

電子航法研究所年報

平成 22 年度

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、航空安全、ATMの効率、航空機運航者の利便性、それぞれの向上を目指した研究を進め、その成果を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、第2期中期計画の最終年度である平成22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、国の担う航空交通管理に係る業務を支援する中核的な研究機関としてその使命を果たすべく努力してまいりますが、皆様には、この年報を通じて、当研究所の活動についてご理解いただき、あわせて忌憚のないご意見をいただけますようお願い申し上げます。なお別に刊行している電子航法研究所研究報告及び電子航法研究所研究発表会講演概要には詳細が記載されておりますのであわせてご参照いただけますと幸いです。

平成23年10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
	予算及び職員数の推移	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	47
3.	機上等技術領域	83
4.	研究所報告	122
5.	受託研究	123
6.	共同研究	124
7.	研究発表	125
8.	知的財産権	139
第3部	現 況	
1.	東日本大震災での被害	149
2.	平成22年度に購入した主要機器	151
3.	主要施設及び機器	152
4.	刊 行 物	154
5.	行 事 等	154
6.	職員表彰	165
付 録		
1.	独立行政法人電子航法研究所法	169
2.	独立行政法人電子航法研究所に関する省令	178
3.	独立行政法人電子航法研究所 業務方法書	184
4.	独立行政法人電子航法研究所 第2期中期目標	186
5.	独立行政法人電子航法研究所 第2期中期計画	191
6.	独立行政法人電子航法研究所 平成22年度計画	202
7.	財務諸表	217

第 1 部 説 第 総



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。

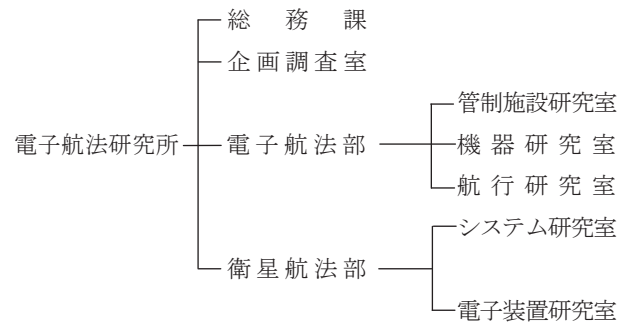
宇宙開発の一環として、人工衛星を航空機及び船舶の航法に利用しようとする開発研究は、我が国においても昭和38年に着手された。その結果をもとに、運輸省は昭和40年4月「人工衛星による航行援助方式の開発に関する基本方針」を決め、昭和41年度は衛星航法研究室 (3名) が新設された。

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。

平成21年度は、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を廃止した。

平成22年度は、6号棟（旧管制システム部研究棟）の建替工事が完了した。また、高精度測位補正技術開発プロジェクトチーム及び航空機安全運航支援技術研究プロジェクトチームを廃止した。

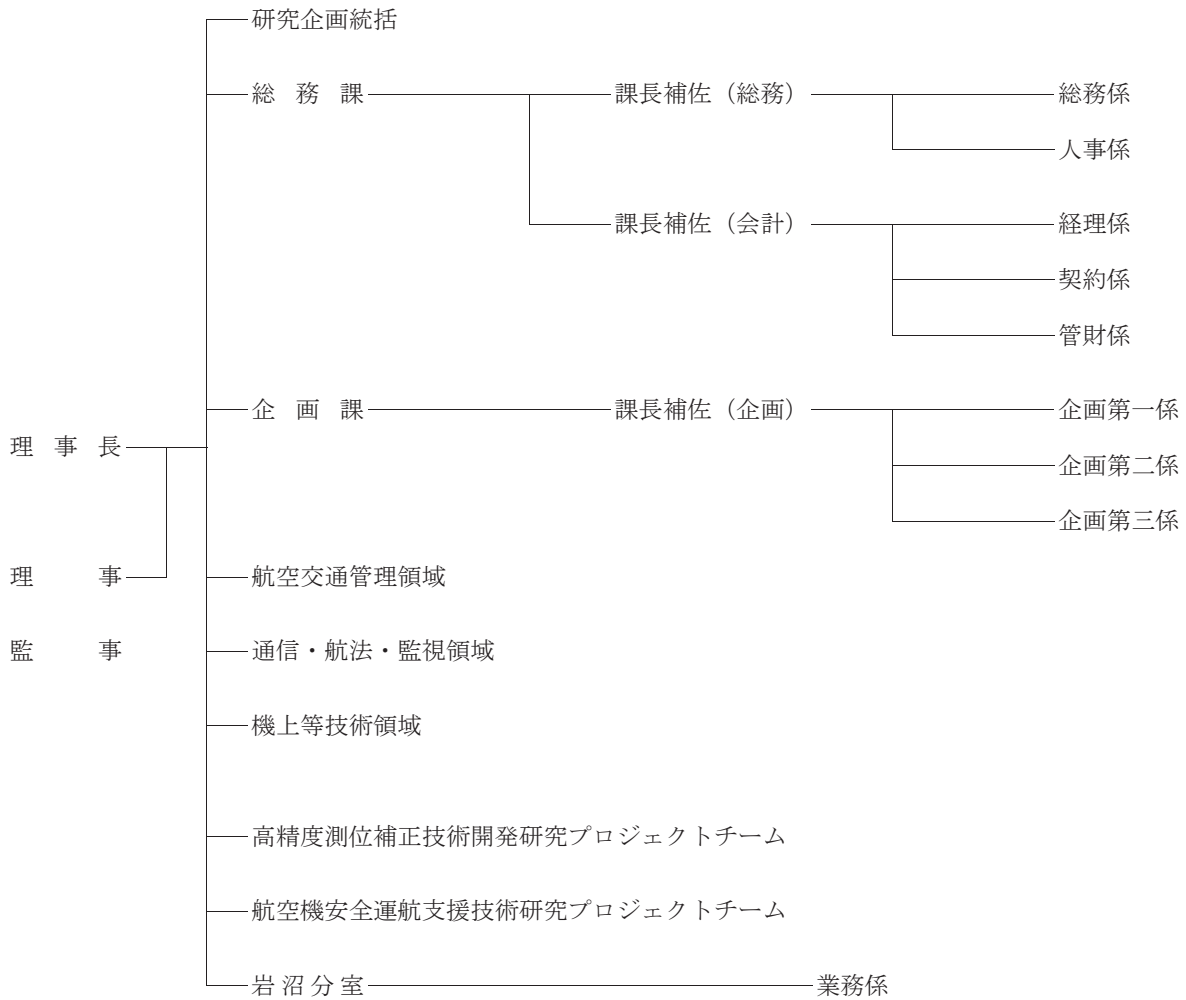
予算及び職員数の推移

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%
職 員 数	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%
職 員 数	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%
職 員 数	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%
職 員 数	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%
職 員 数	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%
職 員 数	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%
職 員 数	64 (30)	63 (29)	60 (27)	60 (27)	60 (27)	60
年 度	21	22				
予 算 額	1,618,083	1,597,527				
対 前 年 増 減 率	△ 1.4%	△ 1.3%				
職 員 数	60	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。

2 組 織 (平成23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	14
研究職	45
計	64

(平成23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 平成22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 平成22年度 改装
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 平成22年度 改装
6号棟	鉄筋コンクリート2階建，建面積355㎡，延面積653㎡	平成22年度
仮想現実実験棟	鉄筋コンクリート造一部鉄骨造2階建，建面積480㎡，延面積703㎡	平成6年度
電波無響室	鉄筋コンクリート2階建，建面積590㎡，延面積687㎡ 内装寸法：奥行32m，幅7m，高さ5m	昭和45年度 昭和48年度 増築 平成13年度 改装
アンテナ試験塔	鉄筋造，カウンタポイズ直径25m，奥行・幅13m，高さ19.5m 実験準備室：鉄筋造一部中2階建，建面積160㎡，延面積203㎡	昭和52年度 昭和53年度
岩沼分室建屋	鉄筋コンクリート2階建，建面積287㎡，延面積497㎡ 屋上にレーダー塔を設置	昭和54年度
岩沼分室格納庫	鉄骨造平屋建，面積825㎡	昭和55年度 所属換

(平成23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22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. ATMパフォーマンスの研究
2. 洋上経路システムの高度化の研究
3. ターミナル空域の評価手法に関する研究
4. トrajekトリモデルに関する研究
5. RNAV経路における総合的安全性評価手法の研究
6. ターミナル空域の定量的リスク評価モデルに関する研究
7. 分散認知による管制業務の技術伝承に関する研究
8. 空港面トラjekトリに関する予備的研究
9. 拡張現実技術を用いた管制業務支援技術に関する研究
10. 高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究
11. 航空交通流管理における管制空域の複雑性に関する研究
12. 航空交通の同期化に関する研究
13. データ統合により得られる便益に関する基礎的研究
14. 確率的シミュレーションに関する研究
15. 気象予測情報の航空交通管理への利用に関する調査
16. 予防安全支援のための創発型認知シミュレーションの開発とその適用手法に関する研究

1から5は重点研究、6から9は指定研究、10から14は基礎研究、15は調査、16は競争的資金によるものである。

1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における性能評価の指針の確立を目指す研究である。

2は洋上管制において管制間隔の短縮が進められている中で、より経済的な運航を求めるユーザーニーズをふまえ、効率のよい飛行経路を設定する方法について研究するものである。

3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評価ツールを開発する研究である。

4は実飛行データ等の解析による航空機トラjekトリ（軌道）の推定およびモデル化技術、並びにトラjekトリを管理するためのデータ活用技術の開発を行う研究である。

5はRNAV/RNPの事前および事後の安全性評価手法を確立することが目的であり、衝突危険度モデルに基づく定量的な安全性評価手法の研究およびRNPを含む高度なRNAV運航導入のための導入前定性的安全性評価手法に関する調査を行う。

6は複雑な運航を行なうターミナル空域での定量的リスク評価モデルを開発し、航空機同士の間隔・航空機と地上障害物の間隔が与えられたときの衝突リスクを評価する手法を研究する。

7は専門的な管制業務の技能やノウハウを分散認知のフレームワークを応用して定式化し、知識表現モデルとして構造化を行って評価する手法を研究するものである。

8は東京国際空港における航空機の地上走行の分析およびこれに基づく空港面交通の渋滞緩和策の検討を行い、併せて将来の空港面交通におけるトラjekトリ管理の実現を目指す研究である。

9は飛行場管制業務を支援するための仕組みとして、拡張現実技術を使ったシステム環境を整備し、基本コンセプトと要素技術、またその業務環境に効率的にアクセスするためのユーザ・インタフェースの構築に係る要素技術について試作評価等を行うものである。

10は高緯度地域で発生する電離層擾乱などGPS測位に影響を及ぼす大気活動の観測とその影響を評価する研究である。

11は航空交通流管理において交通量調整の判断のために用いら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は航空交通流の効率向上を図るため、運航中の航空機の手数調節を行うなど日本における航空交通同期の検討を行うものである。

13は気象情報・運航情報等の航空交通管制に用いられるデータの統合に基づく情報共有により多くの便益が得られることが期待されることから、統合システムにおいて可能となるアプリケーションをデモンストレーションし、統合システムの便益を明確化しようとする研究である。

14は4次元トラjekトリ管理や機上間隔維持支援システム（ASAS）などの将来の航空交通管理（ATM）手法が導入された場合、十分な安全性を確保しながら望ましい性能が発揮されるかを評価するため、確率的シミュレーション（ハードウェアの故障やヒューマンエラーを模擬する確率モデルを利用した数値シミュレーション）法を発展させるものである。

15は精密なトラjekトリ予測への利用を目指し、航空交通管理に利用可能な気象予測情報について調査を行う。

16は航空管制業務を対象例として、人間-機械系相互作用の逐次的分析が可能な創発型チーム認知シミュレーションの設計方法を構築し、予防安全研究分野における研究手段としての認知シミュレータの基本的有効性の検証を行う研究である。

II 試験研究の実施状況

1の「ATMパフォーマンスの研究」では、実運用データからの

実績値の取得方法などを含めてATMパフォーマンス指標値の算出手法を検討した。また、検討した算出手法を実データに適用しATMパフォーマンスの試行解析を行った。

2の「洋上経路システムの高度化の研究」では、北太平洋におけるUPRの導入効果（運航効率等）についてシミュレーションにより検証を行った。また、経路ネットワークのチェック機能の強化等、洋上シミュレータ機能の充実を図った。

3の「ターミナル空域の評価手法に関する研究」では、羽田空港到着機レーダデータを利用して実運用における羽田到着機の到着フェーズ滞留時間の測定を行った。また、バーチャル地球儀ソフトウェア上に3次元でトラジェクトリ（軌道）を表現する手法を用いて、羽田空港D滑走路供用開始後に予定される新出発到着飛行方式の描画モデルを作成した。

4の「トラジェクトリモデルに関する研究」では、航空機の飛行性能データ、気象データ等を使用して航空機の4次元トラジェクトリ（緯度、経度、高度、時刻）を生成するモデルの開発及び評価を行った。トラジェクトリモデル評価システムにはトラジェクトリ生成機能を追加した。また、トラジェクトリ管理の運用手法について検討するため、諸外国の文献を調査して我が国の運航を想定した運用シナリオを作成した。

5の「RNAV経路における総合的安全性評価手法の研究」では、ターミナルRNAV1経路の導入後の定量的安全性評価手法の調査・研究・当該手法の適用、レーダデータ等の収集・解析、RNAV5経路／ターミナルRNAV1経路の継続的安全性評価実施方法の開発を行った。また、インターネットを利用したハザードのリスク評価システムを考案・検討し、構築した。

6の「ターミナル空域の定量的リスク評価モデルに関する研究」では、定常的な交通流における航空機間の平均的な衝突危険度の推定方法を開発し、ICAOのSASP（管制間隔・空域安全パネル）作業部会全体会議で提案した。また、航空機と地上障害物の定量的危険度推定に関する研究に着手した。洋上航空路の衝突危険度推定については、縦時間間隔を導入している航空機を対象として、フライトプラン上の対気速度といった情報を考慮することによって、より正確に安全度を計算する手法の開発を行った。

7の「分散認知による管制業務の技術伝承に関する研究」では、管制官のスキル・ノウハウを現場状況に基づいて分散認知分析を行い、管制官の専門的知識やスキルの構造を体系化する知識構造化のための分析ツールについてプロトタイプ構築を行った。

8の「空港面トラジェクトリに関する予備的研究」では、MLAT（マルチラテレーション）評価データから東京国際空

港の航空機地上走行に関するデータ分析を継続して行った。また、滞留の状況を詳細に分析し、可視化した。さらに、分析データをシナリオとした簡易シミュレーションの評価および渋滞緩和の対応策検討を行った。

9の「拡張現実技術を用いた管制業務支援技術に関する研究」では、レーダやマルチラテレーションシステムから獲得されている航空機の位置情報を活用して航空機の識別および位置等の情報を映像に重ねて表示を行えるような拡張現実技術の仕組みの実現を目指し、パノラマ合成画像技術について開発を行った。

10の「高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究」では、高サンプリング(10Hz)のGPS観測データから、オーロラ発生時にGPS信号の強度が短時間に変化し、電離層擾乱による影響がみられることを確認した。

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、空域への入出域時刻から管制作業量の予測を試み、3つに特徴の異なるセクタにおいて、パラメータの推定を行った。

12の「航空交通の同期化に関する研究」では、速度制御された交通流に関する解析を行うとともに、トラジェクトリ予測誤差を考慮に入れて新たな順序付け戦略を研究していくためのソフトウェアを開発した。

13の「データ統合により得られる便益に関する基礎的研究」では、セーフティクリティカルシステムの開発手法に関するソフトウェア工学の見解や分散ハイパーメディアシステムのソフトウェアアーキテクチャの既知の利点と限界、それらを実装したオープンソフトウェアCOTSの使用方法・開発環境等の基礎的な情報収集を行った。

14の「確率的シミュレーションに関する研究」では、特殊な数学的手法を導入することにより、ICAOで定められた「2億時間の飛行につき1回以下の衝突回数」をシミュレートするために必要な時間を、従来の1500年から数時間程度に短縮させるという大きな成果が出た。

15の「気象予測情報の航空交通管理への利用に関する調査」では、航空交通に利用可能な気象予測情報について調査を行い、気象分野の研究者・技術者と、協力関係を構築した。また、数値予報について調査し、その可視化ツールの開発を開始した。

16の「予防安全支援のための創発型認知シミュレーションの開発とその適用手法に関する研究」では、先行研究におけるレーダ対空席のタスク困難度変化、管制官の処理方法によるパフォーマンスなどを時系列的に可視化したCAPS（Chart of ATC task Processing State）に、調整席の業

務を加えた両席のインタラクション分析・可視化手法の開発を行った。

今年度は、上記の16件の研究に加えて、以下に示す3件の受託業務を行った。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)三沢米軍飛行場整備調査検討のためのTAAMシミュレーション
- (2)平成22年度首都圏空港の増枠時期の判定に関する調査
- (3)横間隔の衝突危険度推定手順策定に係る支援作業

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、米国航空宇宙学会(AIAA)などの多くの学会や日米太平洋航空管制調整グループ会議(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)

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、宮津 義廣、秋永 和夫

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、効率性そして定時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、航空交通業務や空域管理、航空交通流管理など航空機の運航に関わる機能を実施する。航空需要の増大に対して、ATMの分野では処理容量の向上などの性能向上により対応を行ってきた。引き続いたATMサービス向上が要求されるため、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では、現状を評価することで、向上を確実にすることが極めて大切である。同時に、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指標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、各指標の要因分析により、その項目値の向上のための施策の指針が取得できる。

国際民間航空機関（ICAO）では、ATMパフォーマンス評価のための11種類の重要分野を設定した。欧米では、ATMパフォーマンスを評価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構築、ツール開発などが行われ、運用されている。しかしながら、我が国においてはパフォーマンスを指標化し、定量的・定性的に評価解析する手法がまだ確立していない。このため、将来の航空交通需要に適切に対応し安全性と効率性を向上するために、有効な指標および指標測定技術の開発・解析評価を実施する必要がある。

2. 研究の概要

本研究では、運航の所要時間や飛行距離など効率に関連した項目を主たる対象として、実運用データからの実績値の取得方法などを含めて、ATMパフォーマンス指標値の算出手法を検討した。また、検討した算出手法を実データに適用することで、ATMパフォーマンスの試行解析を行った。同時に、ATMパフォーマンス評価システムを製作することでパフォーマンス評価環境を検討した。

3. 研究成果

3.1 ATMパフォーマンス評価手法の検討

以下のような分野を対象として、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。

- ・ 定時性
- ・ 予測性
- ・ 効率性

定時性の分野の検討では国内線運航の主要空港を対象として、公示スケジュール上の出発・到着時刻を実績時刻と比較した。比較のために、ATMシステムのジャーナルからのスポット出発・到着の実績時刻の取得を可能とした。

検討結果からは、国内線運航の高い定時性が示された。同時に、空港間で定時性に差異が存在することや、悪天候の影響が大きい場合が存在することなどが確認された。

予測性は運航実績の計画への適合度に対応する。運航所要時間を指標として、予測性の分野を検討した。検討のために、スポット情報管理システム（SMAP）、飛行情報管理システム（FDMS）などのジャーナルに含まれる項目を検討し、運航中のイベントである出発・離陸・着陸・到着の発生時刻の取得に必要な項目の抽出を可能とした。出発から到着までの運航を4つの局面に分割し、各局面に対して運航の所要時間の標準値を設定し、実績値から標準値を減じることで局面毎の遅延時間を算出した。図1に局面への分割の考えを示す。国内の幹線上の運航データを対象として、局面間で遅延の代表値・ばらつきを比較することで、大きな遅延が発生する箇所を検討した。検討結果からは、出発前の局面において発生する遅延、すなわちスポット出発時の遅延が特に大きいことが示された。

同時に、飛行距離の予測性を検討した。運航者による飛行計画の飛行距離と、その実績値に近いほど予測性は高いという仮定の下、飛行距離の計画値と実績値の差を指標とした。定義した指標値を算出するため、飛行距離の実績値に加えて、FDMSのジャーナルからの飛行距離の計画値の取得を可能とした。検討結果からは、全体的な飛行距離の予測性は高いことが示された。また、飛行の局面間で比較すると予測性は出発・巡航の局面では比較的高く、到着の局面での予測性が低い傾向が示された。

効率性の分野の検討では、飛行距離を指標とした。飛行距離の実績値を空港間の大圏距離と比較した。パフォーマンス値算出のために、レーダ情報処理システム・ジャーナル

に記録された航空機の航跡から飛行距離の実績値を取得することを可能とした。そして、国内の幹線上の運航を対象として効率を検討した。検討結果からは、飛行距離の実績値は到着の局面で延伸する割合が高く、空港周辺の空域などの特徴を示すことがわかった。

以上の項目に加えて、希望巡航高度の取得率や地上走行の所要時間の度数分布、時間帯による変動などを実運用デ

ータに基づき検討した。

これらの解析結果は各種の学会講演会に加えて、航空関係者による ATM 運用概念の検討会である ATM 高度化ワーキンググループで報告した。また、CARATS 指標検討委員会に対して飛行距離の実績値などの解析結果を提供した。

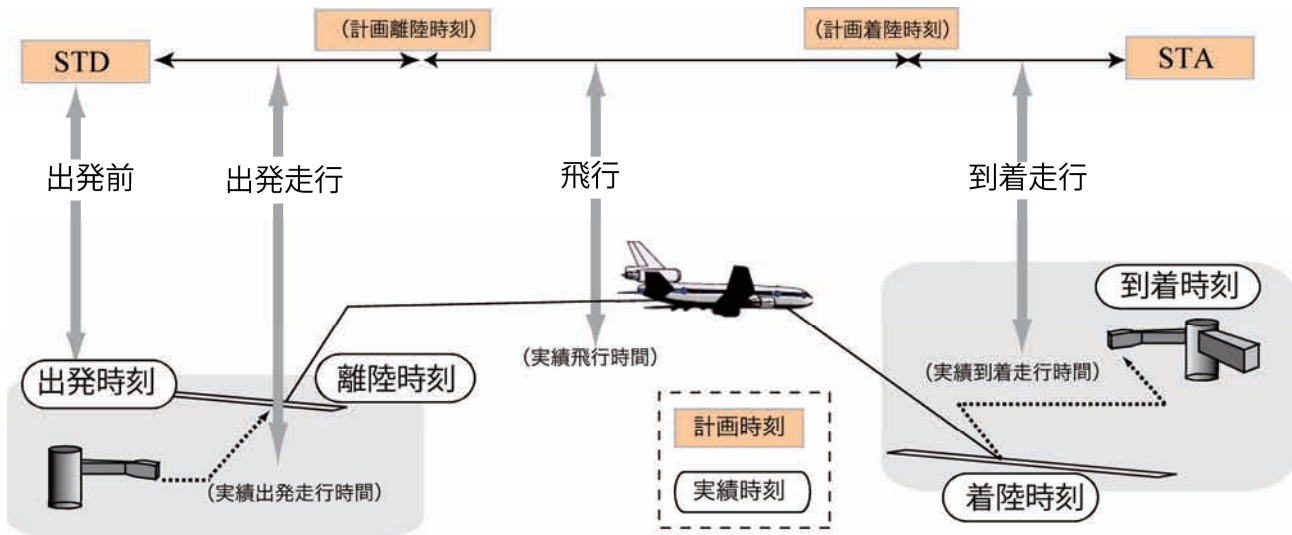


図 1 運航の局面毎の遅延算出

3.2 ATM パフォーマンス評価システム

ATM パフォーマンス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、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、および各種の機能の実装により、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 ATM パフォーマンス評価環境の検討を目的として、ATM パフォーマンス評価システム (Comprehensive Assessment System of Performance for ATM Review : CASPAR) を製作した。CASPAR の製作においては、以下のような機能の実現を目的とした。図 2 に CASPAR 実行画面の例を示す。

- ・ 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解析のための補助情報の表示
- 効率的な ATM パフォーマンス評価の実施にはデータベースの構築による各種の収集データの統合および一元的な管理、そして容易な検索・抽出を実現する必要がある。効率的なパフォーマンス評価環境の構築を目的として、ATM 運航データベースを設計し、実装した。データベースにおいては飛行情報管理システムやレーダ情報処理システム、スポット情報管理システムなど各種の ATM シス

テムのジャーナルから取得した各種の項目を運航毎に関連付けて記録するとともに、データベース管理システムの機能により、迅速な検索・抽出を可能とした。

提供を受けた 2007 年から 4 カ年の期間中に定期的に記録された延べ 150 日間分のデータ提供を国土交通省航空局から受け、そのデータをデータベースに格納した。データベースには運航中の各イベントの実績時刻、使用機材に関する情報、そして航跡などが記録される。

該当データの迅速な検索・抽出により、パフォーマンス値の算出時間が短縮される。CASPAR では遅延時間や飛行距離、交通量などの項目についてパフォーマンス値を算出し、表計算ソフトウェアのファイル形式で出力することを可能とした。表計算ソフトウェアのファイル形式の使用により、データの再利用などに関する汎用性が実現されると同時に表計算ソフトウェアの機能の活用による出力ファイルの柔軟な検討や加工が可能となった。

航跡表示などによる交通状況の再現は、パフォーマンス値の要因分析に有益な情報を提供する。そこで、レーダ情報処理システムのジャーナルから取得した各飛行の航跡を動画や静止画として表現する機能、および航跡を動画・静止画ファイルとして保存する機能を実装した。動画による再生機能においては、2 次元表示に加えて 3 次元表示で

の航跡の表現や気象レーダにより記録されたレーダ・エコー・データの航跡への重畳表示を可能とした。また、当研究所の重点研究「A-SMGC システムの研究」で実装した機能に基づき、空港目を対象とした航跡再生も可能とした。

4. 考察等

本研究では、以下のような項目を達成した。

- ・ ATMパフォーマンス指標の検討および提案
- ・ 実運用データからのATMパフォーマンス指標値の算出手法の検討および提案
- ・ ATMパフォーマンスの試行解析
- ・ ATMパフォーマンス評価システムの試作

本研究では遅延時間や飛行距離などを直接的に指標としたパフォーマンス評価手法を検討した。近年はATMの環境対策の重要性が増しているため、燃料消費量も指標として含める必要がある。一方、燃料消費量は直接の計測が困難であるため、モデリングやシミュレーション技術などを活用したパフォーマンス評価手法の検討が必要とされる。

このため、次年度以降の重点研究「ATMパフォーマンス評価手法の研究」においては、モデリングやシミュレーション技術を活用したパフォーマンス評価手法を検討する予定である。

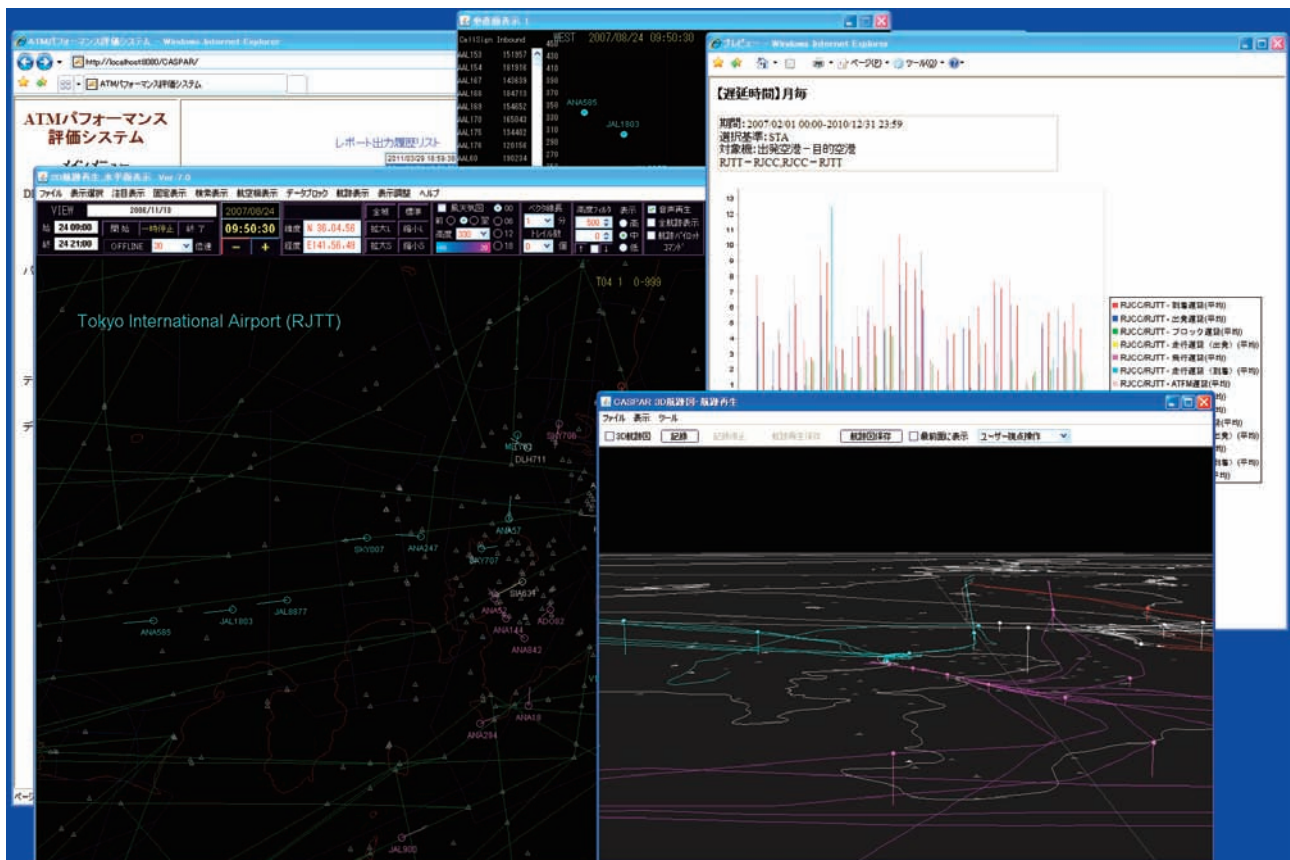


図2 パフォーマンス評価システムの実行画面の例

掲載文献

- (1) K. Kageyama, Y. Fukuda, “Study on ATM Performance (Analysis on Delay Amount & Flight-Distance),” JPDO/JCAB Technical Meeting, May, 2007
- (2) 蔭山、福田、山本、宮津、行木、“運航実績データによる遅延時間の解析手法の検討”、第7回電子航法研究所研究発表会講演概要、pp.11-14、2007年6月
- (3) 福田、蔭山、山本、宮津、行木“運航実績データによる飛行距離の測定手法の検討”、第7回電子航法研究所研究発表会講演概要、pp.15-18、2007年6月
- (4) 福田、蔭山、“ATMパフォーマンスの研究について、” ATM高度化ワーキンググループ、WP-037、平成19年6月
- (5) K. Kageyama, Y. Fukuda, “A Study on Aircraft Schedule Punctuality Classification from the Actual Performance Data,” 2007 JSASS-KSAS Joint International Symposium, Oct. 2010
- (6) 蔭山、福田“運航実績データによるATMパフォーマンスの評価、”第50回自動制御連合講演会、平成19年11月

- (7) Y. Fukuda, "Study on ATM Performance Assessment in Japan," Informal Pacific ATC Coordinating Group (IPACG)/27,IP/8, Nov. 2007
- (8) 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
- (9) 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
- (10) 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," 電子航法研究所研究発表会講演概要、pp. 5-9、2008 年 6 月
- (11) 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
- (12) 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
- (13) 福田、"運航実績データによる飛行距離の解析," 日本航空宇宙学会学会誌、Vol. 56、No. 656、pp. 247-249、2008 年 9 月
- (14) K. Kageyama, Y. Fukuda, "Design of Operational Database for ATM Performance Assessment," 2008 International Congress of the Aeronautical Science, Sep. 2008
- (15) 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
- (16) 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
- (17) Y. Fukuda, "Study on Air Traffic Management Performance," Korea Navigation Institute (KONI) Workshop & Conference、pp. 29-38、Oct. 2008
- (18) 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
- (19) K. Kageyama, Y. Fukuda, "A Case Study of Operational Delay at Japanese Airports," ENRI International Workshop on ATM/CNS, pp. 99-102、Mar. 2009
- (20) 蔭山、"実運用データの解析による ATM パフォーマンス評価例の紹介," 日本航海学会第 120 回講演会・研究会 (航空宇宙研究会)、2009 年 5 月
- (21) 蔭山、福田、"ATM パフォーマンスの試行解析 (2008 年データ)," 第 16 回 ATM 高度化ワーキンググループ、2009 年 11 月
- (22) 蔭山、"ATM パフォーマンスの研究について (遅延時間の解析例)," 航空管制、2009 年第 5 号
- (23) 蔭山、福田、"飛行距離における予測性の解析手法の検討," 第 47 回飛行機シンポジウム、2009 年 11 月
- (24) 蔭山、福田、"燃料低減の試算手法について," 第 18 回 ATM 高度化ワーキンググループ、2010 年 3 月
- (25) K. Kageyama, Y. Fukuda, "An Analysis of Delays in Air Transport in Japan," 4th International Conference on Research in Air Transportation, June, 2010
- (26) K. Kageyama, Y. Fukuda, "Study on Analysis Method of Horizontal Flight Distance for ATM Performance Assessment," 27th Congress of the International Council of the Aeronautical Science, Sep. 2010
- (27) K. Kageyama, "Examples of Japanese ATM Performance Analyses," ENRI Visiting Seminar for CNS/ATM Joint Research Between Korea and Japan, Aug. 2010
- (28) 蔭山、福田、"航空機の運航時間の実績値と計画値の一比較," 第 48 回飛行機シンポジウム、2010 年 11 月
- (29) 蔭山、"ATM パフォーマンスの研究から," 電子航法研究所出前講座、2010 年 12 月

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、住谷 美登里、福田 豊
 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。現在、日本と北米間には PACOTS (PACific Organized Track System) 経路が引かれている。これは、管制横間隔として隣の経路と 50NM 以上の間隔が確保された、可変経路である。毎日の気象予報を反映し、各方向の経路が 1 日に 1 回、設定・公示される。

洋上空域における交通需要は増加しており、日米太平洋航空調整グループ会議 (IPACG) においても、間隔短縮や経路設定条件の緩和や、太平洋地域における利用者設定経路 (UPR; User Preferred Route) の導入地域の拡大に向けた検討が行われている。UPR はユーザが飛行ごとに希望の経路を飛行する方式である。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いる。この要望に対応して、UPR は交通量の少ない空域から導入されている。より交通量の多い空域での UPR の導入には、管制間隔の確保など多くの課題の検討が必要である。

そのため、本研究では洋上空域におけるより効率的な経路システムについての検討を行っている。

2. 研究の概要

本研究は 4 年計画である。平成 22 年度の研究においては、以下を実施した。

- ・ 北太平洋の経路傾向の分類
- ・ 北太平洋の UPR の傾向分析
- ・ 太平洋西行き UPR のロシア空域を含んだ UPR の傾向調査
- ・ 速度の異なる航空機が混在した場合の管制シミュレーション
- ・ 洋上管制シミュレータの性能向上

3. 研究成果

3.1 北太平洋の経路傾向の分類

北太平洋全体の効率性向上のために、NOPAC(NOrth

PACific)利用空域を含んだ UPR の導入が検討が必要である。UPR は PACOTS の位置に近いことから、UPR の位置的な分布の傾向をつかむため、代表的な東行き PACOTS (北から TRK1、2、3) と西行き PACOTS (北から TRKC、E、F) の福岡 FIR 東側境界 (東経、約 160 度～165 度) での南北位置関係で分類した。分類内容と年間の割合を表 1 に示す。また、図 1 に月毎のタイプ別内訳を示す。

表 1 PACOTS 位置の分類

タイプ	福岡 FIR の東側境界線での東西交通流の分離	北に位置する TRK	割合
W	○	西行き TRK	56%
M	×	-	39%
E	○	東行き TRK	5%

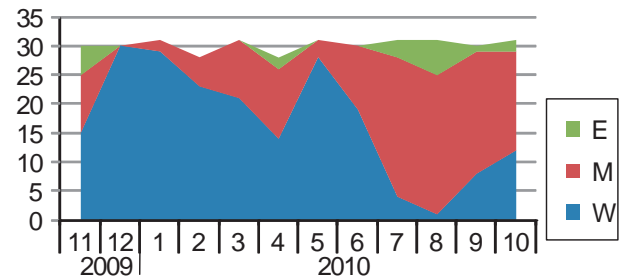


図 1 PACOTS 位置 (年間)

冬場はほとんどがタイプ W であり、夏場はタイプ M が増える。タイプ E は年間を通して少ないことが分かる。多くの種類の日があった、2010 年 10 月について、福岡 FIR への入域経路を図 2 に示す。なお、これは NOPAC とロシアの経路のみ示しているので、全体の交通量を示さない。

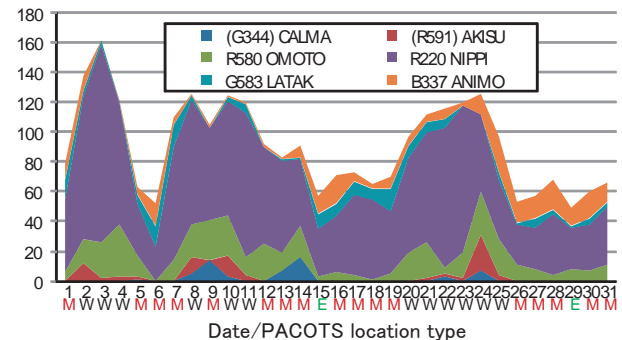


図 2 PACOTS 位置 (2010 年 10 月)

全体的には R220 から入域する日が多いが、ロシアの経路である、G583,B337 からの入域が多い日や、そもそも北

からの入域が少ない日がある。

3.2 NOPAC 上の UPR の傾向分析

いままでの UPR の検討では、交通量の多い NOPAC 経路は飛行条件を変更しないことで検討されてきたが、さらなる効率化のために、NOPAC 経路の条件を変更して UPR を導入することが検討された。

その結果、3.1 で分類した、「タイプ W」の場合は、東西交通流が南北に分離される傾向にあるため、よいことがわかった。

また、タイプ E やタイプ M は東西交通流が交錯することが予測されたが、都市対毎の経路が南北に分離されるときは、東西交通流の交錯が少ない日もあったため、さらに詳細な検討をすすめたい。

3.3 太平洋西行き UPR のロシア空域を含んだ UPR の傾向調査

太平洋西行き経路の最適経路が必ずしも NOPAC や PACOTS とは限らない。燃料や時間のみで考慮すると、ペトロハヴロフスクカムチャキー FIR、ユージノサハリンスク FIR といったロシアの空域を通過する方が最適な場合もある。そこで、ロシア空域最南の経路である、G583 から R220 に遷移する経路の新設が求められている。そのため、どの程度その経路の使用することがあるか、またそのときの通過高度を調査した。

3.4 速度の異なる航空機が混在した場合の管制シミュレーション

高密度交通空域では、多くの航空機の速度が一定だと、効率的な運用ができる。しかし、最近速度の遅い航空機の割合が増加し、効率を低下させることがある。そこで、速度の遅い航空機に高度の優先順位や経路の優先順位を下げる運用を模擬した。

その結果、隣接経路の消費燃料の差が少ない日でないと、非現実的ではあるものの、速度の遅い航空機の経路を分散させるのが最も効率が良かった。

3.5 洋上管制シミュレータの性能向上

22 年度はシミュレーション機能の充実をはかるために、以下を改善した。

- (1) 経路ネットワークのチェック機能の強化
- (2) 管制シミュレーション時の管制指示入力方法の改善
- (3) 管制シミュレーション時の ITP/CDP 用位置確認ウインドウの新設

(1)の経路ネットワークデータは、都市間ごとに定義す

るものである。以前は都市間ごとに共通のデータを用いて日を変えたシミュレーションを行っていた。混雑空域での UPR の計算においては、検討すべき制限（ネットワークの変更）が日々変化するため、都市間ごとのネットワークデータへの編集が必要となった。また、国際的にも飛行経路の選択肢が広がっており、頻繁なデータ変更が必要となった。そこで、地図上のマウス操作による編集機能を向上させ、チェック機能も強化した。

(2)においては、今までは管制シミュレーションを行う時の管制間隔は全ての航空機で共通であった。実際は航空機によって搭載機器が異なる（RNP4、RNP10 など）ため、個別属性設定により、現実 に即したシミュレーションが可能となる。

(3)は、現在国際的に検討中の、高度変更時のみに管制間隔を短縮できる方式を管制シミュレーションでも模擬するものである。具体的には、CDP（Climb and Descent Procedure）という ADS-C を用いた上昇降下方式や、ITP（In-Trail Procedure）という ADS-B を用いた上昇降下方式を検討する。これらの方式の実施には周辺機との位置関係（距離や速度差）の把握が不可欠であり、この情報を把握する機能を付加することで、CDP や ITP の有効性や課題を検証できる。

4. まとめ

PACOTS 分布の季節的特徴を調べ、西行きトラックが北側に位置する 56%の時は、UPR を導入したときに、NOPAC 空域での東西交通流の交錯が少ないことがわかった。

また、速度による制限を加えた場合、隣接経路と消費燃料の差が少ない場合は、低速機の経路を変更することで全体的な効率が改善されることがわかった。

平成 23 年度は、北部太平洋も含めた空域において、UPR の効果や RNP4 機の割合による管制間隔短縮の効果を検証する予定である。

また、西行き PACOTS の UPR 化について、導入への課題を検討する予定である。

掲載文献

- (1) 福島・船井・住谷・福田：太平洋上の東行き PACOTS と UPR の比較、日本航空宇宙学会第 41 期年会講演会、2010 年 4 月。
- (2) 福島：太平洋上での DARP について、航空管制、2010 年 5 月。
- (3) 福島：太平洋上の UPR（利用者設定経路）の導入動向と展望、航空無線、2010 年 5 月。
- (4) 住谷・福島・福田：太平洋上可変経路のゲートウェイ

について、平成 22 年度（第 10 回）電子航法研究所研究発表会講演概要、pp.67-70、2010 年 6 月。

(5) 住谷・福島・福田：太平洋上可変経路のシミュレーション検討、電子情報通信学会技術研究報告、SANE22010-53、pp.1-6、2010 年 7 月。

(6) JCAB：Simulation results of UPR of TRACK2, 3, 14 and 15 , IP18, IPACG33, Oct. 2010.

(7) 福島・住谷・福田：洋上交通流に対する巡航速度による制限について、第 48 回飛行機シンポジウム、2010 年 12 月。

(8) 福島：洋上飛行経路による CO2 削減について、平成 22 年度航空機等関連動向解説事項、2011 年 3 月。

ターミナル空域の定量的リスク評価モデルに関する研究【指定研究 A】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○藤田 雅人、森 亮太

研究期間 平成 22 年度～平成 23 年度

1. はじめに

航空機の安全運航を実現するため、航空機同士の間隔・航空機と地上障害物の間隔の基準が策定されている。航空交通流が高密度化し、地上障害物が高層化する中で、効率運航を実現するためには安全性を損なわない範囲で間隔基準の短縮が必要となる。しかし、効率性のみを考慮した議論では間隔は短縮の一途を辿ることとなり、安全性が損なわれる。したがって、安全性の観点から航空機同士の間隔・航空機と地上障害物の間隔を研究することが必要となる。

また、その研究成果は国際民間航空機関(ICAO, International Civil Aviation Organization)における基準策定作業に寄与する可能性がある。

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。

2. 研究の概要

本研究にあたっては航空機同士及び航空機と地上障害物の確率モデルを用いた定量的衝突危険度推定手法の確立を目指す。それらに応用した狭隘な空域の有効利用の方法の提言を行う。また、研究成果を ICAO などの国際標準化団体に提供し、国際標準化作業に協力する。

3. 研究の成果

3.1. 航空機間の衝突危険度モデルの高度化と国際貢献

電子航法研究所では 1960 年代に開発された衝突危険度モデルを用いて、管制間隔の安全性評価を実施してきた。このモデルは、洋上空域や短縮垂直間隔適用空域を飛行する巡航航空機の衝突危険度の推定には適しているが、ターミナル空域等の複雑な運航を行う空域には適用できない。

2000 年代にターミナル空域等の複雑な運航を行う空域にも適用可能な衝突危険度理論式が開発され、ターミナル空域における衝突危険度推定も可能となってきた。

第 17,18 回 SASP (Separation and Airspace Safety Panel) 作業部会全体会議に参加した。SASP では PANS-ATM を改定する際は、ハザード分析だけでなく、典型的な運用環境における衝突危険度推定も同時に行う。

我々は PANS-OPS 等で用いられている質点運動モデルと SASP で標準的に用いられている VOR 機や RNP 機の航法誤差モデルを仮定して、VOR 出発経路と RNP 経路(図 1) や VOR 出発経路とホールディングパターン(図 2) との適切な間隔について検討を加えた。これらは第 17 回 SASP 作業部会全体会議にて発表された。

また、衝突危険度理論式は固定された航空機ペアに対する衝突危険度の計算方法を示しているが、定常的な交通流における平均的な衝突危険度の推定方法については示していない。平均的な衝突危険度推定方法を開発し、第 17 回 SASP 作業部会全体会議にて提案した。

以上 2 つのシナリオを含むより広範なシナリオに対応できるように、汎用的な衝突危険度推定プログラムの試作品の開発にも着手している。

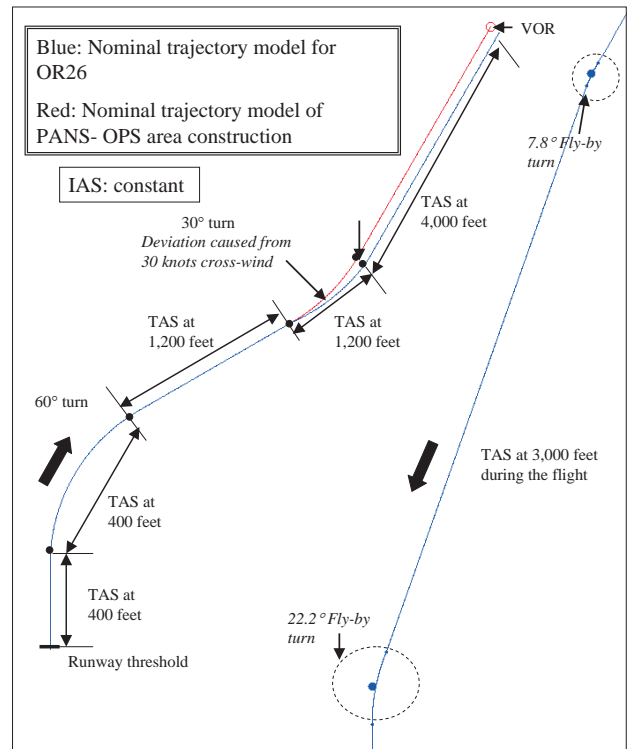


図 1 : シナリオ(OR26)

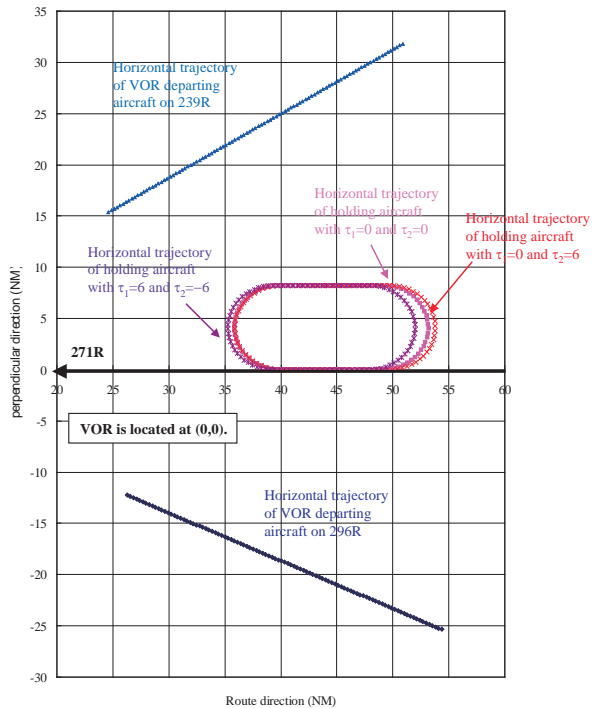


図 2 : シナリオ(OR27)

衝突危険度推定に際しては、航法精度を初めとするいろいろな誤差は両側指数分布・正規分布ならびにそれらを足し合わせたものとして表現されることが多い。2つ以上の誤差の和を考える場合（例えば、速度誤差と初期位置誤差など）、畳み込み積分と呼ばれる積分値を計算する必要がある。

一般に積分を計算する方法は、Gauss-Lagrange 法等の被積分関数の値に適切な係数をかけ和をとるものと、積分の解析解を用いる方法の2つがある。前者はあらゆる関数に対して適用できるが、計算時間を要するため多くの積分時間を要する。我々は、任意の数の両側指数分布と正規分布の畳み込み積分を計算するための公式を導出し、第 18 回 SASP 作業部会全体会議にて提案した。同内容の論文を数学専門誌に投稿したところ、残念ながら、既にこれらは既知であることが判明した。

3.2. 航空機と地上障害物の定量的危険度推定に関する研究

前節における SASP をはじめ、電子航法研究所では長年 ICAO への技術貢献を行ってきたが、さらにその範囲を拡大し、航空機と地上障害物との間隔を設定する PANS-OPS の改訂を行う IFPP(Instrument Flight Procedure Panel)への技術貢献の検討をはじめた。今年度はその初期段階として、PANS-OPS の理解および現状の調査を行った。2011 年 3

月には第 8 回 IFPP の本会議に航空局のアドバイザーとして参加した。今後は、より詳細な技術的な検討を行う、PBN および CRM(衝突危険度モデル)の作業部会への参加を検討している。

3.3. 洋上航空路の衝突危険度推定

洋上航空路においては、安全性を考慮した上で、縦間隔が短縮されてきたが、一般に安全度を計算する場合には、危険を過小に評価しないように保守的に安全度を見積もる。しかしながら、あまりに保守的であると、実際には安全であるにも関わらず、安全でないという結論が下され、結果として間隔短縮が進まないことになる。

現在、洋上航空路の縦時間間隔は 15 分から 10 分に短縮されてきており、安全性を担保する上でより正確に安全度を評価する必要がある。そこで、縦時間間隔を導入している航空機を対象として、フライトプラン上の対気速度といった情報を考慮することによって、より正確に安全度を計算する手法の開発を行った。今年度は洋上南方経路を対象として評価を行った結果、実際に設定された安全性を満たしていることがわかった。本手法は、他の空域にも同様に適用することができるため、より正確な安全性の検証に利用できると期待される。本内容は、論文誌に投稿し受理された[5]。

掲載文献

- (1) Fujita, "Average collision risk for OR 26", ICAO SASP-WG/WHL/17 WP/18, Montreal, Canada, May 2010
- (2) Fujita, "Average collision risk for OR 27", ICAO SASP-WG/WHL/17 WP/19, Montreal, Canada, May 2010
- (3) Fujita, "Methodology for averaging collision risk", ICAO SASP-WG/WHL/17 IP/5, Montreal, Canada, May 2010
- (4) Fujita, "Convolutions of Gaussian distributions and double exponential distributions", ICAO SASP-WG/WHL/18 IP/5, Brussels, Belgium, November 2010
- (5) Mori, "Safety Assessment for Reduced Time-based Separation Minima on Oceanic Routes," Journal of Mechanical Systems for Transportation and Logistics, The Japan Society of Mechanical Engineers, (in press).

トラジェクトリモデルに関する研究【重点研究】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○福田 豊、瀬之口 敦、白川 昌之、伊藤 恵理、Claus Gwiggner、井上 諭

研究期間 平成 21 年度～平成 24 年度

1. はじめに

航空機運航の効率化および容量拡大のため、国際民間航空機関（ICAO：International Civil Aviation Organization）では 2003 年に第 11 回航空会議で、時間管理を含めた航法、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 などこのコンセプト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運用する運用コンセプトが有効と考えられている。本研究では、実飛行データ等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 4 ヶ年計画であり、平成 22 年度は第 2 年次である。平成 22 年度の研究の目的は、航空機のトラジェクトリを生成するトラジェクトリ予測モデルを開発し、評価することである。

平成 22 年度は、主に下記のことを行った。

- ・トラジェクトリモデルの開発
- ・トラジェクトリモデル評価システム（予測部）の製作
- ・トラジェクトリモデルの評価

3. 研究成果

3.1 トラジェクトリモデルの開発

航空機の飛行性能データ、気象予報データ等を使用して、航空機の 4 次元トラジェクトリ（緯度、経度、高度、時刻）を生成するモデルを開発した。通過時刻の予測には、対地速度の推定が重要である。対地速度は真対気速度と高層風のベクトル和となる。航空機の運動計算と真対気速度の算

出には、ユーロコントロールの BADA（the Base of Aircraft Data）を使用する。高層風は、気象庁の数値予報モデルを使用する。BADA は、航空機を質点としたエネルギー保存則に基づき、航空機に作用する力（推力と抗力）の仕事率が、機体の運動エネルギーと位置エネルギーの増加率と等しくなるモデルである。ここで、運動エネルギーは速度、位置エネルギーは高度に対応する。上昇、降下中はエネルギー保存則により、上昇率と降下率が算出できる。

予測モデルから算出した予測値と実測値の対地速度誤差を各要因に分割して比較することにより、トラジェクトリ予測に関する要因の影響度を解析した⁽¹⁾⁻⁽³⁾。また、実測値における推力、抗力、速度、高度から算出したエネルギーと仕事率の関係がよく一致することがわかった⁽⁴⁾。

3.2 トラジェクトリモデル評価システム（予測部）の製作

トラジェクトリモデル評価システムは、航空機の 4 次元トラジェクトリを生成する手法をアルゴリズム化し、計算機システムとして構築して、予測性能等を評価するものである。平成 22 年度は、トラジェクトリを生成する機能を製作した。航法データベース、航空機の飛行性能データ、運航モデル、気象予報データを使用し、運動計算モデルに基づき、4 次元軌道を生成する。航法データベースには、ARINC424 形式のデータを使用する。飛行性能データは、フライトエンベロープ、コンフィグレーションなどである。運航モデルは、飛行経路、飛行高度、飛行速度、機体重量などのフライト固有のデータである。気象予報データは、気象庁の数値予報データであり、地球上の 3 次元の格子点の風向、風速、気温の予測値である。予測モデルで算出したトラジェクトリのパラメータは、実測値と比較することができる。また、トラジェクトリを動画で気象状況などと重畳して表示する機能により、予測誤差要因の解析ができる。図 1 にトラジェクトリモデル評価システムの表示例を示す。タイムライン表示は、4 次元トラジェクトリの時間情報を表示する。航空機がウェイポイントを通過する予測時刻とそれに基づいて管制間隔を確保できる時刻を時間軸上に表示する。

3.3 トrajekトリモデルの評価

航空機で測定された機上データ、航空管制用レーダデータを使用して、生成されたトラjekトリを評価した。また、トラjekトリ管理の運用手法を検討した。

予測モデルから算出した予測値と機上で測定した測定値は全体的によく一致した。対地速度の予測値と測定値の誤差が大きいサンプルについて調べたところ、測定値のマップ数と指示対気速度が航空機の運航モデルの標準速度と異なる場合と気象の測定値が気象予報と部分的に異なる場合があった。このうち、速度データの差異の要因が多く見られた。また、トラjekトリ評価システムでは、出発経路や到着経路の旋回時の水平位置差、降下区間での降下開始点の位置差など課題があることがわかった。これらは、今後の機能向上で改善する予定である。

トラjekトリ管理の運用手法の検討では、諸外国の文献調査をして、我が国の運航を想定した運用シナリオを作成した。本シナリオおよびトラjekトリ予測技術の検討結果は、国土交通省の将来の航空交通システムに関する長期ビジョン(CARATS)のロードマップ及び個表の検討作業に活用された。

4. 考察等

トラjekトリ評価ツールの予測部の製作により、4次元トラjekトリを生成することができる。実運航のトラjekトリとの比較により、実際の航空機の実速度がBADAの標準速度と異なることによる時間誤差の影響が大きいことがわかった。そこで、トラjekトリ予測では、飛行中の航空機の実速度を予測モデルに反映することにより、予測精度を向上する手法を検討する。また、上昇降下区間では、旋回時の水平位置差、降下開始点の位置差の補正が今後の課題である。

今後は、今年度に開発したトラjekトリ予測機能に加えて、複数の航空機のトラjekトリ間に安全間隔を確保するようにトラjekトリを変更する技術を開発する。航空機のトラjekトリ生成や変更のため、運航者が希望するトラjekトリの記述方法、トラjekトリに与える制約条件の記述方法を開発する必要がある。また、トラjekトリの制約条件を満足しながら、運航の効率性をあまり低下させることなくトラjekトリを変更する手法を開発する必要がある。これらについては、次年度のトラjekトリ調整手法の中で検討する。

掲載文献

- (1) 福田、白川、瀬之口 “トラjekトリ予測の誤差要因解析”, 第10回電子航法研究所研究発表会, pp. 81-86, 平成22年6月
- (2) 福田、白川、新井、瀬之口 “トラjekトリ予測に対する気象の影響”, 日本航空宇宙学会第41期年会講演会, pp. 563-567, 平成22年4月
- (3) 福田、白川、瀬之口 “トラjekトリ予測モデルの開発”, 第48回飛行機シンポジウム, pp. 360-367, 平成22年11月
- (4) 白川、福田、瀬之口 “航空機の垂直軌道についての一考察”, 第48回飛行機シンポジウム, pp. 7-14, 平成22年11月
- (5) 福田 “トラjekトリ・ベース・オペレーション”, 平成22年度TFOS年次シンポジウム, 平成22年11月
- (6) Y. Fukuda, M. Shirakawa, A Senoguchi “Development and Evaluation of Trajectory Prediction Model”, Proceedings of 27TH International Congress of the Aeronautical Sciences (ICAS 2010), Sept. 2010
- (7) Y. Fukuda, M. Shirakawa, A Senoguchi “Development of Trajectory Prediction Model”, Proceedings of ENRI International Workshop on ATM/CNS. (EIWAC 2010), pp. 95 – 100, Nov. 2010

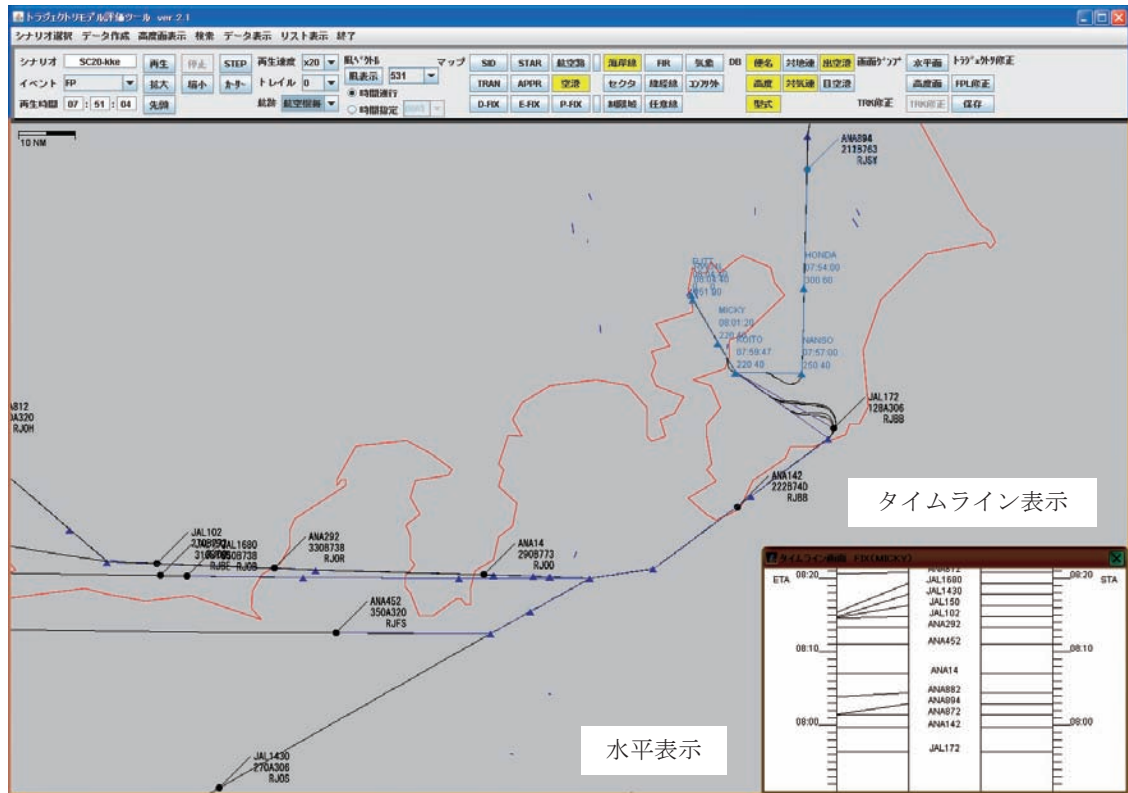


図1 トラジェクトリ評価システムの表示例

RNAV 経路における総合的安全性評価手法の研究 【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、森 亮太、住谷 美登里

研究期間 平成 21 年度～平成 22 年度

1. はじめに

航空局は飛行経路の短縮及び柔軟な設定を可能とする RNAV (Area Navigation) /RNP (Required Navigation Performance) の段階的な展開を計画している。なお、ICAO (International Civil Aviation Organization : 国際民間航空機関) の規定では、新たな方式等を導入する際の事前評価及び導入後の継続的な安全性評価の実施を各国に義務づけている。従って、RNAV/RNP に係る安全性評価手法を確立し、我が国における空域の安全性を一定水準以上に維持した上で展開を図る必要がある。しかしながら、現在、各国独自で試行・評価運用実績等を基に評価を実施しているのが現状である。今後、我が国において RNAV/RNP の展開を計画的に、かつ円滑に行うためには、ICAO への規程変更に係る提言も含め、RNAV/RNP の事前及び事後の安全性評価手法を確立する必要がある。

RNAV (空域をより有効に利用できる航法) 導入後並びに RNP の導入前及び導入後の安全性評価を定量的に実施するためには、衝突危険度モデルに基づく安全性評価手法を確立しておく必要がある。また、本格的な定量的安全性評価を実施するためには、準備的な定性的安全性評価も必要となる。具体的には、以下の①、②に係る評価手法の確立を目指し、RNP を含む高度な RNAV 運航導入のための導入前定性的安全性手法に関する調査も合わせて行う。

- ① 航空路における RNAV5 の導入後の継続的な定量的安全性評価
- ② ターミナル空域における RNAV1 の導入後の継続的な定量的安全性評価

2. 研究の概要

2.1 研究の目標

本研究は、航空機が飛行可能な空域を有効利用し空域の容量を拡大するために必要な RNAV の導入を支援するためのものであり、以下のことを行う。

- (1) RNAV 経路導入後定量的安全性評価の基礎的技術資料の提供
- (2) RNP 出発・進入方式導入前の定性的安全性評価手法の基礎的研究基盤を構築
- (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 RNAV1 経路の導入後の定量的安全性評価手法の調査・研究・当該手法の適用
- ② レーダデータ等の収集・解析
- ③ RNAV5 経路／ターミナル RNAV1 経路の継続的安全性評価実施方法の開発
- ④ 高度な RNAV 導入のための導入前安全性評価手法に関する調査

①について。衝突危険度モデルに基づく定量的安全性評価を実施するためには、横方向での衝突を考える場合に衝突危険度モデルで最も重要なパラメータとなる横方向重量確率を推定する必要がある。そのためには、航空機が航空路の中心線をどれだけ精度で飛行しているかを表す横方向経路逸脱量の分布の推定が必要となる。一方、安全の確保のためや経済効率の観点から、管制官が意図的に航空機を航空路から逸脱させて飛行(レーダ誘導)させることがある。横方向経路逸脱量の分布の推定に当たっては、レーダ誘導が行われた航空機を対象に含めるのは航法精度を実際より悪く見積もってしまうため好ましくない。

平成 21 年度に RNAV5 経路における安全性の事後評価手法の検討のために、RNAV5 経路の運航状況を飛行計画情報とレーダデータにより調査し、交通量が多いがレーダ誘導によると思われる逸脱の少ない経路および経路セグメント(2つのウェイポイントで構成される線分)を選定した。現在の日本の航空路監視レーダ(Air Route Surveillance Radar : ARSR)網では一つのエリアを 2～3 の異なるレーダによりカバーしている。このため選定された経路を確認できるレーダのうち、一番精度が良さそうなレーダを選定した。その結果、Y28 の KOMAK (小牧) -CUE (大津) 間を三国山レーダで確認するのが好ましいという結果を得ている。

上記選定経路の 2008 年 10 月～2009 年 7 月までの間の 8 ヶ月分の運航票を調査した。予めレーダデータを解析し、レーダ誘導されたとと思われる飛行便を抽出した。その情報に基づいてレーダ誘導の有無を運航票により調査した。

また、ターミナル空域の RNAV1 経路の導入後の定量的安全性評価手法の確立のために、平成 21 年度に引き続き、鹿児島空港および高松空港の RNAV 到着経路をレーダ誘導なしで RNAV 運航した飛行便を調べるために、運航票の調査を行った。

②について。RNAV5 に絡む航空路のデータや飛行計画情報、そしてターミナル RNAV1 経路に絡む鹿児島および高松空港のレーダデータに関係する管制部等の協力を得て収集、整理、解析した。

③について。平成 21 年度までに作成したプログラムの動作確認等を行った。

④について。FOSA (Flight Operational Safety Assessment) に関連文献の調査および FAA (米国航空局) による SAAAR (Special Aircraft and Aircrew Authorization Required) の手引書の全訳を作成した。

レーダ監視の行われていない空域等では、航空機の航跡を調べる事ができない。このため、考えられる手法としては、ブレ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があるが、ブレンストーミング形式の議論では時間的、経済的理由により議論の開催が困難となる可能性がある。そこで、インターネットを利用したハザードのリスク評価システムを考案、検討し、構築した。平成 21 年度から始めて、今年度、完成させた。

3. 研究成果

前述の運航票の調査を効率良く行うため、交通量が多い経路で、尚且つレーダ誘導が少ない経路を平成 21 年度に選定した。運航票の調査は東京航空交通管制部で行うため、当該管制部の管轄空域における関東と関西を結ぶ Y28 経路の KOMAK-CUE 間が好ましいという結果を得た。

その選定に基づいて、2008 年 10 月から 2009 年 7 月までの間の 8 ヶ月分 (2009 年 2 月はレーダデータなしのため除いた) の運航票を調査した。当該経路は一日に 100 便程が飛行している経路である。比較的レーダ誘導の少ない経路を選定したが、それでも多い日は 6 割以上のレーダ誘導と思われる逸脱があり、このような日は効率が悪いいため調査対象から外した。平均して 3 割弱のレーダ誘導が観測された。

レーダ誘導の記述のある飛行便を調査対象から外して、横方向経路逸脱量の分布を推定し、95%含有率を計算した。RNAV5 では、全飛行時間の 95%を 5NM 以内で飛行できる能力が要求される。実際にその基準を満たしていることが確認できた。実際には 95%含有率は±0.2 NM 以内であることが分かった。1990 年代の日本での独自基準に基づ

く RNAV4 (J-RNAV ルート) 経路の導入時に調査した時は RNAV1 相当の精度だったので、単純比較では当時の 5 分の 1 程であり精度としては 5 倍程良くなっている。

ターミナル RNAV1 経路での航空機の横方向の精度を調べるため、鹿児島空港でもレーダデータの収集と運航票の調査を行い、同様の解析を行った。その結果、RNAV1 導入前の試験運用時に調査した時と比べて、精度が良くなっていることが分かった。

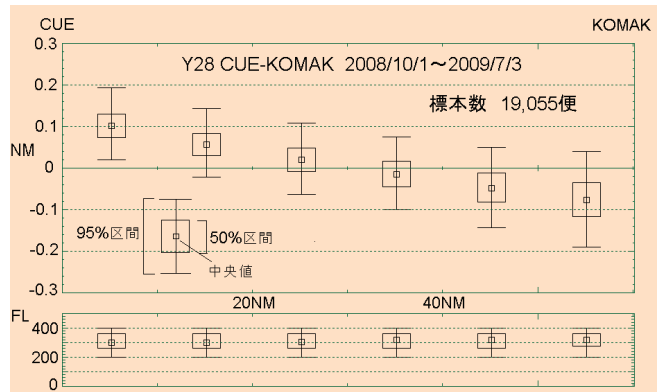


図 1 箱ひげ図による 95%含有率等の表示例。上下の横棒が 95%含有率を、長方形が 50%含有率を、正方形が中央値を表す。上の図は経路の中心が 0 で北側を正にとってある。下の図は高度 (単位はフラインレベル) を示している。

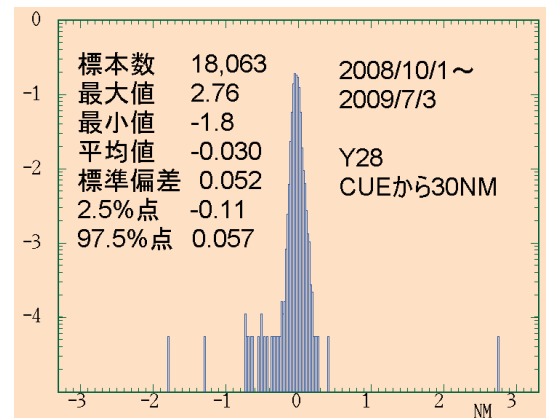


図 2 選定した RNAV5 経路の CUE から東 30NM の地点における横方向経路逸脱量の分布 (単位は海里)。衝突リスクの計算には 95%含有率ではなく、こちらの分布が必要。2.8NM にある逸脱等は、運航票へのレーダ誘導の記入漏れの可能性もあるが対象に加えた。

4. まとめ

本年度の研究の概要を示した。本研究は航空局の RNAV

経路導入計画を支援する目的で行われている。

RNAV5 経路およびターミナル RNAV1 経路の導入後の定量的安全性評価のためには、航空機の横方向の航法精度を推定する必要があり、レーダデータ等の解析および運航票の調査が必須となる。RNAV5 経路に関しては、平成 21 年度に選定した経路において、2 万便以上の運航票を調査してレーダ誘導の有無を調べ、その結果を反映させた横方向経路逸脱量の分布を推定した。その結果、日本での RNAV 経路導入時（1990 年代）の調査時と比べて 5 倍程精度が良くなっていることが分かった。

また、鹿児島空港のターミナル RNAV1 経路の調査では、RNAV1 経路導入前の試験運用時よりも精度が良くなっていた。

インターネットを利用したハザードのリスク評価システムについては、有効利用できていない状態なので、実際に使用して効果および改良点を評価する必要がある。

今回の解析結果を活用し、今後の RNAV の展開において安全で効率的な航空機の運航に役立てればと思う。

掲載文献

- (1) 天井：“RNAV 承認機に対する安全な最小経路間隔の推定方法（IAIN2009 論文概要）”、日本航海学会誌「NAVIGATION」、第 173 号、2010 年 6 月
- (2) Mori：“Safety Assessment for Reduced Time-based Separation Minima on Oceanic Routes.”, 9th Innovative Research Workshop & Exhibition, France, Dec. 2010
- (3) 天井、藤田、森：“インターネット環境を利用した定量的安全性評価手法（ハザード同定、リスク評価）の提案”、日本航海学会論文集、第 124 号、2011 年 3 月
- (4) Mori：“Safety Assessment for Reduced Time-based Separation Minima on Oceanic Routes.”, Journal of Mechanical Systems for Transportation and Logistics, Vol.4, No.1, 2011

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、福田 豊、蔭山康太、宮津義廣

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、空港周辺空域では航空交通量の増大による高密度化、複雑化が予想される。また、航空交通システムは容量増大のみならず運航効率向上など社会及び航空関係者の多様な期待に応えることが求められている。

一方、航空交通システムの運用の根幹である空域・経路・管制方式等の検討及び設定は、極めて専門的な運用知識や経験則等に基づいて進められているが、その過程においてデータに基づく客観的評価や関係者による具体的な（あるいは数値的な）改善目標の共有を一層図ることが有効である。特に大都市圏周辺の空域は空港整備に伴う交通の集中・輻輳が予想され、その最適化に向けた評価手法の充実が望まれることから、高密度化、複雑化が予想される空港周辺空域の運用改善に資する客観的評価手法に関する本研究を行っている。

2. 研究の概要

本研究では航空機の上昇及び降下飛行が輻輳する空域を最適化するための総合的な評価手法及び当該空域の設計用評価ツールを開発する。

平成 22 年度は、平成 21 年度に引き続き実運用における羽田到着機の到着フェーズ滞留時間の測定を行った。また、バーチャル地球儀ソフトウェア上に 3 次元でトラジェクトリ（軌道）を表現する手法を用いて、羽田空港 D 滑走路供用開始後に予定される新出発到着飛行方式の描画モデルを作成した。そして評価ツールでは、運航モジュール、表示機能、パス編集機能を向上させた。

3. 研究成果

3.1 実運用における羽田到着機の滞留時間評価

一般に、巡航高度の離脱から進入許可が発出されるまでの到着フェーズで飛行延伸が発生する。この飛行延伸は、空域容量と管制効率を考慮した管制方式及び滑走路容量に基づく進入順序・間隔付けにより発生し、その結果は運航効率に影響するから、その評価が飛行空域の性能を表わすと考えられる。そこで到着フェーズでの飛行延伸による遅延を滞留時間と定義し、平成 21 年の羽田空港

到着機データを対象にこれを測定した。

測定方法は平成 21 年度に行った手法と同様である。巡航高度からの離脱開始点付近から発生するレーダ誘導を包含できるよう、各航空機が空港標点から半径 150nm の円内に入域した地点から滑走路進入端直近の着陸判定点までを測定範囲とし、その間の飛行距離・飛行時間を測定した。測定データは平成 21 年 2/4/6/8/10/12 月の 35 日分の羽田到着機 RDP（Radar Data Processing）システムデータを用い、飛行経路の判定に FDPS（Flight Data Processing System）データを使用した。

各航空機のトラジェクトリはターミナル管制所への管制移管点を境界としてエンルート部分とターミナル部分とに分類した。また、公示されている経路を計画（想定）経路とし、実測値の中でエンルート経路パターンに合致又は近似しない飛行は算出対象外とした。同一経路の同一距離であっても実際の飛行時間は、航空機型式、巡航高度、さらに年間を通じては季節風の影響を受け到着機毎に異なる。ここでは、経路パターン別の平均所要時間から経路パターンの標準飛行距離の所要時間を算出し当該計画（想定）経路の標準飛行時間とした。

計画（想定）経路パターンとその距離・標準時間を表 1 に、測定された実際の飛行距離・時間の統計結果を表 2 に示す。

航空機毎の飛行時間の実測値と計画（想定）経路の標準時間の差から滞留時間を算出した。滞留時間値による機数の割合を図 1,2 に示す。図 1 は平成 21 年データの統計結果、図 2 が昨年度算出した平成 20 年データの統計結果である。図 1、2 において「 $\leq 0:00$ 」は計画経路より短縮されたか滞留がなかったことを、「 $\leq 0:10$ 」は 10 分以内の滞留、「 $\leq 0:15$ 」は 10 分を超え 15 分以内の滞留、「 $\leq 0:20$ 」は 15 分を超え 20 分以内の滞留、「 $> 0:20$ 」は 20 分を超える滞留時間を示す。航空局航空交通管理センターは羽田到着機の交通流管理を行う際、進入順序・間隔付けのための許容滞留時間の標準値を 10 分としている（平成 22 年 9 月において）ため、概ね 10 分以下に抑えられている。

エンルート空域の計画経路				
移管点	公示標準経路	距離	標準時間	
TLE	V22 TLE	117	0:17	
	Y10 TLE			
	V32 GOC V22/Y10 TLE	120	0:17	
	GTC R211 GOC V22/Y10 TLE	141	0:19	
SPENS	HISUI Y31 LAPIS R211 GOC Y10 TLE	172	0:22	
	RJNK /// KCCV59 LHE V17 WESTN	175	0:22	
	G597 XAC V17/Y211 WESTN			
	Y71 XAC V17/Y211 WESTN	133	0:16	
	V17 XAC V17 WESTN			
	Y291 SHTLE Y29 LHE V17 WESTN	138	0:17	
	Y29 LHE V17 WESTN			
	Y23 VIOLA Y21 XAC Y211 WESTN	135	0:16	
	Y21 XAC Y211 WESTN	117	0:14	
	A1 SAKIT W28 SPENS V17 WESTN			
PERRY	Y52 SAKAK Y521 XAC Y211 WESTN	113	0:13	
	W28 SAKIT V18 OTAKI	113	0:13	
	Y573 NJC Y523 PERRY Y231 ORGAN V18 OTAKI	107	0:12	

ターミナル空域の想定経路				
移管点	着陸滑走路	移管点から着陸までの想定経路(方式)	距離	標準時間
TLE	RWY34	KOITO N. RNAV ARRIVAL+ILS34L	67	0:17
	RWY16	JONAN N. RNAV ARRIVAL+VOR16L	54	0:14
	RWY22	KASAI N. RNAV ARRIVAL+ILS22	54	0:15
SPENS	RWY34	Y211+KOITO S. NR1 RNAV ARRIVAL+ILS34L	59	0:13
	RWY16	Y211+JONAN S. NR1 RNAV ARRIVAL+VOR16L	71	0:16
	RWY22	Y211+KASAI S. NR1 RNAV ARRIVAL+ILS22	83	0:19
PERRY	RWY34	V18+KOITO S. NR2 RNAV ARRIVAL+ILS34L	89	0:20
	RWY16	V18+JONAN S. NR2 RNAV ARRIVAL+VOR16L	95	0:21
	RWY22	V18+KASAI S. NR2 RNAV ARRIVAL+ILS22	106	0:26

表 1: 計画(想定)経路距離・標準時間

全データ	エンルート		ターミナル	
	距離	時間	距離	時間
平均	129	0:16	72	0:17
最大	203	0:30	197	0:45
最小	99	0:10	36	0:09
標準偏差	14	0:02	18	0:03
個数	13591	13591	13591	13591

移管点別	着陸滑走路別							
	エンルート		ターミナル		ターミナル		ターミナル	
SPENS	距離	時間	距離	時間	距離	時間	距離	時間
平均	135	0:16	67	0:15	82	0:18	98	0:22
最大	202	0:30	140	0:33	174	0:42	186	0:45
最小	105	0:11	44	0:10	57	0:12	55	0:13
標準偏差	13	0:02	15	0:03	14	0:03	19	0:04
個数	9341	9341	5947	5947	2580	2580	814	814
PERRY	距離	時間	距離	時間	距離	時間	距離	時間
平均	111	0:13	81	0:18	92	0:20	110	0:24
最大	203	0:26	159	0:40	120	0:27	197	0:45
最小	99	0:10	62	0:12	75	0:15	82	0:18
標準偏差	8	0:01	14	0:03	11	0:02	21	0:05
個数	881	881	516	516	259	259	106	106
TLE	距離	時間	距離	時間	距離	時間	距離	時間
平均	119	0:17	65	0:16	58	0:15	62	0:17
最大	197	0:27	125	0:35	114	0:28	193	0:45
最小	114	0:13	41	0:09	40	0:09	36	0:10
標準偏差	8	0:01	9	0:02	9	0:02	21	0:05
個数	3369	3369	2055	2055	985	985	329	329

表 2: 測定された飛行距離・時間の統計結果

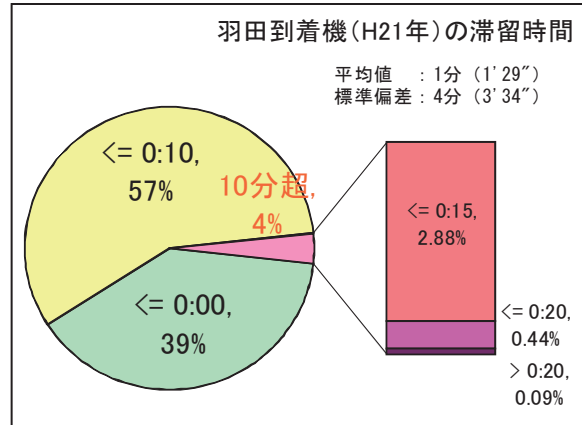


図 1: 平成21年の滞留時間割合

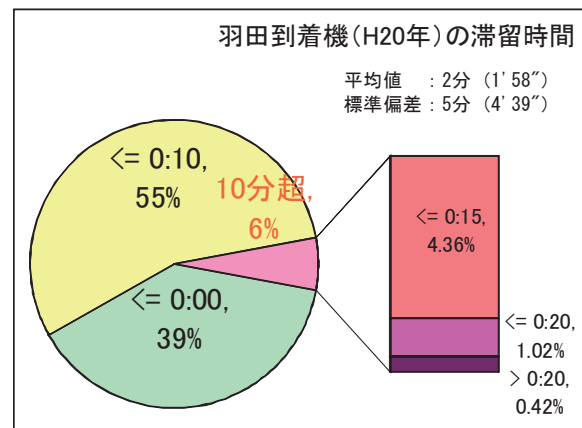


図 2: 平成20年の滞留時間割合

3.2 新運用方式の簡易な3次元表現

幅広い関係者が利用できるメリットからパソコン上で利用可能なバーチャル地球儀ソフトウェア Google Earth 上に空域と3次元トラジェクトリを表示する試みを平成21年度に行った。平成22年度はこの手法を用いて、平成22年10月の羽田D滑走路供用開始に伴う新運用方式(標準計器出発方式、標準計器到着方式及び計器進入方式等)のトラジェクトリモデルを運用開始に先立ち作成し、航空局に提供することにより新運用方式に対する関係者の理解の促進に貢献した(図3)。

Google Earthで展開できる以下のkml形式ファイルを作成した。3次元トラジェクトリは簡易なフライトシミュレータからデータを取得したのでGoogle Earthのツアー機能で連続視点移動を行う際にはバンク角が視点に反映される(図4)。

- ・D滑走路及び接続誘導路のオーバーレイファイル
- ・RWY34R/L、RWY22及びRWY23への標準計器到着方式のオブジェクトファイル
- ・RWY34R/Lからの標準計器出発方式のオブジェクトファ

イル

- ・RWY34R/L、RWY22 及び RWY23 への ILS 進入方式のオブジェクトファイル
- ・RWY34L、RWY22 及び RWY23 への経路指定視認進入方式のオブジェクトファイル及びツアーファイル
- ・経路指定視認進入方式における指定地上物標のオブジェクトファイル

(RWY34R/L…北風運用時の C/A 滑走路
RWY22…南風運用時の B 滑走路
RWY23…南風運用時の D 滑走路)

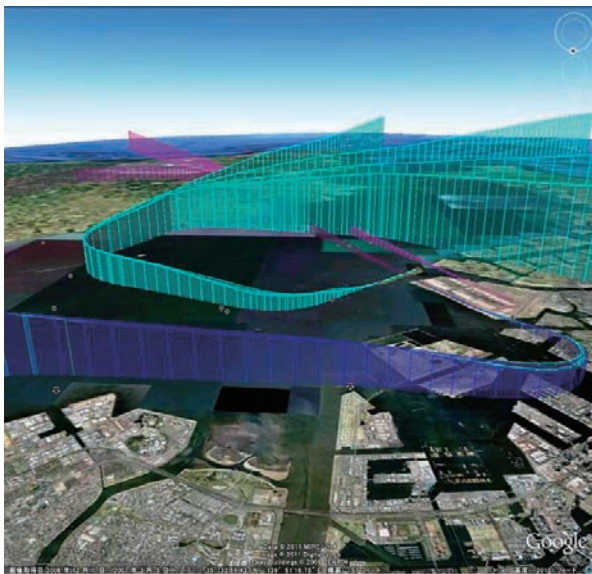


図 3:北風運用時の出発到着方式

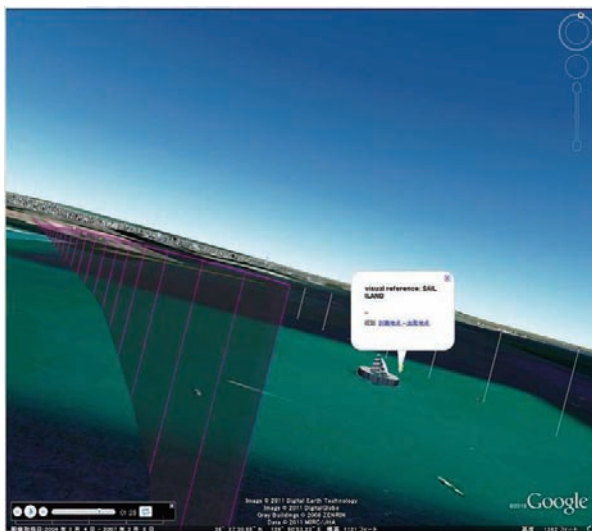


図 4:経路指定視認進入のツアー再生

3.3 空域設計評価ツールの機能向上

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運航モジュールを機能向上した(図5)。空域設計

評価ツールは航空機の航跡データおよび仮想的な経路データ等から生成したトラジェクトリから、空域評価に関する解析値(滞留時間)を算出する。本年度は、経路データ等に基づいて航空機のトラジェクトリを生成する運航モジュールを機能向上した。運航モジュールは、出発経路、到着経路、FIXなどの航法データ、および、任意経路を描くパスデータに沿って、航空機の飛行性能を考慮してトラジェクトリを生成し、表示する。航法データに関しては、重複定義へ対応、さまざまなパターンを経路への対応、パスターミネータの種類を追加した。また、任意経路を描画するパスデータに関する機能の向上として、画面上のマウス操作での編集の機能を向上した。さらに、航跡データと表示機能については、リスト表示および立体的な可視化のため3次元表示機能を向上した。高度面表示は、緯度や経度等を横軸にして、航空機の高度を表示する。3次元表示は、上空から斜めに見下ろしたような鳥瞰図を表示する。視認しやすくするための航跡の垂線、空域を表示するためのポリゴン表示などを追加した。

本評価ツールでは、空域評価のための解析値(滞留時間)を算出し、それに影響する要因を探るために航空機の位置関係を表示する。

4. まとめ

平成22年度は前年度に試行した手法の活用を主体的に行った。航空機運航において遅延が発生しやすく時間予測が不確実な到着フェーズでの飛行延伸による遅延を滞留時間と定義し平成21年の羽田空港到着機データを対象に滞留時間を計測し評価した。またチャート、レーダ表示等では平面地図上に高度を数字で示す現状において、空域の3次元立体構造の理解向上を図る目的で、羽田空港の新運用開始に合わせ Google Earth を利用した運用方式の視覚化を行った。

そして評価ツールでは、運航モジュール、表示機能、パス編集機能を向上させた。今後、空域再編後の羽田到着機の滞留時間を測定し、運用方式変更に伴う空域特性の変化を検証する。これら検証から空域再編の効果及び航空交通管理新運用方式(CFDT機能)における滞留時間目標値を明らかにすることにより到着機処理における運航効率改善を目指す。

掲載文献

- (1) 木村、福田、蔭山、“ターミナル空域評価手法におけるふたつのアプローチ”、平成22年度電子航法研究所研究発表会講演概要、p.77-80、2010年6月

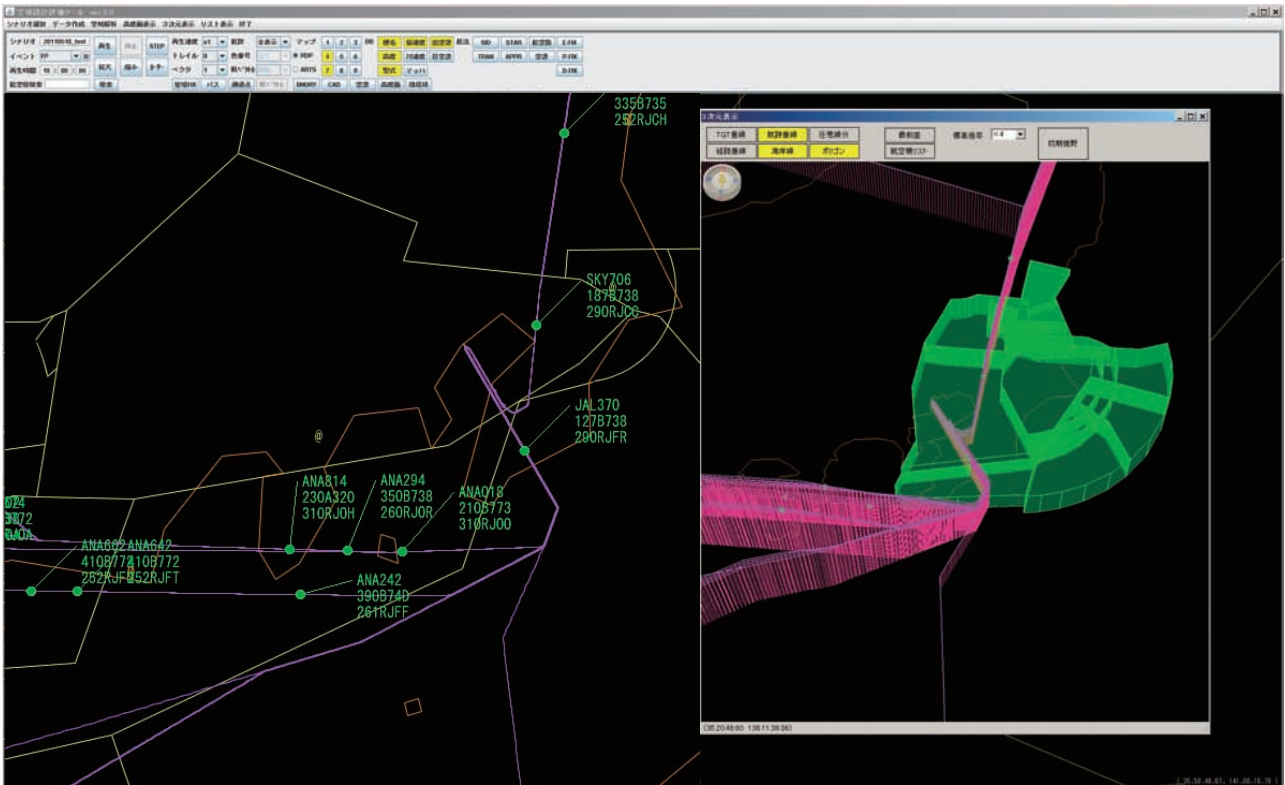


図 5. 空域設計評価ツールの表示例

分散認知を用いた航空路管制業務の知識伝承に関する研究【指定研究B】

担当領域 航空交通管理領域
担当者 ○井上 諭、青山久枝
研究期間 平成 21 年度～平成 23 年度

1. はじめに

人間が介在するシステムにおいて、人間を意識しないデザイン（設計）では、複雑化するシステムの機能を100%発揮することは難しいものとなってきている。システムのデザインは、そこに介在する人間も含めたトータルなシステムとして十分に検討され設計される必要がある。航空管制業務は非常に複雑でありながら、人間である航空管制官（以下、管制官）が判断を行うミッションクリティカルなシステムであり、人間を含めたシステム全体のあり方のデザインを検討することは重要である。しかし、航空管制業務は専門的で、かつ複雑であるが故、それらを理解することは容易ではない。とくにチームで作業が同時並行的に行われる管制業務は専門的な技能や知識といった個々の管制官が獲得している能力を、理解することは簡単ではない^[1]。管制業務の知識を獲得するには、管制官になるための訓練などから知識を獲得する必要があるが、現在のような経験が重要な要素となる訓練を受けなければならないとすると、システムデザイナーがその知識を理解、獲得することは困難であると言える。また、管制官自身は専門的な知識や技能の獲得のために、基礎的な知識の習得から、体感的な訓練と経験を十分に積むことで行われている。このような経験することで獲得されることを主として、明確に体系化されていない知識や暗黙的に獲得される知識や技能を理解することは、大変な作業となる。

本研究では、認知工学的な視点から管制官の訓練手法の設計やシステム設計の基本となる管制官の業務ノウハウや知識に注目する。そのうえで、本年は管制官のスキル・ノウハウを現場状況に基づいて分散認知分析を行い、管制官の専門的知識やスキルの構造を体系化する知識構造化のための分析ツールについてプロトタイプ構築を行った。

2. 分散認知に基づく分析支援ツール

本研究では管制官の現場業務を分散認知の視点から観察に基づいて、管制官の獲得する技能や知識を整理、分析することで知識の構造化が行えるような分散認知分析に基づく分析支援ツールを第一段階として行った。分散認知分析とは、組織やチームとして行われる作業を対象に、それらシステム環境中における作業や関係するインタフェース等のエージェント同士のインタラクションを分析し、新しいシステムの設計を検討する

ための問題点の洗い出しや、認知的な観点から設計を検討するための分析手法である^[2]。

今回構築した知識構造化のための分析支援ツールでは、現場などの分析対象となる状況をビデオとして記録映像とし、それらを基にエージェント間のインタラクションや状況について、時系列での記述や、映像に対する状況の注釈・解説を記録、記述できるシステムである。

システムは分析対象となるビデオ画面と連動してエージェント同士のインタラクションを映像にしてマークアップでき、時間の遷移とエージェント同士の関係を記述できるプロパゲーション画面、各エージェントが行うイベント毎の要素の関係をネットワークとして表現できるアブストラクション画面、また、さらにエージェント同士の結びつきの強さを表現できるネットワーク画面から構成されている。（図1）

これらの画面に記述されたエージェント及びそれらに関係する要素は基本的に、時間遷移と共に全て連動して表現され、記録できる。

2. 1 ビデオ画面

ビデオ画面では、ビデオ中に映し出される分析対象となる作業やインタフェースをエージェントとして分類し、それらの作業状態を時間毎に記述できる。記述はビデオを再生しながら画像中をクリックすることで、マークアップし、展開されるダイアログボックスに記述する。ダイアログボックスは対象となるエージェントと表現状態、伝達手段、プロセス、そしてそれらの作業時間について記述できる。さらに、今後はこれらについての解説ができるようにノート機能を持たせるようにする。

このビデオ画面上で状況記述を行うと、それらの情報は、プロパゲーション画面、アブストラクション画面、ネットワーク画面にそれぞれエージェントとそれらの状態の要素が作成される。

2. 2 プロパゲーション画面

プロパゲーション画面はビデオ画面で定義された要素を各エージェント毎に時間の遷移と共に表現できる。エージェント同士のインタラクションはこの画面でコネクションすることが可能で、ここで構築されたネットワークはアブストラクション画面とネットワーク画面に反映される。エージェント同士の各エージェントの要素をドラッグすれば、ダイアログボックスに書きこんだ内容が表示され、注釈等の内容に必要があれば、修正・変更を行うことができる。

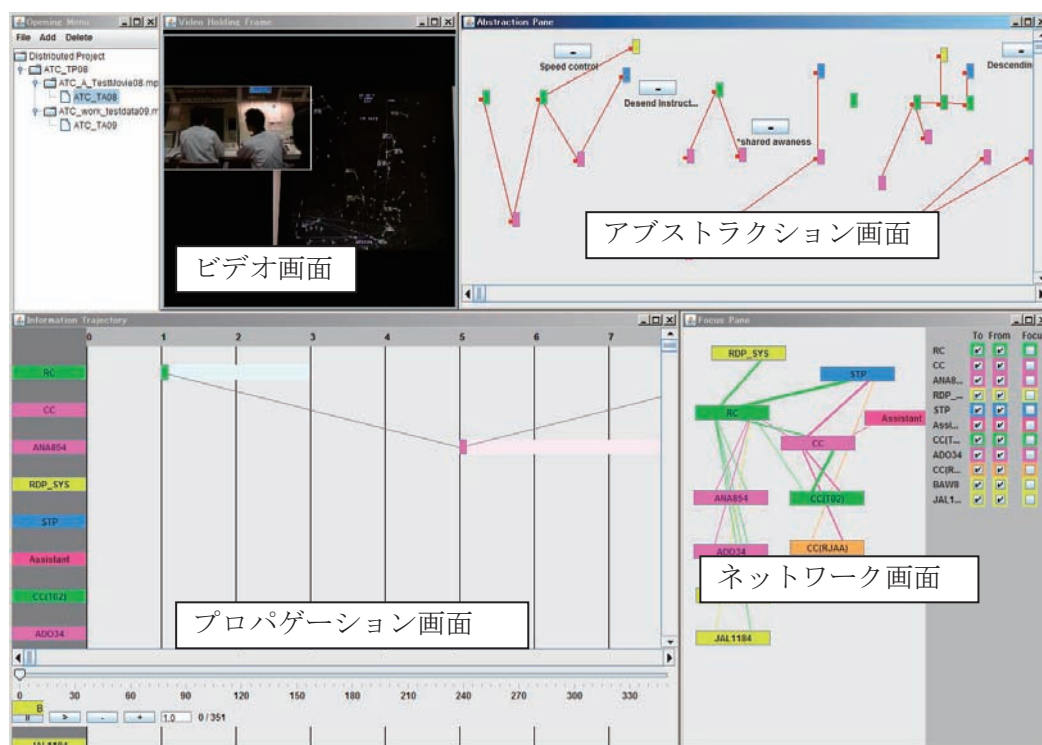


図1 知識構造化支援分析ツール

この画面ではエージェントの作業エレメントの時間的な状態と他のエージェントとのインタラクションの関係を整理して表現できる。

2. 3 アブストラクション画面

アブストラクション画面では、エージェントによって色分けされ、状態に関して記述された作業に関する各エレメントが構築されたネットワークと共に表示される。これらのエレメントとネットワークをさらにこの画面ではグループ化することができ、関係するエレメントとネットワークを関係する作業のプロセスについての記述として整理することが可能である。これを一つの知識という形で表現することで、同じ作業の種類、知識でも、作業の状態プロセスの違いやバリエーションの違いを簡単に比較することが可能となり、知識の理解や、構造化の要素を作り出すことができる機能である。ビデオ再生中はプロパゲーション画面、ビデオ画面と連動して、その時点で再生されているビデオの状態について該当するエレメントの色を変化させて、画面との関係を時系列で理解することができる。

2. 4 ネットワーク画面

ネットワーク画面はビデオ画面及び、プロパゲーション画面で構築されたエージェントによるインタラクションの頻度によるネットワークのつながりの強さを直感的に理解できるように表現している画面である。エージェント同士のネットワークの結びつきが強ければ、エージェント間の接続を構築している線は太く

表現される。またビデオ再生中は、アブストラクション画面と同様に、ビデオ再生中はプロパゲーション画面、ビデオ画面と連動する。ネットワーク画面では、再生されているビデオの状態について、インタラクションの状態に該当するエージェントの色を変化させて表現し、画面との関係を時系列で理解することができる。

3. まとめ

航空管制業務について知識構造化フレームワーク構築を目的として、管制官の業務について現場観察およびデータ分析に基づいた管制業務の分析を行うための支援ツールの開発について報告した。今後は、このツールの機能をさらに拡張し、活用した総合的な知識管理の仕組みに対応した知識構造化フレームワークのシステム化に取り組む。

参考文献

- [1] Inoue S, Aoyama H., Soraji Y., Kanno T., Furuta K., and Nakata K., (2009) Team Cognitive Process Analysis of Air Traffic Controllers as Distributed Cognition, Proc. ESREL2009 (European Safety and Reliability Association Conf.), pp.1823-1828
- [2] Hollan, J., Hutchins, E., and Kirsh, D. (2000) Distributed cognition: Toward a new foundation for human-computer interaction research. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 7(2), pp. 174-196.

空港面トラジェクトリ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 ○青山 久枝、山田 泉、福田 豊、森 亮太

研究期間 平成 21 年度～平成 22 年度

1. はじめに

平成 22 年度東京国際空港 D 滑走路供用開始により、航空交通量の増大が確実となっている。東京国際空港の新滑走路に伴い、誘導路の増設、国際線ターミナルビル運用によって、管制官の業務が複雑化して負荷が上がるとみられる。そのため、管制業務負荷の過剰な増大を避けるために、空港面において航空機の円滑な地上走行など交通量増大に対応できる安全性向上と効率的利用についての検討やシミュレーションによる評価が重要となる。また、近年の航空業界の情勢としても燃料節減、CO₂ 排出削減等環境対策が強く要望されているところである。

諸外国においても同じ課題を抱えており、管制官、航空会社、機器メーカーなどによる対応策の研究や運用評価などが行なわれている。

2. 研究の概要

本研究では、東京国際空港の空港面交通における問題点を明らかにするため、MLAT(マルチラレーション)評価データにより、航空機の地上走行に関する詳細な分析を行う。また、分析結果により、渋滞緩和のための現実的な対応策を検討し、簡易シミュレーションによる検証を行う。

空港面での出発機あるいは到着機を誘導路上で待機させなければならないことは、交通に滞留を起す原因と考えられる。特に離発着機数の多い東京国際空港においては、誘導路上での待機時間を減らすことにより燃料節減、CO₂ 排出削減、定時性確保などの対応に繋がる。

平成 22 年度においては、MLAT 評価データから東京国際空港の航空機地上走行に関するデータ分析を継続して行った。また、滞留の状況を詳細に分析し、可視化した。さらに、分析データをシナリオとした簡易シミュレーションの評価および渋滞緩和の対応策検討を行った。

3. 研究成果

3.1 地上走行に関する分析

本研究では、空港面を 50m×50m のセルに区切り、そのセルの中を時速 10km 以下で走行した場合の通過時間を滞留時間と定義した。また、滑走路手前の停止線より任意の距離をとった誘導路上にある地点を合流箇所、合流箇所の

通過時刻を合流時刻とした。

東京国際空港の MLAT 評価データにより、各航空機のスポットアウトから離陸まで、あるいは着陸からスポットインまでの走行経路、特定した地点での通過時刻、プッシュバックの状況、走行速度のプロファイル等を抽出した。図 1 に、風向きによる運用形態で最も頻度の高い北風運用時の走行経路を示す。

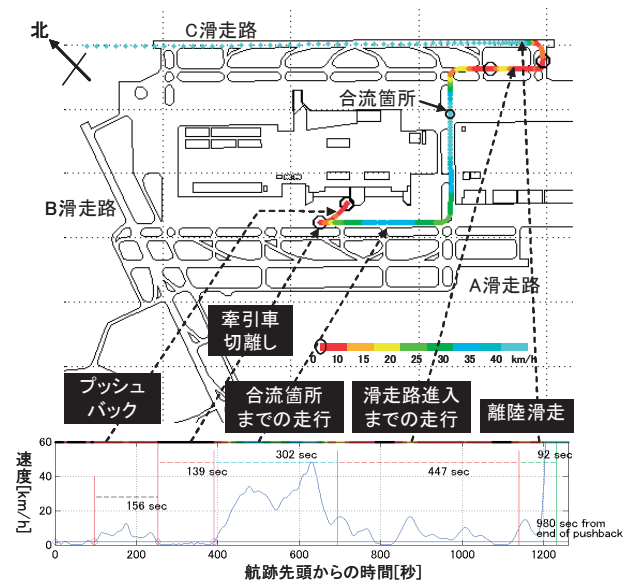


図 1 航空機の地上走行に関する分析結果の例

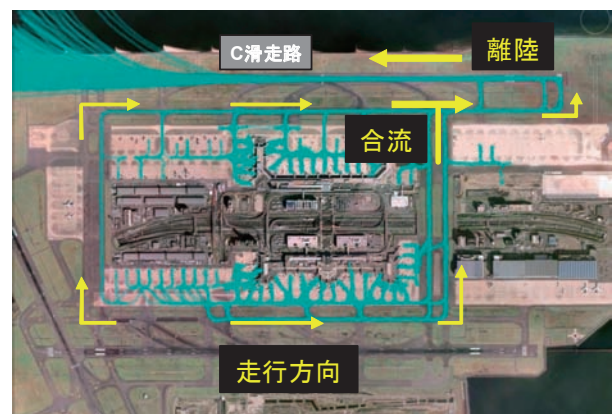


図 2 出発機の走行経路（北風運用時）

3.2 滞留に関する分析

実際に、出発機が走行時にセルごとに滞留した時間を累積して空港面地図上に表した(図 3)。図 3 より、出発機

は離陸滑走路手前の誘導路上で、離陸待ちによる滞留を起していることがわかる。

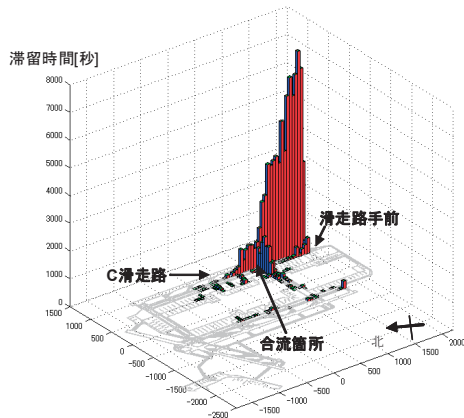


図3 出発機の滞留時間累計値 (1日分)

また、図2の合流箇所を境に、滑走路手前に向かって滞留時間が増加していることがわかる。出発機毎にスポットアウト時刻から離陸時刻までを1本の線分で表し、合流時刻により内訳して離陸順に縦軸方向に積み上げた滞留状況可視化の例を図4に示す。

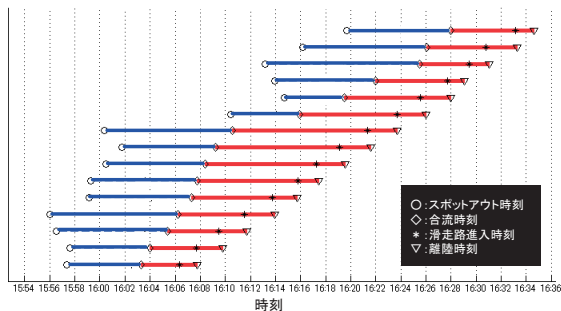


図4 滞留状況の例

図4より、スポットから合流までの所要時間のバラツキは、それらの位置関係による走行距離に依存するところが多い。合流から離陸までの走行距離はほぼ等しいことから、出発機の混雑時間帯では各航空機の所要時間のバラツキは、離陸待ちによる滞留時間による影響を受けていると言える。

図4の各機の離陸時刻を結んだ線の傾きは離陸間隔を表しており、規程により定められた間隔であるため短縮することは困難である。しかし、合流時刻を結んだ線は出発機の集中により傾きが異なる。離陸待ちによる滞留時間は合流時刻を調整することによって緩和されるはずである。その対応策として、出発機が集中する時間帯において、離陸待ちによる誘導路上での滞留時間をスポットでの待機時間に置き換えることは誘導路の滞留を緩和する有用な

方法と考えられる。

3.3 空港面シミュレーション

3.2の滞留を緩和する対応策として検討を行っているスポットでの待機時間置き換えについて、分析したデータをシナリオとしたシミュレーション評価を試みた。

結果として、出発機が大半を占める時間帯では有効とみられたが、出発機と到着機の混在する時間帯では、到着機の誘導路上でのスポット空き待ちによる滞留などが発生した。

4. 考察等

東京国際空港における4本目の滑走路と国際線ターミナルビルの運用開始により、離発着機数の増加、走行経路、誘導路など空港面の運用が変化した。しかし、本研究は実測値からの現状を把握する基礎的、かつ、実用的な研究であり、これまでに行ったデータ分析手法、表記方法などの成果は、このような運用の変化に対応可能である。

また、離陸待ちの滞留時間をスポットでの待機時間に置き換えることの有用性が明確になってきている。今後、平成23年度開始の「空港面トラジェクトリに関する研究」において、新しい運用での分析を進め、空港面全体の交通流を十分に考慮し、空港面における実用的な滞留緩和の対応策について検討し、シミュレーションでの検証を行っていく。

掲載文献

- (1)Mori, R., "Modeling of Aircraft Surface Traffic Flow at Congested Airport Using Cellular Automata," 4th International Conference on Research in Air Transportation (ICRAT 2010), 2010.
- (2)山田他：“An Analysis of Surface Traffic of a Large Airport -Characteristics of Departure Aircraft Congestion-”，Proceedings of the 2nd ENRI International Workshop on ATM/CNS (EIWAC2010)，pp.371-380，2010.
- (3)山田他：“大規模空港の航空機地上運航に関する分析-出発便の滞留要因について-”，日本航空宇宙学会第48回飛行機シンポジウム講演集，pp.326-336，2010.
- (4)森：“混雑を考慮した空港面トラフィックのモデル化”，日本航空宇宙学会第48回飛行機シンポジウム講演集，pp.1-7，2010.
- (5)Mori, R., "Modeling of Aircraft Ground Taxiing at Congested Airport," 2011 Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology, 2011.

拡張現実技術を用いた管制業務支援に関する研究【指定研究 B】

担当領域 航空交通管理領域
担当者 ○井上 諭、塩見 格一（機上等技術領域）
研究期間 平成 22 年度～平成 24 年度

1. はじめに

航空管制業務においてタワー管制業務は、現在に至っても管制官の目視による安全確認を行うことが、管制業務の要となっている。一方、移り変わる天候や時間によって変化する環境の状態によっては、人間の視覚の対応能力にも限界があり、業務の負荷が増える場面も生じる。これら管制官の業務の視覚的なサポートを行うことは管制支援技術として今後、期待される場所であると我々は考える。

タワー管制業務を行うにあたり、通常用いられるシステム機器の情報は、フライトストリップ（運航票）、空港面レーダ（ASDE）、ウェザー情報（風向、風速等）、加えて空港周辺部レーダ（ARTS または TRAD）等があるが、これらの情報と合わせて、管制官はターゲットとなる航空機を自身で視認することで、安全間隔を保つための業務を行っている。レーダ等の情報は業務支援機器の発展と共に配備されたものであるが、基本的に管制官がタワー管制室からターゲット航空機を目視して確認する作業は以前から同じであるといえる。

本研究は、管制官の視認作業を拡張現実技術(Augmented Reality : AR) を用いることで直接的に支援可能なインタフェース機器の研究・技術開発を行うことを目指す。

2. コンピュータビジョンを用いた管制官の目視業務の支援技術

タワー管制業務では、前述したように現在も主たる監視業務は目視によって行われるが、人間の目視能力には限界がある。特に朝や夕方の日差しが目に入るような状況、さらには夜の闇、また天候によって起きる霧など

の視界不良な状況では、視界から獲得できる情報量は少なくなるため、管制官はシステムの情報と無線通信にたよってのみ安全な状況について確認を行うため、管制官の負荷は増加する。

この研究で提案する基本システムでは、既に、レーダやマルチラテレーションシステムから獲得されている航空機の位置情報を活用し、航空機の識別および位置等の情報を映像に重ねて表示を行えるような拡張現実技術の仕組みの開発を目指す(図 1)。

3. 遠隔管制業務支援への応用

タワー管制業務を効率的に支援するための仕組みとしてリモートタワーというアイデアがある^{[1][2]}。リモートタワーは通常 1 日あたり 10 便程度と飛行便数の少ない地方空港などを対象として、航空管制業務を遠隔的に行うことを目的にしたものである。地方空港をセンターから遠隔で管制業務を実施することで、管制官の配置されていない小空港の業務をまとめて、効率的に管理、運用することが期待されている。

日本では飛行便数が少ない空港では、管制官が配置されていないケースがある。そのような空港では、航空機同士の管制間隔の関係からアプローチクリアランスが出された場合、他の航空機のアプローチや空港にいる出発機は待たなければならない。このような状況が発生すると、1 日の便数が少ないにも関わらず、出発遅延が発生し運用効率が下がってしまい、サービス性も悪い。

リモートタワーの技術が確立されれば、これらの問題が解決されるうえに、管制官のコントロールが受けられることから、運用上の安全性の向上も期待できる。

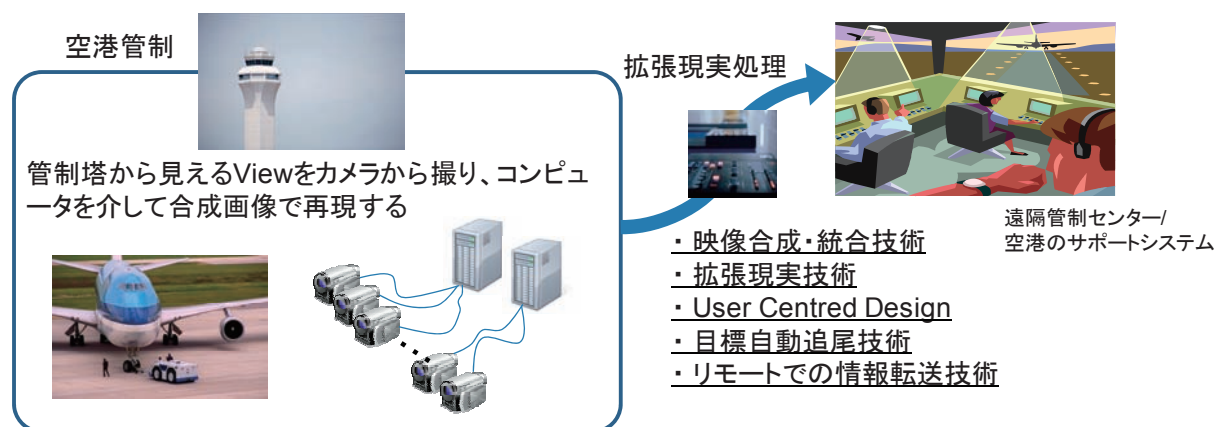


図 1 位置情報と画像を用いた AR 技術のタワー管制業務支援イメージ

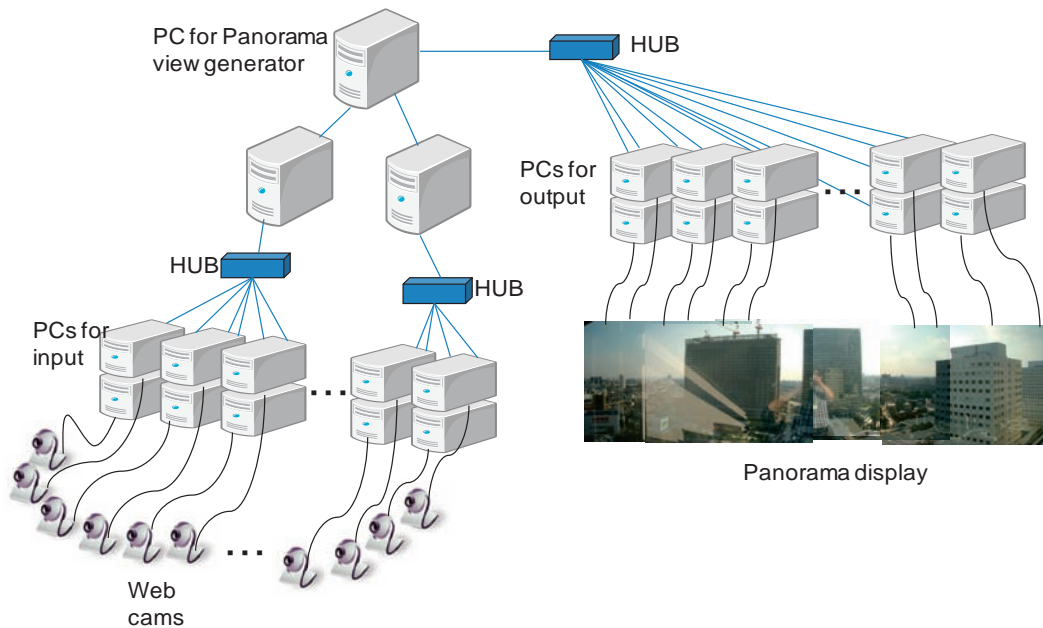


図2 パノラマ画像合成表示システム

4. 画像合成技術の開発

合成映像は、複数台のカメラで撮影されたそれぞれ異なる角度の空港面ビュー映像をシームレスに接合し一枚のパノラマとして構成する(図2)。さらにパノラマビュー映像からは映像を分析し輪郭線抽出や映像中の動的なターゲットを検出する技術と、図1に示したように、将来的にARのための情報ソースとしてセンサフュージョンから提供されるターゲット航空機の位置情報を合わせて、映像中のターゲット航空機とターゲットのパラメータ情報の重ね合わせを行う。現在までにこのパノラマ合成画像技術について開発を行った(図3)。



図3 合成画像を表示させたパノラマディスプレイ

システムでは、カメラから転送される映像がリアルタイムの情報として表示され、肉眼でタワーから見ている風景と同じ状況について情報を提供することが必要条件となる。そこで今回の開発では、映像のコマ飛びを極

力おさえながら滑らかに見える状態をシステムが提供するのに必要なカメラの転送レート 30fps とし、圧縮アルゴリズムとマルチスレッド等の最適化を行うことで、転送スピードの問題を解決し、映像を提供できる技術を開発した。画像合成でも問題となる、マルチカメラのレンズ歪の修正等を球面マッピングを用いて実施し、シームレス画像をキャリブレーションすることで、自動生成することができるようなシステムの構築を行った。

今後は、これらの映像にセンサフュージョンからの情報を合わせた拡張現実情報の表示系技術の検討と開発を行う予定である。

参考文献

- [1] Eier, D. & Huber, H.,(2008) *Advanced Ground Surveillance for Remote Tower*. ICNS Conference, IEEE.
- [2] Schmidt, M., Rudolph, M., Werther, B. & Furstenau, N.,(2006) *Remote Airport Tower Operation with Augmented Vision Video Panorama HMI*, Proc. 2nd Int. Conf. Research in Air Transportation ICRAT 2006, pp221-230

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 航空交通管理領域

担当者 ○新井 直樹、伊藤 実

研究期間 平成 18 年度～平成 22 年度

1. はじめに

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での GPS 観測を行い、電離層擾乱の挙動について評価する必要がある。

本研究は、極域である南極・昭和基地及び周辺部で GPS 観測を行い、電離圏や大気圏による GPS 測位への影響を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(2006～2008 年)に参加し、昭和基地及び南極大陸氷床の上に GPS 観測点を設置した。越冬期間中に連続観測を行い、約 1 年間のデータを取得した。越冬終了後、国内に持ち帰った観測データについて各種解析を行った。

3. 研究成果

高サンプリング(10Hz)の GPS 観測データから、オーロラ発生時に GPS 信号の強度が短時間に変化し、電離層擾乱による影響がみられることを確認した。

また、氷床上に設置した観測点のデータについて基線解析を行い、各日の測位解を求め氷床の流動速度を得た。その結果、昭和基地周辺の氷床の流動速度に季節変動がないことを初めて明らかにした。



写真 1 南極氷床上における GPS 観測

4. おわりに

南極・昭和基地及び周辺において、初めて高速サンプリングの GPS 観測を行い、連続観測データを収集した。取得したデータは、様々な分野の解析に今後も利用される予定である。また、越冬中の経験を基に、学校、市民大学等で多くの講演を行ない、観測結果や資料映像を広報活動に活用した。

掲載文献

- (1) 第 48 次南極地域観測隊越冬報告, 新井直樹, 電子航法研究所研究発表会 (2008.6)
- (2) 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, 青山雄一, 渋谷和雄, 2008 年電子情報通信学会ソサイエティ大会 (2008.9)
- (3) 第 48 次南極地域観測隊越冬報告, 新井直樹, 航空無線 第 57 号, pp.41-45 (2008.9)
- (4) 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, 青山雄一, 渋谷和雄, 第 28 回極域地学シンポジウム (2008.10)
- (5) パパ、南極へ行く, 新井直樹, 福音社 (2009.4)
- (6) 第 48 次南極地域観測隊越冬報告, 新井直樹, 航空管制 第 48 巻 第 3 号, pp.68-73 (2009.5)
- (7) GPS を用いた南極氷床氷厚変化計測の試み, 土井浩一郎, 青山雄一, 渋谷和雄, 新井直樹, 日本測地学会第 112 回講演会 (2009.11)
- (8) GPS 通年観測による南極氷床の流動測定, 新井直樹, 伊藤実, 土井浩一郎, 青山雄一, 第 32 回極域気水圏シンポジウム講演要旨, pp.109-110 (2009.11)
- (9) 南極氷床上における GPS 連続観測, 新井直樹, 伊藤実, 土井浩一郎, 青山雄一, 電子情報通信学会技術研究報告, 信学技報 SANE2010-143, pp.25-29, (2010.1)
- (10) パパは南極へ行った ～第 48 次南極観測隊 486 日間の越冬生活～, 新井直樹, 日本航空機操縦士協会, 第 45 回通常総会記念講演 (2010.5)

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

研究期間 平成 20 年度～平成 22 年度

1. はじめに

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

わが国の ATFM 業務は航空交通管理センター（以下、ATM センター）で行われている。航空路セクタの交通量は、レーダ管制官の時間あたりの管制作業量をもとに予測されている。作業量は、実測された管制作業時間と作業毎の困難度指数に基づき算出される。

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。

2. 研究の概要

本研究は 3 年計画であり、平成 22 年度はその 3 年次である。平成 22 年度の研究においては、空域への入出域時刻から管制作業量の予測を試み、3 つに特徴の異なるセクタにおいて、パラメータの推定を行った。

3. 研究成果

3.1 管制作業負荷の予測

現在、ATFM では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。具体的には、航空機 a_i の区間 $[t, t+T)$ における滞在時間を $ST_T(t, i)$ とし、対象セクタを通過した航空機数を N とする。時刻 t における 30 分間（1800 秒）の作業量 $TASK_{1800}(t)$ は

$$TASK_{1800}(t) = \sum_{i=1}^N ST_{1800}(t, i) \times C_{CAT} \quad (1)$$

で表される。ここで、 C_{CAT} は出発、到着、域内、通過機毎に設定される係数で、セクタによってもこの数値は異なる。

C_{CAT} がセクタ、航空機種別によらずに一定であれば、管制作業量は同時管制機数に比例することになる。しかし、 C_{CAT} の値は通過機に比べて到着機や出発機が高い。これ

は、通過機距離も到着機や出発機の方が管制指示、監視の頻度が高いからである。

そこで、空域内でコンフリクトが発生する確率に基づき管制作業量を推定する。(1)の C_{CAT} を

$$C_{CAT} = C_{basic} + PC_i(t) \quad (2)$$

と、交通量や交通状況に依存しない共通項 C_{basic} とコンフリクトの発生する確率 $PC_i(t)$ で置き換える。

$$PC_i(t) = \sum_j pc(i, j, t) \cdot F \quad (3)$$

その結果、

$$\begin{aligned} TASK_T(t, i) &= ST_T(t, i) \cdot C_{CAT} \\ &= ST_T(t, i) \cdot (C_{basic} + PC_i(t)) \end{aligned} \quad (4)$$

となる。 PC_i は

条件:「セクタの出域点の座標が ±xx1 NM 以内かつ hh1 ft 以内かつ出域時刻が mm1 分以内 (xx1, hh1, mm1 はパラメータ)」

を満たす航空機数に定数 F を掛けたものであり、これらの数値のマッチングを試みた。

表 1 Sample of parameters

	C_{basic}	dd1	hh1	tt1	F
Sim1	3.5	3	5	3	0.2
Sim2	3.5	3	5	10	0.2
Sim3	3.0	5	10	10	0.2
Sim4	3.0	5	10	10	0.7

表 1 の数値で、3 つのセクタの管制作業量を推定した。

4. まとめ

現行の交通容量のグラフとの一致性として、容量を超える時刻の推定が可能かどうかを調べた。

その結果、セクタごとの差は若干あり、統一パラメータの算出には至らなかったが、容量を超過するタイミングの推定は概ねできた。超過タイミングを推定できなかった時や現実的には超過しないと予測されたのに超過を予測した時の交通状況について、さらに解析したい。

航空交通の同期化に関する研究【基礎研究】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○クラウド グウィグナー、藤田 雅人、福田 豊、長岡 栄、山本 憲夫

研究期間 平成 21 年度～平成 23 年度

1. はじめに

日本では、大都市空港とその周辺の空域が非常に混雑しています。そこでは到着機が非効率な飛行を余儀なくされ、管制官のワークロードが高くなる原因ともなっています。また、中国に向かう出発機の調整も、各セクタの管制官が独立して実施しています。日本の航空交通管理の次のステップは「交通同期」です。これは ICAO の提唱する戦術的な交通管理手法で、セクタの枠を越えてトラジェクトリの調整を行うというものです。我々は東京国際空港の到着流を主な研究対象と考えています。交通同期の考え方と需要と容量という従来の考え方を統合する新たな順序付けツールや戦術が必要になります。

2. 研究の概要

航空交通管理における決定のサポートに寄与できる成果を出すことを研究の目的としています。研究を進めるにあたり、以下の点に特に留意しています。

- ・トラジェクトリ予測誤差の将来の順序付け戦略への影響
- ・本邦の空域の大きさが限られていること

確率的モデルと混雑時の航空交通流のシミュレーションが主な研究手段となります。

3. 主な結果

我々は到着交通流における遅延発生の主な原因は合流地点であることを確認しました⁽⁴⁾。そして、速度制御された交通流に関する解析を洗練させました^(2,3,5)。これらの結果は将来構築するモデルの基礎となります。さらに、我々はトラジェクトリ予測誤差を考慮に入れて、新たな順序付け戦略を研究していくためのソフトウェアを開発しました⁽¹⁾。例えば、図 1 は合流や間隔維持に起因する遅延を消化するために、航空機が速度調節を開始すべき位置の分布を示しています。我々は現在使われている「早い者勝ち」戦略や将来の「巡航距離による優先付け」等の戦略や交通量が変化した状況での交通流を解析しました。

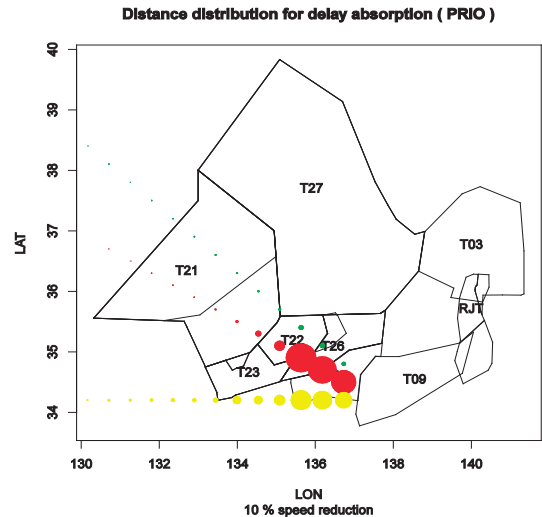


図 1 トラジェクトリ誤差のある状況での順序付け

4. 考察

トラジェクトリ予測誤差のため、現在の運用では大都市空港の到着滑走路に負荷がかかっているという結論に達しました。他国と比較して、日本ではレーダー誘導がなくなったり、大幅に削減したり出来るようにはならないと思います。来年度はこの仮説の検証を行う予定です。

掲載文献

- (1) Gwiggner et al., "Trade-offs and Issues in Traffic Synchronization", 9th Europe/U.S. ATM R&D Seminar, Berlin, Germany, 2011.
- (2) Gwiggner, "Study on Traffic Synchronization", ENRI's International Workshop on ATM/CNS (EIWAC), Tokyo, Japan, 2010.
- (3) Gwiggner, Nagaoka, "Analysis of Fuel Efficiency in Highly Congested Arrival Flows". Proceedings of 2010 Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology (APISAT), Xi'an, China, 2010.
- (4) Gwiggner, Nagaoka, "Data and Queueing Analysis of a Japanese Air-Traffic Flow", Transportation Science, 2011.
- (5) Gwiggner, "Delay propagation in re-scheduled queueing systems", Math. Methods of Op. Research, 2011.

データ統合により得られる便益に関する基礎的研究【基盤研究】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○藤田 雅人

研究期間 平成 22 年度～平成 23 年度

1. はじめに

米国・欧州においては SWIM (System-Wide Information Management) 等のデータ統合情報管理システムの導入に向け、研究・開発を実施している。データ統合に基づく情報共有による得られる便益について明確であるとは言いがたい。

統合システムにおいて可能となるアプリケーションをデモンストレーションし、統合システムの便益を明確化することによりデータ統合の促進に役立つものと期待される。

本研究の目的は統合情報管理システム構築において、統合システムにおいて可能となるアプリケーションをデモンストレーションし、その便益を大まかに推定できるようにすることである。

2. 研究の目的

一般にシステム開発の失敗の多くは、要求定義・要件定義の失敗に起因することが多い。管制システムは人命・財産に大きな影響を与えるセーフティクリティカルシステムに分類される。そのため、他のセーフティクリティカルでないシステムと比して、要求定義・要件定義にコストがかかる。効率的な要件開発が可能となるよう要求・要件開発に関するソフトウェア工学に関する知見を収集する。

FAA では COTS (commercial off-the-shelf 既製ソフトウェア/ハードウェア製品) を利用した SOA (サービス指向アーキテクチャ、Service-oriented architecture) に基づく SWIM の実装を考えている。また、Web のような分散ハイパーメディアシステムを提供するソフトウェアアーキテクチャは SOA だけでなく、REST(Representational State Transfer)も知られている。また、これらのアーキテクチャを実装したオープンソース COTS を利用して、デモアプリケーションを作成する。

3. 研究の成果

本年度は開始年度であり、セーフティクリティカルシステムの開発手法に関するソフトウェア工学の知見や形式仕様記述言語の利点と限界、分散ハイパーメディアシステムのソフトウェアアーキテクチャの既知の利点と限界、さらにそれらを実装したオープンソフトウェア COTS の使用方法・開発環境等の基礎的な情報収集に終始した。

掲載文献

- (1) 藤田、航空管制における統合情報管理システム要件開発工程に関する一考察、情報処理学会全国大会、2011 年 3 月

確率的シミュレーションに関する研究【基礎研究】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○伊藤 恵理、井上 諭、木村 章

研究期間 平成 22 年度～平成 23 年度

1. はじめに

ASAS (Aircraft Surveillance Applications System) とは、飛行機に周囲の交通状況を提供することによって、飛行機同士が間隔を維持できるようにする航空機システムのことである。将来的には世界規模の実用化が予想されているが、我が国では ASAS に関して十分な研究が行われていない。そこで、当研究所では平成 19 年度～平成 21 年度にかけて「ASAS に関する予備的研究」を実施し、日本に ASAS を導入する場合に備えて、オランダ航空宇宙研究所(NLR) と共同で ASAS について基礎的な安全性評価を行った。本研究では、引き続き NLR との共同研究を実施し、ASAS の安全性評価手法をさらに発展させるため、確率的シミュレーションに特化した研究を行っている。

2. 研究の概要

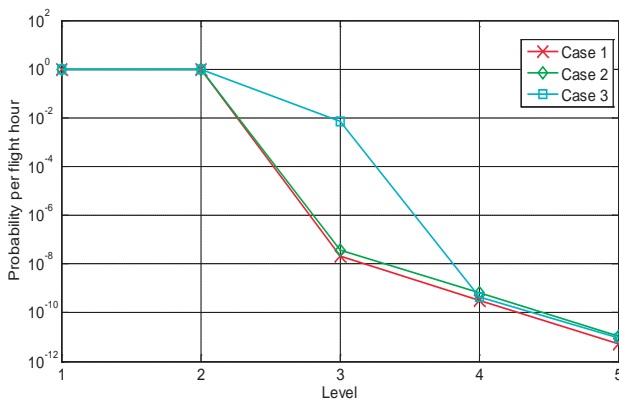
NLR と共同で、航空機の振る舞いや風、測位誤差、稀にしか起こらない事象 (ADS-B 送受信機や GPS 受信機の故障等) の影響を考慮した確率的モンテカルロシミュレーションを実施し、大きな事故に至るレアイベントの連鎖を解析している。また、NASA ラングレー研究所と ASAS IM (Interval Management) 応用方式の検討に向けて、研究連携を行っている。

3. 研究成果

特殊な数学的手法を導入することにより、ICAO で定められた「2 億時間の飛行につき 1 回以下の衝突回数」をシミュレートするために必要な時間を、従来の 1500 年から数時間程度に短縮させるという大きな成果が出た。また、ADS-B 送受信が失敗し、先行機の情報が受信できなくなった場合を模擬したシミュレーションを実施し、与えた仮定の下では ICAO の安全性基準を満たすことを確認した (下図参照)。この研究成果は ICAS (国際航空科学会議) で発表されており、ICAS John J. Green award を授賞するなど、国際的に大きな評価を受けた。また、NASA ラングレー研究所と連携し、ASAS 制御系の動作確認を進めている。

4. 考察等

今後は、NASA ラングレー研究所の開発した ASAS 制御系の動作確認を実施し、これを実装した場合の安全性を、東京国際空港及びスキポール空港を模擬したシミュレーションにより解析する。今後は確率のみならず、そこに至るレアイベントの連鎖を解析する予定である。



図：衝突確率の計算結果例 (横軸 Level5 が衝突に対応、縦軸は確率を示している。現実的な 3 つのシナリオ (Case 1-3) を用意し、ASAS を適用した 2 機の航空機のトラッキングをシミュレートしたところ、衝突確率は ICAS の安全性基準 (5.0×10^{-9}) 以下であることがわかった。)

気象予測情報の航空交通管理への利用に関する調査【調査】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○新井 直樹、福田 豊、白川 昌之

研究期間 平成 21 年度～平成 22 年度

1. はじめに

航空機の運航は気象の影響を大きく受けるため、円滑な航空交通流の形成には、気象予測情報を活用することが必要である。現在、航空気象に関する様々な気象情報が提供され、また開発が進められている。本研究では、精密なトラジェクトリ予測への利用を目指し、航空交通に活用できる気象予測情報を調査することとした。

2. 研究の概要

2.1 気象学及び気象予測技術の調査

気象に関する知見を蓄積するために、文献、各種研修等により、気象学について全般的な調査を行った。

2.2 航空交通管理に利用できる気象予測情報の調査

気象庁から提供されている気象予測情報について、特に数値予報の特性、活用法等について調査した。

3. 研究成果

調査の過程で、大気の立体的な可視化について、以前から多くの要望が寄せられていることを把握した。そこで、気象情報と航空機の情報を同一の画面上に 3 次元で可視化するツールの開発を開始した。本ツールでは、気象庁が提供する数値予報を用いて、風ベクトル、気温、露点温度、湿度、相当温位等の要素を、航空機と同じ画面に表示し、マウスを用いて視点の移動や拡大・縮小の操作を行うことができる。また、航空機の航跡と気象情報とをあわせて

表示することで、両者の空間的な関係を容易に把握することが可能となる

4. おわりに

航空交通に利用可能な気象予測情報について調査を行い、気象分野の研究者・技術者と、協力関係を構築した。また、数値予報について調査し、その可視化ツールの開発を開始した。今後は、関連する研究課題において本調査を継続・発展させるとともに、気象情報と航空情報とをあわせて直感的に認識・分析できる可視化環境を構築する予定である。

掲載文献

- (1) 航空気象情報の可視化についての検討, 新井直樹, 日本航空機操縦士協会 航空気象委員会 (2010.2)
- (2) 気象情報可視化ツール Wvis の開発 ～気象の見える化を目指して～, 新井 直樹, 福田 豊, 白川 昌之, 日本気象学会 2010 年度秋季大会 (2010.10)
- (3) 気象情報可視化ツール Wvis の開発 ～気象の見える化を目指して～, 新井直樹, 可視化情報学会 第 16 回ビジュアライゼーションカンファレンス (2010.11)
- (4) 航空気象の見える化の試み - 気象情報可視化ツールの開発 -, 新井直樹, 日本気象学会第 5 回航空気象研究会 (2011.2)

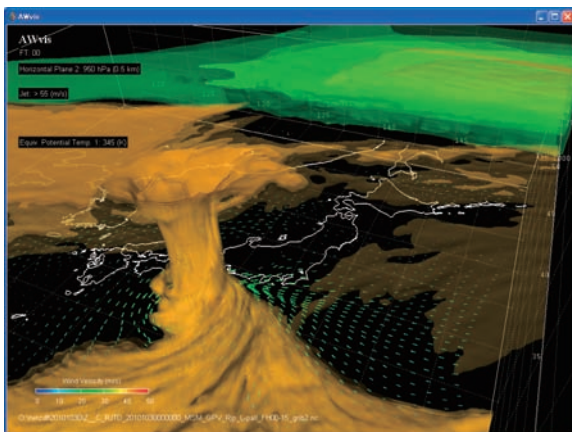


図 1 可視化ツールの表示例 - 台風 -

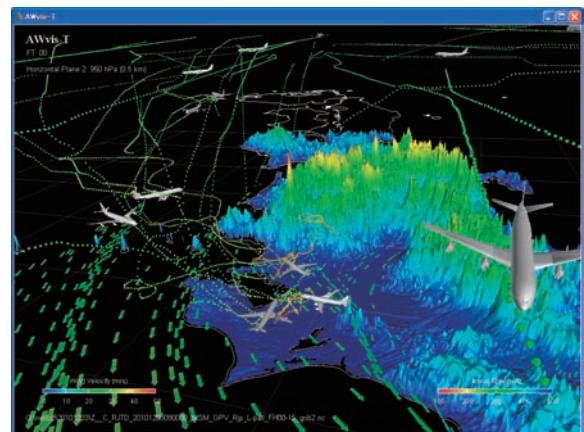


図 2 可視化ツールの表示例 - 南西強風 -

予防安全支援のための創発型認知シミュレーションの開発とその適法手法に関する研究【競争的資金研究】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○青山 久枝

研究期間 平成 21 年度～平成 23 年度

1. はじめに

事故やインシデント発生後の安全対策のみならず、それらを未然に防止する「予防安全」の実現が求められている。しかし、事故やインシデントは、システムを構成する多数の人間・機械・環境の動的かつ複雑な相互作用の結果、当事者の予期に反して生じる「創発現象」であり、安全工学分野で提唱されてきた事故の発生メカニズムによる「事故モデル」に基づく安全対策においても、想定外の事象による事故の予防までには至っていない。

本研究では、現場熟練者と共同の有効性検証プロセスを通じて、認知シミュレータ実用上の課題とその解決策について実践的な研究を行い、安全工学分野・認知工学分野に寄与しうる知見の蓄積を目指す。

2. 研究の概要

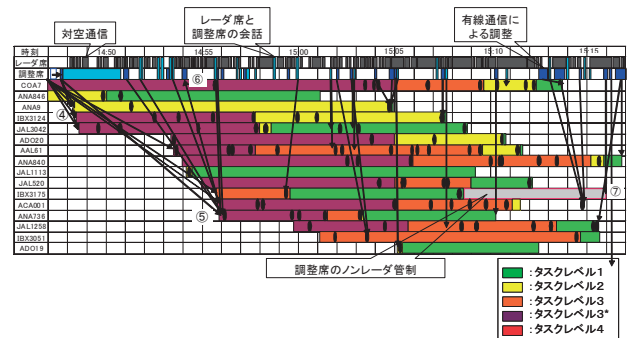
本研究では、航空管制業務における人間—機械系相互作用の逐次的分析が可能な創発型チーム認知シミュレーションの設計方法論を構築する。東京大学、東北大学とともに研究チームを組織して、先行研究において開発したパイロット認知シミュレータおよび管制官認知シミュレータ (COMPAS) を基盤として、機能共鳴を再現可能な創発型シミュレーションモデルを構築し、機能共鳴事故モデルの検証とその分析的な研究手法の実現を図る。認知モデリング分野で従来明示的にはほぼ考慮されなかった「情報の解釈」を含めた認知シミュレーション手法の高度化を図る。

さらに、実用モデル「熟練者の『気づき』を促すシミュレータ」を提案し、複数の人間とシステムが関わる思いがけないトラブルやパフォーマンス低下についてシミュレータを用いた予見的な分析支援手法を構築し、予防安全研究分野における研究手段としての認知シミュレータの基本的有効性を検証する。

3. 研究成果

先行研究におけるレーダ対空席のタスク困難度変化、管制官の処理方法によるパフォーマンスなどを時系列的に可視化した CAPS (Chart of ATC task Processing State) に、調整席の業務を加えた両席のインタラクション分析・可視化手法の開発を行った。

提案手法では、レーダ席の通信や調整席が調整を行った時間、両席のコミュニケーションおよび対象となった航空機との関連が、CAPS 上に棒グラフや矢印で示した。これにより、調整が頻繁に行われた航空機、事前調整を必要とした交通状況、CAPS により示されたレーダ席の Workload と調整席の業務の関係など、両席のインタラクションと状況が関連付けられて可視化された。



レーダ席と調整席のインタラクションの例

4. 考察等

本研究成果は、管制官チームによる業務実行のプロセスや管制官が有するスキルを、レジリエンスの観点から検討・解明し、教育・訓練やシステムの改善に適切に反映されることにより、より高いレジリエンスを有する管制システムの実現に寄与することが期待される。

掲載文献

- (1)青山他：“High Reliability Organization 実現のためのオペレータ支援方策に関する研究(2)-航空管制業務におけるワークロード可視化手法の検討-”、日本人間工学会第 51 回大会論文集、pp122-123、平成 22 年 6 月
- (2)青山他：“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IV(1)-管制パフォーマンスの評価指標の改良と評価-”、ヒューマンインタフェースシンポジウム 2010 論文集、pp209-212、平成 22 年 9 月
- (3)青山他：“AN EXPRESSION OF AIR TRAFFIC CONTROLLER’S WORKLOAD BY RECOGNITION- PRIMED DECISION MODEL”、ICAS2010-11.10.2、平成 22 年 9 月

今後の ATM/CNS 研究にかかる動向調査【調査】

担当領域 研究企画統括
担当者 ○長岡 栄、山本憲夫
研究期間 平成 22 年度

1. はじめに

欧米では 2025 年頃を目標に航空交通管理 (ATM) システムの近代化計画が進められている。当所でも長期ビジョンを作成し、この実現に向けて研究を推進している。この近代化は ICAO の全地球的 ATM 運用概念に基づくもので、世界的に調和したシステムの構築が求められている。

こうした中で、今後の中・長期的研究計画の策定や長期ビジョンの精緻化には、国内外の関連分野の研究・開発動向を把握する必要がある。また、世界的に調和したシステム構築には関係者間の情報共有や協調などが望まれる。

また、わが国では欧米に比較して ATM/CNS 研究者の層が薄い。当該分野の研究の裾を広げるには、今後、この重要性和将来性についての学会等における啓蒙活動や関係者への当所の広報活動も必要である。

そこで、上記要求に応えるべく本調査を企画・実行した。

2. 調査の概要

2.1 調査の目標

以下のことを目指して調査を実施した。

- ① ATM/CNS 研究 (主として、ATM における通信システム研究) の動向調査
- ② 電子航法研究所国際ワークショップ (ENRI Int'l Workshop on ATM/CNS: EIWAC) の関係者への広報活動
- ③ ATM/CNS 研究の学会等における啓蒙活動

2.2 実施内容

①と②のため、ATM の研究発表がある 2 つの国際学会に参加した。この際、併せて、関係研究者がいる海外の研究機関等を訪問し、意見交換と聞き取り調査を行った。

参加した学会は ATM の研究者が集う航空輸送研究国際会議 (ICRAT 2010) と航空研究者が集う国際航空科学会議 (ICAS 2010) である。双方とも一つのセッションの座長を担当し、関係者との交流を深めた。

調査のため訪問した機関は以下のとおりである。

- (a) ユーロコントロール実験センター (EEC)
- (b) フランス航空局 (DSNA) DTI
- (c) ドイツ航空宇宙研究機構 (DLR) 通信研究所
- (d) 米国連邦航空局 (FAA) 本部

②では、訪問先で ENRI の研究紹介と EIWAC の広報のた

めのプレゼンテーションを行った。

③については、学会や各種の委員会等での ATM 関連の講演や発表を通じて実施した。学会では電子情報通信学会、設計工学会、測位航法学会、電波航法研究会や政府系の委員会等がある。

3. 結果

調査を通じて通信技術研究に関する情報を得た。この一部をまとめて学会等で発表した。この分野では、国際標準化がきわめて重要だが、多くの関係者の合意を得るには時間がかかる。安全優先のため、成熟した技術でないと標準化にはなじまない。将来の通信はデジタル通信が主であることは間違いないが、利用技術は他分野で多用されているものが殆どである。この傾向は今後も続くと思われる。ただ、ATM への応用・運用では、地域固有の問題もあり、こうした問題解決の取り組みが中心的課題となると考える。

4. まとめ

本調査では文献調査、研究機関等での聞き取り調査などを通じて ATM/CNS 研究にかかる通信技術などの動向を調査した。本調査の成果を通じて、長期ビジョンの精緻化や今後の研究計画の策定の参考資料の提供、ENRI の国際的知名度の向上などに貢献できたと考えている

掲載文献

- (1) 長岡 栄 : 航空システムのための安全性評価の動向ー飛行運用安全性評価 (FOSA) とその背景ー、電子情報通信学会技術研究報告 SSS-2010-4, 2010 年 5 月.
- (2) Nagaoka, S. : A Survey on Communication, Navigation and Surveillance Systems for Global Air Traffic Management : -The Current Status of Communication and Surveillance Systems-, IEICE Technical Report, SANE2010-88, Oct. 2010.
- (3) 長岡 栄 : 航空交通システムの安全設計、設計工学、Vol.45, No.11, pp.563-541, 2010 年 11 月.
- (4) 長岡 栄 : 将来の航空データ通信システムの動向 : -L バンドデジタル航空通信システム-, 電子情報通信学会技術研究報告 SANE2010-146, 2011 年 1 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 22 年度においては、当所の長期ビジョンを基に行政当局などの要望を考慮しながら下記のような研究を計画・実施した。

1. 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
2. 将来の航空用高速データリンクに関する研究
3. 空港面監視技術高度化の研究
4. CPDLC 卓を用いた航空路管制シミュレーションの研究
5. GPS 受信機処理方式の高度化に関する研究
6. 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
7. 空港面高度運用技術の研究
8. GBAS による新しい運航方式に関する研究
9. トラジェクトリベース運航のための CNS 基盤技術に関する研究
10. 航空通信用データリンク・アプリケーションの調査研究
11. 機上航法装置に関する調査
12. デジタル受信機を用いたパッシブレーダーによるプラズマバブル広域監視法の研究開発
13. 衛星ビーコン観測と GPS-TEC による電離圏 3 次元トモグラフィの研究開発
14. 気象変動に伴う極端気象に強い都市創り
15. 障害に強い（ロバストな）一情報のための地域的測位衛星の高度利用
16. 高精度測位補正技術に関する研究

1 から 3 は重点研究であり、4 から 9 は指定研究、10 は基礎研究、11 は調査、12 から 15 は競争的資金による研究、16 は国土交通省からの受託研究である。

1 は、全世界的航法衛星システム(GNSS)を航空機の精密進入に供するための研究で、先進国間で電離圏環境が厳しい日本において、GNSS による精密進入を実用化するための安全性解析技術とリスク管理手法を開発する研究である。

2 は、将来の航空通信需要の増大に対応するために、現行の VHF 帯対空通信に代わる L バンドデジタル航空通信システム(L-DACS)の国際標準案作成のために、実験用機材を試作し、高速通信技術および周波数有効利用技術等の開発評価を行う研究である。

3 は、空港の処理能力を拡張させるため、空港周辺を飛行中の航空機に対して高信頼性の正確な情報を管制官に提供する監視技術を開発する研究で、広域マルチラテレーション(WAM)方式の実験装置を開発・評価し、我が

国における課題の解決を目指す研究である。

4 は、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導入が急がれている管制官パイロット間データ通信(CPDLC)による管制業務の効率化及び業務負荷の低減率をシミュレーション実験により評価する研究である。

5 は、所内における GPS 受信機および補強システムに関連するソフトウェアの共通化を図ることにより、受信方式や補強方式に使われる新しいアルゴリズムを検討するツール・プログラムの開発の効率化を図る研究である。

6 は、将来の空港面および空港近辺の航空通信システムにおいて高速大容量通信が可能とする複数素子アンテナ(MIMO)技術の可能性を調査検討する研究である。

7 は、「A-SMGC システムの研究」で開発された、経路設定機能・誘導機能・管制機能の 3 機能の機能間の協調を図り、地上側・機上側が一体となった空港面運用を実現するために必要な情報生成と情報提供に関する技術の調査・検討を行う研究である。

8 は、安全で効率的な GBAS による運航を、現在の限界が見えてきている精密進入システムである計器着陸システム(ILS)に替わって導入するために、その特徴を發揮させる運航方式を調査検討する研究である。

9 は、将来の航空交通管理で実現するトラジェクトリベース運航に対して、将来の航空管制業務の姿を提案するとともに、CNS 基盤技術との関連について調査検討する研究である。

10 は、航空通信網(ATN)アプリケーションと通信運用要件(COCR)が考慮しているアプリケーションの差異を明らかにするとともに、COCR におけるデータリンクの安全性要件と ATN セキュリティ規格との課題について検討する研究である。

11 は、現在の航空機の GNSS 受信機あるいは在来航法装置の構成、機能を調査するとともに、新しく使われ始めた SBAS 受信機や FMS などの機上装置が飛行方式等に与える影響に関する調査である。

12 は、競争的資金である日本学術振興会の科学研究費補助金(科研費)若手 B 研究による研究で、デジタル受信機を用いた短波伝搬距離測定装置を開発し、到来方向探査装置とあわせて海外放送局電波の到来方向と伝搬距離を測定することにより、衛星航法の高度利用を阻害するプラズマバブルの発生・移動をより高い精度で監視するシステムの実現可能性を実証する研究である。

13 は、同じく競争的資金である日本学術振興会の科学研究費補助金(科研費)の挑戦的萌芽研究に研究分担者と

して参画した研究で、高精度デジタル受信機を用いた低軌道衛星ビーコン電波観測による電離圏全電子数観測と、GPS 衛星の2周波信号を用いた電離圏全電子数観測を組み合わせた、電離圏複合トモグラフィを開発し、衛星航法システムに影響を与える電離圏電子密度の3次元常時モニタシステムの基礎を拓くことがその目的である。

14は、競争的資金である科学技術振興機構の科学技術振興調整費(科振費)による研究で、研究課題『気候変動に対応した新たな社会の創出に向けた社会システムの改革プログラム』の一環として、首都圏に稠密気象観測網を構築して極端気象(局地的な大雨、強風等)のメカニズム解明と災害が発生する前に情報を伝達する「極端気象早期検知・予測システム」の開発に参加し、飛行実験を企画・実施するとともに航空機のトラジェクトリ精密予測において必要となる気象予測情報の要件を検討する。

15は、競争的資金である文部科学省の宇宙利用推進調査費による研究で、地域的測位衛星を利用したGPSバックアップシステムの検討のため、①さまざまな位置情報利用者について、国として保障すべき最低限のバックアップ体制の検討。②バックアップシステムの性能解析を実施するとともに平常時にこれらをGPSと併用した場合の性能の評価。③GPS・準天頂衛星・MSASの複数周波数信号に対応したマルチシステム対応受信機を開発し、車両・船舶・航空機等による実験の実施、を行う。

16は、国土交通省政策局からの委託研究で、国土交通省における準天頂衛星を利用した移動体の高精度測位補正技術の開発の一環として、電子基準点で取得されたGEONETデータから補正情報を生成し放送するシステムの開発する研究であり、高精度測位補正技術開発プロジェクトチームにより実施された。

II 試験研究の実施状況

4ヶ年計画の3年度にあたる「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」においては、直近の電離圏活動期における観測データに基づくSBAS電離圏補強アルゴリズムの再評価による動作パラメータの最適化、GBASに対する電離圏リスクを緩和させるアルゴリズムの開発とその成果の海外展開、GBAS安全性コンセプトを実証するプロトタイプ装置の設置、運航検討、並びに、第11回国際GBASワーキンググループ(IGWG)の開催などを行った。

4ヶ年計画の2年度にあたる「将来の航空用高速データリンクに関する研究」では、国内外の航空用高速データリンクに関する動向調査、L-DACS誤り訂正なしBER

(ビット誤り率)特性の計算機シミュレーションによる検証、L-DACS物理層実験システム送信部の実装、及び、同送信部発生信号の評価を行った。シミュレーション結果では、64QAMではBER劣化が非常に大きかったが、4QAMではB747巡航速度相当のドップラシフトにおいてもBER特性がかなり改善されていることが確かめられたとともに、物理層実験システムの送信部の実装については、PC上で信号処理ライブラリGNU Radioを用いて送信部の動作を記述した。また、送信部発生信号の評価では、信号スペクトラムを測定した。

4ヶ年計画の2年度にあたる「空港面監視技術高度化の研究」では、質問機能を活用するための航空機に対して質問を行う送信局を製作するとともに、評価用試作装置を羽田空港や成田空港などの4箇所に設置して、在空機を対象にWAMの機能試験を実施した結果、在空機の監視情報を正常に取得でき、所定の覆域が得られることが確認できた。また、マルチパスに強いマルチラテレーション装置を開発するために、光ファイバ接続型受動監視システム(OCTPASS)の受信処理部を製作し、当研究所敷地内のグランドにおいて動作検証試験を行った。

3ヶ年計画の2年度にあたる「CPDLC卓を用いた航空路管制シミュレーションの研究」では、他の研究で解析したシナリオに基づいてシミュレーションを3本作成した。このシミュレーションでは、設定されたシナリオの会話開始時間に従って、CPDLCの入力、それに伴う模擬航空機の操作を行っていけば、破綻なくシナリオの進行ができることを確認した。

3ヶ年計画の最終年度にあたる「GPS受信機処理方式の高度化に関する研究」では、前年度に作成したソフトウェア・ライブラリを使用して、補強システムGBASのテストベッド・ソフトウェアを作成した。ユーザ受信機シミュレータについては、GBAS及びSBASによる補強情報を適用できるよう改良を施した。これらの過程においてソフトウェア・ライブラリについても必要な修正を行いより使いやすく改良を図るとともに、平成21年度行った能登空港における飛行実験のデータを用い、作成したGBAS方式とSBAS方式のライブラリの航法精度に対する評価を行った。本研究で整備した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は、今後の関連研究で効率的なソフトウェアの開発が促進されることが期待できる。

3ヶ年計画の最終年度にあたる「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」では、高速大容量通信アンテナの実験用基礎システムに基

づく、電波無響室での MIMO (Multi Input Multi Output) アンテナ環境を想定した電波伝搬実験、及び次世代航空通信システムにおける航空用 WiMAX の国際標準化動向調査を行った。電波伝搬実験では、建物や車両、航空機等反射体のある空港面の環境下では、飛行中の航空機自身以外に反射が起こらない環境下よりも反射波は大きく、MIMO アンテナを有効利用できる可能性があることを確認できた。この研究により空港面通信における MIMO の有用性が明らかになったため、平成 24 年度より重点研究を実施する予定である。

2 ヶ年計画の最終年度にあたる「空港面高度運用技術の研究」では、経路設定機能、管制機能においては、マルチラレーション等の空港面監視システムが提供する航空機の正確な位置情報を利用し、経路情報、管制情報（滑走路誤進入・コンフリクト情報）を効率的に生成するプログラムを作り機能を確保するとともに、誘導機能においては、携帯型端末を用いた航空機（パイロット）への視覚的情報提示ソフトの試作し、その有効性を確認した。今後、本研究で得た技術を基に新たな研究を進めることで、協調的な空港面トラジェクトリ管理技術の実現が図られる。

3 ヶ年計画の2年度にあたる「GBAS による新しい運航方式に関する研究」では、GBAS の誤差特性を反映した障害物物件間隔基準の検討に関して、平成 21 年度に引き続き、ILS と GBAS の誘導特性の差による誘導誤差のモデルの検討を行い、障害物物件間隔基準の検討を進めるとともに、B787 を用いた関空 GBAS による飛行シミュレータの実験に関する模擬環境の整備を実施した。

3 ヶ年計画の初年度にあたる「トラジェクトリベース運航のための CNS 基盤技術に関する研究」では、4 次元トラジェクトリの要件整理と表現検討並びに CNS 基盤との情報交換方法の検討を行った。4 次元トラジェクトリの要件整理では、文献に基づく調査を行うとともに、4 次元トラジェクトリの表現検討では、各想定システム下でのシナリオに基づく検討を行った。CNS 基盤との情報交換方法の検討では、将来的な通信システムに関する米国の航空用標準規格動向調査を行うとともに、管制経験者等との意見交換により、航空通信システムのデータ通信量の調査が必要ことがわかった。今後、必要とされる 4 次元トラジェクトリの要件を整理し、表現方法としてシナリオ作りに基づく検討を行う予定である。

2 ヶ年計画の最終年度にあたる「航空通信用データリンク・アプリケーションの調査研究」では、ATN と COCR とのアプリの差異の検討では、8 つの場合に分けて検討を行い、差異を明らかにするとともに、ATN セキュリティ規格の脆弱性についての検討では、脆弱性の原因として、そ

のパラメータの一部が現在の科学技術常識から見て陳腐化したことによることを明らかにした。本研究の成果は、新たな空/地通信アプリケーションの検討に生かされる。

2 ヶ年計画の最終年度にあたる「機上航法装置に関する調査」では、機上 GBAS 受信機、GNSS を用いた飛行方式、RNAV/RNP の調査を行うとともに GNSS 航法誤差と飛行精度との関係を調査し、飛行方式、飛行ルートへ与える影響を検討し、RNP 運航方式あるいは GNSS を用いた運航方式の基礎となっている航法システム誤差、飛行技術誤差、GNSS の位置、速度を利用した場合の飛行方式、飛行ルートへ与える影響の検討を行うためには、様々な故障状態での飛行あるいは飛行環境での飛行精度を推定することが安全性を確保するために必要であるという結論を得た。今後の機上航法装置に関する研究においては、本調査で提示した手法による検討が重要と考える。

3 ヶ年計画の2年度にあたる「デジタル受信機を用いたパッシブレーダーによるプラズマバブル広域監視法の研究開発」では、短波赤道横断伝播のデジタル受信システムの改良とデータ解析ソフトウェアの開発を行い、Radio Australia 送信所が設置されている豪州 Shepparton と大洗方向探査施設で短波赤道横断伝播観測実験を行った。受信ソフトウェアに不具合が発生したため伝播距離の測定は残念ながら失敗となったが、電波到来方向探査の結果では多くのプラズマバブルの発生が検出された。今後、受信システムの改修を行い、プラズマバブルの発生時季に更に 1 回の観測実験を行い、短波赤道横断伝播によるプラズマバブルの広域監視の実現可能性について検討を行う。

3 ヶ年計画の初年度にあたる「衛星ビーコン観測と GPS-TEC による電離圏 3 次元トモグラフィの研究開発」では、衛星ビーコン全国観測網の構築、電離圏監視システムを活用した衛星航法の航空利用の支援に関する提言を行う予定である。東日本を縦断する観測網の 1 観測点として、電子航法研究所に受信システムを設置し、平成 23 年度より連続的に観測を開始するとともに、衛星航法支援のための具体的な方策を検討した。

科学技術振興調整費を利用した競争的資金による研究で、5 ヶ年計画の初年度にあたる「気象変動に伴う極端気象に強い都市創り」では、H23 年度夏季から地上の首都圏稠密観測網と協調して飛行実験を実施するため、航空機搭載用湿度計を購入し、電子航法研究所が所有する実験用航空機への搭載設計を実施するとともに、実験計画の策定、及び、数値予報モデルなどを用いて、トラジェクトリ予測に入力すべき悪天時のシナリオと気象予測情報の要件導出に関する検討を行った。

文部科学省の宇宙利用推進調査費を利用した競争的資金による研究で、3ヶ年計画の初年度にあたる「障害に強い(ロバストな)一情報のための地域的測位衛星の高度利用」では、ロバスト測位システムに対する利用者要件調査を実施、GPS 障害時にあっても衛星測位サービスを継続するために必要な測位衛星の配置についてのロバスト測位システムのシナリオ検討、マルチシステム測位実証実験準備として実験用に多周波数マルチシステム受信機及び新周波数対応の実験機搭載アンテナについての機材選定と調達、及び、新周波数における電波環境調査のための予備検討を行った。

国土交通省からの受託研究である「高精度測位補正技術に関する研究」では、準天頂衛星を用いる補正情報リアルタイム生成・配信システム評価試験(技術実証実験)を行った。この技術実証実験から、高速道において80km/時程度で走行している移動体(実験車輛)でも1m程度の測位精度が得られることと都市部で高層ビルや歩道橋などによりGPS衛星信号が遮られる場合には、測位に必要なGPS衛星数を確保できず、準天頂衛星からの補正情報の利用による測位誤差改善効果を確認できないことがあるなどが分かった。この研究の成果は、高速移動体の安全性向上に寄与する高精度・高信頼性の衛星測位システムの実用化に活用される。

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

当領域の研究課題に関連した航空の通信、航法、監視に関する技術については、ICAO、RTCAを始め多くの国際機関において、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-F、M、I)においては、周波数計画の作成、技術基準の見直しなどが行われている。また監視では、航空監視パネル(ASP)においては、マルチラテレーション(MLAT)や放送型自動位置情報伝送・監視機能(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、運用に係わるアジア太平洋経済会議GNSS設置チーム(APEC GIT)会議、SBASを整備運用中の関係各国(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)、GBASにおける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IGWG(国際GBASワーキンググループ)会議があり、技術的な検討が行われ

ている。一方、RTCAでは、数多くの特別委員会(SC: Special Committee)があり、その会議において、通信、航法、監視に関する航空機搭載装置とそれらに関連する地上システムの実用上の国際標準(デファクトスタンダード)としてのMOPS(Minimum Operational Performance Specification)やMASPS(Minimum Aviation System Performance Standards)を作成・改訂する検討がなされている。

当領域では、これらの会議に参加し、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。また研究成果は、今後設置・運用する航空保安システムの技術基準、運用基準の策定等に必要な技術資料として、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、国土交通行政にも直接寄与している。

研究報告は、当研究所研究報告および研究発表会に発表されると共に、米国航法学会、電子情報通信学会、日本航空宇宙学会、日本航海学会等の講演会や論文として、広く社会に周知され、CNSの応用面からみた技術の方向性の提案や、新しい知見に関する情報を提供媒体として活用されている。

(通信・航法・監視領域長 藤井 直樹)

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 ○工藤 正博、福島 荘之介、坂井 丈泰、伊藤正宏、松永 圭左、齊藤 真二、吉原 貴之、齋藤 享、藤田征吾、藤井直樹、伊藤 実、星野尾 一明、山 康博

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、現在の航空路における RNP 運航、ターミナル覆域における RNP 運航に加え、最終進入着陸フェーズにおいても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、米国の WAAS が APV-I モードのサービスを開始し、決心高を200 ft まで可能とする LPV-200（CAT-I 相当）の整備が始まっている。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、スペインで2011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、電離圏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）が平成19年度から運用が開始されているが、垂直誘導機能が使用できない現状がある。GBAS でも、日本の環境下における安全性設計手法が実現されていない。このため、GNSS 精密進入を実現するこれら技術の早期開発が望まれる。

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低減技術の開発を行い、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、これまでに開発したSBAS電離圏補強アルゴリズムに直近の電離圏活動期における観測データを適用、再評価し、動作パラメータを最適化した。これにより、MSASを用いたCAT-Iによる精密進入において十分な安全性を確保できることが明らかになった。また、GBASによる日本の環境下での精密進入の実現のために、考案した電離圏フィールドモニタ（IFM）の高度化し沖縄サイトで観測された電離圏変動データを適用して検証を行った。昨年度完成したプロトタイプ装置

の安全性性能を検証するため、関西国際空港に設置し、連続データ収集を開始した。更に大型商用機による運航を視野に航空会社と協力体制を構築し、B787飛行シミュレータにGBASプロトタイプの模擬環境を構築した。

3. 研究成果

3.1 直近の電離圏活動期における観測データに基づくSBAS電離圏補強アルゴリズムの再評価ならびに動作パラメータの最適化

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圏補強アルゴリズムについて、これまで当所の開発による性能向上方式を提案してきた。平成20年度はCAT-I精密進入サービスを提供可能とするアルゴリズムを開発するとともに、電離圏嵐などのリスク要因を踏まえた適切な動作パラメータを決定した。平成21年度は当該アルゴリズムをMSASシミュレータに組み込み、その効果を確認した。H22年度は、直近の電離圏嵐における観測データに基づいて、当該アルゴリズム及び在来アルゴリズムを評価し、いずれも十分な安全性を確保できると結論を得た。MSASを利用したCAT-I精密進入サービスが導入されれば、各空港に精密進入用の施設を設置することなく、すべての滑走路方向から精密進入を行うことができる。これにより、離島空港のみならず多くの空港で就航率の改善及び現行地上施設の負担軽減（縮退を含む）が期待できる。

3.2 GBASに対する電離圏リスクを緩和させるアルゴリズムの開発、成果の海外展開

欧米よりも電離圏の条件が悪い我が国におけるGBASの実用化のためには、日本周辺で頻発するプラズマバブルと呼ばれる現象が引き起こすGPS信号の擬似距離遅延量の急激な変化（勾配）を考慮する必要がある。プラズマバブルに伴う電離圏遅延量勾配を検知するために、IFMをH21年度に考案し、H22年度においては実際の空港に設置可能なように検出アルゴリズムの高度化と沖縄に展開している観測サイトなどのデータをもとに検証を行った（図-1）。IFMを採用したGBASの設置・評価は世界

初であり、その実現に寄与する検出アルゴリズムに関しても特許申請した。国際民間航空機関（ICAO）における次世代の CAT-III GBAS の国際標準策定においては、当所で開発したプラズマバブルを考慮した電離圏三次元モデルが技術検証に用いられるなど高い評価を得た。

我が国の電離圏の様相は東～東南アジアの低磁気緯度地域でも同様であるため、これらの成果を海外へ展開し、地域の GNSS 利用に貢献するため、アジア・太平洋地域航空保安整備計画グループ (APANPIRG) 会議において、アジア地域の電離圏データ収集・共有活動の推進のためワークショップの開催を提案した。この会議は、H23年5月に開催され、当所の研究員が議長を務めるとともに議題・議事次第案の作成、解説講演者の推薦を行い、この分野における活動は、アジア太平洋地域における電離圏データの収集・共有活動を技術面で主導するよう要請されるなど高く評価されている。また、国際的な GNSS 利用の普及のために、平成22年6月の大阪で開かれた SBAS に関する国際会議の議長も務めるなどの活動を行っている。

3.3 GBAS 安全性コンセプトを実証するプロトタイプ装置の設置、運航検討

平成20年に着手し、昨年度末に完成した安全性コンセプトを実証するプロトタイプ装置を関西国際空港へ設置した（図-2）。GBAS 機器の空港への設置位置は、現行の ILS（計器着陸システム）と比べ進入滑走路に依存せず自由度が高い。しかし、基準局 GPS アンテナ（4式）は周囲の物件からのマルチパス波により同時に複数アンテナに誤差が生じると安全が損なわれる可能性がある。更に、複数滑走路の間にターミナルビルがある大規模空港では VHF 送信アンテナの設置位置を検討する必要がある。これまで米国、欧州、豪州など各国は GBAS 装置を空港へ設置しているが、これら大規模空港の設置に関する諸問題は議論の過程にあった。このため、本プロトタイプ装置の設置検討を通して、実際の大規模空港に GBAS を設置する場合の課題を明らかにし、解決策を提案した。更に、評価実験を通じて安全性コンセプトを持つ GBAS プロトタイプにより国内で初めて進入着陸経路を実現して、装置の基本性能を確認している。評価結果は実際の運用機材に反映させると共に、設置に関する国際標準案の策定に寄与する予定である。現在、連続データを収集中で、今後は安全性に関する装置動作を検証し、設計に反映する計画である。また、GBAS の大型商用機での運航については、航空会社と協力体制を構築し、B787を用いた飛

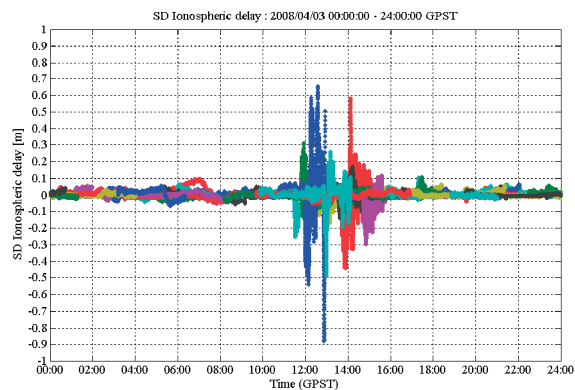


図-1. IFM 用アルゴリズムにより導出した電離圏遅延量変動（沖縄）

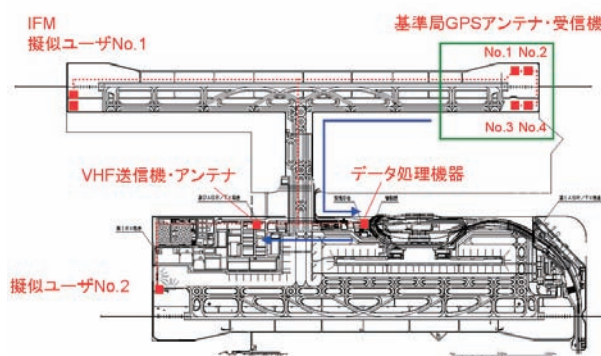


図-2. 関西国際空港での GBAS プロトタイプ装置の設置位置

行検証のための検討を開始し、飛行シミュレータにおける GBAS プロトタイプの模擬環境を整備した。

3.4 第11回国際 GBAS ワーキンググループ会議 (I-GWG) の開催と成果報告

当研究所の研究成果を国内外に紹介し、研究を更に推進するため、国際 GBAS ワーキンググループ会議 (I-GWG) をこれまで主導してきた Eurocontrol 及び FAA の賛同を得て、平成23年2月22日～25日、大阪市中之島の大阪国際会議場において、第11回を主催し開催した。I-GWG は、GBAS の開発・評価・導入を進める世界各国の航空当局及び GBAS 関係の製造メーカ、航空会社、大学研究機関等の実務者が一同に会し、開発評価状況や導入計画について情報交換し、かつ GBAS 開発技術や認証方法等を議論する会議である。今回は、米国、欧州、豪州、ロシア、中国、韓国、ブラジル、UAE 等世界各地の国々17カ国、1国際機関から、100名近くの方々が参加した。

4. まとめ

GNSSの安全性解析技術とリスク低減技術の開発を行い、SBASについては、改良された電離圏補正アルゴリズムを提案して、本アルゴリズムの採用と監視局の適切な追加により、MSASを用いたCAT-Iによる精密進入において、十分な安全性を確保できることを明らかにした。また、航空会社などから実用化の期待が高いGBASについては、実現の鍵となる安全性コンセプトを備えるプロトタイプ装置を開発し、関西国際空港への設置を完成した。本装置が備えるIFMは、欧米と我が国の電離圏脅威が異なることを考慮し、我が国特有の状況を反映した電離圏脅威モデルを提案し、これを検知して安全を確保するアルゴリズムを有する。これら成果は、低磁気緯度地域への安全なCAT-I GBASの導入に貢献し、国際的に高く評価されている。現在、プロトタイプ装置は連続データ収集中であり、引き続き飛行実験により同装置の基本性能を確認すると共に、安全性に係わる装置動作を解析・評価して安全性設計に反映する予定である。

掲載文献

- (1) 齊藤真二：“スポラディックEのGPS測位に対する影響の初期的評価”，測位航法学会 全国大会，2010年4月。
- (2) 福島，他：“地上型補強システム(GBAS)プロトタイプ開発”，測位航法学会 全国大会，2010年4月。
- (3) S. Saito: “Validation of Ionospheric Anomaly Mitigation for GAST D”, ICAO NSP working group of the whole CSG meeting, May 2010.
- (4) T. Yoshihara, S. Fujita, S. Saito: “Ionospheric Absolute Gradient Monitor for GAST-D and Current Status of Japanese GBAS Prototype”, ICAO NSP WG1/CSG, Montreal, Canada, May 2010.
- (5) 吉原，他：“日本におけるGPS衛星電波の局所的な電離圏遅延勾配の背景場の評価”，日本航海学会第122回講演会，2010年5月。
- (6) 吉原，他：“GBAS (Ground-Based Augmentation System) 安全性設計とプロトタイプ開発”，電子情報通信学会 安全性研究会，2010年5月。
- (7) 福島，他：“狭域DGPSによる航空機進入着陸システムの研究開発動向”，日本航海学会GPS研究会，2010年5月。
- (8) M. Kudo: “Update on current solar activities and ionosphere data collection strategy”, 10th I-GWG meeting,

June 2010.

- (9) M. Kudo: “Some consideration on operational aspects for facilitating GBAS implementation”, June 2010.
- (10) Susumu Saito: “Resolution for Ionosphere Issues in Implementing GNSS”, APANPIRG CNS/MET SG-14 (アジア太平洋航空航法計画実施地域グループ 第14回通信・航法・監視および気象サブグループ会議), Jul. 2010.
- (11) 齋藤享，藤井直樹：“SBAS信号を利用するGBASの開発について”，電子情報通信学会論文誌，2010年7月。
- (12) S. Saito and N. Fujii: “Effects of external ionosphere anomaly monitors on GNSS augmentation systems studied with a three-dimensional ionospheric delay model - a study for GBAS”, ION GNSS, Sept. 2010.
- (13) T. Yoshihara, S. Saito and N. Fujii: “A Study of Nominal Ionospheric Gradient for GBAS in Japan”, ION GNSS, Sept. 2010.
- (14) 吉原，他：“日本におけるGPS衛星電波の局所的な電離圏遅延勾配の背景場の評価”，日本航海学会第122回講演会論文集，2010年9月。
- (15) S. Fujita, T. Yoshihara and S. Saito: “Determination of Ionosphere Gradient in Short Baselines by Using Single Frequency Measurements”, International Symposium on GPS/GNSS, Oct. 2010.
- (16) Susumu Saito: “Enhancement of International Cooperation for Ionosphere Data Collection and Analysis Campaign in the Asia Pacific Region to Implement GNSS Applications for Aviation Safety Operations”, DGCA-47 (第47回アジア太平洋局長会議), Oct. 2010.
- (17) 工藤，他：“GBASの実験計画について”，第48回飛行機シンポジウム，2010年11月。
- (18) S. Saito and N. Fujii: “Impact of the low latitude ionosphere disturbances on GNSS studied with a three-dimensional ionosphere model”, the Second ENRI International Workshop on ATM/CNS, Nov. 2010.
- (19) 坂井丈泰：“MSASの状況と利用への期待”，GPS/GNSSシンポジウム，2010年11月。
- (20) S. Saito, N. Fujii, and T. Yoshihara: “Vulnerability of GNSS to solar radio burst”, ICAO NSP working group of the whole WG2 meeting, Nov. 2010.
- (21) Susumu Saito, “Ionosphere Data Collection to Establish Threat Model for GBAS in Low Latitude Region”, ICAO NSP working group of the whole CSG meeting, Nov.

- 2010.
- (22) Susumu Saito, “Ionosphere Anomaly Monitor by Backscatter Radar for GBAS”, ICAO NSP working group of the whole CSG meeting, Nov. 2010.
 - (23) T. Yoshihara and S. Saito: “Japanese Research and Development Status Concerning GBAS”, ICAO NSP WG1/CSG, Montreal, Canada, Nov. 2010.
 - (24) S. Banville, R. B. Langley, S. Saito, and T. Yoshihara: "Handling cycle slips in GPS data during ionospheric plasma bubble events", Radio Science, Nov. 2010.
 - (25) S. Fujita, T. Yoshihara and S. Saito:, “Determination of Ionosphere Gradient in Short Baselines by Using Single Frequency Measurements” , Journal of Aeronautics, Astronautics and Aviation,, Series A, Vol. 42, No. 4, pp. 269-276, Dec. 2010.
 - (26) T. Sakai: “The Complete Integrity Chart: Further Extension of Stanford -ESA Chart”, SBAS IWG20, Dec. 2010.
 - (27) S. Saito: "Ionospheric effects on global navigation satellite systems and the application to aviation", SEALION International Symposium 2011 (東南アジア電離圏ネットワーク国際シンポジウム) , Jan. 2011.
 - (28) 福島, 他: “衛星航法による航空機進入着陸システムの研究開発動向” , 日本航海学会誌, 2010年12月.
 - (29) M. Kudo: “ENRI GBAS prototype development at Kansai International Airport”, 11th I-GWG meeting, Feb.2011.
 - (30) S. Saito: “Activities by ENRI to evaluate the impacts of the low latitude ionospheric anomalies on GBAS”, 11th I-GWG meeting, Feb.2011.
 - (31) T. Yoshihara: “ENRI’s GBAS R&D Status”, I-GWG/10, Osaka, Feb. 2011.
 - (32) 福島, 他: “GBASの大規模空港への設置に関する一検討”, 第11回電子航法研究所研究発表会講演概要, 平成23年6月
 - (33) 齊藤, 他: “実験用GBAS機上装置によるVDB受信試験”, 第11回電子航法研究所研究発表会講演概要, 平成23年6月

将来の航空用高速データリンクに関する研究【重点研究】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○北折 潤, 住谷 泰人, 石出 明

研究期間 平成21年度～平成24年度

1. はじめに

ICAO（国際民間航空機関）では、将来の航空通信需要の増大に備えるため、高速データリンクシステムの技術的検討を欧米共同作業FCS（将来の航空通信システムに関する調査研究）に委ねた。FCSの最終報告によると、洋上通信、対空通信、空港面通信と、通信用途に応じて適切な航空通信システムを選択することが推奨されたが、現行のVHF帯対空通信に代わる候補システムは統一化されなかった。新たな対空通信候補システムはL-DACS（Lバンドデジタル航空通信システム）と総称され、今後はL-DACSの絞込み、標準化が進められていく見込みである。しかし航空用Lバンドには他の航空無線システムが幾つか既に割当てられており、L-DACSとの電波共用性の検証が必須と考えられる。

さらに将来的には、航空用の高速データリンクにOFDM（直交周波数多重分割）技術をはじめとして、各種の変調方式を通信環境に応じて自動的に選択する適応変調技術、製作コストに優れたソフトウェア無線技術等が導入されていくものと考えられている。

航空用データリンクを考える上で、広域・高速移動体の特性に起因する課題はいまだ多い。このため本研究を実施することで実装技術から通信性能に至るまでの様々な知見が得られ、将来の航空通信技術の発展に欠かすことのできない技術を蓄積できる。また、将来の航空用データリンク技術を確立し、他の航空無線システムとL-DACSとの電波共用性の解決案等を国際標準に反映させることができる。

2. 研究の概要

本研究は4年計画であり、平成22年度は2年目である。

本研究全体の流れとしては、ソフトウェア無線実装技術を用いて様々な変調方式や符号化方式の評価に柔軟に対応できるような新たな通信システム評価用機材の開発を行い、L-DACSの高速化技術および周波数有効利用技術等について研究する。

平成22年度は、主として以下の各項目について実施した。

- 国内外の航空用高速データリンクに関する動向調査
- L-DACS誤り訂正なしBER（ビット誤り率）特性の計算機シミュレーションによる検証
- L-DACS物理層実験システム送信部の実装
- 同送信部発生信号の評価

3. 研究の成果

3. 1 L-DACS物理層の技術仕様調査・解析

L-DACS物理層の動作解析を本年度も進め、規定を計算機シミュレーション及びソフトウェア無線での実装に適したアルゴリズムに置き換える作業を行った。

3. 2 BER特性の計算機シミュレーション

L-DACS1物理層における誤り訂正なしでのBER特性を、計算機シミュレーションで検証した。L-DACS1はOFDM（直交周波数分割多重）方式で50本の副搬送波を使用し、一次変調は4QAM（直角位相振幅変調）、16QAM、64QAMのいずれかを用いている。QAMの数字が大きいくほど一度に送れる情報量が増える代わりに信号の耐雑音性能が劣化する。また一般的に航空機局の移動速度が大きいくほどドップラシフトが大きくなりBER特性が劣化する。そこで、挿入したパイロット信号から伝送路特性を推定しドップラシフトの補正効果をシミュレーションで比較した。結果を図1に示す。ドップラシフトの補正効果は64QAMでは見られずBER劣化が非常に大きかったが、4QAMではドップラシフト740Hz（B747巡航速度相当）においてもBER特性がかなり改善されていることが確かめられた。

3. 3 L-DACS物理層実験システム送信部の実装

物理層実験システムの送信部の実装を行った。本システムのハードウェアはPCとUSRP（汎用ソフトウェア無線装置）からなり、PC上で信号処理ライブラリGNU Radioを用いて送信部の動作を記述した。本システムではL-DACSの方式、搬送波周波数、信号の大きさ等を指定できる。なお、誤り訂正機能については来年度以降の実装とした。誤り訂正機能の動作検証では受信部での誤り訂正復号機能の実装も必要であり、また本年度測定する送信信号の物理的特性自体は誤り訂正符号の存否に依存しないため、復号機能と同時期に実装する。本実装の概略を図2に示す。

3. 4 信号評価

信号評価の便宜上、搬送波周波数を970MHzに固定したうえで、L-DACS1、L-DACS2の規定に沿ったそれぞれの信号スペクトラムを観測した。規定にあるスペクトラムマスクに当ては

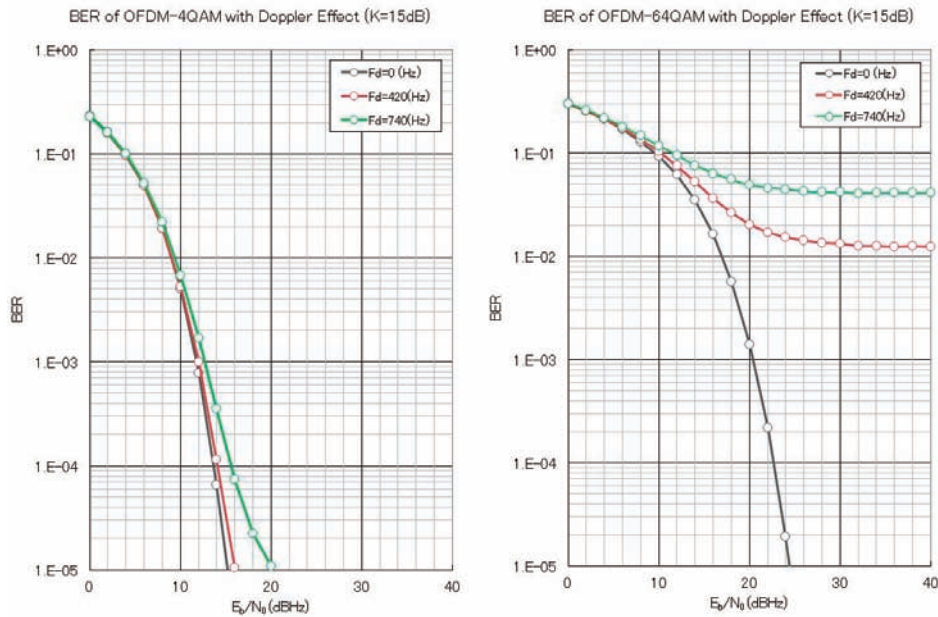


図 1 L-DACS1 BER 特性シミュレーション結果 (左 : 4QAM、右 : 64QAM)

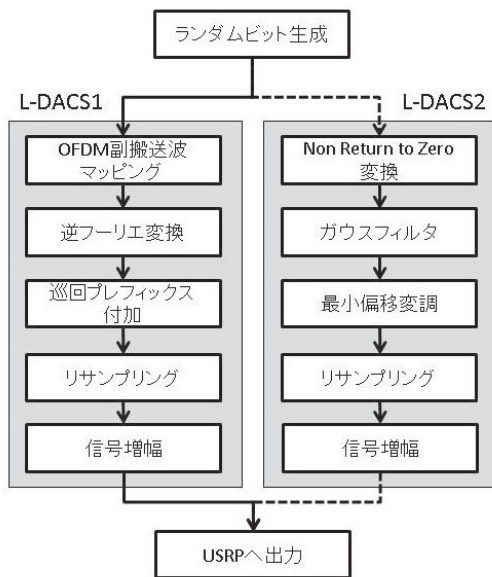


図 2 L-DACS 物理層実験システム送信部概要

めた場合、いずれのスペクトラムもマスクから逸脱する部分があった。このうち、L-DACS の必要周波数帯域幅から大きく離れた部分の逸脱については、USRP 搭載ドータボードのノイズフロアレベルとダイナミックレンジからくる制約と考えられる。一方で、必要周波数帯域幅近傍でのマスク逸脱は直接的には隣接チャンネル等への影響が懸念される。しかし、精密な信号発生器からの信号でも L-DACS の現在のスペクトラムマスクをわずかに逸脱することを考慮すると、マスク自体が他の無線システムと比べて厳しく定義されていると考えられる。今後スペクトラムマスクが改訂される可能性がある。

4. まとめ

本研究は、ソフトウェア無線技術をベースとした L-DACS 物理層評価用の実験システムを利用して L-DACS の電波共用性等を明らかにしていく。今後は物理層実験システムの送信部に誤り訂正機能を付加するとともに、同受信部を開発する。また GNU Radio に現存しない機能付加においては汎用的なライブラリとして提供できるように実装する。さらに、誤り訂正機能を含んだ通信性能特性の実験等に取り組んでいく予定である。

掲載文献

- (1) D. T. HO, J. PARK, S. SHIMAMOTO, J. KITAORI, "Performance Evaluation of Communication System Proposed for Oceanic Air Traffic Control", IEEE Wireless Communications and Networking Conference 2010, Apr. 2010
- (2) 北折, "航空用データ通信の研究と GNU Radio", GNU Radio ワークショップ, 平成 22 年 7 月.
- (3) D. T. HO, J. PARK, S. SHIMAMOTO, J. KITAORI, "Performance Evaluation of Multi Hop Relay Network for Oceanic Air Traffic Control Communication", 電子情報通信学会論文誌 英文誌 B, 平成 23 年 1 月
- (4) 住谷, 北折, 石出, "OFDM-QAM 方式の航空への適用に関する伝送特性の予備的検討", 2011 年電子情報通信学会総合大会, 平成 23 年 3 月

空港面監視技術高度化の研究【重点研究】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○宮崎 裕己、古賀 禎、上田 栄輔、角張 泰之、二瓶 子朗

研究期間 平成 21 年度～平成 24 年度

1. はじめに

航空需要の増大に伴い首都圏空港の容量拡張が進められており、東京国際空港では滑走路やターミナルビルの増設が行われている。これらの設備増設は空港面レイアウトの複雑化も同時にもたらしており、空港面を走行する航空機を安全かつ円滑に誘導することが課題となっている。このため、信頼性が高く正確な航空機の位置情報を管制官に提供できるマルチラテレーション (MLAT) 監視装置が導入された。MLAT とは、図 1 に示すように、航空機が送信する信号を複数の受信局で検出して、信号検出の時刻差から航空機位置を測定する監視装置である。

首都圏空港では容量拡張に伴い、平行滑走路の同時離着陸等の高度な運用方式の導入が計画されている。この方式では、空港周辺の空域も正確に監視することが必要であるため、MLAT の覆域拡大が求められている。加えて MLAT では、エプロン付近における性能低下が指摘されており、耐干渉性の強化も要望されている。一方、安全性と効率性を更に向上させるには、パイロットが周囲の交通状況を把握することが有効であり、これを実現可能とする監視技術 (ADS-B) の確立も求められている。

このような背景から、本研究では上述した要望を基に、MLAT 技術の高度化を目指す。MLAT の覆域拡大では、空港周辺の空域を覆域とする広域マルチラテレーション (WAM) 評価装置を開発する。また、耐干渉性の強化では、干渉に強い技術を適用した光ファイバ接続型受動監視システム (OCTPASS) 評価装置を開発する。そして、長期的な監視技術の移行を踏まえて、両評価装置には ADS-B 機能を実装する。ADS-B は位置情報の信頼性が重要であり、本研究では ADS-B 情報の信頼性を評価する。

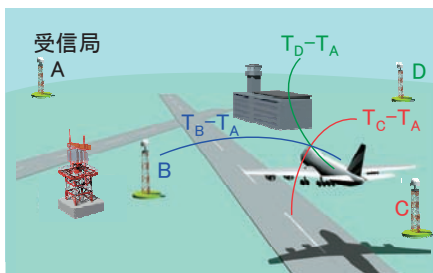


図 1 MLAT 測位の概念図

2. 研究の概要

2.1 WAM 評価装置

WAM 評価装置の開発では、「低コスト・高信頼性の実現」を重点目標とする。MLAT の性能を低下させる主な要因は信号干渉である。特に WAM では、強力な干渉信号の重畳への対処が重要である。信号干渉の対策としては「受信局配置に冗長性を持たせる」ことが一般的である。しかしながら受信局数を増やすと、処理負荷や維持費用の増大などの弊害も生じる。また、WAM は受信局を広範囲に配置するため、電源や通信回線の確保が容易ではない。実運用装置の導入では費用面の制約が現実的に大きく、少ない受信局数で安定した性能を如何に達成するかが重要である。すなわち低コストでの「信頼性の確保」が課題であるため、WAM の開発では、送信機能による測位補完や受信局配置手法など、効果的に信頼性を高める技術を中心に評価を進める。

2.2 OCTPASS 評価装置

OCTPASS 評価装置の開発では、特にマルチパスに対する耐干渉性の強化を重点目標とする。空港面監視では、ターミナルビルやハンガー等の建造物が狭い範囲に密集しており、信号が建造物に反射して発生するマルチパス波が頻発する特徴を持つ。マルチパス波の重畳により信号検出時刻を誤測定した場合は測位精度が低下する。一方、データビットを誤解読した場合は測位不能となり検出率が低下する。このため評価装置には、これらの性能低下に対処できる技術を適用する。測位精度の低下に対しては、マルチパス波が影響しない信号の立ち上がり部分を利用して検出時刻を測定する遅延・減衰比較 (DAC) 方式を採用した。また、検出率の低下に対しては、信号の誤解読が発生して当該信号を識別できない場合、他の受信局が検出した信号との時間的な相関を取り、当該信号を判別して測位に活用する干渉信号相関処理機能を持たせた。OCTPASS では、各受信局で検出された信号を RF レベルで直接に処理装置側に伝送して、処理装置側で検波・解読を行う特徴を持つ。この特徴を活用することにより、干渉信号相関処理機能を実現している。

3. 研究成果

3.1 WAM 評価装置

図2にWAM評価装置の構成を示す。平成22年度は、航空機に対して質問を行う送信局と、追加用の受信局5を試作した。そして、前年度に試作した装置を羽田空港などの4箇所に設置して、在空機を対象としたWAMの初期評価を実施した。

(1) 送信局と追加受信局の試作

高い性能を安定して確保するために、送信局と追加受信局を試作した。送信局は、質問機能による性能改善の評価に利用する。WAMは基本的に受動監視方式であるが、質問機能を活用して測位の補完を行うことで性能低下を改善できる。信号干渉により検出ロスが発生した場合、当該航空機に質問して、得られた応答から再測位を行うことで検出率を向上させる。加えて、質問送信から応答受信までの時間を測定して、求めた距離を利用して位置算出を行うことで位置精度を向上させる。一方、受信局の追加は、WAMの信頼性を確保するために基本的かつ有効な手法である。試作した受信局5を活用することで、性能と信頼性を効果的に向上させる受信局配置手法の評価を行う。

(2) 評価装置の設置

前年度に試作した評価装置（受信局4局、ターゲット処理装置）を、羽田空港周辺の空域を対象に設置した。図3に受信局の配置とアンテナの設置位置を示す。受信局は、羽田空港、成田空港、大和レーダー事務所および当研究所に設置した。受信局の設置場所は、国土交通省航空局が管理する施設を極力利用した。これは、設置場所や通信回線等の確保が容易な環境にあるため、実導入時に近い配置における評価検証を考慮したものである。ターゲット処理装置は当研究所に設置している。評価装置間のネットワークにはNTT東日本が提供する光回線を利用した。図中の色分けは、受信局配置から想定される覆域と位置精度（赤字）を表す。

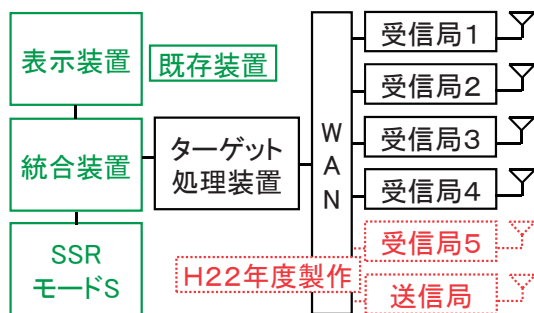


図2 WAM 評価装置の構成

(3) WAMの初期評価

設置した評価装置を利用してWAMの初期評価を行った。初期評価の目的は、最小受信局数での評価装置の基本性能を確認することである。図4に到着機の航跡例と性能値を示す。青色の航跡はWAMを、緑色はADS-Bを表す。WAMは約40NMまで位置を検出しており、想定される覆域が得られることを確認した。位置精度は、30NM付近までは想定される値が得られた。しかしながらWAMの特性上、遠方では急激に低下しており、想定される精度と比較して、距離とともに差が増大している。一方、検出率は全体的に低い値となった。空港近傍で検出率が低下している理由は、航空機の高度が低いために、信号の遮蔽が生じて測位不能が発生しているためである。

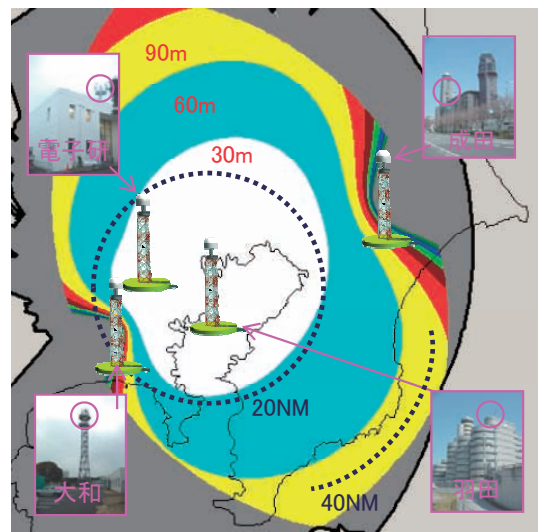


図3 受信局の配置とアンテナの設置場所

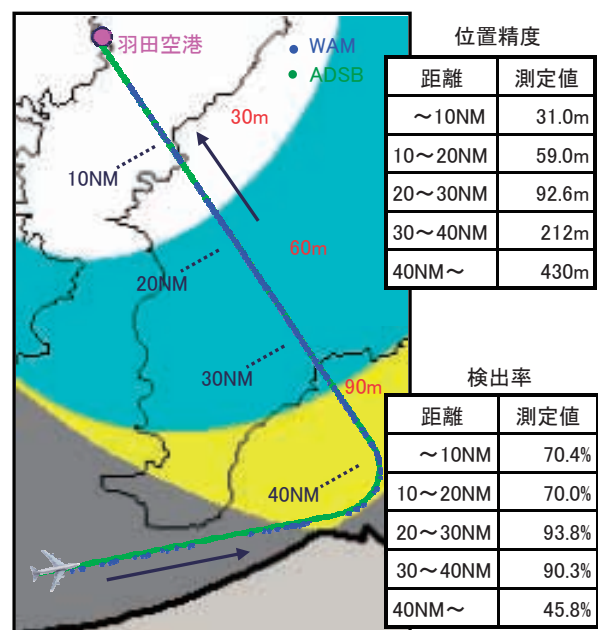


図4 到着機の航跡例と性能値

3.2 OCTPASS 評価装置

図5にOCTPASS評価装置の構成を示す。平成22年度は、RF受信処理部とターゲット処理部の試作を行った。一方、仙台空港に実験用インフラ（通信回線等）を整備したが、東日本大震災の影響により利用できない状況となった。このため代替手段として、当研究所内のグラウンドに試験環境を整備して、動作検証試験を実施した。

(1) RF受信処理部とターゲット信号部の試作

RF受信処理部は、航空機が送信した信号を受信・検波する装置であり、「受信ステーション」と「検波部」に大別される。図6にRF受信処理部の外観を示す。受信ステーションと検波部との間は、光ケーブルで接続され、光伝送装置を利用してRF信号が直接に伝送される。OCTPASSでは後段の信号処理部において、信号パルスの立ち上がりを用いて精密な時刻検出を行うため、信号強度に対する正確な応答特性が要求される。試作装置を評価した結果、想定される信号強度（-75dBm～-20dBm）に対して、良好な応答特性が得られることを確認した。

ターゲット処理部は、信号処理部から出力される検出時刻等の情報に基づいて測位や追尾などの処理を行い、ターゲットの位置情報を出力する。本年度は、測位処理等の基本機能を完成させた。

(2) 動作検証試験

所内のグラウンドに評価装置を設置して動作検証試験を行った。図7に試験環境と受信局の配置を示す。所内グラウンドは四方が建物で囲まれており、空港エプロンエリアよりもマルチパス波が発生しやすい。加えて、空間が狭いためマルチパス波が減衰せず、また時間遅延も少ない。このような状況は、主波に強く影響する干渉が発生するため、電波信号環境として非常に劣悪な条件である。試験は、実験車両にモードSトランスポンダを搭載して実施した。図8に位置検出航跡例を示す。劣悪な電波信号環境であるが、全航跡を通して良好に位置が検出され、高い位置精度（1.2m）が得られた。一方、マルチパス波が干渉して信号を識別できない状況でも位置を正常に検出しており、干渉信号相関処理機能の効果を確認できた。

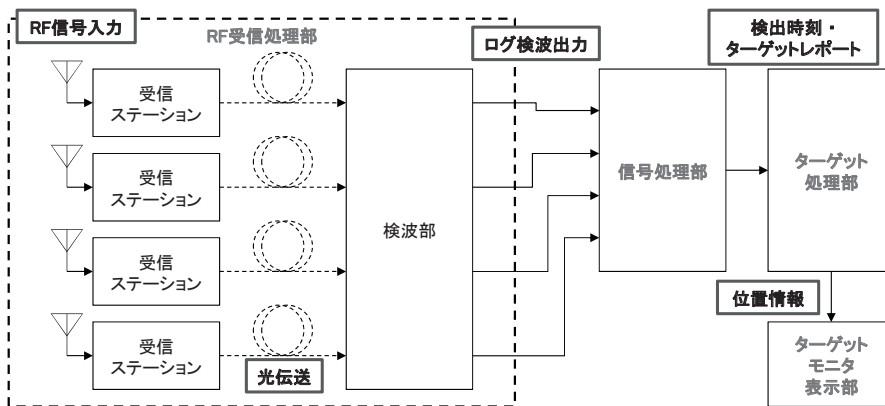


図5 OCTPASS 評価装置の構成

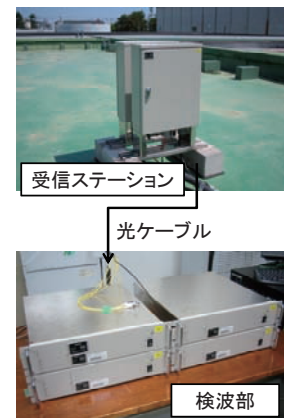


図6 RF受信処理部の外観



図7 試験環境と受信局の配置

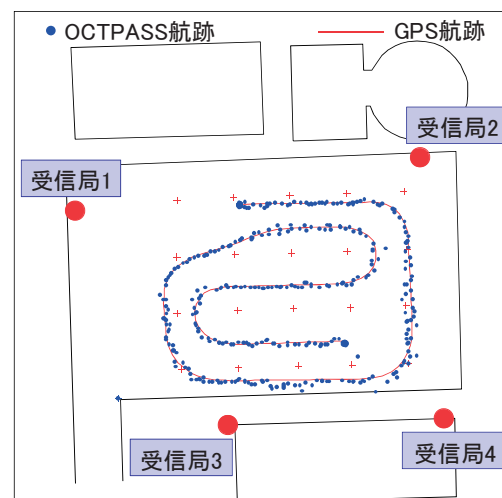


図8 位置検出航跡例

4. 考察等

WAM 評価装置の試作では、初期評価を実施して、評価装置の基本性能を確認した。評価の結果、おおむね想定される性能値が得られたが、最小局数（4 局）の受信局配置であるため、WAM の特性上、特に遠方において性能低下が発生した。今後は、送信局と追加受信局を設置して、性能および信頼性を高める技術の評価を進めていく。

一方、OCTPASS 評価装置の試作では、動作検証試験の結果、耐干渉性の強化を図るために適用した技術が有効に機能していることを確認できた。今後は、評価装置の試作を進めるとともに、仙台空港において試験環境を整備して、実運用環境下における評価装置の動作検証試験を実施する。

掲載文献

- (1) 宮崎, 古賀, 他: “空港面マルチラレーションの導入評価結果”, 電子航法研究所報告, No.125, 2010 年 4 月
- (2) H. Miyazaki: “Test Results of Wide Area Multilateration at Tokyo International Airport”, IP/ ASP08-13, ICAO ASP 8th WG meeting, April 2010
- (3) Miyazaki et al.: “Comments for Potential SARPs Changes to Limit Unnecessary Interference”, TSG WP09-24, ICAO ASP 9th TSG meeting, June 2010
- (4) Miyazaki et al.: “Information to Discuss the Anomalous Behavior of Transponder Replies”, TSG WP09-25, ICAO ASP 9th TSG meeting, June 2009
- (5) 宮崎, 上田, 他: “成田国際空港におけるマルチラレーションの評価結果”, 日本航海学会誌, 第 173 号, 平成 22 年 6 月
- (6) 角張, 二瓶, 他: “空港面受動監視システム信号処理部の試作”, 2010 年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会, B-2-24, p.260, 2010 年 9 月
- (7) Miyazaki et al.: “Excessive All-Call Replies Confirmed at Narita International Airport”, IP/ ASP09-03, ICAO ASP 9th WG meeting, September 2010
- (8) Miyazaki et al.: “Irregular Transponder Operation Confirmed at Narita International Airport”, IP/ ASP09-05, ICAO ASP 9th WG meeting, September 2010
- (9) Miyazaki et al.: “Investigation of the Irregular Transponder Operation Problem”, TSG WP10-25, ICAO ASP 10th TSG meeting, January 2011
- (10) Miyazaki et al.: “Effective Means to Distinguish Register Swaps for the Ground Based Solution”, TSG WP10-34, ICAO ASP 10th TSG meeting, January 2011
- (11) 上田, 他: “空港面監視用マルチラレーションシステムについて”, 平成 23 年度 (第 11 回) 電子航法研究所研究発表会講演概要, 平成 23 年 6 月
- (12) 宮崎, 他: “広域マルチラレーションの評価試験”, 平成 23 年度 (第 11 回) 電子航法研究所研究発表会講演概要, 平成 23 年 6 月
- (13) 角張, 他: “光ファイバ接続型受動監視システム (OCTPASS) の試作と動作検証試験”, 平成 23 年度 (第 11 回) 電子航法研究所研究発表会講演概要, 平成 23 年 6 月

CPDLC 卓を用いた航空路管制シミュレーションの研究【指定研究 A】

担当領域 通信・航法・監視領域,
担当者 ○板野賢, 塩見格一 (機上等領域)
研究期間 平成 21 年度～平成 23 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、空/地サブネットワークの構築、多様な通信メディアを共通のプロトコルで接続可能な航空通信網(ATN)、ならびに管制官・パイロット間データリンク通信(CPDLC)、デジタル・フライト情報業務(DFIS)等空地データリンク用の管制アプリケーションといったネットワーク構成要素に関して、運用を視野に入れた研究開発を行うことが必要である。さらに、これらを統合してエンド・ツー・エンドの空地通信ネットワークとしての機能・性能の検証、及び管制官による運用面の評価を行うことが重要である。また、わが国管制業務への適用のためには、わが国の航空環境(管制業務手順、管制セクター構成、地上管制インフラストラクチャー、地形的特性など)に適したシステムとする必要がある。

先の「航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究」では航空路管制用のシミュレーション CPDLC 卓を試作して、管制官によるヒューマン・マシン・インターフェース(HMI)の評価実験を行ったが、管制官によるシミュレーション評価までには至っていない。本研究では、前研究で試作したシミュレーション CPDLC 卓を用いて、シミュレーション実験によりデータ通信による管制官の管制業務の効率の改善ならびに業務負荷の低減を定量的に評価する。

2.研究の概要

本研究では、試作した航空路管制シミュレータを現役の航空管制官に操作して頂いて、シミュレーション実験を行う予定であったが、実験の日程および作業量などからその実現が困難になった。また、評価用のシナリオについても管制経験者から不具合が指摘された。そこで、研究計画を見直して、現役ではなく管制の経験者にシミュレータを操作して頂くことにし、不具合が指摘されたシナリオを作成し直すことにした。

3.研究の成果

3.1 シミュレーションシナリオの作成

前のシナリオでは、FIX などが現用とは異なる、航空機の挙動が不自然などの指摘があった。また、当シミュレータでは関東北セクターを模擬している。そこで、ATM 領域の研究で同セクターの解析を行っていたので、既に解析済みのシナリオを利用してシミュレーションシナリオを作成することにした。

表 1 は ATM 領域で解析済みの元のシナリオでの管制官とパイロットの通信記録の一例である。この通信記録などに基づいてシミュレーションシナリオを 3 本作成した。すなわち、通信記録の会話開始時間に従って、CPDLC の入力、それに伴う模擬航空機の操作を行っていけば、破綻なくシナリオが進行するようにシミュレーションシナリオを作成し直した。

表 1 元のシナリオの通信記録例

会話開始時間	話し手	航空機	会話原本
4:05:00			
4:06:07	パイロット	ELDER65	TOKYO CONTROL ELDER65 FL260
4:06:13	管制官	ELDER65	ELDER65 TOKYO CONTROL FLY HEADING 190 FOR VECTOR TO FINAL APPROACH COURSE DESCEND AND MAINTAIN FL160
4:06:22	パイロット	ELDER65	ELDER65 HEADING 190 AND DESCEND TO FL160
4:06:26	管制官	ELDER65	ROGER
4:06:40	パイロット	NWA160	TOKYO CONTROL NWA160 FL370
4:06:46	管制官	NWA160	NWA160 TOKYO CONTROL ROGER
4:07:00	パイロット	JAL1261	TOKYO CONTROL JAL1261 LEAVING 150 TO 210 REQUEST FL290
4:07:07	管制官	JAL1261	JAL1261 TOKYO CONTROL CLIMB AND MAINTAIN FL290
4:07:13	パイロット	JAL1261	CLIMB TO FL290 JAL1261
4:07:26	管制官	NWA160	NWA160 DESCEND AND MAINTAIN FL300
4:07:33	パイロット	NWA160	NWA160 DESCEND TO FL300
4:07:33	パイロット	JAL410	TOKYO CONTROL JAL410 FL390
4:07:44	管制官	JAL410	JAL410 TOKYO CONTROL ROGER
4:07:49	パイロット	AUA55	TOKYO CONTROL AUA55 370
4:07:58	管制官	AUA55	AUA55 TOKYO CONTROL REPORT AIR SPEED
4:07:57	パイロット	AUA55	AUA55 304 KNOTS

3.2 シミュレータの改修

シミュレーションシナリオの作成に伴い、FIX などが異なってきたのでシミュレータの一部の改修を行った。

4. まとめ

本年度、実験方法の見直し、それに伴うシミュレーションシナリオの作成し直し、シミュレータの改修を行ったので、シミュレーション実験を本年度中に行うことが困難になった。このため、研究を延長し、平成 23 年度にシミュレーション実験を行う。

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 ○吉原貴之、坂井丈泰、福島荘之介、齊藤真二、松永圭左、齋藤享、藤田征吾、伊藤憲

研究期間 平成 20 年度～平成 22 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。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共通化することにより、GPS 受信方処理方式の高度化及び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、個々の研究者が開発にするとときに比べ研究活動の効率化やバグ発生に伴うリスクなどの軽減を図るものである。

2.研究の概要

平成 22 年度の実施内容は以下の取りである。

- ①GPS 関連ソフトウェア・ライブラリについて、他テーマでの利用を踏まえて機能追加を行った。
- ②GPS 受信機を所内に設置し、インテグリティ性能評価用実験データを収集した。
- ③GPS 受信機内部における測定データ処理方式について、高度化のための検討を行った。考案したアルゴリズムについて前年度までに作成したユーザ受信機評価用ソフトウェアにより性能評価を行い、改善効果があることを確認した。

3.研究の成果

作成したソフトウェア・ライブラリの評価のために、平成 21 年秋に飛行実験により収集したデータを利用して、広域補強システム MSAS と狭域補強システム GBAS の双方について測位性能を評価した結果を図 1 に示す。青色は MSAS、赤色は GBAS により得られた航空機位置で、図の原点は滑走路の末端、X 軸は滑走路中心線の延長方向、Y 軸は横方向である。航空機は図の右方向から滑走路にアプローチし、滑走路末端に近づくにつれて偏位が小さくなっている様子がわかる。本実験により、MSAS 及び GBAS のいずれも互いに矛盾なく航空機位置

を算出できることを確認した。

MSAS 対応受信機を対象として、受信機内部の処理方式の改善アルゴリズムを考案した。前年度までに作成したユーザ受信機評価用ソフトウェアによる性能評価を行った例を、図 2 に示す。青色は通常の受信機による処理結果、赤色は改善アルゴリズムによる処理結果であり、いずれも保護レベルの時間的変化を表す。保護レベルが小さいほうが航法システムとしてのアベイラビリティが向上することから、改善アルゴリズムによりアベイラビリティを改善する効果があることを確認した。

本研究では、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し、広く研究者が開発出来る環境を提供した。これらは他の研究テーマでも利用可能な共通資産であり、関連する研究活動の効率化を図ることができた。これについて、図 3 に本研究で実施した受信機に依存しない基本処理のライブラリ化と、受信機処理の高度化、モニタ性能評価およびユーザ処理のルーチン化によるデータベース構築の関係を示す。上段はライブラリ化前の状態であり、類似機能を持ったプログラムを目的毎、受信機毎に作成している。下段はライブラリを用いた開発の流れであり、作業の効率化と信頼性向上が図られるとともに、一般化された部分については所外研究者に公開することで関連研究の発展に寄与することが期待される。

4. まとめ

本研究で整備した 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は、今後の関連研究で効率的な研究開発が促進される。また、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共同利用も期待できることから、広く共同研究を行い多方面の分野からの GPS 研究及びソフトウェア・ライブラリの深化が期待できる。

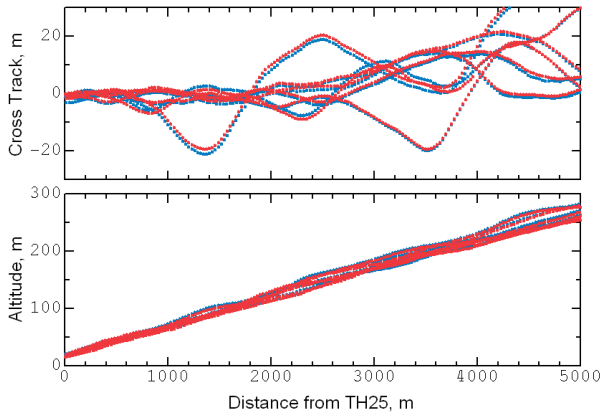


図1 飛行実験における MSAS および GBAS による航空機位置

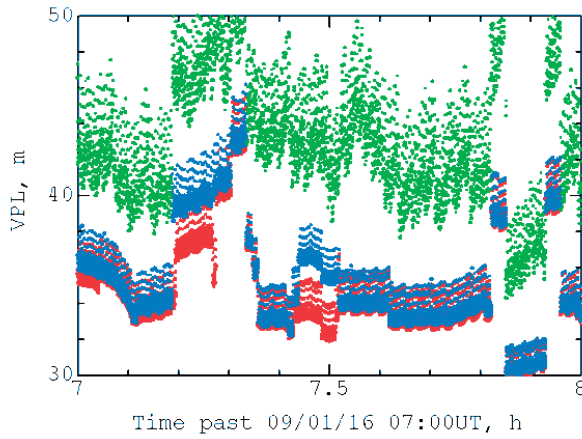


図2 考案したアルゴリズムによる MSAS 保護レベルの改善効果の例

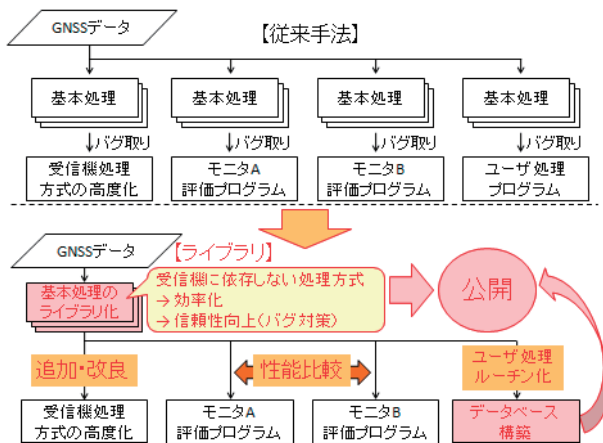


図3 ライブラリ化により期待される効果

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
- (3) 坂井他, “GPS 補強システムによる着陸時の航法性能評価例”, 電子情報通信学会総合大会, 2010 年 3 月
- (4) T. Sakai, et al., "Computing SBAS Protection Levels with Consideration of All Active Messages," Proceedings of ION GNSS 2010, Portland, OR, September 2010, pp. 2042-2050.

掲載文献

- (1) 河合, 坂井 他: “地上波デジタル放送によるディ

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【指定研究 B】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○住谷泰人、山本憲夫

研究期間 平成20年度～平成22年度

1. はじめに

陸上利用を中心に運用が始められているIEEE 802.11 (WiFi)、802.16(WiMAX)等の世界的な高速無線通信規格は、IEEE等により仕様等が策定されている。しかし、これらの規格は、高速移動中の航空機に適用されておらず、802.20等の未運用の利用環境でも最高300km/h程度の対応である。現在、空港内で駐機中の静止状態下においてWiFi(無線LAN)を利用した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運用され始めた。また将来の航空通信システムに関する調査研究の結果として、移動体用WiMAX技術を航空に適用し、空港での管制利用も想定した航空用WiMAX通信システムの導入の可能性が報告された。移動体用WiMAXは近年、陸上で運用が開始され、時速120km程度の移動体にも対応可能な規格である。これらWiFiやWiMAXでは、高速大容量通信が可能となるMIMO (Multiple Input Multiple Output)アンテナシステム等の利用が想定されており、将来的に、航空通信システムでの利用可能性を検討する必要がある。このため、高速大容量通信を可能とするMIMOアンテナシステム(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、研究を行った。

2. 研究の概要

本研究は3年計画であり、平成22年度は、最終年度である。平成22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実験用基礎システムに基づく、電波無響室でのMIMOアンテナ環境を想定した電波伝搬実験
- ・ 次世代航空通信システムにおける航空用WiMAXの国際標準化動向調査

3. 研究成果

3.1 高速大容量通信アンテナの実験用基礎システムによる電波伝搬実験

構築中の実験用基礎システムに改良を加え、電波無響室内に航空機模型を設置し、MIMOアンテナシステムの利用を想定した電波伝搬実験を行った。図1及び図2に示すとおり、電波伝搬実験では弊所の電波無響室内の台上に、水平方向に可動するシステム上の送信アンテナ1基と、航空機模型上の受信アンテナ2基を離して設置した。

航空機模型は、当所の実験用航空機B99(ビーチクラフト式 B99 エアライナ: 全長13.58m、全幅13.98m、全高4.38m)の真鍮製1/10スケールモデルである。スケールモデルでの実験における利用周波数はスケールサイズの逆数となる10倍相当である。測定機材等の制約があるため、Lバンド内の1GHzの周波数を想定した10GHzで実験した。航空機の進行方向により、電波の到来方向は全方位にわたるため、実験に適した無指向性アンテナとして、銅板と約7.5mmの内導体を有するセミリジッドケーブルを加工したアンテナを試作し、利用した。チャンネル切換器を経由させ、航空機模型上の2か所(UF、UBの位置)に接続した各アンテナと、GA、GOの2か所に移動可能な水平可動システムに接続したアンテナを測定器(ネットワー



図1 電波無響室における電波伝搬実験の様相

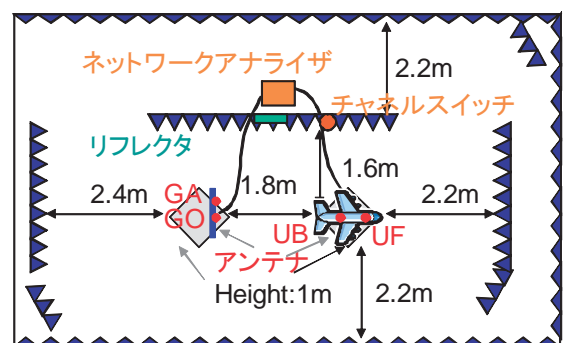


図2 電波無響室内の実験配置

ークアナライザ)に接続した。模型を台上で水平に90度ずつ変化させるとともに、水平可動システムによる移動と、チャンネルの切り替えを行い、各アンテナの組合せに基づく送受信特性を測定した。

図2に示した送受信アンテナのすべての組合せについて、図3に航空機模型からの異なる反射や回折が認められた結果例を示す。すべての組合せにおいて、直接波と間接波が確認され、時間差に基づき航空機の設置方向に伴うプロペラや尾翼等の反射範囲が特定された。MIMOアンテナシステムは反射波や回折波を利用して伝送特性を向上させる原理であるため、MIMOアンテナシステムを利用できる可能性が高い。また、反射板を設置した場合、設置しなかった場合よりも反射波が大きかった。このことで、上空のような航空機自身以外、周囲に何も無い環境下よりも、建物や車両、航空機等反射体のある空港面の環境下で、反射波は大きく、MIMOアンテナを有効利用できる可能性があることを確認できた。これらの実験結果はとりまとめの上、国際学会や航空用標準規格団体の作業部会において公表し、他の研究者等と意見交換してさらなる知見を得ることができた。

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のうち、空港面利用を想定し検討中の航空用WiMAXであるAeroMACS (Aeronautical Mobile Airport Communication System)について、通信関連のICAO作業部会や欧州の国際会議等の文献調査した。また、AeroMACS用の米国標準規格策定機関であるRTCAの特別委員会(SC: Special Committee)223への参加等による情報収集に基づき、航空用WiMAXシステムのテストベッドを有する米国NASAの研究機関の研究者と意見交換した。この特別委員会の参加者は、FAA、NASA、航空機製造メーカー、航空会社やアビエーションメーカー等から構成されている。当初は欧州の航空用標準規格策定機関であるEUROCAEと調整の上、平成22年秋に、航空用WiMAXの仕様案がまとまる予定であった。しかし、欧米共通の仕様策定の調整が遅れた影響により、仕様案の公表は平成23年以降にずれ込むこととなった。運用に関する要件は、上記特別委員会内にさらに作業部会が設立され、現在ドラフトを策定中である。ICAOでは、AeroMACS専用の作業部会が仕様案の策定後、作業を開始する予定であったが、仕様案の遅れに伴い、設置自体は決まっているが、実作業は開始されていない。このため、ICAOのマニュアル改訂に関する作業部会で、RTCAやEUROCAE等の動向が逐次報告されている。これらの

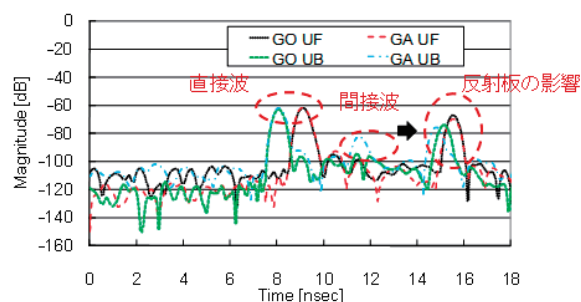


図3 解析結果の一例(近傍に反射板設置の場合)

規格策定動向等について、行政機関のロードマップ策定の作業部会等において報告した。

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AeroMACSに利用可能性のあるMIMOアンテナシステムの基礎実験システムを構築し、電波無響室において実験した。この結果、MIMOアンテナの適用可能性が確認出来た。またこれと共に、欧米の航空用標準規格動向と国際標準化の動向を、文献及び会議参加により調査、及び意見交換するとともに、行政機関を中心に報告した。この研究によりMIMOの有用性が明らかになったため、次年度より1年間の調査期間を設けた後、平成24年度より重点研究を実施する予定である。

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
- (2) 住谷泰人, 小川恭孝: 航空機模型を利用した航空機表面の電波伝搬の予備的検討, (社)電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集, 2009. 9
- (3) 住谷泰人: 空港面用航空無線通信システムの標準化の動向, (財)航空振興財団 平成21年度調査研究報告書 第2編航空交通管制システム小委員会, 2010. 3
- (4) Y. Sumiya, Y. Ogawa : Preliminary Analysis of Radio Propagation using Aircraft Model for MIMO in Radio Anechoic Chamber, RTCA SC223 4th meeting, Jun. 2010
- (5) 住谷泰人, 北折潤: 将来の航空通信システムに関する現状, CARATS CNS WG通信 Adhoc 資料, Jul. 2010
- (6) Y. Sumiya, Y. Ogawa : Radio Propagation Analysis using an Aircraft Model for MIMO in Radio Anechoic Chamber, IEEE Aerospace Conference 2011, Mar. 2011

空港面高度運用技術の研究【指定研究 B】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○角張 泰之，二瓶 子朗，宮崎 裕己，上田 栄輔，古賀 禎（機上等技術領域）

研究期間 平成 21 年度～平成 22 年度

1. はじめに

近年、幹線空港の大規模化が進んでおり、空港面レイアウトは複雑化の一途を辿っている。従来型の空港面管制の手法として、主に管制官の目視と音声通信による管制指示が行われているが、このような状況下でも、高密度運航の維持は不可欠であり、管制官に課されるワークロードは益々増大する傾向にある。

このような課題を解決する糸口としては、システムの支援による空港面運用の効率性・安全性の確保が必要と考えられる。その実現には、管制官とパイロットとの間の視覚的な情報共有を可能とする支援システムが有効であり、本研究は、必要となる提供情報の効率的な生成方法やその提供手段の確立を目指している。

2. 研究の概要

本研究は 2 年計画で実施するものであり、平成 16～20 年度に「A-SMGC システムの研究」の中で行った、経路設定機能・誘導機能・管制機能の 3 機能の開発を基盤とする。これらの機能の高度化及び機能間の協調を図り、地上側・機上側が一体となった空港面高度運用を実現するための、情報生成と情報提供に関する技術の研究・開発を行う。図 1 に本研究で目指す情報生成・提供の流れを示す。

経路設定機能、管制機能においては、マルチラテレーション等の空港面監視センサが提供する航空機の正確な位置情報を利用し、経路情報、管制情報（滑走路誤進入・コンフリクト予測情報）を効率的に生成する方法について検討を進める。誘導機能においては、航空機（パイロット）

への経路情報・管制情報等を効果的に提供可能とするシステム構築に向けた検討を行う。

3. 研究成果

3.1 自動経路情報生成装置の試作・検証

経路設定機能の高度化として、自動経路情報生成装置の試作・検証を行った。大規模空港をモデルとした標準的な地上走行経路パターンをデータベース化しておくことで、航空機位置に応じた推奨経路をリアルタイムに自動生成するものである。

一例として、東京国際空港におけるマルチラテレーション監視ログを用いて、各航空機の走行経路を分類整理し、標準経路データベースを得た。本装置を表示装置と組み合わせ動作させたところ、各航空機に対してその位置に応じた経路を逐次生成・出力できることを確認した(図 2)。

3.2 誘導路コンフリクト予測ツールの製作と機能検証

管制機能の高度化については、誘導路を走行する複数の航空機において、コンフリクトを未然に防ぐことを目的としたコンフリクト予測ツールの製作と機能検証を行った。各航空機の配置と動き方からその先の状況を予測し、コンフリクトが予測された場合に注意喚起を行う。

マルチラテレーション監視ログを利用し、東京国際空港の主要誘導路を走行する航空機に対して、評価ツールの動作検証を行い、設計意図に則した動作を確認した(図 3)。

3.3 航空機（パイロット）への経路情報の効果的な提示手法の検討

誘導機能の高度化として、生成経路情報の効果的な提示手法についての検討を行った。検討のひとつとして、携帯型情報端末を用いた航空機（パイロット）への視覚的情報提示ソフトの試作をした。自機を中心としたムービングマップ表示の中で、提示された走行経路が表示される。監視データも併せて提示され他の航空機位置も分かるため、パイロットと管制官の視覚的な情報共有が図れ、より安全な地上走行が可能になるものと考えられる。国際ワークショップ(EIWAC2010)にて、経路生成装置と併せてデモンストラーションを行った様子を図 4 に示す。

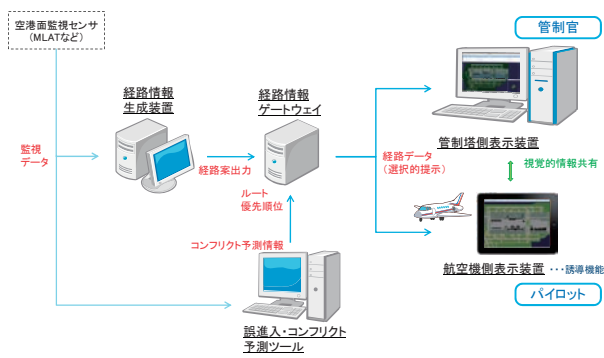


図 1 空港面高度運用における情報生成・提供の流れ

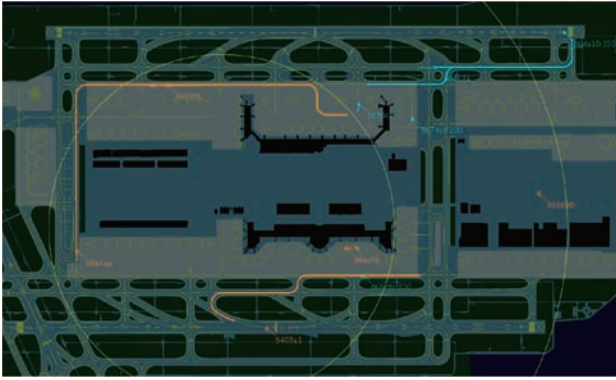


図2 自動経路情報生成装置による推奨経路出力の例



図3 主要誘導路における2機間のコンフリクト注意喚起画面の例(円で囲んだ2機に対する検出)



図4 携帯型情報端末を用いた視覚的情報提供手法のデモンストラーション(国際ワークショップ会場にて)

4. 今後の見通し

本研究で得た自動経路生成を中心とした個々の情報生成技術を基に、今後、各機能が生成する情報の連携を図る

「ゲートウェイ装置」を具現化することで、例えばコンフリクト予測アルゴリズムの注意喚起出力を基に、その時々で一番適切な地上走行経路の提示を行うなど、現実在即した情報生成が可能となる。併せて、その情報の提供方法を含めた検討を進めることで、協調的な空港面トラジェクトリ管理技術の実現を図ることが可能であると考えられる。

掲載文献

- (1) 二瓶, 宮崎 他: “先進型地上走行誘導管制(A-SMGC) 実験システムの総合性能試験”, 平成 21 年度電子航法研究所研究発表会講演概要, pp.115-120, 2009 年 6 月
- (2) 角張, 二瓶 他: “A-SMGC システム経路設定インターフェイス装置の開発と管制官評価”, 平成 21 年度電子航法研究所研究発表会講演概要, pp.121-124, 2009 年 6 月
- (3) 山田, 青山 他: “A-SMGC システム経路設定機能の開発ー推奨経路生成のための空港面地上走行モデル化 その 2ー”, 平成 21 年度電子航法研究所研究発表会講演概要, pp.125-130, 2009 年 6 月
- (4) 古賀, 二瓶 他: “A-SMGC システムの監視機能の開発”, 電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会資料, 2009 年 7 月
- (5) 二瓶, 宮崎 他: “先進型地上走行誘導管制(A-SMGC) システムの開発”, 2009 年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会, B-2-19, p.229, 2009 年 9 月
- (6) 豊福, 青木, 二瓶: “A-SMGC システムの誘導機能の開発”, 2009 年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会, B-2-20, p.230, 2009 年 9 月
- (7) 二瓶: “A-SMGC システムの開発動向について”, 日本航空宇宙学会第 47 回飛行機シンポジウム, 2B10, pp.292-297, 2009 年 11 月
- (8) 角張, 二瓶 他: “A-SMGC システム経路設定機能の開発ー経路設定インターフェイス装置の管制官評価ー”, 日本航空宇宙学会第 47 回飛行機シンポジウム, 2B11, pp.298-303, 2009 年 11 月
- (9) 山田, 二瓶 他: “A-SMGC システム経路設定機能の開発ー大規模空港に対応した空港面地上走行のモデル化ー”, 日本航空宇宙学会第 47 回飛行機シンポジウム, 2B12, pp.304-309, 2009 年 11 月
- (10) 二瓶, 宮崎 他: “先進型地上走行誘導管制(A-SMGC) システムの開発について”, 電子情報通信学会宇宙・航空エレクトロニクス研究会資料, 2010 年 1 月

GBAS による新しい運航方式に関する研究【指定研究 B】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○工藤正博、伊藤正宏、藤井直樹、齋藤享、齊藤真二、松永圭左、藤田征吾、山康博

研究機関 平成 21 年度～平成 23 年度

1. はじめに

GBAS は、我が国を始め欧米でも計器着陸装置(ILS)に替わる精密進入システムとして開発が進められており、CAT-IGBAS については間もなく実運用が開始されると期待されている。航空機側の対応もボーイング B787 型機には、GBAS 機上装置が標準搭載され、また、エアバス機もエアバス A380 型機やその他の型式の機体についても標準装備または装備可能な準備が整っている状況である。一方、GBAS は技術的には曲線進入などの ILS ではなし得ないような形状の進入経路の誘導が可能であり、ILS よりも優れた測位誤差特性を有しているが、現在、GBAS の運航方式として実用が間近なのは ILS と同じような直線経路で精密進入を行う方式であり、また、障害物間隔要件も基本的には ILS のものが適用される。

このように、現段階では、GBAS の優れた能力を発揮する運航方式が十分に開発されている状況ではない。GBAS が ILS に替わって広く導入されるためには、GBAS の優れた長所を反映した新しい運航方式(図 1 参照)の開発が必須である。

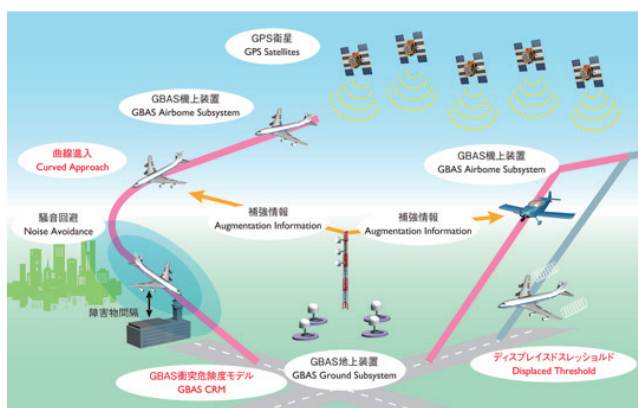


図 1 GBAS の優れた長所を反映した新しい運航方式の例

2. 研究の概要

本研究では新しい運航方式の検討の基礎となる GBAS の特性を確認した結果を基に GBAS の誤差特性を反映した障害物物件間隔基準の検討を行う。

また、航空会社、JAXA 等と協力して、FMS による曲線

飛行と直線形状の最終進入経路との接続について調査する。

GBAS プロトタイプを評価するにあたっては、GBAS の機上受信機、地上装置とも国際標準である SARPs に基づいて製作されているが、現実的には機上と地上のシステムを接続してシステム全体として機能するか相互運用性の確認が必要とされる。このため、実験用小型航空機のみならず、将来の主要機となりうる大型の商用機 B787 でも相互運用性を確認し、GBAS が利用可能であることを実証する。平成 22 年度は B787 を用いた GBAS プロトタイプ of 飛行実験実施の検討ならびにその準備を行う。

また、B787 を用いた飛行実験に関する情報も含め、GBAS の新しい運航に係る情報収集及び整理を行うため、GBAS に関する海外調査を実施する。

3. 研究成果

平成 22 年度においては、GBAS の誤差特性を反映した障害物物件間隔基準の検討に関して、平成 21 年度に引き続き、ILS と GBAS の誘導特性の差による誘導誤差のモデルの検討を行った。ILS の誤差はその技術的性質上、本質的に角度誤差となって現れることを反映し、これに表示器の誤差などを勘案した航法システム誤差及びパイロットを含めた誘導誤差(飛行技術誤差)を勘案して算出される。そのため誤差の距離依存性は大きくなるが、GBAS の測位が本質的に幾何的な(x, y, z)座標で行われ、これに対する誤差の滑走路からの距離依存性が小さいことを勘案した障害物物件間隔基準の検討を深めた。

B787 を用いた GBAS プロトタイプ of 飛行実験に関しては、当飛行実験を実施するために、当研究所と本邦航空会社(全日本空輸及び日本航空)との間で調整を開始し、三者による協力体制を構築した。

関係団体の GBAS の取り組みとして、財団法人 航空輸送技術センター(ATEC)が主催する、航空局、航空会社、空港会社等で構成される「新たな進入方式に関する調査・研究」の WG 会議を利用し、航空会社の動向を調べるとともに、B787 を用いた GBAS プロトタイプ of 飛行実験の企画について紹介し、航空局関係各課の担当者への周知を図った。その後は、航空局管制技術課、本邦航空会社

の協力のもと運航課等と B787 の飛行についての個別の調整を実施している。

B787 を用いた GBAS プロトタイプの実際の飛行実験の準備として、関空 GBAS プロトタイプによる飛行を模擬した飛行シミュレータによる確認の実験を実施することが必要である。当研究所では全日本空輸と契約を締結し B787 の飛行シミュレータに関空 GBAS プロトタイプに関する模擬環境の整備を実施した。(図 2 参照)



図 2 B787 飛行シミュレータに関空 GBAS プロトタイプに関する環境を模擬した画面

上図 Primary Flight Display

下図 Control Display Unit

提供：全日本空輸株式会社

一方、B787 を用いた GBAS プロトタイプの飛行実験の企画に関する海外との関係では、国際 GBAS ワーキンググループ会合(IGWG)や ICAO NSP の場において、B787 を用いた GBAS プロトタイプの飛行実験の企画について、当研究所から発表し紹介した。これに対して航空機製造メ

ーカの Boeing 等から関心が寄せられた。

海外においては、B787 を用いた GBAS 飛行実験はまだ行われていないが、その他の商用機を用いた GBAS の飛行実験が盛んに行われており、特にオーストラリアにおいては、B737 - 800 及び A380 によるトライアルが実施されている。そのため、サービスプロバイダの Airservices Australia に訪問し、飛行実験から運航承認に至るまでに行うべき内容を調査した結果、B787 を用いた GBAS プロトタイプの飛行実験の進め方の道筋をつけることができた。

4. まとめ

平成 22 年度において、B787 の飛行シミュレータに関空 GBAS プロトタイプに関する模擬環境を整備した。平成 23 年度は、B787 の飛行シミュレータ等を用いて、実際の飛行実験では行うことが難しい高角度進入や Displaced Threshold、ならびに曲線進入を検討する際の基礎となる曲線飛行と直線形状の最終進入経路との接続についても、機体の挙動等の評価を行い、新しい運航方式を検討するための基礎としたい。

一方、平成 22 年度において障害物件間隔基準策定のための検討についても行った。平成 23 年度は、検討をさらに深めるため、飛行シミュレータを用いて High loss 等の解析を行い、GBAS の衝突危険度モデル (CRM) による評価手法について検討することとしたい。

なお、当研究は、将来の曲線進入など自由度の高い進入経路の設定が可能する GBAS の優れた能力を発揮する先進的な進入方式の開発に繋がるものである。運航の効率性の向上、空港容量の増大への寄与、騒音問題の緩和等、経済性及び地球環境保全に優れた航空交通の促進が期待できる。

5. 掲載文献

- (1) 工藤正博他：“GBAS の実験計画について”，第 48 回飛行機シンポジウム，2010 年 11 月
- (2) 工藤正博他；“後方乱気流について知られている性質と離着陸する航空機の運航の改善の方法についての考察”，航空宇宙学会年会，2010 年 4 月

トラジェクトリベース運航のための CNS 基盤技術に関する研究【指定研究 B】

担当領域 通信・航法・監視領域

(* : 航空交通管理領域、** : 機上等技術領域)

担当者 ○住谷泰人、坂井丈泰、齊藤真二、山康博、福田豊*、蔭山康太*、大津山卓哉**

研究期間 平成 22 年度～平成 24 年度

1. はじめに

現在、航空機の現在から将来にわたる軌跡を予測することで効率的な航空管制を行おうとするトラジェクトリベース運航の基礎研究が進められ、国土交通省航空局の長期計画CARATSにおいても航空交通容量拡大のための中核技術として位置付けられている。これにより、出発から到着までの経路全体を見渡した効率的な運航の実現が期待される。現実の航空管制業務は、航空管制の基盤ツールであるCNS技術を利用する。このため、トラジェクトリ技術を航空管制業務に適用するためには、CNS基盤についても所要の技術革新が要請されている。

本研究では、トラジェクトリベース運航の実現にあたり、現実の航空管制業務における具体的な姿や、CNS基盤との関連を検討する。また、トラジェクトリベース運航に対する関係者の理解を促進させる方法も検討する。

2. 研究の概要

本研究は3年計画であり、平成22年度は、第1年度である。平成22年度は、主に下記のことを行った。

- ・ 4次元トラジェクトリの要件整理
- ・ 4次元トラジェクトリの表現検討
- ・ CNS基盤との情報交換方法の検討

3. 研究成果

3.1 4次元トラジェクトリの要件整理

時間と位置に基づく4次元トラジェクトリの文献調査を行った。また、現行のトラジェクトリ技術に関する研究の状況を調査するため、航空会社(運航者)の望む情報や管制官の考え方について意見交換等により検討し、システムの要件を整理した。これと並行し、ICAOにおける標準化作業の見直しに関して、国際会議に出席し、調査した。さらに、米国の航空通信システムに関する要件について、文献に基づく調査を開始した。

3.2 4次元トラジェクトリの表現検討

研究所内で先行するトラジェクトリ関連と研究分担を

調整し、データリンクの運用概念と要件に関する調査検討を開始した。また行政当局の実施するロードマップ策定の考え方やこれらの先行研究の状況について、研究者間で意見交換した。これらに基づき、今後は、4次元トラジェクトリに必要な表現方法を検討の上、各想定システム下でのシナリオに基づく検討を行う予定となった。

3.3 CNS基盤との情報交換方法の検討

監視システムの情報に関する検討やGPS及び将来的な通信システムに関する米国の航空用標準規格動向調査、米国NASAの研究者との意見交換等に基づき、CNSシステムの情報交換方法を検討した。また、現行管制におけるCNSシステムの位置づけについて、管制経験者等との意見交換により知見を深めた。これにより、航空通信システムのデータ通信量の調査が必要なことがわかった。また、弊所の長期ロードマップ計画を含む国内外の航空関連ロードマップ状況について、学会の講演会で報告し、参加者と意見交換し、さらなる知見を得た。これらの成果は、行政当局の実施するロードマップ策定作業部会等を通じ、情報提供及び共有した。

4. おわりに

トラジェクトリベース運航の実現にあたり、必要とされる4次元トラジェクトリの要件を整理し、表現方法としてシナリオ作りに基づく検討を、将来的に行うこととした。また、CNS基盤との情報交換方法の検討を通じ、行政当局の実施するロードマップ策定作業部会への情報提供と共有を実施し、航空通信量調査等の新たに必要とされる調査課題項目が明らかになった。

掲載文献

- (1) 住谷泰人：空港面における航空用高速移動通信システムの動向、(社)日本航海学会航空宇宙研究会講演、2010.10
- (2) Y. Sumiya：ENRI's Datalink Study and R&D Roadmap Meeting in NASA Glenn Research Center、Nov. 2010

航空通信用データリンク・アプリケーションの調査研究【基礎研究】

担当領域 通信・航法・監視領域，

担当者 ○板野賢

研究期間 平成 21 年度～平成 22 年度

1.はじめに

欧米では、今後航空通信に将来的に必要と考えられるデータリンク・アプリケーションを通信運用要件(COCR : Communication Operating Concepts and Requirements)や検討し始めている。また、COCR ではデータリンクの安全性についても言及している。

一方、ICAO (国際民間航空機関)により制定された航空通信用のデータリンク・アプリケーションは航空通信網(ATN:Aeronautical Telecommunication Network)用であり、データリンクのセキュリティについて定めているものも ATN に限られる。

COCR も部分的に ATN を元に開発されていると思われるが、ATN と COCR アプリケーションの差異は必ずしも明確となっていない。

本研究では、ATN と COCR アプリケーションの差異を調べ、将来の航空通信アプリケーションに必要で ATN に足りない部分を明らかにする。また、ATN セキュリティと求められるデータリンクの安全性について検討する。

2.研究の概要

2.1 ATN と COCR アプリの差異の検討

COCR は 8 分野におよぶ 30 あまりの管制サービス毎に通信の運用要件をまとめているのに対して、ATN では 4 つの空/地アプリケーションを定めているだけである。このため、管制サービス毎に必要なアプリケーションを検討しないと、どの ATN アプリケーションが必要なかわからない。例えば、ある管制サービスを行うには、CPDLC (管制官-パイロット間データリンク通信)と ADS (自動従属監視)ならびに、ATN ではサポートしていない ADS-B が必要であるという具合にである。

明らかに異なる点は、ATN では 1 対 1 のアドレス型の通信を行うだけであるが、COCR ではアドレス型の通信以外に放送型の通信が多数用いられる点である。

2.2 ATN セキュリティ機能の脆弱性の検討

ATN セキュリティサービスでは空/地間での下記の脅威を対象とする。

- ① メッセージのアドレス情報や内容の変更 (改竄)
- ② なりすまし

③ ネットワークの経路情報の変更

ATN セキュリティ機能を簡単に説明すると、項番②の対策のため PKI (公開鍵基盤)を用いた電子認証を用いる。また、①と③の対策のため MAC(メッセージ認証コード)を用いて、アプリケーションのメッセージと、ATN ルータからの経路情報を保護する。PKI や MAC にはもちろん暗号技術は用いられているが、アプリケーションのメッセージや経路情報が暗号化されることはない。このため、ATN セキュリティ機能が用いられているとしても、通話者以外の第三者にも CPDLC などのモニターは可能である。

昨年度は、ATN セキュリティに用いられている暗号技術を整理して、その脆弱性について検討した。

3.研究の成果

3.1 ATN と COCR アプリの差異の検討

3.1.1 Data Link Management Service (データリンク管理サービス)

DLL (データリンク・ログオン) サービスはその通信シーケンスから明らかに CM (コンテキスト管理)アプリケーションそのものである。一方、ACM (ATC 通信管理)サービスは CPDLC の一部で、CPDLC のなかで contact や monitor で始まる電文のサービスであり、通信アプリケーションとしてはスタートやエンド処理を伴う。

3.1.2 Clearance Instruction Service (クリアランス指示サービス)

全て CPDLC と思われる。

3.1.3 Flight Information Service (フライト情報サービス)

全て FIS アプリケーションと思われる。但し、アドレス型と放送型の通信があり、ATN でサポートしているのはアドレス型に限られる。また、各種のサービスがあるが ICAO の SARPs (標準化と勧告方式)でデータフォーマットが定まっているのは ATIS と META だけである。このため、ノータムなどのデータフォーマットが標準化される必要がある。

また、アドレス型のFISは航空機側からパイロットによって起動される（航空機起動）アプリケーションであり、ICAOのSARPs上でも航空機起動のものしかない。しかし、D-SIGMETは地上側の管制官によりイベント起動されるものであり、このため地上起動のFISを開発する必要がある。

3.1.4 Advisory Service（アドバイザリー・サービス）

ARMAND（到着管理情報デリバリー）サービスはATIS情報を地上側から提供するようなものであるため、地上起動型のFISで実現可能に思われる。

DYNAV（動的ルート提供）サービスはCPDLCのサービスの一つであるDSC（ダウン・ストリーム・クリアランス：航空機起動）を地上側から提供するようなものであるため、地上起動型のDSCで実現可能に思われる。

3.1.5 Flight/Position/Intent Preference Service（フライト/位置/意図 プレファレンス・サービス）

PPD（パイロット・プレファレンス・ダウンリンク）サービスを除いてADSと思われる。但し、ADSもアドレス型と放送型（ADS-B）が使用されている。

FLIPINT（フライト・パス・インテント）サービスだけがアドレス型のADSのみを用いる。FMS（フライト管理システム）により予測されたトラジェクトリ情報をダウンリンクできるので、将来のトラジェクトリ管理ではダウンリンクでの主力サービスとなるであろうが、このサービスが可能なATNのADSアプリケーションを搭載した航空機はまだ存在しない。

SAP（システム・アクセス・パラメタズ）サービスはADSレポート以外に方位と大気速度情報をダウンリンク可能で、アドレス型でも放送型でも用いられる。

PPDサービスは希望のフライトレベルやルートなどパイロットのプレファレンス（好み）をダウンリンクするもので、アドレス型ならCPDLC、放送型ならモードSのアプリケーションが使用されると思われる。

3.1.6 Emergency Information Service（緊急情報サービス）

電文自体はCPDLCでも送信可能なものであるが、緊急通信のためCPDLCの優先度を上げるだけでよいのか、別に高速なデータリンクが必要なのかは現時点では不明になっている。

3.1.7 Delegated Separation Service（代理型セパレー

ション・サービス）

全てADS-BとCPDLCの組み合わせと思われる。代理型セパレーション・サービスは、ADS-Bによりセパレーション自体は航空機が自立的に管理するが、CPDLCによる管制官のクリアランスが必要なサービスで、3.1.8で述べる空対空セルフ・セパレーションの前の段階と思われる。

3.1.8 Miscellaneous（種々の）サービス

AIRSEP（空対空セルフ・セパレーション）サービスに必要な通信アプリケーションはADS-Bだけで、ほかの空/地または空/空アプリケーションは不要になっている。ADS-Bにより航空機が自立的にセパレーションを管理して運行する。

WAKE（ウェイク）サービスはモードSを用いた放送型のWAKEデータの送信と思われる。

A-EXEC（自動exec）サービスはタービュランスなどの危険を地上側で検出した場合に、管制官が当該航空機にA-EXECコマンドを送信することで、航空機が自動的に回避行動を行うもので、現時点ではどのような通信アプリケーションを用いるのか不明である。FMSがCPDLCの通信内容を完全に理解できるようになればCPDLCでも可能なかもしれない。

3.1.9 調査結果の考察

調査の結果、COCRのアドレス型のほとんどの通信はATN空/地アプリケーションを用いたものと思われる。但し、緊急情報サービスのようにCPDLCの優先度を上げるだけでよいのか、それとも別の高速リンクが必要なのか不明のものがある。

また、ARMANDサービスやD-SIGMETサービスを実現するには地上起動型のFISアプリケーションが必要なこと、DYNAVサービスを行うには地上起動型のDSCが必要なことなど、ATN-SARPsを含めたアプリケーションの改修が必要である。

一方、FISやFlight/Position/Intent Preference Serviceなどにはアドレス型の通信以外に放送型の通信が多く用いられる。これらは、モードSを利用したアプリケーションでADS-B、FIS-B、TIS-Bなどと考えられる。また、現在ではまだデータフォーマットは定義されていないがモードSを用いた放送型の通信と思われるものがある（WAKEやPPDサービスなど）。

3.2 ATNセキュリティ機能の脆弱性の検討

昨年度、ATNセキュリティ機能に用いられる暗号技術

をまとめその脆弱性について検討し、結果を掲載文献(1)で報告した。ATN セキュリティ機能の SARP 化は 1990 年代に行われた。このため、ここで述べた ATN セキュリティ機能の脆弱性は、そのパラメタの一部が現在の科学技術常識から見て陳腐化したことによる。よって、実用化に当たってはパラメタ全般の再度の見直しが必要に思われる。

4. 考察など

COCR では性能要件や安全性要件なども言及されている。現在のアドレス型のデータリンクの主要メディアは VDL-2 が有力であるが、この性能要件などから VDL-2 は COCR フェーズ 1 の能力しか持たない。今後フェーズ 2 に移行するには VDL-2 に変わるメディアの開発が必要である。

一方、COCR で用いられる放送型の通信に使用されるのは、ADS-B、FIS-B、TIS-B などほとんどがモード S のアプリケーションと思われる。しかし、モード S では他の通信メディアと異なり、通信パケット間の衝突は考慮されていない。このため、モード S データが混在する状況でのパケット衝突などの影響を検証する必要がある。

ATN 空/地アプリケーションについては、地上起動の FIS の作成などの改修や、未定のデータフォーマットの標準化など改善すべき点はあるが、今後全く新たなアプリケーションを開発する必要はなさそうである。

掲載文献

- (1)板野賢：“ATN（航空通信網）セキュリティ機能の脆弱性について”，2009 年度電子情報通信学会全国大会，平成 22 年 3 月。
- (2)板野賢：“COCR と ATN 空/地アプリケーションについての検討”，2010 年度電子情報通信学会全国大会，平成 23 年 3 月。

機上航法装置に関する調査【調査】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○星野尾一明、新美賢治

研究期間 平成 21 年度～平成 22 年度

1. はじめに

エンルートから初期進入まで GPS、SBAS、GBAS 等 GNSS を利用した運航が実現され、精密進入での運航を実現するべく研究、開発が続けられている。エンルート及び初期進入における運航では RNP あるいは RNP-AR 方式により、ルート設定の自由度が高く、高精度で地形の影響の少ない等 GNSS の特性を生かした運航が一部可能な状況となってきた。一方、現状では、精密進入においては ILS 等従来の航法装置に基づいた運航が行われており、GNSS の特性を生かした運航方式とはなっていないと考えられる。GNSS の特性を生かした新しい飛行方式等を検討することは、飛行の安全性、効率化、環境への配慮のために有効と考えられる。このため、GNSS を用いた機上航法装置の機能・性能について調査するとともに飛行方式、飛行ルートへ与える影響を調査する。

2. 研究の概要

平成 21 年度は、機上 GPS/SBAS 受信機、航空機の飛行上主要な役割を持つ飛行制御、FMS、航空機の運動と飛行シミュレーションについて文献及び関係者からの聴取等の調査を行った。また、GNSS の利用に関連して機上 GPS 受信機の精度情報についての調査を行った。平成 22 年度は、機上 GBAS 受信機、GNSS を用いた飛行方式、RNAV/RNP の調査を行うとともに GNSS 航法誤差と飛行精度との関係を調査し、飛行方式、飛行ルートへ与える影響を検討した。

3. 研究成果

機上 GNSS 受信機において、GPS 受信機および SBAS 受信機はインテグリティ情報を含む位置情報を統合航法装置へ出力するセンサー型の受信機と航法機能を有する単独型の受信機がある。さらに細かなカテゴリ区分があり、使用目的に応じて選択される。GBAS 受信機は当面、精密進入・着陸用途に使用されることで作られている。GBAS 受信機は精密進入設定コースからの変位を計算する GLS 機能を含んでおり、ILS と同等のコース変位を出力するセンサー型の ILS 受信機等を含む MMR と呼ばれる受信機と GLS 機能と航法機能を持った GNLU と呼ばれるタイプの

ものがある。また、飛行方式に関しては RNAV/RNP の種類、要件、機上警報機能、機上 GNSS 受信機の精度情報について調査した。RNAV、RNP 運航関連して機上で表示されるものには HIL (Horizontal Integrity Level : 99.99999% 水平位置誤差)、HUL (Horizontal Uncertainty Level : 99.9% 水平位置誤差)、HFOM (Horizontal Figure of Merit : 95% 水平位置誤差) があるが、別の表現がなされている場合があり、運航者の理解も十分でない懸念がある。また、RNP-X と HIL、HUL との関係の明確な関連付けが不明確であり、機上でこれらの情報を使用するうえで明確にすべきであると考えられる。

GNSS が飛行方式に与える影響に関しては航法システム誤差、飛行技術誤差、保護レベル、警報限界の相互関係を検討した。GNSS を用いた飛行方式、飛行ルートにおいても総合システム誤差が重要であり、飛行環境や GNSS 航法装置の位置誤差が飛行制御システムを通してどのような総合システム誤差になるかを検討することが必要である。GNSS の場合、航法システム誤差が総合システム誤差に占める割合は小さく、飛行技術誤差が主要な部分であると考えられる。このような考え方にに基づき、GNSS を利用した場合の飛行技術誤差の検討に関するシミュレーション方法、基礎的なツールの調査を行った。

4. おわりに

RNP 運航方式あるいは GNSS を用いた運航方式の基礎となっている航法システム誤差、飛行技術誤差、GNSS の位置、速度を利用した場合の飛行方式、飛行ルートへ与える影響の検討を行うためには飛行試験が重要であるが、飛行試験では得ることのできない様々な故障状態での飛行あるいは飛行環境での飛行精度を推定することが安全性を確保するために必要である。このため、飛行方式評価の具体的な方法について明確化することが重要である。

掲載文献

- (1) 星野尾一明 ; "GPS の利用について"; 航空保安無線システム協会 第 1 回 GNSS セミナー, 2010 年 1 月
- (2) 星野尾一明 ; "航空航法における GPS"; 航空保安無線システム協会 第 2 回 GNSS セミナー, 2010 年 11 月

デジタル受信機を用いたパッシブレーダーによるプラズマバブルの広域監視法の研究開発【競争的資金研究】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○齋藤 享

研究期間 平成21年度～平成23年度

1. 研究の背景

MSAS、GBAS等の衛星航法の航空利用においてプラズマバブルの検知は重要な問題であるが、現状では、その存在を検知できないことを考慮して安全マージンを取らざるを得ず、より高度な利用の障害となっている。従って、その発生、移動を監視、予測することは、衛星航法の高度利用にとって非常に有益である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、デジタル受信機を用いた短波伝播距離測定装置を開発し、短波到来方向探査装置とあわせて海外放送局電波の到来方向と伝播距離を測定することにより、衛星航法の高度利用を阻害するプラズマバブルの発生・移動を広範囲で効率的に高い精度で監視するシステムが実現可能であること実証することである(図1)。

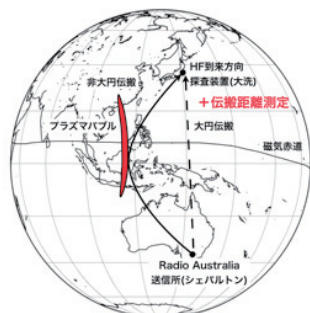


図1. 短波赤道横断伝播測定によるプラズマバブルの位置推定

3. 研究の方法

汎用のデジタル受信キットとPCを用いたHFデジタル受信システムを、1台を電波源の直近に、もう1台を遠方の任意の場所に設置し、両者の記録する信号の時間差か伝播距離を推定すると同時に、情報通信研究機構の短波到来方向探査装置を用いて到来方向を測定し、プラズマバブルの位置推定を行う。

4. 研究の成果とまとめ

平成21年度に行った国内放送局を用いた予備実験結果に基づき、短波赤道横断伝播のデジタル受信システムの改良と、データ解析ソフトウェアの開発を行った。平成22年10月に第1回のRadio Australia放送波を用い

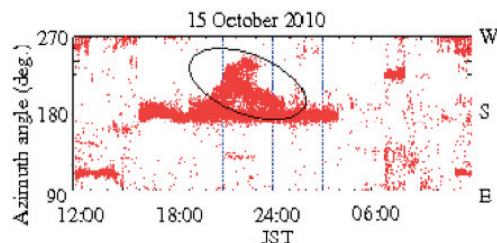


図3. 2010年10月15日に大洗で観測されたRadio Australia放送波の到来方向。通常は真南(方位角180度付近)から到来するが、丸囲み付近で大きく西に外れた方角から到来し、時間とともに到来方向が南へ移動(反射点が東方向に移動)していることがわかる。

た短波赤道横断伝播観測実験を行った。伝播距離を測定するために、受信システム的一方をRadio Australia送信所が設置されている豪州・ビクトリア州Sheppartonに設置し、基準となる放送波信号を取得するとともに、他方の受信システムを情報通信研究機構・大洗方向探査施設に設置し磁気赤道を越えて伝播する同放送波を同時受信した。さらに大洗方向探査施設で同放送波の到来方向測定を同時実験として行った。受信システムの不具合により伝播距離の測定は残念ながら失敗となったが、電波到来方向探査の結果では多くのプラズマバブルの発生が検出された。不具合の原因を究明し受信システムの改修を行ったシステムを用いて第2回の観測実験を平成23年3月後半に予定していたが、東日本大震災により大洗方向探査施設が被災したため平成23年度に延期した。

平成23年度は、平成22年度から延期された観測を行うとともに、プラズマバブルの発生時季に更に1回の観測実験を行う。並行してデータの解析を進め、短波赤道横断伝播によるプラズマバブルの広域監視の実現可能性について検討を行う予定である。

掲載文献

- [1]齋藤他、デジタル受信機を用いた短波赤道横断伝播によるプラズマバブルの観測、日本地球惑星科学連合2010年大会、2010年5月
- [2]齋藤、USRPを用いた「送信なしのレーダー」の実験、GnuRadioワークショップ、2010年7月
- [3]齋藤他、デジタル受信機と方向探査装置を用いた短波赤道横断伝播によるプラズマバブルの観測、地球電磁気・地球惑星圏学会、2010年11月

衛星ビーコン観測と GPS-TEC による電離圏 3 次元トモグラフィの研究開発【競争的資金研究】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○齋藤 享

研究期間 平成 22 年度～平成 24 年度

1. 本研究について

本研究は、京都大学生存圏研究所山本衛教授が代表者の科学研究費補助金挑戦的萌芽研究に、研究分担者として参画して行うものである。

2. 研究の背景

電離圏は人工衛星が飛ぶ領域であり、衛星通信にとっては電波の通過域である。高度化した衛星システムの維持管理にとって電離圏の状態計測は非常に重要であり、「宇宙天気予報」が必要とされている。特に GPS 測位を利用した次世代の航空機管制システムにおいては、電離圏の急激な変動による測位精度の低下が致命的な問題となりうるため、その検知が必要不可欠である。電離圏は通信や交通の安全にかかわる重要性をもち、人類の生存環境としても重要である。

3. 研究の目的

本研究の目的は、高精度デジタル受信機による低軌道衛星ビーコン電波観測を用いた電離圏全電子数観測と GPS 衛星の 2 周波信号を用いた電離圏全電子数観測を組み合わせ、新世代の電離圏複合トモグラフィを研究開発し、電離圏電子密度の 3 次元常時モニタシステムの基礎を拓くことである。さらに、本研究を衛星航法の航空利用のための支援システムとして利用できる可能性について検討し、提言をまとめる。

4. 研究の方法

本研究は、以下の 3 つの項目からなる。

- (1)衛星ビーコン全国観測網の構築
 - (2)衛星ビーコン観測網と GPS-TEC を組み合わせた 3 次元複合トモグラフィの開発
 - (3)電離圏監視システムを活用した衛星航法の航空利用の支援に関する提言。
- 当所では上記のうち、1 及び 3 の達成を担当する。

5. 研究の成果とまとめ

項目(1)に関し、衛星ビーコン受信機網のうち、東日本を縦断する観測網の 1 観測点として、電子航法研究所に



図 1. 電子航法研究所 6 号棟鉄塔上に設置した低軌道衛星ビーコン受信用 2 周波アンテナ

受信システムを設置した(図 1)。本受信システムは平成 23 年度より連続的に観測を開始する予定である。

項目(2)に関し、米国航法学会などの国際学会、ICAO 等の国際会議の場を通じて衛星航法のための電離圏監視に関する需要と研究動向に関する情報収集を行った。平成 23 年度はさらに情報収集を進めるとともに、衛星航法支援のための具体的な方策を検討する。

掲載文献

- [1] 齋藤、山本(京大)、Ultra-Multi-Channel Imaging Observations of Ionospheric Irregularities by the MU radar (MU レーダー超多チャンネルイメージング観測による電離圏不規則構造の研究)、MU レーダー 25 周年記念国際シンポジウム、2010 年 9 月

気候変動に伴う極端気象に強い都市創り【競争的資金研究】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○吉原貴之、坂井丈泰、松永圭左、齋藤真二、齋藤享、新井直樹（航空交通管理領域）

研究期間 平成 22～26 年度

1. はじめに

近年、夏季に発生する極端気象（局地的な大雨、強風等）が都市型災害として甚大な被害をもたらす可能性が指摘されており、監視・予測システムの構築が急務となっている。科学技術振興調整費『気候変動に対応した新たな社会の創出に向けた社会システムの改革プログラム』の研究課題「気候変動に伴う極端気象に強い都市創り」（H22～H26年度、代表機関：独立行政法人 防災科学研究所）では、首都圏に稠密気象観測網を構築して極端気象のメカニズムを解明する（課題1）とともに、災害が発生する前に情報を伝達する「極端気象早期検知・予測システム」の開発（課題2）、ならびに関係機関・地方公共団体・民間企業・住民との連携による社会実験（課題3）を実施することとしている。本研究課題では首都圏混雑空域を対象として様々な気象観測装置と数値予報モデルによる気象擾乱の予測手法開発とともに、細かな時間・空間分解能で悪天空域や風変化の検証も可能となっているため、電子航法研究所も本研究課題に参画し、主に課題1および課題2を担当している。

2. 研究の概要

電子航法研究所の担当する研究内容は、課題1においては首都圏で夏季に発生する極端気象発生のメカニズム解明に資することを目的として首都圏稠密観測網周辺において電子航法研究所が保有する実験用航空機により上空の3次元大気場の観測実験を実施する。また、課題2においては数値予報モデルなど予測情報および稠密観測結果をデータ同化（観測データのモデルへの取り込み）した詳細な事後解析データセットを用いて、将来技術として期待される航空機のトラジェクトリ精密予測において必要となる気象予測情報の要件を検討することを目指している。

3. H22年度の実施内容

3.1 航空機観測に向けた実験計画の策定

H23年度夏季から地上の首都圏稠密観測網と協調して飛行実験を実施するため、航空機搭載用湿

度計を購入し、電子航法研究所が所有する実験用航空機への搭載設計を実施した。また、大気湿度の観測に加えて気圧、気温、風向風速などより詳細な大気観測の可能性を検討し、既存備品等を活用した同時搭載機器の選定を行った。これらを踏まえた上で、本研究課題参画機関の研究者とともに飛行ルート、飛行形態、飛行時間等、極端気象発生の背景場となる大気湿度の3次元分布を観測する飛行実験計画の概要を策定した。

3.2 極端気象の予測情報の利用に関する初期検討

H23年度に入手可能な稠密観測の事後検証データの解析に向けて悪天時のシナリオ作成、ならびにトラジェクトリ予測評価指針の具体化を図る必要がある。そのため、悪天シナリオとして過去の首都圏豪雨を事例解析とした航空機の運航データと気象関連データの照合に着手した。また将来に向けて、民間航空機上で保有する気象予測情報となり得るデータ項目を調査するとともにこの分野での国際動向を調査した。

4. まとめ

本研究課題はH22年度に採択が決定され、初年度はH23年度夏季に予定されている首都圏稠密観測に向けて実験用航空機への湿度計搭載設計を中心として飛行実験計画を策定した。また、レーダ、ライダ、ラジオゾンデ等の地上観測を含む稠密観測データの数値予報モデルへの同化により得られる事後検証データを想定した航空機運航への利用に関する初期検討を実施した。H23年度は、参画機関と協調した夏季稠密観測および得られた観測データを用いた解析を実施する予定であったが、H23年3月11日に発生した東日本大震災の影響により実験用航空機が被災したため、研究計画を変更する必要が生じている。

障害に強い（ロバストな）位置情報のための地域的測位衛星の高度利用【競争的資金研究】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○坂井丈泰、伊藤憲、伊藤正宏、吉原貴之、松永圭左、齊藤真二、大津山卓哉（機上等技術領域）

研究期間 平成22～24年度

1. はじめに

米国のGPSに代表される測位衛星は、我が国の国民生活になくってはならないものとなっている。ところが、現状の衛星測位システムは米国のGPSに全面的に依存しており、万が一GPSが停止した場合のバックアップシステムがない。安全・安心な暮らしを支えるインフラ基盤として衛星測位システムは重要な機能を担っており、GPSの停止時においても最低限の機能を維持することが求められる。

このような背景のもと、GPSの一部または全部が停止した場合を想定し、我が国が保有する測位衛星によるバックアップシステムを検討することとして、本課題を文部科学省宇宙利用促進調整委託費に応募し、採択された。本課題の研究期間は平成22年12月から平成25年3月までである。

2. 研究の概要

本課題においては、GPSの一部または全部が停止した場合を想定して、我が国が保有する衛星測位システムであるQZSS（準天頂衛星システム）及びMSASにより位置の測定を行う方式について検討する。QZSSは3機程度の準天頂軌道（いわゆる8の字軌道）衛星により地域的な測位サービスを実現するもので、その初号機は「みちびき」と名付けられて平成22年9月に打ち上げられた。航空局が運用するMSAS（運輸多目的衛星型航法補強システム）は現用の測位衛星であり、平成19年9月の運用開始以来、2機の静止衛星を使用して安定した運用を継続している。

一方、平常時においては、これらの両システムとGPSを併用することにより、高精度かつ高い信頼性をもつ地域的測位サービスを実現できる。こうした測位衛星の高度利用についても、さまざまな利用者を想定して、利用可能な測位サービスの水準を明らかにする。

位置情報についてもっとも信頼性を必要とする利用者として船舶及び航空機が考えられることから、これらについて検討した方式を実証するための実験を実施する。

3. 平成22年度の実施内容

平成22年度は、以下の作業を実施した。

3. 1 利用者要件調査

地域的衛星測位サービスの検討にあたり、さまざまな利用者の測位システムに対する要求を整理・把握するために、利用者要件調査を実施した。

3. 2 ロバスト測位システム検討

GPS障害時にあっても衛星測位サービスを継続するために必要な測位衛星の配置について、準天頂衛星システムに静止衛星を加えた構成を基本として検討を行った。保守作業や故障により一部の衛星が使用できない状況も想定すると、準天頂衛星は4機以上、静止衛星は2機以上があることが望ましいとの結論を得た。

3. 3 実証実験準備

平成23年度以降に実施する実証実験の準備を行った。主要な内容としては、実験用に多周波数マルチシステム受信機及び新周波数対応の実験機搭載アンテナについて、機材選定のうえ調達した。また、「みちびき」及びMSASの合計3衛星による実験手法について検討した。さらに、信号環境調査のための既存機材について、本課題における調査に使用可能であることを確認した。

4. まとめ

本研究課題は平成22年度中に採択され、当年度はGPSに対するバックアップシステムの構成を検討するとともに、次年度の実験に向けた準備作業を行った。平成23年度以降は、GPS平常運用時の地域的測位サービスについて検討を行うとともに、バックアップシステムの実証実験を実施する計画である。

高精度測位補正技術に関する研究【受託研究】

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 22 年度

1. はじめに

国土交通省は、準天頂衛星（平成 22 年度 9 月打ち上げ）を利用した高精度測位補正技術、および、その技術の移動体への利用に関する研究開発を行ってきた。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た。

2. 研究の概要

高精度測位補正実験システムは、準天頂衛星、補正情報リアルタイム生成・配信システム、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、電子基準点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た。

3. 研究成果

平成 15、16 年度に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開発、平成 20 年度には地上での総合評価試験、平成 21 年度には JAXA(宇宙航

空研究開発機構)地上局との接続試験、平成 22 年度には準天頂衛星を用いる補正情報リアルタイム生成・配信システム評価試験（技術実証実験）を行った。

3. 1 補正情報リアルタイム生成・配信システム

高精度測位補正情報リアルタイム生成・送信システム（図 1）を開発した。本システムは測定データ収集部、電離層伝搬遅延量推定部、補正情報生成部、補正情報出力部から構成される。

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

3. 2 プロトタイプ受信機

受信機本体とモニタ用パソコンから構成されるプロトタイプ受信機を開発した（図 2）。信号処理・測位演算処理は受信機本体で実施される。受信機本体から出力された観測値・測位計算結果をモニタ用パソコンで表示・保存する。本受信機の主要機能は、(1)準天頂衛星から放送される L1 帯の信号を受信可能、(2)2 種類の測位演算(単独測位、補正情報による測位)が可能、(3)測定生データ及び測位演算結果の表示・出力が可能である。

3. 3 技術実証実験

技術実証実験の目的は、実際の準天頂衛星を用いて、電子航法研究所の補正情報リアルタイム生成・配信システムの性能を確認することである。



図 1 補正情報リアルタイム生成・配信システム



図 2 プロトタイプ受信機

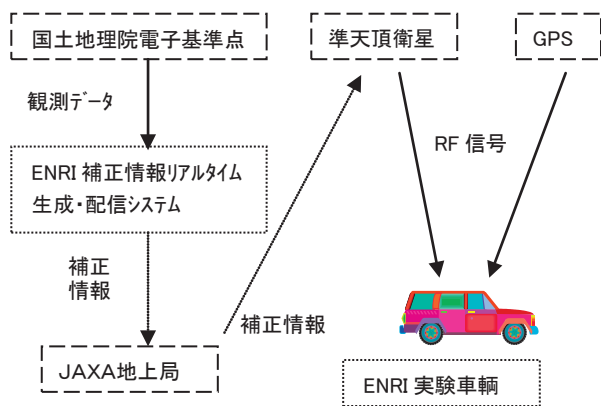


図3 技術実証実験構成

この技術実証実験では、補正情報リアルタイム生成・配信システムによりリアルタイムで生成された補正情報を JAXA 地上局に送信する。この補正情報は JAXA 地上局を経由して準天頂衛星に送信される。準天頂衛星上で補正情報を含む RF 信号が生成され、その RF 信号が準天頂衛星から地上に向けて送信される。実験車輛に搭載されたプロトタイプ受信機で補正情報を含む RF 信号を受信し、同時に受信した GPS 衛星信号にこの補正情報を適用して、プロトタイプ受信機の位置を求めた。図3に技術実証実験構成を示す。

この技術実証実験において、実験車輛は高速道(中央道)および都市部(銀座近辺)を走行しデータを収集した。実験は平成22年12月から平成23年2月にかけて実施された。この技術実証実験から、次のことが分かった。

- (1) 高速道において80km/時程度で走行している移動体(実験車輛)でも1m程度の測位精度が得られる
- (2) 都市部で高層ビルや歩道橋などによりGPS衛星信号が遮られる場合には、測位に必要なGPS衛星数を確保できず、準天頂衛星からの補正情報の利用による測位誤差改善効果を確認できなかった

4. おわりに

国土交通省の委託を受け平成15年度から開発してきた高精度測位補正実験システムについて、実際の準天頂衛星、実験車輛(利用者装置としての受信機を搭載)を用いた評価試験(技術実証実験)を平成22年度に実施した。評価試験の結果、このシステムが高速移動体に適用可能で、目標とする性能を有していることを確認できた。

掲載文献

- (1) 伊藤他：“準天頂衛星によるGPS補強システムの

有効性の検討”，第3回電子航法研究所研究発表会(平15.6)

- (2) 福島他：“準天頂衛星によるGPSの補強”，電子情報通信学会総合大会(平16.3)
- (3) 伊藤他：“準天頂衛星を用いる高精度測位実験システム”，第4回電子航法研究所研究発表会(平16.6)
- (4) 坂井他、“準天頂衛星サブメータ級補強信号の検討”、第48回宇宙科学技術連合講演会(平16.11)
- (5) 伊藤他、“高速移動体向け高精度測位補正技術に関する研究開発”、電波航法研究会(平17.10)
- (6) 坂井他、“サブメータ級広域補強機能のプロトタイプ評価”、第49回宇宙科学技術連合講演会(平17.11)
- (7) 福島他：“準天頂衛星による広域DGPS補強実験システムの開発”，第6回電子航法研究所研究発表会(平18.6)
- (8) 坂井他、“準天頂衛星サブメータ級補強信号のエフェメリスメッセージ”、第50回宇宙科学技術連合講演会(平18.11)
- (9) 伊藤他：“準天頂衛星による高精度測位実験システムの開発状況”，第7回電子航法研究所研究発表会(平19.6)
- (10) 坂井他、“準天頂衛星L1-SAIF補強信号のインテグリティ機能”、第51回宇宙科学技術連合講演会(平19.10)
- (11) 伊藤他：“準天頂衛星L1-SAIF利用者装置”，第8回電子航法研究所研究発表会(平20.6)
- (12) 坂井他：“準天頂衛星L1-SAIF実験局の構成”，第8回電子航法研究所研究発表会(平20.6)
- (13) 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(平20.11)
- (14) 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(平21.1)
- (15) 坂井他：“準天頂衛星L1-SAIF実験局の性能確認”，第9回電子航法研究所研究発表会(平21.6)
- (16) 伊藤他：“準天頂衛星を用いる高精度測位実験システム(その2)”，信学会2009年ソサイエティ大会(平21.9)
- (17) 坂井他：“Recent Development of QZSS L1-SAIF Master Station”、米国航法学会国際技術会議(平22.1)
- (18) 坂井他：“準天頂衛星L1-SAIF実験局の総合検証試験”，第10回電子航法研究所研究発表会(平22.6)
- (19) 伊藤他：“準天頂衛星を用いる高精度測位実験システム(その3)”，信学会2010年ソサイエティ大会(平22.9)
- (20) 坂井他：“QZSS L1-SAIF Initial Experiment Results”、米国航法学会国際技術会議(平23.1)

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 22 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. SSR モード S の高度運用技術の研究
2. 電波特性の監視に関する研究
3. 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
4. 航空機の安全運航支援技術に関する研究
5. 監視システムの技術性能要件の研究
6. 航空管制官の業務負荷状態計測手法の開発
7. 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
8. 空港面監視用ミリ波マルチサイトレーダシステムに関する基礎的研究
9. 航空交通流の複雑理工学的アプローチに基づく数理モデルの研究
10. 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
11. トラジェクトリ管理が可能な実験用 UAV に関する研究
12. ミリ波等を用いたヘリコプタの着陸支援装置に関する基礎研究
13. 航空通信ネットワークに関する調査研究
14. ミリ波技術による微小物体検出の研究
15. 樹脂系複合材料を一次構造材として用いた次世代航空機における電磁干渉解析技術の研究

1～6 は重点研究である。

1 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。

2 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。

3 は客室内に持ち込まれた電子機器が放射する電波の航空機搭載無線機器への耐電磁干渉性能の評価と、許容できる電磁放射基準について検討し、その結果を RTCA 等に

提供し国際的な基準策定に反映するものである。

4 は、航空機の安全運航のために、飛行するすべての航空機の位置がわかるように、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。

5 は、想定する運用方式のための運用性能要件を基に、使用される監視システムの測定精度や信頼性指標など技術性能要件を求め、空域運用改善を支援するものである。

6 は、先行する研究において発話音声から算出される指数値は発話者の大脳新皮質機能の活性度と相関するとの仮説をたて、これを検証する実験を行ってきた。この発話音声分析技術を、航空管制業務の様々な評価に適用できる様に発展させる事を目指すものである。

7～9 は指定研究である。

7 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、信号処理アルゴリズムの改善を行うものである。

8 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を複数のミリ波レーダで検出する技術的検討を行うものである。

9 は航空交通網に待ち行列理論等を利用してその特性を評価する研究である。

10～12 は基礎研究である。

10 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。

11 は UAV (Unmanned Aerial Vehicle: 無人機) を、ATM (航空交通管理) および CNS (通信航法監視) 研究の初期実験ツールとして用いるための基礎的研究を行うものである。

12 は災害時等において空港以外の場外着陸場を含めた場所への着陸のための簡易なシステムの開発を行う基礎研究である。

13 は調査で、トラジェクトリ管理を行うために必要な将来の航空情報ネットワークを調査研究するものである。

14, 15 は競争的資金によるものである。

14 はミリ波レーダを使用した空港面の監視技術について、日本学術振興会の二国間交流事業共同研究の枠組みの中で当研究所と仏国電子アンテナ通信研究所の共同研究を行ったものである。

15 は樹脂系複合材料を主要構造として用いた航空機内において、従来金属製航空機との電磁環境基本特性の違い

の解明および携帯電子機器が航法装置および無線機器に及ぼす電磁干渉を定量的に評価するための基礎技術を確立するものである。

II 試験研究の実施状況

SSR モード S の高度運用技術の研究では、地上局の改修が必要となるが多数の地上局が配備された環境でも利用できる地上局識別番号のネットワーク調整機能を実現し、重複覆域の航空機を監視できることを確認した。しかし、3月の大震災により岩沼局が被災したため、総合実験は延期することとなった。また、ダウンリンク情報データの妥当性を検証した結果、異常なデータもあることが分かった。

電波特性の監視に関する研究は最終年度であり、ILS GP の近傍モニタの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複数の雪質への対応と、実周波数による基礎実験を行い、設置調整が従来と同様な方法で可能であることを確認した。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により改良方法を考案し、反射面の反射特性推定に必要な誘電率測定装置を開発し、モニタ反射板における測定を行った。

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では、電磁干渉確率推定手法の検討、航空機内電波環境測定記録装置の開発、EMI 事例報告の分析を行った。その他、地上における携帯電子機器の使用時の影響評価を行った。

航空機の安全運航支援技術に関する研究は最終年度であり、TIS-B(トラフィック情報サービス放送)の航空機による実証試験を行い、SSR への干渉防止装置も有効に働いていることが実証できた。実証実験時に得られたデータを基にシステム性能の評価・検証を行い、システムレイテンシや送信情報の精度などについての検証を行った。

監視システムの技術性能要件の研究では、次世代監視方式の動向等の調査、技術性能要件項目の作成および性能測定手法と性能予測評価手法の調査、信号環境測定と将来予測について年次報告、監視情報信頼性の実態と補強手法の調査を行った。

航空管制官の業務負荷状態計測手法の開発では、航空管制官所における音声収録データよりワークロードを定量化するため、発話音声収録装置の開発、整理データ分析等の基礎検討と実験、航空管制業務のモデル化を行った。

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、発話音声分析ソフトウェアのマルチスレッド化

による処理時間の短縮等の改善を行った。また、多くの音声データの収録実験とマイクロホンの校正も行った。

空港面監視用ミリ波マルチサイトレーダシステムに関する基礎的研究では、空港面の落下物を監視するためのシステムを構築するため、ミリ波センサの信号処理装置を構築し、仙台空港滑走路にて異物検出試験を行った。

航空交通流の複雑理工学的アプローチに基づく数理モデルの研究では、アプローチエリアを対象とする航空交通網の待ち行列シミュレータを改修、待ち行列の解析的な分析手法の検討、空域特性を定量化するパラメータの検討を行った。

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、SSR 質問信号の反射波を受信し、その空域に存在する航空機の検出と測位精度の向上を検討した。

トラジェクトリ管理が可能な実験用 UAV に関する研究では、UAV 機体の選定、機上に搭載するセンサおよび自律制御装置の制作、機上装置のデータを地上へダウンリンクするシステムの構築、3次元(緯度・経度・高度)自律制御飛行試験を行った。

ミリ波等を用いたヘリコプタの着陸支援装置に関する基礎研究では、夜間や悪条件時にヘリコプタが着陸する場合に安全に着陸できる簡易なシステムとして、レーダとレーダ反射器を用いた着陸支援方式の検討、実機ヘリコプタの前部に取り付けるため、機構部分の設計とレドームの製作を行った。

航空通信ネットワークに関する調査研究では、SWIM (System Wide Information Management) に関して主に目的、構成、ネットワークとシステムに関する技術的な課題等を調査した。

ミリ波技術による微小物体検出の研究では、平成 21 年度に開発したアンテナの効率が設計値を下回ったため、平成 22 年度には改良されたオフセット型プリント基板アンテナの研究を実施した。

樹脂系複合材料を一次構造材として用いた次世代航空機における電磁干渉解析技術の研究では、最も基本的な特性である樹脂系複合材料の遮蔽量(シールド効果)を取得するため、炭素繊維強化プラスチック(CFRP)積層板の電磁界遮蔽量の測定評価を実施し、特性を明らかにした。

今年度は上記の 15 件の研究・調査に加えて、以下に示す 7 件の受託研究を行った。これらは上記の研究、これまでの研究等で蓄積した知識・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) 戦術データ交換システム（JTIDS）の運用に関する技術規準作成委託
- (3) 16R LOC 放射電波シミュレーション作業
- (4) 航空管制通信への VoIP 導入に関する調査にかかる技術支援
- (5) HIRF キャビン窓組立-電磁シールド特性評価作業
- (6) 広島空港電波高度計対策技術支援
- (7) 依頼元からの指示により非公開

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

監視システムの技術性能要件の研究では、ICAO の機上監視タスクフォース会議や航空監視パネル ASP の作業部会に参加し、ICAO 文書の改定に反映された。

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における成果は、国土交通省航空局航空安全推進課の要請を受け、地上における携帯電子機器使用時の影響について調査した結果、通常の運用形態においては電磁干渉の影響は 0 に近いことを示した。この結果、告示が改正され、地上における携帯電話使用制限の緩和へと活用されている。

戦術データ交換システム（JTIDS）の運用に関する技術規準作成委託で、JTIDS/MIDS MNWG（Multi-National Working Group） FCEG（Frequency Clearance Expert Group）に出席し、JTIDS 運用基準の国際標準化作業に参加し文書作成に寄与するとともに、防衛省より改定の提案があった新しい柔軟な JTIDS 運用方式であるコンテンションアクセス方式について民間航空用無線機器を干渉から保護する条件を明らかにし、この結果に基づいて運用協定が改定され、コンテンションアクセス方式を日本でも使用できるようになった。

受託研究の 16R LOC 放射電波シミュレーション作業で、ILS の電波解析に係る当研究所の知見と経験を生かし、成田空港の ILS ローカライザ前方の不陸工事の施工方法を提案し、当滑走路に進入してくる航空機への影響を最小にし、発着枠の低下を抑えることができた。

また、これらの研究成果を ICAO、RTCA、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）

SSR モード S の高度運用技術の研究【重点研究】

担当部 機上等技術領域

担当者 ○古賀 禎、宮崎 裕己、瀬之口 敦、角張 泰之、上田 栄輔、上島 一彦

研究期間 平成 18～22 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二次監視レーダである。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。動態情報の取得技術は、欧州において特に活発に実用化が進められており、本機能を有する機上装置の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した。

(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した。

(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した。

個別調整技術は、地上局単体の改修だけで地上局間調整を実現できるという利点を持つ。一方、多数の地上局が配備された場合、不要な応答が増加し、信号環境を悪化させてしまうという欠点を持つ。

(3) 地上局の識別番号の枯渇問題を解決する技術のうち、ネットワーク調整技術（クラスタ技術）を開発し、その機能および性能を検証した。ネットワーク調整技術は、多数の地上局が配備された場合でも、信号環境を改善するという特徴を持つ。一方、地上局間をネットワークで接続する必要があり、地上局の改修規模が大きくなるといった欠点がある。

3. 研究の成果

平成 22 年度は 5 ヶ年計画の 5 年目である。(3)の研究を中心に行った。

3.1 ネットワーク調整技術の概要

ネットワーク調整技術は、SSR モード S 地上局を地上ネットワークにより相互接続し、監視情報の送受を行うことにより識別番号の調整を行う。

モード S ネットワークの構成を図 1 に示す。モード S ネットワークは、モード S 地上局、ネットワーク調整ゲートウェイ（NCGW）、ネットワークから構成される。ここでは、ネットワーク調整機能のうち、2つの主要機能について紹介する。

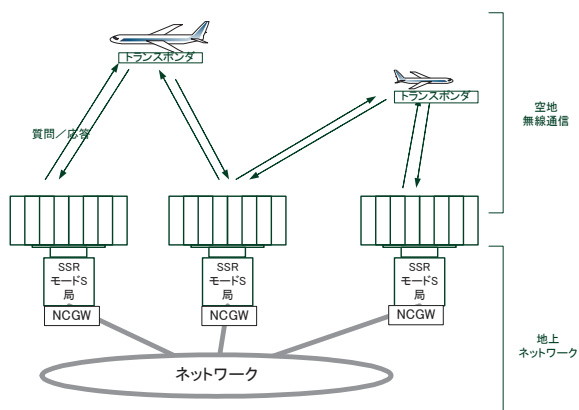


図 1 モード S ネットワーク

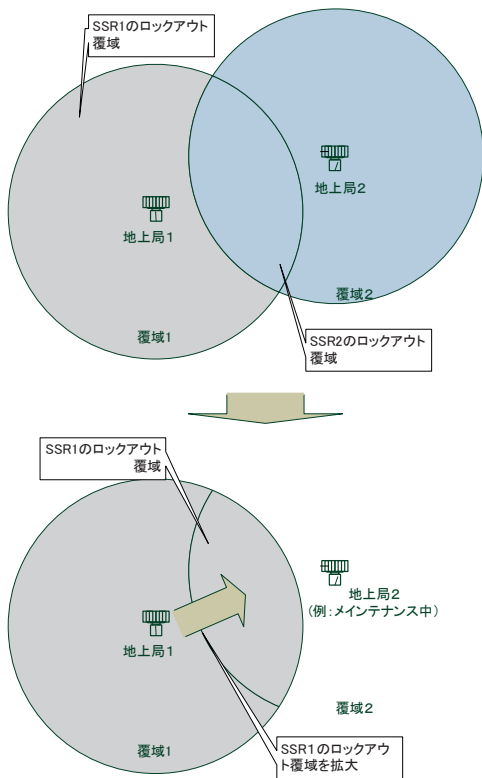


図 2 センサ状態変更機能

(1) センサ状態変更機能

センサ状態変更機能では、他地上局との接続状態の変化によって地上局のパラメータ（ロックアウト覆域等）を変更する。図 2 に機能の一例を示す。通常運用時には上段のように地上局 1 と地上局 2 のロックアウト覆域で設定されている。センサ停止時（図の下段）には地上局 2 のロックアウト領域を地上局 1 がカバーする。このようにして、非ロックアウト領域を減らすことにより、信号環境の改善が図られ、信頼性の高い監視を実現できる。

(2) トラック補完機能

図 3 にトラック補完機能の例を示す。トラック補完機能では、航空機を捕捉している地上局から、捕捉していない地上局に対して航空機の補完監視情報を提供する。航空機を捕捉していない地上局は、補完監視情報を用いて航空機の捕捉を開始する。図 3①では、SSR 1 は、覆域に新たに進入した航空機を SSR2 の補完情報により捕捉を行っている。また、SSR 1 は、ブライドエリアで航空機の監視ができなくなるが（図 3②）、SSR2 の補完情報により迅速に再捕捉できる（図 3③）。

本機能により、重複覆域において航空機の連続的な監視が実施できる。また、一括質問なしで個別質問を開始できるため、信号環境の改善に寄与する。

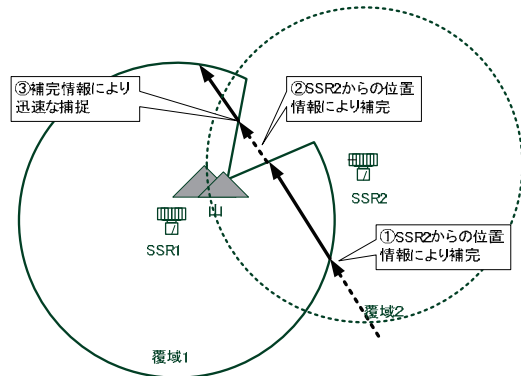


図 3 トラック補完機能

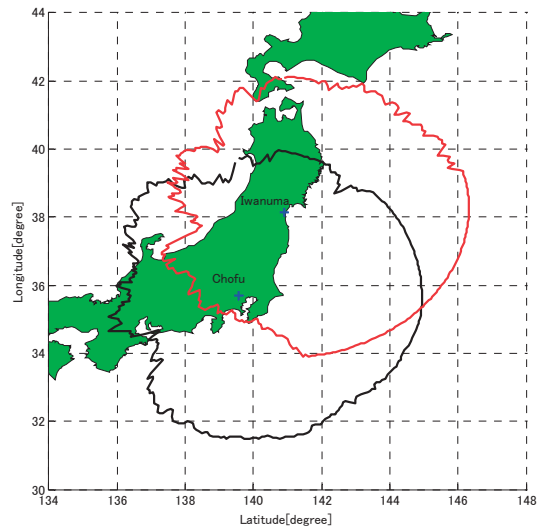


図 4. 調布局・岩沼局の監視覆域

3.2 実験ネットワークの構築

平成 22 年は、ネットワーク調整技術を検証するため、モード S 実験ネットワークを構築した。モード S 実験ネットワークは、2 つのモード S 地上局、2 つのネットワーク調整ゲートウェイ、および 1 つのネットワークから構成される。

表 1. 実験局の諸元

	調布局	岩沼局
設置年度	平成 20 年	平成 22 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

3.2.1 SSRモードS地上局

調布局は、SSRモードSの独立運用による新技術の評価するために、平成20年に開局した。航空路監視用レーダと同等の性能を有する。平成22年にネットワーク機能を付加した。

岩沼局は、SSRモードSネットワーク技術の検証に備え、平成22年に設置した。空港監視用レーダと同等の性能を有する。図4に調布局および岩沼局の位置(図中+印)および監視覆域を示す。地上局の諸元を表1に示す。

3.2.2 ネットワーク制御ゲートウェイ

NCGW (Network Control GateWay, ネットワーク制御ゲートウェイ)は、図1で示すように、①自サイトの地上局、②隣接サイトのネットワーク制御ゲートウェイと接続しており、両者から情報を入力する。さらに、これらの情報を比較し、隣接地上局の情報から自地上局に有用な情報(トラック補完データなど)を抽出し、地上局を制御するメッセージを作成する。

NCGWは、7つのプロセスから構成される。図5にNCGW内部プロセスの構成を示す。

(1) ローカル入出力プロセス (Local Data Field Input/Output :LDFIO)

LDFIOは、自地上局とやり取りする情報の入出力を管理する。LDFIOは、入力情報の欠落などを監視するとともに、内部プロセスに情報を配信する。また、内部プロセスからの情報を受け取り、自地上局に送出する。

(2) ローカル追尾プロセス (Local Tracker :LT)

LTでは、LDFIOからの監視情報を入力して、航空機の追尾を行う。また、追尾した航空機に欠落がないかをモニタする。航空機の欠落を検出した場合、これを通知する情報を後段のプロセスに通知する。

(3) グローバル追尾プロセス (Global Tracker :GT)

GTでは、隣接サイトからの情報をGDFIOから入力し、サイト毎に航空機の追尾を行う。さらに、これらの情報を統合して、統合監視情報を作成する。この時、目標の処理する範囲は、自サイトの覆域周辺に限る。これにより、処理する航空機の数を制限し、処理負荷を軽減する。

(4) グローバルローカル協調プロセス (Global Local Coordination: GLC)

GLCは、LTとGTから情報を入力し、自サイトと他サイトの情報を比較する。自サイト覆域に新たな航空機が進入を検出した場合やLTからの航空機の欠落を受信した場合には、GTからの情報を元に、トラック補完情報を作成して、これをLDFIOに送る。

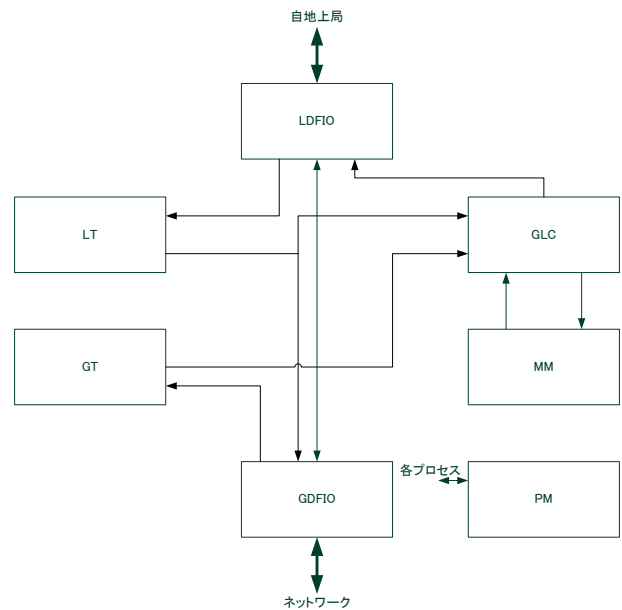


図5 NCGWの内部プロセスの構成

(5) マップ制御プロセス (Map Management :MM)

マップ管理機能は、地上局が使用している監視マップやロックアウトマップを管理する。

(6) グローバル入出力プロセス (Global Data Field Input/Output :GDFIO)

GDFIOは、とやり取りする情報の入出力を管理する。LDFIOは、入力情報の欠落などを監視するとともに、内部プロセスに情報を配信する。また、内部プロセスからの情報を受け取り、ネットワークに送出する。

(7) 管理プロセス (Process Management: PM)

プロセス管理は、上記の6つのプロセスの状態をモニタする。

4.3 確認実験の結果

ここでは、総合実験前に実施したSSRモードS地上局のトラック補完機能の確認実験の結果を紹介する。

図6にトラック機能による航空機の監視航跡を示す。岩沼・調布局とも同じIIコードが割り当てられている。

監視対象機は、青森上空から長野上空へと南下している。航空機は、青森上空で岩沼局により初期捕捉され(図6①)、個別質問により監視される(図6②)。調布局の覆域に進入(図6③)すると、調布局は岩沼局からの航空機情報を元に個別質問により航空機の監視を開始する。以後、重複覆域においては、調布・岩沼両局で監視が行われ(図6④)、調布局の単独覆域では調布局による監視が行われる(図6⑤)。以上のように、トラック補完機能により重複覆域において、連続的に航空機を監視できることを確認した。

図7に、現用の監視プロトコルによる航空機の監視航跡を示す。航空機は福島上空から岩手上空方向に北上している。航空機は調布局で初期捕捉(図7①)され、監視が開始する。航空機は、やがて岩沼局の覆域に到達するが、調布局にロックアウトされているため、岩沼局は初期捕捉できない(図7②)。航空機が調布局の覆域外に出て(図7③)、18秒経過すると調布局によるロックアウトが解除される。解除により、岩沼局は一括質問により航空機を初期捕捉し、個別質問による監視を開始する(図7④)。このように、現用の監視プロトコルでは、同じIIコードを用いた場合、覆域外に出てから個別質問を開始するまで航空機の監視が中断する。

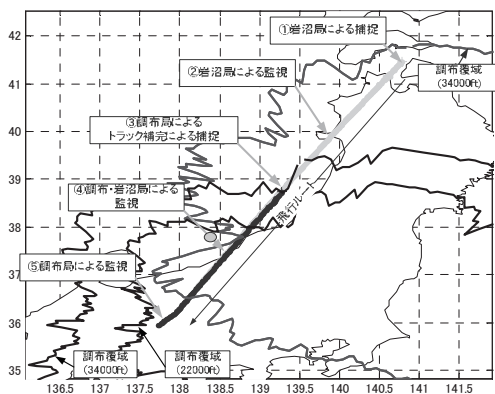


図6. ネットワーク調整機能による監視

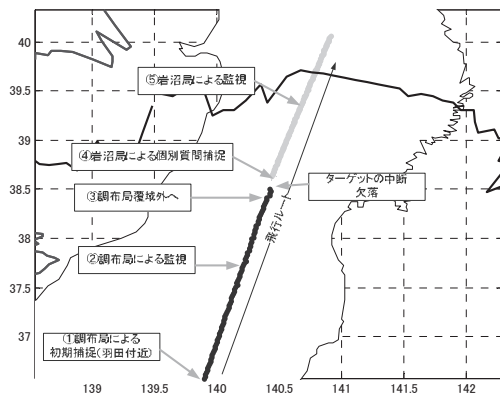


図7. 現用プロトコルによる監視

4. まとめ

平成22年度は、モードS実験ネットワークの整備を行った。また、機能確認試験を行い、ネットワーク調整機能の主要機能が正常に動作することを確認した。今後は、震災により停止した岩沼局の復旧後に総合実験を行い、最終報告を行う予定である。

参考文献

- (1) E.Potter, , ' Fleet monitoring status in Europe' ICAO-ASP-WP04-33, May 2008
- (2) ICAO, 'Aeronautical Telecommunications annex10 vol. IV',
- (3) ICAO, 'Manual of SSR systems', Doc 9684, second edition 19981
- (4) 古賀他, "SSRモードSによる地上局間識別番号の個別調整技術について", 第9回電子研発表会講演集, pp31-34, 2009. 6. 12
- (5) 古賀他, "SSRモードSによる航空機の動態情報の取得について", 第9回電子研発表会講演集, pp31-34, 2009. 6. 12,
- (6) Senoguchi, A., et. al, ' Analysis of downlink aircraft parameters monitored by SSR mode S in ENRI ', Digital Avionics Systems Conference, 2009. DASC '09. IEEE/AIAA 28th, pp. 4. D. 4-1-9
- (7) koga. T., et. al, ' Results of validation of SSR mode S interrogator identifier code coordination ', Digital Avionics Systems Conference, 2009. DASC '09. IEEE/AIAA 28th, 4. D. 6-1 -7
- (8) 古賀他, "SSRモードSの動態情報の取得機能の評価実験", 信学技報, SANE2009-158
- (9) 古賀他, "航空管制用レーダにおける自律負荷分散技術の検討", 第31回、IEICE アシユアランス研究会, 2010. 11. 5
- (10) koga. T. ' Autonomous Lockout Map Construction Technique for Secondary Surveillance Radar Mode S network ', IEEE Radar Conference 2010

電波特性の監視に関する研究【重点研究／一般勘定】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○田嶋 裕久 横山 尚志 金田 直樹

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のため、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。

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した。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した。並行して、ILS GP モニタの特性改善のため反射板の改良についても検討した。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、検証を行った。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した。

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た。平成 20 年度は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、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ことをシミュレーションで確認した。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。しかし、実用化においてアンテナ位置誤差等による伝搬位相調整が困難であることと、積雪の影響を考慮するためアレイの係数を再検討した。受信アレイの中の 1 素子を従来の近傍モニタ (NFM: Near Field Monitor) と同じ位置とし、他の素子の係数を 0 とする近傍モニタと等価なアレイアンテナの状態を初期状態として、最急降下法で 0.4m までの積雪深において遠方特性に近づくように合成係数を補正した。アレイモニタの効果を確認するため、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。22 年度は実用機と同様な 2 周波 GP のスケールモデル実験によって、計算と同様に遠方特性に近づくことを確認した。

さらに、雪質によって誘電率は変わるため、4 種類の誘電率に対して同時に最適化した。図 1 では 0.4m までの積雪深において 4 種類の雪質 (誘電率) に対して最適化してアレイモニタの特性を遠方特性に近づけた結果を示す。

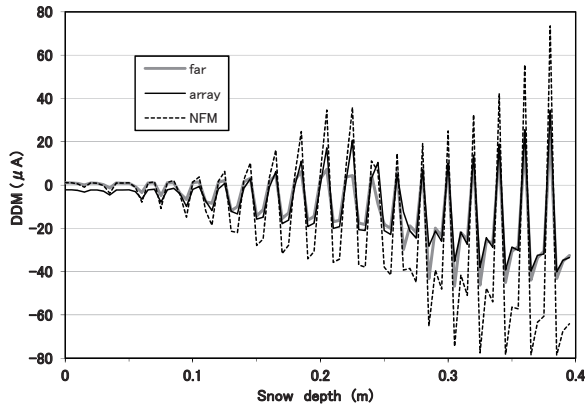


図1 4種類の雪質における最適化結果

実際の周波数において積雪のない通常状態ではあるが基本的な特性の確認のため実験を行った。ただし、運用中の ILS の前の制限区域内に実験機材を設置することは規定上できないため、仙台空港の航空保安大岩沼研修センターの教育用 GP を使用して実験した。図2に実験に使用したモニタアンテナの写真を示す。写真の右側のアレイモニタの下から2番目の素子は左側の従来のモニタ素子とほぼ同じ高さで、これに上下の素子の信号を適切に混合することにより遠方特性に近づけている。アンテナ素子は GP の送信アンテナと同様のコーナリフレクタアンテナであるが、放射器が基本的なダイポールのため幅は狭くなっている。また、実験用のためレドームはない。

このアレイアンテナに信号合成器を接続し、アレイアンテナ全体の高さを変えながら、出力信号を測定用 ILS 受信機で DDM を測定した。その結果は図2に示すとおり、通常の GP のハイトパターンとなり、モニタの位置や製造誤差等があっても、従来の1素子のモニタと同様に設置高の調整で補正できることが確認できた。

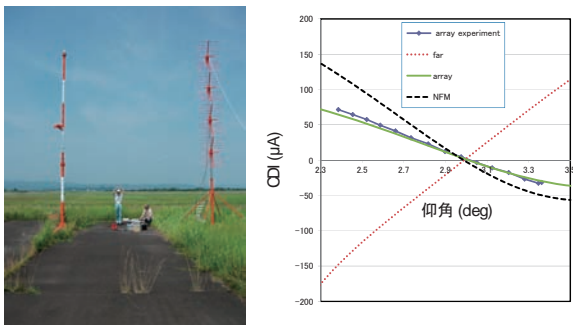


図2 教育用 GP による実験結果

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比較検討をした。図3に GP の NFM 及びモニタ反射板の位置関係および2カ国の反射板の断面の層構造を示す。図(b)に示すようにわが国の反射板は、従来の融雪変動を最小化するために開発したもので、鋼板製メッシュで裏打ちされた厚さ19cmのアスファルトコンクリートを用いた反射板である。図(c)にドイツ方式の多層構造体を用いた反射板を示す。本方式の特徴は下層になるにつれて、誘電率を減少させている点である。

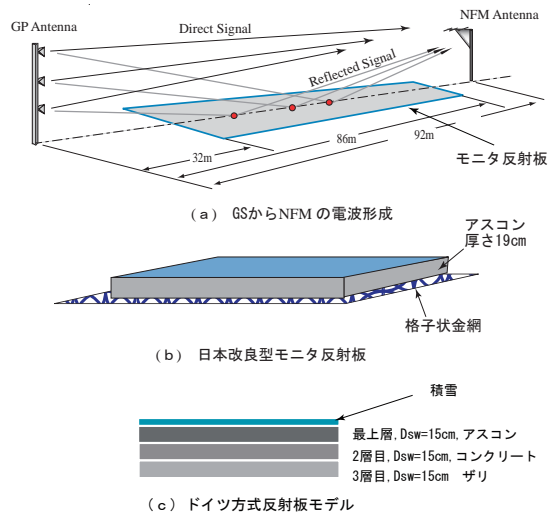


図3 2方式の NFM 反射板

モニタ電波特性の相違についてシミュレーションにより検討した結果、反射板上の雪が融けて誘電率が大きくなったときの日本方式のモニタ指示値は遠方パス特性と同様に融雪変動が生じないが、ドイツ方式は融雪による変動が発生する。これは当研究所で研究した最適厚さである19cmのアスファルトコンクリートの効果である。

しかし、反射板上に雪が積もったときのモニタ指示値の変化を検討した結果、日本方式では積雪深0.25mまでは遠方特性とよく一致するが、0.25から0.4mの範囲で著しい変動が生じる。これは格子状金網を使用しているため、金網面で完全反射しているためである。一方のドイツ方式は積雪深による上下変動は傾向が遠方特性とほぼ一致している。したがって、両方の長所を取り入れた構造により改善可能であることが分かった。

3.3 モニタ反射面の誘電率測定装置の開発

モニタ反射面特性の施工工事後の検査、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 周波数での複素誘電率を簡便に計測できる装置の開発を行った。試作した開放型矩形同軸共振器センサの自由空間お

よび測定面に密着させて測定した時の透過共振特性（共振周波数、共振帯域幅）の変化から、測定試料の複素誘電率を推定する近似式を FDTD 法（時間領域差分法）による解析結果から導出した。

本センサは、共振器漏洩電磁界と測定試料との相互作用による共振器特性の変化量から複素誘電率を推定するもので、開放構造上、理論解析に基づく推定式の導出は困難である。FDTD は共振器構造の電磁界解析にも応用されているが、十分に厚い多種類の複素誘電率をもつ仮想試料の測定時のセンサ特性を解析することで相関チャートを得た。複素誘電率の実数部は、共振周波数の変化量を、虚数部については帯域幅と共振周波数の両者の変化量を考察することで導出された推定近似式は、FDTD の数値結果（実数部 $\epsilon' = 1 \sim 6$ 、虚数部 $\epsilon'' = 0 \sim -0.5$ ）に対し、実数部で ± 0.02 、虚数部で ± 0.006 以下の精度となることが確認されている。また、モニタ反射板のみならず、一般的な板状試料の測定方法としての汎用性も期待できる。推定近似式は、図に示す PDA の計測制御端末の自動計測プログラムに組み込んだ。スペクトラムアナライザはより小型のものも利用できる。



図 4 携帯型複素誘電率測定装置の構成

試作した複素誘電率測定装置の試験のため、誘電率の分かっている塩化ビニルを測定し、良く一致する結果が得られた。また、航空保安大学岩沼分校の教育用 GP 反射板のアスファルト層において複素誘電率測定実験 (H22.7.29) を行い、アスファルトとして妥当な測定結果が得られることを確認した。

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た。従来のモニタと同等な初期状態から最急降下法で合成係数を補正した。この結果得られた合成係数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、パッシブ素子による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。この結果を確認するため、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い、積雪深によって近傍モニタの特性は遠方特性と差があるが、近傍でもアレイを最適化することにより遠方特性に近づくことが確認できた。また、設置調整の容易性について確認するため、実際の周波数において積雪のない通常状態ではあるが基本的なハイトパターン特性の測定実験を行い、モニタの位置や製造誤差等があっても、従来の 1 素子のモニタと同様に設置高の調整で補正できることが確認できた。

モニタ反射板については、当研究所開発による日本方式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。日本方式反射板は融雪時の変動が非常に少なくなり、ドイツ方式反射板と比べて安定している。反射板上に雪が積もったときのモニタ指示値の変化についてシミュレーションでは、ドイツ方式は積雪深による上下変動は傾向が遠方特性とほぼ一致しているが、日本方式は積雪が 0.25m を超えた状態で著しい変動が生じる。したがって、両方の長所を取り入れた構造により改善可能であることが分かった。

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、誘電率測定装置の開発を行った。試作した複素誘電率測定装置の試験のため、誘電率の分かっている塩化ビニルを測定し、良く一致する結果が得られた。また、航空保安大学岩沼分校の教育用 GP 反射板のアスファルト層において複素誘電率測定実験を行い、アスファルトとして妥当な測定結果が得られることを確認した。

今後これらの報告を航空局に行い、運用機材への導入に繋げるようにしたい。

掲載文献

- (1) 田嶋, “着陸誘導”, 航空振興財団, 航法小委員会, 平成 20 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”, 通信学会全国大会, 平成 21 年 3 月
- (3) 田嶋, 横山, 中田, “ILS GP の近傍モニタアンテナ最適化による遠方特性推定”, 通信学会全国大会, 平成 22 年 3 月
- (4) 中田, 横山, 田嶋, “UHF 帯複素比誘電率測定用矩形

同軸キャビティセンサ”，電気関係学会東北支部連
合大会，平成 22 年 8 月．

- (5) 横山，田嶋，中田，“ILS GP の近傍モニタによる
遠方特性推定”，信学論(B), Vol.J94-B, No.1, 平成 23
年 1 月．
- (6) 田嶋，横山，金田，中田，“ILS GP の積雪状態を
考慮した近傍モニタアンテナ最適化”，通信学会
2011 年総合大会，2011 年 3 月．
- (7) 金田，田嶋，横山，中田，“ILS GP の近傍モニタ
多素子化実験結果の報告”，通信学会 2011 年総合
大会，2011 年 3 月．
- (8) 田嶋，横山，金田，中田，“ILS GP の近傍モニタ
による遠方特性推定”，財団法人航空保安無線シス
テム協会，航空無線，第 67 号，2011 年 3 月．

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【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、ニッ森俊一、朝倉道弘、磯崎栄寿

研究期間 平成 21 年度～平成 24 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といわれている。当研究所では米国航空無線技術委員会 (RTCA) を通じて、T-PED を安全に使用するための検証手順が示す国際的な基準策定に関わってきた。これにより、全面的に禁止されている T-PED の航空機内での使用が欧米を中心として進められており、わが国でも T-PED の機内使用基準等に関する研究が望まれている。

本研究では T-PED の電波が航空機上の装置に干渉する可能性について、航空機そのものの電波に対する耐性を基に評価するための技術を検討する。これにより航空機内から放射される電波によって起こりうる障害を明らかにし、その事象が許容される発生頻度より総合的に安全性を評価することが期待されている。なお、EMI の可能性評価には RTCA 基準を参照すると共に、世界で唯一我が国にのみ制度が存在する携帯電子機器 (PED) が原因と疑われる機上装置不具合に関する EMI 事例報告を活用する。また、我が国の最新 T-PED について検証するとともに、安全にさまざまな PED を使用できる航空機側の性能要件を明らかにする。

2. 研究の概要

本研究は 4 年計画であり、平成 22 年度は 2 年目である。本年度は、実測データに基づく、電磁干渉確率推定手法の検討、および航空機内電波環境記録装置の開発・実測を行った。航空機搭載無線機器に電磁波が侵入する場合、電波は航空機内のさまざまな個所を伝わり、減衰して侵入する。その減衰の度合いを経路損失とよび、航空機固有の電波伝搬特性となる。電磁干渉確率を推定するために必要となる経路損失を高速に測定するシステムを製作し、代表的な航空機について実測を行い、データベースの構築を行う。また、運航中の航空機で発生している電波環境を記録するためのシステムの構築を行う。加えて、継続的に実施している航空会社からの EMI 報告を分析する。

3. 研究内容/

・電磁干渉確率推定手法の検討

経路損失は電波の発生する場所や周波数、該当するアンテナの設置場所等によって異なる値となる。昨年度構築した経路損失測定システムをさらに高速化し、また 2 系統並行して測定できるよう構築したことで、従来 2 週間必要であった経路損失分布測定を 565 席の大型航空機であっても 1 日で測定できるシステムを構築した。各航空会社の協力の下、複数の航空機について経路損失データの蓄積を行った。これら得られたデータが自由に活用できる見込みが得られ、これらの測定値をデータベースとして活用することで、乗客が持ち込む様々な電子機器の影響評価が可能となった。携帯電話等から発せられる通信用の電波と回路に電流が流れることで漏れ出てくる電波の値を用いることで、各種搭載無線機器に侵入する電波の量を統計的に求めることが可能となった。

・航空機内電波環境記録装置の開発

航空機内で乗客が PED を使用する場合には様々な電波が発生する可能性がある。これらの電波が有害な周波数や強さでないことを監視するため、航空機内に持ち込み可能な電波環境記録装置の開発を行った。携帯用スペクトラムアナライザとノートパソコンを用いたシステムを構築し、1 秒間に数回で電波の発生状況を記録できることを確認した。

・EMI 事例報告の分析

機内に持ち込まれる携帯電子機器が原因と疑われる機上装置の不具合が発生したとき、航空会社から EMI 事例報告が提出される。2010 年の報告件数は 11 件、これまでの総件数は 280 件となった。今回は航空会社の協力を得て、過去に発生した EMI 事象の追跡調査を行った。その結果過去に発生した事例のうち約 50 件程度は機上システムの不具合に起因するものと判断できた。

尚、EMI 事例報告及び電子航法研究所における追跡調査は、世界的に見ても他に例が無いため、国際的に貴重なデータとなっている。

・地上における携帯電子機器の使用時の影響評価

上記の経路損失データベースを利用した電磁干渉確率推定手法、及び EMI 事例報告の分析を活用して、国土交通省航空局航空安全推進課の要請を受け、地上における携帯電子

機器使用時の影響について調査した。調査の結果通常の運用形態においては電磁干渉の影響は0に近いことを示した。また、電磁干渉が起こる可能性の高い事例として3類型を明示して、今後も注視していく必要があることを示した。この結果、告示が改正され、携帯電話の使用制限が緩和された。

・電磁干渉に強い航空機の評価

昨年度までに航空機の窓をアクリル板から電磁遮蔽構造に置き換えることで、電磁干渉に対して堅牢な構造となることを示してきた。これらの評価手法を用いて、新型航空機用の複数の窓材、窓取り付け構造について評価を行った。

4. まとめ

本研究では、乗客が持ち込む携帯電子機器から発せられる電波に対して航空機搭載機器がもつ電波耐性を明らかにして、航空機内で携帯電子機器が運航の安全を脅かすことなく使用できる条件を明確にすることを目的としている。

本年度は電磁干渉確率推定手法の検討、航空機内電波環境測定記録装置の開発、EMI 事例報告の分析を行った。その他にも地上における携帯電子機器の使用時の影響評価を行い、携帯電話の使用制限が緩和される成果につながった。

今後は、侵入してくる妨害電波に対して、航空機が引き起こす障害の程度を分析する必要がある。これには従来よりも強い電波を出す携帯電子機器に対する問題と、強電界にさらされた航空機搭載機器の障害事象の分析が必要となるため、主要な搭載電子機器を用いた評価手法の検討を行う。また、機体の設計段階で航空機の耐電磁干渉性能が評価できるようなコンピュータ・シミュレーション法について検討する。

掲載文献

- (1) A. Kohmura et. al., “Measurement of EM Field inside a Crousing Aircraft –Potential Problems for the Use of Mobile Phones on Board-“, Ultra-Wideband Short Pulse Electromagnetics 9, pp. 335-342, Springer, May 2010
- (2) ニッ森俊一他、「大規模電磁界数値解析を用いた航空機電磁環境推定」、平成 22 年度電子航法研究所研究発表会講演概要、pp.39-42、2010 年
- (3) 米本成人、「イミュニティ技術で変わる航空機内無線通信」、月間 EMC、2010 年 8 月号、2010.0805、No. 258、pp. 103-111
- (4) 平岩慎也他、「FDTD 法を用いた航空機内における偏波特製の解析」、2010 年電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集、B-1-23、2010 年 9 月
- (5) 平岩慎也他、「大規模 FDTD 解析を用いた B777 機内電磁環境推定 - 携帯電話周波数帯における解析及び測定比較-、信学技報、vol.110、EMCJ2010-42、pp.7-10、2010 年 10 月
- (6) S. Hiraiwa et. al., “Estimation of the Electromagnetic Fields Disribution due to Mobile Radio in a Typical Aircraft Cabin Using Large Scale FDTD Analysis”, Proc. Of International Symposijum on Antennas and Propagation in 2010, pp. 547-550, Macao, China, Nov. 2010
- (7) ニッ森俊一他、「大型計算機を用いた B777 機内電磁環境推定-携帯電話周波数帯における解析及び測定比較-」、第 48 回飛行機シンポジウム講演集、3D7、2010 年 11 月
- (8) 電子航法研究所、「地上停止中の航空機における携帯電子機器の使用に関する調査報告書」、調査研究報告書、平成 23 年 2 月 25 日



図 実測によって経路損失分布が明らかになった航空機

航空機の安全運航支援に関する研究 【重点研究】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○大津山卓哉、塩地誠、小瀬木滋、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、米国キャプ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している。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。

2. 研究の概要

本研究は4カ年計画であり、最終年度である平成22年度は下記のことを行った。

- ①自動送信方式の検討
- ②航空機による実証試験
- ③地上監視情報源の開発
- ④拡張スキッタによる飛行情報サービス放送(FIS-B)の調査・検討
- ⑤TIS-B/FIS-B についてのまとめ

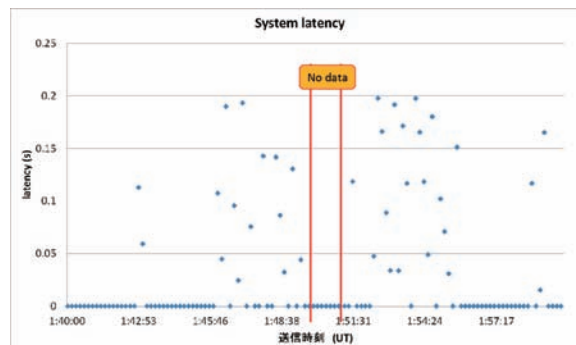
3. 研究成果

3.1 航空機による実証試験

昨年度までに製作した送信システム(情報処理部、信号生成装置、高周波増幅部)を接続し、さらに干渉防止装置を含めた TIS-B 地上送信部を1号棟に設置した。本システムは 1090MHz の信号を 200W の出力で送信するが、SSR への干渉防止装置があるために調布 SSR 局から 50m の地点で TIS-B 信号の送信を行っても SSR に対して有害な干渉を与えない。この機能が有効に働いていることが実証できた。

3.2 TIS-B システムの評価・検証

実証実験時に得られたデータを基にシステム性能の評価・検証を行った。システムレイテンシや送信情報の精度などについての検証を行った。これらの検証結果は現在 RTCA にて改定作業中の ASAS-MOPS WG に TIS-B レイテンシの実現可能根拠の一つとして紹介した。



図：実証実験時に得られたデータより求めた TIS-B システムレイテンシ。干渉防止装置が動作した場合にもすべてのデータは 500ms 以内に伝送できることが明らかになった。

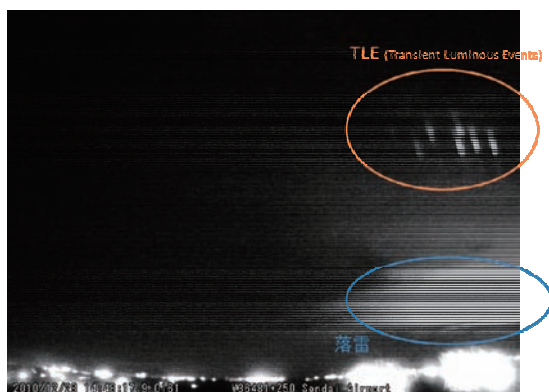
3.3 拡張スキッタ生成装置の改良

拡張スキッタによる FIS-B を実現するために、拡張スキッタ生成装置の構成を変更して、自由なフォーマットのメッセージを送れるよう改良を行った。これまでのシステムではモード S アドレスを持つ航空機の位置情報しか送れなかったが、この改良によって位置情報だけでなく、速度や便名など機上監視に必要な様々なメッセージを送れるようになった。それとともに、未使用のダウンリンクフォ

ーマットを使用した FIS-B メッセージの送信が可能となった。

3.4 電気通信大学との共同研究実施

「雷の発生メカニズムに関する研究」について電気通信大学と共同研究を実施した。本年は雷放電に伴って発生する電離層擾乱の光学観測および電離層擾乱発生による電波伝搬異常の観測とシミュレーションを行った。光学観測では岩沼分室に高感度カメラを設置し、冬の日本海側で発生する雷放電とそれに伴う高層大気発光現象を観測することができた。これらの観測結果とシミュレーションより大規模雷放電の発生メカニズムについて引き続き検討を行う。



図：仙台空港より撮影した雷放電に伴う高層大気発光現象(オレンジ丸内)。新潟付近で発生した雷放電に伴って発生したもの。

4. まとめ

本年度までの研究で TIS-B 送信システムとしての大方の機能は実現可能となった。本システムを使うことにより周辺航空機の把握が容易になり、航空の安全に寄与することができるものとする。ただし飛行中の交通情報の利用方法など運用方法については現在 RFG 会議等で検討が行われている最中であり、運用方式に応じたシステム性能の調整は今後の課題である。特に、現在の TIS-B システムでは航空機の位置情報しか送信することが出来ないため、今度コールサインや速度ベクトルについても送信できるよう信号生成装置を改良する予定である。また、拡張スキットで行う事が難しいとされている FIS-B についても実現可能な範囲について検討を始めたところであり実験室での実現を目指している。さらに TIS-B システムを使った機上監視応用方式の実証検証を行い、実運用環境における要求性能の確認と実現のための課題を調査・検討する必要がある。また、パイロットに対してどのような形で情報を見せるかについても検討する必要がある。

5. 所外発表

- (1) 米本：“Summary of the radio frequency measurement on the air” キャプストーン計画(UAT)飛行実験中間報告会(於:FAA アラスカ地方局), 2006年7月
- (2) 小瀬木、他：“キャプストーン計画(UAT)飛行実験報告”, 航空振興財団全天候小委員会, 2007年1月
- (3) 塩地、山本、小瀬木、米本、大津山：“The UAT signal strength measurement on an airplane” キャプストーン計画(UAT)飛行実験報告会(於:FAA アラスカ地方局), 2007年2月、
- (4) 奥野、小瀬木：“米国 CAPSTONE プログラムへの参加による飛行試験の実施結果”, 航空保安システム技術委員会平成 18 年度研究報告書第 2 編小委員会作業報告集 P32-42, 2007年3月
- (5) 塩地、山本、小瀬木、米本、大津山、星野尾：“小型航空機の運航支援に関する予備的研究” 第 7 回電子航法研究所研究発表会, 2007年6月
- (6) 塩地、山本、小瀬木、米本、大津山：“UAT(ユニバーサル・アクセス・トランシーバ)信号強度の飛行実験”, 2007年電子情報通信学会ソサエティ大会
- (7) 塩地：“小型航空機の運航支援に関する予備的研究”, 航空保安無線システム協会「航空無線」誌, 2007年12月
- (8) 塩地、山本、小瀬木、米本、大津山：“飛行中の航空機へ周辺交通情報を提供する TIS-B 装置の試作”, 2008年電子情報通信学会総合大会, B-2-20, 2008年3月
- (9) 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 航空研究会, 2009年5月
- (10) 塩地、山本、小瀬木、米本、大津山：“航空機に周囲の交通状況を提供する技術(TIS-B)について”, 日本航空宇宙学会 第 40 期通常総会及び講演会(年会) オrganイズドセッション「将来の ATM に向けた概念と技術」, 2009年4月
- (11) 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”, 航海学会航空研究会, 2009年5月
- (12) 塩地、小瀬木、米本、大津山、三垣：“航空機へ周辺交通情報を送信する TIS-B”, 第 9 回電子航法研究所研究発表会, 2009年6月
- (13) 小瀬木、大津山、塩地、三垣：“TIS-B から SSR への信号干渉の分析”, 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7月

- (14) 大津山、小瀬木、塩地、三垣: "拡張スキッタを使用する TIS-B 装置の開発", 電子情報通信学会ソサイエティー大会, 2009 年 9 月
- (15) T. Otsuyama, S. Ozeki, M. Shioji and M. Migaki: "Development of TIS-B system using 1090MHz extended squitter", WSANE2009, Nov 2009
- (16) 塩地、大津山、小瀬木、三垣、米本: "安全運航支援技術の開発について(ADS-B, TIS-B, FIS-B 等)", ヘリコプターIFR 等飛行安全研究会, 2009 年 12 月
- (17) 大津山、小瀬木、塩地、三垣: "拡張スキッタによる TIS-B 開発・評価", 第 10 回電子航法研究所発表会, 2010 年 6 月
- (18) 大津山: "モード S 拡張スキッタによる放送型交通情報サービス", 航空振興財団航空交通管制システム小委員会, 2010 年 8 月
- (19) 大津山、小瀬木、塩地、三垣: "拡張スキッタによる TIS-B 開発・評価", 航空保安無線システム協会「航空無線」誌, 2010 年 9 月
- (20) 大津山: "航空機の安全運航支援に関する研究(放送型交通情報サービスの開発)", 出前講座(崇城大学・熊本空港事務所), 2010 年 9 月
- (21) T. Otsuyama, S. Ozeki, M. Shioji and M. Migaki: "Development and feasibility flight test of TIS-B system", ICSANE2010, Oct 2010
- (22) T. Otsuyama, S. Ozeki, and M. Shioji: " Development of TIS-B system for situation awareness enhancement", EIWAC2010, Nov 2010
- (23) Y. Hobara, M. Hayakawa, M. Iwamoto, K. Ohta: "Ionospheric disturbances associated with TLEs: observations and modeling", 2010 AGU Fall Meeting, Dec 2010.
- (24) 大津山、小瀬木、塩地: "拡張スキッタによる周辺航空機情報の放送", 飛行機シンポジウム, 2010 年 12 月

監視システムの技術性能要件の研究 【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, 住谷 泰人, 伊藤 恵理

研究期間 平成 22 年度～平成 25 年度

1. はじめに

空域の航空交通状況の現状確認には、レーダ等の監視システムが使用されている。レーダ等の監視システムを用いて空域全体の状況認識能力を持つ管制官と目視による局所的監視のみが可能なパイロットを前提に、監視システムを用いる航空管制方式が定められてきている。

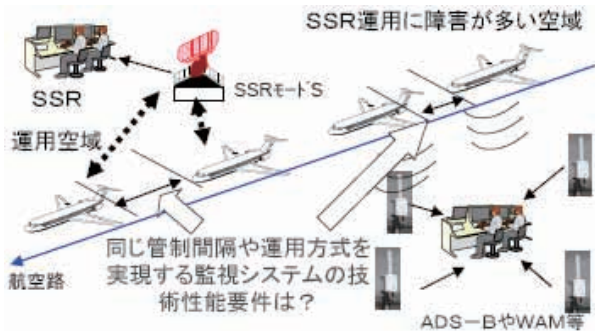


図1. 新しい監視システムの導入

監視システムが新たに開発または改良された場合、航空管制への使用可能性の評価が必要になる。従来と同じ航空管制方式を想定する場合、すべての性能指標において新しい監視システムが従来の監視システムと同等以上の性能を示すならば、新しい監視システムを使用できる。しかし、一部の性能指標が従来のシステムより低いと他の性能指標が非常に良好でこれを補える可能性がある場合、航空管制の可能性を判断する必要がある。

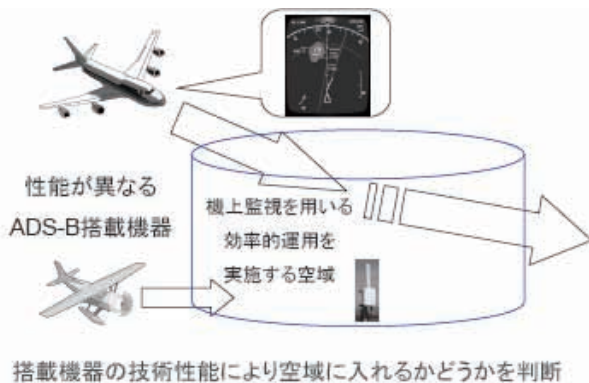


図2. 新しい運用方式の導入

また、航空機トラジェクトリの精密な管理やパイロットによる航空機位置の相互監視やその活用など、新しい運用方式の導入前に、使用する監視システムに求められ

る性能を知る必要がある。

以上のように、想定する運用方式のための運用性能要件を基に、使用される監視システムの測定精度や信頼性指標など技術性能要件を求める必要がある。

2. 研究の概要

本研究では、これまでにまとめられている運用方式をもとに監視システムの技術性能要件 TPRS (Technical Performance Requirements for Surveillance systems) を確立し、空域運用改善を支援することを目的とする。このため、次の事項を研究目標としている。

- ・ 次世代監視システムの技術性能を測定する機材および手法の開発
- ・ 航空機動態情報の信頼性に関する評価
- ・ 次世代監視システムで使用される 1030/1090MHz 信号環境の測定と監視性能予測
- ・ 空対空監視システムの技術性能要件の作成

3. 研究成果

研究目標を実現するため、次の事項を実施する。

- ・ 監視システムや運用方式の標準化動向の調査
- ・ 監視システムの技術性能要件 TPRS の開発
- ・ TPRS 記載事項の測定手法の開発
- ・ 1030/1090MHz 信号環境測定と監視性能予測
- ・ 航空機動態情報の取得蓄積と信頼性評価

平成 22 年度は、次の事項を実施した。

3.1 次世代監視方式の動向等の調査

次世代監視方式動向、機上監視要件、ACAS/ATM 整合性を会議参加や文献により調査した。

ICAO の機上監視タスクフォース (ASTAF: Airborne Surveillance Task-Force) 会議や航空監視パネル ASP の作業部会に参加し、監視システムの技術性能要件を調査するとともに、ICAO 文書の改定に寄与した。

- ・ ASAS システム構成図案提案 (ASTAF)
- ・ ICAO ACAS manual 改訂案作成 (ASP/WG)

所内の SSR 関連研究課題とも連携し、ASP/WG では ACAS ダウンリンク情報の信頼性に関する情報を提供し、米欧

とともに国際共同調査の準備を進めている。

また、運用方式の標準化における技術的根拠を記載した資料を得るため、RTCA/EUROCAE RFG (Requirement Focus Group：要件検討会議) に参加し調査を進めた。RFG 会議の成果は、RTCA/EUROCAE から SPIR (Safety, Performance and Interoperability Requirements) として出版されている。今後は SASP や ASP など関連 ICAO 会議にも SPIR が基礎資料として活用される見込みである。

この他に、関連する所内の研究課題 (航空機の安全運航支援) と連携し RTCA/SC-186 会議などから監視システム遅延時間の要件などの情報も得た。

3.2 技術性能要件項目の作成および性能測定手法と性能予測評価手法の調査

監視システムの技術性能要件の項目を、SPIR を基にまとめた。特に、最も基本的な空対空監視の応用例として飛行中のパイロットの目視支援に着目し、これに必要な監視システム性能を複数の監視方式について試算した結果を当研究所の研究報告会にて事例を報告した。

また、非常に低い確率を測定する手法を調査した。測定可能な比較的高い確率を持つパラメタを組み合わせ、性能要件パラメタを求めるための基本モデルを調査した。

3.3 信号環境測定と将来予測について年次報告

監視システムが使用する 1030/1090MHz 帯域の受信信号波形を記録分析するため、飛行実験を実施した。

測定記録された信号環境を再生することも可能であり、今後の監視性能測定や機器試験の際に必要な干渉ベンチ試験等に活用できる見通しを得た。

また、信号環境予測にマルチパスの影響を正確に反映するため、電波伝搬分析ソフトウェアを導入した。

3.4 監視情報信頼性の実態と補強手法を調査

当研究所の実験用 SSR モード S を活用し、航空機からダウンリンクされる信号を記録蓄積した。また、ACAS ダウンリンク情報等の信頼性分析を自動化するソフトウェアを製作し、今後の実験に必要な機材を整備した。

4. 考察等

将来の経済的で円滑な監視システム導入と運用に資するような成果活用をめざし、状況の変化に対応しつつ研究を進めたい。

主な掲載文献

- (1) S. Ozeki, J-M. Loscos: “CHANGE PROPOSAL TO ACAS MANUAL (Doc. 9863) AFTER THE LATE INPUT TO STATE LETTER 57e”, ICAO ASP/WG, April 2010
- (2) S. Ozeki: “Effect of Multipath Echoes on Transponder Decoder”, ICAO ASP/WG, April 2010
- (3) T. Koga, et. al.: “RA downlink Evaluations with the ENRI Experimental SSR mode S”, ICAO ASP/WG, April 2010
- (4) S. Ozeki: “SI unit Conversion for section 3.16 of Doc.9863”, ICAO ASP/WG, April 2010
- (5) S. Ozeki: “State Letter Discussions”, JTIDS / MIDS Multi-National Working Group, May 2010
- (6) 小瀬木：「会議参加報告 ICAO ASTAF1」, 国土交通省航空局 ICAO/ASTAF 報告会, 平成 22 年 6 月
- (7) 小瀬木：「ICAO ANNEX10 改訂 85 の背景」, 総務省情報通信審議会技術分科会航空無線通信委員会監視作業班, 平成 22 年 6 月
- (8) 小瀬木：「JTIDS 干渉からの保護—MLAT の場合」, 航空局技術管理センター準備室, 平成 22 年 7 月
- (9) 小瀬木, 住谷, 古賀, 大津山, 伊藤：「機上監視に関する国際動向」, 国土交通省航空局 CARATS 監視アドホック会議, 平成 22 年 9 月
- (10) 小瀬木：「ACAS への在地球上判定の影響」, 総務省情報通信審議会技術分科会航空無線通信委員会監視作業班, 平成 22 年 9 月
- (11) 小瀬木, 住谷, 古賀, 大津山, 伊藤：「機上監視に関する国際動向と高密度運用」, 国土交通省航空局 CARATS 第 2 回高密度運行 WG, 平成 22 年 9 月
- (12) S. Ozeki: “Error Compensation for 1030 MHz Signal Environment Estimation”, ICSANE2010, 平成 22 年 10 月
- (13) 小瀬木：「RTCA / EUROCAE ASA/GSA-RFG 第 25 回会議 会議概要報告書」, 国土交通省航空局, 平成 22 年 10 月
- (14) S. Ozeki: “Consideration on the compatibility between UAS and ACAS”, ICAO ASP/WG, October 2010
- (15) 小瀬木：「ATM/CNS に関する最近の研究動向」, 航空保安大学校特別講義, 平成 22 年 11 月
- (16) S. Ozeki: “AS functional diagram for ASM”, ICAO ASTAF, February 2011
- (17) 小瀬木：「次世代運航 TF 作業の考え方と経緯」, NEDO 航空機分野の戦略作成調査 装備品作業部会, 平成 23 年 2 月
- (18) 小瀬木, 大津山, 古賀, 住谷：「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 22 年度電子航法研究所報告会, 平成 22 年 11 月

- (19) 小瀬木、大津山、古賀、住谷、伊藤：「監視システムの性能要件に関する一考察」、電子航法研究所研究発表会、平成23年6月

航空管制官の業務負荷状態計測手法の開発【重点研究】

担当部 機上等技術領域

担当者 ○塩見格一，青山久枝（ATM 領域），井上 諭（ATM 領域）

研究期間 平成 22 年度～平成 25 年度

1. はじめに —— 技術開発の経緯 ——

1998 年，発話音声による発話者の心身状態の評価可能性の発見以来，発話音声分析技術の実用化を目指して研究開発を進めてきました。

当初は，連続的に発話音声进行分析すれば疲労の蓄積と思われる変化が観測されたことにより，音声通信により業務を行っている航空管制官の疲労状態の評価に直ぐにでも適用可能かと考え，実験的に朗読音声や対話音声の分析を行いました。その結果，当時の音声信号処理アルゴリズムでは，数秒程度の間歇的な発話からは十分な分析感度が実現できない事が明らかになりました。2000 年頃までの技術では，発話音声から何等かの安定な指数値を得るためには，3 分程度の発話音声（8bits@8.0kHz）が必要で，その処理（1 秒間の処理単位に切断して，約 3 分間分の最大リアプノフ指数を計算した。）には数分から十数分を要していました。以降の研究では，分析に必要な音声データ量の低減と処理時間の短縮を当面の目標として，その結果，高品位な音声信号（24bits@48.0kHz）を分析対象として，全てのサンプル時刻を起点として最大リアプノフ指数を算出して平均値を求める（アンサンブル処理）等の統計処理を行えば，5 秒程度の音声データからでも安定な指数値が算出される事が分かりました。この手法により処理に必要な音声データ量は実用的なレベルに短縮されましたが，5 秒間の音声データに対して 20～30 万回も最大リアプノフ指数の計算を行わなければならないと，1 秒間の音声信号処理に約 10 時間を要する様な状況となりました。

2005 年には，演算処理速度を 5 桁程度改善した音声信号処理アルゴリズム SiCECA（Shiomi's Cerebral Exponent Calculation Algorithm）を開発し，発話音声分析装置の実用化に近づいたと思われました。

（財）鉄道総研との共同研究等により，発話音声から算出する指数値（CEM）が発話者の“眠気度”に良く関連する事等が確認されましたが，逆にトラックや鉄道車両の運転士の喚呼音声の様な副作業音声（主作業は運転操作）では主作業負荷の軽重により，CEM のみで一意的な心身状態の評価が不可能である事も明らかになりました。

本研究は，以上の発話音声分析技術を，航空管制業務の様々な評価に適用できる様に発展させる事を目指すものです。想定する研究期間は 4 カ年であり，筆者は，少なくとも「発話音声分析技術が，業務負荷分析の観点から，航

空管制業務のどの様な部分について評価可能であるのか？」，「業務毎の負担度の評価はどの様に可能か？」「シフトの組み方による疲労状態はどの様に評価可能か？」，等々につき，明らかにしなければならないと考えています。

2. 研究の進め方に関する検討結果

本研究に先行する研究においては，「発話音声から算出される指数値（CEM）は，時系列信号としてのサンプルされた音声信号の時間局所的な揺らぎを相対的に定量化するものであり，発話者の大脳新皮質機能の活性度と相関する。」と言った仮説をたて，これを検証する実験を行う事で，仮説の誤りを修正し，より詳細化してきました。

これまでの仮説を立ててこれを検証する実験的な研究では，実験を行う度にマスコミに取材される程に過酷な作業を被験者諸氏にお願いしてきました。その結果，良い実験結果が得られており，データマイニング手法によっては到達し得なかった技術的な水準を発話音声分析技術において実現し得たとも考えています。

本研究においては，管制業務のミッション・クリティカルな性格を考えれば，同様な実験を管制官諸氏に被験者をお願いして実施できる筈も無いと考え，業務に支障のない範囲でのデータ収録を想定し，データマイニングの手法により，業務負担度やシフト勤務の組み方の影響を抽出しなければならないと考えました。

図 1 は，研究のコンセプトとして当初に想定していたものですが，想定が甘かったため，また想定外の技術的な問題も浮上して，業務内容の調査結果と人間工学や産業衛生の専門家のアドバイスを受け，現時点では後述の様に修正する事になっています。

研究目的等に対する説明：

精神性作業におけるヒューマン・エラーの防止には，個々人が精神的なゆとりを持って業務を遂行できる事が重要です。

本研究では，業務内容に対する平均適正着席時間を算出するためのモデルを開発し，官署毎の適正着席時間を算出します。



図 1 当初の研究コンセプト

今日までのトラックや鉄道車両の運転士諸氏を被験者とした実験では、十分に有効と考えられるデータが得られており、発話音声分析装置を仮に運転等の業務の現場に導入するとすれば、過労防止を目的とすると、暫定的なものでは有ってもこれに対応する運用評価基準は有ると考えていますが、精神性作業であるところの航空管制業務については、残念ながら運用評価基準となる様なデータを有してはいません。

そこで筆者は、先ず業務官署においてデータを収録し、これから健全な状況にある管制官の平均的な音声を分析すれば、暫定的な運用評価基準ができると考えていました。また、データ収録時における健全性の評価は、疲労感等の自覚的な症状に対する調査票の利用を想定していました。図2は、以上の様な想定で試作した発話音声分析装置と、その操作説明資料です。

しかしながら、管制業務は複数の人間が協調して行われる業務であり、パイロットとのコミュニケーションの善し悪し等を含めて、対人関係の些細な齟齬が大きな精神性負荷となる場合も有り、「個々人の精神性疲労要因が特定できない状況での単なる音声データの収録からは、業務負担度の評価等に有効なデータが集められるとは期待できない。」と考えざるを得ないとの結論に至りました。

3. 今後の研究の進め方

航空管制業務は複雑な精神性作業であって、外見上は同じ様な業務であっても相手方の心身状態の影響を受ける等、単純に業務の前後に音声を収録しただけでは何も分からない可能性があり、従って、航空管制業務官署において有効なデータ収録を実施するために、事前に可能な範囲ではあってもシミュレーション等により「業務毎の負担度の評価」や、より長い時間スケールで影響を及ぼす「シフトの組み方等による疲労状態の音声による評価」が可能である事を確認する事と致しました。

また、航空業務官署におけるデータ収録等に先立っては、事前に十分な調査や精神性業務負荷評価に掛かる予備実験を実施し、官署ご関係者においては最小限の作業で、最大限に有効なデータを収録できる様に致したいと考えております。

平成22年度に試作開発を進めた発話音声分析装置については、操作性・耐久性の向上を図り、将来的なデータ収録に対応する様に改良を進めたいと考えています。

発話音声分析技術の音声信号の性質等に係る基礎的な部分についても、大学等の研究機関との連携も深めながら、客観的な評価を得られる様に、信頼性の向上を目指した技術開発を経営的に進める予定です。

発話音声収録作業における操作手順

1. 装置の概要

発話音声収録装置は、右の写真1の様なもの。



2. 操作等

装置の電源①を入れると自動的に立ち上がります。

アカウントIDの設定されていないボタン②にタッチすれば、利用者の個人アカウントを設定することができます。

次に、所属官署のボタン③にタッチすると、写真3の様に交代勤務状況選択画面が現れます。今、どのシフト状況に居るのか選んで下さい。

次のページに続く



シフトを選ぶと写真4のように、その時の体調や気分についてのアンケートを提示します。
ご自分に当てはまる項目があれば、その項目ボタンにタッチ④して、なければ“NeXT”ボタン⑤にタッチして下さい。



アンケートの次は音声収録です。
写真5の様に、朗読カードが提示されますから、音量メーター⑥が“黄色”になるくらい大きさの声で読んで下さい。他の朗読カードに変えたい時は“NeXT”ボタン⑦にタッチして下さい。読み直したい場合には“ReRec”ボタン⑧にタッチして読み直して下さい。



小さい“Rec”ボタンが赤丸⑨に変わり、“NeXT”ボタンが“OK!”ボタンに変わったら、“OK!”ボタン⑨にタッチして、音声収録は終わりです。

2枚以上の朗読が必要な場合には、“OK!”ボタンにタッチした後に次の朗読カードが提示されるので、同じ様に読んで、また“OK!”ボタンにタッチして下さい。

朗読カードは、5～7, 8秒で読める様に作られています。アンケートも20秒は掛からないと思いますから、アカウント・ボタンのタッチから録音の終了までは、普通に1分くらいです。

音声収録の途中で、大きな騒音が入ってしまった場合などは、“ReRec”ボタンを利用して、または最初からやり直して頂けると助かります。



以上

図2 発話音声収録手順説明資料

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】

担当部 機上等技術領域

担当者 ○塩見格一，金田直樹，瀬之口敦（ATM 領域）

研究期間 平成 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。

2002 年までは黎明期であって、音声のカオス論的な性質を発見したオージス総研や米国のスーパーコンピュータメーカーの CRAY 社と、長時間の朗読音声の分析により疲労の蓄積の評価を目指していた。

2004 年から 2007 年にかけては、当時の小泉首相の指定する第 8 番目の重要研究課題として、筑波大学の稲垣教授取り纏めによる「状況・意図理解によるリスクの発見と回避」に、(財) 鉄道総合技術研究所と東北大学と共に、1 項目「運転員心身状態評価に関する研究」を担うこととして参加した。また、2006 年から 2008 年にかけては、2005 年 4 月 25 日に発生した JR 西日本における福知山線事故を受け、国土交通省総合政策局技術安全課殿の技術研究開発委託費により発話音声分析装置のプロトタイプ製造を含む研究開発を行った。

2008 年 12 月には米国航空局 (FAA) が主宰する航空安全フォーラムに、上記により試作した発話音声分析装置“CENTE”を日本から初参加・初出品とした。これに先立ち当所は米国に共同研究と将来的な営業に係る代理人を指定し、航空安全フォーラムでは、彼らと共にブースを設営し FAA 関係者にデモンストレーション等を行った。

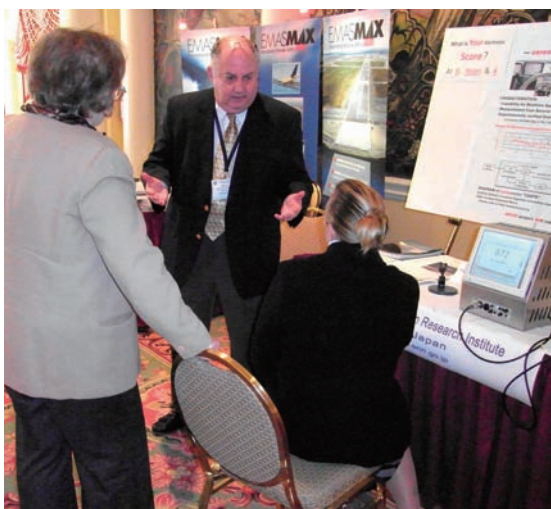


図 1 航空安全フォーラムでの様子

本研究は、上記により試作開発した発話音声分析装置の実用性を確保向上することを目的とした、発話音声分析技術開発の第 2 フェーズとも言うべきものであった。

「発話音声により発話者の覚醒度を評価することにより、その評価結果をフィードバックしてヒューマン・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た。ヒューマン・パフォーマンスのリアルタイムな監視は、発話者がヒューマン・エラーを起こす可能性の増大を警告する最上流の予防安全装置に繋がり、我々自身も大きな期待を寄せて研究開発を進めて来たが、3 年間の研究を終えた現状において、当初想定した以上の情報処理技術における面での発展や、特異な現象の発見等も多数あり有意義な研究ではあったが、発話音声の性質が想像よりも遥かに複雑なものであることを併せて認識させられることとなり、結果的に、残念なことに、我々の手を離れても十分に利用可能な予防安全装置としての完成度は実現できなかった。

経常的に発話音声を取録分析すれば過労の防止程度の目的には十分に対応可能な分野もあると思われるが、精神性作業の差異によるワークロードの多寡や、睡眠不足の検出等に十分な感度は実現できてはいない。発話音声の取録環境等についても、取録する音声データが有効なものであるためには幾つもの前提条件が存在することが明らかになっており、今後も経常的に発話音声分析技術の基礎的な研究を継続することが必要と考えられる。

本稿においては 3 年間で実現し得た、発話音声分析装置の改良改善に付いて報告する。

2. 発話音声分析装置の改良改善

発話音声分析ソフトウェアの細かな調整等は着実に進んでおり、本研究期間中において分析する音声帯域を制限しピッチ周波数を特定するデジタル・フィルタをマルチスレッド化し、従来処理時間の 30～40%を要していた処理時間を半分以下に短縮した。また、統計処理的なプロセスにおける最小二乗法を線形に近似していたものを非線形化して算出される指数値の安定性を改善した。

ユーザ・インタフェースについても、2009 年度以降、米国や中国からの評価試験に係る要求から、英語や中国語による朗読カードを整備する等、ユーザ・インタフェースの多言語化と共に実施した。

ハードウェアの改善も CPU の省電力化により、2006 年時点では車載型を想定しても図 2 に示す規模（小型 PC を 2 台使用して、ユーザ・インタフェース部と演算処理部に分割して 10U の 19”ラックに組み付けている。）であったが、Apple 社が CPU を Motorola から Intel に移行したことにより、発話音声分析ソフトウェアを Mac mini 上に移行し図 3 に示す規模（電子レンジくらいの大きさ。）に小型化することができた。



図 2 Windows' PC による発話音声分析装置



図 3 Mac mini による発話音声分析装置



図 4 “CENTE” 初号機

2008 年には、図 4 に示す発話音声分析装置が、当所共同研究者において“CENTE：実験室用発話音声分析装置”として製品化された。一人で持ち運べる大きさを目標として出来るだけコンパクトに取り纏めたが、CPU の発熱が大きかったため 7 月、8 月に屋外でデモ等を行った場合には、1 時間もしないうちに熱暴走していた。最悪の場合には CPU が破損し、CPU 本体の交換が必要であった。熱設計の重要性が身にしみて理解された。

そこで、熱的に余裕を持たせて第 2 世代として図 5 に示す装置を製作した。少し小振りな公衆電話器くらいの大きさで、とてもコンパクトとは言い得るものではなく、熱暴走はしなくともキャリー・コンテナ等で運ぶことが難しい大きさであり、「無理して筐体に取り纏めるのは止めた方が良い。」と言った様な散々な評価であった。

以降、内部レイアウトを工夫して図 1 に示す大きさに迄小型化して、米国での航空安全フォーラムに間に合わせた。

図 6 に示す CENTE は、航空安全フォーラムに出品したもののレイアウトを改善し実験等に便利な様に USB ポートを付加したものである。



図 5 小型化した“CENTE”第 2 世代



図 6 小型化した“CENTE”第 4 世代



図7 更に小型化した“CENTE”第6世代

図7は2010年時点での最も小型化したCENTEであり、初号機の1/2程度の大きさに取り纏めている。CPUの低消費電力化が進み、信号処理速度の向上したために高い負荷率での動作時間も短くなり、この大きさであっても連続運用において熱暴走等の心配は少ない。

音声信号処理CPUとしてApple Mac miniを採用以降は情報表示部としては10.5”のタッチパネル付き液晶ディスプレイを使用している。全ての操作をタッチパネルでできる様に、GUIのボタンの形状を正方形に近づける等、誤操作が起きない様に工夫した。多言語化への作業を省力化するためピクトグラムも多用した。タッチパネルやピクトグラムの採用は多くの医療用機器を参考に採用したものであり、人間工学や医療工学の分野での実験での利用を期待してデザインを行った。

現在、発話音声分析装置CENTEの機能評価実験等は、産業医大、武蔵野大学、他の研究機関で進められており「1台のCENTEを被験者側に設置し、もう1台の別なPCを実験者側に設置してリモートにCENTEを制御できる様にして欲しい。」等々、様々な要望に対応したバージョンを実現している。

省電力化と共にCPUの高性能化は急速に進んでおり、1kg程度のノートPCに信号処理に必要な機能の全てが盛り込める日も遠くはない様に思われる。

3. 発話音声から算出する指数値の性質

筆者等は、カオス論的な発話音声分析手法に関して十年以上も研究を行って来たが、「CENTEにより発話音声から発話者の何等かの心身状態に相関する指数値（CEM）が算出できる。」としても、筆者は未だ、「そのCEMだけで何が分かるのか?」、「そのCEMの変化を観測することで何が

分かるのか?」、「そのCEMを別の何等かの指数値等と組み合わせると何が分かるのか?」、またそれ以前の問題として「音声の収録条件は、どの様にCEMに影響を与えるのか?」と言ったこれらの間に、誰にも納得してもらえない様に答えることはできない。

十年前には1秒間の収録音声を数時間以上かけて処理していたが、2005年頃に信号処理速度を4桁以上改善することができ、それ以降はリアルタイムに近い状況でデータを処理できるようになった。もっとも、リアルタイムとは言っても、音声処理パラメータの組合せは無数に存在し、必ずしも最適な組合せが明らかでない現状では、一組のパラメータによる処理がリアルタイムに出来たとしても、パラメータの最適化にはパラメータの組合せの数だけの繰り返しが必要であり、残念ながら現実には天文学的な数の組合せの中の極々一部の評価が出来ているに過ぎない。

1998年に、偶然に発話音声のゆらぎの変化を発見した時のパラメータの組合せの近傍で試行錯誤を行ってきたが、未だ改善の効果等を明確に示す結果は存在しない。疲労や覚醒度の正確なリファレンスが存在しないのであるから、疲労感等の主観的なデータを統計的に処理して、音声から算出するCEMとの相関関係の改善を図ることは、本質的に無理がある様な気もしている。

本研究以前から、CEMは生理的な要因により変動し、物理的な要因によっても変動すると思われて来たが、本研究においても以下の事柄が検証された。

現在、CEMに影響を及ぼす生理的な要因として以下を挙げることができる。

- 1) 覚醒状態、極度な疲労状態
- 2) 性差、年齢差、飲酒・服薬等の影響
- 3) 発話音韻の構成や配列、情動刺激等

また、物理的な要因としては以下を挙げることができる。

- 4) マイクロフォンやA/Dコンバータの差異
- 5) 音声信号の処理帯域、雑音比
- 6) 発話音韻の構成との関係を含めてエコー

上記に物理的な要因として示す6)は、マイクロフォンの較正手法の開発中に発見した現象であり、本研究の先行研究「航空管制業務におけるヒューマン・ファクタの評価分析手法の研究」がカオス論的な信号処理におけるパラメータの設定に「CEMと覚醒度の相関を想定した場合に、不思議な周期性が見られる。」と言った様に、未知の現象の発見に終わった様に、本研究も以下の様な未知の現象の発見で一先ず、次の研究に発展的に移行しなければならない状況に至ってしまった。

デジタル化された発話音声信号はカオス論的な信号処理アルゴリズム SiCECA の実装により処理されるが、実際に処理を行うためには“埋め込み次元”，“埋め込み遅延時間”等々の幾つかのカオス論的な信号処理パラメータを設定しなければならない。SiCECA の実装をパラメータと共に固定すれば、当然のことながら、一つの“デジタル化された音声信号”に対して一つの CEM が算出される。デジタル信号処理であるから、信号処理アルゴリズムにディザ等の擾乱要素を含ませなければ、一つの“デジタル化された音声信号”から算出される CEM は常に一定である。

しかしながら“デジタル化された音声信号”が僅かに異なっただけで、CEM は複雑に変化することが確認されている。10 秒程度の朗読音声を 100 収録しその平均値を 0，標準偏差を 1 と正規化した場合，サンプリング・クロックを 1 μ 秒遅らせて 100 種類の音声を 2 組収録した場合，個々のサンプリング音声から算出される 1 組（2 つ）の正規化 CEM は，同じマイクロフォンで，同じレコーダで，同じ発話音声からサンプリングされたものであっても，平均的に 0.2~0.3 程度の差異が発生する。実験的には，100 収録の内の 1 つでは 1.0 以上の差異が生じることが確認される。

以上の様に，「CEM は不安定な指数である。また，発話音声も同じ発話は 2 度とは存在せず，仮に再生音声であっても，同じデータからであってもスピーカから再生される音声は毎回の再生で異なる。」と考えなければならない状況において，異なるマイクロフォンで収録した音声を相互に比較するためには，統計的な手法によりマイクロフォンの差異を定量化することが必要になる。

上記考え方より，以下の手法によりマイクロフォン相互の比較を行った。

- 1) 予め収録した試験音声を特定するスピーカを使用して再生する再生音声を利用する。
- 2) 特性を比較するマイクロフォンはスピーカの正面に設置する（距離の設定は 1~3m）。
- 3) 10 秒程度の朗読音声を繰り返す（100~1,000 回）再生し，個々の再収録音声から算出される CEM の平均値と標準偏差をマイクロフォン相互に比較する。

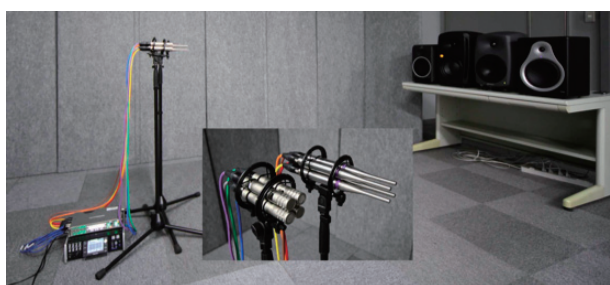


図 8 マイクロフォンの差異の評価実験概観

図 8 に概観を示す実験においては，4 本ずつ 2 種類のマイクロフォンを比較した。データ解析の結果明らかになったことではあるが，単純な遮音壁だけでは上記の音響計測には不十分な場合があり，出来るだけ高性能な吸音壁を設置しなければ，正確な計測は難しい。

結果的に，マイクロフォンの型式による差異が明確に存在することが確認され，異なる音声収録システムにより収録された音声の相互比較には，音声収録システムの上記統計的な手法による相似が確認されていることが必要であると結論された。

4. おわりに

これまで評価基準の作成のための発話音声の収録は常に特定の 1 つのマイクロフォンで行って来た。異なる場所や時間に収録した音声の比較等を想定する場合には，音声収録システムを特定し，常に同じマイクロフォンとデータレコーダの組合せを使用することとしていた。

上記マイクロフォンの較正手法は必要条件を与えている可能性は高そうに思うが，十分条件ではないこともまた十分に予想される。従って，この手法が必ずしも有効なものであるのか，或は否か，今後の更なる検証実験を待たなければならないが，2 つの装置で収録した異なる 2 つの音声の相互比較について，その技術的な可能性は残されたと思われる。異なる装置で収録した異なる音声の相互比較が可能となれば，今後，実験の効率が著しく改善されることが期待される。

掲載文献

- (1) 塩見“発話音声から算出する脳活性化指数の信頼性”第 10 回電子航法研究所研究発表会予稿集，2010。
- (2) 塩見“発話音声のゆらぎの定量化における誤差について”電子情報通信学会 2009 年総合大会，2009。
- (3) 塩見“発話音声のゆらぎの定量化における誤差について-2”電子情報通信学会 2010 年総合大会，2010。
- (4) 塩見“音声信号のゆらぎの定量化におけるマイクロフォンの特性”電子情報通信学会 2011 年総合大会，2011。
- (5) Shiomi and et al, “Experimental Results of Measuring Human Fatigue by Utilizing Uttered Voice Processing” Proc. 557 of IEEE-SMC 2008.
- (6) Shiomi, “Voice Processing Technique for Human Cerebral Activity Measurement” Proc. 660 of IEEE-SMC 2008.
- (7) Shiomi, “Cerebral Resource And Activity Measurement Equipment” Proc. of SfN 2008.
- (8) <http://www.siceca.org>

空港面監視用ミリ波マルチサイトレーダシステムに関する基礎的研究【指定研究B】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○米本成人、河村暁子、ニッ森俊一

研究期間 平成 21 年度～平成 23 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。これらは空港面の安全確保のため取り除かなければならないが、現状では作業員による目視検査であり、監視コストの増大を招いている。さらには、夜間や悪天候時には、作業員の労務の増大を招くこととなる。その他にも、空港内で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の重大な損失を受ける場合がある。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非常に高まっており、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。

当研究では複数のミリ波センサを設置し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して複数のセンサを使用した場合の相互干渉低減技術に関して研究する。

具体的には、検出感度を向上させたミリ波センサを構築し、それらを滑走路周辺に複数配置して、集中管理によって相互干渉を低減させるシステムに関する要素技術を確立することである。

また、実運用時に必要となるレドーム、アンテナ、電気回路などの要素技術を検討する。

合わせて、開発したミリ波レーダの他運輸モードへの応用を検討する。

2. 研究の概要

本研究は3年計画であり、平成22年度は2年目である。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 21 年度 ミリ波センサの感度向上に関する検討

平成 22 年度 ミリ波センサの信号処理装置の構築

平成 23 年度 ミリ波センサのフィールドテストと評価

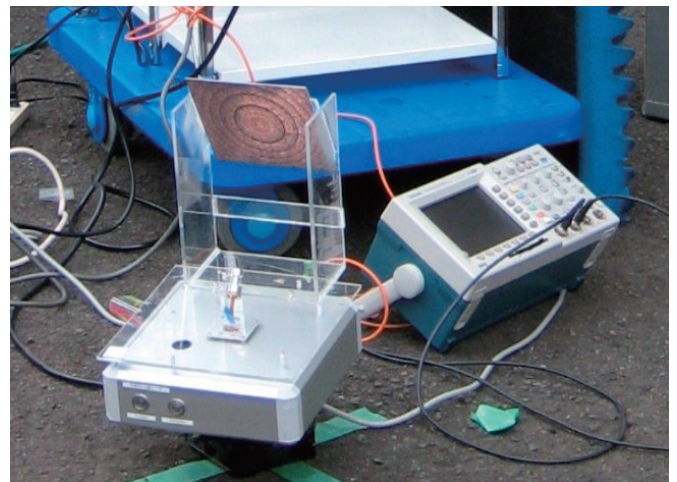
3. 研究成果

信号処理装置を製作するに先立ち、信号処理手法、センサ出力の大きさを見積もるため、ミリ波レーダシステムに高利得アンテナを取り付けて仙台空港滑走路にて異物検出試験を行った。検出対象としては、レーダ断面積が 76 GHz

帯で 1 m², 0.1 m², 0.01 m² となる大・中・小 3 種の金属円柱を用いた。試験の結果大が、中が 10m 程度で検出できた。受信信号の積算処理による感度向上を検討したところ、小の金属円柱であっても 40m 程度で検出できることが確認された。これらの試験結果を基に、電源回路部からのノイズ抑制回路や中間周波数増幅器を挿入し、既知の内部ノイズを低減する信号処理を加えることで、大幅な感度向上が図られた。

合わせて様々な異物に対して空港面探知レーダ (ASDE) や 3 次元レーザスキャナーなどの検出性能試験も同時に行った。ASDE は大きめの金属物体の検出には強く、先に述べた中程度の金属円柱で 500m 先であれば検出できることが示されたが、非金属物体の検出はできなかった。レーザスキャナーの場合、非金属物体であっても晴天時には 80 m 程度では検出できることが示された。

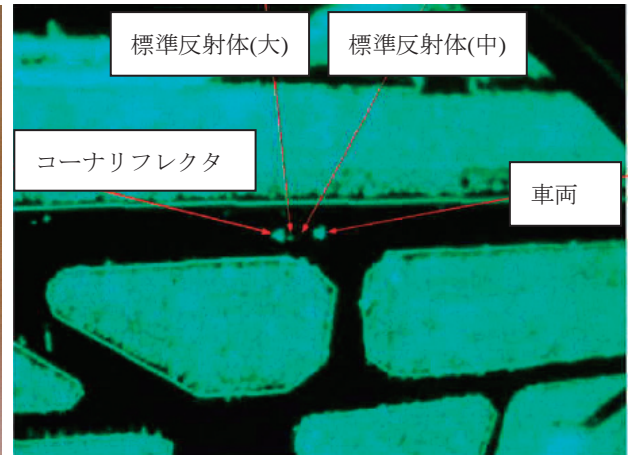
本研究はミリ波レーダ技術を基盤とする研究であり、ヘリコプタの衝突防止、着陸誘導支援方式の検討のために基礎研究、レーダの小型化開発に受託研究、高利得アンテナ開発に際して競争的資金研究と連携して実施している。



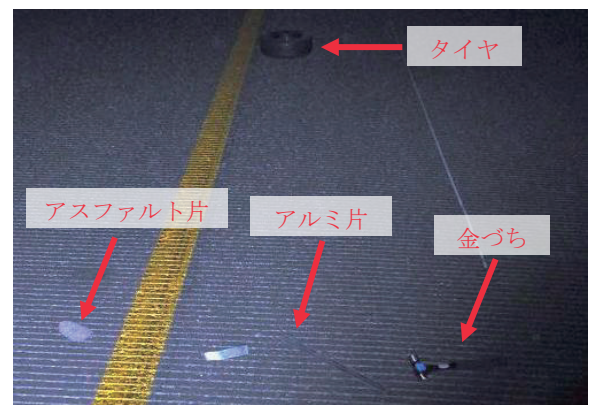
回転台上に設置したレーダ



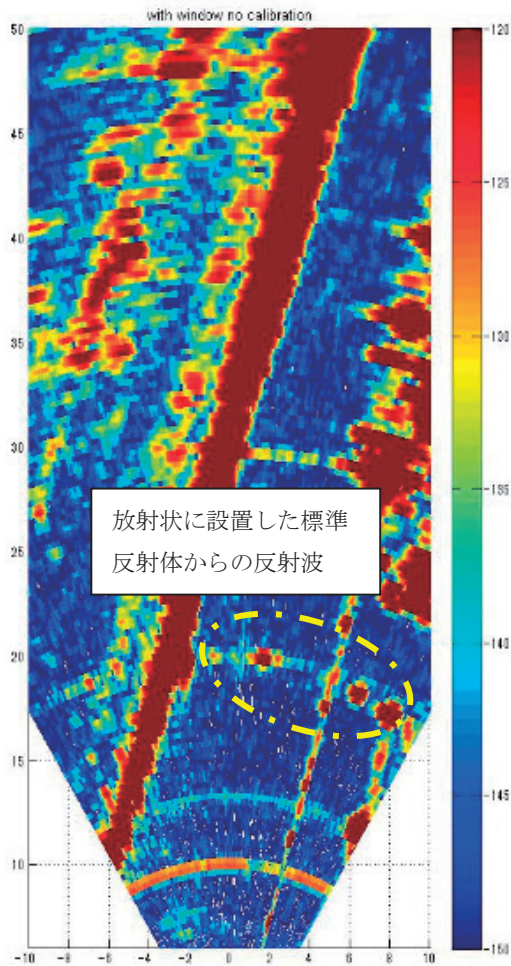
検出対象となる標準反射体



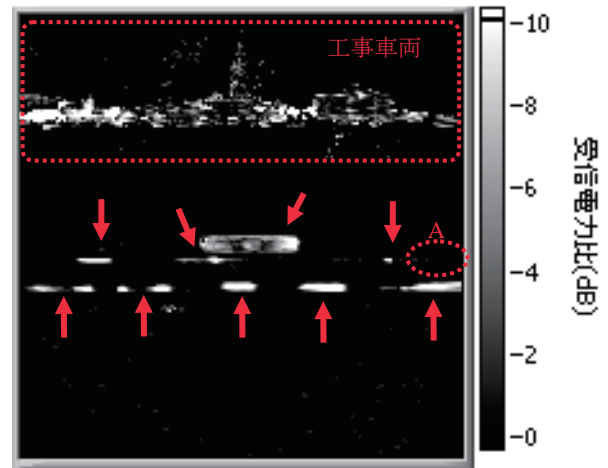
ASDE 画面上に表示された異物



滑走路に設置した異物



20m 先に設置した標準反射体からの検出結果



レーザの反射強度情報

掲載文献

- (1) 河村暁子他、「空港滑走路上の落下物を検知するレーダシステムの開発」、日本航海学会航空宇宙研究会、平成 22 年 5 月 29 日

航空交通流の複雑理工学的アプローチに基づく数理モデルの研究【指定研究】

担当部 機上等技術領域
担当者 ○塩見格一, 井上 諭 (ATM 領域)
研究期間 平成 21 年度～平成 23 年度

1. はじめに

20 世紀の中頃に発見され、コンピュータの発展と共に急激に発展したカオス理論(最近では複雑系の理論と呼ばれる事が多い。)は、それ以前には説明不能と思われていた複雑な現象に、その現象が単純な現象に見える視点が存在することを明らかにした。ポアンカレが「複雑過ぎて言葉や数式では説明できない。」と言った等と伝えられる現象が数行の数式で記述可能である事が発見され、雲の形、海岸線の形状、木の枝振り、等々が単純なアルゴリズムで生成可能である事が示された。雲の形や木の枝振りをカオス論的に生成する為に要するコンピュータは 1990 年代以前のパソコンでも十分であったために、「スパコンを要さずパソコンで研究ができる。」と言われ、一時、カオス論的に自然を模擬する事が流行した。しかしながら、今日のスパコンは、紙に鉛筆で記述可能な問題の分析に必要とされる演算性能を提供している訳で、問題の生成や記述にアルゴリズムを実装されたパソコンが必要なカオス論的な問題の分析には全く不十分なものに過ぎない。

当所では 1998 年以来、発話音声のカオス論的な分析を

行ってきたが、解析的な分析は皆無であり、数値シミュレーションを利用した試行錯誤により実験的に収集したデータからエンジニアリング的な成果を得る努力をしているだけである。

それでも、時にカオス理論の提示するモデルが単純な構造にも拘らず劇的な説得力を有する場合があります。例えば、高速道路の緩やかな坂道に設置されている「スピードを落とさないで!」との看板はカオス理論の大きな成果である。何人かの運転者がこの看板に気付いて走行速度を上げることで渋滞の発生確率が劇的に低減している。

本研究の目的は、航空交通流の制御において上記高速道路上の看板に匹敵する様なモノやコトを発見することにある。

2. 航空交通の挙動観測手段としてのシミュレータ

現状のカオス理論において、エンジニアリング的な成果はパソコン上のシミュレーションにより提示されることが一般的である。研究の対象が幾つかの差分方程式で与えられる様な場合であっても、解が解析的に記述できる様なことは期待されず、その挙動を理解するためにはアニメーション等の時間的な経過を体感できる情報の提示形態が必要と考えられている。

そこで、本研究においても航空交通流を表示・表現するシミュレータを試作し、これに実装する航空機や経路点の性質を制御してカオス論的な現象を発現させることを目指した。

航空交通シミュレータの試作開発は当所においては最も古い研究課題の一つであり、今更の感を持たれる向きも多いと思うが、従来の航空交通シミュレータは、何かの管制業務システムの機能評価を目的とした単機能な専用機と

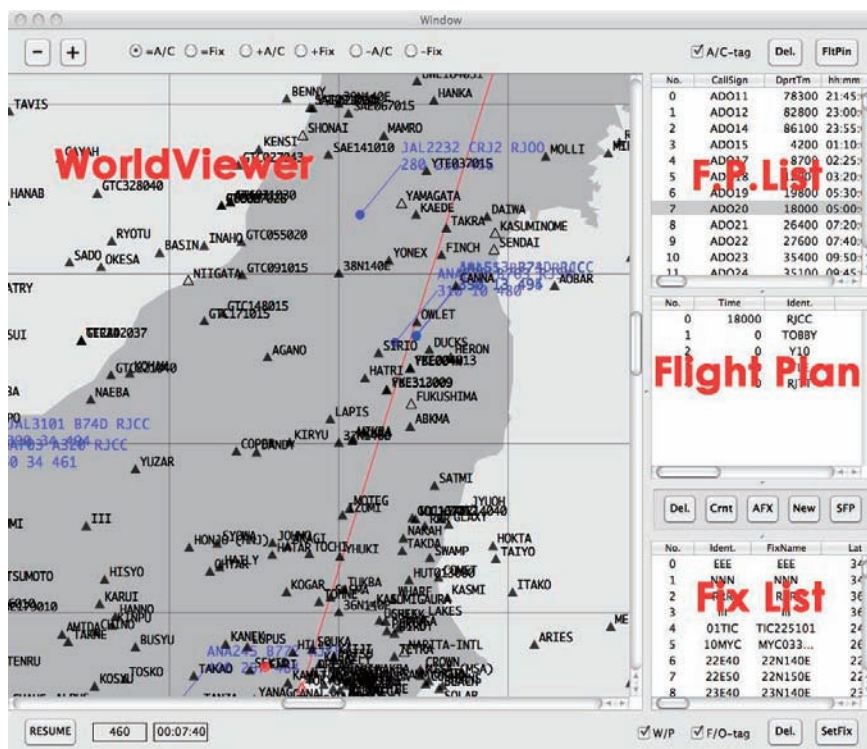


図 1 試作した航空交通シミュレータの情報表示形態

しての性質の強いものであり、シミュレーション・シナリオの自由度も小さく、汎用性は低いものであった。また今日、航空関係者の間で広く使用されている TAAM や RAMS-Plus 等のファストタイム・シミュレータは、現状の航空交通状況の再現と、その環境条件に少しの変化を与えた場合の変動を見る場合には優れているが、その利用に当たっては多数のデータやパラメータを設定しなければならず、全くの架空の運航計画等を評価する目的には大掛かり過ぎるし、現実問題としてライセンス経費も馬鹿にはならない。

そこで筆者は、将来的には TAAM 等の市販のファストタイム・シミュレータへの発展の可能性を確保しながら、今日のオブジェクト指向ソフトウェア開発技術を利用して、単純な構造の航空交通シミュレータ・プラットフォームの試作を行った。

図1は試作したシミュレータの GUI であり、且つ情報表示部でもある。ゲーミング・スペース(シミュレーション・マップ)としては、地球以外を想定する事は無意味であるから、地球を2次元平面に射影した空間を設定した。航空機の運航をグラフ(節点と辺、即ち“経路点”と“二つの経路点を結ぶ航空路”)により表現するか、或はセルラ・オートマトンとして表現するかを選択については、航空機の運航を両方のモードに相互に翻訳できる様に実装し、将来的に目的に応じて適当なモードが選択できる様に考えている。

カオス論的な現象の表現にはセルラ・オートマトン型のシミュレーション・プラットフォームが利用される事が多いが、ゲーミング・スペースが大きくその表現に多数のセルが必要になる場合には、途方も無いコンピュータの演算処理性能が必要となる。空港内に限定する様な場合には単純なセルラ・オートマトンで対応可能と思われるが、例えば FIR 全体を考える場合、グラフを構成する辺を一連の可変長セルとして表現する等の工夫が必要になる。

現時点でシミュレータ上に定義されているオブジェクトは、時計、地球上の航空機の運航空間、運航する主体としての航空機、航空機の運航経路を規定する経路点である。

図1の右には運航計画のリスト、個々の航空機の運航計画、経路点のリストが示されている。経路点を設定すれば、その経路点を利用した運航計画を設定する事が可能で、運航計画を設定すればこれをリストに加える事ができる。運航計画にリストされた航空機は出発時刻になればステータスを運航として左の地図上に表示され、運航計画を変更すれば、変更は直ちにシミュレーションに反映される。

経路点についても、何時でも追加し運航計画に加える事ができて、その操作は時計を止めて行う事は当然に可能であるが、あえて時計を止めずに行う事もできる様になって

いる。この機能により、航空管制指示は、シミュレータ上ではリアルタイムな運航計画の変更翻訳されて、航空機の運動に反映される。また、シミュレータにおける機能として“経路点の削除”は取り扱いが難しい。個別の航空機に対しては“Direct to XXX”として運航計画上から経路点を削除する様な状況は発生するが、現実世界において経路点が削除される様な状況は考える必要は無いと思われるが、試作したシミュレータでは、ある経路点の削除は、その経路点を運航計画に持つ全ての航空機に対して直ちに適用される。飛行中であれば関係する全ての航空機に“Direct to XXX”として反映される。更に、シミュレータでは何でもできるべきとの考えから、任意の経路点を交換したり、移動させたりする事も可能としている。

4. おわりに

平成22年度はシミュレータ・プラットフォームの試作を進めたが、様々なシナリオを比較する等の機能評価にはまだ至っていない。シミュレータ機能の高度化への要求は限りなく、それ自体が一つのプロジェクトであり、必要な機能条件を見極めなければ、平成23年度もシミュレータの開発に終始してしまう恐れがある。先の高速道路の看板等は長期にわたる研究の成果であり、我々に何時その様な成果を見る事ができるのか全く分からないが、結果としての成果であっても追い求めなければ得られる筈も無いものであり、多少の幸運を期待したい。

また、航空交通シミュレータの自製は、筆者には、当所研究の基礎として多くの観点から継続的に進められて当然のものと考えられる。再度、再々度と行う事で、シミュレータの情報提示形態が洗練されれば、これによる表現を目的とした内容は、より明確に第三者に理解できるものとなる筈であって、研究成果の活用の観点からも重要な研究課題である。

我々の航空管制業務に係る研究成果は、多くの場合、管制業務形態や内容に対する提案である。先の高速道路の看板の様な明快な提案は例外的なもので、殆どの複雑に高度な情報処理システムによる知的な業務支援の提案も、実際の航空管制の現場において理解されなければ何等の意味も有さない訳であるから、筆者は、研究者側とその成果の利用者側の相互理解を深める手段として様々な視点を提供する汎用性の高いシミュレータを、当所における、更には航空関係者に共通に利用できるツールとして発展させるコンソーシアムを提案したい。

掲載文献

(1) 塩見格一、他“待ち行列のカオス性から考察する空域容量”第10回電子航法研究所研究発表会予稿集、2010。

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】

担当部 機上等技術領域

担当者 ○塩見格一、瀬之口敦（ATM 領域）

研究期間 平成 20 年度～平成 22 年度

1. はじめに

当所において 1990 年代から試作開発を行ってきた受動型 SSR (PSSR) は、自らは電波を出すことなく、近隣の SSR 覆域を飛行する航空機の位置情報を算出する装置であり、米国における製品化に遅れること十年の 2009 年、遂に（財）空港環境整備協会殿とリオン株式会社殿により“受動型 SSR 航跡観測装置 SKYGAZER”として製品化された。

米国における製品化は、1998 年の当所筆者等による ATCA における研究発表を受けてのものであり、筆者には憤懣遣る方無きものであっただけに、図 1 に示す様な空域監視画像が得られることが確認されたことには大変感動した。^(1, 2)

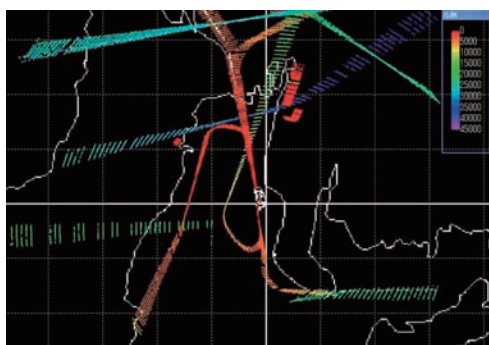


図 1 中部国際空港周辺空域の観測例

SKYGAZER は一先ず製品として完成した装置ではあるが、運用すればそれなりに改善点等の要望は発生するし、欠陥と迄は言われる程の事柄ではなくとも、思わなかった様な問題が明らかになることもある。以下、本報告では、次の受動型レーダ・システムの実現へ向けての調査について述べる。

2. 今後の受動型レーダ・システムへの展望

SKYGAZER は実用品としての完成度を実現した国産初の PSSR システムであり、その製品としての完成度の向上には、小型化、省電力化、耐久性向上、運用開始に係る作業の自動化、等々が必要であるが、筆者等はそれ以前に PSSR の提供するデータの信頼性を目標とし、2010 年度には以下の調査を行った。

PSSR に限らずとも現状の SSR では、飛行中の航空機の姿勢に依存し SSR 質問信号が受信できないため、結果的に応答信号が発出されずレーダ表示画面上でコーストが発

生することがある。今日の ASR の運用の必要性の一つは、「存在するにも拘らず SSR では検出されない航空機の検出」にあり、そこで我々は、PSSR の枠を越えて、現用 ASR において運用されている PSR の反射波、また SSR 質問信号の反射波を受信して、その空域に存在する航空機の見落としを低減し、併せて測位精度の向上を検討した。

微弱な電波を処理対象とする受動型レーダの実現において、監視覆域の確保・拡大は技術的には容易なことではないが、将来的には受信機フロントエンドの低雑音化で対応可能と考え、一先ず、現状で実現可能な、出来るだけ低雑音な受信機を使用して、受動型レーダの研究を進めた。

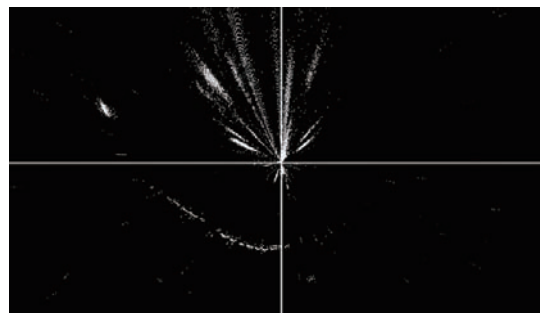


図 2 SSR 質問信号の反射から算出した航跡

図 2 は、小牧空港の SSR を親局として、その質問信号の反射から算出した航空機の軌跡である。図の中心が小牧空港 SSR の設置位置であり、上方向に放射状に延びている影はノイズである。第 3 象限に見える点線状の跡は、航空機が右下方向に飛行した航跡である。

受動型レーダの難しさは航空機からの反射波が微弱であることにより、SSR ではなく ASR の反射波を利用すれば遥かに広い空域を観測することが可能となる。

掲載文献

- (1) 塩見，植田“受動型 S S R による空域監視網の提案”日本航海学会論文集，2000 年 3 月．
- (2) K. Shiomi and T. Ueda, “Passive Secondary Surveillance Radar System for Satellite Airports and Local ATC Facilities”, ATCA-98, Nov. 1998.

トラジェクトリ管理が可能な実験用 UAV に関する基礎研究【基盤研究】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○河村暁子、米本成人、ニッ森俊一

研究期間 平成 22 年度～平成 24 年度

1. はじめに

パイロットが搭乗していない航空機を、一般の有人航空機と区別し UAV(Unmanned Aerial Vehicle: 無人機)と呼ぶ。UAV の中には大きく分けて、オペレータによって遠隔操作されるものと、センサ等を搭載しある程度自律的に姿勢や航路を制御できるものがある。UAV には、無人で飛行するため燃料効率の良い高高度を飛行できる、機体を有人機に比べて安価に製造できる、運航コストが抑えられる、人が近づくことのできない危険な場所も飛行できる、といった利点がある。そのため主に軍事目的での開発が欧米にて進められてきたが、近年、技術の蓄積、姿勢センサの小型軽量低コスト化などに伴い民生利用が拡大している。その用途は、農薬散布、災害監視など多岐にわたる。また将来、大型 UAV を高高度で飛行させ貨物便として利用することも期待されており、有人機と無人機が飛行空域を共有する時代が訪れる可能性は十分に考えられる。

本研究では UAV を、ATM (航空交通管理) および CNS (通信航法監視) 研究の初期実験ツールとして用いるための基礎的研究を行う。これまで ATM・CNS 研究では、コンピュータシミュレーションまたは実験用 (有人) 航空機試験が主流であったが、UAV による実験はこの 2 つの手法の間に位置し、比較的簡易でありながら現実に即した条件で検討を行えるものと考えられる。

本テーマでは具体的検討課題として、ATM 領域にて研究が進められている航空機の 4 次元トラジェクトリ管理を扱い、指定した 4 次元位置 (緯度・経度・高度・時刻) を自律的に管理し通過できる UAV を制作し、UAV の実験用ツールとしての有用性を評価することをゴールとする。

また、電子航法研究所にて UAV を扱うのは初めてであるため、本研究を通して UAV について技術・運用など様々な面で十分な知見を得、多様な応用範囲について検討を行う。

2. 研究の概要

本研究は 3 年計画であり、平成 22 年度は初年度である。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 22 年度 機体および制御装置の制作、
3 次元自律制御の検討

平成 23 年度 情報収集 (主担当が長期出張中のため)

平成 24 年度 4 次元自律制御の検討と評価

3. 研究成果

平成 22 年度は、研究テーマの立ち上げに伴い、

- ・ UAV 機体の選定
- ・ 機上に搭載するセンサおよび自律制御装置の制作
- ・ 機上装置のデータを地上へダウンリンクするシステムの構築
- ・ 3 次元 (緯度・経度・高度) 自律制御飛行試験

を実施した。機体には安定性が高い EasyStar (全幅 1370mm, 全長 917mm, 翼面荷重 28g/cm², 電動機) を採用した。機体の駆動に最低限必要な機器のほかにも 200g 以上のペイロードがあることを確認した。また、このペイロードにおいて、対地速度を 18～86 km/h の間で変化させられることがわかった。この速度変化幅は、最終年度の”時刻”制御において重要である。さらに機上装置として、対気速度センサ、姿勢 (3 軸ジャイロ加速度) センサ、GPS (3 次元位置及び対地速度を検知)、制御ボード、無線モデム、装置駆動用電池からなるシステムを構成した。機上装置の総重量は 168g である。機体は通常のラジコン飛行機のようにプロポ (送信機) をオペレータが操作し離陸着陸を行うが、巡航中には必要に応じてプロポのスイッチで機上装置による自律制御モードに変えられる。

飛行実験を行い、手動制御で巡航状態にしたのち、自律制御モードにてあらかじめ指定した 3 次元通過点を通るようすを記録した。この結果、誤差はあるものの、3 点を通る軌跡を飛行した。現状では通過点に近づけなかった場合にその位置で円周状に飛行を行い、再度通過点を目指すようプログラムしている。位置誤差評価は今後の課題である。

また、本研究を通して開発した機上センサ情報のダウンリンクシステムは、当該 UAV だけでなく本年度の他テーマにおける無人ヘリコプタの姿勢把握などでも利用された。

4. まとめ

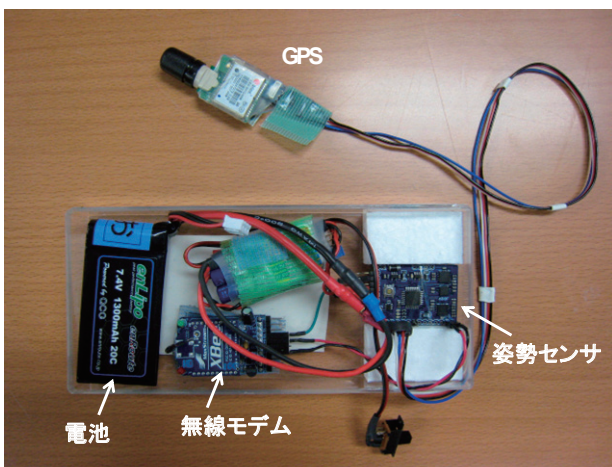
本研究は UAV の ATM・CNS 実験ツールとしての有用性を明らかにするため、4 次元トラジェクトリを自律管理で

きる機体の検討を行う。初年度である本年は機体と制御装置の構築から3次元指定位置を通る自律飛行まで行った。制作したシステムは、姿勢を安定に保つ制御ができ、速度変化にも幅があること、あらかじめ指定した3次元通過点を通る飛行を自律的にこなすことを確認した。

今後は誤差評価を行ったうえで4次元目の変数である“時刻”を達成するための飛行速度制御機能を加え実験を行う。また、CNS領域で次年度から行われる予定の高速移動する航空機と地上間の通信に関する研究の基礎検討にも本研究の成果が評価ツールとして応用される見込みである。



飛行実験風景（離陸は手投げ式）



機上センサの一部



3次元飛行実験（黄：指定した通過点、赤：実際の航路）

ミリ波等を用いたヘリコプタ等の着陸支援装置に関する基礎研究【基礎研究】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○米本成人、河村暁子、ニッ森俊一

研究期間 平成 22 年度～平成 23 年度

1. はじめに

ヘリコプタは、どこでも離着陸が可能で、空中での停止（ホバリング）ができることから、災害救助・救急医療などに活躍している。2007年に通称ドクターヘリ法が成立し、近年特に救急医療現場でのヘリコプタ導入と出動件数が増えている。しかし、一部の装備が十分な機体を除けば、ほとんどの機体は安全性の面から飛行は好天時の日没前までに限られており、特に夜間に着陸ができないことが課題となっている。

本研究は、空港以外の場外着陸場を含めた場所への着陸に特化して簡易なシステムの開発のための基礎研究を行う。特に災害時の夜間や悪条件時にヘリコプタが着陸する場合に、機上装置を用いて安全に着陸する安価で簡易なシステムを検討する。

具体的には、機上側のミリ波レーダやカラーカメラ、赤外線カメラと地上側に給電を必要としないレンズ反射器を設置することで誘導を行う方式を開発・評価する。

2. 研究の概要

本研究は2か年計画の初年度である。実施内容の概要は以下のとおりである。

平成 22 年度 レーダとレーダ反射器を用いた着陸支援方式の検討

平成 23 年度 誘導アルゴリズムの検討、実証試験

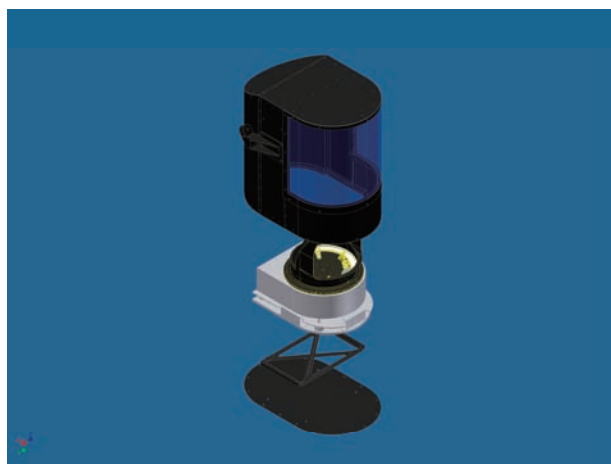
3. 研究成果

本年は無線操縦式ヘリコプタにミリ波レーダ、カラーカメラ、赤外線カメラを搭載し、前方の状況を取得できるシステムを構築した。ミリ波レーダシステムの構築に大幅な遅延が生じたため、反射器を用いた実験までには至らなかった。地上試験は来年度以降の課題とする。

これらの活動の他、宇宙航空研究開発機構との共同研究として、ミリ波レーダを用いて送電線等の障害物の状態地図を作製する目的で実証飛行試験を行う予定である。共同研究実施時には実機ヘリコプタの前部に取り付ける必要があるため、機構部分の設計、および機構部から外部にミリ波を損失無く放射するためのレドームを製作した。

試験片として円柱型のレドームを製作し、風圧面に対し

て75kg程度の静荷重を付加したところ、十分な強度があることが示された。これらを基に、設計図面に合わせてレドームを製作したところ、W帯において1dB以下の損失で構成できた。



ヘリコプタ取付構造図



ミリ波レーダ用レドームの例

掲載文献

- (1) A. Kohmura, "W-band Antenna -Reflector Combined in a Lens", Proceedings of EuRAD 2010, 20-5, Paris, France, Sep.30-Oct.1, 2010

航空情報ネットワークに関する調査研究【調査】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○金田直樹, 塩見格一, 板野賢 (通信・航法・監視領域)

研究期間 平成 21 年～平成 23 年

1. はじめに

航空交通管理 (ATM: Air Traffic Management) において, 協調的意志決定を支援するための手段として, 多数の利害関係者が情報を共有するための航空情報ネットワークの改善が必要と考えられている。これは SWIM: System Wide Information Management と呼ばれている。今年度は SWIM に関して主に目的, 構成, ネットワークとシステムに関する技術的な課題等につき調査した。

2. 結果

2.1 ICAO SWIM Concept

ICAO Global ATM Operational Concept において, ATM に関する情報を統合し 1 対 1 の接続から多対多の情報交換への移行が必要であるとされており, そのために必要とされる航空情報ネットワーク及びシステムを SWIM と呼んでいる。ICAO SWIM Concept の目的は管制卓から航空機に搭載された FMS までを含む, 複数のシステムがネットワークを介して相互接続することにより, 世界的に調和した ATM システムを実現することである。技術的には, Aeronautical Telecommunication Network の後継である。

2.2 NextGen SWIM Program

米国 NextGen SWIM Program の目標は, IT 化による業務の改善とコスト削減である。すなわち, 第一に, 現在では多くのシステムに分散された情報を共有し活用を容易にすることにより National Airspace System の改善に資すること, 第二に, 主に民生品 (COTS: Commercial-Off-The-Shelf) の活用によるコスト削減が目的となる。また NextGen の目標の一つである, 世界の航空業界における米国のリーダーシップの維持という観点では, COTS の活用は IT 分野において米国製品および米国で策定された規格を広く活用することで米国の競争力の強化にも有効である。

2.3 SESAR SWIM-SUIT

欧州 SESAR における SWIM の目標は, SESAR の目標である “Single European Sky” を実現するために必要となる単一の ATM 用イントラネットを提供することである。すなわち, 各国で別々に整備されてきた航空用情報システムの欧州統合が SESAR における SWIM の目的となる。そのため, 欧州における SWIM は相互接続性の確保が重要となる。これを実現するため, 機器メーカー, 航空会社, 空港管理会社, Air Navigation Service Providers 等の主な利害関係者がコンソーシアムを結成しており, SWIM-SUIT と名付けられている。

3.4 我が国の状況

我が国でも ICAO 及び欧米の動向を踏まえ, CARATS 情報管理ワーキンググループにおいて我が国の SWIM の扱う情報の範囲等について検討しとりまとめが行われた。

4. おわりに

欧州と米国ではそれぞれに解決すべき課題が異なっている。そのため SWIM を構築する目標は異なる。しかし運航や空域利用の効率化等の基本的な目的は欧米で共有されており, 技術的にも標準化された通信手順としてインターネットプロトコルを利用し, COTS の活用を積極的に行うなど共通点も多い。将来的には, 世界との調和を図り, 空域容量の増大や運航の効率化を図るため, 我が国においても SWIM 的な考え方に基づくシステムへの移行が必要であると考えられる。

掲載文献

- (1) 金田直樹, 「最近の航空通信システムの国際標準化動向～ICAO ACP WG-WHL 第 3 回会議より～」, 日本航海学会航空宇宙研究会, 平成 22 年 5 月
- (2) 金田直樹, 「ICAO ACP WG-W 第 3 回会議報告」, 航空無線第 64 号, 平成 22 年 6 月
- (3) 金田直樹, 「インターネット技術の航空通信への適用について」, 航空無線第 65 号, 平成 22 年 9 月

ミリ波技術による微小物体検出の研究【競争的資金】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○米本成人、河村暁子、ニッ森俊一

研究期間 平成 21 年度～平成 22 年度

1. はじめに

2000 年に仏国で発生したコンコルドの事故以来、滑走路の安全を監視するシステムへの要望が世界各国で高まっている。本共同研究は、さまざまな制約条件が多い空港滑走路において、ミリ波レーダ技術を応用して、滑走路を常時監視して微小な障害物などを検出することを目標としている。ミリ波レーダは波長が短い電波を使用することから数 cm 幅の金属片などを検出するためのセンサとして有望視されており、ミリ波レーダを使用した空港面の連続監視技術について、電子航法研究所と仏国電子アンテナ通信研究所は共同研究を開始することとした。

2. 研究の概要

本研究は日本学術振興会の二国間交流事業共同研究の枠組みの中で平成 21 年から 22 年度の間で実施された。

平成 21 年度は日仏のこれまでの研究成果・情報の交換と、今後の活動で研究すべき新しいミリ波レーダ用プリント基板アンテナの全体設計、プリント基板アンテナ上に形成された金属小片（パッチ）からなるアンテナ素子の設計・理論計算、アンテナ素子の評価実験方法について検討した。

平成 22 年度は、昨年度までの研究成果である変偏波プリント基板アンテナの評価実験、改良されたオフセット型プリント基板アンテナの研究を行った。

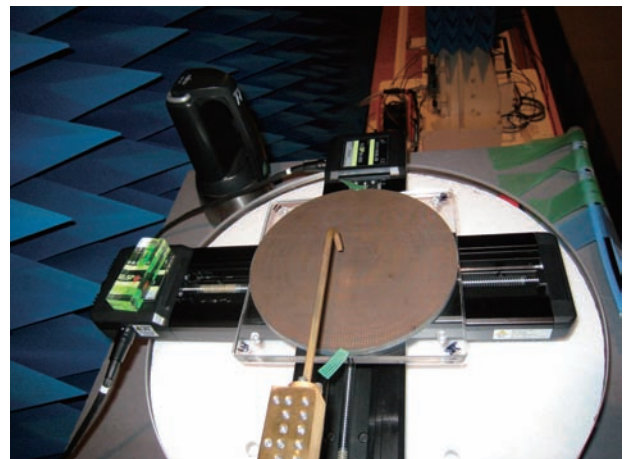
3. 研究内容

平成 21 年度は、必要となるアンテナの性能を決定し、全体設計を行った。重要な設計要素として雨滴など環境ノイズの影響を低減するため、反射面で直線偏波から円偏波に変える機能を持つ高利得プリント基板反射型アンテナを開発した。反射型アンテナで使用する 8 種の素子を仏国側で設計した。そのシミュレーション結果を元に仏国研究者が来日して議論を行った。この設計を受けて、仏国電子アンテナ通信研究所にて円偏波プリントアンテナの試作に着手した。試作したアンテナの測定に際し、日仏間の測定データの整合性を確認するため、基準となる標準ホーンアンテナを用いて両測定システムの比較校正用のデータを取得した。

試作したアンテナ評価には、正確な測定のために大きな

電波無響室が必要であるため、試作したアンテナを電子航法研究所の電波無響室で評価した。その結果、平成 21 年度に開発したアンテナの効率が設計値を下回ったため、平成 22 年度には改良されたオフセット型プリント基板アンテナの研究を実施した。給電点を反射板の反射点からオフセットさせることによって、給電部の構造によって発生する電波の遮蔽や散乱を低減させる構造とした。また、給電部に設置する一次放射器も新たに設計し、電波を反射板に効率よく照射するビームパターンとアンテナ開口での反射を小さくする構造を設計し試作した。これらアンテナの接続特性の測定を仏国で、放射特性を電子航法研究所電波無響室で実施した。これらの結果、今回製作したアンテナは設計通りの性能を示すことを確認した。これらのアンテナを電子航法研究所で開発したレーダと接続して屋外実験を電子航法研究所内、および仙台空港滑走路にて実施した。

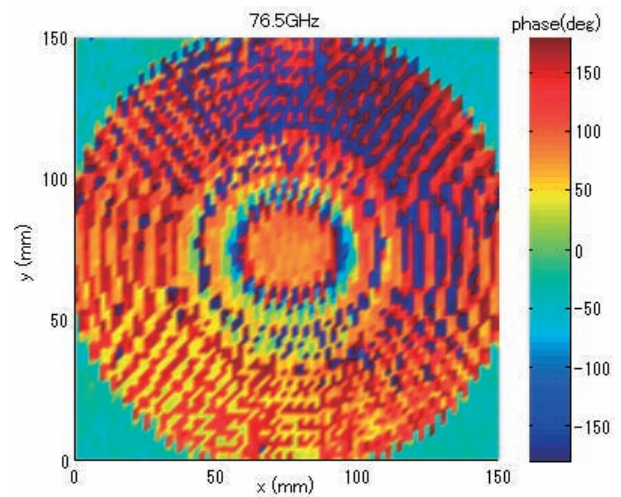
平成 21 年度製作したアンテナの効率低下の原因を探るべく、表面に製作したパッチの移相特性を評価するシステムを構築した。微小な空隙を保ちながら、アンテナ表面に形成された金属小片によって反射される電波をとらえ、その位相変化を記録するシステムを構築した。これによって、今まで評価を行うことが難しかった形成後のアンテナの移相量評価が可能なシステムを構築できた。今後は現在数十度存在する位相誤差の測定精度を向上させるための測定システムの安定化を行い、アンテナで反射された電波の位相を評価し、効率低下の原因を追究する予定である。



平成 21 年度製作の変偏波プリント基板反射型アンテナと
平成 22 年度製作の反射位相評価装置

掲載文献

- (1) K. Mazouni et. al., “Millimeter Wave Circularly Polarized Fresnel Reflector for On-Board Radar on Rescue Helicopters”, IEEE Trans.on Antennas and Propagation, vvol. 58 No. 85. Pp. 2763-2766, August 2010
- (2) K. Mazouni et. al., “77GHz FM-CW Radar for FODs Detection, Proceedings of EuRAD2010, EuRAD Poster03-6, Paris, France, Sep. 30-Oct. 1, 2010



アンテナ表面で反射された電波の位相分布測定結果
(76.5GHz)

樹脂系複合材料を一次構造材として用いた次世代航空機における電磁干渉解析技術の研究【競争的資金研究】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○ニッ森俊一

研究期間 平成 22 年度～平成 24 年度

1. はじめに

樹脂系複合材料は、アルミニウム合金と比較して比強度が高く、高性能かつ機体の軽量化による運用コスト低減が達成できるため、民間航空機分野においてもその応用が進んでいる。航空機内外における電磁環境特性について、従来の航空機では、携帯電子機器（PED）の影響評価手法および機内使用ガイドライン等が確立されているが、樹脂系複合材料を主要構造材料として用いた航空機内外における電磁環境特性は、機内電波伝搬特性および遮蔽・減衰特性が明らかとなっていないため、詳細な調査検討が必要である。また将来、樹脂系複合材料や PED 等の無線局の使用は、自動車、鉄道など多くの分野での応用が期待されている。このことから幅広い分野において、電磁環境の高精度推定法と電磁環境両立性（EMC）の評価手法が必要である。

2. 研究の概要

本研究の目的は、樹脂系複合材料を主要構造として用いた航空機内において、従来金属製航空機との電磁環境基本特性の違いの解明および PED が航法装置および無線機器に及ぼす電磁干渉（EMI）を定量的に評価するため基礎技術を確認し、樹脂系複合材料の広範な利用に向けた EMC 技術を確認することである。具体的には、樹脂系複合材料について（1）遮蔽および伝搬特性の測定・定量化技術、（2）数値モデル化および妥当性検討、（3）一次構造材として適用した場合の航空機における機内外電磁環境および干渉経路損失の数値解析技術、について研究を実施する。

3. 研究成果

最も基本的な特性である樹脂系複合材料の遮蔽量（シールド効果）を取得するため、炭素繊維強化プラスチック（CFRP）積層板の 100 MHz～6 GHz における電磁界遮蔽量測定系を構築し、測定評価を実施した。UD プリプレグ材料を用いた CFRP 積層板の詳細な電磁界特性を明らかにし、従来は報告されていなかった電磁界特性の応用例を明らかにした。測定結果の一例として、単層の UD プリプレグ材料を用いた CFRP 板の遮蔽量測定結果を図に示す。図から、厚み 0.1 mm の単層 CFRP 板でも 18 dB から 46 dB の遮蔽量を有することが明らかである。また、CFRP 積層板で構成

された立方体の内部電界値および外部漏洩電界値の測定評価を行うために、航空機材料の調査を実施し、CFRP 構造体および CFRP 積層板を設計した。さらに、小型航空機胴体の基本モデルを構築し、FDTD 数値解析の実現可能性を検討した。

4. まとめ

UD 材を用いた CFRP 積層板の電磁界遮蔽量について測定評価を行い、従来金属とは全く異なる特性を明らかにした。また、次年度以降に予定している数値モデルを用いた詳細な評価検討のための基本検討を実施した。平成 22 年度は、実施予定の各項目についてさらなる詳細な検討を行う。

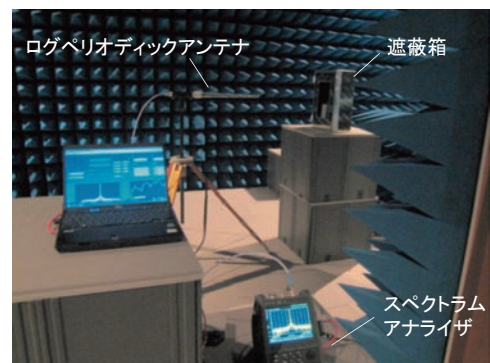


図 1. 遮蔽量測定状況

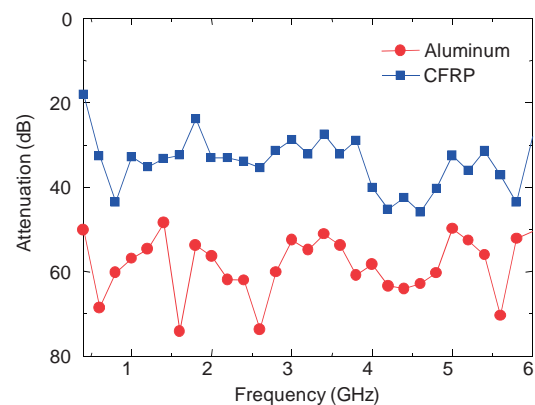


図 2. CFRP 積層板の遮蔽量測定結果例

掲載文献

- (1) ニッ森, 河村, 米本, “ユニディレクショナル材を用いた炭素繊維強化プラスチック板のマイクロ波帯電磁界遮蔽量の基本特性評価測定”, 2011 年電子情報通信学会総合大会, B-4-70, p. 383, 2011 年 3 月

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、ニッ森俊一

研究期間 平成 22 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。

2. 研究概要

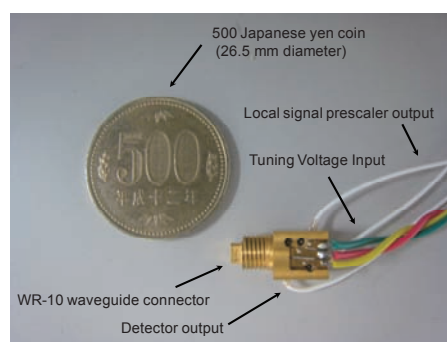
本受託研究は主に、航空分野での応用を想定し、ヘリコプタなどの有視界飛行を行う航空機において、パイロットの視野、視覚情報援助のための前方監視支援システムを開発する。具体的には、小型・安価なミリ波技術等を活用し、複数のセンサ出力を用いて、さまざまな天候・環境下において周囲障害物を検知し、パイロットの前方監視機能を補完するシステムを構築することを目標としている。平成 22 年度はミリ波レーダの小型化設計・試作、監視支援システムの構築、実証試験を行った。

3. 研究成果

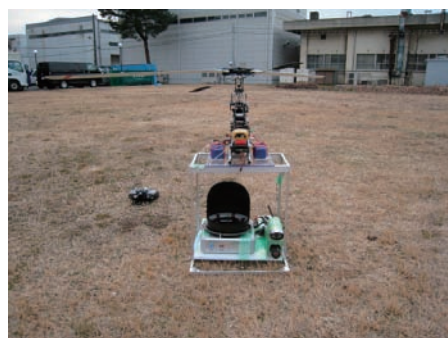
ミリ波レーダのさらなる小型軽量化のため、レーダ無線部を極限まで小さくする技術を検討し、体積 0.99cm^3 、重量 7g の無線回路部を開発した。容積が必要であるコネクタ部分を独自に開発し、様々なアンテナが取り付けられる構造とした。また、内部回路の損失を小さくするための導波管スロットアンテナを開発することで、従来よりも 5dB 程度損失を低減できた。これにより約 11dBm の無線出力を発生するモジュールを製作した。ミリ波レーダの送電線検出性能を評価したところ、現在のレーダでも理論上 800m 程度まで送電線が検出可能であることが示された。

ヘリコプタのパイロットへの情報提供を想定した、コックピット表示システムを構築した。プライマリ・フライト・ディスプレイとナビゲーションディスプレイを想定して、それらに監視支援システムの情報を重畳できる表示ソフトウェアを構築した。また、ミリ波レーダ、カラーカメラ、

赤外線カメラを計測用ヘリコプタに搭載して接続飛行試験を実施した。ヘリコプタの搭載重量によって、制御機器に制限があったため、搭載機器のデータ転送を一部無線化したところ、データ転送の確実性が劣化することが示された。すべての機器を有線で接続したところ、すべての機器は連動して動作していることが確認された。



超小型ミリ波無線回路



ヘリコプタに搭載した監視支援システム



監視支援システムの表示例

掲載文献

- (1) 自律飛行ヘリコプタ搭載用 76GHz ミリ波レーダシステムの小型軽量化検討」、信学技報、SANE2010-54、2010 年 7 月

戦術データ交換システム（JTIDS）の運用に係る技術基準作成委託 【受託研究】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○小瀬木 滋, 大津山 卓哉

研究期間 平成 22 年度

1. はじめに

民間航空用および軍用の無線機器の間で無線信号の干渉が発生すると、両者とも安全で円滑な航空機運用が困難になる。新たな無線機器の導入や運用方式変更に際して、干渉妨害が発生しない条件の確認が必要がある。

本研究では、JTIDS (Joint Tactical Information Distribution System) と民間航空用無線機器との間について、信号干渉が発生しない条件を調査することにより、民間航空の安全を維持しつつこれらの機器の国内展開する際の技術基準を作成することを目的としている。

2. 研究の概要

防衛省により蓄積された JTIDS の試験データを解析し、民間航空への影響範囲、制限事項等追加・緩和等協定書の改訂に向けた基準案の作成を行う。また、周辺諸国でも JTIDS が導入されつつあるため、越境電波を配慮する。

本研究では、主に下記のことを実施した。

- ・ 関連会議参加等による国際動向調査
- ・ 運用協定改定支援
- ・ Lバンド新システムへの混信妨害予測に関する調査
- ・ 越境電波による影響調査
- ・ その他、緊急の課題への対応

3. 研究成果

3.1 関連会議参加等による国際動向調査

研究期間中に、JTIDS 運用基準や L バンド新システムに関する基礎資料を得るため、次の関連会議を調査した。

- ・ JTIDS/MIDS MNWG (Multi-National Working Group) FCEG (Frequency Clearance Expert Group) : JTIDS 運用基準の国際標準化作業に参加し文書作成に寄与
- ・ JTIDS/MIDS MNWG SASWG (Spectrum Access Sub-Working Group) : DME 周波数帯域に導入される新システムの仕様と干渉防止対策に関する情報収集
- ・ ICAO FMG (Frequency Management Group) : ICAO 欧州北大西洋地区の越境電波調整の状況を調査

3.2 運用協定改定支援

防衛省より改定の提案があったコンテンションアクセ

ス方式について、方式の詳細を調査し、過去の実験結果を用いて干渉を発生させない運用条件を求めた。

その結果、求めた条件を元に運用協定が改定された。

3.3 Lバンド新システムへの混信妨害予測に関する調査

GPS-L5 など GNSS 受信機を保護するための新しい JTIDS 運用管理手法が SASWG にて研究されているが、GNSS 対応の JTIDS 信号環境管理手法はまだ完成していない。

新しい通信システム LDACS の仕様は現在開発中である。しかし、その干渉分析案には DME の動作に関して多くの誤解が見られたため、FCEG の一員として EUROCONTROL の LDACS 開発チームと合同会議に参加し、DME 受信機特性の例を示しながら共用性分析試験について意見交換した。

監視については、MLAT、WAM、ADS-B などが導入されつつある。当面は SSR と同じ干渉防止基準を適用する事で確実に干渉を回避できることがわかっている。

3.4 越境電波による影響調査

日本の FIR の構造を調査し、越境電波の影響を受ける可能性がある DME/TACAN を調査した。また、JTIDS 越境電波の影響を概算する手法を調査した。

3.5 その他、緊急の課題への対応

高速電力線通信 PLC (Power Line Communication) に関する調査を支援した。

4. 考察等

本研究の成果を活用して、民間航空用無線機器を干渉から保護する条件を明らかにし、新しい柔軟な JTIDS 運用方式であるコンテンションアクセス方式を日本でも使用できるようになった。

主な掲載文献

- (1) 小瀬木、大津山：「戦術データ交換システム (JTIDS) の運用に係る技術基準作成委託」、国土交通省航空局、平成 23 年 3 月
- (2) 小瀬木、大津山：「コンテンションアクセス方式の概要と運用協定改定」、国土交通省航空局、平成 22 年 9 月

4 研究所報告

当研究所の平成22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
124	平成22年6月	A S A Sに関する調査報告書1： A S A Sの概念とP a c k a g e 1の応用方式	航空交通管理領域	伊藤 恵理
			機上等技術領域	塩見 格一
		協調的意思決定支援のための技術動向調査 －タワー管制業務支援技術開発を目指して－	航空交通管理領域	井上 諭
			A R N S帯域における干渉信号位置推定手法の検討	機上等技術領域
125	平成22年8月	空港面マルチラレーションの導入評価結果	通信・航法・監視領域	宮崎 裕己
			機上等技術領域	古賀 禎
			通信・航法・監視領域	上田 栄輔
			通信・航法・監視領域	角張 泰之
126	平成22年12月	A－SMGCシステム経路設定機能の開発 －地上走行経路の分析について－	通信・航法・監視領域	二瓶 子朗
			航空交通管理領域	青山 久枝
			通信・航法・監視領域	宮崎 裕己
			機上等技術領域	古賀 禎
			航空交通管理領域	山田 泉
			通信・航法・監視領域	角張 泰之
			国土交通省大阪航空局	松久保 裕二

5 受託研究

当研究所の平成22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
三沢米軍飛行場整備調査検討のためのTAAMシミュレーション	日本工営株式会社	蔭山 康太
成田国際空港におけるWAM導入検討調査支援	株式会社三菱総合研究所	宮崎 裕己
準天頂衛星による高精度測位補正に関する技術開発	国土交通省総合政策局技術安全課	伊藤 憲
先端ICTによる安全・安心な交通システムの開発	国土交通省総合政策局技術安全課	米本 成人
GPSの補助的使用基準の緩和に関する基礎調査	国土交通省航空局保安企画課	坂井 丈泰
平成22年度首都圏空港の増枠時期の判定に関する調査	国土交通省航空局 管制保安部管制課空域調整整備室	藤田 雅人
戦術データ交換システム(JTIDS)の運用に係る技術基準作成委託	国土交通省航空局 管制保安部管制技術課	小瀬木 滋
最新の航空通信及び衛星航法等の調査に係る支援作業	財団法人 航空保安無線システム協会	藤井 直樹
成田国際空港におけるPRM導入検討調査支援	株式会社三菱総合研究所	宮崎 裕己
高ダイナミクスGPS受信機の評価試験支援	(秘密保持契約により公表不可)	齊藤 真二
滑走路状態表示灯システム評価に関する基礎調査支援	財団法人 航空保安研究センター	宮崎 裕己
16R LOC放射電波シミュレーション作業	成田国際空港株式会社	田嶋 裕久
航空管制通信へのVoIP導入に関する調査にかかる技術支援	財団法人 航空保安無線システム協会	金田 直樹
横間隔の衝突危険度推定手順策定に係る支援作業	財団法人 航空交通管制協会	藤田 雅人
マルチラテレーションにおける測位精度劣化指数の解析	財団法人 航空保安研究センター	宮崎 裕己
HIRFキャビン窓組立-電磁シールド特性試験評価作業	三菱航空機株式会社	米本 成人
広島空港電波高度計対策技術支援	株式会社日本空港コンサルタンツ	米本 成人
(委託元からの指示により非公開)	全日本空輸株式会社	米本 成人

6 共同研究

当研究所の平成22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) 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 ~ H23. 03. 11
航空交通管理領域	(独) 宇宙航空研究開発機構	後方乱気流の航空機におよぼす影響の研究	H18. 08. 04 ~ H25. 03. 31
	東北大学		
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
通信・航法・監視領域	名古屋大学太陽地球環境研究所	極域におけるGPSシンチレーション観測	H20. 04. 01 ~ H23. 03. 31
	国立極地研究所		
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
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 ~ H24. 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 ~ H23. 03. 31
通信・航法・監視領域	(独) 情報通信研究機構	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 ~ H23. 03. 31
	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		
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 ~ H24. 03. 31
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 ~ H23. 03. 31
通信・航法・監視領域	(独) 宇宙航空研究開発機構	GBASの利用性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	スボラディックE層のGNSSへの影響評価に関する研究	H21. 03. 10 ~ H24. 03. 31
機上等技術領域	フランス国立科学研究センター	Etudes de radars en bande W (W帯レーダに関する研究)	H21. 03. 30 ~ H24. 03. 31
	ニース・ソフィアアンティポリス大学		
航空交通管理領域	レディング大学	Distributed Cognition Analysis of ATC Tasks for Expertise and Skills Transfer - 「分散認知による管制業務の技術伝承に関する研究」	H21. 04. 08 ~ H24. 03. 31
機上等技術領域	(株) レンスター	誘電体材料を活用したミリ波機器に関する研究	H21. 05. 14 ~ H24. 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監視補強情報を用いた追尾性能向上の研究	H21. 08. 04 ~ H23. 03. 31
機上等技術領域	(独) 宇宙航空研究開発機構	ミリ波・赤外線を用いたヘリコプタの障害物検知システムに関する研究	H21. 10. 01 ~ H24. 03. 31
通信・航法・監視領域	ニューブランズウィック大学	Handling of Cycle Slips in GPS Data During Ionospheric Scintillation Events(電離圏擾乱の発生時におけるGPSデータのサイクルスリップの補完法に関する研究)	H21. 11. 04 ~ H22. 05. 01
機上等技術領域	日本信号(株)	レンズアンテナ特性の実現性に関する研究	H22. 04. 01 ~ H22. 09. 30
	(株) レンスター		
通信・航法・監視領域	(財) 衛星測位利用推進センター	準天頂衛星システムを用いた初期位置算出時間の短縮(その2)	H22. 04. 01 ~ H23. 03. 31
通信・航法・監視領域	日本電気株式会社	電離圏勾配モニタのアルゴリズムに関する共同研究	H22. 06. 09 ~ H23. 03. 31
機上等技術領域	産業医科大学	発話音声による心身状態計測手法の研究	H22. 07. 01 ~ H23. 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	H22. 07. 15 ~ H24. 03. 31
機上等技術領域	(独) 情報通信研究機構	ミリ波レーダ用デバイスに関する研究	H22. 07. 22 ~ H24. 03. 31
機上等技術領域	武蔵野大学	発話音声分析装置の機能検証のための実験的研究	H22. 09. 10 ~ H24. 03. 31
航空交通管理領域	オランダ航空宇宙研究所	Research on the modelling and Monte Carlo simulation of an advanced ASAS Interval Management Concept of Operation in an extended TMA	H22. 10. 29 ~ H24. 03. 31
機上等技術領域	電気通信大学	雷放電の発生メカニズムに関する研究	H22. 11. 17 ~ H24. 03. 31

7 研究発表

(1)第10回研究発表会（平成22年6月3日,4日）

1. 関西国際空港マルチラテレーション導入評価

通信・航法・監視領域 上田 栄輔
 宮崎 裕己
 二瓶 子朗
 角張 泰之
 機上等技術領域 古賀 禎
 航空交通管理領域 山田 泉
 企画課 長谷川 努

2. 光ファイバ接続型受動監視システム（OCTPASS）

信号処理装置の試作・評価

通信・航法・監視領域 角張 泰之
 二瓶 子朗
 宮崎 裕己
 上田 栄輔
 機上等技術領域 古賀 禎

3. 広域マルチラテレーションの基礎実験結果

通信・航法・監視領域 宮崎 裕己
 上田 栄輔
 角張 泰之
 二瓶 子朗
 機上等技術領域 古賀 禎

4. GBASに適した衝突危険度モデルの検討

通信・航法・監視領域 藤田 征悟
 工藤 正博
 福島 荘之介
 藤井 直樹
 齋藤 享
 齊藤 真二
 吉原 貴之
 松永 圭左

5. GBASプロトタイプ開発の概要と電離圏モニタ方式

通信・航法・監視領域 吉原 貴之
 齋藤 享
 藤田 征悟
 工藤 正博
 福島 荘之介
 齊藤 真二
 藤井 直樹
 星野尾 一明

6. GNSS高度利用の為の低緯度電離圏異常監視

通信・航法・監視領域 齋藤 享
 坂井 丈泰
 藤井 直樹

7. 準天頂衛星L1-SAIF実験局の総合検証試験

通信・航法・監視領域 坂井 丈泰
 福島 荘之介
 伊藤 憲

8. 大規模数値解析を用いた航空機電磁環境推定

機上等技術領域 二ツ森 俊一
 河村 暁子
 米本 成人
 北海道大学 日景 隆
 野島 俊雄

9. マルチパス干渉が信号環境に与える影響

機上等技術領域 小瀬木 滋
 大津山 卓哉
 古賀 禎

通信・航法・監視領域 住谷 泰人

10. SSRモードSによる航空機選択情報の取得について

航空交通管理領域 瀬之口 敦
 機上等技術領域 古賀 禎
 上島 一彦

11. 拡張スキッタによるTIS-Bの開発・評価

機上等技術領域 大津山 卓哉
 小瀬木 滋
 塩地 誠
 三垣 充彦

12. 発話音声から算出する脳活性度指数の信頼性

機上等技術領域 塩見 格一

13. 待ち行列のカオス性から考察する空域容量

機上等技術領域 塩見 格一
 金田 直樹
 航空交通管理領域 井上 諭

14. CPDLC対応航空路管制卓の試作開発と評価

通信・航法・監視領域 板野 賢
 機上等技術領域 塩見 格一

15. 太平洋上可変経路のゲートウェイについて

航空交通管理領域 住谷 美登里
福島 幸子
福田 豊

16. Study on Traffic Synchronization

(航空交通の同期化に関する研究)

航空交通管理領域 クラス・グウィグナー
藤田 雅人
福田 豊
役員付研究員 長岡 栄
研究企画統括 山本 憲夫

17. ターミナル空域評価手法におけるふたつのアプローチ

航空交通管理領域 木村 章
福田 豊
蔭山 康太

18. トラジェクトリ予測の誤差要因解析

航空交通管理領域 福田 豊
白川 昌之
瀬之口 敦

19. 定性的空域安全性評価手法について

航空交通管理領域 藤田 雅人
天井 治
森 亮太

— 電子航法研究所の国際技術交流プログラム

研究企画統括 山本 憲夫

(2) 所外発表

表 題 名	発 表 者	発表年月	発表機関・刊行物名
航空航法における衛星航法の利用と電離圏の影響	坂井丈泰 松永圭左 吉原貴之 齋藤亨	平成22年4月	情報通信研究機構機関誌 (季報・ジャーナル)
赤道スプレッドFの発生と電離圏大規模東西構造	齋藤亨 丸山隆 (情報通信研究機構)	平成22年4月	情報通信研究機構機関誌 (季報・ジャーナル)
プラズマバブルの発生における赤道横断熱圏風の効果	齋藤亨 丸山隆 (情報通信研究機構)	平成22年4月	情報通信研究機構機関誌 (季報・ジャーナル)
赤道ジェット電流の変動と赤道スプレッドF	上本純平 (情報通信研究機構) 丸山隆 (同上) 石井守 (同上) 吉村玲子 (北里大学) 齋藤亨	平成22年4月	情報通信研究機構機関誌 (季報・ジャーナル)
SEALIONプロジェクトの概要と初期解析結果	丸山隆 (情報通信研究機構) 川村眞文 (同上) 野崎憲朗 (同上) 上本純平 (同上) 津川卓也 (同上) 陣英克 (同上) 石井守 (同上) 久保田実 (同上) 齋藤亨	平成22年4月	情報通信研究機構機関誌 (季報・ジャーナル)
短波赤道横断電波伝播によるプラズマバブルの遠隔観測	津川卓也 (情報通信研究機構) 丸山隆 (同上) 石井守 (同上) 齋藤亨	平成22年4月	情報通信研究機構機関誌 (季報・ジャーナル)
Performance Evaluation of Communication System Proposed for Oceanic Air Traffic Control (洋上航空管制用通信システムの性能評価)	Ho Dac Tu (早稲田大学院) Jingyu Park (同上) 嶋本薫 (同上) 北折潤	平成22年4月	IEEE Wireless Communications and Networking Conference 2010
太平洋上の東行きPACOTSとUPRの比較	福島幸子 福田豊 住谷美登里 舩井康信 (日本インターナショナル)	平成22年4月	日本航空宇宙学会 第41期年会講演会
トラジェクトリ予測に対する気象の影響	福田豊 白川昌之 新井直樹 瀬之口敦	平成22年4月	日本航空宇宙学会 第41期年会講演会
後方乱気流について知られている性質と離着陸する航空機 の運航の改善の方法についての考察	工藤正博 藤井直樹 吉原貴之 齋藤真二 齋藤亨 山田泉 山康博 星野尾一明	平成22年4月	日本航空宇宙学会 第41期年会講演会
航空路管制業務の知識構造化フレームワークの構築に関する 研究	井上諭 青山久枝 塩見格一 中田圭一 (英国レディング大学)	平成22年4月	日本航空宇宙学会 第41期年会講演会
Nighttime-like Quasi Periodic echoes induced by a partial solar eclipse (部分日食により引き起こされた夜間準周期エコーに類似 したレーダーエコー)	S. V. Thampi (京都大学) 山本衛 (同上) H. Liu (同上) 大塚雄一 (明治大学) A. K. Patra (インド国立大気研究所) 齋藤亨	平成22年4月	Geophysical Research Letters (米国地球科学連合論文誌)
運用協定改定案への勧告事項	小瀬木滋 大津山卓哉	平成22年4月	国土交通省航空局管制保安部 管制技術課
Test Results of Wide Area Multilateration at Tokyo International Airport (東京国際空港における広域マルチラテレーションの試験 結果)	宮崎裕己 古賀禎 上田栄輔 角張泰之 二瓶子朗	平成22年4月	ICAO航空監視パネル(ASP)第8 回ワーキンググループ(WG)会 議
航空交通管制における通信システム	長岡栄	平成22年4月	日本航海学会 AUNAR研究会
精説GPS改訂第2版 -基本概念・測位原理・信号と受信機- 6章	福島荘之介	平成22年4月	精鋭GPS改訂第2版
精説GPS改訂第2版 第4章 座標系・時刻基準・人工衛星の軌道	坂井丈泰	平成22年4月	精鋭GPS改訂第2版
精説GPS改訂第2版 第6章 PVT(位置・速度・時刻)の推定	福島荘之介	平成22年4月	測位航法学会全国大会 精鋭GPS改訂第2版セミナー
精説GPS改訂第2版 第4章 座標系・時刻基準・人工衛星の軌道	坂井丈泰	平成22年4月	測位航法学会全国大会 精鋭GPS改訂第2版セミナー
電子航法研究所「最前線」	片山雅敏	平成22年4月	空と技術の会 「最前線セミナー」

表 題 名	発 表 者	発表年月	発表機関・刊行物名
スプラディックEのGPS測位に対する影響の初期的評価	齊藤真二 富澤一郎 (電気通信大学)	平成22年4月	測位航法学会 全国大会
地上型補強システム(GBAS)プロトタイプ開発	福島荘之介 工藤正博 吉原貴之 齋藤亨 藤田征吾 藤井直樹 星野尾一明	平成22年4月	測位航法学会 全国大会
測位衛星シフレーションの多地点同時観測から求めた2008/6/9擾乱の構造及び移動特性	今井慧 (電気通信大学) 富澤一郎 (同上) 後藤史織 (同上) 中島正博 (同上) 齊藤真二	平成22年4月	測位航法学会 全国大会
航空気象情報の可視化についての検討-2-等相当温位面	新井直樹 福田豊 白川昌之	平成22年4月	航空気象委員会
CHANGE PROPOSAL TO ACAS MANUAL(Doc.9863) AFTER THE LATE INPUT TO STATE LETTER 57e (ステートレター57e後の提出に対応するACASマニュアル(Doc.9863)改訂要求案)	小瀬木滋 Jean-Marc Losco(DSNA(フランス航空局))	平成22年4月	ICAO ASP WG (国際民間航空機関航空監視パネル会議作業部会)
Effect of Multipath Echoes on Transponder Decoder (トランスポンダデコーダにマルチパス反射波が与える影響)	小瀬木滋	平成22年4月	ICAO ASP WG (国際民間航空機関航空監視パネル会議作業部会)
SI unit Conversion for section 3.16 of Doc.9863 (ACASマニュアル(Doc.9863) 3.16章のためのSI単位系への変換)	小瀬木滋	平成22年4月	ICAO ASP WG ASSG (機上監視サブグループ)
Methodology for averaging collision risk (平均衝突危険度の算出法)	藤田雅人	平成22年5月	ICAO SASP
Average collision risk for OR27 (OR27の平均衝突危険度)	藤田雅人	平成22年5月	ICAO SASP
Average collision risk for OR26 (OR26の平均衝突危険度)	藤田雅人	平成22年5月	ICAO SASP
Validation of Ionospheric Anomaly Mitigation for GAST D (GAST-D電離圏脅威回避法に関する検証)	齋藤亨 T. Murphy (ボーイング社) M. Harris (同上) S. Pullen(スタンフォード大学) B. Pervan(イリノイ工科大学) M. Brenner(ハネウエル社)	平成22年5月	ICAO NSP CAT-III サブグループ会議
Ionospheric Absolute Gradient Monitor for GAST-D and Current Status of Japanese GBAS Prototype (GAST-Dのための電離圏絶対勾配モニタと日本におけるGBASプロトタイプのステータス)	吉原貴之 藤田征吾 齋藤亨	平成22年5月	ICAO 航法システムパネル(NSP) 高カテゴリサブグループ(CSG)
太平洋上でのDARPについて	福島幸子	平成22年5月	航空管制2010-No. 3
GBAS(Ground-Based Augmentation System)安全性設計とプロトタイプ開発	吉原貴之 工藤正博 福島荘之介 齊藤真二 齋藤亨 藤田征吾 藤井直樹 星野尾一明	平成22年5月	電子情報通信学会 安全性研究会
Autonomous Lockout Map Construction Technique for Secondary Surveillance Radar Mode S Network (SSRモードSネットワークにおける自律的ロックアウトマップ生成技術について)	古賀禎 森欣司 (東京工業大学)	平成22年5月	IEEE Radar Conference 2010e
準天頂衛星技術実証に向けた測位補正信号の開発状況	坂井丈泰	平成22年5月	第7回衛星測位と地理空間情報フォーラム
State Letter Discussions (ステートレターについて)	小瀬木滋	平成22年5月	JTIDS/MIDS Multi-National Working Group
航空システムのための安全性評価の動向	長岡栄	平成22年5月	電子情報通信学会 安全性研究会
測位衛星シフレーションの多地点同時観測から求めた2008/6/9擾乱の構造及び移動特性	今井慧 (電気通信大学) 富澤一郎 (同上) 後藤史織 (同上) 中島正博 (同上) 齊藤真二	平成22年5月	日本地球惑星科学連合 2010年大会
デジタル受信機を用いた短波赤道横断伝播によるプラズマバブルの観測	齋藤亨 山本衛(京都大学) 丸山隆(情報通信研究機構)	平成22年5月	日本地球惑星科学連合 2010年大会
パパは南極へ行った ～第48次南極観測隊486日間の越冬生活～	新井直樹	平成22年5月	日本航空機操縦士協会 第45回通常総会記念講演
日本におけるGPS衛星電波の局所的な電離圏遅延勾配の背景場の評価	吉原貴之 齋藤亨 藤井直樹	平成22年5月	日本航海学会 第122回講演会

表 題 名	発 表 者	発表年月	発表機関・刊行物名
空港滑走路上の落下物を検知するレーダシステムの開発	河村暁子 ニッ森俊一 米本成人	平成22年5月	日本航海学会 航空宇宙研究会
最近の航空通信システムの国際標準化動向 ～ ICAO ACP WG-WHL 第3回会議より～	金田直樹	平成22年5月	日本航海学会 航空宇宙研究会
準天頂衛星L1-SAIF実験局の整備状況	坂井丈泰	平成22年5月	日本航海学会 航空宇宙研究会
狭域DGPSによる航空機進入着陸システムの研究開発動向	福島荘之介 工藤正博 吉原貴之 齋藤享 藤田征吾 藤井直樹 星野尾一明	平成22年5月	日本航海学会誌 「NAVIGATION」
RNAV承認機に対する安全な最小経路間隔の推定方法 (IAIN2009論文概要)	天井治	平成22年6月	日本航海学会誌 「NAVIGATION」
成田国際空港におけるマルチラテレーションの評価結果	宮崎裕己 古賀禎 上田栄輔 角張泰之 二瓶子朗	平成22年6月	日本航海学会誌 「NAVIGATION」
GBASプロトタイプの開発 ～平成21年度電子航法研究所講演会より～	工藤正博	平成22年6月	航空無線第64号
インターネット技術の航空通信への適用について	金田直樹	平成22年6月	航空無線第64号
マルチラテレーション導入評価	宮崎裕己	平成22年6月	航空無線第64号
ICAO ACP WG-W 第3回会議報告	金田直樹	平成22年6月	航空無線第64号
太平洋上UPR(利用者設定経路)の導入動向と展望 ～平成21 年度電子航法研究所講演会より～	福島幸子	平成22年6月	航空無線第64号
A Trial Study of Delays to Air Transport in Japan (日本の航空交通への遅延の試行解析)	蔭山康太 福田豊	平成22年6月	ICRAT2010
Modeling of Aircraft Surface Traffic Flow at Congested Airport Using Cellular Automata (セル・オートマトンを用いた混雑空港における空港面ト ラフィックのモデル化)	森亮太	平成22年6月	ICRAT2010
Study on Conflict Detection Method with Downlink Aircraft Parameters (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)	瀬之口敦 福田豊	平成22年6月	ICRAT 2010
The Investigation of the Influence of Snow upon Glide Slope (GS積雪調査)	横山尚志 及川豊 (国土交通省航空局)	平成22年6月	16th International Flight Inspection Symposium (IFIS)
電子航法研究所の主な研究と国際技術交流	山本憲夫	平成22年6月	(財)航空交通管制協会「アジアにおけるCNS/ATMの現状と 将来性に関するセミナー」
会議参加報告 ICAO ASTAF1	小瀬木滋	平成22年6月	国土交通省航空局 ICAO/ASTAF報告会
R&D Activities on Japanese ATM/CNS (日本のATM/CNSに関する研究開発活動)	坂井丈泰	平成22年6月	ICAO Standard Round Table Meeting #2
Preliminary Analysis of Radio Propagation using Aircraft Model for MIMO in Radio Anechoic Chamber (電波無響室における実験用 MIMO 航空機模型システムを 利用した電波伝搬の予備検討)	住谷泰人 小川恭孝 (北海道大学)	平成22年6月	RTCA SC223 第4回会議
Some consideration on operational aspects for facilitating GBAS implementation	工藤正博	平成22年6月	第10回IGWG会合
Update on current solar activities and ionosphere data collection strategy	工藤正博	平成22年6月	第10回IGWG会合
ICAO ANNEX10改訂85の背景	小瀬木滋	平成22年6月	総務省情報通信審議会技術分 科会航空無線通信委員会監視 作業班
Overview of ENRI's Research and Development Activities (ENRIの研究・開発の概要)	長岡栄	平成22年6月	A Meeting at EUROCONTROL Experimental Center (EEC)
「みちびき」L1-SAIF補強信号について	坂井丈泰	平成22年6月	準天頂衛星「みちびき」 プレス公開
High Reliability Organization実現のためのオペレータ支 援方策に関する研究 (3) -航空管制業務ワークロード可視 化手法を用いた教育・訓練支援ツールの開発-	狩川大輔 (東北大学) 高橋信 (同上) 若林利男 (同上) 古田一雄 (東京大学) 北村正晴 (東北大学) 青山久枝	平成22年6月	日本人間工学会第51回大会
High Reliability Organization実現のためのオペレータ支 援方策に関する研究 (2) -航空管制業務におけるワーク ロード可視化手法の検討-	青山久枝 飯田裕康 ((財)労働科学研究所) 狩川大輔 (東北大学)	平成22年6月	日本人間工学会第51回大会
Comments for Potential SARPs Changes to Limit Unnecessary Interference (不要な干渉制限に対する国際標準改定へのコメント)	宮崎裕己 臼井範和 (国土交通省航空局)	平成22年6月	ICAO航空監視パネル(ASP)第9 回技術作業部会(TSG)会議

表 題 名	発 表 者	発表年月	発表機関・刊行物名
Information to Discuss the Anomalous Behavior of Transponder Replies (トランスポンダ応答の異常な動作に関して審議するための情報)	宮崎裕己 小瀬木滋	平成22年6月	ICAO航空監視パネル(ASP)第9回技術作業部会(TSG)会議
準天頂衛星による航空用衛星航法システムの構成	坂井丈泰 福島荘之介 伊藤憲 工藤正博	平成22年6月	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会
パパは南極へ行った ～第48次南極観測隊486日間の越冬生活～	新井直樹	平成22年6月	みとか環境フェスタ2010
パパは南極へ行った ～第48次南極観測隊486日間の越冬生活～	新井直樹	平成22年6月	学校法人啓明学園
Development of GBAS for GNSS using SBAS Ranging Signals (SBAS信号を使用するGBASについて)	齋藤享 藤井直樹	平成22年7月	電子情報通信学会論文誌
電子航法研究所の発話音声分析技術	塩見格一	平成22年7月	航空管制2010-No. 4
準天頂衛星L1-SAIF実験局の整備状況	坂井丈泰 福島荘之介 伊藤憲	平成22年7月	日本航海学会誌「NAVIGATION」
Efficient Delay Distribution in Air Transportation Networks	クラウド・グウィグナー 長岡 栄	平成22年7月	24th European Conference on Operation Research (EURO)
航空用データ通信の研究とGNU Radio	北折潤	平成22年7月	第1回GnuRadioワークショップ
USRPを用いた「送信なしレーダー」の実験	齋藤享	平成22年7月	第1回GnuRadioワークショップ
JTIDS干渉からの保護—MLATの場合	小瀬木滋 大津山卓哉	平成22年7月	航空局技術管理センター準備室
Resolution for ionosphere issues in implementing GNSS (GNSS利用における電離圏問題への対策)	齋藤享	平成22年7月	APANPIRG CNS/MET-14サブグループ会議
将来の航空通信システムに関する現状～CARATS CNS WG通信Adhoc資料(航空用WiMAXシステム及びLDACS)	住谷泰人 北折潤	平成22年7月	CARATS CNS WG 通信Adhoc第1回会議資料
CARATS CNS WG 監視アドホック 検討対象監視システム一覧に関する特徴等の追加記述	住谷泰人 小瀬木滋 宮崎裕己 古賀禎 大津山卓哉	平成22年7月	CARATS CNS WG 監視Adhoc第2回会議資料
GBASの開発状況	工藤正博	平成22年7月	新たな進入方式導入に向けた調査・研究検討WG第1回会合
太平洋上可変経路のシミュレーション検討	住谷美登里 福島幸子 福田豊	平成22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
自律飛行ヘリコプタ搭載用76GHzミリ波レーダシステムの小型軽量化検討	二ツ森俊一 河村暁子 米本成人	平成22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
I N S 補強型GPS追尾ループの開発と模擬シミュレーション下での性能検討	辻井利昭 ((独) 宇宙航空研究開発機構) 藤原健 (同上) 菅沼嘉光 (同上) 富田博史 (同上) 松永圭左	平成22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
GPS通年観測による南極氷床の流動測定	新井直樹 伊藤実 土井浩一郎 (国立極地研究所) 青山雄一 (同上)	平成22年8月	国立極地研究所 南極資料
L1-SAIF補強信号	坂井丈泰	平成22年8月	JAXA HP 準天頂衛星初号機「みちびき」特設サイト
モードS拡張スキッタによる放送型交通情報サービス	大津山卓哉	平成22年8月	航空振興財団航空交通管制システム小委員会
「みちびき」L1-SAIF補強信号	坂井丈泰	平成22年8月	準天頂衛星「みちびき」記者説明会向けプレスキット
UHF帯複素比誘電率測定用矩形同軸キャビティセンサ	中田和一 (青森大学) 横山尚志 田嶋裕久	平成22年8月	電気関係学会 東北支部連合大会
GBASにおける課題	吉原貴之	平成22年8月	CARATS CNS ワーキンググループ第2回アドホックグループ
AeroMACSに関する空港面用アプリケーション	住谷泰人	平成22年8月	CARATS CNS WG 通信Adhoc第3回会議資料
準天頂衛星L1-SAIF実験局の開発	坂井丈泰 福島荘之介 伊藤憲	平成22年8月	電気学会 電子回路研究会
Chaotic Voice Analysis Method for Human Arousal Level Evaluation (覚醒度評価のための発話音声分析手法)	塩見格一 佐藤清	平成22年9月	ESREL 2010 (European Safety and Reliability Association Conference)

表 題 名	発 表 者	発表年月	発表機関・刊行物名
Managing ATC Expertise based on Distributed Cognition Analysis	井上諭 青山久枝 中田圭一 (英国レディング大学) 古田一雄 (東京大学)	平成22年9月	ESREL 2010 (European Safety and Reliability Association Conference)
日本におけるGPS衛星電波の局所的な電離圏遅延勾配の背景場の評価	吉原貴之 斉藤享 藤井直樹	平成22年9月	日本航海学会 第122回講演会論文集
過労防止のための音声分析技術開発の経緯と現状	塩見格一	平成22年9月	日本航海学会誌 "NAVIGATION"
準天頂衛星による高精度測位補正実験システム(その3)	伊藤憲 坂井丈泰 福島荘之介	平成22年9月	電子情報通信学会 2010年ソサイエティ大会
空港面受動監視システム信号処理部の試作	角張泰之 古賀禎 二瓶子朗 宮崎裕己 上田栄輔	平成22年9月	電子情報通信学会 2010年ソサイエティ大会
FDTD法を用いた航空機内における偏波特性の解析	平岩慎也 (北海道大学) 日景隆 (同上) 野島俊雄 (同上) 二ツ森俊一 河村暁子 米本成人	平成22年9月	電子情報通信学会 2010年ソサイエティ大会
大規模FDTD解析を用いた航空機内における携帯電話周波数帯電波の伝搬特性評価	平岩慎也 (北海道大学) 日景隆 (同上) 野島俊雄 (同上) 二ツ森俊一 米本成人 河村暁子	平成22年9月	電子情報通信学会 環境電磁工業研究会
衛星航法による新しい精密進入システムについてーGBASの紹介ー	工藤正博	平成22年9月	航空管制2010-No. 5
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IV(1) -管制パフォーマンス評価指標の改良と評価-	青山久枝 飯田裕康 ((財)労働科学研究所) 狩川大輔 (東北大学)	平成22年9月	ヒューマンインターフェース シンポジウム2010
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IV(2) -管制官の注意配分モデルの構築-	狩川大輔 (東北大学) 高橋信 (同上) 古田一雄 (東京大学) 若林利男 (同上) 青山久枝	平成22年9月	ヒューマンインターフェース シンポジウム2010
9.2狭域補強システムGBAS	福島荘之介	平成22年9月	GPSハンドブック(編者:杉本末雄・柴崎亮介)
3.2RINEXファイルフォーマット 4.2電離圏遅延の補正	藤田征吾 久保幸弘 (立命館大学)	平成22年9月	GPSハンドブック(編者:杉本末雄・柴崎亮介)
Cognitive Process Modeling of Team Cooperative Work in En route Air	井上諭 青山久枝 古田一雄 (東京大学) 菅野太郎 (同上) 中田圭一 (英国レディング大学)	平成22年9月	The 11th IFAC/IFIP/IFORS/IEA Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine Systems
Ultra-Multi-Channel Imaging Observations of Ionospheric Irregularities by the MU radar (MUレーダー超多チャンネルイメージング観測による電離圏不規則構造の研究)	齋藤享 山本衛 (京都大学)	平成22年9月	MUレーダー25周年記念 国際シンポジウム
機上監視に関する国際動向	小瀬木滋 住谷泰人 古賀禎 大津山卓哉 伊藤恵理	平成22年9月	航空局主催 CARATS監視アドホック会議
機上監視に関する国際動向と高密度運用	小瀬木滋 住谷泰人 古賀禎 大津山卓哉 伊藤恵理	平成22年9月	CARATS第2回高密度運用WG
航空機の安全運航に関する研究(放送型交通情報サービスの開発)	大津山卓哉	平成22年9月	崇城大学
航空管制官が支える航空安全	青山久枝	平成22年9月	東北心理学会シンポジウム
Analysis of fuel efficiency in highly congested arrival flows.	クラウス・グウィグナー 長岡栄	平成22年9月	Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology
衛星測位の最新動向	坂井丈泰	平成22年9月	(社)自動車技術会 二輪車の 運動特性部門委員会
ACASへの在地球上判定の影響	小瀬木滋	平成22年9月	総務省情報通信審議会技術分 科会航空無線通信委員会監視 作業班
ターミナル空域評価手法におけるふたつのアプローチ	木村章 福田豊 蔭山康太	平成22年9月	航空無線第65号

表 題 名	発 表 者	発表年月	発表機関・刊行物名
GNSS高度利用の為の低緯度電離圏異常監視	齋藤享 坂井丈泰 藤井直樹	平成22年9月	航空無線第65号
拡張スキッタによるTIS-Bの開発・評価	大津山卓哉 小瀬木滋 塩地誠 三垣充彦	平成22年9月	航空無線第65号
平成22年度電子航法研究所研究発表会について	齋藤賢一	平成22年9月	航空無線第65号
パパは南極へ行った～電子航法研究員の南極越冬486日～	新井直樹	平成22年9月	「空の日」航空安全講演会
Overview of ENRI's Research and Development Activities (ENRIの研究・開発の概要)	長岡栄	平成22年9月	DSNA/DTIおよびDLRでの会議
声を分析して実現する予防安全技術	塩見格一	平成22年9月	第2回東京国際科学フェスティバル
Effects of external ionosphere anomaly monitors on GNSS augmentation systems studied with a three-dimensional ionospheric delay model - a study for GBAS (3次元電離圏遅延モデルを用いたGBASに対する外部電離圏モニタの効果の研究)	齋藤享 藤井直樹	平成22年9月	ION GNSS 2010
Computing SBAS Protection Levels with Consideration of all Active Messages (すべての有効メッセージによるSBAS保護レベルの計算)	坂井丈泰 松永圭左 星野尾一明 Todd Walter (スタンフォード大学)	平成22年9月	ION GNSS 2010
デジタル受信機と方向探査装置を用いた短波赤道横断伝播によるプラズマバブルの観測	齋藤享 丸山隆(情報通信研究機構) 山本衛(京都大学)	平成22年9月	地球電磁気・地球惑星圏学会第128回講演会
Mitigating Implantable Medical Device EMI by Using Radio Filler Signal against Actual UHF RFID Reader/Writers (緩和信号を用いたRFIDリーダライタが植え込み型医療機器に及ぼす電磁干渉の低減法)	ニッ森俊一 河村由文(北海道大学) 日景隆(同上) 野島俊雄(同上)	平成22年9月	2010 Asia-Pacific Radio Science Conference
The Impacts of Surveillance Failure on Airborne Separation Assistance System based Continuous Descent Approach	伊藤恵理 Mariken Everdij (オランダ航空宇宙研究所(NLR)) G. J. (Bert) Bakker (同上) Henk Blom (同上)	平成22年9月	27th Congress of the International Council of the Aeronautical Science
AN EXPRESSION OF AIR TRAFFIC CONTROLLER'S WORKLOAD BY RECOGNITION-PRIMED DECISION MODEL	青山久枝 塩見格一 飯田裕康((財)労働科学研究所)	平成22年9月	27th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences
PERFORMANCE VISUALIZATION IN AIR TRAFFIC CONTROL USING COGNITIVE SYSTEMS SIMULATION	狩川大輔(東北大学) 高橋信(同上) 青山久枝	平成22年9月	27th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences
Pilot Landing Control Analysis Using Neural Networks under Severe Flight Conditions (ニューラルネットワークを用いた困難な飛行環境下におけるパイロット着陸操縦解析)	森亮太 山口幸雄(東京大学) 鈴木真二(同上)	平成22年9月	27th Congress of the International Council of the Aeronautical Science
Study on Analysis Method of Horizontal Flight Distance for ATM (ATMパフォーマンス評価のための水平飛行距離解析手法の検討)	蔭山康太 福田豊	平成22年9月	27th Congress of the International Council of the Aeronautical Science
Arrival Time Controllability of a Constrained Tailored Arrival Path and its Optimization	武市昇(名古屋大学) イナミ・ダイゴ(同上) 藤井直樹 工藤正博	平成22年9月	27th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences
Development and evaluation of trajectory prediction model (トラジェクトリ予測モデルの開発評価)	福田豊 白川昌之 瀬之口敦	平成22年9月	27th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences
Simulation of Team Cooperation Process in En-Route Air Traffic Control	大野皓平(東京大学) 菅野太郎(同上) 古田一雄(同上) 井上諭	平成22年9月	EAAP 2010(European Association for Aviation Psychology)
Knowledge Structuring Framework for ATC Expertise based on Distributed Cognition Analysis	井上諭 中田圭一(英国レディング大学) 古田一雄(東京大学)	平成22年9月	EAAP 2010(European Association for Aviation Psychology)
Speed Control for Airborne Separation Assistance in Continuous Descent Arrivals (CDAのための速度制御による機上間隔維持支援)	伊藤恵理 Mariken Everdij (オランダ航空宇宙研究所(NLR)) G. J. (Bert) Bakker (同上) Henk Blom (同上)	平成22年9月	NLR報告(NLR-TP-2010-328)
W-band Antenna-Reflector Combined in a Lens (W帯におけるレンズ付きアンテナ兼リフレクタ)	河村暁子 ニッ森俊一 米本成人 松崎元治((株)レンスター)	平成22年9月	EuRAD(European RADar conference) 2010

表 題 名	発 表 者	発表年月	発表機関・刊行物名
77GHz FM-CW Radar for FODs detection (滑走路障害物検知のための77GHz FM-CWレーダ)	K.Mazouni (Laboratoire d' Electronique Antennes et Telecommunications) J-Y. Dauvignac (同上) Ch.Pichot (同上) C.Migliaccio (同上) 河村暁子 ニッ森俊一 米本成人	平成22年9月	EuRAD (European RADar conference) 2010
Workload Causes Chaotic Fluctuation of Human Voice (業務負荷による発話音声のゆらぎの変化)	塩見格一	平成22年9月	HFES 2010, 54th Annual Meeting
広域マルチラテレーションの開発評価	宮崎裕己	平成22年9月	航空振興財団航法小委員会
A Study of Nominal Ionospheric Gradient for GBAS in Japan (日本におけるGBASの通常状態での電離圏勾配に関する研究)	吉原貴之 齋藤享 藤井直樹	平成22年9月	ION GNSS 2010
GPSで位置がわかるしくみ (連載「子どもに教えたい通信のしくみ」依頼原稿)	坂井丈泰	平成22年10月	電子情報通信学会 通信ソサイエティマガジン
Experimental Investigation on Mitigation Method of Implantable Cardiac Pacemaker EMI Due to UHF RFID Interrogators Using Radio Filler Technique (UHF帯RFIDリーダライタが植え込み型心臓ペースメーカに及ぼす電磁干渉影響について緩和信号を用いた影響低減法の実験検討)	河村由文 (北海道大学) 日景隆 (同上) 野島俊雄 (同上) 小池勉 (日本自動認識システム協会) 藤本裕 (日本メドトロニック(株)) 豊島健 (同上) ニッ森俊一	平成22年10月	6th International Workshop on Biological Effects of Electromagnetic Fields
気象情報可視化ツールWvisの開発	新井直樹 福田豊 白川昌之	平成22年10月	日本気象学会2010年度 秋季大会
Handling cycle slips in GPS data during ionospheric plasma bubble events (プラズマバブル発生時のGPS信号のサイクルスリップの取り扱い方法について)	S.Banville (カナダニューブランズウィック大学) R.Langley (同上) 齋藤享 吉原貴之	平成22年10月	Radio Science (米国地球科学連合論文誌)
2008/6/9のシンチレーション発生位置とEsの構造および移動との対応	富澤一郎 (電気通信大学) 後藤史織 (同上) 今井慧 (同上) 澁田洋介 (同上) 齋藤真二	平成22年10月	地球電磁気・地球惑星圏学会 第128回 講演会
機上システムの調査 国内での航空機のトラジェクトリ管理の研究	福田豊 瀬之口敦 白川昌之	平成22年10月	ATEC TA に関する調査研究 ワーキンググループ
EUROCONTROL実験センターにおける時間管理とCDAに係る研究開発 スウェーデン・ストックホルムにおける時間管理とCDA	瀬之口敦 福田豊 白川昌之	平成22年10月	ATEC TA に関する調査研究 ワーキンググループ
RTCA/EUROCAE ASA/GSA-RFG 第25回会議 会議概要報告書	小瀬木滋	平成22年10月	国土交通省航空局
Irregular Transponder Operation Confirmed at Narita International Airport (成田国際空港において確認された異常なトランスポンダ動作)	宮崎裕己 白井範和 (国土交通省航空局)	平成22年10月	ICAO航空監視パネル(ASP)第9 回ワーキング・グループ(W・G)会議
Excessive ALL-Call Replies Confirmed at Narita international Airport (成田国際空港において確認された過剰な一括質問応答)	宮崎裕己 白井範和 (国土交通省航空局)	平成22年10月	ICAO航空監視パネル(ASP)第9 回ワーキング・グループ(W・G)会議
RA downlink Evaluations with the ENRI Experimental SSR mode S (ENRI実験用SSRを用いたRAダウンリンクの評価について)	古賀禎 住谷泰人 小瀬木滋 大津山卓哉 白井範和 (国土交通省航空局)	平成22年10月	ICAO航空監視パネル(ASP)第9 回ワーキング・グループ(W・G)会議
Consideration on the compatibility between UAS and ACAS (UASとACASの共用性に関する検討)	小瀬木滋	平成22年10月	ICAO ASP WG (国際民間航空 機関航空監視パネル会議作業 部会)
次世代航空交通システムへの動向	長岡栄	平成22年10月	(社)中部航空宇宙技術セン ター「小型伝道飛行機WG」会 議
Enhancement of International Cooperation for Ionosphere Data Collection and Analysis Campaign in the Asia Pacific Region to Implement GNSS Applications for Aviation Safety Operations (GNSSの航空利用を可能にするアジア太平洋地域における電離圏データ収集キャンペーンのための国際協調の推進について)	齋藤享	平成22年10月	第47回アジア太平洋航空局長 会議(DGCA-47)

表 題 名	発 表 者	発表年月	発表機関・刊行物名
A Survey Communication, Navigation and Surveillance Systems for Global Air Traffic Management : -The Current Status of Communication and Surveillance Systems- (全地球的航空交通管理のための通信・航法・監視システムの調査 : -通信と監視システムの昨今の状況-)	長岡栄	平成22年10月	International Conference on Space, Aeronautical and Navigational Electronics (ICSANE) 2010
Development and feasibility flight test of TIS-B system (TIS-Bシステムの開発と飛行実験による検証)	大津山卓哉 小瀬木滋 塩地誠 三垣充彦	平成22年10月	International Conference on Space, Aeronautical and Navigational Electronics (ICSANE) 2010
Error Compensation for 1030MHz Signal Environment Estimation (1030 MHz 帯域の信号環境予測の誤差補正)	小瀬木滋 大津山卓哉 古賀禎 住谷泰人	平成22年10月	International Conference on Space, Aeronautical and Navigational Electronics (ICSANE) 2010
Study of INS-Aided GPS Tracking Performance under Simulated Ionospheric Scintillation Associated with Plasma Bubbles (プラズマバブルによる模擬電離層シレーション下でのINS補強型GPS追尾ループの性能検討)	辻井利昭 ((独) 宇宙航空研究開発機構) 藤原健 (同上) 菅沼嘉光 (同上) 松永圭左	平成22年10月	International Symposium on GPS/GNSS2010
Determination of Ionosphere Gradient in Short Baselines by Using Single Frequency Measurements (1周波観測量を用いた短基線における電離圏勾配の決定)	藤田征吾 吉原貴之 齋藤享	平成22年10月	International Symposium on GPS/GNSS2010
インターネット環境を利用した定性的安全性評価手法 (ハザード同定、リスク評価) の提案	天井治 藤田雅人 森亮太	平成22年10月	日本航海学会
Electronic Navigation Research Institute (ENRI) -Current Major Researches and Approach to Mitigate Electromagnetic Interference in Aircraft- (電子航法研究所-最近の主要研究と航空機内電子干渉緩和のためのアプローチ-)	山本憲夫	平成22年10月	2010年韓国航法学会 (KONI) テクニカルワークショップ
空港面における航空用高速移動通信システムの動向	住谷泰人	平成22年10月	日本航海学会航空宇宙研究会講演資料
航空交通システム長期ビジョンCARATS	坂井丈泰 齋藤賢一	平成22年10月	早稲田大学
航空交通システムの安全設計	長岡栄	平成22年11月	日本設計工学会誌
2008/6/9の強いEsの擾乱構造および移動による振幅シレーション領域の解釈	今井慧 (電気通信大学) 富澤一郎 (同上) 後藤史織 (同上) 中島正博 (同上) 齋藤真二	平成22年11月	測位航法学会 GPS/GNSSシンポジウム2010
MSASの状況と利用への期待	坂井丈泰	平成22年11月	測位航法学会 GPS/GNSSシンポジウム2010
GPS/GNSSシンポジウム パネルディスカッション	坂井丈泰	平成22年11月	測位航法学会 GPS/GNSSシンポジウム2010
補強信号L1-SAIF	坂井丈泰	平成22年11月	測位航法学会 GPS/GNSSシンポジウム2010
航空航法におけるGPS -GPSの機能・性能と補強システム並びに航空での利用-	星野尾一明	平成22年11月	航空保無線システム GNSSセミナー(第2回)
気象情報可視化ツールWvisの開発～気象の見える化を目指して～	新井直樹	平成22年11月	可視化情報学会 第16回ビジュアルゼーションカンファレンス
航空管制用レーダにおける自律負荷分散技術の検討	古賀禎	平成22年11月	電子情報通信学会 アシュアランス研究会
電子航法研究所における小型機関連研究	米本成人 大津山卓哉	平成22年11月	CARATS 小型機WG 紹介資料
Convolutions of Gaussian distributions and double exponential distributions (ガウス分布と両側指数分布の畳み込み積分)	藤田雅人	平成22年11月	ICAO SASP/WG/WHL/18
Vulnerability of GNSS to solar radio burst (太陽電波バーストに対する衛星航法の脆弱製について)	齋藤享 藤井直樹 吉原貴之	平成22年11月	ICAO NSP Working Group of the Whole(ワーキンググループ2)会議WP
Ionosphere Data Collection to Establish Threat Model for GBAS in Low Latitude Region (低緯度地域における電離圏脅威モデルの構築のためのデータ収集について)	齋藤享	平成22年11月	ICAO NSP Working Group of the Whole(CAT-II/IIIサブグループ)会議WP
Ionosphere Anomaly Monitor by Backscatter Radar for GBAS (後方散乱データによるGBASのための電離圏異常監視)	齋藤享	平成22年11月	ICAO NSP Working Group of the Whole(CAT-II/IIIサブグループ)会議IP
Japanese Research and Development Status Concerning GBAS (日本のGBASに関わる研究開発のステータス)	吉原貴之 齋藤享 工藤正博	平成22年11月	ICAO 航法システムパネル(NSP) 高カテゴリサブグループ(CSG)
Simulation results of UPR of TRACK2, 3, 14 and 15 (トラック2, 3, 14, 15のUPRのシミュレーション結果)	福島幸子 住谷美登里 福田豊	平成22年11月	第33回太平洋航空管制調整グループ会議(IPACG/33)

表 題 名	発 表 者	発表年月	発表機関・刊行物名
ENRI's Datalink Study and R&D Roadmap (電子航法研究所のデータリンク研究と研究ロードマップ)	住谷泰人	平成22年11月	NASA Glenn Research Center における会合
準天頂衛星L1-SAIF実験局の開発	坂井丈泰 福島荘之介 伊藤憲	平成22年11月	第54回 宇宙科学技術連合講演会
Estimation of the Electromagnetic Fields Distribution due to Mobile Radio in a Typical Aircraft Cabin Using Large Scale FDTD Analysis	平岩慎也 (北海道大学) 日景隆 (同上) 野島俊雄 (同上) 二ツ森俊一 米本成人 河村暁子	平成22年11月	2010 International Symposium on Antenna and Propagation
軌道ベース運用に関する研究について	福田豊	平成22年11月	第4回CARATS 航空交通管理ワーキンググループ
航空管制のヒューマンファクタに関する研究	青山久枝	平成22年11月	航空保安大学校特別講義
ATM/CNSに関する最近の研究動向	小瀬木滋	平成22年11月	航空保安大学校特別講義
トラジェクトリ・ベース・オペレーション	福田豊	平成22年11月	平成22年度 TFOS年次シンポジウム
航空分野における通信技術とミリ波帯の開拓	米本成人	平成22年11月	極限環境ブロードバンド技術 調査委員会
混雑を考慮した空港面トラフィックのモデル化	森亮太	平成22年11月	第48回飛行機シンポジウム
航空機の運航時間の実績値と計画値の一比較	蔭山康太 福田豊	平成22年11月	第48回飛行機シンポジウム
Plan of experiments on Ground-Based Augmentation System Prototype developed by ENRI (GBASの実験計画について)	工藤正博 福島荘之介 齊藤真二 吉原貴之 齋藤享 松永圭左 藤田征吾 山康博 星野尾一明 藤井直樹	平成22年11月	第48回飛行機シンポジウム
ASASを利用したCDA運航の概要	伊藤恵理 Mariken Everdij (オランダ航空宇宙研究所 (NLR) G. J. (Bert) Bakker (同上) Henk Blom (同上)	平成22年11月	第48回飛行機シンポジウム
洋上交通流に対する巡航速度による制限について	福島幸子 住谷美登里 福田豊	平成22年11月	第48回飛行機シンポジウム
トラジェクトリ予測モデルの開発	福田豊 白川昌之 瀬之口敦	平成22年12月	第48回飛行機シンポジウム
拡張スキッタによる周辺航空機情報の放送	大津山卓哉 塩地誠 小瀬木滋	平成22年12月	第48回飛行機シンポジウム
大規模空港の航空機地上運航に関する分析-出発便の滞留要因について-	山田泉 青山久枝 福田豊 森亮太	平成22年12月	第48回飛行機シンポジウム
大計算機を用いたB777機内電磁環境推定 -携帯電話周波数における解析および測定比較-	二ツ森俊一 河村暁子 磯崎栄寿 米本成人 日景隆 (北海道大学) 野島俊雄 (同上)	平成22年12月	第48回飛行機シンポジウム
航空機の垂直軌道についての一考察	白川昌之 福田豊 瀬之口敦	平成22年11月	第48回飛行機シンポジウム
Safety Assessment for Reduced Time-based Separation Minima on Oceanic Routes (洋上経路における短縮時間間隔の安全性評価)	森亮太	平成22年12月	9th Innovative Research Workshop & Exhibition
若手エンジニアに勧める本	小瀬木滋	平成22年12月	電子情報通信学会通信ソサエ ティマガジン15号
準天頂衛星「みちびき」のL1-SAIF補強信号	坂井丈泰	平成22年12月	航空無線 第66号
The Complete Integrity Chart: Further Extension of Stanford-ESA Chart (完全なインテグリティチャート: Stanford-ESAチャートの拡張)	坂井丈泰	平成22年12月	SBAS IWG/20 (第20回SBAS相互 運用性会議)
国際会議報告: The 2nd ENRI International Workshop on ATM/CNS (EIWAC2010)	長岡栄	平成22年12月	測位航法学会ニューズレター 第I巻第4号
国内GBASプロトタイプの実況	伊藤正宏	平成22年12月	(財)航空輸送技術研究セン ター 新たな進入方式に関する 調査・研究 第3回WG

表 題 名	発 表 者	発表年月	発表機関・刊行物名
発話音声から算出するカオス論的指標値に及ぼす飲酒の影響の調査	塩見格一 佐藤清 及川太 金田直樹 佐藤健一 (芝浦工業大学) 佐藤祐樹 (同上) 阿倍仁 (安倍産業) 多田三男 (埼玉県立循環器・呼吸器病センター)	平成22年12月	日本人間工学会関東支部 第40回大会
発話音声に対する母音および子音の影響に関する調査 その2 高齢男女の比較	及川太 佐藤清 塩見格一 原田あすか 佐藤健一 (芝浦工業大学) 佐藤祐樹 (同上) 阿倍仁 (安倍産業)	平成22年12月	日本人間工学会関東支部 第40回大会
発話音声に対する母音および子音の影響に関する調査 若齢女子学生と高齢女子の比較	佐藤清 塩見格一 及川太 原田あすか 佐藤健一 (芝浦工業大学) 佐藤祐樹 (同上) 阿倍仁 (安倍産業)	平成22年12月	日本人間工学会関東支部 第40回大会
衛星航法に関する研究について	坂井丈泰	平成22年12月	早稲田大学理工学術院 基幹理工学研究科 機械科学専攻 特別講義
電子航法研究所の現状と将来展望 ー航空管制を中心にー	山本憲夫	平成22年12月	早稲田大学 西早稲田キャンパス54号館
越冬隊員が見た南極の自然	新井直樹	平成22年12月	科学実験・プレゼンテーション 講座
電子航法研究所での研究 (航空管制、通信など)	山本憲夫	平成22年12月	東京大学 航空イノベーション 総括寄付講座 航空技術・ 政策・産業特論
Ionospheric disturbances associated with TLEs: observations and modeling (TEL(雷放電による高高度発光現象)に伴う電離層擾乱: (観測及び数値計算))	芳原容英 (電気通信大学) 早川正士 (同上) 藤井裕之 (同上) 岩本真彦 (同上) 太田健次 (中部大学) 大津山 卓哉	平成22年12月	2010AGU Fall Meeting Moscone Convention Center
PANSYレーダーを用いた電離圏観測と衛星航法	齋藤享	平成22年12月	2010年度南極昭和基地大型大 気レーダー計画(PANSY)研究 集会
電子航法研究所の発話音声分析技術(2)	塩見格一	平成23年1月	航空管制2011-No. 1
Performance Evaluation of Multi Hop Relay Network for Oceanic Air Traffic Control Communication (洋上航空管制通信用マルチホップ中継網の性能評価)	Ho Dac Tu (早稲田大学) Jingyu Park (同上) 嶋本 薫 (同上) 北折潤	平成23年1月	電子情報通信学会論文誌 英文誌B
キャリアガイドライン教育の一環としての研究職の紹介	坂井丈泰	平成23年1月	東京海洋大学大学院 講義 「海事システム工学概論」
南極観測について-第48次南極観測隊486日間の越冬生活-	新井直樹	平成23年1月	学校法人啓明学園
無人小型機の航空交通管制について	長岡栄	平成23年1月	(社)中部航空宇宙技術セン ター「小型伝道飛行機WG」会 議
Validity of RAIM Prediction	坂井丈泰	平成23年1月	ION ITM 2011(米国航法学会 国際技術会議2011)
Further validation of GAST D ionospheric anomaly mitigations (GAST D における電離圏異常による脅威緩和法のさらなる 検証について)	Matt Harris (ボーイング社) Tim Murphy (同上) 齋藤享	平成23年1月	ION ITM 2011(米国航法学会 国際技術会議2011)
QZSS L1-SAIF Initial Experiment Result	坂井丈泰 福島荘之介 伊藤憲	平成23年1月	ION ITM 2011(米国航法学会 国際技術会議2011)
準天頂衛星での利用を目指した高精度測位補正実験	伊藤憲	平成23年1月	ETS-VIII利用実験成果発表会
将来の航空データ通信システムの動向-Lバンドデジタル航 空通信システム-	長岡栄	平成23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
Study of day-to-day variability of plasma bubble occurrences by using SEALION ionosonde data (SEALIONイオゾンデデータによるプラズマバブル発生の 日々変動に関する研究)	齋藤享 丸山隆 (情報通信研究機構)	平成23年1月	東南アジア電離圏ネットワー ク(SEALION)国際シンポジウ ム
Ionospheric effects on Global Navigation Satellite Systems and the application to aviation (GNSSとその航空利用に対する電離圏の影響)	齋藤享	平成23年1月	東南アジア電離圏ネットワー ク(SEALION)国際シンポジウ ム

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物名
A Preliminary Test of INS-Aided GPS Tracking under Ionospheric Scintillation Associated with Plasma Bubbles (プラズマバブルに伴う電離層シンチレーション下でのINS補強型GPSトラッキングの初期評価)	辻井利昭 (宇宙航空研究開発機構) 藤原健 (同上) 菅沼嘉光 (同上) 松永圭左	平成23年1月	東南アジア電離圏ネットワーク (SEALION) 国際シンポジウム
地上停止中の航空機内における携帯電子機器の使用に関する調査結果 (要約版)	米本成人 河村暁子 二ツ森俊一	平成23年2月	国土交通省航空局監理部 航空安全推進課
Effective Means to Distinguish a Register Swap for a Ground Based Solution (地上局側解決策によりレジスタSWAPを判別するための効果的な方式)	宮崎裕己 白井範和 (国土交通省航空局)	平成23年2月	ICAO航空監視パネル(ASP)第10回技術作業部会(TSG)会議
Investigation of the Irregular Transponder Operation Problem (不正なトランスポンダ動作問題の調査)	宮崎裕己 白井範和 (国土交通省航空局)	平成23年2月	ICAO航空監視パネル(ASP)第10回技術作業部会(TSG)会議
AS functional diagram for ASM (機上監視マニュアルのための機上監視機能構成説明図)	小瀬木滋	平成23年2月	ICAO ASTAF (国際民間航空機関 機上監視タスクフォース)
小型航空機と航空交通業務 (Air Traffic Service : ATM) システム	長岡栄	平成23年2月	(社)中部航空宇宙技術センター「小型電動飛行機WG」事務局
航空分野における情報通信技術の現状と展望	米本成人	平成23年2月	NICTネットワーク基板技術シンポジウム
航空交通管理(ATM)について	長岡栄	平成23年2月	電波航法研究会
UPR導入に向けた検討について	福島幸子	平成23年2月	航空振興財団航空交通管制システム小委員会
GNSSの開発動向	坂井丈泰	平成23年2月	航空無線技術交流会
衛星測位システムの概要と準天頂衛星システム	坂井丈泰	平成23年2月	測位衛星に関する勉強会(スカパーJSAT、日本総研)
GPSの基礎(仮題)	坂井丈泰	平成23年2月	Software Design
Improvement of GBAS Availability by GPS/INS under Ionospheric Plasma Bubbles (電離圏プラズマバブルの影響下でのINS補強型GPSを用いたGBASアベイラビリティの向上)	藤原健 (宇宙航空研究開発機構) 辻井利昭 (同上) 菅沼嘉光 (同上) 松永圭左	平成23年2月	第11回国際GBAS作業部会
ENRI's GBAS R&D Status (電子航法研究所におけるGBASに関わる研究開発のステータス)	吉原貴之	平成23年2月	第11回国際GBAS作業部会
Activities by ENRI to evaluate the impacts of the low latitude ionospheric anomalies on GBAS (GBASにおける低緯度電離圏の影響評価のための電子航法研究所の活動について)	齋藤享	平成23年2月	第11回国際GBAS作業部会
ENRI GBAS prototype development at Kansai International Airport	工藤正博	平成23年2月	第11回国際GBAS作業部会
第11回国際GBASワーキンググループ会合の開催について	伊藤正宏 工藤正博	平成23年2月	交通運輸記者会(専門紙)
2010年の特徴的な航空気象事例の可視化	新井直樹	平成23年2月	航空気象委員会
ライフワークバランス 電子航法研究所の取り組み	小瀬木滋	平成23年3月	電子情報通信学会通信ソサエティマガジン16号
Radio Propagation Analysis using an Aircraft Model for MIMO in Radio Anechoic Chamber (電波無響室における航空機模型を用いたMIMOアンテナの電波伝搬解析)	住谷泰人 小川恭孝 (北海道大学)	平成23年3月	IEEE Aerospace Conference 2011
①ILS GPの近傍モニタによる遠方特性推定 ②将来の航空交通管理システムの構築について	田嶋裕久 横山尚志 金田直樹	平成23年3月	航空無線第67号
航空管制用レーダについて	古賀禎	平成23年3月	電波航法
次世代運行TF 作業の考え方と経緯	小瀬木滋	平成23年3月	NEDO航空機分野の戦略作戦調整 装備品作業部会
航空管制における統合情報管理システム要件開発工程に関する一考察	藤田雅人	平成23年3月	情報処理学会 第73回全国大会
Overview of Enhanced Tower Technologies Research in ENRI	井上諭	平成23年3月	DLR 技術交流セミナー
地上停止中の航空機内における携帯電子機器の使用に関する調査報告書	米本成人 河村暁子 二ツ森俊一 磯崎栄寿	平成23年3月	国土交通省航空局監理部 航空安全推進課
地上停止中の航空機内における携帯電子機器の使用に関する調査報告書 (プレゼン用資料であったが、安全推進課より外部への配布の可否について打診があったため)	米本成人 河村暁子 二ツ森俊一 磯崎栄寿	平成23年3月	国土交通省航空局監理部 航空安全推進課
COCRとATN空/地アプリケーションについての検討	板野賢	平成23年3月	2011年電子情報通信学会 総合大会
OFDM-QAM方式の航空への適用に関する伝送特性の予備的検討	住谷泰人 北折潤 石出明	平成23年3月	2011年電子情報通信学会 総合大会

表 題 名	発 表 者	発表年月	発表機関・刊行物名
ユニディレクショナル材を用いた炭素繊維強化プラスチック板のマイクロ波帯電磁界遮蔽量の基本特性評価測定	二ツ森俊一 河村暁子 米本成人	平成23年3月	2011年電子情報通信学会 総合大会
ILS GPの積雪状態を考慮した近傍モニタアンテナ最適化	田嶋裕久 横山尚志 金田直樹	平成23年3月	2011年電子情報通信学会 総合大会
ILS GPの近傍モニタ多素子化実験結果の報告	金田直樹 田嶋裕久 横山尚志 中田和一 (青森大学)	平成23年3月	2011年電子情報通信学会 総合大会
音声信号のゆらぎの定量化におけるマイクロフォンの特性	塩見格一	平成23年3月	2011年電子情報通信学会 総合大会
Concept of measurement for en-route sector capacity (航空路管制セクタの容量の計測概念の提案)	福島 幸子	平成23年3月	2011年電子情報通信学会 総合大会
QZSS L1-SAIF 初期機能確認試験	坂井丈泰 福島荘之介 伊藤憲	平成23年3月	2011年電子情報通信学会 総合大会
Overview of ENRI's Research and Development Activities (ENRIの研究・開発の概要)	長岡栄	平成23年3月	FAA関係者との会議
Autonomous Continuous Tracking for Multi-sensor Systems and its Application for Radar Network (マルチセンサシステムにおける自律連続監視技術および レーダネットワークにおける実用)	古賀禎	平成23年3月	The 10th International Symposium on Autonomous Decentralized Systems
朗読音声のカオス論的指数値や脈拍数にみられた服薬の影響 と考えられる調査結果	佐藤清 塩見格一 立川英一 (東京薬科大学)	平成23年3月	日本薬学第131年会
Modelling of Aircraft Ground Taxiing at Congested Airport (混雑空港におけるタキシングのモデル化)	森亮太	平成23年3月	2011 Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology

8 知的財産権

当研究所の平成22年度において有効な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
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
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
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
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	2854799	H10. 11. 20
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	2619217	H9. 3. 11
飛行場運航票管理システムのユーザインターフェース装置	塩見格一	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
被管制対象監視システム EP国内(イギリス・フランス)	塩見格一	H7. 3. 8	EP0671634	H14. 10. 2
被管制対象監視システム EP国内(ドイツ)	塩見格一	H7. 3. 8	69528403. 7	H14. 10. 2
被管制対象監視システム：アメリカ	塩見格一	H7. 3. 9	5677841	H9. 10. 14
被管制対象監視システム：カナダ	塩見格一	H7. 3. 9	2144291	H10. 5. 26
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ーフェース装置 PCT出願(カナダ国内)	塩見格一	H7. 5. 18	2167516	H15. 5. 13
飛行場運航票管理システムのユーザインターフェース装置 PCT出願(EP(英国内))	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ーフェース装置 PCT出願(オーストラリア国内)	塩見格一	H7. 5. 18	680365	H9. 11. 13
空港面における航空機識別方法およびその識別装置	加来信之, 北館勝彦	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
フェイズドアレイアンテナの移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位相誤差の検出方法	田嶋裕久	H7. 12. 19	3060002	H12. 4. 28
熱交換器	田嶋裕久	H7. 12. 19	2852412	H10. 11. 20
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
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における航空機順序付けのためのユーザインターフェース装置	塩見格一	H8. 10. 24	3013985	H11. 12. 17
誤目標の抑圧方法およびその装置	加来信之, 北館勝彦	H8. 11. 11	2884071	H11. 2. 12

発 明 の 名 称	発明者	出願年月日	登録番号	登録年月日
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
航空機管制支援システム(カナダ国内)	塩見格一	H9. 3. 27	2, 201, 256	H13. 2. 6
航空機管制支援システム(アメリカ国内)	塩見格一	H9. 3. 28	5941929	H11. 8. 24
地形表示機能を備えた搭載用航法装置	田中修一, 二瓶子朗	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
自動従属監視環境下における進入管制区航空機個別誘導システム: 韓国	塩見格一	H10. 2. 26	1005389600000	H17. 12. 20
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	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	意匠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	意匠 1075354(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
受動型 S S R 装置	塩見格一	H10. 10. 30	3041278	H12. 3. 3
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
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 PCT出願(アメリカ国内)	塩見格一	H11. 10. 29	US6, 344, 820B1	H14. 2. 5
S S R 装置及び航空機二次監視網 PCT出願(アメリカ国内)	塩見格一	H11. 10. 29	US6, 337, 652B1	H14. 1. 8
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
CPDLCメッセージ作成システム	塩見格一	H12. 3. 30	4210772	H20. 11. 7
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

発 明 の 名 称	発明者	出願年月日	登録番号	登録年月日
CPDLC/AIDC共用管制卓及び同ヒューマン・インタフェース	塩見格一	H12. 3. 30	4192253	H20. 10. 3
航空管制用管制指示入力装置	塩見格一	H12. 3. 30	4390118	H21. 10. 16
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
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
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
無線ネットワークを利用した移動局測位システム	田中修一, 二瓶子朗	H13. 8. 8	4640720	H22. 12. 10
無線ネットワークシステム	田中修一, 二瓶子朗	H13. 8. 8	4640721	H22. 12. 10
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
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	意匠1189989	H15. 9. 26
カオス論的脳機能診断装置 PCT出願（シンガポール国内）	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
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	4412701	H21. 11. 27
カオス論的診断感度増感装置 PCT出願（シンガポール国内）	塩見格一	H15. 2. 26	106483	H18. 10. 31
無線通信ネットワークシステム	二瓶子朗	H15. 3. 28	4141876	H20. 6. 20
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
操作卓 意匠	塩見格一	H15. 11. 18	意匠1226782	H16. 11. 19
脇机 意匠	塩見格一	H15. 11. 18	意匠1221366	H16. 9. 17
カオス論的指標値計算システム PCT出願（日本国内）	塩見格一	H15. 12. 26	4317898	H21. 6. 5
カオス論的指標値計算システム PCT出願（オーストラリア国内）	塩見格一	H15. 12. 26	2003292683	H22. 6. 3
カオス論的指標値計算システム PCT出願（アメリカ国内）	塩見格一	H15. 12. 26	US 7, 321, 842 B2	H20. 1. 22
カオス論的指標値計算システム PCT出願（EP国内）	塩見格一	H15. 12. 26	1598749	H21. 3. 11

発 明 の 名 称	発明者	出願年月日	登録番号	登録年月日
カオス論的指標値計算システム PCT出願(EP(独国内))	塩見格一	H15. 12. 26	603 26 652. 5-08	H21. 3. 11
カオス論的指標値計算システム PCT出願(EP(英国内))	塩見格一	H15. 12. 26	1598749	H21. 3. 11
カオス論的指標値計算システム PCT出願(EP(仏国内))	塩見格一	H15. 12. 26	1598749	H21. 3. 11
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
カオス論的ヒューマンファクタ評価装置 PCT出願(韓国国内)	塩見格一	H16. 2. 18	10-722457	H19. 5. 21
心身状態判定システム PCT出願(日本国内)	塩見格一	H16. 2. 23	4505619	H22. 5. 14
心身状態判定システム PCT出願(アメリカ国内)	塩見格一	H16. 2. 23	US7, 737, 859 B2	H22. 6. 15
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	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
大脳評価装置 PCT出願(日本国内)	塩見格一	H16. 4. 28	4500955	H22. 4. 30
大脳評価装置 PCT出願(イスラエル国内)	塩見格一	H16. 4. 28	178316	H22. 9. 1
心身診断システム PCT出願(韓国国内)	塩見格一	H16. 4. 30	10-0596099	H18. 6. 26
電波装置	米本成人	H16. 5. 18	3845426	H18. 8. 25
航空管制卓(意匠)	塩見格一	H16. 5. 20	意匠1242705	H17. 4. 28
全方向性を有する誘電体レンズ装置。	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
カオス論的診断感度増感装置 PCT出願(インド国内)	塩見格一	H16. 9. 20	209578	H19. 12. 14
カオス論的脳機能診断装置 PCT出願(韓国国内)	塩見格一	H16. 9. 21	10-0699042	H19. 3. 16
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
ドライバーの発話音声収集システム	塩見格一	H16. 12. 13	4296300	H21. 4. 24
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 PCT出願(アメリカ国内)	米本成人	H17. 3. 9	US 7, 446, 730 B2	H20. 11. 4
航空管制システム及び航空管制システムで用いられる携帯情報端末	塩見格一, 金田直樹	H17. 6. 21	4625954	H22. 11. 19
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ーフェース装置	塩見格一, 金田直樹	H17. 6. 21	4590559	H22. 9. 24
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	4703390	H23. 3. 18
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	4193195	H20. 10. 3
航空管制業務支援システム、航空機の位置を予測する方法及びコンピュータプログラム	塩見格一	H18. 10. 13	4355833	H21. 8. 14
アレイ型反射板とミリ波レーダ PCT出願(アメリカ国内)	山本憲夫, 米本成人, 山田公男	H18. 10. 27	7719463	H22. 5. 18
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	4348453	H21. 7. 31

発 明 の 名 称	発 明 者	出 願 年 月 日	登 録 番 号	登 録 年 月 日
衛星航法システムにおける衛星航法軌道情報の伝達方法及びそれらの装置。	坂井丈泰	H18. 12. 13	4613334	H22. 10. 29
衛星航法システムにおける電離層遅延量の補正方法及びその装置。	坂井丈泰	H19. 9. 25	4644792	H22. 12. 17

※ は平成22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
飛行場運航票管理システムのユーザインタフェース装置 PCT出願(アメリカ国内)	塩見格一	H11. 6. 10	09/329, 293
受動型 S S R 装置 EP国内	塩見格一	H11. 10. 29	99951156. 1
無線ネットワークシステム	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	田中修一 二瓶子朗	H13. 8. 8	2001-240907
カオス論的ヒューマンファクタ評価装置 PCT出願(EP国内)	塩見格一	H14. 4. 10	020717089. 3
航空管制用表示装置における航空機位置表示方法 (EP国内)	塩見格一	H14. 10. 23	020802057
心身診断システム PCT出願(EP国内)	塩見格一	H14. 11. 11	02808120. 6
心身診断システム PCT出願(EP国内分割)	塩見格一	H14. 11. 11	10165213. 9
心身診断システム PCT出願(イスラエル国内)	塩見格一	H14. 11. 11	161562
心身診断システム PCT出願(シガポール国内)	塩見格一	H14. 11. 11	200402456-8
カオス論的診断感度増感装置 PCT出願(アメリカ国内)	塩見格一	H15. 2. 26	10/508, 785
カオス論的診断感度増感装置 PCT出願(イスラエル国内)	塩見格一	H15. 2. 26	164174
カオス論的ヒューマンファクタ評価装置 PCT出願(イスラエル国内)	塩見格一	H15. 10. 15	158325
カオス論的ヒューマンファクタ評価装置 PCT出願(インド国内)	塩見格一	H15. 10. 15	1634/CHENP/2003
カオス論的指標値計算システム PCT出願(EP分割)	塩見格一	H15. 12. 26	08 009 363. 6
カオス論的指標値計算システム PCT出願(イスラエル国内)	塩見格一	H15. 12. 26	170, 304
カオス論的指標値計算システム PCT出願(インド国内)	塩見格一	H15. 12. 26	3624/DELNP/2005
カオス論的指標値計算システム PCT出願(カナダ国内)	塩見格一	H15. 12. 26	2516982
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出願(EP国内)	塩見格一	H16. 2. 23	040713 642. 9-2305
心身診断システム PCT出願(インド国内)	塩見格一	H16. 4. 19	1041/DELNP/2004
心身診断システム PCT出願(アメリカ国内)	塩見格一	H16. 4. 28	10/493, 749
大脳評価装置 PCT出願 (EP国内)	塩見格一	H16. 4. 28	040729 983. 9
大脳評価装置 PCT出願 (アメリカ国内)	塩見格一	H16. 4. 28	11/587, 634
大脳評価装置 PCT出願 (オーストラリア国内)	塩見格一	H16. 4. 28	2004 318 986
大脳評価装置 PCT出願 (カナダ国内)	塩見格一	H16. 4. 28	2, 560, 529
カオス論的脳機能診断装置 PCT出願(EP国内)	塩見格一	H16. 5. 20	020780070
カオス論的脳機能診断装置 PCT出願(イスラエル国内)	塩見格一	H16. 5. 20	PCT/JP02/11764161892
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出願(EPC加盟国内)	金田直樹 塩見格一	H16. 6. 1	040745474. 9

発明の名称	発明者	出願日	出願番号
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出願(イスラエル国内)	金田直樹 塩見格一	H16. 6. 1	171970
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出願(カナダ国内)	金田直樹 塩見格一	H16. 6. 1	2, 526, 734
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出願(アメリカ国内)	金田直樹 塩見格一	H16. 8. 17	10/591, 353
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出願(カナダ国内)	金田直樹 塩見格一	H16. 8. 17	2557810
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出願(EP国内)	金田直樹 塩見格一	H16. 8. 17	04 771 730. 1-2412
カオス論的診断感度増感装置 PCT出願(EP国内)	塩見格一	H16. 10. 20	03744980. 8
移動体の測位方法及びその測位装置	古賀禎 田嶋裕久	H17. 2. 21	2005-044684
誘電体レンズを用いた装置 PCT出願(EP)	米本成人	H17. 7. 27	050767019
誘電体レンズを用いた装置 PCT出願(EP(英国国内))	米本成人	H17. 7. 27	11/574, 012
誘電体レンズを用いた装置 PCT出願(アメリカ国内)	米本成人	H17. 7. 27	11/574, 012
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出願(アメリカ国内)	金田直樹 塩見格一	H17. 11. 16	10/557, 111
チームによる業務の評価・活性化システム	塩見格一	H18. 3. 30	2006-097389
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の活性化システム	塩見格一	H18. 3. 30	2006-097391
異常行動抑制装置	塩見格一	H18. 3. 30	2006-097390
音声中の非発話音声の判別処理方法	塩見格一	H18. 3. 30	2006-093267
発話音声収集用コヒネーション・マイクロフォンシステム	塩見格一	H18. 3. 30	2006-093268
大脳評価装置 PCT出願(インド国内)	塩見格一	H18. 9. 19	5443/DELNP/2006
アレイ型反射板とミリ波レーダ PCT出願(EP国内)	米本成人	H18. 10. 27	06820826. 3
リフレクタアレイ及びミリメートル波レーダ PCT出願(日本国内)	山本憲夫, 米本成人, 山田公男	H18. 10. 27	2008-538435
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 PCT出願(アメリカ国内)	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	12/668, 355
天頂対流圏遅延量の推定値の算出方法	武市昇, 坂井丈泰, 福島荘之介, 伊藤憲	H20. 7. 9	2008-179639
飛行計画表示装置 (ME式飛行計画表示装置)	三垣充彦	H20. 7. 23	2008-189762
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	2008-093544
作業監視システム	塩見格一	H20. 10. 31	2008-281298
作業適正判定システム	塩見格一	H20. 10. 31	2008-277494
GPS衛星信号の品質監視機能を有するGPS衛星信号監視方法及びGPS衛星信号品質監視装置	齊藤真二	H21. 6. 4	2008-281299

第 3 部 現 況



1 東日本大震災での被害

1. 電子航法研究所の被災状況

平成23年3月11日に発生した東日本大震災は実証試験の拠点としていた岩沼分室にも甚大な被害をもたらした。幸いにも職員2名(常勤1、非常勤1)は無事であったが、航空機の全損など、岩沼分室の施設設備に大きな傷跡を残している。

この状況に際し、当研究所では被害状況を迅速に確認し航空局との連絡を密にして対応に当たった。

施設設備の被災状況は以下のとおり。

① 実験用航空機

- ・ 仙台空港内にある整備業者の格納庫内で津波により被災。
- ・ 格納庫内は水没し、実験用航空機はキャビンドアまで水没。
- ・ エンジンも水没し、汚泥を含む海水が内部まで浸潤、修理不可能。
- ・ 機体は、他の物件に衝突し損傷。特に左主翼は整備作業用の足場に衝突して曲り、修理困難。
- ・ 鑑定人によれば、海水に長期間浸かっていたことによる電子機器、エンジンへの塩害は明らかであり、当該機の再飛行は極めて困難と類推され、全損となった。



② GNSS実験設備等

ア. GNSS実験設備

- ・ GNSS機器(分室庁舎内)は津波による浸水により全損。
- ・ 計測機器(分室庁舎内)も津波による浸水により全損。
- ・ 実験局舎(屋外)は津波により浸水・流出し、使用不可能。
- ・ GNSS基準局(屋外)は津波により破壊され、一部が流失。修理不可能。

イ. 電源キュービクル

- ・ 電源キュービクル(屋外)は、津波で水没し故障。
- ・ 岩沼分室、仙台空港内実験施設への電源供給不可。

ウ. 実験用車両

- ・ 津波の被害により、車体上部まで完全に水没し、修理不可能。
- ・ 車両に備え付けていた発電・給電設備、搭載していた計測機器類も全損。



図1

津波が引いた直後の庁舎等の状況

(上段：岩沼分室 下段：格納庫)



図2 実験用航空機の被災状況



図3
GNSS実験設備等の被災状況
(GNSS実験設備、電源キュービクル、実験用車両)

2 平成22年度に購入した主要機器

ILS GPモニタ信号合成器1式
GNSS受信機1式
マルチトラック・フィールドレコーダ4式
GBAS受信機評価用インタフェース製作2式
発話音声分析用ワークステーション1式
広域マルチラテレーション評価用装置1式
三次元電磁界数値解析システム(ハードウェア)1式
デジタル・オーディオ・アナライザ1式
WAM受信装置収容1式
TIS-B監視情報源 パルス発生回路1式
TIS-B監視情報源 インタロゲータ送信機1式
航空管制業務官署用発話音声分析4式
プリント基板加工機1式
ディスクアレイ装置1式
GNSS受信機1式
モードSトランスポンダ1式
風向風速計1式
光ファイバ接続型受動監視システム高周波信号受信処理部1式
光ファイバ接続型受動監視システムターゲット処理部1式
方位信号発生器1式
駆動機構1式
広域マルチラテレーション評価用装置1式
高速スペクトラム・アナライザ1式
航空機搭載用露点温度計1式

3 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と言ったメインフレームを

中心としたシステムを運用してきたが、平成7年度にネットワーク環境の整備の必要性の高まりと、併せて研究内容の変化に対応させるために、ワークステーションをネットワークに接続したシステムに移行し、複数のサーバ・システムと各研究部に設置するローカル・クライアントからなるシステムの運用となった。

平成13年度より、電子計算機システムは、演算サーバ、ファイルサーバ、アプリケーションサーバ、PCサーバ、WWWサーバ等から構成されるサーバ群を1GBaseのデータ転送レートを有する基幹と100MBase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た構成となった。

現在、当所のネットワーク及び電子計算機システムは、メールサーバによる通信、WWWサーバによる情報発信、アプリケーションサーバやファイルサーバによる所内事務の支援等、日々の職務に密接したシステムとして運用されている。

〔ネットワークの現状〕

- ・基幹ネットワークシステム：サーバ8台、スイッチ3台、テープドライブ1台、UPS3台で構成
- ・基幹ネットワーク網：10GBase-LR通信が可能（調布本所一岩沼分室間を除く）

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

なお、同機は平成23年3月11日に発生した東日本大震災による津波にて被災、全損となった。

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

4 刊行物

当研究所の発行する刊行物は、下記のとおりである。

電子航法研究所報告（不定期刊行）
電子航法研究所研究発表会講演概要（年刊）
電子航法研究所年報（年刊）
電子航法研究所要覧〈案内〉（年刊）
電子航法研究所広報誌「e-なび」（季刊）

5 行事等

当研究所の平成22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22年4月18日（日）〕

平成22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4,807名）

第10回研究所設立記念式典〔平成22年4月20日（火）〕

当所設立記念式典を開催した。

研究発表会〔平成22年6月3日（木）～4日（金）〕

平成22年度（第10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387名）

電子航法研究所出前講座を大阪航空局関西空港事務所において開催した。

講座プログラム

1. 電子航法研究所の活動について
(企画課 齋藤 賢一)
2. マルチラレーションの概要と関西国際空港での導入評価結果
(通信・航法・監視領域 上田 栄輔)
3. GBASの概要と研究開発の動向
(通信・航法・監視領域 福島 荘之介)
4. 発話音声による業務負荷等計測技術
(機上等技術領域 塩見 格一)

特別出前講座〔平成22年7月22日（木）〕

電子航法研究所特別出前講座を国土交通省航空局において開催した。

講座プログラム

1. 次世代航空管制システムの安全性評価手法について
(航空交通管理領域 伊藤 恵理)

特別出前講座〔平成22年9月1日（水）〕

電子航法研究所特別出前講座を韓国航空宇宙研究院（KARI）において開催した。

講座プログラム

1. ENRI's Long Time Research Vision
(研究企画統括 山本 憲夫)
2. Examples of Japanese ATM Performance Analyses
(航空交通管理領域 蔭山 康太)
3. Collision risk modeling for RMA practices
(航空交通管理領域 藤田 雅人)
4. Safety design and assessment in development of ENRI's GBAS prototype
(通信・航法・監視領域 吉原 貴之)
5. Development and Dvaluation of Multilateration Srveillance system
(通信・航法・監視領域 宮崎 裕己)
6. ATN Development Activities in Japan
(通信・航法・監視領域 板野 賢)

第36回出前講座〔平成22年9月9日（木）〕

電子航法研究所出前講座を崇城大学（熊本）において開催した。

講座プログラム

1. 電子航法研究所の活動について
(企画課 齋藤 賢一)
2. 先進型地上走行誘導管制（A-SMGC）システムについて
(通信・航法・監視領域 二瓶 子朗)
3. 空港面マルチラレーションシステムの概要
(通信・航法・監視領域 角張 泰之)
4. 航空機の安全運航支援技術に関する研究

- (機上等技術領域 大津山 卓哉)
5. G N S S の概要と G N S S を用いた着陸システムについて
(通信・航法・監視領域 齊藤 真二)

第37回出前講座〔平成22年9月10日(金)〕

電子航法研究所出前講座を大阪航空局熊本空港事務所において開催した。

講座プログラム

1. 航空機の安全運航支援技術に関する研究
(機上等技術領域 大津山 卓哉)
2. 先進型地上走行誘導管制(A-SMG C)システムの開発動向について
(通信・航法・監視領域 二瓶 子朗)
3. 空港面マルチラテレーションシステムの概要
(通信・航法・監視領域 上田 栄輔)
4. 光ファイバ接続型受動監視システム(OCTPASS)の概要
(通信・航法・監視領域 角張 泰之)

第38回出前講座〔平成22年9月17日(金)〕

電子航法研究所出前講座を東京消防庁航空隊において開催した。

講座プログラム

1. 南極でのGPS観測と越冬生活
(航空交通管理領域 新井 直樹)

第39回出前講座〔平成22年10月7日(木)〕

電子航法研究所出前講座を(社)日本航空宇宙工業会において開催した。

講座プログラム

1. 電子航法研究所における航空交通管理に係わる主な研究
(研究企画統括 山本 憲夫)
2. 『新しい航空管制』の海外動向について
(航空交通管理領域 福田 豊)

第40回出前講座〔平成22年10月29日(金)〕

電子航法研究所出前講座を早稲田大学理工学部において開催した。

講座プログラム

1. 電子航法研究所の概要
(企画課 齋藤 賢一)
2. 航空交通システム長期ビジョンCARATS
(機上等技術領域 小瀬木 滋)

第41回出前講座〔平成22年11月2日(火)〕

電子航法研究所出前講座を(株)ジャムコにおいて開催した。

講座プログラム

1. 大規模数値解析を用いた航空機電磁環境推定
(機上等技術領域 二ツ森 俊一)

第2回ATM/CNSに関する国際ワークショップ(EIWAC2010)〔平成22年11月10日(水)～平成22年11月12日(金)〕

電子航法研究所としては2回目となる国際ワークショップを秋葉原コンベンションホールにおいて開催した
(3日間延べ来場者数 約540名) 講演内容は別頁に記載

第42回出前講座〔平成22年11月25日(木)〕

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. 航空管制のヒューマンファクタに関する研究
(航空交通管理領域 青山 久枝)
2. ATM/CNSに関する最近の研究動向(EIWAC2010から)
(機上等技術領域 小瀬木 滋)

特別出前講座〔平成22年12月10日(金)〕

電子航法研究所出前講座を早稲田大学理工学術院において開催した。

講座プログラム

1. 衛星航法に関する研究について
(通信・航法・監視領域 坂井 丈泰)

第43回出前講座〔平成22年12月15日(水)〕

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。

講座プログラム

1. GPS補助的使用基準の緩和に関する基礎調査
(通信・航法・監視領域 坂井 丈泰)

第44回出前講座〔平成22年12月16日（木）〕

電子航法研究所出前講座を航空交通管理センターにおいて開催した。

講座プログラム

1. 航空交通管理に関する研究の概要
(航空交通管理領域 藤森 武男)
2. ATMパフォーマンスの研究から
(航空交通管理領域 蔭山 康太)
3. 航空交通の同期化に関する研究
(航空交通管理領域 藤田 雅人)
4. トラジェクトリ予測モデルの研究開発
(航空交通管理領域 瀬之口 敦)
5. JICAフィリピンATFM支援活動
(航空交通管理領域 木村 章)

第45回出前講座〔平成23年1月26日（水）〕

電子航法研究所出前講座を東京航空局成田空港事務所において開催した。

講座プログラム

1. 広域マルチラテレーション (WAM) の開発について
(通信・航法・監視領域 宮崎 裕己)
2. 高性能型マルチラテレーション (OCTPASS) の開発について
(通信・航法・監視領域 角張 泰之)

第46回出前講座〔平成23年1月27日（木）〕

電子航法研究所出前講座を（独）航空大学校仙台分校において開催した。

講座プログラム

1. GNSSの概要とGNSSを用いた着陸システムについて
(通信・航法・監視領域 工藤 正博)

第47回出前講座〔平成23年1月28日（金）〕

電子航法研究所出前講座を大阪航空局那覇空港事務所において開催した。

講座プログラム

1. GNSSによる航空航法
(通信・航法・監視領域 星野尾 一明)
2. 航空機の電磁干渉問題に対応するシールド材料の評価
(機上等技術領域 河村 暁子)
3. 声による心身状態評価技術開発の経緯と展望
(機上等技術領域 塩見 格一)

第48回出前講座〔平成23年1月29日（土）〕

電子航法研究所出前講座を（社）日本航空機操縦士協会沖縄支部において開催した。

講座プログラム

1. 電子航法研究所の概要
(企画課 片山 雅敏)
2. GNSSによる航空航法
(通信・航法・監視領域 星野尾 一明)
3. 航空機の電磁干渉問題に対応するシールド材料の評価
(機上等技術領域 河村 暁子)
4. 声による心身状態評価技術開発の経緯と展望
(機上等技術領域 塩見 格一)

第49回出前講座〔平成23年1月28日（金）〕

電子航法研究所出前講座を大阪航空局関西空港事務所において開催した。

講座プログラム

1. GBASの概要と開発動向
(通信・航法・監視領域 福島 荘之介)

第1回研究交流会〔平成22年6月24日（木）〕

(財) 鉄道総合研究所と、以下の研究説明及び意見交換を行った。

「管制官業務負担映像化」

説明者：青山 久枝（航空交通管理領域）

「ATMパフォーマンス」

説明者：蔭山 康太（航空交通管理領域）

「SSRモードS」

説明者：古賀 禎（機上等技術領域）

第2回研究交流会〔平成22年8月20日（金）〕

以下の講演及び意見交換を行った。

講演「STUDY OF IONOSPHERIC EFFECT ON SBAS IN LOW LATITUDE REGIONS(USE OF A 3D MODEL)」

講演者：Pierre Louve 氏 (ENAC留学生)
講演「DAPs Validation」
講演者：Ainga Ramian 氏 (ENAC留学生)
講演「Enhancement of 1090MHz Mode S signal reception techniques」
講演者：Cissako Ibourahima 氏 (ENAC留学生)
講演「航空機の遅延時間の変動の解析」
講演者：西村 剛志 氏 (電気通信大学生)

第3回研究交流会〔平成22年9月2日(木)〕

以下の講演及び意見交換を行った。
講演「欧米のTBO運用コンセプトについて」
講演者：福田 豊 (航空交通管理領域)
講演「CARATSにおけるトラジェクトリベース運用」
講演者：坂井 丈泰 (通信・航法・監視領域)

第4回研究交流会〔平成22年10月18日(月)〕

CARATS W/Gメンバー間による進捗報告会を実施した。

第5回研究交流会〔平成22年11月29日(月)〕

以下の講演及び意見交換を行った。
講演「渋滞学について」
講演者：西成 活裕 氏 (東京大学先端科学技術研究センター教授)

第6回研究交流会〔平成22年12月9日(木)〕

以下の講演及び意見交換を行った。
講演「S.O.D.A-analyzing MLAT data」
講演者：Hanno Wiese氏 (Frankfurt Airport Services Worldwide)

平成22年度評議員会〔平成23年 2月21日(月)〕

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「カテゴリⅢ着陸に対応したGBAS (GAST-D)の安全性設計及び検証技術の開発」
「ハイブリット監視技術の研究」
「ATMパフォーマンス評価手法の研究」
事後評価課題「SSRモードSの高度運用技術の研究」
「ATMパフォーマンスの研究」
「航空機の安全運航支援技術に関する研究」
「電波特性の監視に関する研究」
「RNAV経路における総合的安全性評価手法の研究」

**The Second
ENRI International Workshop on ATM/CNS
(EIWAC 2010)**

Safety, Efficiency, and Environment



November 10-12 , 2010

Akihabara Convention Hall , Tokyo, JAPAN

Organized by

Electronic Navigation Research Institute

In Cooperation with

Civil Aviation Bureau of Japan (JCAB)
Japan Society for Aeronautical and Space Science (JSASS)
The Institute of Electronic, Information and Communication
Engineers (IEICE)
The Japan Institute of Navigation (JIN)
The Institute of Positioning, Navigation and Timing (IPNTJ)

**Proceedings of the Second
ENRI International Workshop on ATM/CNS
(EIWAC2010)
Safety , Efficiency, and Environment**

November 10-12 , 2010
Akihabara Convention Hall , Tokyo, JAPAN

Wednesday, 10th November

Plenary Session 1 -Chair K. Yamamoto, ENRI

[EN-P1] Update of SESAR project

+P. Hecker,

Single European Sky ATM Research (SESAR) Joint Undertaking, Germany

[EN-P2] CNS/ATM R&D Activities in Korea

+D. M. Kim,

Korea Aerospace Research Institute (KARI), Korea

[EN-P3] Paving the Way for Future Air Traffic Management

+F. S. Nieto,

Spanish Aviation Authority, Spain

Plenary Session 2 -Chair K. Nakatsubo, ENRI

[EN-P4] Update of the ENRI Long Term R&D Vision

+K. Yamamoto,

Electronic Navigation Research Institute (ENRI), Japan

[EN-P5] CARATS : Long-Term Vision of Future Air Traffic Systems in Japan

+T. Nakada,

Civil Aviation Bureau of Japan (JCAB), Japan

[EN-P6] Boeing Air Traffic Management Overview and Status

+M. Harris,

Boeing Commercial Airplanes, USA

Panel Discussion -Chair K. Yamamoto, ENRI

Panelists

F. S. Nieto, *Spanish Aviation Authority*

K. Ito, *Civil Aviation Bureau of Japan*

P. Hecker, *University of Braunschweig*

S. Suzuki, *University of Tokyo*

T. Inagaki, *University of Tsukuba*

Y. Hirao, *Nagaoka University of Technology*

Thursday 11th November

Technical Session Navigation (GNSS) -Chair K.Ito, ENRI

[EN-033] Diurnal and Seasonal Variation of Total Electron Content (TEC) at Chumphon and Bangkok, Thailand

S. Rungraengwajjake, ⁺P. Supnithi,
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand
T. Tsugawa,
National Institute of Information and Communications Technology (NICT), Japan

[EN-042] Development of GBAS Ionosphere Anomaly Monitor Standards to Support Category III Operations

⁺M. Harris,
Boeing Commercial Airplanes, USA

[EN-047] Estimation of GPS Receiver Inter-Frequency Bias for Operational Ionosphere Monitoring in GBAS

⁺J. Lee, S. Jung, E. Bang,
Korea Advanced Institute of Science & Technology (KAIST), Korea

[EN-046] Study of INS-Aided GPS Tracking Performance under Simulated Ionospheric Scintillation Associated with Plasma Bubbles

⁺T. Tsuji, T. Fujiwara, Y. Suganuma,
Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), Japan
K. Matsunaga,
Electronic Navigation Research Institute (ENRI), Japan

Technical Session Surveillance 1 -Chair T.Koga, ENRI

[EN-105] Evaluation Results of Airport Surface Multilateration

⁺H. Miyazaki, T. Koga, E. Ueda, Y. Kakubari, S. Nihei,
Electronic Navigation Research Institute (ENRI), Japan

[EN-113] Development of TIS-B system for situation awareness enhancement

⁺T. Otsuyama, S. Ozeki, M. Shioji,
Electronic Navigation Research Institute (ENRI), Japan

[EN-015] Global surveillance system based on 1090ES ADS-B and satellite-transmitters

⁺V. Lavrov, A. Usoltsev,
Reshetnev ISS, Russia
A. Shilov,
Roscosmos, Russia
S. Trofimov,
Monitor Soft, Russia

Technical Session Surveillance 2 -Chair H.Miyazaki, ENRI

[EN-008] Improved radar coverage in Algeria, for a better integration of CNS / ATM concept

⁺A. Boudani, A. Zobot, M. Lagha, S. Bergheul, H. Saci,
Saad Dahlab University of Blida, Algeria

[EN-048] Enhancing Wake Vortex Surveillance Capability Using Innovative Fusion Approaches

⁺S. Schoenhals, M. Steen, P. Hecker,
Technische Universitaet Braunschweig, Germany

Thursday 11th November

Technical Session Trajectory Management -Chair S.Ozeki, ENRI

- [EN-023] **Aircraft Conflict Resolution by Genetic Algorithm and B-Spline Approximation**
⁺D. Delahaye, C. Peyronne, S. Puechmorel,
École Nationale de l'Aviation Civile (ENAC), France
M. Mongeau,
Universite Toulouse, France
- [EN-039] **Facilitation of Continuous Descent Arrivals with Improved Efficiency and Predictability by the Use of Tailored Descent Wind Forecasts**
⁺G. N. McDonald, J. Bronsvort,
Airservices Australia, Australia
R. Potts,
Australian Government Bureau of Meteorology, Australia
E. Gutt,
(formerly with) Emirates Airlines, UAE
- [EN-024] **Clustering radar tracks to evaluate efficiency indicators**
⁺R. Winkler, A. Temme, C. Boesel,
German Aerospace Center (DLR), Germany
R. Kruse,
Otto-von-Guericke University, Germany
- [EN-103] **Development of Trajectory Prediction Model**
⁺Y. Fukuda, M. Shirakawa, A. Senoguchi,
Electronic Navigation Research Institute (ENRI), Japan

Technical Session Traffic Capacity & Congestion Management -Chair K.Kageyama, ENRI

- [EN-012] **Validation of En Route Capacity Model with Peak Counts from the US National Airspace System**
⁺J. Welch, J. Andrews,
MIT Lincoln Laboratory, USA
J. Post,
Federal Aviation Administration (FAA), USA
- [EN-011] **Airspace Design using a Workload Node-based GA**
⁺X. Ruiz-Hernández, J. M. Rísquez, V.F. Gómez,
Ingeniería y Economía del Transporte S.A., (INECO), Spain
- [EN-002] **Designing 3D ATC Sectors by using a “Genetic Algorithm”-based methodology**
⁺J.M. Rísquez, V.M. Bustos, V.F. Gómez,
Ingeniería y Economía del Transporte S.A., (INECO), Spain

Technical Session ATM Modeling -Chair Y.Fukuda, ENRI

- [EN-037] **Airborne Conflict Modeling and Resolution for UAS Insertion in Civil Non-Segregated Airspace**
C. A. Persiani, ⁺S. Bagassi,
University of Bologna, Italy
- [EN-020] **A Queueing Model with Scheduled Arrivals under 4D Trajectory-Based Operations**
⁺T. Nikoleris, M. Hansen,
University of California, USA
- [EN-029] **Fluctuation Scaling in the Air Traffic Controller Communication Activities**
⁺Y. Wang, M. Hu,
Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, China
V. Duong,
EUROCONTROL, France
- [EN-102] **Study of Traffic Synchronization**
⁺C. Gwiggner,
Electronic Navigation Research Institute (ENRI), Japan

Thursday 11th November

Technical Session Safety Research -Chair S.Nagaoka, ENRI

- [EN-044] **Safety nets performance assessment: the encounter-model methodology as a cornerstone to provide quantified results for ACAS and STCA**
+J. M. Loscos, C. Aveneau,
Direction des Services de la Navigation Aérienne (DSNA), France
- [EN-032] **High Density en Route Airspace Safety Level and Collision Risk Estimation Based on Stored Aircraft Tracks**
+E. Garcia, F. Saez, R. Arnaldo,
Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Spain
- [EN-049] **Risk Compensation in General Aviation: The Effect of Ballistic Parachute Systems**
+C. Hartman, I. Dabipi, J. Dodoo, J. Burrows-McElwain,
University of Maryland Eastern Shore, USA
- [EN-110] **Safety Analysis for Reduction of Longitudinal Time Separation Minima on Oceanic Routes**
+R. Mori,
Electronic Navigation Research Institute (ENRI), Japan

Technical Session Human factors 1 -Chair C.Gwiggner, ENRI

- [EN-019] **Understanding the effect of alcohol consumption by Airline Passengers in Safety Sensitive Aisles**
+J.B. Burrows-McElwain, I.K. Dabipi, C.E. Hartman, J. Dodoo,
University of Maryland Eastern Shore, USA
- [EN-111] **Development of “cereameter”**
+K. Shiomi,
Electronic Navigation Research Institute (ENRI), Japan
- [EN-114] **Introduction to the SESAR WPE Research Network : HALA!
(Higher Automation Levels in ATM)**
F. Saez, +E. Garcia,
Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Spain
D. Schaefer,
EUROCONTRO, France

Technical Session Human factors 2 -Chair T.Tsuchiya, Univ. of Tokyo

- [EN-034] **A Controller-in-the-Loop Simulation of Ground-Based Automated Separation Assurance in a NextGen Environment**
+J. Homola, T. Prevot, J. Mercer, C. Brasil, L. Martin, C. Cabral,
San Jose State University / NASA Ames Research Center, USA
- [EN-031] **Human Factors in General Aviation: FAA and ASF efforts to mitigate accidents and Fatalities**
+J. N. D. Dodoo, I. K. Dabipi, C. Hartman, J. B. Burrows-McElwain,
University of Maryland Eastern Shore, USA
- [EN-022] **An integrated Wake Vortex Visualization Concept for existing Cockpit Display Systems**
S. Kocks, S. Bode, +T. Feuerle, C. Paetzold, S. Schoenhals, P. Hecker,
Technische Universitaet Braunschweig, Germany
- [EN-018] **Human factors in general aviation flight instruction authenticity: A measure of student's perceived satisfaction**
+J. B. Burrows-McElwain, I.K. Dabipi, C.E. Hartman, J. Dodoo,
University of Maryland Eastern Shore, USA

Friday 12th November

Technical Session Communication & Information Sharing 1 -Chair J.Kitaori, ENRI

- [EN-009] **Flight Object – A Component of Global Air Traffic Management**
R. Jehlen, ⁺M. Tanino,
Federal Aviation Administration (FAA), USA
- [EN-014] **The ESA Iris Programme – a new satellite communication system for Air Traffic Management ATM**
⁺N. Ricard, C. Morlet, A. Santovincenzo,
European Space Agency (ESA), Netherland

Technical Session Navigation (GNSS) -Chair M.Kudo, ENRI

- [EN-005] **GBAS CAT II/III concepts for flexible approach procedures**
⁺T. Feuerle, M. Bitter, P. Hecker, R. Geister,
Technische Universitaet Braunschweig, Germany
- [EN-107] **Impact of the low latitude ionosphere disturbances on GNSS studied with a three-dimensional ionosphere model**
⁺S. Saito, N. Fujii,
Electronic Navigation Research Institute (ENRI), Japan
- [EN-030] **Using SBAS to Enhance GBAS User Availability: Results and Extensions to Enhance Air Traffic Management**
⁺S. Pullen, M. Luo, T. Walter, P. Enge,
Stanford University, USA
- [EN-108] **Highly-Accurate Positioning Experiment System Using QZSS at ENRI**
⁺K. Ito, T. Sakai, S. Fukushima,
Electronic Navigation Research Institute (ENRI), Japan

Technical Session Communication & Information Sharing 2 -Chair Y.Sumiya, ENRI

- [EN-027] **Aeronautical satellite propagation channel characteristics using multiple antennas**
⁺T. A. Myrvoll, J.E Hakegard, B. Holter,
SINTEF ICT, Norway
- [EN-028] **On the use of MIMO in aeronautical communications**
⁺B. Holter, J.E. Hakegard, T.A. Myroll,
SINTEF ICT, Norway
- [EN-109] **Autonomous Decentralized Coordination Technology for Secondary Surveillance Radar (SSR) Mode S**
⁺T. Koga,
Electronic Navigation Research Institute (ENRI), Japan

Friday 12th November

Plenary Session 3 -Chair K.Yamamoto, ENRI

[EN-P6] Update of NextGen project

+J. Merkle,
Federal Aviation Administration (FAA), USA

Technical Session Airport Management 1 -Chair N.Yonemoto, ENRI

[EN-001] Potential Impact of Data Variance on the Prediction of Key Performance Indicators (KPI) as a Decision Variable for Airport Pretactical Decision Making within a Total Airport Management (TAM) Airport Operations Center (APOC)

+F. Piekert,
German Aerospace Center (DLR), Germany
M. Strasser,
ATRICS - Advanced Traffic Solutions, Germany

[EN-026] Field Observations During Aircraft Turn-Round Process: Applying a Qualitative Cognitive Model

+M. Groppe, R. Pagliari, D. Harris,
Cranfield University, UK

Technical Session Traffic Capacity & Congestion Management -Chair M.Harigae, JAXA

[EN-007] A Prototype of an pre-tactical Airport Centered Flow Management

+S. Marx, K. Nachtigall,
Technische Universität Dresden, Germany
E. Rehwald, P. Hecker,
Technische Universitaet Braunschweig, Germany
K. Schwentek,
DFS GmbH – German Air Navigation Services, Germany

[EN-010] Facilitating Free Flight Conflict Resolution using Nautical Minute Discretisation

+P. Simon, C. Bil,
Royal Melbourne Institute of Technology, Australia

[EN-106] Runway Capacity Estimation for Haneda Airport with 4th Runway

+T. Hirata, A. Shimizu,
Institution for Transport Policy Studies (ITPS), Japan
T. Yai,
Tokyo Institute of Technology (Tokyo Tech), Japan

Technical Session Airport Management 2 -Chair S.Fukushima, ENRI

[EN-004] Analyzing the Impact of the European Gates Concept on En-route Congestion

+H. Fakih,
University of Žilina, Slovakia

[EN-025] Analyzing airlines potential cost savings when reducing delays in international air traffic

+M. Kreuz,
AT-One, Germany

[EN-104] An Analysis of Surface Traffic of a Large Airport – Characteristics of Departure Aircraft Congestion –

+I. Yamada, H. Aoyama, Y. Fukuda, R. Mori,
Electronic Navigation Research Institute (ENRI), Japan

6 職員表彰

◎ 理事長表彰（平成22年4月1日）

永年勤続（30年）

青山 久枝（航空交通管理領域）

永年勤続（20年）

福島 幸子（航空交通管理領域）

特 別

米本 成人（機上等技術領域）

「小型・軽量化したミリ波モジュールの開発」

齋藤 享（通信・航法・監視領域）

「ION-GNSSにおける最優秀論文（発表）賞の授与」

◎ 理事長表彰（平成23年3月31日）

退 職

山本 憲夫（研究企画統括）

塩地 誠（機上等技術領域）

付 録



1 独立行政法人電子航法研究所法

(平成十一年十二月二十二日法律第二百十号)

最終改正：平成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、別に辞令を發せられない限り、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）第百八条の二第一項に規定する職員団体であつて、その構成員の過半数が引継職員であるものは、研究所の成立の際国営企業及び特定独立行政法人の労働関係に関する法律（昭和三十二年法律第二百五十七号）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（昭和三十四年法律第七十四号）第二条及び第五条第二項の規定に適合する旨の労働委員会の証明を受け、かつ、その主たる事務所の所在地において登記しなければ、その日の経過により解散するものとする。

3 第一項の規定により労働組合となったものについては、研究所の成立の日から起算して六十日を経過する日までは、労働組合法第二条ただし書（第一号に係る部分に限る。）の規定は、適用しない。

(権利義務の承継等)

第五条 研究所の成立の際、第十条に規定する業務に関し、現に国が有する権利及び義務のうち政令で定めるものは、研究所の成立の時において研究所が承継する。

2 前項の規定により研究所が国の有する権利及び義務を承継したときは、その承継の際、承継される権利に係る土地、建物その他の財産で政令で定めるものの価額の合計額に相当する金額は、政府から研究所に対し出資されたものとする。

3 前項の規定により政府から出資があったものとされる同項の財産の価額は、研究所の成立の日現在における時価を基準として評価委員が評価した価額とする。

4 前項の評価委員その他評価に関し必要な事項は、政令で定める。

(国有財産の無償使用)

第六条 国土交通大臣は、研究所の成立の際現に国土交通省に置かれる試験研究機関であつて電子航法に関する試験、調査、研究及び開発を行うものに使用されている国有財産で政令で定めるものを、政令で定めるところにより、研究所の用に供するため、研究所に無償で使用させることができる。

(政令への委任)

第七条 附則第二条から前条までに定めるもののほか、研究所の設立に伴い必要な経過措置その他この法律の施行に関し必要な経過措置は、政令で定める。

附 則（平成一二年五月二六日法律第八四号）抄

(施行期日)

第一条 この法律は、平成十二年六月一日から施行する。

附 則（平成一八年三月三十一日法律第二八号）抄

(施行期日)

第一条 この法律は、平成十八年四月一日から施行する。ただし、附則第九条第二項及び第三項並びに第十五条の規定は、

公布の日から施行する。

(職員の引継ぎ等)

第二条 この法律の施行の際現に独立行政法人北海道開発土木研究所及び独立行政法人海技大学校（以下「北海道開発土木研究所等」という。）の職員である者は、別に辞令を発せられない限り、この法律の施行の日（以下「施行日」という。）において、それぞれ、独立行政法人北海道開発土木研究所の職員にあつては独立行政法人土木研究所の、独立行政法人海技大学校の職員にあつては独立行政法人海技教育機構の職員となるものとする。

2 この法律の施行の際現に独立行政法人土木研究所、独立行政法人建築研究所、独立行政法人交通安全環境研究所、独立行政法人海上技術安全研究所、独立行政法人港湾空港技術研究所、独立行政法人電子航法研究所、独立行政法人航海訓練所、独立行政法人海員学校及び独立行政法人航空大学校の職員である者は、別に辞令を発せられない限り、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八十二号）に基づく退職手当は、支給しない。

2 施行日後の土木研究所等は、前項の規定の適用を受けた当該施行日後の土木研究所等の職員の退職に際し、退職手当を支給しようとするときは、その者の国家公務員退職手当法第二条第一項に規定する職員（同条第二項の規定により職員とみなされる者を含む。）としての引き続いた在職期間を当該施行日後の土木研究所等の職員としての在職期間とみなして取り扱うべきものとする。

3 施行日の前日に独立行政法人土木研究所、独立行政法人建築研究所、独立行政法人交通安全環境研究所、独立行政法人海上技術安全研究所、独立行政法人港湾空港技術研究所、独立行政法人電子航法研究所、独立行政法人北海道開発土木研究所、独立行政法人海技大学校、独立行政法人航海訓練所、独立行政法人海員学校及び独立行政法人航空大学校（以下「施行日前の土木研究所等」という。）の職員として在職する者が、附則第二条の規定により引き続いて施行日後の土木研究所等の職員となり、かつ、引き続き当該施行日後の土木研究所等の職員として在職した後引き続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いた在職期間とみなす。ただし、その者が当該施行日後の土木研究所等を退職したことにより退職手当（これに相当する給付を含む。）の支給を受けているときは、この限りでない。

4 施行日後の土木研究所等は、施行日の前日に施行日前の土木研究所等の職員として在職し、附則第二条の規定により引

き続いて施行日後の土木研究所等の職員となった者のうち施行日から雇用保険法（昭和四十九年法律第百十六号）による失業等給付の受給資格を取得するまでの間に当該施行日後の土木研究所等を退職したものであって、その退職した日まで当該施行日前の土木研究所等の職員として在職したものとしたならば国家公務員退職手当法第十条の規定による退職手当の支給を受けることができるものに対しては、同条の規定の例により算定した退職手当の額に相当する額を退職手当として支給するものとする。

（国家公務員退職手当法の適用に関する経過措置）

第五条 施行日前に施行日前の土木研究所等を退職した者に関する国家公務員退職手当法第十二条の二及び第十二条の三の規定の適用については、独立行政法人土木研究所及び独立行政法人北海道開発土木研究所を退職した者にあつては独立行政法人土木研究所の、独立行政法人建築研究所を退職した者にあつては独立行政法人建築研究所の、独立行政法人交通安全環境研究所を退職した者にあつては独立行政法人交通安全環境研究所の、独立行政法人海上技術安全研究所を退職した者にあつては独立行政法人海上技術安全研究所の、独立行政法人港湾空港技術研究所を退職した者にあつては独立行政法人港湾空港技術研究所の、独立行政法人電子航法研究所を退職した者にあつては独立行政法人電子航法研究所の、独立行政法人海技大学校及び独立行政法人海員学校を退職した者にあつては独立行政法人海技教育機構の、独立行政法人航海訓練所を退職した者にあつては独立行政法人航海訓練所の、独立行政法人航空大学校を退職した者にあつては独立行政法人航空大学校の理事長は、同法第十二条の二第一項に規定する各省各庁の長等とみなす。

（労働組合についての経過措置）

第六条 この法律の施行の際現に存する特定独立行政法人等の労働関係に関する法律（昭和二十三年法律第二百五十七号。次条において「特労法」という。）第四条第二項に規定する労働組合であつて、その構成員の過半数が附則第二条の規定により施行日後の土木研究所等の職員となる者であるもの（以下この項において「旧労働組合」という。）は、この法律の施行の際労働組合法（昭和二十四年法律第百七十四号）の適用を受ける労働組合となるものとする。この場合において、旧労働組合が法人であるときは、法人である労働組合となるものとする。

- 2 前項の規定により法人である労働組合となったものは、施行日から起算して六十日を経過する日までに、労働組合法第二条及び第五条第二項の規定に適合する旨の労働委員会の証明を受け、かつ、その主たる事務所の所在地において登記しなければ、その日の経過により解散するものとする。
- 3 第一項の規定により労働組合法の適用を受ける労働組合となったものについては、施行日から起算して六十日を経過する日までは、同法第二条ただし書（第一号に係る部分に限る。）の規定は、適用しない。

（不当労働行為の申立て等についての経過措置）

第七条 施行日前に特労法第十八条の規定に基づき施行日前の土木研究所等がした解雇に係る中央労働委員会に対する申立て及び中央労働委員会による命令の期間については、なお従前の例による。

- 2 この法律の施行の際現に中央労働委員会に係属している施行日前の土木研究所等とその職員に係る特労法の適用を受ける労働組合とを当事者とするあつせん、調停又は仲裁に係る事件に関する特労法第三章（第十二条及び第十六条の規定を除く。）及び第六章に規定する事項については、なお従前の例による。

(北海道開発土木研究所等の解散等)

- 第八条** 北海道開発土木研究所等は、この法律の施行の時ににおいて解散するものとし、次項の規定により国が承継する資産を除き、その一切の権利及び義務は、その時ににおいて、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ承継する。
- 2 この法律の施行の際現に北海道開発土木研究所等有する権利のうち、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれその業務を確実に実施するために必要な資産以外の資産は、この法律の施行の時ににおいて国が承継する。
- 3 前項の規定により国が承継する資産の範囲その他当該資産の国への承継に関し必要な事項は、政令で定める。
- 4 北海道開発土木研究所等の平成十七年四月一日に始まる事業年度に係る独立行政法人通則法（平成十一年法律第百三号。以下この条において「通則法」という。）第三十八条の規定による財務諸表、事業報告書及び決算報告書の作成等については、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ行うものとする。
- 5 北海道開発土木研究所等の平成十七年四月一日に始まる事業年度における業務の実績については、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ評価を受けるものとする。この場合において、通則法第三十二条第三項の規定による通知及び勧告は、それぞれ独立行政法人土木研究所又は独立行政法人海技教育機構に対してなされるものとする。
- 6 北海道開発土木研究所等の平成十七年四月一日に始まる事業年度における利益及び損失の処理については、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ行うものとする。
- 7 北海道開発土木研究所等の平成十三年四月一日に始まる通則法第二十九条第二項第一号に規定する中期目標の期間（以下この条において「中期目標の期間」という。）に係る通則法第三十三条の規定による事業報告書の提出及び公表については、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ行うものとする。
- 8 北海道開発土木研究所等の平成十三年四月一日に始まる中期目標の期間における業務の実績については、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ評価を受けるものとする。この場合において、通則法第三十四条第三項において準用する通則法第三十二条第三項の規定による通知及び勧告は、それぞれ独立行政法人土木研究所又は独立行政法人海技教育機構に対してなされるものとする。
- 9 北海道開発土木研究所等の平成十三年四月一日に始まる中期目標の期間における積立金の処分は、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ従前の例により行うものとする。この場合において、附則第十二条第一号の規定による廃止前の独立行政法人北海道開発土木研究所法（平成十一年法律第二百十一号。次条第一項において「旧北海道開発土木研究所法」という。）第十二条第一項中「当該中期目標の期間の次の」とあるのは「独立行政法人土木研究所の平成十八年四月一日に始まる」と、「次の中期目標の期間における前条」とあるのは「中期目標の期間における独立行政法人土木研究所法（平成十一年法律第二百五号）第十二条」と、附則第十二条第二号の規定による廃止前の独立行政法人海技大学校法（平成十一年法律第二百十二号。次条第一項及び附則第十一条において「旧海技大学校法」という。）第十一条第一

項中「当該中期目標の期間の次の」とあるのは「独立行政法人海技教育機構の平成十八年四月一日に始まる」と、「次の中期目標の期間における前条」とあるのは「中期目標の期間における独立行政法人海技教育機構法（平成十一年法律第二百十四号）第十一条」とする。

10 第一項の規定により北海道開発土木研究所等が解散した場合における解散の登記については、政令で定める。

（独立行政法人土木研究所又は独立行政法人海技教育機構への出資）

第九条 前条第一項の規定により独立行政法人土木研究所又は独立行政法人海技教育機構が北海道開発土木研究所等の権利及び義務を承継したときは、それぞれその承継に際し、独立行政法人土木研究所又は独立行政法人海技教育機構が承継する資産の価額（同条第九項の規定により読み替えられた旧北海道開発土木研究所法第十二条第一項又は旧海技大学校法第十一条第一項の規定による承認を受けた金額があるときは、当該金額に相当する金額を除く。）から負債の金額を差し引いた額は、政府から独立行政法人土木研究所又は独立行政法人海技教育機構に出資されたものとする。

2 前項に規定する資産の価額は、施行日現在における時価を基準として評価委員が評価した価額とする。

3 前項の評価委員その他評価に関し必要な事項は、政令で定める。

（独立行政法人土木研究所に係る国有財産の無償使用）

第十条 国土交通大臣は、この法律の施行の際現に独立行政法人北海道開発土木研究所に使用されている国有財産であっ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：平成二二年一月二六日国土交通省令第五五号

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。

(通則法第八条第三項に規定する主務省令で定める重要な財産)

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。）第八条第三項に規定する主務省令で定める重要な財産は、その保有する財産であつて、その通則法第四十六条の二第一項又は第二項の認可に係る申請の日（各項ただし書の場合にあつては、当該財産の処分に関する計画を定めた通則法第三十条第一項の中期計画の認可に係る申請の日）における帳簿価額（現金及び預金にあつては、申請の日におけるその額）が五十万円以上のもの（その性質上通則法第四十六条の二の規定により処分することが不適当なものを除く。）その他国土交通大臣が定める財産とする。

(業務方法書に記載すべき事項)

第二条 研究所に係る通則法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)

第三条 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)

第四条 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)

第五条 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)

第六条 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)

第七条 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)

第八条 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)

第九条 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（第十三条において「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)

- 第十条** 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。

(対応する収益の獲得が予定されない資産除去債務に係る除去費用等)

第十一条 国土交通大臣は、研究所が業務のため保有し又は取得しようとしている有形固定資産に係る資産除去債務に対応する除去費用に係る費用配分額及び時の経過による資産除去債務の調整額（以下この条において「除去費用等」という。）についてその除去費用等に対応すべき収益の獲得が予定されていないと認められる場合には、当該除去費用等を指定することができる。

(譲渡差額を損益計算上の損益に計上しない譲渡取引)

第十二条 国土交通大臣は、研究所が通則法第四十六条の二第二項の規定に基づいて行う不要財産の譲渡取引についてその譲渡差額を損益計算上の損益に計上しないことが必要と認められる場合には、当該譲渡取引を指定することができる。

(財務諸表)

第十三条 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)

第十四条 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)

第十五条 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

(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)

第十六条 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)

第十七条 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)

第十八条 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。

附 則 （平成二二年一月二六日国土交通省令第五五号） 抄

（施行期日）

第一条 この省令は、独立行政法人通則法の一部を改正する法律の施行の日（平成二十二年十一月二十七日）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う研究所の任務を的確に遂行するものとする。

また、研究所は、本中期目標期間より非公務員型の独立行政法人へ移行することから、国に加え大学、民間等と人事交流などの連携を促進すること等により、そのメリットを最大限活用するものとする。

第1 中期目標の期間

平成18年4月1日から平成23年3月31日までの5年間とする。

第2 業務運営の効率化に関する事項

1. 組織運営

(1) 組織運営の合理化・適正化の推進

中期計画において、組織運営に関する計画と目標を具体的に定めることにより、組織運営の合理化・適正化を推進するとともに、その実施状況と目標達成状況について、定期的な自己点検・評価を実施すること。また、年度計画については、中期計画を基本としつつ、自己点検・評価結果及び独立行政法人評価委員会の年度評価結果を踏まえた改善策を盛り込むこと等により、組織運営を効果的・効率的かつ機動的に行うこと。

(2) 業務執行体制の見直し等

高度化、多様化する社会ニーズに迅速かつ的確に対応でき、理事長のリーダーシップと研究企画・総合調整機能を最大限発揮できるように業務執行体制を見直し、責任の範囲と所在を明確にした組織運営を行うこと。また、専門分野を集約した組織構成とすることにより、研究開発機能の専門性と柔軟性の向上を図ること。

特に重要なプロジェクトの推進については、プロジェクトチームにより自立的・弾力的な組織編成を行うこと。

2. 人材活用

(1) 職員の業績評価

職員の自発的な能力向上を促し、これを最大限発揮させるため、職員の業績評価を職務、職責、社会ニーズへの貢献度等を勘案して、厳正かつ公正に行うこと。また、職員の自主性、自立性及び創造性を尊重し、公平性を維持する観点から、業績評価結果に基づいて適切な処遇を行うこと。

(2) 職員の任用

職員の採用と配置は、研究開発業務が高度な専門性を維持して効果的・効率的に実施されるとともに、研究所のポテンシャル向上が図られるよう、戦略的に実施すること。

特に若手研究者の任用については、多様な人材を確保し、資質・能力に応じた配置とすること。

(3) 外部人材の活用

研究所のポテンシャル及び研究開発機能の向上を図るとともに、社会ニーズに迅速かつ的確に対応するため、外部人材を研究者として積極的に活用すること。具体的には、任期付任用を最大限活用することとし、他の研究機関・民間企業等との人材交流を中期目標期間中に28名以上実施すること。

(4) 人材の育成

今後、退職者の増加に伴い、研究所のポテンシャルが低下することを防ぐため、人材育成に関する長期計画を作成し、着実に実行すること。また、社会ニーズに的確に対応できる幅広い視野を持つ研究者を育成すること。

3. 業務運営

(1) 経費の縮減

- ① 一般管理費（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）については、中期目標期間中に見込まれる当該経費総額（初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。）を6%程度抑制すること。
- ② 業務経費（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）については、中期目標期間中に見込まれる当該経費総額（初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。）を2%程度抑制すること。
- ③ 人件費※注）については、「行政改革の重要方針」（平成17年12月24日閣議決定）を踏まえ、前中期目標期間の最終年度予算を基準として、本中期目標期間の最終年度までに国家公務員に準じた人件費削減の取組を行うこと。また、国家公務員の給与構造改革を踏まえた役職員の給与体系の見直しを進めること。
※注）対象となる「人件費」の範囲は、常勤役員及び常勤職員に支給する報酬（給与）、賞与、その他の手当の合計額とし、退職手当、福利厚生費（法定福利費及び法定外福利費）、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分は除く。

(2) 予算及び人的資源の適正な管理

各研究開発課題に対する予算配分及び執行状況を適時把握することにより、予算管理の適正化と業務運営の効率化を図ること。また、エフォート（研究専従率）の把握により、人的資源の有効活用を図るとともに職員のコスト意識

の徹底を行うこと。

第3 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項

1. 社会ニーズに対応するための研究開発の戦略的・重点的な実施、研究実施過程における措置

研究所が実施する研究開発の基本的な考え方は次のとおりとする。

(1) 社会ニーズに対応した研究開発の重点化

増大する航空交通量への対応等、社会ニーズに対応するための研究開発を重点的に実施すること。具体的には、航空交通の安全性向上と、空港及び航空路における交通容量拡大を図るため、より高度な航空交通管理手法の開発及び評価に係る研究開発を重点的に実施すること。また、より高度な航空交通管理の実現に寄与し、より安全かつ効率的な航空機運航の実現に資するため、衛星・データ通信等の新技術を採用入れた通信・航法・監視システムの整備、運用及び利用に係る研究開発を行うこと。これらの研究開発成果は、RNAV（広域航法）の導入、航空路・空域再編等による航空路・空域容量の拡大、大都市圏拠点空港及びその周辺の空域容量の拡大、異常接近予防やヒューマンエラー予防等の予防安全技術と衛星・データ通信等の新技術の導入による安全かつ効率的な航空交通をそれぞれ達成するため、国土交通省航空局が実施する航空管制業務や航空保安システムの整備等において、技術的に実用・活用可能であるものを目指すこと。

具体的な研究開発課題の設定にあたっては、社会ニーズを十分に把握し、関係者と調整を図るとともに、有用性、有益性及び将来的な発展性を十分考慮すること。また、研究開発の目的及び目標を明確かつ具体的に定めるとともに、特に重要性及び優先度が高い課題については、重点研究開発分野として位置付け、戦略的かつ重点的に取り組むこと。

(2) 基礎的技術の蓄積等

中長期的な国際動向を見据え、将来の航空交通管理システムに不可欠となる先導的研究・萌芽的研究及び要素技術の研究を実施し、基礎的技術の蓄積とポテンシャルの向上を図ること。

(3) 研究開発の実施過程における措置

研究開発の実施過程においては、次に掲げる措置を講じること。

①社会ニーズに対応するための研究要素を包括的に企画、提案し、研究の位置付けと達成目標を明確にすること。

また、研究開発の目的及び成果が、社会ニーズに対して的確・タイムリーで効果的なものとなるよう、関係者から情報収集を随時行い、研究開発の実施過程において、ニーズの変化に即応できる柔軟性を有すること。

②各研究開発課題について、社会ニーズの状況変化や、事前・中間評価の結果に基づき、関係者と十分調整の上、研究内容や方法の見直し、中止等、所要の措置を講じること。また、事後評価結果については、関係者と十分調整の上、その後の研究開発計画に反映させること。

2. 共同研究、受託研究等の推進

①優れた研究成果を上げるためには、他の研究機関等の外部資源を最大限活用することが不可欠である。このため、当研究所の研究開発に関連する技術分野または研究開発に必要な要素技術に関する研究開発等を行っている国内外の研究機関、民間企業等との共同研究を引き続き強力に推進し、研究開発の高度化と効果的・効率的な実施を同時に実現すること。具体的には、共同研究を中期目標期間中に36件以上実施すること。

②航空交通の安全確保とその円滑化を図るためには、国、空港管理者、航空機運航者、航空保安システム製造者等の航空関係者が抱える技術課題をそれぞれ解決する必要がある。これらの課題に対応し研究所の社会的貢献度を高めるため、国、地方自治体及び民間等からの受託研究を積極的に実施すること。具体的には、中期目標期間中に90件以上実施すること。

また、競争的資金を積極的に獲得すること。

③他機関との密接な連携と交流を円滑に推進するため、研究者・技術者の交流会等を中期目標期間中に30件以上実施すること。

3. 研究開発成果の普及・活用促進

社会ニーズへの対応、共同研究及び受託研究の推進、受託収入・特許権収入等の自己収入の増加を図るためには、研究所の研究開発成果を広く社会に公表してその利活用を促すとともに、研究所に対する潜在的な需要を掘り起こすための施策を積極的に行うことが肝要である。このため、研究所の業務に係る啓発、学会発表、メディアを通じた広報及び発表、インターネットによる資料の公表、成果の活用を推進するための技術支援、国際標準化作業への参画等の施策を積極的に実施すること。具体的な実施内容と目標は次のとおりとする。

(1) 研究開発等

①知的財産権による保護が可能な知的財産については、必要な権利化を図ること。

②各研究開発課題については、年1回以上、学会、専門誌等において発表すること。

③査読付論文を80件以上提出すること。

④ホームページで提供する情報の内容を工夫、充実させることにより、アクセス件数が増加するよう努めること。

⑤その他研究所の活動及び成果の普及・活用促進に必要な広報活動に努めること。

(2) 国際協力等

国際民間航空機関等の海外機関においては、新しい航空交通管理手法や新技術を採用した航空保安システムに係る国際標準の策定が進められており、我が国もその活動に積極的に参画して国益を確保することが必要である。また、アジア地域における航空交通の安全確保等については、我が国が果たすべき役割が大きくなっている。従って、次の施策により、航空分野における我が国の国際協力等に貢献すること。

①海外機関への技術支援等による国際協力を積極的に行うこと。

②国際的な最新技術動向を把握、分析し、当該情報を外部に提供できるしくみを整えること。

③研究開発成果の国際的な普及を推進するため、国際会議等における発表を240件以上実施すること。

第4 財務内容の改善に関する事項

1. 自己収入の増加

受託収入・特許権収入等の自己収入を増加させるための活動を積極的に推進すること。

第5 その他業務運営に関する重要事項

1. 管理、間接業務の外部委託

庁舎・施設管理業務や、研究開発業務において専門的な知識等を要しない補助的な作業等については、外部委託を活用して業務の効率化を図ること。

2. 施設及び設備に関する事項

(1) 研究開発効率が低下しないよう、適切な施設・設備の整備を計画的に進めるとともに、その利用においては安全に留意し、維持保全を着実に実施すること。

(2) 既存の研究施設及び研究機材を有効に活用し、効率的な業務遂行を図ること。

5 独立行政法人電子航法研究所 第2期中期計画

独立行政法人電子航法研究所（以下「研究所」という。）は、電子航法に関する試験、調査、研究及び開発を行うことにより、交通の安全の確保とその円滑化を図ることを目的とし、航空交通管理システムに関する研究等を通じて、航空行政等を技術的側面から支援する中核的研究機関として社会に貢献していく。

この実現に向けて、専門性の集約・継承と深化を図り、効率的な業務運営を行うことを基本とし、社会ニーズ、特に増大する航空交通量に対応するため、高度な航空交通管理手法の開発・評価に関する研究を戦略的・重点的に実施する。

また、非公務員型の独立行政法人として、柔軟で弾力的な人事制度を構築することにより、産業界及び学界との人材交流による連携を促進し、人材の育成及び研究ポテンシャル（能力）の向上を図る。

以上を踏まえ、独立行政法人通則法第30条第1項の規定に基づき、研究所の平成18年度から始まる期間における中期目標を達成するための計画を次のように策定する。

1. 業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置

(1) 組織運営

研究開発機能の専門性と柔軟性の向上を図り、かつ航空交通管理システムに係る中核的研究機関としての機能を果たすために、研究領域を大括り再編し専門分野を集約する。具体的には、航空交通管理領域、通信・航法・監視領域及び機上等技術領域の3領域の組織構成とする。

また、社会ニーズの高度化・多様化に迅速かつ的確に対応でき、理事長の運営方針・戦略の発信等を通じたリーダーシップと研究企画・総合調整機能を最大限発揮できるように業務執行体制を見直し、責任の範囲と所在を明確にした組織運営を行う。具体的には、航空行政と連携しつつ航空交通管理システムの全体構想における各研究課題の位置付けの明確化を図るなど、企画・調整機能を重点化する。

特に重要なプロジェクトの推進については、プロジェクトチームにより自立的・弾力的な組織編成を行う。

本中期目標期間においては、組織運営に関する計画の実施状況と目標達成状況について、年度計画線表やアクションアイテムリスト等を活用して定期的な自己点検・評価を実施し、研究の進展及び社会情勢の変化に柔軟に対応する等効果的・効率的な組織運営を行う。また、運営全般にわたる意思決定機構の整備、外部有識者により構成される評議員会の活用等を行い、運営機能の強化を図る。

(2) 人材活用

① 職員の業績評価

職員の業績評価においては、職務、職責、社会ニーズへの貢献度等を的確に反映させる。また、評価の実施状況を見ながら、必要に応じ制度の精査と改善を行う。

業績評価結果を処遇に適切に反映させることにより、職員の活性化と職務効率の向上を図る。

② 職員の任用

効果的、効率的な研究体制を確立するため、研究員個人に蓄積された能力、経験及び研究所の今後の研究開発課題

等を勘案して適正な人員配置を行う。女性研究者の任用については、その拡大を目指す。若手研究員の任用については、公募等の実施により多様な人材を確保するとともに、研究課題の選定に当たっては資質・能力に応じた配置を行うことにより研究組織の活性化を図る。

③外部人材の活用

研究所のポテンシャル及び研究開発機能の向上を図るとともに、社会ニーズに迅速かつ的確に対応するため、国内外の研究機関・民間企業等から任期付研究員、非常勤研究員、客員研究員等を積極的に受け入れる。具体的には、中期目標期間中に28名以上実施する。

④人材の育成

今後、熟年研究者の退職に伴い、研究所のポテンシャルが低下することを防ぐため、人材育成に関する長期計画を作成し、着実に実行する。また、研究部門以外のポストの経験や留学等により、社会ニーズに的確に対応できる幅広い視野を持つ研究者を育成する。具体的には、中期目標期間中に研究部門以外のポストへの配置や留学等を6名程度実施する。

(3) 業務運営

① 一般管理費（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）については、業務の効率化など、経費の縮減に努め、中期目標期間中に見込まれる当該経費総額（初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。）を6%程度抑制する。

② 業務経費（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）については、研究施設等の効率的な運用を更に進めることにより中期目標期間中に見込まれる当該経費総額（初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。）を2%程度抑制する。

③ 人件費^{※注}については、「行政改革の重要方針」（平成17年12月24日閣議決定）を踏まえ、前中期目標期間の最終年度予算を基準として、本中期目標期間の最終年度までに5%以上削減する。また、国家公務員の給与構造改革を踏まえた役職員の給与体系の見直しを進める。

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

④ 予算及び人的資源の適正な管理については、各研究開発課題に対する予算配分及び執行状況を予算管理システム等により適時把握し、予算管理の適正化と業務運営の効率化を図る。また、エフォート（研究専従率）を正確に把握し、人的資源の有効活用と職員のコスト意識の向上を図るとともに、研究に専念できるようなエフォートの質の向上を図る。

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

(1) 社会ニーズに対応した研究開発の重点化

研究所の目的を踏まえ、より質の高い研究成果を提供することにより、安全・安心・便利な航空交通を求める社会ニーズに適切に対応するため、以下に掲げる3つの重点研究開発分野を設定し、戦略的かつ重点的に実施する。

①空域の有効利用及び航空路の容量拡大に関する研究開発

増大する航空交通量に対応するため、空域の有効利用及び航空路の容量拡大を図る必要があることから、RNAV

(広域航法)、スカイハイウェイ計画等、新たな管制方式・運航方式を導入したときの航空交通容量への影響及び効果を推定し、容量値算定のための技術資料を作成する。また、これらの導入に必要な安全性評価を実施し、最低経路間隔等の基準作成に貢献する。その他、増大する航空交通量を安全に管理するためSSRモードSシステムの高度化技術の開発、並びにRNAV等を支える衛星航法の実現に向けた研究開発等を実施する。

②混雑空港の容量拡大に関する研究開発

増大する航空交通量に対応するため、混雑空港の処理容量及びその周辺空域の容量拡大を図る必要があることから、空港周辺の飛行経路及び管制官が管轄するセクター構成の改善技術を開発し、混雑空港周辺の空域再編及び新たな管制方式の導入等に貢献する。また、航空機等のより安全で円滑な地上走行に対応するため、多様な監視センサーデータの統合化技術を開発する。その他、衛星航法を用いて空港への精密進入を支援する技術を開発し、実運用機材の調達や運用において活用できるようにする。

③予防安全技術・新技術による安全性・効率性向上に関する研究開発

航空交通の安全性・効率性を向上させるため、航空機に搭載している飛行管理システムデータを用いた飛行プロファイルの高精度予測手法の開発、及びそれを用いた異常接近検出手法を開発する。また、携帯電子機器を航空機内で使用するために必要となる機上装置への安全性認証のための技術資料を作成する。その他、ヒューマンエラー防止のための疲労の早期検出技術を開発する。

具体的な研究開発課題の設定にあたっては、社会ニーズを十分に把握し、行政、運航者及び空港管理者等の関係者と調整を図るとともに、有用性、有益性及び将来的な発展性を十分考慮する。また、研究開発の目的及び目標を明確かつ具体的に定める。

(2) 基盤的研究

社会ニーズの実現に向けた政策に基づく重点研究開発分野での将来の応用を目指した基盤的・先導的研究を実施し、現在及び将来のニーズに対応した研究ポテンシャルの向上に努める。なお、研究の実施に当たっては、諸情勢の変化を考慮しつつ研究の方向性や具体的な方策について、柔軟に対応する。

また、一方で、研究者の自由な発想に基づく研究についても、新しい知を生み続ける知的蓄積を形成することを目指し萌芽段階からの多様な研究を長期的視点で実施し、特に若手研究者の自立を促進する。

(3) 研究開発の実施過程における措置

研究開発の実施過程においては、次に掲げる措置を講じる。

- ① 研究開発課題選定手順を明確にし、社会ニーズに対応するための研究要素を包括的に企画、提案し、研究の位置付けと「目標時期」「成果」「効果」等の達成目標を明確にする。また、研究開発の目的及び成果が、社会ニーズに対して的確・タイムリーで効果的なものとなるよう、行政、運航者及び空港管理者等の関係者から情報収集を随時行い、研究開発の実施過程において、ニーズの変化に即応できる柔軟性を確保する。
- ② 各研究開発課題について、社会ニーズの状況変化や、研究所内外の研究事前・中間評価の結果に基づき、行政等の関係者と十分調整の上、研究内容や方法の見直し、中止等、所要の措置を講じる。また、研究所内外の研究事後評価結果については、成果のフォローアップに努めながら、行政等の関係者と十分調整の上、その後の研究開発計

画に反映させる。

(4) 共同研究・受託研究等

①共同研究

研究開発の高度化を図り、これを効果的・効率的に実施するとともに、研究所の社会的地位と研究ポテンシャルの向上を図るため、関連する技術分野を対象に研究活動等を行っている国内外の大学、研究機関、民間企業等との共同研究を推進する。具体的には、共同研究を中期目標期間中に36件以上実施する。

②受託研究等

国、地方自治体及び民間等が抱えている各種の技術課題を解決するため、受託研究等を幅広く実施する。具体的には、受託研究等を中期目標期間中に90件以上実施する。また、競争的資金を積極的に獲得する。

③研究交流

他機関との密接な連携と交流を円滑に推進するため、研究者・技術者の交流会等を中期目標期間中に30件以上実施する。

(5) 研究成果の普及、成果の活用促進等

①知的財産権

知的財産権による保護が必要な研究成果については、必要な権利化を図る。

また、登録された権利の活用を図るため、広報誌、パンフレット、ホームページ等により積極的に広報・普及を行うとともに、研究成果に関心を寄せる企業等に積極的に技術紹介活動を行う。

②広報・普及・成果の活用

研究所の活動・成果を研究発表会、一般公開、広報誌等印刷物、マスメディア、ホームページ等の様々な広報手段を活用し、効果的かつ効率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	1 1	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金
イ. 業務管理施設整備 電子航法開発部棟補修工事	1 0 0	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金
ウ. 業務管理施設整備 管制システム部棟建替工事	2 2 2	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金
エ. 業務管理施設整備 A T C 研究棟他補修工事	1 0 4	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金
オ. 業務管理施設整備 本部棟/衛星技術部棟補修工事	9 1	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金
カ. 業務管理施設整備 仮想現実実験棟他補修工事	5 5	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金
キ. 業務管理施設整備 航空システム部/管制システム部棟補修工事	7 7	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, 9 5 8 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、退職者給与及び国際機関派遣職員給与に相当する範囲の費用である。

[運営費交付金の算定ルール]
 別紙 4 のとおり (一般勘定)
 別紙 5 のとおり (空港整備勘定)

表 2. 予算 (一般勘定) ※ (単位: 百万円)

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、退職者給与及び国際機関派遣職員給与に相当する範囲の費用である。

[運営費交付金の算定ルール]
 別紙 4 のとおり

※「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、退職者給与及び国際機関派遣職員給与に相当する範囲の費用である。

[運営費交付金の算定ルール]
 別紙 5 のとおり

※「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22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22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する。さらに行政との連携を強化するとともに、引き続き研究企画・総合調整機能の充実を図る。また、国内外の研究動向の調査を継続しつつ、平成20年度に公表した「研究長期ビジョン」の更なる精緻化を図り、「研究長期ビジョン」で長期的課題の基軸と設定した「トラジェクトリ管理」を実現するための研究・開発を前進させる。

平成22年度は、以下を実施する。

- ・行政が検討を進めている「将来の航空交通システムに関する長期ビジョン」について、航空行政を技術的側面から支援する。
- ・組織運営に関する計画の実施状況と目標達成状況について、年度計画線表等を活用した定期的な自己点検・評価を継続する。
- ・独立行政法人整理合理化計画に従い、今後の組織運営について他の研究所および行政とともに引き続き検討する。
- ・幹部会等を通じて運営全般にわたる意思決定機構の充実を図るとともに、研究企画統括会議等を通じて研究員からのボトムアップ機能を活性化することにより、業務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評価制度の精査を継続し、評価者に対し、職員個々の能力や実績等を的確に把握する能力を向上させる。

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、研究所の目的に合致した幅広い知識と可能性を持った人材の採用に努める。また、積極的に領域横断的な研究テーマを立ち上げ、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。

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、共同研究、海外出張等の場において研究所の更なるアピールを行い、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、民間からの人材を含め、外部人材を 6 名（または中期目標期間中に 28 名）以上活用する。

④人材の育成

平成 21 年度に策定した「人材活用等に関する方針」を基本に、研究者の長期的な育成を目指す。また、行政ニーズおよび社会ニーズを的確に把握し、これらに対応した研究を企画できる人材を育成するため、研究部門以外に研究員を配置する。さらに、国際感覚を養うとともに、海外研究機関との連携を強化するため、国内外における研究機会の拡大に努める。

(3) 業務運営

平成 22 年度から開始する内部監査の実施については、持続可能な制度として定着できているか評価検証を行う。また、引き続き監事と連携してコンプライアンス体制の整備・運用状況の評価及びレビューを行う。さらに、効率的な業務運営が行えるよう業務フローを適宜見直すとともに、所内ネットワークの活用による業務の効率化を進める。

物品等の調達に関しては、一者応札是正に向けた取り組みを更に進める。また少額随契についても、より透明性、公平性、競争性のある契約となるよう取り組む。

平成 22 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 22 年度において平成 21 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 22 年度において平成 21 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22年度において平成21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し、職員の業績に応じた昇給を行うとともに、平成22年度において、事務・技術職員のラスパイレス指数が101.0以下となることを目標とする。

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

④予算及び人的資源の適正な管理については、予算管理システム等を用いて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し、予算管理の適正化と業務運営の効率化を図る。また、人的資源を有効活用するため、エフォート(研究専従率)の活用等により効率的な研究の実施に努める。

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

(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22年度に以下の研究を実施する。

ア. 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（動態情報およびネットワーク調整機能）の技術検証を行うものである。平成 22 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）を用いた高度な運用技術の総合試験を行う。

イ. 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 22 年度は、平成 20 年度に構築したパフォーマンス評価システムの解析項目を追加するとともに、同システムの操作性向上を図る。

ウ. 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 22 年度は、管制間隔を狭くした場合の管制模擬を実施し、経路ネットワークを変更したときの影響を検証する。

エ. RNAV 経路における総合的安全性評価手法の研究（平成 21 年度～ 22 年度）

（年度目標）

本研究は、航空機が飛行可能な空域を有効利用し空域の容量を拡大するために必要な RNAV（空域をより有効に利用できる航法）の導入を支援するためのものである。平成 22 年度は、ターミナル RNAV（広域航法）1 平行経路導入後の安全性評価に用いる衝突危険度モデルを開発する。

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、高度な空港面監視技術を開発する。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 22 年度に以下の研究を実施する。

ア. 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 22 年度は、羽田到着機の滞留時間測定方法を検証し、航空局に ATM（航空交通管理）パフォーマンス調査をフィードバックする。また、空域再編後の羽田・成田の空域運用に関する情報・データを収集し、評価手法について検証する。

イ. 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（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 22 年度は、SBAS（静止衛星型衛星航法補強システム）電離層補強アルゴリズムの再評価および動作パラメータの最適化を実施する。また、GBAS（地上型衛星航法補強システム）安全性実証モデルを設置し性能評価を行う。

ウ. 空港面監視技術高度化の研究（平成 21 年度～ 24 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空港面監視技術の高度化と、管制官とパイロットとの情報共有を可能とする監視技術を開発するものである。平成 22 年度は、平成 21 年度に開発した広域 MLAT/ADS-B 評価装置および OCTPASS 評価装置の機能試験を行うとともに、評価検証に必要な付加機能を実装する。

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、航空機のトラジェクトリを管理するための研究およびこれを用いた運用手法を開発する。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 22 年度に以下の研究を実施する。

ア. 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 22 年度は、当研究所で開発した実験装置を用いて、実験用航空機による実証実験（デモフライト）を実施する。

イ. 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近接効果により近傍の電界強度や位相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 22 年度は、積雪等による影響も考慮して、近傍の電波特性と機上受信特性の相関性の評価を行う。また、モニタ反射板の反射特性解析をとりまとめるとともに、誘電率測定装置の評価を行う。

ウ. トラジェクトリモデルに関する研究（平成 21 年度～平成 24 年度）

（年度目標）

本研究は、将来の効率的な管制運用を実現する手法として、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を可能とするためのモデルを開発するものである。平成 22 年度は、トラジェクトリを生成するモデルを開発するとともに、トラジェクトリ管理を運用する手法を検討する。

エ. 将来の航空用高速データリンクに関する研究（平成 21 年度～平成 24 年度）

（年度目標）

本研究は、ICAO（国際民間航空機関）における高速データリンクシステム選定において、電波環境・通信特性等が我が国の実状に適合し、将来の導入が可能であることを判断するとともに、標準化作業に我が国の意見を反映させるためのものである。平成 22 年度は、L-DACS（L-band Digital Aeronautical Communications System）実験装置のハードウェア部とロジック部の開発を行い、基本的電波特性の実験を行う。

オ. 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
(平成 21 年度～ 24 年度)

(年度目標)

本研究は、ニーズが高くなっている航空機内での電子機器の使用について、航空の安全を担保しつつ、さまざまな電子機器を使用するために必要となる性能要件を明らかにするものであり、客室内で発生した電波が搭載機器に進入するメカニズムを明らかにし、起こりうる電磁干渉による障害の程度を分析する。平成 22 年度は、実測データに基づく電磁干渉確率推定法の検討および、航空機内電波環境記録装置の開発・実測を行う。

カ. 監視システムの技術性能要件の研究 (平成 22 年度～ 24 年度)

(年度目標)

本研究は、次世代監視システムの技術性能要件 TPRS (Technical Performance Requirements for Surveillance systems) を確立することを目的とし、従来および将来の運用方式を想定して監視性能の技術基準をまとめる。平成 22 年度は、次世代監視方式の動向等について調査を行う。また、技術性能要件項目を作成し、性能測定手法および性能予測評価手法について調査を行う。

キ. 航空管制官の業務負荷状態計測手法の開発 (平成 22 年度～ 24 年度)

(年度目標)

本研究は、航空管制官署毎の適正な着席時間を算出することを目的とし、当研究所でこれまで研究開発を進めてきた発話音声分析技術を用いて、航空管制官の業務負荷状態を計測する事を可能とする発話音声分析装置を開発する。平成 22 年度は、音声分析技術の信頼度を向上させるため、生理データ分析等の基礎研究と実験を行う。

(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、

航空交通管理システムに関連した基盤的研究として、トラジェクトリ管理に関連した CNS 基盤技術の研究や UAV 技術の基礎研究を実施する。また、GPS 衛星等を用いた新たな運航方式の導入を目指した基盤的研究を実施する。

その他、ヒューマンファクタの研究等、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 22 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しながら研究を立案する。また、重要な研究課題については、航空局へ報告するとともに、出前講座等も活用して航空会社等の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連続してつなげていく。

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 23 年度開始予定の重点研究課題の事前評価
- ・平成 22 年度に終了予定の重点研究課題の事後評価

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 23 年度開始予定の研究課題の事前評価
- ・平成 22 年度に終了予定の研究課題の事後評価

(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。

- ・継続して実施する共同研究に加え、新たに 4 件（または中期目標期

間中に 36 件) 以上の共同研究を実施する。

②受託研究等

広報活動を強化することにより、国及び民間等からの受託研究等を 18 件 (または中期目標期間中に 90 件) 以上実施し、自己収入の増大に努める。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

電子航法研究所の「研究長期ビジョン」に基づき着実な研究成果を生み出すため、他機関との密接な連携と交流を円滑に推進し、研究交流会など研究者・技術者の交流会等を 6 件 (または中期目標期間中に 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るなど、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、シンポジウム等での講演、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及び民間企業への技術指導等を通じて、研究成果の活用を図る。

平成 22 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 (または中期目標期間中に 80 件) 程度の査読付論文の採択を目指す。
- ・ ホームページで提供する情報の内容を工夫、充実させる。
- ・ 研究所一般公開及び研究発表会、研究講演会をそれぞれ 1 回開催する。
- ・ 研究所の見学を積極的に受け入れる。
- ・ 国土交通省の「空の日」事業への参加を実施する。
- ・ 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。

- ・「航空 100 年」事業の広報活動に参加する。

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 21 年度に海外から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、第 2 回国際ワークショップを開催する。

その他、平成 22 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、ホームページ上で情報提供する。
- ・ICAO が主催する会議、その他国際会議・学会等に積極的に参画し 48 件（または中期目標期間中に 240 件）以上発表する。
- ・海外の研究機関等との連携強化を図る。
- ・ICAO（国際民間航空機関）が主催する会議への継続的な参画等により、国際標準策定作業に積極的に貢献する。

3. 予算（人件費の見積りを含む。）、収支計画及び資金計画

（1）自己収入（利益）の増加

受託収入・特許権収入等の自己収入を増加させるための活動を積極的に推進する。

（2）平成 22 年度における財務計画は次のとおりとする。

- | | |
|-------|-----------|
| ①予算 | 別紙 1 のとおり |
| ②収支計画 | 別紙 2 のとおり |
| ③資金計画 | 別紙 3 のとおり |

4. 短期借入金の限度額

予見し難い事故等の事由に限り、資金不足となる場合における短期借入金の限度額は、300 百万円とする。

5. 重要な財産を譲渡し、又は担保に供する計画

特になし。

6. 剰余金の使途

- ①研究費
- ②施設・設備の整備
- ③国際交流事業の実施（招聘、セミナー、国際会議等の開催）

7. その他主務省令に定める業務運営に関する事項

(1) 管理、間接業務の外部委託

庁舎・施設管理業務や、研究開発業務において専門的な知識等を要しない補助的な作業等については、外部委託を活用して業務の効率化を図る。

①施設及び設備に関する事項

平成22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 A T C 研究棟他補修工事	107	一般会計 独立行政法人電子航法研究所 施設整備費補助金
イ. 業務管理施設整備 本部棟補修工事	31	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、性能維持・向上等の観点から検討を深める。

(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職員の業績評価手法を改善し、適切に処遇に反映することにより、人件費の効率化を図る。

予算

平成 2 2 年度予算

(単位：百万円)

区 分	金 額
収入	
運営費交付金	1,597
施設整備費補助金	139
受託等収入	415
繰越金	0
計	2,151
支出	
業務経費	869
うち研究経費	869
施設整備費	139
受託等経費	363
受託管理費	14
一般管理費	47
人件費	719
計	2,151

[人件費の見積り]

期間中総額 5 6 1 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。

収支計画

平成22年度収支計画

(単位：百万円)

区 分	金 額
費用の部	2,261
経常費用	2,261
研究業務費	1,402
受託等業務費	377
一般管理費	227
減価償却費	255
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	2,261
運営費交付金収益	1,597
手数料収入	0
受託等収入	415
資産見返負債戻入	249
臨時利益	0
純利益	0
前中期目標期間繰越積立金取崩額	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。

資金計画

平成 2 2 年度資金計画

(単位：百万円)

区 分	金 額
資金支出	2,151
業務活動による支出	2,006
投資活動による支出	139
財務活動による支出	6
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	2,151
業務活動による収入	2,012
運営費交付金による収入	1,597
受託収入	415
その他の収入	0
投資活動による収入	139
施設整備費補助金による収入	139
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22年度

財 務 諸 表

(添付書類)

平成22年度 決算報告書

独立行政法人 電子航法研究所

貸借対照表
(平成23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		725,635,230
未収金		156,168,750
未収還付消費税		1,499,722
たな卸資産		21,356,686
前払費用		1,976,956
立替金		31,883
流動資産合計		906,669,227
II 固定資産		
1 有形固定資産		
建物	1,464,046,326	
建物減価償却累計額	△ 497,866,061	
建物減損損失累計額	△ 486,865	965,693,400
構築物	133,718,024	
構築物減価償却累計額	△ 109,697,002	
構築物減損損失累計額	△ 4,991,620	19,029,402
航空機	101,800,000	
航空機減価償却累計額	△ 99,763,997	
航空機減損損失累計額	△ 2,036,003	0
車両運搬具	18,956,466	
車両運搬具減価償却累計額	△ 15,412,147	
車両運搬具減損損失累計額	△ 319,148	3,225,171
工具器具備品	4,633,444,863	
工具器具備品減価償却累計額	△ 3,786,545,651	
工具器具備品減損損失累計額	△ 19,928,596	826,970,616
土地	3,082,544,000	
土地減損損失累計額	△ 180,844,000	2,901,700,000
有形固定資産合計		4,716,618,589
2 無形固定資産		
電話加入権		40,600
ソフトウェア		782,250
無形固定資産合計		822,850
3 投資その他の資産		
長期前払費用		11,430
投資その他資産合計		11,430
固定資産合計		4,717,452,869
資産合計		5,624,122,096
【負債の部】		
I 流動負債		
短期リース債務		6,772,181
未払金		525,095,781
未払費用		1,089,322
預り金		2,615,347
流動負債合計		535,572,631
II 固定負債		
資産見返負債		
資産見返運営費交付金	785,245,424	
資産見返物品受贈額	38,702,298	823,947,722
長期リース債務		6,589,952
固定負債合計		830,537,674
負債合計		1,366,110,305
【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		578,043,817
損益外減価償却累計額(△)		△ 772,237,210
損益外減損損失累計額(△)		△ 183,793,088
資本剰余金合計		△ 377,986,481
III 利益剰余金		
積立金		17,720,906
当期未処分利益		359,864,814
(うち当期総利益)		359,864,814
利益剰余金合計		377,585,720
純資産合計		4,258,011,791
負債・純資産合計		5,624,122,096

【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 466,927,239 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 32,534,419 円

損益計算書
(平成22年4月1日～平成23年3月31日)

(単位:円)

科 目	金 額	
【経常費用】		
業務費		
給与手当	476,855,962	
退職手当	64,468,800	
福利厚生費	59,330,058	
諸謝金	1,053,600	
研究委託費	124,191,101	
消耗品費	241,557,605	
備品費	53,880,212	
通信費	4,431,489	
水道光熱費	16,527,664	
支払リース料	2,381,204	
保守修繕費	129,188,700	
旅費交通費	42,613,778	
支払手数料	7,350,319	
減価償却費	280,706,469	
その他の業務費	31,209,404	1,535,746,365
一般管理費		
役員給与手当	47,346,129	
役員退職手当	2,172,000	
給与手当	116,506,663	
福利厚生費	24,303,096	
諸謝金	267,300	
消耗品費	3,542,549	
備品費	568,407	
通信費	1,954,067	
水道光熱費	2,442,930	
支払リース料	357,210	
保守修繕費	9,548,242	
旅費交通費	1,524,780	
支払手数料	5,535,874	
減価償却費	1,107,869	
その他の一般管理費	4,359,516	221,536,632
財務費用		
支払利息	368,358	368,358
経常費用合計		1,757,651,355
【経常収益】		
運営費交付金収益		1,733,039,719
固定資産見返負債戻入		
資産見返運営費交付金戻入	251,356,102	
資産見返物品受贈額戻入	19,999,139	
資産見返寄付金戻入	660,266	272,015,507
受託収入		
政府受託収入	60,907,938	
その他受託収入	15,563,413	76,471,351
特許権等収入		4,010,813
施設費収益		26,110,238
雑益		743,348
経常収益合計		2,112,390,976
経常利益		354,739,621
【臨時損失】		
固定資産除却損		10,250,545
臨時損失合計		10,250,545
【臨時利益】		
固定資産見返負債戻入		
資産見返運営費交付金戻入	8,910,235	
資産見返物品受贈額戻入	1,340,310	10,250,545
臨時利益合計		10,250,545
【当期純利益】		354,739,621
【目的積立金取崩額】		5,125,193
【当期総利益】		359,864,814

【注記】ファイナンス・リース取引が損益に与える影響額は、
△63,402円であり、当該影響額を除いた当期総利益は359,928,216円であります。

キャッシュフロー計算書
(平成22年4月1日～平成23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	△ 308,803,264
人件費支出	△ 725,731,123
その他業務支出	△ 323,451,544
運営費交付金収入	1,597,527,000
受託収入	115,776,906
特許権等収入	2,183,057
その他業務収入	△ 804,903
小計	356,696,129
利息の支払額	△ 402,525
業務活動によるキャッシュフロー	356,293,604
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	△ 483,686,525
施設費による収入	114,641,600
投資活動によるキャッシュフロー	△ 369,044,925
III 財務活動によるキャッシュフロー	
リース債務返済に伴う支出	△ 6,686,892
財務活動によるキャッシュフロー	△ 6,686,892
IV 資金増加額	△ 19,438,213
V 資金期首残高	745,073,443
VI 資金期末残高	725,635,230

【注記】

1. 資金期末残高と貸借対照表に掲記されている科目の金額との関係

資金期末残高	<u>725,635,230円</u>
現金及び預金勘定	<u>725,635,230円</u>

利益の処分にに関する書類

(単位:円)

I 当期末処分利益		359,864,814
当期総利益	359,864,814	
II 利益処分類		
積立金	359,864,814	359,864,814

行政サービス実施コスト計算書
(平成22年4月1日～平成23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	1,535,746,365		
一般管理費	221,536,632		
財務費用	368,358		
固定資産除却損	<u>10,250,545</u>	1,767,901,900	

(2)(控除)自己収入等

受託収入	△ 75,430,351		
特許権等収入	△ 4,010,813		
雑益	△ 743,348		
資産見返寄付金戻入	<u>△ 660,266</u>	<u>△ 80,844,778</u>	

業務費用合計 1,687,057,122

II 損益外減価償却等相当額

損益外減価償却相当額	59,813,337		
損益外固定資産除却相当額	<u>4,999</u>	59,818,336	

III 損益外減損損失相当額

損益外減損損失相当額 183,378,688

IV 引当外賞与見積額

△ 5,106,967

V 引当外退職給付増加見積額

△ 10,357,896

VI 機会費用

政府出資等の機会費用 48,940,992

VII 行政サービス実施コスト

1,963,730,275

【注記】

引当外退職給付増加見積額のうち国からの出向職員に係る金額は、1,586,125円であります。

注記事項

【重要な会計方針】

当事業年度より、「独立行政法人会計基準」及び「独立行政法人会計基準注解」（独立行政法人会計基準研究会 財政制度等審議会 財政制度分科会 法制・公会計部会 平成 22 年 10 月 25 日改訂）」及び「独立行政法人会計基準」及び「独立行政法人会計基準注解」に関する Q & A」（総務省行政管理局 財務省主計局 日本公認会計士協会 平成 22 年 11 月最終改訂）」を適用しております。

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

また、特定の償却資産（独立行政法人会計基準第 87）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、リース資産については、リース期間を耐用年数とし、残存価額を 0 とする定額法を採用しております。

(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。

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	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

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 23 年 3 月末利回りを参考に 1.255% 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。

【金融商品の時価等に関する事項】

1. 金融商品の状況に関する事項

当法人の資金運用については短期的な預金に限定しており、主に運営費交付金により資金を調達しております。

未収債権等は、会計規程等に沿って適正に管理しております。

2. 金融商品の時価等に関する事項

期末日における貸借対照表計上額、時価及びこれらの差額については、次のとおりであります。

(単位：円)

	貸借対照表 計上額	時価	差額
(1) 現金及び預金	725,635,230	725,635,230	—
(2) 未収金	156,168,750	156,168,750	—
(3) 未払金	(525,095,781)	(525,095,781)	(—)

(注1) 負債に計上されているものは、() で示しております。

(注2) 金融商品の時価の算定方法並びに有価証券等に関する事項

(1) 現金及び預金、(2) 未収金

これらは短期間で決済されるため、時価は帳簿価額にほぼ等しいことから、当該帳簿価額によっております。

(3) 未払金

これらは短期間で決済されるため、時価は帳簿価額にほぼ等しいことから、当該帳簿価額によっております。

【リース取引関係】

1. ファイナンス・リース取引

有形固定資産

主に研究業務等に使用する電子計算機（工具器具備品）であります。

2. オペレーティング・リース取引

該当事項はありません。

【重要な会計方針の変更】

1. 資産除去債務に係る会計処理

「独立行政法人会計基準の改訂について」（平成22年3月30日 独立行政法人会計基準研究会 財政制度等審議会 財政制度分科会 法制・公会計部会）」に基づき、「独立行政法人会計基準」及び「独立行政法人会計基準注解」（平成22年3月30日改訂）」（「独立行政法人会計基準」第80の規定を除く）の適用が、当事業年度からであることから、当事業年度より、「資産除去債務に係る会計処理」を適用しております。

これによる当事業年度の経常利益及び当期純利益に影響はありません。

【重要な債務負担行為】

該当事項はありません。

【重要な後発事象】

該当事項はありません。

【その他独立行政法人の状況を適切に開示するために必要な会計情報】

組織統合について

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したが、平成 21 年 12 月 25 日閣議決定された「独立行政法人の抜本的な見直しについて」により、当該措置は当面凍結、再検討されることとなりました。今後につきましても統合の有無を含め、全て未定となっております。

【減損関係】

当期に減損を認識した資産

1. 資産の種類、名称 有形固定資産 土地

(1) 使用用途及び場所

岩沼分室の用 宮城県岩沼市

(2) 帳簿価額等の概要

258,544,000 円

(3) 減損の認識に至った経緯

当該資産が存する地域は、地価の下落が進行しており、市場価格が著しく下落し、回復が見込まれないため、減損を認識しました。

(4) 減損額のうち損益計算書に計上した金額と計上していない金額の主要な固定資産ごとの内訳

減損損失 180,844,000 円を認識しており、内訳は以下のとおりです。

ア 損益計算書に計上した金額 ー円

イ 損益外減損損失累計額 180,844,000 円

(5) 算定方法等の概要

減損の測定にあたっては、正味売却価額を回収可能サービス価額として採用しております。正味売却価額は不動産鑑定評価額（正常価格）より処分費用見込額を控除して算定しております。

2. 資産の種類、名称 有形固定資産 建物

(1) 使用用途及び場所

岩沼分室の用 宮城県岩沼市

(2) 帳簿価額等の概要

486,865 円

(3) 減損の認識に至った経緯

平成23年3月11日に発生した東日本大震災により、資産の滅失損壊がおり、その使用目的に沿った機能を失い、将来の使用見込みが客観的に存在しなくなったため、減損を認識しました。

(4) 減損額のうち損益計算書に計上した金額と計上していない金額の主要な固定資産ごとの内訳

減損損失486,865円を認識しており、内訳は以下のとおりです。

ア 損益計算書に計上した金額	－円
イ 損益外減損損失累計額	486,865円

(5) 算定方法等の概要

当該資産の残存価額の全額を減損処理しております。

3. 資産の種類、名称 有形固定資産 構築物

(1) 使用用途及び場所

岩沼分室の用 宮城県岩沼市

(2) 帳簿価額等の概要

4,991,620円

(3) 減損の認識に至った経緯

平成23年3月11日に発生した東日本大震災により、資産の滅失損壊がおり、その使用目的に沿った機能を失い、将来の使用見込みが客観的に存在しなくなったため、減損を認識しました。

(4) 減損額のうち損益計算書に計上した金額と計上していない金額の主要な固定資産ごとの内訳

減損損失4,991,620円を認識しており、内訳は以下のとおりです。

ア 損益計算書に計上した金額	－円
イ 損益外減損損失累計額	11,820円
ウ 資産見返負債の減少額	4,979,800円

(5) 算定方法等の概要

当該資産の残存価額の全額を減損処理しております。

4. 資産の種類、名称 有形固定資産 航空機

(1) 使用用途及び場所

実験の用 宮城県岩沼市

(2) 帳簿価額等の概要

2,036,003円

(3) 減損の認識に至った経緯

平成23年3月11日に発生した東日本大震災により、資産の滅失損壊がおり、その使用目的に沿った機能を失い、将来の使用見込みが客観的に存在しなくなったため、減損を認識しました。

(4) 減損額のうち損益計算書に計上した金額と計上していない金額の主要な固定資産ごとの内訳

減損損失 2,036,003 円を認識しており、内訳は以下のとおりです。

ア 損益計算書に計上した金額	－円
イ 損益外減損損失累計額	2,036,003 円

(5) 算定方法等の概要

当該資産の残存価額の全額を減損処理しております。

5. 資産の種類、名称 有形固定資産 車両運搬具

(1) 使用用途及び場所

実験の用 宮城県岩沼市

(2) 帳簿価額等の概要

319,148 円

(3) 減損の認識に至った経緯

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災により、資産の滅失損壊がおり、その使用目的に沿った機能を失い、将来の使用見込みが客観的に存在しなくなったため、減損を認識しました。

(4) 減損額のうち損益計算書に計上した金額と計上していない金額の主要な固定資産ごとの内訳

減損損失 319,148 円を認識しており、内訳は以下のとおりです。

ア 損益計算書に計上した金額	－円
イ 資産見返負債の減少額	319,148 円

(5) 算定方法等の概要

当該資産の残存価額の全額を減損処理しております。

6. 資産の種類、名称 有形固定資産 工具器具備品

(1) 使用用途及び場所

実験の用 宮城県岩沼市

(2) 帳簿価額等の概要

15,223,907 円

(3) 減損の認識に至った経緯

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災により、資産の滅失損壊がおり、その使用目的に沿った機能を失い、将来の使用見込みが客観的に存在しなくなったため、減損を認識しました。

(4) 減損額のうち損益計算書に計上した金額と計上していない金額の主要な固定資産ごとの内訳

減損損失 15,223,907 円を認識しおり、内訳は以下のとおりです。

ア 損益計算書に計上した金額	－円
イ 資産見返負債の減少額	15,223,907 円

(5) 算定方法等の概要

当該資産の残存価額の全額を減損処理しております。

附属明細書

1. 固定資産の取得、処分、減価償却費(「第87特定の償却資産の減価に係る会計処理」及び「第91資産除去債務に係る特定の除却費用等の会計処理」による損益外減価償却相当額も含む。)及び減損損失累計額の明細 (単位:円)

資産の種類	期首残高	当期増加額	当期減少額	期末残高	減価償却累計額		減損損失累計額		差引当期未残高	摘要
					当期償却額	当期償却額	当期減損損失	当期減損損失		
有形固定資産 (償却費損益内)	建物	41,717,151	6,995,205	9,932,532	38,779,824	13,139,522	3,241,072	-	25,640,302	
	構築物	15,850,537	-	-	15,850,537	10,667,717	857,447	4,979,800	203,020	注3
	車両運搬具	18,956,466	-	-	18,956,466	15,412,147	2,699,319	319,148	3,225,171	注3
	工具器具備品	4,375,012,264	348,139,801	198,230,582	4,524,921,483	3,697,828,282	274,234,250	19,928,596	807,164,825	注1, 注3
	計	4,451,536,418	355,135,006	208,163,114	4,598,508,310	3,737,047,648	281,032,088	25,227,544	836,233,118	
有形固定資産 (償却費損益外)	建物	1,157,108,657	268,407,660	249,815	1,425,266,502	484,726,539	46,097,304	486,865	940,053,098	注2
	構築物	117,665,285	202,202	-	117,867,487	99,029,285	2,930,982	11,820	18,826,382	注3
	航空機	101,800,000	-	-	101,800,000	99,763,997	1,017,999	2,036,003	-	注3
	工具器具備品	108,523,380	-	-	108,523,380	88,717,389	9,767,052	-	19,805,991	
	計	1,485,097,322	268,609,862	249,815	1,753,457,369	772,237,210	59,813,337	2,534,888	978,685,471	
非償却資産	土地	3,082,544,000	-	-	3,082,544,000	-	-	-	2,901,700,000	
	建設仮勘定	104,373,500	160,610,600	264,984,100	-	-	-	-	-	
有形固定資産合計	計	3,186,917,500	160,610,600	264,984,100	3,082,544,000	-	-	180,844,000	2,901,700,000	
	建物	1,198,825,808	275,402,865	10,182,347	1,464,046,326	497,866,061	49,338,376	486,865	965,693,400	
有形固定資産合計	構築物	133,515,822	202,202	-	133,718,024	109,697,002	3,788,429	4,991,620	19,029,402	
	航空機	101,800,000	-	-	101,800,000	99,763,997	1,017,999	2,036,003	-	
	車両運搬具	18,956,466	-	-	18,956,466	15,412,147	2,699,319	319,148	3,225,171	
	工具器具備品	4,483,535,644	348,139,801	198,230,582	4,633,444,863	3,786,545,651	284,001,302	19,928,596	826,970,616	
	計	3,082,544,000	-	-	3,082,544,000	-	-	180,844,000	2,901,700,000	
無形固定資産	建設仮勘定	104,373,500	160,610,600	264,984,100	-	-	-	-	-	
	計	9,123,551,240	784,355,468	473,397,029	9,434,509,679	4,509,284,858	340,845,425	208,606,232	4,716,618,569	
投資その他の資産	電話加入権	455,000	-	-	455,000	-	-	414,400	40,600	
	ソフトウェア	15,645,000	-	-	15,645,000	14,862,750	782,250	-	782,250	
投資その他の資産	計	16,100,000	-	-	16,100,000	14,862,750	782,250	414,400	822,850	
	長期前払費用	26,300	11,430	26,300	11,430	-	-	-	11,430	
計	26,300	11,430	26,300	11,430	-	-	-	11,430		

(注1) 有形固定資産(償却費損益内)の工具器具備品の増加は、広域マルチレーン評価用装置(146,401,500)、光771ハ接続型変動監視システム高周波信号受信処理部(24,780,000)、TIS-B監視情報源インテグレーション送信機(14,910,000)等の取得によるものであり、減少はCPDLC/AIDO対応管制卓(39,585,000)、利用者開放型航空管制情報処理システム(19,425,000)、航空機識別番号検出装置(12,875,000)等の除却によるものです。
(注2) 有形固定資産(償却費損益外)の建物の増加は、6号棟建築物新築工事(166,803,492)、1号棟・3号棟・5号棟建築物改修工事(101,604,168)の取得によるものです。
(注3) 有形固定資産(償却費損益外)及び(償却損益外)の当期減損損失は、H23年3月11日発生の東日本大震災により、航空機(取得価格101,800,000)、岩沼分室高圧受配電設備(構築物 取得価格7,140,000)等の減損損失によるものです。

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	2,624,084	126,480	-	2,624,084	-	126,480	
未成受託研究支出金	-	21,230,206	-	-	-	21,230,206	
計	2,624,084	21,356,686	-	2,624,084	-	21,356,686	

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	455,000	-	-	455,000	
	施設費	361,395,133	268,609,862	-	630,004,995	注1
	損益外除却額	△ 52,166,363	△ 249,815	-	△ 52,416,178	注2
	計	309,683,770	268,360,047	-	578,043,817	
	損益外減価償却累計額	712,668,689	59,813,337	244,816	772,237,210	注2
	損益外減損損失累計額	414,400	183,378,688	-	183,793,088	
	差引計	△ 403,399,319	25,168,022	244,816	△ 377,986,481	

(注1) 施設費当期増加額は、6号棟建物新築工事及び1号棟・3号棟・5号棟建物改修工事の取得によるものです
(注2) 損益外除却額の当期増加額及び損益外減価償却累計額の当期減少額は、1号棟・3号棟・5号棟建物改修工事の撤去部分に係る除却によるものです。

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
研究開発及び研究基盤整備積立金	5,125,193	-	5,125,193	-	注1
通則法44条1項積立金	17,951,988	-	231,082	17,720,906	注2
計	23,077,181	-	5,356,275	17,720,906	

注1 当期減少額は(2)参照。

注2 当期減少額は、前期未処理損失により取り崩したものであります。

(2)目的積立金等の取崩しの明細

(単位:円)

区 分	金 額	摘 要
研究開発及び研究基盤整備積立金取崩額	5,125,193	中期計画に定めている、国際交流事業の実施(国際会議の開催)に係る費用のため取崩し。

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	建設仮勘定見返運営費交付金	資本剰余金		小計
平成18年度	33,964,664	-	33,964,664	-	-	-	33,964,664	-
平成19年度	89,363,466	-	89,363,466	-	-	-	89,363,466	-
平成20年度	31,464,296	-	31,464,296	-	-	-	31,464,296	-
平成21年度	291,137,033	-	204,159,896	86,977,137	-	-	291,137,033	-
平成22年度	-	1,597,527,000	1,374,087,397	223,439,603	-	-	1,597,527,000	-
合計	445,929,459	1,597,527,000	1,733,039,719	310,416,740	-	-	2,043,456,459	-

(2)運営費交付金債務の当期振替額の明細

(単位:円)

18年度交付分			
区分	金額	内訳	
費用進行基準による振替額	運営費交付金収益	-	①費用進行基準を採用した業務:全ての業務 ②当該業務に係る損益等無し
	資産見返運営費交付金	-	
	建設仮勘定見返運営費交付金	-	
	資本剰余金	-	
	計	-	
会計基準第81第3項による振替額	33,964,664	○中期目標期間の最終年度であることから、独法会計基準第81第3項の規定に基づき、運営費交付金債務残高の全額を収益化。	
合計	33,964,664		

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費用進行基準を採用した業務:全ての業務 ②当該業務に係る損益等無し
	資産見返運営費交付金	-	
	建設仮勘定見返運営費交付金	-	
	資本剰余金	-	
	計	-	
会計基準第81第3項による振替額	89,363,466	○中期目標期間の最終年度であることから、独法会計基準第81第3項の規定に基づき、運営費交付金債務残高の全額を収益化。	
合計	89,363,466		

20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費用進行基準を採用した業務:全ての業務 ②当該業務に係る損益等 無し
	資産見返運営費 交付金	-	
	建設仮勘定見返 運営費交付金	-	
	資本剰余金	-	
	計	-	
会計基準第81第3項による振 替額	31,464,296	○中期目標期間の最終年度であることから、独法会計基準第81第3項の規定に基づき、 運営費交付金債務残高の全額を収益化。	
合 計	31,464,296		

21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	98,521,305	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:その他経費98,521,305 イ)複数年度契約による固定資産の取得額:業務用器具備品等 86,977,137
	資産見返運営費 交付金	86,977,137	
	建設仮勘定見返 運営費交付金	-	
	資本剰余金	-	
	計	185,498,442	
会計基準第81第3項による振 替額	105,638,591	○中期目標期間の最終年度であることから、独法会計基準第81第3項の規定に基づき、 運営費交付金債務残高の全額を収益化。	
合 計	291,137,033		

22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	1,274,590,195	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: 1,296,636,291 (役員人件費:711,232,323, その他の経費:585,403,968) 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 : 22,046,096 ウ)固定資産の取得額:業務用器具備品等 223,439,603 ③運営費交付金の振替額の積算根拠 費用1,296,636,291-自己収入からの充当額22,046,096=1,274,590,195
	資産見返運営費 交付金	223,439,603	
	建設仮勘定見返 運営費交付金	-	
	資本剰余金	-	
	計	1,498,029,798	
会計基準第81第3項による振 替額	99,497,202	○中期目標期間の最終年度であることから、独法会計基準第81第3項の規定に基づき、 運営費交付金債務残高の全額を収益化。	
合 計	1,597,527,000		

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	231,296,600	-	205,186,362	26,110,238	
合 計	231,296,600	-	205,186,362	26,110,238	

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	(2,960)	(1)	(2,172)	(1)
	44,386	3	-	-
職 員	(83,263)	(44)	(-)	(-)
	510,100	61	64,469	2
合 計	(86,223)	(45)	(2,172)	(1)
	554,486	64	64,469	2

(注1)役員報酬基準の概要は、理事長919,000円、理事782,000円、監事726,000円、非常勤監事247,000円を月額として支給しております。

その他諸手当及び退職手当については、「独立行政法人電子航法研究所役員給与規程」及び「独立行政法人電子航法研究所役員退職手当支給規程」に基づき支給しております。

(注2)職員に対する給与は、「独立行政法人電子航法研究所職員給与規程」、「独立行政法人電子航法研究所職員退職手当規程」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。

添 付 書 類

平成22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

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	1,597,527,000	1,597,527,000	0	
施設整備費補助金	138,792,000	231,296,600	92,504,600	前年度からの繰越による
受託収入	415,316,000	76,471,351	△ 338,844,649	年度計画策定時に予定していた政府受託等が減少したため
その他の収入	0	4,754,161	4,754,161	特許権収入等があったため
計	2,151,635,000	1,910,049,112	△ 241,585,888	
支出			(A-B)	
業務経費	868,833,000	971,257,161	△ 102,424,161	前年度の複数年契約による支出等のため
施設整備費	138,792,000	231,296,600	△ 92,504,600	前年度からの繰越による
受託経費	363,160,000	49,791,333	313,368,667	年度計画策定時に予定していた政府受託等が減少したため
受託管理費	13,669,000	8,885,370	4,783,630	年度計画策定時に予定していた政府受託等が減少したため
一般管理費	47,366,000	47,338,163	27,837	業務効率化による削減額
人件費	719,815,000	685,279,228	34,535,772	
計	2,151,635,000	1,993,847,855	157,787,145	

平成22年度 電子航法研究所年報

平成23年10月7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。

