

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、17年まで第1期中期計画、18年度からは第2期中期計画を開始し、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18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、各研究領域の研究業務、独立行政法人としての中期目標・中期計画・財務諸表等を紹介しています。

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19年11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
予算及び定員の推移	5
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. 航空交通管理領域	11
2. 通信・航法・監視領域	33
3. 機上等技術領域	67
4. 研究所報告	97
5. 受託研究	98
6. 共同研究	99
7. 研究発表	100
8. 知的財産権	115

第3部 現 況

1. 平成18年度に購入した主要機器	123
2. 主要施設及び機器	124
3. 刊 行 物	126
4. 行 事 等	126
5. 職員表彰	129

付 録

1. 独立行政法人電子航法研究所法	133
2. 独立行政法人電子航法研究所に関する省令	140
3. 独立行政法人電子航法研究所 業務方法書	143
4. 独立行政法人電子航法研究所 第2期中期目標	145
5. 独立行政法人電子航法研究所 第2期中期計画	149
6. 独立行政法人電子航法研究所 平成18年度計画	159
7. 財務諸表	169

第 1 部 総 説



1 沿 革

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

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

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

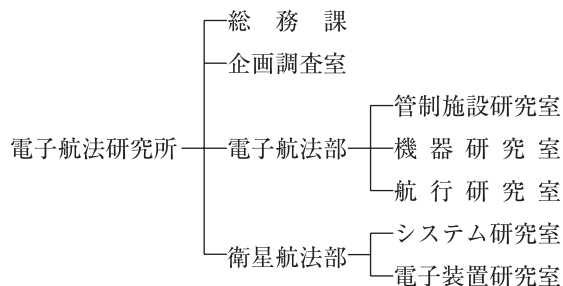
宇宙開発の一環として、人工衛星を航空機及び船舶の航法に利用しようとする開発研究は、我が国においても昭和38年に着手された。その結果をもとに、運輸省は昭和40年4月「人工衛星による航行援助方式の開発に関する基本方針」を決め、昭和41年度は衛星航法研究室（3名）が新設された。

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

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

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

当時の組織は下記のとおりであった。



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

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

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

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

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

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

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

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

52年度は、4名の増員が認められ、電子航法評価部航空保安施設基準研究室を航空施設基準研究室と航空機器標準

研究室の2研究室とした。また、アンテナ試験塔を整備した。

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

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

55年度には、海上保安庁より格納庫（建坪825㎡）の所管換を受けた。

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

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

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

58年度は、1名の増員が認められ、航空施設部に新着陸施設研究室を設置した。

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

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

61年度は、1名の増員が認められ、MLS研究体制の強化を図った。

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

63年度は、管理庁舎兼衛星航法実験棟が竣工した。

平成元年度は、1名の増員が認められ、航空管制の研究体制の強化を図った。

平成2年度は、1名の増員が認められ、空地データリン

クの研究体制の強化を図った。

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

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

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

また、仮想現実実験施設を整備した。

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

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

また、ATCシミュレーション実験棟が竣工した。

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

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

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

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。

平成18年度は、本所に研究企画統括を設置。企画室を廃止し、企画課を設置。4研究部制を廃止、3領域制（航空交通管理領域、通信・航法・監視領域、機上等技術領域）を導入、関東空域再編関連研究プロジェクトを廃止。

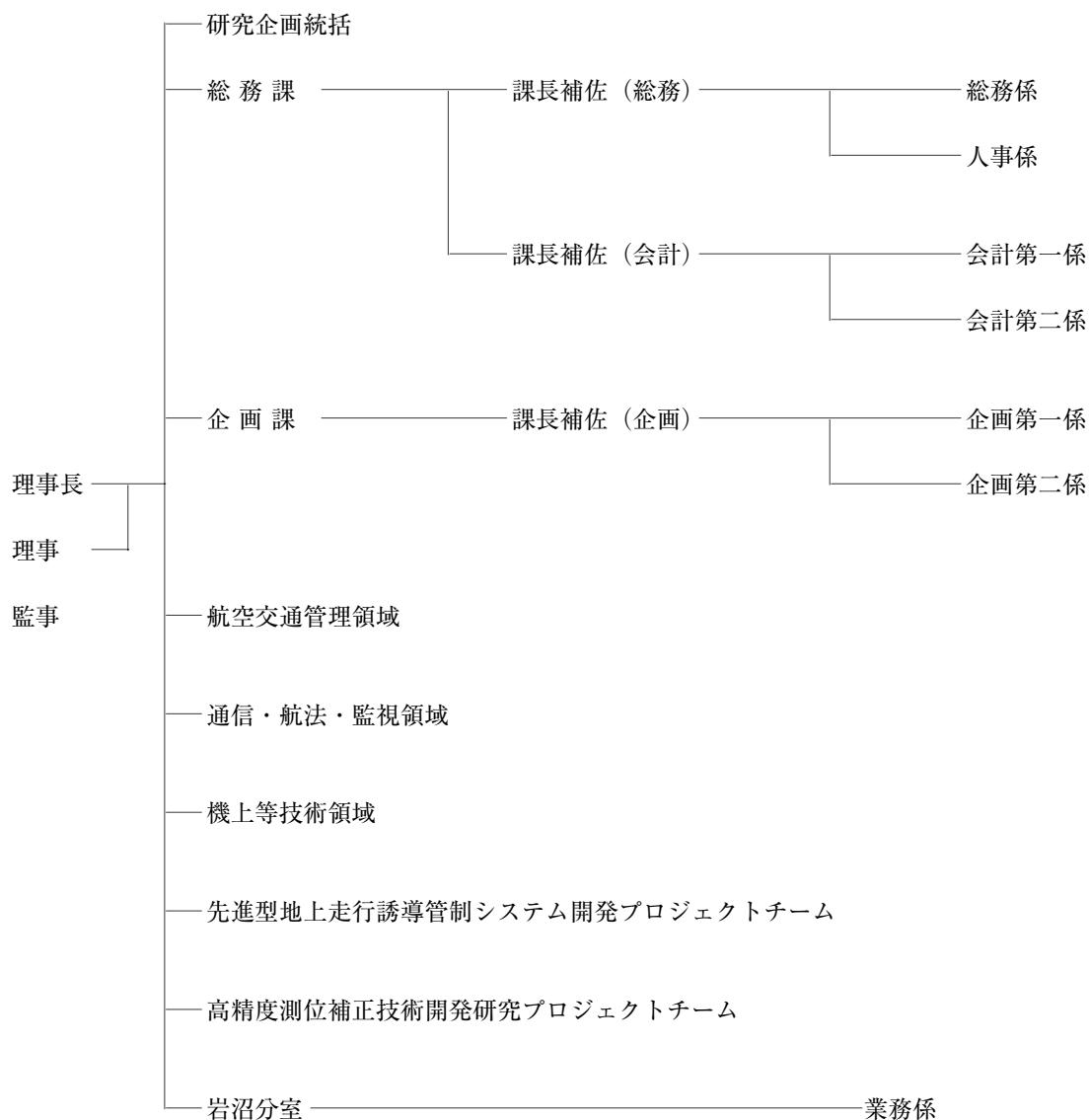
予算及び定員の推移

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 率 増 減	－	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 率 増 減	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 率 増 減	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 率 増 減	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 率 増 減	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 率 増 減	△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	18		
予 算 額	1,681,891 (1,061,803)	1,792,287 (1,130,083)	1,669,176 (1,055,686)	1,687,115 (1,001,322)		
対 前 年 率 増 減	△ 7 %	7 %	△ 7 %	△ 1 %		
定 員	64 (30)	63 (29)	60 (27)	60 (27)		

注1：（ ）内は、空港整備特別会計で内数

2 組 織（平成19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
研究企画統括	1		1
事務職	8	7	15
研究職	24	20	44
計	37	27	64

（平成19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
1号棟	鉄筋コンクリート2階建，建面積390㎡，延面積780㎡	昭和47年度
2号棟 (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
3号棟	鉄筋コンクリート2階建，建面積232㎡，延面積465㎡	昭和43年度
4号棟	鉄筋コンクリート2階建，建面積490㎡，延面積980㎡	昭和53年度
5号棟	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
6号棟	鉄筋コンクリート3階建，建面積224㎡，延面積791㎡	昭和38年度
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
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

(平成19年3月31日現在)

第 2 部

試験研究業務



1 航空交通管理領域

I 年度当初の試験研究計画とそのねらい

平成18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. RNAV経路導入のための空域安全性評価の研究
 4. 今後の管制支援機能に関する研究
 5. ATMシステム・パフォーマンスの予備的研究
 6. 空域の安全性の定量的評価手法に関する研究
 7. 航空路管制業務のタスク分析及び作業負担・負担の研究
 8. 新航空管制システムの構築に関する基礎研究
 9. 無指向性アンテナを用いた航空機監視の研究
 10. 航空管制のヒューマンファクタに関する基礎研究（認知実験による管制パフォーマンス評価指標の確立）
- 1 から 4 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。

5 から 8 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。9 は基礎研究である。10 は競争的資金によるもので、東大および東北大と共同で研究している。

年度途中の要望に応え、受託契約により次の研究を実施した。

11. 三沢米軍(18)飛行場整備調査検討における TAAM シミュレーション

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推定を行っている。

2 はレーダ情報に加えて航空機に搭載されている 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 では RNAV 導入時の安全性を評価する手法について調査・研究を行う。さらに、RNAV 導入を想定した安全性の評価を行い、経路設定基準策定（最小経路間隔）の根拠となる資料を作成する。

4 は経路、セクター構成等の空域再編基本案についてリアルタイムシミュレーションにより管制官の受容性等を評価し、ATFM と RDP の連携（時間管理の概念導入）による円滑な航空交通流の形成および管制支援機能について検討を行うことを目的とした研究である。

5 は、最終的には、わが国の航空交通管理システムの能

力を評価するのに有効な指標および指数の測定技術の開発と当該技術による評価の実施を目指すものである。

6 では管制間隔基準等に関する技術的課題の検討に必要な安全性評価やデータ解析手法の開発を行い、空域の安全性評価手法とその応用手法の確立を目指している。また、この成果の提供により ICAO の管制間隔・空域安全パネル（SASP）等へ技術的支援と国際貢献を図っている。

7 は実時間シミュレーションの結果等から航空路管制業務のタスク分析、管制指示内容の解析等を行うことで、業務の複雑さ、作業負担および作業負荷の検討を行うものである。

8 は、管制官の技能に依存し、コンピュータを基盤としたシステムにはなじまない現状の航空管制システムの問題の解決策として、運航票に代わる飛行計画表示装置の開発を目指している。

9 は設置や保守・運用が容易で低コストの航空機監視手法として無指向性アンテナを用いた航空機監視手法について検討する研究である。

10 は競争的資金による研究で、実験と現場観察に基づく航空管制業務のタスク分析による認知モデルの構築、さらに航空管制業務のパフォーマンスを評価するための指標を検討し、インターフェース設計、教育訓練プログラム、支援技術などを評価するための基盤を確立することを目的としている。

11 は受託研究で、米軍三沢飛行場における滑走路増設の効果を高速シミュレーションにより検討する研究である。

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、新たな航空交通流管理（ATFM）のアルゴリズムを提案し、RNAV 経路の導入効果の検討準備を行い、さらに、承認高度について RVSM 導入効果を確認した。

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、航空機運航モデル（水平面）の開発、コンフリクト検出手法（水平面）の開発、そしてコンフリクト検出評価システムの機能の向上を実施した。

3 の「RNAV 経路導入のための空域安全性評価の研究」では、横方向重畳確率の推定方法の考案、到着経路上の RNAV 機の横方向経路逸脱量の解析、RNAV 関連研究の調査などを行った。

4 の「今後の管制支援機能に関する研究」では、レーダデータの解析、関東空域再編基本案に基づいてリアルタイムシミュレーションの実施、簡易評価システムの製作を行った。

5の「ATMシステム・パフォーマンスの予備的研究」では遅延時間および飛行距離を対象として、各種の運用実績データからの必要項目の取得方法や、取得項目に基づいたパフォーマンス値算出手法を検討した。

6の「空域の安全性の定量的評価手法に関する研究」では、ICAO SASP会議に参加し、RVSM空域の安全性評価や洋上空域での管制間隔（50NM縦間隔）短縮時の安全性評価に関して航空当局へ助言や資料提供をした。

7の「航空路管制業務のタスク分析および作業負荷・負担の研究」では、以前実施した航空路管制における実時間シミュレータ実験の結果を基に、レーダ対空席の管制官の思考についてのタスクフローを図式化し特徴を調べた。

8の「新航空管制システムの構築に関する基礎研究」では、航空管制に必要な情報について、重要度、情報の特徴等を調べ、本装置の表示項目、表示方法、入力機能等の検討を行った。これに基づき、表示項目の表示機能および入力機能をパソコン上で実現するための基本的なプログラムを作成した。

9の「無指向性アンテナを用いた航空機監視の研究」では、受動型SSR測位実験を実施し、地上のSSR局の質問信号と機上の航空機からの応答信号を収集した。また、送受信局の3次元座標と質問信号と応答信号の到達時間差を入力として、航空機位置を出力するプログラムを作成した。

10の「航空管制のヒューマンファクタに関する基礎研究」では、当所のATCシミュレータを使用し、航空路管制業務のレーダ対空席管制官の思考について観察するための予備実験を実施した。その結果、管制官は通常と異なる環境での業務において精神的負荷を感じ、通信回数だけでは管

制官の負荷測定が困難であること、管制処理の所要時間が思考開始のタイミングを左右することがわかった。

11の「三沢米軍(18)飛行場整備調査検討におけるTAAMシミュレーション」では、観測データに基づき、滑走路占有時間などについて現状の三沢飛行場の運航モデルを作成し、滑走路増設時のモデル化を行った。各モデル上におけるシミュレーション結果を比較し、滑走路増設による遅延時間の低減を確認した。

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

当領域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、日本航海学会、日本航空宇宙学会、日本機械学会、計測自動制御学会、IAIN（International Association of Institutes of Navigation）やPSAM8（The 8th International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management）など多くの学会や会議などでも発表している。

特に今年度の発表では、6の研究における論文で平成18年度日本航海学会論文賞を受賞した。また、2の研究の論文では米国電気電子学会（IEEE）航空宇宙電子システムソサイエティ（AES）日本支部学術奨励賞（Young Scientist Award）を受賞している。

（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】

担当領域	航空交通管理領域
担当者	○福島 幸子, 福田 豊, 住谷 美登里, 瀬之口 敦
研究期間	平成16年度～平成19年度

1. はじめに

航空交通流管理（ATFM; Air Traffic Flow Management）は航空交通量が空域の容量を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で行われている。ATFMでの容量は航空路管制とターミナル管制では異なるアルゴリズムで算出されている。

現在航空路セクタの容量は、レーダ管制官の実測作業量

から算出されている。作業量は、航空路セクタ毎に飛行種別毎の作業時間を計測し、作業毎の困難度指数や考慮時間をもとに算出される。

今まで、空域再編や新空港が開港したときは、その後に管制官の作業を計測・解析を行い、新しい数値を設定してきた。しかし、管制作業の計測と解析には多くの時間を要するため、空域再編やR-NAV（Area Navigation）経路の導入など、運用条件が変わったときに、全セクタの作業量計測を行わずに容量値を予測することが求められている。

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

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

2. 研究の概要

本研究は4年計画であり、平成18年度はその3年次である。平成18年度の研究においては、以下を実施した。

- ・新たなATFMのアルゴリズムの提案
- ・R-NAV 経路の導入効果の検討準備
- ・RVSM 導入効果の確認

3. 研究成果

3.1 新たなATFMのアルゴリズムの提案

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

- (1) 出発空港・目的空港によって、出発機や到着機の管制作業負荷係数をそれぞれ定義できる。
- (2) 飛行経路によって出発遅延の割り当てを変える。
- (3) 出発機、到着機、通過機、域内機の区別ではなく、コンフリクトの起こる確率で管制作業負荷を定義する。

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

3.2 R-NAV 経路の導入効果の検討準備

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

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

また、高高度空域を扱う場合、同時管制機数の増加が予想される。今まではパイロット卓はリスト形式で表示されていたため同時管制機数が20機を越えると、入力が困難で

あった。そのため、リスト形式の改善と、画面イメージでの入力方法を追加した。

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

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

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

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

3.3 RVSM 導入効果の確認

平成17年にRVSMが国内空域に導入されたが、導入前後のデータを比較した。その結果、RVSM 導入後は交通量が5%増加したが、出発時の要求高度と承認高度の差は減少し、特にFL290以上を飛行する航空機での改善が大きかった。

4. 考察等

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

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

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

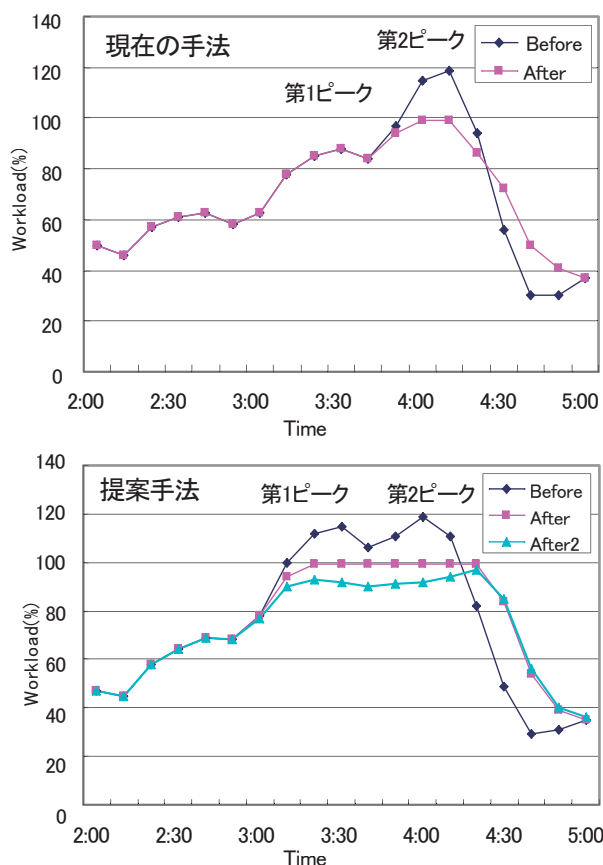


図1 管制作業量

100%となるのか、またこの抑え方はセクタに依存するものなのか、調整方法は今後の検討課題である。

5. まとめ

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

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

掲載文献

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

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

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

1. はじめに

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

現状の航空路レーダ情報処理システム (RDP) のコンフリクト警報機能は、地上の航空路監視レーダ (ARSR/SSR) からのレーダ情報等を基にコンフリクトを検出しているた

め、コンフリクト警報の不要警報および警報の検出遅れ等が発生する要素を含んでいる。より精度の高いコンフリクト予測検知が望まれている状況から、航空機の機上情報をデータリンクにより取得してコンフリクトを予測検知する技術の開発が必要となっている。

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

クトを検出するための手法等を開発する。

2. 研究の概要

本研究は5ヵ年計画であり、平成18年度は第3年度である。平成18年度の研究の目的は、航空機運航モデル(水平面)およびコンフリクト検出手法(水平面)を開発し、コンフリクト検出評価システムの機能を向上させることである。

平成18年度は、主に下記のことを行った。

- ・航空機運航モデル(水平面)の開発
- ・コンフリクト検出手法(水平面)の開発
- ・コンフリクト検出評価システムの機能向上

3. 研究成果

3.1 航空機運航モデル(水平面)の開発

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

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

航空機のフライトデータの解析では、クイックアクセ

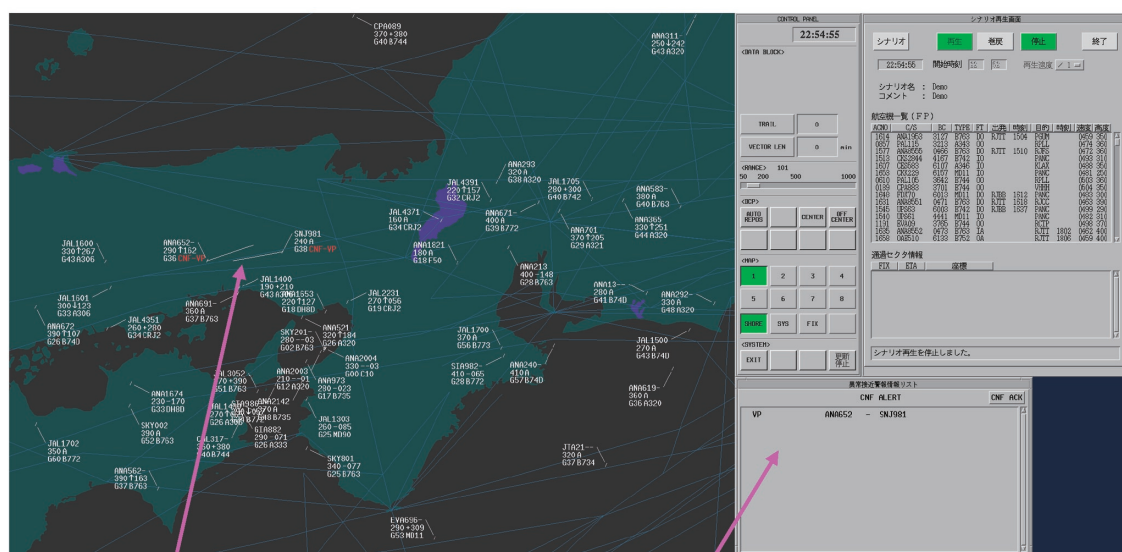
スレコードに記録されているフライトデータを解析した。データ種別は航空機の位置・高度・速度・高度変化率・ロール角・トラック角等である。

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

3.2 コンフリクト検出手法(水平面)の開発

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

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



コンフリクト警報が表示された航空機

コンフリクト検出情報リスト

図1 コンフリクト検出評価システムの表示画面(コンフリクト警報の表示例)

ら取得したトラック角をレーダデータと融合して利用する方法を開発した。

3.3 コンフリクト検出評価システムの製作

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

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

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

4. 考察等

航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法は、レーダの観測位置に基づいた直線予測のコンフリクト検出手法と比較して、水平面の予測精度が向上する。また、直線予測とフライトプラン予測においては、コンフリクト警報数は、予測時間とほぼ比例する関係がある。航空機の動

態情報を利用するコンフリクト検出手法では、これらの予測手法の組み合わせ、および、動態情報の利用により、不必要なコンフリクト警報および警報の検出遅れの発生を低減できると考えられる。一方、現在、不必要な警報は航空管制官の観点から判断されており、システム的な要件の定義はない。そのため、安全性のシステム的な観点からのコンフリクト警報の定義付けが必要となってきた。

今後は、望ましいコンフリクト警報を定義し、それを目指したコンフリクト警報の改善について、コンフリクト検出評価システムにより検証しながら、動態情報を利用するコンフリクト検出手法を構築する予定である。

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

掲載文献

- (1) 福田，瀬之口，“航空管制卓における異常接近警報機能の研究開発”，信学技報，SSS2006-18，pp.17-20，2006年10月
- (2) 瀬之口，福田，“コンフリクト検出における水平面位置予測に関する一解析”，信学技報，SANE2006-101，pp.19-24，2006年10月
- (3) 福田，瀬之口，“管制卓のコンフリクト警報の研究開発”，日本機械学会関東支部第13期総会講演会，pp.191-192，2007年3月
- (4) 瀬之口，福田，“An Analysis of Prediction Time on Conflict Detection”，信学技報，SANE2007-18，pp.97-100，2007年4月
- (5) 瀬之口，福田，“コンフリクト検出における予測時間の一解析”，第7回電子航法研究所研究発表会講演概要，2007年6月

RNAV経路導入のための空域安全性評価の研究【重点研究／空港整備勘定】

担当領域	航空交通管理領域
担当者	○天井 治，藤田 雅人，長岡 栄
研究期間	平成18年度～平成20年度

1. はじめに

安全で効率的な航空機の運航を図るため、航空局はRNAV（広域航法：Area Navigation）の導入を計画・整備している。RNAVを展開するためには、空域管理国の義務として、ICAO基準に基づき安全性評価を行う必要がある。本研究では、RNAV導入時の安全性を評価する手法

について調査・研究を行う。さらに、RNAV導入を想定した安全性の評価を行い、経路設定基準策定（最小経路間隔）の根拠となる資料を作成する。

本研究では3ヵ年で以下のことを行う。

- ① ターミナルRNAV経路（レーダー監視下）における衝突リスク評価（H18）

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

2. 研究の概要

2.1 研究の目標

本研究は我が国でのRNAV経路の導入を支援するための研究である。研究の結果、RNAV設定基準の策定が可能となり、RNAV運航の展開に寄与できることを目標とする。

このために、以下のことを行う。

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

2.2 本年度の研究

本年度は①ターミナルRNAV経路（レーダー監視下）における安全性評価手法の調査・研究（衝突リスク評価）、②ICAO／諸外国におけるターミナルRNAV安全性評価手法の調査、③レーダーデータ等の収集・解析、④最小経路間隔設定等の根拠資料作成、を計画した。

①について。衝突リスクの計算には膨大なデータが必要となる。これは、希にしか起こらない事象（例えば、大きな経路逸脱など）が衝突の原因となるためである。しかし、実際に収集できるデータは期間が限られており、そういった事象はなかなか観測できない。このため、標本数の少ないデータを用いて衝突リスクを推定する方法を検討した。そして、少ない標本数の横方向経路逸脱量の分布を基に、希な事象である分布の裾部にある条件下で推定し、横方向重畳確率の最大値を推定する方法を考案した。

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

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

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

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

3. 研究成果

本年度得られた主な成果は次の通りである。

- (1) 鹿児島空港のRNAV到着経路を飛行する航空機の横方向経路逸脱量の分布をARTSデータと運航票を用いて推定した。その結果、RNAV到着経路をレーダー誘導なしで飛行していたと見なせる航空機2,298便の航跡が得られた。

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

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

- (2) 衝突リスクの計算には、衝突リスクモデルのパラメータの一つである横方向重畳確率の推定が必要である。このため、横方向経路逸脱量の分布に分布モデルの当てはめを行った。最尤推定法を用いて得られた実測分布を良く近似する分布モデルを候補モデルの中から選択した。その結果、実測分布は(1)式の2つの正規分布の混合型分布で良く近似できることが分かった。

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

$$0 < \alpha < 1$$

但し、

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

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

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

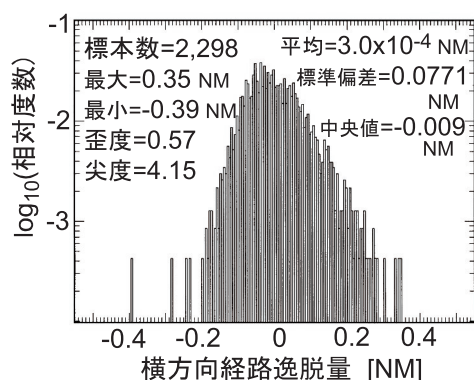


図1 RNAV到着機の横方向経路逸脱量の分布
(2005年10月1日～2006年3月15日)

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

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

また、これを用いてRNAV1およびRNAV0.1725の場合における経路間隔毎の横方向重畳確率の最大値の推定値を求めた。

4. まとめ

本年度の研究の概要を示した。本研究は航空局のRNAV経路導入計画を支援する目的で行われている。

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

RNAV到着経路における衝突リスクの推定のためには、ターミナルエリアにおける航空交通流の実態を把握し、平行経路におけるすれ違い（追い抜き）の頻度を推定するこ

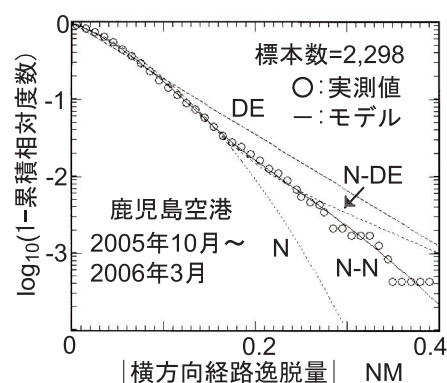


図2 モデルの当てはまり具合
(DEは両側指数分布を表す。)

とが必須である。現在、この値を推定するためにレーダーデータを解析している。

掲載文献

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

今後の管制支援機能に関する研究【重点研究／空港整備勘定】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○山本 哲士, 青山 久枝, 蔭山 康太, 福田 豊, 岡 恵, 田中 敏雄, 早坂 優,
行木 宏一, 宮津 義廣

研究期間 平成18年度～平成19年度

1. はじめに

航空交通量増大に対応するため、柔軟な経路設定が可能となるRNAVを有効に活用し、管制官のワークロードを軽減させるための管制支援機能について、技術的研究が望まれている。このため、経路、セクター構成等の空域再編基本案についてリアルタイムシミュレーションにより管制官の受容性等を評価し、ATFMとRDPの連携（時間管理の概念導入）による円滑な航空交通流の形成および管制支援機能について検討を行うことを目的とする。

2. 研究の概要

2.1 レーダーデータの解析

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

2.2 リアルタイムシミュレーションの実施

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

2.3 簡易評価システムの製作

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

3. 研究成果

3.1 レーダーデータの解析

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

3.2 リアルタイムシミュレーションの実施

表1

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

3.2.1 シミュレーションの概要

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

第1回 成田空港到着機交通流

第2回 羽田及び成田空港出発機交通流

第3回 羽田空港到着機交通流

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

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

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

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

表2

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

表3

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

3.2.2 データ計測結果等

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

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

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

特定空域内で許容し得る滞留時間の限界を、最大許容滞留時間とした。最大許容滞留時間は、空域の形状、経路構成等をもとに、当該空域内における最大の迂回経路長及び飛行速度を算定して推定した。なお、最大の迂回経路長の算定に際しては、当該空域からの逸脱、待機経路の飛行又は極端なジグザグ経路の飛行等、円滑な航空交通流の形成に支障となる恐れが生ずると考えられる場合を除いた。飛行速度は、当該空域における代表的な航空機の性能等を参考にして、気象状態を勘案して算定した。各中間空域に係る最大許容滞留時間の推定値を表5に示す。

3.2.3 データ解析結果等

昨年度に実施した「関東空域の再編に関する予備的研究」では、空域構成、管制運用方式、交通流量、滞留時間は、相互に密接な関係があることがわかった。そこで、本

表4

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

表5

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

シミュレーションデータの解析に際しては、これらの関係に着目して、空域の形状や経路構成等の空域条件と航空機流量、業務移管の条件等の運用条件との整合性について解析を行った。

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

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

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

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

3.2.4 通信量の解析等

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

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

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

3.3 簡易評価システムの製作

3.3.1 背景

交通状況が刻々と変化する状況下において、常時、円滑な航空交通流を形成し、所要の航空交通流量を確保するためには、出域機流量に影響を与えること無く、滞留時間が最大許容滞留時間を超えないよう、入域機流量又は空域構成の条件を適切に制御する必要がある。所謂、可変セクターは、空域構成の条件を変更して対応する例であるが、隣接空域の構成に影響するため、関東空域のように、別々の航空交通流が近接し、且つ、ピーク時間帯が重複することが予想される場合には、その設定は現実的に困難となる。

そこで本研究では、入域機流量条件の変更に適切に対応するため、入域機の間隔を管理し、滞留時間を制御することができる管制支援機能、及び、この機能と航空機の運航との協調を図る時間管理機能について検討することとした。

3.3.2 滞留時間の推定

滞留時間を予測し、その精度を評価するため、滞留時間推定式を作成した。滞留時間は入域流量と出域流量の差に依存することから、これらのパラメータを推定することが出来れば、発生する最大の滞留時間を予測することが出来る。まず、入域流量については、連続して入域する航空機の最大機数及び入域時間間隔から平均入域時間間隔を推定した。その際、入域時間間隔が未知なので、入域点の数および入域時の移管条件から最も短時間で入域する場合の入域時間間隔を採用した。次に、出域流量については、出域点の移管条件および管制業務移管時のバラツキを考慮した上乗せ分から、出域時間間隔を推定した。

3.3.3 簡易評価システムの製作

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

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

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

3.3.4 時間管理機能と管制支援機能との連携手法の検討

本研究で対象としている時間管理機能は、数時間先までの長期的な航空交通の滞留を予測し、その解消策を算出し、航空機と協調してその実現を目指すものである。このように統合的な航空機の運航の管理を目指すことにより、特定空域への航空機の一時的な集中を避けることができ、円滑な航空交通流が形成できる。時間管理機能の実現のためには、高精度な航空機の将来位置予測と滞留解消のための効率的な時間調整のための航空機の制御手法の構築が重要である。これらは、これまでの戦術的な航空管制とは異なる運用方式であるため、運航者や航空管制官の新たな合意形

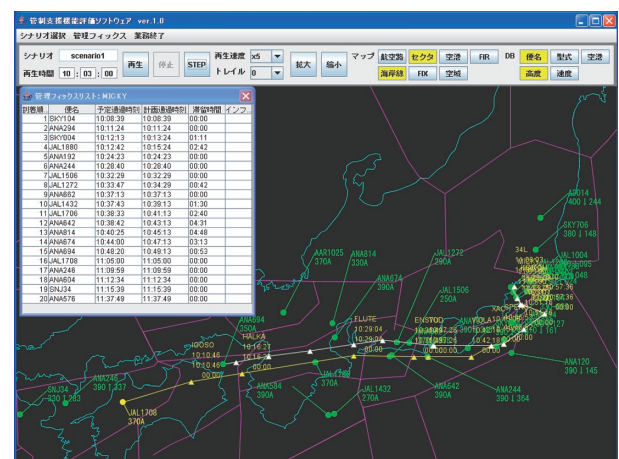


図1 管制支援機能評価ツールの表示例

成が必要となる。そのため、本研究では、上記の評価ツールで構成される時間管理機能の模擬システムを製作し、これを基盤として航空関係者と共に検討し、時間調整の制御手法を探ることを目的とする。

4. 考察等

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

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

掲載文献

- (1) 蔭山康太, 山本哲士, 岡恵, 青山久枝: “実時間シミュレーションにおける航空管制通信量の一解析”, 電子航

法研究所 第6回研究発表会講演概要, p13, 2006年6月

- (2) 岡恵, 山本哲士: “単純な空域モデルにおける交通密度と管制空域デザイン要件”, 電子航法研究所 第6回研究発表会講演概要, p17, 2006年6月

- (3) 福田豊, 山本哲士: “航空交通管理のパフォーマンス測定ツールの試作”, 電子航法研究所 第6回研究発表会講演概要, p33, 2006年6月

- (4) 岡 恵, 山本哲士: “管制空域デザインと空域内の飛行時間”, 電子情報通信学会総合大会, B-2-4, p252, 2007年3月

- (5) 山本哲士, 福田 豊, 岡 恵, 宮津義廣, 行木宏一: “到着機の運航効率と降下プロファイルに関する一考察”, 電子航法研究所 第7回研究発表会講演概要, 2007年6月

- (6) 岡 恵, 山本哲士, “航空交通量と空域設計要件との関係について”, 電子航法研究所 第7回研究発表会講演概要, 2007年6月

ATMシステム・パフォーマンスの予備的研究【指定研究／空整勘定】

担当領域 航空交通管理領域

担 当 者 ○蔭山 康太, 福田 豊, 山本 哲士, 住谷 美登里

研究期間 平成18年度

1. はじめに

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

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

航空需要は増大し, 航空交通は, その重要性を増している。ATMでは性能向上などにより対応を行ってきた。今後も増大が予想されるため, ATMの性能(以下, ATMパフォーマンス)の継続した向上が必要とされる。ATM

パフォーマンスの向上には, その評価の継続実施および結果のフィードバックが重要である。ATMは多数の目的遂行を要求されるために, ATMパフォーマンスの評価は多角的な項目に基づく必要がある。この評価の継続的な実施により経年変動の傾向の把握や, 特に向上が必要とされる項目の特定が可能となる。また, 各パフォーマンス項目値の要因分析により, その項目値の向上のための施策の指針が取得できる。

2. 研究の概要

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

また, 高速シミュレーションによるパフォーマンス評価手法の可能性を調査した。

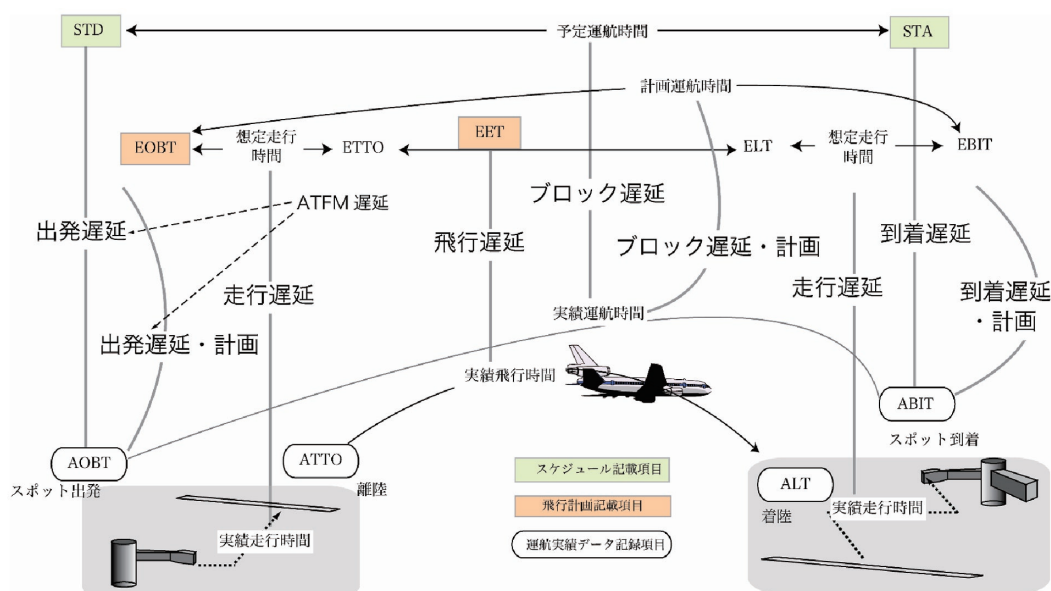


図1 遅延時間の分類

3. 研究成果

3.1 遅延時間の解析

ATMパフォーマンスの評価項目において重要項目の1つと考える遅延時間の解析手法を検討した。遅延時間を「予定所要時間と運航における実績時間の差」と定義した。

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

- ・出発遅延…スポット出発実績時刻（AOBT）と航空会社により公示されている予定出発時刻（STD）の差。
- ・出発遅延・計画…スポット出発実績時刻と、飛行計画に記載される計画出発時刻（EOBT）の差。
- ・ATFM遅延…特定の空域や空港への過度な航空機の集中の回避を目的として実施される航空交通流管理では交通流を調整する。この結果として、発生する遅延を表す。
- ・走行遅延…滑走路離陸実績時刻（ATTO）とスポット出発実績時刻（AOBT）の差、目的空港のスポット到着実績時刻（ABIT）と滑走路到達実績時刻（ALT）の差を実績走行時間とした。この実績走行時間と想定走行時間の差。
- ・飛行遅延…滑走路到達実績時刻（ALT）と滑走路離陸実績時刻（ATTO）の差を飛行時間の実績値とした。この実績値と、飛行計画に記載された計画飛行時間（EET）の差。

- ・ブロック遅延…スポット到着実績時刻（ABIT）とスポット出発実績時刻（AOBT）の差を航空機の運航所要時間（ブロックタイム）の実績値とした。また、予定到着時刻（STA）と予定出発時刻（STD）の差をブロックタイムの予定値（予定運航時間）とした。このブロックタイムの実績値と予定値の差。
- ・ブロック遅延・計画…スポット到着計画時刻（EBIT）と計画出発時刻（EOBT）の差をブロックタイムの計画値（計画運航時間）とした。ブロックタイムの実績値と、この計画値の差。
- ・到着遅延…スポット到着実績時刻（ABIT）と公示されている予定到着時刻（STA）の差。
- ・到着遅延・計画…計画離陸時刻（ETTO）に予定飛行時間（EET）を加えた値を滑走路到達計画時刻（ELT）とした。これに目的空港の走行想定時間を加えた時刻をスポット到着計画時刻（EBIT）とした。このスポット到着実績時刻（ABIT）とスポット到着計画時刻の差。

平成17年8月の7日間と11月の6日間の羽田空港の発・到着機の運用実績データを解析し、各分類項目の遅延時間の計算を行った。

3.2 飛行距離の解析

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

しかし、航空機は管制間隔の確保のための迂回やショートカット等により飛行計画経路とは異なる運航をするこ

とがある。そのため、実際の飛行距離を算出することは、ATMの実態の把握、課題の抽出、経路設定等のATMの改善策の検討に有効である。

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

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

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

上述の測定手法を運用実績データに適用し、飛行距離を測定した。測定期間は遅延時間の解析と同様に平成17年8月の7日間と11月の6日間とした。羽田空港と新千歳空港、大阪空港、関西空港、福岡空港、那覇空港間の路線を対象として飛行距離を測定した。

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

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

解析からは、飛行距離が空港間と空港周辺の空域などの

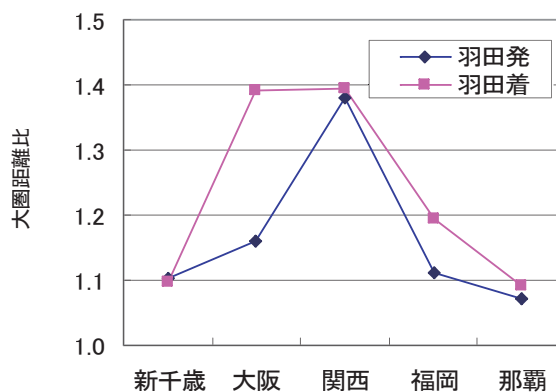


図2 平均飛行距離の大圏距離比 (空港毎)

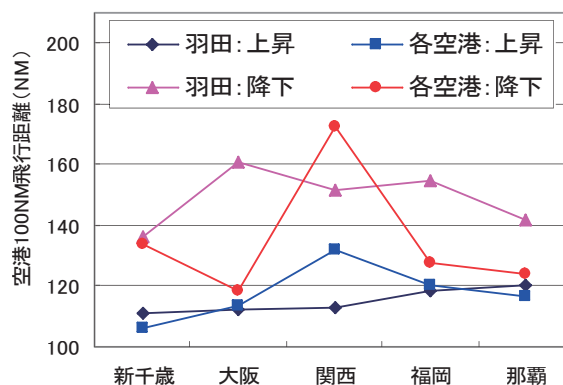


図3 上昇・降下フェーズの平均飛行距離

特徴を示すことがわかった。

3.3 高速シミュレーションの調査

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

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

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

OPASの機能には以下のような特徴がある。

- ① レーダ誘導経路の再現
- ② 定められた間隔基準値の確実な確保
- ③ 関連トラフィックの状況による誘導経路 (および承

認高度)の変更

④ 複数の流れの合流時における優先順位の設定

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

4. 考察等

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

また、天候状態の影響などにより、通常の運航と大きく異なる特異日が発生し得るため、パフォーマンス値の評価には、他期間にわたるデータ収集が不可欠であると考ええる。

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

掲載文献

- (1) 福田, 蔭山, 山本:「航空交通管理のパフォーマンス測定手法の研究」, 第44回飛行機シンポジウム(平成18年10月), pp.256-261
- (2) 福田:「航空交通管理におけるパフォーマンスについて」, 独立行政法人電子航法研究所講演会(平成19年2月)
- (3) 蔭山, 福田:「ATM Performance Study in Japan」, FAA/JPDOフォローアップ会合(平成19年1月)
- (4) 福田, 蔭山, 山本, 宮津, 行木:「運航実績データによる飛行距離の測定手法の検討」, 電子研講演会(平成19年6月)
- (5) 蔭山, 福田, 山本, 宮津, 行木:「運航実績データによる遅延時間の解析手法の研究」, 電子研講演会(平成19年6月)

空域の安全性の定量的評価手法に関する研究【指定研究／空港整備勘定】

担当領域	航空交通管理領域
担当者	○藤田 雅人, 天井 治, 長岡 栄
研究期間	平成18年度～平成21年度

1. はじめに

本邦ではより効率的な空域利用の観点から管制間隔や経路間隔の短縮が望まれている。その一方で、航空機の運航においても安全性の確保は重要な社会的課題となっている。効率性を求めつつも安全性を確保するために、安全性を定量的に評価する手法が必要となる。しかし、日々変化する航空システムにおいて、変化に対応する定量的安全性評価手法は確立しておらず、その手法の確立が要望されている。

例えば、2005年9月より福岡飛行情報区において29000

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

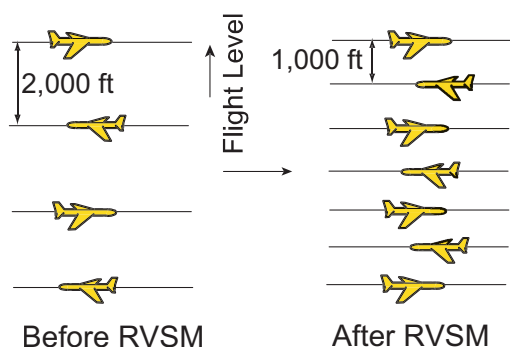


図1 RVSM概念図

Communication Satellite

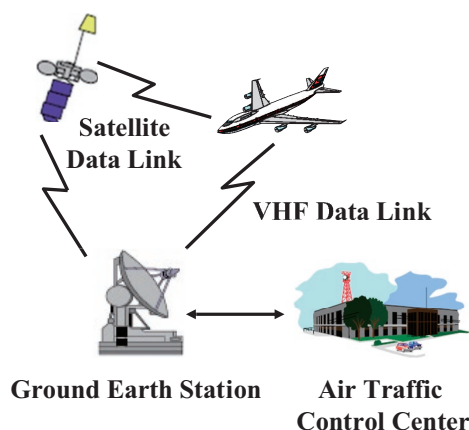


図2 ADS概念図

電子航法研究所は日本のRVSM導入時に安全性評価を実施した実績があり、その経験を活かした更なる貢献が期待されている。

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

また、国際民間航空機関（ICAO, International Civil Aviation Organization）の管制間隔・空域安全パネル（SASP, Separation and Airspace Safety Panel）においては、安全性の定量的評価手法の検討が行われており、定量的安全性評価手法に関する研究結果の提供が望まれている。

そのような国内外の要望に応えるため、本研究では、定量的安全性手法の開発を行うとともに、開発した手法を既存の空域の安全性評価に役立てている。

2. 研究の概要

研究にあたっては飛行計画情報・レーダデータ等の収集・解析を実施する。その結果明らかになった空域の特性に対応した安全性評価手法の構築を行う。手法の構築に際しては、他国・他の機関で実施されている安全性評価手法に関する情報の収集も行い、その情報を参考にする。

今年度実施した研究のあらましは以下の通りである。

2.1 SASPへの貢献

SASP作業部会全体会議に参加し、日本における研究動向の紹介、会議への技術的支援を行う。

2.2 RVSM空域の安全性評価手法

日本のRVSM導入時に安全性評価を実施した実績をもとに助言を行い、航空行政を技術的に支援する。それとともに、開発したモデルの精密化も行う。

2.3 洋上航空路の安全性評価手法の開発

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

2.4 データの収集

安全性評価のためには膨大なデータの収集・解析が必要

となる。レーダデータ・通信履歴データ等を継続的に収集している。

3. 研究成果

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

3.1 SASPへの貢献

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

3.2 RVSM空域の安全性評価手法

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

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

3.3 洋上航空路の安全性評価手法の開発

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

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

3.4 その他

掲載文献²⁰⁾は平成18年度日本航海学会論文賞を受けたものである。

掲載文献

- (1) Nagaoka, S, “Overview of Methods of Aircraft Height Monitoring for the Safety of the Reduced Vertical Separation Minima (RVSM) Airspace”, Proc. of WSANE2006（電子情報通信学会技術研究報告, SANE2006-48）, pp.261-266, Xian, China, April, 2006.
- (2) Nagaoka, S, “On the Effect of ADS Along-Track Position Estimation Errors on Longitudinal Collision Risk”, Proceedings of the 8th International Conference on the Probabilistic Safety and Management (PSAM8),

- Louisiana, USA, May, 2006.
- (3) Fujita, M, Nagaoka, S. and Amai, O, “Safety Assessment prior to Implementation of 50NM Longitudinal Separation Minimum in R220 and R580”, ICAO SASP-WG/WHL/9 WP/14, Montreal, Canada, May 2006.
 - (4) Fujita, M, Nagaoka, S. and Amai, O “Simulation for Air Traffic Prediction in NOPAC under 50NM Longitudinal Separation Minimum”, ICAO SASP-WG/WHL/9 WP/15, Montreal, Canada, May 2006.
 - (5) 天井, 長岡, “交通流の分散による垂直方向衝突リスクの低減”, 第6回電子航法研究所研究発表会講演概要, 平成18年6月
 - (6) 藤田, 長岡, 天井, “MTSAT運用下での縦方向衝突リスクの推定”, 第6回電子航法研究所研究発表会講演概要, 平成18年6月
 - (7) 天井, “北太平洋航空路におけるGPS搭載機の飛行便数の割合の推定”, 電子情報通信学会2006ソサイエティ大会講演論文集, A-18-1, 金沢大学, 平成18年6月
 - (8) 藤田, “NOPACルートにおける希望通過高度の分布”, 電子情報通信学会2006ソサイエティ大会講演論文集, A-18-3, 金沢大学, 平成18年6月
 - (9) 長岡, “航空交通管理の最近の動向”, 電子情報通信学会2006ソサイエティ大会講演論文集, BK-1-1, 金沢大学, 平成18年6月
 - (10) 長岡, 天井, 藤田: “北太平洋航空路における50NM縦方向管制間隔基準の導入に向けた安全性評価報告”, 国土交通省航空局管制保安部宛に提出, 2006年7月
 - (11) Nagaoka, S, “Future Developments in ATM-Japan”, Proc. of the International Council of the Aeronautical Sciences Congress, Hamburg, September, 2006
 - (12) 長岡, “航空交通管理の最近の動向”, 電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集, BK-1-1, 2006年9月
 - (13) 長岡, “第8回確率論的安全性評価・管理に関する国際会議(PSAM8)参加報告”, 日本信頼性学会誌, pp.366-372, 2006年9月
 - (14) 長岡, “短縮垂直間隔のためのモニタリング”, 日本航空宇宙学会 第44回飛行機シンポジウム講演集, pp.508-514, 2006年10月
 - (15) Amai, O and Nagaoka, S, “Airspace Safety Assessment for Implementation of the Japanese Domestic Reduced Vertical Separation Minimum”, Proceedings of IAIN2006, pp.435-440, Pusan, Korea, Oct. 2006.
 - (16) Fujita, M “Ongoing Analysis of Japanese ADS Message Data”, EUROCONTROL MDG/35 DP/8, Brussels, Belgium, Oct. 2006.
 - (17) 長岡, “航空交通管制の現状と将来”, 自動車技術会自動車技術シンポジウム, 「航空機・自動車の誘導制御技術の最先端」, pp.31-36, 2006年11月
 - (18) 天井, “交通流の分散による航空機の衝突リスクの軽減(短縮垂直間隔導入後の安全性評価)”, 日本機学会第15回交通・物流部門大会講演論文集, pp.359-362, 川崎, 平成18年12月
 - (19) 藤田, “自動従属監視(ADS-C)データ解析”, 日本機学会関東支部第13期総会講演会講演論文集, pp.193-194, 宇都宮大学, 平成19年3月
 - (20) 長岡, 天井, “複数の平行経路における横方向オフセットの横方向衝突危険度への影響”, 日本航海学会論文集第116号, pp.175-180, 平成19年3月
 - (21) Udagawa, S, Amai, O, Nagaoka, S, Takahashi, S and Nakamura, H, “Improvement of Analysis on the Along-Track Predicted Position Errors of ADS on a North Pacific Route”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.107, No.2, pp.123-128, April, 2007

航空路管制業務のタスク分析及び作業負荷・負担の研究【指定研究／空港整備勘定】

担当領域	航空交通管理領域
担当者	○青山 久枝, 塩見 格一
研究期間	平成18年度～平成20年度

1. はじめに

航空交通量の増大に伴う航空管制官のワークロード増大は、避けることのできない事実である。また、このワークロード増大の緩和措置として管制支援ツールの開発や導入

が行われてきている。しかし、航空管制業務を人間が行うという前提に基づけば、航空管制官の業務のタスク分析及びヒューマンファクターの研究がまず必要である。

本研究では、航空管制業務のうち航空路管制業務につい

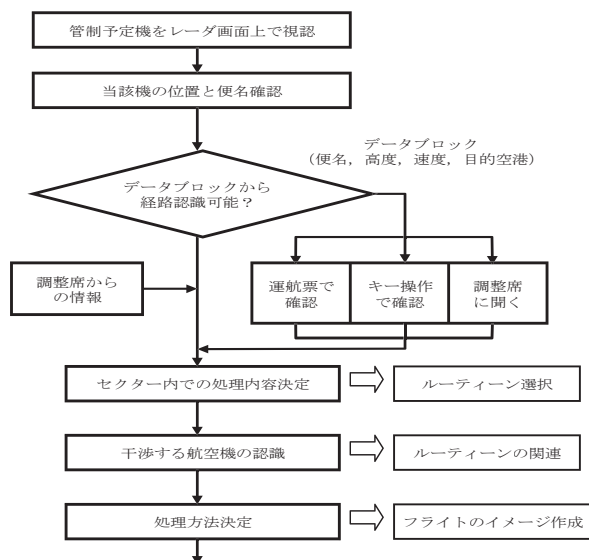


図1 タスクフローの第一段階

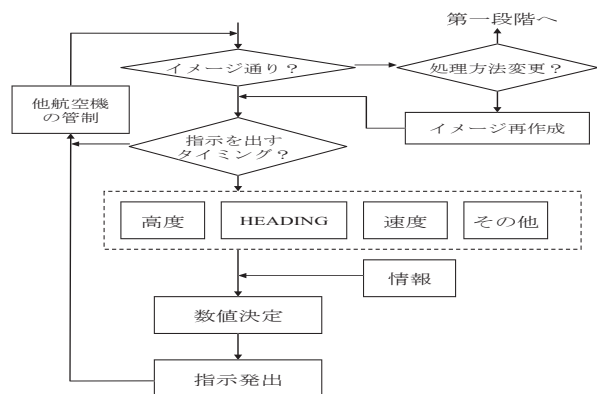


図2 タスクフローの第二段階

て、その複雑さ、チームワークによる業務体系、地域特性等を分析することにより、航空管制官の作業負荷・負担を検討していく。

2. 研究の概要

シミュレーション結果に基づいて、航空路管制業務のタスク分析を行う。これにより、航空路管制業務の流れの全

体像を捉え、航空管制官の思考・判断を含めた業務フローや管制システムとの関わりについて図式化する。

さらに、管制業務はチームで行われるため、複数の管制官のチームワークの重要性・関連性を検討する。

3. 研究成果

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

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

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

掲載文献

- (1) 青山，井上，古田，飯田：“航空路管制における管制指示の分析”，第6回電子航法研究所研究発表会講演概要，pp21-26，平成18年6月
- (2) 青山，古田，飯田：“航空路管制における管制指示の分析”，第7回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演概要集，pp196，平成18年12月
- (3) 青山，塩見，飯田：“管制官の負荷・負担に関する考察”，第7回電子航法研究所研究発表会講演概要，平成19年6月

新航空管制システムの構築に関する基礎研究【指定研究／空港整備勘定】

担当領域	航空交通管理領域
担当者	○三垣 充彦
研究期間	平成18年度～平成19年度

1. はじめに

新しいCNS/ATM構想の実現に向けた研究開発が進められているが、この新CNS/ATMに対応した航空管制シ

ステムの開発およびその運用方法の検討が緊急の課題である。

従来の航空管制システムは地対空の音声通信と紙の運航

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

2. 研究の概要

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

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

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

(1) 飛行計画表示装置の開発に係る検討

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

(2) 基本的表示ソフトウェアの作成

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

3. 研究成果

3.1 飛行計画表示装置の開発に係る検討

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

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

図1、2に検討した本装置の表示画面の構成案と飛行経路情報表示部分の詳細を示す。

3.2 基本的表示ソフトウェアの作成

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

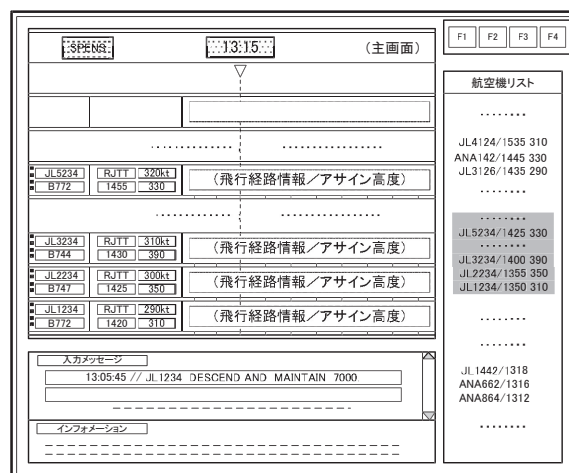


図1 飛行計画表示装置 主画面表示例

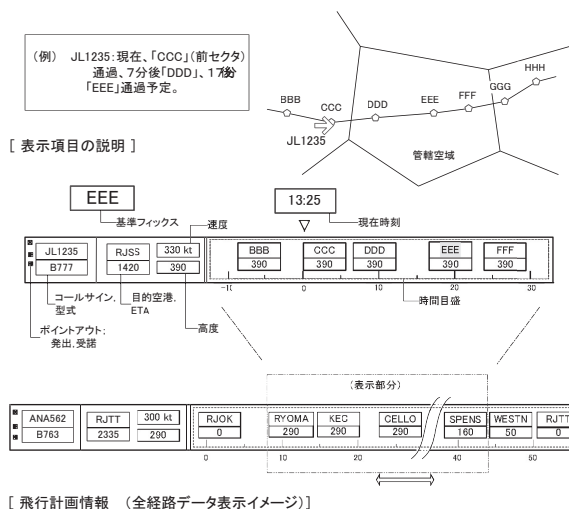


図2 飛行経路情報表示部分 説明図

本年度は、個々の飛行計画情報と飛行経路情報部分の動きのある表示を実現した。

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

4. 考察等

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

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

無指向性アンテナを用いた航空機監視の研究【基礎研究／空港整備勘定】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○瀬之口 敦, 福田 豊, 塩見 格一（機上等技術領域）

研究期間 平成18年度～平成19年度

1. はじめに

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

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

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

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

課題としては、他の航空機監視と比べて覆域内に送信局を多く設置するため、受信局における電波環境が悪くなることが挙げられる。そのため、送受信機の配置や電波の受信時刻の計測誤差を実測に基づいて検討する必要がある。それらを考慮した上で、無指向性アンテナを用いた航空機監視を議論するのが妥当である。

2. 研究の概要

本研究は2ヵ年計画であり、平成18年度は初年度である。平成18年度の研究では以下を実施した。

- ・受動型SSR測位実験

- ・無指向性アンテナを用いた航空機監視のモデル化

3. 研究成果

3.1 受動型SSR測位実験

受動型SSR測位実験を実施し、地上のSSR局からの質問信号と機上の航空機からの応答信号を収集した。また、実験用航空機を用いて飛行データを収集している所内研究グループより、リファレンス用GPSデータの提供を受けた。

実環境下においても、航空機の上昇、巡航、降下の全フェーズで質問信号および応答信号を受信できた。送受信局間での直接の電波が受かり易いよう、受信局はなるべく高いところに配置するのがよい。

質問信号と応答信号の到達時間差を求め、距離に換算した後、GPSデータと比較した。距離換算による到達時間差は同時刻のGPSデータの値とほぼ等しい。ときどき値の飛びがみられるが、時系列でトラッキングすることにより、測距についてはGPS並の精度が得られる可能性がある。

3.2 無指向性アンテナを用いた航空機監視のモデル化

無指向性アンテナを用いた航空機監視のシステム構成を検討した。また、質問信号と応答信号の到達時間差と送受信局の3次元座標を入力として、航空機位置を出力するプログラムをMathematicaで作成した。

4. 考察等

初年度では受動型SSR測位実験を実施し、地上のSSR局の質問信号と機上の航空機からの応答信号を収集した。また、送受信局の3次元座標と質問信号と応答信号の到達時間差を入力として、航空機位置を出力するプログラムをMathematicaで作成した。

送受信局の配置によっては電波が受かり難く、質問信号と応答信号の到達時間差を求められなかった。そこで、第2年度ではMathematicaによる計算機シミュレーションを実施し、無指向性アンテナを用いた航空機監視の測位精度を送受信局の配置や質問信号と応答信号の到達時間差の面から検討する予定である。

航空管制のヒューマンファクタに関する基礎研究（認知実験による管制パフォーマンス評価指標の確立）

【競争的資金研究／一般勘定】

担当領域 航空交通管理領域
担当者 ○青山 久枝，塩見 格一（機上等技術領域）
研究期間 平成18年度～平成20年度

1. はじめに

航空需要の増加にともない、航空管制におけるヒューマンエラーの防止が空の安全にとって重要であることが認識されている。

しかし、わが国での航空管制のヒューマンファクタに関する従来研究の多くは、主観評価や生理計測に基づく管制官の作業負荷の評価にとどまっており、管制官の思考・判断のプロセスなど、認知的側面に触れていない。

本研究では、実験と現場観察に基づく航空管制業務のタスク分析による認知モデルの構築、さらに航空管制業務のパフォーマンスを評価するための指標を検討し、インターフェース設計、教育訓練プログラム、支援技術などを評価するための基盤を確立することを目的とする。

2. 研究の概要

東京大学、東北大学とともに研究チームを組織して、認知実験および航空管制現場の観察・調査、管制官へのインタビュー等の結果に基づいて、管制官の状況認識、思考・判断のプロセスの解明、チーム協調の認知プロセスを理解し、管制官の認知モデルを構築する。さらに、航空管制業務のパフォーマンス基準を検討し、定量評価の指標とその評価方法を提案する。

3. 研究成果

3.1 実験概要

当研究所のATCシミュレータを使用して、航空路管制業務のレーダ対空席管制官の思考について観察するための予備実験を実施した。

実験は、東京航空交通管制部・関東北セクター、被験者は当該セクターの有資格の現役管制官8名、空域、規程、シナリオ等は現場に近いものとした。

また、現場の運用とは異なるレーダ対空席のみの配置とし、レーダ調整席の思考の介入を断った。さらに、試行を中断し、被験者へのインタビューも行った。

3.2 実験結果と考察

3.2.1 環境の違いによる管制官への影響

実験の結果、レーダ対空席はレーダ調整席の不在による

不安感を被験者全員が感じていたことがわかった。通常、レーダ調整席から得られるレーダ対空席の誤りや見逃し等に対する指摘が、一人での業務では得られないことが原因の一つと推測された。

3.2.2 通信回数と評価の関係

被験者以外の管制官による実験結果の評価と通信回数の関係を調べた。

最少通信回数は評価の一番高い被験者ではなく、評価の低い被験者であった。後者は、通信移管等の指示の不足の原因による。

通信回数はほぼ通信時間に比例するが、通信量が少なければ合理的な管制業務が行われているとは限らない。業務に必要な最低限の通信量が存在し、それに達していない場合は業務に欠落があると思われる。また、通信量が多い場合についても、状況に対して適確な指示の発出であったかどうかはさらに解析を必要とする。

3.2.3 実験中断時のインタビューによる考察

実験中断時、被験者に対し、実験再開後に予定している業務を書き出してもらい、その内容について3.2.2の被験者2名を比較したその結果、低い評価となった被験者が予定した業務の多くを、高い評価を得た被験者はすでに終えていた。この両者は同様の状況に対し、同じやり方で処理を行ったが、処理所要時間に差ができたため、続いて起こる状況に対する思考開始のタイミングに違いが出たと思われる。

4. まとめ

管制官は通常と異なる環境での業務において精神的負荷を感じ、通信回数だけでは管制官の負荷測定が困難であること、管制処理の所要時間が思考開始のタイミングを左右することがわかった。

管制業務の実験は環境に限界があるため、来年度予定の現場観察によるデータの解析を重要視したい。

掲載文献

青山,塩見,飯田,“航空路管制における管制官の思考過程に関する研究”,信学技報,SANE2007-36,2007年5月

三沢米軍(18)飛行場整備調査検討におけるTAAM シミュレーション【受託研究/空整勘定】

担当領域	航空交通管理領域
担当者	○蔭山 康太
研究期間	平成18年度

1. はじめに

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、三沢飛行場における滑走路増設の効果を検討した。効果検討の指標としては、出発機の遅延時間を用いた。

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、滑走路や誘導路配置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使用誘導路や使用滑走路の設定が可能である。

本研究では、現状の空港面レイアウトに基づいて基本空港面レイアウトを作成した。なお、基本空港面レイアウトにおいては滑走路近傍をモデル化の主たる対象として、スポット配置などは簡略的にモデル化した。

同時に実運用の観測データに基づいて航空機の運航をモデル化した。航空機性能データ値の調整により、TAAMモデル中の滑走路占有時間を観測データ中の値に近づけた。また、最終進入経路上の到着機相互間の間隔値や出発機と到着機の間隔値の設定により、TAAMモデル中の単位時間あたりの離着陸機数も観測データ中の値に近づけた。

滑走路増設の効果を検討するために、基本空港面レイアウトへの増設滑走路の追加により増設空港面レイアウトを作成した。増設滑走路の位置の変更により2種類の増設空港面レイアウトを作成した。

また、現行滑走路と新滑走路の振り分けのルールとして、

- ・出発・到着機別の振り分け
- ・使用スポットによる振り分け
- ・航空機型式による振り分け

の3種類を設定することで、合計6種類の増設モデルを作成し、各モデル上でシミュレーションを行った。その結果を基本モデル上でのシミュレーション結果と比較し、各案

における滑走路増設の効果を検討した。交通量が、同空港において標準的と考えられる日、および交通量が多いと考えられる日の2種類の交通流シナリオを使用してシミュレーションを実施した。

基本モデルの設定ルールでは到着機が滑走路を離脱するまで、出発機の離陸が不可能とした。一方で増設モデルの設定ルールでは滑走路が異なる場合には、到着機の着陸と同時に離陸を可能とした。

3. 研究成果

出発機の遅延時間を各シミュレーション結果の比較の指標とした。出発機の遅延時間は、

- ・滑走路遅延…先行出発機や到着機の滑走路占有に起因する離陸時の遅延
- ・走行遅延…誘導路の混雑に起因する走行中の遅延

の2種類に分類される。各モデル上のシミュレーション結果より得られる走行遅延時間に、ほとんど差は認められなかった。これは簡略化されたスポット配置の影響によるものと考えられる。

一方で、滑走路遅延については増設モデルにおける低減が確認された。出発機毎に遅延時間を比較した結果、前述の設定ルールの差異により滑走路遅延が低減することが示された。

4. 考察等

観測データに基づいて、滑走路占有時間などについて現状の三沢飛行場の運航モデルを作成し、その拡張により滑走路増設時のモデル化を行った。各モデル上におけるシミュレーション結果を比較し、滑走路増設による遅延時間の低減を確認した。

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

- (1) 蔭山：「三沢米軍(18)飛行場整備調査検討におけるTAAM シミュレーション報告書」，受託研究報告書，平成19年3月

2 通信・航法・監視領域

I 年度当初の試験研究計画とそのねらい

平成18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. 静止衛星型衛星航法補強システムの2周波対応に関する研究
3. 高カテゴリGBASのアベイラビリティ向上とGNSS新信号対応に関する研究
4. A-SMGCシステムの研究
5. IPを利用した航空衛星通信システムに関する研究
6. マルチリファレンス高精度測位方式の研究
7. リアルタイムキネマティックGPS測位方式の有効性向上に関する研究
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. GPS観測データを用いた対流圏遅延量の準リアルタイム推定に関する研究
10. 高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究
11. 航空航法におけるGPS脆弱性の研究
12. 高精度測位補正技術に関する研究
13. 東京国際空港マルチラテレーション導入評価委託
14. 滑走路誤進入防止灯火システムの基礎調査委託

1から4の研究は航空局からの要望に基づく重点研究であり、5から8は指定研究、9から11は基礎研究、12から14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SBASの性能向上の研究である。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。3は高カテゴリー精密進入着陸に適する地上型衛星補強システム（GBAS）の開発に関する研究である。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。4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。5は現用の航空移動衛星通信システム（AMSS）をさらに高性能化する可能性のあるインターネットプロトコル（IP）通信方式を用いる次世代衛星通信システムについてシミュレーション技術確立し、その通信容量や性能の予測を行う研究である。6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GPS測位方式の覆域の拡大に関する研究である。7はリアルタイムキネマティックGPS測位方式における地上基準局と利用者間の距離制限を広域補強システムによる補正処理あるいは加速度センサー等との組み合わせにより緩和するための研究である。8はGBASにおいて完全性要件を満たすために必要な異常状態を検出するモニタに関する研究である。9は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。10は高緯度地域で発生する電離層擾乱などGPS測位に影響を与える大気活動の観測と影響評価の研究である。11はGPSの脆弱性について調査、シミュレーションによる評価を行う研究である。12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。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。14は航空灯火を用いて滑走路の使用状態を航空機及び車両の運航者に視覚的に情報提供することで滑走路への誤侵入を防止するシステムの研究である。

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、航空通信ネットワーク（ATN）とIPネットワークを接続するためのIP/SNDCF（サブネットワーク収束機能）を開発し、地対地ATNルータに実装した。また、航空路管制用の管制官－パイロット間データ通信（CPDLC）の評価に必要なCPDLCのメッセージ・セットの検討とマン－マシーン・インターフェースの設計を行った。また、現在運用されている各種航空用データ通信の運用記録を収集・解析するとともに、ACARS（航空機空地データ通信システム）のプロトコルを模擬する計算機シミュレータを開発した。

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とSBAS補正が可能な受信機の信号データ処理部の開発、2周波対応サービス・ボ

リウム・モデル (SVM) の開発、監視局配置、衛星数の影響評価、電離層擾乱の測定・解析を行った。また、新たな電離層擾乱時の利用率向上のための電離層フィッティング方法の提案を行っている。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実施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。

高カテゴリ GBAS のアベイラビリティ向上と GNSS 新信号対応に関する研究では、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、利用性の向上を図るために、SBAS 信号、GPS の L5 信号、GALILEO の E1 信号などの新信号を GBAS に利用する研究を行っている。平成 18 年度は、GBAS の完全性と利用性に関して、誘導誤差が生じる要因とその影響の度合いを把握するために、誤差要因の特性を観測している。また、MSAS の測距信号による効果の測定・解析を行い、GPS 衛星が複数個使えなくなった場合には、MSAS 測距信号の測位精度、保護レベルの改善効果が高いという結果を得ている。さらに、GPS 衛星信号を監視する SQM 受信機を 2 チャンネルから 16 チャンネルへと改修し、現在の SBAS 信号に適した信号品質監視手法および最適測距方式などの開発・評価を行っている。

A-SMGC システムの研究では、前年度に引き続き、監視機能、経路設定機能、誘導機能及び管制機能の開発を行った。監視機能については、複数の監視センサからなる統合監視センサを用いて東京国際空港において、ASDE とマルチラテレーションの相互補完機能実現に向けた評価試験を行った。また経路設定機能の設定パラメータ類の精度向上のため仙台空港における航空機の運航状況調査を実施した。また、複数機に対する灯火誘導機能を実装して、仙台空港において実験システムの接続試験を行ってその機能を検証した。管制機能については、着陸機に対する誤進入・コンフリクトを検出する機能、及び注意警報の簡易表示／出力機能を追加した。

IP を利用した航空衛星通信システムに関する研究では、IP モデルを当所の所有する現在の航空衛星通信プロトコルに適合した数値解析シミュレータに導入するとともに、高速伝送機能を追加してシミュレーションを行った。また、行政当局の要望に基づき、当所の数値解析シミュレータを用いて、現在の航空衛星通信システムの伝送遅延時間等の伝送性能を解析した。また、次世代航空衛星通信システムの調査のため、ICAO のワーキング・グループ会議やユーロコントロールの会議に参加した。

マルチリファレンス高精度測位方式の研究は、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 GPS 測位方式の覆域の拡大を複数の基準局を用いることで実現しようとするものである。このため国土地理院の GEONET 点の 30 秒データと機上の高レートの GPS データを利用した。機上において高レートで取得した搬送波位相変化により算出した速度の積算値を用いるデータ補間法を開発し、測位誤差評価を行った。速度積算による補間を行うことで近距離におけるキネマティック測位と同程度の精度が得られることを確認した。

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が有効であることを飛行試験により確認した。さらに、小型慣性センサによるインテグリティ確保の方法をシミュレーションにより検討するための飛行データ収集を行った。

狭域 DGPS による着陸航法システムの補正值誤差のパウインド手法の研究では、GBAS において完全性要件を満たすために必要な異常状態を検出するモニタを設計するため、GBAS 設置環境での GPS データ収集とモニターアルゴリズムの基礎的な検討を行っている。このため、前年度に引き続き仙台空港内で GPS データの収集を行った。また観測値品質、信号品質モニターアルゴリズムをプログラム化し、データ解析により、異常検出のための検定統計量の分布と閾値を決定できることを確認した。

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、前年度までに検討した 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に基づき対流圏遅延量のリアルタイム推定システムを構築し、インターネットを用いて公開した。

高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究では高緯度地域（南極）で発生する電離層擾乱など GPS 測位に影響を与える大気活動の観測と GPS 測位への影響を評価する。このため、南極昭和基地にて観測システムを構築し、電離層擾乱の発生状況、擾乱の移動速度、移動方向、GPS 測位への影響測位等の観測を開始した。

航空航法における GPS 脆弱性の研究では、電波干渉の影響による 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、シミュレーションによる評価を行った。

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、高精度測位補正情報リアルタイム生成・送信システムの基本設計、プロトタイプ受信機の基本設計に基づき、高精度測位補正情報リアルタイム生成・送信システムのソフトウェア、プロトタイプ受信機を開発した。

マルチラテレーション導入調査では、前年度の評価試験結果に基づいて、監視性能を改善するためリモート局の数や配置等の修正を加えて、実験用車両、飛行検査機及びエアライン機を利用して性能の改善効果を検証した結果、その効果を実証でき実導入に向けての見通しが得られた。

滑走路誤進入防止灯火システムの基礎調査委託では、今後導入が検討されている東京国際空港を模擬したと灯火テストツールを構築し、滑走路入口灯と離陸待機灯の点灯／消灯制御ロジックや航空機位置監視データに基づく制御パラメータ値のシミュレーション評価を行った。

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

当領域の研究に関連した課題について、ICAOをはじめ多くの国際会議で通信、航法、監視それぞれの技術基準や検証が行われている。通信では、ICAOの航空通信パネル（ACP）のワーキンググループ（WG-B, C, F, M, N）で技術基準や周波数計画の作成、見直しが行われてい

る。また監視では、航空監視パネル（ASP, IJSCRSP）でマルチラテレーションやADS-B等の監視技術の基準等の検討が行われている。航法システムパネル（NSP）では、GNSSおよび新しいGNSS要素の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。GBASにおいても、GBASの開発を行っている関係国、機関、企業等が参加するIGWG（国際GBASワーキンググループ）会議が開催されている。当領域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基準作成、研究情報の交換等国際的な活動に寄与している。また、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。これらの活動をとおして、行政の整備するシステムの性能向上、整備方針策定に貢献している。

当領域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、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を行い、GNSSの応用面からみた技術の方向性、知見に関する情報提供、情報交換ができた。

（通信・航法・監視領域長 石出 明）

（通信・航法・監視副領域長 星野尾 一明）

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 通信・航法・監視領域

担当者 ○板野 賢、松永 博英、北折 潤、松久保 裕二、
塩見 格一（機上等技術領域）、金田 直樹（機上等技術領域）

研究期間 平成17年度～平成20年度

1. はじめに

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

そのためには、リアルタイム性の高いデジタル通信が可能な空地サブネットワーク、多様な通信メディアを共通のプロトコルで接続し高信頼なエンド間サービスを提供可能

な航空通信ネットワーク（ATN）、及びCPDLC、DFIS等空地データリンク用の管制アプリケーションといったネットワーク構成要素に関して、運用を視野に入れた研究開発を行うことが必要である。さらに、管制官による運用面の評価を行うことが重要である。

本研究では、空地デジタル通信の管制業務への本格的利用を図るため、特に、個々の構成要素を統合した総合的な

ネットワークの構築とその技術，運用両面での評価に重点を置いて研究を進める。

2. 研究の概要

2.1 ATNの開発

経済効率を高めるため，従来は個別に取り扱われてきたレーダデータや音声ならびにデータ通信などを，IP（インターネット・プロトコル）ネットワーク上でまとめて取り扱うことがICAO諸国で検討されだした。ATNも例外ではなく，IP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，IP上では直接取り扱えない。このためIP/SNDCF（サブネットワーク収束機能）を導入し，IPネットワークをATNのサブネットワークの一つと見なす方法が検討されている。当所でも3年計画でIP/SNDCFの開発を進めている。本年度は，IP/SNDCFを開発し地対地ATNルータに実装した。また，その評価実験を行った。

2.2 管制アプリケーションおよび管制卓の開発

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

2.3 現用空地データリンクの通信性能の調査・研究

現在，空地データリンクとして最も普及しているのが

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

3. 研究の成果

3.1 デュアルスタックATNルータの試作・評価

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

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

サブネットワーク依存副層以下はサブネットワーク毎に異なり，イーサネット（図1(b)）ではSNDCFがあるだけでアクセス・プロトコルは必要ない。しかし，パケット網（図1(a)）や空/地サブネットワーク（図1(c)）ではアクセス・プロトコルとしてX.25を用いる。また，SNDCFはサブネットワーク毎に異なる通信品質の差などを吸収するために用いられるが，その機能もサブネットワーク毎に異なる。空/地サブネットワークで用いられるISO8208MobileSNDCFは，データ伝送速度が限られる空/地リンクのデータ量を減らすためCLNPヘッダの圧縮・解凍機能を持つが，パケット網で用いられるISO8208SNDCFにはそのような機能はない。

ATNをIP網に接続するためには，IPをアクセス・プロ

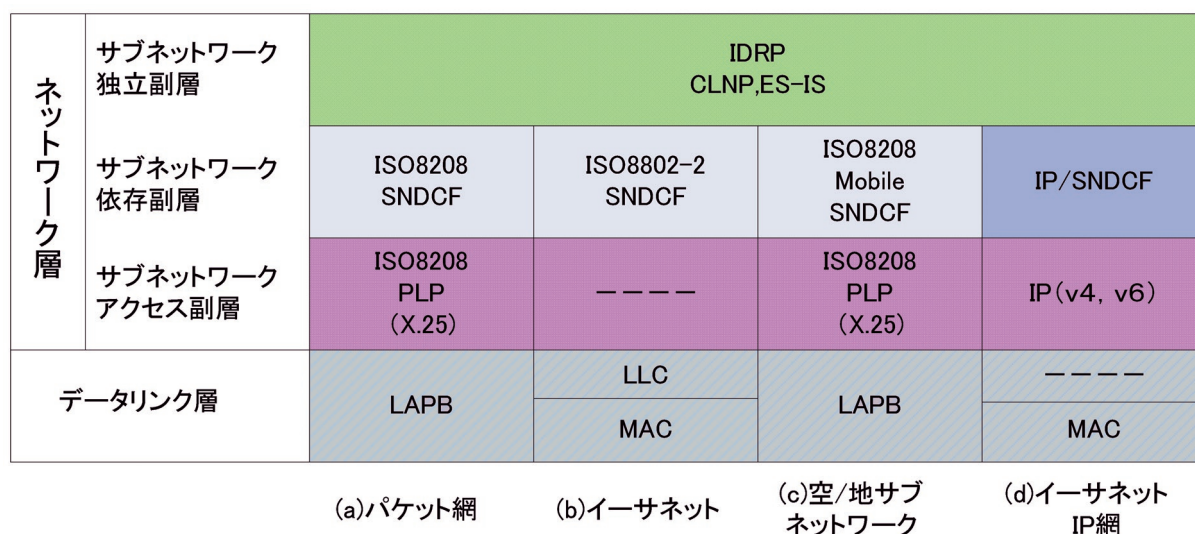


図1 デュアルスタックATNルータの第2～3層の構造

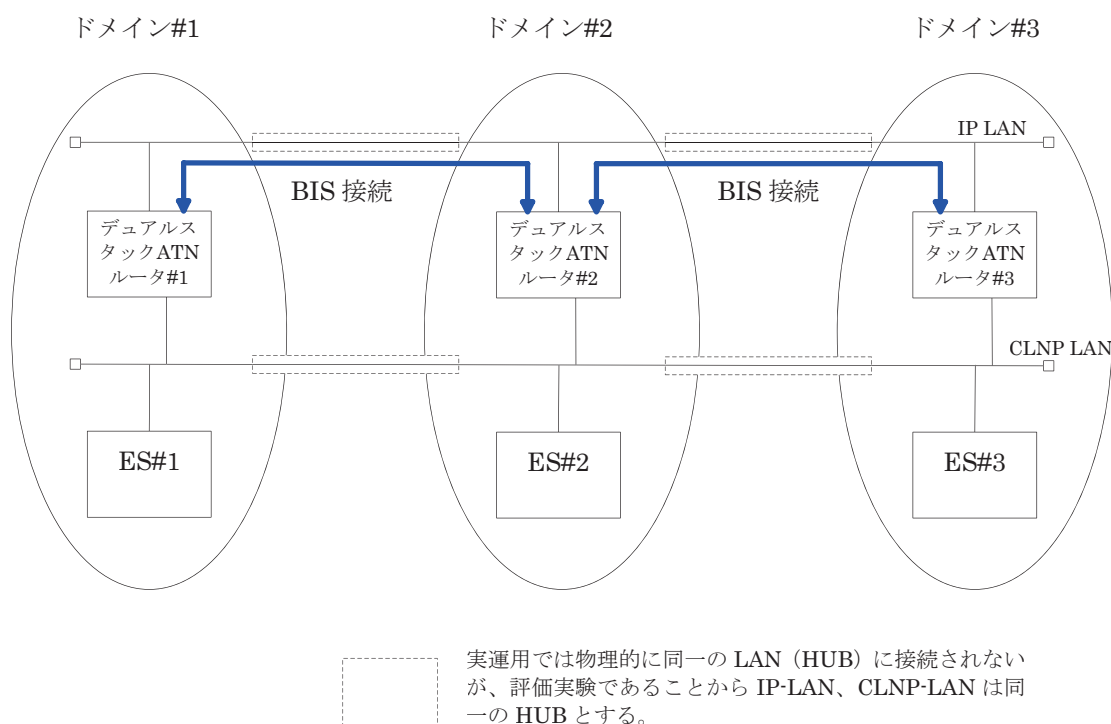


図2 評価実験でのシステム構成例

トコルとして用い、IP/SNDCFを実装する。IP/SNDCFの主な役目はCLNP以上のATNパケットをIPパケット上にカプセルリングすることや、NSAPアドレスを当該IPアドレスにマッピングすること等である。

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

3.2 CPDLCメッセージ・セットの検討

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

3.3 ACARSシミュレータの試作

最も普及しているACARSのプロトコルを模擬する計算

機シミュレータを開発した。またACARSの運用記録を解析し、シミュレーションで適切なパラメータを求めた。

4. まとめ

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

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

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

掲載文献

- (1) 禮助安亨, 北折潤, 松久保裕二, 小園茂: “航空データ無線伝送路の特性”, 電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会, 平成18年12月.
- (2) 板野賢: “IP用サブネットワーク収束機能の開発について”, 第7回電子航法研究所発表会概要, 平成19年6月.

静止衛星型衛星航法補強システムの2周波対応に関する研究【重点研究／空港整備勘定】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○松永 圭左, 伊藤 実, 坂井 丈泰, 近藤 俊一郎, 吉原 貴之, 星野尾 一明

研究期間 平成16年度～平成19年度

1. はじめに

現在GPSは、新たな周波数（L5）の追加による性能向上が計画されている。現在の静止衛星型衛星航法補強システム（SBAS）は1周波しか使用しないことから、電離層活動の影響を受け易く、航空機の精密進入に使用するためには信頼度、有効性に限界があるが、SBASが2周波を利用できるようになれば、精度、有効性が改善され、精密進入を実現できる可能性が大きくなる。SBASによる精密進入が可能になれば、就航率の改善等により航空利用者の利便が大幅に向上し多大な便益をもたらすことから、その実現が強く望まれている。また、ICAOの航法システムパネル（NSP）においても、2周波を利用したSBASについて2007年までに検討が進められる予定であり、その技術基準の策定に我が国も積極的に参画し、国際的な地位を高める必要がある。さらに、電離層活動においても日本及び東南アジアは、米国、欧州と状況が異なり、日本独自の立場から2周波を利用したSBASのインテグリティ、精度、利用性への影響を研究する必要がある。

2. 研究の概要

本研究においては、CAT-I精密進入に必要な電離層誤差補正及びインテグリティ情報生成アルゴリズムの開発、電離層遅延測定装置開発による電離層遅延測定精度実証、新たなシステムの構成及び機能要件の作成、性能評価ツール開発による性能向上に関する定量的な検討結果、予測されるアベイラビリティ及びインテグリティの達成レベルに関する検討結果を得ることを目的とし、以下の研究を行う。

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

年次計画としては、平成16年度は、2周波電離層遅延測定装置の要件調査および概念設計、2周波SBASの性能要

件調査、データ同化による電離層モデル精度向上検討、長期電離層データの調査、電離層活動に関する資料の作成を行った。平成17年度は、2周波電離層遅延測定装置周波数間バイアス除去アルゴリズム検討・基本部開発、2周波対応SVM検討・開発、電離層長期データ調査・データ同化アルゴリズムの検討・開発、電離層擾乱測定・解析を行った。

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

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

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

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

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

3. 成果概要

3.1 2周波SBAS受信機機能追加

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

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

オフライン測位演算では、受信機で収集した生データお

よびSBASメッセージデータに加え、ユーザが別途作成した外部補正データなどを用いて、測位演算が実行できる。外部補正データの内容は、電離層補正值、対流圏補正值、衛星位置と衛星クロック、衛星の誤差分散となっており、別のアルゴリズムでの補正方法の評価を、実データを用いて実施することが可能である。

3.2 2周波対応SVM推定性能向上、機能追加

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

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

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

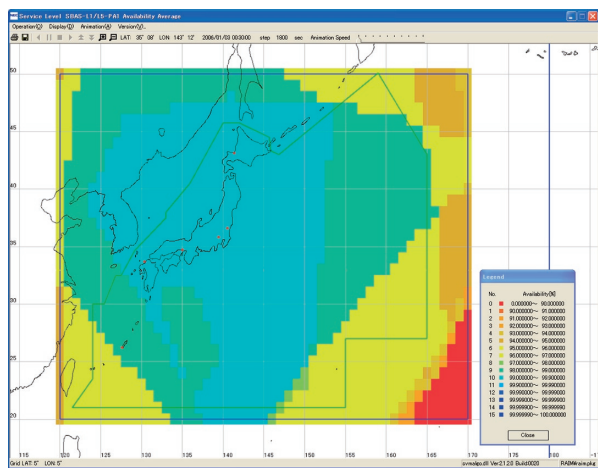


図1 2波SBASのアベイラビリティ

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

3.3.1 1周波MSAS地上監視局配置検討

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

国内の監視局の追加、現在の監視局の削除、海外の監視局の追加について、計算を行った。例として、現状のMSAS監視局から札幌、東京を削除し（常陸太田、神戸、福岡、那覇、ハワイ、キャンベラ）、稚内、中標津、与那国、父島、南鳥島に地上監視局を追加した場合の、APV-IおよびLPV200のアベイラビリティを図2に示す。APV-Iでは、アベイラビリティ99.9%以上の地域がほぼ本州全体に及んでいる。LPV200は、本州地域で98%以上の結果となっている。（電離層の影響を考慮すると実際は今回のSVM結果より低緯度側のアベイラビリティは低いと考えられる。）

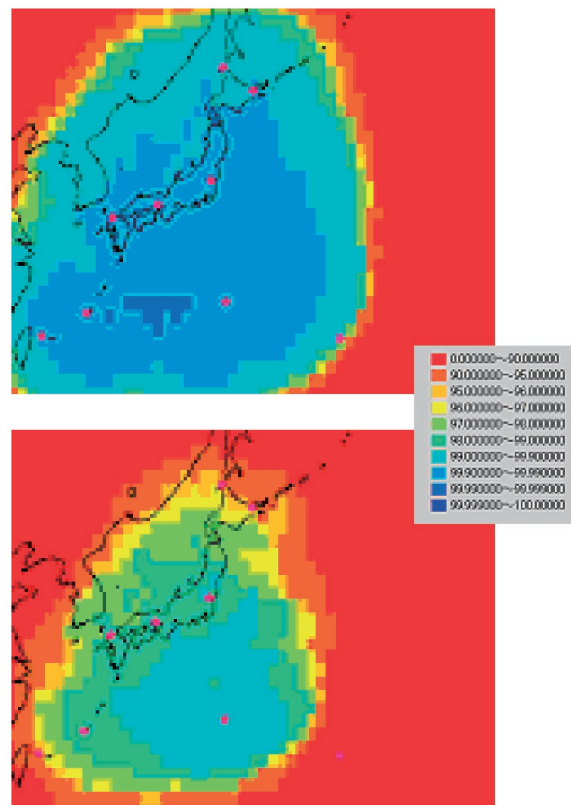


図2 APV-I (上) およびLPV200 (下) のアベイラビリティ (MSASの監視局 (8-2) + 国内5監視局)

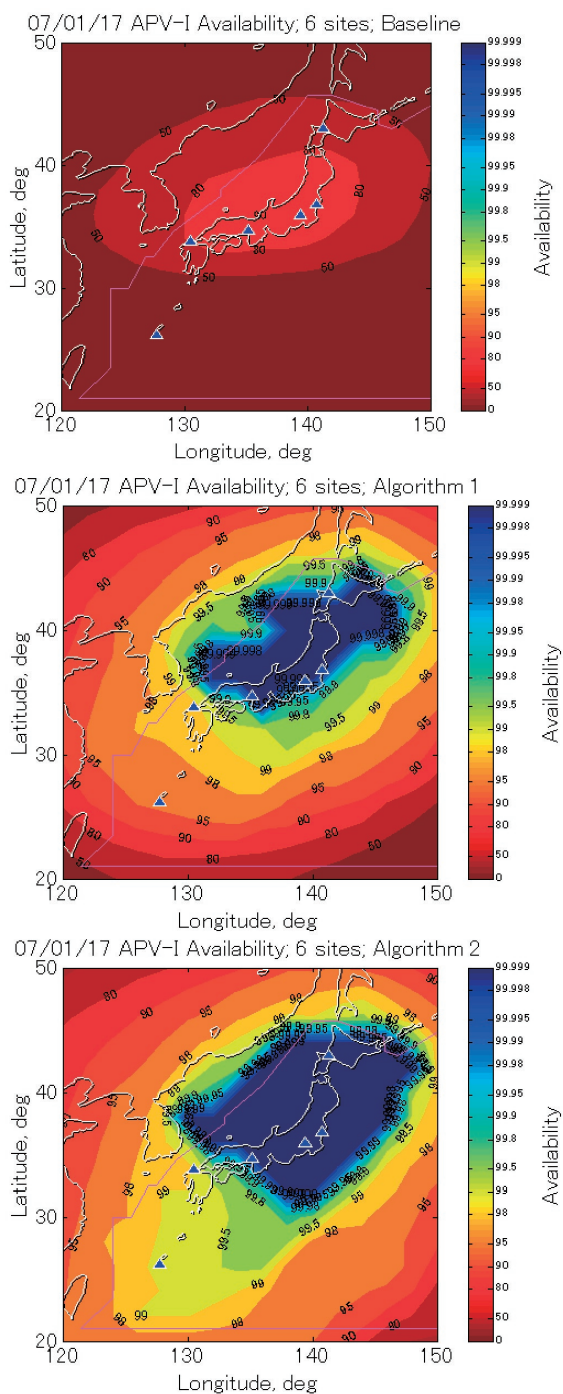


図3 APV-Iアベイラビリティ
上：現状のMSASアルゴリズム
中：WAAS-FOCアルゴリズム
下：WAAS-FOCアルゴリズム+0次フィッティング

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

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

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

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

3.4 飛行実験によるMSAS性能評価

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

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

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

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

4. おわりに

SBASの2周波化による精度および信頼性等の性能向上が期待できるため、その評価・検証等に寄与するための研究が必要である。本研究においては、2周波SVMによる性能予測およびSBAS補正と2周波による電離層補正の組み合わせが可能な受信装置による2周波SBASの実データ評価が可能となった。H19年度は、実データでの評価、2周波対応SVMの予測との比較を行い、2周波SBASの性能を評価する予定である。また、堅牢性の向上には、2波のうち1波が利用不可能になった場合も、2波の場合に比べて大きな性能低下がないようにする必要があり、1周波システムにおける電離層補正性能の向上は重要であり研究を継続する必要があると考えている。

掲載文献

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

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

担当領域 通信・航法・監視領域

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～平成20年度

1. はじめに

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

当所では、我が国の国土条件に合致する高精度の精密進入着陸システムの導入に向けた開発を早急に進めるため、SARPsに合致するシステム構築に必要な要素技術の開発・評価を行い、ICAOにおけるSARPs策定・検証作業への寄与、並びに我が国における実用化のための研究を行っている。

本研究は、平成20年からGBASの機上装置を標準装備したボーイング787型機が日本の航空会社に導入されるなど

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

2. 完全性の評価手法の開発

GNSSが従来の航法と最も大きく異なる点は、安全性を保証するための完全性の要件が最初から規定されていることである。完全性とは、航空機の誘導誤差が警告無しにある事故につながる閾(しきい)値以上にならない確率を指している。GBASを実用化するためには、この完全性を確保・評価する手法の確立が必要である。

GNSSでは、航空機側の測位誤差の推定に統計的なGNSS信号における擬似距離の誤差の標準偏差と疑似距離方向から測位座標軸方向に投影した量が使用されている

が、過去の誤差が大きくなった事例の調査から、このような統計的な擬似距離の誤差を監視するだけでは十分な完全性は証明されず、統計に入りにくい数年に一度しか表れない誤差要因に対する監視も必要であるとの方向性が示された。従来、当所でもSQMの開発および電離層活動がGBASに及ぼす影響についての研究を進めていたが、さらに、完全性を確保するためには、全ての誤差要因を分類し誘導誤差を増加させる現象の監視機能を付加する研究、誘導誤差と検出確率の関係を定量的に評価する研究なども合わせて推進している。

3. SBAS信号を利用したGBASの開発

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

仙台空港内において、SBAS信号が受信可能なカナダ・ノバテル社製のEuro3M受信機をGBAS基準局に設置し、GBAS実験システムのデータ処理装置のプログラムを、SBAS信号を利用するために改修を行い、GPS/MSAS信号を受信中である。現在は、MSASが試験運用中であるが、GBASが補強情報を作るのには問題が無いために、そのMSASの測距信号をGBASに利用した場合の評価を行っている。観測したデータからのシミュレーション結果は、GPS衛星が正常に動作している場合はSBASの測距信号による効果はないが、GPS衛星がメンテナンスや故障などで複数個使えなくなった場合には、効果が高いという結果が得られた。図1にGPS衛星が2個使用できない場合のシミュレーション結果の例を示す。通常のGPS衛星状態の垂直保護レベル（VPL：桃色）と垂直誤差（Verr：橙色）、2個使用できない場合のシミュレーション結果（青色と水色）、GPS衛星2個使用できないがSBAS衛星の測距信号を使用した場合のシミュレーション結果（紫色と緑色）を示している。衛星配置によってはGPS衛星2個同時に故障した場合には大きな誤差と保護レベルを生じる

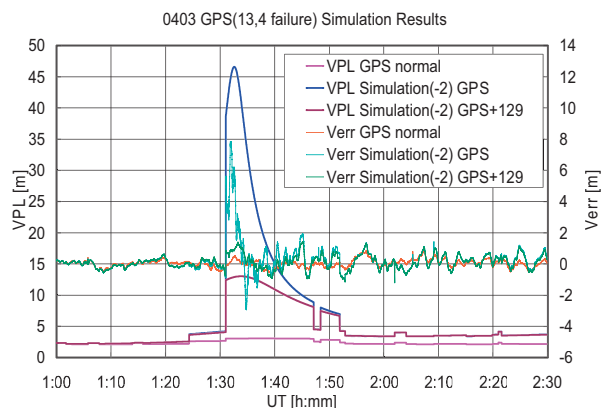


図1 垂直保護レベル（VPL）がGPS衛星を2個故障させると、大幅に45m以上に上昇するがMSAS信号を使うことで12mまで減少するとともに、精度も大幅に向上する

が、SBAS衛星の測距信号を利用することで大幅な改善が得られることが分かった。

4. SBAS対応マルチ・チャンネル化SQMの開発

GBASでは完全性を確保するために使うGNSS信号の品質を監視する必要がある、SBAS信号を測距に利用するときも適用される。そのため、GPS衛星信号を監視する信号品質監視（SQM：Signal Quality Monitoring）受信機を従来の2チャンネルから、SBAS用の3チャンネル、GPS用の13チャンネル、計16チャンネルに対応するための改修を行った。平成17年度にはハードウェアの改修、18年度にはソフトウェアの改修を行い、SBAS信号に対する測距方式の最適化および信号品質監視の研究を行っている。さらに、現在のSBAS信号は帯域が2.2MHzしかなく、GPS信号が20MHz以上の帯域に比べ狭いために、測距精度が劣化すること信号品質監視手法が異なることが予想されるために、現在のSBAS信号に適した信号品質監視手法および最適測距方式の開発の必要があり、これらに対する関連信号の基本データを採集し、SBAS信号の品質監視手法、および最適な測距手法などの開発・評価を行っている。

5. まとめ

平成17年度に開始した本研究は、GBASのCAT-Iシステムを運用するために必要な完全性を確保・評価するための技術を固めながら、有用性の向上を図るために、SBAS信号、GPSのL5信号、GALILEOのE1信号などの新信号をGBASに利用する研究を行っている。平成18年度は、SQM受信機の改修およびSBASの測距信号による効果を測定・解析を行った。さらに、GBASの実用化に必要なGBASの完全性と有用性を確保する研究については、誘導誤差が生じる要因とその影響の度合いを把握するために、

誤差要因の特性を観測している。誤差要因には、赤道異常地帯における電離層活動、多積雪地方の空港における積雪の影響など我が国の風土に関する要因も数多く有るために、我が国独自の研究が不可欠であるとともに、さまざまな観点からの検討が必要であり、当所としてもICAOの動向を注視しつつ、我が国に最適なGBASの構築のために研究を進めていく予定である。

掲載文献

- (1) N. Fujii, T. Ueki : “A Concept of CAT-III GBAS Requirement Based on Total System Error”, ICAO NSP WG-1,2, Delhi India, March. 2007
- (2) N. Fujii et.al : “Japan GBAS Status”, International GBAS Working Group meeting, Toulouse, Nov. 2006
- (3) 吉原貴之, 藤井直樹, 松永圭左, 星野尾一明, 坂井文泰, 若林さやか : “Preliminary Analysis of Ionospheric

Delay Variation Effect on GBAS due to Plasma Bubble at the Southern Region in Japan”, Proc. of ION NTM 20 pp.1065-10, San Diego CA, January 2007

- (4) 齊藤真二, 吉原貴之, 福島莊之介, 藤井直樹 : “劣化GPS信号モデルによるSQMシミュレーション” 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2006年9月
- (5) 藤井直樹 : “GNSSを航空機の自動着陸に使うGBASの安全性の考え方” 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2006年9月
- (6) 齊藤真二, 吉原貴之, 福島莊之介, 藤井直樹 : “測距誤差推定によるGPS劣化信号検出法の検討” 電子情報通信学会全国総合大会, 2007年3月
- (7) 齊藤真二, 福島莊之介, 吉原貴之, 藤井直樹 : “測距誤差推定によるGPS劣化信号検出について” 電子航法研究所研究発表会, 平成19年6月

A-SMGCシステムの研究【重点研究／空港整備勘定】

担当領域 A-SMGCS_PT

担当者 ○二瓶 子朗, 宮崎 裕己, 古賀 禎, 青山 久枝,
松久保 裕二, 蔭山 康太, 山田 泉

研究期間 平成16年度～平成20年度

1. はじめに

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

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

2. 研究の概要

A-SMGCシステムは、ICAOで検討が進められている空港面における航空機等の地上走行誘導管制システムであり、監視、経路設定、誘導、管制の4つの基本機能が定義されている。このような機能を実現するには多くの装置を

有機的・効果的に結合して適切なシステム構築を実現することが必要である。

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

本研究期間における各機能の達成目標を以下のように設定する。

監視機能は、他の3つの機能に必須となる監視情報を提供することから、最も重要な機能と位置づけられており、早期実現が望まれている。そこで、システムの信頼性確保と性能の相互補完の観点から、航空機と車両のそれぞれの移動体監視に適した複数の監視センサの組み合わせとデー

タの統合化により A-SMGC システムの監視機能（空港面を走行する航空機と車両全てに対する識別とラベル付け）に適した統合型監視センサを開発する。

経路設定機能については、始点と終点を指示することでその間の経路を容易に生成指示できる経路生成ツールを開発する。また、現在の管制官の業務を変えることなく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18年度は、A-SMGC 実験システムの開発に向け、現時点对応できる技術レベルを基準とした実験用機材を用意して各要素を結合させた A-SMGC 実験システムを構築し、仙台空港においてシステムの接続試験を行った。平成18年度に実施した具体的な研究内容は以下の通りである。

3.1 監視機能の開発

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

(1) マルチラテレーション

18年度は、平成17年度に実施した評価結果を踏まえて、

表 1 改善策適用前後の比較

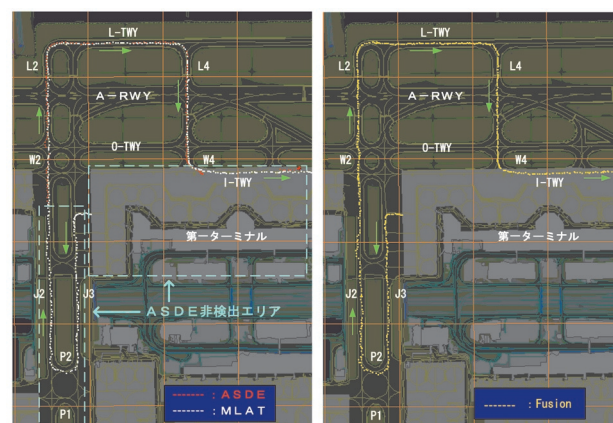
	検出率		位置精度	
	適用前	適用後	適用前	適用後
A滑走路	99.9%	99.9%	29m	6.5m
B滑走路	99.8%	100%	No data	5.5m
C滑走路	99.9%	100%	63m	7.5m
J2誘導路	99.7%	99.3%	20m	12m
J9誘導路	99.2%	98.8%	26m	8.5m
性能要件	99.9%以上		7.5m以下	

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

(2) 統合型監視センサ

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

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



(a) センサ航跡 (b) システム航跡

図1 実験車両による夜間走行試験航跡記録例

た位置検出が実現できることを示す。

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

3.2 経路設定機能の開発

(1) 地上走行運航状況調査

経路設定機能は、航空機の滑走路とスポット（駐機場）間の地上走行経路をコンピュータにより生成・指示することで空港面管制業務を支援することを目的としている。

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

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

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

(2) 経路生成ツールの製作

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

(3) 音声認識経路生成ツールの改修

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

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

今年度は機能向上の一つとして、音声認識率の向上を目指した。主な変更としては、音声認識が多数の話者に対応できるように、辞書内の単語の発音内容についての修正等を行った。また、音声認識の対象となる管制官の使用する用語の変更に伴い、認識すべき単語および文法を更新し、平



図2 タッチパネルを使った経路生成装置外観

成18年度の仙台空港における運航状況調査のデータに対応できるように改修した。

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

3.3 誘導機能の開発

統合型監視センサで得られた移動体の位置・識別・進行方向・速度等の監視データと経路生成ツールから伝送された経路データを使用して誘導路中心線灯（TCLL）と停止線灯（STBL）とを組み合わせる自動点灯点滅制御できる灯火誘導装置を開発する。なお、本機能の開発は、独立行政法人交通安全環境研究所が担当している。

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

3.4 管制機能の開発

ICAO（国際民間航空機関）で出されたA-SMGCSマニュアルでは、管制機能の一部に誤進入や移動体のコンフリクト（衝突）を事前に検出する機能を含めることを推奨している。本研究では、平成17年度に滑走路における誤進入・コンフリクト検出方式について検討を開始し、離陸機に対する誤進入・コンフリクトを検出するソフトウェアを試作・実装した。

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

(1) 着陸機に対する誤進入・コンフリクト

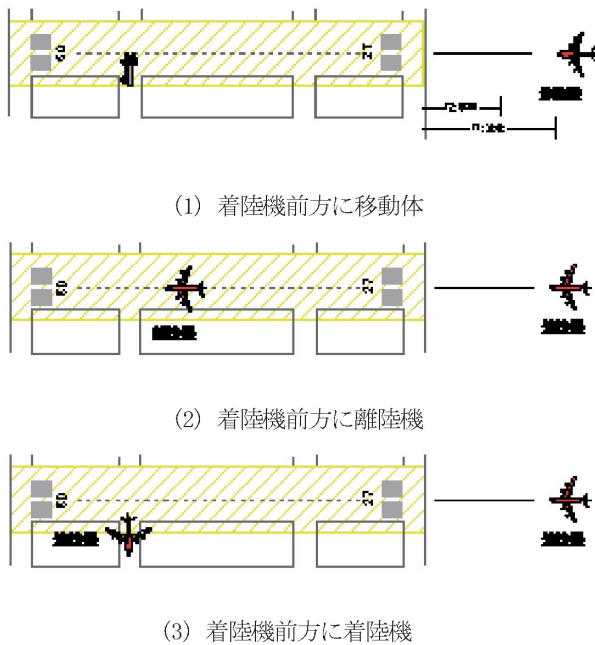


図3 着陸機のコンフリクト検出

① クローズ滑走路への着陸

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

② コンフリクトの検出

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

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

短縮間隔モードでは、滑走路までの到達時間がT2秒で、かつ

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

(2) 注意警報の簡易表示機能

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

(3) 警報出力機能



図4 簡易表示例

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

3.5 システム接続試験

A-SMGCS 実験システムの開発に向けて、各要素を結合させた A-SMGCS 実験システムを構築し、仙台空港において実験車両と実験用航空機を使った走行試験を実施した。本接続試験では、A-SMGCS システムに要求される 4 つの基本機能のうち、灯火誘導機能の開発を担当している交通安全環境研究所と共同研究契約を結んで連携を図った。図5に A-SMGCS 実験システムの系統図を示す。

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

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

経路生成装置は、監視センサから出力される移動体位置情報を取り込んで移動体の現在位置を空港面マップ上にシ

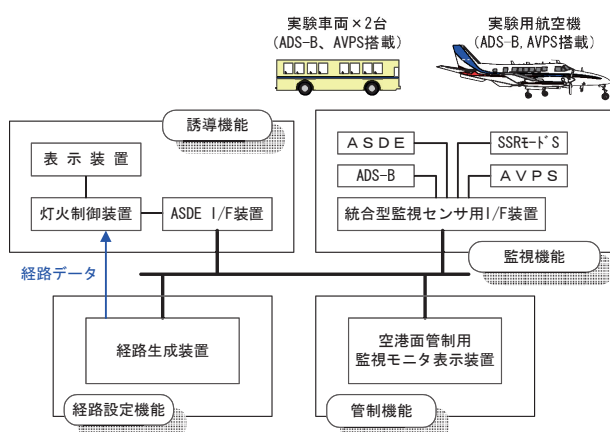


図5 A-SMGC実験システム系統図

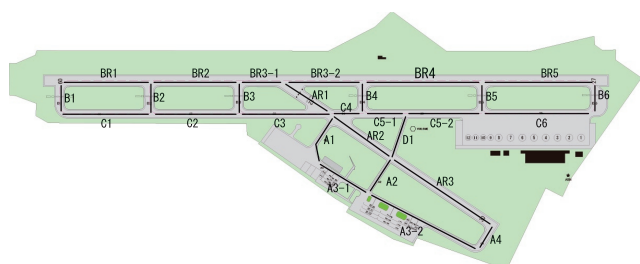


図6 仙台空港面の経路（エッジ）とその名称

ンボル表示する。

経路設定の手順としては、経路生成装置の空港面マップ上に表示された移動体のシンボルに対してタッチパネル等で捕捉して経路指示の対象となる移動体のシンボルを特定する。そして、指示する経路の始点、途中点、終点をタッチパネル等でマニュアル選択して経路を生成する。また、始点と終点をマニュアルで選択指示することで、その間の経路を自動生成する機能も有する。生成された経路に対しては適宜変更することも可能である。

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

3.5.1 実験用車両による夜間走行試験

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

灯火誘導機能は、監視センサからの航空機位置情報と経路指示装置からの走行経路情報に基づいて航空機前方走行経路上の一定範囲（設定距離：400m）のTCLLを航空機

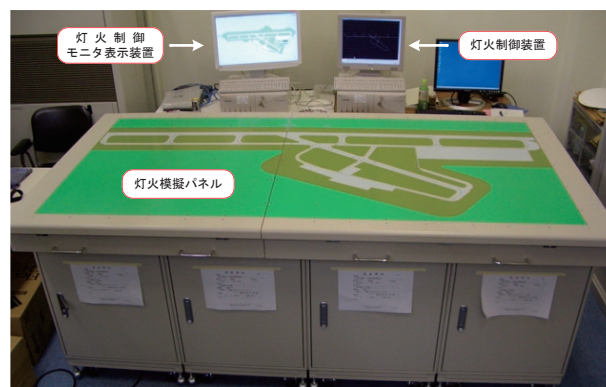


図7 灯火制御＆モニタ表示装置，灯火模擬パネル外観

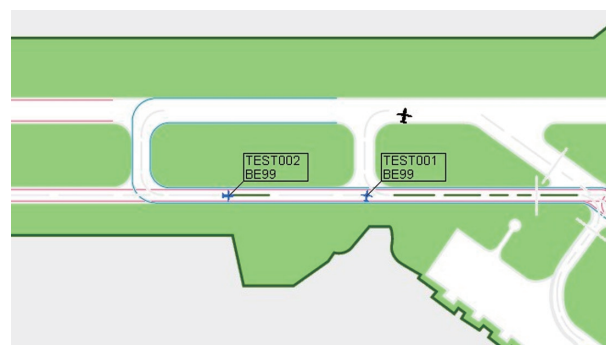
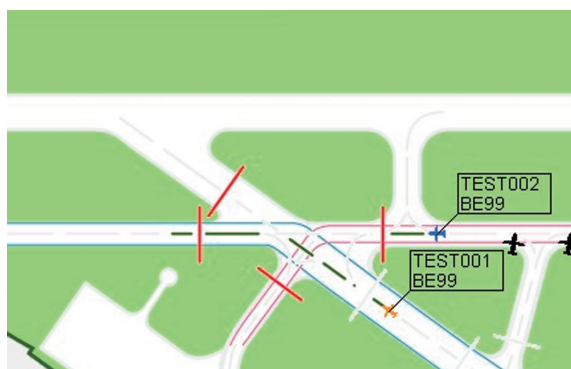


図8 前方点灯・後方消灯制御モニタ画面表示例

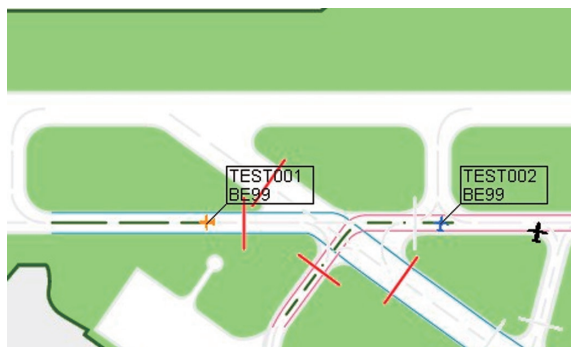
の走行に合わせて移動点灯する。ただし、前方点灯灯列の範囲内に先行機が存在する場合は、先行機の後方の一定距離（設定距離：100m）までしか点灯させない。

図8は、灯火制御モニタ表示装置の拡大画面であり、前方点灯と後方消灯の表示例を示す。この場合、点灯灯火は一括制御される数個の灯火群ごとに濃緑色の線分で表示している。このモニタ表示画面から、後続機の前点灯は、先行機の後方一定距離までしか点灯していないことが分かる。

交差点においては、複数の接近機の中から優先的に通過させる航空機を決定し（今回の実験は先着順アルゴリズム）、STBLによって他の航空機を交差点手前で一時停止させるなどの交通整理を行う。図9は、交差点における灯火制御モニタ画面表示例であり、2機が相前後して交差点へ接近した場合のTCLLとSTBLの点消灯状況を時間推移に従って示したものである。灯火誘導は、STBLの手前一定距離（設定距離：85m）に先に到達した“TEST001”を優先通過機として、その経路のTCLLの点灯を継続し、同時に他の誘導路のSTBLを点灯してそれらの誘導路からの交差点への進入を禁止する（同図(a)）。このとき、“TEST002”の前方TCLLはSTBLより先は消灯される。続いて、優先通過機が交差点を離脱（同図(b)）すると“TEST002”に対するSTBLのみを消灯し、その前方TCLLを点灯して交差点への進入を促す。また、灯火の点



(a) STBL点灯



(b) 優先通過機交差部離脱

図9 交差部灯火制御モニタ画面表示例

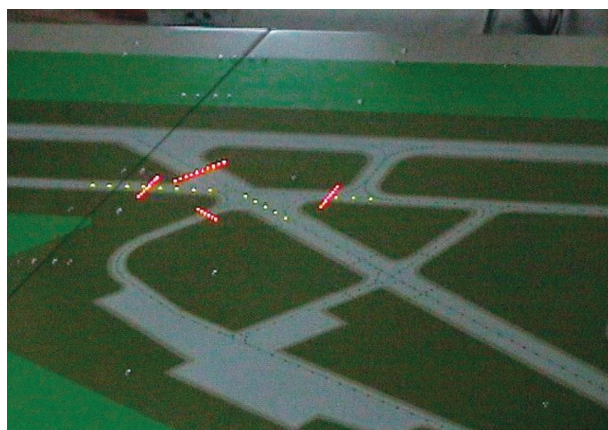


図10 模擬パネル点消灯状況 (図9(a)と同時点)

消灯動作は、実灯火をLEDで模擬する灯火模擬パネルでも検証した。ほぼ図9(a)のタイミングでの模擬パネルのLED点消灯状況を図10に示す。

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

3.5.2 実験用航空機による走行試験

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

到着便に対する経路設定方法で始点となる離脱ポイントについては、1カ所に特定しない柔軟な指示方法を取り入

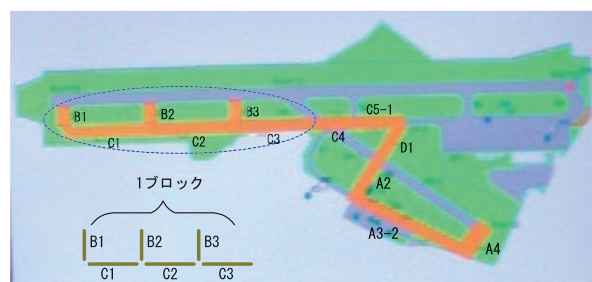


図11 経路生成装置経路指示画面

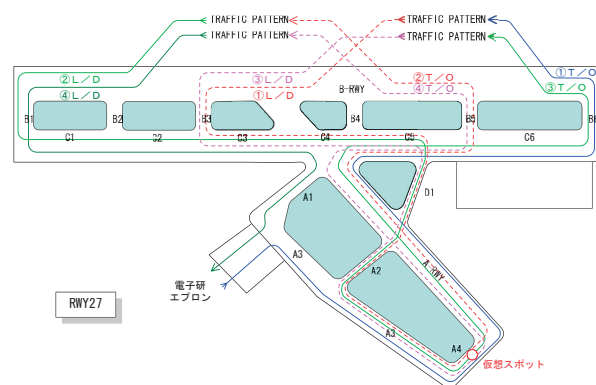


図12 飛行試験用トラフィックパターン

れた。図11は、到着便に対する経路指示画面であり、B1, B2, B3の何れの誘導路から離脱しても対応できるように、B1, B2, B3の各離脱誘導路を1つのブロックとして扱っており、タッチパネル等でB2を選択すれば、B1-C1, B2-C2, B3-C3が1つのブロックとして同時に認識できる簡便な方法についてその有効性を確認することができた。

図12は実験用航空機による飛行試験時のトラフィックパターンを示す。

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

4. 考察等

A-SMGCシステムの開発に向けて、各要素を結合させ

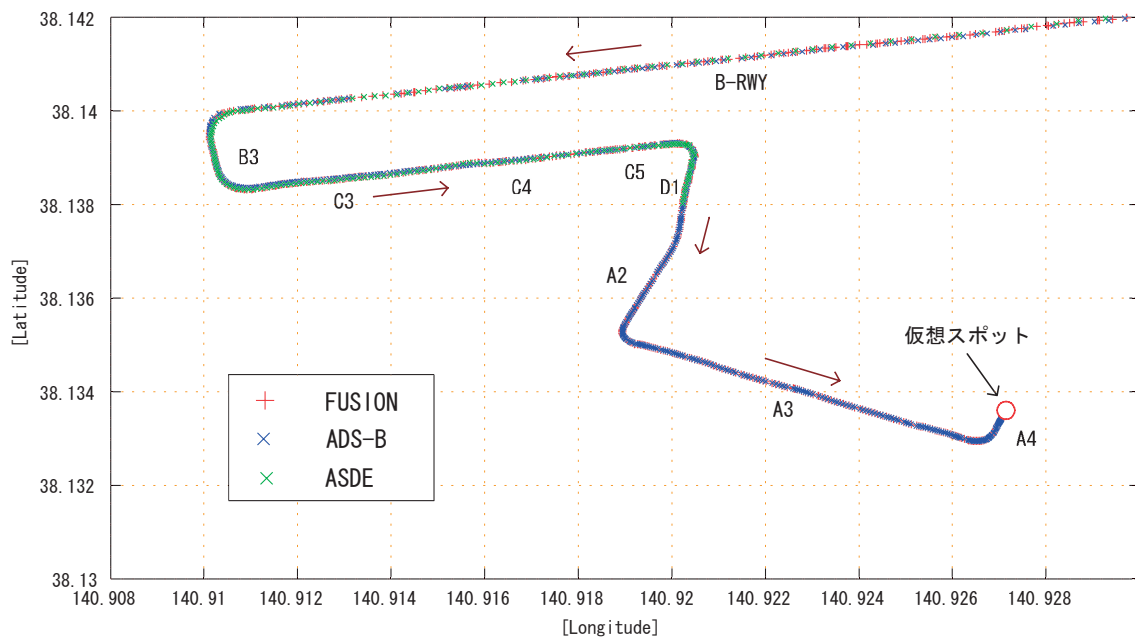


図13 統合型監視センサ航跡記録例

た実験システムを構築して仙台空港において基本性能試験を実施した。

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

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

システムの中核をなす監視機能については、航空機と車両それぞれの移動体監視に適した複数の監視センサの組み合わせとデータの統合化により空港面を走行する航空機と車両の全てに対する自動識別表示を実現する統合型空港面監視センサの開発を進めているが、平成17年度と平成18年度に国土交通省航空局の委託に基づいて実施した「東京国際空港マルチラレーションの導入評価」で実用化に向けての見通しを得ることができた。

掲載文献

- (1) 宮崎，二瓶他：“マルチラレーション監視システムの導入調査(1)”，第6回電子航法研究所発表会講演概要，平成18年6月
- (2) 二瓶，宮崎他：“マルチラレーション監視システムの導入調査(2)”，第6回電子航法研究所発表会講演概要，

平成18年6月

- (3) 古賀，二瓶他：“A-SMGCシステムの監視機能の開発について”，第6回電子航法研究所発表会講演概要，平成18
- (4) 宮崎，二瓶，古賀：“マルチラレーション監視システムの評価実験”2006電子情報通信学会ソサイエティ大会B-2-30 pp260 2006.9
- (5) 二瓶，宮崎，古賀：“統合型空港面監視システムの開発”2006電子情報通信学会ソサイエティ大会B-2-31 pp261 2006.9
- (6) 古賀，二瓶，青山：“滑走路における誤進入・コンフリクト検出手法の検討”2006電子情報通信学会ソサイエティ大会B-2-32 pp262 2006.9
- (7) 古賀，二瓶，宮崎：“A-SMGCシステムの監視機能について”電子情報通信学会 信学技報 SANE pp62-68 2007.1
- (8) 宮崎，二瓶，他：“東京国際空港におけるマルチラレーション監視システムの評価結果”第7回電子航法研究所発表会概要，平成19年6月
- (9) 二瓶，宮崎，他：“先進型地上走行誘導管制（A-SMGC）実験システムの接続試験について”第7回電子航法研究所発表会概要，平成19年6月
- (10) 古賀，二瓶，他：“滑走路における誤進入およびコンフリクト検出方式について”第7回電子航法研究所発表会概要，平成19年6月
- (11) 松久保，二瓶，他：“滑走路状態表示灯システムの開発について”第7回電子航法研究所発表会概要，平成19年6月

IPを利用した航空衛星通信システムに関する研究【指定研究／空港整備勘定】

担当領域 通信・航法・監視領域
担 当 者 ○住谷 泰人, 石出 明
研究期間 平成18年度～平成20年度

1. はじめに

航空機内の通信のマルチメディア化やコックピット内の電子化に伴い、航空機と地上との非管制通信において、高性能、高速な衛星通信手段が使われつつある。このような次世代航空衛星通信システムを管制通信にも利用でき、現在の航空衛星通信システムを大幅に性能向上できるよう、国際民間航空機関（ICAO）では航空衛星通信システムの新たな国際技術標準の策定作業を行っている。次世代航空衛星通信システムの中心となる技術は、インターネット等で用いられるTCP/IPの技術で、現行システムと異なる。また、周回衛星を利用した航空衛星通信システムの技術等も検討されている。しかし、このような技術が管制通信に必要な性能要件を満足できるかは検証されていない。

当研究所では、これまでに、数値解析シミュレータを用い、通信性能予測技術の実績とノウハウを有している。本研究では平成17年度までの「高性能な航空衛星通信システムに関する基礎研究」の成果の一部を活用し、現用の航空移動衛星通信システム（AMSS）をさらに高性能化する可能性のあるインターネットプロトコル(IP)通信方式といった次世代衛星通信システムの技術を利用した数値解析シミュレータを開発することを目指す。また、開発した数値解析シミュレータを用い、想定される種々の条件下での次世代航空衛星通信システムの通信容量や性能予測を行うとともに、航空通信シミュレーションの技術確立する。さらに、次世代の航空用通信システムに関する調査・研究を行うとともに、航空局管制保安部管制技術課と連携し、航空局やICAOを技術支援することを目指した。

2. 研究の概要

本研究は3年計画であり、平成18年度は初年度である。平成18年度は、主に下記のことを行った。

- ・数値解析シミュレータにおけるIPモデルの検討
- ・数値解析シミュレータへのIPモデルの導入とシミュレーション評価
- ・次世代航空衛星通信システムの調査

3. 研究成果

3.1 IPモデルの検討

平成18年度は、IP通信方式を検討し、IPモデルを当所

の所有する現在の航空衛星通信プロトコルに適合した数値解析シミュレータに導入するための検討を行った。これまでの検討の結果、IPモデルを航空衛星通信プロトコルモデルに適用する際には、航空衛星通信プロトコルにおけるウィンドウ制御や輻輳制御が衛星回線特有の伝搬遅延に大きな影響を与える可能性が高い。また、IPヘッダの増加に伴うヘッダ部の拡大のほか、物理層等の下位層の伝送性能が全体の伝送性能に大きな影響を与える可能性もある。特に、衛星通信回線の伝送誤り特性においては、送信データの再送制御時に増大した伝送遅延時間や、IPや伝送性能への影響を考慮する必要もある。

3.2 IPモデルの導入とシミュレーション評価

数値解析シミュレータに導入できるIPモデルを検討した結果、数値解析シミュレータに導入するIPモデルは、以下の2点を中心とするものにした。

- ・IP層以上の通信機能の追加
- ・高速伝送による通信機能の追加

IP層以上の通信機能を追加したことにより、UDPやTCPといったIP層以上の通信機能が可能になった。また、FTP等のアプリケーションを利用した数値解析シミュレーションも可能である。

高速伝送による通信機能の追加では、現用の航空衛星通信システムの伝送速度である最大10500bpsから、次世代衛星通信システムで可能になるとされる300～400kbps程度伝送速度の数値解析シミュレーションが可能になり、伝送速度の高速化に伴う伝送遅延時間の縮小が明らかになった。

3.3 次世代航空衛星通信システムの調査

ICAOの航空通信パネル（ACP）の第11回通信関連作業部会（WG-C）に出席し、討議に参加した。今回の作業部会は、平成19年に開催される予定の第1回ACP会議に向けたWG-Cの最終確認会議の位置づけであった。また、この会議はユーロコントロール及び欧州宇宙機関（ESA）が主催する第8回次世代航空衛星通信システム会議（NexSAT）及び第3回空地通信システム会議（AGCFG）とのジョイント会議として開催された。

作業部会では、欧州におけるATMマスタープランで

あるSESARプロジェクトの報告、欧米が共同で進めている次世代通信システムに関する調査研究の動向、WRC（World Radiocommunication Conference）に向けた対応、ICAOにおけるイリジウムマニュアル等航空衛星通信の動向、航空通信関連の研究動向等が報告された。また、当研究所から、以前提案した自己同期方式ADSをIP環境に適用する方式について提案を行った。

この会議の結果は、航空振興財団情報処理方式小委員会において報告し、日本航海学会研究会における「衛星通信システムの動向」の講演の一部に活用した。

3.4 航空局等への技術支援

平成17年度に実施した航空衛星通信性能のシミュレーション結果について、行政当局で平成18年度に実施中の次世代航空衛星通信システム作業グループにおいて、説明を求められ、報告を実施した。このシミュレーションは、当所の所有する現在の航空衛星通信プロトコルに適合した数値解析シミュレータを用い、所要のデータ長、伝送速度、伝送間隔、航空機数等の条件設定を行い、現在の航空衛星通信システムの伝送遅延時間等の伝送性能を解析したものである。これに関連し、平成18年度も行政当局等より当該シミュレータを利用した追加シミュレーションの要望があり、別途受託研究として実施した。

また現在、ICAOにおいては、次世代航空衛星通信システムの国際標準案を策定中であり、この案に関連する意見や要望等に関する行政当局への技術支援を実施した。

4. おわりに

現在検討中の次世代航空衛星通信システムは、IPを利用した通信方式が予定されている。また、現用の航空衛星通信システムと併用される予定である。本研究により、次世代航空衛星通信システムにおけるIP利用の問題点やシミュレーションや通信性能等に関する技術提案が可能にな

ると考えている。

また、次世代航空衛星通信システムについては、NexSAT会議やICAOにおいても検討されている。これらの会議での議論等が次世代の航空衛星通信システムの実現に結びつくと考えられるため、我が国としてもその動向について今後も十分調査し、適切に対応する必要がある。

掲載文献

- (1) 住谷(泰), 石出: “航空衛星データ通信における伝送遅延時間分布”, 第6回電子航法研究所発表会講演概要, 2006.6
- (2) 住谷(泰): 第7回NexSAT会議等による航空衛星通信の動向, 航空振興財団衛星利用方式小委員会, 2006.7
- (3) 住谷(泰), 石出: 航空衛星通信の性能予測の一検討－航空機から地上への通信, 2006信学ソ大B-2-5, pp.235, 2006.9
- (4) Y.Sumiya, A.Ishide, : Self-synchronized ADS in IP network, ACP WG-C11-25, 2006.9
- (5) Y.Sumiya, A.Ishide, : Self-synchronized ADS in IP network, 欧州NexSAT 8th Meeting, 2006.9
- (6) 石出, 住谷(泰): ADS予測位置誤差に与える伝送遅延の影響, 日本航海学会 第114回秋季講演会, 2006.10
- (7) 住谷(泰), 石出: 航空衛星通信システムの動向, 日本航海学会 第115回秋期研究会, 2006.10
- (8) 住谷(泰): 第3回AGC-FG・第8回NexSAT steering group・第11回ICAO ACP WGC会議速報, 航空振興財団情報処理方式小委員会, 2006.10
- (9) 石出, 住谷(泰): ADS予測位置誤差に与える伝送遅延の影響, 日本航海学会 論文集 第116号, pp.167-174, 2007.3
- (10) 住谷(泰), 石出: 航空衛星通信シミュレータによるログオンラッシュの一検討, 2007信学総大 B-2-1, pp.249, 2007.3

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】

担当領域	通信・航法・監視領域
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エリアは、基準局から10km程度の範囲といわれている。しかしながら、我々が測位の対象としている航

空機などの移動体の移動範囲は10kmを越えることが日常的である。当所で開発した航法装置（GBASなど）の測位精度評価実験などにおいて、評価の基準位置が得られないなどの問題があり、連続的に高精度測位が出来るエリアの

拡大が必要とされている。最終的には、飛行コース下に置かれた、複数の基準局を用いることにより、高精度測位可能な複域の拡大を目指している（図1）。しかし飛行コース下に基準局を複数設置するのは困難であるため、容易に入手できる国土地理院のGEONET点のデータを利用することとし、まず、GEONET点の30秒毎のGPSデータを用いた測位を行い、機上において高レートで取得したGPS受信機データの搬送波位相変化により算出した速度(1)の積算により位置を算出し、データ間の補間を行う手法(3)を採用し、評価を行った。

2. 研究の概要

本研究は2年度計画で行い、平成17年度は、基本となる単一基準局を用いた後処理測位プログラムを作成し、飛行実験によるデータ取得を行い測位精度評価を行った。平成18年度は基準局としてGEONET点の30秒データを想定し、速度積算値による補間手法を後処理プログラムに組み込み、取得データによる精度評価を行った。

3. 研究の成果

3.1 速度推定精度評価

GPS搬送波位相変化により航空機を速度を推定した例として、2005年11月29日に取得したデータの解析例を示す。実験用航空機（Beechcraft B99 Airliner）にGPS受信機2式（Trimble5700, NovAtel OEM-4）およびIMU装置を搭載し、GPS受信機のうち1式（NovAtel OEM-4）には外部クロック（ルビジウム発振器）を入力した。また基準GPS受信機を仙台空港内の当研究所岩沼分室に設置している。このとき図2に示すように仙台-福島の間を往復の飛行を行い、福島空港と仙台空港における静止時データ取得と飛行中のデータ取得を実施した。

この手法による速度推定精度を評価のために、航空機が静止しているときのデータを用い解析を行った。キネマティック測位の基線長がおよそ60mの仙台空港内での結果と100kmとなる福島空港での速度推定結果を表1に示す。

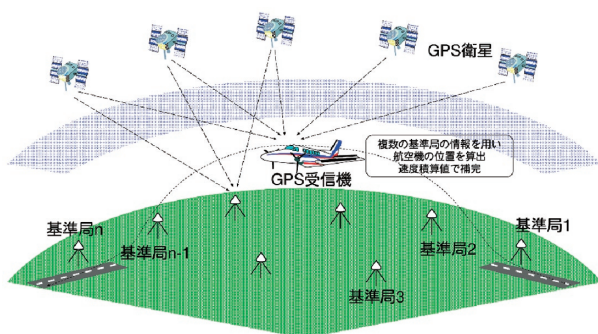


図1 概念図

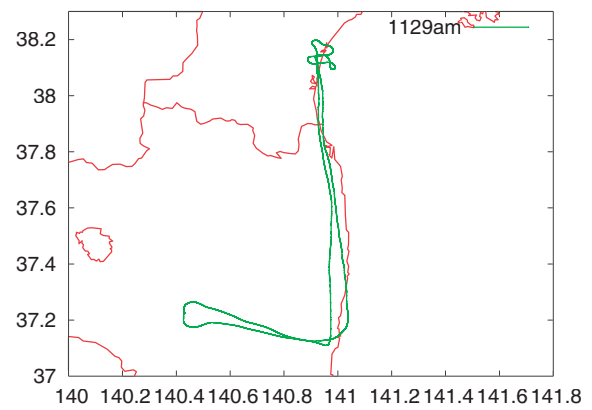


図2 飛行航跡

表1 速度推定精度

垂直方向成分			
仙台空港	平均値	標準偏差	95%
キネマティック	0.0001	0.0605	0.1212
搬送波(clock 無)	0.0067	0.1020	0.2107
搬送波(clock 有)	0.0067	0.0219	0.0505
福島空港			
キネマティック	0.0005	0.0828	0.1662
搬送波(clock 無)	0.0015	0.1331	0.2678
搬送波(clock 有)	0.0014	0.0199	0.0412

単位：[m/s]

但し、これらの値には、実験機材への電源供給のために航空機のエンジンが始動していたことによる機体の振動の影響も含まれている。外部クロックを用いた場合で95%値で4～5 cm/s程度の誤差を持つことが分かった。

3.2 位置推定精度評価

搬送波位相変化より求めた速度の積算による位置推定手法の評価について述べる。今回用いた方法は、まず、30秒毎の基準局データを用いたキネマティック測位を行い、航

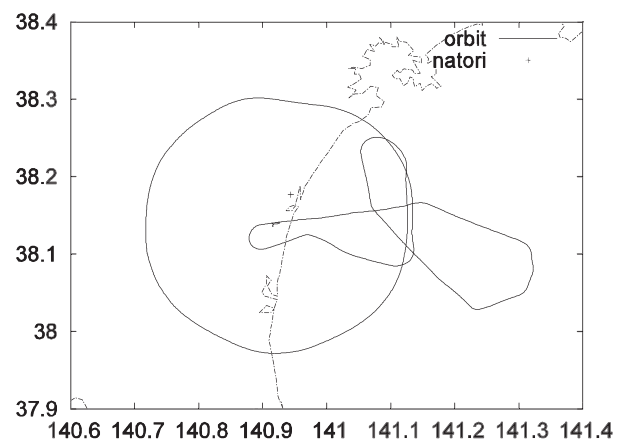


図3 速度積算により求めた航跡例

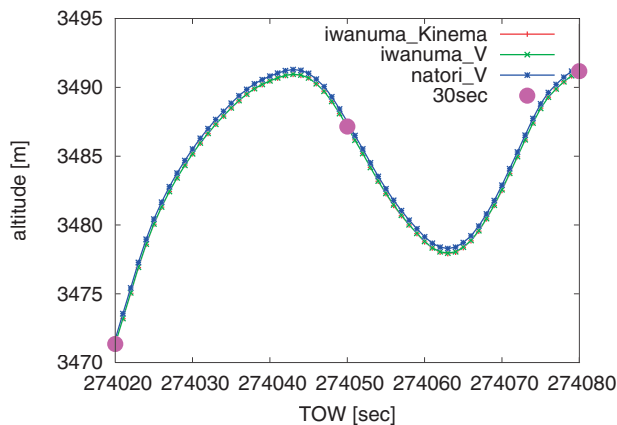


図4 30秒値と速度積算による補間値,キネマティック測位値の比較 (高度方向)

空機の30秒毎の測位値を算出し、次に、得られた測位値間の航空機位置を、機上GPS受信機の1秒データから推定した速度の積算値で補間し推定する。こうして得られた推定位置と基準局の1秒データを用いて算出したキネマティック測位値とを比較した。

ここで示す例は、2006年5月10日に当所所有の実験用航空機により、仙台空港を中心とした半径15NMのオービット飛行を行ったときのものである(図3)。このとき、キネマティック測位用の基準GPS受信機を岩沼分室に設置し、実験用航空機にはGPS受信機を2式(Trimble 5700, NovAtel OEM-4)搭載し、うち1式(OEM-4)に外部クロックを入力した。

オービット飛行中のキネマティック測位値と速度積算値の比較の例を図4に示す。図中の赤線が1秒毎のキネマティック値(基準局:岩沼分室)を示し、●は30秒毎のキネマティック値である。また、緑線は速度積算により●間を補間したもので、青線は基準局として名取のGEONET点の30秒データを用いたキネマティック値を補間した場合である。外部クロックの有無による違いの評価結果を表2に示す。表上段は、外部クロック入力をしなかったGPS受信機のデータから算出した速度積算値で補間したもので、表下段は、外部クロック入力がある場合である。外部クロック入力が無い場合では標準偏差で約0.10m程度、95%値で0.25m(Z方向)程あったが、外部クロックを入力した場合は、95%値で0.03m程度であり、速度積算による補間を行うことで、キネマティック測位に匹敵する測位精度が得られた。

表2 キネマティック測位との差

clock 無	平均値	標準偏差	95%
X	0.0055	0.0733	0.1521
Y	0.0009	0.0884	0.1777
Z	0.0103	0.1174	0.2451
clock 有			
X	0.0036	0.0129	0.0293
Y	0.0060	0.0102	0.0264
Z	0.0041	0.0143	0.0328

座標系: ECEF, 単位: [m]

4. まとめ

本研究では、飛行コース下に置かれた、複数の基準局を用いることにより、高精度測位可能な複域の拡大を目指し、その基準局としてGEONET点を採用することを考慮した測位方法を検討・評価を行った。その結果

- GPS搬送波位相による速度推定手法は、静止時の評価より、外部クロックがない場合、1 σ で0.1m/s、外部クロックを導入することで0.02m/s程度で速度推定が可能
- キネマティック測位のような距離による劣化がみられない
- 30秒測位値の補間を速度積算による位置推定手法で行った場合とキネマティック値の比較より、外部クロックがない場合、1 σ で0.1m、外部クロックを導入することで0.015m程度で位置推定が可能

であることがわかった。これらの結果より、GEONET点のような広範囲にわたる複数の基準局から算出される30秒毎の低レートの測位結果を、機上で取得した高レートのGPSデータで補間できる本手法は高精度測位の覆域拡大の手法として有用であるといえる。

掲載文献

- (1) 齊藤真二, 吉原貴之, 坂井丈泰, 藤井直樹; “GPS搬送波位相による航空機の世界推定”, 電子情報通信学会 2005年総合大会, Mar. 2005
- (2) 吉原貴之, 藤井直樹, 齊藤真二, 坂井丈泰, 星野尾一明, 松永圭左, 津田敏隆, 青山雄一; “Performance Requirement of Velocity Estimation for Airborne-based Downward-looking GPS Occultation”, Proc. of ION/GNSS 2006, pp.653-661, Sept., 2006
- (3) 齊藤真二, 吉原貴之; “速度積算による航空機の位置推定”, 電子情報通信学会 技術報告, SANE2006-127, pp.47-50, Jan. 2007

リアルタイムキネマティックGPS測位方式の有効性向上に関する研究【指定研究／一般勘定】

担当領域 通信・航法・監視領域
担 当 者 ○坂井 丈泰, 松永 圭左
研究期間 平成17年度～平成19年度

1. はじめに

GPS衛星が放送する測距信号の搬送波は波長約19cmのマイクロ波であり、その位相を測定することにより高精度な測位を行うことができる。たとえば、静止測量では長時間の測定によりミリメートル級の精度が得られる。移動体を対象として搬送波位相情報を利用する測位方式はリアルタイムキネマティックGPS（RTK-GPS）と呼ばれ、リアルタイム高精度測位分野を中心とした需要がある。

リアルタイムキネマティックGPS測位方式は地上基準局を必要とするが、現状では基準局との距離（基線長）は10km程度以下に制限されている。応用上、特にこの制約を緩和する技術が必要であり、二周波受信機および基準局ネットワークにより解決を図る方式が多く研究されている。また、リアルタイムキネマティックGPS測位方式により得られる位置解は必ずしも正確であることが保証されているわけではなく、より高速かつ確実な計算アルゴリズムが求められている状況にある。

本研究は、リアルタイムキネマティックGPS測位方式における基準局からの有効距離を延長するとともに、結果として得られる位置解の確実性（インテグリティ）を向上させようとするものである。

2. 研究の概要

リアルタイムキネマティックGPS測位方式において基準局からの有効距離（基線長）が制限される主な原因は、大気遅延であることが知られている。すなわち、GPSの誤差要因である電離層伝搬遅延および対流圏伝搬遅延が受信機位置により変化するため、基準局および移動局受信機ではこれらの遅延量が異なることとなるが、リアルタイムキネマティックGPS測位方式では一般的にこれらの遅延量を基準局と等しいものとして取り扱うことから、計算結果に矛盾を生じるのである。

本研究においては、基線長に関する制約を緩和するために、電離層伝搬遅延について積極的な補正処理を行うことを検討している。すなわち、広い地理的範囲にわたり有効なディファレンシャル補正情報を提供する広域補強システムは、補正情報のうちに電離層伝搬遅延量を含んでいることから、これを利用して基準局および移動局における電離層伝搬遅延を補正し、基線長の長短に関わらずリアルタイ

ムキネマティック測位方式を実行可能とする。この目的のために、広域ディファレンシャル補正情報を生成する計算機プログラムを作成することとした。

一方、位置解の確実性（インテグリティ）の向上のためには、GPS以外のセンサによる測定が有用である。こうした目的に利用可能なセンサとしては、電波高度計や気圧高度計、磁気コンパス、慣性センサなどがあるが、このうち安価に入手でき、かつGPS受信機に簡単に実装できるものとして、慣性センサを検討対象に選択した。現在は半導体加速度センサおよびジャイロセンサが集積回路により実現されていることから、これらのセンサを入手し、実験に使用することとした。GPS以外のセンサ入力の利用は、測位の連続性を向上させるうえでも有効である。

本研究では、リアルタイムキネマティックGPS測位方式の有効性を向上させる以上のような方法について、理論的検討に加えて、シミュレーション等による実証的な検証を行うことを目指している。このため、実際にリアルタイムキネマティックGPS測位方式を実行する計算機プログラムを作成し、GPS受信機と組み合わせて実験を行うこととしている。

3. 研究成果

平成18年度は、前年度に引き続き広域ディファレンシャル補正情報の生成方式を検討し、特にリアルタイム処理が可能となるように配慮した。前年度に作成した補正処理用計算機プログラムにリアルタイム処理機能を追加するとともに、電離層補正方式について複数の方式を実験できるよう改良を施した。

本プログラムの構成を、図1に示す。GPS衛星およびアンテナや受信機のハードウェアに起因する周波数間バイアス誤差については、変化の速度が遅いことから毎日1回バッチ方式で処理し、リアルタイム処理系は前日のバイアス推定結果を利用して広域ディファレンシャル補正情報を生成する構成とした。また、測定データ収集部は、収集した受信データのうちからもっとも新しい情報を抽出してこれを現在時刻として保持する機能を持つ。これは、本プログラムを連続動作させた場合に、計算機の内蔵クロックの狂いによる影響を受けないための対策である。

改良プログラムによりリアルタイムに生成された補正情

報を適用した結果、ユーザ誤差は図2に示すとおり得られた。電離層伝搬遅延の影響を受けやすい垂直方向および南北方向の測位精度が向上しており、電離層伝搬遅延量が正しく推定・補正されていることがわかる。

さらに、実験用航空機を用いてシミュレーション用の基礎データを収集した。電離層伝搬遅延を測定するための二周波GPSのほか、安価な一周波GPS受信機、測量用GPS受信機、慣性センサ、気圧高度計を搭載し、電離層活動が活発な九州地方にて実験を実施した。実験で取得したデータは、リアルタイムキネマティックGPS測位方式の計算アルゴリズムの検討のために利用する。

4. おわりに

本研究は、リアルタイムキネマティックGPS測位方式における基準局からの有効距離を延長するとともに、結果

として得られる位置解の確実性（インテグリティ）を向上させようとするものである。平成18年度は、広域ディファレンシャル補正情報を生成する計算機プログラムにリアルタイム動作機能を追加するとともに、実験用航空機を用いてシミュレーション用の基礎データを収集した。

平成19年度は、引き続きリアルタイムキネマティックGPS測位方式の有効性を向上する具体的なアルゴリズムを検討し、収集済みの基礎データを用いてその性能を測定する予定である。

掲載文献

- (1) 坂井他, “GPS広域補強プロトタイプシステムの性能検討”, 電子情報通信学会総合大会, 2006年3月
- (2) 坂井他, “GPS広域補強プロトタイプのリアルタイム運用”, 電子情報通信学会総合大会, 2007年3月

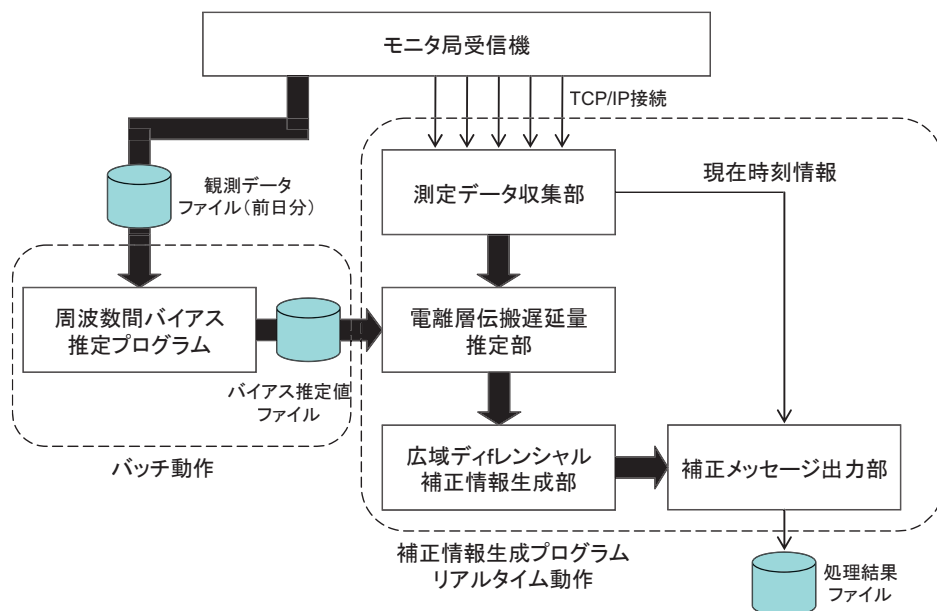


図1 広域ディファレンシャル補正情報生成プログラムの構成

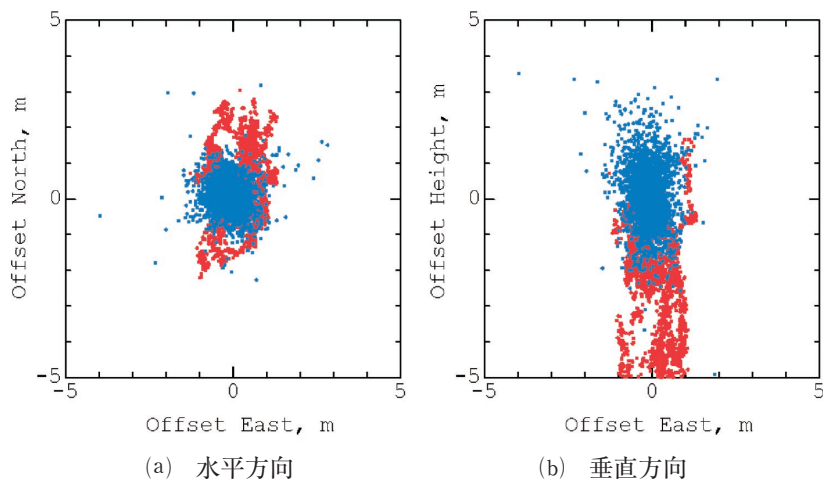


図2 広域ディファレンシャル補正情報による測位精度の向上
(赤) GPSのみ, (青) 広域ディファレンシャル補正あり

担当領域 通信・航法・監視領域
 担当者 ○福島 莊之介
 研究期間 平成17年度～平成19年度

1. はじめに

狭域のディファレンシャルGPS (DGPS) 技術を応用した次世代の進入着陸システムであるGBAS (Ground Based Augmentation System: 地上型補強システム) の研究開発が進められている。当研究所では、仙台空港内にGBASのテストベットを設置し、飛行実験により測位性能を評価してきた。現在までの評価の結果、GBASの測位精度は、ICAO (国際民間航空機関) のSARPs (国際標準及び勧告方式) が要求するCAT-Iの測位精度 (垂直95%誤差: 4 m) 及びRTCA, IncのMASPS (DO245A) が要求するCAT-II, IIIの測位精度 (垂直95%誤差: 2.9 m) を十分満足している。実用化に向けた今後の研究課題は、航法装置の安全要求である、完全性 (Integrity)、継続性 (Continuity) を満たし、高い有効性 (Availability) を実現する地上システムの設計手法を確立することにある。このため、米国FAAを中心とする研究グループは完全性要件に対してリスクとなるスレッド (脅威) モデルを定義し、地上装置内でのモニタ要求を設計・検証するための検討をはじめた。

このうち完全性要件を満足するためには、SARPsで要求されるプロテクションレベル方式により、極めて高い信頼度で機上装置側においてタイムリーに警報を発出する必要がある。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、このモニタを設計するためのGBAS設置環境でGPS受信データを取得し、アルゴリズムの基礎検討を行う。

2. 研究の概要

本研究では、3カ年で以下の2項目を実施する。

- (1) GBASテストベットでの長期データ収集
- (2) モニタ開発のための収集データの解析

3. 今年度の研究結果

H18年度は以下の2項目を実施した。

3.1 GBASテストベットでの長期データ収集

H17年度に引き続き、仙台空港に設置されたGBASテストベットによりGPS受信データを長期連続収集した。空

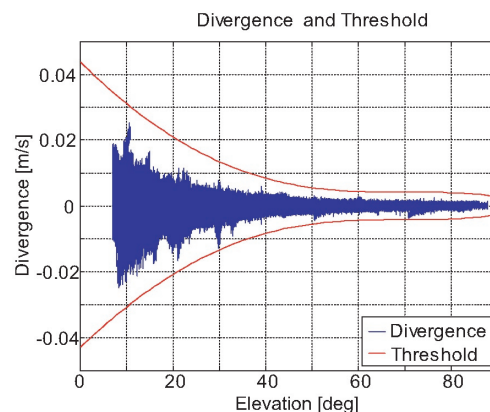


図1 コード・搬送波ダイバージェンス (青点) とモニタ閾値 (赤線) の例

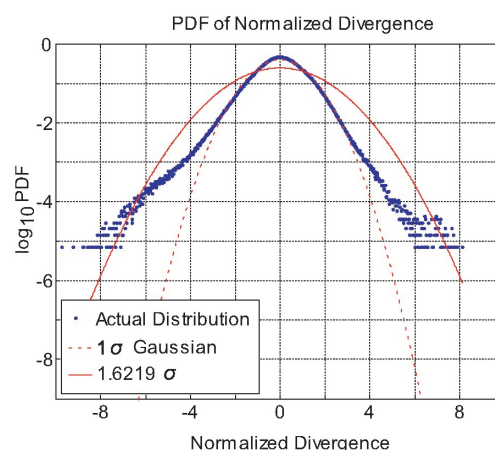


図2 正規化ダイバージェンスの確率密度関数とオーババウンド分布の例

港内には、4式の基準局が設置されており、GPS観測データをモデムによって当所岩沼分室の実験室に伝送している。基準局には、OEM4受信機 (NovAtel社製)、チョークリング付きパッチアンテナを利用する。データ収集は、装置の保守、故障を除き可能な限り24時間連続に収集している。データレートは2Hzで、1日のデータ蓄積量は、4式で約1GBである。夏期に落雷の影響でモデムが故障した際、データ収集を中断したが、これを除けば順調にデータ収集できた。

3.2 収集データの解析処理 (観測値品質モニタ)

H17年度の研究で、6ヶ月程度の蓄積データにGBAS

と同等の計算処理（地上側及び機上側を含む）を実施し、初期検討した結果、ユーザ側の原因及び特殊な基準受信機の故障を除いては、プロテクションレベルが閾値を越えるような危険な事象（HMI：Hazardously Misleading Information）は1回も発生していないことが分かった。従来、GBASのモニタアルゴリズムに関しては、Stanford大学の研究例が発表されており、インテグリティ・モニタテストベット（IMT：Integrity Monitor Testbed）と呼ばれるソフトウェアプロトタイプが開発されている。

そこで、今年度は、IMTに内蔵されるモニタ・アルゴリズムのうち、観測値品質モニタ（MQM：Measurement Quality Monitor）と信号品質モニタ（SQM：Signal Quality Monitor）の一部と同等の処理による解析を行った。IMTには、この他、データ品質モニタ（DQM）、エグゼクティブモニタ（EXM）、MRCC（多基準一致性チェック）、 $\sigma - \mu$ モニタを含む。

図1にMQMの一つのモニタ項目であるコード・搬送波ダイバージェンスを示す。本モニタでは、閾値の決定にガウス・オーババウンド法を用いている。図2は、正規化ダイバージェンスの確率密度分布（青点）、その分布と同様の σ を持つガウス分布（赤波線）である。また、確率密度分布を $\pm 6\sigma$ の位置で越える分布がオーババウンド分布（赤線）であり、 $f\sigma$ のガウス分布となる。 f はインフレーション・ファクタと呼ばれる係数で1.5～1.7程度である。閾値はオーババウンド分布の $6f\sigma$ で決定される。

MQMでは、この他、搬送波位相の加速度、ランプ・ステップ的变化、擬似距離の過大変化を検定統計量とする。また、SQMは、衛星の受信 C/N_0 を検定する。これらモニタは同様にガウス・オーババウンド法により閾値を決定する。今年度は、これらMQMとSQMのモニタアルゴリズムをプログラム化し、従来取得した24時間のデータを利用して、アルゴリズムの検討を行った。この結果、各モニタの検定統計量はIMTと同様にガウス分布の中心部分と指数分布に近い裾野部分から構成される混合分布であった。また、 f はIMTと同様1.6程度として閾値を決定できることが分かった。

4. まとめ

本研究では、今年度、(1)昨年に引き続き、仙台空港内のGBASテストベットで連続的にGPS受信データを収集した。また、(2)IMTの観測値品質モニタ（MQM）と同等のアルゴリズムをプログラム化し、24時間データを解析してアルゴリズムの検討を行った。H19年度は、同様に(1)長期データ収集を継続し、(2)IMTのエグゼクティブ・モニタ（EXM）、 $\sigma - \mu$ モニタを検討する計画である。

掲載文献

- (1) 福島荘之介，“GPS信号の異常と地上型補強システムの観測値品質モニタの検討，”第7回電子航法研究所発表会，2007年6月

GPS観測データを用いた対流圏遅延量の準リアルタイム推定に関する研究【基礎研究／一般勘定】

担当領域	通信・航法・監視領域
担当者	○新井 直樹，坂井 丈泰
研究期間	平成17年度～平成18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

本研究のイメージを図1に示す。GPSの観測データをインターネット経由で取得し、連続的に基線解析を行って対流圏遅延量を推定する。得られた対流圏遅延量の推定結果を、インターネットを用いて一般のユーザに公開する。

本研究の実施において、GPSの観測データから対流圏遅延量を推定した結果についてはすでに報告がある。しかし短い時間間隔で逐次解析を行い、限られた時間遅れのうちに推定結果を得るためには、計算の手法及び手順、解析環境の構築、及び解析に必要な軌道情報等の取得について検討が必要である。

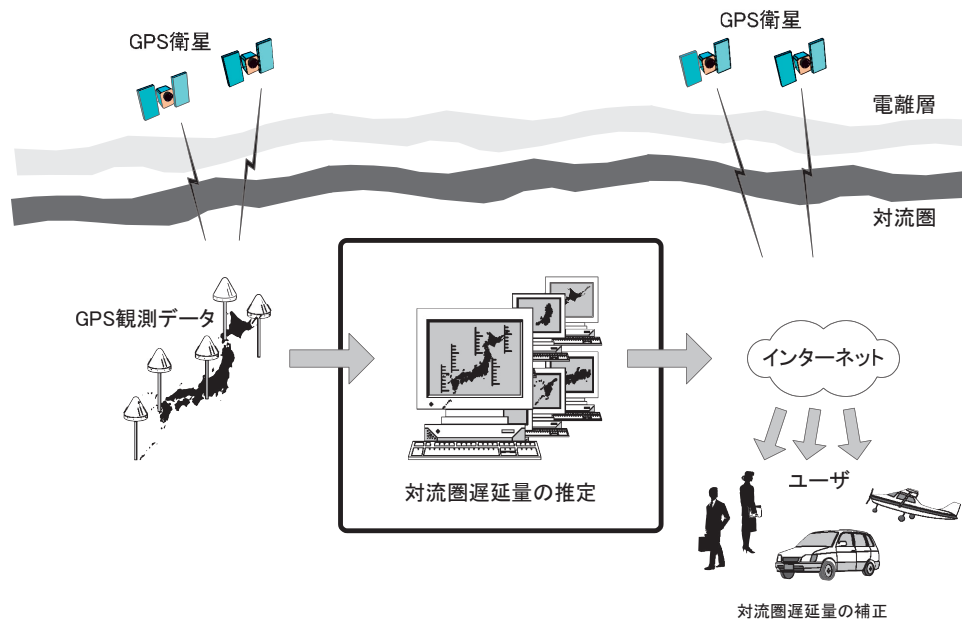


図1 研究のイメージ

3. 研究成果

解析にはIGS(国際GPS事業)観測点及び電子航法研究所内の連続観測点を用いた。これらの観測点のGPS観測データから、各観測点のアンテナ位相中心、時計誤差及び対流圏遅延量を推定した。対流圏遅延量は15分毎に推定した。解析の際は、計算時間の短縮のため、前回の解析で得られたアンテナ位相中心を次の解析に適用した。また必要な観測データ数を精査することで、計算量の削減を試みた。

推定結果である対流圏遅延量の標準偏差は、最大で20mmであった。得られた対流圏遅延量をインターネットを用いて公開した。公開したデータには、観測点の位置、解析結果の日時、対流圏遅延量及びその標準偏差が含まれている。

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、推定結果をインターネットを用いて公開した。解析にかかる時間の短縮については課題が残るが、本研究で用いた手法が、実際の観測データに基づく精度の高い対流圏遅延量の提供に有効であることが確認できた。

掲載文献

- (1) 新井他, “対流圏遅延量の準リアルタイム推定の検討”, 2005年電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2005年9月
- (2) 新井他, “対流圏遅延量の準リアルタイム推定の検討”, 第49回宇宙科学技術連合講演会, 2005年11月

高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究【基礎研究／一般勘定】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○新井 直樹, 星野尾 一明, 伊藤 実, 松永 圭左

研究期間 平成18年度～平成20年度

1. はじめに

GPS等を用いた測位の利用拡大に伴って、GPSによる測位結果の信頼性の確保が重要となってきた。しかしGPSによる測位は、電離層の活動によって大きな影響を受け、電離層の状態によっては測位精度の低下、さらには測位不能の状態を引き起こす場合がある。

近年、高緯度地域の電離層の擾乱が、中緯度地域に伝搬

する可能性があることが知られており、日本付近におけるGPSによる測位への影響が懸念されている。そのため極域において長期間、高いサンプリングレートでGPS観測を行い、電離層擾乱の挙動について評価する必要がある。

この研究は、極域である南極・昭和基地においてGPS観測を行い、電離層擾乱の挙動について評価しようとするものである。

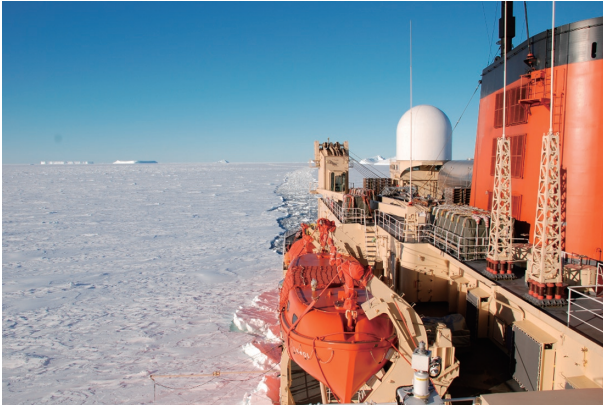


写真1 南極への航海



写真2 南極大陸上でのGPS観測



写真3 オーロラ発生時のGPS観測

を出港した。途中暴風圏を抜け、12月23日に昭和基地に接岸した。直ちに第48次隊は南極での行動を開始し、南極大陸沿岸での野外観測、基地建物の建設、道路整備、物資輸送等を行った。

2007年1月、昭和基地内及び基地周辺にGPS受信機を設置した。南極は低温及び強風の環境であることから、GPS受信機及びアンテナ等の観測機器については、設置方法に留意した。

2007年2月、第48次隊は昭和基地での越冬観測を開始した。これに伴い、電離層擾乱の評価のためのGPS観測を開始した。現在、0.1秒間隔で24時間連続して観測データの収集を行っている。

2. 研究の概要

南極においてGPS観測を行うために、第48次南極地域観測隊に越冬隊員として参加した。2006年12月3日、南極観測船「しらせ」は、オーストラリアのフリーマントル港

3. おわりに

南極・昭和基地において、高いサンプリングレートのGPS観測を開始した。今後長期間の観測データを取得し、電離層擾乱の挙動について評価する予定である。

航空航法におけるGPSの脆弱性の研究【基礎研究／空港整備勘定】

担当領域	通信・航法・監視領域
担当者	○新美 賢治
研究期間	平成18年度

1. はじめに

平成16年1月2日にGPS衛星の異常データ送信によりGPSユーザーが3時間測位不能となった。これはマスコミで大きく取り扱われ、GPSの脆弱性を世に知らしめることとなった。航空航法におけるGPSの脆弱性改善について現在定性的な議論はされているものの、定量的な評価は十分にはされていない。より安全性の高い航空航法を実現するために必要なGPSの脆弱性の定量的評価を目的として本研究を実施した。

2. 研究の概要

GPSの脆弱性について調査、シミュレーションによる評価を行うため、現GPSであるL1一波を模擬する試験系の製作と製作した試験系によるGPS脆弱性の評価を行った。

3. 研究成果

現GPSであるL1一波を模擬する試験系を制作し、干渉波を無変調波としたときのGPS信号捕捉、測位結果への影響のシミュレーションを行った。

シミュレーションにはソフトウェアGPS受信機を用いた。実際のGPS信号をIF帯（4 MHz）でデジタル記録し、別途信号レベル、オフセット周波数を変化させて作成した雑音および干渉波（CW）を同様にIF帯のデジタル信号として記録し、これらの信号および干渉波をソフトウェアGPS受信機に入力することによりシミュレーションを行った。

オフセット周波数500kHzの場合、CW干渉波が16dB大きいときは捕捉できる衛星数の減少が観測されたが、測位は正常に行われた。干渉波が20dB大きい場合は、信号捕捉ができなかった。オフセット周波数を1 MHzとした場合、干渉波が17dBおよび22dB高い場合、捕捉できる衛星

数が減少するが、測位は問題なく行うことができた。信号捕捉時間は干渉波の有無によらず、信号捕捉できる場合は同様の時間であった。

シミュレーション結果として、GPS信号に対する干渉波の周波数オフセットが500kHzの場合には干渉波の測位結果に与える誤差が無視できないが、干渉波オフセット周波数が1 MHzと大きく離れていれば測位計算に影響が無いことを示していた。

4. まとめ

本研究により、航空航法において問題となるGPSの脆弱性の定量的評価を行った。

高精度測位補正技術に関する研究【受託研究／一般勘定】

担当領域 高精度測位補正技術開発プロジェクトチーム
担当者 ○伊藤 憲, 福島 莊之介, 坂井 丈泰, 武市 昇
研究期間 平成15年度～平成20年度

1. はじめに

国土交通省における、準天頂衛星（平成21年度打ち上げ予定）を利用した高精度測位補正技術および移動体への利用技術に関する研究開発の一環として、電子航法研究所は平成15年度から、高速移動体に適用可能で、高信頼性の高精度測位実験システムの開発を開始した。

2. 研究の概要

高精度測位実験システムは、準天頂衛星、テストシステム、モニタ局（国土地理院電子基準点）、プロトタイプ受信機（利用者装置）から構成される。この実験システムでは、モニタ局で取得されたデータを用いて、テストシステムで高精度・高信頼性を実現するための補正情報を生成する。この補正情報は地上局に送られ、準天頂衛星を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。電子航法研究所では、この高精度測位実験システムのテストシステムおよびプロトタイプ受信機の開発を行っている。

3. 研究成果

3.1 補正情報リアルタイム生成・配信システム開発

高精度測位補正情報リアルタイム生成・送信システム（図1）のソフトウェアを開発した。本ソフトウェアは測定データ収集部、電離層伝搬遅延量推定部、補強情報生成部、補強メッセージ出力部から構成される。

測定データ収集部はモニタ局データ収集・時刻合わせを行う。電離層伝搬遅延量推定部ではモニタ局データにより電離層伝搬遅延量を推定する。補強情報生成部は補正情報をリアルタイム生成し、補強メッセージ出力部は補正情報送信順の決定・補正情報出力を行う。

3.2 プロトタイプ受信機開発

受信機本体とモニタ用パソコンから構成されるプロトタイプ受信機を開発した（図2）。信号処理・測位演算処理は受信機本体で実施される。受信機本体から出力された観測値・測位計算結果をモニタ用パソコンで表示・保存する。本受信機の主要機能は、(1)準天頂衛星から放送される計画



図1 補正情報リアルタイム生成・配信システム外観



図2 プロトタイプ受信機外観

のL1帯の信号を受信可能(2)2種類の測位演算(単独測位、補正情報による測位)が可能(3)測定生データ及び測位演算結果の表示・出力が可能である。

4. おわりに

平成15、16年度に高精度・高信頼性の高精度測位補正方式の開発・評価を行った。平成17、18年度には補正情報リアルタイム生成・配信設計・開発およびプロトタイプ受信機設計・開発を行った。平成19年度には補正情報リアルタイム生成・配信システムおよびプロトタイプ受信機の単体評価試験を行う。

掲載文献

- (1) 武市他, “サブメータ級測位補正における対流圏遅延補正”, 第50回宇宙科学技術連合講演会, 平18.11
- (2) 坂井他, “準天頂衛星サブメータ級補強信号のエフェメリスメッセージ”, 第50回宇宙科学技術連合講演会, 平18.11

東京国際空港マルチラテレーション導入評価委託【受託研究／空港整備勘定】

担当領域 A-SMGCS_PT

担当者 ○二瓶 子朗, 宮崎 裕己, 古賀 禎, 松久保 裕二, 青山 久枝

研究期間 平成16年度～平成18年度

1. はじめに

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

マルチラテレーションとは、現用の空港面探知レーダ(ASDE)が持つ問題点を克服できる特徴を持つ新しい監視システムである。このため、マルチラテレーションとASDEを組み合わせることで、空港面監視装置の機能、性能および信頼性を大幅に改善できることが期待されている。当研究所では、我が国におけるマルチラテレーションの導入に向けて仙台空港において基礎開発を進めてきた。

このマルチラテレーションにおいて十分な監視性能を得るためには、導入する空港の構造に対応した適切な位置に受信局アンテナを配置することが極めて重要であり、建造物が多数存在するエリアにおいては、特に十分な事前評価を実施することが必要不可欠である。

このような背景から当研究所では、国土交通省航空局か

らの委託を受けて、平成16年度から羽田空港へのマルチラテレーションの導入調査を実施している。本調査の目的は、羽田空港に評価システムを設置してマルチラテレーションの事前検証を行い、ASDEとの相互補完機能も含めた最適な導入形態を提案するものである。

2. 研究の概要

本年度は、平成16年度から平成17年度にかけて準備した評価システムを利用して以下の評価等を実施した。

2.1 評価システムの設置調整

平成17年度の評価結果において確認された問題点に対する改善策を評価システムに適用して設置するとともに、マルチラテレーションの諸機能が正常に動作するように各機材を調整した。

2.2 性能評価

所定の評価エリアに対して評価試験を行い、設定パラメータ等の最適化を図るとともに、取得したデータから検出率、位置精度、および更新率等の性能を解析した。そして、性能が十分でないエリアに対しては、その対策案を検討した。

2.3 データ統合技術評価

平成17年度に行った評価結果を考慮して、マルチラレーションとASDEによる相互補完機能の実現に向けたデータ統合技術に関する評価試験を実施した。

3. 研究成果

研究概要の各項目に対して得られた研究成果の概要を以下に示す。

3.1 評価システムの設置調整

3.1.1 確認された問題

平成17年度の評価ではマルチラレーションの諸機能が正常に動作していることは確認できたが、所定の評価エリアに対して欧州の性能要件を満足できなかった。その主な原因として、リモート局数の不足、低いアンテナ高、最適でない設定パラメータ等の問題が確認された。

図1に性能劣化が生じた地点を示す。性能劣化は、特にC滑走路とJ9誘導路の周辺に発生した。性能劣化の原因として、これらのエリアではリモート局数が十分でないことに加えて、重要となるリモート局（RU3）のアンテナ高が低いことが挙げられる。C滑走路は東京湾に面していることから滑走路から十分離れた距離にアンテナを設置できないため、転移表面の規定によりアンテナ高が制限されてしまう。図2にRU3アンテナの設置状況を示す。一方、追尾処理の停止は、測定誤差が大きいため予測ゲート内に測定位置が入らないことが原因で頻発したと考えられる。

マルチラレーションにおいて高い性能を得るためには、空港の構造および電波環境を考慮してアンテナ配置な

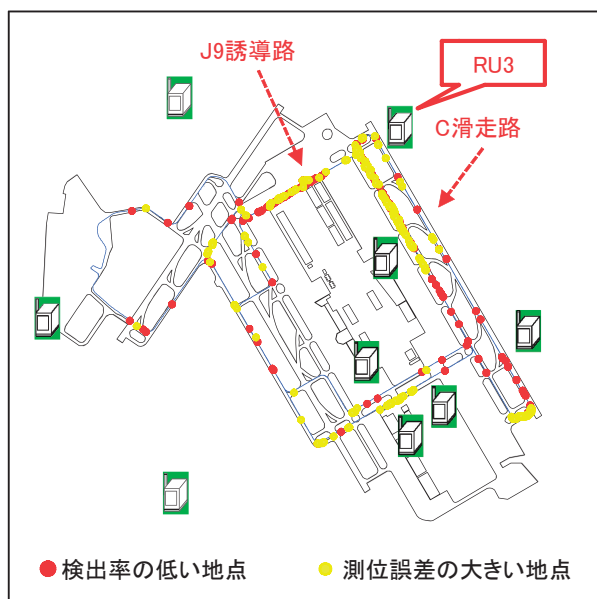


図1 性能劣化が生じた地点

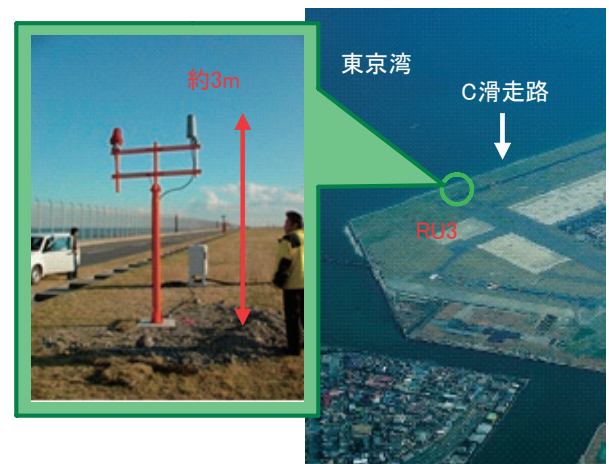


図2 RU3アンテナの設置状況

らびに設置位置を選定することが重要であることが評価結果からも確認された。

3.1.2 問題点に対する改善策の適用

評価システムの性能向上を図るために、確認された各問題に対して改善策を加えた。

リモート局数の不足に対しては、追加が必要と考えられるエリアを対象に合計4局のリモート局を追加した。また、低いアンテナ高に対しては、RU3アンテナをB滑走路のILSミドルマーカの橋脚に移設した。この結果、RU3のアンテナ高は3mから12mに増加した。図3に移設後のRU3アンテナの設置状況を、図4にリモート局追加後のシステム配置を示す。一方、最適でない設定パラメータに対しては、予測ゲート幅を拡大させるとともに、不正確な計算解を排除するために、位置計算に必要とする最低リモート局数の設定を3局から4局に変更した。

3.2 性能評価

改善策を適用した評価システムに対して、実験用車両、飛行検査機、およびエアライン機を利用して性能評価を実施した。図5に実験用車両の追尾航跡例を示す。また、図6に改善策適用後の性能が劣化した地点を示す。図から性



図3 移設後のRU3アンテナの設置状況

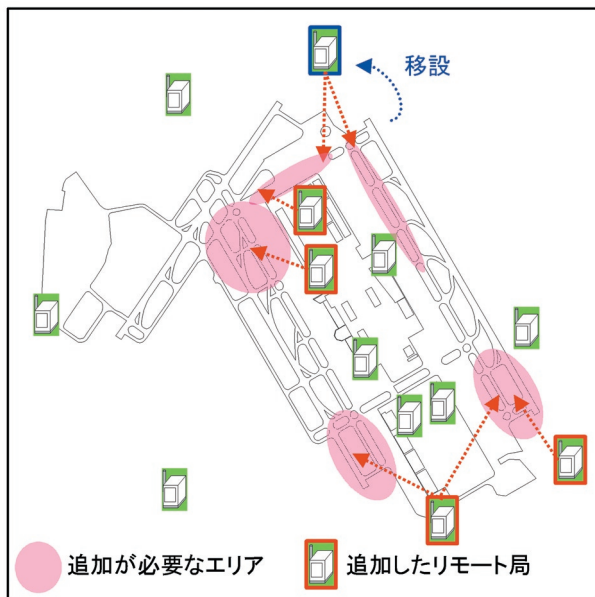


図4 リモート局追加後のシステム配置

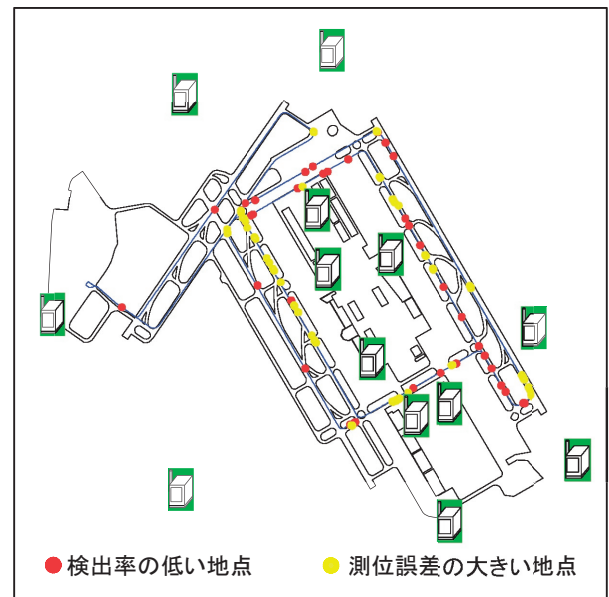


図6 改善策適用後の性能が劣化した地点

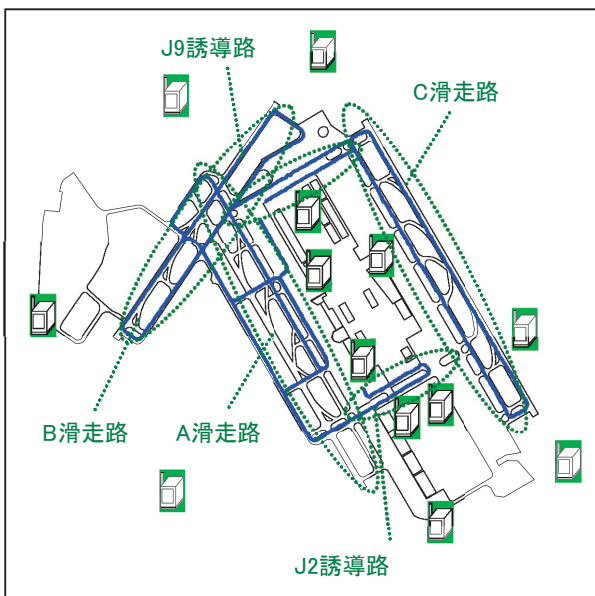


図5 実験用車両の追尾航跡例

能が低い地点は改善策の適用により減少していることが分かる。表1に各エリアに対する検出率、位置精度、追尾処理停止発生頻度を改善策適用前後で比較して示す。検出率および位置精度ともにJ2とJ9誘導路エリアを除き欧州の性能要件を満たしていることが確認できた。追尾処理の停止は全エリアに対してほぼ発生していないことが確認できた。一方、J2とJ9誘導路エリアにおける検出率が改善策適用前よりも低下した。これは、位置計算に必要とする最低リモート局数を3局から4局に変更したことが影響しているものと考えられる。このため検出率の増加を図るには、これらのエリアに対してリモート局を追加することが有効

であると考えられる。

3.3 データ統合技術評価

マルチラテレーションおよびデジタル化したASDEを統合型監視インタフェース装置に接続してデータを取り込み、監視モニタ表示装置の空港面マップ上に航跡を記録して、データ統合技術の評価を実施した。

平成17年度の評価では、ASDEはデータの欠落が無く、変動も少なく安定に位置を検出していることが確認できた。一方、マルチラテレーションはデータの欠落が頻繁に発生しており、ASDEに比べて位置誤差も大きいことから、統合化データもこれの影響を受けてしまい、安定した航跡が得られていない状況であった。

これに対して本年度の評価では、前項で述べた改善策の適用によりマルチラテレーションの性能が向上したことから統合データも改善され、良好な航跡が得られるようになった。図7に各航跡データに対する前年度との比較を示す。この結果、ASDEの非検出エリアにおけるマルチラテレーションによる補完もスムーズに行われるようになり、相互補完の諸機能が正常に動作していることが確認できた。図8にASDE非検出エリアにおける相互補完の航跡例を示す。

実導入に対しては、

- ・両センサの各エリアにおける性能値を把握
- ・性能値に基づいた各監視データの重み付け
- ・関連パラメータの最適化
- ・悪天候でASDEの信頼性が低下した場合の処置等を検討していく必要がある。

表1 各エリアに対する改善策適用前後の性能値比較

エリア	検出率 (2秒間隔)		位置精度 (95%信頼性レベル)		追尾処理停止 (全データに対して)	
	適用前	適用後	適用前	適用後	適用前	適用後
A滑走路	99.9%	99.9%	29m	6.5m	23%	0.2%
B滑走路	99.8%	100%	No data	5.5m	35%	0.1%以下
C滑走路	99.9%	100%	63m	7.5m	20%	0.1%
J2誘導路	99.7%	99.3%	20m	12m	27%	0.3%
J9誘導路	99.2%	98.8%	26m	8.5m	24%	0%
欧州性能要件	99.9%以上		7.5m以下		—	

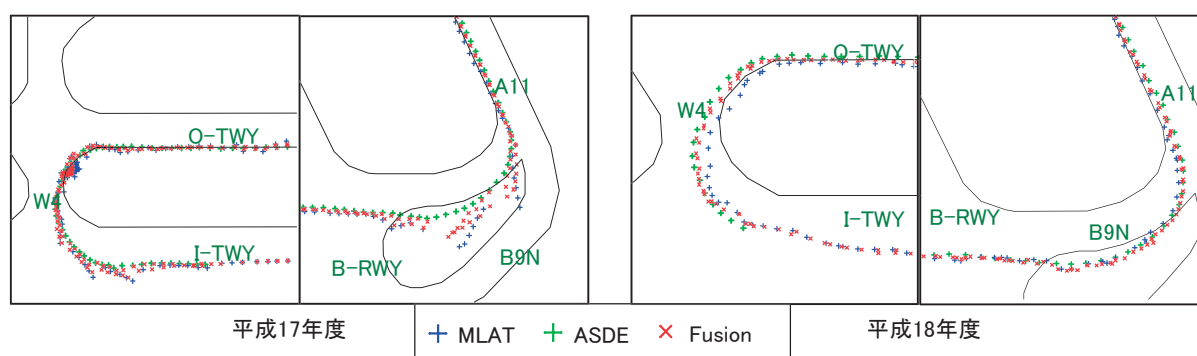


図7 各航跡データの前年度との比較

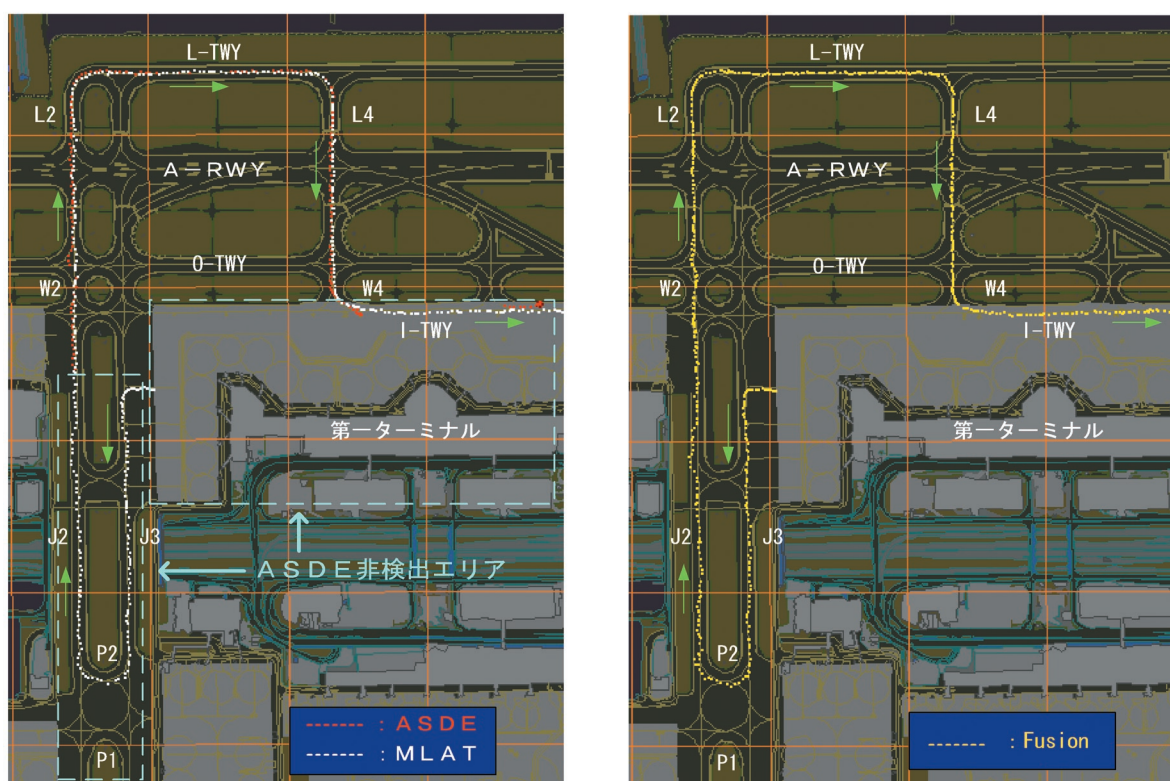


図8 ASDE非検出エリアにおける相互補完の航跡例

4. 考察等

本研究では、平成17年度の評価により判明した問題点に対する改善策を評価システムに適用して、評価試験を実施した。評価の結果、改善策適用前と比較してマルチラテレーションの性能が大きく向上し、一部のエリアを除き性能要件を満たしていることが確認できた。また、データ統合技術に関しても、相互補完を実現するための諸機能が正常に動作していることが確認できたことから、マルチラテレーションの実導入に向けての見通しを得ることができた。引き続き問題点の把握とその対策の検討を進めるとともに、信頼性の評価を行う計画である。

参考文献

- (1)宮崎, 二瓶, 古賀: “マルチラテレーション監視システムの評価実験” 2006電子情報通信学会ソサイエティ大会 B-2-30 pp260 2006.9
- (2)二瓶, 宮崎, 古賀: “統合型空港面監視システムの開発” 2006電子情報通信学会ソサイエティ大会 B-2-31 pp261 2006.9
- (3)宮崎, 二瓶, 他: “東京国際空港におけるマルチラテレーション監視システムの評価結果” 第7回電子航法研究所発表会概要, 平成19年6月

滑走路誤進入防止灯火システムの基礎調査委託【受託研究／空港整備勘定】

担当領域 A-SMGC_PT

担当者 ○二瓶 子朗, 松久保 裕二, 宮崎 裕己, 古賀 禎, 青山 久枝

研究期間 平成18年12月～平成19年3月

1. はじめに

航空需要の増大に伴い、空港面における滑走路への誤侵入事案が発生しており、我が国においてもこれら事案への対策が検討されている。航空の安全を確保するためには、このような重大事故につながる諸要因を予め除去することが必要である。この要因を防止するための安全対策として航空灯火を使用し、視覚による対策が有効であると考えられている。

米国においては、RIRP (Runway Incursion Reduction) の枠組みの中で、航空灯火を使用した滑走路誤進入防止灯火システム (RWSL: Runway Status Light system) の開発評価が進められており、滑走路誤進入防止灯火システムに関する基礎調査を国土交通省航空局航空灯火・電気技術室の委託研究として受託した。

2. 研究概要

RWSLは、誘導路から滑走路中心まで設置された滑走路入口灯 (REL: Runway Entrance Light) および滑走路中心線沿いに設置されている離陸待機灯 (THL: Take-off Hold Light) の2種類の灯火を使用し、空港面を監視する空港面探知レーダ (ASDE)、空港周辺のターミナル空域を監視する空港監視レーダ (ASR)、および航空機から送信されるACASやSSRのモードS応答を利用したマルチラテレーション (MLAT) の監視センサから得られる航空機位置データを基に、滑走路の使用状態を航空機および

車両の運航者に対して視覚的に情報提供することで、滑走路への誤侵入を防止するものである。このRWSLの運用に関しては、通常の管制業務を妨げることなく管制官の指示を補完することが大前提であり、各パラメータの選定については、シミュレーションにて決定していくことが必要となる。

3. 研究成果

今後導入が検討されている東京国際空港を模擬した灯火テストツールを構築し、RELおよびTHLの点灯／消灯制御ロジックと航空機位置を検知して点灯／消灯させる制御パラメータ値のシミュレーション評価を行った。この灯火テストツールは、米国の評価システムを参考にしており、平成17年度から東京国際空港において実施しているマルチラテレーションの導入評価で取得した統合型空港面監視システムのログデータを使って検証した。

・到着機によるRELの点灯／消灯条件

消灯条件の速度と再生したログデータによる着陸進入機が速度が合っていないため、想定していた速度設定より遅く、適切に動作しないことが判明。

・離陸機に対するRELの点灯／消灯条件

取得したログデータに含まれる高度データが正確でないため、RELの消灯制御が適切に動作しないことが判明。

・THLの点灯／消灯条件

点灯／消灯制御を検知するためのエリア設定が適切でないことが判明。

・灯火制御処理時間

ログデータを取得してから、航空機制御および灯火制御処理時間について解明した。

4. 考察等

東京国際空港への導入に際しては、独自のパラメータ値を決める必要があることが確認された。検証作業の中では、いくつかの問題点も出てきた。灯火テストツール側で監視データを取得してから点灯／消灯条件を判定する内部処理時間について、航空機の数値上昇と共に判定後の距離誤差

が大きくなることから、処理ロジックの更なる検討を進めていく必要がある。そして、設定パラメータについても明確な項目の規定がないことから、更なる検証や見直しが必要と考えられる。今後、この灯火テストツールでのパラメータ検証を行うためには、前項にも述べた課題についても解決し、より正確な監視センサによる3次元の位置データ（緯度、経度、高度）を使用することにより、THLおよびRELの最適なパラメータを決定する必要がある。

掲載文献

松久保他，：「滑走路誤進入防止灯システムの基礎調査委託受託報告書」，平成19年3月

3 機上等技術領域

I 年度当初の試験研究計画とそのねらい

平成18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. 携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究
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. SSRモードSの高度運用技術の研究
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. ミリ波センサを用いた空港面における落下物探索技術に関する研究
8. 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
9. 後方乱気流の研究
10. 小型航空機の安全運航支援に関する予備的研究

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は意図的に電波を放射する携帯電子機器(T-PED)の電波が機上装置に干渉する可能性について研究し、その結果をもとにT-PEDの航空機内での使用判定に必要なデータを航空局、航空会社、RTCA等に提供するものである。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SSRモードSシステムの地上局の識別番号の枯渇問題を解決する技術を開発するとともに、SSRモードSシステムを用いた動態情報の取得技術の機能および性能を検証するものである。5～10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はスケールモデルによりILSのコースベンドを最小化する具体的な方法を実験するとともに、シミュレーションプログラムの予測精度を向上させて、その方法が有効であることを解析的に実証するものである。7は滑走路等の地表面に落下している金属片やボルト等の物体検出に関する技術的検討を行うものである。

8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。9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。10. は、小型航空機の安全運航のために、飛行するすべての航空機が互いの位置がわかり、航空の安全に必要な情報を地上から航空機へ自動送信し、運航中の航空機上で表示・確認できる技術を開発するものである。

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記録部を製作した。また、ICAOのSCRSパネル会議におけるASASサブグループの活動に参加し、機上監視(Airborne Surveillance)応用に関する将来動向予測作業に参加するとともに、ARNS帯域内に設定されたGPS-L5信号周波数帯域について当研究所の実験用航空機を用いて測定した信号環境データをSCRSP作業部に報告した。携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究では、T-PEDの仕様調査、測定、分析、T-PEDの疑似信号発生法検討、航空会社からのEMI事例報告分析、およびRTCA等による検討状況調査を実施した。また、電波無響室内測定用プログラムを開発し、測定および解析の速度が格段に速くなった。なお、代表的な携帯電子機器を測定した結果、いくつかの携帯電子機器からRTCAの基準を超える電磁放射が見られることを確認した。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、時間検出方法として優れているDAC(Delay Attenuate and Compare)を改良して波形のより多くの点のデータを利用して時間検出する方法について検討した。この結果、従来のDACよりさらにマルチパス誤差は1/2程度に小さくできる可能性があることが分かった。また、マルチパス発生状況を把握するため、既存の物理光学的な手法に回折計算機能を組み合わせたシミュレーションプログラムを使用して電波伝搬のシミュレーションを行なうとともに、光ケーブルを使用した受動測位(OCTPASS)の評価のため、仙台空港B滑走路周辺において、測位実験を実施した。SSRモードSの高度運用技術の研究では、研究で使用する実験評価用SSRモードSシステムを製作した。航空機衝突防止装置の運用状況に関する研究では、平成17年9月に導入されたRVSM(短縮垂直間隔)空域運用におけるパイロットRAレポートを分析し、ICAO/SCRSパネル作業部会およびICAO/ASパネル作業部会に報告した。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

モデルを開発した。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、GS（グライドスロープ）モニタ反射板の必要最小面積を求めるため、反射波および周辺エッジからの回折波を計算したところ反射板の面積を1/2程度に減少できることが確認された。また、現在、我が国のGSは2周波送信方式で運用されているため、スケールモデル実験用の2周波GS送信装置を製作した。ミリ波センサを用いた空港面における落下物探索技術に関する研究では、レーダセンサの仕様を策定した。また、運用サイドからの意見をもとにセンサ構造を決定し、必要な素子の選定を行った。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、発話音声分析ソフトウェアのアルゴリズムの改善により、信号処理速度を従来比で1桁以上改善した。後方乱気流の研究では、11ヶ月にわたり52日間、ライダーを用いて後方乱気流の観測を実施した。その結果、風の風速と風向に後方乱気流が大きく影響されることがわかった。またデータ解析の効率化を図るため、解析プログラムの新規開発をおこなった。小型航空機の安全運航支援に関する予備的研究では、小型航空機の安全運航支援技術について海外動向調査と要素技術の調査、検討を行った。また、その実例として米国アラスカ州のキャプストーン計画に参加して、現地で飛行実験を行い、信号強度と電波伝搬に関するデータを取得した。

今年度は上記の10件の研究に加えて、以下に示す9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18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) 消防防災ヘリコプター広域応援基幹ルートに関する実証飛行事業における飛行実証試験支援
- (4) ヒューマンエラー事故防止技術に関する研究
- (5) 状況・意図理解によるリスクの発見と回避
- (6) モードSトランスポンダ信号品質調査委託

- (7) スケールダウンモデルによる羽田LDAの電波影響調査
- (8) 433MHz帯アクティブタグによる電磁放射に関する実測調査
- (9) LLZ積雪影響低減調査委託

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、飛行実験により、将来の衛星航法の構成要素になるGPS-L5の信頼性に影響する可能性がある干渉が見つかったため、RTCA SC-159/WG6へ実験結果を報告した。同作業部会はこの件を新たに討議課題に設定するとともに、当研究所に継続して資料の提供を求めた。今後の研究成果や測定結果の提供により、安全で高性能なGPS受信機の実現に寄与できると期待される。携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究では、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作業に成果が活用されている。

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。JTIDS関連の成果は国土交通省と防衛省との協定書協議に活用される予定である。スケールダウンモデルによる羽田LDAの電波影響調査は、羽田空港の新滑走路増設に係るLDA施設の整備計画の策定に活用される予定である。433MHz帯アクティブタグによる電磁放射に関する実測調査は、航空貨物の効率的な流通を図るために期待されているアクティブICタグの導入を検討するとき、成果が活用されることが見込まれている。

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。

（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】

担当領域	機上等技術領域
担当者	○小瀬木 滋，大津山 卓哉，古賀 禎
研究期間	平成17年度～平成21年度

1. はじめに

将来の搭載無線機器については、性能要件を定める一方で、将来の運用環境やその中で性能の予測が必要である。特に、航空無線航法用の周波数割当拡大は困難であり、新

旧の無線機器が周波数帯域を共用する運用環境や地理的条件など国情を配慮した予備調査や予測手法が必要である。

早急に解決を要する課題として、ADS-B、GPS-L5、GALILEO-E5など導入時期が近づきつつある新しい広帯

域信号や信号使用量の増加への対策がある。特に、周波数を共用する各種航空航法無線機器との相互干渉や性能劣化について効果的な測定手法や予測手法を開発し、これらの円滑な導入に備える必要がある。米英独の各国は独自の手法を開発中であるが、対象に軍用信号も含まれるため詳細は非公開であり、我が国の信号環境に即した方式の独自開発が必要である。

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

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

2. 研究の概要

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

本研究は5年計画であり、平成18年度は2年度目である。平成18年度は、主に下記のことを行った。

- ・航空無線航法周波数帯域利用動向とASAS要件調査
- ・広帯域電波信号環境測定装置の製作
- ・ARNS帯域内の電波信号環境予測手法の開発
- ・広帯域一括測定精度と予測精度の検証実験
- ・航空局への技術支援への途中成果の活用

3. 研究成果

3.1 航空無線航法周波数帯域利用動向とASAS要件調査

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

将来のARNS帯域における電波利用に大きな影響を与える機器として、ASASに着目した。ASASはADS-Bな

ど監視用データリンクを使用し、位置情報源として既存のDMEや新しいGNSSの活用が必要とされている。また、さらに将来のASASは空地連携運用を実現するためにCPDLCなど空地データリンクの活用が期待されている。米国ではLDL（L-band Digital Link）など新しい航空管制用データリンクも提案されており、ARNS帯域内への周波数割り当てが検討されている。これらの電波信号発生量は、ASAS応用方式を基に定められるASAS性能要件や応用方式の想定運用シナリオにより導出される。

ICAOのSCRSパネル会議におけるASASサブグループの活動に参加し、ASASの要件調査とともに技術的課題に関する報告の作成に寄与してきている。平成18年度は、特に、機上監視（Airborne Surveillance）応用に関する将来動向予測作業に参加した。同サブグループは、その結果を基に、ICAOの将来作業計画（AS timeline報告書）作成作業に参加し、同パネル会議の作業部会に提出した。報告書はICAO/ANC会議に提出され、ANCによる今後のASP会議の作業計画に反映された。

このほか、ARNS帯域内に設定されたGPS-L5信号周波数帯域について当研究所の実験用航空機を用いて測定した信号環境データを第10回SCRSP作業部会に報告した。測定データにはATCトランスポンダの帯域外放射が記録されているが、従来の予想値の範囲内であることを確認できた。また、第1回ASP作業部会では、当研究所の信号環境記録実験機器について紹介し、同様の装置を持つ欧米研究機関担当者と意見交換した。

また、ASAS-RFG（Requirement Focus Group：要件検討会議）に参加し、ASAS運用方式の定義や安全性分析の検討に参加した。この会議は、米国FAA/EUROCONTROL共同研究開発プロジェクトAction Plan 1により開始され、現在は日豪露を加えてRTCAとEUROCAEによる合同作業部会となっている。その成果は、ICAOのASパネル会議にも報告され活用される見込みである。この会議に参加し、ASAS運用要件を調査した。

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

本研究では、これらの調査結果をまとめ、当研究所の研究発表会などで報告した。欧米ともNEXTGENやSESA

などの将来計画検討にて2020年頃の空域運用にはASASの導入可能性を指摘している。ここ数年は動向の変化が非常に激しいと見込まれ、今後とも、注意深い調査が必要である。

3.2 広帯域電波信号環境測定装置の製作

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

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

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

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

3.3 ARNS帯域内の電波信号環境予測手法の開発

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

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

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

3.4 広帯域一括測定精度と予測精度の検証実験

平成18年度は、既存の実験装置を組み合わせで製作した予備実験用測定機器を用いて、当研究所内で短時間の測定データを取得し、前年度に開発方針を定めた広帯域信号の一括測定分析手法を検証した。

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

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

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

以上のデータは、GPS-L5帯域内の干渉信号分析に関連する受託研究等により活用された。今後の実験により、定量的な分析が必要である。

3.5 航空局への技術協力

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

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

4. 考察等

ARNS帯域の電波信号環境は、その利用者である航空機の運用方法の影響を受ける。GNSSの一部となるGPS-L5が実現されると見込まれる2014年以降は、GNSSやその情報を活用するASASの導入が予想され、航空機搭載品やその運用方式が大きく変わる時期と予想される。このため、2015年以降は信号環境にもその影響が現れると見込まれる。

最近では、RTCA SC186やASAS-RFGなど多くの会議でそれぞれの目的に応じてASAS関連の技術課題が議論されるようになり、研究の進展が著しい。特に今後数年間はASAS運用方式に関する検討結果が出始める時期であり、

今後とも ASAS要件の調査を継続する必要がある。

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

掲載文献

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

携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究【重点研究／一般勘定】

担当領域	機上等技術領域
担当者	○山本 憲夫, 米本 成人, 山田 公男
研究期間	平成18年度～平成20年度

1. はじめに

携帯電話や通信機能付きパソコン等意図的に電波を放射する携帯電子機器(Transmitting Portable Electronic Device: T-PED)は、従来の機器より一般に放射電波レベルが高く、航法装置、通信装置、操縦装置等の機上装置に電磁干渉障害(EMI)を与える可能性が高い。この電磁干渉に関してはこれまでほとんど研究されておらず、T-PEDからの電波放射特性、機内電波伝搬特性、機上装置への干渉の可能性及びT-PEDの機内使用基準等に関する研究が

望まれている。

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

本研究の目的は、T-PEDの電波が機上装置に干渉する可能性について研究し、その結果をもとにT-PEDの航空機内での使用判定に必要なデータを航空局、航空会社、RTCA等に提供することである。このため、T-PEDから

の電波放射、電波の機内での伝搬・分布特性、機上装置への干渉経路等に関して調査・研究する。なお、最近のT-PEDは使われている周波数、伝送帯域、変調方式等が従来とは異なるものが多く、その電波による機上装置への干渉の可能性検討は世界でもこれまでほとんど行われていないため革新性、先導性が高い。また、この検討には航空会社から提出された電磁干渉障害報告等を活用する。

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

2. 研究の概要

本研究は3年計画であり、平成18年度は初年度である。各年度の主たる研究の実施概要は以下のとおりである。

平成18年度 携帯電子機器の仕様分析、測定

平成19年度 航空機内電波環境、耐電磁干渉特性分析

平成20年度 電波検知器試作、耐電磁干渉指針案作成

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

3. 研究成果

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

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

図1に測定した玩具、図2に玩具から放射される電波の電界強度を示す。図2に示す青線は米国航空無線技術協会(RTCA)の文書160Eに記載されている電磁放射基準であ

る。この玩具においては通信に使用している27MHz、および2倍高調波成分で電磁放射基準を大きく超える電磁放射が見られた。その他にも機内で使用される可能性のある代表的なT-PEDや電波を放射しない携帯電子機器に関して測定を実施した。

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

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

航空会社からのEMI事例報告は平成18年の間に22件であり、平成16年32件、17年48件と近年の増加傾向に対して比較的少ない結果となった。昨年までの障害報告の内容とその傾向から比較すると、今年度は主に携帯電話の影響が疑わしいという報告が多かった。しかしながら、関連性の高いと疑われる事例は5件と少なかった。

本研究の成果はRTCAおよびいくつかの研究発表とし



図1 超小型ラジコンカー

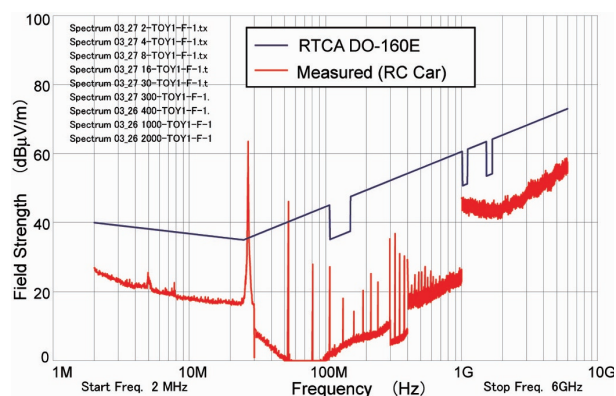


図2 超小型ラジコンカーの電磁放射

て報告している。また、これらの知見を生かし、北海道大学との共同研究を締結した。

4. まとめ

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

代表的PEDを測定した結果, いくつかのT-PEDから

RTCAの基準を超える電磁放射が見られることを確認した。

次年度以降はこれらの電波を受ける航空機側の分析を進める予定である。

掲載文献

山本 憲夫他「旅客が持ち込む電子機器による航空機への影響」, 平成18年度(第6回)電子航法研究所研究発表会講演概要, pp41-44, 平成18年6月

無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究【重点研究／一般勘定】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○田嶋 裕久, 古賀 禎, 小瀬木 滋

研究期間 平成16年度～平成19年度

1. はじめに

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

2. 研究の概要

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

3. 研究成果

3.1 マルチパス誤差を低減する測距方式の検討

平成16年度と17年度に時間検出方法として, DAC(Delay Attenuate and Compare)と相関を使用する方法について比較検討した。相関法はGPSでも使われている方法で, 基準波形と受信波形の相関を指定した比較的広い範囲の波形データを使用して計算するため, 雑音の影響は受けにくい特徴がある。しかし, マルチパスによるひずみの影響はあるため, GPS受信機でも使われているマルチパスの影響が比較的少ないとされるナローコリレータの究極のものに相当する相関値のピークを求める方法を使用した。これに対して, DACはパルス波形の初期の部分を使用して時間検出処理を行うため, 遅れて到着するマルチパスの影響は軽減され, 相関を使用する方法よりもマルチパス誤差は1/2以下に小さくなった。しかし, 短い遅延時間のマルチパスの影響はある程度残る。また, DACは受信パルス波形の2点を使用して時間検出するため, 波形の所定の範囲のデータを使用して処理する相関法と比べてノイズの影響を受けやすく, S/N(信号対雑音比)が低くマルチパスが少ない場合, 相関法より誤差が大きい場合があった。そこで, DACを改良して波形のより多くの点のデータを利用して時間検出する方法について検討した。送信機のRF送信信号波形データをデジタルオシロスコープにより記録し, この波形データを基にして数値計算シミュレーションによりマルチパス誤差特性を算出した。マルチパスの状態を示すパラメータとしてはM/D比(Multipath to Direct signal level ratio), 直接波に対するマルチパス波の遅延時間と搬送波の位相差がある。これらのパラメータを変えな

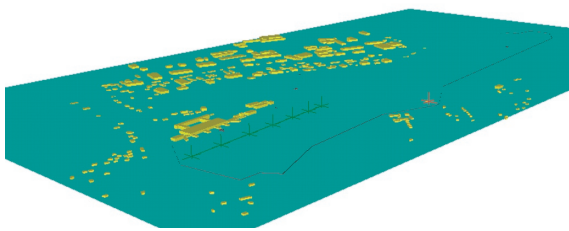


図1 仙台空港の障害物データ

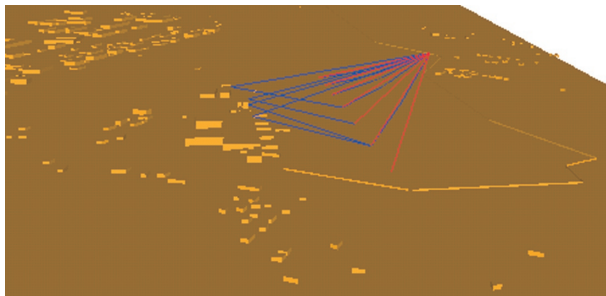


図2 地面と建物による反射状況

がらDACと改良した方法を比較した結果、DACよりさらにマルチパス誤差は1/2程度に小さくできる可能性があることが分かった。しかし、S/Nが悪い場合の誤差や処理が複雑になるため演算量が多くなるなどの問題があり、さらに検討が必要である。

3.2 マルチパスシミュレーション

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

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

図3に誘導路上の送信点の位置を変化させた場合の受信点において受信される信号の状態を示す。赤で示す直接波は、直後に到達する青の地面反射波が重なっているが、さらに遅れて建物等によるマルチパス波があることが分かる。

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

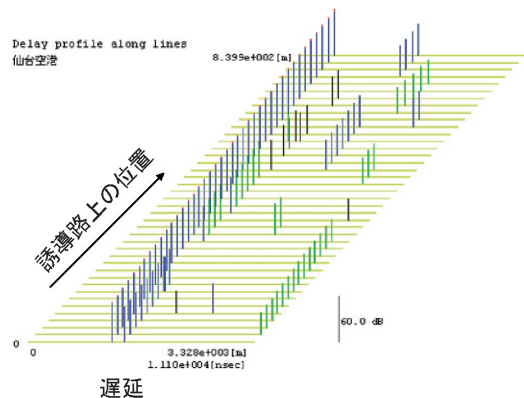


図3 遅延プロファイル（誘導路上）

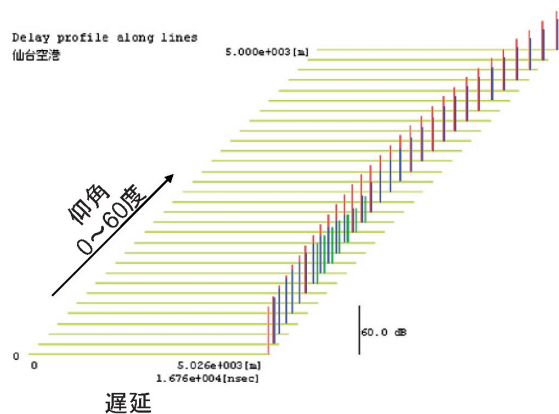


図4 遅延プロファイル（遠方、仰角0～60度）

3.3 仙台空港における実験

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

4. 考察等

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

実験を行った仙台空港の電波伝搬状況を模擬して、マルチパスのシミュレーションを行った結果、空港面上に航空

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

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

掲載文献

- (1) 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

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

SSRモードSの高度運用技術の研究【重点研究／空港整備勘定】

担当領域	機上等技術領域
担 当 者	○古賀 禎，宮崎 裕己
研究期間	平成18年度～平成22年度

1. はじめに

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

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

場合、重複覆域において、航空機の連続的な監視できなくなる。このため、地上局間でⅡコードの割当を調整する技術が必要となる。

2. 研究の概要

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

- (1) SSRモードSの動態情報の取得技術を開発し、その機能および性能を検証する。
- (2) 地上局の識別番号の枯渇問題を解決する技術のうち、個別調整技術を開発し、その機能および性能を検証する。

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

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

きる。

2. 研究の成果

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

2.1 実験評価用SSRモードSの製作

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

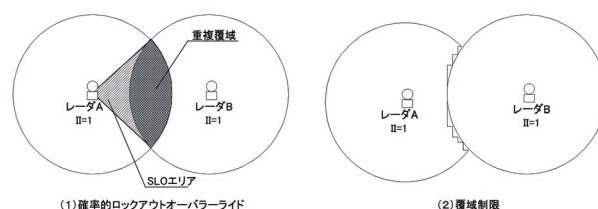
- ・確率的ロックアウトオーバーライド（Stochastic Lockout Override：SLO（機能

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

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

- ・覆域制限機能

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



ドSはこれら

- ・動態情報の取得機能

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

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

2.2 SSRモードS岩沼局による在空機の監視

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

3. まとめ

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

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】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○小瀬木 滋，大津山 卓哉，住谷 泰人（通信・航法・監視領域），
白川 昌之（研究企画統括）

研究期間 平成17年度～平成19年度

1. はじめに

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

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

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

当研究所は1992年に試験評価用規格のACASが日本に導入されて以来、警報発生後にパイロットが記載するRAレポートを用いてデータベースを構築し、ACASの改良に活用してきた。本研究では、次の目標を設定した。

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

2. 研究の概要

本研究は3年計画であり、平成18年度は2年度目である。平成18年度は、主に下記のことを行った。

- ・ ACAS-II運用モニタリングと国際共同評価の支援
- ・ ACASの動作予測手法の維持改良
- ・ ACAS信号環境シミュレーションツールの開発
- ・ 航空局への技術支援

なお、平成18年度は、行政当局から詳細な調査を依頼される事例は発生しなかった。

3. 研究成果

3.1 ACAS-II運用モニタリングと国際共同評価支援

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

特に、不要警報を著しく軽減している。

平成18年度は、平成17年9月30日に導入されたRVSM空域運用におけるパイロットRAレポートを分析し、第10回ICAO/SCRSパネル作業部会および第1回ICAO/ASパネル作業部会に報告した。報告では、日本国内空域にRVSM運用が導入される前後のデータを比較した。高々度のRVSM空域におけるRA発生傾向等に若干の変化が見られるが、前回のACASアルゴリズムバージョン改定と比較すると影響は遙かに小さい。まだ統計的に十分な数のデータとはいえず、今後の継続したデータ収集と分析を必要としている。

ICAO/ANCは各パネル会議に作業状況の報告を求め、その内容に応じたパネル会議の再編成を検討中である。ASパネル会議では作業状況報告をまとめるに当たり、ACAS運用調査に関する項目を記載した。当研究所の運用調査活動について作業部会座長に報告し、その内容はANCへの作業状況報告に反映された。

3.2 ACASの動作予測手法の維持改良

ACASの遭遇状況について行政当局から詳細な調査を依頼される事例が発生した場合、または、ACASアルゴリズム改訂版を性能評価する場合、ACASの動作状況を詳細にシミュレーションする必要がある。

この目的で使用可能なシミュレーション環境は、これまでにワークステーション上にて開発済みであるが、計算機の老朽化などの問題が発生していた。そこで、シミュレーションに関するノウハウの維持・改良と使用機材の更新のため、シミュレーション環境をPC-UNIX環境に移植し、今後も継続して行政要望に対応できるよう機材を整えた。平成18年度はその動作試験を継続した。

3.3 ACAS信号環境シミュレーションツールの開発

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

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

平成18年度は、前年度のACAS干渉制限方式や監視機能のICAO規格等調査結果を基に、ATCトランスポンダ等関連機器の信号送受信モデルを開発した。これにより、ACAS干渉制限方式を考慮した信号環境シミュレーションのためのソフトウェアを作成するためのモデルが得られた。

3.4 航空局の技術支援

航空局への技術支援として、ICAOのASパネル会議作業部会に関する調査に協力した。会議では、ACASの運用性能に大きく影響するATCトランスポンダの不具合情報の交換など、航空局が必要とする今後の調査活動について米豪の担当者との調整を技術支援した。

4. 考察等

ACASのように実用化直後の普及期の装置については、開発中には十分検証できなかった実環境における挙動を知る必要がある。ACASは1990年代前半の運用モニタリング結果を基に1998年に改良が行われたが、本研究によりその効果を明確にしつつある。しかし、RVSMなど新しい空域運用や管制指示との整合性の確認など残された課題もある。

ICAOやRTCAにおいてACASアルゴリズムの追加改良が検討されており、次回ASパネル会議を目標に標準化される見込みである。また、日本空域にもRVSMが導入されるなど、ACASの運用性能に影響がある変化が見られる。今後とも、ACASの運用性能に関する調査を継続する必要がある。

掲載文献

- (1) Y. Sumiya, et. al.: “ACAS II Operational Monitoring Report on the effect of RVSM in Japan”, SCRSP WG-A10-19, May, 2006

- (2) 住谷泰人他:「ACASアルゴリズム移行期のRAレポートへの主成分分析の適用」, 日本航海学会 第113回春季講演会, 2006年5月
- (3) 住谷泰人他:「RAレポートに基づくTCAS IIの運用モニタリング」, 日本航海学会学会誌No164, pp.63-69, 2006年6月
- (4) 住谷泰人他:「ACASアルゴリズム移行期のRAレポートへの主成分分析の適用」, 日本航海学会 論文集 第115号, pp.153-162, 2006年9月
- (5) S. Ozeki, et. al.: “Part of ASP status report for ANC on ACAS monitoring on its implementation and operation”, contribution for SCRSP status report for ANC meeting, September, 2006
- (6) Y. Sumiya, et. al.: “ACAS II Operational Monitoring Report on the effect of RVSM in Japan, Second report of 2006”, ASP01-25, November, 2006
- (7) 住谷泰人他:「RAレポートに基づくACAS IIのアルゴリズムバージョン7の改訂効果」, pp.1-13, 電子航法研究所報告No.116, 2007年1月
- (8) 住谷泰人他:「RVSM導入によるACAS回避アドバイザリへの影響の一検討」, 信学技報 SANE2006-135, 2007年2月
- (9) 住谷泰人他:「垂直短縮間隔運用後の航空機衝突防止装置の動作への影響」, 第7回電子航法研究所研究発表会講演概要, 2007年6月

スケールモデルによるILS高度化のための実証的研究【指定研究／空港整備勘定】

担当領域	機上等技術領域
担当者	○横山 尚志, 朝倉 道弘, 田嶋 裕久
研究期間	平成17年度～平成19年度

1. はじめに

低視程時に行われるCATⅢ (CategoryⅢ) の運航は、わが国では1995年より3空港で開始された。また、2007年から広島空港と青森空港でCATⅢの運航が予定されている。特に、青森空港では積雪時に生じるコース偏位の規定値の逸脱防止が緊急の課題である。また、東京国際空港の再拡張計画では、朝夕の離発着機の渋滞緩和及び将来の航空交通量の増加に対処するため、B滑走路と多摩川河口に新設されるD滑走路に対してLDA (Localizer Directional Aid) 方式を採用した同時平行進入が実施される。このような着陸システムの高度運用の拡大に伴って空港独自の技

術的課題が増える傾向にあり、行政当局からの委託の件数が増加している。

本研究は、行政当局からの要望に的確に応えるため、当所の施設を活用して効果的に研究を実施する。

2. 研究の概要

本研究は3年計画で、次の研究を実施する。

- イ) 17年度にLDA方式のためのLLZアンテナ設置方法
ロ) 18年度にGPモニタ反射板の最小面積の解析
ハ) 19年度に積雪時のGP反射面の除雪基準の緩和
本年度は、2年次として、ロ)の研究を実施する予定で

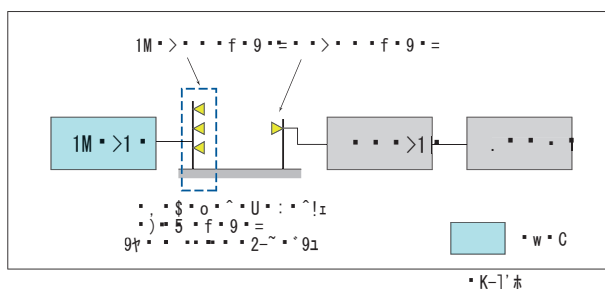


図1 FFM評価装置の改修

あった。当初の計画は、GPモニタ反射板の有効面積に係るシミュレーション、GP送信装置の改修とモニタ反射板の模型製作、反射板模型を用いたスケールモデル実験を予定していた。しかし、2周波GP送信装置の改修経費が2割ほど不足したので、その分を模型製作費から充当した。このため、模型製作とそのスケールモデル実験については次年度に実施することとした。

3. 研究の成果

3.1 GPモニタ反射板の有効面積の計算

GPモニタ反射板は当所が考案した舗装面19cmの厚さの反射板で、これを用いると雪の融雪時の変動が改善され、モニタが安定化する^[1]。更に、費用対効果の観点から、反射板の面積を最小化することが行政当局から要望されている。

そこで、GP反射板の外周エッジからの回折波を解析した。モニタの入力信号は、直接波、反射波および外周エッジからの回折波より計算すると、モニタアンテナは高さか

固定されているので、反射板の面積を0.5倍に減少できることが解析的に確認された。

3.2 2周波GP送信装置の製作

現在、我が国のGPは前方反射面の凹凸の影響が少ない2周波方式が使用されている。そこで、GP送信装置を1周波から2周波方式に改修した。図1に改修部分のブロック図を示す。送信装置は以下の機能を有する。

イ) 送信部は、既存の1周波方式LLZ/GP送信装置と今回製作するCL送信装置より構成される。CL送信装置は、既存のRF発振周波数より+8 KHz (ICAO勧告は8 KHz) 離れた9.600008GHzを発振する。

ロ) 空中線ネットワークは、DIR送信装置(既存の送信装置)のCAR信号、SB信号及びCL送信装置からのCL信号を入力し、2周波Mアレー方式の放射パターンを形成するため信号の分配合成並びにUPPER、MIDDLE及びLOWER空中線に所定の振幅と位相を出力する。

4. まとめ

本年度に製作した送信装置を用いて、次年度には反射板の最小化のスケールモデル実験を実施し、解析結果の妥当性を確認する予定である。

掲載文献

[1] 横山他, “融雪変動を最小化するGPモニタ特性,” 第6回電子航法研究所研究発表会, 2006.6.1

ミリ波センサを用いた空港面における落下物探索技術に関する研究【指定研究／空港整備勘定】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○米本 成人, 山本 憲夫, 山田 公男

研究期間 平成18年度～平成20年度

1. はじめに

空港面においては、航空機や地表面を移動する移動体、もしくは外部からの飛来物等、不意の落下物が存在することがある。このような落下物は空港面の安全確保のため取り除かれなければならないが、現状では1日2回の作業員による目視検査であり、夜間や悪天候時には、作業員の労務・監視コストの増大を招いている。

その他にも、空港内での航空機の故障等により、損傷した機体の一部が吹き流されることもあり、このような重大なインシデント時には、長時間に渡る滑走路閉鎖等、深刻

な経済的損失を被る場合がある。このような背景の下、空港面の落下物探索技術に関するニーズが高まっており、非常に分解能の高いミリ波センサは候補として有望視されている。

本研究は滑走路等の地表面に落下している落下物検出に関する技術的検討を行う。具体的には、滑走路端に設置もしくは検査用車両に搭載でき、かつ得られたデータを瞬時に処理し、物体の存在を車両内部、あるいは外部の施設にて認識可能な形で表示することが可能なミリ波センサシステムに関する要素技術を確立することである。

2. 研究の概要

本研究は3年計画であり、平成18年度は初年度である。各年度の主たる研究の実施概要は以下のとおりである。

平成18年度 ミリ波センサの仕様要件抽出

平成19年度 ミリ波センサの試作

平成20年度 センサのフィールドテスト

平成18年度においてはミリ波センサの仕様を決定するために、広範囲探索手段、微小対象物検出手法、およびレーダ回路に関する検討を実施した。

3. 研究成果

初年度はミリ波センサを製作するための仕様要件を抽出することとした。国土交通省航空局運用課からの要望を聞き取り調査し、以下のような要件を必要事項として抽出した。

- ・空港面設置型でかつ脆弱構造を有すること
- ・24時間運用可能なシステム
- ・比較的低コストで運用可能なこと。

羽田空港等の重要な空港においては、常時空港面を監視して、さまざまなインシデント時においてできるだけ早く情報を収集し、現状を回復することが重要となる。そのため、空港面設置型が好ましい。また、空港面に設置する際には航空機や作業車両等が接触した際にそれらを損傷しないよう容易に壊れる脆弱性が必要となる。当然ながら24時間運用可能で、その導入から維持管理までのコストは低いほうが好ましい。

上記のような案件を運用サイドからの必要要件としてシステム設計を行った。まず、これらを実現するためのセンサ単体の性能を見積もる必要がある。そこで広範囲探索、微小対象物検出手法に関する検討を行った。

広い角度範囲での運用を考慮する際には、レーダビームを走査する必要がある。走査方式としては大別して機械式と電子式の2種がある。この場合、メンテナンス性を考えるとフェーズドアレイ方式などが有利であるが、現存する同周波数帯の有効なアンテナはない。また、その構造上90度を超えるような広い角度にはアンテナ一基では適応が難しい。よって、機械走査式を選択することにした。

レーダの送受信部や信号処理部等は金属製が主であり、比較的高価であることから、地中埋設することとし、地中で絞られたレーダビームを上方に打ち上げ、プラスチック鏡を回転させることで広角度走査を実施する方式とした。万が一、空港における移動体がセンサに接触した場合においても、破損するのは比較的安価なプラスチック鏡とそれを支えるプラスチック部材となることから、運用、維持、交換コストの削減が大幅な期待される。

また、微小物体を検出するためには波長は短いほうが好ましいが、実運用への適用を考慮した場合、現実的に入手が容易な素子を用いたほうがより経済的である。よって、国内では自動車用に利用されている76GHz帯のミリ波素子を使用することとした。レーダの変調方式はエネルギーの利用効率が高いFMCW方式とすることで、自動車用と相当する送信電力とすることができ、素子の共通化が可能となる。自動車用と異なり、空港面用レーダは微小な物体を認識するために非常に高い距離分解能が必要となる。そこで、昨今欧州においてミリ波レーダ用に割り当てられた78～81GHz帯を含む、76-81GHzを放射できる構造とすることで、従来型レーダの十倍以上の距離分解能を得られる構造を検討した。また、このような広帯域の送信信号の場合、信号の純度が測距性能に多大な影響を及ぼすため、デジタルシンセサイザと位相比較によるフィードバックを用いて周波数安定度を向上させるよう考慮した。

それらを踏まえて、来年度ミリ波レーダのフロントエンドを試作するための回路構成を検討した。現在入手可能なミリ波回路素子の中から、仏国UMS社製のミリ波素子を選定した。周波数は外部信号発生器によって供給することとし、内部に位相比較制御器を組み込むことで高品質のミリ波出力を提供する。受信系統はホモダイン検波方式であるため、通常空港内で使用されているVHF等の信号からの電磁干渉を防ぐ目的で100MHz以下の帯域幅とすること、すべての電子回路を地中埋設することで、周囲環境からのノイズの影響を低減することとした。

またこれら送受信系の制御器をAD、DA変換器とプログラム可能な素子（FPGA）を用いることで、制御ハードウェアを安価に構築し、かつ将来的なソフトウェア仕様の変更の際に容易に更新できるような構造とした。

これらの成果を基に来年度ミリ波レーダフロントエンドの製作を実施する予定である。これらのシステム製作は、当初独国ウルム大学マイクロ波工学研究所、仏国国立科学研究センター・ニース・ソフィアアンティポリス大学電子アンテナ通信研究所との共同開発で製作する予定であったが、諸般の事情により、両者からの部品調達が困難となったため、国内にて調達する予定である。

その他、本研究は昨年度まで実施された重点研究「ヘリコプタの障害物探知・衝突警報システムに関する研究」および基盤研究「ルーネベルグレンズを利用した航法装置に関する研究」を受け、発展させたものであり、いくつかの研究発表、特許出願、登録が実施された。また、これらの知見を生かし発展した形として海上技術安全研究所、株式会社レンスターとの共同研究を締結した。

4. まとめ

本年は主としてレーダセンサの仕様の策定を実施した。運用サイドからの意見をもとにセンサ構造を決定し、必要な素子の選定を実施した。

次年度以降はこれらの成果を元にセンサモジュールの開発を行う予定である。

掲載文献

“Performance of obstacle detection and collision warning system for civil helicopters”, Enhanced and Synthetic

Vision 2006, Proceedings of SPIE, 6226-08

“On flight test of a millimeter wave radar for obstacle detection radar”, PIERS 2006, Tokyo, pp.100

「光とミリ波を反射する全方向性誘電体レンズ反射器」, 信ソ大, B-1-22

“Fresnel reflector antennas for MM-wave helicopter obstacle detection radar”, EuCAP2006, 2A4, Nice, France

“Millimeter-wave radar for rescue helicopters”, IEEE ICARCV 2006, Singapore

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】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○塩見 格一, 金田 直樹, 瀬之口 敦 (ATM領域)

研究期間 平成16年度～平成19年度

1. はじめに

本研究は、ヒューマン・パフォーマンスをリアルタイムに監視し、その監視結果をフィードバックすることによりヒューマン・エラーの発生を低減させることを可能とするシステム開発を目的として進めている。より具体的に述べれば、発話音声により発話者の覚醒度を評価することにより、その発話者がヒューマン・エラーを起こす可能性の増大を監視する、最上流の予防安全装置の実現に資することを目的としている。

当所では、1998年の発話音声のカオス性と発話者のストレス状態との相関を発見して以来、発話音声分析技術の高度化を目的とした研究を進めて来た。当所が、航空管制業務や航空機運航業務の支援等に係る研究を主な業務としていたため、また本研究が人間工学や医学の知識を要するものであったため、平成14年頃までは、必ずしも研究開発を効率的に進めて来ることはできなかったが、平成15年以降、鉄道総合技術研究所や東北大学医学部の研究者を共同研究者として得ることができ、研究を著しく効率的に進めることが可能となった。

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

2. 平成18年度実施概要と今後の課題等

2.1 信号処理ソフトウェアの機能向上

発話音声分析技術の高度化は主に信号処理ソフトウェ

アの改善により実施しており、平成18年度には、平成17年度に信号処理速度を従来比で1桁以上改善したアルゴリズムにおいて、算出する診断値（指標値、脳活性度指数値、CEM値）に対して従来以上の信頼性を実現した。

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

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

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

ら、信号処理速度の改善等として進めることが可能になっている。

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

2.2 機能評価実験等

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

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

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

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

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

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

3. おわりに

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

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

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

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

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

共同研究者においては数種類の試作品も製作されており、これらの評価実験により新たな問題点も幾つも明らかになってきたが、本研究開始時にはトラックにも積めない程のシステムを利用しなければ10秒間の発話音声の処理を10秒で終えることはできなかったが、最新の試作装置(cereameter: CErebral REsource & Activity Measurement Equipment)は、重量10kg以下、消費電力100W以下で、3～5秒の発話音声を5秒程度で処理することが可能になっている。診断値の精度はその利用目的に依存する

が、例えば、過労の判定を目的とすれば、安定な診断値を得るための必要なデータサイズも発話音声としては5秒程度で十分なものとなっている。

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

掲載文献

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

後方乱気流の研究【指定研究／空港整備勘定】

担当領域	機上等技術領域
担 当 者	○加来 信之
研究期間	平成18年度

1. はじめに

小型航空機の運航は、大型航空機が中心となっている大空港では、大型航空機の運航の隙間を利用している。しかし、大型航空機に引き続いて航空機を離陸させる場合、航空機の主翼から生じる後方乱気流による影響を回避するため、後続機の大きさにより離陸間隔時間を区別する後方乱気流管制方式が採用されている。

航空機の運航を制限する後方乱気流の存在を検出することが可能ならば、後続機の待機時間を短くし、混雑空港においても効率的で安全な運航を確保することが可能となる。このことから当研究所では航空局の要望により、「大空港における効率的な運航を確保するための後方乱気流に関する研究」において、レーザを用いた後方乱気流検出装置(ライダー)を開発した。

今年度は、この後方乱気流検出装置を用いて、多様な気象条件における後方乱気流を観測した。

2. 研究の概要

本研究は「大空港における効率的な運航を確保するための後方乱気流に関する研究」に引き続く1年計画であり、11ヶ月にわたり52日間の観測を実施した。またデータ解析の効率化を図るため、解析プログラムの新規開発をおこなった。JAXA,東北大学との共同研究では、仙台空港

の気象観測をヘリコプタと2台のライダーを用いて実施した。

3. 研究成果

52日間の観測により881機の後方乱気流データを取得した。B767が334機、B737などの小型機が547機である。

データ解析の効率向上のために、取得データを50cmメッシュ単位に補間し、渦の位置を半自動的に検出する解析プログラムを製作した。これにより渦位置を検出して、渦の大きさと強さを効率的に求めることが可能となった。

270度方向(山側)に離陸した240機のB767データを、

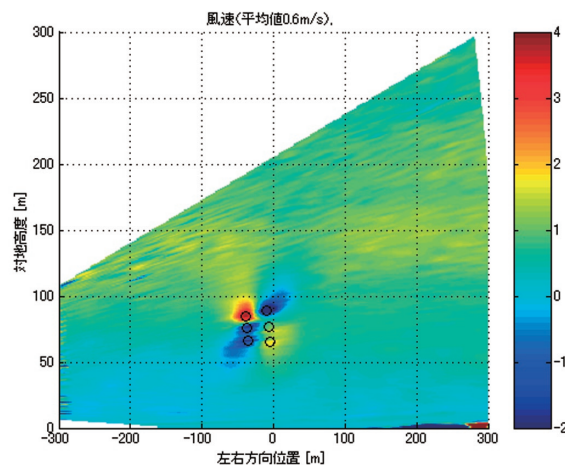


図1 後方乱気流の観測例

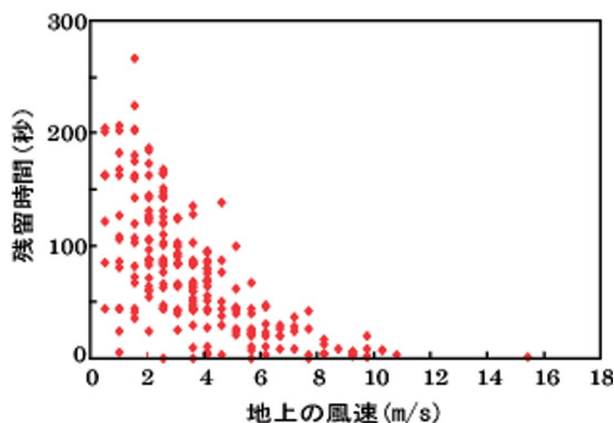


図2 後方乱気流の残留時間

この解析プログラムを用いて解析した。後方乱気流をグラフ化した結果を図1に示す。風速が3 ktで風向は一定でない気象条件のときのデータで、左側からレーザが照射されている。暖色系がライダーから見て追い風を、寒色系が向かい風を表している。右側の渦は左回りで、左側の渦は右回りで渦を描いている。このデータのように風向が定まらない条件では、渦は下方に落ちてゆき、左右に分離していく。これに対し、風向が定まるときは両渦とも風に流されて滑走路から離れていく。

風によりどのように変化するか、240機のB767データを用いて、渦の残留時間と100m移動する時間とを求めた。

図2に残留時間を、図3に移動時間のグラフを示す。

図2に示すように、地上の風速が6 m/s以上あると、後方乱気流は50秒以内に消滅している。これは後方乱気流が消滅するまでの時間を目視で確認した時間で、もし後続航空機に対する危険な渦強度が明らかになれば、さらにこの残留時間は短くなると考えられる。

滑走路に対して横風成分が存在する場合、後方乱気流は滑走路の横方向に流されていく。図3は滑走路に対して直

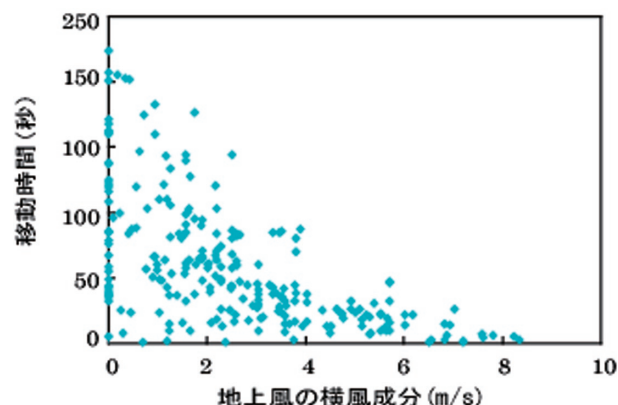


図3 後方乱気流の移動時間
(滑走路中心から100m離れるまで)

角成分の風速に対する、滑走路中心から100m離れるまでの移動時間を示している。横風成分が4 m/s以上ある場合、移動に要する時間は50秒以内である。

4. まとめ

岩沼分室に設置した後方乱気流検出装置を用いて、仙台空港を離陸する航空機の後方乱気流を測定した。その結果、風の風速と風向に後方乱気流が大きく影響されることがわかった。この特性を考慮すれば、航空機の離陸間隔を短縮することが可能となると考えられる。

掲載文献

- (1) 加来：「後方乱気流の遷移状態」，電子情報通信学会ソサイエティ大会，平成18年9月
- (2) 加来：「レーザによる後方乱気流の観測」，電子情報通信学会安全性研究会，平成18年10月
- (3) 加来：「後方乱気流の観測」，日本機械学会関東支部第13期総会，平成19年3月

小型航空機の安全運航支援に関する予備的研究【指定研究/空港整備勘定】

担当領域	機上等技術領域
担当者	○塩地 誠，山本 憲夫，小瀬木 滋，米本 成人， 大津山 卓哉，星野尾 一明（通信・航法・監視領域）
研究期間	平成18年度

1. はじめに

わが国の航空機事故件数の半数以上は、小型航空機（固定翼機とヘリコプター）の事故である。事故を減らすためには、ソフト面、ハード面のさまざまな対策が必要であるが、新しい技術を活用した装置により、小型航空機の操縦

者に周辺の状況を分かりやすく伝えることも有効な方法と考える。

そこで、小型機の安全対策の一助として、小型航空機自体の情報収集能力の強化及び空地の情報共有の実現を目指した研究を行う必要があると考えた。

このような研究を行う準備段階として、本研究では、安全運航支援についての海外動向の調査と、関連する要素技術の調査検討を行った。また、米国で行われている方式について、飛行実験をアラスカ州において実施した。

2. 研究の概要

2.1 海外動向調査と要素技術調査検討

まず、航空機が周囲状況を把握するための技術について調査を行った。ADS-B（放送型自動位置情報伝送・監視機能）は、それぞれの航空機が自機の位置情報などを自動的に送信し、同時に周囲の航空機から送られる情報を受信することにより、互いに周囲の交通状況を把握できる技術である。また、周辺地形を把握するためには、GPSで得た自機の位置と高度に対応して、周囲の地形を画面に表示する技術がある。

次に、地上と機上の情報共有のための技術として、地上から航空機へ安全運航に役立つ情報を送信する技術と、航空機側でそれを受信して表示する技術の調査を行った。TIS-B（トラフィック情報サービス放送）は周辺交通情報を送信する技術であり、FIS-B（飛行情報サービス放送）は航空安全に関わる情報および気象情報を送信する技術である。

また、障害物回避技術または障害物探知技術として、航空機上で衝突の恐れのある障害物を探知し、表示や警告により、回避を促す技術の調査を行った。

2.2 他機関との共同実験の実施（米国アラスカ州）

米国アラスカ州は、急峻な山岳や湿地帯に阻まれて陸上交通は不便であり、小型航空機が便利な交通手段となっている。小型機の機数、飛行回数とも多い上に、山岳、天候の変化などの要因も加わり、小型航空機の事故が多かった。このため、航空の安全性を高めるためのアラスカ独自の活動が、FAAアラスカ地方局を中心に小型機運航業界、通信機製造業者、大学等の参加のもとに進められてきた。

安全啓蒙活動やシミュレータによる操縦訓練を行い、ウェザーカメラと呼ばれるシステム（空港および航空交通の要所の風景画像をインターネットで中継するもの）を導入した。さらに、小型航空機向けに開発されたデータ通信装置であるユニバーサル・アクセス・トランシーバ（UAT: Universal Access Transceiver）を活用した安全運航支援システム（ADS-B, TIS-B, FIS-B）の試みであるキャプストーン（CAPSTONE）計画を実施している。

本研究では、航空局ならびにFAAの協力の下に、宇宙航空研究開発機構（JAXA）との共同研究として、このキャプストーン計画に参加し、UATの飛行実験を米国アラス

カ州において実施した。

JAXAは単発小型航空機（以下JAXA機という）を購入して市販のUATなどの機材を搭載し、FAAの耐空証明を受けた。また、アンカレジ市内のメリル飛行場に定置場と実験事務所を設けた。電子航法研究所は、UATの受信信号強度の測定と解析を受け持ち、専用の実験装置を開発製作し、職員を現地に派遣して飛行実験に参加した。

なお本研究に関連し、国内では別の受託研究において、防災ヘリコプターを対象にした飛行実験を行い、電波伝搬特性の測定を行ったところである。

3. 研究成果

3.1 海外動向調査と要素技術調査検討

以下の技術動向が明らかになった。

[周囲状況把握技術] 周辺機の位置及び地形を高精度に把握する小型航空機向けのADS-B装置は、米国ではWAAS対応GPS受信機内蔵のUATが低価格（8,000ドル程度）で市販され、操縦席の表示装置（MFD）も市販されている。欧州、オーストラリアでは、1090MHz拡張スキット方式が実験され、米国でも大型旅客機にはこの方式を検討している。小型機向けの機材も市販されていて、低価格化が進めば大型機だけでなく小型機にも普及する可能性がある。

[地上と機上の情報共有] 周辺交通情報を地上から送信するTIS-Bについては、UAT向けの地上送受信装置（GBT: Ground-Based Transceiver）が市販され、アラスカ州で設置、運用されている。一方、1090MHz拡張スキット方式によるTIS-Bも国際規格が定められ、欧州などで実験が行われている。

気象情報、航空安全に関わる情報を送信するFIS-Bについては、アラスカ州のGBTでは当初、航空路監視レーダーの気象エコー画像とノータム等のテキストデータを送信していて、現在は全米気象情報ネットワークと自動気象観測所との接続を進めている。1090MHz拡張スキット方式によるFIS-Bも拡張スキットフォーマットの未定義部分を活用すべく、国際規定の細部が本年度中に決まる見通しである。また、1090MHz拡張スキット方式で送るには大きすぎる画像情報を別なメディアで提供する提案もある。

ADS-B, TIS-B, FIS-Bとも1090MHz拡張スキット方式で大型機、小型機とも提供できる見通しである。

[障害物回避] 障害物探知技術は、ミリ波レーダー、赤外線カメラなど、要素技術は広く検討されているが、完成品は見当たらない。当所で開発した技術は性能が高いため、実用化のための研究が望まれる。

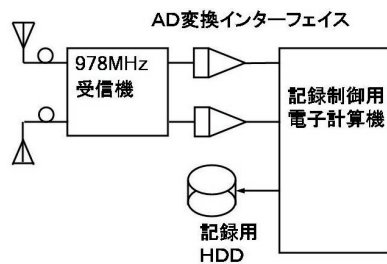


図1 UAT信号強度測定記録装置の概念図

3.2 アラスカ州でのキャプストーン（UAT）飛行実験

7月のアラスカ州での飛行実験では、当所職員がJAXA機に搭乗してスペクトラムアナライザを操作し、JAXA機の周囲を飛行する相手機からのUATの信号と地上局GBTの信号のそれぞれの強度を測定した。しかし、この方法では飛行中の手動操作が困難である上に、取得データ量が限られることから、継続的にデータを記録する装置として、UAT信号強度測定記録装置を製作した。

図1にその概念図を示す。UAT周波数帯の信号を対数検波してログビデオ（信号強度：dB値に比例するアナログ信号）を得て、デジタルサンプリングして記録する仕組みである。測定系を2系統にして、UATの上下のアンテナの信号をそれぞれ記録できるようにした。

9～10月の2回目のアラスカ飛行実験では、当所職員がこの装置とともにJAXA機に乗り込み、UATの信号を測定・記録した。図2に装置の実装状況を示す。図3は実験時のMFD画面例で、周囲の航空機がADS-B、TIS-Bにより表示されている。

航空機相互間、航空機と地上間のデータ通信の電波伝搬状況の詳細なデータが取得できたので、19年度以降の研究にも活用する予定である。

4. まとめ

ADS-B、TIS-B、FIS-Bについて海外動向調査と要素技術調査検討を行い、米国アラスカ州でキャプストーン計



図2 測定記録装置の航空機内実装状況



図3 飛行実験中の操縦席MFD表示の例
(中央の白三角が自機で、黄色の楔形が周辺のADS-B機、白い円の左上に見える水色の花びら形がTIS-B機)

画の飛行実験を行った。飛行中のUATの信号強度と電波伝搬に関するデータ等の成果は、19年度からの研究（大型機、小型機で共通に使える1090MHz拡張スキットによるTIS-B方式等の研究）でも活用する予定である。

掲載文献

- (1) 奥野、小瀬木：“米国CAPSTONEプログラムへの参加による飛行試験の実施結果”，航空保安システム技術委員会平成18年度研究報告書第2編小委員会作業報告集P32-42，2007年3月
- (2) 塩地 他：“小型航空機の運航支援に関する予備的研究”第7回電子航法研究所研究発表会講演概要，2007年6月

JTIDS等国内展開基準の作成委託【受託研究／空港整備勘定】

担当領域	機上等技術領域
担当者	○小瀬木 滋，田嶋 裕久，大津山 卓哉
研究期間	平成18年度

1. はじめに

民間航空用および軍用の無線機器の間で無線信号の干渉が発生すると、両者とも安全で円滑な航空機運用が困難になる。新たな無線機器の導入や運用方式変更の際して、相

互に干渉妨害が発生しない条件を確認する必要がある。

本研究では、JTIDS (Joint Tactical Information Distribution System) 等軍用無線機器と民間航空用無線機器との間について、信号干渉が発生しない条件を調査す

ることにより、民間航空の安全を維持しつつこれらの機器の国内展開する際の技術基準を作成することを目的としている。

2. 研究の概要

緊急を要するJTIDS関連課題として、次の調査を行った。

- ・空港周辺でのJTIDS運用制限の再検討
- ・JTIDS運用協定の改定案
- ・チャネルを共有するGNSSへの混信予測手法調査
- ・Lバンド新システムへのJTIDS干渉予備調査
- ・JTIDS干渉シミュレーション手法の調査

特に、GNSSへの混信予測に必要な基礎データを得るためのベンチ試験手法の開発、このベンチ試験に使用する試験信号開発のための信号環境測定手法の開発、今後の運用協定改定に関する実験データの検討が主な課題となった。

3. 研究成果

関連情報の収集と意見交換のため、米国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18年5月にアメリカ合衆国フロリダ州タンパ市、平成19年3月にチェコ共和国プラハ市で開催されたMNWG（多国間作業部会）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。以上の調査結果をもとに、今後の短期的および中長期的な運用協定再検討に必要な情報を整理した。

国際会議の調査により次の事項も明らかになった。GNSS信号の耐干渉性やパルスブランク等の干渉対策手法の能力を考慮しても、従来と比較して低電力まで干渉信号発生量を管理する必要がある。低電力干渉は広範囲で発生するため、他国への越境電波を含む新しい信号環境管理手法が今後の課題である。

GNSSの構成要素になるGPS-L5信号への干渉の影響を測定するため、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。当研究所が調査中のDME/TACAN信号環境の測定結果は、ベンチ試験用試験信号開発に活用できる。

11月にアメリカ合衆国アナポリス市にて開催されたMNWG/GNSSSG（GNSS作業分科会）に参加し、GNSS信号への干渉ベンチ試験手法を検討した。これに引き続き、RTCA/SC-159合同会議に参加し、当研究所によるGPS-L5帯域内信号環境測定結果を報告した。特に、GNSS信号環境報告書RTCA DO292には記載されていない現象の観測結果を提供し、その活動に寄与した。

年度末には、JTIDS運用協定改定案について検討し、改定に必要な技術的根拠を確認した。

4. 考察等

DMEなど従来の航空無線機器との干渉防止策については多くのデータが得られ、運用協定の再検討が可能な段階になった。一方、ADS-BやGNSSなど新たな信号への干渉対策は、導入時期までの検討課題である。

掲載文献

- [1] 電子航法研究所：「平成18年度受託研究報告書JTIDS等国内展開基準の作成」，平成19年3月
- [2] S. Ozeki: “Onboard measurement for multipath echo”, MNWG06, Tampa, May, 2006
- [3] S. Ozeki and T. Otsuyama: “Onboard measurement for multipath echo – Trials in 2006”, MNWG-TI/GNSSSG & RTCA/SC-186/WG4 joint meeting, Washington DC, Nov., 2006
- [4] S. Ozeki: “Comments on draft letter for RTCA/ SC-159 to inform our activities”, MNWG-TI/GNSSSG, Annapolis, November, 2006
- [5] S. Ozeki: “Wideband measurement for multi-path echo”, MNWG07 and EJCC joint meeting, Plague, March, 2007

マイクロ波レーダの電波特性解析【受託研究／一般勘定】

担当領域	機上等技術領域
担当者	○山本 憲夫，米本 成人，山田 公男，朝倉 道弘
研究期間	平成18年度

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. 研究の概要

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（レーダ取り付け用治具整備、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1式のレーダについて測定を実施した。その結果、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、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、レーダは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「初速測定レーダ電波特性解析結果」電子航法研究所受託研究報告書、平成18年7月

消防防災ヘリコプター広域応援基幹ルートに関する実証飛行事業における飛行実証試験支援【受託研究／一般勘定】

担当領域	通信・航法・監視領域、機上等技術領域
担当者	○伊藤 実、星野尾 一明、山本 憲夫、米本 成人
研究期間	平成18年5月12日～平成18年6月30日

1. はじめに

MSASの供用化に先立ち、ヘリコプターに適した低高度でのMSAS有効性評価のため、川崎重工業株式会社では「消防防災ヘリコプター広域応援基幹ルートに関する実証飛行事業」の契約に基づき飛行実証試験を実施した。電子航法研究所はこの試験に参加し、MSASの評価に必要なGPS／MSASデータの収集と分析を行った。

2. 調査の概要

本調査では低高度IFRモデル・ルート（岐阜⇄つくばHP、つくばHP⇄新潟空港）を設定し、GPS及びMSASデータの受信状況、VHF通信状況やパイロット・ワークロード等の確認を行う。この調査における電子航法研究所の主な受託内容は以下のとおりである。

- ・GPS／MSAS測定機器の提供、飛行実証試験の準備
- ・飛行実証試験への参加、GPS／MSASデータの収集
- ・収集したGPS／MSASデータの整理、分析、報告



図1 ヘリコプターに搭載したGPS/MSAS受信装置

3. 調査内容及び成果

飛行試験は、川崎重工業のBK117 C-2型ヘリコプター（JA01BK）にGPS/MSAS用アンテナ及び受信装置を搭載し、岐阜飛行場から茨城県のつくばヘリポートまで及びつくばヘリポートから新潟空港まで二つの空域で行った。図1はヘリコプターに搭載したGPS/MSAS受信装置である。実験ではGPS/MSAS受信装置からのデータを1秒間隔で収集、パソコンに記録すると共にパソコンのモニター画面の目視により信号の確認を行った。

実験の結果、MSAS信号はMSASが停波したとき以外は離陸から着陸まで連続して受信できた。また、衛星番号129、137いずれの衛星からの信号も支障なく利用できた。このことは、飛行航跡と高度および受信C/N0より確認した。

測位精度については、緯度、経度及び高度についてMSAS補正測位の値からGPS単独測位の値を引いたもので評価した。その結果、MSAS補正測位とGPS単独測位の差は、おおむね2～3m以内であったが、時に測位の差が大きくなる場合もあった。これは、衛星数変化や機体の姿勢変化などによるC/N0の変動などが原因と思われる。

る。なお、MSASによる補正量は、緯度、経度方向に比べ高度方向の補正量が若干大きくなる傾向が見られ、MSASを用いると高度方向での精度も改善される可能性がある。

4. まとめ

「消防防災ヘリコプター広域応援基幹ルートに関する実証飛行事業」に基づく実証試験に参加し、MSAS信号の受信状況と測位情報及び補正情報の調査を行った。その結果、現在試験中の2個のMSAS衛星からの信号は試験中離陸から着陸まで連続していずれも支障なく受信できた。GPS単独測位とMSAS補正測位データとの比較から、MSAS補正測位とGPS単独測位では2～3m程度の差があり、補正量は水平方向に比べ高度方向で大きくなる傾向があることが明らかとなった。

文献

伊藤実、星野尾一明、山本憲夫、米本成人：“消防防災ヘリコプター広域応援基幹ルートに関する実証飛行事業における飛行実証試験支援”，受託調査報告，平成18年7月

ヒューマンエラー事故防止技術の開発【受託研究／一般勘定】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○塩見 格一、瀬之口 敦（航空交通管理領域）

研究期間 平成16年度～平成19年度

1. はじめに

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

平成18年度においては、平成17年度に試作した車載型発話音声分析装置（図1）の機能検証と小型高性能化等による機能向上を目指した。

2. 発話音声分析装置の機能検証と機能向上

発話音声分析装置の機能検証実験は、6月23日から7月

2日にかけて、寒地土木研究所殿の苫小牧寒地試験道路（1周2.7km）で、いすゞ自動車殿より提供を受けた小型トラックを使用して、職業運転手20名を被験者として実施した。

実験走行は、時速40kmで25分走って生体計測（朗読音声の収録、臨界フリッカ識別周波数の計測、主観的な疲労感等の申告、等々）、25分走って同様に生体計測して10分の休憩の合計1時間の作業を1試行として、これを午前中に5回、午後に5回繰返す形で実施した。

車載型試作装置1号機は小型トラックの運転席に搭載するには大き過ぎたので、運転者の発話音声は音声用データレコーダとパソコンにより収録した。

平成17年度に鉄道総研殿で実施した実験においては、運転作業の合間の朗読音声により被験者に疲労が蓄積されて行く様子が観測可能であることを検証したが、上記実験においては、運転業務中の発話（換呼音声：「○番通か速度よし！」）から、単調な運転業務において次第に覚醒度が低下して行く様子が観測可能であることを検証した。ま



図1 車載型発話音声分析装置 試作1号機



図2 試作2号機

た、昼食後には一時的に疲労や覚醒度の回復が見られるものの、以降、急激に眠気に襲われる様子も、一部の被験者からは観測可能であった。

本実験においても、発話音声から算出される指標値の個人差が小さいことは確認され、従って、適正に運用基準を設定することができれば、個々人の差異に対する調整等を要せずに、単調な状況における漫然運転等で覚醒度が低下



図3 試作3号機

した時や、また疲労時の食後等に急激に眠気に襲われたりする状況において、運転者に危険状態を警告するアラームを鳴らすこと等は十分に可能である。

上記実車実験以降、車載装置の実現に当たっては操作の入力デバイスとしてはタッチパネルを使用することが必要不可欠と考えられたので、図2に示す発話音声分析装置2号機を試作した。2号機も小型化されたとは言え未だにトラックに搭載するにも大きすぎたので、更に3号機(図3)を試作した。試作3号機は、タッチパネルを有する表示部を運転席前方に設置し、信号処理部を床置きにすることを想定したので、発熱への対応が重要であるために電源部を含めて開放型の設計とした。試作3号機は普通乗用車の運転席と助手席の間に設置可能な大きさである。

掲載文献等

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

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】

担当領域	機上等技術領域
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おり、また本研究は、発話音

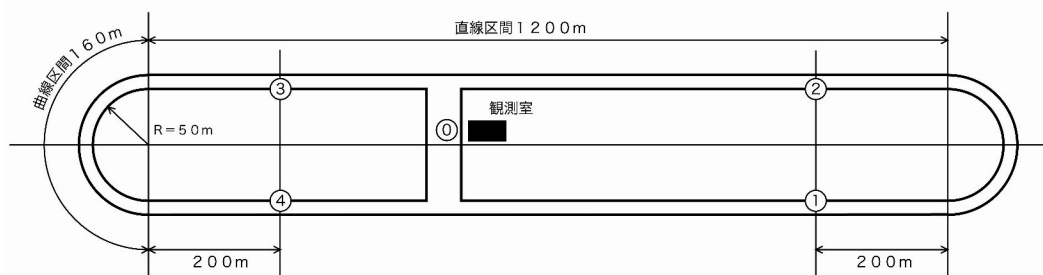


図1 苫小牧寒地試験道路

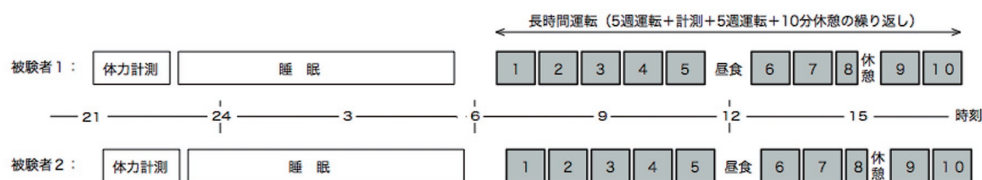


図2 実車実験タイムテーブル

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実験的に明らかにすることを目的としている。

本研究においては、自動車輸送等の安全に係る民間企業に対して“将来的に本研究成果によりの予防安全装置を実現することができる”ことを示すことが求められ、従って、実証的な実験を実施することを第一に共同研究を進めてきた。そこで、平成18年度においては、実際にトラックをテストコースで走行させてデータの収集を実施した。

実車実験において収集したデータについては、平成17年度に鉄道車両操縦シミュレータにより収集したデータと共に、信号処理パラメータを様々に変化させながら再処理を実施し、“目的とする診断性能を短時間で算出できる”様に信号処理ソフトウェアの調整を行った。

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「ヒューマンエラー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、これらの研究による成果を取り入れており、収録した発話音声信号の処理には運技費により試作した車載型発話音声分析装置を利用している。また、実験結果については、当所指定研究において、更なる高性能化を目指したアルゴリズムの改修とその実装に反映させた。

3. 実験的研究実施内容

平成18年には、寒地土木研究所殿の苫小牧寒地試験道路をテストコースとして、いすゞ自動車殿から提供された小型トラックを利用して、苫小牧在住の職業運転手各位20名

を被験者とする実車実験を実施した。

図1は実車実験に使用したテストコースの概要であり、図2はその実験のタイムテーブルである。被験者には実験前日に標準的な体力を有することを確認するための体力計測を行い、そのまま観測室で睡眠を取って貰い、翌朝から疲労計測実験を行った。

実験走行は、観測室前から出発して①②③④の地点をこの順番で通過する様に5周し、観測室前で運転席において臨界フリッカ識別周波数の計測や朗読音声の収録を行い、次に③④①②の順番で5周し、中間計測と同様の計測を行い10分間の休憩を取る、を1試行として、これを繰り返すことにより行った。実験では、運転者は朝食は取らずに午前中は水分の補給のみで5試行を繰り返した。第8試行については、当初は他の試行と同様に実施する予定であったが、被験者の疲労状況が著しかった事もあり後半の5周分の時間を休憩とした。

また、走行速度は時速40km一定とした。発話音声は、朗読音声については観測室前において朗読カードを用いて、また業務作業音声についてはコース上の①②③④各地点に看板(図3参照)を設置し、この地点において「○番通過速度よし!」と発話して貰い収録した。なお、実験は同時に2車両を用いて行った。

図4として結果を示す例においては、作業音声によるCEM値の毎周回の平均値の変化の様子をプロットしている。午前中の運転作業においては経時的な低下が観測されており、また昼食後には一時的な回復が見られるが、その後急激に指数値が低下し“強い眠気に襲われている”様子が観測されている。

仮に、発話音声分析システムに警報レベルとして500を



図3 テストコースの景観，換呼のための標識，ヘッドセット・マイクロフォンをセットした運転者

脳活性化指数値（CEM）

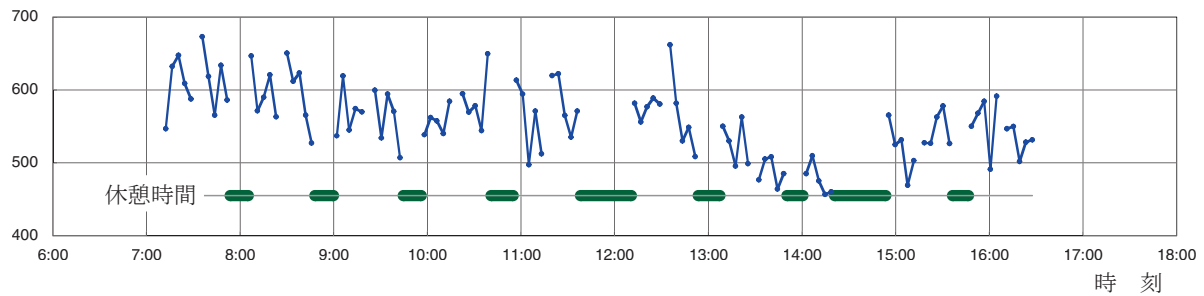


図4 実験結果例

設定していれば，午前11時過ぎに疲労の蓄積に対して，また午後1時30分頃と3時過ぎには“急激な覚醒度の低下”に対して警告を発することができた筈である。

4. おわりに

我々の発話音声分析技術は，他の如何なる安全技術とも併用可能な最上流の予防安全技術を実現する事を目的として開発を進めて来たものである。

上記実験結果からも，CEM値の経時的な低下が観測される場合，被験者は消耗が進んでいる訳であり，必ずしも居眠り等の現象が直接に観測されていなくとも，本技術によれば“危険状態の発生確率が上昇している事を警告する事が可能である”と言い得る。

研究開始時においては，発話音声分析装置の機能として，

“10秒程度の音声を数分以内に分析し運転者に警告を発する”機能の実現を目指したが，結果的には，心身状態の評価に必要な音声データを3秒程度まで低減し，またその処理を～5秒程度で完了する程の機能を実現することができた。ハードウェアとしても，当初，車載部は音声収集のみを想定し信号処理はリモートで行う必要があると想定していたが，結果的には，共同研究者において，全ての信号処理部を含めて重量10kg以下で消費電力も100W以下の，普通車両にも十分に搭載可能な音声分析装置（cerea-meter）を実現することができた。

掲載文献

- (1) 塩見格一“音声によるストレス計測”，平成19年度電気学会シンポジウム，2007年3月。

モードS応答信号品質調査委託【受託研究／空港整備勘定】

担当領域 機上等技術領域
担 当 者 ○小瀬木 滋，大津山 卓哉
研究期間 平成18年度

1. はじめに

ATCトランスポンダは，航空機に搭載され地上の二次監視レーダSSRの質問信号の形式を判別選択し，必要に応じて航空管制に必要な情報を自動応答する装置である。航空管制を受ける航空機には搭載が義務化されており，

ICAO Annex 10, Volume IVに標準化されている技術基準に従い，全世界共通の信号仕様に基づいて運用されている。

モードS応答機能を持つATCトランスポンダ（以下モードSトランスポンダと略称する）は，従来型のATCトランスポンダの機能に加えて，個別質問応答機能や送受信符

号が拡張されている。モードSトランスポンダは、次の分野に於いて今後数十年間にわたり航空管制のために重要な監視用搭載機器として使用される見込みである。

- ・ 航空管制用二次監視レーダSSRのための応答装置
- ・ 航空機衝突防止装置ACAS-II（TCAS-II）の一部
- ・ SSRモードSの基本監視や拡張監視機能への対応
- ・ 自動位置情報放送機能ADS-Bの送信機器

航空管制にとって重要な機器であるにもかかわらず、一部のモードSトランスポンダには、正常な応答動作が観測されない問題が報告される事例があった。特定の機体への搭載事例や、特定機種・特定ロットに見られる応答動作不良は、これまでに原因が解明され、ほぼすべての解決が見られている。しかし、一部のモードSトランスポンダには、依然、次の障害が報告されている。

- ・ 応答解読率が非常に低くなり位置や情報の表示継続が困難になる
- ・ 応答解読率が極端に低く全く監視不能になる

これまで、搭載されている複数系統のモードSトランスポンダを切り替えることで解決されているが、着陸後の点検でモードSトランスポンダには異常が見つからない事例も報告されている。このため、異常が観測された時点におけるモードSトランスポンダの送信信号の品質を確認することが求められている。

2. 研究の概要

上記の状況に対応するための調査内容は以下の通りである。

- ・ 信号品質記録装置の制作
- ・ 信号品質データベースの作成
- ・ 信号品質の解析

3. 研究成果

電子航法研究所では重点研究として、スキッタ利用基礎技術の研究、ASAS用データリンク方式の電磁環境に関する研究、航空無線航法用周波数の電波信号環境の研究などを進めており、モードSトランスポンダが送信する信号を測定するための基本的な実験装置が整備されてきている。この実験装置に、信号品質測定のための高周波部の追加と、受信信号波形記録のためのソフトウェアや記録媒体等を追加整備し、信号品質記録装置を実現できた。この装置は、受信機IF出力波形を数分間に1回2秒間記録する。これ

を用いて受信されたモードS応答信号を再生できた。

信号品質記録装置を当研究所に設置し、周辺を飛行する航空機のモードSトランスポンダが送信する信号を受信し、その波形を記録した。記録された受信信号波形データを新たに開発した信号処理ソフトウェアを用いて処理し、パルス幅などのパルス波形パラメータや受信周波数の測定値、符号解読値などを得た。

その結果、実際のレーダでは異常な信号として捨てられる可能性がある信号からもモードS応答信号を検出でき、その信号を送信した航空機のモードSアドレス等を解読できた。解読されたモードSアドレスやパルス波形パラメータを代表的な受信信号波形とともに記録し、データベースを生成した。

蓄積されたデータを分析し、信号品質を解析した。その結果、一部の信号には、受信波形の乱れや送信周波数の変動などがみつかった。本調査実施中にも、SSRモードSにて一部の航空機の応答信号の解読率が低下する事例が報告された。異常が報告された時刻前後に信号品質記録装置が収集したデータを航空局に提供し、その原因究明に寄与することができた。この活動については、ICAO/ASP作業部会に報告し、メンバーより問題解決に有効な手法であるとの評価を得た。

4. 考察等

短期間の受信測定であったが、応答信号品質の分析が可能であることを示し、SSRの性能向上や管制官に提供する監視データの品質向上に寄与する情報を得ることができた。また、ATCトランスポンダの信号品質データベースを構成できることも示した。

これらの研究成果の活用については、運用中のATCトランスポンダの性能劣化状況を監視し、その結果を用いて必要に応じて修理調整などを勧告するシステムの構成など、多くの応用が期待される。

掲載文献

- [1] 電子航法研究所：「モードSトランスポンダ信号品質調査報告書」，平成19年3月
- [2] S. Ozeki: “Measurement for Reply Signal Quality with Wideband Waveform Recorder”，ICAO/ASP-WG, Brussels, April, 2007

スケールダウンモデルによる羽田LDAの電波影響調査【受託研究／空港整備勘定】

担当領域	機上等技術領域
担当者	○田嶋 裕久
研究期間	平成18年度

1. はじめに

LDA (Localizer Type Directional Aids) は、平成21年度に羽田空港新滑走路供用開始に合わせて運用される計画で、我が国では初の導入となる。現在計画されている羽田LDAの設置場所は、RWY16L進入表面規定が適用される領域内で、ILS LLZ (計器着陸システムローカライザ) のコースは真方位約90度で、C滑走路延長線と約60度の角度となる。従って、LLZの電波は、約300mの空港内領域から空港護岸をクロスして東京湾方向へ放射される。この設置環境は、LLZ設置基準を外れた環境であり、設置環境及び海上を航行する船舶および空港の場周道路を走行する車両等の電波影響についてはシミュレーション計算だけでは不十分であるため、電波無響室でスケールダウンモデルによるLLZの特性実験も必要となった。

2. 調査の概要

本調査のため、株式会社・航空システムコンサルタンツが縮尺障害物モデルを用意し、当研究所の電波無響室設備を使用して、アンテナパターン測定、コース特性等の電波影響試験を行い、当研究所は試験の支援および遮蔽フェンスによる障害物の影響の軽減効果の検討とシミュレーションを行った。

当研究所にあるスケールモデル用ILS LLZ装置はXバンドで波長は実物の1/87となるので、周辺環境もこの縮尺

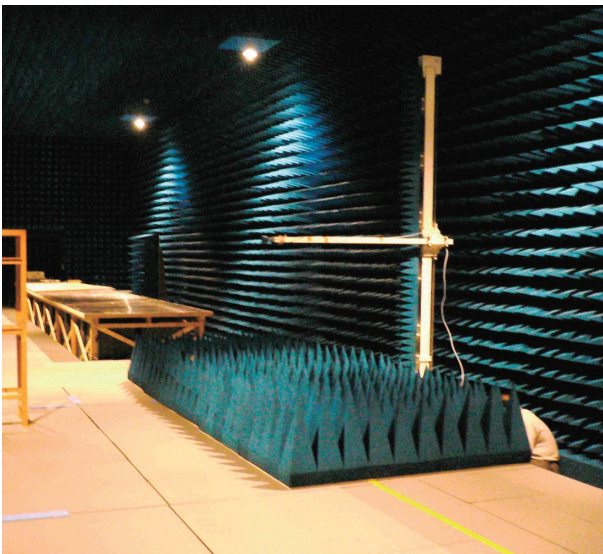


図1 電波無響室内の実験状況



図2 LLZアンテナ側から見た遮蔽板

で作られた。飛行する航空機に相当するコースに沿って受信アンテナを移動させる昇降装置を使用し、コース誤差特性等の電波影響試験を行い、実験データを収集した。図1の左奥にLLZ送信アンテナと空港地形モデルがあり、手前が昇降装置である。

空港の護岸から沖合700m程度の距離を横切るガット船と呼ばれる運搬船による電波に対する影響について実験した。LLZアンテナからガット船に照射される電波を減少させ、この影響を軽減するため、図2に示す遮蔽板を設置した場合のコース誤差も測定した。その結果、遮蔽板のある場合とない場合のどちらも誤差は規定より小さいため、ガット船による影響は元々少なく、遮蔽板の効果も認められないという結果であった。

3. 考察等

遮蔽フェンスを設けても、ガット船のように遮蔽フェンスから700m程度の遠方の障害物においては、回折による電波の回り込みのため遮蔽効果が小さくなることが、シミュレーションでも確認された。

今回の環境においては、遮蔽フェンスが無い状態で大きな誤差を発生していないことと、遮蔽フェンスの効果も認められないことから、遮蔽フェンスの設置の必要は無いといえる。

掲載文献

- (1) スケールダウンモデルによる羽田LDAの電波影響調査

433MHz帯アクティブICタグの電波特性および電磁放射に関する調査研究【受託研究／空港整備勘定】

担当領域 機上等技術領域
担当者 ○山本 憲夫, 米本 成人, 山田 公男
研究期間 平成18年度

1. はじめに

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

このような状況の下、円滑で効率的な貨物輸送サービスの実現とセキュリティレベルの確保、向上を図るために航空貨物輸送業務の電子管理化が必要と考えられている。そこで、国際物流業務の電子管理化において標準規格となりつつある433MHz帯アクティブICタグシステムの航空貨物輸送への活用が検討されているところである。

本調査の目的は、433MHz帯アクティブICタグの航空貨物輸送への活用の際に大きな課題となる、アクティブICタグから放射される電波による航空機搭載無線機器等への電磁干渉の可能性について調査・検討することである。

2. 研究の概要

本研究は国土交通省航空局航空企画調査室からの依頼により受託した研究であり、平成18年度の実施概要は以下のとおりである。

- ・433MHz帯アクティブICタグの電波特性調査
- ・433MHz帯アクティブICタグからの電磁放射測定
- ・航行援助無線施設との電磁干渉調査
- ・433MHzアクティブICタグの疑似信号発生方法検討

3. 研究成果

本報告では、433MHz帯アクティブICタグの航空輸送への導入を想定し、アクティブICタグから放射される電波による航空機搭載無線機器等への電磁干渉の可能性について、RTCAの規定に基づき調査・検討を行った。

アクティブ型ICタグの通信方式は、ビーコン方式及びマスター・スレーブ方式に大別され、それらの信号内容、電波放射等は大きく異なる。したがって、アクティブタグの通信方式を充分調査・検討する必要がある。

今回調査した二種類のタグは、その基本周波数

(434MHz)でRTCAの電磁放射規定を超える強い電波を放射した。したがって、これらのタグの使用を検討するためにはRTCAが定めている従来より詳細な試験手順を用いてその影響を明らかにする必要がある。

また調査した二種類のICタグで観測された調波成分は、RTCAの基準を超えるものや航空で使用する周波数にきわめて近いものもあった。これらタグの航空貨物輸送における使用を検討するためには、タグからの調波成分の抑圧を考える必要がある。

タグから放射される電波のパルス幅はきわめて狭いため、複数のICタグを狭い範囲で使用してもそれらからの基本波が重畳し強い電波が生じる確率は低い。また、複数のタグを用いた場合にはさらに強い調波成分が検出された。

羽田空港内の電波環境を測定した結果、433MHz帯の強い電波は観測されなかった。また、航法援助装置が使用する周波数帯域でアクティブICタグからの電磁放射は極めて低かった。よって433MHzアクティブタグと空港の施設との干渉の可能性は極めて低いと判断する。

433MHz帯アクティブICタグから放射される電波に等価な信号は、その信号波形を分析し、ベクトル信号発生器でその結果をプログラム化することで発生させることができる見込みが得られた。

4. まとめ

本研究では、433MHz帯アクティブICタグの航空輸送への導入を想定し、アクティブICタグから放射される電波による航空機搭載無線機器等への電磁干渉の可能性について、RTCAの規定に基づき調査・検討を行った。

上記のように、中心周波数成分がRTCAの規定を超えていることから、航法援助装置へ及ぼす電磁干渉の可能性については、各装置までの伝搬経路損失試験、各機器に対する感受性試験等などによって、別途調査する必要がある。

掲載文献

山本 憲夫 他 “Emission from Active IC Tag” RTCA Paper No. 012-07/SC-02-128

LLZ積雪影響低減調査委託【受託研究／空港整備勘定】

担当領域 機上等技術領域
担 当 者 ○横山 尚志, 朝倉 道弘
研究期間 平成18年度

1. はじめに

青森空港では、CATⅢの運用が平成19年3月から実施された。青森空港はわが国で最も積雪量の大きい空港であるため、LLZの進入コースが積雪時に偏位する現象が生じる。それには幾つかの要因が考えられるが、昨年度はその発生要因を十分に解明することができなかった。CATⅢではFFMの使用が必須になるが、積雪時のコース変動はFFMの安定性を低下させる要因であり、LLZシステムの完全性が低下する可能性がある。

そこで、電子航法研究所は、東京航空局の依頼により、FFMの安定性に係る受託研究『LLZ積雪影響低減調査委託』を実施した。

2. 研究の概要および実験結果

17年度秋季に青森空港の滑走路は3000mに拡張され、LLZアンテナは2周波24素子LLZアンテナが設置された。その冬の豪雪時に $DDM = -15\mu A$ 程のコース偏位が発生した。このようなコース偏位はそれ以前には発生しなかった^[1]。

調査の結果、LLZアンテナ近傍の積雪深が一定量以上に増加すると突如コース偏位が発生することが確認された。また、LLZ（ローカライザ）アンテナにはLLZの素子に着雪した雪氷を取り払う足台（キャットウオーク）が付加され、その構造体は強固な鋼材で構成されているので先端エッジから回折波が放射されて、コース偏位が生じる可能性がある。

そこで、図1に示すフェライト電波吸収材をエッジ先端に敷設して、LLZコース偏位軽減に関する冬季実験を実施し、各種のデータ収集を行った。

4. まとめ

本年度は数十年ぶりの降雪量の少ない年であるため、フェライト電波吸収材を用いたコース偏位の軽減に関する



(a) 垂木の取り付け（2007. 2. 16）



(b) LPDA下のキャットウオークの先端にフェライト板を敷設

図1 フェライト電波吸収材の敷設写真

十分なデータ収集をすることができなかった。このため、次年度に再度本受託研究を実施する必要がある。

掲載文献

[1] 横山他：“LLZのファールフィールドモニタにおける積雪影響調査”，受託研究報告，平成18年3月

4 研究所報告

当研究所の平成18年度における研究所報告は、下記の通りである。

No	発行年月	論文名	領域名	著者
115	平成18年 7 月	航空交通管制シミュレーションシステムの開発	航空交通管理領域	三垣 充彦
			〃	蔭山 康太
			〃	岡 恵
116	平成19年 1 月	RAレポートに基づく ACAS II のアルゴリズムバージョン 7 の改訂効果	通信・航法・監視領域	住谷 泰人
			機上等技術領域	小瀬木 滋
			研究企画統括	白川 昌之

5 受託研究

当研究所の平成18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
MSAS性能向上策に関する調査	航空局管制保安部管制技術課	松永圭左
平成18年度JTIDS等国内展開基準の作成委託	航空局管制保安部管制技術課	小瀬木滋
モードSトランスポンダ信号品質調査委託	航空局管制保安部管制技術課	小瀬木滋
LLZ積雪影響低減調査委託	航空局管制保安部管制技術課	横山尚志 朝倉道弘
東京国際空港マルチラテレーション導入評価委託	東京航空局保安部管制技術課	二瓶子朗 宮崎裕己 古賀 禎 松久保裕二 青山久枝
滑走路誤進入防止灯火システムの基礎調査委託	東京航空局保安部保安企画課	松久保裕二 二瓶子朗 宮崎裕己 古賀 禎 青山久枝
433MHz帯アクティブICタグの電波特性及び電磁放射に関する調査	航空局管理部航空企画調査室	山本憲夫
ARTSデータ変換作業	航空局飛行場部管理課	瀬之口敦
ヒューマンエラー事故防止技術に関する研究	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	総合政策局 技術安全課	伊藤憲 福島莊之介 新井直樹 坂井丈泰
発話音声の収集と解析	(財) 鉄道総合技術研究所	塩見格一
航空移動衛星業務の最適な衛星通信設定方法に関する解析業務	(財) 航空保安無線システム協会	住谷泰人
平成18年度(集団研修) 航空通信・航法・監視(CNS)技術セミナーに係わる研修	(財) 航空保安無線システム協会	講師各領域より
平成18年度(国別) フィリピン新CNS/ATMに係わる研修	(財) 航空保安無線システム協会	講師各領域より
マイクロ波レーダの電波特性解析	(株) 住友重機械工業	山本憲夫
消防防災ヘリコプター広域応援基幹ルートに関する実証飛行事業における飛行実証試験支援	(株) 川崎重工業	伊藤実 星野尾一明 山本憲夫 米本成人
マルチラテレーション整備基本設計に関する支援業務	(株) 三菱総合研究所	宮崎裕己
スケールダウンモデルによる羽田LDAの電波影響調査	(株) 航空システムコンサルタンツ	田嶋裕久 横山尚志
三沢米軍(18) 飛行場整備調査検討におけるTAAMシミュレーション	日本工営(株)	蔭山康太

6 共同研究

当研究所の平成18年度における共同研究は、下記の通りである。

担当部	相手方	研究課題	契約期間
CNS領域	(独)情報通信研究機構	MSASにおける時刻管理とその応用に関する研究	H14.11.1～H19.3.31
CNS領域	(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	H15.10.29～H19.3.31
CNS領域	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	H16.10.1～H19.3.31
機上等技術領域	(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	H16.3.9～H19.3.31
機上等技術領域	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	H16.6.10～H19.3.31
機上等技術領域	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	H16.6.29～H19.3.31
機上等技術領域	三菱電機(株)	後方乱気流に関する研究	H16.7.20～H19.3.31
機上等技術領域	(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	H16.9.1～H19.3.31
CNS領域	(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	H17.7.4～H19.3.31
CNS領域	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	H17.7.15～H21.3.31
CNS領域	(独)情報通信研究機構	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	H18.1.31～H20.3.31
	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		
CNS領域	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	H17.11.15～H20.3.31
CNS領域	(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	H18.2.3～H21.3.31
CNS領域	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	H18.4.1～H21.3.31
機上等技術領域	北海道大学	携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究	H18.4.1～H20.3.31
ATM領域	東京大学	航空管制業務のモデル化	H18.4.1～H19.3.31
機上等技術領域	東京医科歯科大	発話音声による歯科臨床におけるストレスの解析	H18.4.3～H20.3.31
機上等技術領域	(株)レンスター	光・ミリ波マーカーおよび航法援助装置の開発	H18.6.1～H21.3.31
ATM領域	三菱スペース・ソフトウェア(株)	無指向性アンテナを用いた航空機監視の研究	H18.7.5～H19.3.31
機上等技術領域	(独)宇宙航空研究開発機構	小型航空機の安全運航支援に関する研究	H18.7.18～H20.3.31
CNS領域	東京海洋大学	疑似距離平滑化のためのサイクルスリップ検出法	H18.8.1～H20.3.31
CNS領域	千葉工業大学	航空用データ通信システムに関する共同研究	H18.9.29～H21.3.31
機上等技術領域	(独)海上技術安全研究所	ミリ波計測システムに関する研究	H18.10.2～H20.3.31
CNS領域	大学共同利用機関法人情報・システム研究機構	極地におけるGNSS連続観測	H18.10.6～H24.3.31
機上等技術領域	明治鍼灸大学	東洋医学の診察所見と音声情報との関係	H18.10.12～H21.3.31

7 研究発表

(1) 第6回研究発表会（平成18年6月1日，2日）

1. 交通流の分散による垂直方向衝突リスクの低減

航空交通管理領域 天井 治
長岡 栄

2. MTSAT 運用下での縦方向衝突リスクの推定

航空交通管理領域 藤田 雅人
長岡 栄
天井 治

3. 実時間シミュレーションにおける航空管制通信量の解析

航空交通管理領域 蔭山 康太
山本 哲士
岡 恵
青山 久枝

4. 単純な空域モデルにおける交通密度と管制空域デザイン要件

航空交通管理領域 岡 恵
山本 哲士

5. 航空路管制における管制指示の分析

航空交通管理領域 青山 久枝
東京大学大学院 井上 諭
東京大学大学院 古田 一雄
労働科学研究所 飯田 裕康

6. 高度変更量に着目した航空交通流管理における容量値計算方法の検討

航空交通管理領域 福島 幸子
福田 豊
住谷美登里
瀬之口 敦

7. 航空交通管理のパフォーマンス測定ツールの試作

航空交通管理領域 福田 豊
山本 哲士

8. 同一滑走路の到着機交通流における着陸回数

航空交通管理領域 山本 哲士
岡 恵

9. 旅客が持ち込む電子機器による航空機への影響

機上等技術領域 山本 憲夫
山田 公男
RAエンジニアリングハウス 平田 俊清
全日本空輸 伊藤 達郎
日本航空インターナショナル 沢井 清一

10. 融雪変動を最小化するGPモニタ特性

機上等技術領域 横山 尚志

11. ASAS関連機器の研究動向と要件追加の提案

機上等技術領域 小瀬木 滋

12. プリントアンテナレーダの送電線検出性能

機上等技術領域 米本 成人
山本 憲夫
山田 公男
IHIエアロスペース 安井 英己

13. 発話音声による疲労評価実験の手法と結果

機上等技術領域 塩見 格一

14. 航空衛星データ通信における伝送遅延時間の分布

通信・航法・監視領域 住谷 泰人
石出 明

15. 航空無線へのCDMA方式の適用可能性

通信・航法・監視領域 北折 潤
松久保裕二
機上等技術領域 金田 直樹
塩見 格一
客員研究員 小園 茂

16. GBASインテグリティの一検討 ～長期データの収集と解析～

通信・航法・監視領域 福島荘之介
吉原 貴之
齊藤 真二
藤井 直樹

17. MSASのオペラビリティ向上

通信・航法・監視領域 坂井 丈泰
松永 圭左
星野尾一明

18. ソフトウェアGPS+SBAS受信機の開発

通信・航法・監視領域 近藤俊一郎
星野尾一明

19. 2周波SBASの検討

通信・航法・監視領域 星野尾一明
伊藤 実
松永 圭左

20. 準天頂衛星による広域DGPS補強実験システムの開発

通信・航法・監視領域 福島荘之介
坂井 丈泰
新井 直樹
伊藤 憲

21. モードS信号を用いた受動監視のマルチパス誤差評価

機上等技術領域 田嶋 裕久

朝倉 道弘

田嶋 裕久

青森大学 中田 和一

古賀 禎
小瀬木 滋

22. マルチラテレーション監視システムの導入調査（１）
－東京国際空港におけるマルチラテレーション評価につ
いて－

通信・航法・監視領域 宮崎 裕己
二瓶 子朗
齊藤 真二
機上等技術領域 加来 信之
古賀 禎
航空交通管理領域 青山 久枝
国土交通省東京航空局 小松原健史

23. マルチラテレーション監視システムの導入調査（２）

－ ASDEとの接続による相互補完機能について－

通信・航法・監視領域 二瓶 子朗
宮崎 裕己
齊藤 真二

機上等技術領域 加来 信之
古賀 禎

航空交通管理領域 青山 久枝
国土交通省東京航空局 小松原健史

24. A-SMGC システムの監視機能の開発について

機上等技術領域 古賀 禎
通信・航法・監視領域 二瓶 子朗
宮崎 裕己
国土交通省東京航空局 小松原健史

(2) 所外発表

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
Overview of Methods of Aircraft Height Monitoring for the Safety of the Reduced Vertical Separation Minima (RVSM) Airspace	長岡栄	2006. 4	WSANE2006
Performace of obstacle detection and collision warnig system for civil helicopters 民間ヘリコプターのための障害物探知・衝突警報システムの性能	米本成人 山本憲夫 山田公男 安井英己 (IHIエアロスペース) 田中直宏 (IHIエアロスペース) C.Migliaccio (仏国電子アンテナ通信研究所) J-Y.Dauvignac (仏国電子アンテナ通信研究所) Ch.Pichot (仏国電子アンテナ通信研究所)	2006. 4	Enhanced and Synthetic Vision 2006, Proceedings of SPIE
Results of an evaluation of a multilateration with Radio On Fiber 光ファイバ伝送装置を使用したマルチラテレーションの評価結果について	古賀禎 田嶋裕久 小瀬木滋	2006. 4	WSANE2006
On the Effects of ADS Along-Track Position Estimation Errors on Longitudinal Collision Risk ADS縦方向位置推定誤差の縦方向衝突リスクに及ぼす影響	長岡栄	2006. 5	第8回確率論的安全性評価・管理国際会議 (PSAM8)
ACASアルゴリズム移行期のRAレポートへの主成分分析の適用	住谷泰人 小瀬木滋 白川昌之	2006. 5	日本航海学会第114回講演会
TASK ANALYSIS AND COGNITIVE PROCESS MODELLING OF A CONTROLLER IN EN ROUTE AIR TRAFFIC CONTROL	青山久枝 蔭山康太 井上諭 (東京大学大学院) 古田一雄	2006. 5	第8回確率論的安全性評価・管理国際会議 (PSAM8)
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－	天井治	2006. 5	日本信頼性学会誌
Proposed Corrections to the GBAS Residual Tropospheric Uncertainty equation	藤井直樹 後藤勝行 (国土交通省 航空局)	2006. 5	ICAO NSP WG
Analytical Results of Unauthorized Aircraft Address Measursd by Aircraft Address Monitoring System	藤井直樹 伊地知章 (国土交通省 航空局) 中村寿男 (日本電気)	2006. 5	SURVEILLANCE AND CONFLICT RESOLUTION SYSTEMS PANEL (SCRSP) SURVEILLANCE SYSTEMS WORKING GROUP-B
ACAS II Operational Monitoring Report on the effect of RVSM in Japan 日本におけるRVSM環境下でのACAS運用モニタリングレポート	住谷泰人 小瀬木滋 白川昌之 中谷勝 (国土交通省 航空局)	2006. 5	ICAO SCRSP WG-A

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
Onboard measurement for multi-path echo マルチパス反射波の機上測定	小瀬木滋	2006. 5	JTIDS/MIDS Multi-National Working Group 2006, GNSS Subgroup
航空路管制業務におけるレーダー管制官のタスク分析と認知モデル構築に関する研究	青山久枝 蔭山康太 井上諭 (東京大学大学院) 古田一雄	2006. 5	ヒューマンインタフェース学会論文誌
GPS広域補強プロトタイプシステムの開発	坂井 丈泰 松永圭左 星野尾一明	2006. 5	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス (SANE) 研究会
Impact of ATC transponder transmission to onboard GPS-L5 signal environment ATCトランスポンダの送信が機上のGPS-L5信号環境に与える影響	小瀬木滋	2006. 5	ICAO SCRSP WG-A
A RESEARCH ON TASK ANALYSIS FOR ENROUTE AIR TRAFFIC CONTROL	青山久枝 井上幸一(東京大学大学院) 安藤英幸 大 和 裕 幸 (株) MTI	2006. 5	Proceedings of the 8th International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management
Simulation for Air Traffic Prediction in NOPAC under 50NM Longitudinal Separation Minimum 50NM管制縦間隔基準におけるNOPACでの交通流予測のためのシミュレーション	藤田雅人 長岡栄 天井治	2006. 5	ICAO SASP WG WHL/9 WP/15
Safety Assessment Prior to Implementation of 50NM Longitudinal Separation Minimum in R220 and R580 R220とR580ルートにおける50NM管制縦間隔基準の事前安全性評価	藤田雅人 長岡栄 天井治	2006. 5	ICAO SASP WG WHL/9 WP/14
同一滑走路の到着機交通流における着陸回数	山本哲士 岡恵	2006. 5	国土交通省 航空局
レーダデータ表示プログラムの試作	福田豊	2006. 5	国土交通省 航空局
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	蔭山康太 山本哲士 岡恵 青山久枝	2006. 5	国土交通省 航空局
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	岡恵 山本哲士	2006. 5	国土交通省 航空局
MSAS 試験信号の測位精度評価	坂井丈泰	2006. 5	日本航海学会 GPS/GNSS研究会
ヘリコプタのための障害物探知・衝突警報システムの性能評価	米本成人 山本憲夫 山田公男	2006. 5	日本航海学会 航空宇宙研究会
Frequency Assignment Planning Criteria For VDL Mode 2,3 and 4 和訳：VDLモード2,3及び4周波数割当基準	松久保裕二 Mr.Rovert Frazier (依頼)	2006. 5	ICAO APC WG – B/20
Fatigue assessment of dental residents using voice analysis 発音音声分析技術を利用した歯科医師の疲労評価	塩見格一 礪波健一(東京医科歯科大学)	2006. 6	84th General Session & Exhibition of the IADR IADR:International Association for Dental Research
R220及びR580における50NM縦方向管制間隔導入の事前安全性検証	藤田雅人 天井治 長岡栄	2006. 6	国土交通省 航空局
ACAS II 運用モニタリング結果 (2006年第1報)	住谷泰人 小瀬木滋 白川昌之	2006. 6	航空局技術部航空機安全課依頼による調査資料
JTIDS/MIDS MNWG 2006年第1回会議 参加報告	小瀬木滋	2006. 6	国土交通省 航空局
ICAO/SCRSP/WG-A第10回会議報告書 概要版	小瀬木滋	2006. 6	国土交通省 航空局

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
CISPR 委員会報告案へのコメント	小瀬木滋	2006. 6	CISPR 委員会 高速電力線搬送は通信設備小委員会
MSAS Status 和訳：MSAS の状況	松永圭左	2006. 6	第12回 SBAS 電離層会議
非同期モデルを用いた50NM縦方向管制間隔導入の 事前安全性検証	藤田雅人 長岡栄 天井治	2006. 6	国土交通省 航空局
Limiting Discontinuity of Surveillance Updates 監視更新の不連続性の制限	小瀬木滋	2006. 6	ASAS-RFG および ICAS/ASP/ASAS-SG 会議
Quasi-real-time Signal Delay Estimation of Remote Synchronization System for Onboard Crystal Oscillators 搭載水晶発振器の同期システムのための準リアルタイム 信号遅延推定	Naoto Takasaki (東京大学) Akira Iwasaki (東京大学) Toshiaki Iwata (産業技術総合研究所) Michito Imae (産業技術総合研究所) Tomonari Suzuyama (産業技術総合研究所) Fabrizio Tappero (産業技術総合研究所) Hiroshi Murakami (産業技術総合研究所) 新井直樹 坂井丈泰 福島莊之介 伊藤憲	2006. 6	International Symposium on Space Technology and Science
GPS 広域補強システムのプロトタイプ評価	坂井丈泰 福島莊之介 新井直樹 伊藤憲	2006. 7	電子情報通信学会論文誌 B
ACAS 受動測位における時間検出方式の検討	古賀禎 田嶋裕久 小瀬木滋	2006. 7	電子情報通信学会論文誌 B
高速シミュレーションによる空港面容量評価の一方	藤山康太	2006. 7	日本航空宇宙学会論文誌
新CNS整備方針策定調査報告書 15-③章及び21-①章	小瀬木滋	2006. 7	新CNS整備方式策定調査報告書
新CNS整備方針策定調査報告書 15-①章	小瀬木滋	2006. 7	新CNS整備方式策定調査報告書
航空機からのGPS掩蔽（えんぺい）観測による大気 屈折率計測	吉原貴之 藤井直樹 齊藤真二 坂井丈泰 星野尾一明 松永圭左 津田敏隆(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)	2006. 7	電子情報通信学会論文誌 B

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
観測・計測・探査における電波応用の最新技術論文 集の発行にあたって	長岡栄	2006. 7	電子情報通信学会論文誌B
擬似衛星の対流圏遅延補正モデルの評価	福島荘之介 吉原貴之	2006. 7	電子情報通信学会論文誌B
ディファレンシャルGPS (DGPS) とGPS補強シス テム	福島荘之介	2006. 7	電気学会技術報告, 次世代位置情報技術調 査専門委員会
Implementation of Prototype Satellite-Based Augmentation System (SBAS) プロトタイプSBASの実装	坂井丈泰 福島荘之介 新井直樹 伊藤憲	2006. 7	IGNSS Symposium 2006 (International GNSS Society)
航空交通流管理 (ATFM) について	福島幸子	2006. 7	航空管制
ATN IP Sub-Network Interface Development by the Electronic Navigation Research Institute 電子研におけるATN-IPサブネットワーク・インター フェイスの開発について	板野賢	2006. 7	ICAO ACP WG-N
CPDLC Connection Test Between the FAA and ENRI FAAと電子研間でのCPDLC接続試験	板野賢 Mark Brown (沖電気)	2006. 7	ICAO ACP WG-N
マルチラテレーション監視システムの導入調査	宮崎裕己 二瓶子朗 加来信之 青山久枝 古賀禎 齊藤真二 小松原健史 (東京航空局)	2006. 7	航空管制
航空通信パネル 第20回WG-B会議及び第11回WG-M 会議報告	松久保裕二	2006. 7	平成18年度 第1回情報処理方式小委員会
短縮垂直間隔導入による高度の比較	住谷美登里 福島幸子 福田豊	2006. 7	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロ ニクス (SANE) 研究会
第7回NexSAT会議等における航空衛星通信シス テムの動向	住谷泰人	2006. 7	航空振興財団 航空保安システム技術委員 会 衛星利用方式小委員会資料
北太平洋航空路における50NM縦方向管制間隔導入 に向けた事前安全性評価報告	長岡栄 天井治 藤田雅人	2006. 7	国土交通省 航空局
準天頂衛星エフェメリスメッセージ	坂井丈泰 福島荘之介 武市昇 伊藤憲	2006. 7	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロ ニクス (SANE) 研究会
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	2006. 7	日本航空宇宙学会誌…特集解説 (特集「最 近のCNS技術の動向」)
GPS衛星電波の海面反射におけるコード相関カーブ を用いた光路差推定	吉原貴之 齊藤真二 藤井直樹 坂井丈泰 福島荘之介	2006. 7	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロ ニクス (SANE) 研究会
融雪変動を最小化するILS-GPのモニタ反射板	横山尚志	2006. 7	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロ ニクス (SANE) 研究会
統合型空港面監視システムの開発について	二瓶子朗	2006. 7	航空振興財団 情報処理委員会 全天候運 航小委員会
積雪によるILS電波への影響調査 (現地調査結果 最 終報告)	横山尚志 朝倉道弘	2006. 7	ILSにおけるNFM・除雪基準検討W/G (第 3回最終回)
Part of ASP report on signal environment 信号環境に関するASP報告の一部	小瀬木滋 宮崎裕己	2006. 7	ICAO ASP TSG
Evaluation results of multilateration at Tokyo International Airport 羽田空港におけるマルチラテレーションの評価結果	宮崎裕己	2006. 7	ICAO ASP TSG

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
ヒューマン・ファクターとその管理に関して（第2部）	塩見格一	2006. 8	航空無線
On flight tests of a millimeter-wave radar for obstacle detection 障害物探知のためのミリ波レーダの飛行試験について	米本成人 山本憲夫 山田公男 C.Migliaccio (仏国電子アンテナ通信研究所) B.D.Nguyen (仏国電子アンテナ通信研究所) Ch.Pichot (仏国電子アンテナ通信研究所)	2006. 8	The Electromagnetic academy PIERs (Progress in Electromagnetics Research Symposium) 2006 電磁気学学会電磁気学シンポジウム
融雪変動を最小化する ILS-GP のモニタ反射板	横山尚志	2006. 8	航空無線
航空無線通信における CDMA 方式の要素技術の研究	北折潤 松久保裕二 塩見格一 金田直樹 加藤敏（航空局） 中谷泰欣（航空局） 小園茂（千葉工業大学） 嶋本薫（早稲田大学） 津田良雄（早稲田大学）	2006. 8	国土交通省 航空局
Numerical Analysis of Electromagnetic Field Distributions in Typical Airplane 典型的航空機内の電磁界分布に関する数値解析	山本憲夫 Yusuke Kawahara (北海道大学) Taichi Kono Takashi (北海道大学) Hikage Toshio (北海道大学) Nojima Manabu (北海道大学) Omiya (北海道大学)	2006. 8	IEEE 2006年アジア・パシフィック移動体通信技術会議（APWCS）
電離圏・プラズマ圏観測データの工学的応用 －航空航法への応用－	星野尾一明 坂井丈泰 松永圭左	2006. 8	MTI小型衛星による大気圏・宇宙研観測ワークショップ
ENRI の GPS 等観測の紹介	松永圭左 坂井丈泰 吉原貴之 星野尾一明	2006. 8	MTI小型衛星による大気圏・宇宙研観測ワークショップ
ACAS アルゴリズム移行期の RA レポートへの主成分分析の適用	住谷泰人 小瀬木滋 白川昌之	2006. 9	日本航海学会論文集第115号
Remote Sensing of the Ionosphere using VLF Transmissions VLF 送信局電波を用いた電離層の測定	大津山卓哉	2006. 9	電気学会技術報告

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
Future Developments in ATM-Japan	長岡 栄	2006. 9	25th ICAS (International Council of the Aeronautical Sciences) Congress
マルチラテレーション監視システムの導入調査(2)	二瓶子 朗	2006. 9	航空無線
GNSSを航空機の自動着陸に使うGBASの安全性の考え方	藤井 直樹	2006. 9	電子情報通信学会ソサイエティ大会
モードS信号を用いた受動測位のマルチパス誤差の検討	田嶋 裕久 古賀 禎 小瀬 木滋	2006. 9	電子情報通信学会ソサイエティ大会
統合型空港面監視システムの開発	二瓶子 朗 宮崎 裕己 古賀 禎	2006. 9	電子情報通信学会ソサイエティ大会
ARNS帯域の信号環境記録予備実験	大津山 卓哉 小瀬 木滋	2006. 9	電子情報通信学会ソサイエティ大会
航空衛星通信の性能予測の一検討 -航空機から地上への通信	住谷 泰人 石出 明	2006. 9	電子情報通信学会ソサイエティ大会
準天頂衛星を用いる高精度測位実験システム	伊藤 憲 福島 莊之介 坂井 丈泰 武市 昇	2006. 9	電子情報通信学会ソサイエティ大会
飛行経路に着目したATFMスロット確定方法の検討	福島 幸子 福田 豊 住谷 美登里 瀬之口 敦	2006. 9	電子情報通信学会ソサイエティ大会
ASASの国際標準化の動向と信号環境に関する研究	小瀬 木滋	2006. 9	電子情報通信学会ソサイエティ大会
劣化GPS信号モデルによるSQMシミュレーション	齊藤 真二 吉原 貴之 福島 莊之介 藤井 直樹	2006. 9	電子情報通信学会ソサイエティ大会
光とミリ波を反射する全方向性誘電体レンズ反射器	米本 成人 松崎 元治 (株) レンスタ ター)	2006. 9	電子情報通信学会ソサイエティ大会
携帯電子機器による機上装置への電磁干渉に関する研究	山本 憲夫 米本 成人 山田 公男 平田 俊清 (RAエンジニア リング ハウス)	2006. 9	電子情報通信学会ソサイエティ大会
MSAS試験信号の初期的評価	坂井 丈泰 松永 圭左 星野 尾一明	2006. 9	電子情報通信学会ソサイエティ大会
GPS補強システム (SBAS/GBAS) の現状と研究の動向	星野 尾一明	2006. 9	電子情報通信学会ソサイエティ大会
高精度測位のためのGPS信号の対流圏遅延補正	武市 昇 坂井 丈泰 福島 莊之介 伊藤 憲	2006. 9	電子情報通信学会ソサイエティ大会
後方乱気流の遷移状態	加来 信之	2006. 9	電子情報通信学会ソサイエティ大会
滑走路における誤侵入・コンフリクト検出手法の検討	古賀 禎 二瓶子 朗 青山 久枝	2006. 9	電子情報通信学会ソサイエティ大会
北太平洋航空路におけるGPS搭載機の飛行便数の割合の推定	天井 治	2006. 9	電子情報通信学会ソサイエティ大会
マルチラテレーション監視システムの評価実験	宮崎 裕己 二瓶子 朗 古賀 禎	2006. 9	電子情報通信学会ソサイエティ大会
NOPACルートにおける希望通過高度の分布	藤田 雅人	2006. 9	電子情報通信学会ソサイエティ大会
航空交通管理の最近の動向	長岡 栄	2006. 9	電子情報通信学会ソサイエティ大会

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
Part of ASP status report for ANC on ACAS monitoring on its implementation and operation ACAS実現と運用のモニタリングに関するASP状況のANCへの報告の一部	小瀬木滋 住谷泰人	2006. 9	ICAO ANC
第8回確率論的安全性評価・管理に関する国際会議 (PSAM8) 参加報告	長岡栄	2006. 9	日本信頼性学会誌
高カテゴリー運用が可能な次世代着陸システムの研究	藤井直樹 福島莊之介 齊藤真二 吉原貴之 若林さやか	2006. 9	高カテゴリー運用が可能な次世代着陸システムの研究 研究報告書
高速移動体向け高精度測位補正技術に関する研究開発 (その2)	伊藤憲	2006. 9	電波航法研究会
Self-Synchronized ADS in IP network インターネットプロトコルネットワークにおける自己同期方式ADS	住谷泰人 石出明	2006. 9	ICAO ACP WGC
Self-Synchronized ADS in IP network IPネットワークにおける自己同期方式ADS	住谷泰人 石出明	2006. 9	NexSAT 第8回会議
融雪変動を最小化するILS-GPのモニタ反射板	横山尚志	2006. 9	航空振興財団 情報処理委員会 全天候運航小委員会
Airborne Surveillance Timeline in Japanese ADS-B WG Report 日本のADS-B作業部会からの機上監視導入日程	小瀬木滋	2006. 9	ASAS-RFGおよびICAS/ASP/ASAS-SG会議
滑走路における誤進入・コンフリクト検出ソフトウェアの開発について	古賀禎 二瓶子朗 宮崎裕己 青山久枝	2006. 9	航空振興財団 情報処理委員会 全天候運航小委員会
航空交通管理 (ATM) の現状と将来	長岡栄	2006. 9	日本航海学会 AUNAR (自動航法研究) 研究会
Performace of Requirement of Velocity Estimation for Airborne-based Downward-looking GPS Occultation 航空機からのダウンルッキングGPS観測の速度推定に関する性能要件	吉原貴之 藤井直樹 齊藤真二 坂井丈泰 星野尾一明 松永圭左 津田敏隆 (京都大学・生存圏研究所), 青山雄一 (情報・システム研究機構・国立極地研究所)	2006. 9	米国航法学会 GNSS会議 (ION/GNSS 2006)
ADS予測位置誤差に与える伝送遅延の影響	石出明 住谷泰人	2006. 10	日本航海学会 第115回講演会
RNAV到着機の横方向経路逸脱量の推定	天井治	2006. 10	日本航海学会 第115回講演会
複数の平行経路における横方向オフセットの横方向衝突危険度への影響	長岡栄 天井治	2006. 10	日本航海学会 第115回講演会
Airspace Safety Assessment for Implementation of the Japanese Domestic Reduced Vertical Separation Minimum 和訳：日本における国内短縮垂直間隔導入のための空域安全性評価	天井治 長岡栄	2006. 10	12th International Congress of IAIN
空港面受動測位実験のマルチパス誤差評価	田嶋裕久 古賀禎 小瀬木滋	2006. 10	日本航空宇宙学会 第44回飛行機シンポジウム
航空交通管理のパフォーマンス測定手法の検討	福田豊 蔭山康太 山本哲士	2006. 10	日本航空宇宙学会 第44回飛行機シンポジウム

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
GBAS地上装置の研究開発の動向	福島莊之介 齊藤真二 吉原貴之 藤井直樹	2006. 10	日本航空宇宙学会 第44回飛行機シンポジウム
航空交通流管理における航空路管制作業量推定方法の検討	福島幸子 福田豊 住谷美登里 瀬之口敦	2006. 10	日本航空宇宙学会 第44回飛行機シンポジウム
短縮垂直間隔のための高度モニタリングについて	長岡栄	2006. 10	日本航空宇宙学会 第44回飛行機シンポジウム
航空機運航に支障を及ぼす恐れのある電子機器の分析	山本憲夫 山田公男 平田俊清 (RAエンジニアリング ハウス) 伊藤達郎(全 日本空輸) 沢井清一(日本航空イン ターナショナル)	2006. 10	日本航空宇宙学会 第44回飛行機シンポジウム
ILSグライドパスフィールドモニタの全天候化	横山尚志 朝倉道弘 田嶋裕久	2006. 10	日本航空宇宙学会 第44回飛行機シンポジウム
第3回AGC-FG・第8回NetSAT steering group・ 第11回ICAO ACP WGC合同会議速報	住谷泰人	2006. 10	航空振興財団 航空保安システム技術委員会 情報処理方式小委員会資料
航空衛星通信システムの動向	住谷泰人 石出明	2006. 10	日本航海学会 航空宇宙研究会
Advanced Glide Path Near Monitor for All Weather Operation ILS グライドパスフィールドモニタの全天候化	横山尚志	2006. 10	ICAO NSP WG
航空管制卓における異常接近警報機能の研究開発	福田豊 瀬之口敦	2006. 10	電子情報通信学会 安全性研究会
コンフリクト検出における水平面位置予測に関する 一解析	瀬之口敦 福田豊	2006. 10	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロ ニクス(SANE)研究会
レーザーによる後方乱気流の観測	加来信之	2006. 10	電子情報通信学会 安全性研究会
準天頂衛星を用いる高精度測位実験	坂井丈泰 福島莊之介 武市昇 伊藤憲	2006. 10	日本航海学会 航空宇宙研究会
後処理用広域DGPS情報の配信状況	坂井丈泰	2006. 10	日本航海学会 GPS/GNSS研究会
Ongoing Analysis of Japanese ADS Message Data 日本のADSデータの現在の解析状況	藤田雅人	2006. 10	EUROCONTROL
管制のパフォーマンス指標と教育等	青山久枝	2006. 10	航空管制協会 技術交流会
サブメータ級測位補強における対流圏遅延補正	武市昇 坂井丈泰 福島莊之介 伊藤憲	2006. 11	第50回宇宙科学技術連合講演会
準天頂衛星サブメータ級補正信号のエフェメリス メッセージ	坂井丈泰 福島莊之介 武市昇 伊藤憲	2006. 11	第50回宇宙科学技術連合講演会
オンライン高精度測位テストシステムの開発及び性 能評価	金曾貴之(日本電気(株)) 福島莊之介 小野剛 鈴木和史	2006. 11	第50回宇宙科学技術連合講演会

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
GBAS インテグリティリスク提言のための衛星モニタ	藤井直樹 福島莊之介 吉原貴之 齊藤真二 小野剛 (日本電気株式会社) 鈴木和史 (日本電気株式会社) 金曾貴之 (日本電気株式会社)	2006. 11	第50回宇宙科学技術連合講演会
Fresnel reflector antennas for MM-wave helicopter obstacle detection radar ミリ波ヘリコプタ障害物探知レーダ用フレネル反射板アンテナ	米本成人 山本憲夫 山田公男 C.Migliaccio (仏国電子アンテナ通信研究所) B.D.Nguyen (仏国電子アンテナ通信研究所) Ch.Pichot (仏国電子アンテナ通信研究所)	2006. 11	The first European Conference on Antennas and Propagation EuCAP2006 アンテナ伝播に関する第1回欧州国際会議
航空交通管制の現状と将来	長岡栄	2006. 11	自動車技術会 自動車技術シンポジウム テキスト
航空局への「報告会」～重点研究終了後の取り組み～	成田孝治	2006. 11	保企ニュース
GPSによる南極氷床高度の測定	坂井丈泰 亀田貴雄(北見工業大学) 本山秀明(国立極地研究所)	2006. 11	極域気水圏・生物合同シンポジウム2006
将来のヘリコプター運航(上)	山本憲夫 富尾武(宇宙航空研究開発機構) 奥野義則	2006. 11	日本航空技術協会「航空技術」
ACAS II Operational Monitoring Report on the effect of RVSM in Japan, Second report of 2006. 日本におけるRVSM環境下でのACAS運用モニタリングレポート, 2006年第2版	住谷泰人 小瀬木滋 白川昌之 Kenji Miyabe (国土交通省航空局)	2006. 11	ICAO ASP WG-A
Evaluation results of multilateration at Tokyo International Airport 羽田空港におけるマルチラテーションの評価結果	宮崎裕己	2006. 11	ICAO ASP WG
QZSSによる広域DGPS補強システムの開発状況	福島莊之介 坂井丈泰 武市昇 伊藤憲	2006. 11	GPS/GNSS シンポジウム2006
Signal environment measurement with ling time waveform recorder 長時間波形記録装置を用いる信号環境測定	小瀬木滋 大津山卓哉	2006. 11	ICAO ASP WG

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
広域 DGPS と MSAS	坂井丈泰	2006. 11	GPS/GNSS シンポジウム2006
広域補強システム MSAS の性能評価	坂井丈泰	2006. 11	GPS/GNSS シンポジウム2006
Comments on draft letter for RTCA/SC-159 to inform our activities RTCA/SC-159に我々の活動を知らせるための書簡案へのコメント	小瀬木滋	2006. 11	MNWG-TI/GNSSSG 会議
Japan GBAS Status 日本の GBAS に関する状況	藤井直樹	2006. 11	International GBAS Working Group 5 Meetings
Onboard measurement for multi-path echo-Trials in 2006 機上におけるマルチパス反射波測定－2006年の試行	小瀬木滋 大津山卓哉	2006. 11	MNWG-TI/GNSSSG 会議および RTCA-SC159/WG6 合同会議
ライダーを用いた後方乱気流の観測	加来信之	2006. 11	航空振興財団 情報処理委員会 全天候運航小委員会
GPS Data Collection, Analysis in ENRI and Possible Data Exchange ENRIにおけるGPSデータ収集、解析と可能なデータ交換	星野尾一明 坂井丈泰 松永圭左	2006. 11	日本－台湾 航空局 ATS 技術会議
GPS の概要	坂井丈泰	2006. 12	電気学会技術報告，次世代位置情報技術調査専門委員会
MSAS 試験信号の測位精度評価	坂井丈泰	2006. 12	日本航海学会誌「NAVIGATION」
Millimeter-Wave Radar for Rescue Helicopters 救急ヘリコプタのためのミリ波レーダ	米本成人 山本憲夫 山田公男 C.Migliaccio B.D.Nguyen Ch.Pichot (仏国ニースソフィアアンティポリ大学 電子アンテナ通信研究所) 安井英巳 (IHIエアロスペース) W.Mayer A.Gronau W.Menzel (独国ウルム大学)	2006. 12	IEEE ICARCV 2006米国電気学会制御，自動化，ロボット工学，映像における国際会議
航空交通管理のパフォーマンス測定ツールの試作	福田豊	2006. 12	航空無線
平成18年度電子航法研究発表会について	今村純	2006. 12	航空無線
日本における国内短縮垂直間隔基準導入のための空域安全性評価	天井治 長岡栄	2006. 12	日本航海学会誌「NAVIGATION」
後方乱気流の計測融合シミュレーション	加来信之 三坂（東北大学） 小笠原（宇宙航空研究開発機構） 大林 奥野	2006. 12	第20回数値流体力学シンポジウム
交通流の分散による航空機の衝突リスクの軽減－短縮垂直間隔導入後の安全性の評価－	天井治	2006.12	日本機械学会 第15回交通・物流部門大会
航空路管制における管制指示の分析	青山久枝 古田一雄（東京大学大学院） 飯田裕康（労働科学研究所）	2006. 12	計測自動制御学会 システムインテグレーション部門

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
発話音声によるトラック運転手の心身状態評価手法と結果	塩見格一 佐藤清（鉄道総合技術研究所） 澤貢（鉄道総合技術研究所） 水上直樹（鉄道総合技術研究所） 堀口明伯（いすゞ自動車） 杉浦康司（いすゞ中央研究所） 海津成男（セレブラルダイナミックス）	2006. 12	日本人間工学会第35回関東支部大会
航空データ無線伝送路の特性－VDL-Mode2/3の評価－	北折潤 松久保裕二 禮助安亨（千葉工業大学） 小園茂	2006. 12	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス（SANE）研究会
将来のヘリコプター運航（下）	山本憲夫 富尾武（独）宇宙航空研究開発機構 奥野義則	2006. 12	日本航空技術協会「航空技術」
RNAV到着経路の安全性の評価	天井治	2006. 12	航空無線
ASASの最新動向	小瀬木滋	2006. 12	日本航空宇宙工業会 航空電子システム調査委員会
JTIDS/MIDS MNWG 2006年11月GNSS-SWG 会議参加報告	小瀬木滋 大津山卓哉	2006. 12	国土交通省 航空局
航空路管制官のタスクロードとパフォーマンス評価に関する研究	青山久枝 井上幸一（東京大学大学院） 安藤英幸 大和裕幸	2006. 12	計測自動制御学会 システムインテグレーション部門
ACAS II 運用モニタリング結果（2006年第2報）	住谷泰人 小瀬木滋 白川昌之	2006. 12	航空局技術部航空機安全課依頼による調査資料
高精度測位補正技術に関する研究開発－進捗状況報告－	伊藤憲	2006. 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
ヘリコプター用障害物監視システム	山本憲夫	2007. 1	日本工業出版「検査技術」
航空機におけるEMC携帯電子機器による航空機内の電磁干渉障害に関する研究	山本憲夫	2007. 1	ミマツ「月刊 EMC」
管制官はワルイヒト？	福島幸子	2007. 1	航空管制
GPSのための実用プログラミング	坂井丈泰	2007. 1	東京電機大学出版局
GPS第二民間周波数信号（L2C）の受信試験	坂井丈泰 福島莊之介 武市昇 伊藤憲	2007. 1	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス（SANE）研究会
A-SMGCシステムの監視機能について	古賀禎 二瓶子朗 宮崎裕己	2007. 1	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス（SANE）研究会

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
速度積算による航空機の位置推定	齊藤真二 吉原貴之	2007. 1	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス (SANE) 研究会
準天頂衛星を用いた広域測位補正における対流圏遅延補正方式	武市昇 坂井丈泰 福島莊之介 伊藤憲	2007. 1	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス (SANE) 研究会
Distinguish between TIS-B and ADS-R TIS-BとADS-Rの区別	小瀬木滋	2007. 1	ASAS-RFG 会議
ATM Performance Study in Japan 日本のATMパフォーマンス研究	蔭山康太 福田豊	2007. 1	JPDO Office
米国CAPSTONEプログラムへの参加による飛行実験の結果	小瀬木滋 大津山卓哉 米本成人 塩地誠 山本憲夫	2007. 1	航空振興財団 情報処理委員会 全天候運航小委員会
Evaluation results of multilateration at Tokyo International Airport 羽田空港におけるマルチラテレーションの評価結果	宮崎裕己	2007. 1	ICAO ASP TSG
Emission from Active IC Tags -Preliminary Result- アクティブICタグからの放射－予備実験結果－	山本憲夫 米本成人 山田公男	2007. 1	RTCA SC-202 (携帯電子機器委員会)
Augmentation Performance of QZSS L1-SAIF Signal 準天頂衛星L1-SAIF信号による補強性能	坂井丈泰 福島莊之介 武市昇 伊藤憲	2007. 1	米国航法学会 全米技術会議 (ION/NTM 2007)
Preliminary Analysis of Ionospheric Delay Variation Effect on GBAS due to Plasma Bubble at the Southern Region in Japan 日本南方域におけるプラズマバブルによる電離層遅延変動のGBASへの影響調査の初期解析	吉原貴之 藤井直樹 松永圭左 星野尾一明 坂井丈泰 若林さやか	2007. 1	米国航法学会 全米技術会議 (ION/NTM 2007)
航空宇宙研究会	石出明 田嶋裕久	2007. 2	日本航海学会シンポジウム「NAVIGATION, これまでのベクトルと未来への期待－研究活動と社会貢献－」
RVSM導入によるACAS回避アドバイザーへの影響の一検討	住谷泰人 小瀬木滋 白川昌之	2007. 2	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス (SANE) 研究会
Prospect of Future Air Traffic Control – Unified Air Traffic Management System – 将来のATCの見通し－統合航空交通管理システム－	三垣充彦	2007. 2	EEC
IPSNDCF Validation Experiment ENRI 電子研でのIPSNDCF検証実験	板野賢 Mark Brown (沖電気)	2007. 2	ICAO ACP WGN07
ユーロコントロールでのATFM ～日本との比較～	福島幸子	2007. 2	第7回CNS/ATMシンポジウム
ADS予測位置誤差に与える伝送遅延の影響	石出明 住谷泰人	2007. 3	日本航海学会論文集第116号
複数の平行経路における横方向オフセットの横方向衝突危険度への影響	長岡栄	2007. 3	日本航海学会論文集第116号
航空衛星通信シミュレータによるログオンラッシュの一検討	住谷泰人 石出明	2007. 3	電子情報通信学会 2007年総合大会
Preliminary Experiments for Signal Environment Recording in ARNS Band ARNS帯域の信号環境記録予備実験-測定例	大津山卓哉 小瀬木滋	2007. 3	電子情報通信学会 2007年総合大会
GPS-L5帯域で観測されるマルチパス反射	小瀬木滋 大津山卓哉	2007. 3	電子情報通信学会 2007年総合大会
管制空域デザインと空域内の飛行時間	岡恵 山本哲士	2007. 3	電子情報通信学会 2007年総合大会
音声によるストレス計測	塩見格一	2007. 3	平成19年電気学会全国大会 シンポジウム

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
GPS広域補強プロトタイプのリアルタイム運用	坂井丈泰 松永圭左 星野尾一明	2007. 3	電子情報通信学会 2007年総合大会
測距誤差推定によるGPS劣化信号検出法の検討	齊藤真二 吉原貴之 福島莊之介 藤井直樹	2007. 3	電子情報通信学会 2007年総合大会
自動従属監視(ADS-C)データ解析	藤田雅人	2007. 3	日本機械学会 関東支部第13期総会講演会
RNAV到着経路を飛行する航空機の横方向経路逸脱量の分布の推定	天井治	2007. 3	日本機械学会 関東支部第13期総会講演会
後方乱気流の観測	加来信之	2007. 3	日本機械学会 関東支部第13期総会講演会
管制卓のコンフリクト警報の研究開発	福田豊 瀬之口敦	2007. 3	日本機械学会 関東支部第13期総会講演会
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	2007. 3	電波航法研究会会誌 電波航法
研究成果の普及・活用を進めるために ～出前講座と広報活動～	今村純	2007. 3	航空無線
エアロスペースABC「MSAS」	坂井丈泰	2007. 3	日本航空宇宙学会誌
A Concept of CAT Ⅲ GBAS Requirement Based on Total System Error (TSE) TSEに基づいたGBASの要件のあるコンセプト	藤井直樹 植木隆央(国土交通省)	2007. 3	ICAO NSP WG
有人機・無人機混合飛行空間の出現に向けた飛行安全性に対する調査	小瀬木滋	2007. 3	日本航空宇宙工業会 航空電子システム調査委員会
Calculation of Maximal Lateral Overlap Probability-Terminal RNAV STAR case- 和訳：最大横方向重畳確率の計算－ターミナルRNAV STAR の場合－	藤田雅人	2007. 3	EUROCONTROL
高精度測位補正技術に関する研究開発－成果報告－	伊藤憲	2007. 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
Wideband measurement for multipath echo マルチパス反射の広帯域測定	小瀬木滋 大津山卓哉	2007. 3	MNWG-ENCC07 / GNSSSG会議

8 知的財産権

当研究所の平成18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
DSB方式ドップラーVORモニタ方法	田中修一 二瓶子朗	62. 10. 29	1731867	5. 2. 17
アンテナ故障検知装置	田中修一 長岡政四	63. 1. 13	1739963	5. 3. 15
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VORのアンテナ切換給電方法	二瓶子朗 田中修一	2. 3. 16	1928084	7. 5. 12
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
GPS信号による位置決定方法およびその装置	惟村和宣 松本千秋 朝倉道弘	6. 3. 4	2681029	9. 8. 1
被管制対象監視システム	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
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ーフェース装置 PCT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ーフェース装置 PCT出願：イギリス	塩見格一	7. 5. 18	2295472	10. 7. 22

発 明 の 名 称	発 明 者	出願年月日	登録番号	登録年月日
飛行場運航票管理システムのユーザインタフェース装置 PCT出願:カナダ	塩見格一	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
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SSR装置	塩見格一	10. 10. 30	3041278	12. 3. 3
SSR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

発 明 の 名 称	発 明 者	出願年月日	登録番号	登録年月日
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
SSR装置及び航空機二次監視網:PCT出願 アメリカ	塩見格一	11. 10. 29	6337652	14. 1. 8
受動型SSR装置:PCT出願アメリカ	塩見格一	11. 10. 29	6344820	14. 2. 5
受動型SSR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
GPS及びその補強システムを用いた航法システムにおけるアベイラビリティ取得方法及びその装置	福島荘之介	12. 7. 26	3412011	15. 3. 28
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
稼働体測位方法及び移動体誘導方法	小瀬木滋 田嶋裕久 住谷泰人 米本成人	14. 3. 29	3826191	18. 7. 14
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
ILSのグライドパスのGP進入コース予測方法及びILSのグライドパスのGP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
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(No.103 分割出願)	米本成人 塩見格一	16. 3. 25	3772191	18. 2. 24
電波反射体を用いた移動体の航法方法(No.103 関連 分割出願)	米本成人	16. 3. 25	3840520	18. 8. 18
全方向性を有する誘導体レンズ	米本成人	16. 8. 19	3822619	18. 6. 30
高周波信号のデジタルIQ検波法	田嶋裕久 古賀禎 小瀬木滋	16. 9. 15	3874295	18. 11. 2

※ は平成18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 PCT出願：アメリカ	塩見格一	11. 6. 10	09/329,293
SSR装置及び航空機二次監視網 PCT出願 欧州特許庁EPC	塩見格一	11. 10. 29	99951157.9
受動型SSR装置 欧州特許庁EPC	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 (CL15411)	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 (CL15406)	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 (CL15408)	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 (CL15407)	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
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

発 明 の 名 称	発 明 者	出願年月日	出願番号
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
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
無線航法システムにおける信頼性指示装置	坂井丈泰	18. 12. 11	2006-332972
衛星航法システムにおける衛星航法軌道情報の伝達方法及びそれらの装置	坂井丈泰	18. 12. 13	2006-335349
外部雑音改善型発話音声分析システム	塩見格一	19. 3. 31	2007-092826
発話音響環境対応型発話音声分析システム	塩見格一	19. 3. 31	2007-092827

第 3 部 現 況



1 平成18年度に購入した主要機器

広帯域電子信号環境記録装置記録部 AD変換

データストレージ 2台

管制用監視モニタ表示装置

GPS電離層シンチレーション受信装置

基準位置装置 2台

航空路管制業務行動記録装置

携帯用伝送線路損失測定装置

SBAS機上受信機

発話音声分析装置用ログ管理ソフトウェア及びプラットフォーム・ハードウェア

SSRモードS信号処理装置

可搬型発話音声分析装置プラットフォーム・ハードウェア 3台

データベースサーバー装置

二周波GPS受信機

ネットワークストレージシステム

ミリ波回路測定治具

7.5TB SATA ディスクアレイ装置

トランスポンダ制御カード

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、計測機器ビ
ット、各種無線計測機器、非常照明

2 アンテナ試験塔

アンテナ試験塔は、昭和52年に建設され、VORの研究などで使用されてきた。

平成17年度には、二次監視レーダ（SSR）モードSの高度運用技術の研究で使用するため、レーダ設置台を設置するなどの改修を行った。平成19年には、回転式アンテナを含むSSR装置が設置され、SSRモードS調布局による実験を開始する計画である。

このほかに、屋上には、実験などに利用するためのスペースが確保されており、GPSアンテナなどが設置されている。

〔要目概要〕

高 さ： 19.15m

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に接続したシステムに移行し、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の運用となった。

平成13年度より、電子計算機システムは、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サーバ等から構成されるサーバ群を1GBase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となった。

さらに、平成17年度には支線部についても1GBaseのデータ転送レートに対応し、現在の構成となった。

現在、当所のネットワーク及び電子計算機システムは、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、電子メールによる情報交換、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 XD1
ファイルサーバ：NEC iStrage NS23P
アプリケーションサーバ：HP ProLiant ML110
PCサーバ：DELL PowerEdge SC1420
WWWサーバ：HITACHI GSA130AB ANNN930
メールサーバ：HITACHI GSA130AB ANNN930
ネットワークスイッチ：CenterCOM 9816GB、9812T

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)m²
- ・主要室 管制卓室；1室，13m×14m
パイロット卓室；1室，22m×7m
サーバー室，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

(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18年度における行事等は、下記のとおりである。

第1回研究交流会〔平成18年4月18日（火）〕

講演「世界と日本にみる空港容量と航空輸送実績」及び意見交換を行った。

講演者：日本航空協会 酒井 正子氏

所内一般公開〔平成18年4月23日（日）〕

平成18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2,561名）

第5回研究所設立記念式典〔平成18年4月25日（火）〕

当所設立記念式典を開催した。

平成18年度第1回評議員会〔平成18年5月10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「ATMパフォーマンスの研究」

「航空機の安全運航支援技術に関する研究」

出前講座〔平成18年5月19日（金）〕

電子航法研究所出前講座を東京空港事務所において開催した。（聴講者数約58名）

研究発表会〔平成18年6月1日（木）・2日（金）〕

平成18年度（第6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388名）

第2回研究交流会〔平成18年6月14日（水）〕

講演「第1部 次世代航空交通システム検討の背景」

「第2部 ICAO、欧米の長期計画」

「第3部 CARATSの検討」及び意見交換を行った。

講演者：航空局管制保安部保安企画課 加藤企画官、轟木補佐、木村調査官、吉村調査官

平成18年度第2回評議員会〔平成18年6月15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「航空路の安全性評価に関する研究」

「放送型データリンクによる航空機監視の研究」

「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」

「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」

出前講座〔平成18年7月20日（木）・21日（金）〕

電子航法研究所出前講座を仙台空港事務所において開催した。（聴講者数約60名）

電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会〔平成18年7月28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4名を含む9件の研究発表及び討議が行われた。「次世代衛星航法システムの特長とその性能評価」と題し、日本無線（株）鷺頭浩一様によるチュートリアル招待講演を行った。

第3回研究交流会〔平成18年7月28日（金）〕

講演「ENAC（仏国立航空学院）の紹介」、「SSRモードSの解析レポート」及び意見交換を行った。
講演者：レミ・シュワルツ氏

第4回研究交流会〔平成18年8月1日（火）〕

テーマ「今後のRNAV整備課題」及び意見交換を行った。
講演者：航空局RNAVチーム 中村調査官「RNAV整備の政策課題」
藤崎係長「航空機のRNAV運航」
今若調整官「新しいRNAV」

第5回研究交流会〔平成18年8月22日（火）〕

講演「空域関連業務の動向」及び意見交換を行った。
講演者：航空局管制保安部管制課 空域調整整備室 室長 後藤 容順氏

出前講座〔平成18年9月13日（水）〕

電子航法研究所出前講座をシステム開発評価・危機管理センターにおいて開催した。
（聴講者数約44名）

第6回研究交流会〔平成18年11月16日（木）〕

以下の講演及び意見交換を行った。
講演「Technical Proposal Toward TILTED SECTORS」
「OPAS-TMA Approach Fast Time Simulator For Operational and Performance Studies」
「OPAS-TMA Operations Studies」
講演者：Benoit RULLEAU氏（仏国DSNA）
講演「Brief-Introduction of OPAS-TMA」
講演者：航空交通管理領域 主任研究員 蔭山 康太
講演「CRISTAL PARIS Phase I Results (Oct05-Oct06) Example of use of OPAS/TMA for Operations Benefits assessment」
講演者：Jean-Marc Loscos氏（仏国DSNA）

出前講座〔平成18年12月4日（月）〕

電子航法研究所出前講座を航空交通管理において開催した。（聴講者数約55名）

第7回研究交流会〔平成19年2月7日（水）〕

講演「空港面の安全対策～飛行場管制支援機能の拡充～」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 保安企画課 管制情報処理システム室 小川調査官・北村調査官

電子航法研究所講演会〔平成19年2月9日（金）〕

平成18年度（第2回）電子航法研究所講演会を大手町サンケイプラザにおいて開催した。
（聴講者数134名）講演内容は下記のとおり

講演「A380 Avionics (A380アビオニクス)」

講演者：エアバス・ジャパン株式会社飛行訓練・運航支援リーダー 北東アジア地域担当
Capt.Hugues PEREZ (キャプテン ユーゴ・ペRez氏)

講演「B737-800のアビオニクス」

講演者：(株)日本航空インターナショナル運航本部
運航技術部 課長補佐 山本 憲一氏
技術主任 渡邊 徹氏

講演「航空交通管理におけるパフォーマンスについて」

講演者：航空交通管理領域 上席研究員 福田 豊

第8回研究交流会〔平成19年2月14日(水)〕

ENRI紹介, ATM研究紹介と意見交換を行った。

交流者：YOUNG Dave氏 (ユーロコントロール実験センター)

第9回研究交流会〔平成19年3月7日(水)〕

講演「長期的なビジョンについて」

講演者：研究企画統括 白川 昌之

5. 職員表彰

◎理事長表彰（平成18年4月1日）

永年勤続（30年）

塩地 誠（機上等技術領域）

永年勤続（20年）

福田 豊（航空交通管理領域）

新美 賢治（通信・航法・監視領域）

功 績

吉原 貴之（通信・航法・監視領域）

「航空機からのGPS掩蔽観測技術の開発研究の功績及びIEEE2005年優秀論文賞受賞の功績」

管制間隔研究グループ

長岡 栄（航空交通管理領域）

天井 治（航空交通管理領域）

藤田 雅人（航空交通管理領域）

「短縮垂直管制間隔の導入における寄与」

◎理事長感謝状（平成18年4月1日）

特 別

福田 豊（航空交通管理領域）

「航空管制の支援システムの開発に貢献」

横山 尚志（機上等技術領域）

「計器着陸装置にかかる諸問題の解決に貢献」

朝倉 道弘（機上等技術領域）

「計器着陸装置にかかる諸問題の解決に貢献」

◎理事長感謝状（平成19年3月31日）

退 職

二瓶 子朗（通信・航法・監視領域）

加来 信之（機上等技術領域）

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：平成一九年三月三十一日法律第二三号

- 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。

（役員の任期）

第八条 役員の任期は、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特別会計に関する法律（平成十九年法律第二十三号）附則第百三十四条第二項 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（昭和二十三年法律第二百五十七号）の適用を受ける労働組合となるものとする。この場合において、当該職員団体が法人であるときは、法人である労働組合となるものとする。

2 前項の規定により法人である労働組合となったものは、研究所の成立の日から起算して六十日を経過する日までに、労働組合法（昭和二十四年法律第七十四号）第二条及び第五条第二項の規定に適合する旨の労働委員会の証明を受け、かつ、その主たる事務所の所在地において登記しなければ、その日の経過により解散するものとする。

3 第一項の規定により労働組合となったものについては、研究所の成立の日から起算して六十日を経過する日までは、労働組合法第二条ただし書（第一号に係る部分に限る。）の規定は、適用しない。

（権利義務の承継等）

第五条 研究所の成立の際、第十条に規定する業務に関し、現に国が有する権利及び義務のうち政令で定めるものは、研究所の成立の時に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，別に辞令を發せられない限り，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っては，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いて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いて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いて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にお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、その時ににおいて、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において国が承継する。

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（平成十一年法律第百三号。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。

附 則（平成一九年三月三十一日法律第二三号） 抄

（施行期日）

第一条 この法律は、平成十九年四月一日から施行し、平成十九年度の予算から適用する。ただし、次の各号に掲げる規定は、当該各号に定める日から施行し、第二条第一項第四号、第十六号及び第十七号、第二章第四節、第十六節及び第十七節並びに附則第四十九条から第六十五条までの規定は、平成二十年度の予算から適用する。

一 附則第二百六十六条、第二百六十八条、第二百七十三条、第二百七十六条、第二百七十九条、第二百八十四条、第二百八十六条、第二百八十八条、第二百八十九条、第二百九十一条、第二百九十二条、第二百九十五条、第二百九十八条、第二百九十九条、第三百二条、第三百七条、第三百二十二条、第三百二十四条、第三百二十八条、第三百四十三条、第三百四十五条、第三百四十七条、第三百四十九条、第三百五十二条、第三百五十三条、第三百五十九条、第

三百六十条，第三百六十二条，第三百六十五条，第三百六十八条，第三百六十九条，第三百八十条，第三百八十三条及び第三百八十六条の規定 平成二十年四月一日

(罰則に関する経過措置)

第三百九十一条 この法律の施行前にした行為及びこの附則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この法律の施行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。

(その他の経過措置の政令への委任)

第三百九十二条 附則第二条から第六十五条まで，第六十七条から第二百五十九条まで及び第三百八十二条から前条までに定めるもののほか，この法律の施行に関し必要となる経過措置は，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) 書籍等を整理、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、工事の施行、施設の維持及び補修その他自ら行うことが困難な業務または、研究所業務の遂行上他のものに行わせることが適当な業務については、これらの業務を行うに適当な能力を有する者に委託することができるものとする。

2 研究所は、前項の業務を委託しようとするときは、受託者との間に委託契約を締結するものとする。

3 研究所は、前項の業務の委託をした場合には、その業務に要する費用を負担するものとする。

(競争入札その他の契約に関する事項)

第8条 契約は、すべて競争に付すものとする。ただし、次の各号の一に該当するときは、随意契約によることができるものとする。

- (1) 契約の性質又は目的が競争を許さないとき
- (2) 緊急の必要により競争に付することができないとき
- (3) 競争に付することが不利と認められるとき
- (4) 契約に係る予定価格が少額であるとき
- (5) その他業務の運営上特に必要があるとき

(その他業務の執行に関して必要な事項)

第9条 研究所は、この業務方法書に定めるもののほか、その業務の執行に関し必要な事項について細則を定めることができるものとする。

附則 この業務方法書は、平成13年4月1日から施行する。

附則 この業務方法書は、平成18年4月1日から施行する。

4 独立行政法人電子航法研究所 第2期中期目標

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。その運営に当たっては、自律性、自発性及び透明性を備え、業務をより効率的・効果的に行うという独立行政法人制度の趣旨を十分に踏まえ、社会ニーズ等の状況変化に適切に対応しつつ、本中期目標に従って、質の高いサービスを提供すること。このため、研究開発及び成果の普及・活用促進等、研究所が実施するあらゆる活動を通じて、わが国の交通の安全と円滑化に貢献するとともに、航空行政等の国土交通政策について、その技術課題の解決を図るという研究所の任務を的確に遂行するものとする。

また、研究所は、本中期目標期間より非公務員型の独立行政法人へ移行することから、国に加え大学、民間等と人事交流などの連携を促進すること等により、そのメリットを最大限活用するものとする。

第1 中期目標の期間

平成18年4月1日から平成23年3月31日までの5年間とする。

第2 業務運営の効率化に関する事項

1. 組織運営

(1) 組織運営の合理化・適正化の推進

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

(2) 業務執行体制の見直し等

高度化、多様化する社会ニーズに迅速かつ的確に対応でき、理事長のリーダーシップと研究企画・総合調整機能を最大限発揮できるように業務執行体制を見直し、責任の範囲と所在を明確にした組織運営を行うこと。また、専門分野を集約した組織構成とすることにより、研究開発機能の専門性と柔軟性の向上を図ること。

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

2. 人材活用

(1) 職員の業績評価

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

(2) 職員の任用

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

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

(3) 外部人材の活用

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

(4) 人材の育成

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

3. 業務運営

(1) 経費の縮減

- ① 一般管理費（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）については、中期目標期間中に見込まれる当該経費総額（初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。）を6%程度抑制すること。
- ② 業務経費（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）については、中期目標期間中に見込まれる当該経費総額（初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。）を2%程度抑制すること。
- ③ 人件費^{※注}については、「行政改革の重要方針」（平成17年12月24日閣議決定）を踏まえ、前中期目標期間の最終年度予算を基準として、本中期目標期間の最終年度までに国家公務員に準じた人件費削減の取組を行うこと。また、国家公務員の給与構造改革を踏まえた役職員の給与体系の見直しを進めること。

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

(2) 予算及び人的資源の適正な管理

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

第3 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項

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

研究所が実施する研究開発の基本的な考え方は次のとおりとする。

(1) 社会ニーズに対応した研究開発の重点化

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

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

(2) 基礎的技術の蓄積等

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

(3) 研究開発の実施過程における措置

研究開発の実施過程においては、次に掲げる措置を講じること。

- ① 社会ニーズに対応するための研究要素を包括的に企画、提案し、研究の位置付けと達成目標を明確にすること。また、研究開発の目的及び成果が、社会ニーズに対して的確・タイムリーで効果的なものとなるよう、関係者から情報収集を随時行い、研究開発の実施過程において、ニーズの変化に即応できる柔軟性を有すること。
- ② 各研究開発課題について、社会ニーズの状況変化や、事前・中間評価の結果に基づき、関係者と十分調整の上、研究内容や方法の見直し、中止等、所要の措置を講じること。また、事後評価結果については、関係者と十分調整の上、その後の研究開発計画に反映させること。

2. 共同研究、受託研究等の推進

- ① 優れた研究成果を上げるためには、他の研究機関等の外部資源を最大限活用することが不可欠である。このため、当研究所の研究開発に関連する技術分野または研究開発に必要な要素技術に関する研究開発等を行っている国内外の研究機関、民間企業等との共同研究を引き続き強力に推進し、研究開発の高度化と効果的・効率的な実施を同時に実現すること。具体的には、共同研究を中期目標期間中に36件以上実施すること。
- ② 航空交通の安全確保とその円滑化を図るためには、国、空港管理者、航空機運航者、航空保安システム製造者等の航空関係者が抱える技術課題をそれぞれ解決する必要がある。これらの課題に対応し研究所の社会的貢献度を高めるため、国、地方自治体及び民間等からの受託研究を積極的に実施すること。具体的には、中期目標期間中に90件以上実施すること。
また、競争的資金を積極的に獲得すること。
- ③ 他機関との密接な連携と交流を円滑に推進するため、研究者・技術者の交流会等を中期目標期間中に30件以上実施すること。

3. 研究開発成果の普及・活用促進

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

(1) 研究開発等

- ① 知的財産権による保護が可能な知的財産については、必要な権利化を図ること。
- ② 各研究開発課題については、年1回以上、学会、専門誌等において発表すること。
- ③ 査読付論文を80件以上提出すること。
- ④ ホームページで提供する情報の内容を工夫、充実させることにより、アクセス件数が増加するよう努めること。
- ⑤ その他研究所の活動及び成果の普及・活用促進に必要な広報活動に努めること。

(2) 国際協力等

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

- ① 海外機関への技術支援等による国際協力を積極的に行うこと。
- ② 国際的な最新技術動向を把握、分析し、当該情報を外部に提供できるしくみを整えること。
- ③ 研究開発成果の国際的な普及を推進するため、国際会議等における発表を240件以上実施すること。

第4 財務内容の改善に関する事項

1. 自己収入の増加

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

第5 その他業務運営に関する重要事項

1. 管理、間接業務の外部委託

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

2. 施設及び設備に関する事項

- (1) 研究開発効率が低下しないよう、適切な施設・設備の整備を計画的に進めるとともに、その利用においては安全に留意し、維持保全を着実に実施すること。
- (2) 既存の研究施設及び研究機材を有効に活用し、効率的な業務遂行を図ること。

5 独立行政法人電子航法研究所 第2期中期計画

独立行政法人電子航法研究所（以下「研究所」という。）は、電子航法に関する試験、調査、研究及び開発を行うことにより、交通の安全の確保とその円滑化を図ることを目的とし、航空交通管理システムに関する研究等を通じて、航空行政等を技術的側面から支援する中核的研究機関として社会に貢献していく。

この実現に向けて、専門性の集約・継承と深化を図り、効率的な業務運営を行うことを基本とし、社会ニーズ、特に増大する航空交通量に対応するため、高度な航空交通管理手法の開発・評価に関する研究を戦略的・重点的に実施する。

また、非公務員型の独立行政法人として、柔軟で弾力的な人事制度を構築することにより、産業界及び学界との人材交流による連携を促進し、人材の育成及び研究ポテンシャル（能力）の向上を図る。

以上を踏まえ、独立行政法人通則法第30条第1項の規定に基づき、研究所の平成18年度から始まる期間における中期目標を達成するための計画を次のように策定する。

1. 業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置

(1) 組織運営

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

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

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

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

(2) 人材活用

① 職員の業績評価

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

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

② 職員の任用

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

③ 外部人材の活用

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

④ 人材の育成

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

実施する。

(3) 業務運営

- ① 一般管理費（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）については、業務の効率化など、経費の縮減に努め、中期目標期間中に見込まれる当該経費総額（初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。）を6%程度抑制する。
- ② 業務経費（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）については、研究施設等の効率的な運用を更に進めることにより中期目標期間中に見込まれる当該経費総額（初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。）を2%程度抑制する。
- ③ 人件費^{※注}については、「行政改革の重要方針」（平成17年12月24日閣議決定）を踏まえ、前中期目標期間の最終年度予算を基準として、本中期目標期間の最終年度までに5%以上削減する。また、国家公務員の給与構造改革を踏まえた役職員の給与体系の見直しを進める。
※注) 対象となる「人件費」の範囲は、常勤役員及び常勤職員に支給する報酬（給与）、賞与、その他の手当の合計額とし、退職手当、福利厚生費（法定福利費及び法定外福利費）、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分は除く。
- ④ 予算及び人的資源の適正な管理については、各研究開発課題に対する予算配分及び執行状況を予算管理システム等により適時把握し、予算管理の適正化と業務運営の効率化を図る。また、エフォート（研究専従率）を正確に把握し、人的資源の有効活用と職員のコスト意識の向上を図るとともに、研究に専念できるようなエフォートの質の向上を図る。

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

(1) 社会ニーズに対応した研究開発の重点化

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

① 空域の有効利用及び航空路の容量拡大に関する研究開発

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

② 混雑空港の容量拡大に関する研究開発

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

③ 予防安全技術・新技術による安全性・効率性向上に関する研究開発

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

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

(2) 基盤的研究

社会ニーズの実現に向けた政策に基づく重点研究開発分野での将来の応用を目指した基盤的・先導的研究を実施し、現在及び将来のニーズに対応した研究ポテンシャルの向上に努める。なお、研究の実施に当たっては、諸情勢の変化を

考慮しつつ研究の方向性や具体的な方策について、柔軟に対応する。

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

(3) 研究開発の実施過程における措置

研究開発の実施過程においては、次に掲げる措置を講じる。

- ① 研究開発課題選定手順を明確にし、社会ニーズに対応するための研究要素を包括的に企画、提案し、研究の位置付けと「目標時期」「成果」「効果」等の達成目標を明確にする。また、研究開発の目的及び成果が、社会ニーズに対して的確・タイムリーで効果的なものとなるよう、行政、運航者及び空港管理者等の関係者から情報収集を随時行い、研究開発の実施過程において、ニーズの変化に即応できる柔軟性を確保する。
- ② 各研究開発課題について、社会ニーズの状況変化や、研究所内外の研究事前・中間評価の結果に基づき、行政等の関係者と十分調整の上、研究内容や方法の見直し、中止等、所要の措置を講じる。また、研究所内外の研究事後評価結果については、成果のフォローアップに努めながら、行政等の関係者と十分調整の上、その後の研究開発計画に反映させる。

(4) 共同研究・受託研究等

① 共同研究

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

② 受託研究等

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

③ 研究交流

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

(5) 研究成果の普及、成果の活用促進等

① 知的財産権

知的財産権による保護が必要な研究成果については、必要な権利化を図る。

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

② 広報・普及・成果の活用

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

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

その他研究所の活動及び成果の普及・活用促進に必要な広報活動に努める。

③ 国際協力等

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

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

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

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

3. 予算（人件費の見積りを含む。）、収支計画及び資金計画

(1) 自己収入の増加

受託収入・特許権収入等の自己収入を増加させるための活動を積極的に推進する。

(2) 中期目標期間における財務計画は次のとおりとする。

- ①予算 別紙1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。

5. 重要な財産を譲渡し、又は担保に供する計画

特になし。

6. 剰余金の使途

- ①研究費
- ②施設・設備の整備
- ③国際交流事業の実施（招聘、セミナー、国際会議等の開催）

7. その他主務省令に定める業務運営に関する事項

(1) 管理、間接業務の外部委託

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

①施設及び設備に関する事項

施設・設備の内訳	予定額 (百万円)	財 源
ア. 実験施設整備 実験用航空機格納庫補修工事	11	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金
イ. 業務管理施設整備 電子航法開発部棟補修工事	100	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金
ウ. 業務管理施設整備 管制システム部棟建替工事	222	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金
エ. 業務管理施設整備 ATC研究棟他補修工事	104	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金

オ. 業務管理施設整備 本部棟/衛星技術部棟補修工事	91	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金
カ. 業務管理施設整備 仮想現実実験棟他補修工事	55	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金
キ. 業務管理施設整備 航空システム部/管制システム部棟補修工事	77	空港整備特別会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金

② 施設・設備利用の効率化

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

(2) 人事に関する計画

① 方針

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

② 人件費に関する指標

中期目標期間中の人件費総額見込み 2,958百万円

③ その他参考として掲げる事項

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

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

表1. 予算（総括）（単位：百万円）

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

[人件費の見積り]

期間中総額2,958百万円を支出する。

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

[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	3,140
施設整備費補助金	584
受託等収入	779
計	4,503
支出	
業務経費	748
うち研究経費	748
施設整備費	584
受託等経費	757
一般管理費	193
人件費	2,221
計	4,503

[人件費の見積り]

期間中総額1,789百万円を支出する。

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

[運営費交付金の算定ルール]

別紙4のとおり

表3. 予算（空港整備勘定）（単位：百万円）

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

[人件費の見積り]

期間中総額1,169百万円を支出する。

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

[運営費交付金の算定ルール]

別紙5のとおり

表1. 収支計画（総括）（単位：百万円）

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

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

表2. 収支計画（一般勘定）（単位：百万円）

区 分	金 額
費用の部	3,970
経常費用	3,970
研究業務費	2,339
受託等業務費	757
一般管理費	812
減価償却費	62
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	3,970
運営費交付金収益	3,140
手数料収入	0
受託等収入	779
資産見返負債戻入	51
臨時利益	0
純利益	0
目的積立金取崩額	0
総利益	0

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

表3. 収支計画（空港整備勘定）（単位：百万円）

区 分	金 額
費用の部	6,276
経常費用	6,276
研究業務費	4,867
受託等業務費	514
一般管理費	350
減価償却費	545
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	6,276
運営費交付金収益	5,175
手数料収入	0
受託等収入	566
資産見返負債戻入	535
臨時利益	0
純利益	0
目的積立金取崩額	0
総利益	0

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

表1. 資金計画（総括）（単位：百万円）

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

表2. 資金計画（一般勘定）（単位：百万円）

区 分	金 額
資金支出	4,503
業務活動による支出	3,911
投資活動による支出	584
財務活動による支出	8
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	4,503
業務活動による収入	3,919
運営費交付金による収入	3,140
受託収入	775
その他の収入	4
投資活動による収入	584
施設整備費補助金による収入	584
その他の収入	0
財務活動による収入	0

表3. 資金計画（空港整備勘定）（単位：百万円）

区 分	金 額
資金支出	5,818
業務活動による支出	5,735
投資活動による支出	77
財務活動による支出	6
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	5,818
業務活動による収入	5,741
運営費交付金による収入	5,175
受託収入	552
その他の収入	14
投資活動による収入	77
施設整備費補助金による収入	77
その他の収入	0
財務活動による収入	0

中期計画予算のルール（一般勘定）

〔運営費交付金の算定方法〕

$$\text{運営費交付金} = \text{人件費} + \text{一般管理費} + \text{業務経費} - \text{自己収入}$$

〔運営費交付金の算定ルール〕

1. 人件費 = 当年度人件費相当額 + 前年度給与改定分等

(1) 当年度人件費相当額 = 基準給与総額 ± 新陳代謝所要額 + 退職手当所要額

(イ) 基準給与総額

18年度…所要額を積み上げ積算

19年度以降…前年度人件費相当額 - 前年度退職手当所要額

(ロ) 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

(ハ) 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

(2) 前年度給与改定分等（19年度以降適用）

昇給原資額，給与改定額，退職手当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. 一般管理費

$$\text{前年度一般管理費相当額（所要額計上経費及び特殊要因を除く）} \times \text{一般管理費の効率化係数（} \alpha \text{）} \times \text{消費者物価指数（} \gamma \text{）} \\ + \text{当年度の所要額計上経費} \pm \text{特殊要因}$$

3. 業務経費

(1) 研究経費

$$\text{前年度研究経費相当額（所要額計上経費及び特殊要因を除く）} \times \text{業務経費の効率化係数（} \beta \text{）} \times \text{消費者物価指数（} \gamma \text{）} \\ \times \text{政策係数（} \delta \text{）} + \text{当年度の所要額計上経費} \pm \text{特殊要因}$$

4. 自己収入

過去実績等を勘案し，当年度に想定される収入見込額を計上

一般管理費の効率化係数（ α ）：毎年度の予算編成過程において決定業務経費の効率化係数（ β ）：毎年度の予算編成過程において決定消費者物価指数（ γ ）：毎年度の予算編成過程において決定政策係数（ δ ）：法人の研究進捗状況や財務状況，新たな政策ニーズへの対応の必要性，独立行政法人評価委員会による評価等を総合的に勘案し，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，航空機燃料税等の所要額計上を必要とする経費

特殊要因：法令改正等に伴い必要となる措置，現時点で予測不可能な事由により，特定の年度に一時的に発生する資金需要に応じ計上

〔中期計画予算の見積りに際し使用した具体的係数及びその設定根拠等〕

一般管理費の効率化係数（ α ）：中期計画期間中は0.97として推計業務経費の効率化係数（ β ）：中期計画期間中は0.99として推計消費者物価指数（ γ ）：中期計画期間中は1.00として推計政策係数（ δ ）：中期計画期間中は1.00として推計

人件費(2)前年度給与改定分等：中期計画期間中は0として推計

特殊要因：中期計画期間中は0として推計

中期計画予算のルール（空港整備勘定）

〔運営費交付金の算定方法〕

$$\text{運営費交付金} = \text{人件費} + \text{一般管理費} + \text{業務経費} - \text{自己収入}$$

〔運営費交付金の算定ルール〕

1. 人件費 = 当年度人件費相当額 + 前年度給与改定分等

(1) 当年度人件費相当額 = 基準給与総額 ± 新陳代謝所要額 + 退職手当所要額

(イ) 基準給与総額

18年度…所要額を積み上げ積算

19年度以降…前年度人件費相当額 - 前年度退職手当所要額

(ロ) 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

(ハ) 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

(2) 前年度給与改定分等（19年度以降適用）

昇給原資額，給与改定額，退職手当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. 一般管理費

前年度一般管理費相当額（所要額計上経費及び特殊要因を除く）×一般管理費の効率化係数（ α ）×消費者物価指数（ γ ）
+ 当年度の所要額計上経費 ± 特殊要因

3. 業務経費

(1) 研究経費

前年度研究経費相当額（所要額計上経費及び特殊要因を除く）×業務経費の効率化係数（ β ）×消費者物価指数（ γ ）
×政策係数（ δ ）+ 当年度の所要額計上経費 ± 特殊要因

4. 自己収入

過去実績等を勘案し，当年度に想定される収入見込額を計上

一般管理費の効率化係数（ α ）：毎年度の予算編成過程において決定

業務経費の効率化係数（ β ）：毎年度の予算編成過程において決定

消費者物価指数（ γ ）：毎年度の予算編成過程において決定

政策係数（ δ ）：法人の研究進捗状況や財務状況，新たな政策ニーズへの対応の必要性，独立行政法人評価委員会による評価等を総合的に勘案し，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，航空機燃料税等の所要額計上を必要とする経費

特殊要因：法令改正等に伴い必要となる措置，現時点で予測不可能な事由により，特定の年度に一時的に発生する資金需要に応じ計上

〔中期計画予算の見積りに際し使用した具体的係数及びその設定根拠等〕

一般管理費の効率化係数（ α ）：中期計画期間中は0.97として推計

業務経費の効率化係数（ β ）：中期計画期間中は0.99として推計

消費者物価指数（ γ ）：中期計画期間中は1.00として推計

政策係数（ δ ）：中期計画期間中は1.00として推計

人件費（2）前年度給与改定分等：中期計画期間中は0として推計

特殊要因：中期計画期間中は0として推計

6 独立行政法人電子航法研究所 平成18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18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) 組織運営

研究領域を大括り再編し専門分野を集約するとの中期計画に対し、平成18年度より航空交通管理領域、通信・航法・監視領域及び機上等技術領域の組織構成とし、研究開発機能の専門性と柔軟性を向上させるとともに航空交通管理システムに係る中核的研究機関としての機能を果たす。

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

組織運営に関する計画の実施状況と目標達成状況について、引き続き年度計画線表やアクションアイテムリストを活用して定期的な自己点検・評価を実施する。また、中期計画における運営全般にわたる意思決定機構の整備に対して、その構築に向けて幹部会及び企画会議の見直しを検討する。あわせて評議員会の活用について検討する。

(2) 人材活用

① 職員の業績評価

職員の業績評価においては、職責、社会ニーズへの貢献度等を処遇に適切に反映させることにより、職員の活性化と職務効率の向上を図る。

② 職員の任用

効果的、効率的な研究体制を確立するため、引き続き研究員個人に蓄積された能力、経験及び研究所の今後の研究開発課題等を勘案して適正な人員配置を行う。女性研究者の任用については、育児休業制度の拡充を図るなど、働きやすい環境の整備に努め、その拡大を目指す。若手研究員の任用については、公募により広く多様な人材の確保に努めるとともに、資質・能力に応じた研究課題の選定を行う。

③ 外部人材の活用

研究所のポテンシャル及び研究開発機能の向上を図るとともに、社会ニーズに迅速かつ的確に対応するため、引き続き国内外の研究機関・民間企業等から任期付研究員、非常勤研究員、客員研究員等を積極的に受け入れる。具体的には、任期付研究員1名の採用を含め、外部人材を6名以上活用する。

④ 人材の育成

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

(3) 業務運営

所内ネットワーク、グループウェアソフトの活用により、事務管理業務の電子化、ペーパーレス化を継続的に推進し、情報伝達の迅速化、簡素化を図る。また、業務運営の効率化、簡素化を向上させるため、業務運営効率化推進委員会において旅費請求事務の簡素化、専決事項の整理等について検討する。さらに業務の効率化等を図り、以下のとおり経費を抑制する。

- ・中期目標期間中に見込まれる一般管理費総額（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）を6%程度抑制する目標に対し、平成18年度において1.2%程度抑制する。
- ・中期目標期間中に見込まれる業務経費総額（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）を2%程度抑制する目標に対し、平成18年度において0.4%程度抑制する。
- ・中期目標期間の最終年度までに、人件費^{※注}を平成17年度予算比で5%以上削減する目標に対し、中期計画に掲げた人事に関する計画のとおり平成18年度において平成17年度比で1.7%程度削減する。

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

役職員の給与水準について、国家公務員の給与構造改革と同様に全体として平均4.8%引き下げる。また、年功的な給与上昇を極力抑制するとともに職員の業績に応じた昇給制度にする。

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

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

(1) 社会ニーズに対応した研究開発の重点化

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

① 空域の有効利用及び航空路の容量拡大に関する研究開発

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

具体的には、平成18年度に以下の研究を実施する。

ア. 航空交通管理における新管制運用方式に係る容量値に関する研究 (平成16年度～19年度)
(年度目標)

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

イ. 静止衛星型衛星航法補強システムの2周波対応に関する研究 (平成16年度～19年度)
(年度目標)

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

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

レーダー監視下におけるターミナルRNAV経路の安全性評価手法について、諸外国の状況を調査するとともに日本の航空交通状況を考慮したターミナルRNAV経路の安全性評価手法を開発する。また、この手法を用いて衝突リスクを推定し、国土交通省が導入を検討しているターミナルRNAV経路の安全性を評価する。

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

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

また、航空機の動態情報を効率的にかつ高い信頼性で取得するための技術開発を目指し、岩沼モードS地上局を用いて我が国の空域を飛行する航空機について動態情報機能を持つトランスポンダの対応パラメータ種別などを調査、分析する。

② 混雑空港の容量拡大に関する研究開発

増大する航空交通量に対応するため、混雑空港の処理容量及びその周辺空域の容量拡大を図る必要があることから、空港周辺の飛行経路及び管制官が管轄するセクター構成の改善技術を開発し、混雑空港周辺の空域再編及び新たな管

制方式の導入等に貢献する。また、航空機等のより安全で円滑な地上走行に対応するため、多様な監視センサデータの統合化技術を開発する。その他、衛星航法を用いて空港への精密進入を支援する技術を開発し、実運用機材の調達や運用において活用できるようにする。

具体的には、平成18年度に以下の研究を実施する。

ア. A-SMGC システムの研究

(平成16年度～20年度)

(年度目標)

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

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

(平成17年度～20年度)

(年度目標)

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

ウ. 今後の管制支援機能に関する研究

(平成18年度～19年度)

(年度目標)

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

③ 予防安全技術・新技術による安全性・効率性向上に関する研究開発

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

具体的には、平成18年度に以下の研究を実施する。

ア. 無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究

(平成16年度～19年度)

(年度目標)

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

イ. 航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法の研究

(平成16年度～20年度)

(年度目標)

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

ウ. 航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究

(平成17年度～20年度)

(年度目標)

航空通信の基幹網には経済性の優れたIP（インターネット・プロトコル）をベースとしたネットワークが考え

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

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

（年度目標）

航空無線航法周波数帯域の利用動向とASAS（航空機間隔支援システム）の要件について調査を行う。これまで困難であった広帯域かつ広ダイナミックレンジの干渉信号の一括測定を目指し、広帯域電波信号環境測定装置の記録部を製作する。これを用いるGPS-L5帯域の信号測定実験により、広帯域一括測定精度と信号環境予測誤差要因を検証する。さらに、航空無線航法周波数帯域を使用するDME（距離情報提供装置）等の各種既存システムの信号環境予測に必要な計算機シミュレーション手法を開発する。

オ. 携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究（平成18年度～20年度）

（年度目標）

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

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

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

(2) 基盤的研究

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

具体的には、航空交通管理システムに係る中核的研究機関としての機能を果たすため、ヒューマンファクタの研究等、航空交通管理システムに関連した基盤的研究を6件実施する。また、今後の航空機の航法はGPS衛星等を用いた航法が主流になると想定されることから、衛星航法に関連した基盤的研究を6件実施する。その他、予防安全技術の研究や将来のニーズに対応した研究ポテンシャルの向上を図るための基盤的研究を実施する。

(3) 研究開発の実施過程における措置

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

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

具体的には、評議員会による外部評価として、前年度に終了した重点研究課題の事後評価4件及び平成19年度開始予定の重点研究課題に関する事前評価を行う。また、研究評価委員会による内部評価として、前年度に終了した研究課題の事後評価13件、中間評価1件及び平成19年度開始予定の研究課題に関する事前評価を行う。

(4) 共同研究・受託研究等

① 共同研究

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

・前中期目標期間から継続して実施する共同研究15件と新たに開始する共同研究をあわせて19件以上実施する。

② 受託研究等

国、地方自治体及び民間等が抱えている各種の技術課題を解決するため、受託研究等を幅広く実施する。国土交通省からの受託として以下の研究開発を実施する。

ア. 高精度測位補正技術に関する研究

イ. ヒューマンエラー事故防止技術の開発

・上記を含め、受託研究等を18件以上実施する。

また、受託研究終了時には顧客満足度調査を実施し、今後の受託研究活動に反映させる。その他、競争的資金に積極的に応募し、その獲得に努める。

③ 研究交流

他機関との密接な連携と交流を円滑に推進するため、研究交流会など研究者・技術者の交流会等を積極的に開催する。

・交流会等を6件以上実施する。

(5) 研究成果の普及、成果の活用促進等

① 知的財産権

知的財産権による保護が必要な研究成果については、必要な権利化を図る。また、登録された権利の活用を図るため、広報誌、パンフレット、ホームページ等により積極的に広報・普及を行うとともに、特許流通フェア等を活用し、研究成果に関心を寄せる企業等に積極的に技術紹介活動を行う。

② 広報・普及・成果の活用

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

・各研究開発課題については、年1回以上、学会、専門誌等において発表する。

・16件程度の査読付論文の採択を目指す。

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

・研究発表会及び研究講演会をそれぞれ年1回開催する。

・研究所一般公開を年1回実施する。また、研究所の見学を積極的に受け入れることにより、研究所の活動に関する広報に努める。

・国土交通省の「空の日」事業への参加を年1回以上実施する。

・研究成果への関心を喚起するため、研究所の広報の一環として、研究成果等について企業等に公開講座を開催する。

その他、研究所の活動及び成果の普及・活用促進に必要な広報活動に努める。

③ 国際協力等

研究所で行う研究開発は、諸外国の研究機関等と協調して行う必要があることから、これらと積極的に交流及び連携を進めることにより、国際的な研究開発に貢献する。その一環として、平成17年度にフランス国立民間航空大学院より受け入れた研修生に対し、引き続き我が国の航空電子システム分野の技術を指導する。また、有効な国際交流・貢献を図るため、国際ワークショップ等の開催に向けて関係機関と開催内容等、必要な検討を行う。

国際的な最新技術動向を把握、分析し、当該情報を外部に提供できるよう、研究所が参加しているICAO（国際民間航空機関）会議に関する技術情報のデータベース化と当該情報の提供を行う。

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

・ICAOが主催する会議、その他国際会議・学会等で48件以上発表する。

3. 予算（人件費の見積りを含む。）、収支計画及び資金計画

(1) 自己収入（利益）の増加

受託収入・特許権収入等の自己収入を増加させるための活動を積極的に推進し、13百万円以上の利益を目指す。

(2) 平成18年度における財務計画は次のとおりとする。

- ① 予算 別紙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。

5. 重要な財産を譲渡し、又は担保に供する計画

特になし。

6. 剰余金の使途

- ① 研究費
- ② 施設・設備の整備
- ③ 国際交流事業の実施（招聘、セミナー、国際会議等の開催）

7. その他主務省令に定める業務運営に関する事項

(1) 管理、間接業務の外部委託

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

① 施設及び設備に関する事項

平成18年度に次の施設整備を実施する。

施設・設備の内訳	予定額 (百万円)	財 源
ア. 実験施設整備 実験用航空機格納庫補修	11	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備費補助金
イ. 業務管理施設整備 電子航法開発部（機上等技術領域）棟補修	39	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備費補助金

② 施設・設備利用の効率化

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

(2) 人事に関する計画

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

表1. 予算（総括）

平成18年度予算（単位：百万円）

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

[人件費の見積り]

期間中総額603百万円を支出する。

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

表2. 予算（一般勘定）

平成18年度予算（単位：百万円）

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

[人件費の見積り]

期間中総額360百万円を支出する。

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

表3. 予算（空港整備勘定）

平成18年度予算（単位：百万円）

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

[人件費の見積り]

期間中総額243百万円を支出する。

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

表1. 収支計画（総括）

平成18年度収支計画

（単位：百万円）

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

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

表2. 収支計画（一般勘定）

平成18年度収支計画

（単位：百万円）

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

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

表3. 収支計画（空港整備勘定）

平成18年度収支計画

（単位：百万円）

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

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

表1. 資金計画（総括）

平成18年度資金計画

（単位：百万円）

区 分	金 額
資金支出	1,986
業務活動による支出	1,932
投資活動による支出	50
財務活動による支出	4
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	1,986
業務活動による収入	1,936
運営費交付金による収入	1,687
受託収入	247
その他の収入	2
投資活動による収入	50
施設整備費補助金による収入	50
その他の収入	0
財務活動による収入	0
繰越金	0

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

表2. 資金計画（一般勘定）

平成18年度資金計画

（単位：百万円）

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

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

表3. 資金計画（空港整備勘定）

平成18年度資金計画

（単位：百万円）

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

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

7 財務諸表

平成18年度

財 務 諸 表

(添付書類)

平成18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19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		465,713,600	
未収金		122,707,350	
たな卸資産		27,888,058	
前渡金		37,203	
前払費用		1,046,675	
仮払金		825,500	
立替金		741,504	
流動資産合計			618,959,890
II 固定資産			
1 有形固定資産			
建物	1,150,719,392		
建物減価償却累計額	△321,183,915		
建物減損損失累計額	△10,124,727	819,410,750	
構築物	132,139,615		
構築物減価償却累計額	△92,918,322	39,221,293	
航空機	101,800,000		
航空機減価償却累計額	△96,710,000	5,090,000	
車両運搬具	19,438,709		
車両運搬具減価償却累計額	△7,358,439	12,080,270	
工具器具備品	4,217,298,957		
工具器具備品減価償却累計額	△3,417,712,175		
工具器具備品減損損失累計額	△4,704,689	794,882,093	
土地		3,082,544,000	
建設仮勘定		16,167,900	
有形固定資産合計		4,769,396,306	
2 無形固定資産			
電話加入権		178,880	
ソフトウェア		10,951,512	
無形固定資産合計		11,130,392	
3 投資その他の資産			
敷金		156,000	
長期前払費用		36,276	
投資その他資産合計		192,276	
固定資産合計			4,780,718,974
資産合計			5,399,678,864
【負債の部】			
I 流動負債			
運営費交付金債務		130,017,347	
預り施設費		16,167,900	
短期リース債務		4,999,306	
未払金		451,642,972	
未払消費税等		2,727,200	
未払費用		2,377,274	
前受金		27,028,595	
預り金		2,108,440	
流動負債合計			637,069,034
II 固定負債			
資産見返負債			
資産見返運営費交付金	666,168,424		
資産見返物品受贈額	110,770,233	776,938,657	
長期リース債務		5,421,658	
固定負債合計			782,360,315
負債合計			1,419,429,349
【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		270,158,446	
損益外減価償却累計額 (△)		△545,595,256	
損益外減損損失累計額 (△)		△10,504,847	
資本剰余金合計			△285,941,657
III 利益剰余金			
資本合計			7,778,620
負債・資本合計			3,980,249,515
			5,399,678,864

【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 709,417,930円

損 益 計 算 書
(平成18年4月1日～平成19年3月31日)

(単位：円)

科 目	金 額		
【経常費用】			
業務費			
給与手当	464,374,015		
退職手当	57,323,760		
福利厚生費	56,102,569		
諸謝金	1,013,660		
研究委託費	403,401,630		
消耗品費	238,458,044		
備品費	36,724,942		
通信費	9,999,227		
水道光熱費	14,795,732		
支払リース料	38,569,866		
保守修繕費	90,797,003		
旅費交通費	38,434,262		
支払手数料	10,310,322		
減価償却費	321,811,956		
その他の業務費	31,838,762	1,813,955,750	
一般管理費			
役員給与手当	52,406,437		
役員退職手当	2,184,000		
給与手当	114,883,389		
福利厚生費	20,279,079		
諸謝金	107,280		
消耗品費	5,353,956		
備品費	1,650,327		
通信費	1,749,251		
水道光熱費	2,403,000		
支払リース料	936,638		
保守修繕費	13,232,081		
旅費交通費	1,420,392		
支払手数料	8,075,432		
減価償却費	1,801,889		
その他の一般管理費	5,103,519	231,586,670	
財務費用			
支払利息	136,973	136,973	
経常費用合計			2,045,679,393
【経常収益】			
運営費交付金収益		1,426,319,081	
固定資産見返負債戻入			
資産見返運営費交付金戻入	316,737,468		
資産見返物品受贈額戻入	19,657,267	336,394,735	
受託収入		270,376,841	
特許権等収入		1,067,212	
施設費収益		27,952,000	
雑益		4,479,359	
経常収益合計			2,066,589,228
経常利益			20,909,835
【臨時損失】			
固定資産除却損		20,075,570	
臨時損失合計			20,075,570
【当期純利益】			834,265
【前中期目標期間繰越積立金取崩額】			2,376,056
【当期総利益】			3,210,321

キャッシュフロー計算書

(平成18年4月1日～平成19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	△312,617,397
人件費支出	△837,086,181
その他業務支出	△788,771,968
運営費交付金収入	1,687,115,000
受託収入	258,519,392
特許権等収入	1,277,212
その他業務収入	△29,418,143
小計	△20,982,085
利息の支払額	△141,355
国庫納付金の支払額	△254,171,825
業務活動によるキャッシュフロー	△275,295,265

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	△182,213,004
施設費による収入	44,119,900
投資活動によるキャッシュフロー	△138,093,104

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	△5,243,184
財務活動によるキャッシュフロー	△5,243,184

IV 資金に係る換算差額

V 資金増加額	△418,631,553
VI 資金期首残高	884,345,153
VII 資金期末残高	465,713,600

【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>465,713,600円</u>
現金及び預金勘定	<u>465,713,600円</u>

行政サービス実施コスト計算書

(平成18年 4 月 1 日～平成19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	1,813,955,750	
一般管理費	231,586,670	
財務費用	136,973	
固定資産除却損	20,075,570	2,065,754,963

(2) (控除) 自己収入等

受託収入	△270,376,841	
特許権等収入	△1,067,212	
雑益	△4,479,359	△275,923,412

業務費用合計 1,789,831,551

II 損益外減価償却等相当額

損益外減価償却相当額	67,736,823	
損益外減損損失相当額	15,209,536	
損益外固定資産除却相当額	928,287	83,874,646

III 引当外退職給付増加見積額

39,143,752

IV 機会費用

政府出資等の機会費用	66,332,306	66,332,306
------------	------------	------------

V 行政サービス実施コスト

1,979,182,255

【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19年3月末利回りを参考に1.65%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、通常の賃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. 会計方針の変更

当該事業年度より、「固定資産の減損に係る独立行政法人会計基準」及び「固定資産の減損に係る独立行政法人会計基準注解」（平成17年6月29日 独立行政法人会計基準研究会 財政制度等審議会財政制度分科会法制・公会計部会公企業会計小委員会）並びにこれらに関するQ&A（平成17年8月 総務省行政管理局 財務省主計局 日本公認会計士協会）を適用している。この変更により、従来と同一の方法を採用した場合と比べ、建物が10,124,727円、工具器具備品が4,704,689円、電話加入権が380,120円減少しているが、中期計画等で想定した業務運営を行った結果であり、損益に与える影響はありません。

【重要な債務負担行為】

当該会計年度に契約締結を完了させましたが、実際の支出が翌期以降になる債務負担行為のうち、重要なものは以下のとおりです。

実験評価用SSRモードS装置 99,750,000円

【重要な後発事象】

該当事項はありません。

【減損関係】

減損を認識した資産

1. 資産の種類、名称 無形固定資産、電話加入権（43回線）

(1) 使用用途及び使用場所

通信の用

(2) 帳簿価額等の概要 559,000円

(3) 減損の認識に至った経緯

上記資産については出資を受けた時点の1回線当たりの評価額に比べ平成18年4月の時点における評価額が約68%下落しており、市場価格の回復は見込まれないことから減損を認識した。

(4) 減損額のうち損益計算書に計上した金額と計上していない金額の主要な固定資産毎の内訳

損益計算書に計上しない減損額：380,120円（電話加入権）

(5) 算定方法等の概要

減損の測定にあたっては、正味売却価額が使用価値相当額（再調達価額）を上回っていたため、前者を回収可能サージス価額として採用した。正味売却価額は複数の取引業者の市場での買取価額を参考に算定した。

2. 資産の種類、名称 建物、6号棟（旧管制システム部研究棟）

(1) 使用用途及び使用場所

実験室及び研究室、調布本所内

(2) 帳簿価額等の概要 13,608,821円

(3) 減損の認識に至った経緯

上記資産については出資財産の3階（中2階除く）建て研究棟であるが老朽化が著しく外壁の亀裂・防水劣化による雨漏り、構造物の亀裂等により、1階と2階の1部分が使用できる状況であり、平成18年度の使用実績は延べ床面積比で27%となっていることから減損を認識した。

(4) 減損額のうち損益計算書に計上した金額と計上していない金額の主要な固定資産毎の内訳

損益計算書に計上しない減損額：10,124,727円（建物）

(5) 算定方法等の概要

減損の測定にあたっては、使用価値相当額（再調達価額）が正味売却価額を上回っていたため、前者を回収可能サービス価額として採用した。使用価値相当額（再調達価額）は再調達価額を算出することに著しい費用がかかるため、使用部分の割合により減価償却後再調達額を算出した。

3. 資産の種類、名称 工具器具備品 GNSS試験システムシミュレーション部

(1) 使用用途及び使用場所

衛星航法補強システム（SBAS）機能、性能のシミュレーション評価を行う為の装置、調布本所内

(2) 帳簿価額等の概要 6,272,922円

(3) 減損の認識に至った経緯

上記資産についてはシミュレーション装置としての機能が老朽化等により著しく低下しており、平成18年度の使用実績はデータ収集機能として全体機能の25%程度あることから減損を認識した。

(4) 減損額のうち損益計算書に計上した金額と計上していない金額の主要な固定資産毎の内訳

損益計算書に計上しない減損額：4,704,689円（工具器具備品）

(5) 算定方法等の概要

減損の測定にあたっては、使用価値相当額（再調達価額）が正味売却価額を上回っていたため、前者を回収可能サービス価額として採用した。使用価値相当額（再調達価額）は当該資産が製作品であり市場価格がないことから使用部分の割合により減価償却後再調達額を算出した。

減損の兆候はあったが認識には至らなかった資産

1. 資産の種類、名称 工具器具備品 航空管制用デジタル対空無線システム実験設備

(1) 使用用途及び使用場所

音声・データ双方の通信を同時に行えるICAO標準の通信システムであるVDLモード3の開発評価装置、調布本所内

(2) 減損の兆候

上記資産については米国FAAが開発した同様な機材との相互運用性評価実験を予定していたが、FAA側の計画変更により相互運用性評価は行なわれなかったため、平成18年度の使用実績はなかったことから減損の兆候が認められたと判断した。

(3) 今後の使用可能性と資産の状態

大学との共同研究の一環として、当該実験設備の一部を利用してVDLの変調方式に対するフェージングの影響を評価する実験を予定している。また当該装置は稼働可能な状態を維持していることから減損の認識はしないこととした。

付 属 明 細 書

1. 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	減損損失累計額		減価償却累計額		差引当期末 残 高	摘 要
							当期減損損失		当期償却額		
有形固定 資産（償却 費損益内）	建 物	24,352,425	8,981,427	－	33,333,852	－	－	7,202,284	1,748,959	26,131,568	
	構 築 物	14,380,537	－	－	14,380,537	－	－	7,663,878	895,248	6,716,659	
	車両運搬具	16,462,500	2,976,209	－	19,438,709	－	－	7,358,439	2,045,829	12,080,270	
	工具器具備品	4,378,055,245	120,260,298	389,539,966	4,108,775,577	4,704,689	4,704,689	3,368,062,994	315,403,693	736,007,894	
	計	4,433,250,707	132,217,934	389,539,966	4,175,928,675	4,704,689	4,704,689	3,390,287,595	320,093,729	780,936,391	
有形固定 資産（償却 費損益外）	建 物	1,129,162,669	－	11,777,129	1,117,385,540	10,124,727	10,124,727	313,981,631	44,973,625	793,279,182	
	構 築 物	117,759,078	－	－	117,759,078	－	－	85,254,444	7,906,146	32,504,634	
	航 空 機	101,800,000	－	－	101,800,000	－	－	96,710,000	5,090,000	5,090,000	
	工具器具備品	108,523,380	－	－	108,523,380	－	－	49,649,181	9,767,052	58,874,199	
	計	1,457,245,127	－	11,777,129	1,445,467,998	10,124,727	10,124,727	545,595,256	67,736,823	889,748,015	
非償却資産	土 地	3,082,544,000	－	－	3,082,544,000	－	－	－	－	3,082,544,000	
	建設仮勘定	－	16,167,900	－	16,167,900	－	－	－	－	16,167,900	
	計	3,082,544,000	16,167,900	－	3,098,711,900	－	－	－	－	3,098,711,900	
有形固定 資産合計	建 物	1,153,515,094	8,981,427	11,777,129	1,150,719,392	10,124,727	10,124,727	321,183,915	46,722,584	819,410,750	
	構 築 物	132,139,615	－	－	132,139,615	－	－	92,918,322	8,801,394	39,221,293	
	航 空 機	101,800,000	－	－	101,800,000	－	－	96,710,000	5,090,000	5,090,000	
	車両運搬具	16,462,500	2,976,209	－	19,438,709	－	－	7,358,439	2,045,829	12,080,270	
	工具器具備品	4,486,578,625	120,260,298	389,539,966	4,217,298,957	4,704,689	4,704,689	3,417,712,175	325,170,745	794,882,093	
	土 地	3,082,544,000	－	－	3,082,544,000	－	－	－	－	3,082,544,000	
	建設仮勘定	－	16,167,900	－	16,167,900	－	－	－	－	16,167,900	
	計	8,973,039,834	148,385,834	401,317,095	8,720,108,573	14,829,416	14,829,416	3,935,882,851	387,830,552	4,769,396,306	
無形固定 資産	電話加入権	559,000	－	－	559,000	380,120	380,120	－	－	178,880	
	ソフトウェア	14,471,628	－	－	14,471,628	－	－	3,520,116	3,520,116	10,951,512	
	計	15,030,628	－	－	15,030,628	380,120	380,120	3,520,116	3,520,116	11,130,392	
その他の 資産	敷 金	－	156,000	－	156,000	－	－	－	－	156,000	
	長期前払費用	28,781	36,276	28,781	36,276	－	－	－	－	36,276	
	計	28,781	192,276	28,781	192,276	－	－	－	－	192,276	

2. 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	－	522,560	－	－	－	522,560	
未成受託研究支出金	25,960,514	27,365,498	－	25,960,514	－	27,365,498	
計	－	27,888,058	－	25,960,514	－	27,888,058	

3. 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	－	11,777,129	△ 24,713,287	
	計	281,935,575	－	11,777,129	270,158,446	
	損益外減価償却累計額	488,707,275	67,736,823	10,848,842	545,595,256	
	損益外減損損失累計額	0	10,504,847	－	10,504,847	
	差 引 計	△ 206,771,700	△ 78,241,670	928,287	△ 285,941,657	

4. 積立金の明細及び目的積立金等の取崩しの明細

(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
前中期目標期間繰越積立金	－	6,944,355	2,376,056	4,568,299	
通則法44条1項積立金	57,265,027	203,851,153	261,116,180	－	
計	57,265,027	210,795,508	263,492,236	4,568,299	

注1 当期増加額は、前中期目標期間からの繰越によるものであります。

当期減少額は、(2)参照。

注2 1) 前中期目標期間最終年度の積立金の期末残高は57,265,027円であり、これに前中期目標期間の最終年度の未処分利益203,851,153円を加えると積立金261,116,180円となります。

2) この積立金261,116,180円のうち、今中期目標期間の業務の財源として繰越の承認を受けた額は6,944,355円であり、差し引き254,171,825円については国庫に納付しております。

(2) 目的積立金等の取崩しの明細

(単位：円)

区 分	金 額	摘 要
前中期目標期間繰越積立金取崩額	2,376,056	前中期目標期間において発生した前払費用の費用への振替及びリース債務の損益差額による欠損相当額の取崩し。

5. 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18年度	－	1,687,115,000	1,426,319,081	130,778,572	－	1,557,097,653	130,017,347

(2) 運営費交付金債務の当期振替額の明細

(単位：円)

18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	1,426,319,081	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
	資産見返運営費交付金	130,778,572	ア) 損益計算書に計上した費用の額：1,439,126,081 (役職員人件費：702,016,385,その他の経費：737,109,696) イ) 年度計画による自己収入からの運営費交付金債務への充当額：12,807,000 ウ) 固定資産の取得額：業務用器具備品等130,778,572
	資本剰余金	－	③運営費交付金の振替額の積算根拠 費用1,439,126,081－自己収入からの充当額12,807,000=1,426,319,081
	計	1,557,097,653	
会計基準第80第3項による振替額		－	
合 計		1,557,097,653	

(3) 運営費交付金債務残高の明細

(単位：円)

交付年度	運営費交付金債務残高	残高の発生理由及び収益化等の計画
平成18年度	費用進行基準を採用した業務に係る分 130,017,347	○費用進行基準を採用した業務：全ての業務 ○運営費交付金債務残高の発生理由は、入札差額が生じたことによる経費の減少及び期を跨いだ物品等の契約済繰越等により、翌事業年度に繰り越したものである。なお、中期計画で予定した本事業年度に実施すべき業務については、計画どおりに実施済みであり、業務の未達成による運営費交付金債務の翌事業年度への繰越額はない。 ○翌事業年度に繰り越した運営費交付金債務残高については、翌事業年度において収益化する予定である。

6. 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	(3,192) 49,214	(1) 3	(0) 2,184	(0) 1
職 員	(57,701) 521,556	(24) 60	(0) 57,324	(0) 2
合 計	(60,893) 570,770	(25) 63	(0) 59,508	(0) 3

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。

7. 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	815,369,779	1,230,309,614	2,045,679,393	－	2,045,679,393
事業収益	819,369,873	1,247,219,355	2,066,589,228	－	2,066,589,228
事業損益	4,000,094	16,909,741	20,909,835	－	20,909,835
総 資 産	3,482,636,498	1,923,272,296	5,405,908,794	－	5,399,678,864

(注) 事業費用のうち前中期目標期間繰越積立金を財源とする金額は、「一般勘定」で1,302,165円、「空港整備勘定」で1,073,891円であります。

8. 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。

9. 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19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	152,706,307	313,007,293		465,713,600
未収金	55,231,161	67,476,189		122,707,350
たな卸資産	26,710,701	1,177,357		27,888,058
前渡金	7,000	30,203		37,203
前払費用	43,175	1,003,500		1,046,675
仮払金	644,970	180,530		825,500
立替金	294,628	446,876		741,504
その他流動資産	0	6,229,930	6,229,930	0
流動資産合計	235,637,942	389,551,878	6,229,930	618,959,890
II 固定資産				
1 有形固定資産				
建物	761,169,995	389,549,397		1,150,719,392
建物減価償却累計額	△228,684,955	△92,498,960		△321,183,915
建物減損損失累計額	△10,124,727	0		△10,124,727
構築物	48,599,075	83,540,540		132,139,615
構築物減価償却累計額	△33,347,645	△59,570,677		△92,918,322
航空機	101,800,000	0		101,800,000
航空機減価償却累計額	△96,710,000	0		△96,710,000
車両運搬具	18,362,359	1,076,350		19,438,709
車両運搬具減価償却累計額	△6,335,906	△1,022,533		△7,358,439
工具器具備品	382,745,499	3,834,553,458		4,217,298,957
工具器具備品減価償却累計額	△257,497,055	△3,160,215,120		△3,417,712,175
工具器具備品減損損失累計額	0	△4,704,689		△4,704,689
土地	2,550,767,000	531,777,000		3,082,544,000
建設仮勘定	16,167,900	0		16,167,900
有形固定資産合計	3,246,911,540	1,522,484,766		4,769,396,306
2 無形固定資産				
電話加入権	58,240	120,640		178,880
ソフトウェア	0	10,951,512		10,951,512
無形固定資産合計	58,240	11,072,152		11,130,392
3 投資その他の資産				
敷金	0	156,000		156,000
長期前払費用	28,776	7,500		36,276
投資その他資産合計	28,776	163,500		192,276
固定資産合計	3,246,998,556	1,533,720,418		4,780,718,974
資産合計	3,482,636,498	1,923,272,296	6,229,930	5,399,678,864
【負債の部】				
I 流動負債				
運営費交付金債務	33,964,664	96,052,683		130,017,347
預り施設費	16,167,900	0		16,167,900
短期リース債務	2,710,303	2,289,003		4,999,306
未払金	162,142,751	289,500,221		451,642,972
未払消費税等	1,909,040	818,160		2,727,200
未払費用	974,703	1,402,571		2,377,274
前受金	25,999,000	1,029,595		27,028,595
預り金	1,329,940	778,500		2,108,440
その他流動負債	6,229,930	0	△6,229,930	0
流動負債合計	251,428,231	391,870,733	△6,229,930	637,069,034
II 固定負債				
資産見返負債				
資産見返運営費交付金	76,414,798	589,753,626		666,168,424
資産見返物品受贈額	5,939,848	104,830,385		110,770,233
長期リース債務	2,949,739	2,471,919		5,421,658
固定負債合計	85,304,385	697,055,930		782,360,315
負債合計	336,732,616	1,088,926,663	△6,229,930	1,419,429,349
【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	272,440,515	△2,282,069		270,158,446
損益外減価償却累計額（△）	△404,672,357	△140,922,899		△545,595,256
損益外減損損失累計額（△）	△10,248,487	△256,360		△10,504,847
資本剰余金合計	△142,480,329	△143,461,328		△285,941,657
III 利益剰余金				
前中期目標期間繰越積立金	2,480,125	2,088,174		4,568,299
当期末処分利益	3,081,505	128,816		3,210,321
（うち当期総利益）	(3,081,505)	(128,816)		(3,210,321)
利益剰余金合計	5,561,630	2,216,990		7,778,620
資本合計	3,145,903,882	834,345,633		3,980,249,515
負債・資本合計	3,482,636,498	1,923,272,296		5,399,678,864

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）
空港整備勘定から一般勘定への共通経費の配賦	△ 6,229,930	6,229,930	△ 6,229,930

9. 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

(2) 損益計算書（平成18年4月1日～平成19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	261,021,455	203,352,560		464,374,015
退職手当	28,774,512	28,549,248		57,323,760
福利厚生費	31,478,900	24,623,669		56,102,569
諸謝金	531,903	481,757		1,013,660
研究委託費	23,468,879	379,932,751		403,401,630
消耗品費	182,715,057	55,742,987		238,458,044
備品費	9,980,491	26,744,451		36,724,942
通信費	3,011,920	6,987,307		9,999,227
水道光熱費	6,302,215	8,493,517		14,795,732
支払リース料	22,683,138	15,886,728		38,569,866
保守修繕費	32,024,265	58,772,738		90,797,003
旅費交通費	8,168,609	30,265,653		38,434,262
支払手数料	6,106,162	4,204,160		10,310,322
減価償却費	27,258,785	294,553,171		321,811,956
その他の業務費	15,720,952	16,117,810		31,838,762
一般管理費				
役員給与手当	52,406,437	0		52,406,437
役員退職手当	2,184,000	0		2,184,000
給与手当	56,628,881	58,254,508		114,883,389
福利厚生費	12,034,849	8,244,230		20,279,079
諸謝金	107,280	0		107,280
消耗品費	5,241,895	112,061		5,353,956
備品費	1,650,327	0		1,650,327
通信費	1,103,681	645,570		1,749,251
水道光熱費	1,551,860	851,140		2,403,000
支払リース料	936,638	0		936,638
保守修繕費	10,035,134	3,196,947		13,232,081
旅費交通費	1,174,612	245,780		1,420,392
支払手数料	6,056,583	2,018,849		8,075,432
減価償却費	1,346,861	455,028		1,801,889
その他の一般管理費	3,588,726	1,514,793		5,103,519
財務費用				
支払利息	74,772	62,201		136,973
経常費用合計	815,369,779	1,230,309,614		2,045,679,393
【経常収益】				
運営費交付金収益	566,618,451	859,700,630		1,426,319,081
固定資産見返負債戻入				
資産見返運営費交付金戻入	24,553,682	292,183,786		316,737,468
資産見返物品受贈額戻入	2,322,798	17,334,469		19,657,267
受託収入	194,799,659	75,577,182		270,376,841
特許権等収入	0	1,067,212		1,067,212
施設費収益	27,952,000	0		27,952,000
雑 益	3,123,283	1,356,076		4,479,359
経常収益合計	819,369,873	1,247,219,355		2,066,589,228
経常利益	4,000,094	16,909,741		20,909,835
【臨時損失】				
固定資産除却損	2,220,754	17,854,816		20,075,570
臨時損失合計	2,220,754	17,854,816		20,075,570
【当期純利益】	1,779,340	△945,075		834,265
【前中期目標期間繰越積立金取崩額】	1,302,165	1,073,891		2,376,056
【当期総利益】	3,081,505	128,816		3,210,321

9. 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

(3) キャッシュフロー計算書（平成18年4月1日～平成19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	△179,843,961	△132,773,436		△312,617,397
人件費支出	△480,128,791	△356,957,390		△837,086,181
その他業務支出	△170,248,505	△624,771,895	6,248,432	△788,771,968
運営費交付金収入	625,793,000	1,061,322,000		1,687,115,000
受託収入	183,611,545	74,907,847		258,519,392
特許権等収入	0	1,277,212		1,277,212
その他業務収入	△26,161,519	2,991,808	△6,248,432	△29,418,143
小 計	△46,978,231	25,996,146	0	△20,982,085
利息の支払額	△75,555	△65,800		△141,355
国庫納付金の支払額	△113,951,194	△140,220,631		△254,171,825
業務活動によるキャッシュフロー	△161,004,980	△114,290,285	0	△275,295,265
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	△35,088,075	△147,124,929		△182,213,004
施設費による収入	44,119,900	0		44,119,900
投資活動によるキャッシュフロー	9,031,825	△147,124,929		△138,093,104
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	△2,750,007	△2,493,177		△5,243,184
財務活動によるキャッシュフロー	△2,750,007	△2,493,177		△5,243,184
IV 資金に係る換算差額	0	0		0
V 資金増加額	△154,723,162	△263,908,391		△418,631,553
VI 資金期首残高	307,429,469	576,915,684		884,345,153
VII 資金期末残高	152,706,307	313,007,293		465,713,600

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			
一般勘定から空港整備勘定へ配賦された維持管理費等の精算	△18,502	18,502	
一般勘定から空港整備勘定への維持管理費等の配賦	△6,229,930	6,229,930	
その他業務支出	0	6,248,432	△6,248,432
その他業務収入	△6,248,432	0	6,248,432

9. 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

(4) 行政サービス実施コスト計算書（平成18年4月1日～平成19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	659,247,243	1,154,708,507		1,813,955,750
一般管理費	156,047,764	75,538,906		231,586,670
財務費用	74,772	62,201		136,973
固定資産除却損	2,220,754	17,854,816		20,075,570
(2)(控除) 自己収入等				
受託収入	△194,799,659	△75,577,182		△270,376,841
特許権等収入	0	△1,067,212		△1,067,212
雑益	△3,123,283	△1,356,076		△4,479,359
業務費用合計	619,667,591	1,170,163,960		1,789,831,551
II 損益外減価償却等相当額	59,243,198	24,631,448		83,874,646
損益外減価償却相当額	48,155,701	19,581,122		67,736,823
損益外減損損失相当額	10,248,487	4,961,049		15,209,536
損益外固定資産除却相当額	839,010	89,277		928,287
III 引当外退職給付増加見積額	6,143,774	32,999,978		39,143,752
IV 機会費用	52,437,788	13,894,518		66,332,306
政府出資等の機会費用	52,437,788	13,894,518		66,332,306
V 行政サービス実施コスト	737,492,351	1,241,689,904		1,979,182,255

10. 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	3,081,505	128,816	3,210,321
II 利益処分額			
積立金	3,081,505	128,816	3,210,321

添 付 書 類

平成18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
収入			（B－A）	
運営費交付金	1,687,115,000	1,687,115,000	0	
施設整備費補助金	49,951,000	44,119,900	△ 5,831,100	契約差額による不用額
受託収入	248,308,000	270,376,841	22,068,841	政府受託等が増加したため
その他の収入	0	5,546,571	5,546,571	損害保険料収入等があったため
計	1,985,374,000	2,007,158,312	21,784,312	

決 算 報 告 書

支 出

法人単位

単位：円

区 分	予算額（A）	決算額（B）	差 額	備 考
支出			（A－B）	
業務経費	907,343,000	816,524,536	90,818,464	SSRモードS調布地上局を2ヶ年契約で整備するため
施設整備費	49,951,000	44,119,900	5,831,100	契約差額による不用額
受託経費	235,501,000	253,856,713	△ 18,355,713	政府受託等が増加したため
受託管理費	0	5,712,878	△ 5,712,878	受託業務の管理経費を計上したため
一般管理費	52,308,000	51,786,393	521,607	業務効率化による削減額
人件費	740,271,000	702,016,385	38,254,615	新陳代謝によるため
計	1,985,374,000	1,874,016,805	111,357,195	

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
収入			(B - A)	
運営費交付金	625,793,000	625,793,000	0	
施設整備費補助金	49,951,000	44,119,900	△ 5,831,100	
受託収入	154,702,000	194,799,659	40,097,659	政府受託等が増加したため
その他の収入	0	3,123,283	3,123,283	損害保険料収入等があったため
計	830,446,000	867,835,842	37,389,842	

決 算 報 告 書

支 出

一般勘定

単位：円

区 分	予算額 (A)	決算額 (B)	差 額	備 考
支出			(A - B)	
業務経費	150,912,000	138,418,220	12,493,780	PCB 処分時期が変更となったため
施設整備費	49,951,000	44,119,900	5,831,100	契約差額による不用額
受託経費	150,081,000	186,210,737	△ 36,129,737	政府受託等が増加したため
受託管理費	0	4,009,700	△ 4,009,700	受託業務の管理経費を計上したため
一般管理費	40,639,000	40,232,082	406,918	業務効率化による削減額
人件費	438,863,000	417,452,685	21,410,315	新陳代謝によるため
計	830,446,000	830,443,324	2,676	

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
収入			(B - A)	
運営費交付金	1,061,322,000	1,061,322,000	0	
施設整備費補助金	0	0	0	
受託収入	93,606,000	75,577,182	△ 18,028,818	政府受託等が減少したため
その他の収入	0	2,423,288	2,423,288	損害保険料収入等があったため
計	1,154,928,000	1,139,322,470	△ 15,605,530	

決 算 報 告 書

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
支出			（A－B）	
業務経費	756,431,000	678,106,316	78,324,684	SSRモードS調布地上局を2ヶ年契約で整備するため
受託経費	85,420,000	67,645,976	17,774,024	政府受託等が減少したため
受託管理費	0	1,703,178	△ 1,703,178	受託業務の管理経費を計上したため
一般管理費	11,669,000	11,554,311	114,689	業務効率化による削減額
人件費	301,408,000	284,563,700	16,844,300	新陳代謝によるため
計	1,154,928,000	1,043,573,481	111,354,519	