

ま え が き

電子航法研究所は、電子航法（電子技術を利用した航法）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ことを目的に設立されています。当研究所は平成13年4月1日に「独立行政法人」として改組され、以後国土交通大臣の示す中期目標にそって作成した5カ年の中期計画及び年度計画に基づき、独立行政法人としての設立の趣旨を踏まえ、自律的かつ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上げることを目指しております。

当研究所の研究活動は、社会ニーズに沿った研究を重点的に選定し、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の分野において国の空港整備事業や国際民間航空機関等の国際標準策定作業に研究成果を反映させるなど国内外において多大な貢献を果たしています。またそれとともに、基礎的、先導的な研究も実施し、電子航法に関する基盤技術の蓄積にも努めております。

この電子航法研究所年報は、平成17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、研究所の運営に関する事項、各研究部の研究業務、独立行政法人としての中期目標、中期計画及び財務諸表等を紹介しております。

当研究所としましては、国、産業界、大学等と連携し、国の担う航空管制システム業務を支援する中核的な研究機関としてその使命を果たすべく努力してまいりますが、皆様には、この年報を通じて、当研究所の活動についてご理解いただき、あわせて忌憚のないご意見をいただけますようお願い申し上げます。なお別に刊行している電子航法研究所研究報告及び電子航法研究所研究発表会講演概要には詳細が記載されておりますので、あわせてご参照いただけますと幸いです。

平成18年9月

独立行政法人電子航法研究所

理事長 平澤愛祥

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	45
3. 管制システム部	76
4. 衛星技術部	100
5. 受託研究	112
6. 共同研究	113
7. 研究発表	114
8. 知的財産権	127

第3部 現 況

1. 平成17年度に購入した主要機器	135
2. 主要施設及び機器	136
3. 刊 行 物	138
4. 行 事 等	138
5. 職員表彰	140

付 録

1. 独立行政法人電子航法研究所法	143
2. 独立行政法人電子航法研究所に関する省令	149
3. 独立行政法人電子航法研究所 業務方法書	152
4. 独立行政法人電子航法研究所 中期目標	154
5. 独立行政法人電子航法研究所 中期計画	156
6. 独立行政法人電子航法研究所 平成17年度計画	165
7. 財務諸表	173

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。

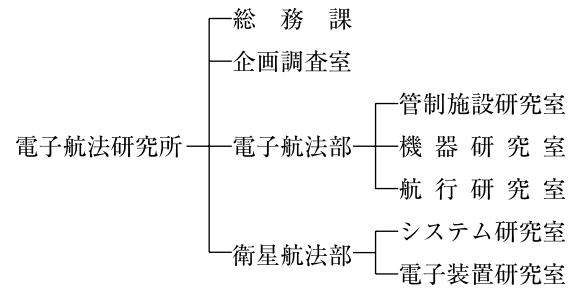
宇宙開発の一環として、人工衛星を航空機及び船舶の航法に利用しようとする開発研究は、我が国においても昭和38年に着手された。その結果をもとに、運輸省は昭和40年4月「人工衛星による航行援助方式の開発に関する基本方針」を決め、昭和41年度は衛星航法研究室（3名）が新設された。

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。

平成15年度は、研究プロジェクトチーム設置を規定し、先進型地上走行誘導管制システム開発プロジェクトチーム及び高精度測位補正技術開発プロジェクトチームを設置した。

平成16年度は、関東空域再編関連研究プロジェクトチームを設置した。

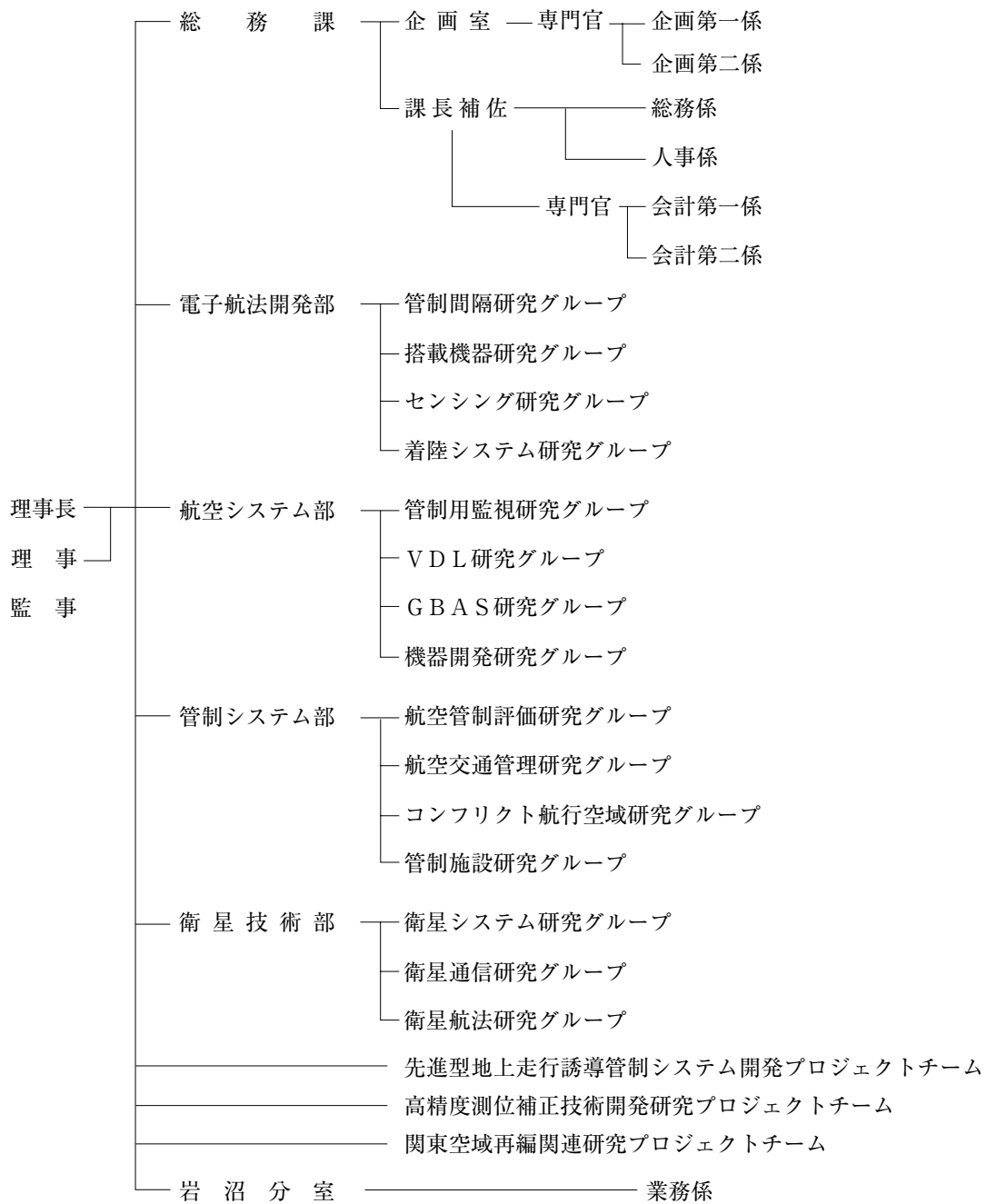
予算及び定員の推移

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)
年 度	15	16	17			
予 算 額	1,681,891 (1,061,803)	1,792,287 (1,130,083)	1,669,176 (1,055,686)			
対 前 年 増 減 率	△7%	7%	△7%			
定 員	64 (30)	63 (29)	60 (27)			

注1：（ ）内は、空港整備特別会計で内数

2 組 織 (平成18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
監事 (非常勤)	1		1
事務職	8	7	15
研究職	25	20	45
計	37	27	64

(平成18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	0422-41-3165
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18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17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. 航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究
2. 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
3. 無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究
4. 航空路の安全性評価に関する研究
5. 航空機衝突防止装置の運用状況に関する研究
6. スケールモデルによるILS高度化のための実証的研究
7. SSRモードSを用いた空港面航空機監視の研究
8. ルーネベルグレンズを利用した航法機器に関する研究

1.～4.は重点研究である。1はARNS（航空無線航法サービス）用に割り当てられた周波数帯域内にある各種の無線機器について電波信号環境の測定や予測の手法を確立するものである。2.はヘリコプタの前方障害物との衝突を防ぐため、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。3.はACAS（航空機衝突防止装置）のような時間検出を基礎とする測位システムにおけるマルチパスの問題への対処技術を開発する研究である。4.は航空路における短縮管制間隔等の基準策定に際しての安全性評価に関するもので、ICAO（国際民間航空機関）のパネル検討会議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と衝突防止方式の改善に関する研究である。6.は今後導入が計画されているLDA（Localizer Type Directional Aids：ローカライザー型式方向援助施設）の設置要件を明らかにするための研究である。7.はSSRモードSを空港面の監視に応用するための測位技術の確立を目指した研究である。

8は基盤研究で、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。

II 試験研究の実施状況

航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究では、ARNS帯域に割り当てられたGPS-L5やGalileo-E5など新しい衛星航法GNSS用に割り当てられた周波数帯域内の干渉信号を一括して受信できる広帯域電磁信号環境記録装置高周波部等を製作した。また、ASAS（航空機間隔維持支援装置）-RFG会議にてASAS要件や信号発生量

の根拠を調査した。ASAS関連システム構成案を作成し、ICAO/SCSRパネル会議の作業部会等に報告するとともに改訂をすすめた。このシステム構成図は、同会議のASAS関連技術文書に採用されることになった。

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、障害物探知用ミリ波レーダ評価のため、送電線の入射角による反射度の変化を測定するため地上試験を行い、その傾向を明らかにするとともに、レーダの小型化のためにプリント反射板アンテナを製作し、システムに導入して実証飛行試験を行い、600m先の送電線の検出に成功した。また、昨年度作成した自動警報用ソフトウェアの改修を行い、色による画像融合方式で送電線までの距離を表現できることを明らかにした。

無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究では、パルス信号の瞬時自動利得機能を有する実験用受信機を製作するとともに、検出率を向上するため、複数受信局の信号を処理するモードSプリアンプル検出器を開発した。また、マルチパスのシミュレーションによって、DAC法（受信信号のうち、マルチパス成分の少ない最初の時間帯の波形を利用して直進信号の到達時刻を同定する手法）の誤差は相関関数を用いる一般的な時間検出法の1/2以下にできることを確認した。

航空路の安全性評価に関する研究では、航空機の横方向経路逸脱量がRNP（航法性能要件）の2倍の値を超えると警報を出すように完全性の要件を取り入れたRNP-RNAV機に対する横方向経路逸脱量分布の確率密度関数モデルを提案した。中心部が一般化ラプラス分布、裾部が両側指数分布である混合型分布の場合の横方向重量確率の最大値の理論式を導出した。また、国内RVSM（短縮垂直間隔）導入のための安全性の事前評価において、RVSM導入後の環境ではG581ルートは衝突リスクがその最大許容値である目標安全度を満たさないことが分かった。G581ルートでも目標安全度を満たすようにするための提言を行い、これに基づき航空局はG581ルートシステムの改編を行った。飛行計画情報に基づき、G581の改編前後の衝突リスク（特に近接通過頻度）を調べた。この結果、改編後は改編前の1/20になっており、RVSM導入後の衝突リスクの推定値は目標安全度を満たすことが確認できた。

航空機衝突防止装置の運用状況に関する研究では、これまでに蓄積されているデータに新たに得られたRAコメントシート情報を追加し、RVSM実施前のACAS運用状況をまとめて比較対象を準備した。その結果は、ICAO/SCSR/WG-A会議に報告した。また、衝突回避判断等に用いられるACASアルゴリズム動作シミュレー

ションソフトウェアの改良を続けるとともに、実環境におけるACAS監視性能を予測するためのシミュレーションモデルを調査した。

スケールモデルによるILS高度化のための実証的研究では、今後、予想される首都圏の空域の混雑を解消する方法として、LDAを利用した同時平行進入方式の実現が期待されており、この進入方式を実施するには、ローカライザのコース形成が可能な最小面積の検討が必要であることから、設置予定の江東の埋立地を想定し、スケールモデル実験により、ローカライザアンテナ用地の必要最小面積の実証試験を行った。その結果、進入コース形成のために確保すべき最小面積は64m×80mになり、現行用地設置条件の約1/3になることが確認された。また、進入コースの品質向上で最も重要なのは、海面段差の上部エッジの向きをローカライザアンテナと平行に造成することであることが確認された。

SSRモードSを用いた空港面監視の研究では、フェイズドアレイアンテナ制御ソフトウェアを製作し実験システムを構築するとともに、Downlink Aircraft Parametersを実施するソフトウェアを製作した。また、SSRモードSの高度運用の一技術であるStochastic Lockout Override機能を岩沼モードS地上局に付加した。

ルーネバルグレンズを利用した航法機器に関する研究では、球形誘電体電波レンズの有用性の評価、及びそれを利用した新しい航法機器の検討を行った。また、以前出願した特許のうち2件が登録された。

今年度は上記の8項目の研究に加えて、以下に示す8件の受託研究を行った。これらは上記の研究、これまでの研究等で蓄積した知識・技術を活用したものである。

- (1) 平成17年度JTIDS等国内展開基準の作成委託
- (2) マイクロ波レーダの電波特性解析
- (3) 旅客が持ち込む電子機器による航空機への影響調査
- (4) GS前方誘導路による電波性能影響調査委託
- (5) VORおよびTACANのコンピュータ電波障害シミュレーション調査
- (6) 16L-LLZ設置条件調査委託
- (7) 積雪によるILS電波への影響調査委託

(8) LLZのファーフィールドモニタ積雪における影響調査

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

航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究では、ASAS関連システム構成案を作成し、ICAO/SCSRパネル会議の作業部会等に報告し、このシステム構成図が、同会議のASAS関連技術文書に採用されることになった。

スケールモデルによるILS高度化のための実証的研究ではLDAの進入コース形成のために確保すべき最小面積は64m×80mになり、現行用地設置条件の約1/3になることが確認された。また、進入コースの品質向上で最も重要なのは、海面段差の上部エッジの向きをローカライザアンテナと平行に造成することであることが確認された。この成果に基づき、国土交通省において整備計画が進められている。

航空路の安全性評価に関する研究では、国内RVSM導入のための安全性の事前評価において、RVSM導入後の環境ではG581ルートは衝突リスクがその最大許容値である目標安全度を満たさないことが分かり、G581ルートでも目標安全度を満たすようにするための助言をおこない、航空局はG581ルートシステムの改編を行った。その後、G581の改編前後の衝突リスクを調べた結果、改編後は改編前の1/20になっており、RVSM導入後の衝突リスクの推定値は目標安全度を満たすことが確認できた。また、本研究の成果は、ICAOの管制間隔及び空域安全パネルの技術会議に報告された。

本年度は受託研究が多く、いずれもが国土交通省や他省庁等の緊急の技術政策に係わるものである。旅客が持ち込む電子機器による航空機への影響調査の成果は航空機内で使用が制限される電子機器に係る航空法の告示の改正に活用される予定である。JTIDS関連の成果は国土交通省と防衛庁との協定書協議に活用される予定である。GS前方誘導路による電波性能影響調査委託および16L-LLZ設置条件調査委託の成果は、成田国際空港の平行滑走路の北側延伸整備に係るILS整備計画の策定に活用される予定である。

本年度は、これらの研究成果をICAO、当所の研究発表会、関連学会、国際研究集会などで活発に発表した。

(執筆者名 機上等技術領域長 菅沼 誠)

航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究〔重点研究／一般勘定〕

担当部 電子航法開発部
担当者 ○小瀬木滋 古賀 禎
研究期間 平成17年度～平成21年度

1. はじめに

将来の搭載無線機器については、性能要件を定める一方で、将来の運用環境やその中で性能の予測が必要である。特に、航空無線航法用の周波数割当拡大は困難であり、新旧の無線機器が周波数帯域を共用する運用環境や地理的条件など国情を配慮した予備調査や予測手法が必要である。

早急に解決を要する課題として、ADS-B、GPS-L5、GALILEO-E5など導入時期が近づきつつある新しい広帯域信号や信号使用量の増加を考慮し、周波数を共用する各種航空航法無線機器との相互干渉や性能劣化について効果的な測定手法や予測手法を開発し、これらの円滑な導入に備える必要がある。米英独の各国は独自の手法を開発中であるが、対象に軍用信号も含まれるため詳細は非公開であり、我が国の信号環境に即した方式の独自開発が必要である。

ICAOの監視及び異常接近回避システムパネル（SCRSP: Surveillance and Conflict Resolution Systems Panel）会議では、航空機衝突防止装置（ACAS: Airborne Collision Avoidance System）や航空機間隔維持支援装置（ASAS: Airborne Separation Assistance System）について、実現可能な性能やチャネルを共用する二次監視レーダ（SSR: Secondary Surveillance Radar）等への干渉を検討している。また、SCRSPパネル会議の業務を引き継いだ航空監視パネル（ASP: Aeronautical Surveillance Panel）会議では、信号環境や劣化対策の調査を明確に業務項目に挙げており、各国に対応が求められている。

当研究所による今後の新システム提案や評価の基礎技術として、電波の発生状況を表す電波信号環境の広帯域一括測定手法や予測手法を研究する必要がある。

2. 研究の概要

本研究の目的は、航空無線航法サービスARNS（Aeronautical Radio Navigation Service）用に割り当てられた周波数帯域内にある新旧各種の無線機器について電波信号環境の測定や予測の手法を確立することとした。

本研究は5年計画であり、平成17年度は初年度である。平成17年度は、主に下記のことを行った。

- ・航空無線航法周波数帯域利用動向とASAS要件調査
- ・広帯域電波信号環境分析手法の開発

- ・広帯域電波信号環境測定装置の製作（高周波部）
- ・ARNS帯域内の電波信号環境予測手法の開発（信号表現）
- ・航空局への技術支援への途中成果の活用

3. 研究成果

3.1 航空無線航法周波数帯域利用動向とASAS要件調査

3.1.1 ICAO関連会議

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

将来のARNS帯域における電波利用に大きな影響を与える機器として、ASASに着目した。ASASはADS-Bなど監視用データリンクを使用し、位置情報源として既存のDMEや新しいGNSSの活用が必要とされている。これらの電波信号発生量は、ASAS応用方式を基に定められるASAS性能要件により導出される。

ASASの要件調査では、ICAOのSCRSPパネル会議におけるASASサブグループの活動に参加してきている。特に、英国の研究所QinetiQの研究者とともにASASの技術的課題に関する報告の作成に参加し、平成16年に開催された第1回SCRSPパネル会議に提出している。当研究所は、そこに記載されたASAS関連システム構成案の作成を担当した。平成17年度は、後述のASAS-RFG会議の参加者など広範な研究者からのコメントに対応してこのシステム構成図に改訂を加え、同パネル会議の作業部会に提出した。その結果、今後のICAO文書等に採用されることになった。

このほか、当研究所に蓄積されている信号環境データを分析し、ATCトランスポンダがその最小トリガレベルに近い低電力の質問信号に対して応答モードを誤る現象を明らかにした。問題となる電力範囲は比較的広い空域で観測されるため、信号環境の予測誤差に大きく影響することが考えられる。ICAO他の規格を調査したところ、この電力範囲内のATCトランスポンダの応答動作に関する記述が曖昧であるため、これを指摘する報告をICAO SCRSPパネル会議作業部会に提出し、担当者に検討を依頼した。

3.1.2 ASAS-RFG会議

欧米各国の研究機関が、ASAS運用方式やその運用要件の検討を進めている。米国FAA/EUROCONTROL共同研究開発プロジェクトの一環として開始後、日豪露を加えたASAS-RFG (Requirement Focus Group: 要件検討会議) が設立されている。この会議に参加し、ASAS運用要件を調査した。RTCA/EUROCAEなどの規格団体に加え、ICAOのSCRSパネル会議もASAS-RFG等の成果を積極的に取り入れる方針を定めている。

ASAS-RFGでは、多様な応用が提案されているASAS運用方式の定義や、これに基づくASAS性能要件と安全性分析を進める予定である。平成17年度には、ASPA-S&M (Airborne Spacing - Sequencing and Merging: 順序づけと合流時の航空機間隔維持)、ATSA-ITP (Air Traffic Situational Awareness - In-trail Procedure: 洋上追従高度変更等)、ATSA-AIRB (ATSA - Airborne: 飛行中の状況認識改善) など、5種類の応用分野でASAS運用方式の定義が進められ、性能要件分析や安全性分析の基礎となる運用手順案がまとめられつつある。

本研究では、これらの調査結果をまとめ、当研究所の研究発表会などで報告した。しかし、米豪などADS-B監視を用いる航空管制システムの導入を判断した国々も現れ始めており、ここ数年は動向の変化が非常に激しいと見込まれ、注意深い調査が必要な時期である。

3.2 広帯域電波信号環境分析手法の開発

将来のARNS帯域内では、GPS-L5信号など数十MHzの帯域幅を持つ広帯域信号の使用が見込まれている。これに、DMEなど既存の信号が干渉する。このとき、DMEの信号は1MHz毎に割り当てられているため、広帯域信号に干渉する複数のチャネルの信号を分析する手法が必要になる。このため、本研究では、広帯域信号の一括測定分析技術を得ることを目的としている。

平成17年度は、後述の受信機や次年度製作予定の信号機録関連機器の使用を定めるための調査をした。その結果、デジタルフィルタによる信号分析など、既存技術の組み合わせで開発可能である見込みが得られた。また、DMEやATCトランスポンダ等による干渉信号の検出判定には、当研究所が持つ信号検出のノウハウを生かせることもわかった。

簡易な実験装置を用いて狭帯域の信号を記録し、これを分析することで手法の実現性を確認した。

3.3 広帯域電波信号環境測定装置の製作

3.2に記載した信号分析手法の基礎調査や予備実験結果

をもとに、GPS-L5などの広帯域信号に干渉する信号を一括測定記録するための広帯域電磁信号環境測定装置の仕様をまとめた。

また、マイクロ波部品等を購入し、その高周波部となる広帯域受信機を製作した。受信電力が低いGPS信号への干渉を測定するため、30MHz以上の十分広い受信帯域幅を得るとともに、受信機内部で発生する不要信号や雑音が測定結果に影響を与えないよう配慮し受信機回路を設計した。特に、フィルタ回路の特性に注意することにより、受信機内の周波数変換回路、受信機出力波形を記録するためのAD変換回路など、折り返し歪みが受信信号波形に影響しないことを確認した。

実際の測定にて測定精度に影響を与える現象を調査するため、実際の信号環境を受信測定する飛行実験を実施した。実験では、仙台-高知間の航空路を当研究所の実験用航空機を用いて飛行し、可搬型のスペクトラムアナライザを用いて実際の飛行中に受信される干渉信号を記録した。この方法で記録されるデータは実際の信号のごく一部であるが、ATCトランスポンダやDMEインタロゲータなど搭載送信機からの干渉レベルを確認できた。この結果を用いて、受信機を飛行実験に使用する場合に必要な干渉除去用ノッチフィルタの仕様をまとめた。また、DME受信信号にマルチパスが発生していることを確認され、GPS-L5信号に干渉するDME等のパルス数が従来の計算による予想より多い可能性がある。今後の実験により、定量的な分析が必要である。

3.4 ARNS帯域内の電波信号環境予測手法の開発

これまでの信号環境予測関連の研究成果を活用し、広帯域信号への干渉余録に対応できる信号環境予測手法を開発することを目標の一つとしている。

平成17年度は、信号環境予測シミュレーションの際に使用する信号モデルの表現方法を開発するため、ARNS帯域で使用される信号仕様を調査した。その結果、従来の信号環境シミュレーションに使用していた信号表現に送信周波数等の若干のパラメータを追加するのみで活用できる可能性が高いことがわかった。

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

3.5 航空局への技術協力

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

本研究を通して得られた信号環境に関する知見は、

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

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」に参加した。

4. 考察等

ARNS帯域の電波信号環境は、その利用者である航空機の運用方法により大きく変化する。GNSSの一部となるGPS-L5が実現されると見込まれる2014年以降は、GNSSやその情報を活用するADS-BやASASの実現が期待されており、航空機搭載品やその運用方式が大きく変わる時期と予想される。このため、2015年以降は信号環境にもその影響が現れる時期と見込まれる。

最近、RTCA SC186やASAS-RFGなど多くの会議でそれぞれの目的に応じてASAS関連の技術課題が議論されるようになり、研究の進展が著しい。特にASAS運用方式に関する検討結果が出始める時期であり、今後ともASAS要件の調査を継続する必要がある。

本研究にて開発を予定している信号環境の測定記録手法や分析手法は、GNSSの一部となるGPS-L5等の広帯域信号に干渉する信号の実態調査や干渉発生量予測の検証に役立つと期待される。平成17年度の研究により、その実現可能性を確認するとともに、高周波部など一部の製作を開始することができた。今後は、広帯域に渡る信号環境を必要な時間連続して記録し分析する広帯域電磁信号環境測定装置の記録部を導入し、実際の信号環境の測定や将来予測のために必要な実験を進める予定である。特に、GPS-L5などARNS対域内に新たに導入される信号への既存信号の

干渉を測定分析し、将来の円滑な無線機器導入と運用に資することができるよう研究を進める予定である。

掲載文献

- (1) S. Ozeki: "Revised ASAS Functional Diagram in response to SCRSP1 and other comments", ICAO SCRSP/WG-A8, June 1, 2005
- (2) S. Ozeki: "Reply failure to low power interrogations", ICAO SCRSP/WG-A8, June 1, 2005
- (3) S. Ozeki: "Additional revision of ASAS Functional Diagram in response to SCRSP1 and other comments", ASAS-RFG & ICAO SCRSP/WG-A ASAS-SG, July 15, 2005
- (4) S. Ozeki: "WG-A discussions on reply failure to low power interrogations", ICAO SCRSP/WG-B/TSG, July 25, 2005
- (5) S. Ozeki: "Additional revision of ASAS functional diagram in response to SCRSP1 and other comments", ICAO SCRSP/WG-A9, October 11, 2005
- (6) 小瀬木: 「ASASの概要と研究状況」, ASAS-RFG / ADS-B-RFG 報告会, 平成17年 8月25日
- (7) 小瀬木: 「ASAS-RFG:ASAS Requirement Focus Group第6回会議およびICAO/SCRSP/EG-A/ASAS Subgroup会議報告書 概要版」, ASAS-RFG / ADS-B-RFG 報告会, 平成17年 8月25日
- (8) 小瀬木: 「ASAS用データリンク方式の電磁環境に関する研究」, 航空局報告会, 平成18年 1月12日
- (9) 小瀬木: 「日本のSSR運用と信号環境」, 国土交通省航空局管制保安部管制技術課提出, 平成18年 3月
- (10) 小瀬木: 「ASAS関連機器の研究動向と要件追加の提案」, 電子航法研究所研究発表会, 平成18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, 古賀 禎
研究期間 平成13年度～平成17年度

1. はじめに

ヘリコプタは、輸送、監視、防災・救難等で低空を有視界飛行することが多く、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。このため、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。そこで、以下を

主な目的とする研究に着手した。

- ・民間ヘリコプタや小型固定翼機で使用可能な障害物探知用センサの開発
- ・センサのデータから障害物を識別する技術及び危険な障害物を強調表示する技術の確立
- ・実験用障害物探知・衝突警報システムの開発と実証実験

の実施

本研究は国内の航空宇宙，エレクトロニクス関係三社，仏ニース・ソフィア・アンティボリス大学及び電気通信大学と共同で実施している。また，平成14～16年には（独）鉄道建設・運輸施設整備支援機構（旧 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（競争的資金）」による資金を受け，障害物探知・衝突警報システム用センサの高度化，実験用システムの開発等を実施した。

2. 研究の概要

平成18年度は主に以下の4課題について研究した。

- (1) 障害物探知・衝突警報システムの改良
- (2) 地上実験，実機飛行実験
- (3) 研究のまとめ
- (4) 障害物探知技術の他分野への応用

- (1)は，システム小型化の一環として，障害物探知用ミリ波レーダへの新型プリント反射板アンテナの利用に関する検討である。また，レーダのS/Nを大幅に向上するための新しいレーダ信号処理方式を検討した。
- (2)は，主な探知目標である送電線の電波反射特性に関する地上実験及び新型アンテナや改良を加えた障害物表示アルゴリズム評価のための飛行実験である。
- (3)は，上記実験結果の分析や残された課題の検討等これまでの研究のまとめである。
- (4)は，障害物探知システム中のミリ波レーダの空港内精密監視等への応用に関する検討である。

3. 研究成果

3.1 障害物探知・衝突警報システムの改良

これまでの研究で，本研究着手時に設定した以下の目標はすべて達成できた。

- ・約800m先の障害物（送電線）の探知
- ・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
- ・実験用障害物探知システムの開発と検証

以上の成果をもとに障害物探知・衝突警報システムの実用化を目指すためには，その小型・軽量化，低価格化及び障害物探知用ミリ波レーダのさらなる高性能化等が必要となった。そこでこれらの課題について検討した。

まず，システムの小型・軽量化，低価格化の一環として新型アンテナの開発と評価を行った。図1は，ニース・ソフィア・アンティボリス大学で新たに開発したプリント反射板アンテナとこれまでのカセグレンアンテナとの比較である。カセグレンアンテナは直径25cm，パラボラの奥行き12cm，重量0.9kg程度であるが，プリント反射板アン



図1 新型プリント反射板アンテナとカセグレンアンテナ

テナは直径13cm，奥行き4cm（支柱を除く），重量0.6kg程度と大幅に小型化できる。このアンテナの利得は現在約36dBiで，カセグレンアンテナの利得44dBiよりは低い。しかし，反射板の印刷パターンやアンテナ構造の工夫により必要な利得40dBiは達成可能と考えられる。

次に，レーダのS/Nと精度向上のため，電気通信大学が開発した遅延相関型パルス圧縮レーダの有効性について検討した。図2はこのレーダの回路構成と出力特性である。このレーダには一般のFM-CWレーダにはない固定遅延回路（図2上図赤印）があり，これで受信信号位相を遅延させた後，送信信号と比較することによって目標までの距離を求める。この方法は，従来のレーダでは大きな誤差源と

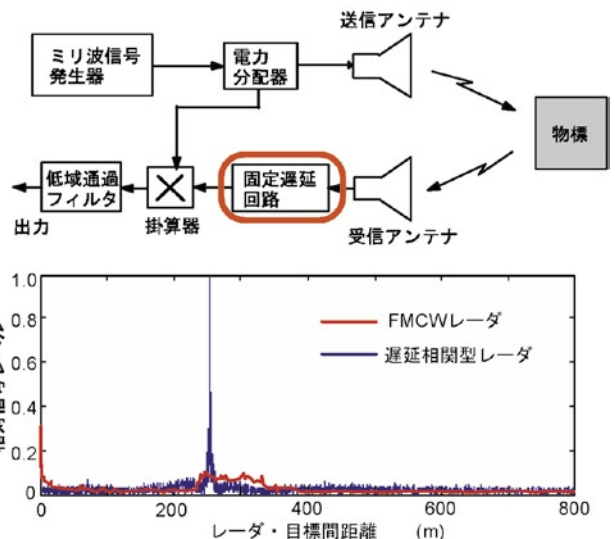


図2 遅延相関型パルス圧縮レーダの回路構成（上図）とレーダ出力（下図）

なる信号発生器の非直線性をキャンセルでき、図2のレーダ出力に示すように目標に対応する距離できわめて鋭い信号が得られる。すなわちこのレーダは、信号のS/N向上と距離精度向上にきわめて効果があるが、現在固定遅延回路にはグラスファイバが使われており回路が大型かつ重くなるという問題がある。そこで、小型・軽量化が期待できる半導体型遅延回路の開発が検討されており、これが実現するとレーダの大幅な高性能化が可能となる。

3.2 地上実験結果

ミリ波レーダの障害物探知性能は、その主な探知目標である送電線の電波反射特性（レーダ断面積）に依存する。これまで送電線のミリ波反射特性については多くの報告があるが、実際に架設された複数の送電線による反射特性は不明であった。したがって、ヘリコプタ搭載用ミリ波レーダ（出力100mW）を用い、荒川河川敷で送電線観測実験を行ってその電波反射特性を調べた。

図3は、レーダと送電線の配置状況及びレーダ出力と方位角（磁北を基準）との関係である。図3上図で、レーダから送電線までの距離は約830m、 T_1 、 T_2 及び1～5は観測方位である。図3の下図は、送電線からの強い電波反射は約 5.5° 間隔に現れ、それ以外では観測できないほど低い

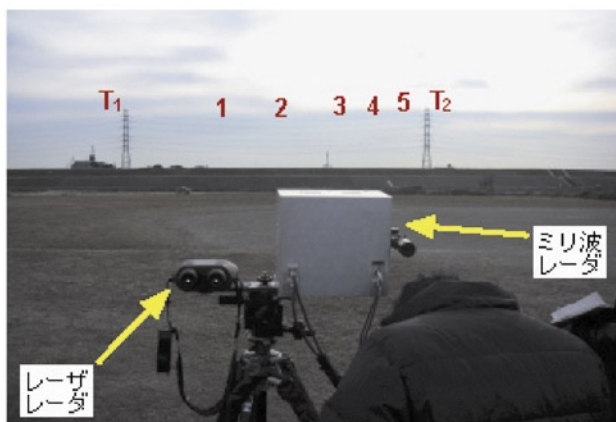


図3 レーダと送電線の配置状況（上図）及びレーダ出力と方位角の関係（下図）

レベルであることを示している。強い反射が一定間隔で現れる現象は、多数のアルミ線を縫り合わせた構造を持つ送電線表面での電波散乱が原因で、その角度間隔は理論的に予想されている。本実験により、複数の電線が懸架された実際の送電線でもほぼ理論どおりの間隔で強い電波反射が現れることが明らかとなった。また、送電線による電波反射は送電鉄塔からのそれより6 dB程度高いレベルとなりうることがわかった。

これらの結果から、レーダにスキャン機構を付加し、 16.5° ($5.5^\circ \times 3$) 程度以上掃引すれば、少なくとも3点の強い電波反射を観測できると考えられ、これが実用的レーダ設計の際の基本仕様となる。

3.3 飛行実験結果

図4はヘリコプタに搭載した障害物探知・衝突警報システムである。アンテナとして従来のカセグレンアンテナまたは新型プリント反射板アンテナを設置し、探知性能の違いを評価した（図4では新型プリントアンテナを設置）。

飛行実験は、平成18年3月岐阜県美濃市付近の山間部で行った。使用したヘリコプタは川崎BK-117型機である。図5は、送電線、鉄塔に平行して飛行したときのレーダ出力で、横軸はレーダ・目標間距離（0～900m）、縦軸は経過時間（0～60秒）である。カセグレンアンテナを用いると、600～700m離れた鉄塔や目標（送電線）が明瞭に検出できた。新型プリント反射板アンテナはゲインがカセグレンアンテナより8 dB程度低いことから、レーダ出力のS/Nは低下したが、目標は検出できた。なお、このアンテナでは近距離（100～300m）でノイズが増える傾向があり、その原因の検討は今後の課題である。

本システムで障害物を検知したとき、従来の表示アルゴリズムではシステム・障害物間の距離が短くなるほど障害物の色を濃くする設計としていた。しかし、昨年度の実験



図4 ヘリコプタ上の障害物探知・衝突警報システム

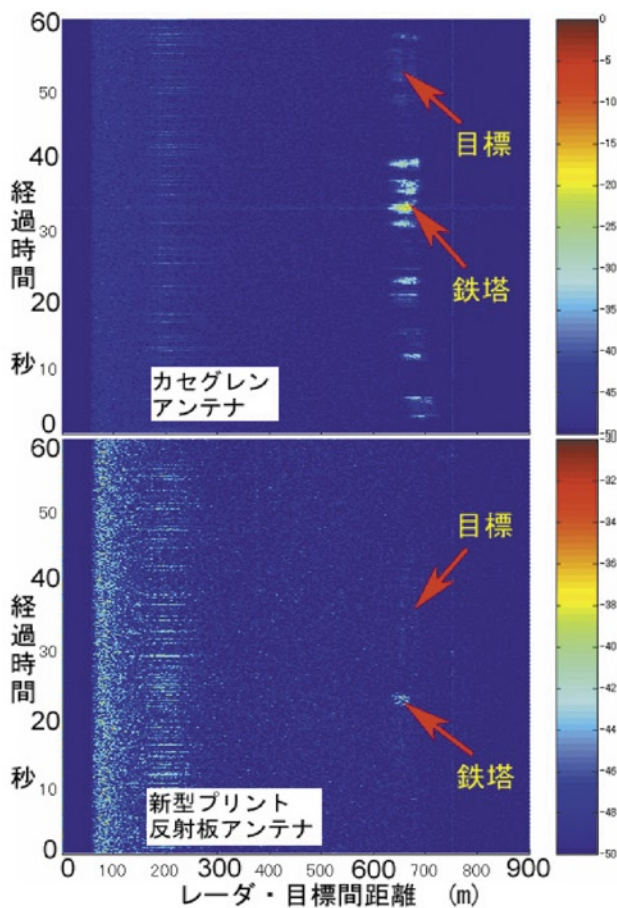


図5 カセグレンアンテナ（上図）と新型アンテナ（下図）によるレーダ出力

から、色の濃さによる障害物までの距離予測は必ずしも容易でないことが分かった。そこでアルゴリズムを改良し、障害物が近い場合は「赤」、遠い場合は「青」に色づけることにした。図6は、この改良型アルゴリズムの働きを示す障害物までの距離161mと878mの例で、距離が短い場合赤色が目立ち、危険を認識しやすくなった。なお、本システムによる監視、障害物検出及び強調表示まで一連のデータ処理に要する時間は約0.1秒で、リアルタイムでの障害物探知と表示ができていることが分かった。

3.4 他分野への応用

本研究で開発したミリ波レーダは800m以上離れた送電線を検出できる。その障害物検出率を更に向上させ監視範囲も拡張するため、レーダへの適切なスキャン機構追加について現在検討を進めている。スキャン機構としては、アンテナに可動型反射板を付加する機械的方法に加え、電波到来方向測定技術（6ポート干渉計等）を利用した電子的方法について研究を進めている。

このスキャン機構の確立と導入により、上記障害物探知用レーダとしての利用に加え、他分野へのミリ波レーダ応用が飛躍的に容易になると期待できる。現在考えられてい

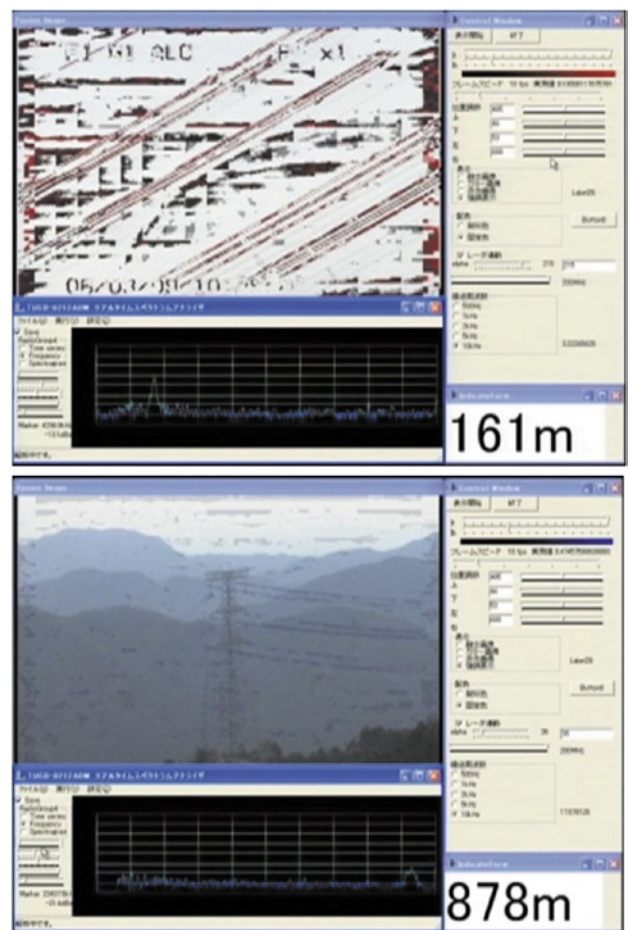


図6 改良型障害物強調表示アルゴリズムの表示例

るこのレーダの他分野への具体的な応用として、以下が上げられている。

- ・空港面上の航空機部品等微小落下物の検出
- ・空港等施設内での不審者、侵入者検出
- ・船舶の着岸支援システム用センサ

上記のうち、空港等施設内での侵入者検出へのミリ波レーダ利用について検討するため、本レーダによる人間の検出性能について基礎実験を行った結果、数百メートル先の人間を探知できた。文献調査などから空港面上の航空機部品等の微小落下物検出はレーダの更なるS/N向上により期待できることが分かった。また、船舶と棧橋間の精密距離測定のためミリ波レーダの利用が期待されており、この研究を実施している海上技術安全研究所と今後共同研究を予定している。

4. まとめ

ヘリコプタ用障害物探知・衝突警報システムの小型・軽量化及び高性能化に役立つ、新型プリント反射板アンテナの特性及び遅延相関型パルス圧縮レーダの有効性について検討した。送電線の電波反射特性について地上実験により調べた。実験用障害物探知・衝突警報システムをヘリコプ

タに搭載し、検証飛行実験を行った。また、障害物探知システムの他分野への応用について検討した。

その結果、以下の成果が得られた。

- ・新型プリント反射板アンテナは、カセグレンアンテナと比べ容積的、重量的に半分以下となるが、現状の利得は約36dBiとなった。ただし、アンテナ構造の工夫等でゲイン向上は可能と考えられる。
- ・遅延相関型パルス圧縮レーダによりレーダ出力のS/Nと精度の大幅向上が可能となる。ただし、固定遅延回路の小型・軽量化の課題が残っている。
- ・送電線の電波反射特性は、電線への電波の入射角度に大きく依存し、強い電波反射は入射角に対し約5.5°間隔で発生することを明らかにした。
- ・新型プリント反射板アンテナを用いた飛行実験の結果、レーダ出力のS/Nは低いが、600~700m離れた送電線は検出できた。
- ・近くの障害物を赤く表示する等障害物強調表示アルゴリズムを改良し、障害物までの距離が従来以上に認識しやすくなると共に、毎秒8枚以上での障害物強調表示に成功した。

今後、ミリ波レーダの応用範囲拡大に役立てるため、以下の課題について検討を進める予定である。

- ・遅延相関型パルス圧縮レーダ等レーダ信号のS/N及び精度向上技術開発
- ・レーダアンテナへのスキャン機構追加
- ・空港面上の航空機部品等落下物検出に利用可能な実用型ミリ波レーダの開発

掲載文献

- (1) 山本憲夫：“ヘリコプタ用障害物探知・衝突警報システムの研究”，航空保安システム協会，航空無線第29号，2001年9月
- (2) 山本憲夫，山田公男，米本成人，安井英己，日比祥博，根日屋英之，Claire Migliaccio：“障害物探知用
- (3) FM-CW方式ミリ波レーダ”，電子航法研究所研究発表会講演概要，平成13年6月
- (4) 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.
- (5) 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.
- (6) 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.
- (7) N. Yonemoto, at al., “Obstacle Detection and Warning for Helicopter Flight by Infrared and Millimeter Wave”, SPIE Aerosence Symposium 2003
- (8) B. D. Nguyen, at al., “Comparaison des performances d'une antenne Vivaldi et d'un réseau de fentes imprimées à 94GHz”, 8emes Journees Nationales Microondes
- (9) 山本憲夫 他，“障害物探知用赤外線及びミリ波センサの精度”，平成15年度電子航法研究所研究発表会講演概要，平成15年6月
- (10) K. Yamamoto, at al., “94GHz FMCW Radar for Obstacle Detection”, Proc. DGON, IRS2003, Oct. 2003.
- (11) B. D. Nguyen, at al., “Millimeter wave antenna for obstacle radar detection working at 94 GHz”, PIERS (Progress In Electromagnetic Research Symposium) 2004
- (12) 齋藤正雄 他，“ALMAプロト12m鏡鏡面測定と電波ホログラフィ高精度化”，日本天文学会2004年春季年会V08b
- (13) N. Yonemoto, et al., “A New Color, IR and Radar Data Fusion for Obstacle Detection and Collision Warning”, Proceedings of SPIE, Vol. 5424, pp.73-80, April, 2004
- (14) 山本憲夫：“次世代IFRシステム”，日本ヘリコプタ技術協会2004年度会報，第14号，平成16年6月
- (15) 山本憲夫 他：“ミリ波／赤外線によるヘリコプタ用障害物探知システム”，日本航空宇宙学会 第42回飛行機シンポジウム，平成16年10月
- (16) B.D. Nguyen at al., “Printed Reflector Antenna for MMW Detection Radar”, Journees Internationales de NICE sur Les Antennes, (JINA2004), Vol.1, 3-30, Nov. 2004.
- (17) 山本憲夫：“ミリ波／赤外線によるヘリコプタ用障害物探知システムの研究”，日本航空技術協会 航空技術誌，平成17年5月号
- (18) 山本憲夫 他，“ヘリコプタ用障害物探知システムの性能”，平成17年度電子航法研究所研究発表会講演概要，平成17年6月
- (19) K. Yamamoto, at al., “The performance of Airborne 94GHz Radar for Obstacle Detection”, Proc. DGON, IRS 2005, Sep. 2005.

- (20) 山本憲夫 他：“飛行実験によるヘリコプタ用障害物探知システムの検証”，日本航空宇宙学会 第43回飛行機シンポジウム，平成17年10月
- (21) B.D. Nguyen et al., “Compact primary source for W-band reflector antenna”, *Electronics Letters*, Vol.41, No.23, pp.1262-1264, Nov. 2005.
- (22) 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”，国土交通先端技術フォーラム，平成18年2

- 月号
- (23) N. Yonemoto, et al., “Performance of obstacle detection and collision warning system for civil helicopters”, *Proceedings of SPIE*, Vol. 6226, April, 2006
- (24) 米本成人 他，“プリントアレーレーダの送電線検出性能”，平成18年度電子航法研究所研究発表会講演概要，平成18年6月

無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究【重点研究／一般勘定】

担 当 部 電子航法開発部
 担 当 者 ○田嶋裕久 古賀 禎 小瀬木 滋
 研究期間 平成16年度～平成19年度

1. はじめに

空港及びその周辺において、各種の測位システムが使われている。ほとんどの測位システムにおいて電波の多重反射（マルチパス）は誤差の要因となっており問題を起こすことがあるが、その対策はまだ十分に研究されていない。また、GPSや準天頂衛星は、航空以外の自動車や歩行者などを対象とした測位の高精度化を目指しているが、空港より遥かにマルチパス環境が悪い都市部でも利用される。SSR（二次監視レーダ）を基にしたモードS、マルチラテレーション、ACAS（航空機衝突防止装置）等はパルスの到達時刻検出を利用する点において共通点がある。これらのシステムは、マルチパス誤差特性も共通するところも多い。これらのシステムで応用可能なマルチパス誤差低減のための研究が望まれている。

2. 研究の概要

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

3. 研究成果

3.1 測位実験装置の開発

平成16年度に引き続き、信号の飽和による誤差の問題を解決するため、信号の初期から利得を制御するIAGC (Instantaneous Automatic Gain Control) 機能を持つ従局系の1090MHz受信機を製作しRF受信部を整備した。これはDME/P (Distance Measuring Equipment/Precise) においても使用された遅延線を利用したフィードフォワード型制御により利得制御を行う方式である。

前年度に、マルチパス環境下での高精度測位方式として、光ファイバ信号伝送技術を用いた受動型監視システムOCTPASS (Optically Connected PAssive Surveillance System) を考案した。さらにOCTPASSの目標検出性能を高めるため、モードSプリアンプル検出部を開発した。これは複数の受信局でモードS信号が受信されても、マルチパス等で信号がひずんで、一部の受信局で信号が検出できない可能性がある問題に対する対策である。OCTPASSではすべての受信局の信号を1箇所の光ファイバケーブルで集めて処理する構成となっており、すべての信号に対してモードS信号のプリアンプル検出処理を行ってORを取ることにより、1箇所でもプリアンプルが検出できていれば測位処理を行うことができる。受信局は離れて設置されており、各受信局でマルチパスの状況は異なるので、このような処理により目標検出確率を改善できることが期待できる。プリアンプル検出はFPGA (Field Programmable Gate Array) によって処理するため、ソフトウェアの変更で性能を向上できる。

3.2 マルチパスシミュレーション

前年度に引き続き、マルチパス誤差の特性を把握するため、実験と同様な条件でマルチパスシミュレーションによ

り各種のパラメータで測距誤差を計算するため、マルチパスシミュレーションプログラムを作成して検討した。これは、送信機の波形を記録したデータを利用し、マルチパスの遅延、減衰、位相差をパラメータとして、直接波と合成し、時間検出を行うことにより、誤差特性を得ることができる。時間検出方法として、DAC (Delay Attenuate and Compare) と相関を使用する方法について比較検討した。DACはパルス波形の初期の部分を使用して時間検出処理を行うため、遅れて到着するマルチパスの影響は軽減されるが、短い遅延時間のマルチパスの影響はある程度受ける。図1に相関法、図2にDAC法のマルチパスの直接波に対する強度 (M/D) が0.5の場合の各位相差におけるシミュレーション結果の例を示す。各種のM/Dにおけるシミュレーションの結果、相関法と比較してDAC法は誤差を1/2以下にできることが確認された。これは、実験結果とも傾向は一致しており、マルチパス対策としてDAC法は有効であると言える。

3.3 仙台空港における実験

OCTPASSの評価のため、仙台空港B滑走路東側において光ケーブルを仮設し、測位実験装置を使用した1090MHz信号を利用した実験システムを構築し実験を実施した。しかし、この実験のときに光ファイバ信号伝送装置 (ROF : Radio On Fiber) に不具合が発生し、信号対雑音比 (S/N) が悪かったため、測位演算結果において正常な状態の精度が得られなかった。

4. 考察等

マルチパスの遅延時間として影響の大きい範囲は図1と図2から、相関法とDAC法ともに、2nsから40ns程度であることが分かる。この時間に相当する影響が大きい障害物の空間的な範囲は、目標と受信アンテナを焦点とする楕円で表すことができる。障害物の空間的な範囲はDACによって40nsの遅延時間に相当する楕円に絞ることができるが、一般に地面反射はこの範囲に入ることが多いのでこの影響は考慮する必要がある。

仙台空港における実験結果でも場所によってマルチパスの影響は大きく異なり、時間検出方式によっても誤差特性は大きく異なる。相関法は時間積分を行うため、受信機雑音などの影響はDAC法より小さいが、マルチパスの影響はDAC法の方が小さい。相関法はGPS受信機でも使われている方法であるが、本研究で使用した相関法による時間検出は、相関値のピークを求めているので、マルチパスの影響が比較的少ないとされるナローコリレータの究極のものに相当する。時間検出法についてはDAC法と相関法の

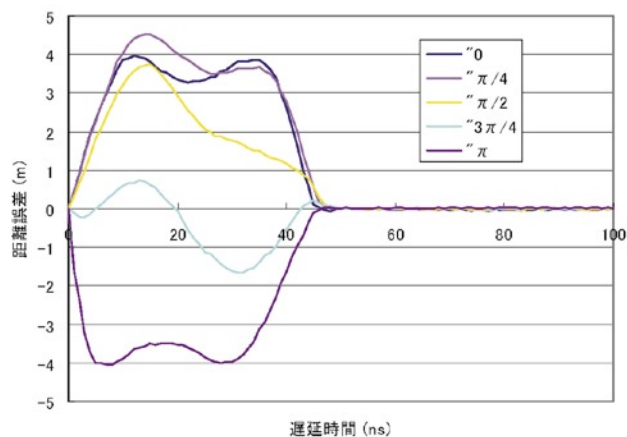


図1 相関法におけるマルチパス誤差 (M/D=0.5)

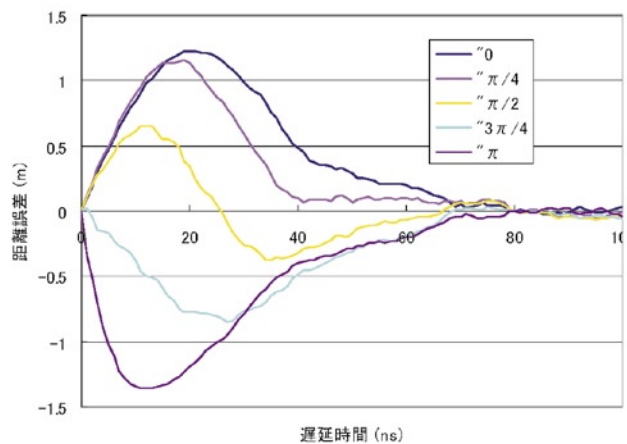


図2 DAC法におけるマルチパス誤差 (M/D=0.5)

どちらにも長所と短所があり、他の方法も含めてさらに検討する必要がある。

また、実験装置も改良し平成18年度にも実験を行い、研究を進める計画である。

掲載文献

- (1) Koga, Tajima, Ozeki, "A New Multilateration System for Ground Surveillance", Joint international symposium on Sensors and systems for airport surveillance (JISSA2005), Paris France, Jun., 2005.
- (2) 田嶋, 古賀, 小瀬木, "モードS受動測位におけるマルチパス誤差の検討", 第43回飛行機シンポジウム, 平成17年10月
- (3) 古賀, 田嶋, 小瀬木, "光ファイバ信号伝送技術を使用した受動型監視装置", 航空保安無線システム協会, 平成17年11月
- (4) 田嶋, 古賀, 小瀬木, "モードS信号を用いた受動監視のマルチパス誤差評価", 第6回電子研発表会, 平成18年6月

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, 藤田雅人
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、国際民間航空条約 第11付属書（Annex11）2.26節では各国にATSの安全管理計画の策定を義務化している。国際民間航空機関（ICAO）の管制間隔・空域安全パネル（SASP：旧RGCSF）においても、定量的尺度を用いた、航空路や空域の安全性評価方法が浸透しつつある。しかし、この評価方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あり、本研究はこれらの問題に取り組むことを目的としている。

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

本年度計画したのは①結果のとりまとめ、②ICAO SASPへの参加/技術資料の提出・検討、③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、④高度監視装置（NAMS）の実験データの収集・解析・整理、⑤RNAV経路の安全性評価方法の調査である。

①について。研究成果は随時とりまとめ、学会の講演会、論文等で公表している。本年度も空域の安全性評価のための衝突リスク計算方法の検討や衝突リスクの推定を行った。とりまとめの結果は電子航法研究所報告に投稿済である。

②はこれまでの研究成果をSASP会議へのワーキングペーパーとして纏めて提出した。SASP会議には5月と11月の2回出席し、2編の技術資料を提出した。これらは、SASPの数学者サブグループ（MSG）での検討資料として活用された。

③は衝突危険度の推定に必要なモデルパラメータを求め

るためのデータ収集と解析である。特に、航空機の航法誤差の解析や、航空路における近接通過頻度の計算、レーダーデータに基づく航空機同士の最近接分布の推定などが中心となった。

④は宮城県瀬峰町に設置してある実験用高度監視システムにより取得したデータの解析である。取得した一部のデータについて解析を行った。

⑤では来年度から始まるRNAV関連の研究に先駆けて、鹿児島空港におけるARTSデータの収集、海外におけるRNAV研究の実態調査を行った。

3. 研究の成果

本年度得られた主な成果を要約すると以下の様になる。

- (1) 最近、航法性能要件（RNP）としてRNP値（95%含有区間幅）に加えてその2倍の値を閾値として、誤差が閾値を超えると警報を出す完全性機能を有するRNP RNAV機が出現している。こうした航空機では大きな経路逸脱の頻度の軽減が期待できる。このRNP RNAV機の平行経路における管制間隔基準を考察するため、横方向経路逸脱量の分布モデルを提案した。幾つかの仮定の下で、中心部が一般化ラプラス分布で裾部が両側指数分布の場合について、横方向重畳確率の計算式を示した。
- (2) 交差路における衝突リスクについて海外で用いられている計算方法を検討し、占有率を用いた方法の計算プログラムを作成した。
- (3) 交差路での水平重畳確率の計算方法を検討し、欧州で近年用いられている近似式は交通量の多い交差路では過小評価となる場合があることを示した。
- (4) レーダーデータに基づき航空機同士の最近接距離の分布を推定した。
- (5) 平成15年度に行った短縮垂直間隔導入の安全性評価において、短縮垂直間隔（RVSM）環境下においてG581ルートは衝突リスクの最大許容値である目標安全度を満たさないことが分かった。このため、当研究所ではリスク軽減方策を提案し、これを受けて航空局では平成17年2月にG581ルートシステムの改編を行った。G581ルートシステム改編前後の近接通過頻度を調べ、改編後の衝突危険度の推定値はRVSM環境下において目標安全度を満たすことを明らかにした。

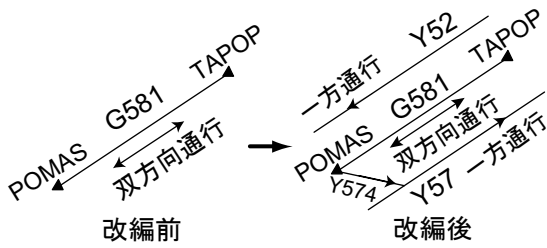


図1 G581ルートシステム改編の概要

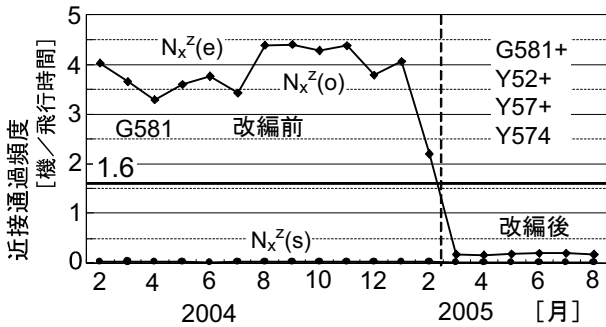


図2 改編前後の近接通過頻度の推定値 (近接通過頻度が1.6より小さければ、衝突リスクの推定値は目標安全度を満たす)

この他、安全性評価、航法や航空管制システム関連の調査・研究も行った。それらの成果はICAOのSASP会議、学会・協会等の会誌や研究会等で発表した。

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となるように定量化し、空域の定量的安全性評価が可能となることを狙っている。従って、実測データの解析、数学モデルの作成、リスク評価などが当該研究の中核となっている。

研究の成果は国内外の学会、ICAOの専門家パネル(SASPなど)、航空行政当局との会議などを通じて、随時、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, 住谷(美), 天井: "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, 長岡: "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: "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, 天井, 住谷(美): "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), 長岡, 天井: "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, 長岡: "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), 長岡, 天井: "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, 長岡, 天井, 高橋, 中村: "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, 2002年8月.
- (14) 河道, 長岡, 天井, 高橋, 中村: "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, 住谷(美), 天井: "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), 長岡, 天井: "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: "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, 長岡, 天井, 高橋, 中村: “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, 天井, 住谷(美): “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: “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, 天井, “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.
- (24) 長岡, “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.
- (25) 天井: “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.
- (26) 長岡, 住谷(美), 天井: “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.
- (27) 長岡: “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.
- (28) 長岡: “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.
- (29) 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.
- (30) 長岡: “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.
- (31) 長岡: “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.
- (32) 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.
- (33) 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.
- (34) 長岡: “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.
- (35) 河道, 長岡, 天井, 高橋, 中村: “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告 SANE2003-22, 2003年5月.
- (36) 天井, 長岡: “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.
- (37) 長岡: “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.
- (38) T. Kodo, S. Nagaoka, O. Amai, S. Takahashi, H. Nakamura: “Analysis of Along Track ADS Prediction Errors”, Proc. of the Asia Navigation Conference 2003, pp.110-114. Kobe, Sep., 2003.
- (39) S.Nagaoka: “Estimating Longitudinal Collision Risk of Succeeding Aircraft Using the Monte Carlo Method”, Proc. of the Asia Navigation Conference 2003, pp.103-109, Kobe, Sep., 2003
- (40) T. Kodo, S. Nagaoka, O. Amai, S. Takahashi, H. Nakamura: “Distribution of the Cross Track Component of ADS Prediction Errors”, AIAA Modeling and Simulation Technologies Conference, Austin, Texas, August, 2003.
- (41) 長岡, 河道, 天井: “航空管制における監視システムの信頼性” 日本信頼性学会誌, Vol.25, No.5, pp.431-439, 2003年10月.
- (42) 河道, 長岡, 天井, 高橋, 中村: “ADS縦方向予測誤差分布のモデル”, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 新潟大学, 2003年9月
- (43) 長岡: “航空機の衝突リスクの定量的評価について”, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 新潟大学, 2003年9月.
- (44) T. Kodo, S. Nagaoka, O. Amai, “The Latest

- Distribution of Along Track ADS Prediction Error”, The 19th Meeting of the Informal Pacific ATC Co-ordination Group, Tokyo, June, 2003
- (45) 長岡：“最近の航法と航空管制システムの動向”，電子情報通信学会論文誌, Vol.J87-B No.1, pp.1-9, 2004年1月.
- (46) 長岡, 天井：“北太平洋航空路における横方向オフセットが及ぼす横方向衝突危険度への影響”，日本航海学会航法研究会AUNAR分科会, 2003年9月.
- (47) 長岡, 天井：“北太平洋航空路における横方向オフセットの横方向衝突危険度への影響”，電子情報通信学会安全性研究会, SSS2003-22, 2003年10月.
- (48) S. Nagaoka：“Japanese Ongoing Studies for Reducing Separation Minima in the NOPAC Route under Satellite-based ADS Environments”, JUSTSAP Workshop, Honolulu, Hawaii, Nov., 2003.
- (49) T.Kodo, S.Nagaoka, O.Amai, S.Takahashi, H.Nakamura：“Modeling the Distribution of Along-Track ADS Prediction Error Observed in the North Pacific”, ICAO SASP-WG/WHL/4-WP/24, Honolulu, Hawaii, Nov., 2003.
- (50) S.Nagaoka：“On the Conservative Assumption of the Simultaneous Position Reporting for Collision Risk Modeling”, ICAO SASP-WG/WHL/4-WP/25, Honolulu, Hawaii, November, 2003.
- (51) O. Amai, S. Nagaoka：“Evaluating the Lateral Navigation Accuracy of GPS Equipped Aircraft on a North Pacific Route Using Radar Data”, 2003 International Symposium on GPS/GNSS, Tokyo, November, 2003.
- (52) O. Amai, S. Nagaoka：“Estimating the Well-fit Model for the Distribution of Cross Track Deviations of GPS Equipped Aircraft on a North Pacific Route”, ICAO SASP-WG/WHL/4-WP/23, Honolulu, Hawaii, November, 2003.
- (53) 長岡：“航空における電子航法の現状と今後”，日本材料学会第105回信頼性工学部門委員会研究討論会, 京大会館, 2003年12月.
- (54) 河道, 長岡, 天井, 高橋, 中村：“自動従属監視の縦方向予測誤差”，日本航海学会誌, No.159, pp.76-79, 2004年3月.
- (55) 長岡：“モンテカルロ法を用いた航空機の縦方向衝突危険度の推定”，日本航海学会誌, No.159, pp.71-75, 2004年3月.
- (56) 河道, 長岡, 天井, 高橋, 中村：“運航者別ADS縦方向予測誤差分布の裾部形状”，2004年電子情報通信学会総合大会, 2004年3月.
- (57) 長岡：“衝突危険度モデルにおける同時位置通報の仮定の保守性”，2004年電子情報通信学会総合大会, 2004年3月.
- (58) 長岡：“航空における安全目標と安全性評価”，2004年電子情報通信学会総合大会, 2004年3月.
- (59) 天井：“GPS搭載機の横方向経路逸脱量の分布のモデル化”，2004年電子情報通信学会総合大会, 2004年3月.
- (60) 河道, 長岡, 天井, 中村：“自動従属監視による縦方向予測誤差のモデル”，日本航海学会論文集, No.110, pp.37-44, 2004年3月.
- (61) 長岡：“相対垂直距離の分布による航空機対の垂直重量確率の推定値への影響”，電子情報通信学会論文誌A, Vol.J87-A, No.5, pp.654-660, 2004年5月.
- (62) S. Nagaoka：“Estimating the Lateral Overlap Probability for RNP RNAV Parallel Tracks”, ICAO SASPWG/WHL/5-WP/29, Tokyo, May, 2004.
- (63) S. Nagaoka：“An Application of Monte Carlo Method for Estimating the Longitudinal Collision Risk of NOPAC Route in an ADS Environment”, Probabilistic Safety Assessment and Management 2004, Edited by C. Spizer et al, Vol.1, pp.501-506, Springer, June, 2004.
- (64) 天井, 長岡：“GPS搭載機の横方向経路維持誤差の分布モデル”，第4回電子航法研究所研究発表会講演概要, pp.27-32, 2004年6月.
- (65) 長岡, 天井：“横方向オフセット導入時の横方向の衝突危険度”，第4回電子航法研究所研究発表会講演概要, pp.81-84, 2004年6月.
- (66) 河道, 長岡, 天井：“ADS縦方向予測誤差分布の特徴とモデル化”，第4回電子航法研究所研究発表会講演概要, pp.85-87, 2004年6月.
- (67) 長岡：“信頼性要件を有する航空機の経路維持誤差分布のモデル”電子情報通信学会技術研究報告SSS2004-16, pp.5-8, 2004年8月.
- (68) 長岡：“航空機対の相対位置予測誤差への通報時間差の影響”，電子情報通信学会技術報告, SANE2004-44, pp.13-16, 2004年8月.
- (69) 長岡, 天井：“交差路における垂直衝突危険度の試算”，電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2004年9月.
- (70) 天井：“国内短縮垂直間隔導入の事前評価における近接通過頻度の推定値”，電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2004年9月.
- (71) 長岡：“航空機運航におけるリスクの評価”，電子情報通信学会ソサイエティ大会, 徳島大学, 2004年9月.
- (72) 天井：“北太平洋航空路における近接通過頻度の長期

- 的变化”，日本航海学会論文集，第111号，pp.127-134，2004年9月
- (73) 長岡：“RNP-RNAV経路における航空機の横方向重畳確率”，日本航海学会論文集No.111，pp. 135-140，2004年9月
- (74) S. Nagaoka：“Distribution Models for Estimating the Lateral Overlap Probability of RNP RNAV Aircraft on Parallel Tracks”，EUROCONTROL Mathematics Drafting Group (MDG) Meeting, MDG/29-DP/06, Brussels, Sep., 2004.
- (75) 長岡：“ADS通報に基づく航空機の相対位置誤差の考察”，日本航海学会AUNAR（自動航法）研究会，東京海洋大学，2004年9月
- (76) 長岡：“RNPとRNAVの最近の動向”，日本航海学会航空宇宙研究会，函館市，2004年10月
- (77) 天井，長岡：“国内短縮垂直間隔導入のための航空機の衝突危険度の推定”，電子情報通信学会技術研究報告，SSS2004-24，2004年10月
- (78) S. Nagaoka：“Examples of Estimated Collision Risk for RNP RNAV Parallel Tracks”，ICAO SASP-WG-WHL/6-WP/04, Washington D.C., USA, Nov., 2004
- (79) S. Nagaoka：“An Alternative Double Exponential Tail Model for Estimating the Lateral Overlap Probability of Aircraft for RNP RNAV Parallel Tracks”，ICAO SASP-WG-WHL/6-WP/05, Washington D.C., USA, Nov., 2004
- (80) S. Nagaoka and O. Amai：“Preliminary Analysis for Pre-Implementation Safety Assessment for Japanese Domestic RVSM”，EUROCONTROL MDG Meeting, MDG/30-DP/10, Brussels, Feb., 2005
- (81) 長岡：“ADS予測位置誤差の縦方向重畳確率への影響”，日本航海学会論文集，第112号，pp.229-234，2005年3月
- (82) 長岡：“航空の安全と電子・情報・通信システム”，電子情報通信学会 2005年総合大会講演論文集，AT-4-6，pp.SS45-46，2005年3月
- (83) 天井，長岡：“国内短縮垂直間隔導入のための空域安全性評価での近接通過頻度”，電子情報通信学会総合大会，A-18-1，2005年3月
- (84) 住谷，長岡，天井：“北太平洋ルート of 交通流調査：—RVSM導入後—”，電子航法研究所報告，No.114，pp.15-34，2005年3月
- (85) 長岡：“独立行政法人 産業安全研究所を訪ねる”，日本信頼性学会誌，Vol.27，No.2，pp.132-133，2005年4月
- (86) 長岡：“航空システムの安全”，電子情報通信学会誌，Vol.88，No.5，pp.342-348，2005年5月
- (87) 長岡：“第7回確率論的安全性評価・管理に関する国際会議（PSAM7）参加報告”，日本信頼性学会誌，Vol.27，No.3，pp.188-195，2005年5月
- (88) S. Nagaoka and O. Amai：“Report on the Preliminary Analysis of Pre-Implementation Safety Assessment for Japanese Domestic RVSM”，ICAO SASP-WG/WHL/7-WP/14, Montreal, May, 2005.
- (89) 長岡：“空の安全とCNS/ATMシステム”，電子情報通信学会技術研究報告，SSS2005-4，2005年5月
- (90) 長岡：“航空システムの安全”電子情報通信学会誌，Vol.88，No.5，pp.342-348，2005年5月
- (91) 長岡：“第7回確率論的安全性評価・管理に関する国際会議（PSAM7）参加報告”，日本信頼性学会REAJ誌（通巻143号），pp.188-195，2005年5月
- (92) S. Nagaoka：“Report on the Preliminary Analysis of Pre-Implementation Safety Assessment for Japanese Domestic RVSM”，ICAO SASP - WG-WHL/7-WP, Montreal, Canada, May, 2005
- (93) 長岡：“航空の安全とCNS/ATMシステム”，電子情報通信学会技術研究報告，SSS2005-06，2005年5月
- (94) 長岡：“SEPARATION MINIMA AND SAFETY”，第3回航空交通管理セミナー，独立行政法人 電子航法研究所，2005年6月
- (95) 天井，長岡：“航空路の交差点における航空機の衝突危険度”，第5回電子航法研究所研究発表会講演概要，pp.61-66，2005年6月
- (96) 長岡：“Effect of ADS Along-Track Position Prediction Errors on the Longitudinal Overlap Probability of Aircraft”，EUROCONTROL MDG31-DP/09, France, Toulouse, 2005年6月
- (97) M. Fujita, S.Nagaoka and O.Amai：“On the horizontal overlap probability of aircraft on crossing tracks”，EUROCONTROL 32nd MDG Meeting, DP/04, Brussels, Sept., 2005
- (98) 長岡：“航空交通システムにおける安全・安心の追求”，電子情報通信学会ソサイエティ大会チュートリアル講演，AT-3-3，2005年9月
- (99) 藤田，長岡，天井：“航空機の位置分布が水平重畳確率に与える影響”，電子情報通信学会 ソサイエティ大会，A-18-1，2005年9月
- (100) 天井，長岡：“G581ルートシステムの改変による航空機の近接通過頻度の低減”，電子情報通信学会2005ソサイエティ大会，A-18-2，2005年9月

- (101) 長岡：“RNP-RNAV経路における航空機の横方向重畳確率Ⅱ：- DE型の裾部分布モデルによる検討 -” 日本航海学会論文集113号, pp143-147, 2005年9月
- (102) 天井, 長岡：“交差路における航空機の垂直方向衝突危険度の推定”, 日本航海学会論文集, 第113号, pp.149-156, 2005年9月
- (103) 天井, 長岡：“国内短縮垂直間隔導入のための空域安全性の事前評価”, 電子情報通信学会技術研究報告, SSS2005-20, 2005年10月
- (104) 藤田, 長岡, 天井：“レーダデータに基づく交差航空路における最近接距離の分布の推定”, 電子情報通信学会技術研究報告, SSS2005-21, 2005年10月
- (105) 長岡, 河田, 天井, 藤田：“航空機の縦方向間隔分布作成のためのシミュレーション”, 電子情報通信学会技術研究報告, SSS2005-22, 2005年10月
- (106) 長岡：“航空交通システム”, 日本機械学会「機械工学便覧」γ編8.5.2章, pp. γ8 - 153 - γ8 - 156, 2005年12月
- (107) 長岡：“RNP-RNAVにおける航空機の横方向重畳確率Ⅲ - GL - DE混合型分布モデルによる検討”, 日本航海学会論文集114号, pp.81 - 87, 2006年3月
- (108) 長岡：“含有率の条件を有する横方向誤差の数学的モデル”, 日本航海学会自動航法研究会 (AUNAR), 東京海洋大学, 2005年10月
- (109) S. Nagaoka: “Simple Expressions of Maximum Lateral Overlap Probability for RNP RNAV Route Spacing”, ICAO SASP-WG-WHL/8-WP19, Rio de Janeiro, Brazil, November, 2005.
- (110) M. Fujita, S.Nagaoka and O.Amai: “Collision risk model for ADS-C systems taking nominal relative speeds into account”, EUROCONTROL 33rd MDG Meeting, DP/12, Brussels, Feb., 2006.
- (111) 長岡：“航空交通管制と安全の概念”, 日本機械学会誌, Vol.109, No.1048, pp.18-19, 2006年3月
- (112) 天井, 長岡：“交通流の分流による航空機の近接通過頻度の軽減”, 日本航海学会論文集, 第114号, pp.97-102, 2006年3月
- (113) 藤田, 長岡, 天井：“交差交通路での衝突リスク推定における水平重畳確率計算法の比較”, 日本航海学会論文集, No. 114, pp.89-95, 2006年3月
- (114) S. Nagaoka: “Overview of Methods of Aircraft Height Monitoring for the Safety of the Reduced Vertical Separation Minima (RVSM) Airspace”, Proc. of WSANE2006 (電子情報通信学会技術研究報告, SANE2006-48), pp.261-266, Xian, China, April, 2006.
- (115) S. Nagaoka: “On the Effect of ADS Along-Track Position Estimation Errors on Longitudinal Collision Risk”, Proceedings of the 8th International Conference on the Probabilistic Safety and Management (PSAM8), Louisiana, USA, May, 2006.
- (116) 天井：“地球シミュレータセンターの見学 - 2005年度第2回見学会報告 -”, 日本信頼性学会誌, pp.193-195, 2006年5月
- (117) 天井, 長岡：交通流の分散による垂直方向衝突リスクの低減, 第6回電子航法研究所研究発表会講演概要, pp.1-6, 2006年6月
- (118) 藤田, 長岡, 天井：“MTSAT運用下での縦方向衝突リスクの推定”, 第6回電子航法研究所研究発表会講演概要, pp.7-12, 2006年6月

航空機衝突防止装置の運用状況に関する研究【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 住谷泰人 白川昌之
 研究期間 平成17年度～平成19年度

1. はじめに

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

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

リズムの改訂版が1998年より導入された。この改良効果に関する検証作業がICAO SCRS (Surveillance and Conflict Resolution Systems) パネル会議を中心に国際的な協力のもとに行われており、日本も参加している。さらに、平成13年1月には、日本航空機同士のニアミス事故があり、引き続き運用状況の監視とニアミスなどの具体的事例の解析などが必要と考えられている。また、RVSM (Reduced Vertical Separation Minima) の日本国内導入など、空域設計の変化による運用状況の変化に関する確認が求められている。RVSMへの対応も前述のアルゴリズム改良の目的の一つであり、各国空域の特徴を考慮しながら、その効果の確認を要する。

当研究所は1992年に試験評価用規格のACASが日本に導入されて以来、警報発生後にパイロットが記載するRAレポート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。

- ・RAレポートの分析作業を継続し、これまでのデータと比較することにより空域設計や運用の変化がACAS運用状況に与える影響を検討し、必要に応じてACASアルゴリズムの改定案を研究する
- ・行政当局の依頼に応じ、実際の運用中に発生した遭遇について、航空機の動きやACASの動作を明らかにすることにより、安全性の向上を目指す航空行政を支援し、航空機の運航方法等の改善に資する
- ・空域設計などACAS運用状況の変化がACASの動作を通してその信号環境に与える影響を予測するシミュレーションソフトウェアを開発する

2. 研究の概要

本研究は3年計画であり、平成17年度は初年度である。平成17年度は、主に下記のことを行った。

- ・ACAS-II運用モニタリングと国際共同評価の支援
- ・ACASの動作予測手法の維持改良
- ・ACASの干渉制限アルゴリズムに関する調査
- ・航空局への技術支援

なお、平成17年度は、行政当局から詳細な調査を依頼される事例は発生しなかった。

3. 研究成果

3.1 ACAS-II運用モニタリングと国際共同評価の支援

ACASの警報に関するパイロットRAレポートの調査を継続した。その結果、改訂版アルゴリズムを持つACASは、旧版のアルゴリズムより誤警報や不要警報が少なく、パイロットが使用しやすいことを明らかにした。離着陸時に見られる比較的低高度の場合を除き、警報発生率は半減し、

特に、不要警報を著しく軽減している。

平成17年度は、これらの研究成果をまとめて第8回および第9回SCRSパネル作業部会に報告した。これらのデータは、日本国内空域にRVSM運用が導入される平成17年9月30日以前のデータをまとめたものであり、今後のACAS運用状況の変化を検討するための基礎になる。

3.2 ACASの動作予測手法の維持改良

ACASの遭遇状況について行政当局から詳細な調査を依頼される事例が発生した場合、ACASの動作状況を詳細にシミュレーションする必要がある。

この目的で使用可能なシミュレーション環境は、これまでにワークステーション上にて開発済みであるが、機器の老朽化などの問題が発生していた。そこで、シミュレーションに関するノウハウの維持・改良と使用する機材の更新のため、シミュレーション環境をPC-UNIX環境に移植し、今後も継続して行政要望に対応できるよう機材を整えた。平成17年度はその動作試験を継続した。

3.3 ACASの干渉制限アルゴリズムに関する調査

ACASは、航空管制用二次監視レーダと同じ周波数の電波信号を送受信する。このため、ACASの運用がSSRの性能を劣化させないように、ACASの信号送受信を制限する干渉制限方式が採用されている。

ACAS干渉制限方式は、周辺で運用されるACAS数やその距離分布を元に、ACAS質問信号送信数や電力を制限するアルゴリズムを持つ。その動作は、ACAS運用環境の影響を受け、ACAS監視性能に影響する。

平成17年度は、ACAS干渉制限方式や監視機能のICAO規格等を調査し、その動作モデルを作成するための調査をした。これにより、ACAS干渉制限方式を考慮した信号環境シミュレーションのためのソフトウェアを作成するためのモデルが得られた。

3.4 航空局の技術支援

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

また、ACASからSSRモードSへのRAダウンリンク方式の調査に関して、受信データの分析や海外の状況調査などにより協力した。その結果を、ICAO/SCRSパネル会議作業部会へも報告している。

4. 考察等

ACASのように実用化直後の普及期の装置については、開発中には十分検証できなかった実環境における挙動を知

る必要がある。ACASは1990年代前半の運用モニタリング結果を基に1998年に改良が行われたが、本研究によりその効果を明確にしつつある。しかし、RVSMなど新しい空域運用や管制指示との整合性の確認など残された課題もある。

ICAOやRTCAにおいてACASアルゴリズムの追加改良が標準化される見込みであり、また、日本空域にもRVSMが導入されるなど、ACASの運用性能に影響がある変化が見られる。今後とも、ACASの運用性能に関する調査を継続する必要がある。

掲載文献

(1) S. Ozeki: "RA downlink Anomalies Observed with the SSR mode S in Japan", ICAO SCRSP/WG-A8, June

1, 2005
 (2) Y. Sumiya, et. al: "ACAS II operational Monitoring Report in Japan, First report of 2005", SCRSP WG-A8, June, 2005
 (3) Y. Sumiya, et. al: "ACAS II operational Monitoring Report in Japan, Second report of 2005", SCRSP/WG-A9, October, 2005
 (4) 「航空機衝突防止装置に関する研究」, e-ナビ 第7号
 (5) "Study on Airborne Collision Avoidance System", e-navi No.7 英語版
 (6) 住谷, 小瀬木, 白川: 「RAレポートに基づくTCAS-IIの運用モニタリング」日本航海学会誌第164号, 平成18年3月

スケールモデルによるILS高度化のための実証的研究【指定研究／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 田嶋裕久
 研究期間 平成17年度～平成19年度

1. はじめに

低視程時に行われるCAT III (Category III) の運航は、わが国では1995年より3空港で開始され、その後、信頼性がレベル4に到達したことから2006年1月よりCAT III bに移行した。2007年からは広島空港と青森空港でCAT III aの運航が開始される予定である。特に、青森空港では、冬季の積雪問題の解決が求められている。また、東京国際空港の再拡張計画では、朝夕の離発着機の渋滞緩和及び将来の航空交通量の増加に対処するため、B滑走路と多摩川河口に新設されるD滑走路に対してLDA (Localizer Directional Aid) 方式を採用した同時平行進入の導入が検討されている。このような着陸システムの高度運用の拡大に伴って空港独自の技術的課題が増える傾向にあり、行政当局からの委託の件数が増加している。

本研究は、行政当局からの要望に的確に応えるため、当所の施設を活用して効果的に研究を進めるものである。

2. 研究の概要

本研究は3年計画で、次の研究を実施する。

- イ) 17年度は、LDA方式のためのローカライザ (LLZ) アンテナの設置法
- ロ) 18年度は、GPモニタ反射板の最小面積の解析
- ハ) 19年度は、積雪時のGP反射面の除雪基準の緩和に係



図1 LDA方式による平行進入概念図

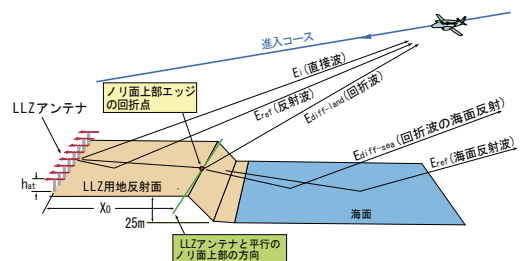


図2 LDA方式のためのLLZアンテナ用地の地面構造

る研究

本年度は、初年度として、イ)の研究を実施する。図1に同時平行進入方式の概念図を示す。LDAの進入コースを形成するために、東京湾の港東埋立地とC滑走路末端付近にLLZ (Localizer Antenna) を設置する。空港面とは異なり、図2に示すLLZ用地は設置基準 (Citing Criteria) すら満足していない。しかし検討した結果良好な進入コースを形成するためのLLZ用地の条件は次の3項であることが分かった。

- ① LLZ用地周辺は、将来、公園緑地として利用され、緑地、樹林又は建造物の何れかになるが、それらの影響を受けないこと。
- ② 同時平行進入に必要な進入コースを得る条件の一つは、進入コース方向とLLZ用地前方の辺が直交するように用地造成を行うこと。
- ③ 進入コースの1 km前方の海面は斜め方向に航路が交差しているため、大型船舶の影響を最小化する必要がある。本年度は②と③についてスケールモデル実験により研究を行った。

3. 研究の成果

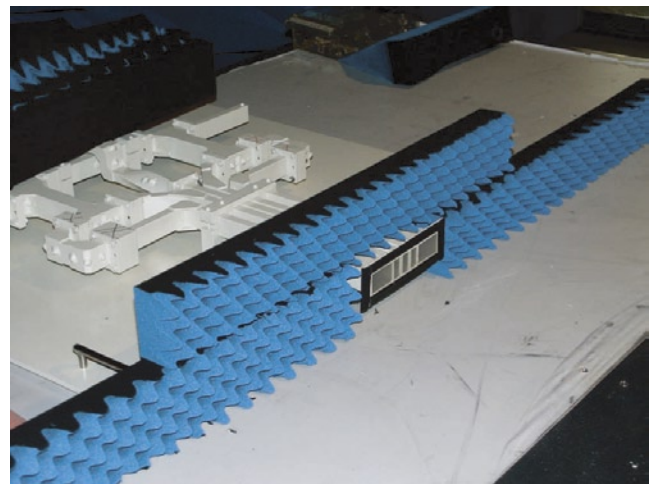
3.1 LLZ用地とその解析方法

図2に示すLLZ用地は100m四方の面積であり、その前方は30度勾配の斜面、26mの段差でその下は海面になる。LLZ用地の電波特性は、図に示すように進入機が遠方では海面反射波を、仰角3度以上に近づくと地面反射波を受ける。LLZ用地先端はエッジ構造となり回折波が発生する。その回折波はエッジ-進入機を経路とする $E_{dif-land}$ とエッジ-海面-進入機を経路とする $E_{dif-sea}$ である。その回折波が加わると直接波 ($E_t + E_{ref}$) の不連続部分の電界が補間されて連続になる。また、進入コースとエッジとの角度は72度であるが、②により、その角度を90度に用地造成すると、先端エッジの回折波によるコースバンドが最小化される。

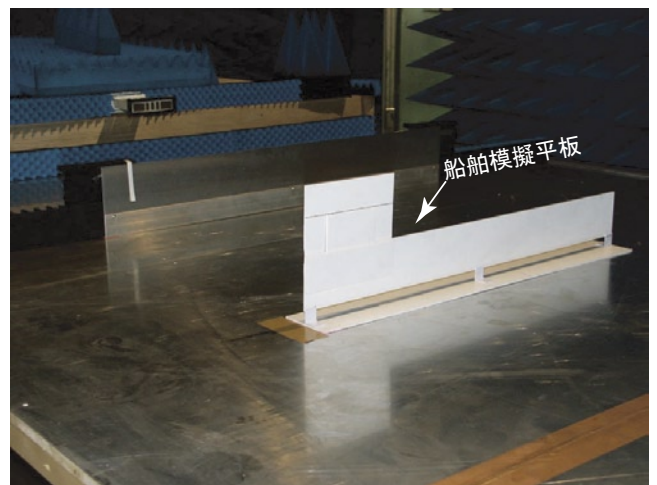
3.2 電波無響室におけるスケールモデル実験

図3はスケールモデル (SM) の実験写真である。図(a)に導波管空中線を使用した5素子1周波LLZアンテナを示す。現用周波数の110MHzに対してSMでは9600MHzを使用しており、スケールファクターはSF=1/87になる。図(b)に船舶をアルミ平板で模擬したときの実験写真を示す。

図4(a)にSM実験の送受信アンテナとアルミ平板の全体配置を示す。無響室の大きさ制限により受信アンテナを上下してコース変動を測定した。なお、昇降装置は5mm以下の位置精度を有している。船舶によるコース誤差の測定はアルミ平板をLLZアンテナから141.5cm前方に置いて測定する。

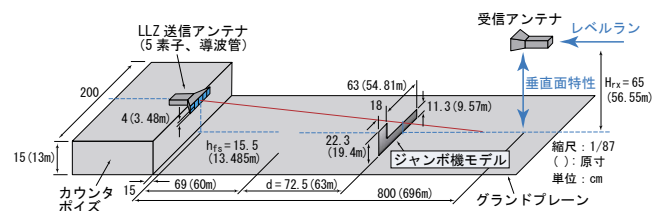


(a) 5素子LLZアンテナ

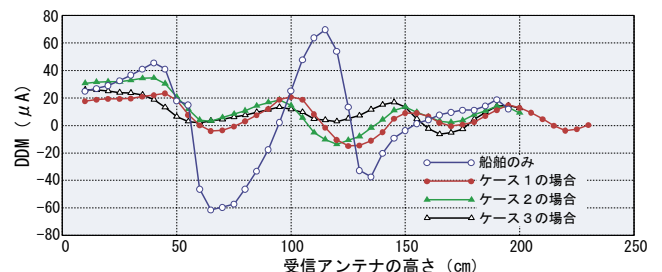


(b) 船舶模擬平板

図3 電波無響室におけるLLZスケールモデル実験写真



(a) 電波無響室実験のLLZ縮尺モデル配置図



(b) 垂直面のDDM特性

図4 スケールモデル実験結果

また、船舶の影響を軽減するための施策を考案し、その効果を確認するための実験を次に行った。

監視レートを改善する方法（1秒に1回の測位を実現する手法）を改善するため、フェイズドアレーアンテナを使用する。平成7年に製作した「航空機識別番号検出装置」のフェイズドアレーアンテナを再利用するため、フェイズドアレーアンテナ制御ソフトウェアを製作した。

3.3 高度運用技術に係る検討

本研究では、平成18年度から開始する「SSRモードSの高度運用技術に関する研究」に備え、高度運用技術の検討を開始した。岩沼モードS地上局にDownlink Aircraft Parameters機能およびStochastic Lockout Override機能を付加した

4. 今後の予定

平成17年度は、総合実験に向けたシステムの構築を行っ

た。

平成18年度にSSRモードSの高度運用技術における研究において総合実験を実施する計画である。

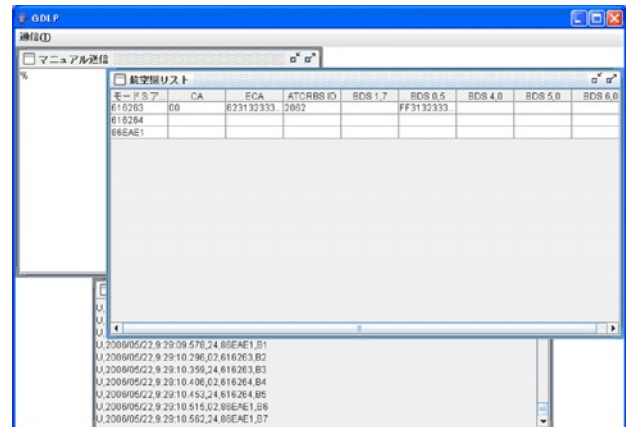


図2 Downlink Aircraft Parametersの表示画面

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17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。従来において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

本研究は当初3年計画を担当者の在外研究により、それと並行して実施するため4年計画に変更した。平成17年度は最終年度である。各年度の主たる研究の概要は以下のとおりである。

平成14年度 レンズの製作、加工を及び基礎的実験
 平成15年度 X帯における符号化電波標識の基礎実験
 平成16年度 光・ミリ波共用レンズの開発
 平成17年度 既出願特許のフォロー

3. 研究成果

初年度はルーネベルグレンズ製品の特性を見積もるため、X bandにおける基礎実験を実施した。翌年は同レンズを用いたX bandにおける符号化電波標識、偏波特性の基礎的実験を行った。同レンズに付加する金属反射体のサイズに関する基礎試験を行い、符号化された反射パターンが得られることを示した。また、従来製品では動作できなかったミリ波帯での応用を検討し、テフロンなど種々の誘電体を用いて実験を行った。

ミリ波帯での更なる特性向上を図るため、テフロン球から他の誘電体材質の球に変更して測定を行った。そこでレクソライトと呼ばれるポリスチレン系樹脂の特性が突出していたことが判明した。また、その透明度を生かして、ミリ波と光を両方集光するレンズ、および反射する反射器について検討を行い、一定の成果を得た。図1に試作した光・ミリ波共用レンズを示す。また、将来的な量産を視野に入れ国産ポリスチレン樹脂との比較評価を行った結果、レク

ソライトと同等以上の結果が得られることが判明した。

さらには、研究の過程において派生した周辺技術として、発泡スチロール上に塗布する高硬度ウレタン樹脂の特性を測定したところ、ミリ波帯において良好な透過特性を示すことが判明した。

4ヵ年計画中に国内特許出願6件、そのうち2件をPCT出願としてまとめ、2件が特許登録された。

4. まとめ

本4ヵ年計画期間は主としてレンズ単体の性能の評価、レンズの特性向上に関して検討を行ってきた。

次年度以降はこれらの成果を元に各種反射器アプリケーションの開発を行う予定である。

掲載文献

「回転するルーネベルグレンズを利用した反射波変調型電波標識」,B-2-19, 信ソ大, 2003

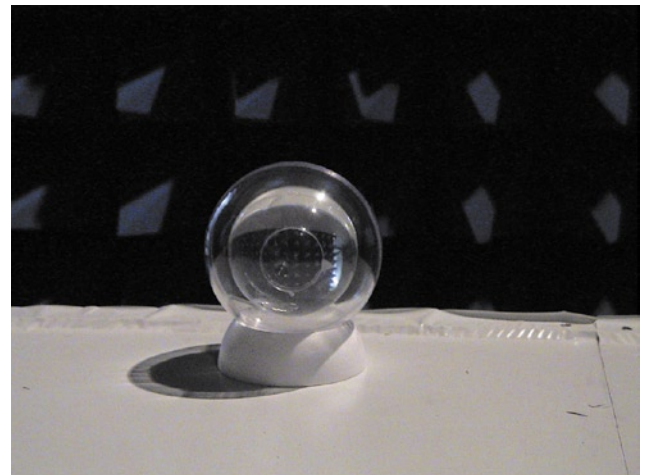


図1 光・ミリ波共用レンズ

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
研究期間 平成17年4月27日～平成18年3月17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。また、緊急な対応を要する干渉防止関連課題として、高速電力線搬送波通信PLC (Power Line Communication) と航空管制用短波通信との干渉防止対策立案を支援した。

2. 研究の概要

緊急を要するJTIDS関連課題として、次の調査を行った。

- ・空港周辺でのJTIDS運用制限の再検討
- ・JTIDS運用協定の改定案
- ・チャンネルを共有するGNSSへの混信予測手法調査

- ・Lバンド新システムへのJTIDS干渉予備調査
- ・JTIDS干渉シミュレーション手法の調査

特に、GNSSへの混信予測のために必要な基礎データを得るためのベンチ試験手法の開発、このベンチ試験に使用する試験信号開発のための信号環境測定手法の開発、今後の運用方式への追加候補であるコンテンションアクセス方式に関する検討が主な課題となった。

米国からの専門家が来日して開催された日米技術交流会議に参加した。また、平成17年5月に連合王国エジンバラ市で開催されたMNWG (多国間作業部会) 2005-1会議に参加し、JTIDS干渉防止対策に関する国際動向を調査した。また、11月にドイツ連邦共和国バイリンgrisにて開催されたEJCC (欧州JTIDS越境電波調整会議) に参加し、JTIDS関連の信号環境制御に関する調査を進めた。

また、総務相主催の高速電力線搬送波通信研究会における航空局の活動を支援した。

3. 研究成果

以上の調査結果をもとに、今後の課題になり得る新しいJTIDS運用方式について情報を整理し、干渉分析手法の開発に必要なデータを収集した。

さらに、GNSSの構成要素になるGPS-L5信号への干渉

を分析するデータを得るため、航空自衛隊およびJSC（米軍統合周波数センター）と共同でベンチ試験方式を改良した。当研究所は、ベンチ試験に使用する試験信号開発に必要なDME/TACAN信号環境を調査し、試験用信号環境の開発に必要なデータを提供するとともに、機上の信号環境の測定結果を提供した。その他、今後の信号環境測定実験に必要な測定方式の確認等の準備調査を進めた。

平成17年10月に羽田空港近辺で発生したDME干渉事例に際して、干渉発生時のDME動作データを分析し、これらがJTIDSによるものではないことを示した。また、航空局による干渉発生源の調査や干渉防止対策の立案を技術支援した。

また、PLCから航空管制用短波通信への干渉妨害を防止する基準作成の参考とするため、坂戸受信局の雑音環境

測定や東京電力における聴感試験を支援した。その結果は、総務省主催の高速電力線搬送波通信研究会の資料となるとともに、航空局への技術勧告の基礎とした。

これらについて受託研究報告書を作成した。

掲載文献

- [1] 電子航法研究所：「平成17年度受託研究報告書JTIDS等国内展開基準の作成」，平成18年3月
- [2] S. Ozeki: “DME/TACAN beacon signal environment evaluation in Japan”, MNWG05, Edinburgh, May, 2005
- [3] S. Ozeki: “Reverse path measurement for multi-path echo”, EJCC05-2, Beilingries, Nov., 2005
- [4] 小瀬木：「JTIDSによるDME干渉の識別法」JTIDSに関する日本技術支援会議，平成18年10月

マイクロ波レーダの電波特性解析【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，山田公男，朝倉道弘
研究期間 平成17年9月28日～平成17年12月27日

1. はじめに

住友重機械工業株式会社では、海上保安庁の巡視船搭載用に40ミリ機関砲の整備を進めている。この機関砲に付属する初速測定レーダに関しては、国内導入のため電波特性の検証、解析等を行い、無線局として承認を受ける必要がある。

本受託研究の目的は、この初速測定レーダの無線局落成検査に対応するため、レーダ装置の電波特性に関するデータを電子航法研究所電波無響室内で収集し、必要な解析を行うことである。

2. 研究内容及び成果

40ミリ機関砲用砲弾初速測定レーダの電波特性に関するデータ収集と、必要な解析を行うため、以下のことを行った。

(1) 測定準備（レーダ取付け用治具整備，レーダ，電波特性測定用アンテナ等の無響室内設置，測定器の結線，設定等）

(2) 初速測定レーダの電波特性測定

- ・周波数
- ・帯域幅
- ・スプリアス
- ・電力

- ・隣接漏洩電力
 - ・その他（アンテナ偏波特性等）
- (3) 測定結果の分析
- ・レーダ放射電力の計算等

以上の手順で4式のレーダについて測定を実施した。その結果、いずれのレーダもすべての項目で所期の性能を有していることが明らかとなった。

データ分析結果と実測データを報告書として提出したところ、すべてのレーダに無線局免許が交付された。

3. むすび

海上保安庁の巡視船搭載用40ミリ機関砲に付属する初速測定レーダ4式について周波数，電力等の電波特性を電波無響室で測定した。その結果、これらのレーダはすべて所期の性能を有していることが分かり、無線局免許が交付された。

掲載文献

- (1) 山本憲夫「マイクロ波レーダの電波特性解析（No.2レーダ），（No.3レーダ），（No.4レーダ），（No.5レーダ）」電子航法研究所受託研究報告書，平成17年10月

旅客が持ち込む電子機器による航空機への影響調査【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, 山田公男, 米本成人
研究期間 平成17年6月15日～平成18年3月31日

1. はじめに

携帯電話、パソコン等の携帯電子機器（PED：Portable Electronic Device）が航空機内で使用されると、それからの電波が機上装置に干渉して障害を引き起こす可能性がある。このため、国土交通省航空局では平成16年1月に施行された機内迷惑防止に係る航空法の一部改正法において、航空機の運航に支障を及ぼす恐れのある携帯電子機器を告示し、機内での使用制限を行っている。

しかし、PEDは世代交代が早く多種多様であることから、最近のPEDの機上装置への影響について調査・検討し、それをもとに告示を見直すことになった。電子航法研究所は航空局の依頼を受け、告示に記載されたPEDと記載はされていないが近年利用が多いPEDの調査と機上装置への干渉に関する分析・評価を行った。また、PEDの機内使用に係わる指針作りを目指しているRTCA（米国航空無線技術協会）の特別委員会に参加した。

2. 調査の概要

機内迷惑防止に係る告示に記載されているPED及び告示には含まれていない最近のPEDについて、意図的に電波を放射するT-PED（Transmitting PED）とその他のPEDに分類し、仕様調査、電磁放射の測定を行った。PEDによる機上装置への干渉の可能性について、RTCA（米国航空無線技術協会）の文書160Eや航空会社から提出される「電磁干渉障害事例報告書」等をもとに評価した。また、RTCAのSC-202（携帯電子機器に関する202特別委員会）に参加し討議の動向調査をすると共に、電子航法研究所での調査・研究結果を報告した。

3. 調査内容及び成果

3.1 PEDによる電磁干渉の可能性の調査・分析

告示に記載されているPED及び告示には含まれないが近年利用者が多いPEDについて、携帯電話のように機能上意図的に電波放射する機器とビデオカメラのように意図的には電波を放射しない機器とに分類した。次いで、それらからの電波放射について各機器の仕様書やVCCI（情報処理装置等電波障害自主規制協議会）等市販電子機器からの電磁放射に関する技術基準等をもとに調査・分析した。仕様や技術基準が不明確なDVDプレーヤー等いくつかの

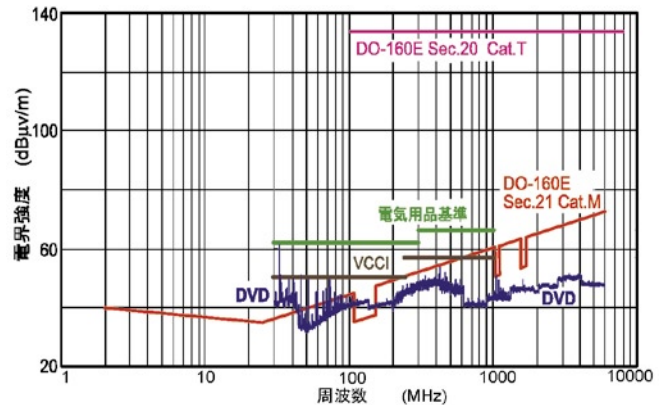


図1 RTCAの電磁干渉関係基準とDVDプレーヤーからの放射電波測定結果

機器については電波無響室で実測した。

図1は、RTCAの文書160E（DO-160E）で定めている機上搭載装置の電磁放射及び感受性試験基準とDVDプレーヤーからの電波放射に関する実測結果である。この図で、「DO-160E Sec.21 Cat. M」は機上装置の許容電磁放射レベル、「DO-160E Sec.20 Cat. T」は、機上装置の感受性試験レベルである。「VCCI」、「電気用品基準」はいずれも市販電子機器の許容放射レベルである。DVDプレーヤーの電磁放射は低い周波数で「Cat. M」を超えているが、「Cat. T」よりは大幅に低い。また、「電磁干渉障害事例報告書」においてDVDプレーヤーが原因と疑われる電磁干渉事例は少ない。したがって、このプレーヤーが電磁干渉を引き起こす可能性は、無視はできないが高くないと評価し、離着陸時を除いて使用可能と結論した。

告示に記載されている25種類すべてのPEDについて同様に電磁干渉の可能性を評価した。その結果、15種類のPEDについては告示内容の何らかの見直しや更なる検討が必要との結論を得た。また、現在の告示には記載がない最新の電子ゲーム機や携帯オーディオ機器等約20種類のPEDについて同様に評価し、12種類について告示への追加や更なる検討の必要性を報告した。

3.2 電磁干渉障害事例報告書の分析

平成10年2月、航空局は国内航空会社にPEDが原因と疑われる機上装置の障害事例報告の提出を依頼した。電子航法研究所では航空局から依頼を受け、この事例報告書の

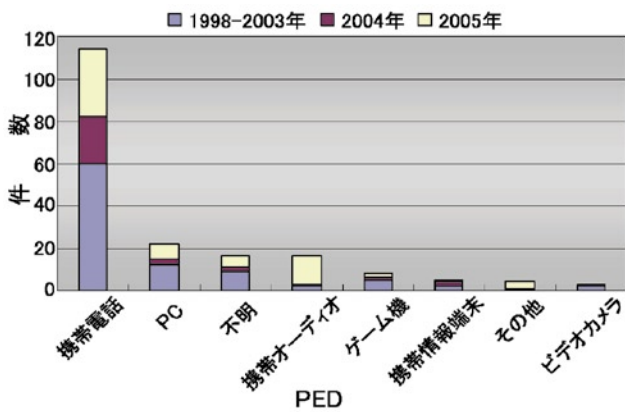


図2 障害源と報告されたPEDの種類

分析を行っている。この報告書には、障害が発生した機種、機上装置、障害の内容、飛行フェーズ、及び障害とPEDとの関連等多くの情報が含まれている。

平成17年に受領した報告はこれまでで最多の48件、これまでの合計は182件となった。図2は調査結果の一例で、電磁干渉の障害源と疑われたPEDの種類である。最多は携帯電話で全体の3分の2以上を占め、その次はパソコン(PC)であった。最近報告が増えているのは携帯電話、PCそして携帯オーディオである。ただし、報告にあったPEDが実際に機上装置の障害を引き起こしたと証明できた事例はきわめて少なく、他の原因で障害が生じた可能性はある。しかし、図2で障害源として報告された件数がゼロまたはきわめて少ないPEDについては、電磁干渉を引き起こす可能性は低いと言える。

以上のように、電磁干渉障害事例報告書は電磁干渉を引き起こす可能性が高いPEDの抽出や障害を受けやすい機上装置の決定、電磁干渉障害の発生メカニズム予測等、PEDによる電磁干渉に係わる問題解決にきわめて有効である。

3.3 RTCA SC-202会議参加報告

2005年10月及び2006年1月、RTCA主催のSC-202会議に出席した。この会議の主な目的は、航空の安全を確保しつつT-PEDの機内使用を可能とするための技術基準策定である。SC-202では、航空の安全を維持しつつ機内無線LANサービスを実施するため、機上装置の安全性確認手順等を定めた第一段階報告(DO-294)を2004年10月刊行した。

2005年の主な課題は、機内での携帯電話使用を可能とするための技術基準策定である。具体的には、機内で使用が予定される携帯電話からの放射電波の強さ(複数の電話が使われる状況も配慮)、その電波が機内から機上アンテナや機上装置まで伝わる際の経路損失、そして機上装置の

感受性等について数値データを取りまとめている。また、機内に超小型携帯電話基地局(ピコセル)を設置する技術と、その地上通信網との混信の可能性等についても討議している。新たに創設された第5ワーキンググループでは、携帯電子機器の機内使用を想定した新しい航空機の安全性認証手順について検討を進めている。

電子航法研究所では、平成17年10月「日本の携帯電子機器による電磁干渉の報告システム」という題目で我が国の電磁干渉障害事例報告制度について報告した。また、平成18年1月には「日本における機内での携帯電子機器使用ルールの見直し」という題目で本受託調査の概要とその結果の概要報告を行った。これらのデータは、RTCAの基準作りに活用されると期待される。

4. まとめ

機内迷惑防止に係る法律の告示に記載されたPEDと記載はされていないが近年利用が多いPEDが機上装置に電磁干渉障害を引き起こす可能性について分析・評価を行った。この分析・評価にはRTCAの規定や航空会社から提出される「電磁干渉障害事例報告書」等を利用した。また、PEDの機内使用に係わる討議を行っているRTCAの特別委員会(SC-202)に参加した。

その結果、告示に記載された15種類のPEDについて何らかの告示内容見直しや更なる検討が必要との結論を得た。告示に記載がない最近の約20種類のPEDのうち、12種類について告示への追加や更なる検討の必要性を報告した。RTCA SC-202では、現在航空の安全を維持しつつ携帯電話を機内で使用可能とするための安全基準策定を目指していることを報告した。

文献

- (1) K. Yamamoto et al., "Electromagnetic Environment in Aircraft by Wireless LAN Systems and its Possibility of interference on Avionics", IEEE EMC' 2005, June 2005.
- (2) K. Yamamoto, "PED Interference Reporting System in Japan", RTCA SC-202, Oct. 2005.
- (3) 山本憲夫他 "航空機内の無線LAN - 機上装置の感受性、標準化 -", 電子情報通信学会, EMCワークショップ, 平成17年11月
- (4) K. Yamamoto, "Review on the Rule for PED Use in Aircraft in Japan", RTCA SC-202, Jan. 2006.
- (5) 山本憲夫他 "旅客が持ち込む電子機器による航空機への影響調査", 電子航法研究所受託研究報告書, 平成18年3月

GS前方誘導路による電波性能影響調査【受託研究／空港整備勘定】

担 当 部 電子航法開発部
 担 当 者 横山尚志 朝倉道弘
 研究期間 平成17年度

1. はじめに

成田国際空港では、B平行滑走路を北側に延伸する計画であるが、当該滑走路の処理能力は誘導路の形状と運用方法によって左右される。そこで、着陸回数・時間値を向上するため、34R-GSアンテナ前方に誘導路を新設する予定である。34R GSは、北風時に南方からの進入・着陸用として用いるが、その合間にジャンボ機が新設誘導路を通過して離陸する。GSの電波遮蔽はGSアンテナ前方を機体が通過するときに発生し、滑走路の処理能力が低下する可能性がある。

本受託は、成田空港会社からの依頼によって電子航法研究所が実施したもので、誘導路形状に対するジャンボ機の電波遮蔽の影響を評価するものである。

2. 研究の概要

- イ) ジャンボ機によるGS電波遮蔽解析プログラムを新規に作成し、その解析方法の妥当性を電波無響室のスケールモデル実験によって確認する。
- ロ) 新設誘導路の予想形状を図1に示す。図の誘導路を走行するジャンボ機による電波遮蔽を解析し、それによるパス誤差を明らかにする。

3. 研究の成果

3.1 スケールモデル実験

当研究所の電波無響室において、9.6GHz（スケール比：1/29）のジャンボ機模型を使用してGS前方走行時のパス誤差を測定した。その結果、現用2周波3素子GSアンテナの電波遮蔽の解析結果と概ね同等になり、解析方法の妥当性が確認された。

3.2 静的シミュレーション結果

図2はジャンボ機の電波遮蔽による静的シミュレーション結果であり、ジャンボ機を10mおきに停止させ、その影響を解析した。図2(a)は出発機が図1のケース1誘導路を、図2(b)はケース2誘導路を走行したときのGPの計算

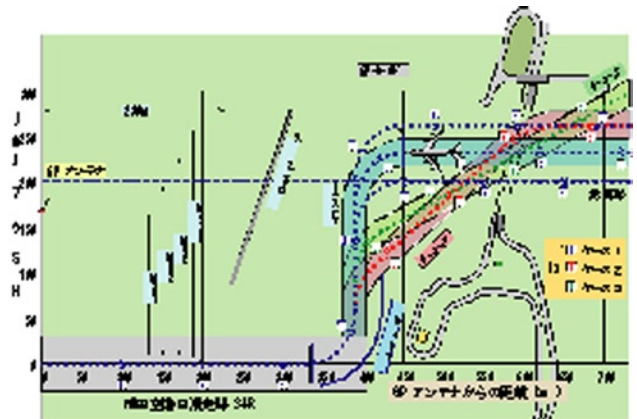
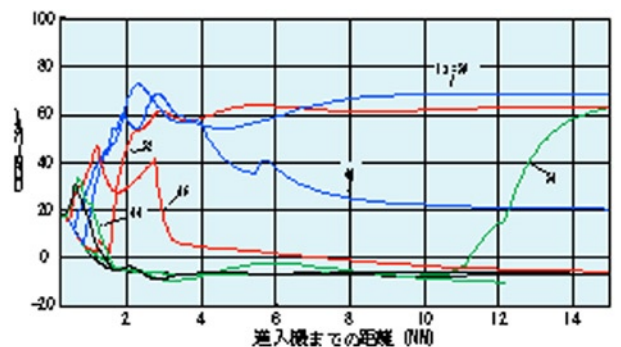
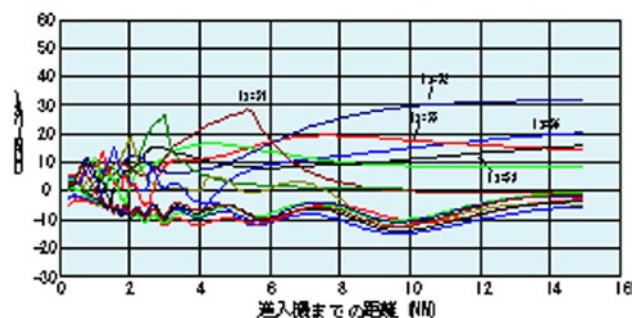


図1 成田空港のB滑走路34Rへの誘導路3ケースの配置



(a) ケース1 Yb=260m



(b) ケース2 (pink)

図2 機体遮蔽による進入コースのコース誤差

結果である。図(a)ではジャンボ機がGSアンテナ前方を横切るIx=44~54の位置でパス誤差が急増する。一方、図(b)ではパス誤差がIx=51~56の位置で増加するものの、誘導

路が斜めであるのでパス誤差は図(a)の約1/2に減少する。
 なお、パスバンドの規定値は $|DDM| \leq \pm 30 \mu A$ である。

3.3 縦続停止シミュレーション結果

縦続停止は、図1に示すGSホールド（機体停止位置）で待機する場合で、機体の間隔を30mとして3台までの縦続停止を解析した。その結果、パス誤差は最大でも規定値の1/2以下になり、縦続停止のときのパス誤差は少ないことが確認された。

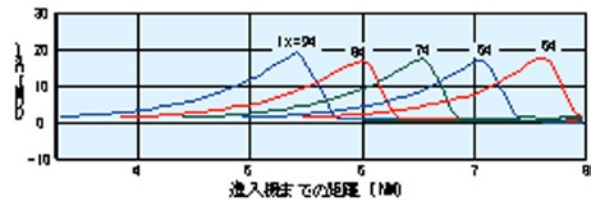
3.4 動的シミュレーション結果

動的シミュレーションは、誘導路上のGSホールド位置を変えて離陸機が滑走路まで速度8.4m/secで走行し、一方、ジャンボ機は84m/secの速度で進入した場合であり、図3に動的シミュレーションによる計算結果を示す。図(a)はケース1、図(b)はケース2誘導路の場合、何れも山形のパスバンドを生じている。パス誤差の最大値は、機体の尾翼がGPアンテナ前方を通過した場合で、図(a)のケース1誘導路ではDDM=17 μA に、図(b)のケース2誘導路ではDDM= 5 μA になる。

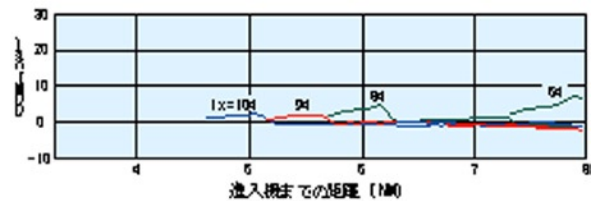
4. まとめ

誘導路の形状に対するジャンボ機の電波遮蔽の影響を明らかにするため、静的・縦続停止・動的等の運用に即した電波遮蔽シミュレーションを行った。

縦続停止シミュレーションでは、パス誤差が少ないこ



(a) ケース1 Yb=260m



(b) ケース2

図3 動的シミュレーション結果

とが確認された。これに対して、静的シミュレーションでは、規定値の2倍以上のパス誤差が発生する。これに対してジャンボ機が誘導路を速度8.4m/secで走行する動的シミュレーションでは、誘導路のケース1及びケース2において、パス誤差がDDM $\leq 17 \mu A$ になり規定値を満足する。従って、新設誘導路の運用方法として、静的シミュレーション（機体停止）で急増したコースバンド発生範囲（GPアンテナ前方位置Ix=44~56）を停止禁止区域として定め、その区間において機体の停止を禁止すれば規定値を逸脱するコース誤差の発生と防止できるので、当該滑走路の処理能力の向上を図ることが可能である。

VORおよびTACANのコンピュータ電波障害シミュレーション調査【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17年5月30日～平成17年6月30日

1. はじめに

徳島県は、徳島空港臨海部に下水処理施設の建設を行っている。この施設の周辺にはVORとTACANが設置されており、それらからの電波が下水道処理施設の建設現場で稼働する大型土地改良機械、大型クレーン等によって反射され、電波障害によりコース誤差が生じる可能性がある。そこで、徳島県はこれら大型機械が徳島VOR及びTACAN局のコース情報に与える影響について、予測及び評価を依頼してきた。

電子航法研究所では、20年余りにわたりVORに関する種々の研究を実施してきた。VOR局周辺の地物によるコー

ス誤差問題に関しても、電子航法研究所で開発した予測計算法を用いてこれまで多くの事例に対処してきた。

そこで、電子航法開発部では上記の依頼に応じ、建設現場で稼働する大型機械がVOR及びTACANコースに与える影響について予測計算し、VOR/TACANの運用規定をもとにコース誤差が許容範囲内に収まるか否かを評価して、報告することにした。

2. 研究内容及び成果

本受託調査の主な目的は、建設現場内で稼働する大型機械によるVOR/TACAN局のコース誤差予測である。そこ

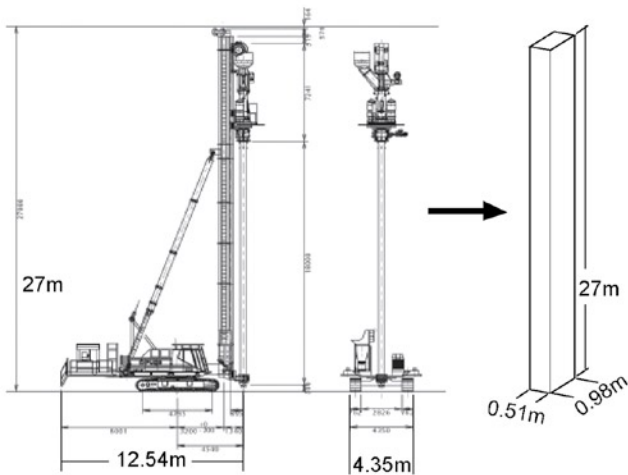


図1 SAVE機械の外観とそのモデル

で、以下の手順で電波障害シミュレーションを行った。

- ・大型建設機械の外観を単純な形状にモデル化
- ・建設機械の現場内配置データベースの作成
- ・VOR/TACAN局を中心に周回飛行及び放射状飛行を行ったときの建設機械による電波反射特性計算
- ・得られた電波反射特性とVOR/TACANコース誤差式を用いたコース誤差計算
- ・得られたコース誤差とVOR/TACAN運用規定に含まれる許容誤差数値との比較検討

モデル化の一例として、静的締固め砂杭工法（SAVE）で用いる重機の外観とそのモデルを図1に示す。本調査では、航空機で受信される建設機械からの反射・散乱波に注目するため、機械のモデル化に際して運転室等地上付近の構造物は無視した。

以上の手順による検討結果を以下の項からなる報告書としてまとめ提出した。

- (1) 徳島VOR/TACAN局周辺の大型建設機械
 - ・建設機械の抽出とモデル化
 - ・大型建設機械の配置
- (2) 建設機械によるVOR/TACAN電波の反射量計算
- (3) 建設機械によるVOR/TACANコース誤差計算
 - ・SAVE施工機械による誤差
 - ・流入ポンプ棟建設機械による誤差
- (4) VOR/TACAN運用規定との比較検討

以上の計算には一様幾何光学回折理論（UTD）及びVOR/TACANコース計算プログラム等を併用した独自の計算法を利用した。その結果、下水処理施設内で大型建設機械が稼働するとき、一部の範囲で若干のコース変動は発生するが、その変動はVOR/TACANの運用規定に比べると充分小さいとの結論を得た。

3. むすび

徳島空港臨海部の下水処理施設建設現場で稼働する建設重機によって徳島VOR/TACAN局で発生するコース誤差の予測を行った。その結果、建設機械によるコース誤差は規定に比べると充分小さいとの結論を得た。

掲載文献

- (1) 山本憲夫「VORおよびTACANのコンピュータ電波障害シミュレーション調査」電子航法研究所受託研究報告書、平成17年6月

障害物探知用ミリ波レーダの小型化、高機能化に関する研究【在外研究／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16年度～平成17年度

1. はじめに

目視飛行を行うヘリコプタでは、パイロットから見えにくい送電線等の障害物を検出するシステムへの要望が非常に高いため、センシング研究グループでは重点研究「ヘリコプタの障害物探知・衝突警報システムに関する研究」を実施している。この研究の主要課題に障害物探知用ミリ波レーダの開発と小型・高性能化があり、その一環としてミリ波レーダ用小型アンテナの研究を仏国国立科学研究センター・ニース・ソフィアアンティポリス大学・電子アンテ

ナ通信研究所（LEAT）と共同で行っている。

しかし、このレーダには回路の小型化、信号処理高速化、アンテナスキャン機構付加等他にも課題が多い。一方、上記研究所にはアンテナ、通信、信号処理等に関する世界的に著名な研究者や技術者がおり、これらの課題解決のための適切かつ効率的な情報交換、研究協力が可能となることから、上記共同研究機関において在外研究を行った。

2. 研究の概要

本研究は1ヵ年計画で2005年2月22日から2006年2月21日まで担当者を派遣した。

本在外研究の主な目的は、障害物探知用ミリ波レーダの小型・高性能化に係わる上記課題への対応と、これら課題をLEATの研究者と協力して解決することを通して実施主任者の資質向上、研究効率の向上を図ることである。具体的な研究の目的は以下のとおりである。

1. 小電力（10mW）レーダ送・受信システムの研究
2. ビーム走査技術の研究
3. 最新のアンテナ、ミリ波回路設計、特性解析法等に関する知見の取得
4. アンテナの精密測定技術に関する相互情報交換

3. 研究成果

本在外研究では、障害物探知用ミリ波レーダの小型化に際し、最も重要な構成要素である小型プリント反射板アンテナの開発を行った。高開口面効率を実現するため1/8波長ごとに位相補正を行う移相器の設計を行った。在外研究期間中に開発された技術は特許出願予定であり、試作したアンテナは帰国後の3月に実施された実証飛行試験に導入し、機上でも良好な特性を発揮した。

また自動車用などで用いられている76GHz帯の10mWの出力のレーダの応用についても検討を行った。在外研究

期間中にはLEATと協力関係にある、独国ウルム大学との協力関係を築くことができた。ウルム大学はミリ波センサに関して世界的に権威のある大学であり、同大学で開発されたミリ波センサを用いて送電線検出の日仏独共同実験を実施し、それらのヘリコプタへの応用可能性を評価することができた。

4. その他

派遣中、ニース・ソフィアアンティポリス大学の博士論文審査会に審査員として参加し、同大学の教育活動にも参加した。



日独仏共同実験の風景

16L - LLZ 設置条件調査【受託研究／空港整備勘定】

担当部 電子航法開発部
担当者 横山尚志 朝倉道弘
研究期間 平成17年度

1. はじめに

成田国際空港の北側延伸に伴う平行滑走路の整備においては、南風運用時に出発機が新設誘導路を経由して16L-ローライザ（LLZ）空中線前方滑走路を横断する配置になる。出発機の横断によりLLZ電波が遮蔽されるとコース誤差が発生し、平行滑走路の処理能力が著しく低下する可能性がある。

本報告書は、成田空港会社の依頼により、電子航法研究所が実施した調査委託の研究報告である。

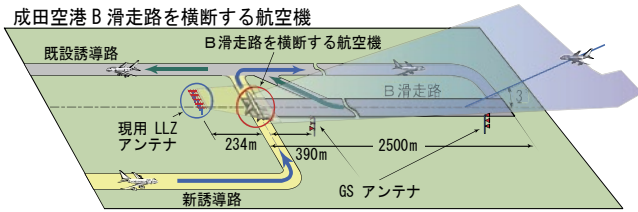
2. 研究の概要

既設LLZアンテナは24素子2周波LLZアンテナであり、図1（a）に示すようにB滑走路末端から234mに設置され

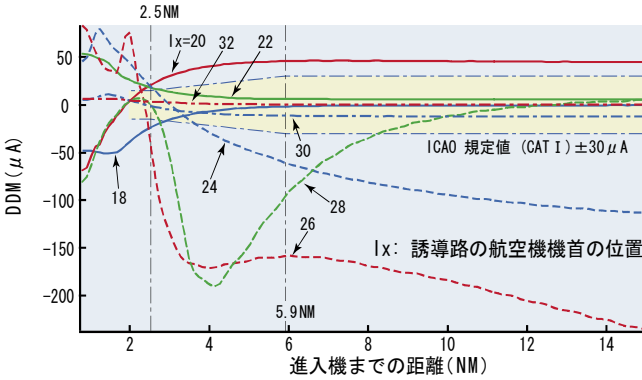
ている。新設誘導路ができると、出発機は当該誘導路を経由し、既設LLZアンテナ前方の滑走路末端を横断することになる。その場合、図1に示すようにLLZの電波が遮蔽されて著しいコースバンドが発生する。本研究では、電波遮蔽の影響を低減する方法を考案し、考案方式の妥当性を実周波の解析とスケールモデル実験によって確認することとする。

3. 研究の成果

図2に考案方式を用いたときのジャンボ機遮蔽によるコース特性の解析結果を示す。滑走路の横断許可が出せるのは進入機が4NMより遠方であるが、その場合、コース誤差は $-10\mu A \leq DDM < 20\mu A$ に減少し、図に示すよう



(a) LLZアンテナを現状配置にした場合



(b) 滑走路を機体が横断したときのコース誤差

図1 LLZアンテナをB滑走路末端から234mの現状配置にしたときの電波遮蔽によるコース特性

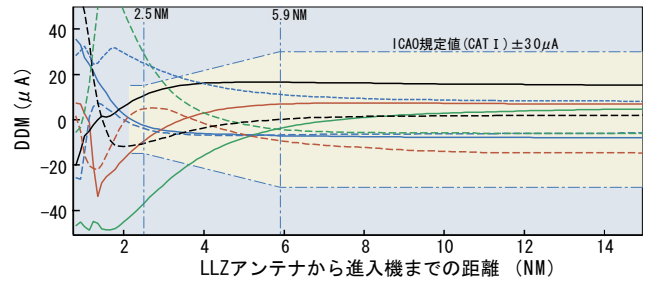


図2 ジャンボ機遮蔽によるコース特性の改善

に規定値の1/2になる。

また、電波無響室において、スケールモデル実験を実施したところ、ジャンボ機模型の影響は概ね図2と同等になり、考案方法の有効性が確認された。

5. まとめ

成田国際空港の北側延伸整備に伴う滑走路の処理能力の低下を改善するため、ジャンボ機の影響低減法を考案し、その有効性を実周波LLZの解析とスケールモデル実験により確認された。

積雪による ILS 電波への影響調査【受託研究／空港整備勘定】

担当部 電子航法開発部
 担当者 横山尚志 朝倉道弘
 研究期間 平成17年度

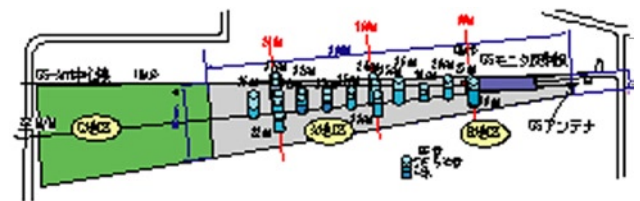
1. はじめに

青森空港は、わが国で最も降雪量の多い空港であるが、2007年度からCATⅢの運用を開始する予定である。当該空港の懸案課題は、GP反射面の現行除雪基準（CATⅢの積雪深 $D_{sw} \leq 10\text{cm}$ ）を30cmに緩和することであるが、除雪基準の緩和によるILSの電波の性能の劣化は許されない。そのような相矛盾する要件を解決するため、電子航法研究所は航空局管制保安部からの本調査研究を実施した。

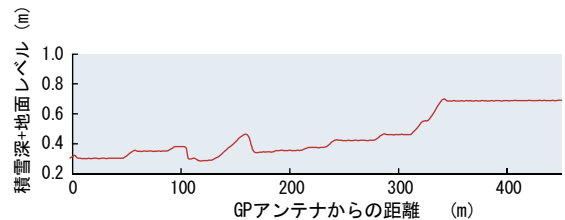
2. 研究の概要

イ) 積雪状態が異なる2006年の1月、2月及び3月に飛行検査を行いGPのパス角とパス幅を検査する。また、地上では、30m間隔の離散点で積雪の調査を行い、そのデータを用いて積雪表面形状を推定し、GPのパス角とパス幅を計算する。その解析結果を飛行検査結果と比較し、解析方法の妥当性を確認する。

ロ) GP反射面に一定の形状誤差を与えてパス角とパス幅を解析し、その結果よりCATⅢの除雪基準資料を作成



(a) 30cm間隔のGP反射面の積雪断面構造の測定



(b) 積雪実験測定結果より推定した積雪表面形状

図1 18年1月20日に実施した積雪実験の除雪後の積雪形状解析結果

する。

3. 研究の成果

3.1 積雪平面形状の推定

図1に2006年1月20日に測定した積雪実験結果を示す。図(a)に30m間隔で測定したGP反射面の離散積雪データを示す。積雪の層構造は2層であり、下層は水分含有の多いしまり雪、表層は新雪であった。図(b)に離散積雪データより推定した積雪表面形状を示す。

3.2 飛行検査結果との互換性

表1に飛行検査結果と図1(b)の積雪表面形状より計算したパス幅とパス角の解析結果を示す。飛行検査結果(FCK)と比べると解析結果は概ね一致し、解析方法の互換性が良好であることが確認された。なお、CAT IIIのパス角(DDM)とパス幅(θ_{wid})の許容値を次に示す。

$$\begin{aligned} & \text{DDM} \pm 24 \mu\text{A} & (1) \\ & \theta_{wid} = 0.6^\circ \text{ to } 0.84^\circ \end{aligned}$$

表1 GP反射面によるパス幅とパス角

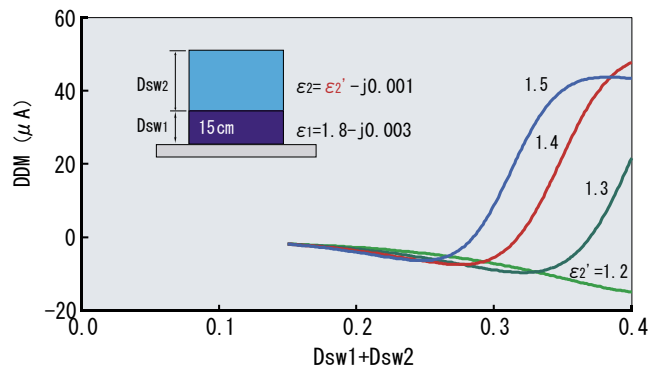
	パス幅の解析結果	パス角の解析結果
2006年1月	0.80° FCK : 0.82	5 μA ~ 12 μA FCK : 8 μA
2006年2月	0.80° FCK : 0.77	13 μA ~ 18 μA FCK : 14 μA
2006年3月	0.80° FCK : 0.77	4 μA ~ 10 μA FCK : 6 μA

3.3 一定の形状誤差を与えたときのパス幅の変化

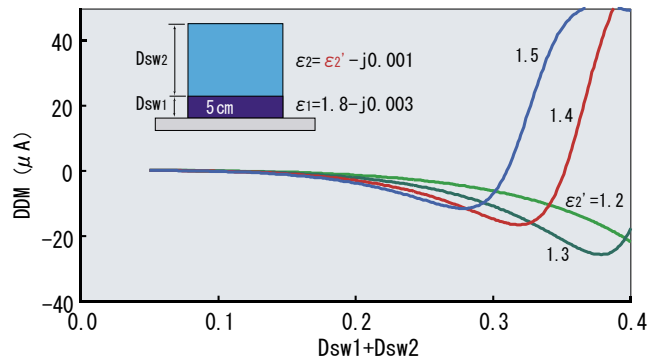
イ) 過去の飛行検査の事例により、GP反射面の表面形状に20cm以上の急峻な凹凸があると、パス幅が $\theta_{wid} = 0.8 \sim 0.88^\circ$ になり式1の規定値を逸脱する。そこで、急峻な凹凸を滑らかな表面形状に修正して解析したところ、著しく改善され、式1の規定値を満足することが確認された。即ち、GP反射面の積雪深誤差 $D_{sw} = 30 \pm 10\text{cm}$ とし、9通りの表面形状を仮定してパス幅の変化を計算すると、パス幅は $\theta_{wid} = 0.72 \pm 0.02^\circ$ になり、GP反射面の雪質変化によらず、反射面の凹凸に依存することが確認された。

3.4 雪質と形状を考慮したときのパス角の変化

イ) 表1のパス角は、GP反射面の表面形状、積雪の層構造及びその雪質を考慮して解析したものである。その結果を表に示す飛行検査結果と比べると、解析による誤差は2割程度と少なくなり、解析方法として有効であるこ



(a) 下層15cmのときの表層積雪深の変化



(b) 下層5cmのときの表層積雪深の変化

図2 2層構造の積雪面によるパスの上下偏位

とが確認された。なお、その誤差要因は、GPアンテナの3素子反射点付近の積雪深、層構造の変化及び雪質のばらつきによるものである。

ロ) 図2は積雪表面に凹凸がない等積雪深状態のときの解析結果である。本解析では、3つの反射点の積雪深、層構造及び雪質を均一と仮定し、表層の積雪の誘電率を変化して融雪模擬のDDMの誤差計算を行った。その結果、図に示すように $D_{sw1} + D_{sw2} < 33\text{cm}$ であれば規定値を満足することが確認された。

ハ) 除雪後の不等積雪深を考慮して、中素子反射点の積雪深が大きい場合について解析した。その結果、 $D_{sw1} + D_{sw2} < 30 + 10\text{cm}$ であれば規定値を概ね満足することが確認された。

5. まとめ

青森空港の懸案課題である30cm程度に除雪基準を緩和できるかどうか、飛行実験、地上実験及び実天候を模擬したシミュレーションを行った。

その結果、GP反射面が等積雪深であれば概ね30cmまで、不等積雪深であれば $30\text{cm} \pm 10\text{cm}$ まで緩和できることが確認された。しかし除雪時には、GP反射面の表面形状に急峻な凹凸があるかを監視し、凹凸の少ない滑らかな表面形状を維持することが必要である。

LLZのファーフールドモニタにおける積雪影響調査【受託研究／空港整備勘定】

担当部 電子航法開発部
 担当者 横山尚志 朝倉道弘
 研究期間 平成17年度

1. はじめに

青森空港では、冬季の豪雪期に滑走路両脇の路肩(Runway Shoulder)に除雪に伴う積雪バンクが発生する。2005年～2006年の豪雪期に、LLZ(Localizer)に規定値を逸脱するコース誤差が発生した。CAT(Category)Ⅲになると、FFM(Far Field Monitor)が必須になるが、コース誤差のモニタ許容値はCATⅠの1/2(±8μA以下)に減少するので、積雪バンクの状態によってはCATⅢの運用ができなくなる恐れがある。また、GPでも積雪バンクが原因と思われる機長報告(Pilot report)が発出した。これは1NM付近でパスが数十μA程フライアップしたという障害報告である。本受託調査は、東京航空局からの依頼により当研究所が実施したもので、積雪バンクの影響の解明と冬季のCATⅢの運用に必要な積雪バンクの除雪方法を提言する。

2. 研究の概要

イ) 2006年2月と3月に飛行検査と地上実験を行った。地上実験では、図1に示すように滑走路路肩の積雪バンクの形状測定、滑走路中心線とFFMでコース誤差を測定した。次に、積雪バンクの影響を明らかにするため、積雪バンクを衝立状の金属平板(高さh=0.5m～1.5m)、滑走路を平坦と仮定し、積雪バンクを移動してコース誤差を解析した。

ロ) GPアンテナ前方反射面の積雪バンクの位置を測定した。次に、積雪バンクを衝立状の金属平板(高さh=3m)と仮定し、積雪バンクの位置を図3(a)に示すように移動してパス誤差を解析した。

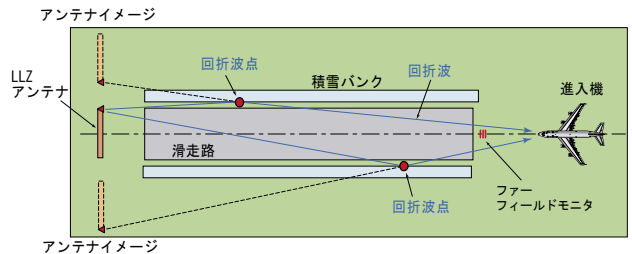
3. 研究の成果

3.1 積雪バンクによるコース誤差の解析

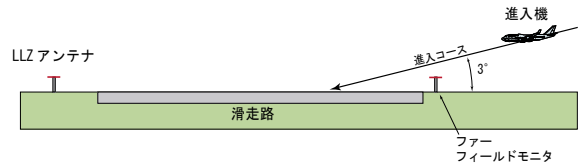
積雪バンクの位置を図1に示すように滑走路中心線から $d_{sw} = \pm 45m$ とし、その横幅を $L_{sw} = 300m$ とし、300mずつ滑走路を移動させてコース誤差を解析する。計算の結果より、滑走路上の積雪バンクの影響を以下に述べる。

イ) 最大振幅 $|DDM| = \pm 6\mu A$ で、波動的なコースバンドになる。

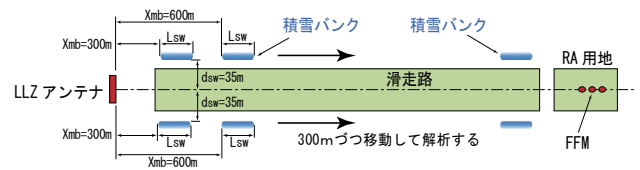
ロ) 進入コースの近傍から遠方(10NM)まで広い範囲に



(a) 積雪バンクによる回折波の発生



(b) ファーフールドモニタと進入コース



(c) 滑走路脇の積雪バンク位置

図1 積雪バンクの解析方法の説明図

発生する。

ハ) 積雪バンクによる電波散乱は、LLZアンテナから600m～2100mの滑走路上で発生する。

3.2 積雪バンクによるパス特性

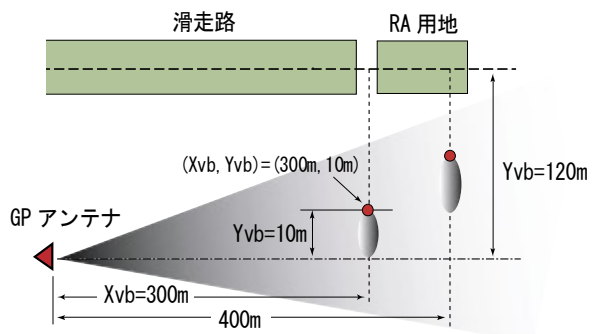
図2(b)の解析結果より、積雪バンクの影響を以下に述べる。

イ) 黒の実線は積雪バンクがない場合である。

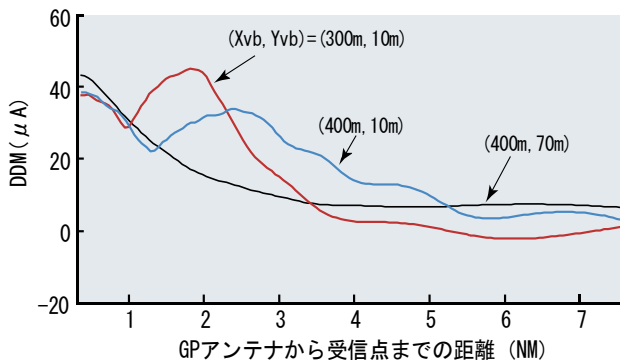
ロ) $(X_{vb}, Y_{vb}) = (300m, 10m)$ の太線の場合、1NM～3NMにパスのフライアップが生じ、ベンドの最大値が $DDM = 45\mu A$ 、2NMの位置で発生する。

ハ) $(X_{vb}, Y_{vb}) = (400m, 10m)$ の場合、1NM～5NMにパスのフライアップが生じ、ベンドの最大値が $DDM = 35\mu A$ 、2.5NMで発生する。

4. まとめ



(a) GPアンテナ前方反射面上の積雪バンク



(b) 積雪バンクによるGPの解析結果

図2 GP前方の積雪バンクの影響

飛行検査と地上実験を行い、その測定データを用いて積雪バンクの解析と解析結果に基づく除雪方法を提言した。解析結果の概要を次に述べる。

イ) 積雪バンクによる電波散乱は、LLZアンテナから600m~2100mの滑走路上で発生し、その影響は滑走路上から遠方に広く拡散する。

ロ) 積雪バンクの発生位置の調査結果を用いて、積雪バンクによるGPの誤差解析を行った結果、パイロットレポートに相当する数十μAのフライアップはGPアンテナからXvb=300m, 400mの範囲にある積雪バンクによって発生することが分かった。この現象を抑制するため、積雪バンクの高さを積雪表面から1m以上突出しないように圧雪・除雪を行う必要がある。

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17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. 航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究
2. 高カテゴリGBASのオペラビリティ向上とGNSS新信号対応に関する研究
3. 放送型データリンクによる航空機監視の研究
4. 大空港における効率的な運航を確保するための後方乱気流に関する研究
5. A-SMGCシステムの研究
6. 航空無線通信におけるCDMA方式の要素技術の研究
7. マルチリファレンス高精度測位方式の研究
8. 狭域DGPSによる着陸航法システムの補正值誤差のバウンド手法の研究
9. 精密測位衛星電波の海面反射を利用した海面高度モニタリング手法の開発
10. マルチモード対空無線機の通信互換性評価委託
11. 航空機アドレス監視データ解析調査
12. マルチラテレーション導入調査委託
13. マルチラテレーション整備調査に関する支援業務

1から5の研究は航空局からの要望に基づく重点研究であり、6から8は指定研究、9は外部競争資金による研究、10から13は受託研究である。

1は航空管制業務の安全性、効率性等を高めるための高性能なVHF空地デジタル通信、VHFや衛星通信等複数のネットワークを統合する航空通信ネットワーク及び管制官-パイロット間データ通信(CPDLC)等の管制アプリケーションの開発及び評価を行う研究である。2は全地球的航法衛星システム(GNSS)を利用した、高カテゴリ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。この研究は、今後のCAT-I GBAS対応の航空機の導入に備えてその実現に必要な課題を解決することを目的としている。3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ト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位置情報伝送・監視機能(ADS-B)の開発に関する研究である。4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。5は幹線空港等の大規模化に伴う空港面レイアウトの複雑化および航空需要増大に伴う高密度運航に対応するため、また、夜間や霧などのために視程が低い状況下でも航空機

等の安全で円滑な地上走行を確保すると共に管制官の負荷を軽減するため、これを可能とする先進型地上走行誘導管制(A-SMGC)システムを開発する研究である。6は管制通信に符号分割多元接続(CDMA)方式を適用するための要素技術の検討を行う研究である。7はGBAS等の測位システムの評価に必要な高精度基準値が得られる覆域の拡大に関する研究である。8はGBASにおいて放送される擬似距離補正值を改良する手法に関する研究である。9は低仰角の精密測位衛星(GPS)信号に与える海面反射の干渉特性を明らかにしモデル化することにより、海面高度をモニタリングする手法を開発する研究である。10は日本電気株式会社が製作したマルチモード対空無線機(MMR)のプロトタイプと当所が開発したVDLモード3実験システムや米国FAAのマルチモード機上アビオニクスとの通信互換性を評価したものである。11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。12と13は東京国際空港等へのマルチラテレーション及びASDEとの接続による相互補完機能実現の最適な導入形態を提案することを目的とした研究である。

II 試験研究の実施状況

航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究では、前年度までに開発したVDLモード3実験システムをATNに対応するための機能を開発、評価するとともに、ATNとIPネットワークを接続するためのインタフェース機能の基本設計を行った。また、VDLモード3とATNを用いた評価実験用の管制アプリケーション及び実験システムの検討を行った。

高カテゴリGBASのオペラビリティ向上とGNSS新信号対応に関する研究では、GBASの実用化に必要な完全性の確保及び評価手法の開発に着手するとともに、GBAS実験システムにSBAS受信機を接続し、GBAS実験システムでSBAS信号を測位に利用できるように改修を行った。また、SQM受信機がSBAS及びGPSにも対応するようにチャンネル数拡張の改修を行った。

放送型データリンクによる航空機監視の研究では、マルチラテレーション監視について従来の評価試験の解析結果をもとにシステム配置やアンテナ設置位置を改善し、仙台空港において総合評価試験を行った。また、ADS-Bについても、仙台空港において空港面及びターミナルエリアで総合評価実験を行った。

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では、後方乱気流検出装置の処理の高速化及び観測タイミングの改良によって高性能化するとともに、管制官に後方乱気流を伝えるためのリアルタイム表示装置を開発した。

A-SMGCシステムの研究では、仙台空港をモデルとした推奨経路生成処理アルゴリズムの製作及び監視センサからの位置情報をもとに推奨経路をリアルタイムで生成する経路設定／誘導用入出力インタフェースの製作を行った。また、ASDEにマルチラレーション及びモードS拡張スキットによる監視機能と複数センサのデータを相関処理する相互補完機能を追加して検証試験を行うとともに、実験用航空機を用いてシステムの接続試験を行いシステムが正常に稼働することを確認した。

航空無線通信におけるCDMA方式の要素技術の研究では、現行の管制用無線電話のトラフィック量を調査するとともに、空地のデジタル通信にCDMAを適用する場合の物理的特性や現行の管制運用方式から求められる条件等について調査を行った。

精密測位衛星電波の海面反射を利用した海面高度モニタリング手法の開発では、前年度に六甲山での実験で取得したデータの解析を行い、モデル化した干渉パターンの妥当性を検証するとともに、同実験では得られなかった粗い海面状態での実験を室戸岬で行った。

マルチモード対空無線機の通信互換性評価では、日本電気株式会社が製作したMMRの基本性能として無線電話及びVDLモード3を評価した。また、当所のVDLモード3及びFAAのマルチモード機上アビオニクスの間で、VDLモード3やデータ通信性能等について通信互換性を評価した結果、MMRの性能はおおむね良好であることを確認した。

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制を行った。

マルチラレーション導入調査では、東京国際空港の滑走路及び誘導路を実験車両、飛行検査機及びエアライン機が走行したときのマルチラレーションの監視性能評価試験及びマルチラレーションとデジタルASDEを接続して構築した統合型空港面監視システムの性能評価試験を実施した。

マルチラレーション整備調査に関する支援業務では、これまでの評価実験で蓄積した経験をもとに、東京国際空港及び成田国際空港におけるシステム配置案を提案するとともに、受信局、送受信局、基準送信局の配置方法や最適なアンテナ設置位置の選択方法について技術的な支援を行った。

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な技術資料として、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、積極的に国際民間航空機関（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、日本航海学会及び日本航空宇宙学会等で発表している。

（執筆者名 通信・監視・領域長 石出 明）

航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究（重点研究／空港整備勘定）

担当領域 航空システム部

担当者 ○板野 賢，北折 潤，中谷泰欣，松久保裕二，塩見格一，金田直樹

研究期間 平成17年度～平成20年度

1. はじめに

航空管制業務の安全性、効率性の向上、周波数の有効活用等の観点から、今後、国内航空管制業務において空地デジタル通信の広範な導入が必要となっている。

そのためには、音声を含めリアルタイム性の高いデジタル通信が可能な空地サブネットワーク（VDLモード3

システム、以下VDL3）、多様な通信メディアを共通のプロトコルで接続し高信頼なエンド間サービスを提供可能な航空通信ネットワーク（ATN）、及びCPDLC、DFIS等空地データリンク用の管制アプリケーションといったネットワーク構成要素に関して、運用を視野に入れた研究開発を行うことが必要である。さらに、これらを統合したエンド・

ター・エンドの空地通信ネットワークとしての機能・性能の検証、及び管制官による運用面の評価を行うことが重要である。

本研究では、空地デジタル通信の管制業務への本格的利用を図るため、特に、個々の構成要素を統合した総合的なネットワークの構築とその技術、運用両面での評価に重点を置いて研究を進める。

2. 研究の概要

2.1 VDL3の開発

VDL3では様々な形式のデータ通信が可能である。本年度はVDL3をATNに対応するための圧縮機能とマルチラジオ機能の開発を行い、機能評価実験も行った。

2.2 ATNの開発

経済効率を高めるため、従来は個別に取り扱われてきたレーダデータや音声ならびにデータ通信などを、IPS（インターネット・プロトコル・スイート）ネットワーク上でまとめて取り扱うことがICAO諸国で検討された。ATNも例外ではなく、IPS上で取り扱うためにSARPs（標準化および勧告方式）の作成が開始された。

ATNはOSI（開放型システム間相互接続）をネットワーク技術として用いているので、IPS上では直接取り扱えない。このためIP/SNDCF（サブネットワーク収束機能）を導入し、IPSネットワークをATNのサブネットワークの一つと見なす方法が検討されている。当所でも3年計画でIP/SNDCFの開発を進める。本年度は、IP/SNDCFを導入するためのプラットフォームの検討と基本設計を行った。

また、ATNの相互運用性の検証のため、平成16年度[1]に引き続きFAA（連邦航空局）との接続実験を行った。

2.3 管制アプリケーションおよび管制卓の開発

VDL3およびATNを用いた統合的な評価実験を行うため、使用する管制アプリケーションの検討を行い、全体の試験システムの調査ならびに基本設計を行った。

3. 研究の成果

3.1 VDL 3の圧縮機能とマルチラジオ機能の開発

VDL3をATNに対応するためのVDL 3圧縮機能と新たに規定が追加されたマルチラジオ機能の開発を行い、FAA機材を使用し動作確認を行った。また、圧縮機能の動作確認のためATNルータを介して評価実験を行った。評価実験結果からは不具合は見あたらなかった。

VDL 3の圧縮機能は、空地ATNルータのデータ圧縮機

能 [1] とは独立したものであり、空地リンクでのデータ伝送時間のさらなる向上が期待できる。また、過去開発してきたVDL 3は単独で無線機を運用する仕様であったため、冗長運用に対応したマルチラジオ機能の追加により、現実的な運用形態が可能となった。

3.2 IP/SNDCFの設計

当所ではATNの開発には、従来WINDOWS - NT4をプラットフォームとして開発を行ってきた。しかし、NT4ではIPv6を扱えないため、IP/SNDCFの開発ではプラットフォームをLINUXに変更した。

IP/SNDCFの開発は3年計画で行う予定で、本年度はLINUXベースのG/GATNルータ用のIP/SNDCFの設計を行った。対象とするIPのバージョンはv4とv6に対応可能とした。

3.3 FAAとのATNの相互運用性実験

FAAと当所との間でCPDLCのエンド・エンドでの相互運用性実験を行った。実験はCISCO2600ルータをゲートウェイとして用い、ATNパケットをTCP/IPでカプセル化してインターネットを介して行った。実験結果は良好で、実験途中にバグなどの手直しも発生したが、全ての試験項目をクリアした [2]。

平成16年度にはATNルータ間で今回と同様な実験を行い、いくつかの問題が発生した [1]。今回の実験では、これらの問題についても解決された。

4. まとめ

本年度は、研究の初年度にあたり、各要素的な研究の進捗も多くは調査や基本設計に止まった。しかし、VDL3では圧縮機能とマルチラジオ機能の開発を行い、ATNルータを介した評価実験では不具合は見あたらなかった。

FAAとのATNの相互運用性については、本年度までの実験結果により、ICS（インターネット通信サービス：3、4層）、ULCS（上位層通信サービス：5～7層）およびCPDLCアプリケーションの相互運用性が確認されたことになる。

参考文献

- [1] 板野賢，加藤敏，北折潤，中谷泰欣：“VDLモード3を用いたATNの通信実験”，第5回電子航法研究所発表会概要，平成17年6月。
- [2] Ken ITANO：“CPDLC Connection Test between the FAA and ENRI”，ICAO ACP WGN06,WP-10, July. 2006 (Brussels)。

高カテゴリGBASのオペラビリティ向上とGNSS新信号対応に関する研究【重点研究／空港整備勘定】

担当部 航空システム部
担当者 ○藤井 直樹, 齊藤 真二, 吉原 貴之, 福島 莊之介, 若林 さやか
研究期間 平成17年度～20年度

1. はじめに

次世代の航法システムである全地球的航法衛星システム (GNSS) を航空機の高カテゴリの進入着陸に使用するため、ICAO (国際民間航空機関) ではSARPs (国際標準および勧告方式) を策定するために、航法システムパネル (NSP : Navigation System Panel) を設置し策定作業を行っている。GNSSを航空機の高カテゴリ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) と有用性 (Availability) が要求され、それを満たすためには地上からVHF帯の電波で、GNSSを補強する信号を放送するシステムである地上型衛星航法補強システム (GBAS : Ground Based Augmentation System) の構築が不可欠とされている。

当所では、我が国の国土条件に合致する高精度の精密進入着陸システムの導入に向けた開発を早急に進める必要があるため、SARPsに合致したシステム構築に必要な要素技術の開発と評価を行い、ICAOにおけるSARPs策定作業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の研究を行っている。

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

2. 完全性の評価手法の開発

GNSSが従来の航法と最も大きく異なる点は、安全性を保証するための完全性の要件が規定されていることである。完全性とは、航空機の誘導誤差が警告無しにある事故

につながる閾 (いきい) 値以上にならない確率を指している。そこで、GBASを実用化するためには、この完全性を確保・評価する手法の確立が必要である。

GBASでは、航空機側の測位誤差の推定に統計的なGNSS信号における擬似距離の誤差の標準偏差と疑似距離方向から測位座標軸方向に投影した量が使用されているが、過去の誤差が大きくなった事例の調査から、このような統計的な擬似距離の誤差を監視するだけでは十分な完全性は得られず、統計に入りにくい数年に一度しか表れない誤差要因に対する監視が必要との指摘がなされた。このことから、当所でもSQMの開発および電離層活動がGBASに及ぼす影響についての研究を進めていたが、さらに、完全性を確保するためには、全ての誤差要因を分類し、誘導誤差を増加させる現象に対する監視機能を付加することが必要であり、その評価には、誘導誤差と検出確率の関係を定量的に評価する研究も必要があるので、それらの手法の確立のための研究を行う。

3. SBAS信号を利用したGBASの開発

一般に、GNSSの精度は衛星配置とその測距信号の精度によって決定されるために、衛星のメンテナンスなどによる使用できる衛星の減少による測位精度の劣化などに対しては、追加のGNSS衛星の利用が期待されている。今回、信号形式もほぼ同一で時刻同期も保証されているSBAS衛星の測距信号を使用するシステムを試作・評価することとした。現在、日本付近では、日本のSBAS衛星であるMTSAT (Multi-functional Transport Satellite) からMSAS (MTSAT Satellite-based Augmentation System) 信号とINMARSAT太平洋衛星からの米国のWAAS (Wide Area Augmentation System) 信号が受信でき、さらにインドのGAGAN衛星の打ち上げも計画されている。これらのSBAS信号を利用することにより、測位計算に使用する衛星が増え、衛星配置の改善による測位精度の向上が期待できる。

SBAS信号が受信可能な古野電気のSBAS/GPS受信機GW-10IIIを仙台空港内のGBAS基準局の受信機として設置し、GBAS実験システムのデータ処理装置のプログラムを、SBAS信号を測位計算に使用するための改修を行った。現在は、MSASが試験運用中であるために使用不可のメッ

セージが放送されているため、そのままではMSAS信号は使用できないが、GW-10IIIではそれを別のメッセージに読み替えることが可能でMSAS信号を測位に利用できる機能を有している。図-1は、GBASデータ処理装置が、補強情報を作るのに利用しているGPS/SBAS衛星の配置を表示している画面で、GPS衛星10基と仰角約45°からのMSAS衛星2基、仰角約30°からのWAAS-POR衛星の信号を利用していることを示している。

4. SBAS対応マルチ・チャンネル化SQMの開発

GBASでは、完全性を確保するために使うGNSS信号の品質を監視する必要がある、SBAS信号を利用するときも適用される。そのため、GPS衛星信号を監視する信号品質監視(SQM: Signal Quality Monitoring)受信機を従来の2チャンネルから、SBAS用の3チャンネル、GPS用の13チャンネル、計16チャンネルに対応するためのハードウェアの改修を行った。SQM受信機の改修においては、マルチ・チャンネル化のために、FPGAを有する信号処理基盤を強化し、信号処理能力を向上させる改修、より詳しく品質を監視するめのA/D変換器のサンプリング周波数を40MHzから80MHzにする改修、それに合わせて帯域幅を広帯域にする改修、雑音の影響を軽減するためのA/D変換回路を差動入力型にする改修を行った。

現在のSBAS信号の帯域が2.2MHzしかなく、GPS信号が20MHz以上の帯域を持つことに比べて狭いために測距精度が異なることが予想されている。そのため、SBASとGBASでは信号品質監視手法が異なり、SBASに適した品質監視手法の開発も行う必要がある。また、SBAS、GBASとも測距精度を上げるためにキャリアスムーズとい



図1 GBASデータ処理装置における衛星配置の表示例(黄色はSBAS衛星を、緑色はGPS衛星を、番号はそれぞれの衛星番号を示す)

う手法を使っており、キャリア信号の周波数変動の影響を受けることとなるが、SBASとGBASではキャリア信号の安定度が異なるために測距精度も異なるので、SBAS信号を測位に使うためには、この影響も評価する必要がある。これらに対する基本データを採集し、SBAS信号の品質監視手法、SBAS信号を使った効果、およびそのときの最適な測位パラメータなどを評価する計画である。

5. まとめ

平成17年度に開始した本研究は、GBASのCAT-Iシステムを運用するために必要な完全性を確保・評価するための技術を固めながら、有用性の向上を図るために、SBAS信号、GPSのL5信号、GALILEOのE1信号などの新信号をGBASに利用する研究およびSBAS対応マルチ・チャンネル化SQMの開発を開始した。

この完全性と有用性を確保するためには、新信号の利用と誘導誤差を生じる要因とその影響の度合いを把握し、その兆候を素早く検知することが不可欠である。誤差要因には、電離層活動、積雪など我が国の風土に関する要因も数多く有るために、我が国独自の考え方が不可欠であり、そのためにも、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、我が国に最適なGBASの構築のために研究を進めていく予定である。

掲載文献

- (1) 吉原貴之, 藤井直樹, 若林さやか, 齊藤昭則*; “局所的な電離層遅延空間勾配のGBASへの影響について” 電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会, 2005年7月
- (2) 齊藤真二, 吉原貴之, 福島荘之介, 藤井直樹; “GPS信号品質監視装置における異常信号検出の試み” 電子情報通信学会 ソサイエティ大会, 2005年9月
- (3) 福島荘之介, 吉原貴之; “擬似衛星の対流圏遅延補正モデルとラジオゾンデの比較” 電子情報通信学会 ソサイエティ大会, 2005年9月
- (4) 福島荘之介, 吉原貴之; “擬似衛星の対流圏遅延補正モデルとラジオゾンデの比較” 2005年11月
- (5) 齊藤真二, 吉原貴之, 福島荘之介, 藤井直樹; “相関波形によるGPS信号品質監視” 電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会, 2006年1月
- (6) 藤井直樹, 齊藤真二, 福島荘之介, 吉原貴之; “Current GBAS R&D Status in Japan”, FAA/Europe International GBAS Working Group meeting, Sydney, Feb. 2006

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

安全性確保の下に航空需要の増大に対処するためには、現行の監視方式を管制官とパイロットによる協調的監視に発展させることが有効であり、両者間の情報共有を可能とする監視方式の開発が要望されている。特に空港面監視は交通容量の拡大を制約しており、交通量が増加しても航空機の安全かつ円滑な運航を可能とする新たな監視システムの導入による空港容量の拡張が急がれている。

放送型自動位置情報伝送・監視機能（ADS-B）は、航空機が衛星航法システム（GNSS）を利用して取得した位置や速度等の情報を放送型データリンクにより送信するもので、地上の管制システムに加えて、周囲を飛行する航空機にも同様の情報を提供できる。このためADS-Bは、上述の要望を解決できる将来の航空機監視システムとして期待されている。

一方、このADS-Bを導入するには、全ての航空機がADS-B装置を搭載するまでの遷移期対策の必要性が指摘されている。これには、他の監視システムと組み合わせた運用が有効であり、その候補にマルチラテレーション監視が提案されている。マルチラテレーションとは、航空機からの信号を3カ所以上の受信局で受信して、受信時刻差から航空機の位置を測定する監視システムである。このマルチラテレーションは、航空機への新たな追加装備を必要としないことに加えて、識別情報の画面表示を可能とすることや悪天候下でも性能が劣化しないなど、空港面探知レーダー（ASDE）が持つ問題点を改善できる特徴を持つ。また、ASDEの遮蔽（ブラインド）エリアに対する監視にも対応できることから、現在の空港面監視が抱える問題の早急な解決に役立つことが期待されており、諸外国においてADS-Bとマルチラテレーションを組み合わせたシステムの導入または評価が進められている。我が国においてもマルチラテレーションの早期の導入が強く要望されており、当研究所に対して早急な開発評価が求められている。

このような背景から当研究所では、国土交通省航空局からの要望を受け、本研究においてマルチラテレーション機能を併せ持つADS-Bシステムの開発ならびに評価を計画した。

2. 研究の概要

2.1 研究の目的

本研究では、マルチラテレーション機能を持つADS-B評価システムを整備して評価試験を行い、我が国におけるADS-Bおよびマルチラテレーション技術の確立を図るとともに、実運用システムとして導入される際の技術的な課題とその対応策を明確にすることを目的とする。ADS-Bのデータリンクメディアには、拡張スキット方式を採用した。評価対象エリアとして、空港面とターミナルを選定して、これら両エリア間のシームレスな監視が行えるADS-Bの開発を目指した。

2.2 研究の目標

本研究では、評価システムの整備および評価試験の実施による開発評価を通して、次の成果を達成することを目標とする。

- (1) マルチラテレーション機能を持つADS-B評価システムを整備して機能および性能の評価試験を行い、欧米の性能要件を満たす監視システムを開発するとともに、我が国の運用環境における問題点とその対応策を取りまとめる。
- (2) 運用環境に起因して発生するシステムの機能性能を阻害する諸問題に対処できる技術を蓄積して、実運用システムとして導入される際の技術的支援を可能とする。
- (3) 得られた評価結果ならびに蓄積された技術に基づき、国際民間航空機構（ICAO）等に対して積極的に技術資料を提供して、関連規定の策定や明確化に貢献する。

3. 研究成果

3.1 前年度までの進捗状況

(1) ADS-Bの評価

ADS-Bでは、ターゲット発生器を利用したADS-B地上局の性能評価を行い、米国（RTCA）の性能要件を満たすことを確認した。また、実験用航空機による評価試験を行い、システムの正常動作を確認できた。しかしながら、ターミナルエリアにおいて航空機の姿勢に依存する遠距離でのターゲットの欠落が観測され、原因の究明と改善策の検討の必要性が確認された。

(2) マルチラテレーションの評価

マルチラテレーションについては、空港面において実験用車両による機能評価を行い、滑走路端やターミナルビル近辺の一部エリアにおいて測位の乱れや追尾処理の停止が発生するが、その他のエリアでは安定な監視が行えることを確認した。これら不具合の原因として、受信局数の不足、建造物による遮蔽や反射、ローピング等が考えられ、これらの原因に対する改善策の適用が必要であることが判明した。

このため、評価システムに受信局を追加するとともに、配置の変更やアンテナ設置高の増加等の改善を加えて評価試験を実施した。対象エリア全域を評価するには受信局数が不足しているため、エリアを東西に分割して、エリアに合わせて受信局を移動させて評価試験を行った。試験の結果、これまで問題があったエリアに対して良好な航跡が得られた。収集データを解析した結果、測位の乱れは大きく軽減され、追尾処理の停止もほぼ発生していないことが確認できた。

3.2 本年度の成果

(1) マルチラテレーションと ADS-B の総合評価試験

これまでの評価結果を反映させて空港面におけるマルチラテレーションの総合評価試験を実施した。受託研究「マルチラテレーション導入調査委託」と連携することで、受信局を1台追加して最終的に7台構成で試験を実施した。図1に受信局配置と代表的なアンテナ設置状況および追尾処理航跡例を示す。また、表1に性能の評価結果と欧州の性能要件 (EUROCAE) との比較を示す。本試験の結果、仙台空港において欧州の性能要件を満たしていることが確認できた。

一方、問題点の残っていたターミナルエリアにおける

ADS-B評価では、遠距離における受信レベルの低下を補うために、アンテナの設置場所変更やパラメータの適正化を図り、評価試験を実施した。図2に試験航跡を示す。本試験の結果、遠距離で発生した航空機の姿勢に依存したターゲットの欠落が解消されたことを確認できた。

表1 性能の解析結果

性能項目	位置精度		1秒更新率
	95%確率	99%確率	
評価結果	5.5m	7.2m	99.7%
性能要件	7.5m以内	12m以内	95%以上

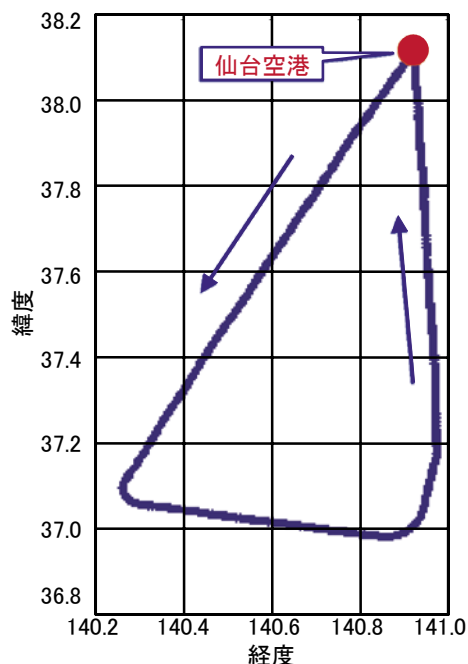


図2 ターミナルADS-B評価の試験航跡

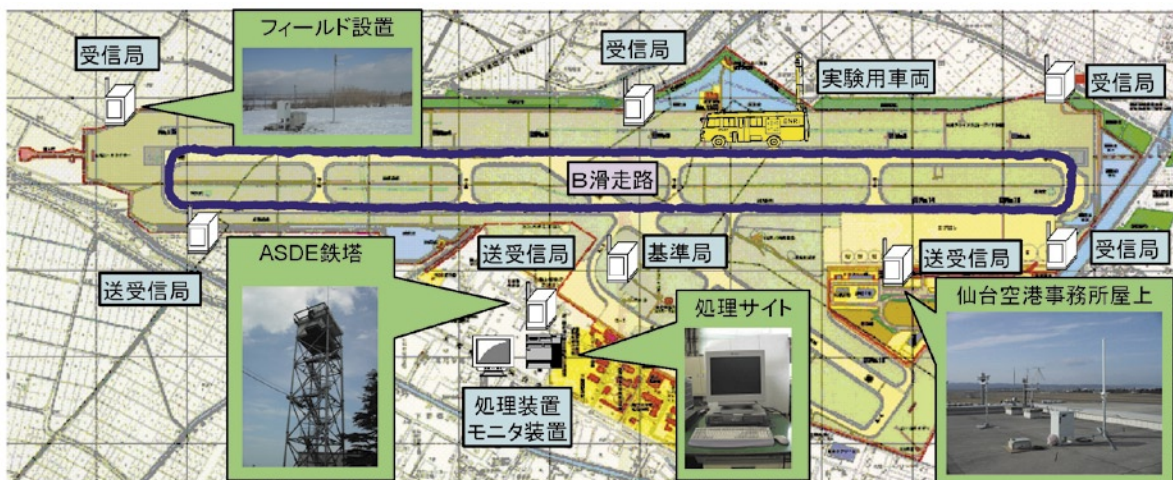


図1 仙台空港における受信局配置と追尾処理航跡例

4. 考察等

最終年度である本年度はマルチラテレーションおよびADS-B総合評価試験を行い、マルチラテレーションについては仙台空港において欧州の性能要件を満たすことが確認できた。一方、ADS-Bについてはターミナルエリアでの評価において、全航跡を通して安定した監視が行われることを確認した。また、本研究で設定した各目標に対して以下の成果が得られた。

- (1) 評価システムを構築して機能確認試験を行い、システムが正常に動作することが確認できた。性能試験としては、ADS-BについてはADS-B地上局の評価を行い、米国の性能要件を満たすことを確認した。マルチラテレーションについては実験用車両を用いた評価を行い、欧州の性能要件を満足することを確認して、問題点とその対応策をまとめた。
- (2) 評価システムの製作、設置ならびに評価試験を通して、諸問題に対処する技術を蓄積した。これを基に、マルチラテレーション導入調査を受託して、蓄積した技術を生かして技術的支援を行った。
- (3) ICAOの関連パネル、電子情報通信学会および航空局主催の委員会等に対して、評価試験の解析結果を技術資料として継続して提出した。

残された課題として、ADS-Bに関して、ターミナル、アプローチおよび空港面の各エリアにおける詳細な性能評価を行う必要がある。

掲載文献

- (1) 宮崎，三吉，古賀：“放送型データリンクによる航空機監視について”，日本航海学会航空宇宙研究会秋季講演会，2001年10月
- (2) 宮崎，古賀，三吉：“放送型データリンクによる航空機監視”，日本航海学会誌第151号，平成14年3月
- (3) 三吉，宮崎，古賀：“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
- (4) 三吉，宮崎：“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
- (5) 宮崎，三吉：“拡張スキッタADS-B受信局の基本特性，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
- (6) Miyazaki, Miyoshi: “Evaluation of ADS-B Using Mode-S Extended Squitter at ENRI”, ICAO SCRSP WP/B/6-31, November 2003

- (7) 三吉，宮崎：“マルチラテレーションによる空港面監視実験”，電子情報通信学会2004年総合大会講演論文集B-2-43，2004年3月
- (8) 宮崎，三吉：“マルチラテレーション対応ADS-Bの信号処理特性”，電子情報通信学会2004年総合大会講演論文集B-2-42，2004年3月
- (9) Miyoshi, Miyazaki: “Results of 1090MHz Multilateration Experiments on Airport Surface in Japan”, ICAO SCRSP WG-B, WP/B/7-47-I, April 2004
- (10) 宮崎，三吉：“マルチラテレーション対応ADS-Bの空港面評価”，第4回電子航法研究所研究発表会講演概要，平成16年6月
- (11) 宮崎，三吉：“マルチラテレーション対応ADS-Bの空港面評価”，航空振興財団全天候方式小委員会，平成16年12月
- (12) Miyazaki: “Evaluation Status of Multilateration and ADS-B at ENRI”, ICAO SCRSP WG-B TSG WP/TSG/8-07, February 2005
- (13) 宮崎，三吉：“東京国際空港におけるマルチラテレーション監視システムの評価計画”，放送型データリンクに係る国際動向等基礎調査第3回検討会，平成17年3月
- (14) 宮崎，三吉：“マルチラテレーション対応ADS-Bの信号処理特性2”電子情報通信学会2005年総合大会講演論文集B-2-25，2005年3月
- (15) 宮崎，三吉：“平成16年度マルチラテレーション導入調査委託”，電子航法研究所受託研究報告書，平成17年3月
- (16) Miyazaki, Miyoshi: “Evaluation Status of multilateration at ENRI”, ICAO SCRSP WG-B, WP/B/8-26-I, May 2005
- (17) 宮崎，三吉：“設置方法を改善したマルチラテレーション監視の空港面評価”，第5回電子航法研究所研究発表会講演概要，平成17年6月
- (18) Miyazaki: “Evaluation Plan of Multilateration at Tokyo International Airport”, ICAO SCRSP WG-B TSG WP/TSG/9-10, July 2005
- (19) Miyazaki, Miyoshi: “Evaluation status of Multilateration at ENRI”, ICAO SCRSP WG-B, WP/B/9-22-I, October 2005
- (20) 宮崎他：“マルチラテレーション監視システムの導入調査(1)”，第6回電子航法研究所研究発表会講演概要，平成18年6月

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, 小松原 健史
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十分な離陸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。

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実施した。

2. 研究の概要

本研究は4年計画であり、平成14年度は、技術動向調査、設置要件調査及びシステム設計を実施した。これらの成果を基に平成15年度は、後方乱気流検出装置の製作と評価実験方法の検討をおこなった。第3年次の平成16年度は、製作した後方乱気流検出装置を仙台空港に設置し、後方乱気流の検出実験を実施した。その検出実験結果を参考にして、平成16年度に後方乱気流検出装置の改修を実施するとともに、観測した後方乱気流をリアルタイムで見ることができ表示装置を製作した。さらに、後続機への後方乱気流の影響を調べるシミュレーション実験を実施した。

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、飛行経路上の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。平成18年からはライダを用いた管制支援ツールの開発・評価が予定されている。

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設されており、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、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晴天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

後方乱気流検出に必要な覆域を検討するため、主要3空港と仙台空港における離陸時の飛行コースを調査した。離陸機の場合、着陸機とは異なり同一コースを飛行することではなく、離陸直後から左右と上下に大きく異なる飛行コースを取っている。そのため、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。

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 4mm/h で -2dB/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。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、9割以上の時間で観測が可能と考えられる。

3.3 システム設計

使用するレーザは航空機に照射するため、人体に安全でなければならない。JIS-C6802-1997によると、裸眼に対する安全な最大許容露光量は、波長 $1.5\sim 1.8\mu\text{m}$ が他の波長に比べて10倍以上大きい。さらに、この $1.5\mu\text{m}$ 帯は、光通信の光学部品・デバイスが利用可能なため、信頼性が高く、比較的廉価な装置が製作可能であるため、波長 $1.5\mu\text{m}$ 帯のレーザを用いることにした。

以前行った基礎実験では、垂直方向 7m の分解能で乱気流を検出可能であったため、この値をスキャナの必要分

表1 後方乱気流検出装置の性能仕様

波長	1.54 μ m
パルスエネルギー	0.25 mJ/pulse
繰り返し周波数	4kHz
パルス幅	0.2 μ s
ビーム径	100 mm
走査範囲	
水平	0 ~ 360 度
垂直	-5 ~ 185 度
走査速度	最大 20 deg/s
角度分解能	0.01 度



図1 後方乱気流検出装置の外観

解能と仮定した。したがって想定した覆域において垂直分解能7mを確保するには、0.1度以上の角度分解能が必要となる。

また広範囲な飛行コースを監視するためには、スキャナを80度旋回させる必要があり、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に-80~+80度以上の走査範囲が必要となる。

3.4 後方乱気流検出装置

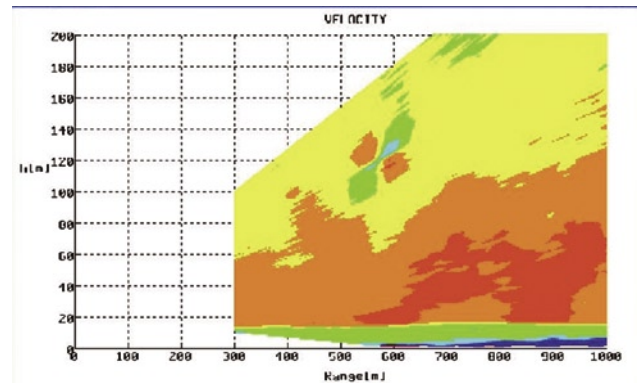
後方乱気流検出装置は、人体に安全である波長1.5 μ m帯のレーザを用いた。このレーザ光を光増幅器で増幅し、直径10cmの光線としてスキャナを通して空間に送出する。空中に浮かぶエアロゾルで散乱されたレーザ光を受信して、ドップラー周波数を求めるとエアロゾルの移動速度、すなわち風速が求まる。後方乱気流検出装置は、航空機の翼端から発生する二つの渦の風速を計測することにより、その位置と強さを求める装置である。主な性能仕様は表1に示すとおりである。

この後方乱気流検出装置を当所・岩沼分室屋上に設置した。設置場所は高さが約17mで、仙台空港の滑走路全体が見通せ、設置場所の正面付近で滑走路から離陸するケースが多いので、後方乱気流を検出するのに都合の良い設置場所である。設置した後方乱気流検出装置の写真を図2に示す。

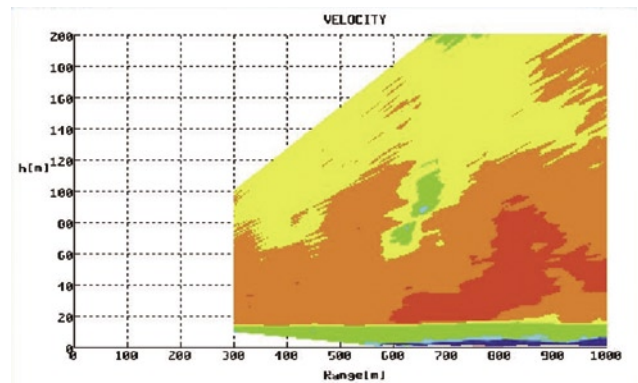
3.5 後方乱気流の検出実験

仙台空港を離陸する航空機による後方乱気流の検出実験を平成16年度後半から開始した。

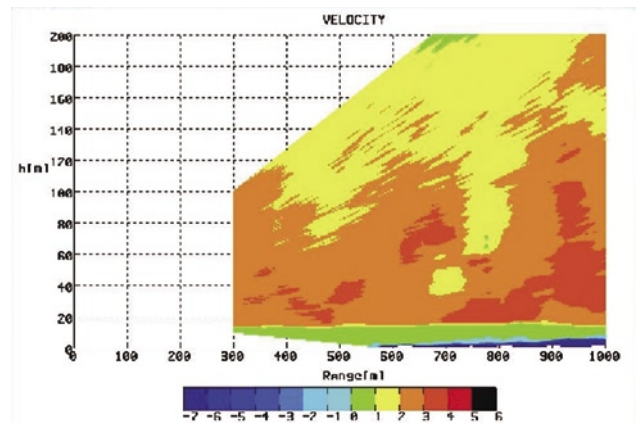
後方乱気流検出装置で風速を測定する場合、得られるデータは視線方向の風速（検出装置から見た向かい風、追い風）のみである。したがって、後方乱気流のような二つの渦のペアの場合、計測された水平方向の風速分布は正負のデータのペアとなる。図2に、B767により発生した後方乱気流の40秒間隔の測定例を示す。寒色系が向かい風を、暖色系が追い風を表しており、通過直後のデータである最上段では滑走路上に渦のペアが生じている。40秒後の中段



通過直後



40秒後



80秒後

図2 後方乱気流の観測例

は、追い風の背景風があるため滑走路から流され、さらに地面方向に落下している。80秒後の下段は、さらに滑走路より離れながら、その勢力は衰弱している。

3.6 リアルタイム表示装置

後方乱気流検出装置は後方乱気流を計測したあと、オフラインで解析を行っていたが、表示するまでの時間が長くなり、航空管制に使用するには不十分であった。そこで、レーザ光を離陸機の航跡に垂直に走査する毎に、直ちに後方乱気流の位置、強さ等を表示する表示装置を製作した。図3にリアルタイム表示装置を示す。

3.7 後方乱気流の後続機への影響調査

後方乱気流が後続機へどのような影響を及ぼすかを、宇宙航空研究開発機構との共同研究で、シミュレーション実験をおこなった。仙台空港で計測したB767の後方乱気流データによる後方乱気流を滑走路の上空に仮定し、小型航空機（ドルニエDo228）を2名のパイロットにより離陸させたときの航跡等を求めた。その結果、後方乱気流による下降気流により上昇できなくなるなどの大きな影響が確認できた。図4にシミュレーション実験における離陸時の航跡を示す。

4. 考察等

後方乱気流を検出可能な後方乱気流検出装置を開発し、仙台空港を離陸する航空機の後方乱気流を測定した。その結果、後方乱気流の発生とその遷移状況を計測できることを確認した。さらに、その計測結果を基に後方乱気流検出装置の改修を行い、角度分解能を改善した。また、航空管制に使用可能なリアルタイム表示装置を製作した。後続機への影響を調べるために実施したシミュレーションでは、小型機に対し大きな影響を与えることが明らかになった。

今後、さらに多くの後方乱気流を測定し、後方乱気流の発生と消滅に関する統計的なデータ解析をおこなう必要がある。

掲載文献

- (1) 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
- (2) 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大会, 平成15年3月
- (3) 小松原, 加来: “出発航空機から発する後方乱気流の



図3 リアルタイム表示装置の外観

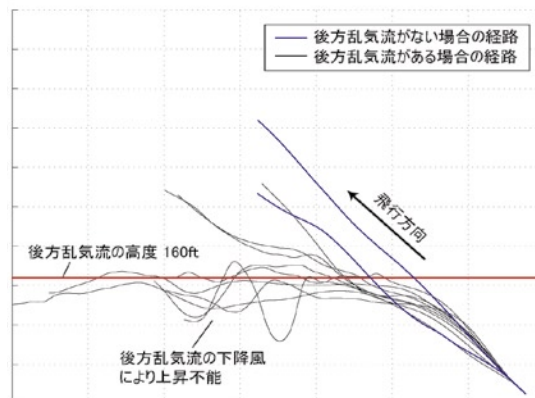


図4 後方乱気流通過時の航跡

検出”, 電子情報通信学会総合大会, 平成17年3月

- (4) 小松原, 加来: “出発航空機から発する後方乱気流の観測”, 電子航法研究所研究発表会講演概要, 平成17年6月
- (5) 小松原, 加来: “The Status of Wake Vortex Research in Japan”, the13th Coherent Laser Rader Conference, 平成17年10月
- (6) 小松原, 加来: “lidarで観測した後方乱気流の風速分布補正法”, 電子情報通信学会総合大会, 平成18年3月
- (7) 小松原, 加来: “Wake Vortex Detection of Departure Aircraft”, WSANE2006, 平成18年4月

A-SMGCシステムの研究【重点研究／空港整備勘定】

担当部 A-SMGC S_P T

担当者 ○二瓶 子朗, 宮崎 裕己, 蔭山 康太, 古賀 禎,
青山 久枝, 小松原 健史

研究期間 平成16年度～平成20年度

1. はじめに

空港面における航空機や車両等移動体の監視と走行経路の指示などは、現在は主として管制官による目視と音声通信によって行われているが、大きな空港などで交通量が多く、滑走路や誘導路が複雑に入り組んでいる場合や、夜間や霧などによる低視程時では、的確な監視と適切な管制指示を行う事が難しく、管制官の負荷も非常に大きい。

そこで、低視程・大交通量・輻輳経路の状況下でも空港における誤進入防止、経路誘導、間隔確保、衝突防止等を図って、航空機等の安全で円滑な地上走行を確保すると共に管制官の状況認識の向上によるワークロードの軽減等に寄与できる先進型地上走行誘導管制（A-SMGC：Advanced-Surface Movement Guidance and Control）システムの早期研究、開発、導入が社会的にも求められている。

2. 研究の概要

A-SMGCシステムは、ICAOで検討が進められている空港面における航空機等の地上走行誘導管制システムであり、監視、経路設定、誘導、管制の4つの基本機能が定義されている。このような機能を実現するには多くの装置を有機的・効果的に結合して適切なシステム構築を実現することが必要である。

本研究は、国土交通省航空局の要望に基づいて、平成16年度から5ヶ年計画で実施するものであり、A-SMGCシステムに求められている全ての機能を本研究期間で達成することは困難と考えている。そこで、東京国際空港再拡張計画への部分的な活用、低視程状態発生頻度の高い空港への活用など空港整備計画とのリンクを視野に入れて、近い将来実現可能な技術水準を前提としたシステム開発を目指す。このため、出発機、到着機それぞれに対して、その時々々の状況に応じた最適経路の設定と誘導などシステムの高機能化については、本研究機関終了後もフェーズⅡとして研究を継続する必要がある。

本研究期間における各機能の達成目標を以下のように設定する。

監視機能は、他の3つの機能に必須となる監視情報を提供することから、最も重要な機能と位置づけられており、早期実現が望まれている。そこで、システムの信頼性確保

と性能の相互補完の観点から、航空機と車両のそれぞれの移動体監視に適した複数の監視センサの組み合わせとデータの統合化によりA-SMGCシステムの監視機能（空港面を走行する航空機と車両全てに対する識別とラベル付け）に適した統合型監視センサを開発する。

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

誘導機能については、統合型監視センサで得られた移動体の位置・識別・進行方向・速度等の監視データと経路生成ツールから伝送された経路データを使用して誘導路中心線灯を停止線灯と組み合わせて自動点灯点滅制御できる灯火誘導装置を開発する。

管制機能については、滑走路誤進入及びコンフリクト検出処理アルゴリズムを開発すると共にこれらの機能等を画面上に反映させた管制表示装置の開発、管制官による経路指示入力を容易にするヒューマン・マシン・インターフェイス（HMI）を開発する。

本研究は、複数の専門分野にまたがる総合的なシステム開発が要求される研究であることから、所内の他の研究グループや外部機関との連携・共同研究が不可欠である。そこで、無線技術、情報処理技術、航空管制業務等に精通した研究者を結集し、目的志向・目標管理意識をもったプロジェクトチームを結成して一元的な組織体制のもとで研究を推進する。また、本研究は、灯火制御による誘導機能の研究を担当している（独）交通安全環境研究所等との共同研究或いは研究協力の枠組みを作って進めていく。

3. 研究の成果

平成17年度は、A-SMGC実験システムの開発に向け、現時点で対応できる技術レベルを基準とした実験用機材を用意して各要素を結合させたA-SMGC実験システムを構築し、仙台空港において当所実験用航空機を使った飛行試験（滑走路および誘導路における地上走行試験）を実施してシステムの接続試験を行った。平成17年度に実施した具体的な研究内容は以下の通りである。

3.1 経路設定機能の開発

(1) 推奨経路生成処理アルゴリズムの製作

経路設定機能は、航空機の滑走路とスポット（駐機場）間の地上走行経路をコンピュータにより生成・指示することで空港面管制業務を支援することを目的としている。この機能の実現にあたっては、航空機同士の地上での衝突を回避するため、経路上を走行中の航空機に対する待機指示を考慮することも必要である。

平成16年度は、経路設定アルゴリズムの検討を目的として経路設定機能模擬テストツールを製作した。同テストツールは、最短経路探索に基づいた推奨経路計算機能を有する。また、生成された経路や待機指示内容の検証を目的としたシミュレーション機能を有し、設定されたパラメータに基づいて航空機の地上走行シミュレーションを行う。

経路設定機能の実運用を想定した場合、航空機の走行速度に基づく将来位置の予測など高精度なパラメータが必要とされるため、シミュレーションによる生成経路やパラメータの評価は非常に重要となる。

平成17年度は、経路設定機能模擬テストツールをベースとして機能拡張を行い、仙台空港を対象としたモデルを構築すると共に、同モデル上での推奨経路の計算機能を実装した。モデルの構築に際しては、仙台空港における航空機の運航状況調査を行った。

モデル上でのシミュレーション結果と観測データとの比較により、テストツールによって設定される経路などの妥当性を検証した。

仙台空港における調査では、10月下旬に4日間に亘って実施し、空港の運用開始時刻から終了時刻まで同空港における出発・到着機に対して、

- ・使用スポット
- ・スポット離脱・到達時刻
- ・出発機のプッシュバック終了時刻
- ・使用経路
- ・経路中の主要地点の通過時刻
- ・離陸・着陸時刻
- ・その他

のデータの観測・記録を行った。但し、記録の対象は旅客機のみとした。

構築した仙台空港モデルでは、滑走路および誘導路、スポットのレイアウトを設定し、観測データに基づいて各出発機のスポット離脱および各到着機の滑走路への着陸時刻を入力した。

また、仙台空港モデルの構築とともに、テストツールの機能向上を行い、シミュレーション機能について

- ・出発機のプッシュバック状況の再現（ノーマル、ロン

グ、誘導路まで、など）

- ・機種に応じたプッシュバック方式の再現（大型機はプッシュバックを行うが、小型機はプッシュバックを行わない、など）

- ・スポットに到達した到着機が出発機としてスポットを離脱するまでのスポット占有時間の考慮

などを可能とした。

経路生成アルゴリズムおよびパラメータの検証を目的として、構築した仙台空港モデル上でのシミュレーション結果と観測データを

- ・使用経路
- ・移動開始から離陸、又はスポット到達までの時間差

の2点を基準として比較した。

シミュレーション結果と観測データの比較では、

- ・使用経路に関して、仙台空港の構造が比較的単純なこともあり、すべての航空機で同じ経路を使用。

- ・移動開始から離陸あるいはスポット到達までの時間について、シミュレーション結果と観測データの差は10秒間程度であり、設定したパラメータ値は概ね妥当。

であることを確認した。

一方で、滑走路が占有されている時には、次の出発機の地上走行速度が遅くなる傾向などが観測データからは示された。

今後の推奨経路生成処理アルゴリズムの機能向上においては、上記のような現象のモデル化による精度向上が期待できる。

(2) 経路生成ツールの製作

A-SMGC実験システムの接続試験を実施するにあたって必要となる経路生成ツールについて、「推奨経路生成処理アルゴリズム」の仙台空港版モデルに外部インターフェイス機能を追加して有効活用を図ることとした。この通信機能の追加によって、監視機能や誘導機能等との連携を可能とし、監視センサからの情報をもとに、マンマシン操作で推奨経路の生成が可能となる。

監視機能や誘導機能とのデータ交換は、ユーロコントロールで推奨されているASTERIX11に準拠したデータフォーマットを採用している。

推奨経路生成のタイミングは、基本的には

- ・航空機スポットアウト時
- ・滑走路進入（着陸）時
- ・その他特定地点通過時

とするが、これらは移動体情報内の目標番号発生だけでは判別できないため、自動的に推奨経路を生成することは困難である。したがって、現時点での推奨経路生成のタイミングは、目標番号発生を契機として、ユーザーによるマニユ

アル操作を行った時点とする。航空機が推奨経路を逸脱した時の経路再生成についても、マニュアル操作によるものとする。

(3) 音声認識経路生成ツールの製作

A-SMGCシステムにおける主要機能のうち、推奨経路生成機能に音声認識を付加したツールを作成した。本ツールは、現在開発中の推奨経路生成処理アルゴリズムにおいて構築している仙台空港モデルの中で、空港面における管制官の経路誘導指示を音声認識することにより、指示された経路を作成・表示する装置である。

本ツールの目的は、A-SMGCシステムの経路生成機能について計算結果と実際の管制官の指示との比較・検証を容易にするためである。管制官に経路生成機能を評価してもらう場合、現行の管制業務に負担・負荷のかかるものであってはならない。そこで、音声通信で行っている管制指示に対して音声認識機能を利用して文字化することで、指示した経路を空港面マップ上に表示する。将来的には管制官が入力操作をしなくても経路が生成され、灯火誘導機能へ生成された経路情報が送信されることを目標としている。

音声認識利用の欠点として、次のようなことがあげられる。第1には話者が特定できないことである。多数の管制官が交代に使用するため、話者特定ではないソフトウェアを使用すると、話者交代直後に認識率が低下する現象が見られる。第2には管制用語に限られているはずではあるが、基本的には日本人が話す英語であることが挙げられる。これに関しては、あまり汎用性がないため費用対効果が望めず、開発が進んでいない。第3には管制官の指示は朗読のように正確な発音ではなく、会話時の発音であるため認識がしにくいことである。

現段階では、空港における航空機の運航状況調査を行った仙台空港のみを対象として音声認識自体の評価を行っている。今後は、調査で取得した音声データから音声認識の文法・辞書の充実を図り、音声認識の性能向上を目指す。

3.2 管制機能の開発

(1) 誤進入およびコンフリクトの検出

ICAO（国際民間航空機関）で出されたA-SMGCSマニュアルでは、管制機能の一部に誤進入や移動体のコンフリクト（衝突）を事前に検出する機能を含めることを推奨している。本研究では、平成17年に滑走路における誤進入・コンフリクト検出機能について検討を行い、その実装を行った。

本機能では、監視機能の統合型監視センサが出力するASTERIX11形式の監視情報を入力して検出処理を行う。

対象とする移動体については、監視情報に含まれる監視センサの種類から、航空機、識別車両、非識別移動体の3種類に分類する。表1に監視センサと移動体の関係を示す。例えば、MLAT（マルチラテレーション）で監視されている移動体は、航空機と判定する。続いて、監視情報に含まれる移動体の位置・速度・方向、および、あらかじめ設定したエリア区分の情報から、誤進入／コンフリクトの検出を行う。図1にエリアの区分を示す。エリアは多角形で任意の大きさが設定可能となっている。

表1 監視センサと移動体の関係

	ASDE	MLAT	AVPS
航空機	○	○	×
識別車両	○	×	○
非識別移動体	○	×	×

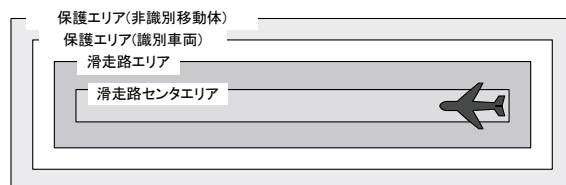


図1 エリアの区分

平成17年度に実装した検出機能は、主として離陸航空機に対する誤進入／コンフリクト検出機能であり、次の6つの機能を実装した。

① クローズ滑走路からの離陸

滑走路エリアは、オープンまたはクローズのいずれかの状態が設定される。クローズ状態において、離陸機が滑走路エリアに進入した場合、注意を発する。更に離陸機が滑走路にラインアップ（センターエリアに進入）し、離陸を開始した場合、警報を発する。

② クローズ滑走路への離陸

クローズ状態において、到着機が滑走路に進入しようとしている場合、注意を発する。さらに、滑走路に近づくと警報を発する。

③ 滑走路運用方向と逆方向への離陸・着陸

オープン状態においては、滑走路の運用方向（離着陸の方向）を設定する。離陸機が、滑走路の運用方向とは反対の滑走路端に進入した場合には注意を発する。更に、逆方向に離陸を開始した場合には警報を発する。

④ 前方移動体の検出

離陸機が滑走路へ進入した時、その前方に移動体が検出された場合、注意を発する。また、前の離陸機が滑走中に、滑走路エリア内に次の航空機が進入した場合にも注意を発する。

⑤ 保護エリアへの識別車両の進入

保護エリア（識別車両）へ識別車両が進入した場合、注意を発する。

⑥ 保護エリアへの非識別移動体の進入

保護エリア（非識別移動体）へ、非識別移動体が進入した場合、注意を発する。保護エリアは任意の大きさが設定できるが、非識別移動体の保護エリアを広く設定している。

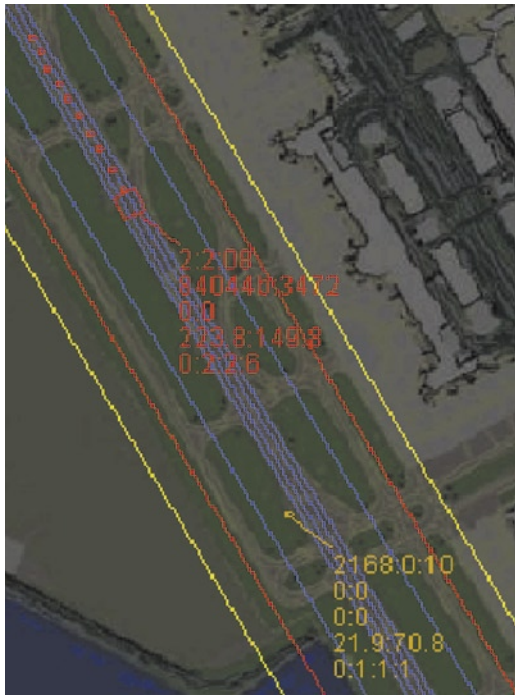


図2 離陸機前方の移動体検出例

(2) 管制HMI実験装置の製作

空港面を走行する航空機等の移動体を空港面マップ上にシンボル表示すると共に、滑走路や誘導路への誤進入、異常接近予測に対する警告、管制機能の表示方法について評価するシステムの接続試験で使用する管制HMI実験装置を製作した。本装置は、平成16年度に製作した「A-SMGCS管制機能模擬テストツール」に組み込まれている管制表示機能をベースとして、仙台空港におけるシステムの接続試験に必要な機能を追加実装している。

監視機能や誘導機能とのデータ交換は、ユーロコントロールで推奨されているASTERIX11に準拠したデータフォーマットを採用している。

3.3 監視機能の開発

平成17年は、統合型監視センサの機能向上を行うと共に、仙台空港および東京国際空港において機能検証試験を行った。

(1) 統合型監視センサの機能向上

統合型監視センサは、複数の監視センサからの監視情報を統合し、ターゲット毎に統合した信頼性の高い位置情報を

生成する装置である。平成16年度には、データ入力処理、相関処理、データ出力処理を製作した。平成17年度は、航跡統合評価処理、システム航跡統合処理、システム予測処理、システム航跡管理処理などを追加して機能向上を図った。

追加した各処理の内容は下記のとおりである。また、統合型監視センサの構成を図3に示す。

①データ入力処理

各監視センサからのASTERIX10フォーマットのデータを読み出し、後段の処理にデータを受け渡す。入力フォーマットが統一されているため、新たなセンサを容易に追加できる。

②相関処理

相関処理では、入力データとシステム航跡に相関があるかを判定する。システム航跡と相関ありと判定した場合、システム航跡に入力データを関連づけて処理を進める。相関なしと判定した場合、新たにシステム航跡を生成する。

③航跡統合評価処理

監視センサ毎に、入力データから現在位置を計算する。次に、現在位置とシステム航跡の予測位置の比較を行い、監視センサ毎の測位精度を計算する。

④システム航跡統合処理

監視センサ毎の現在位置を測位精度により重み付けを行い、システム航跡の現在位置を導出する。

⑤システム航跡予測処理

カルマンフィルタを用いたアルゴリズムにより、システム航跡の現在位置からシステム航跡の予測位置を計算する。

⑥データ出力処理

システム航跡の現在位置を、ASTERIX11形式の監視情報に変換し、1秒毎にLANに出力する。

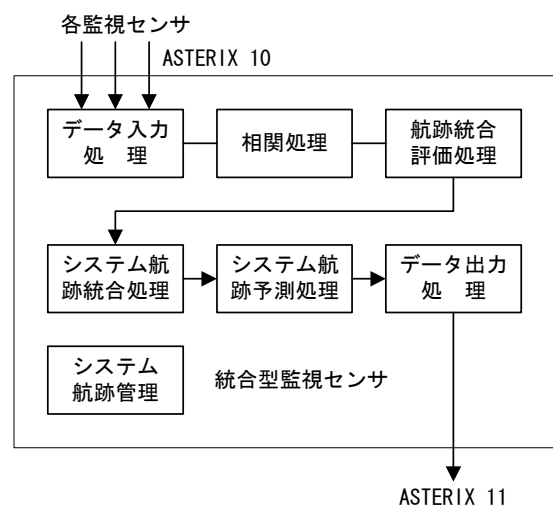


図3 統合型監視センサ構成図

⑦ システム航跡管理

システム航跡の状態をモニタし、データ入力のない不要な航跡の削除などを行う。

(2) 監視機能の実験

統合型監視センサの機能をテストするため、ASDEとMLATの2つのセンサを用いた実験を仙台空港および東京国際空港において実施した。

① 仙台空港における実験

本実験では、トランスポンダを搭載した車両による走行実験を行って、各監視センサの処理から統合型監視センサにおける関連処理までの動作確認を行った。ASDE、MLATの関連前の出力を図4に、関連後の出力を図5に示す。実験の結果、監視センサにおいては、座標変換、フォーマット変換などの処理が正しく行われ、統合型監視センサにASTERIX10データを出力していることを確認した。統合型監視センサにおいても、関連処理により2つのセンサ入力から1つのシステム航跡が得られることを確認した。また、システム航跡は測位位置を大きく外れることなく維持でき、ASDEのブラインドエリア（図5の網掛けエリア）においても、MLAT入力により補完されていることを確認した。

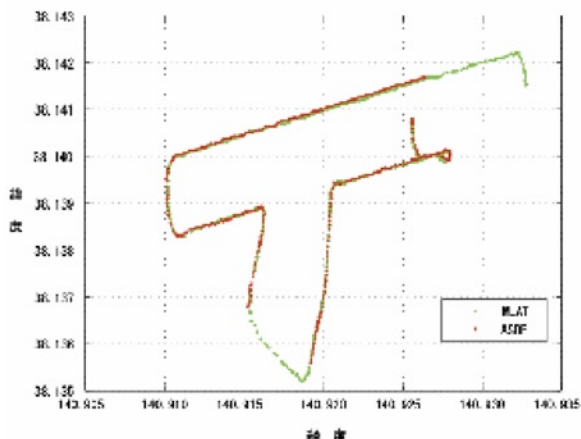


図4 監視センサ出力 (ASDE, MLAT) 航跡記録例

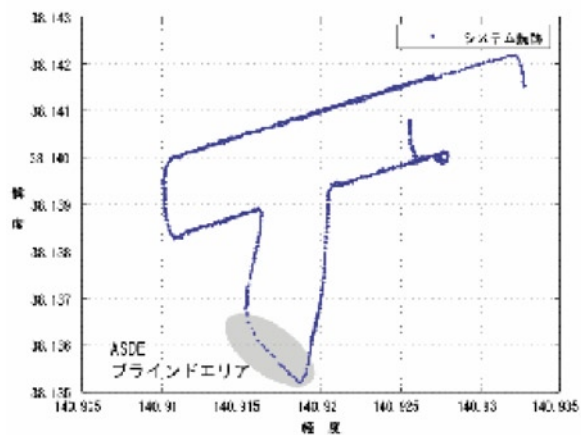


図5 統合型監視センサ出力航跡記録例

② 東京国際空港における実験

本実験では、統合型監視センサの全ての処理部について動作確認を行った。図6および図7に飛行検査機による地上走行実験による結果を示す。

統合型監視センサの関連処理により、ASDEのブラインドエリアであるJ2,J3誘導路を通過後も、継続してシステム航跡を維持していることを確認した。また、仙台空港における実験では未確認であった関連処理より後段の処理についても設計通りに動作することを確認した。

一方、本実験ではMLATを最優先センサとしていたため、システム航跡の出力は、MLATによる測位の影響を強く受けていた。このため、J9付近にMLATの航跡に若干の劣化があるが、システム航跡も同様に劣化していた。このようなエリアについては測位精度の高いセンサを主センサにするなどの優先センサの適切な設定が必要となる。

統合型監視センサにおける各処理には、カルマンフィルタの係数や航跡の継続回数など、多数のパラメータがあり、更に検討する必要がある。

実験の結果、監視センサの処理（座標変換、フォーマット変換など）が正常に行われていることを確認した。また、統合型監視センサについても、各処理が動作することを確認した。特に、関連処理により、ASDEのブラインドエリアにおいても、システム航跡の維持を確認できた。一方、関連処理より後段の処理については、実データに基づいて、パラメータを適切に設定する必要があることが明らかになった。今後は、パラメータの改善により、高精度・高信頼性の監視情報の出力を目指す。

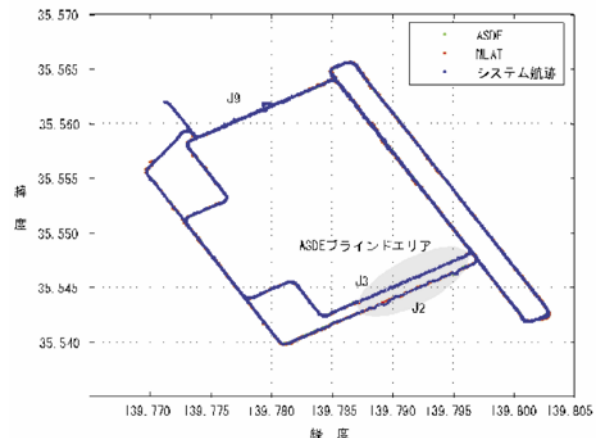


図6 飛行検査機による地上走行試験システム航跡記録

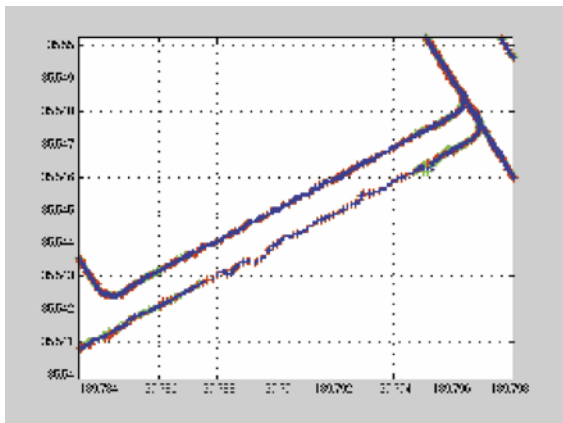


図7 J2, J3付近拡大図

3.4 システム接続試験

平成17年度は、A-SMGC実験システムの開発に向けて、各要素を結合させたA-SMGC実験システムを構築し、仙台空港において当所実験用航空機を使った飛行試験（滑走路及び誘導路における地上走行試験）を実施してシステムの接続試験を行った。なお、本接続試験では、A-SMGCシステムに要求される4つの基本機能のうち、灯火誘導機能の開発を担当している交通安全環境研究所と共同研究契約を結んで連携を図った。

図8に実験システムの系統図を示す。また、誘導路上での地上走行を主体とした飛行試験時のトラフィックパターンを図9に示す。

このときの監視センサは、ASDEとMLATは東京国際空港での評価に使用中なため、車両監視用センサとして位置づけているAVPSを使用した。

灯火制御については、実際の灯器は使えないので誘導路中心線灯の座標データをパソコンの地図上に入れ込んでPCの画面上で模擬した。

経路指示については、A滑走路南端のA4誘導路上の停止線位置を仮想スポットとし、出発機については仮想スポットから滑走路の入り口（B4又はB6）まで、到着機については滑走路離脱点（B3又はB1）から仮想スポットまでの走行経路について、所定の走行パターンに沿った経路データを用意しておき、マニュアル操作でその都度灯火制御装置側に転送した。

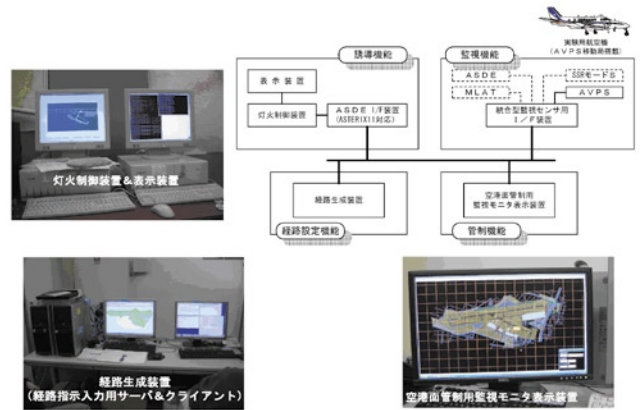


図8 A-SMGC実験システム系統図

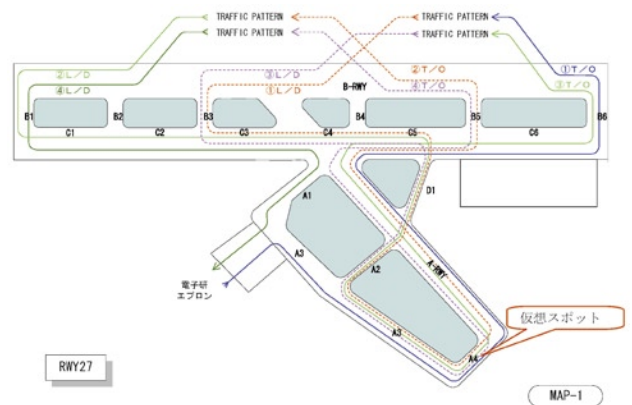


図9 飛行試験トラフィックパターン



図10 灯火誘導モニタ画面

図10は、指定された走行経路に沿って、現在位置より前方400mの区間の誘導路中心線灯を区間点灯制御している灯火誘導モニタ画面を示す。

4. 考察等

今年度は、現時点で対応できる技術レベルを基準とした実験用機材を用意して各要素を結合させたA-SMGC実験システムを構築し、仙台空港において地上走行を主とした

飛行試験を実施してシステムの接続試験を行った。その結果、監視データや経路指示データが所定のフォーマットに沿ってシステムのネットワーク上に正常に伝送され、灯火制御装置側で受信できることを確認した。そして、誘導路中心線灯を空港全域に拡張したPCの表示画面上で区間点灯・消灯制御の動作が正常に行われることを確認した。

監視機能に関して、出発機も含めた地上走行中の全ての航空機に対する自動識別表示を実現するための統合型監視センサの開発については、東京国際空港の再拡張事業とのリンクを視野に入れた早期開発を目指す。

掲載文献

- (1) 宮崎，二瓶他：“マルチラレーション監視システムの導入調査(1)”，第6回電子航法研究所発表会講演概要，平成18年6月
- (2) 二瓶，宮崎他：“マルチラレーション監視システムの導入調査(2)”，第6回電子航法研究所発表会講演概要，平成18年6月
- (3) 古賀，二瓶他：“A-SMGCシステムの監視機能の開発について”，第6回電子航法研究所発表会講演概要，平成18

航空無線通信におけるCDMA方式の要素技術の研究【指定研究／空港整備勘定】

担 当 部 航空システム部

担 当 者 ○北折 潤 中谷泰欣 松久保裕二

塩見格一（管制システム部） 金田直樹（管制システム部）

研究期間 平成16年度～平成17年度

1. はじめに

現在の航空管制用対空通信は音声によるVHF帯無線電話通信が主である。無線電話ではアナログ振幅変調方式を採用しているために電波干渉やフェージングに弱い。また近年の通信量の増加に伴い、割り当て可能なVHFチャンネル数の不足が特に欧米において大きな問題となってきた。データ通信についてはVHF-ACARSやVDLモード2が使用されているが、これらは伝送速度が低く、将来予想される高速大容量回線を必要とする通信アプリケーションの需要に応えることは困難である。電波干渉に強く高速大容量の通信チャンネルを十分な数だけ確保するためには、現在の対空通信システムとは異なる原理に基づいたシステムについて研究する必要がある。

近年になり欧米では、Cバンドのような広帯域を確保可能な周波数帯でCDMA（符号分割多重アクセス）方式を用いたワイドバンド無線等の高速かつ高機能な通信ネットワークの検討が始まっている。CDMAは従来広く使われていたFDMA（周波数分割多重アクセス）やTDMA（時分割多重アクセス）に比べて多くの利点があり、第三世代携帯電話システムにも採用されている。しかし携帯電話システムと航空通信とでは、移動体の速度、通信の信頼性、セキュリティの確保や優先的疎通の有無等、必要とされる要件が異なる点が多い。また航空通信は全世界的な統一規

格を策定する必要がある。日本と諸外国との間でも地理的要因、制度の相違等があることを考慮すると、日本で必要とされるシステム要件を研究し、研究成果を統一規格に反映させることも必要である。

2. 研究の概要

本研究では航空無線の中でも管制用対空通信を対象とする。管制通信にCDMA方式を適用する場合に以下のような問題が考えられる。例えば、デジタル化した音声通信での即時性の確保、複数ユーザ間で通話モニタが可能なパーティラインの構築、複数の優先度を持ったデータ通信の混在等といった航空管制通信固有の要件が問題となりうる。すなわちCDMA方式適用の第一条件として、現状の管制業務の枠組みを大幅に変更しないという制約が課される。このために、現在の管制通信トラフィックや管制セクタ配置の調査を経て管制通信の基本特性を知っておくことが肝要である。

さらに、無線局配置や電波干渉といった物理的影響も要因となる。実地での実験には多大なコストを要するために、単純化した物理モデルによる計算を主体としたアプローチとする。その他、電波伝搬、通信セキュリティ等対象となる基盤技術が多岐にわたるために、大学との共同研究や客員研究員制度により外部の人材を活用することとした。

3. 研究成果

3.1 無線電話の特徴調査

無線電話の通話トラフィックの統計的性質を調査した。特に最頻トラフィック値は、将来の通信システムにおけるマージンを決めるための基礎データとなる。今回の調査では、セクタ別の年間通信トラフィックは多い順に関東南A、北海道南、関東東、播磨、(以下略)であった。関東南Aセクタでは箱根RCAG(遠隔対空通信サイト)の送受信トラフィック量が最も多く、最頻値は0.60アールンであった。

3.2 CDMA適用時の物理特性

CDMAのスペクトル拡散手法には大別して直接拡散(DS: Direct Sequence)方式と周波数ホッピング(FH: Frequency Hopping)方式がある。FH方式はDS方式のような遠近問題が起こらないことから、航空機同士での移動局間直接通信に有利である。

CDMA方式に適した周波数帯としては、伝搬路の安定性や高速伝送の可能性からVHF帯以上が考えられる。現在、航空無線用としてはVHF/UHF/Lバンド/Cバンドが候補として挙げられている。通信到達距離の確保、空間伝搬損および移動に起因するドップラシフトの抑制の点から、候補の中ではVHF帯が最も適切であることが分かった。

航空無線においては移動局の状態により通信環境が大きく変化する。特にエンルート管制下で発生するフェージングは仰上ライスフェージングと考えると良い。仰上ライスフェージングでは直接波が受信されることから受信レベル変動が少なくなり、この場合精密な電力制御機構は不要と考えられる。

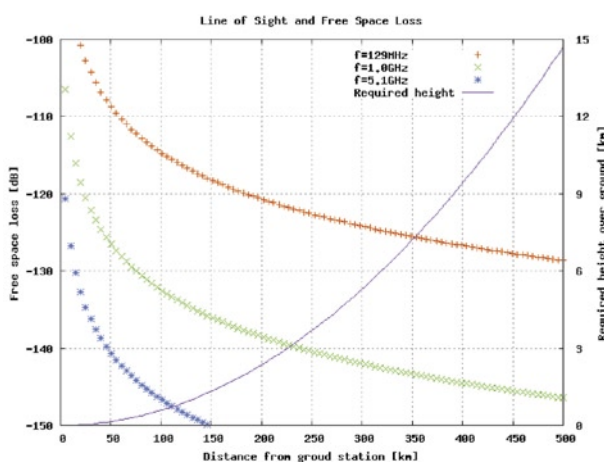


図1 空間伝搬損と見通し限界

3.3 現行管制方式の運用からくる条件

CDMA方式を導入する場合の制約条件の1つとして、現在の無線電話システムに対して大幅な仕様変更ができて

いることが挙げられる。従来の操作性と大幅に異なるシステムを採用することはシステム移行期間のユーザの混乱を招き、安全上極めて困難である。現行の管制方式を踏襲した場合、本質的な通信形態は、緊急通信時等を除き、

- i) 通常通信時: 1基地局対n移動局間で内容を共有できるパーティライン形式、
- ii) ある移動局が基地局と交信できない状況時: 他の移動局との移動局間直接通信、

の2種類である。両者を同一システムで実現する際の問題点は、送受信の二重化にある。二重化には半二重、FDD(周波数分割全二重)、TDD(時分割全二重)の各方式があり、移動局間直接通信も考慮するとTDDが最も適切であることが分かった。

4. まとめ

本年度は現行の管制通信の特徴とCDMA方式の特徴から、CDMA方式を航空無線システムに適用した場合の各種条件について研究を行った。本研究の成果については、ICAO(国際民間航空機関)航空通信パネルの作業部に報告した。また本研究を通じて特許出願したCDMA方式の特徴を利用した緊急通信手法のうち1つの特許が認められた。

掲載文献

- (1) 関, HO, 津田, 嶋本, 北折, 中谷, 加藤: 「5GHz帯を用いた航空機用デジタルデータ通信に関する研究」, 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16年7月
- (2) 金田: "Preemption Methods in CDMA Systems", ICAO ACP WG-C/8, 平成16年9月
- (3) HO, 津田, 嶋本, 北折, 加藤: "The Next Generation Air to Ground Communication for Air Traffic Control", 日本シミュレーション学会多次元移動情報通信網自動設計技術研究会, 平成16年11月
- (4) 金田, 塩見: 「CDMAにおける制御チャンネルのない発信方式」, 平成16年度電子航法研究所研究発表会講演概要, 平成16年6月
- (5) 金田, 塩見: 「CDMAの特性を利用した優先通信の発信」, 電子情報通信学会2005年総合大会, 平成17年3月
- (6) HO, 津田, 嶋本, 北折: "The Next Generation Air to Ground Communication System for Air Traffic Control", 2005 IEEE/ACES 無線通信と応用計算電磁気学国際会議, 平成17年4月
- (7) HO, 津田, 嶋本, 北折: "C Band and OFDM for Air Traffic Control Communication System", 第32回ア

- ジア情報通信協議会，平成17年5月
- (8) 北折：「航空無線へのCDMA方式の適用可能性」，情報処理方式小委員会，平成17年12月
- (9) 金田，塩見，山岸，目黒：「移動局及び移動局側通信

- 制御方法及び基地局及び基地局側通信制御方法及び通信システム」，日本国特許第3746773号，平成17年12月
- (10) 北折："A feasibility study of CDMA technology for ATC"，ICAO ACP WG-C/10，平成18年3月

マルチリファレンス高精度測位方式の研究【指定研究／一般勘定】

担当部 航空システム部
 担当者 ○齊藤真二，吉原貴之
 研究期間 平成17年度～平成18年度

1 はじめに

一般的なキネマティックGPS測位方式では，高精度測位が可能な覆域は，基準局から10km程度以下の範囲である。しかしながら，航空機などの移動体の移動範囲は10kmを越えることが日常的であり，当所で開発した航法装置（GBASなど）の測位精度評価実験などにおいても評価の基準位置が得られないなどの問題があり，連続的に高精度測位が出来る覆域の拡大が必要とされている。本研究では，飛行コース下に置かれた，複数の基準局を用いることにより，高精度測位可能な覆域の拡大を目指す。また，基準局配置が疎の場合や，基準局GPSデータが低レートデータの場合の補完方法を検討する。

2 研究の概要

本研究は2ヶ年度計画で行い，初年度である平成17年度は，基本となる単一基準局を用いた後処理測位プログラムを作成し，飛行実験によるデータ取得を行い測位精度評価を行った。

3 研究の成果

本年度は，以下の項目について行った。

- 基本となる後処理測位プログラムを作成した。
- 覆域拡大の方法として，複数基準局を用いる方式を検討した。
- 評価のため飛行実験によるデータ取得を行った。

3.1 飛行実験結果

平成17年に実施した飛行実験の飛行形態と目的は

- 仙台ローカルの飛行：複数の高度で10NMのオービット飛行を行い，同一の基線長における高度の影響の把握。
- 仙台～福島～山形など東北広域エリアの飛行：複数の基準局にまたがる連続的な飛行（基準局はGEONET

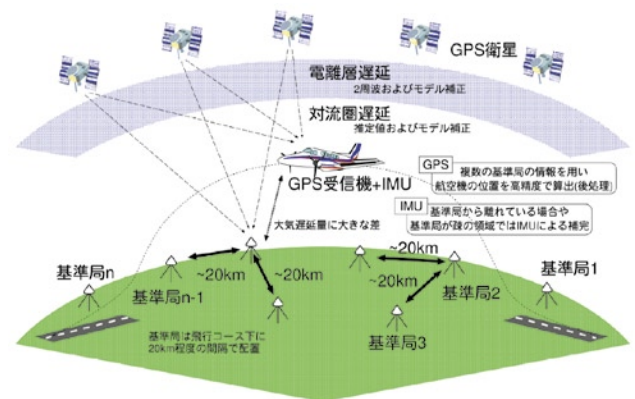


図1 概念図

点)

- 宮崎～鹿児島など九州広域エリアの飛行：複数の基準局にまたがる連続的な飛行（基準局はGEONET点）である。

本研究では，複数の基準局を用いるが，現実問題として，飛行コース下に基準局を複数設置するのは困難である。そのため，基準局として一般に公開されている国土地理院のGEONET点のデータを利用することとした。しかしながら，公開されているGEONET点データは，30秒データであるため，航空機の測位に利用するには，低レートである，そこで，搬送波位相変化により算出した速度 [1] の積算により位置を算出し，データ間の補完を行うことにした。

長距離飛行による，キネマティック測位の結果と速度積算の結果およびDGPSの結果を比較を行った。飛行実験データの解析例を図3に示す。赤線は，機上GPS受信機単独での速度積算による測位結果，緑線は，岩沼分室に設置したGPSアンテナを基準点としてDGPS処理での測位結果，青線は市販ソフトによる後処理キネマティック処理の測位結果で，それぞれ高さ方向の結果を示している。

図より速度積算による測位結果と後処理キネマティック処理の結果は，DGPSと比較して雑音成分が少ないことがわかる。加えて，搬送波位相変化により求める速度算出は，

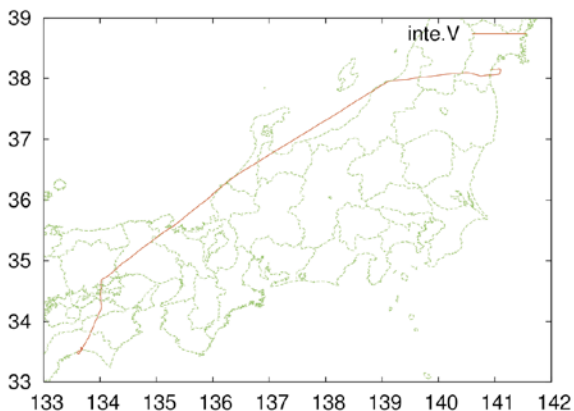


図2 速度積算により求めた航跡例

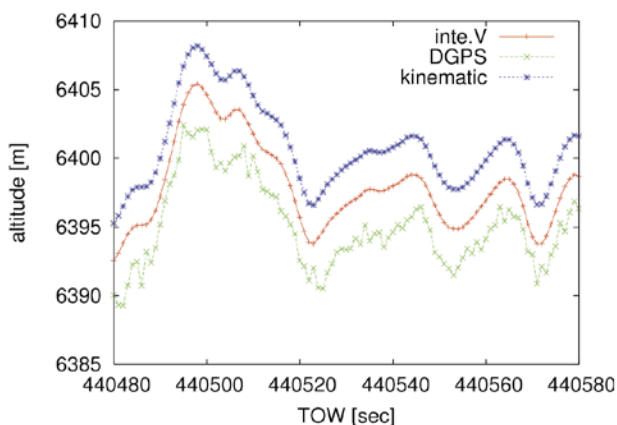


図3 速度積算による位置と DGPS 測位およびキネマティック測位の比較
機上側のデータだけを用いており、さらに位相不確定性

を解く必要が無いため、計算量が少ないというメリットがある。

4 まとめ

今年度の結果を基に、来年度は、

- 複数基準局を用いる測位方式を確立する。
- 低レート測位結果の補完を速度積算により行う方式とIMUなどを用いた場合との比較を行なう。
- 上記の結果を作成した後処理測位プログラムに反映する。

などを行う予定である。

参考文献

- [1] 齊藤真二, 吉原貴之, 坂井丈泰, 藤井直樹; "GPS搬送波位相による航空機速度推定," 電子情報通信学会 2005年総合大会, Mar. 2005

狭域DGPSによる着陸航法システムの補正值誤差のバウンド手法の研究【指定研究／一般勘定】

担当部 航空システム部
担当者 ○福島 荘之介
研究期間 平成17年度～19年度

1. はじめに

狭域のディファレンシャルGPS (DGPS) 技術を応用した次世代の着陸航法システムであるGBAS (Ground Based Augmentation System: 地上型補強システム) の研究開発が進められている。当研究所においても、仙台空港内にGBASのテストベッドを設置し、飛行実験及び固定位置でのGPS観測データを収集してきた。現在までの測位性能評価の結果、GBASの測位精度は、ICAO (国際民間航空機関) のSARPs (国際標準及び勧告方式) が要求するCAT-Iの測位精度 (垂直95%誤差: 4 m) 及びRTCA, IncのMASPS (DO245A) が要求するCAT-II, IIIの測位精度 (垂直95%誤差: 2.9 m) を十分満足している。実用化に向けた今後の研究課題は、航法装置の安全要求である、

完全性 (Integrity), 継続性 (Continuity) を満たし、高い有効性 (Availability) を実現する地上システムの設計手法を確立することにある。このため、米国FAAを中心とする研究グループは完全性要件に対してリスクとなるスレッド (脅威) モデルを定義し、地上装置内でのモニタ要求を定義・検証するための検討をはじめた。

完全性要件を満足するためには、SARPsで要求されるプロテクションレベル方式により、極めて高い信頼度で機上装置側においてタイムリーに警報を発出する必要がある。このためには、地上装置側において補正值生成の過程で生じる異常を検知するモニタアルゴリズムを備え、異常なGPS衛星毎の擬似距離補正值を排除する必要がある。本研究では、このモニタアルゴリズムを設計するための基

礎データを取得し、現在のテストベッドに組み込まれていない新しいモニタ手法の基礎検討を行う。

2. 研究の概要

本研究では、3カ年で以下の2項目を実施する。

- (1) GBASテストベッドでの長期データ収集
- (2) モニタ開発のための収集データの解析（従来取得したデータを含む）

3. 今年度の研究結果

研究初年度であるH17年度は以下の項目を実施した。

3.1 GBASテストベッドでの長期データ収集

仙台空港に設置されたGBASテストベッドは空港内の4式の基準局にGPS受信機を設置し、GPS観測データをモデムによって当所岩沼分室の実験室に伝送して蓄積している（図1）。本研究では、基準局にマルチパス除去機能を向上したパルスアパーチャ相関器（PAC）を内蔵するOEM4受信機（NovAtel社製）を基準受信機として設置し、RF分配器を挿入して、別受信機とGPS受信アンテナを共用して観測データを取得することとした。アンテナは2006年3月にチョークリング付きパッチ型アンテナに変更し、位相中心の位置は、測量用GPS受信機により精密測定した。データ収集は、装置の保守、故障を除き可能な限り24時間連続に収集している。データレートは2 Hz、1日のデータ蓄積量は4式で約1 GBである。

3.2 収集データの初期の統計解析

2003年～2004年に取得した蓄積データ（基準受信機OEM3：ナロー相関器、チョークリング付きパッチ型アンテナ）に初期の統計解析を実施し、異常を検出するモニタのない状況（4基準局の一致性チェックは入れる）で、約3ヶ月分の連続データに対して、GBASによる測位精度、プロテクションレベルの関係を示す頻度分布を作成した。この結果、異常発生時刻の観測データを探索し、基準受信機の1つが間欠的にC/No劣化障害を起こしている原因を



図1 GBASテストベッド（仙台空港内の基準局）での実験準備の状況

特定した。また、プロテクションレベルが閾値を越える原因については、GPS衛星が少ない時間帯に、衛星排除に起因しDOPが低下する場合があることがわかった。

4. まとめ

本研究では、H17年度に、(1)パルスアパーチャ相関器を内蔵するOEM4受信機を基準受信機とし、GBASテストベッドでの長期データ収集を開始した。また、(2)2003～2004年に収集したデータに初期の統計解析を実施し、インテグリティ要求に問題となる可能性がある事象を特定し、原因を探究した。H18年度は、(1)長期データ収集を継続し、(2)新しいモニタアルゴリズムを試作し蓄積データに適用して解析する計画である。

掲載文献

- (1) 福島荘之介, 吉原貴之, 齊藤真二, 藤井直樹 “GBASインテグリティの一検討～長期データの収集と解析～,” 第6回電子航法研究所発表会, 2006年6月

精密測位衛星電波の海面反射波を利用した海面高度モニタリング手法の開発【競争的資金／一般勘定】

担当領域 航空システム部
担当者 ○吉原貴之
研究期間 平成16年度～平成17年度

1. はじめに

GPSをはじめとした精密測位衛星（GNSS：Global Navigation Satellite System）からの電波信号は、受信点に到達するまでに伝搬経路上の大気屈折あるいは地表・海面での反射などの影響を受ける。前者は伝搬遅延、後者は複数経路からの信号の干渉（マルチパス効果）を引き起こし、測位誤差の要因となっている。これらの効果は低仰角衛星信号ほど大きな影響を受けると考えられ、GNSS航法分野ではその利用が敬遠されてきた。しかし、受信データに含まれるこれらの効果を詳細に切り分けて補正することで、低仰角でも利用可能な測位衛星数を増加させ、測位精度の向上と航法システムの有効性・連続性を飛躍的に向上させることが期待できる。また、航空機航法では衛星側の故障などによる測距信号の異常を素早く検出し、利用者に通報することが重要であるが、受信される測距信号には一般にマルチパスの影響が含まれているため、これを適切な方法で除去・区別することが課題となっている。

2. 研究の概要

本研究では、受信データに含まれるマルチパス、特に低仰角の精密測位衛星信号に及ぼすマルチパスとして、モデル化が比較的容易な海面反射の影響に着目し、これを利用した海面高度モニタリング手法の開発を行う。すなわち、直達波に反射波が合成された受信データから、それぞれの大気伝搬遅延効果、および幾何学的伝搬経路の解析を行い、干渉特性を予測モデルと比較して調査、反射領域を特定（受信データに含まれるマルチパス波を特定・分離）することを試みる。得られた知見から、海面高度変化を抽出する手法の開発や、マルチパス・モニタリングへの応用を検討し、航法における測位精度向上を図る。

本年度は、昨年度実施した兵庫県六甲山の標高約800m地点での実験データの解析を進め、大気伝搬遅延効果、および幾何学的解析からモデル化された干渉パターンの妥当性に関する検証を行った。さらに、六甲山実験では得られなかった海面が粗い状態での冬季実験データを室戸岬で取得した。

3. 研究成果

GPS衛星の移動に伴う光路差変化により生じる搬送波

フェージングに対応した受信強度変動（および位相変動）が観測されたが、定性的にはほぼ予測したモデルと一致した。しかし、このビート信号（0.8Hz程度）の波数を積算して光路差の相対変化を検証したところ、理論値と必ずしも良い一致は見られなかった。そこで、C/Aコードの追尾ポイントから±1.6チップ内のコード相関値を127点（0.025575チップ間隔、距離にして約7.5m）で観測可能な信号品質監視装置（SQM受信機）から同時測定されたコード相関カーブによる光路差の決定を試みた。

観測されたコード相関カーブには海面反射波信号が同相または逆相で重畳していることがはっきりと確認された（図1）。通常、直達波のみのコード相関カーブの形状は受信機のトラッキング・ポイントで最大値をとり、前後1チップずれたポイントで相関0となる三角形になるのだが、観測された波形は直達波にマルチパス波が合成され、歪んでいる（黒）。この観測波形に最もよく一致するような合成波形（赤）を構成する直達波（青）および反射波（橙）を推定し、そのチップ遅れから光路差を推定した。この処理を仰角4度から2度程度まで沈みゆくGPS衛星について連続的に光路差推定を行った結果を図2に示す。コード相関カーブから推定された光路差（黒）は衛星仰角（赤）が小さくなるにつれ縮まっていることがわかる。他のGPSに対しても同様の解析を行った結果、光路差をRMSで5m程度内で推定することに成功した。

光路差には直達波と海面反射波の幾何学的な伝搬経路差の他に大気伝搬遅延効果の差（電離層・対流圏）が含まれ

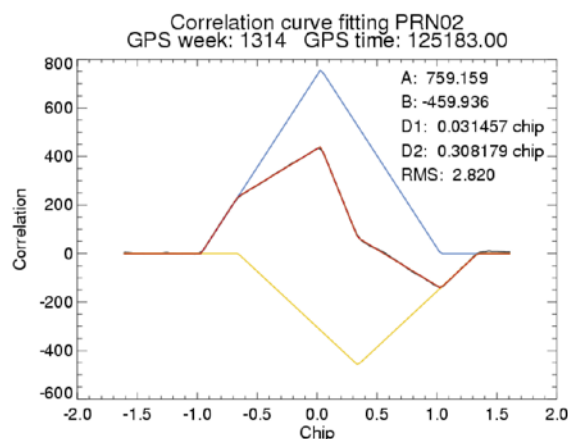


図1 コード相関カーブの観測例（逆相）

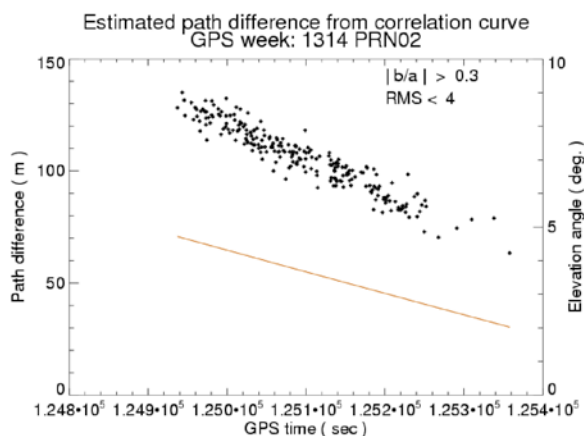


図2 沈みゆくGPS衛星の光路差観測例

るが、実験期間中は電離層は比較的穏やかであった。対流圏遅延差については、その初期値が光路差から海面高度（絶対値）を決定する際に予想以上に大きな影響を与えることが明らかとなったため、水平一様の大気を仮定（または影響を無視）して最終的に海面の相対高度をRMSで数m程度で決定した。さらに、室戸岬で新規に取得した海面が粗い状態での冬季実験データからは、コード相関カーブに含まれる反射波の雑音成分が増加していることが確認されたが、反射波の同相・逆相での入射時にそれぞれ分離した後、平均化処理などにより雑音の低減を行うなどの適切な処理が必要であることが示唆された。

4. 考察等

今後の展望として、コード相関カーブの分解能向上や時間的な連続性、さらに前述の搬送波フェージングによる光路差変化の抽出時に理論値と一致しない誤差を除去してこれを組み合わせ、光路差変化を数cmオーダーで検出できれば、数10cm程度の海面高度（相対値）異常の検出へ期待が持てる。また、光路差から幾何学的な伝搬形路差と対流圏遅延を分離する際に、対流圏遅延の影響が大きいことについては、海面高度（絶対値）と対流圏遅延の同時推定、あるいは一方を既知として実測データを与えることで他方の推定を行う手法に発展することが考えられる。

このように、モデル化が比較的簡単な単純一波のマルチパスについての分離精度を向上するとともに、より複雑な電波環境下での受信データにも適用することで、マルチパス・モニタリングへの応用に発展させていきたい。

掲載文献

T. Yoshihara, S. Saitoh, N. Fujii and T. Sakai, "A Study on Detection of Sea Level Variation Using GPS Signal Reflected by Sea Surface", Proc. of ION NTM 2006, A3-5, Monterey, CA, Jan. 2006.

マルチモード対空無線機の通信互換性評価委託【受託研究／空港整備勘定】

担当部 航空システム部
 担当者 ○北折 潤 中谷泰欣 松久保裕二
 研究期間 平成17年8月～平成17年9月

1. はじめに

近年のソフトウェア技術の発展により、複数の通信システムに対応したマルチモード対空無線機（以下、MMRという）の可能性が広がってきた。MMRには、現在の対空無線の運用を継続しつつ将来の通信方式にも柔軟に対応できる等の特徴がある。

本受託研究では、日本電気株式会社から委託を受け、同社の製作したMMRプロトタイプの各種性能について評価した。

2. 研究の概要

本受託研究で使用したMMRは、チャンネル間隔が25 kHz及び8.33 kHzのDSB-AM無線電話と、VDL（VHFデジタルリンク）モード3の3種類の方式に対応している。評価項

目としては、MMRの基本性能のほか、当研究所が開発したVDLモード3実験システム（以下、ENRIシステムという）及び米国連邦航空局から借用したマルチモード機上アビオニクス（以下、FAAシステムという）とMMR間の通信互換性について行った。

3. 研究成果

3.1 MMR基本性能

MMR基本性能評価は以下の項目について実施した。

◎無線電話

- 受信感度特性
- 送信スプリアス特性
- 主観的音声品質
- 客観的音声品質

- VoIP (Voice over IP) と無線電話の縦列接続時音声品質

◎VDLモード3

- 受信感度特性
- 隣接チャンネルスプリアス特性
- 隣接チャンネル除去特性
- 客観的音声品質
- VoIPとVDLモード3の縦列接続時音声品質

無線電話の評価結果は、受信音声にノイズが混入する点を除けば、いずれも良好な結果が得られた。受信音声のノイズは、聴感的には若干気になるレベルにあり改善が望まれる部分であるが、受信感度等の測定値は規格を満足するものであった。また、VDLモード3については規定の性能を満足しており、さらにMMR単体時とVoIPとの縦列接続時ともに音質にあまり違いがないことを確認した。

3.2 通信互換性

MMRとENRIシステムまたはFAAシステムとの通信互換性評価は以下の項目について実施した。

- VDL3基本動作及びコマンド通信

- VDL3各種機能
- データ通信性能

MMRとFAAシステムとでは規定の解釈の相違により若干の実装上の差異が認められた。このためMMRの一部改修を実施したが、主としてFAAシステムの実装に合わせたものであり、MMRの実装誤りのために通信互換性に支障を与える項目はなかった。その他の各種機能及び性能はいずれも良好であった。

4. まとめ

本受託研究では、日本電気株式会社の製作したMMRの各種性能について評価した。対象となったMMRは概ね所定の性能を満足していることを確認した。また、一部FAAシステムとの実装上の差異については、連邦航空局およびFAAシステム製造元に報告した。

掲載文献

- (1) 北折, 中谷, 松久保, "マルチモード対空無線機の通信互換性評価委託", 電子航法研究所受託研究報告書, 平成17年9月

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17年度

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(ICA O: 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たものであり、航空機衝突防止装置(ACAS: Airborne Collision Avoidance System)や二次監視レーダ(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。このような非正規アドレス(Unauthorized Aircraft Address)を持つ航空機が我が国の上空を飛行しているので、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16年(2004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、ICA O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・データの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であるものを非正規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を導出し、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ために、非正規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機か

ら外す。さらに、残った非正規アドレス航空機の候補機の航跡を調べ、航空機アドレス解析装置で再現した航跡を使い、モードA/CとモードSの相関が正常であることを目視により確認する。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非正規アドレス判定されたことのあるものについては、非正規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17年1月1日から平成17年12月31日まで解析対象期間に、2機の非正規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、シンガポール、ベトナムの2カ国であった。長年にわたる我が国の監視活動の結果、これらの非正規アドレスを持つ航空機の数は、確実に減少してきている。特に、アジアの国の減少が著しい。今回の結果でも、非正規アドレスを持つ航空機はアジアの航空会社が運航しており、これらに対しては今後も航空機アドレスに関する啓蒙活動を広く行う必要があると考えられる。

4. まとめ

なお、航空局はこの解析の報告に基づき、非正規アドレ

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非正規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、引き続き非正規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”, ICAO SCRSP/WG -B/WP-8-25, Gold Cost, May 2005
- (2) N. Fujii, F. Horikoshi, T. Nakamura : “Analytical Results of Unauthorized Aircraft Address Measured by Aircraft Address Monitoring System”, ICAO SCRSP/WG -B/WP-9-21, Paris, Oct. 2005
- (3) N. Fujii, H. Miyazaki, T. Nakamura : “Analytical Results of Unauthorized Aircraft Address Measured by Aircraft Address Monitoring System”, ICAO SCRSP/WG -B/WP-10-36, Montreal, May 2006

平成17年度マルチラレーション導入調査委託【受託研究／空港整備勘定】

担 当 部 A - S M G C S _ _ P T

担 当 者 ○二瓶 子朗, 宮崎 裕己, 古賀 禎, 加来 信之

研究期間 平成16年度～平成18年度

1. はじめに

国土交通省航空局においては、東京国際空港の再拡張事業として新たに4本目の滑走路を整備して年間の発着能力を40.7万回に拡大することが計画されている。発着能力の拡大により交通量が増大した場合においても航空機が安全かつ円滑に運航できるように、再拡張後に対応した管制業務を支援するシステムの検討が進められている。このうち、空港面監視の支援システムとしてマルチラレーション監視システムの導入が検討されている。

マルチラレーションとは、航空機からの信号を3局以上の受信局で受信し、受信時刻差から航空機の位置を算出する監視システムである。マルチラレーションの導入において、位置精度や検出率など高い性能を得るためには、導入する空港の適切な位置に必要な数の受信局を配置する

ことが極めて重要である。特にエプロン周辺等の複雑に建造物が存在するエリアにおいては、事前に十分な評価を実施することが必要である。

このような背景から、電子航法研究所では、国土交通省航空局より委託研究として「平成17年度マルチラレーションの導入調査」を受託した。そこで、東京国際空港に評価機材を設置してマルチラレーションの導入調査及びASDEとの接続による相互補完機能の実現に向けた導入調査を実施した。

2. 研究の概要

2.1 マルチラレーションの導入評価

東京国際空港内の全ての滑走路及び誘導路周辺においてシステムによる監視状況を確認するため、各エリアにおけ

るマルチラテレーションの監視性能評価を実施した。また、建物によるマルチパスの影響を受けやすいスポット周りについても評価を行った。そして、東京国際空港におけるマルチラテレーション監視システムの最適な導入形態について提案した。

2.2 ASDEとの接続による相互補完機能の導入評価

マルチラテレーションとデジタルASDEを接続して統合型空港面監視システムを構築し、東京国際空港内の評価対象エリアにおける走行試験を実施して複数センサ間の相互補完機能と自動タグ付け機能実現に向けた性能評価試験を行った。そして、統合型空港面監視システム実現に向けた仕様案を取りまとめ、東京国際空港におけるシステムの最適な導入形態について提案した。

3. 研究の成果

評価試験は、マルチラテレーションとデジタルASDEそれぞれの監視センサ単体の性能評価と複数の監視センサからのデータを同時に取込んで相関処理する統合型監視センサ用インターフェイス装置の評価を中心に実施した。

実験用車両を使った夜間走行試験では、車両にモードSトランスポンダとGPS受信機（車両の基準位置検出用）を搭載し、東京国際空港内のA、B、C各滑走路とその取り付け誘導路を中心に走行して基本性能を確認するための評価試験を実施した。

飛行検査機及びエアライン機による評価では、関係機関の協力を得て空港面上でもトランスポンダをONにしていたが、多数の航空機が存在して、且つ信号を送信する実運用環境下での監視性能を確認するための評価試験を実施した。

3.1 マルチラテレーション

今回の評価装置は、受信局6局と送受信局3局から成るリモート局、処理装置とモニタ装置から成る処理サイト、および基準局2局で構成される。処理サイトとリモート局間は光ファイバーケーブルで接続した。

評価試験は、モードSトランスポンダを搭載した実験用車両による評価、飛行検査機による評価、およびエアライン機による評価を行った。これらの評価試験により取得した監視データから、位置精度、検出確率等の性能を解析し、欧州の性能要件と比較することで評価した。実験用車両と飛行検査機による評価では、キネマティックGPS測位により走行位置を測定し、位置精度を解析する際の基準位置に利用した。エアライン機による評価では特定の機種を対象として試験を実施した。

(1) 実験用車両による評価

評価対象エリアに対する監視データを効率的に取得するために、当所の実験用車両にモードSトランスポンダを搭載して試験を行った。試験は各滑走路の閉鎖日時に合わせて夜間実施した。

図1は、実験用車両評価における生データの航跡例と各エリアにおける検出確率（2秒間隔）の解析結果を示す。A滑走路、B滑走路、およびJ2誘導路の各エリアでは、欧州の性能要件を満たしていることが確認できた。一方、C滑走路とJ9誘導路の両エリアでは性能要件を満たしていなかった。これは、リモート局数の不足が原因と考えられる。

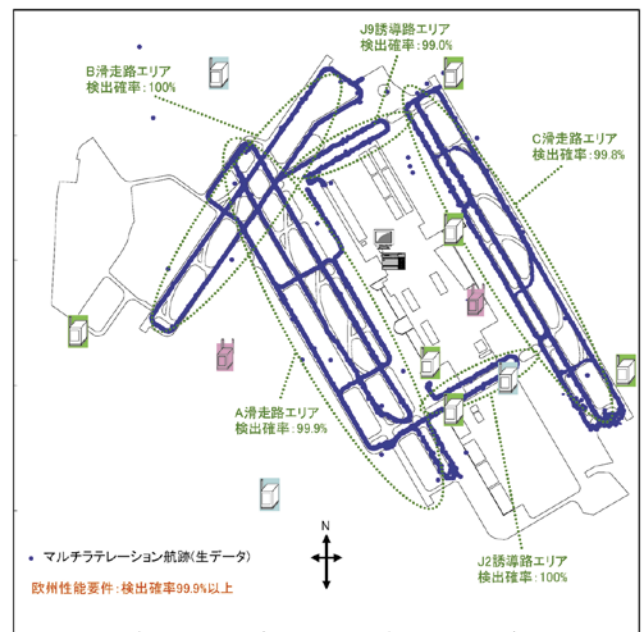


図1 実験用車両評価の生データ航跡記録例と各エリアにおける検出率

(2) 飛行検査機による評価

図2は、飛行検査機評価における追尾処理データの航跡記録例、各エリアにおける検出確率と位置精度（95%信頼性レベル）の解析結果を示す。検出確率は、実験用車両による評価と比較して全体的に低い結果が得られた。これは、多数の航空機が存在する時間帯であり、夜間に較べて信号数が増加していることが原因と考えられる。位置精度は、進行方向に対する横方向について、基準位置と測定位置の差を誤差として計算した。この算出方法では、進行方向の誤差が含まれないため、実際の位置精度は更に低下する。検出確率と位置精度は、特にC滑走路エリア付近において低下している。これは、リモート局数の不足に加えて、図中の写真が示すように、RU3では制限表面の規定により十分なアンテナ高が得られていないことが原因と考えられる。また、約5%のデータにおいて追尾処理の停止が発生し

ており、パラメータの設定が最適でないことも原因の一つと考えられる。

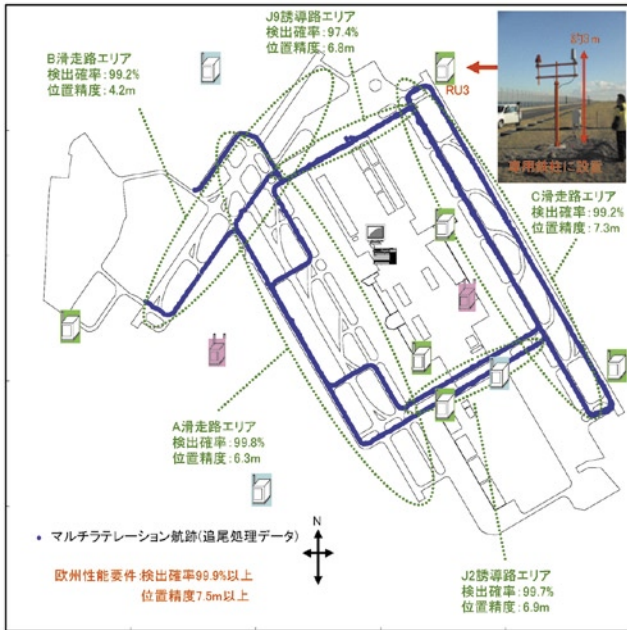


図2 飛行検査機評価の追尾処理データ航跡記録例と各エリアにおける検出率と位置精度

(3) エアライン機による評価

図3は、エアライン機評価における追尾処理データの航跡記録例と10機分の収集データに対するエリア全体の検出確率の解析結果を示す。解析結果から欧州の性能要件を満たすには、前項で述べた問題点の改善が必要と考える。



図3 エアライン機評価の追尾処理データ航跡記録例と検出率

3.2 デジタルASDE

東京国際空港で運用中のASDEは91型のため、目標検出機能を有していない。そこで、目標検出装置と追尾処理装置を用意して現在運用中のASDEに附加して評価用のデジタルASDEを構成した。

デジタルASDEでは、偽像による影響を避けるため、偽像が発生しやすいエプロン周辺などは非検出エリアとして区別をするため、信号検出エリアマップを作成してシステムに反映させている。

(1) 実験用車両による評価

実験用車両にGPS受信機を搭載して、夜間閉鎖した滑走路および誘導路を走行する評価を実施した。

滑走路が閉鎖された夜間の時間帯は、工事車両が多数出勤して滑走路と誘導路の随所で工事が行われており、実験用車両が自由に走行できる状態ではなかった。そのため、走行中に工事車両を回避する必要が生じて目標検出範囲を逸脱することも多々あった。また、工事車両に接近した時に追尾がその工事車両に乗り移る現象も発生した。特にA滑走路のJ2誘導路との交差部では、多数の工事車両が停車していたため、目標喪失と乗り移り現象が多く発生することを確認した。また一方、工事車両が居ないエリアでは実験用車両の位置が安定に検出できることを確認した。

(2) 飛行検査機による評価

図4は、飛行検査機評価における走行試験時の航跡機記録例を示す。黒色の航跡がデジタルASDE、赤色の航跡がキネマティックGPSで測位した航跡を示す。航跡記録例を見て分かるように、A滑走路とC滑走路を結ぶ取り付け誘導路J2, J3, J9の非検出エリアを除く滑走路及び誘導路のほぼ全域にわたってデータ欠落も無く航空機の位置が安

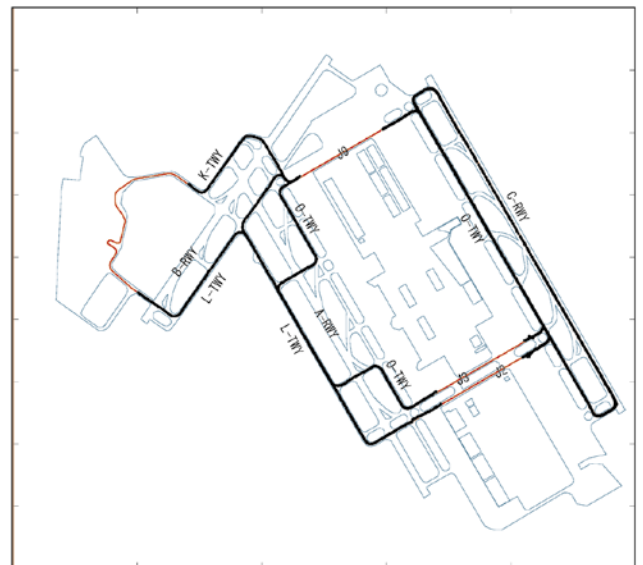


図4 エアライン機評価によるデジタルASDE航跡記録例

定に検出できていることを確認した。

3.3 統合型監視センサ

統合型監視センサ用インターフェイス装置にデジタルASDEとマルチラレーションを接続してデータを取込み監視モニタ表示装置の空港面マップ上に航跡を記録して監視状況の検証試験を行った。

図5は、A滑走路側における飛行検査機による走行試験時の航跡記録例を示す。赤色の航跡がデジタルASDE、黒色の航跡がマルチラレーションで検出した航跡を示す。図中の拡大図を見て分かるように、デジタルASDEはデー

タ欠落も無く変動も少ない安定な位置検出ができていていることを確認した。一方、マルチラレーションではデータの欠落も頻繁に発生しており、デジタルASDEに比べて位置検出誤差も大きいことがわかる。

図6は、C滑走路側における飛行検査機による走行試験時の航跡記録例を示す。このエリアにおいても、デジタルASDEは、データの欠落が殆ど無く変動も少ない安定な位置検出ができていていることを確認した。一方、マルチラレーションではデータ欠落が頻繁に発生しており、デジタルASDEに比べて位置検出誤差も大きいことが分かる。図中の拡大図を見て分かるように、C滑走路を離脱してC1誘



図5 飛行検査機による航跡記録例 (A滑走路側)



図6 飛行検査機による航跡記録例 (C滑走路側)

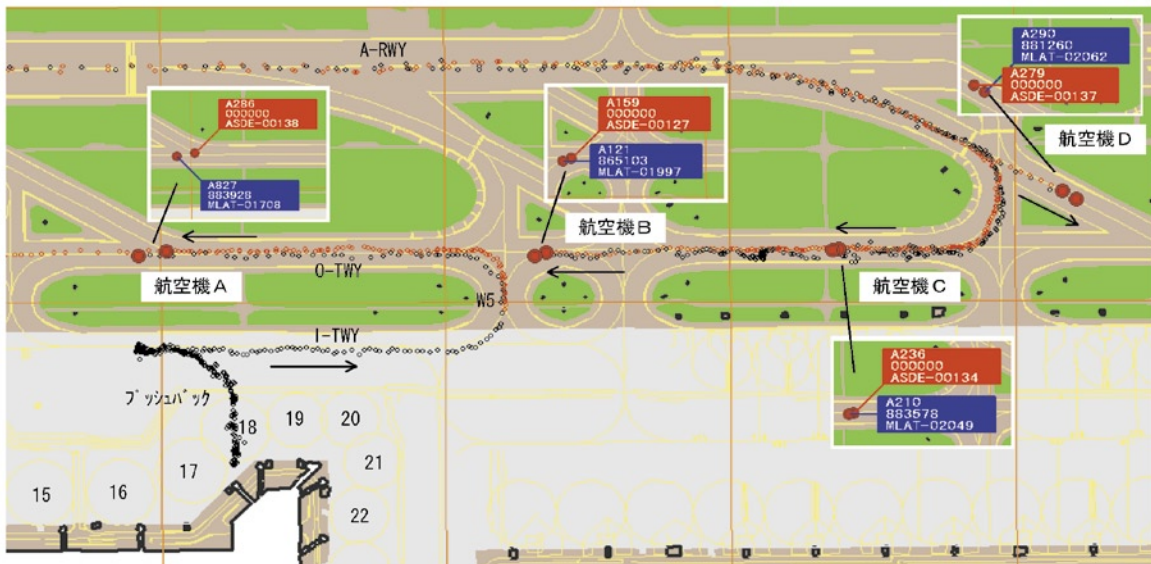


図7 エアライン機による航跡記録例 (A滑走路側)

導路に右折した時は、受信アンテナの外側に位置することから、誤差も拡大して膨らみを持つことが確認された。

図7は、エアライン機による航跡記録例を示す。黒色の航跡はマルチラテレーション、赤色の航跡はデジタルASDEの航跡を示す。図中の航空機Aの航跡は、出発便の航跡であり、18番スポットからプッシュバックして、I-TWY→W5→O-TWYと走行している航跡を示す。エプロン周りはデジタルASDEが非検出エリアであるためマルチラテレーションのみで検出されており、W5の地点でデジタルASDEでも検出されていることが分かる。また、航空機B、C、Dはいずれも到着便であり、誘導路上ではデジタルASDEとマルチラテレーションの両方のセンサーで検出されていることが分かる。

4. 考察等

東京国際空港の再拡張事業では、管制情報処理システムによる出発機も含めた地上走行中の全ての航空機に対する自動識別表示を実現するため、ASDEのデュアル運用化と併せてマルチラテレーションの導入が計画されている。そこで、電子航法研究所では、平成17年度に東京国際空港においてマルチラテレーションの導入とASDEとの相互補完機能実現に向けた導入評価試験を実施した。その結果、デジタルASDEについては、建物等によるブラインドエ

リアを除く空港内の全ての滑走路及び誘導路周辺においてデータ欠落も殆ど無く安定な位置検出ができることを確認した。但し、ASDEは降雨による影響を受けるため、運用にあたってはこの点を考慮する必要がある。一方、マルチラテレーションについては、受信局数とアンテナの設置環境（設置位置と設置高）の制約等で十分満足できるデータは取得できなかったが、滑走路及び誘導路周辺における基礎データが取得できて課題も整理できたことから導入に向けての見通しを得ることができた。また、複数の監視センサーの統合処理については、今回取得した各センサーのデータをもとに機能実現に向けた早期開発を目指す。

掲載文献

- (1) 宮崎，二瓶他：“マルチラテレーション監視システムの導入調査(1)”，第6回電子航法研究所発表会講演概要，平成18年6月
- (2) 二瓶，宮崎他：“マルチラテレーション監視システムの導入調査(2)”，第6回電子航法研究所発表会講演概要，平成18年6月
- (3) 古賀，二瓶他：“A-SMGCシステムの監視機能の開発について”，第6回電子航法研究所発表会講演概要，平成18年6月

マルチラレーション整備調査に関する支援業務【受託研究／空港整備勘定】

担 当 部 航空システム部
担 当 者 宮崎裕己
研究期間 平成17年度

1. はじめに

東京国際空港では、再拡張事業として新たな滑走路の整備等が進められており、空港容量が拡張される計画である。そして、空港容量の拡張により交通量が増大した場合においても航空機が安全かつ円滑に運航できるように、再拡張後に対応した管制業務を支援するシステムの検討が進められている。このうち、空港面監視の支援システムとして、マルチラレーションの導入が計画されている。

このマルチラレーションでは、高い性能を得るためには、導入する空港の構造に対応した適切な位置に空中線を設置することが重要である。国土交通省東京航空局は、東京国際空港へのマルチラレーションの実整備を進めるにあたり、「マルチラレーション整備予備調査」を株式会社三菱総合研究所に発注した。これを受けて、株式会社三菱総合研究所から当研究所に対して本予備調査に係る業務支援が委託された。

2. 研究の概要

支援業務の内容としては、マルチラレーション監視システムを東京国際空港および成田国際空港に導入する場合の空中線配置案、シミュレーション作業支援、および技術的アドバイス等を提供するものである。

3. 研究成果

3.1 空中線配置案

東京国際空港および成田国際空港におけるマルチラレーションの空中線配置案を提案した。図1に成田国際空港において滑走路および誘導路を対象とした場合の空中線配置例を示す。

3.2 シミュレーション作業支援

空中線配置案に対して実施したシミュレーション結果を考察するとともに、要求基準に満たない場合はその修正案を検討した。シミュレーションでは、受信局、送受信局および基準送信局の各空中線の見通し状況や位置精度を確認して、最終的に全ての要求基準を満たすシミュレーション結果が得られた。

3.3 技術的アドバイス

空中線や構成装置に関する運用・保守要件、ならびに要求される性能等のシステム要件に関して技術的アドバイスを提供した。

4. 考察等

これまでの研究を通して蓄積した諸問題に対処する技術を活かして、技術的支援を行った。

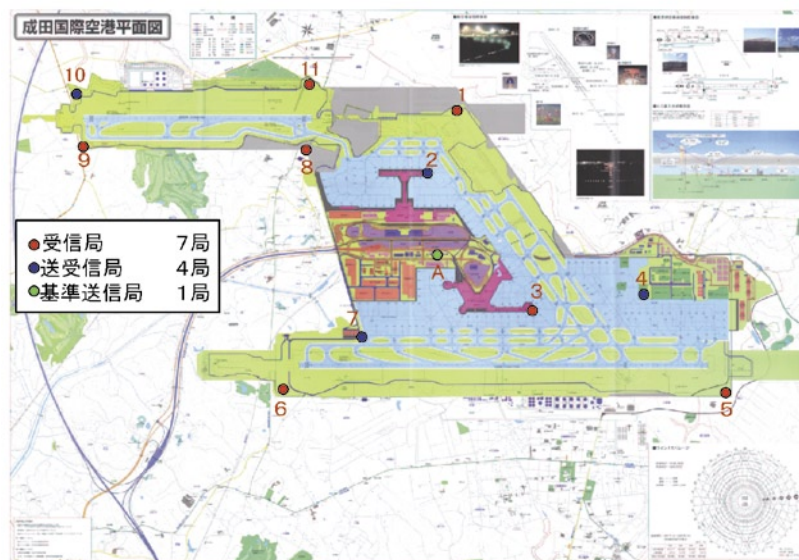


図1 成田国際空港に対する空中線配置例（滑走路・誘導路対象）

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17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. 航空交通管理における新管制運用方式に係る容量値に関する研究
2. 航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法の研究
3. 航空交通流管理に対応した次世代飛行場管制卓の研究
4. 関東空域の再編に関する予備的研究
5. 新CNSに対応した管制方式に関する研究
6. 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
7. 航空管制業務におけるヒューマン・ファクタの評価分析手法の研究
8. 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
9. 状況・意図理解によるリスクの発見と回避
10. 陸・海・空の事故防止技術の開発

1と2の研究は航空局からの要望を受けて実施する重点研究で空港整備特別会計から支出している。3から7は指定研究で研究所に設置された評価委員会による審査を経て実施する研究である。

1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。

2は航空機に搭載されているレーダ情報に加えてFMS（飛行管理システム）の動態情報を用いてコンフリクトを予測・検知する技術を開発する研究である。

3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必要な次世代飛行場管制卓の開発を行う研究である。

4は羽田空港や成田空港の容量拡大に対応するため、関東空域の再編およびRNAVを利用した管制方式の導入のための研究である。

5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

6は当所所有の航空管制シミュレータを用いて、管制の処理容量を決定するために重要な管制官の作業負担を計測する手法の研究である。

7は管制官やパイロット等の作業負荷状態を業務遂行に影響を及ぼすこと無く評価する手法の確立を目指した研究である。

8は衝突防止のため視界不良時でも船舶を検知、識別、追跡を行うためのシステムの開発を目的とする研究である。

9は科学技術振興機構からの受託研究で、発話音声による実時間疲労度評価システムを実現し、運転者の疲労状態を評価する手法の確立を目指した研究である。

10は受託研究で、運転者の業務環境における発話音声等からその都度の心身状態をリアルタイムに評価するシステムの試作する研究である。

II 試験研究の実施状況

1の「航空交通管理における新管制運用方式に係る容量値に関する研究」では、管制指示数に着目して短縮垂直間隔（RVSM）の国内空域への導入効果を検討した。また、航空交通流管理シミュレータ、航空路管制シミュレータの改造を行った。

2の「航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法の研究」では、今年度は、航空機運航モデルと高度面でのコンフリクト検出手法を開発した。さらに、コンフリクト検出評価システムを製作した。

3の「航空交通流管理に対応した次世代飛行場管制卓の研究」ではサテライト空港として調布空港を想定した飛行場管制卓の開発・試作を行った。また、仮想現実感を利用した飛行場シミュレータの整備をすすめた。

4の「関東空域の再編に関する予備的研究」ではレーダデータの解析、大島周辺空域の航空路セクターについてのリアルタイムシミュレーションの実施、簡易評価システム（レーダデータ表示プログラム）の製作を行った。

5の「新CNSに対応した管制方式に関する研究」では4次元軌道の予測シミュレーションを行い、機体重量等の情報を利用することで予測精度の向上に繋がることを示した。

6の「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」では実時間シミュレーションにおける作業負担の評価方法を検討した。特に、空域条件や交通流などの条件に着目し作業負担増大の要因を検討した。

7の「航空管制業務におけるヒューマン・ファクタの評価分析手法の研究」では、共同研究の相手である鉄道総合技術研究所において疲労等計測実験を行った。発話音声から算出される新たな診断指標値を開発した。さらに、信号処理速度を従来に比べて1桁以上改善する信号処理アルゴリズムを開発した。この研究は後述する9、10とは一連の

研究である。

8の「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」では可視カメラ、赤外線カメラなどを用いた夜間観測実験を行い、船舶の検知・追尾を自動的に実行方法の検討を行った。

9の「状況・意図理解によるリスクの発見と回避」は科学技術振興費による受託研究である。今年度は鉄道車両運行シミュレータを利用して運転者の疲労から過労状態を検出する実験を実施した。

10の「陸・海・空の事故防止技術の開発」は運技費による受託研究である。本年は車載型発話音声分析装置を試作した。新しい信号処理アルゴリズムの実装により10秒間の発話音声を平均10秒以下で処理できる。

これら当初計画にある研究に加え、次年度の新規重点研究課題に備えて下記の調査を行うことになった。

11. 「小型機用情報通信に関する調査」

11では米国の放送型自動位置情報伝送・監視技術(ADS-B)装置の一種であるUAT(Universal Access Transceiver)と、その実証実験(CAPSTONE計画)の状況を調査した。

また、年度中途からの要望により、受託契約に基づき

12. 「管通空港管制化による遅延量評価委託」

を実施した。これは飛行場対空通信業務を実施している空港(管通空港)を航空管制業務を実施する空港(管制空港)に変更した場合の航空機の遅延時間の低減効果をシミュレーションにより評価したものである。航空管制業務では、飛行場管制所判断による離陸許可が可能のため、出発機の離陸時の遅延時間の減少が期待できる。シミュレーションでは管通空港、管制空港のモデル化を行い、出発機の遅延時間を比較した。

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と深く関わっている。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、社会的な貢献をしているものである。これらの成果は電子情報通信学会、計測自動制御学会、日本航空宇宙学会、日本機械学会、International Symposium on Aviation Psychologyなど多くの学会や会議などでも発表している。

(執筆者名 航空交通管理領域長 長岡 栄)

航空交通管理における新管制運用方式にかかる容量値に関する研究【重点研究／空港整備勘定】

担 当 部 管制システム
担 当 者 ○福島 幸子, 福田 豊, 住谷 美登里, 瀬之口 敦
研究期間 平成16年度～平成19年度

1. はじめに

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

わが国のATFM業務は航空交通管理センター(以下、ATMセンター)で行われている。ATFMでの容量は航空路管制とターミナル管制では異なるアルゴリズムで算出されている。

現在航空路セクタの容量は、レーダ管制官の実測作業量から算出されている。作業量は、航空路セクタ毎に飛行種別毎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。

空域再編や短縮垂直間隔(RVSM; Reduced Vertical Separation Minima)の導入など、運用条件が変わったときに、全セクタの計測を行わずに容量値を算出することが

求められている。

平成17年度中に国内空域の垂直間隔短縮(DRVSM; Domestic Reduced Vertical Separation Minima)が予定されており、DRVSMの効果を測り、ATFMのパラメータに反映させる必要があった。

本研究では、RVSMが国内空域に導入された場合や広域航法(R-NAV; Area Navigation)経路が多く設定された場合について、航空機の飛行高度や遅延、管制官の作業量の変化やATFMでの設定数値の検討を行う。

また、全セクタの計測を行わずに運用できるような、新たなATFMのアルゴリズムを検討・提案する予定である。

2. 研究の概要

本研究は4年計画であり、平成17年度はその2年次である。平成17年度の研究においては、以下を実施した。

・DRVSMの導入効果の検討

- ・ATFMシミュレータの改造
- ・航空路管制シミュレータの改造

3. 研究成果

3.1 DRVSM導入効果の検討

平成16年度に引き続き、代表的な1つのセクタにおいて、DRVSMを導入した場合と従来の垂直間隔（CVSM; Conventional Vertical Separation Minima）の高度で運用する場合について管制指示数に着目して、比較・検討した。

関東南Aセクタは到着機が多いセクタである。このセクタに対して約55%が羽田空港の到着機であるシナリオで、管制官の協力を得てリアルタイムシミュレーションを行った。その結果、DRVSMの場合、このセクタにおける出発機はより希望高度に近い高度で飛行できるようになった。また、到着機についてもレーダ誘導が減少した。しかし、交通量の増加にはつながらないことが判った。これは、現在の交通量でも羽田空港の到着機は容量値を超えていることが多いため、羽田空港への管制移管の条件が変わらない限り、到着機の容量は増加しないことを意味する。

また、ファストタイムシミュレーションを行った。その結果、管制指示数が少なめには推定されるが、管制指示の増減の傾向は現実に近いものであることが示された。

3.2 ATFMシミュレータの改造

当所のATFMシミュレータには、ATMセンターで用いているATFMの機能のうち、航空路セクタに関する現用のアルゴリズムが実装されている。

現用のアルゴリズムは、

- ① 航空機を4種類（出発機、到着機、通過機、域内機）にわけ、それぞれの管制作業負荷をセクタごとに定義する。
- ② 外国からの国内に入域する航空機には遅延はかけない。国内空港からの出発機は、当該空域への入域時刻が早い順に、通過時刻を確定していく。

である。①、②に対し、それぞれ

- ①' 空域への入域高度と出域高度の組み合わせで管制作業負荷を定義する。
- ②' ある経路について優先順位を追加する。

と変更した機能を提案し、ATFMシミュレータに追加した。

現在と同様のアルゴリズムによるグラフを図1に、提案した①'を用いたアルゴリズムによるグラフを図2に示す。

棒グラフは空域内滞在時間と航空機種別（出発機、到着機、通過機、域内機）ごとに定義されたATFMの作業量を元に、30分間の作業量を示す。縦軸には作業量の容量値

に対する割合を表す。横軸は10分ごとの時刻を表す。

赤い横線は100%の作業量を示す。図1と図2を比較すると、だいたい近い数値ではあるが、01:20、02:20～02:40で値が異なる。

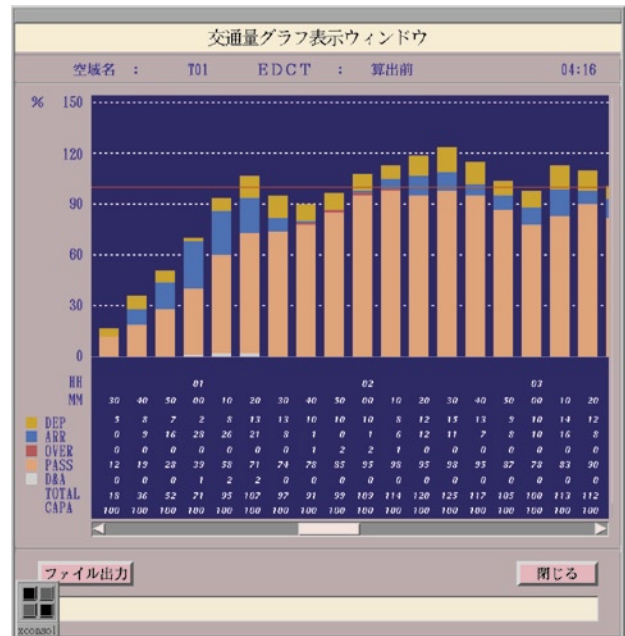


図1 現在のアルゴリズム①による管制作業量

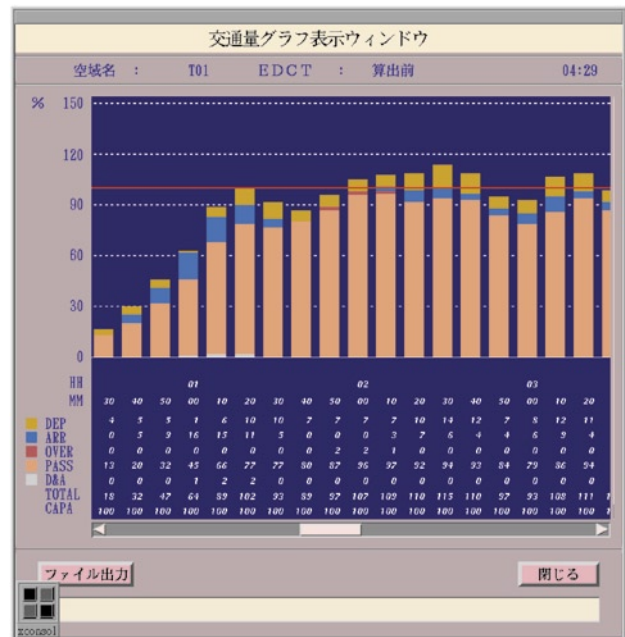


図2 提案するアルゴリズム①'による管制作業量

①'で定義した管制作業量は上越セクタでのリアルタイムシミュレーション結果の数値および上越セクタで定義されている管制作業量を踏まえたものであるが、全セクタで同じ値で定義することができれば、管制作業量の実測作業を軽減することができる。

3.3 航空路管制シミュレータの改造

既存の航空路管制シミュレータは平成10年に改修したものである。平成18年度以降にリアルタイムシミュレーションを行うために、現在管制官が使用しているレーダ情報表示装置（PVD; Plan View Display）と同様の表示ができるように改造した。また、航空機の取り扱い可能機数を増加させ、レーダ表示可能空域も拡大した。

4. 考察等

DRVSMの導入について、関東南Aセクタ（到着機が多いセクタ）においても上越セクタ（通過機が多いセクタ）、関東西セクタ（出発機が多いセクタ）両方で見られたような、希望高度により近い高度での飛行や、レーダ誘導の減少が見られた。到着機の処理は主に高度29,000ft未満で行われるが、到着機についてレーダ誘導の減少が見られた理由については、今後も検討したい。

平成18年度ではスカイハイウェイが導入された時の管制負荷の推移をファストタイムシミュレーションで検証し、リアルタイムシミュレーション前の絞込み作業とする。

また、平成17年度に追加した、ATFMの新しいアルゴリズムを検証するとともに、さらにいくつかのアルゴリズムを追加する予定である。

掲載文献

- (1) 住谷, 福島, 福田, 瀬之口, “出発機の交通量と高度変更についての解析”, 信学技報, SANE2005-40, 2005年7月.
- (2) S. FUKUSHIMA, Y. FUKUDA, M. SUMIYA and A. SENOGUCHI, “Prediction of Sector Capacity under RVSM by Real Time Simulation”, 2005 JSASS-KSAS Joint International Symposium on Aerospace Engineering, pp.236-239, Oct.2005.

航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法の研究【重点研究／空港整備勘定】

担 当 部 管制システム部
担 当 者 ○福田 豊, 瀬之口 敦
研究期間 平成16年度～平成20年度

1. はじめに

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

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

本研究は、ARSR/SSRから得られるレーダ情報等以外に、航空機のFMS情報（航空機の磁針路・速度・高度変化率等の状態情報および選択磁針路・選択経路・選択高度等の意図情報）をSSRモードSの地上喚起コムB（GICB: Ground Initiated Comm B）プロトコルにより取得し、よ

り精度の高い航空機の飛行プロファイルの予測とコンフリクトを検出するための手法等を開発する。

2. 研究の概要

本研究は5ヵ年計画であり、平成17年度は第2年度である。平成17年度の研究の目的は、航空機運航モデルおよびコンフリクト検出手法（高度関連）を開発し、コンフリクト検出評価システムを製作することである。

平成17年度は、主に下記のことを行った。

- ・航空機運航モデルの開発
- ・コンフリクト検出手法（高度関連）の開発
- ・コンフリクト検出評価システムの製作

3. 研究成果

3.1 航空機運航モデルの開発

札幌航空交通管制部、東京航空交通管制部および福岡航空交通管制部で使用されているRDPのデータ（レーダデータ）2週間分を解析した。また、航空機側のクイックアクセスレコーダに記録されている同期間のフライトデータを解析した。

レーダデータの解析では、昨年度に製作した東京航空交

機能などのシステムの全体機能と現在のRDPと同様なコンフリクト検出機能を中心に製作した。

4. 考察等

航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法は、レーダの観測位置に基づいた直線予測を用いるコンフリクト検出手法に比較して、高度変更時に選択高度の情報を利用することにより航空機の飛行軌道をより精度良く予測できる。また、飛行状況を区切って高度変化率の変動を平滑化する手法の実現により、航空機の将来的な高度をより精度良く予測できる。これらにより、コンフリクト警報の不要警報および警報の検出遅れの発生を低減できると考えられる。

今後は、コンフリクト検出評価システムにFMS情報を処理する機能を追加し、実際のレーダデータとフライトデータに基づき、航空機の将来位置の予測精度の改善、コンフリクト警報の改善等を検証しながら、動態情報を利用するコンフリクト検出手法を構築する予定である。

掲載文献

- (1) 瀬之口，福田，住谷，“コンフリクト検出に用いる高度予測手法の提案”，電子航法研究所研究発表会，講演概要p.67-72，2005年6月
- (2) 瀬之口，福田，“コンフリクト検出に用いる高度予測モデルの提案”，信学技報，SANE2005-91，2006年1月

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17年度

1. はじめに - 研究の背景 -

飛行場管制においては、管制官が航空機を視認することが業務の基本におかれているため、また、現状まで管制官の目に代わる装置等が実現されなかったこともあり、従来、業務情報のコンピュータ管理がその業務の効率化に有効とは余り考えられてこなかった。しかし近年、ASMGCとして高度に飛行場面の運航を管理し空港容量の拡大を図ることが、将来の航空交通の一層の発展に必要不可欠と考えられるようになり、その状況は大きな改革を迎えようとしている。

本研究は、航空機運航の起点である空港における飛行場管制業務の高度情報化に資することを目的として進めているものであり、直接には、飛行場管制業務への導入を想定した機器の研究開発を、また間接的には、飛行場管制業務機器の高機能化等を評価するための飛行場管制シミュレータの研究開発として、常に二つの視点を持って進めてきた。

また、本研究では、サテライト空港の効率的な運用についても、宇宙航空研究開発機構との共同研究により、飛行場管制業務用ワークステーションの試作開発として進めている。

2. 研究の成果

本研究においては、飛行場管制業務の高度情報化を目的として飛行場管制業務用ワークステーションの形態や業務

機能要件を明らかにするため、管制卓モックアップの試作を含めた研究開発を進めており、特に、宇宙航空研究開発機構との共同研究においては、サテライト空港として調布空港を想定した飛行場管制卓の試作開発を行ってきた。

図1は、モックアップの作成に先立ち、飛行場管制室業務環境のコンセプトを概観図として作成したものである。

出来る限り窓に近づいて広い視野を確保できる様に考えたものであり、保守等を床下から（1階下から）行うこととすれば、管制室をコンパクトに纏めることができる。

コンパクトな管制室は、管制塔全体の重量軽減に大きな効果を有し、我が国の様に、埋め立て地に管制塔を建設する場合にはそのコストの削減を実現すると考えられる。

図2は、モックアップの試作例であり、自由な立ち位置での業務を可能とするために、業務情報へのアクセス等を全てリモコンにより行える様にしている。なお、図1のパスに示すモックアップも試作し、ヘッドマウント・ディスプレイ等の利用についても併せて検討した。

また本研究においては、飛行場管制卓の試作開発評価に並行して、管制官参加によるこれら試作システムの評価シミュレーションを実施するための環境として、仮想現実感を利用した飛行場管制シミュレータの整備を進めてきた。

特に、飛行場管制シミュレータの整備においては、マイクロソフト社のMSフライト・シミュレータ等の安価で市販されているソフトウェアを利用して、従来のシミュレー



図1 飛行場管制業務室コンセプト



図2 モックアップ

タ開発においてはその経費の多くを要していた景観データベースや飛行特性データベース等の構築を、数十分の一以下の経費で実現できるように、複数のパッケージ・アプリケーションを任意に組み合わせて相互に干渉させながら運用可能とするプラットフォーム・ソフトウェアの開発を進めた。

図3は、MSフライト・シミュレータによる調布空港へのアプローチにおける鳥瞰図である。なお、調布空港模擬環境については、宇宙航空研究開発機構との共同研究においてサテライト空港用飛行場管制卓の機能評価を実施するために作製した。

上記研究開発以外にも、本研究では、様々な分野で開発されたり、また新たに提案されたりした技術について、幅広く調査しその航空管制業務への適用の可能性を検討することを目的としており、裸眼での立体視を可能とする直視3次元ディスプレイを用いた曲線進入プロファイルの表示装置の開発や、この技術を利用したコンフリクトの警告表示装置の試作開発や、更には空域設計等を支援するソフトウェアの調査検討を進めてきた。

図4は航空機位置情報の鳥瞰表示の有効性を検討するために試作したシステムによるものである。鳥瞰表示では、視点から遠方と手前ではその情報の密度に大きな差が生ずるため、広い空域の監視に適用することは出来そうもない。しかしながら、限定的な空域、特に航空機密度の高い比較的狭い空域を監視する場合には、コンフリクト情報等を3次的に表示することが可能であるために、適切な情報表示形態が提案できる場合には、より直感的な状況理解が可能となる場合もある。

3. 今後の展望

当所は、仮想現実感を利用した大規模飛行場管制シミュレータを世界に先駆けて実現した歴史を有している。操縦シミュレータや、レーダ・シミュレータと接続された総合的な飛行場管制業務シミュレーション環境としての当所仮想現実実験施設は、現在その施設機能の老朽化により、仮想現実感の視覚的品位においては後発のシミュレータに遅れをとるものとはなっているが、そのコンセプトにおいては、今日においても、他の如何なるシミュレータに比較して遜色のあるものではない。

行政の施策が空港の設置から、既存空港の高度運用へと

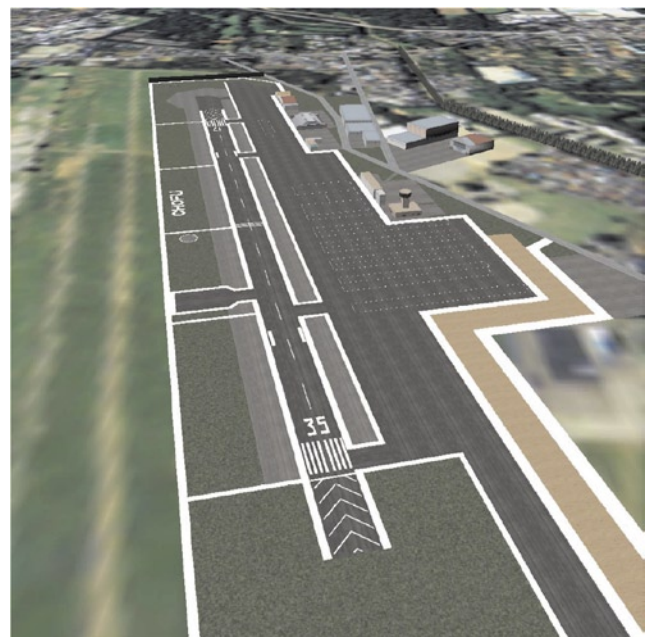


図3 調布空港アプローチにおけるコックピットからの鳥瞰図

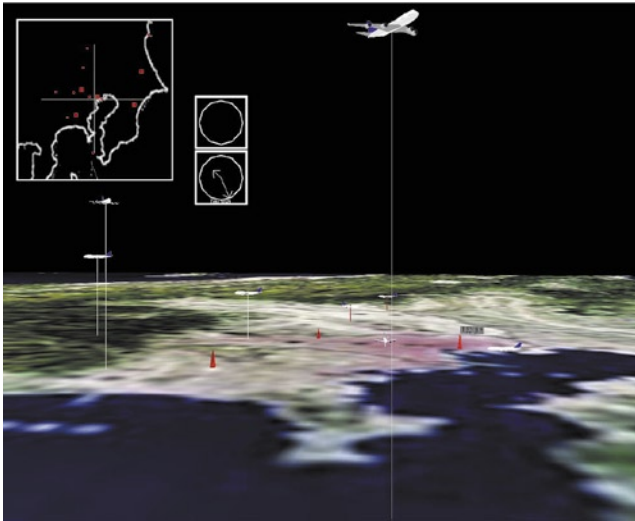


図4 航空機位置の鳥瞰表示例

変化しようとしている今日、仮想現実実験施設のコンセプトは、例えば、ASMGCについてはそのコンセプトからシステム構成機器等の機能評価までにおいて、再びその意味を有するものと考えられる。

複数のシミュレータを接続した複合型シミュレータの構築技術は、今日においても未だ発展途上の技術であり、将来的な可能性は極めて広大なものと考えられている。

個人では全体を理解できない程の大規模なソフトウェア・システム構築技術の開発と発展は、航空管制業務情報基盤の再構築等にも必ずや有効な筈であって、予算的に可能であれば、我々は、仮想現実実験施設の再構成にチャレンジしたいと考えている。

関東空域の再編に関する予備的研究【指定研究／空港整備勘定】

担当部 管制システム部

担当者 ○山本 哲士, 塩地 誠, 三垣 充彦, 青山 久枝, 蔭山 康太, 福田 豊, 岡 恵

研究期間 平成17年度

1. はじめに

航空交通需要の増大に的確に対処するため、首都圏では、羽田空港再拡張事業が実施され、成田空港の容量拡大のための整備が実施される予定である。また、広域航法(RNAV: Area Navigation)の本格的な導入に向けて運航実施基準、管制方式基準が設定され、RNAV運航が段階的に導入されることとなる。さらに、航空交通管理センター(ATMC: Air Traffic Management Center)が平成17年度から航空交通管理業務(ATM: Air Traffic Management)を開始する。

羽田空港再拡張事業及び成田空港の容量拡大に対応するため、関東空域の再編及びRNAVを利用した管制運用方式の導入等が望まれている。このため、経路、セクター構成等の空域再編の基本案についてリアルタイムシミュレーションにより管制官の受容性等を評価するとともに、ATM機能の連携やRNAV運航を利用した管制運用方式に関する基本的な検討を行うことを目的とする。

2. 研究の概要

2.1 レーダデータの解析

RDP (Radar Data Processing) のデータから、現状におけるレーダ誘導経路と飛行計画経路の差、到着機の合流方法等を解析した。

2.2 リアルタイムシミュレーションの実施

関東空域再編の基本案に基づき、羽田ターミナル空域及びそれに隣接する東京航空交通管制部が管轄する大島周辺空域の航空路セクターについて、同一シナリオによる航空管制官が参加したリアルタイムシミュレーションを実施した。

2.3 簡易評価システムの製作

ATM機能の連携及びRNAV運航を利用した管制運用方式を検討するための簡易評価システム(レーダデータ表示プログラム)を製作した。

2.4 空域設定方法の調査

RNAVを含む種々の運航方式や空域設定方法を調査した。

3. 研究成果

3.1 レーダデータの解析

平成16年5月の1週間分のRDPデータに基づき、大島周辺空域における羽田空港到着機に係る、レーダ誘導経路と飛行計画経路の差異、到着機の合流方法を調べ、単位時間あたりの到着機流量及び到着機の滞留時間を推定した。

この空域(航空路セクター)を飛行する全羽田空港到

着機の内、約40%が先行機との間隔付けのためのレーダ誘導を受けている。また、その経路は、飛行計画経路から概ね30~40度分岐して、合流地点となる大島VORTAC又はSPENSからの先行機との距離の差が概ね10~15NM (Nautical Mile) になった後、同地点へ直行しているのが大半であった。

単位時間あたりの到着機流量は、同セクター出域地点における、先行機との時間差に基づき、ピーク時間帯においては、約40機/時間に相当するものと推定した。

入域流量が出域流量より多い場合に滞留が発生するが、その際の滞留解消に要する最小時間を滞留時間とした。同セクターにおいて、先行機との間隔を付けるため到着機の滞留時間は、業務移管条件を勘案すると、平均約1分、最大約5分であったものと推定した。

また、特定空域内で許容し得る滞留時間の限界を、最大許容滞留時間とした。同セクターに係る最大許容滞留時間は、空域の形状、飛行速度、入域地点及び出域地点の地理的な位置関係、極端なジグザグの経路により飛行した場合及び待機経路を飛行した場合を除いた最大の迂回経路長(最大迂回経路長)等を考慮し、6分程度となるものと推定した。

3.2 リアルタイムシミュレーションの実施

基本案のセクター構成は、特に、大島周辺空域における航空交通量の増大に対応するため、羽田空港到着機の管制処理に特化した航空路セクター(中間空域)を現行航空路セクターと羽田ターミナル空域の間に新設し、併せて、現行航空路セクター及び羽田ターミナル空域を縮小したものとなっている。

基本案の経路案は、現行の3本の羽田空港到着経路の合流点を、大島周辺から更に東側の中間空域内に移設し、併せてRNAV経路化を図ったものとなっている。

シミュレーションは、羽田空港再拡張事業完了後の到着機ピーク時間帯及び南風時のILS進入を想定したシナリオを使用した。また、シミュレーションの実施に際して、中間空域と羽田ターミナル空域の間で適用する、飛行高度、飛行速度及び先行機と後続機の間を設定する距離等の業務移管条件を予め設定した。

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

単位時間あたりの到着機流量は、空域毎に到着機が出域した時の先行機と後続機の間隔に基づき推定した。

滞留時間については、3.1に述べた手法により、空域毎、到着機毎に推定した。

シミュレーション記録に基づく、空域毎の単位時間あた

りの到着機流量及び滞留時間の推定結果は表1のとおりであった。

表1 到着機流量及び滞留時間の推定結果

		中間空域	羽田ターミナル空域
到着機流量(機数/時間)		35程度	32程度
滞留時間	平均(分)	2.6	0.5
	最大(分)	6.3	3.1

なお、羽田空港再拡張事業完了後における同空港の、大島方面からの到着機の処理機数目標値は、1時間あたり28機とされている。

また、中間空域の形状、飛行速度等から、同セクターにおける最大迂回経路長は、極端なジグザグの経路により飛行した場合を除き、6.5分程度に相当し、ターミナル空域においては、同様に、3分程度に相当するものと推定した。

管制通信については、平成14年度に実施した、大島周辺空域の現行航空路セクターによる、羽田空港再拡張事業完了後の到着機ピーク時間帯を想定したリアルタイムシミュレーションの記録と本研究で実施したリアルタイムシミュレーションの記録に基づき、それぞれの通信量を推定して比較した。

平成14年度に実施したシミュレーションの現行航空路セクターに係る通信量を100とした場合、中間空域については80程度になるものと推定した。なお、縮小された航空路セクターについては、シミュレーション未実施であることから、通信量の推定値を特定できないものの、100を上回ることはないものとする。

これらのことから、本シミュレーションにおける関東空域再編の基本案に基づく空域構成及び管制運用方式は、本シミュレーションにおける管制業務移管の条件、経路構成、空域の形状等、基本的な運用要件と整合が図られているものと考えられる。ただし、基本的な運用要件が変更となった場合には、整合性に疑義が生ずることがあり得るため、このような場合は、その都度、整合性について検討する必要がある。

3.3 簡易評価システムの製作

RDPデータやリアルタイムシミュレーションの航空機の航跡を解析するために使用するレーダデータ表示プログラムを製作した。

本プログラムはRDPデータやリアルタイムシミュレーションの航空機の航跡データを入力し、航跡を実時間または高速に表示する。また、解析機能として、航跡からイベントを抽出し集計する。イベントの例としては、航空機のセクター通過時間、FIX等の通過時刻を検出するための線

分通過時刻、航空機同士の間隔が定義間隔未満となるコンフリクト検出等がある。

本プログラムは汎用のWindowsのパソコンで動作する。そのため、リアルタイムシミュレーションの事後解析のために、実験に参加した管制機関等においても利用されている。

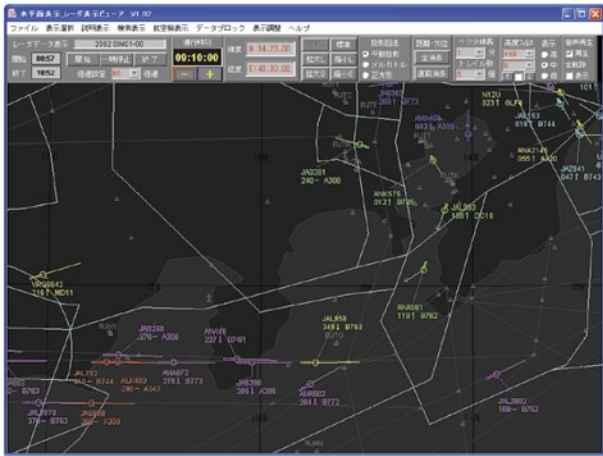


図1 レーダデータ表示プログラムの表示例

3.4 空域設定方法の調査

RVSM (Reduced Vertical Separation Minima), RNP (Required Navigation Performance), MNPS (Minimum Navigation Performance Specification) 等, 既に, 世界各地域において導入されている運航方式及び関連空域の設定方法について文献調査を行った。

4. 考察等

増大する航空交通量に対応することができる空域構成及び管制運用方式の評価・検討手法を検討した。

交通流量、滞留時間等については、下記のような関係となっている。

- (1) 航空機流量は、出域機流量により決まる。
- (2) 滞留の発生は、単位時間あたりの入域流量及び出域流量に依存し、滞留時間は、入域流量及び出域流量の差に依存する。
- (3) 最大迂回経路長は、空域の形状、入域地点と出域地点の位置関係に依存する。

これらのことから、空域の形状、経路構成及び管制業務移管時の条件は、航空交通流に対する管制方式や空域を設計する際の基本要件であり、空域改編や管制運用方式を変更する場合等には、この点、十分に考慮することが重要となる。

掲載文献

- (1) 蔭山康太, 山本哲士, 岡恵, 青山久枝: “実時間シミュレーションにおける航空管制通信量の一解析”, 電子航法研究所 第6回 研究発表会講演概要, P13, 2006年6月
- (2) 岡恵, 山本哲士: “単純な空域モデルにおける交通密度と管制空域デザイン要件”, 電子航法研究所 第6回 研究発表会講演概要, P17, 2006年6月
- (3) 福田豊, 山本哲士: “航空交通管理のパフォーマンス測定ツールの試作”, 電子航法研究所 第6回 研究発表会講演概要, P33, 2006年6月
- (4) 山本哲士, 岡恵: “同一滑走路の到着機交通流における着陸回数”, 電子航法研究所 第6回 研究発表会講演概要, P37, 2006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担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。

2. 研究の概要

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、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。

インテントについては各種のレベルがあり、TCP (Trajectory Change Point) としては針路変節点、高度変更点、速度変更点が発定時刻とともに示される。つまり4次元すなわち位置、高度、時間のプロファイルで目的地ま

での経路を示したものである。複雑な経路の場合には効率的に伝送するためにセグメントをシンボル化し、フライバイやフライオーバーなどの定点通過形式も含む形にする。

4次元航法において重要な役割をになうFMSはメーカーによって様々なレベルのものがあり、機能、表示、出力データも異なっている。特にRTA (Required Time of Arrival) の能力のあるものが4次元航法に適している。

3. 軌道予測に関して

4次元軌道の予測シミュレーションを行った。4次元軌道は4次元航法および管制を行うにあたって重要な役割をはたす。軌道予測に関係するものは次のようなものがある。

(1) 航空機の運動特性

これには推力と空気抵抗などのエネルギーモデルに基づくものや、単純な質点で近似したものがある。ユーロコントロールなどの資料では空力特性やエンジン特性などについて機種別に述べられており機体の大きさや、エンジン種別（ジェット、ターボプロップ）によるモデル化に使用できる。ここでは質点モデルに回転運動の効果を取り入れたものを利用した。

(2) データリンク

4次元航法で重要な役割を果たすADS-Bがあり、4次元軌道の予測にとって不可欠な要素となっている。位置、速度、方位、意図経路を送ることにより、現在の交通状況やそれぞれの航空機の位置予測が高精度で行えるようになる。

(3) 気象特性（風向、風速、気温）

偏西風などを始め風により航空機は速度や針路が大きく影響を受ける。つまり気象予測は4次元航法に重要な要素を占めている。

シミュレーション結果の例を図1に示す。これは、上昇時の高度プロファイル予測に関する図で、機体重量の情報を利用した予測の方が重量に関する情報が無い単純な予測より、より実際のデータに近づくことがわかる。

4. 今後の研究について

新しい世代のCNSの導入により、4次元航法が容易となる。それに対応した管制システムを構築することが出来ればより安全で効率的な航空交通が可能になる。離陸から着陸までの飛行機のすべての運用段階において、これらの概念を適用して全体のスループットの向上をはかることができる。

またASASの導入により航空機の密度の向上に役立てることができる。機上と管制官の役割や責任の分担をどのようにすべきかが問題となってくる。管制官が限定的にせ

よ権限を委譲する場合にはその手続きを決めておく必要がある。ASASの導入を含めて将来的には機上での飛行経路設定の自由度が増すものと考えられる。これは管制官のワークロード軽減にもつながるものであるが、どのような自由度を与えるかをよく考慮しないと、管制空域との接続点で混乱を招き、かえって安全性をそこなうことにもなりかねない。全体の安全と効率を考慮した手法について検討していく必要がある。

掲載文献

- (1) 矢田士郎：“4次元航法のシミュレーションについて”，電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集，B-2-33，平成16年9月
- (2) 矢田士郎：“四次元航法と管制に関する一考察”，第5回電子航法研究所研究発表会講演概要，pp.79-82，平成17年6月

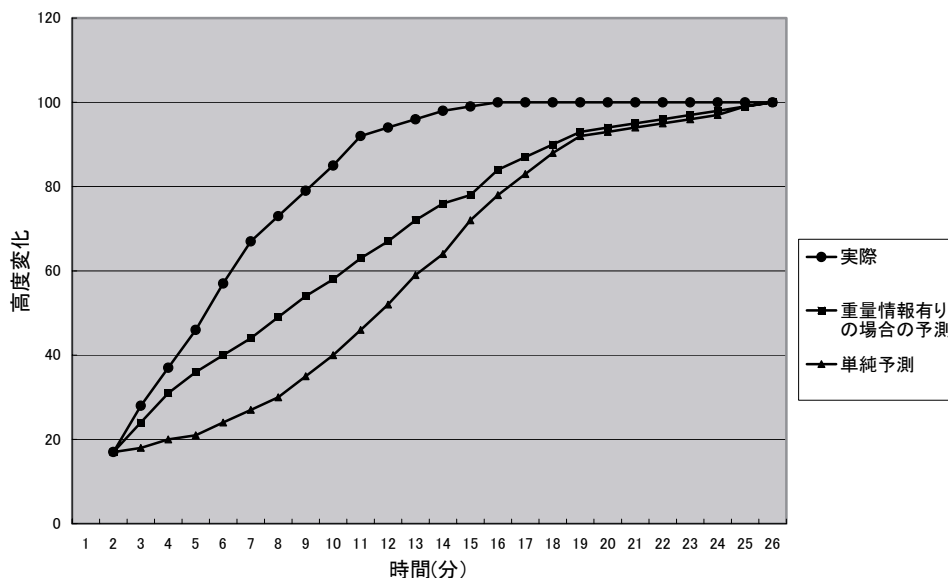


図1 追跡中の船舶画像の例

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【指定研究/空港整備勘定】

担当部 管制システム部
 担当者 ○蔭山 康太, 青山 久枝, 三垣 充彦
 研究期間 平成15年度～17年度

1. はじめに

レーダ機器や計算機などから構成される複雑で大規模な人間機械系である航空管制システムにおいて航空管制官（以下、管制官）は航空交通の監視や判断、および管制指示のパイロットへの発出など主要な機能を担っている。管制官の作業負担は航空管制システムにおいて非常に重要な要素である。

作業負担に影響を与える要素としては空域条件や管制機器のデザインなどが考えられる。このため、管制業務における作業負担増大の要因の検討は空域設計や将来の管制機器の設計などにおいて有益である。当研究所では、これまで実時間シミュレーションによる空域容量の推定などを行っているが、シミュレーションにおける管制官役の作業負担について、さらなる検討を行うことで、空域容量

に関して、より詳細な検討が可能となる。

本研究では実時間シミュレーションにおける作業負担の評価手法を検討し、特に空域条件や交通流などのシミュレーション条件に重点を置いて作業負担増大の要因を検討した。

2. 研究の概要

本研究では、実時間シミュレーションにおいて管制官の作業負担を評価し、シミュレーションの実施により取得されるデータを解析することで空域条件や交通量などのシミュレーション条件の各項目が作業負担へ与える影響を検討した。

ここで作業負担はシミュレーションにおいて「管制官役の生理的・心理的状态を乱すように作用する空域条件や交

通流などによる要求の総量」, 作業負担は「作業負担が管制官役の特性や能力と関連して管制官役へ与える影響」と定義される。

3. 研究成果

3.1 作業負担記録装置の製作

実時間シミュレーションにおける主観評価による作業負担の取得方法には, シミュレーション終了後の調査票の記入などによる手法も存在する。この場合, 評価の対象は全体的な交通流となるために, 交通流の一時的なピークなど印象に残りやすい事項の全体の評価に与える影響が大きくなる可能性が存在する。そこで, 実時間シミュレーション中のリアルタイムな作業負担値の取得を目的として作業負担記録装置(以下, 記録装置)を製作した。米国連邦航空局テクニカル・センタなどで使用されているATWIT(Air Traffic Workload Input Technique)装置に基づいて製作された記録装置は作業負担の主観評価値を実時間で記録する機能を有し, 入力指示用ランプと評価値の入力装置から構成される(図1)。記録装置は当研究所の航空管制シミュレータと接続されており, サーバよりシミュレーション時刻を取得する。

シミュレーション実施中に, 管制官役はランプの点滅を合図として各時刻における作業負担値を10段階で評価し, 評価値に該当する数値ボタンを入力装置から選択する。各ランプ点滅時刻において選択された数値が記録される。

記録装置の使用により, シミュレーション実施中にリアルタイムに作業負担値を取得することで負担値の変動の検討が可能となる。

2組の記録装置を製作し, 航空管制シミュレータのターミナル・レーダ表示装置, および航空路管制レーダ表示装置のそれぞれに1組ずつ設置した。



図1 記録装置の概観

3.2 実時間シミュレーションの実施

当所の航空管制シミュレーション装置および記録装置を使用して実時間シミュレーションを実施し, 主観評価による作業負担値を取得した。シミュレーションはターミナル管制および航空路管制のそれぞれを対象とした。

ターミナル管制シミュレーションでは, 取得した作業負担値と管制対象機の航跡データに基づき,

- ・同時管制機数
- ・過去の一定の範囲で管制権を受領した機数
- ・管制権の受領待ちの状態にある機数

などの項目について作業負担値との関連を検討した。

航空路管制シミュレーションでは, 関東北セクタを対象とした。同セクタは, 東京国際(羽田)空港および新東京国際(成田)空港の到着機の処理, 福島空港への進入許可などの管制業務が必要とされる。調査結果などに基づいて, 比較的に高い作業負担が予想される交通流シナリオを作成し, シミュレーションに使用した。

シミュレーション実施時には, レーダ対空席とレーダ調整席を担当する管制官役を配置した。また, タスク分析のために, ビデオ記録装置などにより管制官役の作業を記録した。また各試行の終了後には, 管制官の有する戦略と知識の取得を目的として, シミュレーションに使用した交通流シナリオに基づき, 管制処理方法について聞き取り調査を行った。

3.3 タスク分析

航空路管制シミュレーションにおいて記録されたログ・データやビデオ・データ, そして管制官役へのインタビュー結果に基づき, 航空管制業務と認知のモデル化を目的として航空管制業務のタスク分析を実施した。分析結果に基づいてレーダ対空席のタスクフローの一部をモデル化した(図2)。

このモデルは, レーダ対空席の管制官の典型的なものであり, 通常時に1機の航空機をレーダ画面上で視認してから管制を始める頃までの初期段階を対象とする。

管制処理をするための管制官の思考は, 常にゼロから全てを考えているわけではなく, 図に示すようなパターンマッチングによる場合が多いと見られる。

管制官は複数の航空機を同時に扱い, 各航空機に対してそれぞれの管制処理を行っているが, 非常に短時間のうちにどのような管制処理をするか思考しなければならない。このことを実現するには, 毎日ほぼ同じ経路を飛行する民間の定期便に対する管制処理のほとんどをパターンマッチングにより行っていると推測される。パターン化することで思考時間の短縮を図り, 変化していく状況認識に時間を

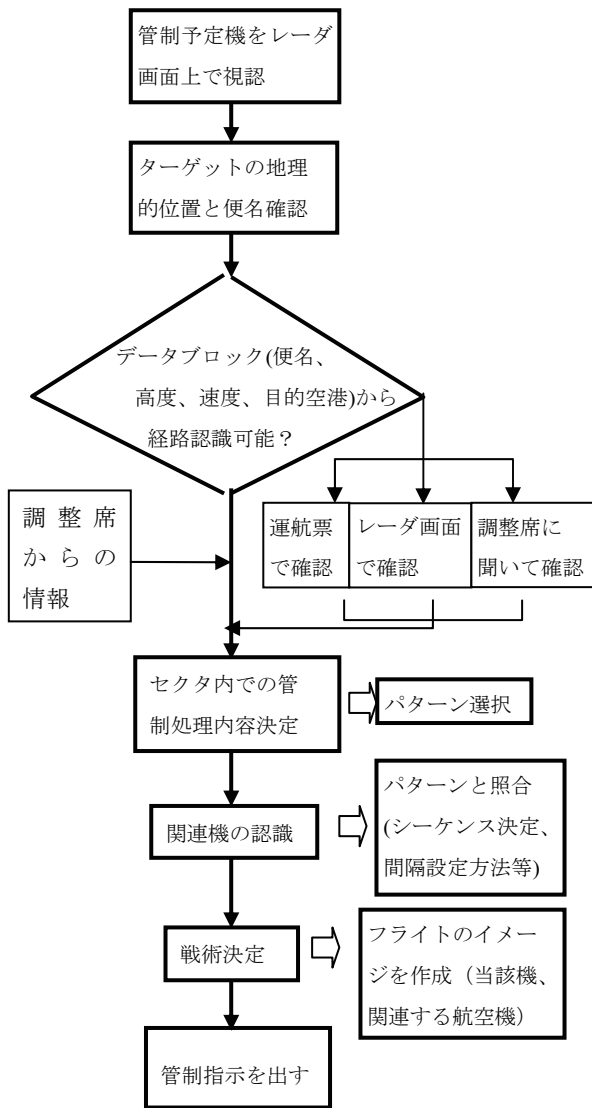


図2 管制官のタスクフロー

費やすことが可能となる。

管制官は航空機の便名・目的空港をキーワードとして、経路を認識し、パターンを選択していると考えられる。これに対しパターンに当てはまらないものについては、経路の認識から一つ一つ思考していくと思われる。

パターンの内容は、管制機関相互に取り決められている規程の管制間隔を主体とする。また、おおよそ高度に対する概念もパターンに組み込まれていると思われる。管制官はパターンの内容を満足させるために、状況認識と予測を加味して戦略・戦術をイメージ化し、イメージどおりの飛行経路や高度になるように航空機に対して指示を出していると考えられる。さらに、時間の経過に伴う状況の変化、通信量の増加等の原因によって必要であれば当初のイメージを随時変更しながら管制間隔を満足させていると推測される。

シミュレーション環境における管制現場の再現が不十分であったため、レーダ調整席のデータがあまり取得できな

かった。しかし、取得したビデオ映像と音声記録からレーダ調整席の積極的な調整業務によるサポートでレーダ対空席の業務負担が軽減されていることが確認された。

また、レーダ対空席が業務の優先順位決定に苦慮して管制処理が遅れ出したと思われる状況、レーダ対空席がミスに気付かなかった場合においても、レーダ調整席の的確なアドバイスにより状況打開の場面が見られた。これらのことより、レーダ調整席も図2に示すタスクフローを行っていると推測できる。

航空路管制業務においてレーダ調整席の業務数はレーダ対空席のそれよりはるかに多い。また、出発機に関してはレーダ調整席からレーダ対空席へと業務移管がなされている。セクタの地域特性などによっても異なるが、レーダ調整席にレーダ対空席の業務量の負担が依存している部分が少なくないと考えられる。

一つのセクタの業務をレーダ対空席、レーダ調整席の両方で支えていることより、この両者の思考が一致していないと円滑な業務を行うことはできないはずである。したがって、航空路管制業務の作業負担を考えるには、レーダ調整席の業務を詳細に分析する必要があると思われる。

3.4 航空管制通信の解析

管制指示の発出や各種情報の提供などを目的として行われる管制通信は航空管制作業において本質的な役割を果たし、通信時間や通信件数は管制官の作業量の指標として有用である。過去の実時間シミュレーションで記録されたデータを用いて、ターミナル空域における管制指示内容の解析を行った。

シミュレーションの実施中に記録された音声データを再生し、管制官役からパイロット役に対して発出された各通信について通信の開始・終了時刻および通信内容の書き取りを行うことで管制通信データを取得した。

解析においては同時管制機数と単位時間あたりの通信量の相関を検討した。両者の間にはある程度の相関が認められたが、進入方式間で相関の強さに差異が認められた。この相関の強さの差異は、進入方式による管制処理の複雑さを反映している可能性が存在する。進入方式による複雑さの差異の検討には、管制指示内容の組み立て方などの詳細な解析が必要である。

同時に管制指示発出時の文型を解析した。管制指示は通常は定められた形式に基づいて定型的に発出されるが、非定型に発出される場合もある。高い作業負荷に対する管制官役の反応の指標としての可能性を検討するため、管制通信量が多い場合に、特に非定型な指示の発出頻度が高くなるという仮説を検証した。検証の結果からは、通信量と非

定型な指示発出の頻度に強い相関を認めることはできず、発出の頻度は管制官役の個人差により大きく異なる傾向が認められた。その一方で、通信量の増加とともに非定型な指示発出の頻度が大きくなる場合も一部の管制管役に認められた。

非定型な指示発出の頻度には、管制指示発出の時間的切迫性など通信量以外の要素について今後の検討が必要であると考えられる。

4. 考察等

ターミナル管制シミュレーションの結果からは、同時管制機数については作業負担値との相関が比較的強い傾向が認められる一方で、管制権の受領済み機数および受領待ち機数の相関は、ほとんど認められなかった。これは、管制官役の作業の重点が現在の管制機の処理に集中し、新たな管制権の受領に対する割合が小さかったことを表すと考える。また、空港からの距離に基づいて同時管制機数を区分し回帰方程式へ当てはめることで、作業負担値の変動へ同時管制機数が与える影響を検討した結果からは、作業負担の変動の説明に十分な回帰方程式は得られなかったが、全般的に空港近くに位置する同時管制機数の作業負担への影響が大きい可能性が示された。

航空路管制シミュレーションの結果からは、各時点における通信量に加えて、作業内容項目により作業負担が大きく異なる可能性が示された。

航空管制業務のタスク分析からは、レーダ対空席の業務量はレーダ調整席の業務に大きく依存する可能性やレーダ調整席の業務の分析の必要性が示された。調整席の業務分析は、平成18年度より開始する指定研究「航空路管制業務のタスク分析及び作業負荷・負担の研究」において実施する予定である。

掲載文献

- (1) 蔭山：「実時間シミュレーションによる到着機処理の一解析」, 第41回飛行機シンポジウムアブストラクト集, 平成15年10月.
- (2) 蔭山, 青山, 三垣：「主観評価による航空管制官の作業負担の計測」, 第4回電子航法研究所研究発表会講演概要, 平成16年6月.
- (3) 井上, 青山, 蔭山, 古田：「航空管制業務のタスク分析に関する研究」, ヒューマン・インタフェース・シンポジウム, 平成16年10月.
- (4) 蔭山, 青山：「実時間シミュレーションによる管制通信の一解析」, 第42回飛行機シンポジウムアブストラクト集, 平成16年10月.
- (5) 井上, 青山, 蔭山, 古田：「航空路管制業務における管制官のタスク分析とモデル化に関する研究」, 第13回機械学会交通・物流部門大会, 平成16年12月.
- (6) 蔭山：「航空管制シミュレータの運用」, 航空無線第42号, 平成16年12月.
- (7) Kageyama, Aoyama “An Analysis of Communications for Arrival in Real-time ATC Simulation,” International Symposium Aviation Psychology 2005.
- (8) Inoue, Aoyama, Kageyama, Furuta “Task Analysis for Safety Assessment in En-route ATC,” International Symposium on Aviation Psychology 2005.
- (9) 蔭山, 岡, 三垣：「航空管制シミュレータの開発」, 第43回飛行機シンポジウムアブストラクト集, 平成17年10月.
- (10) 青山, 井上, 蔭山：「航空路管制における管制指示の分析」, 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 平成17年12月.
- (11) Kageyama, Oka, Migaki “Real-time ATC Simulation System for Airspace Capacity Estimation,” 電子情報通信学会総合大会, 平成18年3月.

航空管制業務におけるヒューマン・ファクタの評価分析手法の研究【指定研究／空港整備勘定】

担 当 部 管制システム部
担 当 者 塩見格一
研究期間 平成16年度～平成19年度

1. はじめに

本研究は、ヒューマン・パフォーマンスをリアルタイムに監視し、その監視結果をフィードバックすることによりヒューマン・エラーの発生を低減させることを可能とする

システム開発を目的として進めている。

1998年に、発話音声のカオス性と発話者のストレス状態との相関を発見して以来、当所では、発話音声分析技術の機能向上を目的とした研究を、また発話音声以外の生体信

号のカオス性を含めて、これらにより総合的に、より正確な心身状態を定量的に評価するための技術開発を進めて来た。

しかしながら当所は、航空管制業務や航空機運航業務の支援等に係る研究を業務としており、当所単独では、人間工学的な更には医学的な知識やノウハウを必要とする本研究を効率的に進めることはできない。本研究に先行する研究の実施においても、現時点において考えれば、必ずしもこれらを効率的に進めて来ることはできなかった様に思われる。

また、しかしながら今日、当所がこれまで継続的に進めて来た研究の成果が認められ、我が国における人間工学の分野における研究を支えて来た鉄道総合技術研究所（旧鉄道労働科学研究所）の研究者や、PET（Positron Emission Tomography）やfMRI（functional Magnetic Resonance Imaging）等の脳機能診断装置を擁して先進的な脳機能研究を進めている東北大学医学部の研究者を共同研究者として研究を進めることが可能となった。

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

2. 平成17年度実施概要

平成17年度には、本研究と上記受託研究に要するデータの収集を目的として、上記鉄道総合技術研究所において、延べ12人の被験者を使って、1人当たり5日間で、60日間に及ぶ疲労等計測実験を実施した。これ程の大規模な実験は、鉄道総合技術研究所においても類例の少ないものであるらしく、我が国においては、多分、疲労から過労までを検出する目的で行った初めての本格的な実験であったと思われる。

鉄道車両の運行シミュレータを使用した実験においては、被験者が過労により運転席に倒れ込んだり、計測側の実験実施者も過労により計測装置の操作ミス等を起こしたりした程に過酷な実験であった。

尤も、実験は計画段階から被験者の安全を最優先に考慮したものであり、実験実施内容については東北大学の倫理委員会に図り承認を得て行った。また更に、実験期間中においても東京学芸大学において医師に待機していただきながら、心電図をメールで送る等、密に連絡を取りながら行った。

疲労評価実験は、上記の様に被験者にも実験者にも過酷なものであったが、音声データについては、述べ時間にして約4千時間分、データサイズにおいては700GB以上の

データを得ることができた。これらのデータの処理は重要と思われる部分から進めており、平成18年度においても継続的に実施している。

平成17年度においては、この膨大なデータを効率的に処理するための、例えば、連続的な音声データから有効な発話音声部分のみを切り出す様な機能を有するソフトウェア開発等も行い、また膨大なデータに基づいて、従来使用して来た尺度よりも、より普遍性の高い尺度の検討等も実施した。

また、上記の膨大なデータの処理を行うことにより、そこにおける試行錯誤の結果、以下の研究成果に述べる成果を上げることができた。

3. 研究成果

上記実験結果の詳細については掲載文献を参照することとして、以下に平成17年度の研究成果を要約して記す。

- 1) 発話音声から算出される診断指標値について、従来指標値よりも、人間の覚醒度に相関するフリッカ識別周波数と高い相関を示す新たな指標値を開発した。
- 2) 発話音声により、フリッカ・テスターと同程度に被験者の覚醒度の評価が可能であることが確認された。

フリッカ・テスターは、人間の覚醒度が低下した場合に、蛍光灯の不良等において意識されるチラツキに対して鈍感になる特性を利用して人間の覚醒度を評価する装置である。人間の覚醒度は、大脳新皮質の特に前頭前野の機能状態によるものであり、発話音声からフリッカ・テスターと同様に人間の覚醒度が評価可能であることが確認されたことは、先に我々が主張していた様に、発話音声から発話者の脳活性度が評価可能であることが証明されたと言い得るものである。

尤も、上記については、今後、これらの実験結果を公表し第三者に審判を仰がなければならないが、我々は実験結果のみならず、実験により収集したデータの全てを公表することが可能である。

発話音声により覚醒度が評価可能であることが信認されれば、フリッカ・テスターにより覚醒度を評価する場合には点滅する光源を注視する等の作業が必要であったが、業務を中断させることなく、その業務における安全性に何等の悪い影響を与えることなく、管制官やパイロットの、鉄道車両やトラック等の運転者の、覚醒度を評価することが可能となる。

- 3) 発話音声から算出される指標値の信頼性を確保しながら

ら、信号処理速度を平均的に1桁以上改善した信号処理アルゴリズムを実現した。

発話音声の信号処理に現在使用しているアルゴリズムはSiCECAと呼んでいるものであり、これ以前に使用していた佐野・澤田のアルゴリズム等に比較して、音声信号処理においては3～4桁高速な処理を可能としたものであったが、それであっても48.0kHzでサンプルされた1秒間の音声信号を1秒程度で処理するためには、特殊なアーキテクチャを有するコンピュータ（米国クレイ社製MTA-2）が必要であった。パソコンであれば、今日最高性能のものを使用しても1秒の音声信号の処理に平均的に数十秒程度の時間は最低でも必要であり、リアルタイムな用途にストレスなく対応させることは不可能であった。

発話音声から算出される脳活性化指数値は、被験者が疲労や眠気を自覚する数十分前には変化が見られるため、我々は運用形態を工夫することで、例えば「10秒間の音声信号を10分間以内に処理し、比較的早い段階で予警報を発生させる。」と言った用法を様々に検討して来たが、10秒間の発話を10秒程度で処理することが可能であれば、利用者に“待っている”と言った感覚を与えることなく、診断結果を通知することが可能となる。

数十分後の疲労を警告する場合、10分程度の遅れは運用的には問題にならないものとも考えられるが、利用者の立場においては、診断を求めて発話したからには結果が知りたいのは当然であって、結果が通知されるまでの時間は、その結果を待っているために注意力が分散した様な状況に置かれているとも考えられる。注意力の分散は、明らかに危険状態であり、発話音声分析装置の応答性の不足は“安全性の確保を目的として行う音声診断”を“危険状態の原因”としてしまう虞がある。

3)の信号処理速度の改善は、利用者の感覚においてリアルタイムな運用を可能とする発話音声分析装置の実現を可能とするものである。

48.0kHzでサンプリングされた10秒間の音声信号を、新たに開発したアルゴリズム（SiCECA-FTS: SiCECA Faster Than Sound）では、3.2GHzのクロックで動作す

るPentium-4プロセッサ上で動作させれば、4～5秒で処理を完了することが可能であった。

家庭用血圧計は自己管理ツールとして最も簡便なものの例として取り上げられるものであるが、安静にして装着して、スイッチを押してから診断値が出るまでには数十秒から1分程度の時間は必要であるが、SiCECA-FTSを実装した発話音声分析装置については、プラットフォームが起動している状態であれば、マウスのクリックから診断値を得るまでの時間は、実に十秒程度に過ぎない。

上記1～3)の各項目は、いずれも本研究とこれに先行する研究の全実施期間において、SiCECAアルゴリズムの開発に次ぐ成果であり、これらにより遂に、パソコン程度のプラットフォームにより、車載可能な、リアルタイムに発話音声の評価診断する装置が実現された。

現在、幾つかの共同研究者においては、既に、運転者から発話音声を得るためのインタロゲーション機能を有する車載型発話音声分析装置の開発製造が進められており、平成18年の中頃までには実用型1号機が完成する見込みである。

4. おわりに

音声信号処理速度の高速化は、研究開発において処理可能なデータの量や種類を著しく増大させるものであり、研究の効率を大幅に改善する。今後は、より多くのデータを処理することで、指標値の信頼性の向上と、またより普遍的な評価尺度の策定等、より具体的に、実用化から高性能化に向けての作業を進めていきたいと考えている。

本研究は、多くの共同研究者により支えられたものであり、且つ、当所の役割分担を含めて、その役割分担が極めて上手く機能した例と思われる。

掲載文献

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

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着中の遊漁船も多く、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。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

画像センサとして中赤外領域に対応した量子型センサ（冷却型）、非冷却型赤外センサ、低照度カメラを用いて夕方から夜間にかけて観測実験を実施した。船舶画像の取得は東京湾の入り口で浦賀水道航路を見渡せる三浦半島観音崎の東京湾海上交通センタのそばで行った。解析には移動体の抽出、個別船舶の識別、トラッキングについてフレーム間差分、背景差分、膨張収縮などの画像処理のアルゴリズムを適用した。また船舶を個別に識別してトラッキングを行うために輝度の強さやその分布だけでなく、船舶の運動の方向や大きさに関する特徴量を利用した。観測された移動ベクトルを利用して運動の予測を行い、船舶同士が交差した状態から互いに離れていく場合に速やかにトラッキングが継続可能な試みを行った。

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。低照度カメラによる撮影画像もある程度利用可能なことがわかった。

実験の結果、冷却型に比べて感度の劣る非冷却型赤外線カメラによる撮影画像もある程度利用可能なことがわかっ

た。画像処理の手法としてここではフレーム間差分と背景差分を融合した方法を用い、膨張、収縮などにより領域分割を行った。トラッキングにおいては船舶の個別識別としてそれぞれの船の運動特性、すなわち位置や速度の情報を利用した。船舶が監視領域にはいった時にタグ付けを行い、船舶の位置、速度を観測し、予測フィルタにより予想位置を求め、相関により個別の船舶の識別を行った。船の重なりが少ない場合は個別の船舶のトラッキングが有効に行えることを確かめた。実施した追跡中の船舶画像の例を図1に示す。



図1 追跡中の船舶画像の例

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。

船舶の特徴量を利用してトラッキングの精度を向上する試みを行った。特に運動特性に注目して解析を行った。画面の途中からの重なりをその後分離する場合には、かなり効果的にトラッキングが行えた。しかし、速度が大幅に変化する場合や、重なりあう船の大きさがかなり異なる場合などでは、うまくいかないことがあった。今後の研究課題としては各種の状況にも柔軟に対応できるアルゴリズムの改良や、船舶の特徴量を更に有効に活用して、より信頼性、

頑健性のある方法の開発が必要である。

掲載文献

(1) 矢田士郎：“赤外線センサ等による船舶の検知追跡”，第3回電子航法研究所研究発表会講演概要，pp.73-76，平成15年6月

(2) 矢田士郎：“赤外線センサーによる浦賀水道を航行する船舶のトラッキング”，電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集，B-2-18，平成15年9月

(3) 矢田士郎：“画像センサーによる船舶のトラッキング”，第4回電子航法研究所研究発表会講演概要，pp.53-56，平成16年6月

状況・意図理解によるリスクの発見と回避【競争的資金／一般勘定】

担当部	管制システム部
担当者	塩見格一
研究期間	平成16年度～平成18年度

1. はじめに

本研究は、文部科学省系の外郭団体である科学技術振興機構による科学技術振興調整費による受託研究であり、特に政府がその研究開発が行政において重要と考える課題（重要課題解決型研究－交通事故対策技術の研究開発）に対する公募から選考されたものである。

本研究は筑波大学の稲垣敏之教授を代表者として、筑波大学、産業技術総合研究所、海上安全技術研究所、交通安全環境研究所、他と実施するものであり、当所は、東北大学と鉄道総合技術研究所と共に、運転者の心身状態を評価する技術の開発と検証を受け持っている。

2. 当所の役割分担

本研究において、当所は、東北大学と鉄道総合技術研究所と共に、当所が1998年より開発を進めて来た発話音声により発話者の心身状態を評価する技術を、トラック等の車両の運転手の心身状態の管理に適用できるように実用化を進める役割分担を受け持っている。

本研究は、研究協力者と共に発話音声による心身状態評価技術の適用範囲を明確にし、更に車載型システムとして実現するために必要となる要素技術を明らかにし、またこれを獲得することにより実用システムの機能評価用プロトタイプを実現することを目的としている。平成18年度には、試作システムを利用した実車実験を行えるように研究開発を進めている。

なお、当所は、本研究内容に関する研究として、当所指定研究としての「航空管制業務におけるヒューマン・ファクタの評価分析手法の研究」と、運技費による受託研究としての「陸・海・空の事故防止技術の開発」を並行して進めており、本研究においては、主に、並行して進める研究の成果の実験的検証を行っている。

3. 実験的研究実施内容

平成17年には、鉄道総合技術研究所において、鉄道車両運行シミュレータを利用して運転者の疲労から過労状態を検出する実験を実施した。

疲労計測実験において、被験者は、体育系の男子大学生及び大学院生11名であり、彼等には、先ず鉄道車両運行業務模擬作業の慣熟を図り、その後、約11時間に及ぶ連続的な運行業務模擬作業負荷を含む疲労計測実験を実施した。実験の実施概要としてのタイム・テーブルは図1として示すとおりであり、被験者1名当たり5日間の実験実施日程をとっている。

鉄道車両運行業務模擬作業は、1系列として5駅区間を約10分間で運転する業務の繰り返しとして実施したもので、1系列を8回繰り返すことを1試行としている。

鉄道車両運行業務模擬作業の慣熟期間においては1試行単位で業務模擬作業を行わせ、疲労計測実験においては5試行の作業を、間に2回の休憩を入れて、約11時間をかけて行わせている。

疲労計測実験は実験開始日より第4日目から第5日目にかけて行ったものであり、第4日目午前中に、被験者の当日の基準となる発話音声の収録、及び生理指標値の計測を行っている。

第4日目午後のエルゴメータ等による運動は、以降の連続運行業務模擬作業中に被験者を疲労状態とするために課したものであり、トラックの運転手における荷積み等作業の負荷レベルに相当する運動性負荷（運動中の心拍数が、年齢に対する最大心拍数の75～80%となる負荷）を、エルゴメータ、或いは荷物（～20kg）を背負った階段歩行運動として加えている。

連続的な運行業務模擬作業は、上記エルゴメータ等による運動の後に、被験者にシャワーによるリフレッシュと夕

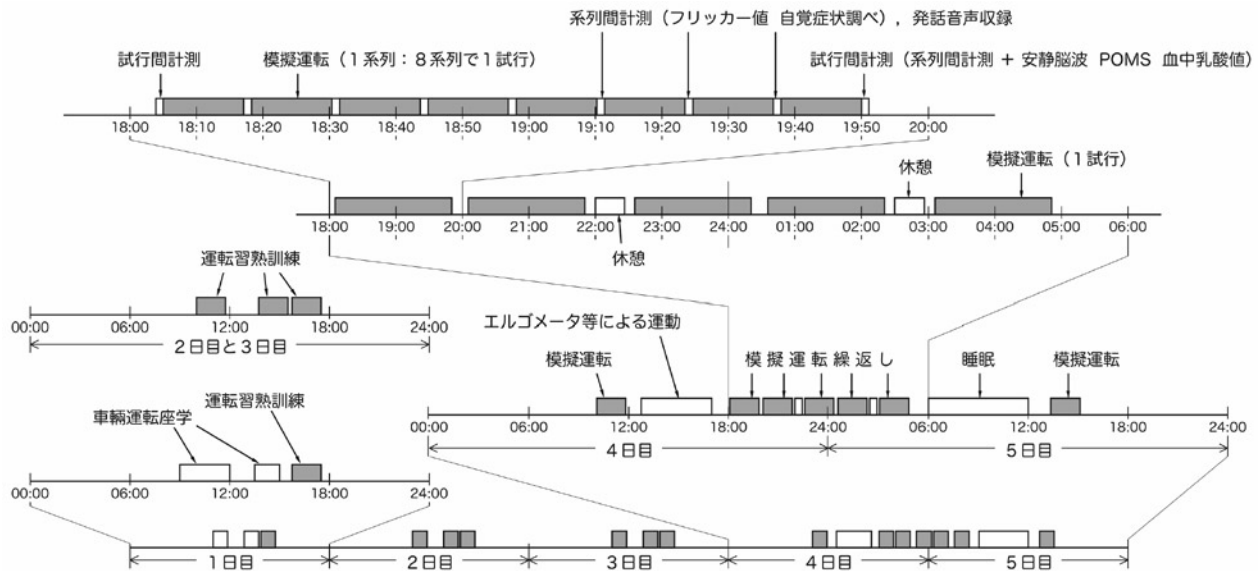


図1 列車運転シミュレータを用いた疲労計測実験の概要

食を与え、午後6時前後から開始した。まず8系列1試行を2試行繰り返し、軽食を含む休憩を20分程度与え、再び2試行の後に同様に軽食を含む休憩を20分程度与え、更に1試行の作業を行わせた。連続的な5試行の後に試行後の発話音声収録等の計測を行い、その後6時間の睡眠を取らせて、第5日目の午後に、睡眠による疲労回復状況を観察するための計測を1試行として行っている。

図2は、典型的な脳活性化指数値と臨界フリッカ識別周波数（フリッカ値）の経時的な変化を示したものであり、運動負荷後の連続的な運転作業模擬の継続により、脳活性

度指数値、フリッカ値と共に経時的に低下している様子が現われている。また、連続的な業務負荷後の睡眠により両指数値共に運動負荷以前の値に回復していることも読み取ることができる。

なお、18時から翌朝5時までの連続運転作業模擬期間中における脳活性化指数値とフリッカ値の相関係数は0.637（データ数は49）であり、高い相関があることが示されている。

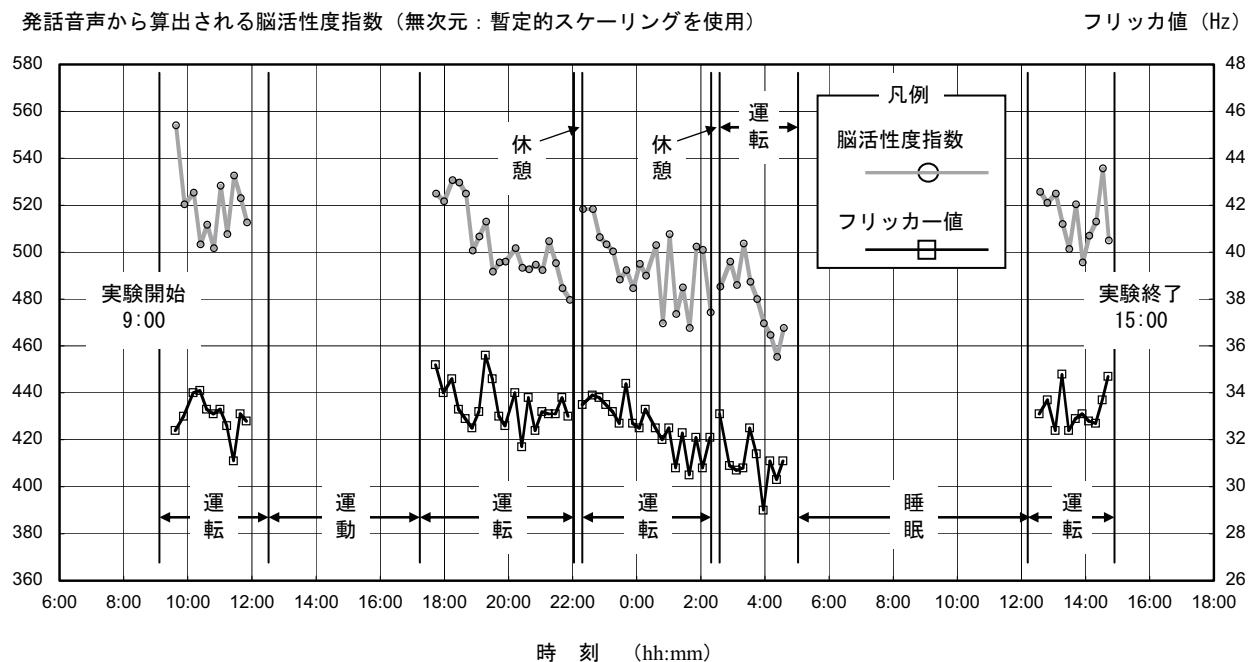


図2 発話音声による脳活性化指数値とフリッカ値の経時的な変化

4. おわりに

上記以外にも、平成17年度においては、小田急電鉄殿のご協力による実車実験等を実施し、いずれの実験結果においても、発話音声から発話者の脳活性度が評価可能であることを否定する様な結果は皆無であった。

今後、心身状態や脳機能状態を判定する尺度の信頼性を獲得するためには、更に様々なタイプの実験を実施する必要があると考えられるが、本研究においては、車載型実用システムが実現を含めて、平成18年度中に、当初の目標を十分に達成し、これを越える成果を出すことができると確

信している。

共同研究者各位には、成果の取り纏めに向けて、より一層のご協力をお願い致したい。

掲載文献

- (1) 塩見格一 “発話音声による疲労状態評価検証実験の手法と結果” 第35回日本人間工学会関東支部会, Nov, 2004.
- (2) <http://www.siceca.org>

陸・海・空の事故防止技術の開発【受託研究／一般勘定】

担 当 部 管制システム部
担 当 者 塩見格一
研究期間 平成16年度～平成19年度

1. はじめに

本研究は、国土交通省総合政策局技術安全課の技術研究開発委託費により実施する研究であり、陸海空の交通モードに共通に適用可能な予防安全技術の開発を目的として、海上安全技術研究所、交通安全環境研究所と共に進めている。当所の受け持つ範囲は、陸ではトラック等の車両運転者及び鉄道車両運転者、海では船舶のブリッジで業務を行う操船者、空では航空機のパイロットと航空管制官、等々の運転等業務作業者の心身状態の監視に係る技術開発である。特に、当所には、発話音声等による心身状態評価システムの開発が求められている。

平成17年度においては、4月25日に発生したJR西日本における福知山線事故を受け、居眠りや疲労だけでなく、緊張やパニック等の兆候の検出にも範囲を広げた心身状態評価システムを、早急に実現することが求められた。

本研究開発においては、当初は、発話音声信号以外の生体信号も利用して、総合的に、より信頼性の高い心身状態評価システムの実現を想定していたが、上記要望に対処するために、生体信号としては発話音声分析に限定することとして、年度内の車載型発話音声分析システムの実現を目指した。

2. 心身状態評価システムの開発と成果

平成17年度には、8月から9月にかけて鉄道総合技術研究所において、12人の被験者により疲労計測実験を実施し、発話音声から算出される脳活性度指数値と、人間の覚醒度に相関すると考えられている臨界フリッカ識別周波数が強

い相関を示すことを確認した。この実験により、発話音声による脳活性度指数値は、心拍数等の大脳旧皮質に係る自律神経系の指標著とは異なり、大脳新皮質に係る意識中枢の機能の評価に有効な指標値であることが確認された。即ち、発話音声进行分析することにより、発話者の作業の安定性や信頼性等が評価可能であり、ヒューマン・エラーの発生確率の上昇を警告する機能が実現可能であることが示された。

また、平成17年11月には、小田急電鉄殿のご協力により、鉄道総合技術研究所と共に、実鉄道車両における発話音声の収集実験も実施することができた。発話音声分析システムの開発における現状の最大の課題は、音声信号処理速度の改善と、分析に対応する品位の発話音声を集めるためのマイクロフォンとその設置等技術に関するものであるが、上記実車両における音声収集実験により、以下の様な、現状のマイクロフォン等の有する問題を明らかにすることができた。

発話音声から信頼できる指標値を算出するためには、信号雑音比として最低でも10bits、理想的には14bits以上の品位の音声が必要であるが、鉄道車両の運転席においてその品位を実現することは、マイクロフォンを運転者の口元直近に設置する以外の手法では不可能である。しかしながら、口元直近に設置した場合には、喚呼音声のダイナミックレンジが広いと、往々にしてマイクロフォンの許容入力音圧を越えクリップした音声信号となるために、適正に指標値を算出することができなくなる。

そこで、高音圧に耐える騒音計のマイクロフォン・カブ

セルを利用したヘッドセット・マイクロフォンを製作し、併せて広いダイナミックレンジに対応させながら十分な信号雑音比を実現するために、従来の16bitsに代えて24bitsの入力信号分解能を有する低雑音型の音声信号記録装置、及びパソコン用のADコンバーターを利用して、新たに音声信号処理装置を製作した。

下図は、上記により試作した車載型発話音声分析装置であり、新たに開発した信号処理アルゴリズムSICECA-FTSを実装することで、3.4GHzで動作するPentium4 DualCoreプロセッサ2個を利用して、10秒間の発話音声を実験的に10秒程度以下で処理する性能を実現している。



図1 試作した車載型発話音声分析装置

掲載文献等

(1) <http://www.siceca.org>

小型機用情報通信に関する調査【調査/空港整備勘定】

担当部 管制システム部

担当者 ○塩地 誠, 白川 昌之, 山本 憲夫 (電子航法開発部 センシング研究G)

研究期間 平成17年10月～平成18年3月

1. はじめに

ユニバーサル・アクセス・トランシーバ (UAT) は、小型航空機に搭載される放送型自動従属監視 (ADS-B) 装置の一種で、位置情報などを周辺の小型機あるいは地上施設に伝える。小型航空機の運航に役立つと期待されている。米国 (連邦航空局:FAA) では2000年より、CAPSTONE計画として、小型機の安全運航のための技術 (ADS-B, WAAS, TIS-B) の実証実験を実施している。UATはこの実験でも主要な役割を担っている。

本件 (調査) では、将来の小型機の運用方式に関する研究の準備のため、UATの機能、性能および実証実験の状況について調査を行った。

2. 調査の概要

2.1 UAT (ユニバーサル・アクセス・トランシーバ) に関する調査

UATの性能・機能、米国での開発・評価の状況などの調査を行った。

UATは、米国で開発された小型航空機搭載用のデジタル通信装置である。航空機相互間で位置、高度、速度、進行方向の情報を交換するとともに、地上側から送信される、航空官署が把握している周辺航空機の位置情報や、航空安全に係る情報と気象情報を受信するものである。

これらの情報は、コックピットのパネルに設置された表

示装置 (MFD) に地形図と関連づけて表示される。

UAT装置はICAOで国際標準が定められ、周波数はDMEなどに使われる周波数帯の中の978MHzを使用し、1Mbpsの情報伝送量を持つ。FAAの承認を受けたWAAS/GPS機能付きの装置が、7,000～8,000ドル程度で市販されている。

2.2 CAPSTONE計画の調査

米国航空局 (FAA) は、UATの実証試験を「キャプストーン計画」と称してアラスカ州において実施している。同州では、急峻な山岳のため道路整備が困難で、小型航空機が重要な交通手段となっている。そのため、小型機の事故も多く、小型機の安全性向上を目指した計画である。本件調査では、航空局の調査団に同行し、その実施状況を調査した。

キャプストーン計画は、フェイズIが2000年から、アラスカ州西部にて始まり、計画に参加協力する小型航空機にUATを搭載させ、アンカレッジやベセル付近に地上局 (GBT: Ground Base Transceiver) を設置した。

UAT搭載機同士は、ADS-Bにより互いの位置が分かり、地上局から放送されるTIS-B (トラフィック情報サービス放送) やFIS-B (飛行情報サービス放送) を受信することができる。これにより、計画の進捗に伴い、アラスカ州の小型航空機の事故件数が減少してきたという。

一方、アラスカの航空路監視レーダーは、高高度を飛行する大型航空機は捕らえることができるが、山間部（氷河で削られた幅の広いU字型の谷）を飛行する小型航空機は捕らえることが難しいという状況である。

キャプストーン計画の地上局は、航空機からのADS-B信号を受信し、航空管制部などではそれらの情報をディスプレイ上に表示できる。たまたま起きた小型機の不時着を知ることができ、着陸位置も詳しく特定できたので、救援活動がすばやく行われたと聞いた。

なお、キャプストーン計画と平行して、アラスカ州地方航空局では、他の安全対策も行っている。

まず、ウェザーカメラは、小型機が飛行する主要地点や飛行場にリモートのカメラを設置し、天候、視界をインターネット上の画像で確認できるシステムである。自家用機も含め、操縦者は事前に天候と視界を確認でき、航空会社の

カウンターでは飛行を迫る乗客への説明にも使用できる。無理な飛行が減少する効果があるという。

メダリオン計画は、小型航空機の操縦者に対して、移動式（トレーラ）のフライトシミュレータを用いた安全訓練を提供し、優良な操縦者や小型機運航事業者に認定証（メダル）を与えるもので、安全思想の普及を図るものである。

4. まとめ

UATとそれを活用した米国のキャプストーン計画について調査を行った。調査成果は、次年度以降の航空機の安全運航に関連する研究に活用する予定である。

掲載文献

- (1) 放送型データリンクに係る国際動向調査 資料17-1-7
キャプストーン計画, 航空局, 2005年11月

管通空港管制化による遅延量評価委託【受託研究/空港整備勘定】

担 当 部 管制システム部
担 当 者 ○蔭山 康太, 瀬之口 敦
研究期間 平成17年度

1. はじめに

円滑な航空交通流の実現などの実現のため、飛行場対空通信業務を実施している空港（以下、管通空港）を飛行場管制業務を実施する空港（以下、管制空港）に変更する計画が国土交通省により実施されている。

本受託研究では、当所で所有の高速シミュレーション・ソフトウェアであるTAAM（Total Airspace and Airport Modeller）を使用して、管通空港の管制空港化による遅延時間の低減効果を検討した。シミュレーションは、女満別、福島、富山、出雲、山口宇部、奄美の6空港を対象とした。

2. 研究の概要

高速シミュレーションでは、計算機上で航空機の動きをモデル化する。本受託研究で用いたTAAMは代表的な高速シミュレーション・ソフトウェアの一つであり、標準到着・出発経路などの具体的なモデル化、そしてモデル上でのシミュレーション実施を可能としている。また、ルール・ベースの設定により、各種の交通状況に応じた離陸や進入の待機指定などが可能である。

一般に、高速シミュレーションでは遅延時間を基準として、代替案間での相対評価を行う。上記6空港を対象とした管通空港モデルおよび管制空港モデルを作成し、それぞ

れのモデル上でのシミュレーション結果より得られた遅延時間を比較した。

3. 研究成果

シミュレーションにおいてはSYD（出発機と到着機が同一滑走路を使用する場合に出発機の離陸を飛行場管制所管制官に委任する方式）活用による遅延時間の低減効果の検討を目的とした。

そこで、管通空港モデルと管制空港モデルでは共通の交通流シナリオや空港・空域データを使用して、ルール・ベースの設定内容のみを異なる値とすることで、運用方式の違いが遅延時間に与える影響を検討した。

交通流シナリオでは観測データに基づいて各航空機の予定出発・到着時刻などを定義した。

管通空港モデルのルール・ベースでは、進入許可が発出された後は当該到着機の着陸まで出発機は離陸を待機することとした。一方、管制空港モデルのルール・ベースではSYDの活用により出発機と到着機の間隔短縮が可能であるため、到着機が滑走路端から5NM以遠に位置する場合には出発機は離陸が可能であるとした。

シミュレーション結果からは、いずれの空港においても管制空港モデルでは到着機と出発機の間隔値の短縮により

出発機の遅延時間の平均値が大きく低減されることが確認された。また、管制空港モデルでは空港や交通流シナリオによるばらつきが非常に小さくなり、予定時刻の集中の度合いにより生じるばらつきが間隔値の短縮により吸収されることが示された。

4. 考察等

本シミュレーション・モデルにおいては、詳細な管制指示や出発制御時刻などの要素は考慮していないため、こ

れらの要素を加味することで、さらに現実の運用に近いシミュレーション結果の取得が期待できる。

なお、本受託研究による検討結果は、受託研究報告書として発注者側に提出された。

掲載文献

蔭山，瀬之口：「管通空港管制化による遅延量評価委託報告書」，受託研究報告書，平成18年3月

4 衛星技術部

I 年度当初の試験研究計画とそのねらい

平成17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. 静止衛星型衛星航法補強システムの2周波対応に関する研究
2. 高性能な航空衛星通信システムに関する基礎研究
3. リアルタイムキネマティックGPS測位方式の有効性向上に関する研究
4. GPS観測データを用いた対流圏遅延量のリアルタイム推定に関する研究
5. 航空航法におけるGPS脆弱性に関する調査
6. 高精度測位補正技術に関する研究

以上のうち、1は重点研究であり、平成16-19年度の4年計画で実施している。現在のGPSやGLONASSをGNSSとして使用するため、静止衛星を介してインテグリティ(完全性)、測位精度およびアベイラビリティ(利用性)を保証するための補強情報を配信す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、運用が始まっている。一方において、GPSは新たな周波数(L5)の追加による性能向上が計画されている。現在のSBASは1周波しか使用しないことから電離層活動の影響を受け易く、航空機の精密進入に使用するためには利用性に限界があるが、SBASが2周波を利用できるようになれば精度、利用性が改善され精密進入を実現できる可能性が高くなることから、2周波を利用しSBASのインテグリティ、精度、利用性の向上を図るための研究を実施している。経費は空港整備特別会計によるものである。2、3は指定研究である。2は、平成15-17年度の計画で最終年度である。2は、現在行われている航空衛星通信によるADS及びCPDLCをさらに高速化するとともに、新たなアプリケーションを導入するために次世代衛星通信システムに関する調査・研究を行うものである。3は、GPS電波の搬送波位相を用い移動体の高精度な測位精度が得られるリアルタイムキネマティックGPS方式における地上基準局と利用者間の距離制限を電離層、対流圏遅延について積極的な補正処理を行うことにより緩和するための研究である。4は基礎研究であり、平成17-18年度の計画で実施するものである。GPS等を用いた測位の高精度化に伴って、重要さが増大している対流圏遅延について、GPS観測データを用いて対流圏遅延量を連続的に

推定し、観測データ取得後短時間に推定結果を利用者に提供するための対流圏遅延推定方式、手法の研究を行う。5は調査である。GPSの脆弱性について、世界各国の取り組みを調査・分析を行う。6は、平成15年度より6年計画で開始された、国家的プロジェクトである準天頂衛星を利用する高精度測位補正技術開発に関する国土交通省・総合政策局・技術安全課からの受託研究である。

II 試験研究の実施状況

○ 静止衛星型衛星航法補強システムの2周波対応に関する研究では、2周波電離層遅延測定を行う上で問題となる周波数間バイアス除去方法検討・基本部開発、2周波対応SVM検討・開発、電離層長期データ調査・データ同化アルゴリズムの検討・ツール開発、電離層擾乱測定・解析を行った。また、電離層活動に関する資料を作成しICAO NSP WGおよびSBAS電離層会議に電離層シンチレーションの影響解析結果を報告した。さらに、情報通信研究機構、京都大学、名古屋大学と電離層擾乱等の研究に関する共同研究を開始するとともに電離層解析関連の研究で客員研究員2名を招聘している。

○ 高性能な航空衛星通信システムに関する基礎研究では、狭帯域方式ADSの検討において、シミュレーションソフトを改良し、洋上空域トラフィックに対するデータ伝送特性を解析した。また、IPを用いた衛星通信方式の調査・検討については、文献や海外動向等に基づき、航空衛星通信にIP伝送方式を利用した場合の可能性等について検討し、シミュレーションの予備的検討を行った。航空衛星通信の伝送特性解析では、行政当局の要望に基づき、数値解析シミュレータを用いて、現在の航空衛星通信のシミュレーションを行った。次世代航空衛星通信システムの調査では、ICAOや欧州の動向調査、発表を行った。

○ リアルタイムキネマティックGPS測位方式の有効性向上に関する研究では、広域補強システムの技術を利用した広範囲で有効な電離層伝搬遅延量を用い、基準局および移動局における電離層伝搬遅延を補正し、基線長の長短に関わらずリアルタイムキネマティック測位方式を実行可能とする方式を検討している。この目的のために、広域ディファレンシャル補正情報を生成する計算機プログラムを作成し、インテグリティ確保の方法を検討するため市販の小型慣性センサを入手するとともに、実験用航空機を用いてシミュレーション用の基礎データを収集した。

○ GPS観測データを用いた対流圏遅延量のリアルタイム推定に関する研究では、GPS観測データを用いて対流圏遅延量を連続的に推定する方法、短時間で推定結果を利用者に提供するための手法を検討した。また、後処理解析に

よって対流圏遅延量推定を行い精度を評価し、ラジオゾンデのデータと比較した。

○ 航空航法におけるGPS脆弱性に関する調査では、GPS衛星からの異常信号、電波干渉、自然現象等の影響によるGPSの脆弱性について、今後の方策を策定する上での基礎資料を得ることを目的とし、世界各国の取り組みの調査を行った。

○ 高精度測位補正技術に関する研究では、昨年度に引き続き、所内の高精度測位補正技術開発プロジェクトチームにより対応している国土交通省からの受託研究である。国土交通省における、準天頂衛星を利用した高精度測位補正技術および移動体への利用技術に関する研究開発の一環として、高速移動体に適用可能で、かつ、高い信頼性を確保できる高精度測位実験システムの開発を実施している。今年度は前年度までに開発したオフラインシステムの成果を生かし、高精度測位補正情報リアルタイム生成・送信システムのハードウェア・ソフトウェアの基本設計を行った。また、準天頂衛星から送信予定の全周波数を受信可能なプロトタイプ受信機の基本設計を行った。

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

現在、ICAOにおいては航法システムパネル（NSP）、航空通信パネル（ACP）等が組織され、新CNS/ATM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、SBASを整備中の関係各国（日、米、欧州、加、印）が参加する静止衛星型衛星航法補強システム（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）、アジア太平洋経済会議GNSS設置チーム（APEC GIT）会議が行なわれている。航空衛星通信関連においては、ユーロコントロール及び欧州宇宙機関（ESA）が主催する次世代航空衛星通信システム会議（NexSAT）が行われている。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、GNSS試験システム監視局を国際GPS事業（IGS）観測点として参画を継続して行っており、インターネットを通じてGPS等のデータを提供している。また、我が国においては、新CNS/ATM構想に沿って運輸多目的衛星（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、現在の航空衛星通信システムの伝送遅延時間等の伝送性能解析を行い、MTSAT運用にあたっての技術資料に利用された。

本年度の研究成果は、当研究所研究報告および研究発表会、米国航法学会、電子情報通信学会、電気学会、日本航空宇宙学会、日本航海学会等で発表している。

（執筆者名 通信・航法・監視領域副領域長 星野尾 一明）

静止衛星型衛星航法補強システムの2周波対応に関する研究【重点研究／空港整備勘定】

担 当 部 衛星技術部

担 当 者 ○星野尾一明、伊藤 実、松永圭左、新美賢治

研究期間 平成16年度～平成19年度

1. はじめに

現在GPSは、新たな周波数（L5）の追加による性能向上が計画されている。現在の静止衛星型衛星航法補強システム（SBAS）は1周波しか使用しないことから、電離層活動の影響を受け易く、航空機の精密進入に使用するためには信頼度、有効性に限界があるが、SBASが2周波を利用できるようになれば、精度、有効性が改善され、精密進入を実現できる可能性が大きくなる。SBASによる精密進入が可能になれば、就航率の改善等により航空利用者の利便が大幅に向上し多大な便益をもたらすことから、その実現が強く望まれている。また、ICAOの航法システムパネル（NSP）においても、2周波を利用したSBASについて2007年までに検討が進められる予定であり、その技術基準

の策定に我が国も積極的に参画し、国際的な地位を高める必要がある。さらに、電離層活動においても日本及び東南アジアは、米国、欧州と状況が異なり、日本独自の立場から2周波を利用したSBASのインテグリティ、精度、利用率への影響を研究する必要がある。

2. 研究の概要

本研究においては、CAT-I精密進入に必要な電離層誤差補正及びインテグリティ情報生成アルゴリズムの開発、電離層遅延測定装置開発による電離層遅延測定精度実証、新たなシステムの構成及び機能要件の作成、性能評価ツール開発による性能向上に関する定量的な検討結果、予測されるアベイラビリティ及びインテグリティの達成レベルに

関する検討結果を得ることを目的とし、以下の研究を行う。

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

年次計画としては、平成16年度は、2周波電離層遅延測定装置の要件調査および概念設計、2周波SBASの性能要件調査、データ同化による電離層モデル精度向上検討、長期電離層データの調査、電離層活動に関する資料の作成を行った。平成17年度は、2周波電離層遅延測定装置周波数間バイアス除去アルゴリズム検討・基本部開発、2周波対応SVM検討・開発、電離層長期データ調査・データ同化アルゴリズムの検討・開発、電離層擾乱測定・解析を行った。

平成18年度は、2周波電離層遅延測定装置マルチパス・干渉・対流圏遅延除去アルゴリズム検討・データ処理部開発、2周波対応SVM検討・開発、1周波バックアップシステムインテグリティ算出アルゴリズム検討・開発を行った。平成19年度は、2周波電離層遅延測定装置の電離層インテグリティ算出アルゴリズム検討・開発及び2周波電離層補正実証実験、SVM改良・2周波数システム評価、1周波バックアップシステム実データシミュレーション評価を行う。

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

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

さらにMSAS開発の支援として、MSAS技術レビューチーム四半期会議へ参加し、MSASの安全性を確保するための活動の支援を行っている。

3. 成果概要

3.1 2周波電離層遅延測定装置周波数間バイアス除去アルゴリズム検討・基本部開発

2周波数による電離層遅延の補正と1周波SBAS補正の組み合わせによる測位精度の解析・評価、マルチパス軽

減方法の検討を行うことができるデータ収集可能な2周波SBAS受信機の開発を目的とし、L1+L2+L5の3周波を受信できるものを設計し、受信機基本部を開発した。

当初はL1+L2受信機を実現し、その後L5信号の受信機能を付加してL1+L2+L5の3周波数対応とし、L5の信号が初期運用状態となった以降はL1+L5受信機が実現可能な構成としている。

3.2 2周波対応SVM検討・開発

2周波対応SVMの検討・開発を実施するにあたり、諸外国のSBAS L5、Galileo、GLONASS計画に関する技術調査を行った。SBAS L5に関しては、現在、欧州民間用航空機器機関（EUROCAE）のWG-62、米国航空無線技術委員会（RTCA）SC159 WG2、およびICAO NSPにおいて、標準化作業が進んでいる。2005年5月のICAO NSPにおいてEUROCAEとRTCAがSBAS L5のRF信号仕様書を提案した。SBAS L5データ仕様は検討中であり、その後の作業としては、技術的検証、ICAO SARPsの承認と続く予定である。さらに、今年度は、RAIM機能の動向調査も実施した。

今年度開発したSVMでは、コアとなる衛星システムの衛星数、使用可能信号数を3種類（L1、L2、L5）、衛星のクロック・エフェメリス補正残差、電離層補正精度等を柔軟に設定できるようにした。

アベイラビリティはシステムが要求される精度、インテグリティを満たしサービス可能な時間の割合と定義される。SVMによるアベイラビリティはサービス領域内に設定した地点毎に計算される。入力には衛星配置、GPSおよび静止衛星（GEO）の平均故障間隔（MTBF）、平均修復時間（MTTR）、航法として要求される精度、インテグリティの値に基づき、時刻、場所を与えて、それぞれの時刻、場所における精度、インテグリティを満足する確立としてアベイラビリティを計算する。計算結果のアベイラビリティ

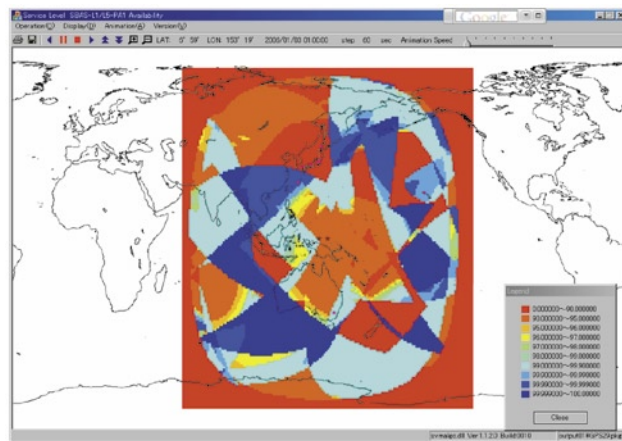


図1. SBAS CAT-I L1/L5 アベイラビリティ

測位精度要求 95%(m) 水平/垂直	CAT-I 16/20	警報値(m) 水平/垂直	CAT-I 40/15
UDRE(m)	4	GIVE(m)	平面近似
GEO MTBF(時間)	100, 000	GEO MTTR(時間)	120
GPS MTBF(時間)	7, 300	GPS MTTR(時間)	72
地上局	神戸, 常陸太田, 札幌, 東京, 福岡, 那覇, ハワイ, オーストラリア		
2周波電離層 測定誤差(m)	0.32 (L1/L5)		
RAIM 測距誤差(m)	12.5 (L1 1波) 4.0 (L1/L5 2波)		
解析期間	2006年1月3日 01:00		
衛星配置	GPS: Yuma332, Yuma 335 GEO: 140°, 145° E		
仰角マスク	ユーザー5度, 地上局15度		

表1. 解析条件(暫定値)

等は瞬時の値であり, 時刻とともに変化する。

計算パラメータ等は詳細な検討が必要であるが, 予備的に行った2周波のCAT-Iアベイラビリティ計算結果を図1に示す。衛星配置によってアベイラビリティが変化し, 一部90%未満の部分もあるが, 95%以上のアベイラビリティは確保できそうであるという結果であった。VPLは全域で20m以下である。ここで用いた解析条件(暫定値)を表1に示す。今後, 条件値の検討や, より実際に近い形にするための方式のための機能向上を目指す。

3.3 電離層長期データ調査・データ同化アルゴリズムの検討・開発

プラズマ圏の影響を考慮した電離層モデルGCPMについて, 太陽黒点数をパラメータとしてモデル視線方向全電子数(TEC)と, 実データであるGEONET-STE (Slant TEC; 視線方向TEC)を同化した。

ある観測点(札幌, 東京, 福岡, 那覇の4点のデータで実施)からの全可視衛星のSTE (Slant TEC)を使用したデータ同化を実施した後, 経緯度1度格子でGCPMとGEONETのVTEC (Vertical TEC; 垂直TEC)の差を比較した。電離層静穏日では, 平均的に1~3TECU (L1周波数での遅延16~48cm程度)で, 時刻によっては, 4~6TECUとなった。電離層擾乱日においては, 全国平均が50TECU以上になる時刻が存在しており, 擾乱時には適切に同化できない

ことが分かった。

2000~2003年の各観測点からの1衛星のみのデータを用いた同化を実施した結果は,

- ・衛星仰角が高いデータを用いると同化結果がよい。
- ・2000~2002年(太陽活動度が高い)時は, 同化計算が収束しない場合が多く, 静穏日でもよい同化結果が得られるケースが少なかった。
- ・2003年(太陽活動度が中程度)の静穏日では, よい同化結果が得られるケースが多かった。
- ・札幌および東京の仰角60度以上の1衛星を用いた同化結果で, 受信機位置から経度・緯度ともに2度以内の範囲で, GCPMとGEONETのVTEC (Vertical TEC; 垂直TEC)の差が2TECU以内になっていることが多かった。

また, 電離層の長期データ解析として, 平成16年度に2002~2003年のデータに関して実施したものと同内容の解析を2000~2001年のデータに関して行いデータベースとした。新たな解析手法として, VTECマップまたはVTECマップの近似平面からの差分の平面の空間・時間相関を算出するツールを開発した。

3.4 電離層擾乱測定・解析

電離層擾乱がSBASに与える影響を解析するために, 石垣島に設置した稠密観測システムおよびGEONETのデータを用いる解析ツールの機能追加を行い, 解析を実施した。

TECの減少・回復点およびその時刻から, プラズマバブルの速度および大きさを求める計算を行った。また, GPS信号強度を観測点間で相関をとることによりバブル内のイレギュラリティの速度を求める計算を実施した。解析した減少の数が少なく, その中でもうまく計算できていないものがあり, ツール性能の精査が必要である。

3.5 MSAS整備に係る会議等参加

ICAO NSP WGおよびSBAS電離層会議において電離層擾乱の影響および観測状況を報告した。また, MSAS認証作業に係る打合せに参加した。

4. 考察

SBAS L5, GALILEO信号の仕様はRF部分に関してはほぼ決まってきたが, 2周波SBAS補正方式当に関しては, 依然検討段階の部分があり, 今後も調査を継続する必要がある。

今年度開発したSVMは, UDRE値およびGIVE値は固定値であり, それらを実状に合わせるような改良を行う必要がある。

電離層の影響に関しては, 日本付近は磁気低緯度の電離

層擾乱の影響を受けやすく、その特性の把握と緩和策の検討が重要である。

5. おわりに

SBASにおけるL5の利用方法のICAO SARPs策定へのロードマップが決まり、整備に向けた各国の動向に合わせた研究活動が重要である。2周波化による精度および信頼性等の性能向上が期待できるため、その評価・検証等に寄与するための研究が必要である。また、堅牢性の向上には、2波のうち1波が利用不可能になった場合も、2波の場合に比べて大きな性能低下がないようにする必要があり、1周波システムにおける電離層補正性能を向上のための研究を継続することは重要であると考えている。

発表文献

1. 齋藤：“Ionospheric Variations at Mid-latitudes Detected by a Dense GPS Receiver Array in Japan”, 米国航法学会第61回年次会議,2005年6月
2. 松永：“Observation of Ionospheric Plasma Bubble and its Effects on GNSS in Japan”, ICAO NSP WG会議, Montreal, 2005年10月
3. 星野尾：“電離層活動の衛星通信・衛星航法への影響”, 航空振興財団 衛星利用方式小委員会, 2005年10月
4. 星野尾：“静止衛星型衛星航法補強システムの2周波対応に関する研究”, 国土交通省大臣官房広報課, 「国土交通」平成17年11月号
5. 坂井：“MTSAT/MSAS” および “SBAS R&D

Activities at ENRI”, APEC GIT/8 (アジア太平洋経済協力 GNSS整備チーム 第8回会議), ソウル, 2005年10月

6. 松永：“Observation of Plasma Bubble with TEC and Signal Intensity Data” および “MSAS Status”, 第11回 SBAS 電離層会議, ノルドバイク, 2005年11月
7. 星野尾：“GNSSの課題と解決に向けた取り組み”, 航空保安研究センター 第6回 CNS/ATM シンポジウム, 2006年1月
8. 坂井：“MSAS電離層補正情報の評価と改良方式”, 第14回 MSAS 技術評価検討委員会, 2006年2月
9. 松永：“ICAO航法システムパネル (NSP) WG1&2会議報告”, 平成17年度第4回全天候航法方式小委員会, 2006年2月
10. 星野尾：“MSAS概要と電離層補正”, 第6回京都大学生存圏研究所プロジェクト共同研究集会「MTI小型衛星による大気圏・宇宙圏観測ワークショップ」, 2006年2月
11. 星野尾, 坂井：“ENRI/MSAS R&D Update”, “SVM Software Update for Future SBAS Investigation”, および “Evaluation of MSAS Ionospheric Corrections”, 第15回 SBAS 相互運用性会議, 2006年3月
12. 星野尾：“電離層垂直遅延量の推定技術” および “電離層の予測技術”, 国土交通省航空局, 航空保安無線協会 衛星航法システムの技術評価及び運用要件に関する調査(その3) 報告書, 2006年3月

高性能な航空衛星通信システムに関する基礎研究【指定研究／一般勘定】

担 当 部 衛星技術部
担 当 者 ○石出 明, 住谷泰人
研究期間 平成15年度～平成17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600 bps～10.5 kbps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。本研究では平成14年度までの「航空衛星データ通信方式の研究」に引き続き、ADS及びCPDLCをさらに高速化するとともに、新たなアプリケーションを導入するために次世代衛星通信システムに関する調査・研究を行う。

2. 研究の概要

本研究は3年計画であり、平成17年度は最終年度である。今年度は、主に下記のことを行った。

- ・狭帯域方式 ADS の検討
 - ・IP (インターネット・プロトコル) を用いた衛星通信方式の調査・検討
 - ・航空衛星通信の伝送特性解析
 - ・次世代航空衛星通信システムの調査
- 狭帯域方式 ADS の検討では、シミュレーションソフトを改良し、洋上空域トラフィックに対するデータ伝送特性

を解析した。

IPを用いた衛星通信方式の調査・検討については、文献や海外動向等に基づき、航空衛星通信にIP伝送方式を利用した場合の可能性等について検討し、シミュレーションの予備的検討を行った。

航空衛星通信の伝送特性解析では、行政当局の要望に基づき、数値解析シミュレータを用いて、現在の航空衛星通信のシミュレーションを行った。

ICAOの航空通信パネル（ACP）の通信関連作業部会（WG-C）と、ユーロコントロール及び欧州宇宙機関（ESA）が主催する次世代航空衛星通信システム会議（NexSAT）に出席し、次世代航空衛星データ通信システム（インマルサット等）や関連技術等を調査した。さらに、IPを用いた衛星通信方式の調査結果に基づき、来年度に計画したIPを利用した衛星通信シミュレータの開発に関する発表を行った。

3. 研究成果

3.1 狭帯域方式ADSの検討

本研究では、現在のAMSS（航空移動衛星通信システム）の改善策として、狭帯域方式のADSやCDMA方式のADSについて検討している。

狭帯域方式ADSについて、平成15年度にビーム・ハンドオーバーの方法等を検討し、明らかにすると共に、「航空衛星データ通信方式の研究」で提案したポーリング方式ADSを高性能化した自己同期方式ADSを考案し、提案した。また、ICAO方式ADSについて多数機環境ができるようシミュレーションソフトを改修し、伝送性能を評価した。平成16年度には、航空衛星通信におけるパーティラ

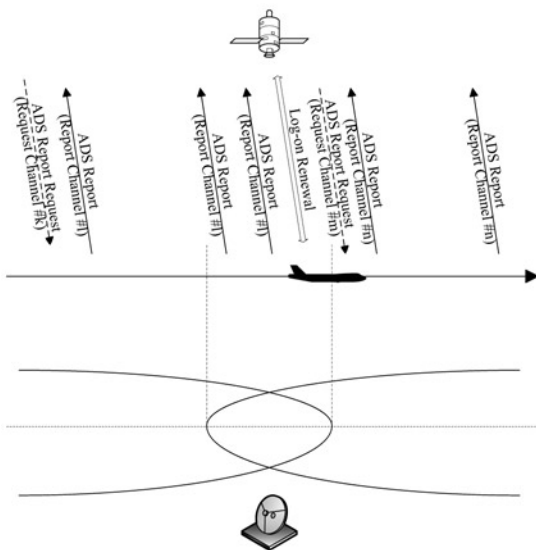


図1 自己同期方式ADSのビーム・ハンドオーバーの概念図

イン音声通信を実現する方法を検討した。また、ADS専用のチャンネルを用いた自己同期方式について、シミュレーションソフトウェアを改修し、シミュレーション評価を行い、妥当性を確認した。

今年度は、洋上の航空トラフィックをシミュレーションで実現できるよう、シミュレーションソフトを改修し、洋上空域トラフィックに対するデータ伝送特性を解析した。

3.2 IPを用いた衛星通信方式の調査・検討

現在検討されている次世代航空衛星通信システムではIPによるデータ伝送が予定されている、このため、文献や国際会議等より、航空衛星通信にIP伝送方式を利用した場合の可能性等について検討し、シミュレーションの予備的検討を行った。

IPを衛星通信に適用する場合、このプロトコルで一般に用いられるウィンドウ制御や輻輳制御が衛星回線特有の伝搬遅延に大きな影響を与える可能性が高い。また、物理層などの下位層の伝送性能がその伝送性能に大きな影響を与えるため、これより下位層にあたるプロトコルも正確にモデル化したシミュレーションを行うことが望ましいことがわかった。また、衛星通信回線の伝送誤り特性においては、特に、送信データの再送制御時に増大した伝送遅延時間や、IPや伝送性能への影響を考慮する必要があることがわかった。

また、航空衛星通信における安全通信の考え方として、現状では、安全通信を専用回線とする方法よりも、全データを共用回線にした上で、優先度を設けて管理する方式が一般的である。問題点として、一般の利用により、安全通信に十分な伝送性能を確保できない場合を考慮する必要があるため、次世代航空衛星通信システム用の優先制御方式

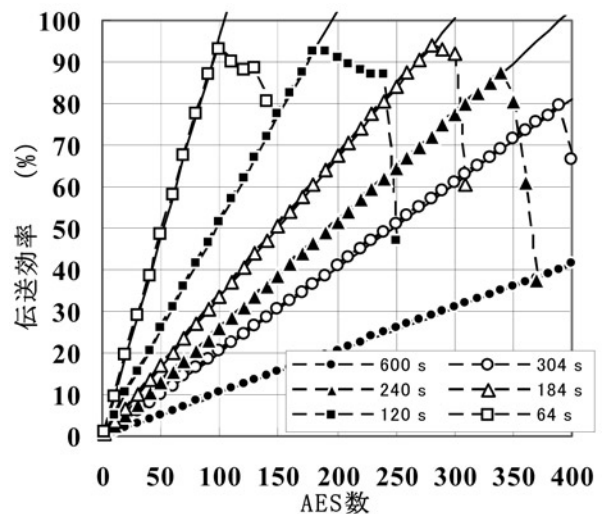


図2 狭帯域方式ADSにおける伝送効率の一例 (10.5 kbps)

とともに、十分なシミュレーション解析を行う必要がある。

3.3 航空衛星通信の伝送特性解析

行政当局の要望に基づき、当所の所有する現在の航空衛星通信プロトコルに適合した数値解析シミュレータを用いたシミュレーションを行った。これは、当該シミュレータに、所要のデータ長、伝送速度、伝送間隔、航空機数等の条件設定を行い、現在の航空衛星通信システムの伝送遅延時間等の伝送性能を解析するものである。この解析結果は、行政当局に報告し、MTSAT運用にあたっての技術資料に利用された。

3.4 次世代航空衛星通信システムの調査

ユーロコントロール及び欧州宇宙機関 (ESA) が主催するNexSAT会議とICAOの航空通信パネル (ACP) の作業部会 (ワーキンググループ) Cに出席し、討議に参加した。これらの会議では、次世代航空衛星通信システムの一つであるインマルサットが開発中のSwift-Broadbandにおけるフィージビリティスタディの状況が報告された。また、NexSAT会議ではイリジウム衛星通信や航空機材メーカーからの次世代航空衛星通信システムに対する展望等が報告された。また、当所から、今後計画されるIP伝送方式を利用した航空衛星通信シミュレータの開発に関する発表を行った。

4. おわりに

現在検討中の次世代航空衛星通信システムは、IPによるデータ伝送が予定されている。次世代航空衛星通信システムについてはNexSAT会議で検討されるとともに、ICAOでも他の通信と合わせて次世代システムが検討されている。これらの会議での議論等が次世代の航空衛星通信システムの実現に結びつくと考えられるため、我が国としてもその動向について今後も十分調査し、適切に対応する必要がある。また、本研究におけるシミュレーション技術等を利用し、次年度以降、IPを利用した航空衛星通信システムについての研究を実施していく予定である。

掲載文献

- (1) 石出：“衛星を用いた自己同期型ADSの概念について”，信学技報告，SANE2003-40，2003.7
- (2) Sumiya, Ishide：“Concept of Self-synchronized ADS using Satellite”，3rd NexSAT Steering Group Meeting, 2003.10
- (3) 石出，藤田，新美：“飛行実験による航空衛星データ通信の伝送誤り特性測定”，研究所報告No.104，2003，8

- (4) 石出，藤田，新美：“飛行実験による航空衛星データ通信の伝送誤り特性測定”，研究所報告No.104，2003，8
- (5) 石出，藤田，新美：“飛行環境における航空衛星データ通信の伝送遅延時間特性”，研究所報告No.104，2003，8
- (6) 石出，藤田，北折：“航空衛星データ通信における通信輻輳と伝送遅延時間特性”，研究所報告No.106，2003，11
- (7) 石出，藤田，北折：“周期的レポートプロトコルによるADS伝送遅延時間の短縮”，研究所報告No.106，2003，11
- (8) Y. Sumiya, A. Ishide：“Concept of Self-synchronized Automatic Dependent Surveillance Using Satellite”，ICAO ACP WG-C 7th Meeting, April 2004.
- (9) 住谷 (泰)，石出：“衛星を利用した自己同期型ADSの概念”，第4回電子航法研究所発表会講演概要，2004年6月
- (10) Y. Sumiya, A. Ishide：“Concept of Voice Communication Based on the Party Line Using Satellite”，NexSAT 4th Meeting, June 2004.
- (11) Y. Sumiya, A. Ishide, M. Fujita, K. Niimi：“Transmission Characteristics of Aeronautical Satellite Communications Measured in Flight Environment Using Satellites”，NexSAT 4th Meeting, June 2004.
- (12) 住谷 (泰)，石出：“衛星を利用したパーティライン音声通信方式の概念”，電子情報通信学会2004年ソサイエティ大会，2004年9月
- (13) 石出：“ α - β 追尾方式によるADS予測位置誤差について”，日本航海学会論文集第111号，2004.9
- (14) Y. Sumiya A. Ishide：“Simulation of Self-Synchronized ADS Using P-channel and Modified R-channel”，NexSAT 5th Meeting, November 2004.
- (15) Y. Sumiya, A. Ishide, M. Fujita, K. Niimi：“Transmission Delay Characteristics of Aeronautical Satellite Data Communication in Flight Environment”，NexSAT 5th Meeting, November 2004
- (16) 住谷 (泰)，石出：“航空衛星データ通信の性能と容量のシミュレーション”，第5回電子航法研究所発表会講演概要，2005年6月
- (17) 住谷 (泰)，石出：“対地速度とトラック角を利用したADS予測位置誤差の検討”，日本航海学会論文集第113号，2005.9
- (18) 住谷 (泰)，石出：“航空衛星通信の性能予測の一検討 - 地上から航空機への通信”，電子情報通信学会2005年ソサイエティ大会，2005年9月

- (19) Y. Sumiya, A. Ishide:” Development Plan of Simulator for New Generation Aeronautical Satellite Communication system used IP in Japan”, NexSAT 7th Meeting, March 2006
- (20) Y. Sumiya, A. Ishide:” Development Plan of Simulator for New Generation Aeronautical Satellite

- Communication system used IP in Japan”, ICAO ACP WG-C 10th Meeting, March 2006
- (21) 住谷 (泰), 石出: “航空衛星データ通信における伝送遅延時間分布”, 第6回電子航法研究所発表会講演概要, 2006年6月

リアルタイムキネマティックGPS測位方式の有効性向上に関する研究【指定研究／一般勘定】

担 当 部 衛星技術部
担 当 者 ○坂井丈泰, 松永圭左
研究期間 平成17年度～平成18年度

1. はじめに

GPS衛星が放送する測距信号の搬送波は波長約19cmのマイクロ波であり, その位相を測定することにより高精度な測位を行うことができる。たとえば, 静止測量では長時間の測定によりミリメートル級の精度が得られる。移動体を対象として搬送波位相情報を利用する測位方式はリアルタイムキネマティックGPS (RTK-GPS) と呼ばれ, リアルタイム高精度測位分野を中心とした需要がある。

リアルタイムキネマティックGPS測位方式は地上基準局を必要とするが, 現状では基準局との距離 (基線長) は10km程度以下に制限されている。応用上, 特にこの制約を緩和する技術が必要であり, 二周波受信機および基準局ネットワークにより解決を図る方式が多く研究されている。また, リアルタイムキネマティックGPS測位方式により得られる位置解は必ずしも正確であることが保証されているわけではなく, より高速かつ確実な計算アルゴリズムが求められている状況にある。

本研究は, リアルタイムキネマティックGPS測位方式における基準局からの有効距離を延長するとともに, 結果として得られる位置解の確実性 (インテグリティ) を向上させようとするものである。

2. 研究の概要

リアルタイムキネマティックGPS測位方式において基準局からの有効距離 (基線長) が制限される主な原因は, 大気遅延であることが知られている。すなわち, GPSの誤差要因である電離層伝搬遅延および対流圏伝搬遅延が受信機位置により変化するため, 基準局および移動局受信機ではこれらの遅延量が異なることとなるが, リアルタイムキネマティックGPS測位方式では一般的にこれらの遅延量を基準局と等しいものとして取り扱うことから, 計算結果

に矛盾を生じるのである。

本研究においては, 基線長に関する制約を緩和するために, 電離層伝搬遅延について積極的な補正処理を行うことを検討している。すなわち, 広い地理的範囲にわたり有効なディファレンシャル補正情報を提供する広域補強システムは, 補正情報のうちに電離層伝搬遅延量を含んでいることから, これを利用して基準局および移動局における電離層伝搬遅延を補正し, 基線長の長短に関わらずリアルタイムキネマティック測位方式を実行可能とする。この目的のために, 広域ディファレンシャル補正情報を生成する計算機プログラムを作成することとした。

一方, 位置解の確実性 (インテグリティ) の向上のためには, GPS以外のセンサによる測定が有用である。こうした目的に利用可能なセンサとしては, 電波高度計や気圧高度計, 磁気コンパス, 慣性センサなどがあるが, このうち安価に入手でき, かつGPS受信機に簡単に実装できるものとして, 慣性センサを検討対象に選択した。現在は半導体加速度センサおよびジャイロセンサが集積回路により実現されていることから, これらのセンサを入手し, 実験に使用することとした。GPS以外のセンサ入力の利用は, 測位の連続性を向上させるうえでも有効である。

本研究では, リアルタイムキネマティックGPS測位方式の有効性を向上させる以上のような方法について, 理論的検討に加えて, シミュレーション等による実証的な検証を行うことを目指している (図1)。このため, 実際にリアルタイムキネマティックGPS測位方式を実行する計算機プログラムを作成し, GPS受信機と組み合わせて実験を行うこととしている。

3. 研究成果

平成17年度は, 広域ディファレンシャル補正情報の生成

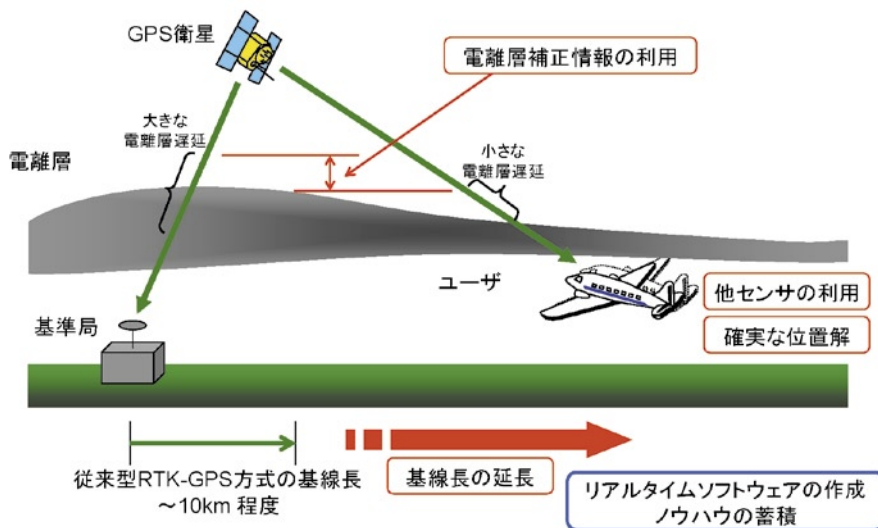


図1 リアルタイムキネマティックGPS測位方式の有効性向上

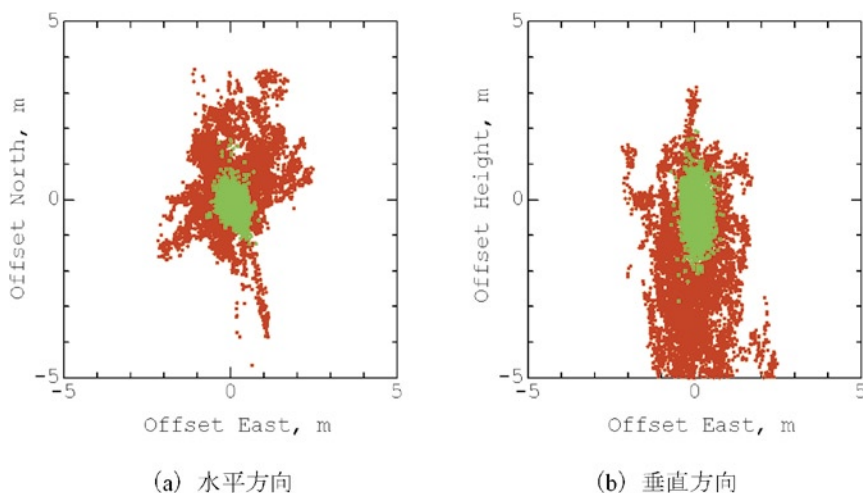


図2 広域ディファレンシャル補正情報による測位精度の向上
(赤) GPSのみ, (緑) 広域ディファレンシャル補正あり

方式を確立し、このための計算機プログラムを作成した。生成された補正情報を適用した結果の例は図2に示すとおりで、特に垂直方向の測位精度が向上しており、電離層伝搬遅延量が正しく推定・補正されていることがわかる。

また、集積回路として市販されている小型の慣性センサについて製品調査を行い、安価かつ使用しやすい製品を入手した。静電容量型3軸加速度センサの加速度検出範囲は $\pm 2\text{ G}$ 、直線性6%である。また、圧電振動ジャイロは1軸対応の製品があり、検出範囲は $\pm 90\text{ deg/s}$ 、直線性15%程度である。いずれも2 cm角程度の小型集積回路で、アンプ内蔵のため電源電圧を印加すればただちに出力が得られる。

さらに、実験用航空機を用いてシミュレーション用の基礎データを収集した。電離層伝搬遅延を測定するための二周波GPSのほか、安価な一周波GPS受信機、測量用GPS

受信機、慣性センサ、気圧高度計を搭載し、電離層活動が静穏な東北地方および活発な九州南部地方にて実験を実施した。実験で取得したデータは、リアルタイムキネマティックGPS測位方式の計算アルゴリズムの検討のために利用する。

4. おわりに

本研究は、リアルタイムキネマティックGPS測位方式における基準局からの有効距離を延長するとともに、結果として得られる位置解の確実性（インテグリティ）を向上させようとするものである。平成17年度は、広域ディファレンシャル補正情報を生成する計算機プログラムを作成し、市販の小型慣性センサを入手するとともに、実験用航空機を用いてシミュレーション用の基礎データを収集した。

平成18年度は、引き続きリアルタイムキネマティックGPS測位方式を実行する計算機プログラムを作成し、収集済みの基礎データを用いて具体的な計算アルゴリズムの検討を行う予定である。

掲載文献

- (1) 坂井他, “GPS広域補強プロトタイプシステムの性能検討”, 電子情報通信学会総合大会, 2006年3月

GPS観測データを用いた対流圏遅延量の準リアルタイム推定に関する研究【基礎研究／一般勘定】

担当部 衛星技術部
 担当者 ○新井直樹, 伊藤 憲, 坂井丈泰
 研究期間 平成17年度～平成19年度

1. はじめに

GPS等を用いた測位の高精度化に伴って、測位誤差の要因の一つである対流圏遅延量の補正が重要となってきた。しかし現状では、移動体ユーザを対象とした、実際の観測データに基づく対流圏遅延量の情報は提供されていない。そのため一般のユーザは、受信機内部で簡易なモデルを用いて対流圏遅延量を補正している。

この研究は、GPS観測データを用いて対流圏遅延量を連続的に推定し、観測データ取得後短い時間のうちに、推定結果を逐次インターネットで公表する手法を検討するものである。

2. 研究の概要

本研究の目的は、主に移動体ユーザのために、短い時間遅れのうちに実際の観測データに基づいた高精度・高密度な対流圏遅延量の情報を提供することにある。本研究のイメージを図1に示す。

GPSの観測データをインターネット経由で取得し、逐次基線解析を行う。観測点のアンテナ位相中心、時計誤差、対流圏遅延量等を推定する。このようにして得られた対流圏遅延量の推定結果を、インターネットを用いて一般のユーザに公開する。

本研究の実施において、GPSの観測データから対流圏遅延量を推定した結果についてはすでに報告がある。しかし短い時間間隔で逐次解析を行い、限られた時間遅れのうちに推定結果を得るために

は、計算の手法及び手順、解析環境の構築、及び解析に必要な軌道情報等の取得について検討が必要である。

3. 研究成果

本研究で用いる方式によって得られる対流圏遅延量の精度を見積もるために、ここでは後処理解析によって対流圏遅延量を推定し、その精度を評価した。GPSデータから推定した対流圏遅延量を、高層気象データ(ラジオゾンデ)のデータと比較した結果、両者は垂直方向の対流圏遅延量として約2 cm以内で一致した。

4. おわりに

GPSの観測データを用いて対流圏遅延量を推定し、その精度を評価するとともに、解析に必要な計算量を見積もった。今後は、準リアルタイムで対流圏遅延量を推定するために、計算の手法及び手順、解析環境の構築について検討

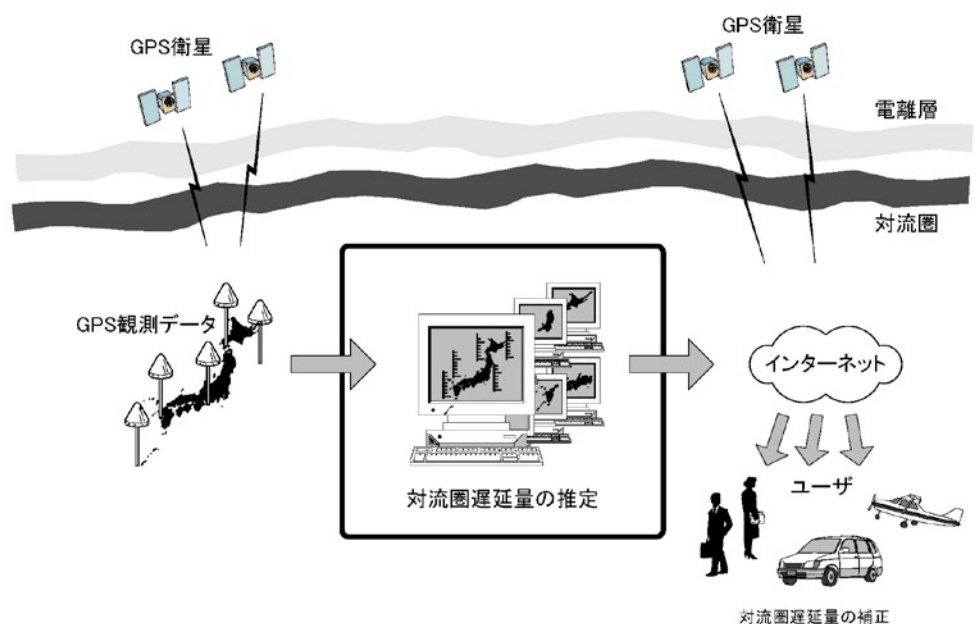


図1 リアルタイムキネマティックGPS測位方式の有効性向上

を行う予定である。

2005年電子情報通信学会ソサイエティ大会，2005年9月
(2) 新井他，“対流圏遅延量の準リアルタイム推定の検討”，
第49回宇宙科学技術連合講演会，2005年11月

掲載文献

(1) 新井他，“対流圏遅延量の準リアルタイム推定の検討”，

航空航法におけるGPSの脆弱性に関する調査【調査／一般勘定】

担 当 部 衛星技術部
担 当 者 ○新美 賢治
研究期間 平成17年度

1. はじめに

GPSの受信電波強度は地上の航行援助システムの電波に比べて50-60 dB低い。このため，GPS衛星の不具合による異常信号，電波干渉による妨害，故意の妨害，電離層等自然現象により，測位不能，あるいは，測位精度の劣化等の影響を受けやすい。これらはGPSの脆弱性と呼ばれ，航空航法にGPSを利用する上で問題となる。GPSの脆弱性改善について，定性的な議論はされているものの，定量的な評価はほとんどなされていない。安全性の高い航空航法を実現するために，GPS脆弱性に関する世界各国の取り組みを調査・分析を行い，GPS脆弱性に対する方策を策定する上での基礎データを得る必要がある。

2. 研究の概要

インターネットを活用した調査を実施し，FAAおよびEUROCONTRLの研究者からの資料収集を行った。

3. 研究成果

FAAではLoran-Cを拡張したe-LoranとGPS L1/CAを協調利用することでGPSの脆弱性を改善することを考えており，この方式の有効性を船舶実験で確認しているが，2005年の連邦無線航法計画（2005FRP）では，Loran-Cはバックアップとして使用しないことになっている。EUROCONTROLでは，GPS L1/CAとGalileoの脆弱性について，特に信号の干渉による測位精度の劣化の評価を計算機シミュレーションにより評価している。例えば，B777，B747でのGPS信号の直接波と間接波について2つの信号の相関を取ることで測位精度を改善できることを示している。

4. おわりに

本調査に基づき，平成18年度から2ヵ年計画で，試験系を用い，電波干渉に関する脆弱性の定量的検討，調査を実施する計画である。

高精度測位補正技術に関する研究【受託研究／一般勘定】

担 当 部 高精度測位補正技術開発プロジェクトチーム
担 当 者 ○伊藤憲 福島荘之介 新井直樹 坂井丈泰
研究期間 平成15年度～平成20年度

1. はじめに

国土交通省における，準天頂衛星（平成21年度打ち上げ予定）を利用した高精度測位補正技術および移動体への利用技術に関する研究開発の一環として，電子航法研究所は平成15年度から，高速移動体に適用可能で，高信頼性の高精度測位実験システムの開発を開始した。

2. 研究の概要

高精度測位実験システムは，準天頂衛星，テストシステム，モニタ局（国土地理院電子基準点），プロトタイプ受信機から構成される。この実験システムでは，モニタ局で取得されたデータをテストシステムに送り，テストシステムで，高精度・高信頼性を実現するための補正情報を生成する。生成された補正情報は地上局に送られ，準天頂衛星を経由して利用者に放送される。利用者側では，この補正

情報により、高精度・高信頼性の測位が可能となる。なお、この高精度測位実験システムでは、補正情報を生成するときに、SBAS（静止衛星型GPS補強システム）方式を改良したものをを用いる。

3. 研究成果

3.1 補正情報リアルタイム生成・配信システム設計

高精度測位補正情報リアルタイム生成・送信システムのハードウェア・ソフトウェアの基本設計を行った。ここでは、①標準かつ可能な限り最新の製品を使用する、②ソフトウェアの開発では、オフラインシステムで開発したものを最大限活用する、③効率的に実験結果の評価を行えるように考慮する、等の方針のもとに設計を行った。ハードウェアに対し、複数の構成案について比較検討し、複数の計算機が機能を分担する構成を採用することにした。(図1)

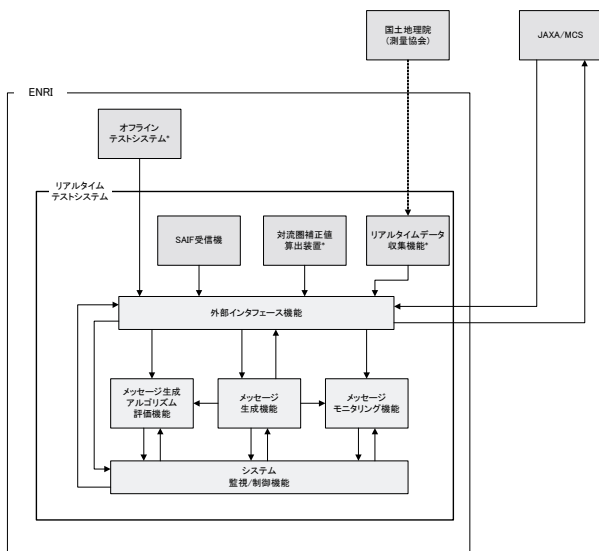


図1 補正情報リアルタイム生成・配信システム構成

3.2 プロトタイプ受信機設計

準天頂衛星から送信予定の全周波数を受信可能なプロトタイプ受信機の基本設計を行った。プロトタイプ受信機に要求される仕様は、必要な周波数・形式の信号・メッセージを受信可能なこと、観測精度の良いこと、ソフトウェアの書き換えが容易に可能なことである。この機能を実現するためのハードウェアとして、各周波数に対する受信部が互いに独立している構成のものを提案した。受信部はアナログ信号処理部、デジタル信号処理部、測位演算処理部から構成される。アナログ信号処理部では、受信機入力信号の周波数変換・増幅・A/D変換を行う。デジタル信号処理部は信号捕捉/追尾・擬似距離観測・航法メッセージ収集という機能を持つ。測位演算処理部は観測データから測位演算を行う機能を有する。

4. おわりに

平成15、16年度に、高精度・高信頼性の高精度測位補正方式の開発・評価を行った。平成17年度には、補正情報リアルタイム生成・配信設計およびプロトタイプ受信機設計を行った。平成18年度には補正情報リアルタイム生成・配信システムおよびプロトタイプ受信機の開発を行う。

掲載文献

- (1) 伊藤他, “高速移動体向け高精度測位補正技術に関する研究開発”, 電波航法研究会, 平17.10
- (2) 坂井他, “サブメータ級広域補強機能のプロトタイプ評価”, 第49回宇宙科学技術連合講演会, 平17.11

5 受託研究

当研究所の平成17年度における受託研究は下記の通りである。

件名	委託元	実施主任者
陸海空の事故防止技術に関する研究	国土交通省総合政策局技術安全課	塩見格一
高精度測位補正技術に関する研究	国土交通省総合政策局技術安全課	伊藤憲
旅客が持ち込む電子機器による航空機への影響調査	航空局監理部航空保安対策室	山本憲夫
平成17年度 マルチラテレーション導入調査委託	航空局管制保安部管制技術課	二瓶子朗 加来信之 宮崎裕己
航空機アドレス監視データ解析調査委託	航空局管制保安部管制技術課	藤井直樹
積雪による ILS 電波への影響調査委託	航空局管制保安部管制技術課	横山尚志 朝倉道弘
ARTS 及び RDP データ変換委託	航空局管制保安部保安企画課	白川昌之
管通空港管制化による遅延量評価委託	航空局管制保安部保安企画課	蔭山康太
LLZ のファー・フィールドモニタ積雪における影響調査	東京航空局保安部管制技術課	横山尚志 朝倉道弘
CNS/ATM に関する研究に係る研修	(財) 航空交通管制協会	講師各部より
平成17年度(国別) フィリピン新 CNS/ATM に係る研修	(財) 航空保安無線システム協会	講師各部より
平成17年度マレーシア東方政策「航空無線・飛行検査機整備・航空技術」研修	(独) 国際協力機構	講師各部より
TAAM を用いた福岡空港能力向上方策案についての運航シミュレーション検討	パシフィックコンサルタンツ(株)	蔭山康太
マイクロ波レーダの電波特性解析	住友重機械工業(株)	山本憲夫
マルチモード対空無線機の通信互換性評価委託	日本電気(株)	中谷泰欣
準天頂衛星 L バンドアンテナの指向特性研究	NEC 東芝スペース(株)	福島壮之介
GS 前方誘導路による電波性能影響調査委託	成田国際空港(株)	横山尚志 朝倉道弘
VOR および TACAN のコンピュータ電波障害シミュレーション調査	(株) 日本空港コンサルタンツ	山本憲夫
16L - LLZ 設置条件調査委託	成田国際空港(株)	横山尚志 朝倉道弘
準天頂衛星 L バンドアンテナの指向特性研究(その2)	NEC 東芝スペース(株)	福島壮之介
マルチラテレーション整備調査に関する支援業務	(株) 三菱総合研究所	宮崎裕己

6 共同研究

当研究所の平成17年度における受託研究は、下記の通りである。

担当部	相手方	研究課題	契約期間
管制システム部	(独)航空宇宙技術研究所	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	2000/9/1～2006/3/31
管制システム部	(株)リアルビズ	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	2001/8/23～2006/3/31
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	2002/11/1～2006/3/31
衛星技術部	(独)宇宙航空研究開発機構	準天頂衛星を利用した高精度測位実験システムの研究	2003/10/29～2006/3/31
管制システム部	(株)システムアンサー	カオス論的手法によるヒューマン・ファクター計測技術の実用化に向けての研究	2004/3/9～2007/3/31
管制システム部	(株)シムテクノ総研	知識処理技術を利用した航空管制業務支援機能の実現に関する研究	2004/3/9～2006/3/31
管制システム部	東京大学大学院工学研究科	航空管制業務のモデル化	2004/4/15～2006/3/31
管制システム部	東京学芸大学	発話音声による大脳発達特性の評価可能性に関する研究(申し込み)	2004/6/1～2006/3/31
航空システム部	早稲田大学 国際情報通信センター	航空無線用CDMA通信方式に関する共同研究	2004/5/6～2006/3/31
管制システム部	阿部産業	大脳評価装置の信頼性を向上させる視聴覚環境の生成技術に関する研究	2004/6/10～2007/3/31
管制システム部	マイクロコマース株式会社	ヒューマン・ファクタ評価システムの応用技術に関する研究	2004/6/29～2007/3/31
航空システム部	三菱電機(株)	後方乱気流に関する研究	2004/7/20～2006/3/31
航空システム部	(独)宇宙航空研究開発機構	後方乱気流の航空機におよぼす影響の研究	2004/9/1～2006/3/31
管制システム部	東北大学	発話音声による身体疲労の評価可能性に関する基礎研究	2004/9/13～2006/3/31
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	2004/10/1～2006/3/31
衛星技術部	(独)産業技術総合研究所	準天頂衛星での利用に向けた地球周辺環境による電磁波遅延量の準リアルタイム推定の研究	2005/7/4～2006/3/31
衛星技術部	国土交通省国土地理院	準天頂衛星システムによる精密測位に関する研究	2005/7/15～2009/3/31
衛星技術部	(独)情報通信研究機構 国立大学法人京都大学大学院理学研究科 国立大学法人名古屋大学太陽地球環境研究所	電離層不規則構造と衛星航法への影響に関わる共同研究	2006/1/31～2008/3/31
衛星技術部	富山商船高等専門学校	衛星航法システムにおける衛星軌道情報の影響に関する共同研究	2005/11/15～2008/3/31
航空システム部	(独)交通安全環境研究所	A-SMGC実験システムの構築と接続評価	2006/2/3～2009/3/31
航空システム部	東京海洋大学	GNSSの信号品質とマルチパス特性の評価に関する共同研究	2006/4/1～2009/3/31

7 研究発表

航空システム部 宮崎 裕己
三吉 襄

(1) 研究発表会

1. 航空機からのGPS掩蔽観測技術の開発について

航空システム部 藤井 直樹
齊藤 真二
吉原 貴之
衛星技術部 星野尾一明
松永 圭左
坂井 丈泰

2. 電離層遅延空間勾配のGBASへの影響

航空システム部 吉原 貴之
藤井 直樹
京都大学理学研究科 齊藤 昭則

3. SBAS電離層補正情報のアベイラビリティ向上

衛星技術部 坂井 丈泰
松永 圭左
星野尾一明

4. GPSを用いた電離層プラズマバブルの観測

衛星技術部 松永 圭左
星野尾一明
京都大学理学研究科 齊藤 昭則
名古屋大学太陽地球環境研究所 大塚 雄一

5. QZSを用いる高精度測位実験システムの開発

衛星技術部 新井 直樹
伊藤 憲
坂井 丈泰
航空システム部 福島荘之介

6. 航空機高度計としてのGNSSの利用

衛星技術部 新美 賢治
坂井 丈泰
惟村 和宣

7. ヘリコプタ用障害物探知システムの性能

電子航法開発部 山本 憲夫
米本 成人
山田 公男
IHIエアロスペース 安井 英己
森田 康志

8. 光ファイバ信号伝送技術を使用した受動型測位方式の評価実験

電子航法開発部 古賀 禎
田嶋 裕久
小瀬木 滋

9. 設置方法を改善したマルチラテレーション監視の空港面評価

10. ASDEデュアルサイト化に向けた干渉対策実験

航空システム部 加来 信之
小松原健史

11. 出発航空機から発する後方乱気流の観測

航空システム部 加来 信之
小松原健史

12. RNP-RNAV平行経路における横方向重畳確率

電子航法開発部 長岡 栄

13. 航空路の交差点における航空機の衝突危険度

電子航法開発部 天井 治
長岡 栄

14. コンフリクト検出に用いる高度予測手法の提案

管制システム部 瀬之口 敦
福田 豊
住谷美登里

15. 洋上経路の管制間隔短縮の効果

管制システム部 福田 豊
福島 幸子
住谷美登里
瀬之口 敦

16. 四次元航法と管制に関する一考察

管制システム部 矢田 士郎

17. 高速シミュレーションによる空港面拡張の検討例

管制システム部 蔭山 康太

18. 発話音声による疲労評価実験の手法と結果

管制システム部 塩見 格一

19. 情報共有手順の提案と簡単な実装

管制システム部 金田 直樹
塩見 格一

20. VDLモード3相互運用性及び管制官評価実験

航空システム部 松久保裕二
中谷 泰欣
北折 潤
管制システム部 塩地 誠
早稲田大学大学院 津田 良雄

21. VDLモード3を用いたATNの通信実験

航空システム部 板野 賢
航空局 加藤 敏
航空システム部 北折 潤
中谷 泰欣

22. 航空衛星データ通信の性能と容量のシミュレーション

衛星技術部 住谷 泰人
石出 明

(2) 所外発表

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊利物名
東行き太平洋経路における飛行計画時調整の提案	福島幸子 福田豊	2005. 4	電子情報通信学会論文誌
An Analysis of Communication for Arrival in Real-time ATC Simulation (実時間航空管制シミュレーションにおける到着機への通信の一比較)	蔭山康太 青山久枝	2005. 4	International Symposium on Aviation Psychology
Task Analysis for Safety Assessment in En-route Air Traffic Control (航空路管制の安全性評価のための作業分析)	青山久枝 蔭山康太 井上諭 (東京大学) 古田一雄 (同上)	2005. 4	International Symposium on Aviation Psychology
独立行政法人 産業安全研究所を訪ねる (2004年度第2回見学会報告)	長岡栄	2005. 4	日本信頼性学会誌
The Next Generation Air to Ground Communication for Air Traffic Control (航空管制用次世代空地通信)	Ho Dac Tu (早稲田大学) 津田良雄 (同上) 嶋本薫 (同上) 北折潤	2005. 4	2005 IEEE/ACES Int'l Conf. Wireless commun. & Appl.Comp.Electromagnetics
Report of Air Traffic Controller Evaluations for VDL Mode 3 (VDLモード3システムの管制官評価結果について)	中谷泰欣 松久保裕二 P e t e r Muraca (FAAテクニカルセンター)	2005. 4	RTCA SC-172 第53回会議
GPSシンチレーションモニタを用いた中緯度電離圏イレギュラリティの研究	松永圭左 星野尾一明 大島浩嗣 (京都大学) 齊藤昭則 (同上)	2005. 5	地球惑星科学関連学会 2005年合同大会
対地速度とトラック角を利用したADS予測位置誤差の検討	住谷泰人 石出明	2005. 5	日本航海学会 第112回講演会
SBAS電離層遅延補正方式のオペラビリティ向上	坂井丈泰 松永圭左 星野尾一明	2005. 5	日本航海学会 第112回講演会
RNP-RNAV経路における航空機の横方向重畳確率Ⅱ：- DE型の裾部分布モデルによる検討-	長岡栄	2005. 5	日本航海学会 第112回講演会
交差路における航空機の垂直方向衝突危険度の推定	天井治 長岡栄	2005. 5	日本航海学会 第112回講演会
ミリ波/赤外線によるヘリコプタ用障害物探知システムの研究	山本憲夫	2005. 5	日本航空技術協会 航空技術誌
航空システムの安全	長岡栄	2005. 5	電子情報通信学会誌
第7回確率論的安全性評価・管理に関する国際会議 (PSAM7) 参加報告	長岡栄	2005. 5	日本信頼性学会誌
Report on the Preliminary Analysis of Pre-Implementation Safety Assessment for Japanese Domestic RVSM	長岡栄 天井治	2005. 5	ICAO SASP WG/WHL/7

表題名 (和訳も)	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
Context Management and ATN Security Interperability Testing between ENRI and STNA (ENRI-STNA間のコンテキスト・マネジメントとATNセキュリティの総合運用性試験)	板野賢 Mark Brown (沖電気工業) Frédéric Picard (STNA)	2005. 5	ICAO ACP WG-N
航空の安全とCNS/ATMシステム	長岡栄	2005. 5	電子情報通信学会 安全性研究会
GPSによる航空機速度の測定	坂井丈泰 齊藤真二 吉原貴之 藤井直樹	2005. 5	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会
C BAND and OFDM for AIR TRAFFIC CONTROL COMMUNICATION SYSTEM (CバンドにおけるOFDM航空管制用通信)	Ho Dac Tu (早稲田大学) 津田良雄 (同上) 嶋本薫 (同上) 北折潤	2005. 5	Asian Information Council 32nd Conference
対空短波通信とPLCの共存条件に関するコメント	小瀬木滋	2005. 5	第5回高速電力線搬送波通信に関する研究会 対策資料
DME/TACAN Beacon Signal Environment Evaluation in Japan 日本におけるDME/TACANビーコン信号環境の評価	小瀬木滋	2005. 5	JTIDS/MIDS Multi National Working Group 2005および関連サブグループ
VDLモード3について	北折潤	2005. 5	日本航海学会 航空宇宙研究会
Research Plan of Ionospheric Disturbance for MSAS MSAS電離層擾乱研究計画	松永圭左 星野尾一明	2005. 5	JCAB/MITRE 会議
Evaluation of Multilateration at ENRI 電子航法研究所におけるマルチラテーションの評価状況	宮崎裕己 三吉襄	2005. 5	ICAO SCRSP WG-B8
Analytical Results of Unauthorized Aircraft Address Measured by Aircraft Address Monitoring System 航空機アドレス監視装置による不適切な航空機アドレスに関する解析結果について	藤井直樹 (代理発表) 堀越文樹 (航空局) 中村寿男 (日本電気(株))	2005. 5	SURVEILLANCE AND CONFLICT RESOLUTION SYSTEMS PANEL (SCRSP) SURVEILLANCE SYSTEMS WORKING GROUP-B
Data Packet Flow Optimization for VDL Mode 3 VDLモード3システムの packets 伝送の最適化について	中谷泰欣	2005. 5	ICAO ACP WG-M/10
Report of Air Traffic Controller Evaluations for VDL Mode 3 航空管制官によるVDLモード3システムの評価について	中谷泰欣 松久保裕二	2005. 5	ICAO ACP WG-M/10
Report of VDL Mode 3 Voice Quality Tests with Radio Interference VDLモード3の電波干渉時の音声品質評価結果について	中谷泰欣	2005. 5	ICAO ACP WG-B/19
VHF帯航空通信におけるフェージング特性	北折潤 津田良雄 (日本航空(株))	2005. 6	電子情報通信学会論文誌
Electromagnetic Environment in Aircraft by Wireless LAN Systems and its Possibility of interference on Avionics 無線LANシステムによる航空機内電波環境と航法機器への干渉の可能性	山本憲夫 平田俊清 (RAエンジニアリングハウス) 米本成人	2005. 6	IEEE電磁両立性に関する国際会議 (EMC-2005)

表題名 (和訳も)	発表者	発表年月	発表機関・刊利物名
RA downlink Anomalies Observed with the SSR mode S in Japan 日本のSSRモードSで観測されたRAダウンリンクの異常	小瀬木滋 堀越文樹 (航空局) 中谷勝 (同上) 住谷泰人	2005. 6	ICAO SCRSP/WG-A8およびB8
A New Multilateration System for Ground Surveillance 新しい地上監視用マルチラテレーションシステム	古賀禎 田嶋裕久 小瀬木滋	2005. 6	JISSA2005
Revised ASAS Functional Diagram in response to SCRSP1 and other comments SCRSP1他のコメントに応じたASAS機能構成図	小瀬木滋	2005. 6	ICAO SCRSP/WG-A8およびASAS-SG
Reply failure to low power interrogations 低電力質問信号への応答誤り	小瀬木滋	2005. 6	ICAO SCRSP/WG-A8
航空機アドレス監視システムと非正規アドレス	藤井直樹	2005. 6	航空無線 第44号
ACAS II Operational Monitoring Report in Japan, First Report of 2005 日本におけるACAS IIモニタリング、2005年第1版	住谷泰人 小瀬木滋 白川昌之 中谷勝 (航空局)	2005. 6	ICAO SCRSP/WG-A8
SEPARATION MINIMA AND SAFETY	長岡栄	2005. 6	第3回航空交通管理セミナー
Study on Dynamic Aircraft Route Planning System 動的経路計画システムの研究	福田豊	2005. 6	第3回航空交通管理セミナー
ICAO ACP WG-M/10 (モンリオール) 会議報告	中谷泰欣	2005. 6	保企ニュース 420号
Ionospheric Variations at Midlatitudes Detected by a Dense GPS Receiver Array in Japan 日本における稠密GPS受信機群で検出された中緯度電離層変動	齊藤昭則 松永圭左 星野尾一明 大塚雄一 (名古屋大学太陽地球環境研究所) 津川卓也 (同上)	2005. 6	米国航法学会第61回年次会議
Effect of ADS Along-Track Position Prediction Errors on the Longitudinal Overlap Probability of Aircraft 航空機の縦方向重量確率へのADS経路方向予測誤差の影響	長岡栄	2005. 6	EUROCONTROL Mathematics Drafting Group (MDG) 会議
出発機の交通量と高度変更についての解析	住谷美登里 福島幸子 福田豊 瀬之口敦	2005. 7	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会
Development of Airborne GPS Down-Looking Occultation Experiment System 航空機GPS掩蔽観測用実験システムの開発	藤井直樹 齊藤真二 吉原貴之 坂井丈泰 松永圭左 星野尾一明	2005. 7	EUC-2005
Additional revision of ASAS Functional Diagram in response to SCRSP1 and other comments SCRSP1他のコメントに応じたASAS機能構成図 (追加改訂版)	小瀬木滋	2005. 7	ASAS-RFGおよびICAO SCRSP/WG-B9/TSG
WG-A discussions on reply failure to low power interrogations 低電力質問信号への応答誤りに関するWG-Aの討議	小瀬木滋 宮崎裕巳	2005. 7	ICAO SCRSP/WG-B9/TSG
局所的な電離層遅延空間勾配のGBASへの影響について	吉原貴之 藤井直樹 若林さやか 齊藤昭則 (京都大学)	2005. 7	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会

表題名 (和訳も)	発表者	発表年月	発表機関・刊利物名
準天頂衛星サブメータ級補強機能の性能評価	坂井丈泰 福島荘之介 新井直樹 伊藤憲	2005. 7	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会
The Mode S Pulse Acceptance Value for Japanese Interrogators 日本のインタロゲータにおけるモードSパルス許容値	宮崎裕己	2005. 7	ICAO SCRSP/WG-B9/TSG
Evaluation Plan of Multilateration at Tokyo International Airport 東京国際空港におけるマルチラレーションの評価計画	宮崎裕己	2005. 7	ICAO SCRSP/WG-B9/TSG
Quasi-real-time Signal Delay Estimation of Remote Synchronization System for Onboard Crystal Oscillators 衛星搭載時計の時刻同期における伝搬遅延量の準リアルタイム推定	新井直樹 坂井丈泰 福島荘之介 伊藤憲 高崎直人 (産業技術総合研究所) 岩崎晃 (同上) 岩田敏彰 (同上) 今江理人 (同上) 鈴山智也 (同上) 池本由希子 (同上) タッペロ・ファブリツィオ (同上) 村上寛 (同上)	2005. 7	ISTS:International Symposium on Space Technology and Science (国際宇宙技術科学シンポジウム)
GLONASSの概要	新井直樹	2005. 8	TOPCON GNSS研修会
ASASの概要と研究状況	小瀬木滋	2005. 8	ASAS-RFG/ADS-B-RFG報告会 (航空局無線課主催)
ASAS-RFG6:ASAS Requirement Focus Group 第6回会議およびICAO/SCRSP/WG-A/ASAS Subgroup 会議報告書 概要版	小瀬木滋	2005. 8	ASAS-RFG/ADS-B-RFG報告会 (航空局無線課主催)
High Integrity Multicast:New Paradigm for Data Sharing 高完全性マルチキャストの提案	金田直樹 塩見格一	2005. 9	FIT2005 第4回情報科学技術フォーラム
対地速度とトラック角を利用したADS予測位置誤差の検討	住谷泰人 石出明	2005. 9	日本航海学会 論文集 第113号
航空衛星通信の性能予測の一検討 -地上から航空機への通信	住谷泰人 石出明	2005. 9	電子情報通信学会 ソサイエティ大会
対流圏遅延量の準リアルタイム推定の検討	新井直樹 坂井丈泰 福島荘之介 伊藤憲 岩田敏彰 (独)産業技術総合研究所) 岩崎晃 (同上) 今江理人 (同上) 鈴山智也 (同上)	2005. 9	電子情報通信学会 ソサイエティ大会

表題名（和訳も）	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
IMU/GPSハイブリッドシステムによる航空機速度の推定	藤井直樹 吉原貴之 齊藤真二 坂井丈泰 松永圭左 星野尾一明	2005. 9	電子情報通信学会 ソサエティ大会
信号環境記録を用いるマルチパス分析手法	小瀬木滋	2005. 9	電子情報通信学会 ソサエティ大会
擬似衛星の対流圏補正モデルとラジオゾンデの比較	福島荘之介 吉原貴之	2005. 9	電子情報通信学会 ソサエティ大会
The performance of Airborne 94GHz Radar for Obstacle Detection 障害物探知用航空機搭載94GHzレーダの性能	山本憲夫 米本成人 山田公男 安井英己 (IHIエアロスペース) B.D.Nguyen (ニース大学) C.Migliaccio (同上) C.Pichot (同上)	2005. 9	国際レーダシンポジウム (IRS 2005)
GPS 信号品質監視における異常信号検出の試み	齊藤真二 吉原貴之 福島荘之介 藤井直樹	2005. 9	電子情報通信学会 ソサエティ大会
航空機の位置分布が水平重畳確率に与える影響	藤田雅人 長岡栄 天井治	2005. 9	電子情報通信学会 ソサエティ大会
G581ルートシステムの変更による航空機の近接通過頻度の低減	天井治 長岡栄	2005. 9	電子情報通信学会 ソサエティ大会
準天頂衛星サブメータ級補強機能の性能評価	坂井丈泰 福島荘之介 新井直樹 伊藤憲	2005. 9	電子情報通信学会 ソサエティ大会
航空交通システムにおける安全・安心の追求	長岡栄	2005. 9	電子情報通信学会 ソサエティ大会
AIS（船舶自動識別装置）通信シミュレーション	塩地誠 白川昌之 矢田士郎	2005. 9	電子情報通信学会 ソサエティ大会
VDLモード3の研究	中谷泰欣	2005. 9	情報処理方式小委員会
出発航空機から発する後方乱気流の観測	小松原健史	2005. 9	(財) 航空振興財団 全天候方式小委員会
GBASの最新動向	藤井直樹	2005. 9	日本航空宇宙工業会 航空電子システム調査委員会
Modified Ionospheric Correction Algorithms for the SBAS Based on Geometry Monitor Concept ジオメトリモニタによるSBAS電離層遅延補正方式	坂井丈泰 松永圭左 星野尾一明 Todd Walter (スタンフォード大学)	2005. 9	米国航法学会 GNSS会議 (ION GNSS)
航空路管制業務における管制官のタスク分析と認知モデル構築に関する研究	井上 諭 (東京大学) 青山久枝 蔭山康太 古田一雄 (東京大学)	2005. 9	ヒューマンインタフェースシンポジウム2005
高速シミュレーションによる空港面拡張の検討例	蔭山康太	2005. 9	中部国際空港出前講座「A-SMGCシステムの研究について」
On Horizontal Overlap Probability of Aircraft with Crossing Tracks 交差する航跡をもつ航空機の水平重畳確率について	藤田雅人 長岡栄 天井治	2005. 9	Eurocontrol 第32回数学草案グループ会議

表題名 (和訳も)	発表者	発表年月	発表機関・刊利物名
A-SMGC システムの概要	二瓶子朗	2005. 9	中部国際空港出前講座「A-SMGC システムの研究について」
マルチラテレーションの概要	宮崎裕己	2005. 9	中部国際空港出前講座「A-SMGC システムの研究について」
Measurement system and experimental results of airborne-based downward-looking GPS occultation (航空機によるGPSダウンルッキング掩蔽観測システムと実験結果)	吉原貴之 藤井直樹 星野尾一明 松永圭左 齊藤真二 坂井丈泰 津田敏隆 (京大大学生存圏研究所) 青山雄一 (情報通信研究機構) 淡野敏 (京大大学生存圏研究所)	2005. 9	米国航法学会GNSS会議 (ION GNSS 2005)
RNP-RNAV 経路における航空機の横方向重畳確率Ⅱ : - DE型の裾部分布モデルによる検討 -	長岡栄	2005. 10	日本航海学会論文集第113号
交差点における航空機の垂直方向衝突危険度の推定	天井治 長岡栄	2005. 10	日本航海学会論文集第113号
SBAS 電離層遅延補正方式のオペラビリティ向上	坂井丈泰 松永圭左 星野尾一明	2005. 10	日本航海学会論文集第113号
航空交通システム	長岡栄	2005. 10	日本機械学会「機械工学便覧」γ編 8.5.2章
The Status of Wake Vortex Research in Japan 日本における後方乱気流の研究の状況	小松原健史 加来信之	2005. 10	the13th Coherent Laser Rader Conference
VDLモード3実験システム運用性評価	松久保裕二 北折潤 中谷泰欣 塩地誠 津田良雄 (日本航空(株))	2005. 10	第43回飛行機シンポジウム
航空管制シミュレータの開発	蔭山康太 岡恵 三垣充彦	2005. 10	第43回飛行機シンポジウム
モードS受動測位におけるマルチパス誤差の検討	田嶋裕久 古賀禎 小瀬木滋	2005. 10	第43回飛行機シンポジウム
LDA進入方式におけるILSローカライザ設置方法について	横山尚志 朝倉道弘 田嶋裕久	2005. 10	第43回飛行機シンポジウム
飛行実験によるヘリコプタ用障害物探知システムの検証	山本憲夫 米本成人 山田公男 安井英己 (IHエアロスペース)	2005. 10	第43回飛行機シンポジウム
衛星航法システムSBASの現状	坂井丈泰 松永圭左 星野尾一明	2005. 10	第43回飛行機シンポジウム
洋上経路の横間隔短縮の効果	福田豊	2005. 10	日本航海学会第113回講演会
交通流の分散による航空機の近接通過頻度の低減	天井治 長岡栄	2005. 10	日本航海学会第113回講演会
SBAS 電離層補正情報のオペラビリティ向上	坂井丈泰 松永圭左 星野尾一明	2005. 10	航空無線 第45号
交差航空路での衝突リスク推定における水平重畳確率計算法の比較	藤田雅人 長岡栄 天井治	2005. 10	日本航海学会第113回講演会

表題名 (和訳も)	発表者	発表年月	発表機関・刊利物名
RNP-RNAV 経路における航空機の横方向重畳確率Ⅲ —GL-DE混合型分布モデルによる検討—	長岡栄	2005. 10	日本航海学会第113回講演会
Prediction of Sector Capacity under RVSM by Real Time Simulation リアルタイムシミュレーションによるRVSM導入時のセクタ容量の予測	福島幸子 福田豊 住谷美登里 瀬之口敦	2005. 10	2005 JSASS-KSAS Joint International Symposium on Aerospace Engineering (飛行機シンポジウムインターナショナルセッション,KSASと共催)
Measurement system of airborne-based GPS downward-looking Ocultation and experimental results (航空機によるGPSダウンルッキング掩蔽観測システムと実験結果)	吉原貴之 藤井直樹 星野尾一明 松永圭左 齊藤真二 坂井丈泰 津田敏隆 (京都大学生存圏研究所) 青山雄一 (情報通信研究機構) 淡野敏 (京都大学生存圏研究所)	2005. 10	第28回国際電波科学連合 (URSI) 総会
出発航空機から発する後方乱気流の観測	小松原健史	2005. 10	航空無線 第45号
準天頂衛星システムによる高精度測位実験システムについて	新井直樹 坂井丈泰 福島荘之介 伊藤憲 沢辺幹夫 (宇宙航空研究開発機構)	2005. 10	測地学会第104回講演会
Additional revision of ASAS Functional Diagram in response to SCRSP1 and other comments SCRSP1他のコメントに応じたASAS機能構成図の追加改訂	小瀬木滋	2005. 10	ICAO SCRSP/WG-A9
An example of common mode failure between ATC and ACAS via air pressure altitude data 気圧高度データを通じたATCとACASの共通モード障害の事例	小瀬木滋	2005. 10	ICAO SCRSP/WG-A9
ACAS II Operational Monitoring Report in Japan, Second Report of 2005 日本におけるACAS IIの運用モニタリングレポート、2005年第2版	住谷泰人 小瀬木滋 白川昌之 中谷勝 (国土交通省航空局技術部航空機安全課)	2005. 10	ICAO SCRSP/WG-A9
発話音声による疲労状態評価検証実験の手法と結果	塩見格一 佐藤清 (鉄道総合技術研究所) 澤貢 (同上) 水上直樹 (同上) 鈴木綾子 (同上)	2005. 10	日本人間工学会第35回関東支部大会
レーダデータに基づく交差航空路における最近接距離分布の推定	藤田雅人 長岡栄 天井治	2005. 10	電子情報通信学会 安全性研究会
高速移動体向け高精度測位補正技術に関する研究開発	伊藤憲 植田亨 (総合政策)	2005. 10	電波航法研究会

表題名（和訳も）	発表者	発表年月	発表機関・刊利物名
高速電力線搬送波通信の許容値案による航空無線との共存について	小瀬木滋	2005. 10	高速電力線搬送波通信に関する研究会（第10回）対策資料
含有率の条件を有する横方向誤差分布の数学モデル	長岡栄	2005. 10	日本航海学会 自動航法研究会（AUNAR）
Analytical Results of Unauthorized Aircraft Address Measured by Aircraft Address Monitoring System 航空機アドレス監視装置による不適切な航空機アドレスに関する解析結果について	藤井直樹 堀越文樹（航空局） 中村寿男（日本電気（株））	2005. 10	SURVEILLANCE AND CONFLICT RESOLUTION SYSTEMS PANEL (SCRSP) SURVEILLANCE SYSTEMS WORKING GROUP-B
Evaluation of Multilateration at ENRI 電子航法研究所におけるマルチラテレーションの評価状況	宮崎裕己 三吉襄	2005. 10	ICAO SCRSP/WG-B9
Relationship between Barometric Altitude and GPS-Based Height 気圧高度とGPS高度の関係	坂井丈泰	2005. 10	ICAO SCRSP/WG-B9
電離層活動の衛星通信・衛星航法への影響	星野尾一明 松永圭左	2005. 10	航空振興財団 衛星利用方式小委員会
欧米の航空交通の将来計画	福田豊	2005. 10	日本航海学会 秋季研究会
国内短縮垂直間隔導入のための空域安全性の事前評価	天井治 長岡栄	2005. 10	電子情報通信学会 安全性研究会
航空機の縦方向間隔分布作成のためのシミュレーション	長岡栄 河田正智 天井治 藤田雅人	2005. 10	電子情報通信学会 安全性研究会
Observation of Ionospheric Plasma Bubble and its Effects on GNSS in Japan 日本におけるプラズマバブル観測とGNSSへの影響	松永圭左 星野尾一明 今村純（航空局）	2005. 10	ICAO NSP WG
ENRI/MSAS R&D Activities ENRI/MSAS R&D 活動	星野尾一明 松永圭左	2005. 10	①JICA Industrial and Training Program 25th Batch-Aviation Radio- ②JICA Educational Support for the new CNS/ATM Systems Implementation
PED Interference Reporting System in Japan 日本における携帯電子機器による電磁干渉報告システム	山本憲夫	2005. 10	RTCA SC-202（携帯電子機器委員会）第12回会議
JTIDSによるDMEへの干渉の識別法	小瀬木滋	2005. 10	JTIDSに関する日米技術交換会議
Research On SSR Mode S system SSR Mode S システムの研究について	古賀禎	2005. 10	フィリピン国「新CNS/ATM整備にかかる教育支援プロジェクト」に係る研修
対流圏遅延量の準リアルタイム推定の検討	新井直樹 坂井丈泰 福島荘之介 伊藤憲 岩田敏彰（独立行政人産業技術総合研究所） 岩崎晃（同上） 今江理人（同上） 鈴山智也（同上） 池本由希子（同上）	2005. 11	第49回宇宙科学技術連合講演会
サブメータ級広域補強機能のプロトタイプ評価	坂井丈泰 福島荘之介 新井直樹 伊藤憲	2005. 11	第49回宇宙科学技術連合講演会
静止衛星型衛星航法補強システムの2周波対応に関する研究	星野尾一明	2005. 11	国土交通省大臣官房広報課、「国土交通」平成17年11月号
航空機内の無線LAN－機上装置の感受性、標準化－	山本憲夫 平田俊清（RAエンジニアリングハウス）	2005. 11	電子情報通信学会 環境電磁工学研究専門委員会 EMCワークショップ

表題名 (和訳も)	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
独立行政法人電子航法研究所の概要 (仮題), その他	松永 博英	2005. 11	国土交通省大臣官房広報課、「国土交通」平成17年11月号
MTSAT/MSAS (MTSAT/MSASブースにおけるJRANSAとの共同展示)	坂井丈泰 松永圭左 星野尾一明	2005. 11	APEC GIT/8 (アジア太平洋経済協力 GNSS整備チーム 第8回会議)
SBAS R&D Activities at ENRI 電子航法研究所におけるSBAS研究開発の状況	坂井丈泰 松永圭左 星野尾一明	2005. 11	APEC GIT/8 (アジア太平洋経済協力 GNSS整備チーム 第8回会議)
GPS/GNSSの基礎知識	坂井丈泰	2005. 11	GPS/GNSSシンポジウム チュートリアルセッション
Reverse path measurement for multipath echo マルチパス反射波の逆方向伝搬測定	小瀬木滋	2005. 11	JTIDS/MIDS Multi National Working Group 関連GNSSサブグループ
Simple Expressions of Maximum Lateral Overlap Probability for RNP RNAV Route Spacing RNP RNAVのルート間隔のための横方向重畳確率の簡単な表現	長岡栄	2005. 11	ICAO SASP-WG-WHL-8
準天頂衛星サブメータ級補強機能の性能評価	坂井丈泰	2005. 11	GPS/GNSSシンポジウム
出発航空機から発する後方乱気流の観測	小松原健史	2005. 11	東京空港事務所 電子航法研究所出前講座
擬似衛星の対流圏遅延補正モデルとラジオゾンデの比較	福島荘之介 吉原貴之	2005. 11	GPS/GNSSシンポジウム2005
COMPACT PRIMARY SOURCE for W-band reflector antenna (W帯反射板アンテナのためのコンパクト一次放射器)	B.D.Nguyen C.Migliaccio Ch.Pichot 米本成人 山本憲夫	2005. 11	IEE Electronics letters
Observation of Plasma Bubble with TEC and Signal Intensity Data TECおよび信号強度データを用いたプラズマバブルの観測	松永圭左 星野尾一明	2005. 11	第11回 SBAS 電離層会議
MSAS Status MSASの状況	松永圭左 星野尾一明 今村純 (航空局)	2005. 11	第11回 SBAS 電離層会議
光ファイバ信号伝送技術を使用した受動型監視装置(OCTPASS)について	古賀禎 田嶋裕久 小瀬木滋	2005. 11	放送型データリンクに関する国際動向等調査
LI-SAIF 信号の概要	伊藤憲 新井直樹 福島荘之介 坂井丈泰	2005. 11	準天頂衛星システム関連会議 (信号内容説明会)
日本におけるATM研究	山本哲士	2005. 11	電子航法研究所/仏国DSNA 共同講演会
順序間隔付けツールの開発について	福田豊	2005. 11	電子航法研究所/仏国DSNA 共同講演会
出発航空機から発する後方乱気流の観測	小松原健史	2005. 11	成田空港事務所電子航法研究所出前講座
GPSによる電離層総電子数の観測	坂井丈泰	2005. 12	電子情報通信学会論文誌
VDLモード3相互運用性及び管制官評価	松久保裕二	2005. 12	航空無線 第46号
VDLモード3について	北折潤	2005. 12	日本航海学会 学会誌
航空路管制における管制指示の分析	青山久枝 蔭山康太 井上諭 (東京大学) 古田一雄 (同上) 飯田裕康 (労働科学研究所)	2005. 12	計測自動制御学会 (SICE) システムインテグレーション部門講演会
航空路管制業務における管制官の認知プロセスのモデル化に関する研究	井上 諭 青山久枝 蔭山康太 古田一雄 (東京大学)	2005. 12	計測自動制御学会 (SICE) システムインテグレーション部門講演会

表題名 (和訳も)	発表者	発表年月	発表機関・刊利物名
航空路管制業務分析システムと安全性評価への応用に関する研究	井上 幸一 (東京大学) 安藤英幸 (同上) 大和裕幸 (同上) 青山久枝	2005. 12	計測自動制御学会 (SICE) システムインテグレーション部門講演会
高速シミュレーションによる空港面拡張の検討	蔭山 康太	2005. 12	航空無線第46号
航空無線へのCDMA方式の適用可能性	北折潤	2005. 12	情報処理方式小委員会
高速移動体向け高精度測位補正技術に関する研究開発	伊藤憲 植田亨 (総合政策局)	2005. 12	日本経団連「準天頂衛星システム推進検討会」利用ワーキンググループ
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	山本憲夫	2005. 12	航空振興財団 全天候航法方式小委員会
高精度測位補正技術に関する研究開発ー平成17年度進捗状況ー	伊藤憲	2005. 12	国土交通省「準天頂衛星による高精度測位補正に関する技術開発」委員会
航空用衛星航法システムの信頼性	坂井丈泰	2006. 1	信頼性学会誌「信頼性」
コンフリクト検出に用いる高度予測モデルの提案	瀬之口敦 福田豊	2006. 1	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会
相関波形によるGPS信号品質監視	齊藤真二 吉原貴之 福島荘之介 藤井直樹	2006. 1	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会
SBAS広域ディファレンシャル補正情報の品質評価	坂井丈泰 福島荘之介 新井直樹 伊藤憲	2006. 1	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会
ASAS用データリンク方式の電磁環境に関する研究	小瀬木滋 住谷泰人 古賀禎	2006. 1	航空局報告会
GNSSの課題と解決に向けた取り組み	星野尾一明	2006. 1	航空保安研究センター 第6回CNS/ATMシンポジウム
Prototype of Satellite-Based Augmentation System and Evaluation of the Ionospheric Correction Algorithms SBASプロトタイプの開発と電離層補正方式の評価	坂井丈泰 松永圭左 星野尾一明 Todd Walter (スタンフォード大学)	2006. 1	米国航法学会技術会議 (ION NTM 2006)
Review of the Rule for PED Use in Aircraft in Japan 日本における機内での携帯電子機器使用に関する規則の見直し	山本憲夫	2006. 1	RTCA SC-202 (携帯電子機器委員会) 第13回会議
A study on detection of sea level variation using GPS signal reflected by sea surface GPS 衛星電波の海面反射波を利用した海面高度変動の検出	吉原貴之 齊藤真二 藤井直樹 坂井丈泰	2006. 1	米国航法学会技術会議 (ION NTM 2006)
管理されることの快適さを提供するヒューマン・ファクター管理技術	塩見格一	2006. 2	宇宙技術開発株式会社 社内勉強会
ミリ波/赤外線による衝突防止技術に関する研究	山本憲夫	2006. 2	国土交通先端技術フォーラム 発表資料
通信容量予測シミュレーション	住谷泰人 石出明	2006. 2	国土交通省航空局管制保安部管制技術課依頼に基づく調査資料 (外部向け資料として利用する場合があります)
高緯度地域における高サンプリングGPS観測	新井直樹 松永圭左 坂井丈泰 星野尾一明	2006. 2	両極域から見た地球内部の不均質構造とダイナミクスに関する研究集会
MSAS電離層補正情報の評価と改良方式	坂井丈泰	2006. 2	第14回MSAS技術評価検討委員会
Current GBAS R&D Status in Japan 日本におけるGBAS開発の現状	藤井直樹	2006. 2	FAA-EU GBAS Working Meeting
ICAO航法システムパネル (NSP) WG1&2会議報告	松永圭左	2006. 2	平成17年度全天候航法方式小委員会第4回

表題名 (和訳も)	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
MSAS概要と電離層補正	星野尾一明	2006. 2	第6回京都大学生存圏研究所プロジェクト共同研究集会 「MTI小型衛星による大気圏・宇宙圏観測ワークショップ」
Collision Risk Model for ADS-C Systems Taking Nominal Relative Speed Into Account 公称相対速度を考慮に入れたADS-Cシステムのための衝突危険度モデル	藤田雅人 長岡栄 天井治	2006. 2	EUROCONTROL Mathematics Drafting Group会議 (第33回)
交通流の分散による航空機の近接通過頻度の低減	天井治 長岡栄	2006. 3	日本航海学会論文集 第114号
交差航空路での衝突リスク推定における水平重畳確率計算法の比較	藤田雅人 長岡栄 天井治	2006. 3	日本航海学会論文集 第114号
RNP-RNAV経路における航空機の横方向重畳確率Ⅲ—GL-DE混合型分布モデルによる検討—	長岡栄	2006. 3	日本航海学会論文集 第114号
洋上経路の横間隔短縮の効果	福田豊	2006. 3	日本航海学会論文集 第114号
航空交通管制と安全の概念	長岡栄	2006. 3	日本機械学会誌
GPS広域補強プロトタイプシステムの性能検討	坂井丈泰 松永圭左 星野尾一明	2006. 3	電子情報通信学会 総合大会
Lidarで観測した後方乱気流の風速分布補正法	小松原健史 加来信之	2006. 3	電子情報通信学会 総合大会
GBAS用基準局アンテナの精度評価	中谷翼 (東京海洋大学) 久保信明 (同上) 安田明生 (同上) 齊藤真二 吉原貴之 藤井直樹	2006. 3	電子情報通信学会 総合大会
Real-time ATC Simulation System for Airspace Capacity Estimation	蔭山康太 岡恵 三垣充彦	2006. 3	電子情報通信学会 総合大会
高速シミュレーションによる空港面拡張の検討	蔭山康太	2006. 3	航空管制協会「航空管制」3月号
出発航空機から発する後方乱気流の観測	小松原健史	2006. 3	航空管制協会「航空管制」3月号
Development Program of Simulator for New Generation Aeronautical Satellite Communication System using IP in Japan 日本におけるIPを用いた次世代航空衛星通信システム用シミュレーターの開発	住谷泰人 石出明	2006. 3	NexSAT 第7回会議
Development Program of Simulator for New Generation Aeronautical Satellite Communication System using IP in Japan 日本におけるIPを用いた次世代航空衛星通信システム用シミュレーターの開発	住谷泰人 石出明	2006. 3	ICAO ACP WG-C10
ヒューマン・ファクターとその管理に関して	塩見格一	2006. 3	航空無線 第47
GPSの仕組みと位置誤差	坂井丈泰	2006. 3	第5回雪氷談話会 (北見工業大学 雪氷科学・防災・利用研究推進センター主催)
ABAS (IRS)	坂井丈泰	2006. 3	新CNS整備方針策定調査報告書
A feasibility study of CDMA technology for ATC ATC用CDMA技術の適用可能性調査	北折潤	2006. 3	ICAO ACP WG-C10
「地对空通信/無線通信基盤技術 ブロードバンド」	北折潤	2006. 3	新CNS整備方針策定調査報告書

表題名（和訳も）	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
米国の指標について	福田豊	2006. 3	次世代会議 第12回システム部会
Evaluation of MSAS Ionospheric Corrections MSAS電離層補正の評価	坂井丈泰 松永圭左 星野尾一明	2006. 3	SBAS IWG/15（第15回SBAS相互運用性会議）
ENRI/MSAS R&D Update ENRI/MSAS 研究開発	星野尾一明 坂井丈泰 松永圭左	2006. 3	SBAS IWG/15（第15回SBAS相互運用性会議）
SVM Software Update for Future SBAS Investigation 将来SBAS検討のためのSVMソフトウェア	星野尾一明 浅葉薫 （日本電気 （株））	2006. 3	SBAS IWG/15（第15回SBAS相互運用性会議）
高精度測位補正技術に関する研究開発-平成17年度成果報告-	伊藤憲	2006. 3	国土交通省「準天頂衛星による高精度測位補正に関する技術開発」委員会
日本のSSR運用と信号環境について	小瀬木滋	2006. 3	航空局管制技術課
SBASの現状と動向	坂井丈泰	2006. 3	常陸太田航空衛星センター
①電離層垂直遅延量の推定技術	星野尾一明、 坂井丈泰、 松永圭左 石井守 （情報通信 研究機構） 久保田実 （同上） 齊藤昭則 （京都大学 大学院） 大塚雄一 （名古屋大 学）	2006. 3	国土交通省航空局 航空保安無線協会 衛星航法システムの技術評価及び運用要件に関する調査（その3）報告書
②電離層の予測技術	星野尾一明、 坂井丈泰、 松永圭左 石井守 （情報通信 研究機構） 久保田実 （同上） 齊藤昭則 （京都大学 大学院） 大塚雄一 （名古屋大 学）	2006. 3	国土交通省航空局 航空保安無線協会 衛星航法システムの技術評価及び運用要件に関する調査（その3）報告書
RAレポートに基づくTCAS IIの運用モニタリング	住谷泰人 小瀬木滋 白川昌之	2006. 3	日本航海学会誌 第164号
鉄道車輛等運転手の疲労状態等検出のための発話音声分析技術	塩見格一 佐藤清 （鉄道総合 技術研究所） 澤貢 （同上） 水上直樹 （同上） 鈴木綾子 （同上）	2006. 3	第60回日本交通医学会

8 知的財産権

当研究所の平成17年度における知的財産権は、下記のとおりである。

(1) 登録済

発 明 の 名 称	発 明 者	出願年月日	登録番号	登録年月日
S S R方式による航空機識別装置	石橋 寅雄	60. 5. 9	1613239	3. 8. 15
対数周期ダイポールアンテナを用いた I L S ローライザーのモニター装置	石橋 寅雄	61. 4. 9	1828295	6. 3. 15
電子ゴニオメータ	田中 修一	61.10.23	1791791	5.10.14
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
D S B方式ドップラーV O R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
レーダ信号伝送方法とその送受信装置	加来 信之	63.12. 6	1778723	5. 8. 13
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出装置	横山 尚志 田嶋 裕久 藤井 直樹 長谷川英雄	元. 2. 9	1875585	6. 10. 7
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
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
信号発生器	田中 修一 二瓶 子朗	元.12.11	1813658	6. 1. 18
ドップラーV O R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
航空機、車両の応答信号識別方法およびその装置	石橋 寅雄 塩見 格一	4. 2. 3	2600093	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
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
シークラッタ抑圧方法	渡辺 泰夫 水城南海男	5. 5. 27	2653747	9. 5. 23
マルチバンドレーダの信号処理方法	水城南海男	5. 5. 27	3002738	11.11.19
G P S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	塩見 格一	6. 3. 11	2854799	10.11.20
被管制対象監視システム	塩見 格一	6. 3. 11	2777328	10. 5. 1
被管制対象監視システム	塩見 格一	6. 3. 11	2619217	9. 3. 11
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	6. 5. 18	2675752	9. 7. 18
被管制対象監視システム	塩見 格一	7. 2. 23	2763272	10. 3. 27
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	7. 3. 8	671634	14.10. 2

発 明 の 名 称	発 表 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：アメリカ	塩見 格一	7. 3. 9	5677841	9. 10. 14
被管制対象監視システム：カナダ	塩見 格一	7. 3. 9	2144291	10. 5. 26
航空管制情報統合表示装置	佐藤 裕喜	7. 4. 3	3030329	12. 2. 10
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 P C T出願：オーストラリア	塩見 格一	7. 5. 18	680365	9. 11. 13
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 P C T出願：イギリス	塩見 格一	7. 5. 18	2295472	10. 7. 22
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 P C T出願：カナダ	塩見 格一	7. 5. 18	2167516	15. 5. 13
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
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
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
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
熱交換器	田嶋 裕久	7. 12. 19	2852412	10. 11. 20
航空機管制支援システム	塩見 格一	8. 3. 29	2801883	10. 7. 10
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	8. 6. 13	2763522	10. 3. 27
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	8. 6. 13	2907328	11. 4. 2
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	8. 6. 13	2763521	10. 3. 27
ターミナル管制用管制卓における航空機順序付けのためのユーザインタフェース装置	塩見 格一	8. 10. 24	3013985	11. 12. 17
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
空港面監視装置	加来 信之 北館 勝彦	8. 12. 12	3226812	13. 8. 31
飛行場管制支援システム	塩見 格一	9. 3. 26	3017956	11. 12. 24
航空機管制支援システム：カナダ	塩見 格一	9. 3. 27	2201256	13. 2. 6
航空機管制支援システム：アメリカ	塩見 格一	9. 3. 28	5941929	11. 8. 24
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
滑走路予約システム	塩見 格一	9. 6. 9	2892336	11. 2. 26
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	10. 2. 24	6064939	12. 5. 16
飛行場管制支援システム：アメリカ	塩見 格一	10. 3. 25	6144915	12. 11. 7
無線通信ネットワークシステム（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	3474107	15. 9. 19
滑走路予約システム：オーストラリア	塩見 格一	10. 6. 5	713823	12. 3. 23
滑走路予約システム：イギリス	塩見 格一	10. 6. 5	2327517	11. 7. 28
滑走路予約システム：カナダ	塩見 格一	10. 6. 8	2239967	14. 7. 30
滑走路予約システム：アメリカ	塩見 格一	10. 6. 9	6282487	13. 8. 28
空港管制用操作卓 意匠登録	塩見 格一	10. 7. 31	1075354	12. 4. 7

発 明 の 名 称	発 表 者	出願年月日	登録番号	登録年月日
空港管制用操作卓 類似意匠登録	塩見 格一	10. 7. 31	1	12. 6. 16
音声による疲労・居眠り検知装置及び記録媒体	塩見 格一	10. 10. 5	3151489	13. 1. 26
受動型 S S R 装置	塩見 格一	10. 10. 30	3041278	12. 3. 3
S S R 装置及び航空機二次監視網	塩見 格一	10. 10. 30	2991710	11. 10. 15
管制用通信システム	塩見 格一	10. 12. 18	3041284	12. 3. 3
管制通信発出システム	塩見 格一	11. 3. 19	3300681	14. 4. 19
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	11. 4. 8	3091880	12. 7. 28
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	3588627	16. 8. 27
S S R 装置及び航空機二次監視網：P C T 出願 アメリカ	塩見 格一	11. 10. 29	6337652	14. 1. 8
受動型 S S R 装置：P C T 出願 アメリカ	塩見 格一	11. 10. 29	6344820	14. 2. 5
受動型 S S R 装置	塩見 格一	11. 11. 10	3277194	14. 2. 15
航空管制用ヒューマン・マシン・インターフェース装置	塩見 格一	11. 12. 7	3646860	17. 2. 18
飛行場管制支援システム	塩見 格一	11. 12. 17	3086828	12. 7. 14
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	3453547	15. 7. 18
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	3428945	15. 5. 16
G P S 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
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	3462172	15. 8. 15
管制装置システム：アメリカ	塩見 格一	12. 12. 7	6573888	15. 6. 3
音声処理装置	塩見 格一	13. 9. 25	3512398	16. 1. 16
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	13. 10. 24	3579685	16. 7. 30
目標検出システム	加来 信之	13. 12. 10	3613521	16. 11. 5
電波反射体を用いた測定装置	米本 成人 塩見 格一	14. 6. 28	3623211	16. 11. 4
操作卓 意匠	塩見 格一	14. 10. 15	1189989	15. 9. 26
脇机（意匠）	塩見 格一	15. 11. 18	1221366	16. 9. 17
操作卓（意匠）	塩見 格一	15. 11. 18	1226782	16. 11. 19
音声による疲労・居眠り検知装置及び記録媒体 米国出願	塩見 格一	12. 10. 19	6876964	17. 4. 5
誘電率の測定方法及び誘電率測定装置	横山 尚志	13. 9. 6	3680113	17. 5. 27
航空管制卓（意匠）	塩見 格一	16. 5. 20	1242705	17. 4. 28
ターゲット選択操作装置	塩見 格一	13. 3. 24	3743949	17. 12. 2
I L S のグライドパスの G P 進入コース予測方法及び I L S のグライドパスの G P 進入コース予測装置	横山 尚志	14. 9. 6	3752169	17. 12. 16
移動局及び移動局側通信制御方法及び基地局及び基地局側通信制御方法及び通信システム	金田 直樹 塩見 格一	15. 6. 3	3746773	17. 12. 2

発 明 の 名 称	発 表 者	出願年月日	登録番号	登録年月日
心身診断システム	塩見 格一	13. 9. 14	3764663	18. 1. 27
就寝中の身体反応情報検出装置	塩見 格一	15. 8. 25	3780273	18. 3. 10
管制装置システム	塩見 格一	11. 12. 8	348349	18. 3. 24
電波反射体を用いた測定装置	米本 成人 塩見 格一	16. 3. 25	3772191	18. 2. 24

※ は平成17年度に実施されたものである。

(2) 出願中

発 明 の 名 称	発 明 者	出願年月日	出 願 番 号
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	8. 12. 5	8-325628
航空交通シミュレータ	塩見 格一	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：韓国	塩見 格一	10. 2. 26	6160/1998
無線通信ネットワークシステム	田中 修一 二瓶 子朗	10. 6. 4	10-172173
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 P C T出願：アメリカ	塩見 格一	11. 6. 10	09/329,293
S S R装置及び航空機二次監視網 P C T出願 欧州 特許庁E P C	塩見 格一	11. 10. 29	99951157.9
受動型S S R装置 欧州特許庁E P C	塩見 格一	11. 10. 29	99951156.1
CDPLCメッセージ作成方式	塩見 格一	12. 3. 30	2000-095320
CDPLC/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	12. 3. 30	2000-095323
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	12. 3. 30	2000-095322
CDPLCメッセージ作成システム	塩見 格一	12. 3. 30	2000-095321
航空管制用管制指示入力装置	塩見 格一	12. 3. 30	2000-092584
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
カオス論的ヒューマン・ファクタ評価装置	塩見 格一	13. 4. 16	2001-116408
無線ネットワークシステム (C L 1 5 4 1 1)	田中 修一 二瓶 子朗	13. 8. 8	2001-240909
無線ネットワークシステム (C L 1 5 4 0 6)	田中 修一 二瓶 子朗	13. 8. 8	2001-240906
無線ネットワークを利用した移動体測位システム (C L 1 5 4 0 8)	田中 修一 二瓶 子朗	13. 8. 8	2001-240908
無線通信ネットワークシステム (C L 1 5 4 0 7)	田中 修一 二瓶 子朗	13. 8. 8	2001-240907
カオス論的脳機能診断装置	塩見 格一	13. 11. 13	2001-348108
表示画面上への航空機表示方法及びその装置	塩見 格一	14. 3. 5	2002-58392
カオス論的診断感度増感装置	塩見 格一	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

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：PCT出願	塩見 格一	14. 4. 10	PCT/ JP02/03561
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	塩見 格一	14. 10. 2	PCT/ JP02/11001
心身診断システム PCT出願	塩見 格一	14. 11. 11	PCT/ JP02/11738
カオス論的能機能診断装置 PCT出願	塩見 格一	14. 11. 12	PCT/ 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	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	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	14. 11. 19	2002-335699
心身状態判定システム	塩見 格一	15. 2. 24	2003-46428
カオス論的指標値計算プログラム	塩見 格一	15. 2. 24	2003-045386
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	15. 2. 24	2003-15661
カオス論的診断感度増感装置 PCT出願	塩見 格一	15. 2. 26	PCT/ JP03/02159
無線通信ネットワークシステム（CL15550）	二瓶 子朗	15. 3. 28	2003-090443
カオス論的指標値計算システム PCT出願	塩見 格一	15. 12. 26	PCT/ JP03/16954
誘電率の測定方法及び誘電率測定装置（分割出願）	横山 尚志	16. 1. 26	2004-16855
心身状態判定システム PCT出願	塩見 格一	16. 2. 23	PCT/ JP04/002054
移動局及び移動局側通信制御方法及び基地局及び通信システム	金田 直樹 塩見 格一	16. 3. 3	2004-58856
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	16. 3. 22	2004-081848
無線ネットワーク監視システム、無線ネットワークシステム及び無線ネットワーク監視システムの制御方法	二瓶 子朗	16. 3. 22	2004-081846
無線ネットワークシステム、無線ネットワークシステムの制御方法、制御プログラム及び記録媒体	二瓶 子朗	16. 3. 22	2004-081847
通電表示器	惟村 和宣	16. 3. 23	2004-085641
電波反射体を用いた移動体の航法方法（分割出願）	米本 成人	16. 3. 25	2004-090372
航空管制用インターフェース装置、その制御方法およびコンピュータプログラム	塩見 格一	16. 3. 29	2004-096684
誘電体レンズを用いた電磁波の反射器、発生器及び信号機	米本 成人	17. 1. 18	2005-010582
移動体の測位方法及びその測位装置	古賀 禎 田嶋 裕久	17. 2. 21	2005-044684
航空管制支援システム	塩見 格一	17. 2. 4	2005-029070
電波装置PCT	米本 成人	17. 3. 9	JP2005/4108
航空管制用管制卓における順序・間隔付けヒューマンインターフェース装置	塩見 格一	17. 6. 21	2005-180582
航空管制システム及び航空管制システムで用いられる携帯情報端末	塩見 格一	17. 6. 21	2005-180583
誘電体レンズを用いた装置（PCT）	米本 成人	17. 7. 27	PCT/ JP2005/013743
移動局監視システムのための監視連携装置およびその方法	二瓶 子朗	17. 12. 15	2005-361466

発 明 の 名 称	発 明 者	出願年月日	出 願 番 号
飛行計画表示装置	三垣 充彦	18. 2. 9	2006-32661
発話音声収集用コンビネーション・マイクロフォン・システム	塩見 格一	18. 3. 30	2006-93268
音声中の非発話音声の判別処理方法	塩見 格一	18. 3. 30	2006-93267
チームによる業務の活性度の評価システム及びそれを用いた業務雰囲気活性化システム	塩見 格一	18. 3. 31	2006-97391
チームによる業務の活性度の評価・活性化システム	塩見 格一	18. 3. 31	2006-97389
異常行動抑制装置	塩見 格一	18. 3. 31	2006-97390
職場における安全文化評価尺度の自動構成・運用システム	塩見 格一	18. 3. 31	2006-97214

※ は平成17年度に実施されたものである

第 3 部
現 況



1 平成17年度に購入した主要機器

デジタルオシロスコープ

可搬型音声信号処理装置

データストレージ

モードSプリアンブル検出装置

2周波SBAS受信機基本部

デュアルスタックATNルータ

コンフリクト検出評価システム

2周波GPS受信機

マルチラテレーション対応ADS-B送受信局および基準送信局

ベクトル信号解析装置

SBASモニタ用GPS受信機

1090MHz信号収集装置

航空管制シミュレータ用ディスプレイ

測定車

電離層観測システム

高精度2周波GPS/GLONASS測位システム

高精度2周波測位システム

GNSS受信機

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： 32×7×5 m
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、縮尺模型装置や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・受信間距離が小さくない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1 GBase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 MTA 2
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 5 i +
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10月に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： PT 6 A-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 NT 4/2000
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530 (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 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）
電子航法研究所広報誌「e-なび」（季刊）

4 行事等

当研究所の平成17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17年4月24日（日）〕

平成17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3,738名）

第5回研究所設立記念式典〔平成17年4月26日（火）〕

当所設立記念式典を開催した。

平成17年度第1回評議員会〔平成17年4月27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。

事前評価課題 「携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究」
「RNAV経路設定基準策定のための空域安全性評価の研究」
「関東空域の再編に関する研究」
「SSRモードSの高度運用技術の研究」

研究発表会〔平成17年6月2日（木）・3日（金）〕

平成17年度（第5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478名）

第1回研究交流会〔平成17年7月5日（火）〕

講演「GPSで観測される電離圏変動について」及び意見交換を行った。
講演者：京都大学大学院 理学研究科 助手 齊藤昭則
講演「インドネシアにおける赤道プラズマバブルの観測」及び意見交換を行った。
講演者：名古屋大学 太陽地球環境研究所 電離圏環境部門 助手 大塚雄一

第2回研究交流会〔平成17年7月26日（火）〕

講演「飛行安全向上のための先進操縦室システム」及び意見交換を行った。
講演者：全日本空輸株式会社 運航本部サポート室 室長 笹田英四郎

平成17年度第2回評議員会〔平成17年7月28日（木）〕

評議員会において下記課題に関する評価を実施した。
事後評価課題 「データ通信対応管制情報入出力システムの研究」
「統合化データリンク・サービスの研究」
「航空管制用デジタル対空無線システムの研究」
「高カテゴリー運用が可能な次世代着陸システムの研究」
「ASAS用データリンク方式の電磁環境に関する研究」

「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」

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17年7月29日（金）〕

「航法・交通管制及び一般」をテーマとして開催し、当所研究員3名を含む6件の研究発表及び討議が行われた。研究会終了後準天頂衛星実験室電波無響室の見学会を実施した。（参加者42名）

第3回研究交流会〔平成17年8月26日（金）〕

講演「サンクトペテルブルグ工科大学の紹介」、「電子機器の大電力マイクロ波信号からの防御方法」、「電力通信システムにおける混信妨害源探索法」及び意見交換を行った。

講演者：ロシア国立サンクトペテルブルグ工科大学 教授 ニコレイ コロフキン (Nikolay Korovkin)

第4回研究交流会〔平成17年9月1日（木）〕

講演「GNSS受信機とウルトラワイドバンドレーダ等センサについて」及び意見交換を行った。

講演者：株式会社ライフセンサー 取締役 北條晴正

（東京海洋大学客員教授、GPS研究会運営委員会メンバー）

出前講座〔平成17年9月26日（月）〕

当所として初の試みとなる出前講座を実施した。空港事務所などの現地官署に出向いて研究成果を紹介するので、第1回目は中部空港事務所（講堂）において開催した。（聴講者数約40名）

出前講座〔平成17年11月11日（金）〕

平成17年度（第2回）電子航法研究所出前講座を東京空港事務所（東京国際空港第1庁舎2F A会議室）において開催した。（聴講者数約50名）

出前講座〔平成17年11月28日（月）〕

平成17年度（第3回）電子航法研究所出前講座を成田空港事務所（空港管理ビル車庫棟会議室）において開催した。（聴講者数約40名）

電子航法研究所／仏国DSNA共同講演会〔平成17年11月30日（水）〕

都心での共同講演会を実施した。仏国DSNAより研究者2名を招聘し、大手町サンケイプラザにおいて開催した。（聴講者数123名）

第5回研究交流会〔平成17年12月1日（木）〕

講演「DSNAにおけるATM研究の全体像とデモ」及び意見交換を行った。

講演者：Jean-Marc Loscos, Head of ACAS and ASAS Division, R&D Department, DSNA, France

講演「ATMの運用に関する研究などの紹介」及び意見交換を行った。

講演者：Benoit Rulleau, Head of Ruutes, Flows and Models Division, R&D Department, DSNA, France

第6回研究交流会〔平成18年1月20日（金）〕

講演「航空交通流管理センターの概要」及び意見交換を行った。

講演者：国土交通省航空局 管制保安部 管制課長 古川義則

第7回研究交流会〔平成18年1月27日（金）〕

講演「大学の紹介（UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID）」、「大学での研究（電波到来方向の研究）の紹介」及び意見交換を行った。

講演者：スペイン国マドリード・ヨーロッパ大学 助教授 Beatriz Amante Garcia

5. 職員表彰

◎理事長表彰（平成17年4月1日）

永年勤続（30年）

山本 憲夫（電子航法開発部）

永年勤続（20年）

なし

功 績

山本 憲夫（電子航法開発部）

ヘリコプタの安全性向上に係る技術発展に貢献

特 別

坂井 丈泰（衛星技術部）

IEEE2004年優秀論文賞を受賞

◎理事長感謝状（平成18年3月31日）

退 職

惟村 和宣（衛星技術部長）

東福寺 則保（電子航法開発部）

三吉 襄（航空システム部）

矢田 士郎（管制システム部）

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)

最終改正：平成一八年三月三十一日法律第二八号

- 第一章 総則（第一条—第五条）
- 第二章 役員及び職員（第六条—第十条）
- 第三章 業務等（第十一条—第十三条）
- 第四章 雑則（第十四条）
- 第五章 罰則（第十五条・第十六条）
- 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。
(事務所)

第四条 研究所は、主たる事務所を東京都に置く。
(資本金)

第五条 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 役員及び職員

(役員)

第六条 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)

第七条 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)

第八条 役員任期は、二年とする。
(役員及び職員の秘密保持義務)

第九条 研究所の役員及び職員は、職務上知ることのできた秘密を漏らし、又は盗用してはならない。その職を退いた後も、同様とする。

(役員及び職員の地位)

第十条 研究所の役員及び職員は、刑法（明治四十年法律第四十五号）その他の罰則の適用については、法令により公務に従事する職員とみなす。

第三章 業務等

(業務の範囲)

第十一条 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)

第十二条 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)

第十三条 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十一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)

第十四条 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

第十五条 第九条の規定に違反して秘密を漏らし、又は盗用した者は、一年以下の懲役又は五十万円以下の罰金に処する。

第十六条 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 第十一条に規定する業務以外の業務を行ったとき。
- 二 第十三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。以下この条において同じ。）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。

(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百二十号)第百八条の二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(昭和三十四年法律第百七十四号)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お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。

附 則 (平成一八年三月三十一日法律第二八号) 抄

(施行期日)

第一条 この法律は、平成十八年四月一日から施行する。ただし、附則第九条第二項及び第三項並びに第十五条の規定は、公布の日から施行する。

(職員の引継ぎ等)

第二条 この法律の施行の際現に独立行政法人北海道開発土木研究所及び独立行政法人海技大学校(以下「北海道開発土木研究所等」という。)の職員である者は、別に辞令を発せられない限り、この法律の施行の日(以下「施行日」という。)において、それぞれ、独立行政法人北海道開発土木研究所の職員にあつては独立行政法人土木研究所の、独立行政法人海技大学校の職員にあつては独立行政法人海技教育機構の職員となるものとする。

2 この法律の施行の際現に独立行政法人土木研究所、独立行政法人建築研究所、独立行政法人交通安全環境研究所、独立行政法人海上技術安全研究所、独立行政法人港湾空港技術研究所、独立行政法人電子航法研究所、独立行政法人航海訓練所、独立行政法人海員学校及び独立行政法人航空大学校の職員である者は、別に辞令を発せられない限り、施行日において、引き続きそれぞれの独立行政法人(独立行政法人海員学校にあつては、独立行政法人海技教育機構)の職員となるものとする。

第三条 前条の規定により独立行政法人土木研究所、独立行政法人建築研究所、独立行政法人交通安全環境研究所、独立行政法人海上技術安全研究所、独立行政法人港湾空港技術研究所、独立行政法人電子航法研究所、独立行政法人航海訓練所、独立行政法人海技教育機構及び独立行政法人航空大学校（以下「施行日後の土木研究所等」という。）の職員となった者に対する国家公務員法（昭和二十二年法律第百二十号）第八十二条第二項の規定の適用については、当該施行日後の土木研究所等の職員を同項に規定する特別職国家公務員等と、前条の規定により国家公務員としての身分を失ったことを任命権者の要請に応じ同項に規定する特別職国家公務員等となるため退職したこととみなす。

第四条 附則第二条の規定により施行日後の土木研究所等の職員となる者に対しては、国家公務員退職手当法（昭和二十八年法律第百八十二号）に基づく退職手当は、支給しない。

2 施行日後の土木研究所等は、前項の規定の適用を受けた当該施行日後の土木研究所等の職員の退職に際し、退職手当を支給しようとするときは、その者の国家公務員退職手当法第二条第一項に規定する職員（同条第二項の規定により職員とみなされる者を含む。）としての引き続きいた在職期間を当該施行日後の土木研究所等の職員としての在職期間とみなして取り扱うべきものとする。

3 施行日の前日に独立行政法人土木研究所、独立行政法人建築研究所、独立行政法人交通安全環境研究所、独立行政法人海上技術安全研究所、独立行政法人港湾空港技術研究所、独立行政法人電子航法研究所、独立行政法人北海道開発土木研究所、独立行政法人海技大学校、独立行政法人航海訓練所、独立行政法人海員学校及び独立行政法人航空大学校（以下「施行日前の土木研究所等」という。）の職員として在職する者が、附則第二条の規定により引き続き施行日後の土木研究所等の職員となり、かつ、引き続き当該施行日後の土木研究所等の職員として在職した後引き続き国家公務員退職手当法第二条第一項に規定する職員となった場合におけるその者の同法に基づいて支給する退職手当の算定の基礎となる勤続期間の計算については、その者の当該施行日後の土木研究所等の職員としての在職期間を同項に規定する職員としての引き続きいた在職期間とみなす。ただし、その者が当該施行日後の土木研究所等を退職したことにより退職手当（これに相当する給付を含む。）の支給を受けているときは、この限りでない。

4 施行日後の土木研究所等は、施行日の前日に施行日前の土木研究所等の職員として在職し、附則第二条の規定により引き続き施行日後の土木研究所等の職員となった者のうち施行日から雇用保険法（昭和四十九年法律第百十六号）による失業等給付の受給資格を取得するまでの間に当該施行日後の土木研究所等を退職したものであって、その退職した日まで当該施行日前の土木研究所等の職員として在職したものとしたならば国家公務員退職手当法第十条の規定による退職手当の支給を受けることができるものに対しては、同条の規定の例により算定した退職手当の額に相当する額を退職手当として支給するものとする。

（国家公務員退職手当法の適用に関する経過措置）

第五条 施行日前に施行日前の土木研究所等を退職した者に関する国家公務員退職手当法第十二条の二及び第十二条の三の規定の適用については、独立行政法人土木研究所及び独立行政法人北海道開発土木研究所を退職した者にあつては独立行政法人土木研究所の、独立行政法人建築研究所を退職した者にあつては独立行政法人建築研究所の、独立行政法人交通安全環境研究所を退職した者にあつては独立行政法人交通安全環境研究所の、独立行政法人海上技術安全研究所を退職した者にあつては独立行政法人海上技術安全研究所の、独立行政法人港湾空港技術研究所を退職した者にあつては独立行政法人港湾空港技術研究所の、独立行政法人電子航法研究所を退職した者にあつては独立行政法人電子航法研究所の、独立行政法人海技大学校及び独立行政法人海員学校を退職した者にあつては独立行政法人海技教育機構の、独立行政法人航海訓練所を退職した者にあつては独立行政法人航海訓練所の、独立行政法人航空大学校を退職した者にあつては独立行政法人航空大学校の理事長は、同法第十二条の二第一項に規定する各省各庁の長等とみなす。

（労働組合についての経過措置）

第六条 この法律の施行の際現に存する特定独立行政法人等の労働関係に関する法律（昭和二十三年法律第二百五十七号。次条において「特労法」という。）第四条第二項に規定する労働組合であつて、その構成員の過半数が附則第二条の規定により施行日後の土木研究所等の職員となる者であるもの（以下この項において「旧労働組合」という。）は、この法律の施行の際労働組合法（昭和二十四年法律第百七十四号）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、旧労働組合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、施行日から起算して六十日を経過する日までに、労働組合法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法の適用を受ける労働組合となったものについては、施行日から起算して六十日を経過する日までは、同法第二条ただし書（第一号に係る部分に限る。）の規定は、適用しない。

（不当労働行為の申立て等についての経過措置）

第七条 施行日前に特労法第十八条の規定に基づき施行日前の土木研究所等がした解雇に係る中央労働委員会に対する申立て及び中央労働委員会による命令の期間については、なお従前の例による。

- 2 この法律の施行の際現に中央労働委員会に係属している施行日前の土木研究所等とその職員に係る特労法の適用を受ける労働組合とを当事者とするあつせん、調停又は仲裁に係る事件に関する特労法第三章（第十二条及び第十六条の規定を除く。）及び第六章に規定する事項については、なお従前の例による。

（北海道開発土木研究所等の解散等）

第八条 北海道開発土木研究所等は、この法律の施行の時に於いて解散するものとし、次項の規定により国が承継する資産を除き、その一切の権利及び義務は、その時に於いて、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ承継する。

- 2 この法律の施行の際現に北海道開発土木研究所等有する権利のうち、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれその業務を確実に実施するために必要な資産以外の資産は、この法律の施行の時に於いて国が承継する。

- 3 前項の規定により国が承継する資産の範囲その他当該資産の国への承継に関し必要な事項は、政令で定める。

- 4 北海道開発土木研究所等の平成十七年四月一日に始まる事業年度に係る独立行政法人通則法（平成十一年法律第九十三号。以下この条において「通則法」という。）第三十八条の規定による財務諸表、事業報告書及び決算報告書の作成等については、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ行うものとする。

- 5 北海道開発土木研究所等の平成十七年四月一日に始まる事業年度における業務の実績については、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ評価を受けるものとする。この場合において、通則法第三十二条第三項の規定による通知及び勧告は、それぞれ独立行政法人土木研究所又は独立行政法人海技教育機構に対してなされるものとする。

- 6 北海道開発土木研究所等の平成十七年四月一日に始まる事業年度における利益及び損失の処理については、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ行うものとする。

- 7 北海道開発土木研究所等の平成十三年四月一日に始まる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（以下この条において「中期目標の期間」という。）に係る通則法第三十三条の規定による事業報告書の提出及び公表については、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ行うものとする。

- 8 北海道開発土木研究所等の平成十三年四月一日に始まる中期目標の期間における業務の実績については、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ評価を受けるものとする。この場合において、通則法第三十四条第三項において準用する通則法第三十二条第三項の規定による通知及び勧告は、それぞれ独立行政法人土木研究所又は独立行政法人海技教育機構に対してなされるものとする。

- 9 北海道開発土木研究所等の平成十三年四月一日に始まる中期目標の期間における積立金の処分は、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ従前の例により行うものとする。この場合において、附則第十二条第一号の規定による廃止前の独立行政法人北海道開発土木研究所法（平成十一年法律第二百十一号。次条第一項において「旧北海道開発土木研究所法」という。）第十二条第一項中「当該中期目標の期間の次の」とあるのは「独立行政法人土木研究所の平成十八年四月一日に始まる」と、「次の中期目標の期間における前条」とあるのは「中期目標の期間における独立行政法人土木研究所法（平成十一年法律第二百五号）第十二条」と、附則第十二条第二号の規定による廃止前の独立行

政法人海技大学校法（平成十一年法律第二百十二号。次条第一項及び附則第十一条において「旧海技大学校法」という。）
第十一条第一項中「当該中期目標の期間の次の」とあるのは「独立行政法人海技教育機構の平成十八年四月一日に始まる」と、「次の中期目標の期間における前条」とあるのは「中期目標の期間における独立行政法人海技教育機構法（平成十一年法律第二百十四号）第十一条」とする。

10 第一項の規定により北海道開発土木研究所等が解散した場合における解散の登記については、政令で定める。

（独立行政法人土木研究所又は独立行政法人海技教育機構への出資）

第九条 前条第一項の規定により独立行政法人土木研究所又は独立行政法人海技教育機構が北海道開発土木研究所等の権利及び義務を承継したときは、それぞれその承継に際し、独立行政法人土木研究所又は独立行政法人海技教育機構が承継する資産の価額（同条第九項の規定により読み替えられた旧北海道開発土木研究所法第十二条第一項又は旧海技大学校法第十一条第一項の規定による承認を受けた金額があるときは、当該金額に相当する金額を除く。）から負債の金額を差し引いた額は、政府から独立行政法人土木研究所又は独立行政法人海技教育機構に出資されたものとする。

2 前項に規定する資産の価額は、施行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。

3 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。

（独立行政法人土木研究所に係る国有財産の無償使用）

第十条 国土交通大臣は、この法律の施行の際現に独立行政法人北海道開発土木研究所に使用されている国有財産であつて政令で定めるものを、政令で定めるところにより、独立行政法人土木研究所の用に供するため、独立行政法人土木研究所に無償で使用させることができる。

（独立行政法人海技教育機構に係る財産の無償使用）

第十一条 国は、この法律の施行の際現に旧海技大学校法附則第六条の規定に基づき独立行政法人海技大学校に無償で使用させている財産を、独立行政法人海技教育機構の用に供するため、独立行政法人海技教育機構に無償で使用させることができる。

（独立行政法人北海道開発土木研究所法の廃止に伴う経過措置）

第十三条 施行日前に前条第一号の規定による廃止前の独立行政法人北海道開発土木研究所法第十三条の規定により国土交通大臣が独立行政法人北海道開発土木研究所に対してした指示は、第一条の規定による改正後の独立行政法人土木研究所法第十五条の規定により国土交通大臣が独立行政法人土木研究所にした指示とみなす。

（罰則に関する経過措置）

第十四条 施行日前にした行為及び附則第八条第九項の規定によりなお従前の例によることとされる場合における施行日以後にした行為に対する罰則の適用については、なお従前の例による。

（政令への委任）

第十五条 附則第二条から第十一条まで及び前二条に定めるもののほか、この法律の施行に関し必要な経過措置は、政令で定める。

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)

最終改正：平成一八年三月三十一日国土交通省令第四九号

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。

（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。）第十一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 研究所法第十一条第二号に規定する成果の普及に関する事項
- 三 研究所法第十一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 研究所法第十一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 研究所法第十三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(第十一条において「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。

(共通経費の経理)

第十条 研究所は、研究所法第十二条の規定により区分して経理する場合において、経理すべき事項が当該経理に係る勘定以外の勘定によって経理すべき事項と共通の事項であるため、当該勘定に係る部分を区分して経理することが困難なときは、当該事項については、国土交通大臣の承認を受けて定める基準に従って、各勘定に配分することにより経理するものとする。

(財務諸表)

第十一条 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)

第十二条 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)

第十三条 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)

第十四条 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)

第十五条 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)

第十六条 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。

附 則（平成一六年三月三〇日国土交通省令第三〇号）

この省令は、公布の日から施行する。

附 則（平成一八年三月三一日国土交通省令第四九号） 抄

(施行期日)

第一条 この省令は、独立行政法人に係る改革を推進するための国土交通省関係法律の整備に関する法律の施行の日（平成十八年四月一日）から施行する。

(中期計画の認可申請に係る経過措置)

第三条 次の表の上欄に掲げる独立行政法人は、独立行政法人通則法（平成十一年法律第百三号）第三十条第一項の規定により平成十八年四月一日に始まる中期計画の認可を受けようとするときは、同表の下欄に掲げる規定にかかわらず、中期計画を記載した申請書を、同日に始まる中期目標に係る同法第二十九条第一項の指示を受けた後遅滞なく、国土交通大臣に提出しなければならない。

独立行政法人建築研究所	独立行政法人建築研究所に関する省令第二条第一項
独立行政法人交通安全環境研究所	独立行政法人交通安全環境研究所に関する省令第二条第一項
独立行政法人海上技術安全研究所	独立行政法人海上技術安全研究所に関する省令第二条第一項
独立行政法人港湾空港技術研究所	独立行政法人港湾空港技術研究所に関する省令第二条第一項
独立行政法人電子航法研究所	独立行政法人電子航法研究所に関する省令第二条第一項
独立行政法人航海訓練所	独立行政法人航海訓練所に関する省令第二条第一項
独立行政法人海技教育機構	独立行政法人海技教育機構に関する省令第二条第一項
独立行政法人航空大学校	独立行政法人航空大学校に関する省令第二条第一項

3 独立行政法人電子航法研究所 業務方法書

目次

第1章 総則（第1条—第2条）

第2章 研究所の業務（第3条—第6条）

第3章 雑則（第7条—第9条）

附則

第1章 総則

（目的）

第1条 この業務方法書は、独立行政法人通則法（平成11年法律第103号。以下「通則法」という。）第28条第1項の規定に基づき、独立行政法人電子航法研究所（以下「研究所」という。）の業務の方法について、基本的事項を定め、もってその業務の適正な運営に資することを目的とする。

（業務運営の基本方針）

第2条 研究所は、独立行政法人電子航法研究所法（平成11年法律第210号。以下「研究所法」という。）第3条の目的を達成するため、関係機関と緊密な連携を図り、もってその業務の能率的かつ効果的な運営を期するものとする。

第2章 研究所の業務

（試験、調査、研究及び開発の実施）

第3条 研究所は、研究所法第11条第1号に規定される業務を、国土交通大臣の認可を受けた中期計画に従い、運営費交付金を用いて実施する他、国、地方自治体、企業等から委託を受けて実施するものとする。

2 研究所は、研究所以外の者と共同して行うことが、研究所単独で行う場合と比較して、効率的であり、かつ優れた成果が得られることについて十分な見通しがある場合に共同で研究を行うものとする。

（成果の普及）

第4条 研究所は、研究所法第11条第2号の規定に基づき、次の各号に掲げる方法により、第3条に規定する試験、調査、研究及び開発の成果（この条において「研究成果」という。）の普及を行うものとする。

- (1) 研究成果を国土交通行政に反映させること
- (2) 研究成果として取得した特許権、実用新案権その他これに類する権利（第6条において「産業財産権等」という。）を実施させること
- (3) 研究成果に関する報告書を作成し、頒布すること
- (4) 研究成果に関する発表会を開催すること
- (5) その他事例に応じて最も適当と認められる方法

（情報の収集、整理及び提供）

第5条 研究所は、研究所法第11条第3号の規定に基づき、次の各号に掲げる方法により、電子航法に関する情報の収集、整理及び提供を行うものとする。

- (1) 電子航法に関連する書籍、報告書、データ等を収集すること
- (2) 書籍等を整列、管理すること

- (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11条第4号により行う業務は、次の各号に掲げるものとする。

- (1) 産業財産権等の取得に関すること
- (2) その他研究所の業務の運営、管理に関すること

第3章 雑則

(業務の委託に関する基準)

第7条 研究所は、業務上必要な試験、調査、研究及び開発、工事の施工、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、これか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。

(競走入札その他の契約に関する事項)

第8条 契約は、すべて競争に付するものとする。ただし、次の各号の一に該当するときは、随時契約によることができるものとする。

- (1) 契約の性質又は目的が競争を許さないとき
- (2) 緊急の必要により競争に付することができないとき
- (3) 競争に付することが不利と認められるとき
- (4) 契約に係る予定価格が少額であるとき
- (5) その他業務の運営上特に必要があるとき

(その他業務の執行に関して必要な事項)

第9条 研究所は、この業務方法書に定めるもののほか、その業務の執行に関し必要な事項について細則を定めることができるものとする。

附則 この業務方法書は、平成13年4月1日から施行する。

附則 この業務方法書は、平成18年4月1日から施行する。

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

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、退職者給与及び国際機関派遣職員給与に相当する範囲の費用である。

[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、退職者給与及び国際機関派遣職員給与に相当する範囲の費用である。

[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、退職者給与及び国際機関派遣職員給与に相当する範囲の費用である。

[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。

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。

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

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（ a ）+ 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（ β ）

+ 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（ a ）+ 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（ β ）

- ・ 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（ a ）（ β ）：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（ a ）（ β ）
期間中は a 、 β 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

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（ a ）+ 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（ β ）

+ 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（ a ）+ 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（ a ）（ β ）：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（ a ）（ β ）

期間中は a 、 β 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17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17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、研究所の活動の方向性を議論する企画会議において、当初計画との整合性の確保について自己評価を行う。具体的には、年度計画のアクション・アイテムリスト及び計画線表を活用し、年度計画記載事項の進捗状況の管理及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、必要に応じ、研究部の枠を超えたプロジェクトチームを機動的に編成し、研究業務の効率的な実施を推進する。なお、業務遂行の更なる円滑化、充実化に資するため、効率的な組織のあり方について継続的に検討する。

(2) 人材活用に関する計画

平成16年度に導入した職員の業績評価について、評価基準及び評価制度の更なる改善を検討する。

若手研究者について、任期付任用制度で受け入れた任期付研究員の活用を推進するとともに、引き続き横断的研究グループであるGPS研究会、データリンク研究会、監視技術研究会、または航空交通管理（ATM）研究会に積極的に参画させることにより、国内外の研究動向を把握させる。

また、客員研究員制度や非常勤研究員制度等により外部の人材を活用し、限られた人員の中で効率的かつ効果的に研究開発を推進する。

今後の退職者増への対応については、ポテンシャルマップを活用し、職員採用・育成計画の見直しを図る。

(3) 業務運営の効率化

所内ネットワーク、グループウェアソフトの活用により、事務管理業務の電子化、ペーパーレス化を継続的に推進し、情報伝達の迅速化、簡素化を図る。

また、ネットワーク管理等、所内研究施設・設備の管理、研究に付随する間接的業務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整備を推進する。

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）の抑制に関しては、業務運営の効率化について総合的に検討するため平成16年度にコストダウン委員会から変更した業務運営効率化推進委員会において継続的に改善計画を策定し、進捗状況を評価する。

エフォートの活用策について更なる検討を行い、業務運営の一層の効率化を図る。

(4) 研究所施設・設備利用の効率化

航空機使用ワーキンググループ、電波無響室ワーキンググループ等を活用し、研究所施設・設備利用の効率化及び利用促進方策について継続的に検討・調整を図る。

研究所の施設・設備の外部利用による有効活用については、共用計算機の外部利用の推進を図る他、その他の施設・設備についても業務に支障の生じない範囲での外部利用について引き続き検討する。

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

中期計画において設定した重点研究開発領域のうち、以下の課題を重点研究課題と位置づけ、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

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

②新しい航法システムに関する研究開発

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

- ・静止衛星型衛星航法補強システムの2周波対応に関する研究 (平成16年度～19年度)
- ・高カテゴリGBASのオペラビリティ向上とGNSS新信号対応に関する研究 (平成17年度～20年度)
- ③新しい監視システムに関する研究開発
 - ・ヘリコプタの障害物探知・衝突警報システムに関する研究 (平成13年度～17年度)
 - ・放送型データリンクによる航空機監視の研究 (平成13年度～17年度)
 - ・A-SMGCシステムの研究 (平成16年度～20年度)
 - ・航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究 (平成17年度～21年度)

- 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 (平成14年度～17年度)
 - ・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 (平成14年度～17年度)
 - ・航空交通管理における新管制運用方式に係る容量値に関する研究 (平成16年度～19年度)
 - ・航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法の研究 (平成16年度～20年度)

上述の重点研究課題の中でも、社会・行政ニーズの重要度・緊急度の特に高い課題、国際的に高く貢献できる課題及び人的資源や予算の重点投入による投資効果の高い以下の6課題については、特別重点研究課題と位置づけ、人的結集と資金の集中投入を行う。

- ・静止衛星型衛星航法補強システムの2周波対応に関する研究
- ・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
- ・A-SMGCシステムの研究
- ・航空路の安全性評価に関する研究
- ・航空交通管理における新管制運用方式に係る容量値に関する研究
- ・航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法の研究
- ・重点研究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。

なお、個別の研究課題の選定、実施にあたっては、研究者の自己評価を活用した事前、中間及び事後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。

当該年度においては、前年度終了の「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」、「高カテゴリ運用が可能な次世代着陸システムの研究」、「ASAS用データリンク方式の電磁環境に関する研究」及び「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」に係る事後評価、平成18年度開始予定の研究課題に関する事前評価を行う。

評価結果はホームページ上で公表するとともに、予算、人材等の資源配分等に適切に反映させる。

(2) 基盤的研究

将来的に重点研究課題に結びつく電子航法の研究に必要となると見込まれる、以下に示す基盤的・先導的な研究を実施し、研究所のポテンシャルの向上を図る。

- ・高性能な航空衛星通信システムに関する基礎研究 (平成15年度～17年度)
- ・航空無線通信におけるCDMA方式の要素技術の研究 (平成16年度～17年度)
- ・スケールモデルによるILS高度化のための実証的研究 (平成17年度～19年度)
- ・リアルタイムキネマティックGPS測位方式の有効性向上に関する研究 (平成17年度～18年度)
- ・狭域D GPSによる着陸航法システムの補正值誤差のパウンド手法の研究 (平成17年度～19年度)
- ・マルチリファレンス高精度測位方式の研究 (平成17年度～18年度)
- ・SSRモードSを用いた空港面航空機監視の研究 (平成16年度～17年度)
- ・航空機衝突防止装置の運用状況の研究 (平成17年度～19年度)
- ・航空交通流管理に対応した次世代飛行場管制卓の研究 (平成12年度～17年度)
- ・新CNSに対応した管制方式に関する研究 (平成14年度～17年度)
- ・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 (平成15年度～17年度)
- ・航空管制業務におけるヒューマン・ファクタの評価分析手法の研究 (平成16年度～19年度)

・関東空域の再編に関する予備的研究 (平成17年度)

また、研究者同士の議論、討論に加え、幅広い分野から有識者等を招き意見交換を行う研究交流会を定期的に行うことにより、社会ニーズを的確に把握するとともに、研究開発に係るアイデア創出の醸成を図る。

なお、個別の課題の実施に当たっては、社会情勢等の変化を考慮しつつ研究評価委員会にて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。

特に、国土交通省等が推進する準天頂衛星による高精度測位補正に関する技術開発については、関係研究機関と連携し、効率的かつ効果的な研究の推進を図る。

(4) 競争的資金

科学技術振興調整費、科学研究費補助金、運輸分野における基礎的研究推進制度等の外部競争的研究費に積極的に応募するとともに、以下に示す研究を実施し当該研究分野のポテンシャルの向上を図る。

①科学技術振興調整費による研究開発

・状況・意図理解によるリスクの発見と回避 (平成16年度～18年度)

②科学研究費補助金による研究開発

・精密測位衛星電波の海面反射を利用した海面高度モニタリング手法の開発 (平成16年度～17年度)

また、研究所内部においては、前年度に見直したインセンティブの向上等、競争的研究環境の強化について更なる改善を検討する。

(5) 研究者の資質向上

より良い研究成果を引き出すために国内外研修、留学等を通じて研究者の資質を向上させる。留学の成果については、研究評価委員会で評価するとともに、その有効活用の充実を図る。

また、若手研究者の国際会議、学会への積極的な参加を奨励するとともに、国際会議等における発表や討論に係る資質を向上させるため、研究者の自己啓発努力を支援する研修等を実施する。

・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、質の高い研究成果を効果的・効率的に進めるため、さらに、研究所の限られた人的資源を補うため、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等による連携を積極的に推進し、研究所が取り組むべき部分への重点化を図る。

また、外部機関からの研究の委託要請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。外部機関の内、国土交通省からの受託として以下に示す研究開発を実施する。

①高精度測位補正技術に関する研究

②陸・海・空の事故防止技術の開発

・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する。

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、国際交流を図るとともに、開発途上国等からの研修生も積極的に受け入れる。

・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

重点研究開発領域である新しい通信・航法・監視／航空交通管理に関する研究を実施する上で必要となる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、研究の効率的かつ効果的な推進を図る。

また、客員研究員制度等を活用して、国内外の研究機関等との研究者の人材交流を推進する。

・人材の交流を3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

研究所報告，要覧，年報，広報誌等の発行，国際会議，学会，シンポジウム等での講演，発表をとおして研究成果等の普及に努める。

・研究所の活動・成果を公表する研究発表会を1回開催する。

・所外発表を110件程度実施する。

また，ホームページ内容の改善及び一層の充実を図り，研究開発の成果等について電子情報として広く提供する。

その他，研究所の一般公開，所内見学等，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

研究の実施に当たっては，知的財産権の取得・活用に積極的に取り組むよう職員の意識向上に努め，知的財産権の取得を奨励する。

保有する特許について，ホームページへの掲載等による公表の推進や特許流通データベースの活用等を図ることにより，その活用促進に努める。知的財産権の取り扱いに係るルール，管理のあり方については，継続的に検討を行い，適宜，見直しを図る。

・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17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60名とする。

表1. 予算 (総括)

平成17年度予算 (単位: 百万円)

区 分	金 額
収入	
運営費交付金	1,669
施設整備費補助金	0
受託収入	142
繰越金	100
計	1,911
支出	
業務経費	909
うち研究経費	909
施設整備費	0
受託経費	142
一般管理費	53
人件費	807
計	1,911

[人件費の見積り]

期間中総額616百万円を支出する。

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、退職者給与及び国際機関派遣職員給与に相当する範囲の費用である。

注) 平成15年度末までの繰越金総額: 195百万円

うち、平成17年度予算充当額: 100百万円

表2. 予算 (一般勘定)

平成17年度予算 (単位: 百万円)

区 分	金 額
収入	
運営費交付金	613
施設整備費補助金	0
受託収入	139
繰越金	68
計	821
支出	
業務経費	153
うち研究経費	153
施設整備費	0
受託経費	139
一般管理費	43
人件費	486
計	821

[人件費の見積り]

期間中総額382百万円を支出する。

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、退職者給与及び国際機関派遣職員給与に相当する範囲の費用である。

注) 平成15年度末までの繰越金総額: 133百万円

うち、平成17年度予算充当額: 68百万円

表3. 予算 (空港整備勘定)

平成17年度予算 (単位: 百万円)

区 分	金 額
収入	
運営費交付金	1,056
施設整備費補助金	0
受託収入	3
繰越金	32
計	1,091
支出	
業務経費	756
うち研究経費	756
施設整備費	0
受託経費	3
一般管理費	10
人件費	322
計	1,091

[人件費の見積り]

期間中総額234百万円を支出する。

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、退職者給与及び国際機関派遣職員給与に相当する範囲の費用である。

注) 平成15年度末までの繰越金総額: 62百万円

うち、平成17年度予算充当額: 32百万円

表1. 収支計画 (総括)

平成17年度収支計画 (単位: 百万円)

区 分	金 額
費用の部	2,319
経常費用	2,319
研究業務費	1,530
受託業務費	142
一般管理費	238
減価償却費	408
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	2,319
運営費交付金収益	1,769
手数料収入	0
受託収入	142
資産見返運営費交付金戻入	323
資産見返物品受贈額戻入	85
臨時利益	0
その他の収入	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2. 収支計画 (一般勘定)

平成17年度収支計画 (単位: 百万円)

区 分	金 額
費用の部	847
経常費用	847
研究業務費	509
受託業務費	139
一般管理費	172
減価償却費	27
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	847
運営費交付金収益	681
手数料収入	0
受託収入	139
資産見返運営費交付金戻入	21
資産見返物品受贈額戻入	6
臨時利益	0
その他の収入	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3. 収支計画 (空港整備勘定)

平成17年度収支計画 (単位: 百万円)

区 分	金 額
費用の部	1,471
経常費用	1,471
研究業務費	1,021
受託業務費	3
一般管理費	67
減価償却費	381
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	1,471
運営費交付金収益	1,088
手数料収入	0
受託収入	3
資産見返運営費交付金戻入	302
資産見返物品受贈額戻入	79
臨時利益	0
その他の収入	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)

平成17年度資金計画 (単位: 百万円)

区 分	金 額
資金支出	1,911
業務活動による支出	1,911
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	1,911
業務活動による収入	1,812
運営費交付金による収入	1,669
受託収入	142
その他の収入	0
投資活動による収入	0
財務活動による収入	0
繰越金	100

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

平成15年度末までの繰越金総額: 195百万円
うち、平成17年度予算充当額: 100百万円

別紙3 (表2)

表2. 資金計画 (一般勘定)

平成17年度資金計画 (単位: 百万円)

区 分	金 額
資金支出	821
業務活動による支出	821
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	821
業務活動による収入	753
運営費交付金による収入	613
受託収入	139
その他の収入	0
投資活動による収入	0
財務活動による収入	0
繰越金	68

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

平成15年度末までの繰越金総額: 133百万円
うち、平成17年度予算充当額: 68百万円

別紙3 (表3)

表3. 資金計画 (空港整備勘定)

平成17年度資金計画 (単位: 百万円)

区 分	金 額
資金支出	1,091
業務活動による支出	1,091
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	1,091
業務活動による収入	1,059
運営費交付金による収入	1,056
受託収入	3
その他の収入	0
投資活動による収入	0
財務活動による収入	0
繰越金	32

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

平成15年度末までの繰越金総額: 62百万円
うち、平成17年度予算充当額: 32百万円

7 財務諸表

平成17年度

財 務 諸 表

(添付書類)

平成17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18年3月31日)

(単位：円)

科 目	金 額	
【資産の部】		
I 流動資産		
現金及び預金		884,345,153
未収金		74,375,545
未収還付消費税		2,049,263
たな卸資産		25,960,514
前渡金		251,573
前払費用		41,515
立替金		21,494
流動資産合計		987,045,057
II 固定資産		
1 有形固定資産		
建物	1,153,515,094	
建物減価償却累計額	△ 285,310,173	868,204,921
構築物	132,139,615	
構築物減価償却累計額	△ 84,116,928	48,022,687
航空機	101,800,000	
航空機減価償却累計額	△ 91,620,000	10,180,000
車両運搬具	16,462,500	
車両運搬具減価償却累計額	△ 5,312,610	11,149,890
工具器具備品	4,486,578,625	
工具器具備品減価償却累計額	△ 3,462,005,826	1,024,572,799
土地		3,082,544,000
有形固定資産合計		5,044,674,297
2 無形固定資産		
電話加入権		559,000
ソフトウェア		14,471,628
無形固定資産合計		15,030,628
3 投資その他の資産		
長期前払費用		28,781
投資その他資産合計		28,781
固定資産合計		5,059,733,706
資産合計		6,046,778,763
【負債の部】		
I 流動負債		
短期リース債務		4,600,307
未払金		703,095,169
未払費用		1,311,698
前受金		26,254,000
預り金		2,170,850
流動負債合計		737,432,024
II 固定負債		
資産見返負債		
資産見返運営費交付金	854,218,132	
資産見返物品受贈額	133,041,377	987,259,509
長期リース債務		9,330,198
固定負債合計		996,589,707
負債合計		1,734,021,731
【資本の部】		
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		281,935,575
損益外減価償却累計額 (△)		△ 488,707,275
資本剰余金合計		△ 206,771,700
III 利益剰余金		
資本合計		4,312,757,032
負債・資本合計		6,046,778,763

【注記】 運営費交付金から充当されるべき退職手当の見積額 670,274,178円

損益計算書
(平成17年4月1日～平成18年3月31日)

(単位：円)

科 目	金 額	
【経常費用】		
業務費		
給与手当	475,248,808	
退職手当	126,898,668	
福利厚生費	49,589,393	
諸謝金	1,368,040	
研究委託費	381,306,895	
消耗品費	185,694,110	
備品費	26,095,729	
通信費	9,194,450	
水道光熱費	16,568,060	
支払リース料	11,427,290	
保守修繕費	131,286,899	
旅費交通費	38,003,095	
支払手数料	23,396,564	
減価償却費	425,711,247	
その他の業務費	32,401,936	1,934,191,184
一般管理費		
役員給与手当	49,151,245	
給与手当	118,284,609	
福利厚生費	18,103,438	
諸謝金	137,120	
消耗品費	5,949,428	
備品費	1,131,534	
通信費	1,710,507	
水道光熱費	3,594,482	
支払リース料	810,232	
保守修繕費	10,385,152	
旅費交通費	2,088,875	
支払手数料	17,757,360	
減価償却費	1,962,509	
その他の一般管理費	2,879,723	233,946,214
財務費用		
支払利息	153,994	153,994
経常費用合計		2,168,291,392
【経常収益】		
運営費交付金収益		1,733,642,486
固定資産見返負債戻入		
資産見返運営費交付金戻入	335,582,189	
資産見返物品受贈額戻入	86,274,437	
固定資産見返寄付金戻入	877,800	422,734,426
受託収入		209,514,306
特許権等収入		262,500
その他事業収入		495,722
財務収益		
受取利息	35	35
雑益		4,762,149
経常収益合計		2,371,411,624
【臨時損失】		
固定資産除却損		1,448,389
臨時損失合計		1,448,389
【当期純利益】		201,671,843
【目的積立金取崩額】		2,179,310
【当期総利益】		203,851,153

キャッシュフロー計算書

(平成17年4月1日～平成18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	△ 224,360,012
人件費支出	△ 783,379,857
その他業務支出	△ 483,830,872
科研費等支出	△ 2,195,744
運営費交付金収入	1,669,176,000
受託収入	492,561,692
特許権等収入	52,500
その他業務収入	3,537,555
科研費等収入	800,000
小計	<u>672,361,262</u>
利息の受取額	227
利息の支払額	△ 147,461

業務活動によるキャッシュフロー 672,214,028

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	△ 228,496,461
無形固定資産の取得による支出	△ 15,645,000

投資活動によるキャッシュフロー △ 244,141,461

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	△ 13,967,345
--------------	--------------

財務活動によるキャッシュフロー △ 13,967,345

IV 資金に係る換算差額

—

V 資金増加額

414,105,222

VI 資金期首残高

470,239,931

VII 資金期末残高

884,345,153

【注記】 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

資金期末残高	<u>884,345,153円</u>
現金及び預金勘定	<u>884,345,153円</u>

行政サービス実施コスト計算書

(平成17年4月1日～平成18年3月31日)

(単位：円)

I 業務費用

(1) 損益計算書上の費用

業務費	1,933,313,384	
一般管理費	233,946,214	
財務費用	153,994	
固定資産除却損	1,448,389	2,168,861,981

(2) (控除) 自己収入等

受託収入	△ 209,514,306	
特許権等収入	△ 262,500	
その他事業収入	△ 495,722	
財務収益	△ 35	
雑益	△ 4,762,149	△ 215,034,712
業務費用合計		1,953,827,269

II 損益外減価償却等相当額

損益外減価償却相当額	83,409,105	
損益外固定資産除却相当額	0	83,409,105

III 引当外退職給付増加見積額

△ 9,991,050

IV 機会費用

国有財産の無償による貸借 取引の機会費用	2,725,869	
政府出資等の機会費用	72,452,213	75,178,082

V 行政サービス実施コスト

2,102,423,406

【重要な会計方針】

1. 運営費交付金収益の計上基準

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

(1) 有形固定資産

定額法を採用しております。

主な固定資産の耐用年数については、以下のとおりです。

建物	2～50年
構築物	2～29年
航空機	5年
車両運搬具	2～4年
工具器具備品	2～10年

(2) 無形固定資産

定額法を採用しております。

なお、法人内利用のソフトウェアについては、法人内における利用可能期間（5年以内）に基づいております。

また、特定の償却資産（独立行政法人会計基準第86）の減価償却相当額については、損益外減価償却累計額として資本剰余金から控除して表示しております。

なお、残存価額10%まで償却を終了した資産についても減価の実態を適正に反映させるため、取得価額の5%に至るまで償却することとしております。

3. 退職給付に係る引当金及び見積額の計上基準

退職一時金については運営費交付金により財源措置がなされるため、退職給付に係る引当金は計上しておりません。

なお、行政サービス実施コスト計算書における引当外退職給付増加見積額は、独立行政法人会計基準第38に基づき計算された退職一時金に係る退職給付引当金の当期増加（減少）額を計上しております。

4. たな卸資産の評価基準及び評価方法

資産の種別に応じて、以下のとおりとしております。

貯蔵品

航空機部品	個別法
その他	最終仕入原価法
未成受託研究支出金	個別法

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) 国有財産の無償による貸借取引の機会費用の計算方法

当研究所では土地・工作物の内、一部を無償で使用しており、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の計算に使用した利率

10年利付国債の平成18年3月末利回りを参考に1.77%で計算しております。

6. リース取引の処理方法

リース料総額が50万円以上のファイナンス・リース取引については、通常の売買取引に係る方法に準じた会計処理によっております。

リース料総額が50万円未満のファイナンス・リース取引については、通常の貸借取引に係る方法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。

8. 重要な会計方針の変更

たな卸資産に計上されている貯蔵品のうちの航空機部品、並びに未成受託研究支出金についての評価方法を、最終仕入原価法から個別法に変更しました。

この変更は、より正確な評価方法を採用することによって、より正確な資産額を計上するための変更であります。

なお、当期においては、同一のたな卸資産において価額の異なる資産が無かったことから、前年度と同一の基準を適用した場合に比べての当期財務諸表に与える影響はありません。

【重要な債務負担行為】

該当事項はありません。

【重要な後発事象】

該当事項はありません。

附属明細書

固定資産の取得及び処分並びに減価償却費（「第86特定の償却資産の減価に係る会計処理」による損益外減価償却相当額も含む。）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	24,352,425	-	-	24,352,425	5,453,325	1,592,502	18,899,100	
	構築物	14,380,537	-	-	14,380,537	6,768,630	1,443,873	7,611,907	
	車両運搬具	8,821,500	10,101,000	2,460,000	16,462,500	5,312,610	931,824	11,149,890	
	工具器具備品	4,149,234,022	255,328,997	26,507,774	4,378,055,245	3,422,123,697	422,532,185	955,931,548	
	計	4,196,788,484	265,429,997	28,967,774	4,433,250,707	3,439,658,262	426,500,384	993,592,445	
有形固定資産（償却費損益外）	建物	1,129,162,669	-	-	1,129,162,669	279,856,848	46,757,681	849,305,821	
	構築物	117,759,078	-	-	117,759,078	77,348,298	8,560,876	40,410,780	
	航空機	101,800,000	-	-	101,800,000	91,620,000	18,324,000	10,180,000	
	工具器具備品	108,523,380	-	-	108,523,380	39,882,129	9,766,548	68,641,251	
	計	1,457,245,127	-	-	1,457,245,127	488,707,275	83,409,105	968,537,852	
非償却資産	土地	3,082,544,000	-	-	3,082,544,000	-	-	3,082,544,000	
	建設仮勘定	-	-	-	-	-	-	-	
	計	3,082,544,000	-	-	3,082,544,000	-	-	3,082,544,000	
有形固定資産合計	建物	1,153,515,094	-	-	1,153,515,094	285,310,173	48,350,183	868,204,921	
	構築物	132,139,615	-	-	132,139,615	84,116,928	10,004,749	48,022,687	
	航空機	101,800,000	-	-	101,800,000	91,620,000	18,324,000	10,180,000	
	車両運搬具	8,821,500	10,101,000	2,460,000	16,462,500	5,312,610	931,824	11,149,890	
	工具器具備品	4,257,757,402	255,328,997	26,507,774	4,486,578,625	3,462,005,826	432,298,733	1,024,572,799	
	土地	3,082,544,000	-	-	3,082,544,000	-	-	3,082,544,000	
	建設仮勘定	-	-	-	-	-	-	-	
計	8,736,577,611	265,429,997	28,967,774	8,973,039,834	3,928,365,537	509,909,489	5,044,674,297		
無形固定資産	電話加入権	559,000	-	-	559,000	-	-	559,000	
	ソフトウェア	-	15,645,000	-	15,645,000	1,173,372	1,173,372	14,471,628	
	計	559,000	15,645,000	-	16,204,000	1,173,372	1,173,372	15,030,628	
その他の資産	長期前払費用	12,734	28,781	12,734	28,781	-	-	28,781	
	預託金	732,000	-	732,000	-	-	-	-	
	計	744,734	-	744,734	-	-	-	28,781	

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	2,433,063	-	-	2,433,063	-	-	
未成受託研究支出金	1,075,935	217,861,849	-	192,977,270	-	25,960,514	
計	3,508,998	217,861,849	-	195,410,333	-	25,960,514	

資本金及び資本剰余金の明細

(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	資本剰余金					
	無償譲与	559,000	-	-	559,000	
	施設費	294,312,733	-	-	294,312,733	
	損益外除却額	△12,936,158	-	-	△12,936,158	
	計	281,935,575	-	-	281,935,575	
	損益外減価償却累計額	405,298,170	83,409,105	-	488,707,275	
	差引計	△123,362,595	△83,409,105	-	△206,771,700	

積立金の明細及び目的積立金の取崩しの明細

(1) 積立金の明細

(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
通則法44条1項積立金	42,948,904	14,316,123	-	57,265,027	注1)
研究開発及び研究基盤整備積立金	2,179,310	-	2,179,310	-	
計	45,128,214	14,316,123	2,179,310	57,265,027	

注1) 当期増加額は、前期未処分利益より積み立てられたものであります。

(2) 目的積立金の取崩しの明細

(単位：円)

区 分		金 額	摘 要
目的積立金取崩額	研究開発及び研究基盤整備積立金	2,179,310	施設・設備の整備及び国際交流事業の実施目的の費用発生による
	計	2,179,310	

運営費交付金債務及び当期振替額等の明細

(1) 運営費交付金債務の増減の明細

(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	0	61,956,256	△ 732,000	0	61,224,256	0
平成14年度	62,393,013	0	62,393,013	0	0	62,393,013	0
平成15年度	69,193,329	0	69,193,329	0	0	69,193,329	0
平成16年度	124,259,473	0	124,259,473	0	0	124,259,473	0
平成17年度	0	1,669,176,000	1,415,840,415	253,335,585	0	1,669,176,000	0
合 計	317,070,071	1,669,176,000	1,733,642,486	252,603,585	0	1,986,246,071	0

(2) 運営費交付金債務の当期振替額の明細

13年度交付分

区 分	金 額	内 訳	
費用進行 基準による 振替額	運営費交付金 収益	0	①費用進行基準を採用した業務：全ての業務 ②当該業務に係る損益等 無し ※資産見返運営費交付金の減額は預託金の返還によるものである。
	資産見返運営 費交付金	△ 732,000	
	資本剰余金	0	
	計	△ 732,000	
会計基準第80第3項による 振替額	61,956,256	○中期目標期間の最終年度であることから独法会計基準第80第3項の規定に基づき、 運営費交付金債務残高の全額を収益化。	
合 計	61,224,256		

14年度交付分

区 分	金 額	内 訳	
費用進行 基準による 振替額	運営費交付金 収益	14,856,191	①費用進行基準を採用した業務：全ての業務 ②当該業務に係る損益等 ア) 損益計算書に計上した費用の額：14,856,191 (役職員人件費：14,856,191)
	資産見返運営 費交付金	0	
	資本剰余金	0	
	計	14,856,191	
会計基準第80第3項による 振替額	47,536,822	○中期目標期間の最終年度であることから独法会計基準第80第3項の規定に基づき、 運営費交付金債務残高の全額を収益化。	
合 計	62,393,013		

15年度交付分

区 分	金 額	内 訳	
費用進行 基準による 振替額	運営費交付金 収益	39,540,437	①費用進行基準を採用した業務：全ての業務 ②当該業務に係る損益等 ア) 損益計算書に計上した費用の額：39,540,437 (役職員人件費：33,403,095, その他の経費：6,137,342)
	資産見返運営 費交付金	0	
	資本剰余金	0	
	計	39,540,437	
会計基準第80第3項による 振替額	29,652,892	○中期目標期間の最終年度であることから独法会計基準第80第3項の規定に基づき、 運営費交付金債務残高の全額を収益化。	
合 計	69,193,329		

16年度交付分

区 分	金 額	内 訳	
費用進行 基準による 振替額	運営費交付金 収益	92,598,559	①費用進行基準を採用した業務：全ての業務 ②当該業務に係る損益等 ア) 損益計算書に計上した費用の額：92,598,559 (役職員人件費：50,109,071, その他の経費：42,489,488)
	資産見返運営 費交付金	0	
	資本剰余金	0	
	計	92,598,559	
会計基準第80第3項による 振替額	31,660,914	○中期目標期間の最終年度であることから独法会計基準第80第3項の規定に基づき、 運営費交付金債務残高の全額を収益化。	
合 計	124,259,473		

17年度交付分

区 分		金 額	内 訳
費用進行 基準による 振替額	運営費交付金 収益	1,405,652,649	①費用進行基準を採用した業務：全ての業務 ②当該業務に係る損益等 ア) 損益計算書に計上した費用の額：1,405,652,649 (役職員人件費：707,638,000 (注), その他の経費：698,014,649)
	資産見返運営 費交付金	253,335,585	
	資本剰余金	0	
	計	1,658,988,234	
会計基準第80第3項による 振替額		10,187,766	○中期目標期間の最終年度であることから独法会計基準第80第3項の規定に基づき、 運営費交付金債務残高の全額を収益化。
合 計		1,669,176,000	

(注) 17年度の運営費交付金のうち人件費については、前年度までの交付金債務を使用することとして交付金の額を99,681,000円削減しております。

役員及び職員の給与の明細

(単位：千円、人)

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	(3,198)	(1)	(0)	(0)
	45,953	3	0	0
職 員	(26,278)	(14)	(0)	(0)
	566,630	65	126,898	4
合 計	(29,476)	(15)	(0)	(0)
	612,583	68	126,898	4

注1) 役員報酬基準の概要は、理事長988,000円、理事840,000円、監事780,000円、非常勤監事266,000円を月額として支給しております。

その他諸手当及び退職手当については、「独立行政法人電子航法研究所役員給与規程」及び「独立行政法人電子航法研究所役員退職手当支給規程」に基づき支給しております。

注2) 職員に対する給与は、「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」に基づき支給しております。

注3) 支給人員は、年間平均支給人員数によっております。

注4) 非常勤役員及び非常勤職員については、外数として()で記載しております。

注5) 中期計画においては、法定福利費を含めて予算上の人件費としておりますが、上記明細には、法定福利費は含まれておりません。

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	829,568,074	1,340,171,707	2,169,739,781	-	2,169,739,781
事業収益	928,161,506	1,443,250,118	2,371,411,624	-	2,371,411,624
事業損益	98,593,432	103,078,411	201,671,843	-	201,671,843
総資産	3,637,117,781	2,409,679,484	6,046,797,265	-	6,046,778,763

(注) 事業費用のうち目的積立金を財源とする金額は、「一般勘定」で466,163円「空整勘定」で1,713,147円であります。

各勘定の経理の対象と勘定相互間の関係を明らかにする書類

当研究所は、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条の研究所の目的を達成するために、研究所法第10条に規定された業務を行っており、空港整備勘定の経理は、当該業務のうち空港整備特別会計法（昭和45年法律第25号。）第1条第1項に規定する空港整備事業に関するものについて行っております。

なお、交付金の受入勘定と実際に使用する勘定は一致しております。

※業務の範囲（研究所法第10条）

- 1号 電子航法に関する試験、調査、研究及び開発を行うこと。
- 2号 前号に掲げる業務に係る成果を普及すること。
- 3号 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。
- 4号 前三号に掲げる業務に附帯する業務を行うこと。

法人単位財務諸表と勘定別財務諸表との関係を明らかにする書類

(1) 貸借対照表 (平成18年3月31日)

(単位：円)

科 目	一般勘定	空港整備勘定	調整 借方 (貸方)	法人単位
【資産の部】				
I 流動資産				
現金及び預金	307,429,469	576,915,684		884,345,153
未収金	7,996,744	66,378,801		74,375,545
未収還付消費税	786,571	1,262,692		2,049,263
たな卸資産	25,960,514	0		25,960,514
前渡金	3,500	248,073		251,573
前払費用	41,515	0		41,515
立替金	11,028	10,466		21,494
その他流動資産	18,502	0	△ 18,502	0
流動資産合計	342,247,843	644,815,716	△ 18,502	987,045,057
II 固定資産				
1 有形固定資産				
建物	770,476,724	383,038,370		1,153,515,094
建物減価償却累計額	△ 206,279,039	△ 79,031,134		△ 285,310,173
構築物	48,599,075	83,540,540		132,139,615
構築物減価償却累計額	△ 31,542,073	△ 52,574,855		△ 84,116,928
航空機	101,800,000	1,076,350		102,876,350
航空機減価償却累計額	△ 91,620,000	△ 1,022,533		△ 92,642,533
車両運搬具	15,386,150	0		15,386,150
車両運搬具減価償却累計額	△ 4,290,077	0		△ 4,290,077
工具器具備品	405,667,983	4,080,910,642		4,486,578,625
工具器具備品減価償却累計額	△ 264,306,586	△ 3,197,699,240		△ 3,462,005,826
土地	2,550,767,000	531,777,000		3,082,544,000
有形固定資産合計	3,294,659,157	1,750,015,140		5,044,674,297
2 無形固定資産				
電話加入権	182,000	377,000		559,000
ソフトウェア	0	14,471,628		14,471,628
無形固定資産合計	182,000	14,848,628		15,030,628
3 投資その他の資産				
長期前払費用	28,781	0		28,781
投資その他資産合計	28,781	0		28,781
固定資産合計	3,294,869,938	1,764,863,768		5,059,733,706
資産合計	3,637,117,781	2,409,679,484	△ 18,502	6,046,778,763
【負債の部】				
I 流動負債				
短期リース債務	2,484,166	2,116,141		4,600,307
未払金	200,012,151	503,083,018		703,095,169
未払費用	544,843	766,855		1,311,698
前受金	26,254,000	0		26,254,000
預り金	1,444,140	726,710		2,170,850
その他流動負債	0	18,502	18,502	0
流動負債合計	230,739,300	506,711,226	18,502	737,432,024
II 固定負債				
資産見返負債				
資産見返運営費交付金	75,758,595	778,459,537		854,218,132
資産見返物品受贈額	8,262,646	124,778,731		133,041,377
長期リース債務	5,038,306	4,291,892		9,330,198
固定負債合計	89,059,547	907,530,160		996,589,707
負債合計	319,798,847	1,414,241,386	18,502	1,734,021,731
【資本の部】				
I 資本金				
政府出資金	3,282,822,581	975,589,971		4,258,412,552
資本金合計	3,282,822,581	975,589,971		4,258,412,552
II 資本剰余金				
資本剰余金	283,308,804	△ 1,373,229		281,935,575
損益外減価償却累計額 (△)	△ 366,545,935	△ 122,161,340		△ 488,707,275
資本剰余金合計	△ 83,237,131	△ 123,534,569		△ 206,771,700
III 利益剰余金				
積立金	18,673,889	38,591,138		57,265,027
当期末処分利益	99,059,595	104,791,558		203,851,153
(うち当期総利益)	(99,059,595)	(104,791,558)		(203,851,153)
利益剰余金合計	117,733,484	143,382,696		261,116,180
資本合計	3,317,318,934	995,438,098		4,312,757,032
負債・資本合計	3,637,117,781	2,409,679,484		6,046,778,763

法人単位貸借対照表において相殺消去された勘定相互間の債権・債務の内訳

事 項	一般勘定	空港整備勘定	調整 借方 (貸方)
一般勘定から空港整備勘定への共通経費の配賦	18,502	△ 18,502	18,502

(2) 損益計算書 (平成17年4月1日～平成18年3月31日)

(単位:円)

科 目	一般勘定	空港整備勘定	調整	法人単位
【経常費用】				
業務費				
給与手当	274,848,978	200,399,830		475,248,808
退職手当	65,072,436	61,826,232		126,898,668
福利厚生費	28,827,970	20,761,423		49,589,393
諸謝金	444,621	923,419		1,368,040
研究委託費	80,387,238	300,919,657		381,306,895
消耗品費	73,110,359	112,583,751		185,694,110
備品費	11,288,373	14,807,356		26,095,729
通信費	2,874,193	6,320,257		9,194,450
水道光熱費	9,005,731	7,562,329		16,568,060
支払リース料	6,460,461	4,966,829		11,427,290
保守修繕費	39,458,236	91,828,663		131,286,899
旅費交通費	13,443,791	24,559,304		38,003,095
支払手数料	6,721,704	16,674,860		23,396,564
減価償却費	31,005,238	394,706,009		425,711,247
その他の業務費	17,208,576	15,193,360		32,401,936
一般管理費				
役員給与手当	49,151,245	0		49,151,245
給与手当	68,400,093	49,884,516		118,284,609
福利厚生費	11,905,367	6,198,071		18,103,438
諸謝金	137,120	0		137,120
消耗品費	4,659,699	1,289,729		5,949,428
備品費	885,545	245,989		1,131,534
通信費	1,066,059	644,448		1,710,507
水道光熱費	2,340,247	1,254,235		3,594,482
支払リース料	810,232	0		810,232
保守修繕費	7,554,827	2,830,325		10,385,152
旅費交通費	1,521,405	567,470		2,088,875
支払手数料	16,300,478	1,456,882		17,757,360
減価償却費	1,742,565	219,944		1,962,509
その他の一般管理費	2,728,537	151,186		2,879,723
財務費用				
支払利息	83,750	70,244		153,994
経常費用合計	829,445,074	1,338,846,318		2,168,291,392
【経常収益】				
運営費交付金収益	768,757,890	964,884,596		1,733,642,486
固定資産見返負債戻入				
資産見返運営費交付金戻入	22,758,597	312,823,592		335,582,189
資産見返物品受贈額戻入	6,036,719	80,237,718		86,274,437
固定資産見返寄付金戻入	877,800			877,800
受託収入	128,088,870	81,425,436		209,514,306
特許権等収入	0	262,500		262,500
その他事業収入	267,690	228,032		495,722
財務収益				
受取利息	13	22		35
雑益	1,373,927	3,388,222		4,762,149
経常収益合計	928,161,506	1,443,250,118		2,371,411,624
【臨時損失】				
固定資産除却損	123,000	1,325,389		1,448,389
臨時損失合計	123,000	1,325,389		1,448,389
【当期純利益】	98,593,432	103,078,411		201,671,843
【目的積立金取崩額】	466,163	1,713,147		2,179,310
【当期総利益】	99,059,595	104,791,558		203,851,153

(3) キャッシュフロー計算書 (平成17年4月1日～平成18年3月31日)

(単位：円)

科 目	一般勘定	空港整備勘定	調整	法人単位
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	△ 76,413,566	△ 147,946,446		△ 224,360,012
人件費支出	△ 479,532,337	△ 303,847,520		△ 783,379,857
その他業務支出	△ 173,020,443	△ 312,352,961	1,542,532	△ 483,830,872
科研費等支出	△ 2,195,744	0		△ 2,195,744
運営費交付金収入	613,490,000	1,055,686,000		1,669,176,000
受託収入	259,618,467	232,943,225		492,561,692
特許権等収入	0	52,500		52,500
その他業務収入	2,761,255	2,318,832	△ 1,542,532	3,537,555
科研費等収入	800,000	0		800,000
小 計	145,507,632	526,853,630		672,361,262
利息の受取額	85	142		227
利息の支払額	△ 85,655	△ 61,806		△ 147,461
業務活動によるキャッシュフロー	145,422,062	526,791,966		672,214,028
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	△ 20,898,601	△ 207,597,860		△ 228,496,461
無形固定資産の取得による支出	0	△ 15,645,000		△ 15,645,000
投資活動によるキャッシュフロー	△ 20,898,601	△ 223,242,860		△ 244,141,461
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	△ 7,905,135	△ 6,062,210		△ 13,967,345
財務活動によるキャッシュフロー	△ 7,905,135	△ 6,062,210		△ 13,967,345
IV 資金に係る換算差額	0	0		0
V 資金増加額	116,618,326	297,486,896		414,105,222
VI 資金期首残高	190,811,143	279,428,788		470,239,931
VII 資金期末残高	307,429,469	576,915,684		884,345,153

法人単位キャッシュフロー計算書において相殺消去された勘定相互間のキャッシュフローの内訳

事 項	一般勘定	空港整備勘定	調整
I 業務活動によるキャッシュフロー			
共通経費の配賦による勘定間の精算			
一般勘定から空整備勘定へ配賦された電気代の精算	1,522,604	△ 1,522,604	
一般勘定から空整備勘定へ配賦された車両借上費の精算	1,426	△ 1,426	
一般勘定から空整備勘定への維持管理費等の配賦	△ 18,502	18,502	
その他業務支出	△ 18,502	△ 1,524,030	1,542,532
その他業務収入	1,524,030	18,502	△ 1,542,532

(4) 行政サービス実施コスト計算書（平成17年4月1日～平成18年3月31日）

(単位：円)

科 目	一般勘定	空港整備勘定	調整	法人単位
I 業務費用				
(1) 損益計算書上の費用				
業務費	659,280,105	1,274,033,279		1,933,313,384
一般管理費	169,203,419	64,742,795		233,946,214
財務費用	83,750	70,244		153,994
固定資産除却損	123,000	1,325,389		1,448,389
(2) (控除) 自己収入等				
受託収入	△ 128,088,870	△ 81,425,436		△ 209,514,306
特許権等収入		△ 262,500		△ 262,500
その他事業収入	△ 267,690	△ 228,032		△ 495,722
財務収益	△ 13	△ 22		△ 35
雑 益	△ 1,373,927	△ 3,388,222		△ 4,762,149
業務費用合計	698,959,774	1,254,867,495		1,953,827,269
II 損益外減価償却等相当額	63,801,135	19,607,970		83,409,105
損益外減価償却相当額	63,801,135	19,607,970		83,409,105
損益外固定資産除却相当額	0	0		0
III 引当外退職給付増加見積額	24,292,839	△ 34,283,889		△ 9,991,050
IV 機会費用	59,429,222	15,748,860		75,178,082
国有財産の無償による貸借取引の機会費用	2,231,920	493,949		2,725,869
政府出資等の機会費用	57,197,302	15,254,911		72,452,213
V 行政サービス実施コスト	846,482,970	1,255,940,436		2,102,423,406

利益の処分に関する書類

(単位：円)

科 目	一般勘定	空港整備勘定	法人単位
I 当期末処分利益			
当期総利益	99,059,595	104,791,558	203,851,153
II 積立金振込額			
研究開発及び研究基盤整備積立金	0	0	0
III 利益処分類			
積立金	99,059,595	104,791,558	203,851,153

添 付 書 類

平成17年度 決算報告書

独立行政法人 電子航法研究所

決 算 報 告 書

収 入

法人単位

単位：円

区 分	予算額 (A)	決算額 (B)	差 額	備 考
			(B - A)	
運営費交付金	1,669,176,000	1,669,176,000	0	
施設整備費補助金	0	0	0	
受託収入	142,328,000	209,514,306	67,186,306	政府受託等が予定を上回ったため
その他の収入	0	5,520,406	5,520,406	損害保険料収入等があったため
前年度よりの繰越金	99,681,000 (注1)	99,681,000	0	
計	1,911,185,000	1,983,891,712	72,706,712	

(注1) 収入の前年度よりの繰越金は人件費に使用します。

支 出

法人単位

単位：円

区 分	予算額 (A)	決算額 (B)	差 額	備 考
			(A - B)	
業務経費	909,038,000	954,828,929 注2	△ 45,790,929	航空機の整備点検等を前年度予算で実施したため
施設整備費	0	0	0	
受託経費	142,328,000	187,191,701	△ 44,863,701	政府受託等が予定を上回ったため
一般管理費	52,500,000	51,957,364	542,636	
人件費	807,319,000	806,006,357	1,312,643	
計	1,911,185,000	1,999,984,351 注3	△ 88,799,351	

(注2) 航空機の整備点検時期を前年度より繰越して実施した為、その費用を含みます。

(注3) 注2の実施は前年度の予算を使用しております。

決 算 報 告 書

収 入

一般勘定

単位：円

区 分	予算額 (A)	決算額 (B)	差 額	備 考
			(B - A)	
運営費交付金	613,490,000	613,490,000	0	
施設整備費補助金	0	0	0	
受託収入	139,328,000	128,088,870	△ 11,239,130	政府受託等が予定を下回ったため
その他の収入	0	1,641,630	1,641,630	損害保険料収入等があったため
前年度よりの繰越金	67,768,000 (注1)	67,768,000	0	
計	820,586,000	810,988,500	△ 9,597,500	

(注1) 収入の前年度よりの繰越金は人件費に使用します。

支 出

一般勘定

単位：円

区 分	予算額 (A)	決算額 (B)	差 額	備 考
			(A - B)	
業務経費	152,898,000	182,075,337 注2	△ 29,177,337	航空機の整備点検等を前年度予算で実施したため
施設整備費	0	0	0	
受託経費	139,328,000	114,119,230	25,208,770	政府受託等が予定を下回ったため
一般管理費	42,829,000	42,379,310	449,690	
人件費	485,531,000	484,806,988	724,012	
計	820,586,000	823,380,865 (注3)	△ 2,794,865	

(注2) 航空機の整備点検時期を前年度より繰越して実施した為、その費用を含みます。

(注3) 注2の実施は前年度の予算を使用しております。

決 算 報 告 書

収 入

空港整備勘定

単位：円

区 分	予算額 (A)	決算額 (B)	差 額	備 考
			(B - A)	
運営費交付金	1,055,686,000	1,055,686,000	0	
施設整備費補助金	0	0	0	
受託収入	3,000,000	81,425,436	78,425,436	政府受託等が予定を上回ったため
その他の収入	0	3,878,776	3,878,776	損害保険料収入等があったため
前年度よりの繰越金	31,913,000 (注1)	31,913,000	0	
計	1,090,599,000	1,172,903,212	82,304,212	

(注1) 収入の前年度よりの繰越金は人件費に使用します。

支 出

空港整備勘定

単位：円

区 分	予算額 (A)	決算額 (B)	差 額	備 考
			(A - B)	
業務経費	756,140,000	772,753,592 注2	△ 16,613,592	航空機の整備点検等を前年度予算で実施したため
施設整備費	0	0	0	
受託経費	3,000,000	73,072,471	△ 70,072,471	政府受託等が予定を上回ったため
一般管理費	9,671,000	9,578,054	92,946	
人件費	321,788,000	321,199,369	588,631	
計	1,090,599,000	1,176,603,486 (注3)	△ 86,004,486	

(注2) 航空機の整備点検時期を前年度より繰越して実施した為、その費用を含みます。

(注3) 注2の実施は前年度の予算を使用しております。