

# ELECTRONIC NAVIGATION RESEARCH INSTITUTE 2007

平成 19 年度業務実績報告書



平成 20 年 6 月



独立行政法人 電子航法研究所



# 目 次

1．業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置	
1.1 組織運営	
1.1.1 中期目標、中期計画及び年度計画の内容	1
1.1.2 年度計画における目標設定の考え方	2
1.1.3 当該年度における取組み及び中期目標達成に向けた次年度以降の見通し	2
（1）3研究領域における専門性を高める活動	2
航空交通管理領域における取組みと成果	3
通信・航法・監視領域における取組みと成果	3
機上等技術領域における取組みと成果	4
（2）長期ビジョンと新規研究課題の創設	4
（3）研究企画及び総合調整機能の充実	5
（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	5
（5）航空宇宙学会の航空交通管理（ATM）部門との連携強化	5
（6）新規プロジェクトチーム	6
（7）評議員会の活用	7
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	8
1.2.2 年度計画における目標設定の考え方	9
1.2.3 当該年度における実績	10
（1）職員の業績評価	10
（2）職員の任用	10
（3）外部人材の活用	11
（4）人材の育成	12
（5）大学における研究者育成への貢献	12
インターンシップによる育成	12
連携大学院制度の活用による育成	13
研究指導による育成	13
大学院の講座による育成	13
海外研修生（留学生）の育成	13
1.2.4 その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報	13
（1）研究員の学会賞受賞	13
（2）研修等の実施について	15
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	17
1.3.2 年度計画における目標設定の考え方	18
1.3.3 当該年度における実績	19
（1）業務の効率化	19
（2）一般管理費の抑制	19
（3）業務経費の抑制	19
（4）人件費の削減等	20
人件費の削減	20
給与水準の引き下げ、年功的な給与上昇の抑制	20
（5）予算及び人的資源の適正な管理	20
予算配分及び執行状況の適時把握	20
人的資源の適正な管理	21

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	21
(1)	コンプライアンス強化	21
(2)	平成19年度契約について	22
2.	国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置	
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	23
2.1.2	年度計画における目標設定の考え方	27
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	27
(1)	社会ニーズに対応した研究開発の重点化	27
	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	27
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	27
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	29
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
オ	ATMパフォーマンスの研究	34
	混雑空港の容量拡大に関する研究開発	36
ア	A-SMGCシステムの研究	36
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	39
ウ	今後の管制支援機能に関する研究	40
	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	41
ア	無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究	41
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	43
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	45
エ	航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究	46
オ	携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究	48
カ	航空機の安全運航支援技術に関する研究	50
(2)	運転者・操船者等の業務負荷状態評価システムの研究	51
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	52
2.2.2	年度計画における目標設定の考え方	52
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	53
(1)	当該年度における取組みの概要	53
(2)	諸情勢の変化を考慮した柔軟な対応	54
	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	54
ア	洋上経路システムの高度化の予備的研究	54
	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	55
(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	56
ア	対空通信メディア高度化に関する基礎研究	56
イ	ASASに関する予備的研究	57
(4)	実施した主要な基盤的研究とその成果	58
ア	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	58
イ	高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究	59
ウ	航空機衝突防止装置の運用状況の研究	61
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	63
2.3.2	年度計画における目標設定の考え方	64

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	64
(1)	新規研究要素の企画と達成目標の相互確認	64
	報告会の開催	65
	連絡会の開催	67
(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	68
(3)	研究評価の実施	69
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	73
2.4.2	年度計画における目標設定の考え方	74
2.4.3	当該年度における実績	74
(1)	共同研究の実施	74
	平成19年度共同研究の実施状況	74
	共同研究における相乗効果	76
(2)	受託研究の実施	78
	平成19年度受託研究の実施状況	78
	高精度測位補正技術に関する研究	79
	ヒューマンエラー事故防止技術の開発	80
	その他の受託研究	82
	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	82
	顧客満足度調査の実施と反映	83
	競争的資金への応募	85
	運輸技術研究開発調査費で行う受託研究	85
(3)	研究者・技術者の交流会等の開催	86
	第1回研究交流会(4/26)『日米のILS研究動向』	86
	第2回研究交流会(7/10)『フランスからの留学生 研修修了報告会』	86
	第3回研究交流会(7/24)『Flight Management Systemの概要等』	86
	第4回研究交流会(8/17)『アメリカの運航管理の秩序』	87
	第5回研究交流会(9/21)『単一目標追尾の基本 - 現状と将来 - 』	87
	第6回研究交流会(12/6)『4D管制について』	88
	第7回研究交流会(1/23)『DSNA R&D activities in the European and global context』	88
	第8回研究交流会(3/28)『航空交通管理におけるCNSとIT技術』	89
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	90
2.5.2	年度計画における目標設定の考え方	92
2.5.3	当該年度における実績	93
(1)	知的財産権	93
	研究成果の知的財産権による保護	93
	平成19年度出願特許と取得特許	93
	特許の活用	94
	知的財産権に係る広報・普及活動	94
(2)	広報・普及・成果の活用	96
	研究課題の発表状況	96
	査読付論文	97
	ホームページの充実	99
	研究発表会	100
	研究講演会	101
	研究所一般公開	102

「空の日」イベントへの参加 .....	102
広報誌及び研究成果の普及 .....	104
出前講座 .....	105
( 3 ) 国際協力等 .....	108
海外研修生(留学生)への技術指導 .....	108
米国連邦航空局(FAA)技術者との交流 .....	109
KARI 研究者との交流 .....	109
EUROCONTROL 技術者との交流 .....	109
アジア地域の航空交通の発展に寄与するための研修等 .....	110
国際ワークショップ .....	110
航空局の RMA 活動を技術支援 .....	111
ICAO 会議等における航空局への技術支援 .....	112
その他の国際会議における発表 .....	114
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 .....	117
3.2 年度計画における目標設定の考え方 .....	117
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 .....	117
( 1 ) 平成 19 年度予算 決算額 .....	119
( 2 ) 第 2 期中期計画 .....	128
( 3 ) 平成 20 年度計画 .....	137
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 .....	141
4.2 年度計画における目標設定の考え方 .....	141
4.3 当該年度における取組み及び中期目標達成に向けた次年度以降の見通し .....	141
( 1 ) 短期借入金 .....	141
( 2 ) 重要な財産の譲渡等 .....	141
( 3 ) 剰余金の使途 .....	142
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 .....	143
5.2 年度計画における目標設定の考え方 .....	144
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 .....	145
( 1 ) 管理、間接業務の外部委託 .....	145
( 2 ) 施設整備 .....	145
( 3 ) 施設・設備利用の効率化 .....	145
研究所施設・設備の性能維持、向上等 .....	145
実験用航空機の性能維持・向上と効率的な利用 .....	145
電波無響室の効率的な利用 .....	145
( 4 ) 業務処理の工夫と業務に応じた適正な人員配置 .....	145
5.4 その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報 .....	145
( 1 ) 所内ネットワークの維持運営について .....	146

**【資料】**

資料 1	重点研究開発課題 .....	1
資料 2	基盤的研究課題 .....	50
資料 3	受託研究【抜粋】 .....	84
資料 4	外部評価結果の概要 .....	93
資料 5	電子航法研究所 業務方法書 .....	107
資料 6	電子航法研究所 第 2 期中期目標・中期計画・平成 19 年度計画対比表 .....	109
資料 7	略語表 .....	125
資料 8	用語解説 .....	135





## 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. 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) 組織運営

航空交通管理領域、通信・航法・監視領域及び機上等技術領域の3領域の組織構成により、それぞれの専門性を高めるとともに、研究内容に応じて柔軟に対応できるようにする。平成18年度に検討を開始し、中間報告としてまとめた長期ビジョンの完成度を高め、これに沿った新規研究課題を創出する。研究企画統括の業務を強化するため、企画部門へ研究員を配置し、研究企画・総合調整機能を発揮できる体制の充実に図る。

平成19年度は、以下を実施する。

- ・ 国際会議等へ参加する機会を活用した電子航法に係る海外動向調査を継続し、長期ビジョンへの反映を図る。また、長期ビジョンと研究課題との関係を明らかにし、両者の整合を確保するための検討を行う。
- ・ 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。
- ・ 我が国における航空交通管理に係る研究活動の拡大及び活性化を促すとともに、日本航空宇宙学会に平成19年3月に新規に設置された航空交通管理部門と連携強化を図り、その活動を積極的に支援する。
- ・ 第3期科学技術基本計画を着実に推進するため、平成19年度に開始する「航空機の安全運航支援技術に関する研究」について、新規にプロジェクトチームを編成して機動的に推進する。
- ・ 外部有識者により構成される評議員会を活用し、研究開発評価のみならず、研究所の業務運営に関する助言を求める。

#### 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業務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、各領域において各種研究会を開催するとともに、研究員間の相互協力体制を築く。
- ・ 関係機関との連携を強化するとともに、電子航法に係る長期ビジョン策定の完成度を高め、新規研究課題の創出に繋げる。
- ・ 企画部門に研究員を配置し、研究企画及び総合調整機能を強化する。
- ・ 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するとともに達成状況を自己評価し、効果的・効率的な組織運営を行う。
- ・ 日本航空宇宙学会の航空交通管理（ATM）部門との連携を強化し、その活動を積極的に支援する。
- ・ 「航空機の安全運航支援技術に関する研究」に係る新規プロジェクトチームを編成し、組織横断的な意思疎通を図る。
- ・ 評議員会では研究テーマに係る評価だけでなく、電子航法研究所の業務運営全般についても意見を求める。

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

##### (1) 3研究領域における専門性を高める活動

平成18年度からの第2期中期目標期間においては、高度化・多様化する社会ニーズに迅速かつ的確に対応できるよう、また電子技術の高度化・複雑化の進展により従来の地上システムだけでなく機上システムも融合した総体としての航空交通管理システム

に係る中核的な研究機関として機能していくよう、従来は4部に分散していた研究部門を、主にソフト面を取り扱う「①航空交通管理（ATM）領域」と、これを支える主にハード面を取り扱う「②通信・航法・監視（CNS）領域」及び「③機上等技術領域」の3つの専門領域に集約・再編し、同じ専門性を有する研究員が意見や情報交換を頻繁に行うとともに、積極的に研究協力し合える体制を構築した。

平成19年度は、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各研究領域において、それぞれの専門性を高めるための「研究会」等を開催するとともに、研究内容に応じて研究員間の相互協力体制を築き柔軟に対応するなど、研究開発機能の専門性と柔軟性の向上および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ことを目指して取り組んだ。

こうした取り組みの結果、学会及び国際会議等における研究発表件数が増加するなど研究活動が大きく活性化している。さらに、機上等技術領域の「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」に係る実験に航空交通管理領域の若手研究員が参加したり、航空交通管理領域の「空域の安全性の定量的評価手法に関する研究」に係る飛行実験に通信・航法・監視領域の研究員が参加するなど、研究領域を超えた研究員間の相互協力体制も着実に進みつつある。

各研究領域における具体的な取り組みと成果は以下の通り。

#### ① 航空交通管理領域における取り組みと成果

航空交通管理領域では、各研究員が有する専門知識を他の研究員と共有したり、国際会議等で収集した最新情報を共有したり現在の研究状況を紹介するなど、領域内の活動を活性化するための「ATM研究会」を6回開催した。こうした「ATM研究会」を定期的で開催し、発表者が参加者からコメントや助言を得ることにより研究の質を高める効果を目指している。

ATMに関する研究は、これまでどちらかといえば「国内」問題として考えられる傾向にあったが、国際的にも共通の課題を抱えていることから国際会議への参加回数も増加傾向にある。特に、平成19年度から当領域に外国人研究員が加わった影響もあって、「ATM研究会」の運営が国際共通言語である英語により実施されることになり、若手研究員には専門性を高める効果のみならず、英語による議論に積極的に加わる機会の提供ともなっている。この効果は極めて大きく、若手研究員が海外における研究発表に積極的に参加する機運を高めている。

#### ② 通信・航法・監視領域における取り組みと成果

通信・航法・監視領域においては、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）に関する研究が大きな研究テーマである。GNSSに関する研究開発においては、従来は旧「航空システム部」がGBAS（地上型衛星航法補強システム）に関する研究を、旧「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協力して研究できる体制が構築され、作業効率の向上及び情報の共有が図られるとともに、研究員の知識向上にも成果を上げている。加えて、平成21年度からは「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」と「GNSS精密進入における安全性の解析及び管理技術の開発」の統合を予定しており、効率的に研究を行うことで研究費の節減効果も期待される。また、航空通信研究に関しては、旧「衛星技術部」の衛星通信研究グループと旧「航空システム部」のVDL研究グループの連携が強化され、航空通信関連の情報が頻繁に交換されるとともに、航空通信全体としての

## 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

広い視野が養われる効果を生んでいる。

当領域では、GNSS グループの情報交換などを目的とした「GNSS 研究会」を 12 回開催し、GBAS/SBAS のインテグリティの考え方のレビューを行うとともに、今後の研究方針を明確にした。また、「航空通信検討会」を 18 回開催し、将来必要となる通信方式を調査・検討するとともに、将来的に考えられる通信サービスの内容や運用概念等の知識を深め、平成 21 年度からの重点研究課題の創出・提案に繋げた。一方、スタンフォード大学や清華大学と合同で行った研究動向に関する討議や研究情報の交換は、今後の通信、GBAS/SBAS 研究方針の作成に大いに有効活用できた。

### 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り、航空分野のみならず他分野においても利用・活用が期待できる技術開発が多いのが特徴で、国土交通省等の国の機関のみならず民間企業等からも幅広く研究を受託している。

機上等技術領域では機上技術等に関する「研究会」を開催し、「携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究」及び「航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究」に係る研究動向についてディスカッションを行い、専門性の深化を図った。特に「航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究」は、有限な資源である「電波」を効率よく国民の利益に適う利用を目指す基本的な研究であり、我が国における有害な干渉事例の原因究明に貢献していることは特筆すべき成果である。また、これらの「研究会」を通じて各研究テーマに関する研究員の相互理解が深まり、その結果、競争的資金への応募にも繋がっている。

一方、電磁環境の測定では実機を使用した貴重な実験機会であることから、若手研究員を対象に広く参加を呼びかけ、実験計画の立て方から測定方法までを体験させたり、成田空港においても実習を行うなど、研究員の育成にも積極的に取り組んだ。

### (2) 長期ビジョンと新規研究課題の創設

欧米においては、中長期的な航空需要の伸びが想定される中で、航空の容量を拡大し、遅延の恒常的発生を解消するとともに、ATM の効率的運用を達成すべく新しい ATM 研究（米国における NextGen、欧州における SESAR）が始動している。我が国においても、空域の有効利用、空港容量の拡大、定時発着の定着（遅延の解消）は、地上交通に対する航空交通の競争力を確保し、利用者の利便性向上を図る上で不可欠である。電子航法研究所が平成 18 年度より検討・作成に着手した長期ビジョンは、我が国における将来の ATM 環境を示し、その達成に必要な研究課題を明らかにしようとするものである。

平成 19 年度は、航空交通管理に関連した長期ビジョンの検討を進め、研究発表会や CNS/ATM シンポジウム等で報告するとともに研究交流会でも報告し、長期的な研究方向について研究所内におけるコンセンサスの共有に努めた。その成果としては、次世代の航空交通管理の中心的コンセプトであるトラジェクトリ管理関連の基盤的な研究テーマの始動や、平成 21 年度から開始する新たな重点研究としての提案に繋がっている。なお、長期ビジョンについては平成 20 年度に長期的な研究課題に係るロードマップを作成し、広くリリースを予定している。

一方、平成 19 年 6 月に「交通政策審議会航空分科会」の答申が明らかにされたが、この答申には電子航法研究所の研究テーマが航空分科会のテーマと幅広く関連して取り上げられており、当研究所が社会的なニーズに応えている研究を実施していることを確信することができた。また、これらについては航空局との「連絡会」で報告し、行政当局からも高く評価された。

### (3) 研究企画及び総合調整機能の充実

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

平成 19 年度は、研究に係る企画立案機能の強化、行政及び研究領域との連携強化を目的として、企画部門に統括付研究員を毎年配置し統括業務の体制を強化した。当年度は、独法整理合理化関連の作業が急遽加わったことにより定常業務への影響が心配されたが、企画部門に研究員が毎年配置されていたことにより、研究課題に係る予算要求や次年度以降の研究課題の設定、その他航空局との各種調整等においても適確に対応することができた。また、長期ビジョンの完成度を高めて時間管理を含めた将来の航空交通管理のビジョンを提案し、これに沿った新たな研究課題を創出するとともに、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を明確にする活動でも、中心的な役割を果たした。

一方、統括業務を円滑に行うとともに研究員の相互理解を深めることを目的として、重要な研究テーマの実施責任者を務め、かつ次世代の研究所運営で中心的な役割を担う上席研究員をメンバーとする「研究企画統括会議」を立ち上げた。この会議では、航空交通管理を含む電子航法全体の研究について、上席研究員レベルで研究相互間の関連や社会的ニーズとの相互の関わり合いについての知見を共有することを目指している。この「研究企画統括会議」は、平成 20 年度においても引き続き開催し、若手研究員の育成について議論を深めるなど、リーダー的研究員であるべき上席研究員の更なる活性化を図っ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

電子航法研究所においては、年度計画を確実に実施するとともに、計画の進捗状況を逐次確認することにより、年度途中においても研究の進展及び社会情勢の変化に柔軟に対応することができるよう、計画線表を用いた進捗管理を行っている。この計画線表は、年度計画に記載されている実施項目毎に管理責任者を割り当てて作成しており、管理責任者は、年度当初に具体的な活動内容及び活動時期を記入し、四半期毎の進捗報告会議でその進捗状況について点検することとしている。

平成 19 年度においては、受託研究課題の進捗管理についても計画線表を用いて進捗管理を行い、的確なスケジュール管理に努めた。また、計画線表の様式を見直し、個々の活動がどのような成果に繋がっているか総括できるよう改善するとともに、四半期毎の進捗報告会において総括された内容を計画線表に記録し、年度を通して一貫した進捗管理を目指した。さらに、進捗報告会で四半期毎の全ての活動内容が管理職に周知されることに伴い、研究所全体の年度業務実績を全管理職が把握することに繋がり、定期的な計画・目標の変更や対外的な活動報告にも有効活用した。

一方、定例の企画会議で提案された新たな取組事項や検討案件については、これらの作業が確実に実施されるようアクションアイテムリストを用いて管理し、所内で検討された内容について、漏れなく活動に反映する体制を構築するなど、日々、研究環境の向上に努めている。

### (5) 航空宇宙学会の航空交通管理（ATM）部門との連携強化

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、

## 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

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、電子航法研究所がその中心的な役割を果たしているが、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航空交通管理に関する学術的な研究を本格的に実施しているところはほとんどないのが実態である。このため、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るとともに研究活動の裾野を広げることを目的に、平成 19 年 3 月、(社) 日本航空宇宙学会に航空交通管理部門が設置された。その初代部門委員長には航空交通管理領域長（現研究企画統括）が就任し、電子航法研究所として同学会の活動を積極的に支援している。

航空宇宙学会の航空交通管理部門では、ATM にかかる講演会を積極的に企画し、ATM に関する研究成果の普及・啓発に努めた。特に、平成 19 年 10 月に開催された「飛行機シンポジウム」では、日本語セッションだけでなく国際（英語）セッションにおいても電子航法研究所からの発表数が増えるなど、国際化に向けた研究員の意識向上にも繋がっており、一連の好循環を生む大きな成果を得ることができた。こうした活動により、ATM 研究とその中核を担っている電子航法研究所の存在及び役割を広く国内外に印象づけることができたとともに、当該分野における当研究所からの発表件数が増大するなど、学会活動が更に活性化する相乗効果も生まれている。

#### (6) 新規プロジェクトチーム

電子航法研究所では、重点的に実施すべき研究開発のうち、組織横断的に取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。具体的には、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開発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」に加え、平成 19 年度からは航空機の安全運航支援技術に関する研究をテーマとして、新たに「航空機安全運航支援技術研究プロジェクトチーム」を設置し、研究体制を強化して取り組んでいる。各プロジェクトチーム個別の研究成果は別途記載するが、このように体制を強化して研究に取り組んだ結果、以下のような成果に繋がっている。

「先進型地上走行誘導管制システム開発プロジェクトチーム」においては、監視・経路設定・誘導・管制の 4 つの基本機能を持つ総合的なシステムである A-SMGC システムの開発を目指している。本プロジェクトチームでは、航空交通管理領域、通信・航法・監視領域、機上等技術領域の研究員を結集するのみならず、(独) 交通安全環境研究所と共同研究契約を結ぶなど、複数の専門分野の知見を結集して重点的に研究に取り組んだ結果、各要素を結合させた A-SMGC 実験システムを構築することができ、特にシステムの中核となる監視機能については、監視センサの管制機器化に向けた基礎資料をとりまとめることができた。

「高精度測位補正技術開発研究プロジェクトチーム」においては、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。本研究は、国家プロジェクトとして研究の重要性が高いことから、任期付研究員を配置するなど衛星航法システムを専門とする研究員を総動員して重点的に研究に取り組んだ結果、本プロジェクトチーム研究員の論文が優秀論文賞を受賞するなどの成果にも結びついている。

「航空機安全運航支援技術研究プロジェクトチーム」においては、航空機が相互の位置を把握し、航空の安全に必要な情報を地上から航空機へ自動送信する技術の開発に取り組んでいる。本プロジェクトチームでは、平成 18 年度に実施した「小型航空機の安全運航支援に関する予備的研究」において、航空機相互間及び航空機地上間間のデータ通信の実験を JAXA（宇宙航空研究開発機構）と共同で行った実績を踏まえ、本研究においても JAXA と共同研究を行うなど更なる研究体制の強化を予定しており、「第 3 期科学

技術基本計画」の戦略重点科学技術である「交通・輸送システムの安全性・信頼性の向上」を目指して、航空機の安全運航支援技術に関する研究に重点的に取り組んでいる。

#### (7) 評議員会の活用

電子航法研究所においては、業務運営全般にわたる意思決定機構を整備し、組織運営機能の強化を図ることを目的として、外部有識者により構成される評議員会を活用し、研究開発評価のみならず、電子航法研究所の業務運営全般についても意見を求めることを試行している。

平成 19 年度の評議員会においては、電子航法研究所の年度計画について説明した際に評議員から受託収入に関する質問があり、受託研究は航空行政ニーズ等によるものが多く、通常の予算では賄いきれない様々な評価試験や技術開発等を実施していること、さらに科学研究費補助金等の競争的資金に係る研究についても受託研究扱いとしていることを補足説明するなど、電子航法研究所の研究活動全般について理解を深めて頂いた。

このように、段階的ではあるが研究テーマ以外についても意見交換が行われるようになりつつあり、平成 20 年度の評議員会においても、引き続き電子航法研究所の業務運営全般について説明し、広く意見を求めるとともに、今後とも開かれた研究所運営を目指していくこととしている。



1. 業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置
- 1.2 人材活用

## 1.2 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。また、これまでの評価状況を再確認し、研究者のモチベーションを高める観点から、必要があれば評価手法の改善策を検討する。

##### ②職員の任用

研究所のポテンシャルマップを考慮して作成した中期目標期間の採用計画に基づき、平成19年度の新規採用職員を航空交通管理領域に配置し、研究実施体制を強化する。また、平成20年4月に新規採用する職員を募集、選考し、新規に開始する研究開発課題に応じて適切に研究員を配置する。女性研究員の任用の拡大を目指す。

##### 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

平成18年度に定めたキャリアパスに関する指針に基づき、ポテンシャルの高い研究者の長期的な育成を目指す。また、幅広い視野を持って社会ニーズを把握し、これに対応する研究を企画できる人材を育成するため、企画部門に研究員1名を通年配置する。国際感覚を養い、国際的なリーダーシップを執ることができる研究者を育成するため、海外派遣を2名以上実施する。

### 1.2.2 年度計画における目標設定の考え方

- ・ 職員の活性化と職務効率の向上を示す方法について検討し、業務評価における課題を確認するとともに改善策について検討する。
- ・ 新規採用募集を公募により実施し、航空交通管理領域に1名を配置する。
- ・ 外部人材の活用にあたっては、研究所のポテンシャル向上を目指して積極的に受け入れることとし、中期目標で設定された28名以上の目標値に対し、平成19年度の計画として6名以上を設定する。
- ・ 国際的人材の育成、研究企画管理能力の向上及び研究レベルの向上を目指し、海外派遣や企画部門への配置を行う。

1. 業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置
- 1.2 人材活用

### 1.2.3 当該年度における実績

#### (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には、職員の業績評価を職務、職責、社会ニーズへの貢献度等を勘案して厳正かつ公正に行うとともに、業績評価結果に基づいて適切な処遇を行う事が必要である。また、研究者のモチベーションを高める観点から、随時業績評価における課題を確認するとともに、必要に応じて評価手法の精査と改善を行う事が重要である。

職員の業績評価については、「独立行政法人電子航法研究所職員勤務評定実施規程」及び「独立行政法人電子航法研究所職員勤務評定実施細則」に基づき実施しており、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）に反映している。

平成19年度においては、定期評定において評価基準及び評定ウェイト配分等の再確認を行い、業務管理能力及び人材育成能力等行動特性に対する比重が大きくなったため、従来は行動特性30%成果70%としていた研究職4級から6級の評定ウェイト配分をそれぞれ50%に見直すこととした。これにより、管理者能力に対するスキルアップが図られるとともに、よりの確に評価を処遇に反映できることから、達を改正して平成20年3月以降の評定期間から適用することとした。

研究員の昇給区分については、個別業務の内容や難易度に応じて予め点数を設定し、過去1年間の業務実績から当該点数の合計を求めて翌年度の昇給に反映できるよう、「昇給区分決定にかかる方針について」を制定している。この制度は、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のが特長で、各研究員の点数を本人に提示することにより、透明性の確保にも配慮している。

平成19年度においては、副領域長以上の上位区分選定について、従来は部下の成績を基準に選考していたが、人員や研究内容も異なること等を考慮すると現状にそぐわないことから、職責、貢献度等を考慮し理事長が特に認める場合のみ上位区分の評定とするよう制度を見直した。

このように、職員の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重要であり、平成19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。なお、平成17年3月に現在の評価方法による運用を開始して約3年が経過したが、その結果、優れた成果を挙げた若手研究員が度々高く評価されるなど、従来の一律公平的な評価から脱しつつあることが確認されている。

#### (2) 職員の任用

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

平成19年度においては、研究所のポテンシャルマップを考慮して作成した中期目標期間の採用計画及び、女性研究員の拡大を目指す年度計画にしたがい2名の女性研究員を積極的に採用し、うち1名を航空交通管理領域に配置して研究実施体制を強化した。その結果、国際会議等における女性研究員の海外発表件数が平成18年度の2件（33件中）から8件（38件中）と大幅に増加するなどの成果が現れている。また、ユーロコントロール等海外機関において研究経験があるドイツ人研究者を航空交通管理領域の研究員として採用し、この研究員がATMモデリングに関するセミナーの企画や開催を通

して ATM に係わる新たな情報や概念の紹介などを熱心に行った結果、英語による議論に積極的に参加するきっかけが広まり、海外での研究発表に積極的に参加する成果にも繋がっている。

一方、平成 20 年度の新規研究員採用においては多数の応募があり、書類選考後 5 名を面接した結果、平成 20 年度の採用者 3 名を内定し、新規に開始する研究開発課題に応じた適切に研究員を配置することとした。また、平成 21 年度においても研究員の採用を予定しており、人事選考委員会にてどの研究分野を強化するか検討を行った上で、研究所ホームページ、研究者人材データベース（JREC-IN）及び関係大学院において募集した。

### （3）外部人材の活用

電子航法研究所では、研究所のポテンシャル及び研究開発機能の向上を図るとともに、社会ニーズに迅速かつ的確に対応するため、国内外の研究機関・民間企業等から任期付研究員、非常勤研究員、客員研究員等を積極的に受け入れる方針としている。この内、客員研究員は当研究所の知見では不足する専門知識を活用するために任用しているもので、産学官との連携強化の一環にもなっている。

平成 19 年度は、研究内容に応じて任期付研究員 2 名、客員研究員 9 名及び契約研究員 18 名、合わせて 29 名の外部人材を活用した。任期付研究員としては、平成 18 年度に採用した準天頂衛星システムに係る技術開発担当の 1 名に加え、平成 19 年度は電波信号環境の研究を目的として 1 名を採用した。客員研究員については、下表に示すとおり大学、民間企業、研究機関の専門家合計 9 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	日本上空における電離層擾乱等について、理論的知見を中心に電離層モデルの構築に貢献
名古屋大学	GNSS 航法に及ぼすプラズマバブルの影響に関する研究	1 年	日本上空、特に南西諸島方面におけるプラズマバブルについて、移動や時間的変化の傾向に関する研究及び与那国島観測施設の運用に貢献
(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	管制官による主観評価実験等ワークロード測定、管制業務の分析手法、認知心理学等について支援
(株)日本航空インターナショナル	航空機の運航に関するシミュレータ操作に対する技術支援	1 年	航空機の運航に関するシミュレータ操作に対する技術指導および、対空通信担当としてシミュレーション実験に参加
(株)日本航空インターナショナル	同上	1 年	同上
(株)日本航空インターナショナル	同上	1 年	同上
長崎大学	航空管制用二次監視レーダーの追尾性能向上に関する研究	1 年	SSR モード S の追尾機能の理論的解析により特性を明らかにし、SSR の追尾性能向上に貢献

1. 業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置

1.2 人材活用

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、平成 19 年度における実績は、下表に示すとおり 11 件、18 名である。

No.	担当研究課題	人数	期間	業務担当等
1	A-SMGC システムの研究	1	1 年	研究計画の企画、立案及び研究の実行
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	3 ヶ月	データ解析
3	ATM パフォーマンスの研究	1	6 ヶ月	航空交通管理への統計的手法の応用
4	携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究	2	1 年	実験支援、データ収集・分析、報告書作成支援
5	今後の管制支援機能に関する研究	4	1 年	交信データの聞き取り、解析、シミュレーション実験補助
6	433MHz アクティブ IC タグによる航法装置等への電磁干渉に関する調査	1	6 ヶ月	実験支援、データ収集・分析
7	航空管制ヒューマンファクタに関する基礎研究	2	3 ヶ月	交信データの聞き取り、解析
8	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	2	2 ヶ月	実験支援
9	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
10	スケールモデルによる ILS 高度化のための実証的研究	2	1 年	研究計画の企画、立案及び研究の実行
11	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

(4) 人材の育成

電子航法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など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、研究所としては、これまで海外での研究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実施してきたほか、各研究員には、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ことから、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きた。

平成 19 年度においては、電離層遅延の GPS に及ぼす影響の研究のため若手研究員がハワイ大学に長期留学し在外研究を行った。また、中堅の研究員は重要な研究テーマの実施責任者を務めるなど長期間の留学が困難な状況にあることから、1 か月程度の短い期間での留学制度を設けた結果、1 名の上席クラスの研究員を 1 か月間 DSNA (フランス) の研究開発部門に派遣し共同研究を実施することができた。この成果としては、若手研究員とは異なる視点で組織や研究文化を体験し、研究交流のみならず組織の構成や研究管理のあり方など幅広く海外の組織に接する機会を得ることができ、研究所の中核となる人材育成に繋がった。

(5) 大学における研究者育成への貢献

電子航法研究所の研究業務においては、共同研究という形で積極的に大学との連携を図っているが、単に研究所の業務のためだけでなく、以下のような種々の活動を行い、将来有望な研究者となるよう学生の育成にも努めている。

① インターンシップによる育成

平成 19 年度より、研究体制の強化を図りつつ、合わせて社会全体に研究所の研究成果を還元する観点から、大学院生を研修員として受け入れ、電子航法に係る研究を体験してもらうインターンシップ制度を導入した。本制度による初の研修員として、電気通信大学情報システム学研究科情報メディアシステム学専攻修士課程の学生 1 名を受け入れ、当研究所の研究員の指導を受けながら、20 日間に亘り航空交通管理に関する研究を行った。当該学生は、周囲の研究者とも交流を深めるなど研究領域にとけ込んで研究を体験し、派遣元の電気通信大学の教授からも高い評価を頂いており、平成 20 年度についても引き続き受け入れの要請が来ている。

### ② 連携大学院制度の活用による育成

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

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

平成 19 年度は、電子航法研究所の研究員 3 名による講義を実施し、指導を行った。

### ③ 研究指導による育成

平成 18 年度より、大学院生が週数回電子航法研究所において指導を受けながら研究を実施している。平成 19 年度は、日本大学の大学院生 1 名を受け入れ、当研究所研究員による研究指導を受けながら自動従属監視機能の位置推定誤差に関する研究を実施した。当該学生は、電子情報通信学会国際ワークショップ等において当該研究に関する 4 件の発表を行うなど、積極的に研究活動を行った。平成 20 年度も当該学生に対して引き続き研究指導を行う予定である。

### ④ 大学院の講座による育成

平成 18 年度より、電子航法研究所の研究員が東京大学大学院特定研究客員大講座の教授となり、大学院生の指導を行っている。平成 19 年度は週 1 回の講座を受け持ち、航空交通管理に関する講義を実施した。なお、平成 18 年度に指導を行った学生が平成 19 年度より当研究所の研究員として採用され活躍しており、本活動が研究者の育成だけでなく、当研究所における優秀な研究員の確保に繋がる成果も生み出している。

### ⑤ 海外研修生（留学生）の育成

平成 17 年度以降、ENAC（フランス国立民間航空学院）との国際協力関係を構築してきており留学生を受け入れている。平成 19 年度は、ENAC からの留学生 2 名（平成 19 年 2 月 14 日～7 月 27 日、平成 19 年 3 月 5 日～8 月 3 日）に対し技術指導を行った。また、平成 20 年 3 月から 3 名の研修生を受け入れ研修を開始しており、留学生の育成に積極的に取り組んでいる。

## 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

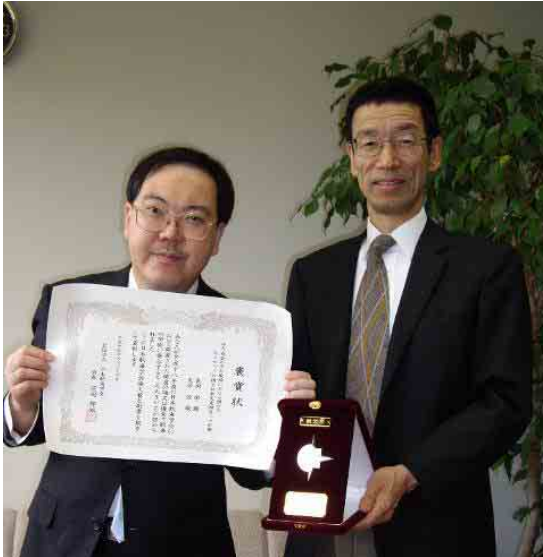
### (1) 研究員の学会賞受賞

学会や国際会議における研究発表等が活性化する中、研究員の発表や活動が表彰される件数が増加している。平成 19 年度は、前年度の 2 件を上回る 4 件で表彰された。

日本航海学会第 115 回講演会（平成 18 年 10 月 11 日、富山市にて開催）で発表し、日本航海学会論文集 116 号（平成 19 年 2 月）に掲載された航空交通管理領域・長岡栄領域長と天井治主幹研究員の論文「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」が、日本航海学会論文賞を受賞した。この賞は、平成 18 年度の日本航海学会論文集に掲載された優秀論文の著者に対して与えられるもので、当該学会で最も権威ある賞である。

1. 業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置  
1.2 人材活用

ION GNSS 2007（米国航法学会 GNSS 会議、テキサス州フォートワースにて開催）に参加した通信・航法・監視領域・坂井丈泰主任研究員の発表「Mitigating Ionospheric Threat Using Dense Monitoring Network（高密度なモニタ局ネットワークによる電離層脅威の低減）」が、ベストプレゼンテーション賞を受賞した。当該国際会議は、毎年2000人前後の参加者を集めており、衛星航法システムの分野における世界最大のイベントとして広く認知されている。



【天井主幹研究員（左）と長岡領域長（現研究企画統括）（右）】



【坂井主任研究員】

電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会主催の国際ワークショップ（WSANE 2007、オーストラリアにて開催）で発表した通信・航法・監視領域・武市昇研究員の論文「Tropospheric Delay Correction for the Augmentation System using Quasi-Zenith Satellite System（準天頂衛星を利用した測位補強システムにおける対流圏遅延補正）」が、2007年 IEEE（米国電気電子学会）AES Japan Chapter 優秀論文賞を受賞した。この賞は、2007年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の発表論文から特に優秀なものを1件選び、その著者に贈呈される。武市研究員は、平成18年度にも第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」で若手奨励賞を受賞しており、2年連続の受賞となった。

通信・航法・監視領域の福島荘之介主任研究員は、電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス（SANE）専門委員会の幹事（2005～2007年）として、研究会（毎月）・大会・専門委員会の座長を務めるとともに、国際ワークショップ WSANE（中国西安・豪州パース）の運営委員として中心的な役割を果たすなど、同委員会の活動に多大な貢献をした。この功績に対して通信ソサイエティより活動功労賞が、また宇宙・航行エレクトロニクス（SANE）専門委員会より功労賞が贈呈された。





【武市研究員】



【福島主任研究員】

(2) 研修等の実施について

電子航法研究所においては、職員及び研究員の能力向上を目的とした各種研修や施設見学等を毎年実施しており、平成19年度に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
5月14日、5月15日	新規採用者研修	2	研究員としての自覚を促し、職業意識を習得させる。
7月26日	メンタルヘルス研修	30	職場内におけるメンタルヘルスについて。
8月22日	健康管理に関する講演	24	産業医による個人における健康管理講演。
9月20日、9月27日	TOEIC IP テスト（所内）	33	英語能力の向上。
9月28日	傾聴訓練研修	13	管理職員向けの傾聴訓練研修。
10月18日	FMS トレーニング（航空会社）	8	FMS のオペレーションに関する訓練。
11月30日	セキュリティ基礎研修	32	「セキュリティに対する脅威」意識の向上とセキュリティ対策の基礎を学ぶ。
12月7日	機体メンテナンスセンター見学（航空会社）	12	航空機の機体整備の実情を把握する。
12月20日・21日	アイデンティティ研修	55	モチベーション向上と業務改善に対する発想・企画の創出。
3月（4日間）	英語プレゼンテーション研修	9	英語プレゼンテーションにおける表現力、構成力等のスキル向上。

この内、平成19年度に初めて実施した「アイデンティティ研修」では、研究員自らが研究所の業務改善に結びつく企画を発表し、役員を含む全職員が研究所の業務運営を

## 1. 業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置

### 1.2 人材活用

考える機会になるとともに、職員のモチベーション向上に繋がった。また、平成17年度から実施している「FMS研修」は、当研究所の対象が地上等の航空保安施設の機能・性能の向上、安全向上を目指したものであるものの、それら施設の利用者である航空機運航者の利活用の視点を欠いたままでは最善の研究成果を社会へ提供できないことから開始したものであり、こうした研修の開始により、航空機運航者との連携強化に発展するなど大きな成果となっている。さらに、平成16年度から実施している「英語プレゼンテーション研修」では、研究員が自らの論文を用いた実習スタイルでの研修を実施し、研究員の日頃からの疑問点が解消されるとともに語学力及びプレゼンスキルの向上に大きく貢献した。研修参加者からも「国際会議において現地で即プレゼン資料が作れるようになった」「語学だけでなく国際会議におけるプレゼン作法についても参考になった」と好評で、これまでの研修が国際会議への参加回数増加や英語での研究発表件数増加などの成果に結びついていることが裏付けられた。

一方、人的資源が大きな財産である研究所としては、職員の健康管理に繋がる各種研修にも積極的に取り組んでいる。平成19年度に初めて実施した「メンタルヘルス研修」では、カウンセラーによる心の健康づくりについて、メンタルヘルスの必要性、ストレスの仕組みや職場の人の心が病んでいる場合の見分け方とその対応方法を学ぶとともに、ストレス度チェックリストを使いストレス度の自己評定も行った。また、傾聴訓練も含めた研修と平成19年11月から毎月2回実施しているメンタルヘルス相談室により、職員の心の健康の保持増進、心の不健康な状態への早期対応、円滑な職場復帰と再発の防止の理解に努めている。



【アイデンティティ研修の様子】





## 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を図りつつ、さらなる事務管理業務の電子化、ペーパーレス化を推進し、平成 19 年度は研究所の保管文書の電子化を更に進める。また、契約の透明性向上を図るため、国土交通省の「随意契約の見直し計画」に準じて、一般競争入札等へ移行する。平成 19 年度は、以下のとおり経費を抑制する。

- ① 中期目標期間中に見込まれる一般管理費総額（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）を 6%程度抑制する目標に対し、平成 19 年度において平成 18 年度予算比で 3%程度抑制する。
- ② 中期目標期間中に見込まれる業務経費総額（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）を 2%程度抑制する目標に対し、平成 19 年度において平成 18 年度予算比で 1%程度抑制する。
- ③ 中期目標期間の最終年度までに、人件費※注）を平成 17 年度予算比で 5%以上削減する目標に対し、中期計画に掲げた人事に関する計画のとおり平成 19 年度において平成 18 年度予算比で 0.6%程度削減する。年功的な給与上昇を極力抑制するとともに職員の業績に応じた昇給を行う。

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

- 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。

---

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。
- ・ 保管文書の電子化を推進する。
- ・ 年度当初より原則として一般競争入札を推進し、競争性、透明性を確保する。
- ・ 一般管理費については、平成 19 年度は平成 18 年度予算比で 3%程度を抑制する。
- ・ 業務経費については、平成 19 年度は平成 18 年度予算比で 1%程度を抑制する。
- ・ 人件費については、平成 19 年度は職員構成を考慮して平成 18 年度予算比で 0.6%程度削減する。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を行う。

### 1.3.3 当該年度における実績

#### (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

電子航法研究所においては、職員のスケジュール管理、共用文書の保管・参照、その他情報の共有等を図るためのツールとして、グループウェアを導入しているほか、汎用のデータベースソフトを用いて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。

平成 19 年度においては、資産管理業務の効率化を図るため、バーコードラベルを用いた管理方式を導入した。このことにより、バーコードリーダーで読込んだ資産情報を電子化された管理台帳に反映させるだけで、素早く正確に資産有無の確認が出来るようになり、棚卸し時の時間短縮及び適確な作業が可能となった。今後も定期的な棚卸しにより、現物と管理台帳との整合性を引き続き図ることとしている。

また、所内ネットワーク及びグループウェアを活用し、引き続き情報伝達の迅速化を図るとともに紙資源を節約した。さらに、各研究領域等で保管している文書について精査を行い、これらの保管文書を電子化するための検討を進めている。

#### (2) 一般管理費の抑制

平成 19 年度計画の予算において一般管理費は 51 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 40,510,000 円である。これに対して実績額は 40,494,467 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  $(1 - 40,494,467 / 40,510,000) \times 100 = 0.04(\%)$  であった。（平成 18 年度所要額計上を必要とする経費等を除いた予算額 41,763,000 円に対する抑制率は 3.04(%)）したがって、平成 19 年度の目標であった「平成 18 年度予算比で 3%の抑制」を達成した。

一般管理費の抑制では、リース車両を環境・高安全性対応車に変更し、レギュラーガソリン対応・低燃費による燃料費の節約及び保険料の軽減など、経費の削減に努めるだけでなく、環境負荷の軽減にも配慮した。また、セダン型をワンボックス型に変更したことにより、研究用として多用されている業務用バンが不在時にも多数の人員、荷物輸送用としてリース車を活用することができ、業務用バンを研究用途で有効活用できるなど業務の効率的な実施にも有効であった。

一方、複写機のカラー印刷については、繊細な表現を必要とするもの、多色によらなければ表現が難しいものといった広報物、研究報告等、真にやむを得ないものに限るとして使用総量の制限を図り、経費の削減に努めた。加えて、複写機の保守単価が高かった 2 台のリース契約を平成 19 年度末で終了とし、今後の経費削減を図った。

#### (3) 業務経費の抑制

平成 19 年度計画の予算において業務経費は 891 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 817,722,000 円である。これに対して実績額は 775,765,696 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、 $(1 - 775,765,696 / 817,722,000) \times 100 = 5.13(\%)$  であった。（平成 18 年度所要額計上を必要とする経費等を除いた予算額 833,643,000 円に対する抑制率は 6.94(%)）したがって、平成 19 年度の目標であった「平成 18 年度予算比で 1%の抑制」を達成した。

業務経費の抑制では、「航空機の安全運航支援技術に関する研究」の飛行実験に併せ

て受託研究「携帯電話の機内使用に関する調査」に基づく実験を行うなど、経費の節約と環境負荷への配慮にも努めた。

#### (4) 人件費の削減等

##### ① 人件費の削減

平成 19 年度における人件費の実績額は 739,197,301 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 571,062,623 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、 $(1 - 571,062,623 / 612,583,000) \times 100 = 6.8(\%)$ であった。（平成 18 年度退職手当、福利厚生費を除いた予算額 602,697,000 円に対する抑制率は、5.25%）したがって、平成 19 年度の目標であった「平成 18 年度予算比で 0.6%の削減」を達成した。

##### ② 給与水準の引き下げ、年功的な給与上昇の抑制

人事院勧告により示された国家公務員の給与構造改革と同様の措置を当研究所においても適用しており、昇給幅の抑制を継続して実施した。給与水準の適正化については、対国家公務員指数が事務・技術職種で 103.5、研究職種で 104.2 となっている。

国に比べて給与水準が高くなっている理由は、次の通り。

事務・技術職種については、非常に少ない職員数で研究開発等事業を効率的かつ確実に運営するため本府省職員との人事交流を行っており、当該職員は専門的な知見・能力を必要とすることから本府省職員と同等に給与水準を設定しているところ、行政職俸給表（一）の本府省職員の平均給与月額が行政職俸給表（一）の平均給与月額の 1.1 倍と高くなっていることが起因している。

研究職種については、研究開発業務に係る高度な専門的知識・能力を持つ者に対して、国に準拠した当所の給与規程に基づき管理職手当を支給しているが、支給対象者の割合について、国の研究職が 76%であるのに対し、当所研究職員は調査対象 36 名中 31 名（86%）と高い割合となっている。また、当所は、職務の専門性から高い学歴の職員が多く、国の研究職の大学院修了者が 69%に対し、当所研究職員は 75%となっており、それに応じて給与が高くなっていることも起因している。

解消の見通しとして、本府省職員との人事交流については、当研究所の業務運営において必要不可欠なものであり、また、管理職についても高度な専門的知識・能力を持つ者を登用しているが、適正な給与水準とすべく人数構成比率の見直しを検討していくこととしたい。

#### (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平成 15 年度から予算管理システムを運用している。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荷が軽減されている。

平成 19 年度においては、新たに発注書等の作成を予算管理システムに連動するよう

にしたため、大量かつ正確な処理ができるようになった。

平成 19 年度の執行状況の把握としては、中間ヒアリング（10 月）実施後に予算の追加要望等を取りまとめ、予算管理システムを活用して、各研究テーマの執行残を適宜把握し追加要望へ配算作業を行った。

## ② 人的資源の適正な管理

平成 19 年度は、人件費及び要員を増やすことなく、限られた人的資源を有効活用することで管理部門の業務執行体制を強化した。具体的には、資産管理業務の効率化を図るためバーコードを用いた管理方式を導入し、併せて総務課要員を再配置して管財係を設置し業務執行体制を強化した。一方、受託研究及び共同研究の増加への対応や知的財産等の管理強化および、現時点では明確となっていないが国土交通省所管の 4 研究所統合に伴う諸々の作業が発生することに備え、平成 20 年 4 月から企画課要員の再配置により企画第三係を設け、業務執行体制を強化することとした。

### 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) コンプライアンス強化

平成 19 年 2 月に「研究機関における公的研究費の管理・監査のガイドライン」（実施基準）が制定され、平成 20 年度の科学技術振興費申請において、このガイドラインと整合していることが必須とされた。電子航法研究所においては、すでに職務規程等によりこれらの不正対応について網羅しているとの認識であるものの、コンプライアンス強化や内部統制の構築については、監事監査にて提言され検討を進めていたところであり、こうした機運を受け、さらに組織的な体制を強化するため、内部統制の構築に向けた作業を開始した。内部統制の構築にあたっては、コンサルタント会社の支援を受け、全職員の協力のもと以下の検討作業を重ね、「内部統制報告書」として取りまとめた。

①所内規程の整備・運用状況の確認

②各種資料の分析等による内部統制の評価範囲の決定

③各種所内文書の精査、および理事長をはじめとする主な経営管理責任者よりのヒアリングを通じた全所的内部統制状況の整理

④総務課および企画課の管理部門業務と各領域の研究業務について、その業務プロセス等の文書化とリスクの洗い出しと整理

⑤①～④までの検討作業を通じて検出された内部統制上の不備についての組織的確認

現時点においては、組織的に確認された内部統制上の不備について、その是正措置を講じるべく、内部統制の実装に向けたコンプライアンスの仕組みづくり等に着手している。また、官庁や企業等における情報漏洩が社会問題として取り上げられる中、特に所内ネットワークの利用においては情報管理体制の強化が喫緊の課題であるとの認識のもと、平成 18 年度に「情報セキュリティ管理規程」を整備したところであるが、平成 19 年度は「セキュリティ基礎研修」を実施して職員のセキュリティ意識の強化に努めるとともに、「情報セキュリティ管理委員会」を立ち上げ、情報管理方法の検討や管理状況の確認など情報管理体制の強化に努めた。

また、監事による監査では、内部統制への対応について、以下の報告を受けている。「独立行政法人整理合理化計画において独立行政法人における内部統制の導入が示唆されているなか、他の独立行政法人に先駆け当研究所では、内部統制の構築に向けた作

業が開始されました。コンプライアンス並びにガバナンスの強化に向けた取り組みは高く評価いたします。」

(2) 平成 19 年度契約について

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た基本方針を着実に実行することにより、一般競争入札は 122 件 (55 件) 976,564 千円 (360,775 千円) と大幅の増となった。随意契約は 9 件 (69 件) 80,353 千円 (585,004 千円) と大幅の減となっている。1 件あたりの平均落札率は、一般競争入札で 94.1%、随意契約で 98.6%となっている。

随意契約 9 件のうち、4 件は一般競争入札を行ったものの、落札者が存在しなかったことによる不落随契である。残りの 5 件は、複写機の保守が 2 件、電子基準点データの受信契約が 1 件、財務諸表の官報掲載契約が 1 件、当所の業務補助のための契約の 1 件となっている。

随意契約の理由としては、複写機の保守は導入当初に複数年を前提とした契約となっていることによる。電子基準点データの受信については、当該データの配信が (社) 日本測量協会のみが配信しているためである。財務諸表の官報掲載については、東京官書普及 (株) が国立印刷局より指定されているためである。当所の補助業務については、(社) 三鷹市シルバー人材センターと契約しているが、当該法人は公共性、公益性の高い法人であり、地域の高齢者の雇用安定促進に寄与するためである。但し、これらについても随意契約の見直しにより、電子基準点のデータ配信及び財務諸表の官報掲載以外の案件は、平成 20 年度において一般競争入札等に移行することとしている。

これまで随意契約であったものから競争入札に移行した事例としては、産業廃棄物の処理業務があげられる。平成 18 年度までは、1 回の処理で 1 契約としていたが、年間通しての一般競争入札とすることにより、単価の減及び事務処理量の減となった。また、平成 18 年度以前に随意契約をしている案件のほとんどが、互換性、仕様等の熟知又はその者のみの販売であるという理由からであったが、それらも原則一般競争入札に移行した。

上記、一般競争入札を推進し確実な履行を期するため、職員に対して仕様書等の説明会を実施した。また、調達ルールの透明化、コスト削減を行うこととし、手引書等を職員に周知するとともに、「随意契約見直し計画」を電子航法研究所の HP 上に公開し、当研究所が一般競争入札を推進していることを広く周知した。

また、監事による監査では、契約の締結および執行の状況について、以下の報告を受けている。「契約については、年度計画に沿ってほぼ計画どおりに執行されております。特に契約方法については、一般競争入札を基本とし公告並びに入札等適切に実施されていることを認めます。」

【平成 19 年度の契約状況】

	件数(H19)	件数(H18)	金額(H19)	金額(H18)	落札率
一般競争入札	122(5) <sup>注</sup>	55	976,564 千円	360,775 千円	94.1%
随意契約	9	69	80,353 千円	585,004 千円	98.6%

注) カッコ内は随意契約から一般競争入札に移行した件数



## 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

---

## 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

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に関する研究開発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19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）

平成18年度に作成したアルゴリズムに容量値算定に関する新たなアルゴリズムを追加し、より正確な計算方法の提案を目指す。また、スカイハイウェイが導入された場合のシミュレーションを実施し、その導入効果の影響と容量値の計算方法について提案する。

#### 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）

平成18年度までに開発した2周波対応GPS受信機を用いて、カテゴリI精密進入の性能評価を行う。また、1周波SBASにより、我が国におけるAPV（垂直誘導付進入）の達成を目指して、新しい電離層遅延量補正アルゴリズムの有効性を明確にする。

#### 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)

レーダー監視下における航空路 RNAV の安全性評価手法について、諸外国の状況を調査し、日本の航空交通状況を考慮した航空路 RNAV の安全性評価手法を開発する。また、この手法を用いて、国土交通省が導入を検討している航空路 RNAV 経路の最低経路間隔の根拠を明確にし、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、SSR モード S 地上局を研究所内に整備し、評価実験を行う。また、航空機の動態情報を取得するための技術開発を目指し、岩沼及び調布のモード S 地上局を用いて実際に飛行している航空機のトランスポンダから送信されるデータを調査、分析する。

オ. ATM パフォーマンスの研究 (平成 19 年度～22 年度)

(年度目標)

本研究は、我が国の航空交通管理の能力 (パフォーマンス) を評価する技術を開発するため、その測定手法を検討するものである。平成 19 年度は、効率性、安全性などの観点からパフォーマンス指標となる項目を選定し、その予測手法を検討する。また、実運用データベース機能を中核としたパフォーマンス評価システムの基本設計を実施し、その製作を開始する。

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へ貢献する。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 19 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)

複数の監視センサを融合した統合型空港面監視センサの実地検証を行う。経路設定機能として、半自動経路生成機能を開発する。また、推奨経路生成処理アルゴリズムを開発し、実際の運航状況との比較によりその妥当性を検証する。複数の航空機を灯火誘導できるシステムにするため、誘導機能の向上を図る。滑走路誤進入およびコンフリクトの発生を防止するため、管制機能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)

電離層擾乱などによる誤差要因を計測し、その影響を監視・低減するアルゴリズムを検討する。主たる誤差要因のモデル化とシナリオ作成を行い、シミュレーションソフトウェアを製作する。また、GPS 信号品質監視 (SQM) 装置の評価を実施するとともに、新たに導入される周波数の信号 (SBAS L1, GPS L5, GALILEO L1 など) について解析する。

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)

管制運用方式に時間管理機能を導入(4D 管制)する際の課題を分析する。また、評価ツール等を使用して羽田空港における到着機の位置予測誤差、時間誤差を解析し、位置予測精度の向上を図る。これらにより、空域再編する際の改善手法や時間管理機能の導入効果を明らかにする。

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の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、及びこれを用いた異常接近検出手法を開発する。また、携帯電子機器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 19 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)

マルチパス(多重反射)の影響が大きい場所における測位誤差について、6m 以下を実現するため、受信機検出部のソフトウェア等を改良する。また、空港内における測位実験によりその性能を検証する。

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)

航空機の予測経路と実飛行経路の差異を検出する機能を開発する。飛行計画経路、飛行管理システム(FMS)のデータを使用した予測経路、レーダデータ等を解析し、コンフリクト検出の機能向上に必要となる「予測方法の最適化」を検討する。また、製作したコンフリクト検出評価システムの機能向上を図る。

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)

ES(エンドシステム)に平成 18 年度開発した機能を付加し、IP 網との相互接続を図る。平成 18 年度に試作した ATN ルータを用いて、米国連邦航空局と接続実験を行い、互換性を確認する。また、CPDLC(管制官-パイロット間データリンク通信)対応の管制卓を試作し予備実験を行う。さらに、現状の空/地データリンクにおける通信容量等を解析し、新しい通信方式を評価するためのシミュレーションモデルを開発する。

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。また、平成 18 年度に製作した広帯域電波信号環境測定装置の性能を向上させ、測定精度と信号環境予測誤差要因を検証する。さらに、ADS-B(放送型自動位置情報伝送・監視)や TIS-B(トラフィック情報サービス放送)等の新システムの信号環境予測に必要な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)

電磁干渉障害を受けやすい機上システムや電波干渉障害を引き起こしやすい携帯電子機器

(PED) の特性等を明らかにする。航空機内における実測により PED からの電波が機上システムに到達する経路と電波伝搬損失（経路損失）を究明する。アクティブ IC タグや携帯電話等から放射される電波と等価な信号の発生技術を確立する。機上システムに障害を与える可能性が高い機内の異常電波を検出する装置の仕様を検討する。

#### カ. 航空機の安全運航支援技術に関する研究（平成 19 年度～22 年度）

（年度目標）

航空管制機関から安全に関わる情報を自動送信する方式「1090MHz 拡張スキッタによる TIS-B（トラフィック情報サービス放送）及び FIS-B（飛行情報サービス放送）」の実現に必要な地上送受信機能と、航空機側の受信表示機能の開発に着手する。また、低高度における電波伝搬・覆域計算法に関する調査・検討を行う。

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に係る心身状態のモニタリング手法の開発」を実施する。

#### 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、研究課題毎に研究計画書を作成して管理しており、平成 19 年度の実施内容に基づいて年度目標を設定する。

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

##### （1）社会ニーズに対応した研究開発の重点化

平成 18 年度からの第 2 期中期目標期間では、安全を確保しながら廉価で利便性や効率性や定時性を求める利用者（納税者）の社会ニーズの実現に向けて、目的達成のための目標を明確にし、基盤としてのハード主体からソフトを中核とした研究へ重点をシフトさせることとした。これにより、従来から進めてきたインフラに係る研究も有効に活用しつつ航空交通管理を支援する研究を飛行フェーズに沿って重点研究分野として整理することとした。具体的には我が国に於いては羽田等の大都市空港における需要に応えることが強く求められていることから、出発進入着陸フェーズでは「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 19 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、新しい管制運用方式であるスカイハイウェイを導入するときには、航空路管制セクタの高度分割が検討課題となる。セクタを高度分割したときの効果や、分割高度による差を、リアルタイムシミュレーションにより予測する。

### 【平成 19 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、現在はジェット機、ターボプロップ機それぞれ 4 種類（出発、到着、通過、域内）に分類している。ユーロコントロールなどで行われている方法と比較・検討ができるように、入域機数による交通量の予測機能や同時管制機数による予測機能を追加した。また、平成 18 年度は経路や空港による遅延割り当て順の重み付けを追加したが、さらに、経路ごとに遅延最大値の設定を可能とした。その機能により、例えば羽田空港からの出発機の遅延最大値を設定し、羽田出発機の遅延を減らすことができる。

➤ 航空路管制セクタの高度分割による効果

R-NAV 経路の増加に対応して、スカイハイウェイの導入が検討されている。高度で管制空域を分割した場合、分割高度による管制上の効果を、平成 18 年度に行ったファストタイムシミュレーションにより検証した。その結果、分割高度により効果は異なることがわかり、近畿西セクタと北陸セクタの空域を対象に、上下分割に関するリアルタイムシミュレーションを行った。シミュレーションでは FL260（飛行高度 26,000 フィート）、FL320 の 2 つの分割高度について、管制機数や作業量を比較した。その結果、分割の影響として分割高度付近の高度で飛行する航空機についての調整業務が増加した。FL260 での分割は交通量の偏りが認められたが、FL320 での分割は交通量を適切に分割し、管制作業量も適切に分配された。また、到着機の降下プロファイルもよりプロファイルディセント（燃料効率の良い理想的な降下）に近い降下ができるようになった。これにより燃料の削減効果が期待できる。この結果をもとに、他空域の高度分割の検討を進める。

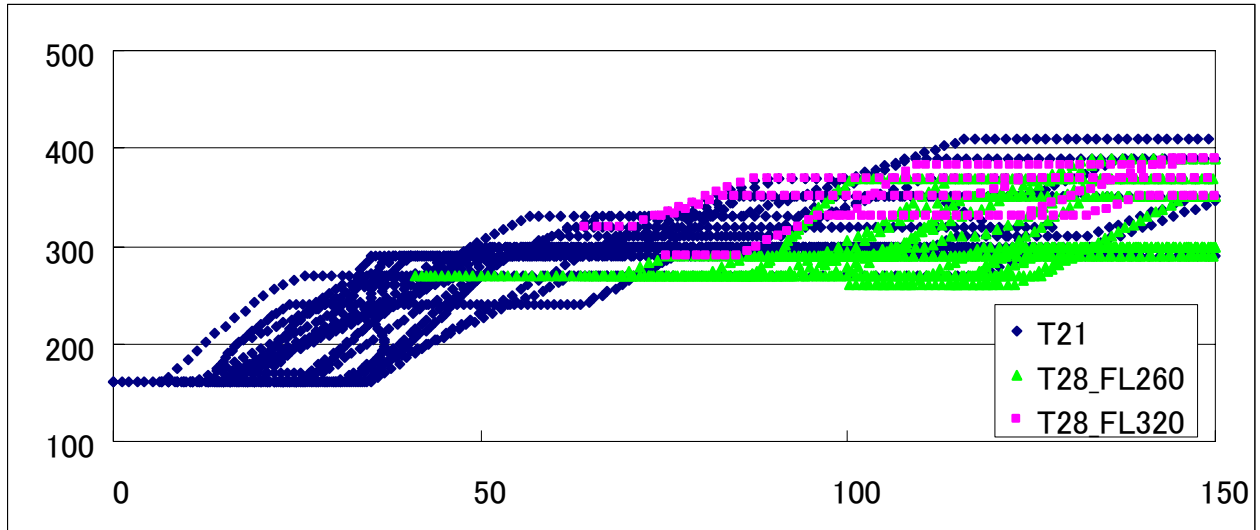


図 2.1 関西到着機の高度プロファイル

解説：グラフは近畿西セクタから関西ターミナル空域への移管点である、SAEKI（佐伯）という地点までの降下プロファイルである。SAEKI での移管高度は FL160 である。3 種類のセクタ構成での降下をプロットした。紺色は現行のセクタ構成、緑色は近畿西セクタ＋北陸セクタを FL260 で分割したもの、桃色は FL320 で分割したものを示す。紺色に比べ、緑色は水平飛行部分が増加しているが、桃色では水平飛行は減少し、プロファイルディセントに近い降下が多くなっていることがわかる。特に緑色は他の交通流との関連もあり、早めに降下させる場合が多かった。

➤ 新しい ATFM への展望

現在の ATFM では管制官作業量の予測を行うために、パラメータを定義しているが、このパラメータを算出するために、レーダデータ、音声データなどの解析を行っている。この算出作業は膨大な時間を要するため、作業量予測の方法も含め、新しい ATFM のアルゴリズムの開発が望まれている。平成 18 年度に、関連機数による管制官の作業量の予測機能を追加している。この予測方法は航空機の入出域位置から各航空機の潜在的な近接の確率を求め、それをもとに管制官作業量を予測するものである。平成 19 年度には、その予測精度を高めた。この方法で現行の方法との整合性が確認されたとともに、いくつかのセクタでは共通パラメータが見出された。提案手法での全セクタ共通のパラメータが見出されれば、セクタ再編時のパラメータ変更作業が迅速化できる。以上のように新しい ATFM への展望が開けつつある。

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易く、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



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

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。

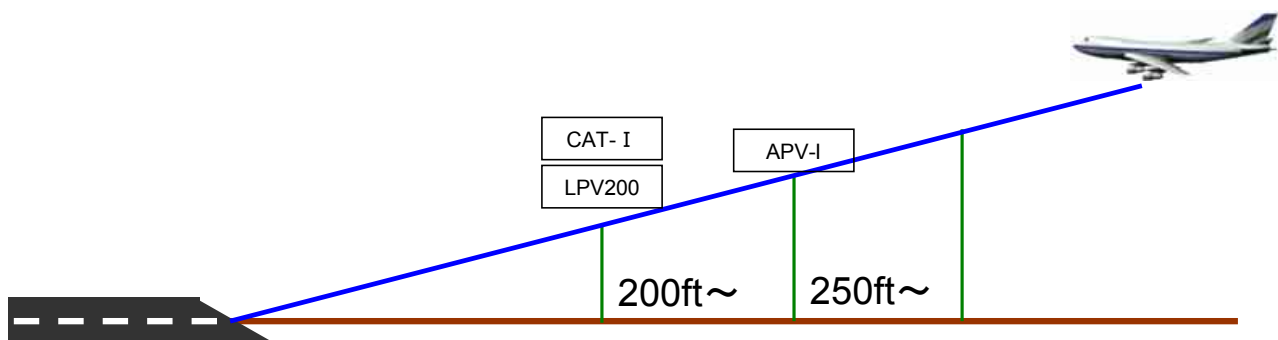
本研究では、カテゴリ I 精密進入に必要な2周波対応の電離層誤差補正及びインテグリティ情報生成アルゴリズムの開発を行う。また、新たなシステムの構成及び機能要件について定量的な検討を行うための性能評価ツール（SVM）を開発し、予測されるインテグリティ、及びアベイラビリティの達成レベルを評価する。さらに、電離層モデルの比較検討、データ同化による電離層モデルの精度向上により、電離層遅延測定信頼範囲を改善する。

【平成 19 年度の目標】

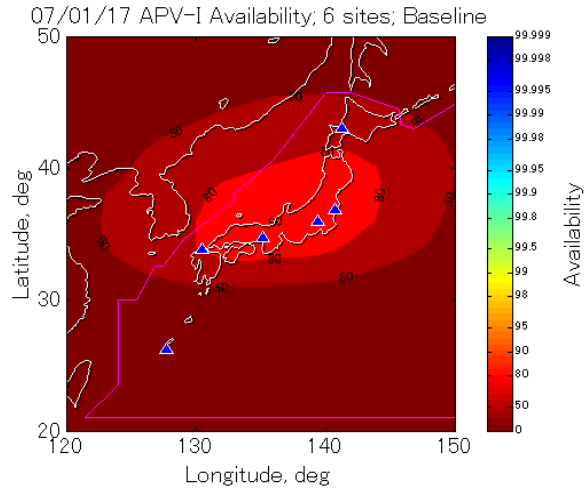
平成 18 年度までに開発した2周波対応 GPS 受信機を用いて、カテゴリ I 精密進入の性能評価を行う。また、1周波 SBAS により、我が国における APV（垂直誘導付進入）、LPV-200 の達成を目指して、新しい電離層遅延量補正アルゴリズムの有効性を明確にする。

【平成 19 年度の成果】

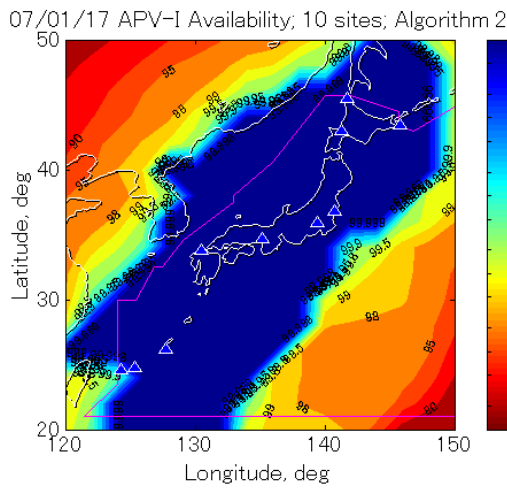
- 2周波受信機の電離層補正及びインテグリティ算出アルゴリズム検討・開発：  
2周波電離層補正值、インテグリティ情報算出のために2周波の擬似距離及び搬送波位相情報を利用する機能の検討、追加を行った。実データを収集して測位性能、電離層インテグリティ情報の評価を実施し、SBAS 補正と2周波による電離層遅延補正の組み合わせで、電離層遅延誤差範囲が小さくなり垂直保護レベル（VPL）が半分以下となり、2周波化により既存アルゴリズムでもカテゴリ I 進入が可能であることを示した。
- SBAS 性能評価ツール（SVM）の改良、アベイラビリティの達成レベルの評価：  
MSAS 性能向上に使用される可能性のある電離層アルゴリズムおよび電子航法研究所提案の電離層アルゴリズムを組み込むための SVM の改修を行った。また、実データによる電離層嵐検出方法、遅延量変動範囲の検討を行った。これにより、2周波及び1周波システムによるカテゴリ I 進入のための誤差配分の設定、地上監視局配置の検討が可能となり、カテゴリ I 進入等のシミュレーションによる定量的な評価が可能となった。
- 1周波利用の SBAS における APV および LPV200 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、電子航法研究所で提案しているアルゴリズムの電離層補正誤差推定の性能評価を行った結果、電子航法研究所で提案しているアルゴリズムと監視局を4局追加することで、日本全国で APV-I アベイラビリティを達成する見通しを得た。また、LPV200 についても南西諸島を除きアベイラビリティ達成の見通しを得た。



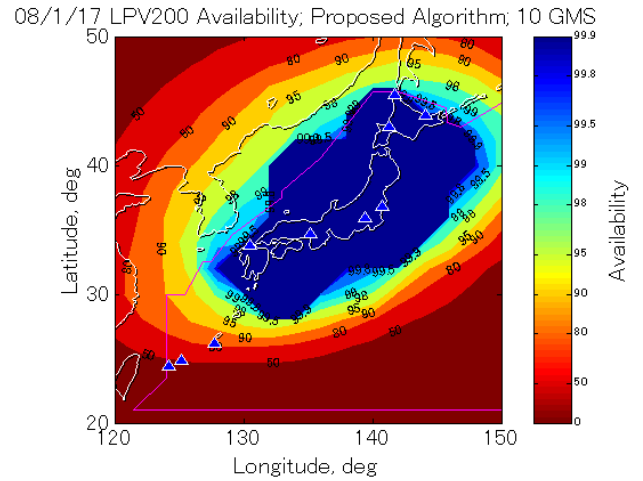
2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置  
 2.1 社会ニーズに対応した研究開発の重点化



現状 MSAS APV-I アベイラビリティ (6 監視局)



改良アルゴリズム MSAS APV-I  
アベイラビリティ (10 監視局)



改良アルゴリズム MSAS LPV200  
アベイラビリティ (10 監視局)

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：現状国内に 6 箇所にある MSAS 監視局に 4 局を増加して合計 10 局（現状局：札幌、常陸太田、東京、神戸、福岡、那覇、追加局：稚内、女満別、宮古島、石垣島）とした場合の 1 周波 MSAS のアベイラビリティについての予測結果。上図は現在の 6 監視局での MSAS APV-I アベイラビリティで、本土で 50-98%である。左図は APV-I で、ほぼ日本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 1 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 99.9%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、電子航法研究所提案の電離層誤差補正アルゴリズムと WAAS アルゴリズムの組み合わせ、ならびに、監視局を 4 箇所追加することにより APV-I、LPV200 が日本でも可能であることが示された。

## 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、事前に RNAV 導入を想定した安全性評価を行う。具体的には、衝突リスクの許容値である目標安全度（ $5 \times 10^{-9}$  [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 19 年度の目標】

レーダ監視下における航空路 RNAV 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航空路 RNAV 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航空路 RNAV の安全性を評価する。

### 【平成 19 年度の成果】

- ▶ 航空路 RNAV の安全性評価に使用する衝突リスクモデルについて検討した結果、衝突リスクの計算式ならびに横方向重畳確率（横方向で一定距離離れた航空機対が重なる確率）以外のパラメータについては既存のモデルが適用可能であるという結論を得た。
- ▶ 横方向重畳確率については、分布を横に引き伸ばすことにより実測分布から RNAV X（X は、1 や 5 など）の最大許容値である飛行時間の 95% が X NM である航空機の分布を推定する手法を開発した。
- ▶ 上記手法を用いて RNAV1 承認機に対する平行経路間隔 10NM の安全性について検討した。その結果、進行方向が同じ（同航）一方通行の平行経路の場合、同航近接通過頻度が 12.4 [機/飛行時間] 以下ならば目標安全度（安全と見なせる衝突リスクの最大許容値）を満たすことが分かった。同航近接通過頻度が現実にそのような値になることはまず考えられないため、安全と見なせるという結論を得た。
- ▶ 平行経路における交通流のファストタイムシミュレーションプログラムを作成した。航空路において経路を 5 本まで増やしたときの交通流の模擬が可能となった。模擬された交通流において隣接経路を飛行する航空機のすれ違い頻度（近接通過頻度）も推定するように作成したが、現時点では推定値の詳細なチェックが必要な段階である。
- ▶ 本研究では統計処理を目的としてデータを使用するため、膨大なデータが必要となる。このため、早い時点からデータを収集しておく必要がある。そこで平成 20 年度以降における研究で利用する目的で、RNAV 到着経路における航空機の横方向経路逸脱量（横方向の航法精度）の分布について、高松空港のターミナルレーダ文字情報表示システム（TRAD）のデータ及び運航票を用いて RNAV 到着経路をレーダ誘導なしで飛行したと見なせる航空機のデータを収集し、整理した。
- ▶ 出前講座、日本航空宇宙学会誌、航空技術協会誌、航空振興財団航法小委員会等で RNAV の研究について広く発表を行った。



## 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。

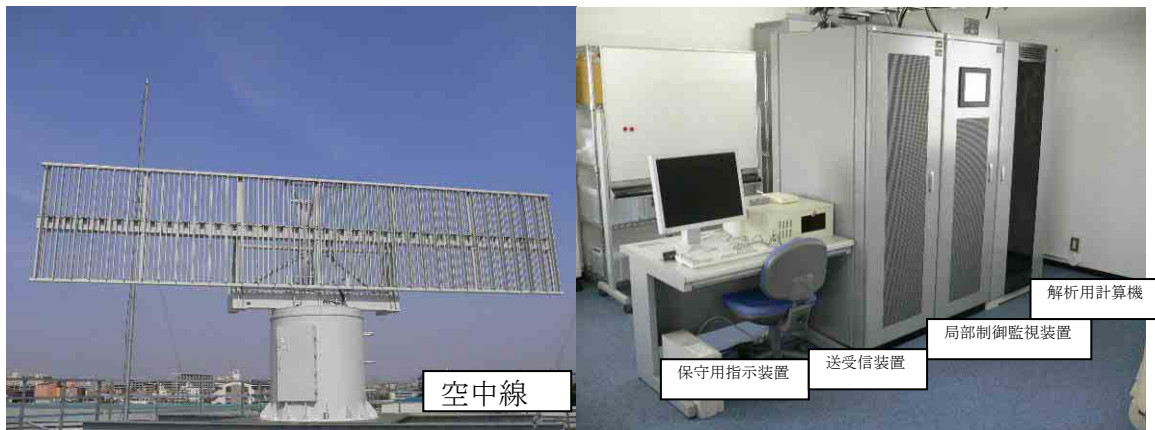
### 【平成 19 年度の目標】

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 19 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た。
- 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を取得した。また、データを集計し、ICAO ASP・航空監視パネルにおいて我が国における動態情報対応状況として報告した。（図 2.4）。

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



データリンク能力通報(レジスタ 1.0)の集計結果

基本監視 (ELS) 能力	August 2007	Feb 2008
SI 対応トランスポンダ数/総観測機数 割合 ( <i>bds1.0,bit35=1</i> )	348/609 57.1%	438/683 64.1%
ID 通知対応トランスポンダ数/総観測機数 割合 ( <i>bds.10,bit33=1</i> )	369/609 60.6%	471/683 69.0%
拡張監視 (EHS) 能力		
EHS 能力トランスポンダ数/総観測機数 割合 ( <i>bds1.0 bit25=1</i> )	321/609 52.7%	407/683 59.6%
拡張スキッタ (ES) 能力		
拡張スキッタ対応トランスポンダ数/総観測機数 割合 ( <i>bds 1.0,bit34=1</i> )	281/609 46.1%	364/683 53.3%

図 2.4 SSR モード S 実験局 (調布局) の空中線と装置群 (上段)  
 表示画面 (下段左)、データリンク能力通報の集計結果の一部

解説: SLO、覆域制限機能、動態情報の取得機能を持つ SSR モード S 実験局の開発および設置を行った。効率的な GICB 質問方法の検討や通信負荷などを推定するため、モード S レーダを用いてデータリンク能力通報メッセージを実航空機からダウンリンクし、データリンク能力対応状況を集計した。  
 約 60%の航空機が動態情報送信対応トランスポンダを搭載している。

オ. ATM パフォーマンスの研究 (平成 19 年度~22 年度)

【研究の意義】

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

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

【平成 19 年度の目標】

実運用における記録データから ATM パフォーマンスを評価する手法を検討する。同時に、パフォーマンス指標値の算出手法を検討する。また、日常的な ATM パフォーマンス評価環境の検討を目的として、ATM パフォーマンス評価システムのプロトタイプの開発に着手する。

【平成 19 年度の成果】

- ATM パフォーマンス・データベースの作成
  - ◇ 各種の ATM システムの実運用において記録されたデータについて含まれる情報項目や情報の取得方法を検討した。検討結果に基づいて、各種データから情報を読み込み、同一運航の関連付けを行うことで ATM パフォーマンス・データベースを作成した
- パフォーマンス指標値の検討
 

遅延時間などの項目を対象としてパフォーマンス指標値の算出手法を検討した。遅延時間のパフォーマンス指標値の検討においては、遅延時間を運航局面に応じて出発前・出発走行・飛行・到着走行の 4 種類に分類した。そして分類項目ごとに遅延時間を比較することで各運航局面において発生する遅延を比較した（図 2.5）。遅延は効率性や予測性の観点において、重要なパフォーマンス指標の一つである。今回の検討例では、出発前・出発走行の運航局面に対応した遅延値が非常に大きく、運航では離陸前の局面において発生する遅延量の割合が大きい傾向を読み取ることができる。
- ATM パフォーマンス評価システム基本機能の実装
 

ATM 能力の向上施策には早急な効果の検討が必要とされることなどから、ATM パフォーマンスの評価は日常的に実施されることが好ましい。日常的な評価の実施には、簡易な操作による評価を可能とする評価環境の構築が不可欠である。日常的な ATM パフォーマンス評価環境の検討を目的として、ATM パフォーマンス評価システムのプロトタイプの開発に着手し、ATM パフォーマンス・データベース機能と同時に、遅延時間、飛行距離などの項目を対象とした ATM パフォーマンス評価機能を実装した。

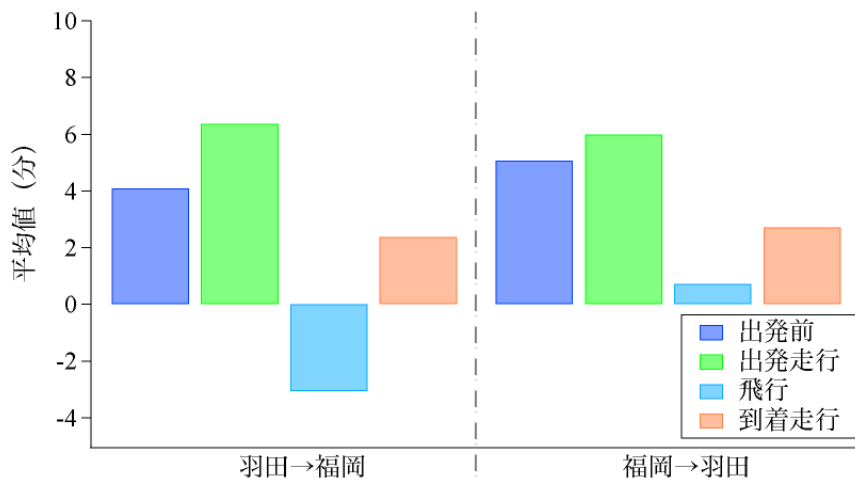


図 2.5 運航局面による遅延時間の比較

解説：棒グラフは、各運航局面において発生した遅延時間の指標値の比較を表す。最短時間と実績時間の差などに基づいて、各運航局面について指標値算出の式を定義した。「出発前」はゲート出発まで、「出発走行」はゲート出発から離陸まで、「飛行」は離陸から着陸まで、「到着走行」は着陸からゲート到着までの局面に相当する。局面毎の指標値の計算は出発・到着空港の組み合わせ毎に行った。グラフの左側では羽田空港を出発して福岡空港に到着する運航、右側では福岡空港を出発して羽田空港に到着する運航を対象として指標値を計算した結果を示す。

## 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 19 年度の目標】

システムの中核をなす監視機能については、複数の監視センサを融合してデータを統合処理する統合型空港面監視センサの管制機器化に向けた実験的検証を行う。経路設定機能については、タッチパネル等を使って始点と終点をマニュアル選択指示することでその間の経路を容易に生成・指示できる半自動経路生成装置を開発する。また、推奨経路生成処理アルゴリズムの開発については、実際の運航状況と比較・検証してモデル化の妥当性を検証する。誘導機能については、複数の航空機を対象とした灯火誘導が可能なシステムに機能向上する。管制機能については、滑走路誤進入及びコンフリクトを防止するための処理アルゴリズムを開発して管制表示装置の画面上に反映させる。

#### 【平成 19 年度の成果】

##### ➤ 監視機能：

システムの信頼性確保と性能の相互補完等の観点から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（空港面探知レーダ、マルチラレーション、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った。また、羽田空港の再拡張に向けては、マルチラレーションと空港面探知レーダを融合して相互補完処理することで空港面監視能力の大幅な向上が期待される統合型空港面監視センサの管制機器化に向けた信頼性評価と性能要件策定のための基礎資料を取得した。これにより、空港面のレーダーによる管制が可能となれば、悪天候時でも安全で円滑な地上走行が実現する見込みである。

##### ➤ 経路設定機能：

管制官による操作を最小限にすることを前提とした経路生成装置の改修を行い、仙台空港において操作性に主眼を置いたシステムの性能試験と管制官評価を実施した。評価

にご協力いただいた成田空港と羽田空港の管制官からは機能実現に向けて改善点も含めた貴重な意見を聴取することができた。また、推奨経路の選択機能として実際の管制指示を取り入れるため、羽田空港におけるマルチラレーション監視センサ導入評価で取得した監視ログデータから管制指示の結果となる航空機の地上走行経路を分析し、使用滑走路、使用スポットによる地上走行経路のパターン解析を行った。さらには、自動推奨経路生成処理アルゴリズムの開発に向けた地上走行シミュレーションのモデル化について、空港の形状が比較的シンプルな仙台空港をモデルとしたシミュレーションのモデル化の妥当性を検証するため、実際の運航状況との比較・検証評価を行った。

➤ 誘導機能：

複数の航空機（3機対応）を同時に誘導できるように灯火制御用ソフトウェアの改修を行い、仙台空港においてシステムの性能試験を実施した。交差点においては、複数の接近機の中から近い方を優先通過機とする先着順アルゴリズムと、優先的に通過させる航空機を決定する個別優先アルゴリズムについて動作検証し、誘導路中心線灯と停止線灯に対する灯火制御が所定の手順に沿って正常に動作することを確認した。

➤ 管制機能：

管制機能の1つである滑走路誤進入及びコンフリクト検出ソフトについて、羽田空港監視ログデータを使って性能評価を実施し、誤警報の発生率低減と誤進入およびコンフリクトを確実に検出可能とするアルゴリズムの改修を行った。また、これらの機能を画面上に反映させるための管制表示装置との接続を図った。

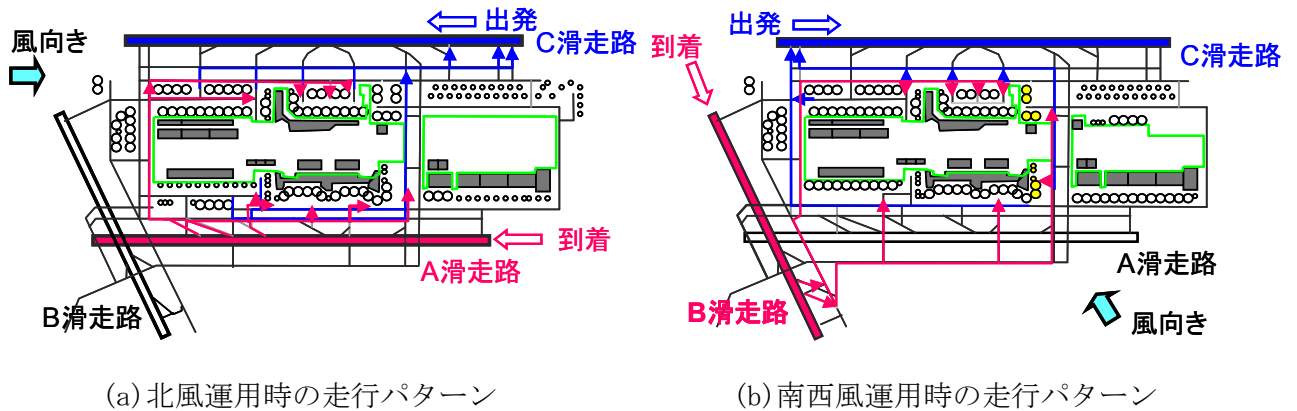


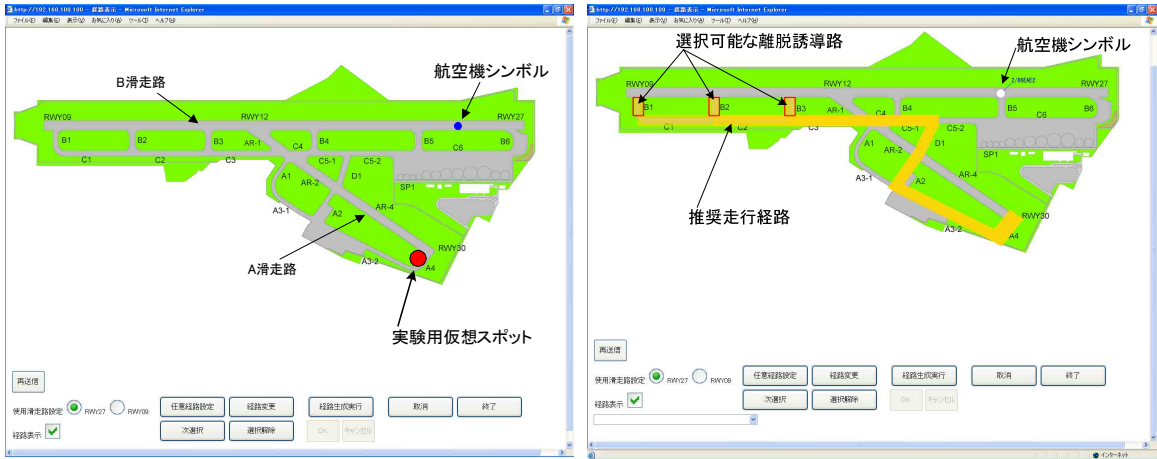
図 2.6 羽田空港における地上走行パターンの分析（北風運用時および南西風運用時）

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



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すべき措置

2.1 社会ニーズに対応した研究開発の重点化



(a) 経路指示対象航空機着陸

(b) 対象航空機選択



(c) 走行経路選択・承認

図 2.7 経路指示操作画面

解説：(a) は対象航空機が仙台空港B滑走路に着陸してシンボル表示（青色）された画面、(b) は対象航空機を選択（白色）して推奨経路（黄色）が表示された画面、(c) は走行経路が選択決定されて承認（走行経路が白線表示）された画面を示し、この時点で灯火制御装置や管制表示装置に経路データが伝送される。



(a) 青車（優先順位 1）交差点 A を占有



(b) 青車交差点 A 通過中&交差点 B を占有



(c) 青車交差点 B を占有、赤車交差点 A を占有

図 2.8 交差点 A, B における灯火制御モニタ画面（個別優先アルゴリズム）

解説：複数機に対して優先順位をつけた個別優先アルゴリズムにおける灯火制御モニタ画面表示例を示す。(a) は青車（優先順位 1）が交差点 A を占有して他の誘導路の停止線灯が点灯したとき、(b) は青車が交差点 A を通過中であり、併せて次の交差点 B を占有して黒車（優先順位 3）に対する停止線灯が点灯したとき、(c) は青車が交差点 A を抜けたため、赤車（優先順位 2）が交差点 A を占有し、交差点 B は青車が占有して他の誘導路の停止線灯が点灯したときの灯火制御モニタ画面表示例を示す。



## 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プロトタイプの試作を通じて日本におけるGBASの実用化システムへの問題点の整理と解決策の検討を行うとともにICAOにおけるSARPs策定および検証作業への寄与を図る。

### 【平成19年度の目標】

GBASに対する電離層擾乱などによる誤差要因を計測し、その影響を監視・低減するアルゴリズムを検討する。主たる誤差要因のモデル化とシナリオ作成を行い、シミュレーションソフトウェアを製作する。また、GPS信号品質監視（SQM）装置の評価を実施するとともに、新たに導入される周波数の信号（SBAS L1, GPS L5, GALILEO L1 など）について解析する。

### 【平成19年度の成果】

- 石垣における電離層擾乱の計測網の整備および誤差要因のモデル化とシミュレーションソフトウェアの開発

沖縄・石垣島において電離層の赤道異常に伴うプラズマバブル現象が引き起こす電離層擾乱によるGPS信号の疑似距離信号の急激な変化を計測する観測網を整備するとともに、GBASに対して誤差を引き起こす電離層活動の監視および基準局間の時計合わせに対していろいろなアルゴリズムを実行できるシミュレーションを開発した。石垣で観測した結果を基に、GBASに対する電離層によるリスクモデルの構築とその影響を監視・低減するアルゴリズムの開発がなされ、そのアルゴリズムの妥当性が開発したシミュレーションソフトウェアを使い評価される。

- GPS信号品質監視装置における信号歪みの検出アルゴリズムの開発

GBASの誤差要因であるGPS信号の信号歪みをGPS信号品質監視装置に用いて検出するアルゴリズムの開発において、信号歪みによって生じる疑似測距の変化を直接推定するアルゴリズムを開発・評価した。開発したアルゴリズムの評価では、GPS衛星故障を模擬した疑似劣化GPS信号を発生させるシミュレーターを開発し、ハードウェア・シミュレーションを実施した。本アルゴリズムによる推定誤差と受信機出力を比較した結果、推定誤差は受信機出力をよく模擬しており、雑音の多い実際に近い環境下でも十分な検出能力があることを確認した。今後、さらに多くの事例に対しての検証を行う。本アルゴリズムの開発により、GBASの実用化に必要な技術の一つである、航法精度を大きく劣化させるGPS衛星の故障に対する直接的な監視が可能となる。

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

### 2.1 社会ニーズに対応した研究開発の重点化

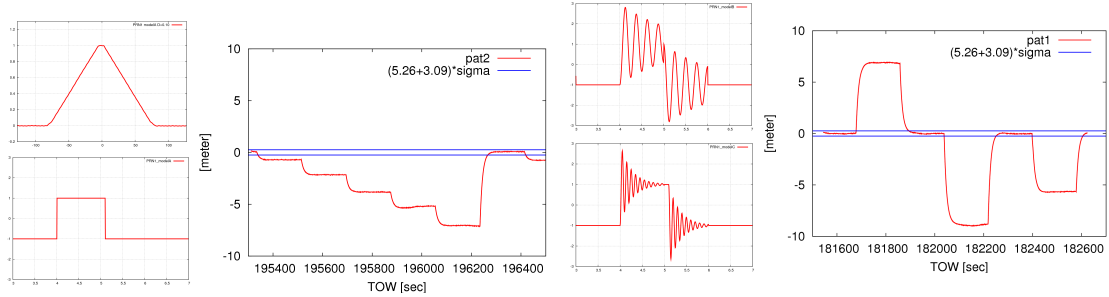


図 2.9 (左)入力信号波形(脅威モデル A)と相関カーブ、(右)180秒毎にモデルパラメータを切替えた場合に本手法で推定した擬似距離変化例

図 2.10 (左)入力信号波形(脅威モデル B, C)、(右)180秒毎に正常信号と劣化信号(脅威モデル B, C)を切替えた場合に本手法で推定した擬似距離変化例。

#### ➤ SBAS L1 測距信号の利用時の問題点の解決

平成18年の研究において、GPS衛星のメンテナンスまたは故障によって利用可能なGPS衛星が減少した場合、SBAS L1 測距信号をGBASに利用することは、GBASの保護レベルを減少させ、アベイラビリティの向上に効果のあることをシミュレーションによって示した。しかし、SBAS信号の軌道情報の更新時においては、スパイク状の誤差が発生する可能性があることもわかった。この問題を解決するため、GBASにおいて地上の基準局と航空機でSBASの軌道情報の同期をとるプロトコルを考案し、シミュレーションでその効果を確かめたところ、スパイク状の誤差が解消されることを確認した。

## 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19年度の目標】

管制運用方式に時間管理機能を導入(4D管制)する際の課題を分析する。また、評価ツール等を使用して羽田空港における到着機の位置予測誤差、時間誤差を解析し、位置予測精度の向上を図る。これらにより、空域再編する際の改善手法や時間管理機能の導入効果を明らかにする。

【平成 19 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降下プロファイルを明らかにし、燃料消費の削減(温室効果ガス排出量の抑制)に効果があると期待される継続的な降下(Continuous Descent Arrival) や 4D 管制する際の課題を解析した。
- 管制支援機能評価ツールの機能向上評価ツールを作成した(図 2.11) レーダデータやシミュレーションデータから、その時々滞留時間を自動的に、且つ、連続的に推定することが可能となり、その空域において円滑な航空交通流を維持することができる交通量、空域構成及び到着機の入域量など、空域設計に係る具体的な要件及びこれに係る時間管理要件について算定することが可能となった。これにより、空域改善手法や時間管理機能の導入効果を明らかにすることができる。

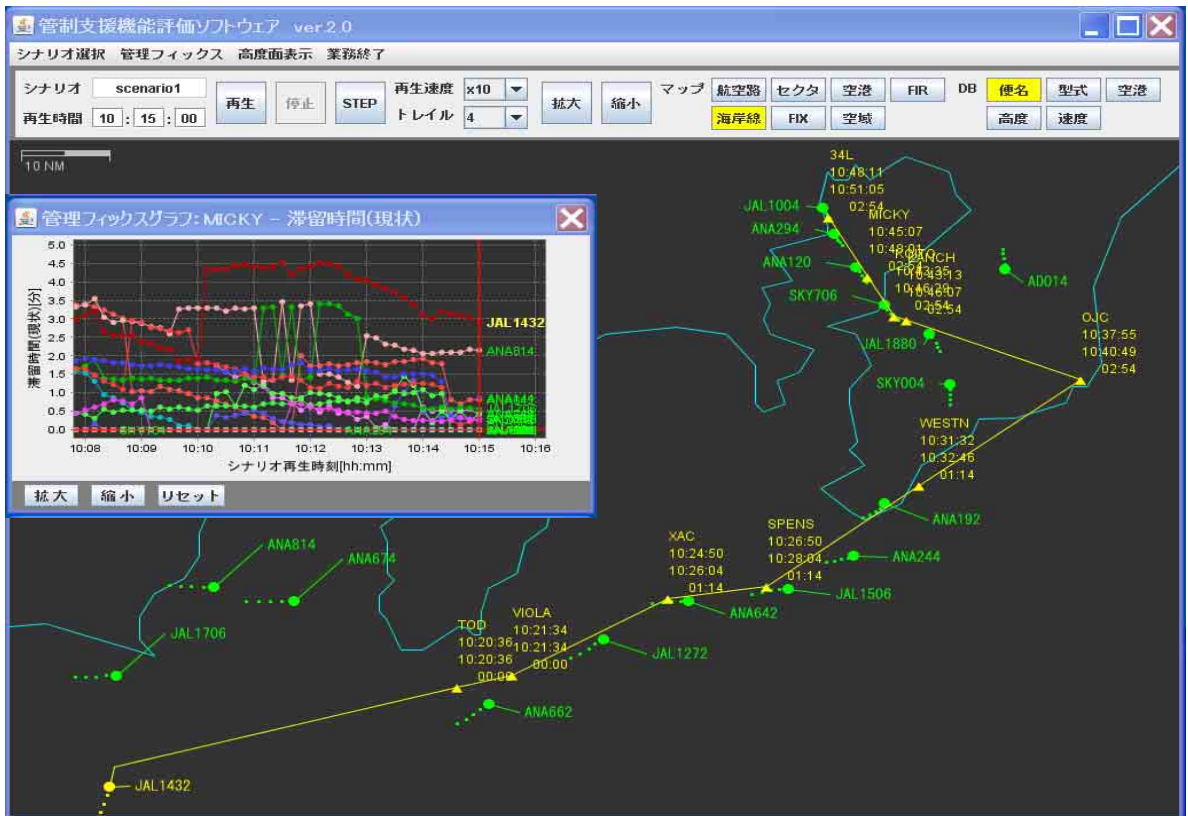


図 2.11 管制支援機能評価ツールの表示例

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、混雑時の到着遅延量を自動的に、連続的に推定し、空域毎に許容できる遅延量を超過しないよう、各到着機の入域時刻等を自動計算表示する時間管理機能の効果が評価される。

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

## 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

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。

飛行中の航空機と比較し、空港面の航空機の監視は地面や構造物による反射や遮蔽などの問題が多く、マルチパス対策が重要である。本研究では、航空機衝突防止装置 (ACAS) /SSR モード S 信号を用いた空港面監視を想定した測位実験システムを構築し、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、誤差を低減した測位手法を開発する。本研究で、空港面上のマルチパス誤差の調査とその低減方法を検討し、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 19 年度の目標】

マルチパス（多重反射）の影響が大きい場所における測位誤差について、6m(2RMS) 以下を実現するため、受信機検出部のソフトウェア等を改良する。また、空港内における測位実験によりその性能を検証する。

#### 【平成 19 年度の成果】

- マルチパス誤差の比較的少ない遅延減衰比較 (DAC) よりさらに誤差低減の可能性を調べるため、最小 2 乗マッチングの時間検出法を用いたシミュレーションを行い、図 2.11 のような相関法、DAC 法との比較結果が得られた。これらの結果は学会で報告した。相関法は GPS 受信機でも使われているが、それに比べて DAC 法と最小 2 乗マッチング法は誤差を半分以下に低減できる。最小 2 乗マッチングはこれらの中で誤差は最も小さくなるが、処理が DAC と比較して処理が複雑な割に改善はそれほど大きくはなく、リアルタイム処理は困難なため、現在のところ DAC 法が実用的といえる。また、シミュレーションにより、マルチパス/直接波比が 1 を超えると誤差も急激に大きくなることも明らかとなったので、これを 1 以下に下げようとして受信機の設置においてアンテナの位置や高さを考慮する必要がある。
- 本研究で開発した光ファイバ信号伝送技術を用いた受動型監視システム (OCTPASS) の実験システムを使用して仙台空港で行った実験で、滑走路と誘導路において DAC 法を使用することにより、本研究の目標とする誤差で測位できることが実証できた。
- 空港面ではアンテナの高さが十分にとれない場合、距離が離れると地面反射によるロービング現象が起これ、自由空間より急激に信号レベルが低下するため、ダイナミックレンジを広くすることが必要となる。瞬時利得制御 (IAGC) よりダイナミックレンジを広くできる log アンプを使用した実験システムを構築して空港内での測位実験を行い、瞬時利得制御 (IAGC) よりダイナミックレンジを改善できた。
- フィールド実験ではマルチパスの電波状況を調べるのは困難なため、三菱電機および電気通信大学との共同研究により電波無響室におけるスケールモデル実験を行い、マルチパスの状況を図 2.13 のように可視化できた。

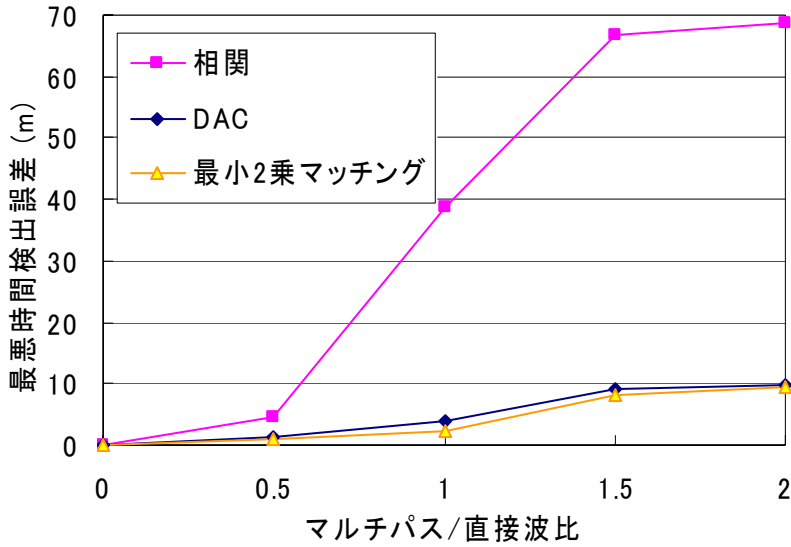


図 2.12 マルチパス誤差シミュレーション結果  
 解説：時間検出法として相関法、DAC 法、最小 2 乗マッチング法について比較した。マルチパス遅延時間が 2~40ns 程度の範囲で誤差が最大になる状況が発生するので、図ではその最悪値を示した。相関法に比べて DAC 法と最小 2 乗マッチング法は誤差を半分以下に低減できる。マルチパス/直接波比が 1 を超えると誤差も急激に大きくなる。

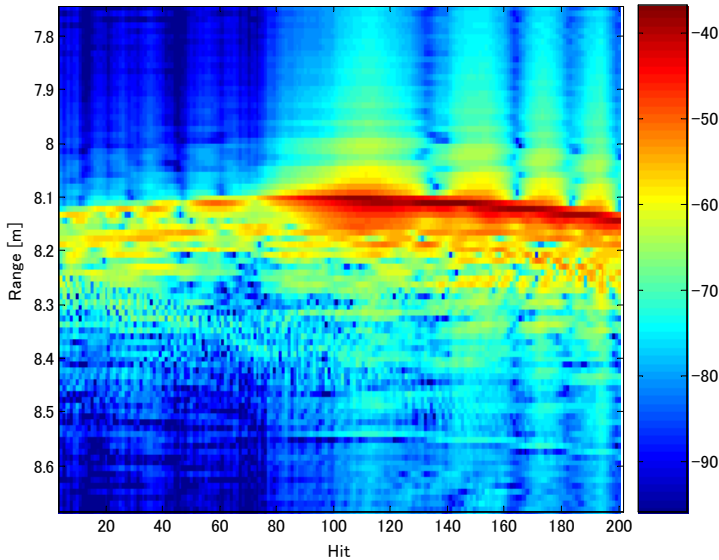


図 2.13 スケールモデルによる遅延プロファイル  
 解説：送信点と受信点の間に航空機のスケールモデルを置き、送信点の位置を直線的に変えながら測定器でデータを収集した。横軸がアンテナの移動、縦軸が距離（遅延時間）、色で各点の強度を示している。約 8.12m のところに直接波による強い信号があり、その後複数のマルチパスによる遅延波が見られる。横軸の 0 から 100 ヒットは、尾翼による遮蔽のため直接波が弱まっていることがわかる。

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



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

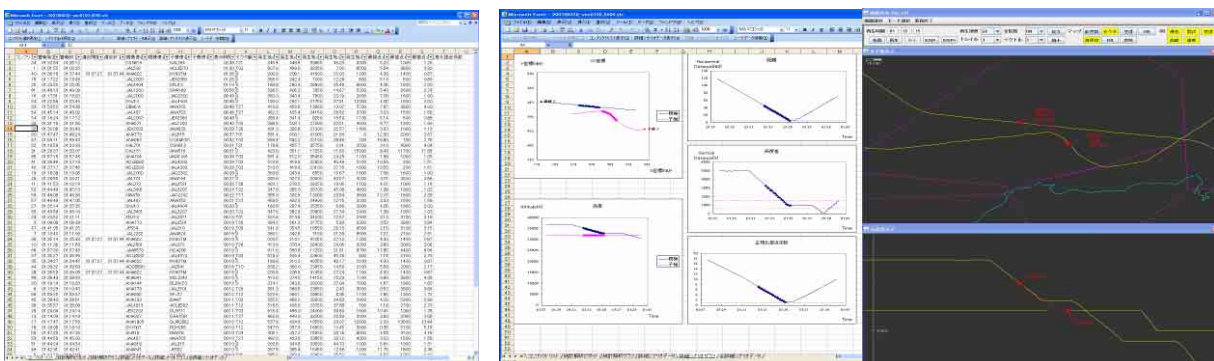
から得られるレーダ情報等以外に、航空機の飛行管理システム（FMS）データ（航空機の磁針路、速度、高度変化率等の状態データ及び選択磁針路、選択高度、選択経路などの意図データ）を SSR モード S の地上喚起コム B（GICB ; Ground Initiated Comm B）プロトコルにより取得し、精度の高い航空機の飛行プロファイルの予測とコンフリクトを検出するための手法等を開発する。

【平成 19 年度の目標】

航空機の予測経路と実飛行経路の差異を検出する機能を開発する。飛行計画経路、飛行管理システム（FMS）のデータを使用した予測経路、レーダデータ等を解析し、コンフリクト検出の機能向上に必要となる「予測方法の最適化」を検討する。また、製作したコンフリクト検出評価システムの機能向上を図る。

【平成 19 年度の成果】

- レーダデータを使用して、航空機の飛行経路と実飛行位置を解析した。その結果、出発空港付近では飛行時間短縮のために先のウェイポイントに向かい直行飛行することが多く、到着空港付近では着陸時間調整のための迂回飛行が多いことが明らかになった。航空機の予測経路と実飛行経路の差異の検出には、飛行位置の経路からの距離と経路の方向と飛行方向の違いから判断すればよいので、コンフリクト検出手法の予測モニタ機能の実現性を検討することとした。
- コンフリクト警報の予測手法は、現状では航空機の意図情報の信頼度が不十分であるため直線予測を基本とする手法が望ましい。直線予測の予測誤差は速度ベクトル推定誤差の影響が大きいため、観測誤差が発生しにくい FMS データの利用が有効である。また、飛行経路や FMS の選択高度等の意図情報からコンフリクト警報の予告時間内に航空機がマヌーバ（飛行方向の変更）をすると予測される場合には、それらを考慮して予測検出する方法が有効である。
- コンフリクト検出評価システムの機能向上として、航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法と現在の検出手法とのコンフリクト警報の発生状況を比較するために使用するコンフリクト警報解析ツールを開発した。本ツールはコンフリクト検出評価システムおよびレーダ情報処理システムのコンフリクト警報の表示記録を集計した結果を表示することができ、また、個別の発生状況の詳細表示および動画表示ができる。この解析ツールにより、コンフリクト発生状況を分類することが容易になり、コンフリクト検出手法の改良に活用することができる。（図 2.14）



コンフリクト警報の集計表示      コンフリクト警報詳細表示と動画表示  
図 2.14 コンフリクト警報解析ツールの表示画面（コンフリクト警報の解析例）



## 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 19 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 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考えられ、昨年度その開発を行った。本年度は開発した IP/SNDCF の国際間での互換性と相互運用性を検証する。

また、本研究では航空路管制への CPDLC 導入のため、最終年度に管制官による CPDLC のシミュレーション評価実験を予定している。本年度は評価実験に用いる CPDLC 対応の航空路管制用航空管制卓ならびにシミュレーション実験システムの設計を行う。

現在運用されている空地間データリンクである ACARS の通信性能を明らかにするため、18 年度に製作した ACARS プロトコルシミュレータを用いて計算機シミュレーションを行うとともに、実際の ACARS 通信記録の収集および解析を行う。また VDL シミュレータを試作する。

### 【平成 19 年度の成果】

- 国際間での IP/SNDCF の互換性と相互運用性を検証するため、当所と FAA（米航空局）間で接続実験を行った。実験当初はパラメータの不整合なども見られたが、修正を行った結果 IPv4 および IPv6 共に全ての試験項目をパスした。
- 管制官負荷軽減、利便性向上等を考慮した CPDLC 機能付きの管制卓の設計を行い、その MMI 部を PC 上で試作し、管制官評価を行った。また、評価結果に基づき MMI 部の修正を繰り返し、管制官評価でほぼ満足いく結果になった。また、20 年度に試作するシミュレーション実験システムの設計を行った。
- ACARS プロトコルシミュレータを用いて計算機シミュレーションを行うとともに、

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

実際の ACARS 通信記録の収集および解析を行った。また、VDL 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。

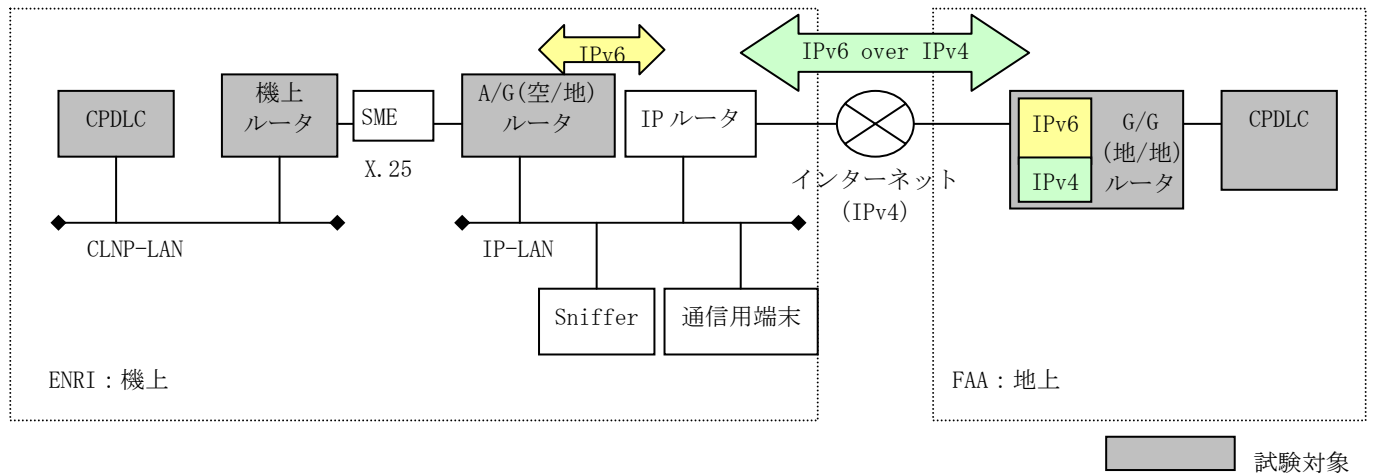


図 2.15 FAA との IP/SNDGCF の接続実験構成図 (IPv6)

解説：FAA との接続実験はインターネットを利用して行った。但し、インターネットは IPv4 を用いているので、IPv6 の実験では、IPv6 over IPv4 を用いて、IPv6 パケットを IPv4 にカプセルングして行った。図は IPv6 の実験での実験構成図で、当所が機上で FAA が地上側の構成例である。実験では、エンド-エンドで CPDLC が正常に送受信できるかを確認した。

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。平成 19 年には ITU による WRC07 会議が開催され、将来の航空移動通信データリンクのための電波もこの周波数帯に割り当てられた。このような将来の機上搭載無線機器については、性能要件を定める一方で、運用環境や地理的条件など国情を配慮した性能の予測が必要である。そのためには、周波数を共用する各種航空航法無線機器との相互干渉や性能劣化について効果的な測定手法や予測手法を開発する必要がある。

本研究では、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 19 年度の目標】

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

### 【平成 19 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 会議に参加し、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、2007 年世界無線通信会議 WRC-07 会議における周波数割り当て動向を文献調査し、関係者との面会により状況を確認した。航空無線航法用周波数帯域内の 960～1024MHz での運用が提案されている新しい航空移動通信用無線システムの仕様について、各国の提案等を調査した。

➤ 広帯域電波信号環境測定装置の記録部を増設、高周波部も精度向上

高周波部の回路を変更し、受信機内部で大電力信号が歪むことにより発生する不要波の振幅を 10 分の 1 以下に軽減し、信号測定精度を向上させた。今後、この変更に加えて受信機特性補正を組み合わせることで、さらに性能向上を期待できるようになった。また、記録部を増設し、実験とバックアップ操作を同時に実施することで実験実施効率を向上させた。

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

前述の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）の影響に加えて、違法送信機や整備不良機器などからの干渉の存在を日本各地で確認した（図 2.11）。飛行実験によれば、ほとんどの人口密集地に何らかの干渉信号源が見いだされている。このような干渉波源は GNSS 信号環境の要素として想定されておらず、大きな信号環境予測誤差となる。本来は排除されるべき干渉波源に関する新たな知見を得ることができた。

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、受信機回路の改良を検討し、前述のようにその一部を実施した。

➤ 各種新システムの信号環境予測に必要な計算機シミュレーション手法の開発

基本的なシミュレーション手法を開発し、各種の新システムに対する予測手法を検討した。特に、空港面監視の完全手段として期待されているモード S 拡張スキッタを用いる ADS-B について、自由空間の信号環境との統計的な差異を検討し解析手法の概要を学会に報告した。

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

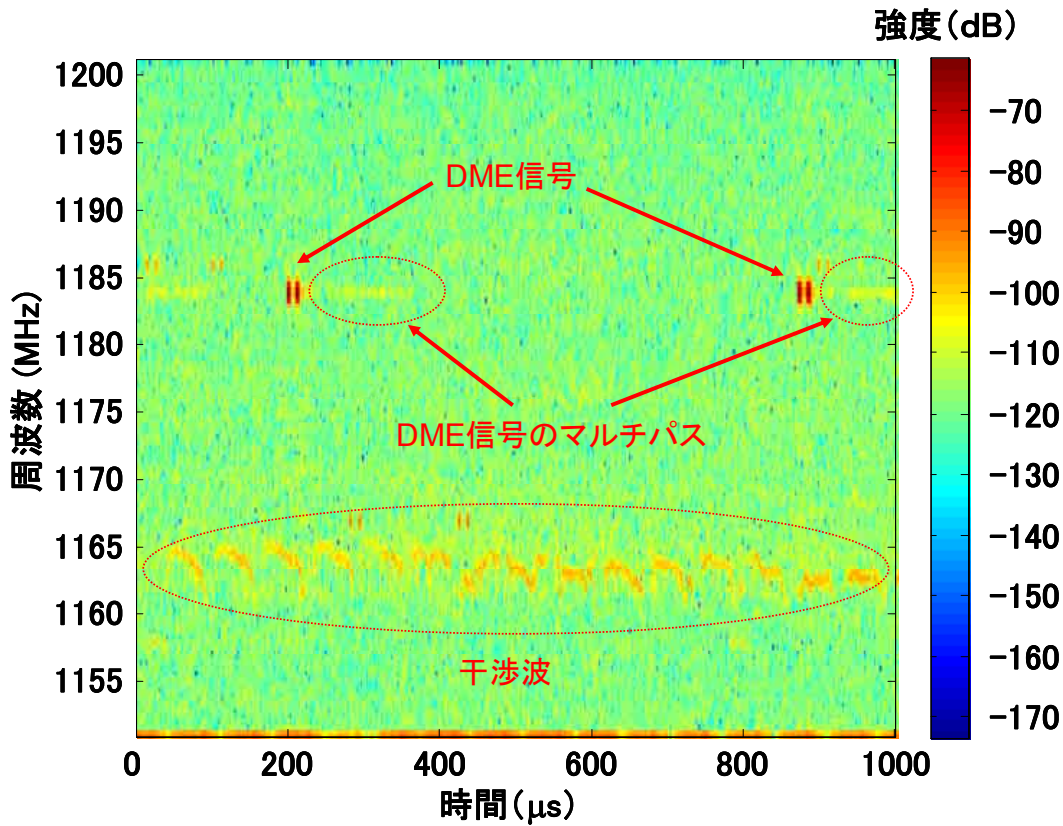


図 2.16 電波信号環境の一括測定によって得られた時間・周波数分布

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。平成 19 年度の飛行実験により、このような干渉信号が多くの人口密集  
地にて観測される事が確認された。

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。T-PED による電磁干渉に関してはこれまでほとんど研究されておらず、T-PED の機内使用基準等に関する研究が望まれている。なお、T-PED の航空機内での使用は現在、全面的に禁止されているが、米国航空無線技術委員会 (RTCA) を中心として機内で使用可能とするための検証手順の策定作業が進められている。

本研究では、このような RTCA の策定作業に参加にしつつ、T-PED の電波が機上装置に干渉する可能性について T-PED からの電波放射特性、機内での伝搬・分布特性、機上装置への干渉経路、複数機器使用の影響等をもとに調査・検討し、実験による検証を実施する。また、機器故障等により突発的に発生する強い電波を検知する簡易電波検知装置に関する研究を行う。なお、干渉の可能性評価には RTCA 基準を参照すると共に、世界で唯一我が国にのみ制度が存在する携帯電子機器 (PED) が原因と疑われる機上装置不具合に関する EMI 事例報告を活用する。さらに、各種 T-PED からの電波の機内伝搬や、

それによる機上装置への干渉の可能性等をまとめ、RTCA の基準策定に貢献する。H19 以降 RTCA より検証手順が示された後は、その手順に基づき我が国の最新 T-PED について実検証するとともに、機上装置の安全性認証等に資する技術資料の作成を通して安全性の向上と機内での携帯電子機器利用という社会的なニーズに対応する。

### 【平成 19 年度の目標】

アクティブ IC タグのような電波放射時間がきわめて短い（デューティーが低い）機器からの電波を測定する方法を開発する。T-PED の機内使用を想定し、航空会社の大型貨物機内及び電子航法研究所の実験機内において機内電波環境の測定を行う。航空機の耐電波干渉特性は機体のシールド特性と密接に関連することから、ボーイング 747-400 貨物機を例にそのシールド特性の測定を行う。さらに、航空会社からの EMI 事例報告の分析、および RTCA 等での研究成果発表と動向調査を実施する。なおこの EMI 事例報告は、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である。

### 【平成 19 年度の成果】

#### ▶ デューティーが低い T-PED からの電波測定法の開発：

スペクトルアナライザとパソコンを用い、測定繰り返し回数を適切に設定することでデューティーがきわめて低い T-PED からの電波の周波数、電力等を精度良く測定する手順を確立した。従来の方法では観測が困難なアクティブ IC タグからの電磁放射をこの方法で測定した。その結果、測定時間やデータ量を極端に増大させることなく精度良い測定ができることを示した。

この成果は、成田空港で実施した貨物機内の電界強度分布測定、搭載無線機器へ侵入する電波の経路損失測定の結果と総合して判断したアクティブ IC タグの利用可能性についての報告書として活用された。また、国内のみならず、米連邦航空局にも技術基準作成の資料として提供された。

#### ▶ 機内電波環境の測定：

携帯型スペクトルアナライザ、パソコン、広帯域アンテナ等からなる電波環境測定システムを構築した。このシステムを実運航中の大型航空機内に設置し、出発から到着まで機内の電波環境を連続的に測定した。その結果、30,000 フィートを超える高度でも携帯電話基地局からの電波が受信できることや、機内のパソコンからと推定される無線 LAN 電波が観測される場合があること等が明らかとなった。測定システムを電子航法研究所の B-99 に搭載し、山形空港付近で高度を変えつつ飛行して機内の電界強度を測定した。その結果、携帯電話基地局からの電波は低高度ばかりでなく 7,000 フィート程度の高度でも充分携帯電話が使用できるレベルであると共にその電界強度は航空機の位置で大きく変化することが判明した。

#### ▶ 航空機のシールド特性の測定：

機体の耐電波特性は T-PED からの電波が機上装置に到達する伝搬経路の損失が大きくなるほど向上する。一方、この経路損失は機体のシールド特性を向上させるほど大きくなることが知られている。そこで、ボーイング 747-400 貨物機を用いた機体のシールド特性の試験を行った。その結果、窓の数が非常に少ない貨物専用機においても機体のシールド特性は 10dB 程度以下と十分とは言えないことが分かった。機体の耐電波特性を考慮する際には、窓だけでなくドアなどの開口部を含む開口部全般のシールド性について検討する必要があることが明らかになった。

#### ▶ EMI 事例報告の分析、RTCA 他での研究成果報告等：



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

機内に持ち込まれる携帯電子機器が原因と疑われる機上装置の不具合が発生したとき、航空会社から EMI 事例報告が提出される。2007 年の報告件数は 33 件、これまでの総件数は 237 件となった。報告数が多い障害は、オートパイロット等の動作異常、表示不具合、通信へのノイズ混入等で、障害発生源として疑われる PED の代表は携帯電話であった。また、機上装置の試験法に係わる国際標準を作成する 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、情報収集を行うと共に以上の研究成果の報告を行った。

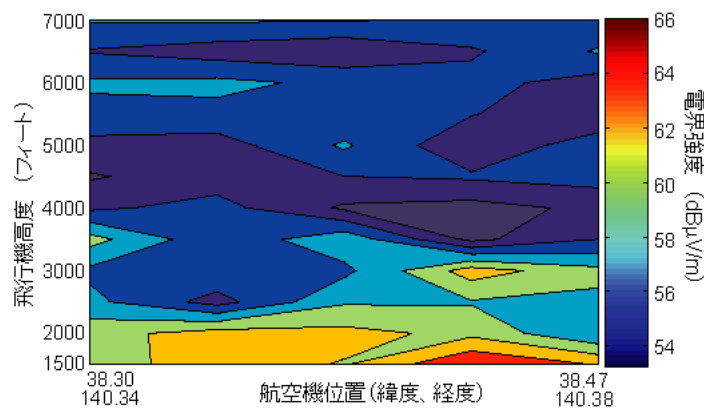


図 2.17 山形空港付近での機内電波環境（上図）、貨物機のシールド特性測定状況（下図）

解説：上図は山形空港付近での飛行位置と高度に対する携帯電話基地局からの電波強度である。この強度は 7000 フィートの高度でも十分受信可能なレベルで、かつ受信位置で大きく変化することが分かる。下図はボーイング 747-400 貨物機内に信号発生器を搭載し、機外への漏れ電波を測る実験風景で、機体のシールド特性が求まる。

カ. 航空機の安全運航支援技術に関する研究（平成 19 年度～22 年度）

【研究の意義】

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

欧米でも、米国キャプストーン計画を初めとして、監視および運航支援情報の放送技



術（ADS-B：放送型自動位置情報伝送・監視機能、TIS-B：トラフィック情報サービス放送、FIS-B：飛行情報サービス放送、等）を活用した航空機搭載装置と地上設備の開発が行われている。また、これらを搭載/設置して、周辺航空交通の把握、地上と機上の情報共有などの運用（実証）実験も行われているところである。

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

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

これにより第3期科学技術基本計画である「交通・輸送システムの安全性・信頼性の向上」に寄与する。

### 【平成19年度の目標】

航空官署等から安全に関わる情報を自動送信する方式「1090MHz 拡張スキッタによるTIS-B（トラフィック情報サービス放送）やFIS-B（飛行情報サービス放送）方式」について検討を行う。この方式の実現に必要な自動送信を行う地上送受信機能（RF部分）の開発を行う。また、地上システムの送信信号を受信解析してその性能・機能を確認するための実験装置として、実験計測用航空機表示機能（RF部分）を開発する。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高精度な電波伝搬特性の計算方法の確立を目指し、本年度はそれに関する調査・検討を行う。最終年度に航空機による実証試験を目指し、本年度は予備的な飛行実験を試みる。

### 【平成19年度の成果】

- 自動送信方式の検討では、1090MHz 拡張スキッタによるTIS-B（トラフィック情報サービス放送）やFIS-B（飛行情報サービス放送）方式に関する技術の国際動向の調査を行い、これらを実現するための地上送信システムの機能仕様を策定した。
- 上記の機能仕様に基づき、地上送受信機能（RF部分）として、拡張スキッタ送信信号生成装置および1090MHz 地上受信装置RF部を開発試作した。
  - 実験計測用航空機表示機能（RF部分）として、ADS-B/TIS-B 受信装置等を製作した。
  - 電波伝搬計算法の調査・検討を行い、仙台空港を中心として飛行実験を行い、1090MHz の伝播特性、信号環境特性に関する実験データを取得した。

## （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】

## 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。

平成19年度は、航空交通管理システムに係る中核的研究機関としての機能を果たすため、ヒューマンファクタの研究等、航空交通管理システムに関連した基盤的研究を実施する。また、今後の航空機の航法はGPS衛星等を用いた航法が主流になると想定されることから、衛星航法に関連した基盤的研究を実施する。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とし、できるだけ若手研究者の自立を促進し、かつ長期的な視点に立った研究を募集した。(長期基盤研究)

### 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1件の予備的研究を実施することとした。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位置づけ、研究者の自立を促進している。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7件、衛星航法に関する研究3件、及び予防安全技術などに関する研究を8件実施した。

#### 【航空交通管理システムに関する基盤的研究】

- 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)
- 洋上経路システムの高度化の予備的研究  
(指定研究 A：平成 19 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)
- 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  
(指定研究 B：平成 19 年度～20 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】

- 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 A：平成 17 年度～19 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～19 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)

### 【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)
- 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)
- 空港における後方乱気流管制方式の技術基盤に関する研究  
(指定研究 B : 平成 19 年度～20 年度)
- ASAS に関する予備的研究  
(基礎研究 : 平成 19 年度)
- 将来のデジタル航空通信に関する調査・研究  
(基礎研究 : 平成 19 年度)
- 対空通信メディア高度化に関する基礎研究  
(基礎研究 : 平成 19 年度～21 年度)

## (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

基盤的研究として位置づけているが、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 1 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 20 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. 洋上経路システムの高度化の予備的研究 (指定研究 A : 平成 19 年度)

##### 【研究の目標】

広い海洋上を飛行する航空機はレーダが届かず、HF を利用したポジションレポートによる位置把握が行われてきたことから、歴史的に広い管制間隔がとられてきた。そのため、管制間隔を確保するために太平洋上の飛行経路は最適経路とは一致しない経路を設定する場合が多かった。航空機器の進歩や衛星航法の普及により、航空機自身により自機位置を正確に把握することが可能となり、近年管制間隔は短縮されてきた。この管制間隔の短縮を生かして、より経済的な太平洋洋上経路の設定が航空会社から望まれている。また、洋上経路のほとんどが遠距離航路であるため、燃料削減による排出 CO2 の削減が大きく期待されている。具体的には、固定経路を設定している北部太平洋経路 (NOPAC) や南部太平洋経路 (CENPAC) について気象予報を参考にして毎日最適経路を引くことや、すでに気象予報を参考に経路を引いている (FLEX 経路)、中部太平洋経路 (PACOTS) について、設定する経路数を増やすこと、ユーザが希望する経路 (UPR : User Preferred Route) を飛行することなどがあげられる。

また、太平洋航空管制事務レベル調整会議 (IPACG) ※1 においても、間隔短縮に関する検討のほか、将来の太平洋地域における UPR の導入に向けた検討などが行われているところである。

※1  
FAA (米国連邦航空局) と JCAB (日本の航空局) の協力のもと、FAA、JCAB の運用担当者、関連管制機関とユーザー (エアラインや通信プロバイダ) が航空交通業務の検討を行う場である。

本研究は、将来の太平洋地域における洋上経路について、FLEX 経路やその複線化、UPR について、管制上の問題点や経済効果について検討し、ATM センターにおける洋上経路策定に必要な種々の設定要素について技術資料を提供するため、事前検証を実施するものである。

【平成 19 年度の成果】

- 成田ーシドニー・ブリスベン間の最適経路 (MFT) の季節ごとの傾向 (燃料消費、CO2 排出量など) を示すとともに、現行の飛行高度の割り当てや、flexible 経路導入後の高度の割り当ての予測を行った。その結果、燃料費で年間 2 億 3 千万円、CO2 は 8,000 トンに及ぶ節減の見通しが得られた。(H19 年 9 月時点。H20 年 6 月では原油価格が約 1.6 倍に高騰しているため 3 億 8 千万円。)

【重点研究化】

本予備的研究で調査・検討した洋上経路の最適評価はごく一部であるが、季節による最適経路の傾向を示し、この経路を飛行した時の管制の介入後の高度の状況を模擬し、傾向を示すことが出来た。

洋上経路は、今後航法精度要件 RNP4 適合機の増加に伴って数年のうちに横間隔 30 マイルを適用可能な環境に移行するものと予想されることから、本研究課題で行った研究手法をさらに発展させると共に、他の洋上経路についても検討の対象とし、早急に研究を開始する必要があることから、平成 20 年度～23 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。

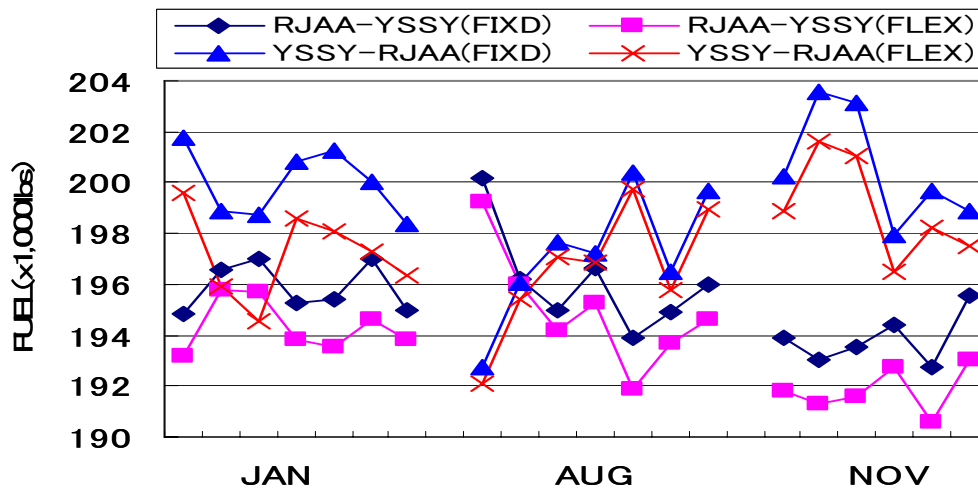


Fig 9 Fuel Consumption

図 2.18 成田ー豪州東海岸のフレックスルートの燃料消費  
固定経路 (FIXD) とフレックスルート (FLEX) の燃料消費量の差を示している

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. 対空通信メディア高度化に関する基礎研究（基礎研究：平成19年度～21年度）

##### 【研究の目標】

無線通信の研究開発の動向を踏まえ、航空無線においても通信の高速化と広帯域化は将来的に必ず起こりうると考えられる。航空以外の無線通信においては、携帯電話や地上波デジタル放送などにおいて、広帯域通信による高速化を実現するためにCDMA(符号分割多元接続)やOFDM(直交周波数分割多重)など様々な技術が使用されている。次期航空通信方式の検討に際しては、他分野で利用されている、そのような先端的技術の利点と欠点に関する理解が不可欠である。

しかしながら、航空通信は移動体通信としての条件が特殊であり、他の移動体通信にはなく、航空通信に必要な要件が存在する。そのような要件の抽出と解決策を提示するための技術開発を実施する。

##### 【平成19年度の実施内容】

- 周波数を下げ、ソフトウェア送信機の試作実験を実施した。スプリアスなどで大きな問題点を発見したとともに、既存の方式とは根本的に異なる信号の生成方式が可能であることを発見した。

##### 【期待される効果】

本研究課題は、最終的な実用化が20年以上未来になる可能性があるものであるが、若手研究員の自由な発想で発案されたものである。実施者は、過去30年の技術動向の変遷を振り返り、今後20年以上は確実に残るであろう技術を可能な限り選ぶ必要があることから、自ら関係各所からの情報収集を経て実施するなど、主体的な立案、調査作業を通じて研究者としての資質を確実に高めた。また、長期的展望に立った研究であること、これまで以上に異分野の研究者とも研究交流が活発となったことにより、縦にも横にも視野を広げることで将来の社会ニーズに対応した適切な研究活動に今後活かされる。また、所内関連研究者に対しても同様の波及効果が見込める。

なお、本研究実施者は各種研究会に積極的に参加するなど、今後の研究活動が期待されるとともに、この様な基盤的研究の実施が若手研究者の自主性や研究企画及び遂行能力向上におおいに貢献した。



## イ. ASAS に関する予備的研究（基礎研究：平成 19 年度）

（延長）平成 19 年度から～平成 20 年度

### 【研究の目標】

ASAS（Airborne Separation Assistant System：機上間隔維持支援システム）とは、フライトクルーに周囲の交通状況を提供することで飛行間隔維持を可能とする航空機システムのことである。

自律的に飛行間隔を維持することで、飛行間隔維持のタスクと責任を段階的に地上（管制官側）から機上（パイロット側）に移していくという考えに基づいている。

これにより、

安全性：音声通信量の減少によるヒューマンエラーの削減

効率：ユーザーの希望を反映した運航の実現、管制官のワークロード削減

環境：ユーザーが燃料消費量を減らす努力をすることによる CO2 排出量の削減

などが期待されており、欧米を中心に活発な研究・開発が現在進行中である。

そこで本研究では、世界の ASAS 研究・開発の動向を追うことや、欧米との情報網・協力体制を構築するため、ASAS-RFG 会議などへの出席・ワーキンググループへの参加を通し、我が国において ASAS に関する新しい運用法が適用される場合の、開発計画策定のための基礎環境を取得する。

### 【平成 19 年度の実施内容】

- ▶ ASAS-RFG 会議（アメリカ）、IFAC 会議（フランス）、AIAA-ATIO（イギリス）などの国際会議に多数回参加し、最新の国際動向を把握した。我が国において、ASAS（特に機上監視）に関して統括的にまとめた文献・資料はこれまで存在しなかったが、本研究のフィードバックは報告書としてまとめられた。（現在、電子航法研究所報告として査読中である。）
- ▶ 様々な国際会議を通して得た国際的な情報網を通し、NLR（オランダの航空宇宙研究所）との共同研究が結ばれる見込みとなり、今後の国際機関と協力体制の基礎を構築した。

### 【期待される効果】

本研究課題は、安全で効率的な航空機同士の間隔維持支援システムとして、将来世界規模での適用が期待されている有効な研究課題であり、研究実施者は採用 1 年目の若手研究員である。研究の進んでいる欧米との協力体制構築には、自ら関係各所と調整を経て実施するなど、主体的な立案、調整作業を通じて研究者としての資質を確実に高めつつある。また、国際的な共同研究などを通じて所内外研究者・技術者との研究交流も進んでいる。なお、本研究実施者は 2006 年にドイツで開催された国際会議（ICAS2006）において最優秀論文賞



図 2.19 米国における CDA 方式研究のメンバー  
（ASAS-RFG 会議：米国フロリダ州にて）

(ICAS McCarthy award)を受賞するなど、今後の研究活動が期待されるとともに、この様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した。

#### (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. 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～平成19年度)

##### 【研究の目標】

航空交通の安全性向上は常に求め続けられている問題であり、ここにおいて現在、更なる安全性の向上には管制官やパイロット、更には航空機の整備等に係る要員のヒューマン・ファクタの管理が必要不可欠と考えられている。

しかしながら、現状においては、ヒューマン・エラーの原因と考えられる疲労やストレスを業務環境において、本来業務に影響を与えずに客観的に評価する方法としては、当所において開発した発話音声のカオス論的な手法により分析する手法が発話を伴う業務において可能性を有するのみであり、他に有望な技術や手法は存在しない。

航空管制業務においても、全ての要員が業務において多くの発話を行っている訳ではなく、発話を伴わない業務についても適用可能な、より普遍的なヒューマン・ファクタ評価技術の開発が求められる。

客観的に個々人のヒューマン・ファクタを業務環境においてリアルタイムに容易に評価する手法の実現は、人の使用する機械等の開発や、更には業務環境の快適化等への大きな貢献が期待されるものであり、また先導性革新性において科学技術的な意義も大きい。

航空管制業務環境の快適化とそこにおける管制官等のヒューマン・ファクタの管理は、航空交通の安全性の向上を目指す場合に必要不可欠な問題であり、これに対応した研究を実施する。

##### 【平成19年度の実施内容】

- 脳活性度診断の感度を向上させるパラメータの組み合わせを探す数値シミュレーションを実施。
- 環境騒音の影響を定量化する手法を検討し、試作ソフトウェアの機能評価を実施。
- 発話音声分析装置としての使い勝手を向上させるGUIの設計と試作を行った。

##### 【平成19年度の成果】

信号処理アルゴリズムは、発話音声から発話者の覚醒度を評価するためには6つのパラメータを適正に設定する必要がある。下図は、2つのパラメータを変化させた場合の信頼性（濃い暖色の方が信頼性が高い。）の変化を示したものであるが、適正な領域が6次元空間に島の様に存在することが確認された。

なお、下図1枚の作成に要する時間は最高性能のEWSを利用して4ヶ月程度であり、汎用機では6つのパラメータの最適化を行うことは今日の情報処理技術では不可能で

ある。

また、上記パラメータの適正化は音声信号の信号雑音比に依存することも確認された。

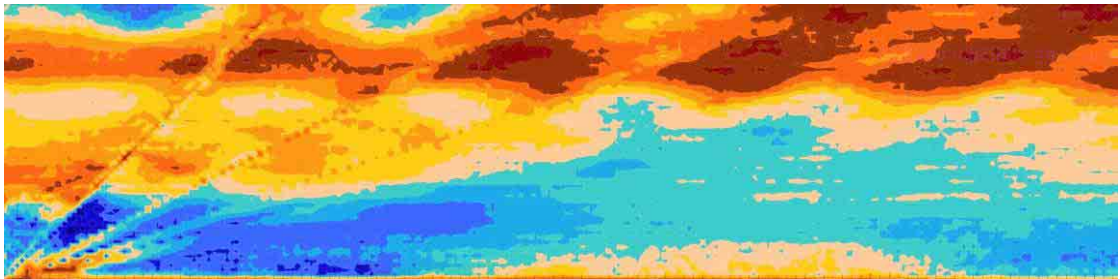


図 2.20 信号処理アルゴリズムの2つのパラメータを変化させた場合の信頼性。  
(濃い暖色の方が信頼性が高い。)

今後は、交通機関におけるデータ収集も計画されているため、民間バス会社の営業所において、実業務における点呼音声の収録に対応し、社員番号、疲労度等自覚症状の申告、睡眠時間等を容易に入力できる様な専用の GUI を試作した。



図 2.21 バス会社の点呼音声収録用 GUI 試作品

## イ. 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) の利用拡大に伴って、GNSS 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 GNSS 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 GNSS 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 GNSS 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越冬隊員として自ら参加し、昭和基地またはその周辺に GNSS 連続観測システムを構築する。この GNSS 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 GNSS 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 GNSS 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 19 年度の実施内容】

- 昭和基地内に電離層擾乱観測用の GNSS 受信機を複数設置して観測を開始した。これらの受信機は近接して設置し、10Hz の高速サンプリングでデータの取得を行うこととした。
- 強風、低温、極端な乾燥、不安定な電源等、厳しい設置環境により一時的な欠測は生じたが、約 9 ヶ月間に渡って連続観測に成功した。
- 観測データの一部に対して行った事前の評価において、強いオーロラの発生に同期した GPS 信号の変動が観測された。観測データは国内に持ち帰り、今後継続して解析を行う。さらに今後の観測継続についても検討を行う。

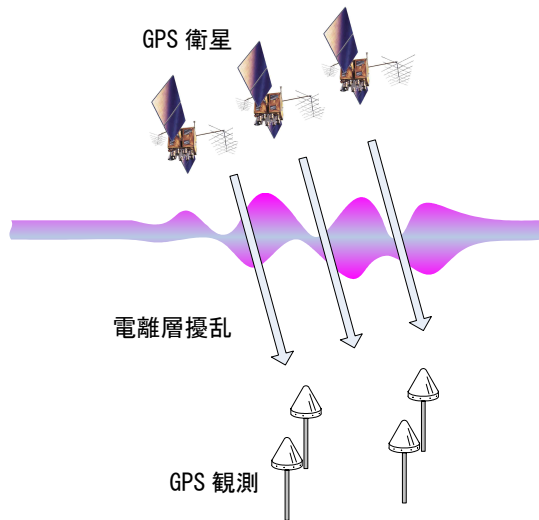


図 2.22 GPS による電離層擾乱観測の概念図(左上)、昭和基地主要部(右上)、オーロラ発生時の GPS 観測(左下)、GPS 設置作業(右下)

### 【平成 19 年度の成果】

- 南極昭和基地において、初めて高速サンプリングの GNSS 連続観測データを取得した。
- 磁気的な現象であるオーロラにより電離層の擾乱が引き起こされ、GPS へ影響を与える挙動を観測できた。
- 強風、低温、極端な乾燥等の特殊環境における GNSS の観測手法、観測機器の設置技術を習得した。
- 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



みが確立された。

【期待される効果】

新たな電離層観測手法を南極で実施することにより、地球環境観測の発展、電離層擾乱の伝搬によるGNSSへの影響のメカニズム解析への貢献が期待できる。これらはSBASなどのGNSS全般に役立つとともに、極域での貴重な高速サンプリングのGNSS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。さらに、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で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まれる。

ウ. 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）

→（延長）平成 17 年度から～平成 20 年度

【研究の目標】

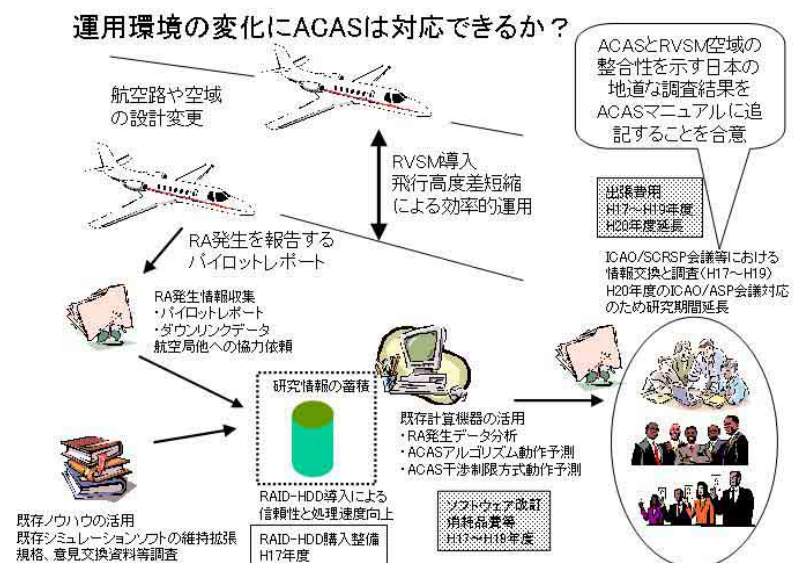
航空機衝突防止装置（ACAS）は、世界各国において装備義務化が図られ、広く航空機に搭載運用されてきたところであるが、今般、国内RVSM空域及びRNAV経路の導入や、神戸空港等の新空港開港による飛行経路の接近など、ACASの運用はさらに重要性を帯びてきている。

これらACASを取り巻く我が国内の状況の変化は、ACASによる不要警報の発生などの誘因となる可能性もあるため、同様な空域整備計画を持つ世界各国と協調したACASの運用モニタリングが求められている。ACASの衝突回避判断手法（ACASアルゴリズム）はRVSM空域でも正常に動作するよう改良されたが、欧米など一部空域にて動作確認評価されたのみであり、欧米とは別環境における運用モニタリングが求められている。

当研究所は、不要なRAの発生状況等の運用モニタリングデータの蓄積があり、RVSM導入前後の変化を正確に評価することができる。このような調査に基づき、ACASアルゴリズムを含むICAO国際標準方式等について今後必要と考えられる技術的な改良方法を策定することを目的とする。

また、この目的のために必要となる経路設定とACAS動作との関係に関する調査を併せて行う。さらに、ACAS/RA情報のダウンリンクおよび管制卓への表示を含むACASの運用方式や、信号干渉軽減のための搭載品改良案などを調査検討する。これにより、ACAS標準などの改善提言を取りまとめ、ACASと航空機を円滑に運用できるよう支援する。

当初は平成 19 年度ま



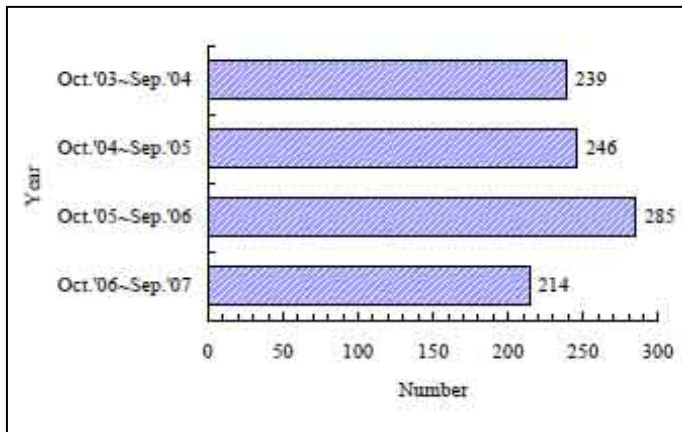
ACAS 運用状況の調査から ICAO への寄与まで

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  
2.2 基盤的研究

での3年計画であったが、研究成果の寄与対象となる ICAO の SCRSP 会議が平成 18 年度に ASP 会議に組織改編され、その開催が平成 20 年度になった。さらに、ICAO から高い評価を得た本研究成果は、ACAS マニュアル記載事項に反映することになったため、航空局による会議対応への支援を含め研究期間を1年間延長することになった。

【平成 19 年度の実施内容】

- ICAO/ASP 関連会議への報告と今後の ACAS 改良事項を確認
- ACAS アルゴリズム動作シミュレーション用システム引き継ぎ
- 干渉制限に有効な改良型複合監視方式案の入手とモデル化



【日本のRVSM導入前後のRA発生件数比較データ】  
(ICAO/ASP/ASSGなどに報告)

【平成 19 年度の成果】

- 日本空域に新たに導入された RVSM 空域運用環境下の ICAO 標準 ACAS の動作状況について、RVSM 導入前後の調査結果を比較するなど ICAO 標準の整合性を検証することができた。
- 調査成果を ICAO に報告し、ICAO の ACAS マニュアルへの追記など ICAO への成果が活用されることになった。(下記「成果の補足」を参照)

成果の補足

●この研究の実施や成果発表には、当研究所が長年調査を継続し蓄積した ACAS 運用状況の統計データが有効活用されている。この研究では、最近日本でも導入された新しい垂直間隔短縮の運用方式 (RVSM) が ACAS の動作に与える影響を調査し、ICAO 標準 ACAS と RVSM の共用性を検証している。RVSM は、高々度でも航空機の飛行高度の選択肢を増加させ、最適な高度を飛行できるよう自由度を格段に向上させる方式である。ICAO の ACAS 国際標準方式は、RVSM 環境でも不要警報を著しく増加させないよう 2000 年に改訂案がまとめられ、2003 年に出版された。当研究所が蓄積した RVSM 導入前のデータを比較対象にすることで、RVSM 導入後も ACAS の不要警報が極端に増加しないなど、設計通りの動作であることを確認できた。また、現在、ICAO/ASP 会議は ACAS の改良を進めており、特に遭遇する 2 機の ACAS 搭載機的一方が ACAS の回避アドバイザリに従わない場合の安全性向上を検討している。今回新たに取得した統計データは、今後の改良の効果を比較検討する基礎になると期待される。研究成果は ICAO/ASP/WG 会議に定期的に報告され、ICAO による ACAS 規格改定の方針設定にも大きく貢献している。

●ICAO/ASP/ASSG 会議 (H20 年 3 月開催) にて ACAS 運用状況調査結果を報告するとともに、ICAO ACAS Manual への追記事項を提案した。ACAS Manual は、ICAO から ACAS 関係者に提供される関連情報をまとめた「ACAS 百科事典」的な文書である。この追記提案は、本邦による本格的な運用評価結果が ICAO の ACAS 標準と RVSM 空域構造との共用性を実証したのものとして歓迎された。さらに、EUROCONTROL の担当者から本件に関する賛同が会議中に表明され、ENRI 提出のペーパーに最近の欧州のデータも追記し、欧州との共同執筆提案とすることで記載事項を調整することになった。ACAS 製造国以外の複数国により ICAO 標準が検証されたことになり、我が国から提案した ICAO 文書への寄与として ICAO 関係者から歓迎されている。



## 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

平成19年度は、以下を実施する。

① 航空行政、運航者等の航空関係者のニーズを随時把握し、重点研究課題を企画・提案する。特に、スカイハイウェイ等について、その技術課題を明らかにし、それを解決するための研究課題を提案することを目指す。研究計画の作成にあたっては、研究成果の達成目標を設定するとともに、想定されるアウトカムとの関係を明確にする。航空関係者との間で随時、情報交換

し連携を深める。航空行政が抱える技術課題について情報共有を図り、重点研究の今後の方向性を確認するため、航空局との間で連絡会を開催する。また、重要な研究課題の実施状況を報告するため、航空局への報告会を開催する。

- ② 各研究開発課題について、社会ニーズの状況変化や外部の有識者で構成する評議員会及び研究所内の研究評価委員会による事前・中間評価結果に基づき、行政等の関係者と十分調整の上、研究内容や方法の見直し、中止等、所要の措置を講じる。また、評議員会及び研究評価委員会による事後評価結果については、成果のフォローアップに努めながら、行政等の関係者と十分調整の上、その後の研究開発計画に反映させる。

具体的には、評議員会による外部評価として、以下を実施する。

- ・ 平成 20 年度開始予定の重点研究課題の事前評価
- ・ 研究期間 5 年以上の重点研究課題の中間評価

また、研究評価委員会による内部評価として、以下を実施する。

- ・ 平成 20 年度開始予定の研究課題の事前評価
- ・ 平成 18 年度に終了した研究課題の事後評価
- ・ 研究期間 5 年以上の研究課題の中間評価

### 2.3.2 年度計画における目標設定の考え方

- ・ 研究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、そのアウトカム（成果）についても認識を共有することとした。
- ・ 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応え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、航空局において、それぞれ年に 1 度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。

「報告会」及び「連絡会」の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。

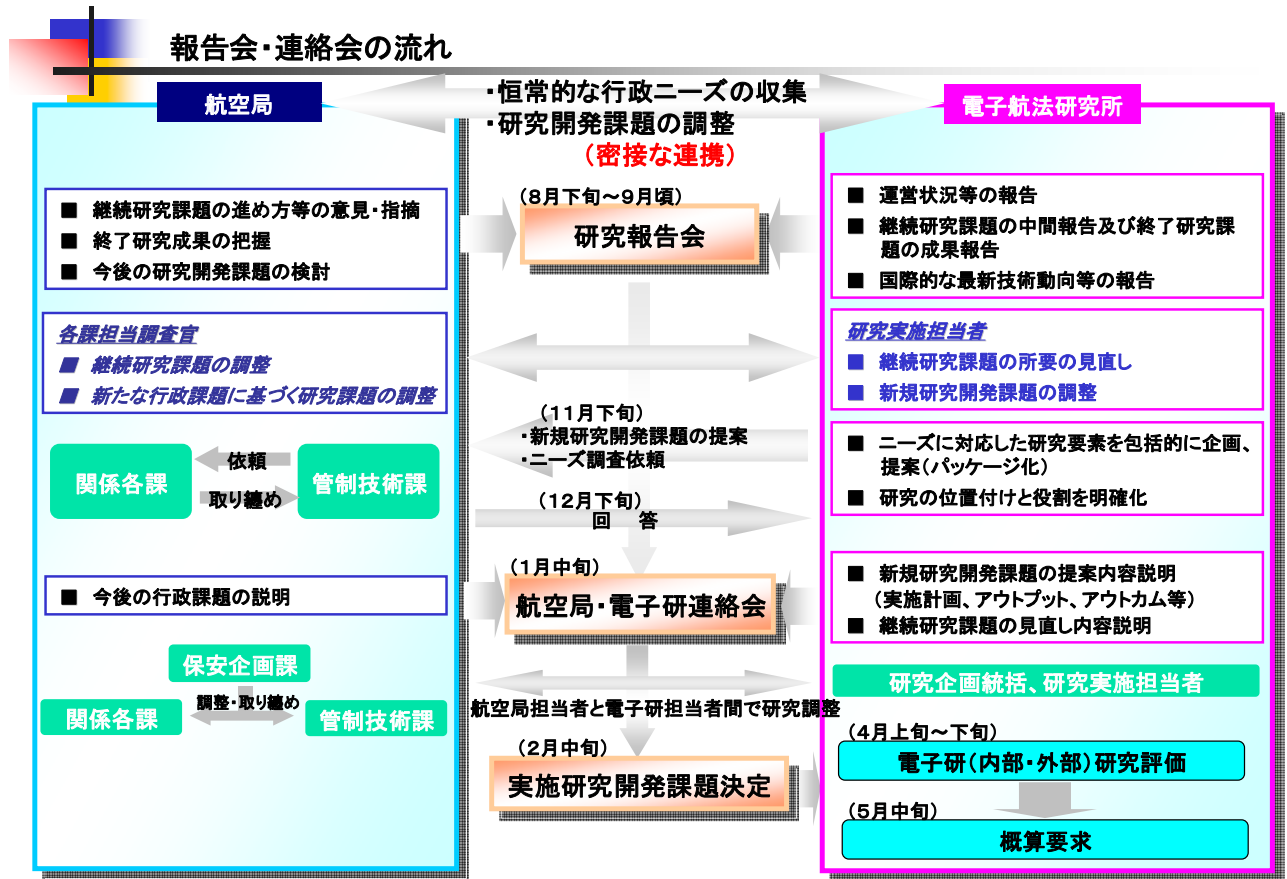


図 2.23 報告会・連絡会の流れ

### ① 報告会の開催

12月14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。

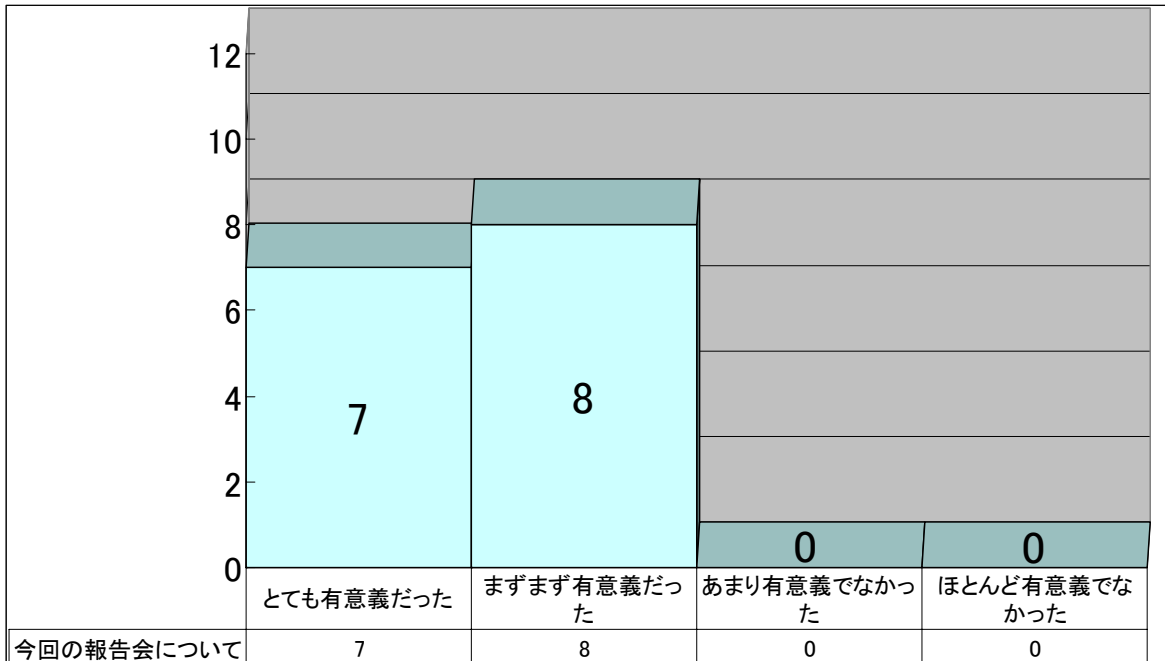
#### 重要な研究の経過報告

- ・ 長期ビジョンに関する調査
- ・ ATM パフォーマンスの研究
- ・ 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
- ・ 航空無線航法用周波数の電波信号環境
- ・ 携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究
- ・ 電子研における GBAS 研究の現状
- ・ MSAS 性能向上の検討

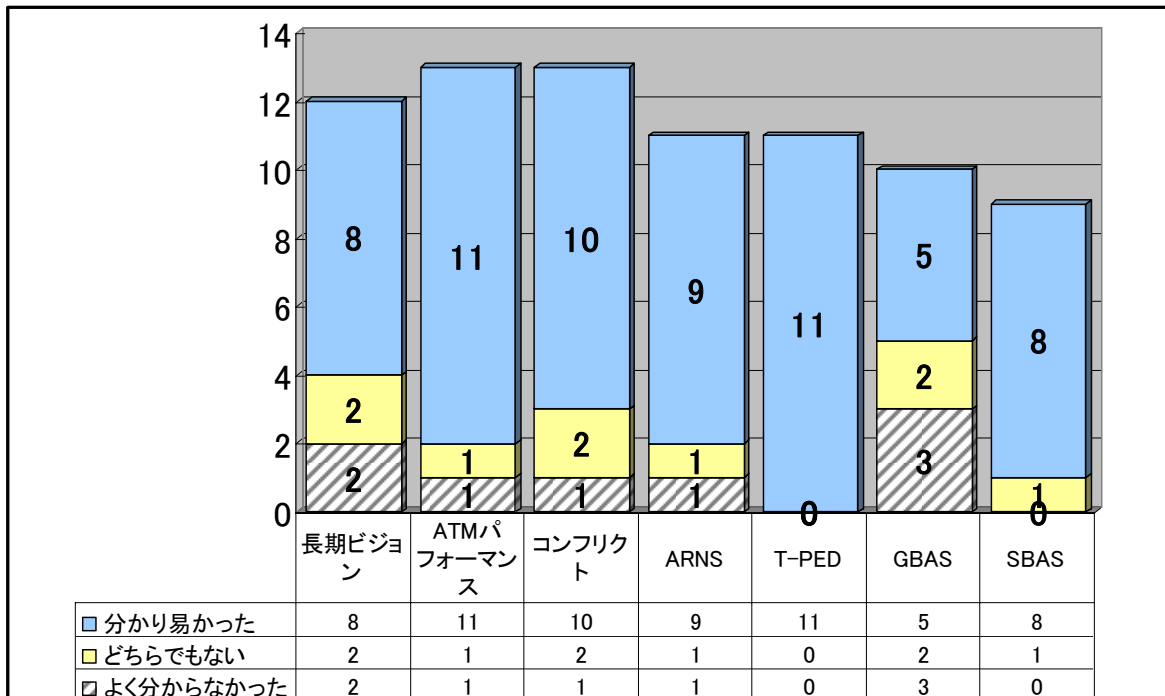
今回は、参加された方にアンケートを実施し、「日本の研究機関として欧米と比較してもひけをとらない研究を望みます。航空局の人間として、ほんとうに頼りにしたいところですし、いろいろと触発されたいと思っています。」などのコメントを頂いた。以下にアンケート結果を掲載する。今後も、「研究開始前は連絡会、終了後は報告会」の基本セットで定例化することとし、航空局のニーズと成果を発信する電子航法研究所が一体となった組織的活動となるよう努めることとしている。

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

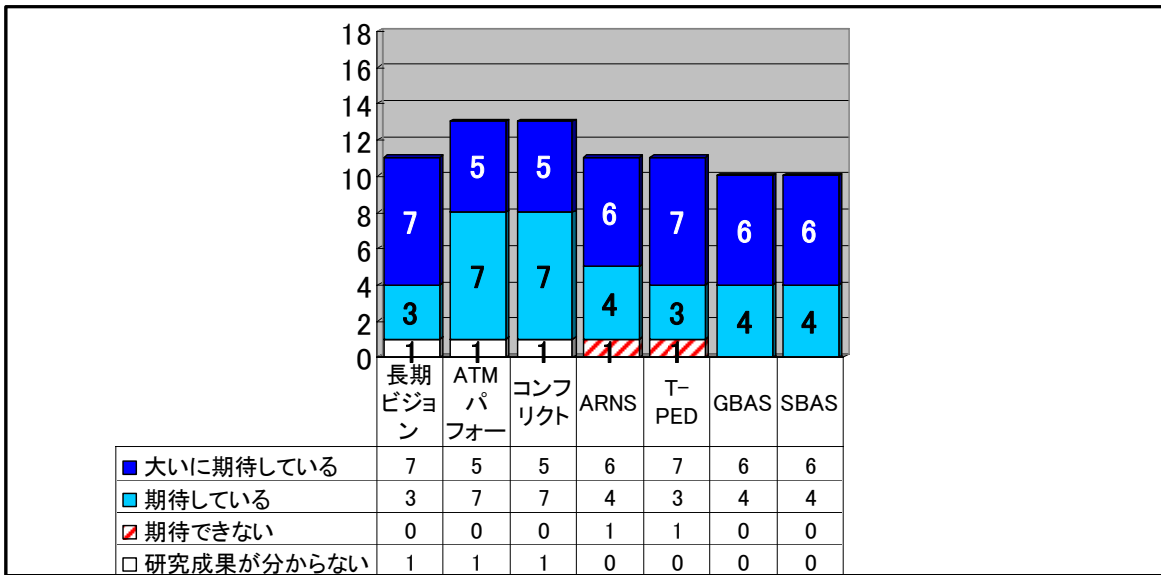
<図 2.24 今回の報告会について>



<図 2.25 報告内容について>



<図 2.26 研究成果について>



② 連絡会の開催

2月7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21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、独立行政法人整理合理化計画などについての説明を行った。



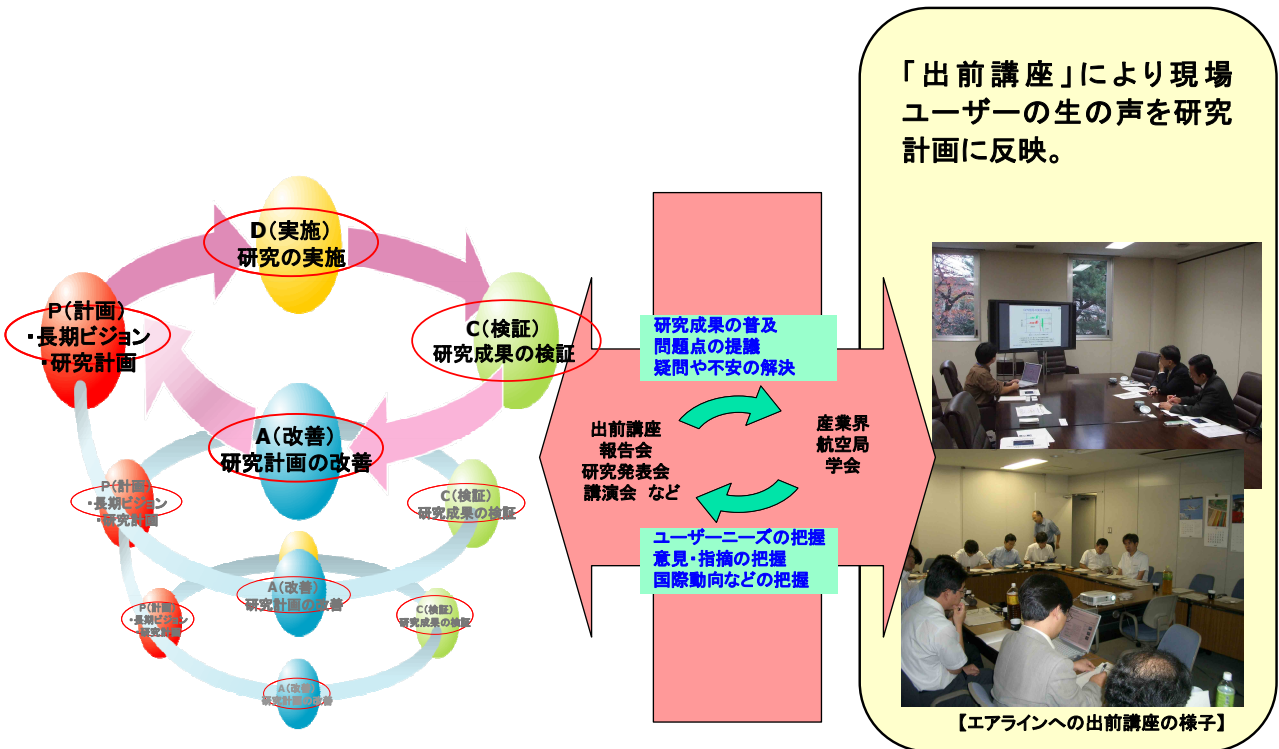
図 2.27 連絡会の様子

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10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

電子航法研究所では、P（計画）D（実施）C（検証）A（改善）の業務行程のもと、効率的にユーザーニーズを把握するスキームを構築している。平成 19 年度は、定期航空協会を対象に実施した「出前講座」での熱心な対応が高く評価され、その後もエアラインから要望（合計 4 回）を頂いた。この「出前講座」では、積極的にユーザーニーズの収集に努めた結果、現場ユーザーの生の声が研究計画の改善にも反映され、航空業界との信頼関係を確固たるものとする大きな成果を上げた。



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。各領域における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
- ・ 航空交通管理業務検討委員会への参加
- ・ ATM パフォーマンス測定及びデータ作成に係わる情報収集、意見交換
- ・ 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
- ・ 各種委員会等への参加
  - 関東空域再検討 WG（ワーキンググループ）
  - ATM 高度化 WG
  - 空港面管制 SWG（サブ・ワーキンググループ）
  - IPACG 事前調整会議



### 【通信・航法・監視領域の活動】

- ・ 航空通信に関して航空局担当課との調整を適宜実施
- ・ GBAS に関して航空局担当課との調整を適宜実施
- ・ GBAS に関してエアライン各社と会合（出前講座）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
- ・ 高精度測位補正技術の研究に関して国土交通省担当者との調整を適宜実施
- ・ 高精度測位補正技術の研究に関して宇宙航空研究開発機構（JAXA）との調整を適宜実施
- ・ IS-QZSS ユーザミーティングにおいてユーザとの意見交換
- ・ 各種委員会等への参加
  - 新 CNS システム整備方針策定検討会（航空局）
  - データリンク運用評価検討会（航空局）
  - 航空保安システム技術委員会 航空交通管制システム小委員会（航空振興財団）
  - 航空保安システム技術委員会 航法小委員会（航空振興財団）
  - GBAS 運航に関する調査・研究（航空輸送技術研究センター）
  - 「準天頂衛星による高精度測位補正に関する技術開発」委員会（国土交通省）
  - 高精度測位実験システム連絡調整会議（宇宙航空研究開発機構）

### 【機上等技術領域の活動】

- ・ 国土交通省担当者と打ち合わせを行い、ミリ波レーダーを用いた安全・安心な交通システムへのニーズを把握し、その後、「先端 ICT を活用した安全・安心な交通システムの開発」に係る受託研究をすることとなった。
- ・ 航空振興財団主催の「ヘリコプター IFR 等飛行安全研究会」に参加した。
- ・ 航空局及びエアラインが参加する「安全阻害行為等の運用に関する関係者調整会議」に参加し、航空機内での携帯電子機器使用に係る課題について討議を行った。
- ・ 「航空機内における携帯電話等の利用に係る調査検討会」に参加した。
- ・ 中部国際空港（株）担当者から、中部国際空港における落下物検出レーダの必要性の説明を受け、ミリ波レーダの開発に反映させるとともに、後日、中部国際空港において出前講座を開催し、ミリ波レーダーに関する説明を行った。
- ・ 航空機用パッシブ RFID タグの運用に係るボーイング社から航空局への説明会に参加した。
- ・ 機内携帯電話サービス会社であるオンエア社及びエアロモバイル社のプレゼンテーションに参加した。
- ・ 各種委員会等への参加
  - 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 航法小委員会（航空振興財団）
  - 航空保安システム技術委員会 航空交通管制システム小委員会（航空振興財団）
  - ヘリコプタ IFR 研究会（航空振興財団）
  - 最新無線情報通信技術の航空機に与える影響に関する調査・研究会（航空輸送研究センター）
  - 航空機内における携帯電話等の利用に係る調査検討会（電波産業会）

## （3）研究評価の実施

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

外部委員による評議員会を2回、研究所内部の研究評価委員会を21回実施し、随時適切な研究を遂行できた。

開催日	評価会	主な内容	特記事項
4月25日	第1回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>●平成19年度に開始予定の重点研究課題の事前評価</li> <li>①GNSS精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発</li> <li>②電波特性の監視に関する研究</li> <li>③洋上経路システムの高度化の研究</li> <li>④ターミナル空域の評価手法に関する研究</li> <li>●平成19年度に開始予定の指定・基礎研究課題の事前評価</li> <li>①対空通信メディア高度化に関する基礎研究</li> <li>②空港における後方乱気流管制方式の技術基盤に関する研究</li> <li>③ASASに関する予備的研究</li> </ul>	
5月7日	第2回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>●平成20年度に開始予定の重点研究課題の事前評価(再)</li> <li>①GNSS精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発</li> <li>●平成20年度に開始予定の重点研究課題のとりまとめ</li> <li>●平成19年度に開始予定の指定・基礎研究課題のとりまとめ</li> </ul>	
5月8日	第3回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>●平成20年度に開始予定の重点研究課題のとりまとめ</li> <li>●平成19年度に開始予定の指定・基礎研究課題のとりまとめ</li> </ul>	
5月16日	第1回評議員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>●平成19年度に開始予定の重点研究課題の事前評価</li> <li>①GNSS精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発</li> <li>②電波特性の監視に関する研究</li> <li>③洋上経路システムの高度化の研究</li> <li>④ターミナル空域の評価手法に関する研究</li> </ul>	
6月5日	第4回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>●平成18年度に3ヶ年を終了した重点研究課題の中間評価</li> <li>①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</li> <li>②A-SMGCシステムの研究</li> </ul>	
6月20日	第2回評議員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>●平成18年度に3ヶ年を終了した重点研究課題の中間評価</li> <li>①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</li> <li>②A-SMGCシステムの研究</li> </ul>	
7月10日	第5回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>●平成18年度に終了した長期在外派遣による研究の事後評価</li> <li>①高速シミュレーションに適した管制のモデル化</li> </ul>	
7月25日	第6回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>●平成18年度に終了した指定・基盤・受託研究の事後評価</li> <li>①状況・意図理解によるリスクの発見と回避</li> <li>②航空航法におけるGPSの脆弱性の研究</li> <li>③マルチリファレンス高精度測位方式の研究</li> </ul>	
10月15日	第7回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>●平成19年度研究計画の中間ヒアリング</li> <li>①A-SMGCシステムの研究</li> <li>②航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究</li> <li>③将来のデジタル航空通信に関する調査・研究</li> <li>④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</li> <li>⑤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</li> <li>⑥高精度測位補正技術に関する研究</li> <li>⑦高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究</li> <li>⑧高緯度地域におけるGPS観測による電離圏・大気圏の研究</li> <li>⑨ASASに関する予備的研究</li> <li>⑩航空管制ヒューマンファクタに関する基礎研究</li> </ul>	
10月16日	第8回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>●平成19年度研究計画の中間ヒアリング</li> <li>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</li> <li>②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</li> <li>⑥空域の安全性の定量的評価手法に関する研究</li> </ul>	

10月29日	第9回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>●平成19年度研究計画の中間ヒアリング</li> <li>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</li> <li>②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</li> <li>③ヒューマンエラー事故防止技術の開発</li> <li>④耐空通信メディア高度化に関する基礎研究</li> <li>⑤航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究</li> <li>⑥航空機衝突防止装置の運用状況に関する研究</li> <li>⑦機上監視等によるATM支援方式の調査研究</li> <li>⑧航空機の安全運航支援技術に関する研究</li> <li>⑨携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究</li> <li>⑩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</li> </ul>	
10月30日	第10回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>●平成19年度研究計画の中間ヒアリング</li> <li>①携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究</li> <li>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</li> <li>③SSRモードSの高度運用技術の研究</li> <li>④欧州における航空機監視システムの調査研究</li> <li>⑤無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究</li> <li>⑥スケールモデルによるILS高度化のための実証的研究</li> </ul>	
11月8日	第11回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>●平成19年度研究計画の中間ヒアリング</li> <li>①IPを利用した航空衛星通信システムに関する研究</li> <li>②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</li> <li>③将来のデジタル航空通信に関する調査・研究</li> </ul>	
11月9日	第12回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>●平成19年度研究計画の中間ヒアリング</li> <li>①RNAV経路導入のための空域安全性評価の研究</li> <li>②今後の管制支援機能に関する研究</li> <li>③ATMパフォーマンスの研究</li> <li>④洋上経路システムの高度化の予備的研究上</li> <li>⑤航空路管制業務のタスク分析及び作業負荷・負担の研究</li> <li>⑥新航空管制システムの構築に関する基礎研究</li> <li>⑦無指向性アンテナを用いた航空機監視の研究</li> <li>⑧空港における後方乱気流管制方式の技術基盤に関する研究</li> </ul>	
11月20日	第13回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>●平成19年度研究計画の中間ヒアリング</li> <li>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</li> </ul>	
1月11日	第14回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>●平成19年度に終了した短期在外派遣による研究の事後評価</li> <li>①機上監視等によるATM支援方式の調査研究</li> </ul>	
2月25日	第15回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>●平成20年度研究計画のヒアリング</li> <li>①SSRモードSの高度運用技術の研究</li> <li>②航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究</li> <li>③航空機衝突防止装置の運用状況に関する研究</li> <li>④携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究</li> <li>⑤航空機の安全運航支援技術に関する研究</li> <li>⑥電波特性の監視に関する研究</li> </ul>	
2月28日	第16回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>●平成20年度研究計画のヒアリング</li> <li>①A-SMGCSシステムの研究</li> <li>②IPを利用した航空衛星通信システムに関する研究</li> <li>③高速大容量通信アンテナを利用した航空通信システムに関する基礎研究</li> <li>④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</li> <li>⑤GNSS精密進入における安全性の解析及び管理技術の開発</li> </ul>	

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

2月29日	第17回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>●平成20年度研究計画のヒアリング</li> <li>①空港における後方乱気流管制方式の技術基盤に関する研究</li> <li>②RNAV経路導入のための空域安全性評価の研究</li> <li>③ATMパフォーマンスの研究</li> <li>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</li> <li>⑤航空管制のヒューマンファクタに関する基礎研究</li> </ul>	
3月3日	第18回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>●平成20年度研究計画のヒアリング</li> <li>①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</li> <li>②対空通信メディア高度化に関する基礎研究</li> <li>③信号源位置推定手法に関する研究</li> <li>④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</li> <li>⑤航空管制官等の健全性評価に係る生体信号処理手法の研究</li> <li>⑥受動型SSRを利用した空港環境騒音計測システムの実用化に関する研究</li> </ul>	
3月5日	第19回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>●平成20年度研究計画のヒアリング</li> <li>①ターミナル空域の評価手法に関する研究</li> <li>②空域の安全性の定量的評価手法に関する研究</li> <li>③ASASに関する予備的研究</li> <li>④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</li> <li>⑤トラジェクトリモデルに関する予備的研究</li> <li>⑥洋上経路システムの高度化の研究</li> <li>⑦航空交通管理における管制空域の複雑性に関する研究</li> </ul>	
3月6日	第20回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>●平成20年度研究計画のヒアリング</li> <li>①高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究</li> <li>②低緯度地域における大気圏活動のGNSS及ばず影響の研究</li> <li>③曲線進入を考慮したTA経路生成方式の基礎検討</li> <li>④航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究</li> <li>⑤GPS受信機処理方式の高度化に関する研究</li> </ul>	
3月6日	第21回評価委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>●平成20年度研究計画のヒアリング</li> <li>①高精度測位補正技術に関する研究</li> <li>●平成19年度に終了した指定研究の事後評価</li> <li>①新航空管制システムの構築に関する基礎研究</li> </ul>	

\* 評議員会、評価委員会にてコメントされた内容について適宜対応している。



図 2.28 6/20 評議員会の様子



図 2.29 5/16 評議員会の様子

## 2.4 共同研究・受託研究等

### 2.4.1 中期目標、中期計画及び年度計画の内容

---

#### [中期目標]

#### 第3 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項

##### 2. 共同研究、受託研究等の推進

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を実施し、新たに4件以上の共同研究を開始する。

② 受託研究等

国及び民間等からの受託研究等を以下2件の研究開発を含め、18件以上実施するとともに、受託研究終了時には顧客満足度調査を実施し、今後の受託研究活動に反映させる。その他、競争的資金に積極的に応募し、その獲得に努める。

- ア. 準天頂衛星による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に係る心身状態のモニタリング手法の開発

③ 研究交流

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

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を設定しており、平成18年度に25件の共同研究を実施したので、平成19年度は新規の共同研究を4件以上実施する。
- ・ 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を設定しており、平成19年度は18件以上実施する。
- ・ 競争的資金に積極的に応募し、その獲得に努める。
- ・ 研究者・技術者との研究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を設定しており、平成19年度は6件以上開催する。

2.4.3 当該年度における実績

(1) 共同研究の実施

① 平成19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18年度以前からの継続18件に加え、平成19年度に新たに13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(H19)
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	



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

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 (H19. 4～)	後方乱気流の航空機におよぼす影響の研究	(独) 宇宙航空研究開発機構 東北大学	空港における後方乱気流管制方式の技術基盤に関する研究
4	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
5	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 ----- 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	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
6	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
7	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
8	継続 (H18. 4～)	GNSS の信号品質とマルチパス特性の評価に関する共同研究	東京海洋大学	高カテゴリ GBAS のアベイラビリティ向上とGNSS新信号対応に関する研究
9	継続 (H18. 4～)	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
10	継続 (H18. 4～)	航空管制業務のモデル化	東京大学	航空路管制業務のタスク分析及び作業負荷・負担の研究
11	継続 (H18. 4～)	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
12	継続 (H18. 6～)	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
13	継続 (H18. 7～)	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	航空機の安全運航支援技術に関する予備的研究
14	継続 (H18. 8～)	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パウンド手法の研究
15	継続 (H18. 9～)	航空用データ通信システムに関する共同研究	千葉工業大学	航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究
16	継続 (H18. 10～)	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
17	継続 (H18. 10～)	極地における GNSS 連続観測	大学共同利用機関法人情報・システム研究機構	高緯度地域における GPS 観測による電離圏・大気圏の研究
18	継続 (H18. 10～)	東洋医学の診察所見と音声情報との関係	明治鍼灸大学	航空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. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置

2.4 共同研究・受託研究等

19	新規	プロジェクターヘッドランプの光とミリ波に対応可能な誘電体レンズに関する。	(株) 小糸製作所	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
20	新規	航空管制用二次監視レーダの追尾性能の向上の研究	長崎大学	SSR モード S の高度運用技術の研究
21	新規	空港面監視システムの信頼性向上に関する研究	三菱電機 (株)	A-SMGC システムの研究
22	新規	カオス論的発話音声分析技術の応用とその実用化に関する研究	セレブラルダイナミックス (株)	航空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
23	新規	カオス論的発話音声分析装置の小型高性能化に関する研究	阿部産業	航空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
24	新規	車両運転操作の発話音声に及ぼす影響に関する研究	芝浦工業大学	航空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
25	新規	発話音声と大脳の成長の関係に関する研究	日本女子大学	航空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
26	新規	準ミリ波帯信号の反射信号特性の解析手法の研究	電気通信大学	無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究
27	新規	準ミリ波帯信号の反射信号特性の解析手法の研究	三菱電機 (株)	無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究
28	新規	発話音声に対する年齢と性および運転操作の影響検討	(財) 鉄道総合技術研究所	航空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
29	新規	時系列信号の時間局所的なカオス性評価手法の研究	関西学院大学	航空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
30	新規	飛行経路最適化に関する研究	東京大学	ASAS に関する予備的研究
31	新規	受動型 S S R 装置の研究開発	(財) 空港環境整備協会	無指向性アンテナを用いた航空機監視の研究

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	準天頂衛星を利用した高精度測位実験システムの研究	高精度測位実験システム開発について、単独では、多大な時間と費用を要すると考えられるが、本共同研究に基づき、それぞれが得意とする分野を分担してシステム開発を担当し、費用、時間を有効に使っている。また、両者各実験システム間のインターフェース調整を綿密に行い、各実験システムのインターフェース決定を効率的に行うことができています。
2	後方乱気流の航空機におよぼす影響の研究	電子航法研究所と情報通信研究機構のライダーおよび宇宙航空研究開発機構のヘリコプターを用いて仙台空港で風観測実験を行い、仙台空港周辺の風の3次元構造を解明し、この観測データは当研究所の開発する局所スケール気象予報システムの性能向上に役立てられた。

3	準天頂衛星システムによる精密測位に関する研究	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。
4	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	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。
5	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	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。
6	A-SMGC 実験システムの構築と接続評価	交通安全環境研究所は灯火誘導機能の開発、当研究所は監視センサー及び経路設定機能の開発というそれぞれの専門分野を結合することにより効率的に灯火誘導システムの開発を進めることができた。
7	GNSSの信号品質とマルチパス特性の評価に関する共同研究	GBAS(地上補強型衛星航法システム)の基準局であるGPS受信機に対する誤差要因の理論的解析が進み、GPS衛星信号の歪み及びマルチパスに起因する誤差に対する監視及び予測が可能にあることが期待できる。
8	携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究	北海道大学との共同研究では、複雑な形状を持つ航空機内での電波分布について、実測結果と予測計算結果との比較検討を行い、効率的な解析を実施することができた。
9	航空管制業務のモデル化	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、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、共同でシミュレーションデータや現場データの解析を行った。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。
10	光・ミリ波マーカーおよび航法援助装置の開発	新たな量産型レンズ反射器のデザイン2種を共同で評価を行い、良好な特性が得られることが確認され、実用化により近づけることができた。
11	小型航空機の安全運航支援に関する研究	プロジェクトチーム参加者の豊富な経験と技術により多様なアイデア提供を受け、広範囲に検討を加えることができた。
12	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た。
13	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。
14	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。
15	プロジェクタヘッドランプの光とミリ波に対応可能な誘導体レンズに関する研究	プロジェクタヘッドランプにミリ波レーダを組み込むことができることを実験で確認できた。
16	航空管制用二次監視レーダの追尾性能の向上の研究	効率的な評価実験を実施することができた。

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	カオス論的発話音声分析装置の小型高性能化に関する研究 他7件	発話音声分析装置の製品化がなされ、実験用器具の一部として販売に繋がった。発話音声分析技術を広い分野の関係者に興味をもってもらえるようになった。
18	準ミリ波帯信号の反射信号特性の解析手法の研究	当所だけでは実現が困難であった1/30スケールモデルによるSSR信号の反射信号の取得試験を実施でき、SSR周波数の反射特性の基礎データが得られ、当該周波数帯のスケールモデル解析の精度向上に繋がった。

(2) 受託研究の実施

① 平成19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19年度は、受託等を21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534,250千円となった。

No	受託件名	受託内容	委託者区分
1	三沢米軍飛行場整備調査検討におけるTAAMシミュレーション	三沢飛行場における第2滑走路を設置する必要性を明確にするため、TAAMシミュレーションを用い、現況及び整備した場合の状況を確認する	民間
2	航空管制のヒューマンファクタに関する基礎研究（認知実験による管制パフォーマンス評価指標の確立）	航空路及び進入管制業務に関する認知モデル構築のための認知実験を実施し、タスク分析等を行うことにより、レーダ対空席及びレーダ調整席管制官の思考・判断のプロセスを解明する	国
3	準天頂衛星による高精度測位補正に関する技術開発	GPSでの安全な交通システムの構築には新たな測位技術の開発が必要であり、本研究はサブメータ級以下の測位精度を実現する高精度測位補正技術の確立のための技術開発を行う	国
4	ヒューマンエラー事故防止技術に係る心身状態のモニタリング手法の開発	リアルタイムな運転者の心身状態の評価により、交通事故に繋がる心身的な危険状態発生の可能性の上昇を検出し、これに対する警告を発する予防安全技術の研究開発を行う	国
5	CNS/ATMに関する研究に係る研修	(独)国際協力機構の主催による「平成19年度(集団)航空交通管理セミナー」の一貫として当所を訪問する研修生に、CNS/ATM研修を実施する。	民間
6	平成19年度433MHzアクティブICタグによる航法装置への電波干渉に関する調査	アクティブICタグから放射される電波による航法装置等への電波干渉について測定、検証、分析及び評価を行い、電磁干渉に対する共用基準を策定。	国
7	東京国際空港マルチラレーション管制機器化評価委託	東京国際空港に導入するマルチラレーションについて、空港面探知レーダと接続し管制機器としての確立を目的とした評価を行い、管制機器化に必要な要求要件等を取りまとめる。	国
8	成田国際空港マルチラレーション導入評価委託	成田空港へのマルチラレーション導入に関する性能評価及び運用評価等を実施して、評価結果に基づきマルチラレーションの技術情報を取りまとめる	国
9	マイクロ波レーダの電波特性解析	マイクロ波レーダにおける電波特性を解析し、レーダ装置の総務省による落成検査等への基礎資料とする。	民間
10	平成19年度JTIDS等国内展開基準の作成その他1件委託	JTIDSと民間航空用無線機器との干渉防止策のための技術規準の策定	国
11	平成19年度国別フィリピン「新CNS/ATM(教官)」に係る研修	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名に対するCNS/ATM研修	民間

12	車両走行速度測定装置の電波特性の解析	電波無響室を使用し、車両走行速度測定装置に関する電波測定実験を行う	民間
13	航空移動衛星業務の最適な衛星通信設定方法に関する解析業務	運輸多目的衛星の運用に資する最適な衛星通信の設定方法に関する解析業務を行う	民間
14	電磁波遮蔽容器の電磁波遮蔽に関する検証等について	電磁波遮蔽容器の電磁波遮蔽特性を検証する	民間
15	PRISMに搭載するアンテナ(ダイポールアンテナ、モノポールアンテナ、ターンスタイルアンテナ)の利得、指向性測定のための施設、機器使用	電波無響室を使用し、PRISMに搭載するアンテナ(ダイポールアンテナ、モノポールアンテナ、ターンスタイルアンテナ)の利得、指向性を測定する	民間
16	成田空港マルチラレーション整備基本調査に関する支援業務	成田空港マルチラレーション整備基本調査支援として成田空港に導入予定のシステムに関する技術的アドバイス及び最新技術動向調査を行う	民間
17	航空機内における携帯電話等の利用に関する調査検討の請負	機内携帯電話システム実現のため、機体を借用し、測定実験を行う	民間
18	LLZ 前方における滑走路延長工事影響調査委託	稚内空港の滑走路延長工事に関する LLZ 電波調査及び女満別空港オフセット LLZ の積雪調査、青森空港 LLZ の積雪調査を行う	国
19	MSAS 性能向上策に関する調査(その2)	LPV200 運用の実現に向け、シミュレーション技術あるいは実際の観測データの利用による解析をし、最も効果的かつ経済的な性能向上策を提案する	国
20	空域の安全性検証・監視に関する調査(その3)に係る支援作業	「空域の安全性検証・監視に関する調査(その3)」を技術的に支援する。	民間
21	航空管制のヒューマンファクタに関する基礎研究(認知実験による管制パフォーマンス評価指標の確立)	航空路及び進入管制業務に関する認知モデル構築のための認知実験を実施し、タスク分析等を行うことにより、レーダ対空席及びレーダ調整席管制官の思考・判断のプロセスを解明する	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、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実験を行う。

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

### 【平成 19 年度の成果】

平成 19 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システム評価試験及び試験結果解析  
本評価試験により以下のことを確認した。
  - ①電子基準点観測データからリアルタイムで補正情報を生成・配信できる
  - ②生成・配信された補正情報により、測位精度の改善・信頼性の確保が可能である
2. プロトタイプ受信機（利用者装置に相当）の単体評価試験および試験結果解析  
本評価試験により以下のことを確認した。
  - ①準天頂衛星から送信される、補正情報を含んだ信号を受信できる
  - ②信号に含まれる補正情報を解読できる
  - ③補正情報を利用した測位計算を実行できる



【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 19 年度の成果】

平成 19 年度に実施したトラックによる夜間走行実験は、平成 17 年度に実施したシミュレータによる疲労評価実験、及び平成 18 年度に実施した実車による昼間走行実験による実験結果を受けてのものであり、近い将来、発話音声分析装置の導入が期待される物流の現場環境に近い環境を想定したものである。

本実験においては、20 人の職業運転手を被験者として、疲労に因り運転業務の継続が困難、或いは不可能になる状態までの心身状態の変化を観測した。

その結果、明確に、運転者の過度な消耗状態が発話音声から観測可能であることを確認した。逆に、軽度から中程度までの疲労状態については、運転者の性格に依存する部分が存在し、必ずしも発話音声による診断だけでは十分ではないことも確認された。

発話音声分析ソフトウェアについては、その性能の向上により信号処理速度の向上が実現され、従来の懸案であったマイクロフォンの固体差に係る問題についても、マイクロフォンの選別技術と信号処理技術を組み合わせることにより、一応の決着をつけることができた。

技術的には、次のステップとしての公道における機能評価実験に対応可能な水準に達したと思われる。



【車載型発話音声分析装置トラック実車実験の様子】

#### ④ その他の受託研究

##### 平成 19 年度 433MHz アクティブ IC タグによる航法装置への電波干渉に関する調査

###### 【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。

円滑で効率的、かつセキュリティーレベルの高い航空貨物輸送実現のため、433MHz 帯アクティブ IC タグシステムを用いた貨物の電子管理化が検討されている。

本調査は、アクティブ IC タグの導入に際して大きな課題となる、タグからの電波による機上装置での電磁干渉障害の可能性について評価することを目的とする。

###### 【平成 19 年度の成果】

従来、機上装置での電磁干渉については RTCA（米国航空無線技術協会）の文書 160E（D0-160E）をもとに評価されてきた。しかし、この方法ではアクティブ IC タグのように電波を放射する機器による電磁干渉の評価は困難なため、本調査では新たな試験手順書 307（D0-307）に基づいた評価を行った。評価のため、タグの電波放射レベル、機上装置の感受性（耐外来電波特性）、機内から機上装置までの経路損失（電波伝搬損失）、及び機上無線機器の感度等のデータを収集した。これらデータのうち、タグの電波放射レベルは電波無響室内で、経路損失等はボーイング 747-400 型貨物機内で収集した。

収集したデータの分析・評価の結果、試験したタグの電波放射レベルは各機上装置の感受性より大幅に小さいため、干渉の可能性は無いことが判明した。また、IC タグからの不要電波（スプリアス）が機内を伝搬して機上無線装置入力端に到達したとき、その電波強度は無線装置の感度より大幅に低くなり、試験した IC タグによって機上無線装置が干渉を受ける可能性はないことが判明した。



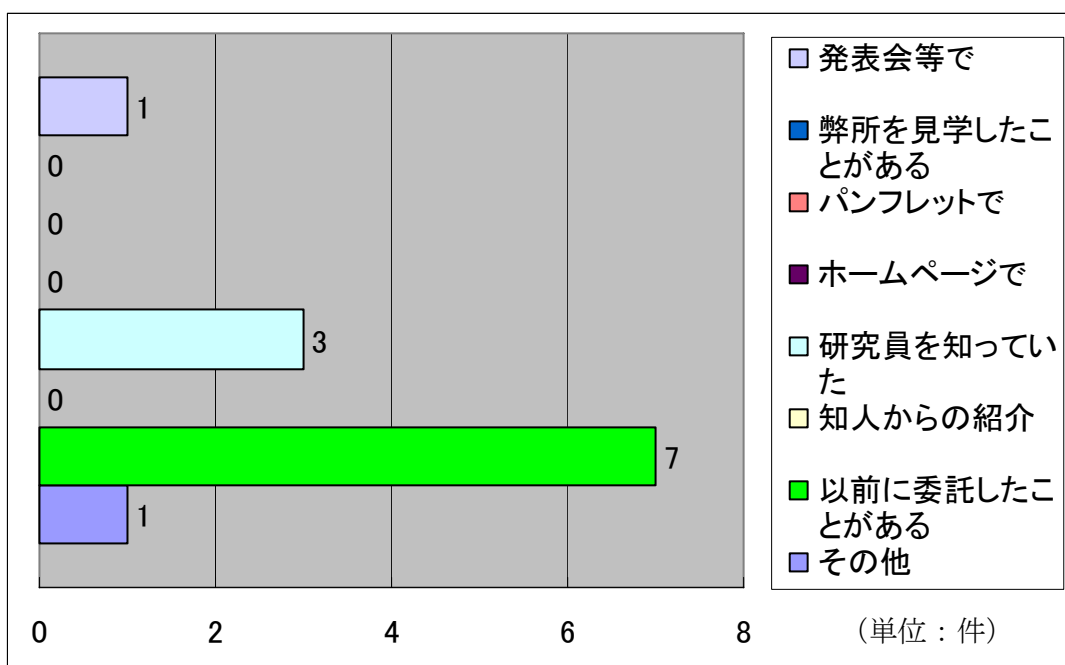
【貨物機内データ収集風景】

### ⑤ 顧客満足度調査の実施と反映

全受託契約 21 件に対し、平成 20 年度の継続研究等 6 件を除く 15 件の委託契約者にアンケートを依頼し、12 件の回答（回答率：80%）を得ることができた。

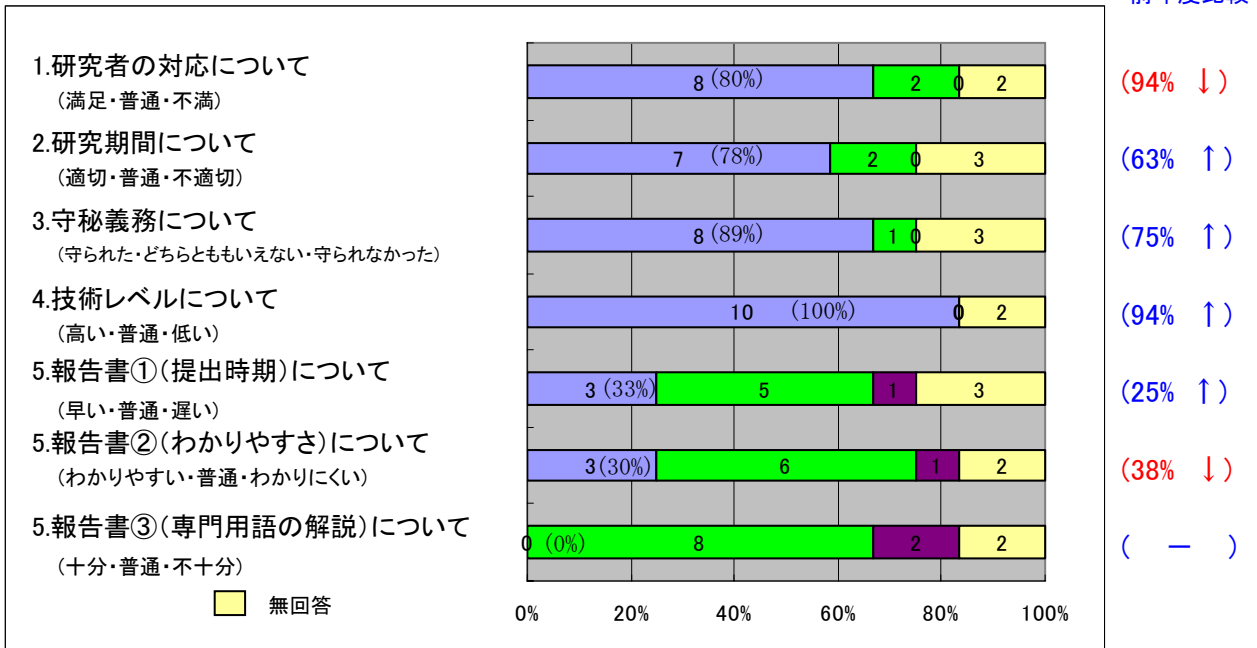
アンケート結果から、技術レベルや守秘性に関して高い評価を頂いており、概ね満足いただけたと考えている。一方、今年度の課題であった「契約の流れをよりスムーズに行う」については、平成 20 年 1 月に「受託研究取扱規程」を改正するとともに、新たに「請負研究等取扱規程」を制定し、契約が円滑に行えるよう取り組んだ。また、もう一つの課題であった「専門用語を分かり易く解説する」については、今回実施したアンケートに「専門用語の解説に関する項目」を追加し、その結果を踏まえて具体的な対応を検討することとしている。

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）

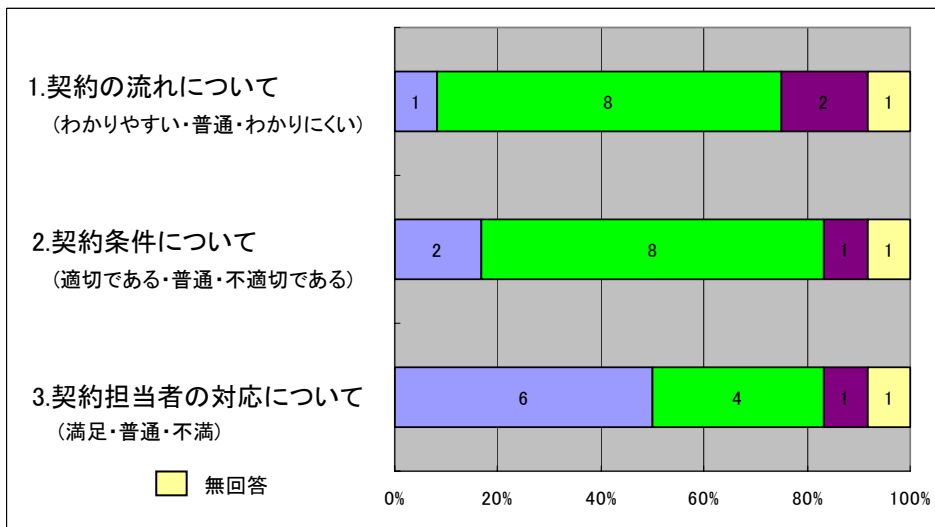


2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置  
 2.4 共同研究・受託研究等

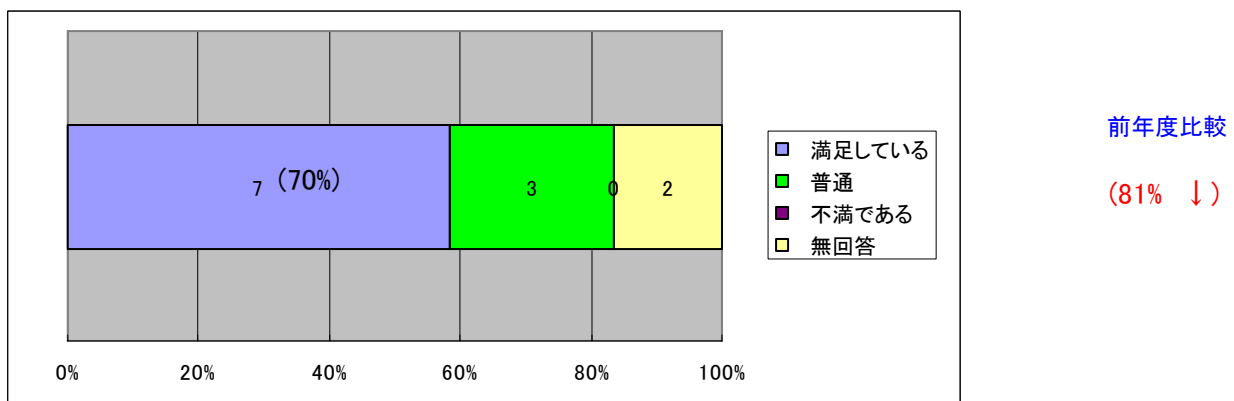
質問2：研究の実施状況について



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？



### ⑥ 競争的資金への応募

平成 19 年度の外部競争的資金への応募研究は、以下の表のとおりであるが、残念ながら採択に至ったものは無かった。

No.	競争的資金名	課題名	参画機関（◎：研究代表）
1	平成 19 年度 運輸分野における基礎的研究推進制度	緊急時の航空機遠隔誘導技術の研究	◎宇宙航空研究開発機構 東京大学 電子航法研究所
2	平成 19 年度 科学技術振興調整費 (CREST)	安全・安心社会実現のための人間状態の統合センシング予測技術	◎ 関西福祉大学 産業技術総合研究所 電子航法研究所
3	平成 20 年度 科学研究費補助金 若手研究 (B)	航空機航法装置と電子機器間の電磁両立性の定量的評価に関する研究	◎ 電子航法研究所
4	平成 19 年度 科学研究費補助金 基盤研究 (B)	高速電力線通信による科学観測や無線通信に対する干渉を評価する定量予測モデルの構築	◎ 国立天文台 大阪大学 九州工業大学 東北大学 京都大学 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)	自動車運転行動における脳内情報処理プロセスのモデル化	◎ 芝浦工業大学 電子航法研究所

### ⑦ 運輸技術研究開発調査費で行う受託研究

国交省総合政策局技術安全課は、障害物との衝突やテロリスト等の侵入の回避を目的とした高度な監視支援システムを開発するため、「先端 IC を活用した安全・安心な交通システムの開発」を企画競争で委託することとしていた。

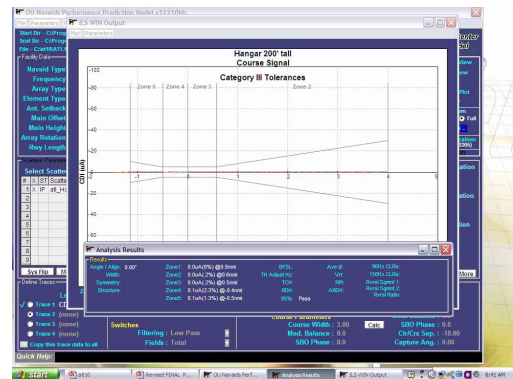
電子航法研究所は、これまでに培ってきた「ヘリコプタの障害物探知・衝突警報システムに関する研究」（平成 13～17 年度）及び「ミリ波／赤外線による衝突防止技術に関する研究」（平成 14～16 年度）の成果をもとに、当該研究の企画競争に応募した結果、当研究所の提案が採用され、平成 20 年度においては「ミリ波レーダーシステムの小型軽量化技術開発」と「監視支援システムの構築」の技術開発を担当することとなった。

(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 19 年度は、以下の 8 件の研究交流会を開催した。

① 第 1 回研究交流会 (4/26) 『日米の ILS 研究動向』

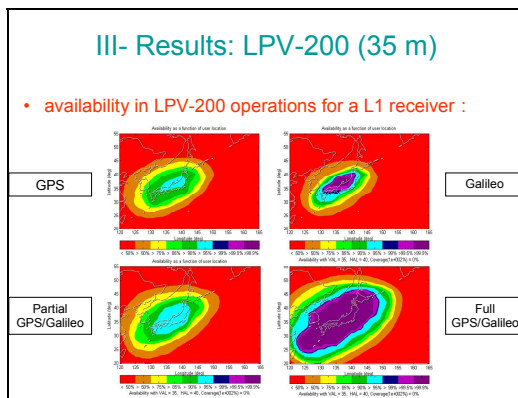
ILS 研究に関する第一人者である米国オハイオ大学のクリネット氏を招き、米国における ILS 研究の動向を講演して頂いた。また、我が国で唯一 ILS に関する研究を実施している当研究所からも発表を行った。日米の研究動向について活発な議論を交わすことにより、当研究所の研究が世界レベルであることを確信できたとともに、研究者にとって大きな自信に繋がった。



【第 1 回研究交流会の様子】

② 第 2 回研究交流会 (7/10) 『フランスからの留学生 研修修了報告会』

ENAC (フランス国立航空学院) の留学生 2 名が、研修修了報告を兼ねた講演を実施した。当研究所は、ENAC から継続的に研修生を受け入れており、研修成果が将来世界的に生かされることを期待している。



【第 2 回研究交流会の様子】

③ 第 3 回研究交流会 (7/24) 『Flight Management System の概要等』

JAL の運航本部から阿部氏を招き、FMS (Flight Management System) についての講演を頂いた。FMS は航空機の頭脳に相当するもので、航空交通をより安全で効率的なものにするための研究を実施している当研究所にとっては、必要不可欠な知識であるが、詳細な情報を入手することが困難なものでもある。

本講義と活発な質疑応答によって、研究者はその見識と自信を大きく深めた。今後の研究が飛躍的に進むことを期待している。

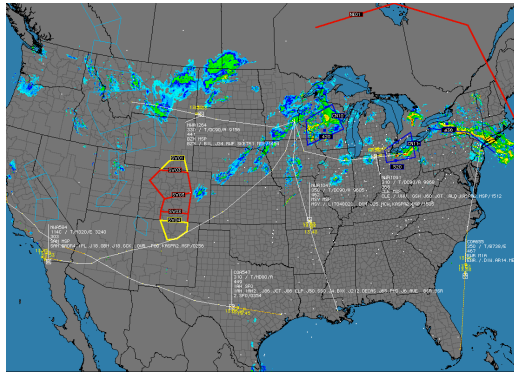




【第3回研究交流会の様子】

④ 第4回研究交流会(8/17) 『アメリカの運航管理の秩序』

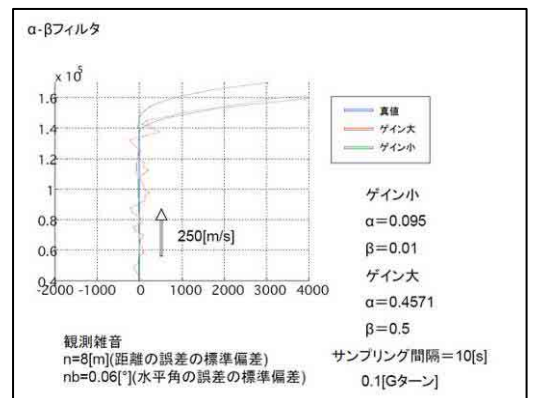
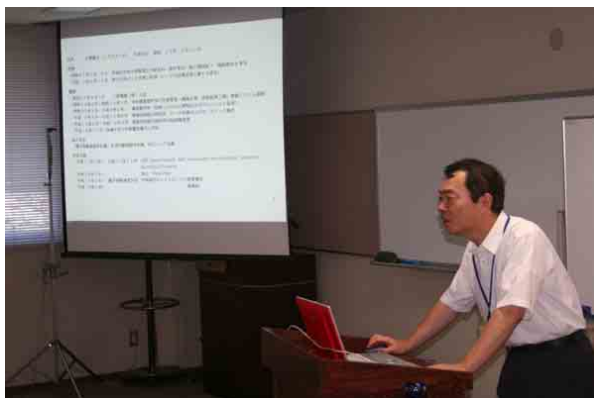
ノースウエスト航空の中田氏を招き、航空業界の先進国である米国における運航管理について講演を頂いた。その後、ノースウエスト航空を訪問し、気象情報の活用方法などの知見取得に向けた活動に繋がった。



【第4回 研究交流会の様子】

⑤ 第5回研究交流会(9/21) 『単一目標追尾の基本 -現状と将来-』

長崎大学から小菅教授を招き、レーダー追尾に関する研究の現状と将来に関する講義を頂いた。航空行政に貢献することを最大の目的とする当研究所にとって、大学の最新研究に関する講義はとても新鮮であり、今後、産官学連携のさらなる発展に寄与したい。



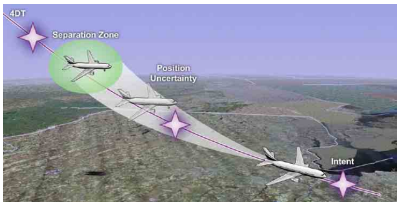
【第5回 研究交流会の様子】

⑥ 第6回研究交流会(12/6) 『4D管制について』

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招き、世界的な共通ビジョンとして実現を目指している「4D管制」について、米国・欧州・日本の将来構想について講義頂いた。4D管制の実現という目標は、当研究所にとって大きな使命であることから、自分達の目指している研究の方向性（ニーズの的確な把握）を再確認できた。

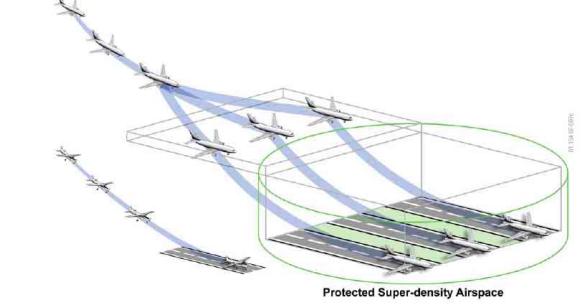
NextGenにおける4次元航跡管理イメージ

**4次元航跡管理(4DT)の導入**



データ通信と自動化技術を活用し、航空機の経路上の予測位置(緯度・経度・高度及び時間)の不確定性を減少させるとともに、管制官の監視下で、航空機側にも航空機間隔の維持業務を分担させ、空域容量と柔軟性を向上させる。

**超混雑空域運用(Super Density Operation)**



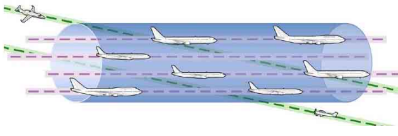
Protected Super-density Airspace

以下の技術を活用して、管制間隔の短縮等により空港処理能力を向上する。

- 4次元航跡管理(4DT)及び自動化
- RNPの導入
- 後方乱気流の探知能力向上による制約の軽減
- 滑走路誤進入の防止アルゴリズムの向上
- 滑走路ブレーキアクション報告の自動化
- 到着前のタキシング指示の自動化 等

Super Density Operationを導入することにより、既存の空港のままで処理能力を約40%増加することを目指している。

**交通流コリダーの設定**



混雑空港に近づくにつれ、交通が集中する経路では、同方向に向かう4DTの能力を有する航空機を束ね、管制官の監視の下、航空機間隔を維持させるコリダーを設定する。


【第6回 研究交流会資料より】

⑦ 第7回研究交流会(1/23)

『DSNA R&D activities in the European and global context』

当研究所と交流のある仏国 DSNA（フランス民間航空行政機関の一部）から2名を招き、仏国の研究における世界戦略などの講義を頂いた。本講義後の活発な議論により、より親交を深めることができた。当研究所のさらなる国際化の大きな足がかりとなったと期待している。






January 2020  
13/16

### ATM Concepts, Method & Tools

- Integration
  - of airborne systems
  - of ground ATC systems
- Trajectory management
- Air-ground data link applications
- Free Route




【第7回 研究交流会の様子】

⑧ 第8回研究交流会(3/28) 『航空交通管理における CNS と IT 技術』

当研究所の研究に関する最高責任者である研究企画統括により、長期ビジョンの視点から自分たちの目指すべき方向性が示された。活発な議論と質疑応答により、当研究所の使命と研究業務の方向性を統一的に共有するに至った。当研究所の能力を大きく底上げしたと確信している。

### 2020年に想定される機上システム

### 監視技術の展望

- ◆ 2020年のベースライン
  - ◇ 協調的な監視
    - ◇ 航空機はモードSとADS-Bの搭載が必要であるので、監視技術の選択(モードS、ADS-B、MLAT)が柔軟な形で残る
    - ◇ ADS-Bin/outが1090MHzESで提供される
    - ◇ 1090MHzESの義務化
    - ◇ 洋上と遠隔地では衛星ベースのADS-C
  - ◇ 非協調的な監視での補足
    - ◇ 一次レーダが独立した非協調的な監視を提供する
- ◆ 2020年以降
  - ◇ 一次レーダは非協調的なもっとやすいシステムに入れ替わる
  - ◇ ADS-Bin/outを支援している1090ESは、(データ通信容量が不十分であるので)追加的な高いパフォーマンスのデータ通信で補足されるだろう

【第8回 研究交流会資料より】

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

## 2.5 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と判断される研究成果については、そのコストパフォーマンスを検討した上で、必要な権利化を図り、保有する特許等については、その維持計画を策定する。また、保有する特許等の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、特許の普及に係るイベント等を活用し、研究成果に関心を寄

---

せる企業等に積極的に技術紹介活動を行う。

## 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。

平成 19 年度は、以下を実施する。

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

その他、研究所の活動及び成果の普及・活用促進に必要な広報活動に努める。

## ③国際協力等

平成 18 年度に新たにフランス国立民間航空大学院より受け入れた研修生 2 名に対し、引き続き我が国の航空電子システム分野の技術を指導する。また、有効な国際交流・貢献を図るため、平成 20 年度に開催する国際ワークショップの準備を行う。

その他、平成 19 年度は、以下を実施する。

- ・研究所が参加している ICAO（国際民間航空機関）の会議に提出された技術情報のデータベース化と当該情報の提供を継続し、利用者のニーズに応えるための改善を図る。
- ・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。
- ・欧米の研究機関等との連携強化を図る。

---

### 2.5.2 年度計画における目標設定の考え方

- ・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する。また、研究所が保有する特許について、その維持計画を策定した上で積極的に広報活動を実施する。
- ・中期計画では、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としており、これに従い年度計画の目標とする。
- ・中期計画では、査読付論文については、80 件以上提出することとしており、これに従い、平成 19 年度は 16 件程度の採択を目指す。



- ・ 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する。
- ・ 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。
- ・ 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19年度も積極的に継続する。
- ・ 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。
- ・ 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としており、研究所が参加する ICAO 会議における技術情報を提供する仕組みを検討する。
- ・ 中期計画では、国際会議等における発表を240件以上実施することとしており、これに従い、平成19年度は48件以上発表する。
- ・ 国際会議・学会・シンポジウムに積極的に参加し、また交流会などを開催することにより欧米との連携を深めることとした。また、DSNAに短期留学させることとする。
- ・ 平成20年度開催予定の国際ワークショップの開催に向けた検討を開始する。

### 2.5.3 当該年度における実績

#### (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19年度は延べ4回の発明審査を実施した。

##### ② 平成19年度出願特許と取得特許

平成19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：9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	2007-181270	平成19年 7月10日	天頂対流圏遅延量の算出方法及び衛星測位信号の対流圏遅延量の補正方法	—	単独
2	2007-246609	平成19年 9月25日	衛星航法システムの電離層遅延推定の方法及びその装置	—	単独
3	PCT/JP2007/73512	平成19年 12月28日	天頂対流圏遅延量の算出方法及び衛星測位信号の対流圏遅延量の補正方法	—	単独
4	2008-093544	平成20年 3月31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	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	3956024	平成19年5月18日	ILSのグライドパス装置のGPパス予測方法	7	単独	100%
2	3956025	平成19年5月18日	移動体の識別監視装置	12	単独	100%

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

3	10-722457	平成 19 年 5 月 21 日	カオス論的ヒューマンファクタ評価装置 (PCT 出願：韓国)	2	共同	25%
4	3988828	平成 19 年 7 月 27 日	誘電率の測定方法及び誘電率測定装置	3	共同	40%
5	3995687	平成 19 年 8 月 10 日	誘電体レンズを用いた電磁波の反射器、発生器 及び信号機	23	共同	50%
6	3997549	平成 19 年 8 月 17 日	移動局及び移動局側通信制御方法及び衛星局 及び衛星局側通信制御方法及び通信システム	22	共同	50%
7	7321842 B2	平成 20 年 1 月 22 日	カオス論的指標値計算システム (PCT 出願：アメリカ)	27	共同	25%
8	4097133	平成 20 年 3 月 21 日	無線通信ネットワークシステムおよび無線ネ ットワークシステムの制御方法	5	共同	50%
9	4097254	平成 20 年 3 月 21 日	無線通信ネットワークシステム、移動局および 移動局の制御方法	8	共同	50%

③ 特許の活用

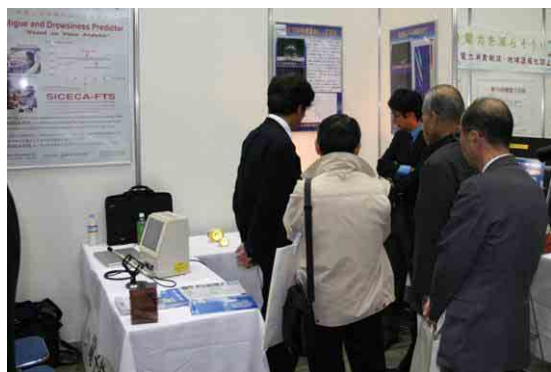
平成 19 年度に活用された当研究所の保有する特許を以下に示す。

No.	特許権名	登録番号
1	DSB 方式ドップラーVOR モニタ方法	1731867
2	アンテナ故障検知装置	1739963
3	ドップラーVOR のアンテナ切換給電方法	1928084
4	レーダ受信画像信号のクラッタ抑圧方法及び装置	3091880
5	全方向性を有する誘電体レンズ装置	3822619
6	大脳評価装置	出願中

④ 知的財産権に係る広報・普及活動

平成 19 年度の活動は以下のとおり。

- ▶ 平成 19 年 11 月 28 日～30 日、東京国際展示場（東京ビックサイト）で開催された「パテントソリューションフェア 2007」（主催：特許庁／関東経済産業局）に参加し、「発話音声によるストレス・レベル評価装置」及び「全方向性誘電体レンズ装置」に係る特許の PR 紹介を積極的に行い、来場した企業等から数多くの照会に対応した。

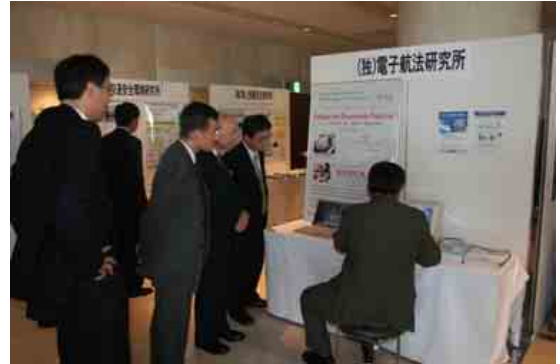


【パテントソリューションフェアの様子】

- ▶ 平成 20 年 2 月 18 日、サンポートホール高松で開催された「平成 19 年度国土交通先端技術フォーラム」に参加した。電子航法研究所は 3 年目の参加となるが、

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

本イベントには講演の他に展示コーナーも設けられており、各研究所等がパネル等を出展して広報活動を展開している。電子航法研究所は「発話音声によるストレス・レベル評価装置」を展示し、合わせて要覧・パンフレットを配布するなど、当研究所のPR活動の一環として非常に有効であった。



【国土交通先端技術フォーラムの様子】

(2) 広報・普及・成果の活用

① 研究課題の発表状況

平成 19 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 164 件となっている。

担当領域	区分	研究課題名	発表件数
A T M 領域	重点	航空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	4
		航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法の研究	5
		RNAV 経路導入のための空域安全性評価の研究	7
		今後の完成支援機能に関する研究	6
		ATM パフォーマンスの研究	5
	指定 A	空域の安全性の定量的評価手法に関する研究	18
		洋上経路システムの高度化の予備的研究	4
	指定 B	空港における後方乱気流管制方式の技術基盤に関する研究	1
		航空路管制業務のタスク分析及び作業負荷・負担の研究	3
		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
		ASAS に関する予備的研究	9
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	15
		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	11
		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
	指定 A	IP を利用した航空衛星通信システムに関する研究	5
		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
	指定 B	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	2
	基礎	高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究	1
		将来のデジタル航空通信に関する調査・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	2
		航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究	13

		携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究	6
		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	1
		ミリ波センサを用いた空港面における落下物探索技術に関する研究	1
	指定 B	効率的な協調意思決定を支援する情報環境技術のための要素技術の調査研究	1
		航空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
基礎	対空通信メディア高度化に関する基礎研究	1	
A-SMGCS_PT	重点	A-SMGCS システムの研究	12
安全運航支援技術_PT	重点	航空機の安全運航支援技術に関する研究	4

## ②査読付論文

平成 19 年度に発行された査読付論文は、以下の 22 件となっており、目標値 16 件を大きく上回っている。

No.	表題名（和訳）	発表機関・刊行物名
1	An Analysis of Communication-line Occupancy from Real-time Simulation (実時間シミュレーションにおける管制通信回線占有率の一解析)	2007 International Symposium on Aviation Psychology (14th)
2	TASK ANALYSIS FOR OF AIR TRAFFIC CONTROLLERS IN ENROUTE ATC (航空路管制業務における管制官のチーム作業分析)	2007 International Symposium on Aviation Psychology (14th)
3	W-Band Fresnel Zone Plate Reflector for Helicopter Collision Avoidance Radar (ヘリコプタ衝突防止レーダ用 W 帯フレネルゾーン平面反射板)	IEEE (米国電気電子技術者学会) Transaction on AP 2007 年 5 月号 vol.55
4	RNAV 到着機の横方向経路逸脱量の推定	日本航海学会論文集 第 117 号
5	RF Emission measurement of 433 MHz RFID tags for EMI evaluation to onboard instruments of aircraft (航空機等差機器に対する電磁干渉評価のための 433MHz RFID タグの電磁放射測定)	IEEE 電磁両立性に関する国際会議 (EMC-2007)
6	PED Interference Reporting System in Japan. (日本における携帯電子機器による電磁干渉の報告システム)	IEEE 電磁両立性に関する国際会議 (EMC-2007)
7	水平重量確立推定法の比較 -近似モデルと運動モデル-	電子航法研究所報告 第 117 号
8	デュアルサイト化に向けた ASDE 干渉実験	電子航法研究所報告 第 117 号

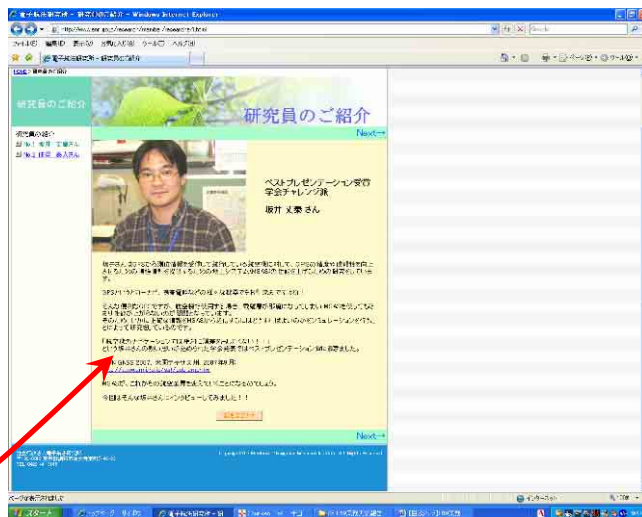


2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置  
 2.5 研究成果の普及、成果の活用促進等

9	空港面を対象とした高速シミュレーション・モデルの検討	電子航法研究所報告 第117号
10	An omni-directional lens reflector for millimeter wave and light (光とミリ波のための全方向性レンズ反射器)	国際レーダシンポジウム (IRS2007)
11	Mitigating Ionospheric Threat Using Dense Monitoring Network (高密度なモニタ局ネットワークによる電離層脅威の低減)	ION GNSS 2007 (2007年米国航法学会 GNSS 会議)
12	Power Line RCS Measurement at 94GHz (94GHzでの送電線 RCS測定)	英国技術学会 (I E T) レーダーシステム 国際会議
13	衛星型 GNSS 補強システムにおける対流圏遅延補正方式	日本航空宇宙学会論文集 Vol.55
14	Tropospheric Delay Correction in L1-SAIF Augmentation (L1-SAIFによる対流圏遅延補正方式)	IGNSS Symposium 2007
15	ATN セキュリティ機能の開発と相互接続実験について	電子航法研究所報告 第118号
16	VDL-M3 を用いた ATN の通信・相互運用実験	電子航法研究所報告 第118号
17	Preventing Interferences Between Air Traffic Controller and Future Ground Automation from a Control Theory Approach (制御理論の適用 による航空管制官と地上の自動化システムの干渉防止)	6th Eurocontrol Innovative Research Workshop and Echibition
18	Implementation of the QZSS L1-SAIF Message Generator (準天頂衛星 L1-SAIF メッセージ生成装置の実装)	ION National Technical Meeting 2008 (米 国航法学会全米技術会議)
19	準天頂衛星補強信号のためのエフェメリスメッセージ	電子情報通信学会論文誌 B Vol. J91-B No. 3
20	衛星を利用した自己同期方式 ADS の伝送特性解析	日本航海学会論文集 第118号
21	ADS 搭載機の縦方向速度予測誤差	日本航海学会論文集 第118号
22	広域ディファレンシャル GPS における電離層遅延補正情報のグリッド間隔 による影響	電子航法研究所報告 第119号

### ③ ホームページの充実

平成 19 年度は、ホームページ上で最新情報をタイムリーに発信するため、担当の派遣職員と通年契約してホームページの充実を図った。当年度は、昨年度に引き続き第 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開するとともに、新たな企画として研究員紹介のページを作成し、広く一般の方々に親しんでもらうことを意識した広報活動を展開した。また、講演会などの事前登録をホームページ上で受け付けるよう登録フォームを作成し、受付事務の効率化も図った。



【電子航法研究所のホームページ】

#### ④ 研究発表会

6月11・12日、(独)海上技術安全研究所の講堂において定例の研究発表会を開催した。初日来場者数：147名、二日日来場者数：178名（延べ325名、前年度27%減少）であった。平成19年度研究発表会の来場者アンケートでは、「興味深く感じた」「関係者の関心の高いATMに関する発表が多く参考になった」「発表時間が短くて残念。もっと聞きたかった」などのコメントを頂いた。

平成19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	運航実績データによる遅延時間の解析手法の検討	航空交通管理領域
2	運航実績データによる飛行距離の測定手法の検討	航空交通管理領域
3	到着機の運航効率と降下プロファイルに関する一考察	航空交通管理領域
4	航空交通量と空域設計要件との関係について	航空交通管理領域
5	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	航空交通管理領域
6	平行RNAV（広域航法）到着経路の横方向重畳確率の推定	航空交通管理領域
7	コンフリクト検出における予測時間の一解析	航空交通管理領域
8	将来の航空交通管理システムの見通し	航空交通管理領域
9	管制官の負荷・負担に関する考察	航空交通管理領域
10	管制機数と作業負荷に関する一検討	航空交通管理領域
11	車載型発話音声分析装置の試作評価	機上等技術領域
12	アクティブ型ICタグの電磁放射に関する測定・分析	機上等技術領域
13	小型航空機の運航支援に関する予備的研究	機上等技術領域
14	機上監視応用方式（ASA）の検討状況	機上等技術領域
15	垂直短縮間隔運用後の航空機衝突防止装置動作への影響	通信・航法・監視領域
16	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	通信・航法・監視領域
17	先進型地上走行誘導管制（ASMGC）実験システムの接続試験について	通信・航法・監視領域
18	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	機上等技術領域
19	滑走路状態表示灯システムの開発について	通信・航法・監視領域

20	I P用サブネットワーク収束機能の開発について	通信・航法・監視領域
21	測距誤差推定によるGPS劣化信号検出について	通信・航法・監視領域
22	GPS信号の異常と地上型補強システム（GBAS）の観測値品質モニタの検討	通信・航法・監視領域
23	準天頂衛星による高精度測位実験システムの開発状況	通信・航法・監視領域
24	準天頂衛星L1-SAIF補強信号の測位性能	通信・航法・監視領域
25	ILSグライドパス反射面の積雪によるパス特性の変化	機上等技術領域



【H19 研究発表会 会場】



【展示場風景】

なお、研究発表会においては、会場入口のスペースを利用して研究成果の展示を行い、来場者に研究成果を具体的に提供するよう努めている。こうした機会における展示は、研究関係者以外にも当研究所に関心を持ってもらう良い機会と考えており、また、研究層の拡大にも繋がるものと期待している。

## ⑤ 研究講演会

平成 20 年 1 月 25 日、大手町サンケイプラザホールにおいて「次世代の効率的な航空交通管理について」をテーマに DNSA と共同で第 3 回研究講演会を開催した（DNSA とは 2 回目の共同開催）。来場者数は 91 名と盛況な講演会となった。講演会後の来場者アンケートでは、「役に立つ技術だ」「興味をもった」との回答が多くを占め、「初めての参加でしたが、とても勉強になりました」、「日本における将来の ATM 発展への貢献を大いに期待しています」、「産業界では、実証が難しい分野について、協同研究の実施や情報交換を積極的に行って頂きたい」などの有り難いコメントも多数頂いた。



【研究講演会の様子】

⑥ 研究所一般公開

電子航法研究所では、毎年、科学技術週間に合わせて（独）海上技術安全研究所及び（独）交通安全環境研究所と合同で研究所施設の一般公開を実施しており、平成19年度は4月22日（日）に実施した。来場者数（三研総数）は、2,305名（昨年度比△256名）と、昨年度より若干減少したものの、平成16年度から4年連続で2,000名の大台を超えた。また、三研究所合同アンケートでは当研究所が主催した6イベントの内、3イベントが人気ベスト5に入る結果となっている。

＜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 ATCシミュレーション実験室
- ④ 航空交通解析ツール
- ⑤ 紙飛行機大会
- ⑥ 音声疲労診断

	①	②	③	④	⑤	⑥
面白かった	74	78	118	79	164	98
つまらなかった	7	21	3	7	7	12



【ATCシミュレータ実験室の様子】



【音声疲労診断の様子】

⑦ 「空の日」イベントへの参加

＜9月9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13回目となる。今年度は、岩沼分室に保管しているビーチクラフトB99型実験用航空機を出展した。



【仙台空港祭の様子】



<10月28日 調布飛行場まつりへの参加>

「空の日」イベントの一環として行われている「調布飛行場まつり」に参加した。今年、発話音声によるストレス・レベル評価装置のデモ展示、MSAS の紹介等のほか、ビーチクラフト B99 型実験用航空機の展示も行った。



【調布飛行場まつりの様子】



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

⑧ 広報誌及び研究成果の普及

平成 19 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 327 件実施した。以下にその内訳を示す。

所外発表件名	19 年度実績数	備考
電子航法研究所報告の発行	3	第 117～119 号
要覧の発行	1	
年報の発行	1	
広報誌（e-なび）の発行	4	No. 13～16
国際会議、国際学会等（ICAO、国際会議等）	58	ICAO、米国航法学会 等
国内学会講演会、研究会等	87	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）	5	日本航海学会論文誌 等
学会誌、協会誌（学会誌）	9	電波航法研究会誌 等
協会誌	12	航空無線、日本ヘリコプタ技術協会会報 等
国交省報告	10	
その他 （委員会資料：財団法人など外部組織の委員会）	16	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	2	
南極レポート	77	ホームページ上に掲載
その他 （上記のいずれにもあたらないもの）	42	
その他 （受託研究報告書）	(9)	(注)
合計	327	

(注)「契約を締結して実施した研究に対するの成果物である」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

当研究所では社会ニーズに的確に対応し研究の具体化と重点化を図るため、航空局、運航者、空港管理者等、航空に関連する機関と積極的に研究交流を推進している。その一環として、今年度は合計 10 回の出前講座を開催した。

今年度は、航空局以外にも定期航空協会やエアライン、空港会社、教育機関などにも出前講座の範囲を拡大した。アンケート結果を見ても「定期的に開催して欲しい」といった好意的な意見が多数寄せられている。

平成 20 年度においても積極的に出前講座を開催し、研究の具体化と重点化を図るとともに、研究成果の紹介や意見交換を通じて相互の理解を深め、関係強化に努めていきたい。

No.	開催日	対 象
1	5 月 25 日	東京航空局成田空港事務所
2	6 月 26 日	航空局
3	7 月 19 日	定期航空協会（エアライン団体）
4	7 月 23 日	神戸航空衛星センター
5	9 月 27 日	A N A
6	10 月 25 日	常陸太田航空衛星センター
7	10 月 31 日	中部国際空港株式会社
8	11 月 29 日	A N A
9	12 月 11～13 日	石垣市立石垣小学校 等
10	2 月 26 日	J A L

#### <5 月 25 日 成田空港出前講座>

空港面の構造が極めて複雑な成田空港に安全強化策の一環としてマルチラテレーションを導入することが決定された事を受け、空港関係者にシステムの概要・利点等をアピールする機会として出前講座を実施した。

講座は「航空管制と空港面監視について」をテーマとして①「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」、②「空域デザインの基本要件について」、③「マルチラテレーション監視システムの評価について」、④「統合型空港面監視システムの概要」、⑤「滑走路誤進入およびコンフリクト検出ソフトウェアの開発について」の発表と、



【成田出前講座の様子】

実験機材等をセッティングして⑥「マルチラレーションおよび統合型空港面監視システム」、⑦「滑走路誤進入およびコンフリクト検出ソフトウェア」についてはデモを行った。

会場には、成田空港長をはじめとして成田空港事務所職員、成田国際空港株式会社や航空会社等、また、成田空港事務所以外の航空局関係者からの参加もあり、100名を超える聴講者となった。マルチラレーションは研究成果が即時に実行整備に移行している課題であり、空港関係者の期待も非常に高いものであることが改めて実感された。

#### <6月26日 航空局出前講座>

空港の高機能化に付随した空港面の安全強化対策が国の喫緊の課題となっていることから、国土交通省航空局からの要請により出前講座を行った。

講座は「空港面監視と地上走行について」をテーマに①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、②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、③滑走路における誤進入およびコンフリクト検出方法について、④滑走路状態表示灯システムの開発について、⑤地上走行パターンの解析について、の発表を行った。



【航空局出前講座の様子】

特に、羽田空港は平成23年のD滑走路完成に合わせて国際線ターミナルビルの新設・国際線便数の増加が予定されており、国際線機材による滑走路横断の事例が日常化することになるため、Runway Incursion 対策が急務である。A-SMGCに含まれるRWSLは早期の実現を迫られる課題に浮上することになった。

#### <7月19日 定期航空協会出前講座>

航空局関係者以外に対する初めての出前講座であり、さらに記念すべき通算10回目を数える出前講座となった。講座は「SBASとGBAS」をテーマとして①「SBASの概要と最近の研究動向」、②「GBASの概要と最近の研究動向」を発表し、1時間以上にもなる熱い質疑応答や、アンケート調査を通じて「特にGBASの海外での状況について詳しく知りたい」、「海外の動向にとらわれない日本の独自性ある研究をしてほしい」などの貴重なご意見をいただいた。



【定期航空協会出前講座の様子】

これまで航空会社は、世界的なGNSS機運の盛り上がりに対し、我が国におけるGNSSを利用した運航機会の実現遅れに苛立ちを隠さない状況にあった。今回の講座では欧米に較べて電離層による測距誤差が大きく不利な日本周辺環境において、当研究所がいかに誤差低減に焦点を当てた研究を進めているかを航空会社に直接説明する機会

を伴った。またこの機会を経ることによって、GNSS の早期実現に向けた産官連携への機運が高まったことを考えれば極めて時宜を得た企画となった。

### <12月11～13日 石垣出前講座>

科学技術を子供達の身近に感じてもらうこと、そして科学に興味を持ってもらい将来の「夢」に対して幅をひろげてもらえればとの思いから、また平成16年度より当研究所の観測機器設置にご協力いただいている石垣島において、石垣小学校、平真小学校、石垣第二中学校の3校へ実験協力のお礼も兼ねて、当研究所の「出前講座」を子供向けに開催した。

平真小学校および石垣小学校では、小学校5・6年を対象に、石垣第二中学校では2年生全5クラスの理科の特別授業という形で行い、あまり耳慣れない「電子航法」や、カーナビや携帯電話などの知識しかないGPSについて、当研究所の研究員が子供向けにわかりやすく講義した。講義中、子供達からの素朴な疑問、中には子供ならではの鋭い質問もあり、結果は一緒に聴講いただいた先生方にも好評で、「ぜひまた開催して欲しい」などの有り難いコメントも頂いた。また、地元新聞掲載やTV放映等もあり、石垣島における電子航法研究所のPR活動としても良い成果を上げた。

地域社会への貢献の一環として、また、若年世代に対し、自然科学・工学分野への関心を高めてもらうためにも、今後は研究所所在地周辺においても実施していきたい。



【石垣出前講座の様子】



### (3) 国際協力等

#### ① 海外研修生（留学生）への技術指導

・電子航法研究所では、平成18年からENAC（フランス国立民間航空学院）の学生を研修生として受け入れ研究指導を行っており、平成19年及び20年には以下の学生を受け入れている。

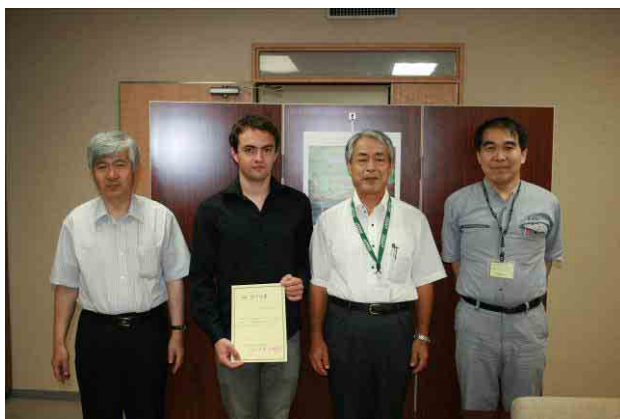
・平成19年2-8月 2名： CNS領域、AST領域にて各1名

・平成20年3-9月 3名： ATM領域、CNS領域、AST領域にて各1名

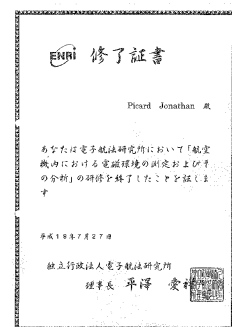
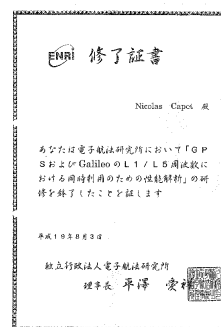
研修生は、受け入れ担当研究者から研究内容等に関する指示・指導を受け、約5ヶ月間にわたって研究・実験等の実施と研修報告書の作成を行い、研修修了時には研修報告会を開催し成果の報告を行っている。

・平成18年度に受け入れたENACからの留学生2名（平成19年2月14日～7月27日、平成19年3月5日～8月3日）に対し、『航空機内における電磁環境の測定およびその分析』、『GPSおよびGalileoのL1/L5周波数における同時利用のための性能解析』という研究テーマを与え、衛星航法システムの性能解析手法を指導し、衛星航法システムGPSおよびGalileoの併用による性能解析、二周波型SBASシステムの性能解析を行わせた。本技術指導においては、MATLAB言語を主に使用しながら、当所所有の性能解析ソフトウェアSVMも使用して実践的な解析ツールの利用を体験させた。

・また、『航空機内における電磁環境の測定およびその分析』を担当した研究者については、帰国後その成果が評価され、ENACでの卒業式で彼の卒業研究（航空機内の電波環境の測定及び分析）が「ベストインターンシップ・体験」賞を受賞し、賞金500ユーロを獲得したとの報告があり、今回の留学生受け入れに係わった研究者一同の喜びもさらに大きくなった。



【留学生研修修了式の様子】

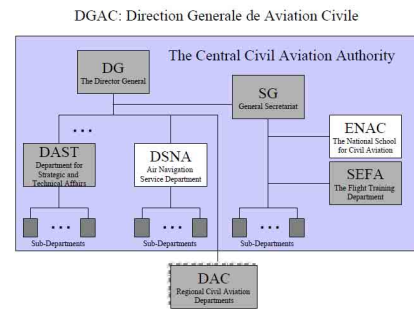


【留学生研修 修了証書】

- ・平成17年度以降、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20年3月よりENACからの研修生3名を受け入れ、『空港面異物センサの研究』、『衛星航法システムに対する電離層による影響の解析』、『航空交通管制支援システム用トラジェクトリモデル』について研修を開始した。

- ENAC からの研修生受け入れは平成 17 年度以降、6 名(平成 20 年 3 月受け入れを含む)に達しており、こうした機会を通じて DNSA との協力関係がさらに強固なものとなることを期待している。

- フランス国立民間航空学院 DGAC-ENAC から研修生を受け入れる一方で、当研究所からもフランス航空局航空航法サービス部 DGAC-DSNA の研究部門に研究員を派遣した。上席研究員 1 名が、平成 19 年 9 月の 1 ヶ月間 DSNA にて現地研究員とともに「機上監視等による ATM 支援方式の調査研究」を共同実施した。期間中の調査結果は、今後長期間にわたって ICAO/ASP 関連会議が必要とする事項を含んでおり、共同調査直後から同会議への技術資料等の共同発表が継続されている。また、DSNA と当研究所の包括共同研究契約について協議を始めるきっかけとなるなど、研究員の交流は、現場の技術交流のみならず研究所としての国際貢献の展開に大きな効果を上げつつある。



【DNSA と ENAC の関係】

### ② 米国連邦航空局 (FAA) 技術者との交流

電子航法研究所では、航空局の要望でアクティブ IC タグの電波が機上搭載システムに与える影響について調査・研究を実施している。FAA では米国内でのアクティブ IC タグ機内使用に係わるガイドライン (アドバイザー・サーキュラー) を準備しており、この作成への協力が RTCA (米国航空無線技術協会) の場で要請された。このため、機上等技術領域の研究員が FAA 技術者と討議を行うと共に、当研究所が収集したデータを FAA に提供している。

### ③ KARI 研究者との交流

電子航法研究所では、平成 19 年 4 月 KARI (韓国航空宇宙研究院) の研究者 2 名の訪問を受けた。この際、航空交通管理領域において討論会を開催し、これらの研究者から KARI での研究内容の発表を受けると共に、当研究所での ATM 及び CNS に係わる主な研究の紹介を行った。また、今後 ENRI と KARI とで国際ワークショップの開催を目指す等、交流の深化に努めている。

### ④ EUROCONTROL 技術者との交流

電子航法研究所では、平成 20 年 2 月 EUROCONTROL 実験センターの技術者の訪問を受けた。航空交通管理領域では、この技術者と JAXA の研究者も含めた ATM 研究会を開催し、後方乱気流に係わる現在の研究や今後の研究計画等に関する討議を行った。また、当該技術者を当研究所・岩沼分室に案内し、研究施設の紹介を行うなど国際交流の促進に努めている。

また、EEC が行う SESAR 関係の研究計画および関連する研究データベース (ARDEP (ATM Research and Development Activities in Europe)) 構築に関連し、電子航法研究所の重点研究をとりまとめて EEC の担当者に提供した。



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

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

- ・ 6/27 JICA による ATM セミナーとして 9 名の研修を実施。
- ・ 10/1 フィリピン新 CNS/ATM 研修として 4 名の研修を実施。



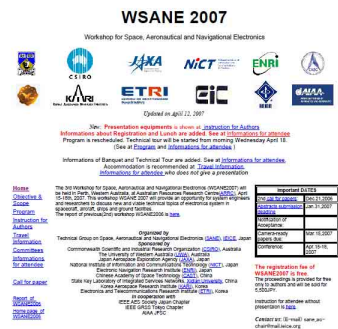
【ATM セミナー研修の様子】



【フィリピン新 CNS/ATM 研修の様子】

⑥ 国際ワークショップ

- ・ 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、4/15-18 にオーストラリアのパースで開催した。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おり、平成 20 年度も引き続き開催される WSANE を後援する計画である。



このワークショップには、当研究所の若手研究者も積極的に参加するようになっており、福島主任研究員が SANE 研究専門委員（幹事）として運営委員を務め、この功績により電子情報通信学会（通信ソサイエティ）より活動功労賞を受けるなど、重要なメンバーとなるに至っている。

⑦ 航空局の RMA 活動を技術支援

航空局は、平成 19 年 12 月に開催された ICAO の第 8 回アジア太平洋地域空域安全監視諮問グループ (RASMAG) 会議において、地域監視機関 (RMA : Regional Monitoring Agency) となることが正式に認められた。この地域監視機関とは、空域の安全性評価の継続の実施を主要任務とする、航空安全に係わる世界的に認められた機関のことである。航空局は、空域の安全性評価に関するこれまでの実績を認められて RMA となったわけであるが、当研究所は ICAO も実績を認める空域安全性評価の専門家を擁し、長年にわたり航空局に対して空域の安全性評価に関する技術的支援を行ってきた。

航空局は、第 8 回 RASMAG 会議で提出した文書において、当研究所が

- 航空機の高度維持性能誤差の調査
- 航空局担当者の教育プログラムの作成

について支援することを前提に、RMA となる能力を有していると主張している。

日本はアジア地域で初めての高度監視装置 (HMU) の設置を計画しているが、この装置で得られたデータの解析は高度な技術を必要とすることから、当研究所の支援が期待されている。さらに、RMA manual によると RMA になるためには安全性評価を含めた RMA の業務を実施できる人材を有することが必要とされており、そのような人材を教育するプログラムの作成においても、当研究所の技術的支援が求められている。

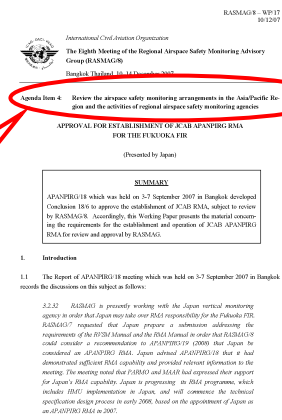
このため、平成 19 年度は第 7、8 回の RASMAG 会議において航空局を技術的に支援し、また、航空局の要請に基づき、担当者の教育のための安全性評価手法の講習会を実施した。

【RASMAG8 報告書より】

RMA Manual				
Mandatory or Desirable	Requirements for establishment and operation of an RMA	Detail	Status	Reference
Mandatory	An RMA must have both the authority and technical competence to carry out its functions.	a) the organization must receive authority to act as an RMA as the result of a decision by a State, a group of States or a planning and implementation regional group (PIRG)  b) the organization acting as an RMA has adequate personnel with the technical skills and experience to carry out the functions	APANPIRG and RASMAG have been fully briefed on the intentions and capabilities of JCAB.  APANPIRG/18 raised Conclusion 18/6 approving JCAB as Asia/Pacific RMA subject to final review by RASMAG/8 (Dec 2007).  JCAB has demonstrated its safety assessment capability since 2005.  JCAB has been working closely with ENRI which has world-known experts and can provide expertise for JCAB any time.	RMA Manual Chapter 1, Paragraph 1.3.1

JCAB has been working closely with ENRI which has world-known experts and can provide expertise for JCAB any time.

APPROVAL FOR ESTABLISHMENT OF JCAB APANPIRG RMA FOR THE FUKUOKA FIR



【RASMAGのWPより】

## ⑧ ICAO 会議等における航空局への技術支援

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

当研究所は次の4つのパネル会議に参画している。

### ◆ A C P ・ 航空通信パネル

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

### ◆ A S P ・ 航空監視パネル

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

### ◆ 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19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。

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

No.	表題名 (和訳)	ICAO 会議名	発表場所	発表年月日
1	ACAS II Operational Monitoring Report on the Effect of RVSM in Japan, First report of 2007. (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、2007 年第 1 版)	ICAO ASP/WG	ベルギー ブリュッセル市	2007/4/16~20
2	Measurement for Reply Signal Quality with Wideband Waveform Recorder (広帯域波形記録装置を用いる応答信号品質測定)	ICAO ASP/WG	ベルギー ブリュッセル市	2007/4/16~20
3	Evaluation results of Multiateration 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	ベルギー ブリュッセル市	2007/4/16~20
4	Evaluation results of Multiateration 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 The Sixth Meeting of ADS-B Study and Implementation Task Force	韓国 ソウル市	2007/4/25~27
5	Analysis of ADS-C data (ADS-C データ解析)	ICAO SASP/WG/WHL/11	カナダ モントリオール市	2007/5/21~6/1
6	Summary of Analysis of ADS-C data (ADS-C データ解析の要約)	ICAO RASMAG/7	タイ バンコク市	2007/6/4~8
7	Brief Report on Signal Environment Studies in Japan. (日本における信号環境関連研究の概要報告)	ICAO ASP/TSG	フランス パリ市	2007/7/2~6
8	Evaluation results of Multiateration 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	フランス パリ市	2007/7/2~6
9	Questions about a new RTCA/FAA proposal for achieving CAT-III with GBAS (RTCA/FAA の CAT III GBAS のための新しい提案に対する質問)	ICAO NSP/CSG	アメリカ エヴァレット市	2007/7/23~25
10	Bit Assignments for ACAS Capabilities in Register 10HEX (レジスタ 10 内の ACAS 能力ビット割当)	ICAO ASP/ASSG	フランス ツールーズ市	2007/9/14
11	Simulation of Self-synchronized ADS Using UDP/IP network (UDP/IP を利用した自己同期方式 ADS のシミュレーション解析)	ICAO ACP/WGT1	カナダ モントリオール市	2007/10/2~3
12	ACAS II Operational Monitoring Report on the Effect of RVSM in Japan, Second report of 2007. (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、2007 年第 2 版)	ICAO ASP/WG	カナダ モントリオール市	2007/10/15~19
13	Revised coding of ACAS bits in Register 10 (レジスタ 10 内の ACAS ビットの符号化方式の改訂)	ICAO ACP/WG	カナダ モントリオール市	2007/10/15~19

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

14	Extracted assumptions from ADS-B-RAD OSED (ADS-B-RAD OSED からの想定事項の抜き書き)	ICAO ACP/WG	カナダ モントリオール市	2007/10/15~ 19
15	Evaluation results of Multiateration by ENRI (電子航法研究所におけるマルチラテレーションの評価計画)	ICAO ACP/WG	カナダ モントリオール市	2007/10/15~ 19
16	Datalink capability monitoring in Japan (日本におけるモード S データリンク能力通報の観測)	ICAO ACP/WG	カナダ モントリ オール市	2007/10/15~ 19
17	A Concept of CAT III GBAS Requirement Based on Real-Time Flight Technical Error Estimation (TSEに基づいた GBAS の要件のあるコンセプトの紹介)	ICAO NSP/CSG	カナダ モントリ オール市	2007/10/29~ 11/2
18	Shape of Distribution of ADS-C Along-track Speed Prediction Errors (ADS-Cにおける経路方向に速度予測誤差分布の形)	ICAO SASP/WG/WHL/12	チリ サンティア ゴ市	2007/11/5~16
19	SProposed Changes to ACAS Manual in relation to Effect of RVSM (RVSM の導入に関連した ACAS マニュアルの改訂提案)	ICAO ASSG	フランス ツー ルーズ市	2008/3/5~7
20	SBAS GEO as GBAS Ranging Source (GBAS 測距信号としての SBAS)	ICAO NSP/CSG	カナダ モントリ オール市	2008/3/31~ 4/4

⑨ 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	Calculation of Maximal Lateral Overlap Probability -Terminal RNAV case- (最大横方向重畳確率の計算 -ターミナル RNAV の 場合-)	電子情報通信学会 WSANE2007	オーストラリア ケンジントン市	2007/4/16~ 17
2	Improvement of Analysis on the Along-Track Predicted Position Errors of ADS on a North Pacific route (北太平洋ルートにおける ADS の縦方向予測位置 誤差の解析の改善)	電子情報通信学会 WSANE2007	オーストラリア ケンジントン市	2007/4/16~ 17
3	An Analysis of Prediction Time on Conflict Detection (コンフリクト検出における予測時間の一解析)	電子情報通信学会 WSANE2007	オーストラリア ケンジントン市	2007/4/16~ 17
4	Tropospheric Delay Correction for Augmentation System using Quasi-Zenith Satellite System (準天頂衛星を用いた広域測位補正における対流 圏遅延補正方式)	電子情報通信学会 WSANE2007	オーストラリア ケンジントン市	2007/4/16~ 17
5	The results of preliminary flight experiments measuring the signal environment in ARNS band (ARNS 帯域の信号環境記録予備飛行実験結果)	電子情報通信学会 WSANE2007	オーストラリア ケンジントン市	2007/4/16~ 17
6	Emission Measurements of Active IC Tags (アク ティブタグからの放射測定)	RTCA SC-202 (携帯電子機器委員会) 第 18 回会議	アメリカ ワシ ントン市	2007/4/18



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

7	An Analysis of Communication-line Occupancy from Real-time Simulation (実時間シミュレーションにおける管制通信回線占有率の一解析)	2007 International Symposium on Aviation Psychology (14th)	アメリカ デイトン市	2007/4/23~26
8	TASK ANALYSIS FOR OF AIR TRAFFIC CONTROLLERS IN ENROUTE ATC (航空路管制業務における管制官のチーム作業分析)	2007 International Symposium on Aviation Psychology (14th)	アメリカ デイトン市	2007/4/23~26
9	Novel architecture for Preventing Interference Between Automation and Pilot maneuvers (自動化システムとパイロットの干渉を防ぐ新たな機構)	Lectures and Workshop International-Recent Advances in Multiplinary Technology and Modeling	東京都	2007/5/7
10	Study on ATM Performance (Analysis on Delay Aount & Flight-Distance) (ATM パフォーマンスの研究(遅延時間と飛行距離の解析))	JPDO/JCAB Technical Meeting	アメリカ アンカレッジ市	2007/5/15
11	MSAS Ionosphere R&D Update (MSAS 電離層関連研究開発の状況)	SBAS IWG/16 (第16回 SBAS 相互運用性会議)	カナダ オタワ市	2007/5/22
12	94GHz Printed reflectors using C-shape patches (C形状のパッチを使用した94GHz プリント反射板)	IEEE Antennas and propagation Symposium (米国電気電子技術者学会アンテナ伝搬シンポジウム)	アメリカ ハワイ州	2007/6/14
13	MSAS Status Update (MSAS の現状)	第13回 SBAS 電離層会議	アメリカ ポストン市	2007/6/15~16
14	MSAS Evaluation and Improvement Activities (MSAS の評価および改良の研究状況)	APEC GIT/11(アジア太平洋経済協力GNSS 整備チーム 第11回会議)	東京都	2007/6/25
15	GPS and Ionospheric Data Collection and Analysis for SBAS in Japan (日本における SBAS のための GPS および電離層データ収集と解析)	APEC GIT/11(アジア太平洋経済協力GNSS 整備チーム 第11回会議)	東京都	2007/6/25
16	RF Emission measurement of 433 MHz RFID tags for EMI evaluation to onboard instruments of aircraft. (航空機等差機器に対する電磁干渉評価のための433MHzRFID タグの電磁放射測定)	IEEE 電磁両立性に関する国際会議 (EMC-2007)	ロシア サンクトペテルブルグ市	2007/6/26~29
17	PED Interference Reporting System in Japan. (日本における携帯電子機器による電磁干渉の報告システム)	IEEE 電磁両立性に関する国際会議 (EMC-2007)	ロシア サンクトペテルブルグ市	2007/6/26~29
18	Coherent Doppler lidar measurements of the sea breeze at Sendai Airport (コヒーレントドップラライダによる仙台空港の海風測定)	IUGG2007 Perugia	イタリア ペルージャ市	2007/7/2~13
19	ENRI Researth Activity Related with GBAS (電子航法研究所における GBAS 関連の研究状況)	International GBAS Working Group 6 Meetings	アメリカ エアバレット市	2007/7/17~20
20	A Study on Atmospheric Propagation Delay in Sea Reflected GPS Signal with Code Correlation Curve Measurements (コード相関カーブ測定による GPS 測位信号の海面反射波に含まれる大気遅延量に関する研究)	AOGS2007 (Asia Oceania Geosciences Society 4th Annual Meeting)	タイ バンコク市	2007/8/2
21	An omni-directional lens reflector for millimeter wave and light (光とミリ波のための全方向性レンズ反射器)	国際レーダシンポジウム (IRS2007)	ドイツ ケルン市	2007/9/5~7
22	Activities in Japan for ASA and DL (機上監視とデータリンクに関する日本の活動状況)	ADAS-DUG 会議	ベルギー ブリュッセル市	2007/9/10
23	Simulation of Self-synchronized ADS Using IP network (IP を利用した自己同期方式 ADS のシミュレーション解析)	NexSAT9/AGCFG4 会議	ベルギー ブリュッセル市	2007/9/13~14
24	Analyzing Interferences Between Ground and Air Traffic Controllers from Control Theory Approach (制御理論を利用した地上の自動化と航空管制官の干渉分析)	7th AIAA AT10(Aviation Technology, Integration and Operations Conference)会議	イギリス ベルファスト市	2007/9/18

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

25	Mitigating Ionospheric Threat Using Dense Monitoring Network (高密度なモニタ局ネットワークによる電離層脅威の低減)	ION GNSS 2007(2007年米国航法学会GNSS会議)	アメリカ フォートワース市	2007/9/25~28
26	A Concept of CATⅢ GBAS Requirement Based on Real-Time Flight Technical Error Estimation (リアルタイムFTE計測に基づいたGBASの要件のあるコンセプト)	ION GNSS 2007(2007年米国航法学会GNSS会議)	アメリカ フォートワース市	2007/9/25~28
27	An Analysis on Occurrences of Conflict Alert for Air Traffic Control (航空管制におけるコンフリクト警報発生状況の一解析)	2007 JSASS-KSAS Joint International Symposium on Aerospace Engineering (第21回飛行機シンポジウム国際セッション)	北九州市	2007/10/11
28	Altitude Change by Track System over South Pacific (南太平洋上のトラックシステムによる高度変化)	2007 JSASS-KSAS Joint International Symposium on Aerospace Engineering (第21回飛行機シンポジウム国際セッション)	北九州市	2007/10/11
29	Estimation of required minimum adjustment time for factors of airspace design (空域デザイン要因のための最短調整時間の推定)	2007 JSASS-KSAS Joint International Symposium on Aerospace Engineering (第21回飛行機シンポジウム国際セッション)	北九州市	2007/10/11
30	Power Line RCS Measurement at 94GHz (94GHzでの送電線RCS測定)	英国技術学会(IET)レーダーシステム国際会議	イギリス エジンバラ市	2007/10/15~18
31	Study on ATM Performance Assessment in Japan (日本におけるATMパフォーマンスの研究)	THE TWENTY-SEVENTH MEETING OF THE INFORMAL PACIFIC ATC COORDINATING GROUP(IPACG/27) (第27回太平洋航空交通管制事務レベル調整会議)	東京都	2007/11/7~8
32	Study on a Flexible route system between Australia and Japan (オーストラリア-日本間のフレキシブルルートの研究)	THE TWENTY-SEVENTH MEETING OF THE INFORMAL PACIFIC ATC COORDINATING GROUP(IPACG/27) (第27回太平洋航空交通管制事務レベル調整会議)	東京都	2007/11/7~8
33	Preventing Interferences Between Air Traffic Controller and Future Ground Automation from a Control Theory Approach (制御理論を利用した地上の自動化と航空管制官の干渉の回避)	6th Innovative Research Workshop and Exhibition	フランス、ブリトニースルオージ市	2007/12/5
34	Tropospheric Delay Correction in L1-SAIF Augmentation (L1-SAIFによる対流圏遅延補正方式)	IGNSS Symposium 2007	オーストラリア シドニー市	2007/12/6
35	Another risk of interference in GPS-L5 band (GPS-L5帯域内の別の干渉リスク)	EJCC会議(European JTIDS Cross border Coordination)	ノルウェイ リレハンメル市	2007/12/6
36	Bench testing with playing back the signal environment (信号環境の再生を用いるベンチ試験)	MNWG-TI会議(JTIDS/MIDS Multi-National Working Group-TI)	アメリカ アナポリス市	2008/1/17
37	Introduction of Innovative Research (画期的な研究の紹介)	The ASAS-RFG Meeting	アメリカ メルボルン市	2008/1/25
38	Implementation of the QZSS L1-SAIF Message Generator (準天頂衛星L1-SAIFメッセージ生成装置の実装)	ION National Technical Meeting 2008 (米国航法学会全米技術会議)	アメリカ サンディエゴ市	2008/1/30

## 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、21.6百万円以上の利益を目指す。

(2) 平成19年度における財務計画は次のとおりとする。

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、21.6百万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19年度の予算等を設定した。
- ・ 受託研究契約を見直し適正な自己収入に繋げることを目指す。

## 3.3 当該年度における実績

平成19年度計画の予算において自己収入は21.6百万円以上であるが、これに対して受託研究等により38,868,656円の自己収入を得た。自己収入は業務経費として21,535,000円を使用し、17,333,656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。

### 3. 予算（人件費の見積りを含む）、収支計画及び資金計画

平成20年度計画の予算においても自己収入は21.6百万以上の利益を目指すこととした。

平成19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19年度予算 決算額】

表1. 予算（総括）

平成19年度予算 決算額	
（単位：百万円）	
区 分	金 額
収入	
運営費交付金	1,684
施設整備費補助金	55
受託等収入	563
繰越金	0
計	2,302
支出	
業務経費	923
うち研究経費	923
施設整備費	55
受託等経費	503
受託管理費	22
一般管理費	51
人件費	738
計	2,292

【平成19年度予算 決算額】

表2. 予算（一般勘定）

平成19年度予算 決算額  
 (単位：百万円)

区 分	金 額
収入	
運営費交付金	611
施設整備費補助金	55
受託等収入	183
繰越金	0
計	849
支出	
業務経費	147
うち研究経費	147
施設整備費	55
受託等経費	166
受託管理費	4
一般管理費	40
人件費	391
計	803



## 【平成19年度予算 決算額】

表3. 予算（空港整備勘定）

平成19年度予算 決算額	
(単位：百万円)	
区 分	金 額
収入	
運営費交付金	1,073
施設整備費補助金	0
受託等収入	380
繰越金	0
計	1,453
支出	
業務経費	776
うち研究経費	776
施設整備費	0
受託等経費	337
受託管理費	18
一般管理費	11
人件費	347
計	1,489

## 【平成19年度予算 決算額】

表4. 収支計画（総括）

平成19年度収支計画 決算額  
 （単位：百万円）

区 分	金 額
費用の部	2,209
経常費用	2,209
研究業務費	1,187
受託等業務費	525
一般管理費	226
減価償却費	271
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	2,224
運営費交付金収益	1,394
手数料収入	0
受託等収入	561
資産見返負債戻入	263
施設費収益	4
雑益	2
臨時収益	0
純利益	15
前中期目標期間繰越積立金取崩額	2
総利益	17

## 【平成19年度予算 決算額】

表5. 収支計画（一般勘定）

平成19年度収支計画 決算額  
（単位：百万円）

区 分	金 額
費用の部	756
経常費用	756
研究業務費	412
受託等業務費	170
一般管理費	146
減価償却費	28
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	758
運営費交付金収益	547
手数料収入	0
受託等収入	182
資産見返負債戻入	24
施設費収益	4
雑益	1
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 19 年度予算 決算額】

表 6. 収支計画（空港整備勘定）

平成 19 年度収支計画 決算額	
(単位：百万円)	
区 分	金 額
費用の部	1,453
経常費用	1,453
研究業務費	775
受託等業務費	355
一般管理費	80
減価償却費	243
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	1,466
運営費交付金収益	847
手数料収入	0
受託等収入	379
資産見返負債戻入	239
施設費収益	0
雑益	1
臨時収益	0
純利益	13
前中期目標期間繰越積立金取崩額	1
総利益	14

## 【平成19年度予算 決算額】

表7. 資金計画（総括）

## 平成19年度資金計画 決算額

（単位：百万円）

区 分	金 額
資金支出	1,900
業務活動による支出	1,563
投資活動による支出	332
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	2,002
業務活動による収入	1,947
運営費交付金による収入	1,683
受託収入	224
その他の収入	40
投資活動による収入	55
施設整備費補助金による収入	55
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19年度予算 決算額】

表8. 資金計画（一般勘定）

平成19年度資金計画 決算額  
(単位：百万円)

区 分	金 額
資金支出	849
業務活動による支出	756
投資活動による支出	90
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	853
業務活動による収入	798
運営費交付金による収入	611
受託収入	155
その他の収入	32
投資活動による収入	55
施設整備費補助金による収入	55
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19年度予算 決算額】

表9. 資金計画（空港整備勘定）

## 平成19年度資金計画 決算額

（単位：百万円）

区 分	金 額
資金支出	1,051
業務活動による支出	807
投資活動による支出	242
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	1,149
業務活動による収入	1,149
運営費交付金による収入	1,072
受託収入	69
その他の収入	8
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、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 20 年度計画】

別紙 4（表 1）

表 1. 予算

## 平成 20 年度 予算

（単位：百万円）

区 分	金 額
収入	
運営費交付金	1,640
施設整備費補助金	87
受託等収入	283
繰越金	0
計	2,010
支出	
業務経費	882
うち研究経費	882
施設整備費	87
受託等経費	254
受託管理費	7
一般管理費	50
人件費	730
計	2,010

## [人件費の見積り]

期間中総額 587 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 20 年度計画】

別紙 5（表 1）

表 1. 収支計画

平成 20 年度収支計画	
(単位：百万円)	
区 分	金 額
費用の部	2,173
経常費用	2,173
研究業務費	1,428
受託等業務費	261
一般管理費	229
減価償却費	255
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	2,171
運営費交付金収益	1,640
手数料収入	0
受託等収入	283
資産見返負債戻入	248
臨時収益	0
純損失	2
前中期目標期間繰越積立金取崩額	2
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 20 年度計画】

別紙 6（表 1）

表 1. 資金計画

## 平成 20 年度資金計画

（単位：百万円）

区 分	金 額
資金支出	2,010
業務活動による支出	1,918
投資活動による支出	87
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	2,010
業務活動による収入	1,923
運営費交付金による収入	1,640
受託収入	279
その他の収入	4
投資活動による収入	87
施設整備費補助金による収入	87
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) 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

4. 短期借入金、重要な財産及び剰余金

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	空整特会 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19年度に次の施設整備を実施する。

施設・設備の内訳	予定額 (百万円)	財源
ア. 業務管理施設整備 電子航法開発部(機上等技術領域)棟補修	55	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、1号棟補修工事を平成19年



度を実施することとした。

- ・ 主要な施設・設備については、有効利用を検討する場としてワーキンググループを設け、より効率的な利用を促進させることとした。
- ・ 業務量に応じた適正な人事配置を検討することとした。

### 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

電子航法開発部棟補修（耐震補強）を年度計画通り実施した。なお、平成 20 年度予算において、管制システム部棟建替工事が、平成 20・21 年度の 2 ヶ年国庫債務負担行為として認められた。

#### (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。

また、監事による監査では、保有資産の見直しについて、以下の報告を受けている。「保有資産の使用状況並びに稼働状況については、昨年度減損会計基準に基づき調査し減損処理を行い、今年度も引き続き調査を行ったが減損処理に至る施設並びに設備は認められませんでした。当該研究所が保有する資産については十分に活用され、機能を果たしていることを認めます。」

##### ② 実験用航空機の性能維持・向上と効率的な利用

実験航空機の管理を行っている岩沼分室と航空機使用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 19 年度は、相乗り運用や保存整備コストの最適化なども含めて航空機の運用コストダウンに配慮した運用方法の実現に努めた。なお、実験用航空機更新の可能性も考え、実験実施者の立場から実験用航空機の仕様の再検討を開始するなど、長期的な運用検討もワーキンググループの視点に追加している。

##### ③ 電波無響室の効率的な利用

現有の測定機器のほとんどがメーカーサポートが終了しているため、平成 19・20 年度にかけて測定機器の更新を計画している。平成 19 年度においては、主要機器のネットワークアナライザと信号発生器の更新を実施した。最新の測定機器へ順次更新を図ることにより、測定機器の性能向上による実験の効率化、周波数範囲の拡張による対応分の拡大、複数機能を有する測定器の導入による機器の投資効率の向上が期待される。

#### (4) 業務処理の工夫と業務に応じた適正な人員配置

平成 19 年度においても 3 領域制を継続し、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ている。また、資産管理を重点的に実施する体制を整備するため、総務課の体制を 1 係増とし、管財係を 10/1 より設置した。

### 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

所内において保有する情報を適正に管理し、その損失及び漏洩等を防ぐ目的から平成18年度より施行された「情報セキュリティ管理規定」に基づき、平成19年度においても各自使用するPC及び関連機器に対して、セキュリティ・レベルの更なる見直しを行い、合理的な情報管理体制と安全性を確保する観点から以下の対策を行った。

主な対策として

- ・所内ネットワークに接続している全ての機器の情報（設置場所・使用者・OS・IPアドレスなど接続に関係する必須の情報）に関する調査を詳細に行うことにより、機種別のシステム及びネットワークの脆弱性に対し、処置を施した。
- ・各自使用するPC及びメールサーバーにパスワードを設定（または定期的に変更）することによりセキュリティの強化を施した。
- ・情報セキュリティ管理責任者を置き、所内における秘密情報を段階に応じて区分し、アクセスができる者を制限した。
- ・秘密情報の保管及び廃棄方法について、取扱方法の周知・徹底を行った。

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	4
資料 1-3	RNAV 経路導入のための空域安全性評価の研究	9
資料 1-4	SSR モード S の高度運用技術の研究	12
資料 1-5	ATM パフォーマンスの研究	14
資料 1-6	A-SMGC システムの研究	17
資料 1-7	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	25
資料 1-8	今後の管制支援機能に関する研究	28
資料 1-9	無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究	32
資料 1-10	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	35
資料 1-11	航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究	37
資料 1-12	航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究	39
資料 1-13	携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究	42
資料 1-14	航空機の安全運行支援技術に関する研究	45

## 資料2 基盤的研究課題

資料 2-1	空域の安全性の定量的評価手法に関する研究	50
資料 2-2	洋上経路システムの高度化の予備的研究	52
資料 2-3	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	54
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	56
資料 2-5	新航空管制システムの構築に関する基礎研究	58
資料 2-6	効率的な協調意志決定を支援する情報環境実現のための要素技術の調査研究	60
資料 2-7	無指向性アンテナを用いた航空機監視の研究	62
資料 2-8	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	63
資料 2-9	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	65
資料 2-10	高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究	68
資料 2-11	航空機衝突防止装置の運用状況に関する研究	69
資料 2-12	スケールモデルによる ILS 高度化のための実証的研究	71
資料 2-13	IP を利用した航空衛星通信システムに関する研究	73
資料 2-14	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	75
資料 2-15	空港面における後方乱気流管制方式の技術基盤に関する研究	77

資料 2-16	ASAS に関する予備的研究	79
資料 2-17	将来のデジタル航空通信に関する調査・研究	80
資料 2-18	対空通信メディア高度化に関する基礎研究	82

### **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	84
資料 3-2	ヒューマンエラー事故防止技術の開発	85
資料 3-3	平成 19 年度 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	87
資料 3-4	平成 19 年度 JTIDS 等国内展開基準の作成その他 1 件委託	88
資料 3-5	LLZ 積雪影響低減調査委託	90

### **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）	洋上経路システムの高度化の研究	93
資料 4-2	事前評価実施課題（その 2）	ターミナル空域の評価手法に関する研究	95
資料 4-3	事前評価実施課題（その 3）	GNSS 精密進入における安全性解析とリスク 管理技術の開発	97
資料 4-4	事前評価実施課題（その 4）	電波特性の監視に関する研究	99
資料 4-5	中間評価実施課題（その 1）	航空機の動態情報を利用するコンフリクト 検出の研究	101
資料 4-6	中間評価実施課題（その 2）	A-SMG-C システムの研究	103

### **資料 5 電子航法研究所 業務方法書**

資料 5		107
------	--	-----

### **資料 6 電子航法研究所 第 2 期中期目標・中期計画・平成 19 年度計画対比表**

資料 6		109
------	--	-----

### **資料 7 略語表**

資料 7		125
------	--	-----

### **資料 8 用語解説**

資料 8		135
------	--	-----

## 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【重点研究／空港整備勘定】

**担当領域** 航空交通管理領域  
**担当者** ○福島 幸子、福田 豊、住谷 美登里、瀬之口 敦  
**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超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 19 年度はその 4 年次である。平成 19 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
- ・ 航空路管制セクタの上下分割の検討

## 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 年度から順次新しい機能を追加している。H19 年度は、以下の機能を追加した。

(1) 経路によって、遅延の最大値を定義できる。

(2) 出発機、到着機、通過機、域内機の区別ではなく、潜在的コンフリクトの発生確率で管制作業負荷を定義する。

(3) 入域機数による管制作業負荷を定義する。

(1)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、(2)は新しい作業量の計算方法を提案したものである。昨年度も同様に機能を付加したが、発生確率をより詳細に定義した。この方法では事前に設定するデータ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。なお、航空機のカテゴリ分けとして、高度変更量による分類を H17 年度に付加したが、この方法とコンフリクトとの確立を組み合わせたものも、合わせて付加した。図 1 に現在の計算方法による管制作業量(水色)と潜在的コンフリクトの発生確率から推定した管制作業量 H18(赤)、より詳細に定義した潜在的コンフリクトの発生確率をもとに推定した管制作業量 H19 (黒)を示す。なお、数値はピーク時 (6:20 の交通量) を基に正規化している。

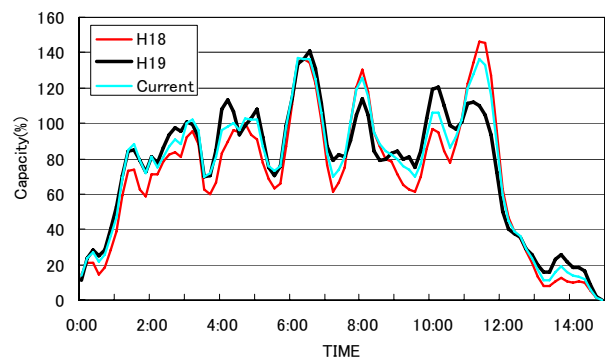


図 1 現在の管制作業量と提案手法

H18、H19 ともグラフの形は現在のものにはほぼ近く相関もとれている。確率の高精度化により作業量が増加した時間帯がある。高精度化によりアルゴリズムは複雑になっているので、高精度化の効果は今後精査していきたい。

(3)の入域機数による推定はユーロコントロールが実施している方法である。現在の方法よりも予測が粗い数値となるが空域の容量を単位時間あたりの機数で定義しているので、わかりやすく、数値の変更が容易である。

また、図 1 は 1 つのセクタに限定して予測を行い正規化を行ったグラフであるが、潜在的コンフリクトの



発生確率とその確率による管制作業負荷について全セクタに共通のパラメータを導出したい。

航空機  $i(i=1,..,N)$  に対して、 $ST_i$  を各航空機の滞在時間、 $PA_i$  を潜在的コンフリクトの発生確率とし、管制作業負荷  $TASK\_P_T(t)$  を

$$TASK\_P_T(t) = \sum_{i=1}^N ST_T(t,i)(PA_i + K) \quad K: \text{定数} \quad (1)$$

と仮定し、東京管制部の 15 セクタについて、 $K$  を予測すると、図 2 のようになる。

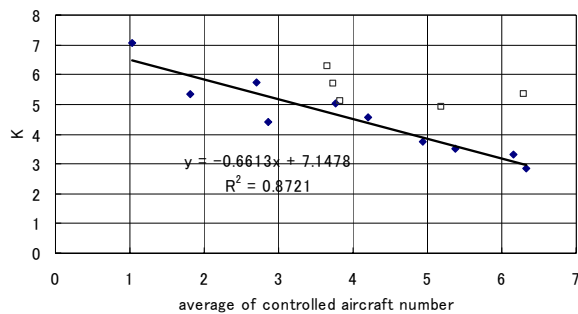


図 2 パラメータ K の予測

この値が、全セクタで共通になること、もしくは特徴的なセクタごとに共通の値を発見できれば、管制作業量の導出は簡便化される。この値については潜在的コンフリクトの定義も含め、引き続き検討したい。

### 3.2 航空路管制セクタの上下分割の検討

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、リアルタイムシミュレーションを行った。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。

具体的には、近畿西セクタと北陸セクタを対象として、上下分割の効果や分割高度による差を検証した。

シミュレーションでは FL260、FL320 の 2 つの分割高度について比較した。その結果、以下のことがわかった。

- 1) FL320 での分割は交通量をほぼ 2 分するが、FL260 での分割は高高度セクタに交通量が多く偏る。
- 2) 同時管制機数は T28\_FL320 は T21 とほぼ同じであったが、T28\_FL260 は多すぎた。
- 3) 管制指示数は、T21\_FL260、T21\_FL320、T28\_FL320 は T21 よりも減少したが、T28\_FL260 は増加し、負担が大きかった。
- 4) 高度分割により調整が増加した。特に FL320 の分割で増加が大きかった。

5) FL260 で分割すると到着機の降下処理が早すぎる傾向になった。FL320 の分割では北東方面からの降下はよりプロファイルディセントに近い降下ができた。

以上のことから、FL260 の分割は、適切な分割ではないが、FL320 の分割は、課題はあるものの管制作業をうまく分担できること、降下処理もより適切になることがわかった。また、管制官のアンケートでは、この空域の組み合わせでは FL320 の分割は適切であったが、ほかの空域では適切な高度が異なってくるという指摘を受けた。

### 5. まとめ

平成 19 年度では ATFM の新しいアルゴリズムを検証した。セクタごとの基準の統一については引き続き検討したい。

また、R-NAV 経路が導入された時を想定し、管制空域の高度分割に関するリアルタイムシミュレーションを行った。今後、実験結果のより詳細な解析を進めるとともに、他セクタの組み合わせではどの高度で分割するのが適切かを検討したい。

### 掲載文献

- (1) 瀬之口, 福島, 福田 “RVSM 適合機の増加によるコンフリクトの軽減に関する一検討”, 信学技報 SANE2004-19, 2004 年 5 月.
- (2) 福島, “航空路管制セクタにおける RVSM 導入効果の一検討”, 第 42 回飛行機シンポジウム講演集, 2004, 10.
- (3) 住谷, 福島, 福田, 瀬之口, “出発機の交通量と高度変更についての解析”, 信学技報, SANE2005-40, 2005 年 7 月.
- (4) S. FUKUSHIMA, Y. FUKUDA, M. SUMIYA and A. SENOGUCHI, “ Prediction of Sector Capacity under RVSM by Real Time Simulation”, 2005 JSASS-KSAS Joint International Symposium on Aerospace Engineering, pp.236-239, Oct.2005.
- (5) 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.
- (6) 福島, “空港の航空交通管理による遅延便交換の検討”, 信学技報 SANE2003-22, 2003 年 5 月.
- (7) 福島, “航空交通管理における遅延便交換の検討—航空路セクター—”, 第 3 回電子航法研究所研究発表会講演概要, pp.93-96, 2003 年 6 月.
- (8) 福島, 福田, 住谷, 瀬之口, “高度変更量に着目した航空交通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.

- (9) 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.
- (10) 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.
- (11) 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.
- (12) 福島, “航空路管制セクタの高度分割と管制作業量に関する検討”, 信学技報, SANE2007-35, pp.1-6, 2007年5月.
- (13) 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.
- (14) 福島, “航空路管制セクタの高度分割について”, 航空管制7月号. 2007年7月.
- (15) 住谷, 福島, 福田, “近接航空機数を考慮した管制作業量の予測”, 信学技報, SANE2007-52(2007-07), 2007年7月.
- (16) 福島, “航空路管制セクタの分割高度によるコンフリクトの変化”, 電子情報通信学会2007年ソサイエティ大会. 2007年9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【重点研究／空港整備勘定】

担当領域	通信・航法・監視領域
担当者	○松永圭左, 伊藤実, 坂井丈泰, 近藤俊一郎, 吉原貴之, 星野尾一明
研究期間	平成16年度～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やすく、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った。

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ブラズマバブルの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ブ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、本研究の成果を活用し、「MSAS 性能向上策に関する調査 (その1, その2)」の受託、MSAS 性能向上策の評価、MSAS 海外展開のための地上局配置の検討、アベイラビリティ予測等の資料作成等の支援活動を行っている。

### 3. 成果概要

#### 3.1 2周波 SBAS の性能要件

GPS L5, L2C, SBAS L5, GALILEO 信号の仕様、学会、諸外国の動向調査等に基づき2周波 SBAS の要件を検討した。電離層シンチレーション、マルチパス、静止衛星バイアスの解決、クロック・エフェメリス誤差の軽減、電離層誤差の軽減 (電離層補正方式)、複数信号利用方法、性能予測のための SVM が重要である。SBAS L5, GALILEO 信号の仕様については未定部分があり、調査を継続する必要がある。

誤差の大きな部分を占める電離層誤差と衛星のクロック・エフェメリス誤差の観点から、CAT-I 精密進入を実現するために、どの程度の性能が必要かを以下に述べる。

図1はCAT-I精密進入を含めた飛行局面の性能を得るために必要な UDRE (クロック・エフェメリス誤差) と GIVE (電離層誤差) の関係を VAL (垂直警報値) をパラメータとして示した

ものである。CAT-I 精密進入 (VAL=15mを仮定) を実現するためにはGIVE 値を 4.5m以下とし、かつ、UDRE を 5m以下に保つ必要がある。現在までの検討結果では、1 周波システムの場合 GIVE は 15m程度まで大きくなる場合があるが、L1,L5 の 2 周波を使用した場合 GIVE 値 1m程度が得られるものと考えられており、CAT-I 精密進入を実現できる可能性が高い。一方、UDRE 値 5m程度は現状で得ることができる範囲にあるが、大きい場合は 10mを越す場合もあり、UDRE の改善についても検討の必要がある。また、VDOP の影響も大きく、衛星数を増大することも VDOP 改善のための重要な要素と考えられる。

### 3.2 2 周波電離層遅延測定装置による電離層遅延算出アルゴリズム開発、測位精度及びインテグリティを向上手法の開発

GPS で L5 が利用可能となるのは 2015 年以降とされるので、研究終了までに実験、評価が可能な L2 信号を利用することとして受信機を製作した。H16 年度の 2 周波受信機の設計に引き続き、H17 年度の基本部開発、H18 年度の 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の追加、測位演算ソフトの機能向上を行った。H19 年度には電離層遅延推定方式を追加した。

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、キャリアスムージ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

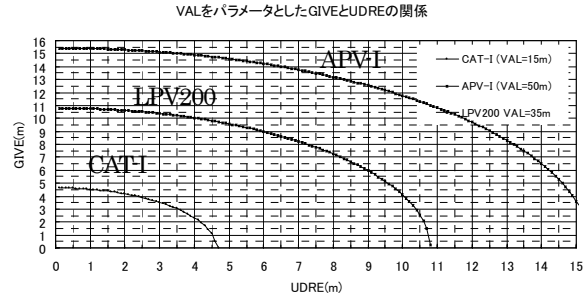
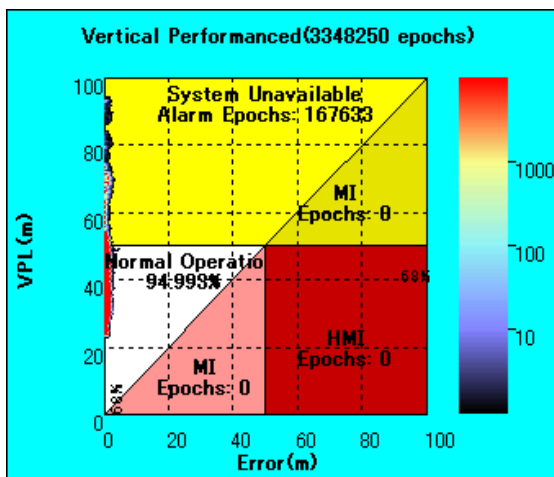


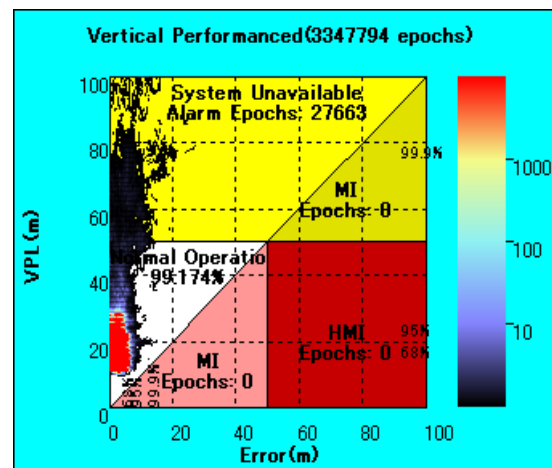
図 1. UDRE と GIVE の関係 (VAL=15m～50m, VDOP=1.5)

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。

リアルタイムおよびオフラインで用いる電離層遅延推定方式として、キャリアスムージングした L1, L2 擬似距離を用いるもの、L1, L2 の擬似距離差を搬送波位相の差を用いてスムージングする方法、擬似距離のみを利用するもの、搬送波を利用するもの、擬似距離から求めた電離層遅延の移動平均を取るものの 5 種類が可能である。2 周波を利用した場合にプロテクションレベルを計算する電離層遅延補正残差 (SBAS の GIVE 相当) は推定した電離層補正值の過去の決められた時間 (設定可能) 内の分散を求め利用するようにしている。この分散にマージンを持たせるために、係数をかける、あるいは固定値を加えることが可能である。また、取得したデータを用いて、計算パラメータを変更して再計算することが可能である。



SBAS 測位



SBAS+2 周波電離層補正(擬似距離から求めた電離層遅延量を搬送波から求めた遅延量でスムージング)

図 2 . SBAS における電離層補正と 2 周波を利用して電離層遅延補正を行った場合の垂直誤差 (横軸) と垂直保護レベル (VPL) (縦軸)

図2にSBASにおける電離層補正と2周波を利用して電離層遅延補正を行った場合の垂直誤差と垂直保護レベル(VPL)を示す。左図はSBASによる補正を行った場合の垂直誤差(横軸)と垂直保護レベル(VPL)の関係を示す。右図はSBAS補正の電離層補正を2周波を用いて補正した場合の誤差とVPLの関係を示す。SBAS補正のみのVPLの主要部分20-70mが2周波補正の場合、半分以下の10-30mとなりCAT-I(VPL=10-15m以下が要求される)実現の可能性がある。この図では、現時点で利用できる信号レベルの低いL2信号を使用しているため測位誤差、VPLが分散しているが、信号レベルの高いL5を使用できるようになると分散は左図程度にはなると考えている。

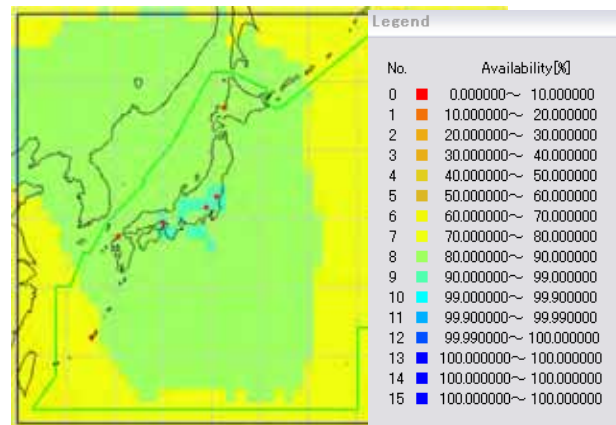


図3 2周波SBAS CAT-Iアベイラビリティ予測  
VAL=15m

### 3.3 性能評価ツール開発による2周波SBAS性能・機能検システム性能評価

#### 3.3.1 2周波SVMによる予測

2周波対応のSVM (Service Volume Model)を開発し、2周波SBAS性能・機能検、システム性能評価を行った。

2周波システムの場合、L1, L2, L5が利用可能とし、これらのうちの2波の組み合わせでシミュレーション可能となっている。2周波を利用し電離層補正を行う場合の保護レベル計算への効果は、1周波システムの $\sigma_{URE}$ を2周波による電離層遅延測定精度に置き換えて表現することとしている。L1/L5を用いた場合の電離層遅延測定誤差 $\sigma_{L1/L5}$ は0.32mとしている。これは1周波システムのGIVEI=2-3に相当する。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、1周波SBASにおいて、電子航法研究所が提案している電離層遅延の0次フィット、 $\chi^2$ 乗電離層嵐判定、他段階嵐検出、ダイナミックRirreg, RCMX, 電離層スレットモデルなどのWAAS FOCアルゴリズム等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、水平、垂直プロテクションレベルを計算できるRAIM機能があり、RAIMのアベイラビリティ評価が可能である。

図3にSVMによる2周波SBASのCAT-Iアベイラビリティ予測を示す。日本の中央部の水色の部分のアベイラビリティは90%以上である。日本全体では80%以上のアベイラビリティである。

図3は図2と同様の方法で垂直保護レベルを計算しており、UDREは1周波システムと同じである。2周波システムではUDREの改善が期待でき、アベイラビリティの向上が期待できる。

#### 3.3.2 1周波MSASのAPV-IおよびLPV200の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

現在のMSASは1周波システムであるが、APV-IあるいはLPV200を十分なアベイラビリティで使用できるように性能向上すること、ならびに、SBASの堅牢性の向上には、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る。

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、さらに電子航法研究所で提案している0次フィッティングを組み入れた場合のAPV-IおよびLPV200のアベイラビリティを、実データを用いたシミュレーションで評価した。

図4(上)に現状のMSASアルゴリズムのAPV-Iアベイラビリティを示す。日本の中心部でのアベイラビリティは90%以下である。WAAS-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4(中)

はWAAS-FOCアルゴリズム+0次フィッティング+国内10局で、APV-Iでは日本全域において99%のアベイラビリティが得られた。図4(下)はWAAS-FOCアルゴリズム+0次フィッティング+国内10局でLPV200のアベイラビリティである。APV-Iに比べて南西諸島のアベイラビリティが低下し90%以下となる。南西諸島でLPV200を十分なアベイラビリティで利用可能とするにはさらに性能向上が必要である。

MSAS APV-I性能向上には、電離層遅延の0次フィットを組み込んだアルゴリズムが検討されており、MSASにおいてAPV-Iに実現されるものと期待される。



### 3.3 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

2000–2006年のGEONET TECデータを利用し, TECの変動の統計, 電離層嵐検出パラメータの検討, IRIモデルの厩点数をパラメータとした同化を行った。また, プラズマ圏を含む電離層モデル(IRIモデル)に電離層擾乱(赤道異常, プラズマバブル, SED, TID)を加えて擬似的なGIVEシナリオを生成するためのツールを開発した。さらに, 実データによる電離層嵐検出方法, 遅延量変動範囲の検討を行った。これにより, 2周波及び1周波システムによるカテゴリ進入のための誤差配分の設定, 地上監視局配置の検討が可能となり, カテゴリ進入等のシミュレーションによる定量的な評価が可能となった。

電離層 IRI モデルの同化については, 太陽黒点数をパラメータとしてモデル視線方向全電子数(TEC)と実データを同化。限定されたデータであるが, 日本全国で平均的に2 TEC(L1周波数での遅延32cm)以下, 最大10 TEC(約160cm)以下の精度が得られた。

また, プラズマ圏の影響を考慮した電離層モデルGCPMについて, 太陽黒点数をパラメータとしてモデル視線方向全電子数(TEC)と, 実データであるGEONET-sTEC(Slant TEC;視線方向TEC)を同化した。ある観測点(札幌, 東京, 福岡, 那覇)の4点のデータで実施)からの全可視衛星のsTECを使用したデータ同化を実施した後, 経緯度1度格子でGCPMとGEONETのvTEC(Vertical TEC;垂直TEC)の差を比較した。電離層静穏日では, 平均的に1~3TECU(L1周波数での遅延16~48cm程度)で, 時刻によっては, 4~6TECUとなった。電離層擾乱日においては, 全国平均が50TECU以上になる時刻が存在しており, 擾乱時には適切に同化できないことが分かった。GCPM-TECとGEONET-TECの差には以下のような特徴がある。2002年と2003年では季節変動の傾向が異なっている。季節変動があり, 冬に大きく, 夏に小さくなる傾向にある。高緯度になるほど差が小さくなっている。

2001–2006年の電離層長期データについては, 日本周辺で生じる様々なTECの変動について, 定量的に把握するために長期間のGEONETデータをベースとしたTEC観測データの解析を行い, TEC変動5分間平均値, 標準偏差, 電離層嵐検出の指標の概略をまとめた。

また, 電離層シンチレーションによるGPS受信機への影響低減を目指し, ソフトウェア受信機を用い受信機の信号補足, 追尾性能についてシミュレーションによる検討を行い, トラッキンググループの最適化を検討した。

### 3.4 電離層擾乱測定・解析

電離層擾乱がSBASに与える影響を解析するために, 石垣島

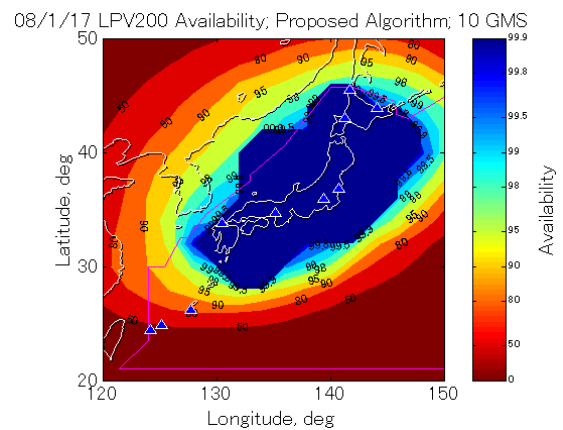
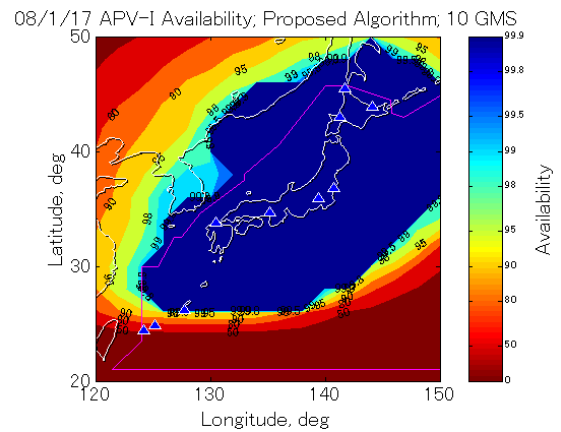
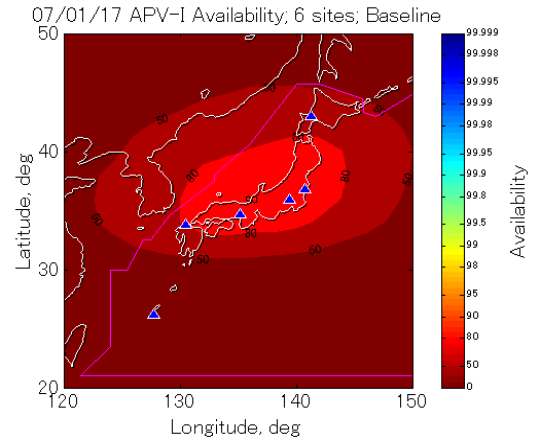


図4 MSAS アベイラビリティ予測  
 上: 現状のMSAS アルゴリズム APV-I  
 中: WAAS-FOC アルゴリズム+0次フィッティング  
 +国内10局 APV-I  
 下: WAAS-FOC アルゴリズム+0次フィッティング  
 +国内10局 LPV200

に設置した稠密観測システムおよび GEONET のデータを用いる解析ツールの機能追加を行い、解析を実施した。

TEC の減少・回復点およびその時刻から、プラズマバブルの速度および大きさを求める計算を行った。また、GPS 信号強度を観測点間で相関をとることによりバブル内のイレギュラリティの速度を求める計算を実施した。

#### 4. ICAO および MSAS への貢献

ICAO NSP WG および SBAS 電離層会議に電離層シンチレーションの影響解析結果を報告した。また、「MSAS 技術評価検討委員会」の「電離層作業グループ」において「電離層の MSAS への影響について」の報告書の作成に寄与した。また、

MSAS 海外展開の基礎資料としてフィリッピン及びオーストラリアにおける MSAS アベイラビリティに関する基礎検討資料を航空局に提供した。

また、航空局に MSAS 性能向上のために必要な飛行試験データ、シンチレーションデータの解析、データ提供を行った。

さらに、IWG (SBAS 相互運用性会議)、SBAS 電離層会議、APEC GIT 会議等に出席し、MSAS 開発、性能向上に関する技術支援を行った。また、MSAS 性能向上に関する会議に出席し、技術的支援を行っている。

#### 5. 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、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を製作し 2 周波 SBAS の実データ評価ならびに 2 周波 SVM の開発および 1 周波 SVM への新電離層アルゴリズムの開発しにより MSAS 性能向上と性能予測を行った。また、2000-2006 年の TEC の変動の概要を把握した。

これらにより、L5 による実証は必要であるが 2 周波 SBAS で CAT-I の可能性を示した。また、1 周波 SBAS においても、0 次フィット等電離層アルゴリズムの改良、監視局の追加により、日本で APV-I 及び LPV200 が 99% 以上のアベイラビリティで可能となることを示した。

#### 掲載文献

- (1) 坂井丈泰；”衛星航法システム MSAS”，日本航空宇宙学会誌 特集解説(特集「最近の CNS 技術の動向」)，平成 19 年 5 月
- (2) 坂井丈泰，松永圭左，星野尾一明；”MSAS Ionosphere R&D Update” SBAS IWG/16 (第 16 回 SBAS 相互運用性会議)，平成 19 年 5 月
- (3) 松永圭左；”MSAS Status Update” 第 13 回 SBAS 電離層会議，平成 19 年 6 月

- (4) 坂井丈泰；”MSAS Evaluation and Improvement Activities” APEC GIT/11(アジア太平洋経済協力 GNSS 整備チーム 第 11 回会議)，平成 19 年 6 月
- (5) 松永圭左，坂井丈泰，星野尾一明；”GPS and Ionospheric Data Collection and Analysis for SBAS in Japan;” APEC GIT/11(アジア太平洋経済協力 GNSS 整備チーム 第 11 回会議)，平成 18 年 6 月，平成 19 年 6 月
- (6) 坂井 丈泰；”SBAS の概要と最近の研究動向” 定期航空協会 出前講座，平成 19 年 7 月
- (7) 星野尾一明，坂井丈泰，松永圭左；”衛星航法システムと電離層の影響;” IMAP 衛星研究会，平成 19 年 8 月
- (8) 星野尾一明；”GNSS におけるインテグリティ”，第 45 回飛行機シンポジウム，平成 19 年 10 月
- (9) 星野尾一明；”航空用衛星航法システムの安全性”，電子情報通信学会 安全性研究会，平成 19 年 10 月
- (10) 坂井丈泰；”衛星航法システム MSAS の導入”，第 50 回自動制御連合講演会，平成 19 年 11 月
- (11) 坂井丈泰；”MSAS の性能向上”，日本航海学 GPS/GNSS シンポジウム チュートリアル，平成 19 年 11 月
- (12) 星野尾一明，坂井丈泰，松永圭左；”MSAS の性能向上について”，第 3 回電離層の利用と影響に関するシンポジウム，平成 19 年 11 月
- (13) 坂井丈泰；”MSAS の性能向上”，新 CNS 整備方針策定調査 航法サブグループ，平成 19 年 12 月
- (14) 坂井丈泰；”広域補強システム MSAS/SBAS”，GPS ハンドブック (仮題)，朝倉書店，平成 20 年 年夏頃予定
- (16) 松永圭左；”石垣島での GPS 電離層観測”，石垣島出前講座，平成 19 年 12 月
- (15) 坂井丈泰；”MSAS の概要と性能評価”，航空振興財団 航法小委員会，平成 19 年 12 月
- (17) 星野尾一明；”GNSS におけるインテグリティ”，日本航空宇宙学会 日本航空宇宙学会誌，平成 20 年 3 月



## RNAV 経路導入のための空域安全性評価の研究 【重点研究／空港整備勘定】

**担当領域** 航空交通管理領域

**担当者** ○天井 治、藤田 雅人、山田 泉、長岡 栄

**研究期間** 平成 18 年度～平成 20 年度

## 1. はじめに

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（航空機同士の衝突の危険性の度合い）を評価する手法について調査・研究を行う。更に、対象となる RNAV 運航の導入を想定した安全性の評価をレーダーデータ等の解析結果に基づいて行い、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 ヶ年で以下のことを行う。

- 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。研究の結果が RNAV 設定基準の策定に活用され、RNAV 運航の展開に寄与することを目標とする。

このために、以下のことを行う。

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

### 2.2 本年度の研究

本年度は①航空路 RNAV（レーダー監視下で航法精度 5 NM）における安全性評価手法の調査・研究（衝突リスク評価）、②ICAO／諸外国における航空路 RNAV の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、まれ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いるため、そういった事象はまず観測できない。このため、RNAV の基準内であるが航法精度の最大許容値となる航空機の存在を想定した場合の衝突リスクの推定方法を検討した。そして、レーダーデータにより観測された分布を変形することにより、このような航空機に対応する方法を考案した。

また、平行経路における交通流のファストタイムシミュレーションプログラムを作成した。これにより、航空路において平行経路を 5 本まで増やした場合の航空交通流の模擬およびそのとき隣接経路を飛行する航空機のすれ違い頻度（近接通過頻度）の推定が可能となった。

②について。文献による調査を行った。

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、RNAV の幹線ルートを観測できる航空路監視レーダーのターゲットデータの収集・整理を行った。また、今後の研究のために、現在、最も多くの航空機が RNAV 到着経路を RNAV で飛行していると考えられる高松空港のターミナルレーダー文字表示システム（Terminal Radar Alphanumeric Display System：TRAD）のデータの収集・解析を行った。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、高松空港事務所にてデータ収集対象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。資料の 1 つは、1990 年代に行った調査の結果で、もう 1 つは、RNAV1 承認機に対する横間隔基準 10 NM の安全性の評価である。

## 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) 前年度に推定された鹿児島空港の RNAV 到着経路を飛行する航空機の横方向経路逸脱量の実測分布を良く近似できる分布を用いて、RNAV1 の最大許容値である飛行時

間の 95% で航法精度 1 NM の場合を想定した横方向重畳確率（衝突リスクモデルの重要なパラメータの 1 つ）の推定方法を考案した。

前年度に推定した実測分布を良く近似できる分布は、2 つの正規分布の混合型分布と、正規分布と両側指数分布の混合型分布であった。より当てはまり具合が良かったのは 2 つの正規分布の混合型分布であったが、安全のために大きめの見積もりを得るという観点からは、正規分布と両側指数分布の混合型分布の方が適している。この分布は、以下の式で表せる。

正規分布と両側指数分布の混合型分布は、

$$f(y) = (1 - \alpha)N(y|\sigma) + \alpha DE(y|\lambda) \quad (1)$$

$$0 < \alpha < 1$$

但し、

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

$$DE(y|\lambda) \equiv \frac{1}{2\lambda} e^{-\frac{|y|}{\lambda}} \quad (3)$$

で表せる。実測分布を良く近似するパラメータの最尤推定値は  $\alpha=0.121$ 、 $\sigma=0.0705$  NM、 $\lambda=0.0840$  NM であった。

この分布を基に、 $\alpha$  固定、 $\sigma/\lambda$  の比固定の条件の下に次式を満たす  $\sigma$  と  $\lambda$  を求めた。

$$0.95 = \int_{-x}^x \{(1 - \alpha)N(y|\sigma) + \alpha DE(y|\lambda)\} dy \quad (4)$$

$X$  は RNAV1 承認機を想定して 1 とした。結果は、 $\sigma=0.471$  NM、 $\lambda=0.561$  NM となった。

(2) (1) で得られた分布 ( $\alpha=0.121$ 、 $\sigma=0.471$  NM、 $\lambda=0.561$  NM) を基に横方向重畳確率を推定した。結果を図 1 に示す。RNAV1 承認機のみが飛行する平行経路において、航空機の幅の平均値が  $\lambda_y=0.032$  NM の場合、経路間隔  $S_y$  と横方向重畳確率  $P_y(S_y)$  の関係は図 1 のようになることが推定できた。

(3) RNAV1 承認機に対する同航平行経路間隔 10 NM の安全性の評価を行った。図 1 から経路間隔 10 NM ときは、横方向重畳確率の推定値は  $P_y(S_y)=4.56 \times 10^{-10}$  となる。衝突リスクモデルの他のパラメータの推定値と共に衝突リスクが目標安全度  $5 \times 10^{-9}$  [件/飛行時間] 以下となる条件を推定すると、同航近接通過頻度（航空機同士の同航でのすれ違い頻度）の値  $N_x^r(s)$  は 12.4 [機/飛行時間] 以下となる。これは、今までの経験上あり得ない値であり、そのため安全と見なせることが分かった。

#### 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

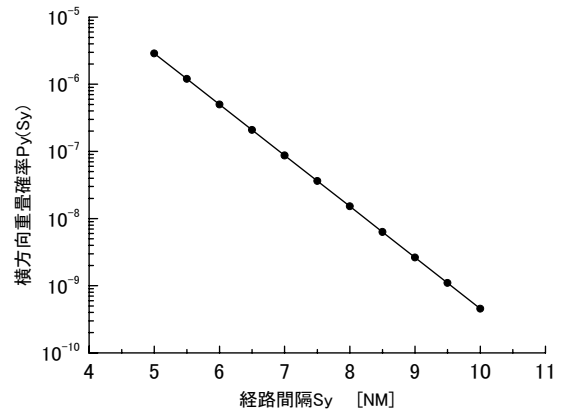


図 1 経路間隔  $S_y$  と横方向重畳確率  $P_y(S_y)$  の関係 (RNAV1、平均航空機幅 0.032 NM の場合)

経路導入計画を支援する目的で行われている。

本年度は 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。

今回推定した分布は、全ての航空機が RNAV1 の最大許容値の航法精度であると考えた場合の分布であったが、今後は、このような航空機がどの程度の頻度で存在するかも考慮に入れた分布を検討する必要があると考える。

#### 掲載文献

- (1) 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
- (2) 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
- (3) 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
- (4) 天井：“RNAV 到着機の横方向経路逸脱量の推定”、日本航海学会論文集、第 17 号、pp.9-17、2007 年 9 月
- (5) 天井：“日本における広域航法 (RNAV) の動向”、日本航空宇宙学会第 45 回飛行機シンポジウム、1H4、2007 年 10 月
- (6) 天井：“日本における広域航法 (RNAV) について”、日本航空宇宙学会誌、Vol.56 No.649、pp.40-45、2008 年 2 月

- (7) 天井：“日本における広域航法（RNAV）の現状”、「航空技術」、No.636、pp.46-49、2008年3月
- (8) 天井：“レーダデータによる航空機の横方向の航法誤差の推定”、航空保安システム委員会 平成19年度調査研究報告書、航空振興財団、pp.79-114、2008年3月

## SSR モード S の高度運用技術の研究【重点研究／空港整備勘定】

担当領域	機上等技術領域
担当者	○古賀 禎、宮崎 裕己、上島 一彦
研究期間	平成 18 年～平成 22 年

## 1. はじめに

SSR モード S は、監視機能を向上する共に、データリンク機能を有する新しい二次監視レーダデータである。我が国においても、30 局以上のモード S 地上局が整備される計画である。SSR モード S の整備が進むにつれ、航空機側装置の機能向上や地上局の増加に対応する二つの新たな技術（動態情報の取得技術および地上局間の調整技術）が必要とされている。動態情報の取得技術とは、モード S の地上喚起 Comm-B(GICB)と呼ばれる通信プロトコルを用いて、航空機の FMS が持つ動態情報を地上局にて取得する技術である。ロール角や対地速度などの動態情報により、航空管制支援システムにおいて、位置予測精度やコンフリクト検出精度の向上が図られる。欧州において特に活発に実用化が進められており、本機能を有するトランスポンダ搭載義務化が始まっている。

地上局間の調整技術とは、モード S 地上局の識別番号（II コード）の枯渇により生じる問題を解消する技術である。モード S では地上局毎に II コードを持ち、航空機は質問中の II コードにより地上局を区別する。これにより、重複覆域において、複数の航空機と地上局の一対一のリンクを確立し、個別質問による信頼性の高い監視を行う。しかしながら、II コードは 15 個しか定義されていないため、複数の地上局が多数配置された場合、II コードの数が不足する。万一、隣接した地上局に同一の II コードが割り当てられた場合、重複覆域において、航空機の連続的な監視できなくなる。このため、地上局間で II コードの割当を調整する技術が必要となる。

## 2. 研究の概要

本研究では、航空局仕様に準拠した SSR モード S システムを用いて、動態情報の取得技術および地上局間の調整技術の機能および性能を検証する。

(1) SSR モード S の動態情報の取得技術を開発し、その機能および性能を検証する。

(2) 地上局の識別番号の枯渇問題を解決する技術のうち、個別調整技術を開発し、その機能および性能を検証する。

個別調整技術は、地上局間ネットワークが不要であり、地上局単体の改修で地上局間調整を実現できる技術である。一方、多数の地上局が配備された環境下では、不要な応答が増加するため、その利用は適していない。

(3) 地上局の識別番号の枯渇問題を解決する技術のうち、クラスタ技術を開発し、その機能および性能を検証する。クラスタ調整技術は、地上局間でネットワークが必要であり、地上局の改修・クラスタ制御装置などの新装置が必要となる。一方、不要な応答が発生しないため、多数の地上局が配備された環境でも利用できる。

## 3. 研究の成果

平成 19 年度は、5 ヶ年計画の 2 年目である。

## 3.1 実験評価用 SSR モード S（調布局）の設置

本研究では、平成 18,19 年の 2 カ年で SSR モード S 実験局を製作した。平成 19 年後半には、当所調布局本所・アンテナ試験塔に新機能を有する SSR モード S 実験局を設置した。



図 1. オープンアレーアンテナ外観

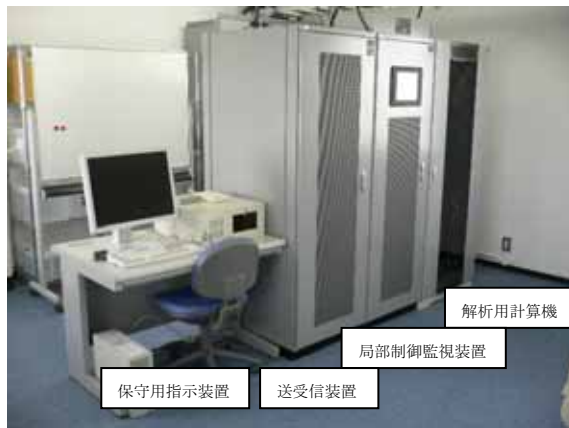


図 2. 送受信装置の外観

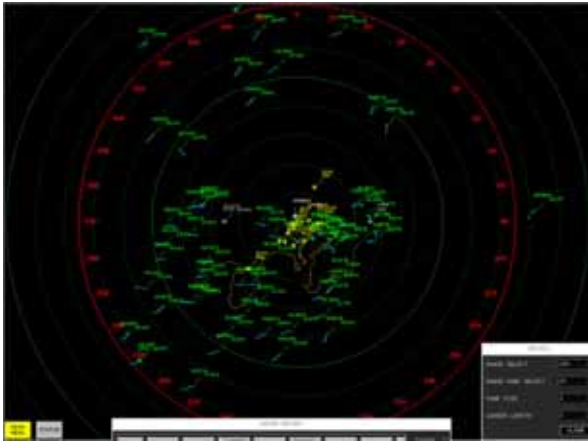


図3 保守用端末画面

表1. 性能諸元

最大出力	1500W
最大覆域	250NM
回転周期	10 秒(6rpm)
最大処理機数	250 機

SSR モード S 実験局は、以下の新機能を有する。

・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。

・覆域制限機能

ロックアウトを行う空域をマップにより指定できる。ロックアウトエリア外の航空機から一括質問と個別質問の両方を受信するため、これを処理するアルゴリズムを

表2.データリンク能力通報(レジスタ 1.0)の集計結果

基本監視 (ELS) 能力	August 2007	Feb 2008
SI 対応トランスポンダ数/総観測機数 割合 (bds1.0,bit35=1)	348/609 57.1%	438/683 64.1%
ID 通知対応トランスポンダ数/総観測機数 割合(bds.10,bit33=1)	369/609 60.6%	471/683 69.0%
拡張監視 (EHS) 能力		
EHS 能力トランスポンダ数/総観測機数 割合(bds1.0 bit25=1)	321/609 52.7%	407/683 59.6%
拡張スキッタ (ES) 能力		
拡張スキッタ対応トランスポンダ数/総観測機数 割合(bds 1.0,bit34=1)	281/609 46.1%	364/683 53.3%

有する。

・動態情報の取得機能

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。

### 3.2 SSR モード S 岩沼局による在空機の監視

岩沼分室の SSR モード S レーダを用いて在空機の監視を行い、我が国における動態情報取得技術に対応した航空機の割合などを調査した。これらの調査結果を ICAO/ASP にて報告した。

## 4. まとめ

平成 19 年度は、研究に必要な実験装置の整備として、当所調布本所内に SSR 実験局の設置を行った。また、岩沼局を用いた在空機の監視を実施し、我が国における動態情報取得技術に対応した航空機の割合など調査した。平成 20 年は、実験用航空機および在空機の監視による実験を行い、識別個別調整技術を検証する。クラスタ調整技術についての検討を開始する。

## ATM パフォーマンスの研究【重点研究/空港整備勘定】

<b>担当領域</b>	航空交通管理領域
<b>担当者</b>	○蔭山 康太、福田 豊、山本 哲士、住谷 美登里、行木 宏一、宮津 義廣、クラウド・グウィグナー
<b>研究期間</b>	平成 19 年度～平成 22 年度

## 1. はじめに

航空交通管理（ATM）は安全性、経済性そして効率性の提供を目的として航空交通や空域を動的かつ統合的に管理し、航空交通管制や空域管理、航空交通流管理など航空機の運航に関わる各機能を実施する。空港の離着陸施設や航行援助施設、飛行情報管理システムなどの各種の管理システム、地上と航空機の通信システム、航空機側の飛行管理装置、そして各種の方式基準やオペレータなど、非常に多くの要素により ATM の機能は実現される。

国際民間航空機関（ICAO）の第11回航空会議では ATM のパフォーマンスに関する指標、目標値、ATM 全体の基本的な特性の定義化等が勧告されている。欧米では、ATM のパフォーマンスを測定するための指標が検討されており、それに利用するデータベース、ツール等が開発され、運用されている。

航空需要は増大し、航空交通は、その重要性を増している。ATM では性能向上などにより対応を行ってきた。今後も増大が予想されるため、ATM の性能（以下、ATM パフォーマンス）の継続した向上が必要とされる。ATM パフォーマンスの向上には、その評価の継続実施および結果のフィードバックが重要である。ATM は多数の目的遂行を要求されるために、ATM パフォーマンスの評価は多角的な項目に基づく必要がある。この評価の継続的な実施により経年変動の傾向の把握や、特に向上が必要とされる項目の特定が可能となる。また、各パフォーマンス項目値の要因分析により、その項目値の向上のための施策の指針が取得できる。

## 2. 研究の概要

本研究では、パフォーマンス評価の基盤となる運航データベースを設計すると同時に、パフォーマンス値評価手法を検討した。

また ATM パフォーマンス評価システムを製作し、ATM パフォーマンス評価の基本機能を実装した。

## 3. 研究成果

## 3.1 ATM 運航データベースの設計

ATM パフォーマンスの評価には各種の ATM システムから運航実績などのデータを取得し、解析する必要がある。

一方で、ATM システムには多様な種類が存在することなどにより、解析には各データ間での項目の関連づけなどが必要となる。また、日本国内の交通量の増大に伴い、解析の対象となるデータ量は非常に大きなものとなる。

このため、効率的な ATM パフォーマンス評価の実施にはデータベースの構築による各種の収集データの統合および一元的管理、そして容易な検索・抽出を実現する必要がある。効率的なパフォーマンス評価環境の構築を目的として、日本国内の運航を対象として ATM 運航データベースを設計した。

飛行計画や出発報など航空機の運航に関わる情報を集約する飛行情報管理システム（Flight Data Management System : FDMS）、各空港のスポット運用状況に関わる情報収集を行うスポット総合調整サブシステム（Spot Management And Planning system : SMAP）、航空交通流管理システム（Air Traffic Flow Management system : ATFM）、そしてターミナルレーダ情報処理システム（Automated Radar Terminal System : ARTS）や航空路レーダ情報処理システム（Radar Data Processing System : RDP）、洋上管制データ表示システム（Oceanic air traffic control Data Processing system）などの ATM システムの運航ログおよび時刻表から、運航データベース中の各項目値を取得した。

図 1 に、設計した運航データベースを構成する各項目を示す。

## 3.2 パフォーマンス値の算出手法の検討

各項目のパフォーマンス値の算出手法を検討するとともに、運航実績などのデータに基づき算出を実施した。遅延時間を「予定所要時間と運航における実績値の差」と定義した。時刻表や飛行計画に基づいて予定所要時間を設定して、遅延時間に関わる指標値を算出した。解析結果からは、日や路線による遅延時間のばらつきが大きいことが示された。また、運航局面により遅延量やばらつきが大きい可能性も示された。

飛行時間の解析結果からは、到着空港近辺の飛行距離についてデータ収集月による変動がみられ、そして変動には、着陸滑走路が影響を与えており、飛行距離は空港や空域の特性を反映していることが示された。

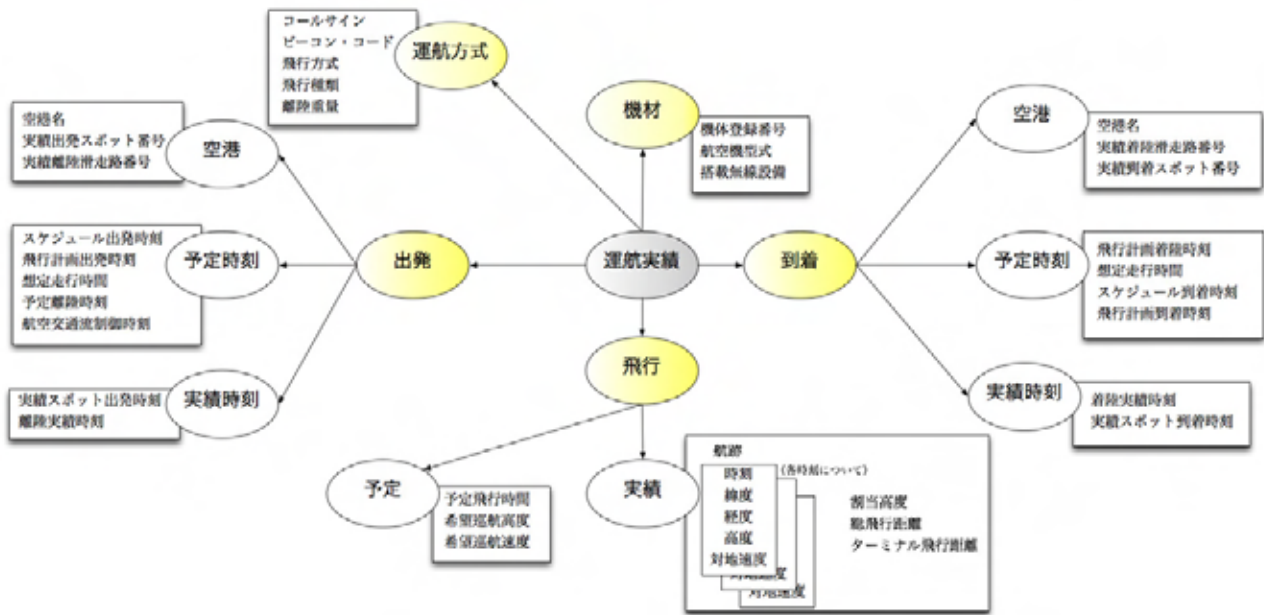


図 1 データベース構成項目の分類

また、運航の経済面からの検討を目的として、希望巡航高度が取得された割合を検討した。飛行計画に記載された希望巡航高度と、運航実績値より取得された巡航高度の差を算出し、希望高度が取得された割合を求めた。

### 3.3 パフォーマンス評価システム

ATM パフォーマンス向上施策には早急な効果の検討が必要とされることなどから、評価は日常的に実施される必要がある。日常的な評価においては、例えば、ある空港への到着機の遅延時間など、定型的な解析手順の繰り返しが想定される。解析手順の記録・およびその呼び出し機能の実装などにより、簡易な操作によるパフォーマンス実績値の算出が可能となる。

日常的な評価の実施には、簡易な操作による評価を可能とする評価環境の構築が不可欠である。日常的な ATM パフォーマンス評価環境の検討を目的として、電子航法研究所では ATM パフォーマンス評価システム (Comprehensive Assessment System of Performance for ATM Review : CASPAR) のプロトタイプの開発に着手した。CASPAR の開発は、以下のような機能の実現を目的とする。

- ・ ATM 運航データベース
- ・ 簡易な操作によるパフォーマンス値算出
- ・ パフォーマンス値の要因の容易な検討環境

前節で述べた検討内容に基づき、ATM 運航データベースおよびパフォーマンス実績値算出機能を実装した。加えて、パフォーマンス値算出の対象となった運航の航跡を抽出し、動画で再現する機能を実装することで、要因の容易

な検討環境を構築した。

表計算ソフトウェアのファイル形式で、パフォーマンス実績値を出力することとした。表計算ソフトウェアのファイル形式の使用により、データの再利用などに関する汎用性の実現されると同時に、表計算ソフトウェアの機能の活用によるパフォーマンス値の柔軟な検討や加工が可能となった。現時点では、遅延時間と飛行距離を対象としたパフォーマンス値の算出が可能である。

パフォーマンスの検討は、その値のみを対象とすることでは不十分である。パフォーマンス値の向上のためには、交通状況の再現などによる要因の検討が必要である。特に飛行中の運航局面に関連した項目値の検討に、動画による航跡再生は有益な情報を提供する。CASPAR では 2 次元・3 次元による航跡再生機能を実装した。図 2 に CASPAR の 3 次元航跡再生画面例を示す。

今後、対象とするパフォーマンス項目の追加などにより、CASPAR の機能を向上する予定である。

### 4. 考察等

ATM パフォーマンスの多角的な評価には様々な項目を対象とする必要がある。同時に、天候状態の影響などにより、通常の運航と大きく異なる特異日が発生し得るため、パフォーマンス値の評価には、長期間にわたるデータ収集が不可欠であると考えられる。

次年度以降には、パフォーマンス評価項目の拡張を進めるとともにパフォーマンス評価システムの機能向上を行う予定である。



掲載文献

(1) Kageyama, Fukuda : 「Study on ATM Performance (Analysis on Delay Amount & Flight-Distance)」, JPDO/JCAB Technical Meeting (平成 19 年 5 月)

(2) 蔭山、福田、山本、宮津、行木 : 「運航実績データによる遅延時間の解析手法の検討」、独立行政法人電子航法研究所講演会 (平成 19 年 6 月)

(3) 福田、蔭山、山本、宮津、行木 : 「運航実績データによる飛行距離の測定手法の検討」、独立行政法人電子航法研究所講演会 (平成 19 年 6 月)

(4) 福田 豊、蔭山 康太, "A T Mパフォーマンスの研究について", ATM 高度化ワーキンググループ、WP-037、

平成 19 年 6 月

(5) Kageyama, Fukuda : 「A Study on Aircraft Schedule Punctuality Classification from the Actual Performance Data」、2007 JSASS-KSAS Joint International Symposium (平成 19 年 10 月)

(6) 蔭山、福田 : 「運航実績データによる ATM パフォーマンスの評価」、第 50 回自動制御連合講演会 (平成 19 年 11 月)

(7) Fukuda Y, "Study on ATM Performance Assessment in Japan", Informal Pacific ATC Coordinating Group (IPACG)/27,IP/8 , Tokyo, Japan, November,2007

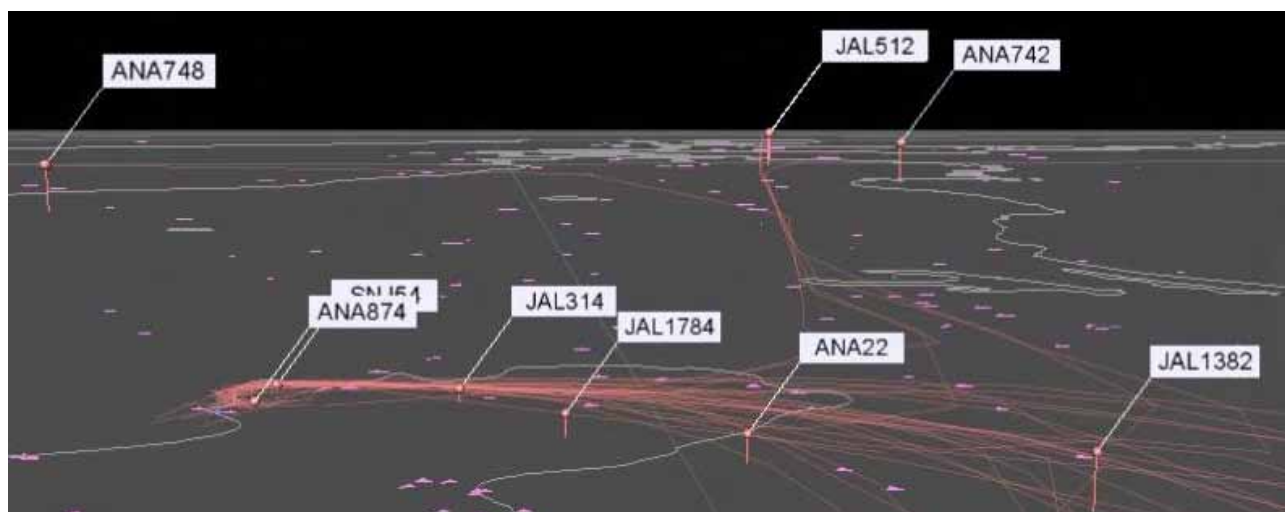


図 2 3次元航跡再生画面の例

## A-SMGCシステムの研究【重点研究／空港整備勘定】

<b>担当領域</b>	先進型地上走行誘導管制システム開発プロジェクトチーム
<b>担当者</b>	〇二瓶 子朗、宮崎 裕己、古賀 禎、青山 久枝、松久保 祐二、山田 泉
<b>研究期間</b>	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装置を開発する。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る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19年度は、実験用機材の改修を行い、仙台空港においてA-SMGC実験システムの性能試験と管制官評価を実施した。平成19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

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移動体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監視センサの開発に向けた相互補完機能について実験的検証を行った。羽田空港の再拡張に向けては、マルチラテレーションと空港面探知レーダを融合して相互補完処理することで空港面監視能力の大幅な向上が期待される統合型空港面監視センサについて管制機器化に向けた信頼性評価と性能要件策定のための基礎資料の取得を行った。

(1)測位性能評価

統合航跡の平滑航跡を基準として、統合航跡の比較を行った。平滑航跡との比較は、KGPS などの高精度測位システムによる基準位置が得られない場合などの評価に用いられる。平滑位置は、時刻 t の前後 5 秒間の統合位置を最小 2 乗法により二次曲線近似することにより導出する。図 1 は測位精度評価の航跡記録例であり、青点が ASDE 航跡、緑点が MLAT 航跡、赤+が統合航跡である。滑走路、誘導路において 3 つの航跡は重なって表示されており、統合処理が正常に行われていることがわかる。平滑航跡と比較した結果を表 1 に示す。統合航跡は、2RMS 値 (最小 2 乗平均誤差) が 4.08m となり、バラツキの小さい結果が得られた。また、ASDE 測位位置と MLAT 測位位置には、十数メートルの差があった。ASDE は反射波の中心を測位位置とする。一方、MLAT はトランスポンダのアンテナ位置が測位位置となるため、測位位置に差が生じる。現統合処理では、両者の中間を測位位置としている。

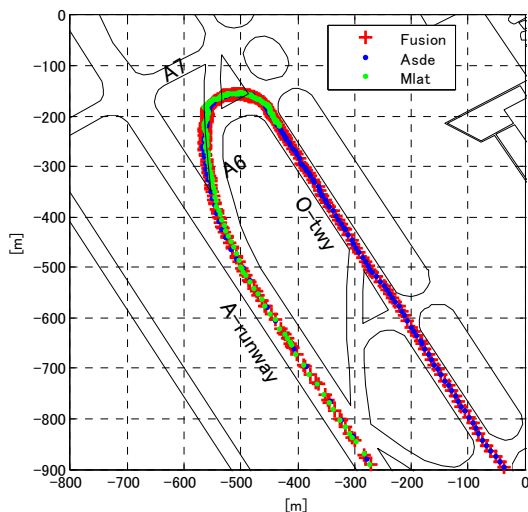


図 1 測位精度評価航跡記録例

表 1. 測位精度 76 機 (2 r m s)

	X 方向	Y 方向	距離
統合航跡	2.77m	3.00m	4.08m

(2)検出性能評価

統合処理による検出性能として検出継続時間、検出率および誤検出率を評価した。

①検出継続時間

検出継続時間とは、目標を検出している総時間をいう。表 2 は、各センサの航跡 (ASDE, MLAT) と統合航跡の検出継続時間を示す。

統合航跡では、モード S トランスポンダ非搭載機やトランスポンダ OFF の航空機など、MLAT 非検出目標を ASDE で補完する。また、ASDE ブラインドエリア内の航空機は MLAT により補完する。これにより、センサ単独と比較して、安定した監視が可能となる。

表 2. 検出継続時間 (76 機)

ASDE 航跡	21,785 秒
MLAT 航跡	82,357 秒
統合航跡	83,595 秒

②検出率

検出率として 2 秒更新率を評価した。2 秒更新率とは更新間隔が 2 秒以内となる目標の割合をいう。表 3 に各センサの割合を示す。また、図 2 は MLAT 航跡、図 3 は統合航跡の 2 秒更新率航跡記録例を示す。図中、2 秒以内となった目標位置は青点で、2 秒を超える目標位置は緑点で示す。なお、ASDE 航跡では監視対象エリア内における 2 秒更新率は 100%であった。ASDE は目標追尾処理を施しているため、ターゲット検出後は 1 秒毎に位置を出力している。MLAT の 2 秒更新率は 98.05%であった。一部の航空機では、停止時にモード S 信号の発信レートを下げる。このため、MLAT では、図 2 の緑点で示すように滑走路入口手前の停止時やプッシュバック直後などにおいて更新率が低下していた。統合航跡の 2 秒更新率は 99.98%となった。統合処理による補完によって、図 3 に示すように MLAT 単独と比較して検出率の向上が図られることがわかる。

表 3. 検出率 (2 秒更新率)

12 月 21 日 12:54-14:14	2 秒更新レ ポート数	レポート 数	検出率
ASDE 航跡	23,538	23,538	100%
MLAT 航跡	66,397	65,583	98.05%
統合航跡	96,361	96,386	99.98%

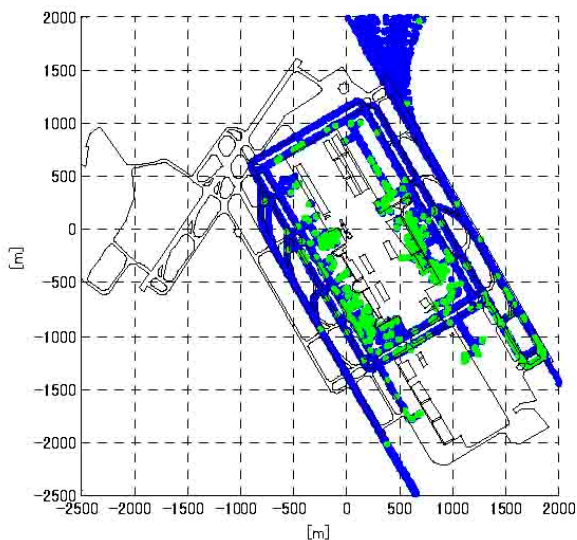


図2 MLAT 航跡 2秒更新率航跡記録例

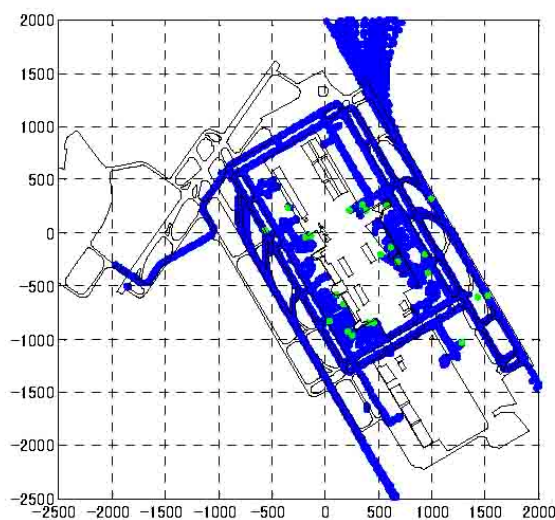


図3 統合航跡 2秒更新率航跡記録例

### ③誤検出率

誤検出率として誤目標の発生率を評価した。表4は、各センサ航跡（ASDE, MLAT）と統合航跡に対する誤検出率を示す。ASDEは虚像による誤目標があり、検出率は0.71%となった。一方、MLATによる誤検出率は0%であった。また、統合処理後の誤検出率は0.19%となった。図4は、ASDEの虚像による誤目標を示す。ASDEの虚像は極力抑制することが望まれるが、全てを抑圧することは難しい。ASDEの虚像は、MLATと相関がなく存続時間も短いなどの特徴がある。これらの特徴に当てはまる目標とそれ以外を区別して処理することにより、その影響を軽減できる。

この他に、統合航跡ではスポット付近においてトランスポンダ電源投入直後に誤目標が発生していた。このような誤目標は、追尾初期捕捉時に測位精度の劣化した更新レートの低いMLAT測位位置を入力し、これを用いて追尾継続することにより発生する。

表4. 誤検出率

12月21日 12:54-14:14	誤レポート数	総レポート数	誤検出率
ASDE 航跡	168	23,538	0.71%
MLAT 航跡	0	65,583	0%
統合航跡	184	96,386	0.19%

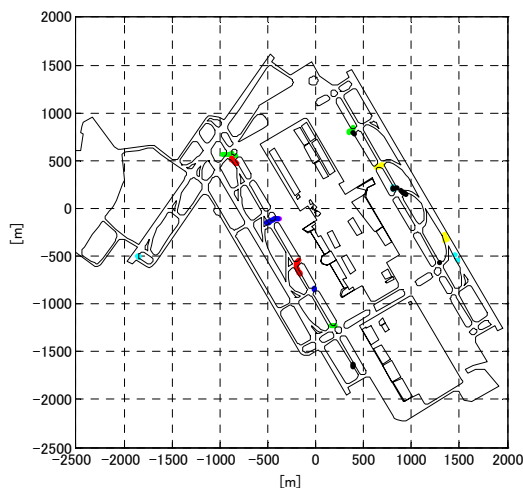


図4 ASDEによる誤目標

現在、このような誤目標に対する対策を検討中である。一例としてスポット付近をマスクすることで監視対象エリア外とする方法などが考えられる。

### 3.2 経路設定機能の開発

#### (1) 経路生成装置の改修

操作性に主眼を置いた実験システムの性能試験と管制官評価に向けて、管制官による操作を最小限にすることを前提とした装置の改修を行った。本装置はデータを処理するサーバと管制官が操作をするクライアントから構成される。サーバでは統合型監視センサから出力される航空機位置情報を取得し、目的地までの経路情報を生成する。またクライアントではタッチパネルやマウスを用いての指示する経路の入力や、生成された経路の表示を行う。また、本装置は複数の航空機に対して経路指示が可能であり、タッチパネル上に表示された航空機のうち、経路指示を与える航空機を選択するところから経路生成手順が開始される。図5に経路生成のフローチャートを示す。この段階で管制官からの指示頻度が高い経路が自動的に複数個画面に表示され、これを推奨経路と呼んでいる。また始点・途中点・終点をマニュアル入力することでそれらをつないだ経路を自動生成させることも可能であり、これを任意経路と呼ぶ。表示された推奨経路のひとつを選択・承認する、若しくは任意経路を承認するとその結果が表示され、同時

に接続された管制表示装置や灯火誘導装置などに情報が伝送される。さらに、承認された経路は何度でも適宜変更することが可能である。

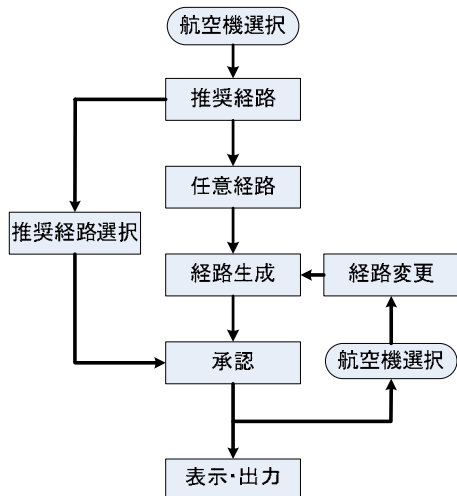


図5 経路生成のフローチャート

(2) 走行経路のパターン解析

経路設定機能による推奨経路生成は、空港面において航空機や車両をより安全に効率よく走行させるとともに管制官の負荷軽減を目的としている。この機能を検証する実験システムとして、空港面地上走行をモデル化している。

各空港の特性は空港のレイアウト、運航機材、気象状況等により異なるため、管制官は空港の特性を熟知し、空港全体の交通流を考慮して状況に合った走行指示を出している。推奨経路生成アルゴリズムに実際の管制指示を取り入れるため、平成17～18年度に音声認識開発を試みた。しかし、モデル化の対象である東京国際空港の管制指示認識が使用できる程度までに至らなかった。

そこで、マルチラテレーション導入評価の監視データから管制指示の結果となる航空機の走行経路を分析し、使用滑走路、使用スポットによる地上走行経路のパターン解析を行った。図6に北風運用時、図7に南西風運用時の走行パターンを示す。また、図8に走行パターンによるスポットのグループ化を示す。

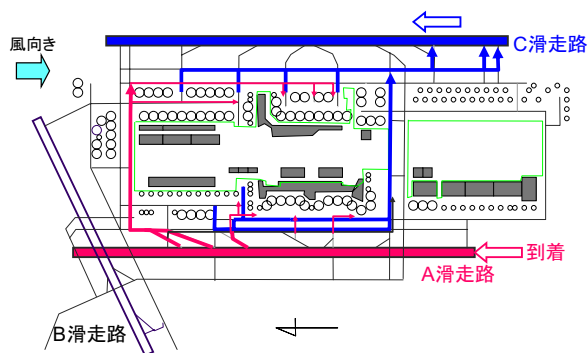


図1. 北風運用時の走行パターン

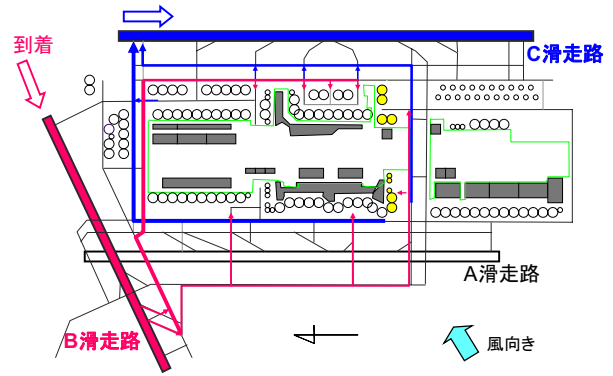


図2. 南西風運用時の走行パターン

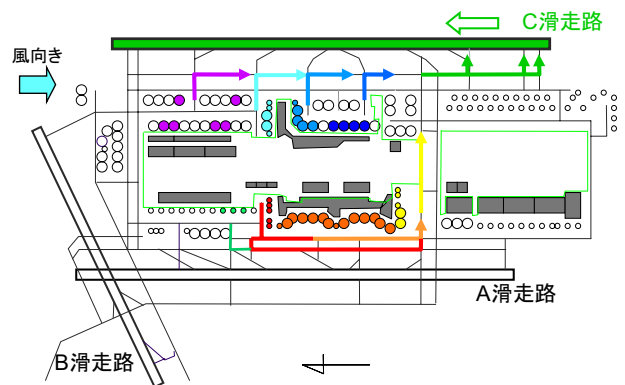


図3. スポットのグループ化（北風出発）

走行パターン解析は現在も継続中である。また、パターンと異なる経路を走行した原因、時間帯によるパターン等を解析し、推奨経路生成アルゴリズムへの反映を目指す。

(3) 地上走行のモデル化

経路設定機能では、航空機の滑走路とスポット間の推奨経路をコンピュータにより自動的に生成・指示することで空港面管制業務を支援することを目的としている。

平成19年度は、前年度までに製作した仙台空港モデルに対して、以下の2項目についてシミュレーションによる実運航の再現性を検証し、必要に応じて改修を行った。

① 走行パターン

滑走路の使用状況や縦列走行時の接近により実際の運航において見られる一時停止をシミュレーション上に再現できることが確認された。

② 走行時間

エプロンが滑走路27入り口の近くにある仙台空港の形状を考慮し、出発機と到着機で異なる地上走行速度を設定した結果、待機を伴わない場合には航空機のエプロン、誘導路、滑走路での走行時間を、到着機では平均数秒、出発機では10数秒の誤差で再現することができた。しかし、待機を伴う状況では、一時停止後の走行再開時に実運航で見られる緩やかな加速をモデル化していないため、実運航



に比べ誘導路走行時間が短くなることが確認された。

また、仙台空港のモデル化で発見された上記の問題点や、大規模空港のモデル化にあたって新たに検討が必要となる課題に着目し、東京国際空港モデルの構築を開始した。具体的には以下のモデルを新たに付加した。

### ③高速離脱誘導路

仙台空港と異なり、東京国際空港では高速離脱誘導路を用いて着陸滑走に引き続き減速を行うことを考慮し、新たに高速離脱誘導路をモデル化した。

### ④一時停止後の停止継続時間、走行開始時及び再開時の加速度

停止を伴う状況での速度プロファイルを再現し、走行時間の再現性を向上するため、これらの値を航空機モデルの属性に加えた。

### ⑤プッシュバック方向

プッシュバックは機首が滑走路入り口を向くよう行うのが通常であるが、東京国際空港では交通状況に応じて逆向きとなる場合があるため、プッシュバック方向をシミュレーションシナリオに加えることとした。

### ⑥誘導路交差点における詳細な待機ロジック

東京国際空港はエプロン周辺の経路形状が複雑であり、誘導路上での正面衝突回避や交差点での合流を考慮する必要があるため、隣接する複数の交差点を周囲の誘導路も含め同時に閉塞するエッジグループの設定により、待機状況の再現を図ることとした。

東京国際空港モデルの構築にあたっては、監視機能の開発に関連して受託研究で行っているマルチラテレーション導入評価で得られた監視ログデータを用いて運航状況調査を行い、走行経路および速度プロファイルの分析を行った。これを元にマップモデルの定義とシミュレーションシナリオの作成を行った。



図7 東京国際空港モデル上での地上走行シミュレーション画面

## 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消灯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19年度は、停止線灯に対する移動体の距離検出方法の見直しと、複数の航空機（3機対応）を同時に誘導できるための灯火制御用ソフトウェアの改修を行った。

## 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、滑走路における誤進入・コンフリクト検出方式について検討し、平成17年度は離陸機、平成18年度は着陸機に対する検出ソフトウェアを制作した。平成19年度は、これまでに制作した検出ソフトウェアについて、羽田空港の監視ログデータを使って性能評価を実施し、誤警報の発生率低減と確実な誤進入およびコンフリクト検出を可能とするアルゴリズムの改修を行った。また、これらの機能を画面上に反映させるための管制表示装置との接続を図った。

## 3.5 実験システムの性能試験と管制官評価

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8はA-SMGC実験システムの系統図を示す。

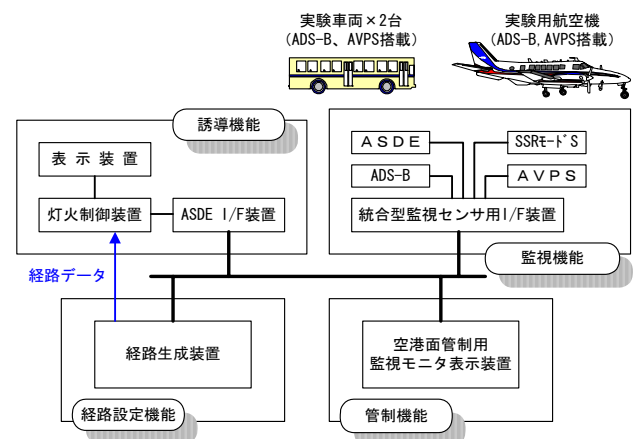


図8 A-SMGC実験システム系統図

監視センサとしては、ADS-B、ASDE、SSR モード S、AVPS の4つの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 又は AVPS と ASDE を相関処理して統合型監視センサ用出力とした。

経路設定機能では、経路生成装置のリアルタイム動作の検証を行い、管制表示装置や灯火制御装置へのデータ出力も含めその基本動作を確認した。また、今回の試験では航空局、東京航空事務所、成田空港事務所の管制官8名にご協力を頂いて、経路生成装置のインターフェースとしての操作性を中心に管制官評価を行った。当所実験用航空機があらかじめ設定したトラフィックパターンに従って仙台空港ターミナルエリアと空港面を飛行・走行し、その際管制官がシナリオに沿って経路生成装置で経路を入力指示することで評価した。経路生成装置のタッチパネル等を使った操作手順を図9から図11に示す。図9は、対象航空機がB滑走路に着陸してシンボル表示(青色)された画面を示す。図10は、対象航空機を選択(白色)して推奨経路(黄色)が表示された画面を示す。図11は、走行経路が選択・決定されて承認(走行経路が白線表示)された画面であり、この時点で灯火制御装置や管制表示装置に経路データが伝送される。

評価項目として、表示画面の操作性及び表示項目の見やすさ、経路設定・変更機能の必要性和操作手順の妥当性、これらの情報提供の必要性等について項目を設定し、操作後の回答を集計した。

操作表示画面については、タッチパネルを用いた航空機選択や各種コマンド実行の操作性は反応速度の改善を求める意見が多く、また航空機の識別は分かりやすいとしながらも、色彩については現状使用しているシステムとの整合が必要との意見があった。経路の設定・変更の各機能については、どの機能も経路設定を行う上で必要としなが



図9 経路設定画面1 (対象航空機着陸)



図10 経路設定画面2 (対象航空機選択)



図11 経路設定画面3 (走行経路選択・承認)

ら、これらの各機能が独立した機能ではなく共通性を持ったものでなくてはならないという意見があった。また、これらの情報提供は管制官だけでなく運航者への視覚情報としての提供も有効であるとの回答が多かった。

灯火誘導については、昨年度と同様に実際の灯火は使えないので誘導路中心線灯(TCLL)と停止線灯(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12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。

今回の試験では、複数機(3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。各機能の検証に対応した走行パターンに対して3台の実験用車両を使って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生成装置からの走行経路情報に基づいて航空機の前





図12 灯火制御&モニタ表示装置、灯火模擬パネル外観



(a) 青車（優先順位1）交差点Aを占有



(b) 青車（優先順位1）交差点A通過中&交差点Bを占有



(c) 青車（優先順位1）交差点Bを占有、赤車交差点Aを占有

図13 交差点A、Bにおける灯火制御モニタ画面

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、前方点灯行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。また、交差点においては、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（先着順アルゴリズム、または個別優先アルゴリズム）、STBLによって他の航空機を交差点手前で一時停止させるなどの交通整理を行う。先着順アルゴリズムは、複数機が相前後して交差点に接近した場合、STBLの手前一定距離（設定距離：85m）に先に到達した航空機を優先通過機として、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点への進入を禁止する。このとき、交差点への進入を禁止された航空機は、機体前方の TCLL は STBL より先は消灯される。図 13 は、複数機に対して優先順位を付けた個別優先アルゴリズムにおける灯火制御モニタ画面表示例を示す。図中、(a) は青車（優先順位 1）が交差点 A を占有して他の誘導路の STBL が点灯したとき、(b) は青車が交差点 A を通過中であり、併せて次の交差点 B を占有して黒車（優先順位 3）に対する STBL が点灯したとき、(c) は青車が交差点 A を抜けたため、赤車（優先順位 2）が交差点 A を占有し、交差点 B は青車が占有して他の誘導路の STBL が点灯したときの灯火制御モニタ画面表示例を示す。

今回の試験では、複数機（3機）に対する灯火制御システムが所定の手順に沿って正常に動作することを確認した。

#### 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性能試験と管制官評価を実施した。

経路設定機能について、経路生成装置では仙台空港での性能試験で想定した動作が正しく行われることを確認したが、管制官による評価の中で複数の課題が挙げられた。A-SMGC システムの一要素として実現するには、管制官の業務内容を考慮したより操作のし易いものとしていく必要がある。管制官が航空機に対して通常指示する走行経路の分析と操作方法を容易にするための機能改善、使用者による評価を今後も継続的に実施していくことが必要と考える。また、更なる機能向上を図ると共に、空港面レイアウトがより複雑な東京国際空港をモデルにした装置の試作・評価も視野に入れて研究を進めていく予定である。

誘導機能について、今回の試験では複数機（3機）に対応できる灯火誘導機能について、優先順位を付けない先着

順アルゴリズムに対する動作検証と、個々に優先順位を付ける個別優先アルゴリズムに対する動作検証に主眼を置いて実施した。その結果、いずれの場合も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、所定の手順に沿って正常に動作することが確認でき、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。

また、システムの中核をなす監視機能については、航空機と車両それぞれの移動体監視に適した複数の監視センサの組み合わせとデータの統合化により、相互に補完しあえる統合型監視センサの開発に向けた相互補完機能について実験的検証を行った。特に羽田空港の再拡張に向けては、マルチラレーションと空港面探知レーダを融合して相互補完処理することで空港面監視能力の大幅な向上が期待される統合型空港面監視センサについて管制機器化に向けた信頼性評価と性能要件策定のためのデータを取得して分析・処理を行い導入に向けての準備を進めている。

#### 掲載文献

- (1) 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講演概要、平成19年6月
- (2) 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講演概要、平成19年6月
- (3) 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講演概要、平成19年6月
- (4) 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講演概要、平成19年6月
- (5) 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その2”2007電子情報通信学会ソサイエティ大会 B-2-31 pp260 2007.9
- (6) 二瓶、宮崎、他：“A-SMGC 実験システムの接続試験”2007電子情報通信学会ソサイエティ大会 B-2-38 pp246 2006.9
- (7) 古賀、二瓶、青山：“滑走路における誤進入・コンフリクト検出機能の実装”2007電子情報通信学会ソサイエティ大会 B-2-38 pp247 2007.9
- (8) 山田、二瓶、他：“A-SMGC システム経路生成機能の開発ー空港面地上走行のモデル化ー”第45回飛行機シンポジウム 2G6 pp859-864 2007.10
- (9) 青山、二瓶、他：“A-SMGC システム経路生成機能の開発ー地上走行パターン解析についてー”第45回飛行機シンポジウム 2G7 pp865-870 2007.10
- (10) 宮崎：“マルチラレーション監視システムの導入評価”日本航海学会 2007年度秋季研究会(航空宇宙研究会)、2007.10
- (11) 二瓶：“先進型地上走行誘導管制(A-SMGC)システムの開発動向”日本航海学会 2007年度秋季研究会(航空宇宙研究会)、2007.10

## 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【重点研究／空港整備勘定】

<b>担当領域</b>	通信・航法・監視領域
<b>担当者</b>	○藤井 直樹, 河合 良則, 齊藤 真二, 吉原 貴之, 福島 荘之介
<b>研究期間</b>	平成 17 年度～20 年度

## 1. はじめに

ICAO（国際民間航空機関）は全地球的航法衛星システム（GNSS）を航空機の高カテゴリ進入着陸に使用するために、SARPs（国際標準および勧告方式）を策定する航法システムパネル（NSP：Navigation System Panel）を設置して策定作業を行っている。GNSSを高カテゴリ進入着陸に使用するためには、高い精度（Accuracy）、高い完全性（Integrity）、十分なサービスの継続性（Continuity）と有用性（Availability）が要求され、それを満たすためには地上からVHF帯（108～118MHz）の電波を使い、補強する信号を放送するシステムである地上型衛星航法補強システム（GBAS：Ground Based Augmentation System）が不可欠とされている。

GBASの機上装置を標準装備したボーイング787型機が、平成21年から日本の航空会社に導入されるなどのGBASの実用化に向けての動きが活発化してきている。そのため、GBASを実運用に供するための完全性の評価手法の開発、完全性を確保しながらシステムの有用性の向上を図る研究、それに伴う信号品質監視（SQM：Signal Quality Monitoring）の開発、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、E5信号、および静止衛星型衛星航法補強システム（SBAS：Satellite Based Augmentation System）の信号などの新信号をGBASに利用する研究が望まれている。

当所では、このような環境下で、GBASの我が国の国土条件に合致する高精度の精密進入着陸システムの導入に向けた開発を早急に進めるため、SARPsに合致するシステム構築に必要な要素技術の開発・評価を行い、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。

## 2. 完全性の評価手法の開発

GNSSでは安全性を保証するための完全性の要件が明記されている。完全性とは、航空機の誘導誤差が警告無しにある事故につながる閾（しきい）値以上にならない確率を指している。GBASを実用化するためには、この完全性を確保・評価する手法の確立が必要である。

GNSSでは、航空機側の測位誤差の推定に統計的な

GNSS信号における擬似距離の誤差の標準偏差と擬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。そのため、従来の仙台空港に設置してあるGBASに対する故障の木（FT：Fault Tree）を作成し、全てのリスクに対応するモニター構築のための準備を進めている。さらに、南西諸島の石垣島において、電離圏におけるプラズマバブルがGBASに与える影響のスレットモデルを構築するために、観測網を整備し観測を開始した。

## 3. SQMの開発

GBASでは完全性を確保するためには、GNSS信号の品質を監視する必要があるが、GPS衛星信号を監視するSQM受信機の開発を行ってきた。平成17年度から18年度にかけて、従来の2チャンネルのSQM受信機から、SBAS用の3チャンネル、GPS用の13チャンネル、計16チャンネルに対応するための改修を行った。19年度においては、GBASの誤差要因であるGPS信号の信号歪みを検出するアルゴリズムの開発のために、SQM装置で得られる複数の相關器出力から、信号歪みによって生じる擬似測距の変化を直接推定する方法を考案し、その手法に対しての評価を行った。評価では、GPS衛星故障を模擬した擬似劣化GPS信号を信号発生器により発生させるハードウェアシミュレーションを行うため、信号発生器のRF部分の機能向上を行い、信号発生器制御ソフトウェアを作成した。シミュレーションにおいて、GPS衛星の故障を模擬した脅威モデルA、BおよびC信号におけるパラメータを変更しながらデータを取得し、本アルゴリズム適用した結果、擬似劣化信号の検出を確認した。今後、脅威モデルA、BおよびCに対する誤差と検出確率およびモニターの閾値などを評価し実用化のための開発を行う。

## 4. 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、衛星の故障およびメンテナンスなどによる使用できる衛星の減少による測位精度の劣化などに対しては、追加のGNSS衛星の利用が期待されている。今回、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）によるMSAS（MTSAT Satellite-based Augmentation System）が平成19年9月から運用され、信号が受信できる状態になっているので、この効果を実際に受信したデータを元にシミュレーションによる評価を行った。

仙台空港内において、SBAS信号が受信可能なカナダ・ノバテル社製のEuro3M受信機をGBAS基準局に設置し、GBAS実験システムのデータ処理装置のプログラムを、SBAS信号が利用できるように改修を行い、GPS/MSAS信号を受信して得られたデータから、GBAS測位シミュレーションを行った。昨年度において、GPS衛星が正常に動作している場合はSBASの測距信号による効果はないが、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、効果があるという結果が得られた。そのとき、SBASの軌道情報が地上と機上において異なる場合には、スパイク状の誤差を生じる可能性があることも判明した。そのため、今年度は地上と機上におけるSBASの軌道情報を同期させる方式を考案し、シミュレーションを行った結果、スパイク状の誤差は生じなくなり、考案した同期を得る方法の効果を確かめることができた。ただし、スパイク状の誤差が生じるのは、SBASの軌道情報が最適でなく、GPS衛星の配置が悪いときだけである。

## 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、E5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19年度は、18年に引き続き、GBASの誤差要因であるGPS信号の信号歪みを検出するアルゴリズムの開発し、GPS衛星故障を模擬した擬似劣化GPS信号を信号発生器により発生させるハードウェアシミュレーションを行い、実用化のための開発評価を行った。さらに、GNSSは安全性を保証するための完全性を評価する手法を確立するために、仙台空港に設置してあるGBASに対するFTの作成を行い、全てのリスクに対応するモニター構築のための

準備を進めるとともに、南西諸島の石垣島において、電離圏におけるプラズマバブルがGBASに与える影響についてのスレットモデルを構築するために、観測網を整備し観測を開始した。

SBAS信号を利用したGBASの開発において、H18年度は、GPS衛星配置の幾何学的条件がよくない時間帯に故障等により利用可能なGPS衛星が複数個減少した場合、SBAS測距信号を使用することがアベイラビリティ向上に効果のあることを示したが、SBAS信号の軌道情報の更新において、スパイク状の誤差が発生する可能性があることがわかった。そのため、H19年度は、地上の基準局と航空機で同期をとるプロトコルを考案し、シミュレーションでその効果を確かめ、スパイク状の誤差が解消されることが示した。

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おいては、赤道異常地帯における電離圏の活動、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を中心に進めている。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 : “Questions about a new RTCA/FAA proposal for achieving CAT-III with GBAS”, ICAO NSP CSG, Seattle USA, July. 2007
- (2) N. Fujii, T. Ueki : “A Concept of CAT III GBAS Requirement Based on Real-Time Flight Technical Error Estimation”, ICAO NSP WGW, Montreal Canada, Oct. 2007
- (3) N. Fujii et.al.; “ENRI Research Activity Related with GBAS”, I-GWG 6th meeting, Seattle USA, July. 2007
- (4) N. Fujii: “A Concept of CAT III GBAS Requirement Based on Real-Time Flight Technical Error Estimation”, Proceeding of ION-GNSS-2007, Fort-Worth USA, Sep. 2007
- (5) 齊藤 真二, 吉原 貴之, 福島 莊之介, 藤井 直樹; “擬似劣化信号への測距差推定 S Q M手法の適用結果”, 電子情報通信学会2007年ソサイエティ大会講演論文集, 鳥取, 2007年9月
- (6) 藤井直樹, 吉原貴之, 齊藤真二, 福島莊之介; “SBASの疑似距離信号を利用したGBAS” 電子情報通信学会2007年ソサイエティ大会講演論文集, 鳥取, 2007年9月
- (7) 齊藤 真二, 吉原 貴之, 福島 莊之介, 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

- (8) 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 電子情報通信学会技術報告 SANE2007-111, 長崎, 2008年1月
- (9) 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 電子情報通信学会技術報告 SANE2007-111, 長崎, 2008年1月
- (10) 藤井 直樹; “GBASの安全性” 日本航空宇宙学会飛行機シンポジウム講演会論文集, 北九州, 2007年10月
- (11) 齊藤 真二; “測距差推定によるGPS劣化信号検出” 航空保安無線システム協会 航空無線, 2007年秋号

## 今後の管制支援機能に関する研究【重点研究／空港整備勘定】

**担当領域** 航空交通管理領域

**担当者** ○山本 哲士、福田 豊、蔭山 康太、岡 恵、行木 宏一（契約研究員）、宮津 義廣（契約研究員）、長政利（契約研究員）

**研究期間** 平成 18～19 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、本研究は、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を形成するための管制支援機能要件を策定することを目的とする。

### 2. 研究の概要

#### 2.1 レーダデータの解析

RDP のデータから、羽田空港並びに成田空港出発及び到着機の上昇又は降下プロファイルについて解析した。

#### 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、羽田及び成田ターミナル空域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

時間管理機能など、管制支援機能を検証するため、簡易評価システムを機能向上した。

### 3. 研究成果

#### 3.1 レーダデータの測定

出発機又は到着機に係る上昇又は降下時の燃料消費量は、これら航空機の運航効率や地球環境に影響を及ぼす。特に、低高度における水平飛行は、燃料消費量増加の一因となる。また、上昇又は降下を継続した場合と、水平飛行の場合とでは、飛行高度により、風向・風速など気象状況が異なるとともに、高度に対応して真対気速度が増減するなど、結果として、位置予測に不可欠な対地速度に影響を及ぼす。

そこで、本年度は、出発又は到着機の継続的な上昇又は降下に影響する航空交通管理上の事項を検討するため、羽田及び成田ターミナル空域、並びに、これに隣接する航空路セクターにおける同空港出発及び到着機に係る上昇又は降下プロファイルを解析した。

解析に際し、出発機にあつては、出発空港の標点から巡航高度に到達するまでの間の上昇率、及び、その間の水平飛行時間・距離を測定した。到着機にあつては、巡航高度を離脱して降下開始した時点から到着空港の標点までの間の降下率、及び、その間の水平飛行時間・距離を測定した。この測定では、各空港の標点とターミナル空域と航空路セクターとの間の管制業務移管点（以下「移管点」という。なお、移管点を通過しなかったものについては最接近点とした）の間をターミナル区間、同移管点と巡航高度到達又は離脱時点の間を航空路区間、各空港の標点と巡航高度到達又は離脱時点の間を全区間に大別した。

また、平成 16 年 5 月から平成 19 年の間の夏期及び冬期各 3 週間、合計 6 週間分の RDP データに基づき、プロペラ機を除く巡航高度 FL200 以上の合計 54,140 機のデータを使用した。主な測定結果のうち区分毎の平均値を次に示す。

表 1 平均上昇又は降下率

区分	ターミナル区間	航空路区間	全区間
羽田出発	607	359	455
羽田到着	213	264	224
成田出発	439	258	298
成田到着	196	243	208

注：単位は、フィート／海里

表 2 継続上昇／降下機の割合、平均水平飛行時間・距離

区分	継続上昇／降下機の割合*1	水平飛行時間*2	水平飛行距離*2
羽田出発	92.1 %	2 分 08 秒	13.8 海里
羽田到着	16.4 %	3 分 13 秒	15.4 海里
成田出発	72.0 %	2 分 56 秒	17.5 海里
成田到着	11.9 %	5 分 05 秒	23.3 海里

\* 1：それぞれの空港標点と巡航高度到達又は離脱の間に水平飛行部分がなかった場合を継続上昇／降下機とした。

\* 2：水平飛行時間及び距離は、それぞれの空港標点と巡航高度到達又は離脱の間に水平飛行部分があった場合の当該平均値である。

### 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

本年度は、関東空域再編基本案に基づき、羽田及び成田ターミナル空域に隣接する航空路セクターについて、各空港到着機のピーク時間帯を想定したシナリオを作成し、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 羽田空港到着機交通流（大島方面）

第2回 成田空港到着機交通流(中部・北部太平洋方面)

#### 3.2.2 シミュレーションデータの測定

平成 17～19 年度の間、羽田及び成田ターミナル空域並びにこれら周辺の航空路セクターに係る合計 60 試行のリアルタイムシミュレーションを実施し、合計 861 機のデータを取得した。これらシミュレーションは、関東空域再編基本案に基づき、方向別に離陸又は着陸滑走路を設定したシナリオを使用した。本年度は、これらデータについて、レーダデータと同様に、上昇又は降下プロファイルを解析するため、巡航高度離脱後の降下率、並びに、水平飛行時間及び距離を測定した。主な測定結果のうち区分毎の平均値を次に示す。

表3 平均上昇又は降下率

区分	ターミナル区間	航空路区間	全区間
羽田出発	430	359	407
羽田到着	133	313	177
成田出発	435	349	387
成田到着	135	264	166

注：単位は、フィート／海里

表4 継続上昇／降下機の割合、平均水平飛行時間・距離

区分	継続上昇／降下機の割合*1	水平飛行時間*2	水平飛行距離*2
羽田出発	98.8 %	0分40秒	3.2海里
羽田到着	0.0 %	14分26秒	59.9海里
成田出発	96.0 %	0分42秒	3.3海里
成田到着	0.0 %	16分20秒	73.4海里

\*1及び\*2： 表2と同じ

### 3.3 データの解析結果

#### 3.3.1 出発機

レーダデータでは、出発機のターミナル区間における上昇率は、航空路区間における上昇率に比べて大きい値となっている。これは、低高度においては、出発機本来の飛行特性に航空管制上の高度制限、騒音を考慮した上昇飛行方式、法令上の速度制限等が加わった結果生じた

傾向であるものと考えられる。なお、羽田出発機と成田出発機の上昇率値の差については、それぞれの出発機の離陸重量の差が影響したものと考えられる。

また、継続上昇機の割合は、両空港出発機の大半が継続上昇機であることが示されている。なお、成田出発機については、同空港南東側ターミナル空域で、出発経路と到着経路が交錯している。したがって、この空域に係る一部出発機に対し、到着機との間に管制間隔を設定するための高度制限が課せられた結果、水平飛行が生じたものと考えられる。

リアルタイムシミュレーションデータでは、出発機の上昇率については、レーダデータの解析とほぼ同様の傾向を示している。これは、航空管制上の高度制限、法令上の速度制限等がシナリオに加味されていたことによるものであったと考えられる。なお、両空港出発機の上昇率値は、ほぼ同様となっているが、これは、シナリオの飛行特性は、個々の離陸重量などは考慮されず、同一機種毎に同一値が設定されていたことによるものと考えられる。

また、継続上昇機の割合は、両空港出発機の殆どが継続上昇機であることが示されている。なお、本解析に使用した成田出発機データは、主として水平飛行が必要となる高度制限が少ない西方面への出発機であった。このため、レーダデータとの値に差が生じたものと考えられる。

#### 3.3.2 到着機

到着機の燃料消費上最適とされる降下角は、関係資料やフライトシミュレータデータから、無風状態において約3度であることがこれまでに分かっている。この降下角に対応する降下率（以下「到着最適降下率」という。）は、約310フィート／海里となる。

到着機が巡航高度を離脱して到着最適降下率を維持しながら進入開始点まで降下した際の垂直面における航跡（以下「到着最適降下 Path」という。）は、飛行経路に沿った仮定の Path であり、残余の飛行経路長が長くなるに従って当該地点に対応する高度は高くなる。また、一般的に、到着最適降下 Path から逸脱するにしがたい、燃料消費量が増加する傾向がある。

到着機が、到着最適降下 Path にしたがって降下した後に、迂回等により、残余の飛行経路長が延伸した場合や、到着最適降下 Path より低い高度を飛行していた場合、当該到着機は、航空管制上指示された高度、最低安全高度や進入開始高度等、維持すべき高度未満の高度に降下できず、結果として降下率の低下や水平飛行を強いられることになる。

レーダデータの到着機の降下率は、ターミナル区間に



においては、両空港とも到着最適降下率を約 100 フィート／海里下回る値が、また、航空路区間においては、約 50 フィート／海里下回る値がそれぞれ示されている。また、両空港到着機についても、最終進入開始点又は移管点近傍における水平飛行が多くの到着機データに見られる。これらのことから、この水平飛行が降下率に影響したものと考えられる。

両空港とも、最終進入開始点近傍において、異なる移管点を經由する到着機交通流が合流している。このため、これら到着機の順序・間隔付けが同空域で行われており、後順位となった到着機が大きく迂回していたことを示す航跡が認められた。これらの到着機の多くは、迂回開始時には到着最適降下 Path 付近又はこれより低い高度を飛行していた。

また、移管点近傍においても同様の迂回を示す航跡や到着最適降下 Path より低い高度を飛行していたことを示す多くの航跡が認められた。

これらのことから、レーダデータの継続降下機の割合や水平飛行時間・距離値については、到着機の順序・間隔付けに伴う飛行経路の延伸並びに到着機の順序・間隔付け開始時及び移管点における飛行高度が大きく影響したものと考えられる。

リアルタイムシミュレーションデータの到着機の降下率は、ターミナル区間においては、両空港ともレーダデータの値を下回っている。また、航空路区間においては、到着最適降下率に近い値となっている。また、両空港到着機についても、ターミナル区間内の水平飛行が多くの到着機データに見られた。この水平飛行が降下率に影響したものと考えられる。なお、両空港到着機の航跡には、レーダデータに認められるような、最終進入開始点近傍における、合流に伴う大きな迂回を示す航跡は認められなかった。これは、3.2.2 に述べたように方向別に離陸又は着陸滑走路を設定したシナリオを使用したことが影響したものと考えられる。

また、移管点近傍において到着最適降下 Path より低い高度を飛行していたことを示す航跡が全ての到着機データに認められた。

これらのことから、リアルタイムシミュレーションデータの継続降下機の割合や水平飛行時間・距離値については、移管点における飛行高度が大きく影響したものと考えられる。

### 3.4 簡易評価システムの製作

#### 3.4.1 背景

航空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無く、滞

留時間が最大許容滞留時間を超えないよう、入域機流量を適切に制御する必要がある。そこで本研究では、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について検討してきた。

#### 3.4.2 簡易評価システムの機能向上

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機能向上した。

管制支援機能評価ツールの機能向上では、滞留時間の算出精度向上、滞留計画の算出、グラフによる滞留時間の表示、簡易管制シミュレータとの接続を実施した。

滞留時間の算出精度向上では、先行機の実際の管理フィックスの通過時刻である実績値を基準とすることにより、推定精度を高めた。また、航空機のトラジェクトリの予測モデルの精度を向上した。合わせて、滞留時間を効率的に消費するため、飛行区間毎に消費する滞留時間を算出する機能を追加した。グラフによる滞留時間の表示では、各航空機の予定通過時刻、計画通過時刻、滞留時間の時間変化を認識しやすくするため、これまでの表形式からグラフ形式に変更した。図 1 に示すとおり、横軸にシミュレーション時刻、縦軸に滞留時間等を指定して、状況の変化を見ることができる。簡易管制シミュレータとの接続では、時間管理についての新たな運用を実施した場合の評価ができるようになった。

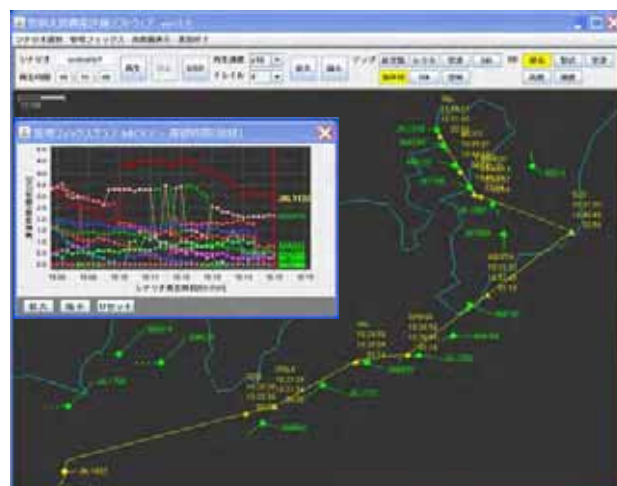


図 1 管制支援機能評価ツールの表示例

簡易管制シミュレータは、航跡データを再生中に航空機を制御する機能、操縦コマンドの機能向上、管制支援機能評価ツールとの接続機能を追加した。

航跡データを再生中に航空機を制御する機能は、レーダ航跡やシミュレーション実験の航跡等を再生表示しながら、管制指示に従った航空機操縦コマンドを入力できる機能である。これにより、現実に近いシナリオでのシミュレーションが可能となる。操縦コマンドの機能向上

では、RNAV 経路に対するオフセット飛行等の機能を追加した。また、GUI の操作性を向上した。管制支援機能評価ツールとの接続機能は、ネットワークで接続した管制支援機能評価ツールのような新たなツールを評価するために使用する。

#### 4. 考察等

出発又は到着機の上昇又は降下プロファイルを解析し、継続的な上昇又は降下に影響する航空交通管理上の事項を検討した。また、航空交通量増加に的確に対応するため、これら事項も考慮された円滑な航空交通流を形成することができる管制支援機能等の要件を策定した。

航空交通量増大に的確に対応するためには、航空機の運航効率を確保しながら円滑な航空交通流を形成することが可能となる航空交通管理の実施が必須となる。

このためには、空域設計基本要件や管制支援機能等、これまでの研究成果を積極的に活用する他、航空機の運航効率や地球環境への影響も視野に入れた総合的な視点から、個々の具体的な課題に対する改善案等の検討を進める必要がある。

#### 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、p19、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、p23、2007年6月
- (7) 岡恵、山本哲士、“Estimation of required minimum adjustment time for airspace design”、第45回飛行機シンポジウム、2007年10月
- (8) 山本哲士：“到着機の降下 Path 調査”、電子情報通信学会総合大会、B-2-46、p20、2008年3月

(9) 福田豊、岡恵、山本哲士：“時間管理手法の評価システムの開発”、電子航法研究所 第8回研究発表会講演概要、2008年6月

(10) 岡恵、蔭山康太、福田豊、山本哲士、“航空交通量と空域設計要件との関係について その2”、電子航法研究所 第8回研究発表会講演概要、2008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【重点研究／一般勘定】

担当領域 機上等技術領域  
 担当者 ○田嶋 裕久、古賀 禎、小瀬木 滋  
 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、その対策はこれまで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、マルチラテレーション、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に関する研究」を行った。飛行中の航空機と比較し、空港面の航空機の監視は地面や構造物による反射や遮蔽などの問題が多く、マルチパス対策が重要である。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た。モード S 信号を利用した測位実験システムを構築し、パルスの到着時間検出における誤差を小さくするための実験と検討を行った。

## 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

時間検出方法として、相関法、DAC(Delay Attenuate and Compare)法、そして DAC の拡張として考案した最小 2 乗マッチング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広く使われている。これは、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。マルチパスの影響を軽減するため、直接波から時間的に遅れて到着するマルチパス波の影響を除去するようコリレータの間隔を狭くするナローコリレータが GPS

受信機でも使われている。本研究ではナローコリレー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かった。図 1 に DAC 法における M/D (Multipath to Direct signal level ratio) = 0.5、すなわち希望波の 1/2 のマルチパス波が混入した場合のマルチパス誤差特性を示す。この横軸は直接波に対するマルチパス波の遅延時間であり、直接波に対するマルチパス波の搬送波の位相差を 0 から  $\pi$  まで 5 段階に変えた状態を示している。縦軸はそれに対応する時間検出誤差で、1ns は 0.3m の距離誤差に相当する。

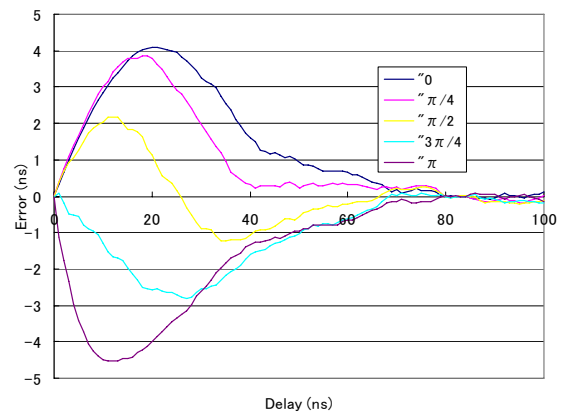


図 1 DAC 法マルチパス誤差特性 (M/D=0.5)

DAC はマルチパス低減効果の高い方式であるが、更にマルチパス誤差を低減するため時間検出方法として最小 2 乗マッチング法を検討した。DAC はパルスの立ち上がりの 2 点のサンプルが所定の形になっていることを利用しているが、更に多数のサンプルを利用するように拡張した。これは立ち上がり部分の基準波形と受信波形の 2 乗残差が最小になるように振幅を調整しながら、基準波

形をずらしてマッチングを行いこの残差が最小となる点を時間検出点とした。図2の誤差特性はその例である。この結果では、誤差の最大値はDACと比較して顕著には小さくなっていないが、比較的マルチパス誤差の大きい範囲はほぼ10nsまでの範囲に限定され、誤差が発生する確率を減少できる可能性を示している。

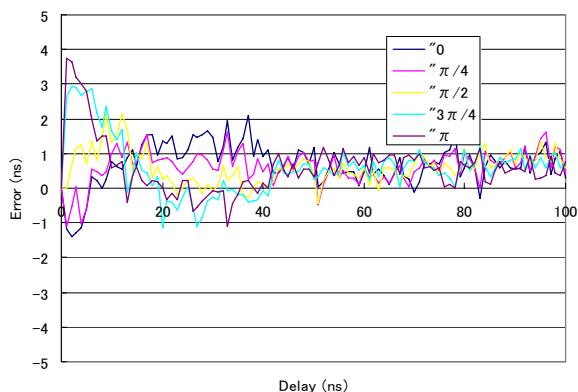


図2 最小2乗マッチング法マルチパス誤差特性 (M/D=0.5)

これらの時間検出方式において、M/Dを変えてマルチパス最大誤差を計算した結果を図3に示す。M/Dが1を超える状況は空港面上では珍しいことではない。これは例えば、直接波が地面反射によるロービングや他の物体による遮蔽により弱められた状況において高い建物などからの強い反射波が受信されるような場合である。これらの結果を比較すると、相関法に比べDAC法と最小2乗マッチング法ではマルチパス誤差が半分以下に軽減されている。マルチパスが重畳する可能性の低い波形初期の部分で時間検出するDAC法と最小2乗マッチング法のマルチパス軽減効果は明らかである。

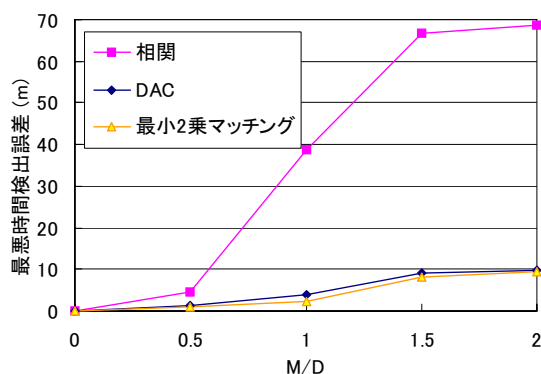


図3 マルチパス誤差比較

### 3.2 仙台空港における実験

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、マルチパス環境下での高精度測位方式として、光ファイバ信号伝送技術を用いた受動型監視システム OCTPASS (Optically Connected PASSive Surveillance System)の実験システムを開発し、モードS信号を利用した空港面監視におけるマルチパスの低減手法の研究を中心に進めた。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、18年度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実験を行った。空港面ではアンテナの高さが十分にとれない場合、距離が離れると地面反射によるロービング現象が起こり、自由空間より急激に信号レベルが低下するため、ダイナミックレンジを広くすることが必要となる。瞬時利得制御(IAGC)よりダイナミックレンジを広くできるlogアンプを使用した実験を行い確認した。

### 3.3 無響室におけるスケールモデル実験

フィールド実験では、電波伝播の様子の詳細を調べることが困難である。三菱電機および電気通信大学との共同研究により、当研究所の電波無響室においてスケールモデル実験を行った。図4に示すように送信点と受信点の間に航空機のスケールモデルを置き、送信点の位置を直線的に変えながら測定器(ネットワークアナライザ)で周波数毎の信号レベルと位相データを収集した。

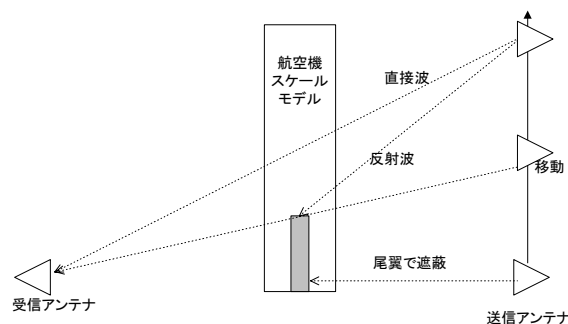


図4 航空機スケールモデルの影響の測定

この周波数領域のデータを逆フーリエ変換により時間領域に変換して、図5に示す遅延プロファイルが得られた。横軸がアンテナの移動、縦軸が距離(遅延時間)、色で各



点の強度を示している。約 8.12mのところには直接波による強い信号があり、その後に複数のマルチパスによる遅延波が見られる。横軸の 0 から 100 ヒットは、尾翼による遮蔽のため直接波が弱まっていることがわかる。スケールモデル実験は今後もフィールド実験が困難な場合に有効な評価手段となる。

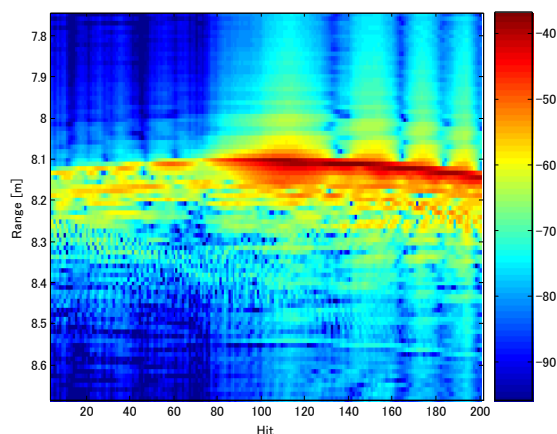


図5 航空機スケールモデルの遅延プロファイル

#### 4. 考察等

マルチパス誤差は相関法と比較して、マルチパスが重畳する可能性の低い波形初期の部分で時間検出するDAC法と最小2乗マッチング法のマルチパス軽減効果は明らかである。最小2乗マッチングはこれらの中で誤差は最も小さくなったが、処理がDACと比較して複雑なることを考慮すると、現在のところDAC法が実用的といえる。

仙台空港で行った実験では、滑走路や誘導路ではDAC法で誤差6m(2RMS)で測位できた。しかし、航空機が止まっているスポットの間のようにM/Dが特に悪い状況では大きな誤差が発生し、DACを使用しても限界がある。シミュレーションの結果からもわかるとおり、M/Dが1を超えると誤差も急激に大きくなるので、アンテナの高さ等、設置状況を考慮してM/Dを下げる必要がある。

#### 掲載文献

- (1) 古賀、田嶋、小瀬木、“ACAS受動型測位方式の評価実験の結果—DAC法を用いた時間検出”、通信学会ソサエティ大会、平成16年9月
- (2) 田嶋、古賀、小瀬木、“デジタルサンプルデータのIQ変換の一検討”、通信学会ソサエティ大会、平成16年9月
- (3) 古賀、田嶋、小瀬木、“ACAS受動型測位方式の仙台空港における評価実験”、航空振興財団、全天候航法方式小委員会、平成16年9月
- (4) 古賀、田嶋、小瀬木、“ACAS受動型測位方式の仙台空港における評価実験”、通信学会、SANE、平成16年9月
- (5) 田嶋、古賀、小瀬木、“ACAS受動測位実験におけるマルチパス誤差の検討”、第42回飛行機シンポジウム、平成15年10月
- (6) Koga, Tajima, Ozeki, “Results of an evaluation test of a multilateration system using ACAS signals”, IEEE conference on Intelligent Transporting Systems (ITSC2004), Washington DC, Oct., 2004.
- (7) 田嶋、古賀、小瀬木、“光ファイバ信号伝送装置を使用した受動型測位方式の評価実験”、第5回電子研発表会、平成17年6月
- (8) Koga, Tajima, Ozeki, “A New Multilateration System for Ground Surveillance”, Joint international symposium on Sensors and systems for airport surveillance (JISSA2005), Paris France, Jun., 2005.
- (9) 田嶋、古賀、小瀬木、“モードS受動測位におけるマルチパス誤差の検討”、第43回飛行機シンポジウム、平成17年10月
- (10) 古賀、田嶋、小瀬木、“光ファイバ信号伝送技術を使用した受動型監視装置”、航空保安無線システム協会、平成17年11月
- (11) 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
- (12) 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
- (13) T. Koga, H. Tajima, S. Ozeki, “Results of Evaluation of a Multilateration with Radio On Fiber Connection”, WSANE2006, Xi'an China, Apr., 2006.
- (14) 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
- (15) 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
- (16) 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
- (17) 田嶋、古賀、小瀬木、“モードS信号を用いた受動測位の時間検出方法の検討”、通信学会ソサエティ大会、平成19年9月
- (18) 田嶋、古賀、小瀬木、“空港面受動測位のマルチパス誤差低減”、第45回飛行機シンポジウム、平成19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【重点研究／空港整備勘定】

**担当領域** 航空交通管理領域  
**担当者** ○福田 豊、瀬之口 敦  
**研究期間** 平成 16 年度～平成 20 年度

## 1. はじめに

国際民間航空機関（ICAO）は、二次監視レーダ（SSR）による監視機能を利用して、航空機の機上装置が保持する情報をデータリンクにより取得する方法を標準化した。欧州では、仏国・独国・英国が SSR モード S の拡張監視用機上装置の搭載を義務化した。これは、地上からの SSR モード S の質問信号に対して、磁針路・対気速度等を自動的に応答する機能を持つ。

現状の航空路レーダ情報処理システム（RDP）のコンフリクト警報機能は、地上の航空路監視レーダ（ARSR/SSR）からのレーダ情報等を基にコンフリクトを検出しているため、コンフリクト警報の不要警報および警報の検出遅れ等が発生する要素を含んでいる。より精度の高いコンフリクト予測検知が望まれている状況から、航空機の機上情報をデータリンクにより取得してコンフリクトを予測検知する技術の開発が必要となっている。

本研究は、ARSR/SSR から得られるレーダ情報等に加えて、航空機の FMS 情報（航空機の磁針路・速度・高度変化率等の状態情報および選択磁針路・選択経路・選択高度等の意図情報）を SSR モード S の地上喚起コム B（GICB: Ground Initiated Comm B）プロトコルにより取得し、より精度の高い航空機の飛行プロファイルの予測とコンフリクトを検出するための手法等を開発する。

## 2. 研究の概要

本研究は 5 ヶ年計画であり、平成 19 年度は第 4 年度である。平成 19 年度の研究の目的は、航跡監視機能を開発し、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 19 年度は、主に下記のことを行った。

- ・航跡監視機能の開発
- ・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 航跡監視機能の開発

レーダデータを使用して、航空機の飛行経路と実飛行位置を解析した。その結果、出発空港付近では、飛行時間短

縮のために先のウェイポイントに向かい直行飛行することが多く、到着空港付近では、着陸時間調整のための迂回飛行が多いことがわかった。

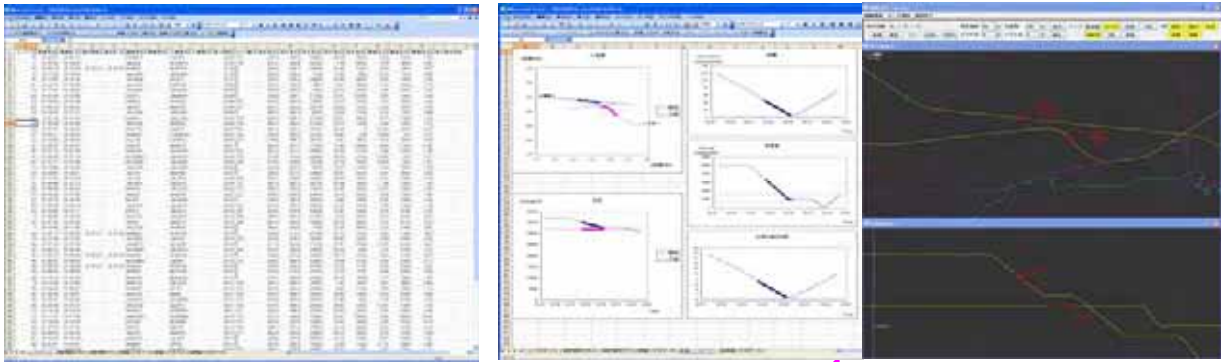
航跡の監視機能として、航空機の予測経路と実飛行経路の差異の検出は、飛行位置の経路からの距離および経路の方向と飛行方向の差異から判断する。飛行計画経路を考慮するコンフリクト検出手法について、この方法により飛行計画経路上の飛行であることを判断し、経路上の飛行の場合は、マヌーバ（飛行方向の変更）を考慮して予測検出を行う。

## 3.2 コンフリクト検出評価システムの機能向上

国際民間航空機関のコンフリクト警報に関する基準では、空域設計や管制方式の課題の特定のためにコンフリクト警報を記録し、解析することが望ましいとされている。

コンフリクト検出評価システムの機能向上として、航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法と現在の検出手法とのコンフリクト警報の発生状況を比較するために使用するコンフリクト警報解析ツールを開発した。本ツールはコンフリクト検出評価システムおよび RDP のコンフリクト警報の表示記録を集計した結果を表示することができ、また、個別の発生状況の詳細表示および動画表示ができる。

図 1 にコンフリクト警報解析ツールの画面表示例を示す。コンフリクト警報の集計表示では、1 件のコンフリクト警報に関する情報を 1 行として表形式で表示する。コンフリクト警報情報として、発生時刻、終了時刻、航空機便名、発生位置、発生高度、警報表示時間等を表示する。この表から 1 件のコンフリクト警報を選択すると、コンフリクト警報詳細表示画面が表示される。これは、飛行航跡、高度、距離、高度差等の時間変化をグラフおよび表形式で表示する。また、同様に動画表示を行うと、発生時の航跡を示す動画を水平面と高度面で表示する。動画は実時間再生と 20 倍速までの高速再生があり、一時停止やコマ送り、コマ戻し機能がある。航空機ペアのみと全航空機の表示選択ができ、航跡線を表示できる。また、マップ情報として、航空路、セクタ、海岸線等を表示する。



コンフリクト警報の集計表示      コンフリクト警報詳細表示と動画表示  
 図1 コンフリクト警報解析ツールの表示画面（コンフリクト警報の解析例）

#### 4. 考察等

コンフリクト検出評価システムを利用して、実際の航空交通シナリオに基づいたシミュレーションをした。コンフリクト警報発生数と予告時間の関係を調べた結果、直線予測手法と飛行計画経路を考慮する予測手法のどちらも、予告時間と警報の発生件数は比例する関係があり、予告時間を長くすると警報が増加することがわかった。また、同一ペアの航空機が2回以上の警報を発生した割合が3割程度あった。これらの警報について解析したところ、警報の表示時間と警報間の間隔がともに20秒以下の断続的な警報が大半であった。これらは、1回に集約することが望ましい。

この点に対する対策のひとつとしては、過去の航空機ペアに対する検出結果の履歴や接近状況の緊急度を示す指標を検出時に利用することが考えられる。これらについては、欧州で作成されたコンフリクト警報の仕様書とガイダンス文書にまとめられている標準的なコンフリクト警報の処理手順に含まれている。ここでは、警報の検出後に発出を確定する手順があり、過去の検出回数、マヌーバによる回避の可能性を考慮した緊急度等を使用して警報の表示を判断している。

コンフリクト警報の予測手法は、現状では航空機の意図情報の信頼度が不十分であるため、直線予測を基本とする手法が望ましい。直線予測の予測誤差は速度ベクトル推定誤差の影響が大きい。これは、レーダによる観測値の測定誤差に起因する。そのため、観測誤差が発生しにくいFMSデータの利用が有効であると考えられる。このようにして予測誤差を低減することにより、断続的な警報も低減できると考えられる。

また、コンフリクト警報の予告時間内に航空機がマヌーバをすると予測される場合には、それらを考慮して予測検出する方法が有効である。そのため、飛行経路やFMSの選択高度等の意図情報を取得することが有効である。この場合は、マヌーバが終了し、直線飛行に戻った段階で、直ちにコンフリクト警報を消去することが望ましい。これには、航空機のトラック角やロール角等の情報が利用できる。

今後は、コンフリクト警報の遭遇状況を解析し、コンフリクト警報の改善および運用方法を検討する。そのため、機能向上された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。

#### 掲載文献

- (1) 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.
- (2) 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, pp.43-47, 2007年6月.
- (3) 瀬之口, 福田, “An Analysis on Occurrences of Conflict Alert for Air Traffic Control”, Proceedings of 2007 JSASS-KSAS Joint International Symposium on Aerospace Engineering, pp.336-339, 2007年10月.
- (4) 福田, “航空管制卓のコンフリクト警報機能について”, 第45回飛行機シンポジウム, pp.589-593, 2007年10月.
- (5) 福田, “管制卓のコンフリクト警報機能”, 日本航空宇宙学会誌, pp.82-85, 2008年3月.



## 航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究【重点研究／空港整備勘定】

<b>担当領域</b>	通信・航法・監視領域
<b>担当者</b>	○板野賢、仲田貴文、北折 潤、松久保裕二、塩見格一（機上等領域）、 金田直樹（機上等領域）
<b>研究期間</b>	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 諸国で検討されだした。しかし、ATN は OSI（開放型システム間相互接続）をネットワーク技術

として用いているので、IP 上では直接取り扱えない。このため IP/SNDCF（サブネットワーク収束機能）を導入し、IP ネットワークを ATN のサブネットワークの一つと見なす方法が検討されている。

当所でも 3 年計画で IP/SNDCF の開発を進めている。昨年度は、IP/SNDCF を開発し地对地 ATN ルータに実装した。本年度は、ES（エンド・システム）に IP/SNDCF を実装した。また、開発した IP/SNDCF の互換性と相互運用性を検証するため、FAA（米航空局）と接続実験を実施した。

## 2.2 管制アプリケーションおよび管制卓の開発

本研究では、航空路管制への CPDLC 導入のため、最終年度に管制官による CPDLC のシミュレーション評価実験を予定している。本年度は評価実験に用いる CPDLC 対応の航空路管制用航空管制卓ならびにシミュレーション実験システム的设计を行った。

## 2.3 現用空地データリンクの通信性能の調査・研究

現在運用されている空地間データリンクである ACARS の通信性能を明らかにするため、18 年度に製作した ACARS プロトコルシミュレータを用いて計算機シミュレーションを行うとともに、実際の ACARS 通信記録の収集および解析を行った。

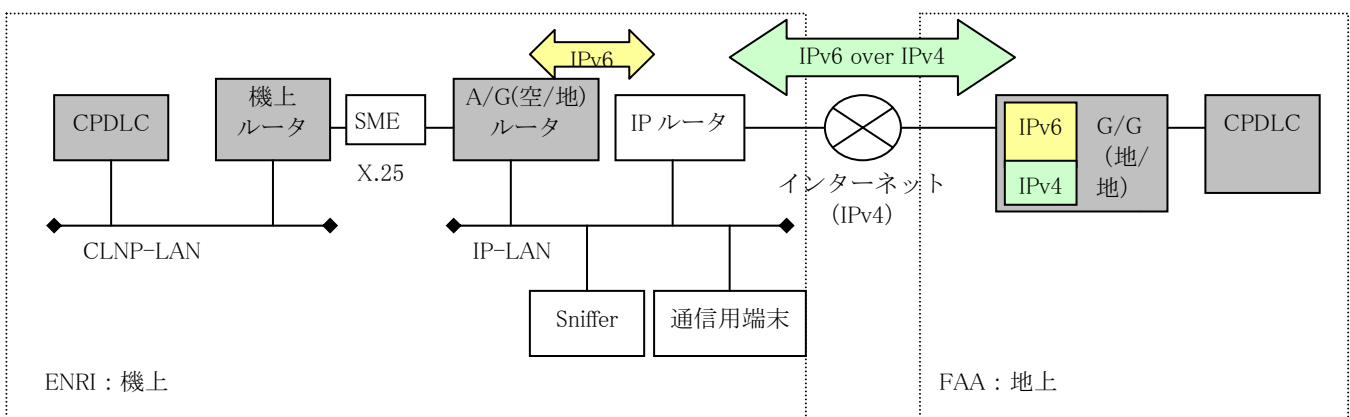


図1 IPv6での実験システムの構成例

### 3. 研究の成果

#### 3.1 FAA との IP/SNDCF の接続実験

FAA と当所間の接続実験はインターネットを利用して行った。図 1 は実験構成の一例を示す。当所が機上、FAA が地上側の構成で、エンド-エンドで CPDLC の送受信が正常に行えるかを確認した。ここで、当所の CPDLC から空/地ルータまでは ATN-OSI ネットワークである。空/地ルータで CLNP 以上の ATN パケットは IPv6 上にカプセリングされ IP ルータに送られる。インターネットは IPv4 を用いているので、IPv6 パケットは直接取り扱えない。IP ルータで IPv4 に IPv6 パケットをカプセリングする (IPv6 over IPv4)。FAA 側の地/地ルータは IP/SNDCF 機能以外に IPv6 over IPv4 機能も有しており、地/地ルータから CPDLC までは ATN-OSI ネットワークである。

実験では、IP/SNDCF に起因する不具合も発生したが、互換性には問題はなく、全ての試験項目をクリアした。

#### 3.2 シミュレーション実験システムの設計

シミュレーション実験に用いる航空路管制用の 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、管制経験者を交えて検討を行った。また、シミュレーション実験システムの設計を行った。

#### 3.3 VDL-2 シミュレータの試作

現在運用が行われている空地間データリンクには ACARS の他に VDL モード 2 がある。VDL モード 2 が ACARS に比べてどの程度通信性能上優位であるかを同一の条件下で比較するために VDL モード 2 プロトコルの計算機シミュレーションモデルを製作した。

### 4.まとめ

ATN の開発では、昨年度試作したデュアルスタック ATN ルータを用いて、互換性・相互運用性の検証のため、FAA (米連邦航空局) と接続実験を行った。実験結果は若干の不具合も見られたが、互換性には問題がなく、全ての試験項目をクリアした。

管制アプリケーションおよび管制卓の開発では、本年度の成果を基に、平成 20 年度は航空路管制用 CPDLC 卓ならびにシミュレーション実験システムの製作を行う。また、管制官を招いてシミュレーション実験を行う。

通信性能の調査・研究では、データリンクプロトコルの計算機シミュレーションの実施および製作を行うとともに、ACARS 通信記録の収集および解析を行った。

### 掲載文献

- (1) 板野賢：“FAA との IP/SNDCF の接続実験について”，第 8 回電子航法研究所発表会概要，平成 20 年 6 月。
- (2) 島影亮平，北折潤，松久保裕二，小園茂：“航空デジタル無線通信の符号誤り率の一評価”，電子情報通信学会ソサイエティ大会，平成 19 年 9 月。
- (3) 北折潤，松久保裕二，小園茂：“日本における VHF 帯航空移動通信トラヒックの解析”，電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会，平成 19 年 12 月。

## 航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究【重点研究／一般勘定】

<b>担当領域</b>	機上等技術領域
<b>担当者</b>	○小瀬木滋、大津山卓也、古賀禎
<b>研究期間</b>	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た。また、SCRS 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 19 年度は 3 年度目である。平成 19 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機能性能の向上
- ・ 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

## 3.1.1 ICAO 関連会議

今後の ARNS 帯域の電波信号利用動向は、その利用目的に応じた性能要求を基に信号使用量が割り当てられる見込みである。このため、将来の混信増加など信号環境の劣化予測に必要な情報やその劣化限界に関する目安を得るためには、ARNS 帯域の電波利用の将来動向を調査する必要がある。

将来の ARNS 帯域における電波利用に大きな影響を与える機器として、ASAS に着目した。ASAS は ADS-B など監視用データリンクを使用し、位置情報源として既存の DME や新しい GNSS の活用が必要とされている。また、さらに将来の ASAS は空地連携運用を実現するために CPDLC など空地データリンクの活用が期待されている。2007 年世界無線通信会議 WRC-07 にて、新しい航空移動通信サービスのためのデータリンクについて、ARNS 帯域内への周波数割り当て作業が開始された。これらの電波信号発生量は、ASAS 応用方式を基に定められる ASAS 性能要件や応用方式の想定運用シナリオから導出される。

ASAS については、ICAO の航空監視パネル ASP 会議の機上監視サブグループ (ASSG: Airborne Surveillance Sub-Group) 会議の活動に参加し、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 19 年度は、次年度に予定されているパネル会議に向けて機上監視 (Airborne Surveillance) 応用に関する ICAO 作業計画立案に参加した。

## 3.1.2 ASAS-RFG 会議

欧米各国の研究機関が、ASAS 運用方式やその運用要件の検討を進めている。ASAS-RFG (Requirement Focus Group : 要件検討会議) は、米国 FAA/EUROCONTROL 共同研究開発プロジェクト Action Plan 1 により開始され、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、RTCA/EUROCAE の企画文書として出版されるとともに、ICAO の AS パネル会議にも積極的に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、多様な応用が提案されている ASAS 運用方式の定義や、これに基づく ASAS 性能要件と安全性分析を進める予定である。平成 19 年度には、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 関連の成果報告は当初の予定よりやや遅れているが、平成 20 年度頃から出版される見込みである。

平成 19 年度は、ADS-B 信号を用いる航空機識別の手法について課題が明らかになり、特に、現在の SSR のモード A 応答信号や管制情報処理のために使用されている DBC (Discrete Beacon Code) を ADS-B にも導入するかどうか課題となった。既存の管制情報処理との整合性を求めると、ADS-B から DBC 情報が得られる事が望ましい。一方、モード S システムでは航空機アドレスを識別の基本情報としており、航空機識別のあり方について今後の検討を必要としている。なお、DBC のために追加される信号発生量は少なく、信号環境への影響は警備であると予想される。

平成 19 年度は、SESAAR や NextGEN など、将来の ATM 支援システムに関する欧米の整備計画報告書が発表されはじめた。今後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機能性能の向上

将来の ARNS 帯域内では、GPS-L5 信号など数十 MHz の帯域幅を持つ広帯域信号の使用が見込まれている。これに、DME など既存の信号が干渉する。このとき、DME の信号は 1MHz 毎に割り当てられているため、広帯域信号に干渉する複数のチャンネルの信号を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 19 年度は、前年度製作した広帯域電波信号環境測定装置の機能性能を改良した。この改良のため次の要件を定めた。

- ・ 受信機の高調波歪が低電力の GNSS 信号に干渉する事による測定誤差を軽減すること

- ・ 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したデータをバックアップ中にも次のデータを記録する手段を実現し、実験の時間効率を広報させる

高調波歪については、受信機各部の紺変調特性を分析し、出力に現れる歪み電力を検討した。その結果、ミキサ回路と出力回路が誤差に与える影響が大きい事が判明した。ミキサ回路を改良し受信機の性能を向上させたが、出力回路の変更は、接続される AD 変換回路に損傷を与える可能性もあるため、今後の検討課題である。

バックアップ中の信号記録については、電磁信号環境測定装置記録部の RAID-HDD を増設し、交互運用して要件を満たす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 19 年度は、信号環境予測シミュレーションの際に使用する ADS-B 等新規の無線機器モデルを設計した。その際に、空港面におけるモード S 拡張スキッタ信号環境が自由空間の物と比較して統計的性質が異なる事が明らかになったため、学会に概要を発表した。また、この成果は、モード S 拡張スキッタを用いる ADS-B を空港面監視に应用する際に活用できる。また、地上にて使用されるスキッタ送信機などについて無線関係法令を改定する際に、地上で電波を有効活用する条件を示す根拠となる見込みである。

今後は、次年度以降のシミュレーションプログラム作成において、この結果を活用する予定である。

### 3.4 広帯域一括測定精度と予測精度の検証実験

平成 19 年度は、既存の実験装置を組み合わせ製作した予備実験用測定機器を用いて、飛行実験により短時間の信号環境データを繰り返し測定した。実験では、当研究所の実験用航空機を用いて、仙台空港から宮崎空港の間について GPS-L5 帯域の受信信号を測定した。

その結果、ほとんどの人口密集地上空にて、地上干渉波源により数 MHz の帯域幅を持つ干渉信号が観測されることがわかった。信号の繰り返し周期が約 16kHz であり、ビデオカメラの水平同期周波数に近いことから、無線カメラによる干渉について調査を進めた。調査の結果、1.2GHz 帯域用として販売されているカメラの一部は、DME 帯域内にも周波数設定できる事がわかった。このため、観測された干渉波はこれら無線ビデオカメラの信号である可

能性があり、今後の確認調査が必要である。

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 ASP 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総務省の無線関係法令を検討する委員会などに情報を提供した。

## 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 の実現が期待されており、航空機搭載品やその運用方式が大きく変わ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 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 等の広帯域信号に干渉する信号の実態調査や干渉発生量予測の検証に役立つと期待される。平成 19 年度の研究では、前年度までに製作した実験機器の改良を進めた。今後は、広帯域電磁信号環境測定装置を実験用航空機に搭載できるようにするなど、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実施できるよう準備を進める予定である。特に、GPS-L5 や新しいデータリンクなど ARNS 対域内に新たに導入される信号への既存信号の干渉を測定分析し、将来の円滑な無線機器導入と運用に資することができるよう研究を進める予定である。

### 掲載文献

(1) S.Ozeki, H.Miyazaki: "Brief report on Signal Environment Studies in Japan", ICAO/ASP/TSG, Florida,

July, 2007

(2) S.Ozeki: "Extracted assumptions from ADS-B-RAD OSED", ICAO/ASP/WG, Montreal, October, 2007

(3) T. Otsuyama and S. Ozeki: "The results of preliminary eighth, experiments measuring the signal environment in ARNS band", WSANE, Perth, April, 2007

(4) 大津山、小瀬木: 「ARNS 帯域にて観測された干渉信号の解析」、電子情報通信学会ソサイエティ大会、鳥取大学、平成 19 年 9 月

(5) 小瀬木: 「空港面のモード S 拡張スキッタ信号環境」、電子情報通信学会総合全国大会、平成 20 年 3 月

(6) 小瀬木: 「機上監視応用の開発動向」、日本航海学会航空宇宙研究会、平成 19 年 5 月

(7) 小瀬木: 「機上監視応用の開発動向」、航海学会誌 6 月号、平成 20 年 6 月

(8) 小瀬木: 「ICAO 標準化と改定の動向 SSR モード S 信号関連」、総務省情報通信審議会情報通信技術分科会航空無線通信委員会、平成 19 年 4 月

(9) 小瀬木: 「SSR 信号関連国内動向」、総務省情報通信審議会情報通信技術分科会航空無線通信委員会、平成 19 年 4 月

(10) 小瀬木: 「VDL による ADS-B の技術概要」、総務省情報通信審議会情報通信技術分科会航空無線通信委員会、平成 19 年 6 月

(11) 小瀬木: 「モード S 拡張スキッタを用いる ADS-B の技術概要」、総務省情報通信審議会情報通信技術分科会航空無線通信委員会、平成 19 年 6 月

(12) 小瀬木: 「SSR モード S に関する国際標準」、総務省情報通信審議会情報通信技術分科会航空無線通信委員会、平成 19 年 6 月

(13) 小瀬木: 「モード S 拡張スキッタ関連改訂を支援する研究生か概要」、総務省情報通信審議会情報通信技術分科会航空無線通信委員会 S 作業班、平成 19 年 7 月

(14) 航空監視システム作業班: 「ADS-B に係る無線設備の技術的条件」、総務省情報通信審議会情報通信技術分科会航空無線通信委員会、平成 19 年 7 月

## 携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究【重点研究／一般勘定】

担当領域	機上等技術領域
担当者	○山本 憲夫、米本 成人、山田 公男、河村 暁子、Picard Jonathan
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電波を使用する携帯電子機器 (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(EMI)障害を与える可能性が高い。T-PED による電磁干渉に関してはこれまでほとんど研究されておらず、T-PED の電波放射特性、機内での電波伝搬特性、機上装置への干渉の可能性等に関する研究が望まれている。また、これらの研究をもとに T-PED 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 からの電波が機上装置に干渉する可能性について研究し、T-PED の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、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おらず革新性、先導性が高い。この検討には航空会社から提出された EMI 障害事例報告等を活用する。

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 T-PED 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 19 年度は第 2 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、電波放射測定
- 平成 19 年度 航空機内電波環境、耐電磁干渉特性分析
- 平成 20 年度 電波検知器試作、T-PED 使用基準案作成

平成 19 年度は、アクティブ IC タグのような電波放射時間がきわめて短い (デューティーが低い) 機器からの電波を測定する方法を検討した。T-PED の機内使用を想定し、航空会社の大型機内及び電子航法研究所の実験機内において機内電波環境の測定を行った。また、航空機の耐電波

干渉特性は機体のシールド特性と密接に関連することから、ボーイング 747-400 貨物機のシールド特性を測定した。さらに、航空会社からの EMI 事例報告の分析、および RTCA 等でのこの問題に関する動向調査を実施した。

## 3. 研究内容及び成果

## 3.1 デューティーが低い T-PED 電波の測定法

スペクトルアナライザとパソコンを用い、デューティーがきわめて低い T-PED からの電波の周波数、電力等を精度良く測定する手順を確立した。以下に手順の概要を示す。

- (1)被試験 T-PED の基本周波数確認
- (2)測定周波数幅、帯域及び測定繰り返し回数設定
- (3)被試験 T-PED からの電波測定
- (4)測定データからピーク周波数と電力抽出、記録

上記(2)の測定繰り返し回数は T-PED のデューティーと掃引時間等をもとに決定する。基本周波数の 2 倍、3 倍、1/2 等及び航空で使われる周波数帯域 (エアバンド) でも同様に測定する。その他の周波数帯では、RTCA で規定されている従来の試験法を用いる。

図 1 はアクティブ IC タグからの電磁放射を測定した例である。このタグの電波放射時間は 0.1 秒と短く、一方その放射間隔は約 4 秒と長いため、従来の方法では電波の検出が困難であるが、上記手順で測定時間やデータ量を極端に増大させることなく精度良い測定を行うことができた。図 1 から、このタグでは基本周波数の 433MHz で RTCA

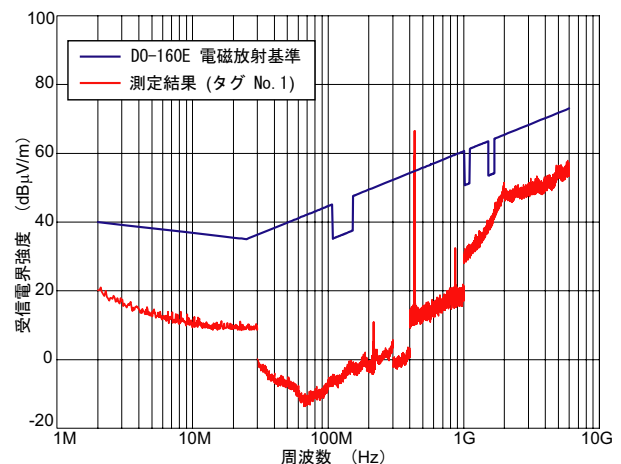


図 1 アクティブ IC タグからの電磁放射



DO-160E の規定を超える強い電波が、その 2 倍及び 1/2 では規定を下回る弱い電波が観測された。

### 3.2 機内電波環境の測定

T-PED の機内での使用を想定し、携帯型スペクトルアナライザ、パソコン、広帯域アンテナ等からなる電波環境測定システムを構築した。このシステムを実運航中の大型航空機内に設置し、出発から目的空港ターミナルに到着するまで機内の電波環境を連続的に測定した。この測定では、携帯電話や無線 LAN 等機内に持ち込まれる可能性が高い電子機器の使用周波数を中心に機内での強い電波を記録した。その結果、30,000 フィートをを超える高度でも地上の携帯電話基地局からの電波が受信できることや機内のパソコンからと推定される無線 LAN 電波が観測される場合がある等機内の電波環境が明らかとなった。

上記と同じ測定システムを電子航法研究所の B-99 に搭載し、山形空港付近で高度を変えつつ飛行して機内の電界強度を測定した。図 2 は携帯電話基地局の周波数帯

(860-877MHz) における電界強度測定例で、横軸は緯度、

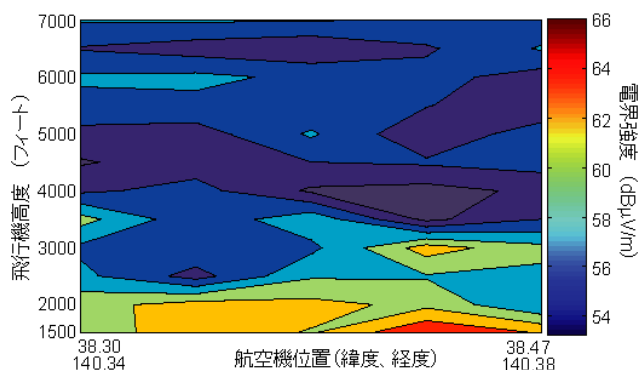


図 2 860-877MHz 間における機内電界強度

経度で表した航空機位置、縦軸は飛行高度、そしてそれぞれの観測点での受信電界強度を色分けして示している。この図から、携帯電話基地局からの電波は低高度ばかりでなく 7,000 フィート程度の高度でも充分電話として使用できるレベルであると共にその電界強度は航空機の位置で大きく変化することが判明した。この結果から、今後想定される航空機内携帯電話サービスでは、携帯電話による航空機システムへの電磁干渉の可能性に関する評価と同時に機上と地上の携帯電話間の干渉についても充分検討の必要があることが分かった。

### 3.3 航空機のシールド特性の測定

飛行の安全を確保しつつ T-PED の機内での使用を検討

するためには機体の耐電波特性を明らかにする必要がある。この耐電波特性は、T-PED からの電波が機上装置に到達する伝搬経路 (例: T-PED-機内-機体の窓-機上アンテナ-ILS 等の機上無線装置入力端) の経路損失が大きくなるほど向上する。一方、この損失は機体のシールド特性を向上させるほど大きくなることが知られている。したがって、ボーイング 747-400 貨物機を例にとり、機体のシールド特性を調べた。図 3 はシールド特性の測定状況である。この実験では貨物機内の信号発生器から各種周波数の



図 3 貨物機の機体シールド特性測定状況

電波を放射し、機外の観測点で受信された電波の減衰を記録した。現在収集されたデータの分析中であるが、このボーイング 747-400 機のシールド特性は 10dB 程度以下と、十分とは言えないことが分かった。このため、シールド特性の向上に役立つと期待できる航空機用窓材の開発とその性能評価を現在実施中である。

### 3.4 EMI 事例報告の分析

我が国では、機内に持ち込まれる携帯電子機器が原因と疑われる機上装置の不具合が発生したとき、当該航空会社から EMI 障害事例報告が提出される。電子航法研究所では航空局から依頼を受け、この報告の分析を行っている。

図 4 は 1993 年から 2007 年までの間の EMI 事例報告件数で、増加傾向にあることがわかる。2007 年の報告件数は 33 件、これまでの総件数は 237 件となった。報告数が多い障害例として、オートパイロットの動作異常、表示の不具合、通信へのノイズ混入等があり、障害発生源として疑われる PED の代表例は携帯電話であった。

報告書の分析の結果、障害発生と乗客の PED 使用とのタイミングや障害発生空域等から障害の発生原因が相当程度推定できることが分かった。また、機上装置の不具合

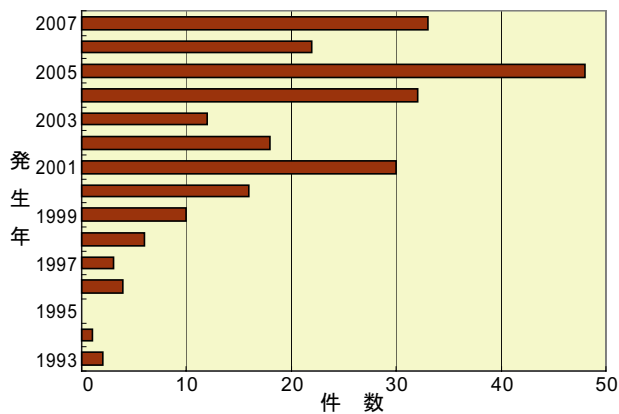


図4 EMI 事例報告件数

が運航に与える影響（危険度）についても評価できる見込みが得られた。このため、障害の原因や障害の運航への影響等についてさらに詳細な検討を行うことにした。

#### 4. まとめ

デューティーがきわめて低いいためその電力や周波数の測定が難しい T-PED の電波を精度よく測定できる手順を確立した。携帯型スペクトルアナライザ、パソコン等からなる電波環境測定システムを構築し、運航中の航空機内の電波環境を測定して、携帯電話基地局からの電波が機内で観測されることを明らかにした。また、航空機の耐電波干渉特性に関係する機体のシールド特性について実機を用いた測定を行った。さらに、航空会社から提出された EMI 事例報告の分析を行った。これらの研究成果は RTCA や国内、国外の学会及び専門誌等で報告した。

本研究に関連する受託研究として、「平成 19 年度 433MHz 帯アクティブ IC タグによる航法装置等への電磁干渉に関する調査」や「航空機内における携帯電話等の利用に関する調査検討の請負」等を実施した。これらによって、航空の安全を維持しつつ新しい T-PED の機内での使用可能性が明らかになりつつある。

#### 掲載文献

- (1) 山本憲夫、米本成人、山田公男，“Emission Measurements of Active IC Tags”，RTCA SC-202 18<sup>th</sup> meeting, April 18, 2007.
- (2) 山本憲夫、米本成人、山田公男、平田俊清「アクティブ IC タグの電磁放射に関する測定・分析」、平成 19 年度（第 7 回）電子航法研究所研究発表会講演概要、pp65-68、平成 19 年 6 月
- (3) K. Yamamoto, Kimio YAMADA, Naruto YONEMOTO, “PED Interference Reporting System in Japan”,

5<sup>th</sup> International Symposium on Electromagnetic Compatibility and Electromagnetic Ecology, June 26-29, 2007.

- (4) 山本憲夫「携帯電子機器による航空機内の電磁干渉障害」、ミマツ 「月刊 EMC」 9 月号、pp104-116、平成 19 年 9 月
- (5) 山本憲夫、米本成人、山田公男、河村暁子「433MHz 帯アクティブ IC タグの電磁放射特性」、日本航空宇宙学会 第 45 回飛行機シンポジウム、平成 19 年 10 月

## 航空機の安全運航支援技術に関する研究【重点研究/空港整備勘定】

担当領域	機上等技術領域
担当者	○塩地 誠、山本 憲夫、小瀬木 滋、米本 成人、大津山 卓哉
研究期間	平成 19 年度～平成 22 年度

## 1. はじめに

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

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

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

そこで、航空機の安全運航のために、本研究では、飛行中のすべての航空機が互いの位置がわかり、航空の安全に必要な情報が地上から航空機へ自動送信され、運航中の航空機上で表示・確認できる技術の開発を目的とする。

また、これにより第3期科学技術基本計画である「交通・輸送システムの安全性・信頼性の向上」に寄与することも目指している。

本年度は、初年度として、1) 自動送信方式の検討、2) 自動送信を行う地上送受信機能の開発、3) 実験計測用航空機表示機能の開発、および 4) 低高度における電波伝搬・覆域計算法に関する調査・検討を実施した。

## 2. 研究の概要

## 2.1 自動送信方式の検討

航空の安全に必要な情報が地上から航空機へ自動送信する方式として、TIS-B：トラフィック情報サービス放送、FIS-B：飛行情報サービス放送について、調査、検討した。

TIS-Bは周辺交通情報を送信する技術であり、FIS-Bは

航空安全に関わる情報および気象情報を送信する技術である。これらは、国際民間航空機関（ICAO）で国際標準（ICAO ANNEX 10 Vol. IV）として承認されている。

米国航空技術協会（RTCA）においても技術基準が複数の文書にまとめられている。最小性能基準として、以下の2文書が定められている：

- ・ RTCA DO-286A Minimum Aviation System Performance Standards (MASPS) for Traffic Information Service - Broadcast (TIS-B)、
- ・ RTCA DO-267A MINIMUM AVIATION SYSTEM PERFORMANCE STANDARDS (MASPS) for FLIGHT INFORMATION SERVICE - BROADCAST (FIS-B) DATA LINK。

またこれらを実現するための、メディア（無線通信媒体）には、UAT、VDL モード4、1090MHz 拡張スキッタの3つの方式があり、それぞれ、技術基準が定められている。例えば、1090MHz 拡張スキッタについては、以下の運用性能基準がある：

- ・ RTCA DO-260A Minimum Operational Performance Standards (MOPS) for 1090MHz Extended Squitter Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) and Traffic Information Service - Broadcast (TIS-B)。

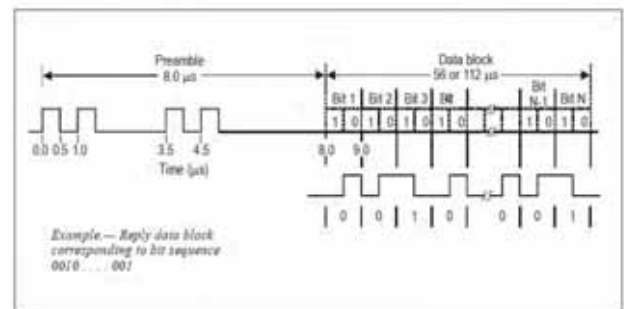


図 1. 1090MHz 拡張スキッタ信号

図 1.に、1090MHz 拡張スキッタ信号を示す。1090MHz の搬送波をパルス変調したもので、SSR モード S の応答信号と同じである。Data block（112 $\mu$ s）は1 $\mu$ s ごとの時間間隔に分けられ、その1 $\mu$ s の前半の0.5 $\mu$ s のパルスがあれば1、後半の0.5 $\mu$ s にパルスがあれば0を現している。

この112ビットはフォーマットが決められており、モードS応答信号、ADS-B、TIS-B、FIS-B(詳細フォーマット検討中)で区別ができるようになっている。(モードS応答信号では56ビットのメッセージも使用される。)

これらの技術について、海外動向と要素技術の調査を行い、開発する装置の仕様を検討した。

## 2.2 自動送信を行う地上送受信機能の開発

航空の安全に必要な情報が地上から航空機へ自動送信する方式を実現する地上システムとして、TIS-B地上送受信機能の開発を進めた。本年度は初年度であり、前述2.1項の自動送信方式の検討で行った仕様検討の結果に基づき、TIS-B送信機(RF:無線部分)として、拡張スキッタ送信信号生成装置を試作した。また、地上受信部として、1090拡張スキッタ地上受信機(RF:無線部分)を試作した。

## 2.3 実験計測用航空機表示機能の開発

開発中のTIS-B地上送受信機能の性能・機能を確認するため、実験用航空機上でその信号を受信し、解析するシステムとして、実験計測用航空機表示機能の開発を進めている。本年度は、ADS-B/TIS-B受信装置(RF:無線部分)、拡張スキッタ復号装置(A/D変換、メッセージ検出部分)、機上記録装置を製作した。

また、室内実験を行うときのツールとして、テストセット(実験室での測定評価機材)を製作した。

## 2.4 低高度における電波伝搬・覆域計算法に関する調査・検討

低高度での通信路の確保を容易にするため、山岳回折等を考慮した高精度な電波伝搬特性の計算方法を確立するために、本年度は、電波伝搬計算法の調査・検討を行った。宇宙航空研究開発機構(JAXA)との共同研究:小型航空機の安全運航に関する研究も継続して行った。

## 3. 研究成果

### 3.1 海外動向調査と要素技術調査検討

#### 3.1.1 調査と仕様検討

TIS-Bなどを実現する通信媒体の中で、UATは、米国で小型航空機用に開発されたもので、DMEの周波数帯内の978MHzを使用した、両方向デジタル通信装置である。小型機に搭載される8,000ドル程度のUAT装置は、WAAS対応GPS受信機も内蔵し、機体の上下に2個取り付けられたアンテナを介して、周辺の航空機に対してADS-Bの送受信、地上から送られてくるTIS-B、FIS-Bの受信ができる。操縦席に取り付けられた表示装置(MFD)

上に、ADS-B、TIS-Bにより周囲の航空機の位置が、通信速度1MbpsのFIS-Bにより気象画像が表示される。表示装置自体が地形図などのデータを内蔵していて、周辺の地形を、自機の高度より高い山岳を赤で色分けして表示する。さらに、前方の視界を模擬した画面上に、設定した飛行コースを連続した四角の枠で表示することができ、操縦士は、現在の進行方向を示すカーソルをその枠に収まるように操縦桿を操作するだけで、目的のポイントへ誘導される「ハイウェイ・イン・ザ・スカイ」機能まで付属している。一方、地上側の装置は、UATに対してTIS-B、FIS-Bの送信とADS-Bの受信を行う、地上送受信装置(GBT:Ground-Based Transceiver)が市販され、アラスカ州などで設置、運用されている。

米国では、大型航空機のADS-Bには、国際的に共通に使用されている1090MHz拡張スキッタ方式を使用しているところである。しかし、小型機にまで1090MHz拡張スキッタ方式を使用すると、小型航空機の数が多いため、SSR、CASにも使用される1090MHzで信号の衝突と通信容量の不足が懸念され、小型機専用装置のUATを開発したと言われている。わが国では、小型航空機の機数はそれほど多くなく、小型機にも1090MHz拡張スキッタ方式を用いても問題ないとする。

欧州、オーストラリアでは、1090MHz拡張スキッタ方式のADS-Bの実証試験が行われている。小型機向けの1090MHz拡張スキッタ搭載装置も市販され始めていて、低価格化が進めば大型機だけでなく小型機にも普及する可能性がある。

気象情報、航空安全に関わる情報を送信するFIS-Bに関しては、1090MHz拡張スキッタ方式によるFIS-Bを拡張スキッタフォーマットの未定義部分を活用して実現すべく、国際規定の細部が検討されている。また、1090MHz拡張スキッタ方式で送るには大きすぎる画像情報を別なメディアで提供する提案もある。

ADS-B、TIS-B、FIS-Bとも1090MHz拡張スキッタ方式で大型機、小型機とも提供できる見通しである。

ADS-Bを搭載した航空機同士は、互いに位置を知ることができるが、ADS-B非搭載機や、ADS-Bが故障した航空機の位置は知ることができない。ADS-Bを機上監視に使用するには、これらのADS-Bを送信しない航空機の位置情報を別な手段で補う必要がある。TIS-Bはその手段としても有効であるとする。

欧米ではTIS-B送信システム自体は開発中で、調査時点ではまだ完成した市販品は無かった。

これらの調査結果を踏まえ、TIS-B送信システムの仕様の検討を行い、地上送信システムのRF部の仕様を確定した(3.2項参照)。

### 3.1.2 飛行実験

仕様決定の参考にするためと、将来の飛行実験の準備のため、仙台空港周辺での飛行実験を実施した。飛行実験では、1090MHz 電波伝播特性(覆域)と、信号環境(現在、1090MHzには、どのような信号や混信が存在するか)の調査を行った。伝搬特性では、地上から送信して航空機で受信する方向で将来は測定するが、未だ、送信システムが完成していないので、電波伝搬の可逆性を利用し、機上から地上への方向で測定を行った。具体的には、当所の実験用航空機のSSRモードSトランスポンダが送信するモードS応答信号(1090MHz 拡張スキッタと同周波数、同波形)を、地上に設置した1090MHz受信記録システムで、信号波形(包絡線)と信号強度を測定、記録した。

飛行実験のシナリオは、山岳稜線越えの回折現象を探るため、仙台空港から、蔵王連峰を越えたところの山形盆地上空で、航空機を旋回させ、また、盆地に沿ったコースを往復させるシナリオを設定した。また、覆域を確認するために、仙台空港から北方、花巻空港に至る、両側を山地に囲まれたコースと、南方、いわきVORに至る、平坦な土地の上のコースを設定した。また、信号環境の実験シナリオでは、他の研究テーマと相互協力して、都市上空、山岳上空、海面上空、空港周辺、エンルート



図2. 飛行実験中のSSR画面：山形上空を飛行する当所の実験用航空機(88eae1と表示)

実験の結果、航空機と地上間のデータ通信の電波伝搬状況のデータが取得できたので、これを参考に、開発中のTIS-B送信システムの覆域、送信回数などを検討した。

実験用航空機が地上局に向かっていくときと遠ざかるときとで、覆域が異なるなどの現象も見られたので、データ解析を進めるとともに、補強するデータを収集する予定である。

### 3.2 自動送信を行う地上送信機能、地上受信機能の試作

3.1.1 項の仕様の検討に基づき、地上側の1090MHz 拡張スキッタ送信システム(図3に示す)のうち、本年度は、拡張スキッタ信号生成装置を試作した。本装置は、TIS-Bサーバーから送られてきた周辺航空機の位置情報を基に、拡張スキッタ信号を生成するものである。ここで扱う周辺航空機の位置情報は、将来接続予定のSSRモードSで得られた航空機の位置情報から、ADS-B受信装置で確認したADS-B信号を送信している航空機の情報を除いた「非ADS-B機」の位置情報を想定している。

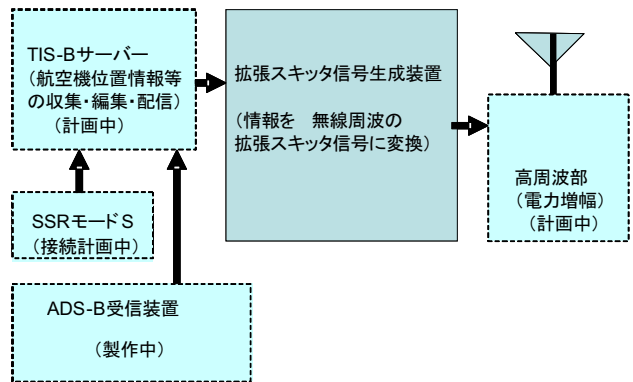


図3. 地上側1090MHz 拡張スキッタ送信システム

1090MHz 拡張スキッタ送信システムのRF(無線周波)部分の主要な仕様は、次の通りである。

- ・覆域(ターミナル管制区相当): 半径40NM  
(航空機受信機の感度: -84dBmと想定、送信電力: 1kw程度(尖頭値))
- ・監視対象航空機数: 最大250機  
(モードSの処理能力準用)
- ・最大スキッタ送信回数: 1000回/秒

最終年度の飛行実験(TIS-B 実証実験)の予定される規模から、空港周辺、半径40NMを実現するよう規定した。これを実現するべく、ADS-Bの機上装置の受信感度を規定の-84dBmとすると、送信電力は1kw程度かそれ以下で実現できると見込んだ。

監視対象機数は、SSRモードSとの接続も考慮し、モードSの処理能力250機を準用した。また、送信する拡張スキッタの頻度は、航空機のADS-Bは、1秒間に、位置情報(拡張スキッタ1個)、ベクター(速度)情報(同1個)、その他の情報(毎秒平均1.1個相当)の3種類を上下のアンテナを交互に使って2回ずつ送信するので、6.2回/秒ほどの送信頻度と考えられるが、地上のTIS-B装



置は、アンテナは1個なので、3種の信号を1秒に1回、合計3.1回/秒送信するものと考えた。1秒間の最大拡張スキッタ送信回数は、この3.1回/秒に監視対象機数250機を掛けて、 $3.1 \times 250 = 775$ 回/秒となるところであるが、室内実験で送信頻度の高い状況を試験するときのために、若干増加して、1000回/秒とした。

拡張スキッタ信号生成装置のほかに、地上ADS-B受信装置として、1090MHz拡張スキッタ地上受信機(RF:無線部分)を試作した。これは、実験システムとして柔軟な運用と改良ができるような設計とした。

### 3.3 実験計測用航空機表示機能の試作

実験計測用航空機表示機能として、評価用の受信・復号装置を試作した。これまでの当所の実験経験を踏まえて、実験装置として使いやすいよう構成を考慮した。室内実験、地上実験で使用し、また、実験用航空機に搭載しての飛行実験に使用できるよう考慮した。同機能は、図4に示すように、ADS-B、TIS-B受信装置、拡張スキッタ復号装置、機上記録装置から、構成される。

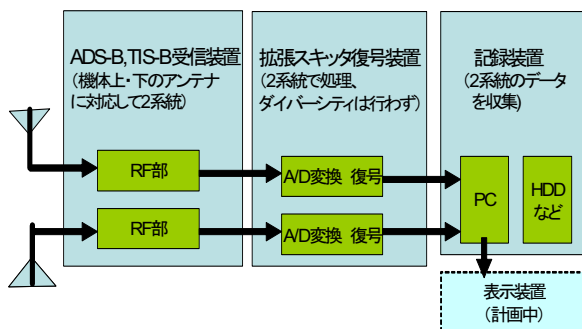


図4. 実験計測用航空機表示機能

これらの装置の主な仕様は以下の通りである。

- ・受信中心周波数 1090MHz(公称)
- ・受信感度 -84dBm  
(公称値、受信機入力端子での解読レベル  
MTL: Minimum Trigger Threshold Level)
- ・拡張スキッタメッセージ出力端子を有す
- ・プリアンプル検出トリガー出力端子を有す

主要性能は、2.1項に掲げた技術基準に定められた機上搭載装置の性能要件を遵守した。

ただし、基準では上下のアンテナで受信した信号のうち強い方の信号を選択するダイバーシティ受信を推奨しているが、本装置では、受信した2系統の信号の両方も復号して記録することにした。上下のアンテナで受信

した信号を詳しく比較解析するためである。例えば、混信・妨害の強さも上下のアンテナで異なる場合が知られており、このような場合には、信号が強い方に強い妨害が重なって複合できなくても、信号が弱い方に妨害が少なくて複合できる可能性も考えられる。このような現象の観測と解析、それに基づいた装置の改良も期待される。

また、記録装置は、GPSの位置と時刻データ、気圧高度計の高度情報も取り込める。

別途製作したテストセットは、室内実験を行うときの測定評価機材として1090MHzの信号環境(混信、妨害も含む)を再現する装置である。これを用いて、試作した1090MHz拡張スキッタシステムの実験を、実際の電波環境と等価な条件で行う予定である。

なお、次年度以降は、高周波部(電力増幅)の製作TIS-Bサーバーの製作、ならびに航空機上の表示装置の試作を行い、SSRモードS、およびADS-B受信装置との接続を図り、最終年度の平成22年に、空港周辺でのTIS-B実証飛行実験(デモ・フライト)を行うべく計画している。

### 3.4 電波伝搬・覆域計算法に関する調査・検討

3.1.2項の飛行実験と共同で、1090MHzの覆域実験を行った結果、山岳稜線越えの伝搬は、従来の計算法による見通し線による覆域計算により概ね説明できるが、両側を山岳に囲まれた盆地状の地形に沿った伝搬は、必ずしも見通し線による覆域とは一致しない場合があった。飛行実験データを追加取得するとともに、計算方法の検討をさらに進めるところである。

## 4. まとめ

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って、1090MHz拡張スキッタ送信システム(RF部)の基本仕様を確定し、システムの一部を試作した。また、電波伝搬(覆域)特性・信号環境を事前に把握するため、予備飛行実験を行った。測定データ等の成果は、次年度からの研究でも活用する予定である。

### 掲載文献

- (1) 米本、他：キャプストーン計画(UAT)飛行実験中間報告会(2006年7月、於:FAA アラスカ地方局)
- (2) 小瀬木、他“キャプストーン計画(UAT)飛行実験報告”(2007年1月、全天候小委員会)
- (3) 塩地、山本、小瀬木、米本、大津山：キャプストーン計画(UAT)飛行実験報告会(2007年3月、於:FAA アラスカ地方局)
- (4) 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

- (5) 塩地、山本、小瀬木、米本、大津山、星野尾:“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
- (6) 塩地、山本、小瀬木、米本、大津山:“UAT(ユニバーサル・アクセス・トランシーバ)信号強度の飛行実験”、2007 年電子情報通信学会ソサエティ大会
- (7) 塩地:” 小型航空機の運航支援に関する予備的研究”, 航空保安無線システム協会 航空無線誌,2007 年 12 月
- (8) 塩地、山本、小瀬木、米本、大津山:”飛行中の航空機へ周辺交通情報を提供する TIS-B 装置の試作”、2008 年電子情報通信学会総合大会、



## 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／空港整備勘定】

<b>担当領域</b>	航空交通管理領域
<b>担当者</b>	○藤田 雅人、天井 治、山田 泉、長岡 栄
<b>研究期間</b>	平成 18 年度～平成 21 年度

## 1. はじめに

より効率的な空域利用の観点から管制間隔や経路間隔の短縮が望まれている。その一方で、航空機の運航においても安全性の確保は重要な社会的課題となっている。効率性を求めつつも、安全性を確保するために安全性を定量的に評価する手法が必要となる。しかし、日々変化し続ける航空システムにおいて、変化に対応する定量的安全性評価手法は確立しておらず、その手法の確立が要望されている。

例えば、航空局は 2007 年 12 月に短縮垂直管制間隔(RVSM, Reduced Vertical Separation Minimum)の運用状況を主に安全性の面から監視する RMA(Regional Monitoring Agency)となった。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。

洋上航空路においては、ADS(自動従属監視、Automatic Dependent Surveillance)搭載機に対する経路間隔と縦方向管制間隔をともに 30NM に短縮すること(現在の間隔は 50NM)ならびにマックナンバテクニックを適用しない航空機に対しての 10 分の縦方向管制間隔の適用が検討されている(現在は 15 分)。管制間隔・経路間隔を短縮する際には、短縮後も安全性の検証を行う必要があり、洋上航空路の安全性評価手法の確立が必要となる。

また、国際民間航空機関(ICA, 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、定量的安全性評価手法の開発を行うとともに、開発した手法を現存の空域の安全性評価に役立てている。

## 2. 研究の概要

研究にあたっては飛行計画情報・レーダデータ等の収集・解析を実施する。その結果明らかになった空域の特性に対応した安全性評価手法の構築を行う。手法の構築に際しては、他国・他機関で実施されている安全性評価手法に関する情報の収集も行い、その情報を参考にする。

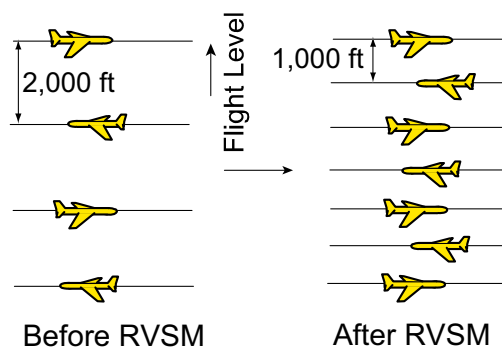


図 1 : RVSM 概念図

## Communication Satellite

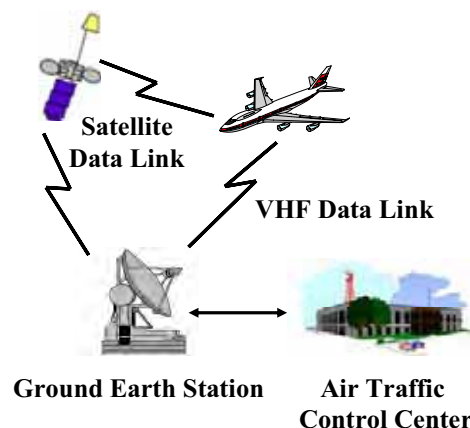


図 2 : ADS 概念図

## 3. 研究の成果

## 3.1 SASP への貢献

SASP 作業部会全体会議に参加し、日本における研究動向の紹介、会議への技術的支援を行う予定であった。第 11,12 回 SASP 作業部会全体会議に参加し、日本における ADS の送受信データの解析結果の紹介を行った。また、安全性評価手法を数学的に検討する数学者サブグループに参加し、技術的なアドバイスをを行った。

## 3.2 RVSM 空域の安全性評価手法

日本の RVSM 導入時に安全性評価を実施した実績をもとに助言を行い、航空行政を技術的に支援するため、ICAO

RASMAG/7,8に参加した。

衝突危険度モデルに基づく安全性評価手法をまとめた小冊子を作成し、航空局担当者に1日セミナーを提供した。

### 3.3 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予定であった。平成19年度においては昨年度実施されたADSの送受信データの解析結果をもとに30NM縦管制間隔の安全性評価を実施した。また航空局の要望に応じ、マックナンバテクニックを使用しない場合の10分の縦方向管制間隔の安全性評価を行った。

### 3.4 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。

### 3.5 高度監視装置(NAMS)の性能評価

当研究所の開発した高度監視装置(NAMS)の性能評価のため、飛行実験を2回実施した。解析結果を来年度に公表する予定である。

### 掲載文献

- (1) Udagawa (Nihon Univ.), Amai, Nagaoka, Takahashi (Nihon Univ.), Nakamura (Nihon Univ.), “Improvement of Analysis on the Along-Track Predicted Position Errors of ADS on a North Pacific Route”, 信学技報 Vol.107 No.2, Perth, Australia, April 2007
- (2) Fujita, “Analysis of ADS-C data”, ICAO SASP-WG/WHL/11 WP/23, Montreal, Canada, May 2007
- (3) Fujita, “Summary of Analysis of ADS-C data”, ICAO RASMAG/7 IP/4, Bangkok, Thailand, June 2007
- (4) 宇田川(日大)、天井、長岡、高橋(日大)、中村(日大)、“自動従属監視の縦方向位置予測誤差の推定方法—球面での解析—”, 電子情報通信学会ソサイエティ大会、B-2-40、平成19年9月
- (5) 長岡、“航空交通管理(ATM)とその動向”, 日本航空宇宙学会第45回飛行機シンポジウム、1H1、平成19年10月
- (6) 宇田川(日大)、天井、長岡、高橋(日大)、中村(日大)、“自動位置情報伝送・監視機能(ADS)の縦方向位置予測誤差分布の推定方法”, 日本航空宇宙学会第45回飛行機シンポジウム、2G10、平成19年10月

- (7) Fujita, “Shape of Distribution of ADS-C Along-track Speed Prediction Errors”, ICAO SASP-WG/WHL/12 WP/17, Santiago, Chile, November 2007
- (8) 長岡、“航空交通管理における安全性管理と安全性評価”, 信学技報 Vol.107 No.291、東京海洋大学、平成19年10月
- (9) 長岡、“欧米における航空交通管理の研究動向”, 第50回自動制御連合講演会、慶応義塾大学、平成19年11月
- (10) 宇田川(日大)、天井、長岡、高橋(日大)、中村(日大)、“自動位置情報伝送・監視機能の縦方向位置予測誤差分布”, 電子情報通信学会技術研究報告 SANE2007-124、平成20年1月
- (11) 長岡、“航空交通管理(ATM)の動向”, 航空宇宙学会誌 Vol.56 No.649 pp.35-39、平成20年2月
- (12) 藤田、“ADS搭載機の縦方向速度予測誤差”, 日本航海学会論文集、第118号、pp.195-201、平成20年3月

## 洋上経路システムの高度化の予備的研究【指定研究A／空港整備勘定】

**担当領域** 航空交通管理領域  
**担当者** ○福島 幸子、福田 豊、住谷 美登里  
**研究期間** 平成 19 年度

## 1. はじめに

洋上管制においては、航空機航法精度の向上や衛星データリンク通信の利用による管制間隔の短縮を進めており、縦間隔の短縮をはじめ、航法性能要件 RNP4 適合機の増加に伴って数年のうちに横間隔 30 マイルを適用可能な環境に移行するものと予想される。このような環境下において、上層風の状況や各航空機の性能を勘案したより経済的な運航を求めるユーザーニーズが高まってきており、洋上空域におけるより効率的な経路システムの構築が課題となっている。

洋上空域における交通需要は国内需要を上回るペースで増加してきており、太平洋航空管制事務レベル調整会議 (IPACG) においても、間隔短縮に関する検討のほか、将来の太平洋地域における UPR (User Preferred Route) の導入に向けた検討などが行われている。UPR はユーザが飛行ごとに希望の経路を申請するものである。近年の燃料費の高騰や環境意識の高まりもあり、世界的に導入の要望が高まってきている。実際、交通量の少ない空域から導入されており、2007 年 9 月に、成田—ニュージーランド・フィジー間の UPR が条件付で導入された。また、2008 年はアジア—ハワイ間の UPR の運用トライアルが始まる予定である。

## 2. 研究の概要

本研究は 1 年計画である。平成 19 年度の研究においては、以下を実施した。

- ・ 南太平洋上の最適経路の計算
- ・ 最適経路を飛行した場合の管制上の影響の推定

## 3. 研究成果

## 3.1 南太平洋上の最適経路の計算

成田—シドニー・ブリスベン間を飛行する航空機は、現在は主に B586、もしくはその東側の A337 という ATS (Air Traffic Service) 経路を飛行している。また、B586 の西側には、A597 という混雑している経路が設定されている。

当所の動的経路計画シミュレータを用い、成田—シドニー・ブリスベン間の最適経路 (Minimum Fuel Track を指定) を 2006 年度の気象データを使用し、計算した。図 1 に 8 月 (ピンク)、11 月 (緑)、1 月 (紺) の 1 週間分の経路を示す。左図は北行き、右図は南行きである。

夏場の一時期は最適経路が B586 の西側に引かれる場合があったが、おおむね B586 の東側に引かれた。

それらの経路を飛行した場合は、1 飛行あたり、平均 1,600lbs の燃料と平均 5 分の飛行時間の削減が試算できた。成田—豪州東海岸間の路線数を考慮すると、これは年間 2 億 3 千万円以上の燃料費削減効果と二酸化炭素 8,000 トンの削減効果に相当する。

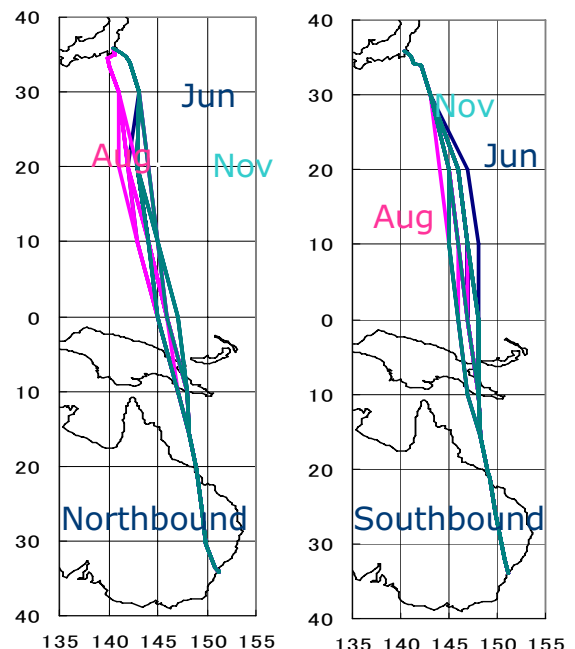


図 1 2006年1月、5月、8月の最適経路

## 3.2 最適経路を飛行した場合の管制上の影響の推定

ファストタイムシミュレーションにより管制上の影響を推定した。3.1 で対象とした 3 週間分の南太平洋上の飛行経路について、成田—シドニー・ブリスベンのみを計算した最適経路とし、ほかの経路は飛行計画経路どおりとした。また、オーストラリア～パプアニューギニア～グアム～日本の空域を対象としたが、福岡 FIR を通過しない航空機は考慮していない。シミュレーションでは飛行中の間隔を随時計測し、管制間隔の欠如が予想されたときは、高度変更を行った。

その結果、11 月と 1 月については、既存の ATS 経路の

場合と比べ、希望高度を飛行できた割合は、日によって異なるものの、だいたい同じであった。

8月は固定経路の方が高度変更数は少なかったが4000ft以上の変更となる場合もあった。最適経路の場合は、4000ft以上の変更はなかった。

よって、現在の交通量においては、最適経路の飛行は管制間隔を考慮しても、不利益はほとんどないことがわかった。

#### 4. 考察等

最適経路でも希望高度がとれない場合が多ければ、固定経路を飛行した方が経済的である場合も予想される。

成田ーシドニー・ブリスベン間を飛行する航空機は、現在は主にB586、もしくはその西側のA337という経路を飛行している。また、B586の西側には、A597という混雑している経路が設定されている。

図2に希望高度の経路ごとの取得状況を示す。

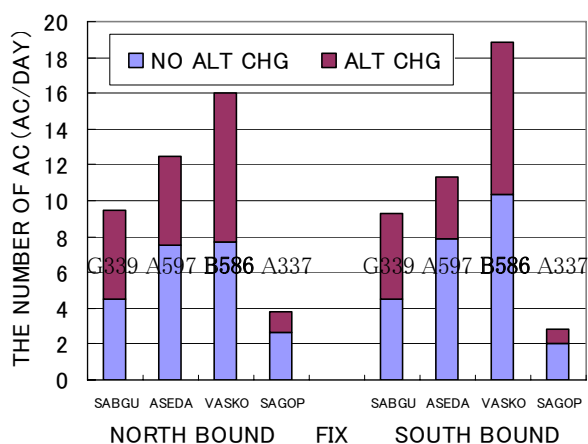


図2 希望高度取得状況 (2006年8月21~27日の平均)

G339,A597,B586,A337を飛行する航空機について、福岡FIRーオークランドFIR境界に最も近い福岡FIR内のFIXとして、SABGU,ASEDA,VASKO,SAGOPの通過高度と飛行計画の高度を比較し、希望高度を取得できたもの(赤紫)と取得できなかったもの(水色)の機数の平均をとった。左の4本が北行き、右の4本が南行きである。

最適経路の飛行により、最も交通量の多いB586の交通量が分散されるので、A337と交錯する経路を飛行する場合は、A337の交通量は多くないので、むしろ経済的な高度を飛行できる確率は高くなる。A597はB586よりは交通量が少ないが、UPRがA597と交錯する場合は、さらなる検討が必要である。

#### 5. まとめ

成田ーシドニー・ブリスベン間の最適経路(MFT)の季節ごとの傾向(燃料消費、CO2排出量など)を示すとともに、現行の飛行高度の割り当てや、Flexible経路導入時の高度の割り当ての予測を行った。

平成19年度からは重点研究「洋上経路システムの高度化の研究」に移行し、検討空域を太平洋上に拡大する予定である。

#### 掲載文献

- (1) FUKUSIMA, FUKUDA, SUMIYA, "Altitude change by Track System over South Pacific", SASS-KSAS Joint International Symposium on Aerospace Engineering, Oct. 2007.
- (2) JCAB, "Study on a flexible route system between Australia and Japan", IPACG/27, Nov.2007.
- (3) 福田, 福島, "東京ーシドニー間の動的な飛行経路の検討", 第50回自動制御連合講演会, pp.717-722, 2007年11月.

## 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／空港整備勘定】

<b>担当領域</b>	機上等技術領域
<b>担当者</b>	塩見格一、金田直樹、瀬之口敦（ATM 領域）
<b>研究期間</b>	平成 16 年度～平成 19 年度

## 1. はじめに

当所では、1998 年の発話音声のカオス性と発話者のストレス状態との相関を発見して以来、発話音声分析技術の高度化を目的とした研究開発を進めて来た。

本研究は、その第 2 フェーズとも言うべきものであり、ヒューマン・パフォーマンスをリアルタイムに監視し、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の実現を目的として進めて来た。具体的には、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・警告する、最上流の予防安全装置の実現を目的とした。

## 2. 研究の経緯

当所の発話音声分析技術は、当所発のユニークな技術と認められているものであり、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た。

共同研究も、東京医科歯科大学、東北大学、東京学芸大学、明治鍼灸大学、関西学院大学、芝浦工業大学、他の大学、また鉄道総合技術研究所、他の研究所、また数社のベンチャー企業、等々と多数実施して来た。

本研究に先行する研究においては、1998 年当時、数十分以上の連続的な発話音声进行分析し発話者の疲労の蓄積を確認する程度以上の機能を有さなかった発話音声分析装置を、2002 年には、30 秒程度以下の発話音声からその発話者の心身状態の判定を可能とした。しかしながら、その処理にはスーパー・コンピュータが必要であり、車載装置としての実現等は遠く将来的な事柄と考えられていた。

平成 16 年度、本研究をベースとする受託研究の開始に当たって、3 ヶ年間で、車載型発話音声分析装置が 10 年以内に実現可能であることを明らかにする事が求められ、平成 18 年度中に、10 秒間の発話音声を 3 分以内に分析し、発話者の過労状態の判定を可能とする装置を、装置重量 30kg、消費電力 1kW 以下で実現する事を目標とした。

当初、上記目標はかなり高いハードルであり、平成 17 年度には装置重量を 50kg、消費電力を 2kW と修正したり、また音声信号処理能力も 10 秒間の発話音声を 5 分以内に処理する事と下方修正したりしたが、平成 17 年度末に、従来

の信号処理アルゴリズム SiCECA (Shiomi's Cerebral Exponent Calculation Algorithm) を高速化した SiCECA-FTS (SiCECA Faster Than Sound) を実現し、当初に想定した目標仕様を一気に達成する事ができた。

SiCECA-FTS は、平成 17 年度に実施した鉄道総合技術研究所との共同研究により、発話音声の分析結果としての指標値に発話者の覚醒度との高い相関を実現するためのパラメータの設定手法が明らかになった事の成果である。

平成 18 年度には、当所実験作業用自動車や小型トラックを使用した実車実験を開始した。実車実験によるデータの収録により、実車環境における発話音声品位が確認され、発話音声収録に適した特性等を有するマイクロフォンの選定が進み、また音声分析に必要な信号帯域や、帯域外の雑音を除去するデジタル・フィルターの製作等を進めることができた。

平成 19 年度には、8 月 22 日夜から 9 月 11 日朝までの 20 日間、寒地土木研究所の寒地試験道路において、苫小牧日本通運株式会社殿の職業運転手 20 名を被験者として、疲労に因り運転業務の継続が困難、或いは不可能になるまでの心身状態の変化を観測する夜間走行実験を行った。

また平成 19 年 12 月には、日産ディーゼル殿の上尾テス



図 1 CENTE のリーフレット



トコースにおいて、車載型発話音声分析装置と、運転席設置型マイクロフォンによる発話音声収録実験を実施した。

以上の実験により、現時点では、未だ運転席設置型マイクロフォンによっては発話音声分析装置の想定する信号品位の音声を収録することは出来ていないが、ヘッドセット型のマイクロフォンを利用することにより、車載型発話音声分析装置により、運転業務中にリアルタイムに運転者の発話音声进行分析し、漫然運転、過労、強い眠気、等々を警告する事は十分に可能であることが確認された。

上記成果として、発話音声分析装置は、当所共同研究者において「CENTE: 実験室用発話音声分析装置」として製品化された。

### 3. 今後に解決すべき課題等

共同研究者に恵まれ、また、パソコンの処理速度も1桁程度改善された事から、本研究開始時に比較して、現在、信号処理性能においては4桁程度の改善が果たされた発話音声分析装置が存在する。また、発話者の過労状態については、筆者は、まず間違いなく判定可能な装置が実現されたと考えている。

しかしながら、発話音声信号処理ソフトウェアの原理については未だ不明な点も多く、信号処理パラメータの適正な設定手法等については、未だ殆ど何も分っていない。極端な言い方をすれば、現状の発話音声分析装置やその信号処理ソフトウェアは、経験値を集積したものであって、運良く実現されている状態にある。

SICECA/SiCECA-FTS には、信号処理において設定しなければならない主要なパラメータが6つ存在し、従属的な

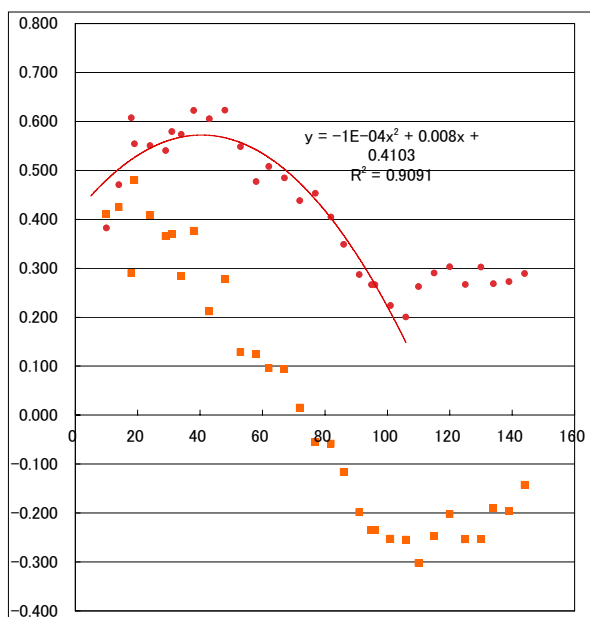


図2 パラメータ設定値の組合わせと診断値の信頼性

パラメータを含めれば40以上のパラメータが存在する。

図2は、あるパラメータの組み合わせにおいて、一つのパラメータを10~150まで変化させた場合に、発話音声から算出される診断値(●, ■)と、その発話音声収録時に計測したフリッカ・テスターによる覚醒度との相互相関値をプロットしたものである。●は変化させるパラメータの値により極値を有し、またその極値を外れば相関を失い0.2~0.3の相関関係が残っており、感覚的に理解できる変化を示しているが、■については、パラメータの変化により正の相関関係が負の相関関係に変化しており、本来的に周期性等を有する筈がないと考えられる現象において、極めて奇妙な振る舞いが示されている。

6つのパラメータを夫々変化させて、最適値を見つけようとした場合、その組合せは10<sup>8</sup>通り以上あり、今日の最高性能のパソコンでも1つの組合せの計算に10分程度は要するので、単純に1万年くらいは掛ってしまう。カオス論的なシステムにおいては、あるパラメータの組合せの近傍が互いに似ている事は期待できないので、常に氾濫しの計算が必要である。

将来的に、上記の様な問題に解決を与えるためには、新しい数学的な考え方が必要であり、より広い知見を求めた共同研究等を進めて行かなければならない。

### 4. おわりに

本研究において、当所は、膨大な量の発話音声データを得た。被験者1人当たり5日を費やした疲労計測実験や、連続10時間近い実車走行実験により収録したデータは、嘗ては何処にも存在しないものであった。これらのデータこそが本研究の最大の成果であり、今後、これらを何回も見直すことにより、実用型の発話音声分析装置の完成度の向上を図りたいと考えている。

本研究結果を受けての研究においては、実際の運輸業者殿の将来的な発話音声分析装置の導入を想定した現場におけるデータ収集等が計画されており、より具体的な意見を得ることが期待される。

今後、現れるであろう様々な問題についても、諦める事なく、辛抱強く対応して行きたいと考えている。

### 掲載文献

- (1) 塩見格一“発話音声による大脳活性化度評価技術の現状と可能性,” 信学技報安全性研究会, May, 2004.
- (2) 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.
- (3) 塩見, 他“疲労等判定用発話音声分析装置の試作開発” 日本人間工学会 第48回大会予稿集, 2007.
- (4) <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【指定研究B／空港整備勘定】

<b>担当領域</b>	航空交通管理領域
<b>担当者</b>	青山 久枝、塩見 格一
<b>研究期間</b>	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

平成 19 年度は、前年度作成したタスクフローをシミュレーション結果により検証した。また、管制官が各航空機に対して必要とする処理タスク数を状況により 4 つのレベル分け、再認による意思決定 (RPD : Recognition-Primed Decision) モデルに当てはめて、グラフ表示した。

## 3.1 タスクフローの妥当性検証

以前実施された航空路管制における実時間シミュレーション実験の結果から、タスクフローの妥当性の検証を行った。

まず、タスクフローの初期に行われるセクター入域機の経路認識についてである。管制官が管制処理を行うために、まず経路情報を取得して、2 次元的に他の航空機との経路交差・競合などを把握する。経路について干渉する機が存在しなければ、当該機に高度変更を指示しても特に注意を必要としない。しかし、経路の交差・競合が発生している場合には、レーダ画面上の高度情報をもとに、衝突回避の必要性や規程の管制間隔が取れるかなどの予測をする。こ

の予測によって、管制官は当該機に対して指示を發出して規程の管制間隔を設定している。

この中で、経路認識に必要な経路情報の取得について、被験者のほぼ全員から国内線定期便と軍用機での違いが確認された。実験結果では、入域して来る国内線定期便に対して、被験者がレーダ画面あるいは運航票から経路情報を取り入れている様子は見られなかった。

管制運用の現場では、国内線定期便は悪天候等の理由がない限り、同一路線の飛行経路はほぼ毎日 AIC (航空情報) 推奨経路である。このことから、航空機の便名・目的空港をレーダ画面上で知ることによって、管制官は経路を認識できると推測される。

しかし、軍用機については被験者が主にレーダ画面から経路情報を取得している場面が見られた。軍用機は訓練飛行等を目的としているため、国内線定期便のように毎日同じ経路で飛行することが少ない。このことから、管制官は軍用機に対して、経路を確認する作業をすると考えられる。また、この確認作業には、運航票からの文字による経路情報取得より、レーダ画面の操作による経路の線分表示の方が飛行経路のイメージを採り入れやすいとともに経路交差・競合を予測しやすいと思われる。

タスクフローの初期段階において、管制官は経路認識をして、その情報をもとに管制処理のやり方を思考することが検証された。

## 3.2 意思決定の RPD モデルへの対応

管制業務のタスク分析により、管制官はルールベースでの処理やマルチタスクの処理を行っていると思われる。継続的に現れる航空機の性能、扱う航空機の管制処理実行結果、交通流、空域特性、気象条件など総合的な状況判断を行い、経験から類似処理パターンを引き出して対応していると考えられる。このことは、複雑な背景状況の中で総合的な状況判断を行い、経験 (記憶) から適合する有効な行為系列を素早く引き出す実践的な意思決定を RPD、このプロセスをモデル化した RPD モデル (図 1) に該当すると思われる。

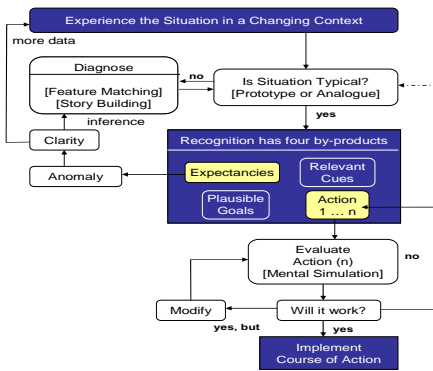


図1. 再認先導型意思決定モデル

(Integrated version of recognition-primed decision model)

### 3.3 処理タスク数のグラフ化

RPD モデルのバリエーションと管制処理に必要なタスク数とを対応させ、扱った航空機ごとに時系列のタスクバーで表現した。必要なタスク数は、管制処理を行う管制官により異なることもあるため、定型的な処理を基準に4つのレベルに分類した(表1)。図2はタスクバーの表示例であり、タスクバーが長いほどタスクの継続時間が長いことを示している。

表1. レベル分類内容

レベル	タスクバーの色	必要な処理	対応するモデルの Variation
1	緑	パイロットからの要求以外に指示なし	1
2	黄	定型的な処理	2
3	橙	定型的な処理と干渉する航空機に対する処理	3あるいは2と3の統合型
4	赤	レベル3の中で、時間的な制約を多く受ける	3あるいは2と3の統合型

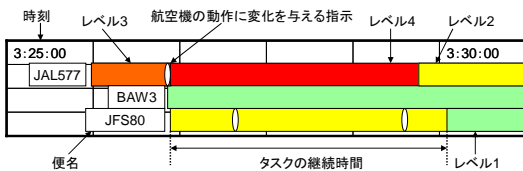


図2. タスク数のグラフ表示例

タスクのレベルは、管制指示によって処理を済ませていくほど低くなり、問題解決に効果的な指示がなされているかは高いレベルのタスクバーの長さや重なり具合によって表現される。また、シナリオでは処理タスク数が増加するような状況を前半・後半・最後に設定した。被験者の指示により処理が的確にされると、高いタスクが存在しない時間帯が現れる。

図3, 図4に以前実施したシミュレーション実験結果を同じシナリオで試行した2名の被験者を例に取り、タスクバーで示した。被験者によって高いレベルのタスク継続時間に差が現れている。また、処理に時間がかかり、次に来る状況への対応が遅れるため、高いタスクのバーが重なっ

ていることが示されている。

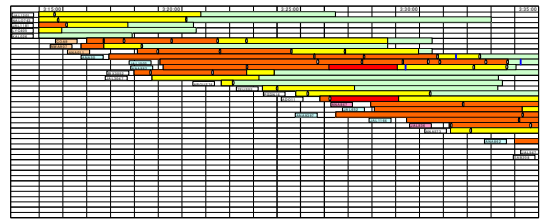


図3. タスク数のグラフ(被験者2)

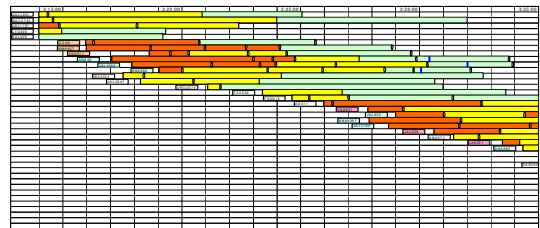


図4. タスク数のグラフ(被験者5)

### 4. 考察等

タスクフローのシミュレーション実験結果による検証と、管制処理タスク数を再認による意思決定モデルに対応させグラフ化した。グラフは、各管制官の指示内容・タイミングが処理効率に影響していることを視覚化した参考資料となるはずである。

今後、タスクのレベル分けを詳細化する必要があるかを検討したい。また、東北大学大学院において、処理タスク数のグラフを自動生成するシミュレータ開発を予定しており、管制官養成段階においての利用を目指す。

### 掲載文献

- (1) 青山, 塩見, 飯田: “航空路管制における管制官の思考過程に関する研究”, 電子情報通信学会技術研究報告 SANE2007-35~40, pp7-12, 平成19年5月
- (2) 青山, 塩見, 飯田: “認知工学的手法に基づく航空管制システムに関する研究(2)ー管制官の思考過程に関する分析ー”, ヒューマンインタフェース学会 ヒューマンインタフェースシンポジウム2007論文集, pp547-552, 平成19年9月
- (3) 青山: “教育・訓練が及ぼす管制官のパフォーマンスへの影響”, 航空管制協会 平成19年度管制技術交流会, 平成19年10月
- (4) 青山, 飯田, 塩見: “安全かつ効率的な航空管制手法の研究”, 第8回電子航法研究所研究発表会講演概要, 平成20年6月

## 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／空港整備勘定】

<b>担当領域</b>	航空交通管理領域
<b>担当者</b>	○三垣 充彦
<b>研究期間</b>	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。この構想実現を可能とする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対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

地対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には、運航票に代わって飛行計画情報を表示する機能が必要である。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した。

また、新 CNS/ATM に対応した航空管制システムの開発が重要な課題であり、これについては、管制官による手動的な管制から監視を中心とした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った。

本年度は、前年度の検討等に引き続いて飛行計画表示装置の基本モデルの開発を行った。

また、統合監視システムを構成する要素の検討を進めた。

## 3. 研究成果

## 3.1 飛行計画表示装置の基本モデルの開発

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、おおそ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。

飛行計画情報のうちの飛行経路情報の表示方法に工夫をした。すなわち、各航空機に係る飛行経路情報と時間を関連付け、飛行経路情報を表示する部分に時間軸を取り入れることにより、その表示を動的にする方法を考案した。これにより航空機の将来の通過予定位置等が一目で理解でき、また、全飛行経路情報等を画面操作により表示・確認できる。

この検討に基づいて、飛行計画表示装置の基本モデルを開発した。

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、運用現場における適用を考慮して独立したデータベースサーバに作成、蓄積するものとした。それぞれパソコンで構成した飛行計画表示装置本体とデータベースサーバをネットワーク上に接続する構成とした。

飛行計画情報の表示機能および管制指示に係る入力機能をパソコン上で実現する基本的なプログラムの作成を行った。

本装置の表示画面の構成案を図 1 に、飛行経路情報表示部分の詳細を図 2 に、それぞれ示す。

## 3.2 統合監視システム構築に関する検討

統合監視システムを構成する要素の検討を行い、全飛行計画、航空機情報、その他のデータベースを集中的に蓄積、管理するセンターと各空域・空港エリア別に監視する地域監視／管制局を設け、効果的に全域を協調監視するシステム構成を提案した。

将来のシステムの基本要件を羅列すると、

- ・飛行計画通りに効率的に飛行することを可能にする運航管理システム
- ・運航中の飛行計画の柔軟な更新を可能とするシステム
- ・飛行中のきめ細かい時間調整を可能とするシステム
- ・全空域を統合し、完結したシステム。

将来の統合航空交通管理システムの一構成案を図 3 に示す。また、局所的な混雑を解消する協調監視／管制のしくみを図 4 に示す。

## 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。

飛行計画表示装置の実用モデル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つそう高くなると考え

られる。

一方、提案した統合監視システムの研究、開発を進めることにより将来の安全で効率的な運航管理が確保できると考えられる。

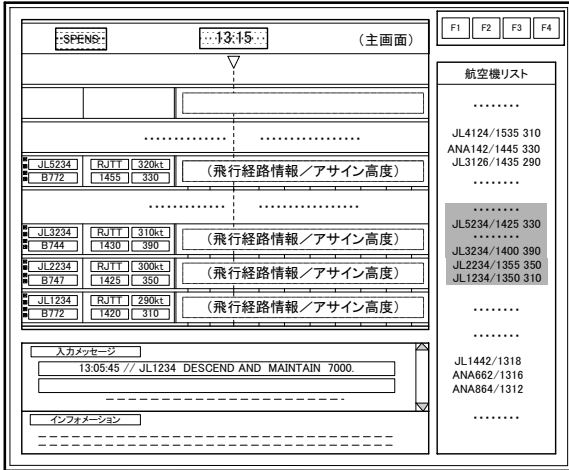
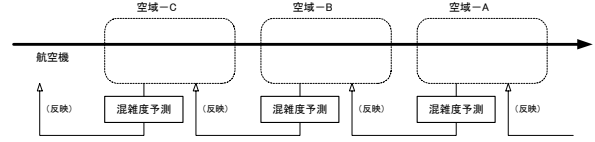
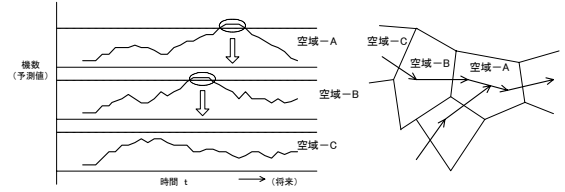


図1 飛行計画表示装置 主画面表示例



\* 過度な混雑の発生を避けるために、将来を予測し、手前の空域で協調して制御する。

図4 局所的な混雑を解消する協調監視のしくみ

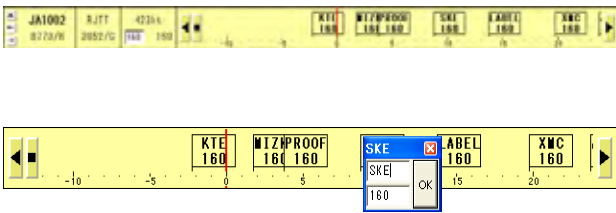


図2 飛行経路情報表示部分 詳細図

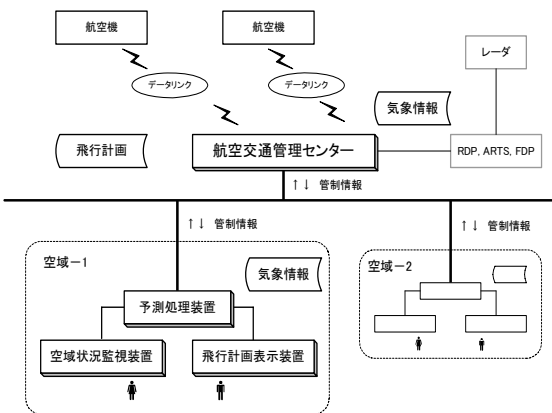


図3 将来の統合航空交通管理システム

## 効率的な協調意思決定を支援する情報環境実現のための要素技術の調査研究【指定研究B／一般勘定】

**担当領域** 機上等技術領域  
**担当者** 塩見格一、金田直樹  
**研究期間** 平成19年度～平成20年度

## 1. はじめに

協調的意思決定は、今日の高度情報処理技術の応用において最も重要なコンセプトの一つであり、これは高度な情報の共有化を前提として可能になると考えられる。

今日のインターネット等を利用した情報基盤上での情報の共有は、情報へのアクセスから理解までに常に時間的な余裕が存在する場合には比較的協調的意思決定の前提としての条件を満足するものとなっていると思われる。しかしながら、リアルタイムに次々と新たな情報が発生し、これらを次から次へと矢継ぎ早に、のべつ幕無しに処理しなければならない、例えば、航空管制業務に典型が見られる様な業務環境においては、主な情報交換が直接に話し掛けたり、或いは電話でなされていたりすることからも、電子メール等のインターネット・アプリケーションのパフォーマンスが十分に満足できるものとは考えられない。

## 2. 研究実施内容

今日、一般的に、電話やメールを利用した現状の意見調整は、リーダーが全員に予定を聞く様な例を除けば、二者間調整の繰り返しとして行われている。

三人以上が同時に同等に参加する場がインターネット等の情報空間に設定できれば、調整効率も格段に改善されると期待される。例えば、アプリケーション利用者の技術

水準が十分に高ければ、また利用範囲が限定されるものであれば、現状のチャット等で十分に役に立つ場合もあるが、関係者の構成が頻繁に変わり、一人が幾つもの事案に並行して関係する様な場合、これに対応する十分な柔軟性が実現された情報交換・意見調整のための情報基盤は、未だ存在しない。

誰もが、大きな声で要求を主張し合っても何等の調整が可能である訳でもなく、従って本研究においては、複数の調整案件に対して、関係する他者の意図や意志に係る情報を含めて、これらの情報へ並行的にアクセスし、また意志の入力・表明・修正を効率的に行う事を可能とする情報処理基盤の実現に資することを目的として、これをネットワーク上に実現する基本コンセプトについて検討・提案し、併せてこれを利用するためのユーザ・インタフェースの構築に係る要素技術を、一部デバイスの試作評価等を通じて明らかにすることを目指した。

図1及び図2は、視覚的な情報の共有を効率的に行うことを目的として製作したマルチ・ディスプレイである。視覚的な仮想現実感を利用したシミュレータ等では数十台以上の表示装置を接続した情報表示システムは既に存在するが、これらは単に情報を提示するのみであって、入力を受け付けるものではない。またシミュレータ用の表示装置は概して低解像度であり、表示の一部分を注視する様な



図1 テーブル設置用マルチ・ディスプレイ



図2 ラック設置型マルチ・ディスプレイ

目的には対応し得ないものである。

シミュレータの場合にはテレビの様常に全画面を見ることが想定されるが、情報表示システムであれば、全体以上の部分部分の高精細さが要求される。

そこで、本研究においては、例えば、羽田空港の全域を、作業車両の姿勢や、個々の作業員の立ち位置を識別する解像度で表示するマルチ・ディスプレイの実現を目指している。詳細な情報表示装置として、部分的に表示される情報に注視する状況を想定した場合、個々のディスプレイの繋ぎ目は、無い方が好ましいことは明らかであるが、実運用上のストレスは、主観的には、深刻なものとは思われない。

現時点において、1台のパソコンで処理可能なマルチ・ディスプレイの枚数は〜8枚であり、数十枚から数百枚のディスプレイを用いて1つのウィンドウを表示するためには、複数のパソコンを恰も1台のパソコンの様に見せかけるソフトウェアが必要となる。現在、複数台のパソコンにより一つのX-windowを表示するソフトウェアの調整を進めている。

また、この様に巨大な高精細な情報表示を行った場合には、これに対して使い易いポインティング・デバイスを実現することは容易ではない。本研究では30インチで、2,560×1,600ピクセルの解像度を有するディスプレイを使用し、試作開発を進めているが、このディスプレイを4枚使用しただけの表示装置であっても、マウス等のポインティング・マークを見つけることは容易ではない。タッチパネルの様に、感覚的に、直接に描画オブジェクトをポインティ

ングできる操作性を実現した入力デバイスの実現は、本研究において実現を目指す情報入出力装置を使い易いものとするためには、必要不可欠な研究項目である。

### 3. おわりに

本研究は、巨大で高精細な情報表示装置の需要を想定して開始したものであるが、その事情は米国等においても同様であり、平成19年度において、米国では、本研究において使用したディスプレイ60枚以上を壁面に設置した情報表示装置が試作され公開された。

当所における研究目的は、単なる情報の表示装置を実現するだけでなく、複数人が同時にアクセス可能な入出力装置を実現することであり、今日、技術的にこれが実現可能であることが確認されている訳ではないが、そのコンセプトは、より将来的な協調意思決定支援環境の実現に資することを旨としたものである。

平成19年度においては、情報表示用のディスプレイを配置する架台やラックの製作を行い、これに地図情報等を表示し、巨大で高精細なディスプレイによる表示の印象の確認までしか行うことはできなかったが、当所見学者他に見て貰ってコメントを求めたが、情報表示装置としての可能性は想像以上のものであった。

今後、入力デバイスについても併せて調整し、可能であれば同時に複数のポインティングを処理できる様に調整し、その可能性の検証を行いたいと考えている。



## 無指向性アンテナを用いた航空機監視の研究【基礎研究／空港整備勘定】

**担当領域** 航空交通管理領域  
**担当者** ○瀬之口敦, 塩見格一 (機上等技術領域)  
**研究期間** 平成 18 年度～平成 19 年度

## 1. はじめに

“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、受信局はその質問信号および航空機からの応答信号を受信する。送信局から受信局までの直接の信号と航空機を介した信号との到達時間差を各送受信局対でそれぞれ計測する。その到達時間差を距離に換算して各送受信局対を焦点とする測位楕円面を3つ以上形成し、その交点より航空機の位置を特定する。

本監視手法は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必要としない。さらに、1つの受信局でデータ処理を行うので、マルチラテレーションのような受信局のネットワーク化や正確な時間同期も不要と考えられる。

課題としては、他の監視手法と比べて覆域内に送信局を多く設置するため、受信局における信号環境が悪くなることが挙げられる。そのため、信号到達時間差の計測誤差による影響や送受信局の配置による測位誤差を実測に基づいて検討する必要がある。

## 2. 研究の概要

本研究は2ヵ年計画であり、平成19年度は第2年次である。平成18年度は“受動型SSR測位実験”を主に実施し、平成19年度は“無指向性アンテナを用いた航空機監視のモデル化”を実施した。

## 3. 研究成果

## 3.1 受動型SSR測位実験

1つの測位楕円面を形成できる1局の受動型SSRを用いた実験を実施し、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、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、実験用航空機を用いて収集したGPSデータと比較した。

その結果、信号到達時間差の計測誤差による影響は距離換算にして最大0.3 kmであった。到達時間差の精査やトラッキング処理等により、さらなる低減も見込めると考えられる。

## 3.2 無指向性アンテナを用いた航空機監視のモデル化

Mathematicaを用いた計算機シミュレーションにより、前述の結果を考慮した場合の無指向性アンテナを用いた航空機監視の測位誤差を検討した。

受信局を原点に配置し、3つの送信局を高度0 kmの同一平面上に、受信局を重心とする一辺17.3 kmとなる正三角形形で配置した。信号到達時間差の計測誤差による影響は、1つの送信局のみが0.3 kmの影響を受けるものとした。原点とその送信局が結ぶ直線上空10 kmに航空機が存在する場合の測位誤差を求めた。

その結果、水平方向の測位誤差は受信局からの航空機位置にはあまり左右されず、0.2～1.0 kmである。逆に、垂直方向の測位誤差は受信局からの航空機位置に大きく依存する。その値は、送信局が囲む範囲内(正三角形: -5～10 km)では0.3 km未満である。範囲の2倍内では1.0 km未満である。

測位誤差は信号到達時間差の計測誤差による影響に比例すると考えられる。結局、送信局が囲む範囲の1.5倍内であれば、信号到達時間差の計測誤差による影響0.3 km未満と同じ程度に水平方向・垂直方向の測位誤差は収まることわかった。

## 4. 考察等

本研究においては、“無指向性アンテナを用いた航空機監視”による、送信局が囲む範囲の1.5倍内までの測位の有効性を検討できた。ただし、測位誤差を減少させるために、受信局のサンプリング高速化や測位データのトラッキング等、システムの性能向上が必要である。

今後は、設置や保守、運用を簡素化でき、さらに信号環境にも影響を与えない、1つの受信局のみで構成される航空機監視が期待される。“無指向性アンテナを用いた航空機監視”と比較して、測位精度の劣化が課題と考えられる。

## 掲載文献

[1] 瀬之口・塩見, “無指向性アンテナを用いた航空機監視に関する一検討”, 電子情報通信学会2008年総合大会講演論文集, B-2-32, pp. 274, Mar. 2008.

## 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A／一般勘定】

担当領域 通信・航法・監視領域  
 担当者 ○福島 荘之介  
 研究期間 平成17年度～19年度

## 1. はじめに

地上型補強システム（Ground-Based Augmentation System：GBAS）は、ディファレンシャルGPSを用いた次世代の進入着陸システムである。GBASは、航空用途以外で利用されているディファレンシャルGPS装置と異なり、厳しい安全性要求を満たす必要がある。ICAO（国際民間航空機関）は、国際標準及び勧告方式第10付属書（SARPs Annex 10）においてGBASに必要な（1）精度、（2）インテグリティ（完全性）、（3）コンティニュイティ（連続性）、（4）アベイラビリティ（有効性）要求を定義した。このうちインテグリティは、システムに異常が生じ航法に利用してはならないとき、機上において極めて高い確率でタイムリーに警報を発生する信頼度の指標である。SARPsでは、CAT-I精密進入のインテグリティをアプローチあたり $1-2 \times 10^{-7}$ と規定している。システムの異常は、（1）GPS衛星の故障・不具合、（2）大気によるGPS信号の異常、（3）地上システムの故障・不具合、に分類される。FAAは、地上装置の仕様において、脅威モデル（threat model）を記述し、モニタを要求した。これらは、（脅威1）GPS信号の電力低下、（脅威2）コード・搬送波ダイバージェンス、（脅威3）擬似距離の加速度過剰、（脅威4）放送暦異常、（脅威5）電離層の異常勾配、（脅威6）信号歪み、である。GBAS地上装置のモニタは、上記脅威による異常観測値を検知し、安全性の高い補強情報を作成する機能である。従来からスタンフォード大学においてモニタアルゴリズムが検討されはじめており、インテグリティモニタ・テストベット（IMT）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。しかし、これ以外に検討結果が報告された例はない。本研究では、このモニタを設計するためのGBAS設置環境である空港内で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テストベット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

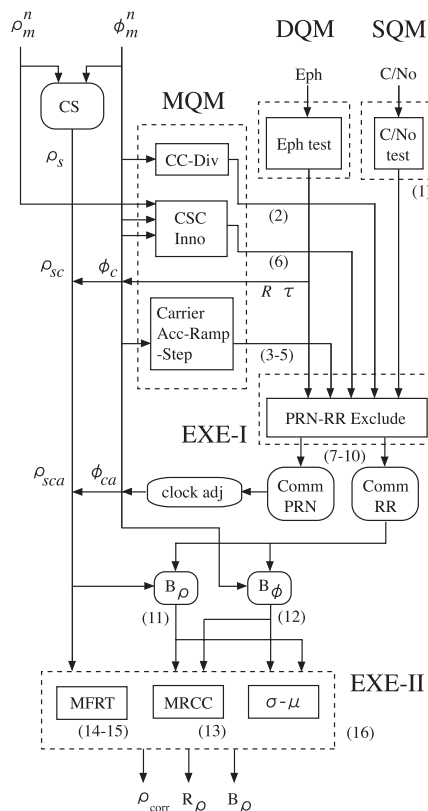


図1：IMTの処理フロー

## 3. 今年度の研究成果

## 3.1 GBASテストベットでの長期データ収集

H18年度に引き続き、仙台空港に設置されたGBASテストベットにより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。本設備を共同利用しているメタルモデルを光モデムに変更した（別研究テーマ）。データ収集は、この工事期間を除き、順調であった。

## 3.2 収集データの解析処理

H18年度に実施した観測値品質モニタの解析に続き、H19年度は、以下2つのモニタの解析を実施した。

(1) エグゼクティブモニタ

図1にIMTの処理フローを示す。エグゼクティブモニタは図中のEXE-I、IIである。基準局受信機の出力である  $m$  番受信機の  $n$  番衛星に対する擬似距離 ( $\rho_m^n$ ) と搬送波位相 ( $\phi_m^n$ ) はキャリアスムージング処理 (CS) されて観測値品質モニタ (MQM) される。また、航法メッセージはデータ品質モニタ (DQM)、 $C/N_0$  は信号品質モニタ (SQM) され、その結果がEXE-Iで判定される。EXE-Iでは、入力の実験結果であるフラグを判定し、ある基準局受信機 (RR) に対して単独の衛星 (PRN) がフラグした場合は、当該衛星を排除する。また、複数の衛星または受信機がフラグした場合は、全ての衛星または受信機を排除する。

その後受信機クロックを調整するため、共通衛星集合 (Common PRN set) と共通基準局受信機集合 (Common Reference Receiver set) からB値を計算する。

EXE-IIでは、4局のB値の一致性を判定するMRCC (多基準一致性チェック)、MFRT (Message Field Range Test) と後述の  $\sigma - \mu$  モニタを実施する。

EXM-II TEST STATISTICS :

ELEVATION:	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
0 - 5:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 - 10:	123	28	1	0	0	0	0	0	2	2
10 - 15:	56	0	19	0	0	0	0	1	0	3
15 - 20:	4	0	1	0	0	0	0	0	0	1
20 - 25:	15	0	0	0	0	0	0	0	2	2
25 - 30:	10	0	1	0	0	0	0	0	1	1
30 - 35:	1	4	0	0	0	0	0	0	5	5
35 - 40:	0	17	0	0	0	0	0	0	1	1
40 - 45:	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0
45 - 50:	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
50 - 55:	1	0	0	0	0	0	0	0	3	3
55 - 60:	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
60 - 65:	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
65 - 70:	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1
70 - 75:	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2
75 - 80:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80 - 85:	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
85 - 90:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL :	212	69	39	0	0	0	0	1	0	28

( 7) EXM-I Alarm (1PRN & 1RR)	(12) MRCC Alarm (Bφ)
( 8) EXM-I Alarm (1PRN & RR)	(13) EXM-II Pre-screen Alarm
( 9) EXM-I Alarm (PRNs & 1RR)	(14) MFRT Alarm (ρ corr)
(10) EXM-I Alarm (PRNs & RR)	(15) MFRT Alarm (Rρ corr)
(11) MRCC Alarm (Bρ)	(16) EXM-II Isolation Alarm

表1 : 2003年11月1日のエグゼクティブモニタの結果

表1に仙台空港内で取得した2003年11月1日の24時間データについて仰角5度毎のエグゼクティブモニタの処理結果を示す。表から1衛星、1受信機が排除される(7)、複数衛星、複数受信機が排除される(7)(8)のフラグは低仰角で発生していることが分かる。またこの原因を調査した結果、主に搬送波位相の加速度・ランプ・ステップモニタの出力に起因していることが分かった。

(2)  $\sigma - \mu$  モニタ

EXE-IIモニタの一部を構成する  $\sigma - \mu$  モニタは、放送インテグリティパラメータ  $\sigma_{pr\_gnd}$  の標準偏差と平均値のモニタであり、周辺環境や電離層勾配異常などの原因により、B値の統計分布が変化したことを検知する。本研究では  $\sigma$  値推定法とCUSUM (累積和) 法を適用し、正常データと擬似異常データを適用し、擬似異常データでフラグすることを確認した。また、 $\sigma$  値の故障試験では、 $\sigma$  値推定法よりもCUSUM法の法が、早い段階で異常を検出できる結果となり、理論的な検討結果と一致した (図2・3)。

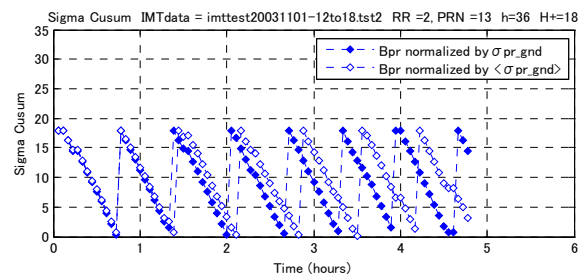


図2 : CUSUM法 : 正常データ試験 (RR2-PRN13)

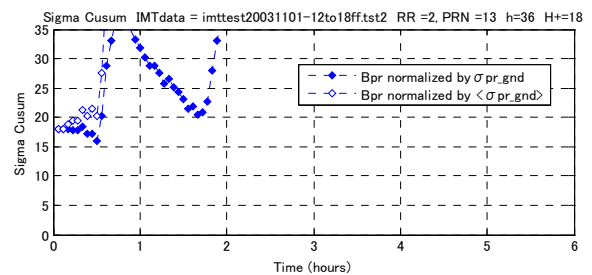


図3 : CUSUM法 : 異常試験 (RR2-PRN13)

4. まとめ

本研究では、GBASインテグリティモニタのアルゴリズムの基礎検討を行った。本研究で作成したプログラムはパッケージ化し、今後のGBAS研究に利用する予定である。

また、H20年からGNSS安全性解析とリスク管理技術の研究を実施予定であり、この中でGBASのプロトタイプ的设计・製造を行う計画である。本研究の成果は、この設計の基盤となる。

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 (GBAS) 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
- (2) 福島荘之介, “地上型補強システム (GBAS) のエグゼクティブモニタの検討,” 第8回電子航法研究所発表会, 2008年6月

## 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／一般勘定】

**担当領域** 通信・航法・監視領域  
**担当者** ○坂井 丈泰、松永 圭左  
**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ことにより、その有効性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。

本研究では、リアルタイムキネマティックGPS測位方式における有効性の向上について、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すこととした。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た。

## 3. 研究成果

平成17年度は、広域ディファレンシャル補正情報の生成方式を確立し、このための計算機プログラムを作成した。生成された補正情報を評価した結果、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った。

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。

平成 19 年度は、リアルタイムキネマティック GPS 測位方式を実行するソフトウェアの基本部分を作成し、それまでに検討してきた有効性向上手法の評価を実施した。大気遅延のうちでも特に影響の大きい電離層伝搬遅延について、基線長が短い場合でも大きな差を生じる事例を過去の測定データから抽出し、これを検討対象とした。図 3 は検討結果の一例を示しており、横軸は移動局と基準局との間の距離（基線長）、縦軸を測位精度として、多数回の試行結果を表示してある。この図の○印は電離層伝搬遅延に関する補正を行った場合の結果、また×印は従来方式による結果であり、電離層伝搬遅延量の補正を行うことにより測位精度を改善し、基線長が長い場合についても測位が可能となる例が増加することがわかる。

#### 4. おわりに

本研究は、一周波受信機を利用する場合について、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（基線長）を延長するとともに、結果として得られる位置解の精度を向上させることを目指した。本研究の結果、電離層伝搬遅延量に関する情報を得ることにより、基線長が長い場合についてもリアルタイムキネマティック方式の測位を可能とし、その精度を向上できることがわかった。

#### 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
- (3) 坂井他, “ディファレンシャル GPS における電離層の影響例”, 電子情報通信学会総合大会, 2008 年 3 月

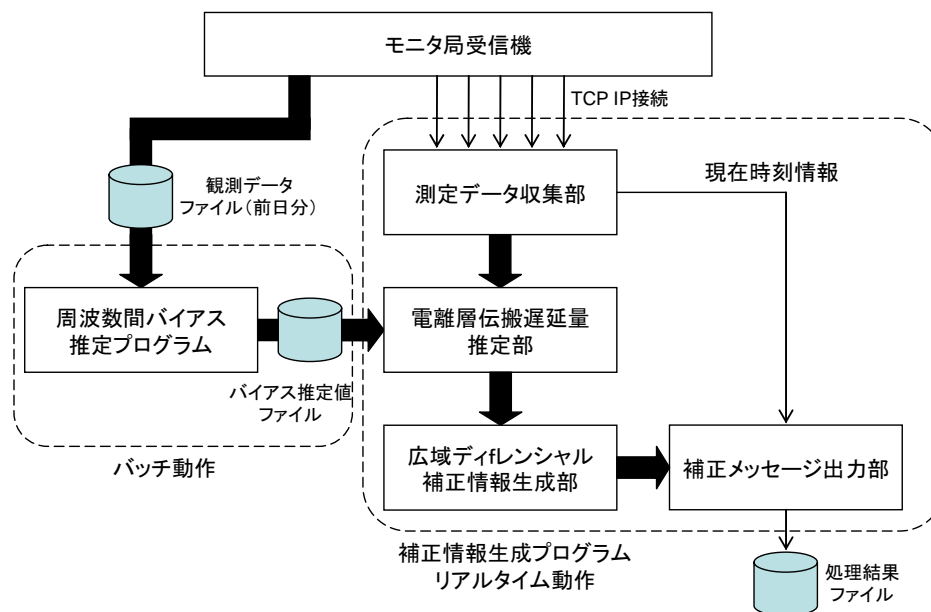


図 1 広域ディファレンシャル補正情報生成プログラムの構成

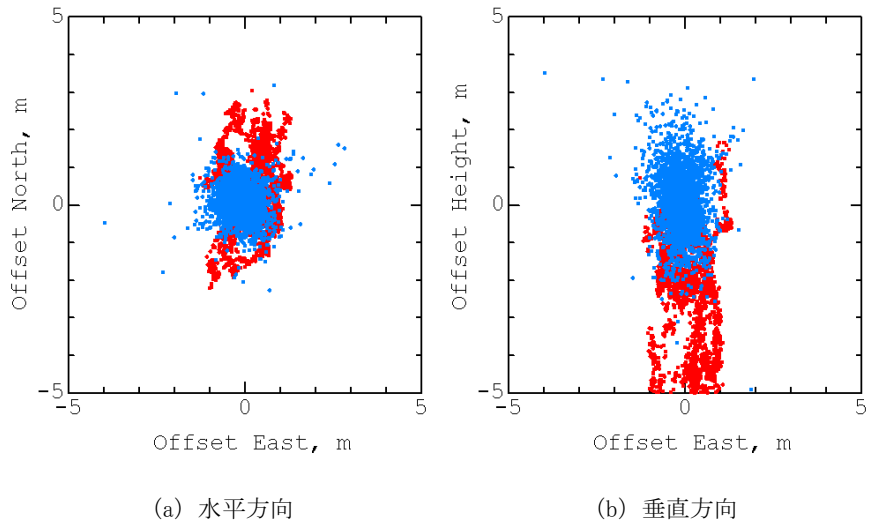


図2 広域ディファレンシャル補正情報による測位精度の向上  
 (赤) GPSのみ, (青) 広域ディファレンシャル補正あり

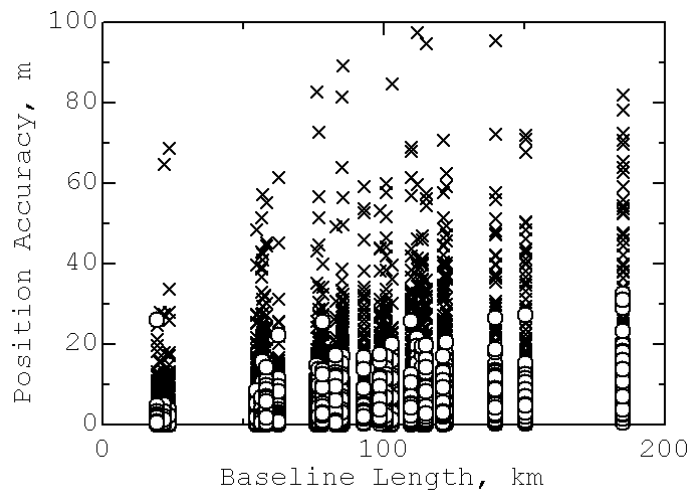


図3 基線長と測位精度の関係



## 高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究【基礎研究／一般勘定】

<b>担当領域</b>	通信・航法・監視領域
<b>担当者</b>	○新井 直樹、星野尾 一明、伊藤 実、松永 圭左
<b>研究期間</b>	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での 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。南極観測船「しらせ」によって 2006 年末に昭和基地に到着し、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 年初めに昭和基地内及び基地周辺に複数の GPS 受信機を設置し、電離層擾乱の評価のための GPS 観測を開始した。データの収集はサンプリング間隔 10Hz、24 時間連続して行った。これらの観測データからは、強いオーロラの発生時に GPS 信号に大きな変動が見られた。

越冬完了までに約 9 ヶ月間の高速度サンプリングデータを取得し、2008 年 4 月に観測データを国内に持ち帰った。持ち帰ったデータは特にオーロラの発生時期との関連に注目して解析を進めている。

## 3. おわりに

南極・昭和基地において、初めて高いサンプリングレートでの GPS 観測を連続して行った。今後観測データの解析を行い、電離層擾乱の挙動について評価する予定である。



写真 1 昭和基地主要部



写真 2 南極大陸沿岸での GPS 観測



写真 3 オーロラ発生時の GPS 観測

## 航空機衝突防止装置の運用状況に関する研究【指定研究 A / 一般勘定】

<b>担当領域</b>	機上等技術領域
<b>担当者</b>	○小瀬木 滋、住谷 泰人（通信・航法・監視領域）、白川 昌之（研究企画統括）
<b>研究期間</b>	平成 17 年度～平成 19 年度（20 年度に延長）

## 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 19 年度は 3 年度目である。平成 19 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 19 年度は、行政当局から詳細な調査を依頼される事例は発生しなかった。

本研究が成果を報告する ICAO 航空監視パネル ASP 会議は、平成 20 年度開催予定となった事から、本研究の期間を 1 年延長する事となった。本研究成果は、ICAO の ACAS マニュアルなどの改定の根拠となる情報を提供できる見込みである。

## 3. 研究成果

## 3.1 ACAS-II 運用モニタリングと国際共同評価の支援

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 19 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 2 回および第 3 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。一時的に高々度の RVSM 空域における RA 発生傾向等に若干の変化が見られたが、前回の ACAS アルゴリズムバージョン改定と比較すると影響は遙かに小さい。まだ、この変化は、時間の経過とともに見られなくなった。

## 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、これまでに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 19 年度はその動作試験を継続した。

また、ICAO/AS パネル作業部会などから得られた情報により、RTCA は衝突回避アルゴリズムの改良案の作成を進めており、近々、ICAO/AS パネル会議などに報告する見込みである事がわかった。アルゴリズム改良案と日本の空域との整合性を検討する際に、このシミュレーション環境を活用できる見込みである。

### 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 19 年度は、前年度まで米国 MIT より報告され続けてきた ACAS 干渉制限方式改良案を調査したが、ICAO 他への新たな発表が見られなかった。現在の進捗状況では、ACAS 干渉制限方式の規格改定より早く信号環境改善効果が大きい複合監視方式が導入される可能性がある。また、複合監視方式は、当研究所も有効性を検証した 1997 年頃の方式と比較して改良型が標準化されつつある。このため、研究の重点を干渉制限方式から複合監視方式に移す事も検討している。

### 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資する調整を米豪の担当者に進めた。

## 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。当研究の成果をまとめ、ICAO の ACAS マニュアル改定に寄与できる可能性があり、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) 住谷、小瀬木、白川：「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 回電子発表会、Jun.2007
- (2) Y. Sumiya, S. Ozeki, M. Shirakawa: “ACAS II Operational monitoring report on the effect of RVSM in Japan, First report of 2007”, ICAO/ASP/WG ASP02-23, Brussels, April, 2007
- (3) Y. Sumiya, S. Ozeki, M. Shirakawa: “ACAS II Operational monitoring report on the effect of RVSM in Japan, Second report of 2007”, ICAO/ASP/WG ASP03-41, Montreal, October, 2007
- (4) Y. Sumiya, S. Ozeki, M. Shirakawa: “Proposed Changes to ACAS Manual in relation to Effect of RVSM”, ICAO/ASP/ASSG, Toulouse, March, 2008
- (5) 住谷、小瀬木、白川：「ACAS II 運用モニタリング結果(2007 年第 1 報)」、平成 19 年 6 月
- (6) 住谷、小瀬木、白川：「ACAS II 運用モニタリング結果(2007 年第 2 報)」、平成 19 年 11 月
- (7) .Ozeki: “Bit Assignments for ACAS capabilities in Register 10HEX”, ICAO/ASP/ASSG, Toulouse, September, 2007
- (8) S.Ozeki and J-M.Loscos: “Revised coding of ACAS bits in register 10HEX”, ICAO/ASP/WG, Montreal, October, 2007

## 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／空港整備勘定】

**担当領域** 機上等技術領域  
**担当者** ○横山 尚志、朝倉 道弘、田嶋 裕久  
**研究期間** 平成 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ものである。

## 2. 研究の概要

本研究は 3 年計画であるが、単年度に終了が見込まれる次の研究を実施した。

- 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である。

本年度は、3 年次として、ハ) の研究を実施した。しかし、18 年度に 2 周波 GP 送信装置の改修をして GP のパターン測定をしたが、受信機側の局部発信機が発熱による発信周波数の変動が生じると、受信機内狭帯域フィルタの 3dB の帯域からクリアランス (CL) 系の信号が若干外れ進入コースの再現性が得られないことが判明した。そこで、局部発信器として信号発生器を用いることでようやく 2 周波 3 素子 GP の基本特性と再現性が得られるようになり、ハ) に係る模擬雪を用いたスケールモデル実験を行うことが可能になった。

## 3. 研究の成果

## 3.1 模擬雪の選定

模擬雪材料を無響室のアルミ平板 2m×10m 上に敷くので、今回は、安価で入手が容易なベニア板、石膏ボードを用いることにした。誘電率の測定結果を表 1 に示す。ベニア板、石膏ボードの誘電率は、下層積雪面のざら目雪に相当する。



図 1. 電波無響室の ILS 実験風景

表 1 模擬雪材料の誘電率測定結果

使用材料	誘電率の測定値
ベニア板；厚さ 9mm, 15mm	$\epsilon=2.1-j0.15$ (Freq=9GHz)
石膏ボード；厚 さ 9mm, 15mm	$\epsilon=2.5-j0.15$ (Freq=9GHz)

## 3.2 スケールモデル実験装置の概要とフェージング

我が国の GP アンテナ方式は、地面の凹凸の影響を受けにくい 2 周波 3 素子 GP 方式が用いられている。このためスケールモデル GP 送信装置を 1 周波から 2 周波方式に改修した。送信部は、RF 周波数 9.6GHz の DIR 系発信器と +8KHz (ICAO 勧告は 8KHz) 離れた高安定化した 9.600008GHz の CL 系発信器で構成される。また、3 素子アンテナに給電する UPPER、MIDDLE 及び LOWER アンテナ信号は空中線ネットワークで合成する。ネットワークは DIR 送信装置 (既存の送信装置) のキャリア (CAR) 信号、サイドバンド (SB) 信号及び CL 送信装置の CL 信号を入力し、所定の振幅・位相関係にネットワーク合

成して、出力信号に2周波Mアレー方式のUPPER、MIDDLE及びLOWERの3出力を得ている。ILSではCARとSB信号・CL信号との位相調整を空間で行っているが、これをフェージングと呼ぶ。スケールモデル実験は図1に示す電波無響室のアルミ平板を用い、その右上の昇降装置の受信アンテナを3度で降下して受信機特性を計測する。

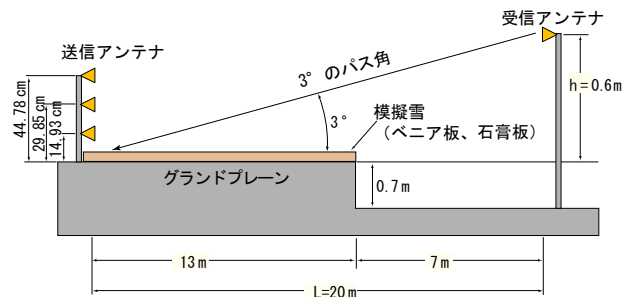


図2 スケールモデル実験側面図

### 3.3 スケールモデル実験結果の検討

#### 3.3.1 模擬雪によるコース偏位特性

図2にスケールモデル実験配置図を示す。RF周波数9.6GHzを用いるので、現用GP330MHzとのスケール比は $RF=1/87$ になる。13mのグランドプレーンは1131mに、受信アンテナの移動限界の $L=20m$ は、パス角3度の場合、実空港の1740m (1NM)の遠方特性に相当する。積雪実験は、表1の模擬雪材料をアルミ平板に敷いてパス特性を取得した。その結果を図3に示す。図に示すように石膏ボード(9mm)、ベニア板(9mm)、ベニア板(15mm)を用いた結果は、図に示すように材質と厚さが異なるのにズレがないことが確認された。なお、黒の実線は石膏の上にベニア板を敷いた2層構造の積雪段面構造の場合である。

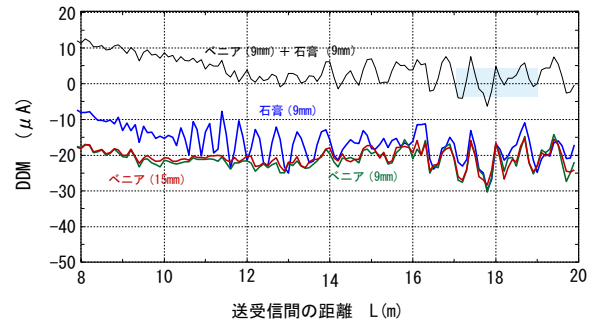


図3 2周波GP模擬雪によるコース偏位

#### 3.3.2 模擬雪のコース偏位の検討

図3において厚さ・材質が異なる模擬雪のときのパス偏位がほぼ一致する結果が得られた。このようなスケールモデルにおける事象を検討するためにシミュレーションを行った。図4に断面構造を一層としてベニアと石膏の厚さ $D_{sw}$ を可変したときのDDM特性を示す。これは受信点を $L=15m$ としてパスの上下偏位を解析した結果である。誘電材料を敷いた場合、図4に示すようにその厚さによって直線的にDDMが変化するのではなく、 $D_{sw}$ の変化に対して波状的に変動する。ベニア板の $D_{sw}=9mm$ と15mmでは $DDM=-17.5\mu A$ と $-21\mu A$ になり、図3の $DDM=-20\pm 3\mu A$ とよく一致する。

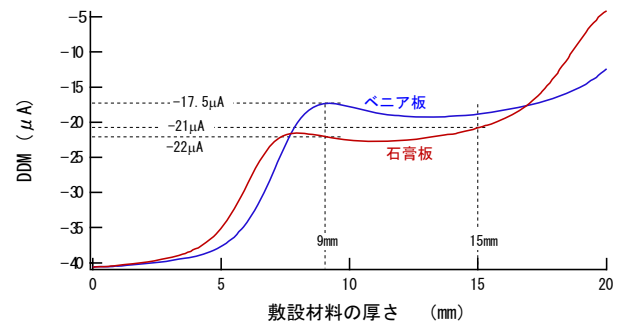


図4 2周波GPスケールモデルの解析結果

## 4. まとめ

昨年度に製作した2周波3素子GP装置を用いて、模擬雪の影響に関するスケールモデル実験を実施した。その結果、実験結果と解析結果の互換性が良好であることが確認された。このような結果により、今後は、現用周波数の積雪による変化とスケールモデルの模擬雪との互換性、除雪方法の緩和に係る実験方法について更に検討する必要がある。

## 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
- [2] 中田他, “プローブセンサーアレーを用いたUHF帯積雪誘電率プロファイル測定”, 電子情報通信学会論文誌, 2004/6 Vol.J87-B No.6, pp.865-873
- [3] 横山他, “融雪変動を最小化する ILS-GP のモニタ反射板” 2006/7/27, 航空宇宙エレクトロニクス研究会
- [4] 横山他, “積雪による ILS 電波への影響調査” 2006/7/12, ILS における NFM・除雪基準検討第3回 W/G, 経済産業省別館
- [5] 横山他, “ILS グライドパスフィールドモニタの全天候化” 第44回飛行機シンポジウム, 2006.10.20
- [6] 横山他, “融雪変動を最小化する ILS-GP のモニタ反射板” 2006/9/29, 航空振興財団 全天候航法方式小委員会, 空港環境整備協会会議室
- [7] yokoyama, “Advanced Glide Path Near Field Monitor for All Weather Operation” 2006/10/12, ICAO NSP at Canada Montreal
- [8] 横山他, “ILS グライドパス反射面の積雪によるパス特性の変化” 第45回飛行機シンポジウム, 2007.10.10



## 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／空港整備勘定】

**担当領域** 通信・航法・監視領域  
**担当者** ○住谷 泰人、石出 明  
**研究期間** 平成18年度～平成20年度

## 1. はじめに

航空機内の通信のマルチメディア化やコックピット内の電子化に伴い、航空機と地上との非管制通信において、高性能、高速な衛星通信手段が使われつつある。このような次世代航空衛星通信システムを管制通信にも利用でき、現在の航空衛星通信システムを大幅に性能向上できるように、国際民間航空機関（ICAO）では航空衛星通信システムの新たな国際技術標準の策定作業を行っている。次世代航空衛星通信システムの中心となる技術は、インターネット等で用いられるTCP/IPの技術で、現行システムと異なる。また、周回衛星を利用した航空衛星通信システムの技術等も検討されている。しかし、このような技術が管制通信に必要な性能要件を満足できるかは検証されていない。

当研究所では、これまでに、数値解析シミュレータを用い、通信性能予測技術の実績とノウハウを有している。本研究では平成17年度までの「高性能な航空衛星通信システムに関する基礎研究」の成果の一部を活用し、現用の航空移動衛星通信システム（AMSS）をさらに高性能化する可能性のあるインターネットプロトコル（IP）通信方式といった次世代衛星通信システムの技術を利用した数値解析シミュレータを開発し、想定される種々の条件下での次世代航空衛星通信システムの通信容量や性能予測を行う。また、これらの開発と評価に基づき、航空通信シミュレーションの技術を確立する。さらに、次世代の航空用通信システムに関する調査・研究を行うとともに、航空局管制保安部管制技術課と連携し、航空局やICAOを技術支援することを目標とした。

## 2. 研究の概要

本研究は3年計画であり、平成19年度は第2年度である。平成19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衛星通信モデルの検討
- ・ 数値解析シミュレータへの衛星通信モデルの導入とシミュレーション評価
- ・ 次世代航空衛星通信システムの調査
- ・ 新AMS(R)S国際標準案に関する航空局への技術支援

## 3. 研究成果

## 3.1 衛星通信モデルの検討

平成19年度は、平成18年度に検討したIP通信方式に基づき導入した当所の所有する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のIPモデル部分に、衛星通信モデルを追加するための検討を行った。特に、インマルサットスウィフトブロードバンドで用いている方式について検討した。この結果、単一のビームに関するスロット割当等の一部の仕様はシステム評価用として開示された箇所はあるものの、ビーム間通信を考慮した複数ビームに関する詳細なプロトコルが非公開であることを確認した。このため、単一ナロービームの衛星通信モデルの性能検討に特化して、衛星通信モデルを構築することとした。

## 3.2 衛星通信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衛星通信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衛星通信モデルは、以下の2点を中心とするものにした。

- ・ AeroBGANにおける単一のナロービームを用いた通信機能の追加
- ・ IPデータ通信を対象とした衛星通信シミュレーション

開発した通信モデルを評価した結果、単一ナロービームとしての性能も、IP層以上の通信機能が可能かつ良好であることを確認した。

## 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1回技術作業部会(WG-T)に出席し、討議に参加した。この作業部会は、平成19年5月に航空通信パネル会議により、作業部会が再編され、コンセプト作業部会(WGC)後継として、平成19年12月までの時限付で構築された作業部会である。WGTでは、FCS（将来の通信システム）に関する調査結果のとりまとめが行われ、平成20年4月に開催される予定の第2回ACP WG-W会議に向けた確認会議として位置づけられている。この結果、FCSの最終候補として、全般的な利用として、L-DACS(L-band



Datalink Communication System)、空港面での利用としてIEEE802.16e、極地域など地域限定的な利用として衛星通信システムが候補としてあげられた。L-DACSは4種類の候補システムがあるが、最終的に1つの候補に絞りきれず、全ての候補について今後評価を重ね、更なる絞込みを行う予定であることが報告された。

また、ユーロコントロール及び欧州宇宙機関 (ESA) が主催する第9回次世代航空衛星通信システム会議 (NexSAT) 及び第4回空地通信システム会議 (AGCFG) にも参加し、欧州地域におけるATMマスタープランであるSESARプロジェクトの報告やWRC (World Radiocommunication Conference) 07に向けた対応、ESAの提唱するIris計画等最近の航空通信システムの研究動向等が報告された。また、当研究所から、ADSをIP環境に適用する方式について提案した。

### 3.4 航空局等への技術支援

平成18年度に引き続き、行政当局等より当該シミュレータを利用した追加シミュレーションの要望があり、別途受託研究として実施した。このシミュレーションは、当所の所有する現在の航空衛星通信プロトコルに適合した数値解析シミュレータを用い、所要のデータ長、伝送速度、伝送間隔、航空機数等の条件設定を行い、現在の航空衛星通信システムの伝送遅延時間等の伝送性能を解析するものである。この結果は、インマルサットとの関連会議や、今後の航空衛星通信チャネルの効率的な利用に活用される予定であるとのことである

現在、ICAOにおいて策定中の次世代航空衛星通信システムの国際標準案に関し、サブワーキンググループのメンバーとして、この案に関連する意見や要望等に関する行政当局への技術支援を実施した。

### 4. おわりに

次世代航空衛星通信システムは、汎用プロトコルの利用とビジネスモデルの確立等の点が考慮され、IPを利用した通信方式が予定されている。また、現用の航空衛星通信システムとも併用されていく予定である。しかし、航空衛星通信のみならず、次世代航空通信システムにおける総括的な検討がAGCFG/NexSATジョイント会議やICAOの航空通信パネルにおいて周波数動向を確認しつつ検討が進められている。これらの会議での議論等が次世代の航空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と考える。

### 掲載文献

- (1) Y.Sumiya, A.Ishide, : Simulation of Self-synchronized ADS Using IP network, 欧州NexSAT 9th Meeting, 2007.9
- (2) Y.Sumiya, A.Ishide, : Simulation of Self-synchronized ADS Using UDP/IP network, ACP WG-T1 WP05, 2007.10
- (3) 住谷(泰), 石出: 衛星を利用した自己同期方式ADSの伝送特性解析, 日本航海学会 第117回秋季講演会, 2007.10
- (4) 住谷(泰), 石出: UDP/IPを適用したADSの伝送性能解析, 2007信学総大 B-2-19, 2008.3
- (5) 住谷(泰), 石出: 衛星を利用した自己同期方式ADSの伝送特性解析, 日本航海学会論文集 第118号, 2008.3

## 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 / 空港整備勘定】

担当領域	機上等技術領域
担当者	○米本 成人、河村 暁子、山本 憲夫
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 19 年度は 2 年目である。

平成 19 年度においては昨年度検討したミリ波センサの仕様を基に、ミリ波を放射するためのミリ波用 IC の評価、および RF モジュールの試作を行った。

## 3. 研究成果

ミリ波センサとして広帯域の FMCW（周波数変調連続波）レーダを選定し、それらに必要となる素子を調達した。ミリ波帯で動作する素子は周波数通倍器、低雑音増幅器、ミキサであり、周波数通倍機には 13GHz 付近で 833MHz 程度の周波数偏移量を有する可変制御発振器を使用した。市販されているもので入手可能な素子は 76GHz 帯の自動車用レーダ用の素子であるが、通常これらは 76-77.5GHz のうち 200MHz の帯域で使用するものであるため、選定した各素子に対して、周波数特性を試験した。素子単体で見えた場合、これらの素子はそれぞれ満足する周波数は上下に

移動しているが、おおむね 5GHz 程度でほぼ均一な特性を持つことが確認された。

それらの結果を基に、同一基板上に回路を生成した RF モジュールの試作を行った。図 1 にその外観を示す。サイズはコネクタ部を除き 42.9mm×87.45mm×56.1mm と従来の導波管回路と比べて非常にコンパクトな設計とした。電圧制御発振器（VCO）に印加する電圧を外部から制御するため、変調信号入力コネクタを設けた。その電圧によって 76GHz 帯のミリ波が電圧に応じて周波数が変化し、送信ポートより放射される。受信ポートから入力されたミリ波は送信電波の成分とミキサで混合され、中間周波（IF）出力として IF 出力コネクタから検出される。電源は±4.5V の入力であり、消費電力は数 W 程度である。

図 2 に内部回路のレイアウトを示す。回路は 26mm×23mm で厚さ 0.127mm のテフロン系基板上に製作した。基板には 50Ω のマイクロストリップ線路を使用して、各ミリ波用 IC を接続することとした。回路左右の RF ポートと同波管とは図 3 に示すテーパフィンで接続する構造である。外部から入力された変調信号の電圧  $V_{ct}$  は回路右上に設置した VCO に印加され、電圧に応じた 13GHz 付近の電波が出力される。その電波は周波数通倍器で 6 倍の周波数となり、結合器を通り、回路左側のポートに放射される。また右側のポートより入射されたミリ波は低雑音増幅器で増幅され、結合器から送信電力の -10dB 低いレベルの信号とミキサで混合される。これらの出力は IFout ポートより受信できる。

これらの RF モジュールの性能を評価した結果、送信回路側において、変調電圧 0.5-3.5V で 74.5-80.3GHz の 5GHz 以上の帯域幅で発振することを確認し、そのレベル変動は  $17 \pm 1 \text{ dBm}$  の出力であった。80GHz を超過すると出力は急激に下がり、変調電圧 4.2V で 81GHz の発振を確認したが、その出力は 15.5dB と著しく低下した。

受信回路側においては、外部発振器より基準ミリ波を印加して、ミキサ出力を検証した。入力を 0dBm から -70dBm に変化させたところ、75.7-80.7GHz において IF 信号が観測されたが、そのレベルの安定度は 79GHz 付近から急激に特性が劣化することが判明した。今後、受信用ミキサについて、さらに周波数特性の良い素子に交換する必要がある

と思われる。

また、今回試作した複数のミリ波回路で図3に示すような、マイクロストリップ線路と導波管変換器を試作した。しかしながら、これらの特性が安定せず、非常に大きな個体差が発生した。これらはミリ波の送受信に不可欠な回路であるため、今後、回路とテーパフィンとの接続方法に改良を行う予定である。

本研究の活動の一環として、ミリ波関連研究で得られた知見を生かして海上技術安全研究所、株式会社レンスターとの共同研究を実施し、株式会社小糸製作所との共同研究、株式会社豊田中央研究所との情報交換に関する契約を新規に締結した。

#### 4. まとめ

本年は主としてレーダセンサモジュールの製作を実施した。ミリ波用IC素子単体の評価を行い、それらを基に試作したモジュールでは、76GHz帯において5GHzを超える周波数偏移幅を達成した。今後はこれらのRFモジュールを用いて、空港面のグルーピングなどの環境の影響を評価する予定である。

#### 掲載文献

B. D. Nguyen et al., “W-band Fresnel Zone Plate Reflector for Helicopter Collision Avoidance Radar”, IEEE Trans. on AP, vol 55, No. 5, pp.1452-1456, May 2007.

B. D. Nguyen et al., “94 GHz printed reflectors using C-shape patches”, Proceedings of IEEE AP-S, pp.5311-5314, 2007.

N. Yonemoto et al., “An omni-directional lens reflector for millimeter wave and light”, Proceedings of IRS2007, pp. 575-578, 2007.

山本憲夫他、「94GHzレーダによる送電線のレーダ断面積測定」、2007年電子情報通信学会ソサイエティ大会、2007

K. Yamamoto et al., “Power line RCS measurement at 94GHz”, Proceedings of IEE RADAR 2007,

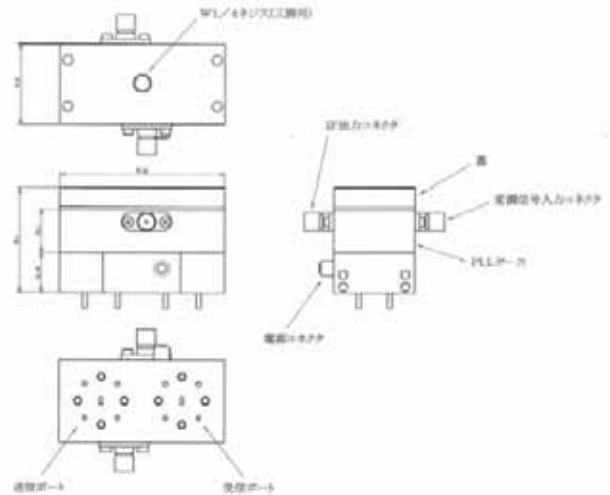


図1 ミリ波モジュール外観

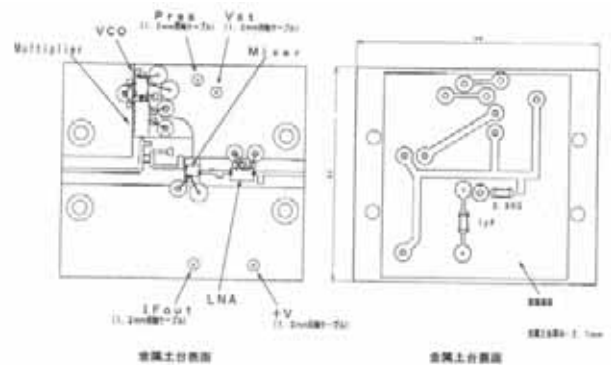


図2 内部回路レイアウト図



図3 マイクロストリップ線路—導波管変換器

## 空港面における後方乱気流管制方式の技術基盤に関する研究【指定研究B／一般勘定】

**担当領域** 航空交通管理領域  
**担当者** ○山田 泉、長岡 栄  
**研究期間** 平成 19 年度～平成 20 年度

## 1. はじめに

航空機の揚力の発生に伴って生じる後方乱気流が周辺の航空機におよぼす危険を回避するため、後方乱気流管制方式が定められている。現在用いられている後方乱気流管制方式の管制間隔基準値は、多くの場合で安全余裕が過大であるとの指摘が近年なされている。また、基準値設定時（1970 年代）には存在しなかった大型機の登場により、この基準値の安全性について再検討の必要が生じている。

後方乱気流の挙動は気象条件によりさまざまであるが、後方乱気流を観測することが可能であれば、多様な気象条件の下で後方乱気流の影響が消滅する時間を測定することにより、適切な後方乱気流管制間隔を検討することが可能となる。

離陸機の後方乱気流管制間隔を再検討するためのデータをを得ることを目的として、電子航法研究所では平成 14 年から平成 17 年まで重点研究「大空港における効率的な運航を確保するための後方乱気流に関する研究」においてレーザーを用いた後方乱気流検出装置（ライダー）を開発した。そして、平成 18 年度は指定研究「後方乱気流の研究」において、仙台空港で運航する離陸機を対象に定期的な後方乱気流観測により観測データを蓄積した。

本研究では、これに引き続いて離陸機の後方乱気流観測データを蓄積する。そして、後方乱気流管制間隔短縮の検討が可能となるよう、気象条件と後方乱気流の影響の消滅時間を対応づけるモデルの導出法を検討する。

## 2. 研究の概要

本研究は 2 ヶ年計画であり、今年度は以下の項目を行うこととした。

- ①後方乱気流観測実験による観測データの蓄積
- ②後方乱気流の挙動予測を行うための観測方法の検討
- ③後方乱気流が他の航空機に与える影響の消滅過程（渦の消滅時間および滑走路からの移動時間）を予測するモデルの検討
- ④海外研究動向の調査

また、本研究は宇宙航空研究開発機構および東北大学との共同研究「後方乱気流の航空機におよぼす影響の研究」の一端となっている。

## 3. 今年度の成果

①については、前年度までに確立された観測手法に従い、新たに離陸機約 250 機の後方乱気流観測データを得た。

②については、文献調査を行って後方乱気流の挙動に影響をおよぼす因子の洗い出しを試みた。その結果、大気の不安定性に注目する必要性が示唆されたため、気象学に関する文献調査を行って適切な観測方法の検討を進めている。

③については、後方乱気流が滑走路上に残留する時間と風向・風速の関係のプロットにおいて、風向・風速のみでは説明が困難なバラツキが観察されているため、後方乱気流の挙動に対する他の気象条件の寄与を検討することとした。そこで、気象変数として従来から収集していた風向・風速のデータに加え、気温・湿度・現地気圧のデータを仙台航空測候所に依頼して収集した。

風速の滑走路方向成分と横風成分を用いた場合と、全ての気象変数を用いた場合で、後方乱気流残留時間の重回帰分析を行い、風速を横軸として予測値と実測値をプロットし比較したものを図に示す。モデル構造を仮定しない単純な重回帰であるため、どちらの場合も予測モデルとしての性能は乏しいが、風向・風速以外を気象変数も考慮することで上記のバラツキを説明できる可能性が示唆された。

今後、項目②④における考察を元に、後方乱気流残留時間予測モデルの構造の検討と、観測データのフィッティングのためのモデルパラメタの調整を行う予定である。

④については、欧米における後方乱気流の研究について文献調査を行った。これに基づき、欧州の CREDOS（風速の横風成分に応じて離陸間隔を短縮する管制方式）プロジェクトおよび ATC Wake（気象条件に応じて進入方式や後方乱気流管制間隔を切り替える管制方式）プロジェクトの理論研究の中核であり、気象条件と後方乱気流の挙動の関係についてモデル化を行っている DLR（ドイツ）および NLR（オランダ）を訪ね、研究者にヒアリングを行った。この訪問において、後方乱気流の挙動を決定する要因として大気の不安定性が風と同等の重みを持っており、この不安定性を捉えるため、風速の鉛直分布や日照、季節の違いによる後方乱気流の挙動の違いに注目する必要があるとのアドバイスが得られた。

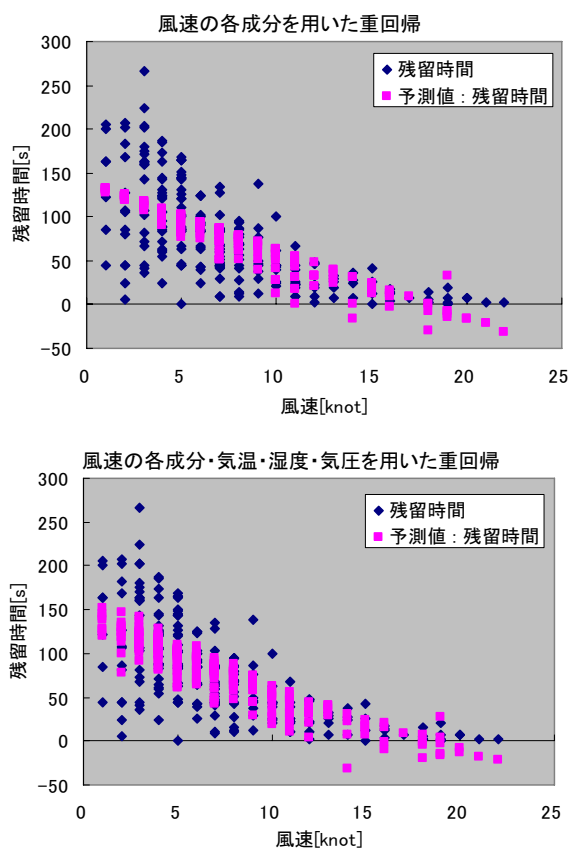
このアドバイスを反映し、従来からの観測において後方

乱気流観測（仰角の範囲を限定した鉛直スキャン）の前後に行っている全天鉛直スキャン及び全天水平スキャンのデータの再解析を検討している。

共同研究においては、3軸超音波風速計を搭載したヘリコプターと2台のドップラーライダーを用い、6月および2月に仙台空港の気象観測を実施した。

#### 4. まとめ

今年度は、観測データの分析、文献調査や海外の研究者に対するヒアリング調査で得られた知見を元に、蓄積された観測データから後方乱気流の挙動の特徴を抽出するために必要な気象変数の種類と観測方法について検討した。今後は後方乱気流が滑走路に残留する時間と気象条件を対応づけるモデルの検討を進め、さらなる観測データの蓄積によりモデル性能の向上を図る予定である。



図：各種気象変数を用いた重回帰による後方乱気流  
残留時間予測

## ASASに関する予備的研究【基礎研究／空港整備勘定】

**担当領域** 航空交通管理領域  
**担当者** ○伊藤 恵理、長岡 栄  
**研究期間** 平成 19 年度

## 1. はじめに

ASAS (Airborne Separation Assistant System: 機上間隔維持支援システム) とは、フライトクルーに周囲の交通状況を提供することで飛行間隔維持を可能とする航空機システムのことある。ASAS の運用目的を達成するために、フライトクルーと航空管制官に与える運用手順を ASAS 運用方式と呼ぶ。NextGen や SESAR の目指す将来計画にも、具体的に ASAS 応用方式が導入されており、世界規模の適用が期待される。

ASAS 応用方式は、実用化のレベル別に Package 1、2、3 というセットとしてまとめられている。(最近では Package 1.5 も議論され始めている。) Package 1 は、今後 5 年から 10 年程度の間の実用化を目指すレベルの応用方式であり、ASAS-RFG 会議で議論されている。より将来的な応用についても、欧米を中心とした研究開発が現在進行中である。

## 2. 研究の概要

本研究では、我が国において ASAS を導入する場合に備え、今後の研究・開発計画策定に必要な情報を取得し、今後の研究開発計画策定のための基礎資料としてまとめる。具体的には、ASAS-RFG 会議などの国際会議に参加し、世界の ASAS に関する研究・開発動向を調査する。また、次年度から進める基礎研究に必要な研究環境を整備するため、欧米との情報網、協力体制を強化する。

## 3. 研究成果

## 3.1 ASAS に関する調査報告書の作成

ASAS-RFG 会議、AIAA-ATIO 会議などの国際会議に多数参加し、最新の国際動向を調査した。我が国において、ASAS (特に機上監視) に関して統括的にまとめた文献・資料等はこれまでに存在しなかったが、研究・開発動向の調査結果を ASAS に関する調査報告書としてまとめた。(現在、電子航法研究所報告として査読中である。) 本研究報告書の中では、ASAS の概念を説明し、Package 1 に含まれる応用方式である In-Trail Procedure (ITP)、Visual Separation Assurance (VSA)、Sequencing and Merging (S&M) を中心に最新情報を集めた。

## 3.2 NLR (オランダ航空宇宙研究所) との共同研究契約

様々な国際会議を通して得た情報網を通し、NLR (オランダ航空宇宙研究所) との共同研究体制を構築した。ASAS 応用方式の適用によって、将来的にトラジェクトリ管理手法も影響を受けることが考えられ、効率、安全性、CO2 排出量などの段階的な評価が必要である。次年度から NLR との研究協力体制の下で研究を実施する環境を整えた。

## 4. まとめ

最新の ASAS 研究開発動向をまとめた報告書を作成すると共に、欧米との情報網を構築し、NLR との共同研究体制を構築した。次年度からも引き続き ASAS の最新動向を把握して報告書を作成すると共に、ASAS 応用方式に関する基礎検討結果を提供したい。

## 掲載文献

- (1) Itoh, E. and Suzuki, S., "Novel Architecture for Preventing Interference between Automation and Pilot Maneuver", Proc. Lectures and Workshop International-Recent Advances in Multidisciplinary Technology and Modeling-, Tokyo, May, 2007.
- (2) Itoh, E. and Duong, V., "Analyzing Interference between Ground Automation and Air Traffic Controllers from a Control Theory Approach", Proc. 7<sup>th</sup> AIAA Aviation Technology, Integration and Operation Conference, AIAA-2007-7741, Belfast, 2007.
- (3) 伊藤恵理、"航空管制官と自動化システムの協調制御"、第 45 回飛行機シンポジウム講演集、2007 年 10 月
- (4) 伊藤恵理、鈴木真二、"パイロットと自動操縦装置の協調制御システム-航空機事故状況への適用と状況別の比較"、第 16 回機会学会交通物流部門大会講演集、2007 年 12 月
- (5) Itoh, E. and Duong, V., "Preventing Interferences between Air Traffic Controller and Future Ground Automation from a Control Theory Approach", 6<sup>th</sup> Eurocontrol Innovative Research Workshop and Exhibition, Dec., 2007
- (6) 伊藤 恵理、"ASAS に関する調査報告書 1 ASAS の概念と Package 1 の応用方式"、電子航法研究所報告として現在査読中。



## 将来のデジタル航空通信に関する調査・研究【基礎研究／一般勘定】

担当領域 通信・航法・監視領域  
 担当者 ○新美 賢治  
 研究期間 平成19年度

## 1. はじめに

第11回航空会議では、将来のATM概念の要件を満足する新たな空地通信技術の調査を勧告した。現在、空地通信システムは、主として無線データ通信に移行しつつある。日本では平成2年からACARSが運用を開始し、現在ではVDLモード2も運航管理用として導入されている。また洋上では静止衛星を用いたデジタル通信が行われている。将来的には新たなATM概念の実現に必要な地上・機上のコンピュータ間的高速な通信、通信を用いた高精度監視等が予測され、高速なデータ通信の導入が必要と考えられる。しかし、将来的なアプリケーションを考慮した航空通信のあり方については技術的に十分検討されていない。そこで本研究では、現在の航空通信についてアプリケーションに関するニーズおよび航空通信技術を見直し、デジタル航空通信のアプリケーションおよび方向性について調査・研究を行う。

## 3. 研究成果

## 3.1 空地通信の現状調査

陸地上空の航空路では、現在VHFの無線電話が用いられているが、欧州ではその周波数が不足してきており、原稿の25kHz間隔から8.33kHz間隔に移行中である。一方、米国や我が国では、当面周波数が不足はない。

空地データ通信に関しては、VHF無線電話の周波数不足を補う一手段として欧州でVDLモード2（ATN対応）の導入を開始しているが、米国や我が国ではまだ未導入である。

洋上航空路では、MTSATやインマルサットの衛星を利用したデータ通信がCPDLC及びADS-Cに導入されつつある。

また、空港内では、無線LAN（802.11b/g）がスポット駐機の航空機にEFBのアップリンク等に導入されつつある。

## 3.2 次世代航空衛星通信システムの調査

欧州のユーロコントロールと米国のFAAでは、第11回航空会議の勧告に基づき、アクションプラン17（2004～2007）で将来の航空通信システムの候補技術の選定を共同で行った。その結果、多くの候補技術の中から、下表の候補（L-DACS）に絞り込んだ。

L-DACS オプション	アクセ ス方式	変調方式	元の技術名称
オプション1	FDD	OFDM	B-AMC、 TIA902(P34)
オプション2	TDD	CPFSK/ GMSK	LDL、AMACS

FDD:Frequency Division Duplex

TDD:Time Division Duplex

OFDM:Orthogonal Frequency Division Multiplexing

CPFSK:Continuous Phase Frequency Shift Keying

GMSK:Gaussian-filtered Minimum Shift Keying

## 3.3 次世代航空衛星通信要件の調査

前述のアクションプラン17では、候補技術の選定にあたって、将来の航空通信システムの要件を検討した。本研究ではその内容について検討会を作って検討した。この通信要件では、フェーズ1とフェーズ2に分けて想定されるアプリケーションと情報転送速度等の通信性能、セキュリティ等を検討している。フェーズ1は、2020までに、フェーズ2は2030年頃までに導入を想定している。フェーズ1では、現行の音声通信が主体で、可能なデータ通信アプリケーションを適宜追加する。フェーズ2では、データ通信主体で、従来の管制主体の運用から、航空機側に飛行間隔、経路、時間等の維持を委譲した運用を考えられている。フェーズ2では、FMSとATC自動化システム間を高速データリンクで結び、データを自動的にやり取りし、トラジェクトリを管理するものである。フェーズ2に必要な情報転送速度としては、最大200kbps程度と見積もっている。

#### 4. おわりに

本研究により、将来のデジタル航空通信システムとして必要な要件の目安が得られた。今後は本研究の成果に基づき、将来の航空通信システムに関する研究を実施する計画である。

## 対空通信メディア高度化に関する基礎研究【基礎研究／空港整備勘定】

担当領域	機上等技術領域
担当者	○金田 直樹、松久保 裕二、塩見 格一
研究期間	平成 19 年度～平成 21 年度

## 1. はじめに

携帯電話や地上波デジタルテレビ放送など、航空以外の分野で新しいデジタル通信方式が導入されつつある。これらの新しいデジタル通信方式を支える技術的な背景として、符号分割多元接続(CDMA: Code Division Multiple Access)や直交周波数分割多重方式(OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing)などの新しい変調方式の開発が挙げられる。これらの技術は UHF 帯以上の周波数で通信を高速化する際に発生するフェージングやマルチパスの問題を解決することができる。しかし、フェージングやマルチパスによる問題は UHF 帯に特有の問題ではない。本研究は、古くから用いられている周波数である HF 帯において、これらの比較的新しい技術を用いて対空通信の高度化を試みる。HF 帯の通信の問題として電離層の状態が伝搬特性が変化すること、磁気嵐、デリンジャー現象等の影響などで通信が不安定となることがある。本研究により、このような不安定な通信路の代わりに、低速でも安定な通信路を提供することに貢献する。

## 2. 研究の概要

デジタル通信の高速化に対し、マルチパスによりシンボル間干渉が起こることが問題となる。簡単な例として、変調方式に振幅変調(ASK: Amplitude Shift Keying)を用いた場合のマルチパスによる検波出力の歪みを図 1 に示す。図 1 は直接波(上)、マルチパスによる遅延波(中)、合成した出力(下)を示している。

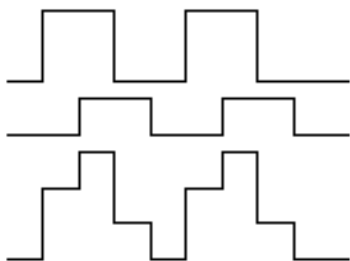


図 1: マルチパスによるシンボルの歪みの例

このように、マルチパスによる遅延とシンボル長が同程度になる場合、マルチパスによるシンボル間干渉により復号が困難になる。携帯電話や地上波デジタルテレビの例では、典型的なマルチパスによる遅延は数 km から数 10m で

あり、これは  $10^{-6}$  秒から  $10^{-4}$  秒程度の遅延が発生することを意味する。シンボル長が  $10^{-6}$  秒から  $10^{-4}$  秒となるのは 1M シンボル/秒から 10k シンボル/秒の通信であり、1 シンボル当たり 6 ビット(64QAM: Quadrature Amplitude Modulation)から 1 ビット(Binary Phase Shift Keying)の通信を行っているとする、6Mbps から 10kbps 程度のデジタル通信が最もマルチパスの影響を受けやすいことがわかる。

この問題に対して、2 種類の対策が考えられる。シンボル長をマルチパスによる遅延と比べ十分小さくする方法と、十分大きくする方法である。シンボル長がマルチパスによる遅延よりも十分小さければ、直接波とマルチパスによる各々の反射波を区別することができる。CDMA による RAKE 受信により、シンボル長を小さくして直接波とマルチパスによる各々の反射波を区別して受信することができる。一方、シンボル長がマルチパスによる遅延よりも十分大きければ、マルチパスによるシンボルの歪みは無視することができる。シンボル長を大きくすると通信速度が低下してしまう。しかし、OFDM を使うことで複数の周波数を効率的に利用しつつ、複数の低速な通信路を 1 本に束ねて高速化が可能となる。これらの技術を使うことにより、マルチパスに対する耐性を持ち、かつ、高速な通信を提供することが可能となる。フェージングに関しても同様である。

本研究では低周波で OFDM や CDMA などの技術を利用することを試みた。また、FPGA などの外部ハードウェアに頼らず、完全にソフトウェアによる信号の生成を行った。ソフトウェアによる信号の生成と復調は、構成が柔軟になり汎用性が高まるだけでなく、入力を読み切ってから復調を始めることにより、現在復号中の信号より以前の信号(過去の信号)だけではなく以後の信号(未来の信号)の情報を利用して復号を行うことができるなど、従来の通信機と比べて、復号方法に対する本質的な進歩をもたらす可能性があると考えられる。

HF 帯を選んだ理由は以下の通りである。第 1 に、北極及び南極付近では静止衛星を利用できないため、衛星通信の発達にもかかわらず、洋上空域飛行機に対する HF の装備義務化は残りそうである。第 2 に、HF 帯では見通し距離でしか通信しない VHF 帯に比べ、フェージングやマルチパスの問題が大きな問題となる。また、他の利点として、衛星通信に比べてレイテンシが小さいことが挙げられる。

本研究では、まず可聴周波数帯における CDMA 信号の生成を実施した。OFDM を選ばなかった理由は、対象とする HF 帯でのマルチパス遅延やフェージングの周期が長いこと、それ以上のシンボル長を持つ信号を生成することが現実的ではないと考えたためである。

また、可聴周波数帯で実施した理由は、スプリアスが課題であることがわかったため、周波数に依存しない問題の本質を解決するには周波数を低くして単純化することが効果的と考えたからである。

### 3. 研究成果と今後の課題

本研究では、リニア PCM 音声ファイルの直接生成により BPSK 信号を生成した。図 2 にその概念図を示す。図 2 は、サンプリング周波数 48kHz、搬送波周波数 1kHz の BPSK

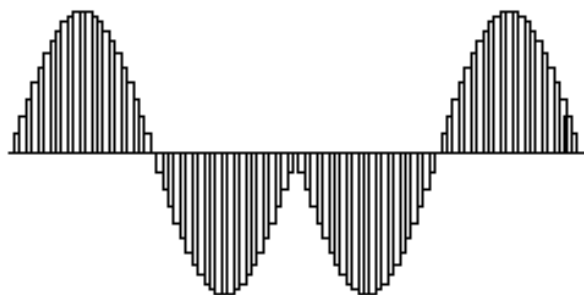


図 2: BPSK 信号の直接生成

信号を生成した例である。このような BPSK 信号に対し、CDMA 的な拡散変調を実施した。CDMA のチップレートは 100cps、拡散符号には長さ 15 の M 系列を用い、6.6bps の CDMA 通信を可聴帯域で実施した。

問題としてはスプリアスが大きく、このままで電波として送信しようとしても無線局として許可されないと考えられることが挙げられる。図 2 に示すように位相反転点での波形は大変急峻であることなどが原因として考えられる。本方式では波形そのものを制御するため、現在の航空通信で利用されている、MSK (Minimum Shift Keying)、GMSK (Gaussian filtered MSK) などの導入が対策として考えられる。

### 4. おわりに

航空管制にとって通信路は通信路容量 (ビットレート) より情報が伝達されるまでの時間 (レイテンシ) が重要である。なぜなら、管制指示が届くまでに必要な時間は管制間隔設定にとって重要な因子だからである。しかしながら、HF 帯では割当られた周波数帯域幅が狭いことから高速通信ができるわけではないという問題点もある。そのため、これから行う予定の管制指示を事前に送付しておき、必要になった時点で (既に送付した) 管制指示の実行を指示す

るなどの手段が必要となるかもしれない。

また、音声信号で放送されている ATIS の背景信号などとして、本方式で生成した信号を流すことも可能である。

HF 帯の直接信号生成をせずに音声帯域を用いることのもう一つの利点は、全機に対する装備義務を課さなければ利用できない機器と異なり、「装備機はより安全に、そうでない機もそれなりに」使えることである。下位互換性の確保が航空通信の高度化に対して常に課されていた問題であることを考えると、過渡期の導入方法としては効果的であるのかもしれない。

## 高精度測位補正技術に関する研究【受託研究／一般勘定】

<b>担当領域</b>	高精度測位補正技術開発プロジェクトチーム
<b>担当者</b>	○伊藤 憲、福島 荘之介、坂井 丈泰、武市 昇
<b>研究期間</b>	平成 15 年度～平成 22 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補正実験システムの開発を開始した。

## 2. 研究の概要

高精度測位補正実験システムは、準天頂衛星、補正情報リアルタイム生成・配信システム、モニタ局（国土地理院電子基準点）、プロトタイプ受信機（利用者装置）から構成される。この実験システムでは、モニタ局で取得されたデータを用いて、補正情報リアルタイム生成・配信システムで高精度・高信頼性を実現するための補正情報を生成する。この補正情報は地上局および準天頂衛星を経由して利用者に放送される。利用者は、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。電子航法研究所は高精度測位実験システムの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・配信システム評価試験

補正情報リアルタイム生成・送信システム(図 1)の単体評価試験を実施した。本評価試験により、補正情報リアルタイム生成・送信システムについて、(a)電子基準点観測データからリアルタイムで補正情報を生成・配信で



図 1 補正情報リアルタイム生成・配信システム

きる、(b)生成・配信された補正情報により、測位精度の改善・信頼性の確保が可能であることを確認した。

## 3.2 プロトタイプ受信機単体評価試験

プロトタイプ受信機の単体評価試験を実施した。この評価試験では、衛星シミュレータを用いることにより、プロトタイプ受信機について、①準天頂衛星から送信される、補正情報を含んだ信号を受信できる、②信号に含まれる補正情報を解読できる、③補正情報を利用した測位計算を実行できることを確認した。

## 4. おわりに

平成 15、16 年度に高精度・高信頼性の高精度測位補正方式の開発・評価、平成 17～19 年度には補正情報リアルタイム生成・配信システムおよびプロトタイプ受信機的设计・開発・単体評価試験を行った。平成 20 年度には補正情報リアルタイム生成・配信システムおよびプロトタイプ受信機を組み合わせて、地上での総合試験を行う。

## 掲載文献

- (1) 武市他、“L1-SAIF メッセージによる対流圏遅延補正方式”、第 51 回宇宙科学技術連合講演会、平 19.10
- (2) 坂井他、“準天頂衛星 L1-SAIF 補強信号のインテグリティ機能”、第 51 回宇宙科学技術連合講演会、平 19.10



図 2 プロトタイプ受信機(左)と衛星シミュレータ(右)

ヒューマンエラー事故防止技術の開発【受託研究／一般会計】

**担当領域** 機上等技術領域  
**担当者** ○塩見格一，瀬之口敦（ATM 領域）  
**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る。本研究は、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殿と共に進めている。

当所は、鉄道車両やトラック等の運転者の発話音声から、その疲労から過労状態の検出に加えて、漫然状態や緊張状態等の心身状態の判定に係る技術開発を進めて来た。

平成 19 年度には、平成 18 年度までに試作開発した車載型発話音声分析装置の機能検証を行うと共に、将来的な公道等における機能評価実験の実施に要する試験運用評価基準の策定を目的とした、実車実験を実施した。

2. 実車実験とその結果

平成 19 年 8 月 22 日夜から 9 月 11 日朝までの 20 日間、平成 18 年度と同様に、寒地土木研究所の寒地試験道路において、小型トラックを利用して、苫小牧日本通運株式会社の職業運転手 20 人を被験者として夜間の実車走行実験を行った。

実験は、長時間の単調な走行業務における心身状態の変化を観測することを目的とし、特に、平成 19 年度においては、通常は日勤の業務にある職業運転手による夜間の走行

であり、疲労に因り運転業務の継続が困難、或いは不可能になる状態までの心身状態の変化を観測する事を目的とした。

実験には、助手席に緊急停止用のブレーキを設けた改造車両を使用し、実験者が監視要員として同乗した。テストコースには 10m 間隔で反射テープを巻いたコーンを並べ、コーンを撥ねた場合に緊急停止させることとした。監視要員は、適時、運転者の姿勢や挙動を確認し、データ通信により観測室に監視情報を送った。

テストコース及び実験タイムテーブルの概要は、それぞれ図 1、及び図 2 に示す通りであり、被験者運転者には 18 時に観測室に来てもらい、実験の概要を説明し、体力測定等の実施後に 1 周だけ練習走行を行い、19 時頃から実験走行を行った。実験走行は、テストコース (0) 位置から開始し、時速 40km の一定速度で 14 周走行して (0) 位置で止まり、運転席で生理データ等を計測するまでを 1 試行として、この繰り返しとして実施した。

実験走行は、19 時から 2 試行を連続して行い、30 分程度の休憩を挿んで次に 3 試行を連続して行った。その後 30 分から 1 時間程度食事を含む休憩を取ってもらい翌 1 時前後から翌朝まで、トイレ休憩のみを挿むこととして 4 試行（2 試行+トイレ休憩+2 試行）を連続して行った。20 人

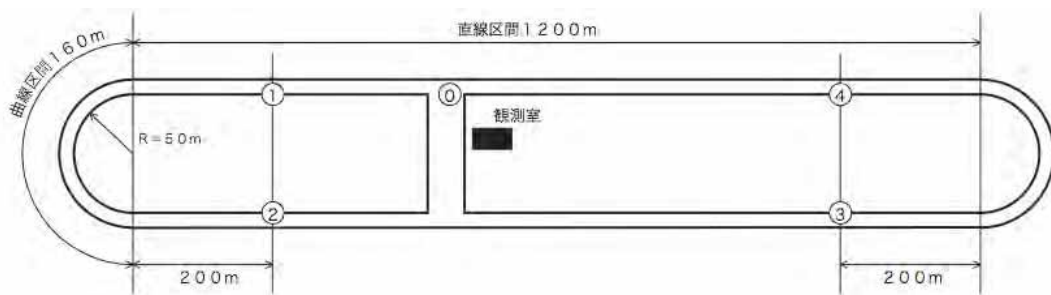


図 1 テストコースと標識の配置

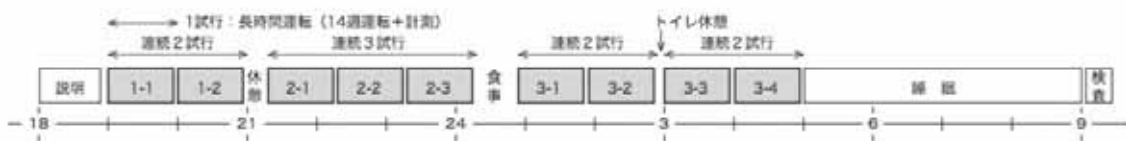


図 2 タイムテーブル



の被験者の内、9 試行の全てを走破した者は 15 名であり、5 名は 7 試行、また 8 試行（途中）で運転を継続することが不可能な状態に至った。

結果的にテストコースに設置したコーンを撥ねる事態は 1 回も起きなかったが、コーンの設置できないテストコースの内側に蛇行し、助手席の監視要員がハンドルを操作する状況は 1 度発生している。

なお、発話音声はテストコース上の①～④位置に設置した看板横を通過時に「○番通過速度良し！」と換呼してもらい収録した。また (0) 位置において、フリッカ・テストと自覚症状調べに併せて、朗読カードを利用して朗読音声を収録した。

被験者 20 人により収録したデータは膨大な量であり、現状は、年度を越えても整理分析等処理を進めている状況である。

図 3 は、現在までのデータ処理により得た典型的な結果として示すものであり、第 7 試行で運転を継続不可能になった被験者による換呼音声による CEM 値（換呼 CEM 値）の経時的な変化を示したものである。この被験者においては第 7 試行において、時速 40km の一定速度での走行を行うことができなくなり、第 7 試行における後半の周回においては時速 30km まで速度が低下する等の著しい運転パフォーマンスの低下があった。

図 3 に示す被験者の例において、第 1 試行、第 2 試行においては、換呼 CEM 値は比較的に安定しており、特に第 2 試行においては多少の増加は見られるものの、その変化は少ない。ところが 20～30 分程度の休憩の後には、各試行において周回を重ねるに連れて CEM 値が常に低下する傾向を示している。

このプロットにおけるスケールングにおいては、一般的に、健全状態における標準偏差は大きくとも 50 程度であり、1 時間に 100 程度も CEM 値が低下する様な状況が繰返されている状況は、その時点において被験者の消耗が著しいものとなっていたことを伺わせるものである。実際に、本被

験者は消耗著しく、第 7 試行において運転作業の継続が不可能となった。

### 3. おわりに

これまでの朗読音声の収録による実験結果より、発話音声から算出される CEM 値は、血中や唾液中のストレス物質や血圧等と比較しても個人差も小さく、これから算出される診断値により直ちにその発話者の疲労状態や覚醒状態が判定可能と考えて来た。

しかしながら、平成 18 年度と平成 19 年度に実施した実験結果により、作業中の換呼音声から算出される CEM 値によっては、必ずしも一度の発話音声による診断値からは、発話者の疲労状態や覚醒状態が正確には判定できないことが明らかとなった。

被験者が消耗し切っている様な極端な疲労状態については、朗読 CEM 値であっても換呼 CEM 値であっても、その判定を誤る様なことはないが、比較的に疲労状態が軽度である場合には、個々人の脳資源の配分パターンが異なるため、運転等の作業中の発話音声に疲労の蓄積等による変化が現れ難い場合が存在する。

図 3 に示した被験者の場合も、第 3 試行において既に疲労の蓄積は進行していたであろうが、「まだ頑張っている。」としか判定できない様な換呼 CEM 値となっている。第 4 試行においては、急激な CEM 値の低下が観測されており、この段階での警告の発出は、場合によっては手遅れであるかも知れない。

急激な CEM 値の低下に対して過労を警告するだけでなく、今後は、その前段階における疲労の蓄積に対する警告を可能とする様に、予防安全装置としての完成度の向上を図って行かなければならない。

### 掲載文献等

- (1) <http://www.siceca.org>

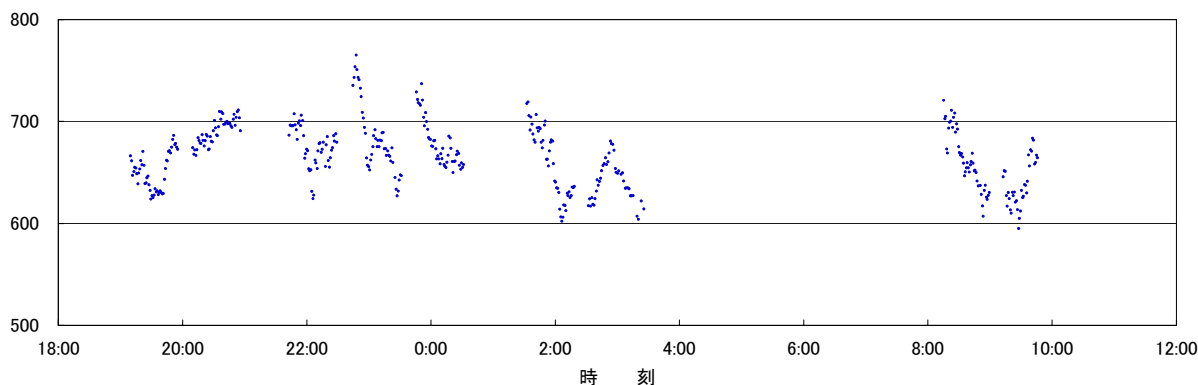


図 3 典型的な換呼音声による CEM 値の経時的変化の例

## 平成 19 年度 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【受託研究／空整勘定】

担当領域	機上等技術領域
担当者	○山本 憲夫、米本 成人、河村 暁子、山田 公男、朝倉 道弘
研究期間	平成 19 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、国内で技術基準適合証明を得た 433MHz 帯アクティブ IC タグが航空貨物機に電磁干渉を与える可能性について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 19 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
- ・ 貨物機内におけるアクティブ IC タグの電波環境調査
- ・ 貨物機でのアクティブ IC タグの電波の経路損失測定
- ・ 433MHz アクティブ IC タグの電磁干渉可能性評価

## 3. 研究成果

今回は、国内で使用するため技術基準適合証明を取得しているセイコープレジジョン社製アクティブ型 IC タグを使用した。電波無響室内で、RTCA の文書 160E に記載の手順で電磁放射を測定したところ 434MHz で約 67dB $\mu$ V/m と、DO-160E に記載されたレベルを超過していた。また、基本となる送信信号の周波数の半分と 2 倍の周波数でも調波成分が観測されたが、これらは DO-160E に記載のレベルと比較して十分低い値であった。

ボーイング社製 747-400 貨物機、および当該 IC タグを添付した貨物用コンテナ 19 個を用いて、機内の電波環境を操縦室や機内の代表的な個所にて測定した。測定値は貨物コ

ンテナに近いところで高くなり、ローワーデッキ前方の貨物室で約 79dB $\mu$ V/m と最大の電界強度を観測した。また、これらの電磁放射の測定値を統計的にまとめると、95%測定値は 70dB $\mu$ V/m であることが示された。

また、B747-400 旅客機改造貨物機を使用して、代表的な 8 種の無線機器に対して、機内からそれらの機器までの経路損失測定を行った。試験周波数は各無線機器が使用する周波数帯の代表 1 波と IC タグの周波数で測定した。周波数が低いほど、また機外のアンテナと送信アンテナの距離が近いほど、経路損失値が小さくなる傾向が見られた。433.92MHz については、機外のアンテナの同調周波数から離れているため、すべての無線機で 70dB 以上の経路損失となった。

これらの測定結果を踏まえて RTCA の文書 307「携帯電子機器許容のための航空機設計と認証」(DO-307)に記載の手順で電磁干渉の可能性を評価した。意図的に放射する電磁波については、433.92MHz における観測された最大の電界強度は約 79dB $\mu$ V/m であり、電磁干渉を考慮する搭載機器が最低限有する耐電界強度である 134dB $\mu$ V/m に比べて 55dB 低い値であった。また、不要放射について、航空用無線周波数帯で評価した。今回使用したアクティブ IC タグの航空用周波数帯での放射電力は非常に低く、かつ十分な大きさの経路損失があるため、搭載無線機器の感度に対して 35-97dB 低いレベルが入力することが示された。意図的、および不要電波放射の双方を考慮しても、これらの電波が干渉を与える可能性はないと判断した。

## 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。これらの結果から、今回測定したアクティブ IC タグが B747-400k 貨物機に対して電磁干渉を与える可能性はないことを示した。

## 掲載文献

山本憲夫他 “Emission Measurement of Active IC Tags”  
RTCA Paper No. 103-07/SC202-134

## 平成19年度 JTIDS等国内展開基準の作成その他1件委託【委託研究／空港整備勘定】

**担当領域** 機上等技術領域  
**担当者** ○小瀬木滋、田嶋裕久、大津山 卓哉  
**研究期間** 平成19年度

## 1. はじめに

民間航空用および軍用の無線機器の間で無線信号の干渉が発生すると、両者とも安全で円滑な航空機運用が困難になる。新たな無線機器の導入や運用方式変更に際して、相互に干渉妨害が発生しない条件を確認する必要がある。

本研究では、JTIDS (Joint Tactical Information Distribution System)等軍用無線機器と民間航空用無線機器との間について、信号干渉が発生しない条件を調査することにより、民間航空の安全を維持しつつこれらの機器の国内展開する際の技術基準を作成することを目的としている。

また、羽田空港近傍にて航空機に搭載されているATCトランスポンダの運用記録に異常が見つかる事例があり、その原因を究明するための資料として1030MHz信号環境の測定も実施する事とした。

## 2. 研究の概要

緊急を要するJTIDS関連課題として、次の調査を行った。

- ・ 空港周辺でのJTIDS運用制限の再検討
- ・ JTIDS運用協定の改定案
- ・ チャネルを共有するGNSSへの混信予測手法調査
- ・ Lバンド新システムへのJTIDS干渉予備調査
- ・ JTIDS干渉シミュレーション手法の調査
- ・ 1030MHz干渉信号調査

JTIDS関連では、特に、GNSSへの混信予測のために必要な基礎データを得るためのベンチ試験手法の開発、このベンチ試験に使用する試験信号開発のための信号環境測定手法の開発、今後の運用協定記載事項への追加候補であるコンテンツンアクセス方式に関する実験データの検討が主な課題となった。また、運用協定改定の技術的根拠を資料にまとめる事とした。

米国からの専門家が来日して開催された日米技術交流会議に参加した。また、平成19年12月にノルウェイ王国リレハンメル市にて開催された欧州JTIDS越境電波対策調整会議、平成20年1月にアメリカ合衆国メリーランド州アナポリス市で開催され

たMNWG-TI (多国間作業部会－技術交換) 会議に参加し、JTIDS干渉防止対策に関する国際動向を調査した。これらの会議では、GNSS信号への干渉ベンチ試験手法を検討し、さらに当研究所によるGPS-L5帯域内信号環境測定結果を報告した。

以上の調査結果をもとに、今後の短期的および中長期的な運用協定再検討に必要な情報を整理した。

## 3. 研究成果

GNSSの構成要素になるGPS-L5信号への干渉を分析するデータを得るため、航空自衛隊およびJSC (米軍統合周波数センター) と共同でベンチ試験方式を改良した。当研究所はDME/TACAN信号環境を調査しており、その測定結果は上記ベンチ試験に使用する試験信号開発に活用できる。また、GNSS信号環境報告書RTCA DO292には記載されていない現象の観測結果について上記国際会議に報告し、各国に信号環境の現状調査を勧告するなど、その活動に寄与した。

JTIDS運用協定改定案について検討し、改定に必要な技術的根拠を確認した。ただし、防衛省が目標とする運用条件に至らない事項もあるため、これらについて防衛省は継続討議課題を設定している。

国際会議の調査により次の事項も明らかになった。GNSS信号の耐干渉性やパルスブランカ等の干渉対策手法の能力を考慮しても、従来と比較して低電力まで干渉信号発生量を管理する必要がある。低電力干渉は広範囲で発生するため、他国への越境電波を含む新しい信号環境管理手法が重要な課題である。日本に於いても周辺諸国に対して配慮すべき事項を確認する必要がある。

## 4. 考察等

DMEなど従来の航空無線機器との干渉防止策については多くのデータが得られ、運用協定の再検討が可能な段階になった。一方、ADS-BやGNSSなど新たな信号への干渉は、導入時期までの検討課題である。特に、周辺諸国との間で、越境電波による干

渉対策を調整する技術的準備をする事が今後の課題となる。

#### 掲載文献

[1] 電子航法研究所：「平成19年度受託研究報告書 JTIDS等国内展開基準の作成他 1 件」、受託研究報告書、平成20年3月

[2] S. Ozeki, T. Otsuyama: "Another risk of interference in GPS-L5 band", EJCC, Lillehammer, December, 2007

[3]. S. Ozeki, T. Otsuyama: "Bench testing with playing back the signal environment", MNWG-TI, Annapolis, January, 2008

## LLZ 積雪影響低減調査委託【受託研究／空港整備勘定】

**担当領域** 機上等技術領域  
**担当者** ○横山 尚志、朝倉 道弘  
**研究期間** 平成 19 年度

## 1. はじめに

わが国における低視程時の CATⅢ（カテゴリーⅢ）の運航は、1995 年頃から 3 空港で開始された。MTBO(Mean Time Between Outages)の到達状況は、空港によって若干の相違があるが、目標のレベル（レベル 3：2000 時間）を大きく上回っており、わが国の CATⅢILS の信頼性のレベルが高水準であることが確認されている。また、青森空港においても CATⅢa の運用が開始されているが、冬季の積雪によるコース偏位の発生防止方法が要望されている。このように、CATⅢ空港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る。そこで、電子航法研究所は、東京航空局の依頼により、FFM の安定性に係る受託研究『LLZ 前方における滑走路延長工事影響調査委託』を実施した。

## 2. 研究の概要

本受託試験は次の 3 項目の課題によって構成される。

- イ) 稚内空港の滑走路延長工事に際して、図 1 に示す LLZ 前方不陸工事の LLZ 電波に対する影響の解析と滑走路延長工事の標準的施工方法の提言。
- ロ) 女満別空港においてオフセット LLZ を平成 20 年冬期前より運用開始する計画であるが、滑走路本体除雪において滑走路路肩の積雪バンクによって LLZ 電波に影響を及ぼす恐れがある。このため、LLZ 前方反射面の積雪状況の測定と進入コース偏位の解析により、オフセット LLZ の積雪による影響の解明と LLZ 前方地区の除雪方法の基準案の作成。
- ハ) 青森空港において冬季の豪雪期間に LLZ 空中線前方の積雪が原因と思われる LLZ の規定値を超えるコース変動が発生する。そこで、LLZ 前方及び滑走路ショルダーの積雪状況の測定、進入コース偏位のデータ収集及び解析を行い、LLZ の積雪による影響調査と解決策の提言をする。

## 3. 研究の概要および実験結果

## 3.1 稚内空港の解析

図 1 に示す不陸工事は、一般に、その切り口を滑走路中心線の左右対称にするが、解析では次の各種の場合に

ついて解析した。

- (a) 片側のみの不陸工事
- (b) 不陸の切り口を LLZ アンテナと平行・不平行にする場合
- (c) 不陸前後の切り口の高さを段違いにする場合

その結果、(a)、(b)の不平行、(c)において何れもコース変動が生じることが確認された。一般に、不陸工事をオーバーラン (OR) の LLZ アンテナ側で施工すると偏位がコースと平行になるが、OR より滑走路側にするコースベンドが発生してコース特性が著しく劣化する。これに対して、不陸の切り口を LLZ アンテナと平行に揃えると、コース変動が最小化される。

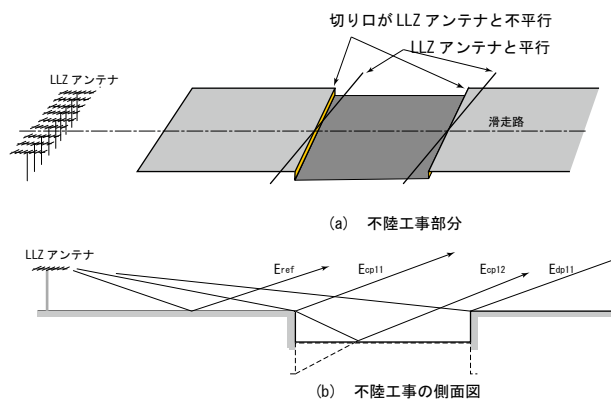
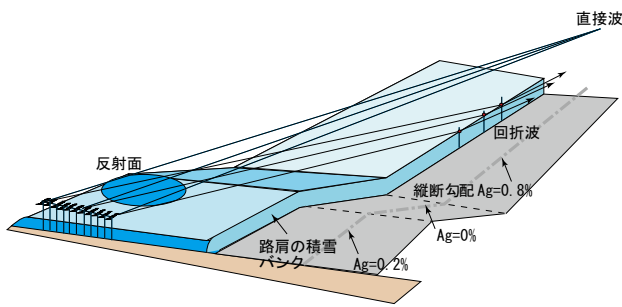


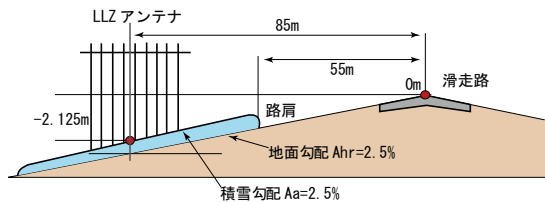
図 1 LLZ センシティブエリアの土木工事

## 3.2 女満別空港の解析

図 2 に示すように女満別空港のオフセット LLZ は滑走路側に 1.74 度方向であり、滑走路の路肩から 30m しか離れていない。このため、滑走路の除雪で飛ばされた雪によって反射面の滑走路側の積雪形状が凸型になる。そこで、解析では、滑走路の縦断勾配・横断勾配、LLZ 反射面の積雪形状および雪質等を考慮した結果、コース特性は、積雪深を一定、アンテナ高を  $H_{ant} \geq 3.5m$  にすれば規定値を満足する。しかし、図 3 に示すようにクリアランス特性は方位方向が滑走路側の  $\theta_{hr} > 12$  度において著しい低クリアランスが発生する。



(a) LLZの直接波の反射面と回折波の発生模擬図



(b) オフセットLLZと滑走路の断面図

図2 女満別空港の滑走路とオフセットLLZの配置図

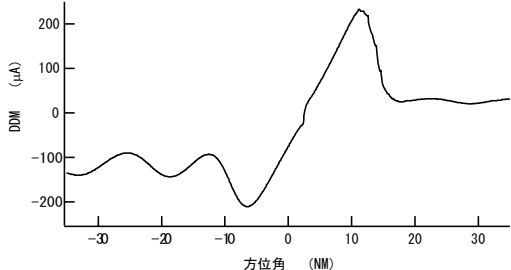


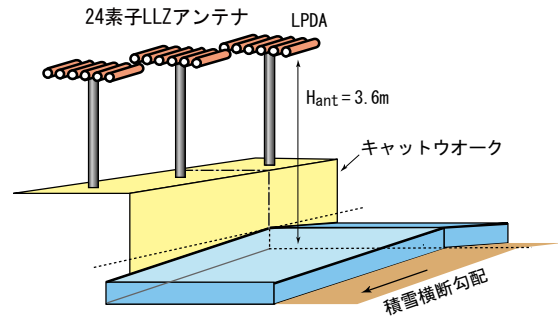
図3 アンテナ高をHant=4m、積雪深形状を一定勾配にしたときのクリアランス特性

### 3.3 青森空港の積雪実験結果

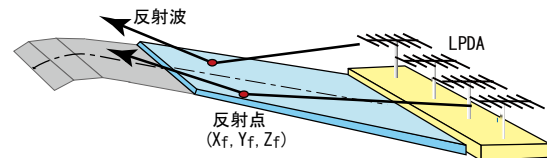
青森空港のLLZは図4に示すように滑走路中心延長線上に設置され、LLZ アンテナ前方反射面の左右の横断勾配は1%/1.5%、縦断勾配は0.5%である。

解析では、縦断・横断勾配を考慮した反射波解析法と積雪の多層構造の誘電率の実測値を併用することによってコース偏位の予測精度の向上を図っている。

2008年冬季の3ヶ月に亘る積雪実験の結果、反射面の積雪を圧雪状態に管理することによりコース偏位が著しく減少した。反射面の積雪を圧雪にすることは、降雨後の積雪含水量増加に伴うコース偏位の減少に有効である。しかし、2月に $DDM \leq -5\mu A$ と $DDM = +4\mu A$ の2回程規定値の逸脱が発生した。図5はその期間に測定した積雪データを用いてコース偏位を計算した結果である。FFMの指示値とよく一致し解析方法の有効性が確認された。



(a) LLZアンテナ、地面及び積雪横断勾配側面図



(b) LLZ反射面の縦断勾配と積雪反射波

図4 LLZアンテナと前方積雪反射面

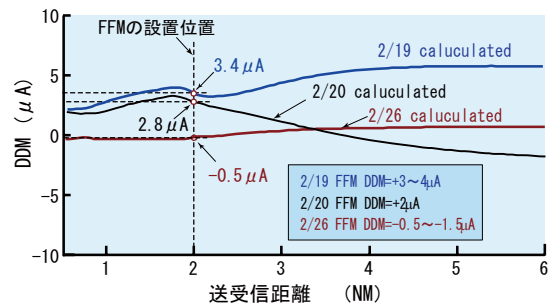


図5 積雪測定データを用いたコース特性

### 4. まとめ

積雪実験と解析によって次のような結論を得た。

- (1) 稚内空港の滑走路延長に伴う不陸の土木工事においては、不陸の切り口をLLZアンテナと平行に揃えることによってコース変動が最小化される。これが不陸工事の進入コース劣化防止のための標準的な施工方法であり工事部分を埋め戻すことなく運用を継続することができる。
- (2) 女満別空港におけるオフセットLLZの積雪によるコース特性については、積雪深を一定、アンテナ高を $H_{ant} \geq 3.5m$ にすれば進入コースは規定値を満足できる。しかし、クリアランス特性は滑走路側の方位方向 $\phi_{hr} > 12$ 度において著しい低クリアランスが発生する。
- (3) 青森空港におけるLLZコース偏位の発生防止に係る積雪実験では、LLZ前方反射面の積雪を機械圧雪すれば、積雪の融雪や降雨時のコース偏位が減少することが確認された。このような現象は、LLZアンテナ前方の左右の積雪面の層構造が非対称になって反射波のバランスが非対称になるためである。今後、積雪面を圧雪しても $DDM \leq \pm 4\mu A$ のCATⅢのコースアラインメントの逸脱を防止

することは困難であると考えられる。そこで、反射波遮蔽構造体を用いるコース偏位抑制法などを検討する必要があると考えられる。この方式は除雪回数を最小化でき、費用対効果の点でも優れている。

#### 掲載文献

[1] 横山他：“LLZ 積雪影響低減調査委託”、受託研究報告、平成 19 年 3 月



事前評価実施課題（その1）

○研究課題名：洋上経路システムの高度化の研究

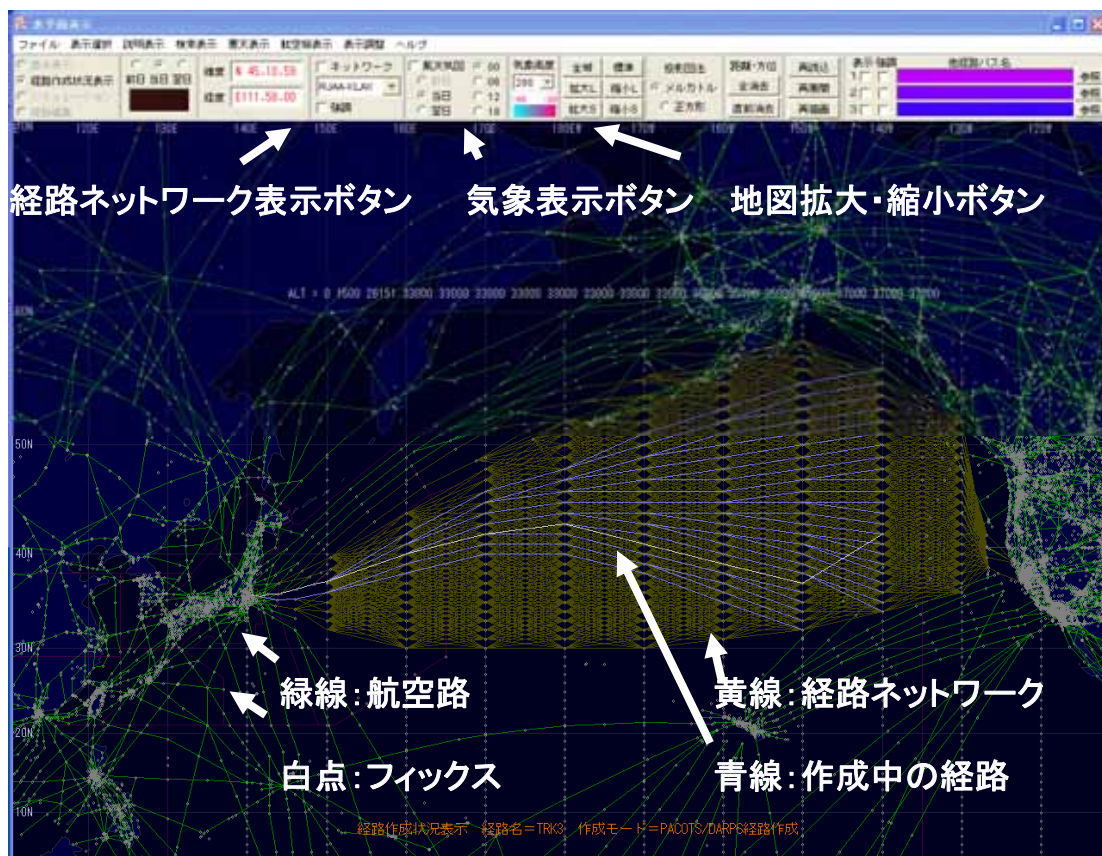
○実施期間：平成20年度～平成23年度 4ヶ年計画

1. 研究の背景、目的

太平洋上を飛行する航空機位置の把握はポジションレポートにより行われてきたため、歴史的に広い管制間隔がとられており、この管制間隔を確保するために最適経路とは一致しない経路を設定する場合も多かった。しかし、近年の航空機上機器の進歩や衛星航法の普及により管制間隔が短縮されてきている。これを生かして、より経済的な洋上経路の設定が航空会社から望まれている。

具体的には固定経路を設定している北部太平洋経路（NOPAC）や南部太平洋経路（GENPAC）について毎日最適経路を引くことや、すでに気象予報を参考に経路を引いている FLEX 経路の中部太平洋経路（PACOTS）については経路数を増やすこと、ユーザが希望する経路（UPR：User Preferred Route）を飛行することなどがあげられる。

本研究では、最適経路についての管制運用の模擬や、消費燃料、飛行時間の計算を行い、最適な洋上経路設定方法を得ることを目的とする。



最適経路作成のイメージ

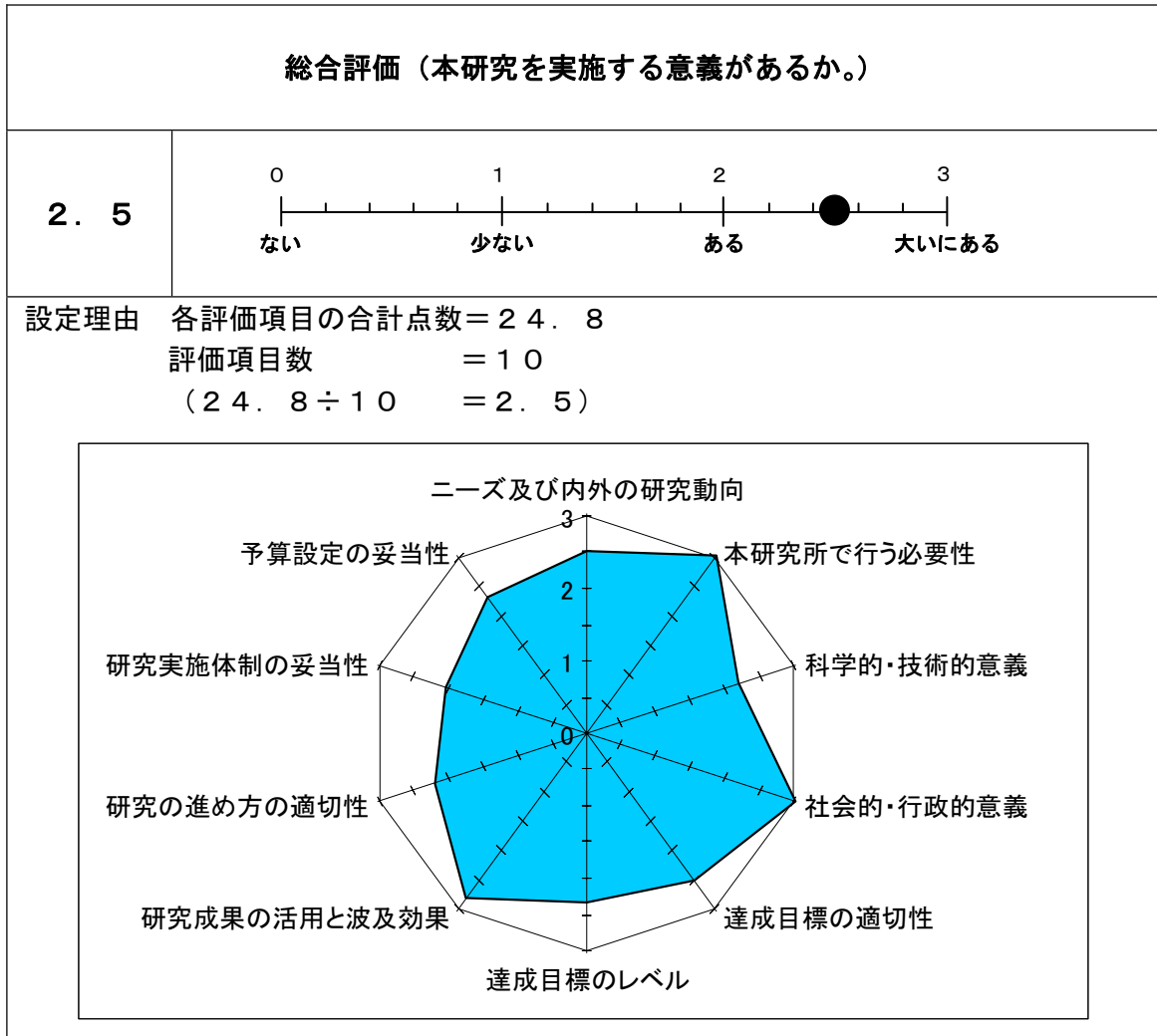
2. 研究の達成目標

- ①洋上経路について UPR が可能な時間帯の特定や、FLEX 経路を複線化した場合の経済効果を数値化する。
- ②太平洋航空管制事務レベル調整会議（IPACG）に技術資料を提出する。

3. 成果の活用方策

管制運用上等の問題を明確にすることにより、ユーザーの希望する経路に近い経路が設定可能となる。

4. 評価結果



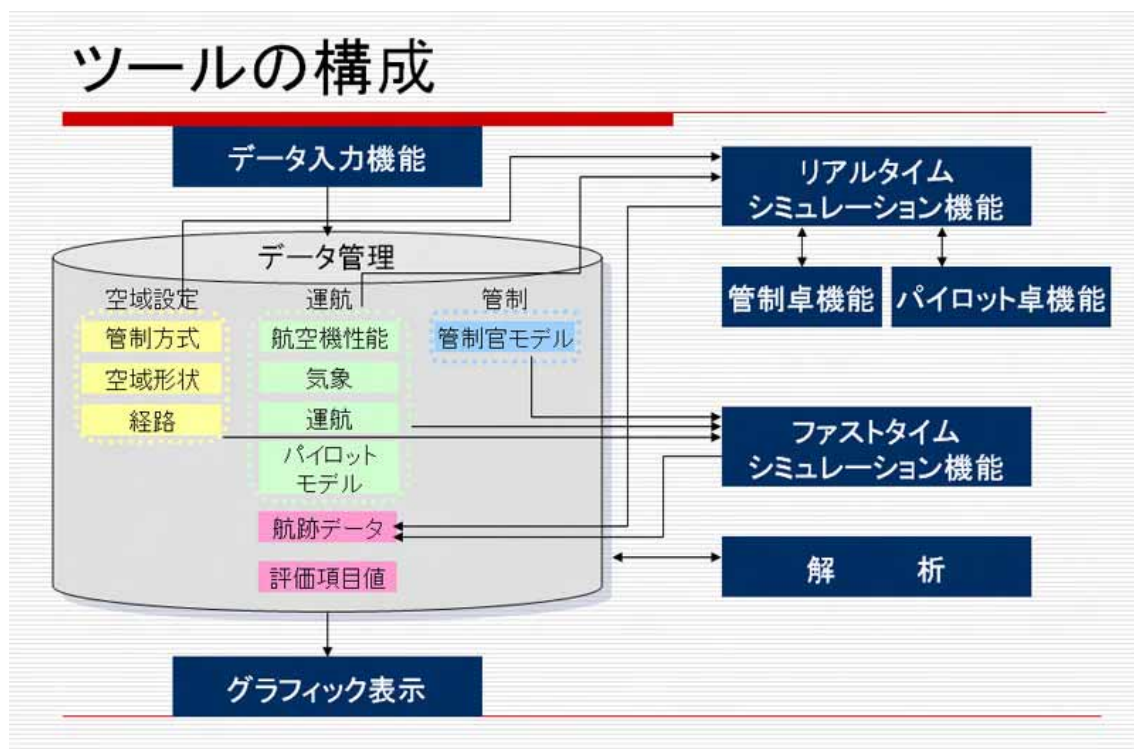
事前評価実施課題（その2）

- 研究課題名：ターミナル空域の評価手法に関する研究
- 実施期間：平成20年度～平成23年度 4ヶ年計画

1. 研究の背景、目的

今後も大幅な増加が見込まれる航空交通量に対応するため、羽田空港の再拡張等が行われているが、再拡張後も中型航空機を用いた多頻度運航や上空通過を含む国際需要の増加が予想されるため、ターミナルの空域、経路、管制方式等を状況に合わせて見直し、必要な空域容量を確保することが必要である。輻輳するターミナル空域の交通流をより効率的に処理するためには、空域形状、経路設定等が最適であるかどうかを評価する手法を充実させることが不可欠であるが、空域の設計は専門知識や経験則に頼る部分が多いことに加え、シミュレーションによる評価においては膨大な作業量と時間を要したり、気象等の前提条件をきめ細かく設定できないといった制約があり、短時間で最適な空域設計を行うことが困難であった。

本研究では、評価の標準化、総合的視点からの評価、評価時間の短縮等の観点から、評価指標の数値化を図る事により新しい評価手法の策定を試みるものである。



ツールのイメージ

2. 研究の達成目標

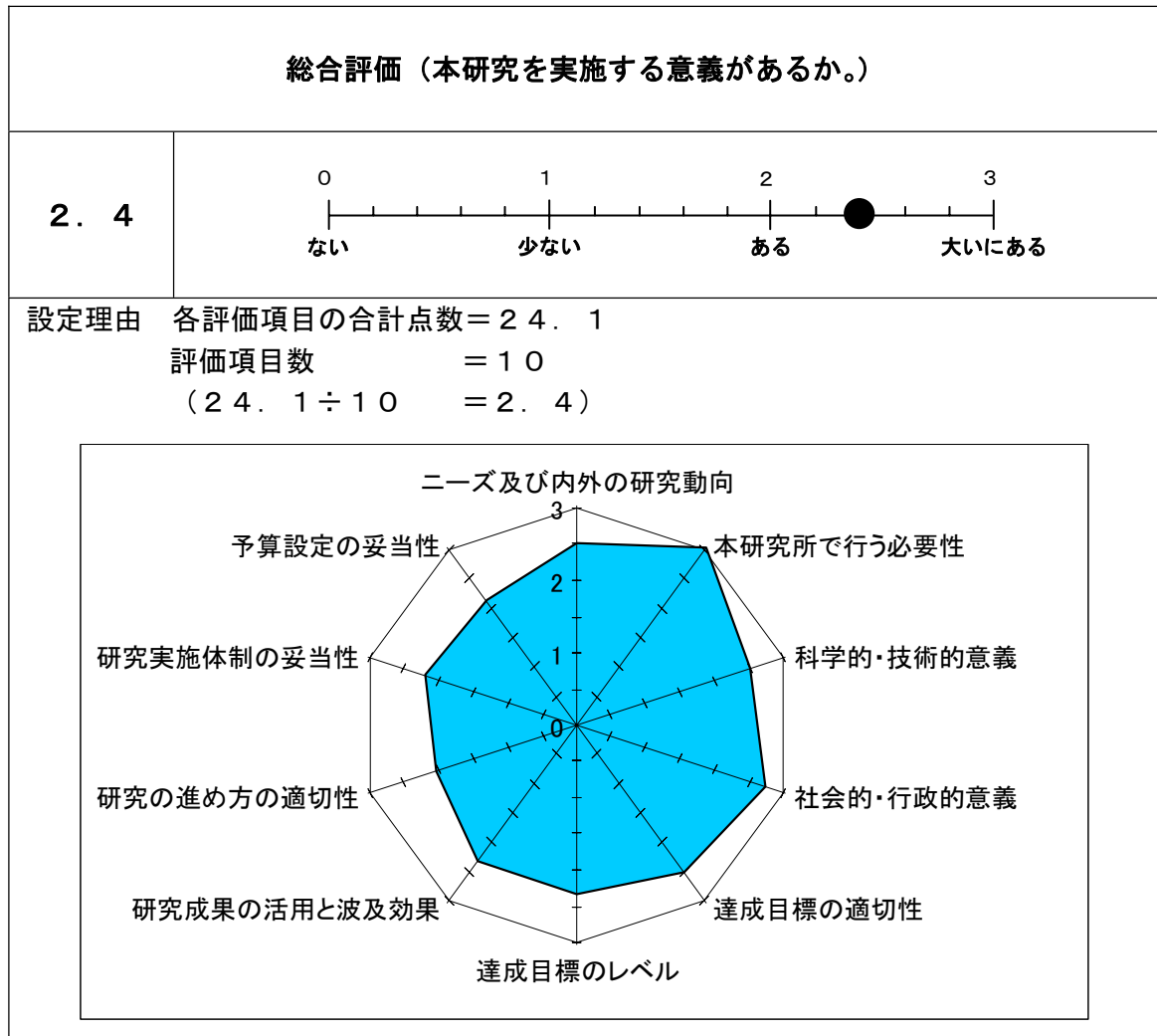
- ① RDP（レーダ情報処理システム）や ARTS（ターミナル管制情報処理システム）等の実際の運航データや、シミュレーションログの解析を行い、運航効率、空域容量、管制効率に係る評価項目の抽出や定義付けを行う。
- ② 各評価項目間の相関関係および評価項目と要因との因果関係の検討を行う。
- ③ シミュレーション機能を基礎とした、評価ツールを作成する。
- ④ 評価手法の策定に必要なデータの取得、および、評価手法の検証のためにシミュレーシ

ョンを実施する。

### 3. 成果の活用方策

- ① ターミナル空域の安全で効率的な運用方式の開発
- ② 運航者ニーズ、管制官ニーズのバランス良い取り込み
- ③ 行政における企画立案機能の向上・効率化

### 4. 評価結果



## 事前評価実施課題（その3）

○研究課題名：GNSS 精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発

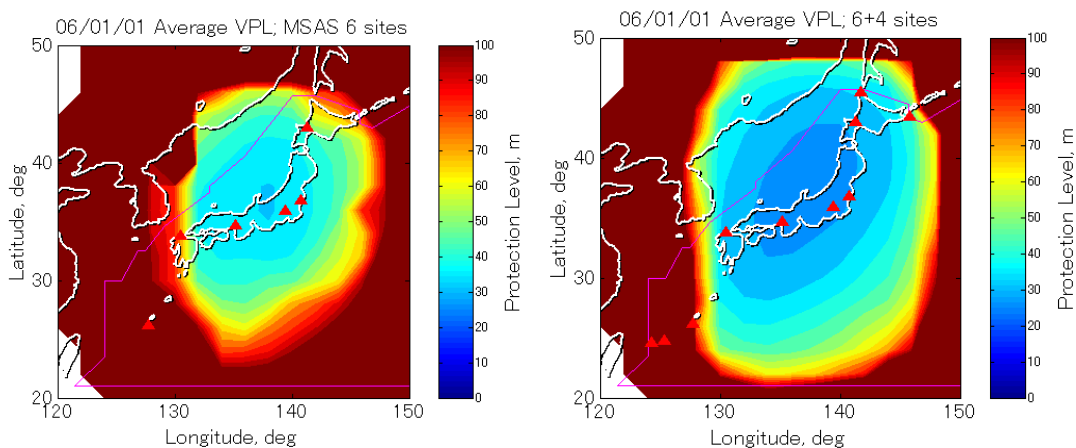
○実施期間：平成20年度～平成23年度 4ヶ年計画

## 1. 研究の背景、目的

ICAOにおいて全ての運航フェーズにおけるGNSSへの期待が高まっているが、GNSSを使用した精密進入としては、SBASでは米国がAPV-Iのサービスを開始し、GBASは2008年頃から米国のメンフィス空港およびオーストラリアのシドニー空港においてCAT-I運用を計画している。また、ドイツ、スペインにおいても2009年からの運用に向けての作業が進んでいる。

日本でもMSASの運用が2007年秋から開始される予定であるが、垂直誘導機能が十分ではないため、今のところ精密進入には使用できない。またGNSSでは、精密進入のシステムが誤った情報を出力する確率が $10^{-7}$ ～ $10^{-9}$ 乗という極めて小さな値以下にすることを国際標準で定めているが、リスク管理手法が完全には確立されていないため、精密進入におけるGNSSの適用を困難にしている。

本研究では、従来の安全性を担保しながら、日本周辺空域に適したMSASの補強アルゴリズムを開発することと、GBASにおいて安全性の証明に必要なリスク因子を明らかにそのリスクを管理する手法を開発することを目的とする。



VPL のイメージ（左図：基準局が6局 右図：基準局が10局）

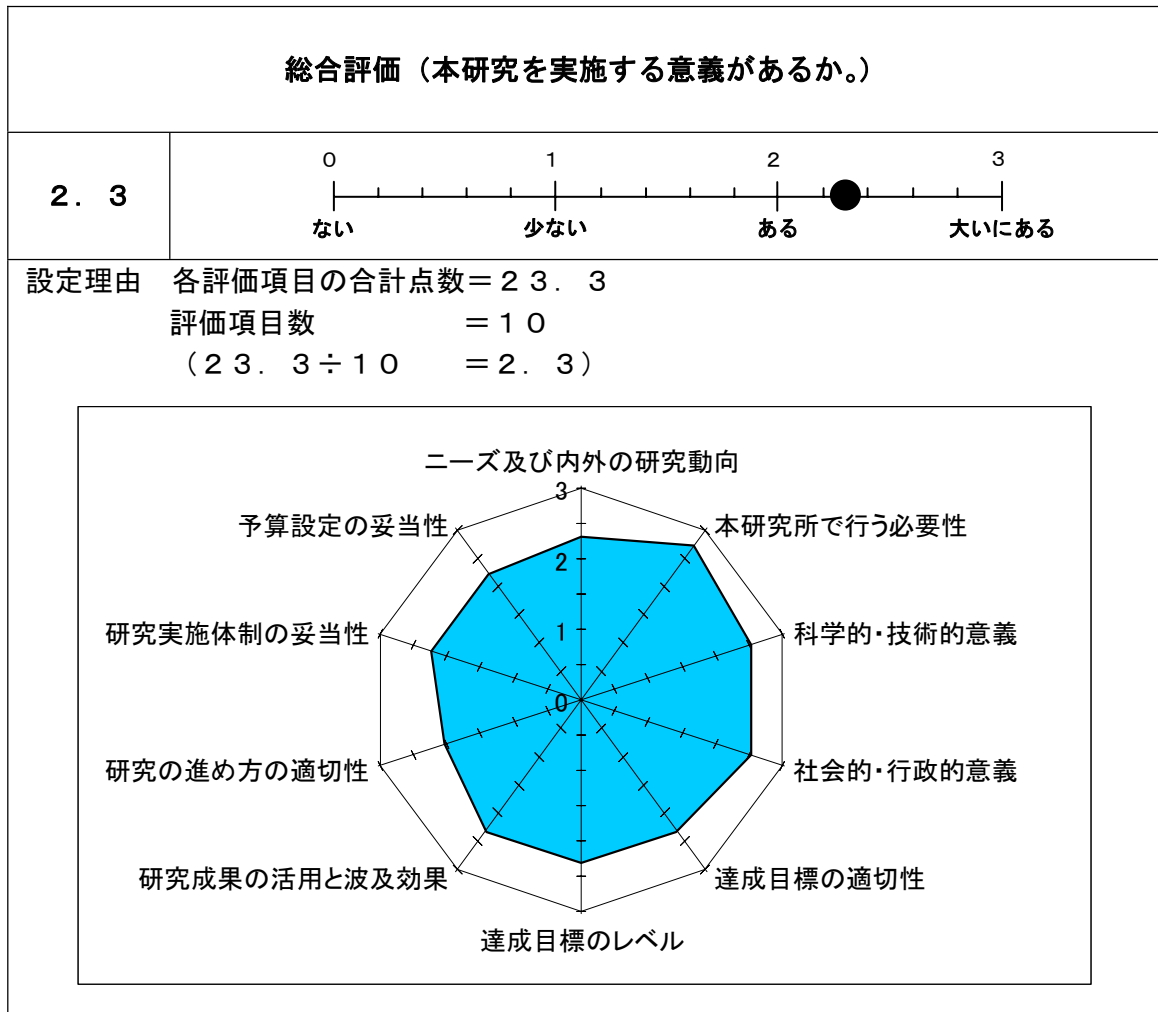
## 2. 研究の達成目標

- ①MSASによる精密進入の実用化に必要な垂直保護レベルが35m以下の割合を、南西諸島などを除いて99%以上になるような補強アルゴリズム等を開発する。
- ②CAT-III GBAS に必要となるリスクを  $10^{-9}$  以下に管理する手法を開発する。

## 3. 成果の活用方策

- ①電離層推定アルゴリズム改良によるリスク推定の適正化と利用率の向上によって、MSASが精密進入に使用できるようになる。
- ②GBASシステムの安全性解析法の確立とリスク低減法の提案を行うことにより、GBASの実用化が図られ、GNSSを用いた精密進入システムが実現でき、高精度のRNP進入および滑走路に対する双方向進入が可能となる。
- ③セグメント・アプローチ、カーブド・アプローチなどが可能となり、着陸進入時の安全性・効率性が向上するとともに空港の容量が増大する。
- ④開発した安全管理手法は今後の航空における ATM、CNS 領域の安全性解析の指針となる。

4. 評価結果





## 事前評価実施課題（その4）

○研究課題名：電波特性の監視に関する研究

○実施期間：平成20年度～平成22年度 3ヶ年計画

## 1. 研究の背景、目的

電波伝搬において、広開口のアンテナからの出力は、アンテナ近傍領域と遠方領域でアンテナパターンの違いにより、近傍のアンテナを用いて監視した場合の電波特性と遠方における実電波特性とは、違いが生ずる。例えば ILS GP では、近傍のモニタアンテナにより監視した場合、近接効果により遠方の特性と異なる他、地面の乾湿、凹凸及び積雪等にも依存する。一般的に遠方の実電波特性を近傍のアンテナにより監視し、電波特性を解析することは複雑で難しい上、一般の通信ではアンテナパターンの違いが問題になることはないため、今までこのような研究は十分に行われていないのが現状である。

本研究では、従来近傍のプローブアンテナを機械的にスキャンして収集したデータからオフライン処理して得られる遠方のパターンを、リアルタイムで行う技術を開発することを目的としている。

## 2. 研究の達成目標

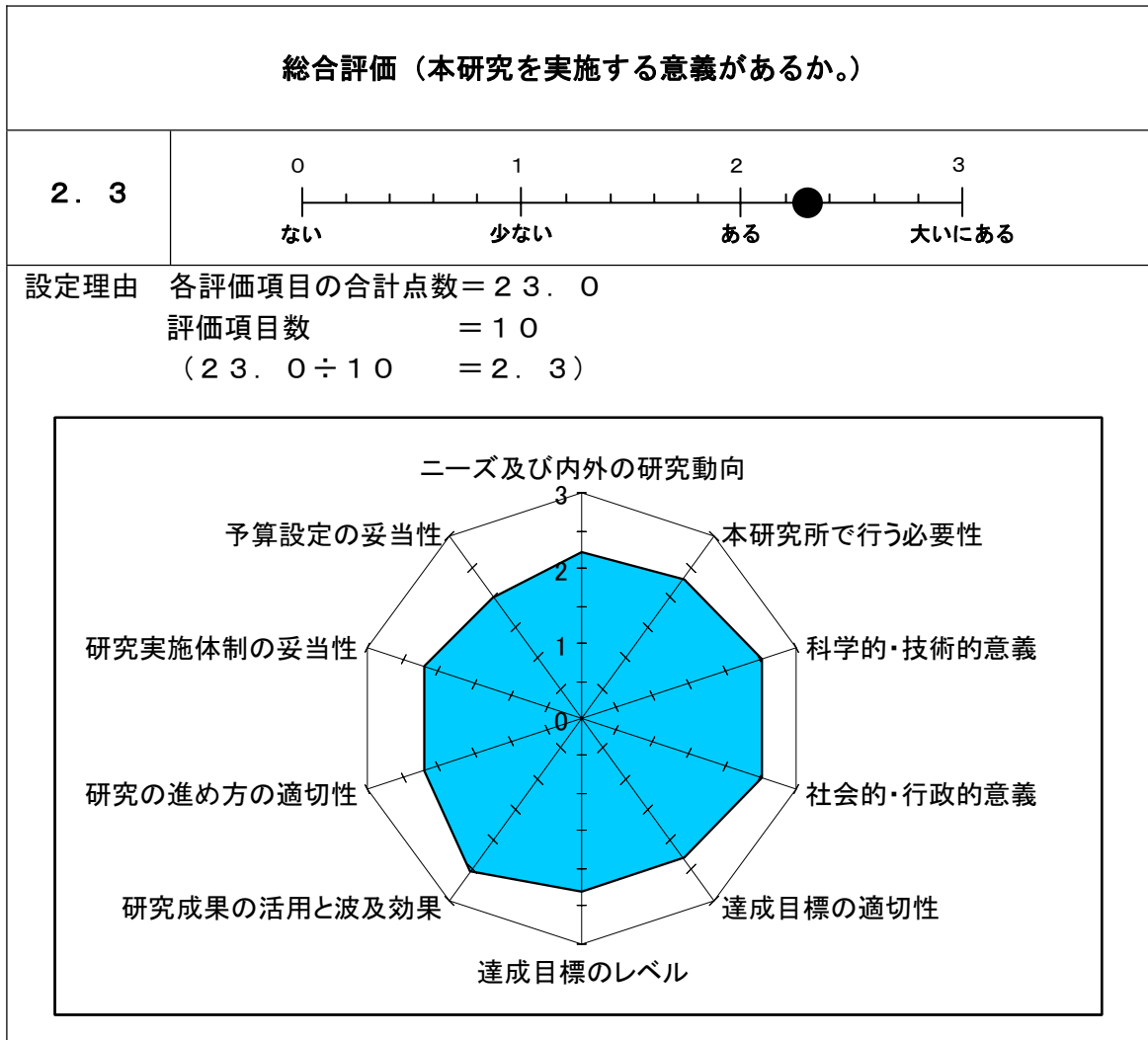
- ①地面構造・環境を考慮した近傍モニタのシミュレーションプログラムの開発。
- ②モニタの変動の原因となる反射面の診断ができる誘電率測定装置の開発。
- ③遠方特性を高い相関係数で推定できる近傍モニタ技術の開発。

## 3. 成果の活用方策

- ①ILS GP の周辺環境によるモニタ特性劣化の分析及び安定性の向上が図れる。
- ②誘電率測定が出来ることにより反射特性の推定精度を向上できる。
- ③ILS GP の近傍モニタの性能向上に利用できる。
- ④ILS GP の稼働率、信頼性の向上及び飛行検査業務等の高能率化を図ることができる。



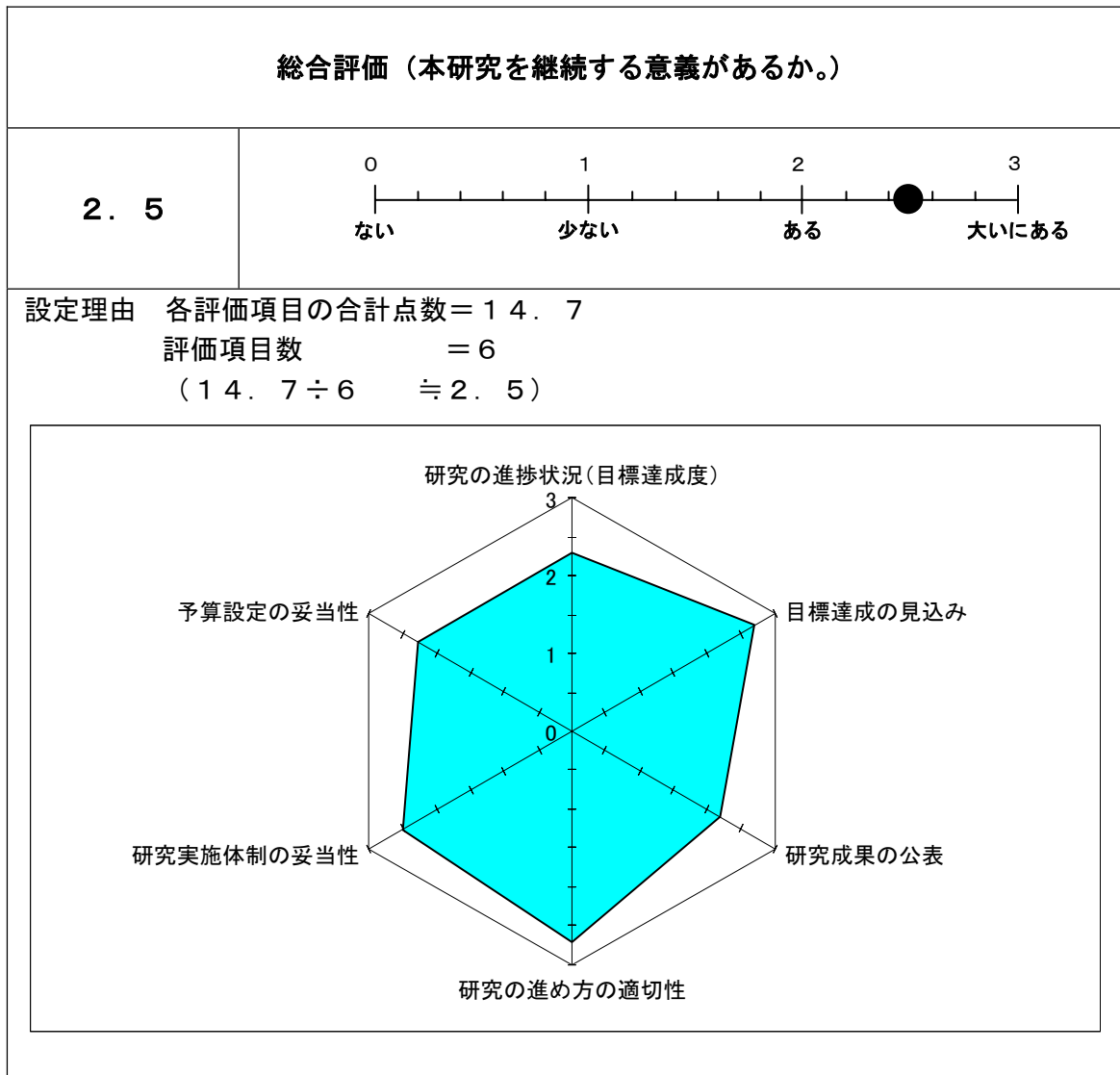
4. 評価結果





- ①航空機の機上装置の普及に伴い、次期航空路レーダ情報処理システム、次期航空路管制卓及び無線施設の性能向上が行われる際、航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法の導入が期待できる。
- ②コンフリクト不要警報の発生及び警報の検出遅れを防ぐとともに航空路レーダ情報処理システムのコンフリクト検出機能を向上することにより、航空管制官の状況認識の向上、航空交通の安全性の向上が期待できる。

5. 評価結果



## 中間評価実施課題（その2）

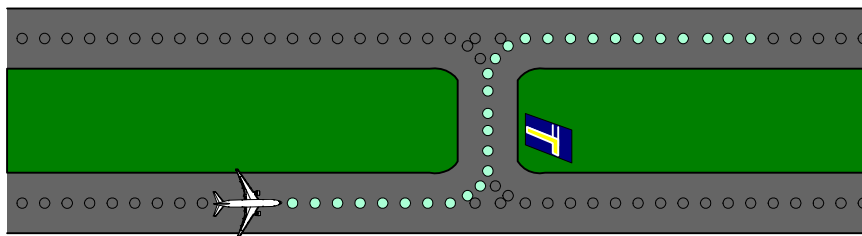
○研究課題名：A-SMGCシステムの研究

○実施期間：平成16年度～20年度 5ヶ年計画

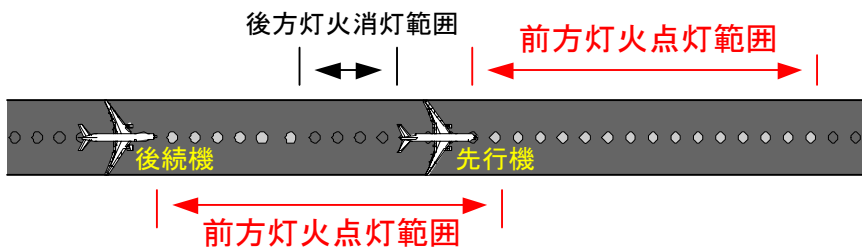
## 1. 研究の背景、目的

航空交通量の増加と空港の大規模化に対応して、空港面における安全かつ円滑な地上走行誘導及び管制を支援して運航効率を向上すると共に、低視程運航時における安全な走行間隔の確保、滑走路への誤進入防止等を図るため、これを可能とする先進型地上走行誘導管制（A-SMGC）システムの早期研究、開発、導入が求められている。

A-SMGCシステムでは、監視、経路設定、誘導、管制の4つの基本機能が要求されており、監視については、効果的な統合型監視センサの研究を行う。経路設定／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データを使用して機能実現に必要な処理アルゴリズムを開発する。また管制機能としては、管制官、パイロット、車両運転者、空港運用管理者等に対する適切なヒューマン・マシン・インターフェースを開発することを目的とする。



(a) 誘導路中心線灯の区間点灯制御



(b) 後続機が続く場合の灯火制御

## 灯火誘導（Follow Green）概念図

## 2. 達成目標

- ①高密度運航への対処、低視程時における地上走行の確保等、利用ニーズに応じた A-SMGC システムの構成要素を明らかにする。
- ②航空機と車両のそれぞれの移動体に適した監視センサの組み合わせとデータの統合化により、A-SMGC のシステムに適した統合型空港面監視システムを開発する。
- ③統合型空港面監視システムで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誘導機能の実現に必要な処理アルゴリズムを開発する。
- ④管制上必要な情報等の効果的な表示方法の開発とデータ入出力のヒューマン・マシン・インターフェイス（HMI）を開発する。

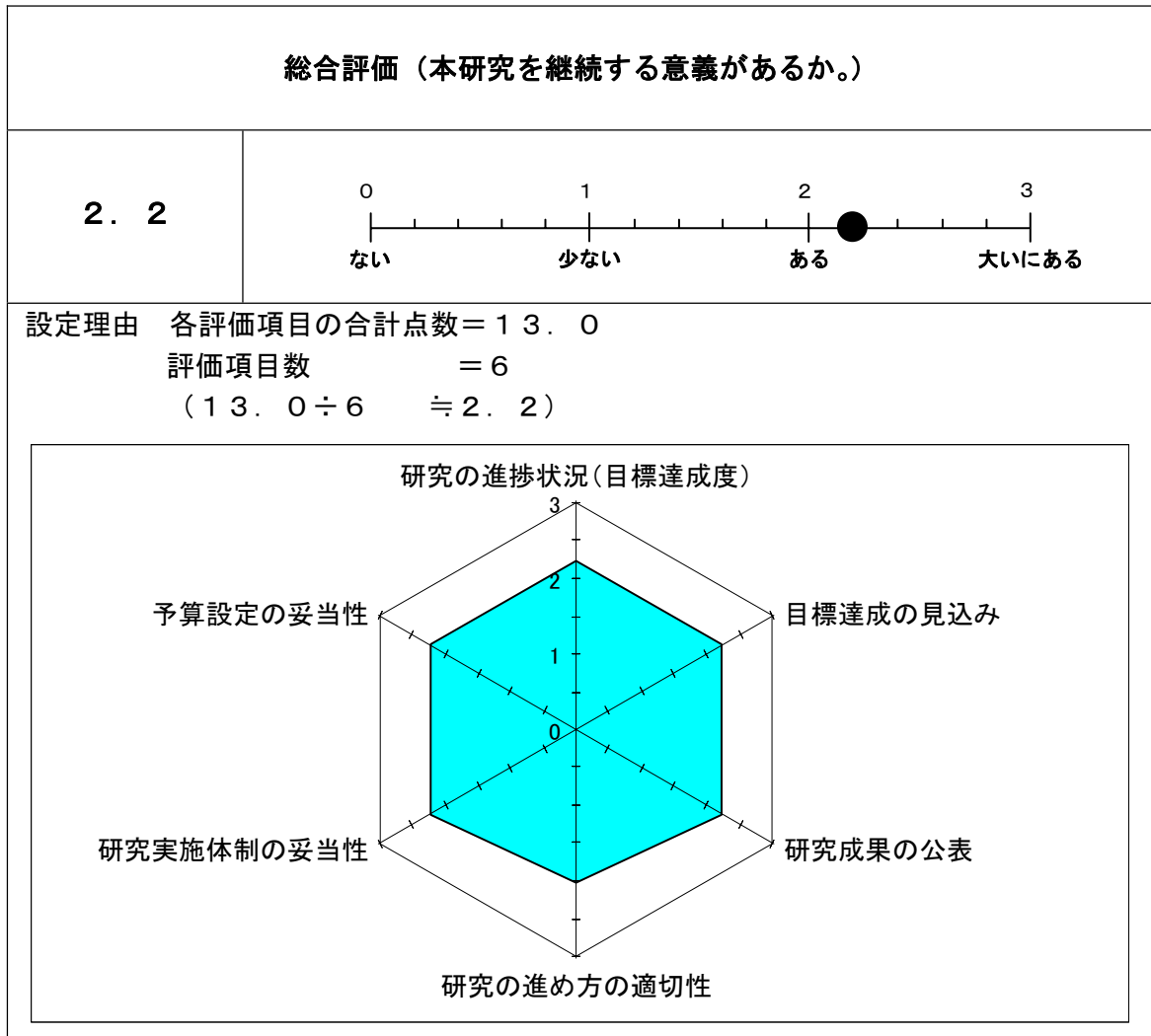
## 3. 目標達成度

- ①A-SMGC 全体システムの検討を行い構成要素を明らかにし、各要素を結合させた A-SMGC 実験システムを構築して機能試験を実施した。
- ②全ての航空機と車両に対する自動識別表示を実現する統合型空港面監視システムの開発を実施し、システム導入の見通しが得られた。
- ③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実施した。  
経路設定については、タッチパネルまたはマウスを使って比較的容易に経路指示できることを確認した。  
また灯火誘導については、対象となる航空機の移動に合わせて誘導路中心線灯（TCLL）と停止線灯（STBL）に対する灯火制御が所定の手順に沿って正常に動作することを確認した。
- ④滑走路誤進入・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、機能実現に向けた検出用処理アルゴリズムを試作した。

#### 4. 成果の活用方策

- ①A-SMGC システムの導入が考えられる各空港の特性（交通量、空港面レイアウトの複雑さ、視程条件等）に適したシステム構築のための技術資料の提供等を通して、我が国の A-SMGC システムの運用要件、技術要件等の策定に貢献できる。
- ②システムの導入により、大規模空港における航空機及び車両の地上走行効率の向上、低視程運航時における衝突及び滑走路誤進入防止等の安全な地上走行の確保、運航の継続、並びに管制官の状況認識の向上による管制業務のワークロード軽減等に寄与できる。

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2期中期目標・中期計画・平成19年度計画対比表

<p>中期目標</p> <p>独立行政法人電子航法研究所 第2期中期目標</p>	<p>中期計画</p> <p>独立行政法人電子航法研究所 第2期中期計画</p>	<p>平成19年度計画</p> <p>独立行政法人電子航法研究所 平成19年度計画</p>
<p>独立行政法人電子航法研究所(以下「研究所」という。)は、電子航法に関する試験、調査、研究及び開発を行うことにより、交通の安全の確保とその円滑化を図ることを目的とした、わが国唯一の試験研究機関である。その運営に当たっては、自律性、自発性及び透明性を備え、業務をより効率的・効果的に行うという独立行政法人制度の趣旨を十分に踏まえ、社会ニーズ等の状況変化に適切に対応しつつ、本中期目標に従って、質の高いサービスを提供すること。このため、研究開発及び成果の普及・活用促進等、研究所が実施するあらゆる活動を通じて、わが国の交通の安全と円滑化に貢献するとともに、航空行政等の国土交通政策について、その技術課題の解決を図るといふ研究所の任務を的確に遂行するものとする。</p> <p>また、研究所は、本中期目標期間より非公務員型の独立行政法人へ移行することから、国に加え大学、民間等と人事交流などの連携を促進すること等により、そのメリットを最大限活用するものとする。</p> <p>第1 中期目標の期間 平成18年4月1日から平成23年3月31日までの5年間とする。</p> <p>第2 業務運営の効率化に関する事項</p> <p>1. 組織運営 (1)組織運営の合理化・適正化の推進</p>	<p>独立行政法人電子航法研究所(以下「研究所」という。)は、電子航法に関する試験、調査、研究及び開発を行うことにより、交通の安全の確保とその円滑化を図ることを目的とし、航空交通管理システムに関する研究等を通じて、航空行政等を技術的側面から支援する中核的研究機関として社会に貢献していく。この実現に向けて、専門性の集約・継承と深化を図り、効率的な業務運営を行うことを基本とし、社会ニーズ、特に増大する航空交通量に対応するため、高度な航空交通管理手法の開発・評価に関する研究を戦略的・重点的に実施する。</p> <p>また、非公務員型の独立行政法人として、柔軟で弾力的な人事制度を構築することにより、産業界及び学界との人材交流による連携を促進し、人材の育成及び研究ポテンシャル(能力)の向上を図る。</p> <p>以上を踏まえ、独立行政法人通則法第30条第1項の規定に基づき、研究所の平成18年度から始まる期間における中期目標を達成するための計画を次のように策定する。</p> <p>1. 業務運営の効率化に関する目標を達成するためのべき措置 (1)組織運営 研究開発機能の専門性と柔軟性の向上を図</p>	<p>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19年度の年度計画を以下のとおり策定する。</p> <p>1. 業務運営の効率化に関する目標を達成するためのべき措置 (1)組織運営 航空交通管理領域、通信・航法・監視領域及び機上・等技術領域の3領</p>

<p>中期計画において、組織運営に関する計画と目標を具体的に定めることにより、組織運営の合理化・適正化を推進するとともに、その実施状況と目標達成状況について、定期的な自己点検・評価を実施すること。また、年度計画については、中期計画を基本として、自己点検・評価結果及び独立行政法人評価委員会の年度評価結果を踏まえた改善策を盛り込むこと等により、組織運営を効果的・効率的かつ機動的に行うこと。</p> <p>(2)業務執行体制の見直し等 高度化、多様化する社会ニーズに迅速かつ的確に対応でき、理事長のリーダーシップと研究企画・総合調整機能を最大限発揮できるように業務執行体制を見直し、責任の範囲と所在を明確にした組織運営を行うこと。また、専門分野を集約した組織構成とすることにより、研究開発機能の専門性と柔軟性の向上を図ること。</p> <p>特に重要なプロジェクトの推進については、プロジェクトチームにより自立的・弾力的な組織編成を行うこと。</p>	<p>り、かつ航空交通管理システムに係る中核的研究機関としての機能を果たすために、研究領域を大括り再編し専門分野を集約する。具体的には、航空交通管理領域、通信・航法・監視領域及び機上等技術領域の3領域の組織構成とする。</p> <p>また、社会ニーズの高度化・多様化に迅速かつ的確に対応でき、理事長の運営方針・戦略の発信等を通じたリーダーシップと研究企画・総合調整機能を最大限発揮できるように業務執行体制を見直し、責任の範囲と所在を明確にした組織運営を行う。具体的には、航空行政と連携しつつ航空交通管理システムの全体構想における各研究課題の位置付けの明確化を図るなど、企画・調整機能を重点化する。</p> <p>特に重要なプロジェクトの推進については、プロジェクトチームにより自立的・弾力的な組織編成を行う。</p> <p>本中期目標期間においては、組織運営に関する計画の実施状況と目標達成状況について、年度計画線表やアクションアイテムリスト等を活用して定期的な自己点検・評価を実施し、研究の進展及び社会情勢の変化に柔軟に対応する等効果的・効率的な組織運営を行う。また、運営全般にわたる意思決定機構の整備、外部有識者により構成される評議員会の活用等を行い、運営機能の強化を図る。</p>	<p>域の組織構成により、それぞれの専門性を高めるとともに、研究内容に応じて柔軟に対応できるようにする。平成 18 年度に検討を開始し、中間報告としてまとめた長期ビジョンの完成度を高め、これに沿った新規研究課題を創出する。研究企画統括の業務を強化するため、企画部門へ研究員を配置し、研究企画・総合調整機能を発揮できる体制の充実を図る。</p> <p>平成 19 年度は、以下を実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国際会議等へ参加する機会を活用した電子航法に係る海外動向調査を継続し、長期ビジョンへの反映を図る。また、長期ビジョンと研究課題との関係を明らかにし、両者の整合を確保するための検討を行う。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 我が国における航空交通管理に係る研究活動の拡大及び活性化を促すとともに、日本航空宇宙学会に平成 19 年 3 月に新規に設置された航空交通管理部門と連携強化を図り、その活動を積極的に支援する。</li> <li>・ 第 3 期科学技術基本計画を着実に推進するため、平成 19 年度に開始する「航空機の安全運航支援技術に関する研究」について、新規にプロジェクトチームを編成して機動的に推進する。</li> <li>・ 外部有識者により構成される評議員会を活用し、研究開発評価のみならず、研究所の業務運営に関する助言を求める。</li> </ul>
<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</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、必要に応じて制度の精査と改善を行う。</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、社会ニーズへの貢献度等を処遇に適切に反映させることにより、職員の活性化と職務効率の向上を図る。また、これまでの評価状況を再確認し、研究者のモチベーションを高める観点から、必要があれば評価手法の改善策を検討する。</p>

<p>自主性、自立性及び創造性を尊重し、公平性を維持する観点から、業績評価結果に基づいて適切な処遇を行うこと。</p>	<p>業績評価結果を処遇に適切に反映させることにより、職員の活性化と職務効率の向上を図る。</p>	<p>②職員の任用 研究所のポテンシャルマップを考慮して作成した中期目標期間の採用計画に基づき、平成19年度の新規採用職員を航空交通管理領域に配置し、研究実施体制を強化する。また、平成20年4月に新規採用する職員を募集、選考し、新規に開始する研究開発課題に応じて適切に研究員を配置する。女性研究員の任用の拡大を目指す。</p>
<p>(2)職員の任用 職員の採用と配置は、研究開発業務が高度な専門性を維持して効果的・効率的に実施されるとともに、研究所のポテンシャル向上が図られるよう、戦略的に実施すること。 特に若手研究者の任用については、多様な人材を確保し、資質・能力に応じた配置とすること。</p>	<p>②職員の任用 効果的、効率的な研究体制を確立するため、研究員個人に蓄積された能力、経験及び研究所の今後の研究開発課題等を勘案して適正な人員配置を行う。女性研究者の任用については、その拡大を目指す。若手研究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 研究所のポテンシャルマップを考慮して作成した中期目標期間の採用計画に基づき、平成19年度の新規採用職員を航空交通管理領域に配置し、研究実施体制を強化する。また、平成20年4月に新規採用する職員を募集、選考し、新規に開始する研究開発課題に応じて適切に研究員を配置する。女性研究員の任用の拡大を目指す。</p>
<p>(3)外部人材の活用 研究所のポテンシャル及び研究開発機能の向上を図るとともに、社会ニーズに迅速かつ的確に対応するため、外部人材を研究者として積極的に活用すること。具体的には、任期付任用を最大限活用することとし、他の研究機関・民間企業等との人材交流を中期目標期間中に28名以上実施すること。</p>	<p>③外部人材の活用 研究所のポテンシャル及び研究開発機能の向上を図るとともに、社会ニーズに迅速かつ的確に対応するため、国内外の研究機関・民間企業等から任期付研究員、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 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 今後、退職者の増加に伴い、研究所のポテンシャルが低下することを防ぐため、人材育成に関する長期計画を作成し、着実に実行すること。また、社会ニーズに的確に対応できる幅広い視野を持つ研究者を育成すること。</p>	<p>④人材の育成 今後、熟年研究者の退職に伴い、研究所のポテンシャルが低下することを防ぐため、人材育成に関する長期計画を作成し、着実に実行する。また、研究部門以外のポストの経験や留学等により、社会ニーズに的確に対応できる幅広い視野を持つ研究者を育成する。具体的には、中期目標期間中に研究部門以外のポストへの配置や留学等を6名程度実施する。</p>	<p>④人材の育成 平成18年度に定めたキャリアパスに関する指針に基づき、ポテンシャルの高い研究者の長期的な育成を目指す。また、幅広い視野を持つ社会ニーズに対応できる研究を企画できる人材を育成するため、企画部門に研究員1名を通年配置する。国際感覚を養い、国際的なリーダーシップを執ることができると期待する研究者を育成するため、海外派遣を2名以上実施する。</p>
<p>3. 業務運営 (1)経費の縮減</p>	<p>(3)業務運営</p>	<p>(3)業務運営 所内ネットワーク、グループウェアソフトの活用を図りつつ、事務管理業務の電子化、ペーパーレス化を推進し、保管文書の電子化を更に進める。</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>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>また、契約の透明性向上を図るため、国土交通省の「随意契約の見直し計画」に準じて、一般競争入札等へ移行する。平成19年度は、以下のとおり経費を抑制する。</p> <p>①中期目標期間中に見込まれる一般管理費総額(人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。)を6%程度抑制する目標に対し、平成19年度において平成18年度予算比で3%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、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>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>②中期目標期間中に見込まれる業務経費総額(人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。)を2%程度抑制する目標に対し、平成19年度において平成18年度予算比で1%程度抑制する。</p>
<p>③人件費<sup>※注</sup>については、「行政改革の重要方針」(平成17年12月24日閣議決定)を踏まえ、前中期目標期間の最終年度予算を基準として、本中期目標期間の最終年度までに国家公務員に準じた人件費削減の取組を行うこと。また、国家公務員の給与構造改革を踏まえた役職員の給与体系の見直しを進めること。</p> <p>※注)対象となる「人件費」の範囲は、常勤役員及び常勤職員に支給する報酬(給与)、賞与、その他の手当の合計額とし、退職手当、福利厚生費(法定福利費及び法定外福利費)、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分は除く。</p> <p>(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</p>	<p>③人件費<sup>※注</sup>については、「行政改革の重要方針」(平成17年12月24日閣議決定)を踏まえ、前中期目標期間の最終年度予算を基準として、本中期目標期間の最終年度までに5%以上削減する。また、国家公務員の給与構造改革を踏まえた役職員の給与体系の見直しを進める。</p> <p>※注)対象となる「人件費」の範囲は、常勤役員及び常勤職員に支給する報酬(給与)、賞与、その他の手当の合計額とし、退職手当、福利厚生費(法定福利費及び法定外福利費)、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分は除く。</p> <p>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</p>	<p>③中期目標期間の最終年度までに、人件費<sup>※注</sup>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うち、平成19年度において平成18年度予算比で0.6%程度削減する。年功的な給与上昇を極力抑制するとともに職員の業績に応じた昇給を行う。</p> <p>※注)対象となる「人件費」の範囲は、常勤役員及び常勤職員に支給する報酬(給与)、賞与、その他の手当の合計額とし、退職手当、福利厚生費(法定福利費及び法定外福利費)、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分は除く。</p> <p>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</p>





<p>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、技術的に活用可能なものを目指すこと。</p>	<p>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>(年度目標) 平成 18 年度に作成したアルゴリズムに容量値算定に関する新たなアルゴリズムを追加し、より正確な計算方法の提案を目指す。また、スカイハイウェイが導入された場合のシミュレーションを実施し、その導入効果の影響と容量値の計算方法について提案する。</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) 平成 18 年度までに開発した 2 周波対応 GPS 受信機を用いて、カテゴリ I 精密進入の性能評価を行う。また、1 周波 SBAS により、我が国における APV(垂直誘導付進入)の達成を目指して、新しい電離層遅延量補正アルゴリズムの有効性を明確にする。</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航空路 RNAV の安全性評価手法について、諸外国の状況を調査し、日本の航空交通状況を考慮した航空路 RNAV の安全性評価手法を開発する。また、この手法を用いて、国土交通省が導入を検討している航空路 RNAV 経路の最低経路間隔の根拠を明確にし、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、SSR モード S 地上局を研究所内に整備し、評価実験を行う。また、航空機の動態情報を取得するための技術開発を目指し、岩沼及び調布のモード S 地上局を用いて実際に飛行している航空機のトランスポンダから送信されるデータを調査、分析する。</p> <p>オ. ATM パフォーマンスの研究 (平成 19 年度～22 年度)</p>
--	------------------------------------	---

<p>(年度目標)</p> <p>本研究は、我が国の航空交通管理の能力(パフォーマンス)を評価する技術を開発するため、その測定手法を検討するものである。平成 19 年度は、効率性、安全性などの観点からパフォーマンス指標となる項目を選定し、その予測手法を検討する。また、実運用データベース機能を中核としたパフォーマンス評価システムの基本設計を実施し、その製作を開始する。</p>		
<p>②混雑空港の容量拡大に関する研究開発</p> <p>増大する航空交通量に対応するため、混雑空港の処理容量及びその周辺空域の容量拡大を図ることから、空港周辺の飛行経路及び管制官が管轄するセクター構成の改善技術を開発し、混雑空港周辺の空域再編及び新たな管制方式の導入等に貢献する。また、航空機等のより安全で円滑な地上走行に対応するため、多様な監視センサーデータの統合化技術を開発する。その他、衛星航法を用いて空港への精密進入を支援する技術を開発し、実運用機材の調達や運用において活用できるようにする。</p> <p>具体的には、平成 19 年度に以下の研究を実施する。</p>	<p>②混雑空港の容量拡大に関する研究開発</p> <p>増大する航空交通量に対応するため、混雑空港の処理容量及びその周辺空域の容量拡大を図ることから、空港周辺の飛行経路及び管制官が管轄するセクター構成の改善技術を開発し、混雑空港周辺の空域再編及び新たな管制方式の導入等に貢献する。また、航空機等のより安全で円滑な地上走行に対応するため、多様な監視センサーデータの統合化技術を開発する。その他、衛星航法を用いて空港への精密進入を支援する技術を開発し、実運用機材の調達や運用において活用できるようにする。</p>	<p>ア. A-SMGC システムの研究 (平成 16 年度～20 年度)</p> <p>(年度目標)</p> <p>複数の監視センサーを融合した統合型空港面監視センサーの実地検証を行う。経路設定機能として、半自動経路生成機能を開発する。また、推奨経路生成処理アルゴリズムを開発し、実際の運航状況との比較によりその妥当性を検証する。複数の航空機を灯火誘導できるシステムにするため、誘導機能の向上を図る。滑走路誤進入およびコンフリクトの発生を防止するため、管制機能の処理アルゴリズムを開発する。</p>
<p>イ. 高カテゴリー GBAS のアベイラビリティ向上と GNSS 新信号対応に関する研究 (平成 17 年度～20 年度)</p> <p>(年度目標)</p> <p>電離層擾乱などによる誤差要因を計測し、その影響を監視・低減するアルゴリズムを検討する。主たる誤差要因のモデル化とシナリオ作成を行</p>		

<p>い、シミュレーションソフトウェアを製作する。また、GPS 信号品質監視 (SQM) 装置の評価を実施するとともに、新たに導入される周波数の信号 (SBAS L1, GPS L5, GALILEO L1 など) について解析する。</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)</p> <p>管制運用方式に時間管理機能を導入 (4D 管制) する際の課題を分析する。また、評価ツール等を使用して羽田空港における到着機の位置予測誤差、時間誤差を解析し、位置予測精度の向上を図る。</p> <p>これらにより、空域再編する際の改善手法や時間管理機能の導入効果を明らかにする。</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</p> <p>航空交通の安全性・効率性を向上させるため、航空機に搭載している飛行管理システムのデータを用いた飛行プロファイルの高精度予測手法の開発、及びこれを用いた異常接近検出手法を開発する。また、携帯電子機器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。</p> <p>具体的には、平成 19 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)</p> <p>マルチパス (多重反射) の影響が大きい場所における測位誤差について、6m 以下を実現するため、受信機検出部のソフトウェア等を改良する。また、空港内における測位実験によりその性能を検証する。</p> <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)</p> <p>航空機の予測経路と実飛行経路の差異を検出する機能を開発する。飛行計画経路、飛行管理システム (FMS) のデータを使用した予測経路、レ</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</p> <p>航空交通の安全性・効率性を向上させるため、航空機に搭載している飛行管理システムのデータを用いた飛行プロファイルの高精度予測手法の開発、及びこれを用いた異常接近検出手法を開発する。また、携帯電子機器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。</p>	

		<p>データタータ等を解析し、コンフリクト検出の機能向上に必要となる「予測方法の最適化」を検討する。また、製作したコンフリクト検出評価システムの機能向上を図る。</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) ES(エンドシステム)に平成 18 年度開発した機能を付加し、IP 網との相互接続を図る。平成 18 年度に試作した ATN ルータを用いて、米国連邦航空局と接続実験を行い、互換性を確認する。</p> <p>また、CPDLC(管制官-パイロット間データリンク通信)対応の管制卓を試作し予備実験を行う。さらに、現状の空/地データリンクにおける通信容量等を解析し、新しい通信方式を評価するためのシミュレーションモデルを開発する。</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。また、平成 18 年度に製作した広帯域電波信号環境測定装置の性能を向上させ、測定精度と信号環境予測誤差要因を検証する。さらに、ADS-B(放送型自動位置情報伝送・監視)や TIS-B(トラフィック情報サービス放送)等の新システムの信号環境予測に必要な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) (年度目標) 電磁干渉障害を受けやすい機上システムや電波干渉障害を引き起こしやすい携帯電子機器(PED)の特性等を明らかにする。航空機内における実測により PED からの電波が機上システムに到達する経路と電波伝搬損失(経路損失)を究明する。</p> <p>アクティブ IC タグや携帯電話等から放射される電波と等価な信号の発生技術を確立する。</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、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>(2) 基礎的技術の蓄積等 中長期的な国際動向を見据え、将来の航空交通管理システムに不可欠となる先導的研究・萌芽的研究及び要素技術の研究を実施し、基礎的技術の蓄積とポテンシャルの向上を図ること。</p>	<p>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>機上システムに障害を与える可能性が高い機内の異常電波を検出する装置の仕様を検討する。</p> <p>カ. 航空機の安全運航支援技術に関する研究 (平成 19 年度～22 年度) (年度目標) 航空管制機関から安全に関わる情報を自動送信する方式「1090MHz 拡張スキッタによる TIS-B(トランスミッション情報サービス放送)及び FIS-B(飛行情報サービス放送)」の実現に必要な地上受信機能と、航空機側の受信表示機能の開発に着手する。また、低高度における電波伝搬・覆域計算法に関する調査・検討を行う。 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に係る心身状態のモニタリング手法の開発」を実施する。 (柱書き及び本文中を参照)</p>
<p>(2) 基礎的技術の蓄積等 中長期的な国際動向を見据え、将来の航空交通管理システムに不可欠となる先導的研究・萌芽的研究及び要素技術の研究を実施し、基礎的技術の蓄積とポテンシャルの向上を図ること。</p>	<p>(2) 基礎的研究 社会ニーズの実現に向けた政策に基づき重点研究開発分野での将来の応用を目指した基礎的・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、新しい知を生み続け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) 基礎的研究 社会ニーズの実現に向けた政策に基づき重点研究開発分野での将来の応用を目指した基礎的・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、新しい知を生み続け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) 基礎的技術の蓄積等 中長期的な国際動向を見据え、将来の航空交通管理システムに不可欠となる先導的研究・萌芽的研究及び要素技術の研究を実施し、基礎的技術の蓄積とポテンシャルの向上を図ること。</p>	<p>(2) 基礎的研究 社会ニーズの実現に向けた政策に基づき重点研究開発分野での将来の応用を目指した基礎的・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、新しい知を生み続け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) 基礎的研究 社会ニーズの実現に向けた政策に基づき重点研究開発分野での将来の応用を目指した基礎的・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、新しい知を生み続け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>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>に関連した基盤的研究を実施する。また、今後の航空機の航法は GPS 衛星等を用いた航法が主流になると想定されることから、衛星航法に関連した基盤的研究を実施する。その他、予防安全技術の研究や将来のニーズに対応した研究ポテンシャルの向上を図るための基盤的研究を実施する。</p>
<p>(3) 研究開発の実施過程における措置 研究開発の実施過程においては、次に掲げる措置を講じること。 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。</p>	<p>(3) 研究開発の実施過程における措置 研究開発の実施過程においては、次に掲げる措置を講じる。 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。</p>	<p>(3) 研究開発の実施過程における措置 平成 19 年度は、以下を実施する。 ① 航空行政、運航者等の航空関係者のニーズを随時把握し、重点研究課題を企画・提案する。特に、スカイハイウェイ等について、その技術課題を明らかにし、それを解決するための研究課題を提案することを目指す。研究計画の作成にあたっては、研究成果の達成目標を設定するとともに、想定されるアウトカムとの関係を明確にする。航空関係者との間で随時、情報交換し連携を深める。特に航空行政が抱える技術課題について情報共有を図り、重点研究の今後の方向性を確認するため、航空局との間で連絡会を開催する。また、重要な研究課題の実施状況を報告するため、航空局への報告会を開催する。</p>
<p>② 各研究開発課題について、社会ニーズの状況変化や、事前・中間評価の結果に基づき、関係者や十分調整の上、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、事後評価結果については、関係者との十分調整の上、その後の研究開発計画に反映させること。</p>	<p>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、行政等の関係者や十分調整の上、研究内容や方法の見直し、中止等、所要の措置を講じる。また、研究所内外の研究事後評価結果については、成果のフォローアップに努めながら、行政等の関係者との十分調整の上、その後の研究開発計画に反映させる。</p>	<p>② 各研究開発課題について、社会ニーズの状況変化や外部の有識者で構成する評議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、行政等の関係者や十分調整の上、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、行政等の関係者や十分調整の上、その後の研究開発計画に反映させる。 具体的には、評議員会による外部評価として、以下を実施する。 ・平成 20 年度開始予定の重点研究課題の事前評価 ・研究期間 5 年以上の重点研究課題の中間評価 また、研究評価委員会による内部評価として、以下を実施する。 ・平成 20 年度開始予定の研究課題の事前評価 ・平成 18 年度に終了した研究課題の事後評価 ・研究期間 5 年以上の研究課題の中間評価</p>
<p>2. 共同研究、受託研究等の推進</p>	<p>(4) 共同研究・受託研究等 ① 共同研究</p>	<p>(4) 共同研究・受託研究等 ① 共同研究</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。</p>	<p>研究開発の高度化を図り、これを効果的・効率的に実施するとともに、研究所の社会的地位と研究ポテンシャルの向上を図るため、関連する技術分野を対象に研究活動等を行っている国内外の大学、研究機関、民間企業等との共同研究を推進する。具体的には、共同研究を中期目標期間中に36件以上実施する。</p>	<p>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"> <li>・前中期目標期間から継続して実施する共同研究を実施し、新たに4件以上の共同研究を開始する。</li> </ul>
<p>②航空交通の安全確保とその円滑化を図るためには、国、空港管理者、航空機運航者、航空保安システム製造者等の航空関係者が抱える技術課題をそれぞれ解決する必要がある。これらの課題に対応し研究所の社会的貢献度を高めるため、国、地方自治体及び民間等からの受託研究を積極的に実施すること。具体的には、中期目標期間中に90件以上実施すること。</p> <p>また、競争的資金を積極的に獲得すること。</p>	<p>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。</p>	<p>②受託研究等 国及び民間等からの受託研究等を以下2件の研究開発を含め、18件以上実施するとともに、受託研究終了時には顧客満足度調査を実施し、今後の受託研究活動に反映させる。その他、競争的資金に積極的に応募し、その獲得に努める。</p> <p>ア. 準天頂衛星による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に係る心身状態のモニタリング手法の開発</p>
<p>③他機関との密接な連携と交流を円滑に推進するため、研究者・技術者の交流会等を中期目標期間中に30件以上実施すること。</p>	<p>③研究交流 他機関との密接な連携と交流を円滑に推進するため、研究者・技術者の交流会等を中期目標期間中に30件以上実施する。</p>	<p>③研究交流 他機関との密接な連携と交流を円滑に推進するため、研究交流会など研究者・技術者の交流会等を6件以上実施する。</p>
<p>3. 研究開発成果の普及・活用促進 社会ニーズへの対応、共同研究及び受託研究の推進、受託収入・特許権収入等の自己収入の増加を図るためには、研究所の研究開発成果を広く社会に公表してその利活用を促すとともに、研究所に対する潜在的な需要を掘り起こすための施策を積極的に行うことが肝要である。このため、研究所の業務に係る啓発、学会発表、メディアを通じた広報及び発表、インターネットによる資料の公表、</p>	<p>②広報・普及・成果の活用</p>	<p>(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と判断される研究成果については、そのコストパフォーマンスを検討した上で、必要な権利化を図り、保有する特許等については、その維持計画を策定する。また、保有する特許等の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、特許の普及に係るイベント等を活用し、研究成果に関心を寄せる企業等に積極的に技術紹介活動を行う。</p>



<p>成果の活用を推進するための技術支援、国際標準化作業への参画等の施策を積極的に実施すること。具体的な実施内容と目標は次のとおりとする。</p> <p>(1) 研究開発等</p> <p>① 知的財産権による保護が可能な知的財産については、必要な権利化を図ること。</p> <p>② 各研究開発課題については、年1回以上、学会、専門誌等において発表すること。</p> <p>③ 査読付論文を80件以上提出すること。</p> <p>④ ホームページで提供する情報の内容を工夫、充実させることにより、アクセス件数が増加するよう努めること。</p> <p>⑤ その他研究所の活動及び成果の普及・活用促進に必要な広報活動に努めること。</p>	<p>研究所の活動・成果を研究発表会、一般公開、広報誌等印刷物、マスメディア、ホームページ等の様々な広報手段を活用し、効果的かつ効果的な広報活動を推進する。また、国際会議、学会、シンポジウム等に積極的に参加し、講演、発表等を通じて研究成果の普及に努める。更に、行政当局への技術移転等に努める。更に、行政当局への技術移転等を通じて、研究成果の活用を図る。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・研究発表会及び研究講演会をそれぞれ年1回開催する。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul> <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・貢献を図るため、主体的に国際ワークショップ等を開催する。</p>	<p>研究所の活動・成果を研究発表会、一般公開、広報誌等印刷物、マスメディア、ホームページ等の様々な広報手段を活用し、効果的かつ効果的な広報活動を推進する。また、国際会議、学会、シンポジウム等に積極的に参加し、講演、発表等を通じて研究成果の普及に努める。さらに、行政当局への技術移転等を通じて、研究成果の活用を図る。</p> <p>平成19年度は、以下を実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・各研究開発課題について、年1回以上、学会、専門誌等において発表する。</li> <li>・16件程度の査読付論文の採択を目指す。</li> <li>・ホームページを更に充実させ、情報発信を積極的に行うとともに、更新頻度を高め、アクセス数の増加を目指す。</li> <li>・研究所一般公開、研究発表会及び研究講演会をそれぞれ1回開催する。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・航空関係者の研究成果に対する理解とその活用を促進するため、企業及び航空関係者への公開講座として、出前講座を継続企画し開催する。</li> <li>・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。</li> </ul> <p>③ 国際協力等</p> <p>平成18年度に新たにフランス国立民間航空大学院より受け入れた研修生2名に対し、引き続き我が国の航空電子システム分野の技術を指導する。また、有効な国際交流・貢献を図るため、平成20年度に開催する国際ワークショップの準備を行う。</p> <p>その他、平成19年度は、以下を実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・研究所が参加しているICAO(国際民間航空機関)の会議に提出された</li> </ul>
<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、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</p>	<p>③ 国際協力等</p> <p>平成18年度に新たにフランス国立民間航空大学院より受け入れた研修生2名に対し、引き続き我が国の航空電子システム分野の技術を指導する。また、有効な国際交流・貢献を図るため、平成20年度に開催する国際ワークショップの準備を行う。</p> <p>その他、平成19年度は、以下を実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・研究所が参加しているICAO(国際民間航空機関)の会議に提出された</li> </ul>	<p>③ 国際協力等</p> <p>平成18年度に新たにフランス国立民間航空大学院より受け入れた研修生2名に対し、引き続き我が国の航空電子システム分野の技術を指導する。また、有効な国際交流・貢献を図るため、平成20年度に開催する国際ワークショップの準備を行う。</p> <p>その他、平成19年度は、以下を実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・研究所が参加しているICAO(国際民間航空機関)の会議に提出された</li> </ul>

<p>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>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> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul>	<p>技術情報のデータベース化と当該情報の提供を継続し、利用者のニーズに応えるための改善を図る。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・欧米の研究機関等との連携強化を図る。</li> </ul>
<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>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、21.6 百万円以上の利益を目指す。</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>(2) 平成 19 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金の限度額は、300(百万円)とする。</p>	<p>4. 短期借入金金の限度額</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>
	<p>6. 剰余金の使途</p> <p>① 研究費</p> <p>② 施設・設備の整備</p> <p>③ 国際交流事業の実施(招聘、セミナー、国際会議等の開催)</p>	<p>6. 剰余金の使途</p> <p>① 研究費</p> <p>② 施設・設備の整備</p> <p>③ 国際交流事業の実施(招聘、セミナー、国際会議等の開催)</p>

<p>第5 その他業務運営に関する重要事項</p> <p>1. 管理、間接業務の外部委託 庁舎・施設管理業務や、研究開発業務において専門的な知識等を要しない補助的な作業等については、外部委託を活用して業務の効率化を図ること。</p>	<p>7. その他主務省令に定める業務運営に関する事項</p> <p>(1) 管理、間接業務の外部委託 庁舎・施設管理業務や、研究開発業務において専門的な知識等を要しない補助的な作業等については、外部委託を活用して業務の効率化を図る。</p>	<p>7. その他主務省令に定める業務運営に関する事項</p> <p>(1) 管理、間接業務の外部委託 庁舎・施設管理業務や、研究開発業務において専門的な知識等を要しない補助的な作業等については、外部委託を活用して業務の効率化を図る。</p>
<p>2. 施設及び設備に関する事項</p> <p>(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。</p>	<p>①施設及び設備に関する事項</p> <p>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 カ. 業務管理施設整備 ・仮想現実実験棟他補修工事 55(百万円)：一般会計、独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金 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</p>	<p>①施設及び設備に関する事項</p> <p>平成19年度に次の施設整備を実施する。</p> <p>ア. 電子航法開発部(機上等技術領域)棟補修 55百万円(一般)</p>

<p>(2)既存の研究施設及び研究機材を有効に活用し、効率的な業務遂行を図ること。</p>	<p>事 77(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</p> <p>②施設・設備利用の効率化 業務の確実な遂行のため、研究所の施設・設備及び実験用航空機について、性能維持・向上等適切な措置を講じるとともに、その効率的な利用に努める。</p> <p>(2)人事に関する計画</p> <p>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。</p> <p>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</p> <p>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 △1.7% 平成19年度 △0.6% 平成20年度 △1.1% 平成21年度 △1.1% 平成22年度 △1.1%</p>	<p>②施設・設備利用の効率化 業務の確実な遂行のため、研究所の施設・設備及び実験用航空機について、性能維持等適切な措置を講じるとともに、航空機使用ワークスペース、電波無響室ワークスペース等を活用し、その効率的な利用に努める。</p> <p>(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。</p>
---	---	---

※ 中期計画及び平成19年度計画の別紙1～3は省略。

※ 平成20年4月1日より空港整備特別会計の一般財源化に伴い中期計画が変更されているが、本対比表の中期計画は変更前(平成19年度時点)のものである。

## 略 語 表

略 語	英 語	日 本 語
<b>A</b>		
ACAS	Airborne Collision Avoidance System	航空機衝突防止装置 <b>用語解説(ACAS)</b>
ACARS	Automatic Communications Addressing and Reporting System	航空機空地データ通信システム 必要な運航情報を ARINC の通信網を介して航空機側から地上へ、または地上から航空機側へ自動的に提供するシステム。
ACP	Aeronautical Communications Panel	航空通信パネル(ICA0)。元は AMCP
ADC	Air Data Computer	大気緒元計算機
ADS	Automatic Dependent Surveillance	自動位置情報伝送・監視(自動従属監視)機能
ADS-B	Automatic Dependent Surveillance-Broadcast	放送型自動位置情報伝送・監視機能 <b>用語解説(ADS-B)</b>
ADS-B-RAD	ADS-B Radar Airspace	レーダー幅域のある空域で ADS-B を航空管制に使う方式
AIAA	American Institute of Aeronautics and Astronautics	米国航空宇宙学会
AIDC	Air Traffic Service Interfacility Data Communications	管制機関間データ通信
AIS	Automatic Identification System	船舶自動識別装置 <b>用語解説(AIS)</b>
AMHS	ATS Message Handling System	管制機関や航空会社間などへのメールサービスの一種
APEC	Asia Pacific Economic Cooperation	アジア太平洋経済協力
APV	Approach with Vertical Guidance	垂直誘導付進入 方位方向と垂直方向の誘導情報を用いるが、精密進入基準の要件を満たしていない進入のこと。
APV-I	Approach with Vertical Guidance 1	垂直誘導付進入で決心高度(着陸するか否かをパイロットが判断する高度)250 フィートまで利用可能な精密進入モード
ARINC	Aeronautical Radio Incorporated	エアーリンク社(民間航空通信会社(米国))
ARPA	Automatic Radar Plotting Aids	自動レーダープロットング装置(衝突防止装置)
ARNS	Aeronautical Radio Navigation Service	航空無線航法サービス
ARSR	Air Route Surveillance Radar	航空路監視レーダー
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 <b>用語解説(ASAS)</b>

ASAS-RFG	ASAS-Requirements Focus Group	ASAS 要件検討会議
ASDE	Airport Surface Detection Equipment	空港面探知レーダ
ASP	Application Service Provider	ソフトウェア開発者にそのソフトウェアの動作環境を提供するサービス
ASP	Aeronautical Surveillance Panel	航空監視パネル(ICA0)
A-SMGC	Advanced-Surface Movement Guidance Control	先進型地上走行誘導管制 <b>用語解説(A-SMGCS)</b>
ATC	Air Traffic Control	航空交通管制
ATCA	Air Traffic Controllers Association	米国管制協会
ATEC	Association of Air Transport Engineering and Research	(財)航空輸送技術研究センター
ATFM	Air Traffic Flow Management	航空交通流管理
ATFMC	Air Traffic Flow Management Center	航空交通流管理センター(現 ATM センター)
ATIS	Automatic Terminal Information Service	飛行場情報放送業務 <b>用語解説(ATIS)</b>
ATM	Air Traffic Management	航空交通管理
ATMC	Air Traffic Management Center	航空交通管理センター
ATN	Aeronautical Telecommunication Network	航空通信網 <b>用語解説(ATN)</b>
ATS	Air Traffic Service	航空交通業務
<b>B</b>		
BIS	Boundary Intermediate System	境界型中間システム
<b>C</b>		
CAB	Civil Aviation Bureau	国土交通省航空局
CAS	Collision Avoidance System	衝突防止システム
CARATS	The Comprehensive Assessment on and Restructure of the Air Traffic Services	日本における次世代システム中長期構想
CAT	Category	ILS のカテゴリー <b>用語解説(CAT- I, II, III)</b>
CDA	Continuous Descent Approach	連続降下進入方式
CDTI	Cockpit Display of Traffic Information	コックピット交通情報表示装置
CDMA	Code Division Multiple Access	符号分割多重接続
CENPAC	Central Pacific	南部太平洋経路
CFIT	Controlled Flight Into Terrain	操縦可能状態での地上激突事故
CLNP	Connectionless Network Protocol	コネクションレス型ネットワークプロトコル

CNS	Communication・Navigation・Surveillance	通信・航法・監視
CORBA	Common Object Request Broker Architecture	様々な言語で書かれたソフトウェアコンポーネントの相互利用を可能にするもの
CPDLC	Controller Pilot Data Link Communication	管制官・パイロット間データ通信
<b>D</b>		
DAC	Delay Attenuate and Compare	遅延減衰比較
DAPs	Downlink Aircraft Parameters	動態機能送信機能
DA コンバータ	Digital Analog Converter	デジタル-アナログ変換回路
DARPS	Dynamic Aircraft Route Planning System	動的経路計画システム
DFIS	Digital Flight Information Service	デジタル飛行情報提供業務
DGPS	Differential GPS	差動 GPS <b>用語解説(DGPS)</b>
DME	Distance Measuring Equipment	距離情報提供装置 <b>用語解説(DME)</b>
DSB	Double Sideband	両側波帯
DSP	Digital Signal Processor	デジタル信号処理機(集積回路)
DSW	Depth of Snow Fall	積雪深
D-TAXI	Datalink Taxi Clearance Delivery	データリンクを用いた航空機の地上誘導技術
<b>E</b>		
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System	電子海図表示システム
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service	欧州の静止衛星航法オーバーレイサービス
ELT	Emergency Locator Transmitter	航空機用救命無線機(非常位置送信機)
EMI	Electro Magnetic interference	電磁干渉
ENRI	Electronic Navigation Research Institute	独立行政法人電子航法研究所
ES	ATN End System	ATN エンド・システム
ESA	European Space Agency	欧州宇宙機関
ESTEC	European Space Reserch and Technology Centre	欧州宇宙研究技術センター
ETS-VIII	Engineering Test Satellite-VIII	技術試験衛星 VIII 型
EUROCAE	European Organisation for Civil Aviation Equipment 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
<b>F</b>		
FAA	Federal Aviation Administration	連邦航空局 <b>用語解説(FAA)</b>



FANS	Future Air Navigation System	将来航空航法システム
FDMA	Frequency Division Multiple Access	周波数分割多元接続
FDMS	Flight Data Management System	飛行情報管理システム
FDP	Flight Plan Data Processor System	飛行計画情報処理システム
FFM	Far Field Monitor	ファーフィールドモニタ
FIR	Flight Information Region	飛行情報区
FIS-B	Flight Information Service – Broadcast	放送型飛行情報提供業務 <b>用語解説(FIS-B)</b>
FLEX	Flexible	ユーザーが希望する経路
FMCW	Frequency Modulated Continuous Wave	周波数変調された連続波
FMS	Flight Management System	飛行管理装置 <b>用語解説(FMS)</b>
FPGA	Field Programmable Gate Array	利用者が独自の論理回路を書き込むことの出来るゲートアレイの一種
<b>G</b>		
GALILEO	GALILEO	欧州の測位衛星
GBAS	Ground Based Augmentation System	地上型衛星航法補強システム <b>用語解説(GBAS)</b>
GBT	Ground Based Transceiver	地上局、または地上送受信装置
GEO	Geo-stationary Earth Orbit	静止軌道
GEONET	GPS Earth Observation Network of Geographical Survey Institute	国土地理院 GPS 連続観測システム <b>用語解説(GEONET)</b>
GES	Ground Earth Station	航空地球局
GICB	Grand Initiated Comm-B	地上喚起 Comm-B <b>用語解説(地上喚起 Comm-B)</b>
GIT	GNSS Implementation Team	全地球的航法衛星システム整備チーム
GIVE	Grid Ionospheric Vertical Error	電離層格子点垂直誤差
GLONASS	Global Navigation Satellite System	ロシアの全地球的航法衛星システム
GMS	Geostationary Meteorological Satellite	静止気象衛星
GNSS	Global Navigation Satellite System	全地球的航法衛星システム <b>用語解説(GNSS)</b>
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
GTD	Geometrical Theory of Diffraction	幾何光学回折理論

GUI	Graphical User Interface	視覚的操作部
<b>H</b>		
HF	High Frequency	短波
HF	Human factor	人的要素
HMI	Human-Machine Interface	人間機械インタフェース
HMU	Height Monitoring Unit	高度監視装置
<b>I</b>		
IAATC	International Advanced Aviation Technologies Conference	国際次世代航空技術会議
IAGC	Instantaneous Automatic Gain Control	瞬時利得制御
ICAO	International Civil Aviation Organization	国際民間航空機関 <b>用語解説(ICAO)</b>
ID	Identifier	識別符号
IEE	The Institution of Electrical Engineers	英国王立電気学会
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	米国電気電子学会(現 IET:英国電気学会)
IES	International Ionospheric Effect Symposium	国際電離層効果シンポジウム
IFR	Instrument Flight Rules	計器飛行方式
IGS	International GPS Service	国際 GPS 事業
ILS	Instrument Landing System	計器着陸装置 <b>用語解説(ILS)</b>
IMO	International Maritime Organization	国際海事機関
INS	Inertial Navigation System	慣性航法装置
ION	Institute of Navigation	米国航法学会
IP	Information Provider	情報提供者
IPACG	Informal Pacific ATC Coordinating Group	太平洋航空管制事務レベル調整会議
IS-QZSS	Interface Specification-QZSS	準天頂衛星から放送される信号のインタフェース仕様に関する会議
IT	Information Technology	情報技術
ITRF	International Terrestrial Reference Frame	国際地球基準座標系
ITU	International Telecommunication Union	国際電気通信連合
IWG	SBAS Technical Interoperability Working Group	SBAS 相互運用性作業グループ
<b>J</b>		
JICA	JAPAN International Cooperation Agency	国際協力機構

JAVA-VM	JAVA-Virtual Machine	JAVA 言語による仮想プラットフォーム
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency	独立行政法人宇宙航空研究開発機構
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
<b>L</b>		
LEO	Low Earth Orbit	低軌道衛星 <b>用語解説(LEO)</b>
LDA	Localizer Type Directional Aid	ローカライザー型式方向援助施設
LLZ	Localizer	ローカライザー。計器着陸装置を構成するもので滑走路の中心線を示す。(現 LOC) <b>用語解説(ILS)</b>
LPV200	Localizer Performance with Vertical Guidance 200	決心高度(着陸するか否かをパイロットが判断する高度)200 フィートまで利用可能な精密進入モード
LORAN-C	Long Range Navigation-C	長波帯(100KHz)を使用した双曲線航法システム
<b>M</b>		
MATLAB	Matrix Laboratory	マットラブ(プログラム言語の一つ)
MFT	Minimum Fuel Track	最小燃料経路、最適経路
MIB	Management Information Base	管理情報データベース
MIMO	Multi Input Multi Output	複数アンテナを用いた無線通信の送受信技術
MSAS	MTSAT Based Augmentation System	運輸多目的衛星(MTSAT)用衛星航法補強システム <b>用語解説(GNSS)</b>
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 <b>用語解説(MU レーダー)</b>
<b>N</b>		
NAMS	Navigation Accuracy Measurement System	高度監視装置
NAV	Navigation or Nav aids	航法、または 航行援助施設
NCAR	The National Center for Atmospheric Research	米国大気科学研究連合
NextGen	Next Generation Air Transportation System	米国における次世代航空交通システム構想
NM	Nautical Mile	海里、マイル
NOPAC	North Pacific ,or northern Pacific	北太平洋ルート
NICT	National Institute of Information and Communications Technology	独立行政法人情報通信研究機構

NSP	Navigation System Panel	航法システムパネル(ICAO)
<b>O</b>		
OCTPASS	Optically Connected Passive Surveillance System	光ファイバ接続型受動監視システム
OFDM	Orthogonal Frequency-Division Multiplexing	直交周波数分割多重方式
OSED	Operational Service and Environment Description	運用サービス及び環境の説明
OTG データ	Oceanic Track Generator	洋上可変経路発生システム
<b>P</b>		
PACOTS	Pacific Organized Track System	太平洋編成経路システム
PC クラスタ	PC Cluster	複数の比較的安価な PC 等をネットワークで接続し仮想的に1台の並列コンピュータとして利用可能にしたもの
PED	Portable Electronic Device	携帯電子機器
PSAM6	International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management	確率論的安全性評価・管理に関する国際会議
<b>Q</b>		
QZSS	Quasi-Zenith Satellite System	準天頂衛星システム <b>用語解説(準天頂衛星システム)</b>
<b>R</b>		
RA	Radio Altimeter	電波高度計
RA	Resolution Advisory	TCAS における回避指示
RAMS	Reorganized ATC Mathematical Simulator	ラムス(ファストタイム航空管制シミュレータの一つ)
RASMAG	The Regional Airspace Safety Monitoring Advisory Group	アジア太平洋地域空域安全監視諮問グループ
RCAG	Remote Center Air-Ground Communication	遠隔対空通信施設のことで航空路管制機関から遠隔制御される VHS,UHF の航空路用対空通信施設
RCS	Radar Cross Section	レーダー断面積
RDP	Radar Data Processing System	航空路レーダ情報処理システム
RF	Radio Frequency	無線周波数
RIN	Royal Institute of Navigation	英国航法学会
RMA	Regional Monitoring Agency	地域監視機関
RNAV	Area Navigation	広域航法 <b>用語解説(RNAV)</b>
RNP	Required Navigation Performance	航法精度要件
RNP-AR	Required Navigation Performance Authorization Required	着陸時の旋回飛行において、特別に認められた機体とパイロットのみが運航できる RNP 運航

RTCA	Radio Technical Commission for Aeronautics	航空無線技術委員会(米国)
RTK-GPS	Real-time Kinematic GPS	リアルタイムキネマティック GPS
RWSL	Runway Status Light	滑走路状態表示灯システム
RVSM	Reduced Vertical Separation Minima	短縮垂直間隔 <b>用語解説(RVSM)</b>
<b>S</b>		
SAIF	Submeter-class Augmentation with Integrity Function	インテグリティ機能を有するサブメーター級の補正(信号) <b>用語解説(インテグリティ)</b>
SANE	Space, Aeronautical and Navigational Electronics	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会
SAR	Search and Rescue	捜索救難
SARPs	Standards and Recommended Practices	標準及び勧告方式(ICAO)
SASP	Separation and Airspace Safety Panel	管制間隔・空域安全パネル
SBAS	Satellite Based Augmentation System	静止衛星型衛星航法補強システム <b>用語解説(GNSS)</b>
SCRS	Surveillance and Conflict Resolution Systems	監視及び異常接近回避システム
SCRSP	Surveillance and Conflict Resolution Systems Panel	監視及び異常接近防止システムパネル会議(ICAO)
SDLS	Satellite Data Link System	次世代航空衛星通信システム
SESAR	Single European Sky ATM Research	ユーロコントロールにおける次世代システム計画
SMA	Safety Monitoring Agency	安全監視機関
SLO	Stochastic Lockout Override	確率的ロックアウトオーバーライド
SNDCF	Sub Network Dependent Convergence Function	サブネットワークに依存した収束機能
SSR	Secondary Surveillance Radar	二次監視レーダ <b>用語解説(SSR)</b>
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 <b>用語解説(SVM)</b>
<b>T</b>		
TA	Tailored Arrivals	航空機毎の運航目的に適合した降下進入方式
TACAN	Tactical Air Navigation System	極超短波全方向方位距離測定装置
TAP	Terminal Area Procedure	ターミナル空域飛行方式
T-PED	Transmitting Portable Electronic Device	携帯電子機器(PED)のうち、意図的に電波を放射するもの
TC	Technical Center	テクニカルセンター

TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol	伝送制御プロトコル／インターネットプロトコル
TDMA	Time Division Multiple Access	時分割多重接続
TEC	Total Electron Content	電離層総電子数
TIS	Traffic Information Service	交通情報サービス
TIS-B	Traffic Information Service – Broadcast	放送型交通情報サービス 用語解説(TIS-B)
T-PED	Transmitting Portable Electronic Device	携帯電子機器
TRACON	Terminal Radar Approach Control	ターミナルレーダ管制業務
TRAD	Terminal Radar Alphanumeric Display System	ターミナルレーダ文字情報表示システム
TSG	Technical subgroup	テクニカルサブグループ(技術小部会)
<b>U</b>		
UAT	Universal Access Transceiver	米キャップストーンで使用されている ADS-B 兼用データ通信システム 用語解説(UAT)
UCAR	University Corporation for Atmospheric Research	米国大気研究大学連合
UDRE	User Differential Range Estimate	利用者ディファレンシャル距離推定
UHF	Ultra High Frequency	極超短波
UPR	User Preferred Routes	利用者選択経路
URSI	Union Radio-Scientifique Internationale	国際電波科学連合
UTC	Coordinated Universal Time	協定世界時
UWB	Ultra Wide Band	超広帯域無線 用語解説(ウルトラワイドバンド)
<b>V</b>		
VDL	VHF Digital Link	航空管制用デジタル対空無線システム 用語解説(VDL)
VFR	Visual Flight Rules	有視界飛行方式 用語解説(VFR)
VHF	Very High Frequency	超短波(30MHz から 300MHz)
VLBI	Very Long Baseline Interferometry	超長基線電波干渉法
VOR	VHF Omni-directional Radio Range	超短波全方向式無線標識施設 用語解説(VOR)
VPL	Vertical Protection Level	垂直保護レベル

VRS	Virtual Reference Station	仮想基準局 <b>用語解説(VRS)</b>
VTS	Vessel Traffic Services	船舶通航業務 <b>用語解説(VTS)</b>
<b>W</b>		
WSANE	Workshop for Space, Aeronautical and Navigational Electronics	宇宙・航行エレクトロニクス研究会 国際ワークショップ
WAAS	Wide Area Augmentation System	米国のGNSS広域補強システム
Wifi	Wifi	無線 LAN 機器間の相互接続性認証規格
Wimax	Worldwide Interoperability for Microwave Access	無線通信技術の規格の一つ
WP	Working Paper	ワーキングペーパー
WRC	World Radiocommunication Conference	世界無線通信会議

※ **用語解説**( )のマークが付いている略語については、( )内の用語が「用語解説」に記載されている。



## 用語解説

## ——英数字——

## [4 次元航法]

航空交通管理 (ATM) のコンセプトの一つ。経路を設定するだけでなく、航空機の数などを管制側がきめ細かく管理することにより、各航空機の運航に経路上で時間差を設け、航空交通流を円滑化する航法。

着陸を例にとると、現在は空港周辺のセクタ内で航空機を遠回りさせるなどして着陸順の管理を行っており、今後、航空機の運航頻度の増加に伴い、この方式では円滑な運航が困難となっていくことが予想されるが、4 次元航法では空港周辺のセクタに入る前に各航空機の到着時間調整を行うことにより、着陸および通過が滞りなく行われることが期待される。

4 次元航法の実現のためには航空交通流管理の能力の向上や、管制側と航空機側の情報共有の高度化が要求されるため、次世代型の RNAV として計画されている。

## [ACAS] (Airborne Collision Avoidance System)

航空機衝突防止装置。

航空機同士が空中衝突する危険を抑える目的で開発されたコンピュータ制御のアビオニクス装置である。地上の航空管制システムには依存せずに航空機の周囲を監視し、空中衝突 (MAC) の恐れがある他の航空機の存在を操縦士に警告する。5700kg 以上または客席数 19 以上の全ての航空機に国際民間航空機関 (ICAO) が装備を義務付けている。

## [ADS-B] (Automatic Dependent Surveillance - Broadcast)

放送型自動位置情報伝送・監視機能。放送型自動従属監視、放送型 ADS ともいう。

飛行中や地上走行中の航空機等の移動体の位置を監視する手段のひとつ。各航空機が GNSS 等の測位システムを用いて取得した位置情報を放送型データリンクによって地上又は他の航空機へ送信する方式。航空管制用レーダの代用または補強の用途のほか、空対空監視を可能とするため、航空機の増加に伴う管制官のワークロードの低減につながる。

送信機能である ADS-B-OUT、受信機能である ADS-B-IN に分けられている。

信号のキャリアには 1,090MHz の拡張スキッタや VDL モード 4、UAT などが用いられる。  
→ASAS、GNSS、拡張スキッタ、マルチラテレーション

## [AIS] (Automatic Identification System)

船舶自動識別装置。

航海中の各船舶が船名、コールサイン、自船位置、速度、針路、喫水や目的地等の情報を自動的に VHF 無線によって相互に送受信し、また、安全通信文というメッセージも送信し、船舶相互間及び船舶と陸上の海上交通センター等の航行援助施設との間で情報の交換を行い船舶の安全運航を支援するシステム。

2000 年 (平成 12 年) 12 月に開催された IMO (国際海事機関) 第 73 回海上安全委員会で、

海上における人命の安全のための国際条約（SOLAS 条約）の改正が採択され、一定の船舶に、AIS の搭載が義務付けられ、2002 年（平成 14 年）7 月から段階的に導入することが決定されている。

### [ASAS] (Airborne Separation Assistance System)

航空機間隔維持支援装置。

他の航空機との安全間隔維持のために飛行乗務員を支援する航空機搭載監視を基本とした航空機システム。

ASAS は、周辺の航空交通状況を直接確認する手段を持たない飛行乗務員のためのレーダ代用品になると期待されている。ASD-B や TIS-B などから得られる周辺交通情報を飛行乗務員のために利用する手段として、各国で研究されている。

ASAS の使用方法には、現在の航空機運用を支援するものから新しい航空機運用方式まで多様なものが提案されている。想定する運用方式により ASAS に求められる機能や性能が異なるため、応用ごとに想定される ASAS の仕様やその実現可能性が研究されつつある。

→ADS-B、TIS-B

### [A-SMGCS] (Advanced surface movement guidance and control system)

先進型地上走行誘導管制システム。

空港面内の航空機及び車両が安全に走行できるように、その位置を正確に把握し、経路設定、誘導、管制を行うシステム。

近年の幹線空港等の大規模化に伴う空港面レイアウトの複雑化および空港需要増大に伴う高密度運航に対応するため、また、夜間や霧などのために視程が低い状況下でも航空機等の安全で円滑な地上走行を確保すると共に管

制官の負荷を軽減する次世代システムであり、監視、経路設定、誘導、管制の 4 つの基本機能で構成される。

→ マルチラレーション、拡張スキッタ

### [ATIS] (Automatic Terminal Information Service)

飛行場情報放送業務。

航空機の離着陸に必要な最新の気象情報、飛行場の状態、航空保安施設の運用状況等の情報を自動装置により繰り返し放送する業務をいう。これらの情報は VHF データリンクでも配信されている。

### [ATN] (Aeronautical Telecommunication Network)

航空通信網。

機上通信システム、空地データリンク、地上通信システム間を相互に接続して航空通信用のインターネットを構築し、ユーザ端末間における通信（エンド・トゥ・エンドの通信）を行う際、ユーザ側が伝送等を意識せずに、効率的かつ経済的にデータ通信を行うもの。

### [CAT- I , II , III] (Category-1, 2, 3)

ICAO の定める計器着陸装置の性能の分類。

霧などによる視界の程度と計器着陸装置の性能との関係から、進入・着陸のどの段階まで計器誘導に頼れるかが決まる。高いカテゴリの計器誘導では、進入・着陸の最後に近い段階まで計器に任せることが可能となるため、パイロットの負担軽減、着陸の安全性の向上、天候によらない確実な着陸が実現されると期待される。

- CAT-I デシジョン・ハイト（着陸するか否かをパイロットが判断する高度。決

心高度。) 200ft、滑走路視程 2,600ft まで計器誘導を用いる方式。

- CAT-II デシジョン・ハイト 100ft、滑走路視程 1,200ft まで計器誘導を用いる方式。
- CAT-III A 滑走路視程 700ft 以上で、着陸の直前のみパイロットの目視に頼る方式。
- CAT-III B 滑走路視程 150ft 以上で、パイロットの目視に頼らず進入・着陸し、地上滑走のみ目視に頼る方式。
- CAT-III C 滑走路視程ゼロでもパイロットの目視に頼らず進入・着陸・地上滑走を行う方式。

ILS を用いた進入では、一部の空港で CAT-III A までが可能となっている (国内では釧路空港、青森空港、成田空港、熊本空港)。衛星航法の分野では CAT-I 相当の進入実現と実用化が現在の目標となっている。

→ILS

## [DGPS] (Differential GPS)

差動型 GPS。

位置の固定された GPS 受信局 (基準局) の GPS 測位結果と実際の位置を比較することで測位誤差を求め、補正情報を基準局から FM 帯で放送し、GPS 利用者がこの情報を受信して測位情報を修正することで測位精度を高めるシステム。

船舶や自動車などに用いられており、航空における SBAS も原理上は DGPS の一種である。

→GNSS

## [DME] (Distance Measuring Equipment)

距離測定装置。

航空機に対して地上の DME 局と航空機との傾斜距離 (Slant Range。地図上の距離ではなく、航空機と DME 局の間の 3 次元的な距離) 情

報を与えるためのシステム。

周波数は 960MHz~1,215MHz で動作し、機上のインタロゲータ (質問機) と地上のトランスポンダ (応答機) よりなる。DME は VOR に併設されて、航空機に位置情報 (距離-方位情報) を提供する短距離援助方式として使用されることが多い。また、ILS マーカの代替として、ローカライザまたはグライドパスと併設し、着陸点までの距離情報を連続して提供する精密進入援助施設 (Terminal DME: T-DME) としても使用される。

→VOR、VOR/DME

## [EUROCONTROL] (European Control for the Safety of the Air Navigation)

日本語では欧州航空 (航法) 安全機関、欧州管制機関、ユーロコントロールなどと呼ばれる。

欧州の空域についての管制、及びその研究等を行っている機関である。

## [FAA] (Federal Aviation Administration)

連邦航空局。

民間航空の管制や保安を所掌する米国の行政機関。日本の国土交通省航空局にあたる。

## [FIS-B] (Flight Information Service - Broadcast)

放送型飛行情報提供サービス

空港や空域の使用可能状況といった航空情報 (Notice to Airmen: NOTAM)、各航空機から寄せられる気象情報 (パイロットレポート) や気象予報、地形情報など、地上で把握して航空機の安全な運航に必要なさまざまな情報を、地対空のデータ通信により航空機へ提供するサービス。得られたデータを画像化する機上

装置の開発も行われている（なお、UAT では地上から画像データとして送る方式をとっている）。

特に、低高度を有視界飛行で飛ぶことの多い小型機の場合、霧などによる視界の不良や山など急峻な地形による事故が多いため、FIS-B による情報提供の効果が期待される。

→UAT

### [FMS] (Flight Management System)

飛行管理装置。

計器誘導を行うための機上装置。RNAV において機上側の要となる。

旧来の自動操縦装置は主に航空機の姿勢を安定させ、経路上にある近くの VOR/DME へ針路を向ける程度の機能であったが、コンピュータの性能の向上により、FMS では経路全体の情報をあらかじめ記憶させておくことができ、経路上の各点と地上の無線標識との位置関係を正確に求めることができるため、無線標識を結ぶ折れ線状になる従来型の経路設定よりも効率的な経路管理が可能となり、また、離陸から着陸に至るまでの航行を自動化することが可能となった。

ボーイング 767、エアバス 310 以降に開発された航空機には標準装備されている。

→RNAV

### [GBAS] (Ground-Based Augmentation System)

地上型衛星航法補強システム。

→GNSS

### [GEONET] (GPS Earth Observation Network System)

国土地理院 GPS 連続観測システム。

全国約 1,200 ヶ所に設置された電子基準点と GPS 中央局（茨城県つくば市）からなる、高密度で高精度な測量網の構築と広域の地殻変動の監視を目的とした連続観測システムである。

### [GICB] (Ground-Initiated Comm-B)

→地上喚起 Comm-B

### [GNSS] (Global Navigation Satellite System)

全地球的航法衛星システム。

《概要》

地球上の各点の位置を、測位用の人工衛星群との位置関係から求める測位システム。

米国が運用中の GPS (Global Positioning System)、ロシアが運用中の GLONASS (Global Orbiting Navigation Satellite System)、欧州連合が整備中の Galileo などがある。

複数の測位衛星（原理的には 4 基でよく、5 基以上あれば精度の向上に用いることができる）から送られる衛星上の時計の時刻信号が地上に伝わる際に要する時間から求まる各衛星との距離（衛星の時計と受信機の時計のずれによるオフセットがあるため、疑似距離と呼ばれ、補正により真の距離となる）と、各衛星から並行して送られる各衛星の軌道情報から受信機の位置を算出する方式をとる。地球上でくまなく測位を行うためには 24 個以上の測位衛星が必要であり、GPS では約 30 個の測位衛星が打ち上げられている。

測位衛星は非常に精度の高い原子時計を搭載しているため、測位用途のほか、時計として用いることも可能である。

《補強システム》

測位衛星のみを用いた測位では航空での使用に十分な精度が得られず、また、時々刻々の

衛星の配置状態や電離層の活動により、衛星からの情報が役に立たなくなることがある。航空機の航法には高い測位精度（特に着陸の誘導を行うためには数 m）と途切れの無い測位、測位の信頼性の保証が求められる。よって、衛星航法を実用するためには、測位誤差の補正や衛星の稼働状況の監視を行うさまざまな補強システムを組み合わせる必要がある。

測位衛星群とその機能を補完する補強システムを組み合わせた総体としての航法用測位システムが GNSS である。

補強システムには以下の 3 種類がある。

- SBAS

静止衛星型衛星航法補強システム。地上に広範囲にわたり衛星信号の受信機（基準局）を固定的に設置し、各点の測定データから得られる誤差補正情報などを、静止衛星を介して各航空機に提供するシステム。広域的な用途に用いられる。加えて、測位衛星と同じ形式の測距信号を送信する地上施設もあり、これは測位衛星の代用として用いることができる。

特に、国土交通省の MTSAT（運輸多目的衛星）を用いた日本の SBAS を MSAS という。他に米国の WAAS、欧州の EGNOS がある。

日本固有の問題として、陸地が細長い形状であるため基準局設置による効果が欧米ほど得られにくいことがあり、独自の解決策が求められる。

- GBAS

地上型衛星航法補強システム。特に高い精度と信頼性の要求される空港での離着陸のために用いられる。地上に複数の基準局を設置して誤差計測を行うが、SBAS とは異なって基準局を空港周辺に限定して重点的に設け、測位誤差補正情報やインテグリティ情報などを空港の通信施設から VHF 帯の空地間データ通信

により航空機に提供する。補正後の測位精度は SBAS よりも高い。

- ABAS

航空機に搭載した受信機単体で航法の信頼性を高めるものであり、複数の GPS 衛星（不足している場合には高度気圧計などを加える）から得たデータにより、GPS 衛星の故障を検出するシステム。

→アベイラビリティ、インテグリティ、コンティニュイティ、電離層遅延

## [ICAO] (International Civil Aviation Organization)

国際民間航空機関。

民間航空機の運用方式などについて国際法的な取り決めおよび技術的標準の策定と普及を目的とした国連の専門機関。1947 年創立。現在、190 ヶ国が加盟している。

航空機のライセンス管理、空港の標識、安全のための性能仕様、管制方式、事故調査様式などについての国際法的な取り決めおよび技術的標準を策定し、民間航空に関する基本的な国際法である「国際民間航空条約」として明文化している。

加盟国における民間航空に関する法令は国際民間航空条約に準拠しており、日本の航空法も同様である。

当研究所は、技術に関する「標準および勧告方式」(Standard And Recommended Procedures: SARPs)の策定に携わっているほか、航空行政に関する国際会議に日本代表団のテクニカルアドバイザーとして参加している。

## [ILS] (Instrument Landing System)

計器着陸装置。

滑走路への進入経路を示す指向性電波を地上から発信し、これに航空機を沿わせることに

より進入を補助するシステム。正しい進入経路からの水平方向のずれを提示するローカライザ、垂直方向のずれを提示するグライドスロープ（グライドパス）、滑走路までの距離を提示するマーカーから成る。計器誘導による進入の際に主役となり、一部の空港では ILS による CAT-III A 進入も可能である。

→CAT

### [IMU] (Inertial Measurement Unit)

#### 慣性計測装置

潜水艦、航空機やミサイルなどに搭載される計測装置。基本的には、3軸のジャイロと3方向の加速度計によって、3次元の角速度と加速度が求められる。ただし、その信頼性向上のために、さらに複数のセンサが搭載されることがある。通常は、搭載する移動体の重心に置く。

### [LEO] (Low Earth Orbit)

#### 低軌道衛星。

地球を回る低軌道（衛星軌道のうち、中軌道よりも高度が低いもの。）を言う。通常は地球表面からの高度 350 km から 1400 km の場合が多い。低軌道衛星は、約 27400 km/h（約 8 km/s）で飛行し、1 回の周回に約 1.5 時間を要する（高度約 350 km の例）。

大気のある天体では、低軌道より低い軌道は安定せず、大気との摩擦抵抗で急激に高度を下げ、やがては大気中で燃え尽きてしまう。

低軌道は、これより高い軌道へ向かうための踏み石ではあるが、それ自身、地球に接近しているという点で非常に有益なものであり、低軌道に衛星を投入するほうが少ないエネルギーで済むため、小型のロケットで打ち上げ可能である等の利点がある。

### [LLZ] (localizer)

ローカライザ。

→ILS

### [MSAS] (MTSAT Satellite-based Augmentation System)

→GNSS

### [MU レーダ] (Middle upper radar)

京都大学生存圏研究所 信楽 MU 観測所の主要観測施設。中層・超高層および下層大気観測用 VHF 帯大型レーダーであり、高度 1~25km の対流圏・下部成層圏、高度 60~100km の中間圏、下部熱圏及び高度 100~500km の電離圏領域の観測が行われています。

### [RNAV] (Area Navigation)

#### 広域航法。

地上無線施設（VOR/DME 等）から得られる位置情報、GNSS や機上の慣性航法装置から得られる位置情報をもとに、機上に搭載した FMS を活用して、自機の位置や飛行方向を確認しながら飛行する航法。

従来、陸上の航空路は地上の航空保安無線施設（VOR/DME 等）間を結んで設定されていたが、高機能な機上装置である FMS の導入により、RNAV では地上の航空保安無線施設の地理的な位置に拘束されることなく直行的、可変的な経路の設定が可能となり、空域を有効に活用できる。また、無線標識を設置できない洋上では従来、機上の慣性航法装置による移動距離情報（水平方向の加速度を測定し 2 回積分したものを）を LORAN など陸からの長波無線信号により定期的に補正する測位方式だったため精度の

高い経路設定が困難であったが、測位に GNSS を用いることにより洋上の RNAV も可能となった。

既に一部の幹線的な航空路において導入されている。

→4次元航法、FMS、セクタ

### [RVSM] (Reduced Vertical Separation Minima)

短縮垂直間隔基準。

29,000ft 以上の巡航高度においても 1,000ft の垂直間隔を適用する方式。日本の国内の空域においても平成 17 年 9 月 30 日に導入され、一部を除き日本の管轄する空域すべてで RVSM が適用されることとなった。

### [SBAS] (Satellite-Based Augmentation System)

静止衛星型衛星航法補強システム

→GNSS

### [SSR] (Secondary Surveillance Radar)

二次監視レーダ。

一次監視レーダ (Primary Surveillance Radar: PSR) が照射電磁波の反射波により航空機の位置を監視するのに対し、SSR は航空機に質問信号を送り、機上のトランスポンダから応答信号として計器情報 (高度など) を地上へ送信させることで監視を行う。

覆域の航空機へ一括して質問信号を送るモード A およびモード C はこれまでの航空管制用レーダの主流であったが、応答信号の内容が航空機識別信号と高度情報のみであり、運航量の増加に伴って応答信号の重畳が激しくなったため性能の限界に至りつつある。

モード S (Selective) は、質問信号の送信の際に航空機識別信号を用いることで個々の航

空機と選択的に交信を行うことが可能である。また、情報容量の多いモード S ロング応答信号を用いたデータリンク機能により、高度だけでなく位置、針路、速度、ウェイポイントなど多様な情報を得ることが可能で、航空機の増加への対応の必要性から世界的に徐々に普及している。

一次監視レーダとは異なり機上装置が大きな役割を果たす監視手段であるため、航空機には SSR の運用モードに対応した信頼性の高い機上装置を搭載することが必要となる。

地上から機上への送信には 1030MHz、機上から地上への送信には 1090MHz の周波数帯を用いる。

→拡張スキッタ

### [SVM] (Service Volume Model)

測位衛星の配置や利用可能状況、地上局の配置、電離層遅延のモデルなどから、各地点ごとの GNSS のアベイラビリティ、インテグリティなどを算出するシミュレーションモデル。

→GNSS、アベイラビリティ、インテグリティ、電離層遅延

### [TIS-B] (Traffic Information Service - Broadcast)

放送型交通情報サービス。

管制側がレーダ等各種の監視手段により取得した各航空機の位置情報を集約し、放送型データリンクによって航空機へ発信するサービス。航空機へ送られたデータは機上装置によって画像化することも可能であり、ADS-B と相互補完的に用いることにより、航空機が周辺の他航空機の航行状況について、地上の管制官と情報を共有することが可能となる。

特に、ADS-B 送信機能が普及する過渡期の ADS-B の補完に必要である。また、ADS-B が普



及した後も、送信情報の誤りの検証結果や訂正情報の放送にも使用が検討されつつある。

→ASAS

### [UAT] (Universal Access Tranceiver)

小型機用の次世代高速通信機。また、それに用いられるデジタル無線信号の規格も指す。地对空通信の他に ADS-B 型の監視技術への利用も期待できる通信方式として研究開発されている。978MHz の周波数帯を用いて 1Mbps のデジタル通信を行う。米国 MITRE 社が小型機での使用のために開発を行ってきたもので、小型かつ安価であることが特徴。

大規模航空運送事業以外の航空機の運用 (General Aviation: GA) の情報化 (TIS-B、FIS-B による周辺航空機の位置情報や地形情報、気象情報などの提供) の実地検証のために米国 FAA がアラスカで行っているキャプストーン計画では無償で貸与されている。

ICAO の国際的な標準として承認されているが、この用途のための周波数割り当てが ITU (国際電気通信連合) で国際的に認可されていないため (現在、DME 用途として認可されている)、開発主体であるアメリカでの国内使用に留まっている。

→ADS-B、TIS-B、FIS-B

### [VDL] (VHF Digital Link)

次世代の空地間デジタル通信方式。

空地間データ通信としては従来 ACARS (Automatic Communications, Addressing and Reporting System) が用いられているが、低速 (2.4 kbps) である、誤り訂正機能がない、高伝送負荷時に伝送遅延が大きいなどの欠点があり、航空交通管制用として十分な性能を持っていない。

VDL は ACARS の問題点を解決するために ICAO で標準化された空地間データ通信方式である。VDL では、誤り訂正機能をもつため信頼性が高く、また通信速度も大幅に向上している。

現在、用途に応じて以下の各モードの実用化が提案され、実用化が検討されている。

- ・ モード 2 : 31.5kbps の転送速度があり、管制用データの通信に用いる。プロトコルが ATN (航空用通信ネットワーク) に対応している。ただし、CSMA (搬送波感知多元接続。無線 LAN と同じ) 方式であるため、通信対象の航空機が増加するに従って通信に待ち時間が発生する。
- ・ モード 3 : TDMA (時分割多元接続。一部の携帯電話と同じ) 方式によってひとつの回線で 4 つのチャンネルを並列に用いることができ、合計で 31.5kbps の通信速度である。また、音声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

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。

## [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

## [アベイラビリティ] (availability)

利用率、稼働率。

測位や通信が正常に行われ、利用可能な時間の割合。

測位システムに異常が発生するなどして警報が出され、測位情報の利用ができない時間が生じると、従来型の航法に切り替えたり離着陸を取りやめたりといった対応が必要となる。異常が確実に検出され、異常そのものも起きにくいとしても、異常が生じた際に復帰に時間がかかるならば測位情報が利用できる時間は減ってしまう。測位情報を実際に用いることのできる時間の割合がアベイラビリティであり、運用面での効率の指標となる。

ICAOの標準では、CAT-Iの着陸のためには99%~99.999%のアベイラビリティが要求されている。

→インテグリティ、コンティニューイティ、SVM

## [インテグリティ] (integrity)

完全性。

測位や通信に問題が生じたことがただちに検知される確率。

例えば測位システムにおいて、システムの故障などにより異常な測位信号が出た場合、そのシステムによる測位情報に疑いを持たずそのまま用いることは危険を招く。よって、安全を確保するためには、測位システムの異常を検知し、利用者にただちに警報（アラート）を発して利用を中止させることが必須となる。この異常の検出が正しくなされる確率がインテグリティであり、測位システムの安全性および信頼性の指標となる。

ICAOの標準では、CAT-Iの着陸のためには着陸1回あたり99.99998%以上が要求されている。

GNSSの場合、測位衛星が故障通知信号を発信するのは異常発生から数分から数時間であるが、GBAS、SBAS等の補強システムの導入によって監視を行うことで異常の検知をリアルタイムに行うことが可能となり、インテグリティが向上する。操縦が自動化されている部分の多い航空機で衛星航法を行うためには、カーナビゲーションシステムなど従来のGPS利用技術と比較すると格段に高いインテグリティが必要である。

→アベイラビリティ、コンティニューイティ、SVM

## [ウルトラワイドバンド] (Ultra Wide Band)

超広帯域無線。UWBと略す。

デジタル家電等、一般用途での使用が検討されている無線データ通信の方式。数百Mbpsのデータ転送速度を実現するために3GHz程度から10GHz程度にわたる広い帯域を用いる。そのため、GHz帯のさまざまな通信機器との干渉が懸念されており、検証の必要性が訴えられている。短距離通信を目的としているため信号の強度は小さくすることが予定されているが、GPSなど信号強度の弱い衛星通信に深刻な影響を与えるおそれがある。特に航空機内で使用された場合には、機上のGPS信号受信機器のすぐ近くでの動作となるため、問題はさらに深刻である。

現在は規格の策定段階にあり、干渉の問題により帯域自体の見直しも検討されている。

## [拡張スキッタ] (extended squitter)

SSR モード S の応答信号と同形式の信号を多目的に活用するためのデジタル信号の規格。1090ES と同略す。モード S トランスポンダ等から送信される。

1,090MHz の周波数帯を用い、8 マイクロ秒のプリアンプルと、それに続く 112 マイクロ秒、112 ビットのデータブロックから成る。信号内の通信速度は 1Mbps である。

レーダによらない監視機能である ADS-B やマルチラレーション、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

## [コンティニューイティ] (continuity)

連続性。

測位や通信が途切れずに連続して行われる確率。

測位システムの異常を検出する能力 (インテグリティ) が上がったとしても、実際に異常が生じたり、異常でもないにもかかわらず異常を知らせる警報 (誤警報) が出たりすることが頻繁に起こるならば、そのシステムは実用に堪えないものとなる。正誤にかかわらず警報が出ない、つまり、システムの異常自体が起きず、異常検出の誤りもない確率がコンティニューイティであり、安全性および信頼性の指標のひとつである。

ICAO の標準では、CAT-I 進入のために必要なコンティニューイティは 15 秒あたり 99.9992%と

定められている。

→SVM、アベイラビリティ、インテグリティ

## [コンフリクト] (conflict)

航行中の航空機同士が接近し、所定の管制間隔を満足できない状態。

## [準天頂衛星システム] (Quasi-Zenith

Satellite System: QZSS)

日本のほぼ真上に位置する静止衛星、というコンセプトを実現するために複数の人工衛星を用いるシステム。

静止衛星の欠点として、原理上、赤道上空にしか配置できないため、高緯度の地域ほど地上から衛星を見るとき仰角が低くなり、山や建物に遮られて衛星との通信が不可能となるということがある。日本上空にほぼ静止している人工衛星があれば、地上ではアンテナを真上に向けるだけで通信が可能となるため、より多くの場所で静止衛星の機能を活用することができると期待される。準天頂衛星システムは、地上から見ると 8 の字型を描く軌道 (24 時間で地球を 1 周し、そのうち 8 時間ほど日本の上空を通る。高度は静止衛星と同じ) の 3 基の衛星が交代で日本の上空を通ることによりこの目的を達成する。

官民の連携で計画が進められており、国家機関では総務省、文部科学省、経済産業省、国土交通省が協同で担当している。

測位および航法の分野では、GNSS における補強システムなどのための通信衛星としての用途のほか、測位衛星の代替手段として静止衛星を用いることも検討されており、準天頂衛星は静止衛星からの信号が届かない場所 (山間部やビルが密集している場所など) での測位方法としての活用が期待されている。

## [セクタ] (sector)

航空管制の業務を分担するために分割された空域の最小単位。

航空交通管制 (ATC) は監視能力や管制の処理能力の制約からセクタごとに独立して行われている。航空機の増加、運航頻度の増大に伴い、今後、羽田・成田などの大空港を抱えるセクタの慢性的な混雑が予想されるため、空域の再編、可変的なセクタ設定による効率的な空域管理などに大きな期待が寄せられている。

→RNAV

## [地上喚起 Comm-B] (Ground-Initiated Comm-B)

略称 GICB。

SSR モード S の通信プロトコルの一種。地上からの質問信号に応じてただちに機上データをダウンリンクする方式。リアルタイムに情報をダウンリンクできるため、例えば速度監視能力の向上に役立てることができる。

→SSR

## [電離層遅延] (Ionosphere Delay)

GPS 衛星からの信号が電離層を通る際に生じる遅延。GPS 信号の最大の誤差要因となる。電離層は時々刻々と状態が変化するため、誤差の補正のためには電離層の状態のリアルタイムな予測が不可欠である。

日本は磁気赤道に近く世界的な平均に比べて電離層の活動が活発であるため、欧米に比べ電離層遅延の補正が困難であり、日本固有の課題となっている。

## [電離層擾乱] (Ionospheric Disturbance)

電離層の状態が突発的原因により急激な変化をすること。

## [プラズマバブル] (Plasma Bubble)

磁気赤道に近い地域に特有な電離層の不規則構造のひとつ。電離層下部にある電子密度の低い領域が泡状に電離層上部へ急速に上昇する現象。GNSS を用いた測位においては深刻な擾乱となる。

## [マルチラテレーション]

(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。

マルチラテレーションでは、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。

マルチラテレーションの特徴としては、悪天候でも性能が劣化しないこと、測位に用いるSSR応答信号などに含まれている情報を用いて航空機の識別情報（コールサイン）を表示する機能を付加できることが挙げられ、現用のASDE（空港面探知レーダ）で指摘されている問題点が改善できる。また、建造物等による遮蔽の影響でASDEでは監視できない領域（ブラインドエリア）に対しても、受信局の配置を対応させることにより監視できることから空港面監視センサとしての活用が期待されている。

→A-SMGCS、拡張スキッタ

## [マルチパス] (multipath)

多重経路伝搬。

電波を用いた計測の際に、計測器で観測される電波は測定対象からまっすぐに届いたものだけではなく、山や建物など、計測環境に存在するさまざまな構造物によって反射して届いたものも含まれる。これによって測定信号が干渉を受けることにより生じる計測誤差をマルチパス誤差という。

GPS を用いた測位では地面・海面によるマルチパスのほか航空機の機体自体によるマルチパスが問題である、マルチラテレーションでは地面や建物によるマルチパスが問題である。

## [モード S] (mode-S)

→SSR









## 所在地

本 所：Headquarters

〒182-0012 東京都調布市深大寺東町7丁目42番地23

TEL 0422-41-3165 FAX 0422-41-3169

7-42-23, Jindaijihigashi-machi, Chofu, Tokyo 182-0012, Japan

TEL +81-422-41-3165 FAX +81-422-41-3169

岩沼分室：Iwanuma Branch

〒989-2421 宮城県岩沼市下野郷字北長沼4

TEL 0223-24-3871 FAX 0223-24-3892

4, Kitanaganuma, Shimonogo, Iwanuma, Miyagi 989-2421, Japan

TEL +81-223-24-3871 FAX +81-223-24-3892

ホームページアドレス：<http://www.enri.go.jp/>

---

独立行政法人 電子航法研究所

Electronic Navigation Research Institute

Independent Administrative Institution

本印刷物からの無断転載を禁じます。©2007 ENRI

No part of this material may be used or reproduced in any manner without a prior written permission of Electronic Navigation Research Institute