

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年度まで第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あ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20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。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21年12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	43
3.	機上等技術領域	83
4.	研究所報告	118
5.	受託研究	119
6.	共同研究	120
7.	研究発表	121
8.	知的財産権	134
第3部	現 況	
1.	平成20年度に購入した主要機器	143
2.	主要施設及び機器	144
3.	刊 行 物	146
4.	行 事 等	146
5.	職員表彰	150
付 録		
1.	独立行政法人電子航法研究所法	153
2.	独立行政法人電子航法研究所に関する省令	162
3.	独立行政法人電子航法研究所 業務方法書	166
4.	独立行政法人電子航法研究所 第2期中期目標	168
5.	独立行政法人電子航法研究所 第2期中期計画	173
6.	独立行政法人電子航法研究所 平成20年度計画	184
7.	財務諸表	195

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。

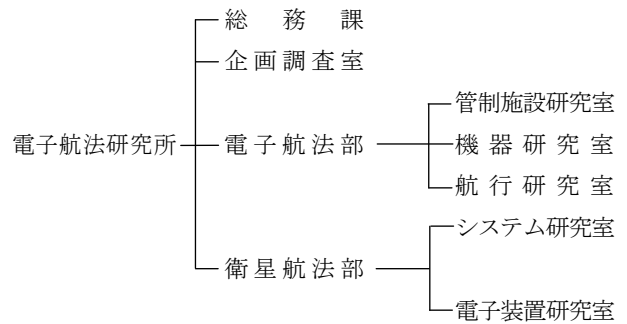
宇宙開発の一環として、人工衛星を航空機及び船舶の航法に利用しようとする開発研究は、我が国においても昭和38年に着手された。その結果をもとに、運輸省は昭和40年4月「人工衛星による航行援助方式の開発に関する基本方針」を決め、昭和41年度は衛星航法研究室 (3名) が新設された。

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チームを廃止した。

平成19年度は、総務課に管財係を新設。会計第一係を経理係、会計第二係を契約係に変更。航空機安全運航支援技術研究プロジェクトチームを設置した。

平成20年度は、企画課に企画第三係を新設した。

また、6号棟（旧管制システム部研究棟）の建替工事に着手した。

予算及び定員の推移

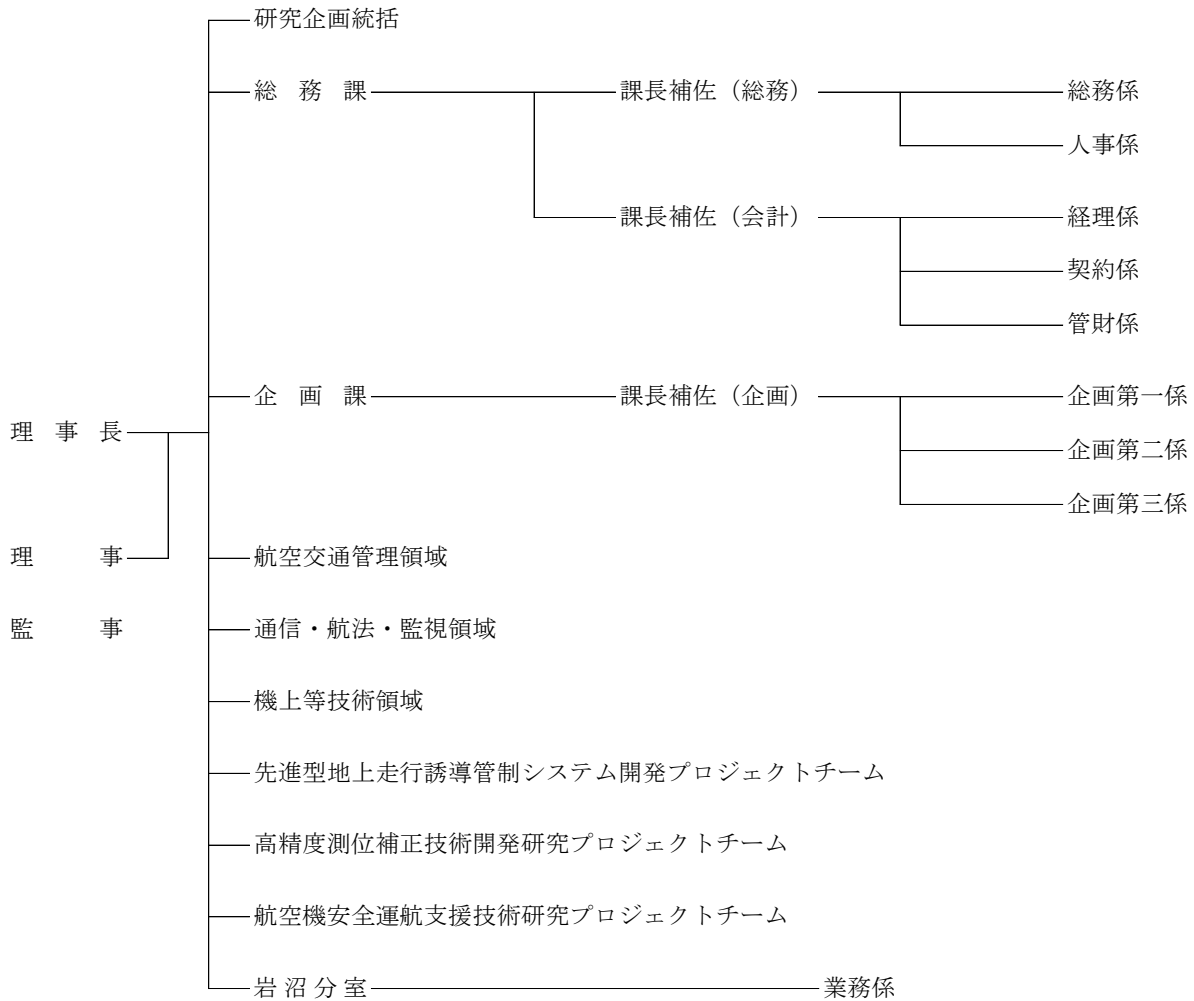
予算額（単位：千円）

年 度	42	43	44	45	46	47
予 算 額	146,979	199,819	206,041	223,518	276,360	304,646
対 前 年 増 減 率	—	35%	3%	8%	23%	10%
定 員	31人	31	31	34	35	38
年 度	48	49	50	51	52	53
予 算 額	361,473	426,008	566,444	566,398 (147,938)	624,659 (221,040)	780,222 (374,664)
対 前 年 増 減 率	18%	17%	32%	△ 0.008%	10%	2%
定 員	41	44	46	48 (13)	51 (16)	55 (19)
年 度	54	55	56	57	58	59
予 算 額	949,812 (521,262)	962,617 (551,380)	933,404 (536,456)	1,197,423 (797,831)	1,249,486 (856,061)	1,254,326 (811,413)
対 前 年 増 減 率	21%	1%	△ 3%	28%	4%	0.3%
定 員	58 (21)	59 (22)	59 (22)	59 (23)	60 (24)	61 (25)
年 度	60	61	62	63	元	2
予 算 額	1,793,576 (1,158,355)	1,700,338 (1,225,191)	1,746,126 (1,321,124)	1,490,728 (1,058,040)	1,280,080 (834,104)	1,450,731 (989,047)
対 前 年 増 減 率	42%	△ 5%	2%	△ 14%	△ 14%	13%
定 員	62 (26)	63 (27)	64 (27)	63 (26)	64 (27)	64 (28)
年 度	3	4	5	6	7	8
予 算 額	1,519,380 (1,034,497)	1,614,482 (1,105,035)	1,993,269 (1,480,859)	3,145,664 (2,635,883)	2,845,843 (2,322,699)	2,385,950 (1,859,062)
対 前 年 増 減 率	5%	6%	23%	58%	△ 9.5%	△ 16%
定 員	65 (28)	65 (28)	65 (28)	66 (29)	66 (29)	66 (29)
年 度	9	10	11	12	13	14
予 算 額	2,155,519 (1,627,169)	1,646,097 (1,112,230)	1,565,260 (1,015,415)	1,665,631 (1,037,366)	2,322,080 (1,096,909)	1,813,574 (1,068,770)
対 前 年 増 減 率	△ 10%	△ 24%	△ 5%	6%	39%	△ 22%
定 員	65 (28)	65 (28)	65 (28)	64 (28)	64 (28)	64 (28)
年 度	15	16	17	18	19	20
予 算 額	1,681,891 (1,061,803)	1,792,287 (1,130,083)	1,669,176 (1,055,686)	1,687,115 (1,061,322)	1,683,558 (1,072,631)	1,640,300
対 前 年 増 減 率	△ 7%	△ 7%	△ 7%	△ 1%	△ 0.2%	△ 2.6%
定 員	64 (30)	63 (29)	60 (27)	60 (27)	60 (27)	60

注1：（ ）内は、空港整備特別会計で内数。平成20年度以降は区分経理の廃止に伴い、特別会計の予算は一般会計へ移管された。

注2：平成18年度以降は年度末現在の職員数を掲載

2 組織 (平成21年3月31日現在)



3 役職員数

	一般勘定
理事長	1
理事	1
監事	1
監事 (非常勤)	1
研究企画統括	1
事務職	13
研究職	46
計	64

(平成21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 平成19年度 改装
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 平成20年度 建替着手
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21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 20 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. 航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法の研究
2. RNAV 経路導入のための空域安全性評価の研究
3. ATM パフォーマンスの研究
4. 洋上経路システムの高度化の研究
5. ターミナル空域の評価手法に関する研究
6. 空域の安全性の定量的評価手法に関する研究
7. トラジェクトリモデルに関する予備的研究
8. 空港における後方乱気流管制方式の技術基盤に関する研究
9. 航空路管制業務のタスク分析及び作業負担・負担の研究
10. ASAS に関する予備的研究
11. 航空交通流管理における管制空域の複雑性に関する研究
12. 航空管制のヒューマンファクタに関する基礎研究

1 から 5 の研究は重点研究、6 から 10 は指定研究、11 は基礎研究である。12 は競争的資金によるもので、東京大学および東北大学と共同で研究を行った。

1 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。

2 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。

3 は指標及び運航データなどを使用した評価手法の検討により、我が国の航空交通管理の性能評価の指針の確立を目指す研究である。

4 は太平洋上の経路システムを検討する研究で、より経済的な運航を求めるユーザーニーズをふまえ、効率のよい経路の設定方法を検討する。

5 は今後見込まれる大幅な航空交通量増加に備え、輻輳するターミナル空域を最適化するための総合的な評価手法及びターミナル空域設計用評価ツールの開発を行うものである。

6 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（SSP）等への技術的支援と国際貢献を図る。

7 は航空機トラジェクトリモデルの基礎検討及びトラジェクトリ管理に関する調査を行うものである。

8 は空港における後方乱気流管制間隔を検討する際の技術的根拠の確立を目指し、観測データに基づき後方乱気流の挙動と気象条件の関係について研究するものである。

9 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。

10 は将来、世界規模の適用が期待され欧米で進行中の ASAS の研究・開発動向を調査するとともに、今後の研究・開発計画策定のための基礎検討を行う。

11 は航空交通管理を実施するときに考慮される航空路管制セクタ・レーダ席管制官の作業量予測及び適正作業量の精度向上を目指す研究である。

12 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。

II 試験研究の実施状況

1 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、実際の運用環境を模擬したコンフリクト警報発生シミュレーションを行い、開発したコンフリクト検出手法の有効性を検証した。また、コンフリクト検出評価システムの機能向上として、シミュレーションの入力ファイルとして用いる機上データ作成機能の向上、コンフリクト警報解析用ソフトウェアにおける表示項目の追加や描画への反映、ジャーナルデータ変換出力機能の追加を実施した。

2 の「RNAV 経路導入のための空域安全性評価の研究」では、ターミナル RNAV 経路（ノンレーダ空域）及び航空路 RNAV（レーダ監視下で航法精度 2 NM）における安全性評価手法の開発を行った。

3 の「ATM パフォーマンスの研究」では、遅延や飛行距離に関するパフォーマンスの検討を行うとともに、開発中の ATM パフォーマンス評価システムにデータベースへの読み込み項目やパフォーマンス評価項目の追加を行い、より詳細な評価を可能とした。

4 の「洋上経路システムの高度化の研究」では、南太平洋上における UPR (User Preferred Route) を予測し季節毎の傾向を解析するとともに、中部太平洋上の PACOTS 東行き経路を対象として管制縦間隔短縮効果についてシミュレーションにより検証を行った。また、飛行経路の計算や

管制シミュレーションを行える洋上シミュレータの基本部分を製作した。

5の「ターミナル空域の評価手法に関する研究」では、評価手法の開発に向けて、運航効率、空域容量、管制効率等に着眼し空域の性能を客観視するため、評価項目及び要因を抽出した。また、評価用ツールについては、空域解析・航跡解析機能等の開発を目指し、入力モジュールを製作した。

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、地域監視機関のソフトウェアの共有に関する提案、目標安全度の設定方法の提案を行った。また、RVSM 空域の安全性評価手法の改良、洋上航空路を飛行する横方向経路逸脱量の分布を求めた。

7の「トラジェクトリモデルに関する予備的研究」では、航空機軌道を算出するプログラムの基本部分を開発し、地上レーダのデータと航空機で記録された機上データを解析し、開発したプログラムで推定した軌道と比較した。また、海外調査等により、欧米でのトラジェクトリ管理の初期的な運用コンセプトについての知見を得た。

8の「空港における後方乱気流管制方式の技術基盤に関する研究」では、後方乱気流観測データの収集・蓄積を行うとともに、後方乱気流の影響が滑走路から消滅する過程のモデル化のため、観測データを元に気象条件と後方乱気流残留時間の関係について分析を行った。

9の「航空路管制業務のタスク分析及び作業負荷・負担の研究」では、タスクを分析し、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詳細な図式化を行った。

10の「ASAS に関する予備的研究」では、国際会議に多数参加し、ASAS に関する最新の研究開発動向を調査した。また、オランダ航空宇宙研究所(NLR)と共同でASASを導入した将来の航空交通管理システムの安全性や効率についてシミュレーション評価を実施し、ASAS 応用方式に関する基礎検討を行った。

11の「航空交通流管理における管制空域の複雑性に関する研究」では、管制作業量の予測方法として、簡易アルゴリズムを考案し、東京航空交通管制部のセクタとの照合を行った。

12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、航空路管制に関する認知実験及び現場観察・調査などの分析結果により、これまで管制官の感覚に依存してきた管制業務の評価を視覚化し、定量的評価を試みた。

今年度は、上記の12件の研究に加えて、以下に示す3件

の受託研究を行った。これらは、上記の研究及びこれまでの研究等で蓄積した知見や技術を活用したものである。

- (1) 航跡データ変換作業委託
- (2) 地域監視機関 (Regional Monitoring Agency : RMA, 垂直 (高度) 面監視) に係る支援作業
- (3) エンルート監視機関 (En-route Monitoring Agency : EMA, 水平面監視) に係る支援作業

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。特に重点研究の成果は航空行政に直接に反映されるもので、社会的貢献に繋がっている。

これらの成果は、日本航空宇宙学会、日本航海学会、電子情報通信学会、米国電気電子学会 (IEEE)、米国航空宇宙学会 (AIAA) などの多くの学会や非公式太平洋 ATC 調整会議 (IPACG) などの国際会議等においても発表している。

また、日本航空宇宙学会では航空交通管理部門を通じて積極的に研究発表・啓蒙を行った。

(航空交通管理領域長 藤森武男)

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】

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（動態情報）をデータリンクにより取得する方法を標準化した。欧州では、仏国・独国・英国が SSR モード S の拡張監視用機上装置の搭載を義務化した。これは、地上からの SSR モード S の質問信号に対して、磁針路・対気速度等を自動的に応答する機能を持つ。

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

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

2. 研究の概要

本研究は 5 ヶ年計画であり、平成 20 年度は最終年度である。平成 20 年度の研究の目的は、運用方式を開発し、コンフリクト検出評価システムの機能を向上することである。

平成 20 年度は、主に下記のことを行った。

- ・運用方式の開発
- ・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 運用方式の開発

機上データを用いるコンフリクト予測検出手法が、従来のコンフリクト予測検出手法と異なる点は、航空機の予測

線分を求める際の速度値および航空機の飛行状態の判定方法である。これらを表 1 にまとめる。

予測線分は現在位置と速度ベクトルから直線的に求める。さらに、出発前に提出された飛行計画の飛行経路情報に応じて折れ曲がる。ただし、この際に用いる速度は機上側の対地速度、真トラック角、高度変化率を用いる。これら 3 つの値に対しては、平滑処理を実行することもでき、予測に最適なパラメータを設定することも可能である。

航空機の飛行状態の判定について、水平方向では新規にロール角の絶対値を、垂直方向では指示高度の代わりに選択高度を用いている。ロール角はバンク角とも呼ばれ、機体を左右に傾けた際の角度である。選択高度は航空機の高度変更の目標値である。

航空機の機上データには、航空機の状態や意図が最新かつ正確に反映されていると考えられる。そのため、水平方向の速度ベクトルや高度変化率の誤差や変動による誤差の減少が期待でき、また、航空機の飛行状態の変化をより早く、飛行軌道に沿って予測することが可能である。

表 1 航空機の機上データを用いる予測検出手法

	従来手法	新規手法	備考
位置	レーダの測定値	レーダの測定値	変更なし
速度（水平・垂直）	レーダ位置からの推定値	機上で算出された対地速度、真トラック角、高度変化率	航空機の状態が反映された値の使用及び各値の平滑処理が可能
飛行状態の判定（水平方向）	水平方向の速度ベクトル	ロール角の絶対値	直線飛行と旋回飛行の判定
飛行状態の判定（垂直方向）	指示高度	機上で入力された選択高度	予測線分における上昇/降下区間と巡航区間の判定

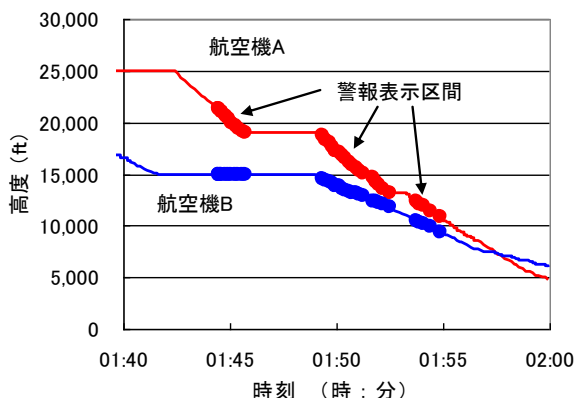


図1 従来手法のコンフリクト警報表示

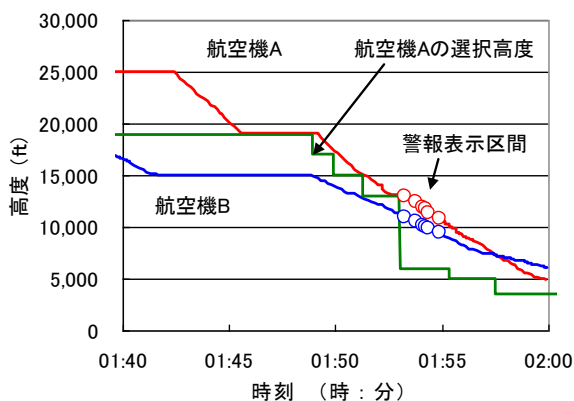


図2 新規手法のコンフリクト警報表示

開発したコンフリクト検出手法の運用環境での効果を検証するため、SSRモードSのGICBの運用環境を模擬したコンフリクト警報発生シミュレーションを実施した。シミュレーションは、航空機側で収集した機上データとRDPに記録された航跡データを融合して作成したシナリオに基づいて、コンフリクト検出評価システムを使用して実施した。本シミュレーションの結果と考察は第4章に示す。

3.2 コンフリクト検出評価システムの機能向上

コンフリクト検出評価システムの機能向上として、シミュレーションの入力ファイルとして用いる機上データ作成機能の向上、コンフリクト警報解析用ソフトウェアにおける表示項目の追加や描画への反映、RDPデータ変換出力機能の追加を実施した。

機上データ作成機能では、レーダデータから機上データを作成することにより、機上データが連続して記録されている航空機とそれ以外の航空機が混在した入力ファイルによるシミュレーション評価が可能となった。

解析用ソフトウェアについては、広範囲で長時間のデータを解析できる大規模データへの対応、動画再生画面と統計解析グラフシートの視認性向上、同一航空機ペアでの連続した警報の集約、最接近目安時間の算出などの機能向上

を実施した。

RDPデータ変換出力機能は、コンフリクト検出評価システムでのシミュレーション評価に利用するため、平成20年から運用されている新型RDPのデータを入力し、関連データ抽出してテキスト出力する機能を開発した。

4. 考察等

コンフリクト検出評価システムを使用したコンフリクト警報発生シミュレーション結果を示す。交通シナリオは、東京航空交通管制部の空域における2時間のデータを使用し、取り扱い機数は575機である。そのうち22機分の機上データが取得可能として、本研究で開発した手法と従来の手法を同様の環境下で比較した。シミュレーションの結果、10ペアの警報に違いがあった。なお、この10ペアは全て、片方が機上データの存在する航空機、もう一方はレーダデータのみ航空機である。これらの中で、長時間の警報の有無が観測されるケースは、選択高度の利用によるものであった。図1と図2に選択高度の利用がコンフリクト警報に違いを与えた例を高度変化で示す。図1は従来手法、図2は機上データを用いる新規手法によるコンフリクト警報の表示区間を示す。航空機2機（航空機Aと航空機B）が共に降下中にコンフリクト警報が表示される。それぞれコンフリクト警報が表示された時間を点で示す。機上データを用いる場合、従来手法で見られた01:45付近や01:50付近のコンフリクト警報を表示しない。

図2には航空機Aの選択高度を緑線で示す。選択高度はパイロットがFMSへ入力する情報であり、航空機はその高度を目標高度として、高度変更をする。選択高度に到達した後は、その高度を維持して水平飛行する。関連機と選択高度で示された高度より先の高度でコンフリクトが予測される場合は、安全が確保されているため、コンフリクト警報を抑圧することが望ましい。従来手法で検出された01:45付近と01:50付近の警報は、選択高度を考慮すると間隔が確保された、不必要な警報と認識される。

このように、実際の運用環境を想定したシミュレーションにおいて、間隔設定がなされていると考えられる垂直面パターンについて、選択高度の利用による本手法の有効性が検証できた。

掲載文献

- (1) 福田，瀬之口：“ダウンロードパラメータを利用するコンフリクト警報の改善の検討”，平成16年度次世代監視アーキテクチャに係る国際動向調査報告書，国土

- 交通省航空局, 財団法人航空保安無線システム協会, pp. 付 4-1-付 4-5, 2005 年 3 月
- (2) 瀬之口, 福田, 住谷: “コンフリクト検出に用いる高度予測手法の提案”, 平成 17 年度 (第 5 回) 電子航法研究所研究発表会講演概要, pp. 67-72, 2005 年 6 月
- (3) 瀬之口, 福田: “コンフリクト検出に用いる高度予測モデルの提案”, 電子情報通信学会技術研究報告, SANE2005-91, pp. 19-24, 2006 年 1 月
- (4) 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”, 電子情報通信学会技術研究報告, SSS2006-18, pp. 17-20, 2006 年 10 月
- (5) 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”, 電子情報通信学会技術研究報告, SANE2006-101, pp. 19-24, 2006 年 10 月
- (6) 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
- (7) A. SENOGUCHI, Y. FUKUDA: “An Analysis of Prediction Time on Conflict Detection”, Workshop for Space, Aeronautical and Navigational Electronics 2007, SANE2007-18, pp. 97-100, Apr. 2007
- (8) 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”, 平成 19 年度 (第 7 回) 電子航法研究所研究発表会講演概要, pp. 43-47, 2007 年 6 月
- (9) A. SENOGUCHI, Y. FUKUDA: “An Analysis on Occurrences of Conflict Alert for Air Traffic Control”, Proceedings of 2007 JSASS-KSAS Joint International Symposium on Aerospace Engineering, pp. 336-339, Oct. 2007.
- (10) 福田: “航空管制卓のコンフリクト警報機能について”, 第 45 回飛行機シンポジウム, pp. 589-593, 2007 年 10 月
- (11) 福田: “管制卓のコンフリクト警報機能”, 日本航空宇宙学会誌, pp. 82-85, 2008 年 3 月
- (12) 瀬之口, 福田: “航空管制におけるコンフリクト警報解析ツールの試作”, 電子情報通信学会技術研究報告, SANE2008-44, Vol. 108, No. 169, pp. 19-22, 2008 年 7 月
- (13) 瀬之口, 福田: “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開発動向”, 日本航海学会 2008 年度秋季研究会プログラム, 2008 年 10 月
- (14) A. SENOGUCHI, Y. FUKUDA: “An Analysis on Intermittent Conflict Alert for Air Traffic Control”, Proceedings of 2008 KSAS-JSASS Joint International Symposium on Aerospace Engineering, pp. 518-521, Nov. 2008
- (15) 瀬之口, 福田: “動態情報を用いる近接予測検出手法の評価”, 平成 21 年度 (第 9 回) 電子航法研究所研究発表会講演概要, pp. 1-4, 2009 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】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○天井 治, 藤田 雅人, 山田 泉, 長岡 栄

研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

1. はじめに

航空交通量の増大に対応するため、空域の有効利用や航空路の容量拡大を図る必要がある。このため、航空局は RNAV（広域航法：Area Navigation）等の新たな管制方式・運航方式の導入を計画・整備している。しかし、これらの導入には空域管理国の義務として ICAO 基準に基づき安全性評価を行う必要があり、RNAV の展開には効率性のみならず安全性が検証された最小経路間隔等の基準の作成が課題となっている。

本研究では、RNAV 導入時の安全性（航空機同士の衝突の危険性の度合い）を評価する手法について調査・研究を行うとともに、RNAV の導入を想定した事前安全性評価をレーダデータ等の解析結果に基づいて行う。具体的には、衝突リスクの最大許容値である目標安全度（ 5×10^{-9} [件／飛行時間]）を満たすようにして安全性を保持しつつ、効率性の向上に寄与する管制間隔基準の短縮の検討や最小経路間隔の導出を行う。これらの検討結果を踏まえて、最小経路間隔の設定等の根拠となる技術資料を作成する。

本研究では3 ヶ年で以下のことを行う。

- ① ターミナル RNAV 経路（レーダ監視下）における衝突リスク評価（H18）
- ② 航空路 RNAV（レーダ監視下で航法精度 5 NM）における衝突リスク評価（H19）
- ③ ターミナル RNAV 経路（ノンレーダ空域）および航空路 RNAV（レーダ監視下で航法精度 2NM）におけるリスク評価（H20）

2. 研究の概要

2.1 研究の目標

本研究は我が国での RNAV 経路の導入を支援するための研究である。研究の結果が RNAV 設定基準の策定に活用され、RNAV 運航の展開に寄与することを目標とする。

このために、以下のことを行う。

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

2.2 本年度の研究

本年度は下記の実施を計画した。

- ①ターミナル RNAV 経路（ノンレーダ空域）および航空路 RNAV（レーダ監視下で航法精度 2NM）におけるリスク評価
- ②ICAO／諸外国における当該 RNAV の安全性評価手法の調査
- ③レーダデータ等の収集・解析
- ④最小経路間隔設定等の根拠資料作成

①について。レーダ監視の行われていない空域では、航空機の航跡データの取得が期待できない。このため、昨年度までに実施してきた統計的データ解析に基づく安全性評価の実施は難しい。このような場合には、ブレインストーミング形式によるハザード同定や定性的安全性評価の効果が高いと考える。このため、次年度以降の研究に用いるため、文献、Web により海外・他産業で実施されているハザード同定手法・定性的安全性評価手法の調査を行い、その結果を報告書としてまとめた。

航空路を飛行する航空機の大半が高い航法精度を持つ中で、精度の悪い航空機も少数飛行する場合が考えられる。このとき、精度の悪い航空機の割合をパラメータとして組み込むことにより、より正確に横方向重畳確率を推定できる。昨年度開発した実測分布を基にした横方向重畳確率の計算方法を改良し、精度の悪い航空機の割合をパラメータとして組み込んだ横方向重畳確率の計算方法を開発した。

横方向経路逸脱量分布・すれ違い頻度等の衝突リスクモデルのパラメータの値を推定するためには、膨大なデータの処理が必要となる。特に、解析に必要なデータを取り除く処理には人の手による確認作業等を要し、これに掛かる時間と労力は大きい。このため、この処理にかかる時間の短縮、労力の節約および作業の簡単化のためにレーダデータおよび飛行計画情報（FDPS）データの前処理支援ソフトウェアを製作した。前処理ソフトウェアは、以前から個人的には作成していたが作成者のみの使用にしか耐えないものだったため、一般の人にも使用できるソフトウェアを製作した。

昨年度作成した平行経路における交通流のファストタイムシミュレーションプログラムは、航空路において経路

を5本まで増やした場合の交通流の模擬が可能である。しかし、経路の途中から合流する航空機がある場合の模擬はできなかった。このため、これを可能とするように、当該ソフトウェアの改修を実施した。

②について。文献による調査を行った。諸外国への研究動向の調査も計画していたが、マンパワー等の関係で実現できなかった。

③について。本研究では統計処理を目的としてデータを使用するため、膨大なデータが必要となる。このため、早い時点からデータを収集しておく必要がある。そこで平成21年度以降における研究でも利用する目的で、RNAV 到着経路における航空機の横方向経路逸脱量(横方向の航法精度)の分布について、2008年9月から RNAV 到着経路が再開した鹿児島空港のターミナル管制情報処理システム(ARTS)や高松空港のターミナルレーダ文字情報表示システム(TRAD)のデータを収集した。また、運航票を用いて RNAV 到着経路をレーダ誘導なしで飛行したと見なせる航空機のデータを整理した。また同様の理由で、RNAV の幹線ルートを観測できる航空路監視レーダのターゲットデータの収集・整理も行った。

④について。航空局の担当者に対し、昨年度提出した RNAV1 承認機に対する横間隔基準 10 NM の安全性評価について改訂(内容を追加)資料を提出した。

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) 昨年度は鹿児島空港の RNAV 到着経路を飛行する航空機の横方向経路逸脱量の実測分布を良く近似できる分布を用いて、RNAV X の最大許容値である飛行時間の95%で航法精度 X NM の場合(95%最低要件)を想定した横方向重畳確率(衝突リスクモデルの重要なパラメータの1つ)の推定方法を考案した。実測分布を良く近似する分布モデルとして(1)式の正規分布と両側指数分布の混合型分布を用いた。

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

$$0 \leq \alpha \leq 1$$

但し、

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

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

実測分布を良く近似するパラメータの最尤推定値は $\alpha=0.121$ 、 $\sigma=0.071$ NM、 $\lambda=0.084$ NM であった。この分布を基に、 α 固定、 σ/λ の比固定の条件の下に次式を満たす σ と

λ を求めた。

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

$X=2$ の場合 (RNAV2 承認機を想定)、 $\sigma=0.94$ NM、 $\lambda=1.12$ NM となった。

(2) 今年度はこの方法を改良し、精度の悪い航空機の割合をパラメータとして組み込んだ横方向重畳確率の計算方法を開発した。このために、実測分布 $f(y)$ の割合が $(1-\gamma)$ 、RNAV の 95%最低要件を満たす分布 $g(y)$ の割合が γ の分布 $h(y)$ を考えた。これは次式で表せる。

$$h(y) = (1-\gamma)f(y) + \gamma g(y) \quad (5)$$

図に $h(y)$ のイメージを示した。

γ は、精度の悪い航空機の割合 ($0 \leq \gamma \leq 1$) を示す。

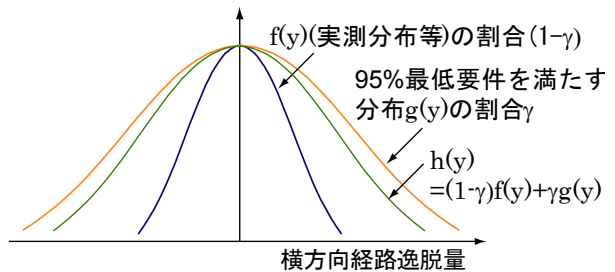


図 $h(y)$ のイメージ

(3) この手法を RNAV2 の場合に適用し、最小経路間隔を推定した。(5)式の $f(y)$ として実測分布の N-DE モデル ($\alpha=0.121$ 、 $\sigma=0.071$ NM、 $\lambda=0.084$ NM) を、 $g(y)$ として RNAV2 95%最低要件を満たす N-DE モデル ($\alpha=0.121$ 、 $\sigma=0.94$ NM、 $\lambda=1.12$ NM) を用いた場合を考えて横方向重畳確率を計算し、最小経路間隔を推定した。

平行経路において、航空機の幅の平均値が $\lambda_y=0.032$ NM かつ $\gamma=0.1$ の場合、最小経路間隔は 14 NM であった。同一条件で $\gamma=1$ (全ての航空機の精度が悪い) の場合は、最小経路間隔の推定値は 17 NM であった。

尚、この値は等価反航近接通過頻度と呼ばれる航空機同士のすれ違い頻度が 2.5 [機/飛行時間] (大きめの推定値) と仮定した場合の値である。

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。

既にレーダ監視下での RNAV 平行経路が導入されているが、実際の等価反航近接通過頻度がどのくらいであるのかを確かめる必要がある。

掲載文献

- (1) S. Nagaoka : “A Model for Estimating the Lateral Overlap Probability of Aircraft with RNP Alerting Capability in Parallel RNAV Route” , Proceedings of Int’l Congress of the Aeronautical Sciences (ICAS 2008), Anchorage, Sept., 2008
- (2) O. Amai : “A Methodology of Estimating Lateral Overlap Probability for RNAV-approved Aircraft” , ICAO SASP-WG/WHL/14-IP/2, Oct., 2008
- (3) 天井 : “広域航法 (RNAV) 運航の安全性評価手法について” , pp. 5-10, 電子情報通信学会技術研究報告, SSS-2008-18, 2008 年 11 月
- (4) 天井 : “広域航法 (RNAV) の安全性の評価について” , 航空保安システム委員会 平成 20 年度調査研究報告書, 財団法人航空振興財団, 2009 年 3 月

ATM パフォーマンスの研究【重点研究】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○蔭山 康太, 福田 豊, 木村 章, 山本 哲士, 住谷 美登里, 行木 宏一, 宮津 義廣,
秋永 和夫, クラウス・グウィグナー, 長岡 栄

研究期間 平成 19 年度～平成 22 年度

1. はじめに

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

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

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

2. 研究の概要

本研究では、前年度に引き続き、パフォーマンス評価手法を検討した。また、前年度に製作した ATM パフォーマンス評価システムの機能向上を行い、読み込みデータ項目や ATM パフォーマンス評価対象項目、そして航跡表示機能を拡張した。

3. 研究成果

3.1 ATM パフォーマンス評価手法の検討

前年度に引き続き、パフォーマンス評価項目、および各項目のパフォーマンス値の算出手法を検討した。遅延に関するパフォーマンスの検討においては、航空機の運航を局

面に応じて分類し、各局面に対して遅延の指標値を定義することで特に大きな遅延が発生する運航局面を検討した。図 1 に示すように運航局面は、一般的にスポット出発、離陸、着陸、スポット到着を区切りとして分類される。この区切りに基づいて、運航を出発前 (スポット出発まで)、出発走行 (スポット出発から離陸まで)、飛行 (離陸から着陸まで)、到着走行 (着陸からスポット到着まで) のそれぞれの局面に分類した。

遅延のパフォーマンス値を「運航中の所要時間の実績値が基準値を超過する度合」と定義し、運航者により作成される飛行計画における記載値や、実績値における最短値を基準値として用いた。定義した算出手法を日本国内の代表的な幹線上の運航実績データに適用し、パフォーマンス値を算出した。算出の結果からは、離陸前の局面 (出発前および出発走行) におけるパフォーマンス値が大きくなる傾向が示された。また、出発遅延および飛行の局面では毎日のパフォーマンス平均値が大きく変動する傾向が示されたが、その確認には、より多くの期間を含むデータ収集および解析の継続、および各運航の状況の詳細な検討が必要とされる。

また、飛行距離に関するパフォーマンスの検討を継続した。レーダ情報処理システムのジャーナルから航跡データを取得し、航跡データから得られた出発空港から目的空港までの飛行距離を大圏距離と比較することで、各飛行の効率を検討した。

3.2 ATM パフォーマンス評価システム

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

日常的な評価の実施には、簡易な操作による評価を可能とする評価環境の構築が不可欠である。日常的な ATM パフォーマンス評価環境の検討を目的として、前年度より電子航法研究所では ATM パフォーマンス評価システム (Comprehensive Assessment System of Performance for

ATM Review : CASPAR) のプロトタイプを開発中である。CASPAR の開発は、以下のような機能の実現を目的とする。

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

より詳細なパフォーマンス評価のために、使用滑走路や各運航の予定飛行経路などをデータベースへの読み込み項目に追加した。また、遅延時間など各パフォーマンス値算出の分類基準として、従来の計画時刻に加えて、実績時刻（スポット出発・到着、離陸・着陸）を追加した。

同時に、以下のようなパフォーマンス評価項目を追加した。飛行計画に記載された予定飛行経路の集計に基づき、日本国内の各経路における交通量の算出を可能とした。また、各空港における離着陸機数の計数も可能とした。さらに各運航の巡航高度について、飛行計画に記された運航者の希望値と実際の割り当て値が一致した割合、すなわち運航者の希望巡航高度が取得された割合の算出も可能とした。

パフォーマンス値の検討には、その値のみに基づく検討では不十分であり、動画形式などによる交通状況の再現などによる要因の検討が必要である。このため、CASPAR で

は2次元および3次元による航跡再生機能を実装した。この再生機能を拡張し、気象レーダにより記録されたレーダ・エコー・データを航跡に重畳して表示することを可能とした。図2に航空機の航跡と気象レーダ・データ重畳表示の例を示す。

また、パフォーマンス値として算出される各経路上の予定交通量についても航跡に重畳して表示することを可能とした。

4. 考察等

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

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

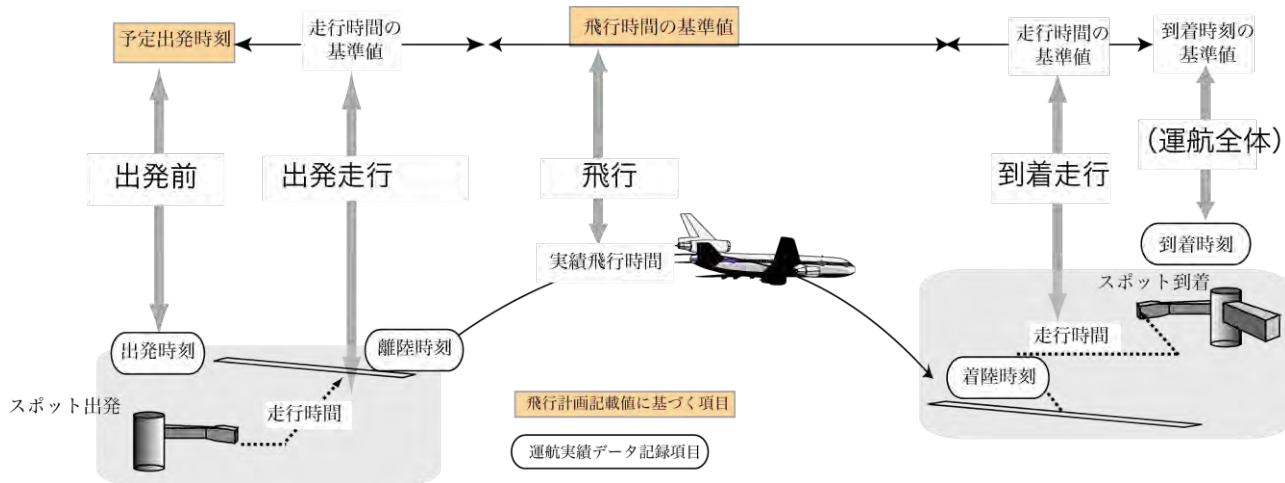


図 1 運航局面に応じた遅延の分類例

掲載文献

- (1) 福田，蔭山：“運航実績データによる飛行距離の解析”，日本航空宇宙学会第 39 期年会講演会，pp.142-145，2008 年 4 月
- (2) 福田：“航空交通管理のパフォーマンス評価システムの開発”，国土交通先端フォーラム，pp.54-57，2008 年 6 月
- (3) 福田：“運航実績データによる飛行距離の解析”，日本航空宇宙学会誌，Vol.56，No.656，pp.247-249，2008 年 9 月
- (4) 福田，蔭山：“運航実績データによる RNAV 出発方式の解析”，第 46 回飛行機シンポジウム，pp.798-804，2008 年 10 月
- (5) Y. Fukuda：“Study on Air Traffic Management Performance”，Korea Navigation Institute (KONI) Workshop & Conference，pp.29-38，Oct. 2008
- (6) Y. Fukuda, K. Kageyama：“Measurement and Analysis of Flight Distance from Actual Operational Data” Proceedings of 2008 KSAS-JSASS Joint

International Symposium on Aerospace Engineering,
pp. 401-404, Nov. 2008

- (7) 蔭山, 福田: “運航局面による航空機の遅延の検討”,
日本航空宇宙学会第 39 期年会講演会, 2008 年 4 月
- (8) 蔭山, 福田, 山本, 宮津, 行木: “ATM パフォーマンス
評価システムの開発”, 平成 20 年度 (第 8 回) 電子航
法研究所研究発表会講演概要, pp. 5-9, 2008 年 6 月
- (9) K. Kageyama, Y. Fukuda: “A Data Analysis Framework
for Delay Analysis of Aircraft Operational Phase”
AIAA Modeling and Simulation Technology
Conference and Exhibit, AIAA2028-6342, Aug. 2008
- (10) K. Kageyama, Y. Fukuda: “Design of Operational
Database for ATM Performance Assessment”2008
International Congress of the Aeronautical

Science, Sep. 2008

- (11) 蔭山, 福田: “出発空港での地上走行における ATM
パフォーマンス評価”, 第 46 回飛行機シンポジウム,
2008 年 10 月
- (12) K. Kageyama, Y. Fukuda: “A Case Study of
Operational Delay at Japanese Airports”, ENRI
International Workshop on ATM/CNS, pp. 99-102, Mar.
2009

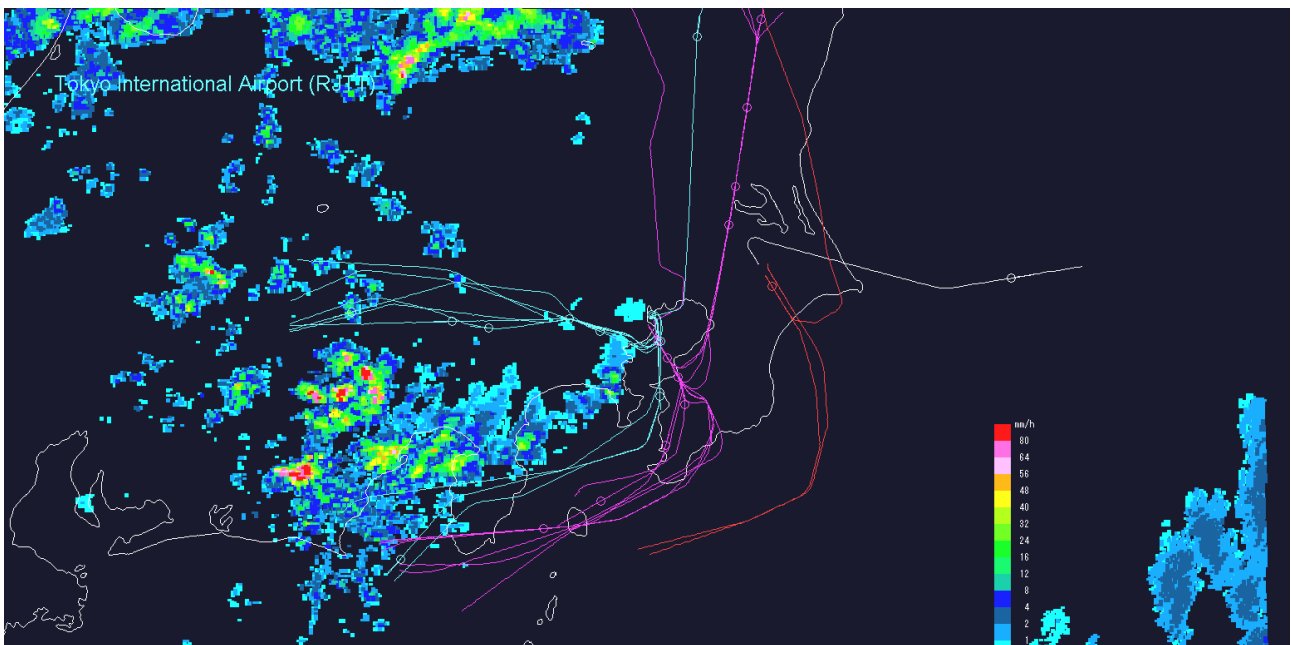


図 2 航空機の航跡と気象レーダ・データの重畳表示の例

洋上経路システムの高度化の研究【重点研究】

担当領域 航空交通管理領域
担当者 ○福島 幸子, 福田 豊, 住谷 美登里
研究期間 平成 20 年度～平成 23 年度

1. はじめに

洋上管制においては、航空機航法精度の向上や衛星データリンク通信の利用による管制間隔の短縮を進めている。航法性能要件 RNP4 適合機の増加に伴い、縦間隔 30NM、横間隔 30NM の適用事例の増加が予想される。このような環境下において、上層風の状況や各航空機の性能を勘案したより経済的な運航を求めるユーザーニーズが高まってきている。

洋上空域における交通需要は国内需要を上回るペースで増加してきており、太平洋航空管制事務レベル調整会議（IPACG）においても、間隔短縮に関する検討のほか、将来の太平洋地域における UPR（User Preferred Route）の導入に向けた検討などが行われている。UPR はユーザが飛行ごとに希望の経路を申請するものである。近年の燃料費の高騰や環境意識の高まりもあり、世界的に導入の要望が高まってきている。実際、交通量の少ない空域から導入されており、今後は交通量の多い空域でも導入の可能性が検討されている。

そのため、洋上空域におけるより効率的な経路システムの構築が課題となっている。

2. 研究の概要

本研究は 4 年計画である。平成 20 年度の研究においては、以下を実施した。

- ・ 南太平洋上の UPR の傾向
- ・ 中部太平洋上の管制縦間隔短縮効果の試算
- ・ 洋上管制シミュレータの製作

3. 研究成果

3.1 南太平洋の UPR の傾向

成田、中部、仁川空港と、グアム、シドニー、ブリスベン空港間の UPR を予測し、季節ごとの傾向を解析した。UPR の計算においては、経度方向は 1 度ずつ、緯度方向は 10 度ずつ（北緯 20 度のみ境界上の 21 度）の経路ネットワークを使用した。2 月、8 月、10 月の 1 週間ずつについて解析した。

現在、日本と南太平洋を結ぶ ATS 経路は、福岡 FIR とオークランド FIR の境界上で、だいたい経度で 2～3 度ずつ離れている。それぞれの UPR が FIR 境界上で、ATS 経路との位置関係を解析した。FIR 境界付近の経路を図 1 に示す。

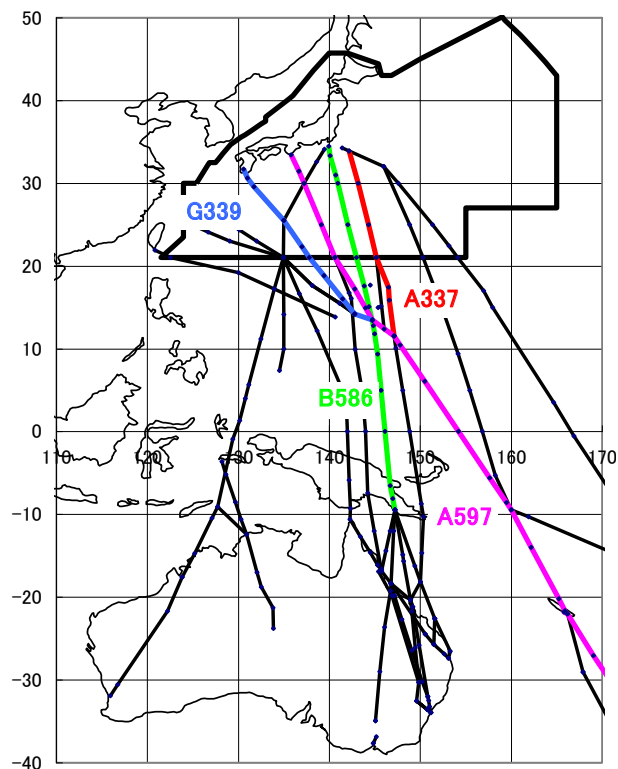


図 1 南太平洋の ATS 経路

成田発オーストラリア行きは、2 月は A337 に近く、8 月、10 月は A337 と B586 の間に引かれた。オーストラリア発成田行きは A337 の東から B586 の西側まで、広範囲に分布した。成田—オーストラリア東海岸間の UPR の効果推定^[1,2]より、オーストラリア東海岸の 4 つの空港から成田行きの UPR の試行運用がもうすぐ始まるが、B586 よりも 50NM 以上東側を通る条件となった。

成田—グアム間についても A337 と B586 の間に UPR は引かれた。成田発は東よりになり、グアム発は西よりになった。

中部発—グアム行きは A597 と B586 の間に分布した。グアム発中部行きは A597 の東から A337 の西まで広範囲に分布した。

仁川—オーストラリア間は直線経路に近い経路が UPR となる場合が多かった。福岡 FIR 境界では現在の G339 より西を通る場合が多かった。

仁川—グアム間は G339 と A597 の間に分布した。

3.2 中部太平洋上の管制縦間隔短縮効果の試算

日本と北米・ハワイを結ぶ中部太平洋経路は、気象予報を元に日毎に設定されている。

成田—北米間を飛行する航空機は、RNP10 対応の機器を搭載している航空機に対して、縦方向 50NM が適用されていた。RNP4 対応機に対しては、縦方向 30NM を適用できるため、シミュレーションによる導入効果の試算を行った。

当所の動的経路計画シミュレータを用い、太平洋では交通量の多い PACOTS 東行き経路を対象とした。2002 年ベースの交通量及び 2007 年ベースの交通量のときの便益をそれぞれ試算した。

航空機機種は全て B747-400 とし、出発時刻、飛行経路は飛行計画統計データに準拠した。飛行希望高度は実際の PACOTS 経路で最小燃料経路となるように最適高度を計算した。管制間隔の欠如（コンフリクト）が予想されるときは、1,000ft (1 ft = 0.305 m) ずつ下の高度を検索し、管制間隔が確保できる高度を選択した。そして、消費燃料をそれぞれ推定した。

2002 年の東行き交通量を元に行った検討では、年間 1,850 万ポンドの燃料 (2 万 6 千トンの CO₂) が削減できると試算した^[1]。

また、2007 年の東行き交通量 (+22%) を元に行った検討では、年間 2,480 万ポンドの燃料 (3 万 4 千トンの CO₂) が削減できると試算した^[3,4]。

図 2 にこのシミュレーションでの管制縦間隔と希望飛行高度取得について示す。

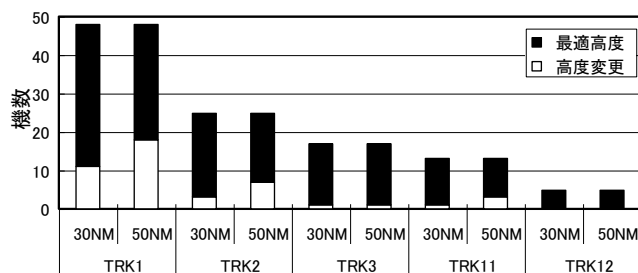


図 2 管制縦間隔と希望高度取得

縦軸は、飛行トラックごとの飛行機数を示し、そのうち黒は希望高度（最適高度）で飛行できた航空機数、白は管制間隔確保のために高度を変更した機数を示す。

交通量の少ない TRK では高度変更を行った機数は管制縦間隔による差が少ないが、特に交通量の多い TRK1 で 30NM 間隔のときに、高度変更を行った機数の減少がわかる。

3.3 洋上管制シミュレータの製作

動的経路計画シミュレータを参考に、洋上管制シミュレータを製作した。動的経路計画シミュレータからの改善点は以下のとおりである。

- (1) ネットワークデータの編集方法の改善
- (2) 飛行シミュレーションの実施

4. 考察

最も交通量の多い TRK1（成田空港—シアトル空港）について、高度プロファイルを図 3 に示す。縦軸に飛行高度、横軸に経度を示す。

赤線の航空機は同じものである。30NM 縦間隔の場合は希望高度で飛行できたが、50NM のときはほぼ 3,000ft 低く飛行し、燃料も 6,778lbs (1 lbs = 0.454 kg) 多く消費した。140W の地点において、希望高度に達していない航空機数は 30NM で 7 機、50NM で 14 機であった。

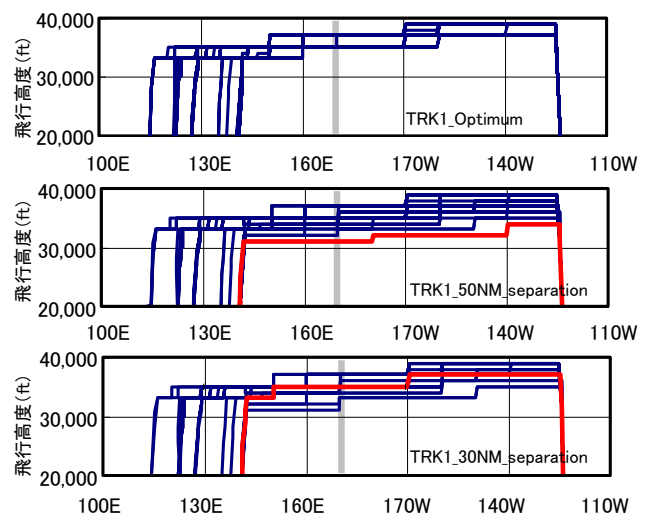


図 3 高度プロファイル (TRK1, 2007 年交通量ベース)

管制間隔の短縮は、希望高度での飛行を増加させる。また、UPR での飛行の可能性も秘めている。

5. まとめ

東行き PACOTS の管制縦間隔短縮効果についてシミュレーションにより検証した。

平成 21 年度は、検討空域を中部太平洋だけでなく、北部太平洋も含めた空域に拡大し、UPR の効果や Flex 経路の効果を検証する予定である。3.3 で製作したシミュレータを用い、より短い管制間隔に応じた経路の計算や、より詳細な管制シミュレーションが可能となる。

掲載文献

- (1) JCAB: “Study on the effect on 30 NM Separation on Eastbound PACOTS”, The 28th Meeting of the informal Pacific ATC coordinating Group (IPACG/28), IP/14, May 2008
- (2) 福田: “東京—シドニー間の可変経路の検討”, 航空管制 2008 No. 4, pp. 52-56, 2008 年 7 月
- (3) 国土交通省報道発表資料: “洋上空域における管制業

務の高度化について（管制間隔の短縮及びU P R方式の試行運用）～洋上空域における運航効率の向上～”，
http://www.mlit.go.jp/report/press/cab13_hh_000004.html, 2008年8月

- (4) 福島，福田：“太平洋上での管制縦間隔短縮による効果”，電子情報通信学会 2009年総合大会，p284，2009年3月

ターミナル空域の評価手法に関する研究【重点研究】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○木村 章, 岡 恵, 福田 豊, 山本 哲士, 蔭山 康太, 行木 宏一, 宮津 義廣, 長 正利

研究期間 平成 20 年度～平成 23 年度

1. はじめに

羽田空港再拡張等に伴い、今後大幅な航空交通量の増大が見込まれている。一方、空域・経路・管制方式等の検討及び設定に係る評価は、現在のところ主として運用の経験則や専門的な知識等に基づいて行われている。

今後、交通容量の拡大や運航効率の向上など社会及び航空関係者の多様な期待に我が国の航空交通システムが適切に対応するために、空域・経路・管制方式等は要件に応じて修正され続ける。また、そのための評価については、業務提供者のアカウンタビリティ及び航空関係者の共通認識の強化に有効な、客観的評価手法が求められる。

特に大都市圏周辺の空域は空港整備に伴う交通の集中・輻輳が予測されることから、ターミナル空域の最適化に向けた評価手法の充実が一層望まれる。

2. 研究の概要

本研究では今後見込まれる大幅な航空交通量増加に備え、輻輳するターミナル空域を最適化するための総合的な評価手法及びターミナル空域設計用評価ツールを開発するものである。評価手法の開発は、運航効率、空域容量、管制効率等に着眼し空域の性能を客観視することをめざし、20 年度は評価項目及び要因を抽出した。評価ツールの開発は、シミュレーション機能を基礎とし、短時間で簡易に設定要因に従った空域性能を示す空域解析・航跡解析機能等の開発をめざし、20 年度は入力モジュールを製作した。

3. 研究成果

3.1 評価項目、要因の抽出

運航効率、空域容量、管制効率に係る評価項目を抽出するためにリアルタイムシミュレーションによるデータ収集及びその解析を行った。

リアルタイムシミュレーションでは、羽田空港拡張後の関東周辺空域を想定し、到着機を管制処理するシミュレーションを、2名の航空管制官により8回実施した。シミュレーションシナリオは、到着機の空域入域タイミングを変え、交通密度の異なる三種類を準備した。入域タイミングは、運用への適用が将来考えられる通過時刻管理手法を想

定し、メタリングポイントである当該空域出域フィックスを一定間隔で通過するための通過時刻から逆算される空域入域時刻について 30%程度分散、70%程度分散、分散無調節の3段階で設定した。

リアルタイムシミュレーションのデータをもとに到着機の滞留状況、管制指示及び航跡等を解析し、理論的に算定される当該空域の最適交通密度及びその場合の滞留予測との比較検討を行った。なお、ここで言う最適交通密度は、S時蛇行しないレーダー誘導により処理可能な交通密度を想定している。

これまで研究（今後の管制支援機能に関する研究）を通じて、空域の評価項目として滞留時間に着目してきた。航空機の入域タイミングが集中し管制処理の難易度が高い場合、最大滞留時間が大きくなる。

本シミュレーションにおいても、試行回数は限定的であったが、シナリオに設定した空域入域タイミングの分散と管制処理により発生する最大滞留時間に相関が見られた。

以下に、シミュレーション空域図（図 1）、最適交通密度における許容滞留時間（表 1）及びシミュレーション結果の滞留時間（表 2）を示す。

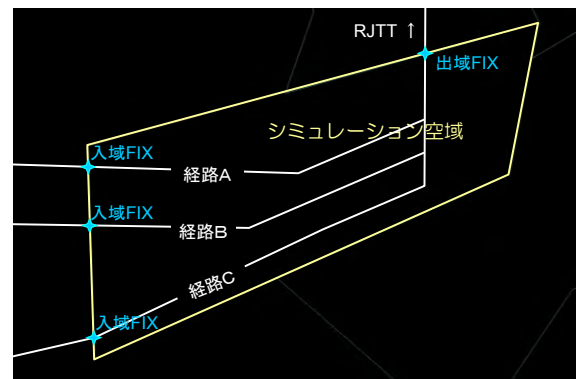


図 1 シミュレーション空域図

表 1 最適交通密度における許容滞留時間

最適交通密度（算定による理論値）	
	許容滞留時間
入域経路 A 経由	3 : 5 9
入域経路 B 経由	2 : 4 6
入域経路 C 経由	4 : 0 8

表2 シミュレーション結果の滞留時間

シミュレーション結果			
	難易度	平均滞留時間	最大滞留時間
試 行 順 ↓	3	3 : 15	8 : 40
	2	2 : 19	4 : 33
	1	1 : 13	2 : 02
	3	2 : 37	6 : 08
	2	1 : 17	2 : 34
	1	0 : 15	0 : 24

3.2 実際の航跡データの解析

実際の交通の滞留を研究するために、レーダーデータから航跡を抽出し、羽田到着機の降下フェーズにおける飛行距離及び飛行時間を解析した。

一般に航空機は4万フィート未満で巡航し、目的空港の100海里手前付近までに巡航高度から降下を開始する。よって、航跡データの解析範囲は羽田空港から150海里地点から着陸までとし、西方からの到着機、6日間2043件の飛行データを解析した。

その結果、150海里範囲の飛行時間の平均値は33.6分、標準偏差は3.3分であった。また150海里範囲を150～50海里圏と50海里圏に分類すると、150～50海里圏では飛行時間の偏差は小さく、50海里圏では偏差が大きく、加えて日ごとの変化も大きいことが見て取れた(図2)。

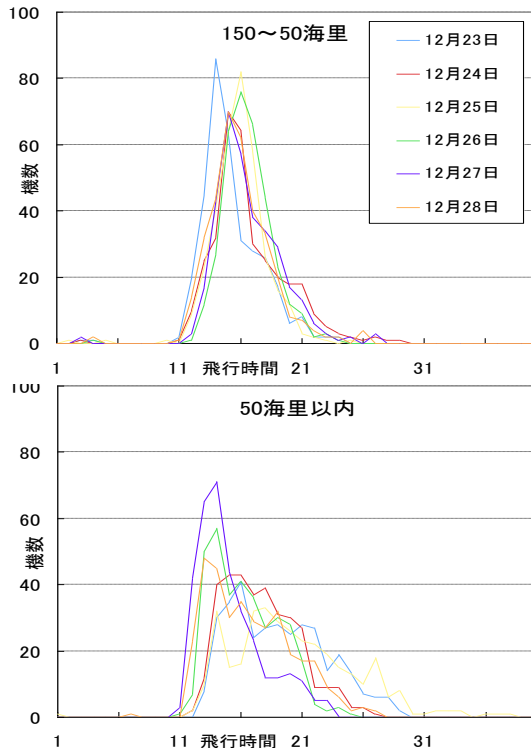


図2 到着フェーズ飛行時間の度数分布

3.3 評価ツール基礎部分(入力モジュール)の製作

空域、経路などを設計・評価するための空域設計評価ツールの入力モジュールを製作した(図3)。空域設計評価ツールは航空機の航跡データから、空域評価に関する解析値を算出する。また、仮想的な経路データ等から航跡を生成し、同様な評価ができる。本年度は、開発の第一段階として、入力モジュールを製作した。空域設計評価ツールの入力モジュールは、入力機能、イベントデータ算出機能、空域解析機能、航跡解析機能、出力機能で構成され、評価に必要な様々なデータを入力し、基礎的な解析をすることができる。

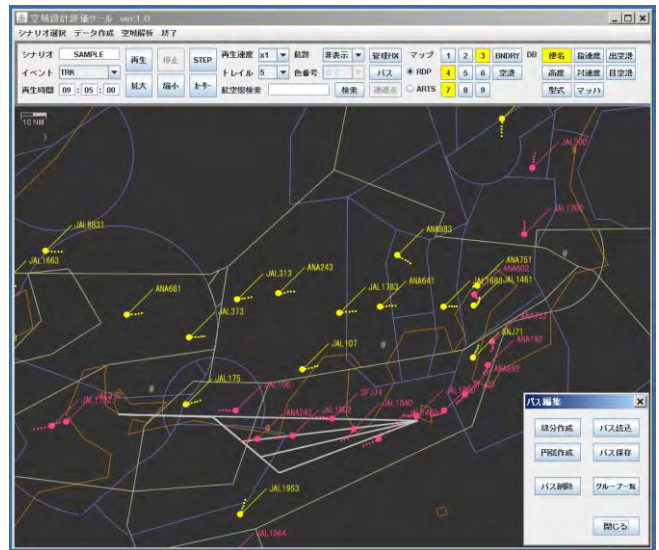


図3 空域設計評価ツールの表示例

入力機能は、テキスト形式の空域データ、運航データ、航跡データ等の入力を行う。また、ARINC424形式の航法データを入力データ形式に変換する。

イベントデータ算出機能は、航空機の航跡からイベントの算出を行う。イベントには、出発または発生、フィックス通過、空域境界線の通過、上昇開始、巡航開始、降下開始、管理フィックス通過、到着または消滅がある。

空域解析機能では、経路区間の距離・方位算出、高度差算出、円弧距離算出をする。また、経路線分、円弧などを地図上に作図できる。

航跡解析機能は、航跡データおよびイベントデータから解析値を算出する。解析値は、航空機の時間管理のために設定した管理フィックスの通過時刻、高度、速度、先行機との間隔、滞留時間等である。また、管理フィックス間の飛行時間、距離、平均速度、高度プロファイル等も含む。さらに、全航空機に対して、これらの解析値を集計し、分布、平均値を算出する。

出力機能は、イベントデータ、空域解析機能の計算結果、

航跡解析機能の解析値をテキストファイルまたは Excel 形式で出力する。また、イベントデータおよび航跡データに基づき、航空機の飛行位置を地図上に動画表示する。

本評価ツールは、Java を使用し、パソコン上で動作する。本評価ツールにより、空域評価のための解析値が算出される。また、その要因を探るために航空機の位置と関係がレビューされる。また、仮想的な経路などを設定し、仮想的な航跡を対象とした評価が実施できるように今後、機能向上する計画である。これにより、空域イメージを関係者が共有でき、空域設計に資することをめざしている。

4. 考察等

リアルタイムシミュレーションで確認した空域入域タイミングの分散と管制処理により発生する最大滞留時間の相関から、一定時間の交通量においては、集中・分散の偏差が少ない交通流が最適交通密度の要件となることがわかる。本シミュレーションでは、分散無調節で入域する交通流も S 字蛇行するレーダー誘導等により管制処理され空域運用は破綻しなかったが、目的空港近辺の混雑空域における飛行効率の改善も考慮して、許容滞留時間内で管制処理する運用を行う場合、事前に通過時刻管理等により入域タイミングを調節しておく必要がある。言い換えれば、滞留時間を管理し管制処理による飛行効率への影響を緩和させる通過時刻管理に際しては、最適交通密度或いは許容滞留時間を算定し、運用の目標値に設定することができると言える。

そこで、実運用における滞留時間の管理について調査した。実運用では、到着機の滞留時間は航空局の航空交通管理センターが実施する航空交通流管理業務により監視・制御されている。羽田到着機は、飛行計画に基づく到着予定時刻 (ETA) と、羽田空港の滑走路容量設定に従って ETA を補正し算出する着陸可能時刻 (ELDG) との差 (SPCE) が 10 分を超えないよう出発前に離陸予定時刻が指定される。つまり SPCE が許容滞留時間に相当し、空港到着前のレーダー誘導等による 10 分の滞留を見越して交通流制御を行っていることになる。

また実運用における羽田到着機の順序・間隔設定のためのレーダー誘導及び滞留は東京管制部の最終セクターと東京進入管制区で発生しており、これら空域は航跡データ解析対象とした 150 海里圏にほぼ合致する。このことから、本研究の航跡データ解析を利用した、滞留時間測定による航空交通流管理の運用評価が可能と考えられる。

20 年度は実際の飛行距離・時間の解析を行った。今後、空域評価手法及び評価ツールの開発とともに、実際の運用

における計画経路飛行距離・所要時間の算定、滞留時間による交通流管理評価手法の検討を行い、もって航空行政への貢献とする予定である。

掲載文献

- (1) 岡, 蔭山, 福田, 山本: “航空交通量と空域設計要件との関係について-その 2-”, 平成 20 年度 (第 8 回) 電子航法研究所研究発表会講演概要, pp. 41-46, 2008 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 A】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○藤田 雅人, 天井 治, 山田 泉, 長岡 栄

研究期間 平成 18 年度～平成 21 年度

1. はじめに

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

国土交通省航空局は 2007 年 12 月に短縮垂直管制間隔 (RVSM, Reduced Vertical Separation Minimum) の運用状況を主に安全性の面から監視する地域監視機関 (RMA, Regional Monitoring Agency) となった。電子航法研究所は日本の RVSM 導入時に衝突危険度モデルに基づく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。

また、洋上航空路等の国際空域における水平方向の管制間隔に対しても運用状況を安全性の面から監視するエンルート監視機関 (EMA, Enroute Monitoring Agency) のマニュアル策定作業が国際民間航空機関 (ICAO, International Civil Aviation Organization) のアジア・太平洋地域の会議 RASMAG (Regional Airspace Safety Monitoring Advisory Group) で進められている。電子航法研究所は水平面管制間隔の衝突危険度モデルの研究・開発でも実績があり、この分野でも貢献が期待される。

さらに、ICAO 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成果の提供が望まれている。

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

2. 研究の概要

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

3. 研究の成果

3.1 SASP への貢献

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

第 13、14 回 SASP 作業部会全体会議に参加し、地域監視機関のソフトウェア共有に関する提言、上昇・降下など短時間で終了する運航手順に対する目標安全度の設定方法の提案を行った。昨年度の研究成果である日本で導入された洋上短縮管制縦間隔基準 (距離・時間) の安全性評価結果についても報告した。

また、安全性評価手法を数学的に検討する数学者サブグループに参加し、技術的なアドバイスをを行った。

3.2 RVSM 空域の安全性評価手法

日本の RVSM 導入時に安全性評価を実施した実績をもとに航空行政を技術的に支援するため、また、EMA handbook 策定作業に寄与するため、第 10 回 ICAO RASMAG 会議に参加した。

RVSM 空域の安全性評価手法の改良を目指し、レーダデータを用いた割当高度逸脱量 (AAD, Assigned Altitude Deviation) 分布推定法を考察した。八戸航空路監視レーダで収集された監視データに試験的に当該手法を当てはめた。

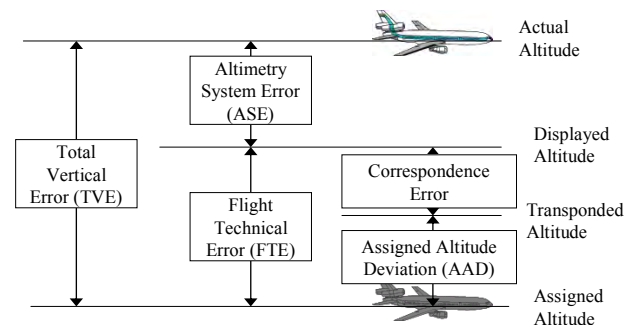


図 1：割当高度逸脱量

3.3 洋上航空路の安全性評価手法の開発

釧路航空路監視レーダで収集された監視データを元に洋上航空路を飛行する横方向経路逸脱量 (TSE, Total System Error) の分布を求めた。極値理論を適用した。

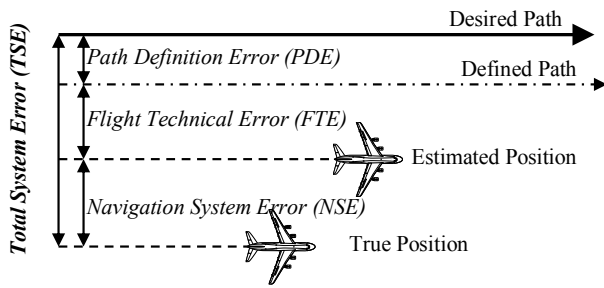


図 2：横方向経路逸脱量

3.4 データの収集

衝突危険度モデルに基づく定量的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。国土交通省航空局及びその他関係官署の協力を受け、レーダデータ・通信履歴データ等を継続的に収集している。

3.5 高度監視装置 (NAMS) の性能評価

当研究所の開発した高度監視装置 (NAMS) の性能評価のため、平成 19 年度に飛行実験を 2 回実施した。本年度は実験データに対してモンテカルロシミュレーションを適用して NAMS の測高精度を推定した。測高精度推定にあたって、航空機の真位置は DGPS で測定された位置と等しいと仮定した。

下図のように NAMS 一次レーダの回転角の観測値と測角誤差との間に相関があることが判明した。原因の特定までには至っていない。また、測角誤差のランダム成分 (観測値と測角誤差の相関の影響を取り除いた部分) は正規分布に従い、測距誤差と測角誤差のランダム成分はほぼ無相関であることも分かった。

NAMS 直上を一定の方向から飛行した航空機に限り、測高精度 (標準偏差) が RMA manual 要求値の 50feet を満たすことが分かった。

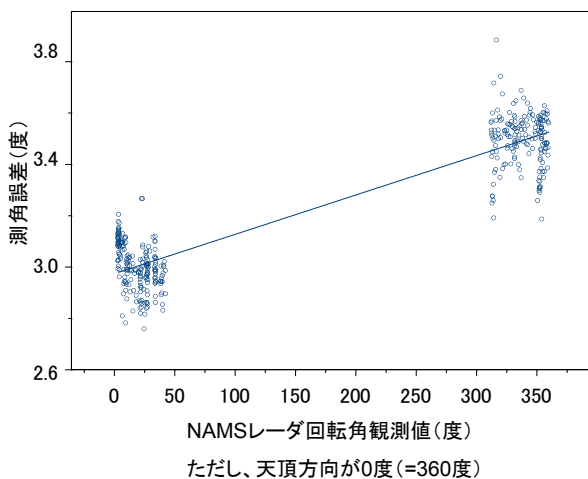


図 3：NAMS-A レーダ (一次レーダ) の測角誤差

掲載文献

- (1) 藤田：“Gain/Loss 分布と初期時間間隔の相関”，日本航空宇宙学会第 39 期年会講演会，2B11，調布市，2008 年 4 月
- (2) Fujita：“Target Level of Safety for dynamic operation consistent with the conventional target level of safety”，ICAO SASP-WG/WHL/13 WP/39，Montreal，Canada，May 2008
- (3) Fujita：“Safety Assessment for Time-based Longitudinal Separation in Oceanic Airspace”，ICAO SASP-WG/WHL/13 IP/7，Montreal，Canada，May 2008
- (4) Fujita：“Safety Assessment prior to 30NM Longitudinal Separation Minimum under ADS-C Environment”，ICAO SASP-WG/WHL/13 IP/8，Montreal，Canada，May 2008
- (5) Fujita：“Distribution of Longitudinal Speed Prediction Error of ADS-C System”，ICRAT 2008，Fairfax，U.S.A.，May 2008
- (6) 藤田：“洋上縦時間管制間隔の安全性評価手法について”，平成 19 年度 (第 8 回) 電子航法研究所研究発表会講演概要，2008 年 6 月
- (7) 宇田川 (日大)，天井，長岡，高橋 (日大)，中村 (日大)：“ADS による縦方向位置予測誤差分布のモデル化”，電気学会産業応用部門大会ヤングエンジニアポスターコンペティション，高知市，2008 年 8 月
- (8) 宇田川 (日大)，天井，長岡，高橋 (日大)，中村 (日大)：“ADS 縦方向位置予測誤差分布のモデル”，電子情報通信学会 2008 年ソサイエティ大会，A-18-2，川崎市，2008 年 9 月
- (9) 宇田川 (日大)，天井，長岡，高橋 (日大)，中村 (日大)：“自動従属監視による縦方向位置予測誤差分布のモデル化”，日本航空宇宙学会第 45 回飛行機シンポジウム，2A14，東京，2008 年 10 月
- (10) Fujita：“Program sharing for Regional Monitoring Agency Practices”，ICAO SASP-WG/WHL/14 WP/9，Paris，France，Oct. 2008
- (11) Fujita：“Note on current TLS (Target Level of Safety) settings and TLS for dynamic operations”，ICAO SASP-WG/WHL/14 WP/10，Paris，France，Oct. 2008
- (12) Fujita：“Estimation of Small Assigned Altitude Deviation Distribution”，電子情報通信学会技術研究報告 SANE2008-73，2008 年 11 月
- (13) Fujita：“Frequency of Rare Event Occurrences”，ENRI International Workshop on ATM/CNS，Tokyo，Mar. 2009

トラジェクトリモデルに関する予備的研究【指定研究 A】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○福田 豊, 瀬之口 敦, 白川 昌之

研究期間 平成 20 年度

1. はじめに

航空機運航の効率化および空域容量拡大のため、国際民間航空機関（ICAO：International Civil Aviation Organization）は 2003 年の第 11 回航空会議で、時間管理を含めた航法と管制を将来的な共通のビジョンとして実現していくことを勧告した。これを受けて、運用概念文書や世界的航法計画などの ICAO 公式文書が作成された。また、米国や欧州では NextGen や SESAR などこの運用概念を実現するプロジェクトが組まれている。このような世界的動向をふまえ、我が国でもこれに関連する調査や研究を進めていく必要がある。

今後の航空交通管理においては、航空機のトラジェクトリ（軌道）計画を事前管理し、精密なトラジェクトリ予測に支援され管制する運用概念が有効と考えられている。本研究では、実飛行データなどの解析によるトラジェクトリの推定およびモデル化技術を開発する。また、トラジェクトリを管理するためのデータ活用技術を開発する。

2. 研究の概要

本研究は 1 ヶ年計画であり、平成 21 年度から開始する重点研究「トラジェクトリモデルに関する研究」のための事前調査・解析を実施し、重点研究の円滑な実施を目的とする。

平成 20 年度は、主に下記のことを行った。

- ・航空機トラジェクトリモデルの基礎検討
- ・トラジェクトリ管理に関する調査

3. 研究成果

3.1 航空機トラジェクトリモデルの基礎検討

航空機の飛行特性データ、航空会社の運航特性データ等を含むユーロコントロールの BADA（the Base of Aircraft Data）データを使用し、航空機軌道を算出するプログラムの基本部分を開発した。

また、航空路レーダ情報処理システム（RDP：Radar Data Processing System）やターミナルレーダ情報処理システム（ARTS：Automated Radar Terminal System）などのレーダデータの航跡と航空機側で記録された機上データを

解析し、開発したプログラムで推定した軌道と比較した。

3.2 トラジェクトリ管理に関する調査

精密なトラジェクトリ予測のためには、航空機側と管制側のトラジェクトリに関する情報の共有が必要である。欧米では、将来のデータ通信環境を想定したトラジェクトリ情報の記述に関する検討が行われている。その検討状況を把握するため、REACT（Requirements Elicitation for an Aircraft intent description language that supports Consistency across Trajectory predictors）ワークショップ会議に出席し、情報を収集した。また、オランダ航空宇宙研究所 NLR を訪問し、欧州での研究プロジェクト BridgeT と CASSIS（CTA / ATC System Integration Studies）の情報を収集した。これらは、航空会社、管制機関、データ通信会社が協力して、CTA（Controlled Time of Arrival：制御到着時刻）などのトラジェクトリに基づく運航をデモンストレーションするものである。さらに、航空輸送技術研究センターの「Tailored Arrival（TA）に関する調査・研究ワーキンググループ」にメンバーとして参加し、米国での TA などについて情報収集した。これらより、欧米でのトラジェクトリ管理の初期的な運用コンセプトについての知見を得た。

4. 考察等

開発したトラジェクトリモデルを使用し、対地速度（GS：Ground Speed）などを推定し、航空機で測定した実測値と比較した。風と外気温は気象庁の全球客観解析データを使用した。計算において、航空機の経路、高度は既知であると仮定した。

BADA の運航モデルから指示対気速度（CAS：Calibrated Air Speed）を設定し、飛行高度での空気密度を考慮し、真対気速度（TAS：True Air Speed）を求めた。次に、風による速度の修正を加え、GS を算出した。飛行した軌道の各位置での GS のモデル推定値と実測値を比較した。

図 1 に GS と TAS の比較を示す。巡航時の TAS は、ほぼ運航モデルの通りであった。TAS より算出した GS も精度よく一致した。

図2に風速の推定値と実測値を示す。推定値には、記録時刻の1時間前のデータを使用した。推定値と実測値がよく一致していることがわかる。

図3に到着予測時刻の変化を示す。その時刻に飛行している地点から着陸地点までの軌道上の各地点のGSの推定値と実測値から時間差を求めて累積した。約5.5時間の飛行で、約120秒の時間変化が見られる。これは飛行時間にして1%以下の誤差である。

これらはサンプル的な解析であるが、開発したトラジェクトリモデルの予測精度がよいことがわかった。これらより、平成21年度から開発するシステムの指針を得ることができた。

掲載文献

- (1) 白川, 福田, 瀬之口: “航空機性能モデルを用いた航空機軌道予測”, 電子情報通信学会技術研究報告, SANE2008-99, pp.19-24, 2009年1月
- (2) 福田: “トラジェクトリ管理って何だろう”, 航空管制 2009 No. 1, pp.124-127, 2009年1月
- (3) Y. FUKUDA, M. SHIRAKAWA, A. SENOGUCHI: “Study on Trajectory Prediction Model”, ENRI International Workshop on ATM / CNS, pp.61-64, Mar. 2009

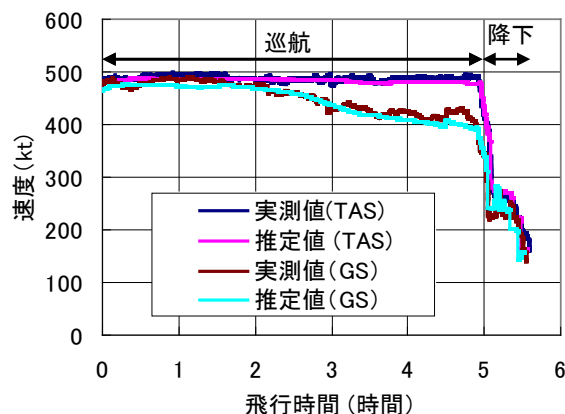


図1 速度の推定値と実測値の比較

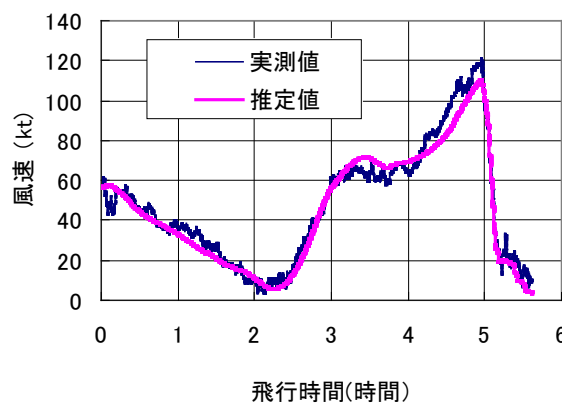


図2 風速の比較

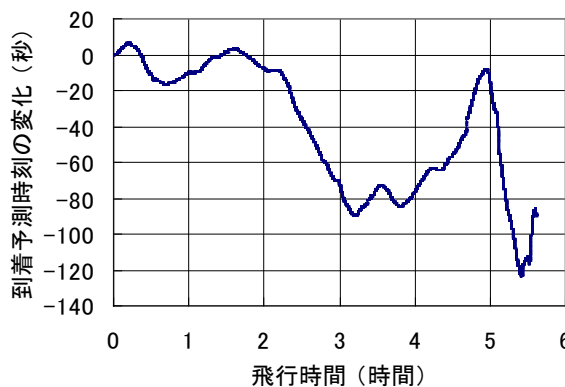


図3 到着予測時刻の変化

空港における後方乱気流管制方式の技術基盤に関する研究【指定研究 B】

担当領域 航空交通管理領域
担当者 ○山田 泉, 長岡 栄
研究期間 平成 19 年度～平成 20 年度

1. はじめに

航空機の揚力の発生に伴って生じる後方乱気流が周辺の航空機におよぼす危険を回避するため、後方乱気流管制方式が定められている。現在用いられている後方乱気流管制方式の管制間隔基準値は、多くの場合で安全余裕が過大であるとの指摘が近年なされている。また、基準値設定時（1970 年代）には存在しなかった大型機の登場により、この基準値の安全性について再検討の必要が生じている。

後方乱気流の挙動は気象条件によりさまざまであるが、後方乱気流を観測することが可能であれば、多様な気象条件の下で後方乱気流の影響が消滅する時間を測定することにより、適切な後方乱気流管制間隔を検討することが可能となる。

離陸機の後方乱気流管制間隔を再検討するためのデータをを得ることを目的として、電子航法研究所では平成 14 年から平成 17 年まで重点研究「大空港における効率的な運航を確保するための後方乱気流に関する研究」においてレーザーを用いた後方乱気流検出装置（ライダー）を開発した。そして、平成 18 年度は指定研究「後方乱気流の研究」において、仙台空港で運航する離陸機を対象に定期的な後方乱気流観測により観測データを蓄積した。

本研究では、これに引き続いて離陸機の後方乱気流観測データを蓄積する。そして、後方乱気流管制間隔短縮の検討が可能となるよう、気象条件と後方乱気流の影響の消滅時間を対応づけるモデルの導出法を検討する。

2. 研究の概要

本研究は 2 ヶ年計画であり、今年度は以下の項目を行うこととした。

- ①後方乱気流観測実験による観測データの蓄積
- ②後方乱気流の挙動予測を行うための観測方法の検討
- ③後方乱気流が他の航空機に与える影響の消滅過程（渦の消滅時間および滑走路からの移動時間）を予測するモデルの検討
- ④海外研究動向の調査

また、本研究に関連した所外連携として、宇宙航空研究開発機構（JAXA）および東北大学との共同研究「後方乱気流の航空機におよぼす影響の研究」を行っている。

3. 今年度の成果

①については、岩沼分室屋上に設置した後方乱気流検出装置を用い、共同研究相手である東北大学の協力を得て、通年で離陸機約 500 機分の後方乱気流観測データを得た。

②については、以下のことを行った。

後方乱気流検出装置の動作に生じた不具合（制御用ワークステーションのハードディスク容量不足）への対策の一環として、装置制御ソフトウェアの処理構造に関する詳細な再調査を行った。これにより装置の動作を復旧すると共に、装置の操作方法の詳細および動作監視の方法を明らかにした。この結果、当初は困難とされたバッチ処理による観測の開始・終了操作の自動化が可能であることが明らかとなった。

また、既設の外部監視用カメラサーバが故障（電源の故障）したことに対応して、カメラサーバの復旧を行うと共に、新たにパン・チルト・ズーム型の Web カメラを外部監視用に設置した。加えて、後方乱気流検出装置内で LAN 接続されている機器すべてに時刻同期の設定を行った。これらの処置により、後方乱気流観測を遠隔的に行う技術的基盤が整理された。

一方で、③に述べる上空風の観測については、適切な手法の検討が技術的な課題として残った。

③については、後方乱気流が滑走路に残留する時間と風向・風速（測候所にて通報されている値）との関係のプロットにおいて、通報されている風向・風速のみでは説明が困難なバラツキが観察されていることを考慮し、バラツキの要因となる気象現象に関する検討を前年度に引き続いて行っている。本年度は、後方乱気流の発生している高さにおける風を考慮し、ライダーによる後方乱気流観測データ中に背景風として観測されている上空風の観測断面方向成分の大きさに注目して後方乱気流の残留時間との関係を分析することとした。その結果、地上と上空とで風向・風速ともに異なる風が吹いている場合があり、上空の風が強い場合には地上風が弱い場合にも後方乱気流の残留時間が短くなることが明らかとなった。

後方乱気流の残留時間を精密に予測可能とするためには、後方乱気流が存在する高さでの風向・風速に関する情報が必要と考えられる。現状で得られているデータは上空風のうち、後方乱気流観測時の観測断面の成分、および、後方乱気流観測前後に行う地上風主方向への全天垂直スキャン時の観測断面の成分である。このため、上空風の主方向および風速に関する情報は十分に得られていない。後方乱気流が発生している高さにおける風向・風速を得るための観測技術が今後の課題と考えられる。

④については、前年度に引き続き、欧米における後方乱気流の研究について文献調査を行った。

4. まとめ

後方乱気流の影響が滑走路上から消滅する過程のモデル化のため、ライダーを用いた後方乱気流観測を行い、気象条件と後方乱気流残留時間の関係についての分析を行った。その結果、地上風に加え、上空風の情報を考慮することによって、後方乱気流残留時間をより精度よくモデル化できる可能性が示唆された。後方乱気流管制間隔短縮の議論に向けた今後の課題としては、上空風を含む風情報を取得する技術、および、風の3次元的な性質に関する検討が必要と考えられる。

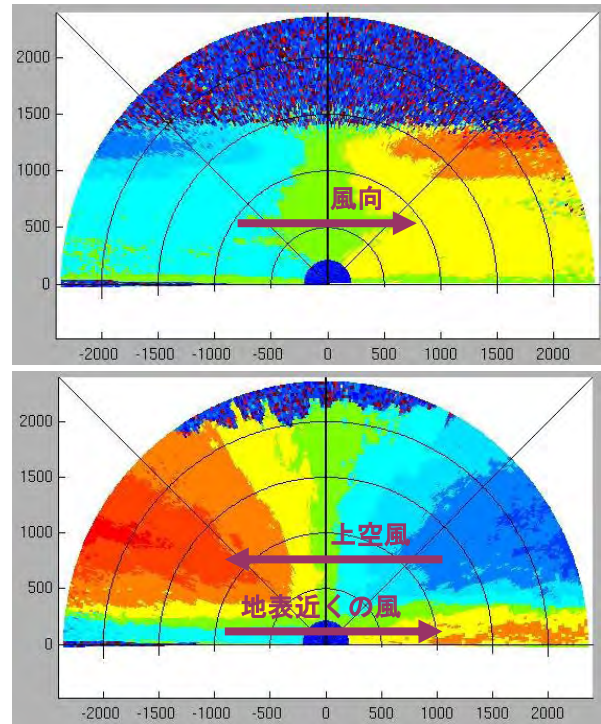


図2 上空まで一様に風が弱い場合(上)と、上空では地上と異なる風が吹いている場合(下)の鉛直断面内風速分布

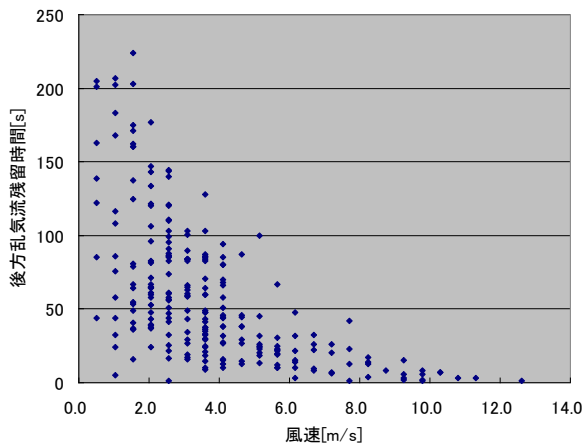


図1 地上風速に対する後方乱気流残留時間のバラツキ

航空路管制業務のタスク分析及び作業負荷・負担の研究【指定研究 B】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○青山 久枝, 塩見 格一, 井上 諭

研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

1. はじめに

航空交通量の増大に伴う航空管制官のワークロード増大は、避けることのできない事実である。また、このワークロード増大の緩和措置として管制支援ツールの開発や導入が行われてきている。しかし、航空管制業務を人間が行うという前提に基づけば、航空管制官の業務のタスク分析及びヒューマンファクターの研究がまず必要である。

本研究では、航空管制業務のうち航空路管制業務について、その複雑さ、チームワークによる業務体系、地域特性等を分析することにより、航空管制官の作業負荷・負担を検討していく。

2. 研究の概要

シミュレーション結果に基づいて、航空路管制業務のタスク分析を行う。これにより、航空路管制業務の流れの全体像を捉え、航空管制官の思考・判断を含めた業務フローや管制システムとの関わりについて図式化する。

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

3. 研究成果

3.1 レーダ対空席のタスクフロー

航空路管制業務の中でレーダ対空席（以下、対空席）についてタスクフローを作成した。

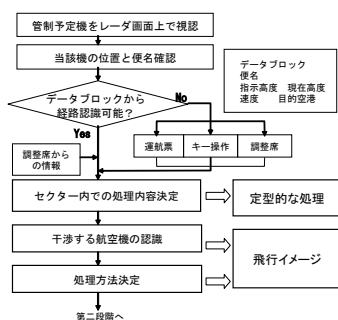


図 1 タスクフローの第一段階

図 1 は、対空席でレーダ画面上に管制予定機を視認して、当該機にかかる情報、出域時の規定に定められた状態、その状態にする過程の処理方法など飛行イメージを作成する段階である。

図 2 は、第一段階の後、実際に指示を出す段階を表している。通常、管制官は複数の航空機を扱っており、図 1 あるいは図 2 のいずれかの状態にある航空機を同時に管制している。

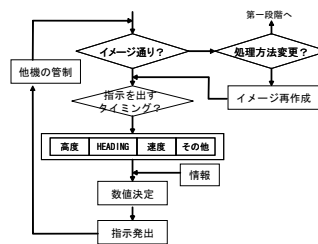


図 2 タスクフローの第二段階

3.2 航空路管制のタスクフロー

実際の航空路管制業務が行なわれているセクタを想定した形でタスクフローを表記した。システムが提供する情報の流れ、セクタ相互あるいは官署相互の業務の関係、セクタ内においては対空席とレーダ調整席（以下、調整席）の情報取得状況の違い、両席の業務内容、分担などを図として表記した。管制官の思考・判断、確認、業務の優先順位選択などについては経験による記述である。管制業務は、管制官が受けた専門的教育・訓練による暗黙知を前提に行われており、業務内容・過程について詳細なタスク分析を行うためには業務経験を記述することが考えられる唯一の方法である。

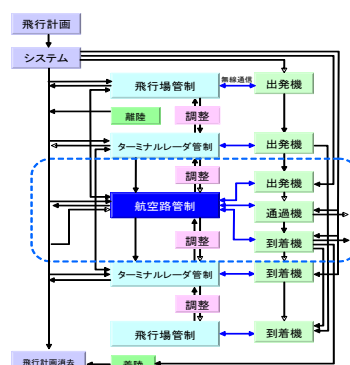


図 3 管制システムと管制業務の概略

図 3 は、典型的な管制業務の全体像、その中央にある航空路管制を詳細化した。図 4 はターミナルレーダ管制が行われている空港から、図 5 は管制官のいない空港からの出

発機が離陸するまで、図6は移管時以降の業務の過程を表した。

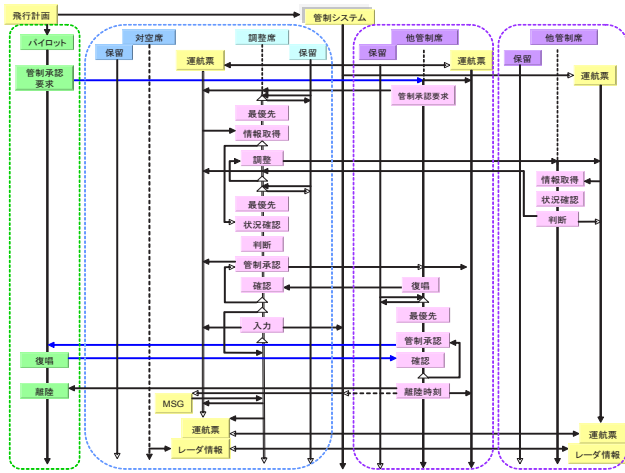


図4 出発機のタスクフロー例(1)

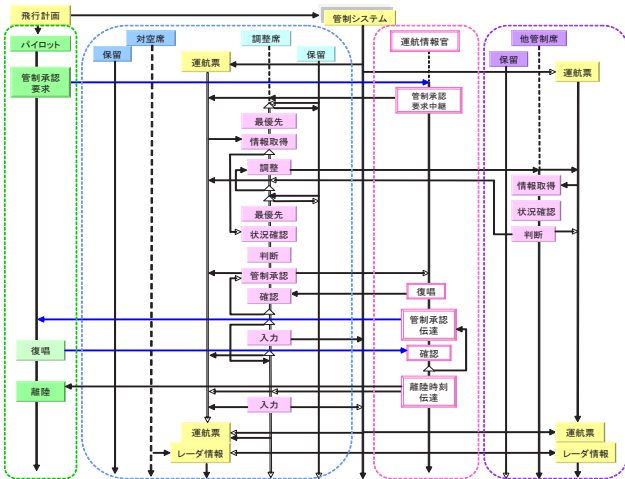


図5 出発機のタスクフローの例(2)

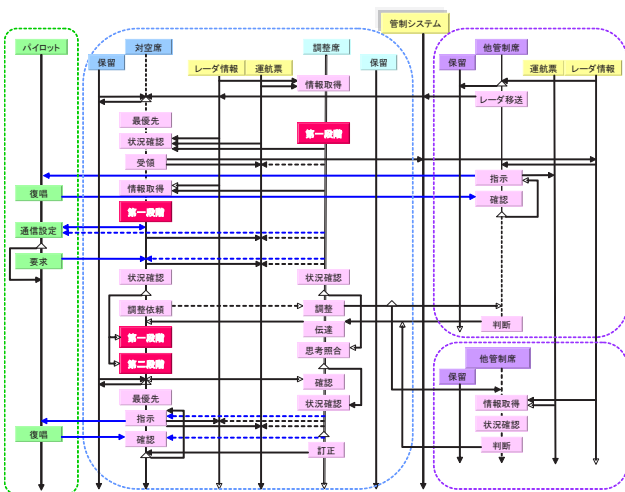


図6 移管時以降のタスクフローの例

4. 考察等

調整席については外見的に業務がわかり難いため、研

究・調査の対象とされないケースが多かった。本研究では、タスクフロー図に各管制席の業務保留場所を設け、最優先業務以外を保留業務とした。管制官は、常に複数業務を優先順位付けし、各業務が終了するまで中断が起きてもいずれかのタイミングで行っている。図中の横線でセクタ内、他セクタ、他官署、パイロットとの相互関係、時間的な流れを縦線で表した。

今後もタスクフローをさらに詳細化していくことで、管制業務の本質を解明するとともに、ヒューマンエラーなどに対して予防を検討することも考えている。

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”, 平成18年度(第6回)電子航法研究所研究発表会講演概要, pp. 21-26, 2006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, pp. 196, 2006年12月
- (3) 青山, 塩見, 飯田: “航空路管制における管制官の思考過程に関する研究”, 電子情報通信学会技術研究報告 SANE2007-35~40, pp. 7-12, 2007年5月
- (4) 青山, 塩見, 飯田: “管制官の負荷・負担に関する考察”, 平成19年度(第7回)電子航法研究所研究発表会講演概要, 2007年6月
- (5) 青山, 塩見, 飯田: “認知工学的手法に基づく航空管制システムに関する研究(2)ー管制官の思考過程に関する分析ー”, ヒューマンインタフェース学会 ヒューマンインタフェースシンポジウム 2007 論文集, pp. 547-552, 2007年9月
- (6) 青山: “教育・訓練が及ぼす管制官のパフォーマンスへの影響”, 航空管制協会 平成19年度管制技術交流会, 2007年10月
- (7) 青山, 飯田, 塩見: “安全かつ効率的な航空管制手法の研究”, 平成20年度(第8回)電子航法研究所研究発表会講演概要, 2008年6月
- (8) 青山, 塩見, 飯田: “認知工学的手法に基づく航空管制システムに関する研究II(2)ー航空管制業務のパフォーマンスに関する分析ー”, ヒューマンインタフェース学会ヒューマンインタフェースシンポジウム 2008 論文集, pp. 53-58, 2008年9月
- (9) 青山, 飯田, 塩見: “RPD モデルに基づく効率的な航空管制手法の研究”, 日本航空宇宙学会 第46回飛行機シンポジウム, pp. 502-508, 2008年10月

ASASに関する予備的研究【指定研究B】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○伊藤 恵理, クラウス・グウィグナー, 長岡 栄

研究期間 平成19年度～平成21年度

1. はじめに

ASAS (Airborne Separation Assistance System) とは機上間隔維持支援システムと呼ばれ、航空機内に周辺を飛行する航空機の交通状況を提供し交通整理に利用できるようにするための地上、機上装置を含めた総合システムのことである。ASAS が導入されると、現在の航空交通管理業務の一部はフライトクルーが分担できるようになり、航空管制官のワークロード低減、それに基づく管制効率、航空の安全性向上等が期待される。さまざまな ASAS 応用方式が提案され、実用化のレベル別に ASAS-RFG (Requirement Focus Group) 会議などで議論されている。NextGen (Next Generation Air Transportation System) や SESAR (Single European Sky ATM Research) にも取り入れられている。

このように、将来的には世界規模の適用が期待され、欧米を中心に研究開発が進められているが、我が国では ASAS に関して十分な研究が行われていなかった。そこで、電子航法研究所では2007年度より「ASASに関する予備的研究」を実施し、欧米における ASAS に関する研究・開発動向を調査すると共に、オランダ航空宇宙研究所 (National Aerospace Laboratory NLR) と共同プロジェクトを実施し、ASAS を導入した将来の航空交通管理システムの安全性や効率性を評価している。この目的で、2008年9月28日から12月26日の3ヶ月間、研究員一名をNLRに派遣した。

2. 研究の概要

本研究では、我が国において ASAS を導入する場合に備え、今後の研究・開発計画策定に必要な情報を取得し、研究開発計画策定のための基礎資料としてまとめる。具体的には、ASAS-RFG 会議などの国際会議に参加し、世界の ASAS に関する研究・開発動向を調査する。また、欧米との情報網、協力体制を強化する。NLR と共同で安全性/効率性のシミュレーション評価を実施し、基礎検討を行う。

3. 研究成果

3.1 ASAS に関する調査報告書の作成

ASAS-RFG 会議、AIAA-AT10 会議などの国際会議に多数参加し、最新の国際動向を調査した。我が国において、ASAS

(特に機上監視) に関して統括的にまとめた文献・資料等はこれまでに存在しなかったが、研究・開発動向の調査結果を ASAS に関する調査報告書としてまとめ、電子航法研究所 技術資料として提出した[1]。本研究報告書の中では、ASAS の概念を説明し、Package 1 に含まれる応用方式である In-Trail Procedure (ITP)、Visual Separation Assurance (VSA)、Sequencing and Merging (S&M) を中心に最新情報を集めた。

3.2 ASAS シミュレーション評価をNLR (オランダ航空宇宙研究所) と実施

ASAS 応用方式の適用により、将来的にトラジェクトリ管理手法も影響を受けることが考えられる。S&M (Sequencing and Merging 順序づけと合流)、IM (Interval Management 間隔管理)、TBS (Time-Based Spacing 飛行間隔の時間管理) という、機上で先行機との時間間隔を維持する ASAS 応用方式が注目されている。

これらの応用方式で提案されている運用手順を、図1、2を使って説明する。合流地点 WPT に向かって飛行中の航空機 D、E、F に管制指示を与える場合を考える。現行の手順では、D と F の間隔が適切に保持されていないときは、管制官はスピードの指示を出して D と F の間隔を維持する。管制官が WPT において D、E、F と順序づけることを決定した場合、スピードやヘディングの指示を D、E、F 機に与え

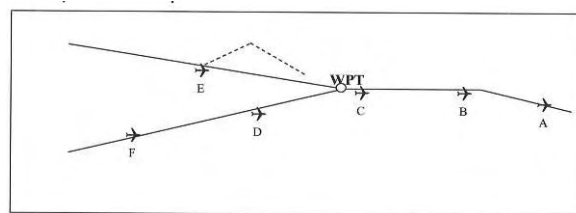


図1 現行の運用手順 [2]

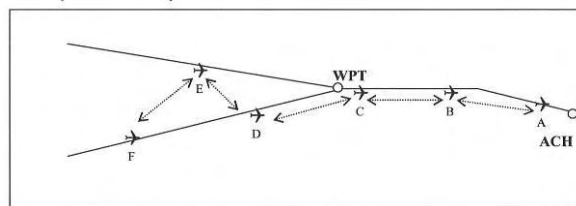


図2 ASAS が提案する運用手順[2]

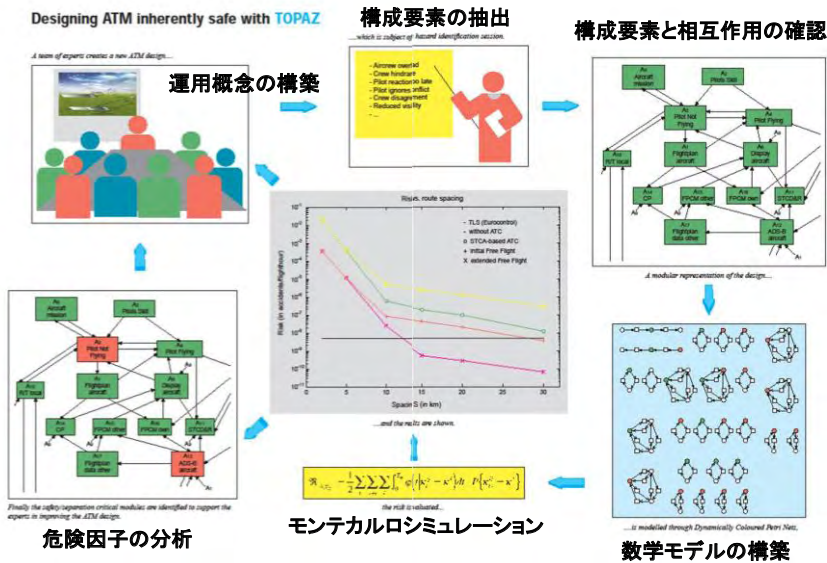


図3 TOPAZの概要 [3]

る。これらの航空機の位置をモニターで頻繁にチェックしてスピードやヘディングの指示を出さなければならず、管制官とフライトクルーのワークロードが高くなる。一方、ASAS 応用方式では、管制官はそれぞれの航空機に早い段階で先行機を指示し、例えば E は D の後、F は E の後といった順序付けを行う。フライトクルーは、指定された順番通りある決められた点 ACH において、割り当てられた時間間隔を達成するように飛行する。これらの応用方式は、CDA (Continuous Descent Arrivals) に代表されるエネルギー効率の良い降下を実現すると期待されている。

将来システムの定量的な評価手法として、NLR の Henk Blom 博士らの研究グループが約 15 年かけて開発した安全性/効率解析手法 TOPAZ (Traffic Organization & Perturbation AnalyZer) が挙げられ、ユーロコントロール、NASA などが利用した実績がある。TOPAZ では、運用概念からシステムの構成要素とその相互作用を記述する数学モデルを構築し、モンテカルロシミュレーションを実施して安全性/効率を評価する。シミュレーション結果からシステムの危険因子を分析してフィードバックし、運用概念の向上を目指す一連の手法である (図 3)。本研究では、ASAS-TBS の TOPAZ による評価を実施し、2008 年度に 3 ヶ月間、研究員一名を NLR に派遣した。研究結果の一部は文献 [4] にまとめられている。

4. まとめ

最新の ASAS 研究開発動向をまとめた報告書を作成すると共に、欧米との情報網を構築し、NLR との共同プロジェクトを実施した。平成 21 年度も引き続き ASAS の最新動向を把握して報告書を作成すると共に、NLR と共同プロジェクトを続行し ASAS 応用方式に関する基礎検討結果を提供したい。

参考文献

- [1] 伊藤：“ASAS に関する調査報告書 1：ASAS の概念と Package 1 の応用方式”，電子航法研究所技術資料，2009.
- [2] Package I Requirements Focus Group Application Definition Sub-group, “Package I: Enhanced Sequencing and Merging Operations (ASPA-S&M) Application Definition”, 1.7.5 ed., 2008.
- [3] National Aerospace Laboratory NLR, “Traffic Organization & Perturbation Analyzer TOPAZ”, 2004. <http://www.nlr.nl/documents/flyers/f151-05.pdf>
- [4] Eri Itoh, Mariken Everdij, Bert Bakker, and Henk Blow：“Speed Control for Airborne Separation Assistance in Continuous Descent Arrivals”, proc. 9th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operation Conference, 2009

航空交通管理における管制空域の複雑性に関する研究【基礎研究】

担当領域 航空交通管理領域
担当者 ○福島 幸子, 住谷 美登里
研究期間 平成 20 年度～平成 22 年度

1. はじめに

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

わが国の ATFM 業務は航空交通管理センター (以下、ATM センター) で行われている。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、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、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している。また、遅延の減少についてもアルゴリズムの改良を目指している。

2. 研究の概要

本研究は 3 年計画であり、平成 20 年度はその 1 年次である。平成 20 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
- ・ 遅延割り当て方法を変えたときの試算

3. 研究成果

3.1 新たな ATFM のアルゴリズムの提案

現在、ATFM ではセクタごとに滞在時間にセクタ及び飛行種別固有の係数で重みをつけて、管制作業量を推定している。滞在時間に重みをつけない場合は、同時管制機数に管制作業量が比例することになり、セクタの特質によっては、管制作業推定誤差が大きくなる。そこで、リアルタイムで計測できる重み係数として、関連機数に着目して解析を進めてきた。

かつて、航空機 i ($i=1, \dots, N$) に対して、 ST_i を各航空機の滞在時間、 PA_i をコンフリクトの発生確率とし、管制作業負荷 $TASK_P_T(t)$ を

$$TASK_P_T(t) = \sum_{i=1}^N ST_i(t,i)(PA_i + K) \quad (1)$$

と仮定し、東京管制部の 15 セクタについて、定数 K の推定を試みた。 K が全セクタで統一的な予測ができなかったことから、 K をセクタでの平均同時管制機数による関数としての推定を試みた。また、 PA_i の定義 (2 機間の出域時の距離、高度差、通過時刻差の組み合わせ) についても、再度検討を行った。

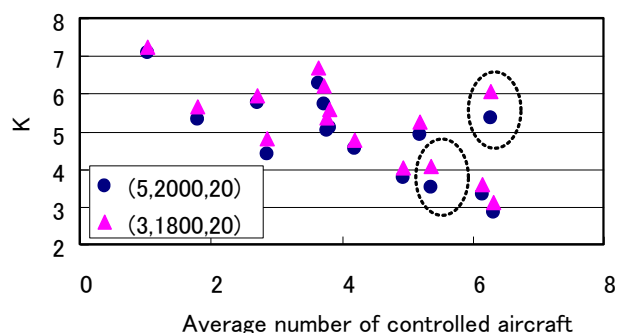


図 1 セクタの平均管制機数と PA_i による K

図 1 は横軸にセクタの平均同時管制機数を取り、縦軸に推定された K の値をプロットしている。 Δ と \circ は PA_i の定義を変えたもので、 PA_i の定義によらず、 K の推定値が近いものと、大きく変わるものがあった (図中、点線の楕円)。これらは、到着機あるいは出発機の高密度経路を持つセクタであり、コンフリクト発生確率として、検出基準による数値変動幅が大きいためである。

3.2 遅延割り当て方法を変えたときの試算

現在の ATFM では基本的に空港ごとの優先順位をつけていない。今回、羽田空港行きの多い路線として、大阪、福岡、千歳空港について、遅延回避を試みた。単に遅延を完全に回避するだけでなく、一定値以上の遅延を付加しないといった方法を試みた。

その結果、上空通過機を含めた、「遅延回避機」の割合に効果が左右されることがわかった。「遅延回避機」が全

体の23%以上となると、ATFMの効果をだすために、少数の航空機に多くの遅延が集中し、非現実的な遅延となる。「遅延回避機」が15%であれば、少数の航空機の遅延を減少させても、ATFMの機能としても、他の航空機の遅延増加としても現実的な値であった。

5. まとめ

平成20年度は管制作業量の予測方法として、簡易アルゴリズムを考案し、東京航空交通管制部のセクタとの照合を行った。その結果、関連機数の定義によって推定作業量が大きく変わるセクタの特徴がわかった。今後は、より詳細な関連機数アルゴリズムの検討することにより、関連機数を使用した統一パラメータの推定を続けたい。

掲載文献

- (1) 住谷, 福島, 福田: “航空交通流管理における管制作業量についての一検討”, 日本航海学会論文集, pp. 249 -256 , vol. 119 , 2008年9月
- (2) 福島, 福田, 住谷, 瀬之口: “航空路管制セクタの高度分割に関する一考察”, 平成20年度(第8回)電子航法研究所研究発表会講演概要, pp. 47-52, 2008年6月
- (3) S.FUKUSHIMA: “Delay allocation priority in ATFM”, Proceedings of 2008 JSASS-KSAS Joint International Symposium on Aerospace Engineering, pp. 532-535. Nov. 2008
- (4) 住谷, 福島, 福田: “航空交通流管理における交通量の指標値に関する一提案”, 電子航法研究所報告 No. 121, pp. 1-18, 2009年3月

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】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○青山 久枝, 塩見 格一, 井上 諭

研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

1. はじめに

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留まっており、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

航空路管制に関する認知実験および現場観察・調査などの結果分析により、レーダ対空席のタスクの難易度を大まかに分類（タスクレベル）し、タスクの継続性、同時に発生しているタスクの難易度、管制処理に要した時間などを同時に可視化する手法を提案した。

これまで管制官の感覚に依存してきた管制業務の評価を簡単に視覚化し、定量的な評価を試みた。管制官は様々な状況に対応するため、複数の標準的な処理方法を習得する必要がある。本手法では同一状況に対して、処理方法によって異なるタスクの継続性の特徴、同一処理方法においても指示タイミングの違いによって、同時に受けもつタスクの差、処理の所要時間などが表せた。また、同一状況に対して、同一の処理方法が行われた結果、処理のタイミングや指示についての共通性なども表現できた。各処理方法

に要する時間は、現役の管制官によってその範囲を決定する必要があるが、定量的なパフォーマンス評価指標の一つと考えられる。また、本研究チームの東北大学が製作した管制官認知シミュレータに、シミュレーション終了後、タスクレベルのグラフを自動生成し、出力する機能を装備した。管制官の検証も行い、概ね管制官の感覚を表現でき、評価資料としての利用価値を認められた。

また、ワークロード主観評価実験時に使用した評価用シナリオでの航空機の交差・合流など経路に関するデータと、管制官が負荷に感じる要因とを照合した。その結果、両者はある程度関連しており、管制官のシミュレーション訓練用問題の難易度分類指標の一つと考えられる。

4. 考察等

本研究成果を管制官のパフォーマンス評価の参考資料として、管制現場の訓練用シミュレータへ組み込みを検討、依頼されている。今後、本研究チームにおいて導入を目指して検討する。

また、現場観察・調査のデータは大変貴重なものであり、特に管制官のチーム協調についてさらに分析を行っていききたい。

掲載文献

- (1) 青山, 塩見, 飯田: “航空路管制における管制官の思考過程に関する研究”, 電子情報通信学会技術研究報告 SANE2007-35~40, pp. 7-12, 2007 年 5 月
- (2) 青山, 塩見, 飯田: “認知工学的手法に基づく航空管制システムに関する研究(2)－管制官の思考過程に関する分析－”, ヒューマンインタフェース学会 ヒューマンインタフェースシンポジウム 2007 論文集, pp. 547-552, 2007 年 9 月
- (3) 青山: “教育・訓練が及ぼす管制官のパフォーマンスへの影響”, 航空管制協会 平成 19 年度管制技術交流会, 2007 年 10 月
- (4) 青山, 塩見, 飯田: “認知工学的手法に基づく航空管制システムに関する研究Ⅱ(2)－航空管制業務のパフォーマンスに関する分析－”, ヒューマンインタフェ

ース学会ヒューマンインタフェースシンポジウム
2008 論文集, pp. 53-58, 2008 年 9 月

- (5) 井上, 青山: “認知工学的手法に基づく航空管制システムに関する研究Ⅱ(4)－分散認知に基づいた管制官のチーム協調作業分析－”, ヒューマンインタフェース学会 ヒューマンインタフェースシンポジウム 2008 論文集, pp601-604, 平成 20 年 9 月
- (6) 青山, 飯田, 塩見: “RPD モデルに基づく効率的な航空管制手法の研究”, 日本航空宇宙学会 第 46 回飛行機シンポジウム, pp. 502-508, 2008 年 10 月
- (7) 井上, 青山, 菅野, 中田, 古田: “Team Cognitive Process Analysis as Distributed Cognition for En Route Air Traffic Control”, EAAP Conference 2008, 2008 年 10 月
- (8) 青山, 塩見, 飯田: “管制パフォーマンス評価指標の確立”, 東京大学大学院, 鉄道建設・運輸施設整備支援機構「航空管制のヒューマンファクタ」シンポジウム, pp. 7-12, 2009 年 3 月
- (9) 井上, 青山, 空地, 菅野, 古田, 中田: “分散認知に基づく管制官のチーム協調に関する研究”, 日本航空宇宙学会 第 40 期年会講演会講演集「航空管制のヒューマンファクタ」シンポジウム, pp. 162-167, 2009 年 4 月
- (10) 井上, 青山, 空地, 菅野, 古田, 中田: “Team Cognitive Process Analysis of Air Traffic Controllers as Distributed Cognition”, ESREL 2010 (European Safety and Reliability Association Conference), 2009 年 9 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20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、実施した。

1. A-SMGCシステムの研究
2. 高カテゴリGBASのアベイラビリティ向上とGNSS新信号対応に関する研究
3. 航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究
4. GNSS精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発
5. IPを利用した航空衛星通信システムに関する研究
6. GPS受信機処理方式の高度化に関する研究
7. 高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究
8. 高速大容量通信アンテナを利用した航空通信システムに関する基礎研究
9. 曲線進入を考慮したTA経路生成方式の基礎検討
10. 高精度測位補正技術に関する研究
11. マルチラレーション管制機器化評価
12. マルチラレーション導入評価（エプロンエリア）
13. 車載型拡張スキッタ送信機の評価

1から4の研究は重点研究であり、5と6は指定研究、7から9は基礎研究、10から13は受託研究である。

1は、羽田空港再拡張計画や成田空港B滑走路北伸計画等への活用など空港整備計画とのリンクを視野に入れた、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などの状況下においても航空機等の安全で円滑な地上走行を確保するとともに管制官の負荷を軽減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。

2は、高カテゴリ精密進入着陸に適する地上局補強型衛星航法システム（GBAS）の開発に関する研究である。この研究は、ICAOにおける高カテゴリGBASの国際標準（SARPs）の策定作業への寄与とカテゴリ（CAT）-I GBASの地上施設の実用化への基礎資料を得ることを目的としている。

3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および評価を行う研究である。

4は、全世界的航法衛星システム（GNSS）を広く航空機の精密進入に供するための研究である。研究では、日本の静止衛星補強型衛星航法システム（SBAS）である運輸多

目的衛星用衛星航法補強システム（MSAS）を精密進入に使えるように性能の向上を目指した開発と、日本の環境下においてもCAT-I GBASを実用化するために安全性解析技術を開発することを目的としている。

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を確認し、その通信容量や性能の予測を行う研究である。

6は、GPS受信機および補強システムに関連するソフトウェアおよびデータベースを整備することにより、受信機内部における処理方式の高度化を図るとともに、さまざまなモニタ方式の検討を可能とするための研究である。

7は、南極・昭和基地においてGPS観測を行い、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その影響を評価する研究である。

8は、高速大容量通信用のアンテナである複数素子アンテナ（MIMO）の将来の航空通信システムへの適用の可能性について、調査・検討する研究である。

9は、テイラードアライバル（TA）におけるGBASを使った曲線進入方式の調査・検討である。

10は、平成15年度より22年度まで実施される、国家的プロジェクトである準天頂衛星を高精度測位補正技術に利用するための技術開発に関する研究であり、国土交通省・総合政策局・技術安全課からの委託により実施された。

11は、マルチラレーション（MLAT）と空港面探知レーダ（ASDE）を利用した空港面監視装置を管制機器化するために必要な要件を明確化するための研究であり、国土交通省航空局から委託されて行った。

12は、成田国際空港のエプロンエリアにMLATを設置する場合の事前検証に関する研究で、成田国際空港株式会社から委託されて行った。

13は、東洋無線システム株式会社が開発した車載型拡張スキッタ送信機に対するMLATやADS-Bに使用する際の性能の評価試験であり、東洋無線システム株式会社の委託によって行った。

II 試験研究の実施状況

「A-SMGCシステムの研究」は、5ヶ年計画の最終年度であり、A-SMGCの基本4機能である、監視機能、経路設定機能、誘導機能および管制機能の開発・評価を行った。監視機能の開発において、新しい監視センサとしてのMLATと、現用のASDEによる複数の監視センサからの位置データを融合処理して、ターゲット毎に統合した信頼性の高

い位置データを生成・出力する統合型空港面監視センサを開発した。この機能は、MLATの整備とともに実用化されている。経路設定機能の開発において、経路生成装置の開発評価、地上走行経路のパターン解析および地上走行のモデル化を行い、管制官の思考を反映した簡便な経路指示と、航空機の動きをほぼ再現できることが可能となった。誘導機能については、ASTERIX11に対応したデータの直接取込装置および灯火の制御ブロックの細分化等を図った灯火制御装置を試作し、仙台空港においてシステムの総合性能試験を実施し、所定の性能を確認した。管制機能の開発においては、離陸機や着陸機に対する滑走路における誤進入・コンフリクト検出方式について開発し、羽田空港におけるMLAT導入評価で取得した監視ログデータ等を使って検証・評価を行っている。これらの結果は、監視機能については実用化された。その他の機能については、新規の研究においてさらに高度化される予定である。

「高カテゴリGBASのオペラビリティ向上とGNSS新信号対応に関する研究」は、4ヶ年計画の最終年度であり、CAT-I GBASの実用化のための、完全性の評価手法の開発、GPSの信号品質モニタ（SQM）の実用化に関する研究、並びに、ICAOにおける高カテゴリGBASのSARPs策定・検証作業のために、将来のGBASで使うこととなる新信号のGPS-L5・GALILEO-E5信号などの測距精度の測定と、新信号を利用したGBASのオペラビリティ向上に対する研究を行った。完全性の評価手法の開発では故障木（FT：Fault Tree）解析によるリスクの定量評価などを行い、これらの結果は平成20年度から開発している日本におけるGBASの安全性確立のためのプロトタイプに反映されることとなった。SQMの実用化に関する研究ではGNSS信号の品質を監視するために開発したアルゴリズムが平成20年度から開発されるプロトタイプに実装されることとなり、実用化に目処がついた。GPS-L5・GALILEO-E5信号の測距精度の測定では、GPS-L5信号による効果を評価する実験では、GPS-L5信号に対してのシミュレータによる測定、GALILEO-E5信号に対する実信号に対する測距実験を行った。これらの結果はGPS-L5信号やGALILEO-E5信号を使う高カテゴリGBASの構築の基礎資料のために使われる。新信号を利用したGBASのオペラビリティ向上に対する研究では、SBASの測距信号がオペラビリティ向上に及ぼす効果をシミュレーションにより確認し、ICAOなどに報告した。また、GPS-L5信号をGBASに使用することによるオペラビリティへの改善効果は、シミュレータ実験により確認され、電離層の影響を排除できるという結果

を得た。この結果は、次世代のGPS-L5・GALILEO-E5信号を使う高いオペラビリティを持つ高カテゴリGBASの構築とICAOにおけるSARPsの策定・検証作業のために使われる。

「航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究」は、4ヶ年計画の最終年度であり、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、構成要素を統合した総合的なネットワークの構築と評価を行った。IPサブネットワーク収束機能の開発においては、実験機材を開発し、米国航空局と接続実験を実施した。この結果についてはICAOに報告された。管制アプリケーションおよび管制卓の開発では、管制官パイロット間データリンク通信対応航空路管制卓を試作し、シミュレーション環境にて評価実験を行った。評価実験においては、管制官によるアンケート調査が行われ、結果は今後の研究におけるシステム開発に活かせられる。現用の空地データリンクの通信性能の調査・研究においては、VDLモード2プロトコルとACARSプロトコルの計算機シミュレーションモデルを開発し、両者の比較を行うとともに、実際のACARS通信記録の収集および解析を行った。シミュレーションにおいて、VDLモード2のACARSに対する優位性が確認された。結果は国際会議などに報告された。

「GNSS精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発」は、4ヶ年計画の初年度であり、GNSSを利用した効率的な進入着陸フェーズにおける運航の実現を目指し、現在のMSASの安全性を担保しながら、日本周辺空域に適したMSASの補強アルゴリズムを開発するために、SBASにおける電離層嵐検出法の開発、GNSSで精密進入において使用する際のGBAS進入方式の検討、GBASによる日本の環境下での精密進入の実現のために、GBASに対する電離層、GNSS信号歪などによるリスクの評価とリスクを緩和させるアルゴリズムの開発を行い、また、これらの安全性コンセプトを実証するためにGBASプロトタイプ・モデルの開発に着手した。MSASの補強アルゴリズムの開発においては、MSASを用いてLPV-200（CAT-I同等）による精密進入を提供する見通しが得られ、国土交通省航空局の整備のための資料となった。GBAS進入方式の検討においては、他の分野との連携を深め研究を進化させるために、新たにGBASの曲線進入飛行方式に対する研究を立ち上げることとした。GBASのリスク評価と緩和アルゴリズムの開発とGBASプロトタイプ・モデルの開発においては、GBASプロトタイプ・モデルの開発を通じ、実用機の認証を行う場合に備えたGBASの安全性の解析方法の開発のための研究が引き続き行われている。

「IPを利用した航空衛星通信システムに関する研究」は、3年度計画の最終年度であり、前年度までに開発したIPに適合した航空衛星通信の数値解析シミュレータにトラフィックモデルを追加してシミュレーションを行った。この結果、従来システム同様、良好な伝送性能である結論を得るとともに、そのシミュレーション技術を確立した。また、次世代航空衛星通信システムの調査のため、ICAOの航空通信パネルの全体作業部会や国際標準案作業部会等に出席し、航空局を技術支援するとともに、調査結果を学会誌等にまとめた。さらに、行政当局等の要望に基づき、別途、受託研究として、当該シミュレータを用いたシミュレーションを実施し、航空衛星通信システムの伝送遅延時間や処理性能を解析した。

「GPS受信機処理方式の高度化に関する研究」は、2ヶ年計画の初年度であり、インテグリティモニタに使う電離層伝搬遅延量を算出する計算機プログラムの開発、インテグリティモニタ方式のソフトウェア・ライブラリの開発、インテグリティ性能評価用実験データの収集を行った。インテグリティモニタに使う電離層伝搬遅延量を算出する計算機プログラムの開発では、電離層遅延量を算出し、補強システムの設計に必要な情報を抽出した。インテグリティモニタ方式のソフトウェア・ライブラリを開発では、初期的なライブラリを構築した。インテグリティ性能評価用実験データの収集では、離着陸時を中心として観測データを収集した。これらの成果は、「GNSS精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発」に使われるほか、一般に公開することにより所外の大学や研究機関による利用も期待できる。

「高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究」は、3ヶ年計画の最終年度であり、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した。初めて高速サンプリングのGPS受信機を用いた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測位への影響等の観測を行った。越冬完了までに約9ヶ月間の高速サンプリングデータを取得し、オーロラの発生時期との関連に注目して解析を進め、強いオーロラの発生に同期して電離層遅延量に大きな変動があるとの観測結果が得られた。この結果をもとに、関連機関と連携して、さらなる解析を行う予定である。

「高速大容量通信アンテナを利用した航空通信システムに関する基礎研究」は、3ヶ年計画の初年度であり、高速大容量通信アンテナの電波伝搬モデル及び実験用基

礎システムの構築、次世代航空通信システムの調査を行った。高速大容量通信アンテナの電波伝搬モデル及び実験用基礎システムの構築においては、航空に適用されることを考慮した高速大容量通信アンテナの電波伝搬モデルを検討し、実験用基礎システムを構築した。次世代航空通信システムの調査においては、ユーロコントロールにおける欧州データリンクユーザーズグループ（ADAS DUG）の会議などに参加し、空港面で利用可能性のあるIEEE 802.16eについて、欧米の動向を調査した。これらの結果に基づき、来年度以降における特に空港面の次世代航空通信システムの可能性に関する研究を進める予定である。

「曲線進入を考慮したTA経路生成方式の基礎検討」は、TAに関する欧米での研究・開発の現状及び最新動向の把握のため、ユーロコントロールが主催するOPTIMALユーザーズフォーラムへ出席し、欧州におけるTAに関する研究開発動向の調査を行った。また、GBASの便益を明らかにするため、東京国際空港を例に取り、北側（R/W16及び22側）から有視界で進入する経路をGBASによる曲線経路に置き換えた場合のケーススタディを行い、GBAS用いた方式は障害物間隔要件を緩和でき、特に、曲線経路部分についてはその効果が著しいことを明らかにした。

「高精度測位補正技術に関する研究」は、国土交通省政策局からの受託研究であり、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、平成15年度より実施されている。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目指して実施している。平成20年度には、補正情報リアルタイム生成・送信システムとプロトタイプ受信機を組み合わせて、地上で総合試験を行った。結果は、電子基準点観測データにより生成した補正情報をGPS衛星から送信される信号に適用することにより、サブメータ級の測位精度を実現できた。今後、国土交通省による計画では（1）地上局との接続システムの開発・地上局との接続試験の実施（平成21年度）（2）実衛星を用いる技術実証実験の実施（平成22年度）を推進する予定である。

「マルチラレーション管制機器化評価」は、国土交通省航空局からの受託研究であり、現在管制支援機器として利用されている空港面監視装置を、管制機器に位置づけるために、ASDEと組み合わせて運用する場合の機能、性能および信頼性に対する評価し、MLATの性能を確認する。そのため、飛行検査機を利用した検出率や位置精度の評

価、データを長期間収集して、性能低下や機器不具合等の発生状況を評価した信頼性評価、車載型スキッタ送信機をトーイングカーに搭載した場合の性能評価、最終進入エリアまで覆域を拡大させた場合の性能評価を行った。これらの評価結果は、空港面監視装置の管制機器化に必要なとされる技術的要件を策定する基礎資料として有効に活用される。

「マルチラテレーション導入評価（エプロンエリア）」は、成田国際空港株式会社からの受託研究であり、成田国際空港のエプロンエリアにおける、MLATのアンテナの最適な配置を提案するために、MLATのアンテナを仮設し、実験用車両にトランスポンダを搭載して評価した。1回目の評価では十分な性能が出なかったため、新たに、MLATのアンテナの設置位置を変更し、所定の性能を得ることができた。この結果を基に、成田国際空港に導入されるMLATの実運用装置の配置案ならびに性能要件が決められた。

「車載型拡張スキッタ送信機の評価」は、東洋無線システム株式会社からの受託研究であり、同社開発の車載型拡張スキッタ送信機をMLATやADS-Bに使用する際の性能評価のために、監視センサである、ADS-BおよびMLATの両方の監視方式について、東京国際空港の場周道路での走行試験と定点における試験を行った。評価項目として、位置精度と検出率の測定を実施し、一部、従来のものより性能が劣る項目もあったものの、物理的な構造上の問題であり、改善できるとの結論を得た。この実環境における受託試験の結果は、同社にとって貴重なデータであり、今後の同装置の改良のために使われる。

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を始め多くの国際会議において通信、航法、監視（CNS）それぞれの技術基準の作成、改訂または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）においては、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）においては、MLAT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）においては、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。さらにGNSSに関しては、アジア太平洋経済会議GNSS設置チーム（APEC GIT）会議がある。また、SBASを整備中の関係各国（日、米、欧州、加、印）が参加するSBAS相互運用性検討ワーキンググループ会議（IWG）やSBAS関連技術の国際ワーク

ショップ（SBAS電離層解析会議等）が開催されている。GBASにおいても開発や運用を計画している関係国、機関、企業等が参加する国際GBASワーキンググループ（IGWG）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）観測点としての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の技術資料として、国土交通行政に直接寄与している。当領域の研究で提案した電離層の影響を改良するアルゴリズムの実装に向けての検討が進んでおり、MSAS性能向上に貢献している。

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、CNS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 藤井 直樹）

A-SMGCシステムの研究【重点研究】

担当領域 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

担当者 ○二瓶 子朗, 宮崎 裕己, 古賀 禎, 青山 久枝, 上田 栄輔, 山田 泉, 角張 泰之

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面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ニーズ調査等に基づいて、平成 16 年度から 5 ヶ年計画で実施しており、羽田空港再拡張計画や成田空港 B 滑走路北伸計画等への活用、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。

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必要とされることから、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。

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。

監視機能については、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（ASDE、MLAT、SSR モード S、AVPS 等）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全てに対する自動識別表示を実現するため、図 1 に示す統合型空港面監視センサを開発する。

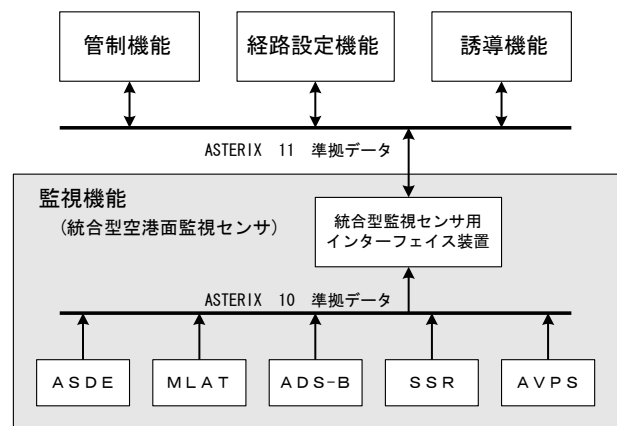


図 1 統合型空港面監視センサブロック図

経路設定機能については、図 2 に示すようにタッチパネル等を使って始点と終点をマニュアルで選択・指示することで、移動区域内の各航空機に対する経路指示を迅速かつ容易に生成・指示できる半自動経路生成装置を開発する。さらに、推奨経路を自動的に生成するアルゴリズムの開発に向けた空港面地上走行のモデル化についても開発する。



図 2 出発航空機に対する経路指示

誘導機能については、パイロットや車両運転者が指示された経路を走行できるように明確な表示を提供する。そこで、統合型空港面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、経路生成装置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消灯制御できる灯火誘導装置を開発する。図3は、灯火誘導 (Follow Green) の概念図を示す。同図 (a) は誘導路中心線灯の選択的點灯消灯制御による航空機の地上走行誘導の様子を示す。また、同図 (b) に示すように後続機が続く場合、先行機の直後一定範囲は点灯させないように制御する。すなわち、先行機の後方灯火消灯範囲が後続機の前方向灯火点灯範囲と重なる場合は先行機の後方灯火消灯制御を優先する。

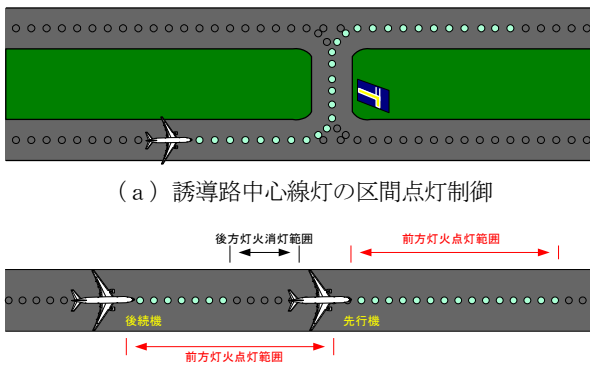


図3 灯火誘導 (Follow Green) 概念図

管制機能について、ICAO で出された A-SMGC 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を事前に検出する機能を含めることを推奨している。そこで、統合型空港面監視センサから出力される ASTERIX 11 形式の監視情報を基にして、移動体の種別・位置・速度・方向と滑走路周りに設定した保護エリアの種別により、滑走路誤進入およびコンフリクトを検出する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。表1は、監視センサと移動体検出の関係を示す。また、図4は、滑走路周りに設定した保護エリアの区分を示す。

表1 監視センサと移動体検出

	ASDE	MLAT	AVPS
航空機	○	○	×
識別車両	○	×	○
非識別車両	○	×	×

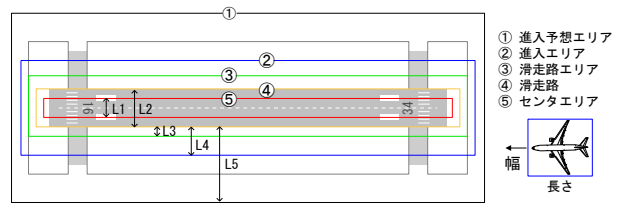


図4 保護エリア区分図

3. 研究の成果

3.1 監視機能の開発

羽田空港再拡張計画や成田空港B滑走路北伸計画等では、新しい監視センサとしてのマルチラレーション (MLAT) の導入、現用 ASDE との接続による複数センサ間の相互補完機能実現によって、出発機も含めた全ての航空機に対する自動識別表示の実現が急務とされている。そこで、我々は羽田空港および成田空港における導入評価試験を通して、ASDE と MLAT による複数の監視センサからの位置データを融合処理して、ターゲット毎に統合した信頼性の高い位置データを生成・出力する統合型空港面監視センサの開発に向けた基本性能試験を実施した。その結果、統合航跡では、モードSトランスポンダ非搭載機やトランスポンダOFFの航空機などのMLAT非検出目標をASDEで補完する。また、ASDEブラインドエリア内の航空機はMLATにより補完できることを確認した。これによって、センサ単独の場合と比較して安定した監視が可能となり、空港面監視装置としての機能・性能ならびに信頼性が大幅に改善できる見通しが得られた。

図5は、統合型空港面監視センサの航跡記録例を示す。青色の点がASDE、緑色の点がMLATによるセンサ航跡、赤色の+印が統合航跡で、羽田空港A滑走路に着陸して離脱誘導路A6からO-TWYを通過した航跡を示す。

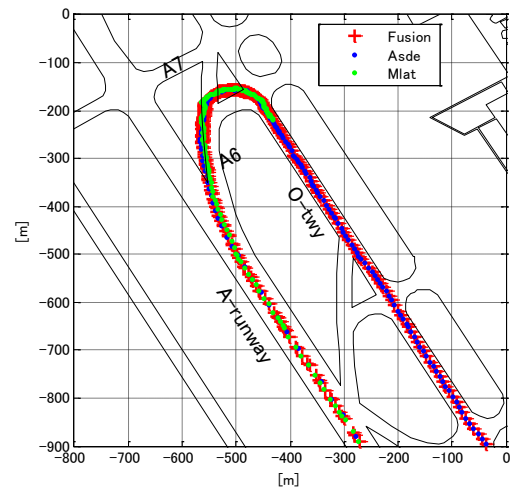


図5 統合型空港面監視センサ航跡記録例

この図では、0-TWY に入って間もなく MLAT 航跡が消えている（トランスポンダ OFF）が、ASDE で捕捉されていることから連続した統合航跡が得られている。

3.2 経路設定機能の開発

(1) 経路生成装置

経路設定時の操作性に主眼を置いた実験システムの構築を目指して、管制官による操作を必要最小限にすることを前提とした経路生成装置の開発を行ってきた。

図6は、タッチパネルを使った経路生成装置の外観を示す。経路生成装置は、監視センサから出力される移動体位置情報を取り込んで移動体の現在位置を空港面マップ上にシンボル表示する。経路設定の手順としては、経路生成装置の空港面マップ上に表示された移動体のシンボルに対してタッチパネル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、幾つかの走行パターンを予め用意しておきワンタッチで選択指示することもできる。簡易な操作での経路生成を実現するため、よく利用される経路に相当する誘導路エッジの集合体をデータベースとして準備し、参照する方法が本装置の大きな特長として挙げられる。即ち、通常



図6 タッチパネルを使った経路生成装置外観

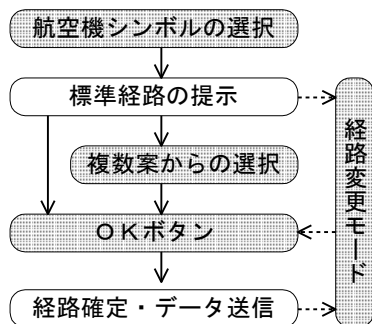


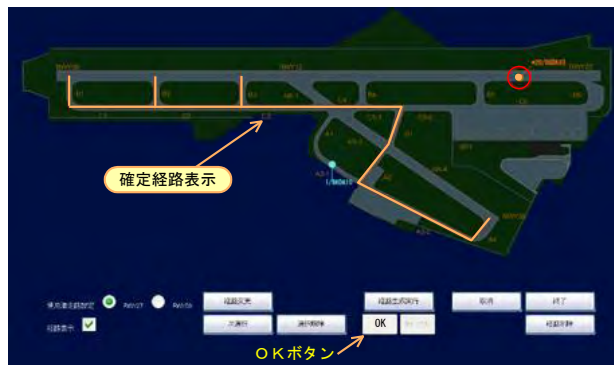
図7 経路生成のフローチャート

管制官が指示する頻度の高い経路を「標準経路」としてデータベースに準備しておくことで、操作手順を減らすことができる。図7に本装置の最も一般的な操作手順を表したフローを示す。網掛けの枠がユーザの操作であり、白抜き枠の枠が経路生成装置の動作である。また、画面に表示されている経路は何度でも適宜変更することが可能である。

図8は、仙台空港においてシステムの総合性能試験および管制官評価を実施したときの経路生成装置の操作画面を示す。同図(a)は、B滑走路に着陸した到着機を対象航空機として選択し、トラフィックパターンとして登録済みの標準経路が表示された画面を示す。また、同図(b)は、表示された標準経路がOKボタンの操作によって経路が確定された画面を示す。この時点で、経路データは、誘導機能側の灯火制御装置や管制機能側の管制表示装置に送信される。



(a) 対象航空機選択&標準経路表示画面



(b) 走行経路承認・確定画面

図8 経路設定操作画面（仙台空港、到着機）

管制官評価では、東京空港事務所、成田空港事務所、仙台空港事務所の管制官12名のご協力を頂いて、経路生成装置のHMIとしての操作性を中心に意見を伺った。実験用航空機を仙台空港周辺空域と空港面においてあらかじめ設定したトラフィックパターンに従って飛行・走行させ、その際管制官がシナリオに沿って経路生成装置で経路を入力指示することで評価を実施した。評価項目として、表示画面の操作性、画面表示の視認性・有効性、機能の操作

性・有効性などについて設定し、実際の操作後に各項目に対する意見を伺った。

使用したタッチパネルの反応に起因して、管制官ごとに評価が分かれる傾向があった。航空機シンボルや設定経路線表示に関しては、出発機・到着機それぞれの色分けを既存のレーダ画面などと整合をとった結果、その視認性に関しては総じて良いとする意見が得られた。標準経路提示からの経路指示に関しては、操作手順の簡便さに対して好意的な意見を得た。経路変更に関しては、操作の手順・アクション回数、それぞれに対して、直感的操作方法への改善を求める意見が多かった。

(2) 地上走行経路のパターン解析

羽田空港におけるマルチラテレーション導入評価の監視データから管制官の指示により走行した航空機の経路を分析し、使用滑走路、使用スポット等による地上走行経路のパターン解析を行った。図9に北風運用時の走行パターンを示す。空港面全体の交通流は、管制官が認識しやすいように、誘導路ごとに航空機の走行方向を一律にする傾向が見える。東西を結ぶ連絡誘導路については、それが顕著に現れている。

また、羽田空港では、空港中央部分のターミナルビルに隣接あるいは近いスポットが頻繁に使用されているが、その位置により使用されるエプロン近辺の経路がある程度

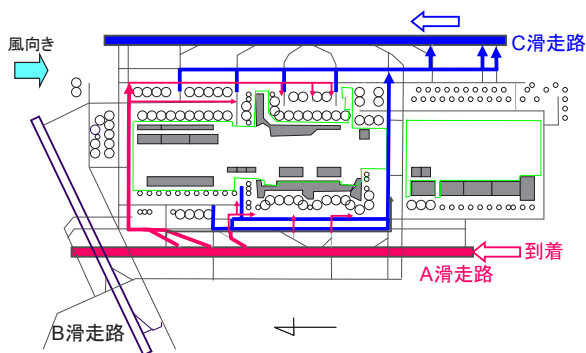


図9 北風運用時の走行パターン

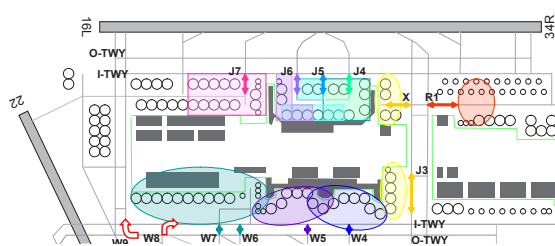


図10 スポットのグループ化(北風出発)

パターン化されている。隣接スポットの同時使用時などは管制官の判断により、状況に応じた経路指示が出されるが、通常最短となる経路を指示している。従って、複数の隣接するスポットが航空機の出入りに同じ経路を指示されることから、これらのスポットを一つのグループとして表すことができる。図10にグループ化したスポットを示す。

北風運用時の特徴として、西側のスポットに向かう到着機はW6~8、東側のスポットに向かう到着機はW9を頻繁に指示されている。また、南風運用時に西側のスポットに向かう到着機はJ3から西側I-TWYを使用する頻度が高いことも分かった。

このように使用滑走路とスポットのグループに対して、使用頻度の高い走行経路を標準的な走行経路と想定することが可能と考えられる。また、状況によっては、空港面全体の交通量については殆ど変えることなく、その経路の一部を変更した迂回経路を走行していることも分かった。

現在、羽田空港では新滑走路の供用開始に向けて、スポット、誘導路等が頻繁に更新されているため、今後も走行パターン解析を継続する必要がある。しかし、本研究による解析手法、航空機の走行に関するデータ、モデル化の手法は空港面レイアウトの一部変更にも対応できるものとする。

(3) 地上走行のモデル化

推奨経路を自動的に生成するアルゴリズムの開発に向け、空港面地上走行のモデル化を行った。図11に示すように、空港面内の各移動区間の長さを値とするエッジ(辺)をノード(節点)によって結合したネットワークとして空港面をモデル化する。この空港面モデル上で、最短経路探索法を基礎として推奨経路生成アルゴリズムを構築することを目指している。

地上走行モデルは、上記の空港面モデル上で、速度を属性値とする航空機モデルを走行させることにより航空機の地上走行を模擬する。この地上走行モデルは、現実の運航を計算機上に精密に再現することが求められる。

平成18年度までに行った仙台空港のモデル化では、航空機の地上走行について「プッシュバック速度」「エプロン走行速度」「誘導路走行速度」の3種類の速度による等速走行を仮定していた。実際の運航では、航空機は緩やかな加減速により地上走行を行う(図12参照)。このため、走行経路上の各区間の通過時間は、当該区間での速度プロファイルによって大きく変化する。羽田空港等の大規模混雑空港では、地上走行の経路形状および走行距離が使用スポットごとに多様となるため、経路全体での走行時間を精密に再現するためには、区間ごとの速度変化に注目してモデル化を行う必要がある。

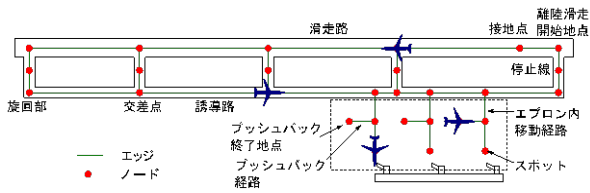


図 1 1 空港面移動経路とマップモデルの対応例

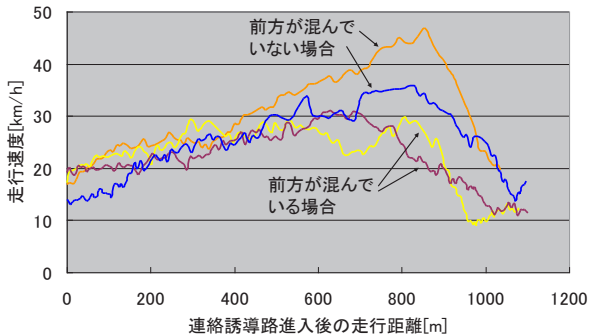


図 1 2 マルチラレーションで得られた速度プロファイルの例 (2つの旋回箇所間の直進走行)

そこで、平成 20 年度には、図 13 に例示するように、下記の条件に応じて航空機モデルの加減速を行うモデル化手法を導入した。

①経路形状による加減速

実際の地上走行で旋回を行う際には、旋回可能な速度までの減速を事前に行い、旋回後に再度加速を行う。この加減速にはそれぞれ 100m 以上の距離を要する。このため、走行経路が 300m~500m の直進区間と旋回区間の組み合わせで構成される東京国際空港等の大規模空港では、各直進区間の通過に要する時間が、区間前後で旋回を行うか否かによって異なる。そこで、従来は「エプロン」「誘導路」「滑走路」の 3 種類としていた空港面モデルのエッジ属性に、新たに「旋回部」を追加し、対応して、航空機モデルの属性値に「旋回速度」を追加した。航空機モデルは「旋回部」エッジ到達前に旋回速度までの減速を行い、通過後に通常の誘導路走行速度までの加速を行うこととした。

②合流等に伴う加減速

本研究で製作したモデル上では、既に航空機モデルにより占有されている区間に他の航空機モデルを進入させず、当該区間の外のノードで一時停止させる「閉塞制御」の処理を用いることで衝突回避のための航空機の動態をモデル化している。実際の運航では、このような一時停止を行う際には、事前に停止へ向けた減速が行われる。この動態を模擬するため、経路上で他の航空機モデルによる占有が予定されている区間を検出し、当該区間の外で停止するための減速開始位置に達した時に占有が終了していない場

合には、減速を開始する処理を導入した。

③縦列走行に伴う加減速

実際の運航では、誘導路上での縦列走行が生じる際に後続機が先行機との間隔を保つために減速を行う。この動態を模擬するため、経路上で航空機モデルの前方に存在する他の航空機モデルとの距離に応じて加減速を行う処理を導入した。

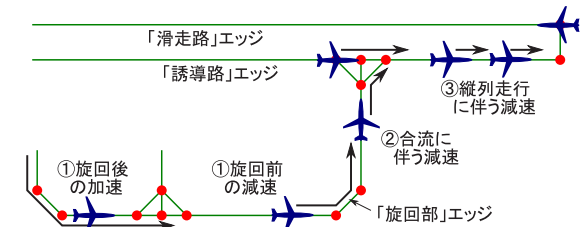


図 1 3 加減速モデルの動作概要

3.3 誘導機能の開発

統合型空港面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装置から伝送された経路データに基づき、航空機の前方向一定範囲（設定距離：400m）の誘導路中心線灯を航空機の走行に合わせて移動点灯させる。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、追従機の追突防止等の観点から先行機の後方一定距離（設定距離：100m）までしか点灯させない。即ち、先行機の後方消灯制御が優先され、先行機の前はその誘導のためだけの灯火制御が行われる。

交差点では、複数の接近機の中から優先的に通過させる航空機を決定し（先着順アルゴリズム、または個別優先アルゴリズム）、停止線灯によって他の航空機を交差点手前で一時停止させるなどの交通整理を行う。

先着順アルゴリズムは、複数機が相前後して交差点に接近した場合、停止線灯の手前一定距離（設定距離 85m）に先に到達した航空機を優先通過機として経路上の誘導路中心線灯の点灯を継続し、同時に他の誘導路の停止線灯を点灯して、それらの誘導路からの交差点への進入を禁止する。このとき、交差点への進入を禁止された航空機は、機体前方の誘導路中心線灯が停止線灯より先は消灯される。

図 14 は、仙台空港においてシステムの総合性能試験を行った時の灯火制御装置のモニタ表示画面であり、航空機毎に優先度を付与し、これに従って交差点を通過させる灯火制御の一例を示す。図中、航空機タグの文字は航空機の識別符号（モード S アドレス）であり、カッコ書き数字は優先度を示しており数値が小さい程優先度が高い。例えば、交差点 B には“87A085”が先着するが、最も優先度の高い“86EAE1”及び次いで優先度の高い“87A086”を優先通

過ぎさせるために、“87A085”に向けた停止線灯が点灯して待機させている様子を示す。この優先度対応機能は、実運用において管制官の任意の管制指示に対応可能な灯火制御システムを構築するための基本機能として開発した。



(a) 交差点Bへ“87A085”が先着



(b) “86EAE1”が優先通過

図14 優先度に従った交差点通過の灯火制御例

3.4 管制機能の開発

本研究では、滑走路における誤進入・コンフリクト検出方式について検討し、平成17年度は離陸機、平成18年度は着陸機に対する検出ソフトウェアを制作した。平成19年度は、それまでに制作した検出ソフトウェアについて、羽田空港の監視ログデータを使って性能評価を実施し、誤警報の発生率低減と確実な誤進入およびコンフリクト検出を可能とするアルゴリズムの改修を行った。また、これらの機能を画面上に反映させるための管制表示装置との接続を図った。そして、平成20年度は交差滑走路に対する検出ソフトウェアを製作した。

これまでに試作・実装した検出項目の一覧を表2に示す。判定基準となるパラメータの設定については、実態に即した検証を積み重ねた上で決める必要があることから、羽田空港におけるMLAT導入評価で取得した監視ログデータ等を使った検証・評価を実施している。

表2 滑走路誤進入・コンフリクト検出項目

状態	移動体	判定基準	検出結果
誤進入	非識別移動体の進入	進入予想エリア	注意
	識別車両の進入	進入エリア	注意
	クローズ滑走路からの離陸	滑走路エリア	注意
	クローズ滑走路からの離陸	センタエリア	警報
	クローズ滑走路への着陸	30秒未満	注意
	クローズ滑走路への着陸	15秒未満	警報
	運用方向とは逆方向へ離陸	センタエリア	注意
	運用方向とは逆方向へ離陸	100m移動	警報
コンフリクト	離陸機の前方に移動体	30kt未満	注意
	離陸機の前方に移動体	30kt超過	警報
	着陸機の前方に移動体	30秒未満	注意
	着陸機の前方に移動体	15秒未満	警報

4. まとめ

A-SMGCシステムに要求される4つの基本機能について検証するための実験装置を試作し、各要素を結合させた実験システムを構築して仙台空港において総合性能試験と管制官評価を実施した。

システムの中核をなす監視機能については、航空機と車両それぞれの移動体監視に適した複数の監視センサの組み合わせとデータの統合化により、相互に補完しあえる統合型監視センサの開発に向けた相互補完機能について実験的検証を行った。特に羽田空港の再拡張計画や成田空港B滑走路北伸計画に向けては、MLATとASDEを融合して相互補完処理することで空港面監視能力の大幅な向上が期待される統合型空港面監視センサについて導入に向けての見通しを得ることができ、管制機器化に向けた信頼性評価と性能要件策定のための基礎資料の取得を行った。

経路設定機能については、管制官による思考を反映して操作を最小限にすることを前提とした半自動経路生成装置を試作して、仙台空港において操作性に主眼を置いたシステムの総合性能試験と管制官評価を実施した。評価にご協力いただいた仙台空港、成田空港、羽田空港の各管制官からは主に操作性に関して複数の課題が掲げられ、機能実現に向けて更なる改善点も含めた貴重な意見を聴取することができた。また、羽田空港で取得した監視ログデータを使った地上走行パターンの分析によって標準的な走行経路が明らかになってきた。これによって、管制官の思考を反映した簡便な経路指示が可能になるものと期待される。さらには、推奨経路を自動的に生成するアルゴリズムの開発に向けた空港面地上走行のモデル化について検討し、羽田空港をモデルとして誘導路上での旋回時の加減速等、実際の航空機の動きを再現できる手法について開発を進めている。

誘導機能については、ASTERIX11に対応したデータの直接取込、灯火の制御ブロックの細分化等を図った灯火制御装置を試作し、仙台空港においてシステムの総合性能試験を実施した。交差点においては、複数の接近機の中から近い方を優先通過機とする先着順アルゴリズムと、優先的に通過させる航空機を予め個別に決定する個別優先アルゴリズムについて動作検証し、誘導路中心線灯と停止線灯に対する灯火制御が所定の手順に沿って正常に動作することを確認した。これまでの検証試験によって誘導機能としての基本的な開発ができたものとする。

管制機能については、滑走路における誤進入とコンフリクトを検出するための機能実現に向けたソフトウェアを試作した。実装した各検出項目に対しては、判定基準となるパラメータの設定について、実態に即した検証を積み重ねた上で決める必要があることから、監視ログデータ等を使った検証・評価を継続して実施していく必要がある。

掲載文献

- (1) 宮崎, 二瓶 他: “マルチラテレーション監視システムの導入調査 (1)”, 平成 18 年度 (第 6 回) 電子航法研究所研究発表会講演概要, 2006 年 6 月
- (2) 二瓶, 宮崎 他: “マルチラテレーション監視システムの導入調査 (2)”, 平成 18 年度 (第 6 回) 電子航法研究所研究発表会講演概要, 2006 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”, 平成 18 年度 (第 6 回) 電子航法研究所研究発表会講演概要, 2006 年 6 月
- (4) 二瓶: “統合型空港面監視システムの開発について”, 航空振興財団 第 106 回全天候航法方式小委員会, 2006 年 7 月
- (5) 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 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-2-30, pp. 260, 2006 年 9 月
- (6) 二瓶, 宮崎, 古賀: “統合型空港面監視システムの開発”, 2006 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-2-31, pp. 261, 2006 年 9 月
- (7) 古賀, 二瓶, 青山: “滑走路における誤進入・コンフリクト検出手法の検討”, 2006 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-2-32, pp. 262, 2006 年 9 月
- (8) 宮崎 他: “マルチラテレーション監視システムの導入調査”, 航空管制協会 航空管制誌 2006 年 9 月
- (9) 二瓶: “マルチラテレーション監視システムの導入調査 (2)”, 航空保安無線システム協会 航空無線誌 2006 年 9 月 (秋期)
- (10) 古賀, 二瓶 他: “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”, 航空振興財団 第 107 回全天候航法方式小委員会, 2006 年 9 月
- (11) 古賀, 二瓶, 宮崎: “A-SMGC システムの監視機能について”, 電子情報通信学会技術報告 SANE, pp. 62-68, 2007 年 1 月
- (12) Miyazaki: “Evaluation Results of Multilateration at Tokyo international Airport”, ICAO/ASP/WG ASP02-28 Brussels, Apr. 2007
- (13) Miyazaki: “Evaluation Results of Multilateration at Tokyo international Airport”, ICAO/ADS-B-SIFT/6-IP/X, Korea, Apr. 2007
- (14) 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”, 平成 19 年度 (第 7 回) 電子航法研究所研究発表会概要, 2007 年 6 月
- (15) 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”, 平成 19 年度 (第 7 回) 電子航法研究所研究発表会概要, 2007 年 6 月
- (16) 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”, 平成 19 年度 (第 7 回) 電子航法研究所研究発表会概要, 2007 年 6 月
- (17) 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”, 平成 19 年度 (第 7 回) 電子航法研究所研究発表会概要, 2007 年 6 月
- (18) Miyazaki: “Evaluation Results of Multilateration at Tokyo international Airport”, ICAO/ASP/WP/TSG03-11 Paris, Jul. 2007
- (19) 二瓶, 宮崎 他: “A-SMGC 実験システムの接続試験”, 2007 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-2-38, pp. 246, 2007 年 9 月
- (20) 古賀, 二瓶, 青山: “滑走路における誤進入・コンフリクト検出機能の実装”, 2007 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-2-38, pp. 247, 2007 年 9 月
- (21) 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その 2”, 2007 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-2-31, pp. 260, 2007 年 9 月
- (22) 松久保, 二瓶 他: “滑走路状態表示灯シミュレーター開発”, 航空振興財団航法小委員会, 2007 年 9 月
- (23) 宮崎: “マルチラテレーションの概要”, 日本航空宇宙工業会航空電子システム調査委員会, 2007 年 9 月
- (24) 山田, 二瓶 他: “A-SMGC システム経路生成機能の開発 - 空港面地上走行のモデル化 -”, 第 45 回飛行機シンポジウム, 2G6, pp. 859-864, 2007 年 10 月

- (25) 青山, 二瓶, 他: “A-SMGC システム経路生成機能の開発 —地上走行パターンの解析について—”, 第45回飛行機シンポジウム, 2G7, pp. 865-870, 2007年10月
- (26) 宮崎: “マルチラレーション監視システムの導入評価”, 日本航海学会 2007年度秋季研究会(航空宇宙研究会), 2007年10月
- (27) 二瓶: “先進型地上走行誘導管制(A-SMGC)システムの開発動向”, 日本航海学会 2007年度秋季研究会(航空宇宙研究会), 2007年10月
- (28) 山田, 青山 他: “A-SMGC システム経路生成機能の開発 —推奨経路生成のための空港面地上走行のモデル化—”, 平成20年度(第8回)電子航法研究所研究発表会概要, 2008年6月
- (29) 松久保, 二瓶 他: “A-SMGC 経路設定用インターフェイス装置について”, 平成20年度(第8回)電子航法研究所研究発表会概要, 2008年6月
- (30) 古賀, 二瓶 他: “A-SMGC システム監視機能の性能評価について”, 平成20年度(第8回)電子航法研究所研究発表会概要, 2008年6月
- (31) 二瓶: “先進型地上走行誘導管制(A-SMGC)システムの開発動向”, 日本航海学会誌 NAVIGATION 6月号, 2008年6月
- (32) 角張, 二瓶 他: “A-SMGC システム経路指示入力装置の開発”, 2008年電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-2-19, pp. 216, 2008年9月
- (33) 古賀: “A-SMGC システムの性能評価について”, 航空振興財団航法小委員会, 2008年9月
- (34) 青山, 二瓶 他: “A-SMGC システム経路生成機能の開発 —地上走行パターンの解析について その2—”, 第46回飛行機シンポジウム, 3C1, pp. 781-786, 2008年10月
- (35) 角張, 二瓶 他: “A-SMGC システム経路生成機能の開発 —経路設定インターフェイス装置の開発評価—”, 第46回飛行機シンポジウム, 3C2, pp. 787-790, 2008年10月

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

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○藤井 直樹, 福島 荘之介, 齊藤 真二, 吉原 貴之, 齋藤 享

研究期間 平成17年度～平成20年度

1. はじめに

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

GBASの機上装置を標準装備したボーイング787型機が、平成22年から日本の航空会社に導入されるなどのGBASの実用化に向けての動きが活発化してきている。そのため、CAT-I GBASを実運用に供するための完全性の評価手法の開発、完全性を確保しながらシステムの有用性の向上を図る研究、並びに、将来の高カテゴリGBASの開発のための、米国のGPS衛星のL5信号と欧州で開発が行われているGALILEO衛星のE1、E5信号、および静止衛星型衛星航法補強システム（SBAS：Satellite Based Augmentation System）の信号などの新信号をGBASに利用する研究が望まれている。

2. 研究の概要

当所では、このような環境下で、GBASの我が国の国土条件に合致する高精度の精密進入着陸システムの導入に向けた開発を早急に進めるため、SARPsに合致するシステム構築に必要な要素技術の開発・評価を行い、我が国における実用化のための研究、並びに、ICAOにおける高カテゴリGBASのSARPs策定・検証作業への寄与を目指している。本研究では、CAT-I GBASの実用化のための、完全性の評価手法の開発、SQMの実用化に関する研究、並びに、ICAOにおける高カテゴリGBASのSARPs策定・検証作業のための、新しいプロトコルの効果に対するシミュレーション、将来のGBASで使うこととなる新信号のGPS-L5・GALILEO-E5信号などの測距精度の測定と、新信号を利用したGBASのオペラ

ビリティ向上に対する研究を行った。

2.1 完全性の評価手法の開発

GNSSでは安全性を保証するための完全性の要件が明記されているが、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信号における疑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疑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、観測統計量としては評価が難し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。

CAT-I GBASの実用化のための完全性の評価手法の開発においては、GBASのリスク評価とその低減に対するモニタの構築が必要となる。そのため、電離層擾乱などGBASにおける危険要因の列挙と体系化、ハードウェアおよびソフトウェア故障のモデル化などを行い、故障の木（FT：Fault Tree）解析によるリスクの定量評価を行った。また、電離層擾乱のGBASに与える影響の大きさについては、GBASの開発が最も先行している米国においても数回にわたり更新されており、磁気低緯度に位置するわが国における電離層遅延量の距離勾配に関する評価が必要である。そのため、国土地理院電子基準点（GEONET）データによる調査とともに、電離層活動に関する高密度のデータの収集のために、南西諸島の石垣島において高密度のGPS観測網を整備し、電離層におけるプラズマバブルがGBASに与える影響についての観測を続けている。収集したデータは解析され、従来の仙台空港に設置してあるGBASのデータなどとともに、GBAS機器の故障や信号伝送路の異常に対するリスクを緩和するモニタ・アルゴリズムの開発に使われる。これらの結果は、平成20年度から開発している日本におけるGBASの安全性確立のためのプロトタイプに反映されることとなった。

2.2 信号品質モニタの実用化手法に関する研究

GBASでは完全性を確保するためには、GNSS信号の品質を監視する必要があるため、GPS衛星信号を監視する信号品質監視(SQM: Signal Quality Monitor)手法の実用化を目指して研究を行ってきた。平成17年度から18年度にかけて、従来の2チャンネルのSQM受信機から、SBAS用の3チャンネル、GPS用の13チャンネル、計16チャンネルに対応するための改修を行い、19年度においては、GBASの誤差要因であるGPS信号の信号歪みを検出するアルゴリズムの開発のために、SQM装置で得られる複数の相関器出力から、信号歪みによって生じる疑似測距の変化を直接推定する方法を考案し、その手法に対する評価を行った。20年度に、それをさらに改良して、全ての脅威モデルに対応するための開発を行った。その手法の評価においては、GPS衛星故障を模擬した疑似劣化GPS信号を信号発生器により発生させるハードウェア・シミュレーションによる方法(図-1:参照)と、ソフトウェア・シミュレーションによる方法を用いた。シミュレーションにおいては、ICAOで決められたGPS衛星の故障を模擬した脅威モデルA、BおよびC信号に対応してパラメータを変更しながら、測距誤差と検出確率とモニタの閾値の関係、検出時間と検出確率とモニタの閾値の評価し、開発したSQM受信機とアルゴリズムが、実用化に対して問題がないことが確認できた。この結果、平成20年度から開発されるプロトタイプに、このアルゴリズムを実装することとなり、開発した信号品質モニタが実用化されることとなった。

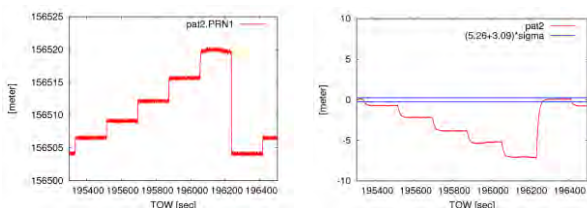


図-1 ハードウェア・シミュレーションの例(疑似信号を入力したときの疑似距離の変化(左)と測距誤差推定値(右))

2.3 GPS-L5・GALILEO-E5信号の測距精度の測定

次世代の高カテゴリGBASのICAOにおけるSARPs策定・検証作業のために、将来のGBASで使うこととなる新信号のGPS-L5信号などに対するシミュレータを使った測距誤差の評価、およびGALILEO-E5信号に対する実信号の測距信号の評価解析を行った。シミュレータによるGPS-L5信号に対する実験においては、マルチパスによる測距誤差と信号形式の関係も測定した。その結果、GPS-L5信号を使った場合

には、従来のGPS-L1信号を使用した場合と比べて、精度が大幅に改善され、マルチパスのない場合において、測距誤差の標準偏差が10.5cmから3.5cmに減少し、おおよそ3分の1になることを確認した。また、マルチパスに対するGPS-L5信号による効果を評価する実験では、L1信号では図-2に示すように2m以上あった50m離れた障害物からのマルチパスによって生じる誤差が、図-3に示すようにL5ではほとんど観測されなくなっていることを確認した。GALILEO-E5信号に対する実信号の測距信号でも、測距誤差は40cmから6.7cmに減少した。(図-4参考) これらの結果は、次世代のGBASである、GPS-L5信号や、GALILEO-E5信号を使う高カテゴリGBASの構築の基礎資料や、ICAOにおけるSARPs策定作業のために使われる。

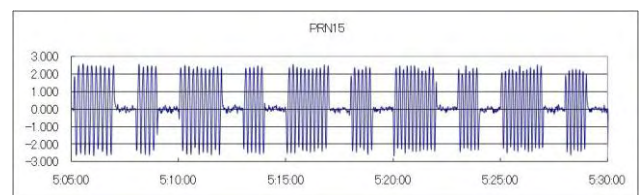


図-2 シミュレータによる50m離れた障害物からのL1信号に対するマルチパスによる誤差の実験結果

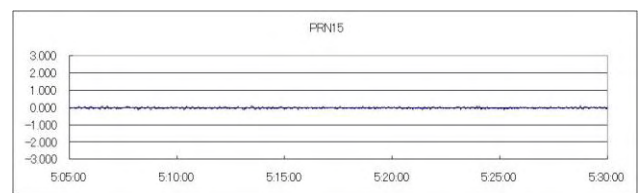


図-3 シミュレータによる50m離れた障害物からのL5信号に対するマルチパスによる誤差の実験結果

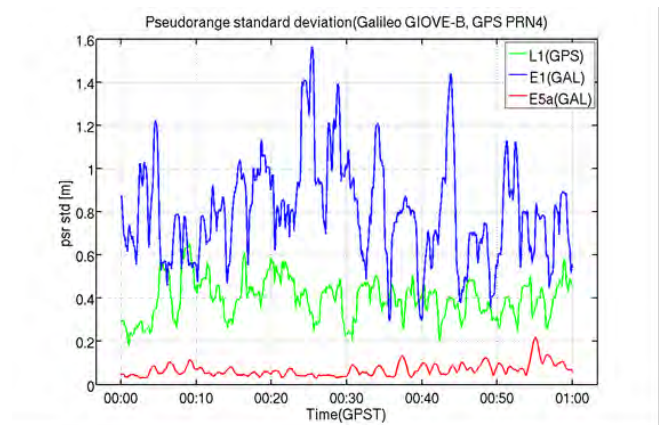


図-4 GALILEO-E5信号に対する実環境における計測結果(赤線が GALILEO-E5信号、青線が GALILEO-E1信号、緑線が GPS-L1信号)

2.4 新信号を利用したアベイラビリティの向上の研究

一般に、GNSSの精度は衛星配置とその測距信号の精度によって決定されるために、衛星の故障およびメンテナンスなどによる使用できる衛星の減少による測位精度の劣化などに対しては、追加のGNSS衛星の利用が期待されている。今回、新信号として、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）からによるMSAS（MTSAT Satellite-based Augmentation System）が平成19年9月から運用され、信号が受信できる状態になっているので、この効果を実際に受信したデータをもとにシミュレーションによる評価を行った。

仙台空港内において、SBAS信号が受信可能なカナダ・ノバテル社製のEuro3M受信機をGBAS基準局に設置し、GBAS実験システムのデータ処理装置のプログラムを、SBAS信号が利用できるように改修を行い、GPS/MSAS信号を受信して得られたデータから、GBAS測位シミュレーションを行った。シミュレーションにおいて、GPS衛星が正常に動作している場合はSBASの測距信号による効果はほとんどないが、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、垂直保護レベルの増大を抑制しアベイラビリティの向上に効果があるという結果が得られた。この結果をICAOにおいて、SBAS測距信号をGBASに使用するための問題点とその解決手法とともに発表し、GBASに対するSBASの測距信号を使用するため手法およびその効果についても共通認識がはかられた。

従来、問題となっていたアベイラビリティを減少させていたGBASへの電離層の影響に対して、GPS-L5信号やGALILEO-E5信号などの新信号をGBASに使用することによる改善効果は、今回のシミュレータ実験により確認された。実験においては、L5信号シミュレータを使った電離層の変動がある場合に、図-6に示したようにGBASの測位に使われるキャリア・スムージングの疑似距離の200mm以上あった変動が、GPS-L1信号とL5信号を使った場合には、図-7に示すように13mmに大幅に減少することが確認された。新信号をGBASに使用することによることは、この電離層の影響を排除できる結果と第2.3章で記述した測距精度の向上による効果により、GBASのアベイラビリティの向上に対して効果が大きいことが確認された。

さらに、今年度制作したシミュレーション・ソフトウェアによっても確認された、現在、ICAOにおいて検討されている、高カテゴリGBASのための30秒キャリア・スムージン

グした補強データを放送することによって、機上でも電離層遅延による影響の監視を行うことによって、インテグリティ向上が計られる。同様の効果は、新信号を使うことによっても可能となるために、新信号を用いたGBASはインテグリティ向上も期待できる。

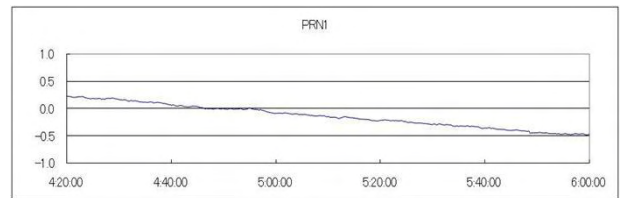


図-6 シミュレータによる電離層の変動に対するGPS L1信号だけを使ったキャリア・スムージングによる疑似距離誤差の実験結果

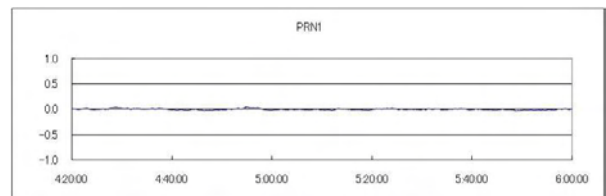


図-7 シミュレータによる電離層の変動に対するGPS L1信号とL5信号を使ったキャリア・スムージングの疑似距離誤差の実験結果

3. 研究成果

本研究は、我が国におけるCAT-I GBASの実用化に向けたものであり、完全性の評価手法の開発、SQMの実用化手法に関する研究の成果は、研究結果の多くが、平成20年度から「GNSS精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発」において、日本におけるGBASの安全性確立のために開発しているプロトタイプに反映されることとなった。また、ICAOにおける高カテゴリGBASのSARPs策定・検証作業への寄与を目指して行った、新信号であるGPS-L5・GALILEO-E5信号の測距精度の測定の成果と、新信号を利用したGBASのアベイラビリティの向上に関する研究の成果は、将来におけるGPS-L5・GALILEO-E5信号を使用した場合の測距精度の向上による効果と、GBASに対するSBASの測距信号を使用するため手法およびそのSBASの効果、さらに、新信号を利用したGBASにおける電離層遅延量の監視によるインテグリティ向上の効果を明らかにすることができたため、次世代のGPS-L5・GALILEO-E5信号を使う高いアベイラビリティを持つ高カテゴリGBASの構築とICAOにおけるSARPsの策定・検証作業のために使われる。

4. まとめ

平成17年度に開始した本研究は、我が国におけるGBASのCAT-Iシステムの実用化のために必要な完全性を確保・評価するための技術の開発、並びに、SBAS信号、GPSのL5信号、GALILEOのE1、E5信号などの新信号をGBASに利用する研究を通じての、ICAOにおける高カテゴリGBASのSARPs策定・検証作業への寄与を目指して行ってきた。

GBASのCAT-Iシステムの実用化のために必要な完全性を確保・評価するための技術の開発においては、仙台空港に設置してあるGBASの地上実験などから得られた知見により、リスク要因を考察するためのFTを作成し安全性について解析した。また、GPS衛星故障やGPS信号伝送路の異常などによるリスクを緩和する手法の開発のために、電離層活動による遅延量勾配に関するデータの収集・解析およびモニタ・アルゴリズムの開発を行った。電離層活動に関するデータの採取のために、南西諸島の石垣島において観測網を整備し、電離層におけるプラズマバブルがGBASに与える影響についての観測を開始している。また、モニタ・アルゴリズムの開発の一環である、信号品質モニタの実用化手法に関する研究においては、従来の2チャンネルのSQM受信機から16チャンネルに対応するための改修を行うとともに、信号歪みによって生じる疑似測距の変化を直接推定する方法を考案し、GBASのモニタ・アルゴリズムとしての評価を行った。評価においては、ハードウェア・シミュレーションにおいて、GPS衛星の故障を模擬した脅威モデルに対応したデータを取得し、測距誤差と検出確率とモニタの閾値の関係などを評価し、良好な結果を得た。これらの成果は、平成20年度から行われる「GNSS精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発」において活用され、日本におけるGBASの安全性確立のためのプロトタイプの開発に反映されることとなった。

ICAOにおける高カテゴリGBASのSARPs策定・検証作業への寄与においては、平成18年度は、GPS衛星配置の幾何学的条件がよくない時間帯に故障等により利用可能なGPS衛星が複数個減少した場合、SBAS測距信号を使用することがアベイラビリティ向上に効果のあることを示し、ICAOに報告した。さらに、GPS-L5信号などに対するシミュレータを使った測距誤差の評価、およびGALILEO-E5信号に対する実信号の測距信号の評価解析を行い、新信号として、GPS L5信号やGALILEO-E5信号を使用する効果と、新信号の使用によるGBASのアベイラビリティの向上に対する効果が確認された。今後、これらの結果についても、ICAOに報告される予定である。

本研究で得られた成果を基に、今後とも、CAT-I GBAS

の実用化と高カテゴリGBASの開発に必要な研究を、ICAOをはじめとして各国の動向を注視しつつ、我が国の環境に最適なGBASの構築のために研究を進めていく予定である。

掲載文献

- (1) 吉原, 藤井, 若林, 齊藤: “局所的な電離層遅延空間勾配のGBASへの影響について”, 電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会, 2005年7月
- (2) 齊藤, 吉原, 福島, 藤井: “GPS信号品質監視装置における異常信号検出の試み”, 電子情報通信学会 2005年ソサイエティ大会, 2005年9月
- (3) 福島, 吉原: “疑似衛星の対流圏遅延補正モデルとラジオゾンデの比較”, 電子情報通信学会 2005年ソサイエティ大会, 2005年9月
- (4) 福島, 吉原: “疑似衛星の対流圏遅延補正モデルとラジオゾンデの比較”, 2005年11月
- (5) 齊藤, 吉原, 福島, 藤井: “相関波形によるGPS信号品質監視”, 電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会, 2006年1月
- (6) 藤井, 齊藤, 福島, 吉原: “Current GBAS R&D Status in Japan”, FAA/Europe International GBAS Working Group meeting, Sydney, Feb. 2006
- (7) N. Fujii, T. Ueki: “A Concept of CAT-III GBAS Requirement Based on Total System Error”, ICAO NSP WG-1, 2, Delhi India, Mar. 2007
- (8) N. Fujii et.al.: “Japan GBAS Status”, International GBAS Working Group meeting, Toulouse, Nov. 2006
- (9) 吉原, 藤井, 松永, 星野尾, 坂井, 若林: “Preliminary Analysis of Ionospheric Delay Variation Effect on GBAS due to Plasma Bubble at the Southern Region in Japan”, ION-NTM, San Diego CA, Jan. 2007
- (10) 齊藤, 吉原, 福島, 藤井: “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 2006年ソサイエティ大会, 2006年9月
- (11) 藤井: “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 2006年ソサイエティ大会, 2006年9月
- (12) 齊藤, 吉原, 福島, 藤井: “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 2007年総合大会, 2007年3月
- (13) 齊藤, 福島, 吉原, 藤井: “測距誤差推定によるGPS劣化信号検出について”, 平成19年度(第7回)電子航法研究所研究発表会講演概要, 2007年6月

- (14) N. Fujii, T. Ueki : “Questions about a new RTCA/FAA proposal for achieving CAT-III with GBAS”, ICAO NSP CSG, Seattle USA, Jul. 2007
- (15) N. Fujii, M. Ueki : “A Concept of CAT III GBAS Requirement Based on Real-Time Flight Technical Error Estimation”, ICAO NSP WGW, Montreal Canada, Oct. 2007
- (16) N. Fujii et al. : “ENRI Research Activity Related with GBAS”, I-GWG 6th meeting, Seattle USA, Jul. 2007
- (17) N. Fujii : “A Concept of CAT III GBAS Requirement Based on Real-Time Flight Technical Error Estimation”, Proceeding of ION-GNSS-2007, Fort-Worth USA, Sep. 2007
- (18) 齊藤, 吉原, 福島, 藤井 : “疑似劣化信号への測距差推定SQM手法の適用結果”, 電子情報通信学会 2007年ソサイエティ大会, 2007年9月
- (19) 藤井, 吉原, 齊藤, 福島 : “SBASの疑似距離信号を利用したGBAS”, 電子情報通信学会 2007年ソサイエティ大会, 2007年9月
- (20) 齊藤, 吉原, 福島, 藤井 : “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 2007年ソサイエティ大会, 2007年9月
- (21) 齊藤, 吉原, 福島, 藤井 : “劣化GPS信号モデルによるSQMシミュレーション”, 電子情報通信学会技術報告, SANE2007-111, 長崎, 2008年1月
- (22) 藤井 : “GBASの安全性”, 日本航空宇宙学会 第43回飛行機シンポジウム, 北九州, 2007年10月
- (23) 齊藤 : “測距差推定によるGPS劣化信号検出” 航空保安無線システム協会 航空無線, 2007年秋号
- (24) 藤井, 吉原, 齊藤, 福島 : “SBASの類似距離信号を利用したGBASにおける問題点と解決法”, 電子情報通信学会2008年総合大会, 2008年3月
- (25) T. Ono, N. Fujii, and T. Ueki : “SBAS GEO as GBAS Ranging Source”, ICAO NSP WG-1, Montreal Canada, Apr. 2008
- (26) Susumu Saito, et al. : “SBAS GEO as GBAS Ranging Source”, ICAO NSP WGW, Bretigny France, Mar. 2009
- (27) Sinji Saitoh, et al. : “ENRI GBAS Research Activity”, I-GWG 7th meeting, Rio de Janeiro Brazil, Apr. 2008
- (28) Susumu Saito, N. Fujii, K. Suzuki, and T. Ono : “Solutions to Issues of GBAS Using SBAS Ranging Source Signals”, Proceedings of ION-GNSS-2008, Savannah USA, Sep. 2008
- (29) 藤井, 吉原, 齊藤 : “GNSS多周波時代のキャリア・スレービングについて”, 電子情報通信学会 2009年総合大会, 松山, 2009年3月
- (30) 藤井, 吉原, 齊藤, 福島, 齊藤, 工藤 : “GBASにおけるSBAS測距信号の使用効果について”, 電子情報通信学会技術報告 SANE2008-121, けいはんな, 2009年2月
- (31) 藤井 : “GBASの現状と課題”, 第118回航海学会研究会, 航空宇宙研究会, 2008年5月
- (32) 藤井 : “GBASの完全性について”, 日本航空技術協会, 航空技術, 2008年8月号

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】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○板野 賢, 北折 潤, 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 ATN (航空通信ネットワーク)、及び CPDLC (管制官-パイロット間データリンク通信)、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 IP/SNDCF の開発

経済効率を高めるため、従来は個別に取り扱われてきたレーダデータや音声ならびにデータ通信などを、IP (インターネット・プロトコル) ネットワーク上でまとめて取り扱うことが ICAO 諸国で検討された。しかし、ATN は OSI (開放型システム間相互接続) をネットワーク技術として用いているので、IP 上では直接取り扱えない。このため IP/SNDCF (サブネットワーク収束機能) を導入し、IP ネットワークを ATN のサブネットワークの一つと見なす方法が検討されている。

本研究では、IP/SNDCF を開発し地対地 ATN ルータおよび ES (エンド・システム) に実装して評価実験を行った。また、開発した IP/SNDCF の互換性と相互運用性を検証するため、FAA (米航空局) と接続実験を実施した。

2.2 管制アプリケーションおよび管制卓の開発

本研究では、航空路管制への CPDLC 導入のため、シミュレーション用の CPDLC 対応航空路管制卓を試作し、シミュレーション環境にて管制官による HMI (ヒューマンマシンインターフェイス) などの評価実験を行った。

2.3 現用空地データリンクの通信性能の調査・研究

現在運用されている VHF 帯空地間データリンクである VHF ACARS (以下 ACARS と略す) および将来主流になると予測される VDL2 の通信性能を明らかにするため、プロトコルシミュレータを用いて計算機シミュレーションを行うとともに、実際の ACARS 通信記録の収集および解析を行った。

3. 研究の成果

3.1 IP/SNDCF の開発

試作した IP/SNDCF の互換性と相互運用性を検証するため FAA と当所間の接続実験を行った。図 1 は実験構成の一例を示す。当所が機上、FAA が地上側の構成で、エンド-エンドで CPDLC の送受信が正常に行えるかを確認した。ここで、当所の CPDLC から空/地ルータまでは ATN-OSI ネットワークである。空/地ルータで CLNP 以上の ATN パケットは IPv6 上にカプセルングされ IP ルータに送られる。

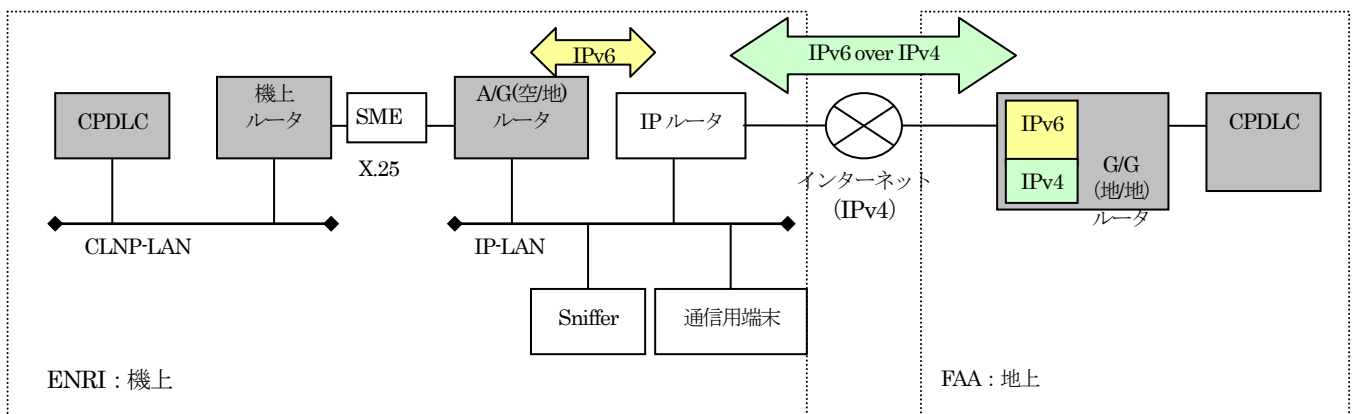


図 1 IPv6 での実験システムの構成例

インターネットはIPv4を用いているので、IPv6 パケットは直接取り扱えない。IP ルータで IPv4 に IPv6 パケットをカプセルリングする (IPv6 over IPv4)。FAA 側の地/地ルータは IP/SNDCF 機能以外に IPv6 over IPv4 機能も有しており、地/地ルータから CPDLC までは ATN-OSI ネットワークである。

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

また、所内で行った評価実験でも試作した IP/SNDCF 機能に不具合はみられなかった。これらの実験結果については ICAO の ACP WG-I に報告した。

3.2 CPDLC の HMI 評価実験

本年度は、シミュレーション実験に用いる航空路管制用の CPDLC 対応航空路管制卓を試作し、東京航空交通管制部において管制官による HMI の評価実験を行った。図2にシミュレーション実験に使用した実験システムを示す。管制官に図2の管制卓を操作してもらって、操作性や機能などの HMI 評価を行った。

航空路用の CPDLC は、現在のところユーロコントロール以外では使用されていない。本評価実験でも CPDLC のメッセージセットはユーロコントロールで使用しているものを参考にした。

評価実験結果は、試作した管制卓の操作性などについては好意的な意見が多かった。しかし、管制指示などの CPDLC メッセージについては否定的な意見が多かった。これには、ユーロと日本との管制方式の違いなどが考えられる。一方、管制移管の際に用いる ATS 管理メッセージについては肯定的な回答が多かった。

3.3 現用空地データリンクの通信性能の調査・研究

現在運用が行われている VHF 帯空地間データリンクには ACARS と VDL モード2がある。本研究では VDL モード2が ACARS に比べてどの程度通信性能上優位であるかを同一の条件下で比較するため

に、VDL モード2プロトコルと ACARS プロトコルの計算機シミュレーションモデルを製作し、計算機シミュレーションによる両者の比較を行った。また、ACARS 通信記録の収集および解析を行った。解析結果をシミュレーション用通信トラフィック発生機構としてモデルに組み込みシミュレーションを実施した結果、VDL モード2は ACARS の 4.6~8.8 倍程度の通信トラフィック量を処理できること等がわかった。

これらの結果は、現用データリンクシステムの通信容量を推定し地上局の配置設計等の資料に活用できる。

4. まとめ

IP/SNDCF の開発では、IP/SNDCF 機能を試作し ATN ルータと ES に実装した。また、実装した ATN ルータを用いて、互換性・相互運用性の検証のため、FAA (米連邦航空局) と接続実験を行った。実験結果は若干の不具合も見られたが、互換性には問題がなく、全ての試験項目をクリアした。また、所内で行った評価実験でも試作した IP/SNDCF 機能に不具合はみられなかった。

管制アプリケーションおよび管制卓の開発では、CPDLC 対応航空路管制用管制卓ならびにシミュレーション実験システムの製作を行った。また、東京航空交通管制部に試作したシミュレーション実験システムを持ち込み管制官による HMI の評価実験を行った。評価結果からシミュレーションシナリオならびに CPDLC 機能を見直し、平成 21 年度から 2 年計画で管制官によるシミュレーション実験を行う予定である。

現用空地データリンクの通信性能の調査・研究では、VDL モード2プロトコルと ACARS プロトコルの計算機シミュレーションモデルを製作し、計算機シミュレーションによる両者の比較を行った。また、ACARS 通信記録の収集および解析を行った。

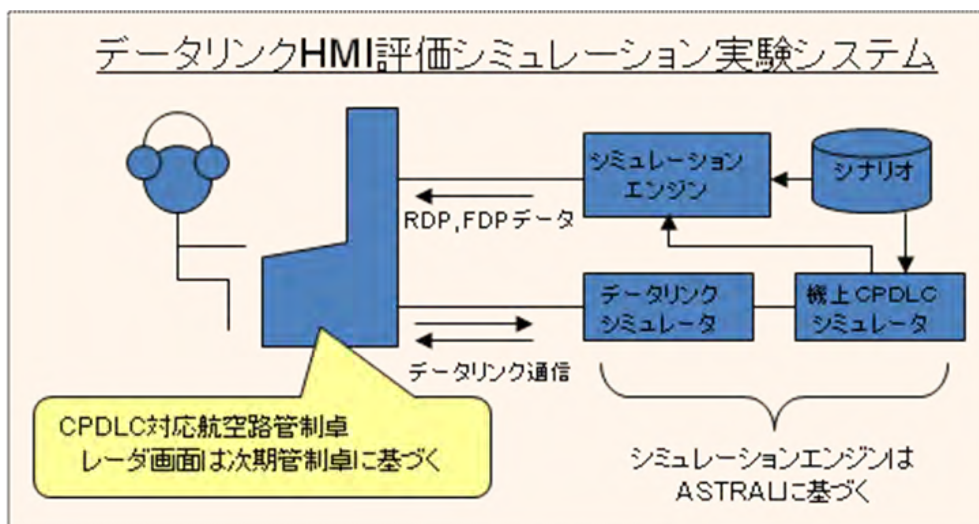


図2 CPDLC 対応航空路管制卓の HMI 評価シミュレーション実験システム

掲載文献

- (1) 板野, 加藤, 北折, 中谷: “VDL モード3を用いた ATN の通信実験”, 平成 17 年度 (第 5 回) 電子航法研究所発表会概要, 2005 年 6 月
- (2) Ken ITANO: “CPDLC Connection Test between the FAA and ENRI”, ICAO ACP WGN06, WP-10, Brussels, Jul. 2006
- (3) 板野: “IP 用サブネットワーク収束機能の開発について”, 平成 19 年度 (第 7 回) 電子航法研究所研究発表会概要, 2007 年 6 月
- (4) 板野: “FAA との IP/SNDCF の接続実験について”, 平成 20 年度 (第 8 回) 電子航法研究所研究発表会概要, 2008 年 6 月
- (5) K. Itano: “FAA-JCAB ATN Router Interoperability Testing over IPv4 and IPv6 Sub-Networks using the Public Internet”, ICAO ACP WGI-07, Jun. 2008
- (6) 禮助, 北折, 松久保, 小園: “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, 2006 年 12 月
- (7) 島影, 北折, 松久保, 小園: “航空デジタル無線通信の符号誤り率の一評価”, 電子情報通信学会 ソサイエティ大会, 2007 年 9 月
- (8) 北折, 松久保, 小園: “日本における VHF 帯航空移動通信トラヒックの解析”, 電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会, 2007 年 12 月
- (9) 北折: “空地データリンク技術の変遷”, 第 46 回飛行機シンポジウム, 2008 年 10 月.
- (10) 北折: “VDL モード 2 と VHF ACARS の通信性能比較”, 平成 21 年度 (第 9 回) 電子航法研究所研究発表会講演概要, 2009 年 6 月

GNSS精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発【重点研究】

担当領域 航法・通信・監視領域

担当者 ○藤井 直樹, 工藤 正博, 福島 荘之介, 坂井 丈泰, 松永 圭左, 齊藤 真二, 吉原 貴之,
武市 昇, 齋藤 享, 伊藤 実, 星野尾 一明

研究期間 平成20年度～平成23年度

1. はじめに

国際民間航空機関 (ICAO) では、航空交通量の増大に対しても事故を減少させる安全管理および効率的運航への移行が望まれ、全ての運航フェーズにおける全地球的航法衛星システム (GNSS) の利用への期待が高まっている。GNSS を使用した精密進入については、静止衛星型衛星航法補強システム (SBAS) においては、米国が APV-I モードのサービスを開始し、決心高を200ft まで可能とする LPV-200の整備も計画されている。地上型衛星航法補強システム (GBAS) では、米国、オーストラリア、ドイツおよびスペインでは2010年からの運用開始を目指し、認証作業が進められている。しかし、電離層変動が大きい我が国では、SBAS である運輸多目的衛星用衛星航法補強システム (MSAS) の運用が平成20年度から開始されたが、アベイラビリティが運用要件を満足しないために垂直誘導機能が使用できない現状がある。また、GBAS でも、日本の環境下における安全性解析が十分なされていないために精密進入に利用できない現状にある。そのため、GNSS を精密進入に使用するためのこれらの技術の早期開発が望まれている。

本研究では、全ての飛行フェーズにおけるGNSSを利用した効率的な運航の実現、特に進入着陸フェーズにおいて実現を目指し、日本の環境下でのGNSSの安全性解析技術とリスク監視技術の開発を行い、GNSSによる精密進入時のリスク管理手法の確立を目指す。

2. 研究の概要

GNSSを利用した効率的な進入着陸フェーズにおける運航の実現を目指し、本年度は、現在のMSASの安全性を担保しながら、日本周辺空域に適したMSASの補強アルゴリズムを開発するためのSBASにおける電離層嵐検出法の開発、GNSSで精密進入において使用する際のGBAS進入方式の検討、GBASによる日本の環境下での精密進入の実現のための、GBASに対する電離層、GNSS信号歪などによるリスクの評価とリスクを緩和させるアルゴリズムの開発を行い、また、これらの安全性コンセプトを実証するためにGBASプロトタイプ・モデルの開発に着手した。

2.1 SBAS における電離層嵐検出法の開発

現行のMSASにおいて垂直誘導サービスのアベイラビリティを制約する要因となっている電離層補強アルゴリズムについて、当所の開発による性能向上方式を提案してきているところである。平成20年度は性能向上方式のうちの電離層嵐検出法について詳細な検討を行い、日本全国で安定して垂直誘導サービスを提供することが可能となるアルゴリズムを開発するとともに、適切な動作パラメータを明らかにした。これにより、MSAS を用いてLPV-200による精密進入を提供する見通しが得られた (図-1～3参照)。

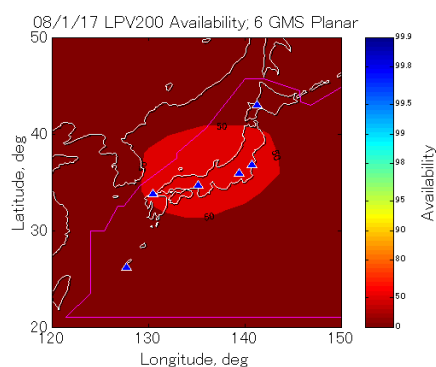


図-1 現行アルゴリズムによる MSAS LPV-200 アベイラビリティ (6監視局)

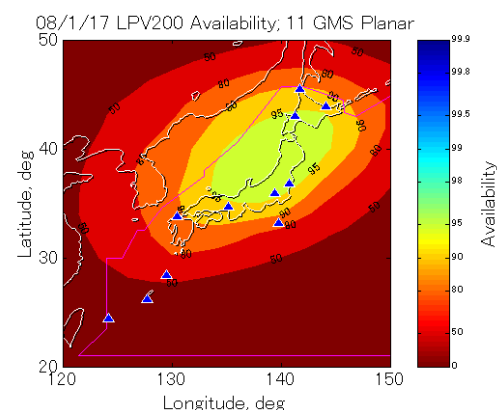


図-2 現行アルゴリズムによる MSAS LPV-200 アベイラビリティ (11監視局)

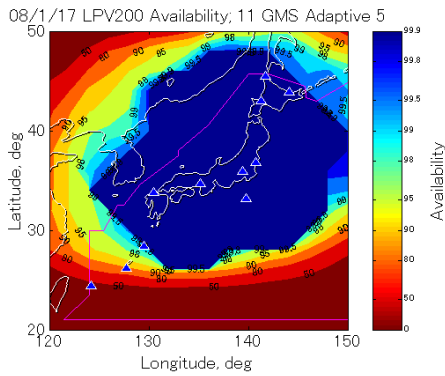


図-3 改良アルゴリズムによる MSAS LPV-200 アベイラビリティ (11監視局)

2.2 GBAS 進入方式の検討

GBAS の導入効果について定量的に検討するため、進入フェーズのうち曲線進入部において、RNP-AR 飛行方式、RNAV+ILS と GBAS 飛行方式の比較検討を行った。方法は、それぞれの飛行方式にかかる航法精度に着目し、飛行方向に向かって横方向および高さ方向の障害物との間隔条件を試算して比較した。その結果、GBAS では他の 2 方式よりも確保すべき障害物間隔の条件を緩和できる可能性が明らかとなり、GBAS の相対的な優位性が示された。今回の検討では航法精度 (NSE : Navigation System Error) にのみ着目し、同一経路を飛行する際の飛行誤差 (FTE : Flight Technical Error) は各方式では差がないものと仮定した。GBAS 進入方式の基準化のためには FTE も考慮した総体の誤差 (TSE : Total System Error) を評価する必要があり、今後さらに検討を進めるため、新たに GBAS の曲線進入飛行方式に対する研究を立ち上げることにした。

2.3 GBAS のリスク評価と緩和アルゴリズムの開発

GBAS に対する電離層によるリスクの評価のために、日本周辺で頻発する電離層の赤道異常に伴うプラズマバブルと呼ばれる現象が引き起こす GPS 信号の疑似距離遅延量の急激な変化や受信強度変動を計測する沖縄・石垣島の観測システムの定常運用を開始した。さらに、プラズマバブルを含む磁気低緯度電離層の脅威モデルの開発にも着手し、プラズマバブルの特有の構造を考慮した現実に近い 3次元電離層遅延モデル(図-4参照)と、本モデルを用いた GBAS の補正誤差計算を行うシミュレーションソフトウェアを開発した。また、リスクを緩和させるアルゴリズムの開発においては、『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』で開発した測距差推定手法をベースとした信号品質監視手法が、シミュレーションにより GBAS のリスクに対する有効な緩和策になるこ

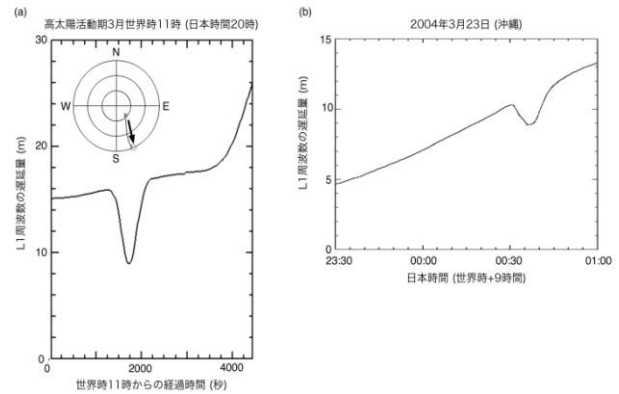


図-4 プラズマバブルの構造を考慮した 3次元電離層遅延モデルと観測値の比較 (左図:シミュレーション結果, 右図:沖縄における遅延量の観測値)

とを実証したため、GNSS 信号歪モニタとして安全性実証プロトタイプへの実装することとした。

2.4 GBAS プロトタイプ・モデルの開発

安全性コンセプトを実証するプロトタイプ・モデルの開発に着手した。プロトタイプの開発においては、米国連邦航空局 (FAA : Federal Aviation Administration) によって作成された、広く航空宇宙機器の分野で国際的に適用されている方法を採用した。この方法によると、従来得られている知見と新たに行うシミュレーションなどから故障木解析 (FTA : Fault Tree Analysis) などを用い、機能故障評価 (FHA : Functional Hazard Assessment) と予備的安全性評価 (PSSA : Preliminary System Safety Assessment) およびシステム安全性評価 (SSA : System Safety Assessment) を確実にを行う必要がある。これら一連のプロセスをコントロールするための定期的な会議が製造請負者との間で2~3週間に1度の割合で開かれ、あらゆる角度からの検討が行われている。この会議を通じ、試作する GBAS プロトタイプの日本における環境下における安全性の確保と、将来の実用機の認証を行う場合に備えた GBAS の安全性の解析方法の検討を行っている。さらに、前項に記したように、GBAS プロトタイプ・モデルの開発のために実装しなければならない安全性を保証する手法が十分に確立されていない機能に対して技術開発を行っている。このようなプロセスコントロールと技術開発は、プロトタイプが完成する平成22年3月まで行う予定である。

3. 研究成果

GNSSを利用した効率的な進入着陸フェーズにおける運航の実現を目指した研究を実施し、SBASにおける電離層嵐

検出法の開発においては、性能向上方式のうちの電離層嵐検出法について詳細な検討を行い、日本全国で安定して垂直誘導サービスを提供することが可能となるアルゴリズムを開発するとともに、適切な動作パラメータを明らかにした。これにより、MSASを用いてLPV-200による精密進入を提供する見通しが得られた。GBAS進入方式の検討においては、RNP-AR飛行方式、RNAV+ILSとGBAS飛行方式を比較することによって、GBASの相対的な優位性を示すことができたので、新たにGBASの曲線進入飛行方式に対する研究を立ち上げることとなった。GBASのリスク評価においては、プラズマバブルの脅威モデルの開発を行い、現実に近い3次元電離層遅延モデルをGBASの補正誤差計算を行うシミュレーションソフトウェアを開発するとともに、リスクを緩和させるアルゴリズムの開発では、『高カテゴリGBASのオペラビリティ向上とGNSS新信号対応に関する研究』で開発した信号品質監視手法をさらに改良し、GBASプロトタイプ・モデルに採用した。GBASプロトタイプ・モデルの開発においては、安全なプロセスをコントロールするFTAを用いたFHAとPSSAを行うための定期的な会議を製造請負者との間に2～3週間に1度の割合で開き、プロトタイプが完成する平成22年3月まであらゆる角度からの検討が行われる予定である。

4. まとめ

以上の通り、SBASについては、改良された電離層補正アルゴリズムを提案するとともに、独自に実施したシミュレーション実験により、本アルゴリズムの採用と監視局の適切な追加によってMSASによりほぼ日本全国でLPV-200(CAT-I)相当の精密進入実現が可能であることを示すことが出来た。

また、航空会社などからの導入要望が高いGBASについては、実現の鍵となる完全性モニタ技術の開発に進展が見られた。特に欧米と相当異なっており、自ら解決することが必要である電離層問題については、我が国特有な状況を反映した電離層モデルと補正誤差計算のシミュレーションソフトウェアを提案した。また、『高カテゴリGBASのオペラビリティ向上とGNSS新信号対応に関する研究』で開発した測距差推定手法をベースとした信号品質監視手法をさらに改良した。これらの進展を踏まえ、完全性を実証したプロトタイプ・モデルの開発に着手することが可能となった。同プロトタイプは平成22年3月には完成する見込みである。また、これと並行してGBASの利用技術であるGBAS進入方式の検討に着手し、本年度は基礎的な検討を行った。その結果、GBASが他方式と比べて有利であるとの可能性が

示された。今後、さらに検討を深めていくこととしている。

掲載文献

- (1) M. Kudo, N. Fujii and H. Yoshimura: “Facilitation of discussions for other GBAS applications to enhance operational benefits besides CAT-II/III capability” ICAO NSP WG, Montreal Canada, Oct. 2008
- (2) T. Yoshihara et al. : “Japanese Research and Development Status Concerning GBAS” , ICAO NSP WG, Bretigny France, Mar. 2009
- (3) 福島, 藤井, 齊藤, 吉原, 工藤; “Status of ENRI Research Activity” , Presentation of I-GWG 8th meeting, Palermo, Italy, Mar. 2009
- (4) 坂井, 松永, 星野尾: “MSAS Ionosphere R&D Update” , Presentation of SBAS IWG-17 Meeting, Frascati, Italy, Jun. 2008.
- (5) 工藤: “ENRI GBAS Research Activity” , Presentation of APEC GNSS技術革新サミット, Bangkok, Thailand, May. 2008.
- (6) T. Sakai, K. Matsunaga, K. Hoshino: “Modeling Ionospheric Spatial Threat Based on Dense Observation Datasets for MSAS” , Proceedings of ION-GNSS 2008, Savannah USA, Sep. 2008
- (7) S. Saito, T. Yoshihara, N. Fujii: “Development of an ionospheric delay model with plasma bubbles for GBAS” , Proceedings of ION-ITM 2009, Anaheim USA, Jan. 2009
- (8) 齋藤, 丸山*, 石井*, 久保田*: “Plasma bubble monitoring by transequatorial HF propagation and its usefulness for GNSS” , Proceeding of GPS/GNSS国際シンポジウム2008, Tokyo, Nov. 2008 (*情報通信機構)
- (9) 坂井: “電子基準点によるSBASの性能向上” , 第118回日本航海学会 GPS/GNSS研究会, 2008年5月
- (10) 星野尾 他: “2周波SBASについて” , 電子情報通信学会 2009年総合大会, 松山, 2009年3月
- (11) 齊藤, 藤井: “GBAS用SQMのしきい値の決定方法の検討” , 電子情報通信学会 2009年総合大会, 松山, 2009年3月
- (12) 坂井 他: “SBASにおける電離層脅威モデル” , 電子情報通信学会 2009年総合大会, 松山, 2009年3月
- (13) 吉原, 齋藤, 藤井: “日本におけるGBASの電離層モニタ方式に関する検討” , 電子情報通信学会 2009年総

合大会, 松山, 2009年3月

- (14) 坂井 他：“GNSS進入の導入による欠航回避効果の検討”，電子情報通信学会技術研究報告 宇宙・航行エレクトロニクス研究会, 2008年7月
- (15) 坂井 他：“航空用 GNSS の種類と対応受信機”，電子情報通信学会技術研究報告 宇宙・航行エレクトロニクス研究会, 2008年12月
- (16) 吉原：“GBAS(地上型衛星補強システム)の研究開発”，電子情報通信学会技術研究報告 宇宙・安全性研究会, 2008年11月
- (17) 武市, 工藤, 藤井：“GBAS導入の効果とその課題”，日本航空宇宙学会 第46回飛行機シンポジウム, 2008年10月
- (18) 坂井 他：“GNSS進入の導入による欠航回避効果”，日本航空宇宙学会 第46回飛行機シンポジウム, 2008年10月
- (19) 齋藤 他：“衛星航法と電離圏－電子航法研究所における電離圏研究”，地球電磁気・地球惑星圏学会第124回講演会, 2008年10月
- (20) 坂井：“衛星航法システムMSASの安全性設計”，日本信頼性学会 機関誌「信頼性」, VOL. 30, NO. 5, 2008年7月
- (21) 工藤：“Perspectives on Global Navigation Satellite Systems”，ENRI International Workshop on ATM/CNS, Tokyo, Mar. 2009.
- (22) 坂井, 松永, 吉原, 伊藤, 星野尾：“MSASの性能向上について(その2)”，平成21年度(第9回)電子航法研究所研究発表会, 2009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A】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○住谷 泰人, 石出 明

研究期間 平成18年度～平成20年度

1. はじめに

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

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

2. 研究の概要

本研究は3年計画であり、平成20年度は最終年度である。平成20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トラフィックモデルの検討
- ・ 数値解析シミュレータへのトラフィックモデルの導入とシミュレーション評価
- ・ 次世代航空衛星通信システムの調査

- ・ 新AMS(R)S国際標準案に関する航空局への技術支援

3. 研究成果

3.1 トラフィックモデルの検討

平成20年度は、平成18年度より検討してきたIP通信方式に基づく航空衛星通信プロトコル適合の数値解析シミュレータに、トラフィックモデルを追加するための検討を行った。

通信トラフィックの生成に関して、通信の一部に再送機能の制限を設ける方式を検討した。この検討により、各航空機、及び各チャネルにおいて、通信が行われていることを確認するための応答信号の再送機能を制限し、放送型の情報伝達を想定した方式をシミュレータに構築した。シミュレーション評価の結果、上記モデルについても、従来システム同様、良好な通信性能であることを確認した。

3.2 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2回全体作業部会（WG-W）に出席し、討議に参加した。全体作業部会は、航空通信パネル相当に位置づけられている会議で、ACPにおける周波数関連、国際標準案関連、技術関連、インターネットプロトコル関連の各作業部会の検討状況がまとめて報告される。今回は、FCS（将来の航空通信システム）の結果として、陸域全般にL-DACS（L-band Datalink Communication System）、空港面にIEEE802.16e、極地域など地域限定的な利用として衛星通信システムが最終候補であることが確認された。また、WRC07（世界無線通信会議2007）の状況として、FCSや無人航空機をはじめとする周波数の将来的な利用と占有の課題が報告され、ACPとしての今後の課題の情報共有がなされた。

また、ユーロコントロール等が主催する第10回次世代航空衛星通信システム会議（NexSAT）及び第5回空地通信システム会議（AGCFG）のジョイント会議に参加し、SESARプロジェクトの進捗状況やWRC07に向けた対応、ESAの提唱するIris計画等最近の航空通信システムの研究動向等を情報収集した。当研究所からは、

航空衛星通信システムで利用されるADS（自動位置情報伝送・監視機能）をインターネット通信のTCP/IP環境に適用したシミュレーション結果と、当研究所における航空用空地データリンク研究の動向について報告し、意見交換した。

これらの会議参加に伴う調査結果の一部は、日本航空宇宙学会年会講演会において講演すると共に、更なる調査結果を追加した上で、日本航空宇宙学会誌に投稿し、まとめた。

また、現用のインマルサット衛星における伝送遅延の一因であるログオンストーム問題の解決策に関し、数値解析シミュレータを利用した現象の再現と緩和策の検討を行った。この結果をIEEE Aerospace Conference 2009の査読付論文に投稿し、採録されたため、発表するとともに、他の航空関連の講演聴講も行い、情報交換及び参加者との意見交換を行った。

3.3 航空局等への技術支援等

平成19年度に引き続き、行政当局等より当該シミュレータを利用した追加シミュレーションの要望があり、別途受託請負として実施した。このシミュレーションは、当所の所有する現在の航空衛星通信プロトコルに適合した数値解析シミュレータを用い、所要のデータ長、伝送速度、伝送間隔、航空機数等の条件設定を行い、現在の航空衛星通信システムの伝送遅延時間等の伝送性能を解析するものである。この結果は、今後の航空衛星通信チャネルの利用の効率化に際し、活用される予定とのことである

また、航空通信パネル(ACP)の第12回国際標準案策定作業部会(WG-M)に出席し、策定中の次世代航空衛星通信システムの国際標準案に関し、サブワーキンググループメンバーとして、この案に関連する意見や要望等に関する行政当局への技術支援を実施した。

4. おわりに

次世代航空衛星通信システムは、汎用プロトコルの利用とビジネスモデルの確立等の点が考慮され、IPを利用した通信方式は、現用の航空衛星通信システムとも併用される予定である。このため、IPを利用した通信方式を当所の数値解析シミュレータに適用し、シミュレーション評価によりその性能を確認した。また、シミュレーション技術をより強固なものに確立でき、これら本研究の目標を達成した。

次世代航空通信システムは、航空衛星通信のみなら

ず、世界的な周波数利用の観点を考慮した上で、検討がなされている。またこれに伴い、国際標準案の策定と並行した意見集約や検討等が、ICA0やユーロコントロールが主催する会議においても議論されている。本研究では、これらの会議で、特に航空衛星通信システム分野における調査を実施し、航空局とICA0を技術支援した。今後も、これらの会議における検討事項は、将来の航空通信システムの実現に結びつくため、その動向を継続的に調査し、適切に対応していくことが必要である。

掲載文献

- (1) 住谷, 石出: “航空衛星データ通信における伝送遅延時間分布”, 平成18年度(第6回)電子航法研究所発表会講演概要, 2006年6月
- (2) 住谷: “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年7月
- (3) 住谷, 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”, 電子情報通信学会 2006年ソサイエティ大会, B-2-5, pp. 235, 2006年9月
- (4) Y. Sumiya, A. Ishide: “Self-synchronized ADS in IP network”, ACP WG-C11-25, Sep. 2006
- (5) Y. Sumiya, A. Ishide, : “Self-synchronized ADS in IP network”, 欧州NexSAT 8th Meeting, Sep. 2006
- (6) 石出, 住谷: “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年10月
- (7) 住谷, 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年10月
- (8) 住谷: “第3回AGCFG・第8回NexSAT Joint Meeting・第11回ICA0 ACP WGC会議速報”, 航空振興財団情報処理方式小委員会, 2006年10月
- (9) 石出, 住谷: “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年3月
- (10) 住谷, 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”, 電子情報通信学会 2007年総合大会, B-2-1, pp. 249, 2007年3月
- (11) Y. Sumiya, A. Ishide: “Simulation of self-synchronized ADS Using IP network”, 欧州NexSAT 9th Meeting, Sep. 2007

- (12) Y. Sumiya, A. Ishide: "Simulation of Self-synchronized ADS Using UDP/IP network", ACP WG-T1 WP05, Oct. 2007
- (13) 住谷, 石出: "衛星を利用した自己同期方式ADSの伝送特性解析", 日本航海学会 第117回秋季講演会, 2007年10月
- (14) 住谷, 石出: "UDP/IPを適用したADSの伝送性能解析", 電子情報通信学会 2008年総合大会, B-2-19, 2008年3月
- (15) 住谷, 石出: "衛星を利用した自己同期方式ADSの伝送特性解析", 日本航海学会論文集 第118号, 2008年3月
- (16) 住谷: "航空における通信システムの動向", 日本航空宇宙学会 第39期年会講演会, 2B6, 2008年4月
- (17) 住谷: "航空通信システムの動向", 日本航空宇宙学会 学会誌 Vol. 56 No. 656, 2008年9月
- (18) Y. Sumiya, A. Ishide: "Mitigation of Log-on Rush Phenomenon in Aeronautical Satellite Data Communication", IEEE Aerospace Conference 2009, Mar. 2009
- (19) Y. Sumiya, A. Ishide: "An Example of ADS Simulation using TCP/IP network", 欧州NexSAT 10th / AGCFG 5th Joint Meeting, Mar. 2009
- (20) Y. Sumiya, J. Kitaori: "Air-Ground Datalink Study in ENRI", 欧州NexSAT 10th / AGCFG 5th Joint Meeting, Mar. 2009
- (21) 住谷, 石出: "シミュレータによるログオンストーム現象の解析", 平成21年度(第9回)電子航法研究所研究発表会講演概要, 2009年6月

GPS受信機処理方式の高度化に関する研究【指定研究B】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○坂井 丈泰, 福島 荘之介, 齊藤 真二, 吉原 貴之, 松永 圭左

研究期間 平成20年度～平成21年度

1. はじめに

GPS受信機を航空機の航法に利用するためにはインテグリティ要件を満たす必要があり、各種の補強システムの開発が進められている。現在は各種のインテグリティモニタ方式が提案されているところであるが、それらの動作を比較・検証し、具体的なモニタ性能を知るためには、適切なソフトウェアおよび入力データを作成する必要がある。特に、インテグリティ要件にもっとも大きな影響がある誤差要因は電離層伝搬遅延であることが知られていることから、電離層遅延量を算出するソフトウェアを整備し、データベース化することは重要である。

また、一方でGPS受信機内部の処理方式については検討が尽くされたとはいえず、改善の余地がある。本研究は、GPS受信機および補強システムに関連するソフトウェアおよびデータベースを整備することにより、さまざまなモニタ方式の具体的な検討を可能とするとともに、受信機内部における処理方式の高度化を図るものである。

なお、本研究で整備するデータベースおよびソフトウェアについては、他研究テーマで利用可能であるほか、一般に公開することにより所外の大学や研究機関による利用も期待できる。

2. 研究の概要

インテグリティ要件の検討を進めるためには、各種のインテグリティモニタ方式を比較・検証し、具体的なモニタ性能を知る必要がある。このため、各種の補強システム内部の補強アルゴリズムの概略を把握するとともに、それらを整理することとした。

また、衛星航法システムのインテグリティ要件の検討にあたり、もっとも影響が大きい誤差要因は電離層伝搬遅延であることが知られている。従って、インテグリティ要件の検討に利用することを目的として、電離層伝搬遅延量を算出する計算機プログラムを作成することとした。

各種のインテグリティモニタ方式を比較・検証するためには、それぞれに対応するソフトウェアを個別に作成するのではなく、一貫した方向性にもとづいて検証用ソフトウェアを準備する必要がある。このため、共通のベースとなるソフトウェア・ライブラリを開発し、検証用ソフトウ

アの作成を効率的に進めることとした。また、当該ソフトウェア・ライブラリの評価用ソフトウェアとして、ユーザ受信機シミュレータを作成することとした。

さらに、GPS受信機を航空機に搭載し、インテグリティ性能評価用実験データを収集することとした。また、インテグリティ性能評価の自由度を高めるため、地上あるいは海上における実験データの収集も実施することとした。

3. 研究成果

平成20年度の研究成果は、次のとおりである。

補強アルゴリズムの整理検討については、将来的に利用拡大が予想されるRAIM方式（GPS受信機内部における補強方式）を中心とした文献調査を行った。あわせてSBASおよびGBASにおける補強情報の生成方式を検討し、これら補強アルゴリズムの特徴並びに差異を把握した。

電離層遅延量算出ソフトウェアの作成については、計算方式の検討に続いてソフトウェアを作成し、毎日のGPS測定データを入力として定常的に動作するシステムを構築した。

本システムにより日本全国の電離層遅延量を毎日計算・蓄積することとし、データの蓄積を開始した。また、過去における電離層嵐の際の観測データについても電離層遅延量を算出し、補強システムの設計に必要な情報を抽出した（図1、図2）。

GPS関連ソフトウェア・ライブラリについては、必要となるプログラム要素（関数）を抽出し、機能・仕様を整理して文書化した。また、多くのプログラム要素をC言語により実装し、初期的なライブラリを構築した。本ライブラリの評価用にユーザ受信機シミュレータを作成し、正常に動作することを確認した。

実験用航空機にGPS受信機を搭載し、主に離着陸時を中心として観測データを収集した。また、複数の観測拠点に受信機を固定し、連続観測を実施してデータを蓄積している。

4. おわりに

本研究は、GPS受信機を航空機の航法に利用するために必要となるインテグリティ要件の検討を進めるため、検証

用ソフトウェアに利用可能なソフトウェア・ライブラリおよび電離層遅延量データベースを作成し、また一方でGPS受信機内部における処理方式の高度化を図るものである。平成20年度は、ソフトウェア・ライブラリの開発を行うとともに電離層遅延量データベースの構築を開始し、また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21年度は、引き続きソフトウェア・ライブラリの開発を進めるとともに、インテグリティ要件の検証用ソフトウェアを作成し、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) 河合, 坂井 他: “地上波デジタル放送によるディファレンシャルGPSの有効性”, GPS/GNSS 国際シンポジウム, 2008年11月
- (2) 坂井 他: “RTCMフォーマットによるGPSデータ収集”, 電子情報通信学会 2009年総合大会, 2009年3月

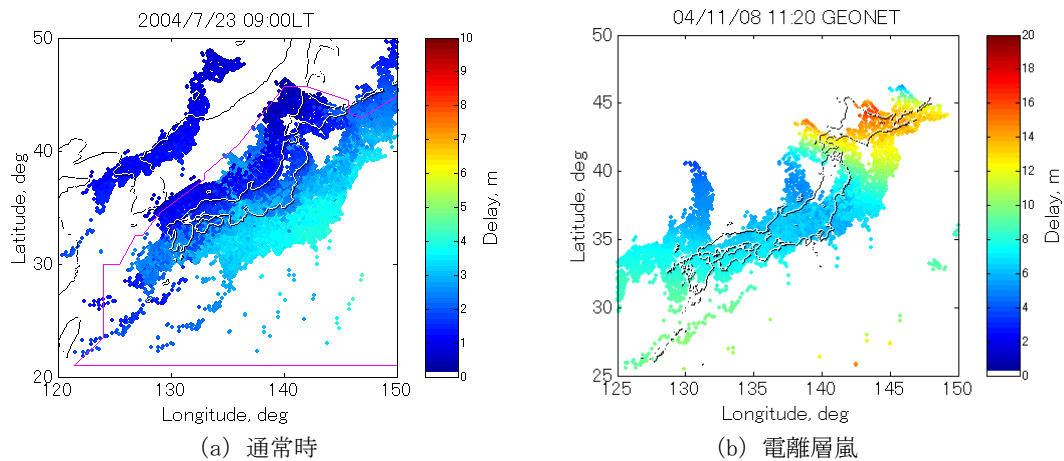


図1 電離層遅延量データベースのデータを可視化した例。観測データの得られた位置に、遅延量を色で表現してプロットした。電離層嵐の際のデータでは、北海道地方に異常な電離層密度増大領域（赤い部分）があることがわかる。

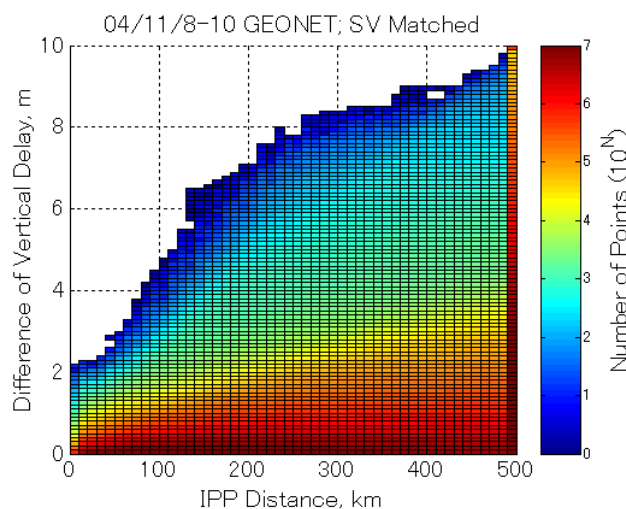


図2 2地点間の距離と電離層遅延量の差の関係。色により頻度を表したヒストグラムとなっており、100km離れた地点間では5m、500km離れると10mに及ぶ遅延量差があることがわかる。この観測例は、補強システム的设计にあたり重要な情報となる。

高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究【基礎研究】

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

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

2. 研究の概要

第 48 次南極地域観測隊は 2006 年末に昭和基地に接岸し、直ちに物資輸送を開始するとともに、基地内の建設工事、道路整備を行った。2007 年 2 月、昭和基地内に電離層擾乱観測の GPS 受信機を設置した。GPS 受信機には JAVAD Lexon-GGD を用いた。1 ヶ月ほどの予備観測の後、本観測を開始した。サンプリング周期は 10Hz、データの収集は 24 時間連続して行った。

図 1 に GPS の 2 周波から求めた電離層遅延量の変化を、写真 2 に同時刻のオーロラの状況を示す。強いオーロラの発生に同期して、電離層遅延量に大きな変動が見られた。また図 1 においてグラフが連続していない箇所があるが、これは電離層擾乱によって GPS 信号の位相及び強度等が急激に変化し、GPS 受信機のロックはずれが生じたことによるものである。

3. おわりに

南極・昭和基地において、初めて高速サンプリングの GPS 観測を行い、約 9 ヶ月間の連続観測データを収集した。取得したデータは今後も解析を継続し、特にオーロラの発生時期との関連に着目して評価を行う予定である。



写真 1 昭和基地における GPS 観測



写真 2 オーロラの状況 (2007. 5. 25 19:50UTC)

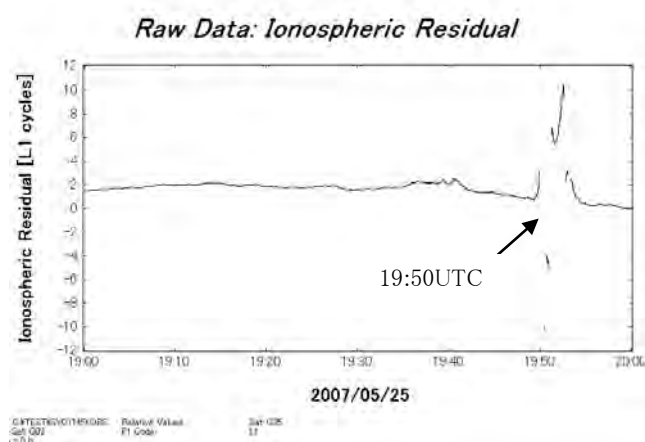


図 1 オーロラ発生時の電離層遅延量の変化

高速大容量通信アンテナを利用した航空通信システムに関する基礎研究【基礎研究】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○住谷 泰人

研究期間 平成20年度～平成22年度

1. はじめに

IEEE802.11(Wifi)、802.16(Wimax)、802.20等の世界的な高速無線通信規格が現在検討され、IEEEによる策定や運用が行われている。これらは陸上を中心とし、利用環境は最高300km/h程度とされ、高速移動中の航空機への適用は考慮されていない。しかし、空港において駐機中にWifi(無線LAN)を利用し、整備やパイロットへの情報提供等の航空通信システムが、航空会社や航空通信プロバイダ等によって試験運用され始めている。また将来の航空通信システムに関する調査研究(FCS)の結果として、今後、空港面でWimaxを利用した航空通信システムの導入の可能性が報告されている。WifiやWimaxでは、高速大容量通信が可能となるMIMO (Multi Input Multi Output)アンテナ等の利用が検討されており、将来は、航空通信システムにおける利用可能性が考えられる。このため、MIMOアンテナ等高速大容量通信を可能とするアンテナ(以下、「高速大容量通信アンテナ」と称する)について、将来の航空通信システムへの適用や応用の可能性、他のアンテナ等への影響等について調査、研究する。

2. 研究の概要

本研究は3年計画であり、平成20年度は、初年度である。平成20年度は、主に下記のことを行った。

- ・ 高速大容量通信アンテナの電波伝搬モデル及び実験用基礎システムの構築
- ・ 次世代航空通信システムの調査

3. 研究成果

3.1 高速大容量通信アンテナの電波伝搬モデル及び実験用基礎システムの構築

平成20年度は、航空に適用されることを考慮した高速大容量通信アンテナの電波伝搬モデルを検討した。送受信側とも2チャンネルの2×2の複数アンテナからなるモデルを構築した。このモデルに基づき、電波無響室を利用した環境下での実験に適した実験用基礎システムの検討を行った。この結果、アンテナを自作し、低コストで複数の周波数選択、送受信のアンテナ数を

変更可能な実験用基礎システムを構築することとした。

3.2 次世代航空通信システムの調査

次世代航空通信システムで、主に空港面で利用可能性のあるIEEE 802.16eについて、通信関連のICAO作業部会や欧州の国際会議、IEEEの文献等により、欧米で評価検討中であることを調査した。また、ユーロコントロールにおける欧州データリンクユーザーズグループ(ADAS DUG)の第9回会議の討議に参加し、情報収集した。参加者は、欧州の航空交通管理や通信関連研究者、航空機製造メーカー、通信プロバイダ等から構成される。この会議では、空港面データリンクシステムであるD-TAXIや時間を考慮した航空交通管理システムである4Dトラジェクトリ等、将来のデータリンクシステムに関する運用サービスや環境の定義と基礎的検討(OSED)を行っている。また検討結果は、EUROCAEやRTCA等の航空用データリンク標準の構築作業と意見交換し、反映されている。また、当研究所からは、航空用の空地データリンクの研究状況と所内の他の研究の動向について報告した。

4. おわりに

特に空港面の将来的な航空通信システムとされるIEEE802.16eに関し、利用可能性のあるMIMOアンテナを航空に適用するための電波伝搬モデルを検討した。この検討に基づき、当研究所の電波無響室を活用する実験用基礎システムの構築に着手した。この基礎システムを元に、今後共、様々な実験や改修を行い、研究及び調査する予定である。また、空港面を中心とする次世代航空通信システム関連会議の参加と文献に基づき、動向を調査した。これらにより、特に空港面の次世代航空通信システムの可能性を検討できると考える。

掲載文献

- (1) Y. Sumiya, J. Kitaori: "Development Program of Data link Study in ENRI", 欧州ADAS DUG 9th Meeting, Feb. 2009

曲線進入を考慮したTA経路生成方式の基礎検討【基礎研究】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○武市 昇, 蔭山 康太 (航空交通管理領域)

研究期間 平成20年度

1. はじめに

近年、欧米を中心にTailored Arrival (TA) の研究・開発が進められている。TAによりContinuous Descent Approach (CDA)が実現され、燃費効率の向上や騒音の低減が期待されている。一方、Ground Based Augmentation System (GBAS)の研究開発も盛んに行われ、航空機の実用上の標準装備となる可能性が高くなっている。将来においては、GBAS/TAP(Terminal Area Procedure)の機能を利用することにより、曲線進入の運航が可能となる。

そこで、次世代のATM/CNSのため、TA経路の生成方式に対する研究開発の現状および動向を把握し、曲線進入を考慮した具体的な実現方式を検討し、GBAS/TAPへの適用可能性および利点を明らかにする。

2. 研究の概要

本研究では、次の項目について基礎的な検討を行った。

- (1)TAに関する欧米での研究・開発の現状および最新動向の把握
- (2)実現可能なTA経路生成方式の基本概念検討
- (3)GBAS/TAPにおいて実現可能なアルゴリズムの概念検討およびその利点の明確化
- (4)今後のATM/CNSの研究開発への要求の明確化

3. 研究成果

3.1 TAに関する欧米での研究・開発の現状及び最新動向の把握

ユーロコントロールが主催するOPTIMALユーザーズフォーラムへ出席し、また、ユーロコントロール評価センター(EEC)を訪問して、欧州におけるTAに関する研究開発動向の調査を行った。

3.2 GBAS曲線進入方式の障害物間隔要件の検討

GBASの便益を明らかにするため、羽田空港を例に取り、北側(16及び22側)から有視界で進入する経路をGBASによる曲線経路に置き換えた場合のケーススタディを行った。検討に当たっては、①RNP-SAAAR、②RNP-SAAAR+ILS、③GBASの3つについて、水平方向及

び垂直方向の航法精度に着目して比較した。その結果、GBASが他の方法よりも障害物間隔要件を緩和でき、特に、曲線経路部分についてはその効果が著しいことを明らかにした。なお、この研究では航法精度のみに着目して比較したが実際には航空機の操縦性も含めた誤差を考慮する必要がある、これを考慮に入れた更なる検討が必要である。

以上の研究成果を、飛行機シンポジウムにおける講演及び学会誌において発表した。

4. おわりに

GBASのTAP機能による曲線進入がその他の方式と比べて有利である可能性を示した。この成果を下に、更なる展開を図るため、平成21年度から二カ年計画で新たに開始した「GBASによる運航方式の研究」のなかで引き続き検討を進めることとした。

掲載文献

- (1) 武市 他：“GBAS導入の効果とその課題”，第46回飛行機シンポジウム，2008年10月
- (2) 武市 他：“GBAS導入の効果とその課題”，日本航空宇宙学会誌 2009年5月号

高精度測位補正技術に関する研究【受託研究】

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, 坂井 丈泰, 福島 荘之介

研究期間 平成 15 年度～平成 20 年度

1. はじめに

国土交通省は、準天頂衛星（平成 22 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を行っている。その一環として、電子航法研究所は国土交通省の委託を受け、平成 15 年度から、高速移動体に適用可能で高信頼性の高精度測位補正実験システムの開発を実施している。

2. 研究の概要

高精度測位補正実験システムは、準天頂衛星、補正情報リアルタイム生成・配信システム、モニタ局（国土地理院電子基準点）、プロトタイプ受信機（利用者装置）、地上局から構成される。この実験システムでは、モニタ局で取得されたデータを用いて、補正情報リアルタイム生成・配信システムで高精度・高信頼性を実現するための補正情報を生成する。この補正情報は地上局および準天頂衛星を経由して利用者に放送される。利用者は、この補正情報を GPS 衛星から送信される信号に適用することにより、高精度・高信頼性の測位を行うことができる。電子航法研究所は高精度測位補正実験システムのうち、補正情報リアルタイム生成・配信システムおよびプロトタイプ受信機の開発を行っている。

3. 研究成果

平成 20 年度には、補正情報リアルタイム生成・送信システムとプロトタイプ受信機を組み合わせて、地上で総合試験を行った。

総合試験の目的は、実衛星の代わりに衛星シミュレータを用いて実用システムに近い実験環境を構築し、その環境の中で高精度測位補正実験システムの総合的な性能評価を行うことである。

この総合試験では、電子基準点観測データを用いて補正情報リアルタイム生成・配信システムで補正情報を生成する。生成した補正情報を衛星シミュレータに入力し、模擬準天頂衛星信号を発生させる。その模擬準天頂衛星信号および実 GPS 信号をプロトタイプ受信機に入力する。このような構成で高精度測位補正技術システムの総合評価を行った。図 1 に総合試験の構成を示す。

この総合試験において、電子基準点観測データにより生成した補正情報を GPS 衛星から送信される信号に適用することにより、サブメータ級の測位精度を実現でき、また、信頼性の確保が可能であることが確認できた。

4. おわりに

平成 15～16 年度に高精度・高信頼性の高精度測位補正方式の開発・評価、平成 17～19 年度には補正情報リアルタイム生成・配信システムおよびプロトタイプ受信機の設計・開発・単体評価試験を行った。平成 20 年度には補正情報リアルタイム生成・配信システムおよびプロトタイプ受信機を組み合わせて、地上での総合試験を行った。

国土交通省によると、今後の計画は下記のとおりである。

- (1) 地上局との接続システムの開発・地上局との接続試験の実施(平成 21 年度)
- (2) 実衛星を用いる技術実証実験の実施(平成 22 年度)

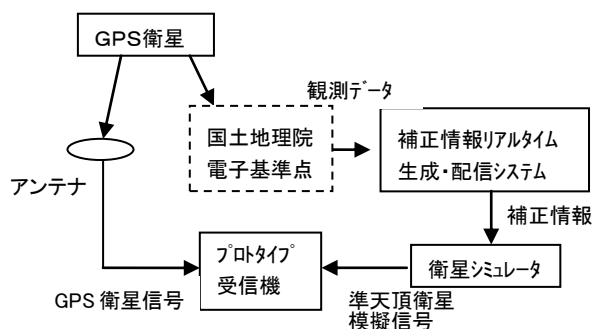


図 1 総合試験構成

掲載文献

- (1) 坂井 他：“準天頂衛星 L1-SAIF 実験局の開発状況”，第 52 回宇宙科学技術連合講演会，2008 年 11 月
- (2) 坂井 他：“The Ionospheric Correction Processor for SBAS and QZSS L1-SAIF”，米国航法学会国際技術会議，Jan. 2009

マルチラレーション管制機器化評価【受託研究】

担当領域 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

担当者 ○宮崎 裕己, 二瓶 子朗, 古賀 禎, 青山 久枝, 林 一夫, 上田 栄輔, 山田 泉,
角張 泰之

研究期間 平成 20 年度

1. はじめに

東京国際空港および成田国際空港では、新たな滑走路や誘導路の整備、既存滑走路の延伸、ターミナルビルの増設等が進められており、空港容量が拡張される計画である。そして、空港容量の拡張により交通量が増大した場合においても従来通りに安全かつ円滑な運用を提供できるように、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行われている。このうち空港面監視を支援するシステムとして、マルチラレーションの導入が進められている。

一方、地上管制の効率化と空港面運用の最適化を目指す将来の航空交通管理 (ATM) においては、現在管制支援機器として利用されている空港面監視装置を管制機器に位置づけることが必要であり、このためには空港面監視装置の機能・性能および信頼性の向上が必須の要件である。上述したマルチラレーションは、現行の空港面探知レーダー (ASDE) が持つ問題点を改善できる特徴を持ったため、両監視センサを組み合わせることで機能・性能、更には信頼性の向上が可能となり、空港面監視装置の管制機器化への実現が期待できる。

このような背景から本研究では、東京国際空港および成田国際空港に設置されているマルチラレーション評価用装置と運用 ASDE を利用して、空港面監視装置の管制機器化を図ることを目的とした評価試験を実施した。

2. 研究の概要

(1) 性能評価

運用時間帯におけるマルチラレーションの性能を確認するために、飛行検査機を利用した性能試験を行い、検出率や位置精度を評価した。

(2) 信頼性評価

評価試験にて必要となる改修を評価用装置に加えるとともに、監視データを長期間収集して、性能低下や機器不具合等の発生状況を評価した。

(3) 牽引車両 (トーイングカー) 監視評価

牽引中の航空機もマルチラレーションにより監視を行いたいとの要望から、車載型スキッタ送信機をトーイングカーに搭載して監視状況を評価した。

(4) 覆域拡大評価

管制支援機能を正確に動作させるためには最終進入エリアの監視も重要となることから、東京国際空港周辺にマルチラレーション受信局を配置して、覆域を拡大させた場合の監視状況を評価した。

3. 研究成果

(1) 性能評価

図 1 に飛行検査機の試験航跡と評価エリア毎の性能値を示す。評価の結果、検出率は各エリアとも 98%前後であり、位置精度は A 滑走路エリアを除き約 9m であった。

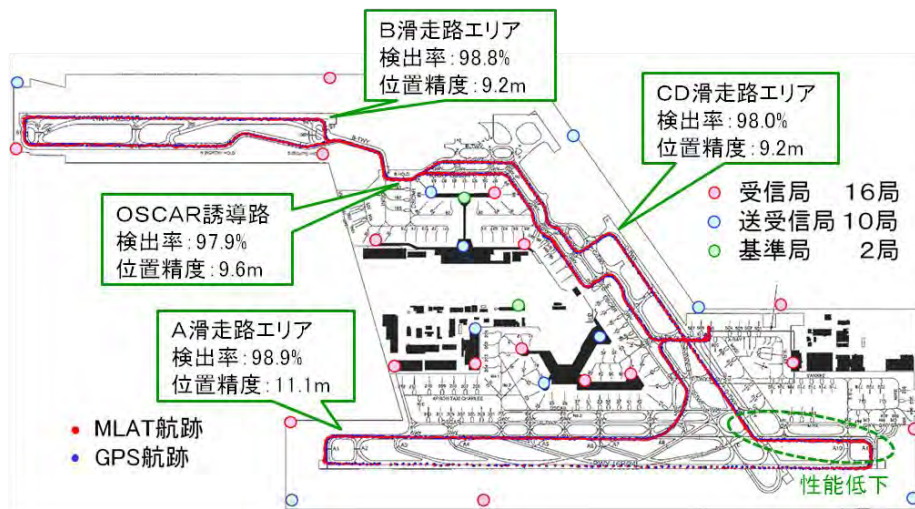


図 1 飛行検査機の試験航跡と評価エリア毎の性能値

A 滑走路エリアの位置精度は約 11m であり、特に図中緑波線の領域において性能の低下が発生した。本領域では試験時に出発待機中のエアライン機が集中していたことから、周囲のエアライン機の機体が信号干渉の要因となり性能が低下したと考えられる。本領域を除いた場合、位置精度は約 8m に向上する。この対策としては、アンテナを信号干渉の影響を受けにくい高所に設置することが有効である。本評価の性能値は、空港運用終了後の夜間を実施した実験用車両による評価と比較して全体的に悪い値である。この理由としては、運用時間帯では空港周辺も含めて多数の航空機が運航しているため、SSR 信号の輻輳による信号環境の悪化が挙げられる。

(2) 信頼性評価

識別情報表示の正確性を評価するための準備として、評価用装置に航空機便名を直接表示させるための改修を加えた。図 2 に航空機便名が表示された画面例を示す。評価の結果、特定の領域においてマルチラテレーションの性能低下や ASDE の偽像が発生することを確認した。性能低下の原因は、空港の拡張に伴い新たに設置された構造物が影響しており、アンテナの移設等により対処できた。ASDE の偽像に対しては、両センサ間の相関処理により偽像を排除する機能を追加した。機器不具合に関しては、落雷（誘導雷）による電源ユニットの故障が発生した。

(3) トーイングカー監視評価

運航会社の協力を得て、各種の航空機を牽引した状態における監視状況を確認した。図 3 に評価状況の写真を示す。評価は、マルチラテレーションに加えて ADS-B 方式による監視状況も確認した。図 4 に両監視センサによる航跡例を示す。評価の結果、ADS-B では大型機のトーパレス型牽引も含めて良好な航跡が得られた。一方、マルチラテレーションでは一部の領域において航跡の乱れや欠落が発生したが、全体的にはおおむね良好な航跡が得られた。実運用システムでは受信局数が大幅に増加することから、良好な航跡が得られることが期待できる。



図 2 航空機便名が表示された画面例

(4) 覆域拡大評価

監視覆域を拡大するために「海ほたる」「蟹ヶ谷宿舎」および「台場 VOR/DME」に受信局 3 局を追加配置した。図 5 に「海ほたる」における受信局の設置状況を示す。また図 6 に覆域拡大前後における着陸機航跡例の比較を示す。覆域拡大前では、空港から 10NM 付近で航跡に乱れが生じたが、覆域拡大後では 20NM 付近まで明確な航跡が得られた。



図 3 トーイングカー監視の評価状況

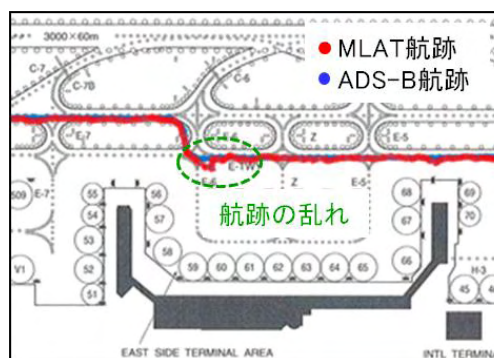


図 4 両監視センサによる航跡例

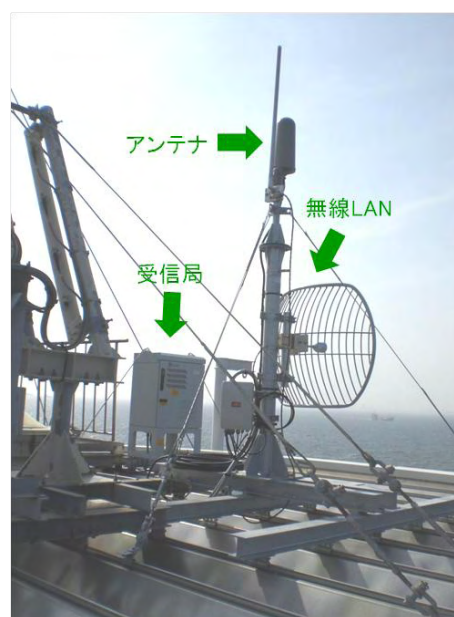


図 5 「海ほたる」における受信局の設置状況

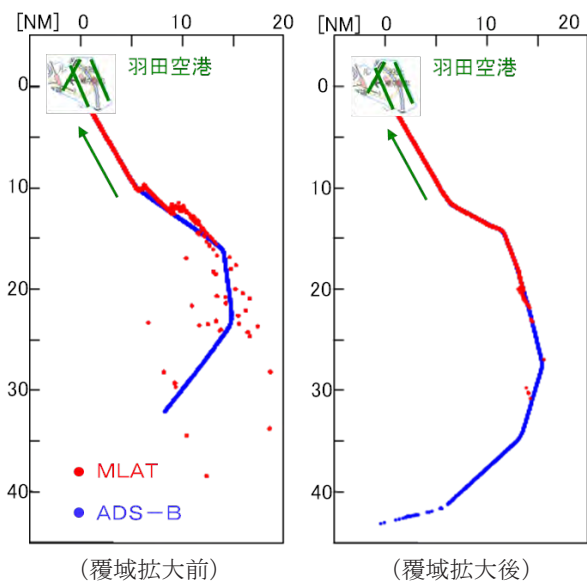


図6 覆域拡大前後における着陸機航跡例の比較

4. 考察等

本（委託）研究において、空港面監視装置の管制機器化を図ることを目的とした評価試験を実施した。性能評

価では、マルチラテレーションは運用時間帯では夜間と比較して若干性能が低下するが、運用に影響するような性能低下は発生しないことが確認できた。ただし、出発の待機中等の航空機が集中した状況においては注意が必要である。信頼性評価では、特定の領域において性能低下が発生したが、新たに設置された構造物が原因であり、システムとしての性能低下は確認されなかった。トーイングカー監視評価では、航跡の乱れや欠落が発生したが実運用のマルチラテレーションでは、牽引中の航空機も監視可能であると考えられる。覆域拡大評価では、受信局を空港周辺に配置することにより監視覆域の拡大が可能であることが確認できた。

これらの評価結果は、空港面監視装置の管制機器化に必要なとされる技術的要件を策定する基礎資料として有効に活用できる。

掲載文献

- (1) “マルチラテレーション管制機器化評価委託” 電子航法研究所受託研究報告書，2009年3月

マルチラレーション導入評価委託（エプロンエリア）【受託研究】

担当領域 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

担当者 ○宮崎 裕己, 二瓶 子朗, 古賀 禎, 青山 久枝, 林 一夫, 上田 栄輔, 山田 泉,
角張 泰之

研究期間 平成 20 年度

1. はじめに

成田国際空港では B 滑走路の延伸や迂回誘導路の新設等の整備が進められており、交通量が増大するとともに地上管制も複雑化することが想定されている。このような状況においても従来どおりに航空機が安全かつ円滑に運航できるように、飛行場管制支援機能の一部としてマルチラレーションの導入が計画されている。

マルチラレーションとは、航空機から送信される信号を空港に設置された複数の受信局により検出して、その検出時間差から航空機の位置を算出する新しい方式の監視システムである。そして、性能を十分に発揮させるためには、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る。特に、建造物が多数存在するエリアにおいてはアンテナの配置および設置位置に関して十分な注意が必要であり、事前検証を行うことが望ましい。

本研究では、成田国際空港株式会社からの委託により、成田国際空港のエプロンエリアにおける事前検証を目的としたマルチラレーションの評価試験を実施した。

2. 研究の概要

2.1 評価用装置の設置調整

国土交通省東京航空局が取りまとめた「成田国際空港マルチラレーション整備基本設計」における配置案に基づいて評価用装置を設置するとともに、正常に動作するように調整した。

2.2 評価試験の実施

所定の評価エリアに対して性能試験を行い、設定パラメータの最適化を図るとともに、取得データから検出率や位置精度等を解析した。また、性能劣化が確認された領域に対しては、その改善策を適用した再試験を行い、性能の改善状況を確認した。

2.3 性能要件の取りまとめ

評価試験の結果を考慮したエプロンエリアに対する配置案ならびに性能要件案を取りまとめた。

3. 研究成果

3.1 評価用装置の設置調整

準備した評価用装置に対して、総務省東北総合通信局による無線局検査を受検して、これに合格した。検査合格後、配置案に基づいて評価用装置を設置した。図 1 に評価用装置の配置を示す。図中緑波線円により囲まれた機材が本研究において準備した評価用装置である。一方、他の機材は滑走路と誘導路を評価対象とした評価用装置（東京航空局所有）である。評価試験は、両方の評価用装置を接続して実施した。図 2 にターミナルビル屋上における受信局の設置例を示す。

3.2 評価試験の実施

試験は、効率的なデータ取得を考慮して、実験用車両にトランスポンダを搭載して実施した。性能要件として、欧州が制定した EUROCAE ED-117 を参照した。



図 1 評価用装置の配置



図 2 受信局の設置例

(1) 初期の試験結果

初期の試験では空港内の多数の領域において性能低下が確認された。取得データを解析した結果、本来では信号が検出されるべき受信局において検出されていないことが判明した。ターミナルの形状が複雑な領域で特に発生しているため、建造物による信号の反射や遮蔽が原因として考えられる。この問題に対しては、アンテナを高く設置することや受信局を追加することが一般的に有効である。しかしながらこれらの方法は、エプロンエリアでは構造的にアンテナを高く設置できない場合が多く、また設置費用の大幅な増加も招くことから、実質的に困難である。更には、受信局数の増加はシステムの複雑化をもたらすため、性能低下の要因となる恐れもある。

(2) 性能低下への改善策

性能低下への改善策として、空港全体の広い範囲に対して見通しが得られる、すなわち非常に高い建造物の上部に受信局アンテナを設置する方法を採用した。この方法により、新たに頑強な鉄塔を整備する必要がなく、また受信局数を増加させることもなく、建造物による信号の反射や遮蔽の影響を大幅に軽減することが可能となる。更には、より良好な受信局配置が得られる利点もある。受信局アンテナは、空港中央に位置する西側ランプコントロールタワーの上部に設置した。図3に空港内における西側ランプコントロールタワーの位置と外観を示す。

(3) 改善策を適用した再試験

表1に第2ターミナルエリアにおける性能値を改善策の適用前後で比較して示す。改善策の適用により性能値は向上した。図4に性能低下の発生状況を改善策適用前後で比較して示す。改善策の適用により性能向上が図られたことが確認できたが、一部の領域では依然として性能低下が発生している。しかしながら実運用装置では、管制塔の上部に受信局が配置され、更には、ターミナルビル屋上に設置された受信局のアンテナ高を上昇させる計画でもあるため、これら領域で発生している性能低下の解消が期待できる。試験の結果から、改善策は有効であることが確認できた。

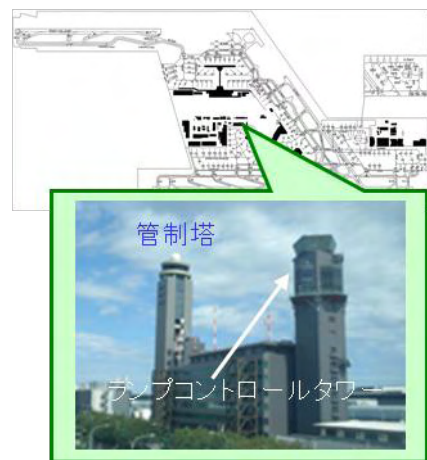
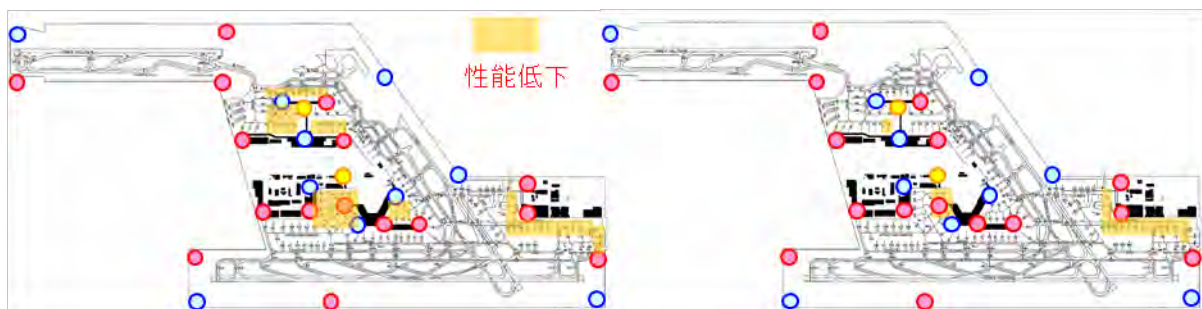


図3 西側ランプコントロールタワーの位置と外観

表1 第2ターミナルエリアにおける性能値の改善策適用前後での比較

スポット番号	検出率		位置精度	
	適用前	適用後	適用前	適用後
63	98.7%	100%	14m	6.8m
77	97.6%	100%	43m	6.6m
84	100%	100%	108m	9.5m
95	96.9%	100%	226m	7.7m
性能要件	99.9%以上(5秒間隔)		20m以下	



(a) 適用前

(b) 適用後

図4 性能低下の発生状況の改善策適用前後での比較

3.3 性能要件の取りまとめ

評価試験の結果を考慮して配置案および性能要件案を取りまとめた。図5にエプロンエリアにおける性能要件案を示す。図中青線により囲まれた領域では広範囲に性能低下が発生しており、性能要件を満たすためには相当数の改善策の適用が必要となる。このため費用対効果を考慮して性能要件を設定することが妥当と考えられる。



検出率	位置精度
98%以上(2秒間隔)	12m以下(95%信頼性レベル)
99.9%以上(5秒間隔)	20m以下(95%信頼性レベル)

図5 エプロンエリアにおける性能要件案

4. 考察等

評価試験の結果、一部の領域を除いて性能要件を満たしていることを確認した。ターミナルの形状が複雑な場合、信号の反射や遮蔽に起因した性能低下が多発するが、空港の広い範囲を見渡せる高所に受信局アンテナを配置することにより、設置費用の増加を招かずに性能を改善できることも確認した。また、性能要件が満たされていない領域に対しては、実運用装置において性能の改善が期待できることから、エプロンエリアに対するマルチラレーション導入の見通しを得ることができた。

本研究の成果は、成田国際空港に導入されるマルチラレーション実運用装置の配置案ならびに性能要件に反映されている。

掲載文献

- (1) “マルチラレーション導入評価委託(エプロンエリア)”，電子航法研究所受託研究報告書，2009年2月

車載型拡張スキッタ送信機の評価【受託研究】

担当領域 先進型地上走行誘導管制システム開発プロジェクト
担当者 ○上田 栄輔, 二瓶 子朗, 宮崎 裕己, 林 一夫, 角張 泰之
研究期間 平成 20 年度

1. はじめに

空港容量の拡張に伴う交通量の増大や運用の複雑化に対応するため、空港面監視を支援するシステムとしてマルチラレーションの整備が進められている。一方、滑走路や誘導路を走行するトーイングカー等の車両についても同時に監視したいとの要望があり、航空機搭載用トランスポンダと同じ形式の信号を自発的に送信する車載型拡張スキッタ送信機の開発が進められている。

本受託研究の目的は、東洋無線システム株式会社（以下東洋無線社）が試作した車載型拡張スキッタ送信機について、東京国際空港に設置されているマルチラレーション評価用装置を利用して評価試験を実施することである。

2. 評価の概要

当研究所の実験用車両に東洋無線社の試作装置を搭載して、東京国際空港の場周道路で走行試験コースを往復する走行試験および定点観測試験を行った。監視センサとして、ADS-B およびマルチラレーションの両方の監視方式について性能評価を行った。評価項目は、主として位置精度と検出率について実施した。位置精度はキネマティック GPS 測位で得られた基準位置と試作装置で得られた測定値の差を誤差として、その 95%信頼性レベル値から求めた。一方、検出率は一定時間間隔内（2 秒）で信号が検出された場合を「検出」として、全間隔数に対する検出数の割合から求めた。これらは、欧州（EUROCAE）が制定した最少運用性能要求（MOPS）で利用されている算出方法である。これらの評価に対して、既製品の Era 社製 Squid と比較評価を行った。

3. 評価結果

表 1 は ADS-B による監視性能、表 2 はマルチラレーションによる監視性能の評価結果を示す。ADS-B による評価では、位置精度は走行試験で約 7m、定点観測試験で 2.7m、また検出率はともに 100%であり、Era 社製 Squid と同等な結果が得られた。一方、マルチラレーションの評価では、走行試験で位置精度は約 13m、検出率は 100%未満となり、Era 社製 Squid に比べて性能が低い結果となった。マルチラレーション監視性能低下の要因は、主にアンテナ放射

電力の差によるものと考えられる。アンテナ放射電力の差が、遠方の受信局における信号検出差となり、マルチラレーションにおける GDOP が一部悪化した。これらの原因により、検出率および位置精度を低下させたものと考えられる。

表 1 ADS-B による評価結果

試験項目	東洋無線社		Era 社	
	試作装置		Squid	
	位置精度	検出率	位置精度	検出率
走行試験（往路）	6.6m	100%	5.7m	100%
走行試験（復路）	7.3m	100%	6.1m	100%
定点試験	2.7m	100%	4.9m	100% ^{※1}

表 2 マルチラレーションによる評価結果

試験項目	東洋無線社		Era 社	
	試作装置		Squid	
	位置精度	検出率	位置精度	検出率
走行試験（往路）	13.7m	96.7%	7.0m	100%
走行試験（復路）	12.2m	99.5%	7.7m	100%
定点試験	3.3m	100%	3.7m	100% ^{※1}

※1 10 秒間隔の検出率（参考値）

4. 考察等

東洋無線社の試作機は、一体型でないため送信機とアンテナを結ぶケーブル損失が大きく、アンテナにおいても既存のトランスポンダのものを使用している。一体型構造によるアンテナケーブル損失の削減およびアンテナ放射パターンを水平方向へ絞った特性とするよう提言を行った。

掲載文献

- (1) 宮崎 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”，平成 19 年度（第 8 回）電子航法研究所研究発表会講演概要，2007 年 6 月
- (2) EUROCAE : ED-117, Minimum Operation Performance Specification for Mode-S Multilateration System for Use in Advanced Surface Movement Guidance and Control System November 2003

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 20 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. SSR モード S の高度運用技術の研究
4. 電波特性の監視に関する研究
5. 航空機の安全運航支援技術に関する研究
6. 航空機衝突防止装置の運用状況に関する研究
7. 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. 効率的な協調意思決定を支援する情報環境実現のための要素技術の調査研究
9. 航空管制官等の健全性評価に係る生体信号処理手法の研究
10. 対空通信メディア高度化に関する基礎研究
11. 受動型 SSR を利用した空港環境騒音計測システムの実用化に関する研究
12. 信号源位置推定手法に関する基礎研究

1～5 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 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。

4 は計器着陸システムのグライドパス（ILS GP）の完全性、連続性の向上のため近傍モニタの改良、モニタ反射板の改良、モニタ反射板の誘電率測定装置の開発を行うものである。

5 は、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。

6～9 は指定研究である。

6 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。

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、協調的意思決定を行うための高度な情報の共有化を支援する要素技術の調査研究を行うものである。

9 は当所で開発してきた発話音声から覚醒度を評価する信号処理技術を航空管制業務等の現場において利用するため、発話音声データの品位と覚醒度の診断値の検討と信号処理アルゴリズムの改善を行うものである。

10～11 は基礎研究である。

10 は航空通信に適した広帯域無線通信技術の基礎を研究するものである。

11 は受動型 SSR の精度を向上するため、ADS-B 情報等を用いた補正技術を開発するものである。

12 は航空機の監視や干渉信号源の特定などに利用できる発信源位置推定における誤差の検討と精度向上について研究するものである。

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 帯域利用動向要件調査のため、ICAO の航空監視パネルの機上監視サブグループ（ASSG: Airborne Surveillance Sub-Group）会議に参加し、技術的課題に関する報告の作成に寄与した。ASAS（Airborne Separation Assistance System）要件調査のため、ASAS-RFG（Requirement Focus Group: 要件検討会議）に参加し ASAS 運用要件を調査した。また、前年度までに実現した広帯域電波信号環境測定装置を当所の実験用航空機に搭載し、予測精度の検証実験を行った。ARNS 帯域内の電波信号環境予測手法の開発において信号環境予測シミュレーションの際に使用する機器運用シナリオモデルを設計した。

携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究では、航空機内での電波環境を測定するため、広帯域アンテナを試作し、運航中の航空機内で実測した結果、2.4GHz の特定小電力無線機や、携帯電話などの電波が捕捉されることが明らかとなった。また、当所実験用航空機で飛行しながら携帯電話基地局の電波を測定した結果、18,000ft 程度では基地局は十分捕捉されることが分かった。研究成果は米

国航空無線技術協会（RTCA）の202 専門委員会（SC-202）にも報告し、基準の作成に貢献した。

SSR モード S の高度運用技術の研究では、平成 20 年 4 月に当所調布本所・アンテナ試験塔に個別調整機能および動態情報取得機能を有する SSR モード S 実験局を開局し、調布局および岩沼局を用いた個別調整機能の検証を行った。また、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 が持つロール角や対地速度などの動態情報を地上局にて取得する技術について、在空機の監視実験を実施し機能の検証を行った。そして、地上局識別番号のネットワーク調整技術についての検討を開始した。

電波特性の監視に関する研究では ILS GP の近傍モニタにおける近接効果を低減し遠方界との相関を向上するため、アレイアンテナによる近傍モニタのシミュレーションとスケールモデル実験を行っている。また、GP モニタの特性改善のため各種反射板のシミュレーションによる比較検討、反射面の反射特性推定に必要な誘電率測定センサの開発を行った。

航空機の安全運航支援技術に関する研究では、TIS-B などについて海外動向調査と技術の検討を行い、1090MHz 拡張スキッタ送信システムの仕様を決定し、情報処理部と高周波部を試作した。地上受信装置の開発は継続している。また、電波伝搬（覆域）特性・信号環境を事前把握するため、飛行実験を行った。

航空機衝突防止装置の運用状況に関する研究では、継続して ACAS の警報に関するパイロット RA レポートを調査し、ICAO/AS パネル作業部会に報告した。また ACAS 改良動向に関して多方面から情報を得た。ACAS のモード S 質問信号が ATC トランスポンダに誤解釈される現象について、FAA から一部の機種が低電力の信号を誤解釈するとの情報が得られ、ACAS 信号環境シミュレーションツールを改良できた。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。

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、19 年度に試作した送受分離型ミリ波モジュールの性能評価試験を電波無響室で行った。また、これらを屋外でのフィールド試験に使用できるよう、現在の技術基準である $76.5\text{GHz} \pm 0.25\text{GHz}$ で動作するよう変調器とともに組み込み、送受一体型レーダとし技術基準適合証明を取得した。これを用いてフィールド試験を行ったところ、最大 75m の検知性能であった。その他、様々な用途

に適応できるミリ波レーダ用アンテナと反射器を開発した。

効率的な協調意思決定を支援する情報環境実現のための要素技術の調査研究では、航空管制業務を典型とする様な業務形態において協調的な意思決定を効率的に行うための情報基盤の在り方について検討した。

航空管制官等の健全性評価に係る生体信号処理手法の研究では、発話音声分析技術の従来研究において開発した CENTE の高度化のため、パラメータの検討を行った。また、筐体の熱設計を改善した。

対空通信メディア高度化に関する基礎研究では、マルチパスやフェージングによる影響が顕著に現れる HF 帯におけるデータ通信への CDMA 及び OFDM の適用を検討するため、可聴周波数帯における CDMA 信号の生成ができる実験装置を試作した。

受動型 SSR を利用した空港環境騒音計測システムの実用化に関する研究では、コンパクトな構成部品を製作し、パソコンに航空機の測位情報を表示する受動型 SSR を試作した。羽田空港等における実験により、空港周辺環境評価に十分な機能を有することを確認した。

信号源位置推定手法に関する研究では、信号の発生源を推定するための基本測定法について検討し、航空局が将来導入を検討している干渉波測定装置についての仕様書検討支援も行った。また、到来方向推定のために使う受信機を製作した。

今年度は上記の 12 件の研究に加えて、以下に示す 5 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) 先端 ICT を活用した安全・安心な交通システムの開発
- (2) ILS における積雪影響の軽減試験評価作業
- (3) 電磁波遮蔽容器の電磁波遮蔽に関する検証等について
- (4) PRISM に搭載するアンテナ（ダイポールアンテナ、モノポールアンテナ、ターンスタイルアンテナ）の利得、指向性測定のための施設、機器使用
- (5) 東京国際空港周辺電波環境調査に関する支援作業

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、広帯域信号への干渉予測に対応できる信号環境予測手

法を開発し、この計算結果を活用してより正確な信号環境予測をすることにより、無線関係法令を改定する際に新システムと SSR や ACAS 等既存システムの電波の共用条件を示す根拠となる見込みである。航空機衝突防止装置の運用状況に関する研究において長期間実施して得られた成果は、ICAO/ASP/WG 会議にて高く評価され、ICAO の ACAS マニュアルなどの改定に反映される見込みである。携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究では、米国航空無線技術協会 (RTCA) に研究成果を報告し基準の作成に貢献した。受動型 SSR を利用した空港環境騒音計測システムの実用化に関する研究で開発した受動型 SSR は、財団法人空港環境整備協会において利用されることになった。受託研究の ILS における積雪影響の軽減試験評価作業で開発した、反射面の遮蔽構造体を使用したコース偏位抑制法は、空港における積雪の影響軽減への利用が期待される。

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。また国際会議関連で航空局への技術協力を行った。

(機上等技術領域長 田嶋 裕久)

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】

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調査や予測が必要である。

早急に解決を要する課題として、GPS-L5 や 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 MLAT や ADS-B による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 の航空監視パネル（ASP: Aeronautical Surveillance 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）の実現可能な性能やチャネルを共用する二次監視レーダ（SSR: Secondary Surveillance Radar）等への干渉を検討してきた。また、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。

さらに、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 20 年度は 4 年度目である。平成 20 年度は、主に下記のことを行った。

- ARNS 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航空機搭載

- 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
- 航空局他への技術支援および途中成果の活用

3. 研究成果

3.1 ARNS 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。2007 年世界無線通信会議 WRC-07 にて、航空移動通信サービスのためのデータリンク（AMRS: Aeronautical Mobile Radio Service）について、ARNS 帯域内への周波数割当作業が開始された。これらの電波信号発生量は、ASAS 応用方式を基に定められる ASAS 性能要件や応用方式の想定運用シナリオから導出されるため、ASAS 機器方式案のみならず運用方式案の調査も必要である。

3.1.1 ICAO 関連会議

ICAO の航空監視パネル ASP 会議の機上監視サブグループ（ASSG: Airborne Surveillance Sub-Group）会議に参加し、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 20 年度は、パネル会議に向けて機上監視（Airborne Surveillance）装置に関する ICAO ANNEX10 追記事項の作成作業に参加した。ASSG の作業を分担し、既存の ACAS の機能性能を害さないことなどの追記を提案し、WG に承認された。

また、既存の管制情報処理システムへの ADS-B センサの接続を容易にするため、現在の SSR のモード A 応答信号と同じ DBC (Discrete Beacon Code) を ADS-B 信号規

格を追加することがASP作業部会にて合意された。しかし、信号環境への影響は軽微であると予想される。

3.1.2 関連会議の調査

ASAS-RFG (Requirement Focus Group : 要件検討会議) は、米国 FAA/EUROCONTROL 共同研究開発プロジェクト Action Plan 1 により開始され、RTCA/ EUROCAE 合同作業部会に移管されている。RTCA/EUROCAE の規格文書としてその成果が出版されるとともに、ICAO のASP等関連会議にも積極的に活用される見込みである。ASAS-RFG では、ASAS 運用方式の定義やこれに基づくASAS性能要件、安全性、導入効果の分析を進めている。この討議資料を入手しASAS運用要件を調査した。

ASAS-TN2 (Thematic Network 2) 会議は、ASAS 関連の情報共有を目的としたEUROCONTROL後援の会議である。同会議幹事の依頼により、日本におけるASAS関連の研究動向の調査結果を発表した。また、同会議にてSESARやNextGENなど、欧米のATM関連将来計画におけるASASの位置づけなどについて情報を得た。

この他、軍用信号の状況を調査するため、軍用データリンクJTIDSおよびMIDSの干渉防止手法に関する情報交換会議であるJTIDS/MIDS MNWG (Multi-National Working Group) 会議や、環太平洋地区の軍用無線周波数関連情報を交換するPACOM-SMC (Pacific Command - Spectrum Management Conference) 会議にてARNS帯域内軍用信号の利用動向を調査した。

3.2 広帯域電波信号環境測定装置の航空機搭載

将来のARNS帯域内では、GPS-L5信号など数十MHzの帯域幅を持つ広帯域信号の使用が見込まれている。これに、DMEなど既存の信号が干渉する。このとき、DMEの信号は1MHz毎に割り当てられているため、広帯域信号に干渉する複数のチャンネルの信号を一括測定分析する手法が必要になる。

平成20年度は、前年度までに実現した広帯域電波信号環境測定装置を当研究所の実験用航空機に搭載する作業を実施した。この搭載作業のため次の要件を定めた。

- ・ RAID-HDD を持つ記録部は振動衝撃から守る必要があるため、ショックマウント付き台座を用いて搭載
 - ・ 測定装置が他の無線機器に有害な干渉を与えない
- ショックマウント付き台座については、同様の測定機器の搭載を計画している他の研究テーマ担当者と調整し、多様な実験機器の搭載に際して共用できるよう仕様を検討した。その結果、航空機の安全運行支援技術の研究に

使用する搭載実験機器と共用可能なショックマウント付き台座を用いることができた。

今回搭載した測定装置は、当研究所の電波無響室を用いて漏洩電波を測定し、無害であることを確認した。

当研究所の実験用航空機に搭載された広帯域電波信号環境測定装置は航空局の修理改造検査を受検し、合格した。これを用いる飛行実験を実施し、飛行中にGPS-L5帯域やこれへの干渉信号を一括して100MS/sの速度で1時間連続測定することに成功した。

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20年度は、信号環境予測シミュレーションの際に使用する機器運用シナリオモデルを設計した。その際に、低電力質問信号を誤読するATCトランスポンダが信号環境に与える影響が大きいことが判明した。特に、ATCトランスポンダから見て遠方から低電力の干渉をするACASの分布の想定が重要であることも明らかになったため、学会に概要を発表した。この検討結果を活用することにより、正確な信号環境予測が期待できる。

今後は、次年度以降のシミュレーションプログラム作成において、この結果を活用する予定である。正確な予測結果は、無線関係法令を改定する際に、マルチラレーションMLATなど新システムとSSRやACAS等既存システムの電波の共用条件の根拠となることが期待される。

3.4 広帯域一括測定精度と予測精度の検証実験

平成20年度前半は、既存の実験装置を組み合わせて製作した予備実験用測定機器を用いて、飛行実験により短時間の信号環境データを繰り返し測定した。実験では、当研究所の実験用航空機を用いて、主に瀬戸内海沿岸上空についてGPS-L5とGalileo-E5b帯域の受信信号を測定した。その結果、Galileo-E5b帯域においても、一部の空域にて、地上干渉波源により数MHzの帯域幅を持つ干渉信号が観測されることがわかった。

3.5 航空局他への技術支援および途中成果の活用

航空局への技術協力として、ICAOのASPパネル会議作業部会に関する調査に協力した。また、ASASや軍用無線機器に関する調査結果等を逐次報告した。

本研究により得られた信号環境に関する知見をもとに、総務省の無線関係法令を検討する委員会など

に情報を提供し、その討議に貢献した。

この他、学会誌などに、研究に伴う調査結果や実験結果等、研究成果をまとめた情報を提供した。

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 の実現が見込まれる 2014 年以降は、GNSS やその情報を活用する ASAS の実現が期待されており、航空機搭載品やその運用方式が大きく変わり始め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、ASAS-RFG など多くの会議において ASAS 関連の技術課題が議論されるようになり、研究の進展が著しい。特に ASAS 運用方式に関する検討結果が出始める時期であり、今後とも ASAS 要件の調査を継続する必要がある。

本研究にて開発される信号環境の測定記録手法や分析手法は、GNSS 等の広帯域信号に干渉する信号の実態調査や干渉発生量予測の検証に役立つと期待される。平成 20 年度の研究では、前年度までに製作した実験機器を当研究所の実験用航空機に搭載し、実環境測定を可能にした。今後は、これを用いる測定や将来予測のために必要な実験を実施する予定である。特に、GPS-L5、MLAT、新しいデータリンクなど ARNS 対域内に新たに導入される信号への既存信号の干渉を測定分析し、将来の円滑な無線機器導入と運用に資することをめざしたい。

掲載文献

- (1) S.Ozeki, T. Otsuyama: "Another risk of interference in ARNS band.", JTIDS/MIDS Multi-National Working Group, Apr. 2008
- (2) S.Ozeki, T. Otsuyama: "Updates on signal environment activities in Japan", ICAO/ASP/WG, May 2008
- (3) J.M. Loscos, S.Ozeki: "Airborne surveillance requirements for inclusion in Annex 10", ICAO/ ASP/WG, May 2008
- (4) J.M. Loscos, S.Ozeki: "CP on Airborne Surveillance Requirements", ICAO/ASP/WG, May 2008
- (5) ICAO/ASP/RSP-TF: "CP to insert Guidance Material on RSP in green pages of Annex 10 Volume iv", ICAO/ASP/WG, May 2008
- (6) S.Ozeki: "Activities on JTIDS FCA in Japan.", Pacific JTIDS/MIDS Coordination Committee, Jul. 2008
- (7) S.Ozeki: "Updates on AS Timeline in Japan", ICAO ASP/ASSG, Sep. 2008
- (8) S.Ozeki: "Notes on RSP developments in the draft AS timeline", ICAO ASP/ASSG, Sep. 2008
- (9) S.Ozeki: "R&D on airborne surveillance in Japan -As another end of trajectory", ASAS-TN.2.5, Nov. 2008
- (10) 大津山, 小瀬木: "GPS-L5 帯域内で観測された干渉信号の解析", 電子情報通信学会論文誌, vol. J-92-B, No. 2, 2009 年 2 月
- (11) 小瀬木, 大津山: "質問信号の誤解読が 1090MHz 信号環境に与える影響", 電子情報通信学会宇宙航行エレクトロニクス研究会, 2009 年 2 月
- (12) 大津山, 小瀬木: "ARNS 帯域内に存在する干渉信号の解析", 電子情報通信学会 2009 年総合大会, 2009 年 3 月
- (13) 小瀬木: "ICAO 航空監視パネル第 4 回ワーキンググループ会議報告", 国交省航空局, 2008 年 6 月
- (14) 小瀬木: "ATM における機上監視の役割", 日本航空宇宙学会 第 46 回飛行機シンポジウム, 2008 年 10 月
- (15) 小瀬木: "ATM における機上監視の位置づけ", 日本航空宇宙学会誌, 2009 年 1 月投稿
- (16) 小瀬木: "ACAS/ASAS", 航空振興財団「CNS/ATM 報告書」5.4.2. (4), 2008 年 9 月
- (17) 小瀬木: "航空無線航法用周波数の信号環境について", 航空振興財団, 航法小委, 2008 年 11 月
- (18) 小瀬木: "航空無線航法用周波数の信号環境について", 航空振興財団, 航法小委, 平成 20 年度報告書, 2009 年 3 月
- (19) 小瀬木: "通信・監視システム", 電子情報通信学会知識ベース, 11 群 2 編 1 章 2, 2008 年 5 月
- (20) 小瀬木: "若手エンジニアに勧める本: 現代代数学とその応用", 電子情報通信学会通信ソサエティマガジン, 第 7 号, 2008 年 12 月
- (21) 小瀬木, 白川: "VDL モード 4", 航空振興財団, CNS/ATM 分科会監視 WG, 2008 年 9 月
- (22) 小瀬木: "航空路の監視システム", 飛行機の百科事典, 6.10, 2009 年 2 月投稿

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】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○米本 成人, 河村 暁子, 朝倉 道弘, 磯崎 栄寿

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（T-PED：Transmitting Portable Electronic Device）は、従来の機器より一般に放射電波レベルが高く、航法装置、通信装置、操縦装置等の機上装置に電磁干渉（EMI）を与える可能性が高い。T-PED による電磁干渉に関してはこれまでほとんど研究されておらず、T-PED の機内使用基準等に関する研究が望まれている。なお、T-PED の航空機内での使用は現在、全面的に禁止されているが、米国航空無線技術委員会（RTCA）を中心として機内で使用可能とするための検証手順の策定作業が進められている。

本研究では、この様な RTCA の策定作業に参加しつつ、T-PED の電波が機上装置に干渉する可能性について T-PED からの電波放射特性、機内での伝搬・分布特性、機上装置への干渉経路、複数機器使用の影響等をもとに調査・検討を行い、実験による検証を実施する。また、機器故障等により突発的に発生する強い電波を検知する簡易電波検知装置に関する研究を行う。なお、干渉の可能性評価には RTCA 基準を参照すると共に、世界で唯一我が国にのみに制度が存在する携帯電子機器（PED）が原因と疑われる機上装置不具合に関する EMI 事例報告を活用する。さらに、各種 T-PED からの電波の機内伝搬や、それによる機上装置への干渉の可能性等をまとめ、RTCA の基準策定に貢献する。H19 以降 RTCA より検証手順が示された後は、その手順に基づき我が国の最新 T-PED について実検証するとともに、機上装置の安全性認証等に資する技術資料の作成を通して安全性の向上と機内での携帯電子機器利用という社会的なニーズに対応する。

2. 研究の概要

本研究は3年計画であり、平成20年度は最終年度である。当該研究期間の主たる実施事項は以下のとおりである。

平成 18 年度 携帯電子機器の仕様分析、電波放射測定
平成 19 年度 航空機内電波環境、耐電磁干渉特性分析
平成 20 年度 電波検知装置製作、T-PED 使用基準案作成

3. 研究内容

本研究実施期間中の主要な成果を研究項目に分類して記載する。

—携帯電子機器の仕様分析、電波放射測定、評価手法—

客室に持ち込まれる電子機器は多様に渡るため、持ち込まれる可能性のある T-PED の標準的な仕様を調べ、機内で放射される可能性としての電波の強さ、周波数を調査した。その結果、T-PED 単体で航空機搭載機器に干渉を与える可能性のある電界強度レベルを放射するものは携帯電話を含む非常に限られた機器であることが判明した。

また、市販されている代表的な T-PED の実測を行った。T-PED が放射する電波は、それらが使用する電波の他に、使用している電波の整数倍、分数倍である調波成分が強く放射される可能性が高いことが実験的に明らかになった。その他、内部電子回路のクロック信号が漏れ出す可能性も高いが、一般的に意図的に放射する電波によって生成される電界強度よりも弱いことが示された。

また、昨今の T-PED の中には電波を放射する時間が短いものが多い。従来の測定方法では、これらを確実に計測することが難しかった。そこで、従来と同様の計測システムを用いて、頻度の低い電波を確実に捕え、かつ不要放射の出現する頻度を正確に求める手法を確立した。これにより、持ち込まれる T-PED が放射する電波の種類とその確率を詳細に分析できることが示された。

—電波検知装置製作と航空機内電波環境測定—

航空機内での電波環境を測定するため、広帯域アンテナを試作し、どのような種類の電波が航空機内で捕捉されるかを運航中の航空機を用いて実測した。その結果、2.4GHz の特定小電力無線機や、携帯電話などの電波が運航中の航空機内で捕捉されることが明らかとなった。

先に述べたように、機内に持ち込まれる T-PED の中で強い電波を放射する機器の代表である携帯電話は、仕様上は基地局の圏外になると電波を放射することが無いような設計となっている。通常、携帯電話は新幹線などの速い速度で移動する移動体では捕捉される基地局に対して接続を開始するより早く圏外にでてしまうことで、基地局への接続

が容易で無いことが知られている。上空を巡航中の航空機で接続可能となる基地局が存在するのかを、実験用航空機 B99 を用いて仙台市上空、山形市北部を低高度から 18,000ft まで飛行しながら携帯電話基地局の電波を測定し、基地局が捕捉されなくなる高度を求めた。試験の結果、18,000ft 程度では基地局は十分捕捉されることが分かり、機内で切り忘れた携帯電話は地上の基地局に接続できることが示された。今後は、上空で捕捉された基地局の地上の位置との関係を詳細に分析し、携帯電話の接続可能性を明らかにしていく必要がある。

—耐電磁干渉特性分析—

航空機の耐電磁干渉特性を分析するため、駐機中の航空機を用いて、機内での電波分布特性の測定、搭載無線機器の無線入力端への電波の回り込み量の算出などを行った。

航空機内で発せられる電波の振る舞いを明らかにするため、ボーイング 777-200 型機を用いて、機内での電界強度実測と計算機シミュレーションとで比較分析した。周波数は携帯電話で使用されている 800MHz、1500MHz、2000MHz とした。航空機の前方の通路に設置された送信源から、通路に沿って電界強度分布を測定し、計算機シミュレーションと比較した。その結果、見通せるエリアについては、実測値とシミュレーション値がよく一致することが示された。しかしながら、トイレや配膳準備室などの機内の間仕切りにあたる部分において、急激な電界強度の低下が実測された。今後、実測やシミュレーションの方法を検討することで、これらの事象の詳細な解析を行う必要がある。

さらに、航空機搭載無線機器への電波の回り込みを統計的に評価する目的で、機内から発せられた電波が無線機器の端子に到達する経路での損失を測定した。現在の測定システムにおいては、送信箇所による損失の変化が大きいため、たくさんの送信箇所からのデータを統計的に取り扱う必要がある。しかしながら、測定システムの改良を重ねてはいるものの、実測値に測定点の少なさに起因する統計的偏りが存在するため、更なるデータの取得が必要であることが示された。

また、航空機からの電波漏えいに関して、三菱重工業株式会社および株式会社フジワラとの共同研究で、電磁シールド窓材の評価を行った。

—T-PED 使用基準案作成—

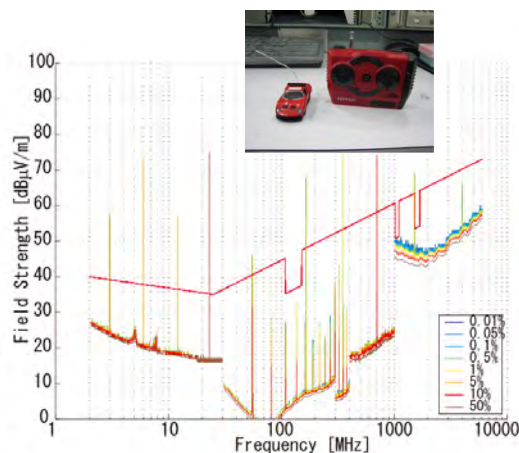
上記の研究成果は米国航空無線技術協会 (RTCA) の 202 専門委員会 (SC-202) にも報告され、当該研究期間の間に、“Guidance on Allowing Transmitting Portable

Electronic Devices (T-PED) on Aircraft” (航空機内で電波を発する携帯電子機器を許容する指針、D0-294) が改定され、機内でのあらゆる T-PED の使用を想定した新たな航空機を製造する際の指針として” Aircraft Design and Certification for Portable Electronic Device (PED) Tolerance” (携帯電子機器許容のための航空機設計及び認証、D0-307) が発刊された。

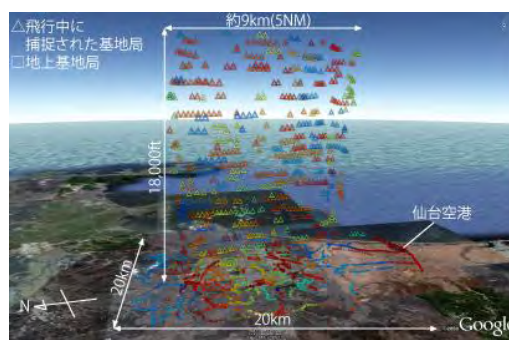
しかしながら、現在運航中の航空機に対して T-PED を許容するための十分な数値データが集まっていないのが実情であり、今後も詳細な解析が求められている。

4. まとめ

本研究では、平成 18 年度から三カ年計画で乗客が持ち込む携帯電子機器の航空機搭載機器への干渉可能性について研究を行った。与干渉源である携帯電子機器からの電波放射を詳細に分析する手法を確立し、航空機内での様々な電子機器から発せられる電波環境を分析した。また、航空機側の電波伝搬特性を測定しシミュレーションと比較検討した。なお、これらの成果は RTCA の技術指針作成に反映されている。しかしながら、被干渉側の航空機の電波特性に未だ不明な点が多く、今後これらを明らかにすることで相互の影響を詳細に分析することとしたい。



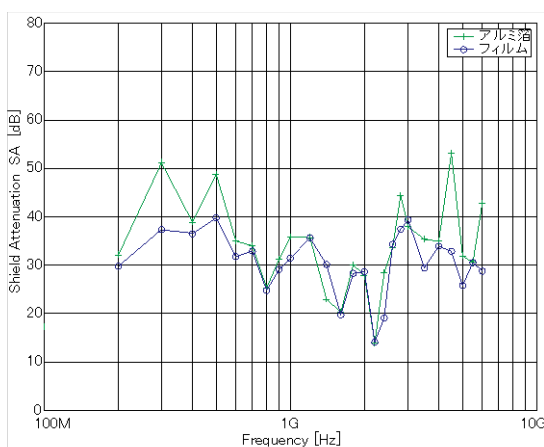
(a) ラジコンカーの電磁放射と出現確率



(b) 仙台市付近での上空の接続可能状況



(c) 実験用航空機 B99 に貼付した電波遮蔽材



(d) 電波遮蔽材による遮蔽効果

掲載文献

- (1) 山本 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，pp. 41-44，2006 年 6 月
- (2) K. Yamamoto et al.：“Emission from Active IC Tags - Preliminary results-”，RTCA SC-202 17th meeting, RTCA Paper No. 012-07/SC-202-128, Jan. 2007
- (3) K. Yamamoto et al.：“Emission Measurements of Active IC Tags”，RTCA SC-202 18th meeting, RTCA Paper No. Apr. 2007.
- (4) 山本, 米本, 山田, 平田：“アクティブ IC タグの電磁放射に関する測定・分析”，平成 19 年度（第 7 回）電子航法研究所研究発表会講演概要，pp. 65-68，2007 年 6 月
- (5) K. Yamamoto, K. Yamada, N. Yonemoto：“PED Interference Reporting System in Japan”，5th International Symposium on Electromagnetic Compatibility and Electromagnetic Ecology, Jun. 2007
- (6) N. Yamamoto, K. Yamamoto, K. Yamada, H. Hirata：“RF Emission measurement of 433MHz RFID tags for EMI

- evaluation to onboard instruments of aircraft”，5th International Symposium on Electromagnetic Compatibility and, Electromagnetic Ecology, Jun. 2007
- (7) 山本：“携帯電子機器による航空機内の電磁干渉障害”，ミマツ「月刊 EMC」9 月号，pp. 104-116，2007 年 9 月
- (8) “平成 18 年度航空機内の電磁干渉障害に関する調査報告書”，電子航法研究所調査研究報告書，2007 年 10 月
- (9) 河村, 米本, 山本 他：“信頼度を用いた電子機器からの電磁波放射評価”，電子情報通信学会 2007 年ソサイエティ大会，2007 年 9 月
- (10) 山本, 米本, 山田, 河村：“433MHz 帯アクティブ IC タグの電磁放射特性”，日本航空宇宙学会 第 45 回飛行機シンポジウム，2007 年 10 月
- (11) 河村 他：“航空機用電磁シールド材料の特性評価”，平成 20 年度（第 8 回）電子航法研究所研究発表会講演概要，pp. 105-108，2008 年 6 月
- (12) 山本 他：“貨物機内のアクティブ IC タグ電波伝搬特性”，平成 20 年度（第 8 回）電子航法研究所研究発表会講演概要，pp. 109-114，2008 年 6 月
- (13) N. Yonemoto et al.：“Interference Pass Loss Measurement in a Cargo Jet for EMI Evaluation by Active RFID Tags”，Book of abstract for EuroEM2008, pp. 132, Lausanne, Switzerland, Jul. 2008
- (14) K. Yamamoto et al.：“Emission Measurement from Active RFID Tags in Boeing 747-400 Freighter”，Book of abstract for EuroEM2008, pp. 133, Lausanne, Switzerland, Jul. 2008
- (15) A. Kohmura et al.：“Measurement of EM Field inside a Cruising Aircraft - Potential Problems for the Use of Mobile Phones on Board-”，Book of abstract for EuroEM2008, pp. 37, Lausanne, Switzerland, Jul. 2008
- (16) K. Yamamoto et al.：“Possibility of EMI by Active RFID Tags in Boeing 747-400 Freighter”，RTCA SC-202 20th meeting, Aug. 2008.
- (17) 米本 他：“航空機における電磁干渉対策と携帯電子機器の安全性評価法”，電子情報通信学会 2008 年ソサイエティ大会，2008 年 9 月
- (18) “平成 19, 20 年度航空機内の電磁干渉障害に関する調査報告書”，電子航法研究所調査研究報告書，2009 年 3 月

SSR モード S の高度運用技術の研究【重点研究】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○古賀 禎, 宮崎 裕己, 瀬之口 敦, 上島 一彦

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。

3. 研究の成果

平成 20 年度は、5 ヶ年計画の 3 年目である。本研究において、平成 20 年 4 月に当所調布本所・アンテナ試験塔に個別調整機能および動態情報取得機能を有する SSR モード S 実験局を開局した。地上局の諸元を表 1 に示す。平成 20 年度は、新設の調布局と既設の岩沼局を用いた新機能の検証を行うための実験を行った。図 1 に実験局の覆域を示す。

表 1. 実験局の諸元

	調布局	岩沼局
開局年	平成 20 年	平成 7 年
筐体出力	1.5kw	1.5kw
最大監視覆域(半径)	250NM	200NM
回転周期	10 秒	4 秒

3.1 個別調整技術の検証

個別調整技術は、SLO(Stochastic Lockout Override) 機能および覆域制限機能より構成される。2 つの機能の検証を実施した。

3.1.1 在空機による評価

SLO 機能による一括質問応答の状況を確認した。図 2 は、一括質問応答の分布を示す。図中の点は、一括質問応答による航空機の位置を示す。

図 2 の扇形の領域が SLO 質問の送信範囲を示している。SLO 範囲では、ロックアウトされているにもかかわらず、一括質問応答が返信されていることがわかる。

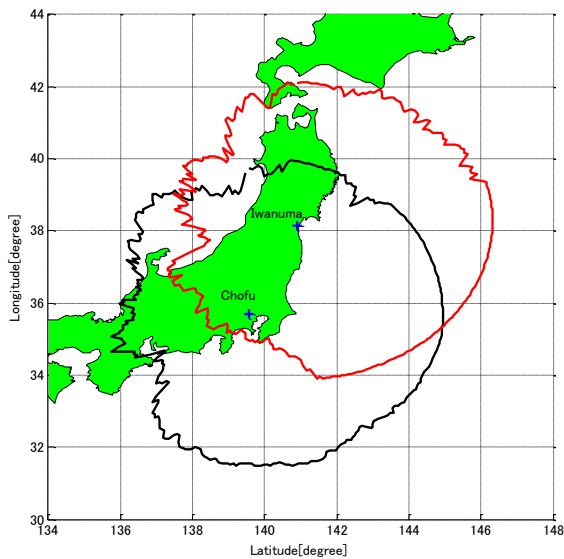


図 1. 調布局・岩沼局の監視覆域

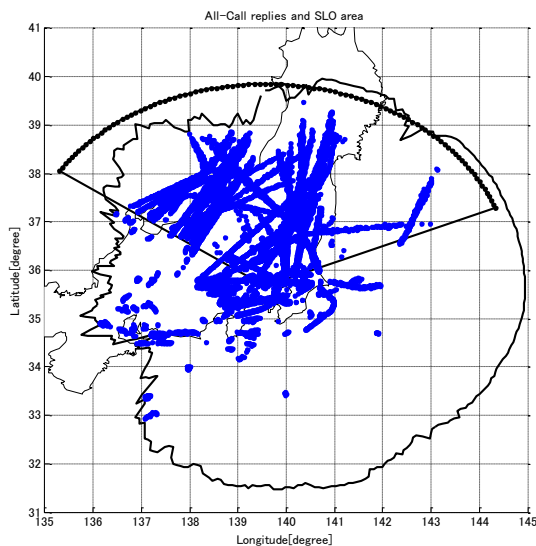


図 2. SLO 範囲と一括質問応答の分布

また、SLO 範囲外においては、覆域進入時や空港からの出発機などが存在する空域で一括質問応答が現れるが、その数は少ない。

以上のように、モード S 地上局およびモード S トランスポンダの SLO 機能が動作し、ロックアウト領域において 2機の SSR モード S で監視を行えること確認した。

図 2 の SLO 範囲外の方角 0-300 度、距離 0-50NM の範囲に一括質問応答が多く現れる領域が存在した。これは、岩沼局の算出監視覆域より実監視覆域が小さいために非ロックアウト領域が出現したことが原因である。不要な一括

質問応答を減らすためには、非ロックアウト領域を小さくすることが重要であり、実監視データに基づいたマップ作成が必要である。

3.1.2 実験用航空機による検証

実験用航空機を用いて調布局による測位位置の精度の検証を行った。図 3 に調布局による実験用航空機の航跡を示す。図中の黒点が個別質問応答、灰色点が一括質問応答である。実験用航空機は、岩沼局の覆域から調布局の覆域へと飛行している。岩沼のロックアウト領域内にて捕捉され、その後、連続的に監視されていることがわかる。飛行航跡もバラツキの小さいスムーズな航跡となっていた。

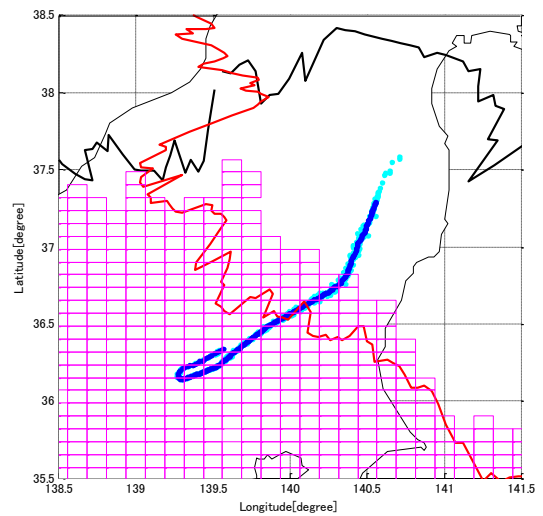


図 3. 実験用航空機の航跡

3.2 動態情報の取得技術の検証

動態情報の取得技術を検証するため、SSR モード S 地上局を用いた在空航空機の監視試験を行った。ある 1機の航空機の動態情報を連続的にモニタした結果を示す。モニタ対象機は、監視初期時において FL360 にて飛行しており、次第に高度を下げて、羽田空港へと着陸している。対象機の水平航跡を図 4 に示す。図中において、動態情報の変化とレーダ航跡の変化を比較するため、航空機の針路が大きく変化するポイント（ピンクの円の部分）を 4つ選んだ。

(1) 垂直方向意図図(GICB 40)

GICB40 には、MCP/FCU 選択高度 (Mode Control Unit/flight Control Unit)、FMS 選択高度 (Flight Management System)、気圧高度設定値やデータの有効性を示すビットなどが含まれる。

図 5 に垂直方向意図図の変化を示す。X 軸は時間 (秒) 示し、Y 軸は高さ (フィート) を表す。青点は航空機高度、緑点は MCP/FPU 選択高度、水色点は FMS 選択高度を示す。

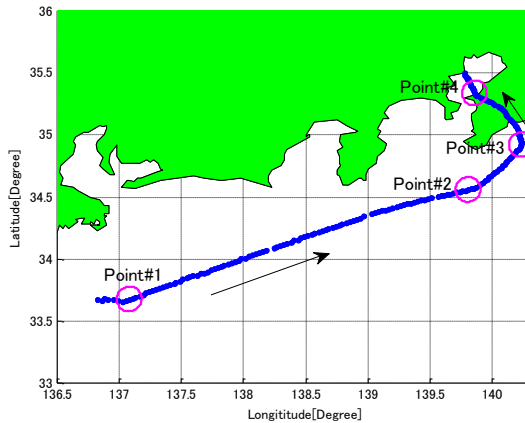


図 4. 飛行航跡

MCP/FCU 選択高度は、パイロットが入力した高度である。実高度が選択高度に従って降下していることがわかる。FMS 選択高度は 0 となっていた。

(2) トラック・転回通報 (GICB50)

トラック・転回通報には、5つのパラメータ(ロール角、トラック角、対地速度、トラック角変化率、対気速度)とその有効性を示すビットが含まれる。図 6 に、トラック・転回通報のパラメータの変化を示す。

図中の灰色部分は、図 4 において選んだ針路の変化点である。ロール角、トラック角、トラック角変化率は、この付近で大きく変化しており、レーダ測位による航跡の状態と一致しており、適切なパラメータが含まれていることが推測できる。

3.3 ネットワーク調整機能の対応 SSR モード S の検討

地上局間の識別番号の解決技術のうち、ネットワーク調整技術について検討を行った。ネットワーク調整技術は、

SSR モード S を地上ネットワークにより相互接続し、データの送受を行うことにより識別番号の調整を行う。本技術は、システムが複雑化するが、RF 環境に与える影響が最も小さく利点がある。本機能を持つ SSR モード S 局の地上局について検討を行い、これらの機能をもつ SSR モード S 局の開発を開始した。

4. まとめ

平成 20 年度は、SSR モード S 調布局および岩沼局を用いた個別調整機能の検証を行った。また、在空中機の監視実験を実施し、動態取得の機能の検証を行った。また、地上局識別番号のネットワーク調整技術についての検討を開始した。

参考文献

- [1] 瀬之口 他：“Fleet monitoring status in Europe”
- [2] 古賀 他：“SSR モード S の地上局識別番号の個別調整技術の評価実験について”，電子情報通信学会技術研究報告, SANE2008-106, 2009 年 1 月
- [3] Koga：“SSR Mode S related researches in ENRI”，Proceedings of ENRI International Workshop on ATM / CNS, Mar. 2009
- [4] 古賀 他：“自律分散技術を用いた航空管制用レーダシステムについて”，電子情報通信学会, 第 26 回アシュアランスシステム研究会, 2009 年 3 月
- [5] 中村, 小菅, 古賀：“角度目標誤差が大きい場合の旋回目標対処用の適応型 $\alpha - \beta$ フィルタ”，電子情報通信学会技術研究報告, SANE2008-106, 2009 年 1 月

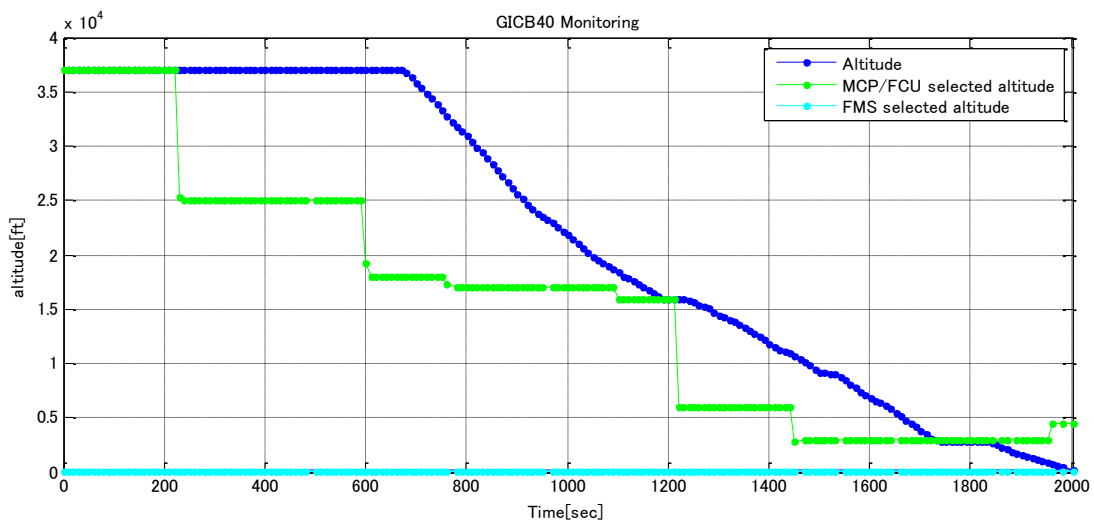


図 5. 選択高度の変化

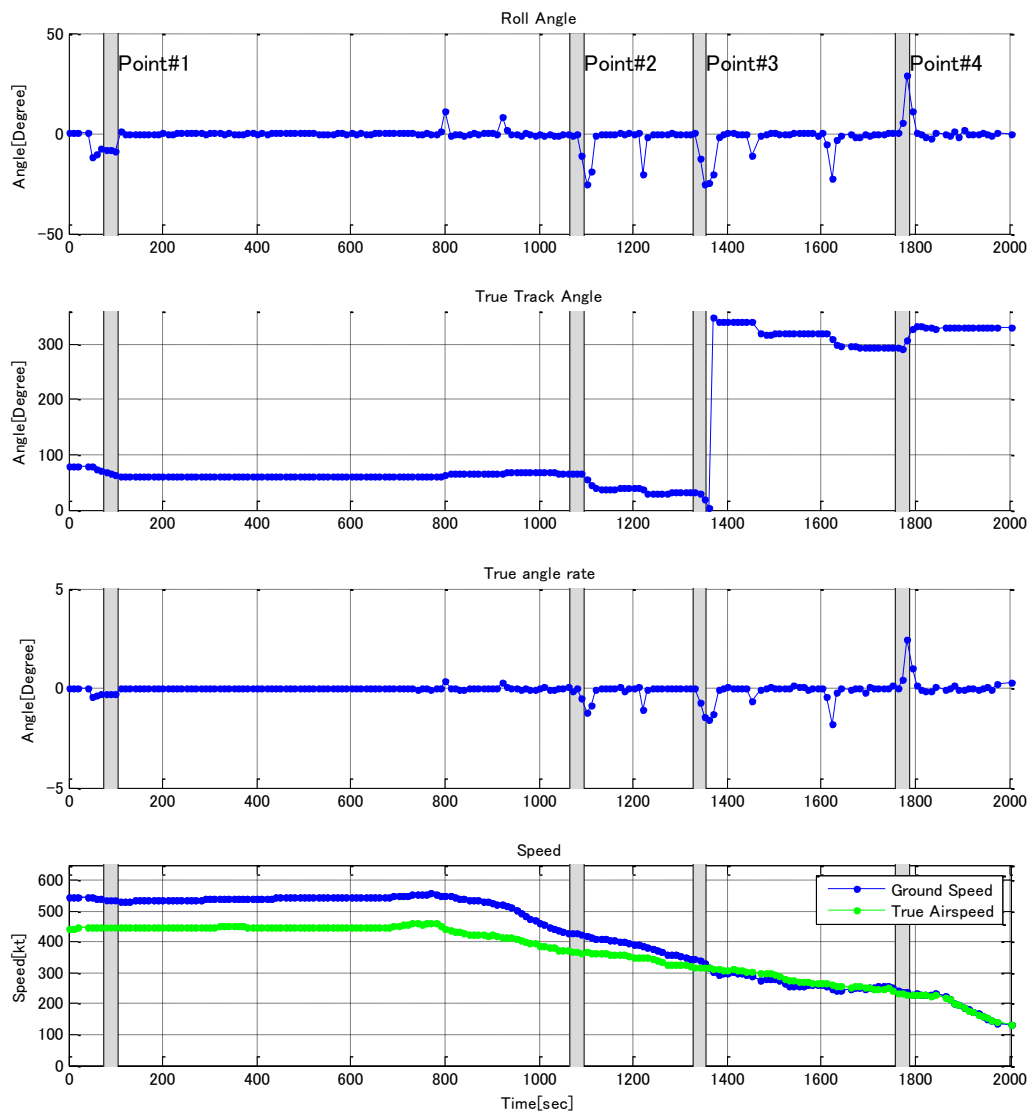


図 6. トラック・転回通報の変化

(上から、ロール角、トラック角、トラック角変化率、対地・対気速度)

電波特性の監視に関する研究【重点研究】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○田嶋 裕久, 横山 尚志, 朝倉 道弘

研究期間 平成 20 年度～平成 22 年度

1. はじめに

現在、空港への着陸誘導には主に ILS (Instrument Landing System: 計器着陸システム) が使用されている。今後 GBAS (Ground Based Augmentation System) が導入されても、現在の航空機の多くは退役するまで ILS を利用し続けることになるため移行には時間がかかり、今後数十年は ILS も併用されると予想される。ILS の高カテゴリ運用においては高い完全性と継続性が要求されている。航空機が着陸中に規定を逸脱する信号が送信された場合、致命的な事故につながる。完全性とはこのような事故を防止するため、異常な信号を見逃すことなくモニタで検出する能力である。一方、正常なのに異常と誤って判定して運用停止した場合は継続性が低下する。

広開口のアンテナからの放射される電波は、アンテナ近傍においては近接効果により、遠方領域でのアンテナパターンとは異なっている。この違いのため、近傍のアンテナを用いて監視した場合の電波特性と、遠方における実際の電波特性とは違いが生ずる。モニタとしては完全性と継続性を高めるため、航空機で表示される遠方特性との相関を高める必要がある。

水平方向の誘導を行う ILS ローカライザでは遠方域にモニタを設置することが可能である。一方、垂直方向の誘導を行う GP (Glide Path) は地面反射のイメージも利用して航空機の進入角 3 度方向にパターン形成している。GP では、高いモニタアンテナは航空機の障害となるため遠方域モニタを設置することが不可能であり、近傍モニタが使われている。

ILS の近傍モニタでは遠方の信号との相関が不十分なため、送信アンテナに内蔵されるピックアップにより遠方と等価の信号を合成するインテグラルモニタも使用されている。これは、送信装置の障害については検出できるが、アンテナ周辺環境である地面反射に影響する積雪状態の変化などの影響は検出できない。

そこで、本研究では GP の近傍モニタの遠方特性との相関性の向上、モニタ反射板の特性の改良、反射特性に影響する反射板のアスファルトの誘電率を簡易に測定できる誘電率測定装置の開発を目的としている。

2. 研究の概要

リアルタイムに監視することが不可欠な ILS GP の近傍モニタの特性を改善するため、平成 20 年度から 3 年計画で本研究を実施する。アンテナの近傍モニタから遠方特性を推定する技術を検討し、遠方の機上特性を高い相関係数でリアルタイムに

推定できる近傍モニタ技術を開発する。並行して、ILS GP モニタの特性改善のため反射板の改良も行う。そのため、地面構造や積雪など環境を考慮したモニタのシミュレーションプログラムを開発し、検証を行う。また、モニタの変動の原因の診断ができるようにするため、反射面の反射特性推定に必要な誘電率測定装置を開発する。

3. 研究成果

3.1 遠方特性の推定に関する検討

ILS GP の近傍モニタにおける近接効果を低減し遠方界との相関を向上するため、アレイアンテナによる近傍モニタを開発している。複数の受信アンテナ素子の信号を基に、連立方程式を解き、遠方界を推定できることをシミュレーションで確認した。図 1 は送信系の位相誤差の影響を示している。現在の近傍モニタ (NFM) では遠方の特性と違いがあるが、アレイによるモニタでは送信系の障害については遠方特性を理論的には推定可能である。またこの演算は信号合成器のパラメータの設定により実現可能であり、単純なモニタ構成であるため、信頼性の低下を抑えることができる。

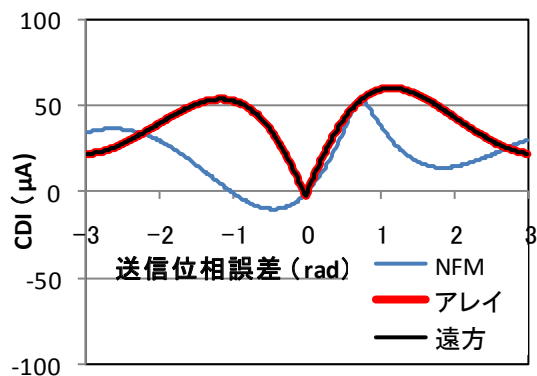


図 1 アンテナ位相誤差とモニタ特性

実際にはアンテナ素子の位置誤差や信号合成器の誤差もあり、推定精度を実用レベルに上げる必要がある。基本的な測定とアレイのモニタを実現するための問題点を調べるため、当研究所の電波無響室においてスケールモデル実験を行っている。現在はナルリファレンス型 GP スケールモデル実験を行っている段階であり、平成 21 年 3 月に第 1 回目の実験を行った。GP の実験モデルは 9.6GHz を使用し、波長の縮尺から実機の 29 分の 1 の大きさとなる。第 1 回目の実験にお

いては、信号合成器の可変位相器と可変アッテネータの微小変化と CDI の値から最小 2 乗法により誤差を推定し、ニュートン法による収束を試みたが、誤差の初期値が大きく正しい状態までは収束しなかった。今後、対策を検討しさらに実験する計画である。

また、積雪等の伝搬環境の変化などによる誤差についてはアレイの連立方程式による推定にも誤差が生ずるため、これらの問題についても検討する計画である。

3.2 GP モニタ反射板の特性の検討

当研究所開発による改良型反射板とドイツ方式の多層構造反射板について調査をした。ドイツ方式については、図 2(a) に示す 2 層構造の反射板モデルを想定し解析した。多層構造反射板（ドイツ方式）の計算結果を図 2(b) に示す。アスファルトコンクリートの厚さ D_{as} によって DDM の変動が異なるが、融雪初期の段階で DDM=8~20 μA の融雪変動が生じる。図 2(c) に改良型反射板の断面図を示す。改良型反射板は格子状金網で裏打ちした構成である。融雪時の解析結果を図 2(d) に示す。改良型反射板では融雪変動がなくなる。融雪変動は遠方パスでは生じない変動成分であるので、ドイツ方式と比べて改良型反射板が優れていることが確認された。

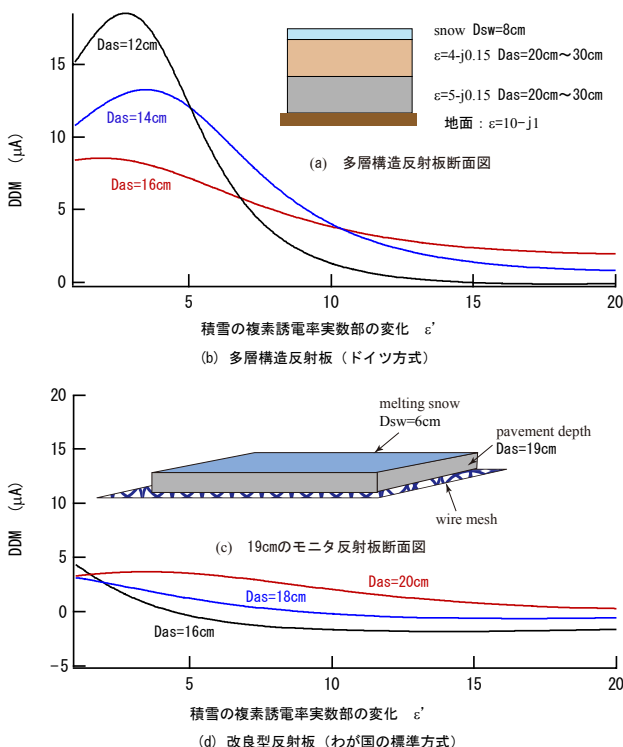


図 2 融雪シミュレーション結果

3.3 モニタ反射面の誘電率測定センサの開発

アスファルト層の厚さを約 19cm とする改良型 GP モニタ反射面の設置が進められているが、この層厚は、通常の敷設工事で使用されているアスファルト体の切り出しサンプルの誘電

率測定値を基に決定されており、施工方法の違いや経年変化に伴ってアスファルト層の誘電率に変動が生じた場合にはモニタ反射面特性の劣化が懸念される。そこで、施工工事後の検査、あるいは定期的な保守を目的として、アスファルト反射面の GP 周波数帯での複素誘電率を簡便に計測できるシステムの開発に着手し、本年度は透過共振型センサ部分の検討と試作を行った。

センサとしては、アスファルト表面に密着させ、非破壊で測定が可能な開放型矩形同軸共振器を採用した。センサの試作において、構造寸法から透過共振特性（共振周波数、共振帯域幅、透過損失）を数値解析する必要があるが、解析手法として FDTD（時間領域差分）法について検討を行った。さらに、作成した解析モデルと数値解析結果の妥当性を検証するため、UHF 帯で自由共振するセンサの設計・試作を行い、測定結果を FDTD 解析結果と比較した。この結果、誘電率推定に用いる透過共振特性について、測定試料が存在しない自由空間中の実測値は、解析値と精度よく一致することが確認され有効性が検証できた。これを踏まえ、各種複素誘電率値を有する仮定の測定試料上にセンサを置いた場合の共振特性の FDTD 解析を進めることで、解析データを基に複素誘電率を逆推定する近似式についての検討が可能となった。

4. まとめ

ILS GP の近傍モニタにおける近接効果を低減し遠方界との相関を向上するため、アレイアンテナによる近傍モニタを開発している。複数の受信素子の信号を基に、信号合成器のパラメータの設定により連立方程式を解き、遠方界を推定できることをシミュレーションにより確認した。実際にはアンテナ素子の位置誤差や信号合成器の誤差もあり、推定精度を実用レベルに上げる必要がある。また今後、積雪等の状態の変化などによる誤差の低減についても検討する計画である。

モニタ反射板については、当研究所開発による改良型反射板とドイツ方式の多層構造反射板について比較検討をした。改良型反射板は格子状金網で裏打ちした構成であり、融雪変動が非常に少なくなり、多層構造反射板と比べて安定していることが確認された。反射特性に影響する反射板のアスファルトの誘電率を簡易に測定できるようにするため、誘電率測定センサのプロトタイプを試作し、計算と同様な実験結果が得られた。

掲載文献

- (1) 田嶋：“着陸誘導”，航空振興財団 航法小委員会，2008 年 7 月
- (2) 田嶋，横山，中田：“ILS GP の近傍モニタアンテナによる遠方特性推定法の検討”，電子情報通信学会 2009 年総合大会，2009 年 3 月

航空機の安全運航支援技術に関する研究【重点研究】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○塩地 誠, 小瀬木 滋, 米本 成人, 大津山 卓哉, 三垣 充彦

研究期間 平成 19 年度～平成 22 年度

1. はじめに

航空機の安全運航のためには、飛行するすべての航空機が互いの位置や速度の情報を知らせ合い、地上の航空官署でもそれらの情報を把握できることが望ましい。また、航空の安全に必要な情報を地上から航空機へ自動送信すれば、より安全な運航が期待できる。それを実現するための技術の開発、ならびにその運用方式検討の必要性がうたわれている。

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

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

そこで、航空機の安全運航のために、本研究では、飛行中のすべての航空機が互いの位置がわかり、航空の安全に必要な情報が地上から航空機へ自動送信され、運航中の航空機上で表示・確認できる技術の開発を目的とする。また、これにより第 3 期科学技術基本計画である「交通・輸送システムの安全性・信頼性の向上」に寄与することも目指している。

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

2. 研究の概要

2.1 自動送信方式の検討

航空の安全に必要な情報を地上から航空機へ自動送信する方式である TIS-B：トラフィック情報サービス放送等について、海外の動向調査を継続するとともに、システムを

実現するための技術事項について検討した。

2.2 自動送信を行う地上送信機能の開発

航空の安全に必要な情報を地上から航空機へ自動送信する方式を実現する地上システムとして、TIS-B 地上送信機能の開発を昨年度に引き続き実行した。本年度は、前述(2.1 項)の仕様検討結果に基づき、TIS-B 送信機能のうち、情報処理部にあたる拡張スキッタ送信システム情報処理部と、電力増幅部にあたる拡張スキッタ送信システム高周波部を試作した。

2.3 地上受信機能の開発

また、地上受信部として、1090 拡張スキッタ地上受信機（信号検出、情報処理部分）を試作した。

2.4 低高度における電波伝搬・覆域計算法に関する調査・検討

低高度での電波伝搬や、山岳による覆域への影響を調べるため、本年度は、引き続き、飛行実験による電波伝搬、信号環境の測定を実施した。

3. 研究成果

3.1 海外動向調査と技術の検討

自動送信方式の検討として、TIS-B に関する調査を継続して行い、情報処理部（TIS-B サーバー）などの仕様の検討を行った。

より安全で円滑な将来の航空交通の実現には、航空機の動きを地上のレーダーで監視する（地上監視）だけでなく、航空機同士でも互いの位置を知る（機上監視または空対空監視）必要があると言われている。

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

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

- RTCA DO-286A Minimum Aviation System Performance Standards (MASPS) for Traffic Information Service - Broadcast (TIS-B),

- RTCA DO-267A MINIMUM AVIATION SYSTEM PERFORMANCE STANDARDS (MASPS) for FLIGHT INFORMATION SERVICE - BROADCAST (FIS-B) DATA LINK

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

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

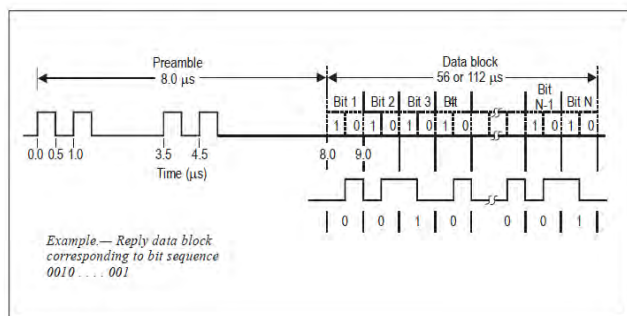


図 1. 1090MHz 拡張スキッタ信号

図 1. に、1090MHz 拡張スキッタ信号を示す。1090MHz の搬送波をパルス変調したもので、SSR モード S の応答信号と同じである。Data block (112 μ s) は 1 μ s ごとの時間間隔に分けられ、その 1 μ s の前半に 0.5 μ s 幅のパルスがあればデジタル信号の「1」を、後半にパルスがあれば「0」を表している。この 112 ビットの信号はフォーマットが決められており、モード S 応答信号、ADS-B、TIS-B、FIS-B(詳細フォーマット検討中)の区別ができるようになっている。(モード S 応答信号では 56 ビットのメッセージも使用される。)

これらの技術の海外動向と要素技術について外国出張を含む調査を行い、その結果を反映して開発する装置の仕様を検討した。

米国では、大型航空機の ADS-B には、国際的に共通に使用されている 1090MHz 拡張スキッタ方式を使用しているところである。しかし、小型機にまで 1090MHz 拡張スキッタ方式を使用すると、米国では小型航空機の数が多いため、SSR、TCAS にも使用される 1090MHz で信号の衝突と通信容量の不足が懸念され、小型機専用装置の UAT を開発したと言われている。

TIS-B などを実現する通信媒体の中で、UAT は、米国で小型航空機用に開発されたもので、DME の周波数帯内の 978MHz を使用した通信装置である。UAT 装置本体は、WAAS 対応 GPS 受信機も内蔵して自機の正確な位置を得ることができ、その位置情報を、周辺の航空機や地上の受信局に対して ADS-B 信号として自動送信する。また他の UAT 搭載航空機からの ADS-B 信号と、地上から送られてくる TIS-B、FIS-B の受信ができる。小型機用に開発された表示装置 (MFD) には、ADS-B、TIS-B により得られた周囲の航空機の位置が表示される。FIS-B による気象画像も表示できる。一方、地上側の装置としては、UAT に対して TIS-B、FIS-B の送信と ADS-B の受信 (地上での航空機監視) を行う、地上受発信装置 (GBT : Ground-Based Transceiver) が市販され、アラスカ州などで設置、運用されている。

さらに、米国連邦航空局 (FAA) は、フロリダで、1090MHz 拡張スキッタと UAT を混在させた実証実験を行っている。拡張スキッタ装置を搭載した航空機と UAT を搭載した航空機は、通信媒体が異なるため、そのままでは互いの位置情報を受信できない。そこで、UAT を搭載した航空機が送る ADS-B 情報を地上で受信し、1090MHz 拡張スキッタの TIS-B 方式に変換して、拡張スキッタ装置を搭載した航空機へ情報を送っている。装置は TIS-B と同じ原理だが、ADS-B 情報を、通信媒体を変換して再送信していると考えられるので、ADS-R (rebroadcast) と呼ばれている。拡張スキッタの ADS-B 信号も、逆の手順で、UAT の TIS-B 信号に変換されて再送信されている。航空機数が多大であることや小型機に最適な装置を提供するなどの理由のため、ADS-B の方式 (通信媒体) が 2 種類、混在するため、通信媒体の中継装置 (メディアコンバータ) としての ADS-R (実質は TIS-B) が必要不可欠となっている。

わが国では、小型航空機の機数はそれほど多くなく、小型機にも 1090MHz 拡張スキッタ方式を用いても問題ないと考える。その場合、米国のような通信媒体の変換のための ADS-R は必要ないが、拡張スキッタ ADS-B を未搭載または非搭載の航空機や、万一、ADS-B が不具合になった航空機の情報を、地上から補完するために、TIS-B は必要と考える。

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

気象情報、航空安全に関わる情報を送信する FIS-B に関しては、1090MHz 拡張スキッタ方式による FIS-B を拡張スキッタフォーマットの未定義部分を活用して実現すべく、

国際規定の細部が検討されている。また、1090MHz 拡張スキッタ方式で送るには大きすぎる画像情報を別なメディアで提供する提案もある。

ADS-B、TIS-B、FIS-Bとも1090MHz 拡張スキッタ方式で大型機、小型機とも提供できる可能性がある。

ADS-Bを搭載した航空機同士は、互いに位置を知ることができるが、ADS-B非搭載機や、ADS-Bが故障した航空機の位置は知ることができない。ADS-Bを機上監視に使用するには、これらのADS-Bを送信しない航空機の位置情報を別な手段で補う必要がある。TIS-Bはその手段としても有効であると考えられる。

これらの調査結果を踏まえ、TIS-B送信システムの仕様の検討を行い、地上送信システムのRF部の仕様を確定した(3.2項参照)。

3.2 自動送信を行う地上送信機能の試作

3.1. 項の調査と仕様の検討に基づき、地上側の1090MHz 拡張スキッタ送信システムのうち、本年度は、情報処理部と高周波部を試作した。図2にシステムの系統図を示す。情報処理部(TIS-Bサーバー)はTIS-B情報を編集して拡張スキッタ信号送信部本体へ提供する入口の部分、高周波部は電力増幅部としてTIS-B信号をアンテナを介して空間に送信する出口の部分である。

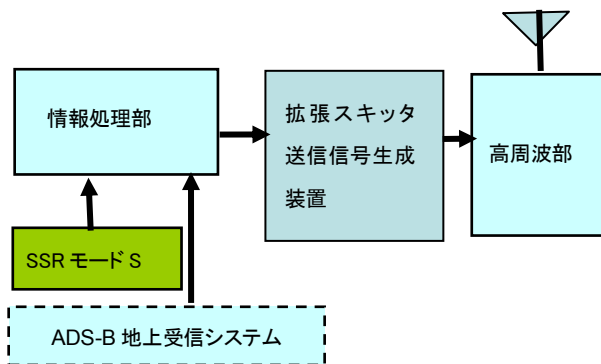


図2. 地上側1090MHz 拡張スキッタ送信システム

情報処理部は、①SSRモードS、②実験用位置計測システム、③ADS-Bで得られた航空機の位置情報等を入力できるようにした。入力フォーマットは、ASTERIX規格に準拠したものを用いている。TIS-Bの情報源としては、当面、SSRモードSを用いて実験を行う。ADS-Bの情報は、TIS-Bの送信回数を抑制する必要がある時、ADS-Bを健全に送信している航空機を判別して、その位置情報のTIS-B送信を控えるために用いる。(ADS-B情報のTIS-Bによる再送信は行わ

ない。)このような処理をして、航空機の位置情報を拡張スキッタ送信信号生成装置へ送る。(昨年度試作した)拡張スキッタ送信信号生成装置は、国際標準のフォーマットに従い、航空機の位置情報を拡張スキッタ信号に乗せて、高周波部、アンテナを経て送信する。



図3. TIS-B地上側送信装置(拡張スキッタ送信システム高周波部)の外観図

試作した1090MHz 拡張スキッタ送信システムの主要な性能は、次の通りである。

- ・覆域(ターミナル管制区相当): 半径40NM
(航空機受信機の感度: -84dBmと想定、送信電力: 約200w(尖頭値))
- ・監視対象航空機数: 最大250機
(モードSの処理能力準用)
- ・最大スキッタ送信回数: 1000回/秒

実験用のシステムとして、半径40NM程度の覆域を想定し、送信電力は尖頭値で約200Wである。監視対象機数は、SSRモードSから情報を得るので、モードSの処理能力250機を準用した。拡張スキッタ送信回数の仕様は、ADS-Bの規定を参照し、航空機1機あたり毎秒3.1回の送信回数をもとに、情報源のSSRモードSの処理能力の250機を掛けて得られた回数775回/秒を上回る値として、最大1000回/秒まで送信できる性能を持たせた。これは室内実験での性能評価を想定した値であり、(電波を発射しての)実証試験の際の送信回数は、SSR等の航空機位置情報の数に依存するが、もっと少ない送信回数になる見込みである。

3.3 地上受信機能の開発

地上ADS-B受信装置として、昨年に引き続き、地上1090MHz受信システムの試作を行った。これは、実験シス

テムとして柔軟な運用と改良ができるような設計とし、昨年試作した RF（無線）部分に加え、信号検出、情報処理部分の試作を行った。本装置は、図 2 の ADS-B 地上受信システムとして使用できる。また、将来、実験用位置計測システムに発展させ、TIS-B の情報源としても使用することを目指している。

3.4 電波伝搬・覆域計算法に関する調査・検討

仕様決定の参考にするためと、将来の飛行実験の準備のため、昨年に引き続き、仙台空港周辺での飛行実験を実施した。飛行実験では、1090MHz 電波伝播特性(覆域)と、信号環境（現在、1090MHz には、どのような信号や混信が存在するか）の調査を行った。伝搬特性の測定では、送信システムが完成していない時点で行うため、電波伝搬の可逆性を利用し、機上から地上への逆方向で測定を行った。具体的には、当所の実験用航空機の SSR モード S トランスポンダが送信するモード S 応答信号（1090MHz 拡張スキッタと同周波数、同波形）を、地上に設置した 1090MHz 受信記録システムで、信号波形(包絡線)と信号強度を測定、記録した。

昨年度の実験では、山岳稜線越えの伝搬は従来の計算法による見通し線による覆域計算により概ね説明できるが、両側を山岳に囲まれた盆地状の地形に沿った伝搬は、必ずしも見通し線による覆域とは一致しない場合があった。また、実験用航空機が地上局に向かってるときと遠ざかるときとで、覆域が異なるなどの現象も見られた。

本年度も、様々な地形形状を飛行し、飛行実験データを追加取得した。飛行コースの側面に山岳がある場合のマルチパスの影響などの覆域伝搬特性を確認できた。

また、収集したデータを参考にして、開発中の TIS-B 送信システムの覆域、送信回数などを検討に反映させた。

飛行実験の測定データ等の成果は、次年度以降の研究でも活用する予定である。

4. まとめ

TIS-B などについて海外動向調査と技術の検討を行って、1090MHz 拡張スキッタ送信システムの仕様を決定し、情報処理部と高周波部を試作した。また、地上受信装置の開発を継続した。電波伝搬（覆域）特性・信号環境を事前に把握するため、飛行実験を行った。なお、次年度以降は、SSR モード S、および ADS-B 受信装置との接続を図り、最終年度の平成 22 年度に、空港周辺での TIS-B 実証飛行実験(デモ・フライト)を行うべく計画している。

掲載文献

- (1) 塩地，小瀬木，米本，大津山，三垣：“航空機の安全運航を支援する情報を地上から送信する技術 (TIS-B, FIS-B) について”，航海学会 航空宇宙研究会，2008 年 5 月
- (2) 塩地，小瀬木，米本，大津山，三垣：“航空機へ航空交通情報を提供する TIS-B 装置の試作”，電子情報通信学会 2009 年総合大会，B-2-29，2009 年 3 月

航空機衝突防止装置の運用状況に関する研究【指定研究 A】

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 (役員付研究員)

研究期間 平成 17 年度～平成 20 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

本研究は当所 3 年計画であったが 4 年計画に延長され、平成 20 年度は最終年度である。平成 20 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調査支援
- ・ ACAS 改良動向の調査
- ・ ACAS 干渉制限方式の研究
- ・ 航空局への技術支援

なお、平成 20 年度は、行政当局から詳細な調査を依頼される事例は発生しなかった。

本研究の成果は、ICAO の ACAS マニュアルなどの改定の根拠となる見込みである。本研究が成果を報告する ICAO 航空監視パネル ASP 会議が平成 20 年度開催予定となった事から本研究の期間を 1 年延長する事となった。しかし、平成 20 年度になり、ICAO 内部の諸般の事情より ASP 会議は更に延期された。

3. 研究成果

3.1 ACAS-II 運用モニタリングと国際共同調査支援

本研究実施期間を通して、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、TCAS-II ver. 7 相当の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。

特に、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、研究実施期間中に開催された ICAO/AS パネル作業部会に報告を継続した。報告では、日本国内空域に RVSM 運用が導入される前後のデータを比較した。一時的に高々度の RVSM 空域における RA 発生傾向等に若干の変化が見られたが、前回の ACAS アルゴリズムバージョン改定と比較すると影響は遙かに小さい。まだ、この変化は、時間の経過とともに見られなくなった。

この研究期間の終了間際の平成 21 年 3 月になり、米国 FAA は SSR モード S の RA ダウンリンク機能を用いる ACAS

運用評価について国際共同実施を提案した。この運用評価は、将来の ATM 運用を実現する前に ACAS に残された課題を明らかにするとともに、将来の運用方式との整合性を予測するための情報を得ることを目的としている。また、運用評価を自動化する手段の実現も目指している。EUROCONTROL もこれに同調する方針である。当研究所の SSR モード S の活用の可能性があるため、日本にも参加の可能性について FAA 担当者から打診が来ている。また、この国際共同作業は、ICAO/ASP/ ASSG の作業として実施する方向で調整が進められている。

3.2 ACAS 改良動向の調査

主に ICAO/ASP/WG 会議にて ACAS 改良動向を調査した。また、研究期間中に RTCA が衝突回避アルゴリズムの改良案の作成を進め D0-185B として出版の準備を進めていることについては、多方面から情報を得た。

平成 20 年 12 月には ICAO/AS パネル作業部会全体会 (WGW) に上記に対応する ANNEX10 Volume IV 改定案が提出された。この改良においては、ACAS 表示の誤解を防止するための表示方式指針の設定、複合監視方式の制御アルゴリズムの改良、ACAS 搭載機のパイロットが RA に従わない場合の対応アルゴリズムの追加などが提案された。ICAO ASP/WGW はこれに合意し、ANNEX10 Volume IV の改訂を勧告した。

この他、将来の機上監視応用との整合性についても討議され、今後とも既存の ACAS 表示方式の色彩の意味づけなどについて一貫性を保つことが合意された。

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、周辺で運用される ACAS 数やその距離分布をもとに 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。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 年度まで米国 MIT より報告され続けてきた ACAS 干渉制限方式改良案を調査したが、その後は ICAO 他への新たな発表が見られなかった。現在の進捗状況では、ACAS 干渉制限方式の規格改定より早い時期に、信号環境改善効果が大きく ADS-B 受信機としても活用の可能性がある複合監視方式が導入される可能性がある。また、複合監視方式は、当研究所も有効性を検証した 1997 年頃の方式と比較して改良型が標準化されつつある。このため、研究の重点を干渉制限方式から複合監視方式に移す

事とした。

また、当研究所が平成 17 年度に ICAO/SCRSP/WG 会議に報告した ATC トランスポンダの信号誤解読現象については、各国が詳細に調査した結果が報告され始めた。平成 20 年度は ACAS のモード S 質問信号が ATC トランスポンダに誤解読される現象について重点的に調査した結果、FAA から特定の時期に製造された一部の機種が低電力の信号を誤解読するとの情報を得ることができた。そこで、ACAS の質問信号が ATC トランスポンダの動作に与える影響についてモデルを改良し、より現実的な信号環境の算出が可能になった。この成果は、別の研究課題である航空無線航法用周波数の電波信号環境の研究にて活用された。

3.4 航空局他への技術支援

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

この他、学会誌などに、研究に伴う調査結果や実験結果等、研究成果をまとめた情報を提供した。

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があった。

本研究では、日本空域に導入された RVSM について ACAS 運用への影響を調査し、ICAO 規格の ACAS が RVSM と整合性があることを実証した。特に、同じ調査手法を継続して長期間実施して得られた成果であり、ICAO/ASP/WG 会議にて高く評価された。この成果は、EUROCONTROL による運用評価結果とともに ICAO の ACAS マニュアルに記載することが合意され、次回改定案に反映される見込みである。また、マニュアル改訂作業においては、RVSM 関連の追記の他に、ICAO/ASP/ASSG の一員として SI 単位系の併記や誤警報事例調査結果の追記に関する草案作成作業を分担した。

この研究実施期間中に ICAO や RTCA において ACAS

アルゴリズムの追加改良が検討され、ICAO ANNEX10の改訂などその標準化が勧告された。今後とも、将来のATM運用環境とACASの整合性を調査しながら、その成果を元にACASの運用性能の改良案が作成される見込みである。今後の国際共同調査への対応についても検討する必要がある。

掲載文献

- (1) S. Ozeki: "RA downlink Anomalies Observed with the SSR mode S in Japan", ICAO/SCRSP/WG-A8, Jun., 2005
- (2) Y. Sumiya, et. al.: "ACAS II operational Monitoring Report in Japan, First report of 2005", SCRSP WG-A8, Jun., 2005
- (3) Y. Sumiya, et. al.: "ACAS II operational Monitoring Report in Japan, Second report of 2005", SCRSP/WG-A9, Oct., 2005
- (4) "航空機衝突防止装置に関する研究", 電子航法研究所広報誌 e-ナビ, 第7号
- (5) "Study on Airborne Collision Avoidance System", e-navi No.7 英語版
- (6) Y. Sumiya, et. al.: "ACAS II Operational Monitoring Report on the effect of RVSM in Japan", SCRSP WG-A10-19, May, 2006
- (7) 住谷 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
- (8) 住谷 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
- (9) 住谷 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6月
- (10) 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, Sep. 2006
- (11) Y. Sumiya: "ACAS II Operational Monitoring Report on the effect of RVSM in Japan, Second report of 2006", ASP01-25, Nov. 2006
- (12) 住谷 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", 電子航法研究所報告No.116, pp. 1-13, 2007年1月
- (13) 住谷 他: "RVSM導入によるACAS回避アドバイザリへの影響の一検討", 電子情報通信学会技術報告, SANE2006- 135, 2007年2月
- (14) 住谷 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", 平成19年度(第7回)電子航法研究所研究発表会講演概要, 2007年6月
- (15) Y. Sumiya, S. Ozeki, M. Shirakawa: "ACAS II Operational monitoring report on the effect of RVSM in Japan, First report of 2007", ICAO/ASP/WG ASP02-23, Brussels, Apr. 2007
- (16) Y. Sumiya, S. Ozeki, M. Shirakawa: "ACAS II Operational monitoring report on the effect of RVSM in Japan, Second report of 2007", ICAO/ASP/WG ASP03-41, Montreal, Oct. 2007
- (17) Y. Sumiya, S. Ozeki, M. Shirakawa: "Proposed Changes to ACAS Manual in relation to Effect of RVSM", ICAO/ASP/ASSG, Mar. 2008
- (18) 住谷, 小瀬木, 白川: "ACAS II 運用モニタリング結果(2007年第1報)", 2007年6月
- (19) 住谷, 小瀬木, 白川: "ACAS II 運用モニタリング結果(2007年第2報)", 2007年11月
- (20) S. Ozeki: "Bit Assignments for ACAS capabilities in Register 10HEX", ICAO/ASP/ASSG, Sep. 2007
- (21) S. Ozeki and J-M. Loscos: "Revised coding of ACAS bits in register 10HEX", ICAO/ASP/WG, Montreal, Oct. 2007
- (22) Y. Sumiya, S. Ozeki, M. Shirakawa: "Proposed Changes to ACAS Manual in relation to Effect of RVSM", ICAO/ASP/WG, May. 2008
- (23) Y. Sumiya, S. Ozeki, M. Shirakawa: "ACAS II Operational Monitoring Report on the Effect of RVSM in Japan, First report of 2008", ICAO/ASP/WG, May. 2008
- (24) S. Ozeki: "Update for ACAS manual on the phantom RA by transponder test facilities", ICAO/ASP/WG, May. 2008
- (25) Y. Sumiya, S. Ozeki, G. Dean: "CP to ACAS manual after the monitoring in RVSM environments", ICAO ASP/ASSG, Sep. 2008
- (26) S. Ozeki, J-M. Loscos, M. Ponnou: "Proposed amendments to Doc.9863 ACAS manual", ICAO/ASP/WGW, Dec. 2008

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

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○米本成人, 河村暁子, Alexandre Saillard

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20年度は最終年度である。当該研究期間の主たる実施事項は以下のとおりである。

平成 18 年度 ミリ波センサの IC 化の検討

平成 19 年度 ミリ波センサの試作

平成 20 年度 ミリ波センサの評価試験

3. 研究成果

平成 18 年度は、ミリ波センサを構築するに当たり、利用可能なミリ波 IC を選定し、基本回路構成を検討し、IC の調達を行った。

平成 19 年度には、ミリ波 IC の性能評価として、電圧制御発振器、通倍器、混合器、増幅器の周波数特性を取得して送受分離型ミリ波モジュールを製作した。

平成 20 年度には、試作したモジュールの性能評価試験を行った。電波無響室での性能測定では自動車用などで用いられている従来の特定小電力レーダ 75GHz から 80GHz の広

い周波数帯域で送信でき、将来的なレーダ用周波数の拡張時には高測定精度が期待できる。しかしながら、現在のミリ波回路では周波数変調の直線性の問題により、広帯域時にはレーダとして十分な特性が得られないことが分かった。印加する電圧を周波数に合わせて制御するなどにより、性能向上を図ることが期待されている。

また、これらを屋外でのフィールド試験に使用できるよう、現在の技術基準である 76.5GHz±0.25GHz で動作するよう変調器とともに組み込み、記述基準適合証明を取得した。その際に、レーダのアンテナ軸合わせを容易にするために、ミリ波モジュールにサーキュレータを接続し、送受一体型レーダとした。

これを用いてフィールド試験を行ったところ、最大 75m の検知性能であった。実用のためには送信信号の安定化と更なる雑音の低減、および高利得アンテナと組み合わせる必要性が示された。また、仙台空港滑走路を用いて行った試験では、滑走路表面のグルーピングの影響は小さいことが分かった。

その他、様々な用途に適用できるミリ波レーダ用アンテナと反射器を開発した。これらの成果をまとめて特許 2 件を出願した。これらのミリ波技術を自動車、鉄道などの他運輸分野への応用を行うため、共同研究にて評価を開始した。

本研究期間中には、ミリ波関連研究で得られた知見を生かして海上技術安全研究所、株式会社レンスター、株式会社小糸製作所、財団法人雑賀技術研究所、日本信号株式会社との共同研を実施し、株式会社豊田中央研究所との情報交換に関する契約を締結し活動を行った。また、本プロジェクト期間中に仏国民間航空学院 (ENAC) から研修生を受け入れて、研究活動を行った。

4. まとめ

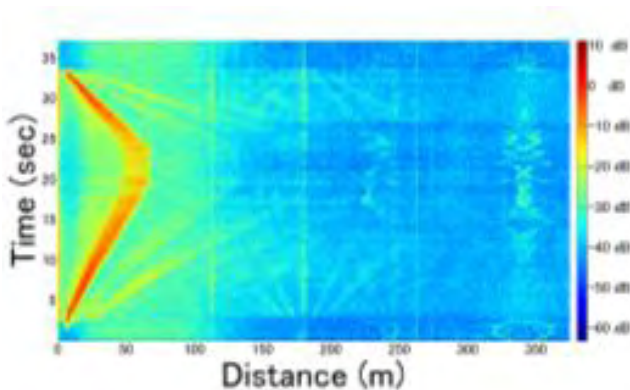
本研究はミリ波用 IC 素子を用いたミリ波センサの開発、評価を行った。現在自動車用として販売されているミリ波 IC を応用して、76GHz 帯において 5GHz を超える周波数偏幅を達成した。

このモジュールを用いて仙台空港にて評価試験を行ったところ、最大 75m 程度の探知距離であった。これらの RF

モジュールの精度向上のため、送信周波数の制御、内部雑音レベルの低減などが技術課題として残った。



ミリ波レーダ



試験結果

掲載文献

- (1) N. Yonemoto et al. : “Performance of obstacle detection and collision warning system for civil helicopters” , Enhanced and Synthetic Vision 2006, Proceedings of SPIE, 6226-08, 2006
- (2) 米本 他 : “光とミリ波を反射する全方向性誘電体レンズ反射器” , 電子情報通信学会 2006 年ソサイエティ大会, B-1-22, 2006 年 9 月
- (3) C. Migliaccio et al. : “Fresnel reflector antennas for MM-wave helicopter obstacle detection radar” , EuCAP2006, 2A4, Nice, France, 2006
- (4) C. Migliaccio et al. : “Millimeter-wave radar for rescue helicopters” , IEEE ICARCV2006, Singapore, 2006
- (5) B. D. Nguyen et al. : “W-band Fresnel Zone Plate Reflector for Helicopter Collision Avoidance Radar” , IEEE Trans. on AP, vol. 55, No. 5, pp. 1452-1456, May 2007
- (6) B. D. Nguyen et al. : “94 GHz printed reflectors using C-shape patches” , Proceedings of IEEE AP-S, pp. 5311-5314, 2007.
- (7) N. Yonemoto et al. : “An omni-directional lens reflector for millimeter wave and light” , Proceedings of IRS2007, pp. 575-578, 2007.
- (8) 山本 他 : “94GHz レーダによる送電線のレーダ断面積測定” , 電子情報通信学会 2007 年ソサイエティ大会, 2007 年 9 月
- (9) K. Yamamoto et al. : “Power line RCS measurement at 94GHz” , Proceedings of IEE RADAR 2007,
- (10) 米本 他 : “ミリ波用レドームのためのエフレタン塗装発泡スチロール” , 電子情報通信学会 2008 年総合大会, B-1-93, 2008 年 3 月

効率的な協調意思決定を支援する情報環境実現のための要素技術の調査研究【指定研究 B】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○塩見格一，金田直樹

研究期間 平成 19 年度～平成 21 年度

1. はじめに

協調的意思決定は、今日の高度情報処理技術の応用において最も重要なコンセプトの一つであり、これは高度な情報の共有化を前提として可能になると考えられている。

今日のインターネット等を利用し、その上に構築されている情報基盤における情報の共有は、時に見ず知らずの人間を多数含む、寧ろプロジェクトに関係する殆どの人間については何も知らない様な、LINUX 等のオペレーティング・システムの開発等を可能としていることにおいて、協調的な意思決定の前提としての機能を十分に果たしていると言い得る。個々の関係者の行う作業に分単位や秒単位での時間的な同期が必要とされない共同作業においては、情報へのアクセスから理解までに常に時間的な余裕が存在する場合には、大勢の人間の経験的な知識を集積し得る開放的な情報基盤は、筆者には、性善説の支配の下で、協調的な意思決定の前提とし必要な機能を果たしている様に思われる。

しかしながら、例えば、航空管制業務に典型が見られる様な、リアルタイムに次々と新たな情報が発生し、これらを次から次へと矢継ぎ早に、のべつ幕無しに処理しなければならない業務状況においては、航空管制業務以外では日常的に電子メールやウェブ・アプリケーションを利用している様な管制官であっても、一旦、航空管制業務となれば、現状における CPDLC の導入は極めて限定的であり、現状の主な情報交換が直接に話し掛けたり、或いは電話・無線等のアナログ音声でなされていたりすることから、電子メール等アプリケーションの応答速度等のパフォーマンスが航空管制業務通信網においては未だ十分に満足できるものとはなっていない、また航空管制業務における協調的な意思決定プロセスに整合する様なアプリケーションが未だ存在していない、と考えざるを得ない。

2. 研究実施内容

本研究は、航空管制業務を典型とする様な業務形態において協調的な意思決定を効率的に行うための情報基盤の在り方について検討することを目的として進めてきたものである。リアルタイムな航空管制業務を典型とする業務形態を想定することからも、情報基盤に対しては、高い応答性が第一に要求されることは間違いないが、有線と比較すれば数桁以上も通信容量の小さい無線をボトルネックとして有する航空交通管制システムに

においては、通信容量の小さい無線のデータリンクであっても航空管制業務通信の特徴を上手く利用することで、その問題点を克服しなければならない。

例えば、今日、ターミナル空域への CPDLC (Controller-Pilot Data Link Communication) が議論される時に、しばしば CPDLC の問題点として指摘されることであるが、現状のアナログ音声による通信であれば、パイロットは自機以外の航空機に対する管制指示であっても聞くことが可能であって、パイロットはこれを聞くことにより自機に対する管制指示以前に、その指示内容を予想し対応のための準備を整えることができる。これに対して CPDLC では、CPDLC が 1 対 1 通信であるため、パイロットは自機に対する指示が来るまで、管制官がどのような方針や意図を持って業務を進めているのか、全く分からない状態に置かれることとなり、必然的に、管制指示に対する応答も、比較的にはギクシャクしたものとならざるを得ない。

航空管制業務における協調的な意思決定のプロセスは、データ通信を基本とする情報基盤において処理されることが想定されるが、上記の問題からも明らかな様に、高度なリアルタイム性を前提としては実現し得るものではない。航空管制業務における協調的な意思決定は、将来的な行動のために必要となる判断を、幾つかの高い確率で成立しそうな状態を想定し、これらを前提として、予め下して措こうとするものに他ならない。現状の航空管制業務形態が踏襲される場合、協調的な意思決定は、極めて精度の高い将来予測が可能であることを前提として行われるため、筆者は多少以上に悲観的ではあるが、協調的な意思決定の成果としての運航効率の大幅な改善等は期待できない。協調的な意思決定の実現形態は、関係者が平等に意思決定に関わることではあるが、その都度に優位な認識を有するものが、その都度にその優位性を示して、その判断が相互の利益を実現するためのものであることを相互に納得するプロセスと考えることも十分に可能である。将来的に、航空管制業務において協調的な意思決定を効率的に実現するためには、ダイナミックに職務分担を変更することを可能とする程の業務形態の合理化が必要不可欠である。

今日謂う所の将来の管制業務コンセプトは、単に個々の航空機の安全間隔をその都度確保するものから、より効率的な運航を実現する航空交通流の管理へと、更には航空交通流制御の更なる合理化に向けて、個々の航空機の 4 次元的な運航状態を“ト

ラジェクトリー”の概念により管理・制御しようとするものへと発展してきた。より事前に、何か起きるその前に、何も不都合が起きない様に運航以前により緻密に、・・・と、航空交通に係る要素の管理を時間的に前倒しすれば、不測の事態が何も起きない限りにおいて、調整席業務において航空交通密度を高く維持することは可能であろうが、一旦不測の事態が発生すれば、それに対応するのは調整席ではなくレーダ管制席であって、レーダ管制席において対応可能な航空交通量（密度）以上の航空機には必然的に待機飛行が発生する。逆に、常に不測の事態を想定して必要以上に航空機密度を制限する等空域に余裕を持たせることは、効率的な運航、即ち空域の有効利用の観点から今日的に歓迎されることではない。

航空管制業務に限らず、上記の様な業務作業者の能力と余裕の問題は上手く解決することが難しい問題で、例えば航空管制業務の場合は、単に空域に対する航空機密度や単位時間当りの処理機数を制限するだけでは、その制限としての規則の策定以前にベテランの経験的な対応により実現し得ていた処理容量を維持することも難しくなる。人間である管制官は、機械とは違う人間であることにより短期間であれば“無理が効き”、時に期待されている以上の業務効率を実現する。嘗て、レーダスクリーン上に多くの情報が表示されている場合と最小限の情報しか表示されていない場合について、ベテランは「多くの情報の中から必要な情報を適切に識別することができるから、提供できる情報はできるだけ表示すべきだ。」と言う考え方と「表示されていない情報を経験的に補完することができるので、表示すべき情報は必要最小限に留めるべきである。」と言う考え方は是非が問われたことがあった。普遍的にどちらかが正しいと言う問題ではなかったが、我々は、後者の考え方に「必要な情報には何時でも簡単にアクセスすることができるようにする。」と言う条件を付加して、CPDLCの導入に対応させたユーザ・インタフェースの試作を行った。

利害関係の調整とは異なり、共通の目的の合理的な達成を目的とする協調的な意思決定においては、明示的に意思表示をすることは意思決定に関わるための必要条件ではない。共通の目的を共通のルールに従って実現しようと言うのであるから、協調意思決定に関わる関係者の状況認識が十分に一致していれば、誰が結論を下そうとも、結果は殆ど変わるものではない筈である。判断を下す者の差異により為すべきことが変化するのであれば、そこには必然的に状況認識の差異が存在する筈である。状況認識の優劣については先にも少し触れたが、状況認識において優位な者が劣位な者において不足している認識を推察することは難しくはないだろうが、多くの場合には全面的な優位状況等は存在せず、相互に相手側の不足を補う姿勢が必要となる。相手の立場において、相手が正確な判断を下せる様に、経常的

に支援する姿勢が相互的なものである場合に、協調的な意思決定が効率的に行われていると言え得る筈である。航空管制業務における協調的な意思決定においては、小さな協調的な意思決定はレーダ管制席管制官と調整席管制官の間に発生する様に見えるが、航空管制業務の本来の目的からも明らかな様に、協調的意思決定の最小の単位には常に航空機のパイロットは含まれるべきであって、協調的意思決定はレーダ管制席管制官と調整席管制官と航空機のパイロットの三者間で行われなければならないものである。

3. おわりに

航空管制業務とそこにおける協調的な意思決定において、管制官とパイロットが有限な資源であることが重要な問題となる。先にも述べた様に、協調的であるためには、マイペースでは物事は進まない事態が常に存在することを受け入れなければならない。

まず、筆者は、航空管制業務における管制官の絶対性を否定する者ではない。管制官の絶対性の存在こそが、現状の情報基盤において現状の運航効率を実現していることは間違いのないことと考えている。しかしながら、管制官の優位性が絶対的なものであれば、その延長上に協調的な意思決定のシステムを構築することは容易ではない。

どの選択が短期的に優れているのか、また中長期的にはどのようなシステム構築がなされるべきか、これらの問題に明確な回答を示すことは極めて難しく、筆者には不可能である。ただ言い得ることは、将来的に協調的な意思決定システムを構築することにより、現状よりも効率的な航空交通システムを構築することは十分に可能と思われるが、それには幾つかの実現されるべき前提があって、その前提は管制官にもパイロットにも、少なくとも過渡的には快適ではないものが含まれそうだとすることである。

定量的にはではなく定性的な理解をお願い致したいが、管制官もパイロットも、1%の効率の改善のために、10%、或は100%、更にはそれ以上かも知れないが、今より遥かに多くの情報を処理しなければならなくなると言うことであって、これは短期的には間違いなしに、直接に業務作業量の増大をもたらすことになる、と言うことである。

筆者は、航空管制官他航空機の運航に係る者の全てが、巡り巡っての業務効率の改善を確信し、データ通信へのシフトと、データマイニングへの指向とその結果としての業務管理の高度化がもたらす過渡的な状況を、人間性の喪失等の深刻な事態に陥ることなく、出来るだけ短期間の内に克服されることを期待している。

航空管制官等の健全性評価に係る生体信号処理手法の研究【指定研究 B】

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（航空交通管理領域）

研究期間 平成 20 年度～平成 22 年度

1. はじめに

当所では、1998 年の発話音声のカオス性と発話者のストレス状態との相関を発見して以来、発話音声分析技術の高度化を目的とした研究開発を進めて来た。

本研究は、その第 2 フェーズとも言うべきものであり、ヒューマン・パフォーマンスをリアルタイムに監視し、即ち、発話音声により発話者の覚醒度を評価することにより、その監視・評価結果をフィードバックし、ヒューマン・エラーの発生を低減させることを可能とするシステムの実現を目的としている。2008 年初頭には、発話者がヒューマン・エラーを起こす可能性の増大を監視・警告する、最上流の予防安全装置のプロトタイプとして、実験研究用の計測機器として“CENTE”の名称で製品化を実現した。

発話音声分析技術は、当所発のユニークな技術と認められているものであり、これまでに国土交通省総合政策局技術安全課や独立行政法人科学技術振興機構、財団法人鉄道技術総合研究所からの受託研究に対応し、多数の大学等とも共同研究を進めて来た。2008 年度には複数の国際学会において成果を報告し、12 月には米国航空局が主宰する航空安全フォーラムに日本からは初の出品をし、ブースにおいてデモンストレーションを行った（図 1 参照）。

2. 研究の概要と成果

2008 年度には、従来研究の継続として“CENTE”の信号処理アルゴリズムである SiCECA (Shiomi's Cerebral Exponent Calculation Algorithm) の高信頼性と並行して、CENTE のユーザ・インタフェースの高機能化に関する研究を実施した。

2.1. SiCECA の高信頼化

SiCECA により発話音声から発話者の覚醒度（大脳新皮質の活性度）に強く相関する診断値（CEM）を得るためには、埋め込み次元や前処理用のデジタル・フィルターの特性等、6 つのパラメータが適正に設定されることが必要不可欠であることが明らかになった。

現状の SiCECA の実装は C 言語による手続き的な処理であるから、6 つのパラメータをどの様に設定しようとも、機械的に音声信号を処理して、何等かの CEM を得ることは

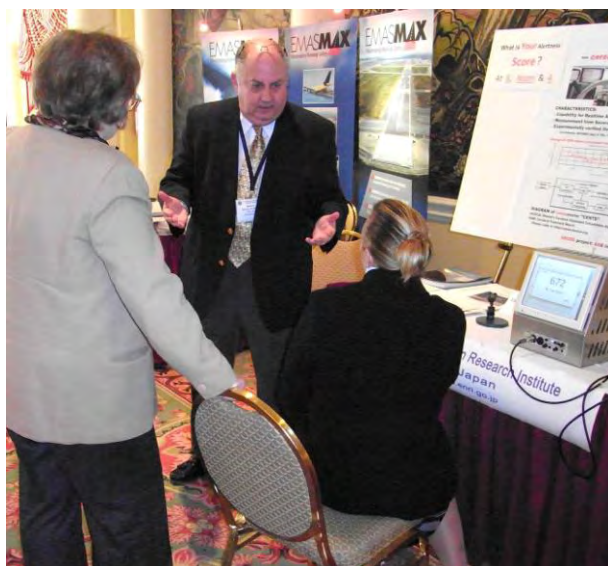


図 1 ブースに来られた FAA アカデミー関係者に米国における営業代理店の方が CENTE の説明をしている様子。

常に可能である。例えば、複数の収録音声を何等かの設定を行った SiCECA で処理すれば或る CEM のセットが得られ、設定を変更すれば異なる CEM のセットが得られる。しかし、その処理結果としての CEM の変化とパラメータの関係のみをいくら観察しても、それだけからは、発話者の覚醒度の評価に適したパラメータの設定を明らかにすることはできない。

我々は、2005 年に鉄道総研で実施した疲労計測実験において、臨界フリッカ識別周波数（CFF）の計測と同時に収録した朗読音声をも 12 被験者において有しており、適正に計測された CFF が被験者の覚醒度と高い相関を有していることが確認されていることから、その朗読音声から算出される CEM と CFF の相関が高くなる様にパラメータの調整をすることで SiCECA の高信頼化を目指している。2005 年当時の SiCECA の設定においては、明確な疲労傾向の観測された被験者における CEM と CFF の相互相関係数は 0.5 ～ 0.6 であったが、2009 年 3 月時点において、相互相関係数は 0.7 程度まで向上させる事が可能であることが確認されている。0.6 から 0.7 への向上が、CFF の信頼性の問題を考慮するとき、どの程度に有意なことであるのか明らかではないが、CEM により CFF の代替とすることは、現時点において既に十分に可能と考えられる。

上記パラメータの最適化は、1 被験者当たり約 300～400 の朗読音声について、パラメータを変化させながら CEM を計算し、その変化と CFF の変化の相互相関係数を計算し、この相互相関係数が極大値を取るパラメータの組み合わせを見付けることで行った。埋め込み遅延時間、発展遅延時間の組み合わせの評価においては、埋め込み次元等の他のパラメータを固定し、230,400 (= 480 x 480) 通りのパラメータの組み合わせに対して上記の全ての朗読音声の処理を行った。この処理には、現時点で最高速のパソコンを使用しても 8 ヶ月を要しており、現在当所では、埋め込み次元や近傍点集合条件の CEM に対する影響を評価するために、8 台のパソコンを使用して処理を行っている。しかしながら、現時点までには、経験的に良い結果が期待される範囲の 0.1% も処理が進んでおらず、(考えられる組み合わせに対しては 0.0000000001% の範囲さえ処理できておらず)、より効率的なパラメータ探索の手法を見付けることが、次のブレイク・スルーには必要不可欠と思われる。

SiCECA による音声信号処理においてはデジタル・フィルターの適用も重要な問題であり、CEM と CFF の十分な相関を実現する必要な音声信号帯域を出来るだけ狭く限定することにより、音声収録環境の雑音の影響を低減することが可能となり、仮に必要帯域に雑音が存在する様な場合であっても、必要帯域が狭い程、雑音源に対する対応も容易なものとなる。また、発話音声分析装置の実用化において重要な経費の低減についても、現状のシステム構成において最も高価な部品はマイクロフォンであるが、必要帯域が狭ければ、その帯域におけるマイクロフォンの個体差を低減することは容易であり、より安価なマイクロフォンの採用が可能となる。デジタル・フィルターと SiCECA の組み合わせにおいて最も新しい成果は、ピッチ周波数帯域の収録に係るものであり、SiCECA のパラメータを適正に設定すれば、マイクロフォンから収録される音声に全くピッチ周波数成分が含まれていなくとも、ホルマント周波数成分のパターンだけから、SiCECA は正確にピッチ周波数を算出することができた。

2.2. CENTE の高機能化

2008 年度においては、西武バス観光株式会社殿にご協力をいただき大宮のバス・センターで約 2 ヶ月間の点呼音声の収録を行うことが可能となったので、CENTE については、社員番号による個人情報管理を可能とするユーザ・インタフェースを製作した。また、CENTE の国際エア・エキスポや米国での航空安全フォーラムへの出品が計画されたため、ユーザ・インタフェースの英語化や、英語による



図 2 新型の CENTE

朗読カードの整備を行った。

上記バス・センターにおいて収録した音声については、予想以上の環境騒音が存在したため、未だ処理を進めている段階である。また、バス・センターにおける収録では、CENTE の熱設計が十分ではなかったことが原因と考えられる CPU の損傷が発生したが、そのお陰で熱設計をやり直し、筐体のデザインを一新させた新型を実現することができた (図 2 参照)。新筐体の CENTE においては、現時点まで、熱暴走等の不具合は一度も発生していない。

3. おわりに

本研究における次の課題は、環境雑音に対する対策と信号雑音比と診断値の信頼性との関係を定量的に明確にし、更に、信号雑音比が良好ではない場合に信頼性を確保する信号処理手法、また補助的な音声信号収録手法を実現することである。実用化の過程においては、次々と新たな問題が発生するが、この問題も、今までに解決して来た問題と同様に、近い将来に解決手法が見つかることを信じて、2009 年度以降の研究開発を進めて行きたい。

掲載文献

- (1) Shiomi and et al: “Experimental Results of Measuring Human Fatigue by Utilizing Uttered Voice Processing” Proc. 557 of IEEE-SMC 2008.
- (2) Shiomi: “Voice Processing Technique for Human Cerebral Activity Measurement” Proc. 660 of IEEE-SMC 2008.
- (3) Shiomi: “Cerebral Resource And Activity Measurement Equipment”, Proc. of SFN 2008.
- (4) <http://www.siceca.org>

対空通信メディア高度化に関する基礎研究【基礎研究】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○金田 直樹, 塩見 格一

研究期間 平成 19 年度～平成 20 年度

1. はじめに

航空交通管制において、管制官とパイロットの間の通信路は将来も必要である。通信の高度化については、FAA&EUROCONTROL の Future Communication Study において、将来の航空管制通信についての要件と既存技術の活用について検討が実施されている。検討の結果有望と考えられている方式は、CDMA や OFDM を利用している無線方式が多い。これらの技術は移動体通信において問題となる不安定な通信路、例えばマルチパスによるシンボル間干渉やフェージングのある通信路において高速通信を行うために開発された。しかし、CDMA や OFDM は携帯電話等で利用される UHF/SHF に特有の技術ではない。本研究では、マルチパスやフェージングによる影響が顕著に現れる HF 帯におけるデータ通信への CDMA 及び OFDM の適用として開始した。

2. 研究の概要

昨年までの課題として、送信すべき信号を直接 D/A コンバータで生成するとスプリアスの問題が大きいことが判明した。この問題の解決をまず図る必要があるため、信号処理アルゴリズムの改良をまず可聴帯域で実施した。可聴帯域で実施することとした理由は、第一に信号処理アルゴリズムは周波数に依存せず、第二に、スプリアスのある音声信号を送出しても問題を起こすことはなく、かつ測定が簡便なため、信号生成を行うソフトウェアに対して実験→評価→改良のサイクルを短時間で実施することができるからである。具体的な手法としては、送信信号生成プログラムにより、16bit/48kHz の WAV ファイルを生成した。これを可逆圧縮にて携帯型オーディオプレーヤに転送して再生を行った。再生して得られた音声信号をパラメトリックスピーカにて音に変換し、この音を離れて録音した。

録音により得られた 16bit/48kHz の WAV ファイルを、受信信号復号プログラムに読み込ませた。実験に必要な機材として、「航空管制官等の健全性評価に係る生体信号処理システムの研究」用の機材を一部活用した。実験システムの送信側システムの図を図 1 に示す。



図 1: 実験システム送信部。上の基板はパラメトリックスピーカ本体、下の基板は駆動部、左側は携帯型オーディオプレーヤ

3. 研究成果

通常の通信と異なる航空管制通信に必要な要件としてビットレートよりレイテンシ、言い換えれば通信路の遅延時間が重要であること、CDMA に対するオフライン復号方式の優位性、ATIS (Automatic Terminal Information Service) のデジタル化への応用を提案した。

レイテンシの重要性は、以下のような理由による。管制間隔は時間または距離として設定される。管制指示を発出してからパイロットに届くまでの時間を τ とする。管制官は現時刻 t から時刻 $t+2\tau$ までの間、管制指示がなくとも全ての航空機間に管制間隔が設定されているように管制を行っている。時間間隔 T は $T \gg \tau$ となるよう設定されているが、レーダ間隔 D 、航空機速度を v としたとき、レーダ間隔を時間に換算した値である D/v と比較した場合 τ は数秒であっても無視できない値となる。 τ を最小化する方法として VHF アナログ音声通信が広く使われてきた。VHF アナログ音声通信と代表的な航空用デジタル通信である VHF Digital Link Mode 2 (VDLM2) と比較した場合、VDLM2

は CSMA/CA であるために混雑空域で利用した場合、最悪値で 10 秒を超える遅延が発生するが、VHF アナログ音声通信では 100 ミリ秒を超えるような遅延は発生しないからである。

また、オフラインによる復号は未来の情報が参照可能であるという意味で真に能力が高いことがわかった。通常の復号器は入力を先頭から処理しなければならないシステムであり、計算理論の観点からは、オフラインアルゴリズムの能力がオンラインアルゴリズムより大きい事実と対応する。これは有限の長さを持つパケット通信で有用である。

最後に、可聴帯域による CDMA を用いたデータ通信の応用例として、ATIS のデジタル化を提案した。CDMA は逆拡散により微弱な信号を復号することができるので、可聴帯域の搬送波を用いてレベルの小さな CDMA により変調したデジタル信号を通常の音声信号と重畳して放送を行うことができるため、本技術により、現状の VHF アナログ音声通信の設備を活用したデジタル ATIS 等に応用することが可能と考える。

4. おわりに

これまでの通信技術開発の歴史はビットレート向上を指向してきた。しかし、航空管制は time sensitive であることから、要件としてレイテンシが重要となる。アルゴリズムの点では、オフライン復号の有用性が理解され、パケット通信への応用が可能である。また、ATIS への可聴帯 CDMA による放送は、現システムと互換性を有するシステムとして利用可能である。今後の課題として、当初計画していた HF 帯での実験と結果の検討、変復調アルゴリズムの改良等が挙げられる。

受動型 SSR を利用した空港環境騒音計測システムの実用化に関する研究【基礎研究】

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 20 年度～平成 21 年度

1. はじめに

受動型 SSR は自らは航空機に対して問掛けの電波を出すことなく、近隣の SSR の覆域を飛行する航空機の応答信号のみから、その飛行位置情報を算出する装置である。当所では、1990 年代始めから試作開発を含む研究を行ってきた。受動型 SSR の測位精度はその設置条件に強く依存し、単独に、モノパルス測角の可能な現用 SSR と同程度の測位精度を実現することは難しい。また、全ての航空機が ADS-B 対応トランスポンダを搭載する様になれば、その適用範囲も少なくなると予想される。しかしながら、現時点においては、受動型 SSR の側において、ADS-B 情報等を用いた補正技術を開発することで測位精度の向上が期待でき、ADS-B に対応していない多くの航空機の位置情報を簡易に得る装置としての需要を満たす可能性は高い。

2. 研究の概要と成果

2008 年度には、受動型 SSR を構成するアンテナ、受信器、AD 変換器、信号処理装置、パソコン接続用 I/O 装置、等全ての構成部品を基盤から製作し、USB 接続によりパソコンに航空機の測位情報を提供する受動型 SSR を試作した。また、同受動型 SSR 装置から受けた測位情報をパソコンの情報表示装置に通常のレーダーの様に表示するためのソ

フトウェアを試作した。また、上記により試作したシステムにより、羽田空港、中部国際空港等の大規模空港において、また鹿児島空港等地方空港において、その周辺の航空機の飛行情報取得実験を実施し、空港周辺環境評価に十分な機能を有すると期待される受動型 SSR が実現されたことを確認した（図 1 参照）。

試作した受動型 SSR により、リアルタイムに以下の図 2 に示す様な航空機の飛行航跡の観測が可能であった。

3. おわりに

受動型 SSR は、本体のみはアタッシュ・ケースに納められる程にコンパクトに纏めることができ、バッテリーにより 24 時間以上の連続運用を行うことも十分に可能と考えられ、広く様々な分野への利用が期待される。

本研究は、財団法人空港環境整備協会、株式会社リオン、当所の三者の共同研究として実施しているものである。

掲載文献

- (1) Shiomi and et al: “Passive Secondary Surveillance Radar System for Satellite Airports and Local ATC Facilities” Proc. of 43rd Annual ATCA Conference, NJ, U. S. A.



図 1 受動型 SSR の機能評価実験状況

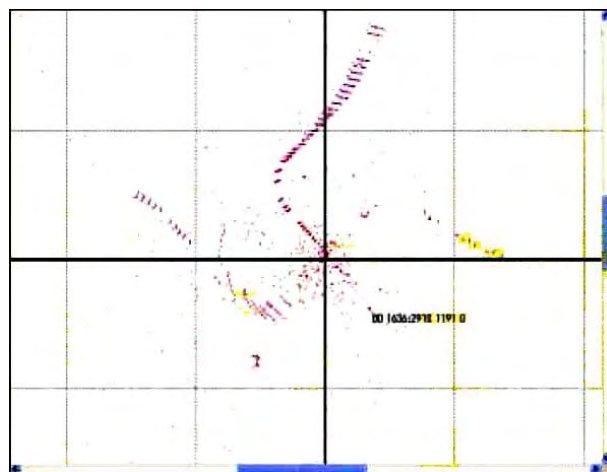


図 2 小牧空港周辺を航行するヘリコプターの軌跡

信号源位置推定手法に関する基礎研究【基礎研究】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○大津山 卓哉, 小瀬木 滋

研究期間 平成 20 年度～平成 21 年度

1. はじめに

航空機の監視や干渉信号源の特定など信号の発信源を特定するための技術は電波を扱う研究の中でも重要なテーマのひとつである。対象となる信号の種類や周波数により位置推定の手法はさまざまなものが使われている。位置の推定手法は重要テーマであるにもかかわらず、その応用については多くの研究がされているが基本的な位置推定手法についての検証はあまり研究されていない。対象信号や推定手法ごとの誤差などの見積もりをきちんと行うことにより、干渉源の発見や信号環境監視により有効な位置推定手法を確立できるものと期待される。

本研究の目的は信号源推定を行う際の誤差の原因を明らかにし、目的とする信号環境に適した信号源推定を行うことにより、位置推定精度を向上することである。

2. 研究の概要

本研究は 2 カ年計画であり、初年度の平成 20 年度は下記のことを行った。

- ①各種方位測定手法の比較、検証
- ②方位測定装置の開発、誤差検証

3. 研究成果

3.1 方位測定手法の比較検討

信号源の位置推定にはさまざまな手法が提案されている。信号の発信源を求める方法には大まかに、1. 到来方向を使うもの、2. 到達時間差をつかうものの 2 つがある。到達時間差をつかった位置推定手法は信号の識別がその精度に大きな影響をあたえるが、到来方向をつかった位置推定手法は受信帯域幅や対象信号の波形などによりさまざまな方法を用いることが考えられ、使用する手法により求められる位置精度が大きな影響を受ける。それら各種の方位測定手法を整理し、それぞれの誤差原因などについて検討をおこなった。複数の周波数にパルスがそれぞれ存在するような広帯域パルスの到来方向推定には雷の放電路を可視化できる広帯域干渉計で実際に使われている手法について検討した。信号の性質が異なるためそのまま応用することはできないが、信号処理部分の検討をさらに行うことにより広帯域の方位測定システムとして使用可能とな

ることが期待される。

また航空局が将来導入を検討している干渉波測定装置についての仕様書検討支援を行った。

3.2 方位測定用受信機の製作

到来方向推定にはアンテナも含めた受信システムで検証を行う必要がある。任意信号を測定するための広帯域受信機として「航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究」で使用している受信機がいくつかある。これらの受信機は目的とする周波数は一緒であるが、実験用航空機のアンテナを使うことを前提に設計しているため、本研究で使用するのに適切ではない。本研究では受信機の基本設計は同じで到来方向推定のために使う受信機の製作を行った。特に狭帯域受信機についてはフィルタとミキサの組合せで作っていたものを IRM(イメージ除去ミキサ)を使った設計に変更し、部品数や受信機の大きさを小さくすることができた。狭帯域受信機は信号源推定だけでなく、信号環境測定に必ず必要となる受信機であるため、この受信機を小さくコンパクトにまとめられることは今後の各種実験を行う際に大いに役立つものである。

4. まとめ

本研究では信号の発生源を推定するための基本測定法について検討を行った。本研究を行った手法は信号干渉源の位置推定に使われるだけでなく、MLAT の精度向上などにも応用が見込まれるものである。今後より具体的な信号処理手法の検討を行い、実環境下での運用に耐えるシステムの構築を目指したい。

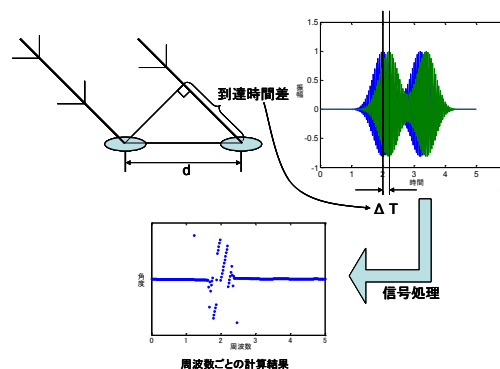


図 1: 方位測定信号処理概念図

先端 ICT を活用した安全・安心な交通システムの開発【受託研究】

担当領域 機上等技術領域
担当者 ○米本 成人, 河村 暁子
研究期間 平成 20 年度

1. はじめに

各種交通機関における周囲状況の監視については、未だ運転者の目視に頼る部分が多く、悪天候時において目視による発見が困難な障害物との衝突や接触等の事故は後を絶たない。さらに、港湾・空港等における制限区域内や船舶への侵入といったテロ等の未然防止も含めた、より安全・安心な交通システムの構築が望まれている。このため、障害物や侵入者等を事前に探知し、障害物との衝突や、テロリスト等の侵入を回避するなど、多目的に適用可能な監視支援システムの開発を行う。

本プロジェクトは主に、航空分野での応用を想定し、ヘリコプタなどの有視界飛行を行う航空機において、パイロットの視野、視覚情報援助のための前方監視支援システムを開発する。具体的には、小型・安価なミリ波技術等を活用し、複数のセンサ出力を用いて、さまざまな天候・環境下において周囲障害物を検知し、パイロットの前方監視機能を補完するシステムを構築することを目標としている。平成 20 年度は主にミリ波レーダの設計・試作、実験用ヘリコプタの製作、ヘリコプタ搭載計器模擬装置の開発を行った。

2. 研究の概要

本研究は運輸技術研究費として国土交通省総合政策局技術安全課から受託した研究である。平成 20 年度はミリ波レーダの小型・軽量化、監視支援システムの構築に関して研究を実施した。

3. 研究成果

さまざまな用途に応用でき、さらに特定小電力無線器と同様の出力で高機能が実現できるようなレーダの駆動部となるミリ波無線回路を設計し、試作した。この結果、従来のミリ波レーダと比べ 25 倍の広帯域で安定した周波数で出力できるような構造を実現した。これにより、従来のミリ波レーダでは検出困難であったアンテナから 2m 以内の近距離においても十分な信号雑音比で距離測定が可能となることが示された。

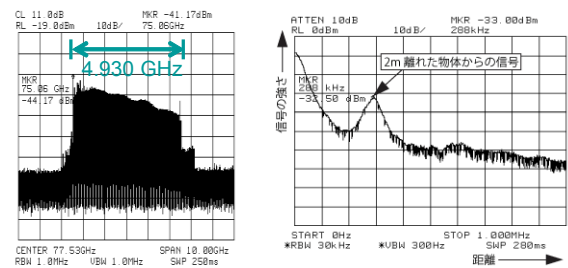
また、ヘリコプタ操縦者用前方監視支援システムの実証飛行試験を効率的に実施するため、試作したシステムを上

空へ持ち上げることでできる計測用小型ヘリコプタを開発した。また、実機ヘリコプタに搭載されている計器と同じ情報を取得するため、3 軸加速度センサ、高度計、GPS などを利用した計器模擬装置を構築した。開発した計測用小型ヘリコプタの飛行試験を行った結果、ヘリコプタの姿勢に追従してデータを取得できた。

4. まとめ

平成 20 年度は広帯域小電力ミリ波レーダを設計試作した。5GHz の広帯域を安定に送信でき、近距離でレーダ動作が可能であることを示した。

監視支援システムの構築に関しては、実証試験に向けて小型ラジコンヘリコプタを用いたシステムを提案し、計器を模擬するシステムを構築し、実機さながらの環境で試験できる環境を整えた。



(a) 送信信号周波数スペクトル
(b) レーダ出力周波数スペクトル
2m 先に反射物がある場合のレーダの送受信信号



(a)ヘリコプタとセンサ (b)計器模擬装置の表示例
システム評価用ヘリコプタと計器システム

ILSにおける積雪影響の軽減試験評価作業【受託研究】

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 20 年度

1. はじめに

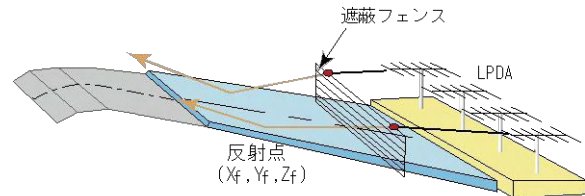
青森空港は、わが国で最も積雪量の多い空港である。2006年の冬期、FFMの整備後に予想もしなかったコース偏位が観測された。本現象は、冬季の空港の運用にとって由々しい問題である。そこで、コース偏位の発生する反射面調査と除雪方法に関する種々の調査を行った。その結果、コース偏位の発生要因は、降雨又は日照による積雪の融雪によること、また、降雨によるコース偏位は、圧雪よりも新雪時に著しいこと、しかし、圧雪状態に管理しても降雨によるコース偏位は $|DDM| \leq 4\mu A$ のICAO (International Civil Aviation Organization) の規格値を逸脱する可能性があることが確認された⁽¹⁾。そこで、平成20年度には、反射面の遮蔽構造体を使用したコース偏位抑制法についての評価を行った。

なお、本研究は、航空局からの受託試験で、降雪地の空港の安全運行にとって不可欠であり、社会的、行政的意義、実用性はきわめて高い。

2. 研究の概要

平成18年度から平成19年度の受託試験の結果、コース偏位の発生は降雨の沈降による積雪の融雪によるもので、LLZ反射面の雪質に左右のアンバラが生じていること。更に、積雪が新雪状態のときの降雨によるコース偏位は、圧雪状態に比べて大きくなるので、LOCの反射面の積雪は圧雪状態に管理すべきであること。しかし、圧雪状態に管理しても降雨時のコース偏位量は $|DDM| \leq 4\mu A$ の規格値を逸脱する可能性があることなどが明らかになった⁽¹⁾。

そこで、平成20年度の受託では、図1に示す反射面の遮蔽構造体(遮蔽フェンス)を使用したコース偏位抑制法を提案し、その有効性について青森空港において評価を行った。評価では、長期FFMデータの収集、遮蔽フェンスの効果について2種類の方式を比較、遮蔽フェンス前後の電界測定等を行った。



(a) LOC反射面の隠蔽フェンス



(b) 隠蔽フェンス工事写真

図1 LOC積雪反射面の遮蔽構造体

3 研究の成果

3.1 遮蔽構造体の原理と構造

LOCは左右対称のキャリヤ放射パターンと左右が逆位相のサイドバンド放射パターンで形成される。このため、進入コースから左右対称位置の空間信号は複素共役になる。コース上では虚数部が消去されて実数部のみとなる。しかし、降雨の沈降による積雪の融雪で左右非対称になると、積雪面の反射係数が左右対称にならなくなり、コース上で虚数部が残留してコース誤差を生じる。図1に当研究所が提案した遮蔽構造体(遮蔽フェンス)を用いるコース誤差消去法を示す。遮蔽フェンスは、本来、LOCアンテナにとって障害物であるが、LOCの空間信号の対称性を適用してLOCアンテナと平行に遮蔽フェンスを設置する。それによって、遮蔽フェンスの回折波が左右対称になるので、積雪反射によるコース誤差が著しく軽減される。

図1に設置した遮蔽フェンスを示す。遮蔽フェンスの設置条件は、LOCアンテナからの距離を $x_{fn}=55m$ 、高さを $h_{fn}=2.5m$ 、横幅を $w_{fn}=60m$ である。写真に示すように、当初、取り外しが容易なパネル型フェンスを設置した。この方式はテンションを分散でき、かつ、軟弱地盤での架設工事に適した構造体であるが、パネル相互の接合面の電波の漏れが生じ改善効果が果敢しくないため、ワー

ヤー型フェンスに改修した。なお、遮蔽フェンスの高さは滑走路末端から 1/50 の進入表面を満足する。

3.2 遮蔽フェンスの長期評価

図2に遮蔽フェンスによるFFMの安定性の試験結果を示す。2月24日までパネル型フェンスを、2月26日以降はワイヤーフェンスを使用した。図(a)は1月、図(b)は2月、図(c)は3月の測定値を示す。2月24日までの区間に、 $DDM \approx -2\mu A \sim +1\mu A$ の長期変動とスパイク状の短期変動が生じた。コース特性の改善が思わしくないので、フェンス裏側の電界を測定したところ距離に対して電界が波状的に変化すること、障子形パネルの接合面に 1~3mm の隙間が生じていることが確認された。場所によって異なる電波の漏れによってフェンス上部の回折波との干渉が生じて遮蔽特性が不完全になったと予想される。

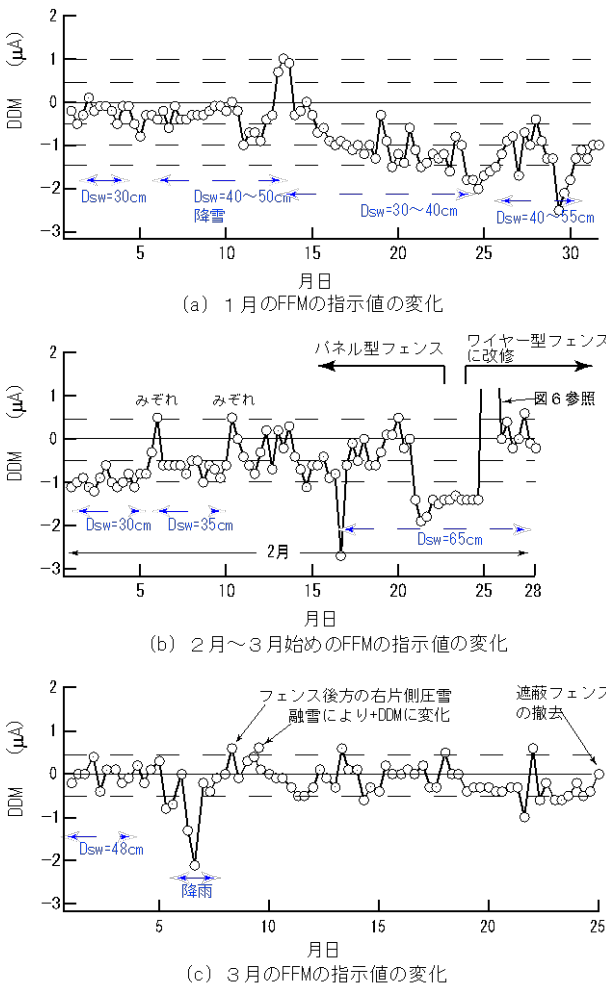


図2 2008年1月～3月のFFM-1の変化

そこで、2月24日～26日に、パネル型フェンスのパイプにワイヤーを上下10cm間隔でフェンスの60m幅に沿わせるワイヤー型フェンスへの改修をした。その結果、

2月26日以降では、長期変動が減少しFFMの指示値が定常変化 ($|DDM| \leq 0.5\mu A$) にまで抑圧される。一方、短期変動は、ワイヤー型フェンスに改修した後の3月7日にも生じていることから、LPDA素子放射パターンがアンテナ根元の雪質のアンバラとの相互結合で生じる変動であって、遮蔽フェンスを用いても除去できない成分である。しかし、コース誤差はコースアラインメント $|DDM| \leq 4\mu A$ を下回り、降雨時にLOCアンテナ直下から10m間の除雪をすれば防止できることが確認された。

4. まとめ

降雨の沈降等による積雪融雪時に生じるLOCのコース誤差の改善を目的とした遮蔽構造体を提案し、その評価を行い、その遮蔽特性を明らかにした。

LOC反射面に遮蔽フェンスを設置することによって、降雨沈降による融雪時の長期変動がFFMの定常状態 $|DDM| \leq 0.5\mu A$ にまで抑圧されることが確認された。

しかし、短期変動はLPDA直下の積雪との相互結合によるものであるから遮蔽フェンスを設置しても除去することができない変動であることが確認された。しかし、CATIIIのコースアラインメント ($|DDM| \leq 4\mu A$) を下回る変動であり、降雨後に決まって発生する現象である。

このため、冬季のCATIIIの実施に際しては降雨時に限定し、カテゴリーダウン等の運用上の措置を講ずることも考えられるが、短期変動の低減策として次の方法が考えられる。

- ① LOCアンテナ直下～10mの区間を定めて、降雨・融雪時に20～30cm以下の除雪と遮蔽フェンスを併用する方法
- ② 除雪の代わりにLOCアンテナ直下～10mの区間に水槽を設けて雪を溶かす方法
- ③ LOCアンテナと遮蔽フェンスの間にワイヤーブレーンを張る方法

今後、さらに詳細な検討を行うことが必要である。

掲載文献

- (1) 横山 他: “青森空港の積雪によるLLZのコース偏位”, 平成20年度(第8回)電子航法研究所研究発表会講演概要, pp. 95-100, 2008年6月

4 研究所報告

当研究所の平成20年度における研究所報告は、下記のとおりである。

No	発行年月	論 文 名	領 域 名	著 者
120	平成20年7月	VHFデジタルリンクモード3システムの総合評価	通信・航法・監視領域	北折 潤
			〃	松久保 裕二
121	平成21年3月	航空交通流管理における交通量の指標値に関する一提案	航空交通管理領域	住谷 美登里
			〃	福島 幸子
			〃	福田 豊
		空港面受動測位におけるマルチパス誤差低減時間検出手法	機上等技術領域	田嶋 裕久
			〃	古賀 禎
			〃	小瀬木 滋

5 受託研究

当研究所の平成20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
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）	(独) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構	青山 久枝
マルチラテレーション導入評価委託（エプロンエリア）-2箇年	成田国際空港株式会社	宮崎 裕己
電磁波遮蔽容器の電磁波遮蔽に関する検証等について	全日本空輸株式会社	米本 成人
準天頂衛星による高精度測位補正に関する技術開発	総合政策局 技術安全課	伊藤 憲
先端ICTを活用した安全・安心な交通システムの開発	総合政策局 技術安全課	米本 成人
PRISMに搭載するアンテナ（ダイポールアンテナ、モノポールアンテナ、ターンスタイルアンテナ）の利得、指向性測定のための施設、機器使用	東京大学工学部航空宇宙工学科	米本 成人
車載型拡張スキッタ送信機の評価	東洋無線システム株式会社	宮崎 裕己
マルチラテレーション管制機器化評価委託	東京航空局保安部管制技術課	宮崎 裕己
航跡データ変換作業委託	成田国際空港株式会社	福田 豊
大阪、関西、福岡空港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
全地球的測位システムの利用に係る研究	(財)航空保安無線システム協会	福島荘之介
多受信ノード情報に基づく位置推定法における精度向上に係る研究	(財)航空保安無線システム協会	宮崎 裕己
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
ILSにおける積雪影響の軽減試験評価作業	東京航空局保安部管制技術課	横山 尚志
中部、那覇空港のマルチラテレーション整備予備設計に関する支援業務	(株)三菱総合研究所	宮崎 裕己
東京国際空港周辺電波環境調査に関する支援作業	(株)トーキンEMCエンジニアリング	小瀬木 滋
地域監視機関（Regional Monitoring Agency :RMA、垂直（高度）面監視）に係る支援作業	(財)航空交通管制協会	藤田 雅人
エンルート監視機関（En-route Monitoring Agency :EMA、水平面監視）に係る支援作業	(財)航空交通管制協会	藤田 雅人

6 共同研究

当研究所の平成20年度における共同研究は下記のとおりである。

実施領域	相手方	研究課題	契約期間
通信・航法・監視領域	(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	H14.11.01 ~ H21.03.31
通信・航法・監視領域	(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 ~ H22.03.31
航空交通管理領域	(独) 宇宙航空研究開発機構 東北大学	後方乱気流の航空機におよぼす影響の研究	H18.08.04 ~ H21.03.31
通信・航法・監視領域	(独) 交通安全環境研究所	A-SMG-C実験システムの構築と接続評価	H18.02.03 ~ H21.03.31
通信・航法・監視領域	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	H18.04.01 ~ H21.03.31
機上等技術領域	(株) レンスター	ミリ波センサを用いた空港面落下物探索技術に関する研究	H18.06.01 ~ H21.03.31
通信・航法・監視領域	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	H18.09.29 ~ H23.03.31
通信・航法・監視領域	大学共同利用機関法人情報・システム研究機構	極域におけるGNSS連続観測	H18.10.06 ~ H24.03.31
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 ~ H21.03.31
機上等技術領域	長崎大学	航空管制用二次監視レーダの追尾性能の向上の研究	H19.04.13 ~ H21.03.31
機上等技術領域	セレブラルダイナミクス(株)	カオス論的発話音声分析技術の応用と実用化に関する研究	H19.05.16 ~ H22.03.31
機上等技術領域	阿部産業	カオス論的発話音声分析装置の小型高性能化に関する研究	H19.05.19 ~ H22.03.31
機上等技術領域	芝浦工業大学	車両運転操作の発話音声に及ぼす影響に関する研究	H19.12.03 ~ H21.03.31
機上等技術領域	日本女子大学	発話音声と脳の成長の関係に関する研究	H19.11.01 ~ H21.03.31
機上等技術領域	(財) 鉄道総合技術研究所	発話音声に対する年齢と性および運転操作の影響の検討	H19.12.06 ~ H21.03.31
機上等技術領域	関西学院大学	時系列信号の時間局所的なカオス性評価手法の研究	H19.12.06 ~ H21.03.31
航空交通管理領域	東京大学	飛行経路最適化に関する研究	H20.02.01 ~ H24.03.30
機上等技術領域	(財) 空港環境整備協会 リオン(株)	受動型SSR装置の研究開発	H20.03.18 ~ H22.03.31
通信・航法・監視領域	名古屋大学太陽地球環境研究所 国立極地研究所	極域におけるGPSシンチレーション観測	H20.04.01 ~ H23.03.31
通信・航法・監視領域	富山商船高等専門学校	衛星航法システムにおけるディファレンシャル補正情報の生成および伝送に関する共同研究	H20.04.01 ~ H21.03.31
航空交通管理領域	東京大学	航空管制業務のモデル化	H20.04.01 ~ H21.03.31
機上等技術領域	三菱重工業(株)名古屋航空宇宙システム製作所 (株)フジワラ	メッシュ法による航空機用電磁波シールド窓の評価試験	H20.04.01 ~ H22.03.31
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」及び「携帯電子機器に対する航空機上システムの耐電磁干渉性能に関する研究」	H20.07.01 ~ H22.03.31
通信・航法・監視領域	(独) 情報通信研究機構 京都大学大学院理学研究科 名古屋大学太陽地球環境研究所	衛星航法に係わる電離圏の影響に関する共同研究	H20.07.01 ~ H21.03.31
機上等技術領域	九州大学	自律飛行ヘリコプタの衝突防止システムに関する研究	H20.07.16 ~ H23.03.31
機上等技術領域	芝浦工業大学 (財) 鉄道総合技術研究所	CEM値による覚醒レベル評価に関する研究	H20.10.01 ~ H21.03.31
機上等技術領域	日本信号(株) (株) レンスター	レンズアンテナ特性の実現性に関する研究	H21.03.02 ~ H21.06.30
機上等技術領域	(財) 雑賀技術研究所	76GHz定在波レーダの開発	H21.03.02 ~ H22.03.31
通信・航法・監視領域	(独) 宇宙航空研究開発機構	GBASの利用生向上に係わる研究開発	H21.03.02 ~ H25.03.31
通信・航法・監視領域	電気通信大学	スプラディックE層のGNSSへの影響評価に関する研究	H21.03.10 ~ H22.03.31
機上等技術領域	フランス国立科学研究センター ニース・ソフィアアンティボリス大学	Etudes de radars en bande W (W帯レーダに関する研究)	H21.03.30 ~ H24.03.31

7 研究発表

(1)第8回研究発表会（平成20年6月12日,13日）

A T M（航空交通管理）研究の拠点として

- 研究企画統括 長岡 栄
1. A T Mパフォーマンス評価システムの開発
 - 航空交通管理領域 蔭山 康太
 - 福田 豊
 - 山本 哲士
 - 宮津 義廣
 - 行木 宏一
 2. Common Trends in Japanese- and European Airspace Data
（日欧の空域データにおける共通の傾向）
 - 航空交通管理領域 Gwiggner Claus
 - 蔭山 康太
 - 研究企画統括 長岡 栄
 3. 安全かつ効率的な航空管制手法の研究
 - 航空交通管理領域 青山 久枝
 - 労働科学研究所 飯田 裕康
 - 機上等技術領域 塩見 格一
 4. 洋上縦時間管制間隔の安全性評価手法について
 - 航空交通管理領域 藤田 雅人
 5. 時間管理手法の評価システムの開発
 - 航空交通管理領域 福田 豊
 - 岡 恵
 - 山本 哲士
 6. A S A Sに関する研究・開発動向の調査報告
 - 航空交通管理領域 伊藤 恵理
 7. 航空交通量と空域設計要件との関係について ―その2―
 - 航空交通管理領域 岡 恵
 - 蔭山 康太
 - 福田 豊
 - 山本 哲士
 8. 航空路管制セクタの高度分割に関する一考察
 - 航空交通管理領域 福島 幸子
 - 住谷美登里
 - 福田 豊
 - 瀬之口 敦
- 特別. 第48次南極地域観測隊越冬報告
- 研究企画統括付 新井 直樹

9. A-SMGCシステム経路設定機能の開発
―推奨経路生成のための空港面地上走行のモデル化―
 - 航空交通管理領域 山田 泉
 - 青山 久枝
 - 通信・航法・監視領域 二瓶 子朗
 - 松久保裕二
 - 宮崎 裕己
 - 機上等技術領域 古賀 禎
10. A-SMGC経路設定用インターフェイス装置について
 - 通信・航法・監視領域 松久保裕二
 - 二瓶 子朗
 - 宮崎 裕己
 - 機上等技術領域 古賀 禎
 - 航空交通管理領域 青山 久枝
11. A-SMGCシステム監視機能の性能評価について
 - 機上等技術領域 古賀 禎
 - 航空交通管理領域 二瓶 子朗
 - 松久保裕二
 - 宮崎 裕己
 - 航空交通管理領域 青山 久枝
12. F A Aとの I P / S N D C Fの接続実験について
 - 通信・航法・監視領域 板野 賢
13. M S A Sの性能向上について
 - 通信・航法・監視領域 坂井 丈泰
 - 松永 圭左
 - 伊藤 実
 - 吉原 貴之
 - 近藤俊一郎
 - 星野尾一明
14. 地上型補強システム（G B A S）のエグゼクティブ・モニタの検討
 - 通信・航法・監視領域 福島 荘之介
15. 準天頂衛星 L 1 - S A I F 利用者装置
 - 通信・航法・監視領域 坂井 丈泰
 - 福島 荘之介
 - 武市 昇
 - 伊藤 憲

16. 準天頂衛星 L1-SAIF 実験局の構成
 通信・航法・監視領域 坂井 丈泰
 福島 荘之介
 武市 昇
 伊藤 憲
17. 青森空港の積雪による LLZ のコース偏位
 機上等技術領域 横山 尚志
 朝倉 道弘
 田嶋 裕久
 青森大学 中田 和一
18. 航空無線航法用周波数の信号環境測定とその応用
 機上等技術領域 小瀬木 滋
 大津山卓哉
 古賀 禎
19. 航空機用電磁シールド材料の特性評価
 機上等技術領域 河村 暁子
 米本 成人
 磯崎 栄寿
 航空交通管理領域 山本 憲夫
 三菱重工業株式会社 小栗 和幸
 株式会社フジワラ 岡田 克人
20. 貨物機内のアクティブ I C タグ電波伝搬特性
 航空交通管理領域 山本 憲夫
 米本 成人
 河村 暁子
 山田 公男
 磯崎 栄寿
21. トラック走行による発話音声分析技術検証実験と
 その結果について
 機上等技術領域 塩見 格一

(2) 所外発表

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
A Proposal of a Wide Band for Air Traffic Control Communications (航空交通管理のための広帯域通信の提案)	北折潤 HO Dac Tu (早稲田大学大学院) 嶋本薫 (同上)	2008年4月	IEEE Wireless Communications & Networking Conference 2008
GPS初期位置算出時間(TTFF) 短縮の為の軌道情報伝送方法	坂井丈泰	2008年4月	電子情報通信学会論文誌 vol. J91-B, no. 4, pp. 479-486
Gain/Loss分布と初期時間間隔の相関	藤田雅人	2008年4月	日本航空宇宙学会第39期年会 講演会 オーガナイズドセッション
航空交通管理における安全性研究の動向	長岡栄	2008年4月	日本航空宇宙学会第39期年会 講演会 オーガナイズドセッション
運航局面による航空機の遅延の検討	蔭山康太 福田豊	2008年4月	日本航空宇宙学会第39期年会 講演会 オーガナイズドセッション
運航実績データによる飛行距離の解析	福田豊 蔭山康太	2008年4月	日本航空宇宙学会第39期年会 講演会 オーガナイズドセッション
航空における通信システムの動向	住谷泰人	2008年4月	日本航空宇宙学会第39期年会 講演会 オーガナイズドセッション
Another risk of interference in ARNS band (ARNS帯域における干渉のもう一つのリスク)	小瀬木滋 大津山卓哉	2008年4月	MNWG会議 (JTIDS/MIDS Multi-National Working Group)
ENRI GBAS Research Activity	齊藤真二	2008年4月	7th International GBAS Working Group
1周波受信機を用いたサイクルスリップ検地手法の評価 Evaluation of some cycle slip detection methods for single-frequency GPS	福島荘之介 仁禮和男 (東京海洋大学) 久保信明 (同上)	2008年4月	電子情報通信学会 技術報告
空域管理	福田豊	2008年5月	日本航空宇宙学会誌 2008.5月号 Vol.56 No.652
Safety Assessment for Time-Based Longitudinal Separation in Oceanic Airspace (洋上空域における時間管制間隔の安全性評価)	藤田雅人	2008年5月	ICAO SASP/WG/WHL/13
Target Level Safety for short term operation consistent with conventional target level of safety (従来の目標安全度と両立する短期運用形態のための目標安全度設定方法)	藤田雅人	2008年5月	ICAO SASP/WG/WHL/13
Safety Assessment Prior to 30NM Longitudinal Separation Minimum under ADS-C Environment (ADS-C環境下での30NM縦管時間隔事前安全性評価)	藤田雅人	2008年5月	ICAO SASP/WG/WHL-13
Study on the effect on 30 NM Separation Eastbound PACOTS (東行きPACOTSの30NM管制間隔の効果の研究)	福田豊 福島幸子	2008年5月	THE TWENTY-EIGHTH MEETING OF THE INFORMAL PACIFIC ACT COORDINATING GROUP (IPACG/28) (第28回太平洋航空交通管制事務レベル調整会議)
ACAS II Operational Monitoring Report on the Effect of RVSM in Japan, First report of 2008 (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, 2008年第1版)	住谷泰人 小瀬木滋 白川昌之 宮邊健二 (国土交通省航空局)	2008年5月	ICAO ASP WG第4回会議
Proposed Changes to ACAS Manual in relation to Effect of RVSM (RVSMの導入に関連したACASマニュアルの改訂提案)	住谷泰人 小瀬木滋 白川昌之 宮邊健二 (国土交通省航空局) Garfield Dean (ユーロコントロール)	2008年5月	ICAO ASP WG第4回会議
Datalink Capability monitoring in Japan (日本におけるトランスポンダのデータリンク能力のモニタリングについて)	古賀禎 宮崎裕己	2008年5月	ICAO ASP WG第4回会議
Evaluation status of Multilateralism in Japan (日本におけるマルチラテレーションの評価状況)	宮崎裕己	2008年5月	ICAO ASP 第3回ワーキンググループ会議
Airborne surveillance requirements for inclusion in Annex 10 (Annex 10に含める機上監視の要件)	小瀬木滋 Jean-Marc Loscos (ASP/WG/ASSG座長、DSNA)	2008年5月	ICAO ASP WG第4回会議
Updates on signal environment activities in Japan (日本における信号環境測定活動の近況報告)	小瀬木滋 大津山卓哉	2008年5月	ICAO ASP WG第4回会議
Change Proposal on Airborne Surveillance Requirements (機上監視の要件に関する改訂提案)	小瀬木滋 Jean-Marc Loscos (ASP/WG/ASSG座長、DSNA)	2008年5月	ICAO ASP WG第4回会議

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
CP to insert Guidance Material on RSP in green pages of Annex 10 Volume iv (Annex 10 Vol. ivへの監視性能要件のガイダンスマテリアル挿入に関する改訂提案)	小瀬木滋	2008年5月	ICAO ASP WG第4回会議
航空交通流管理における管制作業量についての一検討	住谷美登里 福島幸子 福田豊	2008年5月	日本航海学会講演会予稿集
航空機の安全運航を支援する情報を地上から送信する技術	塩地誠 小瀬木滋 米本成人 大津山卓哉 三垣充彦	2008年5月	第118回航海学会研究会 航空宇宙研究会
GBASの現状と課題	藤井直樹	2008年5月	第118回航海学会研究会 航空宇宙研究会
電子基準点によるSBASの性能向上	坂井丈泰	2008年5月	日本航海学会 GPS/GNSS研究会
準天頂衛星による高精度測位補正システムの開発状況	伊藤憲 坂井 丈泰 武市 昇 福島 荘之介	2008年5月	日本航海学会第118回講演会・研究会 GPS/GNSS研究会
ENRI GBAS Research Activity	工藤正博	2008年5月	APEC GNSS技術革新サミット
赤道大気レーダーにより観測されたプラズマバブルFAIの衰退過程	齋藤亨 深尾 昌一郎 (京都大学) 山本 衛 (同上) 大塚 雄一 (名古屋大学) 丸山 隆 (情報通信研究機構)	2008年5月	日本地球惑星連合2008年大会
Distribution of Longitudinal Speed Prediction Error of ADS-C System (ADS-Cシステムの縦方向速度予測誤差分布)	藤田雅人	2008年6月	ICRAT (International Conference on Research in Air Transportation)2008
えあろすペーすABC 航空交通流管理	福島幸子	2008年6月	えあろすペーすABC (日本航空宇宙学会誌 2008年6月号 Vol.56 No.653)
準天頂衛星を用いる高精度測位補正技術の開発	伊藤憲 福島荘之介 坂井丈泰 武市昇	2008年6月	(財)航空保安無線システム協会「航空無線」2008年第56号
先進型地上走行誘導管制(A-SMGC)システムの開発動向	二瓶子朗	2008年6月	日本航海学会誌「NAVIGATION」6月号
航空交通管理とその動向の概観	長岡栄	2008年6月	日本航海学会誌「NAVIGATION」6月号
ATN and IP (ATNとIP)	金田直樹	2008年6月	ICAO ACP WG-I 第7回会議
Propagation of Airspace Congestion. A Correlation Analysis (空域の輻輳の伝播; 相関の解析)	クラウド・グウィグナー 蔭山康太	2008年6月	ICRAT (International Conference on Research in Air Transportation)2008
MSAS Ionosphere R&D Update (MSASの電離層関連研究開発の状況)	坂井丈泰 松永圭左 星野尾一明	2008年6月	SBAS IWG/17 (第17回SBAS相互運用性会議)
FAA-JCAB ATM Router Interoperability Testing over Ipv4 and Ipv6 sub-Networks the Public Internet (インターネットを用いたIpv4およびIpv6網上でのFAAとJCAB間のATMルータ相互運用性実験について)	板野賢 Mark Brown (沖電気工業 (株)) Peter Muraca (FAA)	2008年6月	ICAO ACP WG-I 第7回会議
自動車運転中の発話音声に及ぼすハンドル操作の影響	塩見格一 佐藤清 ((財) 鉄道総合技術研究所) 澤貢 (同上) 水上直樹 (同上) 鈴木綾子 (同上) 栗野博司 (芝浦工業大学) 田中博 (同上) 古川修 (同上)	2008年6月	第62回日本交通医学会講演会
トラック走行時の運転パフォーマンスと性格特性の関連性の検討	塩見格一 鈴木綾子 ((財) 鉄道総合技術研究所) 佐藤清 (同上) 澤貢 (同上) 水上直樹 (同上) 堀口明伯 (いすゞ自動車) 杉浦康司 (いすゞ中央研究所)	2008年6月	第62回日本交通医学会講演会
列車運転士の勤務中の発話音声を用いた覚醒度評価に関する実験的検討	塩見格一 佐藤清 ((財) 鉄道総合技術研究所) 澤貢 (同上) 水上直樹 (同上) 鈴木綾子 (同上) 宮崎雅夫 (JR西日本安全研究所)	2008年6月	第62回日本交通医学会講演会

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
Draft R&D Roadmap of ENRI (電子航法研究所の研究開発ロードマップ案)	長岡栄	2008年6月	The 4th meeting of Harmonization of the Future Air Transportation Systems Working Group (FATS-WG/4)
「将来の航空用高速データリンクに関する研究」の紹介	北折潤	2008年6月	第4回将来航空輸送システム作業部会
ドライビングシミュレータ運転中の発話音声のカオス性に及ぼす発話方法の影響	塩見格一 佐藤清 (財) 鉄道総合技術研究所 澤貢 (同上) 水上直樹 (同上) 鈴木綾子 (同上)	2008年6月	日本人間工学会 第49回大会
二種類の作業中発話音声のカオス性の変化	塩見格一 佐藤清 (財) 鉄道総合技術研究所 佐藤清 (同上) 水上直樹 (同上) 鈴木綾子 (同上)	2008年6月	日本人間工学会 第49回大会
航空交通管理のパフォーマンス評価システムの開発	福田豊	2008年6月	国土交通先端技術フォーラム
東京ーシドニー間の変経路の検討	福田豊	2008年7月	(財)航空管制協会「航空管制」2008年第4号
GPS衛星の故障と次世代航空機着陸システムへの影響	福島荘之介	2008年7月	日本信頼性学会学会誌「信頼性」2008年7月号, VOL. 30, NO. 5
自由から管理へ	長岡栄	2008年7月	日本信頼性学会学会誌「信頼性」2008年7月号, VOL. 30, NO. 5
衛星航法システムMSASの安全性設計	坂井丈泰	2008年7月	日本信頼性学会学会誌「信頼性」2008年7月号, VOL. 30, NO. 5
「ただいま、南極から帰ってきました」	新井直樹	2008年7月	沖縄三育中学校(沖縄県名護市)
航空管制における客観的ワークロード評価指標に関する研究	金田知剛 (東北大学) 濱辺弘之 (同上) 狩川大輔 (同上) 高橋信 (同上) 若林利男 (東京大学) 青山久枝	2008年7月	計測自動制御学会東北支部第244回研究集会
電子航法研究所におけるGBAS研究の取り組み	工藤正博	2008年7月	ATEC 第1回GBAS WG
IPv6の航空への適用の検討状況について	金田直樹	2008年7月	(財)航空振興財団 航空交通管制システム小委員会
MSAS Ionosphere R&D Update (MSASの電離層関連研究開発の状況)	坂井丈泰	2008年7月	JCAB-MITER会議
管制官の業務におけるヒューマンインターフェースタスク分析	福島幸子	2008年7月	航空人間工学部会 第90回例会
着陸誘導	田嶋裕久	2008年7月	(財)航空振興財団 航法小委員会
プラズマバブルの特徴とそのGBASに対する影響について	齋藤亨	2008年7月	(財)航空振興財団 航法小委員会
MSAS性能向上アルゴリズム	坂井丈泰	2008年7月	国土交通省大阪航空局神戸航空衛星センター
電離圏擾乱とプラズマバブル	齋藤亨	2008年7月	国土交通省大阪航空局神戸航空衛星センター
ICAO航空監視パネル第4回ワーキンググループ会議報告	小瀬木滋	2008年7月	総務省情報通信審議会情報通信技術分科会航空無線通信委員会 航空監視システム作業班
Measurement of EM Field inside a Cruising Aircraft-Potential Problems for the Use of Mobile Phones on Board- (巡航中の航空機内における電磁界の測定-機内携帯電話システムに潜む問題について-)	河村暁子 米本成人 山本憲夫	2008年7月	EUROEM2008 (ヨーロッパ電気磁気学会2008)
Emission Measurement from Active RFID Tags in Boeing 747-400 Freighter (ボーイング747-400貨物機内でのアクティブRFIDタグからの放射測定)	山本憲夫 米本成人 河村暁子 山田公男 磯崎栄寿	2008年7月	EUROEM2008 (ヨーロッパ電気磁気学会2008)
Interference Pass Loss Measurement in Cargo Jet for EMI Evaluation by Active RFID Tags. (アクティブRFIDタグによる電磁干渉評価のための貨物機内での経路損失測定)	米本成人 河村暁子 山本憲夫 山田公男	2008年7月	EUROEM2008 (ヨーロッパ電気磁気学会2008)
Activities on JTIDS FCA in Japan. (JTIDS周波数承認に関する日本国内の活動)	小瀬木滋	2008年7月	PJCC会議 (Pacific JTIDS/MIDS Coordination Committee)

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
航空交通管理に向けて ー航法・航空管制システムにおけるパラダイム変化ー	長岡栄	2008年7月	電子情報通信学会宇宙・航行 エレクトロニクス研究会
航空管制の時間管理ツールの試作	福田豊 岡恵 山本哲士	2008年7月	電子情報通信学会宇宙・航行 エレクトロニクス研究会
航空管制におけるコンフリクト警報解析ツールの試作	瀬之口敬 福田豊	2008年7月	電子情報通信学会宇宙・航行 エレクトロニクス研究会
GNSS進入の導入による欠航回避効果の検討	坂井丈泰 武市昇 福島荘之介 工藤正博 藤井直樹 山本哲士 福田豊	2008年7月	電子情報通信学会宇宙・航行 エレクトロニクス研究会
南極ってどんなところ？～南極から帰ってきました～極寒の 神秘！南極の自然を探る～南極観測隊のお話～	新井直樹	2008年7月	三鷹ネットワーク大学
GBASの安全性について	藤井直樹	2008年8月	(社)日本航空技術協会「航空 技術」2008年8月号
航空交通管理における安全性研究の動向	長岡栄	2008年8月	日本航空宇宙学会誌 Vol. 56 No. 655
LI-SAIFメッセージによる対流圏遅延補正の試み	武市昇 坂井丈泰 福島荘之介 伊藤憲	2008年8月	日本航空宇宙学会論文集 Vol. 56 No. 655 2008. 8
Possibility of EMI by Active RFID Tags in Boeing 747- 400 Freighter (ボーイング747-400貨物機内のアクティブRFIDタグによる電 磁干渉の可能性)	山本憲夫 米本成人 河村暁子 山田公男 磯崎榮寿	2008年8月	RTCA SC-202
A Data Analysis Framework for Delay Studies on Aircraft Operation Phases (航空機運航の各局面における遅延解析のためのフレーム ワーク)	蔭山康太 福田豊	2008年8月	AIAA Modeling and Simulation Technology Conference
Comments for Air-Ground IP Communications (地対空通信のインターネットプロトコルによる実施につい てのコメント)	金田直樹	2008年8月	ICAO ACP WG-I #8(8/25～29)
ADSによる縦方向位置予測誤差分布のモデル化	宇田川聡 (日本大学) 高橋聖 (同上) 中村英夫 (同上) 天井治 長岡栄	2008年8月	平成20年電気学会産業応用部 門大会 (JIASC08)
ATM用ワークロード評価手法の改良に向けて	濱辺裕之 (東北大学大学院) 狩川大輔 (同上) 高橋信 (同上) 古田一雄 (東京大学大学院) 青山久枝	2008年9月	(財)航空管制協会「航空管 制」2008年第5号
平成20年電子航法研究所研究発表会について	後藤勝行	2008年9月	(財)航空保安無線システム協 会「航空無線」2008年第57号
第48次南極地域観測隊越冬報告	新井直樹	2008年9月	(財)航空保安無線システム協 会「航空無線」2008年第57号
運航実績データによる飛行距離の解析	福田豊	2008年9月	日本航空宇宙学会誌 Vol. 56 No. 656
航空移動通信システムの動向	住谷泰人	2008年9月	日本航空宇宙学会誌 Vol. 56 No. 656
航空における安全管理の概観	長岡栄	2008年9月	日本信頼性学会学会誌「信頼 性」2008年9月号, VOL. 32, NO. 7
認知工学的手法に基づく航空管制システムに関する研究Ⅱ (3) ー管制官認知シミュレーションの開発ー	狩川大輔 (東北大学大学院) 高橋信 (同上) 古田一雄 (東京大学大学院) 青山久枝	2008年9月	ヒューマンインターフェース シンポジウム2008
認知工学的手法に基づく航空管制システムに関する研究Ⅱ (1) ー管制チームの認知モデル構築ー	古田一雄 (東京大学大学院) 空地祐介 (同上) 青山久枝 井上諭	2008年9月	ヒューマンインターフェース シンポジウム2008
認知工学的手法に基づく航空管制システムに関する研究Ⅱ (2) 航空管制業務のパフォーマンスに関する分析	青山久枝 塩見格一	2008年9月	ヒューマンインターフェース シンポジウム2008
認知工学的手法に基づく航空管制システムに関する研究Ⅱ (4) 分散認知に基づいた管制官のチーム協調作業分析	井上諭 青山久枝	2008年9月	ヒューマンインターフェース シンポジウム2008
第48次南極地域観測隊(越冬) GPS観測報告	新井直樹	2008年9月	国際極年～新船導入後の南極 域における固体地球の振動特 性研究に関する検討会

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
今後の航空交通管理に向けて	長岡栄	2008年9月	日本航空宇宙学会 航空ビ ジョン・シンポジウム 講演 集
CP to ACAS manual after the monitoring in RVSM environments (RVSM環境における運用監視後のACASマニュアルの改定要 求)	小瀬木滋 住谷泰人 Gardfield Dean (EUROCONTROL Experimental Center : ユーロコントロー ル実験研究所)	2008年9月	ICAO ASP/ASSG 第3回会議
Referring ASM in the chapter 10.2 of ACAS manual (ACAS マニュアル10.2章における航空監視マニュアルの参照)	小瀬木滋	2008年9月	ICAO ASP/ASSG 第3回会議
Update for ACAS manual on the phantom RA by transponder test facilities (トランスポンダ試験施設による誤警報に関するACASマニ ュアルの改訂)	小瀬木滋	2008年9月	ICAO ASP/ASSG 第3回会議
Updates on AS Timeline in Japan (日本における機上監視計画線表の近況情報)	小瀬木滋	2008年9月	ICAO ASP/ASSG 第3回会議
Design of Operational Database for ATM Performance Assessment (ATMパフォーマンス評価用データベースの設計)	蔭山康太 福田豊	2008年9月	ICAS (International Congress of the Aeronautical Science) 2008
A Model for Estimating the Lateral Overlap Probability of Aircraft with RNP Alerting Capability in Parallel RNAV Routes (平行RNAVルートにおけるRNP警報機能を有する航空機の横方 向重畳確率を推定するためのモデル)	長岡栄	2008年9月	ICAS (International Congress of the Aeronautical Science) 2008
Harmonizing Automation, Pilot, and Air Traffic Controller in the Future Air Traffic Management (将来のATMにおける自動化、パイロット、管制官の協調)	伊藤恵理 鈴木真二 (東京大学) Vu Duong (EUROCONTROL Experimental Center : ユーロコントロール実験研究所)	2008年9月	ICAS (International Congress of the Aeronautical Science) 2008
ADS縦方向位置予測誤差分布のモデル	宇田川聡 (日本大学) 高橋聖 (同上) 中村英夫 (同上) 天井治 長岡栄	2008年9月	電子情報通信学会2008年ソサ イエティ大会
A-SMGCシステム経路指示入力装置の開発	角張泰之 二瓶子朗 青山久枝 山田泉 宮崎裕己 古賀禎 松久保裕二 (国土交通省大阪航空局)	2008年9月	電子情報通信学会2008年ソサ イエティ大会
航空機における電磁干渉対策と携帯電子機器の安全性評価法	米本成人 河村暁子 山本憲夫	2008年9月	電子情報通信学会2008年ソサ イエティ大会
準天頂衛星による高精度測位補正実験システム	伊藤憲 坂井丈泰 福島荘之介 武市昇	2008年9月	電子情報通信学会2008年ソサ イエティ大会
南極における電離層擾乱のGPS観測について	新井直樹 伊藤実 星野尾一明 土井浩一郎 (国立極地研究所) 青山雄一 (同上) 渋谷和雄 (同上)	2008年9月	電子情報通信学会2008年ソサ イエティ大会
Analysis of Gaps between predictive and adaptive components in ATM (ATMシステムに含まれる予測可能な要素と適応的な要素の誤 差分析)	クラウス・グウィグナー 長岡栄 Vu Duong (EUROCONTROL Experimental Center : ユーロコントロール実験研究所)	2008年9月	8th AIAA Aviation Tech Inter and Oper Conference (ATI0)
Modeling Ionospheric Spatial Threat Based on Dense Observation Datasets for MSAS (高密度な観測データによるMSASのための電離層空間脅威モ デル)	坂井丈泰 松永圭左 星野尾一明 Todd Walter (米国スタンフォード大学)	2008年9月	ION GNSS 2008 (米国航法学 会GNSS会議)
VDLモード4	小瀬木滋 白川昌之	2008年9月	(財)航空振興財団 CNS/ATM システム分科会 監視WG
Solutions to issues of GBAS using SBAS ranging source signals (GBASにおいてSBAS測距信号を用いる場合の問題点の解決 法)	齋藤亨 藤井直樹 小野剛 (日本電気 (株)) 鈴木和史 (同上)	2008年9月	ION GNSS 2008 (米国航法学 会GNSS会議)
A-SMGCシステムの性能評価について	古賀禎	2008年9月	(財)航空振興財団航法小委員 会
航空振興財団「CNS/ATM報告書」5.4.2.(4) ACAS/ASAS	小瀬木滋	2008年9月	(財)航空振興財団 CNS/ATM システム分科会 ATM-WG

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
航空交通流管理における管制作業量についての一検討	住谷美登里 福島幸子 福田豊	2008年9月	日本航海学会論文集第119号
管制間隔と安全性評価	長岡栄	2008年9月	航空保安施設信頼性センター
Notes on RSP developments in the draft AS timeline (機上監視計画線図案にあるRSP開発に関する注記)	小瀬木滋	2008年9月	ICAO ASP/ASSG 第3回会議
ATMパフォーマンスの解析例の紹介	蔭山康太 福田豊 木村章	2008年10月	第14回ATM高度化ワーキンググループ
衛星航法と電離圏－電子航法研究所における電離圏研究	齋藤享 藤井直樹 星野尾一明 坂井丈泰 松永圭左 吉原貴之	2008年10月	地球電磁気・地球惑星圏学会 第124回講演会
Experimental Results of Measuring Human Fatigue by Utilizing Uttered Voice Processing (発話音声信号処理による疲労計測実験の結果)	塩見格一 佐藤清 ((財) 鉄道総合技術研究所) 澤貢 (同上) 水上直樹 (同上) 鈴木綾子 (同上)	2008年10月	IEEE-SMC
Voice Processing Technique for Human Cerebral Activity Measurement (人間の脳活性度の計測のための音声信号処理手法)	塩見格一	2008年10月	IEEE-SMC
A Methodology of Estimating Lateral Overlap Probability for RNAV Approved Aircraft (RNAV承認機に対する横方向重畳確率推定の一方法)	天井治	2008年10月	ICAO SASP meeting of the working group of the whole 14th meeting
Note on current TLS (Target Level of Safety) settings and TLS for dynamic operation (目標安全度設定及び動的運用における目標安全度に関するノート)	藤田雅人	2008年10月	ICAO SASP/WG/WHL/14
Program Sharing for Regional Monitoring Agency Practices (地域監視機関の業務のためのプログラムの共有)	藤田雅人	2008年10月	ICAO SASP/WG/WHL/14
南極における電離層擾乱のGPS観測	新井直樹 伊藤実 星野尾一明 土井浩一郎 (国立極地研究所) 青山雄一 (同上) 渋谷和雄 (同上)	2008年10月	第28回極域地学シンポジウム
R&D Activities of ENRI towards Future Air Traffic Management (将来の航空交通管理に向けたENRIの研究開発活動)	長岡栄	2008年10月	Korea Navigation Institute (KONI, 韓国航法学会) Workshop & Conference
Study on Air Traffic Management Performance (ATMパフォーマンスの研究)	福田豊	2008年10月	Korea Navigation Institute (KONI, 韓国航法学会) Workshop & Conference
航空貨物用アクティブ I C タグによる機上装置への電磁干渉	山本憲夫 米本成人 河村暁子 山田公男 磯崎栄寿	2008年10月	日本航海学会 第119回講演会・研究会
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開発動向	瀬之口敦 福田豊	2008年10月	日本航海学会2008年度秋季研究会プログラム
Comments for Air-Ground IP Communications (地对空IP通信に対するコメント)	金田直樹	2008年10月	ICAO ACP WG-I #9
A-SMGCシステム経路生成機能の開発 －経路設定インターフェース装置の開発評価－	角張泰之 二瓶子朗 青山久枝 山田泉 宮崎裕己 古賀禎 松久保祐二 (国土交通省大阪航空局)	2008年10月	第46回飛行機シンポジウム (日本航空宇宙学会)
A-SMGCシステム経路生成機能の開発 －地上走行パターンの解析について その2－	青山久枝 二瓶子朗 宮崎裕己 古賀禎 山田泉 角張泰之 松久保祐二 (国土交通省大阪航空局)	2008年10月	第46回飛行機シンポジウム (日本航空宇宙学会)
青森空港の積雪によるLLZのコース偏位	横山尚志 田島裕久 中田和一 (青森大学)	2008年10月	第46回飛行機シンポジウム (日本航空宇宙学会)
ATMにおける機上監視の役割	小瀬木滋	2008年10月	第46回飛行機シンポジウム (日本航空宇宙学会)

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
ENRIの研究長期ビジョンについて	長岡栄	2008年10月	第46回飛行機シンポジウム (日本航空宇宙学会)
GBAS 導入の効果とその課題	武市昇 工藤正博 藤井直樹	2008年10月	第46回飛行機シンポジウム (日本航空宇宙学会)
GNSS進入の導入による欠航回避効果	坂井丈泰 工藤正博 藤井直樹 山本哲士 行木宏一 宮津義廣 福田豊	2008年10月	第46回飛行機シンポジウム (日本航空宇宙学会)
Recent Models in the Analysis of Air Traffic Flow	クラウス・グウイグナー 長岡栄	2008年10月	第46回飛行機シンポジウム (日本航空宇宙学会)
RPDモデルに基づく効率的な航空管制の手法の研究	青山久枝 塩見格一 飯田裕泰 ((財) 労働科学研究所)	2008年10月	第46回飛行機シンポジウム (日本航空宇宙学会)
アクティブICタグによる機上装置への電磁干渉の可能性	山本憲夫 米本成人 河村暁子 山田公男 磯崎栄寿	2008年10月	第46回飛行機シンポジウム (日本航空宇宙学会)
運航実績データによるRNAV出発方式の解析	福田豊 蔭山康太	2008年10月	第46回飛行機シンポジウム (日本航空宇宙学会)
空地データリンク技術の変遷	北折潤	2008年10月	第46回飛行機シンポジウム (日本航空宇宙学会)
出発空港での地上走行におけるATMパフォーマンス評価	蔭山康太 福田豊	2008年10月	第46回飛行機シンポジウム (日本航空宇宙学会)
Facilitation of discussions for other GBAS applications to enhance operational benefit besides CAT-II/III capability	工藤正博 藤井直樹	2008年10月	ICAO NSP GWG
航空貨物用アクティブICタグによる機上装置への電磁干渉について	山本憲夫 米本成人 河村暁子 山田公男 磯崎栄寿	2008年10月	(財)航空振興財団 航空管制システム小委員会
広域航法 (RNAV) の安全性の評価について	天井治	2008年10月	(財)航空振興財団 航法小委員会
航空機におけるEMC問題	米本成人	2008年10月	秋田県21世紀エレクトロニクス応用研究会
Study on Air Traffic Control Safety Based on Cognitive Systems Engineering -Cognitive Modeling of ATC Team Field Observation -	空地祐介 (東京大学大学院) 古田一雄 (同上) 狩川大輔 (東北大学大学院) 高橋信 (同上) 青山久枝	2008年10月	EAAP Conference 2008
Study on Air Traffic Control Safety Based on Cognitive Systems Engineering -Cognitive System Simulation of Air Traffic Controller -	狩川大輔 (東北大学大学院) 高橋信 (同上) 古田一雄 (東京大学大学院) 青山久枝	2008年10月	EAAP Conference 2008
Team Cognitive Process Analysis as Distributed Cognition for En Route Air Traffic Control (航空路管制業務における分散認知としてのチーム認知プロセス分析)	井上諭 青山久枝 菅野太郎 (東京大学大学院) 古田一雄 (同上) 中田圭一 (英国レディング大学)	2008年10月	European Association for Aviation Psychology 2008
航空機における電子航法の概要と最近の話題	米本成人	2008年10月	平成20年度電子情報通信学会東北支部学術講演会
アクティブICタグによるボーイング747-400貨物機内における電磁干渉の可能性	米本成人 山本憲夫 河村暁子 山田公男 磯崎栄寿	2008年10月	(財)航空輸送技術研究センター UWB委員会
ATMシステムパフォーマンス評価および欧州の実例について	木村章	2008年11月	(財)航空管制協会「航空管制」2008年第6号
A Research Plan for Trajectory Based Operation (トラジェクトリ管理の研究計画)	蔭山康太 福田豊 木村章 白川昌之 宮津義廣	2008年11月	FATS-WG5 (JPDO/FAA/JCAB NextGen) 会議
ENRI R&D Long-term vision and Roadmap (ENRIの研究・開発長期ビジョンとロードマップ)	長岡栄	2008年11月	FATS-WG5 (JPDO/FAA/JCAB NextGen) 会議
準天頂衛星L1-FAIF実験局の開発状況	坂井丈泰 福島荘之介 武市昇 伊藤憲	2008年11月	第52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
R&D on airborne surveillance in Japan -As another end of trajectory (日本における機上監視の研究-トラジェクトリのもう一端として)	小瀬木滋	2008年11月	ASAS-Thematic Network 2.5 会議会場
Cerebral Resource And Activity Measurement Equipment (大脳の資源的な余裕度とその活性を計測するための装置)	塩見格一	2008年11月	SfN: 米国脳神経学会
I C A O N S P (航法システムパネル)WG W会合の概要	工藤正博 吉村源 (国土交通省航空局) 真鍋英記 (同上)	2008年11月	GBAS運行に関する調査・研究・ 第3回WG会議
An Analysis on Intermittent Conflict Alert for Air Traffic Control (航空管制における断続的なコンフリクト警報の一解析)	瀬之口敦 福田豊	2008年11月	2008 KSAS-JSASS joint International Symposium on Aerospace Engineerin (2008年航空宇宙技術韓国航 空宇宙学会日本航空宇宙学会 共同国際シンポジウム)
An Outlook of Research and Development for Future Air Traffic Management in Japan (日本における将来のATMの研究開発の概観)	長岡栄	2008年11月	2008 KSAS-JSASS joint International Symposium on Aerospace Engineerin (2008年航空宇宙技術韓国航 空宇宙学会日本航空宇宙学会 共同国際シンポジウム)
Delay allocation priority in ATFM (ATFMにおける遅延割り当ての優先順位)	福島幸子	2008年11月	2008 KSAS-JSASS joint International Symposium on Aerospace Engineerin (2008年航空宇宙技術韓国航 空宇宙学会日本航空宇宙学会 共同国際シンポジウム)
Measurement and Analysis of Flight Distance From Actual Operational Data (運航データによる飛行距離の測定と解析)	福田豊 蔭山康太	2008年11月	2008 KSAS-JSASS joint International Symposium on Aerospace Engineerin (2008年航空宇宙技術韓国航 空宇宙学会日本航空宇宙学会 共同国際シンポジウム)
Estimation of Small Assigned Altitude Deviation Distribution (小さな割当高度逸脱分布の推定)	藤田雅人	2008年11月	WSANE 2008
広域航法 (RNAV) 運航の安全性の評価手法について	天井治	2008年11月	電子情報通信学会 安全性研 究会
RDPデータ解析によるATFM評価	木村章 蔭山康太	2008年11月	第5回航空交通管理業務検討 委員会
I C A O N S P (航法システムパネル)WG W会合の概要	工藤正博 吉村源 (国土交通省航空局) 真鍋英記 (同上)	2008年11月	(財)航空振興財団 航法小委 員会
航空無線航法用周波数の信号環境について	小瀬木滋 大津山卓哉 古賀禎	2008年11月	(財)航空振興財団 航法小委 員会
GBAS(地上型衛星補強システム)の研究開発	吉原貴之	2008年11月	電子情報通信学会 安全性研 究会
高速移動体向け高精度測位補正技術に関する研究開発(その 3)	伊藤憲	2008年11月	電子情報通信学会 安全性研 究会
南極ってどんなところ?~南極から帰ってきました~	新井直樹	2008年11月	ガールスカウト日本連盟 東 京支部 第3地区
ASASの進捗状況	伊藤恵理	2008年12月	(財)航空保安無線システム協 会「航空無線」2008年第58号
地上型補強システム(GBAS)の衛星故障モタの検討	福島荘之介	2008年12月	(財)航空保安無線システム協 会「航空無線」2008年第58号
Computational Instances of Indices for Delay Analysis (遅延の解析例)	蔭山康太	2008年12月	DFS, Eurocontrol PRU (Performance Review Unit) 訪問
①ENRI R&D long-term Vision & Roadmap および ②Long-term Vision of ENRI's Research and Development	長岡栄	2008年12月	EUROCONTROL Experimental Center (EEC)
GNSS Research Activities in ENRI (電子航法研究所におけるGNSS関連研究活動)	伊藤憲	2008年12月	第15回アジア太平洋宇宙機関 会議
Proposed SMA handbook amendment (SMAハンドブック修正案)	藤田雅人	2008年12月	ICAO RASMAG/10
航空用 GNSS の種類と対応受信機	坂井丈泰 藤井直樹 工藤正博 福島荘之介	2008年12月	電子情報通信学会宇宙・航行 エレクトロニクス研究会
トラジェクトリ管理って何だろう	福田豊	2009年1月	(財)航空管制協会「航空管 制」2009年第1号
民間ヘリコプタ用障害物探知・衝突警報システムの研究	米本成人	2009年1月	TFOS研究会

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
Computational Instances of Indices for Delay Analysis (遅延の解析例)	蔭山康太	2008年12月	DFS, Eurocontrol PRU (Performance Review Unit) 訪問
①ENRI R&D long-term Vision & Roadmap および ②Long-term Vision of ENRI's Research and Development	長岡栄	2008年12月	EUROCONTROL Experimental Center (EEC)
GNSS Research Activities in ENRI (電子航法研究所におけるGNSS関連研究活動)	伊藤憲	2008年12月	第15回アジア太平洋宇宙機関 会議
Proposed SMA handbook amendment (SMAハンドブック修正案)	藤田雅人	2008年12月	ICAO RASMAG/10
航空用 GNSS の種類と対応受信機	坂井丈泰 藤井直樹 工藤正博 福島荘之介	2008年12月	電子情報通信学会宇宙・航行 エレクトロニクス研究会
トラジェクトリ管理って何だろう	福田豊	2009年1月	(財)航空管制協会「航空管 制」2009年第1号
民間ヘリコプター用障害物探知・衝突警報システムの研究 The Ionospheric Correction Processor for SBAS and QZSS L1-SAIF (SBASおよび準天頂衛星L1-SAIFのための電離層遅延補正装 置)	米本成人 坂井丈泰 吉原貴之 福島荘之介 伊藤憲	2009年1月	ION ITM 2009 (米国航法学会国際技術会議)
Development of an ionospheric delay model with plasma bubbles for GBAS (GBASのためのプラズマバブルを考慮した電離層遅延モデル の開発)	齋藤享 吉原貴之 藤井直樹	2009年1月	ION ITM2009
Ipv6の航空への適用の検討状況に関する現状報告	金田直樹	2009年1月	(財)航空振興財団 航空交通 管制システム小委員会
SSRモードSの地上局識別番号の個別調整技術の評価実験につ いて	古賀禎 上島一彦 中村哲也 (長崎大学) 小菅義夫 (同上)	2009年1月	電子情報通信学会宇宙・航行 エレクトロニクス研究会
角度観測誤差が大きい場合の旋回目標対処用の適応型 $\alpha - \beta$ フィルタ	古賀禎	2009年1月	電子情報通信学会宇宙・航行 エレクトロニクス研究会
航空機性能モデルを用いた航空機軌道予測	白川昌之 福田豊 瀬之口敦	2009年1月	電子情報通信学会宇宙・航行 エレクトロニクス研究会
南極ってどんどころ? ~南極から帰ってきました~	新井直樹	2009年1月	北浦三育中学校
GPS-L5帯域内で観測された干渉信号の解析	大津山卓哉 小瀬木滋	2009年2月	電子情報通信学会論文誌B (通信) Vol. J92-B No. 2
衛星測位補正システムにおける基準点を用いた対流圏遅延補 正方式	武市昇 坂井丈泰 福島荘之介 伊藤憲	2009年2月	電子情報通信学会論文誌B (通信) Vol. J92-B No. 2
SSRモードSによる航空機の動態情報の取得技術	古賀禎 瀬之口敦 上島一彦	2009年2月	(財)航空振興財団 航法小委 員会
ライダーを用いた後方乱気流観測について	山田泉	2009年2月	仙台空港気象懇話会
電子航法研究所におけるトラジェクトリ管理の研究計画	蔭山康太	2009年2月	(財)航空保安研究センター 第9回CNS/ATMシンポジウム
Development Program of Data link Study in ENRI (電子航法研究所におけるデータリンク研究の計画につ いて)	住谷泰人 北折潤	2009年2月	ADAS DUG 第9回会議
航空交通管理におけるトラジェクトリの役割	長岡栄	2009年2月	日本航海学会 AUNAR研究会
南極ってどんどころ? ~南極から帰ってきました~	新井直樹	2009年2月	東京三鷹ロータリークラブ
質問信号の誤解読が1090MHz信号環境に与える影響	小瀬木滋 大津山卓哉	2009年2月	電子情報通信学会宇宙・航行 エレクトロニクス研究会
GBASにおけるSBAS測距信号の使用効果について	藤井直樹 吉原貴之 齋藤享 福島荘之介 齊藤真二 工藤正博	2009年2月	電子情報通信学会宇宙・航行 エレクトロニクス研究会
ENRI's R&D Long-Term Vision (電子航法研究所の研究・開発 長期ビジョン)	長岡栄	2009年3月	電子航法研究所 ATM/CNSに 関する国際ワークショップ
Study on Trajectory Prediction Model(トラジェクトリ予測 モデルについて)	福田豊 瀬之口敦 白川昌之	2009年3月	電子航法研究所 ATM/CNSに 関する国際ワークショップ
A Case Study of Operational Delay at Japanese Airports (日本の空港に於ける運用上の遅延についてのケーススタ ディ)	蔭山康太 福田豊	2009年3月	電子航法研究所 ATM/CNSに 関する国際ワークショップ
SSR Mode S related researches in ENRI (電子航法研究所に 於けるモードS関連研究)	古賀禎	2009年3月	電子航法研究所 ATM/CNSに 関する国際ワークショップ
Perspectives on Global Navigation Satellite Systems(将 来のATMイネーブラーとしてのGNSSのあり方について)	工藤正博	2009年3月	電子航法研究所 ATM/CNSに 関する国際ワークショップ

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
Frequency of Rare Event Occurrences(まれに起こる事象の発生頻度)	藤田雅人	2009年3月	電子航法研究所 ATM/CNSに関する国際ワークショップ
A Study on Distributed Cognition for Team Cognitive Process Modeling in ATC(分散認知手法を用いた管制官のチーム協調モデルに関する研究)	井上諭 青山久枝 空地祐介 (東京大学大学院) 菅野太郎 (同上) 古田一雄 (同上) 中田圭一 (英国レディング大学)	2009年3月	電子航法研究所 ATM/CNSに関する国際ワークショップ
RFIDの航空機内での利用	山本憲夫	2009年3月	(財)航空管制協会「航空管制」2009年第2号
洋上経路システムの高度化に関する研究	福島幸子	2009年3月	国土交通省広報誌「国土交通」
航空交通管理の将来展望	長岡栄	2009年3月	(財)航空振興財団 CNS/ATM分科会報告書
ブラズマバブルの特徴とそのGBASに対する影響について	齋藤享	2009年3月	(財)航空振興財団 航法小委員会報告書
若手エンジニアに勧める本「現代代数学とその応用」	小瀬木滋	2009年3月	電子情報通信学会 通信ソサエティマガジン第8号
Status of ENRI Research Activity	福島荘之介	2009年3月	第8回国際GBASワーキンググループ会議
自律分散技術を用いた航空管制用レーダシステムについて	古賀禎	2009年3月	電子情報通信学会アシュアランスシステム研究会
Mitigation of Log-on Rush phenomenon in aeronautical satellite data communication (航空衛星通信システムにおけるログオンラッシュ現象とその緩和策)	住谷泰人 石出明	2009年3月	IEEE Aerospace Conference 2009
第8回I-GWG 会議報告(地上システム)	福島荘之介	2009年3月	第5回ATEC GBAS ワーキンググループ会議
航空路管制業務の多重タスク可視化と認知シミュレータ	青山久枝 塩見格一 飯田裕泰 ((財) 労働科学研究所)	2009年3月	(財)航空交通管制協会
2周波SBASについて	星野尾一明 松永圭左 坂井丈泰 伊藤実	2009年3月	電子情報通信学会2009年総合大会
ARNS帯域内に存在する干渉信号の解析	大津山卓哉 小瀬木滋	2009年3月	電子情報通信学会2009年総合大会
GBAS用SQMのしきい値の決定方法の検討	齋藤真二	2009年3月	電子情報通信学会2009年総合大会
GNSS多周波時代のキャリア・スムージングについて	藤井直樹 吉原貴之 齋藤享	2009年3月	電子情報通信学会2009年総合大会
ILS GPの近傍モニタアンテナによる遠方特性推定法の検討	田嶋裕久 横山尚志 中田和一 (青森大学)	2009年3月	電子情報通信学会2009年総合大会
RTCMフォーマットによるGPSデータ収集	坂井丈泰 齋藤真二 吉原貴之 松永圭左 福島荘之介	2009年3月	電子情報通信学会2009年総合大会
SBASにおける電離層脅威モデル	坂井丈泰 吉原貴之 松永圭左 星野尾一明	2009年3月	電子情報通信学会2009年総合大会
航空機へ航空交通情報を提供するTIS-B装置の試作	塩地誠 小瀬木滋 米本成人 大津山卓哉 三垣充彦	2009年3月	電子情報通信学会2009年総合大会
太平洋上での管制縦間隔短縮による効果	福島幸子 福田豊	2009年3月	電子情報通信学会2009年総合大会
地上型補強システムのエグゼクティブモニタの一検討	福島荘之介	2009年3月	電子情報通信学会2009年総合大会
日本におけるGBASの電離層モニタ方式に関する検討	吉原貴之 齋藤享 藤井直樹	2009年3月	電子情報通信学会2009年総合大会
発話音声の揺らぎの定量化における誤差について	塩見格一	2009年3月	電子情報通信学会2009年総合大会
ミリ波用レドームのためのエフレタン塗装発泡スチロール	米本成人 河村暁子 松崎元治 ((株)レンスター)	2009年3月	電子情報通信学会2009年総合大会
SSRモードSによる航空機の選択高度情報のダウンリング試験	瀬之口敦 古賀禎 上島一彦	2009年3月	電子情報通信学会2009年総合大会

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
Investigating the Validity of Air Traffic Controllers Performance (管制パフォーマンスの評価指標の確立)	青山久枝 塩見格一 飯田裕泰 ((財) 労働科学研究所)	2009年3月	「航空管制のヒューマンファクタ」シンポジウム
SBAS GEO as GBAS Ranging Source (SBAS衛星のGBASにおける測距利用)	齋藤享 藤井直樹 吉村源 (国土交通省航空局) 小野剛 (日本電気 (株)) 鈴木和史 (同上)	2009年3月	ICAO/NSP/WG1/CSG
Japanese Research and Development Status Concerning (GBAS日本のGBASに関わる研究開発状況)	吉原貴之 齋藤享 工藤正博 藤井直樹 吉村源 (国土交通省航空局)	2009年3月	ICAO/NSP/WG1/CSG
韓国航法学会ワークショップに参加して	長岡栄	2009年3月	電波航法研究会誌「電波航法」JACRAN. 50
Threat Models for Planar and Zeroth Order Fits (1次および0次フィットのための脅威モデル)	坂井丈泰	2009年3月	MSAS TRT (MSAS技術評価会議)
An Example of ADS Simulation using TCP/IP network (TCP/IPを用いたADSシミュレーションの一例)	住谷泰人 石出明	2009年3月	第10回NexSAT/第5回AGCFG会議
Development Program of Data link Study in ENRI (電子航法研究所におけるデータリンク研究の計画について)	住谷泰人 北折潤	2009年3月	第10回NexSAT/第5回AGCFG会議
航空無線航法用周波数の信号環境について	小瀬木滋 大津山卓哉 古賀禎	2009年3月	(財)航空振興財団 航法方式小委員会

8 知的財産権

当研究所の平成20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
レーダ信号伝送方法とその送受信装置	加来信之	S63. 12. 6	1778723	H5. 8. 13
移動目標信号伝送方式とその送受信装置	加来信之	H1. 2. 9	1838414	H6. 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	H1. 2. 9	1875585	H6. 10. 7
二次レーダの応答信号識別方法	塩見格一 石橋寅雄	H1. 3. 29	2053799	H8. 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	H1. 11. 20	2517848	H8. 5. 17
信号発生器	田中修一 二瓶子朗	H1. 12. 11	1813658	H6. 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	H2. 3. 16	1928084	H7. 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	H4. 2. 3	2600093	H9. 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	H4. 6. 11	2611173	H9. 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	H4. 12. 4	2600098	H9. 1. 29
シークラッタ抑圧方法	渡辺泰夫 水城南海男	H5. 5. 27	2653747	H9. 5. 23
マルチバンドレーダの信号処理方法	水城南海男	H5. 5. 27	3002738	H11. 11. 19
G P S 信号による位置決定方法およびその装置	惟村和宣 松本千秋 朝倉道弘	H6. 3. 4	2681029	H9. 8. 1
被管制対象監視システム	塩見格一	H6. 3. 11	2619217	H9. 3. 11
被管制対象監視システム	塩見格一	H6. 3. 11	2777328	H10. 5. 1
被管制対象監視システム	塩見格一	H6. 3. 11	2854799	H10. 11. 20
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	塩見格一	H6. 5. 18	2675752	H9. 7. 18
被管制対象監視システム	塩見格一	H7. 2. 23	2763272	H10. 3. 27
航空管制情報統合表示装置	佐藤裕喜	H7. 4. 3	3030329	H12. 2. 10
飛行場運航票管理システムのユーザインタフェース装置 P C T 出願：オーストラリア	塩見格一	H7. 5. 18	680365	H9. 11. 13
飛行場運航票管理システムのユーザインタフェース装置 P C T 出願：イギリス	塩見格一	H7. 5. 18	2295472	H10. 7. 22
飛行場運航票管理システムのユーザインタフェース装置 P C T 出願：カナダ	塩見格一	H7. 5. 18	2167516	H15. 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 北舘勝彦	H7. 6. 23	2666891	H9. 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	H7. 9. 28	3081883	H12. 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	H7. 12. 11	2979133	H11. 9. 17
熱交換器	田嶋裕久	H7. 12. 19	2852412	H10. 11. 20
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	H7. 12. 19	3060002	H12. 4. 28
航空機管制支援システム	塩見格一	H8. 3. 29	2801883	H10. 7. 10
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	H8. 6. 13	2763521	H10. 3. 27

発 明 の 名 称	発 明 者	出願年月日	登録番号	登録年月日
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	H8. 6. 13	2763522	H10. 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	H8. 6. 13	2907328	H11. 4. 2
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	H8. 10. 24	3013985	H11. 12. 17
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	H8. 12. 5	3781218	H18. 3. 17
空港面監視装置	加来信之 北館勝彦	H8. 12. 12	3226812	H13. 8. 31
飛行場管制支援システム	塩見格一	H9. 3. 26	3017956	H11. 12. 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	H9. 6. 5	3054685	H12. 4. 14
滑走路予約システム	塩見格一	H9. 6. 9	2892336	H11. 2. 26
航空交通シミュレータ	塩見格一	H9. 12. 22	3899391	H19. 1. 12
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	H10. 2. 24	6064939	H12. 5. 16
飛行場管制支援システム:アメリカ	塩見格一	H10. 3. 25	6144915	H12. 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	H10. 6. 4	3474107	H15. 9. 19
滑走路予約システム:イギリス	塩見格一	H10. 6. 5	2327517	H11. 7. 28
滑走路予約システム:オーストラリア	塩見格一	H10. 6. 5	713823	H12. 3. 23
滑走路予約システム:カナダ	塩見格一	H10. 6. 8	2239967	H14. 7. 30
滑走路予約システム:アメリカ	塩見格一	H10. 6. 9	6282487	H13. 8. 28
空港管制用操作卓 意匠登録	塩見格一	H10. 7. 31	1075354	H12. 4. 7
空港管制用操作卓 類似意匠登録	塩見格一	H10. 7. 31	1	H12. 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	H10. 10. 5	3151489	H13. 1. 26
S S R装置及び航空機二次監視網	塩見格一	H10. 10. 30	2991710	H11. 10. 15
受動型S S R装置	塩見格一	H10. 10. 30	3041278	H12. 3. 3
管制用通信システム	塩見格一	H10. 12. 18	3041284	H12. 3. 3
管制通信発出システム	塩見格一	H11. 3. 19	3300681	H14. 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	H11. 4. 8	3091880	H12. 7. 28
航空機等の進入コースの変動を防止する積層構造体	横山尚志	H11. 9. 17	3588627	H16. 8. 27
受動型S S R装置	塩見格一	H11. 11. 10	3277194	H14. 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	H11. 12. 7	3646860	H17. 2. 18
管制装置システム	塩見格一	H11. 12. 8	3783761	H18. 3. 24
飛行場管制支援システム	塩見格一	H11. 12. 17	3086828	H12. 7. 14
ターゲット選択操作装置	塩見格一	H12. 3. 24	3743949	H17. 12. 2
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	H12. 3. 30	4192252	H20. 10. 3
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	H12. 3. 30	4192253	H20. 10. 3
CDPLCメッセージ作成システム	塩見格一	H12. 3. 30	4210772	H20. 11. 7
無線ネットワーク制御システム	二瓶子朗 田中修一	H12. 6. 6	3428945	H15. 5. 16

発 明 の 名 称	発 明 者	出願年月日	登録番号	登録年月日
無線ネットワーク測位システム	田中修一 二瓶子朗	H12. 6. 6	3453547	H15. 7. 18
G P S及びその補強システムを用いた航法システムにおけるアベイラビリティ取得方法及びその装置	福島荘之介	H12. 7. 26	3412011	H15. 3. 28
音声による疲労・居眠り検知装置及び記録媒体：アメリカ	塩見格一	H12. 10. 19	6876964	H17. 4. 5
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	H12. 11. 13	3462172	H15. 8. 15
管制装置システム：アメリカ	塩見格一	H12. 12. 7	6573888	H15. 6. 3
誘電率の測定方法及び誘電率測定装置	横山尚志	H13. 9. 6	3680113	H17. 5. 27
I L SのグライドパスのG P進入コース予測方法及びI L SのグライドパスのG P進入コース予測装置	横山尚志	H13. 9. 6	3752169	H17. 12. 16
心身診断システム	塩見格一	H13. 9. 14	3764663	H18. 1. 27
音声処理装置	塩見格一	H13. 9. 25	3512398	H16. 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	H13. 10. 24	3579685	H16. 7. 30
目標検出システム	加来信之	H13. 12. 10	3613521	H16. 11. 5
移動体測位方法及び移動体誘導方法	岡田和男 白川昌之 塩見格一 小瀬木滋 田嶋裕久 住谷泰人 米本成人	H14. 3. 29	3826191	H18. 7. 14
カオス論的ヒューマンファクタ評価装置：P C T出願	塩見格一	H14. 4. 10	10-722457	H19. 5. 21
電波反射体を用いた測定装置	米本成人 塩見格一	H14. 6. 28	3623211	H16. 12. 3
操作卓 意匠	塩見格一	H14. 10. 15	1189989	H15. 9. 26
心身診断システム P C T出願	塩見格一	H14. 11. 11	10-0596099	H18. 6. 26
カオス論的脳機能診断装置 P C T出願 (シンガポール)	塩見格一	H14. 11. 12	104553	H18. 11. 12
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	H14. 11. 19	4097254	H20. 3. 21
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	H14. 11. 19	4097133	H20. 3. 21
カオス論的診断感度増感装置 P C T出願	塩見格一	H15. 2. 26	106483	H18. 10. 31
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	H15. 6. 3	3746773	H17. 12. 2
就寝中の身体反応情報検出システム	塩見格一	H15. 8. 25	3780273	H18. 3. 10
脇机 意匠	塩見格一	H15. 11. 18	1221366	H16. 9. 17
操作卓 意匠	塩見格一	H15. 11. 18	1226782	H16. 11. 19
カオス論的指標値計算システム アメリカ	塩見格一	H15. 12. 26	US7321842B2	H20. 1. 22
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	H16. 1. 26	3988828	H19. 7. 27
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 米本成人 塩見格一	H16. 3. 3	4107432	H20. 4. 11
電波反射体を用いた測定装置 (No. 103関連 分割出願)	米本成人 塩見格一	H16. 3. 25	3772191	H18. 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	H16. 3. 25	3840520	H18. 8. 18
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	H16. 3. 29	3888688	H18. 12. 8
カオス論的脳機能診断装置 P C T出願 (韓国)	塩見格一	H16. 5. 10	10-0699042	H19. 3. 16
電波装置 (レドームおよび電波機器)	米本成人	H16. 5. 18	3845426	H18. 8. 25

発 明 の 名 称	発 明 者	出願年月日	登録番号	登録年月日
航空管制卓（意匠）	塩見格一	H16. 5. 20	1242705	H17. 4. 28
全方向性を有する誘導体レンズ	米本成人	H16. 8. 19	3822619	H18. 6. 30
高周波信号のデジタル I Q 検波法	田嶋裕久 古賀禎 小瀬木滋	H16. 9. 15	3874295	H18. 11. 2
ILSのグライドパス装置のGPパス予測方法	横山尚志 朝倉道弘	H16. 10. 6	3956024	H19. 5. 18
移動体の識別監視装置	米本成人 古賀禎	H16. 10. 8	3956025	H19. 5. 18
移動局及び移動局側通信制御方法及び衛星局及び衛星局側通信制御方法及び通信システム（No. 116 分割出願）	金田直樹 塩見格一	H16. 11. 4	3997549	H19. 8. 17
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	H17. 1. 18	3995687	H19. 8. 10
航空管制支援システム	塩見格一	H17. 2. 4	4148420	H20. 7. 4
電波装置 アメリカ	米本成人	H17. 3. 9	US7446730B2	H20. 11. 4
飛行計画表示装置	三垣充彦	H18. 2. 9	4193195	H20. 10. 3

※ は平成20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	出願日	出願番号
航空管制用管制指示入力装置	塩見格一	H12. 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	H12. 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	H13. 4. 16	2001-116408
無線ネットワークシステム (CL15406)	田中修一 二瓶子朗	H13. 8. 8	2001-240906
無線通信ネットワークシステム (CL15407)	田中修一 二瓶子朗	H13. 8. 8	2001-240907
無線ネットワークを利用した移動体測位システム (CL15408)	田中修一 二瓶子朗	H13. 8. 8	2001-240908
無線ネットワークシステム (CL15411)	田中修一 二瓶子朗	H13. 8. 8	2001-240909
カオス論的脳機能診断装置	塩見格一	H13. 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	H14. 3. 5	2002-58392
カオス論的診断感度増感装置	塩見格一	H14. 3. 25	2002-82734
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	H14. 10. 2	PCT/JP02/11001
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	H14. 11. 19	2002-335700
カオス論的指標値計算プログラム	塩見格一	H15. 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	H15. 2. 24	2003-15661
心身状態判定システム	塩見格一	H15. 2. 24	2003-46428
無線通信ネットワークシステム (CL15550)	二瓶子朗	H15. 3. 28	2003-090443
カオス論的指標値計算システム PCT 日本	塩見格一	H15. 12. 26	2004-568512
カオス論的指標値計算システム PCT出願	塩見格一	H15. 12. 26	PCT/JP03/16954
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 米国出願	塩見格一	H16. 1. 25	10/763, 160
心身状態判定システム PCT 日本	塩見格一	H16. 2. 23	2005-503639
心身状態判定システム PCT出願	塩見格一	H16. 2. 23	PCT/JP04/002054
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	H16. 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	H16. 3. 22	2004-081847
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	H16. 3. 22	2004-081848
通電表示器	惟村和宣	H16. 3. 23	2004-085641
大脳評価装置 PCT出願	塩見格一	H16. 4. 28	PCT/JP2004/005663
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 PCT	金田直樹 塩見格一	H16. 6. 1	PCT/JP04/7509
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	H16. 7. 6	10/883, 842
移動局及び移動局側通信制御方法及び基地局及び装置通信システム PCT	金田直樹 塩見格一	H16. 8. 17	PCT/JP04/11769

発明の名称	発明者	出願日	出願番号
ドライバーの発話音声収集システム	塩見格一	H16. 12. 13	2004-359690
移動体の測位方法及びその測位装置（無線による移動体測位方式）	古賀禎 田嶋裕久	H17. 2. 21	2005-044684
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（航空管制システム）	塩見格一 金田直樹	H17. 6. 21	2005-180582
航空路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 金田直樹	H17. 6. 21	2005-180583
誘電体レンズを用いた装置 P C T	米本成人	H17. 7. 27	PCT/JP05/13743
アレイ型反射板とミリ波レーダ	米本成人	H17. 11. 3	PCT/EP2005/014220
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	H17. 12. 15	2005-361466
飛行計画表示装置（ME式飛行計画表示装置）	三垣充彦	H18. 2. 9	2006-32661
音声の中の非発話音声の判別処理方法	塩見格一	H18. 3. 31	2006-093267
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	H18. 3. 31	2006-093268
職場における安全文化評価尺度の自動構成・運用方法及びシステム	塩見格一	H18. 3. 31	2006-097214
チームによる業務の活性度の評価システムおよびそれを用いた業務雰囲気活性化システム	塩見格一	H18. 3. 31	2006-097389
異常行動抑制装置	塩見格一	H18. 3. 31	2006-097390
チームによる業務の評価・活性化システム	塩見格一	H18. 3. 31	2006-097391
無線航法システムにおける信頼性指示装置	坂井丈泰	H18. 12. 11	2006-332972
衛星航法システムにおける衛星軌道情報の伝達方法及びそれらの装置	坂井丈泰	H18. 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	H19. 3. 30	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	H19. 3. 30	2007-092827
天頂対流圏遅延量の算出方法及び衛星測位信号の対流圏遅延量の補正方法	武市昇 坂井丈泰 福島荘之介 伊藤憲	H19. 7. 10	2007-181270
衛星航法システムの電離層遅延推定の方法及びその装置	坂井丈泰	H19. 9. 25	2007-246609
天頂対流圏遅延量の算出方法及び衛星測位信号の対流圏遅延量の補正方法（P C T）	武市昇 坂井丈泰 福島荘之介 伊藤憲	H19. 12. 28	PCT/JP2007/75312
運転者の眠気検出装置	塩見格一	H20. 3. 31	2008-093544
全方向性を有する誘電体レンズ装置を用いた電磁波の反射器を有するアンテナ	米本 成人 河村 暁子	H20. 10. 28	2008-277494
作業適正判定システム	塩見 格一	H20. 10. 30	2008-281298
作業監視システム	塩見 格一	H20. 10. 30	2008-281299
全方向性を有する誘電体レンズを用いたアンテナ装置	米本 成人 河村 暁子	H21. 2. 10	2009-028130

第 3 部 現 況



1 平成20年度に購入した主要機器

L5/E5対応GNSS受信機

コンパクト・ネットワークアナライザ

ネットワークストレージシステム

GBAS受信機

C P D L C 評価用模擬管制卓

拡張スキッタ送信システム高周波部

信号検出トリガ回路デコーダ回路基板

拡張スキッタ送信システム情報処理部

モニターアンテナ

2 主要施設及び機器

1 電波無響室

電子航法の分野では、電波を送受信するアンテナの性能や空間中の電波伝搬特性が機器の性能に大きく影響する。このため、アンテナおよび電波伝搬に関する試験研究が重要になっている。当研究所では、これらの試験研究のための実験施設として、電波無響室を整備した。

電波無響室はシールド壁内部を電波吸収材で被覆した構造を持っている。シールド壁により電波が遮蔽されるため、外来電波の影響を受けず研究所周辺への干渉を防止することができる。さらに、電波吸収材により電波の反射を抑制できるため、電波無響室内は広大な自由空間と同様な伝搬特性を実現できる。

電波無響室内では、アンテナの特性測定や空港モデルを用いた着陸進入コースの電波伝搬特性測定などが行われてきている。また、各種の干渉妨害に関する測定実験も行われている。

[要目概要]

内装寸法： 32×7×5 m
周波数範囲： 0.5～100GHz以上
反射減衰量： 30dB 以上
遮蔽減衰量： 80dB 以上
付属設備： 計測室、空調設備、空中線特性試験装置、アンテナ回転台移動装置、計測機器ピット、各種無線計測機器、非常照明

2 アンテナ試験塔

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、二次監視レーダー（SSR）モードSの高度運用技術の研究で使用するため、レーダー設置台を設置するなどの改修を行った。平成19年度には、回転式アンテナを含むSSR装置が設置された。

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： 19.15 m

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 と呼んだメインフレームを

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もつ基幹と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 6A —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と操縦シミュレータは接続されており、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、15.0mΦ

操縦シミュレータ画像出力部： 150° / 3面、5.6mΦ

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、レーダー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20年度における行事等は、下記のとおりである。

- 所内一般公開〔平成20年4月20日（日）〕
平成20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2,794名）
- 第7回研究所設立記念式典〔平成20年4月22日（火）〕
当所設立記念式典を開催した。
- 平成20年度第1回評議員会〔平成20年5月1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。
事前評価課題「RNAV経路設定基準策定のための空域安全性評価の研究」
「トラジェクトリモデルに関する研究」
「将来の航空用高速データリンクに関する研究」
「空港面監視技術高度化の研究」
「携帯電子機器による航空機上システムの耐電磁干渉性能に関する研究」
- 研究発表会〔平成20年6月12日（木）～13日（金）〕
平成20年度（第8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318名）
- 平成20年度第2回評議員会〔平成20年7月3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「無線測位におけるマルチパス誤差低減に関する研究」
「航空交通管理における新管制運用方式に係る容量値に関する研究」
「静止衛星型衛星航法補強システムの2周波対応等に関する研究」
「今後の管制支援機能に関する研究」
中間評価課題「航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究」
- 第1回研究交流会〔平成20年8月1日（金）〕
以下の講演及び意見交換を行った。
講演「Development of an airport debris sensor」
講演者：Alexandre Saillard 氏（ENAC留学生）
講演「Analysis of ionospheric effects on GNSS」
講演者：Sébastien ROUGERIE 氏（ENAC留学生）
- 第2回研究交流会〔平成20年9月5日（金）〕
講演講演「Trajectories visualization and analysis tools」及び意見交換を行った。
講演者：Benoit GEFFROY 氏（ENAC留学生）
- 第17回出前講座〔平成20年9月17日（水）〕
電子航法研究所出前講座を航空保安大学校において開催した。
講座プログラム
1. 航空交通管理のパフォーマンス評価システムの開発
(航空交通管理領域 福田 豊)
 2. マルチラレーション監視システムの評価結果
(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 宮崎 裕己)
 3. 先進型地上走行誘導管制(A-SMGC)システムの開発動向について
(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 二瓶 子朗)
 4. 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
(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 古賀 禎)

第18回出前講座〔平成20年10月3日（金）〕

電子航法研究所出前講座を日本航空インターナショナル株式会社において開催した。

講座プログラム

1. 長期ビジョンについて
(研究企画統括 長岡 栄)
2. トラジェクトリ管理の研究について
(航空交通管理領域 蔭山 康太)
3. トラジェクトリモデルについて
(航空交通管理領域 福田 豊)

第19回出前講座〔平成20年10月14日（火）〕

電子航法研究所出前講座をアビコムジャパン株式会社において開催した。

講座プログラム

1. 将来的な航空無線システムの動向
(通信・航法・監視領域 住谷 泰人)

第20回出前講座〔平成20年10月31日（金）〕

電子航法研究所出前講座を東京航空交通管制部において開催した。

講座プログラム

1. 長期ビジョンについて
(研究企画統括 長岡 栄)
2. 航空交通管理における時間管理手法の研究
(航空交通管理領域 福田 豊)
3. 航空路管制業務のタスク分析及び作業負荷・負担の研究
(航空交通管理領域 青山 久枝)
4. 発話音声による疲労計測技術について
(機上等技術領域 塩見 格一)
5. 第48次南極地域観測隊越冬報告講演
(通信・航法・監視領域 新井 直樹)

第3回研究交流会〔平成20年11月6日（木）〕

講演「客室乗務員の仕事」及び意見交換を行った。

講演者：日本航空インターナショナル株式会社 運航本部 客室安全推進部 大村 美保 様

第21回出前講座〔平成20年11月12日（水）〕

電子航法研究所出前講座を新千歳空港事務所において開催した。

講座プログラム

1. 空港面の異物検出のためのミリ波レーダの開発
(機上等技術領域 米本 成人)
2. グライドパス ニアフィールドモニタ (GP NFM) の高性能反射板
(機上等技術領域 横山 尚志)
3. マルチラレーション監視システムの評価結果
(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 宮崎 裕己)
4. 先進型地上走行誘導管制(A-SMGC)システムの開発動向について
(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 二瓶 子朗)
5. A-SMGCシステム経路設定機能の開発
(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 角張 泰之)

第22回出前講座〔平成20年11月27日（木）〕

電子航法研究所出前講座を福岡空港事務所において開催した。

講座プログラム

1. マルチラレーション監視システムの評価結果
(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 宮崎 裕己)
2. 先進型地上走行誘導管制(A-SMGC)システムの開発動向について
(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 二瓶 子朗)
3. A-SMGCシステム経路設定機能の開発 (地上走行パターンの解析)
(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 青山 久枝)
4. A-SMGCシステム経路設定機能の開発
(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 角張 泰之)

第23回出前講座〔平成20年12月8日（月）〕

電子航法研究所出前講座を東京航空局において開催した。(第8回保安部発表会「特別講演」として)

講座プログラム

1. 安全かつ効率的な航空管制手法の研究
(航空交通管理領域 青山 久枝)
2. 第48次南極地域観測隊越冬報告講演
(通信・航法・監視領域 新井 直樹)
3. M S A S の性能向上について
(通信・航法・監視領域 坂井 丈泰)

第4回研究交流会〔平成20年12月10日（水）〕

講演「ゲートリンクサービス概要」及び意見交換を行った。

講演者：アビコムジャパン株式会社 常務取締役 北幸雄、西宮努 様

第5回研究交流会〔平成21年2月9日（月）〕

以下の講演及び意見交換を行った。

講演「Trajectory管理における Navigation (CNS) の役割」

講演者：通信・航法・監視領域 藤井 直樹

講演「トラジェクトリモデルに関する研究」

講演者：航空交通管理領域 福田 豊

講演「On the ASAS Project - Future Vision in Trajectory Management -」

講演者：航空交通管理領域 伊藤 恵理

ATM/CNSに関する国際ワークショップ〔平成21年3月5日（木）～6日（金）〕

電子航法研究所としては初めてとなる国際ワークショップを大手町サンケイプラザにおいて開催した。

（2日間延べ来場者数349名）講演内容は以下のとおり

第1日

講演「SESAR Master Plan (SESARマスタープラン)」

講演者：EUROCONTROL Experimental Centre, Colin Meckiff 様

講演「NextGen Overview and Update (NextGenの最近の動向)」

講演者：Federal Aviation Administration, Jay Merkle 様

講演「The development of Long-term Vision of Future Air Traffic System in Japan
(将来の航空交通システムの長期ビジョンの構築にむけて)」

講演者：国土交通省航空局管制保安部保安企画課新システム技術企画官 松永 博英 様

講演「ENRI's R&D Long-Term Vision (電子航法研究所の研究・開発長期ビジョン)」

講演者：研究企画統括 長岡 栄

講演「The EUROCONTROL SURVEILLANCE STRATEGY (ユーロコントロールにおける監視技術の戦略)」

講演者：Head of CNS EUROCONTROL, Mel Rees 様

講演「Status & Information on the FAA's ADS-B Program (ADS-B計画の現状と参考情報)」

講演者：Federal Aviation Administration, Robert Novia 様

講演「Report on the 7th EUROCONTROL Innovative Research Workshop (第7回ユーロコントロール革新的研究ワークショップの報告)」

講演者：EUROCONTROL Experimental Centre, Colin Meckiff 様

第2日 room1

講演「Trajectory Optimization for Safe, Clean and Quiet Flight (安全、清浄、かつ静かな飛行のためのトラジェクトリの最適化)」

講演者：東京大学工学部教授 鈴木 真二 様

講演「Separation Assurance in the Future Air Traffic System (将来の航空交通システムにおける航空機間隔保証)」

講演者：Adjunct Professor of ElectricalEngineering, U.C. Santa Cruz, Heinz Erzberger 様

講演「Trajectory Management for Aircraft Noise Mitigation (航空機の騒音緩和のためのトラジェクトリ管理)」

講演者：Technical University of Catalonia, Xavier Prats 様

講演「New Trends in Air Traffic Complexity (航空交通の複雑性についての新しい傾向)」

講演者：Applied Math Laboratory ENAC, Daniel Delahaye 様

講演「Study on Trajectory Prediction Model (トラジェクトリ予測モデルについて)」

講演者：航空交通管理領域 上席研究員 福田 豊

講演「Steps Towards the Virtual Tower: Remote Airport Traffic Control Center [RAiCe] (仮想管制塔へのステップ：遠隔空港交通管制センター)」

講演者：German Aerospace Center (DLR), Norbert Fuerstenau 様

講演「Applying Cognitive Work Analysis to Study Airport Collaborative Decision Making Design (空港における協調的意思決定 (CDM) 設計への認知業務分析適用)」

講演者：CRANFIELD University, Matthias Groppe 様

講演「Total Airport Management as the enabler for SESAR Collaborative Airport Planning (SESARの協調的空港計画を実現するものとしての空港総合管理)」

講演者：DLR/AT-One, Florian Piekert 様

講演「A Case Study of Operational Delay at Japanese Airports

(日本の空港に於ける運用上の遅延についてのケーススタディ)」

講演者：航空交通管理領域 主幹研究員 蔭山 康太

第2日 room2

講演「ASAS Key Issues: from concept to implementation, questions and possible answers
(ASASについて概念から実施までの主要事項、課題とその解決策)」

講演者：フランス大使館, Benoit Rulleau 様 (DSNA, Jean-Marc Loscos 様)

講演「Mode S related researches in ENRI (電子航法研究所に於けるモードS関連研究)」

講演者：機上等技術領域 主幹研究員 古賀 禎

講演「System Wide Information Management (SWIM) (システム規模の情報管理)」

講演者：Federal Aviation Administration, Jay Merkle 様

講演「EUROCONTROL policy on GNSS in Europe (ヨーロッパにおける衛星航法についての
ユーロコントロールの方針)」

講演者：Head of CNS EUROCONTROL, Mel Rees 様

講演「Perspectives on Global Navigation Satellite Systems as an enabler for future
ATM Environment (将来のATMのイネーブラーとしてのGNSSのあり方について)」

講演者：通信・航法・監視領域 上席研究員 工藤 正博

講演「Human-Machine Collaboration for Safety and Comfort (安全且つ快適のための人
間と機械のコラボレーション)」

講演者：筑波大学 大学院システム情報工学研究科 リスク工学専攻 教授 稲垣 敏之 様

講演「ESARR 5: managing ATCO and ATSEP competences in Europe (ESARR (EUROCONTROL
安全規定要件5、ATM業務要員) : ヨーロッパに於けるATCOとATSEPの能力管理)」

講演者：フランス大使館, Benoit Rulleau 様

講演「Frequency of Rare Event Occurrences (まれに起こる事象の発生頻度)」

講演者：航空交通管理領域 主任研究員 藤田 雅人

講演「Development of an Onboard Doppler LIDAR for Flight Safety
(飛行の安全のための機上搭載ドップラLIDARの開発)」

講演者：宇宙航空研究開発機構 航空プログラムグループ運航・安全技術チーム
ライダー技術セクション 井之口 浜木 様

講演「A Study on Distributed Cognition for Team Cognitive Process Modeling in ATC
(分散認知手法を用いた管制官のチーム協調モデルに関する研究)」

講演者：航空交通管理領域 研究員 井上 諭

第6回研究交流会〔平成21年3月10日(火)〕

講演「Separation Assurance in the Future Air Traffic System」及び意見交換を行った。

講演者：カリフォルニア大学 Heinz Erzberger 様

第7回研究交流会〔平成21年3月16日(月)〕

講演「査読論文/電子研報告の書き方」及び意見交換を行った。

講演者：研究企画統括 長岡 栄

第24回出前講座〔平成21年3月24日(火)〕

電子航法研究所出前講座を航空機技術審査センターにおいて開催した。

講座プログラム

1. トラジェクトリ管理について
(航空交通管理領域 福田 豊)
2. 最近の航空通信システム動向
(通信・航法・監視領域 北折 潤)
3. 携帯電子機器による航空機システムの電磁干渉問題
(機上等技術領域 米本 成人)
4. ICタグの航空機内での利用について
(航空交通管理領域 山本 憲夫)
5. 航空機窓用電磁シールド材料の特性評価
(機上等技術領域 河村 暁子)

第8回研究交流会〔平成21年3月26日(木)〕

講演「FMSの概要」及び意見交換を行った。

講演者：日本航空インターナショナル株式会社 特別運航乗務員 蔵岡 賢治 様

5 職員表彰

◎ 理事長表彰（平成20年4月1日）

永年勤続（30年）

田嶋 裕久（機上等技術領域）

永年勤続（20年）

天井 治（航空交通管理領域）

功 績

坂井 丈泰（通信・航法・監視領域）

「ION GNSSにおいて優秀論文賞を受賞また
MSAS性能向上の研究開発における成果の
公表への貢献の功績」

◎ 理事長感謝状（平成20年4月1日）

特 別 功 労

東口 實

「永年にわたり評議員会等の委員として
当研究所発展に多大なるご尽力ご協力
をいただいた功労」

水町 守志

「永年にわたり評議員会等の委員として
当研究所発展に多大なるご尽力ご協力
をいただいた功労」

特 別

日本航海学会論文集共著

長岡 栄（研究企画統括）

天井 治（航空交通管理領域）

「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で論
文賞を受賞し貢献」

宮崎 裕己（通信・航法・監視領域）

「マルチラレーション監視システムの
開発研究及び東京国際空港における同
システム導入に貢献」

藤田 雅人（航空交通管理領域）

「空域の安全性評価手法に関し研究を行
い関係機関とも調整を円滑に行うなど
航空行政に貢献」

◎ 理事長感謝状（平成21年3月31日）

退 職

長岡 栄（研究企画統括）

石出 明（通信・航法・監視領域）

星野尾 一明（通信・航法・監視領域）

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：平成二〇年一月二六日法律第九五号

第一章 総則（第一条—第五条）

第二章 役員及び職員（第六条—第十条）

第三章 業務等（第十一条—第十三条）

第四章 雑則（第十四条）

第五章 罰則（第十五条・第十六条）

附則

第一章 総則

(目的)

第一条 この法律は、独立行政法人電子航法研究所の名称、目的、業務の範囲等に関する事項を定めることを目的とする。

(名称)

第二条 この法律及び独立行政法人通則法（平成十一年法律第百三号。以下「通則法」という。）の定めるところにより設立される通則法第二条第一項に規定する独立行政法人の名称は、独立行政法人電子航法研究所とする。

(研究所の目的)

第三条 独立行政法人電子航法研究所（以下「研究所」という。）は、電子航法（電子技術を利用した航法をいう。以下同じ。）に関する試験、調査、研究及び開発等を行うことにより、交通の安全の確保とその円滑化を図ることを目的とする。

(事務所)

第四条 研究所は、主たる事務所を東京都に置く。

(資本金)

第五条 研究所の資本金は、附則第五条第二項の規定により政府から出資があったものとされた金額とする。

2 政府は、必要があると認めるときは、予算で定める金額の範囲内において、研究所に追加して出資することができる。

3 研究所は、前項の規定による政府の出資があったときは、その出資額により資本金を増加するものとする。

第二章 役員及び職員

(役員)

第六条 研究所に、役員として、その長である理事長及び監事二人を置く。

2 研究所に、役員として、理事一人を置くことができる。

(理事の職務及び権限等)

第七条 理事は、理事長の定めるところにより、理事長を補佐して研究所の業務を掌理する。

- 2 通則法第十九条第二項 の個別法で定める役員は、理事とする。ただし、理事が置かれていないときは、監事とする。
- 3 前項ただし書の場合において、通則法第十九条第二項 の規定により理事長の職務を代理し又はその職務を行う監事は、その間、監事の職務を行ってはならない。

(役員任期)

第八条 役員任期は、二年とする。

(役員及び職員の秘密保持義務)

第九条 研究所の役員及び職員は、職務上知ることのできた秘密を漏らし、又は盗用してはならない。その職を退いた後も、同様とする。

(役員及び職員の地位)

第十条 研究所の役員及び職員は、刑法（明治四十年法律第四十五号）その他の罰則の適用については、法令により公務に従事する職員とみなす。

第三章 業務等

(業務の範囲)

第十一条 研究所は、第三条の目的を達成するため、次の業務を行う。

- 一 電子航法に関する試験、調査、研究及び開発を行うこと。
- 二 前号に掲げる業務に係る成果を普及すること。
- 三 電子航法に関する情報を収集し、整理し、及び提供すること。
- 四 前三号に掲げる業務に附帯する業務を行うこと。

第十二条 削除

(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、納付金の納付の手續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。）であつて、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。）の認定があつたものとみなす。この場合において、その認定があつ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）第八十八条の二第一項に規定する職員団体であつて、その構成員の過半数が引継職員であるものは、研究所の成立の際国営企業及び特定独立行政法人の労働関係に関する法律（昭和三十二年法律第二百五十七号）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において研究所が承継する。

2 前項の規定により研究所が国の有する権利及び義務を承継したときは、その承継の際、承継される権利に係る土地、建物その他の財産で政令で定めるものの価額の合計額に相当する金額は、政府から研究所に対し出資されたものとする。

3 前項の規定により政府から出資があったものとされる同項の財産の価額は、研究所の成立の日現在における時価を基準として評価委員が評価した価額とする。

4 前項の評価委員その他評価に関し必要な事項は、政令で定める。

(国有財産の無償使用)

第六条 国土交通大臣は、研究所の成立の際現に国土交通省に置かれる試験研究機関であつて電子航法に関する試験、調査、研究及び開発を行うものに使用されている国有財産で政令で定めるものを、政令で定めるところにより、研究所の用に供するため、研究所に無償で使用させることができる。

(政令への委任)

第七条 附則第二条から前条までに定めるもののほか、研究所の設立に伴い必要な経過措置その他この法律の施行に関し必要な経過措置は、政令で定める。

附 則（平成一二年五月二六日法律第八四号） 抄

(施行期日)

第一条 この法律は、平成十二年六月一日から施行する。

附 則（平成一八年三月三十一日法律第二八号） 抄

(施行期日)

第一条 この法律は、平成十八年四月一日から施行する。ただし、附則第九条第二項及び第三項並びに第十五条の規定は、

公布の日から施行する。

(職員の引継ぎ等)

第二条 この法律の施行の際現に独立行政法人北海道開発土木研究所及び独立行政法人海技大学校（以下「北海道開発土木研究所等」という。）の職員である者は、別に辞令を発せられない限り、この法律の施行の日（以下「施行日」という。）において、それぞれ、独立行政法人北海道開発土木研究所の職員にあつては独立行政法人土木研究所の、独立行政法人海技大学校の職員にあつては独立行政法人海技教育機構の職員となるものとする。

2 この法律の施行の際現に独立行政法人土木研究所、独立行政法人建築研究所、独立行政法人交通安全環境研究所、独立行政法人海上技術安全研究所、独立行政法人港湾空港技術研究所、独立行政法人電子航法研究所、独立行政法人航海訓練所、独立行政法人海員学校及び独立行政法人航空大学校の職員である者は、別に辞令を発せられない限り、施行日において、引き続きそれぞれの独立行政法人（独立行政法人海員学校にあつては、独立行政法人海技教育機構）の職員となるものとする。

第三条 前条の規定により独立行政法人土木研究所、独立行政法人建築研究所、独立行政法人交通安全環境研究所、独立行政法人海上技術安全研究所、独立行政法人港湾空港技術研究所、独立行政法人電子航法研究所、独立行政法人航海訓練所、独立行政法人海技教育機構及び独立行政法人航空大学校（以下「施行日後の土木研究所等」という。）の職員となった者に対する国家公務員法（昭和二十二年法律第二十号）第八十二条第二項の規定の適用については、当該施行日後の土木研究所等の職員を同項に規定する特別職国家公務員等と、前条の規定により国家公務員としての身分を失ったことを任命権者の要請に応じ同項に規定する特別職国家公務員等となるため退職したこととみなす。

第四条 附則第二条の規定により施行日後の土木研究所等の職員となる者に対しては、国家公務員退職手当法（昭和二十八年法律第百八十二号）に基づく退職手当は、支給しない。

2 施行日後の土木研究所等は、前項の規定の適用を受けた当該施行日後の土木研究所等の職員の退職に際し、退職手当を支給しようとするときは、その者の国家公務員退職手当法第二条第一項に規定する職員（同条第二項の規定により職員とみなされる者を含む。）としての引き続きいた在職期間を当該施行日後の土木研究所等の職員としての在職期間とみなして取り扱うべきものとする。

3 施行日の前日に独立行政法人土木研究所、独立行政法人建築研究所、独立行政法人交通安全環境研究所、独立行政法人海上技術安全研究所、独立行政法人港湾空港技術研究所、独立行政法人電子航法研究所、独立行政法人北海道開発土木研究所、独立行政法人海技大学校、独立行政法人航海訓練所、独立行政法人海員学校及び独立行政法人航空大学校（以下「施行日前の土木研究所等」という。）の職員として在職する者が、附則第二条の規定により引き続き施行日後の土木研究所等の職員となり、かつ、引き続き当該施行日後の土木研究所等の職員として在職した後引き続き国家公務員退職手当法第二条第一項に規定する職員となった場合におけるその者の同法に基づいて支給する退職手当の算定の基礎となる勤続期間の計算については、その者の当該施行日後の土木研究所等の職員としての在職期間を同項に規定する職員としての引き続きいた在職期間とみなす。ただし、その者が当該施行日後の土木研究所等を退職したことにより退職手当（これに相当する給付を含む。）の支給を受けているときは、この限りでない。

4 施行日後の土木研究所等は、施行日の前日に施行日前の土木研究所等の職員として在職し、附則第二条の規定により引

き続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七十四号）の適用を受ける労働組合となるものとする。この場合において、旧労働組合が法人であるときは、法人である労働組合となるものとする。

- 2 前項の規定により法人である労働組合となったものは、施行日から起算して六十日を経過する日までに、労働組合法第二条及び第五条第二項の規定に適合する旨の労働委員会の証明を受け、かつ、その主たる事務所の所在地において登記しなければ、その日の経過により解散するものとする。
- 3 第一項の規定により労働組合法の適用を受ける労働組合となったものについては、施行日から起算して六十日を経過する日までは、同法第二条ただし書（第一号に係る部分に限る。）の規定は、適用しない。

（不当労働行為の申立て等についての経過措置）

第七条 施行日前に特労法第十八条の規定に基づき施行日前の土木研究所等がした解雇に係る中央労働委員会に対する申立て及び中央労働委員会による命令の期間については、なお従前の例による。

- 2 この法律の施行の際現に中央労働委員会に係属している施行日前の土木研究所等とその職員に係る特労法の適用を受ける労働組合とを当事者とするあつせん、調停又は仲裁に係る事件に関する特労法第三章（第十二条及び第十六条の規定を除く。）及び第六章に規定する事項については、なお従前の例による。

(北海道開発土木研究所等の解散等)

- 第八条** 北海道開発土木研究所等は、この法律の施行の時に於いて解散するものとし、次項の規定により国が承継する資産を除き、その一切の権利及び義務は、その時に於いて、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ承継する。
- 2 この法律の施行の際現に北海道開発土木研究所等有する権利のうち、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれその業務を確実に実施するために必要な資産以外の資産は、この法律の施行の時に於いて国が承継する。
- 3 前項の規定により国が承継する資産の範囲その他当該資産の国への承継に関し必要な事項は、政令で定める。
- 4 北海道開発土木研究所等の平成十七年四月一日に始まる事業年度に係る独立行政法人通則法（平成十一年法律第百三十三号。以下この条において「通則法」という。）第三十八条の規定による財務諸表、事業報告書及び決算報告書の作成等については、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ行うものとする。
- 5 北海道開発土木研究所等の平成十七年四月一日に始まる事業年度における業務の実績については、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ評価を受けるものとする。この場合において、通則法第三十二条第三項の規定による通知及び勧告は、それぞれ独立行政法人土木研究所又は独立行政法人海技教育機構に対してなされるものとする。
- 6 北海道開発土木研究所等の平成十七年四月一日に始まる事業年度における利益及び損失の処理については、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ行うものとする。
- 7 北海道開発土木研究所等の平成十三年四月一日に始まる通則法第二十九条第二項第一号に規定する中期目標の期間（以下この条において「中期目標の期間」という。）に係る通則法第三十三条の規定による事業報告書の提出及び公表については、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ行うものとする。
- 8 北海道開発土木研究所等の平成十三年四月一日に始まる中期目標の期間における業務の実績については、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ評価を受けるものとする。この場合において、通則法第三十四条第三項において準用する通則法第三十二条第三項の規定による通知及び勧告は、それぞれ独立行政法人土木研究所又は独立行政法人海技教育機構に対してなされるものとする。
- 9 北海道開発土木研究所等の平成十三年四月一日に始まる中期目標の期間における積立金の処分は、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ従前の例により行うものとする。この場合において、附則第十二条第一号の規定による廃止前の独立行政法人北海道開発土木研究所法（平成十一年法律第二百十一号。次条第一項において「旧北海道開発土木研究所法」という。）第十二条第一項中「当該中期目標の期間の次の」とあるのは「独立行政法人土木研究所の平成十八年四月一日に始まる」と、「次の中期目標の期間における前条」とあるのは「中期目標の期間における独立行政法人土木研究所法（平成十一年法律第二百五号）第十二条」と、附則第十二条第二号の規定による廃止前の独立行政法人海技大学校法（平成十一年法律第二百十二号。次条第一項及び附則第十一条において「旧海技大学校法」という。）第十一条第一

項中「当該中期目標の期間の次の」とあるのは「独立行政法人海技教育機構の平成十八年四月一日に始まる」と、「次の中期目標の期間における前条」とあるのは「中期目標の期間における独立行政法人海技教育機構法（平成十一年法律第二百十四号）第十一条」とする。

10 第一項の規定により北海道開発土木研究所等が解散した場合における解散の登記については、政令で定める。

（独立行政法人土木研究所又は独立行政法人海技教育機構への出資）

第九条 前条第一項の規定により独立行政法人土木研究所又は独立行政法人海技教育機構が北海道開発土木研究所等の権利及び義務を承継したときは、それぞれその承継に際し、独立行政法人土木研究所又は独立行政法人海技教育機構が承継する資産の価額（同条第九項の規定により読み替えられた旧北海道開発土木研究所法第十二条第一項又は旧海技大学校法第十一条第一項の規定による承認を受けた金額があるときは、当該金額に相当する金額を除く。）から負債の金額を差し引いた額は、政府から独立行政法人土木研究所又は独立行政法人海技教育機構に出資されたものとする。

2 前項に規定する資産の価額は、施行日現在における時価を基準として評価委員が評価した価額とする。

3 前項の評価委員その他評価に関し必要な事項は、政令で定める。

（独立行政法人土木研究所に係る国有財産の無償使用）

第十条 国土交通大臣は、この法律の施行の際現に独立行政法人北海道開発土木研究所に使用されている国有財産であつて政令で定めるものを、政令で定めるところにより、独立行政法人土木研究所の用に供するため、独立行政法人土木研究所に無償で使用させることができる。

（独立行政法人海技教育機構に係る財産の無償使用）

第十一条 国は、この法律の施行の際現に旧海技大学校法附則第六条の規定に基づき独立行政法人海技大学校に無償で使用させている財産を、独立行政法人海技教育機構の用に供するため、独立行政法人海技教育機構に無償で使用させることができる。

（独立行政法人北海道開発土木研究所法の廃止に伴う経過措置）

第十三条 施行日前に前条第一号の規定による廃止前の独立行政法人北海道開発土木研究所法第十三条の規定により国土交通大臣が独立行政法人北海道開発土木研究所に対してした指示は、第一条の規定による改正後の独立行政法人土木研究所法第十五条の規定により国土交通大臣が独立行政法人土木研究所にした指示とみなす。

（罰則に関する経過措置）

第十四条 施行日前にした行為及び附則第八条第九項の規定によりなお従前の例によることとされる場合における施行日以後にした行為に対する罰則の適用については、なお従前の例による。

（政令への委任）

第十五条 附則第二条から第十一条まで及び前二条に定めるもののほか、この法律の施行に関し必要な経過措置は、政令で定める。

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。

附 則（平成二〇年一二月二六日法律第九五号） 抄

（施行期日）

第一条 この法律は、公布の日から起算して六月を超えない範囲内において政令で定める日から施行する。

2 独立行政法人電子航法研究所に関する省令

(平成十三年三月二十七日国土交通省令第四十九号)

最終改正：平成二〇年三月三十一日国土交通省令第一二号

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。

第十条 削除

(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（平成一八年三月三十一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

附 則（平成二〇年三月三十一日国土交通省令第一二号）

この省令は、平成二十年四月一日から施行する。

3 独立行政法人電子航法研究所業務方法書

目次

第1章 総則（第1条－第2条）

第2章 研究所の業務（第3条－第6条）

第3章 雑則（第7条－第9条）

附則

第1章 総則

（目的）

第1条 この業務方法書は、独立行政法人通則法（平成11年法律第103号。以下「通則法」という。）第28条第1項の規定に基づき、独立行政法人電子航法研究所（以下「研究所」という。）の業務の方法について、基本的事項を定め、もってその業務の適正な運営に資することを目的とする。

（業務運営の基本方針）

第2条 研究所は、独立行政法人電子航法研究所法（平成11年法律第210号。以下「研究所法」という。）第3条の目的を達成するため、関係機関と緊密な連携を図り、もってその業務の能率的かつ効果的な運営を期するものとする。

第2章 研究所の業務

（試験、調査、研究及び開発の実施）

第3条 研究所は、研究所法第11条第1号に規定される業務を、国土交通大臣の認可を受けた中期計画に従い、運営費交付金を用いて実施する他、国、地方自治体、企業等から委託を受けて実施するものとする。

2 研究所は、研究所以外の者と共同して行うことが、研究所単独で行う場合と比較して、効率的であり、かつ優れた成果が得られることについて十分な見通しがある場合に共同で研究を行うものとする。

（成果の普及）

第4条 研究所は、研究所法第11条第2号の規定に基づき、次の各号に掲げる方法により、第3条に規定する試験、調査、研究及び開発の成果（この条において「研究成果」という。）の普及を行うものとする。

（1）研究成果を国土交通行政に反映させること

（2）研究成果として取得した特許権、実用新案権その他これに類する権利（第6条において「産業財産権等」という。）を実施させること

（3）研究成果に関する報告書を作成し、頒布すること

（4）研究成果に関する発表会を開催すること

（5）その他事例に応じて最も適当と認められる方法

(情報の収集、整理及び提供)

第5条 研究所は、研究所法第11条第3号の規定に基づき、次の各号に掲げる方法により、電子航法に関する情報の収集、整理及び提供を行うものとする。

- (1) 電子航法に関連する書籍、報告書、データ等を収集すること
- (2) 書籍等を整列、管理すること
- (2) データベースを作成し、管理すること
- (4) 図書等を公開すること

(附帯業務)

第6条 研究所法第11条第4号により行う業務は、次の各号に掲げるものとする。

- (1) 産業財産権等の取得に関すること
- (2) その他研究所の業務の運営、管理に関すること

第3章 雑則

(業務の委託に関する基準)

第7条 研究所は、業務上必要な試験、調査、研究及び開発、工事の施行、施設の維持及び補修その他自ら行うことが困難な業務または、研究所業務の遂行上他のものに行わせることが適当な業務については、これらの業務を行うに適当な能力を有する者に委託することができるものとする。

- 2 研究所は、前項の業務を委託しようとするときは、受託者との間に委託契約を締結するものとする。
- 3 研究所は、前項の業務の委託をした場合には、その業務に要する費用を負担するものとする。

(競争入札その他の契約に関する事項)

第8条 契約は、すべて競争に付すものとする。ただし、次の各号の一に該当するときは、随意契約によることができるものとする。

- (1) 契約の性質又は目的が競争を許さないとき
- (2) 緊急の必要により競争に付することができないとき
- (3) 競争に付することが不利と認められるとき
- (4) 契約に係る予定価格が少額であるとき
- (5) その他業務の運営上特に必要があるとき

(その他業務の執行に関して必要な事項)

第9条 研究所は、この業務方法書に定めるもののほか、その業務の執行に関し必要な事項について細則を定めることができるものとする。

附則 この業務方法書は、平成13年4月1日から施行する。

附則 この業務方法書は、平成18年4月1日から施行する。

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ふ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取り入れた通信・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	一般会計 ※ 独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金

※「特別会計に関する法律(平成19年3月31日法律第23号)」により平成20年度以降区分経理が廃止されたことに伴い、平成20年度以降の財源については、全て一般会計にて整理している。

②施設・設備利用の効率化

業務の確実な遂行のため、研究所の施設・設備及び実験用航空機について、性能維持・向上等適切な措置を講じるとともに、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)

別紙1 (表1)

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)

別紙1 (表2)

区分	金額
収入	
運営費交付金	6, 181
施設整備費補助金	661
受託等収入	1, 133
計	7, 975
支出	
業務経費	2, 982
うち研究経費	2, 982
施設整備費	661
受託等経費	1, 078
一般管理費	226
人件費	3, 028
計	7, 975

[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

※「特別会計に関する法律(平成19年3月31日法律第23号)」により平成20年度以降区分経理が廃止されたことに伴い、平成20年度以降の予算については、全て一般勘定にて整理している。

表3. 予算 (空港整備勘定) ※ (単位:百万円)

別紙1 (表3)

区分	金額
収入	
運営費交付金	2, 134
施設整備費補助金	0
受託等収入	212
計	2, 346
支出	
業務経費	1, 498
うち研究経費	1, 498
施設整備費	0
受託等経費	193
一般管理費	23
人件費	632
計	2, 346

[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

※「特別会計に関する法律(平成19年3月31日法律第23号)」により平成20年度以降区分経理が廃止されたことに伴い、空港整備勘定については、平成18、19年度の予算のみとしている。

表1. 収支計画 (総括)

(単位:百万円)

別紙2(表1)

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)

別紙2(表2)

区分	金額
費用の部	7,477
経常費用	7,477
研究業務費	5,203
受託等業務費	1,078
一般管理費	1,019
減価償却費	177
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	7,477
運営費交付金収益	6,181
手数料収入	0
受託等収入	1,133
資産見返負債戻入	163
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。

※「特別会計に関する法律(平成19年3月31日法律第23号)」により平成20年度以降区分経理が廃止されたことに伴い、平成20年度以降の収支計画については、全て一般勘定にて整理している。

表3. 収支計画 (空港整備勘定) ※

(単位:百万円)

別紙2(表3)

区分	金額
費用の部	2,769
経常費用	2,769
研究業務費	2,003
受託等業務費	193
一般管理費	143
減価償却費	430
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	2,769
運営費交付金収益	2,134
手数料収入	0
受託等収入	212
資産見返負債戻入	423
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。

※「特別会計に関する法律(平成19年3月31日法律第23号)」により平成20年度以降区分経理が廃止されたことに伴い、空港整備勘定については、平成18、19年度の収支計画のみとしている。

表1. 資金計画 (総括)

(単位:百万円)

別紙3 (表1)

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)

別紙3 (表2)

区分	金額
資金支出	7,975
業務活動による支出	7,304
投資活動による支出	661
財務活動による支出	10
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	7,975
業務活動による収入	7,314
運営費交付金による収入	6,181
受託収入	1,120
その他の収入	13
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

※「特別会計に関する法律(平成19年3月31日法律第23号)」により平成20年度以降区分経理が廃止されたことに伴い、平成20年度以降の資金計画については、全て一般勘定にて整理している。

表3. 資金計画 (空港整備勘定) ※

(単位:百万円)

別紙3 (表3)

区分	金額
資金支出	2,346
業務活動による支出	2,342
投資活動による支出	0
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	2,346
業務活動による収入	2,346
運営費交付金による収入	2,134
受託収入	207
その他の収入	5
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

※「特別会計に関する法律(平成19年3月31日法律第23号)」により平成20年度以降区分経理が廃止されたことに伴い、空港整備勘定については、平成18、19年度の資金計画のみとしている。

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]

運営費交付金＝人件費＋一般管理費＋業務経費－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

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〕

運営費交付金＝人件費＋一般管理費＋業務経費－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 20 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 20 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

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 領域の組織構成を継続し、研究内容に応じて組織横断的な対応を可能とする。平成 19 年度に作成した電子航法研究所長期ビジョンをベースとした研究をスタートさせる。また、企画部門に研究員を配置し、研究企画・総合調整機能を発揮できる体制を継続する。

平成 20 年度は、以下を実施する。

- ・ 引き続き国内外の研究動向の調査を行い、電子航法研究所長期ビジョンの精緻化を進める。
- ・ 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かつ効率的な自己点検・評価を実施する。
- ・ 平成 19 年度に決定された独立行政法人整理合理化方針に従い、将来の組織運営について行政とともに検討する。
- ・ 運営全般にわたる意思決定機構の充実を図る。
- ・ 効率的な業務運営を図るため、研究企画統括を中心とした研究調整機能の強化を図る。

(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、職責、社会ニーズへの貢献度等を処遇に適切に反映させることにより、職員の活性化と職務効率の向上を図る。また、常に適正な評価となるよう見直しを継続し、職員のモチベーションを高める。

② 職員の任用

研究所の中期目標期間の採用計画に基づき、新規職員を採用し、組織横断的な研究実施体制とすることにより研究員の活性化を図る。また、平成 21 年 4 月に新規採用する職員を募集、選考し、新規に開始する研究開発課題に応じて適切な研究員の配置計画を立てる。

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、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、海外からの人材を含め、外部人材を 6 名以上活用する。

④ 人材の育成

キャリアパスに関する指針に基づき、ポテンシャルの向上と幅広い視野を養うための研修を実施する。また、航空行政に係る社会ニーズを積極的に把握し、これに対応する研究を企画できる人材を育成するため、企画部門に研究員 1 名を通年配置する。国際感覚を養い、国際的なリーダーシップを執ることができる研究者を育成するため、海外派遣を 1 名以上実施する。

(3) 業務運営

内部統制委員会を立ち上げ、内部監査等の在り方を検討するとともに、情報セキュリティ研修や著作権講習会等を開催し、法令の遵守及び社会的規範・モラル遵守の徹底を図る。グループウェアソフトの活用をより推進し、事務管理業務の電子化を更に進める。また、物品等の調達に関しては、原則、一般競争入札とし契約に係る情報は全面的に公開する。

平成 20 年度は、以下のとおり経費を抑制する。

- ① 中期目標期間中に見込まれる一般管理費総額（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）を 6%程度抑制する目標に対し、平成 20 年度において平成 19 年度予算比で 3%程度抑制する。
- ② 中期目標期間中に見込まれる業務経費総額（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）を 2%程度抑制する目標に対し、平成 20 年度において平成 19 年度予算比で 1%程度抑制する。
- ③ 中期目標期間の最終年度までに、人件費^{※注}を平成 17 年度予算比で 5%以上削減する目標に対し、中期計画に掲げた人事に関する計画のとおり平成 20 年度において平成 19 年度予算比で 1.1%程度削減する。

年功的な給与上昇を極力抑制するとともに職員の業績に応じた昇給を行う。

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

- ④ 予算及び人的資源の適正な管理については、各研究開発課題に対する予算配分及び執行状況を予算管理システム等により適時把握し、予算管理の適正化と業務運営の効率化を図る。具体的には平成 20 年度は以下を実施する。
 - ① コスト意識を徹底して効率的な研究の実施を図る。
 - ② エフォート（研究専従率）を活用し適切に研究員を配置することにより人的資源を有効活用するとともに研究員のコスト意識の向上を図る。

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とるべき措置

(1) 社会ニーズに対応した研究開発の重点化

安全・安心・便利な航空交通を求める社会ニーズに適切に対応するため、中期計画において設定した以下に掲げる 3 つの重点研究開発分野に関する研究開発を戦略的かつ重点的に実施する。

① 空域の有効利用及び航空路の容量拡大に関する研究開発

増大する航空交通量に対応するため、空域の有効利用及び航空路の容量拡大を図ることが必要となっている。RNAV（広域航法）、スカイハイウェイ計画等、新たな管制方式・運航方式は、空域の有効利用および航空路の容量拡大をもたらすものであり、また経路の短縮や運航効率の向上により燃料の節減にも資するものである。本研究開発においては、新しい方式の導入による、航空交通容量への影響および効果を推定し、容量値算定のための技術資料を

作成するとともに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研究開発等を実施する。

具体的には、平成 20 年度に以下の研究を実施する。

ア. 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）

本研究は、航空機が飛行可能な空域の有効利用と定められた航空路の容量を拡大するため、RNAV（空域をより有効に利用できる広域航法）の導入を進めるためのものである。平成 20 年度は、空港周辺の離着陸空域でレーダー監視を受けていない RNAV 経路及び巡航高度の航空路でレーダー監視を受けている RNAV 経路（航法精度 2NM）について、日本の航空交通の状況を考慮した当該 RNAV 経路の安全性評価手法を開発する。また、開発された手法を用いて安全性を評価し、RNAV 経路設定基準の策定根拠となる資料等を作成する。

イ. 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）

本研究は、飛行中の航空機を監視する二次監視レーダー（SSR）モード S に新たに必要とされる監視機能の技術検証を行うものである。平成 20 年度は、研究所内に設置した SSR モード S 地上局を用いて、航行中の航空機の動態情報（航空機に搭載している飛行管理システムのデータ）を取得する実験を行い、地上局の通信機能を検証する。また、クラスタ機能（複数の地上局をネットワークで連携させる機能）について検討し、本機能を有する SSR モード S 装置を開発する。

ウ. ATM パフォーマンスの研究（平成 19 年度～22 年度）

（年度目標）

本研究は、我が国の航空交通管理の能力（パフォーマンス）を評価する技術を開発するものである。平成 20 年度は、平成 19 年度に選定したパフォーマンス指標から、その能力を評価するための指標値を算出する手法を検討する。また、平成 19 年度に基本機能を構築したパフォーマンス評価システムの機能向上を行う。

エ. 洋上経路システムの高度化の研究（平成 20 年度～23 年度）

（年度目標）

本研究は、日本が管理する太平洋上の空域において、安全かつ最も経済的な飛行経路の実現を図るため、飛行経路の管制シミュレーションによる検証を行うものである。平成 20 年度は、南太平洋上の飛行経路について、その最適経路を選定し導入効果を検証する。

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が必要である。本研究開発においては、空港周辺の飛行経路および管制官が管轄するセクター（管制官が管轄する空域の単位）構成の改善要件を明らかにする技術を開発し、混雑空港周辺の空域再編および新たな管制方式の導入等に貢献する。また、航

空機等をより安全で円滑に地上走行させるため、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貢献する。

具体的には、平成 20 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)

本研究は、空港において航空機等をより安全で円滑に地上走行させるための A-SMGC (先進型地上走行誘導管制) システムを開発するものである。平成 20 年度は、システムの経路設定機能となる推奨経路生成処理アルゴリズムについて、実際の運航状況との比較によりその妥当性を検証する。また、A-SMGC 実験システムの総合性能試験と管制官等使用者によるシステム評価を実施する。

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)

本研究は、衛星を用いた高カテゴリ精密進入システムに求められる誘導精度・完全性等の性能を補強する GBAS (地上型衛星航法補強システム) の技術開発において、サービスが利用可能な時間の割合 (アベイラビリティ) を高いレベルで達成するため、SBAS (静止衛星型衛星航法補強システム) 信号や GPS に新たに導入される L5 周波数等の GNSS (全世界的航法衛星システム) 新信号を利用する効果を評価するものである。平成 20 年度は、GPS L5 周波数の信号に対する測距誤差の評価を行うとともに、平成 19 年度に製作したシミュレーションソフトウェアにより、新信号を GBAS に使用した場合に得られるアベイラビリティの改善効果を評価する。

ウ. ターミナル空域の評価手法に関する研究 (平成 20 年度～23 年度)

(年度目標)

本研究は、今後見込まれる大幅な航空交通量増加に備え、輻輳するターミナル空域 (空港周辺の離発着空域) を最適化するため、総合的な評価手法を策定し、ターミナル空域設計用評価ツールを開発するものである。平成 20 年度は、運航効率、空域容量、管制効率に係る評価項目を抽出し、ターミナル空域設計用評価ツールとして入力モジュールの製作を行う。

エ. GNSS 精密進入における安全性の解析及び管理技術の開発 (平成 20 年度～23 年度)

(年度目標)

本研究は、衛星の測位信号を活用する航空機の GNSS (全世界的航法衛星システム) 精密進入の実現を図るため、GNSS 航法の安全性解析手法とリスク低減アルゴリズムを開発・改良することにより、これらの我が国に適したリスク管理技術を確立するものである。平成 20 年度は、電離層嵐検出法の開発と、GNSS を精密進入に利用する際のリスクの評価および安全性コンセプトを実証するプロトタイプの開発に着手する。

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

本研究開発においては、航空交通の安全性・効率性を向上させるため、航空機に搭載している飛行管理システムのデータを用いて、航空機の飛行プロファイルを高精度に予測する手法の開発およびこれを用いた異常接近検出手法を開発する。また、携帯電子機器の普及に伴い、これらを航空機内で使用することが機上装置への安全性に及ぼす影響について評価するための技術資料を作成する。

具体的には、平成 20 年度に以下の研究を実施する。

ア. 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）

本研究は、航空機の動態情報（航空機に搭載している飛行管理システムのデータ）を利用した、より信頼性の高いコンフリクト（航空機相互接近）警報を航空管制の実運用に供するためのものである。平成 20 年度は、コンフリクト検出評価システムの機能向上を行うとともにその運用方式の開発を行う。

イ. 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）

本研究は、我が国の管制業務に適用可能な空地デジタル通信ネットワークの構築を図るものである。平成 20 年度は、航空管制用デジタル通信における VDL2 プロトコル（航空管制用デジタル対空無線システムの通信手順）のシミュレーション解析を行うとともに、空地通信ネットワークの品質評価および取得した航空通信記録の解析を行う。また、H19 年度に試作した CPDLC（管制官－パイロット間データリンク通信）対応の管制卓を更に機能向上させ、管制官による運用評価を行う。

ウ. 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）

本研究は、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（信号や混信の発生状況）の測定や予測の手法を確立するものである。平成 20 年度は、航空無線航法周波数帯域の利用動向と ASAS（航空機間隔支援システム）の要件について調査を行う。また、平成 19 年度に機能向上した広帯域電波信号環境測定装置を実験用航空機に搭載し、測定精度と信号環境予測誤差要因の検証実験を実施し、信号環境予測手法を開発する。

エ. 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）

本研究は、PED（携帯電子機器）を航空機内で使用するために必要となる PED からの電波に対する機上装置の安全性を評価するためのものである。平成 20 年度は、電磁干渉障害を受けやすい機上システムや電磁干渉障害を引き起こしやすい PED の特性等を明らかにし、航空機内での PED 使用基準および PED 使用を前提とした機上装置の安全性評価指針を作成する。アクティブ IC タグ、医療用電子機器等最近の PED からの電磁放射に関する検討を行うとともに強い電波に対応した簡易電波検知装置の実験モデルを試作する。

オ. 航空機の安全運航支援技術に関する研究（平成 19 年度～22 年度）

（年度目標）

本研究は、航空管制機関から航空機に対し空域状況認識を支援し安全運行を支援する情報（航空機の位置情報、速度情報等）をデジタル化して自動送信する方式（1090MHz 拡張スキッタによる TIS-B（トラフィック情報サービス放送）および FIS-B（飛行情報サービス放送））を実現するためのものである。平成 20 年度は、当該自動送信方式を用いた地上送信装置を開発する。また本装置の情報処理部（TIS-B サーバー）を開発する。

カ. 電波特性の監視に関する研究（平成 20 年度～22 年度）

（年度目標）

本研究は、放射された電波が、アンテナ及び反射面の積雪等によりアンテナ近傍の電界が複雑に変化しても、送信アンテナ近傍において、遠方の電波特性を推定できる技術を開発するものである。平成 20 年度は、近傍の電波特性と遠方の電波特性の相関特性をシミュレーションにより検討するとともに、アスファルト反射面の反射特性の解明と電波反射特性測定センサの開発を行う。

（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。

航空交通管理システムに係る中核的研究機関としての機能を果たすため、ヒューマンファクタの研究等、航空交通管理システムに関連した基盤的研究を実施する。また、今後の航空機の航法は GPS 衛星等を用いた航法が主流になると想定されることから、衛星航法に関連した基盤的研究を実施する。

特に平成 20 年度からは、長期ビジョンに基づく研究として、将来の航空交通管理として注目されているトラジェクトリ管理について、その技術課題を明らかにするための研究課題に取り組む。

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

平成 20 年度は、以下を実施する。

- ① 航空行政、運航者等の航空関係者のニーズを随時把握し、重点研究課題を企画・提案する。研究計画の作成にあたっては、研究成果の達成目標を明確に設定し、航空関係者との間で随時、情報交換を行う。特に航空行政が抱える技術課題について、情報共有を図り重点研究の今後の方向性を確認するため、航空局との間で連絡会を開催する。また、重要な研究課題については、航空局へ報告会を開催するとともに、航空会社等のユーザーに対しては、出前講座を開催し意見を研究に反映させる。

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

具体的には、評議員会による外部評価として、以下を実施する。

- ・ 平成 21 年度開始予定の重点研究課題の事前評価
- ・ 平成 19 年度に終了した重点研究課題の事後評価
- ・ 研究期間 5 年以上の重点研究課題の中間評価

また、研究評価委員会による内部評価として、以下を実施する。

- ・ 平成 21 年度開始予定の研究課題の事前評価
- ・ 平成 19 年度に終了した研究課題の事後評価
- ・ 研究期間 5 年以上の研究課題の中間評価

(4) 共同研究・受託研究等

① 共同研究

研究開発の高度化を図り、これを効果的・効率的に実施するとともに、研究所の社会的地位と研究ポテンシャルの向上を図るため、関連する技術分野を対象に研究活動等を行っている国内外の大学、研究機関、民間企業等との共同研究を推進する。

- ・ 前中期目標期間から継続して実施する共同研究を実施し、新たに 4 件以上の共同研究を開始する。

② 受託研究等

国及び民間等からの受託研究等を 18 件以上実施し自己収入の増大を図るとともに、受託研究終了時には顧客満足度調査を実施し、今後の受託研究活動に反映させる。その他、競争的資金に積極的に応募し、その獲得に努める。

③ 研究交流

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

(5) 研究成果の普及、成果の活用促進等

① 知的財産権

知的財産権による保護が必要と判断される研究成果については、そのコストパフォーマンスを検討した上で、必要な権利化を図り、平成 19 年度に作成した維持計画を基に、保有する特許等の権利の活用を図る。また、広報誌、パンフレット、ホームページ等により積極的に広報・普及を行うとともに、特許の普及に係るイベント等を活用し、研究成果に関心を寄せる企業等に積極的に技術紹介活動を行う。

② 広報・普及・成果の活用

研究所の活動・成果を研究発表会、一般公開、広報誌等印刷物、マスメディア、ホームページ等の様々な広報手段を活用し、効率的かつ効果的な広報活動を推進する。また、国際会議、学会、シンポジウム等に積極的に参加し、講演、発表等を通じて研究成果の普及に努める。さらに、行政当局への技術移転等を通じ、研究成果の活用を図る。

平成 20 年度は、以下を実施する。

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

その他、研究所の活動及び成果の普及・活用促進に必要な広報活動に努める。

③ 国際協力等

平成 19 年度に新たにフランス国立民間航空大学院より受け入れた研修生に対し、引き続き我が国の航空電子システム分野の技術を指導する。また、有効な国際交流・貢献を図るため、平成 20 年度は講演会を兼ねた国際ワークショップを開催する。

その他、平成 20 年度は、以下を実施する。

- ・ 研究所が参加している ICAO（国際民間航空機関）の会議に提出された技術情報を整理し、開示可能な情報を共有する体制を整え、利用者のニーズに応えるための改善を図る。
- ・ 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。
- ・ 海外の研究機関等との連携強化を図る。

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、21.6 百万円以上の利益を目指す。

（2）平成 19 年度における財務計画は次のとおりとする。

- ① 予算 別紙 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

以下の使途を目的とした目的積立金の獲得を目指す。

- 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 20 年度に次の施設整備を実施する。

施設・設備の内訳	予定額 (百万円)	財 源
ア. 業務管理施設整備 管制システム部棟建替工事	87	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備 費補助金

② 施設・設備利用の効率化

業務の確実な遂行のため、研究所の施設・設備及び実験用航空機について、性能維持等適切な措置を講じるとともに、航空機使用ワーキンググループ、電波無響室ワーキンググループ等を活用し、その効率的な利用に努める。また、実験用航空機の更新についての検討に着手する。

(2) 人事に関する計画

- ① 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 職員の業務評価手法を改善し、業績に応じた昇給とすることにより、人件費の効率化を図る。

予算

平成20年度予算

別紙1

(単位：百万円)

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

[人件費の見積り]

期間中総額587百万円を支出する。

但し、上記の額は、役員報酬（非常勤役員を除く。）並びに職員基本給、職員諸手当、超過勤務手当、退職者給与及び国際機関派遣職員給与に相当する範囲の費用である。

収支計画

平成20年度収支計画

別紙2

(単位：百万円)

区 分	金 額
費用の部	2,173
経常費用	2,173
研究業務費	1,428
受託等業務費	261
一般管理費	229
減価償却費	255
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	2,171
運営費交付金収益	1640
手数料収入	0
受託等収入	283
資産見返負債戻入	248
臨時収益	0
純損失	2
前中期目標期間繰越積立金取崩額	2
総利益	0

注) 当法人における退職手当については、その全額について、運営費交付金を財源とするものと想定している。

資金計画

平成20年度資金計画

別紙3

(単位：百万円)

区 分	金 額
資金支出	2,010
業務活動による支出	1,918
投資活動による支出	87
財務活動による支出	5
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	2,010
業務活動による収入	1,923
運営費交付金による収入	1,640
受託収入	279
その他の収入	4
投資活動による収入	87
施設整備費補助金による収入	87
その他の収入	0
財務活動による収入	0
繰越金	0

注) 運営費交付金による固定資産の取得については、財源の区分に対応させて業務活動による支出としている。

7 財務諸表

平成19年度

財 務 諸 表

(添付書類)

平成19年度 決算報告書

【注記】 この平成19年度財務諸表は平成21年2月20日に国土交通省の承認を得たものである。平成20年度財務諸表については本年報発行時点において国土交通省へ承認申請中である。

独立行政法人 電子航法研究所

貸借対照表
(平成20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		568,094,649
未収金		395,758,482
たな卸資産		1,865,059
前渡金		829,508
前払費用		21,888
立替金		83,441
流動資産合計		966,653,027
II 固定資産		
1 有形固定資産		
建物	1,221,013,841	
建物減価償却累計額	△ 369,700,882	
建物減損失累計額	△ 10,124,727	841,188,232
構築物	132,139,615	
構築物減価償却累計額	△ 98,155,374	33,984,241
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	18,956,466	
車両運搬具減価償却累計額	△ 7,118,244	11,838,222
工具器具備品	4,510,976,762	
工具器具備品減価償却累計額	△ 3,689,505,931	
工具器具備品減損失累計額	△ 4,704,689	816,766,142
土地		3,082,544,000
有形固定資産合計		4,791,410,837
2 無形固定資産		
電話加入権		178,880
ソフトウェア		7,431,396
無形固定資産合計		7,610,276
3 投資その他の資産		
敷金		156,000
長期前払費用		14,388
投資その他資産合計		170,388
固定資産合計		4,799,191,501
資産合計		5,765,844,528
【負債の部】		
I 流動負債		
運営費交付金債務		123,587,088
短期リース債務		5,575,137
未払金		816,567,277
未払消費税等		1,833,600
未払費用		1,640,269
預り金		2,623,800
流動負債合計		951,827,171
II 固定負債		
資産見返負債		
資産見返運営費交付金	699,619,972	
資産見返物品受贈額	110,304,803	809,924,775
長期リース債務		2,236,958
固定負債合計		812,161,733
負債合計		1,763,988,904
【純資産の部】		
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		337,240,846
損益外減価償却累計額 (△)		△ 606,084,893
損益外減損失累計額 (△)		△ 10,504,847
資本剰余金合計		△ 279,348,894
III 利益剰余金		
前中期目標期間繰越積立金		2,247,989
積立金		3,210,321
当期末処分利益		17,333,656
(うち当期総利益)		(17,333,656)
利益剰余金合計		22,791,966
純資産合計		4,001,855,624
負債・純資産合計		5,765,844,528

【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 696,422,313 円
 運営費交付金から充当されるべき引当外賞与の見積額 40,018,065 円

損益計算書
(平成19年4月1日～平成20年3月31日)

(単位：円)

科 目	金 額		
【経常費用】			
業務費			
給与手当	474,519,783		
退職手当	97,505,214		
福利厚生費	54,600,210		
諸謝金	1,366,140		
研究委託費	295,757,002		
消耗品費	510,724,781		
備品費	41,657,224		
通信費	9,751,473		
水道光熱費	17,342,838		
支払リース料	27,075,260		
保守修繕費	87,737,419		
旅費交通費	43,844,890		
支払手数料	18,135,886		
減価償却費	269,420,030		
その他の業務費	31,825,955	1,981,264,105	
一般管理費			
役員給与手当	48,322,160		
給与手当	113,654,289		
福利厚生費	21,555,439		
諸謝金	98,010		
消耗品費	5,494,297		
備品費	3,513,330		
通信費	1,837,732		
水道光熱費	2,170,572		
支払リース料	617,598		
保守修繕費	7,981,723		
旅費交通費	2,938,015		
支払手数料	12,183,421		
減価償却費	2,092,469		
その他の一般管理費	5,521,738	227,980,793	
財務費用			
支払利息	112,422	112,422	
経常費用合計			2,209,357,320
【経常収益】			
運営費交付金収益		1,393,098,405	
固定資産見返負債戻入			
資産見返運営費交付金戻入	263,438,306		
資産見返物品受贈額戻入	465,430	263,903,736	
受託収入		560,635,757	
特許権等収入		381,412	
施設費収益		3,990,000	
雑益		2,361,356	
経常収益合計			2,224,370,666
経常利益			15,013,346
【当期純利益】			15,013,346
【前中期目標期間繰越積立金取崩額】			2,320,310
【当期総利益】			17,333,656

【注記】 ファイナンス・リース取引が損益に与える影響額
16,188円であり、当該影響額を除いた当期総利益は17,349,844円であります。

キャッシュフロー計算書
(平成19年4月1日～平成20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	△ 283,369,767
人件費支出	△ 768,222,262
その他業務支出	△ 511,675,244
運営費交付金収入	1,683,558,000
受託収入	224,492,135
その他業務収入	<u>39,600,957</u>
小　　計	384,383,819
利息の支払額	<u>△ 108,442</u>
業務活動によるキャッシュフロー	384,275,377

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	△ 331,932,209
施設費による収入	<u>54,904,500</u>
投資活動によるキャッシュフロー	△ 277,027,709

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	<u>△ 4,866,619</u>
財務活動によるキャッシュフロー	△ 4,866,619

IV 資金増加額	102,381,049
V 資金期首残高	<u>465,713,600</u>
VI 資金期末残高	<u><u>568,094,649</u></u>

【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>568,094,649円</u>
現金及び預金勘定	<u>568,094,649円</u>

行政サービス実施コスト計算書
(平成19年4月1日～平成20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	1,981,264,105		
一般管理費	227,980,793		
財務費用	112,422	2,209,357,320	

(2) (控除) 自己収入等

受託収入	△ 560,635,757		
特許権等収入	△ 381,412		
雑 益	△ 2,361,356	△ 563,378,525	

業務費用合計 1,645,978,795

II 損益外減価償却等相当額

損益外減価償却相当額 60,489,637

III 引当外賞与見積額

△ 5,342,830

IV 引当外退職給付増加見積額

△ 12,995,617

V 機会費用

政府出資等の機会費用	50,794,102		50,794,102
------------	------------	--	------------

VI 行政サービス実施コスト

1,738,924,087

【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。

研究の長期化により単年度における達成度や進捗度を客観的に測定することが困難であることから、業務達成基準及び期間進行基準を採用することが難しいため、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. 賞与引当金及び見積額の計上基準

賞与については財源措置がなされるため、賞与引当金は計上しておりません。

また、行政サービス実施コスト計算書における引当外賞与見積額は、事業年度末に在職する役職員について、当期末の支給見積額から前期末の支給見積額を控除して計算しております。

5. 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

6. 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) 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20年3月末利回りを参考に1.275%で計算しております。

7. 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。

8. 消費税等の会計処理方法

消費税等の会計処理は、税込方式によっております。

【重要な会計方針の変更】

当事業年度においては、独立行政法人会計基準（平成19年11月19日改訂）を適用して、財務諸表等を作成しております。

1. 減価償却方法について

減価償却制度の改正に伴い、平成19年4月以降に取得した減価償却資産については、償却可能限度額（取得価格の95%相当額）及び残存価格を廃止し、耐用年数経過時に備忘価格1円まで償却することとしております。

2. 賞与引当金及び見積額の計上基準について

前事業年度まで行政サービス実施コスト計算書の記載対象となっていなかった引当外賞与見積額については、独立行政法人会計基準第87の改訂に伴い、当事業年度より行政サービス実施コスト計算書に計上しております。これにより、前事業年度と同一の方法によった場合と比べて、行政サービス実施コストが5,342,830円減少しております。

3. 貸借対照表における区分表示について

貸借対照表については、前事業年度まで資産の部、負債の部及び資本の部に区分して表示しておりましたが、独立行政法人会計基準の改訂に伴い、当事業年度より、資産の部、負債の部及び純資産の部に区分して表示しております。

なお、これまでの資本の部の合計に相当する金額は、4,001,855,624円であります。

【重要な債務負担行為】

該当事項はありません。

【重要な後発事象】

該当事項はありません。

【その他の注記事項】

平成19年12月24日閣議決定された「独立行政法人整理合理化計画」により、当研究所は、原則として平成22年度末までに交通分野の4研究機関（交通安全環境研究所、海上技術安全研究所、港湾空港技術研究所、電子航法研究所）について1法人に統合する措置を講ずることとされております。

【減損関係】

減損を認識した資産

新たに減損の兆候があり認識に至った資産はなかった。

減損の兆候はあったが認識には至らなかった資産

1. 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) 帳簿価格等の概要

13,949,906円

(3) 減損の兆候

18年度では、米国 FAA との相互運用性評価実験が予定されていたが、FAA 側の計画変更により実験が行われなかったことから減損の兆候があると判断した。

19年度では、予定していた大学との共同研究が都合により延期となり使用実績がなかったため減損の兆候があると判断した。

(4) 今後の使用可能性と資産状態

第2期中期期間中で外部との共同研究が見込まれ、当該装置の稼働可能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。

2. 画像生成装置

(1) 使用用途及び使用場所

パソコン等により生成する飛行場景観等の画像をシミュレーション等に利用できるよう大きくスクリーン投影するための装置、調布本所内

(2) 帳簿価格等の概要

2,915,663円

(3) 減損の兆候

本装置については、8台のプロジェクターのうち、4台に不具合が発生している。修理等は可能であるが、経費に見合うと考えられる実験等稼働目的が存在せず、稼働率が低下していることから減損の兆候があると判断した。

(4) 今後の使用可能性と資産状態

例年、施設見学等の申し込みがあり、将来的な共同研究へ発展する可能性もあることから、その様な要望には最大限対応している。また当該装置の稼働可能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。

附 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	33,333,852	3,212,049	-	36,545,901	-	-	9,569,470	2,367,186	26,976,431	
	構 築 物	14,380,537	-	-	14,380,537	-	-	8,328,126	664,248	6,052,411	
	車 両 運 搬 具	19,438,709	2,692,197	3,174,440	18,956,466	-	-	7,118,244	2,934,245	11,838,222	
	工 具 器 具 備 品	4,108,775,577	293,677,805	-	4,402,453,382	4,704,689	-	3,630,089,698	262,026,704	767,658,995	
	計	4,175,928,675	299,582,051	3,174,440	4,472,336,286	4,704,689	-	3,655,105,538	267,992,383	812,526,059	
有形固定資産 (償却費 損益外)	建 物	1,117,385,540	67,082,400	-	1,184,467,940	10,124,727	-	360,131,412	46,149,781	814,211,801	
	構 築 物	117,759,078	-	-	117,759,078	-	-	89,827,248	4,572,804	27,931,830	
	航 空 機	101,800,000	-	-	101,800,000	-	-	96,710,000	-	5,090,000	
	工 具 器 具 備 品	108,523,380	-	-	108,523,380	-	-	59,416,233	9,767,052	49,107,147	
	計	1,445,467,998	67,082,400	-	1,512,550,398	10,124,727	-	606,084,893	60,489,637	896,340,778	
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	-	-	-	-	-	-	
	計	3,098,711,900	-	16,167,900	3,082,544,000	-	-	-	-	3,082,544,000	
有形固定資産合計	建 物	1,150,719,392	70,294,449	-	1,221,013,841	10,124,727	-	369,700,882	48,516,967	841,188,232	
	構 築 物	132,139,615	-	-	132,139,615	-	-	98,155,374	5,237,052	33,984,241	
	航 空 機	101,800,000	-	-	101,800,000	-	-	96,710,000	-	5,090,000	
	車 両 運 搬 具	19,438,709	2,692,197	3,174,440	18,956,466	-	-	7,118,244	2,934,245	11,838,222	
	工 具 器 具 備 品	4,217,298,957	293,677,805	-	4,510,976,762	4,704,689	-	3,689,505,931	271,793,756	816,766,142	
	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	-	-	-	-	-	-	
	計	8,720,108,573	366,664,451	19,342,340	9,067,430,684	14,829,416	-	4,261,190,431	328,482,020	4,791,410,837	
無形固定資産	電 話 加 入 権	559,000	-	-	559,000	380,120	-	-	-	178,880	
	ソ フ ト ウ ェ ア	15,645,000	-	-	15,645,000	-	-	8,213,604	3,520,116	7,431,396	
	計	16,204,000	-	-	16,204,000	380,120	-	8,213,604	3,520,116	7,610,276	
その他の資産	敷 金	156,000	-	-	156,000	-	-	-	-	156,000	
	長 期 前 払 費 用	36,276	-	21,888	14,388	-	-	-	-	14,388	
	計	192,276	-	21,888	170,388	-	-	-	-	170,388	

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	366,750	-	522,560	-	366,750	
未成受託研究支出金	27,365,498	482,936,422	-	508,803,611	-	1,498,309	
計	27,888,058	483,303,172	-	509,326,171	-	1,865,059	

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	67,082,400	-	361,395,133	
	損益外除却額	△ 24,713,287	-	-	△ 24,713,287	
	計	270,158,446	67,082,400	-	337,240,846	
	損益外減価償却累計額	545,595,256	60,489,637	-	606,084,893	
	損益外減損損失累計額	10,504,847	-	-	10,504,847	
	差引計	△ 285,941,657	6,592,763	-	△ 279,348,894	

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	4,568,299	-	2,320,310	2,247,989	
通則法44条1項積立金	-	3,210,321	-	3,210,321	
計	4,568,299	3,210,321	2,320,310	5,458,310	

注1 当期増加額は、前期末処分利益により積み立てられたものであります。
当期減少額は、(2)参照。

(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	2,320,310	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を取崩し。

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	130,017,347	-	-	96,052,683	-	96,052,683	33,964,664
平成19年度	-	1,683,558,000	1,393,098,405	200,837,171	-	1,593,935,576	89,622,424

(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	-
	資産見返運営費交付金	96,052,683
	資本剰余金	-
	計	96,052,683
会計基準第80第3項による振替額	-	
合計	96,052,683	

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
固定資産の取得額：業務用器具備品等 96,052,683
※資産見返運営費交付金の振替額は前期からの2ヶ年契約による整備に伴う振替分である。

19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	1,393,098,405
	資産見返運営費交付金	200,837,171
	資本剰余金	-
	計	1,593,935,576
会計基準第80第3項による振替額	-	
合計	1,593,935,576	

①費用進行基準を採用した業務：全ての業務
②当該業務に係る損益等
ア) 損益計算書に計上した費用の額：1,414,633,405
(役職員人件費：789,372,214, その他の経費：625,261,191)
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：21,535,000
ウ) 固定資産の取得額：業務用器具備品等 200,837,171
③運営費交付金の振替額の積算根拠
費用1,414,633,405-自己収入からの充当額21,535,000=1,393,098,405

(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 33,964,664	○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、平成18年度において発生した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、本事業年度に繰り越したもののうち、本事業年度において繰越分として使用した分を除いたものを翌事業年度に繰り越したものである。 ○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、想定されない人件費等の支出が発生した場合に翌事業年度以降において収益化する予定である。
平成19年度	費用進行基準を採用した業務に係る分 89,622,424	○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新陳代謝による人件費の減少等により、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、想定されない人件費等の支出が発生した場合に翌事業年度以降において収益化する予定である。

6. 運営費交付金以外の国等からの財源措置の明細

(単位：円)

区 分	当 期 交 付 額	左の会計処理内訳			摘 要
		建 設 仮 勘 定 見 返 施 設 費	資 本 剰 余 金	そ の 他	
施設整備費補助金	54,904,500	-	54,904,500	-	
合 計	54,904,500	-	54,904,500	-	

7. 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	(2,979) 45,343	(1) 3	(0) 0	(0) 0
職 員	(62,454) 525,720	(26) 60	(0) 97,505	(0) 3
合 計	(65,433) 571,063	(27) 63	(0) 97,505	(0) 3

注1) 役員報酬基準の概要は、理事長922,000円、理事784,000円、監事728,000円、非常勤監事248,300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契約職員等就業規則」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。

8. 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	756,337,239	1,453,020,081	2,209,357,320	—	2,209,357,320
事業収益	758,140,716	1,466,229,950	2,224,370,666	—	2,224,370,666
事業損益	1,803,477	13,209,869	15,013,346	—	15,013,346
総資産	3,433,876,795	2,338,594,810	5,772,471,605	△ 6,627,077	5,765,844,528

(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1,266,206円、空港整備勘定で1,054,104円であります。

(注) 一般勘定の総資産については、空港整備勘定に対する資産6,627,077円が含まれているため、法人共通欄において、額の調整を行っております。

9. 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11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11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。

10. 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20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	157,097,258	410,997,391		568,094,649
未収金	19,244,334	376,514,148		395,758,482
未収還付消費税	0	0		0
たな卸資産	1,865,059	0		1,865,059
前渡金	577,820	251,688		829,508
前払費用	14,388	7,500		21,888
立替金	73,129	10,312		83,441
その他流動資産	6,627,077	0	△ 6,627,077	0
流動資産合計	185,499,065	787,781,039	△ 6,627,077	966,653,027
II 固定資産				
1 有形固定資産				
建物	829,938,635	391,075,206		1,221,013,841
建物減価償却累計額	△ 262,027,063	△ 107,673,819		△ 369,700,882
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	△ 35,137,401	△ 63,017,973		△ 98,155,374
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	17,880,116	1,076,350		18,956,466
車両運搬具減価償却累計額	△ 6,095,711	△ 1,022,533		△ 7,118,244
工具器具備品	401,203,652	4,109,773,110		4,510,976,762
工具器具備品減価償却累計額	△ 291,788,474	△ 3,397,717,457		△ 3,689,505,931
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
有形固定資産合計	3,248,305,102	1,543,105,735		4,791,410,837
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	7,431,396		7,431,396
無形固定資産合計	58,240	7,552,036		7,610,276
3 投資その他の資産				
敷金	0	156,000		156,000
長期前払費用	14,388	0		14,388
投資その他資産合計	14,388	156,000		170,388
固定資産合計	3,248,377,730	1,550,813,771		4,799,191,501
資産合計	3,433,876,795	2,338,594,810	△ 6,627,077	5,765,844,528
【負債の部】				
I 流動負債				
運営費交付金債務	78,346,215	45,240,873		123,587,088
短期リース債務	3,262,853	2,312,284		5,575,137
未払金	97,531,890	719,035,387		816,567,277
未払消費税等	1,833,600	0		1,833,600
未払費用	521,641	1,118,628		1,640,269
預り金	1,108,000	1,515,800		2,623,800
その他流動負債	0	6,627,077	△ 6,627,077	0
流動負債合計	182,604,199	775,850,049	△ 6,627,077	951,827,171
II 固定負債				
資産見返負債				
資産見返運営費交付金	72,326,049	627,293,923		699,619,972
資産見返物品受贈額	5,882,536	104,422,267		110,304,803
長期リース債務	2,077,323	159,635		2,236,958
固定負債合計	80,285,908	731,875,825		812,161,733
負債合計	262,890,107	1,507,725,874	△ 6,627,077	1,763,988,904
【純資産の部】				
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	339,522,915	△ 2,282,069		337,240,846
損益外減価償却累計額(△)	△ 448,475,428	△ 157,609,465		△ 606,084,893
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	△ 119,201,000	△ 160,147,894		△ 279,348,894
III 利益剰余金				
前中期目標期間繰越積立金	1,213,919	1,034,070		2,247,989
研究開発及び研究基盤整備積立金	0	0		0
積立金	3,081,505	128,816		3,210,321
当期末処分利益	3,069,683	14,263,973		17,333,656
(うち当期総利益)	(3,069,683)	(14,263,973)		(17,333,656)
利益剰余金合計	7,365,107	15,426,859		22,791,966
純資産合計	3,170,986,688	830,868,936		4,001,855,624
負債・純資産合計	3,433,876,795	2,338,594,810	△ 6,627,077	5,765,844,528

法人単位貸借対照表において相殺消去された勘定相互間の債権・債務の内訳

事 項	一般勘定	空港整備勘定	調整 借方(貸方)
一般勘定から空港整備勘定への共通経費の配賦	6,627,077	△ 6,627,077	6,627,077

10. 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19年4月1日～平成20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	242,892,568	231,627,215		474,519,783
退職手当	36,114,560	61,390,654		97,505,214
福利厚生費	29,561,255	25,038,955		54,600,210
諸謝金	548,035	818,105		1,366,140
研究委託費	49,363,070	246,393,932		295,757,002
消耗品費	103,838,008	406,886,773		510,724,781
備品費	17,099,666	24,557,558		41,657,224
通信費	3,138,931	6,612,542		9,751,473
水道光熱費	5,693,776	11,649,062		17,342,838
支払リース料	21,805,928	5,269,332		27,075,260
保守修繕費	29,814,816	57,922,603		87,737,419
旅費交通費	15,688,128	28,156,762		43,844,890
支払手数料	11,083,748	7,052,138		18,135,886
減価償却費	26,917,016	242,503,014		269,420,030
その他の業務費	14,863,154	16,962,801		31,825,955
一般管理費				
役員給与手当	48,322,160	0		48,322,160
給与手当	53,368,848	60,285,441		113,654,289
福利厚生費	13,009,969	8,545,470		21,555,439
諸謝金	98,010	0		98,010
消耗品費	4,902,297	592,000		5,494,297
備品費	3,226,260	287,070		3,513,330
通信費	1,161,789	675,943		1,837,732
水道光熱費	1,186,226	984,346		2,170,572
支払リース料	617,598	0		617,598
保守修繕費	5,182,555	2,799,168		7,981,723
旅費交通費	1,898,958	1,039,057		2,938,015
支払手数料	9,081,008	3,102,413		12,183,421
減価償却費	1,637,441	455,028		2,092,469
その他の一般管理費	4,148,276	1,373,462		5,521,738
財務費用				
支払利息	73,185	39,237		112,422
経常費用合計	756,337,239	1,453,020,081		2,209,357,320
【経常収益】				
運営費交付金収益	546,401,056	846,697,349		1,393,098,405
固定資産見返負債戻入				
資産見返運営費交付金戻入	24,233,142	239,205,164		263,438,306
資産見返物品受贈額戻入	57,312	408,118		465,430
受託収入	182,027,410	378,608,347		560,635,757
特許権等収入	787	380,625		381,412
施設費収益	3,990,000	0		3,990,000
雑 益	1,431,009	930,347		2,361,356
経常収益合計	758,140,716	1,466,229,950		2,224,370,666
経常利益	1,803,477	13,209,869		15,013,346
【当期純利益】	1,803,477	13,209,869		15,013,346
【前中期目標期間繰越積立金取崩額】	1,266,206	1,054,104		2,320,310
【当期総利益】	3,069,683	14,263,973		17,333,656

10. 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19年4月1日～平成20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	△ 148,589,750	△ 134,780,017		△ 283,369,767
人件費支出	△ 416,938,178	△ 351,284,084		△ 768,222,262
その他業務支出	△ 190,277,452	△ 321,000,645	△ 397,147	△ 511,675,244
運営費交付金収入	610,927,000	1,072,631,000		1,683,558,000
受託収入	155,597,803	68,894,332		224,492,135
その他業務収入	31,619,300	7,584,510	397,147	39,600,957
小 計	42,338,723	342,045,096		384,383,819
利息の支払額	△ 69,947	△ 38,495		△ 108,442
業務活動によるキャッシュフロー	42,268,776	342,006,601		384,275,377
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	△ 89,948,603	△ 241,983,606		△ 331,932,209
施設費による収入	54,904,500	0		54,904,500
投資活動によるキャッシュフロー	△ 35,044,103	△ 241,983,606		△ 277,027,709
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	△ 2,833,722	△ 2,032,897		△ 4,866,619
財務活動によるキャッシュフロー	△ 2,833,722	△ 2,032,897		△ 4,866,619
IV 資金増加額	4,390,951	97,990,098		102,381,049
V 資金期首残高	152,706,307	313,007,293		465,713,600
VI 資金期末残高	157,097,258	410,997,391		568,094,649

法人単位キャッシュフロー計算書において相殺消去された勘定相互間のキャッシュフローの内訳

事 項	一般勘定	空港整備勘定	調整
I 業務活動によるキャッシュフロー			
共通経費の配賦による勘定間の精算			
一般勘定から空整備勘定へ配賦された維持管理費等の精算	6,229,930	△ 6,229,930	
一般勘定から空整備勘定への維持管理費等の配賦	△ 6,627,077	6,627,077	
その他業務支出	△ 397,147	0	397,147
その他業務収入	0	397,147	△ 397,147

10. 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19年4月1日～平成20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	608,422,659	1,372,841,446		1,981,264,105
一般管理費	147,841,395	80,139,398		227,980,793
財務費用	73,185	39,237		112,422
(2) (控除) 自己収入等				
受託収入	△ 182,027,410	△ 378,608,347		△ 560,635,757
特許権等収入	△ 787	△ 380,625		△ 381,412
雑 益	△ 1,431,009	△ 930,347		△ 2,361,356
業務費用合計	572,878,033	1,073,100,762		1,645,978,795
II 損益外減価償却等相当額	43,803,071	16,686,566		60,489,637
損益外減価償却相当額	43,803,071	16,686,566		60,489,637
III 引当外賞与見積額	△ 2,995,693	△ 2,347,137		△ 5,342,830
IV 引当外退職給付増加見積額	△ 231,048,971	218,053,354		△ 12,995,617
V 機会費用	40,290,839	10,503,263		50,794,102
政府出資等の機会費用	40,290,839	10,503,263		50,794,102
VI 行政サービス実施コスト	422,927,279	1,315,996,808		1,738,924,087

11. 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	3,069,683	14,263,973	17,333,656
II 利益処分額			
積立金	319,759	13,605,292	13,925,051
独立行政法人通則法第44条第3項により 主務大臣の承認を受けた額			
研究開発及び研究基盤整備積立金	2,749,924	658,681	3,408,605

添 付 書 類

平成19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

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	1,683,558,000	1,683,558,000	0	
施設整備費補助金	54,922,000	54,904,500	△ 17,500	契約差額による不用額
受託収入	282,872,000	560,635,757	277,763,757	政府受託等が増加したため
その他の収入	0	2,742,768	2,742,768	損害保険料収入等があったため
計	2,021,352,000	2,301,841,025	280,489,025	
支出			(A-B)	
業務経費	891,410,000	922,486,766	△ 31,076,766	SSRモードS調布地上局を2ヶ年契約で整備したため
施設整備費	54,922,000	54,904,500	17,500	契約差額による不用額
受託経費	255,437,000	502,851,426	△ 247,414,426	政府受託等が増加したため
受託管理費	5,900,000	21,633,768	△ 15,733,768	政府受託等が増加したため
一般管理費	50,950,000	50,934,467	15,533	業務効率化による削減額
人件費	762,733,000	738,806,701	23,926,299	新陳代謝によるため
計	2,021,352,000	2,291,617,628	△ 270,265,628	

決 算 報 告 書

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	610,927,000	610,927,000	0	
施設整備費補助金	54,922,000	54,904,500	△ 17,500	契約差額による不用額
受託収入	196,688,000	182,027,410	△ 14,660,590	政府受託等が減少したため
その他の収入	0	1,431,796	1,431,796	損害保険料収入等があったため
計	862,537,000	849,290,706	△ 13,246,294	
支出			(A-B)	
業務経費	149,727,000	147,000,070	2,726,930	P C B 処分時期が変更となったため
施設整備費	54,922,000	54,904,500	17,500	契約差額による不用額
受託経費	182,120,000	166,161,232	15,958,768	政府受託等が減少したため
受託管理費	3,900,000	3,560,066	339,934	政府受託等が減少したため
一般管理費	39,565,000	39,552,138	12,862	業務効率化による削減額
人件費	432,303,000	391,726,577	40,576,423	新陳代謝によるため
計	862,537,000	802,904,583	59,632,417	

決 算 報 告 書

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	1,072,631,000	1,072,631,000	0	
受託収入	86,184,000	378,608,347	292,424,347	政府受託等が増加したため
その他の収入	0	1,310,972	1,310,972	損害保険料収入等があったため
計	1,158,815,000	1,452,550,319	293,735,319	
支出			(A-B)	
業務経費	741,683,000	775,486,696	△ 33,803,696	SSRモードS調布地上局を2ヶ年契約で整備したため
受託経費	73,317,000	336,690,194	△ 263,373,194	政府受託等が増加したため
受託管理費	2,000,000	18,073,702	△ 16,073,702	政府受託等が増加したため
一般管理費	11,385,000	11,382,329	2,671	業務効率化による削減額
人件費	330,430,000	347,080,124	△ 16,650,124	一般勘定と空港整備の人員比の制約下、空港整備での受託研究の大幅な増加に対応する人員配置を行ったため
計	1,158,815,000	1,488,713,045	△ 329,898,045	

平成20年度 電子航法研究所年報

平成21年12月1日 発行

編集兼発行人 独立行政法人 電子航法研究所

発行所 独立行政法人 電子航法研究所

〒 182-0012

東京都調布市深大寺東町7丁目42番地23

電話 0422-41-3168

ホームページアドレス <http://www.enri.go.jp/>

※電子版は上記ホームページより入手することが可能です。

○本冊子は、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）に基づく

○リサイクル適正の表示：紙へリサイクル可

本冊子はグリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準に従い、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料[Aランク]のみを用いて作製しています。