

# ま え が き

電子航法研究所は、電子航法（電子技術を利用した航法）に関する試験、調査、研究及び開発等を行うことにより、交通の安全の確保とその円滑化を図ることを目的に設立されています。当研究所は平成13年4月1日に「独立行政法人」として改組され、17年度まで第1期中期計画、18年度からは第2期中期計画を開始し、独立行政法人としての設立の趣旨を踏まえ、自律的かつ効率的で透明性の高い業務運営を図りながら、より質の高い研究成果をあげることを目指しております。

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

この電子航法研究所年報は、平成21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22年12月

独立行政法人電子航法研究所

理事長 平 澤 愛 祥

# 目 次

## 第 1 部 総 説

1. 沿 革	3
予算及び定員の推移	5
2. 組 織	6
3. 役職員数	6
4. 所 在	7
5. 建 物	7

## 第 2 部 試験研究業務

1. 航空交通管理領域	11
2. 通信・航法・監視領域	43
3. 機上等技術領域	75
4. 研究所報告	109
5. 受託研究	110
6. 共同研究	111
7. 研究発表	113
8. 知的財産権	126

## 第 3 部 現 況

1. 平成 21 年度に購入した主要機器	135
2. 主要施設及び機器	136
3. 刊 行 物	138
4. 行 事 等	138
5. 職員表彰	141

## 付 録

1. 独立行政法人電子航法研究所法	145
2. 独立行政法人電子航法研究所に関する省令	154
3. 独立行政法人電子航法研究所 業務方法書	158
4. 独立行政法人電子航法研究所 第 2 期中期目標	160
5. 独立行政法人電子航法研究所 第 2 期中期計画	165
6. 独立行政法人電子航法研究所 平成 21 年度計画	176
7. 財務諸表	189

# 第 1 部 総 説



# 1 沿 革

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

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

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

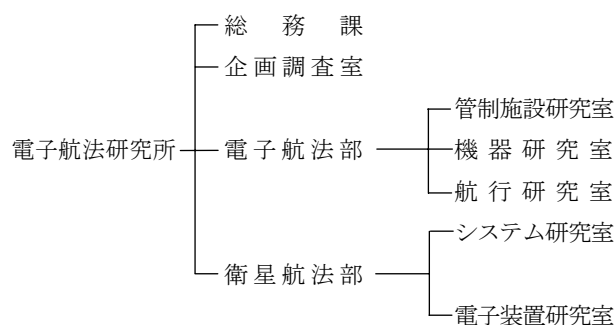
宇宙開発の一環として、人工衛星を航空機及び船舶の航法に利用しようとする開発研究は、我が国においても昭和38年に着手された。その結果をもとに、運輸省は昭和40年4月「人工衛星による航行援助方式の開発に関する基本方針」を決め、昭和41年度は衛星航法研究室 (3名) が新設された。

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

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

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

当時の組織は下記のとおりであった。



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

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

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

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

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

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

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

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

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

53年度には、4名の増員が認められ、10月1日に電子航法

評価部の航空施設基準研究室、航空機器標準研究室に新たに設置された運用技術研究室を加えて、航空施設部が発足した。さらに、54年1月には岩沼分室に分室長をおいた。

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

55年度には、海上保安庁より格納庫（建坪825㎡）の所管換を受けた。

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

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

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

58年度は、1名の増員が認められ、航空施設部に新着陸施設研究室を設置した。

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

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

61年度は、1名の増員が認められ、MLS 研究体制の強化を図った。

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

63年度は、管理庁舎兼衛星航法実験棟が竣工した。

平成元年度は、1名の増員が認められ、航空管制の研究体制の強化を図った。

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

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

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

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

また、仮想現実実験施設を整備した。

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

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

また、ATC シミュレーション実験棟が竣工した。

平成13年度は、中央省庁等改革推進本部決定及び関係諸法

令の施行を受け、4月1日をもって「独立行政法人電子航法研究所」が成立となった。

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

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

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

平成16年度は、関東空域再編関連研究プロジェクトチームを設置した。

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

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

平成20年度は、企画課に企画第三係を新設した。

また、6号棟（旧管制システム部研究棟）の建替工事に着手した。

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。

予算及び定員の推移

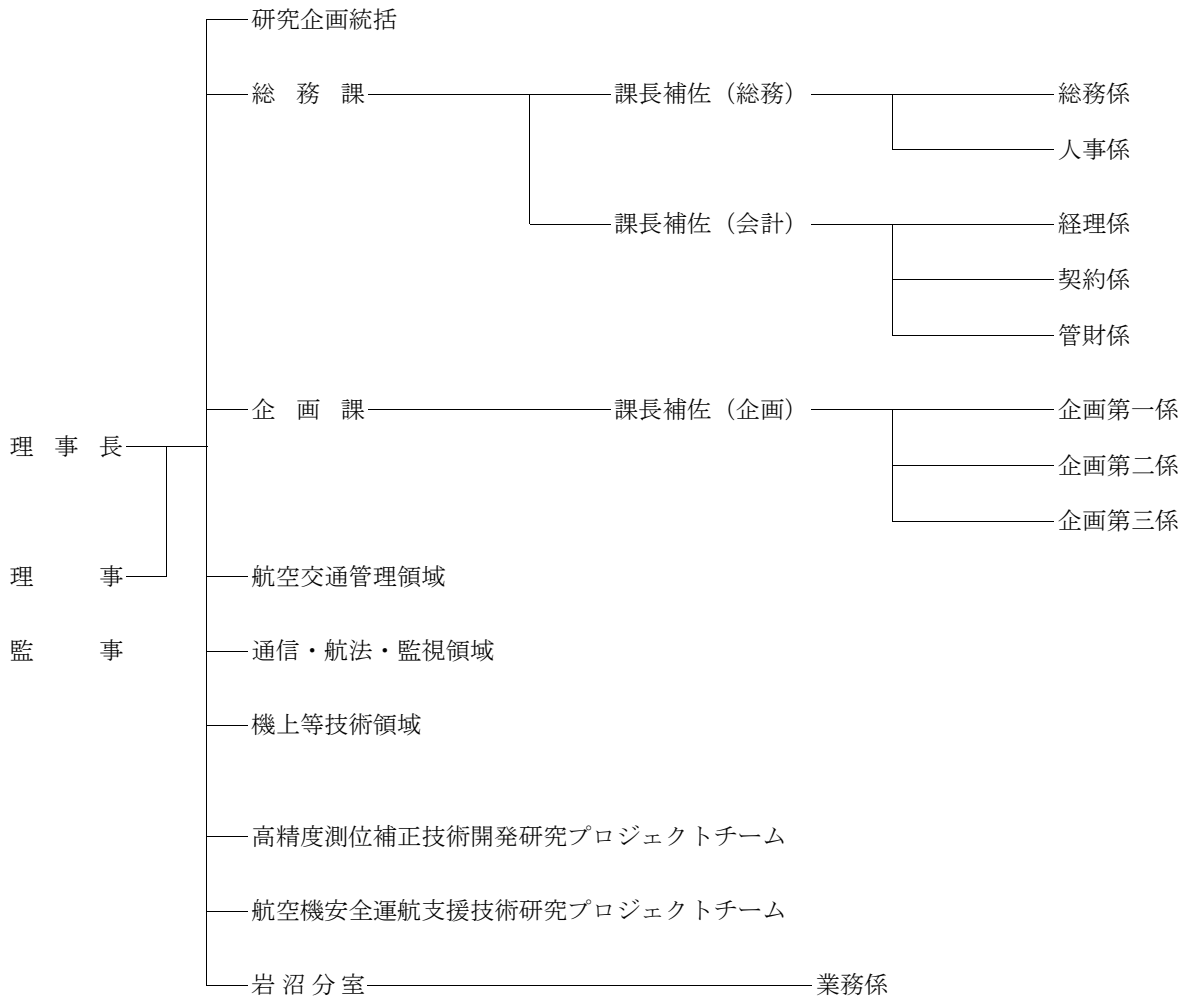
予算額（単位：千円）

年 度	42	43	44	45	46	47
予 算 額	146,979	199,819	206,041	223,518	276,360	304,646
対 前 年 率 増 減	—	35%	3%	8%	23%	10%
定 員	31人	31	31	34	35	38
年 度	48	49	50	51	52	53
予 算 額	361,473	426,008	566,444	566,398 (147,938)	624,659 (221,040)	780,222 (374,664)
対 前 年 率 増 減	18%	17%	32%	△ 0.008%	10%	2%
定 員	41	44	46	48 (13)	51 (16)	55 (19)
年 度	54	55	56	57	58	59
予 算 額	949,812 (521,262)	962,617 (551,380)	933,404 (536,456)	1,197,423 (797,831)	1,249,486 (856,061)	1,254,326 (811,413)
対 前 年 率 増 減	21%	1%	△ 3%	28%	4%	0.3%
定 員	58 (21)	59 (22)	59 (22)	59 (23)	60 (24)	61 (25)
年 度	60	61	62	63	元	2
予 算 額	1,793,576 (1,158,355)	1,700,338 (1,225,191)	1,746,126 (1,321,124)	1,490,728 (1,058,040)	1,280,080 (834,104)	1,450,731 (989,047)
対 前 年 率 増 減	42%	△ 5%	2%	△ 14%	△ 14%	13%
定 員	62 (26)	63 (27)	64 (27)	63 (26)	64 (27)	64 (28)
年 度	3	4	5	6	7	8
予 算 額	1,519,380 (1,034,497)	1,614,482 (1,105,035)	1,993,269 (1,480,859)	3,145,664 (2,635,883)	2,845,843 (2,322,699)	2,385,950 (1,859,062)
対 前 年 率 増 減	5%	6%	23%	58%	△ 9.5%	△ 16%
定 員	65 (28)	65 (28)	65 (28)	66 (29)	66 (29)	66 (29)
年 度	9	10	11	12	13	14
予 算 額	2,155,519 (1,627,169)	1,646,097 (1,112,230)	1,565,260 (1,015,415)	1,665,631 (1,037,366)	2,322,080 (1,096,909)	1,813,574 (1,068,770)
対 前 年 率 増 減	△ 10%	△ 24%	△ 5%	6%	39%	△ 22%
定 員	65 (28)	65 (28)	65 (28)	64 (28)	64 (28)	64 (28)
年 度	15	16	17	18	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 率 増 減	△ 7%	△ 7%	△ 7%	△ 1%	△ 0.2%	△ 2.6%
定 員	64 (30)	63 (29)	60 (27)	60 (27)	60 (27)	60
年 度	21					
予 算 額	1,618,083					
対 前 年 率 増 減	△ 1.4%					
定 員	60					

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

注2：平成18年度以降は年度末現在の職員数を掲載

## 2 組織 (平成22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22年3月31日現在)

## 4 所 在

	所 在 地	電 話
電子航法研究所	〒182-0012 東京都調布市深大寺東町7丁目42番地23	0422-41-3165
岩沼分室	〒989-2421 宮城県岩沼市下野郷字北長沼4	0223-24-3871

## 5 建 物

建 物	建 ・ 延 面 積	竣工年度
1号棟	鉄筋コンクリート2階建, 建面積390㎡, 延面積780㎡	昭和47年度 平成19年度 改装
2号棟 (ATCシミュレーション実験棟)	鉄筋コンクリート2階建, 建面積569㎡, 延面積1,092㎡	平成12年度
3号棟	鉄筋コンクリート2階建, 建面積232㎡, 延面積465㎡	昭和43年度
4号棟	鉄筋コンクリート2階建, 建面積490㎡, 延面積980㎡	昭和53年度
5号棟	鉄筋コンクリート2階建, 建面積630㎡, 延面積1,160㎡	昭和63年度
6号棟	鉄筋コンクリート3階建, 建面積224㎡, 延面積791㎡	昭和38年度 平成20年度 建替着手
仮想現実実験棟	鉄筋コンクリート造一部鉄骨造2階建, 建面積480㎡, 延面積703㎡	平成6年度
電波無響室	鉄筋コンクリート2階建, 建面積590㎡, 延面積687㎡ 内装寸法: 奥行32m, 幅7m, 高さ5m	昭和45年度 昭和48年度 増築 平成13年度 改装
アンテナ試験塔	鉄筋造, カウンタボイズ直径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22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21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. トラジェク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. 空域の安全性の定量的評価手法に関する研究
7. ASASに関する予備的研究
8. 分散認知による管制業務の技術伝承に関する研究
9. 空港面トラジェクトリに関する予備的研究
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. 到着航空交通の同期化に関する研究
13. 気象予測情報の航空交通管理への利用に関する調査
14. パイロットモデルの操縦分析評価手法の開発と操縦モデル構築に関する研究
15. 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12は基礎研究、13は調査、14と15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用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ジェクトリ（軌道）の推定およびモデル化技術、並びにトラジェク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は管制間隔基準等に関する技術的課題の検討に必要な安全性評価やデータ解析手法の開発を行い、空域の安全性評価手法とその応用手法の確立を目指している。また、この成果の提供により、ICAOの管制間隔・空域安全パネル（SASP）等への技術的支援と国際貢献を図る。

7は将来、世界規模の適用が期待され欧米で進行中のASASの研究・開発動向を調査するとともに、今後の研究・開発計画策定のための基礎検討を行う。

8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。

9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ジェクトリ管理の実現を目指す研究である。

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は到着便を対象として航空交通流の効率向上を図るための研究である。

13は精密なトラジェクトリ予測への利用を目指し、航空交通管理に利用可能な気象予測情報について調査を行う。

14はパイロットの操縦の中でも特に難しいと言われる着陸操縦を対象として、その操縦技量を評価・分析する手法を研究するものである。

15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論を構築し、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、評価項目として飛行距離の予測性に着目し、その指標化および実運航データからの指標値の算出手法を検討した。また、ATMパフォーマンス評価システムの機能向上（航跡表示機能の拡張等）を行った。

2の「洋上経路システムの高度化の研究」では、北太平洋東行きUPRの導入効果（燃料節減効果等）についてシミュレーションにより検証を行った。また、飛行シミュレーション時の周辺交通の詳細情報取得機能付加等、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、到着フ

ューズでの飛行延伸による遅延を滞留時間と定義し、2008年の羽田空港到着機レーダデータを利用して、実運用における滞留時間の測定および評価を試行した。また、空域構造と航跡を3次元で表示する方法について調査・試行し、航跡を3次元で編集・表示する機能を評価ツールに追加した。

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実際のトラジェクトリデータを解析する手法を開発するとともに、トラジェクトリモデル評価システムにトラジェクトリデータ解析機能を追加した。また、航空機で測定された機上データと航空管制用のレーダデータを使用し、トラジェクトリデータの解析を行った。

5の「RNAV経路における総合的安全性評価手法の研究」では、RNAV5経路における安全性の事後評価手法の検討のため、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を選定した。また、定性的安全性評価手法の調査については、特にFOSAに関する文献調査、聞き取り調査を行った。

6の「空域の安全性の定量的評価手法に関する研究」では、ICAO SASP 会議に参画し新しいモデル化手法に関する提案を行った。また、洋上航空路の安全性評価のため、ODP データを用いて位置通報データから SLOP における横オフセットの適用比率を推定する手法を開発した。

7の「ASASに関する予備的研究」では、ASAS-RFGなどの国際会議に参加し、世界のASASに関する研究・開発動向を調査した。また、オランダ航空宇宙研究所(NLR)と共同でASASを利用したCDA運航の安全性と効率についてシミュレーション評価を実施し、ASAS応用方式に関する基礎検討を行った。

8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、現場観察およびデータ分析に基づき管制業務の流れを分析・可視化するとともに、知識構造化フレームワークの構築手法を検討した。

9の「空港面トラジェクトリに関する予備的研究」では、マルチラレーションデータの詳細分析の結果、誘導路上での待機時間が他機の地上走行に影響を与えていることを明らかにし、離陸待機等に起因する渋滞の緩和策およびその検証方法の検討を行った。

10の「高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究」では、氷床上のGPS観測データについて干渉測位を行い、各日の測位解を得た。

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

を試みた。

12の「到着航空交通の同期化に関する研究」では、羽田空港への到着機の遅延および遅延伝播について解析を行い、最適な遅延吸収戦略を検討した。

13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、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。また、航空地方気象台、航空交通気象センター等の気象の現場において、観測作業、予報作業の流れ、航空における気象情報の利用状況等を把握した。さらに、数値予報について調査し、その可視化ツールの試作を行った。

14の「パイロットモデルの操縦分析評価手法の開発と操縦モデル構築に関する研究」では、全日本空輸(株)所有のフライトシミュレータを用いて横風時やウィンドシア時の操縦データを取得し、飛行環境・パイロット間の操縦の違いを解析した。また、フェーズ毎にその操縦難易度や操縦手法は異なると考えられるため、それぞれのフェーズに適していると考えられる手法を用いてモデル化を行った。

15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、航空路管制に関する認知実験および現場観察・調査などの結果分析に基づいて、レーダ対空席のタスクを4段階の難度(タスクレベル1~4)に分類し、タスクの難度、管制処理の所要時間などを同時に可視化する手法を提案した。

今年度は、上記の15件の研究に加えて、以下に示す6件の受託研究を行った。これらは、上記の研究及びこれまでの研究等で蓄積した知見や技術を活用したものである。

- (1)高高度セクター分割のための定量的管制業務分析支援
- (2)CNS/ATMに関する研究に係る研修
- (3)ドップラーライダーによる研究に係る支援作業
- (4)LDA管制誘導方式に係るデータ解析手法の調査
- (5)空域の安全性評価・監視に係る支援作業
- (6)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

### 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、行木 宏一、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。空港の離着陸施設や航行援助施設、飛行情報管理システムなどの各種の管理システム、地上と航空機の通信システム、航空機側の飛行管理装置、そして各種の方式基準やオペレータなど、非常に多くの要素により ATM の機能は実現される。

航空需要は増大し、航空交通は、その重要性を増している。ATM では処理要領の向上などの性能向上により、対応を行ってきた。今後も増大が予想されるため、ATM の性能（以下、ATM パフォーマンス）の継続した向上が必要とされる。ATM パフォーマンスの向上には、その評価の継続実施および結果のフィードバックが重要である。ATM は多数の目的遂行を要求されるために、ATM パフォーマンスの評価は多角的な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）の第 11 回航空会議では ATM パフォーマンスに関する指標、目標値、ATM 全体の基本的な特性の定義化等が勧告されている。欧米では、ATM パフォーマンスを測定・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。

### 2. 研究の概要

本研究では、前年度に引き続き、パフォーマンス評価手法を検討した。また、前年度に製作した ATM パフォーマンス評価システムの機能向上を行い、航跡表示機能の拡張などを実施した。

### 3. 研究成果

#### 3.1 ATM パフォーマンス評価手法の検討

前年度に引き続き、パフォーマンス評価項目および各項目のパフォーマンス値の算出手法を検討した。今年度は評価項目として飛行距離の予測性に着目し、その指標化および実運航データからの指標値の算出手法を検討した。

運航者による飛行計画の飛行距離と、その実績値が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定義した。

定義した指標値算出のため、飛行情報管理システム・ジャーナルなどからの飛行距離の計画値およびレーダ情報処理システム・ジャーナルからの飛行距離の実績値の計測手法を検討した。

東京国際（羽田）空港・新千歳空港間の 1 週間分の記録データに適用することで試行解析を実施し、指標値を算出した。

試行解析の結果からは、全体的な飛行距離の予測性は高いことが示された。飛行の各局面により比較すると、予測性は出発・巡航の局面では比較的高い一方で、特に羽田空港到着機では到着の局面での予測性が低いことが示された。

この到着の局面における予測性の低下は、空港への着陸には、複数の方面から到達する到着機の流れを一本にまとめるという局面固有の性質に起因すると考える。

この結果として、同局面での計画経路からの逸脱は大きなものとなる。飛行の初期の段階からの戦略的な滑走路の着陸時刻の調整により、到着の局面における実績経路の計画値からの逸脱の減少、そして全体の予測性の向上が期待できる。

水平面の飛行距離の予測性の試行解析と同時に、前年度までに実施してきた遅延時間や飛行距離に関するパフォーマンスの試行解析を継続した。解析結果を航空関係者による 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。

#### 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、例えば、ある空港への到着機の遅延時間など、定型的な解析手順の繰り返しが想定される。解析手順の記録、およびその呼び出し機能の実装などにより、簡易な操作によるパフォーマンス実績値の算出が可能となる。

日常的な ATM パフォーマンス評価環境の検討を目的として、前年度より電子航法研究所では ATM パフォーマンス評価システム（Comprehensive Assessment System of Performance for ATM Review : CASPAR）のプロトタイプ

を開発中である。CASPARの開発は、以下のような機能の実現を目的とする。

- ・ ATM 運航データベース
- ・ 簡易な操作によるパフォーマンス値算出
- ・ パフォーマンス値の要因解析のための環境設定

今年度は、CASPAR に対して、以下のような項目の機能向上を行った。

- ・ 空港面航跡再生機能の追加
- ・ ATM 運航データの精度向上
- ・ 航跡表示画面の操作性の向上

当研究所の重点研究「A-SMGC システムの研究」において実装した機能に基づき、動画による空港面の航跡再生機能を追加した。同機能においては、ログ・ファイルに基づき空港面における航空機の動きを再生する。CASPAR では、昨年までに空域における航跡を再生する機能を実装している。空港面航跡再生は、この空域における航跡と同期した再生を可能としている。このような航跡の同期した再生により、詳細な交通状況の再現が可能となった。詳細な交通状況の再現により、遅延時間などの要因の詳細な分析が

可能となる。図1に空域・空港面の航跡再生画面の例を示す。

空港面航跡が記録されたログ・ファイルにはコールサインが含まれていない場合が存在するために、モードSアドレスに基づきコールサインをログ・ファイルに挿入する機能も実装した。また、空港面で任意の線分を指定し、その線分に対する航空機の通過判定機能も実装した。この通過判定機能は、例えば、指定した誘導路の通過機数の算出などに活用が可能である。

ATM 運航データの精度向上として、レーダ・ジャーナルの結合機能を実装した。この機能では、ターミナル・レーダ、航空路管制レーダなど、航空機の航跡を記録した異なる種類のジャーナルを結合することを可能とした。ジャーナルの結合により、出発から到着までのすべての運航の局面の検討が可能となる。

航跡表示画面の操作性の向上では、直観的な操作の実現を目的として、3次元による航跡表示画面において注視点を重畳表示し、その注視点を中心とする視点操作や回転を可能とした。

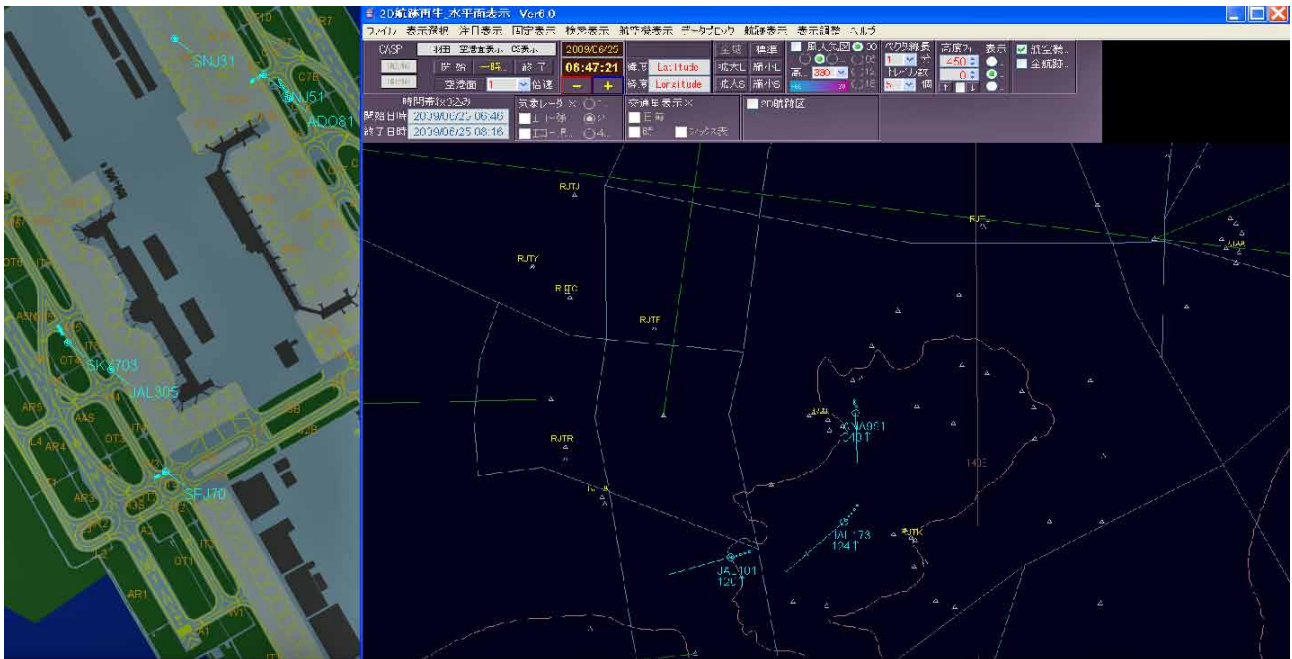


図1 航跡再生画面の例（空域・空港面）

#### 4. 考察等

今年度は新たな指標による試行解析を行ったが、適用したデータは記録期間が非常に限定されたものである。詳細な予測性の検討には、多様な季節に記録されたデータへ適用を行う必要がある。

また、他の路線についても運用実績データを解析し、路線間で予測性を比較する必要がある。

同時に、ATM パフォーマンスの多角的な評価には様々な項目を対象とする必要がある。このため、今後もデータ解析の継続およびパフォーマンス評価項目の拡張を進める予定である。

#### 掲載文献

- (1) 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
- (2) 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
- (3) 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
- (4) 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
- (5) 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

## 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、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 21 年度の研究においては、以下を実施した。

- ・ 北太平洋東行き PACOTS の傾向調査
- ・ 北太平洋東行き UPR の傾向
- ・ 洋上管制シミュレータの性能向上

### 3. 研究成果

#### 3.1 北太平洋東行き PACOTS の傾向調査

PACOTS 経路の現状把握のために、入出域ゲートウェイについて、2008 年度の月ごとの傾向を調査した。東行き PACOTS はジェット気流を有効に利用できるように設定される。また、福岡飛行情報区とアンカレッジ飛行情報区の北限から引かれている NOPAC (NOrth PACific) 経路も含めて、管制横間隔を確保して設定している。

夏はジェット気流が弱く、北寄りに位置するため、PACOTS は大圏経路に近い北側のゲートウェイから設定される傾向にある。冬はジェット気流が強く、南寄りに位置するため、PACOTS は南側のゲートウェイから設定される傾向にある。しかし、ジェット気流がかなり南下したときは、飛行距離が長くなりすぎるため、ジェット気流を利用せず、大圏経路に近い北側に設定される。そのため、冬は北から南まで多くの種類の PACOTS の組み合わせがあり、日によって南北で緯度 10 度程度異なることもある。

春と秋は、夏と冬 (の南側に設定された場合) の中間的な位置に PACOTS が設定されることが多い。

#### 3.2 北太平洋東行き UPR の傾向

PACOTS は標準的な飛行を想定して設定するため、出発時刻、離陸重量、機種を固定して計算している。UPR の PACOTS の違いの傾向を調べるために、出発時刻、離陸重量、機種を変えて UPR を計算し、結果を比較した。

まず、成田発シアトル・バンクーバー行きの経路 (PACOTS のトラック 1) について、出発時刻や離陸重量を変動させ UPR を計算し、季節ごとの傾向を調査した。計算には洋上管制シミュレータを用いた。これは航空交通管理センターの OTG (Oceanic Track Generator) システムと同様に、経路ネットワークを用いて経路探索を行うものである。上層風の変化によっては出発時刻や離陸重量の違いにより、緯度で 5 度ものばらつきが生じることがあった。図 1 に冬の PACOTS 経路と離陸重量を変化させたトラック 1 の UPR の例を示す。

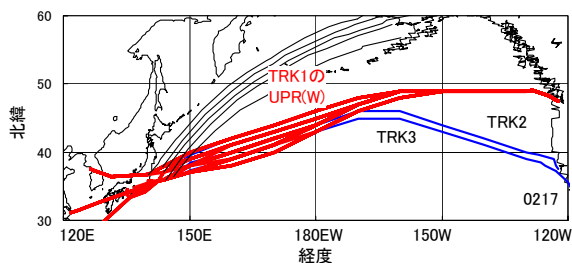


図 1 トラック 1 (成田—シアトル行き) と UPR 例

次に、PACOTS で公示される 3 つの北米西海岸の都市対について、3 種類の機種で UPR を計算し、PACOTS 経路と比較した。3 つの PACOTS 経路はトラック 1 (シアトル・



バンクーバー行)、トラック2(サンフランシスコ行)、トラック3(ロサンゼルス行)で、3機種はB747-400、B777-300、B767-300である。機種によって上昇率が異なるため、各経路のUPRは、緯度で1度程度の差があった。

UPRとPACOTS経路の位置の傾向はだいたい同じである。しかし、PACOTS経路間には管制間隔が考慮されているため、PACOTS設定の優先順位の低い経路(日によって異なる)については、最適経路から離れているため、UPRによる燃料削減効果が大きい。特に、北側の経路ほどUPRはPACOTSに近かった。最も南のトラック3は東経170度の地点で、緯度で最高4度、西経150度の地点で最高3度もPACOTSよりも北に位置した。このことは、南の経路ほどUPRが導入されたときに燃料削減効果が大きいことを示す。

### 3.3 洋上管制シミュレータの製作

平成20年度は洋上管制シミュレータの基本部分を製作した。21年度はシミュレーション機能の充実を図るために以下を改善した。

- (1)経路ネットワークデータの編集方法の改善(視覚的データ編集の実現)
- (2)管制間隔の航空機個別の属性(管制間隔)
- (3)飛行シミュレーション時の周辺交通の詳細情報取得

(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追加した。

(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-rail 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. 考察

すべての航空機がUPRを飛行すると、追い風となるジェット気流の強い場所に航空機が集中する。水平間隔の確保できない航空機は、安全のために高度を変更することになる。PACOTSは横間隔が確保された複数の経路で構成されるので、縦間隔確保のためのみ高度を変更する。一方、UPRの場合は、縦間隔だけでなく横間隔をも含めて管制間隔を確保する必要がある。そのため、多くの航空機がUPRを飛行する場合、交通集中により、最適高度よりも著しく低い高度でないと安全間隔が確保されない場合が予想される。そこで、UPRの設定空域に制限を加えることで管制上の課題を低減させることを検討した。

### 4.1 トラック1へのUPR導入

トラック1をUPR化するときは、南を通るトラック2と管制間隔を確保し、50NM以上北側に設定することを提案した。これにより、計算上の燃料削減量は、制限なしのUPRよりも減少するが、管制運用時の低高度運用が減少することになり、トータルとして燃料は節減できる。この方法に米国内のFIR間の経路条件を加えて、今年度トラック1のUPR化についてのペーパートライアルが実施される。

なお、より便益を増やすために、トラック2からの分岐を認め、トラック2への合流を禁止する経路ネットワークも検討した。しかし、トラック2が最適であるような日は、多くの交通流がトラック2に集中してしまい、制限なしのUPRとほとんど変わらず、適切な制限とはならなかった。

### 4.2 トラック2/3へのUPR導入

トラック2とトラック3は目的空港が地理的に近いことから、北米西海岸付近まで緯度で1~2度の差であることが多い。トラック1とトラック2は目的空港が離れているため、通常は早めに2度以上離れるが、トラック1とトラック2は気象状況によってはかなり東側まで1度程度の間隔となることがある。

トラック2はUPRを設定せずに固定し、トラック3のみ4.1と同様に、トラック2と管制間隔を確保して設定することにより、便益が得られる。しかし、トラック2やトラック3の交通量はトラック1ほど多くはない。そこで、トラック2とトラック3では経路を分離して固定するのではなく、4.1で検討した分岐を使って、更なる効率化を検討している。

### 4.3 サンフランシスコ空港への経路

PACOTS 経路は基本的な都市対が決まっているが、別のトラックを飛行することもできる（制限がかかる日もある）。

サンフランシスコ空港では必要機器を搭載している南東方面からの到着機に対して、燃料が節減できるテイラードアライバルを実施している。その経路へはトラック 3 など南側のゲートウェイを通過する経路から合流できる。トラック 2の方がトラック 3よりも飛行距離が短い、到着経路での燃料削減分を考慮すると、トラック 3で飛行する方が燃料を節減できる日もある。

そのため、成田出発時はトラック 2を飛行し、サンフランシスコ空港近くでトラック 3 経路に合流するような経路が UPR となることが予想される。その場合、4.1 で提案したトラック 2 を固定するやり方では便益は少ない。4.2 で提案した、トラック 2からの分岐、あるいは、より柔軟な経路設定方法を検討している。また、飛行中に経路を変更する DARP (Dynamic Airborne Reroute Procedure) の実施について検討したい。

## 5. まとめ

太平洋東行き飛行経路について、UPR の傾向を計算し、PACOTS と比較を行った。南側の PACOTS トラックほど UPR 導入による計算上の便益は大きい。しかし、交通量が多いときは管制運用までを含めた検討が必要であり、経済高度での飛行の実現が課題である。

平成 22 年度は、検討空域を中部太平洋だけでなく、北部太平洋も含めた空域に拡大し、UPR の効果や PACOTS 経路の効果を検証する予定である。3.3 で製作したシミュレータを用い、より短い管制間隔に応じた経路の計算や、より詳細な管制シミュレーションを行う。航空機の組み合わせによって管制間隔を変えたシミュレーションも可能となったので、RNP4 の搭載率を変化させたシミュレーションも行いたい。

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。南太平洋上の UPR についても、IPACG での制限緩和にあわせて、再度検討していきたい。

## 掲載文献

- (1) JCAB : Simulation analysis of UPRs of TRACK 1 , IP13, IPACG30, May 2009.
- (2) JCAB : Simulation analysis of UPRs of TRACK 1 with restrictions, IP15, IPACG31, Oct. 2009.
- (3) 福島, 福田, 住谷 : 北太平洋上の東行き最適経路の傾向について, 電子航法研究所研究発表会, 2009 年 6 月.
- (4) S.Fukushima, Y.Fukuda, M.Sumiya, : Analysis of UPR

efficiency with restriction, APISAT2009, Oct. 2009.

(5) 住谷, 福島, 福田 : 東行き PACOTS 経路とゲートの関係, 電子情報通信学会総合大会, 2010 年 3 月.

## ターミナル空域の評価手法に関する研究【重点研究】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○木村 章、福田 豊、蔭山 康太、行木 宏一、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とともに運航効率向上など社会及び航空関係者の多様な期待に対応す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 21 年度は、H20 年度に実施した航跡データの解析を元に、実運用における到着フェーズの滞留時間の測定、評価手法を研究した。そして評価ツールには、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追加した。また、空域構造と航跡を 3 次元で表示する方法について調査、試行し、航跡を 3 次元で編集表示する機能を評価ツールに追加した。

### 3. 研究成果

#### 3.1 実運用における滞留時間評価手法

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ることができる。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 2008 年の羽田空港到

着機データを対象にこれを計測した。

計測範囲は、巡航高度からの離脱開始地点とその付近から発生するエンルートにおけ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とし、その間の飛行距離・飛行時間を測定した。測定には 2008 年 2/4/6/8/10/12 月の 39 日分の羽田到着機 15,400 機の 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。データ解析から測定された飛行距離・時間の統計結果を示す (表 1)。

全データ	エンルート	エンルート	ターミナル	ターミナル
	距離nm E(d)	時間h:m E(t)	距離nm T(d)	時間h:m T(t)
平均値	130	0:16	79	0:17
最大値	287	0:47	233	0:50
最小値	72	0:09	38	0:08
標準偏差	15	0:02	19	0:04
機数	15400	15400	15400	15400

移管点別	滑走路							
	RWY34		RWY16		RWY22			
	E(d)	E(t)	T(d)	T(t)	T(d)	T(t)	T(d)	T(t)
SPENS								
平均値	136	0:16	68	0:16	90	0:20	101	0:23
最大値	245	0:35	191	0:40	196	0:47	187	0:49
最小値	72	0:09	42	0:10	44	0:08	67	0:15
標準偏差	13	0:02	17	0:03	19	0:04	18	0:04
機数	10320	10320	7845	7845	1762	1762	713	713
PEFRY								
平均値	112	0:13	82	0:16	98	0:22	113	0:25
最大値	287	0:47	152	0:32	165	0:36	233	0:50
最小値	82	0:10	62	0:12	74	0:16	84	0:18
標準偏差	16	0:02	15	0:03	15	0:03	20	0:04
機数	1125	1125	791	791	233	233	101	101
TLE								
平均値	119	0:17	66	0:16	64	0:16	65	0:18
最大値	230	0:39	168	0:42	156	0:34	171	0:39
最小値	114	0:13	40	0:10	39	0:09	38	0:10
標準偏差	8	0:01	11	0:02	16	0:04	23	0:05
機数	3955	3955	2856	2856	789	789	310	310

表 1 : データ解析から測定された飛行距離・時間

一方、実測値の比較対象とする計画(想定)経路は、AIC (Aeronautical Information Circular) 推奨飛行計画経路と、(ターミナル管制所への管制移管点と着陸滑走路を結ぶ)代表的な標準到着経路及び計器進入方式経路の組み合わせとし、その距離を算出した(標準飛行距離)。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、同一経路の同一距離であっても到着機毎に異なる。ここでは、経路パターン別に標準飛行距離の平均所要時間を推定し当該計画(想定)経路の標準飛行時間とした。経路パターン毎の標準距離・時間を示す(表 2)。

データ解析による飛行時間と計画(想定)経路の標準飛

行時間とを比較して各到着機の滞留時間を求めた。その結果、年間のサンプルデータを対象とした羽田到着機の到着フェーズにおける滞留時間については、「平均値が約 2 分 (1'58'')」「標準偏差が約 5 分 (4'39'')」、分布傾向として、「滞留しなかった到着機は全体の約 39%」「10 分以内の滞留発生は全体の約 55%」「10 分を超える滞留は全体の約 6%」となった (図 1)。

エンルート標準値の設定				
移管点	経路パターン	AIC推奨の飛行計画経路	150nm <sup>2</sup> 移管点経路距離 (nm)	一致データ平均所要時間
TLE	N1	V22 TLE Y10 TLE	117	0:17:13
	N2	V32 GOC V22/Y10 TLE	120	0:17:39
	N3	GTC R21 GOC V22/Y10 TLE	141	0:20:38
	N4	HISUI Y31 LAPIS R211 GOC Y10 TLE	172	0:21:58
SPENS	W1	RJNK /// KCCV69 LHE V17 WESTN G567 XAC V17/Y211 WESTN	175	0:23:29
	W2	G71 XAC V17/Y211 WESTN V17 XAC V17 WESTN	133	0:15:53
	W3	Y291 SHTLE Y29 LHE V17 WESTN Y29 LHE V17 WESTN	138	0:17:46
	W4	Y23 VIOLA Y21 XAC Y211 WESTN	135	0:16:28
	W5	Y21 XAC Y211 WESTN A1 SAKIT W28 SPENS V17 WESTN	117	0:14:23
	W6	Y52 SAKAK Y521 XAC Y211 WESTN	113	0:13:52
PERRY	S1	W28 SAKIT V18 OTAKI	113	0:13:45
	S2	Y573 NJC Y523 PERRY Y231 ORGAN V18 OTAKI	107	0:12:45
ターミナル標準値の設定				
移管点	RWY	想定経路 (航空路、標準到着経路、計器進入方式)	移管点-RWY 経路距離 (nm)	一致データ平均所要時間
TLE	RWY34	KOITO N. RNAV ARRIVAL+ILS34L	67	0:17:07
	RWY16	JONAN N. RNAV ARRIVAL+VOR16L	54	0:14:25
	RWY22	KASAI N. RNAV ARRIVAL+ILS22	54	0:16:06
SPENS	RWY34	Y211+KOITO S. NR1 RNAV ARRIVAL+ILS34L	59	0:14:11
	RWY16	Y211+JONAN S. NR1 RNAV ARRIVAL+VOR16L	71	0:16:37
	RWY22	Y211+KASAI S. NR1 RNAV ARRIVAL+ILS22	83	0:18:54
PERRY	RWY34	V18+KOITO S. NR2 RNAV ARRIVAL+ILS34L	89	0:18:59
	RWY16	V18+JONAN S. NR2 RNAV ARRIVAL+VOR16L	95	0:21:40
	RWY22	V18+KASAI S. NR2 RNAV ARRIVAL+ILS22	106	0:23:21

表 2: 計画 (想定) 経路の標準距離・時間

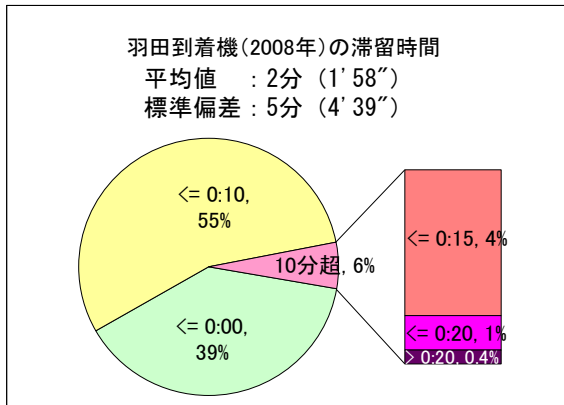


図 1: 滞留時間のまとめ

### 3.2 簡易な 3 次元評価手法の調査

将来の航空交通管理のキーワードとされる「(4D) TRAJECTORY based operations」では、「垂直方向」の空域認識、トラジェクトリ予測及び管理の向上が期待される。そして空域とトラジェクトリの垂直方向について評価することが重要となる。本研究では評価の基礎的な段階として、これらの立体構造を関係者が認識し理解を共有できる

可視化手法について調査した。

幅広い関係者が利用できる 3 次元表示方法として、パーソナルコンピュータで利用可能なバーチャル地球儀ソフトウェア上に空域とトラジェクトリを 3 次元で表示することを試行した。進入管制区やセクター等の空域立体モデルを表示する場合は、事前に 3D モデリングソフトウェアでモデルを作成する。空域形状に関する情報を告示集または航空路誌から入手し、サンプル空域をモデル化した (図 2)。3 次元トラジェクトリの表示は、レーダ航跡データ及びシミュレーションから出力された飛行データを使用した (図 3)。

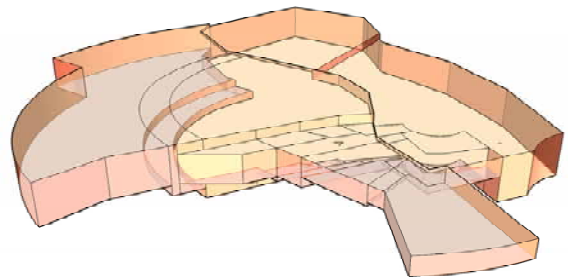


図 2 東京進入管制区モデル

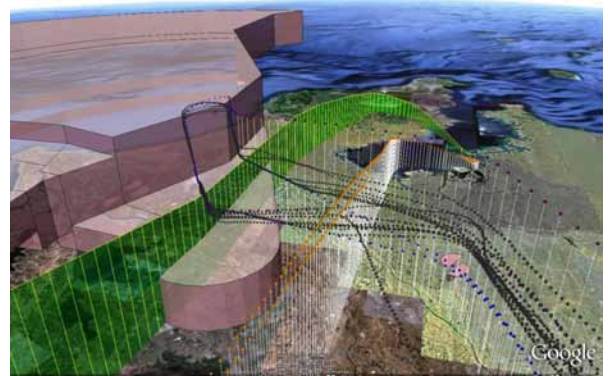


図 3 空域モデル、レーダ航跡及びシミュレーション航跡の表示例

### 3.3 空域設計評価ツールの運航モジュールの製作

空域、経路などを設計・評価するための空域設計評価ツールの運航モジュールを製作した (図 4)。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製作した。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。

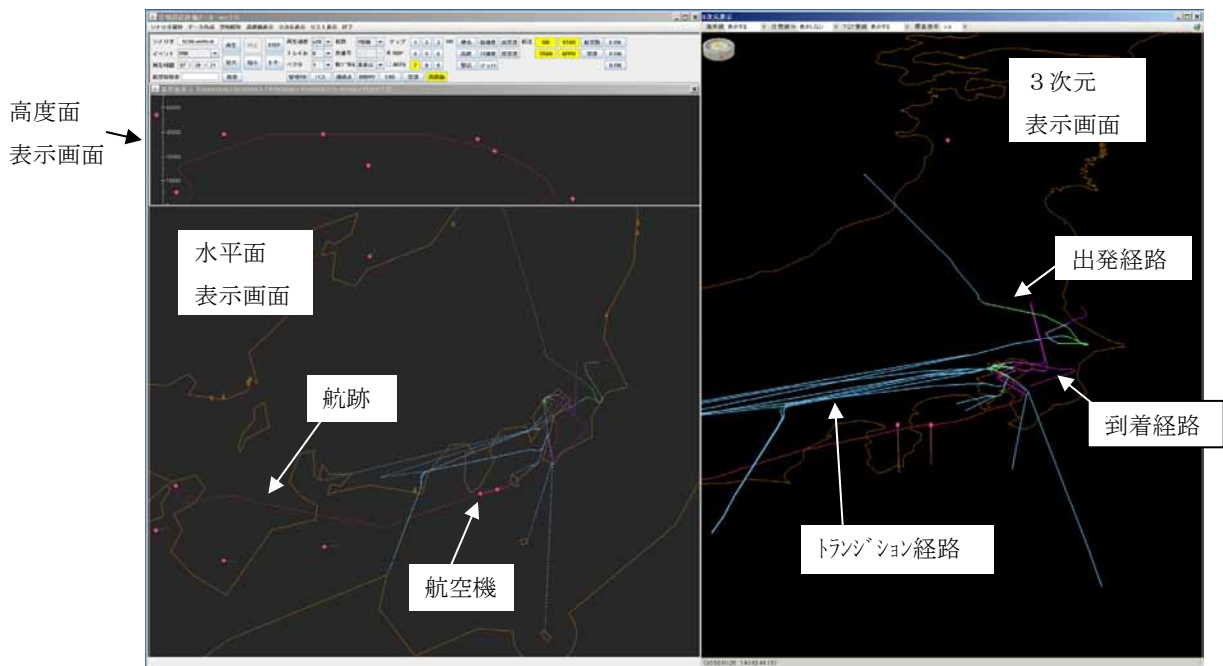


図4 空域設計評価ツールの表示例

航法データは ARINC424 形式とし、さまざまな経路に対応するためバ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、プロパティ機能を追加し、画面上のマウス操作での編集に加え、緯度経度等の数値入力を可能とした。また、線分や円弧等の描画要素の移動、変形、コピー、ペースト機能を実装した。

出発経路と到着経路の展開機能では、航空機の飛行性能データとして、EUROCONTROL の BADA(Base of Aircraft Data)を使用する。これは、航空機の型式毎の上昇、降下性能などを含む。また、気象データとして気象庁提供の数値予報データの GSM (Global Scale Model) と MSM (Meso Scale Model) を設定することにより、高層風を考慮したトラジェクトリを生成する。

表示機能については、立体的な可視化のため高度面表示、および、3次元表示機能を追加した。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。視点を任意に移動することにより、経路の立体構造を把握することができる。

#### 4. 考察等

2008 年のレーダデータを利用して、実運用における到着フェーズの滞留時間の評価手法を試行した。この局面の評価は近年欧州でも実施され、ユーロコントロールが発行する ATM に関するパフォーマンス報告書 PRR2008 (Performance Review Report 2008) に、欧州主要空港における到着フェーズの飛行延伸に関する評価が掲載されている。このように、この局面の評価は航空交通システムのパフォーマンス評価のひとつとして今後注目されると考えられることから、測定とその手順の検討を継続する予定である。

#### 掲載文献

(1) 岡、蔭山、福田、山本、“航空交通量と空域設計要件との関係について-その2-”、平成 20 年度電子航法研究所研究発表会講演概要、 pp. 41-46、 2008 年 6 月

## 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 Gwagner、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 21 年度は初年度である。平成 21 年度の研究の目的は、航空機が飛行したトラジェクトリをモデル化の視点から解析し、次年度から開発するトラジェクトリ予測モデルに反映することである。

平成 21 年度は、主に下記のことを行った。

- ・トラジェクトリデータの解析手法の開発
- ・トラジェクトリモデル評価システム（解析部）の製作
- ・機上データとレーダデータの解析

### 3. 研究成果

#### 3.1 トラジェクトリデータの解析手法の開発

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）を生成する手法を構築するため、実際のトラジェクトリデータを解析する手法を開発した。飛行経路からの横方向の偏差、上昇降下時の高度プロファイルのばらつき、ウェイ

ポイントの通過時刻の予測誤差について検討した。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。航空機の真対気速度の算出には、飛行性能データとして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。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。

#### 3.2 トラジェクトリモデル評価システム（解析部）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、予測性能等を評価するものである<sup>(1)-(3)</sup>。今年度は、トラジェクトリデータを解析する機能を製作した。解析対象の機上データ、レーダデータ、気象データなどを処理して、速度データなどの複数のパラメータを抽出または算出し、認識しやすいグラフ形式で表示する。実測されたパラメータについては、予測モデルで算出した予測値と比較し、誤差を算出する。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）

#### 3.3 機上データとレーダデータの解析

航空機で測定された機上データと航空路レーダ情報処理システム（RDP：Radar Data Processing System）やターミナルレーダ情報処理システム（ARTS：Automated Radar Terminal System）などのレーダデータを使用し、トラジェクトリを解析した。

機上データの解析では、対地速度、真対気速度、指示対気速度、マック数、風向、風速、気温、飛行時間について約 100 機を解析した<sup>(4)-(5)</sup>。予測モデルから算出した予測値と航空機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、測定値のマック数と指示対気速度が航空機の飛行性能データ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、飛行性能デ

一タの差異の要因が多く見られた。

レーダデータで記録された航跡についても、機上データと同様に解析した<sup>(6)</sup>。レーダデータは機上データに比較して、解析できるパラメータは限定されるが、さまざまな機種や航空会社が混在する環境での検討ができる。解析により、時間予測精度等を求めることができた。1日分の航空機全体の予測精度に対して、航空機の機種を限定すると予測精度は向上した。BADAの航空機性能データが対応している機種は、一日3,500便のIFR (Instrument Flight Rules) 機のうち、約3,000便(約86%)であった。航空機が通過するウェイポイントの通過時間を管理するため、航空機の色度を調整する必要がある。そこで、航空機が飛行できる速度幅を調査した。BADAの飛行性能データから最大速度と最小速度を求め、実際の飛行速度と比較した。速度の調整幅は、加速部分の余裕は少ないが、減速部分は広い調整幅がある。減速による速度調整により、混雑空港の滞留時間の効率的な消費が可能であると考えられる。

また、RNAV (aRea NAVigation) 出発・到着経路を飛行した航空機の航跡について、水平位置、高度、飛行距離、飛行時間のばらつきを解析した<sup>(7),(8)</sup>。航跡の水平位置の経路からの偏差は、ウェイポイントがほぼ直線上の場合は、非常に小さい。経路の曲がりが多い場合は、旋回時にばらつきがあり、その大きさは飛行速度との関係がある。経路上のウェイポイント間の飛行距離のばらつきは小さい。高度についても、航空機毎のばらつきがあり、上昇時より降下時にばらつきが大きい。また、飛行時間のばらつきも同様の傾向がある。

#### 4. 考察等

実運航のトラジェクトリの解析により、航空機の飛行特性を把握することができた。欧州の「初期4Dトラジェクトリデータリンクの運用コンセプト」では、今後の解析と検証が必要としてあるが、時間精度要件はエンルート30秒、ターミナル10秒と述べられている。電子航法研究所で開発している予測モデルは、このような精度を目標にしている。巡航段階は、速度の比較結果から、航空機の色度計画を予測モデルに反映できれば、航空路区間の予測精度30秒が実現可能であると考えられる。

航空機の色度設定は、型式、機体重量、燃料コスト、天候、遅延の有無などのさまざまな条件を考慮して決められている。近年、欧州では、燃料コストの増加等から、航空機の色度設定幅が広がっていると指摘されている。ICAOでは、飛行計画を基準に真対気速度で5%、マック

数で0.01の変化がある場合は、管制機関に通知するとしている。トラジェクトリ管理では、フライト毎の色度計画を出発前に取得してトラジェクトリ予測に反映することが望ましいが、その環境が実現するまでは全体的な速度設定の傾向を解析して、予測モデルに反映する方法が有効と考えられる。また、飛行中の航空機のマック数と指示対気速度の現在値については、SSR (Secondary Surveillance Radar) モードSのデータ通信機能により地上側で取得することが可能である。このような監視情報を軌道予測に取り込むことも有効と考えられる。

今回の解析から、来年度に開発する予測部の指針を得ることができた。今後は、上昇降下区間での予測精度向上のための手法の検討、気象予報に起因する誤差の解析を実施したい。

#### 掲載文献

- (1) Y. FUKUDA, "Japan's Trajectory Model", The seventh Meeting of the Harmonization of Future Air Transportation Systems Working Group, JCAB, FAA and JPDO, Dec. 2009
- (2) Y. FUKUDA, "Development of Trajectory Prediction Model", KARI/ENRI CNS/ATM Joint Conference 2010, March 2010
- (3) 福田, "トラジェクトリ管理って何だろう (2) —トラジェクトリ予測機能—", 航空管制 2009 No.6, pp. 84-88, 2009年11月
- (4) 白川, 福田, 瀬之口, "航空機軌道予測における誤差要因の解析", 信学技報, SANE2009-167, pp. 19-24, 平成22年2月.
- (5) 福田, 白川, 瀬之口 "トラジェク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
- (6) 白川, 福田, 瀬之口 "航空機性能データを用いた軌道モデルの誤差推定", 第9回電子航法研究所研究発表会, pp. 47-52, 平成21年6月
- (7) 福田, 白川, "RNAV出発・到着の経路の航跡解析", 第9回電子航法研究所研究発表会, pp. 5-10, 平成21年6月
- (8) Y. FUKUDA, M. SHIRAKAWA, "Analysis of RNAV Departures and Arrivals Using Track Data", Proceedings of 2009 Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology, pp. 59-64, Nov. 2009



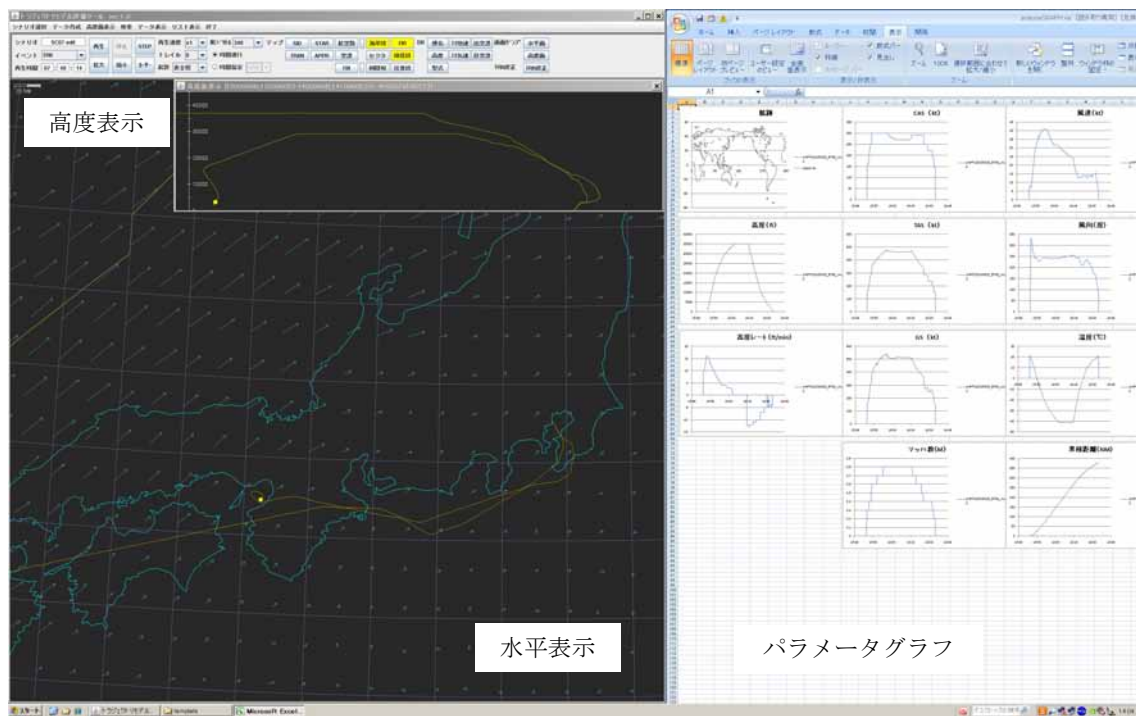


図1 トラjectory評価システムの表示例



## 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、長岡 栄

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、RNAV/RNP の安全性評価手法に係る ICAO 規程は確立されていないため、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 への規程策定に係る提言も含め、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 RNAV5 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 経路の継続的安全性評価実施方法の開発
- ④ 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

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、衝突危険度モデルの重要なパラメータの一つである横方向重畳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上をどれだけの精度で飛行しているかを表す横方向経路逸脱量の分布を推定する必要がある。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とするのは航法精度を実際より悪く見積もってしまうことになるため好ましくない。

RNAV5 経路における安全性の事後評価手法の検討のため、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。

上記にて選定されたレーダのデータを解析し、航跡を確認してレーダ誘導されたと思われる飛行便を抽出した。そして、抽出された飛行便の運航票にレーダ誘導の有無が記載されているかどうかを調査する作業を開始した。調査すべき運航票の数は膨大であり、調査には時間を要すること

が分かった。

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、鹿児島空港事務所にて運航票の調査を行った。これは、RNAV5 の場合と同様に鹿児島空港 RNAV 到着経路をレーダ誘導なしで飛行した飛行便を確認するためのものである。尚、平成 21 年度に行った調査のみでは統計的に意味のある結果を得るには、まだデータ数が少ないと思われるため、平成 22 年度も引き続き運航票の調査を行うこととした。

②について。航空機の航法精度の解析には、レーダデータが必須となる。特に統計的解析のため膨大な量のデータが必要となる。このため、関係する管制部の協力を得てレーダデータの収集、整理、解析を行った。

③について。導入後の安全性評価を継続的に行うためには、プログラムに関する高度な知識のない担当者でもレーダデータ等の解析が行える環境が必要と考える。この方針で昨年度までに作成したデータ解析用ソフトウェアを拡張する形で、レーダデータと飛行計画情報を関連づけるためのソフトウェアおよび横方向経路逸脱量推定ソフトウェアを作成した。これによりレーダデータおよび飛行計画情報を解析し横方向経路逸脱量を算出するまでの一連の汎用性の高いソフトウェアが揃った。

④について。RNP に関する定量的安全性評価手法の調査、特に FOSA (Flight Operational Safety Assessment) に関する文献調査、聞き取り調査を行った。更に、今後、利用できる可能性が高いことから、EUROCONTROL による FOSA 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量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、その構築を始めた。このシステムは平成 22 年度に完成させる予定である。

### 3. 研究成果

前述の運航票の調査は大変な作業であり、元から出来るだけレーダ誘導が行われていないことが望ましい。このため、レーダデータと飛行計画情報により、このような条件を満たす経路セグメントの調査を行った。調査は東京航空交通管制部の管轄内の RNAV 経路のみで行った。その結果、関東と関西を結ぶ Y28 経路の KOMAK- CUE 間および関東と北海道を結ぶ Y11 経路の NZE- KAEDE 間が上

記の条件を比較的満たすことが分かった。なお、Y28 は交通量が多いため、比較的少ない期間で統計的に意味のある航跡数を得ることが期待できる。

現在、一つの経路セグメントは複数の航空路監視レーダにより監視されているが、上記の経路セグメントを精度良く調べられる可能性のあるレーダについても調査した。その結果、Y28 の KOMAK-CUE 間では三国山 ARSR が、Y11 の NZE-KAEDE 間では山田 ARSR が適していることが分かった。

図 1 に KOMAK-CUE 間の三国山 ARSR の情報を基に表示したレーダ誘導の有無を確認すべき航跡の例を示した。このような航跡の飛行便を抽出して運航票によりレーダ誘導の有無を調査している。

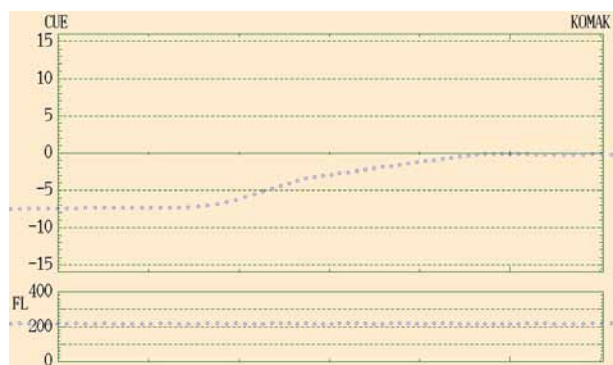


図 1 レーダ誘導の有無を確認すべき航跡の例（青い点々がレーダ情報を基に描いた航空機の航跡を表す。上の図は航空路の中心線を 0 とした場合の中心線からの逸脱量（単位は海里）を表す。下の図は上と同一地点での航空機の飛行高度（フライトレベル）を示す。）

### 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。今年度は、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セグメントを選定し、かつその経路セグメントにおける航跡の解析に最も適したレーダの選定を行った。データ解析や運航票の調査を継続し来年度に結果を出す予定である。

### 掲載文献

(1) 天井：“広域航法運航に対する安全性評価のための一

手法”、第9回電子航法研究所研究発表会、2009年6月

- (2) O. Amai : “A Methodology for Estimating Safe Minimum Route Spacing for RNAV-approved Aircraft”, Proceedings of 13<sup>th</sup> International Association of Institutes of Navigation (IAIN 2009), Stockholm, Oct.,2009
- (3) 長岡栄 : “航空機の衝突リスク評価における理論的考察”、日本信頼性学会誌、Vol.32, No.1,pp.47-52, 2010年1月
- (4) 長岡栄 : 広域航法 (RNAV) から性能準拠型航法 (PBN) への変遷、電子情報通信学会技術研究報告、SANE2009-157、2010年1月
- (5) 天井 : “RNAV 平行経路の最小経路間隔の一推定方法”、日本航海学会論文集、第122号、2010年3月
- (6) 長岡栄 : 航空管制システムの今後の展望と課題、電子情報通信学会誌、Vol.93, No.3, pp.238-232, 2010年3月
- (7) 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

## 空域の安全性の定量的評価手法に関する研究【指定研究 A】

担当領域 航空交通管理領域  
 担当者 ○藤田 雅人、天井 治、森 亮太  
 研究期間 平成 18 年度～平成 21 年度

### 1. はじめに

より効率的な空域利用の観点から管制間隔や経路間隔の短縮が望まれている。その一方で、航空機の運航においても安全性の確保は重要な社会的課題となっている。効率性を求めつつも、安全性を確保するために安全性を定量的に評価する手法が必要となる。

ICAO の管制間隔・空域安全パネル (SASP, Separation and Airspace Safety Panel) においては、安全性の定量的評価手法の検討が行われており、定量的安全性評価手法に関する研究成果の提供が望まれている。

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

### 2. 研究の概要

本研究にあたっては飛行計画情報・レーダデータ等の収集・解析を実施する。その結果明らかになった空域の特性に対応した安全性評価手法の構築を行う。特に、洋上空域とターミナル空域を主な対象とする。

また、PANS-ATM の改訂作業を実施している SASP 作業部会全体会議に参加し、衝突危険度モデルの専門家として、会議への技術的支援を行う

### 3. 研究の成果

#### 3.1. SASP への貢献

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 15,16 回 SASP 作業部会全体会議に参加した。第 15 回 SASP 作業部会全体会議では極値理論に基づく航空機の経路逸脱量分布モデルの提案を行った。

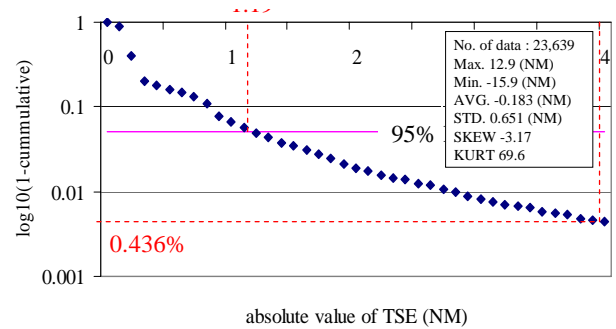


図 1 : TSE observed at the middle point between NUBDA and NANNO (Oct. 2006 – Sep. 2007)

また、同会議で PANS-ATM にターミナル空域における管制間隔基準を追加するため、SASP へ参加している技術者により 5 つのシナリオに対して衝突危険度推定を実施することとなり、電子航法研究所が 2 つのシナリオを担当することとなった。第 16 回 SASP 作業部会全体会議では一つのシナリオの衝突危険度推定の中間報告を行った。

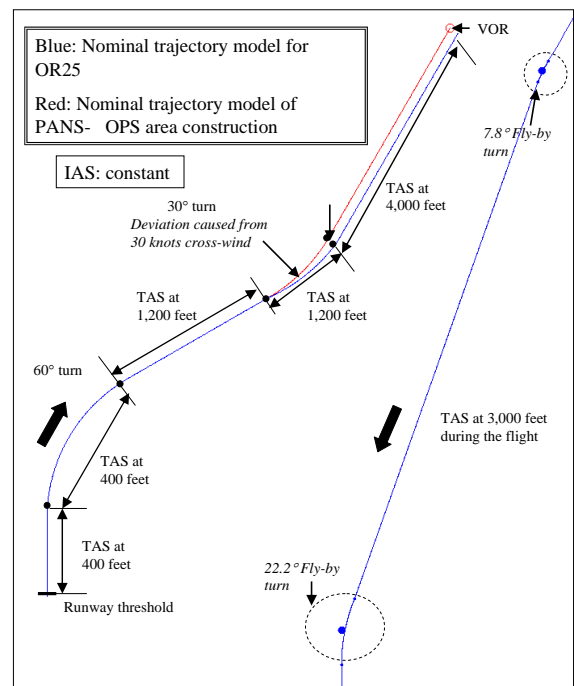


図 2 : シナリオ(1)

### 3.2. 洋上航空路の安全性評価手法の開発

洋上航空路等の国際空域における水平方向の管制間隔に対しても運用状況を安全性の面から監視するエンルート監視機関(EMA, Enroute Monitoring Agency)のマニュアル策定作業が国際民間航空機関(ICA0, International Civil Aviation Organization)のアジア・太平洋地域の会議 RASMAG (Regional Airspace Safety Monitoring Advisory Group)で進められている。電子航法研究所は水平面管制間隔の衝突危険度モデルの研究・開発でも実績があり、この分野でも貢献が期待される。

エンルート監視機関は大きな横方向逸脱(Large Lateral Deviation, LLD)データと大きな縦方向誤差(Large Longitudinal Error, LLE)データの収集が義務付けられている。これらは航空交通管制官や操縦士からの報告により収集される予定である。しかし、監視データから自動的に LLD, LLE が同定されれば望ましい。本研究では ODP データを用いて自動的に LLD, LLE を同定する手法を開発した。(同手法は ADS メッセージを解析することにより、LLD, LLE を同定するため、非 ADS 機には適用できない。)

洋上航空路では縦方向・垂直方向の衝突危険度の軽減に SLOP (Strategic Lateral Offset Procedure)が用いられている。SLOP とは航空機が管制官に通知することなく、飛行経路から右に 1NM ないし 2NM ずれて飛行する方式である。SLOP がランダムに適用されていれば、SLOP がまったく適用されていないときに比べて、縦方向・垂直方向の衝突危険度は概ね 3 分の 1 となる。本研究では、ODP データを用いて、位置通報データから SLOP における横オフセットの適用比率を推定する手法を開発した。推定にあたっては、意図しない航空機の経路逸脱は SLOP の適用・未適用に係わらず同一と仮定した。IPACG/31 において解析結果の報告を行った。

### 3.3. データの収集

衝突危険度モデルに基づく定量的安全性評価のためには膨大なデータの収集・解析が必要となる。国土交通省航空局及びその他関係官署の協力を受け、レーダデータ・通信履歴データ等を継続的に収集した。

### 3.4. 高度監視装置(NAMS)の撤去

当研究所の開発した高度監視装置(NAMS)は PSR 一基により航空機の飛行高度を測定する装置である。平成 11 年に宮城県栗原市に当該実験設備を設置し、実験運用を続けてきた。

一方で、本邦では、最近、マルチラテレーション技術を利用した航空機の飛行高度を測定する装置である HMU(Height Monitoring Unit)の導入が決定した。

HMU と NAMS の目的は同一であり、HMU の導入により、NAMS の歴史的役割は終了した。したがって、平成 21 年 5 月に NAMS の撤去を行った。

#### 掲載文献

- (1) Fujita, "Is Gaussian distribution appropriate for the TSE distribution model for RNP aircraft?", ICAO SASP-WG/WHL/15 WP/15, Montreal, Canada, May 2009
- (2) Mori, R., "Estimation of the Ratio of Aircraft Applying SLOP;" IPACG/31, IP/14, Tokyo, 2009.
- (3) Mori, R., "The method to identify the ratio of aircraft applying SLOP;" The proceedings of WSANE 2009, pp. 253-258, Shanghai, China, 2009.
- (4) Mori, R., "Identifying the Ratio of Aircraft Applying SLOP by Statistical Modeling of Lateral Deviation," Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, (in press).
- (5) Fujita, "Horizontal Nominal Trajectory Model and Distribution Models for OR 25", ICAO SASP-WG/WHL/16 WP/12, Auckland, New Zealand, November 2009
- (6) 藤田, "空域設計と安全管理システム", 電子情報通信学会技術研究報告 SSS2009-26、平成 21 年 12 月
- (7) 藤田, "航空におけるデータ駆動型安全管理システム", 日本信頼性学会誌、vol. 32, no.2、平成 22 年 3 月





かった。そこで、研究・開発動向の調査結果を、電子航法研究所 技術資料としてまとめた[1]。この中で、ASAS の概念を説明し、ASAS 応用方式である In-Trail Procedure (ITP)、Visual Separation Assurance (VSA)、Sequencing and Merging (S&M) (S&M は、現在 IM(Interval Management) と呼ばれる応用方式に含まれている)を中心に最新情報をまとめた。

### 3.2 NLR(オランダ航空宇宙研究所)との共同研究

本研究では、Interval Management (IM) と呼ばれる ASAS 応用方式 [2]に注目した。この応用方式では、パイロットが、航空管制官が指定した航空機との間隔付けを指定された地点で行う。これを適用すると、空港や空域の容量を減らさずにエネルギー効率の良い降下 (CDA)が実現すると期待されている。IM が適用された場合に十分な安全性が保証できるのか、具体的にどの程度容量を確保できるのか、運用手順を検討する前にさまざまな条件を仮定して事前評価する必要がある。

ASAS のような将来システムの定量的な評価手法として、NLR の Henk Blom 氏らが約 15 年かけて開発した安全性・効率解析手法 TOPAZ (Traffic Organization & Perturbation Analyzer) [3]が挙げられ、ユーロコントロール、NASA などが利用した実績がある。TOPAZ では、まず運用概念をまとめ、将来システムの構成要素とその相互作用を記述する数学モデルをペトリネットで記述する。そして、ペトリネットモデルを利用してモンテカルロシミュレーションを実施し、安全性や効率を定量的に評価する。シミュレーション結果からシステムの危険因子を分析してフィードバックし、運用概念の向上を目指す一連の手法である (図 1)。

NLR との共同研究では TOPAZ を利用し、ASAS IM 応用方式を利用した CDA 運航の基礎検討を行った。これまでに、ユーロコントロールの CoSpace [4]プロジェクトの協力を得て、ASAS 速度制御系モデルを開発した[5]。モンテカルロシミュレーションにより、開発した ASAS 制御系モデルは初期値の変動や風の影響下でもロバストな性能を発揮することを確認した。このモデルを利用し、IM 応用方式を利用した複数の航空機による CDA 運航をペトリネットモデルで記述し、モンテカルロシミュレーションを走らせた。シミュレーション結果より、ASAS 速度制御は複数機の CDA 運航を実現する有力な手段であることがわかった[6]。文献 [7]では、さらに高度なモンテカルロ法を適用し、ADS-B の故障確率が CDA 運航に与える影響を評価した。図 2 は、ADS-B 送受信機の故障確率を  $10^{-7}$ 、 $10^{-5}$ 、 $10^{-3}$

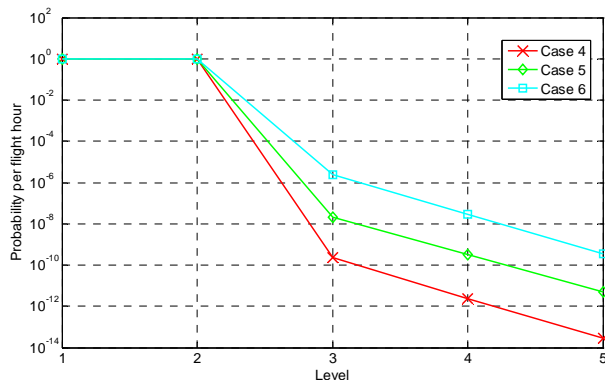


図 2 ADS-B 送受信機の故障確率と航空機の衝突確率 [7]

と仮定した場合に (それぞれ Case 4, 5, 6 に対応) 衝突確率 (横軸 Level5 に対応する縦軸の値)を算出した例である。仮定の範囲内では、衝突確率は  $10^{-9}$  以下になった。

### 4. まとめ

最新の ASAS 研究開発動向をまとめた報告書を作成したと共に、欧米との情報網を構築し、NLR と共同研究を実施して ASAS を利用した CDA 運航の基礎検討を行った。平成 22 年度も引き続き「監視システムの技術性能要件の研究」、「トラジェクトリモデルに関する研究」において ASAS の世界動向を追うと共に、「確率的シミュレーションに関する研究」において共同研究を継続する。

#### 参考文献

- [1] 伊藤 恵理, “ASAS に関する調査報告書 1 : ASAS の概念と Package 1 の応用方式”、電子航法研究所技術資料, 2009.
- [2] RTCA, “Safety, Performance and Interoperability Requirements Document for Airborne Spacing – Enhanced Interval Management (ASPA-IM)”, Review draft, updated: February 26, 2010.
- [3] National Aerospace Laboratory NLR, “Traffic Organization & Perturbation Analyzer TOPAZ”, 2004. <http://www.nlr.nl/documents/flyers/fl151-05.pdf>
- [4] CoSpace, [http://www.eurocontrol.int/eec/public/standard\\_page/SSP\\_cospace\\_home.html](http://www.eurocontrol.int/eec/public/standard_page/SSP_cospace_home.html)
- [5] Itoh, E., Van der Geest, P. J., and Blom, H. A. P., “Improved Airborne Spacing Control for Trailing Aircraft”, *Proc. 2009 Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology*, 2009.
- [6] Itoh, E., Everdij, M. H. C., Bakker, G. J. (Bert), and Blom, H., “Speed Control for Airborne Separation Assistance in Continuous Descent Arrivals”, *Proc. 9<sup>th</sup> AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations*, 2009
- [7] Itoh, E., Everdij, M. H. C., Bakker, G. J. (Bert), and Blom, H., “The Impacts of Surveillance Failure on Airborne Separation Assistance System based Continuous Descent Approach”, *27<sup>th</sup> International Congress of the Aeronautical Science*, 2010.

## 分散認知による管制業務の技術伝承に関する研究【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

人間機械系のシステムにおいて、適切な協調関係を築くためには、人間と機械のそれぞれの役割と関係を十分に考慮した設計が必要である。航空管制業務においては、ユーザーである管制官の果たす役割や性質を十分に理解し、システムとしての機能と支援機器を設計することになる。しかし、一方で管制官の業務知識は専門的であり、設計・開発関係者にとって簡単に理解することは難しい。管制官自身は専門的な知識や技能の獲得ために、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、分析を必要として大変な作業となる。

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マネジメントフレームワークの構築を研究の目的とする。

### 2. 研究の概要

#### 2. 1 知識構造化フレームワーク

本研究では航空管制業務の知識マネジメントフレームワークの構築を行うにあたって2つの目的を考えている(一つは、システムに対して、管制官のスキルやノウハウをある程度の基準をもって体系化することで、業務知識の習得を効率的にかつ適切に行えるようにするための学習や訓練等のサポートを行えるようにすることである。スキルやノウハウが体系化されることで、業務におけるボトルネック、潜在的に重要な業務要素の洗い出し、訓練リソースの最適化、さらには事故等重大インシデントの原因の分析、等のシミュレーションを行えることが期待できる。業務プロセスの可視化や改善につなげることも期待できる。

もう一つは、航空管制システムの設計において、ヒューマンファクタの観点に基づいた人間中心設計(User Centred Design)が行えるようにシステム開発をサポートすることである。人間中心設計を行う上で重要なのは、ユーザーの要求がどこにあるか、ユーザーにとって使いやすいものは何であるかを見極めるための分析を行い、設計することである。しかしながら、現実には全てのシステム設計者がオペレータの業務を徹底的に理解する

ことは現実的には難しく、また現場の業務に触れる機会を得ることは難しい。そこで、管制官のモデル化・された知識や業務ノウハウのフレームワークを用いることで、設計の要件の洗い出しや、新たなシステムが与える影響を設計の中で検証できるようになることが期待できる。

#### 2. 2 業務分析手法

分散認知の分析はチームで行う作業について、認知システム工学や社会科学、さらには組織論などの要素を合わせたエスノグラフィカルな分析アプローチである。分散認知分析はシステム設計を行う場合に、その環境における人間やチームの振舞い、またシステムを含む全てのインタラクションを現場観察に基づく形で分析する。本研究では、まず初めにこの分散認知の考え方にに基づき管制官の業務分析を行うことで、管制官の業務知識を構造化・体系化するためのフレームワーク構築に必要なデータを整理することとした。

本研究では最初のアプローチとして航空路管制業務の知識とノウハウを対象とした。観察は管制室内の対象セクタの業務を後方から業務に影響がでないように観察及びデータ収集を実施した。管制官の業務は対空席と調整席のそれぞれ個別に果たすべき業務と、相互に協調して行う業務とがあり、収集データからこれらの業務のプロセスの状態分類を行い、状況が遷移する過程を観察と収集したデータの分析から整理・推定する。

#### 2. 3 知識の定義と記述

知識管理に関する一般的な考え方として、「暗黙知」と「形式知」というものがある。暗黙知は個々人が持つ特定の状況に関する知識で、そのすべてを定式化したり、自分以外のものに対し簡潔に表現したり、伝えることが難しい。もう一つは「形式知」で、これは明示的、形式的または論理的な言語によって他人に伝達可能な知識である。

航空管制業務は担当のフェーズ毎に多くの専門的知識・技能を有する管制官によって行われており、管制官の知識・技能の体系化は、訓練手法の最適化や、安全性の向上の観点から考えても今後重要となる。航空管制業務のような構成の業務を扱う場合に知識の構成要素は、文書に記述可能な情報として形式知と、文書で記述することが困難であったり、または文書記述よりも理解が行



いやすいような情報（視覚的、聴覚的、状況認識等）である暗黙知に大きく分けられる。以下に、本研究での形式知と暗黙知の定義について詳しく述べる。

### 1. 形式知

文書記述されている知識。最も基礎になるのは業務規程や規約・運用等などにおいても文書化されているもの。また、今までそれぞれの個人に依存するスキルとして扱われていた経験的知識や技術であっても、分析・評価により言語記述可能なものは形式知とする。

### 2. 暗黙知

分析を行うことによって知識や技術の整理を行なうと、以下のような言語記述よりも視覚形式や聴覚形式の情報として記述したほうが理解しやすいものや、状況認識(Situation Awareness)や、空間を通じたインタラクション、タイミング・間合い(Temporal Awareness)など言語記述の難しい形式の知識や技能については暗黙知と定義して扱う。

## 2. 4 形式知の記述・表現方法

言語記述可能な知識・技能は、知識構造化支援ツールを使って記述を行う。知識の構造は、業務ルールに関する知識と業務運用に関する知識・技能に大きく分けられる。

図1に示すように、フローチャートを知識のネットワークとして状態ノードの関係に置き換えてプロセスを状態ノードの中に記述する。個々のプロセスとノードにタグを持たせることで、知識の分類と関係性をみることができる。図1では管制官の業務を対空席と調整席に分類した関係を示し、それらの各ノードの下には業務の内容について分類したノード群として知識ネットワークを定義する。これらのノードの下にはさらに業務プロセスが状態遷移として定義し、プロパティとして各作業状態の記述と状況判断の条件やパラメータ項目があり、タグを定義することで、他のプロセスとの関係性や属性を表現することができる。業務内容や知識の分類レベルによって階層化を行う場合には、ネットワークに次元を持つことになり、それらをライブラリ形式にして関係性を記述する。これまで、体系化されていなかった経験によってのみ獲得されてきた暗黙的な知識は、形式的な記述を試みることで構造化を行うと、訓練の標準化や効率化につなげることができ、共通な知識の標準化することができる。その結果として作業信頼性や安全性の向上に寄与することができると考えている。

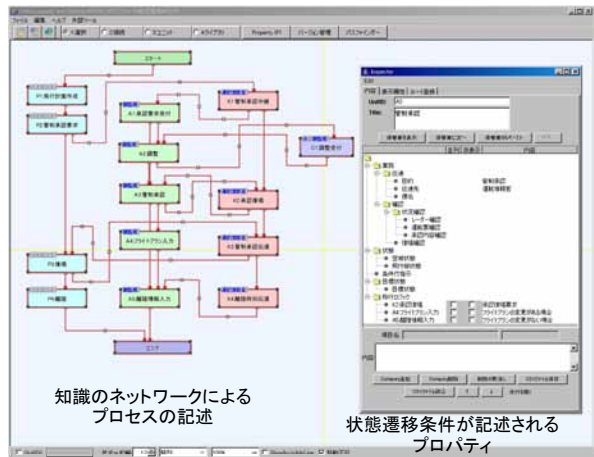


図1 業務知識のネットワーク化とパラメータ記述

### 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形式知記述に取り組んでいることを示した。航空管制業務について知識マネジメントの観点から、知識構造化のフレームワークの構築手法を示した。

また、暗黙知も含めた知識構造化への考え方について説明を行った。今後は、暗黙知の体系化ツールの作成・評価とともに、形式知・暗黙知を統合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。

## 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

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の運用によって、管制官の業務が複雑化して負荷が上がるとみられる。しかし、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の利用については十分な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、CO<sub>2</sub> 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、機器製造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、既取得した 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。

また、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。特に取り扱い航空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、CO<sub>2</sub> 排出削減、定時性確保などの対応に繋がる。本研究では、航空機の地上走行の分析を行い、空港面における交通渋滞の原因を明らかにする。渋滞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評価を行う。

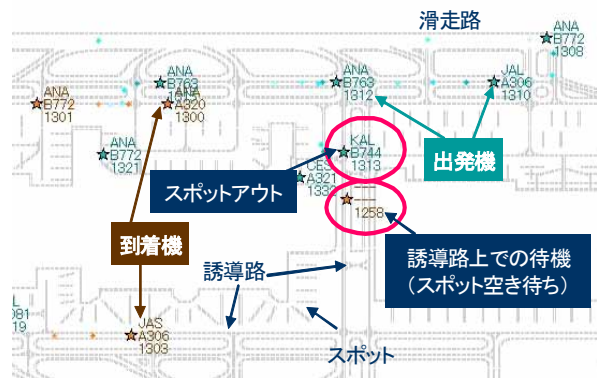
平成 21 年度においては、MLAT 評価データから東京国際空港の航空機地上走行に関するデータを分析する。また、諸外国において計画あるいは実施されている SMAN (Surface Manager) 等の動向を文献調査する。

### 3. 研究成果

#### 3.1 MLAT による分析データ

取得した MLAT の評価データにより、航空機の地上走

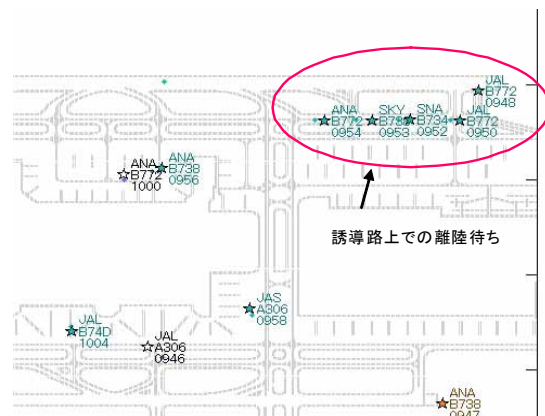
行に関する詳細な分析を行った。航空機の航跡ログデータにより、各航空機のスポットアウトから離陸まで、あるいは着陸からスポットインまでの走行経路、特定した地点での通過時刻、プッシュバックの状況、走行速度のプロファイル、標準的な走行時間等を抽出した。また、航空機の離陸待機、スポットの空き待ちなど誘導路上での待機発生状況を調査し、この待機時間が他機に対する影響を与えることが明らかになった。



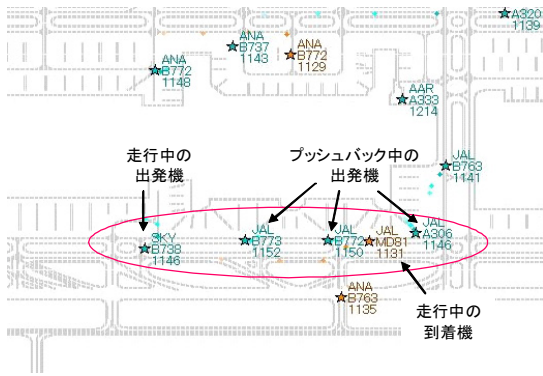
空港面における渋滞例 1

例 1 では、プッシュバック中の航空機のスポットに、後続の到着機が既にスポットが空くのを誘導路上で待機している状況である。

例 2 では、出発機が同時刻に複数機いたため、離陸順番を誘導路上で待機している状況である。



空港面における渋滞例 2



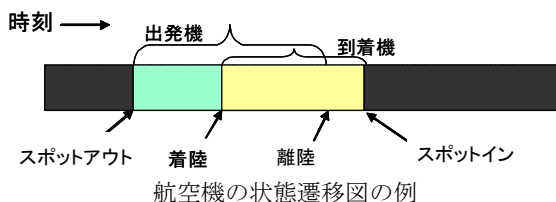
空港面における渋滞例 3

例 3 は、同一誘導路上に出発機と到着機が並んでしまう状態であり、この中の到着機にスポット空き待ちが発生すると後方の出発機にも誘導路上の待機が起こる。バイパスのような誘導路が使用できる状況では待機が避けられる可能性は高い。しかし、今後の交通量増大においてはこのようなケースを想定して渋滞緩和の対応策を講じる必要があると思われる。

### 3.2 渋滞緩和の対応策検討

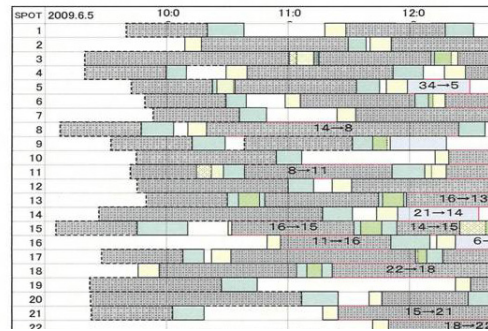
飛行場管制業務を行なっている航空管制官や操縦・整備等航空機の運航者に業務負担を強いるような現行の運用変更や機器などの購入が不要な空港面の渋滞緩和対策を検討する。

まず、分析データによる空港面の現状把握を行った。各スポットに出入りする航空機の着陸～スポットイン～スポットアウト～離陸など航空機の状態を時系列で可視化した。同じ時刻における同じスポットを使用する先行機と後続機の状態、各スポットの使用状況、離陸待機状態などを表記した。この図の表記例は、以下のとおりである。

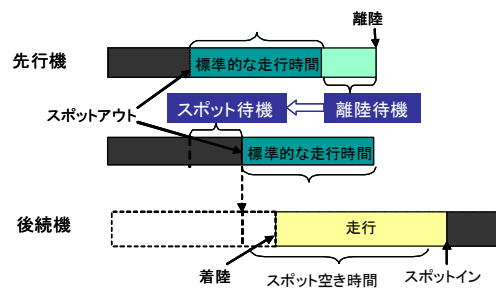


航空機の状態遷移図の例

現状での出発機の離陸待ち時間をスポットでの待機時間に置き換える方法を渋滞緩和の対応策例として、その有効性を検証していく。



スポット別航空機の状態遷移図



同一スポット使用の先行機と後続機の状態 (例)

出発機はスポットに駐機中はエンジン始動しないため、このような対応策を施すことにより消費燃料節減が可能となるはずである。前述の状態遷移図により離陸待機した出発機にこの方法を適用した場合、スポットアウトの時刻などの変化が、他機に及ぼす影響をシミュレーションにより検証する。このためのシミュレーション装置およびシナリオの作成も並行して行っている。

### 4. 考察等

MLAT 等のデータ分析が最も重要な課題であり、継続して行っていくことで、空港面運用の変化に対応した研究を行いたい。また、データ分析手法、表記方法も本研究の成果であり、他の航空交通管理に関する研究に活用できると考える。

空港面の交通は、不確定要素が多く、定量的な予測を行うことが非常に難しい。したがって、基礎的な研究によって実測値からの現状を把握することが実用的な運用方式や機器開発となり得る。また、このような分析結果を基に、運用を考慮したシミュレーション結果での検証を重要視し、実現性を検討していく。

#### 掲載文献

- (1) 青山, 山田, 福田: “空港面 ATM に関する予備的研究”, 第 9 回電子航法研究所研究発表会講演概要, pp133, 平成 21 年 6 月

## 高緯度地域における電離圏・大気圏の基礎研究【基礎研究】

**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)の越冬期間中に、昭和基地及び周辺部で GPS 観測を行った。本年度は、越冬終了時に国内に持ち帰った観測データについて、下記の解析を行った。

#### 2.1 電離層擾乱観測

高サンプリング(10Hz)の観測データについて、特にオーロラ発生時に着目して電離層擾乱による影響を評価する。

#### 2.2 氷床流速観測

昭和基地周辺の南極大陸氷床上に設置した GPS 受信機の観測データについて、測位点の変動を求める。

### 3. 研究成果

氷床上の GPS 観測データについて干渉測位を行い、各日の測位解を得た。約 1 年間の測位点の変動から、観測点の流動測位を求めた結果、緯度方向が 1.4m/year、経度方向が-4.9m/year、高さ方向が-0.2m/year であった。

### 4. おわりに

南極・昭和基地において、初めて高速サンプリングの GPS 観測を行い、連続観測データを収集した。取得したデータは今後も解析を継続し、特にオーロラの発生時期との関連に着目して評価を行う予定である。また、氷床の流動速度を評価し、その季節変動の有無について検討する予定である。

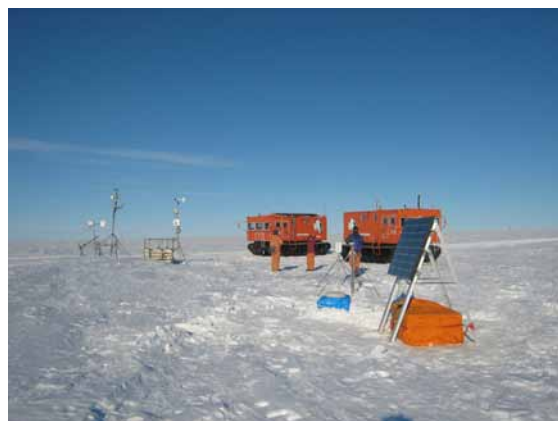


写真 1 南極氷床上における GPS 観測

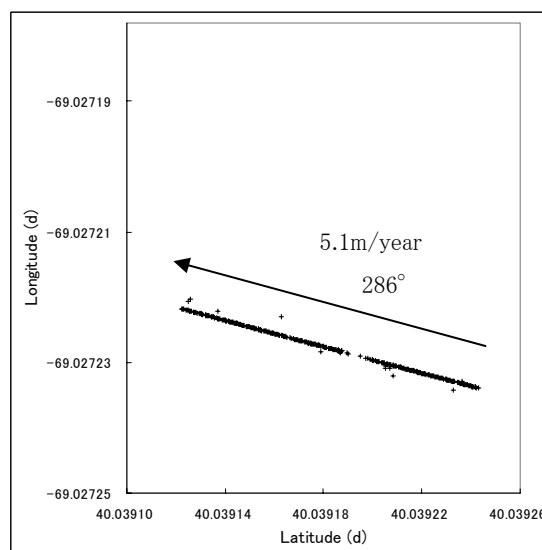


図 1 氷床上の測位点の変化

#### 掲載文献

- (1) 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, 澁谷和雄, 新井直樹, 日本測地学会第 112 回講演会 (2009.11)
- (2) 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)
- (3) 第 48 次南極地域観測隊越冬報告, 新井直樹, 日本航空機操縦士協会 航空気象委員会 (2009.11)



## 航空交通管理における管制空域の複雑性に関する研究【基礎研究】

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

### 1. はじめに

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

わが国の ATFM 業務は航空交通管理センター (以下、ATM センター) で行われている。航空路セクタの容量は、レーダ管制官の実測作業量から算出されている。作業量は、航空路セクタ毎に飛行種別毎の作業時間を計測し、作業毎の困難度指数や考慮時間をもとに算出される。

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

本研究では、全セクタの計測を行わずに運用できるような、新たな ATFM のアルゴリズムを検討している。

### 2. 研究の概要

本研究は 3 年計画であり、平成 21 年度はその 2 年次である。平成 21 年度の研究においては、空域への入域時刻から管制作業量の予測を試みた。

### 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。そのため、これら数値の導出には多大な時間とコストがかかるため、より簡易な測定法の開発が望まれている。

$C_{CAT}$  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。 $C_{CAT}$  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が、出発機や到着機に管制間隔が確保できない可能性のある他機が空域内に存在しなければ、管制作業は監視、高度変更、管制移管のみとなる。また、通過機であっても空域内に多数存在すれば、管制間隔確保のための高度変更、レーダ誘導などが必要となる。

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導出したい。ここでは、(1) の  $C_{CAT}$  を

$$C_{CAT} = Pi + C \quad (2)$$

とし、 $C$  は全航空機共通とする。ここで、 $Pi$  がコンフリクトの発生する確率に基づく値で、関連機 (コンフリクトとなる可能性がある他の航空機) を以下のように定義する。

条件 1 : 「セクタの出域点の座標が  $\pm xx1$  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)」

条件 2 : 「セクタの入出域点を結んだ平面的な線分が交わり、入出域高度のそれぞれ近い高度の差が  $hh2$  ft 以内である。さらに、入域時刻と出域時刻の差が  $mm2$  分以内 ( $hh2$ ,  $mm2$  はパラメータ)」

これら 2 つの条件を満たす航空機数  $Mi$  に定数を掛けて  $Pi$  とする。

$$Pi = Mi \times C2 \quad (3)$$

管制作業量の容量値として、現在は時間換算をしている。その値である容量値を  $CAP$  とし、 $TASK_{1800}(t) > CAP$  としているため、 $C$ 、 $C2$  の値を調整している。

1 つのセクタに限定して、 $C$ 、 $C2$  の値を推定することはできるが、全セクタ共通の数値の導出は難しく、引き続き推定を行いたい。なお、(1) で得られる作業量自体が推定値であり、マッチング精度をどの程度求めるのかも課題である。

### 4. まとめ

条件 1 は空域出域時のコンフリクトのみを検査する簡易な処理だが、条件 2 が加わることで、同高度での空域内の交差の可能性を検出できる。この追加分の条件 2 の影響も含め、平成 22 年度も、関連機数を基本とした管制作業量の推定を続けるとともに、統一パラメータを導出したい。

## 到着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 ○Claus Gwiggner、藤田雅人、福田豊、蔭山康太、長岡栄、山本憲夫

研究期間 平成 21 年度～平成 23 年度

### 1. 研究の目標

ICAO では、ATM 高度化のため航空交通同期を提案している。航空交通同期とは運航中の航空機の円滑で安全な流れを作ることである。これは、空域容量の有効利用、燃費向上、管制のワークロード削減につながる。

本研究の目的は運航時における交通流の効率を向上させることである。本年度は、主に日本における航空交通同期の概念の検討を行った。以下にその結果の概要を示す。

### 2. 平成 21 年度の実施内容

円滑な交通流の構築・管制間隔の確保到着のために航空機の到着遅延を余儀なくされることがある。(エンルート／ターミナル空域で)遅延に起因する余分な飛行時間を飛行することを(エンルート／ターミナル空域における)遅延吸収と呼ぶ(図 1)。

我々は羽田空港の到着機の遅延及び遅延伝播について解析を行い、最適な遅延吸収戦略について研究した。解析に際しては、古典的な待ち行列理論を用いた [1,2,3]。

### 3. 研究の成果

遅延吸収は各航空機の燃料消費と全体の燃料消費のトレードオフになる。エンルート空域における遅延吸収は個々の航空機の燃料消費を最適化するが、ゲートでの遅延のばらつきが大きくなるため、全ての着陸用スロットを活用できず、遅延の総計が増加する。このため、全体の燃料消費増加につながる。ターミナル空域における遅延吸収はエンルート空域における遅延吸収とは逆に、各航空機の燃料消費は増加する。他方で、スロットが増え、全体の遅延が減少し、全体の燃料消費が減少する。我々の主な結果を図 2 に示す。横軸  $\alpha$  はターミナル空域での遅延吸収の割合を示す。左端がエンルート空域のみにおける遅延吸収、右端はターミナル空域のみによる遅延吸収の実施を表す。また、縦軸は右がコスト、左が正規化した平均遅延を表している。図 2 において、青線は燃料消費のコスト、緑線は遅延伝播による影響、赤線はコストの合計である。これまでに我々は、単純なケースに対して、コストの合計の最小値を与える条件を明らかにすることができた [2,3]。

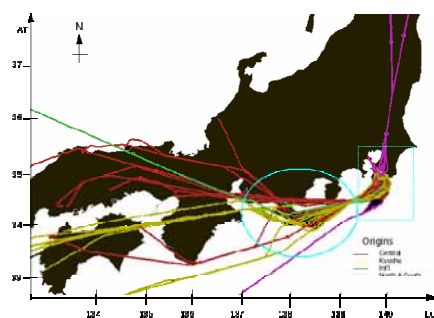


図 1 東京国際空港(羽田)への到着便の流れ

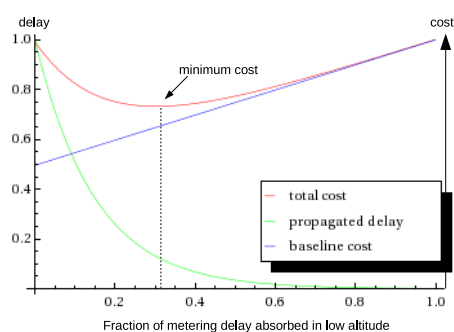


図 2 高高度と低高度における遅延吸収のバランス

また、これらの他に数学モデルやデータ解析手法などの調査・研究も行っている [4,5]。

### 掲載文献

- (1) C. Gwiggner, A. Kimura, and S. Nagaoka. Data and queueing analysis of a Japanese arrival flow. Proceedings of the Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology. Gifu, Japan, 2009.
- (2) C. Gwiggner and S. Nagaoka. On required distances to absorb metering delays. Proceedings of the 2nd CEAS European Air & Space Conference. Manchester, U.K., 2009.
- (3) C. Gwiggner. Efficient delay distribution in air transportation networks. To be published, 2010.
- (4) グウィグナー クラウス、長岡栄：航空交通流の解析における最近のモデル、日本航空宇宙学会誌、Vol.57, No.666, pp.20-26, 2009年7月。
- (5) グウィグナー クラウス、長岡栄：高次元データ解析へのアルゴリズム的アプローチ、日本信頼性学会誌、Vol.32, No.2, pp.90-97, 2010年3月。

## 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

本研究は 2 ヶ年計画であり、今年度は主に下記について調査を実施した。

#### 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。また、現在の気象の現場において、観測作業、予報作業の流れを調査した。

#### 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、精度、活用法について調査した。

### 3. 研究成果

航空気象の現場として、東京航空地方気象台(羽田空港)、航空交通気象センター(福岡市)等を調査した。これらの調査を通じて、気象観測、解析、航空における気象情報の利用状況を把握し、航空ユーザー向けに多種多様な気象情報(プロダクト)が提供され、また利用が進んでいることを確認した。

これらの調査の過程で、気象以外の専門家が、高度な気象情報を活用するには課題があること、特に平面的な資料から、立体的な気象の構造を把握することが容易ではないことを認識した。そこで、数値予報を立体的に可視化するツールの試作を行った。本ツールでは、数値予報を用いて、風ベクトル、気温、湿度、露点温度等の要素を、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可能である。

### 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試作を行った。次年度は、可視化ツールに対する航空気象ユーザのニーズを調査し、それに基づいて機能の追加を行うとともに、調査結果のとりまとめを行う予定である。

掲載文献

- (1) 新井, “航空気象情報の可視化についての検討”, 日本航空機操縦士協会 航空気象委員会, 2010 年 2 月



写真 1 航空交通気象センター

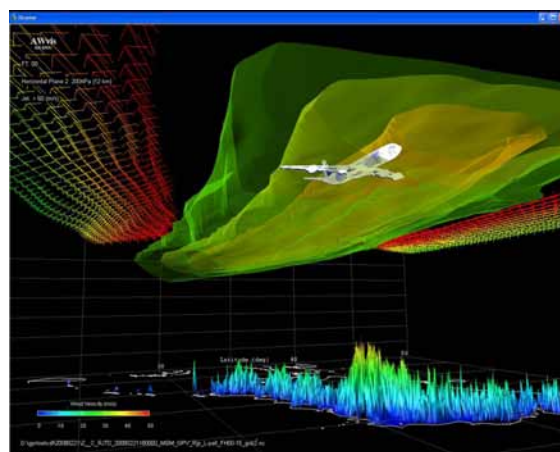


図 1 航空気象情報可視化ツールの表示例

## パイロットの操縦分析評価手法の開発と操縦モデル構築に関する研究【競争的資金】

担当領域 航空交通管理領域  
担当者 ○森 亮太  
研究期間 平成 21 年度

### 1. はじめに

近年、航空輸送は増加の一途を辿っており、今後はさらなる増加も見込まれている。それとともに、パイロット不足が大きな問題として取り上げられてきている。パイロットは通常エアラインで訓練を受けるが、パイロットの育成費用・時間はエアラインにとって一つの大きな問題であり、より効率的なパイロット育成手段が望まれている。しかしながら、パイロットの操縦は経験によるものが大きく、客観的なパイロットの操縦技量の指標が存在しないことがパイロット育成の一つの障壁になってきた。また、航空機事故の原因の大半はヒューマンエラーによるものと言われており、ただパイロットを育成するだけでなく、十分な操縦・判断スキルを持ったパイロットの育成が航空機事故を減らすには効果的だと考えられる。

パイロットの操縦の中でも特に難しいと言われる着陸操縦を対象として、その操縦技量を評価・分析する手法を確立する。パイロットの育成の観点からは、新人パイロットの操縦手法の問題点や特徴を分析することで、適切な助言を与え、パイロット育成を効率化することを目指す。また、パイロットの質の観点からは、現役のパイロットの操縦技量を把握し、その操縦技量の向上をはかることで、ひいては航空安全の向上に寄与する。また、複雑と言われているパイロットの操縦のモデル化にあたって、人間の行動という立場から、人間の行動について新たな知見を与える。

### 2. 研究の概要

パイロットの着陸操縦の中でも特に難しいと言われていたフレアおよびデクラブと呼ばれる操縦をまず解析対象とした。モデル化にあたっては、ニューラルネットワークと呼ばれる数学モデルを用い、そのモデルの解析を行うことでパイロットの操縦を数学的に解析することができる。パイロットのモデル化やどのように解析するかについては、過去の研究対象であり、今回は実際にパイロットの操縦がどのように違うかを主に取り扱う。

また、解析の範囲を拡張し、アプローチ時に計器を見て操縦する場合の解析手法も新たに提案を行った。具体的には、隠れマルコフモデルと呼ばれる確率モデルを線形回帰モデルに組み込み、操縦をいくつかのステージに分けることにより、パイロットがどのようなタイミングで操縦手法を変えているかの解析を行う手法である。

### 3. 研究成果

フレアおよびデクラブ操縦の解析を行うにあたり、全日本空輸株式会社に協力を仰ぎ、フルフライトシミュレータを用いて、機長および副操縦士のデータ取得を行った。そのデータを解析した結果、ベテランパイロットと新人パイロットで操縦特性が大きく違うことが確認できた。また、解析結果とパイロットの実験事後のコメント間に多くの点で合致し、本手法が有用であると結論付けた。

アプローチ時の解析にあたっては、東京大学の鈴木・土屋研究室所有の B747 を模擬したシミュレータを用い、元機長のパイロットの操縦データを取得した。そして、その操縦を解析した結果、「通常モード」「乖離モード」「安定モード」といった大きく分けて 3 つの操縦モードが存在することを見つけ、その操縦モードはある一定の条件下ではほぼ毎回発生していることがわかった。

### 4. まとめ

本研究では、パイロットの操縦手法を定量的に書き下し、その解析を行った。フェーズごとにその操縦難易度や操縦手法は異なると考えられるため、それぞれのフェーズに適していると考えられる手法を用いてモデル化を行った。解析の結果、得られたモデルは操縦の特徴をうまく反映しており、パイロットがどのようなことを考え、どのような操縦を行っているかを判断できると結論付けた。

操縦に代表される人間の行動は、特に安全面で大きな影響をおよぼすため、パイロットに限らず、管制官のタスクといった部分にも応用することで、安全面の向上をはかる手法を模索していきたい。

#### [掲載文献]

- [1] Mori, R., and Suzuki, S., "Modeling of Human Pilot Landing Approach Control Using Stochastic Switched ARX," *AIAA Modeling and Simulation Technologies Conference*, Chicago, Illinois, Aug. 10-13, 2009, AIAA-2009-6031.
- [2] Mori, R., and Suzuki, S., "Modeling of Pilot Landing Approach Control Using Stochastic Switched Linear Regression Model," *Journal of Aircraft*, (in press).



## 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】

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、従来手法による発生可能性の予測と事前対策は困難な場合が多い。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」に基づく安全対策では、多重バリアを備えたシステムにおいても想定外の事象による事故などが発生しており、それら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。その際、広範な昨日共鳴の再現に必要であり、かつ認知モデリング分野で従来明示的にはほとんど考慮されてこなかった「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。

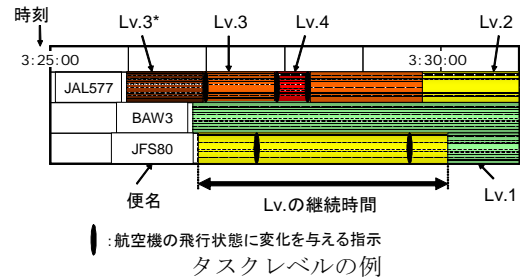
さらに、その基盤的実用手法として、実用モデル「熟練者の『気づき』を促すシミュレータ」を提案し、複数の人間とシステムが関わる思いがけないトラブルやパフォーマンス低下についてシミュレータを用いた予見的な分析支援手法を構築し、予防安全研究分野における研究手段としての認知シミュレータの基本的有効性を検証する。

### 3. 研究成果

先行研究における航空路管制に関する認知実験および現場観察・調査などの結果分析に基づいて、レーダ対空席

のタスクを 4 段階の難度（タスクレベル 1～4）分類し、タスクの継続性、同時に発生しているタスクの難度、管制処理の所要時間などを同時に可視化する手法を考案した。

4 つのタスクレベルのうちタスクレベル 3 を 2 つに細分化した。従来のタスクレベル 3 では、干渉する航空機が複数存在する場合を定義した。この研究においては、干渉機が 2 機の場合をタスクレベル 3、3 機以上の場合をタスクレベル 3\*とした。これにより、レーダ対空席管制官のワークロードの変化、管制官の処理方法によるパフォーマンスの差が明確に表記可能となった。



### 4. 考察等

本研究成果を管制官訓練時の評価に応用することを検討している。また、新しい運用方式、空域変更などによる管制官評価のシミュレーション実験の前段階として、本研究成果によるワークロード評価を試行し、参考資料として提供できることを目指す。

### 掲載文献

- (1) 青山、狩川、飯田：“認知工学的手法に基づく航空管制システムに関する研究Ⅲ(2)—航空管制システムのタスクフロー分析—”，ヒューマンインタフェース学会 ヒューマンインタフェースシンポジウム 2009 論文集、pp1171-1176、平成 21 年 9 月
- (2) 狩川、青山、高橋、古田：“認知工学的手法に基づく航空管制システムに関する研究Ⅲ(1)—認知シミュレータを用いたパフォーマンス分析手法—”，ヒューマンインタフェース学会 ヒューマンインタフェースシンポジウム 2009 論文集、pp1165-1170、平成 21 年 9 月

## 2 通信・航法・監視領域

### I 年度当初の試験研究計画とそのねらい

平成 21 年度における研究は、行政当局の要望などを考慮して、下記のように計画・実施した。

1. 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. 航空通信用データリンク・アプリケーションの調査研究
10. 機上航法装置に関する調査
11. 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
12. 高精度測位補正技術に関する研究
13. 関西国際空港マルチラテレーション導入評価

1 から 3 は重点研究であり、4 から 8 は指定研究、9 は基礎研究、10 は調査、11 は競争的資金による研究、12 と 13 は受託研究である。

1 は、全世界的航法衛星システム(GNSS)を広く航空機の精密進入に供するための研究で、先進国間で最も電離圏環境が最も厳しいと言われている日本において、狭い空港環境なども考慮しながら、地上局補強型衛星航法システム(GBAS)の CAT-I システムを、実用化するための安全性解析技術を開発するとともに、日本の静止衛星補強型衛星航法システム(SBAS)である、運輸多目的衛星用衛星航法補強システム(MSAS)を精密進入に使うための技術開発を行う研究である。

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新たな対空通信システムと考えられる 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、L-DACS の評価用機材を試作し、L-DACS に用いられる高速化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信頼性が高く正確な情報を管制官に提供できる監視技術の開発が要望されているため、広域マルチラテレーション(WAM)方式の評価装置を開発して評価を行い、我が国における高度な監視技術の確立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、今後、国内航空管制業務においても、管制官パイロット間データ通信(CPDLC)の広範な活用のため、我が国の航空環境に適した形で導入するために、航空路管制用の CPDLC 実験卓を用いて、シミュレーション実験により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研究である。

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

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な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、平成 16～20 年度に行った「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調査・検討を行う研究である。

8 は、安全で効率的な運航が可能となる 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、GBAS 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、航空通信網(ATN)と通信運用要件(COCR)とのアプリケーションの差異を調べ、将来予想される航空通信アプリケーションが ATN に合致していない部分を明らかにするとともに、ATN セキュリティ規格と COCR におけるデータリンクの安全性要件について検討する研究である。

10 は、現在の航空機の航法装置について調査し、GNSS あるいは在来航法を用いる場合の機上航法装置の構成、機能を調査するとともに、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。

11 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)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が実現可能であること実証するための研究である。

12 は、国土交通省総合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高精度測位補正技術および移動体への利用技術に関する研究開発の一環として、所内の高精度測位補正技術開発プロジェクトチームにより実施されている。高精度・高信頼性の測位を実現するために、準天頂衛星を經由して電子基準点で取得された GPS データから生成する補正情報を放送する高精度測位補正実験システムの開発を、宇宙航空開発研究機構(JAXA)等と実施してきており、実験システムの一部となる、高速移動体に適用可能で高い信頼性を提供する補正データを生成する補正情報リアルタイム生成・配信システムの開発・評価を実施する研究である。

13は、関西国際空港にマルチラテレーション評価システムを設置して車両走行試験による事前検証を行い、評価結果に基づいた最適な配置を提案するとともに、実整備の設計に必要な技術情報の取りまとめを行う導入評価であり、国土交通省大阪航空局の委託によって行った。

## II 試験研究の実施状況

4ヶ年計画の2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」では、現在の MSAS の安全性を担保しながら、より有用性（アベイラビリティ）の高い日本周辺空域に適した MSAS の補強アルゴリズムの開発においては、MSAS シミュレータに組み込み、開発したアルゴリズムの効果を確認した。GBAS の安全性解析方法の開発においては、電離圏によるリスクの評価のために、プラズマバブル特有の構造を考慮し我が国上空に現れる現実に近い3次元電離圏遅延モデルを開発するとともに、ICAO の航法システムパネル(NSP)において、電離圏の影響に関する技術標準の作成について指導的な役割を果たした。日本の環境に適合し、安全性解析を行った GBAS プロトタイプ・モデルを、関西国際空港に設置し、開発した電離圏脅威モニターなどの各機能について実環境での評価と、さらなる安全性解析を実施する計画である。

4ヶ年計画の初年度にあたる「将来の航空用高速データリンクに関する研究」では、L-DACS に用いられる高速化技術および周波数有効利用技術等を開発評価するために、国内外の航空用高速データリンクに関する動向および L-DACS の技術仕様の調査、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に必要なソフトウェア無線の実装技術の調査と機材を用いた予備実験、通信システム評価用機材(実験装置)の仕様策定を行った。

4ヶ年計画の初年度にあたる「空港面監視技術高度化

の研究」では、WAM の評価装置の開発を行い、受信局を東京国際空港周辺に設置して飛行実験による初期的な評価を行い、従来の空港面監視用マルチラテレーション装置と比較して、多少のマルチパスによる干渉はあったものの、良好な性能が得られることを確認した。

2ヶ年計画の初年度にあたる「CPDLC 卓を用いた航空路管制シミュレーションの研究」では、前年度、「航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究」で実施した航空管制官による CPDLC 機能評価用航空管制シミュレータのヒューマン・マシン・インターフェー(HMI)評価結果を解析し、同シミュレータの模擬管制卓の画面構成ならびに CPDLC 機能、ならびにシナリオ処理部に改修を加える改修を行った。

3ヶ年計画の2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。これらの過程でソフトウェア・ライブラリについても必要な修正を施し、より使いやすく改良を図るとともに、飛行実験において、GBAS による測位精度と MSAS は能登空港周辺地域の着陸時の測位精度を比較した。

3ヶ年計画の2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よる実験及び改良の検討および次世代航空通信システムの調査を行った。電波無響室における航空機模型を利用した電波伝搬の基礎実験では、航空機模型の部分的反射及び回折がわずかに認められ、反射波や回折波を利用して伝送特性を向上させる原理を持つ MIMO アンテナが航空機にも適用できる可能性があることがわかった。次世代航空通信システムの調査では、米国 RTCA の SC-223 会議に参加し、米国などの状況を調査した。

2ヶ年計画の初年度にあたる「空港面高度運用技術の研究」では、経路設定機能について東京国際空港における地上走行モデル化と経路設定インターフェースの検証を、管制機能については誘導路を含めたコンフリクト検出に関する検討を、マルチラテレーション監視ログを解析し行った。経路設定機能においては、航空機型式毎に設定すべき走行特性パラメータの抽出を行い、経路情報生成機能とともにその妥当性を検証した。管制機能においては、誘導路コンフリクト検出アルゴリズムを考案し、設定パラメータ等を検討した。

2ヶ年計画の初年度にあたる「GBASによる新しい運航方式に関する研究」では、ICAOの航空機の運航に係わる飛行方式設計基準では、現在、精密進入システムとして使用されている計器着陸装置(ILS)の基準から引用されており、GBASの特性に合致していない。そのため、本来GBASが有する効率的な運航ができない現状がある。研究では、CAT-I運航を行うための設計基準をGBASの特性に合致させるために、ILSとGBASの誤差特性を比較することによって、設計基準のもととなる障害物間隔要件を検討した。

2ヶ年計画の初年度にあたる「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と放送型の通信が必要とされているなどの、ATNとCOCRのアプリの調査を行い、その違いを明らかにした。また、ATNセキュリティ規格の脆弱性についての検討では、MACタグの長さが、現在としては短すぎ問題となることも明らかにした。

2ヶ年計画の初年度にあたる「機上航法装置に関する調査」では、機上航法機器、航空機の飛行上主要な役割を持つ飛行制御機能、FMS、航空機の運動の概要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を用いた運航に関連して機上GPS受信機の精度情報についての調査を行うとともに、その調査に基づき、GNSSを用いた飛行方式、飛行ルートの検討内容、検討方法について調査した。

科研費を利用した競争的資金による研究である、3ヶ年計画の初年度にあたる「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、デジタル受信機を用いた短波伝播距離測定装置の開発を行い、電波源(放送局)であるラジオNIKKEI放送波局の近傍の電子航法研究所と京都大学生存圏研究所(宇治市)に設置し、同時に受信した波形の時間遅れから伝播距離を推定する実験を行い、精度5km程度で距離測定ができることを確認した。今後の2年間で、短波到来方向測定装置との同時観測によるプラズマバブルの位置・速度測定観測、測定精度及びプラズマバブルの発生・移動の監視システムの実現可能性の検討を行う予定である。

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、電子航法研究所の補正情報リアルタイム生成・送信システムとJAXA地上局(茨城県つくば市)との間のデータインタフェースを確認する接続試験を行い、あらかじめ定められた形式および手順により、補正情報、JAXA地上局監視情報・JAXAモニタ局

データの送受信が可能であることが確認できた。今後、国土交通省による計画では、実衛星を用いる技術実証実験の実施(平成22年度)を推進する予定である。

国土交通省大阪航空局からの委託研究である「関西国際空港マルチラテレーション導入評価」では、マルチラテレーション評価システムを関西国際空港に設置し、調整と評価試験を実施した。性能要件を満たしていないエリアに対して、改善策を適用して再評価を行った結果、南ウイングエプロンの奥側に位置する一部のエリアを除いて性能要件を満たしていることが確認できた。性能要件を満たしていないエリアについては、リモート局の追加やアンテナ位置の変更などのアンテナ配置案および実整備の設計に必要な技術情報を取りまとめを行った。

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

当領域の研究に関連した課題について、ICAOを始め多くの国際会議において通信、航法、監視(CNS)それぞれの技術基準の作成、改訂または検証が行われている。通信では、ICAOの航空通信パネル(ACP)のワーキンググループ(WG-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。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。これらの活動をとおして、行政の整備するシステムの性能向上、整備方針策定に貢献している。

当領域が実施している研究の成果は、同時に、今後設置・運用する航空保安システムの技術基準、運用基準の策定等に必要な技術資料として、国土交通行政に直接寄与している。当領域の研究では、MSAS性能向上の手法である電離層の影響を改良する新しいアルゴリズムの提案や、関西国際空港におけるMLATの設置方式の評価など、

行政に密接な技術的課題の解決に寄与してきている。

研究成果は、当研究所研究報告および研究発表会に発表すると共に、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を通じて、CNSの応用面からみた技術の方向性の提案や、知見に関する情報提供などを行ってきている。

(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, 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、全ての運航フェーズにおける全地球的航法衛星システム (GNSS) の利用への期待が高まっている。GNSS を使用した精密進入については、静止衛星型衛星航法補強システム (SBAS) においては、米国の WAAS が APV-I モードのサービスを開始し、決心高を200ft まで可能とする LPV-200による CAT-I の整備も計画されている。地上型衛星航法補強システム (GBAS) では、米国、オーストラリア、ドイツおよびスペインでは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) は、平成19年度から運用が開始されたが、アベイラビリティの要件を満足しないために垂直誘導機能が使用できない現状がある。GBAS でも、日本の環境下における安全性解析が十分なされていないために精密進入に利用できない現状にある。そのため、GNSS を精密進入に使用するためのこれらの技術の早期開発が望まれている。

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

### 2. 研究の概要

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

った。

### 3. 研究成果

GNSSを利用した効率的な進入着陸フェーズにおける運航の実現を目指した研究を実施し、SBASにおける電離圏に対する補強アルゴリズムの開発においては、性能向上方式のうちの電離圏嵐検出法について詳細な検討を行い、日本全国で安定して垂直誘導サービスを提供することが可能となるアルゴリズムを開発するとともに、適切な動作パラメータを明らかにした。これにより、MSASを用いてCAT-Iによる精密進入を提供する見通しが得られた。GBASのリスク評価においては、プラズマバブルの脅威モデルの開発を行い、現実に近い3次元電離圏遅延モデルをGBASの補正誤差計算を行うシミュレーション・ソフトウェアを開発するとともに、リスクを緩和させるアルゴリズムの開発では、『カテゴリGBASのアベイラビリティ向上とGNSS新信号対応に関する研究』で開発した信号品質監視手法をさらに改良し、GBASプロトタイプ・モデルに採用した。GBASプロトタイプ・モデルの開発においては、安全なプロセスをコントロールする故障木解析 (FTA : Fault Tree Analysis) を用いた機能故障評価 (FHA : Functional Hazard Assessment) と予備的安全性評価 (PSSA : Preliminary System Safety Assessment) を行うための定期的な会議が、製造者と共に2～3週間に1度の割合で開かれ、平成22年3月にはプロトタイプが完成した。

#### 3.1 垂直誘導を可能とする日本周辺空域に適した MSAS 補強アルゴリズムの開発

現行の MSAS において垂直誘導サービスのアベイラビリティを制約する要因となっている電離圏補強アルゴリズムについて、当所の開発による性能向上方式を提案してきているところである。平成20年度は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。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 のリスク評価と緩和アルゴリズムの開発

GBAS のリスク評価に関して米国で問題とされているような地磁気嵐に伴う電離圏擾乱によりもたらされる現象に加えて、日本周辺で頻発する電離圏の赤道異常に伴うプラズマバブルと呼ばれる現象について検討し、日本における電離圏脅威モデルを構築した。すなわち、電子航法研究所がこれまでの収集した GPS データに加えて、国土地理院電子基準点 (GEONET) データを含めた調査により得られた結果から GBAS の安全性解析で考慮すべき電離圏擾乱の特性やパラメータの数値的な範囲を特定した。さらに、平成20年度より着手したプラズマバブルを含む磁気低緯度電離圏の脅威モデルの開発に関してプラズマバブルの特有の構造を考慮した現実に近い3次元電離圏遅延モデルを用いた GBAS の補正誤差計算を行うシミュレーション・ソフトウェアの開発を進めた。また、これを活用して ICAO の高カテゴリサブグループ (CSG) で検討している高カテゴリ GBAS (GAST-D) の技術的な検証作業に積極的に参画した。また、リスクを緩和させるアルゴリズムの開発においては、『高カテゴリ GBAS のアベイラビリティ向上と GNSS 新信号対応に関する研究』で開発した測距差推定手法をベースとした信号品質監視手法が、シミュレーションにより GBAS のリスクに対する有効な緩和策になることを実証したため、GNSS 信号歪モニタとして安全性実証プロトタイプへの実装することとした。

### 3.3 GBAS プロトタイプ・モデルの開発

平成20年度に開発に着手した安全性コンセプトを実証するプロトタイプ・モデルが予定通り完成した。プロトタイプの開発においては、米国連邦航空局 (FAA) によって作成された、広く航空宇宙機器の分野で国際的に適用されている方法を採用した。この方法によると、従来得られている知見と新たに行うシミュレーションなどから FTA : Fault Tree Analysis などを用い、FHA と PSSA およびシステム安全性評価 (SSA : System Safety Assessment) を確実に行う必要がある。これら一連のプロセスをコントロールするための定期的な会議が製造者と共に2~3週間に1度の割合で開かれ、あらゆる角度からの検討が行われた。この会議を通じ、試作する GBAS プロトタイプの日本における環境下における安全性の確保と、将来の実用機の認証を行う

場合に備えた GBAS の安全性の解析方法の検討を行った。FTA で抽出すべき要素や配分する確率は対象とする機器のアーキテクチャや構成、設置地域や環境によって異なる。従って、ある地域で安全であると証明された GBAS システムであっても、そのまま他地域で安全であるとは言えずその地域に応じた安全性解析が必要である。地域的な違いの典型的な例が電離圏の影響の違いである。

電離圏の影響が欧米とは異なる我が国の状況に対応するため、前述のように中緯度・低緯度両方に対応すべく開発した電離圏脅威モデルを用いてプロトタイプの安全性設計を行った。その結果、ICAO の国際標準に適合して GBAS による CAT-I 運航を実現するために、電離圏ワールドモニターを考案しその効果を検討した。このような安全性検証作業と技術開発は、開発期間中にわたり平成22年3月まで継続的に実施した。

GBAS プロトタイプ・モデルを図-1に示す。本プロトタイプは安全性コンセプトを反映し、また、電離圏などの脅威に対するモニタを搭載するなど、将来の実用システムに必要な要素のほとんどに対応している。また、将来の実用システムの展開を見込み、データ処理装置と VDB 送信装置とを分離し設置空港の規模や設置条件に応じた弾力的な構成を行えるようにした。大規模空港で複数の VDB 送信局が必要と考えられる羽田空港などでの展開も大きな変更無く対応出来るといった特徴がある。

今後、プロトタイプ・モデルを関西国際空港に設置し、電離圏脅威モニタなど本研究で開発してプロトタイプに搭載した各機能が実環境で所期の性能を発揮するかどうか等の評価試験を実施し、検証を行う計画である。



図-1. 完成した GBAS プロトタイプ・モデル

## 4. まとめ

以上の通り、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するとともに、独自に実施したシミュレーションにより、本アルゴリズムの採用と監視局の適切な追加によってMSASによりほぼ日本全国でCAT-Iの精密進入実現が可能であることを示すことが出来た。また、航空会社などからの導入要望が高いGBASについては、実現の鍵となる安全性に関わるリスク評価とリスクを緩和するモニタ技術の開発に進展が見られた。特に欧米と相当異なっており、自ら解決することが必要である電離圏問題については我が国特有な状況を反映した電離圏モデルと補正誤差計算のシミュレーション・ソフトウェアを提案した。電離圏に関する成果は、国際的にも高く評価され、高カテゴリGBASの国際標準案に提案が採用された。当所の電離圏研究の成果は電離圏の様相が欧米とは異なる低中緯度地域での安全なGBAS導入に道筋をつけるものとなっている。また、『高カテゴリGBASのオペラビリティ向上とGNSS新信号対応に関する研究』で開発した測距差推定手法をベースとした信号品質監視手法をさらに改良した。これらの成果をプロトタイプ・モデルの開発に反映した。同プロトタイプは平成22年3月に完成し、平成22年度後期から関西国際空港での評価実験を行う予定である。

#### 掲載文献

- (1) 齋藤、吉原、藤井：“地上補強型衛星航法システムに対するプラズマバブルの影響”、日本地球惑星科学連合2010年大会、幕張、2009年5月
- (2) S. Saito and M. Kudo: “Current research activities of ENRI for GNSS”, APEC GIT-13, Singapore, July 2009
- (3) S. Saito, T. Yoshihara, and N. Fujii : ”Study of effects of the plasma bubble on GBAS by a three-dimensional ionospheric delay model”, proceedings of ION-GNSS 2009, Savannah, USA, Sept. 2009
- (4) S. Saito and T. Yoshihara : “Ionospheric data sharing plan in Asia-Pacific region”, IGWG-9, Stanford, USA, Nov. 2009
- (5) S. Saito and T. Yoshihara : “Three-dimensional ionospheric delay model for GBAS”, IGWG-9, Stanford, USA, Nov. 2009
- (6) T. Yoshihara and S. Saito : “Japanese Research and Development Status Concerning GBAS”, ICAO NSP WG9, Montreal, Canada, Nov. 2009
- (7) 齋藤、坂井、松永、吉原：“航空航法における衛星航法の利用と電離圏の影響”、宇宙天気ユーザーズフォーラム、小金井、2009年12月
- (8) S. Saito and M. Kudo : “Aviation use of GNSS and ionosphere data collection/sharing plan in Asia-Pacific region”, Asia Oceania Regional Workshop on GNSS, Bangkok, Thailand, Jan. 2010
- (9) 工藤：“GBASプロトタイプの開発”、電子航法研究所講演会、2010年3月
- (10) 工藤、他：“安全性解析のためのGBASプロトタイプに関する研究の概要”、第9回電子航法研究所研究発表会、2009年6月
- (11) 富澤、後藤、今井、内山(電通大)、齊藤：“衛星シンチレーションとHFドップラから求めた2008年6月9日昼間の強いEs擾乱波面の構造および移動”、第126回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会、2009年9月.
- (12) 齊藤真二、富澤一郎(電通大)：“強いスプラディックEが航法衛星を用いた航空機航法システムに及ぼす影響”、電子情報通信学会宇宙航行エレクトロニクス研究会、長崎、2010年1月
- (13) 齊藤、吉原、福島、藤井：“地上型衛星航法補強システムのためのGPS衛星故障信号検出手法としきい値決定方法およびその評価”、電子航法研究所報告第123号、2010年1月
- (14) 吉原、齋藤、藤井：“GBAS (Ground-based Augmentation System) の安全性設計と電離圏遅延の空間勾配”、電子情報通信学会 宇宙航行エレクトロニクス研究会、2010年2月
- (15) 吉原、齋藤、藤田、工藤、福島、齊藤、藤井、星野尾：“GBASプロトタイプ開発と電離圏モニタ方式”、第10回電子航法研究所発表会講演概要、2010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。しかし図 1 に示すように、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用途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 21 年度は初年度に当たる。

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 21 年度は、主として以下の各項目について実施した。

- L-DACS の技術仕様調査・解析
- ソフトウェア無線実装技術の調査
- ソフトウェア無線機材の予備実験
- 通信システム評価用機材（実験装置）の仕様策定
- 国内外の航空用高速データリンクに関する動向調査

3. 研究の成果

3.1 L-DACS の技術仕様調査・解析

L-DACS の仕様の最新版をユーロコントロールより入手し、物理層を中心に動作原理の解析を行った。FCS 最終報告時点で 4 つあった L-DACS の候補は、現在 OFDMA/FDD（直交周波数分割多元接続/周波数分割複信）をベースとした L-DACS1 と TDMA/TDD（時分割多元接続/時分割複信）をベースとした

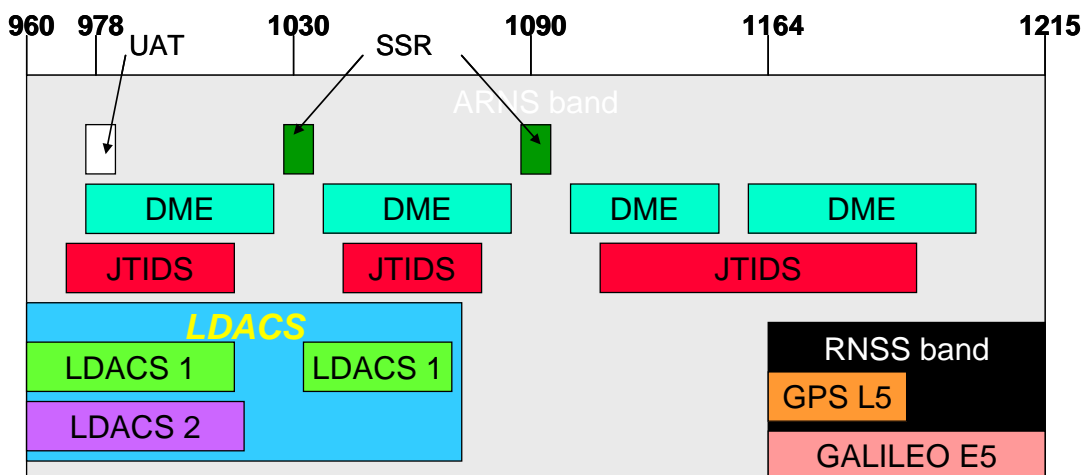


図 1 L-DACS 展開予定周波数帯の割当状況

L-DACS2 に規格が集約されており、L-DACS1 の方が細かい仕様まで規定されていることが分かった。

### 3.2 ソフトウェア無線実装技術の調査

市販のソフトウェア無線開発キットの性能・諸元を調査し、3種類の開発キットについて、構築可能回路規模、使用プログラム言語、入出力インターフェイス、対応周波数範囲、キット入手容易性等について比較検討した。その結果、GNU Radio という開発ソフトウェアと USRP (汎用ソフトウェア無線装置) と呼ばれる開発キットの組み合わせが本研究に適していることが分かった。図2にGNU RadioとUSRPの外観を示す。GNU RadioはC++言語で書かれたライブラリ関数をPython言語で組み合わせることによってソフトウェア無線機を構築できるため、VHDL (超高速集積回路ハードウェア記述言語) や Verilog 言語でのプログラミングより汎用性に優れ、プログラムの構築・修正が容易であるという特徴がある。

### 3.3 ソフトウェア無線機材の予備実験

USRP の動作特性を基礎実験で確認した。最も基本的な送受信回路で構成した場合には、受信時に特段のフィルタがないため中波～VHF 帯を一括で受信しサンプリング周波数に依存したイメージ混信が起こることを確認した。またアンプもないため、テレビラジオ放送のような強力な電波のイメージが受信対象周波数の近くにある場合には受信対象を十分に受信できないこともある。例えば、128.8MHz は羽田空港の ATIS (飛行場情報放送業務) に使用されている周波数であるが、810kHz の AM 放送のイメージが混入することがある。これは USRP のサンプリング周波数が 64MHz であるため、サンプリング定理によって 128.8MHz の信号が実質的に 800kHz の信号と等価なことが原因である。このような場合は適切なアンテナ、フィルタおよびアンプを導入する必要がある。その他の送受信回路には適切なフィルタおよびアンプがあるため、外部に別途回路を付加する必要はない。



図2 GNU Radio と USRP の外観図

### 3.4 その他

本研究の実施を ICAO ACP WG3 (航空通信パネル全体作業部会) に報告したところ、ユーロコントロールから L-DACS に関連した情報を提供してもらえることになった。また、FCS の関連情報として、IEEE 802.16e 規格をベースとした空港面通信システムを RTCA (米国航空用無線技術委員会) および EUROCAE (欧州民間航空用装置団体) が共同で開発していくことが明らかにされた。

## 4. まとめ

本研究は、L-DACS に関して現在得られる仕様を基にソフトウェア無線技術をベースとした新たな航空用通信システム評価用機材を開発し、これを利用して L-DACS の電波共用性等を明らかにしていく。その第一歩として GNU Radio および USRP を調達しこれらの基本性能を把握した。今後は、継続的な動向調査とともに、仕様変更等に柔軟に対応できる評価用機材の設計、実験に取り組んでいく予定である。

### 掲載文献

- (1) 北折, “VDL モード2 と VHF ACARS の通信性能比較”, 第9回電子航法研究所研究発表会講演概要, 平成21年6月.
- (2) 北折, “空地データリンク技術”, 日本航空宇宙学会誌 Vol.57 No.666, 平成21年7月
- (3) 角田, 北折, 小園, “航空移動無線のデジタル伝送特性の評価”, 電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会, 平成21年8月
- (4) J. KITAORI, “A Performance Comparison between VDL Mode 2 and VHF ACARS by Protocol Simulator”, 28th Digital Avionics Systems Conference, Oct. 2009
- (5) D. T. HO, J. PARK, S. SHIMAMOTO, J. KITAORI, “Oceanic Air Traffic Control based on Space - Time Division Multiple Access”, 28th Digital Avionics Systems Conference, Oct. 2009
- (6) 住谷, “航空衛星通信システムの現状と将来動向”, 第47回飛行機シンポジウム講演集, 平成21年11月
- (7) Y. SUMIYA, J. KITAORI, N. KANADA, “Status of Air-Ground Datalink Study in ENRI/Japan”, ICAO ACP WG3, Jan. 2010
- (8) 北折, “VDL モード2 と VHF ACARS の通信性能比較”, 航空無線 第63号, 平成22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

我が国では、首都圏をはじめとする混雑空港及び混雑空域における航空交通容量の拡大が喫緊の重要課題である。このための方策として、安全性を確保した上で、様々な支援システムの活用により高密度運航を実現して、処理容量を向上させる方向性が示されている。さらには、全飛行フェーズにおいて時間管理を導入する軌道ベース運航の実現も計画されている。この実現のため、高精度で航空機の位置及び交通状況を把握して、地上及び機上での状況認識能力の向上を図る方向性も示されている。

一方、現行の航空交通システムにおける課題として、監視技術については、レーダーでは覆域外となるエリアが存在することや、空港面における監視能力が十分でないことが挙げられている。現用のターミナルレーダーは、更新頻度が低いことや空港近傍が監視覆域の対象外であることなどの課題を持つ。また、空港面監視用のマルチラテレーション (MLAT: Multilateration) は、エプロン付近において信号干渉による性能低下が発生するとの課題が指摘されている。これらに加えて、さらに安全性と効率性を向上させるには、機上側のパイロットも周囲の交通状況を認識することが必要であり、これを実現する監視技術 (ADS-B: Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) の確立も課題として挙げられている。

### 2. 研究の概要

本研究の目的は、上述した課題を解決できる高度な監視技術を開発して、将来の航空交通システム構築のための基盤的技術を確立することである。

空港近傍に存在する覆域外エリアに対して、空港周辺を飛行する航空機を高頻度・高精度で監視できる広域マルチラテレーション (WAM: Wide Area Multilateration) 評価装置を製作する。我が国の混雑空港周辺の空域では飛行ルートに制限が多く、航空機は狭く限られた経路を航行している。この状況において高密度運航を実現するには、より高性能な監視システムが必要になる。このため、WAM評価装置は高性能化を重点に開発を進めていく。

一方、エプロン付近で発生する性能低下に対しては、信号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: Optically Connected Passive Surveillance System) 評価装置を製作する。我が国の混雑空港は、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。このため OCTPASS 評価装置では、特にマルチパスに対する耐干渉性の強化を重点に開発を進めていく。

そして、これら両評価装置には、機上側の状況認識能力の向上を考慮してADS-B技術を併せ持たせる。

### 3. 研究成果

#### 3.1 WAM 評価装置の製作

図 1 に WAM 評価装置の構成を示す。平成 21 年度は、受信局 4 局と処理装置を試作するとともに、信号検出時刻を正確に測定する技術について基礎実験を行った。

##### (1) 受信局と処理装置の試作

MLATは、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の位置を算出する。このため、MLATにおいて高い測位精度を得るには、信号検出時刻を正確に測定することが重要である。高性能を目指したWAM評価装置では、信号検出の分解能を2ナノ秒 (測位分解能: 0.6mに相当) として設計した。これまでの既存装置では、10ナノ秒の分解能が広く採用されており、測位精度の向上が期待できる。

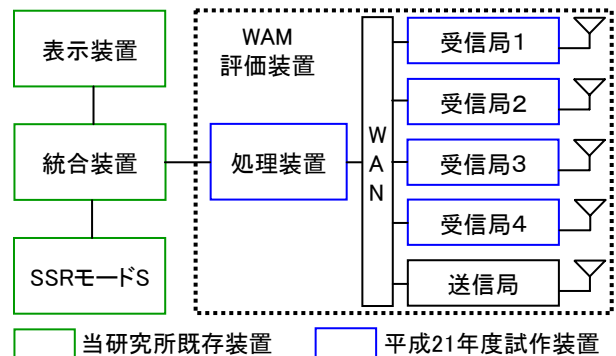


図 1 WAM 評価装置の構成

加えて、MLATでは受信局間の時刻同期も重要である。このため、高い同期精度を達成できるGPS Common View方式を採用した。本方式は、受信局間で同時に同一のGPS衛星からの信号を受信することにより、衛星の時計が持つ誤差を相殺して、高精度な時刻同期を図る方式である。

(2) 信号検出の測定技術に関する基礎実験

試作した受信局と処理装置を東京国際空港とその周辺に設置して、信号検出時刻を正確に測定する技術について基礎実験を行った。基礎実験の目的は、高性能化を図るために適用した技術の事前検証である。受信局4局は、東京国際空港（羽田）、蟹ヶ谷、海ほたる、および台場に設置した。評価方法として、既存装置の監視データも同一の条件で取得して性能比較を行った。表1に時刻検出技術に関する両装置の比較を示す。性能の評価項目として位置精度に着目した。位置精度を算出する際の真位置には、キネマティック方式GPSを利用した。監視データは飛行検査機を利用して取得した。対象覆域は10NMである。

表2に測位精度（95%信頼度）の実験結果を示す。既存装置と比較して、評価装置の測位精度は良好な値が得られた。図2に北風運用時における着陸航跡を示す。GPS航跡との比較でも分かるように正確に測位していることを確認した。実験の結果、評価装置に適用した信号検出時刻を正確に測定する技術（検出分解能、時刻同期）は、有効に機能していることが確認できた。一方、信号干渉の影響により時刻検出誤差が増大して、測位解が算出できない状況も発生していることが判明した。

3.2 OCTPASS 評価装置の製作

図3にOCTPASS 評価装置の構成を示す。平成21年度は、OCTPASS の構成装置の中で重要な役割を果たす信号処理装置を製作するとともに、屋内実験により時刻検出精度の検証試験を行った。

(1) 信号処理装置の製作

マルチパス波が本信号の先頭パルスに重畳した場合、信号検出時刻の測定誤差が増大するため、測位精度の低下が発生する。OCTPASS では時刻検出の測定手法として、遅延・減衰比較（DAC: Delay Attenuate and Compare）方式を採用している。このDAC方式では、信号の立ち上がり部分を必ず捉える特徴があるため、遅延して重畳するマルチパス波の影響を大幅に軽減できる。

加えてマルチパス波は、データビットの誤読も引き起し、当該航空機が送信した信号として読解できない場

合は、測位不能の状況を招く恐れがある。OCTPASS では、各アンテナで受信した信号をRFレベルで直接伝送して、1箇所に集めた後に検波・解読を行う。この特徴を利用すると、マルチパスの影響により信号を誤読した場合でも、1箇所に集めた各信号を比較・相関することで、

表1 時刻検出技術に関する両装置の比較

	評価装置	既存装置
検出分解能	2ナノ秒	10ナノ秒
時刻同期 (同期目安)	GPS Common View方式 (2~5ナノ秒)	基準局方式 (5~10ナノ秒)

表2 位置精度の比較（95%信頼度）

空港からの距離	評価装置	既存装置
10NM~5NM	83m	89m
5NM~GND	12m	20m

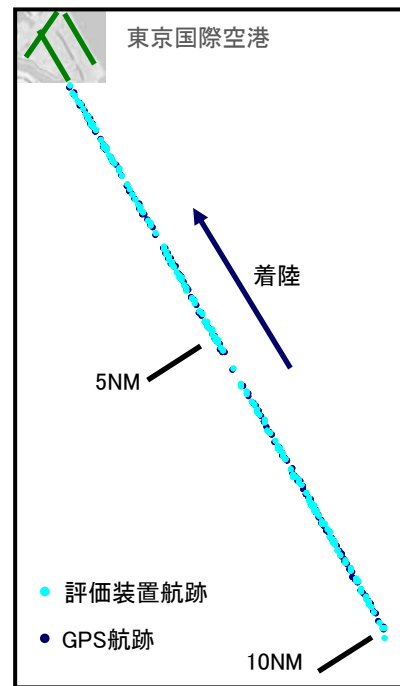


図2 北風運用時における着陸航跡の比較

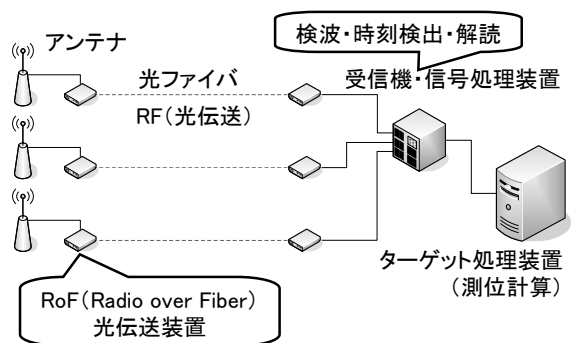


図3 OCTPASS 評価装置の構成



同一航空機が送信した信号として抽出することが可能となる。すなわち、このような干渉信号も測位に利用することで耐干渉性の強化を図っている。

RF 信号を減衰劣化させることなく受信機まで伝送させるため、光伝送装置 (RoF: Radio over Fiber) を利用して、光ファイバケーブルにより信号を伝送する。また、信号検出と解読については、米国の航空無線通信委員会 (RTCA) が策定した最小運用性能要件 (MOPS: DO-260A) が提案する高度な信号処理技術を採用している。

#### (2) 時刻検出精度の検証試験

製作した信号処理装置に対して、屋内実験により時刻検出精度の検証を行った。検証方法としては、航空機が送信する信号と同一の模擬信号を 2 チャンネル生成して、信号処理装置に直接入力する。そして、各チャンネルの模擬信号に時間遅延 (2.7ns、10.5ns、22.3 ns) を設定して、その検出時刻差を評価した。信号処理では 200 MHz でサンプリングするため、内部のタイムカウンタは 5 ns 間隔で時刻を検出する。しかしながら、DAC 方式の特徴を活かすことにより、サンプリング間隔以下の分解能で時刻検出が可能となる。

図 4 に検出時刻差の評価結果を示す。縦軸はチャンネル間の検出時刻差を示す。横軸は入力した信号に便宜的に付した連番である。青色のプロットは、タイムカウンタにより得られた時刻差であり、サンプリング間隔に対応した 5 ns 間隔で離散的に前後した値が得られている。これに対して、赤色でプロットされた DAC 方式による時刻差は 1~2 ns の範囲に収まっており、時刻遅延の設定値に非常に近い値が得られていることが分かる。検証試験の結果、MLAT において重要となる時刻検出に関して、高い分解能での時刻検出が可能となることが確認できた。

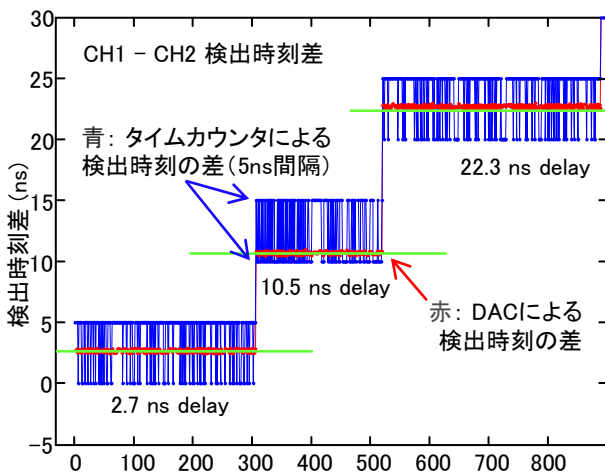


図 4 検出時刻差の評価結果

#### 4. 考察等

WAM 評価装置の製作では、基礎実験の結果、良好な位置精度が得られ、高性能を実現するために適用した技術が有効に機能することを確認できた。一方で、信号干渉の影響により測位解が算出できない状況が発生していることも判明した。この改善策としては、RTCA DO-260A が提案する干渉に強い信号処理技術等の適用が必要である。また、監視覆域を拡大した場合でも高い性能が安定して得られるように、質問機能等を実装する計画である。

OCTPASS 評価装置の製作では、時刻検出精度を検証した結果、良好な特性が得られることを確認できた。今後は、受信機や光伝送装置を構築して実環境下での評価試験を行い、システム開発を進めていく。

#### 掲載文献

- (1) H. Miyazaki: “Evaluation Results of Multilateration at Narita International Airport”, IP/ ASP06-01、ICAO ASP 6th WG meeting、April 2009
- (2) H. Miyazaki: “Evaluation Plan for Wide Area Multilateration at ENRI”, TSG WP07-08、ICAO ASP 7th TSG meeting、June 2009
- (3) 角張、古賀 他: “空港面受動監視におけるモード S 信号のプリアンプル検出手法”、2009 年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会、B-2-21、p.231、2009 年 9 月
- (4) H. Miyazaki: “Evaluation Plan for Wide Area Multilateration at ENRI”, IP/ ASP07-04、ICAO ASP 7th WG meeting、September 2009
- (5) Miyazaki et al.: “Evaluation Results of Multilateration at Narita International Airport”, 13th IAIN World Congress、October 2009
- (6) H. Miyazaki: “Evaluation Results of Multilateration at Kansai International Airport”, TSG WP08-25、ICAO ASP 8th TSG meeting、January 2010
- (7) Miyazaki et al.: “Evaluation Results of Multilateration for Airport Surface Surveillance”, ESAVS2010、March 2010
- (8) 宮崎、上田他: “広域マルチラレーションの基礎実験結果”、平成 22 年度 (第 10 回) 電子航法研究所研究発表会講演概要、平成 22 年 6 月
- (9) 角張、二瓶他: “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”、平成 22 年度 (第 10 回) 電子航法研究所研究発表会講演概要、平成 22 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), 青山久枝 (ATM 領域)

**研究期間** 平成 21 年度～平成 22 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、管制官による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

本年度は、前年度実施した航空管制官による CPDLC 機能評価用航空管制シミュレータの HMI 評価結果を解析し、シミュレーション実験が可能のように改修を行う。図 1 は CPDLC 機能評価用航空管制シミュレータの構成を示す。同シミュレータは模擬管制卓、模擬機上システムとシナリオ処理部の 3 つの部分から構成されていて、模擬管制卓は模擬機上システムと音声および CPDLC による通信機能を持つ。HMI 評価結果から、同シミュレータの模擬管制卓の画面構成ならびに CPDLC 機能、ならびにシナリオ処理部に改修を加える必要が生じたので、本年度はその改修を行った。

### 3.研究の成果

#### 3.1 CPDLC 機能ならびにシナリオ処理部の改修

改修以前のシミュレーション・システムにおいては、CPDLC 対応機には管制官は必ず CPDLC 通信で対応することが想定されていた。このためシミュレーション・システムでは、非 CPDLC 対応機に対しては音声通信内容をシステム入力することができるが、CPDLC 対応機に対しては、音声で管制指示を発出した場合にその内容をシステムに入力することができない。ところが、CPDLC 対応機に対しても管制官は音声により管制指示を出す場合があるので矛盾を生じる。この点を修正した。

また、シナリオ処理機能につき、管制セクターへの入域に関して、航空機からのコンタクト・タイミングは固定されていたが、実際にはコンタクト・タイミングはまちまちであり、シミュレーションの運行に支障を来すことが分かった。このため、コンタクト・タイミングを、シナリオ上で経路点からの距離や通過後の経過時間として

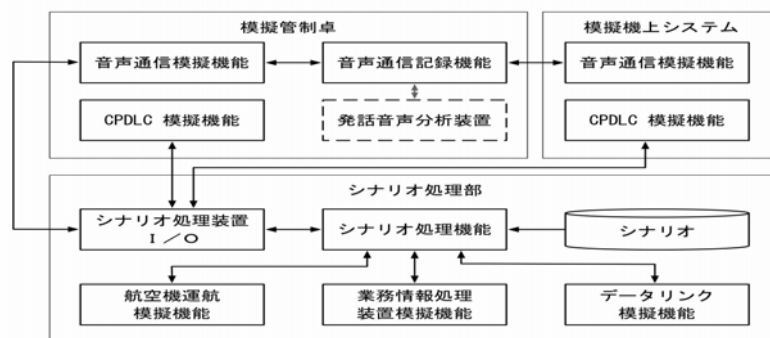


図 1 CPDLC 機能評価用航空管制シミュレータの構成

任意に設定できる様に改修した。

### 3.2 画面構成と表示の改修

現在、当所では、本シミュレーション・システムを利用して継続的な事務作業負荷による疲労の蓄積を評価するための実験を計画しており、その業務負荷環境としての運用適性を向上させるために、シミュレーション・システム模擬管制卓の画面表示につき、表示色、文字の品種と大きさ、描画線や面輪郭の太さ、等々につき、調整を行うことができる様にした。

### 4. 考察など

本年度は、前年度実施した航空管制官による HMI 評価結果に基づき CPDLC 機能評価用航空管制シミュレータの改修を行った。次年度は、改修した CPDLC 機能評価用航空管制シミュレータを用いて、航空管制官による航空路管制のシミュレーション実験を行う予定である。シミュレーション実験により、CPDLC 機能を用いた場合と音声通信のみの場合とで、管制官が費やす通信時間の差などを測定したい。

#### 掲載文献

(1)板野賢、塩見格一、青山久枝、金田直樹：“CPDLC 対応航空路管制卓の試作開発と評価”，第 10 回電子航法研究所発表会講演概要、平成 22 年 6 月。

## GPS受信機処理方式の高度化に関する研究【指定研究】

**担当領域** 通信・航法・監視領域

**担当者** ○坂井 丈泰、福島 荘之介、齊藤 真二、吉原 貴之、松永 圭左、齋藤 享、藤田 征吾

**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。

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

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

### 2. 研究の概要

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

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

各種のインテグリティモニタ方式を比較・検証するためには、それぞれに対応するソフトウェアを個別に作成するのではなく、一貫した方向性にもとづいて検証用ソフトウェアを準備する必要がある。このため、共通のベースとなるソフトウェア・ライブラリを開発し、検証用ソフトウェアの作成を効率的に進めることとした。また、当該ソフトウェア・ライブラリの評価用ソフトウェアとして、ユーザ受信機シミュレータを作成することとした。

さらに、GPS受信機を航空機に搭載し、インテグリティ

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

### 3. 研究成果

平成20年度は、補強アルゴリズムの整理検討については、将来的に利用拡大が予想されるRAIM方式（GPS受信機内部における補強方式）を中心とした文献調査を行った。あわせてSBAS及びGBASにおける補強情報の生成方式を検討し、これら補強アルゴリズムの特徴並びに差異を把握した。

電離層遅延量算出ソフトウェアの作成については、計算方式の検討に続いてソフトウェアを作成し、毎日のGPS測定データを入力として定常的に動作するシステムを構築した。本システムにより日本全国の電離層遅延量を毎日計算・蓄積することとし、データの蓄積を開始した。また、過去における電離層嵐の際の観測データについても電離層遅延量を算出し、補強システムの設計に必要な情報を抽出した。

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

平成21年度は、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な改良を施した。これらの過程でソフトウェア・ライブラリについても必要な修正を施し、より使いやすく改良を図った。

実験用航空機にGPS受信機を搭載し、能登空港にて着陸時の観測データを収集した。実際のGBAS地上施設を模して滑走路末端付近に4式のGPS受信機を設置してデータを収集し、GBASテストベッド・ソフトウェアに入力してGBASによる測位精度を計算した。さらに、我が国がすでに運用中のSBAS補強システムであるMSASは能



登空港周辺地域においてもっともすぐれた性能を得られることから、MSAS による着陸時の測位精度も算出し、これらと比較することとした（図1～2）。

実験結果によれば、MSAS 及び GBAS のいずれも良好な測位精度をもって位置情報を提供することを確認できた。最大誤差も 2～3m 程度であり、CAT-I 性能要件を満足する。ただし、両補強システムの位置情報には最大で 5m 程度の差がみられ、なお詳細な分析を要する。

#### 4. おわりに

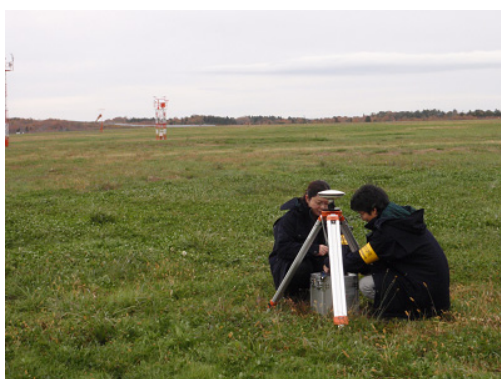
本研究は、GPS 受信機を航空機の航法に利用するために必要となるインテグリティ要件の検討を進めるため、検証用ソフトウェアに利用可能なソフトウェア・ライブラリおよび電離層遅延量データベースを作成し、また一方で GPS 受信機内部における処理方式の高度化を図るものである。平成 20 年度は、ソフトウェア・ライブラリの開発を行う

とともに電離層遅延量データベースの構築を開始し、また実験用航空機を用いてシミュレーション用の基礎データを収集した。

平成 21 年度は、引き続きソフトウェア・ライブラリの開発を進めるとともに、能登空港にて飛行実験を実施し、MSAS や GBAS といった補強システムによる測位精度の比較を試みた。平成 22 年度は、インテグリティ要件の検証用ソフトウェアを作成し、収集済みの基礎データを用いてその性能を測定する予定である。

#### 掲載文献

- (1) 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



(a) 実験用アンテナの設置



(b) 着陸中の実験機

図1 能登空港における飛行実験の様子。

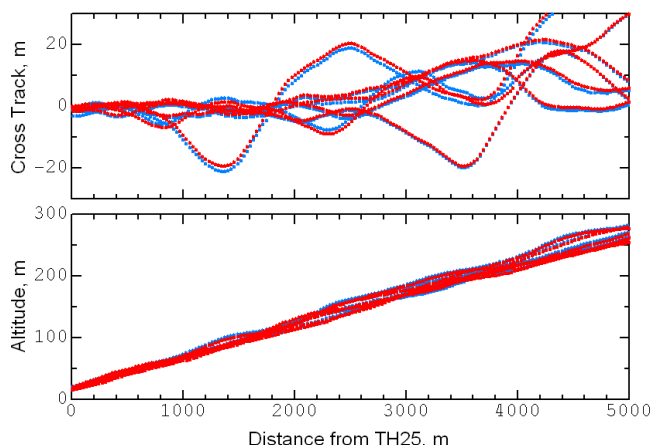


図2 各補強システムによる航空機位置（青：MSAS、赤：GBAS）。図の原点は滑走路 RWY25 の末端、X 軸は滑走路中心線の延長方向、Y 軸はこれと直交する水平方向（すなわち横方向）である。航空機は図の右方向から滑走路にアプローチし、滑走路末端に近づくにつれて偏位が小さくなっている。

## 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】

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

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

### 2. 研究の概要

本研究は3年計画であり、平成21年度は、第2年度である。平成21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よる実験及び改良の検討
- ・ 次世代航空通信システムの調査

### 3. 研究成果

#### 3.1 高速大容量通信アンテナの実験用基礎システムによる実験及び改良の検討

平成21年度は、平成20年度に検討した電波伝搬モデル、及び自作アンテナにより構築した実験用基礎システムに基づき、電波無響室において航空機模型を利用



図1 電波無響室における実験

した電波伝搬の基礎実験を行った。送信アンテナ1基と受信アンテナ1基を設置した実験の様子を図1に示す。実験の結果、航空機模型の部分的反射及び回折がわずかに認められた。MIMOアンテナ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ことから、航空機にMIMOを適用できる可能性を確認した。この解析内容について、(社)電子情報通信学会において外部公表し、意見交換することで、研究を進める上での知見を得た。

#### 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、主に空港面用のIEEE 802.16e(モバイルWiMAX)として検討中のAeroMACS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を行った。また、2009年秋に設立されたAeroMACS用の米国RTCA特別委員会(SC: Special Committee)223の第2回会議(2010年1月実施)に参加し、直接情報収集した。参加者は、FAAをはじめ、航空機製造メーカーやアビエーションメーカー等である。この結果、米国のAeroMACSの評価状況として、空港に評価用システムを構築し、データ収集及び評価中であることが報告された。また、欧州でもEurocaeの作業部会(WG)82を構築し、標準化に向けて動き始めたことが報告された。これらの調査結果は、航空振興財団の委員会において速報した。

#### 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(航空用WiMAX)に利用可能性のあるMIMOアンテナの基礎実験システムを用いて、電波無響室における実験を行った。この結果、航空機模型近傍のわずかな反射及び回折が認められ、MIMOアンテナの適用可能性が確認出来た。また2009年秋よりAeroMACSの国際標準化の動きが活発になったため、文献を中心とした調査以外に、国際標準化会議に直接参加し、動向調査した。来年は、より一層AeroMACSの要件検討が活発になるものと考えている。

#### 掲載文献

- (1) 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
- (2) 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

## 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, 山田 泉 (航空交通管理領域)

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、現在も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・開発を行うものである。

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方法について検討を進める。具体的には、経路設定機能では、自動経路生成アルゴリズムの開発と、マニュアル経路生成を担う管制官操作インターフェイスの開発を行う。また、管制機能では、誘導路も含めた地上走行時のコンフリクト検出アルゴリズムの開発を行う。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。

平成 21 年度は、経路設定機能について東京国際空港における地上走行モデル化と経路設定インターフェイスの検証を、管制機能については誘導路を含めたコンフリクト検出に関する検討を行った。

### 3. 研究成果

#### 3.1 空港面地上走行モデル化手法に関する検証・評価

経路情報を自動生成するアルゴリズムの基盤として、航空機の空港面地上走行を模擬するモデル化シミュレーションの検討が不可欠である。東京国際空港をモデルにしたシミュレータを用いて検討を進めた。

マルチラテレーション監視ログを解析し、このモデル化手法において航空機の型式毎に設定すべき走行特性パラメータ（最大速度、加速度、減速度など）の抽出を行い、実際にシミュレータに適用してその妥当性を検証した。その結果、図 1 に示すような地上走行の再現性を確認した。

また、前述の走行特性パラメータの他に、走行箇所や周囲の交通状況等による特性変化についてのデータ整理を行った。このような特性変化の状況を、シミュレータを動作させるための再生シナリオの作成に反映させると、より正確な模擬が可能になると考えられる。このような再生シナリオを、自動的に生成するツールの作成を開始しており、これを元にした自動経路生成アルゴリズムへの発展を検討している。

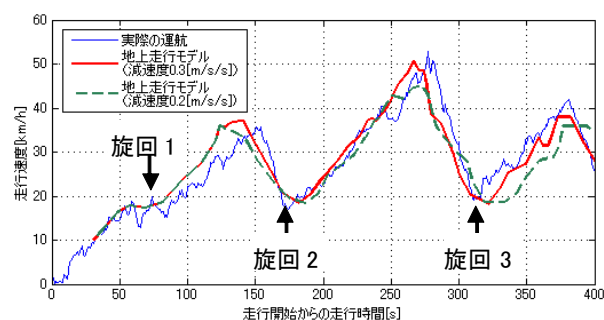
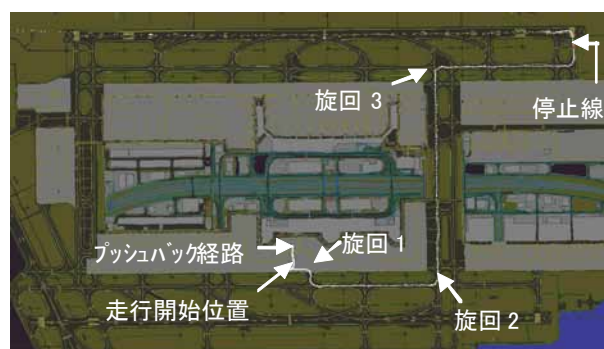


図 1 実際の運航に対応した速度模擬の再現例



### 3.2 大規模空港をモデルとした経路情報生成装置

本装置は経路情報の生成に際し、管制官が実際に操作することを想定したインターフェイス装置である。標準的な走行経路をデータベースとして準備しておくことで、航空機位置に応じた推奨経路を提示させることが可能であり、経路生成に係る操作手順を必要最小限にできる。

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の拡充を行った。実際にインターフェイス装置に適用したところ、出発機、到着機ともに、簡易な操作での経路生成動作が可能となった。

### 3.3 誤進入・コンフリクト検出装置

誘導路を走行する複数の航空機において、その近い将来の動きを予測し、コンフリクトを未然に防ぐことを目的とした注意喚起機能の検討を行った。このような誘導路コンフリクト検出アルゴリズムを考案し、東京国際空港の主要誘導路を走行する航空機に対して検証を行う評価ツールの試作を行った(図2)。

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利用してその動作検証を行い、設計意図に則した動作を確認した。検出に係る設定パラメータは多岐に渡るため、より現実的な検出動作をするためには、今後実際のマルチラテレーション監視ログの解析を通して、適切な設定パラメータの検討が必要である。

## 4. まとめ

地上走行モデル化の検討を進め、自動経路生成アルゴリ



図2 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)

ズムに適用するための要件に関して検討を行った。また、誘導路における航空機間のコンフリクト注意喚起を行う評価ツールを試作し、動作の確認を行った。今後、自動経路生成アルゴリズム等の経路情報生成技術の開発を中心に、その情報の提供方法を含めた検討を進めることで、協調的な空港面高度運用技術の実現を図る。

### 掲載文献

- (1) 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
- (2) 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
- (3) 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
- (4) 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
- (5) 角張, 二瓶 他: “A-SMGC システム経路設定機能の開発—経路設定インターフェイス装置の管制官評価—”, 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
- (6) 山田, 二瓶 他: “A-SMGC システム経路設定機能の開発—大規模空港に対応した空港面地上走行のモデル化—”, 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
- (7) 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・航行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係る研究【指定研究B】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○工藤正博、藤井直樹、齋藤享、齊藤真二、松永圭左、藤田征吾、山康博

研究期間 平成21～22年度

### 1. はじめに

地上形衛星航法補強システム（GBAS）については、欧米において活発にその実用化が急がれており、世界最初の運用システムの承認が2010年にも行われる見込みである。当所においても平成20年度からインテグリティモニタを搭載したGBASプロトタイプの開発に着手し、平成22年3月に完成した。一方、GBASによって早期に実現が見込まれる運航方式は、今のところ計器着陸装置（ILS）のパスをなぞるような直線進入方式のみであり、GBASの特長を十分に活かした運航方式は未開発であり、GBAS本来の特長を活かした運航方式の開発が望まれている。本研究では、GBASの活用方策について新しい運航方式の調査研究を実施している。

### 2. 研究の概要

本研究では、次の項目について基礎的な検討を行った。

- (1) ILSとの比較によるGBASの誘導特性の確認
- (2) 曲線経路の飛行についてGBAS航法と認証付広域航法（RNP-AR）による飛行との比較
- (3) その他

### 3. 研究成果

#### 3.1 GBASの特性の確認

GBASによるCAT-I精密進入の飛行方式基準は、ICAO文書である航空機運航方式基準(PANS-OPS)に収録されており、その調査を行った。現在の基準の根拠は、そのほとんどが計器着陸装置（ILS）のものから由来しており、結果として障害物間隔要件などもILSによるCAT-I精密進入方式によるものと多くの部分で共通である。研究では、障害物間隔要件の算出根拠である衝突危険度モデル(CRM)に着目し、従前のILSの技術的性質に基づいたCRMをGBASの特性を反映したCRMの確立を目的とした。今年度は、CRMの基礎となる誤差評価式を検討し、従来のILSの誤差評価式を参考に、GBASの誤差特性を反映したGBAS誤差評価式を考案した。

#### 3.2 曲線進入のTAPとRNP-ARによる飛行との比較

GBASの曲線進入方式であるターミナルエリア・アプローチ(TAP)とRNP-ARによる飛行の比較のため宇宙航空研究機構（JAXA）と全日空が行ったフライトシミュレーター実験に参加した。実験では、前年度の調査を踏まえ低温時でもRNP-ARによる曲線飛行からILSの直線経路への移行が円滑に行われるよう会合する条件を変えて行われた。また、滑走路に着地点を複数持つ、ディスプレイスドスレッシュホールドやGP角を通常の3度から大きく変えたケースの実験にも参加した。

前年度の評価では、外気温が低い時にRNPによる円弧状の曲線飛行からILSの直線経路へ実験対象となった航空機の自動操縦及び自動着陸システムでは滑らかに移行することが出来ない場合があった。そのため今年度は、これを調整するため会合するまでの曲線経路の降下角を浅くしたり、グライドパスの角度を変えた実験が行われた。前回問題となった低温時の移行については、GP角を浅くすることにより移行可能であることが分かった。

また、ディスプレイスドスレッシュホールド等の実験では、着陸位置を大幅に前方にずらした場合、接地点の目標となるビジュアルキューが無いことが課題となった。また、角度を大きく変えた（3度→4度）場合にも通常の進入降下角指示灯（PAPI）は使えない。そのためディスプレイスドスレッシュホールドなどの実現のためには単に無線装置ばかりでなく、そのためのPAPIの接地や滑走路のマーキングの工夫が必要であることなどが分かった。

#### 3.3 その他

前述のように、GBASは、同一滑走路又は平行滑走路でILSの位置にかかわらず、複数の精密進入パスを容易に構成できる。この機能を用い、進入する先行機のパスと後続機のパスを上下方向及び水平方向に十分に離すことにより、先行機の生ずる後方乱気流の影響を後続機が回避できる可能性がある。当所では、

東北大学とJAXAとの三者間で、ライダーを用いて後方乱気流の観測とその性質を解明し、航空機の運航の安全性向上のために共同研究を行ってきた。この共同研究から、気象（特に風の向き・強度）と後方乱気流の発生・移動・消失の間には一定の関係があることが強く示唆され、平行滑走路間の最小間隔や進入パスを離すべき最小間隔の制定の根拠となることが期待され、GBASの活用方策として有望である。

#### 4. おわりに

初年度は、基本情報の調査に加え、GBAS CRMの開発に着手するなど、ILSよりも優れたGBASの便益を明確にする新しい活用方策（運航方式）の検討を進めた。また、航空会社やJAXA、大学他と協力し、GBASの活用可能性について調査に参画するとともに情報交換・意見交換を行った。第二年度は引き続き、検討事項の深化を進めると共に、「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」の研究で、関西国際空港に設置する予定である、GBASプロトタイプを利用して、飛行実験を行いたいと考えている。

#### 掲載文献

- (1) 工藤 他：“GBASの放送する経路情報とその拡張可能性について”，第47回飛行機シンポジウム，2009年11月
- (2) 藤田 他：“GBASに適した衝突危険度モデルの検討”，電子航法研究所研究発表会講演概要，2010年6月

## 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・アプリケーションの通信運用要件(COCR)を検討し始めている。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、国際民間航空機関 (ICAO) 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)用だけであり、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のか分からない。例えば、ある管制サービスを行うには、管制官-パイロット間データリンク通信 (CPDLC) と通信型自動位置情報伝送・監視機能 (ADS-C) ならびに、ATN ではサポートしていない放送型自動位置情報伝送・監視機能 (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必要な点である。

#### 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の対策のため公開鍵基盤 (PKI) を用いた電子認証を用いる。また、①と③の対策のためメッセージ認証コード (MAC) 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。

本年は、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 セキュリティ機能の脆弱性の検討結果

表 1 に ATN セキュリティに用いられている暗号技術をまとめる。ATN セキュリティには楕円曲線暗号が用いられる。これは、インターネットなどで用いられる RSA 暗号に比べて暗号鍵を短くすることができ、空地間での通信容量が限られる航空通信では有利なためである。

表 1 を検討した結果、アプリケーションのメッセージに付けられる MAC タグの長さが現在の常識では短すぎることが分かった。その他の部分については、現在の暗号に用いられている常識的なパラメータと比べ遜色はない。

表 1 ATN セキュリティに用いられる暗号技術

	規格	備考
暗号方式	楕円曲線暗号 ECDSA (楕円曲線デジタル署名アルゴリズム) ECDH (楕円曲線 Diffie-Hellman 方式)	楕円曲線ドメインパラメータ システム間 : SEC (Standards for Efficient Cryptography)-sect163r2 CA : SEC-sec233r1
システム鍵	160bit	各 ATN システムで用いる鍵
認証局 (CA) 鍵	230bit	認証局 (CA) が用いる鍵
メッセージ認証コード (MAC) 方式	HMAC (Hashed Message Authentication Code) 方式	
ハッシュ関数	SHA-1 (Secure Hash Algorithm)	
Mac 鍵	160bit	MAC 用の共通鍵
境界型中間システム (BIS) Tag	80bit	IDRP 情報に付けられる Mac Tag の長さ
アプリケーション (AP) Tag	32bit	AP 情報に付けられる Mac Tag の長さ

### 4. 考察など



本年度は、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た。ここで指摘した脆弱性は、アプリケーションのメッセージに付加する MAC タグの長さ不足に起因するもので、これは、タグ長を増せば解決されると考えられる。次年度は、ATN と COCR アプリの差異について、さらに検討を進めたい。

#### 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。

## 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

現在の機上航法装置について調査し知見を蓄積するとともに、GNSS を用いた場合の機上航法装置の構成、機能、性能の飛行方式等への影響を調査する。具体的には、現在の機上航法装置の構成、機能、性能について文献を中心に調査する。また、GNSS を用いた場合の機上航法装置の構成、機能、性能の飛行方式、飛行ルートへ与える影響を検討し整理する。

### 3. 研究成果

平成 21 年度は、機上航法機器、航空機の飛行上主要な役割を持つ飛行制御機能、FMS、航空機の運動の概要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 を用いた運航に関連して機上 GPS 受信機の精度情報についての調査を行った。

機上航法装置の調査に基づき、GNSS を用いた飛行方式、飛行ルートの検討内容、検討方法について調査した。GNSS を用いた飛行方式、飛行ルートを検討する場合、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

情報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。

また、GNSS を用いた運航に関連して機上 GPS 受信機の精度情報について調査した。RNAV、RNP 運航あるいは ADS-B 情報に関連して機上表示のために定義されたと考えられる 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) については製造メーカーにより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 との関係の明確な定義がなされていないようであり、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ともに、用語の使用と理解について運航者に周知する必要があるものと考えられる。

### 4. おわりに

今後、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、飛行技術誤差の考え方の調査を行うとともに、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予定である。

#### 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 GNSS セミナー, 2010 年 1 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 21～23 年度

## 1. はじめに

衛星航法において、電波伝播遅延を引き起こす電離圏プラズマの存在は最大の測位誤差要因である。電離圏遅延量の大きな空間変動を伴うプラズマバブルの検知は、MSAS、GBAS 等の衛星航法の航空利用において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。

過去の研究[齋藤他、米国地球物理学会誌、2008 年]により、夜間の短波放送波の赤道横断伝播到来方向測定から、プラズマバブルの位置と東西伝搬速度を見積もることができることが示されている。さらに伝播距離を測定し伝播路を絞り込むことにより、推定精度の向上が期待できる。

## 2. 研究の概要

本研究の目的は、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が実現可能であること実証することである（図 1）。

本研究では、デジタル受信機を用いた受信システムを、電波源（放送局）近傍と任意の点の 2ヶ所に設置し、

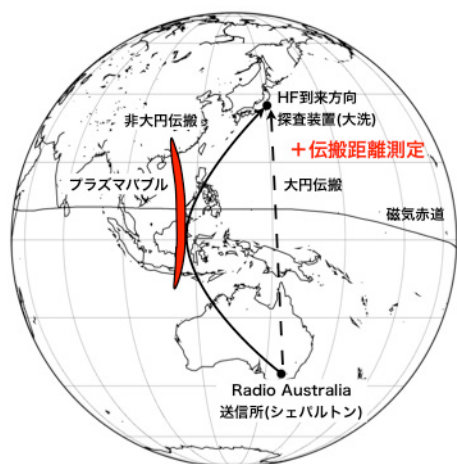


図 1. 短波赤道横断伝播を用いたプラズマバブル監視

同時に受信した波形の時間遅れから伝播距離を推定する。

本研究は、以下の 3 点からなる。(1)デジタル受信機を用いた短波伝播距離測定装置の開発(平成 21 年度)。(2)短波到来方向測定装置との同時観測によるプラズマバブルの位置・速度測定観測(平成 22～23 年度)。(3)測定精度及びプラズマバブルの発生・移動の監視システムの実現可能性の検討(平成 23 年度)。

## 3. 研究成果

デジタル受信機、制御・データ取得用 PC、短波アンテナ、及び時刻同期用 GPS 受信機からなる受信システム（図 2）を 2 セット製作した。オープンソースソフトウェア (GNURadio) を基にした受信ソフトウェアの整備を行い、ラジオ NIKKEI 放送波（送信所：千葉県長柄町）を用いて電子航法研究所（調布市）- 京大生共存圏研究所（宇治市）間の伝播距離差測定実験を行った。その結果、本システムにより精度 5 km 程度で距離測定ができることを確認した。これは、赤道横断伝播する電波の伝播距離（数 1000 km）を測定するために十分な精度である。

## 4. まとめと今後の展望

デジタル受信機を用いた短波伝播距離測定装置の開発は予定通り完了し、プラズマバブルの位置・速度観測実験を行う準備ができた。平成 22 年度では、受信システムの改良、解析ソフトウェアの整備を行いつつ、赤道横断伝搬観測実験を実施し、得られたデータの解析を行うとともに、平成 23 年度の観測に向けて更なる改良を行う。



図 2. デジタル受信機を用いた受信システム

掲載文献

1. 齋藤、デジタル受信機を用いたプラズマバブルの広域監視、中間圏・熱圏・電離圏研究会、京都市、2009年12月
2. 齋藤、デジタル受信機を用いたプラズマバブルの広域監視、MUレーダーシンポジウム、宇治市、2010年1月
3. 齋藤他、GNSS高度利用のための低緯度電離圏監視、電子航法研究所研究発表会、2010年6月

## 高精度測位補正技術に関する研究【受託研究】

担当部 高精度測位補正技術開発プロジェクトチーム

担当者 ○伊藤憲 坂井丈泰 福島荘之介

研究期間 平成 15 年度～平成 21 年度

### 1. はじめに

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

### 2. 研究の概要

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

### 3. 研究成果

平成 21 年度には、補正情報リアルタイム生成・送信システムと宇宙航空研究開発機構（JAXA）地上局との接続試験を行った。

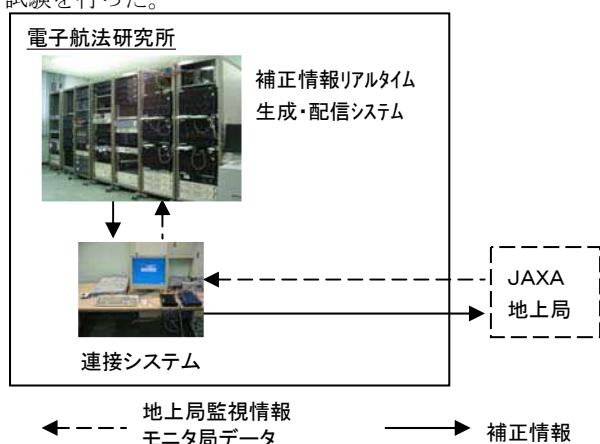


図1 接続試験構成

この接続試験の目的は、電子航法研究所の高精度測位補正実験システムと JAXA 地上局（茨城県つくば市）との間のデータインタフェースを確認することである。

この接続試験では、補正情報リアルタイム生成・配信システムから、模擬的に発生させた補正情報を、接続システム経由で JAXA 地上局に送信する。また、補正情報リアルタイム生成・配信システムは、JAXA 地上局監視情報・JAXA モニタ局データを、接続システム経由で JAXA 地上局から受信する。ここで、接続システムの機能は、送受信されるデータの形式があらかじめ定められたとおりとなっているか確認すること、および、インタフェース状況・通信状況を記録することである。また、異常データが補正情報リアルタイム生成・配信システムに送信されることを防ぐことも目的となっている。図 1 に接続試験構成を示す。

この接続試験において、補正情報リアルタイム生成・配信システムと JAXA 地上局の間で、あらかじめ定められた形式および手順により、補正情報、JAXA 地上局監視情報・JAXA モニタ局データの送受信が可能であることが確認できた。

### 4. おわりに

平成 15、16 年度に高精度・高信頼性の高精度測位補正方式の開発・評価、平成 17～19 年度には補正情報リアルタイム生成・配信システムおよびプロトタイプ受信機的设计・開発・単体評価試験を行った。平成 20 年度には補正情報リアルタイム生成・配信システムおよびプロトタイプ受信機を組み合わせて、地上での総合試験を行った。平成 21 年度には、接続システムを開発し、JAXA 地上局との接続試験を行った。

国土交通省は、平成 22 年度に、実衛星を用いる技術実証実験を実施する計画である。

### 掲載文献

- (1) 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)
- (2) 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)

## 関西国際空港マルチラレーション導入評価【請負研究／一般勘定】

担当領域 通信・航法・監視領域

担当者 ○上田 栄輔、宮崎 裕己、二瓶 子朗、角張 泰之、古賀 禎、山田 泉、長谷川 努

研究期間 平成 21 年度

### 1. はじめに

関西国際空港では、2 期工事による B 滑走路運用開始やこれに伴うスポットの増設など空港容量の拡張が進められている。このような状況でも管制官が空港内における航空機の位置を正確に把握するための飛行場管制支援機能の一部としてマルチラレーションの導入が計画されている。

関西国際空港は、四方が海に囲まれていること、そしてターミナルビルの屋上が活用できないこと、入り組んだ配置のエプロンエリアなど、受信局アンテナの設置に大きな制約があり、十分な事前評価を行う必要がある。

このような背景から電子航法研究所は、国土交通省大阪航空局の請負により、関西国際空港におけるマルチラレーション導入評価を実施した。

本研究の目的は、関西国際空港にマルチラレーション評価システムを設置して車両走行試験による事前検証を行い、評価結果に基づいた最適な配置を提案するとともに、実整備の設計に必要な技術情報の取りまとめを行うことである。

### 2. 評価の概要

マルチラレーション評価システムを設置して、諸機能が正常に動作するように機材の調整を実施した。図 1

に関西国際空港におけるマルチラレーション評価用装置の配置を示し、図 2 に展望ホールにおけるリモート局の設置例を示す。

関西国際空港では、図 1 に示すように空港の中心部に位置し、空港全体の見通しが得られる管制塔上部にメインとなるリモート局アンテナ (RU1、2) を配置して、これを中心に各エリア (滑走路、誘導路、エプロン周り) を 4 局以上で囲めるように外側のアンテナを配置した。また、建造物による遮蔽や、配置上の問題など管制塔上部に設置したリモート局が活用できないエリアに対しては、リモート局を追加して部分的に補完することで空港全体をカバーすることとした。



図 2 リモート局の設置例

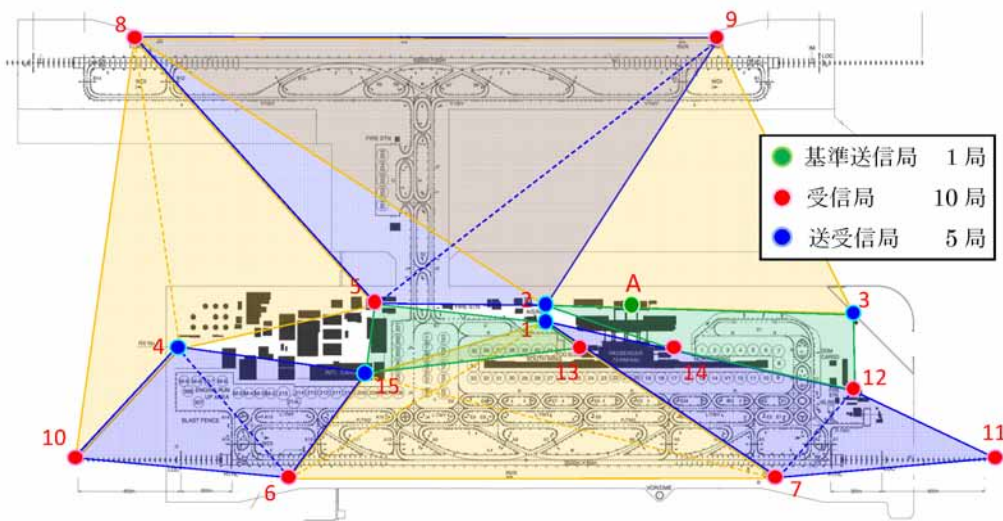


図 1 評価用マルチラレーションの配置



これらのアンテナ配置において、評価試験を実施して性能を満たしていないエリアに対して、改善策を適用して再評価を実施した。そして、評価結果を踏まえたマルチラレーションのアンテナ配置案および実整備に必要な技術情報のとりまとめを行った。

### 3. 評価試験

関西国際空港は、2本の滑走路および誘導路、エプロンエリアから成り、各エリアで性能要件が異なる。このため、各エリアを分割して評価試験を実施した。評価試験は、実

験用車両に航空機用トランスポンダおよび基準位置検出用としてGPS受信機を搭載して各エリアを走行して実施した。評価項目は、主として位置精度と位置検出率であり、性能要件は欧州（EUROCAE）が制定した最少運用性能要求（MOPS）を参考とした。

#### 3.1 評価結果

表1に評価結果を示し、図3に実験用車両の航跡記録例を示す。表1の括弧内の番号は、図3のエプロンエリアの番号に対応し、スポットについては性能要件を満たし

表1 車両走行試験の評価結果（初期評価）

エリア	位置精度		検出率	
	性能要件	性能値	性能要件	性能値
A滑走路&誘導路	7.5m以下 (95%信頼性レベル)	6.5m	99.9%以上 (各2秒間隔)	100%
B滑走路&誘導路		9.2m		100%
J3&J4誘導路(Ⅱ期島)		11m		100%
J3&J4誘導路(貨物地区)		14.6m		100%
J1&L誘導路(ターミナル&北ウイングエプロン)		7.7m		100%
北ウイングエプロン誘導路	12m以下 (95%信頼性レベル)	17.1m	98%以上 (各2秒間隔)	98.2%
南ウイングエプロン誘導路		46.9m		100%
Ⅱ期島エプロン(1)	20m以下 (95%信頼性レベル)	6.1m	99.9%以上 (各5秒間隔)	100%
貨物地区RUN UPエプロン(2)		9.2m		100%
北ウイングエプロン(3)		61.1m		100%
南ウイングエプロン(4)		46.3m		100%
スポット34(南ウイング)		21.4m		100%
スポット41(南ウイング)		50m		100%
スポット201(貨物地区)		32m		100%
スポット110(貨物地区)		42.8m		100%

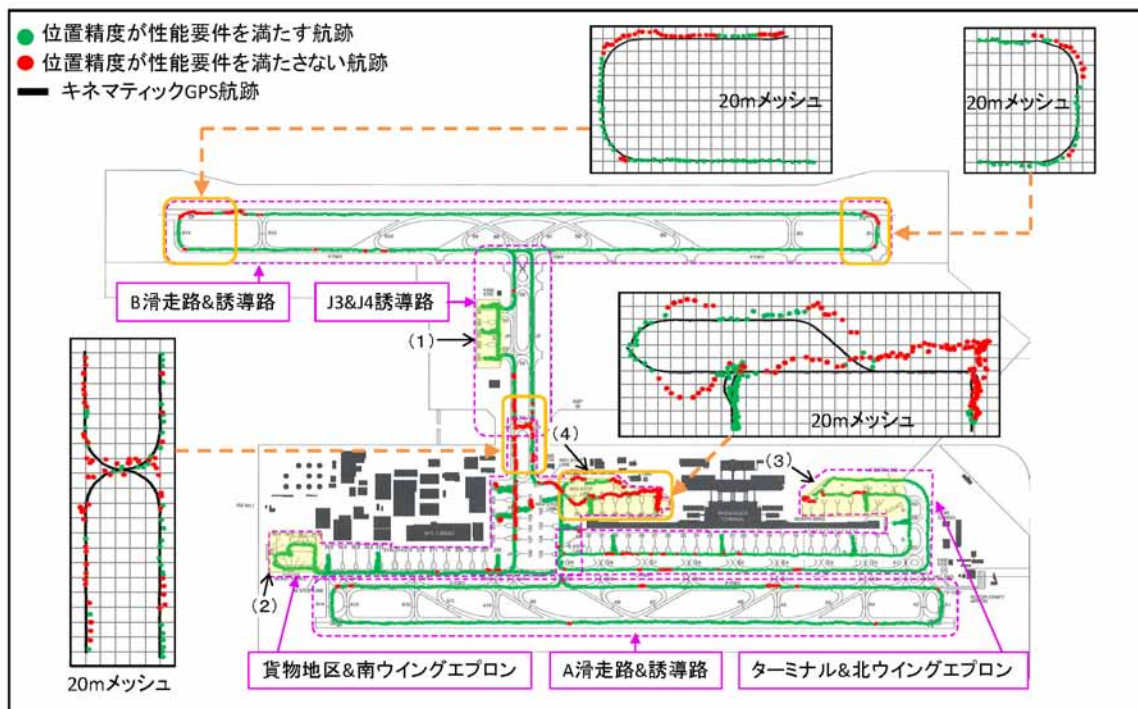


図3 初期評価時マルチラレーション航跡記録例



ていないものを示す。本評価では、図3に示すようにA滑走路やターミナルエプロンなど、A滑走路に面したエリアでは概ね性能要件が満たされる事を確認した。しかしながら、同図に示すようにB滑走路の北側と南側、I期島とII期島を繋ぐ誘導路(J3、J4)の東側、貨物地区の北側エプロンや南ウイングエプロンなど複数のエリアで性能要件を満たしていないことを確認した。

性能低下の原因として、建造物による遮蔽とマルチパスによる信号検出ロスが挙げられる。特に南ウイングエプロンエリアにおいては、四方が建造物に囲まれておりマルチパスが発生しやすい状況である。

このようにリモート局で信号検出ロスが発生すると、航空機と受信局アンテナの位置関係で決まるDOPが悪化して性能低下を招いたものと考えられる。

### 3.2 性能低下エリアに対する改善策および再評価試験

初期評価の結果、性能低下が発生したB滑走路および誘導路、貨物地区および南ウイングエプロンについて改善策を実施した。改善策は、建造物による遮蔽やマルチパスを避けるようにアンテナ位置を変更した。加えて、リモート局を追加して既存の受信局で信号検出ロスが発生してもDOPが悪化しないように冗長性を持たせた配置とした。また、建造物に囲まれた奥側に位置するリモート局(RU13)については、周辺建造物に対するマルチパス対策として、無指向性アンテナから監視エリアにビームを絞った指向性アンテナに変更した。

そして、これらの改善策を適用した各エリアに対して再評価試験を実施した。図4に改善策適用後の車両走行航跡記録例を示す。また、再評価結果を表2に改善策の適用前と比較して示す。

表2 車両走行試験の評価結果(再評価)

エリア	位置精度 (95%信頼性度)			検出率 (2秒間隔)		
	性能要件	適用前	適用後	性能要件	適用前	適用後
B滑走路	7.5m以下	9.2m	6.3m	99.9%以上(2秒間隔)	100%	100%
J3&J4誘導(貨物地区)		14.6m	7.2m		100%	100%
エプロン誘導路	12m以下	46.9m	43m	98%以上(2秒間隔)	100%	99%
スポット34	20m以下	21.4m	11m	99.9%以上(5秒間隔)	100%	100%
スポット41		50m	57.1m		100%	40.7%
スポット201		32m	5.9m		100%	100%
スポット110		42.8m	6.7m		100%	100%

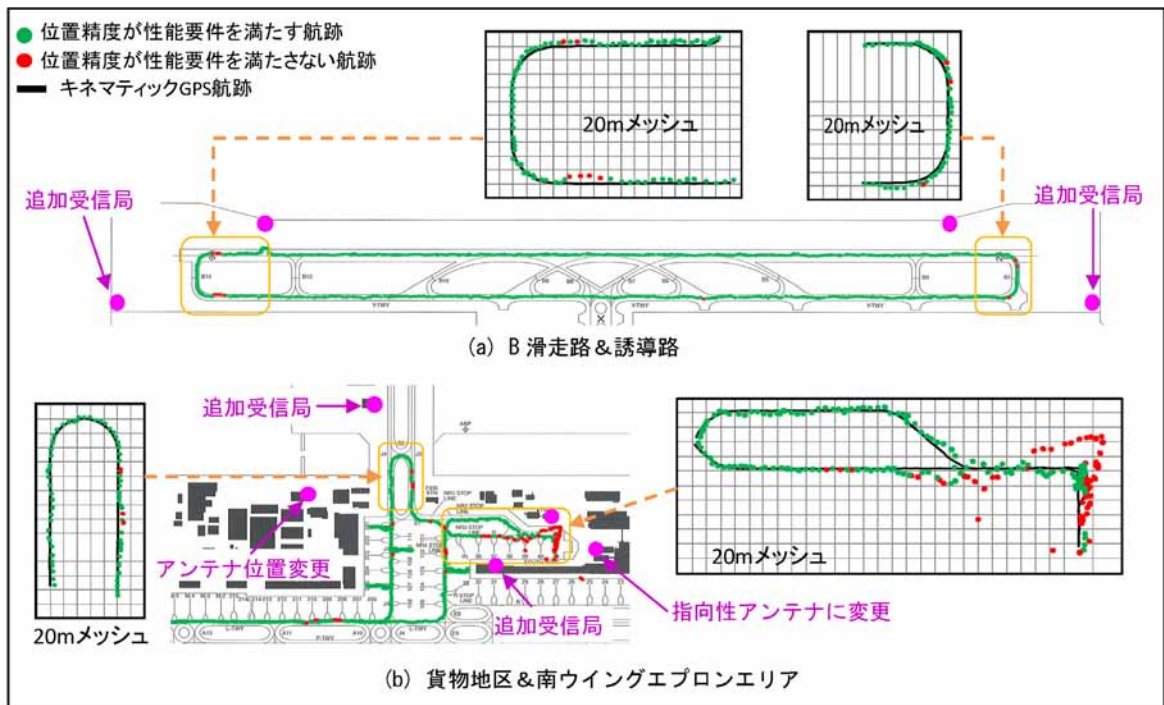


図4 再評価時マルチラテレーション航跡記録例(改善策適用後)

### 3.3 技術情報の取りまとめ

再評価の結果、南ウイングエプロンの奥側に位置する一部のエリアを除いて性能要件を満たしていることが確認できた。性能要件を満たしていないエリアについては、リモート局の追加やアンテナ位置の変更など、更なる改善策を提案した。そして、これらの評価結果を踏まえたマルチラテレーションのアンテナ配置案および実整備の設計に必要な技術情報を取りまとめた。

### 4. 考察等

関西国際空港におけるマルチラテレーション導入評価では、リモート局の配置について、管制塔を中心として空港全体を囲む最小限の局数で評価試験を行った。初期評価で必要な性能が得られなかったエリアに対しては、アンテナ設置位置の変更や、リモート局の追加などの改善策を

適用して再評価を実施した。

再評価の結果、一部のエリアを除いて性能要件を満たしていることが確認できた。また、性能要件が満たされていない一部のエリアに対して、実運用装置ではリモート局の追加配置やアンテナ位置を変更することで更なる性能向上が期待できることから、関西国際空港におけるマルチラテレーションの導入に対する見通しを得ることができた。本研究成果は、関西空港に導入されるマルチラテレーションの実運用装置の配置案等に反映されている。

### 掲載文書

“関西国際空港マルチラテレーション導入評価請負”、電子航法研究所 報告書、2009年12月

### 3 機上等技術領域

#### I 年度当初の試験研究計画とそのねらい

平成 21 年度における研究は社会・行政ニーズや技術分野の将来動向を考慮して、重点研究、指定研究及び基盤研究として承認された下記の項目を計画した。

1. 航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究
2. SSR モード S の高度運用技術の研究
3. 電波特性の監視に関する研究
4. 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
5. 航空機の安全運航支援技術に関する研究
6. 効率的な協調意思決定を支援する情報環境実現のための要素技術の調査研究
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. 信号源位置推定手法に関する基礎研究
12. 航空通信ネットワークに関する調査研究

1～5 は重点研究である。

1 は ARNS（航空無線航法サービス）用に割り当てられた周波数帯域内にある各種の無線機器について電波信号環境の測定や予測の手法を確立するものである。

2 は 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。

3 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。

4 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。

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

6～9 は指定研究である。

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

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。

10～11 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 は航空機の監視や干渉信号源の特定などに利用できる発信源位置推定における誤差の検討と精度向上について研究するものである。

12 は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。

#### II 試験研究の実施状況

航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究では、ARNS 帯域利用動向要件調査のため、ICAO の会議に参加し、技術的課題に関する報告の作成に寄与した。ASAS（Airborne Separation Assistance System）に関係する会議に参加し、要件等を調査した。また、広帯域一括測定精度と予測精度の検証実験を行い、電波信号環境測定手法と予測手法をまとめた。

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、各搭載無線機器に対する経路損失を B-777 旅客機を用いて実測し、過去の実験結果と比較した結果、経路損失の分布は航空機に固有の値となることが示された。また、航空機の電波耐性を向上させる手段とし

て、遮蔽窓を使用した場合の効果について検証した。

SSR モード S の高度運用技術の研究では、地上局の識別番号の枯渇問題を解決する技術のうち、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技術を実現するため、クラスタ制御装置の開発と、モード S 岩沼地上局の更新作業を行った。また、調布局を用いたダウンリンク情報を収集した。

電波特性の監視に関する研究では ILS GP の近傍モニタにおける近接効果を低減し遠方界との相関を向上するため、アレイアンテナによる近傍モニタのシミュレーションとスケールモデル実験を行い、近傍モニタにおける積雪の影響を遠方特性に近づけられることを確認した。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、反射面の反射特性推定に必要な誘電率測定装置の開発を行った。

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、搭載アンテナを経由して航空無線機器へ電磁波が侵入する場合の評価手法について、実際の航空機を用いて、評価する手法と測定システムを構築し、実測とデータの解析を行った。また航空機客室窓の遮蔽効果と、遮蔽によって航空機内に閉じ込められた電磁波の影響を調査した。さらに、継続的に実施している航空会社からの EMI 報告を分析した。

航空機の安全運航支援技術に関する研究では、TIS-B(トラフィック情報サービス放送)の自動送信方式の検討、自動送信を行う地上送信機能の開発、航空機搭載用表示機能の開発、地上監視情報源の開発を行い、送信試験を行った。その結果、TIS-B 送信システムの覆域はほぼ設計通りであることが確認できた。

効率的な協調意思決定を支援する情報環境実現のための要素技術の調査研究では、情報共有に必要な入出力デバイス、コンテンツ・サーバ、遠隔地空港管制業務に掛かるシステムの検討と試作を行った。

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、発話音声分析技術の従来研究において開発した CENTE の高度化のため、信号処理ソフトの機能向上と、音声データの収録と分析を行った。

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、各種センサを利用して検出試験を行った。すべてのセンサで環境条件によって検出が不可能

となる場合があることが実験的に示された。

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、航空交通流の可視化のためのファストタイム・シミュレータの基本部分と待ち行列シミュレータを製作し、待ち行列の合成と分割やカタストロフ・コンフリクトの発生条件等に関して検討した。

受動型 SSR を利用した空港環境騒音計測システムの実用化に関する研究では、セントレア周辺で収集したデータの視覚化処理と測位精度向上のための処理アルゴリズムの検討を行った。

信号源位置推定手法に関する研究では、信号源の位置推定に使用される各種の方位測定手法を整理し、それぞれの誤差原因などについて検討と方位測定シミュレーションを行った。

航空通信ネットワークに関する調査研究では、航空通信ネットワークに関する要件とトラジェクトリ情報の共有について調査検討した。

今年度は上記の 12 件の研究に加えて、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) 民間航空用無線機器と JTIDS の運用に関する技術規準作成委託
- (2) 先端 ICT を活用した安全・安心な交通システムの開発
- (3) 航空保安無線施設電波影響解析手法調査
- (4) レーダ反射器測定業務
- (5) 車載用 ADS-B 空中線パターン測定支援業務
- (6) 航空機搭載レーダー用空中線測定支援業務
- (7) アンテナ干渉測定支援

### Ⅲ 試験研究の成果と国土交通行政、産業界、学会等に及ぼす効果の所見

航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究では、開発した広帯域信号環境測定装置を実験用航空機に搭載し、従来は困難であった GPS 等広帯域信号への干渉の一括測定分析が可能になり、違法電波を送信する機器など想定外の干渉波源が多く存在することを示した。信号環境予測の誤差要因を実験により確認し、予測精度を改善した。これを活用することで ADS-B や MLAT 等新しい無線システムによる干渉が無害であることを示し、これらの導入に向けて無線設備規則等改定に 2 回寄与した。信号環境測定

結果を基に、ATC トランスポンダの誤動作による干渉発生現象を明らかにし、ICAO に規格の不備等を指摘した結果、ICAO は規格改定作業を進め、ANNEX10 amendment85 では ATC トランスポンダの誤動作を防止する条項を追記した。

受動型 SSR を利用した空港環境騒音計測システムの実用化に関する研究関連で、財団法人空港環境整備協会、リオン株式会社と実用化を目指した共同研究を実施し、21 年度に“受動型 SSR 航跡観測装置 SKYGAZER”として製品化された。航空通信ネットワークに関する調査研究では、ICAO ACP WG-I においてルートサーバの管理を必要としない DNS の管理を提案し、Doc9896 に盛り込まれた。受託研究の航空保安無線施設電波影響解析手法調査で、ILS の電波解析に係る当研究所の知見と経験を確実かつ円滑に技術移転するために技術マニュアル等を作成し、航空局が 23 年度に設置予定の技術管理センター（仮称）の円滑な立ち上げに向けて支援した。

本年度は、これらの研究成果をICAO、当所の研究発表会、関連学会、国際研究集会などで活発に発表した。また国際会議関連で航空局への技術協力を行った。

（機上等技術領域長 田嶋 裕久）

## 航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究 【重点研究】

**担当領域** 機上等技術領域

**担当者** ○小瀬木 滋, 大津山 卓哉, 古賀 禎, 住谷 泰人

**研究期間** 平成 17 年度～平成 21 年度

### 1. はじめに

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

GPS-L5 や GALILEO-E5 など新しい広帯域信号の導入や、MLAT や ADS-B による信号使用量の増加が見込まれている。これらと周波数を共用する各種航空航法無線機器との相互干渉や性能劣化について効果的な測定手法や予測手法を開発し、円滑な導入に備える必要がある。米英独の各国は独自の手法を開発中であるが、対象に軍用信号も含むため詳細は非公開であり、我が国に適した方式の独自開発が必要である。また、信号環境予測技術は、今後の新システム提案や評価の基礎技術になる。

航空監視システムを担当する ICAO の航空監視パネル (ASP: Aeronautical Surveillance Panel) 会議は、航空機衝突防止装置 (ACAS: Airborne Collision Avoidance System) や航空機間隔維持支援装置 (ASAS: Airborne Separation Assistance System) の実現可能な性能や、チャンネルを共用する二次監視レーダ (SSR: Secondary Surveillance Radar) 等への干渉を検討してきた。特に、信号環境の調査について各国の寄与が求められている。

以上のように、電波の発生状況を表す電波信号環境の測定手法や予測手法の開発とその活用が求められている。

### 2. 研究の概要

本研究は、航空無線航法サービス ARNS (Aeronautical Radio Navigation Service) 周波数帯域内にある新旧各種の無線機器について電波信号環境の測定や予測の手法を確立することを主な目的とした。

平成 21 年度は、主に下記のことを実施した。

- ARNS 帯域利用動向と ASAS 要件の調査
- ARNS 帯域内の電波信号環境予測手法の開発改良
- 広帯域一括測定精度と予測精度の検証実験
- 電波信号環境測定手法と予測手法のまとめ
- 航空局他への技術支援および途中成果の活用

### 3. 研究成果

#### 3.1 ARNS 帯域利用動向と ASAS 要件調査

将来の混信増加など信号環境の劣化予測に必要な情報や劣化限界に関する目安を得るため、ARNS 帯域の電波利用の将来動向を調査した。本研究では、動向調査の着目点として ASAS を選択した。ASAS 運用は、CNS すべてについて新たな信号利用を必要とし、信号増加要因である。

調査の結果、全体的な動向として、航空用 CNS すべての分野について新しい無線システムが既存の L バンド ARNS 帯域に割り当てられる傾向にあることがわかった。

本研究期間中、ARNS 帯域の周波数利用に大きな変化が見られた。2007 年世界無線通信会議 WRC-07 にて、航空移動通信サービス (AMRS: Aeronautical Mobile Radio Service) についても ARNS 帯域内への周波数重複割当作業が開始された。LDACS など該当するシステム仕様は現在開発中であり、共用性分析は本研究期間後の課題である。一方、1090 MHz 帯域を既存 SSR 等と共用する ADS-B、MLAT、WAM など新しい監視システムは、NextGEN や SESAR など欧米の将来計画にも導入が明記され、既に各国で試験が行われている。特に、空港面監視用 MLAT は、当初予想よりも早く、平成 21 年度に国内でも実運用に至った。

#### 3.1.1 ICAO 関連会議

ICAO の航空監視パネル ASP 会議の作業部会や機上監視サブグループ (ASSG: Airborne Surveillance Sub-Group) 会議に参加し、ASAS の要件調査とともに技術的課題に関する報告作成に寄与してきている。本研究期間中に、次の事項を実施し ICAO 活動に寄与した。

- 調査結果を基に ASAS システム構成図案作成 (H17)
- 低電力質問信号の誤解読による ATC トランスポンダ誤動作現象の報告 (H17) と ICAO 基準改定案作成作業参加 (H20) の結果、信号環境改善対策を ICAO Annex10 Volume IV 改訂 85 に追記 (H21)
- 機上監視 (Airborne Surveillance) 装置に関する ICAO ANNEX10 追記案を DSNA と共同作成 (H20)

#### 3.1.2 関連会議の調査

研究期間中に、信号発生量推定の基礎資料を得るため、

次の関連会議を調査した。

- ・ RFG (Requirement Focus Group: 要件検討会議): ASAS 運用要件などを調査
- ・ ASAS-TN2 (Thematic Network 2): 欧米の ATM 関連将来計画における当面の ASAS の位置づけなどを調査
- ・ JTIDS/MIDS MNWG (Multi-National Working Group): ARNS 帯域内軍用データリンクの調査
- ・ PACOM-SMC (Pacific Command - Spectrum Management Conference): 軍用信号の利用動向を調査

ASA/GSA (Airborne Surveillance Application / Ground SA) RFG は、RTCA/EUROCAE 合同作業部会である。ADS-B 監視を活用する管制や航空機運用方式等、この会議の成果は、RTCA/EUROCAE から出版されている。今後は SASP や ASP など関連 ICAO 会議にも活用見込みである。

### 3.2 ARNS 帯域内の電波信号環境予測手法の開発改良

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

研究開始より平成 20 年度までは、電波伝搬、無線機器の送受信動作などの時間関係をもとに、正確に信号発生を模擬するシミュレーション手法の開発をしていた。

しかし、MLAT に関する無線設備規則改定が研究開始時の想定より数年早くなり、平成 21 年第 1 四半期までに正確な 1030/1090 MHz 信号環境予測が必要となった。このため方針を変更し、電波信号環境予測計算シートを開発した。このとき、本研究の成果である信号環境予測の誤差要因調査結果を活用し、従来の方法に補正を加えた。

その結果、従来の計算シートと比較して信号環境予測精度が向上し、より現実的な予測計算が可能になった。

また、このシートを DME チャンネル毎に作成し組み合わせることで、GPS-L5 など広帯域信号に干渉する信号発生量を高精度に予測できる見通しを得た。

### 3.3 広帯域一括測定精度と予測精度の検証実験

将来の ARNS 帯域内では、GPS-L5 信号など数十 MHz の帯域幅を持つ広帯域信号の使用が見込まれている。これに、DME など既存の信号が干渉する。このとき、DME の信号は 1MHz 毎に割り当てられているため、広帯域信号に干渉する複数のチャンネルの信号を一括測定分析する手法が必要になる。このような広帯域信号に干渉する信号の一括測定分析を可能にするため、次の事項を実施した。

- ・ 広帯域信号分析方式の開発 (H17)
- ・ 広帯域信号記録方式の開発と予備実験 (H17)

- ・ 広帯域電波信号環境記録装置の開発試作 (H18)
- ・ 同装置記録部の拡張と予備実験 (H19)
- ・ 同装置を当研究所実験用航空機に搭載 (H20)
- ・ 同装置を用いる飛行実験 (H21)

その結果、開発された広帯域電波信号環境測定装置は、GPS の信号帯域幅を超える 30MHz 以上の帯域幅と 16bit の記録精度 (ダイナミックレンジ=記録電力幅 90dB) を維持して 1 時間以上の連続信号記録測定を実現し、従来は不可能であった信号一括測定と分析が可能になった。

広帯域電波信号環境測定装置を用いる飛行実験では、飛行中に受信される GPS-L5 帯域内の信号の一括連続測定に成功した。測定データには、RTCA DO-292 など GPS-L5 信号環境報告書では無視されたマルチパスや不法電波なども記録されており、その分析結果を活用することで今後の GNSS 信号環境予測や改善への寄与が期待される。

予備実験に使用した測定機器をもとに携帯型信号環境測定装置を製作し、広帯域ではあるが短時間の測定で十分な実験に活用した。今後は、機動性が求められる測定への活用も期待される。

測定記録された信号環境を再生することも可能であり、今後の新システム開発や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。

当研究所の実験用 SSR モード S を活用し、ACAS-RA ダウンリンク信号を記録分析した。その結果、不要なダウンリンク動作もみられたが、信号環境への影響は無視できることも確認された。

### 3.4 信号環境測定手法と予測手法のまとめ

信号環境予測や測定に関する新たな事実が判明する毎に、適宜、学会、ICAO、航空局等関連機関に報告した。報告状況を掲載文献リストに示す。

### 3.5 航空局他への技術支援および途中成果の活用

航空局への技術協力として、ICAO/ASP 関連会議に関する調査に協力した。また、ASAS や軍用無線等の関連機器や信号環境に関する調査結果等を逐次報告した。

本研究により得られた信号環境に関する知見をもとに、総務省の無線関係法令を検討する委員会などに情報を提供し、その討議に貢献した。

特に、平成 21 年度に開発した信号環境予測計算シートを用いて、MLAT 等の導入による信号環境への影響は軽微であることを報告し、無線設備規則等の改訂に寄与できた。このとき、今後 15 年間の航空機増加を想定すると、希に現れる最悪の条件では SSR 等によるトランスポンダ



占有率が許容値を超える可能性があるが、低電力質問信号に誤応答しない新機種への逐次交換によりこの問題が解決されるなど、信号の共用性維持のために必要な詳細な条件も明らかにできた。

#### 4. 考察等

ARNS 帯域の電波信号環境は、その利用者である航空機の運用方法の影響を受ける。GNSSの一部となるGPS-L5の実現が見込まれる2017年以降は、GNSSやADS-Bによる空対空監視情報を活用するASASの実現も期待されており、航空機搭載品やその運用方式が大きく変わり始める時期と予想される。このため、これらの普及期と予想される2020年以降は信号環境にも影響が現れると見込まれる。本研究にて開発された信号環境の測定記録手法や分析手法は、GNSS等の広帯域信号やADS-B等の新しい信号について、干渉する信号の実態調査や干渉発生量予測の検証に役立つと期待される。

近年、RFGなどの会議において無線機器の運用要件を基に性能要件が議論されるようになった。無線機器の運用方式は、無線機器の技術性能要件のみならず運用中の信号環境に大きく影響する。運用要件や方式を基にした無線機器性能の検討では、信号環境を基に予測された実現性能と無線機器の性能要件の比較などに本研究の成果を活用できる。

今後は、将来のARNS帯域内の円滑な無線機器導入と運用に資するよう成果活用をめざしたい。

#### 主な掲載文献

- (1) S. Ozeki: "Reply failure to low power interrogations", ICAO SCRSP/WG-A, June 2005
- (2) S. Ozeki: "Additional revision of ASAS functional diagram in response to SCRSP1 and other comments", ASAS-RFG & ICAO SCRSP/WG-A, Oct. 2005
- (3) S. Ozeki: "Impact of ATC transponder transmission to onboard GPS-L5 signal environment", ICAO SCRSP/WG-A, May 2006
- (4) S. Ozeki: "Limiting Discontinuity of Surveillance Updates", ASAS-RFG & ICAO SCRSP/ASAS-SG, June 2006
- (5) S. Ozeki, et. al.: "Reply waveform measurement with wideband waveform recorder", ICAO ASP/WG, Apr. 2007
- (6) J.M. Loscos, S. Ozeki: "Airborne surveillance requirements for inclusion in Annex 10", ICAO ASP/WG, May 2008

- (7) ICAO/ASP/RSP-TF: "CP to insert Guidance Material on RSP in green pages of Annex 10 Volume iv", ICAO ASP/WG, May 2008
- (8) S. Ozeki, et. al.: "Proposed Amendments to the ACAS Manual (Doc.9863) Appendix G", ICAO ASP/WG, Apr. 2009
- (9) Y. Sumiya, et. al.: "Change Proposal to ACAS Manual (Doc.9863) in the light of operational experience", ICAO ASP/WG, Sep. 2009
- (10) S. Ozeki: "Effect of Multipath Echoes on Transponder Decoder", ICAO ASP/WG, Apr. 2010
- (11) T. Koga, et. al.: "RA downlink Evaluations with the ENRI Experimental SSR mode S", ICAO ASP/WG, Apr. 2010
- (12) S. Ozeki, N. Usui: "1030/1090MHz Signal Environment Measurement Activities in Japan - Attachment", ICAO APANPIRG/CNS-MET-SG, July 2009
- (13) S. Ozeki: "R&D on airborne surveillance in Japan - As another end of trajectory", ASAS-TN2.5, Nov. 2008
- (14) S. Ozeki: "RA Downlink Studies in Japan", EUROCONTROL RA Downlink Workshop, Oct. 2009
- (15) S. Ozeki, T. Otsuyama: "Another risk of interference in ARNS band", MNWG2008, Apr. 2008
- (16) S. Ozeki: "Activities on JTIDS FCA in Japan.", PJCC2008, July 2008
- (17) T. Otsuyama and S. Ozeki: "The results of preliminary experiments measuring the signal environment in ARNS band", WSANE2007, Apr. 2007
- (18) 大津山, 小瀬木: "GPS-L5 帯域内で観測された干渉信号の解析", 電子情報通信学会論文誌, vol. J-92-B, No. 2, 2009年2月
- (19) 小瀬木, 大津山: "質問信号の誤解読が1090MHz信号環境に与える影響", 電子情報通信学会宇宙航行エレクトロニクス研究会, 平成21年2月
- (20) 小瀬木: "ATMにおける機上監視の位置づけ", 日本航空宇宙学会誌, 平成21年8月
- (21) 小瀬木: "機上監視応用の開発動向", 日本航海学会誌, 平成20年6月
- (22) 小瀬木: "日本のSSR運用と信号環境", 航空局提出, 平成18年3月
- (23) 航空監視システム作業班: "ADS-Bに係る無線設備の技術的条件", 総務省情報通信審議会情報通信技術分科会航空無線通信委員会, 平成19年7月
- (24) 小瀬木: "航空無線通信委員会報告(案) 参考資料4", 同委員会, 平成21年6月

- (25) 小瀬木：“ASAS の最新動向”，日本航空宇宙工業会航空電子システム調査委員会，平成 18 年 12 月
- (26) 小瀬木：“ACAS/ASAS”，航空振興財団「CNS/ATM 報告書」5.4.2.(4)，2008 年 9 月
- (27) 小瀬木：“航空無線航法用周波数の信号環境について”，航空振興財団，航法小委報告書，2009 年 3 月
- (28) 小瀬木：“ASAS 関連機器の研究動向と要件追加の提案”，電子航法研究所研究発表会，平成 18 年 6 月
- (29) 小瀬木：“機上監視応用方式(ASA)の検討状況”，同発表会，平成 19 年 6 月
- (30) 小瀬木，大津山，古賀：“将来の航空監視技術と信号環境の変化”，同発表会，平成 21 年 6 月
- (31) 小瀬木，大津山，古賀，住谷：“マルチパス干渉が信号環境に与える影響”，同発表会，平成 22 年 6 月

## SSR モード S の高度運用技術の研究【重点研究】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○古賀 禎、宮崎 裕己、瀬之口 敦、上島 一彦

研究期間 平成 18～22 年度

### 1. はじめに

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

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

### 2. 研究の概要

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

(1) SSR モード S の動態情報の取得技術を開発し、その機能および性能を検証する。

(2) 地上局の識別番号の枯渇問題を解決する技術のうち、個別調整技術を開発し、その機能および性能を検証する。

個別調整技術は、地上局間ネットワークが不要であり、地上局単体の改修で地上局間調整を実現できる技術であ

る。一方、多数の地上局が配備された環境下では、不要な応答が増加するため、その利用は適していない。

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

### 3. 研究の成果

平成 21 年度は 5 カ年計画の 4 年目である。前節(1)(3)の技術についての研究を中心に行った。

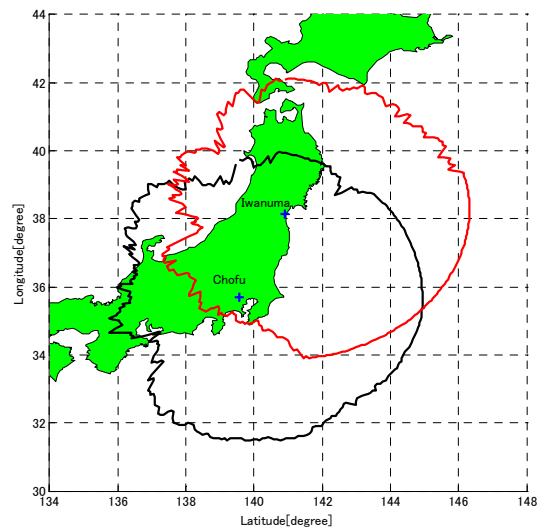


図 1. 調布局・岩沼局の監視覆域

表 1. 実験局の諸元

	調布局	岩沼局
開局年	平成 20 年	平成 22 年 更新予定
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

表2 GICB 17 モニタ結果

GICB 番号	データ内容	機数	対応率
05	拡張スキット航空機位置	1,554	69.2%
20	航空機識別	1,719	76.5%
40	選択垂直方向意図	1,672	74.4%
50	航跡・旋回通報	1,714	76.3%
60	機首方位・速度通報	1,682	74.9%

表3 GICB 40 モニタ結果

動態情報名	機数	有効データ取得率
MCP/FCU 選択高度	1,483	98.3%
FMS 選択高度	445	29.5%
気圧設定	1,129	74.8%
MCP/FCU モードビット	127	8.4%
目標高度情報源ビット	1	0.1%

注)平成 22 年 3 月における 1,509 機の異なる GICB 40 対応機について。

### 3.1 動態情報の取得技術の検証

SSR モード S 調布局を用いた在空航空機の監視試験により動態情報を取得し、取得したデータ内容についての解析および検証を行った。図 1 に実験局の覆域を示す。表 1 に性能諸元を示す。実験では、GICB10, 17, 20, 40, 50, 60, などの動態情報を取得している。本節では、データリンク能力 (GICB17) の解析結果および 高度情報 (GICB40) の検証結果について紹介する。

#### (1) データリンク能力 (GICB17)

GICB17 は航空機の動態情報の能力を地上局に通知するために使用する。調布局の覆域内を飛行する航空機から GICB17 を取得し、動態情報に対応している航空機の割合を調査した。表 1 にモニタ結果を示す。

#### (2) GICB 40 モニタ結果

GICB40 は航空機の高度関連の情報で伝送に用いられる。ここでは、平成 22 年 3 月に GICB 40 をモニタした結果を表 2 に示す。MCP/FCU 選択高度について、1,483 機から有効なデータが取得された。したがって、航空機が GICB 40 に対応する場合、MCP/FCU 選択高度の利用が期待できるものと考えられる。

FMS 選択高度について、445 機から有効なデータが取得された。また、MCP/FCU 選択高度と FMS 選択高度が同時に有効となる状態が 443 機に認められた。

MCP/FCU モードビットに関して、127 機から有効なデータが取得された。また、データのダウンリンクには連続性が認められた。データの示す内容は ALT HOLD モードのみ有効の状態、Approach モードのみ有効の状態、全てのモ

ードが無効の 3 パターンであった。ALT HOLD モードは高度一定時に (一定値に漸近する場合あり)、Approach モードは低高度での降下時に認められた。

目標高度情報源ビットに関して、1 機からのみ有効なデータが取得された。データの内容は目標高度が MCP/FCU 選択高度であることを示したが、その時の MCP/FCU 選択高度は無効であった。

#### (3) GICB40 データの検証

モード S 地上局にて取得した GICB 40 のデータについて、航空機搭載 QAR (Quick Access Recorder) に記録された実際の GICB 40 機上値と比較し、正しい動態情報の値を取得できているかどうか確認した。QAR には飛行中の様々な動態情報が周期的に記録されるため、こちらを真値として取り扱った。

GICB 40 に関するモード S 取得値と機上記録値との差について、表 3 にまとめる。異なる 3 機体について、4 回分の飛行におけるモード S 取得値と機上記録値の差の絶対値の平均と標準偏差をとった。なお、表 3 の結果より対応状況を考慮して、FMS 選択高度、MCP/FCU モードビット、目標高度情報源ビットのモード S 取得値は比較から除外した。

MCP/FCU 選択高度に関して、どの機体においてもその平均は小さい。また、B747-400 と B737-800②の標準偏差は大きい。これは、選択高度が遷移する際に取得値と機上値に大きな差が発生することに起因する。また、選択高度が一定の部分では両者がよく一致する。視覚的な例として、図 2 に MCP/FCU 選択高度の時間変化を示す。青点はモード S 取得値、水色点は機上記録値である。緑点は取得値と機上値の差の絶対値を表す。管制が割り当てた承認高度との一致を確認する場合など、モード S で取得した MCP/FCU 選択高度の遷移遅れに注留意する必要がある。

気圧設定に関して、気圧高度の最小分解能を考慮すれば、モード S 取得値と機上記録値はよく一致する。図 3 に気圧設定の時間変化を示す。

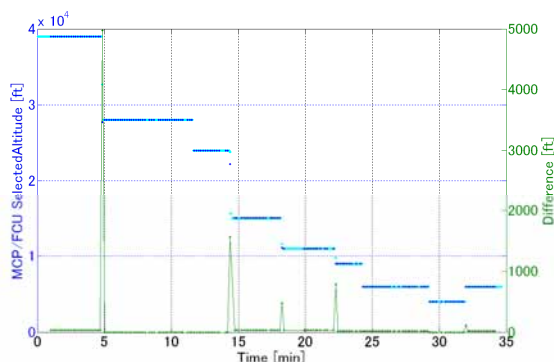


図2 MCP/FCU 選択高度

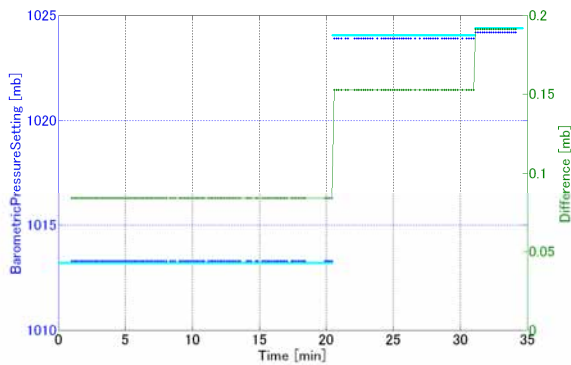


図3 気圧高度設定値

### 3.2 地上局間識別番号の調整技術

平成 21 年はネットワーク調整技術についての研究を中心に行った。ネットワーク調整技術は、SSR モード S を地上ネットワークにより相互接続し、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。本技術は、システムが複雑化するが、RF 環境に与える影響が最も小さく利点がある。

本研究で構築を進めているモード S ネットワークの全体構成を図 4 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。

モード S ネットワークに接続するためには、モード S 地上局にネットワーク調整機能を付加する必要がある。平成 21 年は、ネットワーク調整機能付加した SSR モード S 局の地上局の製作を行った。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。

#### (1) センサ状態変更機能

ネットワーク調整機能では、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 5 に機能の一例を示す。通常運用時には上段の図のように地上局 1 と地上局 2 のロックアウト覆域で設定されているが、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

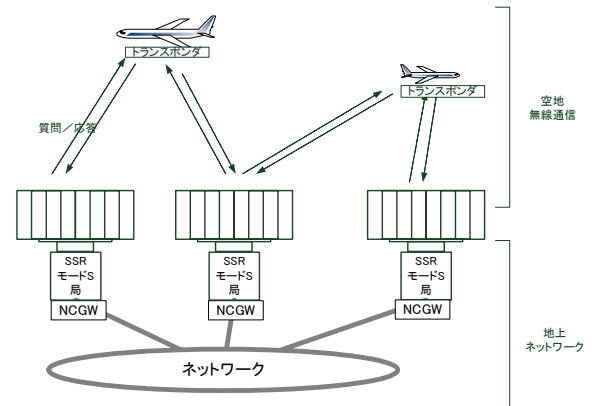


図4 モード S ネットワークの全体図

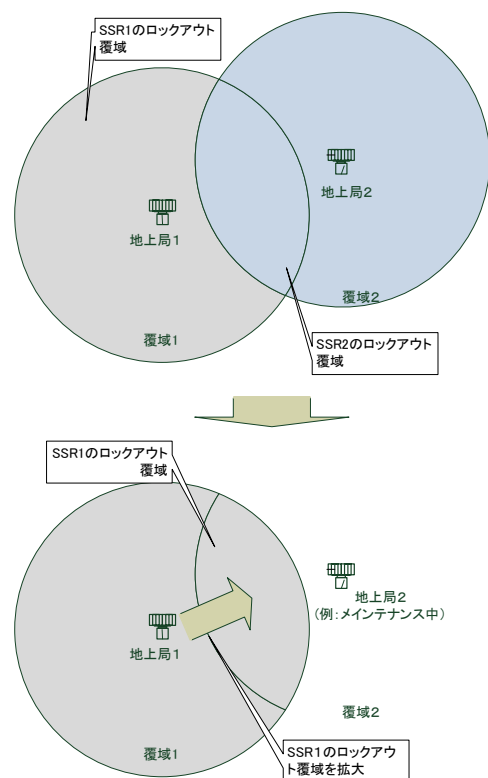


図5 センサ状態変更機能

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。

表4 モード S 取得値と機上記録値との差

動態情報名	最小分解能	B747-400		B737-800①		B737-800②	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
MCP/FCU 選択高度	16 ft	37 ft	271 ft	2 ft	6 ft	10 ft	92 ft
気圧設定	0.1 mb	0.1 mb	0.1 mb	0.0 mb	0.0 mb	0.0 mb	0.4 mb

- [9] 古賀他,"航空管制用レーダにおける自律的覆  
域管理技術の検討",第 29 回、IEICE アシユア  
ランス研究会,2010.3.5

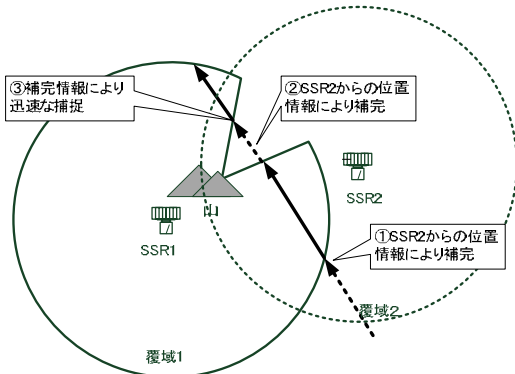


図 6 トラック補完機能

## (2) トラック補完機能

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。本機能により重複覆域において複数の地上局が航空機の連続的な監視が実施できる。また、一括質問をしない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。

## 3. まとめ

平成 21 年度は、動態情報の取得技術の研究において在空中機の監視実験を実施し、動態取得の解析およびデータ内容を検証した。また、ネットワーク調整技術の研究においてはネットワーク調整機能を持つ SSR モード S の製作を行った。

平成 22 年にはモード S ネットワークの全てを構築し、実験により、その機能および性能の検証を行う計画である。

## 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 1998l
- [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



## 電波特性の監視に関する研究【重点研究】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○田嶋 裕久 横山 尚志 朝倉 道弘

研究期間 平成 20 年度～平成 22 年度

### 1. はじめに

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

広開口のアンテナから放射される電波は、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、遠方における航空機が使用している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。

本研究では上記の問題に対応するため GP の近傍モニタの相関性の向上、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ている。アンテナの近傍モニタから遠方特性を推定する技術を検討し、遠方の機上特性を高い相関係数でリアルタイムに推定できる近傍モニタ技術を開発する。並行して、ILS GP モニタの特性改善のため反射板の改良も検討している。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、検証を行っている。また、モニタの変動の原因の診断ができるようにするため、反射面の反射特性推定に必要な誘電率測定装置を開発する。

### 3. 研究成果

#### 3.1 遠方特性の推定に関する検討

ILS GP の近傍モニタにおける近接効果を低減し遠方界との相関を向上するため、アレイアンテナによる近傍モニタを開発している。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。現在の近傍モニタ (NFM: Near Field Monitor) では遠方の特性と違いがあるが、受信アレイの中の 1 素子を従来のモニタとし、他の素子の係数を 0 とする状態を初期状態として最急降下法で合成係数を補正した。

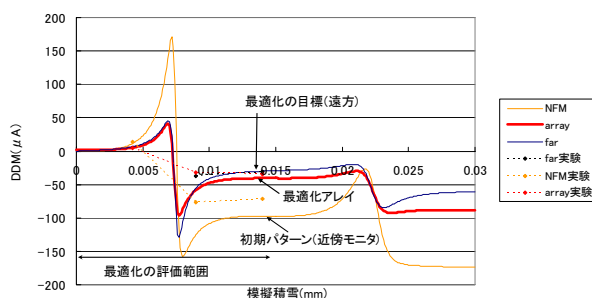


図 1 積雪特性の最適化計算と実験結果

#### 図 1 積雪特性の最適化計算と実験結果

(スケールモデルのため積雪深は 1/29)



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ている。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。ナリリファレンス型GPスケールモデル実験を行っている。図1にこの計算結果と、このアレイの電波無響室でのスケールモデル実験結果を示す。実験では積雪の代わりに誘電体として3種類の板厚のベニヤ板で模擬した。この結果から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。

### 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した。図2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2(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、格子状金網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2(c)にドイツ方式の多層構造体を用いた反射板を示す。詳細は不明であるので、今回は3層の断面構造モデルを想定した。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。ここでは、モニタ電波特性の相違について検討した。

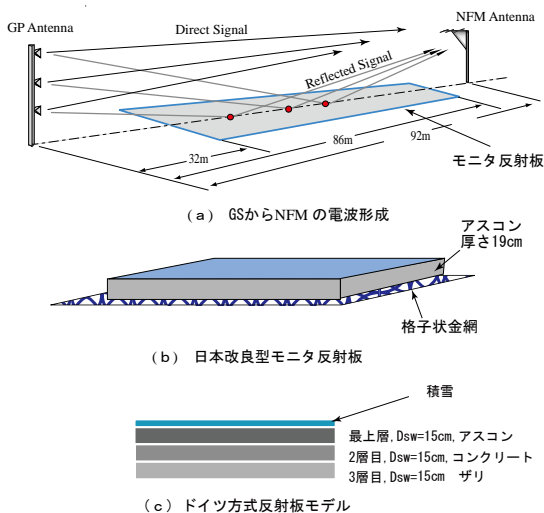


図2 2方式のNFM反射板

#### 1. 断面構造の相違

図3に2カ国のモニタ反射板の解析結果の相違を示す。図3(a)は反射板上の雪が融雪したときのモニタ指示値の変化を示す。横軸の誘電率の実数部は雪の融雪を模擬している。日本方式は遠方パス特性と同様に全く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。

図(b)に反射板上に雪が積もったときのモニタ指示値の変化を示す。横軸に積雪深  $D_{sw}$  の変化を示す。図の黒実線は5NM遠方のパス角の積雪深による上下変化を示す。日本方式は、 $D_{sw} < 25\text{cm}$  までは遠方特性とよく一致するが、 $0.25 > D_{sw} > 0.4\text{m}$  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。今後、強度維持のため格子状金網を継続するが、格子状金網による共振現象を抑圧する方策について検討を予定している。

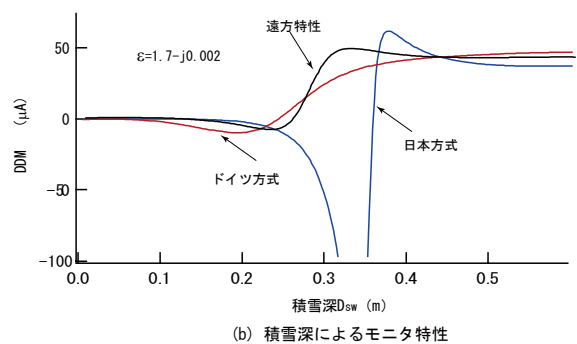
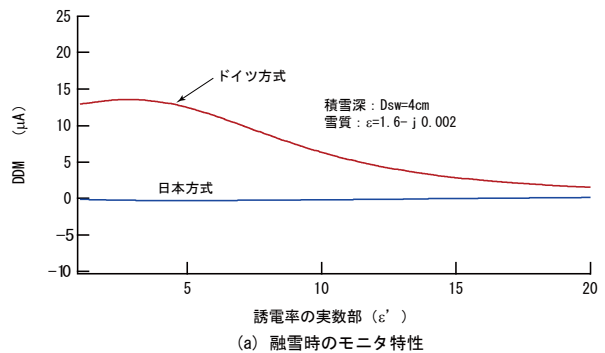


図3 融雪及び積雪によるモニタ指示値の変化

### 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ている。本年度は、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図4のような相関チャートが得られた。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  $\pm 0.02$ 、虚数部で  $\pm 0.006$  以下の精度となることが確認されている。測定面の厚さが既知で、底面に金属反射面が存在するような試料測定における推定近似式の導出についても検討を行っており、モニタ反射板のみならず、厚さの薄い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、今後、携帯型測定装置の開発において、自動計測プログラムに組み込む予定である。

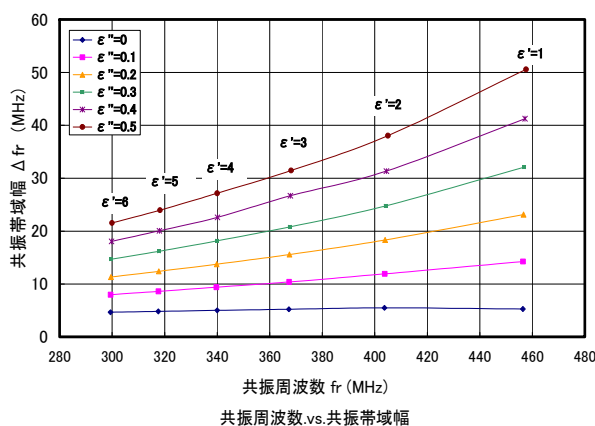


図4 測定材料誘電率とセンサ共振特性の  
 関連チャート

#### 4. まとめ

ILS GPの近傍モニタにおける近接効果を低減し遠方界との相関を向上するため、アレイアンテナによる近傍モニタを開発している。複数の受信素子の信号を基に、信号合成器のパラメータの設定により遠方界に近づけるため、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。この結果を電波無響室においてスケールモデル実験により、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。

モニタ反射板については、当研究所開発による改良型反射板とドイツ方式の多層構造反射板について比較検討をした。改良型反射板は格子状金網で裏打ちした構成であり、融雪変動が非常に少なくなり、多層構造反射板と比べて安定している。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25cmを超えた状態で著しい変動が生じる。

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するため、誘電率測定装置の開発を行っている。本年度は、試作した開放型矩形同軸共振器センサの透過共振特性の変化から、測定試料の複素誘電率を推定する近似式をFDTD法による解析結果から導出した。

#### 掲載文献

- (1) 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

## 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、二ッ森俊一、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 21 年度は初年度である。今年度は、搭載アンテナを経由して航空無線機器へ電磁波が侵入する場合の評価手法として、航空無線機器までの経路損失について、実際の航空機を用いて評価する手法、および効率的な測定を行うための測定システムを構築した。また代表的な 1 機種について経路損失の実測を行い、データの解析を行った。

また将来的な航空機の耐電磁波特性を向上させるため、航空機客室窓の遮蔽効果と、遮蔽によって航空機内に閉じ込められた電磁波の影響を調査した。

さらには、継続的に実施している航空会社からの EMI 報告を分析した。

### 3. 研究内容

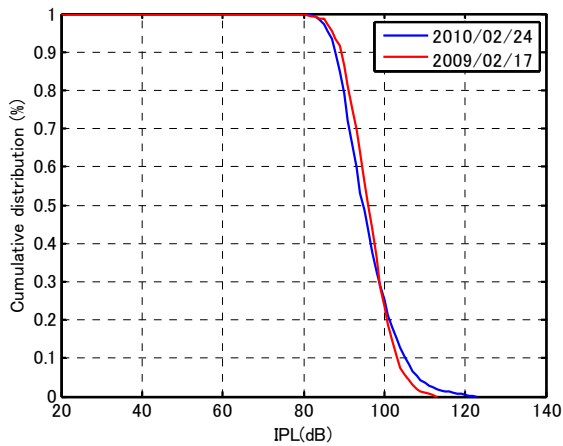
— 経路損失データの収集、実験 —

航空機搭載無線機器へ電磁波が侵入する場合、電波は航空機内のさまざまな箇所を伝わり、減衰して侵入する。その減衰の度合いを経路損失と呼び、電波の発生場所や周波数、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。そこで、公表されている航空機の経路損失値を調査した。航空機の大きさによって最悪となる損失の値はおおむね大きくなる傾向であるが、その絶対値はあまり変わらない傾向があることが判明した。

実際に航空機を評価するためには、測定値の総数が統計的に有効な母数となるように、多数の条件で効率よく経路損失を測定する必要がある。そのために、従来比 3 倍以上の速度で測定することができる経路損失測定システムを構築した。この測定システムを用いて、実験用航空機、およびわが国で現在主力の航空機となっている B-777 旅客機を用いて測定を行った。過去に行った試験との測定値の分布を比較した結果、経路損失の平均値や分散はほぼ同じ値となった。これにより、経路損失を統計的に分析することで航空機搭載無線機器に対する電波の漏えい量の固有の値を求めることができることが判明した。



B-777 旅客機における試験電波放射状況



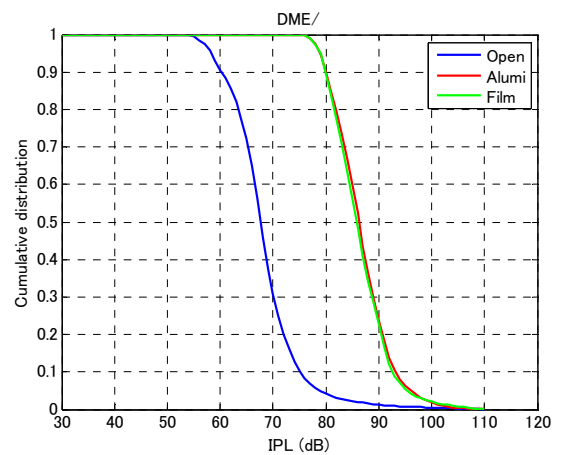
2 回の実験における DME 受信機に対する経路損失値

—航空機の電波遮蔽特性の向上手法の検討—

既存の航空機の電磁波干渉を低減するため、三菱重工業株式会社および株式会社フジワとの共同研究で実験用航空機を用いた遮蔽窓の特性評価試験を行った。本年は遮蔽窓の有無による遮蔽効果の確認、および遮蔽効果が及ぼす経路損失への影響を調査した。DME における経路損失測定値を比較すると、標準偏差値はほぼ同等の値で、平均値が 20dB 程度遮蔽効果によって損失が増えることが示された。ほとんどの搭載受信機で遮蔽効果が確認できたが、VHF 受信機では遮蔽による影響が見られなかった。後日調査したところ、VHF 受信機の接地がなされていなかった。今後受信機の接地状況の影響を調査することとした。また、遮蔽によって閉じ込められた電磁波による影響も測定した。機内に設置したアンテナで受信される電界は遮蔽効果の有無による顕著な違いを見せなかった。これは実際の客室内が電磁波に対して無損失の空間ではないためと考えられる。



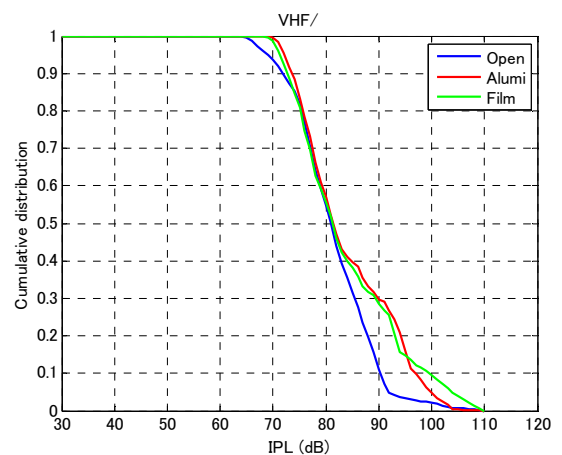
B-99 客室内における送信アンテナ設置状況



DME 受信機までの経路損失に対する遮蔽効果

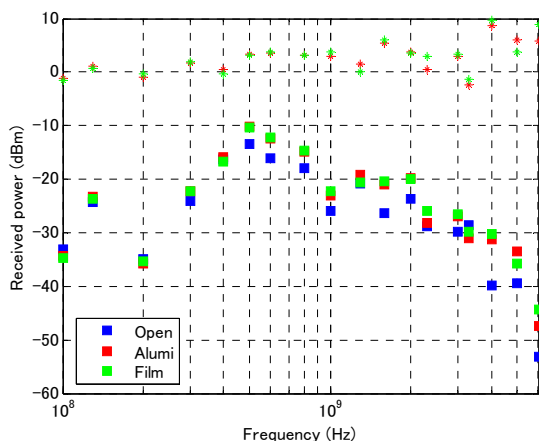


B-99 における経路損失測定状況 (受信側)



VHF 受信機までの経路損失に対する遮蔽効果





遮蔽の有無による機内電界と遮蔽の影響

#### －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。2009 年の報告件数は 6 件、これまでの総件数は 269 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 40 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。

#### 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。

本年度は各搭載無線機器に対する経路損失を高速に取得するシステムを構築し、B-777 旅客機を用いて実測した。過去の実験結果と比較することで、経路損失の分布は航空機に固有の値となることが実験的に示された。

航空機の電波耐性を向上させる手段として、遮蔽窓を使用した場合の効果について検証した。経路損失を測定したところ、おおむね 20dB 程度の損失の増大効果が得られることが分かった。

#### 掲載文献

- (1) 米本成人他、「航空機窓用シールド材の性能評価」、第 47 回 飛行機シンポジウム講演集、2F1、2009 年

## 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、第3年度の平成21年度は下記のことを行った。

- ①自動送信方式の検討
- ②自動送信を行う地上送信機能の開発
- ③航空機搭載用表示機能の開発
- ④地上監視情報源の開発

### 3. 研究成果

#### 3.1 地上送信システムの開発

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、情報処理部に入力された航空機位置情報がTIS-Bメッセージとして出力されることを確認した。これらの位置情報が情報処理部に入力されてからTIS-B信号として送信されるまでの時間は0.5秒以内とこれまでに検討を行ってきたTIS-B送信システムの必要条件を満たすものとなった。本システム各部は、それぞれの仕様書に基づいて複数の企業により製作された。各部の接続に不具合もなく、発注機会の増加や同時並行製造など効率的に開発製造された。

本年度は新たにSSRへの干渉防止装置を製作した。この装置はSSRの質問信号を受信した時SSRのビーム内に送信機があるものと判断し直ちにTIS-B信号の送信を停止するものである。これによりSSRに対して有害な干渉を与えることを防止し、信号環境を適切に保つことができるシステムを実現した。昨年度までのシステムに干渉防止装置を組み込み無線局免許申請を行い、実験局として無線局免許を取得した。



図1: 試作した信号生成装置(右)、高周波増幅部(左下)、干渉防止装置(左上)

#### 3.2 受信装置の航空機搭載

地上監視情報源を構成する装置の一部として平成20年度に開発した拡張スキッタデコーダを航空機搭載の受信機にも共通して使用することにより搭載受信システムの開発工数を減らした。この受信装置はスキッタの受信・解読のみを行うようになっていて、解読結果は装置内のメモ

りに保存される他、UDP ブロードキャストにて出力される。受信解読しただけのメッセージは誤解読等が含まれるため、メッセージを使用するには整合性を確かめる必要があるが、その機能は受信機に搭載していない。整合性チェック等は別途用意する表示装置等で行うようにして受信機としての汎用性を持たせてある。また受信機には Log Video 出力、トリガー出力が設けてあり、これらの出力を「航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究」で製作した広帯域信号環境記録装置に繋ぐことで 1090MHz 信号環境の測定が行えるようになっている。

製作した受信機を当研究所の実験用航空機に搭載し、修理改造検査を受検合格した。また、飛行実験を実施してこの実験装置を試験運用し、飛行中に周辺航空機から送信されている ADS-B 信号の受信記録に成功した。

### 3.3 表示装置

機上搭載の ADS-B/TIS-B 受信機および地上監視情報源として使用する ADS-B 受信機のための表示装置をノートパソコンベースで作成した。表示ソフトウェアを簡単に書き換え可能なスクリプト言語で記述し実験中などにも必要に応じて表示方法・信号処理方法を変更可能とした。

前述した送信システム、受信機および表示装置を使い TIS-B システムの予備試験を行った。TIS-B 送信機の送信範囲を確認するとともに放送されている信号を搭載受信機および簡易表示装置によって受信・表示することに成功した。送信試験の結果、試作した TIS-B 送信システムの領域はおおよそ 40NM であり設計通りの能力を有することが確認できた。

### 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、拡張スキッタ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。

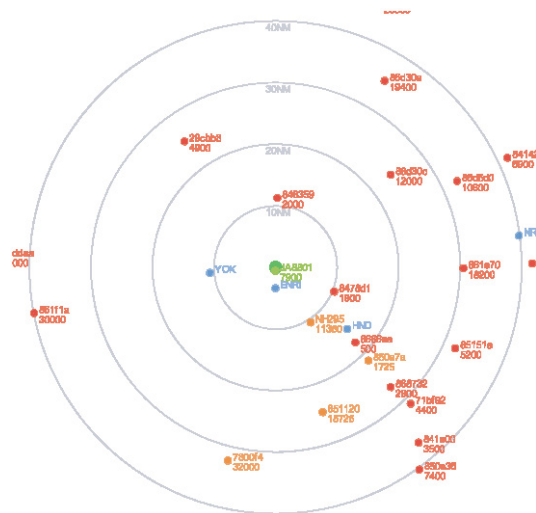


図 2: 予備試験において機上で受信した ADS-B/TIS-B 信号の簡易プロット。中心の緑丸が GPS によって得られた自機的位置。赤点が TIS-B による航空機的位置。オレンジ点が ADS-B による航空機的位置を示している。

### 5. 所外発表

- (1) 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
- (2) 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
- (3) 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講演概要, 2009 年 6 月
- (4) 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
- (5) 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大会, 2009 年 9 月
- (6) T. Otsuyama, S. Ozeki, M. Shioji and M. Migaki: "Development of TIS-B system using 1090MHz extended squitter", WSANE2009, Nov 2009
- (7) 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



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

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○塩見格一，井上 諭

研究期間 平成 19 年度～平成 21 年度

### 1. はじめに

協調的意思決定について検討する場合、先ず第一に、協調的意思決定は、複数の人間や組織が相互に効率の改善や利益の増大を図ろうとする過程や、その過程の実現に係る周辺の装置であって、時によっては相手を出し抜こうとする“交渉”とは全く別の概念であることを理解しなければならない。なお、上記に言う“装置”とは社会科学的な概念であり、規則等により記述される社会的な仕組み等々を含み、理工学的な分野でハードウェアとして理解される装置よりは遥かに広い概念である。

時に、協調的意思決定は“交渉”と“思い遣り（みたいなもの）”の合成と捉えることができるかも知れない。即ち、相手の立場に立っての、立場を交換しても合意できる結論を目指した交渉と考えられる訳である。

### 2. 航空交通システムの場合

航空交通システムにおいて検討される協調的な意思決定は、大きくは航空管制業務事業主体と航空会社との間で想定され、各組織の内部構造においても協調的意思決定は多数存在し、最小単位としてはレーダ管制官と調整管制官の間、調整管制官相互の間、操縦士と副操縦士の間に、協調的な意思決定による互恵的な関係は想定される。

実は上記の様な事柄は、その可能性においては、現状の形態の航空交通システムや航空管制業務システムが構築された時点において理解されていた、少なくとも理解可能な事柄であった。そうであったにも拘らず、協調的意思決定による効率化が将来的な課題の位置にあることには、必然的な理由が存在する。また、今日まで実現し得なかったにも拘らず将来的な実現が求められることにも、同様に理由が存在する。

以下の理由は一面的なものであり、必ずしも全面的には正しいものではないかも知れないが、一見矛盾した様な状況が今日存在していることの理解を助けるものではある。

現状の航空交通システムにおいて、管制官はその都度の判断が求められる状況において、現状以上の範囲に情報や意見等を求めることなく、自らが十分に正しいと信じる判断を下すことができている。即ち、更なる情報の獲得により効率改善が期待されるとしても、同時に、そのための業務負荷の発生が全体的な効率を低下させる恐れもある訳で、謂う処の協調的な意思決定の実施には魅力が乏しい。

航空管制業務は人命を預かる業務であり、今日では同時に高い効率も求められる業務である。現実に実現されている航空需要に対応する効率は、その改善の余地は有るとしても、現状の管制官（特に、レーダ管制官）の判断をピラミッド構造の頂点に置く業務体制により実現されている。

現実問題として、現状において需要に対応する効率が実現されており、またピークの業務負荷が高く、これが熟練者による対応により実現されている場合、ピークの効率を維持しながら業務形態を変更することは、経験的に、どの様な業務であっても容易なことではない。

この様な状況において、協調的な意思決定を制度として導入しようとする背景には、管制業務における管制官の判断を透明化することにより、例えば「パイロットがより高度に管制官の考え方を理解すれば、パイロットはより正確に自らの希望を管制官に伝えることが可能であって、運航効率の改善を図れる。」かも知れない、と言った理解が存在する。航空需要の増大は、慢性的な遅延を増大させている訳で、その様な状況においては、必ずしも直接には効率の改善は果たされなくとも、公平感の改善が実現されれば、運航におけるストレス等は緩和されるであろうから、運航の安全性の向上には間接的に有効で有ると言い得る。

更に将来的には、制度的なものではあっても協調的な意思決定のプロセスが導入され、管制官とパイロットが相互に干渉が可能な状況に至れば、協調的な意思決定の前提としての“相互の状況認識”の精度を向上させることが可能に有るであろうから、「状況認識の改善こそが、運航効率と安全性の改善を齎す。」との原理に従った運航効率の改善や安全性の向上が可能となる。

### 3. 互恵関係の実現

先ず、筆者は、現状の航空交通システムにおける管制官の絶対性を否定する者ではない。先に述べた様に、現状の情報基盤における現状の運航効率は、絶対的な管制官の存在により実現している。しかしながら、管制官の優位性が絶対的なものであれば、現状の延長上に協調的な意思決定のシステムを構築することが容易ではないことも事実ではある。

先に、例えば、将来的な管制官（或は管制業務事業体）とパイロット（或は航空会社）との間の協調的な意思決定プロセスの制度的な導入から、“状況認識の改善による運

航効率と安全性の改善”の可能性を期待したが、そのプロセスの制度的な導入が、協調的なものとして効果を発揮するか、或は形骸化して無意味な作業になるか、更には相互に牽制を必要とする程に無駄な作業の増大になるか、その分岐は意思決定プロセスへの参加者の心掛け次第な処が存在する。

今日、社会システム等は性悪説を想定して構築されることが一般的ではあるが、性悪説への対応は安全性確保に要するコストを増大させる。嘗て、性善説を想定したシステムは大多数の善人の存在がその存続を可能として来たが、今日、IT技術の高度化は、個々人に歴史的に嘗て無い程の能力を付加し、その結果、性善説を想定されたシステムは僅か一つの悪意により壊滅的なまでに崩壊する。なお、ここに言う“悪意”は時に“無知”や“無恥”と置き換えられる概念である。

この様な状況においては、先ずは制度的に導入されるものではあっても協調的な意思決定システムには、参加者の誰もが誰かの悪意(或は無知)に容易に気付くことができる構造(情報の透明化の枠組み)と、悪意の発生が相互に牽制される構造(悪意に対しては三竦みの構造、無知に対しては相互補完の構造)が必要である。悪意や無知の内容が予め想定される場合には、それが発生した場合にその影響の及ぼす範囲を限定する様な構造や、被った被害等を回避して機能を維持する構造、更には効率的に回復するための構造、等々が求められるが、本来的に不必要であるべき経費が必要とされる。

航空交通情報処理システムにおいて、上記の様な不信感の必要性は存在しない様に思われるかも知れないが、自由市場は全てのモノやコトに値段を付けることを可能とするシステムである。協調的な意思決定の枠組みにおいて、内部に何等かの“競争”が存在する限り、残念ながら、互惠関係の実現には、その外部からの構造的・制度的な制限が必要とされる。

#### 4. 協調意思決定ケース・スタディー

筆者等は、協調的な意思決定を支援する情報処理技術環境の実現に係る要素技術を調査し、また一部デバイスの試作等を行って来た。特に、情報共有に係る技術について、その実施例(ロンドン地下鉄管理センター、航空会社の地上オペレーション、航空機のコックピット、等々)を調査すると共に、特に視覚的な情報の共有を支援する技術につき試作開発を行って来た。

実施例に係る調査においては、基本的には、目的を共有する二人以上が効率的に役割分担を果たす構造が前提として想定されており、現実がこれに従っていれば、航空交通システムにおいても、管制官とパイロットが協調するこ

とで、将来的に航空交通システムは現状よりも効率的なものへと進化する。航空交通の場合と地下鉄等の鉄道の場合との差異は、ツール等のミクロスコピックなレベルでは細分化され無数に存在するが、マクロスコピックな視点からは共通点も当然のことながら多数存在する。

これらの技術的な成果は技術資料(1)として取り纏めているので、参照していただきたい。

#### 5. おわりに

当所の研究目的が純粋に技術的な範囲に限定されるのであれば、本報告も上記技術資料のダイジェストとして取り纏めるべきかも知れないが、筆者は、研究開発する立場において、またその成果の活用を期待する立場において、成果活用の前提としての人間の問題を述べる事が重要だと考えている。協調的な意思決定は、個々の人間の意思の問題であり、殆どの場合“割切れない”問題である。

航空管制業務とそこにおける協調的な意思決定において、管制官とパイロットが有限な資源であることが、そもそも重要で深刻な問題である。即ち、お互いに有限であるために、協調を図らなければならない相手方には常に欠点があり、不足がある。協調的であるためには、マイペースでは物事は進まない事態が常に存在することを受け入れなければならない。一方が第三者に応援を求めれば、権謀術数は少なからず常に発生する。三者関係が協調的であることは二者関係の協調よりも複雑であり、関係者が増大すれば、協調的に可決可能な物事は極めて限定的なものとならざるを得ない。

トラジェクトリー管理パラダイム等において、多数のパイロットや管制官が協調的に解決可能な命題は、文章として明確であるだけでは不十分であり、極めて具体的に現実と対応するものでなければならない。また、その命題により航空交通システムが運用されるためには、命題が存在するだけでは不十分であり、その命題の解釈を揺るがせないための外部的な枠組みが必要不可欠である。

「そんな馬鹿な！」或は「そんな無責任な！」と思われるかも知れないが、限られた時間内に結論に至らなければならない時、変動要因等により選択肢の優劣が明確に論証されない場合、人間は必ずしも理性的な判断ができる訳ではないから、「福引の抽選器(ガラポン)で決める。」とすれば、ガラポンは極めて公平で強力な外部的な枠組みとして機能する。プログラムの中身を十分に理解していない場合、単にコンピュータに任せる事は無責任である。

#### 掲載文献

(1) 塩見, 井上 “協調的意思決定支援のための技術動向調査” 電子航法研究所技術報告, 2010年3月.

航空管制官等の健全性評価に係る生体信号処理手法の研究【指定研究 B】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○塩見格一，金田直樹，瀬之口敦（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。

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

発話音声分析技術は、当所発のユニークな技術と認められているものであり、これまでに国土交通省総合政策局技術安全課や独立行政法人科学技術振興機構、財団法人鉄道技術総合研究所からの受託研究に対応し、多数の大学等とも共同研究を進めて来た。2008 年度以降、幾つもの国際学会において成果を報告し<sup>(4-7)</sup>、2008 年 12 月と 2009 年 9 月には米国航空局が主宰する航空安全フォーラムに CENTE を出品してデモンストレーションを行った。

発話音声分析装置の実用化等については、信頼性と完成



図 1 研究用発話音声分析装置“CENTE”外観

度において十分であるか或は否か、その使用目的が明確に示されなければ何とも言えない状況は、2009 年以前と変わる処はないが、ソフトウェアの細かな調整等は着実に進んでいる。2009 年度には、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。

2. 研究の概要と成果

2009 年度には、2008 年度に引き続き、従来研究の継続として“CENTE”の信号処理アルゴリズムである SiCECA (Shiomi's Cerebral Exponent Calculation Algorithm)

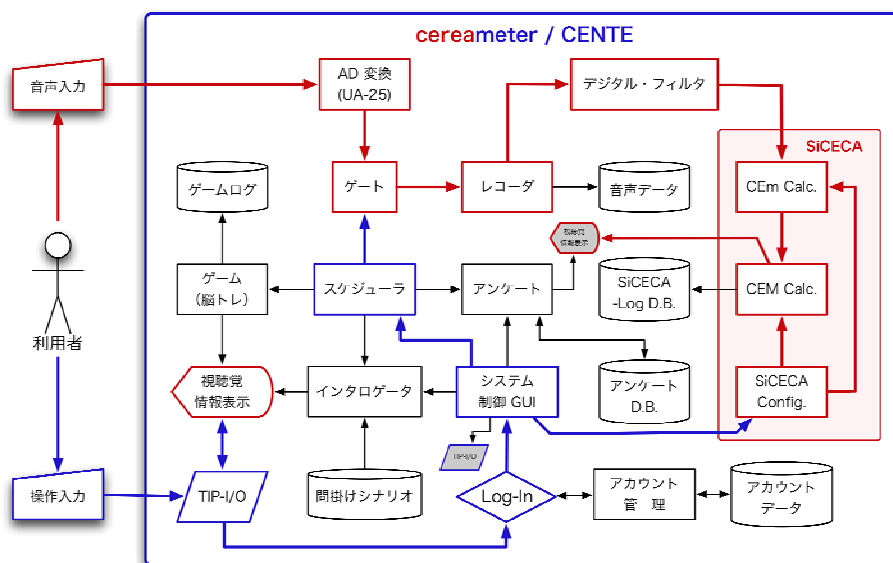


図 2 発話音声分析装置“CENTE”のシステム構成概要

の高信頼性と並行して、CENTE のユーザ・インタフェースの高機能化に関する研究を実施した。(図2参照)

SiCECA による処理において、発話音声から CEM 値を算出するプロセスは、音声信号の各サンプル時刻に対する CEm を算出する第1フェーズと、CEm 値に対して統計的な処理により CEM 値を算出する第2フェーズに分けて考えることができる。(図3参照)

第2フェーズは更に、CEm 値を幾つかの条件により選別し、選別された CEm 値に近似曲線や近似曲面をフィッティングさせるプロセスから構成されている。従来、後者のプロセスでは近似的に線形の最小二乗法を使用して来たが、カオス論的な信号処理の内容に対する理解が深まったので、2009 年度には線形最小二乗法による処理結果を初期値として非線形最小二乗法を実装し、信号処理アルゴリズム全体としての信頼性や安定性の向上を図った。

非線形最小二乗法は収束計算として実施されるため、初期値の設定が適切でない場合には、その計算に膨大な時間が掛かったり、そもそも収束しなかったりする様な事態が発生し、この点において演算処理そのものの安定性が向上するものではない。しかしながら、適正に収束計算が完了した様な場合、算出される診断値の誤差は相対的に少なくなっている様に思われる。正確な処は、過去のリファレンス・データの再処理結果を検討しなければ分からないが、この作業には1年程度の時間が掛かりそうである。

ユーザ・インタフェースの高機能化としては、発話音声収録の合間に様々な実験等支援機能を組み込める様にシナリオ処理機能を拡張した。2010 年度には、この機能を利用して幾つかの大学との共同研究を実施したいと考え

ている。また、脳トレに類する精神性作業負荷を加える機能として、ワープロ入力精度を評価できるようした。

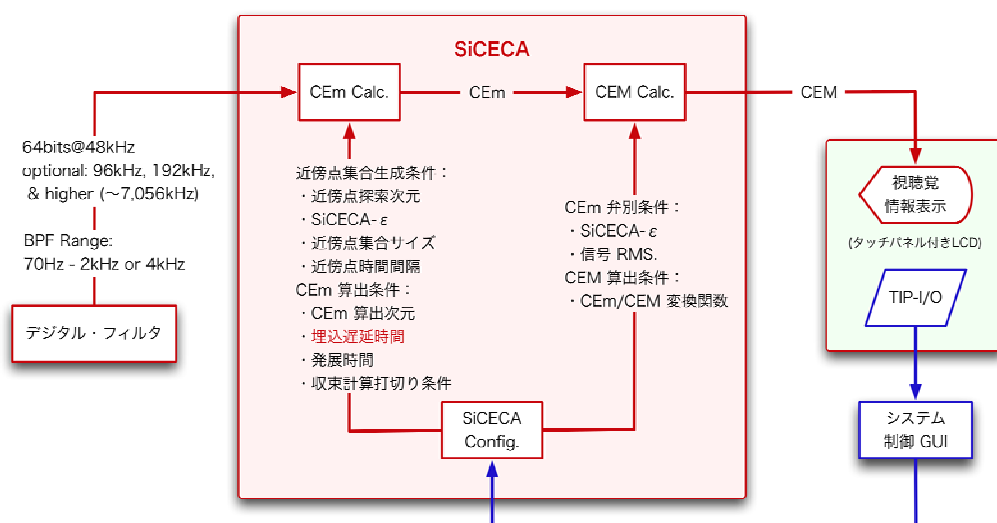
また産業疲労の研究等で利用される“注意配分のパフォーマンス”に係る評価機能に付いてプロトタイプの実装を行った。

### 3. おわりに

発話音声分析装置“CENTE”については、2007 年以降の共同研究先他による宣伝効果の現れか、海外を含め幾つもの大学等研究機関からの問い合わせを受ける状況がおとずれている。これは当所技術に対する期待の高まりでもあろう。我々は、この期待に応えるために、発話音声分析技術の信頼性を向上させるために、マイクロフォンの個体差に係る問題、入力音声の内容等に係る問題、環境雑音等に係る問題、等々の信頼性に影響を与える各問題に対して、これらの与える誤差の分布を明らかにする等、より理解を深めなければならない。

### 掲載文献

- (1) 塩見 “発話音声から算出する脳活性度指数の信頼性” 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) <http://www.siceca.org>



1. 埋込遅延時間については、個々の CEm の算出において自己相関係数から設定することも可能とする。
2. CEm は、全ての入力データを時間的な起点として算出することを可能とし、信頼性を考慮しながら間引くことも可能とする。

図3 カオス論的音声信号処理アルゴリズム“SiCECA”の構成とパラメータ

## 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認することである。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21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

平成21年度は、滑走路上の異物検出を行うため、各種異物センサによる検出感度評価試験を実施した。金属アルミパイプ、金属製アングル、塩ビパイプ、カーボンFRP板材などの異物をミリ波レーダ、高感度カメラ、遠赤外線カメラを用いて検出の可否を評価した。高感度カメラや赤外線カメラを超望遠レンズと一緒に使用することで夜間におい

ても条件がよければ400m先の異物を検出できることが分かった。しかしながら、滑走路灯等や路面温度等の環境による影響で、それよりも近い距離で物体が認識できない場合があることが分かった。赤外線カメラを使用した場合の天候の影響を調べたところ、晴天時よりも雨天時のほうが異物と背景のコントラストが大きくとれる傾向が示された。ミリ波レーダを使用した場合、信号処理等を用いることで100m先の異物に対し2dB程度のS/Nで異物からの信号を検出することができた。また、非常に近い距離であっても角度によっては検出不能なことが示された。複数のレーダが同時の動作している環境での干渉を評価するため、同時に同一の周波数を使用する異なる3つのレーダを用いて測定を行ったところ、レーダ同士が正対しない条件で使用すれば有害な干渉は起こらないことが分かった。また、ミリ波レーダの検出感度をカメラ類と同等とするためにはさらに30dB程度のS/Nの向上が必要であることが示された。

本研究では、ミリ波関連研究で得られた知見を生かして(株)レンスター、日本信号(株)、(株)IHIエアロスペース、(財)雑賀技術研究所、仏国電子アンテナ通信研究所と共同研究を実施した。

### 4. まとめ

本研究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、現存する各種センサを利用して仙台空港にて検出試験を行った。すべてのセンサで環境条件によって検出が不可能となる場合があることが実験的に示された。条件が良い場合には、各種カメラに望遠レンズを組み合わせることで400m程度、ミリ波レーダにおいては100m程度の最大探知距離となることが分かった。今後はミリ波レーダの信号処理を高速化する手法、および探知距離を増大するための信号対雑音比の向上手法等を検討する。





滑走路に設置した異物  
(左からボルト ゴム、塩ビパイプ、鉄板)



3種のミリ波レーダによる干渉評価実験



高感度カメラによる検出結果



遠赤外線カメラによる測定結果

#### 掲載文献

- (1) N. Yonemoto et al., "Painted styrene radome for foreign objects and debris detection radar in W-band", Proceedings of IEEE Radar Conference 2009, pp.1-4, Pasadena, USA, May, 2009
- (2) A. Kohmura et al., "Millimeter Wave Wideband FM-CW Radar for Runway Debris Sensing", Proceedings of IRS2009, Hamburg, Germany, Sep. 5-7, 2009
- (3) 河村暁子他、「W帯レーダ用超広角反射器つきアンテナ」、2009年電子情報通信学会ソサイエティ大会、B-1-156、新潟、2009年9月
- (4) N. Yonemoto et al., "Broad band RF module of millimeter wave radar network for airport FOD detection system", Proceedings of International Radar Conference (Radar'09), Bordeaux, France, Oct.12-16, 2009
- (5) 米本成人、「光とミリ波に対応した全方向性誘電体レンズと広角レンズ反射器」、電子航法研究所報告、No.122、pp.1-8、2009年10月
- (6) 米本成人他、「民間用ヘリコプタの障害物探知・衝突警報システムの開発と実証飛行試験」、電子航法研究所報告、No.122、pp.9-38、2009年10月

航空交通流の複雑工学的アプローチに基づく数理モデルの研究【指定研究 B】

担当領域 機上等技術領域  
 担当者 ○塩見格一, 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

カオス理論の最大の特徴は、複雑で難解かつ予測が難しい現象を確率的に表現することが可能な点にある。たとえば、高速道路の坂道に「スピードを落とさないで！」との呼びかけの看板に気づいている人は大勢いると思われるが、この看板こそが、カオス理論の成果の一つであると言える。これは高速道路での交通渋滞について、カオス論を用いてその現象を解析するとした場合に、あるポイントにおいてスピードが落ちる車の数がある一定数以上になると、交通流はとたんに停滞し、渋滞が発生することが分かったからである。この現象を解消するために何人かの運転者が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することができている。

本研究の目的は、航空交通流の制御において、特に将来のトラジェクトリ管理の仕組みに対応するために、航空交通流の混雑や空域のボトルネックになる部分を明らかにすることにある。また、数理モデルを評価するためのシミュレータの試作を目指す。

2. 航空交通流の視覚化

図 1 はターミナル空域における進入管制業務を単純化したモデルであり、図 2 は縦軸を時間として 4 次元の(空

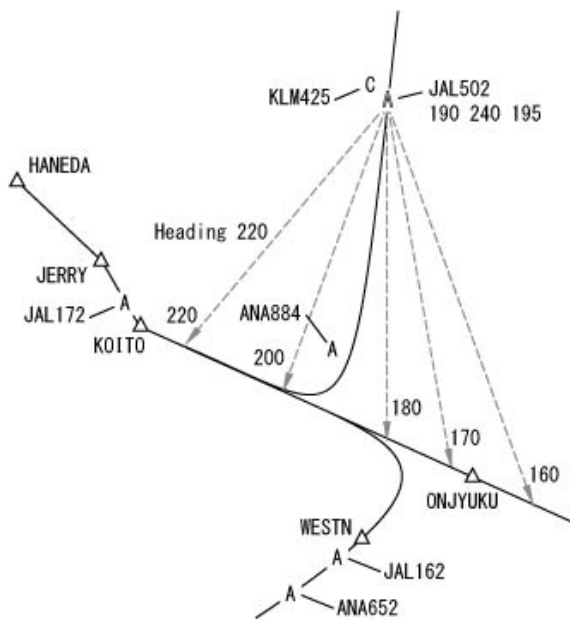


図 1 ターミナル空域の進入管制モデル

間的 3 次元情報は横軸方向 1 次元に縮退表示する。) な航空機の存在状況を視覚化したダイアグラム表示である。

図 2 は、システム表示を検討した場合の表現方法である。航空機シンボルの縦方向の長さを安全間隔とすれば、合流前の航空機のシンボルが水平方向に並ばない様に制御することで安全間隔が維持・確保される。

3. トラジェクトリの視覚化

GUI に代表されるユーザ・インタフェースのデザインは、今日の情報処理システムにおいて、その使い易さを左右する重要な問題であるが、現状では、決定的な方法論が確立されている訳ではない。業務調査とプロトタイプ評価を交互に行って完成度を向上させることができるのみであるが、これにも重要な前提があって、“的確な”業務調査が行われた場合にのみ、改善は果たされる。

トラジェクトリ管理のパラダイムにおいても、航空機運航の安全に対して管制官が責任を持たなければならない状況に変化がなければ、管制官にトラジェクトリを“適切に”管理してもらわなければならないが、管理対象としてのトラジェクトリはどの様に提示可能なものであろうか？ 先に図 2 に示した様なダイアグラムは、時間的にミクロスコピックな安全の確保には有効ではあっても、例え

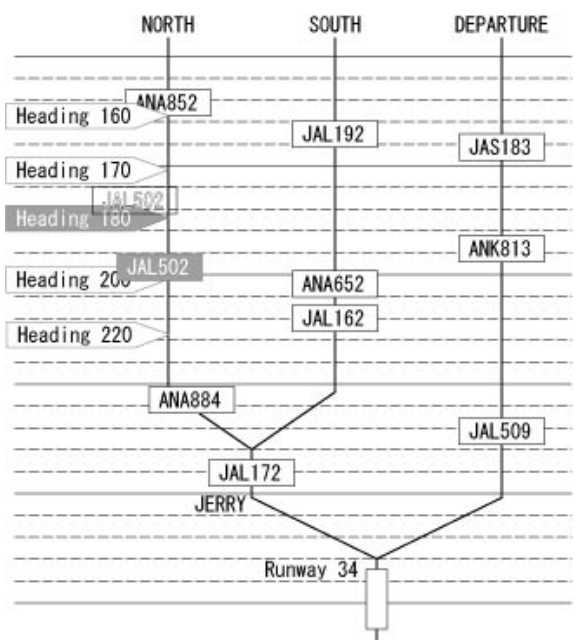


図 2 タイムベースなターミナル空域表示



ば 1 日分の運航計画から構成される集合名詞としてのトラジェクトリの管理に対応し得るものではない。時間的に切断された航空機位置情報しか表示し得ない通常のレーダ・イメージがトラジェクトリの理解に有効である筈もないから、トラジェクトリを視覚的に理解するための情報表示形態は、先のダイアグラムを更に発展させた形態を含め、“空域や航空路の複雑さ”や“運航計画と実際の運航結果との差異”等々、何等かの統計情報を空域や航空路に対応させて提示する様な形態と成らざるを得ない、と考えられる。

トラジェクトリ管理のパラダイムにおいて、管制官に航空機運航の安全に対して責任を求めるとすれば、航空管制情報処理システムには、トラジェクトリに関して管制官が必要とする情報を誤解の無いように的確に提示する機能が不可欠である。管制官に期待できることは、システムが提示する情報に基づく運航の安全であって、トラジェクトリ管理がCO<sub>2</sub>削減効果等を価値基準として有効なものとなるためには、新たな価値基準における効率の改善等々が安全性に及ぼす影響を明確に定量的に提示するユーザ・インタフェースが不可欠である。

現時点において、その様なユーザ・インタフェースがどの様なものになるのか、残念ながら明確に提示することはできないが、10 も 20 ものパラメータが表から見える様なシステムではないことが望ましい。普通の間人が相互の関係を理解できるパラメータの数は多くても 7 個程度であり、可能であれば 3~4 つ程度のパラメータの理解でシステムの特性が制御できることが人間の記憶実験から既に証明されている<sup>(1)</sup>。

#### 4. おわりに

カオス理論は、交通渋滞に関して“制限速度時速 80km の高速道路で平均車間距離が 80m 以下になって渋滞が発生すれば、渋滞の後端が時速 20km で後方に延びて行く”ことを予測し、その予測が正しかったことが近年、実験的に示されている<sup>(2)</sup>。

航空交通において、未だ、上記の様な明確な予測はされていないが、現在までに、本研究において筆者等は、幾つかの明らかにすべき問題について考えている。

一つは、空域や航空路の特性を検討する場合に、統計的な手法を適用する場合には、誤差を含めて、夫々において経過する時間の単位を適正に設定する必要がある、ということである。即ち、システムとしての系の時間は必ずしも 1 秒単位で進んでいる訳ではなく、たとえば、それはレーダのスキャン・レートと管制官の時間予測の感覚が同じではないことから推測ができる。

またもう一つは、航空交通流の複雑さは、必ずしもセク

ターの様な“大きさを有する空域”の複雑さとしては適切に表現できない、ということである。少なくとも、特定の空域や航空路への航空機の集中による混雑等を緩和して、コンフリクトの可能性を低減する様なトラジェクトリの管理を行いたいのであれば、トラジェクトリを構成する(予測経路を含めて)飛行経路のそれぞれの部分の複雑さを微視的に表現することが必要である、ということである。

これらの問題について、これらをどの様に命題として定式化し、どの様な手法で具体的に検証すべきかは今後の研究課題として残っている。

#### 掲載文献

- (1) Miller, G.A. “The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: some limits of our capacity for processing information”. *Psychological Review*, 63, 81-97, (1956).
- (2) 西成 活裕, 渋滞学, 新潮社 (2007) .

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

担当領域 機上等技術領域  
 担当者 ○塩見格一，瀬之口敦（ATM 領域）  
 研究期間 平成 20 年度～平成 22 年度

### 1. はじめに

受動型 SSR は近隣 SSR の覆域を飛行する航空機の応答信号から、その飛行位置情報を算出する、自らは電波を出さない装置である。受動型 SSR の測位精度は設置条件に依存し、単独に現用 SSR と同程度の測位精度を実現することは難しく、また全ての航空機が ADS-B 対応トランスポンダ等を搭載する様になれば存在意義を失う。しかしながら、現時点においては、我が国空域を運航する航空機の全てが mode-A/C 対応のトランスポンダを搭載しているという事実と、自らは電波を出さないというユニークな特徴により、「兎も角、全ての航空機を漏らす事なく位置情報を知りたい。」との要求に、最も簡便に対応する装置である。

当所では 1990 年代から試作開発を含む研究を行ってきた。2008 年度からは（財）空港環境整備協会殿，リオン株式会社殿と実用化を目指した共同研究を実施し、2009 年度には“受動型 SSR 航跡観測装置 SKYGAZER”として製品化を果たすに至った。

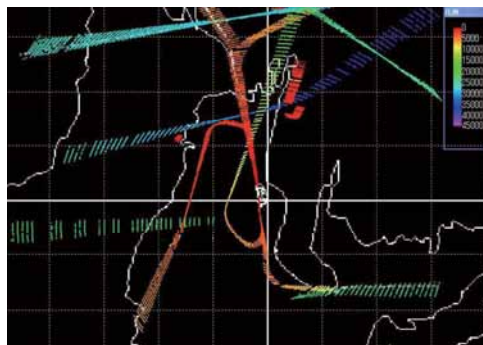


図 2 中部国際空港周辺空域の観測例

### 2. 受動型 SSR 航跡観測装置“SKYGAZER”

SKYGAZER は“空をじっと見つめる者”の意味で、100W 以下の消費電力で稼働する可搬型の装置である。

SKYGAZER の特徴は図 1 に示す通りである。

### 3. おわりに

携帯電話の驚くべき急激な発展により 3GHz までの電波

を利用する装置の研究開発環境は、計測器を含めて、当所が受動型 SSR の開発を始めた頃に比較して二桁安価に構築できるようになった。

GNU Radio の実現等により、嘗てのハードウェア技術がソフトウェアに置き換えられた現状においては、より柔軟な発想が「あったらいいな！」を現実のものとするであろう。

### 掲載文献

(1) 塩見，植田“受動型 SSR による空域監視網の提案”日本航海学会論文集，2000 年 3 月。

## 最小の受信条件でどこにでも設置でき、 航空機の航跡を得ることが可能 受動型 SSR 航跡観測装置 SKYGAZER™

- ・電波の受信のみで、航空機の航跡を観測
- ・強力な分析能力、半径 200 km 以上のエリアをカバー
- ・コンパクトで高機能な SSR（2 次監視レーダ）受信モジュールによる安定した性能を実現
- ・1 箇所に設置するだけのシンプルな構成
- ・簡単なセットアップ

### 航跡演算の原理

本器は空港周辺の航空管制に用いられる SSR システムを利用し、電波受信のみで航空機の航跡を得る

- ・インタロゲータ信号（SSR 1030 MHz）
- ・トランスポンダ信号（航空機 1090 MHz）

1. 回転するインタロゲータアンテナが観測点に向くタイミングをインタロゲータ信号から測定。インタロゲータアンテナの回転周期を予測
2. SSR のインタロゲータの質問信号と、航空機に搭載されたトランスポンダの応答信号を受信
3. 質問信号と応答信号の時間差から、観測点と航空機の距離を算出し（楕円関数を利用）、同時にインタロゲータアンテナの方位角を求め、三角法の原理で航空機の位置を計算

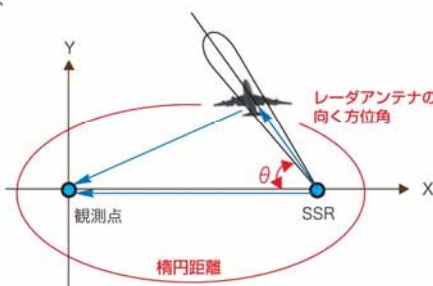


図 1 受動型 SSR 航跡観測装置“SKYGAZER”の特徴（リーフレットから編集）

## 信号源位置推定手法に関する研究 【基礎研究】

担当領域 機上等技術領域

担当者 ○大津山卓哉、小瀬木滋

研究期間 平成20年度～平成21年度

### 1. はじめに

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

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

### 2. 研究の概要

本研究は2カ年計画であり、最終年度の平成21年は次のことを行った。

- ①方位測定装置の誤差検証
- ②信号源探索手法の開発

### 3. 研究成果

#### 3.1 方位測定装置の誤差検証

信号源の位置推定にはさまざまな手法が提案されている。信号の発信源を求める方法には大まかに、1. 到来方向を使うもの、2. 到達時間差を使うものの2つがある。到達時間差を使った位置推定手法は信号の識別がその精度に大きな影響を与えるが、到来方向を使った位置推定手法は受信帯域幅や対象信号の波形などによりさまざまな方法を用いることが考えられ、使用する手法により求められる位置精度が大きな影響を受ける。それら各種の方位測定手法を整理し、それぞれの誤差原因などについて検討を行った。複数の周波数にパルスがそれぞれ存在するような広帯域パルスの到来方向推定には雷の放電路を可視化できる広帯域干渉計で実際に使われている手法について検討した。信号の性質が異なるためそのまま応用することはできないが、広帯域の方位測定システムとして十分な能力を持っていると考えられる。確認のために広帯域干渉計の

動作原理に基づき方位測定シミュレーションを行った。その結果、航空無線航法周波数帯域内に存在する信号についても方位測定が可能であることを確認した。図1は異なる波源からほぼ同時に送信されたパルス信号を方位測定した結果である。この様にパルスが重なって受信機に入力した場合にもそれぞれの信号を分別して方位測定が出来ることが確認された。

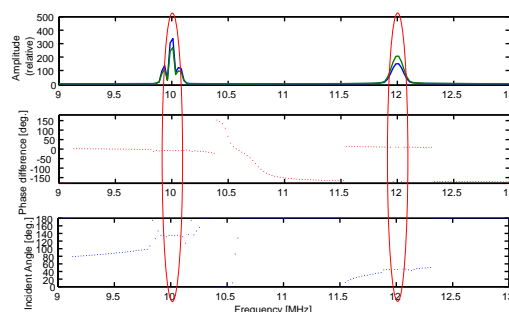


図1: シミュレーションにより方位測定結果。横軸は周波数を表している。上から信号強度、アンテナ間位相差、信号入射角の計算結果となっている。

### 4. まとめ

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

### 5. 所外発表

- (1) K. Yamashita, T. Otsuyama, Y. Hobara, M. Sekiguchi, Y. Matsudo, M. Hayakawa and V. Korepanov: "Global distribution and characteristics of intense lightning discharges as deduced from ELF transients observed at Moshiri (Japan)", Journal of Atmospheric Electricity, 2009
- (2) 大津山卓哉: "ARNS帯域における干渉信号位置推定手法の検討", 電子航法研技術資料, 2010

## 航空情報ネットワークに関する調査【調査】

担当領域：機上等技術領域

担当者： 金田直樹，板野賢，塩見格一

研究期間：平成 21 年度～平成 22 年度

### 1. はじめに

我が国の航空交通においては，空域容量の増大等が望まれている。そのため，トラジェクトリ管理の実現が我が国だけでなく世界的に望まれている。

トラジェクトリ管理を実現するためには，航空機間，航空機と地上間，地上間での調整がそれぞれ不可欠である。そのために空地のデータリンク高速化，複数の地上機関間を含むシステム間の連携に必要な，国際通信網を含む，ネットワークの改善が必要と考えられる。

### 2. 概要

本年度は以下の調査を実施した。

1. 情報ネットワークに関する要件の調査検討
2. トラジェクトリ情報の共有について調査検討

### 3. 成果

1. ICAO Aeronautical Communications Panel Working Group I (ACP WG-I) にてインターネットプロトコル上に構築される ATN である ATN/Internet Protocol Suite (ATN/IPS) にて ATN/IPS Document 9896 “ATN using IPS Standards and Protocols” (ICAO Doc9896) の改訂に対して貢献した。
2. トラジェクトリ情報の共有については，現在利用可能な空地間の通信手段として衛星をのぞけばもっとも高速な通信である，VHF Digital Link Mode 2 (VDLM2) 上で Aeronautical Telecommunication Network (ATN) メッセージの送受信を行うために必要なビット数の概算を調査した。

1. においては，ATN/IPS における Domain Name System (DNS) の利用を提案した。DNS は，namihei.enri.go.jp. のような形式で記述されるホスト名から 2001:02f8:0027:0000:0000:0000:0000:0012 のような IPv6 アドレスへの変換，またはその逆を行う世界的なシステムであり，IP アドレスを記憶しない我々人間にとっては日常的に必要なシステムである。これまで DNS ルートサーバの管理主体としてふさわしい ICAO が DNS ルートサーバの運用をできないため DNS は ATN/IPS に含まれていなかった。この問題に対し，ルートサーバの管理を必要としない DNS の管理を提案した。これにより，DNS の利用が ICAO Doc9896

に盛り込まれた。これにより Voice over IP (VoIP) における交換機の役割を果たす Session Initiation Protocol (SIP) が利用可能となり，EUROCONTROL が導入を計画している管制機関間，及び対空通信所までのアナログ音声回線の VoIP 化の助けにもなった。

2. については，現状の高密度運航空域を仮定し，1 セクタ最大 60 機，セクタ通過に必要な時間を 15 分，航空機 1 機がセクタを通過するごとに，周波数移管を含め 4 回管制承認，管制指示または管制許可を発出するとして試算を行った。この場合，1 セクタ当たり管制官が発する Controller-Pilot Data Link Communication (CPDLC) メッセージは平均して 16 回/分である。機上からの VDLM2 で利用される，ATN/OSI 上の CPDLC メッセージの長さが標準的には 250 ビット程度であり，機上からの応答により必要なビット数が倍増するとしても，この仮定の下では 1 セクタにつき CPDLC に必要な通信容量は平均して 130 ビット毎秒程度で済む。VDLM2 の実効速度が理論値の 1/10 であるとしても単一セクタにおける CPDLC メッセージのやりとりには十分であることがわかった。

### 4. おわりに

今年度の調査により，VDLM2 による空地データリンクの伝送能力は単一セクタにおける CPDLC 導入初期段階での利用には問題ないことがわかったが，他セクタからの影響等については未調査であり，さらなる調査が必要であると考えられる。

### 掲載文献

1. 金田，塩見，板野：“情報システムの冗長性に関する一考察”，第 47 回飛行機シンポジウム，2009 年 11 月
2. 金田，塩見，板野：“地对地通信と情報共有手法の実装に関する考察”，電子航法研究所発表会
3. N. Kanada: “Fully Qualified Domain Name in Aeronautical IP Network” ICAO ACP WG-I 第 10 回会合，2009 年 4 月
4. N. Kanada: “Name Resolution without Route Servers” ICAO ACP WG-I 第 11 回会合，2009 年 11 月

## 民間航空用無線機器とJTIDSの運用に関する技術基準作成委託【委託研究】

**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21年度

### 1. はじめに

民間航空用無線機器の信号に干渉が発生すると、安全で円滑な航空機運用が困難になる。一般に、新たな無線機器の導入や運用方式変更に際して、無線機器が相互に有害な干渉妨害を与えない条件を確認する必要がある。

本調査は、JTIDS (Joint Tactical Information Distribution System) 等軍用無線機器と民間航空用無線機器との間について、信号干渉が発生しない条件を調査することにより、民間航空の安全を維持しつつこれらの機器の国内展開する際の技術基準作成を目的としている。

### 2. 実施事項の概要

仕様書と打合せ事項に従い、次の調査を行った。

- ・ 関連会議参加等による国際動向調査
- ・ JTIDS運用協定の改定支援
- ・ GPS-L5干渉試験支援
- ・ Lバンド新システムへの混信妨害予測調査
- ・ その他緊急の課題への対応

### 3. 成果

干渉対策の技術的根拠を調査するため、情報交換会議であるMNWG (Multi National Working Group) の資料調査をしたほか、次の会議に参加した。

- ・ JTIDS/MIDS-TI：日米技術交流会議
- ・ MNWG-PJCC ( Pacific JTIDS Cross-border Coordination)：越境電波調整のあり方等調査
- ・ MNWG-FCEG (Frequency Clearance Expert Group)：干渉対策作成手法標準化の調査
- ・ MNWG-SASWG (Spectrum Access Sub Working Group)：Lバンド周波数共用性の調査

JTIDSの存在は世界無線会議WRCでも確認されたため、ICAO欧州北大西洋事務局管轄地域の諸国が構成するFMG (Frequency Management Group) を中心に、平成20年より民間航空側としての干渉対策のあり方が議論され始めた。FMGの提案等に対応し、本調査期間中にFCEGが編成され、干渉対策や周波数承認基準の作成手法の標準化作業を開始した。

本調査実施期間中に、日本国内のJTIDS運用協定

改定案をまとめた。日本国内の民間航空用無線機器の耐干渉性能の測定状況は、これまで実施された関連受託研究により確認された。今年度は、JTIDS端末仕様など、改定に必要な技術的根拠を確認した。

GPS-L5信号について航空自衛隊とJSC (米軍統合周波数センター) が共同開発中の干渉ベンチ試験方式を調査し、適切な試験となるよう意見交換した。

JTIDSと周波数共用するLバンド新システムは増加傾向にある。MLATは平成21年度に国内でも運用開始されたため、運用協定への追記案を作成した。LDACSは信号設計の段階であり、干渉防止対策の調査は今後の課題である。GPS-L5やGalileo-E5については、従来と比較して低電力まで干渉信号発生量を管理する必要がある。他国の越境電波を含む新しい信号環境管理手法開発が今後の課題である。

本調査期間中に、緊急課題は発生しなかった。

### 4. 考察等

この調査により必要な情報をすべて集めることができ、MLATを含むJTIDS運用協定改定案をまとめることができた。今後の課題として、ADS-B、GNSS、LDACSなど新たな信号への干渉対策調査がある。また、運用協定に基づく信号環境管理を的確に実現するため、越境電波干渉対策の調査が必要である。

#### 掲載文献

- (1) S. Ozeki: "Activities on JTIDS FCA in Japan", MNWG-PJCC, July 2009.
- (2) S. Ozeki: "MLAT and HMU in Japan", MNWG-SASWG, September 2009.
- (3) S. Ozeki: "Responses to FCEG Action Items", MNWG-FCEG, February 2010.
- (4) S. Ozeki: "Responses to SASWG Action Items", MNWG-SASWG, February 2010.
- (5) 小瀬木, 大津山: "民間航空用無線機器とJTIDSの運用に関する技術基準作成委託", 国土交通省航空局, 平成22年3月

## 航空保安無線施設電波影響解析手法調査 【受託研究】

担 当 部 機上等技術領域  
担 当 者 ○横山尚志 田嶋裕久  
研究期間 平成21年度

### 1. はじめに

ILS（計器着陸システム）は、周辺の地形、地質、積雪、構造物によりローカライズコース、グライドパスに偏位、変動を生じ、航空機の着陸に影響をもたらす危険があることから、偏位、変動等が観測または予測される場合には、地形等による電波影響を解析し、対策を講じる必要がある。このため、複数の ILS 電波影響解析手法について、現地調査および関連資料の収集等を行い、解析を行うために必要な事項を「電波影響解析手法」としてとりまとめた。

また、ILS の電波影響解析には、シミュレーションを用いることが効率的かつ経済的であることから、シミュレーションを実現するための機能、構造等を明確化する必要がある。そのため、複数の ILS 電波影響解析手法を調査した上で、解析を行うために必要なシミュレーションの機能や構造等を「シミュレーション設計」としてとりまとめた。

### 2. 電波影響解析手法の概要

#### 2.1 広島空港の事例（固定物件による影響）

CATⅢ化に伴い、ターミナルビルの進入コースに対する影響の軽減が要望されていた。そこで、GTD を用いた解析手法により、1 周波 24 素子 LOC (Localizer) アンテナを 2 周波 24 素子 LOC アンテナ方式に替えることによって、ターミナルビルの反射波および回折波の影響が大幅に改善されることを取りまとめ、かつ、電波解析シミュレーション解析手順を流れ図等によって詳細に示した。

#### 2.2 松山空港の事例（移動物件による影響）

当該空港では、過去 8 年間、コース変動に関するパイロットレポートが続発している。そこで、滑走路のセンシティブエリア周辺にある 4 件の移動物件を洗い出して解析したところ、LOC 後方 35m にある国道を低速走行するトラックの荷台側面の反射・回折現象であることが確認された。以上の解析手法を取りまとめ、かつ、電波解析シミュレーションプログラムを流れ図等により詳細に示した。

#### 2.3 稚内空港の事例（前方地形による影響）

当該空港では、滑走路の 500m 延長工事を行った。その工事期間、離発着機の運用制限を要しない工事方法についての研究である。そこで、LOC アンテナが左右対称の横型空中線列であることを考慮して、遠方進入コースに影響しない工事手法について取りまとめ、これを電波解析シミュレーションプログラムの流れ図等により詳細に示した。

#### 2.4 青森空港の LOC 事例（積雪誘電率による影響）

CATⅢ化に伴い、FFM (Far Field Monitor) を設置した。その冬期に規定値を超えるコース偏位が発出した。そこで、反射面の積雪を圧雪してコース偏位の軽減を図ったが、規定値を逸脱する場合があることが確認された。このため、遮蔽フェンスを設置して積雪面を完全に遮蔽による実験を行った。以上の積雪現象について取りまとめ、同時に電波解析シミュレーションプログラムの流れ図等により解析手法を詳細に示した。

#### 2.5 青森空港の GS 事例（積雪誘電率による影響）

青森空港は世界でも有数の豪雪地帯である。そこで、積雪構造とパス変化の関係について取りまとめた。積雪構造は①積雪深一定の自然積雪、②圧雪後の多層構造および③3 月以降の融雪状態である。本件では、積雪解析手法（パス角、パス幅）について取りまとめ、これを電波解析シミュレーションプログラムの流れ図等により詳細に示した。

### 3 シミュレーション設計

本項では、前記各項で使用する解析プログラムの機能の概要について述べ、次項に解析プログラムの構造、各モジュールの説明およびソースプログラム等について取りまとめた。

#### 参考文献

- (1) Yokoyama et al, “The Investigation of the Influence of Snow upon Glide Slope”, 16<sup>th</sup> International Flight Inspection Symposium in Beijing, pp.159-168, June, 21-25, 2010.



## 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 20 年度

### 1. はじめに

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

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

### 2. 研究の概要

本研究は運輸技術研究費として国土交通省総合政策局技術安全課から受託した研究である。平成 21 年度はミリ波レーダの小型・軽量化、監視支援システムの構築に関して研究を実施した。

### 3. 研究成果

平成 21 年度は広帯域小電力ミリ波レーダを設計試作した。5GHz の広帯域を安定に送信でき、近距離でレーダ動作が可能であることを示した。

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

小型軽量化のため、部品点数が少なく済む定在波レーダ型無線回路を設計し、試作した。バイアス電圧を 0.5V から 0.7V の間にすることでダイオード端の無線電力が-103dBm

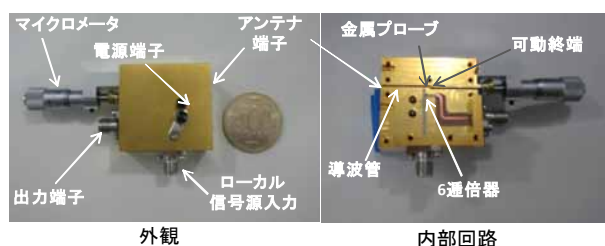
相当の感度が得られることが示された。また、レーダ性能向上のため利得 40dBi 程度を達成できるレンズアンテナと軽量パラボラアンテナを設計、試作した。この結果、カーボン繊維強化プラスチックでパラボラを成形することで超軽量でかつ容易に高利得アンテナが実現できることが分かった。またミリ波帯において広帯域かつ精度の高い周波数掃引を可能とするため直接デジタル周波数シンセサイザ (DDS) と位相比較回路 (PLL) を利用した駆動回路を設計した。これにより約 74GHz から 81GHz までの 7GHz 以上の広い周波数幅での掃引を達成した。

また、ヘリコプタ操縦者用前方監視支援システムの実証飛行試験を効率的に実施するため、計測用小型ヘリコプタ利用した機上計器模擬装置を構築した。さらにはセンサ出力の取得を 10Hz から 50Hz に高速化し、そのデータを用いて計測用小型ヘリコプタの位置を一定に保つ制御システムを持つ飛行管理装置を製作した。実験の結果、風等の外乱が少ない環境下ではヘリコプタの姿勢を制御しながらホバリング飛行ができることを確認した。

### 4. まとめ

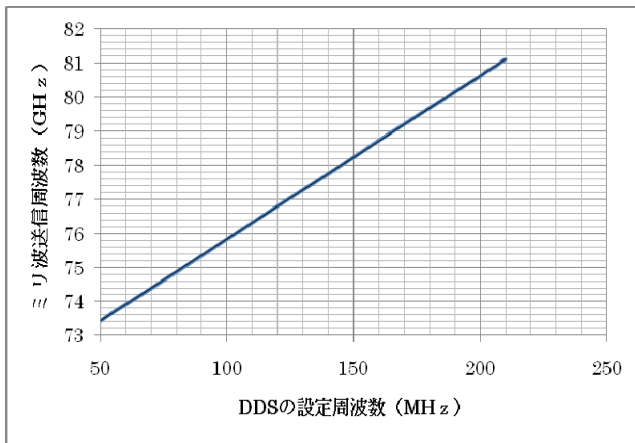
今年度はミリ波レーダの小型化のため、定在波レーダ方式を採用したミリ波モジュールを試作した。これによりダイオード 1 個で受信ができるようになることから大幅な部品点数の削減が期待できる。また、ミリ波モジュールを駆動するため、DDS と PLL を組み込んだ駆動回路を製作した。それにより 74GHz から 81GHz までの 7GHz の帯域幅で任意の周波数が選択できるようになった。

またミリ波レーダを搭載した飛行実験を安全に実施するため、ヘリコプタの飛行管理装置を構築した。室内などの無風状態では自律的にホバリングが可能であることを確認した。



試作したミリ波モジュール

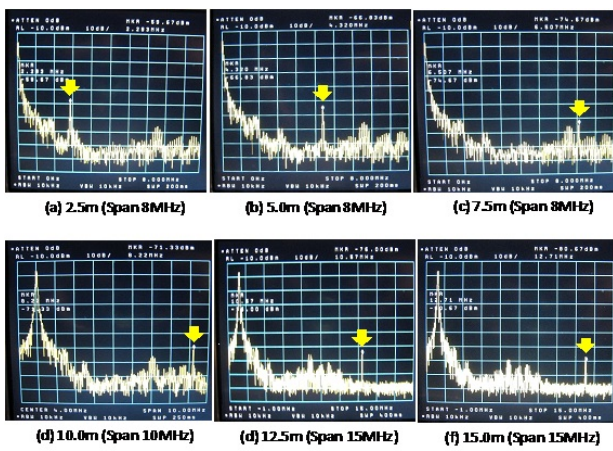




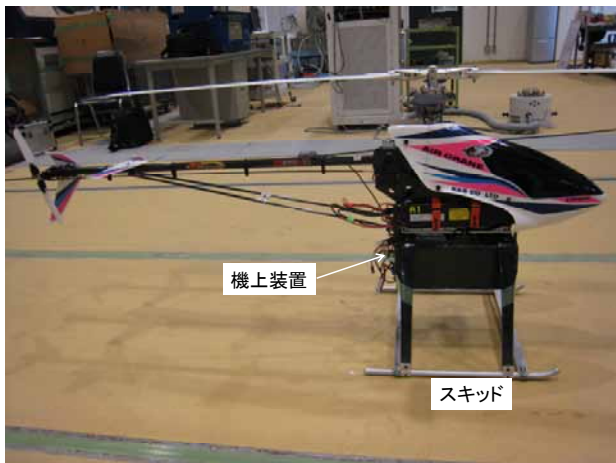
ミリ波モジュールで送信できる周波数



室内でのホバリング制御実験



レーダ検出実験結果



飛行管理装置外観

## 4 研究所報告

当研究所の平成21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
122	平成21年10月	光とミリ波に対応した全方向性誘導体レンズと広角レンズ反射器	機上等技術領域	米本 成人
			機上等技術領域	米本 成人
		民間用ヘリコプタの障害物探知・衝突警報システムの開発と実証飛行試験	研究企画統括	山本 憲夫
			元電子航法開発部	山田 公男
			航空交通管理領域	瀬之口 敦
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	〃	福田 豊		
123	平成22年1月	地上型衛星航法補強システムのためのGPS衛星故障信号検出手法としきい値決定方法およびその評価	通信・航法・監視領域	齊藤 真二
			〃	吉原 貴之
			〃	福島 荘之介
			〃	藤井 直樹

## 5 受託研究

当研究所の平成21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
中部、那覇空港のマルチラテレーション整備予備設計に関する支援業務	(株) 三菱総合研究所	宮崎 裕己
レーダ反射器測定業務	トーテックス (株)	米本 成人
高高度セクター分割のための定量的管制業務分析支管制業務分析支援	(株) 三菱総合研究所	福田 豊
民間航空用無線機器とJTIDSの運用に関する技術規準作成委託	航空局 管制保安部 管制技術課	小瀬木 滋
関西国際空港マルチラテレーション導入評価請負	大阪航空局 保安部 管制技術課	上田 栄輔
準天頂衛星による高精度測位補正に関する技術開発	総合政策局 技術安全課	伊藤 憲
先端ICTを活用した安全・安心な交通システムの開発	総合政策局 技術安全課	米本 成人
CNS/ATMに関する研究に係る研修	(財) 航空交通管制協会	井上 諭
「準天頂衛星を利用した高精度位置実用化システム」に係る広域補強情報生成プログラムの概要説明	(財) 衛星測位利用推進センター	坂井 丈泰
ドップラーライダーによる研究に係る支援作業	北海道大学	山田 泉
LDA管制誘導方式に係るデータ解析手法の調査	DNV ビジネスアシュアランスジャパン	藤田 雅人
空域の安全性評価・監視に係る支援作業	(財) 航空交通管制協会	藤田 雅人
車載用ADS-B空中線パターン測定支援業務	東洋無線システム (株)	米本 成人
航空保安無線施設電波影響解析手法調査	航空局 管制保安部 管制技術課	横山 尚志
航空移動衛星業務の最適な衛星通信設定方法に関する解析業務	(財) 航空保安無線システム協会	住谷 泰人
新千歳空港マルチラテレーション整備予備設計技術支援	(株) 航空システムコンサルタンツ	宮崎 裕己
航空機搭載レーダー用空中線測定支援業務	アルウェットテクノロジー (株)	米本 成人
アンテナ干渉測定支援	(独) 宇宙航空研究開発機構	米本 成人
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)	蔭山 康太

## 6 共同研究

当研究所の平成21年度における共同研究は下記のとおりである。

実施領域	相手方	研究課題	契約期間
通信・航法・監視領域	(独) 情報通信研究機構	M S A Sにおける時刻管理とその応用に関する研究	H14. 11. 01 ~ H22. 03. 31
通信・航法・監視領域	(独) 宇宙航空研究開発機構	準天頂衛星を利用した高精度測位実験システムの研究	H15. 10. 29 ~ H23. 03. 31
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G N S S連続観測	H18. 10. 06 ~ H23. 03. 31
機上等技術領域	セレブラルダイナミクス(株)	カオス論的発話音声分析技術の応用と実用化に関する研究	H19. 05. 16 ~ H22. 03. 31
機上等技術領域	阿部産業	カオス論的発話音声分析装置の小型高性能化に関する研究	H19. 05. 19 ~ H22. 03. 31
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
機上等技術領域	(財) 空港環境整備協会	受動型SSR装置の研究開発	H20. 03. 18 ~ H22. 03. 31
通信・航法・監視領域	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 ~ H23. 03. 31
機上等技術領域	三菱重工業(株)名古屋航空宇宙システム製作所	メッシュ法による航空機用電磁波シールド窓の評価試験	H20. 04. 01 ~ H22. 03. 31
	(株) フジワラ		
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	H20. 07. 01 ~ H22. 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 ~ H23. 03. 31
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	H21. 03. 02 ~ H21. 06. 30
	(株) レンスター		
機上等技術領域	(財) 雑賀技術研究所	7 6 G H z 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	G B A S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	スプラディックE層のG N S Sへの影響評価に関する研究	H21. 03. 10 ~ H23. 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	東京大学	航空管制業務のモデル化	H20. 04. 01 ~ H23. 03. 31
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	日本信号(株)	レンズアンテナ特性の実現性に関する研究	H21. 07. 01 ~ H21. 09. 30
	(株) レンスター		
機上等技術領域	(株) I H I エアロスペース	滑走路上危険物検知用ミリ波レーダの研究	H21. 07. 14 ~ H23. 03. 31
機上等技術領域	芝浦工業大学	C E Mに及ぼす変動要因に関する検討	H21. 07. 21 ~ H22. 03. 31
	(財) 鉄道総合技術研究所		
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

実施領域	相手方	研究課題	契約期間
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	H21.10.01 ~ H22.03.31
	(株) レンスター		
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
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	H22.01.15 ~ H22.03.31

# 7 研究発表

(1) 第9回研究発表会（平成21年6月11日, 12日）

- |  |          |                                       |   |            |  |
|--|----------|---------------------------------------|---|------------|--|
| 1. 動態情報を用いる近接予測検出手法の評価                 | 航空交通管理領域 | 瀬之口 敦<br>福田 豊                         | 11. 積雪によるローカライザのコース偏位発生抑制法<br>について      | 機上等技術領域    | 横山 尚志<br>田嶋 裕久<br>朝倉 道弘<br>青森大学 中田 和一                              |
| 2. RNAV出発・到着経路の航跡解析                    | 航空交通管理領域 | 福田 豊<br>白川 昌之                         | 12. 航空機へ周辺航空機情報を送信するT I S - B           | 機上等技術領域    | 塩地 誠<br>小瀬木 滋<br>大津山卓哉<br>三垣 充彦                                    |
| 3. 広域航法運航に対する安全性評価のための一手法              | 航空交通管理領域 | 天井 治                                  | 13. 将来の航空監視技術と信号環境の変化                   | 機上等技術領域    | 小瀬木 滋<br>大津山卓哉<br>古賀 禎   |
| 4. 航空機性能データを用いた軌道モデル誤差推定               | 航空交通管理領域 | 白川 昌之<br>福田 豊<br>瀬之口 敦                | 研究長期ビジョンと今後の展望について                      | 研究企画統括     | 山本 憲夫  |
| 5. 北太平洋上の東行き最適経路の傾向について                | 航空交通管理領域 | 福島 幸子<br>福田 豊<br>住谷美登里                | 14. M S A S の性能向上について（その2）              | 通信・航法・監視領域 | 坂井 丈泰<br>松永 圭左<br>吉原 貴之<br>伊藤 実<br>星野尾一明                           |
| 6. S S RモードSによる地上局間識別番号の個別調整技術<br>について | 機上等技術領域  | 古賀 禎<br>上島 一彦                         | 15. 安全性解析のためのG B A Sプロトタイプに関する<br>研究の概要 | 通信・航法・監視領域 | 工藤 正博<br>藤井 直樹<br>福島荘之介<br>齊藤 真二<br>吉原 貴之<br>齋藤 享<br>山 康博<br>星野尾一明 |
| 7. S S RモードSによる航空機の動態情報の取得技術<br>について   | 航空交通管理領域 | 瀬之口 敦                                 |   |            |  |
| 8. 作業信頼性評価技術と有効性検証実験計画                 | 機上等技術領域  | 塩見 格一                                 |   |            |  |
| 9. 地対地通信と情報共有手法の実装に関する考察               | 機上等技術領域  | 金田 直樹<br>塩見 格一                        |   |            |  |
| 10. I L S G Pの近傍モニタによる遠方特性推定           | 機上等技術領域  | 田嶋 裕久<br>横山 尚志<br>朝倉 道弘<br>青森大学 中田 和一 |   |            |  |



16. GPS異常信号検出モニタアルゴリズムの検討  
 通信・航法・監視領域 齊藤 真二  
 福島荘之介  
 吉原 貴之  
 齋藤 享  
 工藤 正博  
 藤井 直樹
17. GBASのための磁気低緯度電離圏モデル  
 通信・航法・監視領域 齋藤 享  
 吉原 貴之  
 藤井 直樹  
 星野尾一明  
 工藤 正博  
 福島荘之介  
 齊藤 真二
18. 日本におけるGBASの電離層モニタ方式に関する検討  
 通信・航法・監視領域 吉原 貴之  
 齋藤 享  
 藤井 直樹  
 工藤 正博  
 福島荘之介  
 齊藤 真二
19. 準天頂衛星L1-SAIF実験局の性能確認  
 通信・航法・監視領域 坂井 丈泰  
 福島荘之介  
 伊藤 憲
20. シミュレータによるログオンストーム現象の解析  
 通信・航法・監視領域 住谷 泰人  
 石出 明
21. VDLモード2とVHF ACARSの通信性能比較  
 通信・航法・監視領域 北折 潤
22. 成田国際空港マルチラテレーション監視システムの  
 導入評価  
 企画課 林 一夫  
 通信・航法・監視領域 二瓶 子朗  
 宮崎 裕己  
 上田 栄輔  
 角張 泰之  
 機上等技術領域 古賀 禎  
 航空交通管理領域 青山 久枝  
 山田 泉
23. 車載型拡張スキッタ送信機の評価試験  
 通信・航法・監視領域 上田 栄輔  
 二瓶 子朗  
 宮崎 裕己  
 角張 泰之  
 企画課 林 一夫
24. 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  
 通信・航法・監視領域 二瓶 子朗  
 宮崎 裕己  
 角張 泰之  
 上田 栄輔  
 企画課 林 一夫
25. 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  
 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  
 航空交通管理領域 青山 久枝  
 山田 泉  
 企画課 林 一夫
26. A-SMGCシステム経路設定機能の開発  
 一推奨経路生成のための空港面地上走行のモデル化  
 その2—  
 航空交通管理領域 山田 泉  
 青山 久枝  
 通信・航法・監視領域 二瓶 子朗  
 宮崎 裕己  
 角張 泰之  
 機上等技術領域 古賀 禎

## (2) 所外発表

表題名	所内発表者(筆頭)	発表等年月日	発表機関・刊行物名 ※会議名などを記載のこと
Development of advanced flight operation procedures on Ground Based Augmentation Systems (GBASによる高度な運航方式の開発について)	工藤正博 藤井直樹 齋藤真二 齋藤享 武市昇 (名古屋大学)	2009年4月	日本航空宇宙学会 第40期講演会
分散認知に基づく管制官のチーム協調に関する研究	井上諭 青山久枝 空地裕介 (東京大学) 古田一雄 (東京大学) 菅野太郎 (東京大学) 中田圭一 (米国レディング大学)	2009年4月	日本航空宇宙学会第40期年会
Measurement of EM Field inside a Cruising Aircraft: Potential Problems for the Use of Mobile Phones on Board. (巡航中の航空機内における電磁界の測定-機内携帯電話システムに潜む問題について-)	河村暁子 米本成人 山本憲夫 Jonathan Picard (ENAC)	2009年4月	UWB-SP BOOK 9, Springer(出版社)
ENRIの研究長期ビジョンについて	長岡栄	2009年4月	日本航空宇宙学会誌vol. 57No. 663
Research Opportunities in the Synchronization of Arrival Traffic (到着機の交通同期に関する検討)	グウィグナー 福田豊 長岡栄	2009年4月	日本航空宇宙学会第40期年会
航空機に周囲の交通状況を知らせる技術 (TIS-B) などについて	塩地誠 小瀬木滋 大津山卓哉 三垣充彦	2009年4月	航空宇宙学会第40期講演会 (年会)
将来ATMと電子航法研究所	星野尾一明	2009年4月	日本航空宇宙学会第40期年会講演会
SI units in ACAS manual (ACASマニュアルにおけるSI単位系)	小瀬木滋	2009年4月	ICAO/ASP/ASSG第4回会議
Evaluation Results of Multilateration at Narita International Airport (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	2009年4月	ICAO航空監視パネル(ASP)ワーキング・グループ(WG)会議
Proposed Amendments to the ACAS Manual (Doc. 9863) April 09 Appendix G (ACASマニュアル改定案 2009年4月版付録G)	小瀬木滋 LM Loscos (DSNA) Chris Sweider (FAA) Wes Olson (FAA) Steve Palmer (FAA)	2009年4月	ICAO/ASP/WG第6回会議
ACAS MONITORING ACTIVITIES (ACAS運用監視活動)	小瀬木滋 LM Loscos (DSNA) Chris Sweider (FAA) Wes Olson (FAA) Steve Palmer (FAA)	2009年4月	ICAO/ASP/WG第6回会議
Fully Qualified Domain Name on Aeronautical IP network (航空IPネットワークにおける完全修飾ドメイン名の利用)	金田直樹	2009年4月	ICAO/ACP/WG-I 第9回会議
PERFORMANCE VISUALIZATION METHOD OF AIR TRAFFIC CONTROL TASKS FOR EDUCATIONAL PURPOSE WITH UTILIZING COGNITIVE SYSTEMS SIMULATION	狩谷大輔 (東北大学) 高橋信 (東北大学) 古田一雄 (東京大学) 青山久枝	2009年4月	15thISAP(国際航空心理学シンポジウム)
航空無線航法用周波数の信号環境	大津山卓哉	2009年5月	航空無線 59号
地上補強型衛星航法システムに対するプラズマパールの影響	齋藤享 藤井直樹 吉原貴之	2009年5月	日本地球惑星科学連合2009年大会
Painted Styrene Radome for Foreign Objects and Debris Detection Radar in W-band (W帯異物落下物検出レーダのための塗装したスチレンレドーム)	米本成人 河村暁子 松崎元治 ((株) レンスター)	2009年5月	IEEE RadarCon 2009
第48次南極地域観測隊越冬報告	新井直樹	2009年5月	航空管制 2009-No. 3 (5月号)
航空路管制業務を想定したレーダ管制卓用CPDLC ユーザ・インタフェースの開発に関して	塩見格一	2009年5月	航空管制2009年5月号
詳解テクノロジー・セミナー GPSのしくみ(前編)	坂井丈泰	2009年5月	日経NETWORK(日経BP社)
ATM/CNSに関するENRIワークショップの報告	長岡栄	2009年5月	航空管制 2009-No. 3 (5月号) (注: 幹事からの依頼による)
平成19.20年度「航空機内の電磁干渉障害に関する調査」報告書	米本成人 河村暁子	2009年5月	国土交通省航空局航空機安全課
オーロラから探る地球環境～北極と南極からの報告～	新井直樹	2009年5月	三鷹ネットワーク大学 特別セミナー
航空管制コミュニケーションにおける意図の共有に関する実験研究	島袋靖弘 (東北大学) 狩川大輔 (東北大学) 高橋信 (東北大学) 若林利男 (東北大学) 青山久枝	2009年5月	第54回ヒューマンインターフェース学会研究会
森林浴の抗疲労効果の検証	倉恒弘彦 (関西福祉科学大学) 川瀬裕美 (関西福祉科学大学) 田島世貴 (関西福祉科学大学) 塩見格一	2009年5月	第5回日本疲労学会総会・学術集会

表題名	所内発表者(筆頭)	発表等年月日	発表機関・刊行物名 ※会議名などを記載のこと
Simulation Analysis of UPRs of TRACK 1 (トラック1のUPRのシミュレーション解析)	福島幸子 福田豊	2009年5月	THE THIRTIETH MEETING OF THE INFORMAL PACIFIC ATC COORDINATING GROUP (IPACG/30) (第30回太平洋航空管制調整グループ会議)
電子航法研究所における研究長期計画	山本憲夫	2009年5月	第2回将来の航空交通システムに関する研究会(研究機関の対応に関するヒアリング資料)
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	蔭山康太	2009年5月	日本航海学会第120回講演会・研究会(航空宇宙研究会)
Is Gaussian distribution appropriate for the distribution model for RNP aircraft (正規分布はRNP機のTSE分布モデルとして適当だろうか?)	藤田雅人	2009年5月	ICAO SASP/WGWHL/15
空港面のモードS拡張スキッタ信号環境	小瀬木滋	2009年5月	総務省情報通信審議会 情報通信技術分科会 航空無線通信委員会 航空監視システム作業班第7回会合
Collaboration on R&D (研究開発の協力)	福田豊	2009年5月	The Sixth Meeting of the Harmonization of Future Air Transportation System Working Group
RDPデータ解析によるATFM評価手法の考察について	木村章	2009年5月	第6回航空交通管理業務検討委員会
詳解テクノロジー・セミナー GPSのしくみ(後編)	坂井丈泰	2009年6月	日経NETWORK(日経BP社)
航空管制	山本憲夫	2009年6月	東京大学イノベーション研究会「航空技術・政策・産業特論」
GNSS進入の導入による欠航の回避とその効果	坂井丈泰	2009年6月	日本航空宇宙学会誌vol. 57No. 665
電子航法研究所における取り組みについて	後藤勝行	2009年6月	文部科学省 航空科学技術委員会
航空無線通信委員会報告	小瀬木滋	2009年6月	総務省情報通信審議会 情報通信技術分科会 航空無線通信委員会
長時間にわたる夜間トラック運転時におけるドライバーの心身状態の評価	今西明(関西学院大学) 雄山真弓(大阪大学) 塩見格一	2009年6月	日本人間工学会第50回記念大会
色のイメージの与えるストレスの定量的な評価手法	塩見格一 佐藤清(鉄道総研) 澤貢(鉄道総研) 水上直樹(鉄道総研) 鈴木綾子(鉄道総研) 饗庭武史(芝浦工業大学) 田中博(芝浦工業大学) 古川修(芝浦工業大学)	2009年6月	日本人間工学会第50回記念大会
注意力の喪失や過労に起因するミスの発生を防ぐ安全技術の開発について	塩見格一	2009年6月	第14回Future of Radiology
Evaluation Plan for Wide Area Multiateration at ENRI (電子航法研究所における広域マルチラテレーションの評価計画)	宮崎裕己	2009年6月	ICAO 航空監視パネル(ASP)第7回技術作業部会(TSG)会議
GBAS入門(その2)VHFデータ伝送	福島荘之介	2009年6月	航空無線 2009 第60号(夏期)
先進型地上走行誘導管制(A-SMGC)システムの開発	二瓶子朗	2009年6月	航空無線 2009 第60号(夏期)
A Study on Knowledge Management based on Distributed Cognition in ATC	井上諭	2009年6月	Imperial College CTS 研究交流セミナー
Global Distribution and Characteristics of intense lightning discharges as deduced from ELF transients observed ad Moshiri(Japan) (母子里でのELFとランジェントを用いた世界雷分布)	山下幸三(電気通信大学) 芳原容英(電気通信大学) 関口美菜子(電気通信大学) 松戸悠(電気通信大学) 早川正士(電気通信大学) V.korepanov(National academy of Science and National Space Agency of Ukraine) 大津山卓哉	2009年7月	Journal of Atmospheric Electricity
Recent Models in the Analysis of Air Traffic Flow. Aeronautical and Space Sciences Japan.	クラウド・グウィグナー	2009年7月	日本航空宇宙学会誌 Vol.1. 57 No. 666
発話音声から発話者の作業信頼性を評価するために	塩見格一	2009年7月	航空人間工学会部会 第91回例会
空地データリンク技術	北折潤	2009年7月	日本航空宇宙学会誌 Vol.1. 57 No. 666
航空交通流の解析における最近のモデル	グウィグナー 長岡榮	2009年7月	日本航空宇宙学会誌 Vol.1. 57 No. 666
GBASプロトタイプの開発状況について	工藤正博	2009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
ババは南極へ行った ～第48次南極観測隊48日間の越冬生活～	新井直樹	2009年7月	三育学院大学
アムステルダム滞在記	伊藤恵理	2009年7月	航空管制 2009-No. 4
平成21年度(第9回)電子航法研究所研究発表会の報告	福田豊 半田大治郎	2009年7月	航空管制 2009-No. 4
1030/1090MHz Signal Environment Measurement Activities in Japan- Attachment (日本における1030/1090MHz信号環境測定活動 一付録)	小瀬木滋 白井範和(国土交通省航空局)	2009年7月	APANPIRG CNS/MET-SG 第13回会議

表題名	所内発表者(筆頭)	発表等年月日	発表機関・刊行物名 ※会議名などを記載のこと
Activities on JTIDS FCA in Japan - Update 2009 (日本におけるJTIDS運用協定関連の活動-2009年)	小瀬木滋	2009年7月	PJCC(Pacific JTIDS/MIDS Coordination Committee)
Current research activities of ENRI for GNSS (電子航法研究所のGNSSについての研究活動状況)	齋藤亨 工藤正博	2009年7月	アジア太平洋経済協力(APEC)GNSS整備チーム(GIT)第13回会議
GBASのシステム概要とVHFデータ伝送	福島荘之介	2009年7月	航空振興財団 航法小委員会
Update on GNSS implementation activities in Japan	工藤正博 宇都宮通信(国土交通省航空局)	2009年7月	APEC 第13回GNSS実施チーム会合
TIS-BからSSRへの信号干渉の分析	小瀬木滋 大津山卓哉 塩地誠 三垣充彦	2009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
地上型補強システム基準局アンテナの設置位置に関する一検討	福島荘之介 吉原貴之	2009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
A-SMGCシステムの監視機能の開発	古賀禎 二瓶子朗 宮崎裕己 角張泰之	2009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
Development of QUZZ L1-SAIF Augmentation Signal	坂井丈泰 福島荘之介 伊藤憲	2009年8月	ICCAS-SICE 2009
長時間にわたる夜間トラック運転時におけるドライバーの脈拍数の検討	今西明(関西学院大学) 雄山真弓(大阪大学) 塩見格一	2009年8月	日本心理学会第73回大会
ATMにおける機上監視の位置づけ	小瀬木滋	2009年8月	日本航空宇宙学会誌 Vol.57 No.667
Modeling of Human Pilot Landing Approach Control Using Stochastic Switched ARX (SS-ARXを用いた人間パイロットのアプローチ着陸操縦のモデル化)	森亮太 鈴木真二(東京大学)	2009年8月	AIAA・AIAA Modeling and Simulation Technologies Conference
南極から帰ってきました～越冬隊員のおはなし～	新井直樹	2009年8月	三鷹ネットワーク大学 夏休み!子供科学ウィーク
航空管制分野における教育・訓練支援を目的としたタスク処理効率の可視化に関する研究	青山久枝 狩川大輔(東北大学) 金田知剛(東北大学) 高橋信(東北大学) 古田一雄(東京大学)	2009年8月	ヒューマンインターフェース学会論文誌8月号特集「技能や技術の伝承とヒューマンフェース」
航空移動無線のデジタル伝送特性の評価	角田岳志(千葉工業大学) 小園茂(千葉工業大学) 北折潤	2009年8月	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会
Galileo実信号に対する測距精度評価	藤田征吾 藤井直樹 伊藤実	2009年8月	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会(SANE)
Cognitive Mode of Cooperation in En-Route Air Traffic Control	古田一雄(東京大学) 空地裕介(東京大学) 菅野太郎(東京大学) 狩川大輔(東北大学) 高橋信(東北大学) 井上諭 青山久枝	2009年9月	ESREL 2009(European Safety and Reliability Association Conference)
Team Cognitive Process Analysis of Air Traffic Controllers as Distributed Cognition	井上諭 青山久枝 空地裕介(東京大学) 古田一雄(東京大学) 菅野太郎(東京大学) 中田圭一(英国レディング大学)	2009年9月	ESREL 2010(European Safety and Reliability Association Conference)
航空路管制業務における管制官のチーム認知モデルに関する研究	井上諭 青山久枝 古田一雄(東京大学) 空地裕介(東京大学) 菅野太郎(東京大学)	2009年9月	ヒューマンインターフェースシンポジウム2009
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Ⅲ(2)	青山久枝 狩川大輔(東北大学) 飯田裕康(東北大学)	2009年9月	ヒューマンインターフェースシンポジウム2009
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Ⅲ(1) -認知シミュレータを用いたパフォーマンス分析手法-	青山久枝 狩谷大輔(東北大学) 高橋信(東北大学) 古田一雄(東京大学)	2009年9月	ヒューマンインターフェースシンポジウム2009
発話音声による業務負荷量計測手法	塩見格一	2009年9月	ヒューマンインターフェースシンポジウム2009
Research Activities and Products of ENRI/Other Topics of Japan	平澤愛祥 山本憲夫 塩見格一 米本成人 河村暁子 二ツ森俊一 福田豊 瀬之口敦 船引浩平(宇宙航空研究開発機構) 井之口浜木(宇宙航空研究開発機構)	2009年9月	第6回FAA Safety Forum

表題名	所内発表者(筆頭)	発表等年月日	発表機関・刊行物名 ※会議名などを記載のこと
PZ(Z)数値計算	藤田雅人	2009年9月	電子航法研究所内打合せ
Evaluation Plan for Wide Area Multilateration at ENRI (電子航法研究所における広域マルチラテレーション評価計画)	宮崎裕己	2009年9月	ICAO 航空監視パネル(ASP)第7回ワーキング・グループ(WG)会議
Study of effects of the plasma bubble on GBAS by a three-dimensional ionospheric delay model (3次元電離圏遅延モデルを用いたGBASに対するプラズマバブルの影響の研究)	齋藤亨 吉原貴之 藤井直樹	2009年9月	ION GNSS 2009
PPP based on GR Models with Estimating Tropospheric and Ionospheric Delays (電離圏・対流圏遅延の推定を用いたGRモデルに基づく精密単独測位)	西川和宏 (立命館大学) 久保幸弘 (立命館大学) 杉本末雄 (立命館大学) 藤田征吾	2009年9月	ION GNSS 2009
Chaotic Voice Analysis Method for Human Performance Monitoring (人間の健全性監視のためのカオス論的音声分析手法)	塩見格一	2009年9月	European Safety and Reliability Association(欧州安全・信頼性学会)
Millimeter-Wave Wideband FM-CW Radar for Runway Debris Sensing (滑走路上下物検知用ミリ波広帯域FM-CWレーダ)	河村曉子 ニッ森俊一 米本成人	2009年9月	IRS(International Radar Symposium)2009
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	住谷泰人 小川恭孝 (北海道大学)	2009年9月	2009年電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集
A-SMGCシステムの誘導機能の開発	豊福芳典 (交通安全環境研究所) 青木義郎 (交通安全環境研究所) 二瓶子朗	2009年9月	2009年電子情報通信学会ソサイエティ大会
先進型地上走行誘導管制(A-SMGC)システムの開発	二瓶子朗 宮崎裕己 古賀禎 青山久枝 角張泰之 山田泉 豊福芳典 (交通安全環境研究所) 青木義郎 (交通安全環境研究所)	2009年9月	2009年電子情報通信学会ソサイエティ大会
準天頂衛星による高精度測位補正実験システム(その2)	伊藤憲 坂井丈泰 福島荘之介	2009年9月	2009年電子情報通信学会ソサイエティ大会
拡張スキッタを使用するTIS-B装置の開発	大津山卓哉 小瀬木滋 塩地誠 三垣充彦	2009年9月	2009年電子情報通信学会ソサイエティ大会
SSRの質問信号に発生するマルチパス反射	小瀬木滋 大津山卓哉 古賀禎	2009年9月	2009年電子情報通信学会ソサイエティ大会
W帯レーダ用超広角反射器つきアンテナ	河村曉子 米本成人 松崎元治 ((株)レンスター)	2009年9月	2009年電子情報通信学会ソサイエティ大会
光ファイバ接続型受動監視システムの開発—モードスキッタ信号プリアンプル検出手法の考察—	角張泰之 古賀禎 二瓶子朗 宮崎裕己 上田栄輔	2009年9月	2009年電子情報通信学会ソサイエティ大会
ATM <sup>+</sup> フォーカスの研究について(遅延時間の解析例)	蔭山康太	2009年9月	航空管制 2009-No. 5
MLAT and HMU in Japan (日本におけるMLATとHMU)	小瀬木滋	2009年9月	MNWG-FCEG/SASWG
動態情報を用いる近接予検出手法の評価	瀬之口敦 福田豊	2009年9月	航空無線第61号(2009秋)
電子航法研究所の研究長期ビジョンと今後の展望	山本憲夫	2009年9月	航空無線第61号(2008秋)
①平成21年度電子航法研究所研究発表会について ②SSRモードSによる航空機の動態情報の取得技術について ③衛星航法システムMSASの性能向上 ④GBAS入門その3	後藤勝行 古賀禎 坂井丈泰 福島荘之介	2009年9月	航空無線第61号(2009秋)
航空交通の安全を支える技術	長岡栄	2009年9月	J R 東日本「信号テクニカルセミナー」
Speed Control for Airborne Separation Assistance in Continuous Descent Arrivals (CDAの実現に向けた機体間隔離持を支援する速度制御)	伊藤恵理 Mariken Everdij (オランダ航空宇宙研究所) Bert Bakker (オランダ航空宇宙研究所) Petre Van der Geest (オランダ航空宇宙研究所) Henk Blom (オランダ航空宇宙研究所)	2009年9月	9th AIAA Aviation Technology, Integration and Operations Conference (ATIO)Conference
Change Proposal to ACAS Manual(Doc.9863) in the light of operational experience (運用モニタリングによるACASマニュアル(Doc.9863)の改訂提案)	住谷泰人 小瀬木滋	2009年9月	ICAO ASP WG 第7回会議

表題名	所内発表者(筆頭)	発表等年月日	発表機関・刊行物名 ※会議名などを記載のこと
Change Proposals to the ACAS Manual (Doc9863) related to editorial changes and the use of SI units (編集上の訂正とSI単位系の使用に関するACASマニュアル(Doc9863)への改訂要求)	小瀬木滋	2009年9月	ICAO ASP/WG 会議
Preliminary RA Downlink Evaluations with the ENRI SSR mode S (ENRI SSRモードSを用いたRAダウンリンクの予備評価)	小瀬木滋 古賀禎 住谷泰人 大津山卓哉 臼井範和 (国土交通省航空局)	2009年9月	ICAO ASP/WG 会議
Squencing Strategies for a Japanese Arrival Flow. Preliminary Results (日本到着の流れのための戦略シーケンス。予備的な結果)	グウィグナー 長岡栄	2009年9月	AIAA Aviation Technology, Intrgration and Operations Conference (ATIO)
Modeling Vertical Structure of Ionosphere for SBAS	坂井丈泰 吉原貴之 齋藤亨 松永圭左 星野尾一明 Todd Walter (スタンフォード大学)	2009年9月	ION GNSS 2009(米国航法学会GNSS会議)
Inconsistency of values when using SI unit between ACAS manual and Annex 10 Volume IV (SI単位系を使う際のACASマニュアルとAnnex10の記載の不整合について)	小瀬木滋 Eric Potie (EUROCONTROL)	2009年9月	ICAO ASP/WG 会議
Additional change requests after the results of ASP/WG7 meeting (第7回ASP/WG会議の結果に応じた追加の改定要求)	小瀬木滋	2009年9月	ICAO ASP/WG 会議
Suppression mechanism of the pre-reversal enhancement related with pre-sunset counter electrojet (日没前西向きジェット電流とpre-reversal enhancement制御メカニズム)	上本純平(情報通信研究機構) 丸山 隆(情報通信研究機構) 吉村玲子(北里大学) 齋藤亨	2009年9月	地球電磁気・地球惑星圏学会第126回講演会
南極昭和基地への新型FMCWイオノゾンデ導入と電離層定常観測の今後	久保田実(情報通信研究機構) 石井守(情報通信研究機構) 野崎憲朗(情報通信研究機構) 中本廣(情報通信研究機構) 丸山隆(情報通信研究機構) 加藤久雄(情報通信研究機構) 土屋茂(情報通信研究機構) 梅津正道(情報通信研究機構) 福島公子(情報通信研究機構) 川淵謙一((株)三光社) 石垣義教((株)三光社) 武田裕介((株)三光社) 齋藤亨	2009年9月	地球電磁気・地球惑星圏学会第126回講演会
衛星シンチレーションとHFドップラから求めた2008年6月9日昼間の強いEs擾乱波面の構造	富澤一郎(電気通信大学) 後藤史織(電気通信大学) 今井慧(電気通信大学) 内山孝(電気通信大学) 齋藤真二	2009年9月	地球電磁気・地球惑星圏学会2009年秋季講演会
Architecture for Harmonizing Manual and Automatic Flight Controls (手動と自動の飛行制御を協調させる設計概念)	伊藤恵理 鈴木真二(東京大学)	2009年10月	Journal of Aerospace Computing, Information and Communication American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA)
RNAV平行経路の最小経路間隔の一推定方法	天井治	2009年10月	①日本航海学会第121回講演会 ②日本航海学会論文集
第48次南極地域観測隊において実施された南極氷床におけるGPS通年観測	新井直樹 伊藤実 土井浩一郎(国立極地研究所) 青山雄一(国立極地研究所)	2009年10月	第29回極域地学シンポジウム
Oceanic Air Traffic Control based on Space - Time Division Multiple Access (空間・時間分割多元接続方式による洋上航空交通管制)	北折潤 Ho Dac Tu(早稲田大学) Park Jingyu(早稲田大学) 嶋本薫(早稲田大学)	2009年10月	The 28th Digital Avionics Systems Conference
RESULTS OF VALIDATION OF SSR MODE S INTERROGATOR IDENTIFIER CODE COORDINATION TECHNIQUE (モードS地上局識別番号調整技術の実験による検証結果について)	古賀禎 上島一彦	2009年10月	28th Digital Avionics Systems Conference
Estimation of the Ratio of Aircraft Applying Strategic Lateral Offset Procedures (SLOP) (SLOPを適用している航空機の比率の推定)	森亮太	2009年10月	Federal Aviation Administration・IPACG/31
Simulation Analysis of UPRs of TRACK 1 with Restitutions (トラック1の制限付きUPRの解析)	福島幸子 福田豊 住谷美登里	2009年10月	THE THIRTIETH MEETING OF THE INFORMAL PACIFIC ATC COORDINATING GROUP (IPACG/30) (第30回太平洋航空管制調整グループ会議)
航空機と乗客が持ち込む電子機器間の電磁干渉問題、および最近の研究動向	米本成人	2009年10月	航空振興財団航法小委員会



表題名	所内発表者(筆頭)	発表等年月日	発表機関・刊行物名 ※会議名などを記載のこと
技術開発と評価試験	藤井直樹	2009年10月	航空保安大学校第60回総合特別研修
航空航空管理における軌道管理と軌道予測モデル	白川昌之 福田豊 瀬之口敦	2009年10月	航空振興財団 航空管制システム小委員会
Broad Band RF Module of Millimeter Wave Radar Network for Airport FOD Detection System (空港異物落下物検出システムのためのミリ波レーダネットワークの広帯域無線モジュール)	米本成人 河村暁子 ニッ森俊一 上保徹志 (雑賀技術研究所) アレクサンドル・サイヤール (ENAC)	2009年10月	IEEE Radar2009
Current Major researches in ENRI Japan for Seamless Sky -For Prosperity of Air Transportation in Asia & Pacific Region-	山本憲夫 中坪克行 平澤愛祥 福田豊 工藤正博	2009年10月	DGCAショートセミナー 「Current Major researches in ENRI Japan for Seamless Sky」
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	2009年10月	日本航海学会 第121回 秋期講演会・研究会
GBASの研究開発の状況について	工藤正博 福島荘之介	2009年10月	新たな進入方式導入に向けた 調査・研究検討WG第2回 会合
A Performance Comparison between VDL Mode 2 and VHF ACARS by Protocol Simulator (プロトコルシミュレータによるVDLモード2とVHF ACARSの性能比較)	北折潤	2009年10月	The 28th Digital Avionics Systems Conference
ANALYSIS OF DOWNLINK AIRCRAFT PARAMETERS MONITORED BY SSR MODE S IN ENRI (ENRIのSSRモードSによりモニタした動態情報の解析について)	瀬之口敦 古賀禎	2009年10月	28th Digital Avionics Systems Conference
On Required Distance to Absorb Meter Delays (メタリングによる遅延吸収のための必要距離)	グウィグナー	2009年10月	CEAS European Air & Space Conference
RA Downlink Studies in JAPAN (日本におけるRAダウンリンクに関する研究)	小瀬木滋 古賀禎 住谷泰人 大津山卓哉	2009年10月	RA Downlink Workshop
A Methodology of Estimating Safe Minimum Route Spacing for RNAV-Approved Aircraft (RNAV承認機に対する最小経路間隔の推定方法)	天井治	2009年10月	13thIAIN(国際航法学会) World Congress
Evaluation Results of Multilateration at Narita International Airport (成田国際空港におけるマルチラテーションの評価結果)	宮崎裕己 古賀禎 上田栄輔 山田泉 角張泰之 二瓶子朗	2009年10月	第13回IAIN World Congress
Review on the flight path data format broadcasted by GBAS ground systems and discussions on possible enhancement of its descriptions for future air traffic operations (GBASの放送する経路情報とその拡張可能性について)	工藤正博 齋藤享 齋藤真二 藤田征吾 藤井直樹 武市昇 (名古屋大学)	2009年11月	第47回飛行機シンポジウム
二次監視レーダ(SSR)モードSによる航空機の動態情報	古賀禎 瀬之口敦 上島一彦 宮崎裕己	2009年11月	第47回飛行機シンポジウム
環境負荷を低減する進入経路の管制適応性	武市昇 (名古屋大学) 稲波大悟 (名古屋大学) 工藤正博	2009年11月	第47回飛行機シンポジウム
Analysis of RNAV Departures and Arrivals Using Track Data (航跡データによるRNAV出発到着経路の解析)	福田豊 白川昌之	2009年11月	2009 Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology
Improved Airborne Spacing Control for Trailing Aircraft (後続航空機の機体間隔制御の改善)	伊藤恵理 Peter van der Geest (オランダ航空宇宙研究所) Henk Blom (オランダ航空宇宙研究所)	2009年11月	2009 Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology
GPSを用いた南極氷床氷厚変化計測の試み	土井浩一郎 (国立極地研究所) 青山雄一 (国立極地研究所) 澁谷和雄 (国立極地研究所) 新井直樹	2009年11月	日本測地学会第112回講演会
GPS通年観測による難局氷床の流動測定	新井直樹 伊藤実 土井浩一郎 (国立極地研究所) 青山雄一 (国立極地研究所)	2009年11月	第32回極域汽水圏シンポジウム
Long Baseline GNSS Relative Positioning with Estimating Zenith Delays of Ionosphere and Troposphere (準天頂方向の電離層・対流圏遅延の推定を用いた長基線GNSS相対測位)	柳瀬友裕 (立命館大学) 久保幸弘 (立命館大学) 杉本末雄 (立命館大学) 藤田征吾	2009年11月	International Symposium on GPS/GNSS 2009
認知シミュレータを用いた航空路管制業務における認知的負荷の可視化に関する研究	狩川大輔 (東北大学) 金田知剛 (東北大学) 高橋信 (東北大学) 古田一雄 (東京大学) 青山久枝	2009年11月	計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会2009
電子航法研究所の研究長期ビジョン	山本憲夫	2009年11月	航空保安大学校 特別講義資料

表題名	所内発表者(筆頭)	発表等年月日	発表機関・刊行物名 ※会議名などを記載のこと
Horizontal Nominal trajectory Model and Distributin Model for OR25 (OR25のための名目水平航跡モデルと分布モデル)	藤田雅人	2009年11月	ICAO/ SASP/WG/WHL/16
The 1st Edition of TOPAZ ASAS-TBS Specification (TOPAZ ASAS-TBS仕様書第1版)	伊藤恵理	2009年11月	オランダ航空宇宙研究所・TOPAZ Specification
トラジェクトリ管理って何だろう (その2) - トラジェクトリ予測機能 -	福田豊	2009年11月	航空管制 2009-No6
Standard Threat Model Used in GAST D Iono Monitoring Validation (GAST-D電離圏モニタにおける標準脅威モデルの検証)	S. Pullen (stanford大学) T. Murphy (ボーイング社) M. Harris (ボーイング社) 齋藤享 吉原貴之	2009年11月	国際民間航空機関(ICAO)航法システムパネル(NSP) WG1/CSG(高カテゴリサブグループ)
Japanese Research and Development Status Concerning GBAS (日本のGBASに関する研究開発状況)	吉原貴之 齋藤享 吉村源 (国土交通省航空局)	2009年11月	国際民間航空機関(ICAO)航法システムパネル(NSP) WG1/CSG(高カテゴリサブグループ)
Identifying the Ratio of Aircraft Applying SLOP by Statistical Modeling of Lateral Deviation (統計的横方向逸脱量のモデル化を用いたSLOP適用航空機比率の同定)	森亮太	2009年11月	日本航空宇宙学会・Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences
IIS Glide Slope(GS) Path Characteristics Analysis for Paved GS Reflection Area (GS反射面の舗装によるパス特性解析)	横山尚志 中谷泰欣 (国土交通省航空局) 吉村源 (国土交通省航空局)	2009年11月	ICAO NSP
Name resolution without root servers (ルートサーバによらない名前解決)	金田直樹 マーク・ブラウン (沖電気工業)	2009年11月	ICAO本部
Modeling of Pilot Landing Approach Control Using Stochastic Switched Linear Regressin Model (スイッチング線形回帰モデルを用いたパイロットの着陸アプローチ操縦のモデル化)	森亮太 鈴木真二 (東京大学)	2009年11月	AIAA・Journal of Aircraft
The Method to Indentify the ratio of aircraft applying SLOP (SLOPを適用している航空機の比率同定手法)	森亮太	2009年11月	電子情報通信学会・WSANE2009
A-SMGCシステムの開発動向について	二瓶子朗	2009年11月	第47回飛行機シンポジウム
インテグリティ保証のためのGBASプロトタイプの開発	福島荘之介 工藤正博 齋藤真二 吉原貴之 齋藤享 藤田征吾 梶野尾一明 藤井直樹	2009年11月	第47回飛行機シンポジウム
A-SMGCシステム経路設定機能の開発 - 経路設定インターフェイス装置の管制官評価 -	角張泰之 二瓶子朗 山田泉 青山久枝 古賀禎 宮崎裕己	2009年11月	第47回飛行機シンポジウム
A-SMGCシステム経路設定機能の開発 - 大規模空港に対応した空港面地上走行のモデル化 -	山田泉 二瓶子朗 青山久枝 角張泰之 宮崎裕己 古賀禎	2009年11月	第47回飛行機シンポジウム
航空機窓用シールド材の性能評価	米本成人 河村暁子 二ッ森俊一 磯崎栄寿 小栗和幸 (三菱重工業) 岡田克人 (フジワラ)	2009年11月	第47回飛行機シンポジウム
Anaysis of UPR efficiency with restriction (制限によるUPRの効果の解析)	福島幸子 福田豊 住谷美登里	2009年11月	2009 Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology (APISAT-2009) (2009年アジア太平洋航空技術国際シンポジウム)
Data and Queueing Analysis of a Japanede Arrival Flow (日本の到着流のデータとキューイングの分析)	グィグナー 木村章 長岡栄	2009年11月	Asia-Pacific Internatinal Symposium (APISAT2009)
Development of TIS-B system using 1090MHz extended squitter (拡張スキッタを使用するTIS-B装置の開発)	大津山卓哉 小瀬木滋 塩地誠 三垣充彦	2009年11月	WSANE2009
Overview of Trends in ATM Research	長岡栄	2009年11月	Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology
研究所研究長期ビジョン作成と今後の活動	山本憲夫	2009年11月	第47回飛行機シンポジウム
情報システムの冗長性に関する一考察	金田直樹 塩見格一 板野賢	2009年11月	第47回飛行機シンポジウム
飛行距離における予測性の解析手法の検討	蔭山康太 福田豊	2009年11月	第47回飛行機シンポジウム
分散認知に基づく管制官の知識構造化フレームワークに関する研究	井上諭 青山久枝 塩見格一 中田圭一 (英国レディング大学)	2009年11月	第47回飛行機シンポジウム

表題名	所内発表者(筆頭)	発表等年月日	発表機関・刊行物名 ※会議名などを記載のこ
Ionospheric data sharing plan in Asia-Pacific region (アジア太平洋地域における電離圏データ共有に向けた計画)	齋藤享 吉原貴之	2009年11月	国際GBAS作業グループ(IGWG)第10回会議
Three-dimensional ionospheric delay model with plasma bubbles for GBAS (GBASのためのプラズマバブルを考慮した3次元電離圏モデル)	齋藤享 吉原貴之	2009年11月	国際GBAS作業グループ(IGWG)第10回会議
航空衛星通信システムの現状と将来動向	住谷泰人	2009年11月	第47回飛行機シンポジウム 講演集
ATMシステムパフォーマンスの試行解析(2008年データ)	蔭山康太 福田豊	2009年11月	ATM高度化ワーキンググループ
航空機管制・航法におけるリスクの考え方	長岡栄	2009年11月	リスクベース設備管理研究委員会
航空管制における将来課題	福田豊	2009年11月	第52回自動車制御連合講演会
第48次南極地域観測越冬報告～昭和基地の気象観測～	新井直樹	2009年11月	航空気象委員会
QZSS L1-SAIF信号の概要	坂井丈泰	2009年11月	GPS/GNSSシンポジウム2009
デジタル受信機を用いたプラズマバブルの広域監視	齋藤享	2009年11月	中間圏・熱圏・電離圏研究会
若手に勉める本一仕事に役立つインテリジェンス	小瀬木滋	2009年12月	電子情報通信学会 通信ソサエティマガジンNo. 11
ACAS情報	小瀬木滋 進藤達実 (航空交通管制協会)	2009年12月	協会機関誌InSite
航空管制システムの今後の展開と課題	長岡栄	2009年12月	電子情報通信学会誌
Galileo試験衛星GIOVE-A/Bの実信号に対する測距誤差の評価	藤田征吾	2009年12月	GPS/GNSSシンポジウム2009
ILS gs Near Field Monitor to estimator Far Field (ILS GSの近傍モニタによる遠方特性推定)	横山尚志 田嶋裕久	2009年12月	電子情報通信学会
受動型SSR「スカイゲイザー」のWWW-URL紹介	吉野亨二 (空港環境整備協会) 塩見格一 瀬之口敦	2009年12月	財団法人 空港環境整備協会の管理するホームページ
発話音声に対する母音および子音の影響に関する調査	佐藤清 塩見格一 鈴木綾子 (鉄道総研) 澤貢 (鉄道総研) 高橋征三 (日本女子大学) 杉山哲司 (日本女子大学)	2009年12月	日本人間工学会関東支部 第39回大会
発話音声から算出する覚醒度評価指標値の誤差と信頼性	塩見格一	2009年12月	日本人間工学会関東支部 第39回大会
Jpan's Trajectory Model (日本のトラジェクトリモデル)	福田豊	2009年12月	The seventh Meeting of the Harmonization of Future Air Transportation Systems Working Group, JCAB, FAA and JPDO (将来航空交通システムの調和に関するベ尾国連邦航空局及びJPDOとの第7回検討会議)
航空用GNSSの動向と標準化	星野尾一明	2009年12月	日本航空宇宙工業会(SJAC) 第58回ISO宇宙機(SC-14)国際規格委員会
関西国際空港マルチラテレーション導入評価請負報告書	上田 栄輔 宮崎裕己 二瓶子朗 角張泰之 古賀禎 山田泉 長谷川努	2009年12月	国土交通省大阪局
第9回国際GBAS作業部会会合(I-GWG/9)概要報告	吉原貴之	2009年12月	ATEC第3回新たな進入方式導入に向けた調査・研究WG会議
NEXTOR出張報告	蔭山康太	2009年12月	ATM高度化サブワーキンググループ
Examples of ATM Performance Review in Japan(2008)	蔭山康太 福田豊	2009年12月	Performance Review Unit
An Example of Predictability Study for Flight Distance	蔭山康太 福田豊	2009年12月	Performance Review Unit
安全運航支援技術の開発について(ADS-B, TIS-B, FIS-B等)	*塩地誠 大津山卓哉 小瀬木滋 三垣彦彦 米本成人	2009年12月	平成21年度ヘリコプターIFR等飛行安全研究会第6回
空域設計と安全管理システム	藤田雅人	2009年12月	電子情報通信学会 安全性研究会(電子情報通信学会技術研究報告)
航空航法における衛星航法の利用と電離圏の影響	齋藤享 坂井丈泰 松永圭左 吉原貴之	2009年12月	宇宙天気ユーザーズフォーラム
計器による着陸	田嶋裕久	2009年12月	丸善「飛行機の百科事典」
飛行機の百科事典「航空路の管制」	青山久枝	2009年12月	丸善「飛行機の百科事典」
管制情報処理システム	福田豊	2009年12月	丸善「飛行機の百科事典」
航空路を作る無線標識	山本憲夫	2009年12月	丸善「飛行機の百科事典」
「飛行機の百科事典」Phase 6巡航 10. 航空路の監視システム	小瀬木滋	2009年12月	丸善「飛行機の百科事典」
全世界的航法衛星システム(GNSS)	坂井丈泰	2009年12月	丸善「飛行機の百科事典」
航空交通管理と航空交通業務(航空管制)	長岡栄	2009年12月	丸善「飛行機の百科事典」
管制間隔	長岡栄	2009年12月	丸善「飛行機の百科事典」
将来の航空交通管理システム	長岡栄	2009年12月	丸善「飛行機の百科事典」
航空灯火	長岡栄	2009年12月	丸善「飛行機の百科事典」
ATNの最新の動向について (OSIからIPSへ)	板野賢	2010年1月	航空無線2009冬号
航空機の衝突リスク評価における論理的背景	長岡栄	2010年1月	日本信頼性学会誌「信頼性」
航空機の動態情報の活用と電子航法研究所における研究開発	瀬之口敦	2010年1月	航空管制2010-No1(新年号)

表題名	所内発表者(筆頭)	発表等年月日	発表機関・刊行物名 ※会議名などを記載のこと
Status of Air-Ground Datalink Study in ENRI/Japan (電子航法研究所における空地データリンク研究の状況)	住谷泰人 北折潤 金田直樹	2010年1月	ICAO ACP GWG3(航空通信パネル第3階全体作業部会)
実レーダデータによる適応型 $\alpha$ - $\beta$ フィルタの性能評価	小濱啓太郎(長崎大学) 小菅義夫(長崎大学) 古賀禎	2010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
SSRモードSの動態情報の取得機能の評価実験	古賀禎 瀬之口敦 上島一彦	2010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
MUレーダー超多チャンネルイメージングによる電離圏不規則構造の研究	齊藤亨	2010年1月	第5回MUレーダーシンポジウム
ディジタル受信機を用いたプラズマバブル広域監視法の開発	齊藤亨	2010年1月	第5回MUレーダーシンポジウム
Aviation use of GNSS and ionosphere data collection /sharing plan in Asia-Pacific region (GNSS航空利用とアジア太平洋地域における電離圏データ収集・共有計画について)	齊藤亨 工藤正博	2010年1月	アジア太平洋地域衛星航法ワークショップ
Recent Development of QZSS L1-SAIF Master Station	坂井丈泰 福島荘之介 伊藤憲	2010年1月	ION ITM 2010(米国防法学会国際技術会議2010)
GPSの利用について	星野尾一明	2010年1月	航空保安無線システム協会 GNSSセミナー
MNWG FCEG and SASWG (JTIDS/MIDS多国間作業部会の周波数承認専門家会議と周波数割当サブグループ)	小瀬木滋	2010年1月	JTIDS/MIDS 関連TI会議
南極氷上におけるGPS連続観測	新井直樹 伊藤実 土井浩一郎(国立極地研究所) 青山雄一(国立極地研究所)	2010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(SANE)
先進型地上走行誘導管制(A-SMGC)システムの開発について	二瓶子朗 宮崎裕己 古賀禎 青山久枝 角張泰之 山田泉 豊福芳典(交通安全環境研究所) 青木義郎(交通安全環境研究所)	2010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(SANE)
航空交通システムと安全性	長岡栄	2010年1月	J R 東日本「2009年度技術開発展示会」講演会
Evaluation Results of Multilateralation at Kansai International Airport (関西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	2010年1月	ICAO航空監視パネル(ASP)第8回技術作業部会(TSG)会議
強いスボラディックEが航法衛星を用いた航空機航法システムに及ぼす影響	齊藤真二 富澤一郎(電気通信大学)	2010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 技術研究報告
GBAS精密進入に適合した障害物間隔基準の検討について	藤田征吾 工藤正博 福島荘之介 藤井直樹	2010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(SANE)
広域航法(RNAV)から性能準拠航法(PBN)への変遷	長岡栄	2010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
①成田国際空港マルチラテレーション監視システムの導入評価 ②車載型拡張スキッタ送信機の評価	林一夫 上田栄輔	2010年2月	航空技術
Relationship between pre-sunset electro jet strength, pre-reversal enhancement and equatorial spread-F onset (日没前赤道ジェット電流強度と日没時東向き電場及び赤道スプレッドF発生の関係)	上本純平(情報通信研究機構) 丸山隆(情報通信研究機構) 石井守(情報通信研究機構) 吉村玲子(北里大学) 齋藤亨	2010年2月	Annales Geophysicae(欧州地球科学連合論文誌)
測位航法学会設立に期待して	平澤愛洋	2010年2月	測位航法学会 ニューズレター
GBAS精密進入方式に適した障害物間隔基準の検討	藤田征吾	2010年2月	航空振興財団 航法小委員会
今後のCNS技術開発の技術動向	藤井直樹	2010年2月	航空無線技術交流会
空港面用航空無線通信システムの仕様、規定に関する新しい取組みの状況 ～RTCA SC223 概要/第2回会議 速報	住谷泰人	2010年2月	航空振興財団 航空交通管制システム小委員会
電子航法研究所におけるヒューマンファクタに関する研究	井上諭	2010年2月	航空振興財団小委員会
Responses to FCEG Action Items (FCEGアクションアイテムへの回答)	小瀬木滋	2010年2月	MNWG-FCEG/SASWG
Responses to SASWG Action Items (SASWGアクションアイテムへの回答)	小瀬木滋	2010年2月	MNWG-FCEG/SASWG
航空管制用レーダについて	古賀禎	2010年2月	電波航法研究会
航空機軌道予測における誤差要因の解析	白川昌之 福田豊 瀬之口敦	2010年2月	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会
LDA管制誘導方式に係るデータ解析手法の調査	藤田雅人	2010年2月	受託研究報告書
GBAS(Ground-based Augmentation System)の安全性設計と電離圏遅延の空間勾配	吉原貴之 齋藤亨 藤井直樹	2010年2月	電子情報通信学会 宇宙・航行エレクトロニクス研究会
航空気象情報の可視化についての検討	新井直樹	2010年2月	航空気象委員会
1-1-4 衛星航法システム	坂井丈泰	2010年3月	電子情報通信学会「知識ベース」(11群2編「電子航法・ナビゲーションシステム」)
5-2 GPS	坂井丈泰	2010年3月	電子情報通信学会「知識ベース」(11群2編「電子航法・ナビゲーションシステム」)

表題名	所内発表者(筆頭)	発表等年月日	発表機関・刊行物名 ※会議名などを記載のこと
若手に勧める本一愚かな決定を回避する方法	小瀬木滋	2010年3月	電子情報通信学会 通信ソサエティマガジンNo. 12
元ラジオ少年の秋葉原寸景	小瀬木滋	2010年3月	電子情報通信学会 通信ソサエティマガジンNo. 12
航空におけるデータ駆動型安全管理システム	藤田雅人	2010年3月	日本信頼性学会誌 2010年3月号
「航空」	長岡栄	2010年3月	電子情報通信学会「知識ベース」ハンドブック 第S4群6編 2.1.4章
交通工学的アプローチ	長岡栄	2010年3月	電子情報通信学会「知識ベース」ハンドブック 第11群2編1章 1-4-6節
航空交通管理の概要	長岡栄	2010年3月	電子情報通信学会「知識ベース」ハンドブック 第11群2編1章 1-4-1節
安全性評価・管理	長岡栄	2010年3月	電子情報通信学会「知識ベース」ハンドブック 第11群2編1章 1-4-5節
GPS補強システムによる着陸時の航法性能評価例	坂井丈泰 齊藤真二 吉原貴之 藤田征吾 福島荘之介	2010年3月	電子情報通信学会2010総合大会 (一般講演)
ILS GPの近傍モニタアンテナ最適化による遠方特性推定	田嶋裕久 横山尚志 中田和一 (青森大学)	2010年3月	電子情報通信学会2010年総合大会
将来の航空交通管理システム-軌道(トラジェクトリ)管理について-	福田豊	2010年3月	(財)航空機国際共同開発促進基金 平成21年度「航空機等関連動向解説」
ILS LOC積雪反射面の積雪によるコース偏位	横山尚志 田嶋裕久 中田和一 (青森大学)	2010年3月	電子情報通信学会2010年総合大会
発話音声の揺らぎの定量化における誤差について-2	塩見格一	2010年3月	電子情報通信学会2010年総合大会
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) Jingyu Park (早稲田大学) 嶋本薫 (早稲田大学) 北折潤	2010年3月	IEEE Wireless Communications and Networking Conference 2010
高次元データの解析へのアルゴリズム的アプローチ	グウィグナー 長岡栄	2010年3月	日本信頼性学会誌 2010年3月号
平成21年度 先端ICTを活用した安全・安心な交通システムの開発報告書	米本成人 河村暁子 ニッ森俊一	2010年3月	国土交通省総合政策局技術安全課
航空保安無線施設電波影響解析手法調査	横山尚志 田嶋裕久	2010年3月	航空局管制保安部管制技術課
Algorithmic Approach to Large Data Analysis.	クラウス・グウィグナー	2010年3月	日本信頼性学会誌 2010年3月号
高精度測位補正技術に関する研究 報告書	伊藤憲 坂井丈泰 福島荘之介	2010年3月	受託研究報告書
「航空移動衛星業務の最適な衛星通信設定方法に関する解析業務」報告書	住谷泰人	2010年3月	(財)航空保安無線システム協会
航空管制用レーダにおける自立的覆域管理技術の検討	古賀禎 森欣司 (東京工業大学)	2010年3月	電子情報通信学会アシュランス研究会
人とかんきょう-南極ってどんなところ?	新井直樹	2010年3月	関東経済産業局委託事業「三鷹わくわく理科プロジェクト」
ATN(航空通信網)セキュリティ機能の脆弱性について	板野賢	2010年3月	電子情報通信学会2010総合大会
東行きPACOTS経路とゲートの関係	住谷美登里 福島幸子 福田豊	2010年3月	電子情報通信学会2010総合大会
evaluation Results of Multilateration for Airport Surface Surveillance (空港面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	2010年3月	Enhanced Solutions for Aircraft and Vehicle Surveillance Application
GBASの開発状況	工藤正博	2010年3月	新たな進入方式導入に向けた 調査・研究検討WG 第4回会合
空域の安全性評価・監視に係る支援作業	天井治 森 亮太 長岡 栄 藤田 雅人	2010年3月	受託研究報告書
Development of Trajectory Prediction Model (トラジェクトリ予測モデルの開発)	福田豊	2010年3月	2010KARI/ENRI CNS/ATM Workshop
Evaluation of GBAS Experimental System, and Technical Issues to Practical Use of GBAS (実験用GBASの評価とGBAS実用化への技術的課題)	齊藤真二	2010年3月	2010 KARI/ENRI CNS/ATM Workshop
GNSS R&D and current status of GBAS Development	工藤正博	2010年3月	KARI/ENRI CNS/ATM Joint Conference
Global Operational Concept on ATM - ENRI's Current Projects (全世界的ATM運用概念-電子航法研究所の現在のプロジェクト-)	山本憲夫	2010年3月	2010年KARI ENRI合同CNS/ATMワークショップ
RMA(Regional Monitoring Agency) Safety Evaluation (RMA安全評価)	福田豊 藤田雅人	2010年3月	KA0 Meeting (韓国側からのプレゼン依頼への対応)
ENRI's Research Activity and Development of Ionosphere Field Monitor for GBAS (電子航法研究所における研究活動とGBASのための電離層フィールドモニタの開発)	藤田征吾	2010年3月	デルフト工科大学

表題名	所内発表者(筆頭)	発表等年月日	発表機関・刊行物名 ※会議名などを記載のこと
燃料低減の試算手法について	藤山康太 福田豊 白川昌之	2010年3月	ATM高度化ワーキンググループ
Measurement of Aircraft Wake Vortices Using Doppler 1.5 micron LIDAR	加藤博司(東北大学) 大林茂(東北大学) 奥野善則(JAXA) 工藤正博	2010年3月	WAKENET-3 EUROPE/GREENWAKE DEDICATED WORKSHOP ON “WAKE VORTEX & WIND MONITORING SENSORS IN ALL WEATHER CONDITIONS”
民間航空用無線機器とJTIDSの運用に関する技術基準作成委託	小瀬木滋 大津山卓哉	2010年3月	国土交通省航空局

## 8 知的財産権

当研究所の平成21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
ドップラーVORのアンテナ切換給電方法	二瓶子朗 田中修一	H2. 3. 16	1928084	H7. 5. 12
航空機、車両の応答信号識別方法およびその装置	石橋寅雄 塩見格一	H4. 2. 3	2600093	H9. 1. 29
魚眼レンズを用いた測位方法およびその装置	塩見格一	H4. 6. 11	2611173	H9. 2. 27
空港面における航空機識別方法およびその航空機自動識別装置	加来信之 塩見格一	H4. 12. 4	2600098	H9. 1. 29
シークラッタ抑圧方法	渡辺泰夫 水城南海男	H5. 5. 27	2653747	H9. 5. 23
マルチバンドレーダの信号処理方法	水城南海男	H5. 5. 27	3002738	H11. 11. 19
G P S 信号による位置決定方法およびその装置	惟村和宣 松本千秋 朝倉道弘	H6. 3. 4	2681029	H9. 8. 1
被管制対象監視システム	塩見格一	H6. 3. 11	2619217	H9. 3. 11
被管制対象監視システム	塩見格一	H6. 3. 11	2777328	H10. 5. 1
被管制対象監視システム	塩見格一	H6. 3. 11	2854799	H10. 11. 20
飛行場運航票管理システムのユーザインターフェース装置	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 (E P C [イギリス・フランス] 国内)	塩見格一	H7. 3. 8	671634	H14. 10. 2
被管制対象監視システム (E P C [ドイツ] 国内)	塩見格一	H7. 3. 8	69528403. 7	H14. 10. 2
被管制対象監視システム (アメリカ国内)	塩見格一	H7. 3. 9	5677841	H9. 10. 14
被管制対象監視システム (カナダ国内)	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フェース装置 P C T 出願：オーストラリア	塩見格一	H7. 5. 18	680365	H9. 11. 13
飛行場運航票管理システムのユーザインタフェース装置 P C T 出願：イギリス	塩見格一	H7. 5. 18	2295472	H10. 7. 22
飛行場運航票管理システムのユーザインタフェース装置 P C T 出願：カナダ	塩見格一	H7. 5. 18	2167516	H15. 5. 13
空港面における航空機識別方法およびその識別装置	加来信之 北館勝彦	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
熱交換器	田嶋裕久	H7. 12. 19	2852412	H10. 11. 20
フェイズドアレイアンテナの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	田嶋裕久	H7. 12. 19	3060002	H12. 4. 28
航空機管制支援システム	塩見格一	H8. 3. 29	2801883	H10. 7. 10
ターミナル管制用管制卓の航空機位置表示装置	塩見格一	H8. 6. 13	2763521	H10. 3. 27
ターミナル管制用管制卓における管制指示値入力方法	塩見格一	H8. 6. 13	2763522	H10. 3. 27
ターミナル管制用管制卓の航空機位置表示方法	塩見格一	H8. 6. 13	2907328	H11. 4. 2



発 明 の 名 称	発 明 者	出願年月日	登録番号	登録年月日
ターミナル管制用管制卓における航空機順序付けのためのユーザインタフェース装置	塩見格一	H8. 10. 24	3013985	H11. 12. 17
誤目標の抑圧方法およびその装置	加来信之 北舘勝彦	H8. 11. 11	2884071	H11. 2. 12
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 北舘勝彦	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	538960	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(無線ネットワークを使用した移動体測位システム)	田中修一 二瓶子朗	H10. 6. 4	3474107	H15. 9. 19
滑走路予約システム:イギリス	塩見格一	H10. 6. 5	2327517	H11. 7. 28
滑走路予約システム:オーストラリア	塩見格一	H10. 6. 5	713823	H12. 3. 23
滑走路予約システム:カナダ	塩見格一	H10. 6. 8	2239967	H14. 7. 30
滑走路予約システム:アメリカ	塩見格一	H10. 6. 9	6282487	H13. 8. 28
空港管制用操作卓 意匠登録	塩見格一	H10. 7. 31	1075354	H12. 4. 7
空港管制用操作卓 類似意匠登録	塩見格一	H10. 7. 31	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
S S R 装置及び航空機二次監視網	塩見格一	H10. 10. 30	2991710	H11. 10. 15
受動型 S S R 装置	塩見格一	H10. 10. 30	3041278	H12. 3. 3
管制用通信システム	塩見格一	H10. 12. 18	3041284	H12. 3. 3
管制通信発出システム	塩見格一	H11. 3. 19	3300681	H14. 4. 19
レーダ受信画像信号のクラッタ抑圧方法及び装置	加来信之	H11. 4. 8	3091880	H12. 7. 28
航空機等の進入コースの変動を防止する積層構造体	横山尚志	H11. 9. 17	3588627	H16. 8. 27
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, 652B 1	H14. 1. 8
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, 820B 1	H14. 2. 5
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

発 明 の 名 称	発 明 者	出願年月日	登録番号	登録年月日
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
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
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
無線ネットワーク制御システム	二瓶子朗 田中修一	H12. 6. 6	3428945	H15. 5. 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
G P S及びその補強システムを用いた航法システムにおけるアベイラビリティ取得方法及びその装置	福島荘之介	H12. 7. 26	3412011	H15. 3. 28
音声による疲労・居眠り検知装置及び記録媒体：アメリカ	塩見格一	H12. 10. 19	6876964	H17. 4. 5
複数チャンネルを利用した無線ネットワークシステム及びその制御装置	田中修一 二瓶子朗	H12. 11. 13	3462172	H15. 8. 15
管制装置システム：アメリカ	塩見格一	H12. 12. 7	6573888	H15. 6. 3
誘電率の測定方法及び誘電率測定装置	横山尚志	H13. 9. 6	3680113	H17. 5. 27
I L SのグライドパスのG P進入コース予測方法及びI L SのグライドパスのG P進入コース予測装置	横山尚志	H13. 9. 6	3752169	H17. 12. 16
心身診断システム	塩見格一	H13. 9. 14	3764663	H18. 1. 27
音声処理装置	塩見格一	H13. 9. 25	3512398	H16. 1. 16
航空管制用表示装置における航空機位置表示方法	塩見格一	H13. 10. 24	3579685	H16. 7. 30
目標検出システム	加来信之	H13. 12. 10	3613521	H16. 11. 5
移動体測位方法及び移動体誘導方法	岡田和男 白川昌之	H14. 3. 29	3826191	H18. 7. 14
カオス論的ヒューマンファクタ評価装置 P C T出願(韓国)	塩見格一	H14. 4. 10	10-722457	H19. 5. 21
電波反射体を用いた測定装置	米本成人 塩見格一	H14. 6. 28	3623211	H16. 12. 3
操作卓 意匠	塩見格一	H14. 10. 15	1189989	H15. 9. 26
心身診断システム P C T出願(韓国)	塩見格一	H14. 11. 11	10-0596099	H18. 6. 26
カオス論的脳機能診断装置 P C T出願(シンガポール)	塩見格一	H14. 11. 12	104553	H18. 11. 12
無線ネットワークシステム、移動局および移動局の制御方法	二瓶子朗	H14. 11. 19	4097254	H20. 3. 21
無線通信ネットワークシステムおよび無線ネットワークシステムの制御方法	二瓶子朗	H14. 11. 19	4097133	H20. 3. 21
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
脇机 意匠	塩見格一	H15. 11. 18	1221366	H16. 9. 17
操作卓 意匠	塩見格一	H15. 11. 18	1226782	H16. 11. 19
カオス論的指標値計算システム PCT出願(アメリカ国内)	塩見格一	H15. 12. 26	US 7321842 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	EP1598749 B1	H21. 3. 11
カオス論的指標値計算システム PCT出願(EPC(独国内))	塩見格一	H15. 12. 26	603 26 652. 5-08	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(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(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
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	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)	塩見格一 米本成人	H16. 3. 25	3772191	H18. 2. 24
電波反射体を用いた移動体の航法方法 (No. 103関連 分割出願)	米本成人	H16. 3. 25	3840520	H18. 8. 18
航空管制用インターフェース装置、その制御方法およびコンピュータプログラム	塩見格一	H16. 3. 29	3888688	H18. 12. 8
カオス論的脳機能診断装置 P C T 出 願 (韓国)	塩見格一	H16. 5. 10	10-0699042	H19. 3. 16
電波装置 (レドームおよび電波機器)	米本成人	H16. 5. 18	3845426	H18. 8. 25
航空管制卓 (意匠)	塩見格一	H16. 5. 20	1242705	H17. 4. 28
全方向性を有する誘導体レンズ	米本成人	H16. 8. 19	3822619	H18. 6. 30
高周波信号のデジタル I Q 検波法	田嶋裕久 古賀禎	H16. 9. 15	3874295	H18. 11. 2
ILSのグライドパス装置のGPパス予測方法	横山尚志 朝倉道弘	H16. 10. 6	3956024	H19. 5. 18
移動体の識別監視装置	米本成人 古賀禎	H16. 10. 8	3956025	H19. 5. 18
移動局及び移動局側通信制御方法及び衛星局及び衛星局側通信制御方法及び通信システム (No. 116 分割出)	金田直樹 塩見格一	H16. 11. 4	3997549	H19. 8. 17
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
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
航空管制支援システム	塩見格一	H17. 2. 4	4148420	H20. 7. 4
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
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
電波装置 アメリカ	米本成人	H17. 3. 9	US 7, 446, 730 B2	H20. 11. 4
飛行計画表示装置	三垣充彦	H18. 2. 9	4193195	H20. 10. 3
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

※  は平成21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
S S R 装置及び航空機二次監視網 PCT出願 (EP国内)	塩見格一	H11. 10. 29	99951157. 9
無線ネットワークシステム (C L 1 5 4 0 6)	田中修一 二瓶子朗	H13. 8. 8	2001-240906
無線通信ネットワークシステム (C L 1 5 4 0 7)	田中修一 二瓶子朗	H13. 8. 8	2001-240907
無線ネットワークを利用した移動体測位システム (C L 1 5 4 0 8)	田中修一 二瓶子朗	H13. 8. 8	2001-240908
無線ネットワークシステム (C L 1 5 4 1 1)	田中修一 二瓶子朗	H13. 8. 8	2001-240909
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	02717089. 3
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
航空管制用表示装置における航空機位置表示方法 PCT出願	塩見格一	H14. 10. 2	PCT/JP02/11001
心身診断システム PCT出願 (インド国内) PSYCHOSEMATIC DIAGNOSIS SYSTEM	塩見格一	H16. 4. 19	1041/DELNP/2004
心身診断システム PCT出願 (シンガポール国内) PSYCHOSEMATIC DIAGNOSIS SYSTEM	塩見格一	H14. 11. 11	200402456-8
心身診断システム PCT出願 (イスラエル国内) PSYCHOSEMATIC DIAGNOSIS SYSTEM	塩見格一	H14. 11. 11	161562
心身診断システム PCT出願 (アメリカ国内) PSYCHOSEMATIC DIAGNOSIS SYSTEM	塩見格一	H16. 4. 28	10/493, 749
心身診断システム PCT出願 (EP国内) PSYCHOSEMATIC DIAGNOSIS SYSTEM	塩見格一	H14. 11. 11	02808120. 6
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
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
カオス論的診断感度増感装置 PCT出願 (EP国内)	塩見格一	H16. 10. 20	03744980. 8
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	H6803. 4. 5
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 (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 (インド国内)	塩見格一	H15. 12. 26	3624/DELNP/2005
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 (イスラエル国内) Cerebrum Evaluation Device	塩見格一	H16. 4. 28	PCT/JP2004/005663
大脳評価装置 PCT出願 (EP国内)	塩見格一	H16. 4. 28	04 729 983. 9
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	H6922. 6. 27
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	10/546, 475
心身状態判定システム PCT出願 (EP国内)	塩見格一	H16. 2. 23	04 713 642. 9-2305

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
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	
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	
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
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	04745474. 9
音声による疲労居眠り検知装置及び記録媒体 アメリカ出願 (No. 84関連分割)	塩見格一	H16. 7. 6	10/883, 842
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
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
電波装置 PCT出願	米本成人	H17. 3. 9	PCT/JP2005/4108
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	2005-180583
航空路管制用管制卓における順序・間隔付けヒューマン・インタフェース装置	塩見格一 金田直樹	H17. 6. 21	2005-180582
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
誘電体レンズを用いた装置 PCT出願(EP(英国内))	米本成人	H17. 7. 27	11/574, 012
移動局監視システムのための監視連携装置およびその方法	二瓶子朗	H17. 12. 15	2005-361466
飛行計画表示装置	三垣充彦	H20. 7. 23	2008-189762
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
発話音声収集用コンビネーション・マイクロフォンシステム	塩見格一	H18. 3. 30	2006-093268
職場における安全文化評価尺度の自動構成・運用法およびシステム	塩見格一	H18. 3. 30	2006-097214
チームによる業務の活性度の評価システムおよびそれを用いた業務雰囲気活性化システム	塩見格一	H18. 3. 30	2006-097389
異常行動抑制装置	塩見格一	H18. 3. 30	2006-097390
チームによる業務の活性度の評価システムおよびそれを用いた業務雰囲気活性化システム	塩見格一	H18. 3. 30	2006-097391
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	2006-335349
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

発明の名称	発明者	出願日	出願番号
天頂対流圏遅延量の推定値の算出方法（国内出願）	武市昇 坂井丈泰 福島荘之介 伊藤憲	H20. 7. 9	2008-179639
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	2007-246609
天頂対流圏遅延量の算出方法及び衛星測位信号の対流圏遅延量の補正方法 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	12/668, 355
運転者の眠気検出装置	塩見格一	H20. 3. 31	2008-093544
全方向性を有する誘電体レンズ装置を用いた電磁波の反射器を有するアンテナ	米本成人 河村暁子	H20. 10. 28	2008-277494
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 PCT出願	米本成人 河村暁子	H21. 10. 27	PCT/JP2009/068376
作業適正判定システム	塩見格一	H20. 10. 31	2008-281298
作業監視システム	塩見格一	H20. 10. 31	2008-281299
全方向性を有する誘電体レンズを用いたアンテナ装置	米本成人 河村暁子	H21. 2. 10	2009-028130
G P S衛星信号の品質監視機能を有するG P S衛星信号監視方法及びG P S衛星信号品質監視装置	齊藤真二	H21. 6. 4	2009-134904
導波管コネクタ PCT出願	米本成人 河村暁子 二ツ森俊一	H21. 9. 17	PCT/JP2009/066290
衛星航法システムにおける測位誤差の補正方法及びその装置	坂井丈泰	H22. 3. 25	2010-070313

# 第 3 部 現 況





# 1 平成21年度に購入した主要機器

計測用マイクロフォン  
EPGA信号処理実践的スタータキット  
航空用AM無線電話装置  
HDビデオカメラレコーダ  
マイクロ波レシーバ  
テストミキサモジュール  
基準ミキサモジュール  
拡張スキッタ信号検出トリガ回路基板  
発話音声分析装置  
コントローラ(GBAS受信機用インタフェース)  
ARINCカード(GBAS受信機用インタフェース)  
拡張スキッタ送信システム干渉防止装置  
ケーブル/アンテナアナライザ  
関西空港MLAT導入評価用表示装置  
信号解析器  
デジタルオシロスコープ  
ベクトル信号発生器  
画像処理プロセッサ  
ネットワーク調整機能対応SSRモードS装置  
光ファイバ接続型受動監視システム信号処理  
ARINC429変換装置  
信号環境記録再生装置  
携帯型スペクトラムアナライザ  
データレコーダ  
風向風速計  
GPS受信機  
衛星航法における安全性解析・リスク管理研究装置  
移動体搭載用ADS-B信号処理装置

## 2 主要施設及び機器

### 1 電波無響室

電子航法の分野では、電波を送受信するアンテナの性能や空間中の電波伝搬特性が機器の性能に大きく影響する。このため、アンテナおよび電波伝搬に関する試験研究が重要になっている。当研究所では、これらの試験研究のための実験施設として、電波無響室を整備した。

電波無響室はシールド壁内部を電波吸収材で被覆した構造を持っている。シールド壁により電波が遮蔽されるため、外来電波の影響を受けず研究所周辺への干渉を防止することができる。さらに、電波吸収材により電波の反射を抑制できるため、電波無響室内は広大な自由空間と同様な伝搬特性を実現できる。

電波無響室内では、アンテナの特性測定や空港モデルを用いた着陸進入コースの電波伝搬特性測定などが行われてきている。また、各種の干渉妨害に関する測定実験も行われている。

#### 〔要目概要〕

内装寸法： 32×7×5 m

周波数範囲： 0.5～100GHz以上

反射減衰量： 30dB 以上

遮蔽減衰量： 80dB 以上

付属設備： 計測室、空調設備、空中線特性試験装置、アンテナ回転台移動装置、計測機器ピット、各種無線計測機器、非常照明

### 2 アンテナ試験塔

アンテナ試験塔は、昭和52年に建設され、VORの研究などで使用されてきた。

平成17年度には、二次監視レーダー（SSR）モードSの高度運用技術の研究で使用するため、レーダー設置台を設置するなどの改修を行った。平成19年度には、回転式アンテナを含むSSR装置が設置された。

このほかに、屋上には、実験などに利用するためのスペースが確保されており、GPSアンテナなどが設置されている。

#### 〔要目概要〕

高さ： 19.15 m

### 3 電子計算機システム及びネットワーク

当研究所の電子計算機システムは、昭和41年度に航空管制自動化推進に供するATC シミュレータ整備の一環として導入したNEAC2200#400に始まる。

以降、MELCOM、FACOM、ACOS と言ったメインフレームを

中心としたシステムを運用してきたが、平成7年12月にネットワーク環境の整備の必要の高まりと、併せて研究内容の変化に対応させるために、ワークステーションをネットワークに接続したシステムに移行し、複数のサーバ・システムと各研究部に設置するローカル・クライアントからなるシステムの運用となった。

平成13年度より、電子計算機システムは、演算サーバ、ファイルサーバ、アプリケーションサーバ、PCサーバ、WWWサーバ等から構成されるサーバ群を1GBaseのデータ転送レートを有する基幹と100Baseの支線を有するネットワークにより接続した構成となった。

さらに、平成17年度には支線部についても1GBaseのデータ転送レートに対応し、現在の構成となった。

現在、当所のネットワーク及び電子計算機システムは、研究における利用のみならず、WWWサーバによる研究情報の発信、電子メールによる情報交換、PCサーバによる所内事務の電子化等、より日々の職務に密接したシステムとして運用されている。

#### 〔構成〕

演算サーバ：Cray XD1

ファイルサーバ：NEC iStrage NS23P

アプリケーションサーバ：HP ProLiant ML110

PCサーバ：DELL PowerEdge SC1420

WWWサーバ：HITACHI GSA130AB ANNN930

メールサーバ：HITACHI GSA130AB ANNN930

ネットワークスイッチ：CenterCOM 9816GB、9812T

### 4 実験用航空機

電子航法の実験や試験のために航空機をもつことは、当研究所の特色である。

昭和40年7月より、米国のビーチクラフトスーパーH-18型機を使用した。その後、使用10年を経過し、部品入手が困難になったため当機の更新を計画し、昭和49、50年度に米国のビーチクラフトB-99を購入し、昭和50年10月に当研究所に引き渡された。

引続き実験用アンテナ増設などの改装を行い、昭和51年1月から運用を開始したが、調布における運用制限のため、同年10月当研究所岩沼分室が宮城県岩沼市に設置されたことにより仙台空港を定置場とした。

搭乗人員は乗員を含め17名のところ実験用機器搭載のスペースを取り、最大9名とし、その他写真撮影用のカメラ孔及びブラック等を備えている。

#### 〔諸元・性能〕

登録番号： JA8801

型式： ビーチクラフトB-99エアライナー

全 長： 13.58m  
 全 幅： 13.98m  
 全 高： 4.38m  
 最大離陸重量： 4,944kg  
 発 動 機： PT 6A —28/680馬力×2基  
 巡 行 速 度： 360km/h  
 航 続 距 離： 1,750km  
 離陸滑走路長： 570m  
 着陸滑走路長： 820m

## 5 仮想現実実験施設

航空管制業務には、レーダーにより航空機を監視して行う航空路管制業務及びターミナル管制業務と、管制官が肉眼で航空機を監視しながら行う飛行場管制業務とが存在する。

今日の航空管制業務は、多数の管制官と多数の管制機器及び管制援助機器が複雑に関連するシステムで行われており、その効率化を実現するための研究等には、業務環境を模擬した環境におけるシミュレーションが不可欠と考えられている。

本施設は、管制塔における管制官の業務環境を視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) m<sup>2</sup>
- ・主要室 管制卓室；1室、13m ×14m  
パイロット卓室；1室、22m ×7m  
サーバ室、会議室

## 7 航空管制シミュレータ

航空管制シミュレータは、平成12年度に、それまでに開発したターミナル管制シミュレータを拡張整備したものであり、下記のようにターミナル管制卓、航空路管制卓を中心に多数の管制卓等で構成し、任意の空域を設定して評価でき、かつ、ターミナル管制、航空路管制を統一して模擬できるように一つのシナリオを両空域にスムーズに動作させることができる。

以下に本シミュレータの構成、主要性能を示す。

### (1) 構 成

- ・ターミナル管制卓 8卓
- ・エンルート管制卓 4卓
- ・飛行場管制卓 5卓
- ・パイロット卓 12卓
- ・全域模擬卓 2卓
- ・シナリオ処理装置
- ・データベース装置
- ・音声通信処理装置

### (2) 主要機能

- ・航空機同時処理機数 最大512機
- ・航空機同時表示機数 最大128機 / 1管制卓
- ・同時管制機数 最大64機 / 1管制卓
- ・ターミナル領域定義数 最大8ターミナル / 1シミュレーション
- ・エンルート領域定義数 最大100セクタ
- ・同時シミュレーション数 最大2シミュレーション
- ・シミュレーション実行速度 1 / 10倍速～8倍速 (再生時含む)
- ・空港定義数 最大128空港

### 3 刊行物

当研究所の発行する刊行物は、下記のとおりである。

電子航法研究所報告（不定期刊）  
電子航法研究所研究発表会講演概要（年刊）  
電子航法研究所年報（年刊）  
電子航法研究所要覧〈案内〉（年刊）  
電子航法研究所広報誌「e-なび」（季刊）

### 4 行事等

当研究所の平成21度における行事等は、下記のとおりである。

- 第1回研究交流会〔平成21年4月24日（金）〕  
以下の講演及び意見交換を行った。  
講演「航空管制と統合システムについて」  
講演者：鈴木 正則 氏（国土交通省航空局）
- 所内一般公開〔平成21年4月19日（日）〕  
平成21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4,164名）
- 第9回研究所設立記念式典〔平成21年4月21日（火）〕  
当所設立記念式典を開催した。
- 研究発表会〔平成21年6月11日（木）～12日（金）〕  
平成21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454名）
- 第2回研究交流会〔平成21年6月18日（木）〕  
以下の講演及び意見交換を行った。  
講演「Human-machine cooperation in En-Route Air traffic control」  
講演者：Serge Debernard 氏（フランス ヴァレンシエンヌ大学教授）
- 平成21年度第1回評議員会〔平成21年 7月17日（金）〕  
評議員会において下記課題に関する評価を実施した。  
事後評価課題「A-SMGCシステムの研究」  
「航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法の研究」  
「高カテゴリGBASのオペラビリティ向上とGNSS新信号対応に関する研究」  
「航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究」  
「携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究」  
「RNAV経路導入のための空域安全性評価の研究」  
中間評価課題「SSRモードSの高度運用技術の研究」
- 第3回研究交流会〔平成21年7月24日（金）〕  
以下の講演及び意見交換を行った。  
講演「アビオニクスに係る意見」  
講演者：佐々木 孝明 氏、瀧口 益弘 氏（(株)JALアビテック）
- 第25回出前講座〔平成21年7月24日（金）〕  
電子航法研究所出前講座を社団法人航空機操縦士協会において開催した。  
講座プログラム  
1. トラジェクトリ管理について（航空交通管理領域 福田 豊）  
2. GBASの概要と最近の研究動向（通信・航法・監視領域 福島 荘之介）  
3. ヒューマン・エラー防止のための音声分析技術（機上等技術領域 塩見 格一）  
4. 第48次南極地域観測隊越冬報告（航空交通管理領域 新井 直樹）
- 第4回研究交流会〔平成21年8月7日（金）〕  
以下の講演及び意見交換を行った。  
講演「第8回US/Euro ATM R&Dセミナー参加報告」  
講演者：長岡 栄
- 第5回研究交流会〔平成21年8月18日（火）〕  
以下の講演及び意見交換を行った。  
講演「HANDLING OF CYCLE SLIPS IN GPS DATA DURING IONOSPHERIC SCINTILLATION EVENTS」  
講演者：Simon Banville 氏

第6回研究交流会〔平成21年8月27日（木）〕

以下の講演及び意見交換を行った。

講演「Signal Discrimination Method with Digital Processing for 1030MHz band」

講演者：Roumier Erwan 氏（ENAC留学生）

講演「GNSS Multi-constellation RAIM」

講演者：Borhene BEN MANSOUR 氏（ENAC留学生）

講演「Signal Discrimination Method with Digital Processing for 1090MHz band」

講演者：Frederic JUNKER 氏（ENAC留学生）

出前特別講座〔平成21年10月13日（火）〕

電子航法研究所出前講座を第46回アジア太平洋航空局長会議（DGCA）ショート・セミナーにおいて開催した。

講座プログラム

1. Global Operational Concept on ATM - Major world projects, ENRI' s current projects  
(研究企画統括 山本 憲夫)
2. Precise trajectory prediction for future seamless ATM  
(航空交通管理領域 福田 豊)
3. An attempt to solve ionospheric problems with a view to  
introducing satellite navigation systems in all flight phases  
(通信・航法・監視領域 工藤 正博)

第26回出前講座〔平成21年10月23日（金）〕

電子航法研究所出前講座を羽田飛行検査官室において開催した。

講座プログラム

1. SBASによるGNSS  
(通信・航法・監視領域 坂井 丈泰)
2. GBAS概要と開発評価の動向  
(通信・航法・監視領域 福島 荘之介)
3. マルチラテレーション監視システムの導入について  
(通信・航法・監視領域 宮崎 裕己)

第27回出前講座〔平成21年10月29日（木）〕

電子航法研究所出前講座を気象庁気象研究所において開催した。

講座プログラム

1. ILSの雪害事例と研究動向について  
(機上等技術領域 横山 尚志)
2. 航空交通管理に関する研究－気象の影響に着目して－  
(航空交通管理領域 新井 直樹)
3. GNSS補強システムと対流圏遅延  
(通信・航法・監視領域 吉原 貴之)

第28回出前講座〔平成21年10月30日（金）〕

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. 北太平洋上の東行き最適経路の傾向について  
(航空交通管理領域 福島 幸子)
2. 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  
(通信・航法・監視領域 角張 泰之)

第7回研究交流会〔平成21年11月2日（月）〕

以下の講演及び意見交換を行った。

講演「中国民航大学紹介」

講演者：佐々木 孝明 氏、 瀧口 益弘 氏（(株)JALアビテック）

第29回出前講座〔平成21年11月13日（金）〕

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. 電子航法研究所の研究長期ビジョン  
(研究企画統括 山本 憲夫)
2. マルチラテレーション監視システムの導入評価  
(通信・航法・監視領域 宮崎 裕己)

第30回出前講座〔平成21年12月7日（月）〕

電子航法研究所出前講座を那覇空港事務所・那覇航空交通管制部において開催した。

講座プログラム

1. 航空交通管理－ENRIでの研究、世界の動向－  
(研究企画統括 山本 憲夫)
2. SSRモードSの動態情報とその応用  
(航空交通管理領域 瀬之口 敦)
3. ヒューマン・エラー防止のための音声分析技術  
(機上等技術領域 塩見 格一)

第31回出前講座〔平成21年12月8日（火）〕

電子航法研究所出前講座を日本トランスオーシャン航空において開催した。

講座プログラム

1. 航空交通管理－ENRIでの研究、世界の動向－  
(研究企画統括 山本 憲夫)
2. SSRモードSの動態情報とその応用  
(航空交通管理領域 瀬之口 敦)
3. ヒューマン・エラー防止のための音声分析技術  
(機上等技術領域 塩見 格一)

第8回研究交流会〔平成21年12月9日（水）〕

以下の講演及び意見交換を行った。

講演「数値予報について」

講演者：小泉 耕 氏（気象庁）

第32回出前講座〔平成21年12月15日（火）〕

電子航法研究所出前講座を社団法人日本航空工業会において開催した。

講座プログラム

1. 航空交通管理におけるトラジェクトリ管理  
(航空交通管理領域 白川 昌之)
2. 航空のための衛星航法システムの開発状況と実用に向けた課題  
(通信・航法・監視領域 工藤 正博)

第33回出前講座〔平成22年1月15日（木）〕

電子航法研究所出前講座を日本無線株式会社において開催した。

講座プログラム

1. 空港面マルチラレーションの課題と今後の展望  
(通信・航法・監視領域 宮崎 裕己)
2. OCTPASSの概要について  
(通信・航法・監視領域 角張 泰之)

第34回出前講座〔平成22年2月15日（月）〕

電子航法研究所出前講座を社団法人日本航空工業会において開催した。

講座プログラム

1. 航空路管制CPDLCユーザ・インターフェースの試作と評価  
(機上等技術領域 塩見 格一)
2. 統合型空港面監視システムについて  
(通信・航法・監視領域 二瓶 子朗)
3. 電子航法研究所におけるGBASの研究開発  
(通信・航法・監視領域 齊藤 真二)
4. ATN（航空通信網）の動向と将来  
(通信・航法・監視領域 板野 賢)

平成21年度第2回評議員会〔平成22年 2月26日（金）〕

評議員会において下記課題に関する評価を実施した。

事後評価課題「航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究」

「監視システム技術性能要件の研究」

「航空管制官の業務負荷状態計測手法の開発」

平成21年度電子航法研究所講演会〔平成22年3月12日（金）〕

ATM/CNSに係わる最近の技術開発のテーマのもと、大手町サンスカイルームにおいて講演会を開催した。

講演プログラム

1. GBASプロトタイプの開発  
講演者：通信・航法・監視領域 工藤 正博
2. 空港面マルチラレーションの導入評価と今後の動向  
講演者：通信・航法・監視領域 宮崎 裕己
3. 太平洋上のUPR（利用者設定経路）の導入動向と展望  
講演者：航空交通管理領域 福島 幸子
4. DATALINKを用いたCDAおよびDARPのトライアル  
講演者：株式会社日本航空インターナショナル 運航部調査役 吉田 謙一 様

## 5 職員表彰

### ◎ 理事長表彰（平成21年4月1日）

永年勤続（30年）

藤井 直樹（通信・航法・監視領域）

板野 賢（通信・航法・監視領域）

功 績

ヒューマンファクター研究グループ

青山 久枝（航空交通管理領域）

井上 諭（航空交通管理領域）

塩見 格一（機上等技術領域）

「ワークロード評価実験及びその結果の評価分析において、航空管制のヒューマンファクタに関する新たな知見の獲得及び今後の研究発展のため顕著な貢献に寄与した功績」

電波信号環境研究グループ

小瀬木 滋（機上等技術領域）

古賀 禎（機上等技術領域）

大津山卓哉（機上等技術領域）

「既存及び将来航空無線機器の運用環境（電波信号環境）を高精度に測定できる「広帯域電磁信号環境記録装置」及び「電波信号環境予測手法」を開発したことにより今後の新たな航空無線航法機器の導入・運用、新旧航空無線航法機器の共用の検討に大きな貢献に寄与した功績」



# 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（昭和二十四年法律第七十四号）第二条及び第五条第二項の規定に適合する旨の労働委員会の証明を受け、かつ、その主たる事務所の所在地において登記しなければ、その日の経過により解散するものとする。
- 3 第一項の規定により労働組合となったものについては、研究所の成立の日から起算して六十日を経過する日までは、労働組合法第二条ただし書（第一号に係る部分に限る。）の規定は、適用しない。

(権利義務の承継等)

**第五条** 研究所の成立の際、第十条に規定する業務に関し、現に国が有する権利及び義務のうち政令で定めるものは、研究所の成立の時に於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つ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二百十号）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。）としての引き続きいた在職期間を当該施行日後の土木研究所等の職員としての在職期間とみなして取り扱うべきものとする。

3 施行日の前日に独立行政法人土木研究所、独立行政法人建築研究所、独立行政法人交通安全環境研究所、独立行政法人海上技術安全研究所、独立行政法人港湾空港技術研究所、独立行政法人電子航法研究所、独立行政法人北海道開発土木研究所、独立行政法人海技大学校、独立行政法人航海訓練所、独立行政法人海員学校及び独立行政法人航空大学校（以下「施行日前の土木研究所等」という。）の職員として在職する者が、附則第二条の規定により引き続いて施行日後の土木研究所等の職員となり、かつ、引き続き当該施行日後の土木研究所等の職員として在職した後引き続いて国家公務員退職手当法第二条第一項に規定する職員となった場合におけるその者の同法に基づいて支給する退職手当の算定の基礎となる勤続期間の計算については、その者の当該施行日後の土木研究所等の職員としての在職期間を同項に規定する職員としての引き続きいた在職期間とみなす。ただし、その者が当該施行日後の土木研究所等を退職したことにより退職手当（これに相当する給付を含む。）の支給を受けているときは、この限りでない。

4 施行日後の土木研究所等は、施行日の前日に施行日前の土木研究所等の職員として在職し、附則第二条の規定により引

き続いて施行日後の土木研究所等の職員となった者のうち施行日から雇用保険法（昭和四十九年法律第百十六号）による失業等給付の受給資格を取得するまでの間に当該施行日後の土木研究所等を退職したものであって、その退職した日まで当該施行日前の土木研究所等の職員として在職したものとしたならば国家公務員退職手当法第十条の規定による退職手当の支給を受けることができるものに対しては、同条の規定の例により算定した退職手当の額に相当する額を退職手当として支給するものとする。

（国家公務員退職手当法の適用に関する経過措置）

**第五条** 施行日前に施行日前の土木研究所等を退職した者に関する国家公務員退職手当法第十二条の二及び第十二条の三の規定の適用については、独立行政法人土木研究所及び独立行政法人北海道開発土木研究所を退職した者にあつては独立行政法人土木研究所の、独立行政法人建築研究所を退職した者にあつては独立行政法人建築研究所の、独立行政法人交通安全環境研究所を退職した者にあつては独立行政法人交通安全環境研究所の、独立行政法人海上技術安全研究所を退職した者にあつては独立行政法人海上技術安全研究所の、独立行政法人港湾空港技術研究所を退職した者にあつては独立行政法人港湾空港技術研究所の、独立行政法人電子航法研究所を退職した者にあつては独立行政法人電子航法研究所の、独立行政法人海技大学校及び独立行政法人海員学校を退職した者にあつては独立行政法人海技教育機構の、独立行政法人航海訓練所を退職した者にあつては独立行政法人航海訓練所の、独立行政法人航空大学校を退職した者にあつては独立行政法人航空大学校の理事長は、同法第十二条の二第一項に規定する各省各庁の長等とみなす。

（労働組合についての経過措置）

**第六条** この法律の施行の際現に存する特定独立行政法人等の労働関係に関する法律（昭和二十三年法律第二百五十七号。次条において「特労法」という。）第四条第二項に規定する労働組合であつて、その構成員の過半数が附則第二条の規定により施行日後の土木研究所等の職員となる者であるもの（以下この項において「旧労働組合」という。）は、この法律の施行の際労働組合法（昭和二十四年法律第七十四号）の適用を受ける労働組合となるものとする。この場合において、旧労働組合が法人であるときは、法人である労働組合となるものとする。

- 2 前項の規定により法人である労働組合となったものは、施行日から起算して六十日を経過する日までに、労働組合法第二条及び第五条第二項の規定に適合する旨の労働委員会の証明を受け、かつ、その主たる事務所の所在地において登記しなければ、その日の経過により解散するものとする。
- 3 第一項の規定により労働組合法の適用を受ける労働組合となったものについては、施行日から起算して六十日を経過する日までは、同法第二条ただし書（第一号に係る部分に限る。）の規定は、適用しない。

（不当労働行為の申立て等についての経過措置）

**第七条** 施行日前に特労法第十八条の規定に基づき施行日前の土木研究所等がした解雇に係る中央労働委員会に対する申立て及び中央労働委員会による命令の期間については、なお従前の例による。

- 2 この法律の施行の際現に中央労働委員会に係属している施行日前の土木研究所等とその職員に係る特労法の適用を受ける労働組合とを当事者とするあつせん、調停又は仲裁に係る事件に関する特労法第三章（第十二条及び第十六条の規定を除く。）及び第六章に規定する事項については、なお従前の例による。



(北海道開発土木研究所等の解散等)

- 第八条** 北海道開発土木研究所等は、この法律の施行の時に於いて解散するものとし、次項の規定により国が承継する資産を除き、その一切の権利及び義務は、その時に於いて、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ承継する。
- 2 この法律の施行の際現に北海道開発土木研究所等有する権利のうち、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれその業務を確実に実施するために必要な資産以外の資産は、この法律の施行の時に於いて国が承継する。
- 3 前項の規定により国が承継する資産の範囲その他当該資産の国への承継に関し必要な事項は、政令で定める。
- 4 北海道開発土木研究所等の平成十七年四月一日に始まる事業年度に係る独立行政法人通則法（平成十一年法律第百三号。以下この条において「通則法」という。）第三十八条の規定による財務諸表、事業報告書及び決算報告書の作成等については、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ行うものとする。
- 5 北海道開発土木研究所等の平成十七年四月一日に始まる事業年度における業務の実績については、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ評価を受けるものとする。この場合において、通則法第三十二条第三項の規定による通知及び勧告は、それぞれ独立行政法人土木研究所又は独立行政法人海技教育機構に対してなされるものとする。
- 6 北海道開発土木研究所等の平成十七年四月一日に始まる事業年度における利益及び損失の処理については、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ行うものとする。
- 7 北海道開発土木研究所等の平成十三年四月一日に始まる通則法第二十九条第二項第一号に規定する中期目標の期間（以下この条において「中期目標の期間」という。）に係る通則法第三十三条の規定による事業報告書の提出及び公表については、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ行うものとする。
- 8 北海道開発土木研究所等の平成十三年四月一日に始まる中期目標の期間における業務の実績については、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ評価を受けるものとする。この場合において、通則法第三十四条第三項において準用する通則法第三十二条第三項の規定による通知及び勧告は、それぞれ独立行政法人土木研究所又は独立行政法人海技教育機構に対してなされるものとする。
- 9 北海道開発土木研究所等の平成十三年四月一日に始まる中期目標の期間における積立金の処分は、独立行政法人北海道開発土木研究所に係るものにあつては独立行政法人土木研究所が、独立行政法人海技大学校に係るものにあつては独立行政法人海技教育機構が、それぞれ従前の例により行うものとする。この場合において、附則第十二条第一号の規定による廃止前の独立行政法人北海道開発土木研究所法（平成十一年法律第二百十一号。次条第一項において「旧北海道開発土木研究所法」という。）第十二条第一項中「当該中期目標の期間の次の」とあるのは「独立行政法人土木研究所の平成十八年四月一日に始まる」と、「次の中期目標の期間における前条」とあるのは「中期目標の期間における独立行政法人土木研究所法（平成十一年法律第二百五号）第十二条」と、附則第十二条第二号の規定による廃止前の独立行政法人海技大学校法（平成十一年法律第二百十二号。次条第一項及び附則第十一条において「旧海技大学校法」という。）第十一条第一

項中「当該中期目標の期間の次の」とあるのは「独立行政法人海技教育機構の平成十八年四月一日に始まる」と、「次の中期目標の期間における前条」とあるのは「中期目標の期間における独立行政法人海技教育機構法（平成十一年法律第二百十四号）第十一条」とする。

10 第一項の規定により北海道開発土木研究所等が解散した場合における解散の登記については、政令で定める。

（独立行政法人土木研究所又は独立行政法人海技教育機構への出資）

**第九条** 前条第一項の規定により独立行政法人土木研究所又は独立行政法人海技教育機構が北海道開発土木研究所等の権利及び義務を承継したときは、それぞれその承継に際し、独立行政法人土木研究所又は独立行政法人海技教育機構が承継する資産の価額（同条第九項の規定により読み替えられた旧北海道開発土木研究所法第十二条第一項又は旧海技大学校法第十一条第一項の規定による承認を受けた金額があるときは、当該金額に相当する金額を除く。）から負債の金額を差し引いた額は、政府から独立行政法人土木研究所又は独立行政法人海技教育機構に出資されたものとする。

2 前項に規定する資産の価額は、施行日現在における時価を基準として評価委員が評価した価額とする。

3 前項の評価委員その他評価に関し必要な事項は、政令で定める。

（独立行政法人土木研究所に係る国有財産の無償使用）

**第十条** 国土交通大臣は、この法律の施行の際現に独立行政法人北海道開発土木研究所に使用されている国有財産であつて政令で定めるものを、政令で定めるところにより、独立行政法人土木研究所の用に供するため、独立行政法人土木研究所に無償で使用させることができる。

（独立行政法人海技教育機構に係る財産の無償使用）

**第十一条** 国は、この法律の施行の際現に旧海技大学校法附則第六条の規定に基づき独立行政法人海技大学校に無償で使用させている財産を、独立行政法人海技教育機構の用に供するため、独立行政法人海技教育機構に無償で使用させることができる。

（独立行政法人北海道開発土木研究所法の廃止に伴う経過措置）

**第十三条** 施行日前に前条第一号の規定による廃止前の独立行政法人北海道開発土木研究所法第十三条の規定により国土交通大臣が独立行政法人北海道開発土木研究所に対してした指示は、第一条の規定による改正後の独立行政法人土木研究所法第十五条の規定により国土交通大臣が独立行政法人土木研究所にした指示とみなす。

（罰則に関する経過措置）

**第十四条** 施行日前にした行為及び附則第八条第九項の規定によりなお従前の例によることとされる場合における施行日以後にした行為に対する罰則の適用については、なお従前の例による。

（政令への委任）

**第十五条** 附則第二条から第十一条まで及び前二条に定めるもののほか、この法律の施行に関し必要な経過措置は、政令で定める。

**附 則**（平成一九年三月三十一日法律第二三号） 抄

（施行期日）

**第一条** この法律は、平成十九年四月一日から施行し、平成十九年度の予算から適用する。ただし、次の各号に掲げる規定は、当該各号に定める日から施行し、第二条第一項第四号、第十六号及び第十七号、第二章第四節、第十六節及び第十七節並びに附則第四十九条から第六十五条までの規定は、平成二十年度の予算から適用する。

一 附則第二百六十六条、第二百六十八条、第二百七十三条、第二百七十六条、第二百七十九条、第二百八十四条、第二百八十六条、第二百八十八条、第二百八十九条、第二百九十一条、第二百九十二条、第二百九十五条、第二百九十八条、第二百九十九条、第三百二条、第三百七条、第三百二十二条、第三百二十四条、第三百二十八条、第三百四十三条、第三百四十五条、第三百四十七条、第三百四十九条、第三百五十二条、第三百五十三条、第三百五十九条、第三百六十条、第三百六十二条、第三百六十五条、第三百六十八条、第三百六十九条、第三百八十条、第三百八十三条及び第三百八十六条の規定 平成二十年四月一日

（罰則に関する経過措置）

**第三百九十一条** この法律の施行前にした行為及びこの附則の規定によりなお従前の例によることとされる場合におけるこの法律の施行後にした行為に対する罰則の適用については、なお従前の例による。

（その他の経過措置の政令への委任）

**第三百九十二条** 附則第二条から第六十五条まで、第六十七条から第二百五十九条まで及び第三百八十二条から前条までに定めるもののほか、この法律の施行に関し必要となる経過措置は、政令で定める。

**附 則**（平成二〇年一二月二六日法律第九五号） 抄

（施行期日）

**第一条** この法律は、公布の日から起算して六月を超えない範囲内において政令で定める日から施行する。

## 2 独立行政法人電子航法研究所に関する省令

(平成十三年三月二十七日国土交通省令第四十九号)

最終改正：平成二〇年三月三十一日国土交通省令第一二号

独立行政法人通則法（平成十一年法律第百三号）及び独立行政法人の組織、運営及び管理に係る共通的な事項に関する政令（平成十二年政令第三百十六号）第五条第二項に基づき、独立行政法人電子航法研究所に関する省令を次のように定める。

(業務方法書に記載すべき事項)

**第一条** 独立行政法人電子航法研究所（以下「研究所」という。）に係る独立行政法人通則法（以下「通則法」という。）

第二十八条第二項の主務省令で定める業務方法書に記載すべき事項は、次のとおりとする。

- 一 独立行政法人電子航法研究所法（平成十一年法律第二百十号。以下「研究所法」という。）第十一条第一号に規定する試験、調査、研究及び開発に関する事項
- 二 研究所法第十一条第二号に規定する成果の普及に関する事項
- 三 研究所法第十一条第三号に規定する情報の収集、整理及び提供に関する事項
- 四 研究所法第十一条第四号に規定する附帯業務に関する事項
- 五 業務の委託に関する基準
- 六 競争入札その他の契約に関する事項
- 七 その他業務の執行に関して必要な事項

(中期計画の認可申請等)

**第二条** 研究所は、通則法第三十条第一項の規定により中期計画の認可を受けようとするときは、当該中期計画を記載した申請書を、中期計画の最初の事業年度開始の日の三十日前までに（研究所の成立後最初の中期計画については、研究所の成立後遅滞なく）、国土交通大臣に提出しなければならない。

- 2 研究所は、通則法第三十条第一項 後段の規定により中期計画の変更の認可を受けようとするときは、変更しようとする事項及びその理由を記載した申請書を国土交通大臣に提出しなければならない。

(通則法第三十条第二項第七号の主務省令で定める事項)

**第三条** 研究所に係る通則法第三十条第二項第七号に規定する主務省令で定める業務運営に関する事項は、次に掲げるものとする。ただし、研究所の成立後最初の中期計画に係る当該事項については、第一号、第二号及び第四号に掲げるものとする。

- 一 施設及び設備に関する計画
- 二 人事に関する計画
- 三 研究所法第十三条第一項に規定する積立金の使途
- 四 その他当該中期目標を達成するために必要な事項

(年度計画の記載事項等)

**第四条** 研究所に係る通則法第三十一条第一項 の年度計画には、中期計画に定めた事項に関し、当該事業年度において実施すべき事項を記載しなければならない。

2 研究所は、通則法第三十一条第一項 後段の規定により年度計画の変更をしたときは、変更した事項及びその理由を記載した届出書を国土交通大臣に提出しなければならない。

(各事業年度に係る業務の実績に関する評価の手続)

**第五条** 研究所は、通則法第三十二条第一項 の規定により各事業年度における業務の実績について独立行政法人評価委員会の評価を受けようとするときは、当該事業年度の年度計画に定めた項目ごとにその実績を明らかにした報告書を、当該事業年度の終了後三月以内に、国土交通省の独立行政法人評価委員会に提出しなければならない。

(中期目標の期間の終了後の業務実績報告)

**第六条** 研究所に係る通則法第三十三条 の事業報告書には、当該中期目標に定めた項目ごとにその実績を明らかにしなければならない。

(中期目標に係る業務の実績に関する評価の手続)

**第七条** 研究所は、通則法第三十四条第一項 の規定により各中期目標の期間における業務の実績について独立行政法人評価委員会の評価を受けようとするときは、当該中期目標に定めた項目ごとにその実績を明らかにした報告書を、当該中期目標の期間の終了後三月以内に、国土交通省の独立行政法人評価委員会に提出しなければならない。

(会計の原則)

**第八条** 研究所の会計については、この省令の定めるところによるものとし、この省令に定めのないものについては、一般に公正妥当と認められる企業会計の基準に従うものとする。

2 金融庁組織令（平成十年政令第三百九十二号）第二十四条第一項 に規定する企業会計審議会により公表された企業会計の基準は、前項に規定する一般に公正妥当と認められる企業会計の基準に該当するものとする。

3 平成十一年四月二十七日の中央省庁等改革推進本部決定に基づき行われた独立行政法人の会計に関する研究の成果として公表された基準（第十一条において「独立行政法人会計基準」という。）は、この省令の規定に準ずるものとして、第一項に規定する一般に公正妥当と認められる企業会計の基準に優先して適用されるものとする。

(収益の獲得が予定されない償却資産)

**第九条** 国土交通大臣は、研究所が業務のため取得しようとしている償却資産についてその減価に対応すべき収益の獲得が予定されないと認められる場合には、その取得までの間に限り、当該償却資産を指定することができる。

2 前項の指定を受けた資産の減価償却については、減価償却費は計上せず、資産の減価額と同額を資本剰余金に対する控除として計上するものとする。

**第十条** 削除

(財務諸表)

**第十一条** 研究所に係る通則法第三十八条第一項 に規定する主務省令で定める書類は、独立行政法人会計基準に掲げるキャッシュ・フロー計算書及び行政サービス実施コスト計算書とする。

(財務諸表の閲覧期間)

**第十二条** 研究所に係る通則法第三十八条第四項 に規定する主務省令で定める期間は、五年とする。

(短期借入金の認可の申請)

**第十三条** 研究所は、通則法第四十五条第一項 ただし書の規定により短期借入金を受けようとするとき、又は同条第二項 ただし書の規定により短期借入金の借換えの認可を受けようとするときは、次に掲げる事項を記載した申請書を国土交通大臣に提出しなければならない。

- 一 借入れを必要とする理由
- 二 借入金の額
- 三 借入先
- 四 借入金の利率
- 五 借入金の償還の方法及び期限
- 六 利息の支払いの方法及び期限
- 七 その他必要な事項

(重要な財産の範囲)

**第十四条** 研究所に係る通則法第四十八条第一項 に規定する主務省令で定める重要な財産とは、土地、建物及び航空機とする。

(重要な財産の処分等の認可の申請)

**第十五条** 研究所は、通則法第四十八条第一項 の規定により重要な財産を譲渡し、又は担保に供すること（以下この条において「処分等」という。）について認可を受けようとするときは、次に掲げる事項を記載した申請書を国土交通大臣に提出しなければならない。

- 一 処分等に係る財産の内容及び評価額
- 二 処分等の条件
- 三 処分等の方法
- 四 研究所の業務運営上支障がない旨及びその理由

(積立金の処分に係る申請の添付書類)

**第十六条** 独立行政法人の組織、運営及び管理に係る共通的な事項に関する政令（以下「令」という。）第五条第二項 に規定する添付書類は、次に掲げるものとする。

- 一 令第五条第一項 の期間最後の事業年度（以下単に「期間最後の事業年度」という。）の事業年度末の貸借対照表
- 二 期間最後の事業年度の損益計算書
- 三 期間最後の事業年度の事業年度末の利益の処分に関する書類
- 四 承認を受けようとする金額の計算の基礎を明らかにした書類

**附 則**

この省令は、公布の日から施行する。

**附 則**（平成一六年三月三〇日国土交通省令第三〇号）

この省令は、公布の日から施行する。

**附 則**（平成一八年三月三一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**（平成二〇年三月三一日国土交通省令第一二号）

この省令は、平成二十年四月一日から施行する。



# 3 独立行政法人電子航法研究所業務方法書

目次

第1章 総則（第1条－第2条）

第2章 研究所の業務（第3条－第6条）

第3章 雑則（第7条－第9条）

附則

## 第1章 総則

（目的）

**第1条** この業務方法書は、独立行政法人通則法（平成11年法律第103号。以下「通則法」という。）第28条第1項の規定に基づき、独立行政法人電子航法研究所（以下「研究所」という。）の業務の方法について、基本的事項を定め、もってその業務の適正な運営に資することを目的とする。

（業務運営の基本方針）

**第2条** 研究所は、独立行政法人電子航法研究所法（平成11年法律第210号。以下「研究所法」という。）第3条の目的を達成するため、関係機関と緊密な連携を図り、もってその業務の能率的かつ効果的な運営を期するものとする。

## 第2章 研究所の業務

（試験、調査、研究及び開発の実施）

**第3条** 研究所は、研究所法第11条第1号に規定される業務を、国土交通大臣の認可を受けた中期計画に従い、運営費交付金を用いて実施する他、国、地方自治体、企業等から委託を受けて実施するものとする。

2 研究所は、研究所以外の者と共同して行うことが、研究所単独で行う場合と比較して、効率的であり、かつ優れた成果が得られることについて十分な見通しがある場合に共同で研究を行うものとする。

（成果の普及）

**第4条** 研究所は、研究所法第11条第2号の規定に基づき、次の各号に掲げる方法により、第3条に規定する試験、調査、研究及び開発の成果（この条において「研究成果」という。）の普及を行うものとする。

- （1）研究成果を国土交通行政に反映させること
- （2）研究成果として取得した特許権、実用新案権その他これに類する権利（第6条において「産業財産権等」という。）を実施させること
- （3）研究成果に関する報告書を作成し、頒布すること
- （4）研究成果に関する発表会を開催すること
- （5）その他事例に応じて最も適当と認められる方法

(情報の収集、整理及び提供)

**第5条** 研究所は、研究所法第11条第3号の規定に基づき、次の各号に掲げる方法により、電子航法に関する情報の収集、整理及び提供を行うものとする。

- (1) 電子航法に関連する書籍、報告書、データ等を収集すること
- (2) 書籍等を整列、管理すること
- (2) データベースを作成し、管理すること
- (4) 図書等を公開すること

(附帯業務)

**第6条** 研究所法第11条第4号により行う業務は、次の各号に掲げるものとする。

- (1) 産業財産権等の取得に関すること
- (2) その他研究所の業務の運営、管理に関すること

### 第3章 雑則

(業務の委託に関する基準)

**第7条** 研究所は、業務上必要な試験、調査、研究及び開発、工事の施行、施設の維持及び補修その他自ら行うことが困難な業務または、研究所業務の遂行上他のものに行わせることが適当な業務については、これらの業務を行うに適当な能力を有する者に委託することができるものとする。

- 2 研究所は、前項の業務を委託しようとするときは、受託者との間に委託契約を締結するものとする。
- 3 研究所は、前項の業務の委託をした場合には、その業務に要する費用を負担するものとする。

(競争入札その他の契約に関する事項)

**第8条** 契約は、すべて競争に付すものとする。ただし、次の各号の一に該当するときは、随意契約によることができるものとする。

- (1) 契約の性質又は目的が競争を許さないとき
- (2) 緊急の必要により競争に付することができないとき
- (3) 競争に付することが不利と認められるとき
- (4) 契約に係る予定価格が少額であるとき
- (5) その他業務の運営上特に必要があるとき

(その他業務の執行に関して必要な事項)

**第9条** 研究所は、この業務方法書に定めるもののほか、その業務の執行に関し必要な事項について細則を定めることができるものとする。

**附則** この業務方法書は、平成13年4月1日から施行する。

**附則** この業務方法書は、平成18年4月1日から施行する。

## 4 独立行政法人電子航法研究所 第2期中期目標

独立行政法人電子航法研究所（以下「研究所」という。）は、電子航法に関する試験、調査、研究及び開発を行うことにより、交通の安全の確保とその円滑化を図ることを目的とした、わが国唯一の試験研究機関である。その運営に当たっては、自律性、自発性及び透明性を備え、業務をより効率的・効果的に行うという独立行政法人制度の趣旨を十分に踏まえ、社会ニーズ等の状況変化に適切に対応しつつ、本中期目標に従って、質の高いサービスを提供すること。このため、研究開発及び成果の普及・活用促進等、研究所が実施するあらゆる活動を通じて、わが国の交通の安全と円滑化に貢献するとともに、航空行政等の国土交通政策について、その技術課題の解決を図るといふ研究所の任務を的確に遂行するものとする。

また、研究所は、本中期目標期間より非公務員型の独立行政法人へ移行することから、国に加え大学、民間等と人事交流などの連携を促進すること等により、そのメリットを最大限活用するものとする。

### 第1 中期目標の期間

平成18年4月1日から平成23年3月31日までの5年間とする。

### 第2 業務運営の効率化に関する事項

#### 1. 組織運営

##### (1) 組織運営の合理化・適正化の推進

中期計画において、組織運営に関する計画と目標を具体的に定めることにより、組織運営の合理化・適正化を推進するとともに、その実施状況と目標達成状況について、定期的な自己点検・評価を実施すること。また、年度計画については、中期計画を基本としつつ、自己点検・評価結果及び独立行政法人評価委員会の年度評価結果を踏まえた改善策を盛り込むこと等により、組織運営を効果的・効率的かつ機動的に行うこと。

##### (2) 業務執行体制の見直し等

高度化、多様化する社会ニーズに迅速かつ的確に対応でき、理事長のリーダーシップと研究企画・総合調整機能を最大限発揮できるように業務執行体制を見直し、責任の範囲と所在を明確にした組織運営を行うこと。また、専門分野を集約した組織構成とすることにより、研究開発機能の専門性と柔軟性の向上を図ること。

特に重要なプロジェクトの推進については、プロジェクトチームにより自立的・弾力的な組織編成を行うこと。

#### 2. 人材活用

##### (1) 職員の業績評価

職員の自発的な能力向上を促し、これを最大限発揮させるため、職員の業績評価を職務、職責、社会ニーズへの貢献度等を勘案して、厳正かつ公正に行うこと。また、職員の自主性、自立性及び創造性を尊重し、公平性を維持する観点から、業績評価結果に基づいて適切な処遇を行うこと。

## (2) 職員の任用

職員の採用と配置は、研究開発業務が高度な専門性を維持して効果的・効率的に実施されるとともに、研究所のポテンシャル向上が図られるよう、戦略的に実施すること。

特に若手研究者の任用については、多様な人材を確保し、資質・能力に応じた配置とすること。

## (3) 外部人材の活用

研究所のポテンシャル及び研究開発機能の向上を図るとともに、社会ニーズに迅速かつ的確に対応するため、外部人材を研究者として積極的に活用すること。具体的には、任期付任用を最大限活用することとし、他の研究機関・民間企業等との人材交流を中期目標期間中に28名以上実施すること。

## (4) 人材の育成

今後、退職者の増加に伴い、研究所のポテンシャルが低下することを防ぐため、人材育成に関する長期計画を作成し、着実に実行すること。また、社会ニーズに的確に対応できる幅広い視野を持つ研究者を育成すること。

# 3. 業務運営

## (1) 経費の縮減

- ① 一般管理費（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）については、中期目標期間中に見込まれる当該経費総額（初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。）を6%程度抑制すること。
- ② 業務経費（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）については、中期目標期間中に見込まれる当該経費総額（初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。）を2%程度抑制すること。
- ③ 人件費※注）については、「行政改革の重要方針」（平成17年12月24日閣議決定）を踏まえ、前中期目標期間の最終年度予算を基準として、本中期目標期間の最終年度までに国家公務員に準じた人件費削減の取組を行うこと。また、国家公務員の給与構造改革を踏まえた役職員の給与体系の見直しを進めること。  
※注）対象となる「人件費」の範囲は、常勤役員及び常勤職員に支給する報酬（給与）、賞与、その他の手当の合計額とし、退職手当、福利厚生費（法定福利費及び法定外福利費）、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分は除く。

## (2) 予算及び人的資源の適正な管理

各研究開発課題に対する予算配分及び執行状況を適時把握することにより、予算管理の適正化と業務運営の効率化を図ること。また、エフォート（研究専従率）の把握により、人的資源の有効活用を図るとともに職員のコスト意識

の徹底を行うこと。

### 第3 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項

#### 1. 社会ニーズに対応するための研究開発の戦略的・重点的な実施、研究実施過程における措置

研究所が実施する研究開発の基本的な考え方は次のとおりとする。

##### (1) 社会ニーズに対応した研究開発の重点化

増大する航空交通量への対応等、社会ニーズに対応するための研究開発を重点的に実施すること。具体的には、航空交通の安全性向上と、空港及び航空路における交通容量拡大を図るため、より高度な航空交通管理手法の開発及び評価に係る研究開発を重点的に実施すること。また、より高度な航空交通管理の実現に寄与し、より安全かつ効率的な航空機運航の実現に資するため、衛星・データ通信等の新技術を採用入れた通信・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<sup>※注</sup>については、「行政改革の重要方針」（平成17年12月24日閣議決定）を踏まえ、前中期目標期間の最終年度予算を基準として、本中期目標期間の最終年度までに5%以上削減する。また、国家公務員の給与構造改革を踏まえた役職員の給与体系の見直しを進める。

※注 対象となる「人件費」の範囲は、常勤役員及び常勤職員に支給する報酬（給与）、賞与、その他の手当の合計額とし、退職手当、福利厚生費（法定福利費及び法定外福利費）、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分は除く。

④ 予算及び人的資源の適正な管理については、各研究開発課題に対する予算配分及び執行状況を予算管理システム等により適時把握し、予算管理の適正化と業務運営の効率化を図る。また、エフォート（研究専従率）を正確に把握し、人的資源の有効活用と職員のコスト意識の向上を図るとともに、研究に専念できるようなエフォートの質の向上を図る。

## 2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するため取るべき措置

### (1) 社会ニーズに対応した研究開発の重点化

研究所の目的を踏まえ、より質の高い研究成果を提供することにより、安全・安心・便利な航空交通を求める社会ニーズに適切に対応するため、以下に掲げる3つの重点研究開発分野を設定し、戦略的かつ重点的に実施する。

#### ①空域の有効利用及び航空路の容量拡大に関する研究開発

増大する航空交通量に対応するため、空域の有効利用及び航空路の容量拡大を図る必要があることから、RNAV

(広域航法)、スカイハイウェイ計画等、新たな管制方式・運航方式を導入したときの航空交通容量への影響及び効果を推定し、容量値算定のための技術資料を作成する。また、これらの導入に必要な安全性評価を実施し、最低経路間隔等の基準作成に貢献する。その他、増大する航空交通量を安全に管理するためSSRモードSシステムの高度化技術の開発、並びにRNAV等を支える衛星航法の実現に向けた研究開発等を実施する。

#### ②混雑空港の容量拡大に関する研究開発

増大する航空交通量に対応するため、混雑空港の処理容量及びその周辺空域の容量拡大を図る必要があることから、空港周辺の飛行経路及び管制官が管轄するセクター構成の改善技術を開発し、混雑空港周辺の空域再編及び新たな管制方式の導入等に貢献する。また、航空機等のより安全で円滑な地上走行に対応するため、多様な監視センサーデータの統合化技術を開発する。その他、衛星航法を用いて空港への精密進入を支援する技術を開発し、実運用機材の調達や運用において活用できるようにする。

#### ③予防安全技術・新技術による安全性・効率性向上に関する研究開発

航空交通の安全性・効率性を向上させるため、航空機に搭載している飛行管理システムデータを用いた飛行プロファイルの高精度予測手法の開発、及びそれを用いた異常接近検出手法を開発する。また、携帯電子機器を航空機内で使用するために必要となる機上装置への安全性認証のための技術資料を作成する。その他、ヒューマンエラー防止のための疲労の早期検出技術を開発する。

具体的な研究開発課題の設定にあたっては、社会ニーズを十分に把握し、行政、運航者及び空港管理者等の関係者と調整を図るとともに、有用性、有益性及び将来的な発展性を十分考慮する。また、研究開発の目的及び目標を明確かつ具体的に定める。

### (2) 基盤的研究

社会ニーズの実現に向けた政策に基づく重点研究開発分野での将来の応用を目指した基盤的・先導的研究を実施し、現在及び将来のニーズに対応した研究ポテンシャルの向上に努める。なお、研究の実施に当たっては、諸情勢の変化を考慮しつつ研究の方向性や具体的な方策について、柔軟に対応する。

また、一方で、研究者の自由な発想に基づく研究についても、新しい知を生み続ける知的蓄積を形成することを目指し萌芽段階からの多様な研究を長期的視点で実施し、特に若手研究者の自立を促進する。

### (3) 研究開発の実施過程における措置

研究開発の実施過程においては、次に掲げる措置を講じる。

① 研究開発課題選定手順を明確にし、社会ニーズに対応するための研究要素を包括的に企画、提案し、研究の位置付けと「目標時期」「成果」「効果」等の達成目標を明確にする。また、研究開発の目的及び成果が、社会ニーズに対して的確・タイムリーで効果的なものとなるよう、行政、運航者及び空港管理者等の関係者から情報収集を随時行い、研究開発の実施過程において、ニーズの変化に即応できる柔軟性を確保する。

② 各研究開発課題について、社会ニーズの状況変化や、研究所内外の研究事前・中間評価の結果に基づき、行政等の関係者と十分調整の上、研究内容や方法の見直し、中止等、所要の措置を講じる。また、研究所内外の研究事後評価結果については、成果のフォローアップに努めながら、行政等の関係者と十分調整の上、その後の研究開発計

画に反映させる。

#### (4) 共同研究・受託研究等

##### ①共同研究

研究開発の高度化を図り、これを効果的・効率的に実施するとともに、研究所の社会的地位と研究ポテンシャルの向上を図るため、関連する技術分野を対象に研究活動等を行っている国内外の大学、研究機関、民間企業等との共同研究を推進する。具体的には、共同研究を中期目標期間中に36件以上実施する。

##### ②受託研究等

国、地方自治体及び民間等が抱えている各種の技術課題を解決するため、受託研究等を幅広く実施する。具体的には、受託研究等を中期目標期間中に90件以上実施する。また、競争的資金を積極的に獲得する。

##### ③研究交流

他機関との密接な連携と交流を円滑に推進するため、研究者・技術者の交流会等を中期目標期間中に30件以上実施する。

#### (5) 研究成果の普及、成果の活用促進等

##### ①知的財産権

知的財産権による保護が必要な研究成果については、必要な権利化を図る。

また、登録された権利の活用を図るため、広報誌、パンフレット、ホームページ等により積極的に広報・普及を行うとともに、研究成果に関心を寄せる企業等に積極的に技術紹介活動を行う。

##### ②広報・普及・成果の活用

研究所の活動・成果を研究発表会、一般公開、広報誌等印刷物、マスメディア、ホームページ等の様々な広報手段を活用し、効果的かつ効果的な広報活動を推進する。また、国際会議、学会、シンポジウム等に積極的に参加し、講演、発表等を通じて研究成果の普及に努める。更に、行政当局への技術移転等を通じ、研究成果の活用を図る。

- ・各研究開発課題については、年1回以上、学会、専門誌等において発表する。
  - ・中期目標期間中に80件程度の査読付論文への採択を目指す。
  - ・ホームページで提供する情報の内容を工夫、充実させることにより、アクセス件数が増加するよう努める。
  - ・研究発表会及び研究講演会をそれぞれ年1回開催する。
  - ・研究所一般公開を年1回実施する。また、研究所の見学を積極的に受け入れることにより、研究所の活動に関する広報に努める。
  - ・国土交通省の「空の日」事業への参加を年1回以上実施する。
  - ・研究成果への関心を喚起するため、研究所の広報の一環として、研究成果等について企業等に公開講座を開催する。
- その他研究所の活動及び成果の普及・活用促進に必要な広報活動に努める。

##### ③国際協力等

研究所で行う研究開発は、諸外国の研究機関等と協調して行う必要があることから、これらと積極的に交流及び連携を進めることにより、国際的な研究開発に貢献する。さらに有効な国際交流・貢献を図るため、主体的に国際ワークショップ等を開催する。

国際的な最新技術動向を把握、分析し、当該情報を外部に提供できるよう、技術情報のデータベース化と当該情報の提供を行う。

国際民間航空機関が主催する会議への継続的な参画により、国際標準策定作業に積極的に貢献する。アジア地域の航空交通の発展に寄与するための研修等を実施する。

- ・国際民間航空機関が主催する会議、その他国際会議・学会等で中期目標期間中に240件以上発表する。
- ・国際ワークショップ等を、中期目標期間中に2件程度開催する。

### 3. 予算（人件費の見積りを含む。）、収支計画及び資金計画

#### （1）自己収入の増加

受託収入・特許権収入等の自己収入を増加させるための活動を積極的に推進する。

#### （2）中期目標期間における財務計画は次のとおりとする。

- ①予算 別紙1のとおり
- ②収支計画 別紙2のとおり
- ③資金計画 別紙3のとおり

### 4. 短期借入金の限度額

予見し難い事故等の事由に限り、資金不足となる場合における短期借入金の限度額は、300（百万円）とする。

### 5. 重要な財産を譲渡し、又は担保に供する計画

特になし。

### 6. 剰余金の使途

- ①研究費
- ②施設・設備の整備
- ③国際交流事業の実施（招聘、セミナー、国際会議等の開催）

### 7. その他主務省令に定める業務運営に関する事項

#### （1）管理、間接業務の外部委託

庁舎・施設管理業務や、研究開発業務において専門的な知識等を要しない補助的な作業等については、外部委託を活用して業務の効率化を図る。

①施設及び設備に関する事項

施設・設備の内訳	予定額 (百万円)	財 源
ア. 実験施設整備 実験用航空機格納庫補修工事	11	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金
イ. 業務管理施設整備 電子航法開発部棟補修工事	100	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金
ウ. 業務管理施設整備 管制システム部棟建替工事	222	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金
エ. 業務管理施設整備 ATC研究棟他補修工事	104	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金
オ. 業務管理施設整備 本部棟/衛星技術部棟補修工事	91	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金
カ. 業務管理施設整備 仮想現実実験棟他補修工事	55	一般会計 独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金
キ. 業務管理施設整備 航空システム部/管制システム部棟補修工事	77	一般会計 ※ 独立行政法人電子航法研究所施設整備補助金

※「特別会計に関する法律(平成19年3月31日法律第23号)」により平成20年度以降区分経理が廃止されたことに伴い、平成20年度以降の財源については、全て一般会計にて整理している。

②施設・設備利用の効率化

業務の確実な遂行のため、研究所の施設・設備及び実験用航空機について、性能維持・向上等適切な措置を講じるとともに、その効率的な利用に努める。

(2) 人事に関する計画

①方針

業務処理を工夫するとともに、業務内容及び業務量に応じて適正に人員を配置する。

②人件費に関する指標

中期目標期間中の人件費総額見込み 2,958百万円

③その他参考として掲げる事項

・人件費削減の取り組みによる前年度予算に対する各年度の削減率は、以下のとおり(%)

平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度
△1.7%	△0.6%	△1.1%	△1.1%	△1.1%

表1. 予算 (総括) (単位: 百万円)

別紙1 (表1)

区分	金額
収入	
運営費交付金	8, 315
施設整備費補助金	661
受託等収入	1, 345
計	10, 321
支出	
業務経費	4, 480
うち研究経費	4, 480
施設整備費	661
受託等経費	1, 271
一般管理費	249
人件費	3, 660
計	10, 321

[人件費の見積り]

期間中総額2, 958百万円を支出する。

但し、上記の額は、役員報酬(非常勤役員を除く。)並びに職員基本給、職員諸手当、超過勤務手当、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（ $\alpha$ ）×消費者物価指数（ $\gamma$ ）  
＋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（ $\beta$ ）×消費者物価指数（ $\gamma$ ）  
×政策係数（ $\delta$ ）＋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（ $\alpha$ ）：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（ $\beta$ ）：毎年度の予算編成過程において決定

消費者物価指数（ $\gamma$ ）：毎年度の予算編成過程において決定

政策係数（ $\delta$ ）：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（ $\alpha$ ）：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（ $\beta$ ）：中期計画期間中は0.99として推計

消費者物価指数（ $\gamma$ ）：中期計画期間中は1.00として推計

政策係数（ $\delta$ ）：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
      - 1 8年度・・・所要額を積み上げ積算
      - 1 9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（1 9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（ $\alpha$ ）×消費者物価指数（ $\gamma$ ）  
 ＋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（ $\beta$ ）×消費者物価指数（ $\gamma$ ）  
 ×政策係数（ $\delta$ ）＋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（ $\alpha$ ）：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（ $\beta$ ）：毎年度の予算編成過程において決定

消費者物価指数（ $\gamma$ ）：毎年度の予算編成過程において決定

政策係数（ $\delta$ ）：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（ $\alpha$ ）：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（ $\beta$ ）：中期計画期間中は0.99として推計

消費者物価指数（ $\gamma$ ）：中期計画期間中は1.00として推計

政策係数（ $\delta$ ）：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 21 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 21 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。また、行政との連携を強化し研究企画・総合調整機能を発揮できるよう、体制の充実を図る。さらに、これまで組織横断的に取り組んできた研究会等を発展させつつ、「電子航法研究所の研究長期ビジョン」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・開発に取り組む。

平成 21 年度は、以下を実施する。

- ・国内外の研究動向の調査を継続しつつ、「電子航法研究所の研究長期ビジョン」について航空会社や他の研究機関等と議論を深め、産業界との連携強化について検討する。
- ・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、新規職員を採用し、組織横断的な研究実施体制とすることにより研究員の活性化を図る。平成 21 年 4 月から外国人研究者を任期付研究員として採用する。また、女性研究員の育児休業に伴い任期付き研究員を採用し、研究開発課題に応じて適切に配置する。

##### 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 名以上活用する。

#### ④人材の育成

研究所のポテンシャルを高めるため「人材活用等に関する方針」を定めるとともに、研究者の長期的な育成を目指してキャリアパスに関する指針（キャリアガイドライン）に基づく研修を実施する。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、海外派遣を1名以上実施する。

### (3) 業務運営

平成20年度に立ち上げた「内部統制検討委員会」において、自己点検制度である内部監査の実施について検討するとともに、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。また、業務の見える化（可視化）にも取り組み、法令の遵守及び社会的規範・モラル遵守の徹底を図る。さらに、所内ネットワークをより活用し業務の効率化を進める。

平成19年12月に公表した「随意契約見直し計画」に沿って、物品等の調達に関しては、原則、一般競争入札とする。一者応札率是正のため、事業者にとって調達内容がより分かりやすい件名・仕様へと工夫し、コンテンツ配信技術を活用することにより事業者の負担なく公告情報を提供していくことで、多数の応札が得られるよう努力する。また、少額随契についても、オープンカウンター方式を積極的に活用することなどにより、より透明性のある契約に取り組んでいくこととする。

平成21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21年度において平成20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21年度において平成20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21年度において平成20年度予算比で1.1%程度削減する。年功的な給与上昇を極力抑制するとともに職員の業績に応じた昇給を行う。

※注）対象となる「人件費」の範囲は、常勤役員及び常勤職員に支給する報酬（給与）、賞与、その他の手当の合計額とし、退職手当、福利厚生費（法定福利費及び法定外福利費）、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分は除く。

- ④予算及び人的資源の適正な管理については、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、エフォート（研究専従率）の活用等により職員のコスト意識を徹底し、人的資源を有効活用するために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 21 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 21 年度は、研究所内に設置した SSR モード S 地上局を用いて、航行中の航空機の動態情報（航空機に搭載している飛行管理システムのデータ）を取得する実験を引き続き行うとともに、地上局の通信機能の向上を図る。また、ネットワーク調整機能（複数の地上局をネットワークで連携させる機能）について検討し、本機能を有する SSR モード S 装置およびネットワーク制御装置を製作する。

#### 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 21 年度は、平成 20 年度に検討したパフォーマンス指標の算出手法を改良する。また、平成 20 年度に構築したパフォーマンス評価システムの機能向上を行う。

#### 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 21 年度は、北部太平洋上の飛行経路について、個別の最適経路を予測し、より最適に近い経路での飛行方法を検討する。

#### エ. RNAV 経路における総合的安全評価手法の研究（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 21 年度は、航空路における RNAV 経路導入後の安全性評価を実施するための当該空域に対する危険因子の洗い出し手法の検討や RNAV5 航空路における安全性の事後評価手法の開発を行う。

## 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 21 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 21 年度は、平成 20 年度に抽出した運航効率、空域容量、管制効率に係る評価項目とその相関関係を検討するとともに、ターミナル空域設計用評価ツールとして運航モジュールの製作を行う。

### 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 21 年度は、新電離層補強アルゴリズムを MSAS（静止衛星型衛星航法補強システム）シミュレータへ組み込み、MSAS シミュレータの性能評価を実施するとともに、GBAS（地上型衛星航法補強システム）安全性実証モデルの実装アルゴリズムの検証を行う。

### 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 21 年度は、広域 MLAT/ADS-B 評価装置および OCTPASS 評価装置の製作を行う。

## 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 21 年度に以下の研究を実施する。

ア. 航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究（平成 17 年度～21 年度）

（年度目標）

本研究は、航空無線航法サービス用に割り当てられた周波数帯域内にある各種の無線機器について、電波信号環境（信号や混信の発生状況）の測定や予測の手法を確立するものである。平成 21 年度は、予測精度の向上を図りその検証実験を行う。また、電波信号環境測定手法と予測手法のまとめを行う。

イ. 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 21 年度は、当該自動送信方式を用いた地上送受信装置の接続動作実験を行う。また ADS-B/TIS-B 受信装置の搭載作業を行う。

ウ. 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 21 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向上を図るためのシミュレーションおよびスケールモデル実験を行うとともに、種々のモニタ反射板の反射特性解析と性能比較、反射面の反射特性解析に利用できる誘電率測定装置の開発を行う。

エ. 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 21 年度は、トラジェクトリデータの解析手法を開発し、トラジェクトリモデル評価システム（解析部）の製作を行う。

オ. 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 21 年度は、L-DACS（L-band Digital Aeronautical Communications System）の仕様、ソフトウェア実装技術の調査、実験装置の仕様検討を行う。

カ. 携帯電子機器に対する航空機上システムの耐電磁干渉御性能に関する研究（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 21 年度は、各種航空機の経路損失データの収集や、経路損失計測手法の検討を行う。

## (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 21 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・中間評価結果に基づき、行政等の関係者と十分調整の上、研究内容や方法の見直し、中止等、所要の措置を講じる。また、評議員会及び研究評価委員会による事後評価結果については、成果のフォローアップに努めながら、行政等の関係者と十分調整の上、その後の研究開発計画に反映させる。

具体的には、評議員会による外部評価として、以下を実施する。

- ・平成 22 年度開始予定の重点研究課題の事前評価
- ・平成 20 年度に終了した重点研究課題の事後評価
- ・平成 21 年度に終了予定の重点研究課題の事後評価
- ・研究期間 5 年以上の重点研究課題の中間評価

また、研究評価委員会による内部評価として、以下を実施する。

- ・平成 22 年度開始予定の研究課題の事前評価
- ・平成 20 年度に終了した研究課題の事後評価
- ・平成 21 年度に終了予定の研究課題の事後評価
- ・研究期間 5 年以上の研究課題の中間評価



#### (4) 共同研究・受託研究等

##### ①共同研究

研究開発の高度化を図り、これを効果的・効率的に実施するとともに、研究所の社会的地位と研究ポテンシャルの向上を図るため、関連する技術分野を対象に研究活動等を行っている国内外の大学、研究機関、民間企業等との共同研究を推進する。

- ・継続して実施する共同研究に加え、新たに4件以上の共同研究を開始する。

##### 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、費用対効果も考慮しつつ効率的かつ効果的な広報活動を推進する。また、国際会議、学会、シンポジウム等に積極的に参加し、講演、発表等を通じて研究成果の普及に努める。さらに、行政当局への技術移転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21年度は、以下を実施する。

- ・各研究開発課題について、年1回以上、学会、専門誌等において発表する。
- ・16件程度の査読付論文の採択を目指す。
- ・ホームページを更に充実させ、情報発信を積極的に行うとともに、アクセス数の増加を目指す。
- ・研究所一般公開、研究発表会及び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」事業への参加を実施する。
- ・航空関係者の研究成果に対する理解とその活用を促進するため、企業及び航空関係者への公開講座として、出前講座を継続企画し開催する。

その他、研究所の活動及び成果の普及・活用促進に必要な広報活動に努める。

### ③国際協力等

平成 20 年度に新たにフランス国立民間航空大学院より受け入れた研修生に対し、引き続き我が国の航空電子システム分野の技術を指導する。また、有効な国際交流・貢献を図るため、第 2 回国際ワークショップの準備を行う。

その他、平成 21 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など、利用者のニーズに応えるための改善を図る。
- ・ICAO が主催する会議、その他国際会議・学会等に積極的に参画し 48 件以上発表する。
- ・海外の研究機関等との連携強化を図る。
- ・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 21 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 21 年度に次の施設整備を実施する。

施設・整備の内訳	予定額 (百万円)	財源
ア. 業務管理施設整備 管制システム部棟建替工事	1 2 5	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 1 年度予算

(単位：百万円)

区 分	金 額
収入	
運営費交付金	1,618
施設整備費補助金	125
受託等収入	503
繰越金	0
計	2,246
支出	
業務経費	956
うち研究経費	956
施設整備費	125
受託等経費	452
受託管理費	13
一般管理費	49
人件費	651
計	2,246

## [人件費の見積り]

期間中総額 5 8 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21年度収支計画

(単位：百万円)

区 分	金 額
費用の部	2,369
経常費用	2,369
研究業務費	1,427
受託等業務費	465
一般管理費	222
減価償却費	255
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	2,369
運営費交付金収益	1,618
手数料収入	0
受託等収入	503
資産見返負債戻入	248
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21年度資金計画

(単位：百万円)

区 分	金 額
資金支出	2,246
業務活動による支出	2,107
投資活動による支出	125
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	2,246
業務活動による収入	2,121
運営費交付金による収入	1,618
受託収入	499
その他の収入	4
投資活動による収入	125
施設整備費補助金による収入	125
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 21 年度

# 財 務 諸 表

(添付書類)

平成 21 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22年3月31日)

(単位:円)

科 目	金 額	
<b>【資産の部】</b>		
I 流動資産		
現金及び預金		745,073,443
未収金		75,934,024
たな卸資産		2,624,084
前渡金		26,600
前払費用		1,065,752
立替金		279,665
流動資産合計		825,003,568
II 固定資産		
1 有形固定資産		
建物	1,198,825,808	
建物減価償却累計額	△ 453,802,956	745,022,852
構築物	133,515,822	
構築物減価償却累計額	△ 105,908,573	27,607,249
航空機	101,800,000	
航空機減価償却累計額	△ 98,745,998	3,054,002
車両運搬具	18,956,466	
車両運搬具減価償却累計額	△ 12,712,828	6,243,638
工具器具備品	4,483,535,644	
工具器具備品減価償却累計額	△ 3,695,426,463	
工具器具備品減損損失累計額	△ 4,704,689	783,404,492
土地		3,082,544,000
建設仮勘定		104,373,500
有形固定資産合計		4,752,249,733
2 無形固定資産		
電話加入権		40,600
ソフトウェア		1,564,500
無形固定資産合計		1,605,100
3 投資その他の資産		
長期前払費用		26,300
投資その他資産合計		26,300
固定資産合計		4,753,881,133
資産合計		5,578,884,701
<b>【負債の部】</b>		
I 流動負債		
運営費交付金債務		445,929,459
短期リース債務		6,627,426
未払金		351,863,987
未払消費税等		268,500
未払費用		1,096,841
預り金		2,793,900
流動負債合計		808,580,113
II 固定負債		
資産見返負債		
資産見返運営費交付金	714,313,138	
資産見返物品受贈額	60,396,485	
建設仮勘定見返運営費交付金	40,950,000	
建設仮勘定見返施設費	63,423,500	879,083,123
長期リース債務		13,362,133
固定負債合計		892,445,256
負債合計		1,701,025,369
<b>【純資産の部】</b>		
I 資本金		
政府出資金		4,258,412,552
資本金合計		4,258,412,552
II 資本剰余金		
資本剰余金		309,683,770
損益外減価償却累計額(△)		△ 712,668,689
損益外減損損失累計額(△)		△ 414,400
資本剰余金合計		△ 403,399,319
III 利益剰余金		
研究開発及び研究基盤整備積立金		5,125,193
積立金		17,951,988
当期未処理損失		231,082
(うち当期総損失)		231,082
利益剰余金合計		22,846,099
純資産合計		3,877,859,332
負債・純資産合計		5,578,884,701

【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 543,537,876 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 37,641,386 円



**損益計算書**  
(平成21年4月1日～平成22年3月31日)

(単位:円)

科 目	金 額		
<b>【経常費用】</b>			
<b>業務費</b>			
給与手当	459,813,094		
福利厚生費	56,620,577		
諸謝金	1,826,330		
研究委託費	36,815,511		
消耗品費	219,672,793		
備品費	23,902,810		
通信費	7,222,768		
水道光熱費	17,000,388		
支払リース料	1,969,366		
保守修繕費	70,399,405		
旅費交通費	35,800,576		
支払手数料	16,294,382		
減価償却費	240,022,667		
その他の業務費	24,754,899	1,212,115,566	
<b>一般管理費</b>			
役員給与手当	47,089,857		
給与手当	121,834,676		
福利厚生費	24,033,141		
諸謝金	249,480		
消耗品費	3,297,759		
備品費	2,087,591		
通信費	1,721,600		
水道光熱費	2,505,992		
支払リース料	297,780		
保守修繕費	7,815,868		
旅費交通費	2,149,145		
支払手数料	7,007,671		
減価償却費	1,808,640		
その他の一般管理費	5,462,952	227,362,152	
<b>財務費用</b>			
支払利息	514,244	514,244	
経常費用合計			1,439,991,962
<b>【経常収益】</b>			
運営費交付金収益		1,077,272,506	
固定資産見返負債戻入			
資産見返運営費交付金戻入	209,633,092		
資産見返物品受贈額戻入	20,707,809	230,340,901	
受託収入		126,608,311	
特許権等収入		2,689,852	
雑益		2,849,310	
経常収益合計			1,439,760,880
経常損失			231,082
<b>【臨時損失】</b>			
固定資産除却損		4,479,849	
臨時損失合計			4,479,849
<b>【臨時利益】</b>			
固定資産見返負債戻入			
資産見返運営費交付金戻入	3,097,631		
資産見返物品受贈額戻入	1,382,218	4,479,849	
臨時利益合計			4,479,849
<b>【当期純損失】</b>			231,082
<b>【当期総損失】</b>			231,082

【注記】ファイナンス・リース取引が損益に与える影響額は、  
△231,085円であり、当該影響額を除いた当期総利益は3円であります。

**キャッシュフロー計算書**  
(平成21年4月1日～平成22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	△ 182,601,222
人件費支出	△ 816,212,741
その他業務支出	△ 352,361,963
運営費交付金収入	1,618,083,000
受託収入	204,156,444
特許権等収入	2,489,784
その他業務収入	<u>2,830,555</u>
小計	476,383,857
利息の支払額	<u>△ 409,034</u>
<b>業務活動によるキャッシュフロー</b>	<b>475,974,823</b>

**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	△ 222,215,373
施設費による収入	<u>4,663,500</u>
<b>投資活動によるキャッシュフロー</b>	<b>△ 217,551,873</b>

**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	<u>△ 5,746,500</u>
<b>財務活動によるキャッシュフロー</b>	<b>△ 5,746,500</b>

<b>IV 資金増加額</b>	<b>252,676,450</b>
<b>V 資金期首残高</b>	<u><b>492,396,993</b></u>
<b>VI 資金期末残高</b>	<u><u><b>745,073,443</b></u></u>

**【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>745,073,443円</u>
現金及び預金勘定	<u>745,073,443円</u>

2. 重要な非資金取引

ファイナンス・リースによる資産の取得	
工具器具備品	24,609,616円

損失の処理に関する書類(案)

(単位:円)

I	当期未処理損失		231,082
	当期総損失	231,082	
II	損失処理額		
	積立金取崩額	231,082	231,082
III	次期繰越欠損金		-

**行政サービス実施コスト計算書**  
(平成21年4月1日～平成22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	1,212,115,566		
一般管理費	227,362,152		
財務費用	514,244		
固定資産除却損	4,479,849		1,444,471,811

(2)(控除)自己収入等

受託収入	△ 126,269,311		
特許権等収入	△ 2,689,852		
雑益	△ 2,849,310		△ 131,808,473

業務費用合計 1,312,663,338

**II 損益外減価償却等相当額**

損益外減価償却相当額 59,652,296

**III 引当外賞与見積額**

△ 268,650

**IV 引当外退職給付増加見積額**

42,933,298

**V 機会費用**

国又は地方公共団体財産の無償 又は減額された使用料による賃借 取引の機会費用	34,670,230		
政府出資等の機会費用	55,078,266		89,748,496

**VI 行政サービス実施コスト**

1,504,728,778

**【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14,213,835円であります。

## 注記事項

### 【重要な会計方針】

平成 22 年 3 月 30 日に「「独立行政法人会計基準」及び「独立行政法人会計基準注解」」が改訂されておりますが、改訂後の「独立行政法人会計基準」及び「独立行政法人会計基準注解」のうち、第 80 条の規定については当事業年度より適用しております。

また、当事業年度より、一部改訂された「「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」（平成 22 年 4 月 総務省行政管理局 財務省主計局 日本公認会計士協会）を適用しております。

#### 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 86）の減価償却相当額については、損益外減価償却累計額として資本剰余金から控除して表示しております。

なお、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

航空機部品	個別法
その他	最終仕入原価法
未成受託研究支出金	個別法

#### 6. 行政サービス実施コスト計算書における機会費用の計上方法

##### (1) 国又は地方公共団体財産の無償又は減額された使用料による賃借取引の機会費用の計算方法

無償貸付を受けた研究機器等の固定資産に対し、減価償却を行ったと仮定した場合に計算される平成 21 年度の減価償却費相当額を計上しております。

##### (2) 政府出資等の機会費用の計算に使用した利率

10 年利付国債の平成 22 年 3 月末利回りを参考に 1.395% 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	745,073,443	745,073,443	—
(2) 未収金	75,934,024	75,934,024	—
(3) 未払金	(351,863,987)	(351,863,987)	(—)

(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。

(追加情報)

当事業年度より、「金融商品に関する会計基準」(企業会計基準第10号 平成20年3月10日)及び「金融商品の時価等の開示に関する適用指針」(企業会計基準適用指針第19号 平成20年3月10日)を適用しております。

### 【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。

### 【重要な債務負担行為】

当事業年度までに契約締結を完了させましたが、実際の支出が翌期以降になる債務負担行為のうち、重要なものは以下の通りです。

1. 広域マルチラテレーション評価用装置の製作 61,425,000円

2. 電子航法研究所6号棟(旧管制システム部研究棟)建替工事 95,485,000円

## 【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。



附属明細書

1. 固定資産の取得、処分、減価償却費（「第86特定の償却資産の減価に係る会計処理」による増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		差引当期末残高	摘要
					当期償却額	当期償却額	当期減損損失			
有形固定資産 (償却費損益内)	建物	38,987,151	2,730,000	-	41,717,151	14,928,905	2,900,501	-	26,788,246	
	構築物	14,380,537	1,470,000	-	15,850,537	9,810,270	771,697	-	6,040,267	
	車両運搬具	18,956,466	-	-	18,956,466	12,712,828	2,755,077	-	6,243,638	
	工具器具備品	4,128,077,460	391,282,792	144,347,988	4,375,012,264	3,616,476,126	233,057,252	4,704,689	753,831,449	(注)
	計	4,200,401,614	395,482,792	144,347,988	4,451,536,418	3,653,928,129	239,484,527	4,704,689	792,903,600	
有形固定資産 (償却費損益外)	建物	1,157,108,657	-	-	1,157,108,657	438,874,051	45,783,954	-	718,234,606	
	構築物	117,685,285	-	-	117,685,285	96,098,303	3,083,291	-	21,566,982	
	航空機	101,800,000	-	-	101,800,000	98,745,998	1,017,999	-	3,054,002	
	工具器具備品	108,523,380	-	-	108,523,380	78,950,337	9,767,052	-	29,573,043	
	計	1,485,097,322	-	-	1,485,097,322	712,668,689	59,652,296	-	772,428,633	
非償却資産	土地	3,082,544,000	-	-	3,082,544,000	-	-	-	3,082,544,000	
	建設仮勘定	167,583,500	40,950,000	104,160,000	104,373,500	-	-	-	104,373,500	
	計	3,250,127,500	40,950,000	104,160,000	3,186,917,500	-	-	-	3,186,917,500	
	建物	1,196,095,808	2,730,000	-	1,198,825,808	453,802,956	48,684,455	-	745,022,852	
	構築物	132,045,822	1,470,000	-	133,515,822	105,908,573	3,854,988	-	27,607,249	
有形固定資産合計	航空機	101,800,000	-	-	101,800,000	98,745,998	1,017,999	-	3,054,002	
	車両運搬具	18,956,466	-	-	18,956,466	12,712,828	2,755,077	-	6,243,638	
	工具器具備品	4,236,600,840	391,282,792	144,347,988	4,483,535,644	3,695,426,463	242,824,304	4,704,689	783,404,492	
	土地	3,082,544,000	-	-	3,082,544,000	-	-	-	3,082,544,000	
	建設仮勘定	167,583,500	40,950,000	104,160,000	104,373,500	-	-	-	104,373,500	
無形固定資産	計	8,935,626,436	436,432,792	248,507,988	9,123,551,240	4,366,596,818	299,136,823	4,704,689	4,752,249,733	
	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	14,080,500	2,346,780	-	1,564,500	
	計	16,100,000	-	-	16,100,000	14,080,500	2,346,780	414,400	1,605,100	
	長期前払費用	10,296	26,300	10,296	26,300	-	-	-	26,300	
投資その他の資産	計	10,296	26,300	10,296	26,300	-	-	-	26,300	
	有形固定資産(償却費損益内)の工具器具備品の増加はネットワーク調整装置機能対応SSRモードS装置(99,250,000円)、衛星航法における安全性解析・リスク管理研究装置(171,150,000円)等の取得によるものであり、減少は実験用ADSシステム移動体装置(27,847,575円)、統合北システム(24,163,219円)、実験用ADSシステム地上装置(19,792,080円)等の除却によるものであります。									

## 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	630,040	2,624,084	-	630,040	-	2,624,084	
計	630,040	2,624,084	-	630,040	-	2,624,084	

## 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	-	-	361,395,133	
	損益外除却額	△ 52,166,363	-	-	△ 52,166,363	
	計	309,683,770	-	-	309,683,770	
	損益外減価償却累計額	653,016,393	59,652,296	-	712,668,689	
	損益外減損損失累計額	414,400	-	-	414,400	
	差引計	△ 343,747,023	△ 59,652,296	-	△ 403,399,319	

## 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	3,408,605	1,716,588	-	5,125,193	(注)
通則法44条1項積立金	17,135,372	816,616	-	17,951,988	(注)
計	20,543,977	2,533,204	-	23,077,181	

(注) 当期増加額は、前期未処分利益により積み立てられたものであります。

### (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	-	該当事項はありません。

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
平成19年度	89,363,466	-	-	-	-	-	-	89,363,466
平成20年度	85,014,296	-	-	53,550,000	-	-	53,550,000	31,464,296
平成21年度	-	1,618,083,000	1,077,272,506	208,723,461	40,950,000	-	1,326,945,967	291,137,033
合計	208,342,426	1,618,083,000	1,077,272,506	262,273,461	40,950,000	-	1,380,495,967	445,929,459

(2)運営費交付金債務の当期振替額の明細

(単位:円)

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 ア)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 53,550,000
	資産見返運営費交付金	53,550,000	
	建設仮勘定見返運営費交付金	-	
	資本剰余金	-	
	計	53,550,000	
会計基準第80第3項による振替額		-	
合計		53,550,000	

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	1,077,272,506	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: 1,097,762,313 (役職員人件費:696,397,948, その他の経費:401,364,365) 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: 20,489,807 ウ)固定資産の取得額:業務用器具備品等 208,723,461 エ)複数年度契約による固定資産取得に係る前払金額: 40,950,000 ③運営費交付金の振替額の積算根拠 費用1,097,762,313-自己収入からの充当額20,489,807=1,077,272,506
	資産見返運営費交付金	208,723,461	
	建設仮勘定見返運営費交付金	40,950,000	
	資本剰余金	-	
	計	1,326,945,967	
会計基準第80第3項による振替額		-	
合計		1,326,945,967	

## (3)運営費交付金債務残高の明細

(単位:円)

交付年度	運営費交付金債務残高		残高の発生理由及び収益化等の計画
平成18年度	費用進行基準を採用した業務に係る分	33,964,664	<p>○費用進行基準を採用した業務:全ての業務</p> <p>○運営費交付金債務残高の発生理由は、入札差額が生じたことによる経費の減少等に伴い、運営費交付金の収益化額が計画を下回り、翌事業年度に繰り越したものである。なお、中期計画で予定した、本事業年度に実施すべき業務については、計画どおりに実施済みであり、業務の未達成による運営費交付金債務の翌事業年度への繰越額はない。</p> <p>○翌事業年度に繰り越した運営費交付金債務残高については、翌事業年度において収益化する予定である。</p>
平成19年度	費用進行基準を採用した業務に係る分	89,363,466	<p>○費用進行基準を採用した業務:全ての業務</p> <p>○運営費交付金債務残高の発生理由は、入札差額が生じたことによる経費の減少等に伴い、運営費交付金の収益化額が計画を下回り、翌事業年度に繰り越したものである。なお、中期計画で予定した、本事業年度に実施すべき業務については、計画どおりに実施済みであり、業務の未達成による運営費交付金債務の翌事業年度への繰越額はない。</p> <p>○翌事業年度に繰り越した運営費交付金債務残高については、翌事業年度において収益化する予定である。</p>
平成20年度	費用進行基準を採用した業務に係る分	31,464,296	<p>○費用進行基準を採用した業務:全ての業務</p> <p>○運営費交付金債務残高の発生理由は、入札差額が生じたことによる経費の減少等に伴い、運営費交付金の収益化額が計画を下回り、翌事業年度に繰り越したものである。なお、中期計画で予定した、本事業年度に実施すべき業務については、計画どおりに実施済みであり、業務の未達成による運営費交付金債務の翌事業年度への繰越額はない。</p> <p>○翌事業年度に繰り越した運営費交付金債務残高については、翌事業年度において収益化する予定である。</p>
平成21年度	費用進行基準を採用した業務に係る分	291,137,033	<p>○費用進行基準を採用した業務:全ての業務</p> <p>○運営費交付金債務残高の発生理由は、入札差額が生じたことによる経費の減少及び期を跨いだ物品等の契約済繰越等に伴い、運営費交付金の収益化額が計画を下回り、翌事業年度に繰り越したものである。なお、中期計画で予定した、本事業年度に実施すべき業務については、計画どおりに実施済みであり、業務の未達成による運営費交付金債務の翌事業年度への繰越額はない。</p> <p>○翌事業年度に繰り越した運営費交付金債務残高については、翌事業年度において収益化する予定である。</p>

## 6. 役員及び職員の給与の明細

(単位:千円、人)

区 分	報 酬 又 は 給 与		退 職 手 当	
	支 給 額	支給人員	支 給 額	支給人員
役 員	(2,974)	(1)	(-)	(-)
	44,115	3	-	-
職 員	(84,505)	(35)	(-)	(-)
	497,143	60	-	-
合 計	(87,479)	(36)	(-)	(-)
	541,258	63	-	-

(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 21 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	1,618,083,000	1,618,083,000	-	
施設整備費補助金	125,274,000	-	△ 125,274,000	地中障害物の出土により、工事の完成が翌期へ延伸したことに伴い、補助金を繰り越したため。
受託収入	502,495,000	126,608,311	△ 375,886,689	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	-	5,539,162	5,539,162	特許収入及び航空保険料返戻金収入等があったため。
計	2,245,852,000	1,750,230,473	△ 495,621,527	
支出			(A-B)	
業務経費	956,408,000	741,569,588	214,838,412	広域マルチテレシオン評価用装置等を2ヶ年契約で整備したことに伴い、支出を翌期に繰り越したなどのため。
施設整備費	125,274,000	-	125,274,000	地中障害物の出土により、工事の完成が翌期へ延伸したことに伴い、工事の支出を翌期へ繰り越したため。
受託経費	451,319,000	106,651,138	344,667,862	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	12,689,000	4,734,463	7,954,537	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	48,670,000	48,587,924	82,076	業務効率化による削減額。
人件費	651,492,000	612,738,253	38,753,747	人事院勧告の実施に伴う期末・勤勉手当の減額及び定年退職職員と新規採用職員の入れ替えによる代謝効果によるため。
計	2,245,852,000	1,514,281,366	731,570,634	

---

平成 21 年度 電子航法研究所法年報

平成 22 年 12 月 1 日 発行

編集兼発行人 独立行政法人 電子航法研究所

発行所 独立行政法人 電子航法研究所

〒182-0012

東京都調布市深大寺東町 7 丁目 42 番地 23

電話 0422-41-3168

ホームページアドレス <http://www.enri.go.jp/>

---

※ 電子版は上記ホームページより入手することが可能です。

○本冊子は、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達に関する法律）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。