加させた時の変化も検討する。それらの結果を元に、平成 19 年度のリアルタイムシミュレーションの詳細計画を立案する。

3.3 RVSM 導入効果の確認

平成 17 年に RVSM が国内空域に導入されたが、導入前後のデータを比較した。その結果、RVSM 導入後は交通量が 5%増加したが、出発時の要求高度と承認高度の差は減少し、

特に FL290 以上を飛行する航空機での改善が大きいことがわかった。

4. 考察等

ATFM シミュレータを改造し、3.1(3)の機能を追加した。図 1 に現在の管制作業量と(3)の管制作業量のグラフの例を示す。

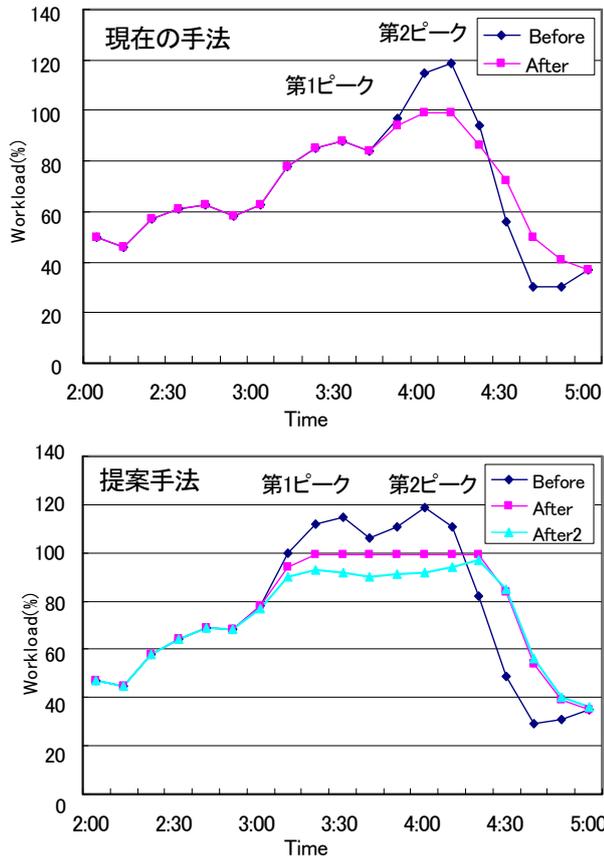


図 1 管制作業量

上図は現在の方法で算出した作業量（◆ Before）で、100%を超えた部分をATFMにより100%未満に抑えた作業量（■ After）である。100%を越えた部分がそのまま遅い時間（右の方に）ずれている。

下図は現在検討している算出方法で、潜在的コンフリクトの確率が高いと作業量が多くなるように定義した。つまり同時管制機数が多くても、各飛行経路や高度が異なり、潜在的コンフリクトの確率が低ければ作業量が低くなる。実際、第1ピークの高さが上図では第2ピークに比べて低いですが、下図ではほぼ同じ高さとなっている。交通量が多く出発遅延を割り当てた場合、潜在的コンフリクトの確率も変わる。そのため、グラフのピークの作業量が単にずれるだけでなく、形が変わる。下図は作業量（◆）が100%になるように出発時刻を調整（■）し、再び作業量を計算したもの（▲ After2）である。交通量の減少に伴い潜在的

コンフリクトの確率も減少するため、100%よりも低くなる。管制作業量を何%に抑えるようにすれば、結果として100%となるのか、またこの抑え方はセクタに依存するものなのか、調整方法は今後の検討課題である。

5. まとめ

平成19年度ではR-NAV経路が導入された時の管制負作業量の推移をファストタイムシミュレーションおよびリアルタイムシミュレーションで検証する。

また、平成18年度に追加した、ATFMの新しいアルゴリズムを検証するとともに、さらにいくつかのアルゴリズムを追加する予定である。

掲載文献

- (1) 福島, 福田, 住谷, 瀬之口, “高度変更量に着目した航空交通流管理における容量値計算方法の検討”, 第6回電子航法研究所研究発表会講演概要, pp27-32, 2006年6月.
- (2) 住谷, 福島, 福田, “短縮垂直間隔導入による高度の比較”, 信学技報, SANE2006-84, pp1-6, 2006年7月.
- (3) 福島, “飛行経路に着目したATFMスロット確定方法の検討”, 電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集, p263, 2006年9月.
- (4) 福島, “航空交通流管理における航空路管制作業量推定方法の検討”, 第44回飛行機シンポジウム講演集, 2006年10月.
- (5) 福島, “ユーロコントロールでのATFM ~日本との比較~”, 第7回CNS/ATMシンポジウム, 2007年2月.
- (6) 住谷, 福島, 福田, 瀬之口, “管制機数と作業負荷に関する一検討”, 第7回電子航法研究所研究発表会講演概要, 2007年6月.

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 研究期間 平成16年度～平成19年度

1. はじめに

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2007年までに検討が進められる予定であり、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も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、利用性への影響を研究する必要がある。

2. 研究の概要

本研究においては、CAT-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、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結果、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結果を得ることを目的とし、以下の研究を行う。

- (1) 2周波電離層遅延測定装置、電離層遅延算出アルゴリズムを開発し測位精度及びインテグリティを向上する手法を開発。
- (2) 性能評価ツール開発による2周波 SBAS 性能・機能検討、システム性能評価。
- (3) 電離層モデルの比較検討、データ同化による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。
- (4) ICAO 技術基準の策定に必要な2周波システムの機能・性能に関する資料の作成。

年次計画としては、平成16年度は、2周波電離層遅延測定装置の要件調査および概念設計、2周波 SBAS の性能要件調査、データ同化による電離層モデル精度向上検討、長期電離層データの調査、電離層活動に関する資料の作成を行った。平成17年度は、2周波電離層遅延測定装置周

波数間バイアス除去アルゴリズム検討・基本部開発、2周波対応 SVM 検討・開発、電離層長期データ調査・データ同化アルゴリズムの検討・開発、電離層擾乱測定・解析を行った。

平成18年度は、2周波受信機機能追加、2周波対応 SVM 機能追加、1周波バックアップシステムインテグリティ算出アルゴリズム検討・開発を行った。

平成19年度は、2周波電離層遅延測定装置の電離層インテグリティ算出アルゴリズム検討・開発及び2周波電離層補正実証実験、SVM 改良・2周波数システム評価、1周波バックアップシステム実データシミュレーション評価を行う。

電離層観測に関しては、稚内、調布、那覇、宮古島、石垣島での電離層シンチレーションデータの収集・解析および札幌、東京、福岡、那覇航空交通管制部での GPS 信号受信を実施している。また、与那国島において光学観測を併用して電離層プラズマバブルの2次元形状等の測定を継続している。

また、客員研究員による、京都大学、名古屋大学と電離層プラズマバブルの観測・評価、電離層遅延・シンチレーション評価に関する研究協力を実施した。

さらに MSAS 開発の支援として、「MSAS 性能向上策に関する調査」の受託、認証飛行試験の支援活動を行っている。

3. 成果概要

3.1. 2周波 SBAS 受信機機能追加

H17年度の基本部開発に引き続き、L2P(Y)用の受信機のRF部、信号データ処理部のハードウェアを追加し、測位演算ソフトの機能向上を行った。

受信機の機能として、追尾衛星、ループバンド幅の条件が設定できる。リアルタイム測位演算では、キャリアスミング時定数が設定可能で、L1単独測位、L1-SBAS 測位、L1-SBAS 測位 (電離層遅延量のみ2周波計測値を使用) の出力が可能である。SBAS 補正は、SBAS 衛星毎 (最大3衛星) に行える。

オフライン測位演算では、受信機で収集した生データおよび SBAS メッセージデータに加え、ユーザが別途作成した外部補正データなどを用いて、測位演算が実行できる。外部補正データの内容は、電離層補正值、対流圏補正值、衛星位置と衛星クロック、衛星の誤差分散となっており、別のアルゴリズムでの補正方法の評価を、実データを用い

て実施することが可能である。

3.2. 2周波対応SVM推定性能向上、機能追加

H17年度に開発した2周波SBASシステム性能予測のためのSVMの性能向上として、UDREおよびGIVEデータのシナリオファイルを生成する機能、およびこれらのシナリオファイルを入力としてSVMシミュレーションを実施する機能を追加した。また、実行時間短縮策として、計算期間または領域の分割、計算結果の結合の機能を追加した。

UDREおよびGIVEシナリオ生成は、衛星の軌道情報から計算する方法の他、FRMBのSBASメッセージから生成する方法が可能である。さらにGIVEシナリオ作成機能では、電離層の状態をシミュレートするために、経緯度1度毎の点の垂直TEC値データ（TECマップデータ）を用いて生成する方法を備えている。これにより、 χ^2 乗電離層嵐判定、他段階嵐検出、ダイナミックRirregなどのアルゴリズムを組み入れたシミュレーションが可能となっている。また、今回のSVMに組み込まれていないアルゴリズムを用いて生成したシナリオファイルを入力とし、SVMシミュレーションを実行することで、そのアルゴリズムの評価が可能である。

機能追加後のSVMの性能を調べるため、実際のMSAS放送メッセージを用いた場合と用いない場合との比較等を実施した。機能追加によるSVMの性能向上は認められたが、実際のMSASアルゴリズムをシミュレートするには、UDREおよびGIVE生成パラメータのチューニングが必要であることが分かったため、今後検討する。

2周波SBASのAPV-IのアベイラビリティをSVMを用いて計算した結果を図1に示す。2006年1月3日のGPS衛星配置で、UDREフロア値をGPS衛星で3[m]、GEO衛星で50[m]としている。中央部の水色の部分のアベイラビリティは99%以上である。

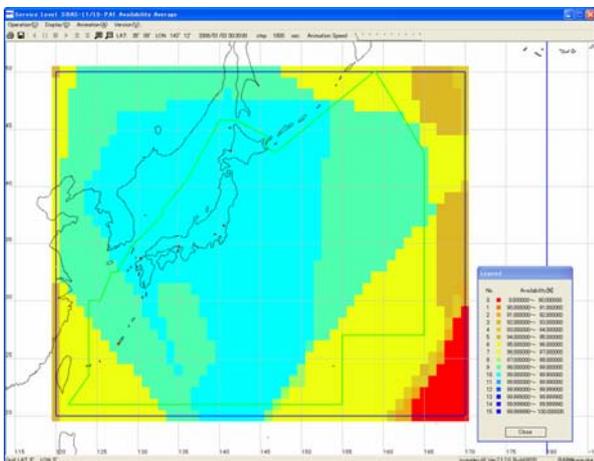


図1. 2波SBASのアベイラビリティ

3.3.1. 1周波MSAS地上監視局配置検討

現状の1周波MSASにおいて、APV-IおよびLPV200の実現可能性を調査することを目的とし、上記第2項のSVMを用いて、地上監視局の最適な配置を検討した。計算条件としては、MSASアルゴリズムは、低緯度の電離層条件以外は、現状のものを想定している。実際の電離層状態は考慮されていない。

国内の監視局の追加、現在の監視局の削除、海外の監視局の追加について、計算を行った。例として、現状のMSAS監視局から札幌、東京を削除し（常陸太田、神戸、福岡、那覇、ハワイ、キャンベラ）、稚内、中標津、与那国、父島、南鳥島に地上監視局を追加した場合の、APV-IおよびLPV200のアベイラビリティを図2に示す。APV-Iでは、アベイラビリティ99.9%以上の地域がほぼ本州全体に及んでいる。LPV200は、本州地域で98%以上の結果となっている。

（電離層の影響を考慮すると実際は今回のSVM結果より低緯度側のアベイラビリティは低いと考えられる。）

数種類の地上局配置の結果から、地上局数が増えてもアベイラビリティが下がることがあることもあった。（原因は、電離層アルゴリズムのIPP配置の取扱いが考えられるが、検討中。）地上局配置の最適化には覆域全体を考慮し検討する必要があることが分かった。

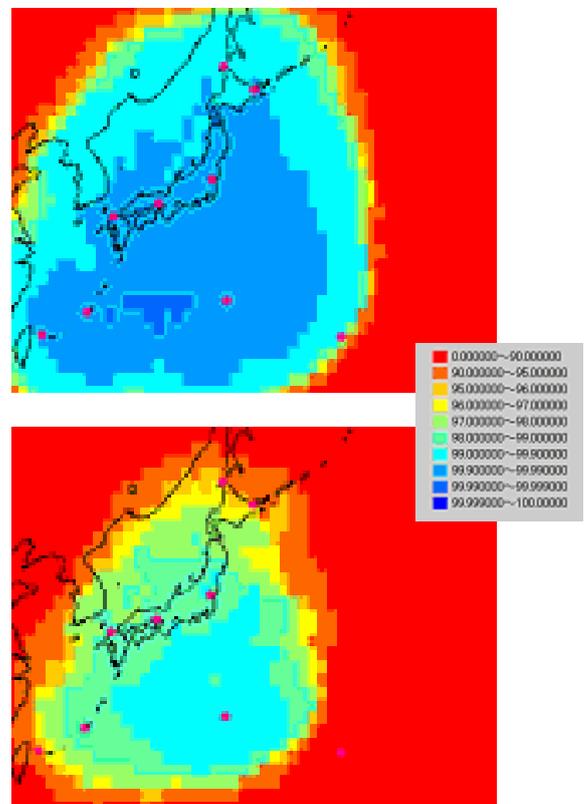


図2. APV-I（上）およびLPV200（下）のアベイラビリティ（MSASの監視局（8-2）+国内5監視局）

3.3.2. 1周波MSASのAPV-Iアベイラビリティ向上のための電離層補正アルゴリズムの検討

現状のMSASに実装されている電離層補正アルゴリズムと、WAAS-FOCに実装予定のアルゴリズム、さらに0次フィッティングを組み入れた場合のAPV-Iアベイラビリティを、実データを用いて評価した。

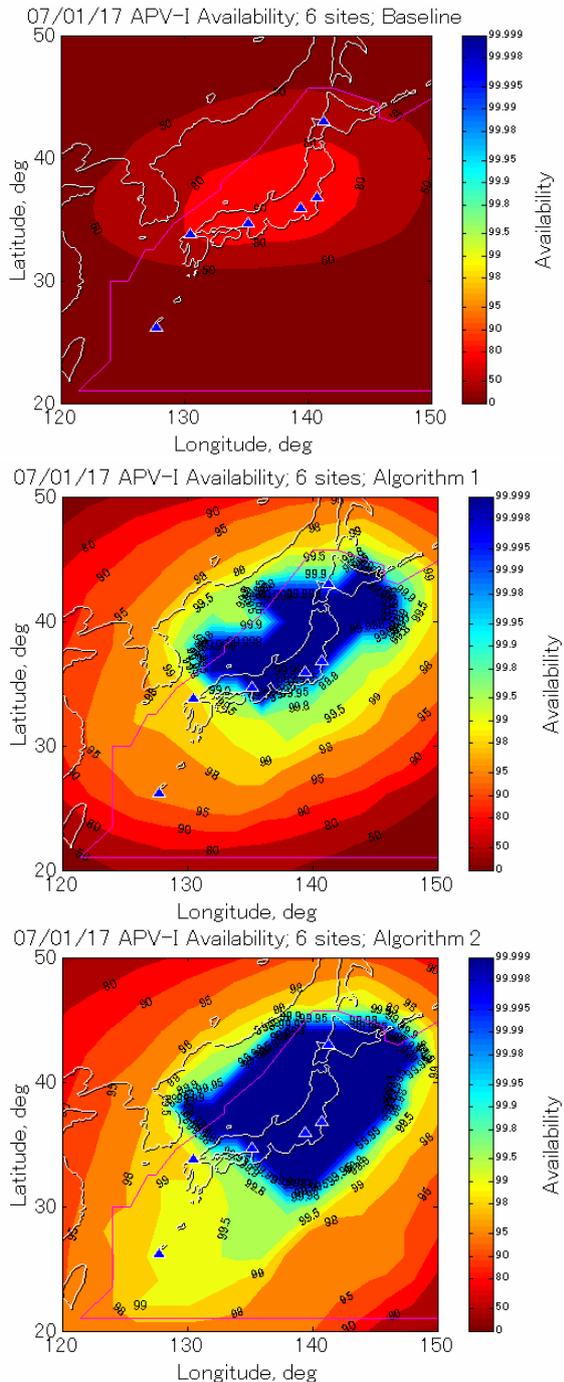


図3 APV-Iアベイラビリティ

上：現状のMSASアルゴリズム

中：WAAS-FOCアルゴリズム

下：WAAS-FOCアルゴリズム+0次フィッティング

図3（上）に現状のMSASアルゴリズムの結果を示す。日本の中心部でのアベイラビリティは90%以下である。AAS-FOCアルゴリズムには、現状のアルゴリズムに加えて、CNMPモデル、ダイナミックRirreg、RCMモデル、および多段階嵐検出の機能が追加されている。計算例は図3（中）のとおりで、本州から北海道において99%のアベイラビリティが得られた。0次フィッティングを組み入れると、アベイラビリティ99%の領域はさらに九州から沖縄本島まで広がった（図3（下））。今後、候補アルゴリズムの安全面の評価や、解析対象日を増やす等、更なる検討を実施する。

3.4. 飛行実験によるMSAS性能評価

現状のMSASの性能を評価するために、航空機に認証されたSBAS受信機を搭載し、高度および速度変化が伴う飛行状態にて、実際に放送されているMSAS試験信号およびGPSデータ収集し、MSAS性能評価を行った。飛行試験は、平成18年11月から12月にかけて、仙台空港周辺、仙台-高知-奄美-宮古、宮古・石垣周辺で計8フライト実施された。

MSAS信号受信品質を調べるため、信号ロック時間、信号のC/N0、SBASメッセージ取得の割合を解析した。信号ロック時間の割合は、全フライトにおいて99%以上であったが、C/N0が30dB-Hz以上の割合は、1フライトにおいて約80%であった以外は98%以上であった。また、SBASメッセージの取得率は、C/N0が30dB-Hz以上となる割合に対応していた。

測位精度について、NPA水平、APV-I水平、APV-I垂直毎に調べた。有効データにおける95%精度は、本州上空については、NPAおよびAPV-I水平約1~2m、APV-I垂直約1~4mであったが、南西諸島域では、NPA水平約1~7m、APV-I水平約1~5m、APV-I垂直約4~6mであった。同じエリアのフライトにおいても時間帯によって精度は異なることが分かった。また、NPA水平精度よりAPV-I水平精度が悪いこともあった。

アベイラビリティは、NPAでは全フライトにおいて100%であった。APV-Iでは、南方でアベイラビリティが0%になることもあり、極端に悪くなっているが、原因は南方でのGIVE値が大きいことが影響していると考えられる。

4. おわりに

SBASの2周波化による精度および信頼性等の性能向上が期待できるため、その評価・検証等に寄与するための研究が必要である。本研究においては、2周波SVMによる性能予測およびSBAS補正と2周波による電離層補正の組み合わせが可能な受信装置による2周波SBASの実データ評価が可能となった。H19年度は、実データでの評価、2周

波対応SVMの予測との比較を行い、2周波SBASの性能を評価する予定である。また、堅牢性の向上には、2波のうち1波が利用不可能になった場合も、2波の場合に比べて大きな性能低下がないようにする必要があり、1周波システムにおける電離層補正性能の向上は重要であり研究を継続する必要があると考えている。

掲載文献

- (1) 坂井丈泰, 松永圭左, 星野尾一明; ”MSASのオペラビリティ向上” 平成18年度電子航法研究所研究発表会, 平成18年6月
- (2) 近藤俊一郎, 星野尾一明; ”ソフトウェアGPS+SBAS受信機の開発について” 平成18年度電子航法研究所研究発表会, 平成18年6月
- (3) 星野尾一明, 伊藤実, 松永圭左; ”2周波SBASの検討” 平成18年度電子航法研究所研究発表会, 平成18年6月
- (4) 坂井丈泰; ”MSAS試験信号の測位精度評価;” 日本航海学会GPS/GNSS研究会, 平成18年5月
- (5) 星野尾一明; ”GPS補強システムの現状と研究の動向” 平成18年度電子情報通信学会ソサイエティ大会, 平成18年9月
- (6) 坂井丈泰; ”広域補強システムMSASの性能評価;” GPS/GNSSシンポジウム, 平成18年11月

RNAV 経路導入のための空域安全性評価の研究 研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

1. はじめに

安全で効率的な航空機の運航を図るため、航空局は RNAV（広域航法：Area Navigation）の導入を計画・整備している。RNAV を展開するためには、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。さらに、RNAV 導入を想定した安全性の評価を行い、経路設定基準策定（最小経路間隔）の根拠となる資料を作成する。

本研究では3カ年以下のことを行う。

- ① ターミナル RNAV 経路（レーダー監視下）における衝突リスク評価（H18）
- ② 航空路 RNAV（レーダー監視下で航法精度 5 NM）における衝突リスク評価（H19）
- ③ ターミナル RNAV 経路（ノンレーダー空域）および航空路 RNAV（レーダー監視下で航法精度 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、RNAV 設定基準の策定が可能となり、RNAV 運航の展開に寄与でき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①ターミナル RNAV 経路（レーダー監視下）における安全性評価手法の調査・研究（衝突リスク評価）、②ICAO／諸外国におけるターミナル RNAV 安全性評価手法の調査、③レーダーデータ等の収集・解析、④最小経路間隔設定等の根拠資料作成、を計画した。

①について。衝突リスクの計算には膨大なデータが必要となる。これは、希にしか起こらない事象（例えば、大きな経路逸脱など）が衝突の原因となるためである。しかし、実際に収集できるデータは期間が限られており、そういった事象はなかなか観測できない。このため、標本数の少ないデータを用いて衝突リスクを推定する方法を検討した。

そして、少ない標本数の横方向経路逸脱量の分布を基に、希な事象である分布の裾部をある条件下で推定し、横方向重畳確率の最大値を推定する方法を考案した。

②について。文献による調査を行った。また、欧州における RNAV 研究の実態調査を行った。

③について。衝突リスクの推定は、当該空域における実測データを用いた解析が必要である。このため、多くの航空機が RNAV 到着経路を飛行している鹿児島空港のターミナルレーダー情報処理システム（Automated Radar Terminal System：ARTS）のデータの収集を行った。出来るだけ多くのデータを収集するため、前年度の後半からデータ収集を行っていたが、DME の配置変更により鹿児島空港の RNAV 到着経路が廃止になったため、2006 年 3 月 15 日までのデータ（5 ヶ月半程）を収集したのみにとどまった。

このデータの解析にあたり、レーダー誘導等により RNAV 到着経路を飛行しなかった航空機の航跡を除外するために、運航票の調査が必須となり、鹿児島空港事務所にて当該観測期間の全ての運航票の調査を行い、そこに記載されている内容から RNAV 到着経路の飛行の有無、レーダー誘導の有無を調査した。

④について。航空局の担当者に対し、解析結果の資料の提出を行った。目標安全度を満たす最小経路間隔の推定については現在、推定を行うべく準備中である。

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) 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分布を ARTS データと運航票を用いて推定した。その結果、RNAV 到着経路をレーダー誘導なしで飛行していたと見なせる航空機 2,298 便の航跡が得られた。

ある観測位置における横方向経路逸脱量を推定し、その分布を作成した。分布の平均値は 3.0×10^{-4} NM、標準偏差は 0.077 NMであった。

また、総飛行時間の 95%の時間を $\pm X$ NM 以内で飛行できる能力（RNAV X）に相当する分布の 95%含有区間は [-0.13 NM, 0.17 NM] であった。この結果、鹿児島空港の RNAV 到着経路を飛行する航空機は RNAV 1 を十分満足する航法精度を有すると考える。

(2) 衝突リスクの計算には、衝突リスクモデルのパラメータの一つである横方向重畳確率の推定が必要である。この

ため、横方向経路逸脱量の分布に分布モデルの当てはめを行った。最尤推定法を用いて得られた実測分布を良く近似する分布モデルを候補モデルの中から選択した。その結果、実測分布は(1)式の2つの正規分布の混合型分布で良く近似できることが分かった。

$$f(y) = (1 - \alpha)N(y | \sigma_1) + \alpha N(y | \sigma_2) \quad (1)$$

$$0 < \alpha < 1$$

但し、

$$N(y | \sigma) \equiv \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{y^2}{2\sigma^2}} \quad (2)$$

このときのパラメータの最尤推定値は、 $\alpha = 0.117$ 、 $\sigma_1 = 0.0673 \text{ NM}$ 、 $\sigma_2 = 0.129 \text{ NM}$ であった。

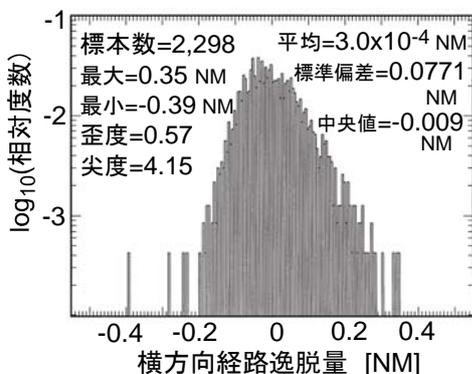


図1 RNAV到着機の横方向経路逸脱量の分布 (2005年10月1日~2006年3月15日)

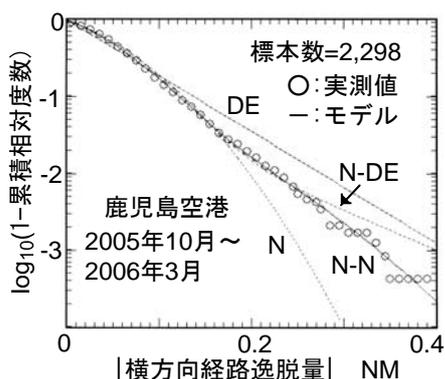


図2 モデルの当てはまり具合 (DEは両側指数分布を表す。)

(3) (1)で得られた横方向経路逸脱量の分布は、標本数2,298と標本数が少ないため、これをそのまま衝突リスクの推定に用いることは危険である。このため、得られた分布はあくまでも通常の状態の横方向経路逸脱量を表す中

心部を近似するものであり、衝突の原因となるような大きな逸脱を表す裾部の分布は別にあると考えた。

そして総飛行時間の95%の時間を $\pm X \text{ NM}$ 以内で飛行できる能力を表す航法精度要件の条件を考慮して裾の分布及び各経路間隔に対する横方向重畳確率の最大値を推定する方法を考案した。

また、これを用いてRNAV 1およびRNAV 0.1725の場合における経路間隔毎の横方向重畳確率の最大値の推定値を求めた。

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。

本年度は研究の開始の年でもあり、ICAOの関連パネル等への技術資料の提供は出来なかったが、今後は得られた成果を積極的にICAO関連パネルや国際学会等に提出したい。

RNAV到着経路における衝突リスクの推定のためには、ターミナルエリアにおける航空交通流の実態を把握し、平行経路におけるすれ違い(追い抜き)の頻度を推定することが必須である。現在、この値を推定するためにレーダーデータの解析している。

掲載文献

- (1) 天井：“RNAV到着経路の安全性の評価”，航空無線，No. 50，pp. 49-54，2006年12月
- (2) 天井：“RNAV到着経路を飛行する航空機の横方向経路逸脱量の分布の推定”，日本機械学会 関東支部第13期総会講演会講演論文集，pp. 195-196，宇都宮，2007年3月
- (3) Fujita, M.：“Calculation of Maximal Lateral Overlap Probability -Terminal RNAV Case-”，Proceedings of WSANE2007（電子情報通信学会技術研究報告，SANE2007-19），pp. 101-106，Perth，April，2007
- (4) 天井，藤田：“RNAV（広域航法）到着経路における航空機の横方向の航法精度の推定”，第7回電子航法研究所研究発表会講演概要，pp. 29-36，2007年6月
- (5) 藤田，天井：“平行RNAV（広域航法）到着経路の横方向重畳確率の推定”，第7回電子航法研究所研究発表会講演概要，pp. 37-42，2007年6月

SSR モード S の高度運用技術の研究 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、不用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。

2. 研究の成果

平成 18 年度は、5 ヵ年計画の初年度であり、主に研究で使用する実験装置の整備を実施した。

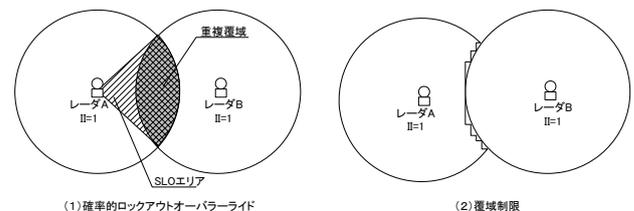
2.1 実験評価用 SSR モード S の製作

本研究では、平成 18, 19 年の 2 カ年をかけ、SSR モード S 実験局を整備する。実験評価用 SSR モード S は、主として航空局仕様に準拠した仕様である。一方、研究内容に対応するため新機能を付加している。これらの新機能の概要を以下に示す。

・確率的ロックアウトオーバーライド (Stochastic Lockout Override : SLO) 機能

SSR モード S は、航空機からの一括質問による干渉を防ぐため、捕捉した航空機に対して、地上局からの一括質問への応答を禁止する指示（ロックアウト）を行う。ロックアウトは地上局識別番号（II コード）を指定する。

重複覆域に同一の識別番号をもつ地上局を配置した場合、一括質問には応答しない。そこで、この範囲において確率的ロックアウトオーバーライド (SLO) 質問という特殊な質問を行う。SLO 質問には、例えばロックアウトされている航空機であっても質問で指定された確率で応答すること指示する。これにより、ロックアウト機からの応答を引き出し、航空機の捕捉を行う。重複覆域では、両センサから監視できるため、信頼性の高い監視ができる。一方、重複エリアにおいて、一括応答数が増加するため、RF 信号環境が劣化する。



・覆域制限機能

ロックアウトを行うエリアをマップに任意より指定できる。ロックアウトエリア外からは、航空機からの一括質問と個別質問の両方を受信するため、実験評価用 SSR

モード S はこれら进行处理するアルゴリズムを有する。

・ 動態情報の取得機能

動態情報の取得技術に対応したトランスポンダは、トランスポンダ内の BDS レジスタとよばれるメモリ領域に FMS 等から供給されるデータを保持する。レジスタは 255 種類が用意されており、1 つあたり 56 ビットのデータが格納されている。データは一定周期で更新される。

動態情報取得機能を持つモード S レーダは、個別質問中に BDS レジスタ番号を指定した質問を行う。この質問を受けたトランスポンダは、該当するレジスタ番号のデータを付与した応答を行う。実験評価用 SSR モード S は GICB 質問機能と GICB 応答処理および出力機能を有する。

2.2 SSR モード S 岩沼局による在空機の監視

平成 2～6 年に実施した「SSR モード S システムの研究」では SSR モード S レーダのプロトタイプを試作し、岩沼分室に設置し、機能および性能の評価を行った。本レーダは現在も利用可能であることから、これを使用して在空機の監視を行い、トランスポンダのデータリンクへの対応状況の確認を行っている。

3. まとめ

平成 18 年度は、初年度であるため、主として研究に必要な装置の整備を行った。平成 19 年は、実験局の設置後、実験用航空機および在空機の監視による実験を行い、個別調整技術の検証を実施する計画である。

A-SMGC システムの研究

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要望に基づいて、平成 16 年度から 5 ヶ年計画で実施するものであり、A-SMGC システムに求められている全ての機能を本研究期間で達成することは困難と考えている。そこで、東京国際空港再拡張計画への部分的な活用、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。このため、出発機、到着機それぞれに対して、その時々状況に応じた最適経路の設定と誘導などシステムの高機能化については、本研究機関終了後もフェーズ II として研究を継続する必要がある。

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の組み合わせとデータの統合化により A-SMGC システムの監視機能（空港面

を走行する航空機と車両全てに対する識別とラベル付け）に適した統合型監視センサを開発する。

経路設定機能については、始点と終点を指示することでその間の経路を容易に生成指示できる経路生成ツールを開発する。また、現在の管制官の業務を変えずに灯火誘導装置に経路情報を提供できる音声認識経路生成ツールについても開発する。さらに、推奨経路を自動的に生成するための処理アルゴリズムを開発する。

誘導機能については、統合型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ツール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点滅制御できる灯火誘導装置を開発する。

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。

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要求される研究であることから、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。

3. 研究の成果

平成 18 年度は、A-SMGC 実験システムの開発に向け、現時点で対応できる技術レベルを基準とした実験用機材を用意して各要素を結合させた A-SMGC 実験システムを構築し、仙台空港においてシステムの接続試験を行った。平成 18 年度に実施した具体的な研究内容は以下の通りである。

3.1 監視機能の開発

国土交通省東京航空局からの受託研究「東京国際空港におけるマルチラレーションの導入評価委託」の中で、実験車両による夜間走行試験、エアライン機による実運用環境下における性能評価、飛行検査機による性能評価等、東京国際空港において評価試験を実施し、導入に向けての見

通しを得ることが出来た。

(1) マルチラレーション

18年度は、平成17年度に実施した評価結果を踏まえて、リモート局数の増設（平成17年度は受信局6局と送受信局3局の計9局に対して、平成18年度は受信局8局と送受信局5局の計13局）、受信アンテナの設置場所と設置高の見直し、出力データの見直し（平成17年度の予測値から実測値に基づいた追尾処理出力に変更）、中央処理装置の各種設定パラメータの変更等を行って、平成17年度の評価で判明した問題点に対して可能な範囲での対応策を講じた結果、一定の性能改善を確認した。表1は、改善策適用前と後の検出率と位置精度の比較を示す。表中の赤色で示す値は欧州の性能要件を満たしていない値を示す。

表1 改善策適用前後の比較

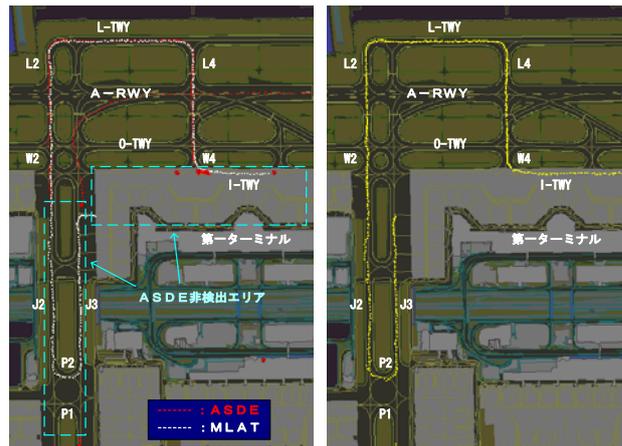
	検出率		位置精度	
	適用前	適用後	適用前	適用後
A滑走路	99.9%	99.9%	29m	6.5m
B滑走路	99.8%	100%	No data	5.5m
C滑走路	99.9%	100%	63m	7.5m
J2誘導路	99.7%	99.3%	20m	12m
J9誘導路	99.2%	98.8%	26m	8.5m
性能要件	99.9%以上		7.5m以下	

(2) 統合型監視センサ

統合型監視センサは、複数の監視センサからの監視情報を融合処理して、ターゲット毎に統合した信頼性の高い位置情報を生成・出力する装置である。

平成18年度は、平成17年度に引き続いて東京国際空港において、ASDEとマルチラレーションの相互補完機能実現に向けた評価試験を行い、導入に向けての見直しを得ることが出来た。図1は、実験車両による夜間走行試験航跡記録例を示す。同図(a)のセンサ航跡と(b)のシステム航跡を見て分かるように、ASDEとMLATの2つのセンサ航跡から、融合処理によって1つのシステム航跡（統合航跡）が生成されることを確認した。このようにJ2、J3のASDEの非検出エリアにおいても、相互補完機能によって連続した位置検出が実現できることを示す。

今年度は、更にマップによる重み付け機能の検証試験を行い、1.5m四方単位で監視センサに優先順位を付けて使用出来ることを確認した。



(a) センサ航跡 (b) システム航跡

図1 実験車両による夜間走行試験航跡記録例

3.2 経路設定機能の開発

(1) 地上走行運航状況調査

経路設定機能は、航空機の滑走路とスポット（駐機場）間の地上走行経路をコンピュータにより生成・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いる。

昨年度は、航空機や車両等移動体の地上走行に対する推奨経路を生成するアルゴリズムの検討を目的として、仙台空港に対応したシミュレーションモデルを構築し、同空港の空港面上における推奨経路の生成機能を実装した。

高精度な推奨経路の生成には、観測データに基づくパラメータ類の設定が不可欠である。そこで、平成18年度は前年度に引き続いて仙台空港における航空機の運航状況調査を実施し、設定パラメータ類の精度向上に必要な観測データの取得を行った。

今後、取得した観測データによりパラメータの精度向上を行うと共に、シミュレーションテストツールによる生成経路と実際の運航状況調査結果との比較・検証を行って推奨経路生成処理アルゴリズムの妥当性を検証する。

(2) 経路生成ツールの製作

A-SMGC 実験システムの接続試験を実施するにあたって必要となる経路生成ツールについて、タッチパネル等を使って始点と終点をマニュアル指示する事で、その間の経路を自動生成する半自動経路生成装置を製作した。本装置は、始点、途中点、終点の全てに対するマニュアル選択も可能であり、一旦生成した経路の修正もできる。また、複数機に対する経路指示が出来る。平成18年度末には仙台空港において実験システムの接続試験を行って、経路指示に関する基本動作を確認した。図2は、タッチパネルを使った経路生成装置の外観を示す。

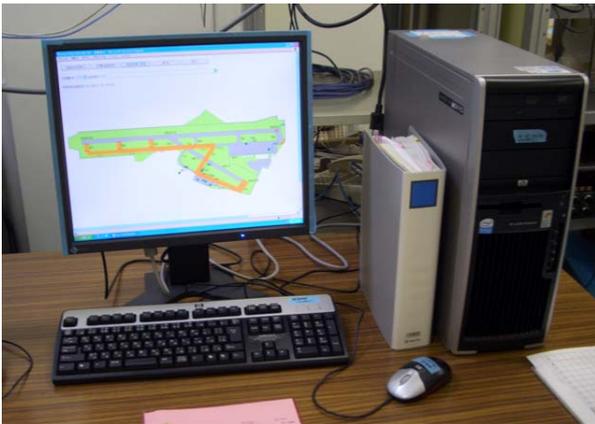


図2 タッチパネルを使った経路生成装置外観

(3) 音声認識経路生成ツールの改修

昨年度製作した A-SMGCS システムにおける推奨経路生成機能に音声認識を付加したツールの機能向上を行った。

音声認識経路生成ツールは、仙台空港をモデルとして、空港面における管制官の経路誘導指示を音声認識することにより、指示された経路を作成・表示する装置である。

今年度は機能向上の一つとして、音声認識率の向上を目指した。主な変更としては、音声認識が多数の話者に対応できるように、辞書内の単語の発音内容についての修正等を行った。また、音声認識の対象となる管制官の使用用語の変更に伴い、認識すべき単語および文法を更新し、平成 18 年度の仙台空港における運航状況調査のデータに対応できるように改修した。

現在、認識率の評価中であるが、認識率向上が今後も困難と思われる点として、発話の速度が早い場合やネイティブ英語の発音等があげられる。管制官の用語が英語であるため、日本語の音声認識エンジンでは処理速度に限界があると思われる。また、ネイティブ英語の発音を認識させることは英語版の音声認識エンジンでの対応が求められると考える。

3.3 誘導機能の開発

統合型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ツールから伝送された経路データを使用して誘導路中心線灯 (TCLL) と停止線灯 (STBL) とを組み合わせることで自動点灯点滅制御できる灯火誘導装置を開発する。なお、本機能の開発は、独立行政法人交通安全環境研究所が担当している。

平成 18 年度は、複数機に対する灯火誘導機能を実装して、仙台空港において実験システムの接続試験を行って機能検証を実施した。

3.4 管制機能の開発

ICAO (国際民間航空機関) で出された A-SMGCS 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 (衝突) を事前に検出する機能を含めることを推奨している。本研究では、平成 17 年度に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を開始し、離陸機に対する誤進入・コンフリクトを検出するソフトウェアを試作・実装した。

平成 18 年度は、着陸機に対する誤進入・コンフリクトを検出する機能を追加実装した。また、注意警報の簡易表示機能と出力機能を追加した。

(1) 着陸機に対する誤進入・コンフリクト

①クローズ滑走路への着陸

滑走路がクローズ状態において、離陸機が滑走路エリアに進入した場合、注意を発する。更に離陸機が滑走路にラインアップ (センタエリアに進入) し、離陸を開始した場合、警報を発する。

②コンフリクトの検出

保護エリアに移動体 (航空機、識別車両、または非識別移動体) があり、滑走路までの到達時間が $T1$ 秒以内である時、注意を発する。更に到達時間が $T2$ 秒以内である時、警報を発する。(図 3 参照)

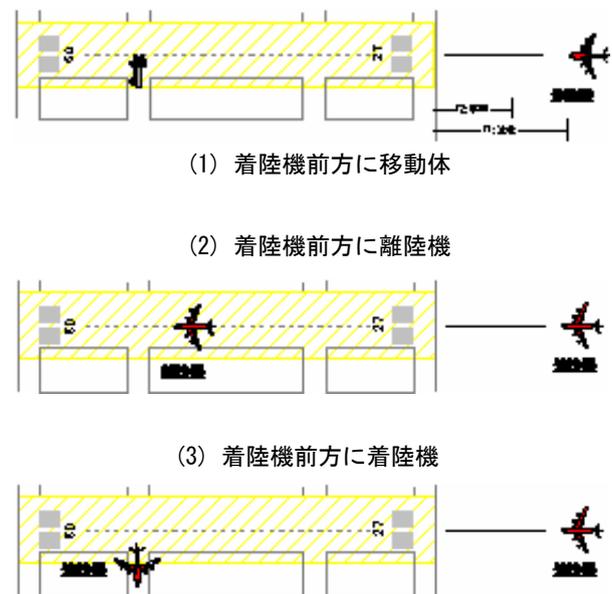


図3. 着陸機のコンフリクト検出

また、間隔を短くして運用する場合を想定し、短縮間隔モードを設けた。短縮間隔モードへの切替は、コマンド入力により変更できる。

短縮間隔モードでは、滑走路までの到達時間が $T2$ 秒

で、かつ

- ・航空機との距離がR1 以上の場合、注意を発する。
- ・航空機との距離がR2 未満の場合、警報を発する。
- ・離陸機との距離が短縮間隔 R1 未満、短縮間隔 R2 以上で離陸機が離陸(高度>0)している場合、注意を発する。
- ・離陸機との距離が短縮間隔 R1 未満、短縮間隔 R2 以上で離陸機が離陸していない場合、警報を発する。

(2) 注意警報の簡易表示機能

ソフトウェアの性能や機能を評価するため、注意警報の簡易表示機能を追加した。本機能により、警報対象となる移動体の位置、アドレス、トラック番号、高度、速度などの情報を確認できる。図4に簡易表示例を示す。

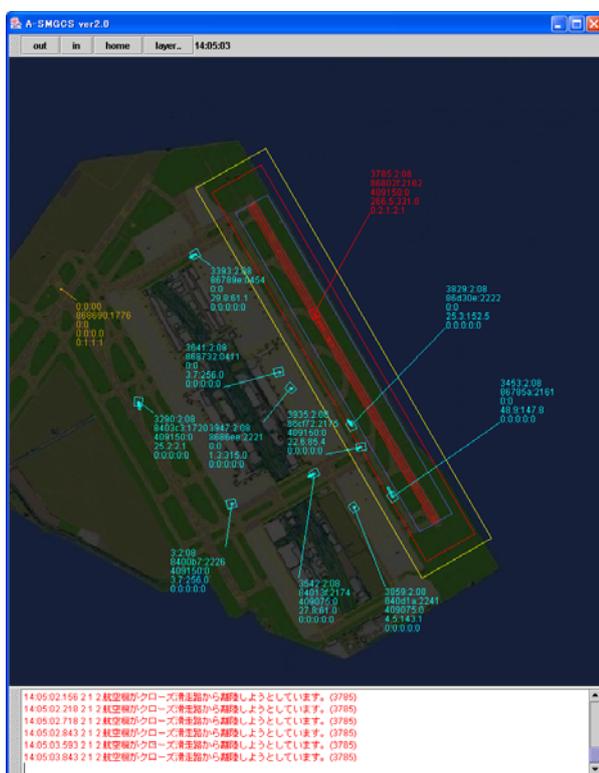


図4 簡易表示例

(3) 警報出力機能

本機能は、注意警報の情報を ASTERIX11 に追加し、ネットワークに接続した管制表示装置等の外部装置に出力する。情報は、ASTERIX11 の警報メッセージサブフィールド (I011/600) と警告トラック (I011/610) サブフィールドに追加される。

3.5 システム接続試験

A-SMGC 実験システムの開発に向けて、各要素を結合させた A-SMGC 実験システムを構築し、仙台空港において実験車両と実験用航空機を使った走行試験を実施した。本接続試験では、A-SMGC システムに要求される4つの基本機

能のうち、灯火誘導機能の開発を担当している交通安全環境研究所と共同研究契約を結んで連携を図った。図5にA-SMGC 実験システムの系統図を示す。

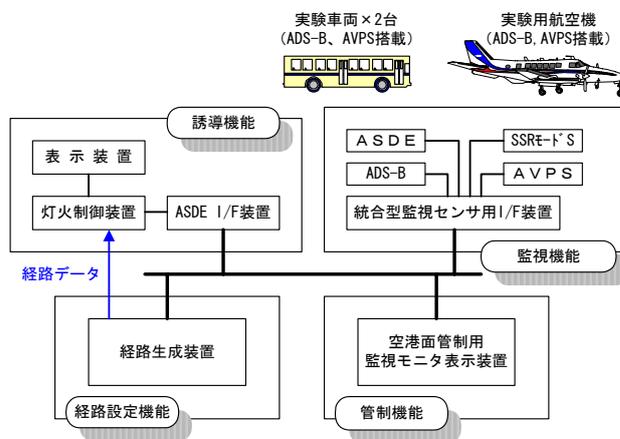


図5 A-SMGC 実験システム系統図

本接続試験では、ADS-B、ASDE、SSR モード S、AVPS の4つの監視センサを適宜使用して試験を実施した。このうち、主にADS-BとASDEを相関処理して統合型監視センサ出力とした。

経路設定機能では、走行可能な誘導路をエッジと定義し、タッチパネル又はマウスを使って経路上のエッジを選択する事で経路データを生成する。図6は、仙台空港面の経路(エッジ)とその名称を示す。

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

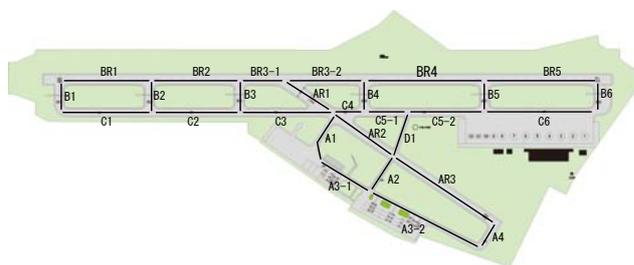


図6 仙台空港面の経路(エッジ)とその名称等で補足して経路指示の対象となる移動体のシンボルを特定する。そして、指示する経路の始点、途中点、終点をタッチパネル等でマニュアル選択して経路を生成する。また、始点と終点をマニュアルで選択指示することで、その間の経路を自動生成する機能も有する。生成された経路に対しては適宜変更することも可能である。

灯火誘導については、実際の灯火は使えないので TCLL と STBL の座標データをパソコンの地図上に入れて PC の画面上で灯火制御の動きを検証した。また、TCLL と交差部の STBL に LED を使った灯火模擬パネルを使って灯火誘導機能の動作検証をした。図 7 は、灯火制御装置と灯火制御モニタ表示装置、そして灯火模擬パネルの外観を示す。



図 7 灯火制御&モニタ表示装置，灯火模擬パネル外観

3.5.1 実験用車両による夜間走行試験

今回の接続試験では、複数機に対する経路指示と灯火誘導に関する基本的な機能の動作検証を主目的としている。そこで、各機能の検証に対応した走行パターンに対して 2 台の実験用車両を使った夜間走行試験を行った。

灯火誘導機能は、監視センサからの航空機位置情報と経路指示装置からの走行経路情報に基づいて航空機前方走行経路上の一定範囲（設定距離：400m）の TCLL を航空機の走行に合わせて移動点灯する。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、先行機の後方の一定距離（設定距離：100m）までしか点灯させない。

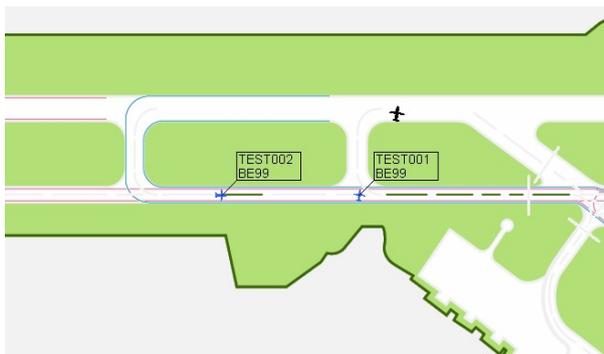
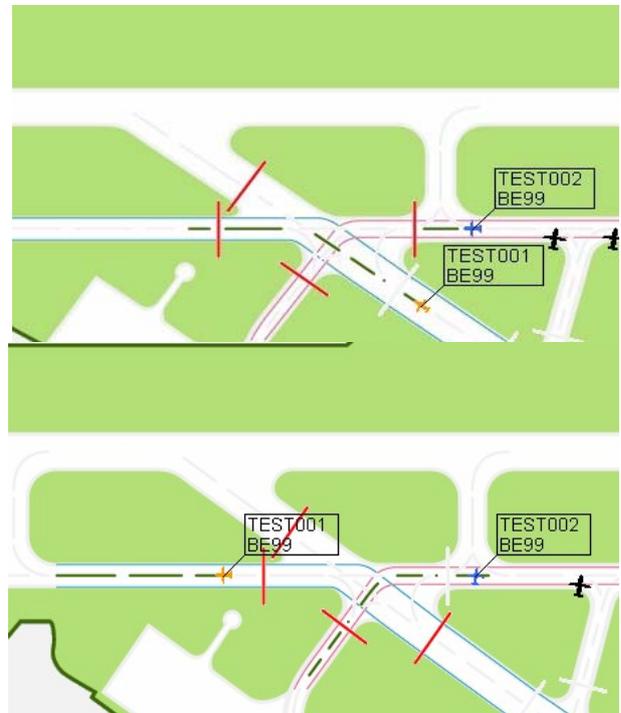


図 8 前方点灯・後方消灯制御モニタ画面表示例

図 8 は、灯火制御モニタ表示装置の拡大画面であり、前方点灯と後方消灯の表示例を示す。この場合、点灯灯火は一括制御される数個の灯火群ごとに濃緑色の線分で表示している。このモニタ表示画面から、後続機の前点灯は、

先行機の後方一定距離までしか点灯していないことが分かる。

交差部においては、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（今回の実験は先着順アルゴリズム）、STBL によって他の航空機を交差部手前で一時停止させるなどの交通整理を行う。図 9 は、交差部における灯火制御モニタ画面表示例であり、2 機が相前後して交差部へ接近した場合の TCLL と STBL の点消灯状況を時間推移に従って示したものである。灯火誘導は、STBL の手前一定距離（設定距離：85m）に先に到達した“TEST001”を優先通過機として、その経路の TCLL の点灯を継続し、同時に他の誘導路の STBL を点灯してそれらの誘導路からの交差部への進入を禁止する（同図（a））。このとき、“TEST002”の



(b) 優先通過機交差部離脱

図 9 交差部灯火制御モニタ画面表示例

前方 TCLL は STBL より先は消灯される。続いて、優先通過機が交差部を離脱（同図（b））、すると“TEST002”に対する STBL のみを消灯し、その前方 TCLL を点灯して交差部への進入を促す。また、灯火の点消灯動作は、実灯火を LED で模擬する灯火模擬パネルでも検証した。ほぼ図 9（a）のタイミングでの模擬パネルの LED 点消灯状況を図 10 に示す。

このように、今回の実験では灯火制御システムが所要の動作を行うことを確認できた。

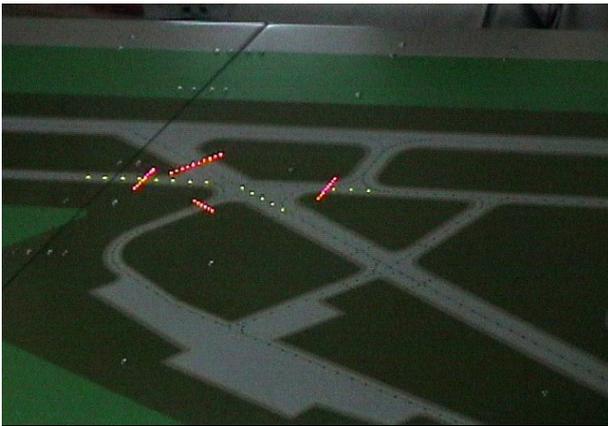


図10 模擬パネル点消灯状況(図9(a)と同時点)

3.5.2 実験用航空機による走行試験

監視、経路設定、誘導の各機能に関する基本動作と経路指示の操作性について検証するため、当所の実験用航空機による走行試験を行った。

到着便に対する経路設定方法で始点となる離脱ポイントについては、1カ所に特定しない柔軟な指示方法を取り入れた。図11は、到着便に対する経路指示画面であり、B1、B2、B3の何れの誘導路から離脱しても対応できるように、B1、B2、B3の各離脱誘導路を1つのブロックとして扱っており、タッチパネル等でB2を選択すれば、

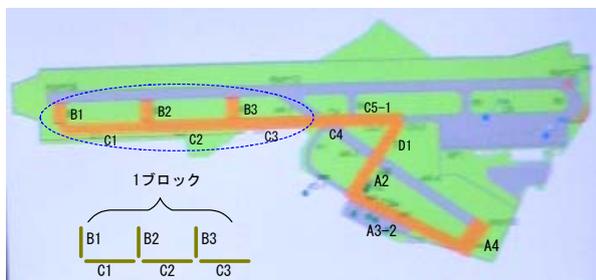


図11 経路生成装置経路指示画面

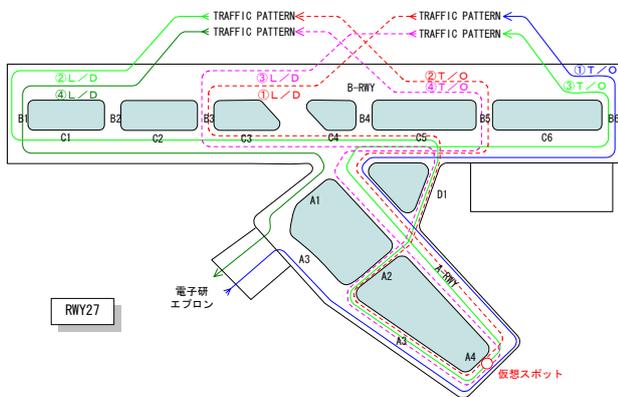


図12 飛行試験用トラフィックパターン

B1-C1, B2-C2, B3-C3が1つのブロックとして同時に認識できる簡便な方法についてその有効性を確認することができた。

図12は実験用航空機による飛行試験時のトラフィックパターンを示す。

図13は、統合型監視センサの航跡記録例を示す。これは到着便による走行パターンであり、緑色の×印がASDE、青色の×印がADS-B、赤色の+印が統合出力を示す。B3で滑走路を離脱してC3-C4-C5-D1-A2-A3を通過してA4の仮想スポットまでの航跡を示す。B滑走路ではADS-Bデータに部分的な欠落が確認された。そして、B3で離脱してC3-C4-C5を通過してD1の途中までは、ADS-BとASDEの各センサ単体によるセンサ航跡と2つのセンサ航跡を融合した統合航跡が生成されていることが確認できる。D1の途中からA2-A3-A4の仮想スポットまでは、ASDEのセンサ航跡が欠落している。しかし、相互補完機能によってADS-B単体によるセンサ航跡と統合航跡が生成されており、システムとして正常に動作していることが確認できた。

4. 考察等

A-SMGCシステムの開発に向けて、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基本性能試験を実施した。

経路設定機能については、タッチパネルまたはマウスを使って複数機に対する経路指示が比較的容易にできることを確認した。しかし、経路を指示する対象航空機の認識と経路データの生成方法等については、操作性がより簡便な方法について更に検討を進めていきたい。

誘導機能について、今回の接続試験では、複数機に対する灯火誘導機能の検証に主眼を置いて実施した。その結果、後続機が続く場合のTCLLの制御、ならびに交差点に対して複数の接近機がある場合のTCLLとSTBLの制御等、灯火制御装置としての機能の妥当性について検証することができた。

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空港面を走行する航空機と車両の全てに対する自動識別表示を実現する統合型空港面監視センサの開発を進めているが、平成17年度と平成18年度に国土交通省航空局の委託に基づいて実施した「東京国際空港マルチラレーションの導入評価」で実用化に向けての見通しを得ることができた。

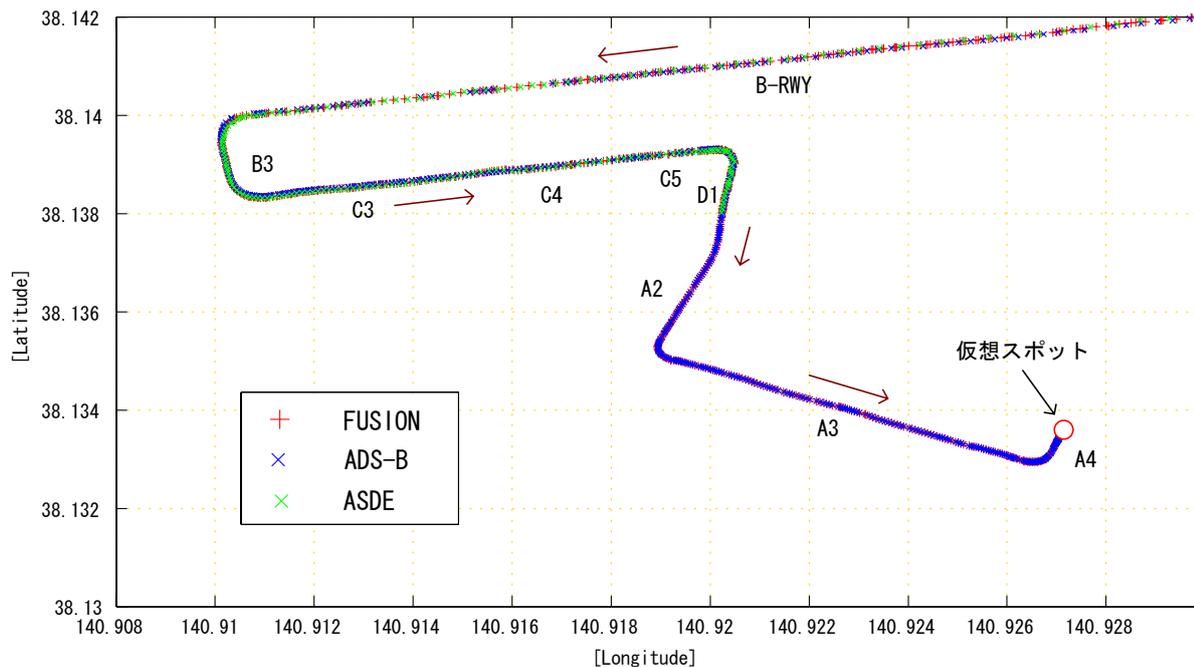


図 13 統合型監視センサ航跡記録例

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)”, 第6回電子航法研究所発表会講演概要, 平成18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)”, 第6回電子航法研究所発表会講演概要, 平成18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”, 第6回電子航法研究所発表会講演概要, 平成18
- (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 pp260 2006.9
- (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 pp261 2006.9
- (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 pp262 2006.9
- (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 信学技報 SANE pp62-68 2007.1
- (8) 宮崎, 二瓶, 他: “東京国際空港におけるマルチラレーション監視システムの評価結果” 第7回電子航法研究所発表会概要, 平成19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” 第7回電子航法研究所発表会概要, 平成19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” 第7回電子航法研究所発表会概要, 平成19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” 第7回電子航法研究所発表会概要, 平成19年6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 研究期間 平成17年度～平成20年度

1. はじめに

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) を航空機の高カテゴリ進入着陸に使用するために、ICAO (国際民間航空機関) はSARPs (国際標準および勧告方式) を策定するための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。

当所では、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、ICAOにおけるSARPs策定・検証作業への寄与、並びに我が国における実用化のための研究を行っている。

本研究は、平成20年からGBASの機上装置を標準装備したボーイング787型機が日本の航空会社に導入されるなどのGBAS対応の航空機の増加に備えるために、平成13年から16年まで行った「高カテゴリ一運用が可能な次世代着陸システムの研究」の成果を踏まえ、GBASを運用するための技術である完全性の評価手法の開発、高カテゴリ化システムにおいての問題である完全性を確保しながらシステムの有用性の向上を図る、静止衛星型衛星航法補強システム (SBAS : Satellite Based Augmentation System) の信号や、米国のGPS衛星のL5信号、あるいは欧州で開発が行われているGALILEO衛星のE1信号などの新信号をGBASに利用する研究を開始した。

2. 完全性の評価手法の開発

GNSSが従来の航法と最も大きく異なる点は、安全性を確保するための完全性の要件が最初から規定されていることである。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 (いきい) 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信号における擬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擬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、統計に入りにく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。従来、当所でもSQMの開発および電離層活動がGBASに及ぼす影響についての研究を進めていたが、さらに、完全性を確保するためには、全ての誤差要因を分類し誘導誤差を増加させる現象の監視機能を付加する研究、誘導誤差と検出確率の関係を定量的に評価する研究なども合わせて推進している。

3. SBAS信号を利用したGBASの開発

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、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MSAS (MTSAT Satellite-based Augmentation System) 信号、米国のWAAS (Wide Area Augmentation System) 信号、さらにインドのGAGAN衛星の信号もが受信できる状態になっている。これらのSBAS信号を利用することにより、測位計算に使用する衛星が増え、衛星配置の改善による測位精度の向上が期待できる。

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信号を利用するためのプログラム改修を行い、GPS/MSAS信号を受信中である。現在は、MSASが試験運用中であるが、GBASが補強情報を作るには問題が無いために、そのMSASの測距信号をGBASに利用した場合の評価を行っている。観測したデータからのシミュレーション結果は、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、効果が高いという結果が得られた。図1にGPS衛星が2個使用できない場合のシミュレーション結果の例を示す。通常のGPS衛星状態の垂直保護レベル (VPL : 桃色) と垂直誤差 (Verr : 橙色)、2個使用できない場合のシミュレーション結果 (青色と水色)、GPS衛星2

個使用できないがSBAS衛星の測距信号を使用した場合のシミュレーション結果（紫色と緑色）を示している。衛星配置によってはGPS衛星2個同時に故障した場合には大きな誤差と保護レベルを生じるが、SBAS衛星の測距信号を利用することで大幅な改善が得られることが分かった。

4. SBAS対応マルチ・チャンネル化SQMの開発

GBASでは完全性を確保するために使うGNSS信号の品質を監視する必要があるが、SBAS信号を測距に利用するときも適用される。そのため、GPS衛星信号を監視する信号品質監視（SQM：Signal Quality Monitoring）受信機を従来の2チャンネルから、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った。平成17年度にはハードウェアの改修、18年度にはソフトウェアの改修を行い、SBAS信号に対する測距方式の最適化および信号品質監視の研究を行っている。さらに、現在のSBAS信号は帯域が2.2MHzしかなく、GPS信号が20MHz以上の帯域に比べ狭いため、測距精度が劣化すること信号品質監視手法が異なることが予想されるために、現在のSBAS信号に適した品質品質監視手法および最適測距方式の開発の必要があり、これらに対する関連信号の基本データを採集し、SBAS信号の品質監視手法、および最適な測距手法などの開発・評価を行っている。

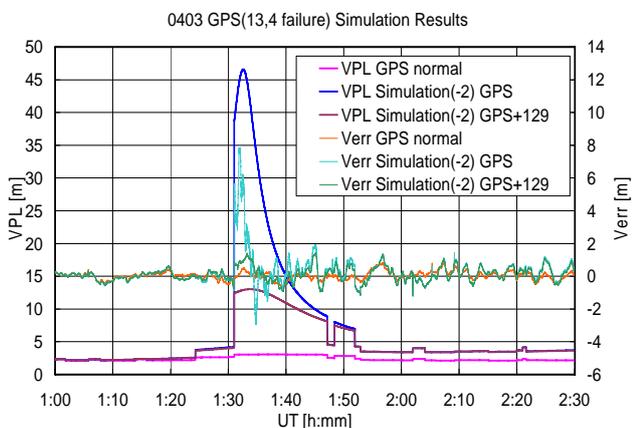


図-1：垂直保護レベル(VPL)がGPS衛星を2個故障させると、大幅に45m以上に上昇するがMSAS信号を使うことで12mまで減少するとともに、精度も大幅に向上する

5. まとめ

平成17年度に開始した本研究は、GBASのCAT-Iシステムを運用するために必要な完全性を確保・評価するための技術を固めながら、有用性の向上を図るために、SBAS信号、GPSのL5信号、GALILEOのE1信号などの新信号をGBASに利用する研究を行っている。平成18年度は、SQM受信機の改修

およびSBASの測距信号による効果を測定・解析を行った。さらに、GBASの実用化に必要なGBASの完全性と有用性を確保する研究については、誘導誤差が生じる要因とその影響の度合いを把握するために、誤差要因の特性を観測している。誤差要因には、赤道異常地帯における電離層活動、多積雪地方の空港における積雪の影響など我が国の風土に関する要因も数多く有るために、我が国独自の研究が不可欠であるとともに、さまざまな観点からの検討が必要であり、当所としてもICAOの動向を注視しつつ、我が国に最適な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) 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
- (2) N. Fujii et.al. ; “Japan GBAS Status”, International GBAS Working Group meeting, Toulouse, Nov. 2006
- (3) 吉原貴之, 藤井直樹, 松永 圭左, 星野尾 一明, 坂井 文泰, 若林 さやか : “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
- (4) 齊藤真二, 吉原貴之, 福島荘之介, 藤井直樹 ; “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 ソサイエティ大会, 2006年9月
- (5) 藤井直樹 ; “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 ソサイエティ大会, 2006年9月
- (6) 齊藤真二, 吉原貴之, 福島荘之介, 藤井直樹 ; “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 全国総合大会, 2007年3月
- (7) 齊藤真二・福島荘之介・吉原貴之・藤井直樹 : “測距誤差推定によるGPS劣化信号検出について” 電子航法研究所研究発表会, 平成19年6月

資料 1-7

今後の管制支援機能に関する研究

研究期間 平成 18 年度～平成 19 年度

1 はじめに

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、技術的研究が望まれている。このため、経路、セクター構成等の空域再編基本案について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 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を行うことを目的とする。

2 研究の概要

2.1 レーダデータの解析

RDP のデータから、大島周辺空域の航空路セクターにおける羽田空港到着機の到着機時間集中度、飛行時間、飛行距離及び飛行高度等の分布について解析した。

2.2 リアルタイムシミュレーションの実施

関東空域再編基本案に基づき、羽田・成田ターミナル空域及びこれに隣接する航空路セクターについて、航空管制官が参加したリアルタイムシミュレーションを実施した。

2.3 簡易評価システムの製作

管制支援機能と時間管理機能及びその連携に係る基本的な要件を検討し、簡易評価システムを製作した。

3 研究成果

3.1 レーダデータの解析

平成 16 年 5 月の 1 週間分の RDP データに基づき、大島周辺空域の航空路セクターにおける羽田空港到着機に係る到着機時間集中度、各到着機の飛行時間、飛行距離、飛行高度及び羽田ターミナル空域との業務移管点（SPENS）における先行機と後続機との間隔を測定した。なお、解析に際しては、SPENS から 100NM（海里）の円弧上を入域地点とし、SPENS（通過しなかった場合は再接近地点）を出域地点とし、合計 1,738 機のデータを使用した。主な結果は表 1 のとおりである。

表 1

到着機時間集中度	ピーク時間帯：20 時台 10～11, 16～17 及び 19～20 時台の合計出域機数の割合は、約 50%
到着機飛行時間	12～15 分：約 85% 最小時間：約 10 分、最大時間：約 19 分
到着機飛行距離	100～105NM：約 81% 最大距離：約 140NM
到着機飛行高度	入域地点：FL250～FL300：約 48% 出域地点：FL160～FL170：約 39%
移管時の間隔	平均 11.5NM, 1 分 47 秒 10NM～13NM：52%

3.2 リアルタイムシミュレーションの実施

3.2.1 シミュレーションの概要

関東空域再編基本案では、羽田及び成田空港周辺空域に、両空港到着機等の管制処理に特化した航空路セクター（中間空域）を配置したセクター構成となっている。そこで、本年度は、次の航空交通流を対象にリアルタイムシミュレーションを実施した。

第 1 回 成田空港到着機交通流

第 2 回 羽田及び成田空港出発機交通流

第 3 回 羽田空港到着機交通流

なお、第 2 回及び第 3 回については、現在データ解析中であるため、本稿では第 1 回目に実施した成田空港到着機交通流に係るシミュレーションの概要について述べる。

関東空域再編基本案に基づき、表 2 の 3 セクター構成で、成田空港到着機のピーク時間帯のシナリオを作成し、それぞれの関連セクターを通過する到着機及び出発機交通流を発生させた。

表 2

	主な交通流	移管先
中間空域 A	洋上空域からの到着機	中間空域 B
中間空域 B	北方又は中間空域 A からの到着機	成田ターミナル空域
中間空域 D	南方からの到着機 南方へのお発機	成田ターミナル空域, 他

また、本シミュレーションでは、関係各空域相互間で適用する業務移管条件を予め表 3 のとおり設定した。

表 3

中間空域 A から B	最低移管間隔：10NM 移管高度：FL200
中間空域 B から 成田ターミナル空域	最低移管間隔：8NM 移管高度：9,000 フィート
中間空域 D から 成田ターミナル空域	最低移管間隔：7NM 移管高度：8,000 フィート

本シミュレーションでは、これらの条件に伴うシナリオ航空交通流に係るパラメータ及び管制通信を記録した。

3.2.2 データ計測結果等

本シミュレーションでは、各中間空域内における到着機流量、滞留時間、業務移管時の先行機と後続機の間隔等を測定した。

各中間空域のピーク時到着機流量については、業務移管条件及び到着機が連続した場合の関連機間の時間差に基づき1時間あたりの流量を推定した。

多くの到着機が集中した場合には渋滞が発生し、当該空域内で滞留するが、その際の滞留解消に要する最小時間を滞留時間とした。到着機が連続して入域した場合の平均入域間隔、移管時における関連機間の平均時間差に基づき滞留時間を推定した。(シナリオの交通流には、中間空域 D にもみプロペラ機1機が含まれている。)

表 4

	中間空域 A	中間空域 B	中間空域 D
ピーク時 到着機 流量	24 機/時間	28 機/時間	35 機/時間
平均 入域間隔	約 1.0 分	約 0.6 分	約 1.3 分
平均 移管間隔	約 12.4NM 約 2.5 分	約 9.5NM 約 2.1 分	約 8.9NM 約 1.7 分
平均 滞留時間	約 3.5 分	約 2.2 分	約 0.7 分
最大 滞留時間	約 12.1 分	約 11.3 分	約 3.6 分 約 1.4 分 (ジェット機)

特定空域内で許容し得る滞留時間の限界を、最大許容滞留時間とした。最大許容滞留時間は、空域の形状、経路構成等をもとに、当該空域内における最大の迂回経路長及び飛行速度を算定して推定した。なお、最大の迂回経路長の算定に際しては、当該空域からの逸脱、待機経路の飛行又

は極端なジグザグ経路の飛行等、円滑な航空交通流の形成に支障となる恐れが生ずると考えられる場合を除いた。飛行速度は、当該空域における代表的な航空機の性能等を参考にして、気象状態を勘案して算定した。各中間空域に係る最大許容滞留時間の推定値を表5に示す。

表 5

中間空域 A	約 25 分
中間空域 B	約 20 分
中間空域 D	約 5 分 (プロペラ機), 約 3 分 (ジェット機)

3.2.3 データ解析結果等

昨年度に実施した「関東空域の再編に関する予備的研究」では、空域構成、管制運用方式、交通流量、滞留時間は、相互に密接な関係があることがわかった。そこで、本シミュレーションデータの解析に際しては、これらの関係に着目して、空域の形状や経路構成等の空域条件と航空機流量、業務移管の条件等の運用条件との整合性について解析を行った。

各中間空域に係る移管間隔は、3.2.2に述べたとおりであるが、本シミュレーションデータの平均移管間隔は、予め設定した移管間隔に0.9~2.4NMの上乗せした値が計測された。これは、本来的に関連する全到着機相互間に最低移管間隔を設定することが極めて困難なことに加え、個人差や交通状況の違い等に伴う間隔のバラツキが生じたことによるものと考えられる。

本シミュレーションにおいては、いずれの中間空域においても、入域間隔と出域間隔が滞留時間に影響したものである。なお、中間空域 D については、低速のプロペラ機と他機との速度差が影響した結果、同機の滞留時間が最大値となったものと推定される。

滞留時間が最大許容滞留時間を超えた場合には、円滑な航空交通流の形成に支障となる恐れが生ずることになる。本シミュレーションにおける各中間空域の滞留時間は、それぞれの最大許容滞留時間を超えていなかった。また、最大滞留時間又はこれに準ずる滞留時間に係る到着機の航跡は、当該空域を逸脱していなかった。

本シミュレーションの諸条件下におけるピーク時の航空機流量は、3.2.2に述べたとおりである。仮に、この流量を目標値として、他空域の諸条件を設定する場合、本シミュレーションにおける入域・出域間隔、最大許容滞留時間等、関連する他の諸条件値と同様の条件値を設定することにより、相関する条件の整合が図られ、円滑な航空交通流の形成及び目標値を満たすための基本条件が整うものと推定される。

3.2.4 通信量の解析等

航空管制通信（管制通信）は、航空管制作業において本質的な役割を果たす。管制通信は各席に割り当てられた原則的に1本の回線を管制機関・各航空機で共有するために通信量の増加により回線が使用中の状態にある割合が増加する。この結果、管制官による管制指示や航空機側からの要求を適切なタイミングで発出することが困難になり、航空管制業務の円滑な実施へ影響を与えることが予想される。

そこで昨年度に実施したシミュレーションによる管制通信データを解析し、データ通信の導入による音声通信の低減量を検討した。はじめに、管制指示等について、必要な語句の追加や不要な語句の除去を行い適正化した。その結果、管制官役とパイロット役により発出される通信時間の比は全ての試行でほぼ3：2の一定の値に収束した。

取得した音声通信データからデータ通信により除外可能と想定した通信を除外したデータと除外前のデータ（現行の環境下のデータ）と通信量を比較した。比較には音声通信回線の使用率を指標として用いた。音声通信回線の使用率は、単位時間における通信量の割合に対応する。通信回線の使用率の基準値を暫定的に0.5と設定し、基準値以上となる割合をデータ通信導入後と現行の環境下の音声通信データで比較した。比較からは、データ通信導入後は基準値以上となる頻度が半分以下となることが示された。

3.3 簡易評価システムの製作

3.3.1 背景

交通状況が刻々と変化する状況下において、常時、円滑な航空交通流を形成し、所要の航空交通流量を確保するためには、出域機流量に影響を与えることなく、滞留時間が最大許容滞留時間を超えないよう、入域機流量又は空域構成の条件を適切に制御する必要がある。所謂、可変セクターは、空域構成の条件を変更して対応する例であるが、隣接空域の構成に影響するため、関東空域のように、別々の航空交通流が近接し、且つ、ピーク時間帯が重複することが予想される場合には、その設定は現実的に困難となる。そこで本研究では、入域機流量条件の変更に適切に対応するため、入域機の間隔を管理し、滞留時間を制御することができる管制支援機能、及び、この機能と航空機の運航との協調を図る時間管理機能について検討することとした。

3.3.2 滞留時間の推定

滞留時間を予測し、その精度を評価するため、滞留時間推定式を作成した。滞留時間は入域流量と出域流量の差に依存することから、これらのパラメータを推定することが

出来れば、発生する最大の滞留時間を予測することが出来る。まず、入域流量については、連続して入域する航空機の最大機数及び入域時間間隔から平均入域時間間隔を推定した。その際、入域時間間隔が未知なので、入域点の数および入域時の移管条件から最も短時間で入域する場合の入域時間間隔を採用した。次に、出域流量については、出域点の移管条件および管制業務移管時のパラツキを考慮した上乘せ分から、出域時間間隔を推定した。

3.3.3 簡易評価システムの製作

管制支援機能を検証するための管制支援機能評価ツールおよび簡易管制シミュレータを製作した。

管制支援機能評価ツールは、航空機の飛行計画と飛行位置から、目的空港付近での滞留時間を予測し、円滑に滞留を解消するための制御手法を検討することを目的として製作した。ここで、滞留時間は、航空機が目的空港まで順調に飛行した場合と目的空港付近の交通集中により時間調整をした場合の到着時刻の差を示す。具体的には、空港の最終進入フィックス等の予定通過時刻及び同フィックスでの先行機や後続機との最低間隔を満足する計画通過時刻を算出する。滞留時間は、航空機の予定通過時刻と計画通過時刻の差より求められる。今年度はレーダデータや管制シミュレーション実験のデータを処理し、航空機の滞留時間を予測する部分を製作した。

簡易管制シミュレータは、空域、航空機の運動モデル、運航スケジュール、管制指示等のデータから、航空機の飛行を模擬する。今年度は、空域、航空機の運動モデル、運航スケジュールに基づき、管制指示に対応したパイロット入力を反映し、航空機が運動する部分を製作した。

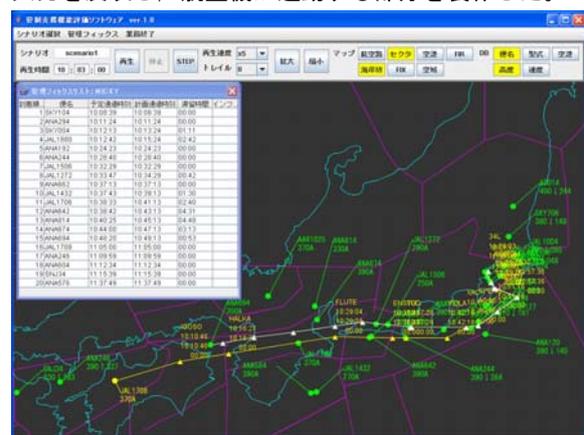


図1 管制支援機能評価ツールの表示例

3.3.4 時間管理機能と管制支援機能との連携手法の検討

本研究で対象としている時間管理機能は、数時間先までの長期的な航空交通の滞留を予測し、その解消策を算出し、

航空機と協調してその実現を目指すものである。このように統合的な航空機の運航の管理を目指すことにより、特定空域への航空機の一時的な集中を避けることができ、円滑な航空交通流が形成できる。時間管理機能の実現のためには、高精度な航空機の将来位置予測と滞留解消のための効率的な時間調整のための航空機の制御手法の構築が重要である。これらは、これまでの戦術的な航空管制とは異なる運用方式であるため、運航者や航空管制官の新たな合意形成が必要となる。そのため、本研究では、上記の評価ツールで構成される時間管理機能の模擬システムを製作し、これを基盤として航空関係者と共に検討し、時間調整の制御手法を探ることを目的とする。

4 考察等

航空機流量等の目標値を設定する場合に、これを満たすための空域基本要件、この具体化を行うための管制支援機能等の基本要件等について検討した。

これら機能の実用化に際しては、対空通信や航空機の効率的な運航に係る諸要件等についても検討しておく必要があり、今後、ターミナル空域等の他の空域に係る通信量等の解析や飛行時間及び消費燃料低減の観点と言った運航効率に関する検討を進めていくこととする。

掲載文献

- (1) 蔭山康太, 山本哲士, 岡恵, 青山久枝:” 実時間シミュレーションにおける航空管制通信量の一解析”, 電子航法研究所 第6回研究発表会講演概要, p13, 2006年6月
- (2) 岡恵, 山本哲士:” 単純な空域モデルにおける交通密度と管制空域デザイン要件”, 電子航法研究所 第6回研究発表会講演概要, p17, 2006年6月
- (3) 福田豊, 山本哲士:” 航空交通管理のパフォーマンス測定ツールの試作”, 電子航法研究所 第6回研究発表会講演概要, p33, 2006年6月
- (4) 岡 恵, 山本哲士:” 管制空域デザインと空域内の飛行時間”, 電子情報通信学会総合大会, B-2-4, p252, 2007年3月
- (5) 山本哲士, 福田豊, 岡恵, 宮津義廣, 行木宏一:” 到着機の運航効率と降下プロファイルに関する一考察”, 電子航法研究所 第7回研究発表会講演概要, 2007年6月
- (6) 岡 恵, 山本哲士, “航空交通量と空域設計要件との関係について”, 電子航法研究所 第7回研究発表会講演概要, 2007年6月

無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究

研究期間 平成 16 年度～平成 19 年度

1. はじめに

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。SSR（二次監視レーダ）を基にしたモード S、マルチラレーション、ACAS（航空機衝突防止装置）等はパルスの到達時刻検出を利用する点において共通点がある。これらのシステムは、マルチパス誤差特性も共通するところも多い。これらのシステムで応用可能なマルチパス誤差低減のための研究が望まれている。

2. 研究の概要

ACAS のような時間検出を基礎とする測位システムにおけるマルチパスの問題に対処する技術を開発するため、平成 16 年度から 19 年度までの 4 年計画で「無線測位におけるマルチパス低減手法の研究」を開始した。本研究は、以前開発した航空機衝突防止装置の送信機や、1030MHz または 1090MHz 帯の信号を使用した測位実験システムを一部利用して実験システムを開発し、モード S 信号におけるマルチパスの低減手法の研究を中心に進め、空港面上のマルチパスが多い場所においても誤差 6m 以下の測位手法の開発を目標としている。

3. 研究成果

3.1 マルチパス誤差を低減する測距方式の検討

平成 16 年度と 17 年度に時間検出方法として、DAC(Delay Attenuate and Compare)と相関を使用する方法について比較検討した。相関法は GPS でも使われている方法で、基準波形と受信波形の相関を指定した比較的広い範囲の波形データを使用して計算するため、雑音の影響は受けにくい特徴がある。しかし、マルチパスによるひずみの影響はあるため、GPS 受信機でも使われているマルチパスの影響が比較的少ないとされるナローコレクタの究極のものに相当する相関値のピークを求める方法を使用した。これに対して、DAC はパルス波形の初期の部分を使用して時間検出処理を行うため、遅れて到着するマルチパスの影響は軽減され、相関を使用する方法よりもマルチパス

誤差は 1/2 以下に小さくなった。しかし、短い遅延時間のマルチパスの影響はある程度残る。また、DAC は受信パルス波形の 2 点を使用して時間検出するため、波形の所定の範囲のデータを使用して処理する相関法と比べてノイズの影響を受けやすく、S/N(信号対雑音比)が低くマルチパスが少ない場合、相関法より誤差が大きい場合があった。そこで、DAC を改良して波形のより多くの点のデータを利用して時間検出する方法について検討した。送信機の RF 送信信号波形データをデジタルオシロスコープにより記録し、この波形データを基にして数値計算シミュレーションによりマルチパス誤差特性を算出した。マルチパスの状態を示すパラメータとしては M/D 比 (Multipath to Direct signal level ratio)、直接波に対するマルチパス波の遅延時間と搬送波の位相差がある。これらのパラメータを変えながら DAC と改良した方法を比較した結果、DAC よりさらにマルチパス誤差は 1/2 程度に小さくできる可能性があることが分かった。しかし、S/N が悪い場合の誤差や処理が複雑になるため演算量が多くなるなどの問題があり、さらに検討が必要である。

3.2 マルチパスシミュレーション

マルチパス発生状況を把握するため、実験と同様な環境で電波伝搬のシミュレーションを行なった。シミュレーションプログラムとしては、既存の物理光学的な手法に回折計算機能を組み合わせたものを使用した。このプログラムの入力データとして、仙台空港の地図と写真を基に、障害物等環境データを作成した。図 1 に建物等と受信点と誘導路上の複数個所の送信点を入力した状態を示す。

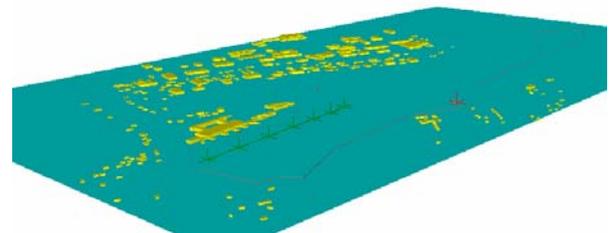


図 1 仙台空港の障害物データ

図 2 に誘導路上の複数個所の送信点から B 滑走路北側の受信点への直接波（赤線）と地面や建物による反射波（青線）の経路を示す。

図 3 に誘導路上の送信点の位置を変化させた場合の受信点において受信される信号の状態を示す。赤で示す直接

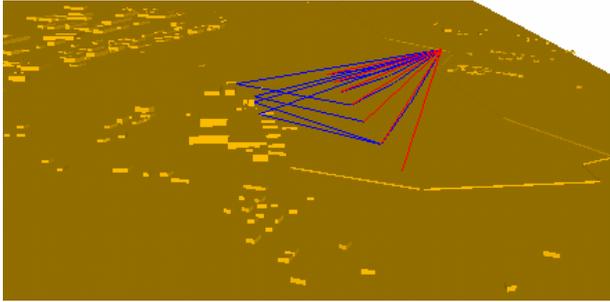


図2 地面と建物による反射状況

波は、直後に到達する青の地面反射波が重なっているが、さらに遅れて建物等によるマルチパス波があることが分かる。

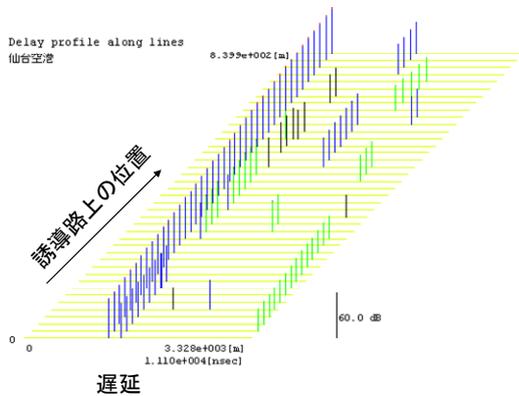


図3 遅延プロファイル（誘導路上）

図4に送信点が空港外の遠方で仰角0~60度にある場合を模擬した計算結果を示す。これは、飛行中の航空機からの信号を受信した場合に相当し、地面反射以外のマルチパスは空港面上と比較して少ないことが分かる。

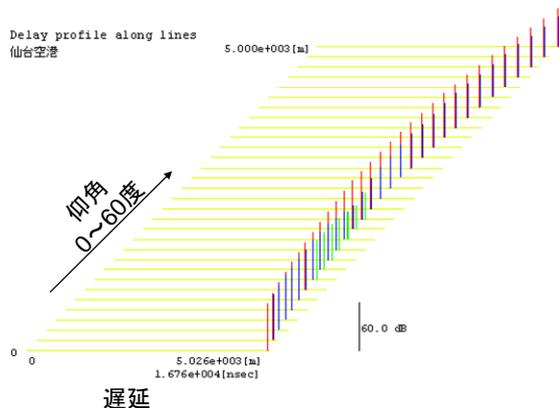


図4 遅延プロファイル（遠方，仰角0~60度）

3.3 仙台空港における実験

光ケーブルを使用した受動測位（OCTPASS）の評価のため、

仙台空港 B 滑走路周辺において光ケーブルを仮設し、測位実験を実施した。これはモード S トランスポンダの 1090MHz スキッタ信号を利用した受動測位で、各受信局の信号を光ケーブルで集めることにより、局間の同期誤差が少ない方式である。しかし、この実験において局間を結んでいる光ファイバが、鼠と思われる動物に切断される障害が頻発し十分なデータが得られなかった。この対策のため、19 年度に対鼠性の光ケーブルに交換して再度実験を行う計画である。

4. 考察等

マルチパス誤差は、相関法と比較して DAC 法の方が小さくできるが、DAC 法でさらに多くのデータを使用するように改良することを検討した。より多くの情報を使用するためマルチパス誤差は小さくできるが、処理能力を必要とする問題がある。しかし、集積回路技術の進歩に伴い将来はより複雑な処理方式でも実用となると考えられる。

実験を行った仙台空港の電波伝搬状況を模擬して、マルチパスのシミュレーションを行った結果、空港面上に航空機がある場合の電波伝搬は、飛行中の高仰角の航空機からの電波を受信するのと比較してマルチパスが多いことが確認できる。この結果から、空港面上の測位においては、高仰角の信号を利用する GPS の方がマルチパスの問題は少ないといえる。また、シミュレーションは実際の状態よりかなり単純化しているため、実際の信号ではシミュレーションよりもさらに複雑である。

また、実験装置も改良し本研究の最終年度となる平成 19 年度にも実験を行い、研究をまとめる計画である。

掲載文献

- (7) 田嶋，古賀，小瀬木，“モード S 信号を用いた受動監視のマルチパス誤差評価”，第 6 回電子研発表会，平成 18 年 6 月
- (8) T. Koga, H. Tajima, S. Ozeki, “Results of Evaluation of a Multilateration with Radio On Fiber Connection”, WSANE2006, Xi'an China, Apr., 2006.
- (9) 古賀，田嶋，小瀬木，“ACAS 受動測位における時刻検出方式の検討”，通信学会論文誌，平成 18 年 7 月
- (10) 田嶋，古賀，小瀬木，“モード S 信号を用いた受動測位のマルチパス誤差の検討”，通信学会ソサエティ大会，平成 18 年 9 月
- (11) 田嶋，古賀，小瀬木，“空港面受動測位実験のマルチパス誤差評価”，第 44 回飛行機シンポジウム，平成 18 年 10 月

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

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、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 カ年計画であり、平成 18 年度は第 3 年度である。平成 18 年度の研究の目的は、航空機運航モデル（水平面）およびコンフリクト検出手法（水平面）を開発し、コンフリクト検出評価システムの機能を向上させることである。

平成 18 年度は、主に下記のことを行った。

- ・航空機運航モデル（水平面）の開発
- ・コンフリクト検出手法（水平面）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 航空機運航モデル（水平面）の開発

航空交通管制部のレーダデータと航空機に記録されているフライトデータを解析し、航空機の水平面の運航モデルを開発した。

レーダデータの解析では、札幌航空交通管制部、東京航空交通管制部、福岡航空交通管制部および那覇航空交通管制部で使用されている RDP のデータ（レーダデータ）を使用した。昨年度までに製作した解析プログラムを、今年度から新たに取得した那覇航空交通管制部のデータにも対応できるように機能向上した。これらは、RDP で扱われた航空機の位置情報等の記録およびコンフリクト警報の表示記録をレーダデータから抽出するプログラム、航空機の位置情報とコンフリクト警報の発生情報を高速に動画で表示するプログラム、コンフリクト警報の発生時刻・発生位置等を集計するプログラムである。

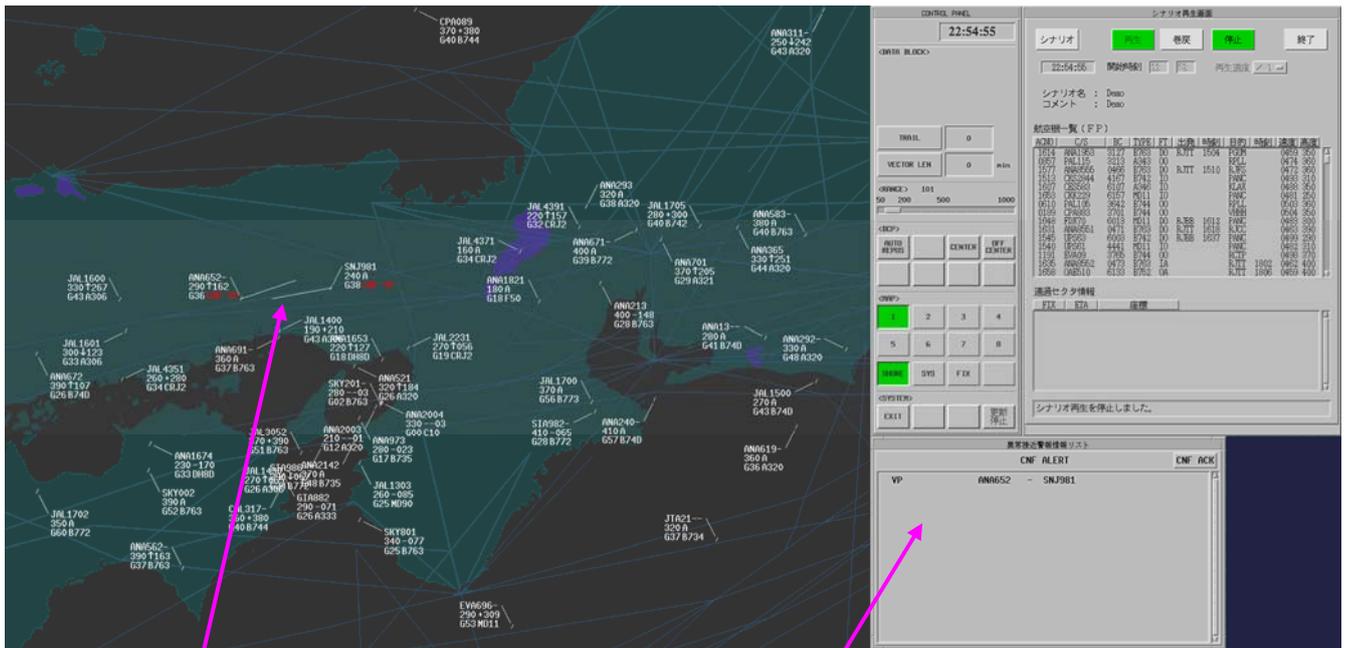
航空機のフライトデータの解析では、クイックアクセスレコーダに記録されているフライトデータを解析した。データ種別は航空機の位置・高度・速度・高度変化率・ロール角・トラック角等である。

レーダデータとフライトデータを使用し、航空機の位置を直線的に予測するコンフリクト検出手法について予測誤差を解析した。その結果、コンフリクト警報の予測時間である 3 分後における航空機位置の予測誤差は、両データの位置差と、速度差に予測時間を乗じた値の和で近似でき、旋回フェーズの場合はトラック角差（進行方位角の差）の影響を受け易く、直進フェーズの場合は対地速度差の影響を受け易いことがわかった。また、フライトデータの対地速度とトラック角を用いた予測誤差の平均値は、レーダデータを用いる場合に比べて、旋回フェーズと直進フェーズでそれぞれ約 3 割程度予測誤差が減少することがわかった。

3.2 コンフリクト検出手法（水平面）の開発

レーダデータとフライトデータの解析より、水平面の予測精度を向上させるためには、対地速度とトラック角の推定精度の向上が有効であることがわかった。そこで、これらのデータを機上から取得して、レーダデータと融合して利用するコンフリクト検出手法を開発した。

RDP は多重レーダ処理により、各々のレーダ系座標による観測点を全レーダに共通なシステム座標に変換して利用している。このシステム座標は各航空交通管制部を原点とした平射図法（視点が接平面と反対側の地球表面上にある図法）である。このため、システム座標上のトラック角と地球上のトラック角は角度差が存在し、原点から観測点



コンフリクト警報が表示された航空機

コンフリクト検出情報リスト

図1 コンフリクト検出評価システムの表示画面(コンフリクト警報の表示例)

が離れるほど、その差は大きくなる。そのため、航空機から取得したトラック角をレーダデータと融合して利用する方法を開発した。

3.3 コンフリクト検出評価システムの製作

昨年度に製作したコンフリクト検出評価システムについて、FMS 予測のコンフリクト検出機能および管制官入力機能を追加した。

コンフリクト検出評価システムは、航空機追尾機能、コンフリクト検出処理機能、レーダ画面表示機能、シナリオ作成・再生処理機能で構成される。航空機追尾機能では、SSR 相関処理機能、FMS 相関処理機能、SSR 平滑処理機能、FMS 平滑処理機能、SSR 予測処理機能を持つ。コンフリクト検出処理機能では、直線予測コンフリクト検出処理機能、フライトプラン予測コンフリクト検出処理機能、FMS 予測コンフリクト検出処理機能を持つ。レーダ画面表示処理機能では、ターゲット情報表示機能、コンフリクト検出情報データブロック表示機能、コンフリクト検出情報リスト表示機能、管制官入力処理機能を持つ。

本評価システムを使用して、直線予測およびフライトプラン予測によるコンフリクト警報について、コンフリクト警報を検出する範囲である予測時間と警報数の関係を求めた。この結果、どちらの予測でも予測時間と警報数はほぼ比例の関係がある。また、フライトプラン予測は直線予測と比較して、全ての予測時間で警報数が8割程度である。

4. 考察等

航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法は、レーダの観測位置に基づいた直線予測のコンフリクト検出手法に比較して、水平面の予測精度が向上する。また、直線予測とフライトプラン予測においては、コンフリクト警報数は、予測時間とほぼ比例する関係がある。航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法では、これらの予測手法の組み合わせ、および、動態情報の利用により、不必要なコンフリクト警報および警報の検出遅れの発生を低減できると考えられる。一方、現在、不必要な警報は航空管制官の観点から判断されており、システム的な厳密な定義はない。そのため、安全性のシステム的な観点からのコンフリクト警報の定義付けが必要となってきた。今後は、望ましいコンフリクト警報を定義し、それを目指したコンフリクト警報の改善について、コンフリクト検出評価システムにより検証しながら、動態情報を利用するコンフリクト検出手法を構築する予定である。

本研究の掲載文献(2)について、瀬之口研究員が2006年米国電気電子学会日本支部航空宇宙電子システム部門学術奨励賞を受賞した。

掲載文献

- (1) 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”, 信学技報, SSS2006-18, pp. 17-20, 2006

年 10 月

- (2) 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”, 信学技報, 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
- (4) 瀬之口, 福田, “An Analysis of Prediction Time on Conflict Detection”, 信学技報, SANE2007-18, pp. 97-100, 2007 年 4 月
- (5) 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”, 第 7 回電子航法研究所研究発表会講演概要, 2007 年 6 月

航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究

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、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 ATN 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。ATN も例外ではなく、IP 上で取り扱うために SARP s (標準化および勧告方式) の作成が開始された。

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。当所でも 3 年計画で IP/SNDCF の開発を進めている。本年度は、IP/SNDCF を開発し地対地 ATN ルータに実装した。また、その評価実験を行った。

2.2 管制アプリケーションおよび管制卓の開発

ユーロコントロールでは、航空路管制において ATN 対応の CPDLC (管制官-パイロット間データリンク通信) の試験的な導入が既に行われている。本研究でも、航空路管制への CPDLC 導入のため、ユーロコントロールを参考に CPDLC のメッセージ・セットの検討と MMI (マン-マシーン・インターフェース) の設計を行った。

2.3 現用空地データリンクの通信性能の調査・研究

現在、空地データリンクとして最も普及しているのが ACARS (航空機空地データ通信システム) である。今後のデータ通信トラフィック増加に対応するためには ACARS 等の通信機能を調査し、通信量等の推定を行う必要がある。そこで、現在運用されている各種航空用データ通信の運用記録を収集・解析し、その通信プロトコルを模擬するアプローチにより研究を進めていく^[1]。

3. 研究の成果

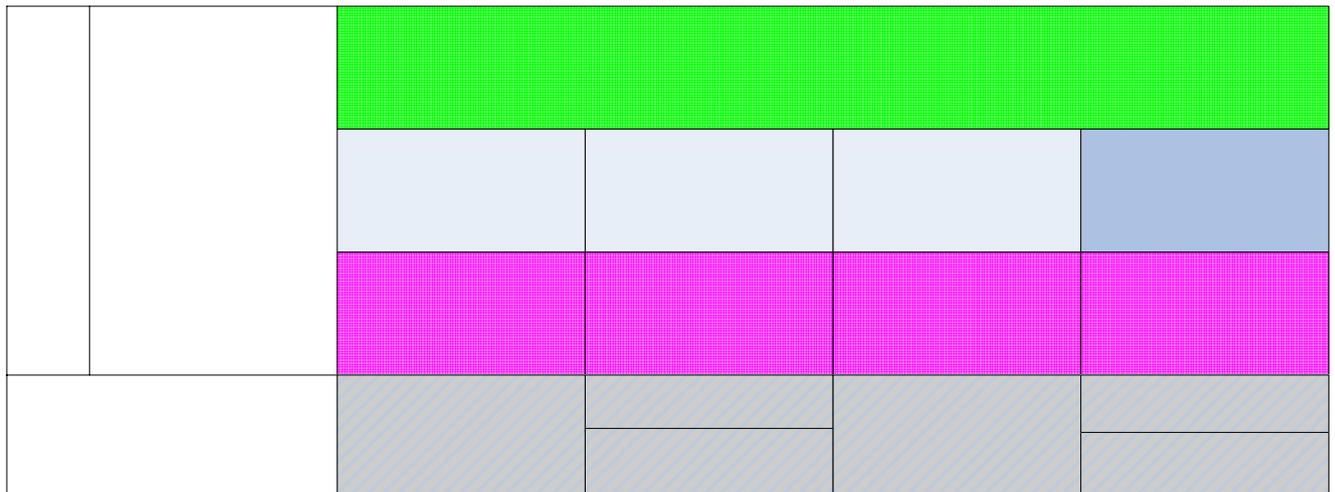


図 1 デュアルスタック ATN ルータの第 2～3 層の構造

3.1 デュアルスタック ATN ルータの試作・評価

IP/SNDCF を実装した ATN ルータは IP ネットワークと OSI ネットワークを接続する中継器となるので、ここでは、デュアルスタック ATN ルータと呼ぶ。本年度は、地対地デュアルスタック ATN ルータを試作し、その評価実験を行った。

図 1 はデュアルスタック ATN ルータの第 2～3 層の構造を示す。ネットワーク層は 3 つの副層からなり、上位の独立副層はサブネットワークに依存しない。

サブネットワーク依存副層以下はサブネットワーク毎に異なり、イーサネット（図 1 (b)）では SNDCF があるだけでアクセス・プロトコルは必要ない。しかし、パケット網（図 1 (a)）や空/地サブネットワーク（図 1 (c)）ではアクセス・プロトコルとして X.25 を用いる。また、SNDCF はサブネットワーク毎に異なる通信品質の差などを吸収するために用いられるが、その機能もサブネットワーク毎に異なる。空/地サブネットワークで用いられる IS08208MobileSNDCF は、データ伝送速度に限られる空/地リンクのデータ量を減らすため CLNP ヘッダの圧縮・解凍機能を持つが、パケット網で用いられる IS08208SNDCF にはそのような機能はない。

ATN を IP 網に接続するためには、IP をアクセス・プロトコルとして用い、IP/SNDCF を実装する。IP/SNDCF の主な役目は CLNP 以上の ATN パケットを IP パケット上にカプセルリングすることや、NSAP アドレスを当該 IP アドレスに

マッピングすること等である。

図 2 は評価実験でのシステム構成の一例である。ATN ではドメイン間の通信は全て ATN ルータを介して行われる。このため ES（エンド・システム）#1 から ES#3 送信されるパケットは、まず ATN ルータ#1 に送信され ATN ルータ#2、#3 を介して ES#3 に送信される。また、ATN ルータ間の接続は IP LAN 上で行っているため、これらの送信も IP LAN 上で行われる。評価実験では、これらの動作が矛盾無く行われるか等を確認し、IPv4 でも IPv6 でも特に不具合は見あたらなかった^[2]。

3.2 CPDLC メッセージ・セットの検討

航空路管制用の CPDLC メッセージ・セットを選定し、そのマン・マシン・インターフェースを試作して検討を行った。ここで選定したメッセージ・セットはユーロコントロールで使用されているものを参考にした。しかし、日本の管制経験者からの聞き取り調査による検討では、そのままでは使用できないメッセージ等もあり、マン・マシン・インターフェース共になお修正の必要がある。

3.3 ACARS シミュレータの試作

最も普及している ACARS のプロトコルを模擬する計算機シミュレータを開発した。また ACARS の運用記録を解析し、シミュレーションで適切なパラメータを求めた。

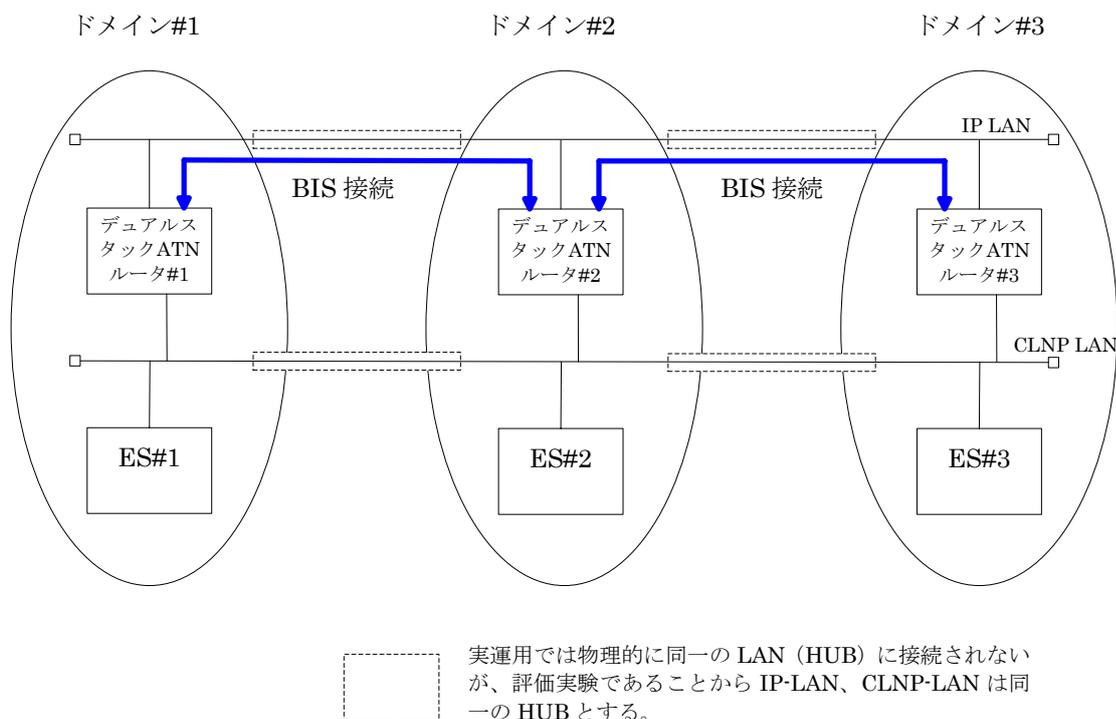


図 2 評価実験でのシステム構成例

4. まとめ

ATNの開発では、本年度は地対地デュアルスタック ATN ルータを試作し、その評価実験を行った。また、試験結果も良好であった。平成 19 年度は国際間での互換性・相互運用性の検証のため、FAA（米連邦航空局）と接続実験を行う予定である。

管制アプリケーションおよび管制卓の開発では、本年度選定したメッセージ・セットをもとに、平成 19 年度は航空路管制用 CPDLC 卓の試作を行う。

通信性能の調査・研究では、本年度開発したシミュレータを元に、平成 19 年度には様々な条件下での通信性能を模擬させ、また他のプロトコルへも対応させていく予定である。

参考文献

[1] 禮助安亭, 北折潤, 松久保祐二, 小園茂: “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, 平成 18 年 12 月

[2] 板野賢: “IP 用サブネットワーク収束機能の開発について”, 第 7 回電子航法研究所発表会概要, 平成 19 年 6 月

航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究

研究期間 平成 17 年度～平成 21 年度

1. はじめに

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予備調査や予測手法が必要である。

早急に解決を要する課題として、ADS-B、GPS-L5、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 の監視及び異常接近回避システムパネル (SCRSP: Surveillance and Conflict Resolution Systems 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) について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ている。また、SCRSP パネル会議の業務を引き継いだ航空監視パネル (ASP: Aeronautical Surveillance Panel) 会議では、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。

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広帯域一括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 18 年度は 2 年度目である。平成 18 年度は、主に下記のことを行った。

- ・ 航空無線航法周波数帯域利用動向と ASAS 要件調査
- ・ 広帯域電波信号環境測定装置の製作
- ・ 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
- ・ 航空局への技術支援への途中成果の活用

3. 研究成果

3. 1 航空無線航法周波数帯域利用動向と 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。米国では LDL (L-band Digital Link) など新しい航空管制用データリンクも提案されており、ARNS 帯域内への周波数割り当てが検討されている。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により導出される。

ICAO の SCRSP パネル会議における ASAS サブグループの活動に参加し、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 18 年度は、特に、機上監視 (Airborne Surveillance) 応用に関する将来動向予測作業に参加した。同サブグループは、その結果を基に、ICAO の将来作業計画 (AS timeline 報告書) 作成作業に参加し、同パネル会議の作業部会に提出した。報告書は ICAO/ANC 会議に提出され、ANC による今後の ASP 会議の作業計画に反映された。

このほか、ARNS 帯域内に設定された GPS-L5 信号周波数帯域について当研究所の実験用航空機を用いて測定した信号環境データを第 10 回 SCRSP 作業部会に報告した。測定データには ATC トランスポンダの帯域外放射が記録さ

れているが、従来の予想値の範囲内であることを確認できた。また、第1回ASP作業部会では、当研究所の信号環境記録実験機器について紹介し、同様の装置を持つ欧米研究機関担当者との意見交換した。

また、ASAS-RFG (Requirement Focus Group: 要件検討会議) に参加し、ASAS 運用方式の定義や安全性分析の検討に参加した。この会議は、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、現在は日豪露を加えて RTCA と EUROCAE による合同作業部会となっている。その成果は、ICAO の AS パネル会議にも報告され活用される見込みである。この会議に参加し、ASAS 運用要件を調査した。

ASAS-RFG では、ATSA-ITP (Air Traffic Situational Awareness - In-trail Procedure: 洋上追従高度変更等)、ATSA-VSA (ATSA-Visual Separation Approach: 着陸進入時の目視間隔状況認識改善)、ATSA-AIRB (ATSA - Airborne: 飛行中の状況認識改善) など、5 種類の応用分野で ASAS 運用方式の定義が進められ、想定運用手順を元に性能要件分析や安全性分析がまとめられつつある。ASAS 関連の成果報告は平成 19 年度頃から RTCA または EUROCAE 文書として出版される見込みである。

本研究では、これらの調査結果をまとめ、当研究所の研究発表会などで報告した。欧米とも NEXTGEN や SESAR などの将来計画検討にて 2020 年頃の空域運用には ASAS の導入可能性を指摘している。ここ数年は動向の変化が非常に激しいと見込まれ、今後とも、注意深い調査が必要である。

3. 2 広帯域電波信号環境測定装置の製作

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ネルの信号を分析する手法が必要になる。このため、本研究では、広帯域信号の一括測定分析技術を得ることを目的としている。

平成 18 年度は、広帯域電波信号環境測定装置記録部を製作した。この装置のため次の要件を定めた。

- ・ 低電力の GNSS 信号への干渉を測定するため 90dB 以上のダイナミックレンジを持つこと
- ・ GNSS 信号帯域幅とマージン帯域を加えた広帯域受信 IF 信号の情報を欠落することなく一括測定するため、100MS/s 以上のサンプルレートを持つこと
- ・ 飛行実験に必要な時間である 1 時間以上の信号を連続記録できること

その結果、16 ビット 100MS/s の AD 変換器の出力を FIFO バッファ経由で RAID-HDD に連続記録する方式を採用し要件を満たす機器測定機器を実現できた。

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 18 年度は、前年度に開発した信号表現を活用し、信号環境予測シミュレーションの際に使用する DME 等既存無線機器モデルを設計した。その結果、リスト表現により順序づけされた信号データを用いて受信機入力における信号波形を合成できるため、これを処理する受信機器の動作をそのままソフトウェア表現することで既存機器の動作モデルを実現できることがわかった。

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 18 年度は、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、当研究所内で短時間の測定データを取得し、前年度に開発方針を定めた広帯域信号の一括測定分析手法を検証した。

その結果、デジタルフィルタや短時間区間 FFT など既存技術を活用し、信号分析処理が可能であることを確認した。ただし、大電力の受信信号には実験用受信機の非線形特性の影響が出ることがわかった。不要な高調波の発生が測定誤差を増加させることも確認できたため、これを解決するための受信機改良手法を検討した。また、地上実験中に、未確認の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例も見られた

実際の測定にて測定精度に影響を与える現象を調査するため、実際の信号環境を飛行実験により測定した。実験では、仙台-高知間および北九州の航空路を当研究所の実験用航空機を用いて飛行し、前述の予備実験用機器を用いて飛行中に受信される干渉信号を記録した。

この実験により、DME 受信信号にマルチパスが発生していることを確認され、GPS-L5 信号に干渉する DME 等のパルス数が従来の計算による予想より多い可能性があることがわかった。また、一部の空域では、前述の地上実験同様に、未確認の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た。

以上のデータは、GPS-L5 帯域内の干渉信号分析に関連

する受託研究等により活用された。今後の実験により、定量的な分析が必要である。

3. 5 航空局への技術協力

航空局への技術協力として、ICAOのSCRSパネル会議作業部会に関する調査に協力した。また、ASAS-RFG会議の調査結果を逐次報告した。

本研究を通して得られた信号環境に関する知見は、JTIDS等国内展開基準の作成に関する受託研究において、軍用無線機器が民間航空用無線機器の性能に与える影響の分析にも役立てることができた。また、信号環境関連の情報を必要とする各種の検討会に情報を提供した。

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が実現されると見込まれる2014年以降は、GNSSやその情報を活用するASASの導入が予想され、航空機搭載品やその運用方式が大きく変わ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、RTCA SC186やASAS-RFGなど多くの会議でそれぞれの目的に応じて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。特に今後数年間は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。

本研究にて開発を予定している信号環境の測定記録手法や分析手法は、GNSSの一部となるGPS-L5などARNS帯域に新たに導入される広帯域信号への干渉実態調査や干渉発生量予測の検証等に役立つと期待される。平成18年度の研究では、測定記録手法の実現可能性について予備実験データを用いて確認し、広帯域電磁信号環境測定装置記録部など一部の実験機器を製作できた。今後は、実験機器を活用し、実際の信号環境の測定や将来予測のために必要な実験を進める予定である。特に、GPS-L5等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ができるよう研究を進める予定である。

掲載文献

- (1) S. Ozeki: "Impact of ATC transponder transmission to onboard GPS-L5 signal environment", ICAO SCRSP/WG-A10, Montreal, May, 2006
- (2) S. Ozeki: "Limiting Discontinuity of Surveillance Updates", ASAS-RFG & ICAO SCRSP/WG-A ASAS-SG, Washington DC, June, 2006
- (3) S. Ozeki: "Part of ASP report on signal environment", ICAO SCRSP/WG/TSG, July, 2006
- (4) S. Ozeki: "Airborne Surveillance Timeline in Japanese ADS-B WG Report", ASAS-RFG & ICAO SCRSP /WG-A ASAS-SG, Washington DC, September, 2006
- (5) S. Ozeki, et. al.: "Signal environment measurement with long time waveform recorder", ICAO ASP/WG, Kobe, November, 2006
- (6) S. Ozeki, et. al.: "Reply waveform measurement with wideband waveform recorder", ICAO ASP/WG, Brussels, April, 2007
- (7) S. Ozeki: "Distinguish between TIS-B and ADS-R", ASAS-RFG, Brussels, January, 2007
- (8) S. Ozeki: "Onboard measurement for multipath echo", MNWG06, Tampa, May, 2006
- (9) T. Otsuyama: "Remote sensing of the ionosphere using VLF transmissions", IEEJ-NEPET, September, 2006
- (10) 小瀬木他:「信号環境記録を用いるマルチパス分析手法」, 電子情報通信学会ソ大, 平成18年9月
- (11) 大津山他:「ARNS帯域の信号環境記録予備実験」, 電子情報通信学会ソ大, 平成18年9月
- (12) 小瀬木他:「GPS-L5帯域で観測されるマルチパス反射」, 電子情報通信学会総全大, 平成19年3月
- (13) 大津山他:「ARNS帯域の信号環境記録予備実験-測定例」, 電子情報通信学会総全大, 平成19年3月
- (14) T. Otsuyama, et. al.: "The results of preliminary flight experiments measuring the signal environment in ARNS band", IEICE WSANE, Perth, April, 2007
- (15) 小瀬木:「ASASの最新動向」, 日本航空宇宙工業会航空電子システム調査委員会, 平成18年12月
- (16) 小瀬木:「機上監視応用方式(ASA)の検討状況」, 電子航法研究所研究発表会, 平成19年6月

携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究 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（Transmitting Portable Electronic Device :T-PED）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障害(EMI)を与える可能性が高い。この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 からの電波放射特性、機内電波伝搬特性、機上装置への干渉の可能性及び T-PED の機内使用基準等に関する研究が望まれている。

また、この研究成果をもとに T-PED 電波に対する機上装置の安全性認証、T-PED の機内使用に係わるガイドラインの提案等航空局の業務に直結する技術資料の作成が望まれている。

本研究の目的は、T-PED の電波が機上装置に干渉する可能性について研究し、その結果をもとに T-PED の航空機内での使用判定に必要なデータを航空局、航空会社、RTCA 等に提供することである。このため、T-PED からの電波放射、電波の機内での伝搬・分布特性、機上装置への干渉経路等に関して調査・研究する。なお、最近の T-PED は使われている周波数、伝送帯域、変調方式等が従来とは異なるものが多く、その電波による機上装置への干渉の可能性検討は世界でもこれまでほとんど行われていないため革新性、先導性が高い。また、この検討には航空会社から提出された電磁干渉障害報告等を活用する。

なお、本研究は航空の安全を損なうことなく電波を使用する最新携帯電子機器の機内での活用を考えるためには必要不可欠であり、社会的、行政的意義、実用性はきわめて高い。本研究の主な要望先は航空局及び航空会社である。

2. 研究の概要

本研究は3年計画であり、平成18年度は初年度である。各年度の主たる研究の実施概要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、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 電波検知器試作、耐電磁干渉指針案作成

平成 18 年度においては、携帯電子機器の使用状況を見積もるために、T-PED の仕様測定・分析、T-PED の疑似信号発生法検討、航空会社からの EMI 事例報告分析、および RTCA 等による検討状況調査を実施した。

3. 研究成果

平成 18 年度は種々の測定を実施、得られたデータを瞬時に処理するためのハードウェア、ソフトウェア構築を行った。従来の測定では利得を確保するためホーンアンテナを使用しており、測定のためにアンテナを切り替える回数が多く、人為的ミスを誘発する要因となっていた。そこで、できる限り人為的ミスの可能性を少なくするため、広帯域アンテナを整備した。さらには低下した利得を補うため、広帯域低雑音増幅器を配備し、測定条件の切り替えと測定装置の切り替えをできる限り一致させるようにして、工数の削減を図った。

また、これらのハードウェアを使用して測定するプログラムを開発した。近年の無線機器のように放射時間の比率が非常に小さいものにおいても確実に検出できるよう、多数の繰り返し測定が行えるようなプログラムを製作した。この場合、データ量が多くなり、後のデータ処理の負荷が非常に高くなり、長時間を要する。そこで、これらを自動的に計算し、かつ得られたパターンを描画するプログラムも開発した。

図 1 に測定した玩具、図 2 に玩具から放射される電波の電界強度を示す。図 2 に示す青線は米国航空無線技術協会（RTCA）の文書 160E に記載されている電磁放射基準である。この玩具においては通信に使用している 27MHz、および 2 倍高調波成分で電磁放射基準を大きく超える電磁放射が見られた。その他にも機内で使用される可能性のある代表的な T-PED や電波を放射しない携帯電子機器に関して測定を実施した。

従来は 1 つの PED に対して、これらの測定を実施するのに数日、データ解析に 1 週間程度を要した作業であるが、上記ソフトウェアの開発により、実質 2 日強で行えるように改善できた。

また、本年は受託研究「433MHz アクティブ IC タグの電波特性および電磁放射に関する調査」と連携して、T-PED の仕様調査、および仕様から得られる情報、測定データから疑似信号を発生させる手法についても検討を行った。

航空会社からの EMI 事例報告は平成 18 年の間に 22 件であり、平成 16 年 32 件、17 年 48 件と近年の増加傾向に対して比較的少ない結果となった。昨年までの障害報告の内容とその傾向から比較すると、今年度は主に携帯電話の影響が疑わしいという報告が多かった。しかしながら、関連

性の高いと疑われる事例は5件と少なかった。

これらの本研究の成果はRTCA およびいくつかの研究発表として報告している。また、これらの知見を生かし、北海道大学との共同研究を締結した。



図1 超小型ラジコンカー

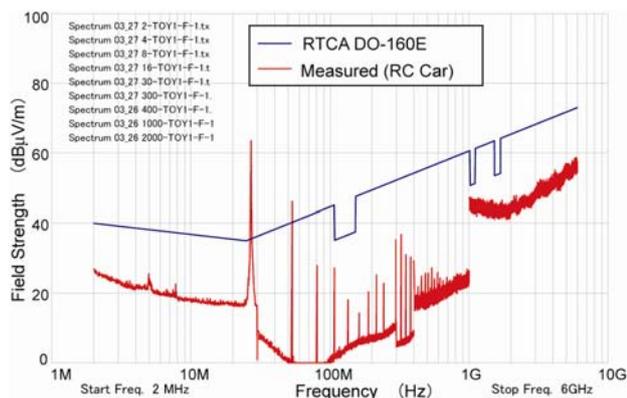


図2 超小型ラジコンカーの電磁放射

4. まとめ

本年は主としてT-PEDの仕様調査, 測定, 分析を行った。電波無響室内測定用プログラムを開発し, 測定および解析の速度が格段に速くなり, 従来2週間程度要した作業が実質2日強で行えるようになった。

代表的PEDを測定した結果, いくつかのT-PEDからRTCAの基準を超える電磁放射が見られることを確認した。

次年度以降はこれらの電波を受ける航空機側の分析を進める予定である。

掲載文献

山本 憲夫他「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, pp41-44, 平成18年6月

ATM システムパフォーマンスの予備的研究

研究期間 平成 18 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、ATM パフォーマンス評価手法の予備的研究として、ATM の運用実績データに基づいたパフォーマンス値評価手法の検討を行った。評価は多角的な項目に基づく必要があるが、本研究では遅延時間および飛行距離を対象として、各種の運用実績データからの必要項目の取得方法や、取得項目に基づいたパフォーマンス値算出手法を検討した。

また、高速シミュレーションによるパフォーマンス評価手法の可能性を調査した。

3. 研究成果

3.1 遅延時間の解析

ATM パフォーマンスの評価項目において重要項目の1つと考える遅延時間の解析手法を検討した。遅延時間を

「予定所要時間と運航における実績時間の差」と定義した。

遅延を運航中の発生局面により分類するために、図1のように遅延項目を定義した。各種の予定時刻を公示スケジュールと飛行情報管理システムの運航ログから取得した。また、航空機の運航中の各イベントの実績時刻は飛行情報管理システムやスポット総合調整システムの運航ログから取得した。遅延時間の各分類項目の内容は以下のようになる。

- ・出発遅延 … スポット出発実績時刻（AOBT）と航空会社により公示されている予定出発時刻（STD）の差。

- ・出発遅延・計画 … スポット出発実績時刻と、飛行計画に記載される計画出発時刻（EOBT）の差。

- ・ATFM遅延 … 特定の空域や空港への過度な航空機の集中の回避を目的として実施される航空交通流管理では交通流を調整する。この結果として、発生する遅延を表す。

- ・走行遅延 … 滑走路離陸実績時刻（ATTO）とスポット出発実績時刻（AOBT）の差、目的空港のスポット到着実績時刻（ABIT）と滑走路到達実績時刻（ALT）の差を実績走行時間とした。この実績走行時間と想定走行時間の差。

- ・飛行遅延 … 滑走路到達実績時刻（ALT）と滑走路離陸実績時刻（ATTO）の差を飛行時間の実績値とした。この実績値と、飛行計画に記載された計画飛行時間（EET）の差。

- ・ブロック遅延 … スポット到着実績時刻（ABIT）とスポット出発実績時刻（AOBT）の差を航空機の運航所要時間（ブロックタイム）の実績値とした。また、予定到着時刻（STA）と予定出発時刻（STD）の差をブロックタイムの予定値（予定運航時間）とした。このブロックタイムの実績値と予定値の差。

- ・ブロック遅延・計画 … スポット到着計画時刻（EBIT）と計画出発時刻（EOBT）の差をブロックタイムの計画値（計画運航時間）とした。ブロックタイムの実績値と、この計画値の差。

- ・到着遅延 … スポット到着実績時刻（ABIT）と公示されている予定到着時刻（STA）の差。

- ・到着遅延・計画 … 計画離陸時刻（ETTO）に予定飛行時間（EET）を加えた値を滑走路到達計画時刻（ELT）とした。これに目的空港の走行想定時間を加えた時刻をスポット到着計画時刻（EBIT）とした。このスポット到着実績時刻（ABIT）とスポット到着計画時刻の差。

平成17年8月の7日間と11月の6日間の羽田空港の出発・到着機の運用実績データを解析し、各分類項目の遅

延時間の計算を行った。

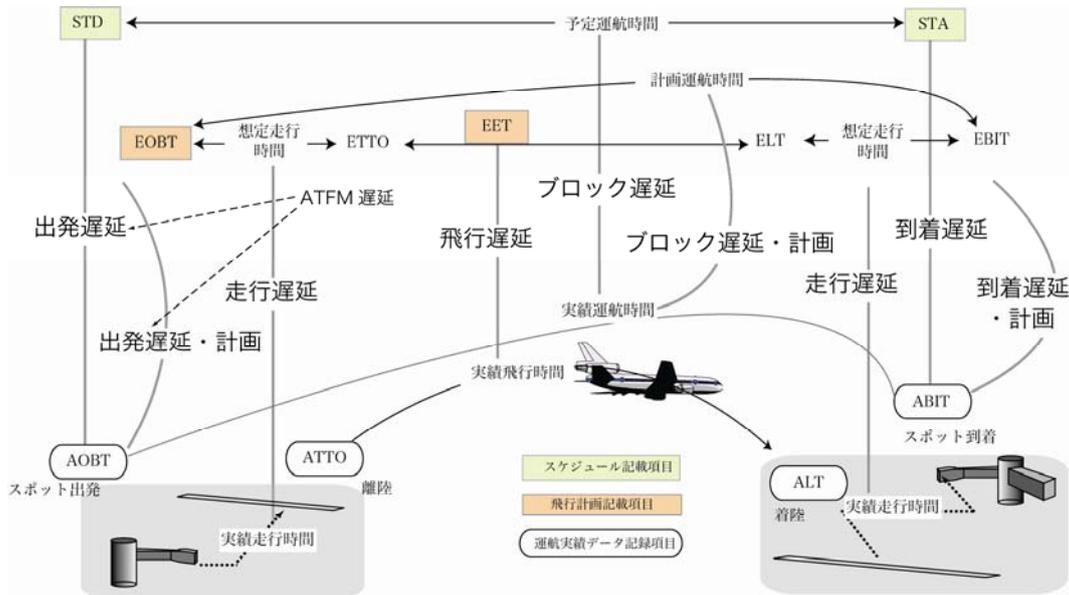


図 1 遅延時間の分類

3.2 飛行距離の解析

航空機の出発空港から到着空港までの飛行距離は経済性や効率性の指標として考えられる。航空機は航空管制官の管制指示に従いながら、飛行計画経路に基づいて飛行している。

しかし、航空機は管制間隔の確保のための迂回やショートカット等により飛行計画経路とは異なる運航をすることがある。そのため、実際の飛行距離を算出することは、ATM の実態の把握、課題の抽出、経路設定等のATM の改善策の検討に有効である。

以下のような手順により航空交通管制部で使用されているレーダ情報処理システムから航空機の航跡を抽出し、飛行距離を測定した。

- (1) システム座標から緯度経度への座標変換
- (2) 各航空交通管制部の航跡の接続
- (3) 航跡から飛行距離の算出

飛行距離の算出においては、航空機の出発空港から到着空港までの飛行距離以外に、空港周辺空域での飛行距離を求めた。このために、出発空港から平面半径100NMの円内の飛行距離を上昇フェーズの飛行距離、到着空港から半径100NMの円内の飛行距離を降下フェーズの飛行距離と定義した。

上述の測定手法を運用実績データに適用し、飛行距離を測定した。測定期間は遅延時間の解析と同様に平成17年8月の7日間と11月の6日間とした。羽田空港と新千歳空

港、大阪空港、関西空港、福岡空港、那覇空港間の路線を対象として飛行距離を測定した。

図 2に羽田と新千歳、大阪、関西、福岡、那覇の平均飛行距離の大圏距離に対する割合を示す。図 3に羽田と各空港の上昇と降下の飛行距離を示す。図 3では各空港と羽田空港間を飛行する航空機を対象として、上昇フェーズ・降下フェーズの飛行距離を記した。例としては、羽田空港を出発して新千歳空港に到着した航空機では羽田空港から平面半径 100NMの円内の飛行距離が上昇フェーズ、新千歳空港から平面半径 100NMの円内の飛行距離が降下フェーズの飛行距離に相当する。同様に新千歳空港を出発して羽田空港に到着した航空機では新千歳空港から平面半径 100NMの円内の飛行距離が上昇フェーズ、羽田空港から平面半径 100NMの円内の飛行距離が降下フェーズの飛行距離に相当する。

羽田と各空港の上昇フェーズでは、関西を除いて110NMから120NMに分布している。また、各空港の降下フェーズは、関西を除いて120NMから140NMに分布している。どちらも関西が大きいのは、環境的な制約等によりターミナル空域の飛行計画経路が長いと考えられる。羽田の降下フェーズでは大阪、関西、福岡が新千歳と那覇より大きい。これはターミナル空域の入域点がいずれの大圏経路に対して離れていること、また、時間調整のための迂回用の空域が広い空域構成等によると考えられる。図 2と図 3を比較すると、全体の飛行距離には到着フェーズの影響が大きいことがわかる。

解析からは、飛行距離が空港間と空港周辺の空域などの

特徴を示すことがわかった。

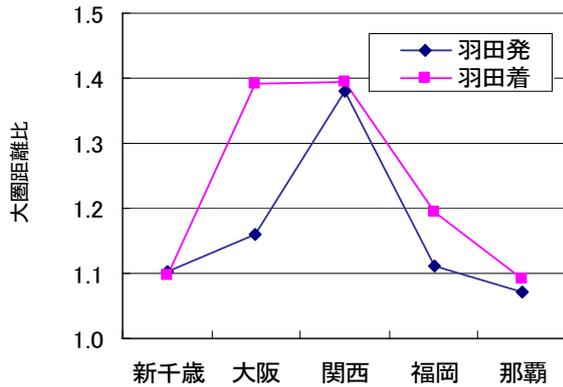


図 2 平均飛行距離の大圏距離比 (空港毎)

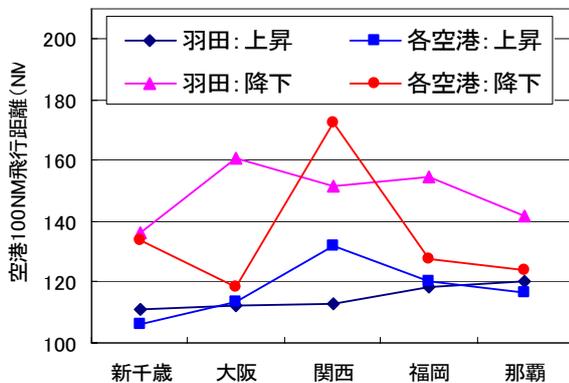


図 3 上昇・降下フェーズの平均飛行距離

3.3 高速シミュレーションの調査

新たな運用方式の導入などによる ATM パフォーマンスの向上が期待できるが、実運用への導入に先立つパフォーマンス値向上の予測は、各施策の実施に非常に有用である。高速シミュレーションは、パフォーマンス値の予測に有効な手段の一つである。信頼度の高いシミュレーション結果の取得により、高精度なパフォーマンス値の改善予測が可能となる。

高速シミュレーション・ソフトウェア OPAS を調査し、高速シミュレーションによる ATM パフォーマンス値評価の可能性を検討した。OPAS は仏国 DTI/SDER において開発され、電子航法研究所は DTI/SDER より同ソフトウェアの使用権を供与されている。

OPAS にはエンルート管制を対象とする OPAS-Enroute および、ターミナル管制を対象とする OPAS-TMA の 2 種類が存在するが、今回の調査は OPAS-TMA を対象とした。なお、OPAS では空港面はモデル化の対象としていない。

OPAS の機能には以下のような特徴がある。

- ① レーダ誘導経路の再現
- ② 定められた間隔基準値の確実な確保
- ③ 関連トラフィックの状況による誘導経路（および承認高度）の変更
- ④ 複数の流れの合流時における優先順位の設定

OPAS 上のモデリングにはある程度の時間を要することが予想されるが、レーダ誘導経路の再現に代表される機能の実装により信頼度の高い結果が取得できる。

4. 考察等

ATM パフォーマンスの多角的な評価には遅延時間や飛行距離以外の様々な項目を指標とする必要がある。

また、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、他期間にわたるデータ収集が不可欠であると考えられる。

平成 19 年度より開始する「ATM パフォーマンスの研究」においては、多角的な ATM パフォーマンス評価項目の検討や運用実績データの蓄積を行う予定である。本研究により得られた知見を今後の研究に役立てていきたい。

掲載文献

- (1) 福田，蔭山，山本：「航空交通管理のパフォーマンス測定手法の研究」，第 44 回飛行機シンポジウム（平成 18 年 10 月），pp. 256-261
- (2) 福田：「航空交通管理におけるパフォーマンスについて」，独立行政法人電子航法研究所講演会（平成 19 年 2 月）
- (3) 蔭山，福田：「ATM Performance Study in Japan」，FAA/JPDO フォローアップ会合（平成 19 年 1 月）

資料 2-2

空域の安全性の定量的評価手法に関する研究

研究期間 平成 18 年度～平成 21 年度

1. はじめに

本邦では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。

例えば、2005 年 9 月より福岡飛行情報区において 29000 フィート以上 41000 フィート以下で従来 2000 フィートであった垂直方向管制間隔を（承認機に対し）1000 フィートにする RVSM（短縮垂直間隔，Reduced Vertical Separation Minima）が実施されている。RVSM 環境下でも一定の安全性が確保されるように、航空機の高度維持性能の監視及び定期的な安全性評価は必要不可欠である。それらの業務は国単位ではなく、より大きな地域単位で行われており、日本もその業務を担うべく準備を進めている。電子航法研究所は日本の RVSM 導入時に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。

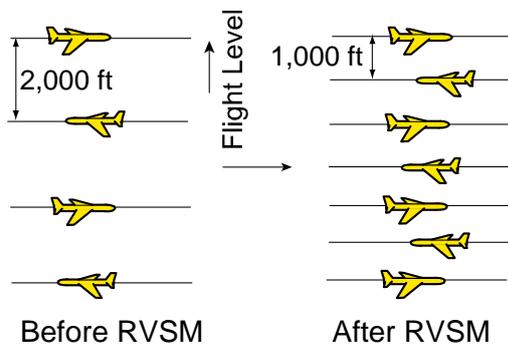


図 1：RVSM 概念図

洋上航空路においては、ADS(自動従属監視，Automatic Dependent Surveillance)搭載機に対する縦方向の 50NM 管制間隔が順次導入されている。将来的には、経路間隔・縦方向の管制間隔がともに 30NM に短縮することが検討されている（現在の経路間隔は 50NM）。管制間隔・経路間隔を短縮する際には、短縮後も安全性が確保できることを確認する必要があり、洋上航空路の安全性評価手法の確立が必要となる。

Communication Satellite

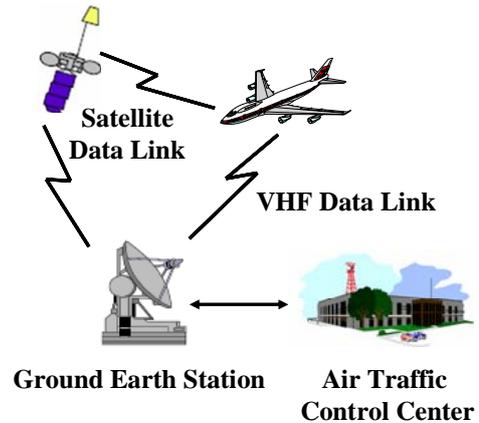


図 2：ADS 概念図

また、国際民間航空機関（ICAO, International Civil Aviation Organization）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結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、定量的安全性手法の開発を行うとともに、開発した手法を既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・他の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。

今年度実施した研究のあらましは以下の通りである。

2.1. 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。

2.2. 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助言を行い、航空行政を技術的に支援する。それとともに、開発したモデルの精密化も行う。

2.3. 洋上航空路の安全性評価手法の開発

平成 18・19 年度に洋上航空路の 30NM 縦管制間隔の安全性評価を行う。平成 18 年度においては、主に洋上航空交通における重要な監視手段である ADS の送受信データを解析する。

2.4. データの収集

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。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. 研究成果

以下に、具体的な研究成果をまとめる。これらの成果は ICAO, 学会等で発表されている。

3.1. SASP への貢献

第 9 回 SASP 作業部会全体会議に参加し、日本における 50NM 縦管制間隔導入前に実施した洋上航空路の安全性評価結果の紹介を行った。また、会議の数学者サブグループに参加し、技術的なアドバイスを行った。

3.2. RVSM 空域の安全性評価手法

RVSM 空域での航空機の高度維持能力の監視方法について調査を行い、調査結果をまとめた。

日本の RVSM 導入時に安全性評価を実施した実績をもとに ICAO RASMAG/6 ならびに ICAO RVSM/TF/29 に参加し、航空局を技術的に支援した。

3.3. 洋上航空路の安全性評価手法の開発

当研究所の昨年度までの研究成果を用いて、50NM 縦方向管制間隔の危険度推定を実施し、航空局に技術資料を提供した。その結果、北太平洋航空路の一部において

30NM 縦・横管制間隔時の安全性評価時に備えて、ADS データのデータベース化を行った。また、安全性評価時の交通流予測に資するため、NOPAC ルートを飛行する航空機の GPS 搭載率・航空機の希望高度に関する調査を実施した。

3.4 その他

掲載文献(21)は平成 18 年度日本航海学会論文賞を受けたものである。

掲載文献

- (1) Nagaoka, S, "Overview of Methods of Aircraft Height Monitoring for the Safety of the Reduced Vertical Separation Minima (RVSM) Airspace", Proc. of WSANE2006 (電子情報通信学会技術研究報告, SANE2006-48), pp.261-266, Xian, China, April, 2006.
- (2) Nagaoka, S, "On the Effect of ADS Along-Track Position Estimation Errors on Longitudinal Collision Risk", Proceedings of the 8th International Conference on the Probabilistic Safety and Management (PSAM8), Louisiana, USA, May, 2006.
- (3) Fujita, M, Nagaoka, S. and Amai, O, "Safety Assessment prior to Implementation of 50NM Longitudinal Separation Minimum in R220 and R580", ICAO SASP-WG/WHL/9 WP/14, Montreal, Canada, May 2006.
- (4) Fujita, M, Nagaoka, S. and Amai, O "Simulation for Air Traffic Prediction in NOPAC under 50NM Longitudinal Separation Minimum", ICAO SASP-WG/WHL/9 WP/15, Montreal, Canada, May 2006.
- (5) 天井, 長岡, "交通流の分散による垂直方向衝突リスクの低減", 第 6 回電子航法研究所研究発表会講演概要, 平成 18 年 6 月
- (6) 藤田, 長岡, 天井, "MTSAT 運用下での縦方向衝突リスクの推定", 第 6 回電子航法研究所研究発表会講演概要, 平成 18 年 6 月
- (7) 天井, "北太平洋航空路における GPS 搭載機の飛行便数の割合の推定", 電子情報通信学会 2006 ソサイエティ大会講演論文集, A-18-1, 金沢大学, 平成 18 年 6 月
- (8) 藤田, "NOPAC ルートにおける希望通過高度の分布", 電子情報通信学会 2006 ソサイエティ大会講演論文集, A-18-3, 金沢大学, 平成 18 年 6 月
- (9) 長岡, "航空交通管理の最近の動向", 電子情報通信学会 2006 ソサイエティ大会講演論文集, BK-1-1, 金沢大学, 平成 18 年 6 月
- (10) 長岡, "観測・計測・探査における電波応用の最新技術論文特集の発行にあたって", 電子情報通信学会論文誌 B, Vol. J89-B, No. 7, p.1023, 2006 年 7 月
- (11) 長岡, 天井, 藤田: "北太平洋航空路における 50NM 縦方向管制間隔基準の導入に向けた安全性評価報告", 国土交通省航空局管制保安部宛に提出, 2006 年 7 月
- (12) Nagaoka, S, "Future Developments in ATM-Japan",

Proc. of the International Council of the
Aeronautical Sciences Congress, Hamburg,
September, 2006

- (13) 長岡, “航空交通管理の最近の動向”, 電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集, BK-1-1, 2006年9月
- (14) 長岡, “第8回確率論的安全性評価・管理に関する国際会議 (PSAM8) 参加報告”, 日本信頼性学会誌, pp.366-372, 2006年9月
- (15) 長岡, “短縮垂直間隔のためのモニタリング”, 日本航空宇宙学会 第44回飛行機シンポジウム講演集, pp.508-514, 2006年10月
- (16) Amai, O and Nagaoka, S, “Airspace Safety Assessment for Implementation of the Japanese Domestic Reduced Vertical Separation Minimum”, Proceeding of IAIN2006, pp.435-440, Pusan, Korea, Oct. 2006.
- (17) Fujita, M “Ongoing Analysis of Japanese ADS Message Data”, EUROCONTROL MDG/33 DP/8, Brussels, Belgium, Oct. 2006.
- (18) 長岡, “航空交通管制の現状と将来”, 自動車技術会自動車技術シンポジウム, 「航空機・自動車の誘導制御技術の最先端」, pp.31-36, 2006年11月
- (19) 天井, “交通流の分散による航空機の衝突リスクの軽減 (短縮垂直間隔導入後の安全性評価)”, 日本機学会第15回交通・物流部門大会講演論文集, pp.359-362, 宇都宮大学, 平成19年12月
- (20) 藤田, “自動従属監視 (ADS-C) データ解析”, 日本機学会学会関東支部第13期総会講演会講演論文集, pp.193-194, 宇都宮大学, 平成19年3月
- (21) 長岡, 天井, “複数の平行経路における横方向オフセットの横方向衝突危険度への影響”, 日本航海学会論文集第116号, pp.175-180, 平成19年3月
- (22) Udagawa, S, Amai, O, Nagaoka, S, Takahashi, S and Nakamura, H, “Improvement of Analysis on the Along-Track Predicted Position Errors of ADS on a North Pacific Route”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.107, No.2, pp.123-128, April, 2007

航空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

研究期間 平成 16 年度～平成 19 年度

1. はじめに

本研究は、ヒューマン・パフォーマンスをリアルタイムに監視し、その監視結果をフィードバックすることによりヒューマン・エラーの発生を低減させることを可能とするシステム開発を目的として進めている。より具体的に述べれば、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する、最上流の予防安全装置の実現に資することを目的としている。

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を進めて来た。当所が、航空管制業務や航空機運航業務の支援等に係る研究を主な業務としていたため、また本研究が人間工学や医学の知識を要するものであったため、平成 14 年頃までは、必ずしも研究開発を効率的に進めて来ることはできなかったが、平成 15 年以降、鉄道総合技術研究所や東北大学医学部の研究者を共同研究者として得ることができ、研究を著しく効率的に進めることが可能となった。

平成 16 年度からは、本研究の成果の利用を前提とした受託研究を国土交通省総合政策局技術安全課と文部科学省系の外郭団体である独立行政法人科学技術振興機構から受けている。

2. 平成 18 年度実施概要と今後の課題等

2.1. 信号処理ソフトウェアの機能向上

発話音声分析技術の高度化は主に信号処理ソフトウェアの改善により実施しており、平成 18 年度には、平成 17 年度に信号処理速度を従来比で 1 桁以上改善したアルゴリズムにおいて、算出する診断値（指標値、脳活性度指数値、CEM 値）に対して従来以上の信頼性を実現した。

現時点までの信頼性の向上は、主に、発話音声に含まれる呼吸音の影響を低減することにより実現したものであるが、信号処理ソフトウェアの高性能化により、各日本語母音の差異等も再現性よく検出できるようになっているので、今後は更に、発話音声の中の母音構成の差異等も考慮して信頼性を改善することができると考えている。

また、同様に、信号処理ソフトウェアの高性能化の結果、マイクロフォンの個体差や、発話音声収録環境の騒音やエコーの影響も明確に再現されることが明らかになり、今後のソフトウェアの高機能化においては、これらの問題にも対処して行かなければならないと思われる。

従来、信号処理ソフトウェアにより実現される発話音声分析機能について、“声から疲労を評価する”と考えていた状況においては、そもそも“疲労”を定量化する尺度が存在しなかったために、ソフトウェアの改修結果としての算出された CEM 値の差異が、改善の結果であるのか、或いは改悪の結果であるのか、全く分からないことも多かった。この状況に対して、平成 17 年度に実施した疲労評価実験の結果、当時のソフトウェアにおいて算出される CEM 値が、覚醒度の評価指標としての信認を得ている臨界フリッカ識別周波数値（CFF 値）と十分な相関を有することが明らかになり、以降、筆者等は、ソフトウェアの改修を CFF 値との相関が同程度以上に維持されることを確認しながら、信号処理速度の改善等として進めることが可能になっている。

平成 17 年度に実現した信号処理速度の改善は、装置の実用化においては画期的なものであったが、1 桁以上の高速化の結果として、算出される CEM 値と CFF 値との相関は、相互相関係数において ~ 0.1 程度低下していたが、本年度のアルゴリズムの改善により、信号処理速度は改善後の速度を維持した上で、現状までで最も高い CEM 値と CFF 値の相互相関係数を実現した（最大では 0.6 以上）。

2.2. 機能評価実験等

平成 18 年度には、鉄道総合技術研究所からの受託研究として、以下に述べる本信号処理技術の応用を想定した実験も実施している。

実験は、鉄道車両運転者の心身状態を点呼音声等から評価しようとするものであり、平成 17 年 4 月 25 日の福知山線事故を受けて JR 西日本に設置された安全研究所において、平成 18 年 10 月 3 日から 18 日までの 16 日間、4 人の被験者によって実施した。被験者は全員実際の運転業務経験者であり、前日の睡眠時間を通常の睡眠時間、3 時間、徹夜として、睡眠不足による影響が点呼音声等に現れるか、或いは否かを評価することとして実施した。なお、本実験においては、運転業務をシミュレータで実施した。

実験結果からは、出勤点呼、中間点呼、終業点呼を行う場合、睡眠不足の場合には中間点呼において比較的に覚醒度が低下していることが確認された。業務中の換呼音声からは、実験期間や 1 日当りの実験時間が短かったこともあり、特に覚醒度の低下を示す様な異常値は検出されなかったが、通常睡眠以外の状態においては、毎換呼から算出される脳活性度指数値（CEM 値）のバラツキが比較的に大きくなる傾向が観察された。

CEM 値は、脳に処理余裕が十分にある場合には比較的に高くなるのが可能と考えられる指標値であり、脳が余裕を失った状態では低い値を示すので、従って、単純な朗読の様に発話のみが作業負荷である場合には、例えば、平常状態に比較して -1σ (標準偏差値) 以上低い場合には、休息を支持することが適切と考えられる。しかしながら、鉄道車両等の運転業務を実施しながらの換呼発話の様な、主な運転操作作業に対して従な換呼発話の様な音声の場合には、主作業で脳資源が多く使われれば発話余裕が失われると考えられるが、例えば、発話音声から算出される CEM 値が高くないからと言って十分な緊張状態に無いとは言えない場合があり、また CEM 値が低下したからと言って覚醒度が低下しているとも言えない場合がある、と理解すべき状態が、上記実験等において観察された。

平成 17 年度に実施した鉄道総研における疲労評価実験及び上記実験等において、筆者は被験者の人間性や人格を評価する意図は全く無いが、また被験者が特に意識的に対応することが可能とも思わないが、シミュレータ環境においては実車と同様な緊張感をどうしても維持できない者が存在することが明らかになった。即ち、作業中の換呼音声による CEM 値と作業の合間の朗読音声から算出される CEM 値のレベルが殆ど変化しない者が居り、また換呼音声による CEM 値が朗読音声から算出される CEM 値に比較して明らかに低い者が存在する。

人間の作業を評価するシミュレータ実験においては、シミュレーション作業中においても十分な緊張感を維持できる被験者を見付けて、彼等或いは彼女等によってシミュレーション実験を実施することが実験精度の確保には必要不可欠であることが理解された。

3. おわりに

最上流の予防安全装置の実現を目指して研究開発を進めてきた発話音声分析装置は、過労状態の検出や、強い眠気に襲われる可能性の増大については、近い将来には十分な検出精度を実現するであろうことを筆者は疑わない。

しかしながら、上記実験結果から、過労状態に至るまでの過程における疲労の蓄積や、その結果の覚醒度の低下については、発話作業が他の作業と並行して行われている様な場合には、必ずしも発話音声から算出される指標値のみによっては、その被験者の心身状態を正確には判定できないことも明らかになってしまった。人間の脳が有限なシステムであることを考えれば明らかであるが、発話以外の他の作業にその資源を使う時発話余裕は必然的に低下し、結果的に発話音声から算出される CEM 値は“緊張度の割には低い値”となってしまう。

更にしかしながら、実車により時速 120km でバンクのあ

るテストコースを周回走行する等の緊張を伴う作業中において発話される音声から算出される CEM 値は、シミュレータにおいて時速 120km で似た様な走行をする場合の発話音声から算出される CEM 値に比較して明らかに低い値であるが、現状までの実験結果からは、実車による CEM 値が比較的に低い値ではあっても、常に健常状態の発話音声程度の値であり、居眠りが予測される朗読音声レベルまでに低下することは有り得なかった。

運転者の心身状態のより正確な診断を行おうとする場合、音声を収録分析するだけではなく、運転パフォーマンスも同時に評価することがより好ましいのであって、筆者には、仮に音声を分析するだけであっても、危険状態に至るパフォーマンスの低下は十分に警告可能と思われる。

平成 18 年度は、信号処理アルゴリズムの改善とソフトウェアとしての実装、また上記の様な評価実験の実施により、発話音声分析装置の実用化に向けて著しい進捗を見た 1 年であった。

共同研究者においては数種類の試作品も製作されており、これらの評価実験により新たな問題点も幾つも明らかになってきたが、本研究開始時にはトラックにも積めない程のシステムを利用しなければ 10 秒間の発話音声の処理を 10 秒で終えることはできなかったが、最新の試作装置 (cereameter: CErebral REsource & Activity Measurement Equipment) は、重量 10kg 以下、消費電力 100W 以下で、3~5 秒の発話音声を 5 秒程度で処理することが可能になっている。診断値の精度はその利用目的に依存するが、例えば、過労の判定を目的とすれば、安定な診断値を得るための必要なデータサイズも発話音声としては 5 秒程度で十分なものとなっている。

平成 19 年度においては、上記試作装置のユーザ・インタフェースを誰でも簡単に操作できるものとして、共同研究先や当所関係各署において試験的な運用をお願いしたいと考えている。

掲載文献

- (1) 塩見 “発話音声による疲労評価実験の手法と結果” 第 6 回電子航法研究所研究発表会予稿集, 2006.
- (2) <http://www.siceca.org>

航空路管制業務のタスク分析及び作業負荷・負担の研究

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

今年度は、以前実施された航空路管制における実時間シミュレータ実験の結果を基に、レーダ対空席の管制官の思考についてのタスクフローを2段階に分け、図式化した。

まず、第一段階（図1）では、セクター内への入域前後において管制処理内容、処理段階で干渉する航空機の発見、処理全体のイメージを思考する。次に、第二段階（図2）として、風の影響、状況認識を加味して、実際に出す指示の内容を思考する。ほとんどの場合に、第二段階が繰り返される。しかし、管制官の扱う複数機の注意配分量などによって、全体構想を変更すべきと判断されたら、その状況を基に第一段階の思考に戻ると推測する。

図中のルーティーンとは、飛行経路がある程度同じもので、管制移管の規程等によりある程度パターン化された管制処理をいう。管制官は、セクター内の交通流や規程、空域の制限等によって管制処理をパターン化することで、思考時間の短縮を図っていると思われる。逆に、パターンに記憶されていないような飛行や、通信による思考の中断等が管制官の負荷となると考えられる。

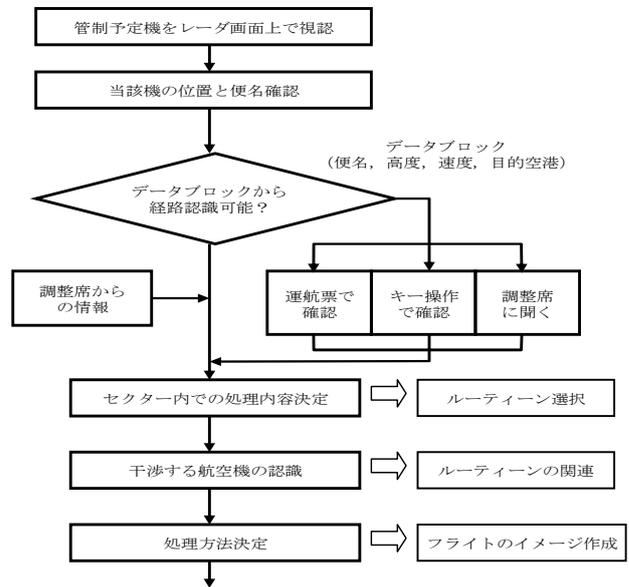


図1 タスクフローの第一段階

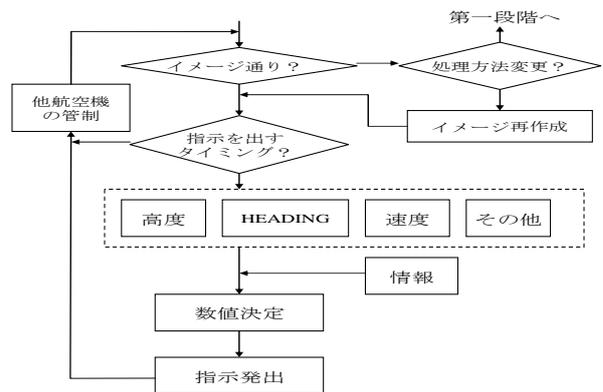


図2 タスクフローの第二段階

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”, 第6回電子航法研究所研究発表会講演概要, pp21-26, 平成18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, pp196, 平成18年12月
- (3) 青山, 塩見, 飯田: “管制官の負荷・負担に関する考察”, 第7回電子航法研究所研究発表会講演概要, 平成19年6月

新航空管制システムの構築に関する研究 研究期間 平成 18 年度～平成 19 年度

1. はじめに

新しい CNS/ATM 構想の実現に向けた研究開発が進められているが、この新 CNS/ATM に対応した航空管制システムの開発およびその運用方法の検討が緊急の課題である。

従来の航空管制システムは地对空の音声通信と紙の運航票を使用し、その運用は管制官の技能に大きく依存したものである。このために新 CNS システムへの適用に難しい面がある。運用方法を含めた新しい航空管制システムの開発にむけた検討が必要である。

2. 研究の概要

地对空の音声通信と紙の運航票の使用を基本とする従来の航空管制システムは、管制官の技能に依存するもので、コンピュータを基盤としたシステムにはなじまない。この問題を解決する策として、運航票に代わる飛行計画表示装置の開発がある。ここでは、将来新 CNS/ATM システムに接続できる飛行計画表示装置の基本モデルの開発を目指す。

また、第二の策は、新 CNS/ATM に対応した航空管制システムの開発である。これについては、管制官による手動的な管制から監視システムへの移行を目指した統合監視システムを構築するための検討を行う。

本年度は、飛行計画表示装置の基本モデルの開発に関して、以下の項目の研究を行う。

(1) 飛行計画表示装置の開発に係る検討

航空管制に必要な情報について、重要度、情報の特徴等を調べ、本装置の表示項目、表示方法、入力機能等の検討を行う。

(2) 基本的表示ソフトウェアの作成

前項の検討に基づいて、表示項目の表示機能および入力機能をパソコン上で実現するための基本的なプログラムを作成する。

3. 研究成果

3.1 飛行計画表示装置の開発に係る検討

本装置の開発にあたって、まず航空管制情報について検討した。この情報は、概略時間的情報と空間的情報に分けられ、時間的情報の主たるものは飛行計画情報であり、空間的情報の主たるものはレーダ情報である。

本装置に表示する情報すなわち、飛行計画情報は、時間的情報であり、そのうちの飛行経路情報の表示方法に工夫を取り入れて表示装置の設計を行った。

図 1、2 に検討した本装置の表示画面の構成案と飛行経

路情報表示部分の詳細を示す。

3.2 基本的表示ソフトウェアの作成

先に示した表示画面を実現するソフトウェアを開発するために、まず基本的な表示ソフトウェアにより表示画面の機能、性能を調べる必要がある。このためにそのソフトウェアの作成を行った。

本年度は、個々の飛行計画情報と飛行経路情報部分の動きのある表示を実現した。

飛行経路情報は、管制指示等の入力により変更されるものであり、表示装置本体とは別のいわゆるデータベースサーバに作成、蓄積するものとした。このデータベース等の作成は次年度に行う予定である。

4. 考察等

飛行経路情報の表示方法の検討において、経路情報に時間情報を結合して経路情報を動的に表示する方法を考案した。

飛行計画表示装置を開発して航空管制システムに導入することにより、より安全性の高い管制環境が期待できる。また、新 CNS/ATM に対応した次期の航空管制システムにおいてその必要性はいっそう高くなると考えられる。

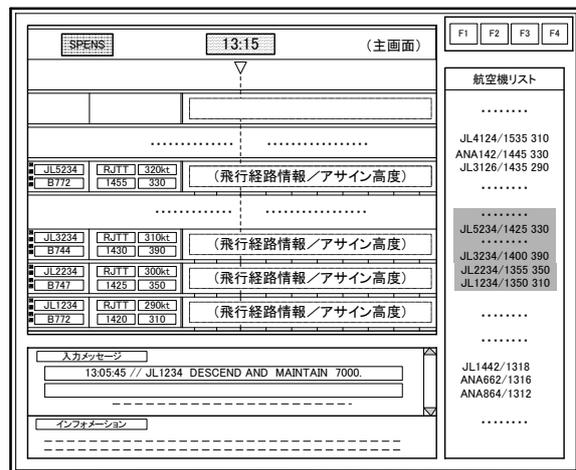
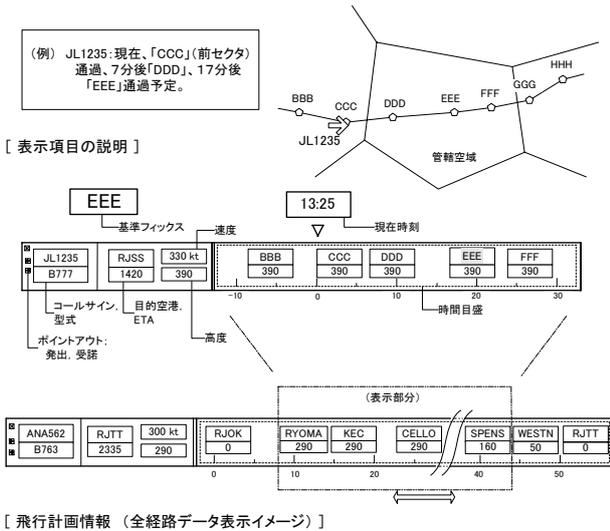


図 1 飛行計画表示装置 主画面表示例



[飛行計画情報 (全経路データ表示イメージ)]

図 2 飛行経路情報表示部分 説明図

無指向性アンテナを用いた航空機監視の研究 研究期間 平成 18 年度～平成 19 年度

1. はじめに

日本のエンルート空域やターミナル空域では回転型の指向性アンテナを用いる SSR によって航空機の監視が行われている。その一方、SSR による航空機監視のサポートを受け難い山岳部・諸島部やヘリポート等の地域においては設置や保守、運用がしやすく、安価な航空機監視の需要が存在する。

SSR による航空機監視は一般的に設置や保守、運用へ多くの投資が必要である。ADS-B による航空機監視は SSR と比べて安価と考えられるが、航空機が ADS-B 対応の装備を有していることが前提となる。マルチラレーションによる航空機監視も SSR と比べて安価と考えられるが、各受信局をネットワーク化し、精確な時間同期をもって各受信局のデータを統合する必要がある。

無指向性アンテナを用いた航空機監視は 3 つ以上の送信局と 1 つの受信局によって構成される。送信局は航空機質問信号を送信し、受信局は質問信号および応答信号を受信する。送信局から受信局までの直接の電波と航空機を介した電波との到達時間差を各送受信局対でそれぞれ計測する。すると、各送受信局対を焦点とする測位楕円面が 3 つ以上形成できるので、航空機の位置を特定できる。

無指向性アンテナを用いた航空機監視は SSR に比べて設置や保守、運用を簡素化でき、安価と考えられる。また、ADS-B のように専用の機上装備も想定しない。さらに、1 つの受信局でデータ処理を行うので、マルチラレーションのような受信局のネットワーク化や精確な時間同期も不要と考えられる。

課題としては、他の航空機監視と比べて覆域内に送信局を多く設置するため、受信局における電波環境が悪くなる事が挙げられる。そのため、送受信機の配置や電波の受信時刻の計測誤差を実測に基づいて検討する必要がある。それらを考慮した上で、無指向性アンテナを用いた航空機監視を議論するのが妥当である。

2. 研究の概要

本研究は 2 ヶ年計画であり、平成 18 年度は初年度である。平成 18 年度の研究では以下を実施した。

- ・受動型 SSR 測位実験
- ・無指向性アンテナを用いた航空機監視のモデル化

3. 研究成果

3. 1. 受動型 SSR 測位実験

受動型 SSR 測位実験を実施し、地上の SSR 局からの質問信号と機上の航空機からの応答信号を収集した。また、実験用航空機を用いて飛行データを収集している所内研究グループより、リファレンス用 GPS データの提供を受けた。

実環境下においても、航空機の上昇、巡航、降下の全フェーズで質問信号および応答信号を受信できた。送受信局間での直接の電波が受かり易いよう、受信局はなるべく高いところに配置するのがよい。

質問信号と応答信号の到達時間差を求め、距離に換算した後、GPS データと比較した。距離換算による到達時間差は同時刻の GPS データの値とほぼ等しい。ときどき値の飛びがみられるが、時系列でトラッキングすることにより、測距については GPS 並の精度が得られる可能性がある。

3. 2. 無指向性アンテナを用いた航空機監視のモデル化

無指向性アンテナを用いた航空機監視のシステム構成を検討した。また、質問信号と応答信号の到達時間差と送受信局の 3 次元座標を入力として、航空機位置を出力するプログラムを Mathematica で作成した。

4. 考察等

初年度では受動型 SSR 測位実験を実施し、地上の SSR 局の質問信号と機上の航空機からの応答信号を収集した。また、送受信局の 3 次元座標と質問信号と応答信号の到達時間差を入力として、航空機位置を出力するプログラムを Mathematica で作成した。

送受信局の配置によっては電波が受かり難く、質問信号と応答信号の到達時間差を求められなかった。そこで、第 2 年度では Mathematica による計算機シミュレーションを実施し、無指向性アンテナを用いた航空機監視の測位精度を送受信局の配置や質問信号と応答信号の到達時間差の面から検討する予定である。

マルチリファレンス高精度測位方式の研究 研究期間 平成 17 年度～平成 18 年度

1 はじめに

一般的なキネマティックGPS測位方式では、高精度測位が可能なエリアは、基準局から 10km程度の範囲といわれている。しかしながら、我々が測位の対象としている航空機などの移動体の移動範囲は 10kmを越えることが日常的である。当所で開発した航法装置（GBASなど）の測位精度評価実験などにおいて、評価の基準位置が得られないなどの問題があり、連続的に高精度測位が出来るエリアの拡大が必要とされている。最終的には、飛行コース下に置かれた、複数の基準局を用いることにより、高精度測位可能な複域の拡大を目指している。しかし飛行コース下に基準局を複数設置するのは困難であるため、容易に入手できる国土院のGEONET点のデータを利用することとし、まず、GEONET点の 30 秒毎のGPSデータを用いた測位を行い、機上において高レートで取得したGPS受信機データの搬送波位相変化により算出した速度[1]の積算により位置を算出し、データ間の補間を行う手法[3]を採用し、評価を行った。

2 研究の概要

本研究は 2 年度計画で行い、平成 17 年度は、基本となる単一基準局を用いた後処理測位プログラムを作成し、飛行実験によるデータ取得を行い測位精度評価を行った。平成 18 年度は基準局として GEONET 点の 30 秒データを想定し、速度積算値による補間手法を後処理プログラムに組み込み、取得データによる精度評価を行った。

3 研究の成果

3.1 速度推定精度評価

GPS 搬送波位相変化により航空機を速度を推定した例と

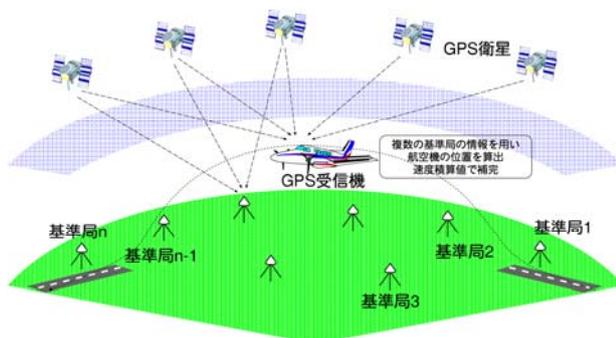


図 4 概念図

して、2005 年 11 月 29 日に取得したデータの解析例を示す。実験用航空機（Beechcraft B99 Airliner）に GPS 受信機 2 式（Trimble5700, NovAtel OEM-4）および IMU 装置を搭載し、GPS 受信機のうち 1 式（NovAtel OEM-4）には外部クロック（ルビジウム発振器）を入力した。また基準 GPS 受信機を仙台空港内の当研究所岩沼分室に設置している。このとき図 5 に示すように仙台-福島への往復の飛行を行い、福島空港と仙台空港における静止時データ取得と飛行中のデータ取得を実施した。

この手法による速度推定精度を評価のために、航空機が静止しているときのデータを用い解析を行った。キネマティック測位の基線長がおおよそ 60m の仙台空港内での結果と 100km となる福島空港での速度推定結果を表 1 に示す。但し、これらの値には、実験機材への電源供給のために航空機のエンジンが始動していたことによる機体の振動の影響も含まれている。外部クロックを用いた場合で 95%値で 4~5cm/s 程度の誤差を持つことが分かった。

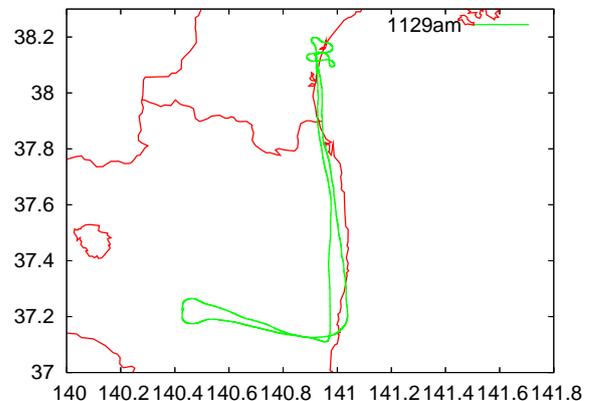


図 5 飛行航跡

表 1 速度推定精度

地点	方法	垂直方向成分		
		平均値	標準偏差	95%
仙台空港	キネマティック	0.0001	0.0605	0.1212
	搬送波(clock 無)	0.0067	0.1020	0.2107
	搬送波(clock 有)	0.0067	0.0219	0.0505
福島空港	キネマティック	0.0005	0.0828	0.1662
	搬送波(clock 無)	0.0015	0.1331	0.2678
	搬送波(clock 有)	0.0014	0.0199	0.0412

単位：[m/s]

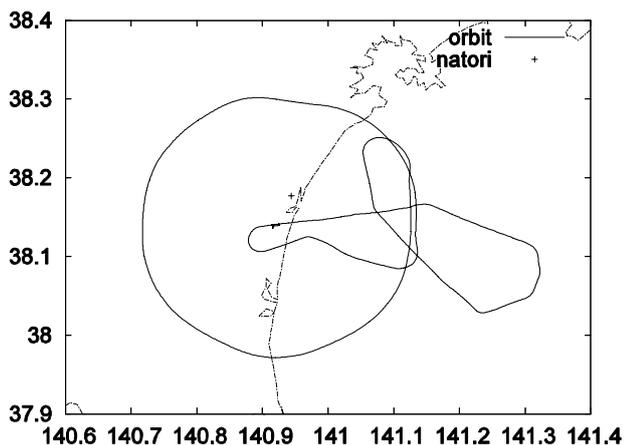


図6 速度積算により求めた航跡例

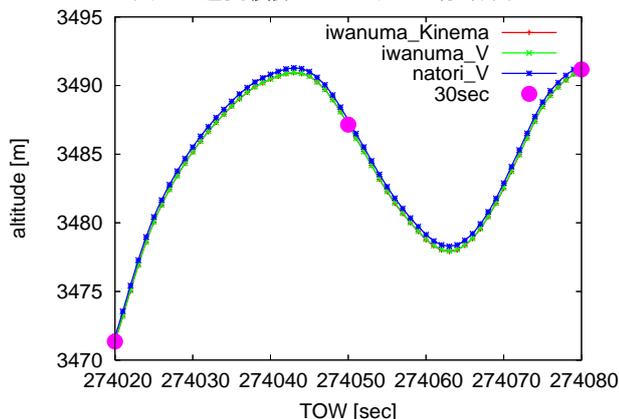


図7 30秒値と速度積算による補間値、キネマティック測位値の比較 (高度方向)

3.2 位置推定精度評価

搬送波位相変化より求めた速度の積算による位置推定手法の評価について述べる。今回用いた方法は、まず、30秒毎の基準局データを用いたキネマティック測位を行い、航空機の30秒毎の測位値を算出し、次に、得られた測位値間の航空機位置を、機上GPS受信機の1秒データから推定した速度の積算値で補間し推定する。こうして得られた推定位置と基準局の1秒データを用いて算出したキネマティック測位値とを比較した。

ここで示す例は、2006年5月10日に当所所有の実験用航空機により、仙台空港を中心とした半径15NMのオービット飛行を行ったときのものである(図6)。このとき、キネマティック測位用の基準GPS受信機を岩沼分室に設置し、実験用航空機にはGPS受信機を2式(Trimble 5700, NovAtel OEM-4)搭載し、うち1式(OEM-4)に外部クロックを入力した。

オービット飛行中のキネマティック測位値と速度積算値の比較の例を図7に示す。図中の赤線が1秒毎のキネマティック値(基準局:岩沼分室)を示し、●は30秒毎のキネマティック値である。また、緑線は速度積算により●間を補間したもので、青線は基準局として名取の

表2 キネマティック測位との差

clock 無	平均値	標準偏差	95%
X	0.0055	0.0733	0.1521
Y	0.0009	0.0884	0.1777
Z	0.0103	0.1174	0.2451
clock 有			
X	0.0036	0.0129	0.0293
Y	0.0060	0.0102	0.0264
Z	0.0041	0.0143	0.0328

座標系: ECEF, 単位: [m]

GEONET 点の30秒データを用いたキネマティック値を補間した場合である。外部クロックの有無による違いの評価結果を表2に示す。表上段は、外部クロック入力をしなかったGPS受信機のデータから算出した速度積算値で補間したもので、表下段は、外部クロック入力がある場合である。外部クロック入力がない場合では標準偏差で約0.10m程度、95%値で0.25m(Z方向)程あったが、外部クロックを入力した場合は、95%値で0.03m程度であり、速度積算による補間を行うことで、キネマティック測位に匹敵する測位精度が得られた。

4 まとめ

本研究では、飛行コース下に置かれた、複数の基準局を用いることにより、高精度測位可能な複域の拡大を目指し、その基準局としてGEONET点を採用することを考慮した測位方法を検討・評価を行った。その結果

- GPS搬送波位相による速度推定手法は、静止時の評価より、外部クロックがない場合、1・で0.1m/s、外部クロックを導入することで0.02m/s程度で速度推定が可能
- キネマティック測位のような距離による劣化がみられない
- 30秒測位値の補間を速度積算による位置推定手法で行った場合とキネマティック値の比較より、外部クロックがない場合、1・で0.1m、外部クロックを導入することで0.015m程度で速度推定が可能

であることがわかった。これらの結果より、GEONET点のような広範囲にわたる複数の基準局から算出される30秒毎の低レートの測位結果を、機上で取得した高レートのGPSデータで補間できる本手法は高精度測位の覆域拡大の手法として有用であるといえる。

掲載文献

- [1] 齊藤真二, 吉原貴之, 坂井丈泰, 藤井直樹; "GPS搬送波位相による航空機の速度推定," 電子情報通信学会2005年総合大会, Mar. 2005
- [2] 吉原貴之, 藤井直樹, 齊藤真二, 坂井丈泰, 星野尾

一明, 松永圭左, 津田敏隆, 青山雄一;
"Performance Requirement of Velocity Estimation
for Airborne-based Downward-looking GPS
Occultation," Proc. of ION/GNSS 2006, pp. 653-661,
Sept., 2006

- [3] 齊藤真二, 吉原貴之; "速度積算による航空機の位置
推定," 電子情報通信学会 技術報告, SANE2006-127,
pp. 47-50, Jan. 2007

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

研究期間 平成 17 年度～平成 19 年度

1. はじめに

GPS 衛星が放送する測距信号の搬送波は波長約 19cm のマイクロ波であり、その位相を測定することにより高精度な測位を行うことができる。たとえば、静止測量では長時間の測定によりミリメートル級の精度が得られる。移動体を対象として搬送波位相情報を利用する測位方式はリアルタイムキネマティック GPS (RTK-GPS) と呼ばれ、リアルタイム高精度測位分野を中心とした需要がある。

リアルタイムキネマティック GPS 測位方式は地上基準局を必要とするが、現状では基準局との距離(基線長)は 10km 程度以下に制限されている。応用上、特にこの制約を緩和する技術が必要であり、二周波受信機および基準局ネットワークにより解決を図る方式が多く研究されている。また、リアルタイムキネマティック GPS 測位方式により得られる位置解は必ずしも正確であることが保証されているわけではなく、より高速かつ確実な計算アルゴリズムが求められている状況にある。

本研究は、リアルタイムキネマティック GPS 測位方式における基準局からの有効距離を延長するとともに、結果として得られる位置解の確実性(インテグリティ)を向上させようとするものである。

2. 研究の概要

リアルタイムキネマティック GPS 測位方式において基準局からの有効距離(基線長)が制限される主な原因は、大気遅延であることが知られている。すなわち、GPS の誤差要因である電離層伝搬遅延および対流圏伝搬遅延が受信機位置により変化するため、基準局および移動局受信機ではこれらの遅延量が異なることとなるが、リアルタイムキネマティック GPS 測位方式では一般的にこれらの遅延量を基準局と等しいものとして取り扱うことから、計算結果に矛盾を生じるのである。

本研究においては、基線長に関する制約を緩和するために、電離層伝搬遅延について積極的な補正処理を行うことを検討している。すなわち、広い地理的範囲にわたり有効なディファレンシャル補正情報を提供する広域補強システムは、補正情報のうちに電離層伝搬遅延量を含んでいることから、これを利用して基準局および移動局における電離層伝搬遅延を補正し、基線長の長短に関わらずリアルタイムキネマティック測位方式を実行可能とする。この目的のために、広域ディファレンシャル補正情報を生成する計

算機プログラムを作成することとした。

一方、位置解の確実性(インテグリティ)の向上のためには、GPS 以外のセンサによる測定が有用である。こうした目的に利用可能なセンサとしては、電波高度計や気圧高度計、磁気コンパス、慣性センサなどがあるが、このうち安価に入手でき、かつ GPS 受信機に簡単に実装できるものとして、慣性センサを検討対象に選択した。現在は半導体加速度センサおよびジャイロセンサが集積回路により実現されていることから、これらのセンサを入手し、実験に使用することとした。GPS 以外のセンサ入力の利用は、測位の連続性を向上させるうえでも有効である。

本研究では、リアルタイムキネマティック GPS 測位方式の有効性を向上させる以上のような方法について、理論的検討に加えて、シミュレーション等による実証的な検証を行うことを目指している。このため、実際にリアルタイムキネマティック GPS 測位方式を実行する計算機プログラムを作成し、GPS 受信機と組み合わせて実験を行うこととしている。

3. 研究成果

平成 18 年度は、前年度に引き続き広域ディファレンシャル補正情報の生成方式を検討し、特にリアルタイム処理が可能となるように配慮した。前年度に作成した補正処理用計算機プログラムにリアルタイム処理機能を追加するとともに、電離層補正方式について複数の方式を実験できるよう改良を施した。

本プログラムの構成を、図 1 に示す。GPS 衛星およびアンテナや受信機のハードウェアに起因する周波数間バイアス誤差については、変化の速度が遅いことから毎日 1 回バッチ方式で処理し、リアルタイム処理系は前日のバイアス推定結果を利用して広域ディファレンシャル補正情報を生成する構成とした。また、測定データ収集部は、収集した受信データのうちからもっとも新しい情報を抽出してこれを現在時刻として保持する機能を持つ。これは、本プログラムを連続動作させた場合に、計算機の内蔵クロックの狂いによる影響を受けないための対策である。

改良プログラムによりリアルタイムに生成された補正情報を適用した結果、ユーザ誤差は図 2 に示すとおり得られた。電離層伝搬遅延の影響を受けやすい垂直方向および南北方向の測位精度が向上しており、電離層伝搬遅延量が正しく推定・補正されていることがわかる。

さらに、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。電離層伝搬遅延を測定するための二周波 GPS のほか、安価な一周波 GPS 受信機、測量用 GPS 受信機、慣性センサ、気圧高度計を搭載し、電離層活動が活発な九州地方にて実験を実施した。実験で取得したデータは、リアルタイムキネマティック GPS 測位方式の計算アルゴリズムの検討のために利用する。

4. おわりに

本研究は、リアルタイムキネマティック GPS 測位方式における基準局からの有効距離を延長するとともに、結果として得られる位置解の確実性（インテグリティ）を向上させようとするものである。平成 18 年度は、広域ディファレンシャル補正情報を生成する計算機プログラムにリアルタイム動作機能を追加するとともに、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 19 年度は、引き続きリアルタイムキネマティック GPS 測位方式の有効性を向上する具体的なアルゴリズムを検討し、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) 坂井他, “GPS 広域補強プロトタイプシステムの性能検討”, 電子情報通信学会総合大会, 2006 年 3 月
- (2) 坂井他, “GPS 広域補強プロトタイプのリアルタイム運用”, 電子情報通信学会総合大会, 2007 年 3 月

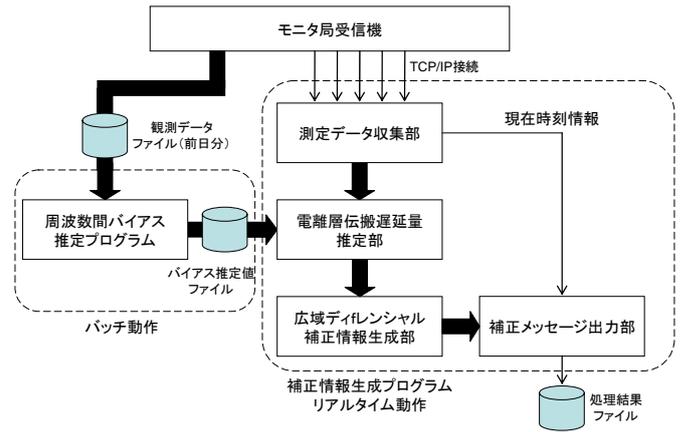


図1 広域ディファレンシャル補正情報生成プログラムの構成

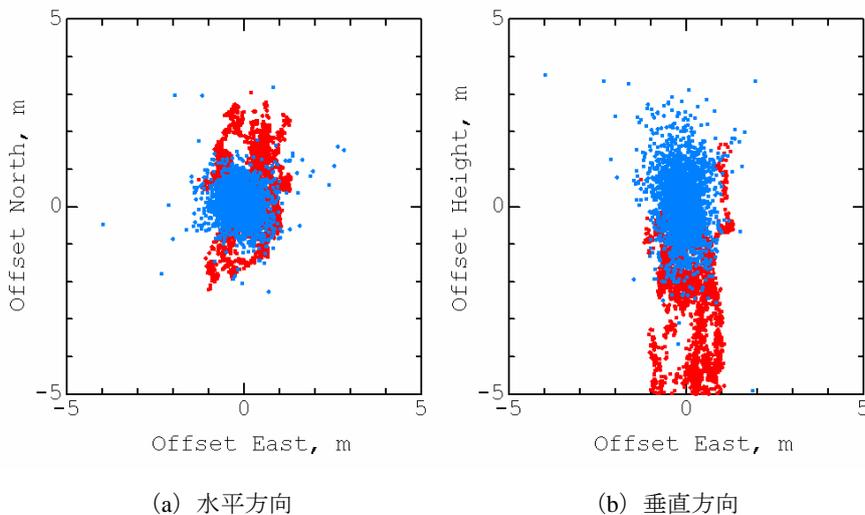


図2 広域ディファレンシャル補正情報による測位精度の向上
(赤) GPS のみ, (緑) 広域ディファレンシャル補正あり

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 研究期間 平成17年度～平成19年度

1. はじめに

狭域のディファレンシャルGPS (DGPS) 技術を応用した次世代の進入着陸システムであるGBAS (Ground Based Augmentation System: 地上型補強システム) の研究開発が進められている。当研究所では、仙台空港内にGBASのテストベッドを設置し、飛行実験により測位性能を評価してきた。現在までの評価の結果、GBASの測位精度は、ICAO (国際民間航空機関) のSARPs (国際標準及び勧告方式) が要求するCAT-Iの測位精度 (垂直95%誤差: 4 m) 及びRTCA, IncのMASPS (DO245A) が要求するCAT-II, IIIの測位精度 (垂直95%誤差: 2.9 m) を十分満足している。実用化に向けた今後の研究課題は、航法装置の安全要求である、完全性 (Integrity), 継続性 (Continuity) を満たし、高い有効性 (Availability) を実現する地上システムの設計手法を確立することにある。このため、米国FAAを中心とする研究グループは完全性要件に対してリスクとなるスレッド (脅威) モデルを定義し、地上装置内でのモニタ要求を設計・検証するための検討をはじめた。

このうち完全性要件を満足するためには、SARPsで要求されるプロテクションレベル方式により、極めて高い信頼度で機上装置側においてタイムリーに警報を発生させる必要がある。このためには、地上装置側において補正值生成の過程で生じる異常を検知するモニタアルゴリズムを備え、異常なGPS衛星毎の擬似距離補正值を排除する必要がある。本研究では、このモニタを設計するためのGBAS設置環境でGPS受信データを取得し、アルゴリズムの基礎検討を行う。

2. 研究の概要

本研究では、3カ年で以下の2項目を実施する。

- (1) GBASテストベッドでの長期データ収集
- (2) モニタ開発のための収集データの解析

3. 今年度の研究結果

H18年度は以下の2項目を実施した。

3.1 GBASテストベッドでの長期データ収集

H17年度に引き続き、仙台空港に設置されたGBASテストベッドによりGPS受信データを長期連続収集した。空港内には、4式の基準局が設置されており、GPS観測データをモデムによって当所岩沼分室の実験室に伝送している。基

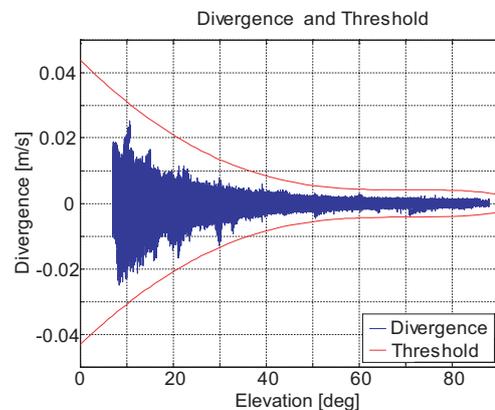


図1: コード・搬送波ダイバージェンス (青点) とモニタ閾値 (赤線) の例

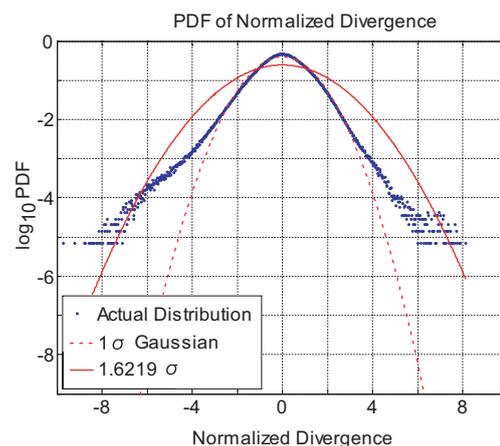


図2: 正規化ダイバージェンスの確率密度関数とオーバーバウンド分布の例

準局には、OEM4受信機 (NovAtel社製)、チョークリング付きパッチアンテナを利用する。データ収集は、装置の保守、故障を除き可能な限り24時間連続に収集している。データレートは2 Hzで、1日のデータ蓄積量は、4式で約1GBである。夏期に落雷の影響でモデムが故障した際、データ収集を中断したが、これを除けば順調にデータ収集できた。

3.2 収集データの解析処理 (観測値品質モニタ)

H17年度の研究で、6ヶ月程度の蓄積データにGBASと同等の計算処理 (地上側及び機上側を含む) を実施し、初期検討した結果、ユーザ側の原因及び特殊な基準受信機の故障を除いては、プロテクションレベルが閾値を越えるような危険な事象 (HMI: Hazardously Misleading Information)

は1回も発生していないことが分かった。従来、GBASのモニタアルゴリズムに関しては、Stanford大学の研究例が発表されており、インテグリティ・モニタテストベット（IMT：Integrity Monitor Testbed）と呼ばれるソフトウェアプロトタイプが開発されている。

そこで、今年度は、IMTに内蔵されるモニタ・アルゴリズムのうち、観測値品質モニタ（MQM：Measurement Quality Monitor）と信号品質モニタ（SQM：Signal Quality Monitor）の一部と同等の処理による解析を行った。IMTには、この他、データ品質モニタ（DQM）、エグゼクティブモニタ（EXM）、MRCC（多基準一致性チェック）、 $\sigma-\mu$ モニタを含む。

図1にMQMの一つのモニタ項目であるコード・搬送波ダイバージェンスを示す。本モニタでは、閾値の決定にガウス・オーババウンド法を用いている。図2は、正規化ダイバージェンスの確率密度分布（青点）、その分布と同様の σ を持つガウス分布（赤波線）である。また、確率密度分布を $\pm 6\sigma$ の位置で越える分布がオーババウンド分布（赤線）であり、 $f\sigma$ のガウス分布となる。 f はインフレーション・ファクタと呼ばれる係数で1.5~1.7程度である。閾値はオーババウンド分布の $6f\sigma$ で決定される。

MQMでは、この他、搬送波位相の加速度、ランプ・ステップ的变化、擬似距離の過大変化を検定統計量とする。また、SQMは、衛星の受信C/Noを検定する。これらモニタは同様にガウス・オーババウンド法により閾値を決定する。今年度は、これらMQMとSQMのモニタアルゴリズムをプログラム化し、従来取得した24時間のデータを利用して、アルゴリズムの検討を行った。この結果、各モニタの検定統計量はIMTと同様にガウス分布の中心部分と指数分布に近い裾野部分から構成される混合分布であった。また、 f はIMTと同様1.6程度として閾値を決定できることが分かった。

4. まとめ

本研究では、今年度、(1)昨年に引き続き、仙台空港内のGBASテストベットで連続的にGPS受信データを収集した。また、(2)IMTの観測値品質モニタ（MQM）と同等のアルゴリズムをプログラム化し、24時間データを解析してアルゴリズムの検討を行った。H19年度は、同様に(1)長期データ収集を継続し、(2)IMTのエグゼクティブ・モニタ（EXM）、 $\sigma-\mu$ モニタを検討する計画である。

掲載文献

- (1) 福島荘之介，“GPS信号の異常と地上型補強システムの観測値品質モニタの検討，”第7回電子航法研究所発表会，2007年6月

GPS 観測データを用いた対流圏遅延量の準リアルタイム推定に関する研究

研究期間 平成 17 年度～平成 18 年度

5. はじめに

GPS 等を用いた測位の高精度化に伴って、測位誤差の要因の一つである対流圏遅延量の補正が重要となってきた。しかし現状では、移動体ユーザを対象とした、実際の観測データに基づく対流圏遅延量の情報は提供されていない。そのため一般のユーザは、受信機内部で簡易なモデルを用いて対流圏遅延量を補正している。

この研究は、GPS 観測データを用いて対流圏遅延量を連続的に推定し、観測データ取得後短い時間のうちに、推定結果を逐次インターネットで公表する手法を検討するものである。

6. 研究の概要

本研究のイメージを図 1 に示す。GPS の観測データをインターネット経由で取得し、連続的に基線解析を行って対流圏遅延量を推定する。得られた対流圏遅延量の推定結果を、インターネットを用いて一般のユーザに公開する。

本研究の実施において、GPS の観測データから対流圏遅延量を推定した結果についてはすでに報告がある。しかし短い時間間隔で逐次解析を行い、限られた時間遅れのうちに推定結果を得るためには、計算の手法及び手順、解析環境の構築、及び解析に必要な軌道情報等の取得について検討が必要である。

7. 研究成果

解析には IGS (国際 GPS 事業) 観測点及び電子航法研究所内の連続観測点を用いた。これらの観測点の GPS 観測デー

タから、各観測点のアンテナ位相中心、時計誤差及び対流圏遅延量を推定した。対流圏遅延量は 15 分毎に推定した。解析の際は、計算時間の短縮のため、前回の解析で得られたアンテナ位相中心を次回の解析に適用した。また必要な観測データ数を精査することで、計算量の削減を試みた。

推定結果である対流圏遅延量の標準偏差は、最大で 20mm であった。得られた対流圏遅延量をインターネットを用いて公開した。公開したデータには、観測点の位置、解析結果の日時、対流圏遅延量及びその標準偏差が含まれている。

8. おわりに

GPS の観測データを用いて対流圏遅延量を推定し、推定結果をインターネットを用いて公開した。解析にかかる時間の短縮については課題が残るが、本研究で用いた手法が、実際の観測データに基づく精度の高い対流圏遅延量の提供に有効であることが確認できた。

掲載文献

- (1) 新井他, “対流圏遅延量の準リアルタイム推定の検討”, 2005 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2005 年 9 月
- (2) 新井他, “対流圏遅延量の準リアルタイム推定の検討”, 第 49 回宇宙科学技術連合講演会, 2005 年 11 月

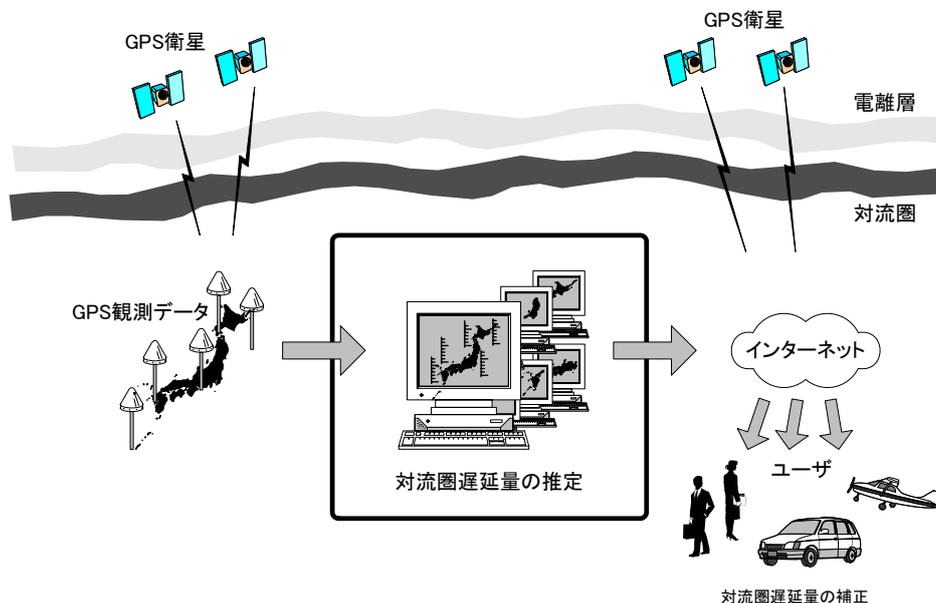


図 1 研究のイメージ

高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究 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の擾乱が、中緯度地域に伝搬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

南極において GPS 観測を行うために、第 48 次南極地域観測隊に越冬隊員として参加した。2006 年 12 月 3 日、南極観測船「しらせ」は、オーストラリアのフリーマントル港を出港した。途中暴風圏を抜け、12 月 23 日に昭和基地に接岸した。直ちに第 48 次隊は南極での行動を開始し、南極大陸沿岸での野外観測、基地建物の建設、道路整備、物資輸送等を行った。

2007 年 1 月、昭和基地内及び基地周辺に GPS 受信機を設置した。南極は低温及び強風の環境であることから、GPS 受信機及びアンテナ等の観測機器については、設置方法に留意した。

2007 年 2 月、第 48 次隊は昭和基地での越冬観測を開始した。これに伴い、電離層擾乱の評価のための GPS 観測を開始した。現在、0.1 秒間隔で 24 時間連続して観測データの収集を行っている。

3. おわりに

南極・昭和基地において、高いサンプリングレートの GPS 観測を開始した。今後長期間の観測データを取得し、電離層擾乱の挙動について評価する予定である。

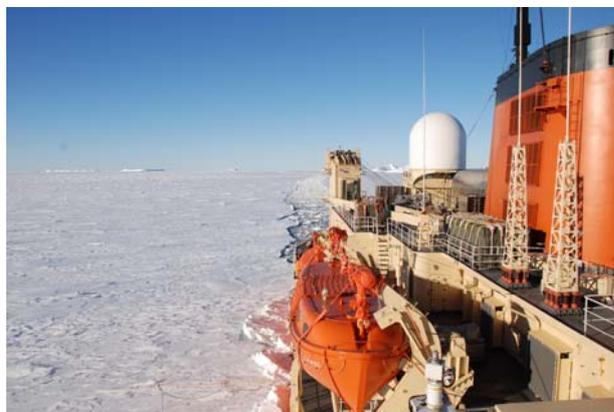


写真 1 南極への航海



写真 2 南極大陸上での GPS 観測



写真 3 オーロラ発生時の GPS 観測

航空航法における GPS の脆弱性の研究

研究期間 平成 18 年度

1. はじめに

平成 16 年 1 月 2 日に GPS 衛星の異常データ送信により GPS ユーザーが 3 時間測位不能となった。これはマスコミで大きく取り扱われ、GPS の脆弱性を世に知らしめることとなった。航空航法における GPS の脆弱性改善について現在定性的な議論はされているものの、定量的な評価は十分にはされていない。より安全性の高い航空航法を実現するために必要な GPS の脆弱性の定量的評価を目的として本研究を実施した。

2. 研究の概要

GPS の脆弱性について調査、シミュレーションによる評価を行うため、現 GPS である L1 一波を模擬する試験系の製作と製作した試験系による GPS 脆弱性の評価を行った。

3. 研究成果

現 GPS である L1 一波を模擬する試験系を制作し、干渉波を無変調波としたときの GPS 信号補足、測位結果への影響のシミュレーションを行った。

シミュレーションにはソフトウェア GPS 受信機を用いた。実際の GPS 信号を IF 帯 (4 MHz) でデジタル記録し、別途信号レベル、オフセット周波数を変化させて作成した雑音および干渉波 (CW) を同様に IF 帯のデジタル信号として記録し、これらの信号および干渉波をソフトウェア GPS 受信機に入力することによりシミュレーションを行った。

オフセット周波数 500 kHz の場合、CW 干渉波が 16 dB 大きいときは補足できる衛星数の減少が観測されたが、測位は正常に行われた。干渉波が 20 dB 大きい場合は、信号補足ができなかった。オフセット周波数を 1 MHz とした場合、干渉波が 17 dB および 22 dB 高い場合、補足できる衛星数が減少するが、測位は問題なく行うことができた。信号補足時間は干渉波の有無によらず、信号補足できる場合は同様の時間であった。

シミュレーション結果として、GPS 信号に対する干渉波の周波数オフセットが 500 kHz の場合には干渉波の測位結果に与える誤差が無視できないが、干渉波オフセット周波数が 1 MHz と大きく離れていれば測位計算に影響が無いことを示していた。

4. まとめ

本研究により、航空航法において問題となる GPS の脆弱性の定量的評価を行った。

航空機衝突防止装置の運用状況に関する研究 研究期間 平成 17 年度～平成 19 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 3 年計画であり、平成 18 年度は 2 年度目である。平成 18 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評価の支援
- ・ ACAS の動作予測手法の維持改良
- ・ ACAS 信号環境シミュレーションツールの開発
- ・ 航空局への技術支援

なお、平成 18 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。

3. 研究成果

3. 1 ACAS-II 運用モニタリングと国際共同評価支援

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、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。

平成 18 年度は、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、第 10 回 ICAO/SCRS パネル作業部会および第 1 回 ICAO/AS パネル作業部会に報告した。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。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るが、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。まだ統計的に十分な数のデータとはいえず、今後の継続したデータ収集と分析を必要としている。

ICAO/ANC は各パネル会議に作業状況の報告を求め、その内容に応じたパネル会議の再編成を検討中である。AS パネル会議では作業状況報告をまとめるに当たり、ACAS 運用調査に関する項目を記載した。当研究所の運用調査活動について作業部会座長に報告し、その内容は ANC への作業状況報告に反映された。

3. 2 ACAS の動作予測手法の維持改良

ACAS の遭遇状況について行政当局から詳細な調査を依頼される事例が発生した場合、または、ACAS アルゴリズム改訂版を性能評価する場合、ACAS の動作状況を詳細にシミュレーションする必要がある。

この目的で使用可能なシミュレーション環境は、これまでワークステーション上にて開発済みであるが、計算機の老朽化などの問題が発生していた。そこで、シミュレー

ションに関するノウハウの維持・改良と使用機材の更新のため、シミュレーション環境をPC-UNIX環境に移植し、今後も継続して行政要望に対応できるよう機材を整えた。平成18年度はその動作試験を継続した。

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、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。

ACAS 干渉制限方式は、周辺で運用される ACAS 数やその距離分布を元に、ACAS 質問信号送信数や電力を制限するアルゴリズムを持つ。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年度は、前年度の ACAS 干渉制限方式や監視機能の ICAO 規格等調査結果を基に、ATC トランスポンダ等関連機器の信号送受信モデルを開発した。これにより、ACAS 干渉制限方式を考慮した信号環境シミュレーションのためのソフトウェアを作成するためのモデルが得られた。

3. 4 航空局の技術支援

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ついて米豪の担当者との調整を技術支援した。

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もある。

ICAO や RTCA において ACAS アルゴリズムの追加改良が検討されており、次回 AS パネル会議を目標に標準化される見込みである。また、日本空域にも RVSM が導入されるなど、ACAS の運用性能に影響がある変化が見られる。今後とも、ACAS の運用性能に関する調査を継続する必要がある。

掲載文献

- (1) Y. Sumiya, et. al.: "ACAS II Operational Monitoring Report on the effect of RVSM in Japan", SCRSP WG-A10-19, May, 2006
- (2) 住谷泰人他:「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
- (3) 住谷泰人他:「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
- (4) 住谷泰人他:「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9月
- (5) 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, September, 2006
- (6) Y. Sumiya: "ACAS II Operational Monitoring Report on the effect of RVSM in Japan, Second report of 2006", ASP01-25, November, 2006
- (7) 住谷泰人他:「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」, pp. 1-13, 電子航法研究所報告 No. 116, 2007年1月
- (8) 住谷泰人他:「RVSM 導入による ACAS 回避アドバイザーへの影響の一検討」, 信学技報 SANE2006-135, 2007年2月
- (9) 住谷泰人他:「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」, 第7回電子航法研究所研究発表会講演概要, 2007年6月

スケールモデルによる ILS 高度化のための実証的研究 研究期間 平成 17 年度～平成 19 年度

1. はじめに

低視程時に行われる CATⅢ (CategoryⅢ) の運航は、わが国では 1995 年より 3 空港で開始された。また、2007 年から広島空港と青森空港で CATⅢ の運航が予定されている。特に、青森空港では積雪時に生じるコース誤差の解決が緊急の課題である。また、東京国際空港の再拡張計画では、朝夕の離発着機の渋滞緩和及び将来の航空交通量の増加に対処するため、B 滑走路と多摩川河口に新設される D 滑走路に対して LDA (Localizer Directional Aid) 方式を採用した同時平行進入が実施される。このような着陸システムの高度運用の拡大に伴って空港独自の技術的課題が増える傾向にあり、行政当局からの委託の件数が増加している。

本研究は、行政当局からの要望に的確に応えるため、当所の施設を活用して効果的に研究を実施する。

2. 研究の概要

本研究は 3 年計画で、次の研究を実施する。

- イ) 17 年度に LDA 方式のための LLZ アンテナ設置方法
- ロ) 18 年度に GP モニタ反射板の最小面積の解析
- ハ) 19 年度に積雪時の GP 反射面の除雪基準の緩和

本年度は、2 年次として、ロ) の研究を実施する予定であった。当初の計画は、GP モニタ反射板の有効面積に係るシミュレーション、GP 送信装置の改修とモニタ反射板の模型製作、反射板模型を用いたスケールモデル実験を予定していた。しかし、2 周波 GP 送信装置の改修経費が 2 割ほど不足したので、その分を模型製作費から充当した。このため、模型製作とそのスケールモデル実験については次年度に実施することとした。

3. 研究の成果

3.1 GP モニタ反射板の有効面積の計算

GP モニタ反射板は当所が考案した舗装面 19cm の厚さの反射板で、これを用いると雪の融雪時の変動が改善され、モニタが安定化する^[1]。更に、費用対効果の観点から、反射板の面積を最小化することが行政当局から要望されている。

そこで、GP 反射板の外周エッジからの回折波の解析を行った。モニタの入力信号は、直接波、反射波および外周エッジからの回折波より計算しており、かつ、モニタアンテナは高さが固定されていることから、反射板の面

積を 1/2 程度に減少できることが解析的に確認された。

3.2 2 周波 GP 送信装置の製作

現在、我が国の GP は前方反射面の凹凸の影響が少ない 2 周波方式が使用されている。そこで、GP 送信装置を 1 周波から 2 周波方式に改修した。図 1 に改修部分のブロック図を示す。送信装置は以下の機能を有する。

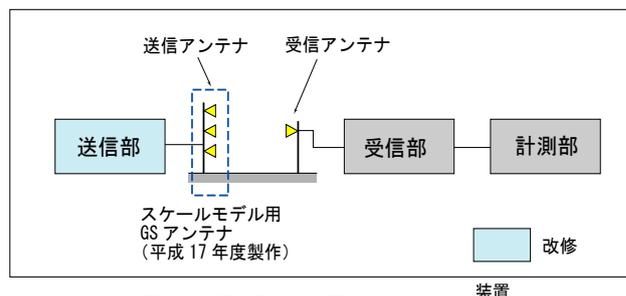


図 1 FFM 評価装置の改修

- イ) 送信部は、既存の 1 周波方式 LLZ/GP 送信装置と今回製作する CL 送信装置より構成される。CL 送信装置は、既存の 1 周波用の RF 発振周波数より +8KHz (ICAO 勧告は 8KHz) 離れた高安定化した 9.600008GHz の CL 用周波数を発振する。
- ロ) 空中線ネットワークは、DIR 送信装置 (既存の送信装置) の CAR 信号、SB 信号及び CL 送信装置からの CL 信号を入力し、2 周波 M アレー方式の放射パターンを形成するように各信号を分配合成し、UPPER、MIDDLE 及び LOWER 空中線に所定の振幅と位相を供給するための合成器である。

4. まとめ

本年度に製作した送信装置を用いて、次年度には反射板の最小化のスケールモデル実験を実施し、解析結果の妥当性を確認する予定である。

掲載文献

- [1] 横山他, “融雪変動を最小化する GP モニタ特性,” 第 6 回電子航法研究所研究発表会, 2006. 6. 1

IP を利用した航空衛星通信システムに関する研究 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、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することを目指す。また、開発した数値解析シミュレータを用い、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とともに、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 18 年度は初年度である。平成 18 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 IP モデルの検討
- ・ 数値解析シミュレータへの IP 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

3. 研究成果

3.1 IP モデルの検討

平成 18 年度は、IP 通信方式を検討し、IP モデルを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に導入するための検討を行った。これまでの検討の結果、IP モデルを航空衛星通信プロトコルモデルに適用する際には、航空衛星通信プロトコルにおけるウィンドウ制御や輻輳制御が衛星回線特有の伝搬遅延に大きな影響を与える可能性が高い。また、IP ヘッダの増加に伴うヘッダ部の拡大のほか、物理層等の下位層の伝送性能が全体の伝送性能に大きな影響を与える可能性もある。特に、衛星通信回線の伝送誤り特性においては、送信データの再送制御時に増大した伝送遅延時間や、IP や伝送性能への影響を考慮する必要もある。

3.2 IP モデルの導入とシミュレーション評価

数値解析シミュレータに導入できる IP モデルを検討した結果、数値解析シミュレータに導入する IP モデルは、以下の 2 点を中心とするものにした。

- ・ IP 層以上の通信機能の追加
- ・ 高速伝送による通信機能の追加

IP 層以上の通信機能を追加したことにより、UDP や TCP といった IP 層以上の通信機能が可能になった。また、FTP 等のアプリケーションを利用した数値解析シミュレーションも可能である。

高速伝送による通信機能の追加では、現用の航空衛星通信システムの伝送速度である最大 10500bps から、次世代衛星通信システムで可能になるとされる 300～400kbps 程度伝送速度の数値解析シミュレーションが可能になり、伝送速度の高速化に伴う伝送遅延時間の縮小が明らかになった。

3.3 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 11 回通信関連作業部会（WG-C）に出席し、討議に参加した。今回の作業部会は、平成 19 年に開催される予定の第 1 回 ACP 会議に向けた WG-C の最終確認会議の位置づけであった。また、この会議はユーロコントロール及び欧州宇宙機

関 (ESA) が主催する第 8 回次世代航空衛星通信システム会議 (NexSAT) 及び第 3 回空地通信システム会議 (AGCFG) とのジョイント会議として開催された。

作業部会では、欧州における ATM マスタープランである SESAR プロジェクトの報告、欧米が共同で進めている次世代通信システムに関する調査研究の動向、WRC (World Radiocommunication Conference) に向けた対応、ICAO におけるイリジウムマニュアル等航空衛星通信の動向、航空通信関連の研究動向等が報告された。また、当研究所から、以前提案した自己同期方式 ADS を IP 環境に適用する方式について提案を行った。

この会議の結果は、航空振興財団情報処理方式小委員会において報告し、日本航海学会研究会における「衛星通信システムの動向」の講演の一部に活用した。

3.4 航空局等への技術支援

平成 17 年度に実施した航空衛星通信性能のシミュレーション結果について、行政当局で平成 18 年度に実施中の次世代航空衛星通信システム作業グループにおいて、説明を求められ、報告を実施した。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したものである。これに関連し、平成 18 年度も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、別途受託研究として実施した。

また現在、ICAO においては、次世代航空衛星通信システムの国際標準案を策定中であり、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

現在検討中の次世代航空衛星通信システムは、IP を利用した通信方式が予定されている。また、現用の航空衛星通信システムと併用される予定である。本研究により、次世代航空衛星通信システムにおける IP 利用の問題点やシミュレーションや通信性能等に関する技術提案が可能になると考えている。

また、次世代航空衛星通信システムについては、NexSAT 会議や ICAO においても検討されている。これらの会議での議論等が次世代の航空衛星通信システムの実現に結びつくと考えられるため、我が国としてもその動向について今後も十分調査し、適切に対応す

る必要がある。

掲載文献

- (1) 住谷(泰), 石出: “航空衛星データ通信における伝送遅延時間分布”, 第6回電子航法研究所発表会講演概要, 2006. 6
- (2) 住谷(泰): 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. 7
- (3) 住谷(泰), 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, 2006信学ソ大 B-2-5, pp. 235, 2006. 9
- (4) Y. Sumiya, A. Ishide, : Self-synchronized ADS in IP network, ACP WG-C11-25, 2006. 9
- (5) Y. Sumiya, A. Ishide, : Self-synchronized ADS in IP network, 欧州NexSAT 8th Meeting, 2006. 9
- (6) 石出, 住谷(泰): 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. 10
- (7) 住谷(泰), 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. 10
- (8) 住谷(泰): 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. 10
- (9) 石出, 住谷(泰): 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. 3
- (10) 住谷(泰), 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, 2007信学総大 B-2-1, pp. 249, 2007. 3

後方乱気流の研究

研究期間 平成 18 年度

1. はじめに

小型航空機の運航は、大型航空機が中心となっている大空港では、大型航空機の運航の隙間を利用している。しかし、大型航空機に引き続いて航空機を離陸させる場合、航空機の主翼から生じる後方乱気流による影響を回避するため、後続機の大きさにより離陸間隔時間を区別する後方乱気流管制方式が採用されている。

航空機の運航を制限する後方乱気流の存在を検出することが可能ならば、後続機の待機時間を短くし、混雑空港においても効率的で安全な運航を確保することが可能となる。このことから当研究所では航空局の要望により、「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、レーザを用いた後方乱気流検出装置（ライダー）を開発した。

今年度は、この後方乱気流検出装置を用いて、多様な気象条件における後方乱気流を観測した。

2. 研究の概要

本研究は「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」に引き続く 1 年計画であり、11ヶ月にわたり 52 日間の観測を実施した。またデータ解析の効率化を図るため、解析プログラムの新規開発をおこなった。JAXA、東北大学との共同研究では、仙台空港の気象観測をヘリコプタと 2 台のライダーを用いて実施した。

3. 研究成果

52 日間の観測により 881 機の後方乱気流データを取得した。B767 が 334 機、B737 などの小型機が 547 機である。

データ解析の効率向上のために、取得データを 50cm メッシュ単位に補間し、渦の位置を半自動的に検出する解析プログラムを製作した。これにより渦位置を検出して、渦の大きさと強さを効率的に求めることが可能となった。

270 度方向（山側）に離陸した 240 機の B767 データを、この解析プログラムを用いて解析した。後方乱気流をグラフ化した結果を図 1 に示す。風速が 3kt で風向は一定でない気象条件のときのデータで、左側からレーザが照射されている。暖色系がライダーから見て追い風を、寒色系が向かい風を表している。右側の渦は左回りで、左側の渦は右回りで渦を描いている。このデータのように風

向が定まらない条件では、渦は下方に落ちてゆき、左右に

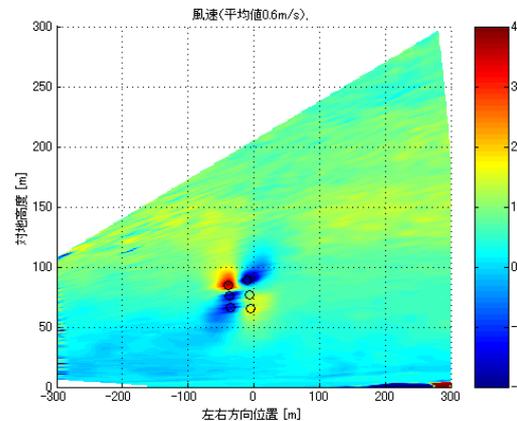


図 1 後方乱気流の観測例

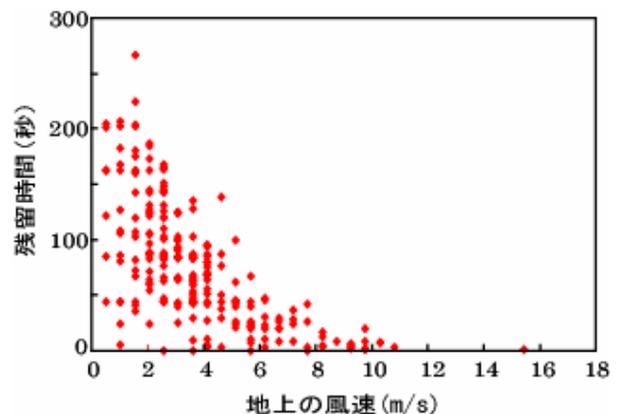


図 2 後方乱気流の残留時間

分離していく。これに対し、風向が定まるときは両渦とも風に流されて滑走路から離れていく。

風によりどのように変化するか、240 機の B767 データを用いて、渦の残留時間と 100m 移動する時間を求めた。図 2 に残留時間を、図 3 に移動時間のグラフを示す。

図 2 に示すように、地上の風速が 6m/s 以上あると、後方乱気流は 50 秒以内に消滅している。これは後方乱気流が消滅するまでの時間を目視で確認した時間で、もし後続航空機に対する危険な渦強度が明らかになれば、さらにこの残留時間は短くなると考えられる。

滑走路に対して横風成分が存在する場合、後方乱気流は滑走路の横方向に流されていく。図 3 は滑走路に対して直角成分の風速に対する、滑走路中心から 100m 離れるまでの移動時間を示している。横風成分が 4m/s 以上ある

場合、移動に要する時間は50秒以内である。

4. まとめ

岩沼分室に設置した後方乱気流検出装置を用いて、仙台空港を離陸する航空機の後方乱気流を測定した。その結果、風の風速と風向に後方乱気流が大きく影響されることがわかった。この特性を考慮すれば、航空機の離陸間隔を短縮することが可能となると考えられる。

掲載文献

- (1) 加来：“後方乱気流の遷移状態”，電子情報通信学会ソサイエティ大会，平成18年9月
- (2) 加来：“レーザによる後方乱気流の観測”，電子情報通信学会安全性研究会，平成18年10月
- (3) 加来：“後方乱気流の観測”，日本機械学会関東支部第13期総会，平成19年3月

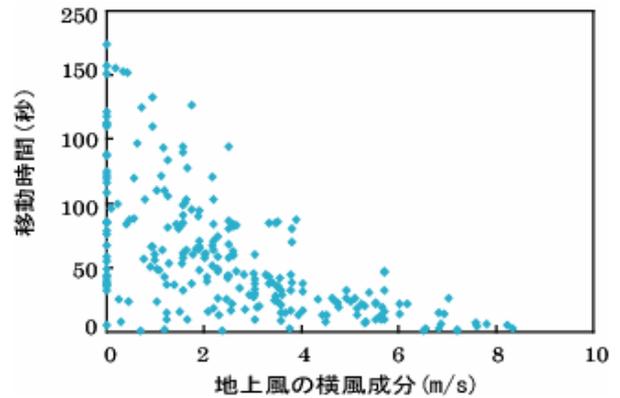


図3 後方乱気流の移動時間
(滑走路中心から100m離れるまで)

小型航空機の安全運航支援に関する予備的研究 研究期間 平成 18 年度～平成 19 年度

1. はじめに

わが国の航空機事故件数の半数以上は、小型航空機（固定翼機とヘリコプター）の事故である。事故を減らすためには、ソフト面、ハード面のさまざまな対策が必要であるが、新しい技術を活用した装置により、小型航空機の操縦者に周辺の状況を分かりやすく伝えることも有効な方法と考える。

そこで、小型機の安全対策の一助として、小型航空機自体の情報収集能力の強化及び空地の情報共有の実現を目指した研究を行う必要があると考えた。

このような研究を行う準備段階として、本研究では、安全運航支援についての海外動向の調査と、関連する要素技術の調査検討を行った。また、米国で行われている方式について、飛行実験をアラスカ州において実施した。

2. 研究の概要

2.1 海外動向調査と要素技術調査検討

まず、航空機が周囲状況を把握するための技術について調査を行った。ADS-B（放送型自動位置情報伝送・監視機能）は、それぞれの航空機が自機の位置情報などを自動的に送信し、同時に周囲の航空機から送られる情報を受信することにより、互いに周囲の交通状況を把握できる技術である。また、周辺地形を把握するためには、GPS で得た自機の位置と高度に対応して、周囲の地形を画面に表示する技術がある。

次に、地上と機上の情報共有のための技術として、地上から航空機へ安全運航に役立つ情報を送信する技術と、航空機側でそれを受信して表示する技術の調査を行った。TIS-B（トラフィック情報サービス放送）は周辺交通情報を送信する技術であり、FIS-B（飛行情報サービス放送）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。

また、障害物回避技術または障害物探知技術として、航空機上で衝突の恐れのある障害物を探知し、表示や警告により、回避を促す技術の調査を行った。

2.2 他機関との共同実験の実施（米国アラスカ州）

米国アラスカ州は、急峻な山岳や湿地帯に阻まれて陸上交通は不便であり、小型航空機が便利な交通手段となっている。小型機の機数、飛行回数とも多い上に、山岳、天候の変化などの要因も加わり、小型航空機の事故が多かった。このため、航空の安全性を高めるためのアラスカ独自の活動が、FAA アラスカ地方局を中心に小型機運航業界、

通信機製造業者、大学等の参加のもとに進められてきた。

安全啓蒙活動やシミュレータによる操縦訓練を行い、ウェザーカメラと呼ばれるシステム（空港および航空交通の要所の風景画像をインターネットで中継するもの）を導入した。さらに、小型航空機向けに開発されたデータ通信装置であるユニバーサル・アクセス・トランシーバ（UAT: Universal Access Transceiver）を活用した安全運航支援システム（ADS-B, TIS-B, FIS-B）の試みであるキャプストーン（CAPSTONE）計画を実施している。

本研究では、航空局ならびに FAA の協力の下に、宇宙航空研究開発機構（JAXA）との共同研究として、このキャプストーン計画に参加し、UAT の飛行実験を米国アラスカ州において実施した。

JAXA は単発小型航空機（以下 JAXA 機という）を購入して市販の UAT などの機材を搭載し、FAA の耐空証明を受けた。また、アンカレジ市内のメルリ飛行場に定置場と実験事務所を設けた。電子航法研究所は、UAT の受信信号強度の測定と解析を受け持ち、専用の実験装置を開発製作し、職員を現地に派遣して飛行実験に参加した。

なお本研究関連し、国内では別の受託研究において、防災ヘリコプターを対象にした飛行実験を行い、電波伝搬特性の測定を行ったところである。

3. 研究成果

3.1 海外動向調査と要素技術調査検討

以下の技術動向が明らかになった。

〔周囲状況把握技術〕 周辺機の位置及び地形を高精度に把握する小型航空機向けの ADS-B 装置は、米国では WAAS 対応 GPS 受信機内蔵の UAT が低価格（800 ドル程度）で市販され、操縦席の表示装置（MFD）も市販されている。欧州、オーストラリアでは、1090MHz 拡張スキッタ方式が実験され、米国でも大型旅客機にはこの方式を検討している。小型機向けの機材も市販されていて、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。

〔地上と機上の情報共有〕 周辺交通情報を地上から送信する TIS-B については、UAT 向けの地上送受信装置（GBT: Ground-Based Transceiver）が市販され、アラスカ州で設置、運用されている。一方、1090MHz 拡張スキッタ方式による TIS-B も国際規格が定められ、欧州などで実験が行われている。

気象情報、航空安全に関わる情報を送信する FIS-B については、アラスカ州の GBT では当初、航空路監視レーダー

の気象エコー画像とノータム等のテキストデータを送信して、現在は全米気象情報ネットワークと自動気象観測所との接続を進めている。1090MHz 拡張スキッタ方式による FIS-B も拡張スキッタフォーマットの未定義部分を活用すべく、国際規定の細部が本年度中に決まる見通しである。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見通しである。

〔障害物回避〕 障害物探知技術は、ミリ波レーダー、赤外線カメラなど、要素技術は広く検討されているが、完成品は見当たらない。当所で開発した技術は性能が高いので、実用化のための研究が望まれる。

3.2 アラスカ州でのキャプストーン(UAT)飛行実験

7月のアラスカ州での飛行実験では、当所職員が JAXA 機に搭乗してスペクトラムアナライザを操作し、JAXA 機の周囲を飛行する相手機からの UAT の信号と地上局 GBT の信号のそれぞれの強度を測定した。しかし、この方法では飛行中の手動操作が困難である上に、取得データ量が限られることから、継続的にデータを記録する装置として、UAT 信号強度測定記録装置を製作した。

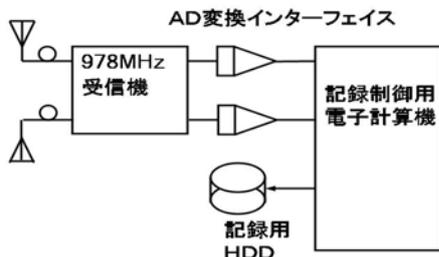


図1. UAT 信号強度測定記録装置の概念図

図1にその概念図を示す。UAT 周波数帯の信号を対数検波してログビデオ（信号強度：dB 値に比例するアナログ信号）を得て、デジタルサンプリングして記録する仕組みである。測定系を2系統にして、UAT の上下のアンテナの信号をそれぞれ記録できるようにした。

9～10月の2回目のアラスカ飛行実験では、当所職員がこの装置とともに JAXA 機に乗り込み、UAT の信号を測定・記録した。図2に装置の実装状況を示す。図3は実験時の MFD 画面例で、周囲の航空機が ADS-B, TIS-B により表示されている。



図2. 測定記録装置の航空機内実装状況



図3. 飛行実験中の操縦席 MFD 表示の例
(中央の白三角が自機で、黄色の楔形が周辺の ADS-B 機、白い円の左上に見える水色の花びら形が TIS-B 機)

航空機相互間、航空機と地上間のデータ通信の電波伝搬状況の詳細なデータが取得できたので、19年度以降の研究にも活用する予定である。

4. まとめ

ADS-B, TIS-B, FIS-B について海外動向調査と要素技術調査検討を行い、米国アラスカ州でキャプストーン計画の飛行実験を行った。飛行中の UAT の信号強度と電波伝搬に関するデータ等の成果は、19年度からの研究（大型機、小型機で共通に使える 1090MHz 拡張スキッタによる TIS-B 方式等の研究）でも活用する予定である。

掲載文献

- (1) 奥野, 小瀬木: “米国 CAPSTONE プログラムへの参加による飛行試験の実施結果”, 航空保安システム技術委員会平成18年度研究報告書第2編小委員会作業報告集 P32-42, 2007年3月
- (2) 塩地 他: “小型航空機の運航支援に関する予備的研究” 第7回電子航法研究所研究発表会講演概要, 2007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

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用車両に搭載でき、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18年度は初年度である。各年度の主たる研究の実施概要は以下のとおりである。

- 平成 18 年度 ミリ波センサの仕様要件抽出
- 平成 19 年度 ミリ波センサの試作
- 平成 20 年度 センサのフィールドテスト

平成 18 年度においてはミリ波センサの仕様を決定するために、広範囲搜索手段、微小対象物検出手法、およびレーダ回路に関する検討を実施した。

3. 研究成果

初年度はミリ波センサを製作するための仕様要件を抽出することとした。国土交通省航空局運用課からの要望を聞き取り調査し、以下のような要件を必要事項として抽出した。

- ・ 空港面設置型でかつ脆弱構造を有すること
- ・ 24 時間運用可能なシステム
- ・ 比較的低コストで運用可能なこと。

羽田空港等の重要な空港においては、常時空港面を監視

して、さまざまなインシデント時においてできるだけ早く情報を収集し、現状を回復することが重要となる。そのため、空港面設置型が好ましい。また、空港面に設置するには航空機や作業車両等が接触した際にそれらを損傷しないよう容易に壊れる脆弱性が必要となる。当然ながら24時間運用可能で、その導入から維持管理までのコストは低いほうが好ましい。

上記のような案件を運用サイドからの必要要件としてシステム設計を行った。まず、これらを実現するためのセンサ単体の性能を見積もる必要がある。そこで広範囲探索、微小対象物検出手法に関する検討を行った。

広い角度範囲での運用を考慮する際には、レーダビームを走査する必要がある。走査方式としては大別して機械式と電子式の2種がある。この場合、メンテナンス性を考えるとフェーズドアレイ方式などが有利であるが、現存する同周波数帯の有効なアンテナはない。また、その構造上90度を超えるような広い角度にはアンテナ一基では適応が難しい。よって、機械走査式を選択することにした。

レーダの送受信部や信号処理部等は金属製が主であり、比較的高価であることから、地中埋設することとし、地中で絞られたレーダビームを上方に打ち上げ、プラスチック鏡を回転させることで広角度走査を実施する方式とした。万が一、空港における移動体がセンサに接触した場合においても、破損するのは比較的安価なプラスチック鏡とそれを支えるプラスチック部材となることから、運用、維持、交換コストの削減が大幅な期待される。

また、微小物体を検出するためには波長は短いほうが好ましいが、実運用への適用を考慮した場合、現実的に入手が容易な素子を用いたほうがより経済的である。よって、国内では自動車用に利用されている76GHz帯のミリ波素子を使用することとした。レーダの変調方式はエネルギーの利用効率が高いFMCW方式とすることで、自動車用と相当する送信電力とすることができ、素子の共通化が可能となる。自動車用と異なり、空港面用レーダは微小な物体を認識するために非常に高い距離分解能が必要となる。そこで、昨今欧州においてミリ波レーダ用に割り当てられた78～81GHz帯を含む、76-81GHzを放射できる構造とすることで、従来型レーダの十倍以上の距離分解能を得られる構造を検討した。また、このような広帯域の送信信号の場合、信号の純度が測距性能に多大な影響を及ぼすため、デジタルシンセサイザと位相比較によるフィードバックを用いて

周波数安定度を向上させるよう考慮した。

それらを踏まえて、来年度ミリ波レーダのフロントエンドを試作するための回路構成を検討した。現在入手可能なミリ波回路素子の中から、仏国 UMS 社製のミリ波素子を選定した。周波数は外部信号発生器によって供給することとし、内部に位相比較制御器を組み込むことで高品質のミリ波出力を提供する。受信系統はホモダイン検波方式であるため、通常空港内で使用されている VHF 等の信号からの電磁干渉を防ぐ目的で 100MHz 以下の帯域幅とすること、すべての電子回路を地中埋設することで、周囲環境からのノイズの影響を低減することとした。

またこれら送受信系の制御器を AD, DA 変換器とプログラム可能な素子 (FPGA) を用いることで、制御ハードウェアを安価に構築し、かつ将来的なソフトウェア仕様の変更の際に容易に更新できるような構造とした。

これらの成果を基に来年度ミリ波レーダフロントエンドの製作を実施する予定である。これらのシステム製作は、当初独国ウルム大学マイクロ波工学研究所、仏国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電子アンテナ通信研究所との共同開発で製作する予定であったが、諸般の事情により、両者からの部品調達が困難となったため、国内にて調達する予定である。

その他、本研究は昨年度まで実施された重点研究「ヘリコプタの障害物探知・衝突警報システムに関する研究」および基盤研究「ルーネベルグレンズを利用した航法装置に関する研究」を受け、発展させたものであり、いくつかの研究発表、特許出願、登録が実施された。また、これらの知見を生かし発展した形として海上技術安全研究所、株式会社レンスターとの共同研究を締結した。

4. まとめ

本年は主としてレーダセンサの仕様の策定を実施した。運用サイドからの意見をもとにセンサ構造を決定し、必要な素子の選定を実施した。

次年度以降はこれらの成果を元にセンサモジュールの開発を行う予定である。

掲載文献

“Performance of obstacle detection and collision warning system for civil helicopters”, Enhanced and Synthetic Vision 2006, Proceedings of SPIE, 6226-08

“On flight test of a millimeter wave radar for obstacle detection radar”, PIERS 2006, Tokyo, pp.100

「光とミリ波を反射する全方向性誘電体レンズ反射器」, 信ソ大, B-1-22

“Fresnel reflector antennas for MM-wave helicopter obstacle detection radar”, EuCAP2006, 2A4, Nice, France

“Millimeter -wave radar for rescue helicopters”, IEEE ICARCV 2006, Singapore

資料 3-1

高精度測位補正技術に関する研究

研究期間 平成 15 年度～平成 20 年度

1. はじめに

国土交通省における、準天頂衛星（平成 21 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の一環として、電子航法研究所は平成 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実験システムの開発を開始した。

2. 研究の概要

高精度測位実験システムは、準天頂衛星、テストシステム、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）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、テストシステムで高精度・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に送られ、準天頂衛星を經由して利用者に放送される。利用者側では、この補正情報により高精度・高信頼性の測位が可能となる。電子航法研究所では、この高精度測位実験システムのテスト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

3.1 補正情報リアルタイム生成・配信システム開発

高精度測位補正情報リアルタイム生成・送信システム（図 1）のソフトウェアを開発した。本ソフトウェアは測定データ収集部、電離層伝搬遅延量推定部、補強情報生成部、補強メッセージ出力部から構成される。

測定データ収集部はモニタ局データ収集・時刻合わせを行う。電離層伝搬遅延量推定部ではモニタ局データにより電離層伝搬遅延量を推定する。補強情報生成部は補正情報をリアルタイム生成し、補強メッセージ出力部は補正情報送信順の決定・補正情報出力を行う。

3.2 プロトタイプ受信機開発

受信機本体とモニタ用パソコンから構成されるプロトタイプ受信機を開発した（図 2）。信号処理・測位演算処理は受信機本体で実施される。受信機本体から出力された観測値・測位計算結果をモニタ用パソコンで表示・保存する。本受信機の主要機能は、(1) 準天頂衛星から放送される計画の L1 帯の信号を受信可能 (2) 2 種類の測位演算（単独測位、補正情報による測位）が可能 (3) 測定生データ及び測位演算結果の表示・出力が可能、である。

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・評価を行った。平成 17、18 年度には補正情報リアルタイム生成・配信設計・開発およびプロトタイプ受信機設計・開発を行った。平成 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の単体評価試験を行う。

掲載文献

- (1) 武市他，“サブメータ級測位補正における対流圏遅延補正”，第 50 回宇宙科学技術連合講演会，平 18.11
- (2) 坂井他，“準天頂衛星サブメータ級補強信号のエフェメリスメッセージ”，第 50 回宇宙科学技術連合講演会，平 18.11



図 1 補正情報リアルタイム生成・配信システム外観



図 2 プロトタイプ受信機

ヒューマンエラー事故防止技術の開発 研究期間 平成 16 年度～平成 19 年度

1. はじめに

本研究は、国土交通省総合政策局技術安全課殿の技術研究開発委託費により実施する研究であり、陸海空の交通モードに共通に適用可能な予防安全技術の開発を目的として、交通安全環境研究所と共に進めている。当所の受け持つ範囲は、陸ではトラック等の車両運転者及び鉄道車両運転者、海では船舶のブリッジで業務を行う操船者、空では航空機のパイロットと航空管制官、等々の運転等業務作業者の心身状態の監視に係る技術開発である。特に、当所には、発話音声から発話者の心身状態を評価する発話音声分析装置の開発が求められている。

平成 18 年度においては、平成 17 年度に試作した車載型発話音声分析装置（図 1）の機能検証と小型高性能化等による機能向上を目指した。

2. 発話音声分析装置の機能検証と機能向上

発話音声分析装置の機能検証実験は、6 月 23 日から 7 月 2 日にかけて、寒地土木研究所殿の苫小牧寒地試験道路（1 周 2.7km）で、いすゞ自動車殿より提供を受けた小型トラックを使用して、職業運転手 20 名を被験者として実施した。

実験走行は、時速 40km で 25 分走って生体計測（朗読音声の収録、臨界フリッカ識別周波数の計測、主観的な疲労感等の申告、等々）、25 分走って同様に生体計測して 10 分の休憩の合計 1 時間の作業を 1 試行として、これを午前中に 5 回、午後 5 回繰返す形で実施した。

車載型試作装置 1 号機は小型トラックの運転席に搭載するには大き過ぎたので、運転者の発話音声は音声用データレコーダとパソコンにより収録した。

平成 17 年度に鉄道総研殿で実施した実験においては、運転作業の合間の朗読音声により被験者に疲労が蓄積さ

れて行く様子が観測可能であることを検証したが、上記実験においては、運転業務中の発話（換呼音声：「〇番通か速度よし！」）から、単調な運転業務において次第に覚醒度が低下して行く様子が観測可能であることを検証した。また、昼食後には一時的に疲労や覚醒度の回復が見られるものの、以降、急激に眠気に襲われる様子も、一部の被験者からは観測可能であった。

本実験においても、発話音声から算出される指標値の個人差が小さいことは確認され、従って、適正に運用基準を設定することができれば、個々人の差異に対する調整等を要さずに、単調な状況における漫然運転等で覚醒度が低下した時や、また疲労時の食後等に急激に眠気に襲われたりする状況において、運転者に危険状態を警告するアラームを鳴らすこと等は十分に可能である。

上記実車実験以降、車載装置の実現に当たっては操作の入力デバイスとしてはタッチパネルを使用することが必要不可欠と考えられたので、図 2 に示す発話音声分析装置 2 号機を試作した。2 号機も小型化されたとは言え未だにトラックに搭載するにも大き過ぎたので、更に 3 号機（図 3）を試作した。試作 3 号機は、タッチパネルを有する表示部を運転席前方に設置し、信号処理部を床置きにすることを想定したので、発熱への対応が重要であるために電源部を含めて開放型の設計とした。試作 3 号機は普通乗用車の運転席と助手席の間に設置可能な大きさである。

掲載文献等

(1) <http://www.siceca.org>



図 1 車載型発話音声分析装置 試作 1 号機



図 2 試作 2 号機



図 3 試作 3 号機

資料 3-3

東京国際空港マルチラレーション導入調査委託 研究期間 平成 16 年度～平成 18 年度

1. はじめに

東京国際空港（以下、羽田空港とする）では、再拡張事業として新たな滑走路等の整備が進められており、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安全かつ円滑に航空機が運航できるように、再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進められている。このうち空港面監視の支援システムとして、マルチラレーションの導入が検討されている。

マルチラレーションとは、現用の空港面探知レーダ（ASDE）が持つ問題点を克服できる特徴を持つ新しい監視システムである。このため、マルチラレーションと ASDE を組み合わせて運用することで、空港面監視装置の機能、性能および信頼性を大幅に改善できることが期待されている。当研究所では、我が国におけるマルチラレーションの導入に向けて仙台空港において基礎開発を進めてきた。

このマルチラレーションにおいて十分な監視性能を得るためには、導入する空港の構造に対応した適切な位置に受信局アンテナを配置することが極めて重要であり、建造物が多数存在するエリアにおいては、特に十分な事前評価を実施することが必要不可欠である。

このような背景から当研究所では、国土交通省航空局からの委託を受けて、平成 16 年度から羽田空港へのマルチラレーションの導入調査を実施している。本調査の目的は、羽田空港に評価システムを設置してマルチラレーションの事前検証を行い、ASDE との相互補完機能も含めた最適な導入形態を提案するものである。

2. 研究の概要

本年度は、平成16年度から平成17年度にかけて準備した評価システムを利用して以下の評価等を実施した。

2.1 評価システムの設置調整

平成17年度の評価結果において確認された問題点に対する改善策を評価システムに適用して設置するとともに、マルチラレーションの諸機能が正常に動作するように各機材を調整した。

2.2 性能評価

所定の評価エリアに対して評価試験を行い、設定パラメータ等の最適化を図るとともに、取得したデータから検出

率、位置精度、および更新率等の性能を解析した。そして、性能が十分でないエリアに対しては、その対策案を検討した。

2.3 データ統合技術評価

平成17年度に行った評価結果を考慮して、マルチラレーションとASDEによる相互補完機能の実現に向けたデータ統合技術に関する評価試験を実施した。

3. 研究成果

研究概要の各項目に対して得られた研究成果の概要を以下に示す。

3.1 評価システムの設置調整

3.1.1 確認された問題

平成 17 年度の評価ではマルチラレーションの諸機能が正常に動作していることは確認できたが、所定の評価エリアに対して欧州の性能要件を満足できなかった。その主な原因として、リモート局数の不足、低いアンテナ高、最適でない設定パラメータ等の問題が確認された。

図 1 に性能劣化が生じた地点を示す。性能劣化は、特に C 滑走路と J9 誘導路の周辺に発生した。性能劣化の原因として、これらのエリアではリモート局数が十分でないことに加えて、重要となるリモート局（RU3）のアンテナ高が低いことが挙げられる。C 滑走路は東京湾に面していることから滑走路から十分離れた距離にアンテナを設置できないため、転移表面の規定によりアンテナ高が制限されてしまう。図 2 に RU3 アンテナの設置状況を示す。一方、追尾処理の停止は、測定誤差が大きいために予測ゲート内に測定位置が入らないことが原因で頻発したものと考えられる。

マルチラレーションにおいて高い性能を得るためには、空港の構造および電波環境を考慮してアンテナ配置ならびに設置位置を選定することが重要であることが評価結果からも確認された。

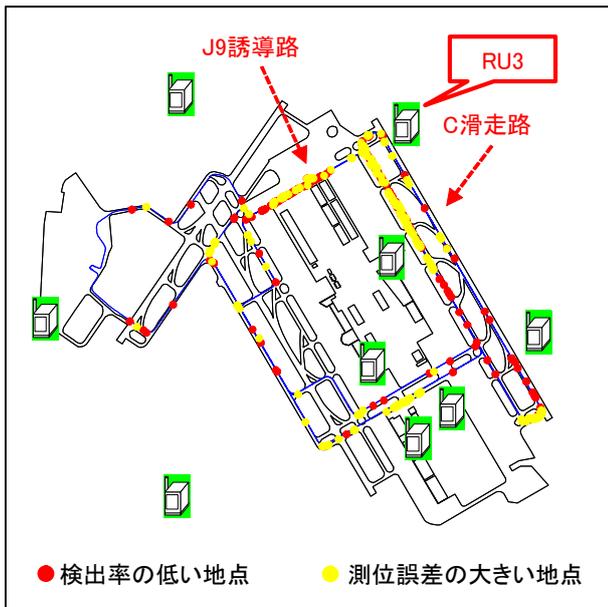


図1 性能劣化が生じた地点



図2 RU3アンテナの設置状況

3.1.2 問題点に対する改善策の適用

評価システムの性能向上を図るために、確認された各問題に対して改善策を加えた。

リモート局数の不足に対しては、追加が必要と考えられるエリアを対象に合計4局のリモート局を追加した。また、低いアンテナ高に対しては、RU3アンテナをB滑走路のILSミドルマーカの橋脚に移設した。この結果、RU3のアンテナ高は3mから12mに増加した。図3に移設後のRU3アンテナの設置状況を、図4にリモート局追加後のシステム配置を示す。一方、最適でない設定パラメータに対しては、予測ゲート幅を拡大させるとともに、不正確な計算解を排除するために、位置計算に必要とする最低リモート局数の設定を3局から4局に変更した。



図3 移設後のRU3アンテナの設置状況

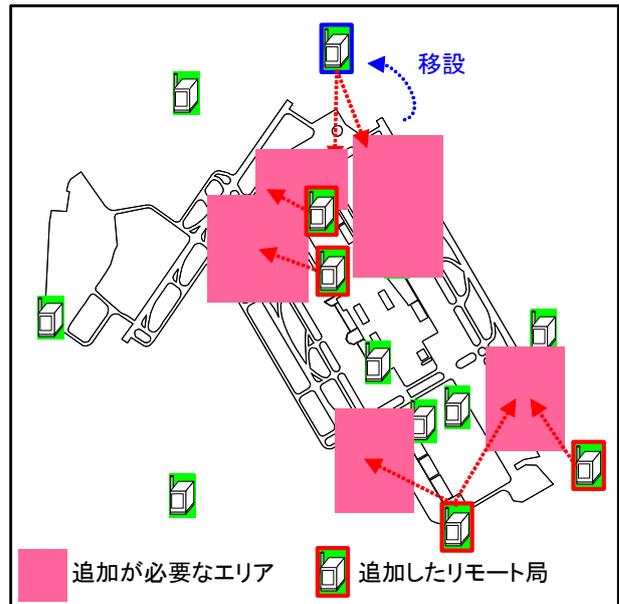


図4 リモート局追加後のシステム配置

3.2 性能評価

改善策を適用した評価システムに対して、実験用車両、飛行検査機、およびエアライン機を利用して性能評価を実施した。図5に実験用車両の追尾航跡例を示す。また、図8に改善策適用後の性能が劣化した地点を示す。図から性能が低い地点は改善策の適用により減少していることが分かる。表1に各エリアに対する検出率、位置精度、追尾処理停止発生頻度を改善策適用前後で比較して示す。検出率および位置精度ともにJ2とJ9誘導路エリアを除き欧州の性能要件を満たしていることが確認できた。追尾処理の停止は全エリアに対してほぼ発生していないことが確認できた。一方、J2とJ9誘導路エリアにおける検出率が改善策適用前よりも低下した。これは、位置計算に必要とする最低リモート局数を3局から4局に変更したことが影響しているものと考えられる。このため検出率の増加を図るには、これらのエリアに対してリモート局を追加することが有効であると考えられる。

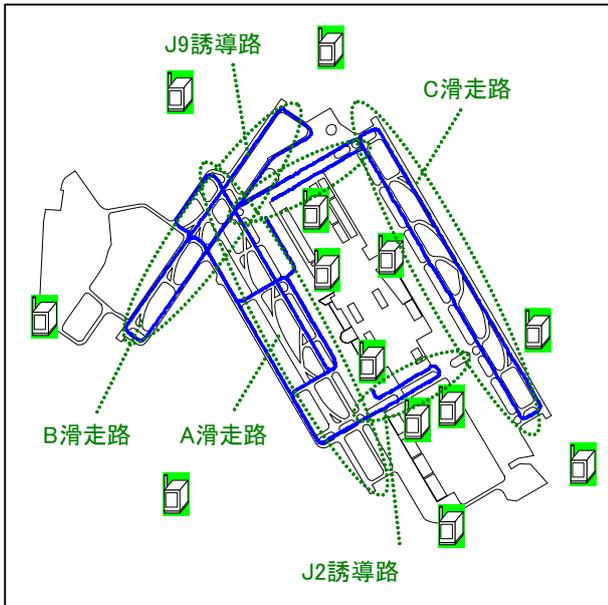


図5 実験用車両の追尾航跡例

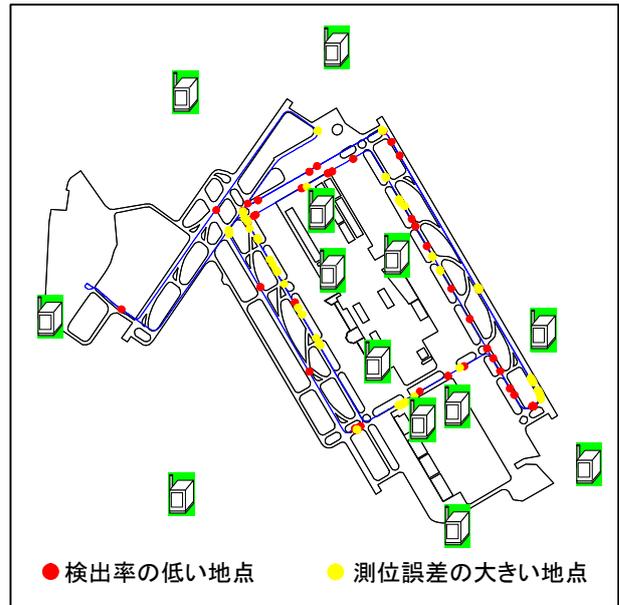


図6 改善策適用後の性能が劣化した地点

表1 各エリアに対する改善策適用前後の性能値比較

エリア	検出率 (2秒間隔)		位置精度 (95%信頼性レベル)		追尾処理停止 (全データに対して)	
	適用前	適用後	適用前	適用後	適用前	適用後
A滑走路	99.9%	99.9%	29m	6.5m	23%	0.2%
B滑走路	99.8%	100%	No data	5.5m	35%	0.1%以下
C滑走路	99.9%	100%	63m	7.5m	20%	0.1%
J2誘導路	99.7%	99.3%	20m	12m	27%	0.3%
J9誘導路	99.2%	98.8%	26m	8.5m	24%	0%
欧州性能要件	99.9%以上		7.5m以下		---	

3.3 データ統合技術評価

マルチラテレーションおよびデジタル化したASDEを統合型監視インタフェース装置に接続してデータを取り込み、監視モニター表示装置の空港面マップ上に航跡を記録して、データ統合技術の評価を実施した。

平成17年度の評価では、ASDEはデータの欠落が無く、変動も少なく安定に位置を検出していることが確認できた。一方、マルチラテレーションはデータの欠落が頻繁に発生しており、ASDEに比べて位置誤差も大きいことから、統合化データもこれの影響を受けてしまい、安定した航跡が得られていない状況であった。

これに対して本年度の評価では、前項で述べた改善策の適用によりマルチラテレーションの性能が向上したことから統合データも改善され、良好な航跡が得られるように

なった。図7に各航跡データに対する前年度との比較を示す。この結果、ASDEの非検出エリアにおけるマルチラテレーションによる補完もスムーズに行われるようになり、相互補完の諸機能が正常に動作していることが確認できた。図8にASDE非検出エリアにおける相互補完の航跡例を示す。

実導入に対しては、

- ・両センサの各エリアにおける性能値を把握
- ・性能値に基づいた各監視データの重み付け
- ・相関パラメータの最適化
- ・悪天候でASDEの信頼性が低下した場合の処置等を検討していく必要がある。

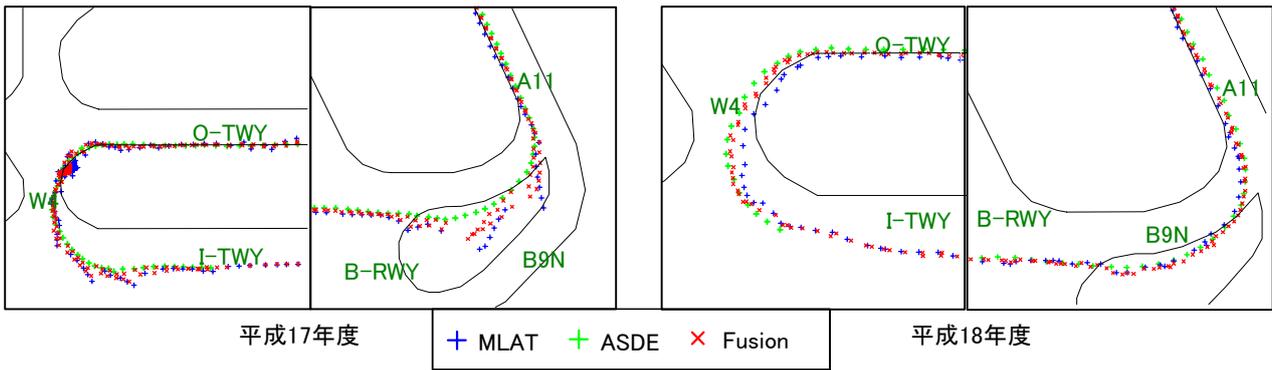


図7 各航跡データの前年度との比較

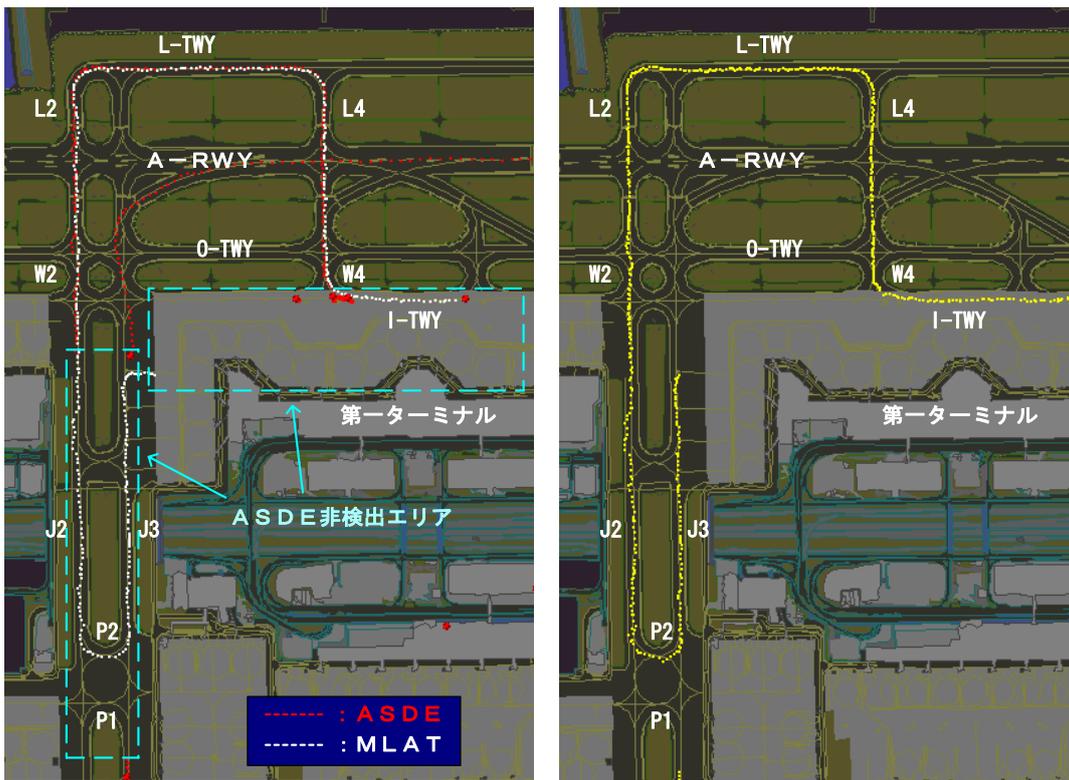


図8 ASDE非検出エリアにおける相互補完の航跡例

4. 考察等

本研究では、平成17年度の評価により判明した問題点に対する改善策を評価システムに適用して、評価試験を実施した。評価の結果、改善策適用前と比較してマルチラレーションの性能が大きく向上し、一部のエリアを除き性能要件を満たしていることが確認できた。また、データ統合技術に関しても、相互補完を実現するための諸機能が正常に動作していることが確認できたことから、マルチラレーションの実導入に向けての見通しを得ることができた。引き続き問題点の把握とその対策の検討を進めるとともに、信頼性の評価を行う計画である。

[参考文献]

- (1) 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 pp260 2006.9
- (2) 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 pp261 2006.9
- (3) 宮崎, 二瓶, 他: “東京国際空港におけるマルチラレーション監視システムの評価結果” 第7回電子航法研究所発表会概要, 平成19年6月

433MHz 帯アクティブ IC タグの電波特性および電磁放射に関する調査研究 研究期間 平成 18 年度

1. はじめに

現在、経済のグローバル化や国際水平分業の展開によって航空貨物需要は増大を続けており、その需要増大に対応できる迅速性が航空貨物輸送に求められているところである。その一方、米国で起きた同時多発テロ以降のセキュリティ対策強化は、セキュリティチェック等に要する時間により航空貨物輸送の特色である速達性を損なわせる一因となっている。

このような状況の下、円滑で効率的な貨物輸送サービスの実現とセキュリティレベルの確保、向上を図るために航空貨物輸送業務の電子管理化が必要と考えられている。そこで、国際物流業務の電子管理化において標準規格となりつつある 433MHz 帯アクティブ IC タグシステムの航空貨物輸送への活用が検討されているところである。

本調査の目的は、433MHz 帯アクティブ IC タグの航空貨物輸送への活用の際に大きな課題となる、アクティブ IC タグから放射される電波による航空機搭載無線機器等への電磁干渉の可能性について調査・検討することである。

2. 研究の概要

本研究は国土交通省航空局航空企画調査室からの依頼により受託した研究であり、平成 18 年度の実施概要は以下のとおりである。

- ・ 433MHz 帯アクティブ IC タグの電波特性調査
- ・ 433MHz 帯アクティブ IC タグからの電磁放射測定
- ・ 航行援助無線施設との電磁干渉調査
- ・ 433MHz アクティブ IC タグの疑似信号発生方法検討

3. 研究成果

本報告では、433MHz 帯アクティブ IC タグの航空輸送への導入を想定し、アクティブ IC タグから放射される電波による航空機搭載無線機器等への電磁干渉の可能性について、RTCA の規定に基づき調査・検討を行った。

アクティブ型 IC タグの通信方式は、ビーコン方式及びマスター・スレーブ方式に大別され、それらの信号内容、電波放射等は大きく異なる。したがって、アクティブタグの通信方式を充分調査・検討する必要がある。

今回調査した二種類のタグは、その基本周波数(434MHz)で RTCA の規定を超える強い電波を放射した。したがって、これらのタグの使用を検討するためには RTCA が定めている試験手順を用いてその影響を明らかにする必要がある。

また調査した二種類の IC タグで観測された調波成分は、RTCA の基準を超えるものや航空で使用する周波数にきわめて近いものもあった。これらタグの航空貨物輸送における使用を検討するためには、タグからの調波成分の抑圧を考える必要がある。

タグから放射される電波のパルス幅はきわめて狭いため、複数の IC タグを狭い範囲で使用してもそれらからの基本波が重畳し強い電波が生じる確率は低い。また、複数のタグを用いた場合にはさらに強い調波成分が検出された。

羽田空港内の電波環境を測定した結果、433MHz 帯の強い電波は観測されなかった。また、航法援助装置が使用する周波数帯域でアクティブ IC タグからの電磁放射は極めて低かった。よって 433MHz アクティブタグと空港の施設との干渉の可能性は極めて低いと判断する。

433MHz 帯アクティブ IC タグから放射される電波に等価な信号は、その信号波形を分析し、ベクトル信号発生器でその結果をプログラム化することで発生させることができる見込みが得られた。

4. まとめ

本研究では、433MHz 帯アクティブ IC タグの航空輸送への導入を想定し、アクティブ IC タグから放射される電波による航空機搭載無線機器等への電磁干渉の可能性について、RTCA の規定に基づき調査・検討を行った。

上記のように、中心周波数成分が RTCA の規定を超えていることから、航法援助装置へ及ぼす電磁干渉の可能性については、各装置までの伝搬経路損失試験、各機器に対する感受性試験等などによって、別途調査する必要がある。

掲載文献

山本憲夫他 “Emission from Active IC Tag” RTCA Paper No. 012-07/SC-02-128

モード S 応答信号品質調査委託 研究期間 平成 18 年度

1. はじめに

ATC トランスポンダは、航空機に搭載され地上の二次監視レーダ SSR の質問信号の形式を判別選択し、必要に応じて航空管制に必要な情報を自動応答する装置である。航空管制を受ける航空機には搭載が義務化されており、ICAO Annex 10, Volume IV に標準化されている技術基準に従い、全世界共通の信号仕様に基づいて運用されている。

モード S 応答機能を持つ ATC トランスポンダ（以下モード S トランスポンダと略称する）は、従来型の ATC トランスポンダの機能に加えて、個別質問応答機能や送受信符号が拡張されている。モード S トランスポンダは、次の分野に於いて今後数十年間にわたり航空管制のために重要な監視用搭載機器として使用される見込みである。

- ・ 航空管制用二次監視レーダ SSR のための応答装置
- ・ 航空機衝突防止装置 ACAS-II (TCAS-II) の一部
- ・ SSR モード S の基本監視や拡張監視機能への対応
- ・ 自動位置情報放送機能 ADS-B の送信機器

航空管制にとって重要な機器であるにもかかわらず、一部のモード S トランスポンダには、正常な応答動作が観測されない問題が報告される事例があった。特定の機体への搭載事例や、特定機種・特定ロットに見られる応答動作不良は、これまでに原因が解明され、ほぼすべての解決が見られている。しかし、一部のモード S トランスポンダには、依然、次の障害が報告されている。

- ・ 応答解読率が非常に低くなり位置や情報の表示継続が困難になる
- ・ 応答解読率が極端に低く全く監視不能になる

これまで、搭載されている複数系統のモード S トランスポンダを切り替えることで解決されているが、着陸後の点検でモード S トランスポンダには異常が見つからない事例も報告されている。このため、異常が観測された時点におけるモード S トランスポンダの送信信号の品質を確認することが求められている。

2. 研究の概要

上記の状況に対応するための調査内容は以下の通りである。

- ・ 信号品質記録装置の制作
- ・ 信号品質データベースの作成
- ・ 信号品質の解析

3. 研究成果

電子航法研究所では重点研究として、スキッタ利用基礎技術の研究、ASAS 用データリンク方式の電磁環境に関する研究、航空無線航法用周波数の電波信号環境の研究などを進めており、モード S トランスポンダが送信する信号を測定するための基本的な実験装置が整備されてきている。この実験装置に、信号品質測定のための高周波部の追加と、受信信号波形記録のためのソフトウェアや記録媒体等を追加整備し、信号品質記録装置を実現できた。この装置は、受信機 IF 出力波形を数分間に 1 回 2 秒間記録する。これを用いて受信されたモード S 応答信号を再生できた。

信号品質記録装置を当研究所に設置し、周辺を飛行する航空機のモード S トランスポンダが送信する信号を受信し、その波形を記録した。記録された受信信号波形データを新たに開発した信号処理ソフトウェアを用いて処理し、パルス幅などのパルス波形パラメータや受信周波数の測定値、符号解読値などを得た。

その結果、実際のレーダでは異常な信号として捨てられる可能性がある信号からもモード S 応答信号を検出でき、その信号を送信した航空機のモード S アドレス等を解読できた。解読されたモード S アドレスやパルス波形パラメータを代表的な受信信号波形とともに記録し、データベースを生成した。

蓄積されたデータを分析し、信号品質を解析した。その結果、一部の信号には、受信波形の乱れや送信周波数の変動などがみつかった。本調査実施中にも、SSR モード S にて一部の航空機の応答信号の解読率が低下する事例が報告された。異常が報告された時刻前後に信号品質記録装置が収集したデータを航空局に提供し、その原因究明に寄与することができた。この活動については、ICAO/ASP 作業部会に報告し、メンバーより問題解決に有効な手法であるとの評価を得た。

4. 考察等

短期間の受信測定であったが、応答信号品質の分析が可能であることを示し、SSRの性能向上や管制官に提供する監視データの品質向上に寄与する情報を得ることができた。また、ATCトランスポンダの信号品質データベースを構成できることも示した。

これらの研究成果の活用については、運用中のATCトランスポンダの性能劣化状況を監視し、その結果を用いて必要に応じて修理調整などを勧告するシステムの構成など、多くの応用が期待される。

掲載文献

[1] 電子航法研究所：「モードSトランスポンダ信号品質調査報告書」，平成19年3月

[2] S. Ozeki: “Measurement for Reply Signal Quality with Wideband Waveform Recorder”，ICAO/ASP-WG, Brussels, April, 2007

事前評価実施課題（その1）

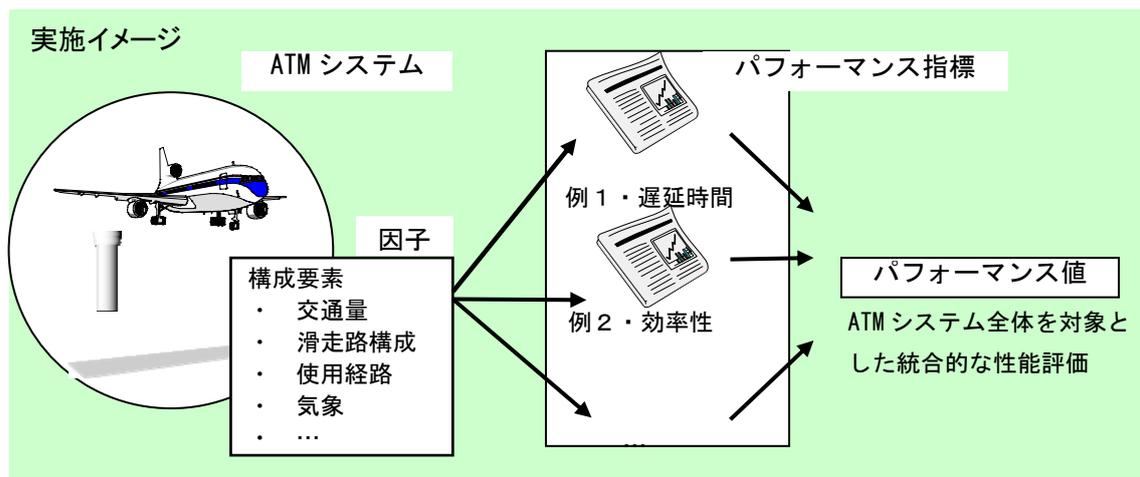
○研究課題名：ATM パフォーマンスの研究

○実施期間：平成19年度～平成22年度 4ヶ年計画

1. 研究の背景, 目的

航空交通全体（ATM システム）は、航空機や空港、航空管制など多様な要素より構成される。現在まで安全の確保を前提としつつ、効率性や利便性の向上等、航空交通のユーザの期待に添うべく各要素の改善が行われてきているが、全体へ与える効果を更に詳細に検討するには要素個々の性能値などの評価に加えて、航空交通全体を対象とした統合的な性能（パフォーマンス）を高精度に評価することが必要とされる。欧米では、定時性や空港の平均交通量に関するパフォーマンス評価システムが整備され、運用実績などに基づいた年次毎の評価が行われているところであり、我が国においても早急なパフォーマンス評価手法を確立する必要がある。パフォーマンス評価手法確立に当たっては、諸外国との整合性も考慮する必要がある一方で、空域条件などが異なるため、各パフォーマンス指標の具体的な計算方法や指標値の因子の検討を航空交通の環境に応じて考慮する必要がある。

本研究では、我が国の航空交通の環境に即した有効な評価指標の選定や各指標の算出手法などの検討を行い、実運用データに基づき各指標値を算出する。また、ATM パフォーマンス評価システムのプロトタイプを製作するとともに、各指標値へ影響を与える因子などを検討する。



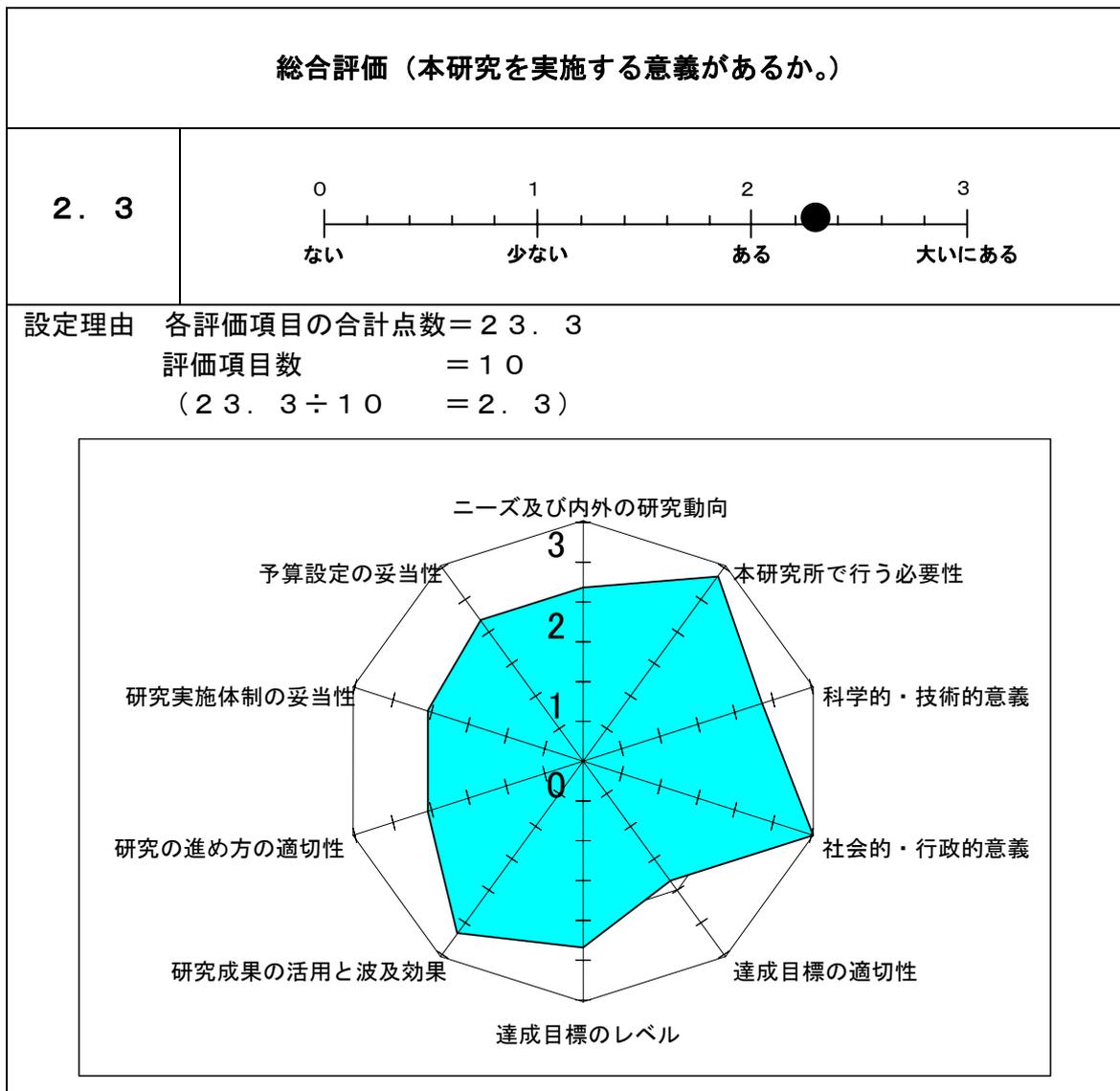
2. 研究の達成目標

- ① パフォーマンス評価のための各指標および、その算出方法の定義
- ② 評価システム・プロトタイプ製作
- ③ 実運用実績データの収集によるパフォーマンス評価、各指標の要因などの分析

3. 成果の活用方策

航空交通管理システムのパフォーマンス（システム能力、交通の現状・傾向の多角的評価）の把握が可能となり、航空機運航者等の実運用関係者間で現状認識を共有できる。共有の認識に基づいて、パフォーマンス向上に関する数値目標の設定や、実施施策の管理が可能となる。

4. 評価結果



事前評価実施課題（その2）

○研究課題名：航空機の安全運航支援技術に関する研究

○実施期間：平成19年度～平成22年度 4ヶ年計画

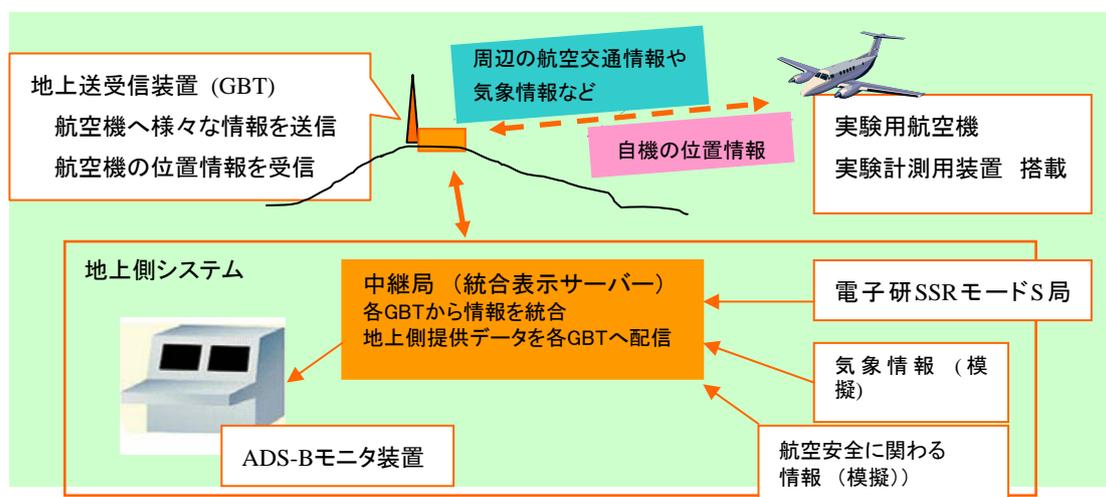
1. 研究の背景、目的

国内における航空機事故の3/4が小型航空機の事故であり、その事故原因の8割以上は操縦者に起因している、その多くは、操縦ミスのほか、周辺の航空機を認識できないことによる空中衝突や、視界不良により地表や山などに衝突する事故であり、人間の目視判断に依存した飛行が大きな要因となっている。

航空機の安全運航のための情報（気象情報や航空保安施設の運用状況に関する情報等）は、FSC（飛行援助センター）などによりVHF無線電話を介して音声により航空機へ伝えられているが、欧米では周辺の航空交通情報や気象情報についても画像データとして地上から航空機へ向けて自動送信する試みが行われている。

周辺航空交通情報や気象情報などをリアルタイムで地上から自動送信し、運航中の航空機上で表示・確認できれば、航空機が周辺機を自律的かつ自動的に把握し、悪天回避、空中衝突事故やCFIT（対地衝突）の防止が可能となるなど、航空の安全性・信頼性の向上に大いに寄与するものとなる。

本研究は、重要な研究開発課題の一つとして第3期科学技術基本計画に掲げられる「交通・輸送システムの安全性・信頼性の向上」を実現するために、航空機の位置情報および気象情報など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。また、山岳回折等を考慮した精密かつ高度な電波伝搬・覆域の計算方式を確立する。



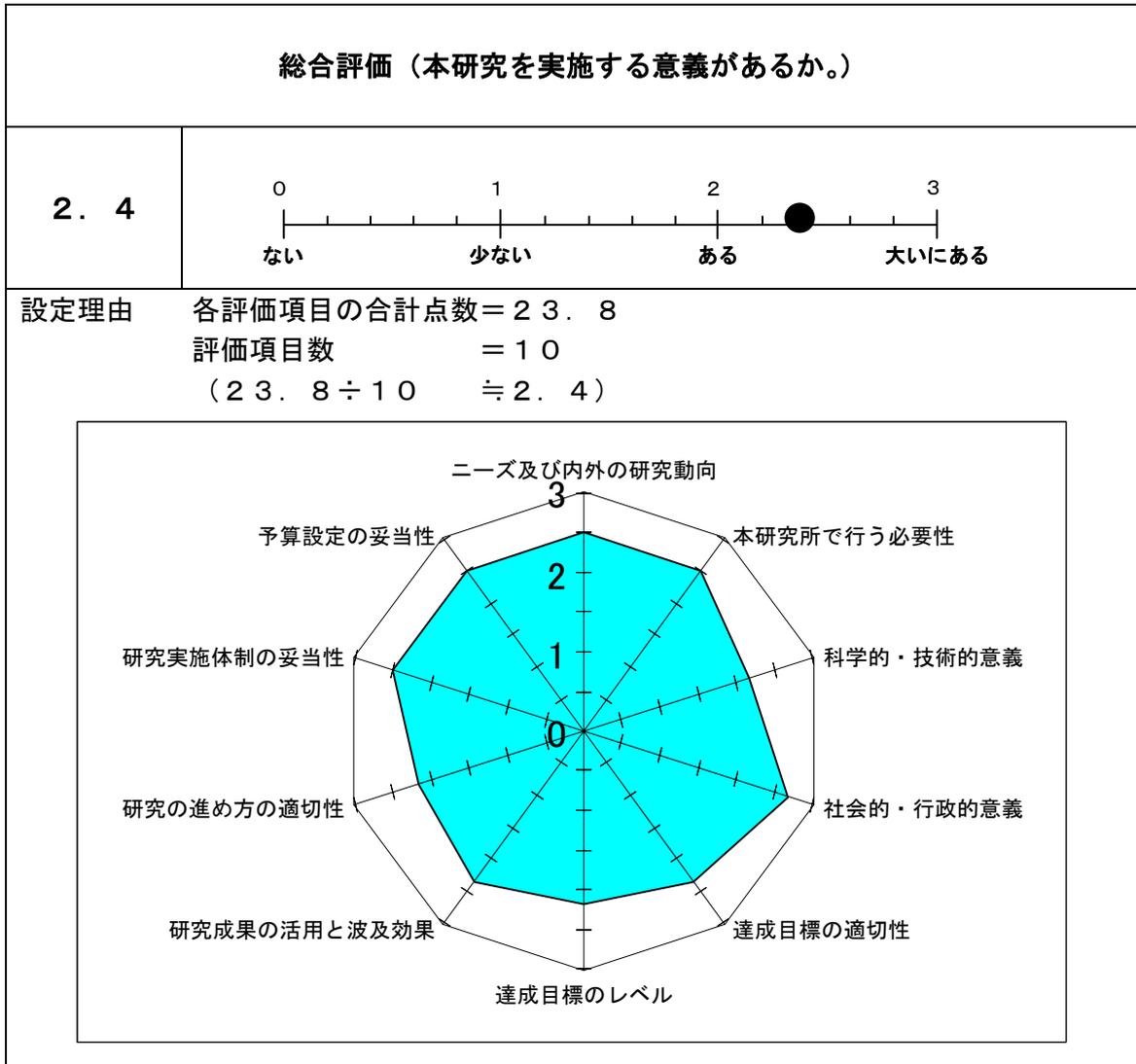
2. 研究の達成目標

- ① 航空官署等から安全に関わる監視・運航支援情報を自動送信する方式（1090MHz 拡張スキッタによるTIS-BやFIS-B方式）を検討し、これに必要な地上送受信装置(GBT)などの地上システムを開発する。
- ② 監視および運航支援情報の放送技術(ADS-B, TIS-B, FIS-B)が大型機だけではなく、小型機でも有効であることを実験的に検証する。
- ③ 低高度での通信路の確保を容易にするため、山岳回折等を考慮した精密かつ高度な電波伝搬・覆域の計算方式を確立する。
- ④ 航空機による実験を実施して将来のASAS(航空機間隔維持支援装置)研究の基礎資料を得る。

3. 成果の活用方策

航空機（特に小型機）の安全運航（悪天回避・空中衝突事故や対地衝突の防止など）に大いに寄与するとともに、将来の空対空監視(ASAS)の研究の基礎資料となる。
 また、高度な電波伝搬特性の確立は、地上局の最適な配置に貢献する。

4. 評価結果



事後評価実施課題（その1）

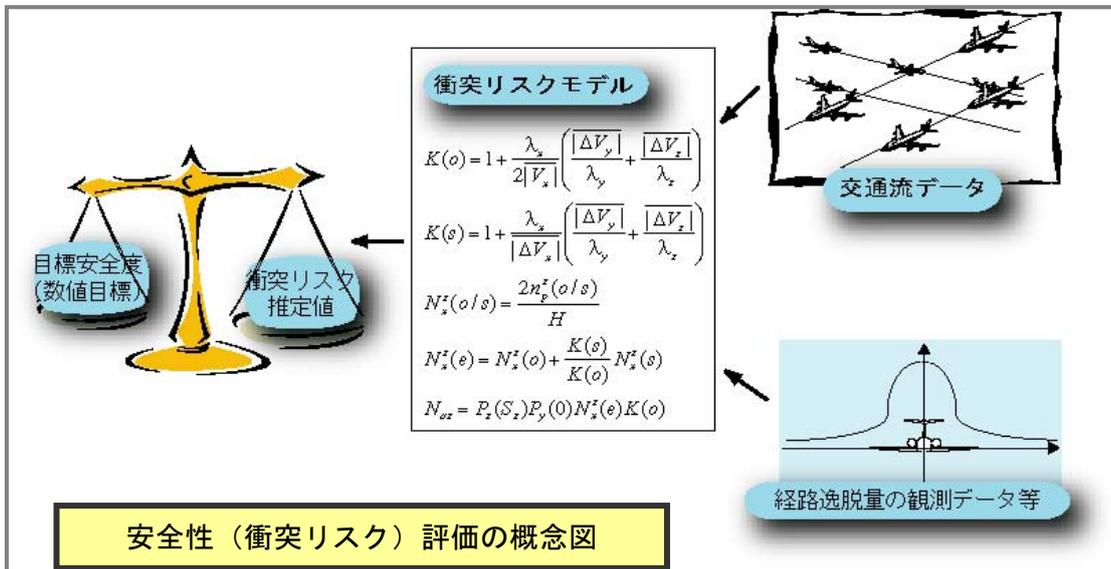
○研究課題名：航空路の安全性評価に関する研究

○実施期間：平成14年度～平成17年度 4ヶ年計画

1. 研究の背景、目的

運輸多目的衛星（MTSAT）の導入に伴い、管制間隔の短縮が計画されている。管制間隔短縮のためには、安全性の観点からの評価が必要である。また、運輸技術審議会答申（平成12年12月）に見られるように、安全性の定量的評価は今日の社会的課題となっている。国際的には、国際民間航空機関（ICAO）の管制間隔・空域安全パネル（SASP）で安全性の定量的評価手法を検討している。しかし、航空路システムでは、一部を除いて、こうした安全性評価手法はまだ確立されていない。そこで、航空路の安全性を定量的に評価する方法などを確立する必要がある。

本研究では、我が国の飛行情報区での実交通データをもとに、管制間隔短縮に伴う安全性評価手法・管理手法（主としてMTSATの導入に伴う管制間隔短縮時の航空路の安全性評価手法とその応用方法）を確立する。また、検討結果をSASPに提出し、日本や東アジアを含む国際標準に反映する。



2. 達成目標

- ①安全性の解析・評価・管理などの手法やその応用方法の提案
- ②安全性評価に必要な各種パラメータに関する基礎的資料の提供
- ③ICAOのSASP等への技術的資料の提供

3. 目標達成度

目標1. 安全性の解析・評価・管理などの手法やその応用方法の提案

主な成果は以下の通り（衝突リスクの評価、計算手法の提案など）

- ・ 北太平洋空域における自動従属監視（ADS）使用時に50NMを適用した場合の衝突リスクを推定した結果、目標安全度を満たすことを示した。
- ・ 北太平洋空域で2NMの横方向オフセットを行った場合の安全性評価を行い、その有効性を示した。
- ・ 縦方向衝突リスクをモンテカルロ法で推定する方法について検討し、いくつかの知見を得た。
- ・ RNP-RNAV（航法精度要件が指定された広域航法）機の衝突リスクを決定する横方向重畳確率を推定するための数学モデルを提案した。

- ・ 国内短縮垂直間隔（RVSM）導入のための安全性評価において、対象空域全体で平均した衝突リスクの推定値は目標安全度を満たすことを示した。
- ・ 交差路での衝突リスクの計算手法を検討した。
- ・ G581 ルート改編後の衝突リスクの推定値はRVSM環境下での目標安全度を満たすことを明らかにした。

目標 2. 安全性評価に必要な各種パラメータに関する基礎的資料の提供

主な成果として次のことを明らかにした。（衝突リスクに係わるパラメータ推定など）

- ・ 洋上空域を飛行する航空機の相対速度，航空機間の間隔の分布状況。
- ・ ADS の縦方向予測誤差分布の航空機の型や運航者による差異特性。
- ・ 最近の GPS 搭載機の横方向経路維持誤差の分布。
- ・ 国内空域の経路毎の近接通過頻度の値とその特徴。
- ・ ADS 通報に基づく航空機の相対位置誤差と縦方向重畳確率との関係。
- ・ 北太平洋航空路における近接通過頻度の長期的変移の状況。

目標 3. ICAO の SASP 会議等への技術的資料の提供

- ・ SASP 会議に計 16 編の資料を提出。
- ・ ユーロコントロールの MDG（数学草案グループ）会議に計 5 編の資料を提出。

4. 研究成果の活用方策

研究成果は航空局や ICAO などにおいて以下のような分野で活用できる。

- ①管制間隔の短縮の実施（活用実績＝洋上 50NM 縦間隔，国内短縮垂直間隔の導入）
- ②モニタリング手法など安全管理方法等の導入
- ③安全性を高めるルートシステム設計方法の導入（活用実績＝G581 ルートの改編）

これらにより，航空交通の安全と効率化に資することができる。

成果の活用実績

RVSM 実施のために空域安全性の事前評価は必須である。本研究で衝突リスクモデルによる検証を行い，空域全体の衝突リスクの平均値は許容値を満たしていることを明らかにした。

また，一部航空路（G581 ルート）において RVSM 環境下での衝突リスクが許容値を超えていることを明らかにするとともに，そのリスク低減方策を示した。これに基づき，航空局において G581 ルートの改編がなされた。

その後，RVSM 環境下での安全性を再検証し，国内 RVSM の導入

29,000ft以上41,000ft以下の高度帯におけるIFR機の垂直管制間隔を 2,000ft → 1,000ft に短縮

○ 航空路の容量拡大 … 当該高度帯における飛行可能高度が倍増

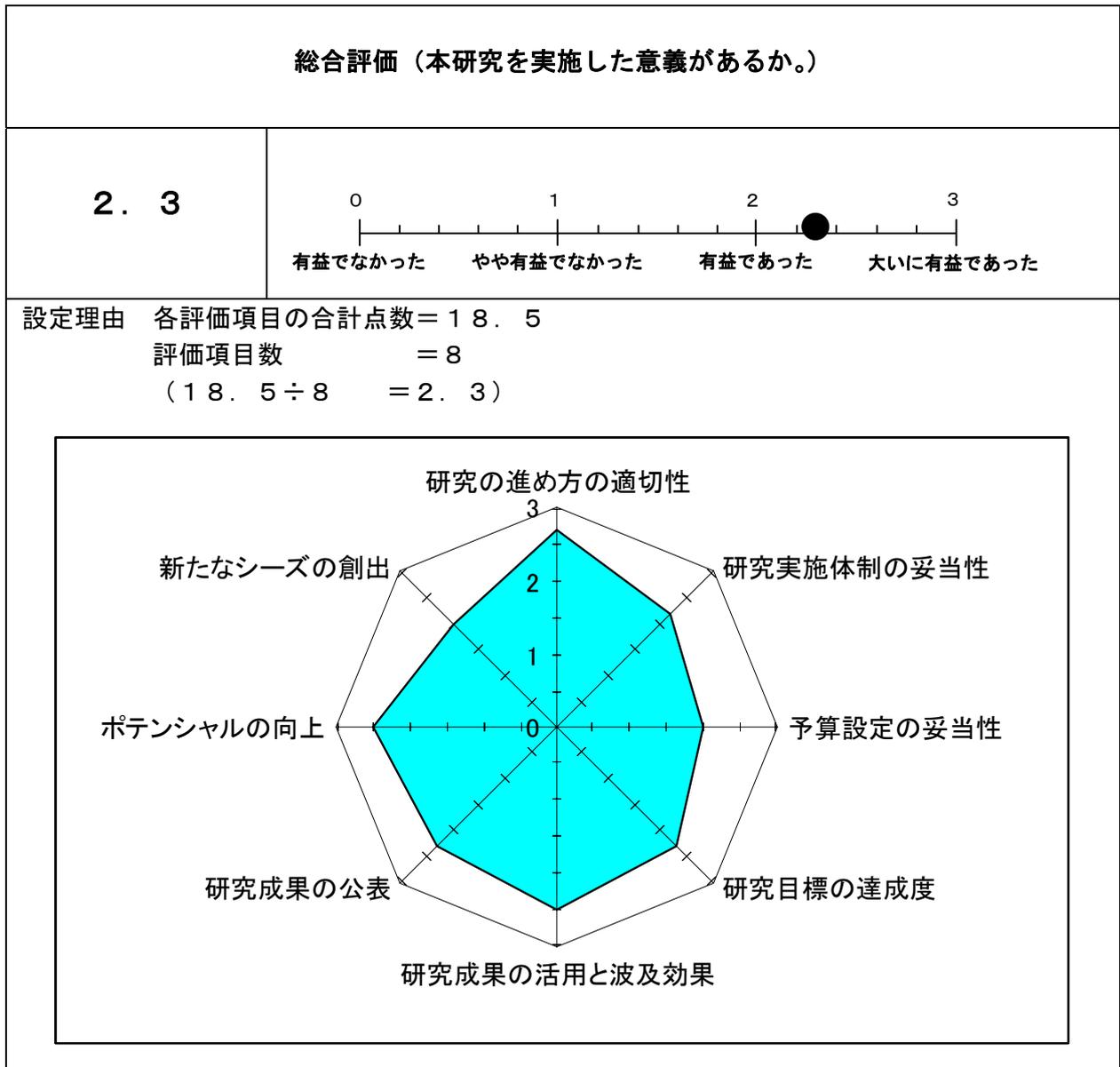
○ 運航効率の向上 … より経済的・効率的な高度の選択が可能

○ 安全性の向上 … 高度選択の幅が広がり、管制処理の柔軟性が向上

平成17年9月
国内空域 RVSM 導入

RVSM : Reduced Vertical Separation Minima 短縮垂直間隔

5. 評価結果



事後評価実施課題（その2）

○研究課題名：放送型データリンクによる航空機監視の研究

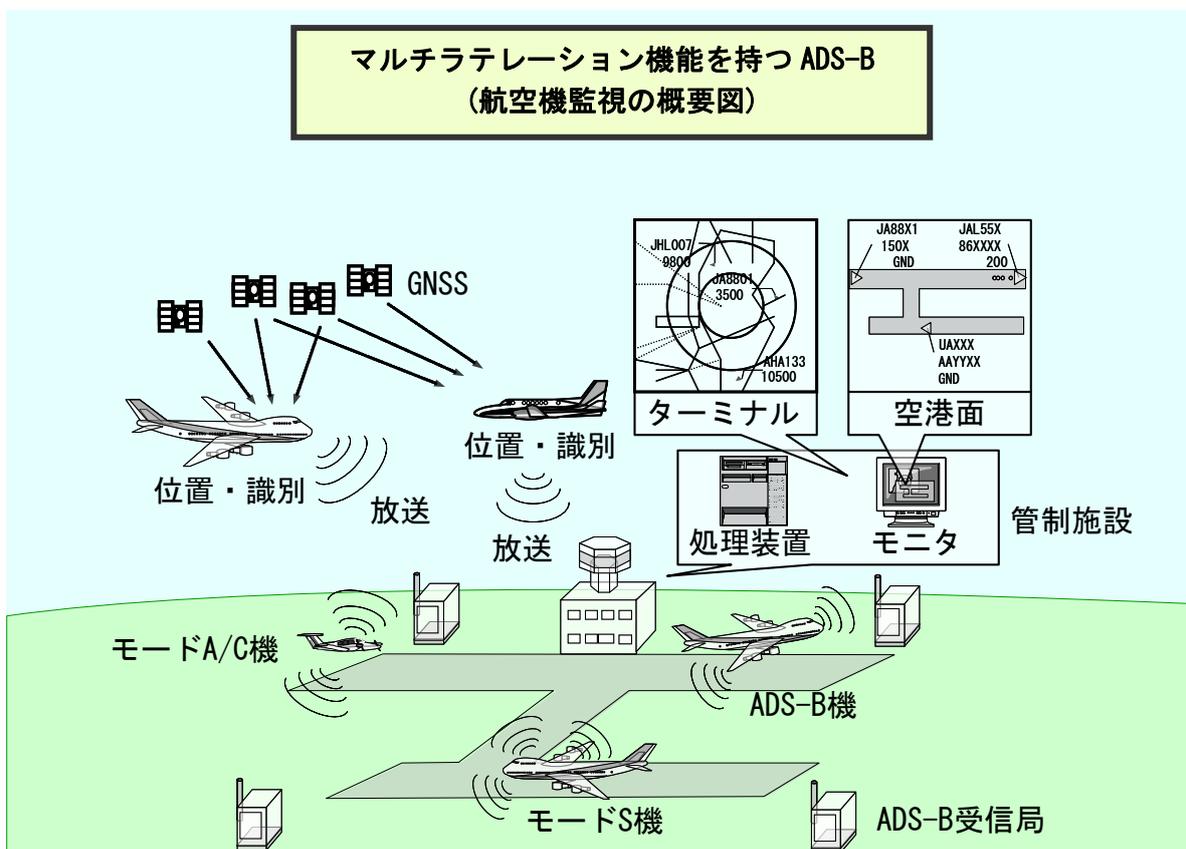
○実施期間：平成13年度～平成17年度 5ヶ年計画

1. 研究の背景、目的

安全性を確保しつつ航空需要の増大に対処するためには、現行の監視方式を管制官とパイロットによる協調的監視に発展させることが有効であり、両者間の情報共有を可能とする監視方式の開発が要請されている。特に空港面監視は交通容量の拡大を制約しており、交通量が増加しても航空機の安全かつ円滑な運航が可能となる新監視システムの導入により、空港の発着能力を改善することが急がれている。

放送型自動位置情報伝送・監視機能(ADS-B)は、上述の要請を解決できる監視システムとして期待されており、あらゆる空域に対応でき、かつ高機能・高性能であることなどの特徴を持つ。一方、このADS-Bを導入するには、全ての航空機がADS-B装置を搭載するまでの遷移期の対策が必要であり、その候補としてマルチラレーション監視が提案されている。マルチラレーションは、航空機への新たな装備を必要とせず、現在の空港面監視の問題点を改善できるシステムとして期待されている。現在、アメリカ、ヨーロッパ、オーストラリアなどにおいて、マルチラレーションおよびADS-Bの開発評価もしくは導入が活発に進められている。我が国では特に空港面監視へのADS-B導入が検討されていることに加えて、マルチラレーションの早期の導入が強く要望されており、当所に対して早急な開発評価が求められている。

本研究では、マルチラレーション機能を持つADS-B評価システムを整備して評価試験を行い、我が国におけるADS-Bおよびマルチラレーション技術の確立を図るとともに、実運用システムとして導入される際の技術的な課題とその対応策を明確にすることを目的とする。



2. 達成目標

評価システムの整備および評価試験の実施による開発評価を通して、以下のような成果を達成することを目標とする。

- ①マルチラレーション機能を持つ ADS-B 評価システムを整備して機能性能の評価試験を行い、欧米の性能要件を満たす監視システムを開発するとともに、我が国の運用環境における問題点とその対応策を取りまとめる。
- ②運用環境に起因して発生するシステムの機能および性能を阻害する諸問題に対処する技術を蓄積して、実運用システムとして導入される際の技術的支援を可能とする。
- ③得られた評価結果ならびに蓄積された技術に基づき、ICAO 等に対して積極的に技術資料を提供して、関連規定の策定および明確化に貢献する。

3. 目標達成度

- ①評価システムを構築して機能確認試験を行い、システムが正常に動作することが確認できた。性能試験としては、ADS-B については、ADS-B 地上局の評価を行い、米国 (RTCA) の性能要件を満たすことを確認した。マルチラレーションについては、実験用車両を用いた評価を行い、欧州 (EUROCAE) の性能要件を満足することを確認して、問題点とその対応策をまとめた。
- ②評価システムの整備、設置、ならびに評価試験を通して、諸問題に対処する技術の蓄積に努めた。マルチラレーションの導入調査を受託して、蓄積した技術を生かして技術的支援を行った。
- ③ICAO のパネル (SCRSP) に対して、評価試験の解析結果を技術資料として継続して提出した。

4. 研究成果の活用方策

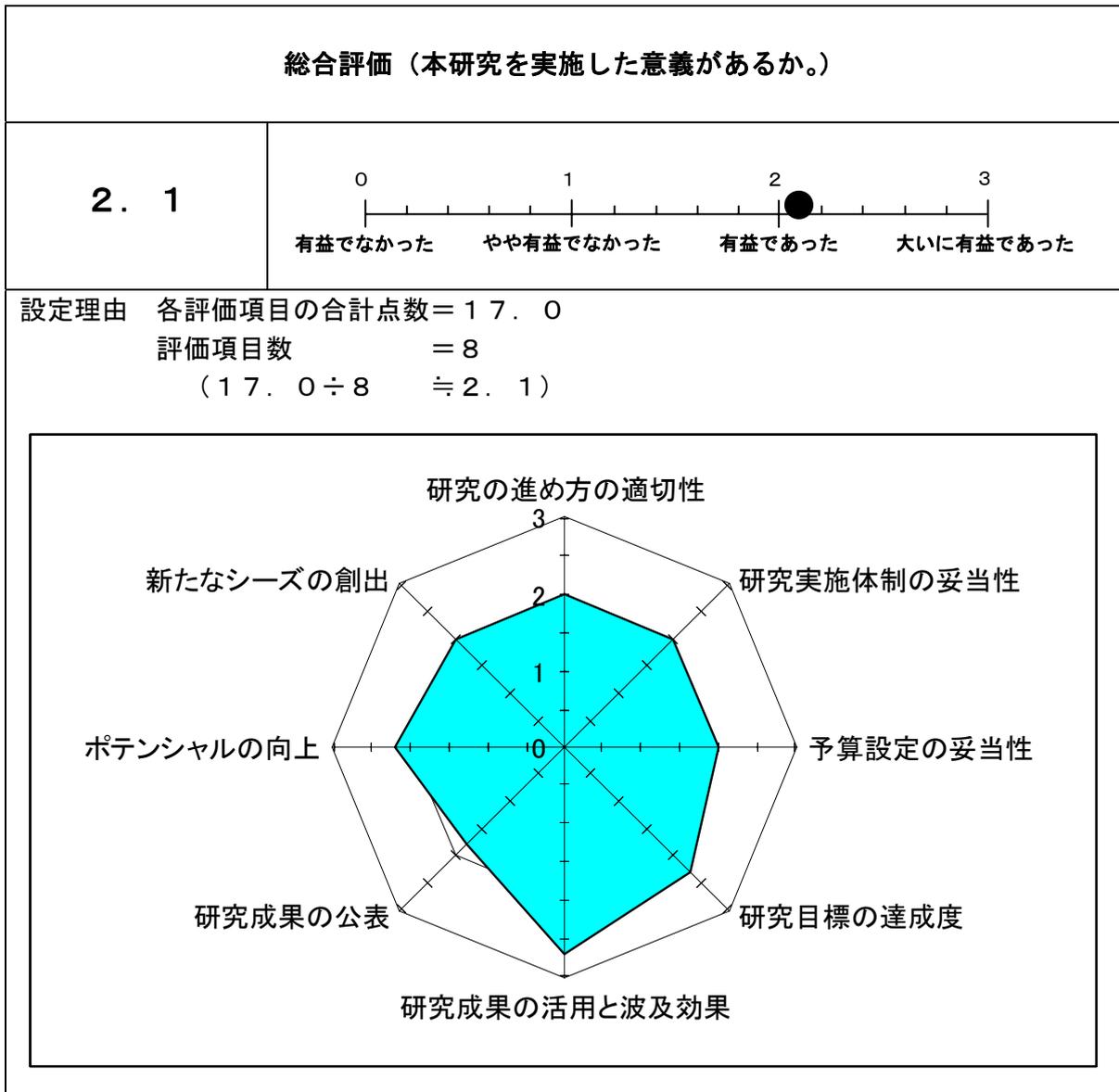
- ①評価試験結果ならびに問題点とその対応策は、実導入への基礎資料として活用できる。また、整備した評価システムは、導入予定の空港への事前検証や、先進型地上走行誘導管制システム (A-SMGCS) および広域マルチラレーションなどの監視センサとしても活用できる。
- ②蓄積した技術は、実導入システムの設計や整備に対して、システム配置や設置方法等に活用できる。
- ③SCRSP では、新たにマルチラレーションの規定を策定することが検討されており、本研究で得た成果に基づく技術提案を今後も提供することにより、規定の策定に活用できる。

成果の活用実績

本研究技術を活かしてマルチラレーション導入調査を実施
羽田空港への実導入に寄与する技術的支援 (導入形態を提案)



5. 評価結果



事後評価実施課題（その3）

○研究課題名：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

○実施期間：平成14年度～平成17年度 4ヶ年計画

1. 研究の背景、目的

大型機に引き続いて航空機を離陸させる場合、航空機の主翼から生じる後方乱気流による影響を回避するため、後続機の大きさにより離陸間隔時間を調整する後方乱気流管制方式が採用されている。特にジェネラルアビエーション等の小型機が大型機に後続する場合は、後方乱気流による影響が大きいことから、3分間以上の十分な間隔が必要とされており、空港の効率的な運航を阻害する一因となっている。このような後方乱気流の存在を検出できれば、後続機の待機時間を狭め、混雑空港のより効率的で安全な運航を確保することが可能となる。

米国では、着陸機に対して電波、音波、光波などを用いたセンサの開発が行われたが、航空管制での利用は現在でも行われておらず、平成18年度から管制支援ツールとして開発・評価が行われる予定に留まっている。欧州においても同様な取り組みが実施されているが、研究開発の段階である。

本研究では、後方乱気流の検出が可能な装置を開発すると共に、後方乱気流のデータ収集と解析を行い、管制官にその情報をいかに提供できるかを検討し、我が国の航空の安全性向上と交通容量の増大を図ることを目的とする。



2. 達成目標

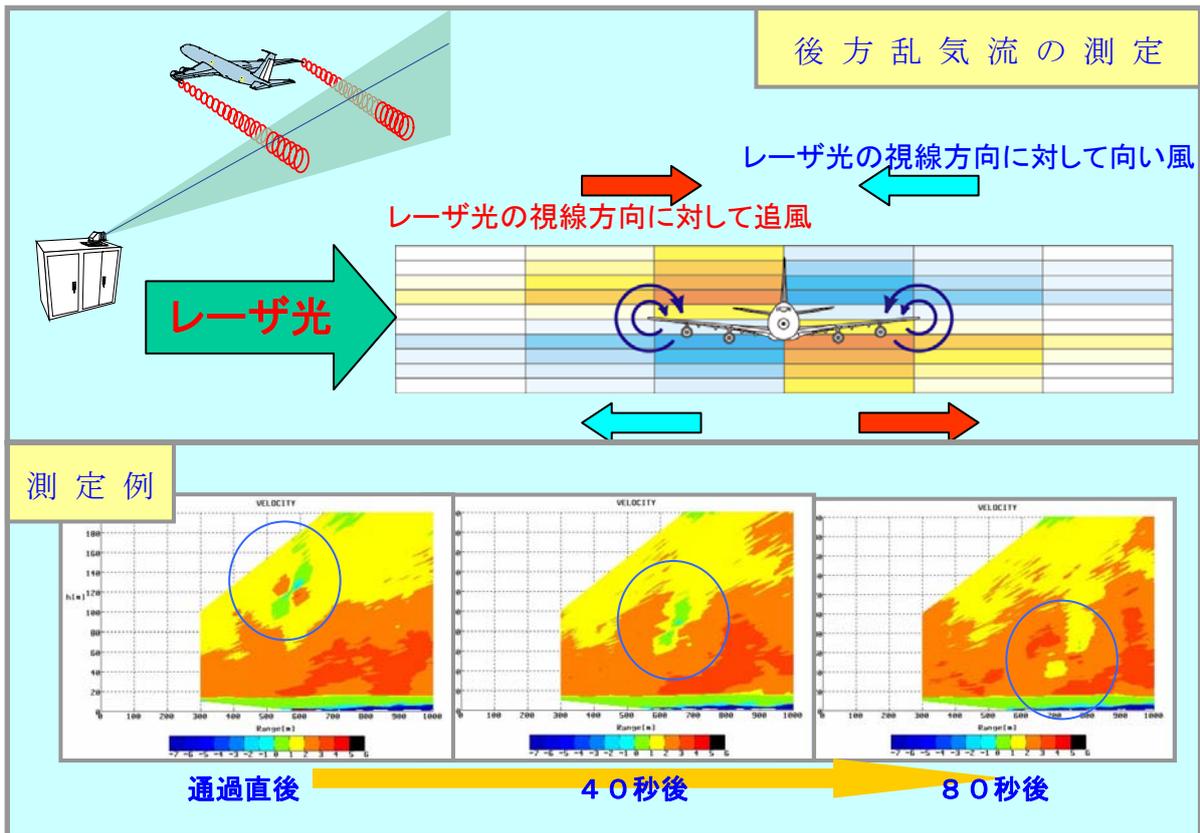
- ①大型航空機で発生する後方乱気流を検出する後方乱気流検出装置と、検出した後方乱気流の情報を管制官に提供するリアルタイム表示装置を開発する。
- ②後方乱気流検出装置を空港に整備する場合に必要な資料を作成する。

3. 目標達成度

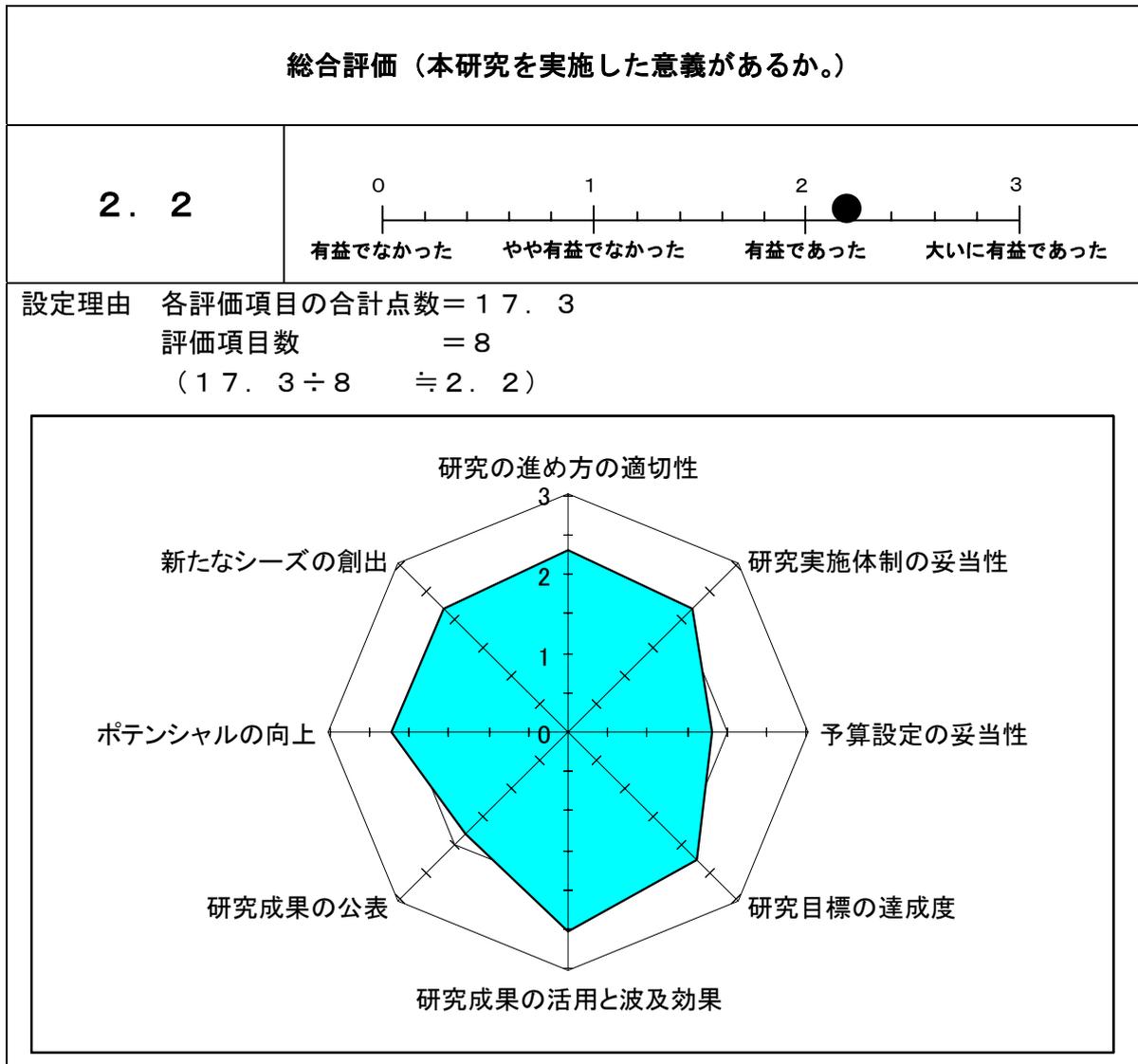
- ①航空機の翼端から発生する後方乱気流をレーザを用いて検出する後方乱気流検出装置を開発し、仙台空港において離陸機の後方乱気流検出実験を行った。その結果を基に、角度分解能を高める性能向上を実施した。
- ②管制官に後方乱気流の情報を提供するため、後方乱気流の位置、強さ等の情報をリアルタイムに表示可能な表示装置を開発した。
- ③仙台空港で測定した中型機 B767 の後方乱気流データを用いて、小型機（ドルニエ）を模擬したシミュレータで複数のパイロットによるシミュレーションを実施した。その結果、上昇率の低下、バンク角変動など大きな影響が確認できた。

4. 研究成果の活用方策

- ① 後方乱気流検出装置を空港に設置することにより、後方乱気流の存在および遷移状態を確認することが可能となる。その結果、飛行コース上に後方乱気流が存在するか否かを確認して離陸間隔を短縮でき、空港容量の増大が期待できる。
- ② 後方乱気流の小型機に対する影響度が明らかになれば、飛行コース上に小さな後方乱気流が存在しても航空機の離陸間隔が短縮できる。
- ③ 後方乱気流検出装置は空気の乱れを測定できるので、後方乱気流だけでなく、山岳波などの他の要因により発生する空気の乱れによる影響を未然に防ぐことが可能となる。



5. 評価結果



事後評価実施課題（その4）

○研究課題名：ヘリコプタの障害物探知・衝突警報システムに関する研究

○実施期間：平成13年度～平成17年度 5ヶ年計画

1. 研究の背景、目的

ヘリコプタや小型固定翼機が低空を有視界飛行するとき、前方の障害物と衝突する事故がしばしば発生している。このような事故を防ぐため、前方を監視し、障害物を自動的に識別して警報を発する技術の開発が望まれ、西欧諸国を中心に盛んに研究が行われている。しかし、現在それらの多くは軍用研究で、民間小型機に適用するためにはシステムの小型・軽量化、低価格化等未解決の課題がある。

本研究では、これらの課題解決が見込めるセンサ、データ処理等に関する技術の確立とその検証を行う。主な目的は、飛行に危険を及ぼす線状障害物を検出し、それを迅速かつ明瞭に表示できる民間ヘリコプタに適した技術を確立することである。

実験用障害物探知・衝突警報システム



2. 達成目標

- ① 目視発見が困難な送電線等の障害物を探知できるセンサの確立。このセンサは、800m 以遠の障害物を探知できることを目標とする。これは世界初で難易度は高い。
- ② センサの情報から障害物を識別し、その危険を判定するためのデータ処理技術を確立する。
- ③ 障害物の危険をパイロットに警報すると共に、見やすい形で表示する技術の開発。上記②の処理とこの表示をリアルタイム（約1秒以内）で行うことを目標とする。パソコンレベルの処理装置でこの目標を達成するのは世界初で難易度は高い。
- ④ ヘリコプタに搭載可能な実験用障害物探知・衝突警報システムを試作し、ヘリコプタで検証実験を行うことを目標とする。実験システムを開発し、検証実験を実施するのは軍用を除けば我が国初であり、難易度は高いと考える。

3. 目標達成度

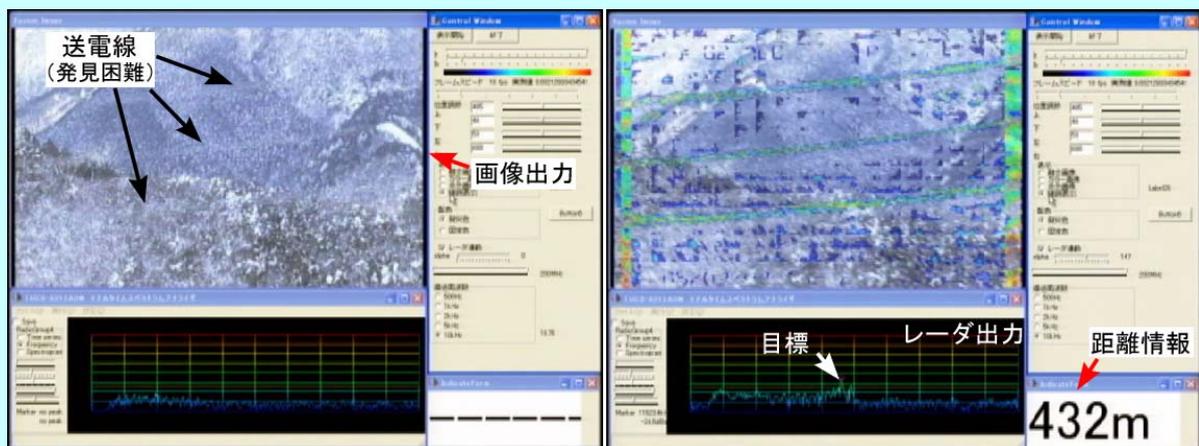
- ① 送電線等の障害物を探知できるセンサの確立
 - ・ カラーカメラ，赤外線カメラ，ミリ波レーダからなるセンサ融合技術の開発に成功。
 - ・ 800m 以遠の線状障害物検出に成功。

- ②障害物を識別し，その危険を判定するためのデータ処理技術の確立
 - ・ 赤外線，カラー画像を融合し，毎秒 30 枚の動画表示を達成。
 - ・ 赤外線画像中の障害物の抽出・強調表示技術を確立。
- ③障害物を検出，その危険をパイロットに警報，見やすい形で表示する技術の開発
 - ・ 上記処理とミリ波レーダ情報の融合表示アルゴリズムを開発。
 - ・ 障害物の高速表示（8 フレーム毎秒）に成功。
- ④ヘリコプタに搭載可能な実験用障害物探知・衝突警報システムの試作
 - ・ ヘリコプタ搭載用障害物探知システムを開発。
 - ・ 実証実験により研究目標の達成を確認。

4. 研究成果の活用方策

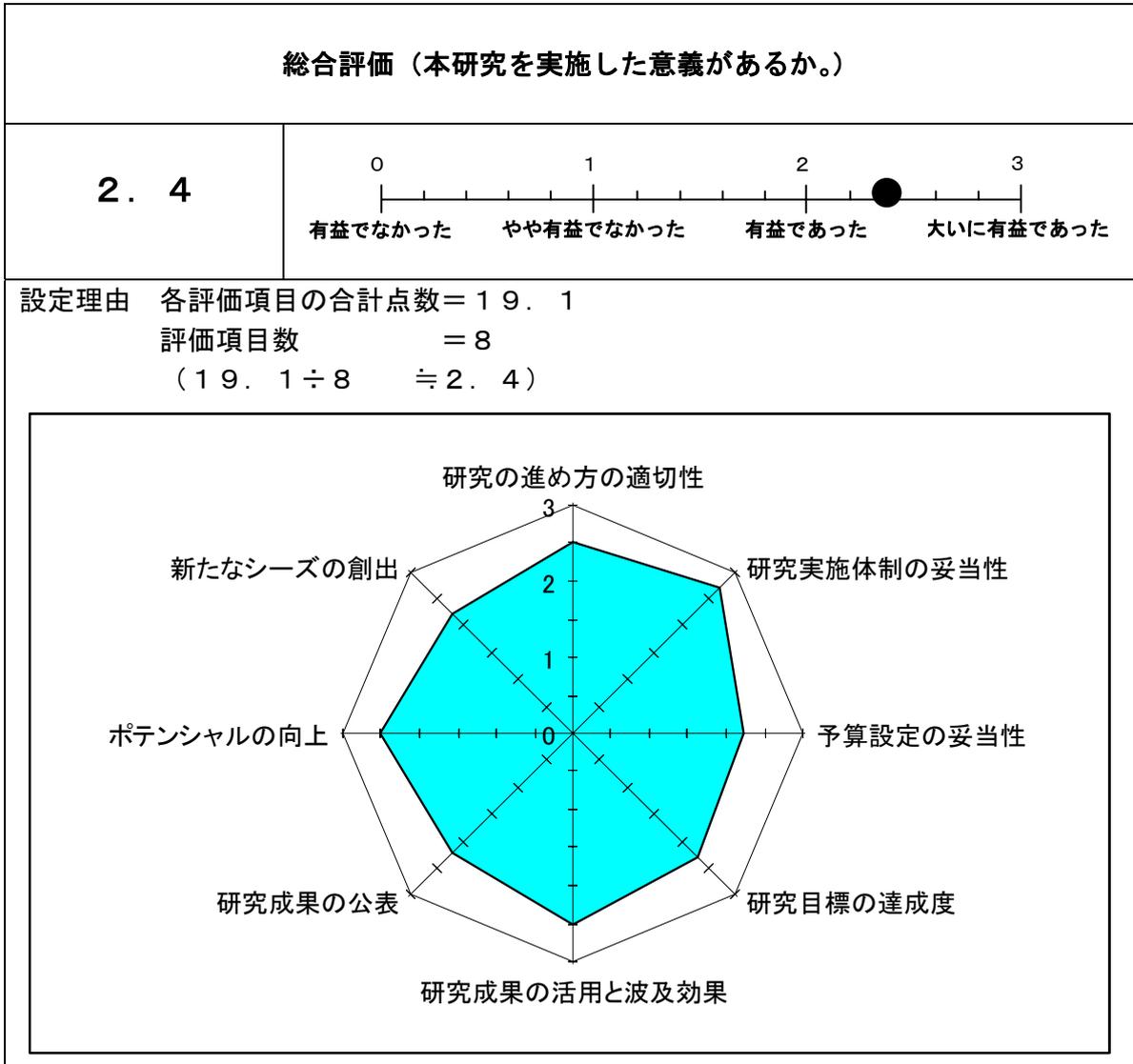
- ①小型機用障害物探知・衝突警報システムの開発が容易となった。
- ②本研究成果は，有視界飛行方式を規定する運航業務実施規則等の改訂に活用できる。
- ③研究の成果として得られるミリ波技術，精密監視技術は，空港内移動体の監視や空港内侵入者監視，滑走路上の落下物探知，手荷物検査等のセキュリティ向上及びミリ波測定技術の高度化に活用できる。

障害物検出，強調表示例 ～障害物までの距離約400m～



検出前 → 検出後
8フレーム毎秒でのリアルタイムデータ処理，目標抽出，強調表示

5. 評価結果



○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 第二期目標・計画・H18年度計画対比表

中期目標 第二期	中期計画 第二期	H18年度計画
<p data-bbox="226 244 593 308">独立行政法人電子航法研究所 第二期中期目標</p> <p data-bbox="147 347 672 997">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う研究所の任務を的確に遂行するものとする。</p> <p data-bbox="147 1005 672 1181">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 data-bbox="772 244 1142 308">独立行政法人電子航法研究所 第二期中期計画</p> <p data-bbox="694 347 1220 630">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。</p> <p data-bbox="694 638 1220 853">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 data-bbox="694 861 1220 1029">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 data-bbox="694 1037 1220 1212">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 data-bbox="1489 244 1859 308">独立行政法人電子航法研究所 平成18年度計画</p> <p data-bbox="1254 347 2094 486">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18年度の年度計画を以下のとおり策定する。</p>
<p data-bbox="147 1228 660 1324">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 data-bbox="147 1340 627 1396">第2 業務運営の効率化に関する事項 1. 組織運営</p>	<p data-bbox="694 1340 1220 1396">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</p>	<p data-bbox="1254 1340 1915 1396">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</p>

中期目標 第二期	中期計画 第二期	H18 年度計画
<p>(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。</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。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>(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。</p>	<p>(1) 組織運営 研究領域を大括り再編し専門分野を集約するとの中期計画に対し、平成18年度より航空交通管理領域、通信・航法・監視領域及び機上等技術領域の組織構成とし、研究開発機能の専門性と柔軟性を向上させるとともに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。 また、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すとの中期計画に対し、平成18年度に研究企画統括の新設及び企画部門への研究員の配置を行い、研究企画・総合調整機能を発揮できるような業務執行体制とする。 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な自己点検・評価を実施する。また、中期計画における運営全般にわたる意思決定機構の整備に対して、その構築に向けて幹部会及び企画会議の見直しを検討する。あわせて評議員会の活用について検討する。</p>

中期目標 第二期	中期計画 第二期	H18 年度計画
<p>2. 人材活用</p> <p>(1) 職員の業績評価</p> <p>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。</p>	<p>(2) 人材活用</p> <p>①職員の業績評価</p> <p>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>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) 人材活用</p> <p>①職員の業績評価</p> <p>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。</p>
<p>(2) 職員の任用</p> <p>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。</p> <p>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</p> <p>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。</p>	<p>②職員の任用</p> <p>効果的、効率的な研究体制を確立するため、引き続き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、育児休業制度の拡充を図るなど、働きやすい環境の整備に努め、その拡大を目指す。若手研究員の任用については、公募により広く多様な人材の確保に努めるとともに、資質・能力に応じた研究課題の選定を行う。</p>
<p>(3) 外部人材の活用</p> <p>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</p> <p>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。</p>	<p>③外部人材の活用</p> <p>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、任期付研究員1名の採用を含め、外部人材を6名以上活用する。</p>
<p>(4) 人材の育成</p> <p>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</p>	<p>④人材の育成</p> <p>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、</p>	<p>④人材の育成</p> <p>団塊世代の研究者が大量に退職を迎えることによる研究所のポテンシャル低下を防ぐため、人材育成に関する長期計画を検討する。また、海外派遣を1名実施するとともに企画部門に研究員1名を配置</p>

中期目標 第二期	中期計画 第二期	H18 年度計画
<p>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>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>し、社会ニーズに的確に対応し、国際的に幅広い視野を持つ研究者を育成する。</p>
<p>3. 業務運営</p> <p>(1) 経費の縮減</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</p>	<p>(3) 業務運営</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。</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</p>	<p>(3) 業務運営</p> <p>所内ネットワーク、グループウェアソフトの活用により、事務管理業務の電子化、ペーパーレス化を継続的に推進し、情報伝達の迅速化、簡素化を図る。また、業務運営の効率化、簡素化を向上させるため、業務運営効率化推進委員会において旅費請求事務の簡素化、専決事項の整理等について検討する。さらに業務の効率化等を図り、以下のとおり経費を抑制する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 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18年度において1.2%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18年度において0.4%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に平成18年度において平成17年度比で1.7%程度削減する。 <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>役職員の給与水準について、国家公務員の給与構造改革と同様に全体として平均4.8%引き下げる。また、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制度にする。</p>

中期目標 第二期	中期計画 第二期	H18 年度計画
た給与改定分は除く。	た給与改定分は除く。	
<p>(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。</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。</p>	<p>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。</p>
<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 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採用入れた通信・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</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 (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。 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 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）、</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 (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を戦略的かつ重点的に実施する。 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 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容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。</p>

中期目標 第二期	中期計画 第二期	H18年度計画
<p>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。</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。</p>	<p>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容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。</p> <p>②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>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</p>	<p>具体的には、平成18年度に以下の研究を実施する。</p> <p>ア. 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 (平成16年度～19年度) (年度目標) 現在の容量値の計算法を改良したアルゴリズムを作成し、遅延がどのように変化するか現在の計算法と比較、検討することにより、より正確な計算方法の提案を目指す。また、計算機シミュレーションを用いて新しい管制運用方式であるスカイハイウェイを導入したときの航空管制官の作業量の変化を推定し、その導入効果を予測する。</p> <p>イ. 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 (平成16年度～19年度) (年度目標) 2周波対応GPS受信機のデータ処理部を開発・評価し、実用に耐え得る性能要件を満足させる。また、カテゴリI精密進入の性能を達成するための条件として、測位性能に影響を与える電離層や衛星軌道等の各誤差成分への配分を最大許容値として設定し、これを達成するための誤差補正アルゴリズムを開発する。また、1周波の利用により、我が国の空港において必要とされるAPV(垂直誘導付進入)アベイラビリティを達成できるよう、電離層遅延量補正残差の予測アルゴリズムを改良する。</p> <p>ウ. 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) レーダー監視下におけるターミナルRNAV経路の安全性評価手法について、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経路の安全性評価手法を開発する。また、この手法を用いて衝突リスクを推定し、国土交通省が導入を検討しているターミナルRNAV経路の安全性を評価する。</p> <p>エ. 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) SSRモードSの高度な運用技術を確立するため、確率的ロックアウト</p>

中期目標 第二期	中期計画 第二期	H18 年度計画
	<p>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。</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>トオーバーライド(SLO)及び覆域制限機能を有する SSR モード S 地上局を平成 18 年度から 19 年度にかけて開発する。</p> <p>また、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ための技術開発を目指し、岩沼モード 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。</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>具体的には、平成 18 年度に以下の研究を実施する。</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>システムの中核をなす監視機能については、極めて高い検出性能の実現を目指し、複数の監視センサ(空港面探知レーダ、マルチラレーション、SSR モード S)の組み合わせとデータの統合化によって相互に補完しあえる統合型空港面監視センサの開発に向けた相関処理機能について実験的検証を行い、羽田空港の再拡張に向けた統合型空港面監視システム案を作成する。経路設定機能については、実際の運航状況と比較・検証することにより推奨経路生成処理アルゴリズムの妥当性を評価する。誘導機能については、灯火誘導システムに経路情報を提供するための入出力インターフェイスを実験検証し、必要な改修を行う。管制機能については、滑走路誤進入およびコンフリクトを防止するための処理アルゴリズムを開発する。</p> <p>イ. 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 (平成 17 年度～20 年度) (年度目標)</p> <p>精密進入を支援する GBAS (地上型衛星航法補強システム)は、極</p>

中期目標 第二期	中期計画 第二期	H18 年度計画
		<p>めて高い安全性が要求されることから、危険な誤誘導情報送信の原因となる事象から完全に保護する必要があるため、当該事象の全てを脅威モデルとして設定し、故障システムツリーモデル解析により、最も安全なシステムアーキテクチャを構築する。また、静止衛星型衛星航法補強システムの測距信号を利用した GBAS 性能の評価を実施し、その効果が得られる条件を明らかにする。</p> <p>ウ. 今後の管制支援機能に関する研究（平成 18 年度～19 年度） （年度目標） レーダデータ等を使用して羽田空港の到着機の航空交通流を解析し、到着機的时间集中度、飛行時間等の分布を求める。また、評価ツールを開発し、時間管理機能と管制支援機能の連携モデルを開発する。さらに、羽田空港の再拡張後の交通量を想定したシナリオによる航空管制官参加のリアルタイムシミュレーションを実施する。これらより、時間管理機能と管制支援機能との連携手法の基本的な要件を明らかにする。</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。 具体的には、平成 18 年度に以下の研究を実施する。</p> <p>ア. 無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究（平成 16 年度～19 年度） （年度目標） 空港面上のスポット付近等の電波環境の悪い場所では、検出率の低下や大きな測位誤差（20m 以上）が発生するが、モード S 信号の処理において時間検出ソフトウェア等を改良し測位誤差を 6m に収めることを目標に改善する。また、プリアンブル検出アルゴリズムを改良し、電波環境の悪い場所での信号検出率を改善する。さらに、空港内での測位実験により性能の改善を検証する。</p>

中期目標 第二期	中期計画 第二期	H18 年度計画
		<p>イ. 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) レーダデータ等の解析結果に基づき、航空機の将来位置を予測する航空機運航モデルに水平面の予測機能を追加する。また、レーダデータや航空機搭載の飛行管理システムのダウンリンクデータを用いて、水平面におけるコンフリクト検出手法を開発する。これらにより、より信頼性の高いコンフリクト検出手法の確立を目指す。</p> <p>ウ. 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) 航空通信の基幹網には経済性の優れた IP (インターネット・プロトコル) をベースとしたネットワークが考えられている。一方、ATN (航空通信ネットワーク) は異なるプロトコルである OSI を用いているので、そのままでは IP ベースの基幹網に相互接続できない。相互接続を可能とするにはトンネリング技術を開発する必要がある。本年度はデュアル・スタック・ATN ルータの開発を行い、IP ベースの基幹網でパケットをトンネル化することにより ATN データの取り扱いを可能にする。また、管制官による運用性評価実験のためのシミュレーションシナリオの開発を行う。</p> <p>エ. 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) 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、広帯域電波信号環境測定装置の記録部を製作する。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 DME (距離情報提供装置) 等の各種既存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。</p> <p>オ. 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)</p>

中期目標 第二期	中期計画 第二期	H18 年度計画
		<p>(年度目標)</p> <p>航空会社から提出される携帯電子機器 (PED) が原因と疑われる電磁干渉事例報告を分析し、電磁干渉障害を受けやすい機上装置や電磁干渉を引き起こし易い PED の傾向、特性等を明らかにする。この結果は、PED からの電波が機上装置に干渉する可能性を確認できる世界唯一のきわめて重要なデータとなる。また、携帯電話等意図的に電波を放射する携帯電子機器 (T-PED) の仕様調査、実測等を行い、T-PED の放射電界強度、周波数スペクトル等に関する世界初のデータベースを作成する。さらに、このデータベースをもとに、T-PED の電波形式に等価でかつ強い電力を発生できる疑似信号の発生プログラムと必要なハードウェアの開発を行う。この開発により機上装置の耐電磁干渉性能の評価が著しく容易となる。</p> <p>また、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ため、国土交通省から委託を受けて「ヒューマンエラー事故防止技術の開発」の分担として、「運転者・操船者等の業務負荷状態評価システムの研究」を実施する。</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性を十分考慮する。さらに、研究開発の目的及び目標を明確かつ具体的に定める。</p>

中期目標 第二期	中期計画 第二期	H18 年度計画
<p>(2) 基礎的技術の蓄積等</p> <p>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</p> <p>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。</p> <p>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</p> <p>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。</p> <p>具体的には、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、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6件実施する。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6件実施する。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>

中期目標 第二期	中期計画 第二期	H18 年度計画
<p>(3) 研究開発の実施過程における措置</p> <p>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。</p> <p>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、ニーズの変化に即応でき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、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。</p>	<p>(3) 研究開発の実施過程における措置</p> <p>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。</p> <p>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、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、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こと。</p>	<p>(3) 研究開発の実施過程における措置</p> <p>社会ニーズに的確に対応するため、国土交通省に対し新規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」等の達成目標を相互に確認する。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こと。</p> <p>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こと。</p> <p>具体的には、評議員会による外部評価として、前年度に終了した重点研究課題の事後評価4件及び平成19年度開始予定の重点研究課題に関する事前評価を行う。また、研究評価委員会による内部評価として、前年度に終了した研究課題の事後評価13件、中間評価1件及び平成19年度開始予定の研究課題に関する事前評価を行う。</p>
<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に推</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>	<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13件と新たに開始する共同研究をあわせて19件以上実施する。

中期目標 第二期	中期計画 第二期	H18 年度計画
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。	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。	
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。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。	②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。	②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。国土交通省からの受託として以下の研究開発を実施する。 ア．高精度測位補正技術に関する研究 イ．ヒューマンエラー事故防止技術の開発 ・ 上記を含め、受託研究等を18件以上実施する。 また、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。
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。	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。	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、研究会など研究者・技術者の交流会等を積極的に開催する。 ・ 交流会等を6件以上実施する。
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。	(5) 研究成果の普及、成果の活用促進等 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、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。 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、効果的かつ効率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。	(5) 研究成果の普及、成果の活用促進等 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、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、特許流通フェア等を活用し、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。 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、効果的かつ効率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。

中期目標 第二期	中期計画 第二期	H18 年度計画
<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・活用促進に必要な広報活動に努めること。</p>	<p>率の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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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件程度の査読付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。 <p>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>	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・16件程度の査読付論文の採択を目指す。 ・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。 <p>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</p> <p>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</p>	<p>③国際協力等</p> <p>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</p>	<p>③国際協力等</p> <p>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。その一環として、平成17年度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</p>

中期目標 第二期	中期計画 第二期	H18年度計画
<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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>め、主体的に国際ワークショップ等を開催する。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>・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。</p> <p>・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>国際交流・貢献を図るため、国際ワークショップ等の開催に向けて関係機関と開催内容等、必要な検討を行う。</p> <p>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、研究所が参加している ICAO（国際民間航空機関）会議に関する技術情報のデータベース化と当該情報の提供を行う。</p> <p>ICAO 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。</p> <p>・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。</p>
<p>第4 財務内容の改善に関する事項</p> <p>1. 自己収入の増加</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>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>(1) 自己収入の増加</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。</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。</p> <p>①予算 別紙1のとおり</p> <p>②収支計画 別紙2のとおり</p> <p>③資金計画 別紙3のとおり</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>(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し、13百万円以上の利益を目指す。</p> <p>(2) 平成18年度における財務計画は次のとおりとする。</p> <p>①予算 別紙1のとおり</p> <p>②収支計画 別紙2のとおり</p> <p>③資金計画 別紙3のとおり</p>
	<p>4. 短期借入金の限度額</p> <p>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。</p>	<p>4. 短期借入金の限度額</p> <p>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。</p>
	<p>5. 重要な財産を譲渡し、又は担保に供する計画</p> <p>特になし。</p>	<p>5. 重要な財産を譲渡し、又は担保に供する計画</p> <p>特になし。</p>

中期目標 第二期	中期計画 第二期	H18 年度計画
	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）	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）
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。	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。	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
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。	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 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 ウ. 業務管理施設整備 ・管制システム部棟建替工事 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 エ. 業務管理施設整備 ・ATC研究棟他補修工事 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 オ. 業務管理施設整備 ・本部棟/衛星技術部棟補修工事 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	① 施設及び設備に関する事項 平成18年度に次の施設整備を実施する。 ア. 実験施設整備 実験用航空機格納庫補修 11百万円（一般） イ. 業務管理施設整備 電子航法開発部（機上等技術領域）棟補修 39百万円（一般）

中期目標 第二期	中期計画 第二期	H18 年度計画
	カ. 業務管理施設整備 ・仮想現実実験棟他補修工事 5 5 (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 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 (百万円) : 空港整備特別会計、独立 行政法人電子航法研究所施設整備補助金	
(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。	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・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、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
	(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 2, 9 5 8 百万円 ③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 1 8 年度 △ 1. 7 % 平成 1 9 年度 △ 0. 6 % 平成 2 0 年度 △ 1. 1 % 平成 2 1 年度 △ 1. 1 % 平成 2 2 年度 △ 1. 1 %	(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。

Blank

略 語 表

略 語	英 語	日 本 語
A		
ACAS	Airborne Collision Avoidance System	航空機衝突防止装置
ACP	Aeronautical Communications Surveillance	航空通信パネル(ICA0)
ADC	Air Data Computer	大気緒元計算機
ADS	Automatic Dependent Surveillance	自動位置情報伝送・監視機能（自動従属監視）
ADS-B	Automatic Dependent Surveillance-Broadcast	放送型自動位置情報伝送・監視機能
AIAA	American Institute of Aeronautics and Astronautics	米国航空宇宙学会
AIDC	Air Traffic Service Interfacility Data Communication	管制機関間データ通信
AIS	Automatic Identification System	船舶自動識別装置
AMCP	Aeronautical Mobile Communication Panel	航空移動通信パネル（ICA0）
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。
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	航空路監視レーダー
ARTS	Automated Radar Terminal System	ターミナル・レーダー情報処理システム
ASAS	Airborne Separation Assurance / Assistance System	航空機間隔維持支援装置
ASAS-RFG	ASAS-Requirment Focus Group	ASAS 要件検討会議
ASDE	Airport Surface Detection Equipment	空港面探知レーダ
A-SMGC	Advanced-Surface Movement Guidance Control	先進型地上走行誘導管制
ATC	Air Traffic Control	航空交通管制
ATCA	Air Traffic Controllers Association	米国管制協会
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

略 語	英 語	日 本 語
ATIS	Automatic Terminal Information Service	飛行場情報放送業務
ATM	Air Traffic Management	航空交通管理
ATN	Aeronautical Telecommunication Network	航空通信網
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		
CAT	Category	ILS のカテゴリー
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	コード分割多重受付
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
CM	Context Management	構成品管理
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リンク通信
D		
DAC	Delay Attenuate and Compare	遅延減衰比較
DAPS	Downlink Aircraft Parameters	動態機能送信機能
DARPS	Dynamic Aircraft Route Planning System	動的経路計画システム
DFIS	Digital Flight Information Service	デジタル飛行情報提供業務
DGPS	Differential GPS	差動 GPS
DLP	DataLink Processing system	ACARS 対応の FIS 及び FANS-1/A の前置システム (JCAB)
DME	Distance measuring equipment	距離測定装置
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
E		
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System	電子海図表示システム
EGNOS	European GNSS 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)

略 語	英 語	日 本 語
EMI	Electro Magnetic interference	電磁干渉
EPIRB	Emergency Position-Indicating Radio Beacons	非常用位置表示無線標識
ESA	European Space Agency	欧州宇宙局
ESTEC	European Space Reserch and Technology Center	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 Manufavturers	ヨーロッパ民間航空用装置製造業者機構
EVS	Enhanced Vision System	視覚援助システム
F		
FAA	Federal Aviation Administration	連邦航空局
FANS	Future Air Navigation System	将来航空航法システム
FANS1	Future Air Navigation System1	将来航空航法システム 1 (ICAO)
FDMA	Frequency Division Multiple Access	周波数分割多元接続
FDP	Flight Plan Data Processor System	飛行計画情報処理システム
FFM	Far Field Monitor	ファーフィールドモニタ
FIS-B	Flight Information Service - Broadcast	放送型飛行情報提供サービス
FMCW	Frequency Modulated Continuous Wave	周波数変調された連続波
FMS	Flight Management System	飛行管理システム
G		
GBAS	Ground Based Augmentation System	地上型衛星航法補強システム
GEONET	GPS Earth Observation Network of Geographical Survey Institute	国土地理院 GPS 連続観測システム
GES	Ground Earth Station	航空地球局
GICB	Grand Initiated Comm-B	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 Orbiting 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
GP	Glide Path	グライド・パス
GPS	Global Positioning System	米国の全地球的測位システム
GUI	Graphical User Interface	視覚的操作部

略 語	英 語	日 本 語
H		
HF	High Frequency	短波
HMI	Human-Machine Interface	人間機械インタフェース
I		
IAATC	International Advanced Aviation Technologies Conference	国際次世代航空技術会議
ICAO	International Civil Aviation Organization	国際民間航空機関
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
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
IMO	International Maritime Organization	国際海事機関
IMU	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
IT	Information Technology	情報技術
ITRF	International Terrestrial Reference Frame	国際地球基準座標系
IWG	SBAS Technical Interoperability Working Group	SBAS 相互運用性作業グループ
J		
JAVA-VM	JAVA-Virtual Machine	JAVA 言語による仮想プラットフォーム
JPL	Jet Propulsion Laboratory	ジェット推進研究所 (米国)
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
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。計器着陸装置を構成するもので滑走路の中心線を示す。
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		

略 語	英 語	日 本 語
MIB	Management Information Base	管理情報データベース
MSAS	MTSAT Based Augmentation System	運輸多目的衛星（MTSAT）用衛星航法補強システム
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レーダー	Middle upper radar	中高層大気観測レーダー
N		
NAMS	Navigation Accuracy Measurement System	高度監視装置
NAV	Navigation or Navaids	航法, または 航行援助施設
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
P		
PACOTS	Pacific Organized Track System	太平洋編成経路システム
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
R		
RA	Radio Altimeter	電波高度計
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）
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
RDP	Radar Data Processing System	航空路レーダ情報処理システム
RNAV	Area Navigation	広域航法
RTCA	Radio Technical Commission for Aeronautics	航空無線技術委員会（米国）
RVSM	Reduced Vertical Separation Minima	短縮垂直間隔
S		
SA	Selective Availability	選択的精度劣化
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

略 語	英 語	日 本 語
SBAS	Satellite Based Augmentation System	静止衛星型衛星航法補強システム
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
SMGC	Surface Movement Guidance Control	地上走行誘導管制
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
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
T		
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
TDMA	Time Division Multiple Access	時分割多重接続
TIS-B	Traffic Information Service - Broadcast	放送型交通情報サービス
U		
UAT	Universal Access Tranceiver	小型機用の次世代高速通信機
UDRE	User Differential Range Estimate	利用者ディファレンシャル距離推定
URSI	Union Radio-Scientifique Internationale	国際電波科学連合
UTC	Coordinated Universal Time	協定世界時
V		
VDL モード2	VHF Digital Link mode2	航空管制用デジタル対空無線システム
VDL モード3	VHF Digital Link mode3	航空管制用デジタル対空無線システム
VFR	Visual Flight Rules	有視界飛行方式
VHF	Very High Frequency (30MHz to 300MHz)	超短波 (30MHz から 300MHz)
VOR	VHF Omni-directional Range	超短波全方向式無線標識
VRS	Virtual Reference Station	仮想基準局
VTS	Vessel Traffic Services	船舶通航業務
W		
WAAS	Wide Area Augmentation System	米国のGNSS広域補強システム
WP	Working Paper	ワーキングペーパー

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、航空機の手数など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。

→ マルチラテレーション、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。

霧などによる視程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 デジジョン・ハイト(着陸するか否かをパイロットが判断する高度) 200ft、滑走路視程 2,600ft まで計器誘導を用いる方式。
- CAT-II デジジョン・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-ⅢB 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-ⅢC 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-ⅢA までが可能となっている（国内では釧路空港、成田空港、熊本空港）。衛星航法の分野では CAT-I 進入の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

[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、地上で把握している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)

地上型航法衛星補強システム

→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 29 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て用いることが必要である。

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 航空機型補強システム。衛星信号の受信機を搭載した航空機で、その他の機上装置（気圧高度計など）の情報により測位衛星情報の補強を行うシステム。

→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、188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 レーダー] (Middle upper radar)

京大生存圏研究所 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

[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)

静止衛星型航法衛星補強システム

→GNSS

[SSR] (Secondary Surveillance Radar)

二次監視レーダー。

一次監視レーダー (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ーの主流であったが、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、音声を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、港湾に入出港する船舶の安全運行に必要な情報を迅速に提供する。

——かな——

[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）を発生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とも略す。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ブルと、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、マルチラレーション

[高カテゴリ]

→CAT-I、II、III

[コンティニュイティ] (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た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 GIGB。

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。

[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