

# 電子航法研究所年報

平成 14 年 度



独立行政法人 電子航法研究所

# ま え が き

電子航法研究所は、国の試験研究機関として33年9ヶ月間培われてきた伝統と実績を引き継ぎ、平成13年4月1日に「独立行政法人電子航法研究所」として新たに発足した。

新生電子航法研究所は、電子航法に関する研究を行うことにより、交通の安全の確保とその円滑化を図ることを目的としている。国土交通大臣が示した5年間の中期目標に沿って作成した中期計画、さらに当該事業年度に実施すべき事項を定めた年度計画に基づいて研究を行っている。独立行政法人の趣旨を踏まえ、自立的、効率的で透明性の高い業務運営を図りながら、より質の高い研究成果を挙げることを目指している。

研究所の目的を踏まえ、社会ニーズに沿った研究の重点的推進を図るため、衛星やデータ通信等の新技術を活用した通信・航法・監視と航空交通管制を含む航空交通管理に関する研究に重点的に取り組み、我が国の空港整備事業等への研究成果の反映や国際民間航空機関等への国際的な貢献を行っている。それとともに、基礎的、先導的な研究を実施し、電子航法に関する基盤技術の蓄積にも努めている。

この電子航法研究所年報は、平成14年度に当研究所が行った業務について、その概要を収録したものである。

第1部は、総説として、沿革、組織、定員等について記載した。

第2部は、試験研究業務について、研究部ごとに概況と研究課題別の実施状況を示した。当研究所の平成14年度の試験研究業務は、国の試験研究機関であったときからの研究区分を一部変更し、重点研究、指定研究、基盤研究等、次のように区分されている。

重点研究は、運営費交付金により実施するもので、中期計画に掲げる重点研究開発領域に関わる研究等である。

指定研究は、運営費交付金により実施するもので、当研究所として今後取り組むべき重要な分野に係わる基礎的、先導的な研究等で、研究計画の評価に基づいて選定されたものである。

基盤研究は、運営費交付金により実施するもので、将来的に電子航法に関する研究に必要となると思われる基礎的、先導的、萌芽的な研究等である。

受託研究は、外部の機関等から電子航法に関する研究等について委託を受けて行う研究等である。

その他、外部の研究機関との共同研究等がある。

第3部に、主要施設と機器等について概要を記載した。

付録に、独立行政法人電子航法研究所法、中期目標、中期計画、平成14年度計画、平成14年度財務諸表等を掲載した。

この年報は、当研究所における研究活動をご紹介します。成果を有効に活用していただくために編集した。研究成果について詳細を知りたい方は、別に刊行している電子航法研究所報告および電子航法研究所研究発表会講演概要を参考にされるか、または直接当研究所にご照会いただきたい。

当研究所は、5年間の中期計画の3年目に入ったところであり、中期計画の達成に向け研究成果を積み上げていく重要な時期にさしかかってきたところである。この年報を通じて、当研究所の活動についてご意見をいただければ幸いである。

平成15年9月

独立行政法人電子航法研究所

理事長 大 沼 正 彦

# 目 次

第1部 総 説	
1. 沿 革 .....	3
2. 組 織 .....	6
3. 役職員数 .....	6
4. 所 在 .....	7
5. 建 物 .....	7
第2部 試験研究業務	
1. 電子航法開発部 .....	11
2. 航空システム部 .....	43
3. 管制システム部 .....	63
4. 衛星技術部 .....	86
5. 研究所報告 .....	100
6. 要望研究報告 .....	100
7. 受託研究 .....	101
8. 共同研究 .....	101
9. 招 聘 .....	102
10. 研究発表 .....	103
11. 知的財産権 .....	115
第3部 現 況	
1. 平成14年度に購入した主要機器 .....	123
2. 主要施設および機器 .....	124
3. 職 員 .....	127
4. 刊 行 物 .....	133
5. 行 事 .....	133
付 録	
1. 独立行政法人電子航法研究所法 .....	137
2. 独立行政法人電子航法研究所に関する省令 .....	140
3. 独立行政法人電子航法研究所 業務方法書 .....	143
4. 独立行政法人電子航法研究所 中期目標 .....	145
5. 独立行政法人電子航法研究所 中期計画 .....	147
6. 独立行政法人電子航法研究所 平成14年度計画 .....	156
7. 財務諸表 .....	163

第 1 部  
総 説





# 1 沿 革

我が国の航空技術研究再開の機運にのって昭和28年4月、運輸技術研究所に航空部が設置された。昭和33年に科学技術庁に長官の諮問機関として電子技術審議会が設けられ昭和34年8月、諮問第2号「電子技術に関する重要研究及びその推進措置について」に対する答申を行い、電子航法評価試験機関（Evaluation Center）の新設が必要なことを指摘した。次いで、同審議会は昭和35年9月に、諮問第1号「電子技術振興長期計画について」に対する答申を行い、それに沿って、昭和36年4月、当時の運輸技術研究所航空部に電子航法研究室（定員5名）が新設された。

電子技術審議会等の諸答申を背景として運輸省は昭和37年5月、運輸関係科学技術試験研究刷新要綱を決定した。これに基づき、船舶技術研究所、電子航法試験所などの新設組織ごとに設立準備室をつくり電子航法試験所設立計画の決定をみたが、最終的には、新設の船舶技術研究所の一つの部として電子航法部（2研究室14名）が設けられた。

昭和39、40両年度の予算において、電子航法評価試験のため試験用航空機の購入が認められ、ビーチクラフトスーパーH-18双発機を購入した。また、昭和40年度は飛行試験要員として、1研究室9名の増員が認められた。一方、昭和41年度には、航空交通管制の自動化に関連する試験研究に必要な電子計算機の借上げが認められた。

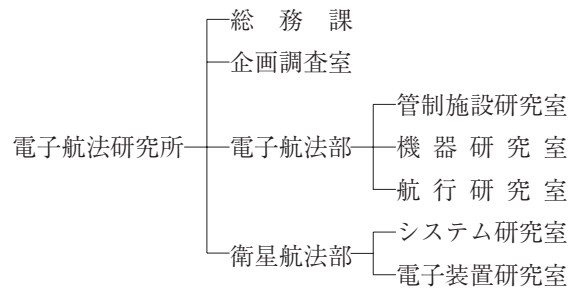
宇宙開発の一環として、人工衛星を航空機及び船舶の航法に利用しようとする開発研究は、我が国においても昭和38年に着手された。その結果をもとに、運輸省は昭和40年4月「人工衛星による航行援助方式の開発に関する基本方針」を決め、昭和41年度は衛星航法研究室（3名）が新設された。

電子技術審議会は昭和39年6月、電子航法評価試験機関の拡充強化を建議し、さらに、昭和41年6月の諮問第5号「電子技術に関する総合的研究開発の具体策について」に対し、研究機能と評価試験機能をもつ電子航法研究所の設置を答申した。また、運輸省の航空審議会においても昭和41年10月、諮問第12号「航空保安体制を整備するため早急にとるべき具体的方策について」に対して同様の答申があった。

昭和41年度予算要求において、運輸省は電子航法研究所の設立を要求したが、認められず、翌42年度予算において再度設立要求を行った結果、昭和42年6月からの10か月分の予算として電子航法研究所の新設が認められた。

しかし、運輸省設置法の一部改正が7月10日になったため、昭和42年7月10日付けで電子航法研究所として設立されることになった。

当時の組織は下記のとおりであった。



43年度には、ATC実験棟を建設するとともに、46年度までにATCシミュレータを整備した。

45、46年度には、電波無響室を整備し、また、研究所発足以来、44年度までは人員、組織とも変化がなかったが、45年度に3名の増員が認められ、電子航法部を廃止し、電子航法開発部（機器研究室）と電子航法評価部（管制施設研究室、航行研究室）を設置し、総務課に総務係をおいた。

46年度には、1名の増員が認められ、電子航法開発部に援助施設研究室を設置するとともに主任研究官3名（ILS、海上交通管制、データ処理）を発令した。

47年度は、3名の増員が認められ、企画調査室を廃止して研究企画官をおき、総務課に人事係をおいた。また、電子航法開発部建屋、衛星航法研究棟を建設した。

48年度には、3名の増員が認められ、電子航法評価部に管制システム研究室を設置し、同部に主任研究官1名（飛行実験）を発令し、総務課に企画係をおいた。

49年度は、3名の増員が認められ、電子航法開発部に航法システム研究室を設置し、電子航法評価部に主任研究官1名（ATCシミュレーション）を発令し、総務課に会計係をおいた。さらに、同年度には、実験用航空機の更新が認められ、50年10月にビーチクラフトB-99が引渡された。

50年度は、2名の増員が認められ、電子航法開発部に着陸施設研究室を設置した。

51年度は、航空局からの要望研究、技術協力依頼等航空行政に直結する試験研究をさらに促進し、成果の活用をすみやかにするため、空港整備特別会計を導入するとともに所の定員・予算約1/4を特別会計に移管した。これに伴い、電子航法評価部を改組し、航空管制研究室、航空保安施設基準研究室及び海上交通管制研究室を設置した。また、飛行実験センターとして、宮城県岩沼市に

岩沼分室を設置し、業務係をおき、飛行実験体制の整備に着手した。さらに、電子航法評価部に信頼性主任研究官をおいた。

52年度は、4名の増員が認められ、電子航法評価部航空保安施設基準研究室を航空施設基準研究室と航空機器標準研究室の2研究室とした。また、アンテナ試験塔を整備した。

53年度には、4名の増員が認められ、10月1日に電子航法評価部の航空施設基準研究室、航空機器標準研究室に新たに設置された運用技術研究室を加えて、航空施設部が発足した。さらに、54年1月には岩沼分室に分室長をおいた。

54年度には、東北財務局より土地8,943㎡の所管換を受け、岩沼分室を新築し、屋上にレーダー塔を設置した。

55年度には、海上保安庁より格納庫（建坪825㎡）の所管換を受けた。

この年から、主任研究官の発令方法が変わり、従来例えば信頼性主任研究官と呼んでいたのが、単に主任研究官となった。

56年度は、1名の増員が認められ、新システム（MLS）の調査研究体制に着手した。また、岩沼分室野外実験場の整備を行った。

57年度は、1名の増員が認められ、新システム（MLS）の調査研究体制の強化を図った。

58年度は、1名の増員が認められ、航空施設部に新着陸施設研究室を設置した。

59年度は、1名の増員（専門官）が認められ、岩沼分室での研究支援業務の強化を図った。

60年度は、1名の増員（研究企画官付専門官）が認められ、企画調整部門の強化を図った。

61年度は、1名の増員が認められ、MLS研究体制の強

化を図った。

62年度は、1名の増員が認められ、衛星航法部に搭載装置研究室を設置した。また、管理庁舎兼衛星航法実験棟の建設工事に着手した。

63年度は、管理庁舎兼衛星航法実験棟が竣工した。

平成元年度は、1名の増員が認められ、航空管制の研究体制の強化を図った。

平成2年度は、1名の増員が認められ、空地データリンクの研究体制の強化を図った。

平成3年度は、1名の増員が認められ、衛星データリンクの研究体制の強化を図った。

平成4年度は、1名の増員が認められ飛行場管制の最適手法の研究体制の強化を図った。

平成6年度は、1名の増員が認められ空港面航空機識別表示システムの研究体制の強化を図った。

また、仮想現実実験施設を整備した。

平成7年度は、1名の増員が認められVHF デジタルリンクの研究体制の強化を図った。

平成12年度は、国土交通省設置法等関係法令の施行により、平成13年1月6日をもって「国土交通省電子航法研究所」となった。

また、ATCシミュレーション実験棟が竣工した。

平成13年度は、中央省庁等改革推進本部決定及び関係諸法令の施行を受け、4月1日をもって「独立行政法人電子航法研究所」が成立となった。

所長・研究企画官が廃止され、役員として理事長・理事・監事が設置され、総務課に企画室を設置した。また、電波無響室が改装となった。

平成14年度は航空施設部、電子航法評価部、衛星航法部を航空システム部、管制システム部、衛星技術部と名称変更し研究室が廃止され研究グループを編成した。

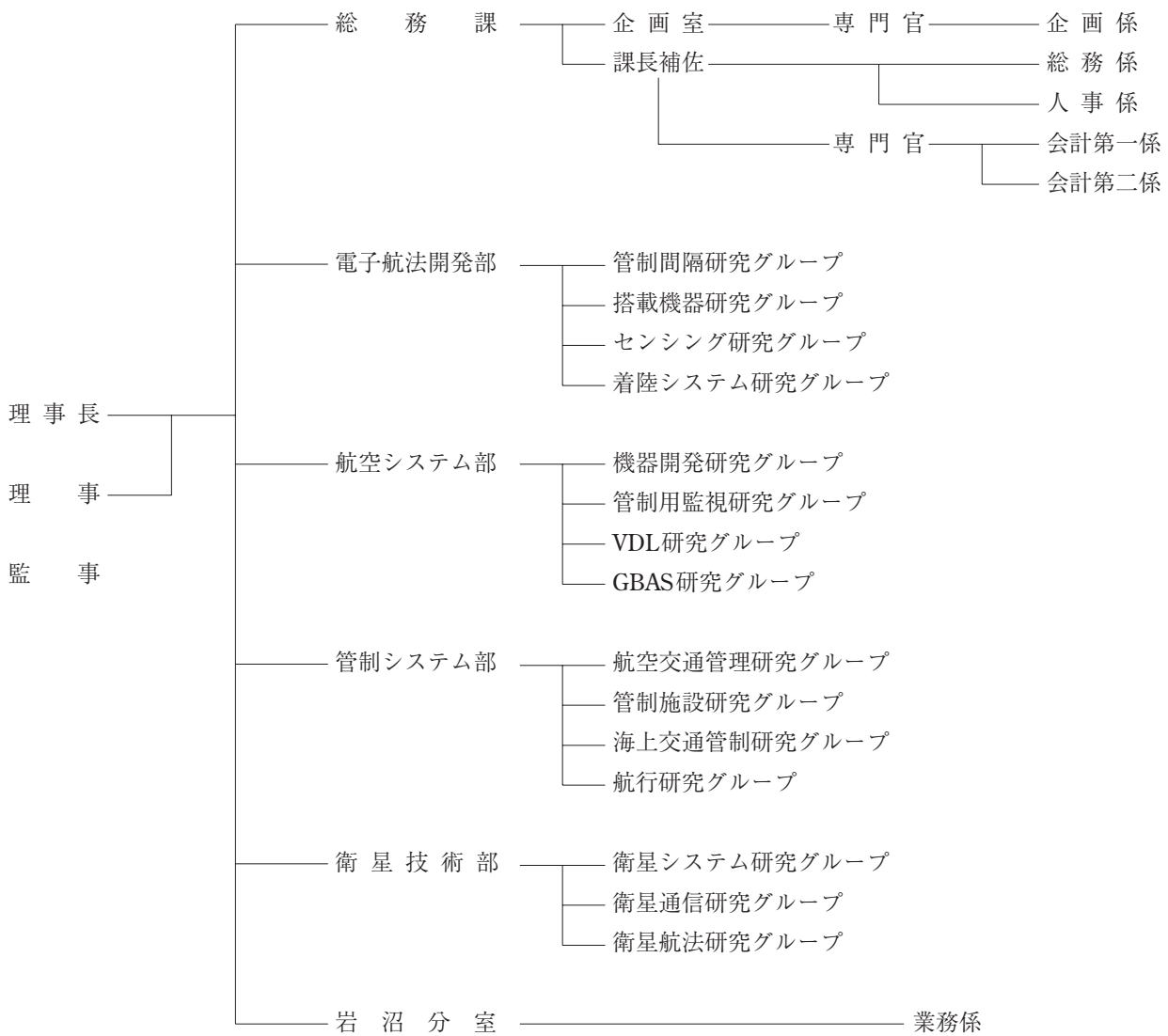
予算及び定員の推移

予算額（単位：千円）

年 度	42	43	44	45	46	47
予 算 額	146,979	199,819	206,041	223,518	276,360	304,646
対 前 年 増 減 率	—	35 %	3 %	8 %	23 %	10 %
定 員	31人	31	31	34	35	38
年 度	48	49	50	51	52	53
予 算 額	361,473	426,008	566,444	566,398 (147,938)	624,659 (221,040)	780,222 (374,664)
対 前 年 増 減 率	18 %	17 %	32 %	△0.008 %	10 %	2 %
定 員	41	44	46	48 (13)	51 (16)	55 (19)
年 度	54	55	56	57	58	59
予 算 額	949,812 (521,262)	962,617 (551,380)	933,404 (536,456)	1,197,423 (797,831)	1,249,486 (856,061)	1,254,326 (811,413)
対 前 年 増 減 率	21 %	1 %	△3 %	28 %	4 %	0.3 %
定 員	58 (21)	59 (22)	59 (22)	59 (23)	60 (24)	61 (25)
年 度	60	61	62	63	元	2
予 算 額	1,793,576 (1,158,355)	1,700,338 (1,225,191)	1,746,126 (1,321,124)	1,490,728 (1,058,040)	1,280,080 (834,104)	1,450,731 (989,047)
対 前 年 増 減 率	42 %	△5 %	2 %	△14 %	△14 %	13 %
定 員	62 (26)	63 (27)	64 (27)	63 (26)	64 (27)	64 (28)
年 度	3	4	5	6	7	8
予 算 額	1,519,380 (1,034,497)	1,614,482 (1,105,035)	1,993,269 (1,480,859)	3,145,664 (2,635,883)	2,845,843 (2,322,699)	2,385,950 (1,859,062)
対 前 年 増 減 率	5 %	6 %	23 %	58 %	△9.5 %	△16 %
定 員	65 (28)	65 (28)	65 (28)	66 (29)	66 (29)	66 (29)
年 度	9	10	11	12	13	14
予 算 額	2,155,519 (1,627,169)	1,646,097 (1,112,230)	1,565,260 (1,015,415)	1,665,631 (1,037,366)	2,322,080 (1,096,909)	1,813,574 (1,068,770)
対 前 年 増 減 率	△10 %	△24 %	△5 %	6 %	39 %	△22 %
定 員	65 (28)	65 (28)	65 (28)	64 (28)	64 (28)	64 (28)

注1：（ ）内は、空港整備特別会計で内数

## 2 組 織 (平成15年3月31日現在)



## 3 役職員数

	一般勘定	空港整備勘定	計
理事長	1		1
理事	1		1
監事	1		1
非常勤監事	1		1
事務職	8	8	16
研究職	28	19	47
計	40	27	67

(平成15年3月31日現在)

## 4 所 在

	所 在 地	電 話
電子航法研究所	〒182-0012 東京都調布市深大寺東町 7丁目42番地23	0422-41-3168
岩沼分室	〒989-2421 宮城県岩沼市下野郷字北長沼4	0223-24-3871

## 5 建 物

建 物	建 延 面 積	竣工年度
本庁舎（役員室・総務課） 衛星技術部建屋	鉄筋コンクリート2階建，建面積630㎡，延面積1,160㎡	昭和63年度
電子航法開発部建屋	鉄筋コンクリート2階建，建面積390㎡，延面積780㎡	昭和47年度
航空システム部建屋	鉄筋コンクリート2階建，建面積490㎡，延面積980㎡	昭和53年度
管制システム部建屋	鉄筋コンクリート3階建，建面積224㎡，延面積791㎡	昭和38年度
ATC実験棟	鉄筋コンクリート2階建，建面積232㎡，延面積465㎡	昭和43年度
電波無響室	鉄筋コンクリート2階建，建面積590㎡，延面積687㎡ 内装寸法：奥行32m，幅7m，高さ5m	昭和45年度 昭和48年度 増築 平成13年度 改装
アンテナ試験塔	鉄筋造，カウンタポイズ直径25m，奥行・幅13m，高さ19.5m 実験準備室：鉄筋造一部中2階建，建面積160㎡，延面積203㎡	昭和52年度 昭和53年度
岩沼分室建屋	鉄筋コンクリート2階建，建面積287㎡，延面積497㎡ 屋上にレーダー塔を設置	昭和54年度
岩沼分室格納庫	鉄骨造平屋建，面積825㎡	昭和55年度 所属換
仮想現実実験棟	鉄筋コンクリート造一部鉄骨造2階建，建面積480㎡，延面積703㎡	平成6年度
ATCシミュレーション 実験棟	鉄筋コンクリート2階建，建面積569㎡，延面積1,092㎡	平成12年度

（平成15年3月31日現在）

# 第 2 部

## 試験研究業務





# 1 電子航法開発部

## I 年度当初の試験研究計画とそのねらい

平成14年度における研究は社会・行政ニーズや技術分野の将来動向を考慮して、重点研究、指定研究及び基盤研究として承認された下記の項目を計画した。

1. エンハンスト・ビジョン・システムに関する基礎研究
2. ASAS用データリンク方式の電磁環境に関する研究
3. ヘリコプタの障害物探知・衝突警報システムに関する研究
4. 航空路の安全性評価に関する研究
5. 航空機衝突防止方式に関する研究
6. CATⅢ ILS進入コース予測技術に関する研究
7. ACAS信号を用いた受動型測位方式の研究
8. ルーネベルグレンズを利用した後方機器に関する研究
9. スケールモデルによるCATⅢ ILS用新FFM方式に関する研究

1～4は重点研究である。1は低視程の進入着陸等に際して、パイロットの前方スクリーンに擬似前方映像、飛行・航法情報等を表示・提供するシステムに関する基礎研究である。2は国際民間航空機関（ICAO）で検討されている航空機間隔維持支援装置（ASAS）のデータリンク方式への応用に関して、無線通信量の増加による混信妨害が課題とされているため、電磁信号環境の予測手法を開発し、実現可能な性能について研究する。3はヘリコプタの前方障害物との衝突事故を防ぐため、前方を複数センサで監視し、障害物を識別し、パイロットに警報を発するシステムの開発に資するものである。本研究は別途、運輸施設整備事業団の競争的資金による受託研究と分担して行っている。4は航空路における短縮管制間隔の基準策定等に際しての安全性評価に関するもので、ICAOのパネル検討作業と連携した研究である。

5～7は指定研究である。5は航空機衝突防止装置（ACAS）に関するパイロット報告の分析による運用評価、防止方式の改善及び小型機への普及に関する研究である。6は積雪が計器着陸システム（ILS）のグライドパス（GP）に及ぼす影響を予測する技術を確認する研究である。7はACASの信号を利用した新しい受動型測位方式を実証するための研究である。

8と9は基盤研究である。8はルーネベルグレンズの特性を活かした新しい航法機器への応用に関する研究であ

る。9はILSのローカライザ（LLZ）のファーフィールドモニタ（FFM）の設置位置を滑走路の延長線上からオフセットした方式の研究である。

## II 試験研究の実施状況

エンハンスト・ビジョン・システム（EVS）に関する基礎研究では、高精度ジャイロを用いた飛行実験を行い、画像等のデータを取得した。更に、室内でプロジェクトにより、簡易型のヘッド・アップ・ディスプレイ（HUD）にコンピュータ画像やカメラ画像出力の融合画像を表示させて、パイロットの評価を行った。その結果、パイロットの視覚補助として、滑らかな動画を提供できた。本研究は5カ年計画の最終年度であり、今後に想定されるEVS等の航空機搭載基準の検討に資する技術資料を得た。

ASAS用データリンク方式の電磁環境に関する研究では、引き続きICAOの技術会議を中心にASASの運用要件を調べ、現状や将来動向を把握した。更に、ASAS導入前に電磁環境を予測・評価するため、電磁信号環境記録装置の連続記録部の製作、電磁信号環境シミュレータの改造を行った。飛行実験を仙台空港近傍や西日本空域で行い、現在の電磁信号環境を測定し、SSR地上局近傍や空港近傍における質問信号数がかなり多くなること等の新しい知見を得た。これらの結果をICAOの技術会議に報告し、評価を得た。

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では、送電線等を検出するための赤外線画像コントラストの向上を図り、画像処理時間を短縮できる手法を開発した。その結果、可視光線と赤外線の融合画像は毎秒30枚程度の高速表示ができるようになった。ミリ波レーダの探知距離を伸ばすため、高電力の電圧制御信号発生器を導入した。ニース大学との共同研究ではアンテナ自体の小型化を図り、電波無響室の測定実験でその特性がほぼ予測計算値に一致することを明らかにした。

航空路の安全性評価に関する研究は、管制間隔基準に関する継続課題（4年計画）の初年度である。北太平洋空域で自動従属監視（ADS）を使用した場合を想定し、衝突危険度を算出し、50NMの縦間隔基準の適用可能性を安全性の観点から提示した。この結果は北太平洋空域の航空路で50NM縦間隔を実施するための安全上の根拠となる資料として、国土交通省を通じて、ICAOのバンコク事務所へ提出された。また、現用ADSの位置表示の誤差源である予測誤差を調べ、その分布の性質を明らかにする解析作業等を行った。

航空機衝突防止方式に関する研究では、従来に続いて

ACASの警報に関するパイロット報告を分析した。その結果、改訂版アルゴリズムはその導入により誤警報や不要警報を少なくでき、パイロットが容易に使用できるものであることを明らかにした。その結果をICAOの技術会議に報告し、分析手法も含めて、高い評価を得た。また、ACAS信号を用いた測位方式を提案し、実験装置の試作を始めた。この部分は7の研究に引き継いだ。

CATⅢ ILS進入コース予測技術に関する研究では、独立行政法人航空宇宙技術研究所との共同研究で、無雪時と降雪時に飛行実験と地上実験を行った。無雪時の地面構造をモデル化し、GPパス空間誤差予測のための基本プログラムを作成した。基本プログラムの計算結果と実験結果とが良く一致しており、予測の有効性を確認した。

ACAS信号を用いた受動型測位方式の研究は、2年計画の初年度である。5の研究で始めた実験装置の試作を引き継ぎ完了し、電波無響室における実験、所内の野外実験及び羽田空港での予備的な野外実験を行い、測位精度を調べた。更に、仙台空港で本格的な実験を行うため、遠隔同期システムを製作した。

ルーネベルグレンズを利用した航法機器に関する研究は、3年計画の初年度であり、同レンズとレンズ表面に貼る反射体を製作した。更に、レンズの反射特性に関するシミュレーション手法とプログラム化及び電波無響室における基礎実験を行った。本研究では反射体を利用した符号化電波標識等のレンズ応用で特許を出願した。

スケールモデルによるCATⅢ ILS用新FFM方式に関する研究は、3年計画の初年度であり、実験に必要なLLZのスケールモデルを製作し、基本実験を行った。その結果、オフセット方式のFFMの実験に必要な改善点を明らかにした。また、これに伴う反射・回折波の計算プログラムの開発に着手した。

今年度は上記の9項目の研究に加えて、7件の受託研究を行った。これらは上記の研究、これまでの研究及び行政部局への技術協力で蓄積した技術を活用したものである。

#### (1)ミリ波／赤外線による衝突防止技術に関する研究

本研究では、ヘリコプタ関連の研究が鉄道や船舶にも応用できるため、先に述べた競争的資金をもとに、衝突防止システムの搭載化に重点を置いて研究する。

#### (2)JTIDS等国内展開基準の作成

民間航空用無線機器と防衛庁等で導入・使用する総合(統合)戦術情報伝達システム(JTIDS)との電波干渉妨害が許容範囲内であるか、すなわち、基準作成に係る研究である。

#### (3)航法計器等に対する電波干渉分析と評価

航空機客室内で無線LAN等のネットワーク・サービスを行うことに関して、無線LANが機内航法計器等に及ぼす影響を電波無響室や空港で実験し、データを解析した。

#### (4)航空機内の電磁干渉障害に関する調査

近年普及の著しい携帯電子機器が機内に持ち込まれたときに、それから放射される電波が航法・通信機器の機上装置に干渉を与える恐れがある。本研究では、今までの事例とその分析結果を追記した「航空機電磁干渉障害報告書」をまとめた。

#### (5)CATⅢ化に係わる関連施設の電波性能調査

本研究では、広島空港のCATⅢ化計画に伴う電波高度計の敷設材料とLLZの電波遮蔽に関して調査した。

#### (6)青森空港高カテゴリー化積雪調査

本研究では、青森空港の高カテゴリー化に不可欠な電波高度計用地、GP反射面及び周辺県道改良工事に伴う電波特性を調べ、除雪の必要性の可否等を検討・調査した。

#### (7)浮体空港でのILS電波の3次元表面による影響評価

本研究では、浮体空港(箱形状メガフロート)の海上での位置変動が計器着陸システムのGPに及ぼす影響を調べた。

### III 試験研究の成果と国土交通行政、産業界、学会等に及ぼす効果の所見

EVSに関する基礎研究では、将来に想定される航空機搭載基準の検討に必要な基礎資料を得た。ASAS用データリンク方式の電磁環境に関する研究及び航空機衝突防止方式に関する研究の成果は、ICAOの監視及び異常接近回避システム・パネルの作業部会で報告され、高い評価を得た。ヘリコプタ障害物探知・衝突警報システムに関する研究は近年のヘリコプタの事故増加を防ぐために、今後も発展的に産官学の連携を含む体制で研究を進めて行くべき重点研究となり、交通の他方面への応用の多様性から競争的費金を獲得できた。航空路の安全性評価に関する研究の成果は北太平洋空域における縦間隔短縮への技術的根拠としてICAOのバンコク事務所に提出された。また、例年のように、ICAOの管制間隔及び空域安全パネルの技術会議に縦間隔短縮に関する報告を行った。

受託研究は、航空行政の抱える問題の解決や将来計画の立案に貢献した。今年度のこれらの研究成果に関しては、ICAO、当研究所の研究発表会、関連学会、国際研究集会等で非常に活発に発表した。

(電子航法開発部長 東福寺則保)



## エンハンスト・ビジョン・システムに関する基礎研究【重点研究／一般勘定】

担 当 部 電子航法開発部  
担 当 者 ○住谷泰人 小瀬木滋 白川昌之  
研究期間 平成10年度～平成14年度

### 1. はじめに

エンハンスト・ビジョン・システム（EVS）は、パイロットがウィンド・スクリーンを通して前方の外の光景を見ながら、コンピュータ・グラフィックス（CG）等により表示される主要なフライト・パラメータ、航法情報、航空機衝突防止装置の情報、擬似地上映像等を同時に見ることのできるシステムである。これによりパイロットは、前方を目視した状態で飛行に必要な情報を取得しながら操縦できる。また、赤外線カメラによる画像等、人間が見ることのできない景観を合成表示することにより、視程が悪い状況下で計器進入を実施する際に状況認識能力を向上させる効果が期待できる。この場合特に、低カテゴリの空港であっても高カテゴリ運航に貢献できる可能性がある。さらに、空港や航空路においても、有視界飛行方式で飛行している周辺機や訓練空域を考慮して飛行でき、運航の安全性向上が期待できる。

本研究では、平成10年度から平成13年度までの4年間、航空局との技術協力の一環として、ACAS IIの運用評価も行っている。

### 2. 研究の概要

本研究は5カ年計画であり、平成14年度は5年度目である。平成14年度の研究の目的は、平成13年度に購入したヘッド・アップ・ディスプレイ（HUD）を用いて、簡易型のシミュレーション実験を行うと共に、これまでに構築したシステムの取得データに基づき、システムを改良した上で、シミュレーション評価等で検証し、EVSの基礎資料を付加することである。

平成14年度は主に次のことを行った。

- 高精度なジャイロ等を用いた画像取得解析装置を用いた飛行実験
- HUDを用いた融合システムの開発
- 飛行実験で取得した画像等のデータを融合システムに適用した簡易シミュレーション実験
- パイロットによるシミュレーション実験の評価

### 3. 研究の成果

#### 3.1 センサの有効性と表示情報の検討

画像取得解析装置を試作し、赤外線カメラの有効性や合成画像方式の他、欧州連合からの客員研究員との共同研究により表示情報等について調査、検討した。また、遠赤外領域の赤外線センサを購入した。このセンサと中赤外領域の赤外線センサ、可視光線センサにより画像取得するとともに、センサの有効性を検討した。さらに、画像取得解析装置データ取得部を用いて地上実験を行い、取得したセンサからの画像と共に提供する3次元のCG画像を生成するためのGPSデータ取得方法や提供方法を検討した。平成14年度に改良し、航空機に搭載した高精度なジャイロを用いた画像取得解析装置データ取得部のブロック図を図1に示す。

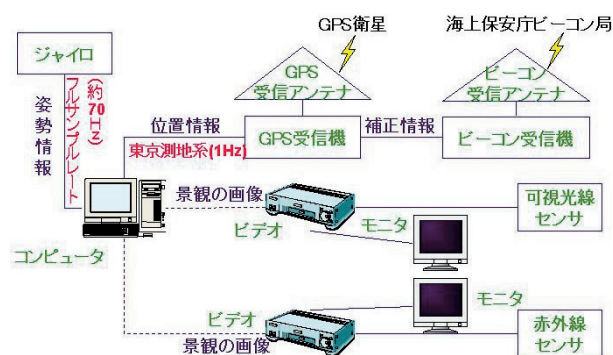


図1 実験系統図

#### 3.2 航空機の改造と融合システムの開発

航空機で飛行中に、外の映像と同時にGPSデータ等を取得できるよう、センサ、GPS受信機、コンピュータ等機材の航空機取付工事を行った。飛行実験により、取得したデータと地図データベースにより、グリッド状の3次元CGで表示解析するプログラムを開発した。

外の映像と、様々な情報や他の映像等を同時に見るためには、それら情報や映像等を、融合という重ね合わせた状態で双方とも認識できることが必要である。はじめに、コンピュータ上に融合画像を表示することを試みた。コンピュータ上の背景画像にセンサ出力画像を表示しながらCG画像や別のセンサ出力画像を重ね合わせることにより、毎秒数枚融合表示できるシステムを構築した。また、外を見ながら同時にCGやセンサ画像等を見るこ

とが出来るよう、ハーフミラー型の簡易型のHUDとプロジェクタを購入した。プロジェクタを用いて、センサ出力画像を背景画像として投影表示するとともに、CG画像や別のセンサ出力画像をHUDにより表示できるオフライン型の簡易融合システムを構築した。図2に簡易融合システム構成図の一例を示す。

なお、これらのシステムはオフライン型であるため、デジタルカメラによりデータ取得状況等を撮影して時刻を同期させた。このため本システムには、少なくともデジタルカメラの画像更新レートである1/30秒の誤差が含まれている。

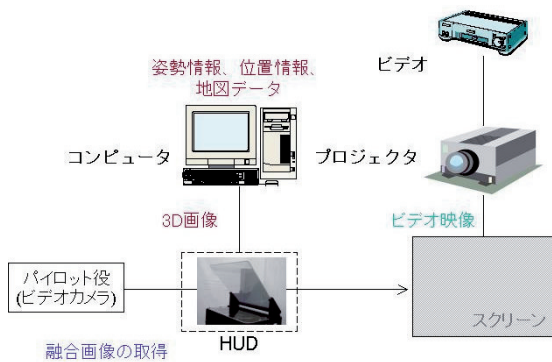


図2 簡易融合システム構成図

### 3.3 飛行実験とシミュレーション実験

飛行実験では、主に仙台空港からの飛行範囲内の山岳や空港周辺等において、下前方25°の角度の動画像を取得した。特に、平成14年度は、平成13年度に購入した高精度なジャイロを用いたシステムによる飛行実験を行った。実験中は、画像取得と同時に、姿勢データや海上保安庁のビーコン局が放送する補正情報を用いたDGPSデータを取得した。この実験により取得できた赤外線や可視光線センサ画像と簡易融合システムを用いて、センサ取得画像同士の融合を行った。また、実験で取得した姿勢やDGPSデータ等から3次元のCG画像を作成し、同時取得したセンサ画像との融合も行った。

これまでに取得した画像のうち、赤外線センサ画像と可視光線センサ画像との融合静止画像の一例を図3に示す。図3はもやの仙台空港上空からの静止画像である。このように、可視光線センサで見えず赤外線センサで見ることのできる画像に融合処理を行い、パイロットに提供できる。なお、平成14年度には3次元のCG生成と表示のためのコンピュータを更新し、CG画像とセンサ画像を融合させた時に、毎秒14フレーム以上の滑らかな動画を実現できた。CG画像と可視光線センサ画像との融

合静止画像の一例を図4に示す。図4のように、可視光線センサ画像に融合して提供するグリッド状のCG画像は、見える画像部分により実写画像とCG画像との誤差をパイロットに認識させながら、見えない画像の部分を含む地上の起伏をパイロットに認識させることができる。

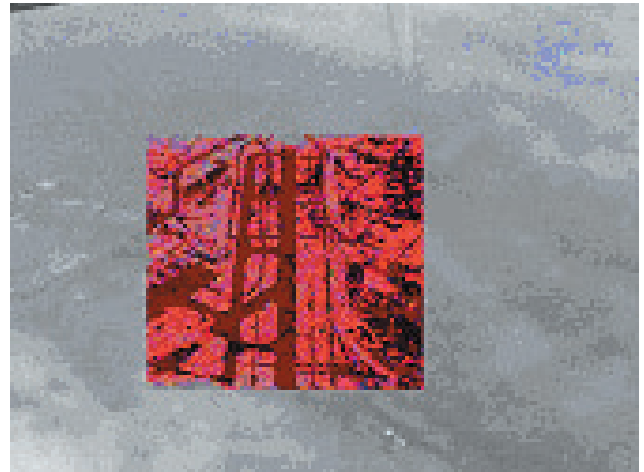


図3 赤外線と可視光線画像の融合静止画像例

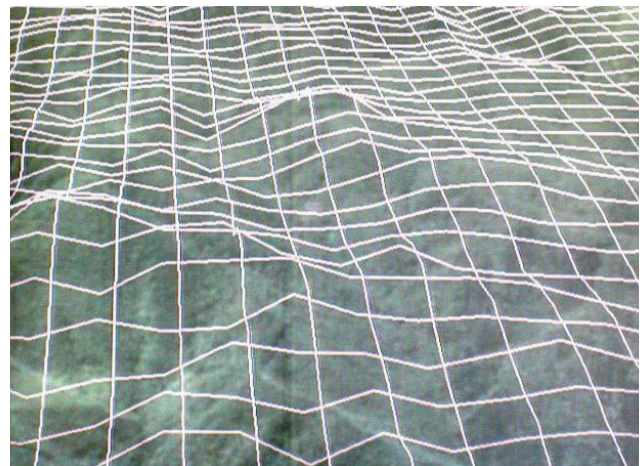


図4 CG画像と可視光線画像の融合静止画像例

### 3.4 パイロットによる評価実験

平成14年度に、シミュレーション実験で実現できた融合動画を3名のパイロットにより評価した。評価はアンケートシートを用いた方法で行った。このシートには、動画の滑らかさのもととなる画像の更新レートや、輝度、表示色について、選択式の質問項目があり、自由記載部には融合動画の感想等を記述できる。その結果、毎秒12フレーム以上の動画像であれば、滑らかに見えることが明らかになった。また、融合動画やシミュレーション装置等についての様々な意見等を取得できた。評価実

験の様態を図5に示す。



図5 パイロットによる評価実験

### 3.5 航空機衝突防止方式

航空機衝突防止方式（ACAS）について、航空局との技術協力のもと、平成13年度まで運用調査を実施した。国際民間航空機関（ICAO）の監視及び衝突回避システムパネル（SCRSP: Surveillance and Conflict Resolution Systems Panel）では、日本を含めた世界各国でのACASの新バージョンにおける導入効果の検討が継続的に行われており、これまでに日本の調査結果を提出している。また、SSRモードSデータリンク国際動向基礎調査委員会に参加し、モードS概説書編集の際に、ACAS関連の記載事項の検討を担当した。なお、管制協会の依頼に応じ、TCAS運用検討委員会にも参加している。これらACASについての研究は、平成14年度からは航空機衝突防止方式に関する研究で引き続き実施されている。

### 4. おわりに

本研究では、パイロットの視覚を支援する方式として、位置や姿勢に依存する支援情報を3次元CG画像として生成し、背景又は赤外線等の実写画像と融合する方法を検討してきた。実験用システムの構築により、画像と同時に自機位置や姿勢データを取得できるシステムが実現でき、異なるセンサ間や、3次元のCGとセンサ取得画像における融合表示方法を開発できた。また、簡易型のHUDを用いた融合システムを開発し、毎秒14フレーム程度の滑らかな動画を提供できるシステムを開発した。

特に、平成14年度は、高精度なジャイロやDGPSの位置データと共に記録した飛行実験中の画像を用いて融合動画を生成し、パイロットによる評価実験を行った。

その結果、最低限滑らかな動画のフレーム数を明らかにでき、今後のEVSやSVSに関する航空機搭載基準を検討するための基礎資料に活用できる意見を取得できた。

また、平成10年度から平成13年度までは、航空局の技術協力の一環としてACASの運用評価に関する研究を並行して行い、ACAS IIの実運用における動作状況の資料を取得できた。

### 5. 掲載文献

- (1) 白川，住谷（泰），小瀬木：“赤外線カメラ画像と可視光線カメラ画像の融合の一検討”，信学技報IE98-74，平成10年11月
- (2) M.A.Brown, M.Shirakawa,：“Three-Dimensional Cockpit Display for Pilot Situation Awareness”，第31回電子航法研究所発表会講演概要，平成11年6月
- (3) 白川，住谷（泰），小瀬木：“ACASアルゴリズムについての検討”，第31回電子航法研究所発表会講演概要，平成11年6月
- (4) S. Ozeki, Y. Sumiya, M. Shirakawa：“TA generation for intruding ship”，ICAO SICASP/ WG2-29, October, 1998
- (5) Y.Sumiya, M.Shirakawa, S.Ozeki：“The trend of the results of ACAS II operational evaluation in Japan, First report of 1998”，ICAO SICASP/ WG2-28, October, 1998
- (6) Y.Sumiya, M.Shirakawa, S.Ozeki：“The trend of the results of ACAS II operational evaluation in Japan, Second report of 1998”，ICAO SICASP/ WG2-29, October, 1998
- (7) 住谷（泰），白川，小瀬木：“パイロットレポートに基づくACAS IIの回避アドバイザリ発生状況”，日本航海学会論文集，100号，pp41-49，平成11年3月
- (8) Y.Sumiya, M.Shirakawa, S.Ozeki：“The trend of the results of ACAS II operational evaluation in Japan, First report of 1999, ICAO SICASP/ WG2-30, May, 1999
- (9) Y.Sumiya, M.Shirakawa, S.Ozeki：“The trend of the results of ACAS II operational evaluation in Japan, Second report of 1999”，ICAO SICASP/ WG2-31, November, 1999
- (10) Y.Sumiya, M.Shirakawa, S.Ozeki：“The trend of the results of ACAS II operational evaluation in Japan, First report of 2000”，ICAO SICASP/ WG2-32, March, 2000
- (11) 住谷（泰），白川，小瀬木：“EVS画像融合のための



- 地上実験の解析”，平成12年度電子航法研究所講演会，平成12年6月
- (12) 白川，住谷（泰），小瀬木：“航空機衝突防止装置の今後とその役割”，第99回労働科学セミナー，システムと安全（その3），平成11年9月
- (13) 白川，住谷（泰），小瀬木：“航空機衝突防止装置のアルゴリズム改訂の影響について”，信学技報SSS99-22，平成11年10月
- (14) M. Shirakawa, Y. Sumiya, S. Ozeki：“A Numerical Evaluation Method of the Revised ACAS Algorithms Using a Smoothed Spline Interpolation”，2000 IEEE Aerospace Conference, March, 2000
- (15) 住谷（泰），白川，小瀬木：“EVS画像融合のための地上実験の解析”，平成12年度電子航法研究所講演会，平成12年6月
- (16) 住谷（泰），Brown，白川，小瀬木：“実験用EVSを用いた地上予備実験の解析”，2000年電子情報通信学会ソサエティ大会，平成12年10月
- (17) 白川：“航空機衝突防止装置の今後とその役割”，労働の科学，平成12年4月
- (18) 住谷（泰），白川，小瀬木：“GPSに基づく自機周囲の地形と景観の照合”，平成13年度第1回電子航法研究所研究発表会講演概要，平成13年6月
- (19) S. Ozeki, et.al.：“Initiation Timing of ACAS RA Broadcast”，ICAO SCRSP WG-A, April, 2001.
- (20) S. Ozeki, et.al.：“1030MHz Signal Measurement in Japan”，ICAO SCRSP WG-A, April, 2001
- (21) Y. Sumiya, M. Shirakawa, S. Ozeki, H. Yoshimura (JCAB)：“The trend of the results of ACAS operational evaluation in Japan, First report of 2001”，ICAO SCRSP WG-A, April, 2001.
- (22) H. Yoshimura (JCAB), Y. Sumiya, M. Shirakawa, “Abrupt ACAS Advisories Issued against Helicopters”，ICAO SCRSP WG-A, April, 2001.
- (23) 住谷（泰），白川，小瀬木：“GPSデータに基づく3次元画像と景観の照合実験”，2001年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13年4月
- (24) 住谷（泰），白川，小瀬木：“GPSに基づく自機周囲の地形と景観の照合”，平成13年度第1回電子航法研究所研究発表会講演概要，平成13年6月
- (25) 白川：“EVS研究の現状”，全天候航法方式小委員会，平成13年12月
- (26) 住谷（泰），白川，小瀬木：“GPSとジャイロに基づく3次元画像と景観の融合”，2002年電子情報通信学会総合大会，平成14年3月
- (27) 白川，住谷（泰），小瀬木：“赤外線センサ画像と可視光線センサ画像の融合”，2002年電子情報通信学会総合大会，平成14年3月
- (28) 住谷（泰），白川，小瀬木：“ジャイロを使用したEVS画像融合の基礎実験”，平成14年度第2回電子航法研究所研究発表会講演概要，平成14年6月
- (29) S. Ozeki, Y. Sumiya, M. Shirakawa, S. Ozeki, H. Yoshimura (JCAB)：“Initiation Timing of ACAS RA Broadcast”，ICAO SCRSP WG-A, April, 2001.
- (30) S. Ozeki, Y. Sumiya, M. Shirakawa, S. Ozeki, H. Yoshimura (JCAB)：“1030MHz Signal Measurement in Japan”，ICAO SCRSP WG-A, April, 2001
- (31) Y. Sumiya, M. Shirakawa, S. Ozeki, H. Yoshimura (JCAB)：“The trend of the results of ACAS operational evaluation in Japan, First report of 2001”，ICAO SCRSP WG-A, April, 2001.
- (32) H. Yoshimura (JCAB), Y. Sumiya, M. Shirakawa, “Abrupt ACAS Advisories Issued against Helicopters”，ICAO SCRSP WG-A, April, 2001.
- (33) S. Ozeki, Y. Sumiya, M. Shirakawa, N. Usui (JCAB).：“Suspicious RA generations”，ICAO SCRSP WG-A, October, 2001.
- (34) S. Ozeki, Y. Sumiya, M. Shirakawa, N. Usui (JCAB).：“Questions on the surveillance performance of ACAS”，ICAO SCRSP WG-A, October, 2001.
- (35) Y. Sumiya, M. Shirakawa, S. Ozeki, N. Usui (JCAB)：“The trend of the results of ACAS operational evaluation in Japan, Second report of 2001”，ICAO SCRSP WG-A, October, 2001.
- (36) 小瀬木滋：“TCASのしくみ：何を見てどう考えどう語るか”，計測自動制御学会システム制御部門ヒューマンマシンシステム講演会，平成13年12月
- (37) Y. Sumiya, M. Shirakawa, S. Ozeki, N. Usui (JCAB)：“The trend of the results of ACAS operational monitoring in Japan, First report of 2002”，ICAO SCRSP WG-A, March, 2002.
- (38) 住谷（泰），小瀬木，白川：“GPS位置情報と姿勢情報に基づく3D画像と景観の照合”，信学技報SANE，平成14年10月
- (39) 住谷（泰），小瀬木，白川：“3D画像と景観の融合における画像色の一検討”，2003年電子情報通信学会総合大会，平成15年3月
- (40) Y. Sumiya, M. Shirakawa, S. Ozeki：“A Fusion of

Actual Motion Pictures of Scenery and the 3D Image Constructed from GPS and Gyro Data and Map database” , SPIE AeroSense 2003, 2003.4

(4) 住谷 (泰), 小瀬木, 白川:” EVS実験における景観

と3D-CGのHUD融合”, 平成15年度第3回電子航法研究所研究発表会講演概要, 平成15年6月

## ASAS用データリンク方式の電磁環境に関する研究【重点研究／一般勘定】

担 当 部 電子航法開発部  
担 当 者 ○小瀬木滋 住谷泰人  
研究期間 平成12年度～平成16年度

### 1. はじめに

将来の航法システムでは、レーダによる監視、各種の自動従属監視(ADS: Automatic Dependent Surveillance)、データ通信等、機器相互の情報交換に基づく総合的システムの実現が期待されている。しかし、これによる無線通信量の急激な増加が予想され、システムの性能飽和が懸念されている。

この対策として、電波を有効利用し、監視能力や通信容量の飽和を防止する技術が特に求められており、国際民間航空機関(ICAO)では重要な議題になっている。ICAOの監視およ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いる。このとき、混信妨害の原因になる信号の発生量や電力等の電磁信号環境の将来予測が課題になっている。

### 2. 研究の概要

本研究は5年計画であり、平成14年度は3年度目である。平成14年度の研究の目的は、信号発生量の変化が多いASAS旋回運用時の電磁信号環境を予測する手法を調査するとともに、電磁信号環境の予測手法を改良することにある。また、ASAS性能要件の調査を継続する。

平成14年度は、主に下記のことを行った。

- ・ ASASの要件調査
- ・ 電磁信号環境記録装置連続記録部の製作
- ・ 電磁信号環境シミュレータの改造
- ・ 実験および予測精度の検討
- ・ 航空局への技術支援

計算や実験のため、ASAS用データリンクの具体例として、ICAOにおける規格討議の進捗状況が著しい周波数1090MHz帯のスキッタ信号に着目した。また、これにより、当研究所の実験装置を有効利用できる。この信号については、米国が第一段階のADS-B国際標準候補として提案することを平成14年7月に発表した。

### 3. 研究成果

#### 3.1 ASASの要件調査

ASAS用データリンクの性能要件は、ASASの運用要件により求められる監視性能要件から導出される。ASASの要件調査では、主にICAOのSCRSP会議にて討議されるASASの情報に着目した。

欧米各国の研究機関が実現すべきASAS運用方式やその運用要件の検討を進めている。EUROCONTROLを中心としたPO-ASAS(Principles of Operation of ASAS)プロジェクトや米国RTCAの特別委員会SC186が代表的な検討例が見られた。平成14年度は、実現すべきASAS運用方式に関する基礎検討結果の概要がSCRSP会議作業部会にも報告されるようになった。

また、SCRSP会議作業部会はASAS概念紹介のためのASASサーキュラー案をまとめ、2003年9月に開催される第11回Air Navigation Conferenceへの提出を目標として他のパネル会議との意見交換をした。

#### 3.2 電磁信号環境記録装置の連続記録部の製作

電磁信号環境は、関連する機器相互の通信状況に応じて変化する。特に、SSRモードSやACASは、通信の状況に応じて送信制御を行い、信号発生量や送信電力を変化させる。このため、信号発生状況を長時間記録して詳細に分析し、信号発生やその変化の要因を知る必要がある。

このような実験のため、電磁信号環境記録装置の連続記録部を製作した。この装置は、相互に関連する

1030/1090MHzの2チャンネルの受信検波出力信号を、毎秒10Mサンプル以上の速度で記録する。受信機出力信号波形の記録前にパルス信号に適した信号圧縮を行うことにより、2時間以上連続記録できるようになった。

### 3.3 電磁信号環境シミュレータの改造

前年度までの実験により、SSR近傍では1030MHzの信号発生量に大きな予測誤差が観測されている。後述する平成14年度実施の飛行実験により、二次レーダの信号環境予測においては、信号検出の欠落のみならず、マルチパス波の重畳による信号誤検出の影響を無視できないことがわかった。予測誤差を軽減するため、実験結果を考慮して電磁信号環境シミュレータの改造手法をまとめた。

### 3.4 実験および予測精度の検討

地上実験および飛行実験を行い、信号環境の予測精度を劣化させる要因について検討した。

地上実験は仙台空港で実施した。実験では、空港面でホバリングするヘリコプタのATCトランスポンダが異常な応答レートを示す現象について、その原因を特定することを目的にした。実験の結果、仙台空港SSRの質問信号に強力なマルチパス波が重畳して受信され、サイドローブ応答抑圧SLS (Side Lobe Suppression) が正常に機能しないことが原因であるとわかった。

飛行実験では、中国、四国、九州の各地方において、主な航空路上の信号環境を測定した。また、仙台空港周辺において、旋回運用時の通信性能を測定した。今回は特に、SSR近傍における異常な質問信号発生量の原因を調査するため、飛行実験中のSSR質問信号について受信波形を観測した。その結果、異常な信号発生量が観測される空域においては、SSRのメインビーム外であっても、SLSが機能しない場合が発見された。このとき、メインビームのマルチパス波が、 $0.2 \mu s$ 以上の遅延時間とともに強力に受信されていた。この他、ATCトランスポンダが受信する質問信号波形が歪む場合、質問信号に正しく対応しない応答信号が送信される場合も観測された。これらの結果をSCRSP作業部会会議に報告したところ、同会議の技術サブグループにおいて国際協力のもとに対策が検討されることになった。

一部の飛行実験は、「データリンクによる航空機等の監視システム高度化の研究」と共同実施した。ASAS実験装置のモードS拡張スキッタ信号を用いて簡易なADS-Bを実現し、実験用航空機の位置情報を実験用空港面監視システムに提供した。その結果、航空機位置を他の車両

とともに表示し、情報更新率など空港面におけるASAS実験装置の通信性能を測定することができた。

### 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SCRSP会議作業部会に関する調査に協力した。また、総務省主催の電力線搬送波通信設備に関する研究会の作業部会における航空局へのヒアリング支援や討議では、本研究で得られた干渉分析の知見を活用できた。その結果、総務省は電力線通信の広帯域化は時期尚早とし、干渉妨害の防止に関する改良を今後の導入条件とした。

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。

本研究に関連する会議として、航空局無線課による「放送型データリンクに関わる国際動向等基礎調査検討会」、および、航空局無線課および航空振興財団による「SSRモードSデータリンクに関わる国際動向基礎調査委員会」に参加した。

## 4. 考察等

ASAS用データリンクの目標性能を知るためには、ASAS運用方式を明らかにし、運用要件から導出される性能要件を知る必要がある。ASASの装置や運用に関する基本概念は2003年中にASASサーキュラーとしてICAOから発表予定である。研究の進展が著しい分野であり、今後とも調査を継続する予定である。

ASAS用データリンクの性能を予測するためには、運用される時期の電磁信号環境を予測する必要がある。平成14年度の実験により、信号発生量に影響するSSRのサイドローブ抑圧機能障害の原因が判明し、信号環境予測精度を向上させる手法を提案できた。

今後は、信号環境測定を継続するとともに、上記提案手法を用いて、より現実的なシミュレーションができるようにソフトウェアを改良する予定である。

### 掲載文献

- (1) 小瀬木他：「1030MHz帯の信号環境測定」, 電子情報通信学会宇宙航行エレクトロニクス研究会 SANE2002-15, 平成14年5月
- (2) 小瀬木他：「航空機で観測される1030MHz信号環境」 電子航法研究所研究発表会, 平成14年6月
- (3) 小瀬木他：「航空機遠隔協調監視システム」, 電子情



報通信学会ソサエティ大会，平成14年9月

- (4) Ozeki, et. al. : “An error source of signal environment estimation in 1090 MHz”, 電子情報通信学会総合全国大会，平成15年3月

- (5) 小瀬木他：「1030MHz信号環境の予測手法の開発」，電子航法研究所研究発表会，平成15年6月

## 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【重点研究／一般勘定】

担 当 部 電子航法開発部  
担 当 者 ○山本憲夫 米本成人 山田公男  
研究期間 平成13年度～平成17年度

### 1. はじめに

ヘリコプタ等の小型機は，輸送，監視，農薬散布等で低空を有視界飛行することが多い。このとき，送電線や索道等目視では発見困難な障害物に衝突する事故がしばしば発生している。最近遠隔地の重病人やけが人を基幹病院まで搬送するドクターヘリが各地で計画されており，今後その運航は増加するものと考えられる。これらの業務におけるヘリコプタ等小型機の運航の安全を確保するため，前方をセンサで監視し，障害物を事前に探知して警報を発する技術の確立が強く望まれている。

本研究では，民間小型機用障害物探知・衝突警報システムの開発に資するため，障害物を探知するセンサ，センサのデータから障害物を識別する手順及びパイロットに警報を発すると共に障害物を表示する技術等の確立を目指している。

本研究を進展させるため，運輸施設整備事業団が募集する「平成14年度運輸分野における基礎的研究推進制度（競争的資金）」に「ミリ波／赤外線による衝突防止技術に関する研究」という題目で応募した結果，課題が採択された。そこで，本研究のうち主に障害物探知・衝突警報システムのセンサ高度化に関わる部分とヘリコプタ搭載が可能な実験用システム試作にかかわる部分については上記研究で実施することとした。なお，本研究は国内の航空宇宙，エレクトロニクス関係三社及びフランス・ニース大学との共同研究により実施している。

### 2. 研究の概要

平成14年度に実施した研究の概要は以下のとおりである。

#### (1) 赤外線画像コントラストの向上

赤外線画像を細分化し，各部分で最適のコントラスト強調を行う手順を開発した。この方法により目標識別が容易となり画像処理時間が1秒程度に短縮できた。

#### (2) ミリ波レーダの出力向上

ミリ波レーダの探知距離を800mまで拡大するため，既存の実験用レーダの信号発生器を出力約200mWのものに取り替え，規定の性能が得られることを確認した。

#### (3) レーダ用スロットアレイアンテナの性能測定

レーダ用アンテナを小型化するため，ミリ波スロットアレイとフレネル反射板からなるリフレクタアンテナを開発し，そのスロットアレイ部の放射特性を測定した。

#### (4) 赤外線／カラー動画像の実時間融合

赤外線及びカラー動画像を合成し，毎秒30フレームで表示できるプログラムを開発した。また，赤外線画像に含まれる不要ノイズを抑圧する手順を開発した。

### 3. 研究成果

#### 3.1 赤外線画像コントラストの向上

赤外線カメラの画像は一般に目標，背景間のコントラストが低く，太陽光等によるノイズの影響を受けやすい等の問題がある。これらを解決し画像品質を向上させるため，画像を小さな区分（セグメント）に分割し，セグメント毎のコントラストを強調すると共にしきい値法で一定輝度範囲のみを表示する手順を開発した。この手順では，セグメント毎の最適コントラスト設定とノイズ低減が同時に行えるため，適応型ゲインコントロール法と名付けた。

図1はこの方法による画像表示例である。原画像（a）は，神奈川県津久井郡で収集したもので，目標である送電線までの距離は近いところで約200m，遠いところで約500mである。原画像はコントラストが低く，遠方では目標の識別が困難であったが，適応型ゲインコントロール法により送電線が強調された。また，送電鉄塔部分，山腹のように目標より輝度が高く目標識別を妨害する部分は，しきい値の働きで輝度が抑圧できた。

以上の手順検討とプログラム開発にはMicrosoft Visual

Basic Ver.6を用い、使用したPCのOSはWindows NT Ver.4, cpuはPentium II 300MHzである。この構成での処理時間はディスクとのI/Oを除くと1秒以下であり、将来の処理リアルタイム化に対応できる見通しが得られた。

### 3.2 ミリ波レーダの出力向上

現在の実験用ミリ波レーダは、出力が約10mWと小さいため、探知距離の目標である800mを達成することは困難である。探知距離を拡大するには、出力の向上、受信感度の向上、アンテナゲイン向上及びデータ処理方式の工夫等が考えられる。したがって、これらを組み合わせて上記目標を達成すると共に本レーダの大前提である小型、軽量化にも寄与する構成を検討している。

必要なレーダ出力をレーダ方程式により予測計算した結果、約100mWとなった。この出力を得るため、既存の電圧制御信号発生器（VCO）を出力が大きくS/Nが良い高出力VCO（出力約200mW）に取り替えることにした。

予備試験の結果、このVCOにより所定の出力が得られることがわかった。今後、本レーダの探知距離、遠方での測距精度及び速度精度等について評価を行う予定である。なお、このレーダの設計、試作、試験等は主に（株）IHIエアロスペース、日立エンジニアリング（株）及び（株）アンプレットの三社が担当した。

### 3.3 レーダ用スロットアレイアンテナの性能測定

レーダアンテナ小型化のため、またヘリコプタ搭載に備え、振動、衝撃に強いアンテナを構成するため、ニース大学を中心としたグループではスロットアレイアンテナを一次放射器とするリフレクタアンテナを開発した。今回その特性を当研究所の電波無響室で測定した。

図2はこのアンテナの全体構成とスロットアレイ部の外観である。スロットアレイは導波管開口に6個の長方形開口を持つ誘電体基板を貼り付けた構造で、長方形開口の広さは $0.7 \times 0.3\text{mm}$ と極めて小さい。反射板としては誘電体基板上に同心円状に導体を貼り付けたフレネル反射板を採用している。今回このスロットアレイ部分の放射特性、リターンロス（アンテナ、給電線不整合による電力損）特性を電波無響室で測定した。図3はスロットアレイの放射特性で、E面、H面共ゼロ度方向に対しほぼ左右対称となり、そのゲインは約9dBiであった。また、このアンテナのリターンロスは93.3GHz～96.6GHz間で-20dB以下と、給電線との整合はよくとれていた。これら

の結果は予測計算結果とよく一致した。このスロットアレイにフレネル反射板を付加した総合的な特性について現在分析中である。

### 3.4 動画融合手法の検討

カラー画像と赤外線画像との動画融合の高速化を検討した結果、2台のVTRとパーソナルコンピュータを用いてほぼ遅れることなく毎秒30枚の動画を生成することができた。また、効果的に障害物を強調する画像融合アルゴリズムを検討した。飛行実験によって得られたビデオデータを基に従来アルゴリズムを検討した結果、図4のように雲からの太陽光の反射や、熱せられた道路、屋根等からの放射が強く、それらの色調も強調されていた。それら不要な情報が画面全体の高輝度の部分を占有し、障害物の認識に悪影響を与えることが示された。そこで、送電線を検出している赤外線画像を統計処理した結果、必要とする情報はヒストグラム上の中間部に位置することが示された。それにより、図5のようにヒストグラム中央部だけを強調表示するアルゴリズムを考え、不要情報の抑圧を行うことができた。さらには、固定色融合表示の色調、およびアルファ値、擬似色融合表示の場合のアルファ値を用いることで、障害物までの距離情報を感覚的に提示できる可能性を示した。今後はレーダ情報から得られる障害物までの距離を含めた、より効果的な融合表示手法を検討したい。

## 4. まとめ

ヘリコプタ用障害物探知・衝突警報システムのセンサ用赤外線カメラの画像コントラストを向上すると共に画像処理時間を短縮できる適応型ゲインコントロール法を開発した。ミリ波レーダの探知距離を目標とする800mまで延長するため、出力約200mWの電圧制御信号発生器を導入した。ミリ波レーダ用アンテナを小型化するため、スロットアレイを一次放射器とし、フレネル反射板を持つリフレクタアンテナを開発し、そのスロットアレイ部の特性を測定した。赤外線／カラー動画を融合表示できるパソコンをベースとした表示手順を開発し、毎秒30枚程度の高速表示ができることを明らかとした。

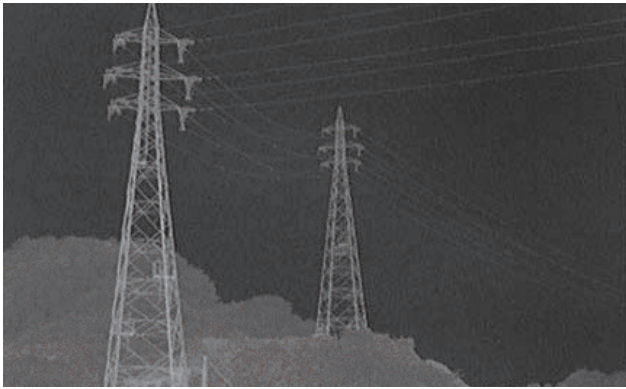
今後、ミリ波レーダの遠距離性能評価やレーダ用アンテナの性能向上を行う。また、実験用障害物探知・衝突警報システムを製作し、飛行実験の準備を行う予定である。



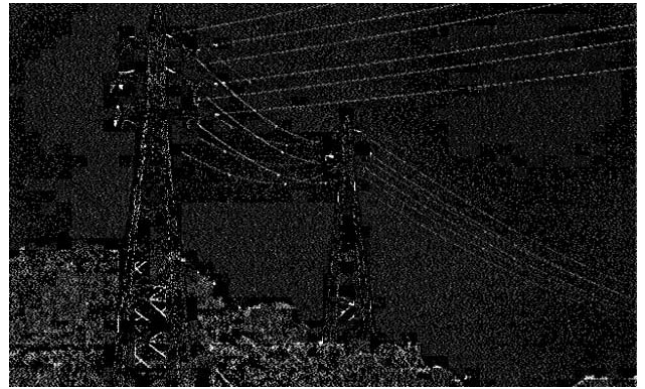
掲載文献

- (1) 山本憲夫, 山田公男, 米本成人, 安井英己, 那須清二, 根日屋英之, C. Migliaccio, “ヘリコプタの障害物探知用ミリ波レーダ”, 日本航空宇宙学会 第40回飛行機シンポジウム, 2E12, Oct.2002.
- (2) K. Yamamoto, K. Yamada, N. Yonemoto, H. Yasui, H. Nebiya, C. Migliaccio : “Millimeter Wave Radar for the

- Obstacle Detection and Warning System for Helicopters”, IEE Radar, 490, pp.94-9, Oct. 2002.
- (3) C. Migliaccio, B. D. Nguyen, J. L. Le Sonn, C. Pichot, K. Yamamoto, N. Yonemoto, K. Yamada, N. Rolland, K. Vanovershelde : “Vivaldi Antenna for Obstacle Detection and Warning System at 94GHz”, JINA2002, V1, pp.279-282, Nov.2002.



(a) 原画像



(b) 処理後

図1 画像処理例 (適応型ゲインコントロール法)

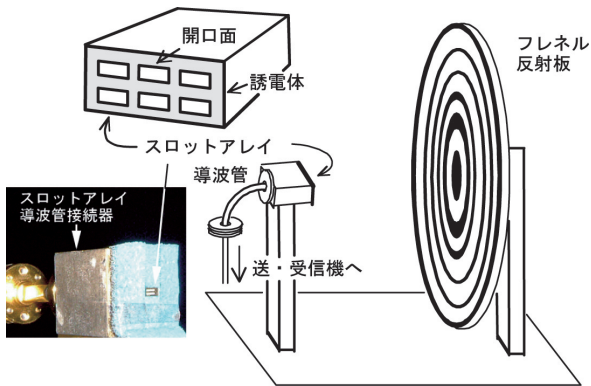


図2 スロットアレイを一次放射器とするリフレクタアンテナの構成

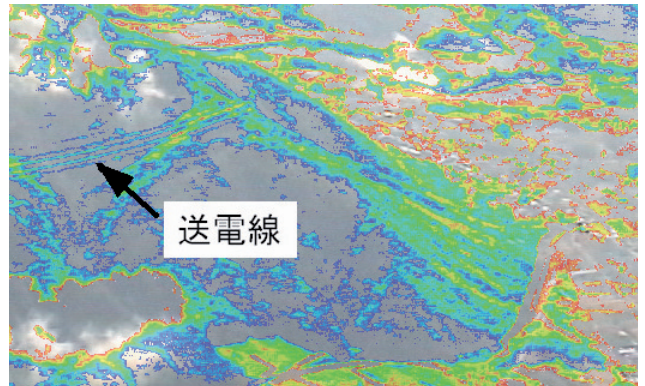


図4 従来手法による融合画像

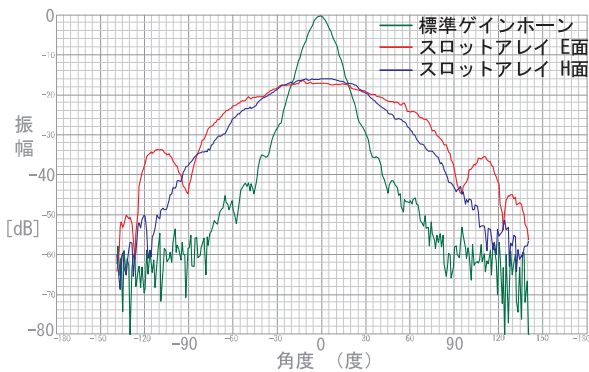


図3 スロットアレイの放射特性

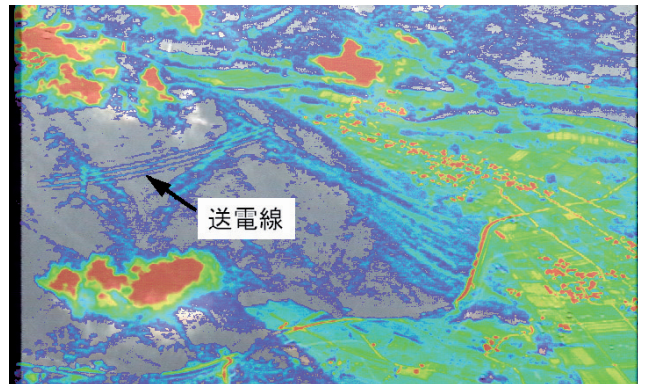


図5 ヒストグラム中央部のみ描画した融合画像

## 航空路の安全性評価に関する研究【重点研究／空港整備勘定】

担 当 部 電子航法開発部  
担 当 者 ○長岡 栄 天井 治 住谷美登里  
研究期間 平成14年度～平成17年度

### 1. はじめに

運輸技術審議会答申(H12年12月)に見られるように安全性の定量的評価は今日の社会的検討課題である。また、国際民間航空機関(ICAO)の管制間隔・空域安全パネル(SASP:旧RGCSF)においても、航空路の安全性には定量的尺度を用いる方法が浸透しつつある。しかし、この評価手法やその応用方法については当該空域や航空路の実態に沿った評価が必要で、今後の研究を待たねばならない分野が多い。そこで、こうした分野の問題について調査・研究するため本研究を開始した。

### 2. 研究の概要

#### 2.1 研究の目標

本研究は航空交通の安全と円滑化のための研究で、具体的には以下の事項の実現を目的とする。

- (1) 主として航空路における短縮間隔の導入や運輸多目的衛星(MTSAT)の導入に伴う航空路の安全性評価手法とその応用方法を確立する。
- (2) 上記の研究の成果によりICAOのSASP等への技術的支援と国際貢献をする。

#### 2.2 本年度の研究内容

本年度計画したのは、(a)安全性の評価尺度の調査・研究、(b)管制間隔の短縮可能性の検討、(c)ICAOのSASPへの技術的貢献、(d)モデル・パラメータ推定のための交通流データの収集・整理・解析、(e)高度監視装置(NAMS)による実験・データ収集・解析 (f)安全性評価のための洋上航空路の交通流調査などである。

(a)は、洋上航空路の衝突危険度の最大許容値として目標安全度(TLS)が使用される。この単位は[衝突事故件数/飛行時間]が用いられているが、必ずしもこれに限定する必要はない。そこで、この安全目標や尺度について文献調査を行った。

(b)では、MTSAT導入後のADS(自動従属監視)環境下における現行縦間隔(Mach Number technique適用時で10分)の短縮可能性の検討がある。航法性能要件(RNP)10の航空機に対して50NMへの短縮が可能かどうかを、安全性の観点から、縦方向衝突危険度モデルを

用いてモンテカルロシミュレーションで検討した。その結果、設定した条件下(RNP10でADS通報周期16分、遅延時間が9分以下など)では、 $5 \times 10^{-9}$ [件/飛行時間]の目標安全度を満たすことがわかった。

(c)はICAOのSASPでの検討課題に関わる技術資料の提出と会議への参加である。これには日頃行っている関連研究の成果を、2002年春と秋の2回の作業部会会議で発表した。内容は殆どが衝突危険度モデルのパラメータや危険度評価と関わるものである。

(d)と(f)は相互に関係するもので、衝突危険度の推定に必要な交通流データの解析とこれに基づく衝突危険度モデルのパラメータの推定である。これでは、まず、ADS環境下での縦間隔の短縮可能性の検討に要するADSによる表示位置誤差の調査がある。ADSの予測位置誤差の分布を調べた結果、機種ごと(B777, B747-400, A340等)に分布が異なる事などがわかった。

横・垂直間隔関連では、NOPACルートにおいて、50NMの横間隔、1000ftの短縮垂直間隔(RVSM)導入前後の危険度の変化をみるため、過去7年分の実交通(飛行計画情報)データから近接通過頻度を算出した。図1には北太平洋の洋上航空路(NOPACルート)での垂直近接通過頻度の計算結果(月平均)の分布を示す。なお、垂直近接通過頻度とは隣接フライトレベルを飛行する航空機と1飛行時間あたりにすれ違う航空機数の平均値である。これにより、衝突危険度の推定が可能になる。

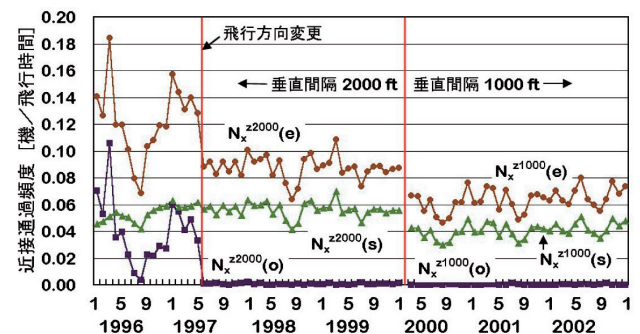


図1 NOPACルートにおける垂直近接通過頻度の分布

(e)では、宮城県瀬峰町に設置した航空機の高度を測定する実験装置によるデータ収集が主になった。



### 3. 研究の成果

本年度得られた成果を要約すると以下の様になる。

- (1) 北太平洋の洋上空域でADSを使用した場合を想定し、50NMの縦間隔基準の適用可能性を、衝突危険度を算出して、安全性の観点から提示した。
- (2) 現用ADSシステムの位置表示の誤差源である予測誤差を調べ、その分布の性質を明らかにした。
- (3) 北太平洋の航空交通データを解析し、洋上航空路における衝突危険度の算出に必須である衝突危険度モデルのパラメータを推定した。

なお、(1)の結果は北太平洋の洋上航空路で50NM縦間隔を実施するための安全上の根拠となる資料として、国土交通省航空局を通じて、ICAOのバンコク事務所に提出された。

### 4. まとめ

本年度の研究の概要を示した。本研究は航空管制システムの安全性と効率の向上を目指すもので、具体的には安全性を科学的議論が可能のように定量化し、空域の安全性評価が可能となることを狙っている。従って、実測データに基づく数学モデルの作成やリスク評価が中核となっている。

研究の成果は国内外の学会、ICAOの専門家パネル、航空行政当局への報告書などを通じて公表している。

### 掲載文献

- (1) Nagaoka, S.: "Influence of Average Relative Along-track Speed on a Longitudinal Collision Risk", Proc. of the 6th Int'l Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management (PSAM6), Edited by E. J. Bonano et al, Vol.1, pp.431-437, ELSVIER, June, 2002.
- (2) 長岡栄, 住谷美登里, 天井治: "衝突危険度推定のための航空機対の縦方向相対距離分布モデル", 日本信頼性学会誌, Vol.24, No.4, pp.355-356, 2002年5月。
- (3) 天井治, 長岡栄: "レーダデータによる航空機対の縦方向相対速度分布の推定", 日本信頼性学会誌, Vol.24, No.4, pp.357-358, 2002年5月。
- (4) 長岡栄: "管制間隔の短縮と安全性", 航空無線, No.32, pp.56-61, 2002年8月。
- (5) S. Nagaoka, O. Amai and M. Sumiya: "Preliminary collision risk analysis for evaluating the feasibility of a 50NM longitudinal separation in a NOPAC route in ADS environments", ICAO SASP-WG/WHL/1-WP/31, Canberra, May, 2002.

- (6) S. Nagaoka, M. Sumiya and O. Amai: "Modeling the distribution of distance separation between the successive aircraft on a NOPAC route", ICAO SASP-WG/WHL/1-WP/32, Canberra, May, 2002.
- (7) T. Kodo, S. Nagaoka and O. Amai: "Analysis of Prediction Error of an ADS", ICAO SASP-WG/WHL/1-WP/33, Canberra, May, 2002.
- (8) O. Amai, S. Nagaoka: "Estimating the distribution of longitudinal relative velocities on a North Pacific route using radar data", ICAO SASP-WG/WHL/1-WP/30, Canberra, May, 2002.
- (9) 長岡栄, 天井治, 住谷美登里: "ADS環境下での縦方向衝突危険度の一検討", 平成14年度電子航法研究所研究発表会講演概要, pp.99-104, 2002年6月。
- (10) 住谷美登里, 長岡栄, 天井治: "北太平洋空域での航空機対の3次元距離分布", 平成14年度電子航法研究所研究発表会講演概要, pp.89-92, 2002年6月。
- (11) 天井治, 長岡栄: "洋上航空路における航空機対の相対速度の推定", 平成14年度電子航法研究所研究発表会講演概要, pp.93-98, 2002年6月。
- (12) 住谷美登里, 長岡栄, 天井治: "北太平洋空域内の最接近航空機間の距離の調査", 電子情報通信学会技術研究報告, SANE2002-36, pp.27-32, 2002年7月。
- (13) 河道貴宏, 長岡栄, 天井治, 高橋聖, 中村英夫: "航空機の自動従属監視による縦方向予測誤差分布", 電気学会産業応用部門大会, 鹿児島大学, 2002年8月。
- (14) 河道貴宏, 長岡栄, 天井治, 高橋聖, 中村英夫: "自動従属監視の観測位置による縦方向予測誤差の変化", 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 宮崎大学, 2002年9月。
- (15) 長岡栄, 住谷美登里, 天井治: "ADS使用時における50NM縦間隔の安全性評価", 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 宮崎大学, 2002年9月。
- (16) 住谷美登里, 長岡栄, 天井治: "空対空通信のための洋上交通流の調査—航空機対の距離について—", 航空無線, 33号, pp.22-28, 2002年9月。
- (17) 長岡栄: "第6回確率論的安全性評価・管理に関する国際会議(PSAM6)に参加して", 日本信頼性学会誌, Vol.24, No.6, pp.530-536, 2002年9月。
- (18) 河道貴宏, 長岡栄, 天井治, 高橋聖, 中村英夫: "自動従属監視による縦方向予測誤差の調査", 電子情報通信学会技術研究報告, SANE2002-52, 2002年10月。
- (19) 長岡栄, 天井治, 住谷美登里: "洋上航空路におけるADS使用時の縦方向衝突危険度", 電子情報通信学会技

- 術研究報告, SANE2002-51, 2002年10月。
- (20) 長岡栄：“ADS環境下での縦方向衝突危険度の推定における諸問題”，日本航海学会航法研究会AUNAR部会，2002年9月。
- (21) Nagaoka, S., Amai, O. and Sumiya, M.：“A Collision Risk Analysis for Identical Tracks in the North Pacific Oceanic Airspace Based on a Monte Carlo Simulation, ICAO SASP-WG/WHL/2-WP/22, Montreal, Oct.,2002.
- (22) Kodo, T., Nagaoka, S., and Amai, O.：“Aircraft-type Classification of the Distribution of ADS Prediction Error”, ICAO SASP-WG/WHL/2-WP/21, Montreal, Oct. 2002.
- (23) 長岡栄, 住谷美登里, 天井治：“縦方向衝突危険度の推定に用いる距離間隔分布のモデル”，日本航海学会秋季講演会，2002年10月。
- (24) 長岡栄, 天井治：“洋上航空路の対角線方向の衝突危険度の区間推定”，電子情報通信学会論文誌, Vol.J85-A, No.12, pp.1406-1412, 2002年12月。
- (25) 長岡栄：“縦方向の衝突危険度モデルの適用限界”，電子情報通信学会論文誌, Vol.J85-A, No.12, pp.1413-1418, 2002年12月。
- (26) 天井治：“洋上航空路における航空機の近接通過頻度の長期的変化について”，電子情報通信学会技術研究報告, SSS2002-35, pp.5-8, 2003年3月。
- (27) 長岡栄, 住谷美登里, 天井治：“短縮縦間隔環境下における縦方向距離間隔の模擬分布のモデル化”，日本航海学会論文集, No.108, pp.143-148, 2003年3月。
- (28) 長岡栄：“モンテカルロ法による衝突危険度モデル・パラメータの推定”，電子情報通信学会技術研究報告, SSS2002-36, 2003年3月。
- (29) 長岡栄：“衝突危険度モデルの縦方向平均相対速力の算出”，電子情報通信学会2003年ソサイエティ大会講演論文集，2003年3月。
- (30) Kodo, T., Nagaoka, S., Amai, O., Nakamura,H., and Takahashi, S.：“Along-track ADS Prediction Error Distributions Classified by Aircraft-Type”，電子情報通信学会2003年ソサイエティ大会講演論文集，2003年3月。
- (31) 長岡栄：“空のAIS —航空における通信・監視システム—”，電波航法研究会誌「電波航法」, No.44,pp.24-29, 2003年3月。
- (32) 長岡栄：“空の安全とIT”，電子情報通信学会誌, Vo.86, No.5, pp.351-357, 2003年5月。
- (33) Nagaoka, S. and Amai, O.：“An Analysis on the Effect of Lateral Offsets on the Lateral Collision Risk of the NOPAC Routes”, ICAO SASP-WG-WHL/3-WP/33, London, UK, May, 2003.
- (34) Kodo, T., Nagaoka, S. and Amai, O.：“The Latest Distribution of Along Track ADS Prediction Error Observed in the North Pacific”, ICAO SASP-WG-WHL/3-WP/15, London, UK, May, 2003.
- (35) 長岡栄：“航空路管制におけるモニタリングの役割と現状”，電子情報通信学会技術研究報告, SANE2003-21, 2003年5月。
- (36) 河道貴宏, 長岡栄, 天井治, 高橋聖, 中村英夫：“自動従属監視による横方向予測誤差に関する一検討”，電子情報通信学会技術研究報, SANE2003-22, 2003年5月。
- (37) 天井治, 長岡栄：“洋上航空路における近接通過頻度の長期的変化”，第3回電子航法研究所研究発表会講演概要, pp.77-82, 2003年6月。
- (38) 長岡栄：“モンテカルロ法による航空路の衝突危険度推定”，第3回電子航法研究所研究発表会講演概要, pp.83-86, 2003年6月。

### 航空機衝突防止方式に関する研究【指定研究／一般勘定】

担 当 部 電子航法開発部  
 担 当 者 ○小瀬木滋 田嶋裕久 住谷泰人 米本成人  
 白川昌之（管制システム部）  
 研究期間 平成14年度～平成16年度

#### 1. はじめに

1995年に国際民間航空機関（ICAO）で旅客機を想定した航空機衝突防止装置（ACAS-II）の国際標準が設定され、日本ではほとんどの旅客機で使われている。しかし、

初期の装置は、不要な警報が多く、北大西洋空域をはじめとして導入が進められている新しい管制間隔基準RVSM（Reduced Vertical Separation Minima）に未対応であるなどの問題点があったため、その衝突回避アルゴ

リズム改訂版が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 SCRSP (Surveillance and Conflict Resolution Systems Panel) 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、大型機用のACAS-IIを搭載できない小型機についても対策が求められている。

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コメントシートのデータベースを構築し、ACASの改良のために活用してきた。本研究では、次の目標を設定した。

- ・ コメントシ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ACAS改良の効果を検討
- ・ 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
- ・ 小型機やヘリコプタの衝突を防止するための衝突防止方式について研究
- ・ 航空機衝突防止装置を利用した複合的な機能のシステムについて研究

## 2. 研究の概要

本研究は3年計画であり、平成14年度は初年度である。平成14年度は、主に下記のことを行った。

- ・ ACAS-II運用評価とSCRSP会議への報告
- ・ ACAS信号を応用するシステムの実験装置製作
- ・ 航空局への技術支援

平成14年度は、行政当局から詳細な調査を依頼される事例は発生しなかった。

## 3. 研究成果

### 3.1 ACAS-II運用評価とSCRSP会議への報告

ACASの警報に関するパイロットコメントシ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、以前の版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。

しかし、従来の分析手法では発生する警報の性質を統

計的に表現することが困難であったため、主成分分析を使用する手法の導入を試みた。その結果、警報の性質やその発生状況の比較が容易になったことがSCRSP会議作業部会のメンバーから高く評価され、今後の調査継続に関する期待が寄せられた。

### 3.2 ACAS信号を応用するシステムの実験装置製作

ACASが送信するモードS質問信号を用いて、マルチラテレーション（逆GPS）方式の測位が可能であることを示した。これを実証するため、実験装置を試作し、電波無響室内での実験により測位の可能性を示した。この成果をもとに、新たに「ACAS信号を用いた受動型測位方式の研究」を平成14年度中に開始することになった。

### 3.3 航空局への技術支援

航空局への技術支援として、ICAOのSCRSP会議作業部会に関する調査に協力した。

## 4. 考察等

ACASのように実用化直後の普及期の装置については、開発中には十分検証できなかった実環境における挙動を知る必要がある。ACASは90年代前半の運用評価結果を基に1998年に改良が行われているが、その改良の効果がまだ明らかではなく、管制指示との整合性など残された課題もある。今後は、コメントシートの収集と分析を継続するとともに、運用評価結果をより明確に表現できるように分析手法を改良する予定である。

また、小型機用のACASの課題や多様なレベルのACASが混在する場合の動作シミュレーション手法について調査を進める予定である。

## 掲載文献

- (1) Sumiya et. al. : “The trend of the results of ACAS II operational monitoring in Japan, Second report of 2002”, SCRSP WG-A IP/4/137, 2002.11
- (2) Sumiya et. al. : “The trend of the RA report based on the principal component, SCRSP WG-A IP/4/138, 2002.11
- (3) 住谷他 : 「主成分分析に基づくパイロットコメントシートの傾向」, SANE2002-80, 2003.2

## CAT III ILS 進入コース予測技術に関する研究【指定研究／空港整備勘定】

担 当 部 電子航法開発部  
担 当 者 ○横山尚志 朝倉道弘  
研究期間 平成14年度～平成16年度

### 1. はじめに

降雪地にある空港では、反射面の積雪によってグライドパス（GP）の空間誤差が増加することが知られている。しかし、積雪による GP パス空間誤差の監視方法は見当たらず、GP アンテナの前方にある計器着陸システム（ILS）付属のモニタでも積雪による GP パスの変化を観測することができない。CAT III では、従来の地上物標に依存する運航に代わって高い信頼性を付与した ILS システムを導入することによって著しく低視程時の運航が実施されるが、仮に、積雪によって GP パスが規定値を逸脱するような事象が発生すれば、ILS のシステムインテグリティが低下した状態に陥るので、ファーフィールドモニタに相当する監視システムによって GP パスの空間誤差を監視することが必要になる。

### 2. 研究の概要

本研究は3年計画であり、平成14年度はその1年次である。本年度は飛行実験と地上実験を1月～2月に2回行った。平成14年度の研究課題を次に示す。

- (1) 図1に示すように無積雪時及び積雪時の地面構造をモデル化して GP パス空間誤差の予測プログラム等を製作し、基本精度を確認する。
- (2) 積雪時に地上・飛行実験を行い、地上・機上における実証データを収集し、GP パス空間誤差監視システムの各部性能を評価する。
- (3) 飛行実験は、図1に示すように複数の進入コースを設定し、地面構造による空間誤差の影響を面として評価する。

飛行実験は独立行政法人航空宇宙技術研究所との共同研究によるもので、青森空港で実験用航空機 MuPAL- $\alpha$  を用いた飛行実験を行った。同様に地上実験を行い、積雪面の誘電率を測定した。積雪の誘電率測定装置は青森大学との共同研究により開発している。

### 3. 研究成果

青森空港における GP アンテナ前方の地面構造は、図1に示すように GP 反射面が平坦ではあるが、滑走路の横断勾配によって1%から1.5%の地面勾配を持ち、720m程前方には高さ数mの丘がある。

#### 3.1 予測プログラムの作成

積雪による影響を正確に予測するには、無積雪時の地面構造の影響を正確に予測することが基本となる。そこで、GP 反射面を任意の地面勾配を持つ平面と仮定して、送受信アンテナの直交座標系をその反射面に座標変換をし、反射点と反射波を算出する。この計算方法は反射点が一意に求められるので、最小値を探索するような複雑な処理が不要になる。また、GP 前方の丘の形状は蒲鉾型をしているので、稜線を一次式にモデル化して、丘の上で発生する回折点と航空機の方向に生じる回折波を計算する。計算の結果、丘によるパスバンドの振幅は数  $\mu A$  であった。

#### 3.2 飛行実験

図1に飛行実験における ILS の進入方式を示す。MuPAL- $\alpha$  には、高精度 GPS 補強型慣性航法システム

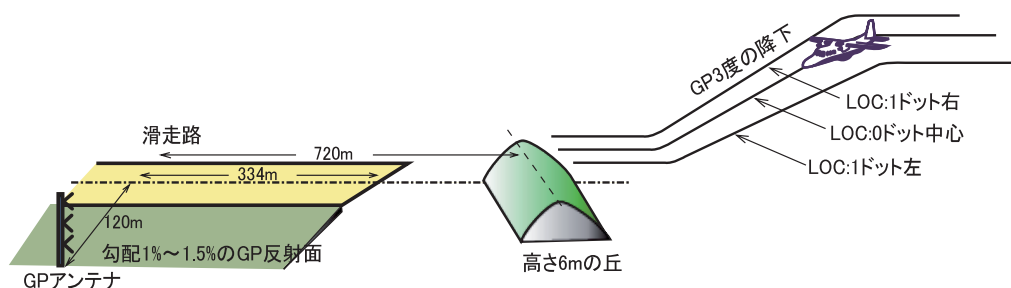


図1 青森空港における GP アンテナ前方の空港面構造と3通りの進入方式



(GPS Aided Inertial-navigation Avionics, 略称GAIA)が装備され、地上からGPS補正信号をアップリンクすれば約1mの誤差で自機位置を計測することができる。MuPAL- $\alpha$ は、14kmでGPパスに会合した後、トンネル型経路表示を利用して仮想進入コースを進入するので、積雪時においても高精度のパス追従特性を持つことが確認された。

飛行実験の結果、次のようなGPパス空間誤差が生じることが分かった。

- (1) 滑走路から航空機の位置が2km以上遠方であると、予測結果と実験結果がよく一致するが、近傍になると0.2度以下のずれが生じる。これは反射面のモデル化と実際との誤差の他に、航空機の角速度の増加によるILS受信機の遅延誤差によるものである。
- (2) 航空機の位置が2kmより近傍にあると、GPパスの空間誤差は、特に進入コースが異なると、地面勾配によるサイドバンドパターンの変動点の変化によって大きく変動する。

### 3.3 地上実験

地上実験では、図2に示すGPパス監視システムの誘電率測定装置を用いて積雪の測量を行った。共振型センサーを10cm間隔のスタック構造とし、これを予め積雪面に立てておき、層状に堆積している積雪面の誘電率変化を測量した。実験の結果、センサーがひさしの働きをして、その下にair holeが生じる場合があることが分かった。このため、より実用性の高いセンサー構造を検討する必要が生じた。また、誘電率測定装置の測定精度は、誘電率 $\epsilon' \geq 6$ になると測定精度が低下するが、予測計算上は問題がない。

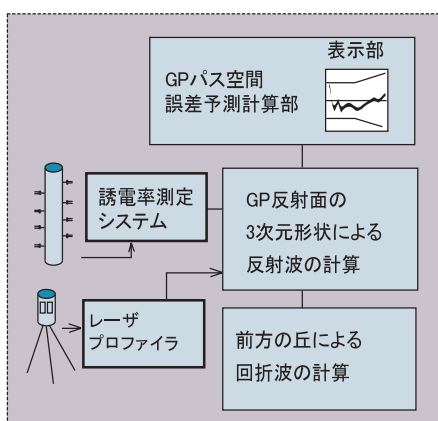


図2 GPパス空間誤差監視システム

### 4. まとめ

平成14年度に青森空港において、無積雪時と積雪時にMuPAL- $\alpha$ を用いた飛行実験と地上試験を行った。

- (1) 地上試験では、積雪の誘電率測定を行い、共振型センサー構造の検証を行ったが、センサー構造に改造の余地があることが確認された。
- (2) 無積雪時の地面構造をモデル化して基本プログラムを作成した。このプログラムの計算結果と実験結果は良く一致しており、空港面構造のモデル化の手法の有効性を確認することができた。
- (3) GPパス近傍で生じる空間誤差は、ILS受信機による遅延誤差、地面勾配および積雪面の形状変化による空間誤差が発生することが明らかになった。

### 参考文献

- (1) 増位他：“多目的実証実験 (MuPAL- $\alpha$ ) の開発と運用”,日本航空宇宙学会, 第34期年会講演会, 2003.4.8
- (2) 横山他：“CAT・ILSグライドパスの空間誤差予測に関する積雪実験”, 全天候委員会, 2003.2.5

## ACAS信号を用いた受動型測位方式の研究【指定研究／一般勘定】

担 当 部 電子航法開発部

担 当 者 ○田嶋裕久 古賀 禎 小瀬木滋

坂井丈泰\* 塩見格一\*\* 白川昌之\*\* \*衛星技術部 \*\*管制システム部

研究期間 平成14年度～平成15年度

### 1. はじめに

空港面等の航空機の監視にはそれぞれの位置の他、個々の航空機の識別が必要となる。一方、空港面監視に現在使用されているASDE（空港面監視レーダ）は、あくまで航空機の位置確認の手段である。このため、空港面等の航空機の監視により効果的な方法が期待されている。しかし、新たな装備を航空機に搭載するには多大なコストと時間が必要となる。

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に搭載されており、新たな装備を航空機にすることなくACASの電波が利用可能である。当研究所では、ACASの信号を利用して精密な時間差を測定する方法を考案した。これを空港面監視等に応用し、個々の航空機の識別を行いつつ高精度な測位の可能性について研究するため、平成14年度から15年の2年計画で「ACAS信号を用いた受動型測位方式の研究」を行っている。

本方式の測位原理は、航空機が平面上にある場合その周辺に3箇所以上の受信アンテナを配置し、電波の相対到着時刻を測定する。それぞれのアンテナと目標の電波発信源との相対距離に変換し、目標の位置を算出できる。測位原理は電波の流れが逆であることを除いてGPS（Global Positioning System）と同様で、測位の計算式においてもGPSと同様であるため、逆GPSと呼ぶこともできる。測位誤差の目安もGPSと同様に測距誤差と、目標と受信アンテナの位置関係で決まるDOP（Dilution OF Precision:精度低下率）の積となる。測距は電波の伝播時間を信号の時間検出で行う。一般に波形の変化が急峻なほど時間検出誤差は小さくなり、時間領域の波形とフーリエ変換の関係にある帯域幅は広がる。従って、帯域幅の広い信号が時間に検出に適している。空港面において航空機が送信する電波としては、ACASの1030MHzの質問信号が最も帯域が広い。ICAOの規定と比較すると、中心周波数から約20dB下がる帯域幅はACASの1030MHzで20MHz、MODE Sの1090MHzの応答は14MHz、DMEは1.1MHz以内となっており、ACASが最

も測距精度が期待できる。本研究ではACASのMODE S質問信号のP6パルスの急峻な位相反転の波形を利用して、受信アンテナ間の受信信号の到着時間差を高精度に検出することを目指している。時間検出の方法としてはいろいろな方法が考えられるが、平成14年度はGPSと同様に相互相関関数による方法を用いた。DOPを良くするには、発信源を取り囲むように受信アンテナを配置する必要がある。平面上の測位であれば、3個以上の受信アンテナが必要である。DOPは目標から見て受信アンテナが均等な角度で見える場合が最良となる。

本研究では高精度な測位方式の開発と、高精度化において問題となるマルチパス誤差の基礎検討とその対策技術の開発にも重点を置いている。

### 2. 研究の概要

本研究は2年計画であり、平成14年度は開始年度である。平成14年度の研究の目的は、ACAS信号を用いた測位方式の基礎的な実験を行い、性能を実験により確認し、問題点等を調べることにある。また、平成15年度に計画しているエンジニアリングモデルによる空港における測位実験に必要な同期方式を検討し、同期系の製作も行った。

平成14年度は、主に下記の項目を行った。

- ・実験装置製作
- ・ACASを想定した実験室における時間測定実験
- ・ACAS信号による電波無響室における基礎実験
- ・ACAS信号による電波無響室におけるマルチパス実験
- ・時間測定方式の検討
- ・時間測定プログラム開発
- ・測位演算プログラム開発
- ・羽田空港における予備実験
- ・研究所内地上実験
- ・同期方式の検討
- ・光同期系及びRF系製作



## 2.1 測位実験

基本的な測位誤差を測定するため、当研究所の電波無響室において近距離における測位実験を行った。無響室内に受信アンテナを4個正方形に配置し、ACAS信号を直接記録できる帯域1.5GHzのデジタルオシロスコープに接続しRF信号を直接記録した。ACAS質問機を置き、その送信アンテナをこの正方形の領域内を動かしてデータを収集し、オフラインで後処理した。

実際の航空機が送信している電波において処理方式の妥当性を検討するため、平成14年12月に羽田空港においてACAS信号を受信・記録し、同様の後処理を行った。受信アンテナを、A滑走路とB滑走路に挟まれる第1RX局舎付近の点と、そこから約50m離れた点と約150m離れた点の3箇所に設置した。ケーブルが長いので、RFプリアンプと同軸ケーブルを経由してデジタルオシロスコープでデータを記録した。

当研究所内のグラウンドでも測位実験を行った。ここでは、四方を建物で囲まれているため特にマルチパス誤差が大きい状況における実験である。

## 2.2 遠隔同期システム製作

空港において航空機を監視するには受信局を周辺に最低3局配置し、その間の相対時間同期をnsのオーダーで取る必要がある。局間の距離は数kmとなり、高精度な同期を安定して取ることは大きな課題である。平成15年度に計画しているエンジニアリングモデルによる空港における測位実験に必要な同期方式を検討した。電波で同期を取る方式はケーブルの敷設が不要という長所がある。しかし、実用化して空港内に設置する場合、電源やデータ伝送ケーブルは必要となり、同期用のケーブルが1本増えても大きな問題ではないと考えられる。また、同期は測位の基準となるので可能であれば航空機等の移動による電波環境の影響を受けない安定した同期方式が望ましい。このような理由から光ケーブルの同期システムを製作した。

## 3. 研究成果

### 3.1 実験データ処理結果

1030MHzのACAS信号を帯域1.5GHzのデジタルオシロスコープにより5GHzサンプルで収集したRF信号データをソフトウェアによって直交検波と等価な処理を行い、I-ch,Q-ch信号に変換することにより、位相反転のある複素数で表したベースバンドの変調信号を取り出すことができた。RF信号まで忠実に再現するには、キャリア周波

数の2倍以上の十分なサンプリングが必要であるが、時間検出に必要なベースバンドの変調信号を取り出すには、キャリア周波数より低いサンプルレートでも、サンプリングオシロスコープと同様な原理で処理できることも確認した。受信アンテナ信号の1個を基準信号として、他の受信アンテナ信号とこの位相反転部分の信号との相関関数を計算すると複素数となるが、その絶対値のピークを求めることにより時間検出が実現できた。

平面上の目標の2次元位置は3個の受信アンテナによる2組の時間差データで位置は決定できるが、無響室実験では4個の受信アンテナから得られた3組の時間差データを使って、GPSと同様に最小2乗法による処理を行った。その結果、誤差は大きいところでも1m以内の結果が得られた。羽田空港の実験では、実験用ケーブルの制限で受信アンテナは航空機を取り囲むような配置にできなかったため、DOPが滑走路上で60から数百以上と非常に悪い条件であり、測位誤差も数百mあるが位置を算出できた。適切なアンテナ配置にすれば測位誤差は小さくなるので、実際の航空機の信号で測位可能であることが実証できた。研究所内測位実験の結果ではDOPは2以下と良かったが大きなマルチパスのため測定点によっては20m以上の誤差が発生する場合もあることが分かった。

### 3.2 遠隔同期システム製作

製作した遠隔同期システムの光ケーブルで伝送されたパルス立ち上がり時間を測定した結果、1ns以下であり同期精度は十分なものが実現できた。光ケーブルにしても温度による伝送時間の変動があるので、この影響を保障するため、伝送時間も同時に測定してその影響を相殺する方式にした。

## 4. 考察等

逆GPSの原理で航空機の測位を行う場合、理論的に精度の点からは帯域の広いACAS信号が適している。測位誤差は、ほぼ測距誤差とDOPの積となるので、両方の誤差が小さい無響室実験で測位誤差は1m未満の結果が得られた。羽田空港の実験ではDOPが悪かったが、実用化するにはアンテナの配置を適切に選ぶことによりDOPは小さくできる。グラウンドにおける実験ではマルチパスが原因で20m以上の誤差が生じた。

平成15年度は、仙台空港において離れた3箇所の受信アンテナ間を光ケーブルで同期を取る方式で測位実験を行う計画である。またそれと並行して、測位誤差の主要な原因となるマルチパス誤差の改善方法を検討する。

## ルーネベルグレンズを利用した航法機器に関する研究【基盤研究／一般勘定】

担 当 部 電子航法開発部  
 担 当 者 ○米本成人  
 研究期間 平成14年度～平成16年度

## 1. はじめに

ルーネベルグレンズは、単位体積当たりのクロスセクションの大きな誘電体レンズであり、全方向において均一な特性、指向性の得られる構造を有している。従来は全方向に対して単純に反射する電波反射体としての利用、もしくは単純な電波レンズとしての利用が主であり、船舶用電波標識浮標、K-bandのGlobal Broadcast用のアレイアンテナ等として実用化されている。また、電波の高周波使用の傾向に伴い、国内外において上記レンズの研究への関心が高まっている。

本研究において、上記レンズを利用した新しい航法機器への応用の可能性を検討している。このような機器を開発することで各種識別情報を有した電波標識、もしくは広範囲に均一な指向性を有するアンテナ及びレーダ装置等への応用が期待できる。また、今後需要が増大するミリ波帯における電波機器への応用も期待される。

## 2. 研究の概要

本研究は5年計画であり、平成14年度は1年目である。平成14年度の研究の目的は、ルーネベルグレンズの基本特性を把握し、レンズ表面に加工を施した各種反射体等の実験を行う。それらの結果より新しい電波航法機器としての応用可能性を評価することを目的とする。

平成14年度は、主に下記のことを行った。

- ・ レンズの製作、加工を及び各種反射体を用いた基礎的実験
- ・ レンズのシミュレーション手法に関する検討
- ・ レンズの高周波対応に関する基礎的実験

## 3. 研究成果

レンズの基本特性を把握するためX band帯における符号化電波標識、レンズアンテナの基礎的実験を行った。同レンズの基本特性を確認し、それらの応用可能性に関する基礎試験を行い、それらの結果からレンズ応用に関する特許を出願した。

また、シミュレーション手法を検討し、その部品となる部分のFDTD (Finite Difference Time Domain: 差分時間領域) 法およびレイトレーシング法に基づくソフトウェアの試作を行った。

さらにはミリ波帯でのレンズ応用を考慮して従来型レンズを用いて、94GHzにおけるレンズ特性を取得した。

## 4. 考察等

今年度の成果からX bandにおけるルーネベルグレンズを用いた航法機器の可能性をおおよそ見積もることができた。またレンズ機器の性能予測のためにFDTD法およびレイトレーシング法を用いたソフトウェアを試作したが、実験結果と比較評価するためには更なる改良が必要であることが分かった。

今回使用したレンズはX band用に設計されたものであり、同周波数帯においては非常に良好な特性を得た。しかしながら、ミリ波帯においては従来構造では対応できないことが判明した。今後レンズの高周波性能の向上を検討したい。

## 参 考

特願2002-191295, 「電波反射体を用いた測定装置およびこの測定装置を用いた移動体の航行方法」

## スケールモデルによるCAT III ILS用新FFM方式に関する研究【基盤研究／一般勘定】

担 当 部 電子航法開発部  
担 当 者 ○朝倉道弘 横山尚志 田嶋裕久  
研究期間 平成14年度～平成16年度

### 1. はじめに

濃霧や雪などの多発する空港では、就航率の低下が問題になる。その場合、従来の地上物標に依存する運航に代わって、高い信頼性を付与したILS CAT IIIによる高カテゴリー化を図ると効果的である。

ILSをCAT III化する場合、ローカライザシステムには完全性を補償するためのファーフィールドモニタ(FFM)が必須となる。現在のFFMは米国連邦航空局が開発した方式であり、電波高度計用地に10m間隔で3つのアンテナを設置する。このようなFFM方式では、小型機が誤って底角度で進入すると事故に繋がる危険性がある。このため、FFMアンテナを滑走路からオフセットする新しいタイプのFFM方式の開発が要望されている。

### 2. 研究の概要と成果

本研究の目的は、電波無響室においてスケール比1/100倍の模型装置を用いるスケールモデル実験と電波障害シミュレーションを併用することによってオフセット方式のFFM方式を開発することである。

本研究は、3年計画であり、平成14年度は初年度である。平成14年度は、以下に述べるスケールモデル用ローカライザアンテナとFFM受信部の製作、並びにシミュレーション基本プログラムを作成した。

#### (1) アンテナ

スケールモデル用ローカライザアンテナは、周波数9.6GHz用の導波管ダイポール3素子とその両脇に変形ホーンアンテナ2素子を配置した横型空中線で構成した。

#### (2) 受信部

オフセット方式FFM用受信部を製作した。オフセット方式FFMアンテナは滑走路中心線から等間隔離した2個のアンテナで構成され、合成器により2個のアンテナのRF信号を合成して等価コース信号を発生する。

#### (3) シミュレーションプログラム

シミュレーションプログラムは、直接波、反射波および回折波を独立したサブルーチンによって計算し、スケールモデル実験用の地面構造の材料定数は現用との相似性を考慮して設定した。また、オフセットFFMの性能は、航空機がクリティカル領域にあるときの現用FFM方式の電波特性との相関性により評価するものとし、現在、航空機を模擬した構造物からの反射・回折波の計算プログラムを作成中である。

### 3. 考察等

平成14年度は、スケールモデルのローカライザアンテナの製作と基本実験を行った。空港の地面構造はアルミニウム平板(1m×2m)の端部を接合して電波的に一枚平板としたが、接合部からのエッジ電流により良好なハイトパターンが形成されていないことが確認された。今後は、一枚板の長尺平板を使用して反射効率を抜本的に改善し、オフセットFFM方式の基本性能確認のための実験を行う予定である。また、現在作成中の航空機を模擬した構造物からの反射・回折波のシミュレーションプログラムを完成すると共に、現用方式とオフセット方式におけるFFM電波特性の相関性を求め、オフセットFFM方式の監視性能を評価する予定である。

## ミリ波／赤外線による衝突防止技術に関する研究【受託研究／一般勘定】

担 当 部 電子航法開発部  
担 当 者 ○山本憲夫 米本成人 山田公男  
研究期間 平成14年度～平成16年度

### 1. はじめに

低空を有視界飛行するヘリコプタや小型固定翼機が送電線等の障害物に衝突する事故を防ぐため、障害物を事

前に探知し、衝突を防止する技術の確立が強く望まれている。

本研究の目的は、ミリ波レーダと赤外線カメラで前方

を監視し、障害物を自動的に検出してパイロットに表示できるヘリコプタ用障害物探知・衝突警報システムの実用化に必要な技術を確認することである。また、技術検証のため、実験用障害物探知・衝突警報システムを試作し、実証実験を行うことである。

本研究は、在来線鉄道や船舶に応用できるため、運輸施設整備事業団の「運輸分野における基礎的研究推進制度」による支援を受け、平成14年度から着手した。14年度には、赤外線望遠レンズの探知性能確認、実験用ミリ波FMCWレーダの距離計算プログラム開発及びそれを用いたレーダの短距離精度評価等を行った。また、赤外線及びカラーカメラからの画像とレーダ情報とを融合表示する手順を提案した。

本研究は、(株)IHIエアロスペース、電気通信大学との共同研究により実施している。

## 2. 研究の概要

本研究では以下を最終目標として設定した。

- (a) 有視界飛行環境下で、約800m先の障害物を探知できるセンサ技術の確立。
- (b) 視界不良時の障害物検知範囲の拡大。
- (c) 障害物回避に必要な情報のリアルタイム（約1秒以下）での提供。
- (d) ヘリコプタに搭載可能な実験用障害物探知システムの試作と実証実験の実施。

これらの目標を達成するため、平成14年度は以下の研究を行った。

### (1) 赤外線望遠レンズの導入とその性能評価

障害物探知距離に関する目標（800m）を赤外線カメラにより達成するため、100mm赤外線望遠レンズを導入し、屋外実験によりその有効性を確認した。

### (2) レーダデータ処理基本プログラムの開発

試作した実験用94GHzFMCWレーダの出力から、目標までの距離、反射レベル等を高速で計算する基本プログラムを開発した。

### (3) 実験用ミリ波レーダの安定度及び短距離精度

電波無響室内で実験用94GHzレーダ信号の安定性、距離精度を測定した。その結果、このレーダ出力は安定しており、かつ距離精度も高いことが実証された。

### (4) ミリ波／赤外線融合表示法の提案

赤外線画像とカラー画像及びミリ波レーダ出力を合成し、障害物をパソコン画面上に実時間で強調表示する手順について検討を進め、一つの表示例を提案した。

## 3. 研究成果

### 3.1 赤外線望遠レンズの導入とその性能評価

赤外線カメラによる障害物探知距離は天候、背景、気温等で変化するため一概には決められない。しかし、これまでのデータ分析から、開発目標として設定した探知距離800mは従来の赤外線標準レンズを用いたカメラでは達成できない場合が多いことが分かった。そこで、従来の50mm標準レンズと100mm望遠レンズを用いた探知距離の拡大効果を実験により調べた。

図1は測定結果の一例で、神奈川県相模湖町三ツ木付近で観測した送電線である。この図で建造物までの距離は約870m、建造物付近の送電線までの距離は約600mである。図1(a)は約4倍に拡大したカラー画像であるが、建造物、樹木を背景とした部分では電線の識別が困難であった。一方、赤外線標準レンズ（図1(b)）では背景にかかわらず送電線が検出できた。100mm望遠レンズを用いた画像(c)では、送電線の本数まで明瞭になると共に、標準レンズでは不明確な架空地線が識別できた。これらの例から、100mm望遠レンズを用いれば800m先での送電線検出が容易になることがわかった。

ただし、望遠レンズでは視野が狭くなり監視範囲が不十分となる恐れがある。したがって、電子ズームの使用やカメラスキャン等視野を維持しつつ探知距離を拡大する方法について今後検討する予定である。

### 3.2 レーダデータ処理基本プログラムの開発

FMCWレーダでは、目標までの距離、相対速度等は送信波と目標からの反射波との混合で得られる中間周波信号（ビート信号）から求める。このビート信号から距離、速度情報等を算出するため、スペクトラムアナライザを用いたレーダデータ処理法を検討した。

データ処理の流れは、・スペクトルから周波数、信号レベルの取り込み、・ピークレベル抽出、・レベル平均及び標準偏差計算、そして・処理結果表示、となる。

図2にスペクトルアナライザからのデータ出力のPCによる処理、表示例を示す。この例では、中心周波数、周波数スパン、バンド幅等を入力し、測定開始ボタンを押すことでレーダ信号スペクトル、データ処理後の出力等が記録、表示される。データ処理速度は主にGPIBインターフェイスの速度で制限され、1周期のデータ収集で約0.2秒を要する。この速度を高めるには高速インターフェイス、表示の工夫等が必要で、今後の課題である。



### 3.3 実験用ミリ波レーダの安定度及び短距離精度

電波無響室内に実験用FMCWレーダとコーナーリフレクタを設置してレーダ出力の変化を観測した。また、このリフレクタをレーダ前方で5～26m移動させてレーダの距離精度を評価した。なお、レーダデータの収集、処理には上述の基本プログラムを用いた。

図3は、レーダ・目標間の距離を25mとしたときのビート信号スペクトルである。電波無響室内での測定のためマルチパスが少なく、目標からの反射波を除き高いピークは観測されなかった。このピークの安定性を調べるため、信号を約6秒間連続収集した。その結果、ピーク周波数は平均502.5kHz、標準偏差3.2kHzと安定していた。ピークレベルは平均-30.6dBm、標準偏差0.78dBとなり、レベル変動も小さいことが確認できた。

レーダ・目標間の距離は図3のピーク周波数に比例するため、リフレクタを移動させピーク周波数の変化を調べた。図4は測定結果で、距離10m程度以遠における直線からの偏りは±1.5%以下となった。したがって、このレーダは距離精度が高く、前述のように周波数やレベルの変動も小さいことが明らかとなった。

今回、短距離での信号安定度と精度とを明らかにしたが、遠距離かつ地上や背景からの不要反射がある環境下でのレーダの精度については今後評価する予定である。

### 3.4 ミリ波／赤外線融合表示システムの試作

赤外線画像、カラー画像及びレーダからの距離情報を実時間で融合して表示する動画画像作成システムを構築した。このシステムでは、1台のラップトップ型PCを用い、2台のVTRからIEEE1394インターフェースを介してカラー画像、赤外線画像を取得する。加えて、レーダからのビート周波数を測定するため、スペクトラムアナライザとGPIBインターフェースを用いている。

このシステム用の実時間動画画像融合ソフトウェアを作成した。図5に表示例を示す。ビート周波数のスペクトラム中で最大の振幅を有する部分を測定目標と仮定し、周波数から目標までの距離を算出して、その値に応じて自動的に融合画像のアルファ値を変更して動画画像情報に埋め込むこととした。今回はレーダ信号の代わりにスペクトラムアナライザの参照信号を用いて、システムの動作性能を検討した。

現在の条件下では、この試験システムは動画画像を毎秒5枚、距離情報を毎秒1回の出力できる。今回構築したシステムでは、スペクトラムアナライザからのデータ取得に数百ミリ秒かかることから、動画の滑らかさが損なわれることが分かった。今後は、これらの機器、もしくは入出力にかかるプログラム、およびより高度な融合手法を検討する予定である。

## 4. まとめ

障害物探知・衝突警報システム用赤外線カメラの探知距離を目標の800mまで拡張するため100mm赤外線望遠レンズを導入し、実験によりその有効性を確認した。実験用94GHz FMCWレーダの出力から距離、反射レベル等を高速で計算する基本プログラムを開発した。このプログラムを用い、レーダ信号の安定性、距離精度を測定した結果、レーダ出力は周波数、レベルとも安定しており、距離精度も高いことが実証された。赤外線画像とカラー画像及びミリ波レーダ出力を合成し、パソコン画面上に目標を強調表示する手順について検討を進め、一つの表示例を提案した。

今後、赤外線画像の監視範囲拡張法、遠距離での距離精度の測定と評価を行う。また、ヘリコプタ搭載が可能な実験用障害物探知・衝突警報システムを設計・試作し、飛行実験の準備を行う予定である。

### 掲載文献

- (1) 山本憲夫, 山田公男, 米本成人, シャンカーマンシュレスタ, 安井英己, 那須清二, 根日屋英之: “ヘリコプタ用障害物探知用ミリ波レーダの距離精度”, 電子情報通信学会 2003年総合大会, 2003年3月
- (2) 米本成人, 山本憲夫, 山田公男: “障害物探知・衝突警報システムにおける動画画像融合による障害物の表示”, 電子情報通信学会2003年総合大会, B-2-43, 2003年3月
- (3) 山本憲夫, 米本成人, 山田公男, Shanker Man Shrestha, 安井英己, 日比祥博, 根日屋英之, Binh Duong Nguyen, Claire Migliaccio, Christian Pichot: “障害物探知用赤外線及びミリ波センサの精度”, 電子航法研究所発表会講演概要, 平成15年6月



(a) カラー画像 (約4倍)

(b) 赤外線画像 (50mm)

(c) 赤外線画像 (100mm)

図1 赤外線望遠レンズによる障害物の画像

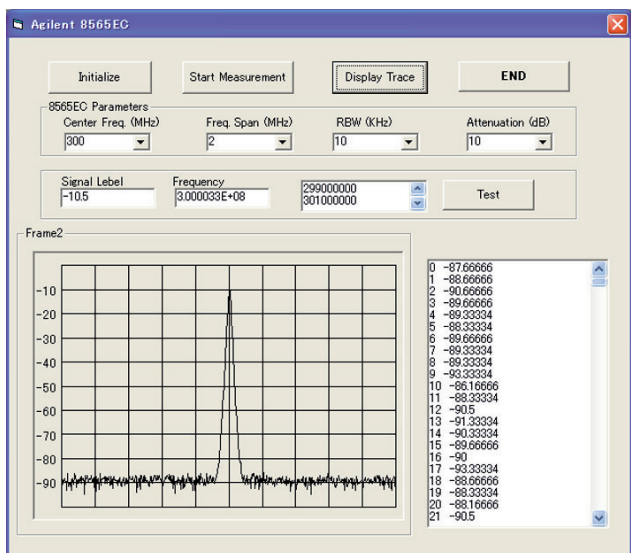


図2 レーダデータ処理結果表示例

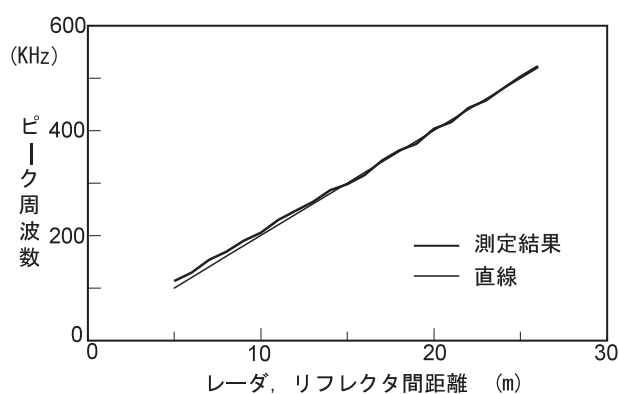


図4 距離情報の直線性 (距離精度)

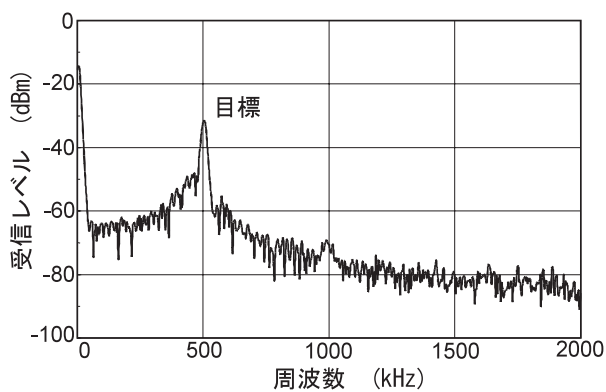


図3 ビート信号スペクトル (レーダ・目標間25m)

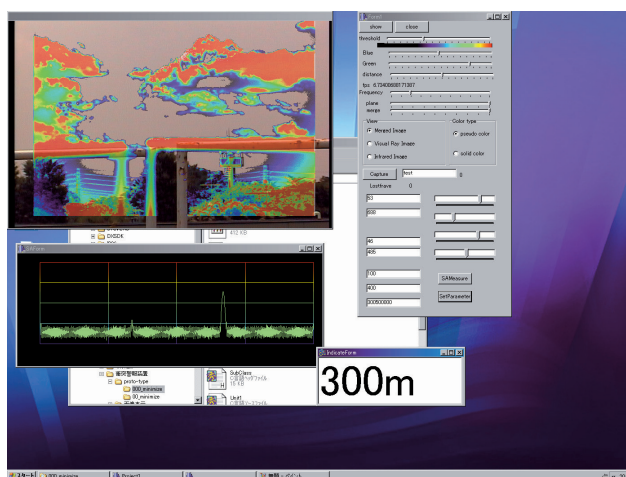


図5 画面表示例

## JTIDS等国内展開基準の作成委託【受託研究／空港整備勘定】

担 当 部 電子航法開発部  
担 当 者 ○小瀬木滋 田嶋裕久 (○は研究主任)  
研究期間 平成14年4月26日～平成15年3月20日

### 1. はじめに

民間航空用無線機器と軍用無線機器と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の運用が困難になる。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) やAWACS (Airborne Warning and Control System) レーダ等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。

### 2. 研究の概要

緊急を要する課題として、次の調査を行った。

- ・ AWACSによるASRへの干渉を防止する運用方式
- ・ 空港周辺でのJTIDS運用制限
- ・ H12年度の実験結果に基づく干渉防止策
- ・ H14年度以降導入のSSRモードSの保護方策
- ・ チャンネルを共有するGNSS信号の保護方策
- ・ ADS-B/TIS-B等Lバンド新システムへの影響
- ・ MIDS運用に関する干渉防止策
- ・ JTIDS干渉シミュレーションソフトウェア

特に、現在はAWACSやJTIDSの運用範囲が厳しく制限されているが、防衛庁から要請されている制限緩和事項の技術的条件に関する検討が主な課題となった。

### 3. 研究成果

AWACSレーダとASRの干渉に関して、平成13年度に

得られた情報をもとに再検討を行った結果、ASRへの干渉を発生させることなく運用可能な限界をより近距離に設定できることがわかった。これをもとに、運用条件を変更する際の技術的勧告を行い、平成13年度には一時的な運用緩和が実施された。

これをうけて、平成14年度は、当研究所による再度の干渉分析により、ASR相互干渉と比較して、この新しい運用方式により有害な干渉が発生しないことを示した。その結果、当研究所の提案は、電磁干渉の軽減と運用効率を両立させる新しいAWACSレーダ運用方式として総務省により認可された。

JTIDSについても、空港内電波伝搬実験を実施し、空港内等の狭い敷地内でDMEやSSRと接近しても安全に運用できる条件導出の技術的基礎になる実験データを得ることができた。

これらについて受託研究報告書を作成した。また、国際会議にて、関連事項を調査するとともに、資料発表をした。

### 参考文献

- (1) 電子航法研究所：「平成14年度受託研究報告書 JTIDS等国内展開基準の作成」, 平成15年3月
- (2) Ozeki：“Reverse path measurement for interference power”, MNWG2002-1, May, 2002.
- (3) Ozeki：“Issues on JTIDS frequency clearance in Japan”, MNWG2002-2TI, October, 2002.
- (4) Ozeki：“Power estimation in 1030 MHz at civil aircraft on airport”, US-Japan bilateral TI meeting, December, 2002.



## 航法計器等に関する電磁干渉に関する研究【受託研究／一般勘定】

担 当 部 電子航法開発部

担 当 者 ○山本憲夫 米本成人

研究期間 平成14年12月2日～平成15年3月31日

### 1. はじめに

パーソナルコンピュータや広帯域高速通信の普及に伴い、航空客室内における無線LAN等によるネットワークサービス実施の要望が高まっている。現在の無線LANは2.4GHzや5GHz等の微弱電波を利用するが、航空機内ではこの電波が機内航法計器等の動作に干渉し運航に危険を及ぼす恐れがある。したがって、航空機内でのLAN構築に電波を利用することの可能性を検討するためには、航空機内で放射された電波が航法計器に与える影響に関し調査検討する必要がある。

本研究の目的は、無線LANシステムの機内での使用可能性および機内で使用されたとき、機内航法機器に干渉を与える可能性について実験的、理論的検討を行うことである。

### 2. 研究の概要

平成14年度は、航空会社、無線LAN機器メーカ等の協力のもとに、下記のことを行った。

- ・ 無線LAN機器の電磁放射試験
- ・ 無線LANシステムの通信性能試験
- ・ 航空機のシールド特性、電波伝搬特性試験

### 3. 研究成果

無線LANシステムは基地局と多数の端末局から構成される。それらの基本特性を把握する目的で、電波無響室内での個々の機器の電磁放射測定、およびシステムの通信能力試験を行った。図1は電波無響室における無線LANシステムの試験状況である。また、成田空港で日本航空のBoeing747-400、羽田空港で全日本空輸の777-300を用いて無線LANシステムの通信能力試験、および2.4GHz、5GHzそれぞれの周波数帯における電波伝搬特性、機体のシールド特性試験を行った。

その結果、電波無響室内での電磁放射測定から、両周波数帯ともに基地局機器から使用周波数以外の低周波領域における不要放射が見られた。

機内試験において、基地局周辺では両周波数ともに電波無響室内と同等のデータ伝送容量（スループット）が得られた。基地局から離れるとともに平均のスループットは滑らかに減少する傾向が見られた。また、機内のギャレイ等の影響と考えられる通信速度の低下する箇所が見られた。

機内シールドは0.5～5dB程度と非常に小さく、機体のシールド効果はほとんど望めないことが分かった。

### 4. 考 察

航空機内において基地局周辺では両周波数帯ともに電波無響室内と同等のスループットが得られたことから、システムの有効性が確認された。

今後の課題として、人体の影響等による通信速度の劣化、航空機の機種、内装等による機体内特有の電波伝搬、減衰特性について検討する必要がある。また、2.4GHz帯については、機内搭載電子レンジからの干渉を検討する必要がある。

### 掲載文献

(社)電波産業会、「航法計器等への電波干渉に関する調査検討報告書」平成15年3月



図1 電波無響室における無線LANシステム試験



## 航空機内の電磁干渉障害に関する調査【受託研究／一般勘定】

担 当 部 電子航法開発部  
担 当 者 ○山本憲夫  
研究期間 平成14年7月1日～平成15年3月31日

### 1. はじめに

近年携帯電話、オーディオ、パソコン等の携帯電子機器（Portable Electronic Devices：PED）の普及が著しい。PEDが航空機内に持ち込まれたとき、それから放射される電波が航法機器、通信機器等の機上装置に干渉して不具合を生じさせる可能性が指摘されている。

我が国では、機内の携帯電子機器が機上装置に与える影響を検討する委員会が航空局の要望で航空振興財団により設立された。当研究所はこの委員会に参加し、平成8年度から12年度まで調査・研究に協力してきた。その結果、PEDからの電波が機上装置に影響を与える可能性がわずかながらあることを明らかにした。また、世界で初めて実運航中の航空機を用いて機内電波環境の測定を行い、携帯電話からと考えられる電波が観測されることを示した。さらに、規定を超える強い電波を監視できる電磁波検出器の開発に成功した。

しかし、PEDの機内での使用希望は今後増えると予想される。また、機内サービス向上等のため、無線LANのような無線通信技術の導入が検討されている。そこで、今後は「機上装置に障害を与える電波」と「安全な電波」とを選別する技術が重要になると考えられる。

この技術を確立するためには、機上装置に障害を与える電波の特性（強さ、変調方式等）を明瞭にする必要がある。そこで、平成14年度はPED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提出される「航空機電磁干渉障害報告書」をもとに、PEDからの電波と不具合との関連を分析した。また、「航空機電磁干渉障害報告書」の記述内容の見直しを行った。

### 2. 調査の概要

航空会社から提出される「航空機電磁干渉障害報告書」について、PEDからの電波と機上装置不具合との因果関係の検討を容易にできるよう記述内容の見直しを行った。また、「電磁干渉障害報告書」をもとに平成15年末までの機上装置における不具合事例の分析等を行った。

### 3. 調査成果

#### 3.1 航空機電磁干渉障害報告書の見直し

PEDによる電磁干渉が疑われる機上装置不具合の事例が発生したとき、我が国では航空会社に対し「航空機電磁干渉障害報告書」を提出することを依頼している。この報告書でPEDと機上装置不具合との因果関係の検討が容易になるよう報告書の内容を見直した。見直し項目の概要は以下のとおりである。

#### (1) 障害が運航に危険を及ぼす度合いによる仕分け

- (例) ・ 放置すると危険  
・ 運航に支障が出る（表示1系統だけ不具合）  
・ 大きな支障はない（不具合一時的、再発なし）  
・ その他

#### (2) PEDの電源オフの時期と障害消失のタイミング

- (例) ・ 電源オフと同時に不具合消失（乗務員が確認）  
・ タイミングの確認はできなかった。  
・ 電源オン／オフで確認した  
・ その他

#### 3.2 「航空機電磁干渉障害報告書」の分析

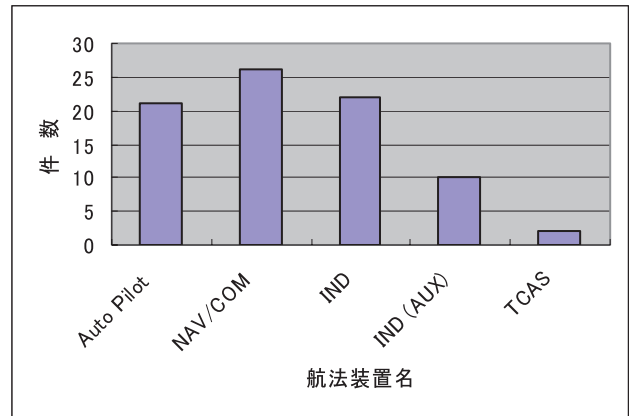
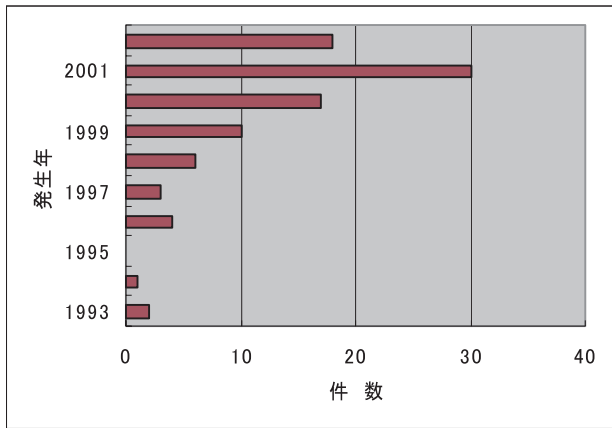
平成14年に受領、分析した報告書は18件であり、これまでの報告書の合計は90件となった。提出された報告書において、不具合発生機種、装置、不具合内容、不具合発生とPEDの関係等に注目して分析、特徴の抽出等を行った。図1は報告数と不具合が発生した機上装置の種類である。これらをもとに、PEDと不具合との関連を分析した結果、PEDの電波が機上装置に干渉した可能性が高い事例は全体の約30%であった。

### 4. まとめ

PEDからの電波と機上装置不具合との因果関係を検討しやすくするため既存の「電磁干渉障害報告書」の見直しを行った。これまでに収集した「電磁干渉障害報告書」の分析を行い、PEDによる電磁干渉発生の機構を検討するための資料とした。なお、分析結果は航空機側での電磁干渉対策検討に役立てるため、航空会社にも提供した。

#### 掲載文献

- (1) 山本憲夫 “航空機内の電磁干渉障害に関する調査”，電子航法研究所受託研究報告書，平成15年3月



(a)不具合発生報告数

(b)不具合発生装置

図1 不具合発生報告数と不具合が生じた装置

## CAT III化に係わる関連施設の電波性能調査【受託研究／空港整備勘定】

担 当 部 電子航法開発部

担 当 者 朝倉道弘 横山尚志

研究期間 平成14年11月29日～平成15年3月10日

### 1. はじめに

濃霧による就航率の低下を改善するため、広島空港ではCAT III化が予定されている。広島空港高カテゴリー化要件の調査において、当研究所が実施した研究実施項目は、

- (1) 電波高度計 (RA) 用地の敷設材料の検討
- (2) ハンプト (凸面) 形状滑走路によるローカライザ信号の遮蔽の問題

である。(1)に関しては、敷設材料の電波実験と材料を透過して地面から反射する成分を考慮したRA用地の敷設材料による反射特性の解析を、(2)に関しては、用地造成のための経費を更に軽減できる設置位置ケース4に関する解析とターミナルビルによる電波障害実験を行った。

### 2. 研究の概要と成果

#### 2.1 電波高度計 (RA) 用地の敷設材料の検討

##### 2.1.1 敷設材料と実験概要

RA用地の人工構造物として予定されているコンクリート版の他に使用可能とされるエキスパンドメタル、アスファルト等について、反射、透過特性及び周波数特性など基礎データを測定し、RA用地の電波反射面としての有効性を調査した。

コンクリート版は、強度を補強するために内装した鋼

棒間隔や金網目の異なる6種類と厚さの異なる無筋コンクリート4種類を製作した。また、汎用のエキスパンドメタルの5種類及び厚さの異なるアスファルト3種類を試料とした。

測定は、RAで使用している周波数を中心に4.0～4.6GHzの範囲において、RAの円偏波面と直線偏波面について行った。エキスパンドメタルの測定は、偏波特性を調べるため網目の方向を90°変えた場合と、異なるエキスパンドメタルを重ねた場合について行った。実験状況を図1に示す。

#### 2.1.2 反射・透過特性

レベル測定は、試料表面にアルミ板を設置したときの反射電界強度を基準値とし、試料の反射レベル及び透過レベルを求めた。無筋コンクリートの反射レベルは、電波高度計中心周波数で厚さ(15, 20, 25, 30cm)において約2dBの差があり、周波数特性はほぼ一定であった。また、透過レベルは-29dBであった。

有筋コンクリートの反射レベルは、内装鋼棒が表面より5cm下の位置の場合、無筋コンクリートに対し約2dB高いが、表面より15cmの場合は無筋コンクリートと同じ約-9dBであった。また、透過レベルは約-29～-32dBと無筋コンクリートに近い値で、鋼棒の位置による

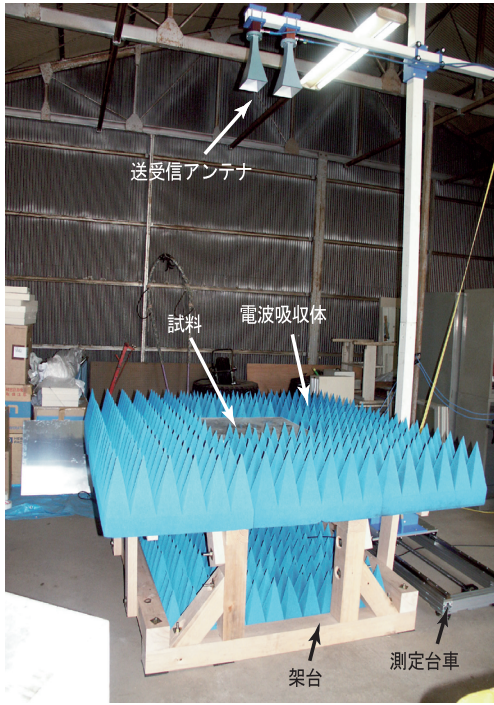


図1 実験状況

レベル差はなく、鋼棒間隔によるレベル差は約3dBであった。偏波面によるレベル差は見られなかった。

有筋コンクリートの内装が金網の場合、反射レベルは-6~-7.5dBで網目の大きさによる差はなく、透過レベルは約-30dBであった。

アスファルトの反射レベルは約9dBの周波数特性があり、透過レベルはRA中心周波数(4.3GHz)で反射レベルより7dBほど大きくなった。

エキスパンドメタルは、5つの試料を比べると直線偏波面では網目の向きにより10dB以上の反射レベルの差が生じ、透過レベルは20dB以上の差があった。円偏波面では網目による差は生じなかった。また、異なるエキスパンドメタルを2枚重ねた測定では網目の細かい試料の特性に近い結果が得られた。

## 2.2 ハンプト(凸面)形状滑走路によるローカライザ(LLZ)信号の遮蔽の問題

### 2.2.1 LLZアンテナのケース4設置位置

LLZアンテナの設置位置ケース4は滑走路末端から325m、アンテナ高は5.45mであり、昨年度に検討したケース3に比べて更に30m程末端に近くなる。次のような条件で解析を行った。

(1) 反射波は曲面状の滑走路の反射点を探索して計算する。ハンプト滑走路の頂点で生じる回折波はGTD

(Geometrical Theory of Diffraction)より解析する。

(2) ハンプト滑走路の形状が大きく異なる熊本空港と広島空港の遮蔽の問題について、同一条件で解析し、熊本空港の現用FFM(ファーフィールドモニタ)アンテナの受信信号レベルが同等以上であることを必要条件とする。

LLZアンテナをケース4にして解析した結果、受信レベルは-39.6dBとなり、現用熊本空港のFFMアンテナの受信信号レベルに比べて1.4dBの余裕があることが分かった。

### 2.2.2 ターミナルビルによる電波障害実験

広島空港の滑走路中心線から4番と6番のタクシーウェイ上を低速走行し、LLZの偏移感度を測定した。実験結果を図2に示す。タクシーウェイ4番では、直線状の偏移感度に数・Aの微小変動が重畳する。一方、タクシーウェイ6番になると、20~30・Aの大きな変動が重畳するようになる。タクシーウェイ4番方向はターミナルビルディングの回折領域で影響が少ないが、タクシーウェイ6番方向はターミナルビルディングの反射領域に入るのでその影響が大きくなる。現在、6・Aのバンドが進入コースの滑走路末端からB点の範囲に生じているが、これはその範囲が同じ反射領域に入っているためである。

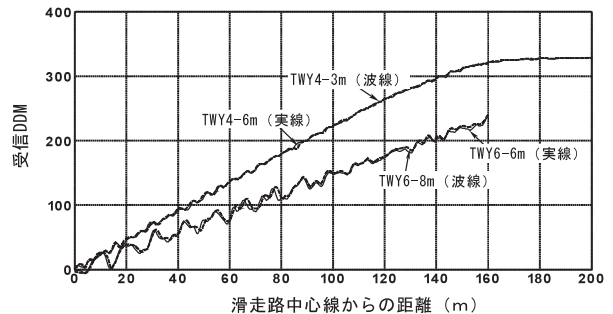


図2 ターミナルビルによる1周波LLZ偏移感度特性

現在の広島空港のLLZアンテナ方式は、水平面指向性の広い1周波LLZアンテナであるが、CATⅢ化に際しては、それによる反射波の影響を軽減する必要がある。

その対策として、指向性の鋭い2周波LLZアンテナを用いる方法がある。2周波LLZアンテナを用いると、ターミナルビルディングの反射領域が回折領域になるので、反射波軽減率が0.2倍以下に減少し、タクシーウェイ4の結果と同様に進入コース上のコースバンドが減少する。



### 3. 考察等

#### 3.1 電波高度計（RA）用地の敷設材料の検討

広島空港のRA用地は、地面が傾斜しているため地面より離れる用地が存在する。この場合のRAの受信電波は、RA用地の人工構造物より直接反射するものと、透過した後、下の地面で反射し再び人工構造物を透過後表面に現れる電波がある。この地面からの電波（マルチパス波）がRA用地からの反射波に重畳して誤差を生じる可能性がある。一般に、RAの送信波と受信波との合成ビート波形の零交差数から高度を測定する場合、電力分布の最大値からほぼ-6dBまでが距離出力に寄与すると考えられる。そこで、今回は各試料より透過した成分が地面で反射して戻る誤差成分についてもシミュレーションによって検討した。

この結果、コンクリート版は今回調査した厚さ15cm～30cmにおいて、内部に挿入した鋼棒、金網に影響が無く、RA用地の人工構造物として有効と思われる。エキスパンドメタルは試料の一番目の細かいXS33は有効であ

るが、他は使用される場所が限定される。アスファルトは底面に鋼板を設置すれば有効と思われる。

#### 3.2 ハンプト形状滑走路によるローカライザ信号の遮断の問題

(1) ハンプト滑走路の形状が異なる2空港のハンプト滑走路上で反射波と回折波を同一解析プログラムを用いて詳細に解析した。その結果、広島空港のFFMの受信レベルは、現用熊本空港に比べて1.4dBほどの余裕があり、遮蔽領域での使用が可能であることが確認された。

(2) FFMアンテナの設置位置が含まれる末端からB点までの領域では、数 $\mu$ Aのコースバンドが生じていることが、飛行検査で確認されている。これがターミナルビルディングによる反射波の影響であることを実験的に確認した。CATⅢ化に際しては、ターミナルビルディングによる反射の影響を最小化できる2周波LLZアンテナを使用することが不可欠である。

## 青森空港高カテゴリー化積雪調査【受託研究／空港整備勘定】

担 当 部 航空施設部

担 当 者 ○横山尚志 朝倉道弘

研究期間 平成14年12月6日～平成15年3月20日

### 1. はじめに

本調査は、青森空港の高カテゴリー化に不可欠な電波高度計用地、GP反射面および県道青森浪岡線改良工事区域の電波特性を解明し、除雪の必要性の可否及び除雪の方法を検討・調査するものである。

### 2. 研究の概要

本研究の研究課題を次に示す。

- (1) 地上実験では、積雪面が15cm以上の形状変化が観測された。これをレーザプロファイラを使用して全体の形状データを収集する。また、誘電率測定装置を用いて積雪面の誘電率の変化を測定する。
- (2) 飛行実験では電波高度計とGPのデータを取得し、反射面に堆積している積雪の影響を評価する。
- (3) 県道改良区間の電波特性については、積雪時の電波への影響と仮に影響がある場合には除雪方法等も含めた技術的調査を行う。現在、県道の改良区間工事は未着工であるので、丘による電波特性を飛行実験により取得し、同時にシミュレーションにより解析方法の有効性を

確認する。

### 3. 研究成果

#### 3.1 RA用地とGP反射面の積雪調査

##### (1) レーザプロファイラによる測量

レーザプロファイラは、RA用地及びGP反射面の横に設置した高さ約3mの測量架台から測量する。1月と2月に各1回ずつの測量を行った。

##### (2) RA用地

RA用地は、滑走路末端から下がり勾配になっている。この用地に堆積する積雪深は30cmから100cmと用地勾配に反比例しているが、全体に積雪表面が水平になるように吹きだまることが分かった。

##### (3) GP反射面

1月の実験ではA地区が20cm、C地区が90cmの階段状積雪面であった。2月の実験は全面除雪後に行ったので、全面が平坦になっていた。測量データを鳥瞰図に変換して調査したところ波状的な吹溜りが観測され、その周期は50mから100mであった。



### 3.2 飛行実験

平成14年度は無積雪時に1回、積雪時の1月と2月に2回の飛行実験を行った。

#### (1) RAに対する積雪の影響

無積雪時と積雪時の飛行実験で取得されたRA指示値の変化を解析したところ、両者には有意な差が生じていないことがわかった。

#### (2) GPに対する積雪の影響

飛行実験と計算結果により、GPパスにはGP反射面の地面勾配(約1%)と積雪の影響が重畳した誤差成分が生じることが分かった。

### 3.3 県道改良区間の電波特性

県道改良区間は、GPアンテナから720m先にある蒲鉾型の丘の位置に施工される予定である。平成14年度には、

飛行実験により丘による電波特性を取得したが、機体特性によるCMNノイズによりバンドの形状が変形するが、シミュレーション結果との相関性は認められた。

### 4. まとめ

地上実験、飛行実験及び県道改良区間の電波特性に関するGPのシミュレーションを行った。飛行実験を2回行い、積雪形状と雪質の異なったデータを取得した。積雪の吹き溜まりと雪質の長期変化の影響を解明するため、今後、更にデータの蓄積を図る必要がある。

### 参考文献

- (1) 横山他：“青森空港高カテゴリー化積雪調査”，受託報告書，平成15年3月

## 浮体空港でのILS電波の3次元表面による影響評価【受託研究／一般勘定】

担 当 部 電子航法開発部

担 当 者 ○横山尚志 朝倉道弘

研究期間 平成14年1月29日～平成15年3月31日

### 1. はじめに

箱形状(Pontoon type)のメガフロートを海上空港として使用するための実用化研究が進められている。メガフロートは、建造費が安価となるが、海上に浮かべる構造であるために実用化に向けて種々の実証的研究が必要とされる。特に、台風による風波やうねりを受けてメガフロートが弾性変形を生じるときにはGPパスに対する影響が懸念される。

本研究は、日本造船技術センターの委託により実施するもので、反射面の反射の解析を従来の2次元から3次元モデルに拡張し、実環境に近いGPパスの空間誤差の予測計算を実施するものである。

### 2. 研究の概要と成果

#### 2.1 台風による波浪動揺条件

大型海上空港モデルに対する大型台風(2年再現)による弾性変形量の推定は、メガフロート設計分科会が作成した浮体挙動解析プログラムを用いて推定する。台風による風波は多方向不規則波であるが、うねりは1方向不規則波で表現される。通常、風波とうねりは同時に発生しないが、今回は同時発生したと仮定し、両方の変形が重畳した浮体の動揺を解析する。

2,500秒継続したときの浮体の動揺を解析した結果、上下振幅が最大になるのが、710秒から730秒の20秒間となり、その弾性変形の周期は200m～300m、上下振幅変化は $D_h \leq \pm 0.25m$ になった。

#### 2.2 3次元の反射波の解析方法

弾性変形の波長 $L_\lambda$ と $D_h$ の関係は $L_r \gg D_h$ が成立し、また、3素子GPアンテナ高 $H=5.4m \sim 12.5m$ と $D_h$ との間に $H_{ant} \gg D_h$ が成立する。このように振動周期に比べて上下振幅の変化が小さい振動現象であるため、弾性変形の曲面を微小間隔の折れ線近似を適用して反射波を計算する。GPアンテナの座標系を直交座標系で表すと、従来は、滑走路と平行のX-Z平面の2次元変形の解析を行ったが、今回は新たにY-Z平面の変形による反射点の探査プログラムを追加して3次元に拡張をした。

#### 2.3 計算結果

弾性変形によるGPパスの空間誤差は、弦の振動と酷似する上下振動にY-Z平面の変形によるバンドが重畳する。空間誤差はICAOで定められているカテゴリーIの規定値( $\pm 30uA$ )の規格値を満足している。

### 3. 考察等

大型海上空港モデルにおける波浪動揺による動的な弾性変形を2次元から3次元の解析プログラムに拡張してGPパスの空間誤差を計算した。波浪動揺による弾性変形は台風が去ると消滅する現象であり、構造物による時間

的に普遍的な回折現象とは根本的に異なっている。台風が到来したときのGPパス空間誤差を計算した結果、CAT Iの規格値を満足しているため、陸上空港と同様の運用が可能であることが確認された。

## 2 航空システム部

### I 年度当初の試験研究計画とそのねらい

平成14年度における研究は、行政当局の要望などを考慮して、下記のように計画した。

1. データリンクによる航空機等の監視システム高度化の研究
2. 航空管制用デジタル対空無線システムの研究
3. 統合化データリンク・サービスの研究
4. 高カテゴリー運用が可能な次世代着陸システムの研究
5. 放送型データリンクによる航空機監視の研究
6. 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
7. 光学的手法を用いた画像処理方式の研究
8. A-SMGCシステムの調査研究
9. 航空機からのダウンルッキングGPS掩蔽観測技術の開発研究
10. 航空機アドレス監視データ解析調査

1から6の研究は航空局からの要望に基づく重点研究であり、7と8は基盤研究、9と10は受託研究である。また、経費については、1～8および10は空港整備勘定、9は一般勘定によるものである。

1は全地球的測位システム（GPS）などによる精密測位とデータリンクを利用して空港面および空港周辺における航空機・車両等の移動体を正確かつ効率的に監視するシステムの開発に関する研究である。

2は将来の管制通信量の増加に対処するため、空地間の音声通信をデジタル化し、併せて、データ通信を可能にする次世代のVHF対空通信システム（VDLモード3）の開発に関する研究である。

3は国際民間航空機関（ICAO）で提唱されているセキュリティ等を強化した航空通信ネットワーク（ATN）の実験システムの開発及びそれを用いた通信評価に関する研究である。

4は全地球的航法衛星システム（GNSS）を利用した、高カテゴリー精密進入着陸に適する地上型衛星補強システム（GBAS）の開発に関する研究である。

5は地上ベースの監視、航空交通情報のコックピット表示、空港面監視、レーダ監視の補完およびフリーフライ等の広範な分野で利用される可能性がある新しい監視技術である放送型自動従属監視（ADS-B）の開発に関する研究である。

6は大型航空機の主翼から生じる後方乱気流を検出す

ることにより、大型航空機に引き続いて離陸する小型航空機の安全で効率的な運航を確保することを目的とした研究である。

7は全方位画像情報を取得できる光学センサを用いた移動体監視のための画像処理方式に関する研究である。

8は今後、先進型地上走行誘導管制（A-SMGC）の研究を実施するにあたっての基礎となる調査検討を行ったものである。

9は外部競争資金の獲得により、平成14年度から3年計画でスタートした研究であり、科学技術振興調整費・先導的研究等の推進において実施される「精密衛星測位による地球環境監視技術の開発」の一環として実施している。本研究は、GPS掩蔽時（GPSが地球に隠れること）にGPSから発射される電波の大気（電離層）伝搬遅延と屈折を計測することによって大気温湿度等を求める手法であるGPS掩蔽法を、航空機から行うためのダウンルッキング掩蔽観測技術の開発を行い、気象数値予報モデルに同化する観測結果を得ることを目的としている。その波及効果として、新しく開発される電離圏モデルを衛星航法システムに組み込むことにより精度および信頼性の向上を図ることとしている。

10は航空機衝突防止装置（ACAS）および二次監視レーダ（SSR）モードSシステムの機能の安全性を維持していくために、航空機アドレス監視装置により収集されたデータを解析することにより、我が国の上空を飛行する航空機のアドレスが適切に設定されているか否かを調査したものである。

### II 試験研究の実施状況

データリンクによる航空機等の監視システム高度化の研究では、処理容量を大幅に拡大できる3チャンネル対応型空港面自動従属監視（ADS）実験システムの性能試験を新千歳空港で実施し良好な性能を有することを検証した。この結果、マルチチャンネル化空港面ADSシステムの開発見通しが得られた。また、他のデータリンクや管制機器とデータを共有化するための統合化システムの設計・製作と接続試験を行い、航空機と車両が同一の画面上で監視できることを確認した。

航空管制用デジタル対空無線システムの研究では、前年度に引き続きVDLモード3実験システムの開発を進めその基本性能試験を実施するとともに、多様な航空交通状況下におけるVDLモード3の通信性能を解析可能なシミュレーションソフトウェアを開発した。また、VDLモード3と他のVHF帯対空無線システムとの電波干渉につ

いて実験により解析を行い、干渉回避が可能なチャンネル間の離隔基準を明らかにした。

統合化データリンク・サービスの研究では、公開鍵基盤方式による航空通信網（ATN）セキュリティ技術の開発とデジタルフライト情報業務（DFIS）機能の一部試作を行い、これらの動作確認を実施した。

高カテゴリー運用が可能な次世代着陸システムの研究では、GPS衛星からの信号の異常を検出する信号品質監視装置の開発、航法精度と有効性に関する飛行実験、空港擬似衛星システムの評価、GBASの完全性の監視方法及び電離層・対流圏遅延などの誤差要因が完全性に及ぼす影響の評価を行った。さらに、誘導誤差を小さくするためのGBAS基準局のGPSアンテナの実験モデルを試作した。

放送型データリンクによる航空機監視の研究では、実験システムの設計、受信局および機上装置等の製作を行った。また、模擬ターゲットによる性能試験、飛行実験によるADS-Bとマルチラレーションの機能試験を実施し、さらに、送受信局の最適配置のシミュレーションを行い、設置場所の選定を行った。

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は、研究の初年度であることから、欧米で進めている後方乱気流検出方法等の技術動向調査、航空機離陸時の飛行コース調査結果等に基づく後方乱気流検出装置の設置位置検討、同装置のシステム設計、および風速計測用のライダ（レーザーダ）を用いた後方乱気流検出の基礎実験を行った。

光学的手法を用いた画像処理方式の研究では、光学全方位センサを用いた監視手法の確立を図るため、同センサの試作を行い、また、同センサから得られた画像情報より対象物の測位を行うためのアルゴリズムを考案した。

A-SMGCシステムの調査研究では、今後のA-SMGCに関するICAOの動向、国内外の現状調査、国内でのシステム展開の可能性等について調査するとともに、A-SMGCの構成要素、および我が国に適したA-SMGCシステムの技術要件等の検討を行った。

航空機からのダウンロードGPS掩蔽観測技術の開発研究では、市販のGPS受信機による予備飛行実験、海外のGPS掩蔽観測及び電離層モデル研究の現状調査、航空機高精度位置速度計測装置の試作及び性能試験を行った。

航空機アドレス監視データ解析調査では、新東京国際空港および関西国際空港に設置された航空機アドレス監視装置により収集されたデータと東京航空交通管制部の飛行情報処理システム（FDP）のジャーナルデータを用いてアドレス等の分析作業を実施し、ICAO標準に適合しないアドレスの航空機の特定を行った。

### III 試験研究の成果と国土交通行政、産業界、学会に及ぼす効果の所見

当部が実施している研究の成果は、今後設置・運用する航空保安システムの技術基準、運用基準の策定等に必要となる技術資料として、国土交通行政に直接寄与している。

また、次世代航空保安システムに係わる研究では、我が国独特の問題もあり、積極的にICAOにおいて評価試験データを公表するなど、国際的な技術基準の検討と策定に貢献している。また、これらの研究成果は、電子情報通信学会、日本航海学会および日本航空宇宙学会等で発表している。

（航空システム部長 藤森武男）

## データリンクによる航空機等の監視システム高度化の研究【重点研究／空港整備勘定】

担 当 部 航空システム部  
担 当 者 ○二瓶子朗 加来信之 小瀬木滋\* \*電子航法開発部  
研究期間 平成11年度～平成15年度

### 1. はじめに

将来の航空機監視には、レーダに代わって全地球的航法衛星システム（GNSS）などによる精密測位とデータリンクを利用した自動従属監視（ADS）システムを導入することが提案されており、ICAOでは、洋上や航空路上で衛星やVHF電波によるデータリンクを利用したADS

が検討されている。また、空港周辺と空港面においても、安全性向上と空港の運用効率改善を図るために航空機や車両の監視にADSの導入が検討されており、二次監視レーダ（SSR）のモードS拡張スキッタやVHF帯電波によるデータリンクを利用する方法などが提案されている。

我が国においても、航空交通量の増加と空港の大規模



化に対応して、空港周辺および空港面における航空機、車両等の監視機能の改善が望まれているが、これを実現するために導入が検討されているADSシステムについて、データリンク方式や移動体の精密測位システムに関する技術的検討が必要である。また、将来の空港における管制用システムあるいは先進型地上走行誘導管制（A-SMGC）システムの運用要件、技術要件等を策定するのに必要な技術資料を収集することが要望されている。

本研究では、空港面の地上を走行する航空機・車両と周辺空域を飛行中の航空機を正確に効率よく監視できるADSシステムについて、実験装置の試作と評価試験を行って、移動体の精密測位技術と測位データを管制機関等に伝送するデータリンク技術に関する資料を得ることを目的としている。

## 2. 研究の概要及び成果

研究の第1段階として平成7年度から10年度までの4カ年計画で実施した「データリンクによる航空機等の監視システムの研究」では、主として車両を監視対象とした空港面ADS実験システムの試作と実験を行い、空港内の移動体監視が効果的に行えることを確認した。ここで開発したシステムは、無線データリンクにポーリング方式の2.4GHz帯小電力スペクトラム拡散（SS）無線を活用した拡散帯域幅が26MHz以下の1チャンネル対応のものであり、移動体の位置更新レートが1回/秒の場合で約300台の処理能力を有する。

本研究では、これまでに得られた研究成果をもとに、通信の処理容量の大幅な拡大とメッセージ伝送機能等の充実、航空機の位置情報を取り込むための航空機用データリンクや管制機器との接続・統合化を図ってより実用性の高い空港面ADSシステムを開発することを目的としている。

このうち、通信容量の拡大については、平成11年10月から在来のISM無線帯域幅が約3倍に拡大されたことを受けて、従来の時分割によるセル型データリンクと周波数分割した通信セルを併用してデータリンクのマルチチャンネル化を図った実験システムを開発する。

また、航空機位置情報の取り込みについては、デジタルASDEとの接続、SSRモードS拡張スキッタやVDLモード4などのADS-Bとの接続を実現してデータの共有化を図り、航空機と車両が同一の画面上で監視できる統合化されたADSシステムの開発を目指す。

本研究は、平成11年度から15年度までの5カ年計画で実施しているものであり、平成14年度に実施した具体的

な研究内容は以下の通りである。

### 2.1 マルチチャンネル対応データリンクの性能試験

試作したマルチチャンネル化空港面ADS実験システムを新千歳空港に設置して性能試験を実施した。

実験では、使用する基地局数を6局とし、試作装置の基本性能を確認するため、各基地局を単独で運用したときの電波の覆域調査、設置した全基地局6局を同時に運用してマルチチャンネル構成（中心周波数 Ch1：2414MHz、Ch2：2442MHz、Ch3：2470MHz）とした時のシステム性能調査を中心に実施した。さらに、新千歳空港における各基地局の最適なチャンネル割り当てについて実験的検証を行った。

図1は、航空機の運航が終了した夜の10時半以降に実施された消防車両の夜間走行訓練の航跡記録例を示す。この時の車両台数は、指揮・監督車1台、超大型化学消防車1台、給水車1台、高速化学消防車1台、照明車1台、そして実験車両1台である。航跡記録例を見て分かるように、データ欠落も無く、各セルの切換えポイントで離脱・加入操作がスムーズに行われていることを確認した。

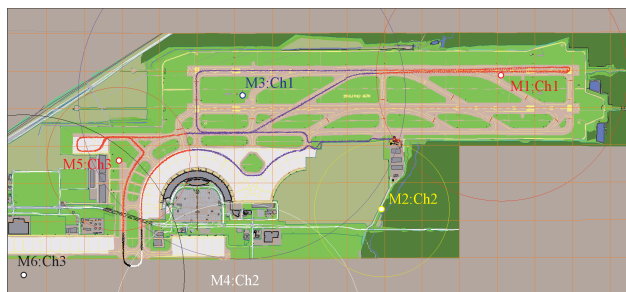


図1 消防車両夜間走行訓練航跡記録例

### 2.2 統合化システムの設計・製作

これまでに試作したマルチチャンネル化空港面ADS実験システムに航空機の位置情報を取り込んでデータを共有化し、航空機と車両が同一の画面上で監視できる統合化システムの設計・製作を行った。

図2は、統合化システムの概略系統図を示す。他のシステムからの航空機位置データは、AUXゲートウェイを設けて本実験システムに取り込む。

図3は、本実験システムとデジタルASDE実験装置を接続した統合化システムの航跡記録例を示す。仙台空港の滑走路及び誘導路の航跡は、当研究所の実験用航空機B-99の航跡であり、デジタルASDEで捕捉した航跡を示す。なお、デジタルASDEで捕捉した航空機の位

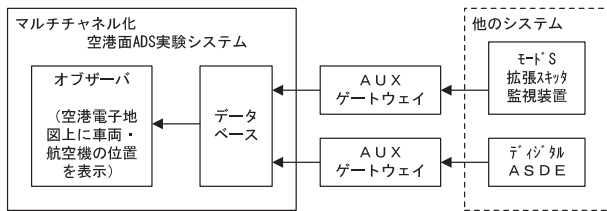


図2 統合化システム概略系統図

位置データは、ASDEのアンテナ設置位置を中心とするX-Y座標のデータであるため、本実験システムのWGS-84の座標系に座標変換している。一方、仙台空港内の場周道路の航跡は、マルチチャンネル化空港面ADS実験システムで取得した実験車両の航跡であり、D-GPS測位による航跡を示す。移動局車両とデータを交信する基地局数は3局とし、A滑走路南東側のMLS/AZシェルトに基地局M1 (ch1: 2414MHz)、ASDE 鉄塔に基地局M2 (ch3: 2470MHz)、電子研エプロン側フェンスに基地局M3 (ch2: 2442MHz) を仮設した。

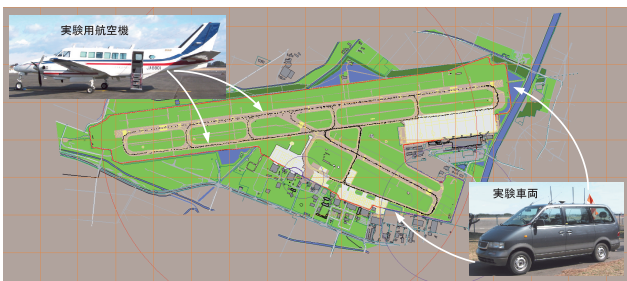


図3 統合化システム航跡記録例

また、本実験システムとモードS拡張キット監視用実験装置との接続試験も同時に実施し、GPS受信機で測

### 航空管制用デジタル対空無線システムの研究【重点研究／空港整備勘定】

担当部 航空システム部

担当者 ○加藤 敏 北折 潤 松下征二(14年6月まで) 中谷泰欣(14年7月から) 塩地 誠\*

\*管制システム部

研究期間 平成12年度～平成16年度

#### 1. はじめに

陸域を対象とした次世代の航空管制用デジタル対空無線通信システムとして、VHFデジタルリンク (VDL) の開発実用化が進められている。VDLは、洋上や低密度空

位した実験用航空機の位置情報を取り込んで同一の画面上で監視できることを確認した。

#### 4. おわりに

従来の時分割によるセル型データリンクと周波数分割した通信セルを併用してマルチチャンネル化を図った実験用システムを試作し、新千歳空港で性能試験を実施した。その結果、マルチチャンネル化で課題となる、異なるチャンネル間での離脱・加入操作がスムーズに実現できるなど、マルチチャンネル化空港面ADSシステムの開発見通しが得られた。

また、マルチチャンネル化空港面ADSシステムに航空機の位置情報を取り込む統合化システムについては、デジタルASDE実験装置とモードS拡張キット監視用実験装置を接続して仙台空港で実験を行い、航空機と車両が同一の画面上で監視できることを確認した。

今後の計画として、マルチチャンネル化空港面ADSシステムについては、処理容量の更なる拡大が図れる基地局運用方式について実験的検証を行う予定である。また、統合化システムについては、航空機の位置情報を確実に取り込むためのインターフェイス部分の見直し・改善と航空機の表示方法に関するデータベース構築方法の改善を図る予定である。

#### 掲載文献

- (1) 二瓶：“マルチチャンネル化空港面ADSシステムの開発”，第2回電子航法研究所研究発表会講演概要，pp.71-76，平成14年6月
- (2) 二瓶：“マルチチャンネル化空港面ADSシステムの開発”，2003年電子情報通信学会総合大会，B-2-37 (p.296)，2003年3月

域で利用される衛星データリンクとともに、ICAOのCNS/ATM構想の実現に重要な役割を果たすものである。

VDLとしては、現在、モード2、3及び4の3方式がICAO国際標準として承認済みである。モード2はデータ

通信専用であり、リアルタイム性や優先処理の点で航空交通業務（ATS）用としての性能は劣るが、現行空地データリンクシステム（ACARS）の後継として、航空会社の運航管理通信（AOC）への利用が拡大しつつある。また、欧米の一部地域では、通信移管など管制業務へのモード2の利用を開始している。モード3は、音声・データ共用のシステムであり、モード2に続く将来のATS用通信システムとして開発が進められている。本システムは、世界的に見て、プロトタイプ・モデルでの基本性能の評価、実証をほぼ終了しているが、今後、地上、機上を含む運用機器の開発、運用面での評価が必要とされている。モード4はモード2と同様データ通信専用であるが、前二者と異なり、現段階においてはADS-B等航空機監視用として承認されたシステムである。欧州等では、現在、その機能を一般の対空通信にも拡張するための検討が行われている。

## 2. 研究の概要

本研究では、平成12～16年度までの5ヵ年計画で、我が国の航空管制業務に適したVDLの開発を目指し、モード3を中心とした実験システムの開発、評価等を行う。

VDLモード3は、現在管制通信に用いられている遠隔対空通信施設（RCAG）、対空通信施設（A/G）等の音声通信をデジタル化し、また、リアルタイムのデータ通信を可能とする音声・データ通信共用の高性能な航空管制用デジタル通信システムである。本研究においては、ICAOのSARPsに準拠したモード3実験システム（図1）を製作し、実用化に向けた評価・検証を行う。併せて、システム導入時の電波干渉、通信処理容量など運用面の課題について、室内実験、シミュレーション等を通じて解析、評価する。研究の成果は、我が国における将来のVDLシステムの整備、運用に向けた技術データとして活用するとともに、随時ICAOに提供し、SARPsや技術マ

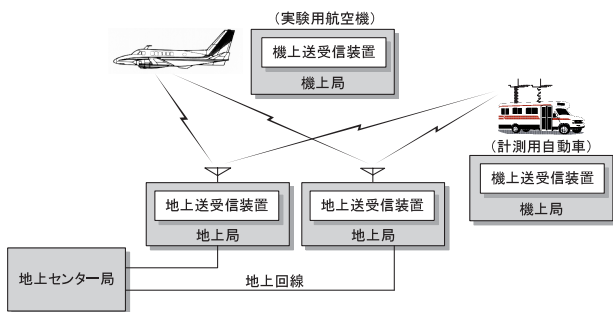


図1 VDLモード3実験システム構成図

ニュアルの改善に反映させるなど、国際的貢献を図っていく。

## 3. 研究成果

平成14年度は、全体研究計画に従って、引き続きモード3実験システム、同シミュレーションソフトウェアの開発及び電波干渉実験を行った。また、室内実験による実験システムの基本性能試験を実施した。モード2に関しては、前年度までの評価実験結果を要望研究報告として取りまとめた。具体的な研究内容は以下のとおりである。

### 3.1 VDLモード3実験システムの開発

VDL実験システムは、図1のように地上・機上各2局（地上1局・機上3局の構成も可能）及びこれらを統括する地上センター局で構成される。図2に実験システムの送受信装置系統図（地上・機上共通）を示す。14年度は、①フレームの生成・処理、リンク管理、優先度処理などDLS層の機能を司るTDMA制御部ファームウェア、②局全体の制御管理、パラメータ管理等主としてLME層の機能を司る通信処理部（①、②は写真1参照）及び③空地通信状況の監視制御用データの入出力等を行う地上センター局入出力機能（ソフトウェア）を開発、製作した。

### 3.2 VDLモード3シミュレーションソフトウェアの開発

モード3導入に際して、システムが対応可能な交通密度、運用方法やその限界などを明確化するため、想定される実際の航空交通環境下での伝送遅延や誤り、伝送効率（スループット）などの性能指標を明らかにしていく必要がある。このためには、システムの通信性能を種々の通信環境下で模擬可能なシミュレーションによる解析、評価が有効である。14年度は、前年度の基本設計に基づいて、シミュレーション開発モデル上でモード3のシミュレーションソフトウェアを開発した。

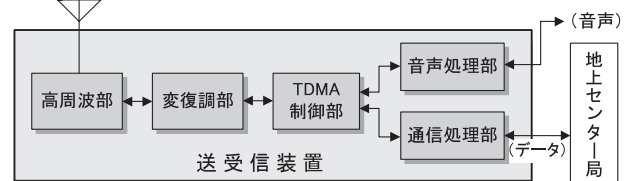


図2 VDLモード3実験システム送受信装置系統図



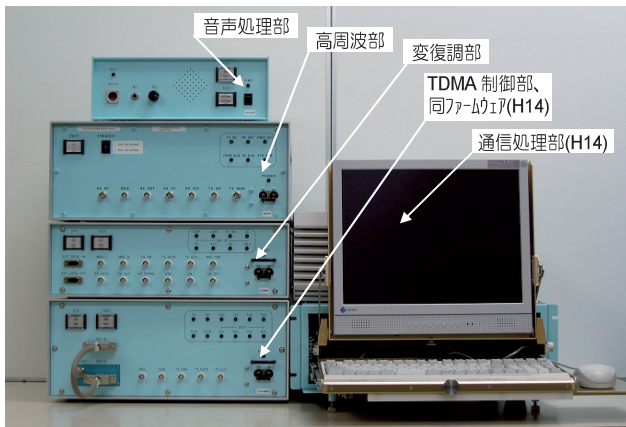


写真1 VDLモード3実験システム外観

### 3.3 VDLモード3の電波干渉実験

モード3システムの導入に際しては、現用アナログ対空無線、モード3相互間等で電波干渉の発生が予想される。これを防止するため、システム導入時、各システムの割当周波数には一定の離隔が必要となる。14年度は、モード3がアナログ無線及びモード2/3から受ける干渉(被干渉)に関して、室内実験による解析、評価を行った。実験の結果、干渉を防止するためには、システム間で最低2チャンネル(モード3のBER  $\leq 10^{-3}$ 、システム間距離 = 2000ftの場合)の離隔が必要であることが判明した。

### 3.4 VDLモード3実験システムの基本性能試験

14年度までに開発した実験システム(写真1)を用いて、データ伝送、音声伝送に関する基本機能、性能の試験を行った。データ伝送について、伝送遅延はBERが規定値(=  $10^{-3}$ )以下であれば2秒程度であり、チャンネル占有率が増加してもモード2(CSMA)のような急激な増加は観測されなかった。また、優先度別伝送では特にチャンネル占有率が高いとき低優先データに大きな遅延が観測された。音声伝送に関しては、BERが  $10^{-2}$ 程度以下であれば明瞭に聴取可能であり、遅延量は規定値(250ms)を満足した。

上記試験はシステム性能の概要把握のため、限定された条件下で行ったものであり、本格的な評価、解析は次年度以降の実験結果を待たなければならない。

### 3.5 VDLモード2評価試験結果の取りまとめ

13年度までに実施したモード2の電波伝搬特性(物理

層)及びデータ伝送特性(データリンク層及びサブネットワーク層)の評価試験結果を要望研究報告としてまとめた。

## 4. 考察等

本年度は5カ年計画の3年次にあたり、引き続きモード3実験システムの開発を中心に研究を進めた。今後、15年度後半にはシステム開発を終え、本格的な評価実験に着手できる見込みである。また、同年度からはシミュレーション評価試験も可能となるなど、今後は、これまでに構築した実験用インフラを用いて、所定の研究期間内で効率良く評価、解析を行っていくことが肝要である。電波干渉試験結果については、前年度の与干渉実験結果と合わせて一連の作業が終了し、その結果をICAOにも報告して国際基準策定に寄与した。実験システムを用いた初期的試験では、予想された成果とともに、一部メッセージの誤伝送等システム機能の不具合も観察された。今後さらに解析を行ったうえで、国際基準改定の検討も含め対応を図っていくこととしたい。また、米連邦航空局(FAA)との間で、引き続き、サイトダイバシティ等の諸課題に関して技術情報の交換を行い、研究の効率的実施を図っていくこととする。

## 掲載文献

- (1) S.Kato: "VDL Mode2 Physical Layer Validation Test", ICAO AMCP WG-C/4 IP-3, 平成14年5月
- (2) 松下, 北折, 加藤, 津田: 「VDLモード2の通信評価実験」, 電子航法研究所研究発表会, 平成14年6月
- (3) 加藤, 北折, 松下, 塩地ほか: 「VHFデジタルリンクの研究」, 要望研究報告, 平成14年9月
- (4) S.Kato: "VDL Mode2 Subnetwork Layer Validation Test", ICAO AMCP WG-C/5 IP-2, 平成14年10月
- (5) 津田, 嶋本, 松下, 北折, 加藤ほか: 「洋上航空路アドホックネットワークの提案」, EIC論文誌B, 平成14年12月
- (6) Y.Nakatani, J.Kitaori: "Impacts on Radio Interference on VDL Mode 3", ICAO AMCP WG-B/14 WP-5, 平成15年1月
- (7) 北折, 津田, 松下, 加藤ほか: 「VDLモード2の電波伝搬特性」, 電子情報通信学会SANE, 平成15年1月



## 統合化データリンク・サービスの研究【重点研究／空港整備勘定】

担 当 部 航空システム部

担 当 者 ○板野賢 塩見格一\*

\*管制システム部

研究期間 平成13年度～平成16年度

### 1. はじめに

航空通信網（ATN）は、従来個別に行われていた航空におけるデータ通信をビット指向型のデータ通信に統一し、航空通信用のインターネットを構築して行くものである。

ATNの標準化及び勧告方式（SARPs）は、コアパート（第10付属書の改定部分）とDoc.9705と呼ばれる技術書で構成されている。当所では1996年版のDoc.9705に沿って実験システムを構築し海外の試験機関との接続実験などによって、ATN用のアプリケーション、プロトコルおよび中間システム（IS）等の開発ならびに評価・検証を行ってきた<sup>1)2)</sup>。

本研究では、2000年のSARPs改訂に対応し、「ATNセキュリティ」の開発等を行うと共に、当所で試作・開発されているVDLモード3実験システムを用いたATNの実証的な通信実験を行う予定である。本年度はATNセキュリティの開発及びデジタル・フライト情報業務（DFIS）の試作の一部を行った。

### 2. ATNのセキュリティについて

ATNのセキュリティに対する基本的な考え方は、情報を暗号化技術<sup>3)</sup>などにより隠匿するというのではなく、偽の管制官やパイロットによる為りすましや彼らが流す偽情報を排除して航空に対する脅威に対抗しようとするものである。

ATCの空対地の通信は、航空管制業務（ATS）ドメインのエンドシステム（ATS-ES）と航空機ドメインの機上ES間で行われる。これら異なるドメイン間の通信は必ず境界型中間システム（BIS）と呼ばれる特殊なISを介して行われる。ES間の通信が行われる前に、BIS間のリンクが確立する必要がある。その際、BISは相互に経路情報などの交換を行う。従って、これらの情報交換の際に電子署名技術を用いて互いに相手の正当性を確認することで、偽のドメインを排除することが可能になると考えられる。

また、ATNではドメイン間のリンクが確立すると、通常は最初にコンテキスト・マネジメント（CM）アプリケーションが用いられる。CMによりお互いにどのよう

なアプリケーションが使用可能であり、アプリケーション毎にコンタクトすべき相手のアドレスを知ることができる。CM間でやり取りする情報にも電子署名を用いることでセキュリティ・レベルを上げることが可能である。以上の方法がATNでのセキュリティ対策の基本的な考え方である。

ATNでは空対地アプリケーションには他にも管制官・パイロット間データリンク通信（CPDLC）や自動従属監視（ADS）などがある。これら個別のアプリケーション毎に電子署名や暗号化技術を用いてセキュリティ・レベルを上げることはもちろん可能である。しかし、空対地サブネットワークのデータ伝送速度は限られるので、現在のところこれら個別のアプリケーションに暗号化や電子署名を用いることは考えられていない。

### 3. BISとCMのセキュリティ対策

暗号方式には共通鍵暗号と公開鍵暗号の2種類の方式がある。共通鍵暗号は通信者毎に個別の共通鍵が必要で、このため共通鍵の管理が困難である。しかし、一般に共通鍵暗号は公開鍵暗号に比べて高速に暗号化・複合化が可能とされる。このため、データ部分の暗号化には共通鍵方式を用い、その鍵を安全に配送する手段として公開鍵暗号方式を組み合わせる場合が多く、ATNもこの方式を用いている。

暗号と署名は表裏一体の技術である。公開鍵方式では、送信者Aが身元を保証したい場合（署名）は、Aの秘密鍵で通信文を暗号化する。受信者Bは予め配布されたAの公開鍵で通信文を複合化することで、通信文はAのものだと分かる。送信者Aが受信者B以外には文章を秘密にしたい場合（暗号）は、予め配布されたBの公開鍵で通信文を暗号化する。この暗号文はBの秘密鍵でしか複合化できないので、B以外には解読できない。

不特定多数の通信では、通信者以外に身元を保証するための第三者機関が必要になる。公開鍵基盤では認証機関（CA）/登録機関（RA）がこれにあたり、証明書（公開鍵と人が関連付けられていることを証明するもの）の発行の可否を審査し、証明書および鍵を配布する。

例として、BISにおけるセキュリティ・アイテムの使

用例を述べる。相互に認証し、地上側は航空機の証明書をCA/RAから受け取り、航空機側は地上側から直接証明書を入手する（身元の確かな相手との通信では必ずしもCA/RAを通す必要は無い）場合の手順を示す。ここで、公開鍵および秘密鍵は予めCA/RAに登録されているものとする。

各BISは入手した証明書から相手の公開鍵を抽出し、自分の秘密鍵とで共通鍵となるSession Keyを作成する。この作業がインター・ドメイン・ルーティング・プロトコル（IDRP）が使用するメッセージの一つ（OPEN-PDU）の交換までに行われる。以後の通信では送信側がSession Keyで作成したTagをIDRP情報に付加し、受信側は同じSession KeyでTagを検証することで署名の役割をはたす。よって、OPEN-PDU以外のIDRP情報はTagを検証することで、相互に認証可能になる。

CA/RAは証明書や証明書失効リスト（CRL）の生成・配布に必要な機関であるが、現在は証明書がどのような形で配布される未定である。また、CA/RAがBIS間の通信にどのように介在するかも未定である（例えば、航空機側もCA/RAから証明書を入手するべきかなど）ので、試作したBISはCA/RAとのdelivery serviceには対応していない。また、公開鍵基盤を用いた同様のセキュリティ対策をCMにも実施す。なお、暗号化の関数（Hash関数）には楕円曲線関数を用いる。

#### 4. セキュリティ機能の実装

平成12年度までに、当所ではATNのプロトコル・スタックの開発を行ってきた<sup>[1][2]</sup>。セキュリティ機能を実装することにより、従来のプロトコル・スタックから変更があった部分は、ES側では応用層の部分である。応用層以外の上位層、トランスポート層以下の部分には機能的な変更はない。応用層で機能的な変更がある部分は、アソシエーション制御サービス要素（ACSE）とダイアログ・サービス（DS）で、これらは全ての空対地アプリケーションで用いられる。

DSは、セキュリティ機能の使用時と未使用時の切り替え機能や、新規の機能である応用サービス・オブジェクト（ASO）とのインタフェースが必要になる。ASOは同じく新規の機能であるセキュリティ交換サービス要素（SESE）やシステム・セキュリティ・オブジェクト

（SSO）とDSのインターフェース機能などを実現するためのものである。SESEはSSOで生成・検証される認証情報や署名などのセキュリティ・アイテムを相手のアプリケーションやエンティティと交換する機能である。SSOはセキュリティ・アイテムの生成と検証を行うサービスで、ATN-OSIプロトコル・スタックの外にある。我々は暗号化や電子署名のモジュールを試作した経験は無いので、SSOの実現にはATNセキュリティに適合した市販のモジュールを用いた。

また、BISでの変更箇所は3層のルーティング・プロトコルIDRPの機能拡張が主になり、リンク確立およびルーティング情報の交換時にセキュリティ機能を使用できるように機能拡張した。ここでも、セキュリティ・アイテムの生成や検証はSSOが行う。

#### 5. まとめ

平成14年度はBISおよびCMのセキュリティ機能の製作を行い、現在動作確認中である。所内の実験では、セキュリティ・アイテムの交換や署名やTagの検証も正常に行える。しかし、諸外国で製作されたものとの互換性・相互接続性を確認するためには、今後、国際間での接続実験が必要である。また、DFISの試作に関しては、平成14年度は通信サーバとATISデータベースの試作を行った。

平成15年度は、当所で試作中のVDLモード3実験システムとATN実験システムとの接続を行う。また、DFISの試作を同年度中に終える予定である。平成16年度にはVDLモード3実験システムを用いた評価実験を行いたい。評価実験では、本研究で試作開発中であるDFISやCMなどのアプリケーションの通信性能評価をセキュリティの有無に応じて行いたい。

#### 参考文献

- [1] 板野賢，塩見格一：“ATNの国際接続実験について”，第31回電子航法研究所発表会概要，平成10年6月。
- [2] 板野賢，塩見格一：“ATNの国際接続実験について（その2）”，第32回電子航法研究所発表会概要，平成11年6月。
- [3] “暗号解説”サイモン・シン著，新潮社，2001など

## 高カテゴリー運用が可能な次世代着陸システムの研究【重点研究／空港整備勘定】

担 当 部 航空システム部  
担 当 者 ○藤井直樹 福島莊之介 齊藤真二 吉原貴之  
研究期間 平成13年度～平成16年度

### 1. はじめに

次世代の航法システムである全地球的航法衛星システム（GNSS）を航空機の航法に導入するため、国際民間航空機関（ICAO）は、国際標準および勧告方式（SARPs）を策定するための全地球的航法衛星システムパネル（GNSSP）を設置し、技術的な問題を検討している。GNSSを航空機の高カテゴリー進入着陸システムに使用するためには、高い精度（Accuracy）、高い完全性（Integrity）及び十分なサービスの継続性（Continuity）と有効性（Availability）が要求され、それを満たすためには地上からGNSSを補強する信号を放送するシステムであるGBAS（Ground Based Augmentation System）の構築が必要とされている。そのための検討がICAOのGNSSP作業部会B（WG-B）において、運用要件の策定を検討する作業部会Aとともに行われている。1999年（平成11年）4月に開かれた第3回パネル会議で、航空路、ターミナル空域からカテゴリーI進入着陸までに対するSARPs案が採択され、検証作業の中で内容に一部変更があったものの2001年（平成13年）11月1日に発効した。ICAOでは引き続き、2007年（平成19年）のカテゴリーII、IIIに対するSARPs案の策定を目指して検討を行っている。

当所では、我が国の国土条件に合致する高精度の精密進入着陸システムの導入に向けた開発・評価を早急に進める必要があるため、国際標準案に準じたシステムの要素の研究開発と評価・検証を行い、ICAOにおける国際標準策定および検証作業への寄与、並びに我が国における実用化システムへの問題点の整理を行うため、この研究に着手した。

### 2. 研究の概要

カテゴリーII、III運用に対応する高カテゴリーGBASは、カテゴリーIのGBASより高い精度と完全性と有効性が要求される。完全性とは、事故につながる重大な間違っただ情報（HMI：Hazardously Misleading Information）を送らないシステムの信頼性を示している。GBASは、地上からの補強信号と衛星からの信号を機上で受信して測位処理を行っているために、機上の誘導誤差を地上で

は監視できない。同様に、機上は自分の正確な位置が判らないために誘導誤差を監視できない。そのために、この完全性を高く保つためには、少しでも間違っただ誘導情報がでる可能性が高くなったとき、機上でシステムを使わないという決定を行う。この場合、いつでも使えるというシステムの有効性が、完全性のために犠牲になる。このように完全性と有効性は表裏一体の関係にある。そこで、高カテゴリーのGBASを開発するためには、システムの誘導精度と信頼性を上げるとともに、誘導誤差を生じる要因を明らかにし、その影響の度合いを把握し、その兆候を素早く検知する必要がある。

本研究は、平成8年から12年まで行った「ハイインテグリティ・ディファレンシャル方式の研究」の成果を踏まえ、高カテゴリーのGBASを開発するため、誘導信号の精度を向上させるとともに誘導誤差を生じる要因を分類し、その予測方法と兆候を検知する方法を確立することを目的としている。誘導信号の精度を向上させる研究としては、基準局のGNSSアンテナと補強データのためのソフトウェアの性能向上を行う。誘導誤差要素の分析検知方法を確立する研究としては、誘導誤差要素として知られているGNSS電波の電離層および大気圏遅延特性のGBASに及ぼす影響の分析とGNSS衛星からの信号の異常を検出するGPS信号品質監視装置（SQM：Signal Quality Monitor）の開発を行うこととしている。

平成14年度は、13年に引き続きGPS衛星からの信号の異常を検出するSQMの開発、航法精度と有効性に対する飛行試験、高カテゴリーに対して有効性の向上を目指した空港擬似衛星（APL：Airport Pseudolite）システムの評価、GBASの完全性の監視方法および電離層・対流圏遅延などの誤差要因が完全性に及ぼす影響の評価を行った。さらに、誘導誤差を小さくするためのGBAS基準局のGPSアンテナの無響室実験モデルを試作した。

SQMの開発では、GPS信号の相関波形の観測が可能となるソフトウェアの開発を行い、完全性に対する脅威であるGPS衛星からの信号の歪みが直接検出可能となった。電気通信大学との共同研究による電気通信大学菅平宇宙電波観測所における衛星追尾型受信システムとSQMを用いた、GPS信号の基礎データとなるマルチパスの影



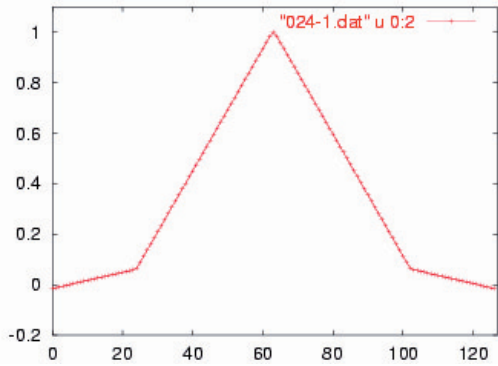


図1 GPS信号品質監視装置で受信したGPS信号相関波形の例

響がないGPS衛星およびWAAS太平洋衛星の固有の信号相関波形をパラボラアンテナによる観測を行った。そのときの24番衛星の信号を相関処理した波形を示す。任意波形発生装置などを用いて、GPS衛星が故障したモードを模擬し、その故障を検知するアルゴリズムの開発を行っていく。

航法精度と有効性に対する飛行試験については、7月、9月にそれぞれ2週間、11月に1週間の3回、計、5週間の飛行実験を行った。有効性に対する飛行試験による評価は世界にも例がなく、初めての評価である。飛行実験の結果は、航法精度に対してはICAOのSARPs案の有力な候補である米国航空無線委員会（RTCA）のCAT-IIIの規定値は満足したものの、有効性に対してはCAT-IIIの垂直保護値5.3mの規定値の99%に比べて96.0%であり、高カテゴリー運用に対して十分な有効性が確保できていないことが明らかになった。また、地上GPS受信機と機上GPS受信機を相関器タイプの異なる機種による互換性に関する実験では航法精度は20～30%の劣化がみられたが、RTCAのCAT-IIIの規定値を満足することが明らかになった。

APLの評価の評価については、7～8月にかけてGBASと組み合わせた実験を行っていたが、GBAS単独の航法精度が十分に良かったためか、航法精度は良くなるばかりか幾分悪化した。また、飛行実験のデータからAPLの対流圏遅延誤差を検討し、RTCAが提案する遅延モデルと実験データから求める遅延量と比較した結果、実験データは8NMで最大60cm大きいという解析結果を得た。ただし、この値は遅延量全体に対しては10%以下である。また冬期に比較して夏期には遅延量のばらつきが大きいこともわかった。

GBASの完全性の監視方法に関する研究では、仙台空

港内に設置したGBAS基準局を使い、データを常時収録しており、現在、そのデータの解析を行うことにより完全性の監視方法の確立を目指している。電離層・対流圏遅延がGBASの完全性に及ぼす影響の評価についても、仙台と調布においてデータの収集・解析を続けている。

新たに試作したGBAS基準局のGPSアンテナの無響室実験モデルは、地上反射を押さえるために5段アレイアンテナを採用している。今後、実用機を目指して電波無響室などでデータを計測し、改良を加えていく予定である。

### 3. まとめ

本研究において、次世代の航法システムであるGNSSを用いて、航空機の進入着陸時に使用される高カテゴリー対応のGBASの要素技術の確立に向けての技術的な検討、評価、開発を行っているが、高カテゴリーGBASに要求されている高い有効性、高い完全性及び十分なサービスの連続性の要件を満たすには、今後とも、さまざまな観点からの検討が必要である。

当所としてもICAOの動向を注視しつつ、我が国独自の問題を考慮し、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, J. Imamura, S. Suga : “Preliminary Flight Experiment Results of Airport Pseudolite System in Japan”, ICAO GNSSP WG-A/B, Brussels, April 2002
- (2) 福島荘之介, 齊藤真二, 藤井直樹, 須賀秀一, 角田寛人 : “空港シュードライトの性能評価”, 電子情報通信学会技術報告 (SANE2002-32), 平成14年7月
- (3) 福島荘之介, 齊藤真二, 藤井直樹, 須賀秀一, 角田寛人 : “空港シュードライトの飛行実験”, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 平成14年9月
- (4) N. Fujii, J. Imamura : “Flight Experiment Results about GBAS”, ICAO GNSSP WG-W, San Antonio, October 2002
- (5) 福島荘之介, 齊藤真二, 藤井直樹, 須賀秀一, 角田寛人 : “空港シュードライトの研究動向と飛行実験”, 日本航海学会秋季大会, 平成14年10月
- (6) 齊藤真二, 福島荘之介, 吉原貴之, 藤井直樹 : “アプローチ時におけるGBASの測位精度と有効性”, 電子情報通信学会技術報告 (SANE2002-62), 平成14年12月
- (7) 齊藤真二, 福島荘之介, 吉原貴之, 藤井直樹 : “Experimental GBAS Performance at the Approach



Phase”, ION-NTM, Anaheim CA., January 2003

(8) 吉原貴之, 藤井直樹: “GBASにおける電離層遅延に起因する残留誤差の評価について”, 電子情報通信学会全国大会, 平成15年3月

(9) 福島荘之介, 吉原貴之, 齊藤真二, 藤井直樹, 須賀秀一, 角田寛人: “空港シェードライトの対流圏遅延誤差の検討”, 電子航法研究所発表会 (第3回), 平成15年6月

## 放送型データリンクによる航空機監視の研究【重点研究/空港整備勘定】

担 当 部 航空システム部  
担 当 者 ○三吉 襄 宮崎裕己  
研究期間 平成13年度～平成17年度

### 1. はじめに

放送型データリンクによる航空機監視(ADS-B, 放送型自動従属監視)では, 航空機や車両が衛星航法システム(GNSS)を利用して取得した自身の位置と速度, 識別符号, 意図する進路(インテント)等の情報を放送型データリンクにより放送する。地上の管制システムは, 受信情報を管制官用ディスプレイに表示して管制を行う。航空機は, 受信情報に基づく周辺の交通状況をコクピットに表示してパイロットの航空機運航を支援する。

ADS-Bは, 管制官とパイロットによる航空機の位置, 速度およびインテント等の情報の共有を可能として協調型ATMを促進し, ICAOの新しいCNS/ATM構想に適合する安価な汎用監視システムと位置づけられている。その応用範囲は, 地上ベースの監視, 交通状況のコクピット表示, フリーフライト, 平行滑走路進入のモニタ, 空港面監視, レーダ監視の補完等の広い分野にわたる。特に, 現在の監視方式では交通容量拡大の制約となっているうえに悪天候下で大きな遅延と安全性の低下を引き起こす空港面とターミナルは, ADS-Bによる早期の改善が望まれている。

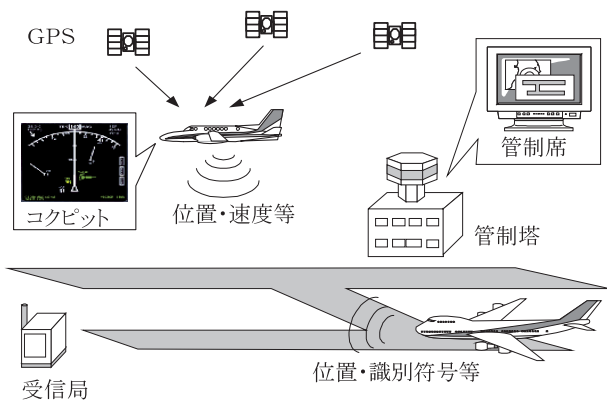


図1 ADS-Bによる監視の概念

本研究では, 行政ニーズや国内外の評価状況等を参考に, 平成13年度から5カ年計画で, 放送型データリンクによる航空機監視の評価システムを開発し, 空港面とターミナルで航空機監視の評価試験を行って, ブラインドスポットの解消, 低視程時における交通状況の認識能力の向上等を図る。図1はADS-Bの運用概念である。

### 2. 研究の概要

#### 2.1 データリンクメディア

ADS-Bの放送型データリンクメディアには, モードS拡張スキッタ, VDLモード4, UATの3方式が提案されている。

モードS拡張スキッタは, モードS応答と同じ周波数, 信号形式を用いており, 上記3方式のなかで唯一国際的に周波数が割り当てられている。また, ICAO国際標準が制定されてモードSトランスポンダの搭載が進んでおり機上の二重投資を避けるのにベストであることから, 我が国の航空機監視への導入が有望視されている。そこで, 本計画では拡張スキッタによるADS-Bを評価する。

#### 2.2 補完装置

ADS-Bは, 航空機監視に機上の航法データを使用するので, 機上装置やGNSSの障害対策のため, さらに全航空機がADS-B対応になるまでの遷移期のため, SSRやマルチラテレーション等の他の補完設備と組み合わせたシステムが提案されている。

マルチラテレーションは, 航空機からの信号を3局以上の受信局で受信し受信時刻差からターゲットの位置を測定する安価な監視方式である。悪天候下での性能劣化やマルチパスによるフォールターゲット等の問題が少なく, 空港面でレーダがカバーできない領域の監視に有効である。現在, ASDEと組み合わせた空港面監視システムが諸外国で導入若しくは評価されている。本研究では

マルチラテレーション補完機能を有するADS-B評価システムを開発し評価試験を行う。

### 2.3 評価システム

図2は評価システムの構成で、数値は製作年次を示す。

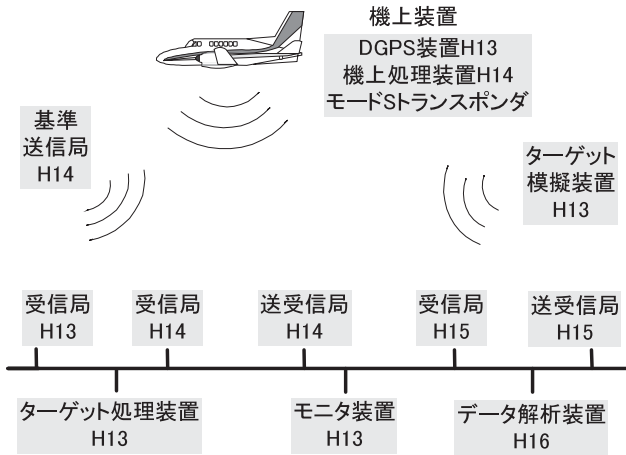


図2 評価システムの構成

- (1) 受信局は、モードA/C応答、モードS応答、捕捉スキッタおよび拡張スキッタを受信解読し、10ナノ秒単位のタイムスタンプを付けたレポートをターゲット処理装置に出力する。受信信号処理には改良型の技術を採用した。
- (2) 送信局は、モードAコードと高度情報の取得およびモードA/C応答から位置測定を行うために、モードS質問とモードA/C質問を行う。
- (3) ターゲット処理装置は、質問のスケジューリング、応答の相関、追尾処理、マルチラテレーション測位等を行ってターゲットレポートを作成し、モニタ装置へ出力する。
- (4) 機上装置は、DGPS装置、ADS-Bメッセージを作成するADS-B処理装置、拡張スキッタ対応のモードSトランスポンダ等で構成される。
- (5) モニタ装置は、ターゲットの表示やデータ収集を行う。ターゲット模擬装置は、干渉下における応答の解読特性、処理容量等の特性試験を行うため、最大定格数までのターゲットを模擬する。基準送信局は、システムの時刻設定用の送信機である。

### 2.4 実験計画

空港面とターミナルエリアにおいて、(1)測位精度、(2)検出率とレポート更新レート、(3)覆域、(4)処理容量、(5)

送受信局受信局の最適配置、(6)悪天候下での監視性能向上等について実験を行い、ブラインドスポットの解消や低視程時における交通状況の認識能力の向上等について評価を行う。

### 3. 進捗状況

平成13年度は、ADS-B基礎試験が行えるよう、受信局1局、ターゲット処理装置、ターゲット模擬装置、モニタ装置、およびDGPS装置を整備した。

平成14年度は、マルチラテレーションの機能試験が行えるよう、受信局、送受信局、基準送信局を各々1局と機上装置を製作した。評価試験では、模擬ターゲットにより複数応答重複時のデガブル機能等の性能試験を行い、改良型の受信処理技術を採用するとメッセージの解読特性が向上することを確認した。また、飛行実験によりADS-Bとマルチラテレーションの機能試験を実施した。さらに、送受信局の配置シミュレーションを行い、ブラインドスポット解消、測位精度と検出率の向上のための最適配置を検討した。表1は評価システムの主要仕様、図3は平成14年度製作の機上装置の外観である。

表1 評価システムの主要仕様

項目	仕様
処理容量	航空機250機、車両50機 (平均応答率1Hz時)
覆域	60NM (アンテナ利得9dBi時)
検出率	99.5%以上 (拡張スキッタ)、 93%以上 (マルチラテレーション)
データ更新率	1Hz以上
解読メッセージ	モードA/CとモードS応答、 捕捉スキッタ、拡張スキッタ
処理遅延	0.25秒以下

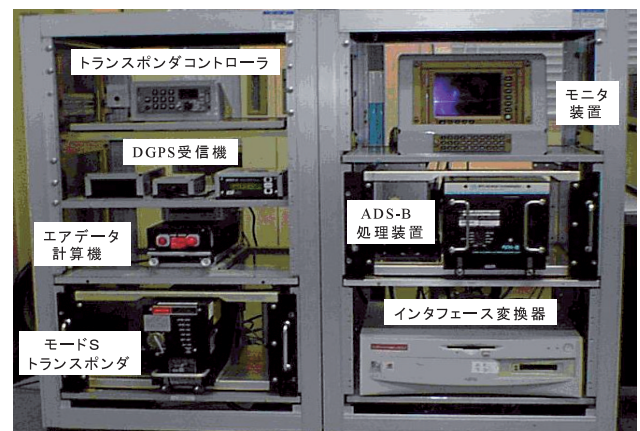


図3 機上装置の外観

#### 4. おわりに

平成14年度は、干渉に強い改良型の拡張スキッタ信号処理技術を採用した受信局と送受信局を製作し評価システムにマルチラレーション機能を付加した。また、模擬ターゲットによる受信特性試験を行い応答重複時の解読特性の向上等を確認した。さらに、飛行実験により評価システムの機能試験を行い、システムの正常動作を確認した。今後、監視対象の移動に伴う電波環境の変化の下で連続的な監視を可能とするため、およびブラインドスポット解消の効果を上げるため、送受信局と受信局を各一局追加するとともに測位精度や検出率等のデータ解析を行うデータ解析装置を追加して評価システムを完成し、空港面監視の情報処理化を促進し空港面とターミナルのシームレスな監視が行えるADS-Bの開発を目指して評価試験を行っていく計画である。

### 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【重点研究／空港整備勘定】

担 当 部 航空システム部  
担 当 者 ○加来信之  
研究期間 平成14年度～平成17年度

#### 1. はじめに

最近のジェネラルアビエーション需要の高まりにより、我が国の大空港においても、小型航空機の乗入れ要望が高まりつつある。小型航空機の運航は、大型航空機が中心となっている大空港では、大型航空機の運航の隙間を利用している。しかし、大型航空機に引き続いて航空機を離陸させる場合、航空機の主翼から生じる後方乱気流による影響を回避するため、後続機の大きさにより離陸間隔時間を区別する後方乱気流管制方式が採用されている。特にジェネラルアビエーション等の小型航空機が大型航空機に後続する場合は、後方乱気流による影響が大きいことから3分以上の十分な間隔が必要とされており、空港の効率的な運航を阻害する一因となっている。

小型航空機の運航を制限する後方乱気流の存在を検出することが可能ならば、後続機の待機時間を短くし、混雑空港においても効率的で安全な運航を確保することが可能となる。このことから当研究所では航空局の要望により、レーザを用いた後方乱気流検出装置の開発を進めている。

#### 2. 研究の概要

本研究は4年計画であり、平成14年度は初年度である。

#### 掲載文献

- (1) 三吉他：“拡張スキッタADS-Bによる航空機監視の実験計画”，第2回電子航法研究所研究発表会講演概要，2002年6月
- (2) 宮崎他：“SSRモードSネットワークの性能評価について”，第2回電子航法研究所研究発表会講演概要，2002年6月
- (3) 三吉他：“放送型自動従属監視ADS-BとSSR干渉について”，電子情報通信学会2003年総合大会，2003年3月
- (4) 宮崎他：“SSRモードSネットワークによる高度運用”，電子情報通信学会2003年総合大会，2003年3月
- (5) Miyazaki：“Updating of the data link capability report”，ICAO SCRSP WG-B Technical Subgroup，March 2003

平成14年度の研究の目的は、後方乱気流検出装置の開発のための、基礎的な技術調査とデータ収集とである。

平成14年度は、主に下記のことを行った。

- ・ 技術動向調査
- ・ 設置要件調査
- ・ システム設計
- ・ 後方乱気流基礎データ収集

#### 3. 研究成果

##### 3.1 技術動向調査

米国においては、着陸機の間隔を狭めて空港容量を増加する目的でAVOSS計画がNASAにおいて進められている。これは、着陸回廊における後方乱気流の存在を検出し、その乱気流の時間的経過を予測するもので、非常に大規模なシステムを想定している。ここで問題となっているのは、気象の長時間予測が難しいことである。後方乱気流の検出装置としては、電波を用いたレーダ、光（レーザ）を用いたライダ、音を用いたソーダ等が試みられている。しかし、現在も技術開発中で、実際の管制に使用する計画は今のところない。

ヨーロッパにおいては、WakeNet2と呼ばれる後方乱気流欧州ネットワークが開発されており、EU各国で研究



が進められている。後方乱気流のセンサとしては、レーザを用いたライダが試みられている。

わが国では、現在航空宇宙技術研究所において、レーザを用いた航空機搭載型の乱流検出装置の研究が進められている。

### 3.2 設置要件調査

#### (a) 離陸後の飛行コース

後方乱気流検出に必要な覆域を検討するため、離陸時の飛行コースを調査した。代表例として、羽田空港のC滑走路（長さ3000m）から離陸した50機のB777の飛行コースを図1に示す。上段が水平方向を、下段が垂直方向の飛行コースである。滑走路の北側から木更津方向へ離陸したもので、滑走路上空においても、左右に広がりが見られる。すなわち、後方乱気流を検出する範囲も、かなり広範囲な領域を考慮しなければならない。レーザの出力、空間減衰等を考慮すると、滑走路端から1500mまでを、後方乱気流検出装置の覆域とするのが妥当である。

後方乱気流をレーザで検出する場合、気象条件が大きな問題となる。そこで、わが国の代表的な空港の気象データを調査した。人間の目に安全な波長 $1.5\mu\text{m}$ 帯のレーザの降雨減衰は、降雨強度 $4\text{mm/h}$ で $-2\text{dB/km}$ となる。また、ライダは空気中に浮揚する塵（エアロゾル）の反射を計測することで、風速を測定しているため、塵の量が問題となる。このエアロゾル量による探知距離の変化は、反射信号の積分回数で異なり、積分回数8000回の場合水平方向でおよそ $4.1\text{km}$ から $13\text{km}$ 程度と考えられる。実環境では、この両者の複合状態であるため、平均的なエアロゾルが存在する場合は、降雨強度 $4\text{mm/h}$ の雨まで、覆域内の後方乱気流を検出可能と考えられる。調査した空港の降雨強度分布を調べると、強度 $4\text{mm/h}$ 以下の降雨は99%以上で、後方乱気流装置を展開した場合の運用時間は99%が期待できる。

#### (b) 設置位置の検討

中型航空機の後方乱気流風速分布のシミュレーション計算例では、水平方向の最大値が $6\text{m/s}$ 、下降流の最大値が $10\text{m/s}$ とされている。仙台空港で実施した基礎実験では、視線方向のドップラー速度 $1.5\text{m/s}$ まで測定することが可能であった。そのため、ライダ設置場所から水平方向に $75$ 度まで、後方乱気流を検出できることになる。これを、前述の飛行コースに当てはめると、滑走路の中心位置の場合、約 $800\text{m}$ 離す必要がある。

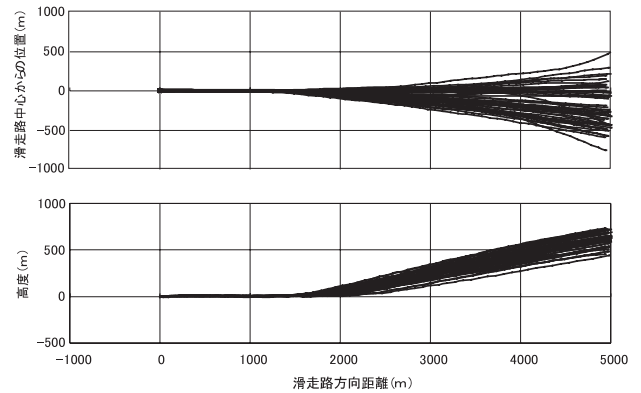


図1 羽田空港における離陸飛行コース

### 3.3 システム設計

#### (a) レーザ波長

使用するレーザは、人体に安全で、大気透過率が高い、波長 $1.5\mu\text{m}$ 帯を用いることにした。JISの基準によると、裸眼に対する安全な最大許容露光量が、他の波長に比べて10倍以上大きい。

#### (b) 角度分解能

基礎実験では、垂直方向 $7\text{m}$ の分解能で乱気流を検出できたので、この値をスキャナの必要分解能と仮定する。想定した覆域では、飛行コースの検出限界点までの距離は約 $3300\text{m}$ となる。この距離において垂直分解能 $7\text{m}$ を確保するには、 $0.12$ 度の角度分解能が必要となる。

#### (c) 走査範囲

飛行コースを検出限界点まで走査するには、スキャナを $80$ 度旋回させる必要がある。同一滑走路の両方向を監視する場合は、スキャナの水平方向の走査範囲は $-80\sim+80$ 度となる。また、ライダを高さ $90\text{m}$ に設置した場合、検出限界点での飛行高度が約 $700\text{m}$ であるため、垂直方向では $-4.6\sim+13$ 度の走査範囲が必要である。

### 3.4 後方乱気流基礎データ収集

ライダで測定した風速から、後方乱気流を検出する方法として、後方乱気流の特徴を利用したテンプレートマッチング方式を検討してきた。そこで、この方式が実際の後方乱気流の検出に有効か否か、仙台空港において風速計測用のライダを用いて基礎実験を実施した。

後方乱気流のような二つの渦のペアの場合、計測された水平方向の風速分布は正負のデータのペアとなる。テンプレートはこの特徴を図式化したもので、テンプレートマッチング方式は、計測した風速分布とこのテンプレートとの相関関係を求めて、後方乱気流の存在を検出す



るものである。

仙台空港において測定したB767による後方乱気流の場合、テンプレートマッチング方式により検出した位置と同時に撮影した画像との比較した結果、テンプレートマッチング方式の有効性が確認できた。

#### 4. 考察等

後方乱気流検出装置を開発するための技術資料を得るために、前述の調査を実施した。その結果、レーザを用いたライダーが、後方乱気流の検出に有効であることが明らかになった。今後これらを参考に、後方乱気流検出装置を試作し、後方乱気流の発生と消滅に関するデータを収集する予定である。

#### 掲載文献

- (1) 加来：“TV画像を用いたASDE補完システム”，第2回電子航法研究所発表会概要，平成14年6月

- (2) 加来，三輪：「収縮法を用いた空港面探知レーダのクラッタ抑圧効果」，電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会SANE2002-83，平成15年2月
- (3) 酒巻，若山，岡村，柳沢，浅香，平野，大鋸，加来：“光波レーダを用いた航空機後方乱気流の観測”，電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会SANE2002-84，平成15年2月
- (4) 加来：“空港面監視システムによる航空機検出の位置精度”，電子航法研究所報告，No.101，平成15年2月
- (5) 加来：“空港面監視システムの検出精度”，電子情報通信学会総合全国大会，平成15年3月
- (6) 菊地，幸谷，小林，三輪，加来：“十字窓収縮法によるレーダ信号処理”，電子情報通信学会総合全国大会，平成15年3月
- (7) 酒巻，若山，岡村，柳沢，浅香，平野，大鋸，加来：“光波レーダを用いた航空機後方乱気流の観測”，電子情報通信学会総合全国大会，平成15年3月

### 光学的手法を用いた画像処理方式の研究【基盤研究／空港整備勘定】

担 当 部 航空システム部  
担 当 者 ○北折 潤  
研究期間 平成13年度～平成15年度

#### 1. はじめに

現在，空港面内における離着陸機のタキシングや地上走行車等に対する地上交通管制は管制官，パイロットの大きな負担になっている。国際民間航空機関（ICAO）の先進型地上走行誘導管制システム（A-SMGCS）構想は，コンピュータ支援によって監視，経路設定，誘導，管制機能を提供し，空港面交通の安全性，効率性の向上およびこれらの作業負荷の軽減を目的としている。A-SMGCSの実現には，シームレスかつ実時間で位置監視能力のあるセンサの開発およびセンサから得られる情報の統括処理システムが不可欠である。

A-SMGCS構想の移動体監視システムとして，空港面監視レーダを利用したシステム等幾つか提案されているが，これらはブラインドエリアの存在や他の電波施設との電波干渉等の欠点がある。一方，光学的センサを利用した場合，個々のセンサの監視範囲は狭いが複数センサの近傍の情報を組み合わせることにより三次元的な位置関係を把握でき局所における監視に適していると考えられる。また現在飛躍的にコンピュータ処理能力が上がり，実時間画像処理に対する技術的敷居が低くなってきている。

本研究はICAOのA-SMGCS構想に対する一つのアプローチとして，光学情報を利用した画像処理によって空港面監視レーダ等の役割を補完するような安価な実時間監視システム等の技術を開発するものである。

#### 2. 研究の概要と成果

ある監視対象の領域に360度全方位の画像情報が得られる光学センサを複数個設置し，各センサからの画像情報を処理することにより複数の物体の挙動を追跡するシステムを考案した。これまでに，全方位光学センサから得られた歪みを含む画像情報から直角座標系への変換，および物体の画像上の座標から物体の位置を推定する基本式について研究を行ってきた。

平成14年度は，机上での検討結果を確認するべく全方位光学センサを試作しその精度や監視範囲を調査した。試作したセンサ（図1）は，直径60mmの凸面鏡を使用し，周囲360度，仰角-11度～+26度程度の視界を確保できた。また，センサから得た画像をパノラマ展開するプログラムを製作し，野外実験における取得画像を展開，測定角度誤差および解像度等の検証を行った。パノラマ

画像への展開の際、当初の計算方法では仰角方向の歪みが生じることが判明したために、カメラの焦点距離等の要素を考慮して計算方法の修正を行った。



図1 試作した全方位光学センサ

### 3. まとめ

本年度は試作した全方位センサの基本特性を調査した。今後は野外実験での取得画像および物体の三次元座標を求める変換プログラムを用いて、三次元座標系でのスケールリングを考慮した測位精度の検討などを行う予定である。

#### 掲載文献

- (1) 北折：「全方位光学センサを用いた区域内監視方式の提案」, 2002年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会 B-2-29, 平成14年9月

## A-SMGC システムの調査研究【基盤研究／空港整備勘定】

担 当 部 航空システム部

担 当 者 ○二瓶子朗 加来信之 小瀬木滋\* \*電子航法開発部

研究期間 平成14年4月～平成15年3月

### 1. はじめに

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の誘導及び管制を支援して運航効率の向上を図るとともに、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に必要なガイダンスを提供し、地上走行の航空機、車両等の衝突防止の強化を図るため、A-SMGC（先進型地上走行誘導管制）システムの構築が要望されている。

本研究は、今後「A-SMGCシステムの研究」を実施するに当たっての基礎調査を目的として実施した。

### 2. 研究の概要及び成果

今後A-SMGCシステムの開発を進めていく上で必要な国際民間航空機関（ICAO）の動向、国内外の現状調査、国内でのシステム展開の可能性等について調査を行い、具体化に必要なシステム検討を行った。

#### 2.1 A-SMGCシステム構成要素の明確化

A-SMGCシステムには、監視、経路設定／計画、誘導、管制からなる4つの基本機能があり、これを実現するた

めに必要となる各種センサ等の構成要素について具体化できた。監視については、GPS、A-ASDE、マルチラレーション等の複数のセンサを接続して航空機と車両を監視可能とする効果的監視データ統合化の研究を行う。経路設定／誘導機能については、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、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を介してデータを提供するとともに、管制機能に必要な情報の入力・操作等を可能とする入出力システムを開発する。

このように、当該システムは、航空機や車両の監視センサ技術、航空灯火の制御技術、管制表示機能等、複数の専門分野にまたがる技術を総合し、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することが必要となる。

#### 2.2 我が国に適したA-SMGCシステムの運用要件、技術要件等の策定への寄与

現在、当研究所で実施している「データリンクによる

航空機等の監視システム高度化の研究」では、航空機と車両で異なった通信媒体と方式が混在できて両者を同一の画面上で監視できる統合型空港面ADSシステムの開発を進めている。

航空機と車両を含めた移動体の検出と識別性能の向上が図れる統合型空港面ADSシステムの開発は、A-SMGCシステムの中核をなす監視センサとして必要不可欠であり、システムの具体的な展開につながるものと期待される。そこで、「地上走行誘導管制システムに関する運用要件等調査委員会」に当研究所で進めている空港面ADSシステム開発に関する技術資料を提出した。

### 3. まとめ

地上走行誘導管制システムに関する運用要件等調査委

員会」に委員として参加し、国内外の現状や動向等を把握することができた。

また、当研究所で開発している空港面ADSシステムは、A-SMGCシステムを構成する重要な要素技術として期待されていることを確認した。

A-SMGCシステム及び機能の検討結果は、今後システムを具体化する場合の指針となり、システムを構築する要素技術の開発に役立つものと考えられる。

本研究で得られた調査結果をもとに平成16年度から5ヶ年計画で重点研究「A-SMGCシステムの研究」を実施する予定である。

## 航空機からのダウンルッキングGPS掩蔽観測技術の開発研究【受託研究／一般勘定】

担 当 部 航空システム部

担 当 者 ○藤井直樹 吉原貴之 齊藤真二 松永圭左\* 星野尾一明\* \*衛星技術部

研究期間 平成14年度～平成16年度

### 1. はじめに

地球大気圏（電離層、対流圏）が全地球的測位衛星システム（GPS：Global Positioning System）に及ぼす影響を把握し、GPS航法精度の向上を目指し、科学技術振興調整費による先導的研究等の推進において実施される、地球環境を長期的に監視するキャリブレーション・フリーの地球観測を目指した「精密衛星測位による地球環境監視技術の開発」に参加し、その研究の一環としての「航空機からのダウンルッキング（DL）掩蔽観測技術の開発研究」（以下、本研究と略す）を行うこととした。

本研究は、「精密衛星測位による地球環境監視技術の開発」におけるサブテーマの「GPS掩蔽法を用いた地球大気圏モニタ技術開発」の一部であり、GPS掩蔽法はGPSから発射される電波の大気伝播遅延と屈折から大気温湿度等を求める手法である。本研究は、航空機によるGPS掩蔽観測技術開発を目指し、気象数値予報モデルに同化する観測結果を得ることを目的としている。その波及効果として、新しく開発される電離圏モデルを衛星航法システムに組み込むことにより精度および信頼性の向上が期待できる。

「精密衛星測位による地球環境監視技術の開発」の研究は、現在、社会的課題となっている地球温暖化、水循環ならびに宇宙天気に関連したグローバルな地球環境を

長期的に監視する衛星観測システムに必要な要素技術の開発を推進し、地球表層から上空に広がるグローバルな地球環境を、地球大気・電離圏と、地表付近の陸水・雪氷・海洋圏の二つの領域に大別し、それぞれの領域について精密衛星測位を応用した新しい発想に基づく衛星観測法の技術開発を目指した研究である。すなわち、前者についてはGPS等の衛星測位電波が地球大気中を伝搬する際の遅延・屈折現象を利用する「GPS掩蔽」を、後者については衛星軌道、特に複数の衛星間の相対速度変動を超精密に測定し、地球重力場による衛星軌道の微細変動を検出する「衛星重力ミッション」に関する技術開発を行う（図1の左がGPS掩蔽、右が衛星重力ミッションの概念を示す）。「GPS掩蔽」に関しては、①航空機によるGPS掩蔽観測手法の確立、②GPS掩蔽データの解析・配送システムの実用化、③気象数値モデルへのリアルタイムデータ同化システムの構築のための技術開発、また、「衛星重力ミッション」に関しては、①精密衛星軌道決定ソフトウェアの実用化、②光・電波による精密衛星間測位法の開発及び地上実験、③衛星搭載型3軸加速度計の開発を実施する。

### 2. ダウンルッキング掩蔽観測用受信システムの開発

航空機を利用したダウンルッキングGPS掩蔽観測用実



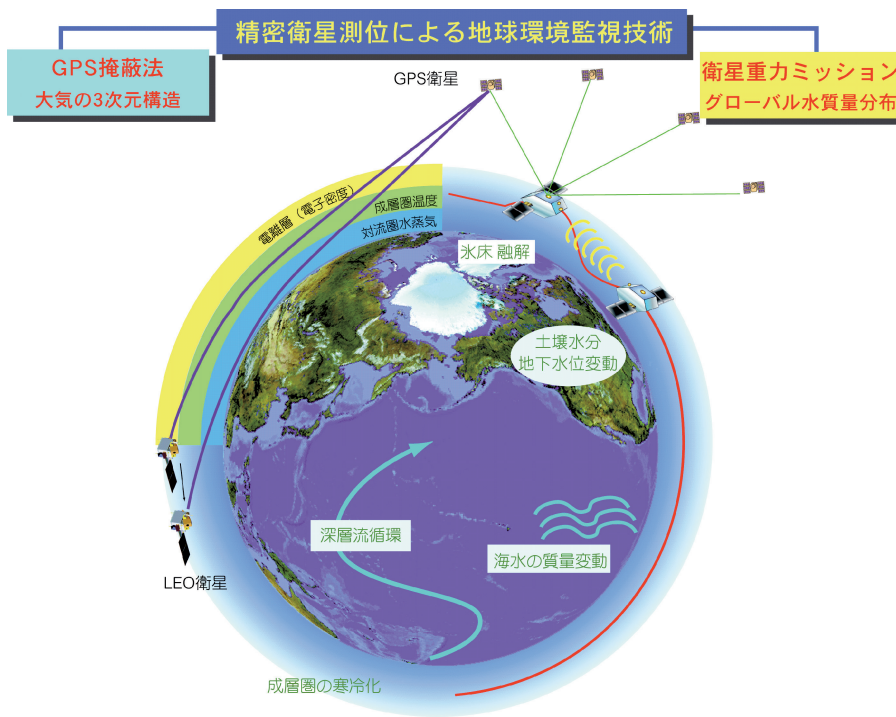


図1 「精密衛星測位による地球環境監視技術の開発」の概念図

験を世界に先駆けて成功させるためには、GPS掩蔽観測専用の受信アンテナに対応した2フロントエンドの高感度GPS受信機と、航空機を速度を4mm/s以下の精度で計測できるGPSとIMU（Inertial Measurement Unit）を組み合わせた位置速度計測システムを開発するとともに、掩蔽観測に対する電離層による影響を3mm/s以下の精度で推定できる電離層モデルの開発を行い、GPS掩蔽観測において電離層の遅延効果と大気湿度の遅延効果が分離する必要がある。このことによって気象数値予報モデルに同化するデータの導出が可能となり、位置速度計測システムの位置決定精度の向上及び覆域の拡大が図られる。この電離層モデルの開発においては、京都大学および通信総合研究所とともに行う。

GPS掩蔽観測用の高感度GPS受信機は、航空機用ダウンルッキングGPS受信機（図2を参照）といい、負仰角から低仰角に対する高感度の受信回路用と位置決定用の受信回路用の2系統のアンテナで受信できる機能を持ち、電離層補正などのための2周波受信機とも同期して受信できる機能をもっている。また、掩蔽GPS信号を高速でサンプルすることによって、大気圏による影響を詳しく観測できるなどの機能をもっている。

位置速度計測システムは、航空機高精度位置速度計測装置（図3を参照）と後処理ソフトウェアから構成され、

従来のGPSキネマチック手法に加えて高精度3軸ジャイロデータを結合させ、ジャイロデータによってキネマチック解析において問題となっていたGPS衛星数変更時や機体姿勢変化によるGPS信号の瞬断（サイクルスリップ）時などの速度精度の劣化と、キネマチック測位によってジャイロの持つ時間による位置精度の劣化を相互に補完し合う機能をもつシステムである。

平成14年において、市販のGPS受信機による予備飛行実験を行い、高高度における掩蔽飛行実験の問題点を整理するとともに、各国におけるGPS掩蔽観測および電離層モデルの研究の現状を調査するために、米国のNASA-JPLとオランダ、ESA-ETECとイタリアのAPRLを訪問し調査を行った。また、ダウンルッキング掩蔽観測用受信システムの開発においては、航空ダウンルッキングGPS受信機と位置速度計測システムのハードウェアである航空機高精度位置速度計測装置の試作を行い、所要の性能を得た。

### 3. まとめ

競争的資金である科学技術振興調整費による、地球温暖化、水循環ならびに宇宙天気に関連したグローバルな地球環境を長期的に監視する衛星観測システムのための要素技術の開発を行う「精密衛星測位による地球環境監



視技術の開発」の一環として、GPS航法精度の向上を目指した「航空機からのダウンルッキング掩蔽観測技術の開発研究」を、平成16までの3カ年で行うことにより、今まで当所ではなかなかできなかった電離層を含む大気圏がGPSに及ぼす影響、GPS/IMUハイブリッドシステ

ム、高感度GPS受信機などの研究を、多くの大学および研究所と交流しながら行うことにより、新しい観点からのGPS航法に対する成果およびポテンシャルが上がることを期待される。



図2 航空機用ダウンルッキングGPS受信機



図3 航空機高精度位置速度計測装置

### 航空機アドレス監視データ解析調査【受託研究／空港整備勘定】

担 当 部 航空システム部  
担 当 者 ○藤井直樹  
研究期間 平成14年6月6日～平成15年3月20日

#### 1. はじめに

航空機アドレスは、航空機登録国が国際民間航空機関（ICAO：International Civil Aviation Organization）の標準に基づき責任をもって航空機ごとに異なるアドレスを割り当てるものであり、航空機衝突防止装置（ACAS：Airborne Collision Avoidance System）や二次監視レーダー（SSR：Secondary Surveillance Radar）モードSのデータリンクに使われている。この航空機アドレスの割り付けが適切に行われていない場合にはACASやSSRモードSのデータリンク機能が不能となり、安全性が損なわれる可能性がある。このような不適切なアドレス（Unauthorized Aircraft Address）を持つ航空機が我が国の上空を飛行している可能性があるため、我が国においても国内空域を飛行する航空機を実際に監視し、それらの航空機アドレスが適切に設定されているか否かを調査する必要が生じた。

本解析調査は、新東京国際空港と関西国際空港に設置された航空機アドレス監視装置が平成14年（2002年）に

収集した航空機アドレスに関するデータを、東京航空交通管制部における飛行計画情報処理（FDP：Flight Data Processing）システムのジャーナルデータを用い、ICAO標準に適合しない航空機を特定するために行ったものである。

#### 2. 解析方法

航空機アドレス監視装置は、モードSアドレス割り当て国籍とFDPオンライン・データによる運航航空機会社の国籍が一致しないもの、モードSアドレスのうち、国籍コード、個別コードまたは全てが0であるものを、不適切なアドレス航空機候補として検出する。さらに、東京航空交通管制部より入手したFDPジャーナルデータから機体登録番号などを導出する。このとき、運航航空機会社の国籍がモードSアドレス国籍と異なるとして、不適切なアドレス機候補として扱ってきた航空機の内、モードSアドレス割り当て国籍と機体登録番号の国籍が一致した場合はレンタル機と見なし候補から外す。残った不

適切なアドレス航空機の航跡から、航空機アドレス解析装置で再現した航跡データにより相関が正常であることを人間が確認する。最後に、通常は離発着時に2回検出されるはずなので、解析期間中1回しか検出されなかった航空機については原則として排除する。ただし、過去の解析において不適切なアドレス判定されたことのあるものについては、不適切なアドレス航空機とする。

### 3. 解析結果

今回の解析の結果、平成14年1月1日から平成14年12月31日まで解析対象期間に、11機の不適切なアドレスを持つ航空機が見つかった。その運航している国は、ドイツ、日本、韓国、マレーシア、ロシア、米国などであった。長年にわたる我が国の監視活動の結果、これらの不適切なアドレスを持つ航空機の数減少してきている。特に、アジアの国の減少が著しい。ただし、今回の結果ではロシアなどの新しい国も見つかっており、まだまだ油断はできない。また、個人所有もしくはプライベート会社のものも見つかっており、新しい現象である。

### 4. まとめ

なお、航空局はこの解析の報告に基づき、不適切なア

ドレス設定が検出された事例に対して、ICAOを通じて航空機登録国に通知しており、航空機アドレスに係るICAOの活動に対して協力を行っている。また、国内の航空機において不適切なアドレスを持つ航空機が見つかった場合には、直接整備担当者に通知され原因が調査され改善がなされている。

このような監視活動は継続的に行われてこそ意味があるものであり、引き続き不適切なアドレスの監視を続ける必要がある。

### 掲載文献

- (1) N. Fujii, F. Horikoshi, T. Nakamura : “Analytical Results of Unauthorized Aircraft Address Measured by Aircraft Address Monitoring System”, APANPIRG CNS/MET-6, Bangkok, July 2002
- (2) N. Fujii, F. Horikoshi, T. Nakamura : “Analytical Results of Unauthorized Aircraft Address Measured by Aircraft Address Monitoring System”, ICAO SCRSP/WG-B/-WP-4-2, Frankfurt, October 2002

### 3 管制システム部

#### I 年度当初の試験研究計画とそのねらい

平成14年度における研究は、行政当局の要望などを考慮して、下記のように計画した。

1. データ通信対応管制情報入出力システムの研究
2. ATM環境下における洋上空域効率的運用手法に関する研究
3. 適応型クラッタ除去技術の実用化に関する研究
4. カオス理論によるヒューマン・ファクタの計測に関する基礎研究
5. 航空交通流管理に対応した次世代飛行場管制卓の研究
6. 航空管制シミュレーションの効率化に関する研究
7. 航空交通管理における容量値に関する研究
8. 新CNSに対応した管制方式に関する研究
9. 赤外線センサ等による船舶の検知追跡技術に関する研究
10. 航空機のFMSデータを利用したコンフリクト検出の研究
11. CDMA方式データ通信インフラの構築に係る研究
12. 航空管制業務モデル化の研究

1および2の研究は航空局からの要望を受けて重点研究として実施している研究であり、運営費交付金の空港整備勘定から支出している。3から8は指定研究である。9から12は基盤研究である。

1は将来のデータ通信の導入に対し、音声とデータ通信の混在する場面における管制業務形態の構築とその業務の遂行に必要な情報機器の開発を行う研究である。

2は洋上の航空機の効率的運用を目的として行っている気象予報を考慮した経路の決定法についてのシミュレーション解析である。

3は海上交通に関する研究で、海上のレーダに特有なクラッタの除去技術について開発した手法の高度化を目指したものである。

4は航空管制の現場における新たな情報機器の導入による業務環境の変化の良否の判定に用いることのできる非接触形の疲労計測法の研究である。発話音声のカオス理論により分析する手法で実現しようとしている。

5は将来の航空交通流管理システムの高度化を実現するためには空港における航空機の運行状況をシステムに入力することが不可欠であり、これに必要な次世代飛行場管制卓の開発を行う研究である。

6は航空管制シミュレーション装置を用いた実時間シ

ミュレーション及び高速シミュレーションを用いて空域容量評価手法を確立して大都市圏空域の航空路の空域設計評価手法を確立することを目的とした研究である。

7は航空交通流管理を実施するときに考慮される各セクタの容量値を求める方法についての研究で、シミュレーションにより容量値の計算を行っている。

8は4次元航法など新しい通信、航法、監視技術が可能にする新しい航法を管制方式に反映させる方法を検討するものである。

9は小型船舶との衝突を回避する方法として赤外線センサを用いる方式を研究するもので、大型や中型の船舶を対象として実施されている船舶自動識別装置（AIS）の義務化の対象にならない船舶との衝突の防止を課題にしている。

10は、航空機に搭載されている飛行管理システム（FMS）の動態情報をコンフリクトの検出に反映させる方法で、レーダのみによるコンフリクトの遅れを補償する方式である。

11は通信方式として最近使われ始めている符号分割多重接続（CDMA）方式を航空通信に利用する方式である。これにより飛躍的に通信量を増やすことを目指している。

12は航空管制官が行う業務をモデル化し、シミュレーションなどでの管制業務の評価などをより定量的に行うことを目指したものである。

#### II 試験研究の実施状況

データ通信対応管制情報入出力システムの研究では、利用者開放型のユーザインタフェースについて管制官パイロットデータ通信（CPDLC）機能を含めたモックアップを製作した。

航空交通管理（ATM）環境下における洋上空域効率的運用手法に関する研究」では、動的経路計画シミュレータによるシミュレーションで、日本と北米を結ぶ経路と気象条件との関係を求めた。

適応型クラッタ除去技術の実用化に関する研究では、適応型クラッタ除去技術を調査し、デジタル信号プロセッサ（DSP）を用いた場合のクラッタ除去アルゴリズムについて検討した。

カオス理論によるヒューマン・ファクタの計測に関する基礎研究では、リアプノフ指数よりも脳機能状態の評価に適していると考えられるセレブラル指数を用いた計算方法を開発した。また、雑誌やテレビ報道等にも数回取り上げられた結果、他方面から様々な意見が寄せられ、技術開発の目的や、その適用範囲をより明確なものとする

る検討を進めることができた。

航空交通流管理に対応した次世代飛行場管制卓の研究では、飛行場管制卓における航空機位置の3次元的な表示形態について検討し、裸眼での立体視を可能とした特殊デバイスを利用した試作システムを開発した。なお、本研究は、当研究所が航空宇宙技術研究所との共同研究として進める「GPS及びトンネル表示を用いた曲線進入方式の研究」における当研究所受け持ち部分を担当するものであり、上記作業は共同研究に要する管制側システムの開発として行っているものである。

航空管制シミュレーションの効率化に関する研究では、管制官作業評価環境を構築した。また、管制指示音声の調査を行った。

航空交通管理における容量値に関する研究では、航空路管制シミュレータの一部を改修しシステムの安定と機能強化を行った。また、遅延便交換に関する航空会社の希望を調査しプログラム実装への手順を明らかにした。

新CNSに対応した管制方式に関する研究では4次元航法に関する調査を行い、航法、監視、通信能力の向上に伴う新しいATM概念の検討を行った。

赤外線センサ等による船舶の検知追跡技術に関する研究では、観音崎に観測点を設置し、通過する大型、小型船舶を赤外線センサで検知し、トラッキングを含めた予備実験を行った。

航空機のFMSデータを利用したコンフリクト検出の研究では、水平面における飛行プロファイルの推定とコンフリクトの検出手法を開発し、シミュレーションにより確認した。

CDMA方式データ通信インフラの構築に係る研究では、CDMA通信方式に関する調査を行い、緊急通信への対応策を合理的に実現する方式を考案した。

航空管制業務モデル化の研究では、簡易なモデル化として管制処理のルール抽出を主たる目的としてシミュレーション実験を行った。その結果、飛行距離と針路指示

指示の件数の相関が進入方向により異なるなどの知見を得ることができた。

これら当初計画にある研究に加え、受託研究を実施した。主なものとして1件は「羽田空港再拡張に係るシミュレーション調査」で、国土交通省航空局保安企画課からの委託で実施した調査である。また、もう1件は「高度船舶交通管制システムに関する研究」で、国土交通省総合政策局技術安全課からの委託で、大阪大学及び沖電気株式会社と共同で実施したものである。

羽田空港再拡張に係るシミュレーション調査では、当研究所所有の航空管制(ATC)シミュレーション施設を用い、羽田空港の再拡張を想定したシミュレーションを実施した。この実験に参加した管制官の意見を検討し、抽出された課題等を分類した。また、処理機数の評価、管制官の意見との比較評価を行った。これらの結果は調査報告書にまとめ、航空局に提出された。

高度船舶交通管制システムに関する研究では、自動船舶識別装置(AIS)情報の導入による海上交通管理システムの高度化を目的として海上交通管理システム(VTS)レーダとAISとの画像合成およびターゲットの自動識別(ID)付与を試みた。また、輻輳海域シミュレータによる東京湾の海上交通シミュレーションを行った。

### III 試験研究の成果と国土交通行政、産業界、学会等に及ぼす効果の所見

当部が実施している研究の成果は、今後設置・運用する施設に対する技術基準、設置基準の策定など国土交通行政に直接関与している。特に受託研究の成果は実際の航空行政に直接に反映するもので、社会的にも貴重な貢献をしているものである。これらの成果は日本航海学会、電子情報通信学会、日本航空宇宙学会など日本の学会のみならず、海外の学会、会議などでも発表している。

(管制システム部長 白川昌之)



## データ通信対応管制情報入出力システムの研究【重点研究／空港整備勘定】

担 当 部 管制システム部  
担 当 者 ○塩見格一 福田 豊 金田直樹 板野 賢（航空システム部）  
研究期間 平成12年度～平成16年度

### 1. はじめに

本研究は、将来の高度情報化された管制業務環境における、またそこへの移行期における過渡的な業務環境における運用を想定した管制業務用ワークステーションの実現に資することを目的として進めているものである。

また本研究においては、将来の管制業務環境の実現において求められると思われる業務機器や業務援助機器について、それらの機能を想定し、これらの実現に資する可能性を有するデバイスやソフトウェア開発に係る要素技術等についても広く調査を実施し、機能評価用プロトタイプの実作等による検討を行っている。

特に、近年の情報処理技術の発展は急激なものであり留まることを知らず、このような状況においては、情報処理システムの構築や機能向上において選択すべき技術を誤れば新たな技術開発の恩恵に預かれないばかりか、常に時流に遅れを取る悪循環に陥る恐れもあり、新技術に対する“目利き”の重要性は増々高いものとなっている。

本研究において、我々は、将来の航空管制用ワークステーション、より広くは航空管制情報処理システム全体を、その時代の技術において合理的に実現するための方法論を明らかにすることを第一の目的とし、次に、個々の新技術やデバイスが「航空管制用ワークステーション等の実現にどのような役割を果たし得るのか？」と言うことを明らかにしたいと考えている。

### 2. 研究の概要と成果

平成12年度に開始した本研究においては、平成14年度までに将来のデータ通信パラダイムにおけるレーダ管制用ワークステーションの要件やその合理的な構築手法を明らかにするために二種類の試作開発を進めてきた。

#### 2.1. CORBA/JAVA-VMによる試作

本試作は、本研究に先立つ「空港における多機能管制情報入出力表示に関する研究（平成8～12年度）」において基礎的な検討と一部技術の検証を行ったCORBAによる分散処理技術を利用して進めているものであり、ヴァーチャル・マシン（JAVA-VM）上にデータ通信管制業務に必要なソフトウェア・コンポーネントを実現している。

手法的にはユーロ・コントロールやエア・サービス・オーストラリア等で進められている、次世代管制情報処理システムの開発と同じものであるが、当所においては“「統合化データリンク・サービスの研究」において開発を進めている、完全にATN-SARPsに準拠したCPDLC/AIDC等のサーバ”に対応するクライアント・アプリケーションをJAVA-VM上で動作するものとして実現している。

またハードウェア的には、ディスプレイに液晶（28.3”）を採用し、更に“高度、方位、速度”の速やかで且つ正確な入力可能とするADBバスを利用した入力デバイスも実現している。

本試作により、CORBAを利用すれば、必ずしもシステムを構成する全てのソフトウェア・コンポーネントの詳細を知らなくとも、従来技術によるよりは容易に、新たなコンポーネントの付加が可能となることが理解された。また、今日の高性能なパソコンを利用すれば、JAVA-VM上であっても、アプリケーションに航空管制業務に十分に対応する応答性を実現し得ることも確認された。

#### 2.2. 利用者開放型コンセプトによる試作

本試作は、実現される情報処理システムに最大限の将来的な拡張性を実現する手法を明らかにすることを目的として進めているものである。

航空需要の増大に対応し、またより効率的な航空機運航環境を実現するためには、航空管制業務の更なる高度情報化は必要不可欠と考えられるが、現時点において、その高度化が「十年後においてどのようなものであるべきなのか？」、更に「二十年後においてどうか？」と言った問いに明確に答えることは誰にもできない。分かっていることは、現時点では誰も想像することのできない要求が無数に発生するであろうこと位であり、またシステムが十分な柔軟性や拡張性を有するものでない限り、そのような要求にタイムリーに対応することが極めて困難なものとなることが想像できるだけである。

利用者開放型コンセプトは、自律分散処理システムの構築手法を個々のアプリケーションの開発レベルに適用

しようとするものである。従来は単独では機能しないサブルーチンやソフトウェア・プロセスとして実現されてきた機能を、自律性を有する小さなアプリケーションとして実現し、これらの集合体として最終的に目的とするアプリケーションを実現しようとするものである。

図1及び図2にこのコンセプトによるシステムの概念と、平成14年度に試作したソフトウェアの概要を示す。

### 3. おわりに

現在、並行してその開発を進めている二種類のデータ通信対応レーダ管制業務用ワークステーションについて、いずれもほぼ現状の業務形態において必要とされている機能を実現しており、平成15年度には、できる限り多くの管制官による評価ヒアリングを行いたいと考えている。

多くのプロフェッショナルと呼ばれる方々が、業務形態の変更を受入れることに拒否感を持つことの第一の理由は、新たに導入されるシステムが、現用のシステムに

おいては不要な不安感、即ち「新しいシステムが、現用システムにおいては起こり得ない挙動を示すかも知れない。」と言う“不安”をもたらすことにある。

特に、スイッチ類の配置を含むハードウェア形態や、ソフトウェアによる情報の表示形態等の変更は、現用システムにおいて形状や形態そのものが情報処理機能の重要な側面を担っていることの理解を踏まえてなされない限り、システムを最終的な利用者ではないプログラマーが製作したことによるヒューマン・エラーが発生する。

次世代システム開発におけるCORBA/JAVA-VMや利用者開放型プラットフォームの利用は、現時点において、実際の業務における利用者からの見た目やフィーリングを保存したままに背後の情報処理機能を実現するアーキテクチャを更新させる場合に最適の方法と考えられる。

是非に、今後の管制情報処理システムの整備における採用を勧めたい。

アプリケーションを構成する部品を全て自律オブジェクトとすることで、例えばGUIについては、GUIを構成する部品をウィンドウ上に配置すれば、自動的に相互の関係が構築され、アプリケーションとしての機能が実現される。

GUIはオブジェクトの相関関係の表現に対応しており、アプリケーション機能もその実現に必要なオブジェクトを、GUIオブジェクトを情報表示ウィンドウ上に配置すると同様に、機能の場としてのウィンドウ上に配置することにより実現される。

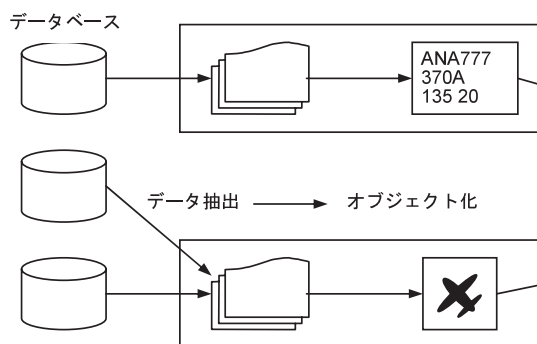
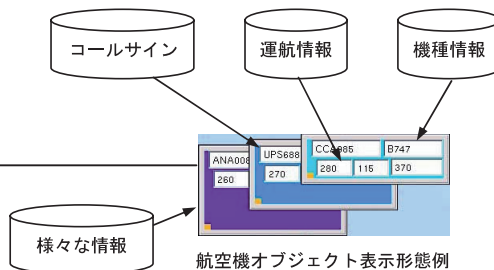
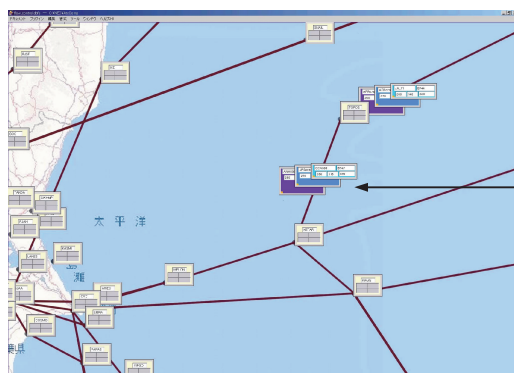


図1 利用者開放型システムの概念



運航票：どんな情報も任意の配置に任意に組合わせることが可能！

図2 アプリケーションの開発例（航空交通流管理情報表示部案）

## ATM環境下における洋上空域効率的運用手法に関する研究【重点研究／空港整備勘定】

担 当 部 管制システム部  
担 当 者 ○福田 豊 福島幸子  
研究期間 平成14年度～平成16年度

### 1. はじめに

現在、洋上空域における航空機の効率的運航確保の観点から、気象条件を考慮し「日」単位に経路が設定されるPACOTS (Pacific Organized Track System) が運用されている。PACOTSの設定では、運用時間帯の約24時間前の観測値に基づいた気象予報を使用している。最新の気象予報を使用して、経路設定を動的に実現する「動的経路計画システム (DARPS; Dynamic Aircraft Route Planning System)」の導入が検討されている。システムの運用においては、経路の設定、運用、管制間隔の確保について運航者を含めた地上システム間および機上システムとの連携が必要となる。洋上空域の効率的な運用確保のための航空交通管理プロバイダと運航者間の調整方法、システム連携手法、情報の共有化手法について総合的な研究が望まれている。

動的経路計画システムを構築するためには、気象条件に基づいて航空機毎に出発地と目的地間の最適経路を算出する機能、航空機間に管制間隔を確保する機能、運航者との情報交換を模擬する機能等が必要である。本研究では、これらの機能を開発し、システム的な実現性を評価するための動的経路計画シミュレータを製作する。動的経路計画シミュレータによるシミュレーションを実施して、中部太平洋空域に適合する動的経路計画システムを構築するための、技術資料を得ることを目的とする。

### 2. 研究の概要

本研究は4年計画であり、平成14年度は初年度である。平成14年度の研究の目的は、動的経路計画システムを模擬する動的経路計画シミュレータの最適経路作成部を製作し、航空機の最適経路の分布等を調査することにある。

平成14年度は、主に下記の内容を実施した。

- ・洋上空域の航空機の運航方式に関する調査
- ・動的経路計画シミュレータ最適経路作成部の製作
- ・最適経路とフライトプロファイルに関する検討

### 3. 研究成果

#### 3.1 洋上空域の航空機の運航方式に関する調査

飛行計画情報処理システムの統計データから、洋上空

域の主要な地点を通過する航空機の通過時刻、通過高度等を集計し、洋上空域の航空交通流を調査した。また、要求高度での飛行を想定した計算機シミュレーションを実施し、管制間隔が確保されていない航空機対の分布とそれらの航空機対に対して管制間隔を確保するための高度変更や時間変更を実施した場合の制御量および制御機数等を調査した。

PACOTS経路を地図上に表示するプログラムを開発し、現在のPACOTSの日変動と気象条件の関係を調査した。また、航空交通流管理センターの航空交通流管理管制官に対する聞き取り調査を実施し、PACOTSの設定に使用されている洋上可変経路発生システム (OTG; Oceanic Track Generator) の機能、および、PACOTS設定の運用方式等を取りまとめた。これらの結果は、本年度から段階的に製作する動的経路計画シミュレータの機能およびシミュレーション条件等に反映させる。

全地球の気象の格子点データを入力し、地図上に偏西風を動画で表示する機能および統計的な処理をする機能を持つプログラムを開発した。各季節毎の複数日の気象データから、偏西風の時間変化や季節分布を調査した。中部太平洋空域では、偏西風の強さは、2月、11月、5月、8月の順であり、偏西風の最大値の緯度は、北から11月、8月、2月、5月の順である。これらの結果は、気象条件と最適経路の関係の解析に使用する。

#### 3.2 動的経路計画シミュレータ最適経路作成部の製作

航空交通流管理センターのOTGの機能を基本として、付加機能を持つ動的経路計画シミュレータの最適経路作成部を製作した。

動的経路計画シミュレータ最適経路作成部の基本的な機能は、気象予報データまたは客観解析データを使用し、経路ネットワークに基づき、前進型ダイナミックプログラミングにより出発地と目的地間の最適な経路を算出する。航空機の運航モデルはB747-400のマック値一定で飛行する高速巡航方式の飛行特性を数値化したデータを使用する。経路最適化では、出発地から目的地までの飛行時間と消費燃料から荷重係数を乗算した和である時間燃料荷重和を求め、これを評価関数として最小にするよう



な経路を求める。高度についても最適化する三次元最適化アルゴリズムにより、航空機毎に最適なフライトプロファイルを算出できる。出発地や目的地が異なる複数の経路についてRNP10 (Required Navigation Performance) 等に対応した横間隔を確保した経路を算出する。経路を算出する基礎となる経路ネットワークの作成作業を自動化し、固定経路等を考慮した経路ネットワークを自動的に作成し、最適経路を算出する機能を持つ。

### 3.3 最適経路とフライトプロファイルに関する検討

動的経路計画シミュレータを使用して、航空機の最適経路を作成し、その傾向を調査した。東京と北米、ハワイ間の最適経路とフライトプロファイルを求めた。経路ネットワークは、自由度を高くし、経度間隔5度、緯度間隔1度、接続数±5度とした。

無風時の最適経路は出発地と目的地を結ぶ大圏経路とほぼ等しくなる。気象条件を設定した場合では、東行は偏西風を利用するような経路、西行は偏西風帯を避ける経路となる。

マック値一定の高速巡航方式では低高度が高高度より対地速度が大きくなることから、最小時間フライトプロファイルは飛行最低高度での高度一定の飛行となる。単位消費燃料当りの飛行距離である航続率は、巡航可能な最高高度付近で最大となるため、最小燃料フライトプロファイルは、最高巡航高度付近を飛行し、燃料を消費するにつれて高度を段階的に上昇させる形となる。時間燃料荷重係数を変化させ、飛行時間から消費燃料に重みを大きくするに従って、消費燃料は減少し、飛行時間は増加する。東京ーロサンゼルス間の最小燃料フライトプロファイルは、最小時間フライトプロファイルに比べ、消費燃料が約19,000lbs少なく、飛行時間が約13分長い。

最小燃料フライトプロファイルは、離陸重量が軽い航空機の場合は初期の段階から高高度を飛行し、離陸重量が重い航空機の場合は、低高度を飛行する。高度により、偏西風の分布が異なるため、最適経路の一部分が異なる。

東京ーシアトル、東京ーサンフランシスコ、東京ーロサンゼルス間の最適経路が同一地点を使用する割合を調査した。3本の経路を構成する地点数の平均値は、東経

150度付近では約1.5地点、西経130度付近では約2.7地点となる。異なる都市間を結ぶ経路の集中度は、経路の西端の東京付近では1本の経路に集中し、東側に向かうにつれて、経路が分散される傾向がある。

### 4. 考察等

洋上空域の航空機の運航方式について調査し、最適経路を算出する動的経路計画シミュレータ最適経路作成部を製作した。シミュレーションを実施し、航空機の最適経路の分布等を調査した。

経路最適化に使用する時間燃料荷重係数により、飛行時間と消費燃料をバランスさせた最適経路を算出できる。同じ都市間を結ぶ経路について、航空機の出発時刻、離陸重量により、最適経路は変化する。また、異なる都市間を結ぶ経路について、最適経路は部分的に同一地点を使用することがあり、東京付近では1本の経路に集中する傾向がある。

今後は、航空機間隔を確保するために、横間隔を確保した経路の特徴、複数の航空機の管制間隔を確保したフライトプロファイルの最適化、気象条件の変化に対応する経路の変更方法等について検討する予定である。

### 掲載文献

- (1) 福田, 福島, 井無田, 岡, 塩見: 「洋上合流シミュレータについて(2)」, 平成14年度(第2回)電子航法研究所 研究発表会, 平成14年6月
- (2) 福島, 福田, 井無田, 岡, 塩見: 「航空交通流による飛行計画時調整の効果の傾向」, 平成14年度(第2回)電子航法研究所 研究発表会, 平成14年6月
- (3) 福島, 福田, 井無田, 岡, 塩見: 「東行きPACOTSトラックによる調整量の検討」, 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14年7月
- (4) 福島, 井無田, 福田: 「洋上航空交通密度による飛行計画時調整の比較」, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 平成14年9月
- (5) 福田, 福島: 「洋上空域の航空交通量と航空機間隔の関係」, 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14年11月



## 適応型クラッタ除去技術の実用化に関する研究【指定研究／一般勘定】

担 当 部 管制システム部  
 担 当 者 ○水城 南海男 塩地 誠  
 研究期間 平成13年度～平成14年度

### 1. はじめに

海上交通の輻輳化，多様化に対応した総合的な安全対策の確立が望まれている。そのため，船舶搭載レーダの性能向上を行う必要がある。また，船舶運航の省力化，自動化も望まれており，レーダの性能向上は欠かせない。従来から，レーダに接続されたARPA（衝突防止支援装置：ブラウン管に船舶ターゲットと予測針路などを表示する）においては，ロースト・ターゲットや輻輳海域でのターゲットのトラッキング・ミス（乗り移り）が発生する等の問題が多いことが知られている。

これまで，平成9～10年度に実海域データからクラッタ特性を解析し，海面の状態に適合したクラッタ除去技術のコンピュータ・シミュレーションを行い，クラッタに埋もれたターゲットをより高い確率で検出する積和演算アルゴリズムを開発した。ROM付きDSPを用いた信号処理装置を製作して動作を確認した（図1）。

さらに平成11年度は海面の状態の変化に応じて信号処理の方法を柔軟に適應させる適応型クラッタ除去技術を検討し，積和演算の係数を変化させるアルゴリズムが有効なことがわかった。また，1周波レーダ用にはワイプCFAR処理アルゴリズムを検討した。

### 2. 研究の概要

本研究は，すでに開発した（XバンドとSバンドを用いた）2周波ダイバーシティ・レーダのクラッタ除去技術に関するものであり，シー・クラッタやウェザー・クラッタのある環境下での最適なクラッタ除去アルゴリズムを検討して信号処理方式を高度化し，実用化を図ろうとするものである。

本研究では，適応型クラッタ除去技術の調査とシミュレーションを行い，また14年度は受託研究「高度船舶交通管制システムに関する研究」に関連してAISに関する運用上の基礎調査を行った。

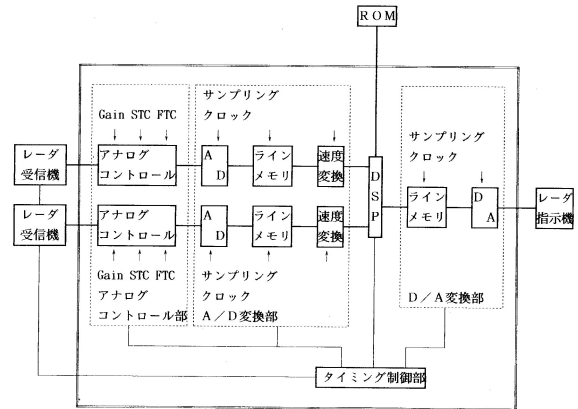


図1 信号処理装置 構成図

### 3. 研究成果

#### 3.1 適応型クラッタ除去技術の調査・検討

平成13年度は，ワークステーションを整備した。また，適応型クラッタ除去技術を調査・検討した。平成14年度は，最適なクラッタ除去アルゴリズムを求めめるために，各種の適応型クラッタ除去技術について，実海域データを用いたコンピュータ・シミュレーションを行った。

#### 3.2 AISに関する運用上の基礎調査（平成14年度）

平成13年度に整備したワークステーションに，「VTSレーダとAIS情報を画像合成するためのソフトウェア」を移植した。海上保安庁と共同で巨大船によるAIS通信実験を行い，データを収集し，受託研究にも活用した。

### 4. 考察等

更なる性能向上には，数学的理論の検討が必要である。

#### 掲載文献

- (1) 水城 “2周波ダイバーシティ・レーダのDSPによる信号処理方式”：電子情報通信学会2002年総合大会，2002年3月
- (2) 塩地 他 “海のADS-B AIS:船舶自動識別装置”，航空無線第35号，2003年3月

## カオス理論によるヒューマン・ファクタの計測に関する基礎研究【指定研究／空港整備勘定】

担 当 部 管制システム部  
担 当 者 ○塩見格一 板野 賢（航空システム部）  
研究期間 平成12年度～平成15年度

### 1. はじめに

航空交通システムに限らずとも、現在、その安全性の向上を図る手段として最も期待されているものの一つがヒューマン・ファクタの管理に基礎をおくものである。

人間が過ちを犯さない様なコックピット・デザインの採用等は数十年以上の歴史を有するが、これらの従来手法は全て平均的なヒューマン・ファクタに対する検討に基づくものであり、原理的に、パイロットが常に操縦資格試験に合格する状態において航空機の操縦を行うことを前提とする。このことは、航空管制官とその業務資格や、一般的な自動車の運転者と普通免許証の関係等においても同様である。

しかしながら、ある資格を有する者であっても、必ずしも、常にその資格試験に合格する心身状態で操縦業務等を行える程の十分な自己管理が可能である訳ではない。

ヒューマン・ファクタの管理による更なる安全性の向上が実現されるためには、上記資格試験の様なマクロスコピックなヒューマン・ファクタの管理手法に加えて、パイロット等のその時々々のヒューマン・パフォーマンスをミクロスコピックに管理する手法の導入が必要不可欠である。

当所では、発話音声のカオス論的な手法により処理することにより、発話者のその発話時の心身状態を評価する研究を進めており、本研究成果を実用化することができれば、パイロットや管制官等のヒューマン・ファクタをミクロスコピックに管理することが可能となる。

### 2. 研究の概要

発話音声によるヒューマン・ファクタの評価は、本質においてカオス的と考えられている発話音声において、これに含まれる、そのカオス性を擾乱させるノイズの強度を定量化することにより行われる。

これは、実験的な事実として、実際の発話音声が数学的な手法により生成される理想的なカオス性を有する信号とは異なり、カオス性に併せて、そのカオス性を擾乱させるランダム性を有していると考えられることによる。

人間の発話は、大脳ウェルニッケ野において認識・生成される発話内容がブローカ野に伝えられ、ブローカ野

が発話器官を制御することにより行われる。

人間の脳においては無数のプロセス処理が並列的に行われており、無数の信号が様々な部位の間を行き交っていると考えられる。また、大脳内部においては、個々の信号がシールドされた伝送路を伝わっている筈もなく、相互にクロストークを発生させていると考えられる。

ウェルニッケ野からブローカ野に伝えられる信号についても、脳が活発に活動している状態においては、多くのクロストークが重畳され、これにより発話音声に含まれるノイズレベルは高くなり、逆に脳の活動レベルが低い場合には、発話音声に含まれるノイズレベルは低くなると考えられる。

本研究においては、発話音声における、そのカオス性を擾乱させるノイズレベルを、正確に、また高速に計算するシステムの実現を目指している。

また、人間の発話音声の様に、処理対象である時系列信号を与えるシステム、即ち、発話音声においては発話器官のダイナミックス（形状等に影響される挙動）が安定ではない場合、あるいは連続的に変化する様な場合には、従来のカオス理論はそのまま適用することができないので、ダイナミックスが変化する系にも適用できる様にカオス理論を拡張することを目指している。

更に、本研究においては、カオス論的なヒューマン・ファクタ計測技術を発話を伴わない業務にも適用すべく、身体の運動による生体信号から同様な評価指標値を得るための技術開発を進めている。

### 3. 研究の成果

#### 3.1 SiCECAの開発

本研究においては、カオス論的な時系列信号に含まれる、そのカオス性を擾乱させるノイズの定量化を高速に行うために、独自にSiCECA（Shiomi's Cerebral Exponent Calculation Algorithm）と呼ぶアルゴリズムを開発した。

SiCECAは、従来より、カオス論的な信号処理におけるリアプノフ指数の計算において、その信頼性と高速性から広く利用されている佐野澤田のアルゴリズムを改修して実現したものである。処理対象となる時系列信号が

明確な周期性を有している場合に、SiCECAは、その周期性を利用した近傍点探索手法により、佐野澤田のアルゴリズムに比較して2～3桁程度高速な処理を可能とした。

また、一般的にリアプノフ指数の計算は収束計算として行われるが、SiCECAにおいては、収束計算の継続条件を制御することにより、処理対象となる時系列信号を与えるダイナミクスが変化する場合についても、ダイナミクスが比較的安定な時間領域を切り出して、その部分についてのみ、時間局所的なリアプノフ指数を算出することを可能とした。

### 3.2 リアルタイムシステムの開発

SiCECAの開発により、サンプリングされた発話音声から時間局所的なリアプノフ指数の完全アンサンブルを効率的に計算できるようになった（従来手法によれば2GHzのCPUクロックを有するパソコンにおいて数時間から十数時間を要した44.1kHzでサンプリングされた1秒間の音声信号の処理を、十数秒から数十秒程度で処理ができるようになった。）

なお、リアプノフ指数の完全アンサンブルとは、全てのサンプル時刻を起点として初期近傍点集合を生成し、これから計算される時間局所的なリアプノフ指数をサンプル時刻に対する指数として並べたものである。

完全アンサンブルに、適当な平均化時間幅と移動時間間隔を設定した移動平均処理を行うことで、連続的にリアプノフ指数（厳密には、従来のカオス理論により定義されるリアプノフ指数とは異なるので、以下“脳活性度指数”と呼ぶことにする。）の経時的な変化を観測することができる。

実験結果からは、完全アンサンブルを計算することにより、数秒程度の音声から、慢性的に蓄積された疲労の検出や、アルコールや薬物による酩酊等を検出することができそうである。

また、同様に実験結果から、数十秒以上の比較的長い連続的な発話音声を数分間に1回以上と頻繁に収集できる業務環境においては、44.1kHzサンプリングに対する完全アンサンブルを計算しなくとも、1/16～64程度のアンサンブルによっても、移動平均処理のための平均化時間幅を30秒程度以上とすれば、疲労の蓄積による脳活性度指数の上昇を観測することが可能であり、パイロット或いは航空管制官用リアルタイム疲労度評価システム実現のための必要条件を満足することができそうである。

### 3.3 機能検証実験

なお、カオス論的発話音声分析システムの機能検証実験については、現在までに、発話実験において被験者から採取した唾液のアミラーゼ活性度の計測を行っているが、唾液のアミラーゼ活性が主に被験者の快・不快の状態に依存するため、現時点では、未だ、システムの機能の正当性を断言することはできていない。被験者の疲労度の評価においては、唾液中のコルチゾールの変化を計測することが広く行われているが、コルチゾールの変化ではタイムスケールを数十分以下に短縮することができないため、これによって本システムを評価することは必ずしも適当ではない。平成15年度には、是非、PET或いはfMRI等の脳機能診断装置を利用した検証実験を実施し、肯定的なものであるにせよ否定的なものであるにせよ、何等かの、次のステップに進むための、決定的な実験結果を得たいと考えている。

### 4. おわりに

平成10年に開始した発話音声のカオス論的な手法による分析実験により発見した「発話音声の第1リアプノフ指数の時間的な平均値と発話者の疲労の関係」から、リアルタイムに発話者の心身状態を計測評価するシステムの実現を目指して研究開発を進めてきた。

当初開発したシステムCENTEにおいては、1秒間の発話音声から一つの第1リアプノフ指数を計算するために1秒を要し、平均的な脳活性度の評価に数分以上の発話音声を入力データとして必要としたが、平成14年11月に実現したシステムParoleでは、毎秒の音声に対して数千回以上の脳活性度指数の計算を行っており、数秒の発話音声から慢性的な疲労判定を可能とする指数を、再現性良く算出することが可能となっている。

本研究においては、リアルタイムな疲労度評価システムのプロトタイプ実現まで、後一步の処まで来ている。

現在、様々な音声データの処理を行い、環境雑音への対処法や、マイクロフォンの特性に関する問題点等、実用化に向けた詳細な仕様を明らかにするための研究を進めている。

また、信号処理アルゴリズムやソフトウェア・コーディングの改良に加えて、FPGAによる更なる信号処理の高速化等についても、共同研究者等と積極的に進めている。

平成15年度には、技術的な詳細を明らかにする報告書等を作成し、広く様々な用途に利用可能なものとして世に聞きたいと考えている。



本研究は、パイロットや管制官が疲労等によりヒューマン・エラーを犯し易い状態に陥る前に、その危険性を検出し、ヒューマン・エラーを防止する態勢を取ることが可能とするシステムを実現するために開始したもので

ある。現時点において、技術的な問題の殆どは克服されており、我々は、今、広範な実証実験の実施にご協力いただける方々の登場を期待している。

## 航空交通流管理に対応した次世代飛行場管制卓の研究【指定研究／空港整備勘定】

担 当 部 管制システム部  
担 当 者 ○塩見格一 福田 豊 金田直樹  
研究期間 平成12年度～平成16年度

### 1. はじめに

今日の航空管制業務においては、航空機相互の安全間隔の確保に加えて、空域の有効利用による航空機の運航効率の向上が重要な役割と考えられている。世界的に、今日の航空管制情報処理に係る情報機器の開発現場においては、空域の管理業務支援や、空港に進入したりまた経路点を通過する航空機の順序間隔付け業務支援を目的とする、運航効率の向上のためのシステム開発が主な業務となっている。しかしながら、決定的な、或いは画期的なシステム等は未だ実現されていないことも事実であり、多くの開発成果は、「多少は役に立ちそうだ。」とか、或いは「場合によっては役に立つかも知れない。」と思われる程度のものに留まっている。

上記の様な目的を有するシステムを有効に機能させるためには、航空機運航の起点における空港での運航状況のコンピュータ管理が必要不可欠であり、今日、様々な業務支援システムが必ずしも期待される成果を実現し得ていない理由も、空港における運航管理が十分には行われていないことにある。

本研究は、上記のような不十分な点を解消することを目的とする飛行場管制用ATCワークステーションの実現を目的として進めているものである。また、本研究は、将来的な航空交通システムの高度化において重要な役割を果たすことが期待される大規模空港に隣接するサテライト空港の運用を効率化するための、業務支援システムの構築に資することを目的としている。

本研究は、航空宇宙技術研究所との共同研究として実施する「GPSおよびトンネル表示を用いた曲線進入運航方式の研究」の当所受け持ち分を実施するものでもある。

### 2. 研究の概要

本研究においては、具体的な飛行場管制業務用ワークステーションの形態や機能要件を明らかにするために、

当所仮想現実実験施設において、上記ワークステーション評価システムの整備を進めると共に、調布空港をモデルとする飛行場管制シミュレータの構築を進めている。

また、本研究においては、サテライト空港用の飛行場管制業務用ワークステーションの機能として、曲線進入等の複雑な航空機の運航プロファイルを視認性良く表示する裸眼立体視システムの開発を進めている。

### 3. 研究の成果と今後の展望

平成14年度においては、調布空港をモデルとして、サテライト空港用ワークステーション評価環境整備についての検討を進め、当所仮想現実実験施設の飛行場管制シミュレータ部において調布空港管制塔に対応する視覚的な仮想現実間の生成に要するデータベースの仕様を作成した。

また、本研究においては、飛行場管制シミュレーションを航空宇宙技術研究所の操縦シミュレータによる運航データ、また可能であれば実験機のテレメトリ・データを利用して行うことを想定しており、平成14年度には、これを実現する仕組みについて検討した。

飛行場管制シミュレーションの実施には、一般的に、離発着する多数の航空機のシナリオ処理、或いはパイロット役要員による処理が必要であるが、何れの選択においてもかなりの経費が必要であり、本研究予算において対応することは容易ではない。

そこで、本研究においては、極めて安価に多くの航空機の運航を模擬するために、米国マイクロソフト社によるゲーム用フライト・シミュレータ（MS-FLSIM）を飛行場管制シミュレーション用シナリオ処理システムに接続するためのソフトウェア開発を進めている。現在、所内ネットワークを利用して複数台のMS-FLSIMを接続することが可能となっており、平成15年度には、インターネットを利用して同様な接続を可能とするためのソフト



ウェア開発を行いたいと考えている。また現状においては、シナリオ処理装置側からの情報をMS-FLSIMの出力画面に直接に表示することができないため、これを可能とするソフトウェア開発を行いたいと考えている。

仮想現実感を利用したシミュレーションは、高度なコンピュータ・グラフィックスが比較的安価に生成でき

るようになったことにより利用分野の拡大は著しいが、高度に具体性の高い記述形式を与えるに過ぎないものであり、利用者の経験の延長上に存在しないものが表現される可能性は全くない。今後は、管制官参加による評価実験の可能な環境を実現して行きたいと考えている。

## 航空管制シミュレーションの効率化に関する研究【指定研究／空港整備勘定】

担 当 部 管制システム部

担 当 者 ○三垣充彦 相澤大輝 井無田貴 蔭山康太 森永智文

研究期間 平成14年度～平成17年度

### 1. はじめに

空港の拡張・新設や新管制機器の導入においては、航空の安全の確保、効率の維持・向上のために、空域の設計、管制処理方式の変更、管制処理容量の見積等の課題がある。これらの課題に対する評価の方法として、航空管制シミュレータによるダイナミック・シミュレーションは有力な手法である。しかし、このダイナミック・シミュレーションは、個々の空域環境、検討課題毎に独立に行われ、その評価要素、評価基準は定性的なもので、統一のとれたものではない。さらに、シミュレーションの実施には多数の人員と準備期間を要し、経費と時間のかかるものとなっている。航空交通の進展にともないシミュレーション評価の要求も増加しており、上記の問題点を早急に解決し、定量的な評価と安価で行政当局の要求に迅速に対応できるシミュレーションシステムの構築が急務である。

このため、本研究においては、シミュレーションシステムの省力化のための方策を検討するとともに、管制官の作業負荷評価法の確立等により効率的なシミュレーションの評価の実現を可能とすることを目的とする。

一方、国土交通省航空局より東京国際空港の再拡張に係るシミュレーション調査の委託があり、上記の研究と並行してダイナミック・シミュレーションによる評価実験を実施した。

### 2. 研究の概要

ダイナミック・シミュレーションを容易に実施できるように、シミュレーションシステムの省力化のための方策のひとつとして管制指示自動応答機能の実現可能性の調査、検討を行う。このために、シミュレータの航空機模擬部における復唱機能の開発、管制指示認識機能の開

発をめざす。

また、管制官の作業負荷の定量的な評価手法を確立するために、管制官の作業内容の分析、管制処理に影響する要因の調査を行う。

第1年次の平成14年度には以下の項目について研究を行った。

1. 管制官作業調査及び管制官作業負荷概念・評価手法調査
2. 管制指示音声、復唱技術の調査
3. 管制指示認識手法の調査

さらに、東京国際空港の再拡張に係るダイナミック・シミュレーション実験を実施した。

### 3. 研究成果

#### 3.1 管制官作業調査及び管制官作業負荷概念・評価手法調査

ターミナル、航空路それぞれの管制官の作業について、管制指示を中心に調査した。管制官の作業負荷の評価手法として主観評価を可能とする測定装置を試作した。本測定装置は、既存の管制シミュレータに接続してダイナミック・シミュレーションを実施しつつ管制官の主観的评价による作業負荷を時々刻々測定できるものである。

#### 3.2 管制指示音声、復唱技術の調査

管制指示音声に関する調査は、これまでにシミュレーション実験で取得した音声通信データを分析することにより、基本的な音声指示語句のサンプルを作成した。

#### 3.3 管制指示認識手法の調査

管制指示認識手法は、音声認識技術の応用によることとし、既存の音声認識ソフトウェアについて調査を行い、

ソフトウェアを調達してその適合性について調査を行った。

### 3.4 ダイナミック・シミュレーション実験

東京国際空港の再拡張に係るシミュレーション評価は、羽田ターミナル空域及びその周辺の航空路セクタを対象として実施し、滑走路の増設に伴う新しい管制運用方式における所要の管制処理機数等の課題を評価した。

### 4. 考察等

管制官の作業負荷については、試作した負荷評価装置を使用し、作業負荷、負荷の時間変化を測定し、実験により取得した他のデータとの相関等の検討を今後行う予定である。

管制指示の認識については、調達したソフトウェアを使用して、管制指示音声に特化した認識手法を検討する予定である。

ダイナミック・シミュレーション評価では、実験により新たな課題が見つかり、今後さらに検討していく予定である。

## 航空交通管理における容量値に関する研究【一般研究／空港整備勘定】

担 当 部 管制システム  
担 当 者 ○福島幸子  
研究期間 平成14年度～平成17年度

### 1. はじめに

航空交通流管理（ATFM; Air Traffic Flow Management）は航空交通量が空域の容量を越えることが予測された場合に、事前に出発時刻を調節し、過度な集中を避け円滑な航空交通流を維持するものである。

混雑空域では定常的に出発遅延が発生しており、今後も遅延の増加が予想される。そこで、より円滑で遅延の少ない航空交通流制御及び混雑時間帯の出発遅延値の予測が求められている。

また、現在航空路セクタの容量は、レーダー席の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に作業時間を計測し、作業毎の困難度指数や考慮時間をもとに算出される。

### 2. 研究の概要

研究の内容は、航空会社や航空交通流管理センター（ATFMC）で現状の調査と要望を調査すること、また次年度以降行う実験に備えて、航空路管制シミュレータを改修すること、ATFMを検討するためのシミュレーションアルゴリズムを構築することである。

### 3. 研究成果

#### 3.1 ATFMの調査

ATFMに対する要望を調査し、以下のことがわかった。

航空会社ではATFMの結果生ずる遅延を減少したいという希望を持っている。航空会社は機材を1日に数回使

用しており、現状のATFMでは各便について空港運用時間を考慮しているが、次回以降の飛行については考慮していない。次の次の便が運用時間に間に合わない時は機材交換を行っているが、機材交換ではなく同社便同士で遅延を交換したいという要望があることがわかった。

ATFMCでは、航空会社から遅延交換の要望があること、また航空路セクタ再編の折は、実測データに基づく容量値が計算されるまでは、そのままの値でATFMを行っていることがわかった。

東京管制部では、次年度にシミュレーション実験を行う空域を検討するために、関東北、関東南、上越セクタについて地域の特徴を調査した。

#### 3.2 航空路管制シミュレータの改修

航空路管制シミュレータを使用してATFMの方式を検討できるように、航空路管制シミュレータを改修した。

#### 3.3 ATFMアルゴリズムの構築

単一空域のATFMについて出発時刻固定のもと模擬できるようにした。実際は移動開始予定時刻（EOBT）や出発制御時刻（EDCT）と実際に離陸した時刻の差はスポットの位置などの要因で同値ではないが、今回は空港毎に同じ値を用いた。

#### 3.4 遅延便交換の検討

3.3のアルゴリズムを用いて、近畿東セクタ及び羽田空

港をATFMの対象とした時、航空会社から遅延回避の要請があったことを想定し、別便が代わりに遅延することで、遅延が回避できるかどうかシミュレーションを行った。

ATFMの遅延が計算されてから、EDCTが発行されていないものについて再計算を行った。再計算の対象としては、再計算可能な全航空機、同一航空会社の全機、同一航空会社の1機をそれぞれ検討した。その結果、対象空域から遠い空港の出発機ほどEDCT再計算機が多くなり、遅延交換可能な航空機が見つかりやすいことが解った。また、遅延交換に最適な航空機は空域入域時刻もしくは到着予定時刻が遅延を回避したい航空機よりも少し早く、EOBTが遅いものが最適であることも解った。

#### 4. 考察等

ATFMでは1分単位の制御をおこなっているが、空港からの出発は秒単位である。また、EOBTやEDCTから離陸するまでの時間はスポットの位置だけでなく整備状況、乗客の集合にも依存する。

夕方は多くの空域がATFMの対象となっており、複数の空域でATFMの対象となっている便もある。これらの処理については、今後アルゴリズムを構築したい。

#### 掲載文献

- (1) 福島，“空港の航空交通流管理による遅延便交換の検討”，信学技報SANE2003-22，2003年5月。
- (2) 福島，“航空交通流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。

### 新CNSに関する管制方式の研究【指定研究／空港整備勘定】

担 当 部 管制システム部  
担 当 者 矢田士郎  
研究期間 平成14年度～平成17年度

#### 1. はじめに

航空交通の安全性の向上、空域や空港の交通容量の増加、遅延の減少、航空交通の自由度を増すことなどが大きな課題となっている。また近年データリンク、衛星航法、自動従属監視(ADS)、航空通信ネットワーク(ATN)などの新しい技術の導入により従来とは大幅に異なった通信、航法、監視およびそれに伴った管制方式の導入への要求が強くなっている。他方では航空機の経済性や利便性の向上、空域や空港の効率的な利用、管制官のワークロードの減少なども強く叫ばれている。データリンクにより機上の高精度の航法データをほぼリアルタイムに地上と共有することが可能となる。また地上のデータもパイロットの負荷を増やすことなく伝送が可能となる。これらの新しい技術の導入により地上と機上の緊密な連携、情報の共有化および関係機関の協調化が容易となる。これにより天候、事故、故障などに対する経路変更などに対する柔軟性が向上し、Gate-to-Gateのすべての運航段階における遅延の減少、定時制の確保に役立てることができる。よって将来的に管制の役割や仕事内容の変化が生じることが予想され、航空交通管理を考慮した航空管制が必要になる。そこで今年度は将来の航空管制、航空交通管理のためのCNSなどについて基礎的な調査を行

い、管制システムの今後の方向について検討した。以下に本年度行った調査報告の概要について述べる。

#### 2. 通信について

従来の音声通信は聞き間違いなどの誤りが発生する恐れがあり、またやりとりできる通信内容や種類に限りがあるので、近年は運航管理などにデータリンクが利用されるようになってきた。データリンクを導入すると画像などのデータも伝送することができ、機上のコンピュータと連携することによりパイロットの負荷を増やさずに通信が可能となる。管制通信に利用するデータリンクとしては衛星やVHFを利用したものがあり、空対地や空対空でのデジタル化した音声を含めた通信が行える。地上のデータリンクネットワークと組み合わせることにより管制指示のみならず、飛行計画の変更などの伝達が容易となる。また日本独自に運輸多目的衛星(MTSAT)の打ち上げが予定されており、通信品質向上、通信容量の増大が可能となり洋上でも陸上と同様の管制通信が確保される。位置、速度、ウェイポイントを他の航空機や地上に伝達する放送型や一対一の双方向通信ばかりでなく、管制官による複数機との同時交信による調整なども可能となり、管制の柔軟性が増す。気象状況や交通状況のグ



ラフィックデータ伝送やウインドシア、マイクロバースト、乱流、雷、低視程などの異常気象警報の自動的な伝送も容易となる。監視通信機能が不十分な航空機を含めた交通情報の伝達をアップリンクすることにより安全性が向上する。

### 3. 航法について

衛星航法が重要な役割を占めるようになっており、GPSの利用により地上航行援助施設が利用できない洋上でも高精度の航法が可能となってきた。さらに精度を高めるためにSBASやGBASの開発も当研究所などで進められている。またMTSATは、GPS情報を補強して、より精度や信頼性の高い航法データの利用が可能となる。これらの航法情報は機上の飛行管理システム（FMS）により4次元の精密な航法を行うのに使用される。FMSにより従来よりは自由度の高い飛行経路設定が可能となり、騒音領域を避けた曲線進入経路をとることが容易となる。

### 4. 監視について

航空機の監視は従来は地上のレーダーによって行ってきたが、近年ADSの導入により航空機の連続的な監視が可能となってきた。機上の航法装置により得られた航法データ（航空機ID、緯度、経度、高度、速度等）は衛星データリンクやモードS拡張スキッタ、VHFデータリンクなどにより地上に伝送される。これにより空域によらずに航空機の連続的な監視が可能となる。この放送型のADS-Bにより機上でも近隣の航空機の交通状況を把握できるので、コンフリクト予測などの安全性の向上に役立つ。またこれにより柔軟な経路変更なども容易となる。現在このADS-Bに使用されるデータリンクはショートレンジのモードS拡張スキッタとロングレンジのVHFデータ通信を発展させたVDLモード4や米国が新たに提案しているUAT（universal Access Transceiver）がある。ダウンリンクするデータとしては位置、速度のみではなく旋回率や、将来の意図であるインテント（変針や高度変更、速度変更予定点の位置や予定時刻）を送る。また風や温度などの気象情報もダウンリンクすることにより軌道予測の精度が高まり、空域容量の増加や安全で効率的な運航に寄与する。飛行情報としては航空機の運航に関わる各段階での情報が自動的に送信される。

### 5. 4次元航法および軌道予測について

新しい衛星航法技術の導入により空域によらずに高精度の航法データを得ることができる。監視通信により周

囲の交通状況を把握することでき、より安全な航行が行えるようになる。また風などの気象状況を機上と地上でやりとりすることにより、経済的で快適な経路を飛行できる。これらのデータを航空機特有の空力特性やエンジン特性とともに、機上のFMSで処理することにより3次元の位置および時間を含めた4次元航法が可能となる。航空機が将来いつどこで針路変更、高度変更、速度変更を行う予定で、そのプロファイルはどのようなものかのインテントも組み込むことにより、航空機は空間の3次元点を通過する時間をかなり精度良く制御できるようになる。また地上からその航空機の予定経路周辺の交通状況、気象状況、飛行制限情報、空域情報、着陸順位などの情報を送ることにより運航に役立てることができる。FMSの航法データ、交通データ、気象データ、インテント、航空機特性、航空機重量（燃料消費）などの機上の情報を地上との間でリアルタイム的に共有できれば、航空機の将来軌道予測をより正確に行うことができ、高度の管制が可能となる。機上と地上で情報の共有化が軌道予測に基づいた経路設定に重要で、これにより機上と地上で軌道予測が大きく乖離することなくほぼ類似のものが得られる。またこれらにより航空機側では悪天候回避や燃料節約などのために飛行中の安全で効率的な経路設定の変更の自由度が増すことになり、到着時間を優先的に決めた経路変更がおこないやすくなる。この際航空機側の希望と地上側でチェックし調整をとった経路は情報の共有度が高い程類似性が増すので調整の度合いが減り、パイロット、管制官のワークロードを減らし、満足度が高くなる。航空機の将来の軌道予測にあたっては、これらの要素の中でとりわけ旋回等の軌道変更時のリアルタイムのデータおよびインテントが重要である。インテントはその内容、形式を含めてどのようなものを送るかについて今後検討をすすめていく必要がある。軌道予測精度が向上すれば従来は不確定性のためにとってあった間隔の余裕を減らすことができ、航空交通の容量を増やすことができる。

### 5. 航空管制について

4次元航法の導入とともに、従来の飛行機同士の距離間隔による管制から時間間隔による管制に変えることにより空域の容量を増やすことが考えられる。特に空港を囲むターミナル空域での容量増加に役立つ。着陸時に時間制御の概念を導入することにより距離制御に比べて倍以上の航空機を処理できるという米国での試行実験の結果も報告されている。4次元航法に伴い3次元の空間位置



に対して精密な時間で制御する4次元の軌道管理による管制が必要となってくる。騒音軽減などを目的とした曲線進入に対する管制も容易となり、従来あまり利用されていなかった空域の有効活用に役立つ。また滑走路での時間制御も容易となることから高速離脱を含めた滑走路の占有時間を減らすことができ、滑走路の有効な利用がはかれる。管制官は速度変化やベクタリングにより先行機との間の時間制御を行うが、大きさや運動性能の異なる複数の航空機に対して効率良く時間間隔制御を行う必要がある。時間制御を行うためには機上のFMSとの連携により、リアルタイムの飛行データ、気象データを機上と地上で共有することが有効である。それにより特定のポイントへ特定の時刻に航空機を誘導することが容易となる。航空機自身で先行機との間の時間制御を行うことも考えられる。飛行段階が進むにつれて、気象状況の変化などで航空機の到着予定時間が変動することが多い。航空機側において到着時間に対する優先度が高い場合はルートの変更や速度プロファイルの変更が必要になってくる。管制側の調整は通信能力や計算機処理能力などに依存する。複数機に対しての平等性をいかに保つかについても問題である。調整にあたってはどのような判断基準を設定するかが重要である。その各要素にコストに関するインデックスを付加して公平性を保つ必要性がある。コストインデックスとしては燃料コストと時間コストの

比を使う場合が考えられる。コストインデックスは航空機重量、飛行高度、風、温度により変化する。それぞれの飛行機や飛行段階に応じて異なるコストインデックスを利用して速度プロファイルや高度プロファイルに変換することができる。この変換をATMと共有することにより調整が容易となる。航空機側とATM側で航空機特性モデルおよび高い精度のリアルタイムデータおよびインテントの共有が求められる。この両者でモデルやデータのずれが生じると調整に時間がかかり満足な結果が得られない恐れがある。状況に応じて通信内容、精度、頻度をどのように設定するかが問題である。空対地、地対地のネットワークとして組織化されたデータ通信により、航空機の軌道の精密な予測に基づいた協調的な決定ができる。すなわち天候や機材などの変化に対応した運航側の希望に添う柔軟な運用が可能となる。

## 6. 今後の研究について

4次元航法のための飛行計画作成、伝達方法や空地の役割分担の見直し（再定義）、分散処理、情報の共有化、さらには構成要素機能の再編成についても検討を行う必要がある。いくつかの代表的な例をモデル化し、シミュレーション実験を行い、4次元航法をふまえた新しいCNSの管制に与える影響の検討を行っていきたい。

## 赤外線センサ等による船舶の検知追跡技術に関する研究 【基盤研究／一般勘定】

担 当 部 管制システム部  
担 当 者 矢田士郎  
研究期間 平成14年度～平成17年度

### 1. はじめに

従来から海上交通の安全性が強く叫ばれているが、海難審判庁による統計からも海難による事故としては衝突事故が大きな割合を占めている。最近ではレーダーを搭載した船も多く、またGPSと電子海図などにより航行の安全性を高める機器の導入も行われている。特に大型船ではレーダーとコンピュータを融合した衝突予防装置(ARPA)の搭載も義務付けられていて安全性の向上に役立っている。海上交通の輻輳海域では船の種類や大きさ、運動性能が様々に異なるものが混在しており、またプレジャーボートや漂白中の遊漁船も多く、それだけ事故の危険性も高くなっている。見張りが不十分であることが衝突事故の原因としてはもっとも大きい。また最近では

AISの導入により衝突予防、海上管制に大いに役立つことが期待されている。しかし依然として見張り業務は重要であることには変わらない。見張りは死角が生じたり、疲労などによりおろそかになったりすることが少なからずある。そこで可視光カメラ、赤外線カメラなどを用いて船舶の検知、トラッキングを自動的に行わせ、見張り業務の支援を行う方法についての検討を行った。

### 2. 研究の概要

赤外線カメラについての調査を行い、観測波長や検知素子により背景に対して目標の検出能力にかなり違いが出るのがわかった。今回は中赤外領域に対応した量子型センサを用いて観測実験を行った。観測場所としては

大きさや種類、運動特性が異なる様々な船舶の輻輳が見られる海域を検討し、その結果東京湾の入り口で浦賀水道航路と中ノ瀬航路が見渡せる場所を選んだ。ここは東京湾海上交通センタのある神奈川県三浦半島の観音崎に近く、大型タンカーの年間交通量が2000隻以上の日本で有数の輻輳海域となっている。

### 3. 研究の成果

夜間に観測実験を行い、量子型の赤外線カメラにより船舶の画像を取得した。また比較のために非冷却の熱型センサによる観測も行った。観測地点と船舶の距離は、およそ3海里程度である。観測実験によって取得した画像に対して船舶の検出、トラッキングを行い、開発したアルゴリズムのチェックを行った。検出にはヒストグラム分割、領域成長法、背景差分法などを適用した。またフーリエ分析を行い、海と空の領域では周波数の分布の広がりも計算した。水平線の検出手法の一例としてハフ変換による直線検出の手法を適用を試み、ある程度の精度で画面に対する水平線の傾きを求めることができた。トラッキングの手法としてはオプティカルフローを利用する手法もあるが、ここではフレーム間差分を利用した。時間的に異なるフレームの間の違いを利用し、閾値処理、膨張収縮により孤立点の除去を行い、フレーム間相関により移動体のトラッキングを試みた。

### 4. 考 察

船舶の検出に利用した単純なヒストグラム分割では夜間の船の抽出は困難であった。これは光学系の設定が不十分であったこともその一因と考えられる。しかし背景差分法により船舶の検知が可能であることが確認できた。ただし背景は時間的に変化していくのでそれに応じて背景を更新していく必要があった。トラッキングについては、おおむねうまく行えた。ただし輝度の小さな小型船はトラッキングがしばしば途切れることがあった。また白波を船と見誤って検出してしまうことがかなりあった。それと関連して走行する船舶の後流の白波を大きい船の一部としてトラッキングしてしまうこともあった。海面に対して船舶を見る俯角の大きさにより検出するパラメータを変える必要があった。東京湾入り口から浦賀水道航路を北航している時はトラッキングが行えた船舶が中ノ瀬航路に入って北上を続けた時みかけの角度変化が小さくなってしまいトラッキングが継続できない場合があった。この点も含めてアルゴリズムの改良が必要であることがわかった。船の種類や形状、大きさ、速度などの属性情報を利用することによりこれらの問題のいくつかは解決できると思われる。これらの結果を踏まえてさらにより良いアルゴリズムの開発を行っていきたい。また船舶のタグ付けによる識別を行い、船同士が交差した時も個別にトラッキングが行えるようにしたい。またAISとの融合により監視業務の向上を可能にする手法についても検討を進めていきたい。

## 航空機のFMSデータを利用したコンフリクト検出の研究【基盤研究／空港整備勘定】

担 当 部 管制システム部  
担 当 者 ○福田 豊 塩見格一 金田直樹  
研究期間 平成14年度～平成15年度

### 1. はじめに

航空機は飛行管理システム（FMS : Flight Management System）により将来通過するウェイポイント等の運航情報が管理されている。地上の管制情報処理システムが空地データ通信により、FMSが保持している運航情報を取得する方式が検討されている。管制情報処理システムが最新の機上側の運航情報を利用することにより、航空機の将来的な飛行軌道をより正確に予測でき、航空機間隔が安全間隔未満になる状態（コンフリクト）を検出する機能の向上が期待できる。

### 2. 研究の概要

本研究は2年計画であり、平成14年度は初年度である。平成14年度の研究の目的は、航空機の将来軌道予測モデルおよびコンフリクト検出手法を開発することにある。コンフリクト検出は、一般的に水平面と垂直面の安全間隔の条件を独立に検査し、両者を同時に満足した航空機対をコンフリクト状態とする。本年度は、水平面のコンフリクト検出について検討した。

平成14年度は、主に下記の内容を実施した。

- ・ SSRモードSの監視機能の調査
- ・ 水平面の飛行軌道予測モデルの開発

・水平面のコンフリクト検出機能の開発

### 3. 研究成果

#### 3.1 SSRモードSの監視機能の調査

欧州のSSRモードSの計画について文献調査を行った。欧州の多くの国では2003年から2005年の移行期間でSSRモードS基本監視、仏国、独国、英国では2005年から2007年の移行期間で拡張監視が計画され、これらに対応する機上装置の搭載が義務化される。基本監視では、便名、トランスポンダの通信能力、25ft間隔の高度のデータの利用が計画されている。拡張監視では、磁針路、対気速度、高度変化率、ロール角、トラック角変化率、トラック角、対地速度、選択高度のデータの利用が計画されている。ここで、ロール角は航空機の前後方向を軸とした傾きの角度、トラック角は地表面を基準とした飛行方向の角度、選択高度はパイロットが機器に入力した高度変更後の高度を示す。

#### 3.2 水平面の飛行プロファイル算出モデルの開発

航空機が針路変更する時の飛行軌道を円弧と線分で近似するモデルを数式化し、シミュレーションプログラムを開発した。利用するデータは、レーダによる観測位置、航空機の針路、ロール角、選択針路、通過予定ウエイポイント位置とした。

#### 3.3 水平面のコンフリクト検出機能の開発

レーダ情報処理システムと同等な現在時刻から約3分

先までのコンフリクトを検出する短期的なコンフリクト検出について検討した。レーダの観測位置から直線飛行を想定する線形予測モデルと航空機から取得したデータを利用する旋回通信モデルを比較した。その結果、旋回通信モデルは、航空機の不要警報と警報の検出遅れの発生について、旋回時間程度の低減ができることがわかった。

#### 4. 考察等

航空機のFMSデータを利用したコンフリクト検出は、レーダの観測位置に基づき直線飛行を想定するコンフリクト検出に比較して、航空機の針路変更時に、より正確に航空機の飛行軌道を予測でき、コンフリクト検出の不要警報および警報の検出遅れの発生を低減できる。

今後は、垂直面の飛行軌道を予測するモデルの開発、それを利用したコンフリクト検出機能の開発をする予定である。また、レーダの観測位置のみを利用するコンフリクト検出手法とFMSデータを利用するコンフリクト検出手法について、観測誤差等を考慮した追尾機能の追加により、より現実的な環境を想定した比較をする予定である。

#### 掲載文献

- (1) 福田：「航空機の動態情報を利用する近接検出手法」、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15年2月

## CDMA方式データ通信インフラの構築に係る研究【基盤研究／空港整備勘定】

担 当 部 管制システム部  
担 当 者 ○塩見格一 金田直樹  
研究期間 平成14年度～平成16年度

### 1. はじめに

航空需要の増大し続ける現状において、限られた空域を有効に活用し、効率的な航空機の運航を実現するためには、航空管制業務サービスの向上が必要不可欠である。航空機の効率的な運航環境の実現と維持において、航空管制業務の果たすべき役割は、より高度なものへと発展することが期待されている。

航空管制業務は、航空機と管制機関、パイロットと管制官との通信の上に成り立っており、その業務の高度化には、即ち将来的なサービスの向上には、その通信効率

の向上と容量の拡大が必要不可欠である。

また、航空交通における安全性は、非常時の通信が確保されることを前提としており、平常時において通信帯域を有効に利用する通信方式と調和する緊急通信方式の確立が重要な問題となっている。

### 2. 研究の概要

本研究は、近年における普及著しい通信方式としてのCDMAにつき、その航空管制における対空通信への導入の可否得失を明らかにすることにある。



現状の航空無線においては、周波数を分割するFDMA、また同一の周波数を時間的に分割して多数で利用するTDMA、のいずれかの方式が使用されているが、携帯電話等の業界において、FDMAからTDMAへ、TDMAからCDMAへと、その通信方式が進化してきた歴史的な事実と、この進化と共に携帯電話の社会生活に果たす役割の重要性も著しく向上したことを考えれば、FDMA、TDMAとは全く異なる利点を有するCDMAの航空無線への導入は、航空管制業務を大きく発展させる可能性を有すると思われる。

CDMAの航空無線への導入が未だなされていない背景には、航空管制及び運航業務におけるレギュレーションが厳しいことを始めとする経済的な問題が存在するが、今日のCDMAの普及が米国カルコム社による遠近問題の解決から始まったことを考えれば、またCDMAが真に航空交通システムにおいて有用なものであれば、何等かの切掛けを以って、その導入が急速に進むことは十分に予想されることでもある。

本研究においては、「対空通信へのCDMAの導入は可能であるのか?」、「CDMAを導入するとすれば、どの様な部分・方面から導入することが合理的であるのか?」、「FDMA、TDMA等の従来方式と、どの様に組み合わせることが航空交通情報システムの通信インフラとして合理的であるのか?」等々の問いに答えるべく調査検討を実施している。また、CDMA携帯電話通信網においては必ずしも十分な実装は実現されていないが、業務通信において必須とされる緊急通信の実現方式について検討する。

### 3. 研究の成果

平成14年度は、文献調査とインターネット上に公開されている情報の調査を実施し、CDMAの技術的な動向と

将来的な展望を理解することに努めた。

また、FDMA、TDMA等の従来方式についても並行して同様に調査し、無線通信方式の遷移について、これを必然とした歴史的・技術的な背景の理解にも併せて努めた。

上記調査により、一般通信の高度効率化が実現される一方、航空管制業務等においては必須な緊急通信が、社会的な通信インフラにおいては例外的なものとして扱われ、技術的発展の恩恵を殆ど受けないうまま、旧態然の状況に取り残されていること等が明らかとなった。

緊急通信容量の確保は、業務通信においては必要不可欠ではあるが、これは一般的に普通通信容量の低下を招き、通信帯域の効率的な利用とバランスさせることは容易ではない。

そこで、我々は、CDMAにおいては各移動子局からの送信電力が親局において同レベルになる様にダイナミックに調整されることに着目し、必要に応じて必要なだけの緊急通信容量の確保を可能とするプロトコルを提案した。

現時点で、上記プロトコルについては基本特許の出願を済ませており、現在、更に発展させるべく検討を進めている。

### 4. おわりに

CDMA方式は、現時点において、最も高い将来的な発展の可能性を有する通信方式である。高速に移動する航空機との通信方式として十分な可用性と信頼性を実現するためには、暫くの間を要すると考えられるが、急速に進む技術開発等、その動向に注目し、将来的な航空管制情報システムの整備に資すべく、継続的に調査検討を続けていきたいと考えている。

## 航空管制業務のモデル化の研究【基盤研究／空港整備勘定】

担 当 部	管制システム部
担 当 者	○蔭山康太 三垣充彦 東福寺則保（電子航法開発部）
研究期間	平成14年度

#### 1. はじめに

将来航空航法システム（FANS）構想の実現は航空管制業務の実施形態にも影響を与えることが予想される。このため、FANS構想実現に際しては管制業務の手順などについてモデル化を行い、周辺環境などが管制業務へ

与える影響についての検討も不可欠である。また、管制業務モデルを構築し発展させることで、今後の業務方式の検討や管制レーダ機機的设计方針などに活用が期待できるとともに、到着機の順序付けなどの各種支援システムの導入時の指針として活用することが可能である。



当研究所では、新空港の建設、あるいは空港拡張に伴う処理容量の検討や問題点の抽出を目的として実時間航空管制シミュレーションを実施してきているが、航空管制業務手順や、管制業務におけるルールなどについての検討は十分に行われていないのが現状である。

航空管制業務は航空管制官による多様な項目を対象とした情報処理および意思決定に大きく依存しており、かつ、その業務手順やルールは対象セクタにより大きく異なる。このため、航空管制業務の詳細なモデル化は非常に困難であると考えられる。

本研究では、簡易な航空管制業務のモデル化を目的として、管制処理の手順の系統的な把握、およびルールの抽出を目標とした。具体的には日本の代表的なターミナル空域における到着機処理を対象として、順序付けや高度処理などについて、管制処理手順やルールの検討を行った。

## 2. 研究の概要

はじめに諸外国の研究機関などによる既往の航空管制業務のモデル化例を文献により調査し、その結果を参考としてモデル化を検討するとともに、過去の実時間シミュレーション実施により取得されたデータを対象として到着機の航跡および管制指示内容を解析し、到着機処理の手順の把握、ルール抽出の検討を行った。

また、当該ターミナル空域の管制処理の知識を有する業務経験者の管制官役としての参加を得て、小規模な実時間シミュレーションを3回にわたり実施した。当所の航空管制シミュレーション実験施設を使用して、管制官役は、ターミナル空域の到着機管制業務を模擬した。

シミュレーション中には随時、各管制指示の意図や、各時点における順序付けなどの管制プランについての聞き取り調査を実施し、到着機処理のルール検証を行った。ルール検証のために、シミュレーション実施により取得されたデータの解析も実施した。

また、各回のシミュレーションで取得されたデータを比較することで、個人間の管制処理の共通点や差異を検討した。

## 3. 研究成果

### 3.1 文献調査

米国連邦航空局やユーロコントロール実験センター（EEC）などによる既往の研究結果の調査を行った。調査結果に基づき、実時間シミュレーションによる管制処理手順、ルール検討手法を検討した。

### 3.2 実時間シミュレーションの実施

過去のシミュレーション・データの解析により、高度指示の件数を到着機1機あたりで計数すると、その飛行距離との相関は小さく一定の値に集中する傾向が存在すること、飛行距離と針路指示の件数の相関は進入方向により異なることが明らかになった。

また、実時間シミュレーションの実施による聞き取り調査、各試行のデータ比較からは、航跡の組み立て方や高度指示発行の方針についての個人差が認められた。同時に、交通流シナリオの作成や人員配置について、小規模な実時間シミュレーション実施の知見を得ることができた。

## 4. 考察等

航空管制は非常に高度な情報処理と意思決定を伴う複雑な業務であり、正確なモデル化は困難である。このため、本研究では簡易なモデル化として管制処理のルール抽出を主たる目的とした。その結果、飛行距離と針路指示指示の件数の相関が進入方向により異なるなどの知見を得ることができた。

本研究により得られた知見を、平成15年度より開始する「航空管制シミュレーションによる作業負担計測手法の研究」などの今後の研究に役立てていきたい。

## 羽田空港再拡張に係るシミュレーション調査【受託研究／空港整備勘定】

担 当 部 管制システム部

担 当 者 ○三垣充彦 相澤大輝 蔭山康太 森永智文

研究期間 平成14年8月8日～平成15年3月20日

### 1. はじめに

東京国際空港（以下、羽田空港と記す）の再拡張は、首都圏第3空港調査検討会において、首都圏第3空港の候補地を含めて検討が行われてきたが、B滑走路と平行に新滑走路を整備することとなった。

電子航法研究所では、従来より航空管制シミュレーションにより、国土交通省の設計・策定業務を技術的に支援してきた。本年度も、羽田空港再拡張に係るシミュレーション調査の委託を受け、平成15年1月・2月にシミュレーションによる評価実験を実施した。その目的は、新滑走路設置に伴う交通量の増大、経路の変更について管制処理方法の検討、空域・管制運用上の問題点の抽出である。シミュレーションの対象は羽田空港ターミナル空域および同空域周辺の航空路管制セクタであり、当所の実時間シミュレーション施設を使用して(1)ターミナル管制単独、(2)航空路管制単独、及び(3)ターミナル管制・航空路管制同時運用シミュレーション、を実施した。また、高速シミュレーションにより滑走路運用方式がターミナル空域内の遅延時間に与える影響を検討した。

### 2. 研究の概要

#### 2.1 実時間シミュレーション

羽田空港および東京航空交通管制部から派遣された航空管制官の参加を得て、ターミナル管制単独シミュレーション（14試行）、航空路管制単独シミュレーション（3試行）、ターミナル管制・航空路管制同時運用シミュレーション（4試行）を実施した。

対象空域は、羽田空港ターミナル空域および、その周辺に位置する航空路管制セクタ（関東北（T03）、関東西（T12）、関東南A（T09）、関東南B（T10））である。

各風向きによる進入方式、滑走路の割り当てを表1に示すようにした。

表1 滑走路の割り当て

風向き	進入方式	到着機用	出発機用
北風	ILS	RW34L/34R	RW04R/34R
南風	ILS/VOR	RW22L/22R	RW16L/16R

国土交通省航空局より提供された飛行計画統計データ（平成14年7月分）に基づいて交通流シナリオを作成した。ターミナル管制単独シミュレーションにおいては、羽田空港到着・出発機数が1時間あたり各40機程度となるようにするとともに、周辺空港の到着機・出発機も発生させた。

ターミナル管制単独シミュレーション用のシナリオに他空港の到着機・出発機を追加することで、航空路管制単独、およびターミナル管制・航空路管制同時運用シミュレーション用のシナリオを作成した。

西方面に出発する航空機に対して新フィックスと新フィックスを通過する標準出発経路を追加した。また、北風時のSNE方面への標準出発経路には従来の経路に加えて、SNEヘショートカットして到達する経路を新たに追加し、評価した。

ターミナル管制を対象とするすべての試行で飛行場卓を使用し、羽田空港出発機の離陸時刻を航空管制官が判断するものとした。

ターミナル管制単独シミュレーションでは70分間程度、航空路管制単独シミュレーションでは140分間程度、同時運用シミュレーションでは70分から80分間程度の時間で試行を実施した。

#### 2.2 高速シミュレーション

高速シミュレーションは、長時間にわたる交通流の模擬を多数回実施することが比較的容易であり、交通流の遅延時間の巨視的な検討に適している。

シミュレーションでは滑走路割り当て比率などが出発機・到着機の遅延時間に与える影響について相対評価に基づいて検討した。

2002年7月1日のFDPデータに基づいて24時間分の交通流シナリオを作成した。シナリオの交通量は、再拡張後の羽田空港年間発着回数を40.7万回、その中、東南アジア方面などの国際便の年間発着回数を3万回とする予測値に基づき、シナリオでは1日全体の便数を1,114便（国際線82便を含む）とした。

### 3. 研究成果

#### 3.1 実時間シミュレーション

進入方式、出発経路等の条件別に実施した各試行ごとに、到着機数、出発機数を計数し、処理機数に関する評価を行った。また、到着機の待機旋回回数や出発機の境界線通過高度等について解析した。それぞれの方式ごとに移管点における高度、間隔の分布やレーダ間隔、航跡図等を求め、分析を行った。

さらに、管制官の意見聴取を行い、問題点を抽出した。

#### 3.2 高速シミュレーション

南風時にはILS進入方式をモデル化し、滑走路の使用比率の違いによる遅延時間への影響を検討するとともに新設出発経路使用時と非使用時の出発遅延時間を比較した。北風時のモデル化では、RW34Rの到着間隔基準値の違いが出発遅延、到着遅延に対して与える影響を検証した。

### 4. おわりに

羽田空港新滑走路設置に伴う交通量の増大、経路の変更について管制処理の検討、空域・管制運用上の問題点の抽出を目的として実時間シミュレーションを実施した。同時に高速シミュレーションにより滑走路運用方式が遅延時間に与える影響を検討した。

本受託研究では、南風時の新たな進入方式の運用についての評価を中心に、南風時・北風時の場合、及び航空路管制への影響について、シミュレーション実験をのべ21試行実施した。

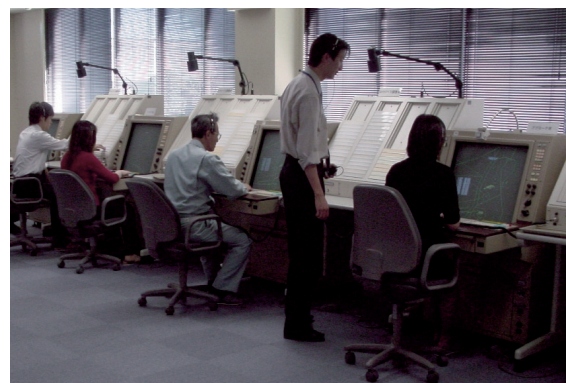
実時間シミュレーション評価では、実験により新たな課題が見つかり、今後さらに検討する必要がある、再度のシミュレーション評価の可能性も考えられる。



パイロット卓



航空路管制卓



ターミナル管制卓

図1 航空管制シミュレーション実験風景



# 高度船舶交通管制システムに関する研究【受託研究／一般勘定】

担 当 部 管制システム部  
担 当 者 ○水城 南海男 塩地 誠  
研究期間 平成12年度～平成16年度

## 1. はじめに

国土交通省では、平成12年度より「ITを利用した海上交通のインテリジェント化に関する技術開発」を開始した。その一環として、当所では高度船舶交通管制システムに関する研究を担当している。この研究では、AIS情報の導入による海上交通管理システム（VTS）の高機能化と輻輳海域における海上交通流制御技術の高度化を図ることが目的である。なお、AIS情報には船の位置、速度、針路など時々刻々変動する動的情報や船固有の船舶情報、積荷・仕向港（行き先）等の静的情報が含まれている。

## 2. 研究の概要

本研究は5年計画であり、平成14年度は3年度目である。平成14年度は2つのサブテーマについて検討した。

- (1) AIS情報の導入による海上交通管理システムの高度化
- (2) 輻輳海域における海上交通流制御技術の高度化  
(本サブテーマは、大阪大学との共同研究である。)

## 3. 研究成果

### 3.1 AIS情報の導入による海上交通管理システムの高度化

#### 3.1.1 VTSレーダ上の船舶へのAISによるID（識別）付与

AISとVTSレーダとのターゲットの性質を比較するため、昨年度に引き続き、AIS通信実験を海上保安庁と協力して実施した。本年度は大型船に着目し、海上保安庁の東京湾海上交通センター（神奈川県観音埼）にAIS陸上アルゴリズムの検討・構築



図1 実験地周辺図

上実験局を設置して、東京湾から浦賀沖を通過する8万トン巨大船のAIS信号を受信し、船舶識別に関するデータ収集を行った。その解析結果を参照して、自動ID付与アルゴリズムを構築した。



図2 AIS陸上実験局

現在海上交通管制に使用しているVTSレーダシステムでは、レーダ画像の中から、船舶のエコーを自動で識別して、レーダ画面上に図形（白丸に進行方向を示す線分を付けた形）で表示する。そのままでは、船の名称などは分からないため、レーダ運用者がVHF無線電話でその船舶と連絡を取るなどして、航路通報データ（船名、トン数、船種、通過予定時刻等）と照合し、手動でIDを付与している。

本サブテーマの目標は、このID付与作業を、AIS情報を利用して自動的に行うこと、及びAISとVTSレーダのターゲット画像をひとつの画面に合成表示することにより、VTSレーダの機能向上を図ることである。

このため、次の2段階の処理からなる「自動ID付与アルゴリズム」を構築した。

- ①航路通報データ参照によるAISターゲットへのID取得（AISターゲットへのID自動付与）
- ②AISターゲットとレーダターゲットの合成処理

#### 3.1.2 巨大船によるAIS・レーダ画像合成実験

AIS通信実験の際に、レーダ映像とAIS映像の画像合成実験も行った。表示画像の例を図3に示す。レーダターゲットは白丸で表示され、白の線分で進行方向を示す。AISターゲットは赤三角で表示され、赤破線は船首方向、



赤実線は対地針路を示す。画面の下方へ航行している船舶が、緑色の航跡を残しながら、画面の左方向へ舵を切り始めたところで、AISターゲットでは船首の方向（赤破線）が変わり、対地針路（赤実線）は慣性のため、少し遅れて追従している。レーダターゲットの針路（白実線）は、追尾処理により算出するため、AISに比べて、変化が遅れている。



図3 画像合成実験 表示例

### 3.1.3 AISシステム（陸上局－船舶局）の性能評価

現在、輻輳海域においても実データとして収集できるのは、1～3隻程度の実験用AIS搭載船のみで船種も限られている状態である。従って、多数の船舶が本格的に運用された場合のAISシステムの性能を評価するため、その準備段階として陸上局－多数の船舶局間のAIS通信をシミュレーションするソフトウェアの設計を行い、基本プログラムを製作した。

## 3.2 輻輳海域における海上交通流制御技術の高度化 (本サブテーマは、大阪大学との共同研究として実施した)

### 3.2.1 輻輳海域シミュレータへの電子航行チャート(ENC)表示装置・AIS装置の統合

輻輳海域シミュレータにENC表示装置とAIS装置を統合し、輻輳海域シミュレータの機能をさらに拡張した。これにより、電子海図上に模型船の位置データ及びシミュレータが創出した船舶の表示が可能となり、実際にAISを用いた位置情報を使用した場合の交通流制御技術の問題点を抽出した。

構築中の「AIS、ENC表示装置を統合した高度船舶交通管制システム」は、ENC表示装置を搭載した輻輳海域シミュレータ、AISシミュレータ、模型船のGPS装置、およびそれらを結合するTCP/IPプロトコルの有線LAN、無線LANからなる。

GPSを搭載した模型船の位置データをAISシミュレータが受信し、AISフォーマットに変換後、輻輳海域シミュ

レータに送信する。輻輳海域シミュレータはENC表示装置を備えており、電子海図上に模型船および、シミュレータが創出した船舶を表示するものである。

このため、現在、輻輳海域シミュレータとENC表示装置の統合部の開発およびAISシミュレータと輻輳海域シミュレータの統合部（プラグ-IN部分）の開発を行い、本システムの構築により実機のAISとの統合の準備段階としての研究、開発を行った。

なお、本システム全体の構成を図4に示す。

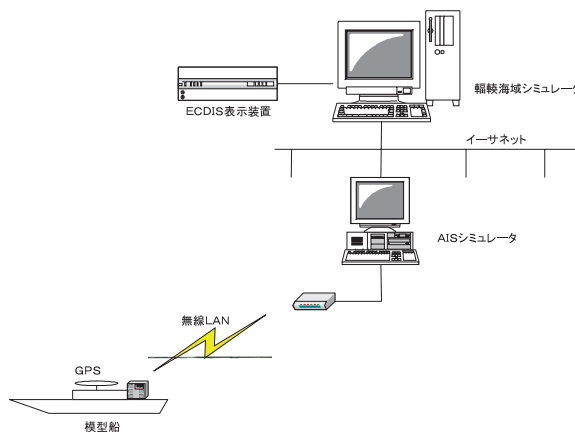


図4 システム構成図

### 3.2.2 輻輳海域シミュレータを活用した研究

上記のシステムを用いて以下のシミュレーションを実施した。

- (1) 東京湾海上交通流シミュレーションの実施
- (2) シミュレーション結果の適用

その結果、ピーク時や24時間の東京湾の交通流を再現するとともに、将来交通量でのAISレポート数の予測や航路計画変更に伴う航行実態を予測することができた。

## 4. 考察等

- (1) AIS情報の導入による海上交通管理システムの高度化  
本サブテーマの目標であるVTSレーダとAISとの画像合成およびターゲットの自動ID付与のための自動ID付与アルゴリズムを構築した。

- (2) 輻輳海域における海上交通流制御技術の高度化

輻輳海域シミュレータによる東京湾の海上交通シミュレーションでは、船舶の輻輳状況を予測した。これにより、輻輳海域における海上交通流制御技術の高度化がさらに具体的に実用化に向けて進められることがわかった。

## 4 衛星技術部

### 1 年度当初の試験研究計画とそのねらい

平成14年度における研究は、重点研究として承認された項目および行政当局の要望等を考慮して、下記のように計画した。

1. 次世代衛星航法システムに関する研究
2. 静止衛星型衛星航法補強システムの性能向上に関する研究
3. GNSS高度計の研究
4. 航空衛星データ通信方式の研究
5. 航空機用救命無線機に関する基礎研究
6. IGSの参画によるSBAS監視局の高精度位置決定に関する研究
7. 航空用GNSSの性能向上技術の開発

以上のうち、1、2は重点研究であり航空局の要望によるものである。1は将来の衛星航法システムに関する検討を行うものである。2は、現在米国の全地球的測位システム（GPS）やロシアの全地球的航法衛星システム（GLONASS）を全地球的航法衛星システム（GNSS）として使用するには、インテグリティ（完全性）の確保、測位精度およびアベイラビリティ（利用性）の保証のため補強システムを構築する必要がある。そこで、静止衛星を介して補強情報を配信する方式である静止衛星型衛星航法補強システム（SBAS）の整備が進められている。我が国では、運輸多目的衛星（MTSAT）による衛星航法補強システム（MSAS）の整備が、米国、欧州等ではそれぞれWAAS、EGNOSの整備が進められている。これらSBASによる相互運用性の向上、サービス空域の拡大、位置決定精度の性能向上、およびGPSの近代化に対応するための検討と方式の開発を行う。なお、経費は空港整備勘定によるものである。3、4および5は指定研究である。3は、現在の気圧高度計に替わって将来的にはGPS等による高度計の利用が考えられるので、この特性を明らかにし、必要な精度等の確保を検討するための研究である。4は、次世代の高速衛星データ通信方式に関する調査研究である。5は、位置情報や静止衛星利用等新しい技術を応用した航空機用救命無線機（ELT）に関する調査研究である。6はSBAS関連の研究で製作したGNSS試験システムによるGPS観測データをインターネットを通じて全世界に提供することにより、監視局の高精度位置決定を行う研究である。7は、米国スタンフォード大学への1年間の留学で実施中の研究である。

### II 試験研究の実施状況

次世代衛星航法システムに関する研究では、次世代衛星航法システムの一候補として、準天頂衛星を利用する測位システムについて、精度と有効性を検討した。

静止衛星型衛星航法補強システムの性能向上に関する研究では、MSAS評価のため、MSASデータ解析ツールの作成、電離層遅延量リアルタイム予測に関する調査・検討、電波干渉測定実験を行なった。また、前年度に引き続いて、電離層シンチレーションデータの収集・解析を行っている。なお、この研究において、GPS信号による電離層シンチレーションに関する研究及びMSASにおける時刻管理とその応用について通信総合研究所と共同研究、SBAS信号解析・評価共同研究で古野電気株式会社と共同研究をそれぞれ実施した。また、MSAS/GPS補強型慣性航法装置（GAIA）共同飛行実験を航空宇宙技術研究所と共同で北海道大樹町の飛行場で行った。

GNSS高度計研究では、飛行実験で収集した気圧高度、GNSS高度等のデータから気圧高度計の誤差について、気象観測データを用いて修正し、この値の妥当性を別の飛行実験で確認した。

航空衛星データ通信方式の研究では、ICAOの標準勧告方式（SARPs）に基づく、伝送速度10.5kbpsの伝送性能をシミュレーション等で評価し、ビット誤り特性、伝送遅延時間等を明らかにした。また、衛星故障時に他の衛星への一斉ログオン現象のシミュレーションを行い伝送速度10.5kbpsの場合の改善度を示した。更に、欧州とユーロコントロールが検討中の次世代航空衛星通信システム（SDLS）について調査を行なった。

航空機用救命無線機に関する基礎研究では、静止衛星によるELT伝送システムの内線設計を行いその有効性を確認した。

IGSの参画によるSBAS監視局の高精度位置決定に関する研究では、国際GPS事業（IGS）にGNSS試験システムの監視局を観測点として参画し、GPS等のデータをインターネットを通じて提供可能にした。これにより監視局の高精度位置決定ができるようになった。

航空用GNSSの性能向上技術の開発では、スタンフォード大学GNSS研究チームと共に、SBASの電離層遅延解析手法や、そのためのカルマンフィルタの構成手法等の研究を行っている。

また、年度当初の研究計画に基づいた項目のほかに、以下の受託研究を実施した。

1. 移動体に適した位置情報の補正技術に関する調査
2. 通信・航法・監視／航空交通管理（CNS/ATM）

## 研修

1は、平成15年度からスタートする国家プロジェクト：準天頂衛星システム開発研究における測位補正機能を中心に調査を実施したものである。

2は、フィリピン航空局職員に衛星技術部の研究概要と、静止衛星型衛星航法補強システムの性能向上に関する研究の紹介を行ったものである。

### III 試験研究の成果と国土交通行政、産業界、学会等に及ぼす効果の所見

現在、国際民間航空機関（ICAO）においてはGNSSパネル、航空通信パネル（ACP）等が組織され、将来航空航法システム（FANS）構想の実現に向けて国際的な技術基準作成および検証の作業が行われている。また、アジア太平洋経済協力機構（APEC）内にもFANS構想の実現に向けて、技術的な情報交換会議、SBASを整備中の

関係各国（日、米、欧州、加、印）が参加するSBAS相互運用性検討ワーキンググループ会議（IWG）やSBAS関連技術の国際ワークショップ（SBAS電離層解析会議等）が行なわれている。当部ではこれらの会議に代表を出席させ技術資料を提出して国際的な活動に寄与している。

また、我が国においては、FANS構想に沿って、MTSATを中心とした航空衛星システムの整備が行われており、この整備にこれら研究成果が活用される。更に、GNSS試験システムを用いた研究によりMSASの独立検証等を可能としている。

本年度の研究成果は、当研究所研究発表会、米国航法学会、国際電波科学連合総会、電子情報通信学会、日本機械学会、日本航空宇宙学会、日本航海学会、日本測地学会等で発表している。

（衛星技術部長 惟村 和宣）

## 次世代衛星航法システムに関する研究【重点研究／一般勘定】

担 当 部 衛星技術部  
担 当 者 ○伊藤 憲 新美賢治 坂井丈泰  
研究期間 平成12年度～平成15年度

### 1. はじめに

全地球的測位システム（GPS）による測位の利用が拡大しており、我が国においては、カーナビゲーションや測量、測地など広い分野で利用され、基盤的なサービスとして今後さらに利用が進展していくものと予想されている。

しかし、GPSには、山岳や都市部のビル等により衛星からの信号を受信できない地域が存在するという問題があり、必ずしも、どこでも、いつでも測位サービスを受けられるわけではない。

さらに、鉄道や高速道路を走る自動車などの高速移動体にとっては測位精度が十分ではない場合があり、列車の運行管理や車の位置情報を利用する事故防止などによる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となっている。このため、現在、我が国では準天頂衛星による高精度な測位技術の開発が開始されている。

### 2. 研究の概要

本研究は4年計画であり、平成14年度は3年度目である。平成14年度の研究の目的は、準天頂衛星を用いる高

精度測位技術に関する検討を実施することである。

平成14年度は、主に下記のことを行った。

- ・準天頂衛星システムの調査
- ・準天頂衛星によるGPS補強システムの有効性の検討
- ・コンティニューイティおよびインテグリティ計算プログラム作成
- ・衛星配置提案のための予備検討

### 3. 研究成果

#### 3.1 準天頂衛星システムの調査

準天頂衛星とは、ある一定の時間、天頂付近に見える衛星のことである。この準天頂衛星の軌道要素は、静止衛星と比べると、軌道傾斜角と離心率が異なる。

最近の検討状況としては、非対称8の字形の地上軌跡となるように軌道要素（たとえば軌道傾斜角を45度とし離心率を0.1とする）を選び、異なる軌道に3機の準天頂衛星を投入し、各準天頂衛星が8時間ずつ日本上空に見えるように配置する案が考えられている。

この準天頂衛星を複数個組み合わせて、特定の地域の天頂付近に常に1個以上存在するように軌道配置したも



のを準天頂衛星システムと呼ぶ。

準天頂衛星システムでは、サービスエリアの天頂付近に、常に少なくとも1個の衛星が存在するので、建物などによる電波の遮蔽が少なく、100%に近い割合でサービスエリアをカバーすることができ、高品質な移動体データ通信や放送、測位などが可能となる。

準天頂衛星システムの利用例としては、列車の運行管理、自動車・歩行者のナビゲーション、特殊工機制御、捜索救難システムなどが想定されている。

衛星仰角が高い準天頂衛星を構成要素とする準天頂衛星システムは、次のような利点を持っていると考えられている。

#### (1) 移動体通信

- ・通信の高速化が容易である。
- ・衛星が常時天頂付近にあるので、追尾範囲が限られる。このため、追尾機構の簡素化が容易である。
- ・天頂方向に指向性を持つ無追尾アンテナを利用できる。
- ・ビルや山影の影響を受けない。
- ・降雨による電波の減衰が少ない。

#### (2) 測位

準天頂衛星でGPSの補完と補強を行い、利用者がビル影や山影のある、天空が開けていない場所などでも、高い測位精度を保つことができると考えられている。

ここで、準天頂衛星による補完システムとは、準天頂衛星からGPSと互換性のある測位信号をサービスエリア内の利用者に配信するものである。

また、準天頂衛星によるGPS補強システムとは、GPSデータ観測局で得られたデータから、高い測位精度を達成するための測位補正情報を作成し、その補正情報を準天頂衛星経由で利用者に配信するものである。

### 3.2 準天頂衛星によるGPS補強システムの有効性の検討

準天頂衛星によるGPS補強システムの有効性を検討するために、GPS衛星24機のみを使用した場合と、GPSに準天頂衛星3機を追加した場合の測位精度（水平方向）およびアベイラビリティを評価した。この評価は下記の条件の下に実施した。

#### ◎準天頂衛星の軌道要素

軌道長半径	42164km
離心率	0.1
軌道傾斜角	45度
近地点引数	270度
昇交点赤経	120度間隔

#### ◎マスク角 20度

また、衛星配置としては、次の2つの場合について検討した。

#### (1) GPS衛星24機のみ

GPSII-F程度を想定。2周波。

ディファレンシャル補正なし。

#### (2) GPS衛星24機+準天頂衛星3機

2周波。ディファレンシャル補正あり。

GPSのみの場合およびGPSに準天頂衛星3機を追加した場合の測位精度（水平方向）を評価したところ、準天頂衛星の付加により、日本近辺で、測位精度の平均値が4.9mから1.6mとなり、約3倍の精度向上となることがわかった。

次に、GPSのみの場合およびGPSに準天頂衛星3機を追加した場合のアベイラビリティを評価したところ、準天頂衛星の追加により、アベイラビリティが改善されることがわかった。具体的には、GPSのみの時は、日本付近でのアベイラビリティは0.9であるが、準天頂衛星を追加することで、0.998まで向上する。

### 3.3 コンティニュイティおよびインテグリティ計算プログラム作成

準天頂衛星システムの信頼性を検討するために必要なコンティニュイティおよびインテグリティを計算するプログラムを作成した。

### 3.4 衛星配置提案のための予備検討

準天頂衛星システムの最適な衛星配置を検討する際に考慮すべき要素について整理した。

#### (1) サービスカバレッジ

サービスを提供する範囲のことである。準天頂衛星システムは地域的なシステムであるが、日本列島周辺のどこまでを提供範囲とするか問題となる。

#### (2) 回線設計

地上で所要の受信電力を確保するために衛星回線の電力設計を行うが、これには衛星の軌道半径が大きな要素となる。航法用信号と通信用信号それぞれにこの回線設計が必要となる。

#### (3) 総衛星数/軌道面数

総衛星数は多いほど精度・信頼性の点で有利だが、構築・運用コストが上昇する。軌道面数は少ないほどシステム構築時の打上げ回数を減らすことができ、バックアップ衛星の配置にも有利である。

#### (4) GDOP



ユーザ位置を中心とした衛星の幾何学的配置は、測位精度に直接影響する。測位精度の指標であるGDOPが多く、多くの時間にわたって良好な値となるように配慮する必要がある。

#### 4. おわりに

平成12年度に実施した調査に基づいて、平成13年度は、次世代衛星航法システムの衛星配置を測位精度の面から検討した。平成14年度は準天頂衛星システムについて測位精度およびアベイラビリティの検討を行い、また、衛星配置提案のための予備検討を実施した。

電子航法研究所は平成15年度から「高精度測位補正技

術に関する研究」を開始する。この研究においては、準天頂衛星を用いて1メートル以下の測位精度を実現する高精度測位補正技術の開発を目標としている。

本研究では、平成15年度において、上記研究と密接に連携しながら、最適な準天頂衛星システムの衛星配置を検討し、また、本研究のとりまとめを行う。

#### 掲載文献

- (1) 坂井丈泰他3名：「次世代衛星航法システムの衛星配置について」、平成14年度（第2回）電子航法研究所研究発表会講演概要、pp47-52（平14.6）

### 静止衛星型衛星航法補強システムの性能向上に関する研究【重点研究／空港整備勘定】

担 当 部 衛星技術部  
担 当 者 星野尾一明 伊藤 実 新井直樹 松永圭左  
新美賢治 坂井丈泰  
研究期間 平成11年度～平成15年度

#### 1. はじめに

GPS等を航空航法に使用するための補強システムの一つとして、インテグリティ、ディファレンシャル情報および測距信号を静止衛星を利用して放送する静止衛星型衛星航法補強システム（SBAS）がある。SBASの性能は地上監視局の配置位置、局数により大きな影響を受ける。我が国においては、地形上、地上監視局の配置位置に制約が課せられ、SBASのサービス空域、利用性、精度等が制限を受けている。一方、現在SBASは独立に運用されることになっているが、地上監視局の共同利用等相互接続により、サービス空域の拡大、利用性、精度等の性能向上を図ることができる。このため、国際的な相互接続の研究が必要である。また、補強対象となるGPSについては、近代化と電波干渉が米国で検討されており、我が国独自の問題の観点から、これらのSBASへの影響を研究し、運輸多目的衛星（MTSAT）の機能、性能検討のための研究が必要である。

#### 2. 研究の概要

本研究においては、SBASにおける軌道標定技術やGPSの近代化および電離層補正等の基本要素技術について、性能向上の可能性とその方策について以下の研究を行なうとともに、米国、カナダ、欧州と連携を図り、ICAOにおける国際標準策定作業に寄与することを目的

とする。

- ① 日本周辺における、電離層活動のSBAS利用性および測位精度への影響を明らかにする。
- ② 電波干渉のSBAS利用性および測位精度に与える程度・範囲を明らかにする。
- ③ MSASの性能限界が明らかになる。
- ④ SBASの相互接続による、サービス空域、利用性、精度向上の程度・範囲を明らかにする。
- ⑤ GPS近代化によるMSAS利用性および測位精度向上の程度・範囲を明らかにする。

年次計画としては、平成11年度は、海外テストベッドとの接続、解析ソフトウェアの製作を行なった、平成12年度は、海外テストベッドとのデータ交換によるSBAS性能向上及び解析ソフトウェア、評価機材の製作を行った。平成13年度は、データ交換によるSBASアベイラビリティ向上に関する解析、評価、SA解除/2周波数化時の精度、利用性解析ソフト、干渉評価機材の製作を行った。平成14年度は、MSASの性能評価、SA解除/2周波数化によるSBAS機能、精度、利用性の解析、評価を行った。平成15年度は、MSASの性能評価、SA解除/2周波数化による補正間隔の解析、評価を行う計画である。

平成14年度は、MSAS評価のため、MSASデータ解析ツールの作成、電離層遅延量リアルタイム予測に関する調査・検討、電波干渉測定実験、GPSの精密軌道推定の研

究を実施した。また、GNSS試験システムの収集データサーバー装置においては、データ蓄積容量の不足、経年変化にともなう故障の多発、サポートの停止があり、容量の増加と今後の保守の容易さ、機器の調達の容易さを考慮して、新収集データサーバー装置に更新すると共にデータ管理用ソフトを更新した。

電離層観測に関しては、東京、福岡、那覇航空交通管制部および調布でのGPSデータならびに稚内、宮古島を新たに追加し調布、那覇とともに4ヶ所での電離層シンチレーションデータの収集・解析を実施しており、これらのデータの一部は、MSAS認証、電離層解析のため、航空局へ送られている。

さらに、共同研究にて、通信総合研究所（CRL）と電離層遅延・シンチレーション評価、MSAS利用評価のため航空宇宙技術研究所(NAL)と「MSAS-GAIA評価飛行試験」を実施した。

## 2.1 MSASデータ解析ツールの作成

MSASデータ解析ツールは米国WAASインテグリティ性能委員会（WIPP）が開発したアルゴリズムの解析を日本独自で行うためのツールであり、2期MSAS認証作業における問題点の抽出、手順概要の確立、基礎データの取得を目的とする。今年度は、地上局配置に密接に関連する電離層遅延評価や電離層遅延推定残差（GIVE）モニタに関するアルゴリズムとして、L1/L2バイアス算出、平面近似方式電離層遅延評価、算出、電離層保護レベルの算出ツールの作成。マルチパス（CNMP）モニタアルゴリズムとして擬似距離・搬送波位相差（CCDIF）を算出できるツールの作成。ディファレンシャル補正残差（UDRE）モニタアルゴリズムとして、サービスボリュームモデル（SVM）においてメッセージタイプ28（以下、MT-28）を適用できるようにした。

## 2.2 電離層遅延量リアルタイム予測に関する調査・検討

電離層遅延量のリアルタイム予測に関して、日本周辺のリアルタイム利用可能実測データ、日本周辺の電離層分布、電離層の変動要因データ、電離層の予測に関する情報の調査を行い、リアルタイム実測データ等から日本周辺の電離層状態を予測する方法の検討を行った。

調査検討内容は、日本周辺で定常的に観測されている電離層データの入手方法、観測内容、および観測方法。日本周辺の電離層分布の情報を収集し、静穏時/変動時の電離層分布、および変動（日変化等）の要因調査。日本周辺の電離層の変動（日変化等）について、変動要因の

データの入手方法、観測内容等の調査。日本周辺の電離層の状態を予測する方法について、関連する情報を収集し、予測方法の調査。また、これらの調査に基づき、リアルタイム実測データ等から日本周辺の電離層状態を予測する方法を検討した。

電離層遅延解析においては、短期間の解析であり、また、解析ツールの調整が十分でない面もあるが、現在までに得られている電離層解析の結果は以下のとおりである。

衛星および受信機のL1/L2周波数間バイアスは、計算する日のデータによって、1 - 2 [m]の違いがあり、推定方法の改善が必要と思われる。

垂直電離層遅延量の平面近似からの残差分布の95%値は、約2m（2002/3/24（データ使用領域半径=1,000[km]）、4 - 7 m（2002/2/23（データ使用領域半径=1,000[km]）、これは米国本土での値が約70cmであるのに対して、2 - 10倍である。GIVEは、北緯40度付近で3 - 6m、北緯30度付近では6 - 9mであった。また、電離層遅延量の南北方向の変化率が東西方向より大きく、特に北緯30度付近では、100kmあたり1mに達する場合がある。また、平面近似が有効でない割合が30-70%あることがわかった。

## 2.3 GPS受信機への電波干渉の測定

GPS-L1信号に対する測位可能な干渉波周波数とレベルについて、GPSシミュレータを用いて測定した。L1中心周波数±1MHz以内で干渉波レベルが（信号レベル+25dB）以下、L1中心周波数±1MHz以上であれば（信号電力+40 dB）以下であれば、干渉波の測位への影響はないとの結果が得られた。

また、稚内から那覇まで、GPS受信機およびスペクトラムアナライザを用い、L1周波数を中心に帯域幅10MHzで干渉波の測定飛行実験を実施したが、測位に影響のある電波干渉は測定されなかった。また、発生元は不明であるが、マイクロ秒—ミリ秒のCW波が帯域内で散見されたが、測位性能には影響がなかった。

## 2.4 共同研究

SBASのサービス地域の拡大、性能向上のためには、サービス領域内外のディファレンシャル情報およびインテグリティ情報特性および受信機特性を把握する必要がある。このため、古野電気株式会社とこれらのデータ取得と解析・評価を行う共同研究「SBAS信号解析・評価共同研究」を実施。

また、通信総合研究所と、GPS信号を利用し日本周辺

における電離層シンチレーションを観測し、電離層不規則構造の発生機構を解明するとともに発生頻度、発生場所等を明らかにしSBASへの影響を明らかにすることを目的とする共同研究「GPS信号による電離層シンチレーションに関する研究」およびMSASで配信する時刻標準の高度化に関する研究を実施し、MSASを用いた時刻/周波数供給の応用などについて指針を得るための「MSASにおける時刻管理とその応用に関する研究」を実施している。平成14年3月には沖縄3地点にて、シンチレーション同時測定を実施しシンチレーションの原因となる電離層異常の移動速度等の測定実験を行った。

さらに、電子航法研究所および航空宇宙技術研究所それぞれが培ったGPS技術を活用し、MSASを利用した航法アピオニクス技術を蓄積することを目的とする、共同研究「MSAS - GAIAによる次世代航法システムの研究」を平成14年8月より実施し、MSAS-GAIA評価飛行実験を平成14年11月6 - 19日、北海道大樹町にて実施し、MSASと慣性航法装置 (INS) との組み合わせの効果を示した。

### 3. 研究成果

MSAS データ解析ツールの作成と解析および電離層遅延量リアルタイム予測に関する調査・検討により、日本付近の電離層遅延の空間分布、時間変化の概要、MSAS 電離層アルゴリズムへの影響の概要が明らかになってきた。また、磁気赤道周辺の電離層遅延勾配の大きい地域では、電離層の薄層モデルでは誤差が導入されやすく、電離層の垂直構造を導入する必要があるとされている。また、GPS受信機への電波干渉の測定においては、L1信号に対する電波干渉は、日本における飛行状態ではほぼ影響がないものと推察されるが、継続的な測定が必要である。MSAS-GAIA評価飛行試験の結果からは、MSASとINSの組み合わせにより、保護レベルの改善、航空機旋回時のGPS信号欠落に強いことが示された。

### 4. おわりに

MSASを精密進入に利用するには、日本付近の電離層の特徴付け、電離層擾乱の特徴付けが重要であり、多くのデータの解析が必要と考えられるとともに、電離層研究を従来から実施している機関との協力が必要と考えている。

### 参考文献

- (1) Hoshinoo : “Preliminary report on MSAS Flight Test”, ICAO GNSSP Working Group A and B Meeting, Brussels, 平成14年4月
- (2) 星野尾 : “MSAS 飛行試験について”, 航保安無線システム協会航空無線32号, 平成14年6月
- (3) 星野尾 : “MSAS 飛行試験”, 日本航海学会2002年春季GPS研究会, 平成14年5月
- (4) 星野尾 : “日本におけるGPS信号による電離層シンチレーションの観測”, 第3回MSAS技術評価検討委員会, 平成14年6月
- (5) 新井 : “SBAS比較用GPS衛星精密軌道情報の作成”, 航保安無線システム協会航空無線33号, 平成14年9月
- (6) Hoshinoo : “MSAS Flight Test”, IWG/11, 平成14年6月
- (7) Hoshinoo : “Effect of Ionospheric Scintillation on GPS Signal in Japan”, IWG/11, 平成14年6月
- (8) Conker, El-Arini, Matsunaga, Hoshinoo : “Preliminary Analysis of the Effects of Ionospheric Scintillation on the MTSAT Satellite-based Augmentation system (MSAS)”, The International Union of Radio Science (URSI) 2002, 平成14年8月
- (9) 星野尾 : “静止衛星型衛星航法補強システムMSAS飛行実験”, 日本機械学会 交通・物流部門 ニュースレターNo, 42, 平成14年9月
- (10) Hoshinoo : “Ionospheric Scintillation on GPS Signal in Japan”, 第2回APEC GIT会議, 平成14年9月
- (11) Matsunaga, Hoshinoo, Ito, Arai, Imamura, Hashimoto, Kawai, Ikegami, Hiroe : “MSAS Flight Test And Its Progress”, ION GPS2002, 平成14年9月
- (12) 松永, 星野尾, 五十嵐 : “Ionospheric Scintillation Effect on GPS signals in Japan”, 航空宇宙学会 第46回宇宙科学技術連合講演会, 平成14年10月
- (13) 伊藤, 星野尾 : “GPS受信機の干渉波による影響”, 2003年電子情報通信学会総合大会, 平成15年3月
- (14) 張替, 富田, 星野尾 : “次世代型航法システムの研究開発を開始—MSAS-GAIA統合システムを飛行評価—”, 航保安無線システム協会 航空無線35号, 平成15年3月
- (15) Harigae, Hoshinoo : “Flight evaluation of the next-generation navigation system MSAS-GAIA -Interim report-”, 第3回APEC GIT会議, 平成15年3月



## GNSS 高度計の研究【指定研究／一般勘定】

担 当 部 衛星技術部  
担 当 者 ○坂井丈泰 惟村和宣 新美賢治  
研究期間 平成14年度～平成16年度

### 1. はじめに

現在航空機の高度センサとして使用されている気圧高度計は、気象条件による時々刻々の補正が必要であり、パイロットの作業負荷になるとともにヒューマンエラーの要因となり得るものである。一方、ICAOはFANS構想に基づいて衛星航法システムGNSSの導入を進めており、数年以内にはSBASが実用化される段階にある。現在のところ、SBASは航空路上では水平方向の航法のみを利用されることとされているが、潜在的には高度を測定する機能も備えていることから、実用が進むにつれてGNSSによる高度計が必要となる可能性がある。

GNSS高度計には、(1)気圧高度計の場合に必要な補正操作が不要、(2)気象条件によらず正確な高度を測定する、(3)気圧高度計を使用する場合においても信頼性の補完ができる、といった利点がある。本研究の目的は、GNSSおよび気圧高度計により測定される高度の特性について検討を行い、もって気象条件に左右されずに正確な高度を測定するGNSS高度計の実用化のための基礎資料を提供し、安全な交通の確保に資することである。特に、日本付近の気象条件を踏まえて検討を進める。

### 2. 研究の概要

本研究は3年計画であり、平成14年度は1年度目である。平成14年度は、主に下記の項目を実施した。

- (1) 気圧高度計の特性調査
- (2) GNSSにより測定される高度の特性調査
- (3) 飛行実験によるデータ収集

飛行実験にあたっては、前年度までの研究により製作したGPSデータ収集装置を使用した。

### 3. 研究成果

#### 3.1 気圧高度計の特性調査

気圧高度計は、高度の上昇に伴い大気圧が減少することを利用して、気圧の測定により高度を指示する計器である。大気の様相については標準大気を前提としているため、現実の大気と標準大気との差異が高度計の指示誤差となる。この指示誤差について定量的な解析を行った結果、高高度では数100mにおよぶ指示誤差を生じるこ

とがあり、特に気温による影響が大きいことがわかった。

また、気象庁による高層気象観測データを分析した結果からは、現実の地上気圧を利用して高度計指示値の補正を行うと低高度における指示誤差を、現実の気温を用いて補正を施すと高高度における指示誤差を低減できることが明らかとなった。

#### 3.2 GNSSにより測定される高度の特性調査

GNSSは無線信号の到達時間によって位置を測定するため、これにより得られる高度は、気圧高度計と違い大気環境の差異による影響をほとんど受けない特長がある。

GNSSにより高度を測定する際の誤差要因は、第一に無線信号の測距精度があげられる。たとえばGPSにより測定される高度の典型的な精度は22m程度とされているが、これは高度計として用いるには精度が不足するため、SBASなどによる補強が必要となる。また、測定された幾何学的高度を海拔高度に変換する際にも海面高度データの精度に起因する誤差が混入するが、現在入手可能なデータで1m程度の精度を得ることは難しくない。その他の誤差要因については、評価の結果ほとんど問題とならないことがわかった。

#### 3.3 飛行実験によるデータ収集

気圧高度計とGNSSによる高度それぞれの特性を把握し、また相互の変換方式の開発に利用することを目的として、実験機による飛行実験を実施してデータを収集した。実験は本年6月に仙台ー北海道間で実施したが、天候不良のため、当初の予定を若干短縮することとなった。

実験により得られたデータについて分析した結果、気圧高度計およびGNSS高度の特性について、調査結果を裏付ける特徴が明らかとなった。

### 4. おわりに

GNSS高度計の実用化に向けて、今年度はGNSSおよび気圧高度計それぞれによる高度測定の特性を調査した。来年度は相互の変換方式を開発するとともに、実験データの蓄積を図ることが課題である。



## 掲載文献

(1) 坂井, 惟村, 新美: “GPS補強のための気圧高度計の補正”, 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14年7月

(2) 坂井: “GNSS高度計の研究について”, 航空振興財団航空保安システム技術委員会平成14年度調査研究報告書, 平成15年3月

## 航空衛星データ通信方式の研究【指定研究／一般勘定】

担 当 部 衛星技術部  
担 当 者 ○石出 明 藤田光紘  
研究期間 平成13年度～平成14年度

### 1. はじめに

現在, ICAOの航空衛星通信技術基準に基づく衛星データ通信が国際的に導入されつつある。この衛星データ通信では600bps～10.5kbpsの伝送速度でCPDLC, ADSを洋上管制に利用しようというものである。本研究ではADS及びCPDLCをさらに高速化するとともに, さらに新たなアプリケーションを導入するために次世代衛星データ通信方式に関する調査・研究を行う。

### 2. 研究の概要

今年度は, Lバンド衛星データ通信の性能解析, ADSの高速化の検討及び次世代航空衛星データ通信システムの調査を行った。

Lバンド衛星データ通信に関しては, 前年度までの「衛星データリンクの研究」で開発した実験システム及び計算機シミュレーション・システムを用いて, 種々の衛星回線条件及び通信輻輳条件で, 主としてICAOの衛星通信SARPsに基づく伝送速度10.5kbpsのデータ伝送性能を評価した。また衛星故障時に他の衛星へのログオン・リクエストが一斉に発生して回線が混雑する問題についても検討した。

また, ADSの高速化に関しては, 前年度に引き続きポーリング方式ADS(図1)の変復調方式, 伝送遅延時間等について検討した。

次世代航空衛星データ通信システムに関しては, 欧州での次世代航空衛星通信システム(SDLS)について調査するとともに, 次世代航空衛星通信システムに適用可能な高能率符号化方式について文献調査を行った。

### 3. 研究成果

ICAOの衛星通信SARPsに基づく伝送速度10.5kbpsのデータ伝送性能を室内実験と計算機シミュレーションで評価することにより以下のことが明らかになった。

a. ビット誤り率特性(データ伝送においてビット単位の誤り率を表す)は, P, RまたはTチャンネルで異なる。Pチャンネルが最も特性は良く, Rチャンネルが最も特性が悪い。Tチャンネルは, 伝送するデータの長さによりPチャンネルとRチャンネルの間の特性となる。

b. 回線の混雑が無い条件で, 伝送遅延時間はデータ長約230オクテット(ATNでのADSレポート長に相当する, 1オクテットは8ビット)で約6.7秒になる。(図2)

c. 回線が混雑したときの伝送遅延時間特性(平均値及び95%値)は以下の通りであった。

- ・Pチャンネルの場合, チャンネル負荷率が60%を超えると伝送遅延時間は急激に増加する。

- ・Rチャンネルの場合, 信号が1バーストのときはチャンネル負荷率が30%で急激に増加するが, 3バーストのときはチャンネル負荷率の増加に対してゆるやかに増加する。

- ・Tチャンネルの場合, データ長約30SU(シグナル・ユニット)のときはチャンネル負荷率85%まで伝送遅延時間はゆっくり増加し, その後急激に増加する。

また, 衛星故障時に他の衛星へのログオン・リクエストが一斉に発生したときの現象について計算機シミュレーションを行った。その結果, 伝送速度600bpsでは4つのRチャンネルを用いても航空機80機が一斉にログオン・リクエストを送信開始してから30分後にそのうちの45機しかログオンできないという結果であった。しかし従来伝送速度600bpsで行われているログオン・リクエストを伝送速度10.5kbpsでできるようにすることにより回線の混雑を大幅に改善できることが明らかになった。

ポーリング方式ADSの変復調方式として現在のICAOの衛星通信SARPsに規定されている4相位相偏移変調(QPSK)で畳み込み符号/ビタービ復号を用いた場合の伝送遅延時間を求めた。その結果, 伝送速度4.8kbpsで約1.3秒, 10.5kbpsで約1.1秒となることがわかった。ま

た、1チャンネル当たりの処理可能機数及び最大スループットは伝送速度4.8kbpsでそれぞれ59機及び約75%、伝送速度10.5kbpsでそれぞれ80機及び約68%となることがわかった。

欧州宇宙機関（ESA）及びユーロコントロールが検討している次世代航空衛星通信システム（SDLS）について調査した。このシステムはLバンドを用いることを前提とし、現在のVHF通信を補完できる性能を持つことを目標としている。特徴としては、航空機地球局を小型航空機でも搭載できるように小型・低価格なものとし、管制官-パイロット間の音声のやり取りを他の航空機でもモニターできる機能を持つ等がある。符号分割多元接続方式（CDMA）を用い、畳み込み符号とリード・ソロモン符号による接続符号により誤り訂正能力を従来方式よりも向上させようとしている。グローバルビームとスポットビームの両方を考えているが、当初は既存衛星のグローバルビームを利用する計画である。伝送速度はグローバルビームで最大6.8kbpsを目標としている。

また、次世代の航空衛星通信システムに適用可能な高能率符号化方式としては、ターボ符号、LPDC符号等がある。これらを用いて従来の畳み込み符号/ビタービ復号に比べ符号化利得を改善できれば、データ伝送速度を高められる可能性がある。これらの方式については、回線設計等と合わせてその適用性について今後検討する必要がある。

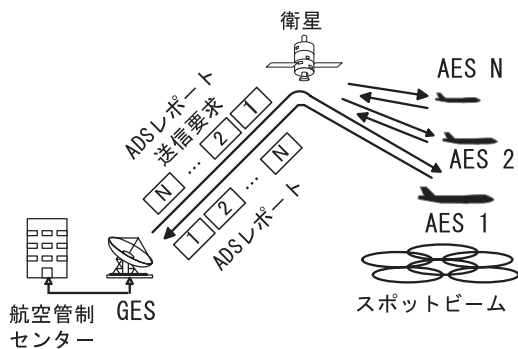


図1 ポーリング方式ADSの概念図

#### 4. おわりに

ポーリング方式ADSの研究成果については、ICAOのAMCPに報告し、現在の航空衛星通信SARPsの改訂に反映することが検討されている。次世代航空衛星通信についてはICAOでも他の通信と合わせて将来のシナリオの検討が始まった。欧州が着手した次世代航空衛星通信システムもその一候補となっており、我が国としてもその動向について今後十分調査し、適切に対応する必要がある。

#### 掲載文献

- (1) 石出, 藤田, 北折: “衛星利用ADSの伝送特性改善について”, 平成14年度電子航法研究所研究発表会講演概要, 2002.6
- (2) 石出, 藤田: “ポーリング方式ADSの伝送特性”, 2003年電子情報通信学会総合大会, 2003.3
- (3) Ishide, Fujita, Kitaori: “Simulation on log-on procedures in the event of satellite failure”, AMCP WG-M, Aug. 2002.
- (4) Ishide, Fujita, Kitaori: “A new concept of satellite-based Automatic Dependent Surveillance”, AMCP WG-C, Oct. 2002.
- (5) Ishide, Fujita, Kitaori: “A new concept of satellite-based Automatic Dependent Surveillance”, AMCP WG-M, Dec. 2002.

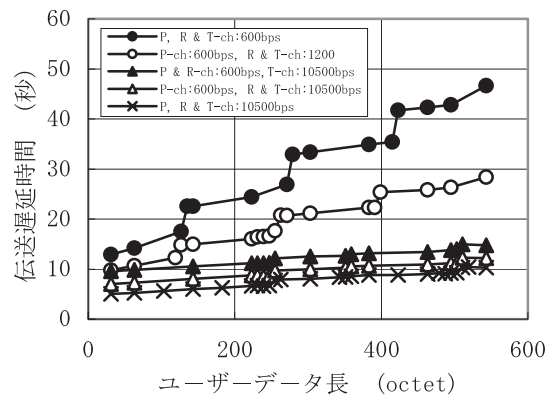


図2 伝送遅延時間の測定結果

## 航空機用救命無線機に関する基礎研究【指定研究／一般勘定】

担 当 部 衛星技術部  
担 当 者 藤田光紘  
研究期間 平成13年度～平成14年度

### 1. はじめに

航空機が遭難したときに遭難信号を発する送信機として航空機用救命無線機（ELT）がある。国際民間航空機関（ICAO）では2002年1月1日より決められた空域を飛行する航空機は1台以上のELTの搭載を義務化した。

ELTは121.5MHzと406MHzの電波を発するものでなければならないとしている。現在406MHz ELTは周回衛星を利用し送信機位置を演算処理により特定するものである。この場合位置特定に数時間を要する。今後は探索・救助の面からも送信機の位置を自ら通報することにより位置特定が数分程度で可能となる静止衛星利用の406MHz（更には1645MHz帯）ELTが望まれる。しかしながら、日本は太平洋域でこの種の目的に利用できるシステムを有していない。そのため、静止衛星利用を可能とするシステムの基礎な調査、研究を行う必要がある。

### 2. 研究の概要

本年度は、前年度のELTの現状調査に引き続いて主に静止衛星利用406MHz帯及び1.6GHz帯のELTについて回線設計を行うと共に、静止衛星利用の場合に問題になる位置情報の取り込みについて検討を行った。

### 3. 研究成果

- (1) 静止衛星を利用するシステム構築に必要な信号レベル等の回線設計データが得られた。
- (2) ELTが通報する位置データの取り込み手法に関する検討結果が得られた。
- (3) ELTに関する現状及びその問題点等が明らかになった。

これらの成果は、次のような方面で活用が期待される。

- (1) 探索・救助活動の迅速化のために次期運輸多目的衛星（MTSAT）等の静止衛星を利用し、太平洋域をカバーする探索・救難システム導入を推進する資料として活用できる。

- (2) 航空機が装備すべき救急用具の一つとして位置通報型ELTの啓蒙と普及に貢献できる。

- (3) ELTの改良に寄与できる。

### 4. 考察等

本研究ではELTの現状調査を実施し、ELTの概要及び最近の動向を把握するとともに、更に、静止衛星を利用するELTの回線設計例を行った。

ELTは121.5MHz/243MHzから121.5MHz/406MHz帯へ、更に自動型ELTの搭載義務化へと推移してきた。406MHz帯のELTは周回衛星による搜索ではその遭難位置を5km程の精度で推定できる特徴を持つ反面、価格的には従来の121.5MHzに比べて約3倍程度高くなること、換装工事で修理改造検査を受ける作業等が伴う。また、換装の場合でもその期限が最大遅くとも平成16年12月までと限られており、小型機にとっては経費増など問題がある。しかしながら、406MHz帯のELTは周回衛星による搜索のほか、送信信号に位置情報を含めることでELTの位置を数分程度で推定できる静止衛星による搜索も可能となるなどの利点を有する。

回線設計の結果からこれまでに研究された技術を使用すれば我が国における静止衛星によるSARシステムの構築も可能であろう。

本研究は基礎研究ではあったが、今後我国にとって太平洋域での静止衛星利用救難システム実現への可能性を示した。システム実現に向けて詳細設計などの研究及び行政機関の取り組みを期待する。

### 掲載文献

- (1) 藤田：“静止衛星を利用する航空機用救命無線機”，電子情報通信学会宇宙航行エレクトロニクス研究会，SANE2002-81，平成15年2月

# IGS への参画による SBAS 監視局の高精度位置決定に関する研究【基盤研究／一般勘定】

担 当 部 衛星技術部  
担 当 者 ○新井直樹  
研究期間 平成14年度

## 1. はじめに

GPSの補強システムの一つとして、静止衛星型衛星航法補強システム (SBAS) の導入が計画されている。わが国においても運輸多目的衛星 (MTSAT) による衛星航法補強システム (MSAS) の整備が進められている。

SBASでは衛星の軌道を高精度に評定することが必要であるが、そのためにはSBAS監視局のアンテナ位相中心を、常時高い精度で決定する必要がある。しかし、日本列島は複数のプレートが複雑に衝突する特異な構造であるため、日本列島内で各監視局の移動速度とその方向が大きく異なること、湿度が高く大気の変延による伝搬誤差の変化が大きいこと等から、監視局の位置を高い精度で決定することは難しい。現在、日本国内におけるMSAS監視局のアンテナ位相中心の決定は、国土地理院の電子基準点および日本国内数ヶ所の国際GPS事業 (IGS) 観測点を用いて行われているが、これらの観測点におけるデータ欠測等の障害時には、MSAS監視局の高精度な位置決定は困難となる。そのため、IGSの観測点として継続して長期間の観測を行い、MSAS監視局の位置決定に利用できる国内の基準点の増加が期待されている。

このような背景から、世界的な測地系に結合した高精度な観測点位置を得ること、得られた観測点位置を元にMSAS監視局のアンテナの高精度位置決定に利用することを目的とし、観測点としてIGSに参画し、GPS等の観測データを提供することとした。

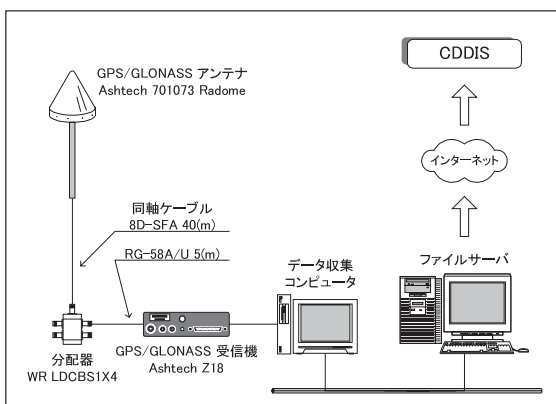


図1 観測点 MTKA の構成

## 2. 観測点の構成

IGSは、GPS等の衛星航法システムの観測、解析を目的とした非営利の組織で、世界各国の研究機関等が参加している。本研究では、東京都調布市の電子航法研究所内に観測点を設置し、平成14年6月にIGSの観測点として承認された。観測点のサイトコードはMTKA (Mitaka A Site) である。観測点 MTKA の構成を図1に示す。

受信機で観測したデータはファイルサーバに保存し、毎日一定の時刻に、インターネットを経由してIGSのデータセンタに転送している。転送されたデータは、IGSにおいてその品質が検証される。IGSによるデータ検証の例を図2に示す。

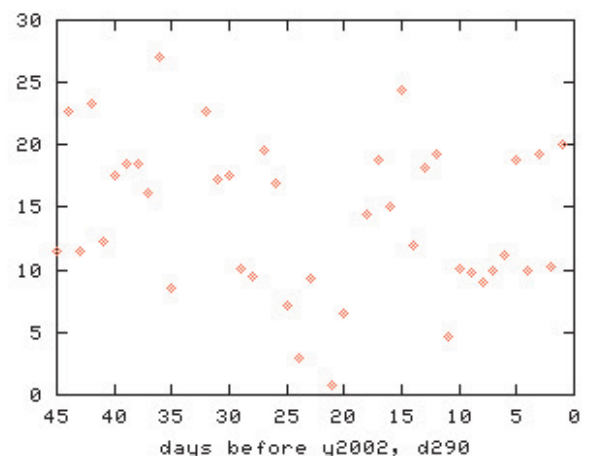


図2 IGSによるデータ検証の例  
MTKAにおけるサイクルスリップの回数 (×1000)

IGSでは、このようにして世界中の広範囲に設置された観測点のデータを収集・保存し、公開している。さらにこれらのデータを用いて、GPS衛星等の精密軌道情報や地球回転パラメータ等を作成し、一般に提供している。

## 4. おわりに

本研究では、IGSの観測点としてのデータをMSAS監視局の高精度位置決定に利用するとともに、今後も安定した観測・データの提供を続け、測位の分野で貢献する



ことを目指している。なお、本研究は平成14年度で終了し、平成15年度からは「IGS観測点維持運営費」によって観測点の運用を行うこととなっている。

掲載文献

(1) 新井直樹：“電子航法研究所IGS観測点について”，日本測地学会第98回講演会要旨，平成14年10月

## 航空用GNSSの性能向上技術の開発【海外留学／一般勘定】

担 当 部 衛星技術部  
担 当 者 ○坂井丈泰  
研究期間 平成14年10月～平成15年10月

### 1. はじめに

ICAOはFANS構想に基づいて衛星航法システムの導入を進めており、民間航空航法用途に必要な性能を有するシステムをGNSSと呼んで開発を行ってきた。現在、GNSS国際標準方式の発効にともない数年以内にはSBASが実用化される段階にあり、我が国はSBASのひとつとしてMSASを整備中である。現在のGNSSは米国の運用するGPSをベースとして構築されることとなっているが、すでにGPS自体の性能向上が発表されていることから、これを利用するGNSSとしても性能向上を目指した研究を行う必要がある。

### 2. 研究の概要

本研究では、実用化に向けて開発が進められているGNSSについて、航法精度およびインテグリティの改善をはじめとする性能向上の可能性とそのための方策について研究を行う。研究を有効に進めるため、GNSSに関連する研究を米国FAAより委託されている米国スタンフォード大学に研究者を派遣し、先導的な技術開発を目指すこととした。

平成14年度における主な研究内容は以下のとおり。

- (1) 電離層モデリング方式の検討
- (2) 受信機バイアス測定方式の検討
- (3) 日本付近における電離層分布の観測
- (4) 上記各項目のための処理プログラム作成

### 3. 研究成果

#### 3.1 電離層モデリング方式の検討

日本は低磁気緯度地域に位置するため、高度100～500kmに分布する電離層が活発に活動しており、電離層に起因する測位誤差が大きくかつ不規則である。現状のSBASが用いている平面モデルではこの補正は困難となるため、電離層の三次元的な分布をモデル化する方式を

検討した。この結果、三次元モデルにより、平面モデルと比べて有効な補正が行える見通しを得た。

#### 3.2 受信機バイアス測定方式の検討

電離層誤差の測定には2周波受信機の使用が有効であるが、受信機固有のバイアス誤差が存在することが知られている。電離層観測において障害となるこのバイアス誤差について、複数受信機のネットワークにより測定、除去する方式について検討した。この結果、電離層の三次元モデルに基づいたバイアス誤差推定方式が有効に機能することがわかった。なお、バイアス誤差の大きさは最大で±10m程度である。

#### 3.3 日本付近における電離層分布の観測

国土地理院のGPS測定データを使用して、日本付近の電離層分布を三次元的に観測した。この結果、磁気緯度の低い沖縄地方において大きな電離層誤差が発生する様子をとらえた。

IGSによる世界的観測データを用いた計算も行った結果、特に日本の南西諸島付近および南米大陸上で電離層活動が活発であるとの知見を得た。こうした地域における電離層の様相は現在のSBAS標準方式では想定されていないため、さらにデータを収集し、定量的な分析を実施する必要がある。

#### 3.4 上記各項目のための処理プログラム作成

受信機ネットワークから得られる多量の測定データを処理し、受信機バイアスの推定、電離層分布の推定、電離層三次元モデルの構成、などを行う計算機プログラムを作成した。本プログラムは、今後の解析作業に有用である。

#### 4. おわりに

本研究では、GNSSの性能向上を目的として、現在もっとも大きな影響があると考えられている電離層誤差の観測およびモデル化を中心に研究を進めている。米国のスタンフォード大学に研究者を派遣することにより、相互

に有効な連携のもとに研究が進捗している。

今後は、電離層の時間的変化や磁気嵐発生下での電離層の様相について調査を実施するとともに、低磁気緯度地域向けの電離層補正方式についてその要否を含めて検討する必要がある。

### 移動体に適した位置情報の補正技術に関する調査【受託研究／一般勘定】

担 当 部 衛星技術部  
担 当 者 ○新井直樹 伊藤 憲  
研究期間 平成14年度

#### 1. はじめに

現在GPSは、航空機、船舶及び車両等の移動体における航法のためのシステムとして広く用いられている。しかし利用者の用途によってはGPSの単独測位によって得られる精度（10m程度～）では必ずしも充分ではない。そのためより高い精度を必要とする用途では、GPS衛星からの電波のみで位置決定をせず、誤差を補正する情報（補正情報）を用いて測位補正を行っている。更に、現状のGPS単独の測位では信頼性が保証されていないことから、安全性を重視する用途では何らかの手段を用いて測位結果の信頼性を確保する必要がある。

近年、日本付近で常時高仰角からのサービスが可能な準天頂衛星システムの検討が進められているが、準天頂衛星を利用して補正情報を配信することにより、移動体に適した高精度で信頼性が高い測位システムが実現できる可能性がある。

このような背景から、各種位置情報補正技術の現状を調査するとともに、準天頂衛星システムでの利用を目指し、移動体を対象とした高精度かつ効果的な位置補正情報を提供できる可能性のある技術について検討した。

#### 2. 調査内容

本研究では、移動体に適した位置情報の補正技術について、達成可能なレベル、課題、解決に必要な期間等を調査した。調査項目は以下のとおりである。

- ・ 位置補正技術の現状
- ・ 高精度位置ニーズ
- ・ 各移動体で要求される条件
- ・ 高精度位置生成技術
- ・ 高精度位置生成のための基準点データ収集技術
- ・ 高精度位置補正情報の配信方法
- ・ インテグリティ監視技術

#### 3. 調査結果の概要

##### 3.1 高精度位置生成技術

本調査の結果、位置精度1m～25cmクラスの実現には広域DGPS方式（SBAS方式を含む）、1cmクラスの実現にはRTK方式が適切であると考えられる。ただし、以下の課題については今後解決する必要がある。

- ・ 広域DGPS方式を用いる場合、マルチパス、受信機ノイズ、電離層遅延及び対流圏遅延に関する詳細検討が必要である。
- ・ SBAS方式を用いる場合、補正データ送信を行う衛星の衛星軌道、電離層遅延、GPS衛星の軌道誤差及び対流圏遅延に関する詳細検討が必要である。
- ・ RTK方式を用いる場合、マルチパス、受信機ノイズ、基線長に基づく影響、補正データの時間遅れ、アンビギュイティ決定方法、受信衛星の切り替わりの影響、及びユーザの速度／姿勢変化に関する詳細検討が必要である。さらに、RTK方式を用いた現状のサービスはインテグリティの概念が無いため、インテグリティに関する明確な定義、及び狭域のエリア毎にインテグリティを監視する手法の検討が必要となる。

##### 3.2 データ収集・配信及びインテグリティ監視技術

本調査の結果、基準局設置と補正データ配信方式に関しては、技術的に大きな課題は少ないが、ユーザ側が要求する位置精度、位置更新頻度及び利用エリア等を十分に考慮して選定する必要があると考えられる。

またインテグリティ監視技術に関しては、航空管制の用途についてのみ、その概念が明確化されており、その他の用途については、特性に応じた定義の明確化とアベイラビリティとのトレードオフの検討が必要である。

#### 4. おわりに

今後、移動体向けの高精度位置提供システムの具体的検討を実施するためには、ユーザ要求と環境条件とを吟味し、実現するための技術を詳細に検討するとともに、トレードオフを含めて、各サブシステム（ユーザのサブシステム、センターのサブシステム及び補正データのサブシステム）全体を含めたトータル・システム設計が重

要である。

本研究では、上記の内容を調査報告書にとりまとめた。

#### 掲載文献

- (1) “移動体に適した位置情報補正技術に関する調査報告書”，電子航法研究所，平成15年3月

## 5 研究所報告

No	発行年月	論文名	部 名	著 者
100	平成15年2月	航空通信網（ATN）の研究	航空システム部 管制システム部	板野 賢 塩見 格一
101	平成15年2月	空港面監視システムによる航空機検出の位置精度	航空システム部	加来 信之
102	平成15年2月	モードS拡張スキッタへの非同期混信妨害の統計モデル	電子航法開発部 〃 管制システム部	小瀬木 滋 住谷 泰人 白川 昌之

## 6 要望研究報告

発行年月	表 題	部 名	担 当 者
平成14年5月	SSRモードSシステムの研究（その3） モードSネットワークの開発と評価試験について	航空システム部 〃 〃	三吉 襄 宮崎 裕己 古賀 禎
平成14年7月	ハイインテグリティ・デファレンシャル方式の研究	航空システム部 〃 〃	藤井 直樹 福島荘之介 齊藤 真二
平成14年9月	VHFデジタルリンクの研究	航空システム部 〃 *1 管制システム部 *2 *3 *4 航空システム部 *5	加藤 敏 北折 潤 松下 征二 塩地 誠 藤森 武男 中島 譲治 上野 昌彦 菅沼 誠 大森 晴夫
平成15年2月	CNS/ATMパッケージに対応した空地データリンク 統合化の研究	航空システム部 管制システム部	板野 賢 塩見 格一
平成15年3月	衛星データリンクの研究（10.5kbpsデータ伝送特性 の評価）	衛星技術部 〃 航空システム部	石出 明 藤田 光紘 北折 潤

（発行時所属：\*1東京航空局新東京空港事務所 \*2航空保安大学校岩沼研修センター \*3航空局管制保安部無線課 \*4大阪航空局神戸航空衛星センター \*5関西国際空港株式会社）



## 7 受託研究

件名	委託元	実施主任者
平成14年度JTIDS等国内展開基準の作成委託	国土交通省航空局 無線課	小瀬木 滋
平成14年度航空機アドレス監視データ解析調査委託	国土交通省航空局 無線課	藤井 直樹
航空機内の電磁干渉障害に関する調査	国土交通省航空局 航空機安全課	山本 憲夫
ミリ波／赤外線による衝突防止技術に関する研究	運輸施設整備事業団	山本 憲夫
CNS／ATMシステム等研修3件	国際協力事業団	講師各部より
羽田空港再拡張に係るシミュレーション調査	国土交通省航空局 保安企画課	三垣 充彦
航空機からのダウンルッキングGPS掩蔽観測技術の開発	文部科学省→航空局無線課 (科学技術振興調整費)	藤井 直樹
高度船舶交通管制システムに関する研究	国土交通省総合政策局 技術安全課	水城南海男
移動体に適した位置情報補正技術に関する調査	国土交通省総合政策局 技術安全課	新井 直樹
CATⅢ化に係わる関連施設の電波性能調査	(株)日本空港コンサルタンツ	朝倉 道弘 横山 尚志
航法計器等に対する電波干渉調査分析と評価	(社)電波産業会	山本 憲夫
青森空港高カテゴリー化積雪調査	青森県 青森県土整備事務所	横山 尚志 朝倉 道弘
成田ARTSジャーナルデータ解析作業委託	国土交通省東京航空局 新東京空港事務所	白川 昌之
ARTSジャーナルデータ変換作業委託	国土交通省航空局 管理課	白川 昌之
浮体空港表面の3次元変形によるILS電波へ影響評価	(財)日本造船技術センター	横山 尚志

## 8 共同研究

担当部	相手方	研究課題	実施期間
管制システム部	大阪大学	輻輳海域における海上交通流の予測／制御に関する研究	12.8.10～15.3.31
管制システム部	医療法人祥徳会	カオス理論によるヒューマン・ファクタの計測に関する基礎研究	12.9.1～15.3.31
管制システム部	沖電気(株)	AISの評価方法及びAIS情報のVTSの導入に関する研究	12.8.1～15.3.31
管制システム部	(独)宇宙航空研究開発機構	GPSおよびトンネル表示を用いた曲線進入運航方式の評価	12.9.1～18.3.31
管制システム	(株)オーガス総研	音声による先進的な航空管制業務のための基礎研究	12.10.1～15.3.31
衛星技術部	古野電気(株)	SBAS信号解析・評価共同研究	12.11.27～16.3.31
衛星技術部	(独)通信総合研究所	GPS信号による電離層シンチレーションに関する研究	13.2.1～16.3.31
管制システム部	三菱スペース・ソフトウェア(株)	音声による疲労度計測システムの実用化研究	13.2.16～16.3.31

担当部	相手方	研究課題	実施期間
航空システム部	(学) 早稲田大学国際情報通信研究センター	VDLモード2に関する研究	13.7.27～15.3.31
電子航法開発部	(株) アイ・エイチ・アイ・エアロスペース 日立エンジニアリング(株) (株) アンプレット	ヘリコプタの障害物探知及び衝突警報システムに関する研究	13.7.18～16.3.31
管制システム部	メディカルパレット	カオス論的心身診断手法の開発に係る研究	13.9.19～17.3.31
管制システム部	マルチジェン・ジャパン(株)	航空管制用表示装置における航空機の位置表示方法に関する研究	13.8.23～16.3.31
管制システム部	(株) ジップス	音声認識技術のデータ通信システム等への応用研究	13.8.23～17.3.31
航空システム部	三菱電機(株)	後方乱気流センサーに関する研究	13.10.31～15.3.31
電子航法開発部	フランス国立ニース大学ソフィア・アンティポリ校 フランス国立科学技術研究センター	ヘリコプタの障害物探知及び衝突警報システムに関する研究	13.12.5～17.3.31
管制システム部	山梨大学	カオス論的疲労計測技術に関する実証的研究	14.2.14～15.3.31
電子航法開発部	(株) レンスター	ルーネベルグレンズを利用した航法機器の開発に関する研究	14.4.8～16.3.31
衛星技術部	東京海洋大学	GPSに関するマルチパス特性と電離層・大気圏遅延の評価に関する共同研究	14.6.3～16.3.31
衛星技術部	(独) 宇宙航空研究開発機構	MSAS－GAIAによる次世代航法システムの研究	14.6.3～16.3.31
電子航法開発部	(独) 宇宙航空研究開発機構	飛行実験によるILS進入に対する積雪の影響評価に関する共同研究	14.9.11～16.3.31
衛星技術部	(独) 通信総合研究所	MSASにおける時刻管理とその応用に関する研究	14.11.1～16.3.31
電子航法開発部	青森大学	積雪によるCATⅢILS進入コースの予測技術の研究に関する研究	14.9.11～16.3.31
航空システム部	電気通信大学	菅平衛星追尾システムによるGPS信号品質監視基本データ取得に関する研究	15.3.12～16.3.31

## 9 招聘

担当部	招聘研究者	研究課題	実施期間
電子航法開発部	ChristianPichotduMezeray (フランス国立ニース大学)	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【日本学術振興会】	15.2.28～15.3.13
電子航法開発部	BinDuongNGUYEN(フランス国立ニース大学)	ミリ波／赤外線による衝突防止技術の研究(受託研究)【運輸施設整備事業団】	15.2.28～15.3.20

# 10 研究発表

(1) 第2回研究発表会 (平成14年6月6日, 7日)

1. AIS通信実験とVTSレーダとの画像合成  
管制システム部 塩地 誠  
水城南海男  
沖電気工業 矢内 崇雅  
中島 敏和  
小林 健  
大塚 賢
2. VHFデジタルリンク (VDL) モード2の通信評価実験  
航空システム部 松下 征二  
北折 潤  
加藤 敏  
早稲田大学 津田 良雄
3. 衛星利用ADSの伝送特性改善について  
衛星技術部 石出 明  
藤田 光紘  
航空システム部 北折 潤
4. 知的業務の実施に係る疲労の管理と軽減  
管制システム部 塩見 格一  
航空システム部 板野 賢
5. ジャイロを使用したEVS画像融合の基礎実験  
電子航法開発部 住谷 泰人  
管制システム部 白川 昌之  
電子航法開発部 小瀬木 滋
6. 階段状積雪面によるGPパス幅の変化  
電子航法開発部 横山 尚志  
朝倉 道弘  
田嶋 裕久
7. GBASによる航空機の実時間測位  
航空システム部 齋藤 真二  
福島荘之介  
藤井 直樹
8. 空港シェードライトの開発と飛行実験  
航空システム部 福島荘之介  
齊藤 真二  
藤井 直樹  
東芝社会インフラシステム社 須賀 秀一  
角田 寛人
9. MSASの飛行試験の結果について  
衛星技術部 星野尾一明  
伊藤 実  
新井 直樹  
松永 圭左
10. SBAS比較用GPS衛星精密軌道情報の作成  
衛星技術部 新井 直樹  
星野尾一明  
伊藤 実  
松永 圭左
11. 次世代衛星航法システムの衛星配置について  
衛星技術部 坂井 丈泰  
伊藤 憲  
新美 賢治  
惟村 和宣
12. 障害物探知用FM-CW方式ミリ波レーダ  
電子航法開発部 山本 憲夫  
山田 公男  
米本 成人  
IHIエアロスペース 安井 英己  
日立エンジニアリング 日比 祥博  
アンプレット 根日屋英之  
ニース大学 Claire Migliaccio
13. 航空機で観測される1030MHz信号環境  
電子航法開発部 小瀬木 滋  
住谷 泰人  
管制システム部 白川 昌之

14. 拡張スキッタADS-Bによる航空機監視の実験計画  
航空システム部 三吉 襄  
宮崎 裕己  
古賀 禎
15. SSRモードSネットワークの性能評価について  
航空システム部 宮崎 裕己  
三吉 襄  
古賀 禎
16. マルチチャンネル化空港面ADSシステムの開発  
航空システム部 二瓶 子朗
17. TV画面を用いたASDE補完システム  
航空システム部 加来 信之
18. 直視3次元ディスプレイによる航空機位置表示  
管制システム部 塩見 格一
19. 北太平洋空域での航空機対の3次元距離分布  
電子航法開発部 住谷美登里  
長岡 栄  
天井 治
20. 洋上航空路における航空機対の相対速度の推定  
電子航法開発部 天井 治  
長岡 栄
21. ADS環境下での縦方向衝突危険度の一検討  
電子航法開発部 長岡 栄  
天井 治  
住谷美登里
22. 洋上合流シミュレータについて (2)  
管制システム部 福田 豊  
福島 幸子  
井無田 貴  
岡 恵  
塩見 格一
23. 航空交通流による飛行計画時調整の効果の傾向  
管制システム部 福島 幸子  
福田 豊  
井無田 貴  
岡 恵  
塩見 格一
24. 高速シミュレーションによるターミナル空域内遅延  
時間の一検討  
管制システム部 蔭山 康太



## (2) 所外発表

発 表 題 名	発 表 者	発表年月	発表機関・刊行物名
性格診断のための日常ストレスの定量化手法	塩見 格一 高岡美智子 (メディカルバレット/東京医科歯科大学)	2002.4	第28回性格・行動と脳波研究会
Preliminary Report on MSAS Flight Test	星野尾一明	2002.4	ICAO GNSSP/ WG-A & B
Preliminary Flight Experiment Results of Air Psedolite System in Japan	藤井 直樹 福島荘之介 齋藤 真二 今村 純 (航空局) 須賀 秀一 (東芝社会システムインフラ社) 角田 寛人 (東芝社会システムインフラ社)	2002.4	ICAO GNSS/ WG-B
衝突危険度推定のための航空機対の縦方向相対距離分布モデル	長岡 栄 住谷美登里 天井 治	2002.5	日本信頼性学会 シンポジウム
Analysis of Prediction Error of an ADS	長岡 栄 天井 治	2002.5	ICAO SASP/WG/WHL/1
Modeling the Distribution of Distance separation between the successive Aircraft on a NOPAC Route	長岡 栄 住谷美登里 天井 治	2002.5	ICAO SASP/WG/WHL/1
Reverse path measurement for interference power	小瀬木 滋	2002.5	JTIDS/MIDS Multi National Working Group 2002年第1回会議
空のAIS：航空における監視と通信システム	長岡 栄	2002.5	電波航法研究会
レーダデータによる航空機対の縦方向相対速度分布の推定	天井 治 長岡 栄	2002.5	日本信頼性学会誌 Vol.24 No.3
AWACSレーダがASRに与える影響について	小瀬木滋	2002.5	受託研究報告に関する補足説明
1030MHz帯の信号環境測定	小瀬木 滋 住谷 泰人 白川 昌之	2002.5	電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会
Preliminary Collision Risk Analysis for Evaluating the Feasibility of a 50 NM Longitudinal Separation in a NOPACRoute in ADS Environments	長岡 栄 天井 治 住谷美登里	2002.5	ICAO SASP/WG/WHL/1
Estimating the Distribution of Longitudinal Relative Velocities on a North Pacific Route Using Radar Data	天井 治 長岡 栄	2002.5	ICAO SASP/WG/WHL/I
航空機搭載型GPSダウンルッキング観測計画の概要	吉原 貴之 津田 敏隆 (京都大学宇宙電波科学研究センター)	2002.5	ポスター発表
VDL Mode 2 Physical Layer Validation Test	加藤 敏	2002.5	ICAO AMCP/WG-A
発話音声による心身状態の診断可能性について	塩見 格一 高岡美智子 (メディカルバレット/東京医科歯科大学) 荒木 孝二 (東京医科歯科大学) 小野 繁 (東京医科歯科大学) 丸山 智也 (ジップス) 池田 典仁 (ジップス) 渡辺 充 (ジップス)	2002.5	総合健診 (日本総合健診医学会誌)
MSAS飛行試験結果	星野尾一明	2002.5	日本航海学会 2002年春期GPS研究会

発 表 題 名	発 表 者	発表年月	発表機関・刊行物名
Preliminary Analysis of the Effect of Ionospheric Scintillation on the MTSAT Satellite-based Augmentation System (MSAS)	松永 圭左 星野尾一明	2002.5	The 10th International Ionospheric Effect Symposium (IES2002)
Flight Experiments of DGPS Approaches and Landings on a Megafloat Airport Medel	田嶋 裕久 朝倉 道弘	2002.5	Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences
管制間隔の短縮と安全性	長岡 栄	2002.6	航空無線第32号
電力線搬送波通信設備に関する研究会第6回ヒアリングWG 発言要旨	小瀬木 滋	2002.6	総務省 電力線通信設備に関する研究会 ヒアリングWG
空港Pseudoliteの最近の動向	福島荘之介	2002.6	高精度測位社会基盤研究フォーラム
ユーザインターフェースへの音声認識技術の適応の可能性について	塩見 格一 渡辺 充 (ジップス) 市川 博丈 (沖電気工業) マークブラウン (沖電気工業)	2002.6	第26回船舶安全研究会
発話音声と疲労のカオス論的分析	塩見 格一	2002.6	TFOS S.G. (Total Flight Operation Safety Study Group) 発表会
MSAS飛行試験について	星野尾一明	2002.6	航空無線第32号
MSAS Flight Test	星野尾一明	2002.6	第11回衛星航法補強システム相互運用性ワーキンググループ会議
Effect of Ionospheric Scintillation on GPS Signal in Japan	星野尾一明	2002.6	第11回衛星航法補強システム相互運用性ワーキンググループ会議
日本におけるGPS信号による電離層シンチレーションの観測	星野尾一明	2002.6	第3回 MSAS技術評価検討委員会
EGNOS, Galileo 計画の概要	河合 良則	2002.6	航空無線第32号
平成14年度電子航法研究所研究発表会について	河合 良則	2002.6	CABレター (518号)
マイクロ波を用いた新着陸システムの開発と評価	田嶋 裕久	2002.7	学位申請論文
キネマティックGPSの飛行実験結果	田嶋 裕久	2002.7	航空振興財団全天候航法方式小委員会
北太平洋域内の最接近航空機間の距離の調査	住谷美登里 長岡 栄 天井 治	2002.7	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会
海上空港の地面構造によるILSグライドパスへの影響の軽減方法	横山 尚志 佐藤 千昭 (日本造船技術センター) 宮島 省吾 (三井造船昭島研究所)	2002.7	宇宙・航行エレクトロニクス研究会 (SANE)
技術開発と評価試験	東福寺則保	2002.7	航空保安大学校岩沼研修センター
Analytical Results of Unauthorized Aircraft Address Measured By Aircraft Address Monitoring System	藤井 直樹 堀越 文樹 (航空局) 中村 寿男 (日本電気)	2002.7	ASIA/PAC Air Navigation Planning and Implementation Regional Group (APANPIRG) 第6CNS/MET会議
空港シュードライトの性能評価	福島荘之介 齊藤 真二 藤井 直樹 須賀 秀一 (東芝社会システムインフラ社) 角田 寛人 (東芝社会システムインフラ社)	2002.7	電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会

発 表 題 名	発 表 者	発表年月	発表機関・刊行物名
東行き PACOTSトラックによる調整量の検討	福島 幸子 福田 豊 井無田 貴 岡 恵 塩見 格一	2002.7	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会
GPS補強のための気圧高度計の補正	坂井 丈泰 惟村 和宣 新美 賢治	2002.7	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会
航空機の自動従属監視による縦方向予測誤差分布	河道 貴宏 (研修生(日本大学)) 長岡 栄 天井 治 高橋 聖 (日本大学) 中村 英夫 (日本大学)	2002.8	電気学会産業応用部門大会
モードS概説書 1.3章および4.3章～4.6章	小瀬木 滋 堀越 文樹 (航空局) 臼井 範和 (航空局) 宮崎 裕己	2002.8	国土交通省航空局 モードS概説書
空港内車両位置情報システム	二瓶 子朗	2002.8	日本工業出版株式会社「検査技術」
Simulation on log-on procedures in the event of satellite failure	石出 明 藤田 光紘	2002.8	ICAO AMCP/WG-M
A New Concept of Satellite-based Automatic Dependent Surveillance	石出 明	2002.8	ICAO AMCP/WG-M
Preliminary Analysis of the Effects of Ionospheric Scintillation on the MTSAT Satellite-based Augmentation System (MSAS)	松永 圭左 星野尾一明 Robert S.Conker (The MITRE Corporation) Markry EL-Arini (The MITRE Corporation)	2002.8	Sixth SBAS-IONO Meeting
航空機遠隔協調監視システム	小瀬木 滋	2002.9	2002年電子情報通信学会ソサエティ大会
自動従属監視の観測位置による縦方向予測誤差の変化	河道 貴宏 (研修生(日本大学)) 長岡 栄 天井 治 高橋 聖 (日本大学) 中村 英夫 (日本大学)	2002.9	2002年電子情報通信学会ソサエティ大会
ADS使用時における50NM縦間隔の安全性評価	長岡 栄 住谷美登里 天井 治	2002.9	2002年電子情報通信学会ソサエティ大会
空対空通信のための洋上交通流の調査－航空機対の距離について－	住谷美登里 長岡 栄 天井 治	2002.9	航空無線第33号
ADS環境下での縦方向衝突危険度の推定における諸問題	長岡 栄	2002.9	日本航海学会航法研究会 AUNAR部会
第6回確率論的安全性評価・管理に関する国際会議 (PSAM6) に参加して	長岡 栄	2002.9	日本信頼性学会誌
全方位光学センサを用いた区域内監視方式の提案	北折 潤	2002.9	2002年電子情報通信学会ソサエティ大会
空港シェードライトの飛行実験	福島 荘之介 齊藤 真二 藤井 直樹 須賀 秀一 (東芝社会システムインフラ社) 角田 寛人 (東芝社会システムインフラ社)	2002.9	2002年電子情報通信学会ソサエティ大会

発 表 題 名	発 表 者	発表年月	発表機関・刊行物名
Airprt Psedolite Flight Experiments	須賀 秀一 (東芝社会システムインフラ社) 角田 寛人 (東芝社会システムインフラ社) 藤井 直樹 福島荘之介 齊藤 真二	2002.9	ION GPS 2002 (米国航海学会 GPS会議)
理解するためのGPS測位計算プログラム入門 (その1) WGS84と座標変換のはなし	福島荘之介	2002.9	財団法人航空保安無線システム協会発行・航空無線(プログラムリストはインターネットの以下のアドレスから配布する) <a href="http://www.enri.go.jp/~fks442/K-MUSEN/">http://www.enri.go.jp/~fks442/K-MUSEN/</a>
洋上航空交通密度による飛行計画時調整の比較	福島 幸子 井無田 貴 福田 豊	2002.9	2002年電子情報通信学会ソサエティ大会
発話音声による心身診断手法とその可能性	塩見 格一	2002.9	米国交通安全局への予算申請書
Evaluation of Mental Status by Uttered Voice	塩見 格一	2002.9	米国交通安全局への予算申請書に添付
航空交通システムにおける安全の原理	塩見 格一	2002.9	国際交通安全学会誌 IATSS review Vol.27,No.3
SBAS比較用GPS衛星精密軌道情報の作成	新井 直樹	2002.9	航空無線第33号
準天頂長楕円衛星の航法用信号特性	坂井 丈泰 伊藤 憲 惟村 和宣 新美 賢治	2002.9	2002年電子情報通信学会ソサエティ大会
静止衛星型衛星航法補強システムMSAS飛行実験	星野尾一明	2002.9	日本機械学会交通・物流部門ニュースレターNo.42/ホームページ
GPS(全地球的測位システム)の現状と動向	坂井 丈泰	2002.9	計測と制御(計測自動制御学会誌)
衛星利用ADSの伝送特性改善について	石出 明 藤田 光紘 北折 潤	2002.9	航空無線第33号
MSAS Flight Test And Its Progress	松永 圭左 星野尾一明 今村 純(航空局) 橋本 豊雄(古野電気)	2002.9	ION GPS 2002(米国航海学会GPS会議)
Ionospheric Scintillation on GPS signals in Japan	星野尾一明	2002.9	第2回APEC GIT会議
第2回電子航法研究所研究発表会の概要	河合 良則	2002.9	航空無線第33号
Galileo計画の概要	河合 良則	2002.9	航空無線第33号
Millimeter Wave Radar for the Obstacle Detection and Warning System for Helicopters	山本 憲夫 山田 公男 米本 成人 安井 英己(IHIエアロスペース) 根日屋英之(アンプレット) Claire Migliaccio(ニース大学)	2002.10	IEE(英国電気学会)
GP反射面の積雪形状によるGPパス幅の変化について	横山 尚志 戸川 齊 (トーキン・イ・エム・シ・エンジニアリング) 中田 和一(青森大学)	2002.10	日本氷雪学会 全国大会



発 表 題 名	発 表 者	発表年月	発表機関・刊行物名
ヘリコプタの障害物探知用ミリ波レーダ	山本 憲夫 山田 公男 米本 成人 安井 英己 (IHエアロスペース) 那須 清二 (日立エンジニアリング) 根日屋英之 (アンプレット) C.Migliaccio (ニース大学)	2002.10	日本航空宇宙学会第40回飛行機シンポジウム
縦方向の衝突危険度の推定に用いる距離間隔分布のモデル	長岡 栄 住谷美登里 天井 治	2002.10	日本航海学会秋季講演会
自動従属監視による縦方向予測誤差の調査	河道 貴宏 (研修生(日本大学)) 長岡 栄 天井 治 高橋 聖 (日本大学) 中村 英夫 (日本大学)	2002.10	電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会
94GHz FM-CW レーダによる電波無響室の壁面反射測定	米本 成人 小瀬木 滋 山本 憲夫 山田 公男	2002.10	電子情報通信学会電磁環境工学研究会
GPS位置情報と姿勢情報に基づく3D画像と景観の照合	住谷 泰人 白川 昌之 小瀬 木滋	2002.10	電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会
洋上航空路におけるADS使用時の縦方向衝突危険度	長岡 栄 天井 治 住谷美登里	2002.10	電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会
A Collision Risk Analysis for Identical Tracks in the North Pacific Oceanic Airspace Based on a Monte Carlo Simulation	長岡 栄 天井 治 住谷美登里	2002.10	ICAOバンコク事務所に提出
Issues on JTIDS Frequency Clearance in Japan	小瀬木 滋	2002.10	JTIDS/MIDS Multi National Working Group 2002年TI会議
A Collision Risk Analysis for Identical Tracks in the North Pacific Oceanic Airspace Based on a Monte Carlo Simulation	長岡 栄 天井 治 住谷美登里	2002.10	ICAO SASP/WG/WHL/2
Aircraft-type Classification of the Distribution of ADS Prediction Error	河道 貴宏 (研修生(日本大学)) 長岡 栄 天井 治	2002.10	ICAO SASP/WG/WHL/2
最近のILSの高カテゴリー化に関する研究動向	横山 尚志 田嶋 裕久 朝倉 道弘	2002.10	第40回飛行機シンポジウム
電子航法研究所における将来の航空管制業務環境技術に関する研究の紹介	塩見 格一 板野 賢 Mark Brown (沖電気) 鈴木 一 (リアルビズ) 林啓 子 (日本電気) 目黒 也智 (三菱スペース・ソフトウェア)	2002.10	ICAO AMCP/WG神戸会議
A New Concept of Satellite-based Automatic Dependent Surveillance	石出 明 藤田 光紘	2002.10	ICAO AMCP/WG-C
NOCTARN : Trajectory Based CNS/ATM Concept for Small Aircraft	塩見 格一 船引 公平 (航空宇宙技術研究所) 村岡 浩治 (航空宇宙技術研究所) 飯島 朋子 (航空宇宙技術研究所)	2002.10	21st Digital Avionics Conference

発 表 題 名	発 表 者	発表年月	発表機関・刊行物名
空港シュードライトの研究動向と飛行実験	福島 荘之介 齊藤 真二 藤井 直樹 須賀 秀一 (東芝社会システムインフラ社) 角田 寛人 (東芝社会システムインフラ社)	2002.10	日本航海学会 (航空宇宙研究会) 秋季学会
Analytical Results of Unauthorized Aircraft Address Measured by Aircraft Address Monitoring System	藤井 直樹 堀越 文樹 (航空局) 中村 寿男 (日本電気)	2002.10	ICAO SCRSP/WG-B
VDL Mode2 Subnetwork Layer Validation Test	加藤 敏	2002.10	ICAO AMCP/WG-C
Flight Experiment Results about GBAS	藤井 直樹 福島 荘之介 齊藤 真二 今村 純 (航空局)	2002.10	ICAO SCRSP/WG-B
Airport Vehicle Positioning System (Development of Multi-channel Airport Surface ADS System.)	二瓶 子朗 高橋 秀治 (航空局)	2002.10	ICAO AMCP/WG-C
適応型飛行経路を用いた次世代運航方式の研究	塩見 格一 船引 公平 (航空宇宙技術研究所) 村岡 浩治 (航空宇宙技術研究所) 飯島 朋子 (航空宇宙技術研究所)	2002.10	航空安全・環境技術研究の研究報告会
電子航法研究所 IGS 観測点について	新井 直樹	2002.10	日本測地学会第98回講演会
Ionospheric Scintillation Effect on GPS signals in Japan	松永 圭左 星野尾一明 五十嵐善良 (通信総合研究所)	2002.10	航空宇宙学会 第46回宇宙科学技術連合講演会
The trend of the RA report based on the principal component analysis in 2002	住谷 泰人 小瀬木 滋 白川 昌之 白井 範和 (航空局)	2002.11	ICAO SCRS/WG-A
Research Plan in 2002 between ENRI and Nice University	米本 成人 山本 憲夫 山田 公男	2002.11	仏国ニース大学・研究討議資料
The Trend of the Results of ACAS II Operational Monitoring in Japan, Second Report of 2002	住谷 泰人 小瀬木 滋 白川 昌之 白井 範和 (航空局)	2002.11	ICAO SCRS/WG-A
衛星利用ADSの伝送特性改善について	石出 明 藤田 光紘	2002.11	情報処理方式小委員会
洋上空域の航空交通量と航空機間隔の関係	福田 豊 福島 幸子	2002.11	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会
発話分析から考える脳機能モデル	塩見 格一 高岡美智子	2002.11	感性ダイナミックシンポジウム
空港内車両位置情報システム	二瓶 子朗	2002.11	新東京空港に勤務する技術者の会セミナー「衛星と航空のつどい」

発 表 題 名	発 表 者	発表年月	発表機関・刊行物名
Vivaldi Antenna for Obstacle Detection and Warning System at 94GHz	Claire Migliaccio B.D.Nguyen (ニース大学電子アンテナ通信研究所) J.L.Le Sonn (ニース大学電子アンテナ通信研究所) C.Pichot (ニース大学電子アンテナ通信研究所) 山本 憲夫 米本 成人 山田 公男 N.Rolland (フランス北部電子・マイクロ電子研究所) K.Vanoverschelde (フランス北部電子・マイクロ電子研究所)	2002.11	JINA2002 (アンテナに関するシンポジウム)
Power Estimation in 1030MHz at Civil Aircraft on Airport	小瀬木 滋	2002.12	JTIDS/MIDS 日米技術交流 (TI) 会議
縦方向の衝突危険度モデルの適用限界	長岡 栄	2002.12	電子情報通信学会論文誌A
洋上航空路の対角線方向の衝突危険度の区間推定	長岡 栄 天井 治	2002.12	電子情報通信学会論文誌A
洋上航空路AdHocネットワークの提案 A Proposal of an Ad Hoc Network on Oceanic Flight Route	津田 良雄 (早稲田大学大学院/日本航空) 宗春 毅 (早稲田大学大学院研修生) 嶋本 薫 (早稲田大学大学院教授) 松下 征二 北折 潤 加藤 敏	2002.12	電子情報通信学会論文誌 (2002年12月号)
海のADS-B AIS：船舶自動識別装置	塩地 誠	2002.12	航空無線第34号
A New Concept of Satellite-based Automatic Dependent Surveillance	石出 明 藤田 光紘	2002.12	ICAO AMCP/WG-M
GPS衛星電波を用いた気象学的应用技術 低軌道衛星, 航空機搭載型GPS受信機を用いた大気掩蔽観測について	吉原 貴之 藤井 直樹 星野尾一明 松永 圭左 齊藤 真二 津田 敏隆 (京都大学)	2002.12	航空振興財団 衛星利用方式小委員会
GPSを活用した空港除雪作業の効率化 空港内車両位置情報システムについて	二瓶 子朗	2002.12	財団法人港湾空港建設技術サービスセンター「次世代空港除雪・融雪システム開発研究会」第4回委員会
アプローチ時におけるGBASの測位精度と有効性	齋藤 真二 福島荘之介 吉原 貴之 藤井 直樹	2002.12	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会
小型航空機向けの運航支援情報通信機器について	塩地 誠	2002.12	東京管制部管制通信官業務研修
MTSATを用いる航空衛星システム	伊藤 憲	2002.12	東京管制部管制通信官研修
GPSの基礎と交通・流通分野への応用	伊藤 憲	2002.12	日本機械学会 宇宙サロン「GPSの活用と将来」

発 表 題 名	発 表 者	発表年月	発表機関・刊行物名
Details of down-looking observation plan from aircraft	吉原 貴之 藤井 直樹 星野 尾一明 齊藤 真二 松永 圭左 津田 敏隆 (京都大学)	2003.1	International Workshop on GPS Meteorology
航空交通管理について	白川 昌之	2003.1	航空振興財団
声から探る脳機能	塩見 格一	2003.1	東京工業大学 大学院総合科目講義「生命科学の基礎と応用」
平成15年新年挨拶文	大沼 正彦	2003.1	第3空港建設ニュース1月7日号
理解するための GPS測位計算プログラム入門 (その2) GPS衛星の軌道計算のはなし	福島荘之介	2003.1	財団法人航空保安無線システム協会発行・航空無線(プログラムリストはインターネットの以下のアドレスから配布する) <a href="http://www.enri.go.jp/~fks442/K-MUSEN/">http://www.enri.go.jp/~fks442/K-MUSEN/</a>
VDLモード2の電波伝搬特性	北折 潤 津田 良雄 (早稲田大学) 松下 征二 (東京航空局) 加藤 敏 嶋本 薫 (早稲田大学)	2003.1	電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会
Impacts of Radio interference on VDL Mode 3	中谷 泰欣 北折 潤	2003.1	ICAO AMCP/WG-B
SSRモードSネットワークの評価について	宮崎 裕己 三吉 襄	2003.1	航空振興財団 情報処理方式小委員会
Experimental GBAS Performance at the Approach Phase	齊藤 真二 福島荘之介 吉原 貴之 藤井 直樹	2003.1	The Institute of Navigation
Details of down-looking observation plan from aircraft.	吉原 貴之 藤井 直樹 星野尾一明 齊藤 真二 松永 圭左 津田 敏隆 (京都大学)	2003.1	International Workshop on GPS Meteorology proceeding
主成分分析に基づくパイロットコメントシートの傾向	住谷 泰人 小瀬木 滋 白川 昌之	2003.2	電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会
CAT III ILS グライドパスの空間誤差予測に関する積雪実験	横山 尚志 朝倉 道弘 田嶋 裕久 中田 和一 (青森大学)	2003.2	全天候委員会
航空機の動態情報を利用する近接検出手法	福田 豊	2003.2	電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会
成田ARTSジャーナル解析	白川 昌之 住谷 泰人	2003.2	受託研究報告書
Development & Evaluation of VDL Mode3	加藤 敏	2003.2	FAA William J. Hughes Technical Center
収縮法を用いた空港面探知レーダのクラッタ抑圧効果	加来 信之 三輪 進 (東京電機大学)	2003.2	宇宙航行エレクトロニクス委員会



発 表 題 名	発 表 者	発表年月	発表機関・刊行物名
光波レーダを用いた航空機後方乱気流の観測	酒巻 洋 (三菱電機) 若山 俊夫 (三菱電機) 岡村 敦 (三菱電機) 柳沢 隆行 (三菱電機) 浅香 公雄 (三菱電機) 平野 嘉仁 (三菱電機) 大鋸 康功 (三菱電機) 加来 信之	2003.2	宇宙航行エレクトロニクス委員会
アプローチ時における GBAS の測位精度と有効性について	齊藤 真二 福島 莊之介 吉原 貴之 藤井 直樹	2003.2	航空振興財団 衛星利用小委員会
A-SMGCS の移動体監視について ＜空港面 ADS システムの開発＞	二瓶 子朗	2003.2	財団法人 航空保安センター 第3回「先進型地上走行誘導 管制 (A-SMGC) システムに 関する調査」委員会
短縮縦間隔環境下における縦方向距離間隔の模擬 分布のモデル化	長岡 栄 住谷美登里 天井 治	2003.2	日本航海学会論文集
Emergency Locator Transmitter for geostationary satellite search and rescue system	藤田 光紘	2003.2	電子情報通信学会・宇宙航 行エレクトロニクス研究会
GPS 技術入門	坂井 丈泰	2003.2	東京電機大学出版局
Flight evaluation of the next-generation navigation system MSAS-GAIA-interim report-	星野尾一明 張替 正敏 (航空宇宙技術研究所)	2003.2	アジア太平洋経済協力全地 球的航法衛星システム整備 チーム第3回会議
放送型自動従属監視 ADS-B と SSR 干渉について	三吉 襄 宮崎 裕己	2003.3	2003 年電子情報通信学会総 合大会
An error source of signal environment estimation in 1090 MHz	小瀬木 滋	2003.3	2003 年電子情報通信学会総 合大会
3D 画像と景観の融合における画像色の一検討	住谷 泰人 白川 昌之 小瀬木 滋	2003.3	2003 年電子情報通信学会総 合大会
ヘリコプタの障害物探知用ミリ波レーダの距離精 度	山本 憲夫 山田 公男 米本 成人 シャンカーマンシュレスト (電気通信大学) 安井 英己 (IHIエアロスペース) 那須 清二 (日立エンジニアリング) 根日屋英之 (アンプレット)	2003.3	2003 年電子情報通信学会総 合大会
衝突危険度モデルの縦方向平均相対速力の算出	長岡 栄	2003.3	2003 年電子情報通信学会総 合大会
洋上航空路における航空機の近接通過頻度の長期 的变化について	天井 治	2003.3	電子情報通信学会安全性研 究会
モンテカルロ法による衝突危険度モデル・パラメ ータの推定	長岡 栄	2003.3	電子情報通信学会安全性研 究会
青森空港高カテゴリー化積雪調査報告書	横山 尚志 朝倉 道弘	2003.3	受託研究報告書
受託研究報告書 JTIDS 等国内展開基準の作成	小瀬木 滋 田嶋 裕久	2003.3	受託研究報告書
Along-track ADS Prediction Error Distributions Classified by Aircraft-type	河道 貴宏 (研修生(日本大学)) 長岡 栄 天井 治 高橋 聖 (日本大学) 中村 英夫 (日本大学)	2003.3	2003 年電子情報通信学会総 合大会

発 表 題 名	発 表 者	発表年月	発表機関・刊行物名
障害物探知・衝突警報システムにおける動画像融合による線状障害物の提示	米本 成人 山本 憲夫 山田 公男	2003.3	2003年電子情報通信学会総合大会
CATⅢ化に係わる関連施設の電波性能調査	朝倉 道弘 横山 尚志	2003.3	受託研究報告書
人間を裏切らないシステムを作り上げるために	塩見 格一	2003.3	クリティカルソフトウェアワークショップ2003
航空交通管理の数理モデル化について	金田 直樹	2003.3	2003年電子情報通信学会総合大会
移動体に適した位置情報補正技術に関する調査報告書	新井 直樹 伊藤 憲	2003.3	受託研究報告書
Computation of GPS continuity with consideration of progress of time	坂井 丈泰 惟村 和宣	2003.3	Electronics and Communications in Japan
航空機アドレス監視データ解析調査報告書	藤井 直樹	2003.3	受託研究報告書
マルチチャンネル化空港面ADSシステムの開発	二瓶 子朗	2003.3	2003年電子情報通信学会総合大会
光波レーダを用いた航空機後方乱気流の観測	酒巻 洋 (三菱電機) 若山 俊夫 (三菱電機) 岡村 敦 (三菱電機) 柳沢 隆行 (三菱電機) 浅香 公雄 (三菱電機) 平野 嘉仁 (三菱電機) 大鋸 康功 (三菱電機) 加来 信之	2003.3	2003年電子情報通信学会総合大会
空港面監視システムの検出精度	加来 信之	2003.3	2003年電子情報通信学会総合大会
十字窓収縮法によるレーダ信号処理	菊地沙和子 (東京電機大学) 幸谷 智 (東京電機大学) 小林 岳彦 (東京電機大学) 三輪 進 (東京電機大学) 加来 信之	2003.3	2003年電子情報通信学会総合大会
SSRモードSネットワークによる高度運用	宮崎 裕己 三吉 襄	2003.3	2003年電子情報通信学会総合大会
SSRモードSネットワークの評価について	宮崎 裕己	2003.3	航空振興財団 情報処理方式小委員会平成14年度報告書
Proposed Annex 10, Volume 4, Chapter 3 Changes Related to the Updating of the link capability report	宮崎 裕己	2003.3	ICAO SCRSP テクニカル・サブグループ
航空機からのダウンルッキングGPS掩蔽観測の飛行実験計画	吉原 貴之 藤井 直樹 星野尾一明 松永 圭左 齊藤 真二 津田 敏隆 (京都大学)	2003.3	2003年電子情報通信学会総合大会
SSRモードSネットワークによる高度運用	宮崎 裕己 三吉 襄	2003.3	2003年電子情報通信学会総合大会
GBAS (Ground-Based Argument System) における電離層遅延に起因する残留誤差の評価について	吉原 貴之 藤井 直樹	2003.3	2003年電子情報通信学会総合大会
次世代型航法システムの研究開発を開始-MSAS-GAIA統合システムを飛行評価-	星野尾一明 張替 正敏 (航空宇宙技術研究所) 富田 博史 (航空宇宙技術研究所)	2003.3	航空無線第35号
ポーリング方式ADSの伝送特性	石出 明 藤田 光紘	2003.3	2003年電子情報通信学会総合大会
GPS受信機の干渉波による影響	伊藤 実 星野尾一明	2003.3	2003年電子情報通信学会総合大会
SBASへの電離層遅延, シンチレーションの影響	松永 圭左 星野尾一明	2003.3	第1回 電離圏の利用と影響に関するシンポジウム

# 11 知的財産権

## (1) 特許権

発 明 の 名 称	発 明 者	出願年月日	登録番号	登録年月日
全方向式無線方位方式	田中 修一 二瓶 子朗 山本 憲夫	57.5.17	1487245	元.3.23
一方向測距装置	田中 修一 二瓶 子朗 山本 憲夫	57.11.12	1500115	元.6.28
一方向測距装置	田中 修一	57.5.17	1540108	2.1.31
VOR受信装置	田中 修一 二瓶 子朗	58.12.20	1599149	3.1.31
SSR方式による航空機識別装置	石橋 寅雄	60.5.9	1613239	3.8.15
DSB方式ドップラーVORモニタ方法	田中 修一 二瓶 子朗	62.10.29	1731867	5.2.17
アンテナ故障検知装置	田中 修一 長岡 政四	63.1.13	1739963	5.3.15
併設用空中線装置	横山 尚志 田嶋 裕久 藤井 直樹 長谷川英雄	62.5.12	1778682	5.8.13
レーダ信号伝送方式とその送受信装置	加来 信之	63.12.6	1778723	5.8.13
電子ゴニオメータ	田中 修一	61.10.23	1791791	5.10.14
信号発生器	田中 修一 二瓶 子朗	元.12.11	1813658	6.1.18
対数周期ダイポールアンテナを用いたILSロー カラライザーのモニター装置	石橋 寅雄	61.4.9	1828295	6.3.15
移動目標信号伝送方式とその送受信装置	加来 信之	元.2.9	1838414	6.4.25
電子走査アンテナ故障検知方式	横山 尚志 田嶋 裕久 藤井 直樹 長谷川英雄	元.2.9	1875585	6.10.7
レーダの偽像抑制装置	水城南海男	58.4.6	1917847	7.4.7
ドップラーVORのアンテナ切換給電方法	二瓶 子朗 田中 修一	2.3.16	1928084	7.5.12
二次レーダによる航空機の識別方法およびその 装置	石橋 寅雄	元.11.20	2517848	8.5.17
二次レーダの応答信号識別方法	塩見 格一 石橋 寅雄	元.3.29	2053799	8.5.23
航空機、車輛の応答信号識別方法およびその装置	塩見 格一 石橋 寅雄	4.2.3	2600093	9.1.29
空港面における航空機識別方法およびその航空機 自動識別装置	加来 信之 塩見 格一	4.12.4	2600098	9.1.29
魚眼レンズを用いた測位方法およびその装置	塩見 格一	4.6.11	2611173	9.2.27
被管制対象監視システム	塩見 格一 (株) 東芝	6.3.11	2619217	9.3.11
シークラッタ抑圧方法	渡辺 泰夫 水城南海男 日本無線 (株)	5.5.27	2653747	9.5.23
空港面における航空機識別方法およびその識別 装置	加来 信之 北館 勝彦	7.6.23	2666891	9.6.27
飛行場運航票管理システムのユーザインターフ ェース装置	塩見 格一 (株) 東芝	6.5.18	2675752	9.7.18
GPS信号による位置決定方法およびその装置	惟村 和宣 松本 千秋 朝倉 道弘	6.3.4	2681029	9.8.1
被管制対象監視システム 外国出願：アメリカ	塩見 格一 (株) 東芝	7.3.9	5,677,841	9.10.14
飛行場運航票管理システムのユーザインターフ ェース装置 (PCT出願：オーストラリア)	塩見 格一 (株) 東芝	7.5.18	680365	9.11.13

発 明 の 名 称	発 明 者	出願年月日	登録番号	登録年月日
被管制対象監視システム	塩見 格一 (株) 東芝	7.2.23	2763272	10.3.27
ターミナル管制用管制卓の航空機位置表示装置	塩見 格一 沖電気工業 (株)	8.6.13	2763521	10.3.27
ターミナル管制用管制卓における管制指示値入力方法	塩見 格一 沖電気工業 (株)	8.6.13	2763522	10.3.27
被管制対象監視システム	塩見 格一 (株) 東芝	6.3.11	2777328	10.5.1
被管制対象監視システム 外国出願：カナダ	塩見 格一 (株) 東芝	7.3.9	2,144,291	10.5.26
航空機管制支援システム	塩見 格一 (株) 東芝	8.3.29	2801883	10.7.10
飛行場運航票管理システムのユーザインターフェース装置 (PCT出願：イギリス)	塩見 格一 (株) 東芝	7.5.18	2295472	10.7.22
被管制対象監視システム	塩見 格一 (株) 東芝	6.3.11	2854799	10.11.20
熱交換器	田嶋 裕久	7.12.19	2852412	10.11.20
誤目標の抑圧方法およびその装置	加来 信之 北館 勝彦	8.11.11	2884071	11.2.12
滑走路予約システム	塩見 格一 (株) 東芝 沖電気工業 (株)	9.6.9	2892336	11.2.26
ターミナル管制用管制卓の航空機位置表示方法	塩見 格一 沖電気工業 (株)	8.6.13	2907328	11.4.2
滑走路予約システム 外国出願：イギリス	塩見 格一 (株) 東芝 沖電気工業 (株)	10.6.5	2327517	11.7.28
航空機管制支援システム 外国出願：アメリカ	塩見 格一 (株) 東芝	9.3.28	5941929	11.8.24
航空機搭載レーダによる着陸方法及びその装置	長谷川英雄 田嶋 裕久	7.12.11	2979133	11.9.17
SSR装置及び航空機二次監視網	塩見 格一 (株) 東芝	10.10.30	2991710	11.10.15
マルチバンドレーダの信号処理方法	水城南海男 日本無線 (株)	5.5.27	3002738	11.11.19
ターミナル管制用管制卓における航空機の順序位置付けのためのユーザーインターフェース装置	塩見 格一 沖電気工業 (株)	8.10.24	3013985	11.12.17
飛行場管制支援システム	塩見 格一 (株) 東芝 沖電気工業 (株)	9.3.26	3017956	11.12.24
航空管制情報統合表示装置	佐藤 裕喜 山崎 俊一	7.4.3	3030329	12.2.10
管制用通信システム	塩見 格一 (株) 東芝	10.12.18	3041284	12.3.3
受動型SSR装置	塩見 格一 (株) 東芝	10.10.30	3041278	12.3.3
滑走路予約システム 外国出願：オーストラリア	塩見 格一 (株) 東芝 沖電気工業 (株)	10.6.5	713823	12.3.23
空港管制用操作卓 意匠登録	塩見 格一 (株) 東芝	10.7.31	1075354	12.4.7
地形表示機能を備えた搭載用航法装置	田中 修一 二瓶子朗	9.6.5	3054685	12.4.14
フェイズドアレイアンテナの位相器の故障箇所の検出方法及びフェイズドアレイアンテナの給電系の移相誤差の検出方法	田嶋 裕久	7.12.19	3060002	12.4.28
自動従属監視環境下における進入管制区航空機個別誘導システム：アメリカ	塩見 格一 沖電気工業 (株) (株) 東芝	10.2.24	6064939	12.5.16
空港管制用操作卓 類似意匠登録	塩見 格一 (株) 東芝	10.7.31	1	12.6.16
移動体の自動従属監視方法およびその装置	田中 修一 二瓶子朗	7.9.28	3081883	12.6.30
飛行場管制支援システム	塩見 格一 (株) 東芝	11.12.17	3086828	12.7.14
レーダ受信画像信号のクラッタ抑圧方法及び装置	加来 信之 東京電機大学	11.4.8	3091880	12.7.28
飛行場管制支援システム：アメリカ	塩見 格一 (株) 東芝 沖電気工業 (株)	10.3.25	6144915	12.11.7
音声による疲労・居眠り検知装置及び記録媒体	塩見 格一 オービス総研 (株)	10.10.5	3151489	13.1.26
航空機管制支援システム：カナダ	塩見 格一 (株) 東芝	9.3.27	2201256	13.2.6



発 明 の 名 称	発 明 者	出願年月日	登録番号	登録年月日
滑走路予約システム：アメリカ	塩見 格一 (株) 東芝 沖電気工業 (株)	10.6.9	6282487	13.8.28
空港面監視装置	加来 信之 北館 勝彦 三菱電機 (株)	8.12.12	3226812	13.8.31
受動型SSR装置	塩見 格一 (株) 東芝	11.11.10	3277194	14.2.15
SSR装置及び航空機二次監視網：PCT出願 アメリカ	塩見 格一 (株) 東芝	11.10.29	6337652	14.1.8
受動型SSR装置：PCT出願 アメリカ	塩見 格一 (株) 東芝	11.10.29	6344820	14.2.5
管制通信発出システム	塩見 格一 (株) 東芝	11.3.19	3300681	14.4.19
滑走路予約システム カナダ	塩見 格一 (株) 東芝 沖電気工業 (株)	10.6.8	2239967	14.7.30
被管制対象監視システム：欧州特許庁 (イギリス・ドイツ・フランス)	塩見 格一 (株) 東芝	7.3.8	671634	14.10.2
GPS及びその補強システムを用いた航法システムにおけるアベイラビリティ取得方法及びその装置	福島荘之介	12.7.26	3412011	15.3.28

※ ■■■ は、平成14年度に実施されたものである。

## (2) 出願中の特許

発 明 の 名 称	発 明 者	出願年月日	出願番号
飛行場運航票管理システムのユーザインタフェース装置 PCT出願：カナダ	塩見 格一 (株) 東芝	7.5.18	2,167,516
マルチバンドレーダ装置並びにこれに適する方法及び回路	水城南海男 日本無線 (株)	8.12.5	8-325628
航空交通シミュレータ	塩見 格一 (株) CRC総合研究所	9.12.22	9-353463
自動従属監視環境下における進入管制区航空機個別誘導システム (外国出願：韓国)	塩見 格一 沖電気工業 (株)	10.2.26	6160/1998
無線通信ネットワークシステム	(株) 東芝		
	田中 修一 二瓶 子朗	10.6.4	10-172173
	クラリオン (株)		
無線ネットワークを使用した移動体測位システム	田中 修一 二瓶 子朗	10.6.4	10-172174
	クラリオン (株)		
飛行場運航票管理システムのユーザインタフェース装置 (PCT出願：アメリカ)	塩見 格一 (株) 東芝	11.6.10	09/329,293
航空機等の進入コースの変動を防止する積層構造体	横山 尚志	11.9.17	11-262815
受動型SSR装置 (PCT出願：欧州特許庁)	塩見 格一 (株) 東芝	11.10.29	99951156,1
SSR装置及び航空機二次監視網 (PCT出願：欧州特許庁)	塩見 格一 (株) 東芝	11.10.29	99951157,9
航空管制用ヒューマン・マシン・インタフェース装置	塩見 格一 沖電気工業 (株)	11.12.7	11-347123
	(株) 東芝		
管制装置システム	塩見 格一 日本電気 (株)	11.12.8	11-348349
ターゲット選択操作装置	塩見 格一 (株) 東芝	12.3.24	2000-083786
CPDLCメッセージ作成方式	塩見 格一 沖電気工業 (株)	12.3.30	2000-95320
航空管制用管制指示入力装置	塩見 格一 沖電気工業 (株)	12.3.30	2000-92584
CPDLC/AIDC共用管制卓及び同ヒューマン・インタフェース	塩見 格一 沖電気工業 (株)	12.3.30	2000-95323
航空路管制用航空機順序・間隔付けヒューマン・インタフェース	塩見 格一 沖電気工業 (株)	12.3.30	2000-95322
CPDLCメッセージ作成システム	塩見 格一 沖電気工業 (株)	12.3.31	2000-95321
無線ネットワーク制御システム	二瓶 子朗 田中 修一	12.6.6	2000-169539
	クラリオン (株)		
無線ネットワーク測位システム	田中 修一 二瓶 子朗	12.6.6	2000-169538
	クラリオン (株)		
音声による疲労・居眠り検知装置及び記録媒体 (外国出願：アメリカ)	塩見 格一	12.10.19	09/691,126
	オージス総研 (株)		
周辺移動局監視装置、及び周辺移動局監視装置を備えた無線ネットワークシステム	二瓶 子朗 田中 修一	12.11.13	2000-344734
	クラリオン (株)		
複数チャンネルを利用した無線ネットワークシステム及びその制御装置	田中 修一 二瓶 子朗	12.11.13	2000-344733
	クラリオン (株)		
管制装置システム (外国出願：アメリカ)	塩見 格一 日本電気 (株)	12.12.7	09/731,583

発 明 の 名 称	発 明 者	出願年月日	出願番号
カオス論的ヒューマン・ファクタ評価装置	塩見 格一 三菱スペース・ソフトウェア (株) 高岡美智子	13.4.16	2001-116408
無線ネットワークシステム	田中 修一 二瓶 子朗 クラリオン (株)	13.8.8	2001-240906
無線通信ネットワークシステム	田中 修一 二瓶 子朗 クラリオン (株)	13.8.8	2001-240907
無線ネットワークを利用した移動体測位システム	田中 修一 二瓶 子朗 クラリオン (株)	13.8.8	2001-240908
無線ネットワークシステム	田中 修一 二瓶 子朗 クラリオン (株)	13.8.8	2001-240909
誘電率の測定方法及び誘電率測定装置	横山 尚志 トーキョー (株) (株)トーキン・イ・エム・シ・エンジニアリング 青森大学	13.9.6	2001-270985
積雪による ILS のグライドパス進入コース予測方法及びその装置	横山 尚志 トーキョー (株) (株)トーキン・イ・エム・シ・エンジニアリング 青森大学	13.9.6	2001-271091
心身診断システム	塩見 格一 三菱スペース・ソフトウェア (株) 高岡美智子	13.9.14	2001-280105
音声処理装置	塩見 格一 (株)ジップス 高岡美智子	13.9.25	2001-291164
航空管制用表示装置における航空機位置表示方法	塩見 格一 マルチジェン・ジャパン (株)	13.10.24	2001-325991
カオス論的脳機能診断装置	塩見 格一 三菱スペース・ソフトウェア (株)	13.11.13	2001-348108
目標検出システムおよび目標検出方法	加来 信之 三菱電機 (株)	13.12.10	2001-375923
表示画面上への航空機表示方法及びその装置	塩見 格一 沖電気工業 (株)	14.3.5	2002-58392
カオス論的診断感度増感装置	塩見 格一 (株)ジップス 三菱スペース・ソフトウェア (株)	14.3.25	2002-82734
移動体測位方法及び移動体誘導方法	岡田 和男 白川 昌之 塩見 格一 小瀬木 滋 田嶋 裕久 住谷 泰人 米本 成人	14.3.29	2002-93402
カオス論的ヒューマン・ファクタ評価装置 (PCT出願：EP, アメリカ, イスラエル, 韓国, インド)	塩見 格一 三菱スペース・ソフトウェア (株)	14.4.10	JP02/03561
電波反射体を用いた測定装置及びこの測定装置を用いた移動体の航法方法	米本 成人 塩見 格一 (株)レンスター	14.6.28	2002-191295
航空管制用表示装置における航空機位置表示方法 (PCT出願：EP, アメリカ, カナダ, 韓国, 中国, シンガポール, イスラエル, ロシア)	塩見 格一 デジタルズー (株)	14.10.2	JP02/11001

発 明 の 名 称	発 明 者	出願年月日	出願番号
操作卓 意匠	塩見 格一 日本電気(株)	14.10.15	2002-028112
心身診断システム (PCT出願：EP, アメリカ, イスラエル, 韓国, インド, シンガポール)	塩見 格一 高岡 美智子 三菱スペースソフトウェア (株)	14.11.11	JP02/11738
カオス論的脳機能診断装置 (PCT出願：EP, アメリカ, イスラエル, 韓国, インド, シンガポール)	塩見 格一 三菱スペース ソフトウェア (株)	14.11.12	JP02/11764
電子地図情報の補正方法及び移動局位置監視システム	二瓶 子朗 クラリオン (株)	14.11.19	2002-335700
無線ネットワークシステム, 移動局および移動局の制御方法	二瓶 子朗 クラリオン (株)	14.11.19	2002-335698
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	二瓶 子朗 クラリオン (株)	14.11.19	2002-335699
画面情報表示方法, システム及びコンピュータプログラム	塩見 格一 日本電気(株)	15.2.24	2003-15661
カオス論的指標値計算プログラム	塩見 格一 小林 達	15.2.24	2003-045386
心身状態判定システム	塩見 格一 高岡美智子	15.2.24	2003-46428
カオス論的診断感度増感装置 (PCT出願：EP, アメリカ, イスラエル, 韓国, インド, シンガポール)	塩見 格一 (株)ジップス 三菱スペース・ソフトウ エア (株)	15.2.26	JP03/02159
無線通信ネットワークシステム	二瓶 子朗 クラリオン (株)	15.3.28	2003-090443

※ ■■■ は、平成14年度に実施されたものである。



第 3 部  
現 況



# 1 平成14年度に購入した主要機器

- ・ 電磁信号環境記録装置連続記録部インターフェース
- ・ 電磁信号環境記録装置連続記録部記録媒体
- ・ 空中線特性試験装置インピーダンス測定機能
- ・ ミリ波レーダ用信号発生器及びアンテナ
- ・ ダウンルッキング観測用GPSアンテナ
- ・ ポータブルGPSデータロギングシステム
- ・ 単相電源トランス
- ・ カラー・デジタル・フォスファ・オシロスコープ
- ・ GPS－APL受信機
- ・ リアルタイム・スペクトラム・アナライザ
- ・ Cバンド・データリンク受信信号処理装置
- ・ MSASアルゴリズム試験システム
- ・ 洋上可変経路シミュレータ（ハードウェア）
- ・ ホストPC
- ・ 模型実験用グラウンドプレーン
- ・ ADS－B用機上装置
- ・ 航空管制用デジタル対空無線システム実験設備
- ・ 統合化システム
- ・ GPS信号品質監視装置
- ・ スケールモデルローカライザ空中線
- ・ レーダ管制業務機能評価用管制卓モックアップ
- ・ 利用者開放型航空管制情報処理システム
- ・ マルチラテレーション対応ADS－B受信局と送受信局
- ・ マルチラテレーション対応ADS－B地上局用基準送信局
- ・ 重心揺動計測装置
- ・ GBAS用データ計測システム
- ・ 無響室用高性能GPSアンテナ

## 2 主要施設及び機器

### 1 電波無響室

電子航法の分野では、電波を送受信するアンテナの性能や空間中の電波伝搬特性が機器の性能に大きく影響する。このため、アンテナおよび電波伝搬に関する試験研究が重要になっている。当研究所では、これらの試験研究のための実験施設として、電波無響室を整備した。

電波無響室はシールド壁内部を電波吸収材で被覆した構造を持っている。シールド壁により電波が遮蔽されるため、外来電波の影響を受けず研究所周辺への干渉を防止することができる。さらに、電波吸収材により電波の反射を抑制できるため、電波無響室内は広大な自由空間と同様な伝搬特性を実現できる。

電波無響室内では、アンテナの特性測定や空港モデルを用いた着陸進入コースの電波伝搬特性測定などが行われてきている。また、各種の干渉妨害に関する測定実験も行われている。

〔要目概要〕

内装寸法：32×7×5m

周波数範囲：0.5～100GHz以上

反射減衰量：30dB以上

遮蔽減衰量：80dB以上

付 属 設 備：計測室，空調設備，空中線特性試験装置，  
アンテナ回転台移動装置，計測機器ピット，  
各種無線計測機器，非常照明

### 2 アンテナ試験塔

電子航法の研究でアンテナの放射特性及びシステムのコース特性，コース誤差特性等の測定が必要である。

このうち，縮尺模型装置と比較的小型のシステムは電波無響室を使って実験できる。しかし大型のアンテナでは送・受信間距離が大きくなると本来の特性測定ができない場合もあり，研究所構内における航法施設の試験で，実際に近い設置状態で飛行試験を実施したい等の要求も生じる。

アンテナ試験塔はこれらの目的にあうように，高さ19.5メートルでその頂部には直径25メートルのカウンターポイズをもつ鉄塔で，カウンターポイズ上に試験用航法システムのアンテナが設置される。

この試験塔の大きな特徴は，カウンターポイズ中心部の回転機構をもつことで，その下の送信機室と一体構造で回転する。

〔要目概要〕

高 さ：19.5m

カウンターポイズ径：25m（回転部径：13m）

回 転 速 度：毎時1，2，4回転の3段階

### 3 電子計算機システム及びネットワーク

当研究所の電子計算機システムは，昭和41年度に航空管制自動化推進に供するATCシミュレータ整備の一環として導入したNEAC2200#400に始まる。

以降，MELCOM，FACOM，ACOSと言ったメインフレームを中心としたシステムを運用してきたが，平成7年12月に，ネットワーク環境の整備の必要性の高まりと，併せて研究内容の変化に対応させるために，ワークステーションをネットワーク接続したシステムに移行した。

以来今日迄，複数のサーバ・システムと各研究部に設置するローカル・クライアントからなるシステムとしての運用を行っている。

平成13年度以降，現在の供用計算機システムは，演算サーバ，ファイル・サーバ，アプリケーション・サーバ，PCサーバ，WWWサーバから構成されるサーバ群を1G-Baseのデータ転送レートを有する基幹と100Baseの支線を有するネットワークにより接続した構成を有している。

現在当所供用計算機システムは，研究における利用のみならず，WWWサーバによる研究情報の発信やPCサーバによる所内事務の電子化等，より日々の職務に密接したシステムとして運用されている。

〔構成〕

演算サーバ： Cray MTA2

ファイル・サーバ： COMPAQ AlphaServer DS20E × 2

アプリケーション・サーバ： FUJITSU GP400S#60

PCサーバ： COMPAQ ProLiant ML370

WWWサーバ： AlphaStation XP1000

ローカル・クライアント： AlphaStation XP1000

ネットワーク・スイッチ： Extreme Summit 5i +  
16/48

### 4 実験用航空機

電子航法の実験や試験のために航空機をもつことは，当研究所の特色である。

昭和40年7月より，米国のビーチクラフトスーパーH-18型機を使用した。その後，使用10年を経過し，部品入手が困難になったため当機の更新を計画し，昭和49，50年度に米国のビーチクラフトB-99を購入し，昭和50年度10月当研究所に引き渡された。

引続き実験用アンテナ増設などの改装を行い、昭和51年1月から運用を開始したが、調布における運用制限のため、同年10月当研究所岩沼分室が宮城県岩沼市に設置されたことにより仙台空港を定置場とした。

搭乗人員は乗員を含め17名のところ実験用機器搭載のスペースを取り、最大9名とし、その他写真撮影用のカメラ孔及びラック等を備えている。

#### 〔諸元・性能〕

登録番号：JA8801

型式：ビーチクラフトB-99エアライナー

全長：13.58m

全幅：13.98m

全高：4.38m

最大離陸重量：4,944kg

発動機：PT6A-28/680馬力×2基

巡行速度：360km/h

航続距離：1,750km

離陸滑走路長：570m

着陸滑走路長：820m

## 5 仮想現実実験施設

航空管制業務には、レーダーにより航空機を監視して行う航空路管制業務及びターミナル管制業務と、管制官が肉眼で航空機を監視しながら行う飛行場管制業務とが存在する。

今日の航空管制業務は、多数の管制官と多数の管制機器及び管制援助機器が複雑に関連するシステムで行われており、その効率化を実現するための研究等には、業務環境を模擬した環境におけるシミュレーションが不可欠と考えられている。

本施設は、管制塔における管制官の業務環境を視聴覚的な仮想現実感を用いて模擬する機能を有するものであり、本施設により飛行場管制業務に係るシミュレーションを、レーダーを使用した航空路管制業務或はターミナル管制業務シミュレーションと同様に、実施することが可能となった。

また、本施設は操縦シミュレーターを有し、固定翼機及び回転翼機について、管制指示を受けながらの航行の模擬が可能となっている。

飛行場管制業務を含む航空管制業務環境を模擬する航空管制シミュレーターと操縦シミュレーターは接続されており、管制官とパイロットが同時に参加するシミュレーションを可能としている。

#### 〔諸元・性能〕

プラットフォーム：MS Windows NT4 / 2000

描画性能：200Mpoligons / s

管制業務シミュレータ画像出力部：

360° / 8面, 15.0m φ

操縦シミュレータ画像出力部：150° / 3面, 5.6m φ

## 6 ATCシミュレーション実験棟

航空管制シミュレータを設置し、管制官参加によるダイナミックシミュレーションを実施するためのもので、レーダ表示装置の使用環境を考慮して管制卓室とパイロット卓室には、調光式照明、高性能ブラインドを備えている。以下に要目を示す。

- ・階数 2階建て
- ・床面積 約530m<sup>2</sup> (38m×14m)
- ・主要室 管制卓室；2室, 各13m×14m  
パイロット卓室；2室, 各22m×7m  
データ解析室, モニタ室, 会議室

## 7 航空管制シミュレータ

航空管制シミュレータは、平成12年度に、それまでに開発したターミナル管制シミュレータを拡張整備したものであり、下記のようにターミナル管制卓、航空路管制卓を中心に多数の管制卓等で構成し、任意の空域を設定して評価でき、かつ、ターミナル管制、航空路管制を統一して模擬できるように一つのシナリオを両空域にスムーズに動作させることができる。

以下に本シミュレータの構成、主要性能を示す。

#### (1)構成

- ・ターミナル管制卓 8卓
- ・エンルート管制卓 4卓
- ・飛行場管制卓 5卓
- ・パイロット卓 12卓
- ・全域模擬卓 2卓
- ・シナリオ処理装置
- ・データベース装置
- ・音声通信処理装置
- ・モニタ装置
- ・監視装置

#### (2)主要機能

- ・航空機同時処理機数 最大512機
- ・航空機同時表示機数 最大128機 / 1管制卓
- ・同時管制機数 最大64機 / 1管制卓



- ・ターミナル領域定義数 最大8ターミナル/  
1シミュレーション
- ・エンルート領域定義数 最大100セクタ
- ・同時シミュレーション数 最大2シミュレーション
- ・シミュレーション実行速度 1/10倍速～8倍速  
(再生時含む)
- ・空港定義数 最大128空港

### 3 職 員

(1) 職員表（平成 15 年 3 月 31 日現在）

理事長	大 沼 正 彦	主任研究員	宮 崎 裕 己
理事	岡 田 和 男	VDL研究グループ	
監事	石 井 隆 樹	上席研究員	加 藤 敏
監事（非常勤）	相 原 康 彦	主任研究員	北 折 潤
総務課長	明 石 修 一	上席研究員付研究員	中 谷 泰 欣
企画室長	河 合 良 則	GBAS研究グループ	
課長補佐	與曾井 孝 夫	上席研究員	藤 井 直 樹
専門官（会計）	小 川 靖 雄	上席研究員付研究員	福 島 莊之介
企画室専門官	伊地知 章	上席研究員付研究員	齋 藤 真 二
総務係長	高 橋 健 一	上席研究員付研究員（任期付）	吉 原 貴 之
人事係長	上 山 俊 樹	管制システム部長	白 川 昌 之
係員	新 沼 重 蔵	航空交通管理研究グループ	
会計第一係長	梅 澤 紀 昭	上席研究員	三 垣 充 彦
係員	新 井 祐 司	主幹研究員	福 田 豊
会計第二係長	宅 見 哲	主任研究員	福 島 幸 子
係員	長谷川 三 和	主任研究員	蔭 山 康 太
企画室企画係長	伊地知 隆	上席研究員付研究員	岡 恵
係員	森 川 賢 一	上席研究員付研究員	森 永 智 文
電子航法開発部長	東福寺 則 保	管制施設研究グループ	
管制間隔研究グループ		上席研究員	矢 田 士 郎
上席研究員	長 岡 栄	主幹研究員	塩 見 格 一
主任研究員	天 井 治	上席研究員付研究員	金 田 直 樹
上席研究員付研究員	住 谷 美登里	海上交通管制研究グループ	
搭載機器研究グループ		上席研究員	水 城 南海男
上席研究員	小瀬木 滋	航行研究グループ	
上席研究員付研究員	住 谷 泰 人	上席研究員	塩 地 誠
センシング研究グループ		衛星技術部長	惟 村 和 宣
上席研究員	山 本 憲 夫	衛星システム研究グループ	
上席研究員付研究員	米 本 成 人	上席研究員	伊 藤 憲
着陸システム研究グループ		主任研究員	新 美 賢 治
上席研究員	田 嶋 裕 久	上席研究員付研究員	坂 井 丈 泰
主幹研究員	横 山 尚 志	衛星通信研究グループ	
主任研究員	朝 倉 道 弘	上席研究員	石 出 明
上席研究員付研究員	古 賀 禎	主幹研究員	藤 田 光 紘
航空システム部長	菅 沼 誠	衛星航法研究グループ	
機器開発研究グループ		上席研究員	星野尾 一 明
上席研究員	板 野 賢	主任研究員	伊 藤 実
主幹研究員	加 来 信 之	主任研究員	新 井 直 樹
主幹研究員	二 瓶 子 朗	上席研究員付研究員	松 永 圭 左
管制用監視研究グループ		岩沼分室長	正 木 博 幸
上席研究員	三 吉 襄	業務係長	小 田 浩 幸

## (2) 発令一覧（平成14年4月1日～15年3月31日）

氏名	発令年月日	発令事項	任命権者
永江正美	14.4.1	国土交通省に出向させる	理事長
北村智	〃	東京航空局に出向させる	〃
大島直	〃	国土交通省に出向させる	〃
土方秀行	〃	国土交通省に出向させる	〃
明石修一	〃	総務課長に採用する	〃
河合良則	〃	総務課企画室長に転任させる	〃
與曾井孝夫	〃	総務課長補佐に転任させる	〃
梅澤紀昭	〃	総務課会計第一係長に転任させる	〃
菅沼誠	〃	航空システム部長に転任させる	〃
白川昌之	〃	管制システム部長に昇任させる	〃
惟村和宣	〃	衛星技術部長に配置換する	〃
長岡栄	〃	電子航法開発部上席研究員に配置換する 管制間隔研究グループリーダーを命ずる	〃
山本憲夫	〃	電子航法開発部上席研究員に配置換する センシング研究グループリーダーを命ずる	〃
田嶋裕久	〃	電子航法開発部上席研究員に配置換する 着陸システム研究グループリーダーを命ずる	〃
小瀬木滋	〃	電子航法開発部上席研究員に昇任させる 搭載機器研究グループリーダーを命ずる	〃
天井治	〃	電子航法開発部主任研究員（管制間隔研究グループ）に配置換する	〃
朝倉道弘	〃	電子航法開発部主任研究員（着陸システム研究グループ）に配置換する	〃
住谷美登里	〃	電子航法開発部上席研究員付研究員（管制間隔研究グループ）に配置換する	〃
米本成人	〃	電子航法開発部上席研究員付研究員（センシング研究グループ）に配置換する	〃
住谷泰人	〃	電子航法開発部上席研究員付研究員（搭載機器研究グループ）に配置換する	〃
山田公男	〃	電子航法開発部上席研究員付研究員（センシング研究グループ）に再任用する 任期は平成14年6月30日までとする	〃
板野賢	〃	航空システム部上席研究員に配置換する 機器開発研究グループリーダーを命ずる	〃
三吉襄	〃	航空システム部上席研究員に配置換する 管制用監視研究グループリーダーを命ずる	〃
加藤敏	〃	航空システム部上席研究員に配置換する VDL研究グループリーダーを命ずる	〃
藤井直樹	〃	航空システム部上席研究員に配置換する GBAS研究グループリーダーを命ずる	〃
横山尚志	〃	航空システム部主任研究員（機器開発研究グループ）に配置換する	〃
加来信之	〃	航空システム部主任研究員（機器開発研究グループ）に配置換する	〃

氏名	発令年月日	発令事項	任命権者
二瓶子朗	14.4.1	航空システム部主任研究員（機器開発研究グループ）に配置換する	理事長
宮崎裕己	〃	航空システム部主任研究員（管制用監視研究グループ）に配置換する	〃
北折潤	〃	航空システム部主任研究員（VDL研究グループ）に配置換する	〃
古賀禎	〃	航空システム部上席研究員付研究員（管制用監視研究グループ）に配置換する	〃
松下征二	〃	航空システム部上席研究員付研究員（VDL研究グループ）に配置換する	〃
福島荘之介	〃	航空システム部上席研究員付研究員（GBAS研究グループ）に配置換する	〃
齊藤真二	〃	航空システム部上席研究員付研究員（GBAS研究グループ）に配置換する	〃
吉原貴之	〃	航空システム部上席研究員付研究員（GBAS研究グループ）に採用する 任期は平成18年3月31日までとする	〃
三垣充彦	〃	管制システム部上席研究員に配置換する 航空交通管理研究グループリーダーを命ずる	〃
矢田士郎	〃	管制システム部上席研究員に配置換する 管制施設研究グループリーダーを命ずる	〃
水城南海男	〃	管制システム部上席研究員に配置換する 海上交通管制研究グループリーダーを命ずる	〃
塩地誠	〃	管制システム部上席研究員に配置換する 航行研究グループリーダーを命ずる	〃
福田豊	〃	管制システム部主任研究員（航空交通管理研究グループ）に配置換する	〃
福島幸子	〃	管制システム部主任研究員（航空交通管理研究グループ）に配置換する	〃
蔭山康太	〃	管制システム部主任研究員（航空交通管理研究グループ）に昇任させる	〃
塩見格一	〃	管制システム部主任研究員（管制施設研究グループ）に配置換する	〃
井無田貴	〃	管制システム部上席研究員付研究員（航空交通管理研究グループ）に配置換する	〃
相澤大輝	〃	管制システム部上席研究員付研究員（航空交通管理研究グループ）に配置換する	〃
岡恵	〃	管制システム部上席研究員付研究員（航空交通管理研究グループ）に配置換する	〃
金田直樹	〃	管制システム部上席研究員付研究員（管制施設研究グループ）に採用する	〃
伊藤憲	〃	衛星技術部上席研究員に配置換する 衛星システム研究グループリーダーを命ずる	〃
石出明	〃	衛星技術部上席研究員に配置換する 衛星通信研究グループリーダーを命ずる	〃
星野尾一明	〃	衛星技術部上席研究員に配置換する 衛星航法研究グループリーダーを命ずる	〃
新美賢治	〃	衛星技術部主任研究員（衛星システム研究グループ）に配置換する	〃
藤田光紘	〃	衛星技術部主任研究員（衛星通信研究グループ）に配置換する	〃
伊藤実	〃	衛星技術部主任研究員（衛星航法研究グループ）に配置換する	〃
新井直樹	〃	衛星技術部主任研究員（衛星航法研究グループ）に昇任させる	〃
坂井丈泰	〃	衛星技術部上席研究員付研究員（衛星システム研究グループ）に配置換する	〃
松永圭左	〃	衛星技術部上席研究員付研究員（衛星航法研究グループ）に配置換する	〃



氏名	発令年月日	発令事項	任命権者
横山尚志	14.5.1	電子航法開発部主任研究員（着陸システム研究グループ）に配置換する	理事長
村上泰宏	14.6.24	東京航空局に出向させる	〃
山田公男	14.6.30	再任用の任期の満了により平成14年6月30日限り退職	〃
松下征二	14.7.1	東京航空局に出向させる	〃
小田浩幸	〃	岩沼分室業務係長に昇任させる	〃
中谷泰欣	〃	航空システム部上席研究員付研究員（VDL研究グループ）に転任させる	〃
祖父江公昭	14.7.16	国土交通省に出向させる	〃
高橋健一	〃	総務課総務係長に転任させる	〃
井無田貴	14.8.1	東京航空交通管制部に出向させる	〃
横山尚志	〃	電子航法開発部主幹研究員を命ずる	〃
加来信之	〃	航空システム部主幹研究員を命ずる	〃
二瓶子朗	〃	航空システム部主幹研究員を命ずる	〃
塩見格一	〃	管制システム部主幹研究員を命ずる	〃
福田豊	〃	管制システム部主幹研究員を命ずる	〃
藤田光紘	〃	衛星技術部主幹研究員を命ずる	〃
森永智文	14.9.1	管制システム部上席研究員付研究員（航空交通管理研究グループ）に転任させる 総務課企画室に併任する	〃
阿部秀樹	14.10.1	東京航空局に出向させる	〃
新沼重蔵	〃	総務課に転任させる	〃
古賀禎	〃	電子航法開発部上席研究員付研究員（着陸システム研究グループ）に配置換する	〃
森永智文	14.11.1	総務課企画室の併任を解除する	〃
塩田英輝	14.11.15	独立行政法人海上技術安全研究所に出向させる	〃
新井祐司	〃	総務課に転任させる	〃
上山俊樹	14.11.21	管制システム部（航空交通管理研究グループ）に併任する 併任の期間は平成15年3月20日までとする	〃
奥浜真正	15.1.1	東京航空局に出向させる	〃
伊地知章	〃	総務課企画室専門官に転任させる	〃
相澤大輝	15.3.1	東京航空交通管制部に出向させる	〃
水城南海男	15.3.31	平成15年3月31日限り定年退職	〃
藤田光紘	〃	平成15年3月31日限り定年退職	〃

(3) 職員表彰

◎ 理事長表彰（平成14年4月1日）

永年勤続（30年）

星野尾一明（衛星技術部）

永年勤続（20年）

伊藤 憲（衛星技術部）

功 績

「到着機の順序・間隔付け支援システム」の開発実  
用化

航空管制研究グループ

東福寺 則保（電子航法開発部）

三垣 充彦（管制システム部）

塩見 格一（　　　〃　　　）

福田 豊（　　　〃　　　）

福島 幸子（　　　〃　　　）

蔭山 康太（　　　〃　　　）

感謝状

電波無響室の性能向上の施設整備

山本 憲夫（電子航法開発部）

小瀬木 滋（　　　〃　　　）

◎ 理事長感謝状（平成15年3月31日）

退 職

水城南海男（管制システム部）

藤田 光紘（衛星技術部）

## (4) 海外出張

氏名	所属	期間	渡航先	用務
藤井直樹	航空システム部	H14.4.14 ~ H14.4.28	ベルギー	GNSSPワーキング・グループA/B会議
長岡栄	電子航法開発部	H14.4.30 ~ H14.5.14	オーストラリア	第1回ICAO管制間隔・空域安全パネル・WG全体会議およびWG-A会議
塩見格一	管制システム部	H14.5.3 ~ H14.5.9	ノールウェー	国際民間航空パイロット協会連合会総会
小瀬木滋	電子航法開発部	H14.5.5 ~ H14.5.13	ギリシャ	JTIDS/MIDS Multi National Working Group 2002 第1回会議
加藤敏	航空システム部	H14.5.22 ~ H14.6.1	カナダ	AMCP WG 全体会議および同WG-C会議
長岡栄	電子航法開発部	H14.6.22 ~ H14.6.30	アメリカ合衆国	第6回確率論的安全性評価・管理に関する国際会議
星野尾一明	衛星技術部	H14.6.24 ~ H14.6.29	オランダ	衛星航法補強システム相互運用性WG会議 (IWG/11)
石出明	衛星技術部	H14.8.17 ~ H14.8.26	ロシア	航空移動通信パネルWG-M会議
新井直樹	衛星技術部	H14.9.6 ~ H14.9.15	スイス	Bernese 講習会
星野尾一明	衛星技術部	H14.9.16 ~ H14.9.21	オーストラリア	APEC 全地球的航法衛星システム整備チーム第2回会議
松永圭左	衛星技術部	H14.9.23 ~ H14.9.29	アメリカ合衆国	ION GPS 2002 (2002年米国航法学会GPS会議)
坂井丈泰	衛星技術部	H14.10.8 ~ H15.10.9	アメリカ合衆国	スタンフォード大学工学部航空宇宙工学科における在外研究
山本憲夫	電子航法開発部	H14.10.13 ~ H14.10.19	英国	英国電気学会レーダ2002国際会議
小瀬木滋	電子航法開発部	H14.10.13 ~ H14.10.21	アメリカ合衆国	JTIDS/MIDS Multi National Working Group 2002-Technical Interchange 会議
藤井直樹	航空システム部	H14.10.15 ~ H14.10.27	アメリカ合衆国	GNSSP ワーキング・グループ全体会議
宮崎裕己	航空システム部	H14.10.24 ~ H14.11.3	ドイツ, フランス	ICAO SCRSP WG-B 会議およびSTNAにおけるADS-Bの調査
長岡栄	電子航法開発部	H14.10.28 ~ H14.11.10	カナダ	第2回ICAO管制間隔・空域安全パネル・WG全体会議
小瀬木滋	電子航法開発部	H14.11.3 ~ H14.11.10	ドイツ	ICAO SCRSP WG-A 会議
山本憲夫 米本成人	電子航法開発部	H14.11.11 ~ H14.11.17	フランス	ニース大学訪問及びアンテナ国際会議
塩見格一	管制システム部	H14.11.17 ~ H14.11.22	ニュージーランド	国際民間航空パイロット協会連合会HUPER委員会
伊藤憲	衛星技術部	H14.12.3 ~ H14.12.7	アメリカ合衆国	日米GPS/準天頂衛星技術ワーキンググループ会合(第1回)
中谷泰欣	航空システム部	H15.1.12 ~ H15.1.20	カナダ	ICAO 航空移動通信パネル・WG-B 会議
齋藤真二	航空システム部	H15.1.21 ~ H15.1.26	アメリカ合衆国	ION NTM 2003
吉原貴之 松永圭左	航空システム部 衛星技術部	H15.1.21 ~ H15.1.29	アメリカ合衆国	ION NTM 2003 及びジェット推進研究所における電離層研究内容調査, 意見交換
加藤敏	航空システム部	H15.2.2 ~ H15.2.15	アメリカ合衆国 カナダ	VDLモード3調査及び航空移動通信パネル第8回会議
中谷泰欣	航空システム部	H15.2.3 ~ H15.2.8	アメリカ合衆国	AEEC データリンク・ユーザーズ・フォーラム
星野尾一明 松永圭左	衛星技術部	H15.2.17 ~ H15.2.22	オランダ, イタリア	超高層大気物理・電波伝搬研究所での電離層研究内容調査および意見交換
宮崎裕己	航空システム部	H15.3.2 ~ H15.3.16	アメリカ合衆国	ICAO SCRSP TSG 会議および米国におけるADS-Bの調査
星野尾一明	衛星技術部	H15.3.31 ~ H15.4.5	カナダ	衛星航法補強システム相互運用性WG会議 (IWG/12)

## 4 刊行物

当研究所の発行する刊行物は、下記のとおりである。

電子航法研究所報告（不定期刊行）  
電子航法研究所研究発表会講演概要（年刊）  
電子航法研究所年報（年刊）  
電子航法研究所要覧〈案内〉（年刊）

## 5 行 事 等

当研究所の平成14年度における行事等は、下記のとおりである。

### 所内一般公開 [平成14年4月21日（日）]

平成14年度科学技術週間の趣旨に基づき、当研究所の各施設を一般公開した。（来場者数809名）

### 研究発表会 [平成14年6月6日（木）・7日（金）]

平成14年度（第2回）電子航法研究所研究発表会を海上技術安全研究所講堂において開催した。  
（2日間延べ来場者数341名）

### 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14年7月26日（金）]

「交通管制・航法」をテーマとして開催され、当所職員を含む講演8件が行われた。併せて電波無響室の見学会を行った。（参加者数31名）

### 第2回研究所設立記念式典 [平成14年4月24日（水）]

当所設立記念式典を開催した。

### 第1回研究交流会 [平成14年5月15日（水）]

講演「今後の航空保安システムのあり方」及び意見交換を行った。

講演者：国土交通省航空局保安企画課 航空管制調査官 有馬孝

### 第2回研究交流会 [平成14年8月28日（水）]

講演「長期在外研究報告」及び意見交換を行った。

講演者：独立行政法人電子航法研究所管制システム部 蔭山康太

講演「電子航法研究所のこれまでの活動」及び意見交換を行った。

講演者：独立行政法人電子航法研究所電子航法開発部 東福寺則保

### 第3回研究交流会 [平成15年2月18日（火）]

講演「航空気象について」及び意見交換を行った。

講演者：（財）日本気象協会 参与 古川武彦

（デモンストレーション「気象情報WEB」）

講演「事故調査から見た要因に係る事故」及び意見交換を行った。

講演者：国土交通省航空・鉄道事故調査委員会 次席航空事故調査官 鈴木宣勝



第4回研究交流会 [平成15年3月24日(月)]

講演「英文アブストラクトの書き方」及び意見交換を行った。

講演者：独立行政法人電子航法研究所電子航法開発部 東福寺則保

講演「在外研究の報告について」及び意見交換会を行った。

講演者：独立行政法人電子航法研究所電子航法開発部 古賀禎

平成14年度第1回評議員会 [平成14年5月13日(月)]

評議員会において下記課題に関する評価を実施し、平成14年度重点開発課題の確認を行った。

事後評価課題「管制間隔基準策定のための航空路システム要件に関する研究」

「ADS環境下での国際航空交通流管理手法の研究」

「大都市圏空域の航空路の有効利用に関する研究」

重点開発課題「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14年度第2回評議員会 [平成15年3月26日(水)]

評議員会において下記課題に関する評価を実施した。

中間評価課題「データリンクによる航空機等の監視システム高度化の研究」

「静止衛星型衛星航法補強システムの性能向上に関する研究」

# 付 録



# 1 独立行政法人電子航法研究所法

(平成十一年十二月二十二日)

(法律第二百十号)

第百四十六回臨時国会

小渕内閣

改正 平成一二年 五月二六日法律第八四号

独立行政法人電子航法研究所法をここに公布する。

独立行政法人電子航法研究所法

目次

- 第一章 総則（第一条—第六条）
- 第二章 役員（第七条—第九条）
- 第三章 業務等（第十条—第十二条）
- 第四章 雑則（第十三条）
- 第五章 罰則（第十四条）

附則

第一章 総則

(目的)

**第一条** この法律は、独立行政法人電子航法研究所の名称、目的、業務の範囲等に関する事項を定めることを目的とする。

(名称)

**第二条** この法律及び独立行政法人通則法（平成十一年法律第百三号。以下「通則法」という。）の定めるところにより設立される通則法第二条第一項に規定する独立行政法人の名称は、独立行政法人電子航法研究所とする。

(研究所の目的)

**第三条** 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（電子技術を利用した航法をいう。以下同じ。）に関する試験、調査、研究及び開発等を行うことにより、交通の安全の確保とその円滑化を図ることを目的とする。

(特定独立行政法人)

**第四条** 研究所は、通則法第二条第二項に規定する特定独立行政法人とする。

(事務所)

**第五条** 研究所は、主たる事務所を東京都に置く。

(資本金)

**第六条** 研究所の資本金は、附則第五条第二項の規定により政府から出資があったものとされた金額とする。

2 政府は、必要があると認めるときは、予算で定める金額の範囲内において、研究所に追加して出資することができる。

3 研究所は、前項の規定による政府の出資があったときは、その出資額により資本金を増加するものとする。

第二章 役員

(役員)

**第七条** 研究所に、役員として、その長である理事長及び監事二人を置く。

2 研究所に、役員として、理事一人を置くことができる。

(理事の職務及び権限等)

**第八条** 理事は、理事長の定めるところにより、理事長を補佐して研究所の業務を掌理する。

2 通則法第十九条第二項の個別法で定める役員は、理事とする。ただし、理事が置かれていないときは、監事とする。

3 前項ただし書の場合において、通則法第十九条第二項の規定により理事長の職務を代理し又はその職務を行う監事は、その間、監事の職務を行ってはならない。

(役員任期)

第九条 役員任期は、二年とする。

### 第三章 業務等

(業務範囲)

第十条 研究所は、第三条の目的を達成するため、次の業務を行う。

- 一 電子航法に関する試験、調査、研究及び開発を行うこと。
- 二 前号に掲げる業務に係る成果を普及すること。
- 三 電子航法に関する情報を収集し、整理し、及び提供すること。
- 四 前三号に掲げる業務に附帯する業務を行うこと。

(区分経理)

第十一条 研究所は、前条に規定する業務のうち空港整備特別会計法（昭和四十五年法律第二十五号）第一条第一項に規定する空港整備事業に関するものに係る経理とその他の業務に係る経理とを区分して整理しなければならない。

(積立金の処分)

第十二条 研究所は、通則法第二十九条第二項第一号に規定する中期目標の期間（以下この項において「中期目標の期間」という。）の最後の事業年度に係る通則法第四十四条第一項又は第二項の規定による整理を行った後、同条第一項の規定による積立金があるときは、その額に相当する金額のうち国土交通大臣の承認を受けた金額を、当該中期目標の期間の次の中期目標の期間に係る通則法第三十条第一項の認可を受けた中期計画（同項後段の規定による変更の認可を受けたときは、その変更後のもの）の定めるところにより、当該次の中期目標の期間における第十条に規定する業務の財源に充てることができる。

- 2 国土交通大臣は、前項の規定による承認をしようとするときは、あらかじめ、国土交通省の独立行政法人評価委員会の意見を聴くとともに、財務大臣に協議しなければならない。
- 3 研究所は、第一項に規定する積立金の額に相当する金額から同項の規定による承認を受けた金額を控除してなお残余があるときは、その残余の額を国庫に納付しなければならない。
- 4 前三項に定めるもののほか、納付金の納付の手続その他積立金の処分に関し必要な事項は、政令で定める。

### 第四章 雑則

(主務大臣等)

第十三条 研究所に係る通則法における主務大臣、主務省及び主務省令は、それぞれ国土交通大臣、国土交通省及び国土交通省令とする。

### 第五章 罰則

第十四条 次の各号のいずれかに該当する場合には、その違反行為をした研究所の役員は、二十万円以下の過料に処する。

- 一 第十条に規定する業務以外の業務を行ったとき。
- 二 第十二条第一項の規定により国土交通大臣の承認を受けなければならない場合において、その承認を受けなかったとき。

### 附 則

(施行期日)

第一条 この法律は、平成十三年一月六日から施行する。

(職員の引継ぎ等)

第二条 研究所の成立の際現に国土交通省の部局又は機関で政令で定めるものの職員である者は、別に辞令を発せられない限り、研究所の成立の日において、研究所の相当の職員となるものとする。

第三条 研究所の成立の際現に前条に規定する政令で定める部局又は機関の職員である者のうち、研究所の成立の日において引き続き研究所の職員となったもの（次条において「引継職員」という。）であって、研究所の成立の日の前日において国土交通大臣又はその委任を受けた者から児童手当法（昭和四十六年法律第七十三号）第七条第一項（同法附則第六条第二項、第七条第四項又は第八条第四項において準用する場合を含む。）の規定によ



る認定を受けているものが、研究所の成立の日において児童手当又は同法附則第六条第一項、第七条第一項若しくは第八条第一項の給付（以下この条において「特例給付等」という。）の支給要件に該当するときは、その者に対する児童手当又は特例給付等の支給に関しては、研究所の成立の日において同法第七条第一項の規定による市町村長（特別区の区長を含む。）の認定があったものとみなす。この場合において、その認定があったものとみなされた児童手当又は特例給付等の支給は、同法第八条第二項（同法附則第六条第二項、第七条第四項又は第八条第四項において準用する場合を含む。）の規定にかかわらず、研究所の成立の日の前日の属する月の翌月から始める。

（平一二法八四・一部改正）

（研究所の職員となる者の職員団体についての経過措置）

**第四条** 研究所の成立の際現に存する国家公務員法（昭和二十二年法律第二十号）第八十二条第一項に規定する職員団体であつて、その構成員の過半数が引継職員であるものは、研究所の成立の際国営企業及び特定独立行政法人の労働関係に関する法律（昭和三十二年法律第二百五十七号）の適用を受ける労働組合となるものとする。この場合において、当該職員団体が法人であるときは、法人である労働組合となるものとする。

2 前項の規定により法人である労働組合となったものは、研究所の成立の日から起算して六十日を経過する日までに、労働組合法（昭和二十四年法律第七十四号）第二条及び第五条第二項の規定に適合する旨の労働委員会の証明を受け、かつ、その主たる事務所の所在地において登記しなければ、その日の経過により解散するものとする。

3 第一項の規定により労働組合となったものについては、研究所の成立の日から起算して六十日を経過する日までは、労働組合法第二条ただし書（第一号に係る部分に限る。）の規定は、適用しない。

（権利義務の承継等）

**第五条** 研究所の成立の際、第十条に規定する業務に関し、現に国が有する権利及び義務のうち政令で定めるものは、研究所の成立の時にいて研究所が承継する。

2 前項の規定により研究所が国の有する権利及び義務を承継したときは、その承継の際、承継される権利に係る土地、建物その他の財産で政令で定めるものの価額の合計額に相当する金額は、政府から研究所に対し出資されたものとする。

3 前項の規定により政府から出資があったものとされる同項の財産の価額は、研究所の成立の日現在における時価を基準として評価委員が評価した価額とする。

4 前項の評価委員その他評価に関し必要な事項は、政令で定める。

（国有財産の無償使用）

**第六条** 国土交通大臣は、研究所の成立の際現に国土交通省に置かれる試験研究機関であつて電子航法に関する試験、調査、研究及び開発を行うものに使用されている国有財産で政令で定めるものを、政令で定めるところにより、研究所の用に供するため、研究所に無償で使用させることができる。

（政令への委任）

**第七条** 附則第二条から前条までに定めるもののほか、研究所の設立に伴い必要な経過措置その他この法律の施行に関し必要な経過措置は、政令で定める。

附 則 （平成一二年五月二六日法律第八四号） 抄

（施行期日）

**第一条** この法律は、平成十二年六月一日から施行する。

## 2 独立行政法人電子航法研究所に関する省令

(平成十三年三月二十七日)

(国土交通省令第四十九号)

独立行政法人通則法（平成十一年法律第百三号）及び独立行政法人の組織、運営及び管理に係る共通的な事項に関する政令（平成十二年政令第三百十六号）第五条第二項に基づき、独立行政法人電子航法研究所に関する省令を次のように定める。

独立行政法人電子航法研究所に関する省令

(業務方法書に記載すべき事項)

**第一条** 独立行政法人電子航法研究所（以下「研究所」という。）に係る独立行政法人通則法（以下「通則法」という。）第二十八条第二項の主務省令で定める業務方法書に記載すべき事項は、次のとおりとする。

- 一 独立行政法人電子航法研究所法（平成十一年法律第二百十号。以下「研究所法」という。）第十条第一号に規定する試験、調査、研究及び開発に関する事項
- 二 研究所法第十条第二号に規定する成果の普及に関する事項
- 三 研究所法第十条第三号に規定する情報の収集、整理及び提供に関する事項
- 四 研究所法第十条第四号に規定する附帯業務に関する事項
- 五 業務の委託に関する基準
- 六 競争入札その他の契約に関する事項
- 七 その他業務の執行に関して必要な事項

(中期計画の認可申請等)

**第二条** 研究所は、通則法第三十条第一項の規定により中期計画の認可を受けようとするときは、当該中期計画を記載した申請書を、中期計画の最初の事業年度開始の日の三十日前までに（研究所の成立後最初の中期計画については、研究所の成立後遅滞なく）、国土交通大臣に提出しなければならない。

2 研究所は、通則法第三十条第一項後段の規定により中期計画の変更の認可を受けようとするときは、変更しようとする事項及びその理由を記載した申請書を国土交通大臣に提出しなければならない。

(通則法第三十条第二項第七号の主務省令で定める事項)

**第三条** 研究所に係る通則法第三十条第二項第七号に規定する主務省令で定める業務運営に関する事項は、次に掲げるものとする。ただし、研究所の成立後最初の中期計画に係る当該事項については、第一号、第二号及び第四号に掲げるものとする。

- 一 施設及び設備に関する計画
- 二 人事に関する計画
- 三 研究所法第十二条第一項に規定する積立金の使途
- 四 その他当該中期目標を達成するために必要な事項

(年度計画の記載事項等)

**第四条** 研究所に係る通則法第三十一条第一項の年度計画には、中期計画に定めた事項に関し、当該事業年度において実施すべき事項を記載しなければならない。

2 研究所は、通則法第三十一条第一項後段の規定により年度計画の変更をしたときは、変更した事項及びその理由を記載した届出書を国土交通大臣に提出しなければならない。

(各事業年度に係る業務の実績に関する評価の手続)

**第五条** 研究所は、通則法第三十二条第一項の規定により各事業年度における業務の実績について独立行政法人評価委員会の評価を受けようとするときは、当該事業年度の年度計画に定めた項目ごとにその実績を明らかにした報告書を、当該事業年度の終了後三月以内に、国土交通省の独立行政法人評価委員会に提出しなければならない。

(中期目標の期間の終了後の業務実績報告)

第六条 研究所に係る通則法第三十三条の事業報告書には、当該中期目標に定めた項目ごとにその実績を明らかにしなければならない。

(中期目標に係る業務の実績に関する評価の手続)

第七条 研究所は、通則法第三十四条第一項の規定により各中期目標の期間における業務の実績について独立行政法人評価委員会の評価を受けようとするときは、当該中期目標に定めた項目ごとにその実績を明らかにした報告書を、当該中期目標の期間の終了後三月以内に、国土交通省の独立行政法人評価委員会に提出しなければならない。

(会計の原則)

第八条 研究所の会計については、この省令の定めるところによるものとし、この省令に定めのないものについては、一般に公正妥当と認められる企業会計の基準に従うものとする。

2 金融庁組織令（平成十年政令第三百九十二号）第二十四条第一項に規定する企業会計審議会により公表された企業会計の基準は、前項に規定する一般に公正妥当と認められる企業会計の基準に該当するものとする。

3 平成十一年四月二十七日の中央省庁等改革推進本部決定に基づき行われた独立行政法人の会計に関する研究の成果として公表された基準（第十条において「独立行政法人会計基準」という。）は、この省令の規定に準ずるものとして、第一項に規定する一般に公正妥当と認められる企業会計の基準に優先して適用されるものとする。

(収益の獲得が予定されない償却資産)

第九条 国土交通大臣は、研究所が業務のため取得しようとしている償却資産についてその減価に対応すべき収益の獲得が予定されないと認められる場合には、その取得までの間に限り、当該償却資産を指定することができる。

2 前項の指定を受けた資産の減価償却については、減価償却費は計上せず、資産の減価額と同額を資本剰余金に対する控除として計上するものとする。

(財務諸表)

第十条 研究所に係る通則法第三十八条第一項に規定する主務省令で定める書類は、独立行政法人会計基準に掲げるキャッシュ・フロー計算書及び行政サービス実施コスト計算書とする。

(財務諸表の閲覧期間)

第十一条 研究所に係る通則法第三十八条第四項に規定する主務省令で定める期間は、五年とする。

(短期借入金の認可の申請)

第十二条 研究所は、通則法第四十五条第一項ただし書の規定により短期借入金を受けようとするとき、又は同条第二項ただし書の規定により短期借入金の借換えの認可を受けようとするときは、次に掲げる事項を記載した申請書を国土交通大臣に提出しなければならない。

- 一 借入れを必要とする理由
- 二 借入金の額
- 三 借入先
- 四 借入金の利率
- 五 借入金の償還の方法及び期限
- 六 利息の支払いの方法及び期限
- 七 その他必要な事項

(重要な財産の範囲)

第十三条 研究所に係る通則法第四十八条第一項に規定する主務省令で定める重要な財産とは、土地、建物及び航空機とする。

(重要な財産の処分等の認可の申請)

第十四条 研究所は、通則法第四十八条第一項の規定により重要な財産を譲渡し、又は担保に供すること（以下この条において「処分等」という。）について認可を受けようとするときは、次に掲げる事項を記載した申請書を国土交通大臣に提出しなければならない。

- 一 処分等に係る財産の内容及び評価額
- 二 処分等の条件

三 処分等の方法

四 研究所の業務運営上支障がない旨及びその理由

(積立金の処分に係る申請の添付書類)

**第十五条** 独立行政法人の組織、運営及び管理に係る共通的な事項に関する政令（以下「令」という。）第五条第二項に規定する添付書類は、次に掲げるものとする。

一 令第五条第一項の期間最後の事業年度（以下単に「期間最後の事業年度」という。）の事業年度末の貸借対照表

二 期間最後の事業年度の損益計算書

三 期間最後の事業年度の事業年度末の利益の処分に関する書類

四 承認を受けようとする金額の計算の基礎を明らかにした書類

附 則

この省令は、公布の日から施行する。



# 3 独立行政法人電子航法研究所 業務方法書

平成13年4月1日  
研究所規程第1号

## 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10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10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「工業所有権等」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10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
- (3) 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10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) 工業所有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。

## 4 独立行政法人電子航法研究所 中期目標

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が、その運営に当たっては、自律性、自発性及び透明性を備え、業務をより効率的かつ効果的に行うという独立行政法人化の趣旨を十分に踏まえつつ、本中期目標に従って、質の高いサービスを提供すること等により、わが国の交通の安全と円滑化に貢献する等国土交通政策に係るその任務を的確に遂行するものとする。

### 1. 中期目標の期間

平成13年4月1日から平成18年3月31日までの5年間とする。

### 2. 業務運営の効率化に関する事項

#### (1) 組織運営

高度化、多様化する社会ニーズに迅速かつ効果的に対応できるよう、責任の所在を明確にした研究企画・総合調整機能の充実等の措置により、弾力的な組織運営を確保すること。

#### (2) 人材活用

職員の評価について、公正で透明性の高い評価のためのルールを確立し、責任を持って実施する。職員の業績評価は、研究の特性等に配慮した多様な評価基準によって行い、職員の個性と創造性を伸ばすようにすること。

また、若手研究者について、柔軟かつ競争的な研究開発環境を構築するため、任期付任用の普及と資質・能力に応じた活躍の場の確保に努めること。

#### (3) 業務運営

研究者が本来の業務に専念できる環境を整備するため、研究に付随する諸作業、補助、管理業務などの間接的な業務負荷の外部委託の活用等による低減及び管理・間接業務経費の縮減等の措置により、業務運営の効率化を図ること。

特に、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を除く）について、本中期目標の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. 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) 社会ニーズに沿った研究の重点的推進

##### （基本方針）

電子航法に関する試験、調査、研究及び開発等を行うことにより、交通の安全の確保とその円滑化を図るという研究所の目的を踏まえ、以下の基本方針を定める。

- ① 重点研究開発領域を設定し、より質の高い研究成果を上げることを目指すこと。
- ② 競争的資金獲得、研究評価、研究者の資質向上等の措置により、研究成果の質の向上を目指すこと。
- ③ その他社会的に重要と判断される研究についても、適切に対応すること。

##### （具体的措置）

- ① 衛星・データ通信などの新技術を導入した次世代の通信・航法・監視システムの開発・整備に必要な研究を行い、技術課題の抽出及びその解決を図ること。
- ② 増大する航空交通量に対応するためのより高度な航空交通管理手法の開発に必要な研究を行い、技術課題の抽出及びその解決を図ること。
- ③ 電子航法に関する基盤的・先導的な研究を実施し、基盤技術の蓄積に努めること。

なお、重点研究開発領域の設定にあたっては、社会ニーズの適切な把握、将来的な発展性、基礎研究の重要性等を考慮することとし、中期目標期間中の重点研究開発領域に配分される研究費の全研究費に対する配分比率を90%以上とすること。

(2) 他機関との有機的連携

関連する分野について研究を行っている国内外の研究機関等との共同研究・受託試験を過去5カ年実績から10%程度増加させる，また国際協調の下での最新技術動向の把握及び研究成果の発信のための国際交流・貢献及び研究の実施に必要な職員を確保するための人材交流をそれぞれ過去5カ年実績から10%程度増加させること等により，他機関との有機的連携を図り，より高度な研究の実現に努めること。

(3) 成果の普及，活用促進

独立行政法人の業務に係る啓発を行うとともに，国民の利便を増加する観点から，研究成果の広報，行政への研究成果の反映，国際会議への積極的な寄与，利用可能なメディアを通じた研究成果の公表件数及び，特許の出願件数を過去5カ年実績から10%程度増加させる等の措置により，業務成果の普及・活用を図ること。

4. 財務内容の改善に関する事項

運営費交付金を充当して行う事業については，「2. 業務運営の効率化に関する事項」で定めた事項について配慮した中期計画の予算を作成し，当該予算による運営を行うこと。

5. その他業務運営に関する重要事項

(1) 施設設備に関する事項

研究所の施設・設備については，研究遂行上必要不可欠な基盤的設備の計画的整備を進めるとともに，陳腐化によって研究効率が低下しないよう計画的な更新を進めること。

(2) 人事に関する事項

人事に関する計画を策定することにより，適切な法人運営を図ること。



## 5 独立行政法人電子航法研究所 中期計画

国土交通大臣が定めた、独立行政法人電子航法研究所（以下「研究所」という。）の、平成13年度から平成17年度までの中期目標を達成するため、独立行政法人通則法（平成11年法律第103号）第30条に基づき、研究所の中期計画を以下のとおり策定する。

### 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) 研究実施体制の効率化

社会の要請に応じた研究業務運営を効率的に行うため、責任の所在を明確にした研究企画・総合調整機能の充実を図り、当初計画との整合性を常に把握し、研究の進展および社会情勢の変化に柔軟に対応する。

#### (2) 人材活用に関する計画

職員の業績評価に当たっては評価制度を設けて、透明性を確保して適切に実施する。評価基準としては、

- ・客観性の高い基準として研究成果の国内外での活用度合い等研究成果の質に係る評価基準。
- ・産学官連携、学会等活動、競争的資金の獲得等研究機関外部との研究開発活動に係る評価基準。
- ・企画、管理・調整業務及び、評価活動等機関内での評価基準。

を組み合わせる。

また、若手研究者について任期付任用制度を活用するとともに、積極的に横断的研究グループへ参画させる。

#### (3) 業務運営の効率化

研究所における業務の役割分担を明確にし、研究に付随する諸作業、補助業務などの外部委託や事務管理業務などの電子化を推進することにより、研究業務の間接的な業務に係る負担を軽減し、研究者が研究業務に専念できるような環境を整備するとともに、管理・間接業務に係る経費の縮減等に努め、業務運営の効率化を図る。

特に、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を除く）について、本中期目標の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。

#### (4) 研究所施設・設備利用の効率化

研究所の施設・設備について、性能向上の実施等適切な措置を講ずることにより、施設・設備の占有時間の短縮を図る等、効率的な利用に努めるとともに、業務に支障の生じない範囲で施設・設備を貸与する等により外部による活用にも努める。

### 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取るべき措置

#### (1) 重点研究開発領域の設定

研究所の目的を踏まえ、特別研究費により実施する研究及び空港整備事業の一過程として実施する研究を以下に掲げる重点研究開発領域として設定し、大規模かつ重点的に実施する。

##### ①新しい通信技術に関する研究開発

- ・航空通信の信頼性、効率性等の向上を目的とした新しい通信方式に関する研究開発を行い、わが国の航空環境に適合した通信方式の実用化に貢献し、併せて国際標準の策定等に資する。
- ・航空通信のネットワーク化を図るための研究開発を行い、実用化に貢献し、併せて国際標準の策定等に資する。

##### ②新しい航法システムに関する研究開発

- ・測位衛星を利用した航法の信頼性、精度等の向上を目的とした衛星航法補強システム及び新しい民間航空用衛星システムに関する研究開発を行い、わが国の航空環境に適合した航法システムの実用化に貢献し、併せて国際標準の策定等に資する。
- ・航空機の衝突防止等を目的としたパイロット支援システムに関する研究開発を行い、航空機の安全運航の確保、国際標準の策定等に資する。

##### ③新しい監視システムに関する研究開発

- ・航空機の監視機能等の向上を目的とした新しい監視方式に関する研究開発を行い、わが国の航空環境に適合した監視システムの実用化に貢献し、併せて国際標準の策定等に資する。
- ・航空機、車両等の空港内移動体の監視システムに関する研究開発を行い、空港内移動体の衝突防止等に資する。

#### ④新しい航空交通管理に関する研究開発

- ・航空機が安全かつ効率的に航行するための管制および空域の管理に関する研究開発を行い、効率的な空域の設定・評価手法の確立及び管制方式の改善等に貢献する。
- ・航空機の一時的かつ過度の集中を防止するための国内及び国際交通流管理に関する調査研究や航空交通状況の変化予測技術に関する研究開発を行い、航空交通流管理の効率化等に貢献する。

また、重点研究開発領域の研究課題に対しては、人的結集と資金の集中投入を行うこととし、中期目標期間中の重点研究開発領域に配分される研究費の全研究費に対する配分比率を90%以上とする。

なお、個別の研究課題の選定、実施に当たっては課題評価制度を設けて、事前及び事後の評価を適切に実施する事により、研究成果の質の向上を図り、交通の安全の確保とその円滑化に資する。

#### (2) 基盤的研究

電波工学、通信工学、情報処理工学、ネットワーク工学、計測工学等の分野において基盤的・先導的研究を実施し、電子航法の基盤技術の蓄積に努める。

研究を実施するに当たっては、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を随時見直す等柔軟に対応する。

#### (3) 国の推進するプロジェクト等への参画

国家的プロジェクト等、社会的に重要と判断される課題について、研究グループ制度等を活用し、研究資源の集中的利用や機動的な研究実施体制構築を図り、積極的に参画する。

#### (4) 競争的資金

社会ニーズに沿った研究分野のポテンシャルを向上させること等を目的として、科学技術振興調整費、運輸分野における基礎的研究推進制度等の外部からの競争的研究費の獲得に努める。

また、研究所内部においても競争的研究費を確保し、競争的研究環境を構築する。

#### (5) 研究者の資質向上

より良い研究成果を引き出すため、国内外研修、留学等を通じて研究者の資質を向上させる。

- ・研究者の研修参加、留学を5名程度実施する。

#### (6) 共同研究・受託試験等

研究所で行う研究開発については、無線技術、情報通信技術、航空宇宙技術等の多様な分野の知見を要することから、これらの技術知識を有する大学、民間企業等との共同研究・受託試験等を積極的に推進する。

- ・共同研究・受託試験等件数を22件程度実施する。

#### (7) 国際交流・貢献

研究所で行う研究開発は、諸外国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を進めることにより、情報交換による研究の効率化を図り、国際的な研究開発に貢献する。

また、国際民間航空機関の会議への出席等により、国際標準策定等にも積極的に貢献していく。

- ・国際交流・貢献を70件程度実施する。

#### (8) 人材交流

空港整備事業に関する社会ニーズを的確に捉えるため、研究実施のために必要な航空保安業務に関する専門知識を有する航空管制官及び航空管制技術官等との人材交流を積極的に行う。

- ・人材の交流を12件程度実施する。

#### (9) 研究成果の普及、成果の活用促進等

##### ①広報・普及

研究所の活動・成果を定期的な研究発表会、印刷物の発行、研究成果のデータベース化及びインターネット利用等を通じ広報するとともに、国際会議、学会、シンポジウム等に積極的に参加し、講演、発表等により研究成果等の普及に

努める。

- ・研究発表会を年1回開催する
- ・所外発表件数を550件程度とする。

また、研究所を公開し、国民各層の見学等を受け入れることにより、研究所の活動に関する広報活動を推進する。

- ・研究所公開を年1回実施する。

#### ②成果の活用

行政当局への技術移転等を通じ、研究成果の活用を図る。

また、我が国における次世代航空保安システムを世界的に調和させるため、国際標準の作成に係る技術資料の作成等で貢献する。

- ・国際標準の作成に係る技術資料を90件程度作成する。

#### ③知的所有権

研究者の意欲向上を図るため特許権、著作権等の知的所有権の取扱いに係るルールの見直しを行うとともに、その管理のあり方についても見直しを行い、その活用を促進する。

- ・特許の出願件数を48件程度とする。

### 3. 予算（人件費の見積りを含む。）、収支計画及び資金計画

中期目標期間における財務計画は次のとおりとする。

#### (1) 予算

別紙1のとおり

#### (2) 収支計画

別紙2のとおり

#### (3) 資金計画

別紙3のとおり

### 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。

（但し、一般勘定100（百万円）、空港整備勘定200（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

### 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）

7. その他主務省令に定める業務運営に関する事項

(1) 施設及び設備に関する事項

施設・設備の内容	予定額(百万円)	財源
①電磁環境研究施設整備 電波無響室高度化整備	387	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管理施設整備 構内給水設備更新	89	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
③電子航法評価研究施設整備 電子航法評価部研究棟 建替工事	480	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) 人事に関する計画

①方針

業務処理を工夫することにより人員を適正に配置する。

②人員に関する指標

期末の常勤職員数を期初の94%とする。

(参考1) 中期目標期間の期初の職員数 64名

期末の職員数の見込み 60名

(参考2) 中期目標期間中の人件費総額見込み 3,221百万円

※注 中期計画における指標値は、特に断りのないものについては中期目標期間(5年間)の数値。



表1. 予算 (総括) (単位: 百万円)

区 分	金 額
収入	
運営費交付金	8,891
施設整備費補助金	956
受託業務収入	106
計	9,953
支出	
業務経費	4,679
うち研究経費	4,679
施設整備費	956
受託経費	106
一般管理費	258
人件費	3,954
計	9,953

[人件費の見積り]

期間中総額3,221百万円を支出する。

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

[運営費交付金の算定ルール]

別紙4のとおり (一般勘定)

別紙5のとおり (空港整備勘定)

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	3,430
施設整備費補助金	956
受託業務収入	97
計	4,483
支出	
業務経費	779
うち研究経費	779
施設整備費	956
受託経費	97
一般管理費	210
人件費	2,441
計	4,483

[人件費の見積り]

期間中総額2,003百万円を支出する。

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

[運営費交付金の算定ルール]

別紙4のとおり

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	5,461
施設整備費補助金	0
受託業務収入	9
計	5,470
支出	
業務経費	3,900
うち研究経費	3,900
施設整備費	0
受託経費	9
一般管理費	48
人件費	1,513
計	5,470

[人件費の見積り]

期間中総額1,218百万円を支出する。

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

[運営費交付金の算定ルール]

別紙5のとおり

表1. 収支計画 (総括) (単位: 百万円)

区 分	金 額
費用の部	12,800
経常費用	12,800
研究業務費	7,662
受託業務費	106
一般管理費	1,229
減価償却費	3,803
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	12,800
運営費交付金収益	8,891
手数料収入	0
受託収入	106
資産見返物品受贈額戻入	3,803
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  
役員退職手当支給基準及び国家公務員退  
職手当法に基づいて支給することとなる  
が、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。

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	3,574
経常費用	3,574
研究業務費	2,534
受託業務費	97
一般管理費	896
減価償却費	47
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	3,574
運営費交付金収益	3,430
手数料収入	0
受託収入	97
資産見返物品受贈額戻入	47
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  
役員退職手当支給基準及び国家公務員退  
職手当法に基づいて支給することとなる  
が、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。

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	9,226
経常費用	9,226
研究業務費	5,128
受託業務費	9
一般管理費	333
減価償却費	3,756
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	9,226
運営費交付金収益	5,461
手数料収入	0
受託収入	9
資産見返物品受贈額戻入	3,756
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  
役員退職手当支給基準及び国家公務員退  
職手当法に基づいて支給することとなる  
が、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。

表1. 資金計画 (総括) (単位:百万円)

区 分	金 額
資金支出	9,953
業務活動による支出	8,997
投資活動による支出	956
財務活動による支出	0
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	9,953
業務活動による収入	8,997
運営費交付金による収入	8,891
受託収入	106
その他の収入	0
投資活動による収入	956
施設整備費補助金による収入	956
その他の収入	0
財務活動による収入	0

表2. 資金計画 (一般勘定) (単位:百万円)

区 分	金 額
資金支出	4,483
業務活動による支出	3,527
投資活動による支出	956
財務活動による支出	0
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	4,483
業務活動による収入	3,527
運営費交付金による収入	3,430
受託収入	97
その他の収入	0
投資活動による収入	956
施設整備費補助金による収入	956
その他の収入	0
財務活動による収入	0

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	5,470
業務活動による支出	5,470
投資活動による支出	0
財務活動による支出	0
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	5,470
業務活動による収入	5,470
運営費交付金による収入	5,461
受託収入	9
その他の収入	0
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

## 中期計画予算のルール（一般勘定）

## 1. 人件費

## ○人件費

=①基準給与総額+②退職手当所要額±③新陳代謝所要額+④前年度給与改定分等

## ①基準給与総額

13年度においては、国の職員であった場合に支給される基本給，諸手当，共済組合負担金等の所要額

14年度以降においては，積算上の前年度人件費相当額－前年度退職手当所要額

## ②退職手当所要額

当年度に退職が想定される人員ごとに積算

## ③新陳代謝所要額

新規採用給与総額（予定）の当年度分+前年度新規採用者給与総額のうち平年度化額－前年度退職者の給与総額のうち平年度化額－当年度退職者の給与総額のうち当年度分

## ④前年度給与改定分等（14年度以降適用）

昇給原資額，給与改定額，退職手当，公務災害補償費等当初見込み得なかった人件費の不足額

なお，昇給原資額及び給与改定額は，運営状況等を勘案して措置することとする。運営状況等によっては，措置を行わないことも排除されない。

## 2. 物件費

## ○一般管理費（人件費を除く）

①13年度は，積み上げ方式による

②14年度以降

=前年度一般管理費相当額（所要額計上経費を除く）×消費者物価指数×効率化係数（ $\alpha$ ）+当年度の所要額計上経費

## ○業務経費（人件費を除く）

## (1) 経常研究費

①13年度は，積み上げ方式による

②14年度以降

=前年度人当研究費（研究員当積算庁費相当）×政策係数（A）×効率化係数（ $\beta$ ）+前年度のその他の経費（所要額計上経費を除く）×消費者物価指数×効率化係数（ $\alpha$ ）+当年度の所要額計上経費

## (2) 特別研究費

①13年度は，積み上げ方式による

②14年度以降

=前年度特別研究費相当額×政策係数（B）×効率化係数（ $\beta$ ）

- ・政策係数（A）（B）：毎年度の予算編成過程において決定
- ・消費者物価指数：毎年度の予算編成過程において決定
- ・効率化係数（ $\alpha$ ）（ $\beta$ ）：毎年度の予算編成過程において決定
- ・所要額計上経費：公租公課，機体特別整備費等の所要額計上を必要とする経費

## [注記] 前提条件

- ・政策係数（A）  
期間中は1.021として推計
- ・政策係数（B）  
期間中は1.104として推計
- ・消費者物価指数  
期間中は1.00として推計
- ・効率化係数（ $\alpha$ ）（ $\beta$ ）  
期間中は $\alpha$ ， $\beta$ とも0.99として推計
- ・人件費 ④前年度給与改定分等は0として推計



## 中期計画予算のルール（空港整備勘定）

## 1. 人件費

## ○人件費

=①基準給与総額+②退職手当所要額±③新陳代謝所要額+④前年度給与改定分等

## ①基準給与総額

13年度においては、国の職員であった場合に支給される基本給、諸手当、共済組合負担金等の所要額

14年度以降においては、積算上の前年度人件費相当額－前年度退職手当所要額

## ②退職手当所要額

当年度に退職が想定される人員ごとに積算

## ③新陳代謝所要額

新規採用給与総額（予定）の当年度分+前年度新規採用者給与総額のうち平年度化額－前年度退職者の給与総額のうち平年度化額－当年度退職者の給与総額のうち当年度分

## ④前年度給与改定分等（14年度以降適用）

昇給原資額、給与改定額、退職手当、公務災害補償費等当初見込み得なかった人件費の不足額

なお、昇給原資額及び給与改定額は、運営状況等を勘案して措置することとする。運営状況等によっては、措置を行わないことも排除されない。

## 2. 物件費

## ○一般管理費（人件費を除く）

①13年度は、積み上げ方式による

②14年度以降

=前年度一般管理費相当額（所要額計上経費を除く）×消費者物価指数×効率化係数（ $\alpha$ ）+当年度の所要額計上経費

## ○業務経費（人件費を除く）

## (1) 経常研究費

①13年度は、積み上げ方式による

②14年度以降

=前年度人当研究費（研究員当積算庁費相当）×政策係数（A）×効率化係数（ $\beta$ ）+前年度のその他の経費（所要額計上経費を除く）×消費者物価指数×効率化係数（ $\alpha$ ）+当年度の所要額計上経費

## (2) 特別研究費

①13年度は、積み上げ方式による

②14年度以降

原則13年度同額とする

- ・政策係数（A）：毎年度の予算編成過程において決定
- ・消費者物価指数：毎年度の予算編成過程において決定
- ・効率化係数（ $\alpha$ ）（ $\beta$ ）：毎年度の予算編成過程において決定
- ・所要額計上経費：公租公課、機体特別整備費等の所要額計上を必要とする経費

## [注記] 前提条件

- ・政策係数（A）  
期間中は1.021として推計
- ・消費者物価指数  
期間中は1.00として推計
- ・効率化係数（ $\alpha$ ）（ $\beta$ ）  
期間中は $\alpha$ 、 $\beta$ とも0.98として推計
- ・人件費 ④前年度給与改定分等は0として推計

## 6 独立行政法人電子航法研究所 平成14年度計画

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14年度の年度計画を以下のとおり策定する。

### 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) 研究実施体制の効率化

社会の要請に応じた研究業務運営を効率的に行うため、理事長が指名する研究部長がコーディネーターとなる、GPS研究会、データリンク研究会、監視技術研究会、航空交通管理（ATM）研究会（平成13年度設置）を活用し、資源、情報の共有化による研究の更なる活性化を図り、研究部間の有機的な連携を図る。

研究企画・総合調整機能の充実を図るための企画室、および研究所の活動の方向性を議論する企画会議を活用し、研究の進捗状況の管理および研究活動の円滑化を図るとともに、当初計画との整合性を常に把握し、研究の進展および社会情勢の変化に柔軟に対応する。

また、業務遂行の更なる円滑化、充実化に資するため、従来の部室制のあり方を検討する組織及び事務の見直しに関する委員会により、効率的な組織体系を作るため継続的に検討する。

#### (2) 人材活用に関する計画

当該年度においては、前年度に作成した、職員の業績評価のための評価基準策定用データベースの拡充を図る。評価基準は、

- ・客観性の高い基準として研究成果の国内外での活用度合い等研究成果の質に係る業績。
- ・産学官連携、学会等活動、競争的資金の獲得等研究機関外部との研究開発活動に係る業績。
- ・企画、管理・調整業務及び、評価活動等機関内での業績。

の観点から、職員の業務のすべてが適切に評価されるような様々な情報を収集し、基準案を策定し、適切な業務評価制度構築のための検討を引き続き行う。

また、これらの評価基準は、あらかじめ職員に公表することにより透明性を確保する。

若手研究者の活性化を図るため、横断的研究グループである各研究会への積極的参画が行える研究環境の構築を図る。

また、任期付任用制度で受け入れた任期付研究員の活用を図る。

#### (3) 業務運営の効率化

業務運営効率化のためのワーキンググループを活用し、検討を行う。

具体的には、研究所内の施設等利用申し込み、所外発表伺等の事務管理の電子化を図り、情報伝達の迅速化、簡素化を図る。

また、ネットワークのファイアウォール管理等所内設備の管理、研究に付随する間接的業務の一部の外部委託を推進し、間接的な業務に係る負担の軽減を図り、研究者が研究業務に専念できるような環境を整備するとともに、一般管理費（公租公課等の所要額計上を必要とする経費を除く）の抑制を図る。

#### (4) 研究所施設・設備利用の効率化

実験用航空機、電磁環境研究施設等、実験設備利用の効率化及び利用促進を図る。

また、外部機関からの研究特殊施設の利用の需要があった場合には、研究所施設の外部利用に関する制度に従い、施設の有効活用を図る。

### 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取るべき措置

#### (1) 重点研究開発課題の設定

重点研究開発領域のうち、継続中の研究及び外部評価を受けた新規課題について重点研究課題と位置づけ、以下の研究を実施する。

①新しい通信技術に関する研究開発

- ・データ通信対応管制情報入出力システムの研究
- ・航空管制用デジタル対空無線システムの研究
- ・統合化データリンクサービスの研究

②新しい航法システムに関する研究開発

- ・静止衛星型衛星航法補強システムの性能向上に関する研究
- ・高カテゴリー運用が可能な次世代着陸システムの研究
- ・次世代衛星航法システムに関する研究
- ・エンハンスド・ビジョン・システムに関する基礎研究

③新しい監視システムに関する研究開発

- ・データリンクによる航空機等の監視システム高度化の研究
- ・放送型データリンクによる航空機監視システムの研究
- ・ASAS用データリンク方式の電磁環境に関する研究
- ・ヘリコプタの障害物探知・衝突警報システムに関する研究

④新しい航空交通管理に関する研究開発

- ・航空路の安全性評価に関する研究
- ・ATM環境下における洋上空域効率的運用手法に関する研究
- ・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

当該年度においては、現在研究実施中の課題「静止衛星型衛星航法補強システムの性能向上に関する研究」及び「データリンクによる航空機等の監視システム高度化の研究」に係る中間評価、前年度終了の3課題に係る事後評価を実施する。さらに、平成15年度開始予定の研究課題に関する事前評価を行う。

また、上述の研究課題に関しては、人的結集と資金の集中投入を行うこととし、重点研究開発領域に配分される研究費の全研究費に対する配分比率を90%以上とする。

注) 全研究費とは人件費を除く、重点研究課題と基盤的研究課題に係る直接経費を指す。

(2) 基盤的研究

上記に掲げた研究課題以外においても、電波工学、通信工学、情報処理工学、ネットワーク工学、計測工学等の分野において、以下に示す基盤的・先導的な研究を実施する。

- ・航空機衝突防止方式に関する研究
- ・航空衛星データ通信方式の研究
- ・航空機用救命無線機に関する基礎研究
- ・航空管制シミュレーションの効率化に関する研究
- ・CAT III ILS 進入コース予測技術に関する研究
- ・新CNSに対応した管制方式に関する研究
- ・GNSS高度計の研究
- ・航空交通管理における容量値に関する研究
- ・航空交通流管理に対応した次世代飛行場管制卓の研究
- ・カオス理論によるヒューマン・ファクタの計測に関する基礎研究
- ・適応型クラッタ除去技術の実用化に関する研究

等

また、研究者全員で構成する研究交流会を定期的に開催し、科学技術全般にわたる議論、討論を日常的に行い、基盤的研究課題の創出を図る。

研究の実施体制を検討する研究評価委員会により、研究評価を行い、社会情勢等の変化に対する修正等の機能をも

たせる。

(3) 国の推進するプロジェクト等への参画

国家的プロジェクト等，社会的に重要と判断される課題に関し，機動的な研究実施体制を構築し，迅速かつ積極的に参画する。

(4) 競争的資金の獲得

社会ニーズに沿った研究テーマについては，科学技術振興調整費，運輸分野における基礎的研究推進制度，日本学術振興会等の当該研究テーマに適合した競争的研究費に積極的に応募し，研究課題の対外的競争力，研究分野の一般的貢献度及び研究者の意欲の向上を図る。

また，研究所内部における競争的研究経費を確保し，研究課題の事前評価による選定を実施し，競争的な研究環境の整備と有為な研究者の育成を図る。

(5) 研究者の資質向上

より良い研究成果を引き出すために長期の国内外研修，留学等を通じて研究者の資質を向上させるため，外部組織による研究者等の研修，留学支援制度に積極的に応募し，職員の資質向上に対する意識を高める。

また，所内においても留学制度の創設に向け，広範に調査を実施する。

・研究者1名の長期研修への参加もしくは留学を実施する。

(6) 共同研究・受託研究等

研究所で行う研究開発については，無線技術，情報通信技術，航空宇宙技術等の多様な分野の知見を要することから，これらの技術知識を有する大学，民間企業等との共同研究を積極的に推進する。

また，外部機関からの研究の委託要請の調査を実施し，これを積極的に受け入れ，研究成果の活用及び所有する技術の実用化，移転を促進する

・共同研究・受託研究等を10件程度実施する。

(7) 国際交流・貢献

研究所で行う研究開発は，特に航空航法に関し諸外国と協調して行う必要があることから，国際民間航空機関の会議，国際学会等への出席等により，国際標準の策定および国際的な技術情報の発信に貢献していく。

また，諸外国の研究者を研究所に招聘し，セミナー等を通じて情報の交換，国際交流をはかる。

・ICAO会議への出席及び発表ならびに国際学会への参加等により，国際交流・貢献として14件程度を実施する。

(8) 人材交流

空港整備事業に関する社会ニーズを的確に捉えるため，研究実施のために必要な航空保安業務に関する専門知識を有する航空管制官及び航空管制技術官等との人材交流を積極的に行い，研究成果として蓄えたノウハウの活用及び行政ノウハウの吸収に努める。

・人材の交流を2件実施する。

(9) 研究成果の普及，成果の活用促進等

①広報・普及

研究所の活動・成果を公表する研究発表会を1回開催し，講演概要を配布する。

また，研究所報告，要覧，年報の発行，国際会議，学会，シンポジウム等に積極的に参加し，講演，発表等により研究成果等の普及に努める。

・所外発表を110件程度実施する。

また，研究内容及び研究成果の電子化・公開等，ホームページ内容の充実，およびそれら成果のCD-ROM化を図る。

その他，研究所の一般公開日の設定，国民各層の所内見学の受け入れ等により，研究所の活動に関する広報活動を推進する。

②成果の活用

我が国における次世代航空保安システムを世界的に調和させるため，国際標準の作成に係る技術資料の作成等で貢献する。



- ・国際標準の作成に係る技術資料を18件程度作成する。
- また、行政当局への報告等により、整備計画への盛り込み等の研究成果の活用を図る。

③知的所有権

他機関における知的所有権等の活用方法等の調査を実施する等により、特許権、著作権等の知的所有権の取扱に係るルールの見直しを行うとともに、その管理のあり方についても見直しを行い、その活用促進を図る。

- ・特許出願を10件程度実施する。

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14年度における財務計画は次のとおりとする。

(1) 予算

別紙1のとおり

(2) 収支計画

別紙2のとおり

(3) 資金計画

別紙3のとおり

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。（但し、一般勘定100（百万円）、空港整備勘定200（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

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）

7. その他主務省令に定める業務運営に関する事項

(1) 施設及び設備に関する事項

なし

(2) 人事に関する計画

①方針

業務処理を工夫することにより人員を適正に配置する。

②人員に関する指標

年度末の常勤職員数を年度当初と同数とする。

表1. 予算 (総括)

平成14年度予算 (単位：千円)

区 分	金 額
収入	
運営費交付金	1,791,574
施設整備費補助金	0
受託収入	22,000
計	1,813,574
支出	
業務経費	928,084
うち研究経費	928,084
施設整備費	0
受託経費	22,000
一般管理費	49,653
人件費	813,837
計	1,813,574

[人件費の見積り]

期間中総額660百万円を支出する。

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

表2. 予算 (一般勘定)

平成14年度予算 (単位：千円)

区 分	金 額
収入	
運営費交付金	724,804
施設整備費補助金	0
受託収入	20,000
計	744,804
支出	
業務経費	150,971
うち研究経費	150,971
施設整備費	0
受託経費	20,000
一般管理費	40,501
人件費	533,332
計	744,804

[人件費の見積り]

期間中総額406百万円を支出する。

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

表3. 予算 (空港整備勘定)

平成14年度予算 (単位：千円)

区 分	金 額
収入	
運営費交付金	1,066,770
施設整備費補助金	0
受託収入	2,000
計	1,068,770
支出	
業務経費	777,113
うち研究経費	777,113
施設整備費	0
受託経費	2,000
一般管理費	9,152
人件費	280,505
計	1,068,770

[人件費の見積り]

期間中総額255百万円を支出する。

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

表1. 収支計画 (総括)

平成14年度収支計画 (単位：千円)

区 分	金 額
費用の部	2,748,541
経常費用	2,748,541
研究業務費	1,457,793
受託業務費	22,000
一般管理費	274,851
減価償却費	993,897
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	2,748,673
運営費交付金収益	1,791,574
手数料収入	0
受託収入	22,000
資産見返運営費交付金戻入	71,578
資産見返物品受贈額戻入	863,389
臨時収益	0
その他の収入	132
純利益	132
目的積立金取崩額	0
純利益	132

注) 当法人における退職手当については役員退職手当支給基準及び国家公務員退職手当法に基づいて支給することとなるが、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。

表2. 収支計画 (一般勘定)

平成14年度収支計画 (単位：千円)

区 分	金 額
費用の部	779,637
経常費用	779,637
研究業務費	491,854
受託業務費	20,000
一般管理費	205,590
減価償却費	62,193
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	779,692
運営費交付金収益	724,804
手数料収入	0
受託収入	20,000
資産見返運営費交付金戻入	4,129
資産見返物品受贈額戻入	30,704
臨時収益	0
その他の収入	55
純利益	55
目的積立金取崩額	0
純利益	55

注) 当法人における退職手当については役員退職手当支給基準及び国家公務員退職手当法に基づいて支給することとなるが、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。

表3. 収支計画 (空港整備勘定)

平成14年度収支計画 (単位：千円)

区 分	金 額
費用の部	1,968,904
経常費用	1,968,904
研究業務費	965,939
受託業務費	2,000
一般管理費	69,261
減価償却費	931,704
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	1,968,981
運営費交付金収益	1,066,770
手数料収入	0
受託収入	2,000
資産見返運営費交付金戻入	67,449
資産見返物品受贈額戻入	832,685
臨時収益	0
その他の収入	77
純利益	77
目的積立金取崩額	0
純利益	77

注) 当法人における退職手当については役員退職手当支給基準及び国家公務員退職手当法に基づいて支給することとなるが、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。

表1. 資金計画 (総括)

平成14年度資金計画 (単位：千円)

区 分	金 額
資金支出	1,829,294
業務活動による支出	1,753,584
投資活動による支出	15,720
財務活動による支出	59,990
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	1,829,426
業務活動による収入	1,813,706
運営費交付金による収入	1,791,574
受託収入	22,000
その他の収入	132
投資活動による収入	15,720
施設整備費補助金による収入	15,720
その他の収入	0
財務活動による収入	0

別紙3 (表2)

表2. 資金計画 (一般勘定)

平成14年度資金計画 (単位：千円)

区 分	金 額
資金支出	760,524
業務活動による支出	717,979
投資活動による支出	15,720
財務活動による支出	26,825
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	760,579
業務活動による収入	744,859
運営費交付金による収入	724,804
受託収入	20,000
その他の収入	55
投資活動による収入	15,720
施設整備費補助金による収入	15,720
その他の収入	0
財務活動による収入	0

別紙3 (表3)

表3. 資金計画 (空港整備勘定)

平成14年度資金計画 (単位：千円)

区 分	金 額
資金支出	1,068,770
業務活動による支出	1,035,605
投資活動による支出	0
財務活動による支出	33,165
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	1,068,847
業務活動による収入	1,068,847
運営費交付金による収入	1,066,770
受託収入	2,000
その他の収入	77
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



## 7 財務諸表（平成15年6月27日現在）

平成14年度

### 財 務 諸 表

（添付書類）

平成14年度 事業報告書

平成14年度 決算報告書

独立行政法人 電子航法研究所

貸借対照表  
平成15年3月31日現在

(単位：円)

科 目	金 額	
<b>【資産の部】</b>		
I 流動資産		
現金及び預金		206,123,573
未収金		190,129,994
棚卸資産		700,080
未収収益		664
仮払金		357,290
立替金		4,453
その他流動資産		35,287
流動資産合計		397,351,341
II 固定資産		
1 有形固定資産		
建物	1,149,410,361	
建物減価償却累計額	△ 128,456,404	1,020,953,957
構築物	133,629,372	
構築物減価償却累計額	△ 48,194,152	85,435,220
航空機	101,800,000	
航空機減価償却累計額	△ 36,648,000	65,152,000
車両運搬具	6,710,790	
車両運搬具減価償却累計額	△ 4,439,265	2,271,525
工具器具備品	4,253,107,379	
工具器具備品減価償却累計額	△ 2,192,517,728	2,060,589,651
土地		3,082,544,000
有形固定資産合計		6,316,946,353
2 無形固定資産		
電話加入権		559,000
無形固定資産合計		559,000
3 その他の資産		
預託金		534,000
その他資産合計		534,000
固定資産合計		6,318,039,353
資産合計		6,715,390,694
<b>【負債の部】</b>		
I 流動負債		
運営費交付金債務		123,617,269
短期リース債務		53,348,012
未払金		233,715,254
未払消費税等		2,503,700
未払費用		800,952
預り金		2,050,846
その他流動負債		35,287
流動負債合計		416,071,320
II 固定負債		
資産見返負債		
資産見返運営費交付金	648,912,765	
資産見返物品受贈額	1,256,762,815	1,905,675,580
長期リース債務		43,124,782
固定負債合計		1,948,800,362
負債合計		2,364,871,682
<b>【資本の部】</b>		
I 資本金		
政府出資金		4,258,412,552
資本金合計		4,258,412,552
II 資本剰余金		
資本剰余金		283,619,824
損益外減価償却累計額 (△)		△ 220,792,598
資本剰余金合計		62,827,226
III 利益剰余金		
積立金		20,474,982
当期未処分利益		8,804,252
(うち当期総利益)		(8,804,252)
利益剰余金合計		29,279,234
資本合計		4,350,519,012
負債・資本合計		6,715,390,694

損益計算書

(平成14年4月1日～平成15年3月31日)

(単位：円)

科 目	金 額	
<b>【経常費用】</b>		
業務費		
給与手当	459,824,987	
退職手当	64,286,310	
福利厚生費	45,056,850	
研究委託費	152,417,322	
消耗品費	192,099,937	
備品費	25,994,823	
通信費	14,068,981	
水道光熱費	16,938,984	
支払リース料	1,725,450	
保守修繕費	93,697,192	
旅費交通費	27,478,822	
支払手数料	9,400,221	
減価償却費	1,225,088,781	
その他の業務費	29,554,353	2,357,633,013
一般管理費		
役員給与手当	53,595,272	
役員退職手当	12,804,500	
給与手当	120,446,564	
福利厚生費	17,580,812	
消耗品費	1,295,612	
備品費	2,836,386	
通信費	1,748,145	
水道光熱費	2,511,457	
支払リース料	335,160	
保守修繕費	10,762,802	
旅費交通費	2,444,123	
支払手数料	12,516,128	
減価償却費	4,189,355	
その他の一般管理費	2,010,627	245,076,943
財務費用		
支払利息	7,540,522	7,540,522
経常費用合計		2,610,250,478
<b>【経常収益】</b>		
運営費交付金収益		1,343,840,635
固定資産見返負債戻入		
資産見返運営費交付金戻入	103,338,973	
資産見返物品受贈額戻入	981,728,863	1,085,067,836
受託収入		186,273,669
特許権収入		3,803,979
その他事業収入		60,491
財務収益		
受取利息	5,120	5,120
雑 益		3,000
経常収益合計		2,619,054,730
<b>【臨時損失】</b>		
過年度消耗品費		278,381,321
臨時損失合計		278,381,321
<b>【臨時利益】</b>		
過年度物品受贈益		278,381,321
臨時利益合計		278,381,321
<b>【当期純利益】</b>		
当期純利益		8,804,252
当期総利益		8,804,252

## 利益の処分に関する書類（案）

		(単位：円)		
I	当期未処分利益			8,804,252
	当期総利益	8,804,252		
II	利益処分額			
	積立金	4,931,830		
	独立行政法人通則法 第44条第3項により 主務大臣の承認を受けようとする額			
	研究開発及び研究基盤整備積立金	<u>3,872,422</u>	<u>3,872,422</u>	<u>8,804,252</u>

(注) 現在国土交通大臣に承認申請中です。



# キャッシュフロー計算書

(平成14年4月1日～平成15年3月31日)

(単位：円)

I 業務活動によるキャッシュフロー	
原材料、商品又はサービスの購入による支出	△ 222,116,932
人件費支出	△ 801,685,689
その他業務支出	△ 480,306,975
運営費交付金収入	1,791,574,000
受託収入	126,979,240
特許収入	4,897,129
その他収入	737,081
小計	420,077,854
利息の受取額	27,301
利息の支払額	△ 7,820,397
業務活動によるキャッシュフロー	412,284,758
II 投資活動によるキャッシュフロー	
有形固定資産の取得による支出	△ 611,434,069
その他資産の取得による支出	△ 204,000
施設費による収入	85,625,584
投資活動によるキャッシュフロー	△ 526,012,485
III 財務活動によるキャッシュフロー	
リース債務減少に伴う支出	△ 58,887,512
財務活動によるキャッシュフロー	△ 58,887,512
IV 資金に係る換算差額	—
V 資金増加額	△ 172,615,239
VI 資金期首残高	378,738,812
VII 資金期末残高	206,123,573

# 行政サービス実施コスト計算書

(平成14年4月1日～平成15年3月31日)

(単位：円)

I 業務費用			2,698,485,540
損益計算書上の費用			
業務費	2,357,633,013		
一般管理費	245,076,943		
財務費用	7,540,522		
過年度消耗品費	278,381,321	2,888,631,799	
(控除)			
受託収入	186,273,669		
特許権収入	3,803,979		
その他事業収入	60,491		
財務収益	5,120		
雑益	3,000	190,146,259	
II 損益外減価償却等相当額			
損益外減価償却相当額	118,929,534		
損益外固定資産除却相当額	1,714,102		120,643,636
III 引当外退職手当増加見積額			△ 48,651,269
IV 機会費用			
国有財産無償使用の機会費用	2,912,911		
政府出資等の機会費用	30,329,988		33,242,899
V 行政サービス実施コスト			2,803,720,806

## 【重要な会計方針】

### 1. 運営費交付金収益の計上基準

業務のための支出額を限度として収益化する方法（費用進行基準）を採用しております。

### 2. 減価償却の会計処理方法

有形固定資産

定額法を採用しております。なお、主な固定資産の耐用年数については、以下のとおりです。また、受託により取得した固定資産については、契約期間で償却しております。

建物	4～50年
建物付属設備	2～20年
構築物	2～29年
航空機	5年
車両運搬具	2年
工具器具備品	2～10年

### 3. 退職手当に係る引当金及び見積額の計上基準

役職員の退職手当については運営費交付金により財源措置がされておりますので、退職手当に係る引当金の計上はしておりません。

また、退職手当の見積額については、当研究所の退職給与規程に基づく自己都合による期末要支給額の100%相当額を貸借対照表の注記事項において表示し、退職手当の増加額については行政サービス実施コスト計算書に計上しております。

### 4. たな卸資産の評価基準及び評価方法

最終仕入原価法を採用しております。

### 5. 行政サービス実施コスト計算書における機会費用の計上方法

#### (1) 国有財産無償使用の機会費用の計算方法

当研究所では土地・工作物の無償使用をしており、機会費用の算出にあたっては国有財産の一時使用料単価を参考にして、使用面積に応じた負担額を算出しております。

#### (2) 政府出資等の機会費用計算に使用した利率

機会費用の算定にあたっては、国債の利回りを参考に0.7%としております。

### 6. 重要なリース取引の処理方法

重要なファイナンス・リース取引については通常の売買取引に準じた会計処理によっております。

### 7. 消費税等の会計処理方法

消費税等の会計処理は、税込方式によっております。

## 【重要な債務負担行為】

該当ありません。

## 【重要な後発事象】

該当ありません。

【貸借対照表関係の注記事項】

運営費交付金から充当されるべき退職手当の見積額 712,920,815円

【損益計算書関係の注記事項】

「支払手数料」

当期より支払手数料については独立表示しました。なお、前年度は業務費中のその他の業務費に5,301,965円、一般管理費中のその他の一般管理費に13,759,517円がそれぞれ含まれております。

「過年度消耗品費，過年度物品受贈益」

過年度において国から承継したソフトウェアを今年度において消耗品処理したものであります。

【キャッシュフロー計算書関係の注記事項】

1. 資金期末残高と貸借対照表に掲記されている科目の金額との関係

現金及び預金勘定 206,123,573円

資金期末残高 206,123,573円

2. 重要な非資金取引

過年度において国から承継したソフトウェア 278,381,321円

【行政サービス実施コスト計算書関係の注記事項】

引当外退職手当の見積額が減少しているのは、期末の職員数が前年度末と比較して1名少ないこと及び退職手当の支給対象とならない再任用職員が1名在籍していることによるものであります。



固定資産の取得及び処分並びに減価償却費の明細

(単位：円)

資産の種類	期首 残高	当期 増加額	当期 減少額	期末 残高	減価償却累計額		差引当期末 残高	摘要	
					当期 償却額				
有形固定 資産（償却 費損益内）	建物	8,146,200	11,907,000	—	20,053,200	1,169,838	712,669	18,883,362	
	構築物	11,760,000	2,620,537	—	14,380,537	1,917,261	1,550,286	12,463,276	
	車輛運搬具	6,710,790	—	—	6,710,790	4,439,265	2,384,968	2,271,525	
	工具器具備品	3,798,855,902	455,427,815	109,699,718	4,144,583,999	2,181,936,587	1,224,630,213	1,962,647,412	
計	3,825,472,892	469,955,352	109,699,718	4,185,728,526	2,189,462,951	1,229,278,136	1,996,265,575		
有形固定 資産（償却 費損益外）	建物	1,106,813,972	26,563,084	4,019,895	1,129,357,161	127,286,566	67,934,981	1,002,070,595	
	構築物	116,248,750	3,225,600	225,515	119,248,835	46,276,891	22,903,333	72,971,944	
	航空機	101,800,000	—	—	101,800,000	36,648,000	18,324,000	65,152,000	
	工具器具備品	108,523,380	—	—	108,523,380	10,581,141	9,767,220	97,942,239	
	建設仮勘定	14,803,084	14,985,600	29,788,684	—	—	—	—	
計	1,448,189,186	44,774,284	34,034,094	1,458,929,376	220,792,598	118,929,534	1,238,136,778		
非償却資産	土地	3,082,544,000	—	—	3,082,544,000	—	—	3,082,544,000	
有形固定 資産合計	建物	1,114,960,172	38,470,084	4,019,895	1,149,410,361	128,456,404	68,647,650	1,020,953,957	
	構築物	128,008,750	5,846,137	225,515	133,629,372	48,194,152	24,453,619	85,435,220	
	航空機	101,800,000	—	—	101,800,000	36,648,000	18,324,000	65,152,000	
	車輛運搬具	6,710,790	—	—	6,710,790	4,439,265	2,384,968	2,271,525	
	工具器具備品	3,907,379,282	455,427,815	109,699,718	4,253,107,379	2,192,517,728	1,234,397,433	2,060,589,651	
	土地	3,082,544,000	—	—	3,082,544,000	—	—	3,082,544,000	
	建設仮勘定	14,803,084	14,985,600	29,788,684	—	—	—	—	
計	8,356,206,078	514,729,636	143,733,812	8,727,201,902	2,410,255,549	1,348,207,670	6,316,946,353		
無形固定 資産	電話加入権	—	559,000	—	559,000	—	—	559,000	
	計	—	559,000	—	559,000	—	—	559,000	
その他の 資産	預託金	330,000	204,000	—	534,000	—	—	534,000	
	計	330,000	204,000	—	534,000	—	—	534,000	

たな卸資産の明細

(単位：円)

種類	期首 残高	当期増加額		当期減少額		期末残高	摘要
		当期購入・ 製造・ 振替	その他	払出・ 振替	その他		
貯蔵品	2,329,835	1,297,700	—	2,927,455	—	700,080	
計	2,329,835	1,297,700	—	2,927,455	—	700,080	

資本金及び資本剰余金の明細及び増減

(単位：円)

区 分	期首残高	当期増加額	当期減少額	期末残高	摘 要	
資本金	政府出資金	4,258,412,552	—	—	4,258,412,552	
	計	4,258,412,552	—	—	4,258,412,552	
資本剰余金	無償譲与	—	559,000	—	559,000	(注)1
	施設費	197,459,499	96,853,234	—	294,312,733	(注)2
	損益外除却額	△ 7,006,499	—	4,245,410	△ 11,251,909	(注)3
	計	190,453,000	97,412,234	4,245,410	283,619,824	
	損益外減価償却累計額	104,394,372	118,929,534	2,531,308	220,792,598	(注)3
	差引計	86,058,628	△ 21,517,300	1,714,102	62,827,226	

(注) 1. 当期増加額は、過年度において国から電話加入権を承継したことによるものであります。

2. 当期増加額は、施設整備費補助金を財源とする固定資産の取得によるものであります。

3. 当期減少額は、現物出資財産の除却によるものであります。

運営費交付金債務及び運営費交付金収益の明細

(1) 運営費交付金債務

(単位：円)

交付年度	期首残高	交付金当期交付額	当期振替額				期末残高
			運営費交付金収益	資産見返運営費交付金	資本剰余金	小 計	
平成13年度	61,224,256	—	—	—	—	—	61,224,256
平成14年度	—	1,791,574,000	1,343,840,635	385,340,352	—	1,729,180,987	62,393,013
合 計	61,224,256	1,791,574,000	1,343,840,635	385,340,352	—	1,729,180,987	123,617,269

(2) 運営費交付金収益

業務等の区分を行っていないため、記載を省略しております。

役員及び職員の給与費の明細

(単位：円)

区 分	報 酬 又 は 給 与		退 職 手 当	
	支 給 額	支給人員	支 給 額	支給人員
役 員	53,595,272	4	12,804,500	2
職 員	580,271,551	72	64,286,310	2
合 計	633,866,823	76	77,090,810	4

[注記事項]

・ 役 員：独立行政法人電子航法研究所役員給与規程による。

・ 職 員：独立行政法人電子航法研究所職員給与規程及び独立行政法人電子航法研究所非常勤職員に関する達による。

なお、職員の支給額及び支給人員には非常勤職員を含めており、支給額は18,316,091円、支給人員は8名です。

・ 職員給与支給人員：年間平均支給人員数

セグメント情報

(単位：円)

区 分	一般勘定	空港整備勘定	計	法人共通	合 計
事業費用	875,306,906	2,013,324,893	2,888,631,799	—	2,888,631,799
事業収益	878,800,970	2,018,635,081	2,897,436,051	—	2,897,436,051
事業損益	3,494,064	5,310,188	8,804,252	—	8,804,252
総 資 産	3,801,527,379	2,913,863,315	6,715,390,694	—	6,715,390,694

添 付 書 類

# 平成14年度 事業報告書

独立行政法人 電子航法研究所

## I. 事業の概要

### 1. 研究所の目的と業務

#### (1) 目的

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（電子技術を利用した航法をいう。以下同じ。）に関する試験，調査，研究及び開発等を行うことにより，交通の安全の確保とその円滑化を図ることを目的とする。

#### (2) 業務の範囲

研究所は第三条の目的を達成するため，次の業務を行う。

- 一 電子航法に関する試験，調査，研究及び開発を行うこと。
- 二 前号に掲げる業務に係る成果を普及すること。
- 三 電子航法に関する情報を収集し，整理し，及び提供すること。
- 四 前三号に掲げる業務に附帯する業務を行うこと。

### 2. 法人の沿革等

#### (1) 沿革

- 昭和36年4月 運輸技術研究所航空部に電子航法研究室設置。
- 昭和38年4月 運輸技術研究所改組，船舶技術研究所電子航法部となる。
- 昭和42年7月 電子航法研究所設立。  
総務課，企画調査室，電子航法部，衛星航法部を設置。
- 昭和45年4月 電子航法部を廃止，電子航法開発部と電子航法評価部を設置。
- 昭和47年5月 企画調査室を廃止，研究企画官を設置。
- 昭和51年5月 空港整備特別会計を導入。
- 昭和51年10月 岩沼市に岩沼分室を設置。
- 昭和53年10月 航空施設部を設置。
- 平成13年1月 中央省庁等改革により，国土交通省電子航法研究所となる。
- 平成13年4月 独立行政法人電子航法研究所となる。
- 平成14年4月 航空施設部，電子航法評価部，衛星航法部を航空システム部，  
管制システム部，衛星技術部に名称変更。  
研究室を廃止し，研究グループを編成。

#### (2) 根拠法令

独立行政法人電子航法研究所法（平成11年法律第210号）

#### (3) 主務官庁及び主務大臣

主務官庁：国土交通省  
主務大臣：国土交通大臣

### 3. 所在地

#### (1) 本所

〒182-0012 東京都調布市深大寺東町7丁目42番地23

#### (2) 分室

〒989-2421 宮城県岩沼市下野郷字北長沼4

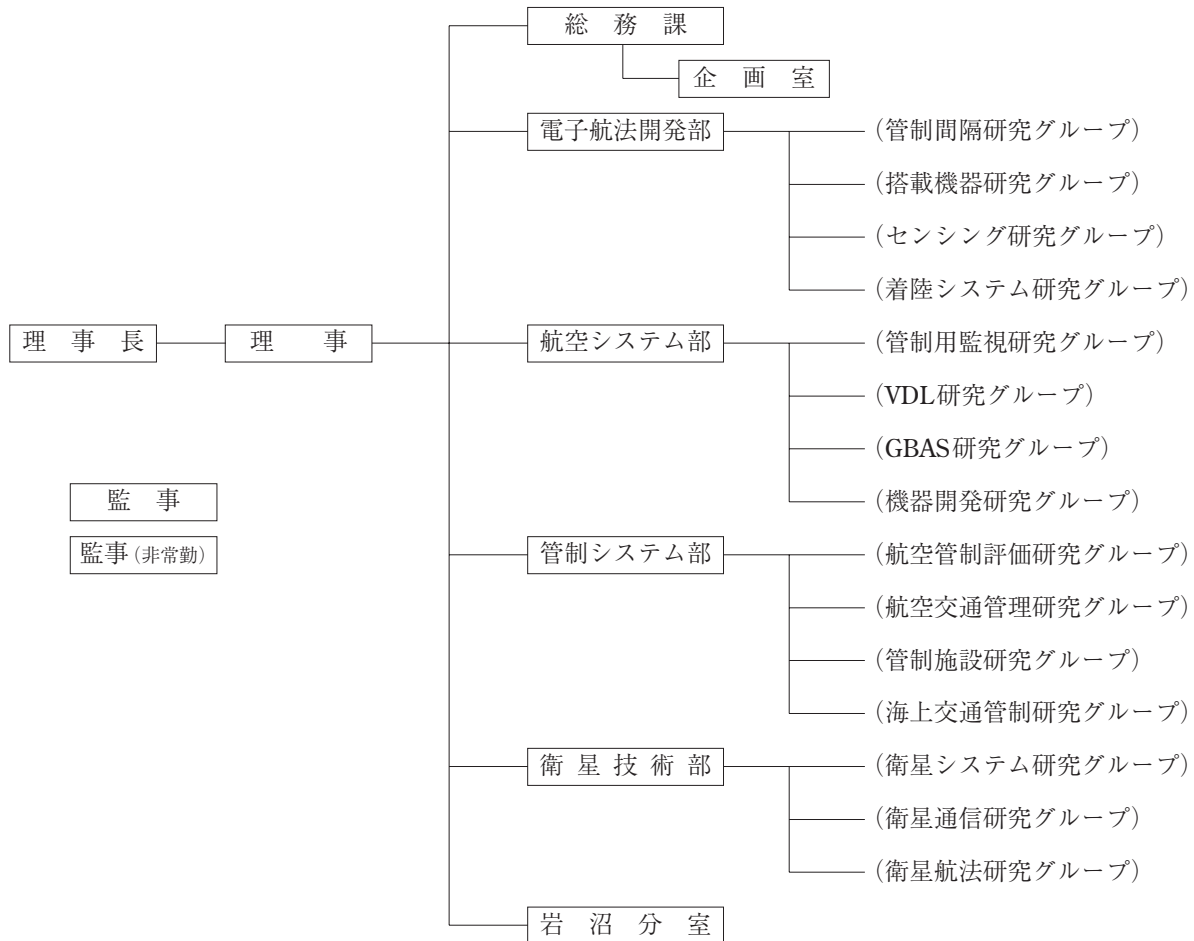
4. 資本金

政府出資金 一般勘定：3,282,822,581円

空港整備勘定：975,589,971円

II. 組織・定員

1. 組織図



2. 役員

(1) 定数

理事長1人，理事1人，監事2人

(2) 氏名，役職，任期及び経歴

役 職	氏 名	任 期	前 歴
理事長	大沼 正彦	H13.4.1～H15.3.31	国土交通省電子航法研究所長
理事	岡田 和男	H13.4.1～H15.3.31	外務省在カナダ日本国大使館公使
監事	石井 隆樹	H13.4.1～H15.3.31	全日本空輸(株)整備本部技術部主席部員
監事(非常勤)	相原 康彦	H13.4.1～H15.3.31	国土交通省航空事故調査委員会委員長

3. 職員（平成15年3月31日現在）

事務職16人，研究職47人



### Ⅲ. 事業の実施状況

#### 1. 事業の実施状況

平成14年度における電子航法研究所の事業の実施額（人件費を除く直接経費）は、次のとおりである。

##### (1) 重点研究

- ①新しい通信技術に関する研究開発……………3件
- ②新しい航法システムに関する研究開発……………4件
- ③新しい監視システムに関する研究開発……………4件
- ④新しい航空交通管理に関する研究開発……………3件

以上14件613,810,558円

##### (2) 基盤的研究

平成14年度は基盤的研究を21件実施し、研究総額は、64,065,842円であった。

##### (3) 受託業務

平成14年度は受託業務を17件実施し、受託収入額は、186,273,669円であった。

#### 2. 借入金

事業運営に必要な資金は国からの運営費交付金で賄われているため、長期、短期ともに該当なし。

### Ⅳ. 業務運営に関する事項

#### 1. 施設及び設備に関する事項

平成14年度において、施設整備費補助金を財源として所内設備の整備を行った。

##### (1) 管理施設整備

平成13年度に工事着手後、想定し得なかった地中障害物が発見され、その調査、撤去作業、経路の見直し等に時間を要したため、一部平成14年度に繰り越したものである。

添 付 書 類

# 平成14年度 決算報告書

独立行政法人 電子航法研究所

# 収 入 支 出 決 算 書

## 収 入

総 括

区 分	予 算 額	決 算 額	差 額	備 考
	円	円	円	
運営費交付金	1,791,574,000	1,791,574,000	0	
施設整備費補助金	0	14,985,600	△ 14,985,600	前年度繰越分
受託収入	22,000,000	186,273,669	△ 164,273,669	受託研究の増加のため
特許収入	0	3,803,979	△ 3,803,979	特許実施があったため
その他事業収入	0	60,491	△ 60,491	
財務収入 受取利息	0	5,120	△ 5,120	
雑 収 入 土地貸付	0	3,000	△ 3,000	
計	1,813,574,000	1,996,705,859	△ 183,131,859	

## 支 出

総 括

区 分	予 算 額	決 算 額	差 額	備 考
	円	円	円	
業務経費	928,084,000	924,477,211	3,606,789	
施設整備費	0	14,985,600	△ 14,985,600	前年度繰越分
受託経費	22,000,000	180,065,465	△ 158,065,465	受託研究の増加のため
一般管理費	49,653,000	49,583,964	69,036	
人件費	813,837,000	752,406,610	61,430,390	役職員分
特許経費	0	1,216,051	△ 1,216,051	特許実施があったため
その他事業経費		60,491	△ 60,491	
計	1,813,574,000	1,922,795,392	△ 109,221,392	

---

平成14年度 電子航法研究所年報

平成16年1月30日 発行

編集兼発行人 独立行政法人 電子航法研究所

発行所 独立行政法人 電子航法研究所

〒182-0012 東京都調布市深大寺東町7丁目42番地23

電話 0422-41-3168

e-mail [webmaster@enri.go.jp](mailto:webmaster@enri.go.jp)

印刷所 光写真印刷印刷株式会社

---