

# 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22年度まで第2期中期計画、23年度からは第3期中期計画を開始し、独立行政法人としての設立の趣旨を踏まえ、自律的かつ効率的で透明性の高い業務運営を図りながら、より質の高い研究成果をあげることを目指しております。

当研究所の研究活動は、社会ニーズに沿った研究を重点的に選定し、航空機運航の安全性、効率性及び航空利用者の利便性の向上、航空交通量増大への対応、環境負荷低減などの達成等に関する研究を進め、その成果を国の空港整備事業や国際民間航空機関等の国際標準策定作業に反映させるなど国内外において多大な貢献を果たしています。またそれとともに、基礎的、先導的な研究も実施し、電子航法に関する基盤技術の蓄積にも努めております。

この電子航法研究所年報は、第3期中期計画の3年目となる平成25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。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27年1月

独立行政法人電子航法研究所

理事長 山 本 憲 夫

# 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.	航法システム領域	42
3.	監視通信領域	65
4.	研究所報告	112
5.	受託研究	113
6.	共同研究	114
7.	研究発表	115
8.	知的財産権	134
第3部	現 況	
1.	平成25年度に購入した主要機器	141
2.	主要施設及び機器	142
3.	刊 行 物	144
4.	行 事 等	144
5.	職員表彰	146
付 録		
1.	独立行政法人電子航法研究所法	149
2.	独立行政法人電子航法研究所に関する省令	158
3.	独立行政法人電子航法研究所 業務方法書	165
4.	独立行政法人電子航法研究所 第3期中期目標	167
5.	独立行政法人電子航法研究所 第3期中期計画	173
6.	独立行政法人電子航法研究所 平成25年度計画	183
7.	財務諸表	195

# 第 1 部 説 第 総



# 1 沿 革

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

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

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

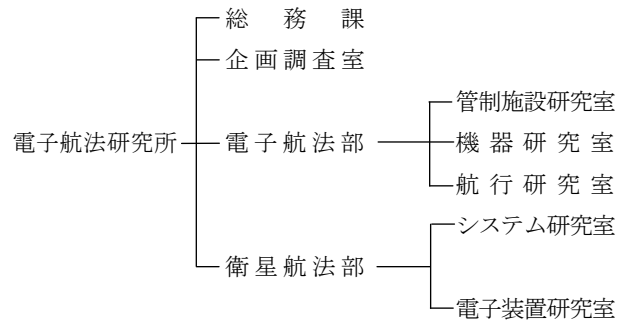
宇宙開発の一環として、人工衛星を航空機及び船舶の航法に利用しようとする開発研究は、我が国においても昭和38年に着手された。その結果をもとに、運輸省は昭和40年4月「人工衛星による航行援助方式の開発に関する基本方針」を決め、昭和41年度は衛星航法研究室(3名)が新設された。

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

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

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

当時の組織は下記のとおりであった。



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

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

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

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

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

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

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

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

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

53年度には、4名の増員が認められ、10月1日に電子航法

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

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

55年度には, 海上保安庁より格納庫(建坪825㎡)の所管換を受けた。

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

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

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

58年度は, 1名の増員が認められ, 航空施設部に新着陸施設研究室を設置した。

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

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

61年度は, 1名の増員が認められ, MLS研究体制の強化を図った。

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

63年度は, 管理庁舎兼衛星航法実験棟が竣工した。

平成元年度は, 1名の増員が認められ, 航空管制の研究体制の強化を図った。

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

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

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

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

また, 仮想現実実験施設を整備した。

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

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

また, ATCシミュレーション実験棟が竣工した。

平成13年度は, 中央省庁等改革推進本部決定及び関係諸法

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

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

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

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

平成16年度は, 関東空域再編関連研究プロジェクトチームを設置した。

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

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

平成20年度は, 企画課に企画第三係を新設した。

また, 6号棟(旧管制システム部研究棟)の建替工事に着手した。

平成21年度は, 先進型地上走行誘導管制システム開発プロジェクトチームを廃止した。

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

平成23年度は, 企画課に主査を新設した。また, 4号棟(旧航空施設部研究実験棟)の改修工事が完了した。

平成24年度は, 通信・航法・監視領域, 機上等技術領域を廃止し, 航法システム領域, 監視通信領域を設置した。

平成25年度は, 東日本大震災で被災したビーチクラフトB-99の後継機として, 平成23年度第3次補正予算により購入したビーチクラフトB300(キングエア350)が, 平成25年5月に引き渡された。

予算及び定員の推移

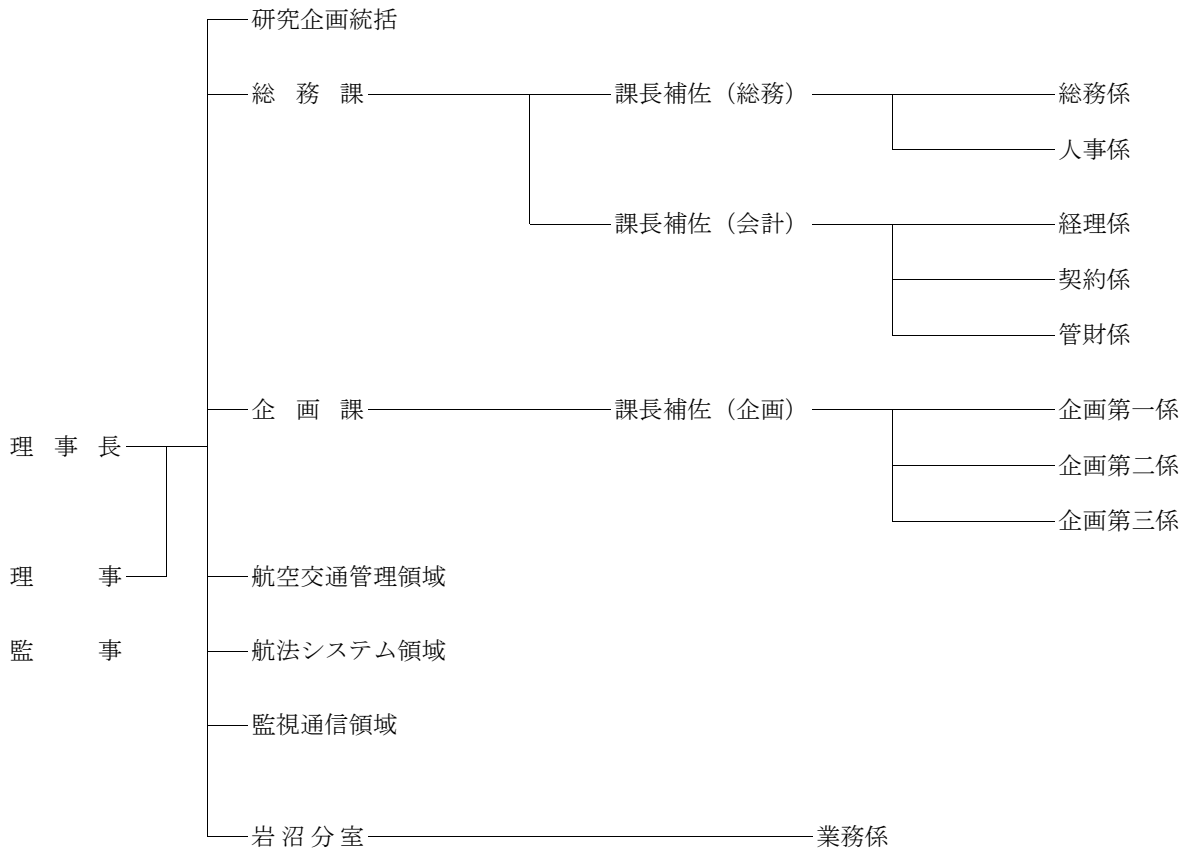
予算額（単位：千円）

年 度	42	43	44	45	46	47
予 算 額	146,979	199,819	206,041	223,518	276,360	304,646
対 前 年 増 減 率	—	35%	3%	8%	23%	10%
定 員	31人	31	31	34	35	38
年 度	48	49	50	51	52	53
予 算 額	361,473	426,008	566,444	566,398 (147,938)	624,659 (221,040)	780,222 (374,664)
対 前 年 増 減 率	18%	17%	32%	△ 0.008%	10%	2%
定 員	41	44	46	48 (13)	51 (16)	55 (19)
年 度	54	55	56	57	58	59
予 算 額	949,812 (521,262)	962,617 (551,380)	933,404 (536,456)	1,197,423 (797,831)	1,249,486 (856,061)	1,254,326 (811,413)
対 前 年 増 減 率	21%	1%	△ 3%	28%	4%	0.3%
定 員	58 (21)	59 (22)	59 (22)	59 (23)	60 (24)	61 (25)
年 度	60	61	62	63	元	2
予 算 額	1,793,576 (1,158,355)	1,700,338 (1,225,191)	1,746,126 (1,321,124)	1,490,728 (1,058,040)	1,280,080 (834,104)	1,450,731 (989,047)
対 前 年 増 減 率	42%	△ 5%	2%	△ 14%	△ 14%	13%
定 員	62 (26)	63 (27)	64 (27)	63 (26)	64 (27)	64 (28)
年 度	3	4	5	6	7	8
予 算 額	1,519,380 (1,034,497)	1,614,482 (1,105,035)	1,993,269 (1,480,859)	3,145,664 (2,635,883)	2,845,843 (2,322,699)	2,385,950 (1,859,062)
対 前 年 増 減 率	5%	6%	23%	58%	△ 9.5%	△ 16%
定 員	65 (28)	65 (28)	65 (28)	66 (29)	66 (29)	66 (29)
年 度	9	10	11	12	13	14
予 算 額	2,155,519 (1,627,169)	1,646,097 (1,112,230)	1,565,260 (1,015,415)	1,665,631 (1,037,366)	2,322,080 (1,096,909)	1,813,574 (1,068,770)
対 前 年 増 減 率	△ 10%	△ 24%	△ 5%	6%	39%	△ 22%
定 員	65 (28)	65 (28)	65 (28)	64 (28)	64 (28)	64 (28)
年 度	15	16	17	18	19	20
予 算 額	1,681,891 (1,061,803)	1,792,287 (1,130,083)	1,669,176 (1,055,686)	1,687,115 (1,061,322)	1,683,558 (1,072,631)	1,640,300
対 前 年 増 減 率	△ 7%	△ 7%	△ 7%	△ 1%	△ 0.2%	△ 2.6%
定 員	64 (30)	63 (29)	60 (27)	60 (27)	60 (27)	60
年 度	21	22	23	24	25	
予 算 額	1,618,083	1,597,527	2,099,326	1,396,629	1,394,739	
対 前 年 増 減 率	△ 1.4%	△ 1.3%	31%	△33%	△0.1%	
定 員	60	60	60	59	59	

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26年3月31日現在)



## 3 役職員数

	一般勘定
理事長	1
理事	1
監事	1
監事(非常勤)	1
研究企画統括	1
事務職	13
研究職	45
計	63

(平成26年3月31日現在)

## 4 所 在

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

## 5 建 物

建 物	建 ・ 延 面 積	竣工年度
1号棟	鉄筋コンクリート2階建，建面積390㎡，延面積780㎡	昭和47年度 平成19年度改装 平成22年度改装
2号棟 (ATCシミュレーション実験棟)	鉄筋コンクリート2階建，建面積569㎡，延面積1,092㎡	平成12年度
3号棟	鉄筋コンクリート2階建，建面積232㎡，延面積465㎡	昭和43年度 平成22年度改装
4号棟	鉄筋コンクリート2階建，建面積490㎡，延面積980㎡	昭和53年度 平成23年度改装
5号棟	鉄筋コンクリート2階建，建面積630㎡，延面積1,160㎡	昭和63年度 平成22年度改装
6号棟	鉄筋コンクリート2階建，建面積355㎡，延面積653㎡	平成22年度
仮想現実実験棟	鉄筋コンクリート造一部鉄骨造2階建，建面積480㎡，延面積703㎡	平成6年度
電波無響室	鉄筋コンクリート2階建，建面積590㎡，延面積687㎡ 内装寸法：奥行32m，幅7m，高さ5m	昭和45年度 昭和48年度増築 平成13年度改装
アンテナ試験塔	鉄筋造，カウンタポイズ直径25m，奥行・幅13m，高さ19.5m 実験準備室：鉄筋造一部中2階建，建面積160㎡，延面積203㎡	昭和52年度 昭和53年度
岩沼分室建屋	鉄筋コンクリート2階建，建面積287㎡，延面積497㎡ 屋上にレーダー塔を設置	昭和54年度 平成24年度改修
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24年度改修

(平成26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 年度当初の研究計画とそのねらい

平成25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パフォーマンス評価手法の研究
2. 到着経路を含めた洋上経路の最適化の研究
3. 「Full 4D」の運用方式に関する研究
4. RNP-ARと従来方式が混在する運用方式の実現可能性に関する研究
5. 空港面の交通状況に応じた交通管理手法に関する予備的研究
6. 拡張現実技術を用いた管制業務支援技術に関する研究
7. レジリエンス向上のための管制官訓練支援ツールの開発
8. 出発到着フェーズにおける運航効率に関する研究
9. ダウンリンク情報を用いた軌道予測の高度化に関する研究
10. フローコリドーの基礎的研究
11. トラジェクトリ運用のためのACARSデータリンクに関する研究
12. ユーザー中心設計に基づいた管制インタフェースデザイン評価手法の研究
13. 混雑空港における管制運用を考慮した効率化策に関する研究
14. 地上のトラジェクトリ管理とASASの連携に関する研究

1から3は重点研究、4から9は指定研究、10から12は基礎研究、13は競争的資金による研究、14は在外派遣研究である。

1は指標及び運航データなどを使用した解析をベースにして、我が国の航空交通管理のパフォーマンスを適切に評価する方法の確立を目指している。

2は最短所要時間や最小燃料消費の観点から、洋上経路～空港への到着経路の間における効率的な飛行の実現を目指した研究である。

3はFull4D TBO（時間を含めた4次元での軌道ベース運用）の概念を明確にするため、ファストタイムシミュレーション評価によりTBOの課題を洗い出すとともに、軌道干渉を最適に解決するアルゴリズムの開発評価を行うものである。

4はRNP-AR進入方式（RNP進入方式を含む）単独・従来方式単独では安全性が確認されていたとしても、混合環境では各々の方式を単独に実施していたのでは顕在化しないハザード（危険因子）が顕在化する可能性があるため、RNP-AR適合機及び非適合機が混在する環境において同一滑走路への進入方式として従来方式とRNP-AR方式が混合で運用される混合運用のハザード解析を実施する。

5は空港面監視データ等から成田空港を地上走行する航空機の

交通状況を分析するとともに同空港のレイアウト変更に対応してシミュレータの機能向上を図り、より効率的な空港面の運用を目指した交通管理について検討する。

6はタワー業務を支援するための仕組みとして、拡張現実技術を使ったシステム環境を整備し、基本コンセプトと要素技術、その業務環境に効率的にアクセスするためのユーザ・インタフェースの構築に係る要素技術について試作評価を行うものである。

7は管制処理をワークロードや効率の観点からとらえて、様々な空域を対象とした合理的な管制官の訓練を支援するツールを開発し、その有効性検証を行う。

8は大都市圏周辺の空域において交通量の増加に伴い渋滞が発生し運航効率の低下が生じている状況をふまえ、実測データに基づき出発・到着経路毎の運航効率を数値化し標準経路から評価値を算出して実測値との比較を行うなど、運航効率低下の要因を推定する研究である。

9は航空機の運航速度や機上で得られた風向風速等の気象情報を地上にダウンリンクして利用することにより軌道予測を高度化する手法を開発する。

10は自律間隔維持機能を有する航空機のみが飛行可能とする空域として考えられているフローコリドーにおける交通流のモデル化、運用方法等の検討を行う。

11は既存の空地間通信設備（ACARS、FMS）を利用した時間ベース運用支援のためのデータリンクアプリケーションの実現可能性についての基礎研究である。

12は将来の航空管制システムのインタフェースで必要となると考えられるユーザー中心設計の概念を用いた具体的なデザイン手法およびその評価手法の検討を行うものである。

13は混雑空港において離陸機・到着機が各々滑走路待ちで列をなしている現状をふまえ、離陸・着陸それぞれにおいて効率化を図るための手法の提案を行うことを目的とした研究である。

14は米国NASA Ames研究所において、同研究所が推進している地上の4Dトラジェクトリ管理手法とASAS応用方式を利用したシミュレーション実験を行う研究プロジェクトと連携し、地上でのトラジェクトリ管理と機上のASASの協調に関する研究を実施するものである。

## II 研究の実施状況

1の「ATMパフォーマンス評価手法の研究」では、航空交通管理における効率性の改善検討に適用できる有効な指標として航空機の燃料消費量に着目し、レーダ情報に基づく燃料消費削減量推定方式を開発した。その結果、高い精度で燃料消費量を推定する

見通しが得られた。

2の「到着経路を含めた洋上経路の最適化の研究」では、関西空港及び羽田空港における到着機の降下について分析し、CDOが実施可能な時間帯等の検討を行った。また、洋上経路における運航の効率性については、データリンクやRNP4の導入による管制間隔の改善とそれに伴う飛行高度の改善効果を検証した。

3の「『Full 4D』の運用方式に関する研究」では、「Full 4D」TBOの運用概念を開発・評価するためのファストタイムシミュレータを調達し、このシミュレータの精度及び妥当性の検証に着手した。

4の「RNP-ARと従来方式が混在する運用方式の実現可能性に関する研究」では、現行運用方式の調査、リアルタイムシミュレーション実験の準備、ハザード解析手法の開発および国際民間航空機関の会議等への参画による国際貢献を行った。

5の「空港面の交通状況に応じた交通管理手法に関する予備的研究」では、空港面地上交通データ等を用いた統計分析、空港レイアウト変更に対応したシミュレータの機能強化および交通管理評価手法の調査を実施した。

6の「拡張現実技術を用いた管制業務支援技術に関する研究」では、基礎的なタワーのリモートオペレーションに必要な要素技術の開発と検証を行った。

7の「レジリエンス向上のための管制官訓練支援ツールの開発」では、これまでに開発してきた管制処理プロセス可視化ツール(COMPASi)上に管制タスクレベルの自動分析・可視化機能を実現し、航空保安大学校岩沼研修センターおよび東京航空交通管制部の協力を得てCOMPASiの訓練支援ツールとしての妥当性・有効性の評価を実施した。

8の「出発到着フェーズにおける運航効率に関する研究」では、羽田空港と成田空港の出発機・到着機について飛行距離の調整量と水平飛行距離を算出し分析を行い、課題箇所を特定して運航効率低下の要因を推定した。

9の「ダウンリンク情報を用いた軌道予測の高度化に関する研究」では、航空機運航速度モデルのデータベース化、気象の不確定性による軌道予測への影響のモデル化、気象の不確定性を考慮した軌道予測手法の調査、軌道の更新手法および比較手法の調査を行った。

10の「フローコリドの基礎的研究」では、フローコリドの幅を考慮した自律間隔維持アルゴリズムを構築し、簡易な交通流モデルを利用した数値シミュレーションを実施した。

11の「トラジェクトリ運用のためのACARSデータリンクに関する研究」では、空地データリンクで取得できるデータを調査する

ため用いるFMSシミュレータの調達を進めた。また、今後の実用データリンクの実現方法(旅客機を利用する方法、実用航空機を用いる方法)とそれぞれのメリット、デメリットを比較検討した。

12の「ユーザー中心設計に基づいた管制インタフェースデザイン評価手法の研究」では、東京航空交通管制部の協力のもと航空路管制シミュレータを用いたシミュレーションによる業務観察を行い、デザイン検討、簡単なユーザー評価までを行うプロセスを実践した。

13の「混雑空港における管制運用を考慮した効率化策に関する研究」では、出発機のタキシング時の離陸待ち時間を削減する一手法であるTSAT(スポットと出発承認時刻)の設定アルゴリズムの性能向上に関する検討を行った。また、着陸機の効率化策として考えられる飛行方式設計の最適化については、本格的研究の準備として、改善が見込める飛行方式の選定、方式設計者へのヒアリングなどを実施した。

14の「地上のトラジェクトリ管理とASASの連携に関する研究」では、NASA Ames研究所の専門家等との議論をふまえ今後のシミュレーション実験に必要な新たな機上での速度制御則を設計し、数値シミュレーションによる評価を行った。また、到着機のスケジューリング管理方法の設計原理とアルゴリズムについて、NASA技術報告としてまとめた。

本年度は、上記の14件の研究に加えて、以下に示す3件の受託業務を行った。これらは、上記の研究及びこれまでの研究等で蓄積した知見や技術を活用したものである。

- (1) ジャーナル・データ抽出処理支援作業
- (2) 短縮垂直間隔衝突危険度モデルに関する研修(KOTI)
- (3) 欧州における遅延解析作業に関する調査支援

### III 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、新たな航空交通システムの導入や技術基準、運用基準の策定等への活用が期待できるものであり、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、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

積極的に研究発表の企画及び ATM に関する研究の啓蒙活動を行った。

(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 ○蔭山 康太、中村 陽一、岡 恵、宮津 義廣、秋永 和夫

研究期間 平成 23 年度～平成 26 年度

### 1. はじめに

航空機の運航における安全や効率性、定時性などの実現を目的として、航空交通管理（ATM）は交通流や空域に対して各種の機能を提供する。航空輸送の役割の向上に、ATM の性能（パフォーマンス）の向上は不可欠である。

さまざまな ATM パフォーマンスの向上施策が実施されているが、それらの効果を最大にするためには、運航実績に基づくパフォーマンスの評価が不可欠である。評価により向上施策の効果やボトルネックの現状などが把握される結果として、向上施策の確実な進捗管理やパフォーマンス向上の効果を最大とする施策の立案が可能となる。

管制機関により ATM の運用形態は異なるために、これらの検討は空域毎に各々の事情を反映する必要がある。欧米では、ATM パフォーマンスを評価するための指標が検討されており、定期的に評価結果が公表されている。我が国の ATM についても詳細な検討の必要があるが、そのパフォーマンスを指標化し、定量的・定性的に評価解析する手法は、まだ確立していない。将来の航空交通需要に適切に対応し安全性と効率性を向上するためには、有効な指標および指標測定技術の開発・解析評価を実施する必要がある。

また、近年は ATM を対象とした高速シミュレーション手法が発達している。この手法の導入により、ATM パフォーマンス向上施策の実施による便益の推定が可能となると考えられる。

### 2. 研究の概要

本研究では、主として効率や、環境の分野を対象として ATM パフォーマンスの評価手法を検討する。同時に、高速シミュレーション手法を用いた ATM パフォーマンス向上施策の便益推定手法を検討する。

### 3. 研究成果

#### 3.1 燃料消費量削減量推定の精度向上

今年度は、レーダ情報に基づく燃料消費削減量推定の精度向上を行った。昨年度までに、ユーロコントロールにより開発された BADA データに基づく簡易的な推定方式を検討してきた。この方式では推定値の算出が容易である一方で、推定誤差が大きいという問題点があった。

推定精度の向上を目的として新たな推定方式を開発し、推定結果と実績値の比較から、その推定精度を検討した。

新たな推定方式は、BADA 内で定義された数式とレーダ情報から、推定値を算出するものである。

BADA 内で定義された数式の適用には推力と真対気速度の取得が必要とされるが、これらのデータはレーダ情報に記録されていない。そこで、これらの項目のレーダ情報からの推定手法を検討した。図 1 に真対気速度の推定例を示す。横軸は時刻、縦軸は各時刻における真対気速度の推定値と実績値（機上データ）を表す。各時刻における真対気速度の推定値は実績値と、ほぼ等しいことが確認できる。

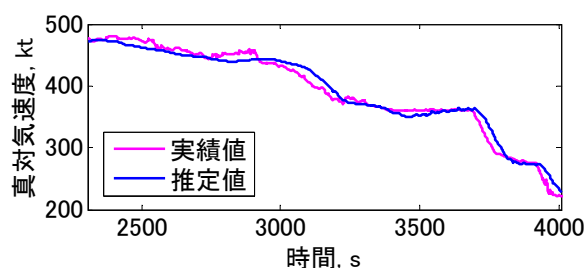


図 1 真対気速度の推定例

推定した推力と真対気速度を適用して、燃料消費量を算出した。図 2 に燃料消費の推定例を示す。横軸は時刻、縦軸は各時刻における消費量に対応する。この推定例においては、燃料消費の総量で誤差の割合は約 2% であり、非常に精度が高い。

燃料消費は ATM パフォーマンスの重要な指標の一つであるが、データの収集は非常に困難であるために推定手法の検討、その推定精度の検証が必要とされる。我が国の運航を対象とした検証は行われていなかったが、今回の検討で、高い精度で燃料消費を推定する見通しが得られた。

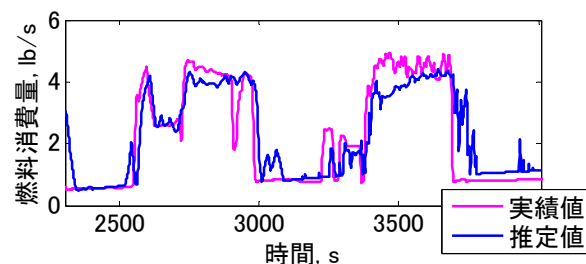


図 2 燃料消費の推定例

#### 3.2 高速シミュレーション・モデルの構築

新しい運用方式（ATM パフォーマンスの向上施策）導入の意思決定時には、その効果の予測が不可欠である。高速

シミュレーションは効果の予測に有効な手法である一方、信頼度の高いシミュレーション結果の取得には実運用に対する再現性が高いモデルの構築が必要とされる。昨年度までに、実運用に対する再現性の高い基本モデルを構築してきた。

今年度は構築した基本モデルに基づき、ポイント・マージと呼ばれる新しい運用方式を羽田空港への到着機の交通流を対象にモデル化した(図3)。ポイント・マージは、到着機の順序・間隔付けの方式である。従来の運用方式では、到着機の針路は航空管制官のレーダ誘導により逐次、決定されていたのに対して、ポイント・マージでは円弧上の任意の点と扇形の中心を連結する形状に設定された到着経路が複数のパターンとして定められており、航空管制官により、いずれかの到着経路が選択される。到着経路の単純化により、航空管制作業負荷の軽減および円滑な降下の実現が期待される。

今後、構築したモデル上で高速シミュレーションを実施し、結果を検討することでポイント・マージの導入による効果を飛行時間や燃料消費を指標として予測する。



図3 ポイント・マージのシミュレーション・モデル

#### 4. おわりに

高い精度で燃料消費を推定する見通しが得られた。今後、燃料消費の推定により関東空域再編などの施策が燃料消費面に及ぼした影響を検証すると同時に、重点的な効率の改善が必要とされる要因の特定、容量など他の指標と効率との相関を検討する。

また、構築したモデル上で高速シミュレーションを実施し、ATM パフォーマンス向上施策の導入効果の予測を行う。

#### 掲載文献

- (1) K. Kageyama, “ATM Performance on Actual Data & Simulation”, National Aerospace Laboratory, Apr. 2013
- (2) K. Kageyama, “RNP AR Approach in Japan (Based on Airlines’ Report)”, FATS/14, May. 2013

- (3) 蔭山、“NextGen における RNP-AR パフォーマンス評価の紹介”、CARATS 第 14 回費用対効果分析手法検討分科会、平成 25 年 7 月
- (4) 蔭山、“ジャーナルデータを用いた航空機の運航時間の解析”、電子航法研究所出前講座、平成 25 年 9 月
- (5) Y. Nakamura, K. Kageyama, “Validation Study of Fuel-Burn Estimation”, Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology, Nov. 2013
- (6) K. Kageyama, “An Assessment on Japanese RNP-AR Approaches”, FATS/15, Dec. 2013
- (7) K. Kageyama, “The ATM Data Archive for the Performance Assessment”, Eurocontrol, Feb. 2014



## 到着経路を含めた洋上経路の最適化の研究【重点研究】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○福島 幸子, 平林 博子, 岡 恵, 伊藤 恵理, 上島 一彦, 岡田 一美

研究期間 平成 24 年度～平成 27 年度

### 1. はじめに

国際的に、利用者設定経路 (UPR; User Preferred Route) や動的経路変更方式 (DARP; Dynamic Airborne Reroute Procedure) といった洋上経路の最適化が検討・導入され消費燃料の節減に寄与している。しかし、到着機は着陸待ちのために時間調整や低高度での水平飛行が必要となる場合は消費燃料が増加することがある。連続降下方式 (CDO; Continuous Descent Operation) による着陸は消費燃料が少ない理想的な降下方式であるが、この方式を行っている空港は少なく、さらに交通量の少ない時間帯に限定されている。洋上空域から連続的に降下するテーラード・アライバル (TA; Tailored Arrival) は日本ではまだ導入されていない。

本研究の目的は洋上経路とターミナル経路を円滑につなぎ、洋上部分だけでなく、空港までの到着経路も含めた最適化を目指すものである。

### 2. 研究の概要

本研究は 4 年計画である。平成 25 年度の研究においては、以下を実施した。

- ・ 関西国際空港 (以下、関西空港) の CDO の現状分析
- ・ 東京国際空港 (以下、羽田空港) の到着機の降下パスの現状分析
- ・ 太平洋東行き UPR 制限緩和の検討
- ・ DARP 経路と TA 経路の検討
- ・ データリンクの導入効果の検証
- ・ ASPIRE Daily の便益推定
- ・ 洋上管制シミュレータ性能向上
- ・ CDO を実施するための出発機との関連の検討

### 3. 研究成果

#### 3.1 関西空港の CDO の現状分析

関西空港では夜間に一部の経路について CDO を運用している。CDO 実績データを元に、CDO のリクエストに対する承認/非承認の原因を飛行計画統計データ及びレーダデータから推定した。また、エンルート空域での簡易解析法を提案し、承認/非承認の結果がほぼ等しいことがわかった。この推定について 2013 年のある日の解析について図 1 に示す。

CDO は降下開始点の 10 分以上前にパイロットが要求す

ることになっている。そのため、降下開始点よりも手前の地点 (基準点) の段階で、その時刻、高度を巡航飛行して、将来交差する航空路の通過機と交差する可能性があるかを解析した。△記号は到着機の基準点での高度と通過時刻を示す。4 色の横線は交差する航空路の通過機と交差する時間帯で、交差するまでの時間分を差し引いている。つまり、△の下に横線がなければどこで降下してエンルートの通過機とは交差しないことを示す。△に実際に関西空港で CDO を要求し承認されたものには●、非承認もしくはエンルート空域で中止されたものには×をつけた。

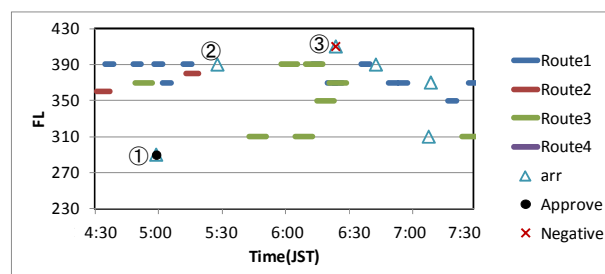


図 1 通過可能時刻の算出例

図中①の△ (●付) は CDO を要求し、承認されている。実際①の下には通過機を示す線はない。また、②の△は CDO の要求は行っていないが、要求をすれば承認された可能性が高い。③の△ (×付) は、下に Route3 との交差を示す線があるため承認されなかったと推測でき、レーダデータでも確認した。

この簡易解析法をもとに飛行計画データから CDO の実施可能時間及び高度を推定できる。これはエンルート空域での判断に限定した解析である。ターミナル空域での原因解析について、特に出発機との関連についてはレーダデータで確認ができたが事前予測は難しい。この解析は次年度以降も引き続き行う。

#### 3.2 羽田空港の到着機の降下パスの現状分析

洋上経路から羽田空港への降下パスを解析し、交通量が少ない深夜帯の理想的なパスと混雑時間帯のパスを比較した。夜間の羽田到着機と深夜の羽田到着機の平均降下角を図 2 に示す。

深夜帯のパスを参考に TA の経路を仮設定した。H26 年度から TA のシミュレーションでは混雑時間帯での速度や高度の調整状況を元に、TA の課題を導出する。

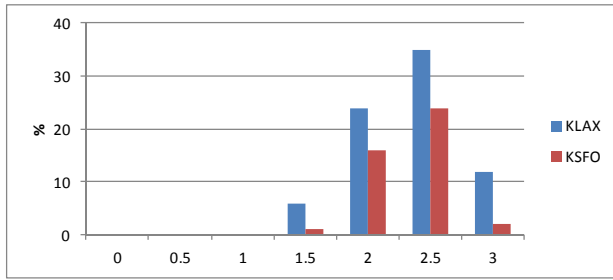


図2 国際線羽田到着機の平均降下角

### 3.3 太平洋東行き UPR 制限緩和の検討

交通量の多い時間帯での UPR は交通量の集中を招き、効率の良い高度を飛行できない場合がある。飛行の効率性と経路複雑性による管制官の負荷を考慮し、現在はトラック 1, 3 についてはトラック 2 から南北 50NM 以上離れた範囲内で自由な経路が設定出来る。しかし、基準となるトラック 2 からの分岐や合流が認められていないため、航空会社からは制限緩和が求められている。H24 年度に引き続き解析を行い、サンプル数を増やし分岐経路の便益の傾向を示した<sup>1,2,8,11)</sup>。

この結果、大きな便益の得られた日もあったが、便益が少ない日も多く、混雑時の取得高度や管制官ワークロードを総合的に判断して、現在の制限を続行することとなった。

### 3.4 DARP と TA

DARP 実施の実績データを収集した。H26 年から実施する DARP シミュレーションの基礎データとして活用する。

### 3.5 データリンクの導入効果の検証

飛行中の高度変更は効率的な飛行のためだけでなく、悪天時にも要求されることが多い。しかし、昨今の高密度交通においては管制間隔の確保ができずに希望高度を飛行できない場合がある。一方、データリンクを導入することにより管制間隔の短縮が可能である。

洋上での管制官とパイロットの通信は HF 音声通信もしくはデータリンクである CPDLC (Controller Pilot Data Link Communication) で行われている。福岡 FIR の洋上空域内で高度リクエストが承認されたかどうか、CPDLC 及び HF の通信ログを解析した。高度変更の要求が承認されなかった率 (以下、Unable 率) と交通量の時間推移を図3に示す。HF 通信では 33% であった Unable リプライ率が、短縮管制間隔を適用できる CPDLC では 26% に低減されたことがわかった。また交通量 (緑色棒グラフ) の多い時間帯では Unable リプライ率が高く HF 通信では 45% 以上が Unable となる場合があるが CPDLC ではほぼ半減することもわかった<sup>4,6,10,12)</sup>。

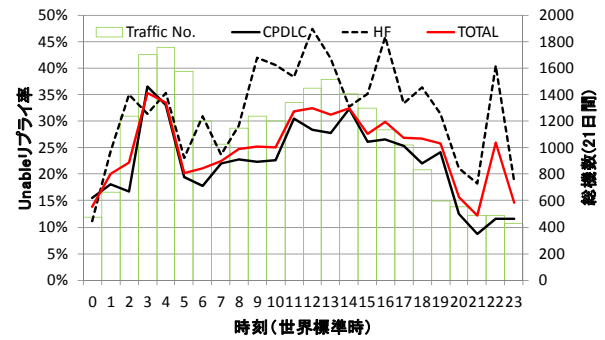


図3 Unable リプライ率の比較と交通量

### 3.6 ASPIRE Daily Route の便益推定

ASPIRE (ASia and Pacific Initiative to Reduce Emissions : アジア太平洋環境プログラム) とは、アジア太平洋地域において、管制機関と航空会社が連携をとり、効率的な運航を実現することで、消費燃料及び排出ガスの削減を図ろうとする環境への取り組みである。ASPIRE のワークプログラムの一つとして、「ASPIRE Daily Route」がある。羽田発サンフランシスコ行きのシティペアでのエントリーが可能となるため、RNP4 導入による便益 (希望高度飛行による燃料節減) を示す<sup>9)</sup>とともに、関連交通流についても同様の便益推定を行った。

2013 年 10 月より「ASPIRE Daily Route」として認定された。

### 3.7 洋上管制シミュレータの性能向上

H24 年度に設計した洋上管制シミュレータの性能向上について実施した。これは H25, H26 年度の 2 ヶ年にわたって行う。

H25 年度は詳細な計算範囲を空港周辺のターミナル空域まで拡げて、CDO が実施できるようにするとともに、国内交通流との合流を模擬できるようにした。また DARP の実施についてリアルタイムシミュレーションを行いながら計算・比較・実施/非実施が行えるようになった。気象データも今までは 6 時間毎に切り替わるだけであったが、同じ時刻でも 2 種類のデータを系統的に保持し、FMS と実際のデータの違いを模擬できるようにした。

FIM をリアルタイムシミュレーション中に呼び出せるように、ファストタイムで行っていた FIM シミュレーションソフトをリアルタイム対応に改修し、洋上管制シミュレータとリアルタイムで通信を行い機体情報を送受信できるようにした。

### 3.8 大学との連携

公募型研究制度を利用して、大学との連携を進めた。横浜国立大学上野教授と「継続上昇運航(CCO)に関する研究



を開始した。H25年度は基礎的な検討を行った。H26年度以降はより実際の運航に近い解析に移行していく予定である。

#### 4. まとめ

到着機の降下について分析し、関西国際空港においてはエンルート空域内では TOD よりも前に CDO が可能であるか簡易解析が可能であり、運用時間拡大の可能性がわかった。ターミナル空域内の解析は次年度以降に行う。また羽田空港への洋上空域からの到着パスを解析し、TA の経路案を作成した。次年度にこの経路案をシミュレーションにより評価し課題を抽出する。

洋上空域での効率性の追求として、データリンク導入や RNP4 導入による管制間隔の改善とそれに伴う飛行高度の改善を示した。UPR の制限緩和による便益拡大については大きな便益の得られた日もあったが、便益が少ない日も多く、混雑時の取得高度や管制官ワークロードを総合的に判断して、現在の制限を続行することとなった。

今後、羽田空港の到着機について関西空港での手法での解析を進め CDO が可能な時間帯を解析する予定である。

洋上管制シミュレータには CFDT を模擬する簡易ツールを追加し、洋上交通流から CFDT で管理された国内交通流の列への合流を実現する。また、FIM 機能についてシミュレータ側のインターフェースを確立し、FIM シミュレーションソフトとの同時実行を実現する。

#### 掲載文献

- (1) ENRI: “Simulation of Track 2 UPR(Divergence from Track 2)”, IPACG/38, IP19, Apr. 2013.
- (2) ENRI: “Simulation of Track 2 UPR(Divergence from Track 2)”, CPWG/15, PPT/4 IP1, May 2013.
- (3) Itoh: “Applying Flight-deck Interval Management based Continuous Descent Operation for Arrival Air Traffic to Tokyo International Airport”, ATM Seminar Jun. 2013.
- (4) 平林: “洋上管制の傾向分析及び PBN 導入効果に関する考察”, 電子航法研究所第\*回研究発表会, 2013年6月.
- (5) Itoh:” Modeling and Simulation Study on Airborne-based Energy Saving Arrivals to Tokyo International Airport “, AIAA GNC, Aug. 2013.
- (6) 平林: “太平洋上航空管制における高度変更リクエストに関する分析”, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2013年9月.
- (7) 福島: “アジア発サンフランシスコ空港行きの経路傾向について”, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2013年9月.

- (8) Hirabayashi:” Easing of Restrictions on the North Pacific Ocean User-Preferred Route Operation of East-Bound Flights”, APISAT2013, Nov. 2013.
- (9) Fukushima:” Potential Benefits of the ASPIRE Daily Program”, APISAT2013, Nov. 2013.
- (10) 平林: “洋上管制における高度変更リクエスト分析及び RNAV10(RNP10)/4 導入効果に関する考察”, 航空交通管制協会誌, 2014年1月号.
- (11) ENRI:” Outcome of Analysis of Branching UPRs from PACOTS Track 2”, IPACG/39, IP13, Feb. 2014.
- (12) ENRI:” Analyses of ATC Communication Messages Relevant to Altitude Change Requests”, IPACG/39, IP15, Feb. 2014.

## 「Full 4D」の運用方式に関する研究【重点研究】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○マーク ブラウン、井上 諭、平林 博子、藤田 雅人、福田 豊、長岡 栄、海津 成男

研究期間 平成 25 年度～平成 28 年度

### 1. はじめに

世界の経済発達とともに航空交通量が年々に増えつつある。現在の航空交通管理（Air Traffic Management : ATM）のシステムは、予測された航空交通量の増加に対して航空交通の効率、定時性を保つことは困難である。航空運輸効率を将来的に維持するため、軌道ベース運用（Trajectory-Based Operations: TBO）を呼ばれる概念が必要とされている。TBO は、国際民間航空機関（International Civil Aviation Organization: ICAO）が作成したグローバル航空航法計画（GANP: Global Air Navigation Plan）の中心技術の一つであり、米国、欧州や日本の ATM システム近代化計画に含まれている。

「Full 4D TBO」は 2030 年頃に運用可能となると計画されているが、まだ概念レベルである。本研究の目的は、ファストタイムシミュレーションにより Full 4D TBO 概念の便益を明記し、課題を洗い出すことである。

### 2. 研究の概要

本研究では、将来 4 次元軌道ベース運用（Full 4D TBO）実現に向けて、運用方式の開発、課題洗い出しを行い、解決方法を提案する。平成 25 年度は、Full 4D TBO 概念を開発するためのファストタイムシミュレータの構築、Full 4D TBO の運用ルールと評価手法及び軌道最適化モデルの開発に着手する。これにより、Full 4D TBO 概念の初期的シミュレーションが可能となる。

### 3. 研究成果

#### 3.1 Full 4D TBO の運用方式開発、課題洗い出し

Full 4D TBO の運用ルールを開発するにあたって、Full 4D TBO の概念を明確にする必要がある。そのため、ICAO の GANP 計画と関連する Aviation System Block Upgrades (ASBU) という技術開発ロードマップや、米国、欧州と日本の将来 ATM システムの運用概念の調査を行った。

この調査の結果、それぞれの TBO 概念に相違があることが分かった。GANP 計画は将来 ATM システムをグローバルに調和するための長期ビジョンであるが、抽象的である。一方、米国、欧州と日本の ATM システム近代化計画は、主に焦点している短期と中期について詳細は具体的であるものの、長期について詳細が少ない。また、それぞれの空域、航空交通流、運輸市場、政治的な優先、新しい技術の導入タイミング等の特性を反映している。さらに、それぞれの資料にある TBO 概念に関する用語と定義は統一しない。

この結果に基づいて、それぞれの TBO 概念から共通点と本質を抽出し、運用ルール開発のために TBO 管理方式を以下の二つの区分に分類した。

- 需要/容量バランス（Demand/Capacity Balance : DCB）。航空機の軌道情報から、空港滑走路や空域の需要を連続的に予測し、容量と比較する。需要が容量を超えた場合、戦略的な交通流管理方を適用する。

- 軌道の干渉/セパレーション管理

(Conflict/Separation Management : CM)。航空機軌道間に異常接近（干渉）が発生しないための戦術的な航空管理方策を適用する。

また、TBO の実現にあたって、その運用ルールの適正とパフォーマンスに影響する課題（トラジェクトリ予測誤差等に対するロバストネス、安全性／効率のバランス、軌道の最適化、ユーザ要求トラジェクトリの実現度）を洗い出した。

### 3.2 ファストタイムシミュレータの構築

本研究では、Full 4D TBO の運用概念をファストタイムシミュレーションにより開発及び評価するため、適切なファストタイムシミュレータが必要である。平成 25 年度の前半までにファストタイムシミュレータの要件を検討し、市場調査を行った。その結果、AirTOP という航空交通シミュレータを購入した。

AirTOP シミュレータの精度及び妥当性を確認するため、検証作業に着手した。シミュレーション空域のためのデータ（空域、空港、航法データ等）を準備し、AirTOP に設定した。また、航空交通流シナリオの作成にあたって、2013 年から季節が異なる 3 日を選択し、その日の飛行計画データ、気象データ、滑走路利用データ等からシミュレーションを実行するためのデータを作成した。作成した飛行計画データの例としてに 2013 年 9 月の 1 日に日本空域を通る旅客機及び貨物便の飛行計画経路を示す。平成 25 年度の下四半期には準備したシミュレーションシナリオを AirTOP で実行し、シミュレーション結果の分析に着手した。図 2 はその分析結果の一つ、航空交通の密度を表す図である。

Full 4D TBO 研究の対象時期は 2030 年頃であるため、日本の空域における 2030 年の予測交通流を調査した。その結果、日本の航空交通量は 2011 年より 1.3 倍増加し、増加の 47% は国内線、34% は国際線、19% は上空通過機で



図 1 2013 年 9 月の 1 日分の日本空域を通る便の飛行計画

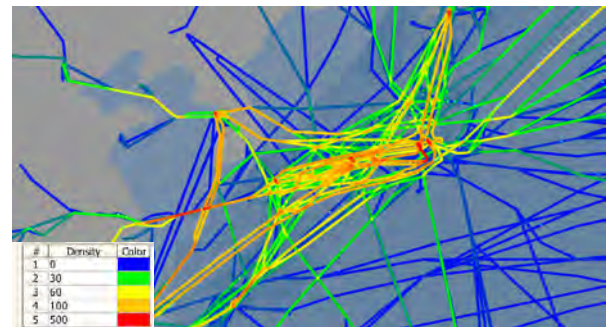


図 2 2013 年交通流シミュレーションによる航空交通密度（約 48 時間の間に通過する便の数を色で表す）

ある。また、交通量がもっとも増える国内空港は羽田空港、成田空港、新千歳空港、那覇空港、福岡空港、関西空港と中部空港である。この 7 つの空港での将来の混雑に対する TBO 方策の効果を評価する予定である。

### 4. おわりに

平成 26 年度において、レーダ航跡との比較等によりシミュレーションの精度を評価し、妥当性の確認を続ける。また、2030 年の交通流シミュレーションシナリオを作成し、空域や空港への需要を予測し、TBO の DCB 方策の効果を評価する予定である。さらに、軌道の最適化を行い、現在の飛行計画との比較により TBO の便益を見積もる予定である。

### 掲載文献

- (1) 長岡栄他：“空域のレジリエンス（Resilience）指標についての一検討”，日本航海学会 AUNAR 研究会，2013 年 8 月

- (2) M. Brown 他：“Full 4D Trajectory Based Operations Concept Study”, APISAT2013, 2013 年 11 月
- (3) 平林博子他：“航空交通需要予測に基づくフライトシナリオの検討”, 第 51 回飛行機シンポジウム, 2013 年 11 月
- (4) 長岡栄他：“航空機対の Propensity 指標の計算方法に関する一検討”, 電子情報通信学会 技術研究報告 SANE2013-128, 2014 年 1 月

## RNP-AR と従来方式が混在する運用方式の実現可能性に関する研究【指定研究】

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、松岡 猛

研究期間 平成 25 年度～平成 27 年度

### 1. はじめに

近年、新しい計器進入方式として、航空機の優れた性能を生かせる RNP AR (Required Navigation Performance - Authorization Required : 特別許可を要する航法性能要件) 進入方式が開発され、日本でも効果が見込まれる空港から順次導入されている。山などの地形的な制約から ILS

(Instrument Landing System) 進入方式を設定出来ない場合でも、RNP AR 進入方式では、後述する曲線進入を用いて経路を設定できる。このため、最低降下高度を引き下げることができ、より低視程時においても着陸が可能となり、今まで有視界気象状態時しか着陸ができなかった滑走路にも計器気象状態時でも着陸が可能となって就航率向上に寄与している。また RNP AR 進入方式では自由度の高い経路設定が可能となり、経路短縮ひいては飛行時間の短縮に繋がっている。

ターミナル管制官はレーダ画面上で航空機の動きを把握することにより、通常、時間的余裕のある進入の初期～中間段階でレーダ誘導などの方法で順序付けと間隔設定を行い、滑走路近傍の最終段階では航空機同士の前後間隔のみに注意すれば良いように航空機を実際に線上に並べて管制を行う。ILS 進入方式では、原理上、滑走路手前で 7 NM (海里) 程の直線飛行を必要とする。一方、RNP AR 進入方式は、全地球航法衛星システムの高精度測位情報と気圧高度を用い、誤差 0.3 NM 以下の航法精度と RF (Radius to Fix) Leg と呼ばれる円弧旋回を有する航法機能に基づく進入方式で、航空機の要件、運用手順、乗員の訓練などの要件について特別な航行許可が必要である。RF Leg は ILS 進入方式では実現できなかった滑走路近傍における曲線進入を可能とする。

これらの ILS 進入方式と RNP AR 進入方式による滑走路近傍での曲線進入とが同一滑走路に対して同時に実施される場合は、管制官は、異なる方向から来て滑走路の手前で合流する各航空機の到着時刻を予測して順序づけを行い、管制間隔を確保することになる。これは、着陸までに時間的余裕が少ない滑走路近傍においての従来の線上ではなく平面に対する思考となり、また飛行時間の誤差による予測性の低下もあるため、処理機数が多くなると管制の

困難度が上がるといえる。

本研究では、このような幾つかの進入方式の混合運用の安全性と実現方法を研究する。

### 2. 研究の概要

#### 2.1 研究の目標

RNP AR 進入方式 (RNP 進入方式を含む) 単独・従来方式単独では安全性が確認されていたとしても、混合環境では各々の方式を単独に実施していたのでは顕在化しないハザード (危険因子) が顕在化する可能性がある。このため RNP AR 適合機及び非適合機が混在する環境において、同一滑走路への進入方式として従来方式と RNP AR 方式が混合で運用される混合運用のハザード解析を行う。まずは混在環境における管制運用モデルの粗案を作成する。この粗案をハザード解析等に見落とし等のないよりよいものにして行く。

また、安全性評価手法について検討し、当該環境に適した手法の提案を行う。

次の二項目の、作成、提案を目標とする。

1. 混在環境管制運用モデル案の作成
2. 考察環境に適したハザード解析手法の提案

#### 2.2 本年度の研究

本年度は下記の実施を計画した。

- ① 現行運用方式の調査
  - ② リアルタイムシミュレーション実験の準備
  - ③ ハザード解析手法の開発
  - ④ 国際民間航空機関の会議等への参画による国際貢献
- ①について。混合運用方式を考えるにあたっては、現行の運用方式を十分把握できている必要がある。このため、RNP AR 方式 (RNP 進入方式を含む) および現行運用方式の文献調査および聞き取り調査を行う。また、調査の補完のためにレーダデータの解析を行う。これらの調査結果を基に上記方式の管制運用手順のフローチャートを作成する。
- ②について。中規模空港を対象とした到着機数、各種進入方式の混合率を変化させたパソコンベースのリアルタイムシミュレーション実験を行い、それぞれの場合の処理



能力を調べる。またそのためのソフトウェアを作成する。

③について。既存のハザード解析手法を調査し、考察環境に適した新しいハザード解析手法を開発する。

⑤ について。国際民間航空機関（International Civil Aviation Organization : ICAO）会議（SASP（Separation and Airspace Safety Panel）、IFPP（Instrument Flight Procedure Panel）等）に参加してターミナル空域等における安全性評価手法の検討結果について発表かつ情報収集を行う。また、韓国交通研究院（Korean Transport Institute : KOTI）との間でターミナル空域等における安全性評価等に関し意見交換を行う。

### 3. 研究成果

①について。鹿児島空港および函館空港にて聞き取り調査を行った。その結果に基づいて到着進入方式に関する現行運用方式のフローチャートを作成した。フローチャートの作成を行うのは、ハザード同定等を行い易くするためである。RNP AR 進入方式については、CARATS（Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic Systems）のサブグループ会議に参加し、動向把握、情報収集を行っている。

②について。当初は、今年度に管制のリアルタイムシミュレーション実験を行うことを計画していたが、実験前に沢山の検討事項があることが分かり、これらを十分検討した後、平成 26 年度にシミュレーション実験を行う計画に修正した。

混合運用に対する安全性保証について検討を重ねた結果、Safety Case という安全性保証の考え方で進めて行くことになった。Safety Case は、証拠に裏付けられた構造化された議論（Structured Argument）によって、あるシステムを安全であると受け入れることの正当性を示すものである。Safety Case の考え方に基づく Goal Structuring Notation（GSN）チャートを作成することで進めて行く。GSN チャートでは、最初に安全性を保証すべき基となる主張（Argument : Arg.）（「〇〇は安全と見なせる」等。GSN コミュニティでは Goal と呼ばれている）を示し、それを複数のより限定的な主張（例えば「△△のとき〇〇は安全と見なせる」、「××のとき〇〇は安全と見なせる」等）に分割していく。分割方法は、状況毎に場合分けを行う方法など色々な方法が考えられる。各主張に対し、統計的事実やシミュレーション結果などその主張を支持する証拠

（Evidence : Evi.）が示せるまで細かく分解していく。妥当と見なせる証拠が全て示せたとき、基となる主張の安全性は保証されると考える。

図 1 に現在作成中の GSN チャートのごく一部を示す。

図中の Str. は Strategy（主張の保証方法に関する戦略を記述する方法）を表す。図中のチャートの一番下の枠は、どれも Note.（覚え書き）になっているが、これはチャートが未完成のためである。GSN チャートの枠は作成できたが、図のように一番下の枠の大半がまだ Note. となっている。現在、各種条件下の Evidence を如何にして得ていくかを検討中である。また、重要な状況の見落とし等も考えられるため、第一案完成後に航空管制の専門家に確認を依頼する予定である。

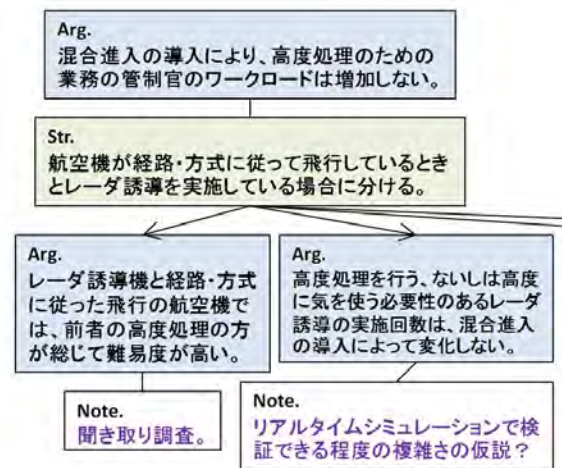


図 1 作成中の GSN チャートの例

平成 26 年度のシミュレーション実験に使用するための簡易型シミュレータプログラムの大枠をパソコンベースで作成した。現在、専門家の意見を取り込み改良中である。

岡山、高知、函館空港の各空港に対するレーダデータの解析を行い、飛行時間のバラツキ、航空機の横方向の航法精度、飛行方式毎の速度・高度プロファイルを求めた。

#### 1) 飛行時間のバラツキの推定

管制官は、航空機の到着時刻を予測しながら航空管制を行っている。しかし、航空機の時間精度や風、飛行速度等による航空機の飛行時間のバラツキが生じる。これは、管制官の到着時刻の予測に誤差を生じさせる。このため、その分の時間の余裕を考える必要がある。

そこで、どのくらいの時間の余裕が必要になるかを見積もるため、実測データとしてのレーダデータを用い、飛行方式毎に航空機の飛行時間のバラツキを調べた。その結果、岡山空港 RNP AR 飛行便では、飛行距離 8.3 NM の経路で、飛行時間の標準偏差 ( $\sigma$ ) は 16 秒 (147 便) で、36.3 NM の経路では  $\sigma=37$  秒 (43 便) であった。函館空港でも同様に調べた結果、24.2 NM の経路間で飛行時間の平均値は 7 分 59 秒、 $\sigma$  は 31 秒 (85 便) であった。飛行時間の  $\sigma$  を 35 秒と考えると、幾つかの仮定下で飛行時間バラツキは 95% 値で 99 秒となる。この値は大きい。この値の低減さ

せる方法を考えるために対地速度と高層風データとの関係を調べた。

函館空港における RNP AR 進入方式の入口 (FIX 名 YAGEN) における対地速度と飛行時間との相関を調べた結果、相関係数  $r$  は -0.69 で相関があり、回帰直線との差 (残差) の標準偏差は 22.5 秒であった。図 2 に相関関係を示す。図中の直線は回帰直線を示す。対地速度と飛行時間との相関が高いことは、対地速度の情報を上手く利用することで飛行時間のバラツキを減らせることを示唆している。22.5 秒を仮定すると 95% 値は 64 秒と 35 秒低減できる。

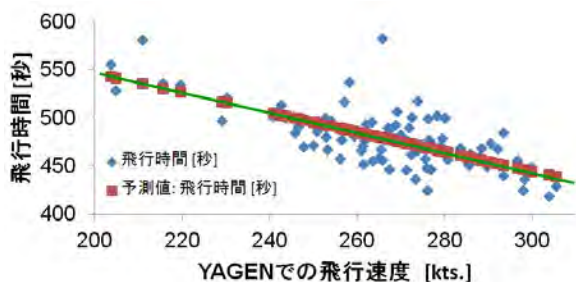


図 2 飛行速度と飛行時間の関係 ( $r=-0.69$ )

尚、高層風データ (メソ数値予報モデル) との相関も調べたが、こちらは  $r=0.43$  と相関は弱かった。更に、ILS 進入方式や RNAV (GNSS) 進入方式の場合も同様にして調べており、飛行距離 30 NM 程での飛行時間の標準偏差はいずれも 30 秒程であった。

## 2) RNP AR の横方向の航法精度

RNP AR 機の RF-Leg 旋回時の横方向の航法精度についてもレーダデータの解析により調べた。高知空港における半円を描く RF-Leg 旋回時の円弧の中心からのズレを調べたところ、RNP 0.3 が指定されている方式に対し、95% 含有値 (空港の東側の経路: 38 便、西側の経路: 14 便) はいずれも  $\pm 0.06$  NM であった。このため、シミュレーションでは RNP AR の横方向の航法誤差は無視することとする。図 3 に東側経路の結果を示す。青い点が航空機の航跡である。

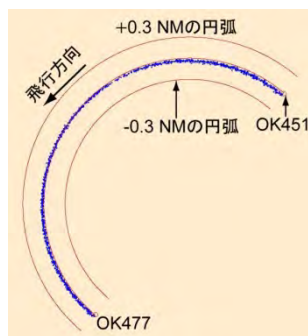


図 3 RF-Leg における航空機の航跡例 (高知空港)

## 3) 速度・高度プロファイル

シミュレーションに違和感を生じさせないようにするために、各空港における速度・高度プロファイルを調べた。この結果は、作成中のシミュレーションプログラムに組み入れている。

③について。GSN チャートの作成後、効果的な運用が期待できると考えられた運用方式に対し、HAZOP (Hazard and Operability Studies) ワークシートを用いてハザード解析を行うことを決定した。尚、HAZOP は、事象からのズレがあった場合を考えることによりハザード同定を行い易くする手法である。本研究では、GSN チャートの作成を通じて、混合進入方式における管制手順の要件を開発する。その管制手順のフローチャートを作成し、そのフローチャートに HAZOP を適用することにより GSN チャート作成時に見過ごされたハザードを同定する。

本研究ではまた、ハザードの原因も考える。HERA- JANUS (Human Error Reduction in Air traffic management) (欧州 EUROCONTROL: 航空管制に特化) と HFACS (Human Factors Analysis and Classification System) (米国国防総省: 航空機運航に特化) に記載されている内容を補い合えるように、これらの人的過誤の分類をまとめたリストを作成した。現在、作成したリストを用いて、妥当と思われる人的過誤の原因が導き出せそうかどうかを確認中である。図 4 に当該リストの HAZOP ワークシートへの適用例を示す。

ハザードの原因	エラータイプ	故障モード/ 人的過誤	解析の出発点 正常状態からのズレ・異常
同右	同右	作成したリストから選定	フローチャートに沿って異常状態を抽出
機器の見やすさ/ 情報の見やすさ/ 作業場所の緊張 感の欠如	うっかりしたや り間違い	パイロットの キー入力間違い / ボタンの 押し間違い	RWY, STAR, TRANSITION, APPROACH等の FMSへの入力ミス
疲労	不注意	勘違い / 混同	フライトプラン確 認で見落とし
責任感の欠如 / 他人の過度な信 頼 / 作業環境の 問題 / 作業場所 の緊張感の欠如	注意散漫	幾つかの項目 の確認忘れ	MAP確認せず

図 4 HAZOP ワークシートへの人的過誤リスト適用例

④について。

・ 4 月に米国カリフォルニアで開催された IPACG (Informal Pacific ATC Coordinating Group) /38 会議にて、福岡 FIR (Flight Information Region) 内の洋上経路にてマックナンバーテクニックなし 10 分の縦間隔における安全性評価の結果 (全経路にて TLS (Target Level of Safety) を満たす) を示した。

- ・ 5月 EM (Expectation-Maximization) アルゴリズム／変分ベイズ法を用いた SLOP (Strategic Lateral Offset Procedure) 環境下でのオフセット量及び逸脱量分布の推定手法がインドのジャーナルに掲載された。
  - ・ 6月に共同研究の可能性を模索するために韓国交通研究院 (Korean Transport Institute : KOTI) を訪問した。7月と8月に引き続き共同研究の可能性を模索するために KOTI とテレビ会議を開催した。
  - ・ 11月にインドで開催された SASP (Separation and Airspace Safety Panel) 会議に参加し、横方向オフセットを考慮した分布モデルの信頼区間の推定方法に関するペーパーを発表した。
  - ・ 12月に米国ハワイで開催された RASMAG (Regional Airspace Safety Monitoring Advisory Group) 会議に参加し、福岡 FIR 内における縦 30NM 間隔適用時の ADS (Automatic Dependent Surveillance) 通報間隔の延長の可能性に関するペーパーを発表した。手法の詳細については、SASP 会議で別途議論することとなったが、ADS 通報間隔の延長に関する懸念は現時点では示されなかった。
- (6) R. Mori, Extension of Periodic Report Interval on Oceanic Flight under Longitudinal 30 NM separation Standard in Fukuoka FIR, ICAO RASMAG-MAWG/1-WP\_IP1, Honolulu, HI, USA, Dec. 2013.
  - (7) 天井：“飛行高度指定点における航空機の飛行高度のバラツキ”、電子情報通信学会 2014 年総合大会、A-18-4、2014 年 3 月
  - (8) R. Mori, Refined Collision Risk Model for Oceanic Flight under Longitudinal Distance-Based Separation in ADS-C Environment, The Journal of Navigation, Royal Institute of Navigation, (in press).

#### 4. まとめ

本年度の研究の概要を示した。3ヶ年計画の1年目で試行錯誤の部分が多々あったが、本年度中に Safety Case に基づく GSN チャートの作成を中心に進めて行くという方針を決められ、軌道に乗ったと考える。

#### 掲載文献

- (1) R. Mori, Safety Assessment of the Introduction of 10 Minutes Longitudinal Time Separation in Fukuoka FIR, IPACG/38, Mountain View, CA, USA, Apr. 2013.
- (2) M. Fujita, Estimation of Navigation Performance and Offset by the EM Algorithm and the Variational Bayesian Methods, Advances and applications in statistics, vol.35, no.1, pp.1-27, May 2013.
- (3) 藤田、天井：混合進入方式とその安全性解析手法の初期検討、電子情報通信学会技術研究報告 SSS、113(54)、pp.1-4、2013 年 5 月
- (4) 天井: RNP-AR 経路を飛行した航空機の飛行時間のバラツキ、電子情報通信学会 2013 年ソサイエティ大会、A-18-1 (安全性)、2013 年 9 月
- (5) M. Fujita, Distribution Model Estimation with Credible Intervals When Lateral Offset Is Allowed, SASP-WHL23-IP03, Delhi, India, Nov. 2013.



## 空港面の交通状況に応じた交通管理手法に関する予備的研究【指定研究】

担当領域 航空交通管理領域  
 担当者 ○住谷 美登里, 青山 久枝, 山田 泉,  
 森 亮太, マーク ブラウン, 海津 成男  
 研究期間 平成 25 年度

### 1. はじめに

成田空港では、今後の需要増大に対応するため、新規ターミナル、および新誘導路の設置等のレイアウト変更が予定されており、交通状況に応じたより効率的な空港面交通の実現をめざした交通管理手法の提案が要望されている。これをうけて平成 26 年度から空港面交通の滞留軽減等を図るための本格的研究を実施することとしており、平成 25 年度はその予備的研究として、空港面地上走行データ等から成田空港を走行する航空機の交通流分析により地上走行状況を把握し、今後予定されているレイアウト変更を反映した空港面交通シミュレータの機能強化を行うことを目的とする。

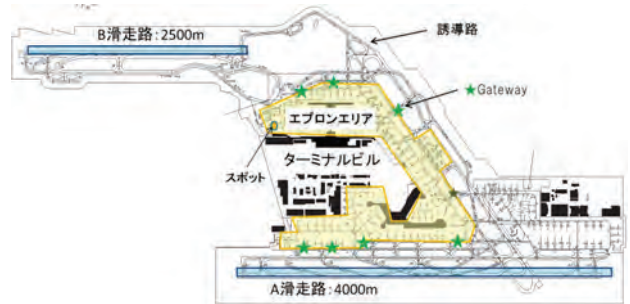


図 1 成田空港の空港レイアウト

### 2. 研究の概要

本研究は 1 ヶ年計画であり、主に以下の項目を実施した。

- ・ 空港面地上交通データ等を用いた統計分析
- ・ レイアウト変更に対応したシミュレータの機能強化
- ・ 交通管理手法の評価手法の調査

### 3. 今年度の成果

#### 3.1 空港面地上交通データ等を用いた統計分析

まず成田空港のレイアウトを図 1 に示す。

平行な 2 本の滑走路の間にターミナルビルがあり、その付近に 200 程度の駐機場（以下スポットという）がある。エプロンエリアの出入り口には、Gateway と呼ばれる地点が設定されており、各 Gateway と滑走路間の標準走行経路が航空路誌に公示されている。Gateway にて管制業務の受け渡しが行われていることは成田空港の特徴である。交通流の特徴としては、A 滑走路（4000m）は B 滑走路（2500m）より長く、出発便の 9 割が使用するのに対して、B 滑走路は主に到着便が使用しており、離発着便の約 8 割を国際線が占めるため、時間帯により交通量が異なる。



図 2 出発便の運航フェーズ

本研究では、主に出発便の交通流分析を行った。出発便の地上走行を、図 2 のような各運航フェーズに分けて、走行状況、滞留状況等を把握する。

空港面地上交通データ（毎秒の各便の航跡データ）をもとに、出発便ごとに各フェーズの所要時間や走行速度等を分析した。空港面全体を 50m メッシュに分割して、出発便の走行速度が 15km/h 未満になった場合の 50m メッシュごとの走行時間の総和を空港地図上に棒グラフで表したものが図 3 である。図 3 より、滑走路付近で棒グラフが高いので、出発便による離陸待ちの滞留が生じていることがわかる。

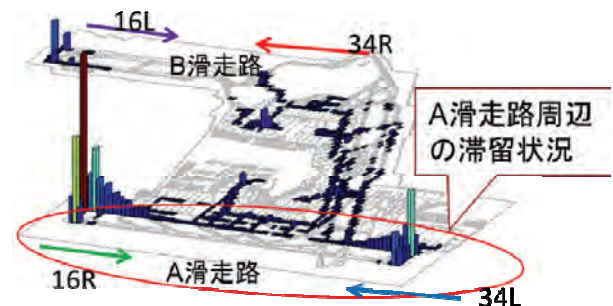


図 3 出発便の滞留地点の例（風向きによる滑走路変更があった 1 日分）

Gateway 通過から離陸までの最短走行時間を基準値として、各出発便の Gateway から離陸までの走行時間と基準値との差を滞留時間と定義して求めた。各 1 時間あたりの平均滞留時間および離着陸便数の関係を図 4 に示す。離陸便数の増加に伴い、滞留時間が増加することがわかった。

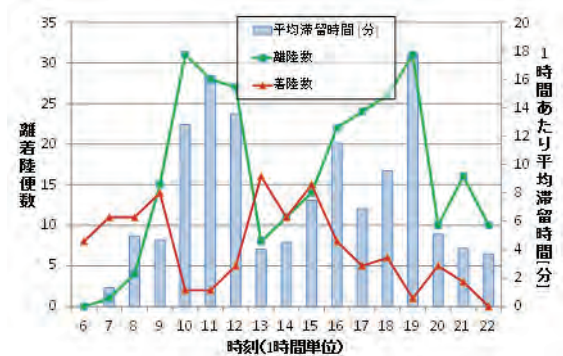


図 4 滑走路 16R の 1 時間あたり平均滞留時間および離着陸便数 (1 日分)

### 3.2 レイアウト変更に対応したシミュレータの機能強化

成田空港の交通状況を模擬し、交通管理手法によって空港面の滞留等が軽減しているか等適用効果を評価するため、既存の空港面交通シミュレータに新たな機能を加えた。成田空港の空港レイアウトを反映し、地上走行を模擬できるように各フェーズでの走行速度や所要時間、スポットの出入り経路、航空路誌で公示されている標準走行経路等を設定した。出発便の経路は、プッシュバック終了後、走行を開始してから離陸までの標準走行経路を優先に探索し、エプロンエリアは低速走行、誘導路エリアは高速走行するように設定して、走行時間が最短となる経路探索方法を導入した。これにより走行経路および滞留状況の模擬が可能となった。

### 3.3 交通管理手法の評価手法の調査

欧米の交通管理手法を調査し、成田空港への適用について検討した。その結果、ボストン空港で試行された同時走行機数をもとに管制官がプッシュバックの開始時刻を調整する N-Control という交通管理手法については、成田空港の A-CDM (Airport Collaboratiem Decision Making: 空港面における協調的意思決定) の実施のための情報共有体制の構築を待たずに、適用可能となる見通しが立った。そこでこの手法を参考に、本研究で作成した成田空港の空港面交通シミュレータを用いて交通管理手法適用前後の交通状況を比較することにより適用効果を評価していく予定である。

## 4. 今後の見通し

成田空港における空港面地上交通データ等の分析結果および交通流を模擬する空港面交通シミュレータを利用して、平成 26 年度から開始する重点研究「空港面の交通状況に応じた交通管理手法に関する研究」では、滞留の軽減等の空港面交通の課題に対応するために、地上走行時間、離陸時刻を予測する手法を開発し、走行機数や、走行経路等を適切に調整する空港面交通管理手法および適用条件等を提案していく予定である。

### 掲載文献

- (1) ブラウン, 青山, 山田, 住谷: “空港面交通管理のための羽田空港の駐機スポットに関する解析”, 航空管制, 2013-No.3, pp.32-37, May.2013.
- (2) 山田, 住谷, 青山, ブラウン, 森: “空港面交通シミュレータの開発”, 第 13 回電子航法研究所研究発表会講演概要, pp. 97-102, June 2013.
- (3) 住谷, 青山, 山田, ブラウン, 森: “空港面交通シミュレーションによる出発時刻調整手法の検討”, 第 13 回電子航法研究所研究発表会講演概要, pp. 103-106, June 2013.
- (4) 住谷, 青山, 山田, ブラウン: “滑走路離着陸数予測に基づく離陸待ち軽減手法の検討”, 信学技報, vol. 113, no. 165, SANE2013-37, pp. 1-6, Jan.2013.
- (5) 青山: “空港面の交通流分析”, 航空交通管理センター出前講座, Sep.2013.
- (6) I.Yamada: “Airport Surface Traffic Management”, JICA セミナー, Nov.2013
- (7) 住谷, 青山, 山田, ブラウン: “空港面交通シミュレーションによる滞留軽減手法の検討”, 航空管制, 2013-No.6, pp. 40-45, Nov.2013.
- (8) I. Yamada et al.: A Method of Takeoff Scheduling Considering the Interference of Arrival Aircraft, Proceedings of the 2013 Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology (APISAT2013), No.04-05-1, Nov.,2013
- (9) 青山: “羽田空港の国際線発着枠増加へ”, 日本機械学会 交通・物流部門 ニュースレター, 2014 年 3 月号, p.1, Mar.2014
- (10) R. Mori, H.Aoyama: “Improvement of Static Runway Assignment at Busy Airports Using Queueing Model.”, Journal of Aircraft, AIAA, in press

## 拡張現実技術を用いた管制業務支援技術に関する研究【指定研究】

担当領域 航空交通管理領域  
担当者 ○井上 諭、塩見 格一（監視通信領域）  
研究期間 平成 22 年度～平成 25 年度

### 1. はじめに

現在、空港で行われている管制業務はタワーにいる管制官の主に目視により業務が行われている。しかし、天候などの自然条件や時間などにより、業務における視程、視界の条件はいつも良いとは限らない。これら視程条件が良くない環境では、業務における航空機の位置確認などが難しくなるため、管制官や運航情報官などのオペレータのワークロードが上がると考えられ、それに伴って業務効率は低下する。

一方で視覚をサポート可能な技術は拡張現実 (Augmented Reality : AR) 等の画像処理技術が飛躍的に向上しており、このような技術を活用しオペレータの監視業務を視覚的な観点から支援することができると考えている。本研究ではタワー業務のための視覚支援をターゲットとした技術開発、また、業務運用のためのシステムの枠組みについて研究するものである。

### 2. タワー業務に必要な視覚支援技術

空港周辺および空港面内にいる航空機の安全な交通をコントロールする役目を担うのがタワー業務の役割であるが、オペレータは空港面内の状況について肉眼による視覚情報と無線通信、そしてレーダーなどの支援機器の情報を頼りに状況を判断し、適切な指示や情報提供を行っている。これら業務にコンピュータビジョンを用いた業務支援システムを導入する研究は欧米で先行して行われてきた。これらは仮想現実 (Virtual Reality: VR) 技術を基盤として行われてきたが、現在、一般的に普及してきたのが AR ディスプレイ方式で、カメラでの撮影画像とコンピュータビジョンによる視覚支援情報を合成し、ディスプレイ上に表示するという形の技術である。この場合、オペレータはヘッド・マウント・ディスプレイ (Head Mounted Display : HMD) のような特別な装備を装着することなく、視覚的な支援情報を受けて業務を行うことができる。AR ディスプレイには、空港面 (滑走路、誘導路およびエプロン) と周辺の映像が映し出され、風向風速などのシステムからの情報及び航空機の位置には便名などのフライトに関する付加情報と共にポイントとタグが表示される。これにより、オペレータは必要な情報をディスプレイ上から簡単に取得することができる。またズームアップ機能は、ディスプレイ上から操作することができ、見たい部分を簡単に操作できる。これらの AR ディスプレイによる業務コンセプトでは、

現場には映像データ取得用のカメラを設置することで、タワーにはオペレータを配置することなく遠隔的に業務を行えるようになる。次章でそれらについて詳しく述べる。

### 3. リモートシステムへの応用

現在、この拡張現実技術と遠隔コントロール技術を組合せて検討されているのが、リモートタワーという運用コンセプトである。欧州を中心に研究されているコンセプトであるが、リモートタワーは通常、比較的飛行便数の少ない地方空港など中・小規模空港をターゲットとしたものである。リモートシステムでは、視界が不良な場合でも、センサー情報を用いて正確に位置を特定し、映像上に、航空機の位置情報を合成表示することができるようにしている。通常視界不良の場合、航空機に対しては位置情報を無線で確認して業務を行わなければならないが、センサーにより、航空機の位置が正確に追跡しディスプレイ上に表示されていれば、航空機の位置の確認が容易に行えるため、荒天時でのワークロードの低減につながることを期待される。また、リモートタワーが可能となると、空港の業務を集約したセンターから遠隔で業務が実施できるようになり、人員の効率的な配置と、小規模空港の業務をまとめて運用することができ、効率的に業務に対応でき、運用コストの低減にもつながる。また、安全性の面においても、オペレータによる指示や情報提供のパフォーマンスが向上すると考えられ、より安全性の高いサービスが提供できるようになると期待されている。さらに、管制塔のように大きな建造物を建設する必要が無いため、設備投資や設備維持費も管制塔の運用に比べ、抑えることができると考えられている。リモートタワーの研究は欧州で SESAR において LVF (WP 6.9.3) および DFS-DLR(WP 6.8.4)が開発したシステムを利用して実用化へ向けた検証を進めている。

### 4. リモートオペレーションのための映像技術開発

本研究では今年度まで約 4 年間にわたりリモートタワーに用いるための基礎となるシステムを検討してきた。システムはマルチカメラから映像を取得しパノラマ映像を合成するモジュール、ターゲットトラッキングを実行するモジュール、映像をコントロールするインタフェースモジュールからなるもので構築されている。図 1 に示すパノラマ映像システムはカメラを放射上に





図1 パノラマ映像システム

配置し、パノラマ合成映像をマルチモニタ上に生成できるようにシステムになっている。実験用システムではカメラはレンズ交換式の産業用小型カメラ USB カメラ（80 万画素×30fps）を用い、シームレスにパノラマ映像が作れることを確認した。この図2 のケースではカメラ6台を15度設定している。パノラマ映像生成では映像のエッジ部分をシームレスに合成するために、レンズによる歪みを補正するためのシリンダーマッピング補正を入れている。また、航空管制システムはクリティカルシステムであるため、冗長性と信頼性が要求されるシステムであり、万が一カメラが故障した場合でも隣にあるカメラ同士がお互いの映像にオーバーラップ部分を持ち、故障時に応急的なカバーができるような機能をソフトウェア的に実現している。また、映像データを効率良く送信するためには画像圧縮が必要となるが、本システムはRGB→YCbCr420変換で、差分画像を取り出すラン・レングス法で圧縮することでデータサイズを従来より最大で約1/10のサイズに圧縮し転送するようにしている。この仕組みにより、5600×800サイズのパノラマ映像を30fpsで作成できることを確認した。

### 5. ターゲットトラッキングシステム

航空機の位置情報を便名等のフライト情報と共に支援情報としてディスプレイ上に表示する仕組みとして、ターゲットトラッキングの機能をシステムに組み込んでいる。具体的にはターゲットの位置にシンボルと視覚支援情報として、便名や出発時刻などを含んだタグを表示することを行う。また空港面内を移動する車両なども、追跡対象としているが、これは空港内車両もオペレータは管理するためである。本研究では、映像情報から航空機や空港面を移動する車両を検出し、追跡する機能を検討した。図2に示すように、ターゲットトラッキング機能は動いている空港面内の航空機や作業車両を追跡するシステムになっている。ターゲットトラッキングで採用しているアルゴリズムはリアルタイムにターゲット



図2 映像ベースのターゲットトラッキング実験結果

をトラッキング可能であることを第一に、処理速度を重視して、背景差分法を用いている。ただし、この方法でもいくつか課題が見られた。課題の代表的なものは、1) 学習する条件により物体追跡を中断してしまう。2) 前方にある遮蔽物によってターゲットが分断される。3) 複数の物体が重なった場合、別々の物体と認識されない。という主に3つの問題が発生した。問題1に対処するために、あえて背景を学習することをやめることで、止まっているターゲットでも追跡を可能とした。また、2, 3の問題は物体選定アルゴリズムにおいて、選定の閾値の調整と共に、物体の移動方向の速度ベクトルを計算し、カルマンフィルタとターゲット候補中の Hellinger 距離を測定することで追跡精度を改善することができた。改善例として、航空機が図3のようにターゲットが分断されたような場合においても、一つのターゲットとして追跡し続けることができるようになっており、映像ベース技術の追跡精度の向上を図っている。



図3 トラッキングの改善例

一方で、突然のノイズ（カメラの前を鳥などの物体が横切る。）や、気象条件による可視光カメラによる指定の限界などにおいては、追跡の課題が残る。これらの問題については、映像ベースの物体追跡には限界があるため、センサー情報との融合で対応していく必要があると考えている。

### 6. まとめ

本研究では基礎的なタワーのリモートオペレーションに必要な要素技術の開発と検証を行った。今後は、実用化に向けた具体的なオペレーションへの応用研究に繋げていきたい。

## レジリエンス向上のための管制官訓練支援ツールの開発【指定研究】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○青山 久枝, 狩川 大輔

研究期間 平成 24 年度～平成 26 年度

### 1. はじめに

新たな安全学であるレジリエンスエンジニアリングでは、変動するタスク環境下において安定的にシステムを機能させる上での、人間の役割の必要性・重要性が再認識されている。本研究は、管制タスクの処理プロセスをワークロードや処理効率の観点から可視化・分析可能なツールを開発し、「変動条件下のマルチタスクである管制業務を安全かつ効率的に遂行可能にしているスキルの伝承」という観点からの合理的な管制官養成教育・訓練の支援を目的とする。また、管制官が継承してきたスキルを維持・向上させるために、採用試験や訓練カリキュラムの改善が必要とされている。タスク処理プロセスの違いに起因する処理効率やワークロードの差異の推定・可視化を試みた研究例は、諸外国においてもほとんど見られず、取り組みが必要である。

### 2. 研究の概要

本研究は 3 ヶ年計画であり、これまでに電子航法研究所、東北大学、東京大学が共同で研究・開発を行ってきた管制処理プロセス可視化ツール COMPASi (COMPAS in interactive mode /COMPAS : Cognitive system Model for simulating Projection-based behaviors of Air traffic controller in dynamic Situations) および管制タスクの困難度に基づく分類指標 (タスクレベル) とその時系列遷移図 CAPS (Chart of ATC task Processing State) をベースに、様々な空域を対象とした管制官訓練支援のためのシミュレーション/可視化ツールを実現することを目的とする。本年度は以下の項目を実施した。

- ・ 空域・交通流等のシミュレーション実現
- ・ タスクレベルの自動分析・可視化
- ・ ECSS (航空路管制シミュレータシステム) との比較を通じた妥当性検証
- ・ 総合的な妥当性/有効性評価

### 3. 今年度の成果

#### 3.1 空域・交通流等のシミュレーション実現

前年度までに航空保安大学校岩沼研修センターの教官にご協力を頂いて実施した COMPASi に関する予備的な

妥当性評価における意見や要望をもとに、COMPASi の機能追加や表示画面のデザイン変更などを行った。

また、平成 24 年 6 月に東京航空交通管制部において実施された管制官によるシミュレーション実験から取得したデータに基づいて、隣接する 2 つの空域の業務プロセスを COMPASi 上で再現し (図 1)、2 空域が分担しながら管制タスクが処理されていく過程を CAPS として可視化可能とした (図 2)。



図 1 2 空域シミュレーション中の COMPASi の画面例

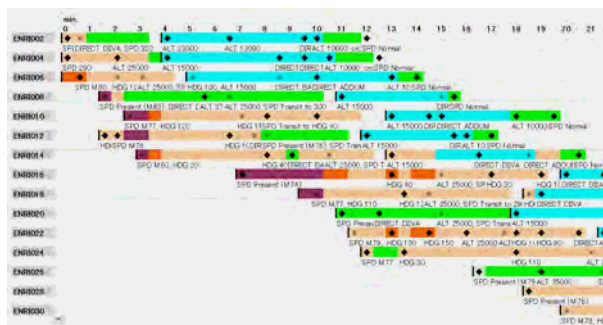


図 2 2 空域のタスク処理プロセスを示した CAPS の例

#### 3.2 タスクレベルの自動分析・可視化

管制業務が行われるタスク環境の主たる特徴の一つは、将来状況の不確実性であり、管制官は状況が変動する可能性を考慮に入れた上で、業務を行うことを求められる。COMPASi では、このような管制官によって行われている状況予測の一端を可視化することを目的として、安全マージンの設定を変化させることにより、状況変動によって新たに発生する可能性のある干渉処理タスクを検知・可視化する機能を実現した。

### 3.3 ECSS との比較を通じたツールの妥当性検証

前述の東京航空交通管制部における ECSS を用いた管制業務シミュレーション実験の結果を参考に、COMPASi の航空機挙動モデルを改良した。

### 3.4 総合的な妥当性および有効性評価

COMPASi の総合的な妥当性・有効性評価として、岩沼研修センターの教官に COMPASi を 1 か月間試用して頂いた上で、以下の各項目に関する評価を行った。

- ① 航空機挙動モデルに関する評価
- ② 操作性，機能性，表示等に関する評価
- ③ 訓練における実践的な使用方法を想定した評価
- ④ その他の意見交換

その結果，航空機等の動きについては，違和感は感じられないとの回答であった。その一方で，COMPASi の使用目的に応じた入力操作インターフェースについて検討が必要であることが示唆された。実践訓練時に COMPASi を PC ベースの簡易型シミュレータとして用いることを想定した場合，入力操作を ECSS と同様とすることが要望された。それに対して，実習前のブリーフィング等において模範的なシミュレーション結果を見せることによるイメージトレーニングを行う場合や，シミュレーション結果の比較，空域や交通流の検討に使用する場合は，現状の操作方法で問題ないとの評価であった。また，シミュレーション結果を示す CAPS について，複数の CAPS を同一画面で表示することにより簡易に比較できるようにして欲しいとの改善要望も示された。

## 4. 今後の見通し

COMPASi の訓練支援ツールとしての評価は，岩沼研修センターの教官に今後も引き続きご協力いただき，実施する予定である。また，従来の管制官の立場から見たシミュレーション結果の評価機能に加えて，今後航空機側の視点からも結果を可視化・評価する機能を追加し，航空管制と航空機運航の安全性と効率性についての評価資料として利用できるよう開発を進めていく計画である。

### 掲載文献

(1) 狩川ほか：“航空管制官の実践知分析を通じた管制処理プロセス可視化インタフェースの評価”，ヒューマンインタフェース学会論文誌，Vol. 15 No. 2, pp.177-190, 2013 年 5 月。

(2) 狩川（翻訳分担）：Eric Hollnagel 著，小松原明哲監訳，“社会システムの安全分析 -FRAM ガイドブック-”（第 5 章担当），海文堂出版，2013 年 5 月。

(3) 狩川ほか：“管制処理プロセス可視化ツールを用いた訓練支援の可能性”，第 13 回電子航法研究所研究発表会，pp. 107-112, 2013 年 6 月。

(4) 青山ほか：“航空交通流制御の高度化に向けた分析手法の検討”，第 13 回電子航法研究所研究発表会，pp. 113-116, 2013 年 6 月。

(5) 狩川ほか：“航空管制分野におけるレジリエンス指向型ヒューマンファクター研究(1) -管制処理戦術の状況変化に対する許容性の可視化-”，日本人間工学会第 54 回大会，pp. 118-119, 2013 年 6 月。

(6) 青山ほか：“航空管制分野におけるレジリエンス指向型ヒューマンファクター研究(2) -管制処理パフォーマンスの変動可視化の可能性-”，日本人間工学会第 54 回大会，pp. 120-121, 2013 年 6 月。

(7) D. Karikawa, et al. : “ Analysis of the performance characteristics of controllers’ strategies in en route air traffic control tasks” , Cognition Technology and Work , DOI 10.1007/s10111-013-0268-5, 2013 年 6 月。

(8) D. Karikawa, et al. : “A Method for Visualizing Trade-offs in En-route Air Traffic Control Tasks, 5th Symposium on Resilience Engineering,” , 5th Symposium on Resilience Engineering, pp. 148-153, 2013 年 6 月。

(9) D. Karikawa, et al. : “A Training Support Tool for Controller Trainees by Visualizing Trade-offs in Air Traffic Control Tasks” , International Conference ISIATM(Interdisciplinary Science for Innovative Air Traffic Management) 2013, 2013 年 7 月。

(10) D. Karikawa, et al. : “A Study on Human Factors in Air Traffic Control - Development of Process Visualization Tool of ATC Tasks-” , 19th Aviation Safety Human Factors Seminar , Gimpo, International Airport, Korea, 2013 年 10 月。

(11) 狩川ほか：“航空管制業務における状況変動に対する戦略的余裕の可視化ツール”，自動計測制御学会システム情報部門学術講演会 2013, pp. 275-278, 2013 年 11 月。

(12) D. Karikawa, et al. : “A Visualization Tool for Analyzing Task Demands in En-route Air Traffic Control” , Air Traffic Management and Systems - Selected Papers of the 3rd ENRI international workshop on ATM/CNS (EIWAC2013)-, pp. 131-146, 2014 年 3 月。

## 出発到着フェーズにおける運航効率に関する研究【指定研究】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○岡 恵、蔭山 康太、中村 陽一、宮津 義廣、秋永 和夫

研究期間 平成 24 度～平成 25 年度

### 1. はじめに

混雑空港周辺では航空交通量の増大や経路の輻輳により、滞留の発生や階段状の上昇／降下等の運航効率の低下がしばしば起こっている。空港周辺で発生する滞留は、到着時刻の遅延のみならず燃料消費量の増大にもつながる。これらを解消するためには、交通流の正確な現状分析や課題箇所の特定、運航効率低下の要因推定を行い、空域・経路構成の見直しや交通流管理方法の改善を行うことが必要である。

本研究では、空港周辺の滞留と上昇／降下プロファイルに焦点を当て空港周辺における運航効率を分析することで、課題のある箇所を特定する。また、運航効率が低下する状況を分析しその要因を推定する。

### 2. 研究の概要

本研究は2か年計画であり、本年度は主に以下の項目を行った。

- ・運航効率の分析による課題箇所の特定および時間推移による変化の分析
- ・運航効率低下要因の推定

### 3. 研究成果

3.1 運航効率の分析による課題箇所の特定および時間推移による変化の分析

#### 3.1.1 運航効率の指標の検討

複数の到着機が同時に同じ滑走路に着陸しようとする場合など、空港周辺での滞留が発生した時に管制官はまず航空機の順序を決定し、次に飛行時間を調整することで航空機の間隔を確保する。飛行時間の調整では、主にレーダー誘導による飛行距離の短縮あるいは延伸が行われ、発生した滞留の大きさに応じて飛行距離の延伸量も大きくなる。そのため飛行距離は滞留の大きさと密接に関連していると考えられる。

本研究では対象区間を飛行する航空機の中で飛行距離の最も短いものと長いものの距離の差を「飛行距離の調整量」と定義し滞留の指標とした。飛行距離の調整量が大きい箇所ほど大きな滞留が発生していると考えられる。

また、上昇／降下時の水平飛行は燃料を多く消費するこ

とから、本研究では上昇／降下中の水平飛行距離を上昇／降下プロファイルの指標とした。

#### 3.1.2 指標値の算出

混雑空港として羽田空港と成田空港を選択し、それぞれの出発・到着機について平成 22 年 2 月から平成 25 年 9 月のうちのべ 19 週間の航空交通データをもとに、空港周辺での飛行距離の調整量および上昇／降下中の水平飛行距離を調べた。

各指標値は以下の手順で算出した。

##### (a) 飛行距離の調整量（滞留の指標）

空港周辺の空域を、空港から 40NM～150NM の E 区間と空港～40NM の T 区間に分け（図 1）、入域方角や出発・到着経路でグループ分けした交通流毎に、飛行距離の調整量を算出した。150NM と 40NM を採用したのは、巡航高度から降下を開始するのが概ね 150NM 辺りであること、ターミナル空域に進入するのが概ね 40NM 辺りであることが理由である。

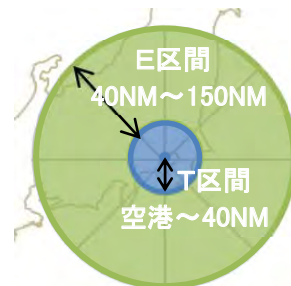


図 1 E 区間と T 区間

##### (b) 水平飛行距離（上昇／降下プロファイルの指標）

各航空機の水平飛行距離を上昇／降下時、高高度（10,000ft 以上）と低高度（10,000ft 未満）に分け累積値を算出し（図 2）、グループ分け（飛行距離の調整量と同じ）をした交通流毎に平均値を算出した。

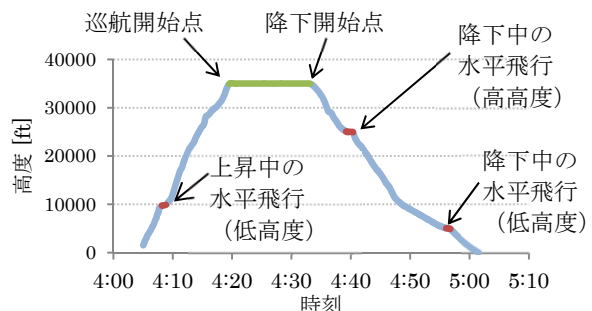


図 2 上昇／降下中の水平飛行の判定例



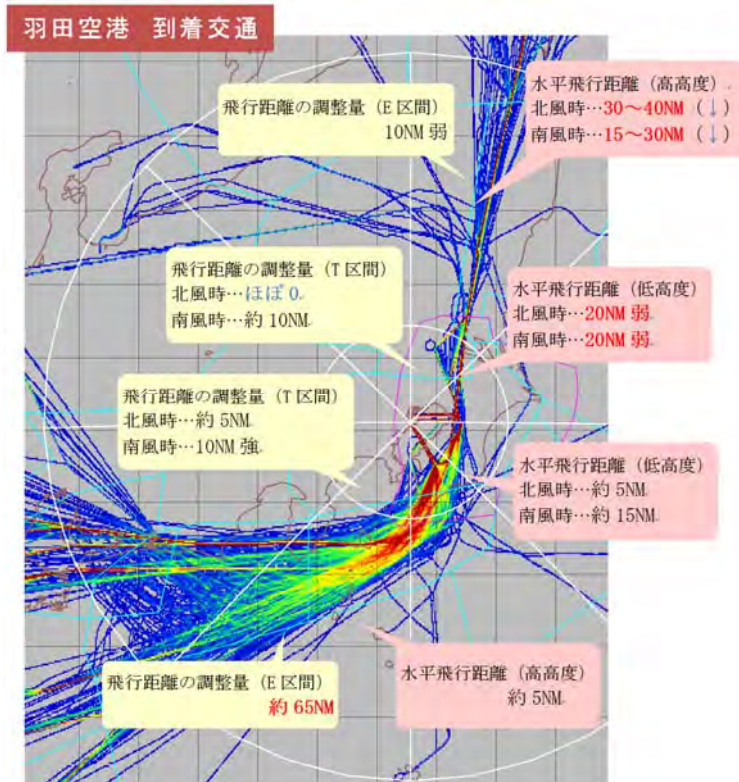


図3 羽田空港到着交通流の飛行距離調整量と水平飛行距離

黄色の吹き出し…飛行距離の調整量  
赤い吹き出し…水平飛行距離

値が大きい箇所（改善の可能性がある箇所）を赤字で、理想的な状態の箇所を青字で示している。時間推移による値の変化を矢印で表している。

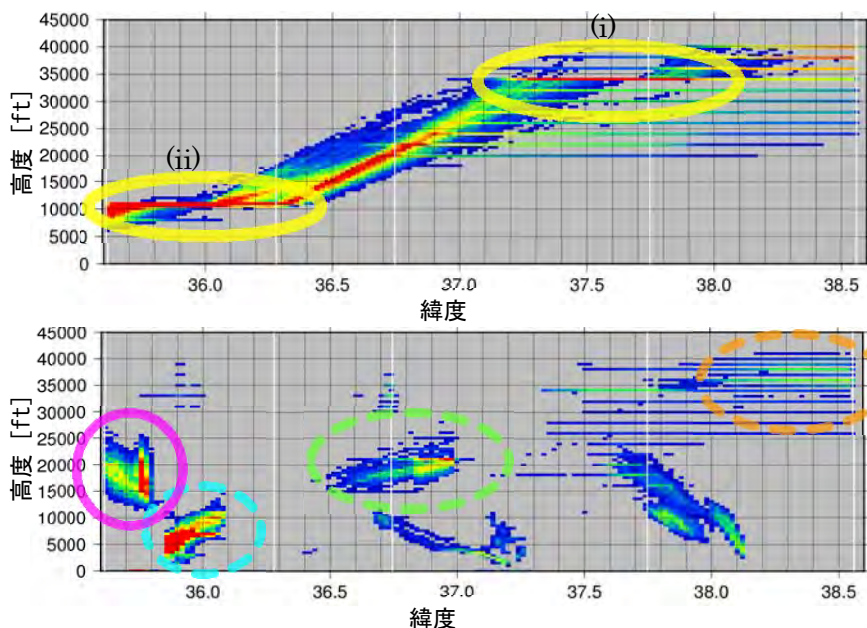
（航跡は一例としてある一日の交通を重ね書きしたものを。緯経度のメッシュで区切り、交通量に応じて、青、緑、黄、赤と変化させている。）

### 3.1.3 指標値の算出結果

飛行距離の調整量と水平飛行距離を羽田空港および成田空港の発着・到着交通流それぞれに算出し分析を行った。一例として羽田空港到着交通流の分析結果を図3に示す。飛行距離の調整量では、北からの到着の調整量は少なく、南からの到着はE区間で調整量が多い。つまり、羽

田空港の到着では南からの到着でE区間において大きな滞留が生じていることがわかる。

水平飛行距離は、南からの到着に比べ北からの到着が大きな値となっていることがわかる。とりわけ、高高度（10,000ft以上）における水平飛行距離が長い、時間推移とともに減少傾向にあることが分かった。



(a) 羽田空港北方面到着機の降下パスの高度分布（北風運用時）

緯度・高度のメッシュで区切り、交通量に応じて色分けをした。

(b) 交差経路を飛行する航空機の交差時の通過高度分布

(a)と同様に色分けをした。

- 成田空港アジア方面出発
- " 欧州方面出発
- " 到着
- 羽田空港出発

図4 北方面到着機の降下パスおよび交差経路の通過高度分布



### 3.2 運航効率低下要因の推定

課題箇所について、効率低下発生状況を詳細に調べること、運航効率低下要因の推定を行った。一例として、羽田空港北方面到着機の降下中の水平飛行距離に関する要因推定を示す。

まず、到着機の降下時の高度分布および交差経路の高度分布を調べた(図4)。図4(a)のグラフは羽田空港北風運用時における北方面到着機の降下パスの代表的な高度分布を表している。赤い部分は機数が多い箇所を表しており、北緯37.3度～37.9度で34,000ft(i)、35.6度～36.3度で11,000ft(ii)で水平飛行している航空機が多いことがわかる。図4(b)のグラフは到着経路と交差する経路を飛行する航空機の交差時の高度分布を表す。羽田到着機の降下パスと高度が近く影響があると考えられるのは、成田空港アジア方面出発機、成田空港欧州方面出発機、成田空港到着機、羽田空港出発機であった。中でも成田空港アジア方面出発機は到着パスのすぐ上の高度帯を使用しているため、最も降下パスに影響を与えると考えられる。

次に、羽田空港北方面到着機の管制運用や経路の条件と降下プロファイルとの関連性について調べたところ、理想的な降下パスを仮定した際の予測通過高度とターミナル入域点の高度条件の値では南風運用時で概ね5,000ft、北風運用時で概ね10,000ft、高度条件の方が低いことが分かった。南風運用と北風運用で値が違うのは、ターミナル入域後の飛行距離が異なることによる。

解析の結果、羽田空港北方面到着機の降下中の水平飛行距離が長い要因は、成田空港のアジア方面出発経路が到着経路とわずかな高度差で交差していることや北風運用時と南風運用時のターミナル空域内の飛行距離の差が大きいこと、ターミナル入域点に設定された制限高度が低いことなどにあると推定することができた。

## 4. まとめ

滞留や階段状の上昇/降下などの運航効率低下がしばしば発生する混雑空港周辺において、運航効率を数値化することで課題箇所を特定しその動向を調べた。また、効率低下発生状況の分析や、関連交通流の軌道解析、空域や経路に設定された条件との関連性の分析などを行い運航効率低下の要因を推定した。航空交通量や経路の構成と運航効率の関連性などについて更にデータを蓄積し、今後は効率の良い将来の運用方式を実現するための空域設計や交通流制御の改善手法について検討していきたい。

## 掲載文献

- (1) 岡、蔭山、中村、“混雑空港周辺における飛行距離分布の解析”、第51回飛行機シンポジウム、2013年11月

## ダウンリンク情報を用いた軌道予測の高度化に関する研究【指定研究】

担当領域 航空交通管理領域  
担当者 ○瀬之口 敦, 平林 博子, 白川 昌之  
研究期間 平成 25 年度～平成 26 年度

### 1. はじめに

我が国における将来の航空交通システムに関する長期ビジョン（CARATS：Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic System）が目指す軌道ベース運用（TBO：Trajectory-Based Operation）の実現に向けて、飛行中の空地間データリンク技術を時間管理と融合させることによって初期段階の TBO を発展させ、航空輸送の効率性や定時性、安全性などを向上させることが望まれている。

本研究では航空機のダウンリンク情報を用いて地上系の軌道予測を高度化する手法を開発し、TBO の基礎である軌道予測の精度向上に資することを目的とする。また、飛行中に軌道を調整する運用方式の開発・評価において活用できる成果を目指す。

### 2. 研究の概要

本研究は 2 カ年計画であり、①航空機運航速度モデルのデータベースを作成して軌道予測精度を評価すること、②気象の不確定性による軌道予測への影響を低減させる手法を提案すること、③離陸前の予測軌道とダウンリンク情報に基づいて更新した飛行中の軌道を比較する手法について調査し、軌道調整に伴う運用上の課題を抽出することの 3 つを行う。具体的には、第 1 年次の平成 25 年度において下記を実施した。

- 1) 航空機運航速度モデルのデータベース化
- 2) 気象の不確定性による軌道予測への影響のモデル化
- 3) 気象の不確定性を考慮した軌道予測手法の調査
- 4) 軌道の更新手法および比較手法の調査

### 3. 研究成果

#### 3.1 航空機運航速度モデルのデータベース化

EUROCONTROL が開発した BADA（Base of Aircraft Data）は航空機の標準的な運航速度モデルとして広く利用されている。しかしながら、BADA の運航速度モデルには地域特性や季節性などの運航条件の違いを考慮した設定などが反映されていない。

そこで、国内空域の 6 週間分（隔月 1 週間ずつ）のレーダ情報と気象情報から逆算することにより、型式毎に飛行区分・高度帯別の運航速度データベースを作成した<sup>[1]</sup>。

図 1 に作成した運航速度データベースと BADA を比較した例を示す。Boeing 737-800 が上昇飛行する際の CAS（Calibrated Air Speed）の値（縦軸）を高度帯毎（横軸）に示している。実線が作成したデータベースの値を示し、中央は平均値、上下は平均に標準偏差を加減した値である。また、点線は BADA の標準的な CAS の値を示す。

図 1 からデータベースの値は BADA の標準値よりも小さいことがわかる。同様の傾向は Airbus 320 や Boeing 777-300 の場合でも見られた。また、巡航飛行や降下飛行の場合も同様の傾向であった。さらに、出発・到着経路や季節などの条件で絞り込むことにより、標準偏差の低減が可能とわかった。

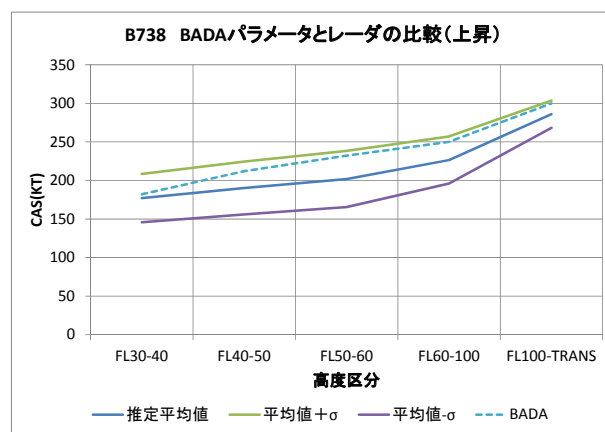


図 1 運航速度データベースと BADA の比較例<sup>[1]</sup>

#### 3.2 気象の不確定性による軌道予測への影響のモデル化

本項目は公募型研究として早稲田大学へ委託し、地上系の軌道予測に対する気象予報の影響を解析した。

気象庁のメソ数値予報モデル（MSM：Meso Scale Model）の 3 時間予報値から推定した対地速度と電子航法研究所の SSR（Secondary Surveillance Radar）モード S 実験局で取得した対地速度を比較することによって、気象の予実差が航空機の到達時刻に与える影響を求めた。1 年間の 3 分の 1 程度のデータを処理した結果、その影響は 1σ～1% 程度であった（図 2）。これは 1 時間の巡航飛行を仮定すると ±72 秒（2σ）の不確定性に相当するが、飛行時間を延長して相殺する場合には低い高度帯への早い降下、短縮する場合には飛行経路の短縮など、降下区間の運用によっ

て調整可能な程度だとわかった<sup>[2]</sup>。

また、対地速度ベクトルと真対気速度ベクトルの差から求めた風向・風速は直進時と比べて旋回時に大きい誤差が生じることがわかった<sup>[3]</sup>。

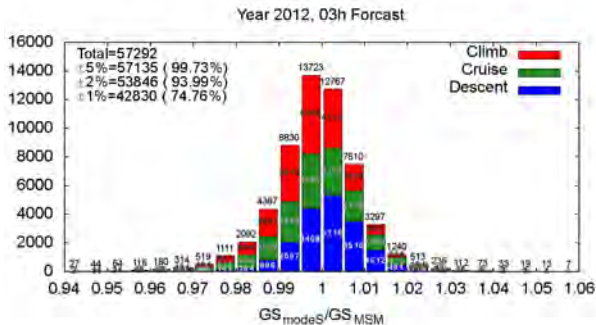


図2 MSMの3時間予報値による対地速度比の分布<sup>[2]</sup>

### 3.3 気象の不確定性を考慮した軌道予測手法の調査

実測値としての軌道予測への組み込みを検討するために、SSRモードSのDAPs (Downlink Aircraft Parameters) 機能で取得可能な風向・風速について調査した。

SSRモードSのDAPs機能により、レーダ覆域内の航空機からレーダ情報の更新周期と同頻度で動態情報を取得できる。機上側のDAPs機能の対応状況を鑑みると、風向・風速の値を直接ダウンリンク可能な航空機は現状ほとんど存在しない。そのため、対応率の高い動態情報である対地速度や真対気速度などから推定した風向・風速を実測値として利用することが現実的である<sup>[4]</sup>。

文献[5]では推定した風向・風速(東西・南北風速)をMSMの初期値と比較した解析結果が示されている。その2乗平均平方根誤差はフライトデータとの誤差よりも1.0 m/s程度大きい。つまり、推定した風向・風速は直接ダウンリンクした値と比較して多少の誤差は生じるが、軌道予測への利用には大きな影響を与えないと言える。

### 3.4 軌道の更新手法および比較手法の調査

機上データ(ADD: Aircraft Derived Data)の使用有無による予測軌道の評価に関する文献を調査した。

文献[6]では体系化された評価方法が示されており、軌道更新の効果が大きいパラメータとしてTOD (Top of Descent)などのFMS (Flight Management System) 軌道が挙げられていた。また、リアルタイムでの軌道更新やアダプティブな軌道予測が今後の課題として挙げられていた。

## 4. 考察等

今年度の研究成果を受けて、来年度は以下の実施を予定している。

作成したデータベースに基づく軌道予測の時間精度について、既存手法からの改善率を求めて評価する。DAPs機能による風向・風速(推定値)の取得分布の特性を解析する。また、新規に公募型研究を実施し、気象の不確定性による軌道予測への影響の時間的・空間的な変化を解析する。この際、高頻度・高解像度の気象庁数値予報モデルの軌道予測への利用を検討する。

軌道調整に伴う運用上の課題の抽出については、今年度の発表[7]において、航空機の色度調整による便益推定を実施した。来年度は、レーダ情報やダウンリンク情報などの実データの解析を通じて課題を検討し、整理する予定である。例えば、TODの分布を調べることにより、軌道更新のタイミングや軌道予測に用いる仮TODの推定などを試みる。

### 参考文献

- [1] 白川, 瀬之口, 平林, 福田 “レーダ測定値による航空機運航速度モデル推定”, 信学技報 Vol.113 No.387 pp.97-102, SANE2013-129, 2014年1月.
- [2] 手塚, “メソ数値予報モデルを用いた軌道予測の予報時間による不確かさの分析”, 日本航空宇宙学会第51回飛行機シンポジウム講演集, JSASS-2013-5112, 2013年11月.
- [3] 手塚, “SSR mode S データを用いた飛行軌道予測に対する気象の影響の調査(第2報)”, 平成25年度航空宇宙空力シンポジウム, 2L9, 2014年1月.
- [4] 瀬之口, 宮沢, 手塚, “航空気象に関連する機上の動態情報の活用について”, 第8回航空気象研究会, 2014年2月.
- [5] 重富, 小塚, 宮沢, 十時, ブラウン, 福田, “SSRモードS監視データを用いた気象予報データの評価解析”, 日本航空宇宙学会第51回飛行機シンポジウム講演集, JSASS-2013-5158, 2013年11月.
- [6] EUROCONTROL, “ADAPT - Aircraft Data Aiming at Predicting the Trajectory, Public Deliverable D6: Final Report”, TRS T06 / 22316TC, ADAPT / D6-V1.0, February 2008.
- [7] 瀬之口, 福田, ブラウン, 白川, “到着交通流管理の便益推定”, 第50回飛行機シンポジウム講演集, JSASS-2013-5108, 2013年11月.

## フローコリドールの基礎的研究【基礎研究】

担当領域 航空交通管理領域  
担当者 ○蔭山 康太, 中村 陽一  
研究期間 平成 24 年度～平成 25 年度

### 1. はじめに

高密度空域においてより安全かつ効率的な運航を実現するために、フローコリドールと呼ばれる空域を導入した新しい運用概念が考えられている。

フローコリドールは、航空機が自律的な間隔維持を行いつつ同一方向へ飛行する交通需要の多い経路に配置される細長い筒状や帯状の空域として想定される。従来の空域と分離された空域において、各航空機が機上装置を活用した自律的な運航を行うことにより、効率的に空域を利用することができ処理容量の増加が期待される。

本研究では、フローコリドールにおける交通流をモデル化し、自律的な間隔維持手法について検討する。

### 2. 研究の概要

本研究は 2 カ年計画であり、本年度の主な実施内容は下記の通りである。

- (1) フローコリドールの幅を考慮した自律間隔維持アルゴリズムの構築
- (2) 簡易な交通流モデルを利用した数値シミュレーションの実施

### 3. 研究成果

#### 3.1 自律間隔維持アルゴリズムの構築

平成 24 年度は、互いの間隔維持のための基本的なアルゴリズムを検討した。ここでは空域の制限を考慮していないが、フローコリドールにおいては、定められた空域内で運航することが必要である。そこで平成 25 年度は、有限の幅を持つ帯状空域をコリドールとみなし、コリドール内部における自律間隔維持アルゴリズムを検討した。図 1 に示すように、方位に関して①他機の飛行を妨げない、②空域を逸脱しない範囲を設定し、①かつ②の範囲内でのみ方位の変更による間隔維持を行うものとし、これが困難である場合に限り速度の変更を行うアルゴリズムを構築した。

#### 3.2 数値シミュレーションの実施

単純な直線のフローコリドールにおける高密度交通流を想定し、シミュレーションによる評価を行った。異なる幅のコリドールに対して解析し、幅の違いによる変化を調べた。

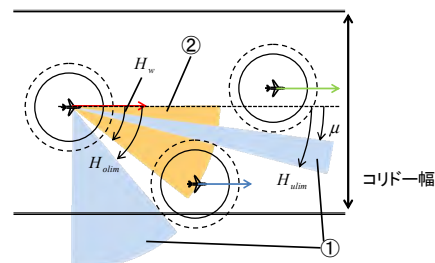


図 1 自律間隔維持アルゴリズムの概念図

スケジュールや効率の観点より全ての航空機が各々希望する速度で飛行することが望ましい一方で、コリドール内部で間隔を維持するために方位と速度の変更が必要となる。交通量に対してコリドール幅が狭いとき、低速機がボトルネックとなりデッドロック (=追い越しが不可能となる状態) が発生し、高速で飛行したい航空機ほど希望と異なる速度で飛行することとなる。幅が広がるにつれデッドロックの発生頻度は低減するものの、方位、速度ともに頻繁な操作が必要となる。幅に十分な余裕があればデッドロックは発生せず、間隔維持のための操作も低減される。コリドール幅により交通流が変化するため、実際の交通量に基づき、デッドロックのない円滑な交通流を適正な操作により実現するためのコリドール形状を含む検討が不可欠である。

### 4. 考察等

解析結果はフローコリドールの実現に向けた検討資料として活用できる。後継研究において高度方向を含むモデルを検討し、より実情に即した便益の評価を行う考えである。

#### 掲載文献

- (1) 中村, 武市, 蔭山, "飛行速度差を利用した高密度航空交通流の形成", 第 50 回飛行機シンポジウム, 2012 年 11 月.
- (2) 中村, 武市, 蔭山, "フローコリドールにおける高密度航空交通流の形成", 第 13 回電子航法研究所研究発表会, 2013 年 6 月.
- (3) Nakamura, Takeichi, Kageyama, "A Self-Separation Algorithm using Relative Speed for High Density Air Corridor", AIAA Modeling and Simulation Technologies (MST) Conference, August 2013.

## トラジェクトリ運用のための ACARS データリンクに関する研究【基礎研究】

担当領域 航空交通管理領域

担当者 ○マーク ブラウン、井上 諭、瀬之口 敦、長岡 栄

研究期間 平成 24 年度～平成 27 年度

### 1. はじめに

航空運送の効率を向上するため、時間ベース運用や軌道ベース運用（TBO）の ATM 方式が必要となる。この ATM 方式を実現するため、空対地データリンクを介した航空管制システムと機上システム間の情報交換及びパイロットと航空管制官間の通信が必要不可欠である。次世代の航空管制用データリンクサービスは ATN Baseline 2 基準（ATNB2）と ATN 対応 VDL Mode 2 データ通信網に基づいているが、導入するために新しい機上システムと ATM システムが必要であり、既存の航空会社運用通信の空対地データ通信インフラストラクチャーの改善も必要である。従って、導入コストが高く、時間がかかる。

一方、航空会社の運用の通信のため、ほとんどの民間旅客機に ACARS 空対地データリンク通信システムが装備され、日本において ACARS 用の空対地通信網が設立されている。この既存のインフラストラクチャーを活かして ATM の効率向上が可能であれば、低コストと短時間で実現することができ、ATNB2 導入の前に便益を得ることが期待できる。

本研究は、既存の設備（ACARS 用空対地データ通信網、現在の FMS）を採用した ATM 支援のためのデータリンクアプリケーションの現実可能性について調査することを目的とする。

### 2. 研究の概要

平成 26 年度までの調査の結果、ACARS データリンクシステムを介して航空機の FMS から飛行状況やトラジェクトリに関する情報を取得することが技術的に可能であることが分かった。航空機からダウンリンクした情報を航空交通管理に適用するため、その情報の項目及び特徴（精度、安定性、更新周期等）を把握する必要がある。

航空機から ACARS でデータを取得するための実験用システムの調査を行った。このよう施設は将来の研究には必要であると考え、すぐには実現できない。本研究を進めるため、航空機 FMS と同じ機能を持つ FMS ワークステーション装置を購入した。平成 26 年度から FMS ワークステーションの機能とダウンリンクデータの特徴を調査し、航空交通管理への適用するための課題を明確化させる。

### 3. 掲載文献

- (1) M. Brown 他：“Air-Ground Datalink and Emerging Air Traffic Management Concepts”, EiC 電子情報通信学会 2014 年総合大会, 2014 年 3 月



## ユーザー中心設計に基づいた管制インタフェースデザイン評価手法の研究【基礎研究】

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 25 年度

### 1. はじめに

システムにおいてオペレータが十分に役割を果たすためには、オペレータにとって使い易く、ユーザビリティの高いシステムを設計/デザインすることが重要である。専門的なシステムのインタフェースでは、性能・機能を重視することが多く、デザインの検討は後回しになりがちであるが、実は専門性の高いシステムほど、ユーザーにとって使いやすく、操作しやすいといったユーザビリティの重要性は増す。いくらスペックの高いシステムを作っても、使い勝手が悪かったり、ユーザーにとって使いにくいものでは、その性能をフルに発揮することはできない。ミッションクリティカルである航空管制システムにおいても、実は機能の検討と同様にシステムインタフェースのデザインは重要であるといえる。そこで本研究は、将来の航空管制システムのインタフェース検討に必要なデザイン検討としてユーザー中心設計の概念を用いた具体的なデザイン手法の検討および、その評価手法の検討を行うものである。

### 2. ユーザー中心設計

ユーザビリティの高いデザインを検討する手法として、今回は人間中心設計の概念をベースにユーザー中心設計を具体的に航空管制のシステムのユーザーインタフェースデザインの検討として実践する。

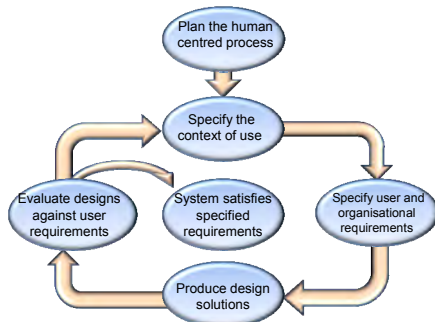


図1 ISO13407 人間中心設計プロセス

人間中心設計 (Human-Centred Design : HCD) は図1にあるようにISO13407にも定められている設計における概念プロセスで、以下に示すような特徴があるデザイン検討プロセスである。

- ① 利用状況の把握と明示
- ② ユーザーと組織の要求事項の明示
- ③ 設計による解決案の作成

### ④ 要求事項に対する設計の評価

HCD ではデザイン検討の過程においてこれらのプロセスを繰り返し実行し、デザインの精度を上げよいものを作り上げていく。また特徴として単に機器のデザインをするのではなくサービスの形を含めた仕組みをデザインすることまで意識を広げている点にある。

今回の研究では東京航空交通管制部の協力のもと航空路管制シミュレータを用いたシミュレーションによる業務観察を行い、デザイン検討、簡単なユーザー評価までを行うプロセスを実践した。具体的には、以下のようなプロセス (図2参照) とした。

- ① 観察調査、既存のマイクロタスク分析による調査
- ② 管制官のタスクの視覚化タスク分析
- ③ システムのアイデア展開と評価
- ④ デザインのプロトタイプ (ユーザーシナリオも含む) 制作
- ⑤ ユーザー評価



図2 管制インタフェース検討プロセス

### 3. プロトタイプデザイン

前項のプロセスに基づき、プロトタイプデザインを検討した結果、図3に示すようなプロトタイプデザインを作成し、簡単なユーザー評価までを実施した。プロトタイプでは分析結果に基づいた支援機能を含むコンセプトデザインを提案し、ユーザーシナリオを作成した上でインタフェースのユーザー評価を実施した。今後はデザインプロセスを繰り返し実践し、将来のデザイン検討につなげていきたい。



図3 プロトタイプデザイン例

## 混雑空港における管制運用を考慮した効率化策に関する研究【競争的資金研究】

担当領域 航空交通管理領域  
担当者 ○森 亮太、青山 久枝  
研究期間 平成 25 年度～平成 27 年度

### 1. はじめに

世界の航空交通量は、今後も増大が見込まれており、それに伴い空港およびその周辺における混雑が深刻化している。一般に空港におけるボトルネックは滑走路であり、離着陸の際には安全のため最低限必要な離着陸間隔(通常 1 分半～2 分程度)が定められているため、混雑空港においては離陸機・着陸機それぞれが滑走路待ちで列をなしているのが現状である。本研究では、離陸・着陸それぞれにおいて、効率化をはかるための手法の提案を行うことを目的としている。

### 2. 研究の概要

離陸機の効率化策の 1 つとして、タキシング時間削減を行うことが考えられる。離陸機は出発準備ができ次第スポットを出発し、滑走路手前まで地上走行を行う。このことをタキシングと呼ぶが、滑走路が離着陸機で混雑している場合には、滑走路付近に着いても地上で待たされ、タキシング時間が通常より長くなってしまふ。タキシング中は常にエンジンが動いており、必要以上に長いタキシングを行うことは不必要な燃料消費を行うこととなる。これを避けるために、一定時間スポットで待機することでタキシング時間を削減する試みがされている。滑走路付近で待つ時間を減らし、スポット出発から離陸までをスムーズにすることで、タキシング時間を削減することができる。このことは、各離陸機にスポットを出発する時間を割り当てる問題と等価であり、その時間のことを TSAT(Target Start-up Approved Time: スポット出発承認時刻)と呼ぶ。しかしながら、実際には不確実性が存在し、事前に想定したシナリオ通りに事がすべて進むわけではない。そのため、不確実性を考慮した上で TSAT を適切に設定しなければ、タキシング時間を減らすだけでなく、同時に本来離陸できた時間よりも離陸時刻が遅くなってしまふリスクが伴う。そのため、TSAT をどのように設定すればよいかという点を本研究で取り扱うこととする。

着陸機の効率化策に関しては、本研究ではよりよい飛行方式を設定することにより実現することを目指す。離着陸は、あらかじめ離着陸ルート・離着陸方法を定めた飛行方式というものに則って運航されているが、その方式設定にあたっては安全上の理由等により様々な条件が定められている。これらの条件を満たすように、方式設計者がマニュアルチューニングすることにより飛行方式は決められ

ているが、これは自動化することにより改善の余地があることを示唆している。また、現在の方式設定においては、できるだけルート長が最小となる方式設定を目指す場合が多いが、それによりパイロットのワークロードが高くなったり、非効率な飛行を余儀されなくなったりすることがある。必ずしも最短ルートがよい飛行方式であるとは限らず、他の要因も考えることにより、よりよい飛行方式設定を目指す。

### 3. 研究成果

TSAT の設定については、これを評価するための、不確実性を考慮したシミュレーションモデルの構築からはじめた。離着陸間隔や各フェーズでかかる時間を実データから推算し、シミュレーションモデルの構築を行った。それを用いて、TSAT の設定による影響を調べたところ、確かにタキシング時間削減を行う場合には、同時に離陸時刻が遅れることがわかった。これら 2 つはトレードオフとなっているが、TSAT の設定方法によってはよりよい戦略が存在する可能性がある。現在、強化学習を用いた TSAT 設定方式に関する検討を始めたところである。

飛行方式設定に関しては、今年度は主に研究のための準備を行った。具体的には、改善を見込める飛行方式の選定、方式設計者へのヒアリング、などである。その結果、RNP AR 方式として現在公示されている飛行方式の 1 つをケーススタディとして今後飛行方式の改善を行っていくこととした。また、飛行方式設計の自動化にあたっては、方式のウェイポイント配置の最適化を行うことで実現する予定だが、この部分に関しては、東京大学と連携して実施していく予定である。

### 掲載文献

[1] Mori, R., "Optimal Spot-out Time – Taxi-out Time Saving and Corresponding Delay," 4<sup>th</sup> CEAS Air & Space Conference, Sep. 16-19, 2013.

[2] 森: "不確実性を考慮した場合の最適プッシュバック時間の考察" 第 51 回飛行機シンポジウム, 3C7, Nov. 20-22, 2013.

## 地上のトラジェクトリ管理と ASAS の連携に関する研究【在外派遣研究】

担当領域 航空交通管理領域  
担当者 ○伊藤 恵理  
研究期間 平成 25 年度

### 1. はじめに

平成 25 年 3 月 30 日から平成 26 年 3 月 31 日までの一年間、アメリカ合衆国カリフォルニア州にある NASA Ames 研究所において実施した、ATD-1 (Air Traffic Management Technology Demonstration-1) プロジェクトとの連携および地上での到着機のスケジューリング管理に関する在外派遣研究の成果をまとめる。

### 2. 研究成果

#### 2.1 ATD-1 プロジェクトとの連携

ATD-1 プロジェクトは、NASA Ames 研究所と NASA Langley 研究所の合同プロジェクトで、地上での 4D トラジェクトリ管理手法と、ASAS (Aircraft Surveillance Applications System:航空機監視応用システム) 応用方式である FIM (Flight-deck Interval Management) <sup>(1)-(4)</sup>を利用した機上での速度制御による到着時間間隔付けの技術を組み合わせ、管制官とパイロットが参加するシミュレーション実験 (図 1, 2) で運航効率や負荷などを評価している。本研究では、当研究所が開発した FIM 応用方式の評価シミュレーターである SPICA を利用して、ATD-1 プロジェクトと連携研究を実施した<sup>(4)</sup>。

ATD-1 プロジェクトでは、FIM を実行可能な航空機と FIM 実行に必要な機材を搭載していない航空機が同じ空域に混在して飛行する近い将来の運用を評価している。シミュレーション実験で得られたパイロットと管制官のタスク分析やコメントおよび専門家との議論により、FIM 機 の速度制御則に改良が必要ながわかった。そこで本研究では、運用要件を反映させた新しい FIM 速度制御系を設計した。そして、SPICA シミュレーターに設計した FIM 速度制御則を搭載し、数値シミュレーションによる評価を行った。現在も連携研究を継続している。

#### 2.2 到着機のスケジューリング管理

ATD-1 プロジェクトで模擬しているような、新しい技術を搭載した航空機と従来の航空機が混在する近い将来の運航において、管制官を支援するトラジェクトリ管理システムが有用である。アメリカの主要空港への到着機には、TMA (Traffic Management Advisor) という到着機のスケジューリング管理システムが導入されており、現在も欧米では TMA の設計原理やアルゴリズムを基礎に地上での 4D



図 1 管制卓の様子



図 2 FIM 機のシミュレーションディスプレイ

トラジェクトリ管理技術の研究開発が進んでいる。そこで本研究では、NASA Ames 研究所の Heinz Erzberger 博士と共同で TMA の設計原理とアルゴリズムを現代版に改訂し、NASA Technical Report としてまとめた<sup>(5)</sup>。

### 3. おわりに

ATD-1 プロジェクトとの連携研究を実施して新たな FIM 速度制御則を設計した。また、到着機のスケジューリング管理について設計原理とアルゴリズムを NASA Technical Report にまとめた。これからも NASA Ames 研究所との連携研究を継続し、地上でのトラジェクトリ管理と機上の ASAS の協調に関する研究を進めたい。

#### 掲載文献

- (1) Itoh, E. and Uejima, K., “Applying Flight-deck Interval Management Based Continuous Descent Operation for Arrival Air Traffic to Tokyo International Airport”, ATM seminar 2013, 2013.
- (2) Itoh, E., Uejima, K., Kakichi, U. and Suzuki, S., “Modeling and Simulation Study on Airborne-based Energy Saving Arrivals to Tokyo International Airport”, AIAA Guidance, Navigation, and Control(GNC) 2013, 2013.
- (3) Itoh, E., “Airborne-based Time Spacing in the Future Air Traffic Management”, NASA Aeronautics Technology Seminar Series, February 27, 2014.  
<http://connect.arc.nasa.gov/p5b259b3pho/>
- (4) 伊藤, 上島, 福島, 大津山, “航空機監視応用システム (ASAS) の研究開発状況”, 平成 26 年度 電子航法研究所発表会, 2014 年 6 月.
- (5) Erzberger, H. and Itoh, E., “Design Principles and Algorithms for Arrival Scheduling Management”, NASA Technical Report, 2014 (出版予定) .



## 2 航法システム領域

### I 年度当初の試験研究計画とそのねらい

平成 25 年度においては、当所の長期ビジョンを基に行政当局などの要望を考慮しながら下記のような研究を計画・実施した。

1. カテゴリⅢ着陸に対応した GBAS (GAST-D) の安全性設計および検証技術の開発
2. GNSS を利用した曲線経路による精密進入着陸方式等の高度な飛行方式の研究
3. GNSS 高度利用のための電離圏データ収集・共有
4. 地上型衛星航法補強システムの設置技術に関する研究
5. マルチ GNSS 環境に対応したインテグリティ補強方式に関する研究
6. GNSS 広域補強信号サービスのアジア展開に関する研究
7. GBAS を用いた新しい運航に関連した気象の影響に関する調査
8. ロケット・地上連携観測による中緯度電離圏波動の生成機構の解明
9. 赤道大気レーダーと広域観測網による赤道スプレッド F 現象と電離圏構造の関連の解明
10. ソフトウェア受信機による GNSS 測位信号の捕捉性能に関する研究

1 及び 2 は重点研究であり、3 から 6 は指定研究、7 は調査、8 及び 9 は競争的資金による研究、10 は在外研究である。

1 は、視程の悪い状況下でも滑走路面まで誘導可能なカテゴリⅢ (CAT-Ⅲ) 着陸をサポートする GBAS (地上型補強システム) の実現に必要な安全性設計、解析技術の開発及び認証手法の確立を目指す研究である。

2 は、曲線精密進入等の GLS (GBAS Landing System) による高度な飛行方式に関する技術開発を実施し、旅客機の PBN・GLS 機能で可能な飛行方式および GLS 曲線進入の実現を目指す研究である。

3 は、日本に適した GNSS システムを開発していく上で必要な磁気低緯度電離圏擾乱現象の国際的なデータ収集・共有活動を推進し、電離圏脅威モデルを構築するために、国内外で独自観測データを含むデータの収集を行い、データベースを構築する研究である。

4 は、GBAS 装置を空港へ設置するために必要な技術を開発し、周辺環境等からのマルチパス波による安全性への影響の定量的検討、PPD (個人用保護デバイス) 等

による電波干渉源に関する研究である。

5 は、GNSS を航空機の航法に利用するためには補強システムが必要となるが、既存の補強方式は必ずしもそのままではマルチ GNSS に対応できないために、マルチ GNSS 環境下における航空用補強システムについて、新しい補強方式を検討する研究である。

6 は、日本近傍に限られている準天頂衛星補強信号 (QZSS L1-SAIF) 及び MSAS などの GPS 補強システムのサービスエリアをアジア地域へ広げるために必要となる検討を行う研究である。

7 は、GBAS を活用した後方乱気流の回避とターミナルエリアにおける GBAS 運航に対する気象の影響について調査し、それらの運航コンセプト構築を含む実現可能性の検討と、実現までの要件や課題を抽出する研究である。

8 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) の基盤研究 (B) に研究分担者として参画した研究で、中緯度電離圏における中規模伝搬性電離圏擾乱の生成機構をロケット・地上連携観測により明らかにする研究である。

9 は、同じく競争的資金である京都大学生存圏研究所の生存圏科学萌芽研究費による研究で、ESF (赤道スプレッド現象) と電離圏構造の関連を解明することで、ESF 発生機構の謎を解く研究である。

10 は、ソフトウェア受信機技術を応用して GNSS 受信機の捕捉時間を短縮するため、ドイツ連邦軍大学ミュンヘン校で実施した在外研究である。

### II 試験研究の実施状況

4 ヶ年計画の 3 年度にあたる「カテゴリⅢ着陸に対応した GBAS (GAST-D) の安全性設計および検証技術の開発」では、CAT-Ⅲ 進入を日本に導入する際に必要な安全性設計及び解析技術開発と認証手法を確立するための GAST-D 地上プロトタイプの開発を完了した。このプロトタイプを新石垣空港に設置し、実験用航空機に搭載した機上評価装置を用いて同空港周辺で GAST-D 飛行実験を実施した。また、電離圏脅威モデル高度化を進めつつ、地上と機上モニタによる電離圏脅威の軽減策の有効性についてシミュレーションにより検証を行った。

5 ヶ年計画の初年度にあたる「GNSS を利用した曲線経路による精密進入着陸方式等の高度な飛行方式の研究」では、直線経路上の ILS・GLS 比較に向けた実験用機上装置の搭載を完了し、飛行評価を実施した。また、

フライトシミュレータによる GLS 進入の特性と有意性の検証、シミュレーションツールとアプローチ時の人間操縦モデルの概念設計に着手した。

4ヶ年計画の3年度にあたる「GNSS 高度利用のための電離圏データ収集・共有」では、ICAO アジア太平洋事務局と協力して電離圏データの収集・共有手法のための共通手法を確立し、日本国内においては電離圏遅延及び勾配観測データを収集し、電離圏遅延量リアルタイム解析プロトタイプを開発するとともに、共同研究により、タイとインドネシアの電離圏勾配観測を実施した。

3ヶ年計画の2年度にあたる「地上型衛星航法補強システムの設置技術に関する研究」では関西空港連続データ処理とプロトタイプのアルゴリズム評価、電波干渉源との離隔距離について評価を実施した。

3ヶ年計画の最終年度にあたる「マルチ GNSS 環境に対応したインテグリティ補強方式に関する研究」では、マルチ GNSS 環境に対応した補強システムの検討、二周波数対応補強システムの試作及び性能評価、ならびにインテグリティ性能評価用実験データの収集を実施した。

2ヶ年計画の初年度にあたる「GNSS 広域補強信号サービスのアジア展開に関する研究」では、既存改良アルゴリズムのシミュレーション計算による評価、低緯度地域で有効なアルゴリズムの新規提案、準天頂衛星信号国内受信実験を実施し、併せて豪州ニューサウスウェールズ大学を公募研究先にした準天頂衛星信号国外受信実験について調整を行った。

2ヶ年計画の初年度にあたる「GBAS を用いた新しい運航に関連した気象の影響に関する研究」では、後方乱気流回避に関する研究開発の国際動向調査、GBAS を用いたターミナルエリアにおける新しい運航コンセプトに必要な気象予測情報の特定と改善効果の評価手法の検討を実施した。

3ヶ年計画の2年度にあたる「ロケット・地上連携観測による中緯度電離圏波動の生成機構の解明」では、夏季の夜間・月明時の MSTID（中規模伝播性電離圏擾乱）発生時のロケット打ち上げ・データ観測、ISS-IMAP（国際宇宙ステーション搭載の大気光撮像装置）のデータ解析、シミュレーション改良を実施した。

3ヶ年計画の初年度にあたる「赤道大気レーダーと広域観測網による赤道スプレッド F 現象と電離圏構造の関連の解明」では、EAR（赤道大気レーダ）による長期連続観測と解析、東南アジアでの観測継続とフィリピン・西太平洋地域への観測展開、ISAS-IMAP のデータ解析とアフリカでの観測増強を実施した。

単年度計画の「ソフトウェア受信機による GNSS 測位信号の捕捉性能に関する調査」では、ドイツ連邦軍大学ミュンヘン校において開発されたソフトウェア受信技術を利用して GNSS 測位信号の捕捉性能を調査し、これを改善する技術を研究した。

### Ⅲ 試験研究の成果と国土交通行政、産業界、学会等に及ぼす効果の所見

当領域の航法システムに関する研究課題は、航空行政の支援などを通じて、航空交通の安全性、航空利用者の利便性向上、環境負荷の軽減などの達成に向けて行われている。

航空に使われる技術は国際的な調和が必要であるために、国際機関である ICAO、RTCA 及び EUROCAE において基準の作成、改訂のための活動が行われている。航法技術では航法システムパネル(NSP)において新しい GNSS の技術基準及び検証作業の活動が行われている。また、アジア太平洋経済会議 GNSS 設置チーム(APEC GIT)会議、SBAS を整備運用中の関係各国(日、米、欧州、加、印)が参加する SBAS 相互運用性検討ワーキンググループ会議(IWG)、GBAS における開発や運用を計画している関係国、機関、企業等が参加する IGWG(国際 GBAS ワーキンググループ)会議などにおいても検討がなされている。さらに、RTCA においても、事実上の国際標準(デファクトスタンダード)にあたる MOPS (Minimum Operational Performance Specification) や MASPS (Minimum Aviation System Performance Standards) の検討のために、数多くの特別委員会 (SC: Special Committee) の会議が設置され検討が行われている。当領域では、これらの国際会議に参加し、技術資料を提出して基準作成等の国際的な活動に寄与している。

当所の数多くの研究成果は、今後設置・運用する航空保安システムの技術基準、運用基準の策定等に必要な技術資料として、行政の整備するシステムの性能向上、整備方針策定に貢献し、国土交通行政に直接貢献するとともに、米国航法学会、電子情報通信学会、日本航空宇宙学会、日本航海学会等における講演発表や論文として、広く社会に周知され、航法システムの応用面からみた技術の方向性の提案として活用されている。

(航法システム領域長 松永 博英)

## カテゴリⅢ着陸に対応したGBAS（GAST-D）の安全性設計および検証技術の開発【重点研究】

担当領域 航法システム領域

担当者 ○吉原 貴之、齋藤 享、毛塚 敦、星野尾 一明、福島 荘之介、齋藤 真二

研究期間 平成23年度～平成26年度

### 1. はじめに

航空機の出発から到着までの全ての運航フェーズにおいて、GNSSを用いたシームレスな航法サービスの提供が期待されているが、最も高い安全性が要求される視程の悪い状況下でも滑走路面まで誘導可能なカテゴリⅢ（CAT-Ⅲ）着陸をサポートするGNSS航法システムの開発が最終課題として残されている。GBAS（地上型補強システム）は空港内に設置したGPS基準局で航空機測位のためのGPS衛星毎の補正情報と、衛星故障や伝搬異常といった安全性に関わる異常を監視して補強情報としてVHFデータ放送（VDB）により航空機に送信し、航空機を安全に着陸誘導する航法システムである。現在、決心高60mまで誘導可能なCAT-I GBASが諸外国で導入されつつある。前述のCAT-ⅢをサポートするGNSS航法システムとしてGBASが期待されており、国際民間航空機関（ICAO）ではこの国際標準及び勧告案（SARPs）の検討を航法システムパネル（NSP）作業部会で進めている。平成22年5月にはGPSのL1信号を利用してCAT-Ⅲ精密進入を実現するGBAS（GAST-D）の技術的検証が完了し、SARPs原案（Baseline SARPs）が策定された。現在は、このSARPs原案について運用面も含めた検証作業が実施されている。

### 2. 研究の概要

本研究はGAST-DのSARPs原案の妥当性検証とともに日本においてGAST-D導入の際に必要な安全性設計、解析及び検証技術と認証手法を確立することを目的として実施する。そのため、「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：平成20年～平成24年）」において製作したCAT-I GBASプロトタイプで得た知見をもとに極めて高い安全性が要求されるCAT-Ⅲ精密進入を実現するためのGAST-Dの安全性設計及び検証に必要な地上実証モデル（GAST-Dプロトタイプ）を開発する。また、開発した地上実証モデルを空港環境下に設置し、長期データ収集による評価と、同モデルが放送するGAST-D補強情報について実験用航空機を用いた飛行実験によりGAST-D実証実験を実施する。さらに、GAST-D SARPs原案策定に先立ち、ICAO NSP作業部会に当研究所がボーイング社等と共同提案した、全世界に適合する電離圏脅威モ

デルに関して、太陽活動活発期に向けた磁気低緯度地域のデータを含めた評価により、その妥当性を検証する。最終的に、これらのGAST-D SARPs原案の検証結果をICAOにフィードバックすることにより、磁気低緯度地域の環境にも対応した国際標準の策定に寄与することとしている。

### 3. 研究成果

#### 3.1 GAST-D地上実証モデルの開発と新石垣空港への設置

平成24年3月より開発に着手したGAST-D地上実証モデルについて平成25年9月に開発を完了した。このモデルには新規に開発をした電離圏空間勾配モニタ、複数受信機故障モニタや、CAT-I GBASプロトタイプ用のモニタを拡張、高性能化した信号歪モニタ等のインテグリティモニタを実装している。GAST-D地上実証モデルの空港環境下での評価については、GAST-D SARPs原案の妥当性検証の主要課題が電離圏異常への対策であり、電離圏空間勾配モニタの評価及び検証に重点を置くこととした。このため、春季及び秋季の夜間にプラズマバブルと呼ばれる電離圏擾乱の発生頻度が高い磁気低緯度に位置する新石垣空港に設置し、評価を開始した（図1）。これは欧州及び米国が、磁気中高緯度地域で検証しているのに対し、日本の検証活動は唯一、欧米とは電離圏環境が大きく異なる磁気低緯度地域で実施するものであり、世界全域で利用可能なGAST-D SARPs原案の妥当性検証に貢献するものである。なお、GAST-D地上実証モデルの評価については、当研究所が石垣市内に設置して連続観測するGPS電離圏稠密観測装置とともに、プラズマバブルを撮影可能な大気光イメージャと呼ばれる全天カメラも設置してデータ収集を開始しており、これら観測データを統合した総合的な評価検証が期

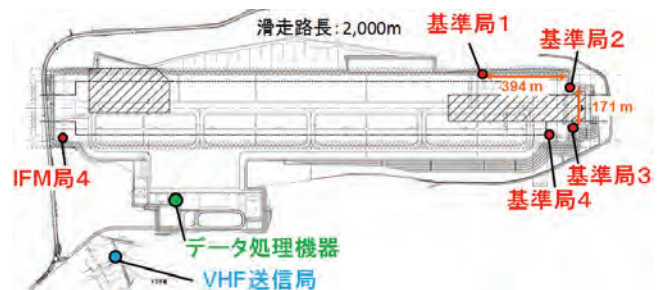


図1 新石垣空港におけるGAST-D地上実証モデル構成機器の配置



待される場所である。

### 3.2 機上搭載装置の開発、実験用航空機への搭載と飛行実験の実施

GAST-D評価実験用の機上搭載装置は、新石垣空港に設置したGAST-D地上実証モデルから放送されるVDB電波を実験用航空機上で受信して電界強度等を計測するとともに、そこに重畳するGAST-Dメッセージを解読して機上側でGAST-D測位を行い、測位結果の表示とデータ記録を行う装置である。この装置は実験用航空機に搭載してVDB電波の覆域要件、GAST-D測位精度の評価検証を行うことを目的としている。また、GAST-D測位では航空機側でも電離圏異常を監視するモニタを搭載し、地上装置のモニタと連携した電離圏異常の検出により安全性を確保することが特徴となっており、本装置を用いた飛行実験によりその有効性を検証する。なお、機上装置のGAST-D測位アルゴリズムの開発においては、航空機側処理の国際標準で定められているモニタ処理を組み込みつつ、効率的な測位演算と最終的なアベイラビリティを確保する必要がある。平成25年度は、平成25年3月に着手したこれらの要件を満たす当研究所独自の処理ソフトウェア製作を完了した。また、この処理ソフトウェアを実装したデータ処理計算機を市販品により構成されるGNSS受信機、VDB受信機、スペクトラム・アナライザといった実験機器とともに実験用航空機に搭載完了した。

これらの結果、平成26年初めに予定していた初回GAST-D評価実験を前倒して平成26年3月に飛行実験(計10フライト)を実施し、VDB電波の覆域に関わる受信強度の計測とともに、アプローチ飛行を合計45回実施した。夜間に実施したアプローチ飛行の中には、電離圏擾乱であるプラズマバブルの発生下で実施したものもあり、仮設ではあるがプラズマバブルを地上から観測する大気光イメージャとアプローチ飛行の同時データ取得できたものもあった。これらの取得データは非常に興味深いものとなっており、今後の詳細な検証を進める。

### 3.3 地上・機上装置連携による電離圏脅威の軽減策検証

低緯度電離圏観測を反映した電離圏電子密度の空間3次元分布とその時間変化を伴う電離圏脅威モデルを用い、地上と機上で電離圏異常を検出するモニタの連携による電離圏脅威の軽減策についてその有効性をシミュレーションにより検証した。安全マージンを考慮した上で基本的なシナリオ群を作成して検証した結果、いずれの場合も地上および機上モニタが有効に動作し、安全に関わる性能要件

が満足されていることを確認した。加えて、機上モニタにより排除されるGPS衛星の組み合わせ選択を工夫することでアベイラビリティを向上する余地があることが明らかとなり、評価関数を導入して順位づけをする新たな機上側のGPS衛星の組み合わせ選択アルゴリズムを開発した。

### 3.4 GNSS航法の代替システムの検討

将来のGNSS航法への全面移行に関してその脆弱性が指摘されているところであるが、GNSSが使用不可となった場合の代替システムに関する調査及び解析を実施した。DME等の既存の航法システムは今後、縮退されていく方向性にあるが、一方でその測距精度を向上した上で適切な空間密度で残存することでDME/DME測位を可能とし、GNSSの代替システムとして利用することが期待されている。本研究ではDMEによる測距誤差のうち、対流圏伝搬遅延誤差に着目し、その適切な補正により改善の余地があることを明らかにした。

## 4. まとめ

平成25年度は地上実証モデル及び機上搭載装置の開発を完了し、地上実証モデルの空港設置並びに機上搭載装置の実験用航空機への搭載を経て飛行実験を実施した。また、シミュレーションにより地上及び機上装置の連携による電離圏脅威の軽減策の検証を行った。この他、昨年度GAST-Dに対するリスク検討をした積雪、着雪リスクに関してリスク軽減に着目した冬季実験を実施した。

平成26年度は、飛行実験データを解析することにより、VDB覆域とアプローチ飛行時の測位精度評価、プラズマバブル発生時について地上と機上モニタによる電離圏異常の検出性能およびGAST-D測位結果を評価し、電離圏脅威の軽減策の有効性を検証する予定である。

### 掲載文献

- (1) 吉原ほか，“カテゴリⅢ GBAS (GAST-D) の日本におけるリスク検討”，第13回電子航法研究所研究発表会，pp.9-12，2013年6月
- (2) 星野尾，藤井，“航空用GPS補強システム(SBAS/GBAS)における安全性”，信頼性，vol.35,pp.307-314，2013年8月
- (3) S. Saito et al., “ENRI GAST-D Program Update”, I-GWG/14, Everett, WA, June 2013
- (4) 毛塚ほか，“航空機のGNSS航法の代替システムとしてのDME/DME測位における大気伝搬遅延誤差の評価方法に関する一検討”，信学技報，SANE, Vol.113, No.165, pp.17-21，2013年7月

- (5) 吉原ほか, “積雪面上及び埋雪アンテナによる GNSS 受信信号に対する積雪の影響評価のための冬季実験”, 信学技報, SANE, Vol.113, No.184, pp.5-9, 2013 年 8 月
- (6) 毛塚ほか, “測距信号の低仰角方向への伝搬における大気伝搬遅延誤差のレイトレーシング解析”, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-1-2, 福岡市, 2013 年 9 月
- (7) 吉原ほか, “超小型量子発振器の GPS 受信機における利用”, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, AS-2-2, 福岡市, 2013 年 9 月
- (8) T. Yoshihara et al., “A Program of GAST-D Operational Validation in an Ionospheric Active Region of Japan”, International Symposium on Precision Approach and Performance Based Navigation 2013 (ISPA 2013), Session 3-4, Berlin, Germany, October 2013
- (9) T. Yoshihara and S. Saito, “Status of GAST-D operational validation program in a low latitude region”, ICAO NSP WGW, Montreal, Canada, November 2013
- (10) T. Yoshihara et al., “A Study on Practical Use of CSAC (Chip Scale Atomic Clock) for GBAS ground subsystem”, Proc. of ION ITM 2014, pp.657-661, San Diego, CA, January 2014
- (11) 毛塚ほか, “梅雨期における測距誤差変動の球状成層大気モデルを用いた解析”, 電子情報通信学会総合大会, B-1-4, 新潟市, 2014 年 3 月



## GNSS を利用した曲線経路による精密進入着陸方式等の高度な飛行方式の研究【重点研究】

担当領域 航法システム領域

担当者 ○福島 荘之介, 齊藤 真二, 森 亮太, 毛塚 敦, 山 康博, 星野尾 一明

研究期間 平成 25 年度～平成 29 年度

### 1. はじめに

GNSS による精密進入着陸システムである GBAS (地上型衛星航法補強システム) は、カテゴリ-I 運用の実用化フェーズに入り、海外では現在の ILS と同等な直線進入による GLS (GBAS Landing System) 運用が開始された。一方、ICAO (国際民間航空機関) は、ターミナル空域における PBN (性能準拠型航法) の展開を推進し、GLS 進入着陸の導入により運航の最適化を図る計画であり、更に GLS を活用して運航効率の向上、環境負荷の低減、空港容量の拡大を目指している。この実現のため、現在直線に限定されている精密進入経路を曲線化するなど GLS の特徴を生かした高度な飛行方式を実現する技術の開発が強く望まれている。

### 2. 研究の概要

本研究では、曲線精密進入等の GLS による高度な飛行方式に関する技術開発を実施し、国際標準策定に必要な進入セグメントなどの定義、障害物間隔の課題を解決することを目的とする。

このために、機上実験装置を開発し、飛行実証を通して GLS 曲線セグメントの実現方法に関する課題を解決する。また、フライトシミュレータ実験により、ジェット旅客機の PBN・GLS 機能で可能な飛行方式を実現し、我が国での有効性を検証する。更に、GLS 誤差モデル、機体モデル、風モデルを組み込んだモンテカルロシミュレーションツール・人間操縦モデルを開発し、障害物との安全間隔を評価する手法を確立する。

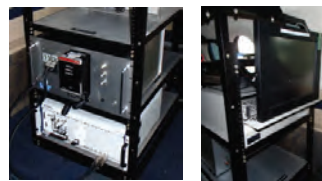
### 3. 研究結果

#### (1) 実験用機上装置の搭載と飛行評価実験

被災後新たに整備された当所実験用航空機 (よつば) に GLS 機材を搭載する改修を完了し、実験環境を整備した。また、JAXA との共同研究で関西国際空港において飛行実験を実施し、精密航跡と ILS、GLS の測位データ比較から航法システム誤差を算出し、ILS に比較して GLS の航法システム誤差が少なく、長周期性のバイアス誤差も存在しないことを確認した。



実験用航空機(よつば)



GLS 機上装置



飛行経路(関西国際空港)

図 1 GLS 機上機器の搭載と飛行実験経路

(2) ジェット旅客機を模擬したフライトシミュレータによる GLS 進入の特性と優位性の検証

関西国際空港において実施した B787 による飛行実証データと同型機による ILS 進入のパス偏差の比較により推察された GLS をセンサーとする場合の AFDS (Autopilot and Flight Director System) のパスライン性能の向上について、航空会社の所有する飛行シミュレータによる優位性検証を完了した。

検証実験は、図 2 に示すように最終進入経路への会合角 (水平) を 30~150 度まで可変し、水平のオーバーシュート (行き過ぎ量) を評価した。風は無風または追い風 30 knot の定常風を比較している。各試行では AFDS のロールモードとして TRACK-SEL を選択し、会合点から約 3 NM の位置から進入を開始する。その後、定常運行時と同様にアプローチモードを選択し、ILS または GLS の LOC 及び GS を補足してオートパイロットで経路に追従し、決心高度 (DA) に至る。

実験結果である風速 30 knot の場合の飛行航跡を図 3 に示す。図から追い風ではオーバーシュートが大きくなるが、どちらの場合も会合角 30~90 度について、ILS (赤) に比較して GLS (青) のオーバーシュートが小さいことがわかる。会合角 120 度では性能限界を超えるため ILS では滑走路方向への旋回操作が行われなかった。図 4 にコース偏差指示を示す (フルスケールは 2 dot)。図は同様に

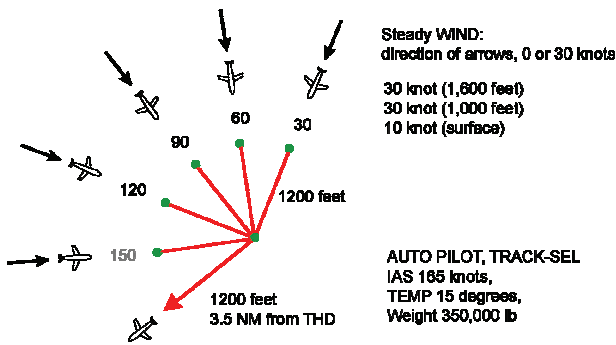


図2 フライトシミュレータ検証実験の設定

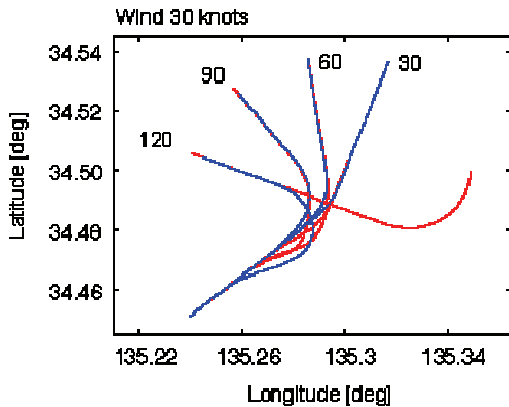


図3 検証結果の航跡：風速 30 knot

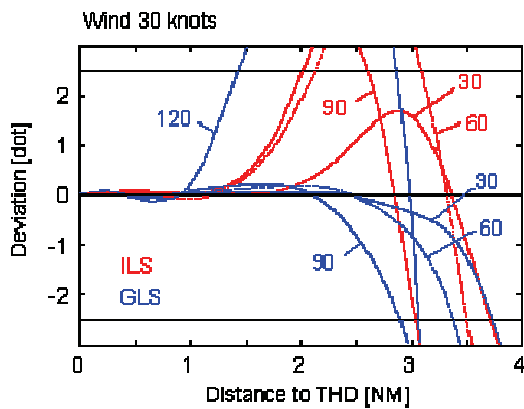


図4 検証結果の経路偏差：風速 30 knot

ILS に比較し GLS の偏差が少ないことを示しており、合角 30～90 度で極めて少ないことが分かる。

以上の結果は、ILS と GLS で明らかに AFDS の挙動が異なることを示しており、飛行実証で示唆された GLS のパスライン性能が高いことが明らかにされた。この原因は AFDS のアプローチモードの制御において、フィードバック量となる偏差が、角度を単位とする ILS(LOC)から距離である GLS (ノイズも小さい) となるため、より応答性能の高い制御則が採用可能となったためと推察される。

(3) モンテカルロ・シミュレーションツールと人間操縦モデルの概念設計

本年度は、衝突危険度モデルにより障害物との安全間隔を評価する手法を確立するため、モンテカルロシミュレータの設計に着手した (概念設計)。また、シミュレータに組み込む人間操縦モデルを取得するため、東京大学・JAXA との共同研究を締結し、実験データが取得可能なシミュレータ環境を構築した。今後は、操縦経験者による飛行データの収集を予定している。



図5 反力付きシミュレータ装置 (左: 操縦イメージ、右: 反力生成装置)

#### 4. おわりに

本年度は、研究初年であるため、各研究項目に着手し、研究環境の整備を行った。航空会社のフライトシミュレータを使った実験では、GLS 優位性評価の他、RNP の RF 旋回から ILS または GLS の精密進入パスへ接続する方式に検討に着手している。来年度は、本年度の成果を活用し、引き続き上記課題を検討する予定である。

#### 掲載文献

- (1) R. Mori, et al, "Simulator Experiments and Problem Summary of RF Transition for xLS", ICAO IFPP 12-3, IP 10, Mar. 2014.
- (2) S. Fukushima, S.Saitoh, "GLS path align performance evaluation with B787 flight trials," 14<sup>th</sup> International GBAS Working Group, June 2013.
- (3) S. Fukushima, S.Saitoh, "787 GBAS landing system path align performance evaluation," 2<sup>nd</sup> KARI-ENRI Workshop on GNSS, Nov. 2013.
- (4) 福島 荘之介, "GBAS の研究開発と将来の GLS 運航", 平成 25 年度電子航法研究所講演会, 2013 年 11 月.
- (5) 福島 荘之介, 他, "フライトシミュレータによる GLS パスライン性能の評価", 第 51 回飛行機シンポジウム, 2013 年 11 月.

## GNSS 高度利用のための電離圏データ収集・共有【指定研究】

担当領域 航法システム領域

担当者 ○齋藤 享、吉原 貴之、毛塚 敦、星野尾 一明

研究期間 平成 23 年度～平成 26 年度

### 1. 研究の背景

プラズマバブルに代表される低緯度電離圏擾乱現象の衛星航法に対する影響の重要性の認識は広がってきており、ICAO、IGWG 等の場においても観測によるデータ収集と解析データの共有を推進することが共通認識となっている。特に ICAO アジア太平洋地域においては、低緯度電離圏擾乱に関するデータ収集・共有活動が具体化しており、現在の太陽活動極大期において観測・研究の経験が豊富な日本が技術的なリーダーシップをとるように要請されている。また、ICAO 本部においても、地域間の協調した電離圏データ収集・共有の必要性が認識されており、これらの中で日本は主導的な役割を果たしていく必要がある。

同時に、日本に適した GBAS、SBAS などのシステムを開発していく上で、日本に影響する電離圏異常を電離圏脅威モデルに組み入れるため、日本付近の電離圏データを収集し蓄積していくことは重要である。このようなデータ収集は、複数の研究テーマが共同で利用する、研究所の基盤的な設備として整備される必要がある。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、低緯度電離圏擾乱現象の国際的なデータ収集・共有活動を推進し低緯度電離圏の特性を取り入れた電離圏脅威モデルを構築するとともに、国内外で独自観測データを含むデータの収集を行い、電子航法研究所の研究基盤となる、複数の研究テーマによる有効利用が可能なデータベースを構築することである。

国際的に協調してデータ収集・共有を行うことにより、単独でデータ収集を行うことに比べてはるかに多くのデータを蓄積し、低緯度電離圏擾乱現象をより的確に反映した電離圏脅威モデルの開発を行う。

また、国際的な電離圏データ収集・共有活動を主導的に進めることにより、国際会議等の場での日本のプレゼンスを強化し、電子航法研究所の理念である世界に通じる中核的研究機関として社会に貢献する。

### 3. 研究の方法

本研究は、以下の 5 つの項目からなる。

(1) 磁気低緯度（タイ）において電離圏勾配観測を行い、デー

タを蓄積する。

(2) 電離圏観測装置の集積地（インドネシア）において電離圏勾配観測を行い、データを蓄積する。

(3) 日本国内の電離圏遅延及び勾配観測データを収集し、研究基盤となるデータベースを構築する。

(4) ICAO アジア太平洋事務局と協力して電離圏データの収集・共有の体制を整える。

(5) 上記(1)～(4)項目をふまえ、低緯度地域の特性を反映した電離圏脅威モデルを構築する。

### 4. 研究の成果とまとめ

#### 4.1 タイにおける電離圏勾配観測

タイにおいては、同国モンクット王工科大学ラカバン (KMITL) と電離圏全電子数(GNSS における電離圏遅延量に対応)に関する共同研究に基づき、平成 23 年 7 月以降バンコク国際空港近傍の KMITL 周辺における短基線電離圏勾配観測を行っている。平成 25 年度は、引き続き短基線電離圏勾配観測を継続するとともに、KMITL と協力して観測データの解析を進めている。バンコクにおける電離圏勾配観測の初期結果は査読論文[4]にまとめられ出版された。

#### 4.2 インドネシアにおける電離圏勾配観測

世界的な低緯度電離圏観測装置の集積地であるインドネシア・スマトラ島の京都大学赤道大気観測所において、名古屋大学、京都大学等と協力し、短基線電離圏勾配観測を平成 24 年 10 月から行っている。平成 25 年度は、観測を継続するとともに名古屋大学と協力して解析を進めた。平成 24 年 10 月から平成 25 年 3 月までの約半年間のデータを解析したところ、300 mm/km 以上の電離圏勾配の発生頻度は  $10^4$  程度と推定された[23]。これは、GAST-D において検出しなければならない空間勾配の発生の事前確率について有用な知見を与えるものである。

また本研究に関して、平成 24 年度、25 年度にそれぞれインドネシア航空宇宙庁(LAPAN)から、インドネシア科学技術省の研修プログラムによる研修生を受け入れている。平成 25 年度は、電離圏シンチレーションの特性解析(平成 24 年度研修研究の発展)[15]、プラズマバブルの構造と電離圏シンチレーションの発生の関係の解析を進めている。

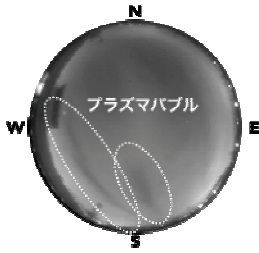


図1 2014年3月28日のGAST-D飛行実験中に発生したプラズマバブルの大気光(波長777.4 nm)の全天画像

#### 4.3 日本国内におけるデータ収集

電子航法研究所独自技術の基づくGAST-D用の電離圏絶対勾配モニタについて、石垣において得られた観測データを用いた評価を進め、その結果に基づいてGAST-Dプロトタイプの基準局設置位置が選定された。

平成26年3月に行われた新石垣空港におけるGAST-D飛行実験においては、石垣市内の観測点による電離圏シンチレーション観測と、石垣市中央運動公園に臨時設置した大気光全天イメージャ観測により、飛行実験中の電離圏擾乱の発生を監視し(図1)、世界初のプラズマバブル発生時のGBAS飛行実験を成功に導いた。大気光全天イメージャは、平成26年度早々に石垣市立崎枝小中学校に設置完了し定常観測行う予定である。

GEONET1秒値は、競争的資金による研究「ロケット・地上連携観測による中緯度電離圏波動の生成機構の解明」においても活用され、平成25年夏に実施されたロケット実験においてロケット発射のタイミングを決めるため電離圏全電子数変動成分のリアルタイム監視のために活用された。

#### 4.4 国際的な電離圏データ収集・共有

これまでにICAOアジア太平洋地域本部と協力して国際的に協調してデータ収集・共有に向けた活動を進めている。平成23年以来、電離圏データ収集・解析・共有を進めるタスクフォース(Ionospheric Study Task Force: ISTF)の議長を継続的に務めている。

平成25年10月と平成26年2月に第3、4回ISTF会議をそれぞれ韓国・ソウル、インド・ニューデリーで開催した。この2回の会議において、データ解析の対象期間、解析方法の具体的な検討が進み、2014年末頃までに一定の結果を出すという目標に向けて進展した。

#### 5. 発表論文

- [1] 齋藤他、Ionosphere characterization program of ENRI in support of air navigation (電子航法研究所における航空航法のための電離圏研究)、Space Weather Workshop 2013、米国・ボルダー、2013年4月
- [2] 齋藤他、Relationship between plasma bubbles and spatial

gradient in ionospheric TEC (プラズマバブルと電離圏全電子数空間勾配の関係に関する研究)、日本地球惑星科学連合2013年大会、幕張、2013年5月

[3] 齋藤他、Absolute Gradient Monitor: Technique and Evaluation (電離圏絶対勾配モニタ: 手法と評価)、第14回国際GBASワーキンググループ、米国・エバレット、2013年6月

[4] Rungraengwajaike (KMITL)他、Analytical results of ionospheric delay gradient based on GPS monitoring stations near Suvarnabhumi airport in Thailand (タイ・バンコク空港周辺における電離圏遅延量勾配解析)、Air Traffic and Management (Selected Papers from EIWAC2013)、2014年

[5] 齋藤、石井(NICT)、宇宙天気と航空無線、航空無線誌、2013年9月

[6] 齋藤他、Small-scale ionospheric delay variation associated with plasma bubbles studied with GNSS and optical measurements and its impact on GBAS (GNSS及び光学観測によるプラズマバブルに伴う電離圏小規模不規則構造とGBASに対する影響の研究)、ION GNSS+ 2013、米国・ナッシュビル、2013年9月

[7] 齋藤、Notification Scheme of Data Policy for Sharing (データ共有ポリシーの周知メカニズムについて)、WP6、ISTF/3、韓国・ソウル、2013年10月

[8] 齋藤、Data Server for Data Sharing and Possible Means of Data Transfer for Data Exchange (データ共有サーバ及びデータ転送方法について)、WP7、ISTF/3、韓国・ソウル、2013年10月

[9] 齋藤、Guidance Material on Scintillation Measurements (シンチレーション観測のための手引書)、WP9、ISTF/3、韓国・ソウル、2013年10月

[10] 齋藤、Categorization of Data Sources (電離圏データ収集データソースの分類について)、WP10、ISTF/3、韓国・ソウル、2013年10月

[11] 齋藤、Report on the 14th Meeting of International GBAS Working Group (第14回国際GBASワーキンググループ会議報告)、IP5、ISTF/3、韓国・ソウル、2013年10月

[12] 齋藤、Current status of activities on ionospheric studies for GNSS in Japan (日本におけるGNSSに関連した電離圏研究の現状について)、IP4、ISTF/3、韓国・ソウル、2013年10月

[13] 齋藤、Report on the 3rd Meeting of Ionospheric Studies Task Force under the CNS-SG of APANPIRG (第3回APANPIRG CNS-SG電離圏問題検討タスクフォース会議報告)、IP7、ICAO NSP WG W、カナダ・モントリオール、2013年11月

[14] 齋藤、地上型衛星航法補強システム(GBAS)のための電離圏擾乱観測、宇宙・電磁環境研究集会、電気通信大学、2013年12月

[15] Abadi (インドネシア航空宇宙庁)他、Study of low-latitude



scintillation occurrences around the equatorial anomaly crest over Indonesia (インドネシアにおける赤道異常帯周辺の低緯度シンチレーションに関する研究)、Annales Geophysicase, 32, 7-17, 2014.

[16] 齋藤、Current status of activities on ionospheric studies for GNSS in Japan (日本における衛星航法のための電離圏関連活動報告)、IP4、ISTF/4、インド・ニューデリー、2014年2月

[17] 齋藤、Update on the data server and its usage (データサーバの使用方法について)、WP5、ISTF/4、インド・ニューデリー、2014年2月

[18] 齋藤、Methodology of scintillation data analysis (ISTFにおけるシンチレーション解析手法の提案)、WP6、ISTF/4、インド・ニューデリー、2014年2月

[19] 齋藤、Current status of activities on ionospheric studies for GNSS in Japan (日本における衛星航法のための電離圏関連活動報告)、IP4、ISTF/4、インド・ニューデリー、2014年2月

[20] 齋藤、Considerations on space weather for GNSS implementation in the low magnetic latitude region (磁気低緯度地域における衛星航法のための宇宙天気利用に関する検討)、WP7、ISTF/4、インド・ニューデリー、2014年2月

[21] 齋藤、ISTF Research Review (ICAO 電離圏問題検討タスクフォースの研究活動について)、ISTF/4 及び SBAS IWG-26、インド・ニューデリー、2014年2月

[22] 齋藤他、衛星航法の航空利用に対するプラズマバブルの影響評価とその軽減策に関する研究、名古屋大学太陽地球環境研究所地上ネットワーク大型共同研究報告書、2014年3月

[23] 大松、GPS を用いた赤道域電離圏擾乱及びその航空航法支援システムへの影響に関する研究、名古屋大学太陽地球環境研究所修士論文、2014年3月

## 6. 関連共同研究等

[1] 測位衛星を用いた航法に係わる電離圏擾乱に関する共同研究、情報通信研究機構・京都大学・名古屋大学

[2] Ionospheric TEC Characterization Program (電離圏全電子数の特徴付けに関する共同研究)、タイ・モンクット王工科大学ラカバン (KMILT)

[3] 名古屋大学太陽地球環境研究所地上ネットワーク大型共同研究「衛星航法の航空利用に対するプラズマバブルの影響評価とその軽減策に関する研究」

[4] 京大大学生存圏研究所生存圏萌芽研究「赤道大気レーダーと GPS 受信機群を用いた VHF レーダーによるプラズマバブル検出の衛星航法補強システムに対する効果の検証」

[5] GBAS の利用性向上に係わる共同研究、JAXA

[6] GNSS データを用いた電離圏・対流圏変動及びその航空航

法に対する影響評価に関する研究協力覚書、シンガポール国立大





(2) GBAS 基準局 GPS 受信機への PPD の影響調査

平成 25 年度は、昨年度に引き続き PPD の影響について評価を実施した。これまでに入手した PPD の外観と評価実験の様子を図 2 に示す。実験では、GBAS プロトタイプ装置に使用している GPS 受信機 (CMA-4048) への影響の評価を行った。GPS シミュレータを用い、GPS 信号強度を一定とし、PPD の信号強度を変換アッテネータにより変化させ、受信機出力を記録している。可変アッテネータによる減衰量は、PPD と受信アンテナとの間の空間伝搬損失に対応し、減衰量と距離の関係は、図 3 に示す関係となる。

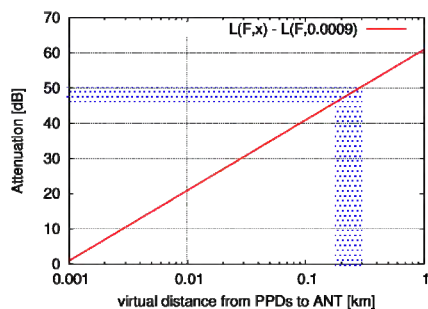


図 3 可変アッテネータによる減衰量と距離の関係 (PPD～受信アンテナ間の距離 0.9m を考慮)

図 4 に代表的な 5 機種別の PPD による測定結果を示す。衛星の信号強度を示す C/N0 (上段) と擬似距離誤差の指標となるコード・マイナス・キャリアの標準偏差値 (下段) を用い評価した。図では、高仰角衛星 (右) と低仰角衛星 (左) を別々に図示してある。プロトタイプでは、C/N0 を基準として 33.1 dB-Hz 以下の衛星を検知して、排除する処理を行っている。このため、捕捉が継続されて

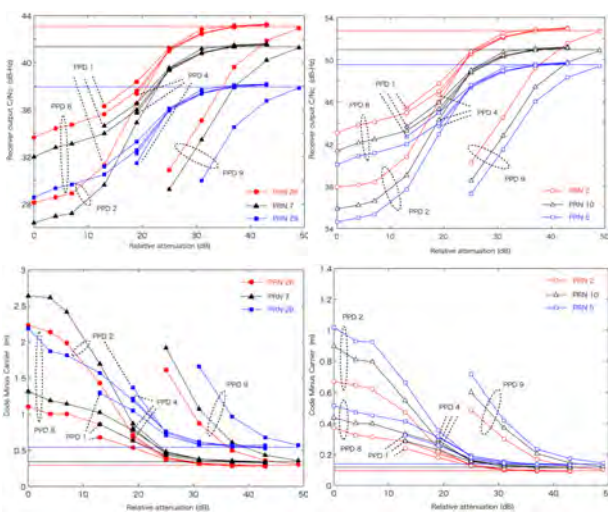


図 4 PPD 信号強度に対する C/N0 と擬似距離誤差の変化例  
上段 : C/N0 値、下段 : コード・マイナス・キャリアの  $\sigma$  値  
左 : 低仰角衛星、右 : 高仰角衛星

擬似距離誤差が大きくなるケースは、PPD8 が PRN26 に影響する場合で減衰量が 0 dB のときである。図 4 から、この場合の標準偏差は 1.1 m であり、最大値は 7.5 m であった。また、最も出力が大きいタイプの PPD9 では、アッテネータ減衰量が 50dB~45dB でも影響があり、距離に換算すると図 3 より 200m~300m に相当することになる。

(3) フィールド調査実験のための実験用装置の構築

平成 25 年度は、実験用装置の構成を検討し、耐環境オータブル・スペアナ、耐環境ノート PC を調達し実験用装置の構築に着手した。今後、これらを用いフィールド実験を実施する計画である。

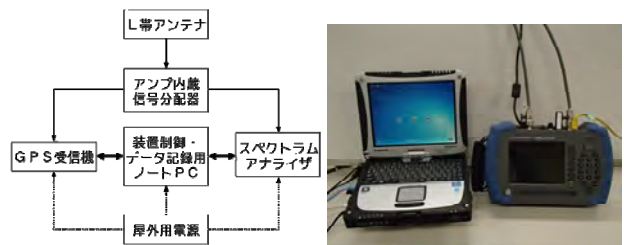


図 5 フィールド調査実験用装置の構築

4. おわりに

平成 25 年度は PPD の影響評価とマルチパスの影響の検討を主に実施した。今後、構築に着手したフィールド実験用装置を完成させ、フィールド実験による干渉源調査、マルチパスの影響の検証を実施する予定である。また、顕在化ツールに機能追加を行い、プロトタイプ装置での取得データに適用し、アルゴリズムの再評価・稼働率解析を実施する計画である。これらにより、定量的な検討結果を示し、設置要件の検討に寄与していきたい。

掲載文献

- (1) 福島, 齊藤, “衛星航法による航空機着陸システムと PPD (個人用保護デバイス) による干渉の影響”, 測位航法学会 全国大会, 東京, 2013 年 4 月
- (2) 齊藤, “PPD による GNSS を用いた着陸システムへの干渉とその特性”, 日本航海学会 航空宇宙研究会, 東京, 2013 年 5 月
- (3) 齊藤, 福島, “PPD の特性と GNSS を用いた着陸システムへの影響”, 日本航空宇宙学会 飛行機シンポジウム, 高松, 2013 年 11 月

## マルチGNSS環境に対応したインテグリティ補強方式に関する研究【指定研究】

担当領域 航法システム領域

担当者 ○坂井 丈泰、福島 荘之介、齊藤 真二、星野尾 一明

研究期間 平成23～25年度

### 1. はじめに

移動体の航法に利用可能な衛星航法システムとしては米国のGPS及びロシアによるGLONASSが運用されているが、近年はその他の諸外国も独自の衛星航法システムの開発を進めている。これらはGNSSと総称され、複数のGNSSを受信・処理する受信機あるいは方式はマルチGNSSとの呼称が付されて研究開発が行われている。

GPSの場合と同様に、GNSS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る。これには補強システムが必要となるが、既存の補強方式は必ずしもそのままではマルチGNSSに対応できず、補強情報の容量が不足したり、あるいは対応が不可能な場合もある。本研究は、マルチGNSS環境下における航空用補強システムについて、既存システムによる対応の可否を明らかにするとともに、新しい補強方式を検討するものである。

### 2. 研究の概要

マルチGNSS環境においては、ユーザが利用可能な測位衛星が飛躍的に増加することから、衛星航法装置の性能が向上することが期待される。また、本質的な変化としてコアシステム間ダイバーシティを確保できることとなり、コアシステムの主統制局に障害がある場合にも航法を維持できる。単一のコアシステムプロバイダに依存しなくて済むことには、安全保障上の意義もある。

ただし、インテグリティの観点においては、マルチGNSS環境は単純にメリットをもたらすだけとはいえない。測位衛星の増加はリスクの増大を意味するし、複数のコアシステムがあることは受信機の内部処理を複雑化する。また、既存の補強システムについては規格制定から時間が経っており、必ずしも近い将来のマルチGNSS環境を想定して設計されたものではない。このため、マルチGNSS環境下で利用可能な測位衛星のすべてに対応するには送信可能な補強情報の容量が不足したり、あるいはそもそもGPS以外の衛星航法システムに対応できない場合もある。

本研究は、特に航空用補強システムについてマルチGNSS環境に対する適応性を検討するものである。すなわち、既存補強システムによるマルチGNSS対応の可否を明らかにするとともに、必要に応じて新しい補強方式を検討する。検討に際しては、補強容量の観点からの検討を実施するとともに、実際にマルチGNSS対応補強システムのシミュレータを実装し、実際に補強情報を生成して性能を検証する。

### 3. 実施内容と成果

#### 3.1 平成23年度

本研究課題の開始にあたり、まずは既存補強方式の整理検討を行った。既存補強システムの補強情報伝送方式を整理するとともに、補強方式及び内部のアルゴリズムを調査した。既存補強システムの内部構成については基本的に公開されていないことから、公表資料にもとづく調査と並行して、関係者からの聞き取りなどによりアルゴリズム及び動作パラメータを整理した。

また、補強システムのソフトウェアによる実装に備え、既存ソフトウェアライブラリについて必要な機能要件を検討し、所要の修正を行った。特に、各種受信機ならびに準天頂衛星やGLONASSの処理が可能となるよう機能向上を実施した。

これらと並行して、マルチGNSS環境下における性能評価をするための、各種GNSSシステムの実験データの収集を開始した。収集データを標準フォーマットに変換するソフトウェアを作成し、webによる所外へのデータ公開も行っている。

#### 3.2 平成24年度

既存補強システムの補強アルゴリズムについて、マルチGNSS環境への適用性を検討した。この結果、ICAO規格にある補強システムであるSBAS・GBAS・ABASのいずれも現行規格にもとづいてマルチGNSS環境に対応することは可能であるが、伝送容量にはそれほど余裕がなく、また一部の仕様が規格外となる可能性があることがわかった。

また、マルチGNSS環境に対応した補強システムの



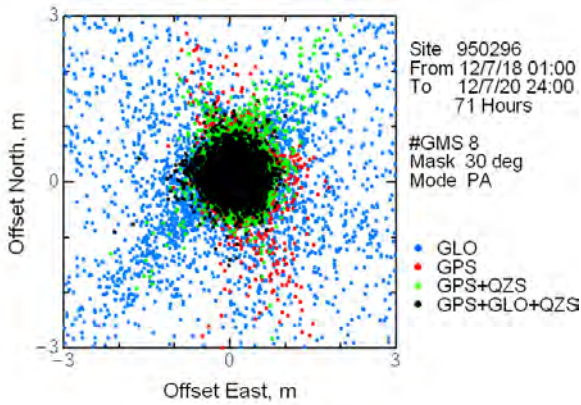


図1 マルチGNSS対応SBASと非対応SBASの性能比較例(仰角マスク30度における測位誤差)  
 (黒) マルチGNSS対応:GPS+GLONASS+準天頂衛星、(赤) マルチGNSS非対応:GPSのみ

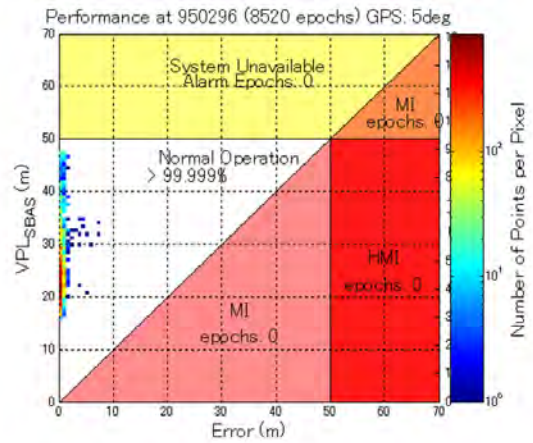
動作を検証し、性能を確認することを目的として、補強システムのシミュレータをソフトウェアにより試作した。GPS以外のコアシステムとしてはすでに利用可能なGLONASSを用いることとして、SBASの補強メッセージを生成するアルゴリズムを実装した。

実際に試作ソフトウェアに補強情報を生成させて性能を評価したところ、特に低仰角の測位衛星を利用できない条件下ではGLONASSの利用により高い効果が期待できることがわかった(図1~2)。SBASでは同時に補強可能な測位衛星数に制約があるが、ダイナミックPRNマスク方式により、この制約のもとでもGPSとGLONASSの両システムに対する補強が可能であることを検証した。

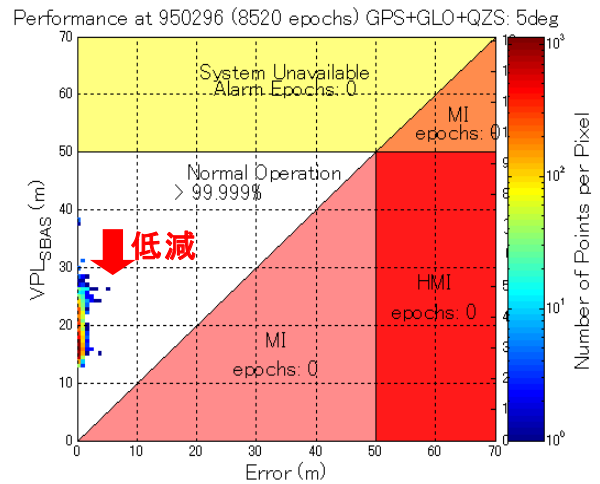
### 3.3 平成25年度

前年度に引き続き、マルチGNSS環境に対応した補強システムの検討を行った。この結果、特にロシアのGLONASSについてはバイアス誤差の取扱いに課題があり、航空用途のように低仰角の衛星を利用できる条件下ではメリットを得にくいことがわかった。

GNSSの主要な誤差要因の一つは電離圏伝搬遅延であり、その対策としては複数周波数の使用がもっとも有効である。補強システムについても複数周波数に対応することで大幅な性能向上を期待できることから、複数周波数対応補強システムの性能を確かめることを目的として、前年度までに実装した補強システムシミュレータを二周波数対応に改修した。二周波数対応補強システムの標準規格は未策定であることから、本検討においては現行規格をベースとして補強メッ



(a) マルチGNSS非対応:GPSのみ



(b) マルチGNSS対応:GPS+GLONASS+準天頂衛星

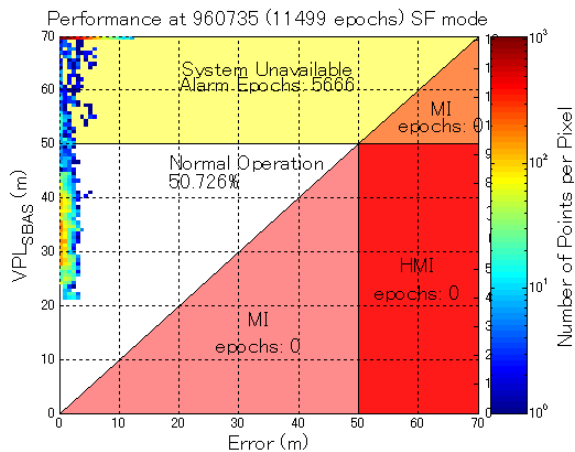
図2 保護レベルの比較(マルチGNSS対応)

ッセージを生成することとした。

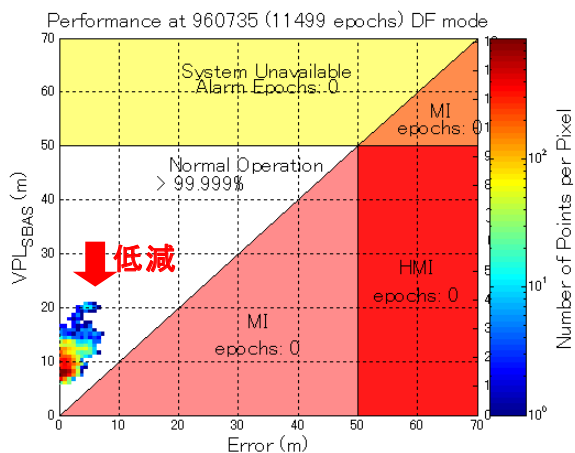
改修したシミュレータを使用して二周波数対応SBASの実験を行ったところ、現行システムに比べて保護レベルが大幅に低減することを確認した(図3)。航法システムとしての性能としては、磁気低緯度地域に属する南西諸島も含めて、福岡FIRの全域でCAT-I相当の精密進入を提供可能な水準である。

## 4. まとめ

本研究課題では、衛星航法補強システムのマルチGNSS対応に関する検討を行うとともに、対応補強システムをソフトウェアにより試作し、その性能評価を実施した。あわせて実験データの収集を行い、また諸外国における動向調査も実施した。今後は、マルチGNSS対応補強システムの規格策定に向けた作業が必要である。



(a) 一周波数 SBAS の保護レベル



(b) 二周波数 SBAS の保護レベル

図3 保護レベルの比較 (二周波数対応)  
(那覇における計算結果)

掲載文献

○平成23年度

- (1) T. Sakai, H. Yamada, K. Ito: Evaluation of QZSS L1-SAIF Ephemeris Information, ENC GNSS, London, Nov. 2011.
- (2) T. Sakai, H. Yamada, and K. Ito: Ranging Quality of QZSS L1-SAIF Signal, ION ITM, Newport Beach, CA, Jan. 2012.
- (3) 坂井丈泰、山田英輝、伊藤憲：準天頂衛星 L1-SAIF 信号による GPS 補完機能、電子情報通信学会総合大会、平成 24 年 3 月
- (4) 坂井丈泰、広江信雄：準天頂衛星 L1-SAIF 信号による広域緊急メッセージ放送、電子情報通信学会総合大会、平成 24 年 3 月

○平成24年度

- (1) 坂井丈泰、広江信雄：準天頂衛星 L1-SAIF

信号による広域緊急メッセージ放送、電子情報通信学会総合大会、平成 24 年 3 月

- (2) T. Sakai, H. Yamada, and K. Hoshino: GPS/GLONASS Multi-Constellation SBAS Trial and Preliminary Results for East-Asia Region, ION GNSS, Nashville, TN, Sept. 2012.
- (3) T. Sakai, K. Hoshino, and K. Ito: Expanding SBAS Service Area Toward the Southern Hemisphere, ION GNSS, Nashville, TN, Sept. 2012.
- (4) 坂井丈泰、山田英輝、伊藤憲：準天頂衛星 L1-SAIF 信号による GLONASS 補強、第 56 回宇宙科学技術連合講演会、平成 24 年 11 月
- (5) 坂井丈泰：準天頂衛星システム L1-SAIF 信号における GLONASS エフェメリスの更新制御、GPS/GNSS シンポジウム、平成 24 年 11 月
- (6) 坂井丈泰：準天頂衛星 L1-SAIF 補強信号の GLOASS 対応予備実験、GPS/GNSS シンポジウム、平成 24 年 11 月
- (7) 坂井丈泰:SBAS における規格外メッセージの送信、測位航法学会論文誌、平成 24 年 11 月
- (8) T. Sakai: Multi-GNSS Augmentation by L1-SAIF Signal: Preliminary Results, Asia-Oceania Regional GNSS Workshop, Malaysia, Dec. 2012.
- (9) T. Sakai, H. Yamada, K. Hoshino, and K. Ito: QZSS L1-SAIF Supporting GPS/GLONASS Multi-Constellation Augmentation, ION ITM, San Diego, CA, Jan. 2013.

○平成25年度

- (1) T. Sakai: GPS/GLONASS Multi-Constellation SBAS Trial, SBAS IWG/25, St. Petersburg, Russia, June 2013.
- (2) T. Sakai, K. Hoshino, Todd Walter: Dual Frequency SBAS Trial and Preliminary Results for East-Asia Region, ION GNSS+ 2013, Nashville, TN, Sept. 2013.
- (3) 坂井丈泰：2 周波 SBAS に関する初期検討、航空振興財団航空保安システム技術委員会航法小委員会、平成 25 年 11 月
- (4) T. Sakai: Dual Frequency SBAS Trial and Preliminary Results, SBAS IWG/26, New Delhi, India, Feb. 2014.



## GNSS 広域補強信号サービスのアジア展開に関する研究【指定研究】

担当領域 航法システム領域  
担当者 ○伊藤 憲, 坂井 丈泰  
研究期間 平成 25 年度～平成 26 年度

### 1. はじめに

MSAS (運輸多目的衛星用衛星航法補強システム) などの GPS 補強システムのサービスエリアは、現在、日本周辺に限られている。内閣府宇宙戦略室は、そのサービスエリアがアジア・オセアニア地域に展開可能であり、展開することによりアジア・オセアニア地域への貢献が期待されるとしている。このような背景のもと、本研究の目的は、日本周辺に限られている GNSS 補強システムのサービスエリアをアジア地域に広域化するときの問題点について検討を行うことである。

### 2. 研究の概要

この研究では、GNSS 広域補強サービスエリアをアジア地域に広域化する可能性に関して下記の内容を実施した。

(1) GNSS 広域補強メッセージ生成アルゴリズムのうちの電離圏遅延量推定方式について、MSAS で用いられている方式とその方式を改良したものの性能をシミュレーション計算により評価する。

(2) MSAS で用いられている電離圏遅延量推定方式の低緯度地域での性能を向上させるために、新規推定方式を提案し、その性能評価を行う。

### 3. 研究成果

#### 3.1 電離圏遅延量推定方式

電離圏とはプラズマ(太陽からの紫外線により大気中の原子が電離したもの)状態の大気が濃くなった領域である。電離圏の「静穏」状態は電子密度の場所的・時間的変動が小さい場合であり、「擾乱」状態は電子密度の位置的・時間的変動が大きい場合である。電離圏を GNSS 衛星から送信される信号が通過するとき信号に遅れ(電離圏遅延)が生ずる。GNSS 衛星と利用者との間の距離を信号の伝搬時間から求める場合、この電離圏遅延により、真の距離より長く測定される。このため電離圏遅延は GNSS による測位の誤差の原因となる。通常の GPS では Klobuchar モデルと呼ばれるものを用いて電離圏遅延量を推定することで、電離圏が静穏状態のときには測位誤差 5m rms となるが、電離圏が擾乱状態ではその誤差は 10m rms になる場合があるとされる。

MSAS では「平面フィット方式」と呼ばれる方式により電離圏遅延量を推定し、電離圏静穏時に測位誤差 1-2m rms が達成可能であるとされている。ただ、電離圏が擾乱時には電離圏遅延量の推定精度は劣化し測位精度は 5m rms 程度になってしまう。ここで平面フィット方式では、電離圏を地表面からの高度 350km のところにある薄膜と見なし、この薄膜上に仮想的な格子点網(緯度・経度間隔 5 度)があると考えられる。地上モニタ局における電離圏遅延量の観測値を平面モデルに当てはめ、最小二乗法により求めた平面モデルのパラメータから各格子点における垂直方向の電離圏遅延量を推定する。こうして推定された電離圏垂直遅延量を補強メッセージとして利用者に送る。

平面フィット方式は米国における GPS 補強システムである WAAS(広域補強システム)のために考案された方式であり、磁気緯度があまり低くなく、電離圏が静穏状態であることが多い米国で有効であるとされている。

平面フィット方式を改良し電離圏が擾乱時に電離圏遅延量を良好に推定できるようにしたのが「0次フィット方式」である。0次フィット方式では、格子点における電離圏垂直遅延量の推定値として、地上モニタ局から得られる電離圏遅延量観測値の平均値を用いる。

これらの方式の性能評価では電離圏擾乱状態として「赤道異常」を想定した。「赤道異常」とは磁気赤道の南北に対称的に電子密度の高い擾乱が毎日発生する状態のことである。赤道異常での電子密度分布推測は困難であり、このことが測位精度の劣化につながると考えられる。

#### 3.2 アジア地域でのアベイラビリティ評価

アジア地域に配置した地上モニタ局での観測値により生成した補強メッセージを GPS に適用したときのアベイラビリティ(一定の測位精度を達成することができる時間率)を計算機シミュレーションにより評価した。この評価では、SBAS について地上モニタ局の数・配置、衛星の数・配置等を変更したときのアベイラビリティ、測位精度等を評価するためのシミュレーション用ソフトウェアである SVM(Service Volume Model)を用いた。

このシミュレーションでは衛星として 3 機(準天頂衛星軌道) + 1 機(静止軌道、静止位置は東経 120 度)を用いた。GPS 信号の地上モニタ局としては、MSAS 用 8 局を含

め 25 局の配置を採用した。MSAS 用 8 局以外の仮想的に設置した地上モニタ局の具体的な場所は図 1(a)の黄色の点で示されるとおりであり、韓国、ベトナム、タイ、シンガポール、フィリピン、インドネシアなど 12 ヶ国に 17 局設置するものとした。運用モードとしては APV-I (垂直誘導付き進入) を想定し、水平方向 95%精度 16m, 垂直方向 95%精度 20m を達成できる時間率をアベイラビリティとした。電離圏は「静穏」と「擾乱」(赤道異常)の状態を対象とした。

電離圏が静穏状態の時のシミュレーション計算の結果から、0 次フィット方式より平面フィット方式を用いたときの方がアベイラビリティが良いことが分かった。

図 1 は電離圏が擾乱状態 (具体的には赤道異常) のときのシミュレーション結果である。図 1(a)は平面フィット方式, 図 1(b)は 0 次フィット方式を用いた場合の結果である。この図 1 では、「赤色」で示された地域はアベイラビリティが 90%以下, 「うすい青色」で示された地域はアベイラビリティ 99.0%~99.9%, 「濃い青色」はアベイラビリティが 99.9%以上に相当し, この「濃い青色」は APV-I が達成できている地域に対応している。この図 1(a), (b)の結果から, 電離圏が擾乱状態にあるときは 0 次フィット方式を用いた場合の方が良好なアベイラビリティが得られることが分かる。

電離圏が静穏状態の時は「平面フィット方式」, 擾乱状態の時は「0 次フィット方式」を用いる場合(適応 0 次フィット方式)の結果が図 1(c)である。図 1 では図 1(c)が最も良いアベイラビリティを与えるが, アジア地域全体で APV-I を満足する結果とはなっていない。

### 3.3 新しい電離圏遅延量推定方式

前節の結果から, アジア地域でのアベイラビリティ向上のためには, 電離圏遅延量推定方式をさらに改良する必要があることが分かる。そこで, 補強メッセージとして放送される垂直方向電離圏遅延量が, どの方向に見える衛星に対する観測量に基づいて推定されたかという情報も補強メッセージの中にも含めることにした。これは電離圏において電子密度は一様ではないということを考慮したことに相当する。この電離圏遅延量推定方式を, 沖縄にいと仮定した利用者に対して評価したところ, 3.2 項で用いた方式よりも電離圏遅延量推定性能が向上し, 水平方向測位精度は 40%程度改善されることが分かった。

## 4. おわりに

この研究では, (1)現在の MSAS で用いられている平面フィット方式およびそれを改良した 0 次フィット方式を

適用したときのアジア地域でのアベイラビリティを評価した, (2)電離圏遅延量推定方式を新規に提案し, その方式を用いたときの日本近辺での測位精度の評価を行った。今後は, この新規提案方式を適用した場合のアジア地域でのアベイラビリティや測位精度を評価する。

### 掲載文献

- (1) 伊藤他：“QZSS L1-SAIF 信号補完機能確認実験”, 第 57 回宇宙科学技術連合講演会 2009 (平 25.10)
- (2) 坂井他：“準天頂衛星 L1-SAIF 補強信号の 2 周波数対応の試み”, 第 57 回宇宙科学技術連合講演会 2010 (平 25.10)
- (3) 坂井他：“Ionospheric Correction at the Southwestern Islands for the QZSS L1-SAIF” ,B2-4, ION ITM, January 2014

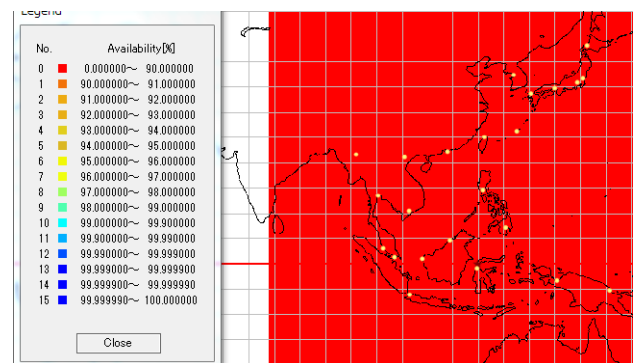


図 1(a) 平面フィット方式

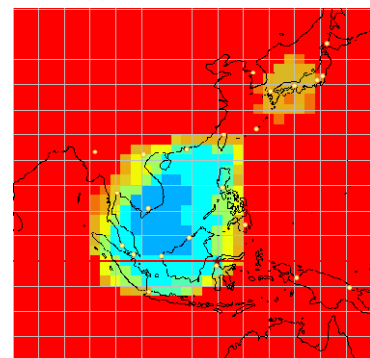


図 1(b) 0 次フィット方式

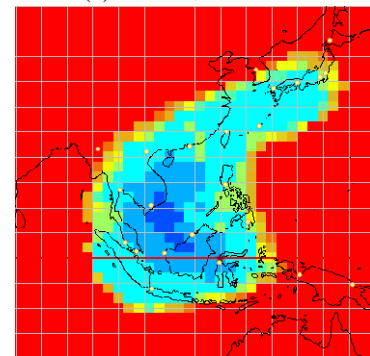


図 1(c) 適応 0 次フィット方式

図 1 アジア地域でのアベイラビリティ分布：電離圏擾乱状態

## GBASを用いた新しい運航に関連した気象の影響に関する調査【調査】

担当領域 航法システム領域  
担当者 ○吉原 貴之  
研究期間 平成25年度～平成26年度

### 1. はじめに

GPS衛星と地上からの補強信号を利用して航空機を空港に安全に誘導するGBAS（地上型補強システム）の導入と普及にあたっては、従来のILS（計器着陸装置）にはない新しい運航方式の実現等、活用策が求められている。GBASが提供可能な機能のうち、複数の進入経路を放送可能である点は後方乱気流回避や気象変化の影響を軽減する等、空港容量を増大する新たな運航方式の実現に寄与するものとして期待されている。具体的には、着陸経路上で先行機が生成する後方乱気流について、後続機が影響を受けない着陸経路を同時に放送し、航空機側で選択して着陸することで安全性を確保しつつ、平均的な管制間隔を短縮して空港容量を増大することが期待される。また、放送する進入経路も直線の最終進入部分だけでなく、ターミナルエリアでの曲線を含むTAP（Terminal Area Path）と呼ばれる経路を放送する新たな機能も提唱されており、離着陸時の風向・風速分布の急激な変化があった場合に、その変化に対応した着陸経路を提供して円滑に移行する等、将来のトラジェクトリ管理に向けて気象の影響を軽減する新たな運航方式の実現が期待される。

### 2. 研究の概要

本調査ではGBASによる後方乱気流回避と気象変化の影響軽減という視点から2ヶ年計画で以下を実施する。後方乱気流回避策に関しては、後方乱気流管制方式の航空機分類の見直し等、同分野に関する国際動向を調査するとともに、当研究所 岩沼分室屋上に設置されているドップラーライダー観測について、過去データの整理も含めたデータ収集及び解析を行い、GBASによる後方乱気流回避策の実現可能性と要件の明確化を行う。また、将来のトラジェクトリ管理に向けてGBASを活用したターミナルエリアにおける気象変化の影響を軽減する新たな運航方式の検討については、風向・風速の変化等、航空交通流を乱す気象擾乱が発生した際に現状の交通流がどのようになっているかを調査し、必要となる気象予測情報を特定する。さらに、それら予測情報が与えられた場合の改善効果の評価手法を検討し、GBASを活用した新たな運航方式の構築に向けて要件や課題を抽出することを目的としている。

### 3. 研究成果

初年度である平成25年度は以下の調査を行った。まず、GBASによる後方乱気流回避については、同分野で欧州と米国の技術的な基礎検討をする場となっているWakeNet-Europe 2013ワークショップに参加し、岩沼分室屋上でのドップラーライダー観測の紹介とGBASによる後方乱気流回避策についての一案を発表した。このワークショップでは、米国での出発機に対する新たな後方乱気流管制方式の導入に関する動きや、欧州における空港周りの気象情報集積化等の活動が紹介されており、最新の国際動向を調査した。また、ドップラーライダーを用いた観測データの収集に関しては、三菱電機株式会社と共同研究による共同観測を実施するとともに、東京工業大学との共同研究でサーモカメラとの同時観測を実施した。これら観測では従来の離陸ポイントでの後方乱気流のドップラーライダー観測に加えて着陸ポイントでの観測データ取得も実施している。なお、ドップラーライダー観測データの解析においては、法政大学理工学部からインターンシップ学生を受け入れ、後方乱気流の強さについて航空機の型式分類だけでなく航空機重量による乱流強度の違いに着目した解析等を実施した。これらを踏まえ、今後はGBASによる後方乱気流回避の実現可能性と要件を明確にする予定である。

一方、GBASを活用したターミナルエリアにおける気象状況変化の影響軽減については、航空交通量が多い夕方時間帯に都心部で雷雲が発生した際の羽田空港ターミナルエリアでの交通流に関して事後処理でSSRモードSデータと数値気象モデル結果との比較検証に着手した。今後は、風向・風速の場の変化と交通流変化の対応を遅延時間等の指標を検討し、調査するとともにGBASを活用した新たな運航方式の構築とそのための要件を抽出する予定である。

#### 掲載文献

- (1) T. Yoshihara, M. Steen and T. Feuerle, "Collaborative research activities on time-variable approach procedures for wake vortex encounter avoidance", WakeNet-Europe Workshop 2013, Bonneuil-sur-Marne, France, May 15, 2013

ロケット・地上連携観測による中緯度電離圏波動の生成機構の解明【競争的資金研究】

担当領域 航法システム領域  
 担当者 ○齋藤 享  
 研究期間 平成 24 年度～平成 26 年度

1. 本研究について

本研究は、京大生生存圏研究所山本衛教授が代表者の科学研究費補助金基盤 B 研究に、研究分担者として参画して行うものである。

2. 研究の背景

超高層大気は地球の大気と宇宙の電離大気とが混在する遷移領域である。超高層大気環境は「宇宙天気」として盛んに研究されている。「宇宙天気」では太陽面の爆発現象などが地球にもたらす「上からの」影響の研究が進められてきたが、近年、大気波動による「下からの」影響が非常に大きいことが明らかにされてきた。しかし下層から超高層大気に向かって伝搬する大気波動の経路と超高層大気への影響についての理解は未だ不十分である。

中緯度域特有の現象として電離圏 F 領域において波長 100～300 km、周期 1 時間程度で変動する中規模伝搬性電離圏擾乱(MSTID)があり、日本においては京都大学 MU レーダー、大気光イメージャ、GEONET 全電子数観測などを用いた研究が行われてきている。また、スプラディック E (Es)層の不規則構造の発生(これは下層大気からの影響が大きいと考えられている)と MSTID が強く関係していることが分かってきており、MSTID の発生機構の解明には、E、F 領域の総合的な研究が不可欠である。宇宙航空研究開発機構では、E、F 領域に連続して観測ロケットを打ち上げることを決定し、これが 2013 年に実施される予定である。

3. 研究の目的と方法

本研究の主目的は、MSTID の発生機構を明らかにすることである。さらに MSTID が磁力線に沿って南北両半球に出現する広域特性についても解明を進める。

2013 年に宇宙航空研究開発機構によって打ち上げられる E、F 領域観測ロ

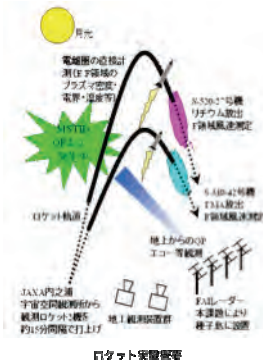


図 1 ロケット実験の概要

ケットでは、それぞれトリメチルアルミニウム(TMA)及びリチウムを放出する。これを地上及び航空機から観測することにより、E、F 領域の中性風速を測定する。ロケット打ち上げのタイミングは、GEONET 観測データをリアルタイムで解析し、MSTID を検出して決定する(図 1)。

ロケット実験に加え、国際宇宙ステーション搭載の大気光撮像装置(ISS-IMAP)によるグローバル観測を行う。これらの結果を、計算機シミュレーションを用いて定量的に評価し、MSTID 発生機構の解明を行う。

これらのうち、当所では MSTID のリアルタイム解析と、GEONET データを中心とした地上観測データの解析を担当する。

4. 平成 25 年度の研究概要

平成 24 年度に開発した電離圏擾乱のリアルタイム解析に適したアルゴリズムに基づき、GEONET の 200 観測点のリアルタイム-データを解析し、電離圏全電子数の変動マップを自動的に生成するシステムを構築した。データは 5 分ごとに解析され、実時間に対して時間遅れ約 2 分で電離圏全電子数変動マップを生成することができ、web ページを通してロケット実験関係者が電離圏擾乱の発生状況を共有することができる。

(<http://www.enri.go.jp/cns/pub/susaito/rocket.html>)

ロケット実験は、2013 年 7 月 20 日に実施された(日本時間 23 時に S-310 42 号機、24 時に S-520 27 号機を打ち上げ)。

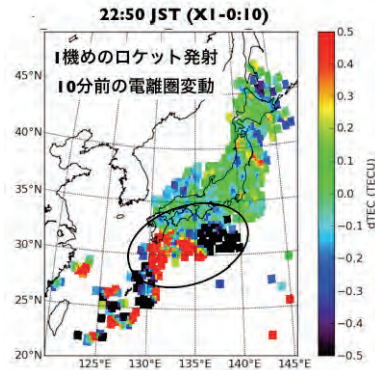


図 2 2013 年 7 月 20 日 22:50 JST (S310 47 号機打ち上げ 10 分前)の電離圏擾乱



本研究で開発した電離圏擾乱リアルタイムモニタシステムを用いてロケット発射予定時刻の2時間前から MSTID の発生状況を監視し、ロケットによる観測領域において電離圏擾乱が発生していること(図2)を確認した上でロケットの発射が決断された。ロケットは2機とも予定通り飛翔し、搭載された観測機器も正常に動作した。搭載機器の観測データの初期解析では、MSTID の発生機構の解明に対して大変興味深い結果が得られているとのことで、今後の詳細な解析が待たれる。

## 5. まとめ

本年度は、予定通り電離圏擾乱リアルタイムモニタシステムを開発し、MSTID に関するロケット実験の成功に大きく貢献した。平成26年度は、リアルタイムモニタシステムの改良、ロケット実験時及び宇宙ステーションとの同時簡素時のデータの解析を進める。

## 6. 発表論文

- [1] 齋藤他、Realtime ionospheric disturbance analysis and monitoring with GEONET realtime data (GEONET リアルタイムデータを用いた電離圏擾乱リアルタイムモニタについて)、第134回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会、高知大学、2013年11月
- [2] 齋藤他、GEONET リアルタイムデータを用いた電離圏擾乱リアルタイムモニタ、S-520-27・S-310-42号機検討会、宇宙科学研究所、2013年12月
- [3] 齋藤他、Real time ionospheric disturbance analysis and monitoring with GEONET real time data (GEONET リアルタイムデータを用いた電離圏擾乱リアルタイム解析)、ION ITM 2014、米国・サンディエゴ、2014年1月



## 赤道大気レーダーと広域観測網による赤道スプレッド F 現象と電離圏構造の関連の解明【競争的資金研究】

担当領域 航法システム領域

担当者 ○齋藤 享

研究期間 平成 25 年度～平成 28 年度

### 1. 本研究について

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

### 2. 研究の背景

電離圏には様々な時間・空間スケールを持つ波動・擾乱現象が存在する。それらは電離圏プラズマを通過する電波伝搬に大きく影響する。例えば GPS 測位は、民間航空管制に应用されるなど 社会インフラとしての重要性が高まっているが、電離圏擾乱に起因する精度低下が深刻な問題である。また高度 400 km 以上の電離圏は、国際宇宙ステーションを含む諸衛星が飛翔する領域である。電離圏は、衛星の周辺環境さらには新たな人類生存環境としても重要性が高まっている。

赤道スプレッド F 現象(ESF)はプラズマバブルに対応し、赤道大気レーダー(EAR)のような VHF レーダーによって観測できる。ESF は電離圏擾乱の中で最も活発な現象として赤道低緯度電離圏研究のホットトピックであり続けてきた。しかしながら ESF を誘発する「種」が未解明であり、日々変動の予測を難しくしている。逆にこの点が解決されれば、ESF の発生予測が可能となり、衛星航法の高度な利用や高度な衛星通信の安定運用等、社会に貢献するところ極めて大きい。

これまでに、EAR を中心として様々な電離圏観測装置が集積されており、衛星ビーコンを利用した広域観測網、国際宇宙ステーション搭載の電離圏観測装置 (ISS-IMAP) などの整備も進んでおり、研究の準備は整っている。



図1 タイ、インドネシアの電離圏全電子数勾配観測装置の位置。インドネシアのものは赤道大気レーダーサイト周辺に設置されている。

### 3. 研究の目的と方法

本研究は、ESF と電離圏構造の関連を解明することで、ESF 発生機構の謎を解くことを目的とする。

ESF 発生機構の有力な仮説として、赤道低緯度電離圏の南北半球対称性、電離圏東西大規模構造、中性大気波動の3つを取り上げる。(1) 赤道大気レーダー長期連続観測による ESF の時間・空間構造の解明、(2) 東南アジアを中心とする ESF と電離圏構造の関連の解明、(3) 地上広域観測と衛星による ESF 発生状況と電離圏構造の関連の統計解析の3つの課題を実行することにより、これらの仮説の有効性を検証する。

電子航法研究では、これまでにタイ・モンクット王工科大学ラカバン(KMITL)、名古屋大学、京都大学と協力して、タイ、インドネシアにおいて電子電離圏全電子数勾配観測を行ってきている(図1)。本研究では、これらの観測装置から得られる電離圏全電子数の観測・解析と、赤道大気レーダーを中心とした他の観測装置との協同観測により、ESF と電離圏構造の関連の解明に寄与する。さらに、赤道大気レーダーを GNSS のためのプラズマバブル広域監視装置として用いる実験も行う。

### 4. 平成 25 年度の研究概要

平成 25 年度はインドネシア・赤道大気レーダー周辺及びタイ・バンコクにおける電離圏勾配観測を継続的に実施している。インドネシアにおいては、2013 年 10 月に激しい落雷により機材に故障が発生し修理中であるが、2014 年度の早い時期に修理を完了し、9～10 月のプラズマバブル発生季には観測が可能となる見込みである。

赤道大気レーダー周辺における電離圏勾配解析に関しては名古屋大学と協力して実施している。当所客員研究員大塚准教授の指導学生が当所の研究員の指導のもと解析を担当し、結果が修士論文としてまとめられた。この結果は、査読論文誌に投稿する予定である。

### 5. まとめ

新たに、ESF 現象と電離圏構造の関連に関する科学研究費補助金基盤 B 研究に参画した。電子航法研究所

がタイ、インドネシアで運用する電離圏全電子数勾配観測装置のデータ解析と赤道大気レーダー等の観測装置との協同観測を行っている。平成 26 年度は赤道大気レーダー周辺及びタイ・バンコクにおける電離圏勾配観測を継続的に実施するとともに、さらに解析を進める。

#### 6. 発表論文

[1] 齋藤他、赤道大気レーダーと GPS 受信機群を用いた VHF レーダーによるプラズマバブル検出の衛星航法補強システムに対する効果の検証、京都大学生存圏研究所ミッションシンポジウム、宇治、2013 年 3 月

[2] 齋藤他、Ionospheric anomaly monitoring by VHF multi-beam observations for GNSS (VHF マルチビームレーダー観測による衛星航法用電離圏異常監視)、南極大型大気レーダー研究集会、東京大学、2014 年 3 月

#### 7. 関連共同研究等

[1] 京都大学生存圏研究所生存圏萌芽研究「赤道大気レーダーと GPS 受信機群を用いた VHF レーダーによるプラズマバブル検出の衛星航法補強システムに対する効果の検証

[2] 名古屋大学太陽地球環境研究所地上ネットワーク大型共同研究「衛星航法の航空利用に対するプラズマバブルの影響評価とその軽減策に関する研究」

[3] Ionospheric TEC Characterization Program (電離圏全電子数の特徴付けに関する共同研究)、タイ・モンクット王工科大学ラカバン (KMITL)

[4] 京都大学赤道大気観測所共同利用課題「プラズマバブルに伴う電離圏全電子数空間勾配の特性及び衛星航法のためのレーダーによるプラズマバブル監視手法の研究」

## ソフトウェア受信機によるGNSS測位信号の捕捉性能に関する研究【在外研究】

担当領域 航法システム領域

担当者 ○坂井 丈泰

研究期間 平成25年度

### 1. はじめに

GNSS受信機の性能をあらわす指標の一つに、測位信号の捕捉時間がある。これはGNSS応用システムのコンティニュイティに関係し、特に信号強度が弱い場合や電離層シンチレーション発生下において顕著な影響がある。すなわち、これらにより測位信号の追尾が中断された場合でも、捕捉時間が短ければただちに信号を再捕捉することでシステム性能を維持できる。

測位信号の捕捉時間は、測位信号自体の形式によるほか、GNSS受信機内部における信号処理方式にも左右される。本研究では、受信機の基本的な処理方式を踏まえたうえで、捕捉性能を高める手法を検討した。

### 2. 研究の概要

ドイツ連邦軍大学ミュンヘン校（University of Federal Armed Forces Munich）の宇宙技術・宇宙応用研究所（ISTA : Institute of Space Technology and Space Applications）においてはソフトウェア受信機の研究開発が精力的に進められており、製品化も行われている。このため、当該研究機関に研究員を派遣し、当該研究機関において開発されたソフトウェア受信機技術を利用してGNSS測位信号の捕捉性能を調査し、これを改善する技術を研究することとした。

### 3. 実施内容と成果

#### （1）ソフトウェア受信機の調査

実用ソフトウェア受信機の例として、ISTAの関連会社が市販しているipexSRを調査した。ipexSRのコンソール画面の例は図1の通りで、左側のツリー状のパラメータ設定ウィンドウには合計で300項目以上があり、GNSS受信機のパラメータの多さがわかる。

#### （2）GNSS信号捕捉技術の研究

ソフトウェア受信機技術を応用してGNSS信号の捕捉に関する研究を実施するため、GNSS信号の捕捉及び追尾を実行するソフトウェアを作成した。図2に、追尾フィルタからの出力例を示す。最初に追尾フィルタの引込みに50ms程度を要しているが、その後は安定した追尾を継続していることがわかる。

#### （3）捕捉時間の短縮

測位信号の再捕捉にあたっては概略のタイミングは既知であるから、その高速化のためには次のような手法を用いる必要があることがわかった。

- ・ 追尾フィルタの引込み時間短縮：フィルタパラメータの動的変更や、PLLより耐雑音性能に優れたFLLの利用など。
- ・ 信号極性の検出時間の短縮：航法メッセージ中のプリアンブルパターン以外のデータビットの利用や、再捕捉の場合はデータビットの遷移タイミングが既知であることを利用するなど。

### 4. まとめ

本研究課題では、GNSS応用システムのコンティニュイティを改善することを目的として、測位信号の捕捉性能に関する研究を行った。今後は、この検討をさらに進め、ソフトウェア受信機に実装したうえで性能評価を行うことが必要である。

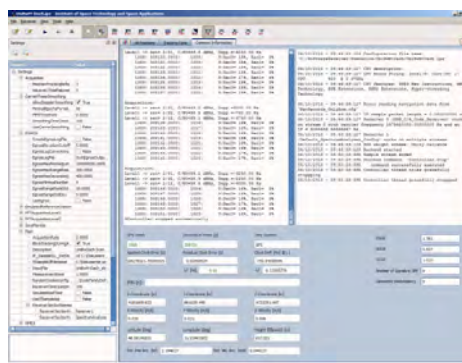


図1 ソフトウェア受信機のコンソール画面

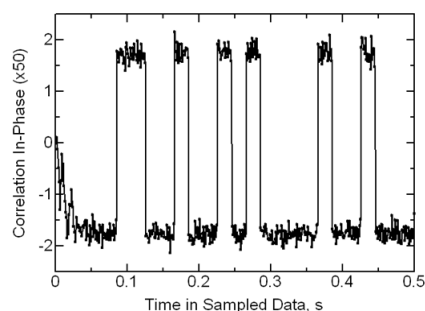


図2 相関演算器出力の例

### 3 監視通信領域

#### I 年度当初の試験研究計画とそのねらい

平成 25 年度の研究は、社会・行政ニーズや技術分野の将来動向を考慮し、重点研究、指定研究、基盤研究および調査として承認された下記の項目を計画した。

1. 監視システムの技術性能要件の研究
2. 航空管制官の業務負荷状態計測手法の開発
3. ハイブリッド監視技術の研究
4. WiMAX 技術を用いた C バンド空港空地通信網に関する研究
5. 航空路監視技術高度化の研究
6. センサネットワークによる空港面異物監視システムの研究
7. 航空システムのデータリンク性能に関する研究
8. 新方式マルチラレーションの実用化評価研究
9. 航空用放送型サービスの応用方式に関する研究
10. マルチスタティックレーダの信号環境に関する研究
11. 様々な電子機器と航空機搭載機器との電磁両立性に関する研究
12. 低高度における状況認識技術に関する研究
13. 航空用データリンクにおける伝送路特性補償の研究
14. UAS のための GPS に代わる位置推定法に関する研究
15. SWIM 指向な情報処理システム構築技術の調査
16. 次世代航空通信の基盤技術の調査
17. 90GHz リニアセルを用いた高精度イメージングシステムの研究開発
18. 反射波遮蔽フェンスによるローカライザ積雪障害の抑制に関する研究
19. 航空監視システムにおける電波伝搬解析のための超高速広域計算アルゴリズムの開発
20. 無人航空機を活用した無線中継システムと地上ネットワークとの連携及び共用技術の研究開発
21. 次世代航空通信向け CPM-OFDM システムの実環境評価に関する研究

1～5 は重点研究である。

1 は、航空管制やパイロット支援などの監視情報の使用目的に応じて必要となる情報の精度や信頼性などをさだめ、これを得るために必要となる監視システムの技術性能要件やその測定手法を開発する研究である。

2 は、先行する研究の成果である発話音声の分析技術を活用して被験者の体調を測定する技術を開発する研究

であり、航空管制などの業務の様々な定量評価に適用できるよう発展させることを目指している。

3 は、航空機監視システムとして現用の SSR モード S と、WAM (Wide Area Multilateration) や ADS-B などの新システムを連携させることにより、高性能・高信頼の監視システムを実現することを目指す研究である。

4 は、WiMAX 技術を航空分野に適用して空港周辺の C バンド空地通信網のプロトタイプを開発し、国際規格策定に参画するとともに、実用的なアプリケーションを想定した性能評価を行う研究である。

5 は、WAM の覆域を空港周辺から航空路に拡張する技術開発を目指しており、特に、近海上空の航空路など受信局の展開が困難な場合や将来の航空管制方式に対応できる技術開発を目指している。

6～13 は指定研究である。

6 は、複数のミリ波センサから構成されるセンサネットワークを用いて、滑走路等の地表面にある異物の検出と、様々な移動物体の動きを検出し監視する機能等を持つ付加価値の高いシステムを開発する研究である。

7 は、航空用データリンクのアプリケーションについて、現在の運用状況の調査結果や将来動向を考慮し、通信性能の数値解析シミュレーションツールを構築して今後の実現可能性を明らかにすることを目指す研究である。

8 は、先行研究を通して開発してきた OCTPASS (光ファイバ接続方式の Multilateration) のプロトタイプを試作して基本性能や耐干渉性の改善効果などの評価を実施し、空港面監視用として実用化を目的とする研究である。

9 は、FIS-B (放送型飛行情報サービス) など放送型サービスにより可能になる交通・飛行情報の配信を活用する航空機運航方式を評価することを目指すしている。

10 は、ASR の代替えとなる受動監視システムを構築するために必要な情報である周波数毎の監視性能や信号環境の現状を明らかにすることを目指すしている。

11 は、航空機内で使用される電子機器が搭載無線設備に与える影響について、試験手順書を作成など、航空機の電波防護指針を作成することを目指す研究である。

12 は、ヘリコプタなどが低高度を飛行する際に機体周辺の障害物を検出することで安全運行を支援することをめざし、ミリ波レーダを改良する研究である。

13 は、航空機が高速移動するために発生する受信障害を解決するため、航空用データリンクに適した伝送路特性推定方式やその補償方式の開発を目指す研究である。

14 は基礎研究である。

14 は、GPS に代わる位置情報源を提供することで、無



人航空機 UAS の運用信頼性を向上させる研究である。

15～16 は調査課題である。

15 は、将来の航空情報インフラの指針となることが期待される SWIM (System Wide Information Management) について、技術、セキュリティ、経済性の観点から将来のシステムに円滑に移行できる手法を調査し、導入効果や副作用を明らかにすることを目指している。

16 は、現用および開発中の通信技術を航空通信に適用するメリットやデメリットを比較調査し、今後の検討課題をまとめることを目指している。

17～21 は競争的資金による研究である。

17 は、滑走路の障害物検知を想定した高速高精度イメージングのための基盤技術の開発を目指し、当研究所は電子制御アンテナや滑走路監視システムを担当する。

18 は、計器着陸装置 ILS に見られる積雪障害を軽減するために有効な電波遮蔽フェンスの設計手法に関する研究である。

19 は、監視システムの電波障害解析などで必要とされる広範囲の電波伝搬解析について、必要十分な精度を保ちつつ高速化する手法に関する研究である。

20 は、通信中継プラットフォームとしての無人航空機 UAS 用に検討されている通信システムについて、航空用 AeroMACS など近隣周波数の他の通信システムとの共用性を確立することを目指す研究である。

21 は、次世代航空通信のための新しい変調方式の候補として、信号品質劣化への耐性に優れた連続位相変調方式 CPM をマルチパス耐性に優れた移動通信用として実績がある直行周波数変調方式 OFDM と組み合わせた CPM-OFDM 方式について、有効性を明らかにすることを目指す研究である。

## II 試験研究の実施状況

「監視システムの技術性能要件の研究」は、4 年計画の最終年度に当たり、特に解決が必要であった監視性能測定時間の短縮について学会への技術研究報告などをまとめ専門家と討議して内容を確認した。また、ICAO / ASTAF (Airborne Surveillance TAsk Force) に継続して参加し、その一員として航空路、着陸進入経路、空港面、洋上航空路での運用を想定した 4 種類の機上監視応用方式について関係パネル会議への資料提供など標準化に寄与し、平成 25 年度には PANS-OPS や PANS-ATM などの改定手続が開始されるに至った。また、ICAO Doc. 9994 Manual on Airborne Surveillance Applications の無線機器やシステムアーキテクチャの記載を分担し、関係機関によ

る校閲の段階に至っており、次年度の出版が見込まれる。

「航空管制官の業務負荷状態計測手法の開発」では、これまで課題であった音声分析の結果得られる指標値 CEM の不安定性について有効な対策を開発し、信頼性が高い分析が可能になった。これを用いて、昼夜逆転時の体調の変化など、眠気や疲労の影響についてのデータ収集を進めることで指標値の意味について検証を進めた。この研究は、大学病院や企業との共同研究を積極的に進め、リハビリの効果や薬効に関する評価、スマートフォンを用いる体調測定を試みなど、幅広い活用の可能性が見られるようになった。

「ハイブリッド監視技術の研究」では、SSR モード S、WAM、ADS-B から得られる監視情報を実験用統合処理装置に集約し、統合処理のための追尾処理を実装した。これにより、長期間の監視データ蓄積と追尾処理の効果の統計処理を開始した。また、多様な監視システムを連係動作させることにより、空港近辺の航空機について初期捕捉に必要な送受信信号を減少させるなど、無線機器運用の効率化と信号環境改善に成功している。

「WiMAX 技術を用いた C バンド空港空地通信網に関する研究」では、実験用プロトタイプとして端末局を開発し、端末単体性能の試験を開始している。また、ICAO/ACP/WG-S 会議にて、当研究所岩沼分室や仙台空港における電波伝搬特性など実験状況を国際標準案の検証資料として提供している。

「航空路監視技術高度化の研究」では、空港周辺を中心に開発してきた WAM の覆域を近海上空などの航空路に拡張するため、高利得セクタ型の実験用アンテナを試作するとともに、既存の WAM/ADS-B 実験システムに改修を加えた。また、位置算出手法の改良のため、レンジング処理や追尾方式など計算処理手法の試験を進めた。

「センサネットワークによる空港面異物監視システムの研究」では、光通信技術とレーダ技術を融合させることで、光ネットワークを用いて多数のアンテナ局を制御するレーダーシステムの基本原理を確立した。RoF (Radio over Fiber) 技術を用いる実験により、これまでは困難であったミリ波レーダ信号の長距離低損失伝送が可能であることを確認できた。

「航空システムのデータリンク性能に関する研究」では、現状の VHF 帯航空通信トラフィックの調査と統計分析を行うと共に、通信性能数値解析ツールの再構築を行った。このツールを用いて、航空通信システムに追加する新たな ATC 通信施策を想定して性能解析し、実現可能な条件を求め、CARATS 関連会議の方針判断に寄与した。



「新方式マルチラレーションの実用化評価研究」では、これまでに試作してきた実験装置に実用化モデルに近い受信局を追加し、監視覆域を仙台空港全面およびその周辺に拡張した。特に、光給電方式による電源工事の省略、レンジング処理のための送信処理機能の追加など、実用化システムとして評価が必要な事項を確認できるよう実験装置を構築し、次年度以降の実験やデモに備えた。

「航空用放送型サービスの応用方式に関する研究」では、TIS-B 装置の能力および飛行中の航空機から送信される ADS-B 情報の質を検討した結果、機上にて周辺航空機状況を確認する監視能力を現時点で十分保持していることなどを明らかにすることができた。しかし、飛行情報サービス FIS-B などについては、送信情報が多大になるとチャンネル占有率が問題になり得ることもわかった。

「マルチスタティックレーダの信号環境に関する研究」では、パッシブ PSR による測定実験とマルチスタティックレーダを構築するために必要な数値シミュレーションを実施した。マルチスタティックレーダに使用できる信号について信号環境測定等により調査した結果、既存の PSR の他、地上デジタル放送のような民間航空用以外の電波を使っても航空機測位は可能であることがわかった。

「様々な電子機器と航空機搭載機器との電磁両立性に関する研究」では、既に取得されたデータの整理と理論的検討により、航空機内外から発せられる電波の影響について検討を行った。今後、我が国でも乗客が持ち込む電子機器の使用制限緩和が予定されており、引き続き研究を実施していく。

「低高度における状況認識技術に関する研究」では、ミリ波レーダを用いる地上試験を実施し、探知性能向上のための受信感度向上およびアンテナ指向特性改善の見通しを得た。さらに、地上にレーダ反射器を設置した探知試験では、ミリ波レーダおよび反射器による周辺状況認識の基本特性を確認した。

「航空用データリンクにおける伝送路特性補償の研究」では、次世代の航空用 L バンドデータリンク候補である LDACS を試験対象とし、受信性能解析装置を開発した。次にこれを用いて LDACS1 における周波数シフト耐性を検証した。その結果、フォワードリンクとリバースリンクでの周波数シフト耐性に違いがあることがわかった。

「UAS のための GPS に代わる位置推定法に関する研究」では、機体から地上へのダウンリンク信号を利用して UAS の位置推定を行う手法の妥当性を簡易実験によ

り明らかにした。また、無人機運用に適した位置推定方式とするため、行政機関との情報交換に努めている。

「SWIM 指向な情報処理システム構築技術の調査」では、情報処理システム連携基盤 ESB に関する調査を進めるとともに、SWIM 指向に関する勉強会を開催した。また、ICAO 標準情報フォーマットを用いる SWIM 的な情報交換のデモンストレーションのために FAA を中心に計画された Mini-Global Demonstration に航空局も参画することとなったため、当研究所もこの研究課題で調査した結果を活用し、その実施を支援する準備を進めた。

「次世代航空通信の基盤技術の調査」では、旅客機パイロット経験者へのインタビューを実施し、サンプル数は限られたものの、空地データリンクの利用者である国際線パイロットから次世代通信に期待する事項などを直接聴取できた。客室内のみならず、コックピット内でもインターネット接続の実現が望まれていることも確認できた。

「90GHz リニアセルを用いた高精度イメージングシステムの研究開発」では、システム実現に必要な要素技術の検証のために、小規模のリフレクタレイの構築、1GHz 帯域幅のミリ波レーダーシステムによる屋外試験を実施し、それぞれの実現可能性を確認した。

「反射波遮蔽フェンスによるローカライザ積雪障害の抑制に関する研究」では、遮蔽フェンスの金属ワイヤの間隔を最適化の手法を探るため予備的シミュレーションを実施した。まず、フェンスの最上部のワイヤのみの高さを変えて遮蔽特性の変化を求め、特性改善の可能性を確認し、今後の本格的シミュレーションを準備した。

「航空監視システムにおける電波伝搬解析のための超高速広域計算アルゴリズムの開発」では、航空分野に応用できる広域高速な電磁界解析用の数値計算アルゴリズムの開発を進めた。提案する数値計算アルゴリズムを用いて、航空機からの散乱電力推定と空港面伝搬特性の数値解析について、計算速度や精度の改良を進めている。

「無人航空機を活用した無線中継システムと地上ネットワークとの連携および共用技術の研究開発」は東北大学他と共同で実施している研究であり、当研究所の担当実施事項である 5GHz 帯の共用検討のために、既存無線設備の調査、ラボラトリテストシステムの構築、各種干渉評価試験、アンテナカップリング試験を実施し、今後の共用検討のための準備を進めた。

「次世代航空通信向け CPM-OFDM システムの実環境評価に関する研究」では、初年度の実験として次世代航空通信向け CPM-OFDM システムの評価システムを構築

し、基本的な評価試験を行った。

本年度は、以上の 21 件の研究・調査に加えて、以下に示す 10 件の受託研究を行った。これらは上記の研究やこれまでの研究で蓄積した知識・技術を活用したものである。

1. MD902 他 1 機種搭載機器の経路損失試験
2. B200 他 2 機種搭載機器の経路損失試験
3. 40 ミリ初速測定レーダにおける電波特性解析
4. 機体・飛行時の HIRF 電波環境調査作業
5. PSSR を使用する航空交通情報サービス開発支援
6. Bell430 搭載機器の経路損失試験
7. 航跡観測装置の適地調査および設置に係る技術支援
8. ヒューズ 500 搭載機器の経路損失試験
9. 機体・飛行時の HIRF 電波環境調査(その 2)
10. Mini-Global Demonstration 接続に関する支援作業

### III 試験研究の成果と国土交通政策、産業界、学会等に及ぼす効果の所見

「様々な電子機器と航空機搭載機器との電磁両立性に関する研究」の成果は、携帯電子機器の機内使用に関する要件やその確認のための測定手法を関係諸機関に提示できる段階になった。この成果を用いて、各航空機の客室から搭載無線機器への伝搬経路損失を測定し、その結果を用いて携帯電子機器を機内で使用してよいか判断できるようになった。その結果、年度末には、経路損失測定に関する受託試験に対応し始めている。

「航空システムのデータリンク性能に関する研究」の成果は、日本の運用環境における POA (Plain Old ACARS) と VDL の通信容量の限界を予測計算し CARATS における通信関連の将来計画の実施時期判断等に寄与した。

「航空路監視技術高度化の研究」の成果は、その過程で参加してきた ICAO/ASP 会議の検討経緯を総務省主催の航空海上無線通信委員会に報告し MLAT に関する無線設備規則の改定に寄与する基礎となった。

「SWIM 指向な情報処理システム構築技術の調査」の成果は、SWIM 勉強会を通じたこの分野の共通認識醸成に大きく寄与している。また、航空局が参画する MDG: Mini-Global Demonstration の実施を支援する基礎固めになっており、アジアと北米の間に位置する我が国空域を飛行する航空機を用いるデモンストリオの作成や通信試験など、当研究所はアジア地域からの参加者として重要な役目を果たしている。

また、各研究課題の研究成果は、ICAO、RTCA、当

研究所の研究発表会、関連学会、国際研究集会等に積極的に発表している。また、ICAO 等国际会議にて、航空局への技術アドバイザなどとして協力を続けている。これらのなかで、平成 25 年度は学会からの受賞が特に多く見られ、IEEE ICNS 2013 におけるセッション賞、電気学会論文賞などがあった。

## 監視システムの技術性能要件の研究【重点研究】

担当領域 監視通信領域

担当者 ○小瀬木 滋, 大津山 卓哉, 古賀 禎, 住谷 泰人, 本田 純一, 伊藤 恵理 (航空交通管理領域)

研究期間 平成 22 年度～平成 25 年度

### 1. はじめに

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

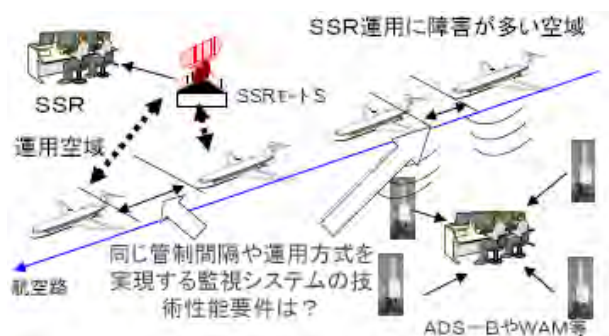


図1 新しい監視システムの導入

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

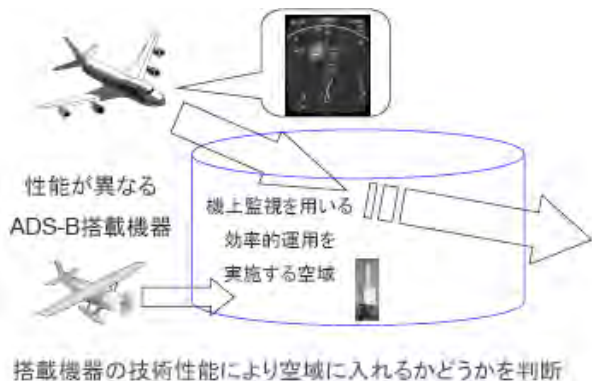


図2 新しい運用方式の導入

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

る性能を知る必要がある。

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

### 2. 研究の概要

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

このため、次の事項を研究目標としている。

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

### 3. 研究成果

研究目標を実現するため、次の事項を実施した。

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

#### 3.1 監視システムや運用方式の標準化動向の調査

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

特に、ICAO の機上監視タスクフォース (ASTAF: Airborne Surveillance Task-Force) 会議や航空監視パネル ASP の作業部会では、監視システムの技術性能要件を調査するとともに、調査結果報告の執筆担当として次の ICAO 文書の作成や改定に寄与した。[2-19]

- ・ Doc.9994 機上監視応用マニュアル案 (ASTAF)
- ・ Doc.9863 ACAS manual 改訂案 (ASP/WG)

この他に、RTCA/EUROCAE RFG (Requirement Focus Group: 要件検討会議) に参加し、性能要件の検討に寄

与しつつ監視システムの開発状況などの情報を収集した。

これらの調査結果は、航空局が開催した CARATS 監視アドホック会議にて機上監視応用の導入に関する今後の検討日程の立案に活用された[27-31]。また、総務省による無線設備規則の改定にも活用された[24-26]。

### 3.2 監視システムの技術性能要件の開発

運用方式の標準化における技術的根拠の確立のための調査研究は、運用方式（監視応用方式）につき約 50 人×3 年を要するため、当研究所のみでは実施できない規模の作業である。このため、前述の RFG に参加し、国際共同作業の一員として信号環境や無線機器関連の情報を提供する活動をした。RFG の作業は、洋上の ITP (In Trail Procedure)に加えて、飛行中(AIRB: Airborne), 着陸経路(VSA: Visual Separation Approach), 空港面(SURF: Surface)のそれぞれにおける航空交通状況認識改善(ATSA: Air Traffic Situational Awareness)など、機上監視の導入初期に用いられる運用方式の安全性や機器性能に関する分析が中心であった。RFG の成果は、RTCA/EUROCAE から SPR や SPIR (Safety, Performance and Interoperability Requirements) として出版された。

RFG は平成 24 年に活動を終了したが、RFG の検討結果は SASP や ASP など関連 ICAO 会議に報告され、ICAO 標準化の基礎になった。ASTAF は、平成 22 年の会議設置直後に、ICAO が機上監視を導入する際に必要な標準化戦略について RFG 報告を元に勧告をまとめた。特に導入による経済的効果が大きいと見込まれた ITP 運用方式については、この勧告とほぼ同時期に SASP にて討議が開始された。また、ASTAF は、RFG の成果を ICAO/OPSP にも紹介し、ITP, AIRB, VSA, SURF の 4 種類の運用手順標準化作業を提案した。これらの ASTAF の活動では、RFG 参加経験者として技術性能要件や検討経緯を説明した。さらに、ITP に関する ICAO サーキュラー325 の他、ANNEX や運用マニュアル (PANS-ATM や PANS-OPS) の改定案作成を支援し、平成 25 年にはこれらに関する各国への意見紹介も開始されるに至った。

ICAO での活動とは別に、監視システムの技術性能要件の項目を、SPIR を基に試算した。特に、最も基本的な空対空監視の応用例として飛行中のパイロットの目視支援に着目し、これに必要な監視システム性能を RFG の報告書から換算し、実現可能性の事例を報告した[59]。

本研究課題が開始される直前まで参加活動していた ICAO/ASP/RSPTF (Required Surveillance Performance Task Force) の成果は、ICAO より先に欧州監視システム仕様

(EUROCONTROL-SPEC-0147) に活用された。この仕様では、RSPTF の成果のみならず ISO13236 の手法も取り入れられ、監視情報提供の観点から技術要件を整理していた。この手法は、監視、通信、航法、管制情報処理システムなどに共通に用いることができると期待され、今後の技術要件のまとめ方として発展が期待できる。

### 3.3 監視性能の測定手法の開発

監視情報の信頼性の指標として、有用性、連続性、完全性などが用いられる。完全性は許容誤差とともに規定されるが、欧州の監視システム仕様の例では  $4 \times 10^{-8}$  に相当する非常に低い確率が誤り率として規定されている。仕様に規定された誤り率の測定結果を統計的検定する事を想定して必要な測定回数を求めた結果、検定の厳しさによっては 100 億回を超える測定回数を必要とし[46]、監視システムの納品検査期間内に完了できない。

そこで、監視システムの性能を測定する参照点を監視システムの出力から内部に変更し、測定値を換算する手法を開発した。監視システムの内部は、監視センサとその出力情報の信頼性等を改善するための監視情報処理の 2 段階に整理できる。監視センサの出力にて検出率や誤検出率を測定できれば、ベイズの定理と監視情報処理方式の状態遷移モデルなどを用いて監視システムの出力における性能値に換算できる [45]。これにより、厳しい検定を想定しても測定時間を数日以内に短縮可能である。

監視センサの誤検出率の測定では、受信信号に発生する干渉の性質が測定精度に影響する。そこで、干渉の発生状況など信号環境の測定結果を基に得られた統計モデルを忠実に再現する事を目指し、試験信号用の干渉発生回路を経済的に実現する方式を開発した[47]。

#### 3.4 1030/1090MHz 信号環境測定と監視性能予測

監視システムが使用する 1030/1090MHz 帯域の受信信号波形を記録分析し信号環境の実態を知るため、飛行実験を実施した。平成 22 年度の実験では、稚内から石垣島までの主要な航空路にて 1030MHz 帯域のデータを収集した。しかし、東日本大震災による実験用航空機の喪失により、測定活動は一時中断した。その後、平成 25 年度に実験用航空機を更新することができ、新しい信号環境記録用の測定機器を搭載することもできた。平成 25 年度末には、信号環境測定を再開することができ、1090MHz の受信波形データを記録できた。

測定記録された信号環境を再生することも可能であり、今後の監視性能測定や機器試験の際に必要な干渉ベ



ンチ試験等に活用できる見通しを得た。

また、信号環境予測にマルチパスの影響を正確に反映するため、電波伝搬分析ソフトウェア RapLAB を導入し、空港面の信号環境予測計算に活用した。

信号環境に関する知見は、我が国から ICAO ANConf12 会議に提出された文書[1]、無線機器の干渉に関する情報交換[21-23]、学会報告[39-44, 48-51]に反映された。

### 3.5 航空機動態情報の取得蓄積と信頼性評価

飛行速度に代表される航空機動態情報などモード S トランスポンダを経由して提供される監視情報は、将来の空域や航空機の運用において多様な活用方法が期待されている。監視情報の信頼性は、監視情報を活用する運用方式の安全性評価などに使用される監視性能項目であるため、その実力値の確認が課題になっている。

そこで、当研究所の実験用 SSR モード S を活用している研究課題「ハイブリッド監視技術の研究」と所内連携して、監視情報の信頼性の直接測定を試みた。本研究課題より、航空機からダウンリンクされる情報を記録蓄積および分析するソフトウェアを提供し、継続して動態情報等のデータを蓄積中である。

約 2 年間の継続測定の結果、情報の項目に応じて値は異なるが、概ね  $10^{-6}$  程度の誤り率が観測されている。ADS-B が提供する監視情報も同様の誤り率になると仮定し、航空機搭載の ADS-B-IN が提供する情報を検証するために二次レーダ監視方式の ACAS の監視情報を用いる方式の可能性や技術条件について知ることができた。

## 4. 考察等

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

### 主な掲載文献

- (1) Japan: “Proper Management of Radio Spectrum Environment”, ICAO AN-Conf/12, WP, November, 2012
- (2) ICAO/ASTAF: “Manual on Airborne Surveillance Applications”, ICAO AN-Conf/12, IP, November, 2012
- (3) S. Ozeki, J-M. Loscos: “CHANGE PROPOSAL TO ACAS MANUAL (Doc. 9863) AFTER THE LATE INPUT TO STATE LETTER 57e”, ICAO ASP/WG, April 2010
- (4) S. Ozeki: “Effect of Multipath Echoes on Transponder Decoder”, ICAO ASP/WG, April 2010
- (5) T. Koga, et.al.: “RA downlink Evaluations with the ENRI

Experimental SSR mode S”, ICAO ASP/WG, April 2010

- (6) S. Ozeki: “SI unit Conversion for section 3.16 of Doc.9863”, ICAO ASP/WG, April 2010
- (7) S. Ozeki: “Consideration on the compatibility between UAS and ACAS”, ICAO ASP/WG, October 2010
- (8) S. Ozeki: “AS functional diagram for ASM”, ICAO ASTAF, February 2011
- (9) S. Ozeki: “Revised Functional Diagram for ASM”, ICAO ASTAF, July, 2011
- (10) S. Ozeki: “Amendment to draft surveillance roadmap on state aircraft issues”, ICAO/ASTAF, October, 2011
- (11) S. Ozeki: “AS Functional Architecture”, ICAO ASTAF, February, 2012
- (12) S. Ozeki: “Description on ADS-B”, ICAO ASTAF, February, 2012
- (13) S. Ozeki: “Unequipped Aircraft Considerations”, ICAO ASTAF, February, 2012
- (14) S. Ozeki, K. Yamamoto: “R&D activities in ENRI for Seamless ATM”, ICAO ASIA/PACIFIC AD-HOC Seamless ATM meeting, August 2011
- (15) Ozeki, Miyazaki, Uzui: “Consideration on the compatibility between UAS and ACAS”, ICAO ASP/WG, April, 2012
- (16) Ozeki, Loscos: “Revised Description on ADS-B”, ICAO ASTAF, June, 2012
- (17) Ozeki, Loscos: “Revisions for Unequipped Aircraft Considerations”, ICAO ASTAF, June, 2012
- (18) Ozeki, Vallauri: “Revised Section for AS Functional Architecture”, ICAO ASTAF, June, 2012
- (19) Ozeki: “ASTAF Comments on Draft V2”, ICAO ASTAF, June, 2012
- (20) S. Ozeki: “Effect of power deviation on link reliability of TCAS surveillance”, RTCA SC186 WG4, Flimsy, April, 2011
- (21) S. Ozeki: “State Letter Discussions”, JTIDS / MIDS Multi-National Working Group, May 2010
- (22) S. Ozeki, T. Otsuyama: “Excess Pulse Duty Ratio at Close to Airport”, JTIDS/MIDS Multi National Working Group 2011, Spectrum Access Sub-WG, May, 2011
- (23) S. Ozeki, T. Otsuyama: “Potential Solutions for de-confliction”, JTIDS/MIDS TI meeting, June 2011
- (24) 小瀬木: 「ICAO ANNEX10 改訂 85 の背景」, 総務省情報通信審議会技術分科会航空無線通信委員会監視作業班, 平成 22 年 6 月
- (25) 小瀬木: 「ACAS への在天上判定の影響」, 総務省情報通信審議会技術分科会航空無線通信委員会監視作業班, 平

成 22 年 9 月

- (26) 小瀬木：「MLAT と WAM について」，総務省情報通信審議会技術分科会航空無線通信委員会，平成 25 年 4 月
- (27) 小瀬木，住谷，古賀，大津山，伊藤：「機上監視に関する国際動向」，国土交通省航空局 CARATS 監視アドホック会議，平成 22 年 9 月
- (28) 小瀬木，住谷，古賀，大津山，伊藤：「機上監視に関する国際動向と高密度運用」，国土交通省航空局 CARATS 第 2 回高密度運行 WG，平成 22 年 9 月
- (29) 小瀬木：「ATSA 等導入のメリット／デメリット」，CARATS 監視アドホック会議，平成 24 年 11 月
- (30) 小瀬木：「ATSA 等研究成果－SPIR に見る効果的導入の条件」，CARATS 監視アドホック会議，平成 24 年 11 月
- (31) 小瀬木：「機上監視実現のために必要な搭載品と地上設備」，CARATS 監視アドホック会議，平成 24 年 11 月
- (32) 小瀬木：「次世代運航 TF 作業の考え方と経緯」，NEDO 航空機分野の戦略作成調査 装備品作業部会，平成 23 年 2 月
- (33) 小瀬木：「適用技術リスト」，装備品技術分野作業部会，平成 23 年 11 月
- (34) 小瀬木：「適用技術サマリーおよび技術開発計画」，装備品技術分野作業部会，平成 24 年 1 月
- (35) 小瀬木：「会議参加報告 ICAO ASTAF1」，国土交通省航空局 ICAO/ASTAF 報告会，平成 22 年 6 月
- (36) 小瀬木：「会議参加報告書 ACP/WG-F27」，国土交通省航空局，平成 24 年 10 月
- (37) 小瀬木：「RTCA/EUROCAE ASA/GSA-RFG 第 25 回会議会議概要報告書」，国土交通省航空局，平成 22 年 10 月
- (38) 小瀬木：「JTIDS 干渉からの保護－MLAT の場合」，航空局技術管理センター準備室，平成 22 年 7 月
- (39) 大津山，小瀬木：「飛行実験による GPS-L5 帯域の信号環境評価」，電子情報通信学会論文誌 B，Vol.J95-B No.11 平成 24 年 11 月
- (40) S. Ozeki: “Error Compensation for 1030 MHz Signal Environment Estimation”，ICSANE2010, October, 2010
- (41) S. Ozeki: “Effect of multi-channel interference sources to a narrow band victim receiver”，ICSANE2011, October, 2011
- (42) T. Otsuyama, S. Ozeki: “An analysis of signal environment of GPS-L5 band during flight experiments”，ICSANE2011, October, 2011
- (43) Ozeki: “Integrity of ATCRBS reply data under interference environment”，ICSANE2012, Oct., 2012
- (44) Otsuyama, Ozeki: "A Study of Evaluation Method for GPS-L5 Signal Environment during Flight Experiments", ICSANE2012, Oct., 2012
- (45) 小瀬木，古賀，大津山，本田，住谷：「トラック処理を配慮した監視情報インテグリティ算出法」，電子情報通信学会 SANE 研究会，平成 25 年 12 月
- (46) 小瀬木，古賀，大津山，本田，住谷：「空域監視情報のインテグリティ測定のための試行回数」，電子情報通信学会 SANE 研究会，平成 26 年 1 月
- (47) 小瀬木，古賀，大津山，本田，住谷：「1090MHz 非同期干渉試験のための信号源設計手法」，電子情報通信学会 SANE 研究会，平成 26 年 4 月
- (48) 小瀬木，大津山，古賀，住谷：「監視性能が時間変化する場合の監視情報の信頼性」，電子情報通信学会総合全国大会，平成 24 年 3 月
- (49) 大津山，小瀬木：「飛行実験により測定した GPS-L5 帯域の信号環境」，電子情報通信学会総合全国大会，平成 24 年 3 月
- (50) 大津山，小瀬木：「GPS-L5 帯域信号環境評価手法の一考察」，電子情報通信学会ソサエティ大会，平成 24 年 9 月
- (51) 小瀬木，本田，大津山，古賀，住谷：「4D トラジェクトリ管理に対応する監視システムの性能要件項目」，電子情報通信学会ソサエティ大会，平成 25 年 9 月
- (52) 小瀬木：「UAS の通信に関する技術課題」，日本航空宇宙学会第 51 回飛行機シンポジウム，平成 25 年 11 月
- (53) 小瀬木，福田，宮津他：「無人航空機の運航技術における課題と展望(前編)」，日本航空宇宙学会誌，平成 26 年
- (54) 小瀬木：「航空機運用や航空管制を支える無線機器」，日本機械学会第 54 回イブニングセミナー，平成 25 年 9 月
- (55) 小瀬木：「空港及び航空機における無線利用システムの概要」，総務省情報通信政策研究所，平成 24 年 4 月
- (56) 小瀬木：「空港及び航空機における無線利用システムの概要について」，総務省情報通信政策研究所，平成 25 年 4 月
- (57) 小瀬木：「ATM/CNS に関する最近の研究動向」，航空保安大学校特別講義，平成 22 年 11 月
- (58) 小瀬木，大津山，古賀，住谷：「航空無線航法用周波数の電波信号環境に関する研究」，平成 22 年度電子航法研究所報告会，平成 22 年 11 月
- (59) 小瀬木，大津山，古賀，住谷，伊藤：「監視システムの性能要件に関する一考察」，電子航法研究所研究発表会，平成 23 年 6 月
- (60) 小瀬木，古賀，大津山，本田，住谷：「監視システムの技術性能要件の研究」，電子航法研究所研究発表会，平成 26 年 6 月

航空管制官の業務負荷状態計測手法の開発【重点研究】

担当領域 監視通信領域  
 担当者 ○塩見 格一, 佐藤 清, 青山 久枝 (航空交通管理領域),  
 井上 諭 (航空交通管理領域)  
 研究期間 平成 22 年度～平成 25 年度

1. はじめに ——研究開発の経緯・現状と背景——

発話音声による発話者の心身状態評価技術は、1998 年に開始した(株)オービス総研との共同研究における現象の発見以来、幾つもの共同研究者と実用化を目指して当所が主導的に進めてきたものである。～2006 年に(財)鉄道総研と実施した疲労計測実験において、発話音声から算出する指数値 (CEM 値) が発話者の“眠気度”に良く相関する事を確認し、その成果は 2008 年にワシントン D.C. において開催された米国連邦航空局 (FAA) 航空安全フォーラムで紹介された。米国国家運輸安全委員会 (NTSB) は 2008 年の安全勧告において、パイロットの健全性を実証的な技術により管理することを求めており、米国航空医学研究センター (CAMI) 等がこれに対応する研究を進めていた。CAMI においても、当所とは異なる処理方式ながら、発話音声分析による乗務員の疲労度評価を行っており、2013 年に FAA に提出された報告書では、音声分析の有効性が述べられている。なお、同報告書には他の手法による幾つかの技術と共に当所技術も参照されている。<sup>1)</sup>

筆者は、当所技術がユニークな技術である事により、他の技術と相補的に利用することで、音声分析結果の信頼性の向上に有効と考えている。

2. カオス論的な音声信号処理技術

今日、音声分析と言えば、基本周波数やフォルマント周波数の変化、その変化パターンを評価する技術が一般的であるが、当所では、時系列信号としての音声データからターケンスの埋込み定理に従って再構成するストレンジ・アトラクタ (図 1 参照) を評価する音声分析技術の開発を進めて来た。<sup>1,2)</sup>

ターケンスの埋込み定理は、適正に再構成された音声のストレンジ・アトラクタが人間の発話機能の

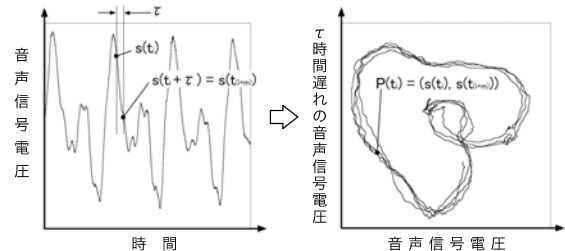


図 1 音声信号とそのストレンジ・アトラクタ

ダイナミクスを表現したものであることを数学的に保証しており、我々は、これを分析することにより、発話機能に影響を及ぼす心身状態の定量化を目指している。<sup>1)</sup>

CEM 値は、発話者の覚醒度に相関して変化することが、臨界フリッカ周波数 (CFF) 値との相関性から確認されており、2014 年度には、サーカディアンリズムが CFF 値に与える様な影響を CEM 値においても観測することを目的として実験を行った。<sup>2,3)</sup>

3. 昼夜転倒実験とその結果

本実験は斑尾所在のログジ 1 棟を借りて、全ての窓を塞いで遮光し、テレビや時計等の時刻の分かるものも全て撤去して、外界と遮断した環境を作り、被験者と実験者が閉じ籠り行った。図 2 は昼夜転倒実験のタイムテーブルであり、実験は男女各 8 名 (男: 26.1±6.4 才, 女: 21.9±1.6 才) の被験者により実施した。実験では、実験開始以降、被験者は 14 時間起きていて 7 時間寝る生活を 8 回繰り返

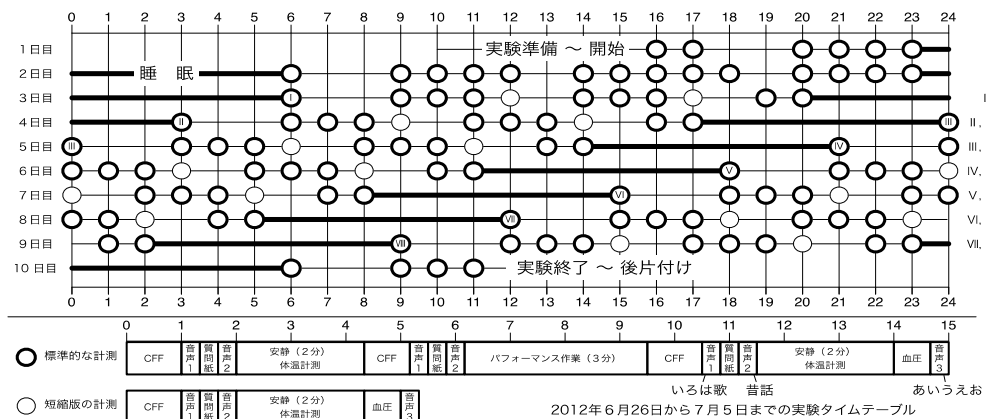


図 2 サーカディアンリズムの影響を観測する昼夜転倒実験のタイムテーブル

す。14 時間の活動時間中には、3 回の食事と入浴の時間が設定されており、これらを除いて約 1 時間毎に音声を含むデータ収録作業を行っている。

ICAO Annex 6 において、「疲労は、睡眠の不足または長時間の覚醒、精神的・肉体的な活動に伴うワークロード等に起因する、安全に係る業務の遂行能力などを損なう可能性のある、精神的・肉体的パフォーマンスが低下した生理学的状態」と定義されている。そこで本実験においても作業パフォーマンスの変化を計測することにより疲労度や覚醒度の推定が可能と考え、航空管制業務と構造的に似た（耳で情報を聞いて、何等かの判断を行い、目で情報を確認し、声で応答しながら、ポインティング・デバイスにより入力を行う。）パフォーマンス評価作業を設定した。

パフォーマンス評価作業では、音声で 2 つの数字が呈示され、被験者は暗算により 2 つの数字を加えて、1 位の数字を発話し、ディスプレイ上に 30 個標示される数字ボタンから、発話した数字のボタンを見付けて、これにタッチする。

図 3 と図 4 は実験結果としての朗読 CEM 値の日内変化と、作業発話 CEM 値の日内変化、パフォーマンス評価作業として実施した暗算課題の 3 分間当たりの応答回数の日内変化を世界時間を横軸としてプロットしたものである。

図 3 においては、朗読音声の CEM 値においては明確な性差が見られたため、縦軸を男性と女性で区別したプロットを示している。図中の曲線は 3 時間幅の移動平均値を補間プロットしたものであり、男性に比較して女性の方が 24 時間周期は明確であり、サーカディアンリズムの影響は強い様に思われる。

図 4 は、作業発話の CEM 値と作業パフォーマンスとしての暗算回答数の日内変化をプロットしたものであり、男性の暗算回答数の変化はサーカディアンリズムの影響を示しているが、CEM 値の変化には 1 日が周期のパターンは見られない。女性の方が CEM 値の変化パターンと回答数の変化パターンはよく似ており、女性において、より強いサーカディアンリズムとの相関が見られるようだ。

CEM 値は、信号処理パラメータの設定により、その絶対値が変化するため、相対的な変化により覚醒度の低下等を検出する事が可能と考えられる。また、音声の主作業において発話されたものか、或いは副作業において発話されたものか、の違いにより CEM 値の変化に差異が生じる事も確認されている。本実験結果においては更に、男性は朗読 CEM 値の平均値が 950、作業発話 CEM 値の平均値が 810 と大きく異なっているのに対して、女性では朗読 CEM 値が 860、作業発話 CEM 値が 830 と値間の差異が小さくなっており、発話に掛る脳機能において、従来から確認されていた「朗読 CEM 値の絶対値は男性に比較して女性の方が小さ

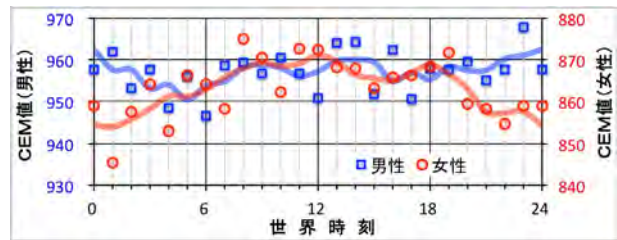


図 3 朗読 CEM 値の平均日内変化

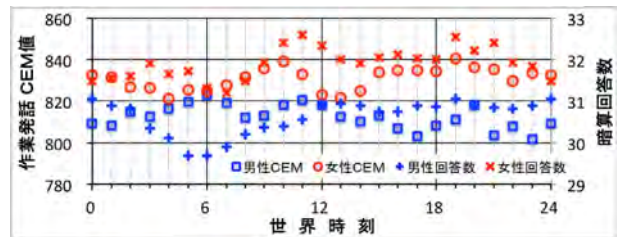


図 4 作業発話 CEM 値と暗算回答数の平均日内変化

い事」以外にも、また別な尺度における何等かの差異の存在が示唆される結果となった。

#### 4. おわりに

本研究においては、航空管制官の心身状態（総合的な健全性）の評価を可能とする発話音声分析技術の開発を目的としたが、現時点においては残念ながら、発話音声分析のみでは「覚醒度が低下している状況の評価」以上の総合的な評価を行うことは難しい、と結論される。しかしながら、「居眠り防止」を目標とするシステムについては、十分に実現可能であると考えられる実験結果も得られた。

また、共同研究の成果として、発話音声分析技術に広範な応用・適用分野が存在することが明らかになった。

#### 掲載文献

- (1) H. P. Greeley, and et. al., “Field Study Evaluation of Cepstrum Coefficient Speech Analysis for Fatigue in Aviation Cabin Crew”, Civil Aerospace Medical Institute, Federal Aviation Administration, Oklahoma City, OK 73125.
- (2) 塩見, 佐藤, 及川, 阿部, “音声のカオス論的指数値による心身状態評価に関する研究 (1-4)”, 日本人間工学会 第 54 回大会.
- (3) 塩見, 他 “心身機能に対する実験的昼夜転倒の影響 (1-7)”, 日本人間工学会関東支部 第 43 回大会.
- (4) K. Shiomi, “Air Traffic Controllers’ Workload on the Period of ATC Paradigm Shift”, 12th International Probabilistic Safety Assessment and Management Conference, Hawaii, USA, 2014.



## ハイブリッド監視技術の研究【重点研究】

担当領域 監視通信領域

担当者 ○古賀 禎, 宮崎 裕己, 松永 圭左, 角張 泰之, 呂 暁東

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

### 1. はじめに

近年、放送型自動従属監視システム(ADS-B)やワイドエリアマルチラレーションシステム(WAM)などの新しい航空機監視システムが出現し、その導入を目指した研究開発が各国において進められている。新システムはSSRモードSなどの現用システムと比べて監視性能が向上しており、その導入により航空交通の一層の安全性と効率性の向上が期待できる。このため、現用システムから新システムへの移行は段階的に進み、各システムの特徴を生かした複合型(ハイブリッド)の監視体制が構築、運用されることが想定される。

本研究では、複合型監視体制下において、現用システムと新システムの協調により信頼性の高い監視を実現する技術を開発する。また、実システムを用いた実験により開発技術の有効性を実証する。

### 2. 研究の概要

ハイブリッド監視技術の研究では、2つの技術(監視情報の統合技術と信号環境の改善技術)について検討を行う。

#### 2.1 監視情報の統合技術

SSR,WAM,ADS-Bは、異なる測位方式を用いており、測位精度・頻度・誤差などの特性がシステムによって異なる。SSRは、質問応答の往復時間から距離、アンテナの方位から角度を求め、 $\rho$   $\theta$  測位を行なっている。WAMは航空機から発射された電波が、地上の受信局に到達する時間の差(TDOA)により、複数の双曲線を求め、その交点から位置を求める。ADS-Bは、航空機に搭載されたGPS受信機によって測位した位置を、拡張スキッタと呼ばれる信号により、航空機から放送する。

それぞれのシステムの監視覆域も異なる。SSRは、レーダを中心とした逆円錐形の領域が監視覆域となる。WAMは、地上局に囲まれた範囲が最精度よく監視できる領域であり、この範囲の外側に行くにつれて測位精度が劣化する。このため、多くの場合、地上局に囲まれた範囲を監視覆域とする。

ADS-Bは、航空機からの信号が到達する範囲が監視領

域となる。航空機を中心とした円筒内が、その覆域となる。

このように、それぞれのシステムは異なる特性をもち、長所と短所がある。監視情報の統合技術は、それぞれのセンサの長所を掛け合わせるにより、高頻度・高精度・高信頼性を持つ航空機の監視情報を管制官に提供する。

#### 2.2 信号環境の改善技術

SSR,WAM,ADS-Bは、測位に同じ信号(1090MHzのモードS信号)を使用する。

初期の複合環境においては、それぞれのシステムは独立して運用され、非同期に信号の送受信を行う。

SSRは、地上局の質問信号を送信し、これを受信したトランスポンダが1090MHzの応答信号を送信する。ADS-Bは、トランスポンダが一定周期で自律的に信号を発信する。WAMは、主として、SSRやADS-Bなどによりトランスポンダが発信した信号を用いるが、WAM自身が質問送信を行い、応答信号を引き出す技術なども検討されている。このように、それぞれのシステムが独立して信号の送受信を行う。

航空機数や地上局が増加した場合、応答信号の増加による信号環境の悪化が懸念されている。信号環境の悪化は、信号干渉を引き起こし、監視システムの性能の低下の要因となる。中でも、ADS-Bは、信号環境悪化の最も影響を受ける。ADS-Bは、高精度・高頻度の監視が出来る上、空対空監視にも利用できるなどの他の監視システムにない特徴から、その利用が期待されている。ADS-Bの運用には、信号環境の改善が不可欠である。

信号環境の改善技術では、互いに独立して運用されているシステムを地上ネットワークで接続する。それぞれのシステムは、他のシステムからの情報を用いて、協同的に運用を行うことなどして、応答信号を削減し、信号環境を改善する。

### 3. 研究成果

#### 3.1 信号環境改善技術の開発

平成25年度は、WAM及びADS-Bからの監視情報を用いて、SSRモードSに対して離陸航空機の初期捕捉を支援する機能（新機能）の実装を行った。この機能は、多様な監視システムが航空機の位置など監視情報を共有するハイブリッド技術をさらに拡張し、監視結果の情報共有のみならず、初期捕捉など監視準備段階の情報まで共有できるように進化したものである。航空機の監視開始位置を定める初期捕捉は、電波伝搬が不安定な状態で行われ、高い信頼性の監視情報を得るためには多量の信号送受信が必要である。図に示すように、当研究所の実験システムにおいては、低高度で航空機を捕捉済みのOCTPASS、WAM、ADS-Bなどの監視システムから低高度の監視が困難なSSRモードSに航空機位置情報を提供し、そこから監視を開始することで初期捕捉に必要な大量の信号送受信を省略できるようにした。本機能により、SSR応答を削減できる。

#### ・信号環境改善技術の性能評価

当研究所の実験用SSRモードS地上局を用いて実装した機能の評価試験を行った。数十航跡のデータを解析したところ、航空機の監視において、目標通りの5%以上のSSR応答の削減と従来の性能で監視ができることを確認した。この新機能の性能については空港とSSRの位置関係などに応じて削減効果が異なる現象も新たに発見されたことから、更なる評価解析を進めている。

### 3.2 統合技術の改善

本件では、実験データをもとにして、統合処理の課題抽出と改善を行った。平成24年度に製作した統合監視処理装置の実験システムを用いて、在空航空機の監視測位性能についての評価実験を行った。評価の結果、各センサでバイアス誤差をより改善する必要があることが分かったため、バイアス誤差推定手法などの検討を進め、考案したバイアス誤差の補正により、統合監視処理装置の監視性能の向上が可能となった。

### 3.3 監視情報の信頼性情報の検証

将来の監視システムにおいては、DAPsやADS-Bなど航空機から提供されるデータに依存する方式が多く見られ、特に航空機動態情報の質が将来のトラジェクトリ運用の導入効果や安全性に影響するといわれている。航空機動態情報（航空機から配信される速度、方位、高度などの情報）の信頼性を検証する手法についても平成24年度に引き続き検討を行った。今後の異常データの原因分析などに必要となる航空機搭載応答装置を分類する手法を提案した。この分類によるデータは、今後、ADS-Bなど航空機側の情報に依存するシステムにおける監視情報の利

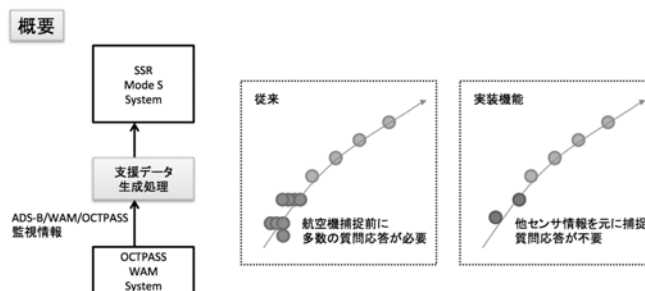


図 Y. 信号環境改善のシステム構成と動作概要

従来は、一括質問（図中●）により初期捕捉した後、個別質問（図中●）に移行する。実装機能により、支援データを用いて個別質問（図中●）を行うことで、一括質問なしで捕捉を開始する。

用法を検討する上で重要なデータとなる。

#### 4. まとめ

平成25年は、主として信号環境改善技術の開発を進めた。さらに、実航空機の監視データにより、追尾性能の評価を行った。この他に、統合技術の改善や監視情報の信頼性情報の検証などを行った。

今後は、初期補足を支援する機能を向上させ、SSR遠方空域における航空機からの信号を抑圧し、信号環境を更に改善することを目指す。また、統合監視処理装置による処理結果を分析評価し、その性能改善を継続する。さらに、航空機動態情報の信頼性改善に寄与できる原因分析を目指して、蓄積されたデータの分析評価を進める。

以上の研究を通して、多様な監視方式が併用される将来の統合された監視システムに活用でき、移行期においても監視性能を維持できるハイブリッド技術の確立を目指す。

#### 掲載文献

- (1) 松永他: “DAPs 利用のための有効性評価と課題”, 平成25年度電子航法研究所研究発表会, 平成25年6月
- (2) 呂他: “高信頼航空交通監視のためのADS-Bを用いたレーダ校正技術について”, 電子情報通信学会宇宙航行エレクトロニクス研究会, 平成25年1月
- (3) 古賀: “SSRモードSトランスポンダによる情報配信について”, 電子情報通信学会宇宙航行エレクトロニクス研究会, 平成25年1月
- (4) 松永他: “静的情報試験を用いたダウンリンク航空機動態情報有効性評価”, 電子航法研究所報告第131号, 平成26年2月

## WiMAX技術を用いたCバンド空港空地通信網に関する研究【重点研究】

担当領域 監視通信領域

担当者 ○住谷 泰人, 金田 直樹, 森岡 和行, 米本 成人, 河村 暁子, ニッ森 俊一

研究期間 平成24年度～平成27年度

### 1. はじめに

現在、航空機と地上管制機関を結ぶ空地通信網の性能は最高30kbps程度であり、地上で利用される汎用通信システムと比較し、低速な通信システムが利用されている。こうした中、今後、航空交通量の増加に伴って、特に航空機密度の高い空港周辺を中心に、航空通信量の増加が懸念される。このため、空港全域をカバーし、航空管制用通信にも適用可能な将来の航空通信システムが、ICAOやRTCA等で航空用標準規格の仕様検討と研究開発が始められている。このシステムはAeroMACS(Aeronautical Mobile Airport Communication System)と呼ばれ、WiMAX技術(IEEE 802.16-2009規格準拠)の汎用高速通信規格で検討が進められた移動体通信システムである。このシステムはMLS(Microwave Landing System)と同じCバンドの周波数を利用することが予定されている。

AeroMACSの導入に際しては、既存技術であるWiMAXを活用した経済的な開発が求められている。また、覆域の改善及び通信の高速化を図るため、従来の単一アンテナのみならず複数のアンテナを利用することが検討されている。このため、空港域における基地局配置の最適化検討と共に、移動中の航空機や電波伝搬の影響を評価する必要がある。

### 2. 研究の概要

本研究では、AeroMACSのプロトタイプを開発する。また開発にあたってWiMAX技術やAeroMACS信号を解析し、その結果をもとに国際規格策定に参画し、実際に利用するアプリケーションを想定した評価を行う。本年度は4ヵ年計画の2年目であり、以下のことを行った。

- ・ AeroMACS信号実験システムの性能評価
- ・ AeroMACSプロトタイプ的设计開発
- ・ WiMAX技術の検討
- ・ AeroMACSの動向調査及び技術提案

### 3. 研究成果

#### 3.1 AeroMACS信号実験システムの性能評価



図1 AeroMACS信号実験システムから推定される伝送速度(出力1W)

平成24年度に構築したAeroMACS信号の送受信実験システムの受信機を変更するなど送受信実験システムについて、複数の追加検討を行った上で、性能を評価した。この実験システムは一方方向の通信システムであり、仙台空港に隣接する当研究所岩沼分室内の実験塔に固定送信局が設置され、移動可能な計測車に受信局が設置されている。計測車が空港内を走行しながら、送信局から発射されるAeroMACS信号を受信することで、空港内の見通しエリアや信号が届きにくいブラインドエリア等、空港内のAeroMACS信号の電波伝搬状況が解析できる。図1に、この実験システムから出力1Wで信号を送信した実験結果に基づき推定される伝送速度を示す。図1の●は走行中の計測車が信号を受信した位置である。●の色は実験結果から推定される伝送速度を示しており、赤色の速度が最も速く、黄、緑、青の順で低下する。滑走路両端や空港ターミナル付近の見通し外エリアに、信号が伝送できないほど著しく速度の低い青色の箇所が複数見られる。これらは格納庫や空港ターミナル等の建物及び樹木の影響である。

#### 3.2 AeroMACSプロトタイプ的设计開発

AeroMACSの実験用プロトタイプについて、設計に着手し、プロトタイプ開発を開始した。プロトタイプはAeroMACS認証サーバ等の基幹ネットワーク部、AeroMACS基地局、AeroMACS端末から構成される。AeroMACS端末は基地局を経由して、基幹ネットワーク



部により認証され、双方向通信を行うことができる。プロトタイプ開発は平成26年度までの2か年で実施し、平成26年度にはプロトタイプを用いて実験する予定である。なお、平成25年度末には、図2に示すAeroMACS端末が完成したため、WiMAXテスト用計測器を用いて端末単体での性能評価に着手したところである。

### 3.3 WiMAX技術の検討

WiMAXの無線通信技術に関する予備的検討として、円柱で簡易モデル化した航空機胴体部を用いた電波無響室内の実験結果と、事前に測定済みの仙台空港での実機実験結果を比較し、複数アンテナに関する知見を得た。図2に無響室内の円柱を用いた航空機胴体部の1/2モデルを示す。奥の銀色円柱2本が航空機胴体を、円柱左側の銀色直方体が航空機の垂直尾翼を、手前の銀色水平板が地上を模擬している。手前のA1,A2は航空機上のアンテナ位置を、G1,G2,G3は地上のアンテナ位置を想定している。この結果、簡易モデルと実機の通信容量がほぼ同じ傾向を示し、簡易モデル化が可能になったことがわかった。

### 3.4 AeroMACSの動向調査及び技術提案

AeroMACSの議論当初より参画していた航空用技術基準会議(RTCA)の特別委員会(SC: Special Committee)223は平成25年6月に議論を終了した。この委員会の成果として、平成25年12月にAeroMACSのプロファイルが、平成26年2月にMOPS(Minimum Operational Performance Standards)が刊行された。また、ICAOの航空通信パネルに設けられた専門作業部会(ACP WG-S)の平成25年7月と10月の開催会議や、平成25年度に計4回実施したWeb会議に参画し、国際標準規格化の検討作業を行った。この検討作業では、AeroMACS信号実験システムを用いた実験結果に基づく信号強度や電波伝搬シミュレーション結果等を当所より報告した。これらの検討結果は、今後作成する国際技術マニュアル策定時の参考に用いられる予定で進められている。

### 4. おわりに

平成25年度は改良したAeroMACS信号実験システムを用いてAeroMACS信号の性能評価や、複数アンテナ及び高速移動時のWiMAX技術の検討を進め、国際標準規格の策定に参画すると共に、2か年計画でAeroMACSプロトタイプ的设计開発に着手した。この結果、空港内のAeroMACS信号の電波伝搬状況やWiMAX技術の検討結果を、ICAO等の国際標準規格検討会議や国内外の学会等



図2 開発したAeroMACS端末

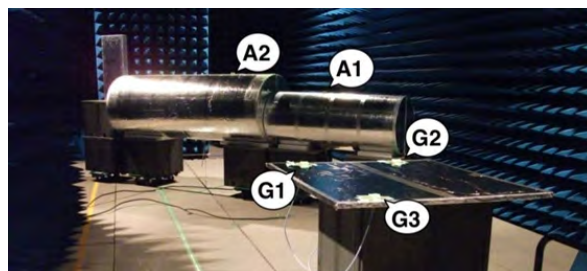


図3 円柱航空機胴体1/2モデルの電波無響室内実験

で報告した。さらに、設計開発に着手したAeroMACSプロトタイプのうち、開発が終了したAeroMACS端末は、WiMAXテスト用計測器を用いて端末単体での性能評価に着手した。平成26年度は残りのプロトタイプシステムの開発が終了するため、プロトタイプ全体での性能評価実験を行う予定である。

### 掲載文献

- (1) 住谷泰人: 新しい空港面用航空通信システム(AeroMACS)について、日本航空宇宙学会第44回年会講演会A10, 2013.4
- (2) N.Kanada, Y.Sumiya, N.Yonemoto, A. Kohmura, S.Futatumori, J.Honda and K.Okada: Signal Evaluation on Airport Surface in 5.1GHz Band, ICNS 2013, Apr. 2013
- (3) 住谷泰人: 将来の空港面用航空移動通信システム(AeroMACS)の技術動向、データリンクフォーラム東京2013, 2013.5
- (4) 金田直樹, 住谷泰人, 米本成人, 河村暁子, ニッ森俊一, 本田純一, 岡田国雄: 空港面におけるAeroMACS信号品質の評価, 平成25年度(第13回)電子航法研究所発表会講演概要, 2013.6
- (5) Y.Sumiya, N.Kanada, N.Yonemoto, A.Kohmura, S.Futatumori, J.Honda, K.Morioka, K.Okada and M.Shioji: Signal Evaluation of AeroMACS Test System in ENRI, ICAO ACP WGS3 WP09, Jul. 2013
- (6) 住谷泰人, 金田直樹, 米本成人, 河村暁子, ニッ森



俊一, 本田純一, 森岡和行: 将来の空港面用航空移動通信システム(AeroMACS)の技術動向, CARATS航空気象検討WG, 2013.7

- (7) N.Kanada, Y.Sumiya, N.Yonemoto, A. Kohmura, S.Futatsumori, J.Honda, M.Shioji and K.Okada: Signal Strength Evaluation in 5.1GHz Band, WiMAX Aviation 2013, Sep. 2013
- (8) 森岡和行, ニッ森俊一, 金田直樹, 河村暁子, 米本成人, 住谷泰人: 次世代航空無線技術の実現に向けた高速移動通信実験, 2013年電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2013.9
- (9) 金田直樹, 住谷泰人, 米本成人, 塩地誠, 河村暁子, ニッ森俊一, 森岡和行: 縮尺模型実験による5.1GHz帯の伝播損失測定, 2013年電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2013.9
- (10) 住谷泰人: 次世代航空通信システムの動向, 東京国際航空宇宙産業展2013, Oct.2013
- (11) N.Kanada, N.Yonemoto, M.Shioji, A. Kohmura, S.Futatsumori, K.Morioka and Y.Sumiya: Environments and Antennas of AeroMACS Signal Evaluation, ICAO ACP WGS4 WP05, Oct. 2013
- (12) 住谷泰人: 次世代航空通信システムの動向, 国土交通省, 総務省技術資料, 2013.10
- (13) 森岡和行, 金田直樹, ニッ森俊一, 本田純一, 河村暁子, 米本成人, 住谷泰人: 次世代空港面通信規格 AeroMACSの仙台空港における事前評価, 電子情報通信学会技術報告RCS, 2013.11
- (14) N.Kanada, K.Morioka, Y.Sumiya, N.Yonemoto, A. Kohmura, S.Futatsumori and M.Shioji: Scale Model Evaluation for Aeronautical MIMO System, 2013 Thailand-Japan Microwave Workshop, Dec.2013
- (15) K.Morioka, N.Kanada, S.Futatsumori, A. Kohmura, N.Yonemoto, Y.Sumiya and D.Asano: Performance Evaluation of AeroMACS using existing WiMAX System in Japanese High Speed Train, 2013 Thailand-Japan Microwave Workshop, Dec.2013
- (16) N.Kanada, K.Morioka, Y.Sumiya, N.Yonemoto, A. Kohmura, S.Futatsumori and M.Shioji: Effectiveness of Scale Model Experiments for Aeronautical MIMO Systems, 2014 International Workshop on Antenna Technology, Mar. 2014
- (17) K.Morioka, N.Kanada, J.Honda, S.Futatsumori, A. Kohmura, N.Yonemoto, Y.Sumiya and D.Asano: EVM and BER Evaluation of C-band New Airport Surface

Communication Systems, 2014 International Workshop on Antenna Technology, Mar. 2014

- (18) 住谷泰人: AeroMACSに関する研究開発動向, 航空無線79号, 2014.3
- (19) 金田直樹, 森岡和行, 住谷泰人, 米本成人, 塩地誠, 河村暁子, ニッ森俊一: スケールモデルによる空港用5.1GHzMIMOシステムの評価, 2014年電子情報通信学会総合大会, 2014.3

## 航空路監視技術高度化の研究【重点研究】

担当領域 監視通信領域

担当者 ○宮崎 裕己, 古賀 禎, 松永 圭左, 島田 浩樹 (国土交通省航空局),  
角張 泰之, 本田 純一

研究期間 平成 25 年度～平成 28 年度

### 1. はじめに

今後の航空交通管理の運用概念として軌道ベース運用 (TBO) が位置づけられており、TBOの実現においてはシームレス (継ぎ目のない) かつ高性能 (高頻度・高精度) な航空機監視が要求されている。このため航空機監視システムは、現用の二次監視レーダー (SSR) から、高性能な広域マルチラテレーション (WAM) への移行が進められており、更には衛星航法システム (GNSS) をベースとした高機能な自動位置情報伝送監視 (ADS-B) の導入も計画されている。しかしながら、これらの監視技術 (WAM/ADS-B) を航空路に適用する場合、海岸線沖合の覆域をSSR並に確保できる、高利得アンテナの開発が必要との課題がある。

一方、TBOにおいては機上・地上間での軌道情報の共有を可能とするデータリンクが必要不可欠であり、WAM/ADS-Bによる即時性の高いモードSデータリンクの実現が期待される。しかしながら、無指向性アンテナによる高頻度なデータの送受信は信号環境の悪化を招くとの課題があり、実用化には、必要な方向に送信を限定するセクタ型アンテナの開発が必要である。

本研究の目的は、WAM/ADS-Bの課題である海岸線沖合エリアの監視覆域を拡張するとともに、即時性の高いモードSデータリンクを実行可能とする高利得セクタ型アンテナを開発するものである。我が国の「将来の航空交通システムに関する長期ビジョン (CARATS)」では、航空路へのWAM/ADS-Bの導入およびTBOの実現が示されており、本研究を実施する意義は高い。

### 2. 研究の概要

#### 2.1 WAMとADS-Bの測位原理

図1にWAMとADS-Bの測位原理の概略図を示す。WAMは、航空機に搭載されたトランスポンダが送信する信号を、地上に配置された複数の受信局で検出して到達時刻を測定する。次に測定した到達時刻から受信局間の到達時刻差を求めて、航空機と各受信局との距離差に変換する。そして、距離差が一定との条件からなる双曲

線同士の交点を求めることで航空機の位置を算出する。

一方、ADS-Bは、航空機が自機の位置情報をGNSSから取得して、放送型データリンクを利用して送信する。送信された位置情報は、地上に設置されたADS-B受信局で検出され、この情報を基に監視が行われる。WAMとADS-Bは、トランスポンダから送信される同じ形式の信号が利用されるため、共用 (同時運用) が可能である。

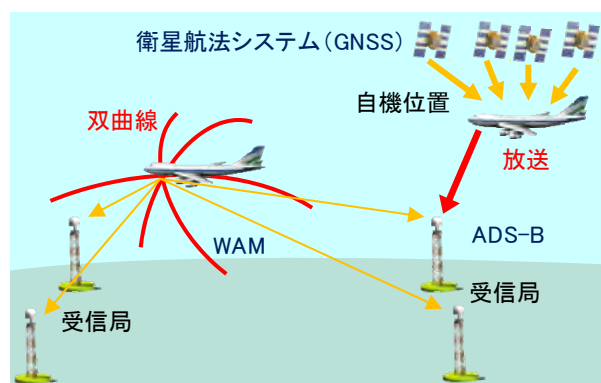


図1 WAMとADS-Bの測位原理の概略図

#### 2.2 海岸線沖合へのWAM/ADS-Bの覆域拡張

WAMは受信局配置の外側では、図2に示すように、双曲線がほぼ平行に交わるため測位誤差が増大する。加えて、計算解が得られない検出率の低下も発生する。これらに対して、質問から応答までの時間より得られる真円は双曲線とほぼ直角に交わる。このため、この真円をWAM測位に活用することで、測位精度と検出率の改善が可能となる。この測位方式はRangingと呼ばれ、本研究ではRangingに適した高利得アンテナを開発する。

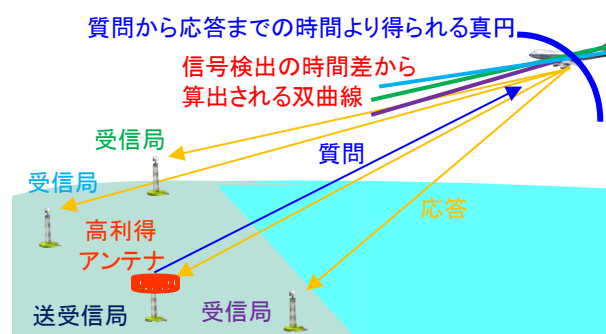


図2 Rangingによる測位精度の改善

### 2.3 WAM/ADS-BによるモードS データリンク

図3にモードS データリンクの信号フォーマットを示す。モードS データリンクは、SSR モードS の監視用信号フォーマットに 56 ビットのデータフィールドを加えてデータの送受が行われる。利点としては、既存の航空機監視インフラであるモードS 地上局と機上モードS トランスポンダを活用して、航空機監視と同時にデータ通信が行えることである。一方、課題としては、地上局アンテナの向きに依存してデータ通信のタイミングが制限されることである。この課題に対して、WAM/ADS-B は固定アンテナを用いるため、タイミングの制限がなく、即時性が高いモードS データリンクが実行可能となる。しかしながら、通常の無指向性アンテナで高出力かつ高頻度なデータ送受を行うと、質問・応答数の増加によるトランスポンダの占有が発生して運用環境が悪化する。このため、信号の送信方向を限定するセクタ型アンテナの開発が必要となる。

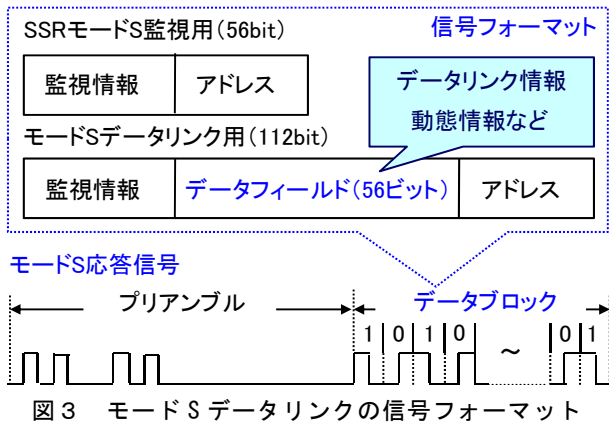


図3 モードS データリンクの信号フォーマット

## 3. 研究成果

平成 25 年度は、高利得セクタ型アンテナの開発に向けて実験用アンテナを試作するとともに、WAM/ADS-B 実験システム（既存）を実験用アンテナに対応させるための改修を加えた。

### 3.1 実験用アンテナの試作

本研究の中核となる高利得セクタ型アンテナについて、性能要求要件を検討して仕様書を取りまとめて、実験用アンテナの試作を進めた。最も重要な要件となるアンテナのビーム幅は、信号環境への影響とシステム複雑化のバランスを考慮して1セクタ：45°に設定した。次に利得値は、本研究の達成目標であるWAM 覆域：200NM以上、ADS-B 覆域：250NM以上を踏まえて17dBi以上に設定した。また、実運用においてはアンテナ設置場所に制約が生じるため、可能な限り小型・軽量化を図った。

図4に実験用の高利得セクタ型アンテナの外観イメージを示す。実験用アンテナのセクタ数は、評価において最低限必要となる3セクタとした。本実験用アンテナは、次年度前半に納入される計画である。

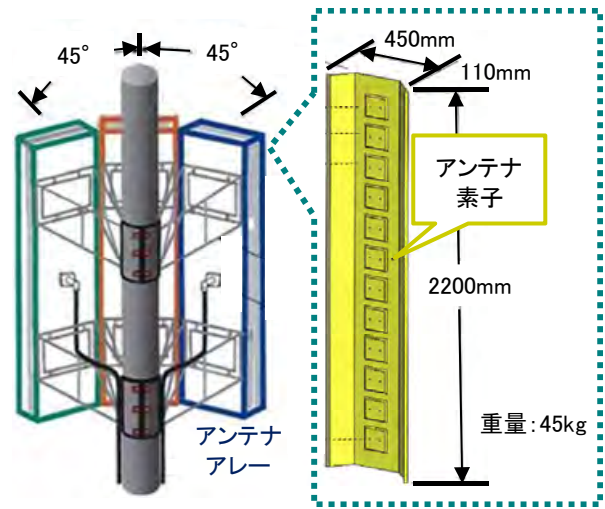


図4 実験用アンテナの外観イメージ

### 3.2 WAM/ADS-B 実験システムの改修

前回の重点研究：空港面監視技術高度化の研究において整備したWAM/ADS-B 実験システムに、本研究の実験用アンテナを接続するための改修を加えた。改修内容は、セクタ型アンテナ用送受信局の追加である。図5に改修後のWAM/ADS-B 実験システムの構成を示す。本研究の最大目標は覆域拡張であることから、アンテナ利得の向上とともに、各損失の低減が重要である。このため、セクタ毎に送受信装置を接続する構成を取ることで、アンテナ切換による損失の排除を図った。

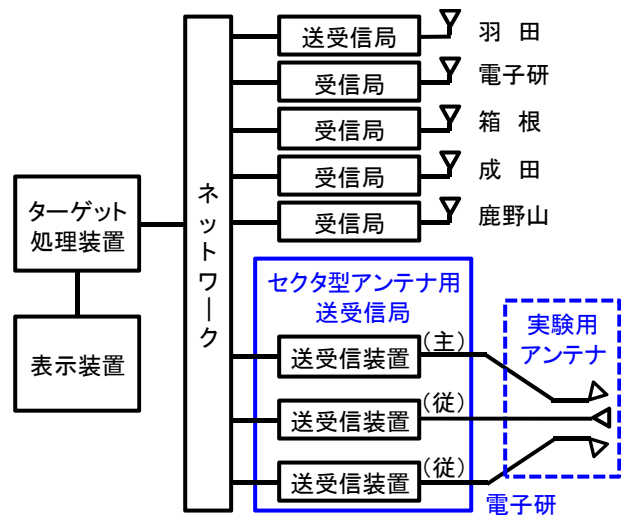


図5 改修後のWAM/ADS-B 実験システムの構成

#### 4. 考察等

平成 25 年度は、高利得セクタ型の実験用アンテナを試作するとともに、既存の WAM/ADS-B 実験システムに改修を加えた。今後は、実験用アンテナを設置・調整して基礎実験を行うとともに、WAM/ADS-B 実験装置に送信機能を付加する。これにより、実験用アンテナの基本特性を把握できるとともに、Ranging による測位精度改善と WAM/ADS-B の覆域拡張に関する評価試験の準備が完了する。

#### 謝辞

実験システムの設置ならびに評価試験の実施に多大なご協力を頂いている国土交通省の関係各位に感謝の意を表します。ありがとうございます。

#### 掲載文献

- (1) 宮崎, 島田他: “広域マルチラテレーションの評価試験”, 航空宇宙学会第 44 期年会講演会, A11, 2013 年 4 月
- (2) 宮崎, 小菅他: “3 次元 TDOA 測位に高度情報を適用した評価結果”, 日本航海学会春季第 128 回講演会航空宇宙学会, 2013 年 5 月

- (3) Miyazaki, Koga: “Draft Doc 9924 Guidance Material for the Measurement of All-Call Reply Rates”, WP ASP14-15, ICAO ASP 14th WG meeting, April 2013
- (4) 島田, 宮崎他: “広域マルチラテレーションの評価試験”, 平成 25 年度 (第 13 回) 電子航法研究所研究発表会講演概要, 平成 25 年 6 月
- (5) Miyazaki, Kakubari: “Test Results of Preliminary Evaluation for Mode S Passive Acquisition”, ASP TSG WP15-26, ICAO ASP 15th TSG meeting, June 2013
- (6) 島田, 宮崎他: “気圧高度情報を利用した広域マルチラテレーション測位方式”, 2013 年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会, B-2-43, 2013 年 9 月
- (7) Miyazaki, Kakubari: “Test Results of Preliminary Evaluation for Mode S Passive Acquisition”, WP ASP 15-15, ICAO ASP 15th WG meeting, October 2013
- (8) 島田, 宮崎他: “測定距離を利用した広域マルチラテレーション測位方式の評価結果”, 電子情報通信学会技術研究報告, 宇宙・航行エレクトロニクス, SANE2013-123, 2014 年 1 月
- (8) 宮崎, 小菅他: “TDOA 測位における基準局の選択”, 電子情報通信学会技術研究報告, 宇宙・航行エレクトロニクス, SANE2013-125, 2014 年 1 月



## センサネットワークによる空港面異物監視システムの研究【指定研究】

担当領域 監視通信領域

担当者 ○米本 成人、河村 暁子、ニッ森 俊一

研究期間 平成 24 年度～平成 25 年度

### 1. はじめに

空港面の安全確保のため、滑走路等の異物は取り除かなければならないが、現状では作業員の滑走路点検により目視確認を実施しており、異物の発見、確認及び除去するまでに時間を要し、この間、滑走路の離発着を制限することから、空港の処理能力を低下させている。その他にも、様々な移動する物体の侵入に対して空港内の安全を阻害する状況が発生した場合には航空機の運航を制限し、滑走路等を閉鎖している。このような背景の下、空港面の安全確保のためのセンサー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ーは候補として有望視されている。これらミリ波センサーは、近年小型化、高出力化など電子回路の開発により、センサーとしての有用性、実用性が高まってきたところである。

当研究では複数のミリ波センサーから構成されるセンサーネットワークを用いて滑走路等の地表面に落下している異物を検出するシステム研究を行う。また、異物検出だけでなく、マルチラテレーションシステム等で捕捉できない様々な移動する物体の動きを検出し、監視する機能等の付加価値の高いシステムについて研究する。これらのシステムを構築し、実空港での実証試験を行うことで、将来の整備に必要となる技術要件を抽出することを目的とする。また空港実環境においてはネットワークを構築する上で必要となる通信線路が新規に敷設しにくい場合や工事が不可能な場合もある。このような環境下で有効となるネットワーク構築手法について研究する。

### 2. 研究の概要

本研究は2年計画であり、平成25年度は2年目である。当該研究期間の主たる実施事項は以下のとおりである。

平成24年度 光接続型ミリ波レーダーの構築

平成25年度 センサーネットワークの構築

特に、平成25年度は下記の事項について実施した。

- ・光ファイバーによるミリ波伝送技術の確立
- ・光変調器による無線周波数通倍技術の確立、および信号伝送距離延長技術
- ・光信号を複数のアンテナに分配する技術の開発

### 3. 研究成果

図1に試作したファイバー無線システムとその評価装置を示す。光変調器を用いて光信号をミリ波信号で強度変調する。ファイバーで伝送された光信号を2分岐して、片方を光スペクトラムアナライザー（スペアナ）、他方を光検波器に印加する。光検波器で復元されたミリ波信号はRFスペアナで計測される。今回構築したシステムでは50GHz迄送信できることを確認した。それより高い周波数については、光スペアナで光信号を分析したところ、低周波域から高周波域まで同じ強度の光信号が観測されている。これにより、レーダー用のミリ波信号を直接送信できる可能性が示された。光信号にのせる無線信号はこの実験により従来の10倍以上の周波数に拡大できることが確認できた。

光変調器の制御と無線信号の強さを調節することで、図2に示すように特定の高調波成分を強調して抽出できることが示された。これにより、無線周波数通倍器と同じ機能を光回路でも実現できることが示された。この機能を用いるとともに、光キャリア信号を抑圧したところ、50GHzの無線信号を光ファイバーで25km以上伝送できることが示された。これにより、動作が安定している光ファイバー伝送方式の見通しがついた。

一つの本体で複数のアンテナを個別に制御する技術の開発のため一本のファイバーから複数のファイバーに対して光信号を重ねて分配する光ネットワークの評価を行った。光源の波長を切り替えることで複数の任意のアンテナに信号を分配できることを示した。

### 4. まとめ

光通信技術とレーダー技術を融合させることで光ネットワークを用いて多数のアンテナ局を制御するレーダーシステムの基本原理が確立した。今後は、実用化に向けたレーダーネットワークに関する各種課題を解決する。また、将来的に空港面異物監視システムはカメラシステムとの接続が不可欠であるため、レーダーとカメラのネットワーク型ハイブリッドセンシングシステムを構築する。

本研究はミリ波レーダー技術を基盤とする研究であり、各種競争的資金研究と連携し、また、各種研究機関、大学、メーカーとの共同研究として実施された。

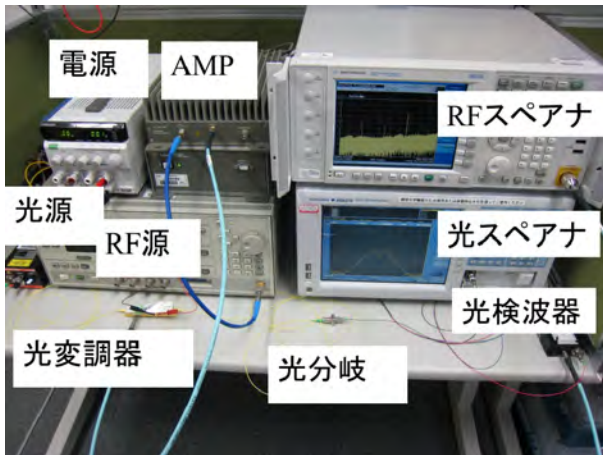


図1 光変調器でミリ波信号で変調をかけた光信号を生成し、光検波器で電気信号を取り出す、超高周波光ファイバー無線システムと光信号評価システム

- (4) 河村暁子、岡田国雄、森岡和行、ニッ森俊一、米本成人、「滑走路障害物検知用光ファイバー接続ミリ波レーダー」、電子情報通信学会 PEM 研究会、2013 年 12 月

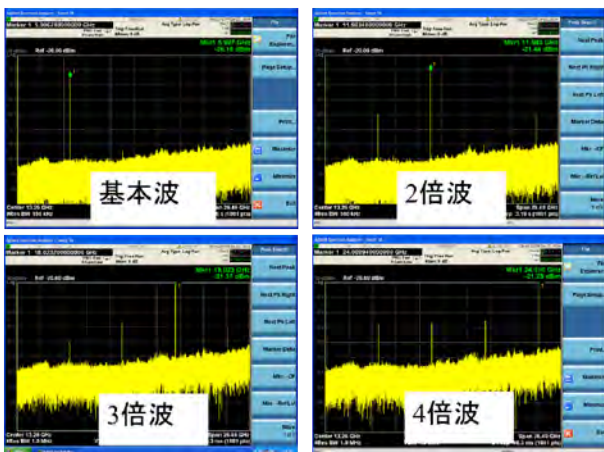


図2 光検波器で得られた無線信号の例

#### 掲載文献

- (1) Karim Mazouni, J. Lanteri, Ch. Pichot, J-Y. Dauvignac, C. Migliaccio, N. Yonemoto, A. Kohmura, S. Futatsumori, “76.5 GHz millimeter-wave radar for Foreign Object Debris detection on airport runways”, International Journal of Microwave and Wireless Technologies, Vol. 4, Special Issue 03, pp. 317-326, June. 2012
- (2) Kien T. Pham, B. D. Nguyen, Van-Su Tran, Lan-Phuong P. Linh Mai, Naruto Yonemoto, Akiko Kohmura, Shunichi Futatsumori, “Ku Band Aperture-Coupled C-Patch Reflectarray Element using Phase Shifting Line Technique”, Proceedings of the 2013 international conference on advanced technologies for communications (ATC2013), pp. 465-468, Ho Chi Minh, Vietnam, Oct. 2013
- (3) 米本成人, 「滑走路上の異物探知システム」、平成 25 年度電子航法研究所講演会、2013 年 11 月

## 航空システムのデータリンク性能に関する研究【指定研究】

担当領域 監視通信領域

担当者 ○住谷 泰人, 北折 潤, 金田 直樹, 森岡 和行, 古賀 禎,  
ブラウン マーク (航空交通管理領域), 石出 明, 山 康博

研究期間 平成25年度～平成26年度

### 1. はじめに

TBO(Trajectory Based Operation)による円滑な運航を目指し、日本では行政当局の公表する「将来の航空交通システムに関する長期ビジョン(CARATS)」のロードマップに基づいた航空システムが構築される予定である。今後の様々な航空システムを円滑に導入するため策定される行政当局の整備ロードマップでは、航空無線通信システムの要となる航空通信システム(データリンク)に基づいた施策の検討が予想される。このため、施策の実現可能性を判断できるよう、伝送遅延及び通信頻度等に基づき、データリンク性能を解析し、評価する必要がある。

### 2. 研究の概要

本研究では、TBOで重要な位置づけとなるデータリンクについて状況調査を行う。さらに、データリンクアプリケーションを考慮した上で、通信性能数値解析ツールの構築をすすめる。これと並行し、既存の通信トラフィックに基づく通信性能を解析、予測し、CARATSの施策実現の可能性を明らかにする。本年度は2ヵ年計画の1年目であり、主に以下のことを行った。

- ・ 航空通信システムの動向調査及び報告
- ・ 通信性能数値解析ツールの構築及び解析

### 3. 研究成果

#### 3.1 航空通信システムの動向調査

CARATS 通信 Adhoc , DSP(Datalink Service Provider)/VDL(VHF Digital Link)検討会, 航空局内VDL検討会議, データリンクユーザズ東京, データリンク運用評価検討会等に参加し、データリンクについて調査すると共に、航空会社, DSP, 行政機関等のデータリンク関係者と意見交換した。また、航空用技術基準を策定している米国RTCA SC214及び欧州EUROCAE WG78や、データリンクユーザズフォーラムなどの国際会議についても動向調査した。

現在のVHF帯データリンクの通信トラフィック状況に

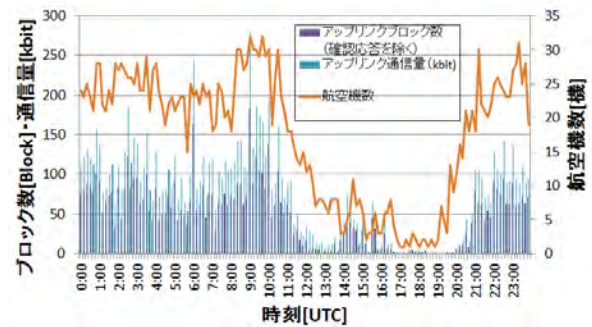


図1 通信トラフィックの現状分析例

については、CARATS通信Adhocの活動の一環として当研究所で解析を行った。図1は、VHF帯データリンクの一つであるVDLM2(VDL Mode 2システム)について、1日分の地上局データの一部を統計分析した例である。縦軸は通信メッセージのブロック数と通信量、航空機数を、横軸は時刻を表している。8:00～10:00(UTC)の通信トラフィックが多く、時間帯によってトラフィックが分散していることがわかる。このようなトラフィック分析のほか、1メッセージの伝送に用いるブロック数やメッセージ件数及びその割合を分析し、現状の通信状況をまとめた。

#### 3.2 通信性能数値解析ツールの構築及び解析

VHF帯用の通信性能数値解析ツールにおいて、シミュレーションモデルを再構築した。図2に再構築したツールのシミュレーション画面例を示す。この図は、VDLM2搭載機が60機の場合のモデルである。図の中ほどに地上局とサーバ(建物)があり、その周囲に合計60機の航空機が飛行して、航空機と地上局が通信している例を表している。

CARATSの取組では、VHF帯において、FANS1/A+の利用を想定し、ATC(Air Traffic Control)向けのデータ通信の検討が始めることとなった。この検討ではATC通信用のデータリンクとして、タイムクリティカルではない状況下での複数の追加施策(周波数移管, STAR(Standard Terminal Arrival Route)/CDO (Continuous Descent



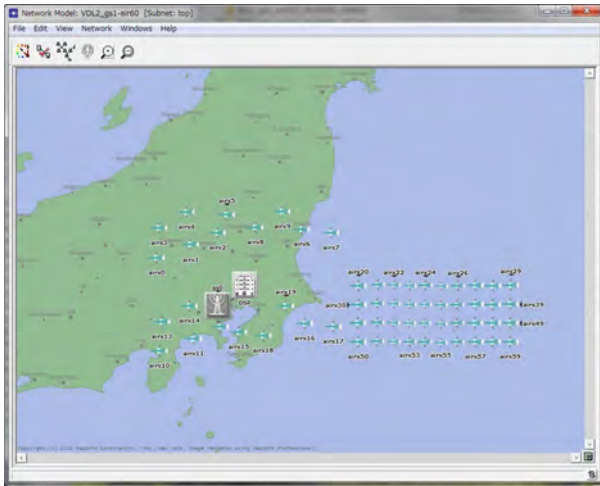


図2 数値解析ツールのシミュレーション画面例

Operations)発出, 合流地点におけるメタリング, 経路変更指示, 高度変更指示, FIX通過時刻指定等)が検討されている。前節で求めた統計分析結果を, このツールのパラメータに用いることで, 現状の通信トラフィックを反映させたVHF帯データリンクを性能解析できることから, 施策の実現可能性を検討した。検討に際しての性能要件としては, 陸域CPDLC(Controller Pilot Data Link Communications)に関する米国RTCA DO-290/EUROCAE ED-120の規定である「DSP内の往復伝送遅延時間が95%値で10秒以内」を準用した。

図3に日本で最も混雑している陸域上空においてVDLM2を利用した場合のシミュレーション結果を, 図4にPOA(Plain Old ACARS)を利用した場合のシミュレーション結果を示す。シミュレーションは現状を解析した上で, 追加施策の増加分とと共に, AOC(運航管理通信)と追加施策が混在した総合的な性能評価を行うため, AOC, ATC, AOCとATCの混合(AOC+ATC)の順で解析を進めた。この結果, VDLM2の場合, 現状の航空機数60機程度でAOCを行った場合でも3秒程度の伝送遅延時間であることがわかった。今後, VDLM2にタイムクリティカルではない状況下で新たなATC通信の施策が導入され, AOCと混在して通信を行った場合(AOC+ATC), 150機程度の航空機数まで性能要件を満足できることがわかった。しかし, POAの場合には, 現状の航空機数20機程度でも, AOCのみで既に性能要件を満足しておらず, ATC通信は検討しないこととなった。これらの結果は, CARATS通信Adhoc及び関連WGや国内外の学会等で公表し, 施策の実現可能性の検討の根拠として用いられた。

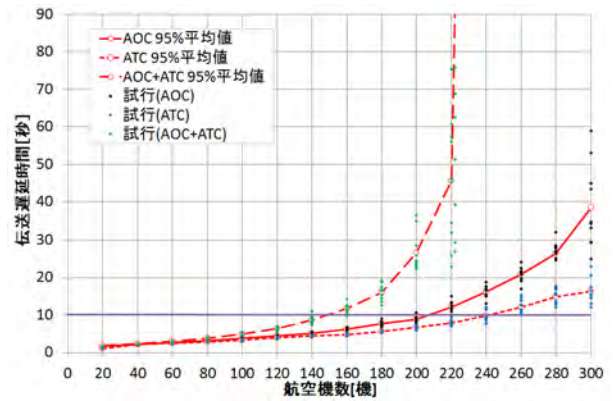


図3 VDLM2の伝送遅延時間95%値と航空機数の関係

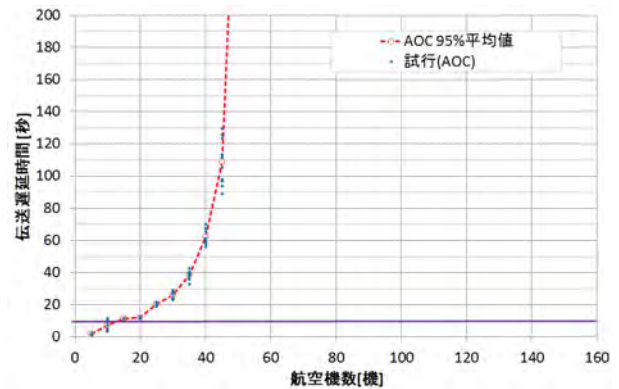


図4 POAの伝送遅延時間95%値と航空機数の関係

#### 4. おわりに

行政当局が公表するCARATSの活動の一環として, 現状のVHF帯航空通信トラフィックの調査と統計分析を行うと共に, 通信性能数値解析ツールの再構築を行った。さらに, 航空通信システムに追加する新たなATC通信施策の実現可能性について, このツールを用いて行政当局と協力の上, 性能解析を行った。この結果, 2025年頃に予測されるVDLM2搭載可能機数である150機程度までの性能であれば対応可能である結果が得られ, 施策実現可能性検討の根拠として用いられた。

#### 掲載文献

- (1) 住谷泰人, 北折潤, 石出明: 周波数変更指示の導入に関する通信シミュレーション, CARATS通信Adhoc会合及び関連会議, 2013.9
- (2) 住谷泰人, 北折潤, 石出明: TBOのためのデータリンク伝送遅延の解析, 第51回飛行機シンポジウム2D02, 2013.11
- (3) 住谷泰人, 北折潤, 石出明, 金田直樹, 森岡和行: VHF帯航空通信システムの伝送遅延時間予測に関する解析, 2014年電子情報通信学会総合大会, 2014.3



## 新方式マルチラレーションの実用化評価研究【指定研究】

担当領域 監視通信領域

担当者 ○角張 泰之, 古賀 禎, 宮崎 裕己, 島田 浩樹, 松永 圭左, 本田 純一

研究期間 平成 25 年度～平成 26 年度

### 1. はじめに

我が国の増大する航空交通量に的確に対応するためには、空港の処理能力を拡大させることが課題であり、安全性の確保を前提とした運航効率の向上が求められている。その対応の一端として、空港面における高精度な航空機位置情報を管制官に提供することにより、空港面運用の効率向上に資する「空港面監視技術(マルチラレーション)」の導入が我が国空港において進められている。

マルチラレーションは、航空機から送信される電波(モード S スキッタ信号という)を利用して測位を行う監視システムである。送信されたスキッタ信号を、空港内に配置した複数の受信局で検出し、その受信時刻差を用いて航空機の位置を計算する(図 1)。正確な測位と機体の識別を行うためには、精密な時刻の測定やスキッタ信号に含まれるデータビットを正確に解読する技術が、マルチラレーションでは必要とされる。

これまでのマルチラレーションでは、空港のターミナルビル近傍のエプロンエリアや大きな格納庫が建ち並ぶ誘導路エリア等で、マルチパス信号干渉による性能低下の事象が指摘されていた。これは建造物等で多重反射した電波がマルチパス干渉することにより、スキッタ信号の波形が歪み、結果として時刻測定精度の低下や信号自体の検出率の低下、データビットの解読エラーなどが起こるためと考えられている。

このようなマルチパス干渉問題に対し、当研究所ではその影響を受けにくい新方式マルチラレーションとして「光ファイバ接続型受動監視システム(OCTPASS)」を提案し、その実用化に向けた開発を進めてきた。

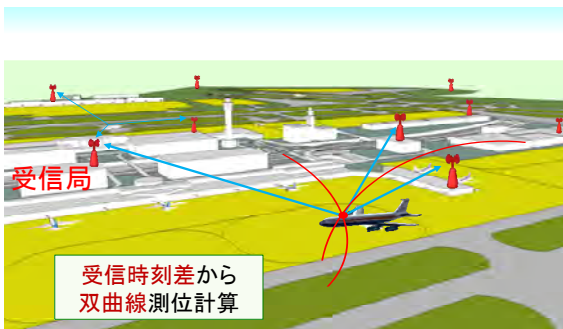


図 1 マルチラレーションの測位原理

本研究では仙台空港を OCTPASS の評価試験空港として位置付け、そこで得られるデータを基に、実用化に不可欠な技術要素及び運用者視点での信頼性の確立を図ることを目的としている。

### 2. 研究の概要

先行した重点研究「空港面監視技術高度化の研究」(平成 21～24 年度)では、マルチパス耐干渉性の向上と整備・維持コストの低廉化が期待できるマルチラレーションとして OCTPASS の開発を進めてきた。製作した装置の構成を図 2 に示す。受信信号を RF レベルで直接光伝送する方式や、マルチパス干渉による信号歪みの影響を受けにくい時刻検出手法を取り入れた信号処理方式など、従来型のマルチラレーション装置にない特徴的な構成を取り入れることにより、同研究において仙台空港で行った評価試験では、その耐干渉性の有効性及び性能ポテンシャルの高さが実証された。

しかしながら、これまでの評価は基本性能の検証に主眼を置いており、必要最小限の受信局数及び受信局配置での検証であった。このような限定的な受信局数・配置での評価では、受信する信号数も乏しく、処理装置としての最大負荷が得られず、その信頼性を推し量ることが出来ないことが判明した。そのため本研究では、先の研究状況下から評価環境の拡張を行い、航空機の実運用データを幅広く取得・解析し、運用に耐えうる監視装置としての実用化・信頼性評価を行うこととした。

本年度は主に仙台空港における評価環境の拡張を行っている。

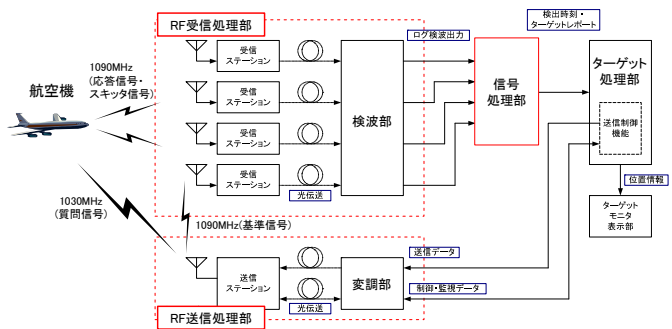


図 2 OCTPASS 装置の構成概要

### 3. 研究成果

#### 3.1 評価環境の拡張

これまで主に4局の受信局で基礎評価を行ってきた仙台空港の評価環境を、空港全面を監視対象とするよう拡張し、信号処理部1台の入力チャンネル上限である8チャンネル(8受信局)化を図った。追加製作を行った受信局については、何れも光給電技術を採用しており、新たに追加設置するに当たり、電源工事が不要なものであった。また、これらの受信局においては、設置後殆ど設置サイトを訪れる必要がなく、ほぼメンテナンスフリーの状態であって安定的に駆動を続けている。

図3に示す8受信局配置としたことで、これまで監視対象外であったB滑走路の西側エリア、A滑走路の南側エリアを含む空港全面において、航空機の位置情報が得られるようになった。

#### 3.2 RF送信処理部

OCTPASSは受動監視を基本とした装置であり、その原理上は航空機への質問送信を必要としない。しかしながら実運用を視野に入れた場合、周辺を飛行する航空機のビーコンコード情報や気圧高度情報の取得を行う能動的な質問信号の送出が不可欠であり、システムの構成要素として送信処理部が必要である。

OCTPASS送信処理部は、機器室内に設置する「変調部」と空港内の送信サイトに設置する「送信ステーション」からなる。OCTPASSが特徴的とするRF光伝送技術を適用した構成となっており、複雑な処理は全て機器室側の変調部で行っている。送信可能な信号は、航空機に向けた質問信

号(1030MHz)のみならず、システムの運用状態監視を目的とした基準信号(1090MHz)の送出も行っている。

1500ft程度の高さを飛行中の着陸機に対して質問信号を送信した結果、送信局から約20NM以内の範囲で、ほぼ正確に応答を得る性能があることが確認できた。

#### 4. 今後の見通し

実用化評価を本格化させるにあたり、評価環境の拡張を図った。今後はこれを基に、運用者として現場の管制官等の協力を得て、実用化・信頼性の評価を実施する予定である。

#### 掲載文献

- (1) 角張: "光ファイバ無線技術を利用した航空機受動監視システム", IEEE Microwave Theory and Techniques Society Kansai Chapter 光ファイバ無線技術の応用システムワークショップ, 2013年4月
- (2) 本田, 角張, 古賀 他: "空港面監視システムへのRoFの応用", 電子情報通信学会技術研究報告, vol.113, no.144, MWP2013-33, pp.155-160, 2013年7月
- (3) Honda, Kakubari, Koga et. al.: "Analysis of Propagation Characteristics on Airport Surface," Proceedings of 2013 International Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC Europe), pp.727-732, September, 2013
- (4) 角張, 古賀, 宮崎 他: "光ファイバ無線を利用したマルチラレーション", 2013年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会講演概要集, B-2-45, p.273, 2013年9月



図3 評価環境拡張後の仙台空港 OCTPASS 送受信局の配置

受信局1~4は光給電駆動, 5, 6, 8は商用電源駆動, 7はソーラーパネル駆動となっている

## 航空用放送型サービスの応用方式に関する研究【指定研究】

担当領域 監視通信領域

担当者 ○大津山 卓哉、小瀬木 滋、伊藤 恵理（航空交通管理領域）

研究期間 平成 23 年度～平成 25 年度

### 1. はじめに

航空機がその周辺の各種情報を得るために、ADS-B(放送型自動従属監視)やTIS-B(放送型交通情報サービス)といった放送型のシステムを使用する事が提案され、それらを利用した様々な応用方式の検討が行われている。これらの応用方式を実現するために必要な装置は近年ようやく実用化の目途が立ち、今後これらの装置の評価や実現可能となった応用方式の評価・検証が行われようとしているところである。

本研究は、放送型サービスによって実現可能となる、交通・飛行情報の配信を利用した航空機運航の評価・検証を行う。特に現在利用可能な通信システムを使い、それによって実現出来る応用方式に必要な情報量や品質について要件を明らかにすることで、将来導入が検討されている新しい運航方式に必要な性能基準の実現性とその根拠となる性能基準を示すことを目指す。さらに、障害物や刻々と変化する気象情報等を自動的に送信するFIS-B(放送型飛行情報サービス)の実現に必要なシステムを検討する。

### 2. 研究の概要

本研究は当初2カ年計画であったが、震災影響による実験用航空機の被災による研究計画変更後、新たな実験用航空機が平成25年度中に使用可能となった。飛行実験を実施するため、飛行実験を実施するため研究計画を変更し、平成25年度までの3カ年計画とした。最終年度である平成25年は次のことを行った。

- ① 機上監視応用および放送型サービスの要件調査
- ② 飛行実験による交通情報配信の検証・評価

### 3. 研究成果

#### 3.1 機上監視応用および放送型サービスの要件調査

RTCA/EUROCAE 合同で行っているASA MOPS(機上監視応用システムの技術性能要件)を改定するための会議等に出席し欧米の技術動向を調査するとともに、これまでの研究で得られた成果を運用要件に関する文章に反映した。現在、これまでの周辺状況監視より更に高度な航空機監視応用方式(FIM: Flight-deck Interval Management)を取りまとめ中であり、平成26年度中には性能要件が固まる見通し

である。

#### 3.2 飛行実験による交通情報配信の検証・評価

昨年度、地上受信機の改造によって製作した機上搭載受信機を実験用航空機に搭載するための作業を実施するとともに、飛行実験によって交通情報配信の検証・評価を行った。図に航空機に搭載した受信機をしめす。今回の搭載改修工事ではパイロット席へのモニタ表示まで行っていないため、パイロットの評価やTCASとの比較などといったことは実施できなかったが、後部実験席で確認した状況を管制官などとは別にパイロットに伝えることによって、周辺状況を確認するだけであっても、状況確認には十分な実力を発揮した。



図1 航空機に搭載した実験用受信機

また、周辺状況監視のための信号処理と同時に周辺機がどれだけADS-Bを搭載している、実環境で航空機監視応用がどの程度まで実施可能かについても検討を行った。平成26年1月30日に行った飛行実験での結果では、仙台から関東上空を経由して仙台に戻る飛行経路上で、ADS-B搭載機が148機であった。これらの航空機のほぼすべては位置誤差が0.1NM以下であり、これらの航空機と地上から送信するTIS-B情報を組み合わせることによって、周辺状況監視に関する航空機監視応用は実施可能であることが明らかとなった。



#### 4. まとめ

航空機監視応用方式は新たな方式の技術性能要件策定が開始されるなど、現在状況が大きく変化し始めているところである。本研究の実施によって次のことが明らかとなった。

- ① TIS-B 装置の能力および飛行中の航空機から送信される ADS-B 情報の質を検討した結果、機上にて周辺航空機状況を確認する監視能力を現時点で十分保持している
- ② ADS-B 情報を放送しているほぼすべての航空機が十分な信頼性をもつ情報を放送している
- ③ 拡張スキッタを使用した FIS-B に検討を行ったが、信号環境への影響が非常に大きいため実現は難しく、FIS-B のためには別メディアを使用する必要がある

本研究の実施によって、基本的な航空機監視応用方式について、これまで実際に確認できなかった諸要件を確認することが出来た。将来機上監視応用方式を含めた運航が開始される時に円滑なシステム導入と運用に資する成果活用をめざし、状況の変化に対応しつつ今後の研究を進めたい。

#### 5. 所外発表

- (1) T. Otsuyama: Feasibility flight test of ENRI TIS-B system, RTCA SC-186 WG4, Apr. 2011
- (2) M. Iwamoto, Y. Hobara, K. Ohta, M. Hayakawa, T. Otsuyama: Ionospheric disturbances associated with TLEs: Modeling and observations, JPGU 2011, May 2011
- (3) 大津山, 小瀬木, 塩地, 三垣: 拡張スキッタによる交通情報配信の開発と評価, 電子研発表会,
- (4) T. Otsuyama: Visualization of ENRI TIS-B data, RTCA SC-186 WG4, June 2011
- (5) 岩本, 芳原, 早川, 太田, 大津山: 3次元空間における中間圏発光現象に伴う電離層擾乱についての数値解析, 大気電気学会第85回研究発表会, 2011年7月
- (6) 大津山, 小瀬木: 交通情報配信による機上監視の初期評価, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2011年9月
- (7) 大津山: 機上監視応用の標準化動向と実用化試験の例, 出前講座, 2011年9月
- (8) T. Otsuyama, M. Shioji, S. Ozeki: Development and feasibility flight test of TIS-B system for situational awareness enhancement, IEICE Trans. on Comm. Vol. E94-B, No. 11, Nov 2011
- (9) 大津山, 小瀬木: 交通情報配信による機上監視の一検討, 電子情報通信学会宇宙航行エレクトロニクス研

究会, 2013年1月

- (10) 大津山: UAT(ユニバーサルアクセストランシーバ)について, 出前講座, 2013年11月
- (11) S. Ozeki: Draft resolutions to avoid confusions on the usage of airborne data sources, ICAO ASTAF, Feb. 2014



## マルチスタティックレーダの信号環境に関する研究【指定研究】

担当領域 監視通信領域

担当者 ○大津山 卓哉、本田 純一、小瀬木 滋、塩見 格一

研究期間 平成 24 年度～平成 25 年度

### 1. はじめに

航空機の地上監視には、1次(PSR)および2次レーダ(SSR)が使用されている。これまで、SSRの精度・分解能などの監視性能を向上するADS-BもしくはMultilateration等の新しい監視技術の研究が進み実用化されてきた。一方、通常の航空管制ではPSRに頼る頻度は低いものの、航空機搭載のトランスポンダに頼らない監視手段としてPSRも欠かすことのできない装置である。PSRの性能向上については欧米では研究開発が行われているものの未だに決定的なものはない。有力候補としてMSPSR(Multi Static Primary Surveillance Radar)の検討が一部で始まっているが監視装置として使用できるものはなく、またそのためにどのような要件が必要であるかもわかっていない。さらに、MSPSRのような受動型レーダはその地域での電波信号環境が監視性能に影響を与えるため、諸外国等で行われた検討結果がそのまま導入できる保証はない。

受動監視システムに使用する周波数には様々な候補が考えられるが、それぞれの周波数で得られる性能は異なり、そのため使用する周波数と監視目的により構成するシステム規模が大きく異なる。本研究では空港監視レーダ(ASR)の代替となる受動監視システムを構築するために必要な情報である周波数毎の監視性能および現在の状況を明らかにする。

### 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25年は次のことを行った。

- ① 受動監視システムの要件調査
- ② 信号環境調査および評価
- ③ 監視システム性能の導出

### 3. 研究成果

平成25年度は平成24年度と同様にICAO ASPに提出された、MSPSR関係の文献を調査するとともに、レーダシステムの基礎となるバイスタティックレーダについて調査を行った。これらの調査と並行して現行のPSRによるパッシブPSRの実験とMSPSRの評価に適用できる受信機

側での信号検出率について数値シミュレーションを実施した。

#### 3.1 パッシブPSRの実験

現行PSRを利用したパッシブ測位による実験を行った。名古屋小牧空港に離着陸する航空機を測定した一例を図1に示す。図中で記される位置に名古屋空港が位置し、一つの円までが5kmであることを示す。受信機は名古屋空港の上方向10km辺りに設置した。

この図では、空港の左下を白い点で示されるように航空機の軌跡を捉えた。測位原理としては、対象としたPSRのレーダ回転周期に併せて受信機側が同期を取るようになってきている。本実験により、航空機搭載のトランスポンダに依存せず航空機監視が行えるほか、現行PSRと異なり、送受信機を分離したとしても航空機測位が可能であることがわかった。

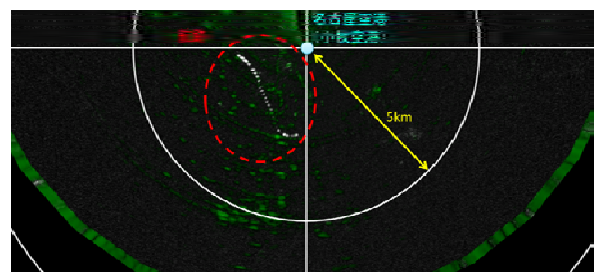


図1 パッシブPSRによる測位結果

#### 3.2. 検出率推定法の開発

平成24年度に開発した航空機からの散乱電力推定アルゴリズムを応用して、各地域の受信検出率を算出する方法を提案した。図2に数値結果の一例を示す。図中の右側から左方向に向かって、着陸のため高度を落としながら飛行する航空機を想定して図中範囲の散乱電力を400m単位で計算した。散乱波は地上5mで受信するものとし、得られた受信電力を2.5km四方にわたって平均した受信電力を使用した。

受信感度を-105dBmと設定したこの数値例では、飛行経路中の航空機は赤色に近い色では8割程度検出できていることが示されている。一つの簡易航空機モデルに対しての

み計算したが、航空機のサイズ、姿勢、速度等のパラメータを考慮することによって、必要とされる装置の性能に応じた送信電力や受信機の感度の算出および受信機の最適配置等に応用が期待できる研究成果である。

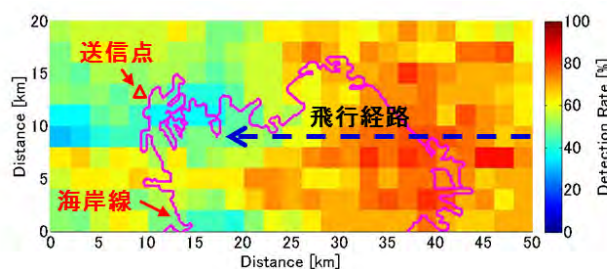


図2 散乱波検出率の数値結果一例

#### 4. まとめ

本年度は、パッシブ PSR による測定実験とマルチスタティックレーダを構築するために必要な数値シミュレーションを実施した。パッシブ PSR による基礎実験では、名古屋空港の運用中の PSR の電波を用いて 10km 圏内の航空機が測位できた。また、送受信機を分離してシステム構築する際に、高い検出率を維持できる最適受信配置について検討した。その手法として、航空機散乱電力の検出率推定方法を提案し、その数値計算例を示した。本研究で開発した数値解析手法は、多数の受信機を併用する空港面監視の評価用としても応用が期待できる。

マルチスタティックレーダによる信号環境については今後も継続して研究を行う必要があるが、2年間の測定を通して、PSR はもちろんのこと、地上デジタル放送のような民間航空用の電波以外を使っても航空機測位は可能で、システム構成次第では 30NM 以上確保できる可能性もあることがわかった。

#### 5. 所外発表

- (1) J. Honda and T. Otsuyama, “An Algorithm for Analysis of Reflected and Diffracted Fields from a Polyhedron Type of Target above a Plane-Ground,” Proc. The 2012 International Conference on Network-Based Information Systems, pp. 567-571, Sep. 2012.
- (2) 本田純一, 大津山卓哉, “飛行物体からの散乱電力計算手法の検討,” 2012 年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会講演論文集, B-1-26, p.26, Sept. 2012.
- (3) 本田純一, 大津山卓哉, “飛行する三次元物体からの散乱電力推定法の検討,” 映像情報メディア学会技術報告, vol.37, no.4, BCT2013-29, pp.115-118, Jan. 2013.

- (4) J. Honda and T. Otsuyama, “An Estimation Algorithm of Scattered Powers from a Moving Target for MSPSR System,” Proc. Inter. Sym. on Enhanced Solutions for Aircraft and Vehicle Surveillance Applications, Berlin, Germany, March 2013.
- (5) J. Honda and T. Otsuyama “Experimental and Theoretical Study on Scattered Powers from a Moving Aircraft,” Proc. IEEE Wireless and Microwave Technology Conference (WAMICON 2013), April 2013.
- (6) 本田純一, 大津山卓哉, 小瀬木滋, “空港面電波伝搬でのレイ・トレーシング法の応用,” 2013 年電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集, B-1-3, p.3, Sept. 2013.
- (7) 大津山卓哉, 本田純一, “マルチスタティックレーダに関する研究,” 航空無線, 第 78 号, 2013.
- (8) J. Honda and T. Otsuyama, “An estimation algorithm of scattered powers caused by a moving aircraft,” IEICE Communications Express, Vol.2, No.11, pp.490-495, 2013.

## 様々な電子機器と航空機搭載機器との電磁両立性に関する研究【指定研究】

担当領域 監視通信領域

担当者 ○米本 成人、河村 暁子、ニッ森 俊一、森岡 和行

研究期間 平成 25 年度～平成 27 年度

### 1. はじめに

欧米のみならず、乗客が持ち込むスマートフォン等の電波を発する電子機器や航空機内での業務遂行のためにタブレット等の電子機器の航空機内での利用に対するニーズが高くなっている。これらのニーズに応えるべく我が国においても、国際基準に準拠しつつ、電子機器の使用や電子機器を用いたサービスに対する安全性の評価方法を策定してきたところである。このような評価を行う場合、航空機固有の電波伝搬特性が重要なファクタとなっており、個別の航空機毎に実測値を用いて安全性を評価している。また、新しい航空機に対しては航空機設計プロセスの過程で様々な電波に対する電磁干渉の可能性について事前検討、あるいは実機による評価が求められている。

本研究の目的は、乗客、乗員等が持ち込む電子機器を航空機で安全に使用するための電磁両立性を明らかにすることである。航空機の干渉評価には航空機個別の評価が必要であるが、将来的な評価・認証手続きを正確かつ簡便にするために必要なデータベース化、評価手続きを確立することを目的とする。

加えて、既存の、あるいは新しい無線設備等の解説に際し、外来の電波から航空機搭載機器を防護する指針を確立することを目的とする。特に大電力の無線機器、あるいは隣接した周波数を使用する無線機器に対する防護指針をまとめる。更には、将来的な航空機開発の飛行認証に必要な電磁干渉の可能性評価手法について検討を行う。

### 2. 研究の概要

本研究は3年計画であり、平成25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25年度 各種航空機データの収集・整理

平成26年度 航空機の諸電波特性の解析手法の検討

平成27年度 航空機認証等にかかる電磁両立性評価手法の検討

### 3. 研究内容

平成25年度は過去に取得したデータを元に、乗客が持ち込む電子機器から発せられる電波に対する航空機の耐性についてデータを整理した。既存のデータは大小19機種であ

り、それらの測定値から米国航空無線協会（RTCA）の規格書 DO-307 に記載された要求事項に合致するかの判定を行った。そのうち小型機で目標とする干渉経路損失に対して低い値を示していることを確認した。

また、平成25年10月の米国での規制緩和を受け、航空局安全部空港安全・保安対策課航空保安対策室と連携して、我が国での告示の改正にかかる検討を行った。その工程の中で航空機と電子機器の間の玄関結合と裏口結合の2種類の電磁結合経路に関しての耐性の有無により、受け入れられる電子機器が異なることから、表に示すように4種類のカテゴリに分けて個別に電子機器の利用形態を定める必要性があることを提言した。

玄関/裏口耐性の有無	裏口結合の耐性有り	裏口結合の耐性無し
玄関結合の耐性有り	タイプ I	タイプ II
玄関結合の耐性無し	タイプ III	タイプ IV

表1 航空機の各種結合に対する耐性の有無による分類

また、航空機外の陸上の無線設備からの影響について、航空無線設備や各種無線設備からの影響の評価手法について検討した。航空機の飛行形態によって異なる飛行経路、起こりうる強い電界への曝露について理論的に計算した。これにより、通常の航空法で定められた飛行状態において強い電界にさらされる可能性がある設備はレーダー設備であることが示された。また、放送など VHF、UHF 帯の大出力無線機器はアンテナ利得が低いため、航空機に与える影響は相対的に低くなることを示した。

### 4. まとめ

平成25年度は既に取得されたデータの整理、および理論的な机上検討による、航空機内外から発せられる電波の影響について検討を行った。今後、我が国でも乗客が持ち込む電子機器の使用制限緩和が予定されており、引き続き研究を実施していく。

掲載文献

- (1) 米本成人、河村暁子、ニッ森俊一、岡田国雄、「外来電波による干渉を受けた GPS 受信機の挙動解析」、平成 25 年度電子航法研究所研究発表会講演概要、2013 年 6 月
- (2) Takashi Hikage, Masami Shirafune, Toshio Nojima, Shunichi Futatsumori, Akiko Kohmura, Naruto Yonemoto, “Numerical Estimation of Propagation Characteristics of Wireless Communications in Crowded Aircraft Cabin”, Proceedings of IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and USNC/URSI National Radio Science Meeting (AP-S/USNC-URSI), 305.9, July 7-13, 2013
- (3) 白船雅巳、日景 隆、野島俊雄、ニッ森俊一、河村暁子、米本成人、「主翼からの反射波を考慮した航空機内部の無線 LAN 電波伝搬特性評価」、信学技報, vol. 113, no. 143, EST2013-18, pp. 51-54, 2013 年 7 月
- (4) Takashi Hikage, Toshio Nojima, Shunichi Futatsumori, Akiko Kohmura and Naruto Yonemoto, “Large-scale FDTD Analysis to Obtain Precise Propagation Characteristics of In-flight Wireless Access Service”, 2013 AFRICON, September, 2013
- (5) 河村暁子、ニッ森俊一、岡田国雄、米本成人、「航空機内における 13.56MHz 波の伝播損失モデルの検討」、2013 年電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集, B-4-28, 2013 年 9 月
- (6) Shunichi Futatsumori, Akiko Kohmura, Naruto Yonemoto, “Evaluation of Electromagnetic Field Characteristics Inside Carbon Fiber Reinforced Plastic Structure Using Reverberation Chamber Method”, European Microwave Conference, EuMC Poster01-36, October, 2013
- (7) 電子航法研究所、「電子機器から発射される電波に対する航空機の耐性評価方法」、航空機内における電子機器使用に関する意見交換会、国土交通省航空局、2014 年 3 月
- (8) ニッ森俊一、森岡和行、河村暁子、米本成人、白船雅巳、日景隆、野島俊雄、「航空機内構造物が内部電磁界伝搬特性に及ぼす影響—フェノール内壁を付加した電波反射箱の構造体 Q 値測定評価—」、2014 年電子情報通信学会総合大会講演論文集、B-4-4、2014 年 3 月
- (9) Shunichi Futatsumori, Kazuyuki Morioka, Akiko Kohmura, Naruto Yonemoto, Masami Shirafune, Takashi Hikage, and Toshio Nojima, “Propagation Characteristics of Boeing 777 Class Large Passenger Aircraft -Numerical Estimation and

Measurement Results at 2 GHz Band”, Proc. of ACES 2014, Jacksonbill, Florida, USA, March, 2013



## 低高度における状況認識技術に関する研究【指定研究】

担当領域 監視通信領域

担当者 ○ニッ森 俊一, 米本 成人, 河村 暁子, 森岡 和行

研究期間 平成25年度～平成27年度(3カ年)

### 1. はじめに

航空機の中でも比較的低高度を有視界飛行するヘリコプタの場合、気象や周囲構造物の影響で障害物等の発見に支障が生じ、事故等の危険な状況が発生するおそれがある。これらの障害物等を事前察知し、周囲を監視するために操縦者を支援するシステムとして、可視・赤外カメラやレーダ等の様々なセンサを組み合わせたシステム等の研究がこれまで行われている。さらに、送電線鉄塔等の障害物データベースと自機位置のGPS情報に基づき接近警報を発生するシステムも検討されている。レーダセンサについては、進行方向を中心とした方位角走査がこれまでに用いられているが、状況認識支援システムの実用化のためには走査範囲の拡大が求められている。

また、これらミリ波センサデバイス等を用いたヘリコプタの着陸支援技術について、基礎研究「ミリ波等を用いたヘリコプタの着陸支援装置に関する基礎的研究」（平成22年4月～平成25年3月）を実施しており、開発した76 GHz帯ミリ波レーダシステムを用いた実機ヘリコプタへの搭載を行い、飛行試験において送電線の検出に成功している。図1および図2に、それぞれ実機ヘリコプタ搭載状況および送電線検出試験例を示す。これらの研究で得られた成果に基づいた関連研究課題として、実際にヘリコプタを運用している機関・企業等との共同研究を行っており、実用化への要望が多く寄せられている。

### 2. 研究の概要

本研究の目的は、これまでの研究で得られたミリ波レーダ技術を中心とした監視システムに関する成果を活用し、運用者側のニーズに沿った性能および機能を有する周辺状況監視システムを検討することである。これまでの研究成果からの課題抽出を踏まえ、機体周辺に障害物等が存在し、接触・衝突事故等の危険性が高い低高度飛行時においてパイロットの状況認識を補助できる機能を有する監視システムの開発を目指す。本研究は3カ年計画であり、平成25年度から平成27年度まで、次の3項目につ



図1 実機ヘリコプタ搭載状況

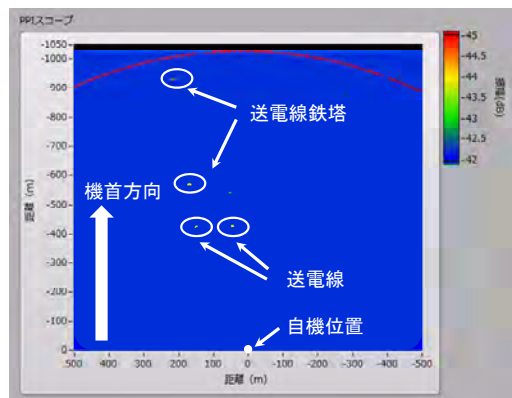


図2 実機ヘリコプタを用いた送電線検出試験例

いて平行して研究を進める。

(1) これまでに検討を行った76 GHzミリ波レーダシステムについて、抽出した課題から探知性能向上のため検討を行う。ミリ波レーダの無線回路、信号処理回路等の要素技術を検討し、低コストかつ高性能なミリ波レーダシステムを開発する。

(2) 従来のミリ波レーダでは、レーダ感度を確保するためアンテナ指向性を鋭くする必要があったが、ビーム照射範囲が限られるため機体のわずかの動揺で受信信号強度が大幅に変化する課題があった。現状の2次元走査以上の情報量が得られるビーム走査方式を改善する。

(3) 地上試験、無人ヘリコプタを用いた試験、ヘリコプタ実機試験等を行い、検討を行ったミリ波レーダシステムの実証実験を行う。

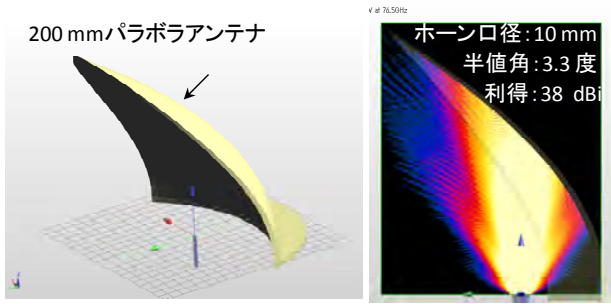


図3 数値解析を用いたパラボラアンテナ特性推定 (垂直面電界強度を表示)

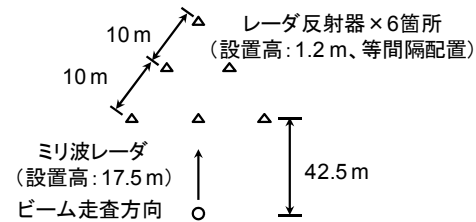
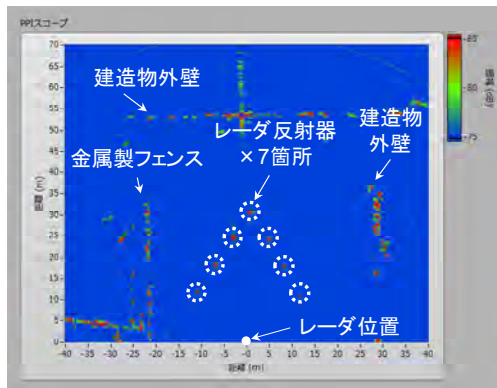


図4 レーダ反射器探知試験の測定結果例

### 3. 研究成果

初年度の平成25年度においては、主として下記の3項目について検討を行った。

(1) 76 GHz帯ミリ波レーダシステムの探知性能向上方式の検討

レーダシステム探知性能向上のため、ミリ波回路構成方式を検討し、これまで試作した送受信回路方式の回路構成を見直した。具体的には、受信感度向上を目的とした送受信分離回路の分離度改善およびミリ波-ベースバンド変換回路の変換効率改善である。

(2) ヘリコプタ等の周辺状況認識に適したミリ波レーダビーム走査方式の基本検討

現状のアンテナの指向性は非常に鋭く、対象物からの反射信号電力が機体動揺に対して敏感に変化する課題が存在する。数値解析を用いたミリ波アンテナの検討を行い、アンテナ放射特性の検討およびビーム走査方式を検討した。数値解析により所望の仰角放射特性および方位

角放射特性を達成可能となる見通しを得た。図3に、数値解析を用いたアンテナ指向性制御例を示す。

(3) ミリ波レーダシステムおよびレンズ反射器を用いた周辺状況認識基本試験 (地上試験)

これまでに開発した76 GHz帯ミリ波レーダを用い、レーダ反射器の探知試験を実施した。ここでは、地上試験を行い、パターン状に設置したレーダ反射器を用い、ミリ波レーダで確実に探知できることを測定確認した。図4にレーダ反射器探知試験の測定結果例を示す。

### 4. まとめ

平成25年度は、低高度における周辺状況認識に適した性能を有するミリ波レーダシステムを構築するため、これまでに得られた成果から得られた課題および実証試験に向けた地上試験を実施した。その結果、探知性能向上のための受信感度向上およびアンテナ指向特性改善の見通しを得た。さらに、地上にレーダ反射器を設置した探知試験では、ミリ波レーダおよび反射器による周辺状況認識の基本特性を確認した。平成26年度はそれぞれの項目について研究を進め、平成25年度の成果を踏まえたミリ波レーダシステムの試作および試験を実施する予定である。

### 掲載文献

- (1) S. Futatsumori, A. Kohmura and N. Yonemoto, "Performance Measurement of Compact and High-Range Resolution 76 GHz Millimeter-Wave Radar System for Autonomous Unmanned Helicopters", IEICE Trans. on Electronics, vol. E96-C, no. 4, pp.586-594, Apr. 2013.
- (2) ニッ森 俊一, 森岡 和行, 河村 暁子, 米本 成人, "着陸支援用ミリ波レーダ反射器の基本評価試験", 平成25年度 (第13回) 電子航法研究所研究発表会講演概要集, pp.27-30, Jun. 2013.
- (3) ニッ森 俊一, 森岡 和行, 河村 暁子, 米本 成人, "76 GHz帯小電力ミリ波レーダを用いたヘリコプタ周辺状況認識技術の検討 -レーダ反射器を用いた基本特性評価試験-", 電子情報通信学会技術研究報告, SANE2013-44, pp. 41-46, Jul. 2013.
- (4) ニッ森 俊一, 森岡 和行, 河村 暁子, 米本 成人, "ヘリコプタ障害物探知用ミリ波レーダに適用する炭素繊維強化プラスチック製パラボラアンテナの仰角指向特性評価", 2013年電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-1-103, p. 103, Sept. 2013.

## 航空用データリンクにおける伝送路特性補償の研究【指定研究】

担当領域 監視通信領域

担当者 ○北折 潤, 塩見 格一

研究期間 平成25年度～平成27年度

### 1. はじめに

近年、軌道ベース運用の実現のために航空用データリンクの高速伝送化が期待されている。しかし、移動局（航空機）の移動速度が携帯電話等に比べて格段に大きいことから、ドップラシフトが大きく、また遅延の大きいマルチパスフェージングが発生する。さらに他システムからの干渉波も考えられ、これらの要因によって航空用データリンクの受信性能は劣化する。受信性能の改善は高速伝送・高信頼度のデータリンクの実現に必要不可欠であり、そのためには伝送路特性を推定し信号歪みを補償することが有効である。

一方で、アナログ通信からデジタル通信への移行は無線通信技術の高度化を加速させ、多種多様な方式の組み合わせにより検証対象が爆発的に増加することとなった。これらを全てハードウェアで製作・実験するためには相当のコストが必要となる。しかし近年のソフトウェア無線技術の発達により安価に高度なデータリンク受信機を作成することが可能になってきた。今後、急激な無線通信技術の高度化に対応してゆくにはソフトウェア無線技術が必要不可欠である。伝送路特性推定方法や信号歪みに対する種々の補償方法に関する検証も、ソフトウェアを書き換えることにより短時間かつ安価に行うことができる。

本研究では、当所にて開発したLバンドデジタル航空通信システム（LDACS）物理層実験システムを改良して、マルチパス環境下等で受信したデータリンク信号の劣化度を解析する。また伝送路特性推定方法や信号歪み補償方法について調査研究し、Lバンド伝搬特性測定値より電波伝搬モデルを推定して実伝搬環境に近い環境での受信性能を評価する。本研究の成果によって、航空用データリンク受信性能の向上を目指す。

### 2. 研究の概要

本研究は3年計画であり、平成25年度は初年度である。平成25年度は、主として以下の各項目について実施した。

- 受信性能解析装置の開発



図1 LPES改（受信性能解析装置）外観

### 3. 研究成果

#### 3.1 受信性能解析装置の開発

平成24年度までの重点研究で開発したLDACS物理層実験システム（LPES）のPC演算速度やRF信号処理能力などを増強し、LPESを記述しているプログラム及びライブラリを現時点で最新のものに書き換えた。さらに、今後予定している伝送路特性推定方法や信号歪み補償方法について、これらの実装をモジュールとして利用できるようプログラムを改造した。本研究ではこのLPES改を受信性能解析装置と称する。

#### 3.2 周波数シフト耐性実験

ドップラシフトに代表されるように、一般的に受信信号に周波数シフトが発生することがある。送信側でLDACS1信号の搬送波周波数に周波数シフトを重畳し、受信性能解析装置で受信させる実験を行った。同実験のBER特性の一例（搬送波対雑音電力比20dB時）を図2に示す。これによると、LDACS1の基地局→航空機局方向（フォワードリンク）と航空機局→基地局方向（リバースリンク）とで周波数シフトに対するBER特性が大きく異なり、周波数シフトに対する耐性に違いがあることがわかった。

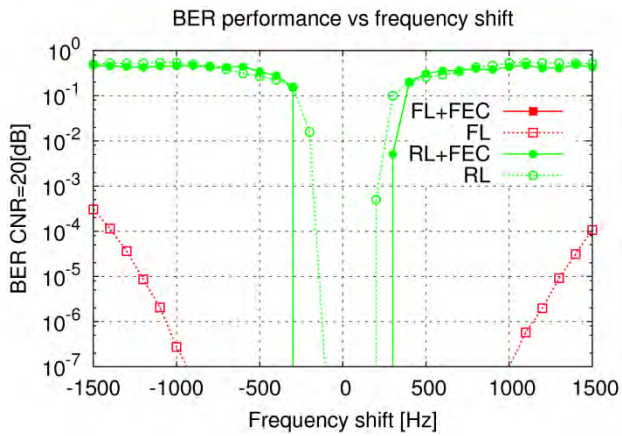


図2 周波数シフト耐性

#### 4. まとめ

当所の LPES を改良し受信性能解析装置を開発した。次にこれを用いて LDACS1 における周波数シフト耐性を検証した。その結果、フォワードリンクとリバースリンクでの周波数シフト耐性に違いがあることがわかった。

今後は、伝送路特性推定方法や信号歪み補償方法について実装を行い、伝送効率のよい信号処理アルゴリズムを検証していく予定である。

#### 掲載文献

- (1) 北折, “航空用高速データリンク LDACS”, 電子航法研究所出前講座, 2013 年 11 月.



## UASのためのGPSに代わる位置推定法に関する研究【基礎研究】

担当領域 監視通信領域

担当者 ○河村 暁子、ニッ森 俊一、米本 成人、山 康博、宮津 義廣

研究期間 平成25年度～平成27年度

### 1. はじめに

パイロットが搭乗していない航空機を、一般の有人航空機と区別しUAS(Unmanned Aircraft Systems: 無人機)と呼ぶ。近年、農薬散布、災害監視など多岐にわたる用途で、UASの民生利用が拡大している。将来、有人機と無人機が飛行空域を共有する時代が訪れる可能性は十分に考えられる。多くのUASは自律位置制御にGPS信号を用いており、システムのGPSへの依存度が有人機よりはるかに高い。しかし、飛行中に何らかのトラブルや意図的電波妨害によってGPS信号が途絶えた場合、パイロットが機上にいないためUASが制御不能になる危険性が指摘されている。ペイロードが少なく機上装備の追加が困難な小型無人機では自機位置を知る手段はGPS信号以外にないのが現状である。よって、非常時の代替手段として、GPS信号に頼らない位置推定システムが求められている。

### 2. 研究の概要

本研究の目的は、UASの位置をGPS(GNSS)信号以外で推定する方法を検討することである。検討の条件として、小型無人機と可搬型の地上局からなるシステムを対象とし、機体の飛行範囲は数km程度、GPS信号の受信を除く機体の機能はすべて正常で、通信リンクは切れないと仮定する。実験的検討においては、平成22-24年度に基礎研究「トラジェクトリ管理が可能な実験用UAVに関する基礎研究」で製作した小型UASを用いる予定である。

検討・提案する位置推定法は、機体ペイロードを増やさないために、既存の地上-機体間の通信リンクを用いた伝搬遅延の測定を元に行う。さらに、慣性航法のように姿勢センサ情報を用いる位置推定法と結果を比較する。本検討の過程で、この種の小型UASの制御に必要な位置情報の精度およびその出力頻度等の要件も明らかにする。

なお、小型UASは飛行方法や運用形態が有人機とは全く異なる性格のものであり、本研究では基礎検討として、およそどの領域に機体があるかを把握するためのものである。

また、この研究課題と並行し、UASそのものが非常に新しいコンセプトの飛行体であることから、国内外の運用ルール(特に通信関係)の動向調査と課題抽出およびICAO

UAS Study groupへのアドバイザーとしての出席を通じた国際規格動向の分析も行う。

初年度は本研究の根幹となる位置推定法の検討、および目標位置精度を定めるための比較対象となる慣性航法のUASにおける誤差の割り出しを行なった。検討する位置推定法は、機体-地上間の機体情報のダウンリンク信号を利用する。2年目は、1年目に検討した位置推定法の決定および、実証実験用装置の開発を行う。3年目は、実証実験及び、位置推定の確かさの検証を行う。また、3年間を通して、大きさに関わらず無人機全般の情報収集に努める。

### 3. 研究成果

平成25年度は、

(1) UAS飛行データを用いた慣性航法(機体姿勢データ)による位置推定

(2) 機上-地上間の通信リンクを用いたUASの位置推定法の検討

(3) UASに関する情報分析を実施した。

(1) UAS飛行データを用いた慣性航法(機体姿勢データ)による位置推定

本研究は、小型UASを対象とした補助的な位置推定法の初期検討であるため、そもそもGPS(GNSS)と同等の精度を求めるものではない。しかし、目標設定においては機体の姿勢センサから得られる情報のみによって求まる位置の不確かさ以上を狙いたいと考えた。よって、今回対象とするような小型UAS搭載の姿勢センサデータのみで位置推定を試みた。この結果、200~400m程度の水平方向の位置ドリフトが、たった15分程度の飛行中に起こることが確認できた。よって、次節で述べる提案手法は、これを超えることを目標とすることとした。

(2) 機上-地上間の通信リンクを用いたUASの位置推定法の検討

機体-地上間の機体情報のダウンリンク信号を、地上の複数点で受信し、飛行位置を推定する手法を考え、2.4GHz WiFi信号の振幅(RSSI)を利用して模擬機体局を2次元移動させ位置を推定する簡易実験を行った。これより、提案

手法は概ね位置推定が可能であることがわかった。しかし、環境によって伝搬定数が自由空間伝搬損失とは大きく異なることから、別途定数を測定する必要があることがわかった。また、同期信号をどのように得るかも大きな課題であり、今後電波時計信号や地上デジタル放送波のプリアンブル信号等が利用できないか検討する予定である。

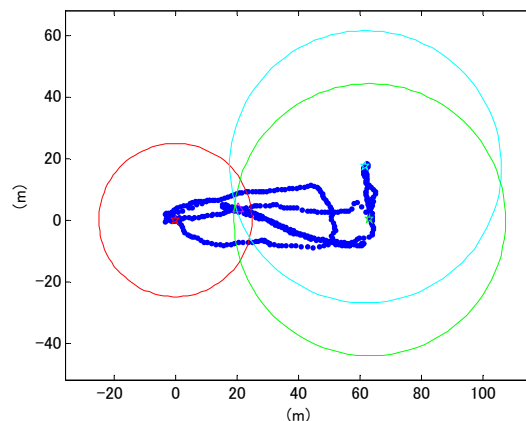
### (3) UAS に関する情報分析

本年度は、6月、11月、3月に航空局安全部安全企画課の要請を受け ICAO UAS Study Group へ参加し、特に制御用通信に関わるワーキンググループにおいてガイダンスマニュアル等の素案作りに参画した。また、中型 UAS の事故情報の収集及び分析を始めている。

## 4. まとめ

本研究は UAS の GPS (GNSS) に代わる位置推定法の開発を目的とし、今年度より3年の計画で実施している。初年度となる25年度は、機体から地上へのダウンリンク信号を利用して UAS の位置推定を行うことを考え、この手法の妥当性を簡易実験により明らかにした。これより、環境に依存する信号伝搬パラメータや同期信号について課題はあるものの、本研究で追求していく位置推定の基本的な方向性を決定できた。

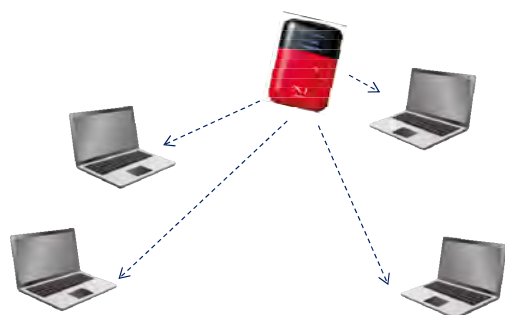
さらに、UAV の国内外における情報収集も広く行い、特に国内産業界、国外の法整備を担当する行政機関との情報交換に努めた。



2次元の測定結果 (△移動点, ☆☆☆固定点)

### 掲載文献

- (1)河村、「UAS」、電子情報通信学会用語集 I-Scover
- (2)河村ほか、「UAS を用いた無線中継システムの予備実験」、飛行機シンポジウム 1B03
- (3)河村、「無人航空機の国際動向と研究について」、CARATS 研究開発推進分科会
- (4)河村ほか、「無人航空機の安全運航に向けた現状と課題」、電子情報通信学会総合大会 AI-3-2



提案する位置推定法

## SWIM 指向な情報処理システム構築技術の調査【調査研究】

担当領域 監視通信領域  
担当者 ○塩見 格一, 古賀 禎, 呂 曉東  
研究期間 平成 24 年度～平成 25 年度

### 1. はじめに

次世代の航空交通システムを支える情報基盤を構築するための技術開発は、米国において NextGen, 欧州においては SESAR, 我が国においては CARATS として、またこれらが協調して、世界的に進められている。この世界的な取り組みにより実現する航空交通情報処理システムは、先ずグローバルな情報交換機能を実現しようとするものである。

米国連邦航空局 (FAA) は Mini Global Demonstration (MGD) として、2014 年 9 月に、これ迄の技術的成果 (SWIM 化の進捗状況) を公開する計画を進めており、現在、我が国は、オーストラリア他と協調し、FAA の MGD を成功させるべく準備作業を行っている。

本研究調査においては、次世代のパラダイムの実現に不可欠と考えられているサービス指向アーキテクチャ (SOA: Service Oriented Architecture) を支えるシステム連携基盤 (ESB: Enterprise Service Bus) の技術的な状況を調査すると共に、併せて、我が国において上記 MGD に対応するための準備を進めた。

### 2. 情報処理システム連携基盤 (ESB)

次世代の航空交通情報基盤における広域情報交換機能は、単に技術的に実現されれば十分とされるものではない。これは、十分に検討されたセキュリティ・モデルに整合しながら、且つ経費的な妥当性が社会的に信認される事も同時に必要とされている。ESB は、現時点においてこの要件を満足すると考えられているミドルウェアであり、2013

年度において、筆者らは、米国 FAA が採用しているオラクル社の提供する ESB を調査し、航空局関係者に対してその勉強会を行った。オラクル社及び CTC 社の協力による ESB 上のシステム構築を行う実務者による講演は、システム構築の失敗例も示すものであり、後援会参加者から有意義であった旨の意見を多数得た。

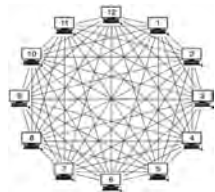
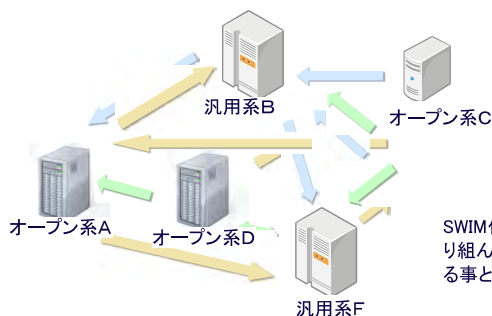
米国における航空交通情報基盤全体の SOA 化を目指した ESB の導入に対して、欧州では既存のシステム機能の一部を SOA 化して、これをインターネット (HTTP/SOAP: simple object access protocol) により“ゆるく”相互接続する試みが進められている。

なお、欧米いずれにおいても「技術」、「セキュリティ」、「経済性」の三者を合理的にバランスさせるガバナンスの構築を前提としている事には変わりはない。

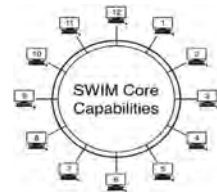
### 3. ミニ・グローバル・デモンストレーション (MGD)

我が国も参加して 2014 年 9 月の実施を予定する MGD は、NextGen, SESAR, CARATS において標準化を進めている情報交換モデル (FIXM: Flight Information Exchange Model, AIXM: Aeronautical Information Exchange Model, WXXM: Weather Information Exchange Model) の妥当性を確認することを第一の目的としており、我が国においては、FIXM については ESB 上のアプリケーションによる Publish & Subscribe 方式により、AIXM と WXXM については HTTP/SOAP を利用した Request & Reply 方式による対応を想定し、アプリケーションの作成等準備を進める予定である。

縦割組織が個別に整備したシステムを強引に接続したシステム



SWIM 化



SWIM化: 全体の事が分からない以上に、「左手のやっていることを右手が知らない様な、複雑に入り組んだシステム」を「局所整合性に付いては合理的に設計できる、少し整理されたシステム」にする事と理解される。

「個別に仕様を決めて個々に設計して実現したシステムを相互接続することは、困難である上にオーバーヘッド等の無駄が多い。」この様な従来型のシステム開発から、「従来の個々のシステムを全体に対する部分として、それぞれが共通に必要なとする機能を粒度を揃えた SOA コンポーネントとして実現すれば、システム開発の著しい効率化が実現される。」 ESB は SOA コンポーネントを機能させるミドルウェアの一つであり、最有力な一つである。

## 次世代航空通信の基盤技術の調査【調査】

担当領域	監視通信領域
担当者	新美 賢治
研究期間	平成 25～26 年度

### 1. はじめに

航空の分野における電波利用の一つに航空通信があり、航空管制や航空機運行管理などの分野で安全性と経済性の向上に大きく貢献している。今後のよりよい航空通信を実現するための研究方針を考える上で、航空通信の利用者の意見を収集分析する必要がある。本調査では、特に、当研究所に資料の蓄積が見られないパイロットの意見に着目した。調査では、今後の航空通信により適した航空通信技術を検討する基礎として、ICAO や航空局の動向をふまえて、現状の空対地の航空通信技術に関する意見を収集することとした。特に、現行及び開発中の通信技術を航空通信の場で利用するメリット・デメリットを精査し、将来の最適な航空通信の要件抽出に資する調査を行う。

### 次世代航空通信の基盤技術の調査の概念

#### 航空の分野

- ・各種の航空通信。



航空通信

#### 通信技術

- ・携帯電話等で利用される新たな通信技術の出現（以下例）



携帯電話

Internet

衛星通信

各種の航空通信のニーズに適した、現在あるいは将来（開発中を含む）の各種の通信技術の候補を精査する。

### 2. 調査の概要

平成 25 年度は、現状の空対地の航空通信技術について、航空通信技術の利用者であるデータリンク機器を搭載した機体を運航する国際線のパイロット 2 名の意見・感想等を聞くことができた。データリンクのメリットとして、英語国の管制官との会話では、聞き取りにくかった点が、CPDLC により、文字情報として伝達されることで、パイロットの負担を大いに軽減するものとのことであった。他の調査項目については、整理中である。

### 3. 調査成果

現在、インマルサット衛星を利用した乗客へのサービスとしての機内 Wi-Fi 環境が、導入されつつあるが、インターネットの記事によれば、インマルサット衛星を利用するインターネットプロバイダにより、Wi-Fi 環境の差があるようである。この機内 Wi-Fi 環境が安定して、セキュリティを確保して使用できれば、コックピットで気象サイト等にアクセスして、より安全かつ効率的な飛行航路を選択することができると思われる。

### 4. まとめ

サンプル数は限られたものの、空地データリンクの利用者である国際線パイロットの生の声を聞いたことは、非常に貴重な機会であった。

平成 26 年度は、現状の空地のデータリンクのうち、

- ・国内線のエアラインの空地のデータリンク（離発着時の空地データリンク利用など）
- ・ヘリコプターの空地データリンク（東京消防庁航空隊の航空機動態監視システムなど、イリジウムを利用したシステム）

について調査を行い、航空機やヘリコプターのパイロットが望む、空地データリンクの改善点を明らかにしたい。

また、携帯電話等の分野で開発されている通信技術についても調査を行い、航空通信の観点から見た各種通信技術のメリット・デメリット等を精査して、今後の航空通信に適する技術をさらに広く調査する糸口としたい。



## 90GHz リニアセルを用いた高精度イメージングシステムの研究開発【競争的資金研究】

担当領域 監視通信領域

担当者 ○米本 成人、河村 暁子、ニッ森 俊一、森岡 和行

研究期間 平成 24 年度～平成 27 年度

### 1. はじめに

昨今では、交通、電力、水道などの重要インフラ施設の安全確保が課題となっており、高精度で広範囲をカバーするセンシングシステムが重要とされている。90GHz 帯レーダーを直線状に並べてセルを構成したリニアセルセンシングシステムは、広い周波数帯域を用いた高精度測定が可能であり、複数のセンサを用いて、光ファイバー無線技術を応用することで、広範囲の監視範囲を構築することが可能である。各種センサは開発されているが、このような総合的なシステムは世界的に見ても当研究を除いて実現された例はない。本研究の目的は光ファイバー接続型ミリ波レーダーシステムを多数連結して直線状の監視範囲を有するリニアセルイメージングシステムを構築することである。

### 2. 研究の概要

本研究は 4 年計画であり、平成 25 年度は 2 年目である。当該研究期間の主たる実施事項は以下のとおりである。

- 平成 24 年度 アンテナ素子設計手法の確立、  
ミリ波レーダーシステムの原理確認
- 平成 25 年度 小規模リフレクトアレイの構築  
1GHz 掃引レーダーシステムの屋外試験
- 平成 26 年度 リフレクトアレイの高利得化  
空港面異物システムの設計
- 平成 27 年度 接続試験

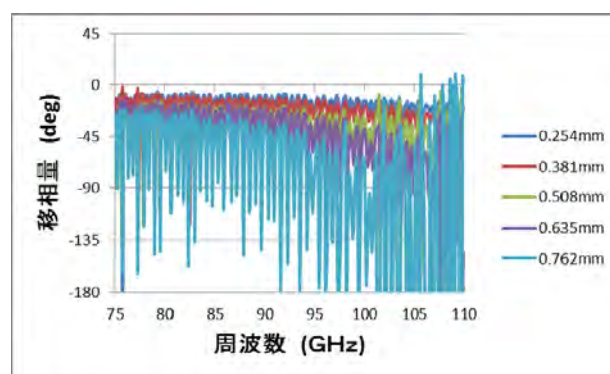
### 3. 研究成果

平成 25 年度の実施事項は小規模のリフレクトアレイの構築、1GHz 帯域幅のミリ波レーダーシステムによる屋外試験である。

リフレクトアレイについては、10x10 素子を配置したリフレクトアレイを構築し、反射波位相の変化を測定した。透過型のアレイ基板に厚さの異なる片面基板を重ね合わせることで、複数の条件での反射波位相を測定する評価基板を作成した。基板厚さを厚くすると移相量が増えるが、0.768 mm 以上の厚さになると、基板内部で共振が発生し、移相量の変化がなくなることが示された。現在のところ、100GHz で 90 度の位相変化であることから、今後これを 180 度近い位相変化が得られるよう改良していく。

ミリ波レーダーシステムの屋外試験については、1GHz 変調帯域幅で送信できる光ファイバー接続型レーダーシステムを構築した。管制側のシステムを計測車両内部に設置し、路面側のシステム屋外に設置して実験を行った。実験日の気温が低く感度低下が見られたが、レーダー画像が取得できていることが示された。今後、送信回路の広帯域、高出力化、及び受信回路の低雑音化、温度対策を図り、性能向上を目指す。

本研究は総務省から委託された電波資源拡大のための研究開発の一環として実施され、株式会社日立製作所、独立行政法人情報通信研究機構、公益財団法人鉄道総合技術研究所との共同研究として実施された。



10x10 素子リフレクトアレイの反射波位相



光ファイバー接続型ミリ波レーダーの屋外試験

掲載文献

- (1) Nobuhiko Shibagaki, N. Yonemoto, K. Kawasaki, T. Kawanishi, "Photonic based radar system for FOD detection

- using 90 GHz-band", 2013 Asia-Pacific Radio Science Conference, APRASC, DCb-1
- (2) 米本成人、河村暁子、ニッ森俊一、「スイッチングダイオードによる W 帯反射波の位相制御」、2013 年電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集、C-14-17
  - (3) Akiko Kohmura, Shunichi Futatsumori, and Naruto Yonemoto, "Optical Fiber Connected Millimeter-Wave Radar for FOD Detection on Runway", European Radar Conference, EuRAD04-2
  - (4) Naruto Yonemoto, Akiko Kohmura, and Shunichi Futatsumori, "W-band Phase Measurement of Reflected Wave from Diode Grid for Reflectarrays", Proceedings of the 2013 international conference on advanced technologies for communications (ATC2013), pp. 461-464, Ho Chi Minh, Vietnam,
  - (5) 米本成人、「滑走路上の異物探知システムの研究開発」、平成 25 年度電子航法研究所講演会
  - (6) 柴垣信彦、川崎邦弘、米本成人、川西哲也、「RoF 伝送を利用した 90GHz 帯センシングシステム」、信学技報、MWP2013-51
  - (7) 中村一城、川崎邦弘、竹内恵一、米本成人、河村暁子、ニッ森俊一、「鉄道環境における 90GHz 帯ミリ波の電波伝搬特性」、信学技報、MWP2013-53
  - (8) Shunichi Futatsumori, Kazuyuki Morioka, Akiko Kohmura, and Naruto Yonemoto, "Performance Evaluation of Offset Parabolic Reflector Antennas Based on Carbon Fiber Reinforced Plastics for W-band Millimeter Wave Radar System", Proc of TJMW. WE5-2
  - (9) 河村暁子、岡田国雄、森岡和行、ニッ森俊一、米本成人、「滑走路障害物検知用光ファイバー接続ミリ波レーダー」、電子情報通信学会 PEM 研究会
  - (10) Shunichi Futatsumori, Kazuyuki Morioka, Akiko Kohmura, and Naruto Yonemoto, "Design and Measurement of W-band Offset Stepped Parabolic Reflector Antennas for Airport Surface Foreign Object Debris Detection Radar Systems", Proc. of iWAT2014, pp.247-250, Sydney, Australia, 2014
  - (11) 米本成人、河村暁子、ニッ森俊一、森岡和行、「シリコン基板のミリ波透過係数特性」、2014 年電子情報通信学会総合大会講演論文集、B-1-23

## 反射波遮蔽フェンスによるローライザ積雪障害の抑制に関する研究【競争的資金研究】

担当領域 監視通信領域

担当者 ○田嶋 裕久 ニッ森 俊一

研究期間 平成 25 年度～平成 27 年度

### 1. はじめに

航空機を安全に着陸誘導する ILS(計器着陸システム)では、方位方向の誘導をローライザ(以下 LOC)と呼ばれるアレイアンテナシステムで行っている。積雪地域空港の LOC においては左右非対称な積雪の融雪、降雨、除雪等の原因でコース誤差が発生するので、その対策として遮蔽フェンスを設置する実験を行った例がある。LOC 前方地面の左右非対称な掘削工事においては遮蔽フェンスの誤差軽減効果は確認されており、積雪でも同様の効果が期待されているが、青森空港において実験した結果では明確な効果が確認されておらず、その原因もはっきりしていない。

### 2. 研究の概要

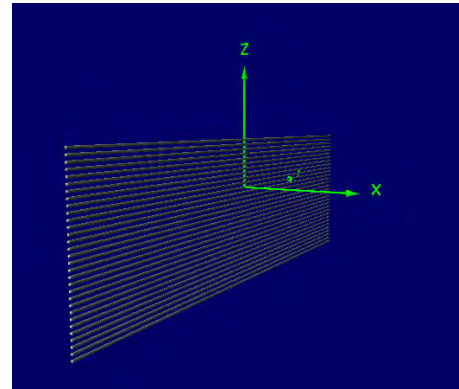
本研究は、科学研究補助金基盤研究(C)25420380により実施しており、代表者は青森大学・中田和一教授で、当研究所は研究分担者として参画している。平成 25 年度から 3 年計画で LOC アンテナ前方の地面の積雪状態によるコース誤差への影響と遮蔽フェンスの効果について計算機シミュレーション及び電波無響室におけるスケールモデル実験により解明する。また、遮蔽フェンスの効果に関して、形状や設置位置・高さ等について検討し最も効果的な対策を提案する。

### 3. 研究成果

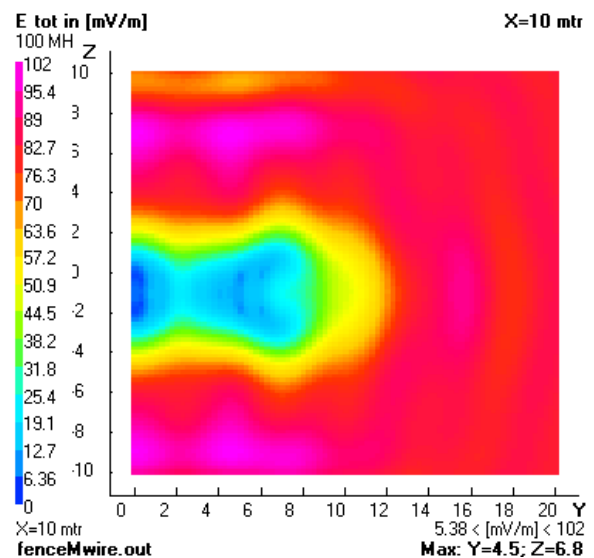
#### 3.1 フェンスの形状に関する検討

ILS LOC は水平偏波の電波を使用していることから、以前行われた実験において、波長に比べ密な間隔で水平に金属ワイヤを張った構造のフェンスを使用していた。これはナイフエッジによる遮蔽と見なされ、検討した結果回折波により遮蔽の効果が不十分の可能性があることが分かった。そこで、遮蔽特性を改善するためフェンスの金属ワイヤの間隔として遮蔽に最適となる形状を求めため、平成 25 年度は予備的な検討を行った。

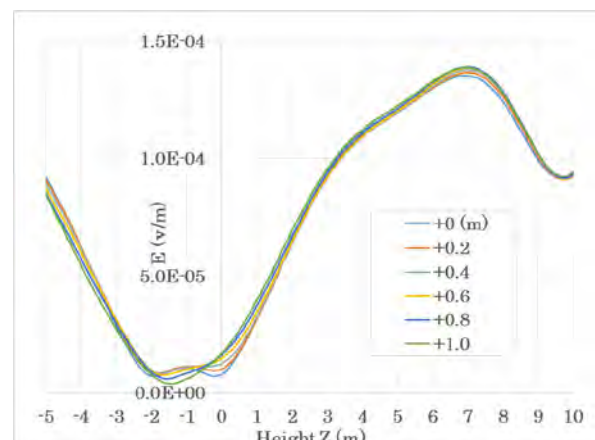
図 1 はフェンスの最上部のワイヤのみの高さを変えたシミュレーション結果で、遮蔽特性が変化し特性改善の可能性を確認した。今後、遮蔽特性を改善するため、フェンスのすべてのワイヤの位置や太さ等を最急降下法により最適化できるプログラムを開発する予定である。



(a) ワイヤフェンスモデル



(b) 遮蔽フェンス裏の電界分布



(c) 最上部のワイヤの高さを変えた場合の遮蔽特性の変化

図 1 遮蔽フェンスのシミュレーション

掲載文献

- (1) 田嶋, ニッ森, 中田, “ILS LOC の積雪障害の遮蔽フェンスによる改善法”, 電子情報通信学会総合大会, 2014年3月.



## 航空監視システムにおける電波伝搬解析のための超高速広域計算アルゴリズムの開発【競争的資金研究】

担当領域 監視通信領域  
担当者 本田純一  
研究期間 平成 25 年度～平成 27 年度

### 1. はじめに

電磁波散乱および電波伝搬特性の解析は、システム構成や機器性能等の算出のみに関わらず、構築したシステムで発生する信号エラー等の原因を突き止め、その解決方法を提示する上でも重要な研究に位置づけられる。

本研究では、航空用で利用される、もしくは利用を期待される電波について、2つの観点から研究を進めている。一つは航空機散乱波に関する研究、もう一つは空港面監視でしばしば問題となる電波干渉に関連した研究である。

前者は、パッシブレーダ等の反射波を利用した測位技術において受信機配置等に応用できる。後者は、電波干渉によって発生する検出率劣化の原因を究明し、受信機移設や増設といった問題解決策の提案に役立つ。本研究では、電磁界解析手法の一つであるレイトレーシング法に基づいた計算アルゴリズムの開発を実施した。航空分野に応用するため、通常より広域の計算が可能で、また高速な計算アルゴリズムの開発を進めている。

### 2. 研究の概要

本研究は3カ年計画であり、初年度の平成25年度は次のことを行った。

- ① 電磁界解析用の基本計算アルゴリズムの開発
- ② 航空機散乱電力および空港面伝搬特性の測定実験

### 3. 研究成果

平成25年度は電磁界計算用のアルゴリズムの基礎開発を実施した。高速広域の計算を可能とする提案アルゴリズムに基づき、航空機散乱電力推定と空港面電波伝搬解析用のプログラミングを行った。基礎段階まで完成しており、得られた数値結果と実験結果を比較した。

#### 3.1. 航空機散乱電力推定

関東圏の既存送信局からの放射電波が航空機に当たり、反射/散乱波がどの程度の強さで東京湾周辺に到達するか数値解析した。図1にその結果を示す。本結果については、実験結果と比較し、良好な結果が得られた。

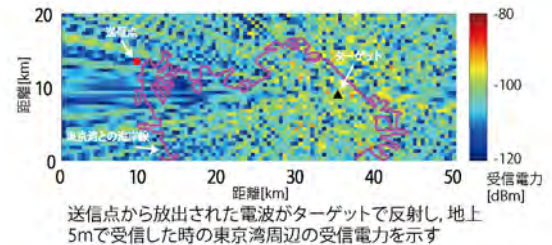


図1 航空機散乱電力分布の一例

#### 3.2. 空港面伝搬特性の数値解析

羽田空港をモデルとした電波伝搬解析を実施した。図2はその結果である。放出される電波が周囲にどの程度の強さで到達するかを示している。

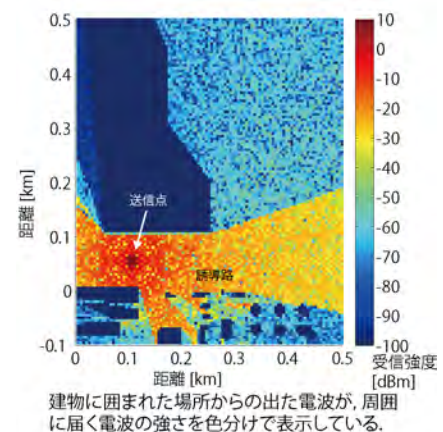


図2 空港面電波伝搬の数値結果の一例

### 4. まとめ

航空分野に応用できる広域高速な電磁界解析用の数値計算アルゴリズムの開発を進めた。提案手法に基づき、航空機からの散乱電力推定と空港面伝搬特性の数値解析を行った。今後はアルゴリズムの完成をめざし、計算時間削減と計算精度について検証を進める予定である。

この研究は、日本学術振興会における科学研究費助成事業若手(B)(25820017)の資金助成を受けて実施されている。

### 5. 所外発表

- (1) J. Honda and T. Otsuyama, "Rapid Ray Tracing Analysis of Scattered Field from an Aircraft Model in Super Wide

Area,” Proc. 2013 Eighth Int’l Conf. on Broadband and  
Wireless Comput., Commun. and Applications, pp.  
173-183, Compiegne, France, Oct. 2013.

## 無人航空機を活用した無線中継システムと地上ネットワークとの 連携及び共用技術の研究開発【競争的資金研究】

担当領域 監視通信領域

担当者 ○米本 成人、河村 暁子、ニッ森 俊一、森岡 和行、金田 直樹、住谷 泰人

研究期間 平成 25 年度

### 1. はじめに

大規模災害時において通信インフラや道路インフラ等が壊滅的な被害を受けた場合の孤立地域との迅速なネットワークの確立や、火山、火事、高放射線などの危険地域等でのデータ収集や通信確保を行う手段として、パイロットが搭乗する必要がなくプログラム通りに自律飛行することが可能な無人航空機システム（UAS）の利用が期待されている。国際的にも、欧米を中心に活発的な研究開発が行われているだけでなく、2012年の世界無線通信会議（WRC-12）において UAS で用いる周波数として 5GHz 帯（5030MHz～5091MHz）の非ペイロード用通信としての使用が合意され、次回会議（WRC-15）では UAS と衛星を結ぶ周波数を決定するための議題が設定されている。

しかしながら、5GHz 帯や衛星通信用周波数帯（Ku/Ka 帯）は既にひっ迫しており、地上の無線アクセスシステムや航空無線航行システムとの共用が必要となっているほか、衛星とのリンクについても他の衛星回線との干渉を回避する必要がある。これらの課題を解決するため、5GHz 帯における他の地上用無線業務との周波数共用技術及び他の衛星通信との共用技術を開発し、周波数の共同利用を促進する。

### 2. 研究の概要

本研究は総務省の平成 24 年度補正予算による研究開発であり、平成 25 年度に実施された。電子航法研究所の担当は 5GHz 帯の共用検討である。

今年度の実施内容は以下の通り、

- A. 既存無線設備の調査、
- B. ラボラトリテストシステムの構築
- C. 各種干渉評価試験
- D. アンテナカップリング試験

### 3. 研究成果

既存設備の調査のため、5GHz 帯の利用状況を調査した。国際的には航空移動、航空衛星、航空無線航行に割り当ててある周波数帯域であるが、国内特有の事項として無線アクセスシステムにも割り当ててある。将来的な仙台空港への試験システムの導入のため、仙台空港周辺での 5GHz 帯

の利用状況調査を行った。仙台空港を中心として半径 100km の範囲で調査を行ったところ、名取市役所で 5GHz 帯の利用が認められた。

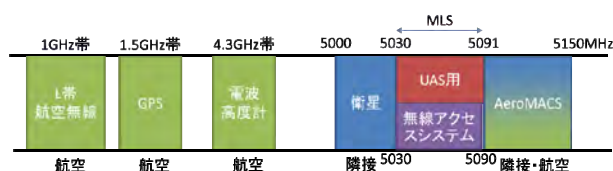
将来的な UAS 通信システムと無線アクセスシステム、および AeroMACS との共用評価のため、ラボラトリテストシステムを構築した。ベクトル信号発生器とベクトルスペクトルアナライザを用いて試験信号の生成、解析を行うことが可能となった。

ラボラトリテストシステムを用いて、AeroMACS と無線アクセスシステムを同時に利用した場合の信号品質の悪化を測定した。同一チャンネルを利用しない場合には受信機アンペアが飽和しない限り有害な干渉が認められなかった。

その他、UAS 上に複数の無線業務を混載した場合に重要となる各種機上アンテナ間のカップリング評価を行った。受信している周波数帯域ではおおむね-20dB 以下のカップリングとなり、強いスプリアスを発する場合は除き、共用可能と言える。また、同一周波数帯を利用する場合にはカップリングが小さく、送受分別が不可能である。よって、同じ周波数帯を利用する場合には、追加の混信対策が必要であることが示された。

今後は、実際の無線機を利用して、同じ周波数を共用する場合の障害の解析、および障害を起こさず利用するための共用条件の策定を目指す。

本研究は総務省から委託された電波資源拡大のための研究開発の一環として実施された。



5GHz 帯、航空用バンドの周波数割り当て



5GHz 帯の利用状況調査

掲載文献

- (1) 河村暁子、山康博、森岡和行、ニッ森俊一、米本成人、金田直樹、住谷泰人、「UAS を用いた無線中継システムの予備実験」、第 51 回飛行機シンポジウム
- (2) 河村暁子、森岡和行、ニッ森俊一、米本成人、山康博、宮津義廣、「無人航空機の安全運航に向けた現状と課題」、2014 年電子情報通信学会総合大会講演論文集、AI-3-2
- (3) Naruto Yonemoto, Naoki Kanada, Akiko Kohmura, Shunichi Futatsumori, Kazuyuki Morioka, and Yasuto Sumiya, “Actual utilization in 5GHz band for future aeronautical communication services in Japan”, ICAO ACP-WGF30/WP07



## 次世代航空通信向けCPM-OFDMシステムの実環境評価に関する研究【競争的資金研究】

担当領域 監視通信領域  
担当者 森岡和行  
研究期間 平成25年度～平成26年度

### 1. はじめに

近年、空港面における通信容量拡大を目的に、次世代の航空用高速データ通信方式としてWiMAX技術を用いたAeroMACS(Aeronautical Mobile Airport Communication System)が検討されている。WiMAX規格では、120km/hまでの移動速度に対応しているが、本研究ではAeroMACSのさらに先の将来における航空無線通信システムとして、300km/hを超える超高速移動時においても安定した通信を実現するための基礎技術の開発を目指している。

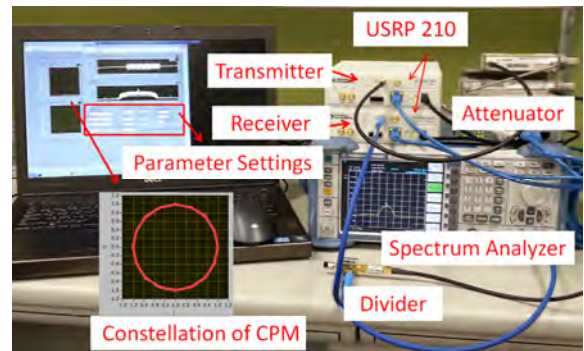


図1 構築した評価システム

### 2. 研究の概要

本研究では、航空機等の超高速移動体への適用を想定し、OFDMの1次変調方式として誤り率特性の優れたCPM(Continuous Phase Modulation)を用いたCPM-OFDM方式について検討した。本研究の目的は、CPM-OFDMシステムのプロトタイプを製作し、実環境下において評価を行うことで、CPM-OFDMシステムを航空通信に適用した場合の、有効性、および問題点を明らかにすることである。

### 3. 研究成果

平成25年度は、送受信器にそれぞれ1本ずつのアンテナを用いるSISO (Single Input and Single Output)での評価環境を構築し、基本的な評価を実施した。図1に今回構築したCPM-OFDMシステムの評価環境を示す。ソフトウェア無線を用いたことで、開発にかかる時間とコストを低く抑えることができた。図2にCPMの一種であるCPFSK (Continuous Phase Frequency Shift Keying)を用いた基本評価結果を示した。図2より変調指数 $h$ が0.75の場合に最も誤り率特性が優れていることが分った。これはシミュレーションによる結果と整合しており、本評価システムが正常に機能していることを示している。

### 4. おわりに

平成25年度は、次世代航空通信向けCPM-OFDMシステムの評価システムを構築し、基本的な評価試験を行っ

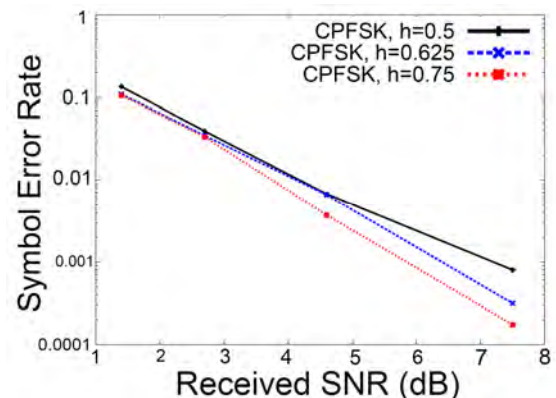


図2 基本評価結果

た。平成26年度には、送受信に複数本のアンテナを用いたMIMO (Multiple Input and Multiple Output)の評価環境を構築し、MIMOを用いた受信性能の向上を目指す予定である。

### 謝辞

本研究の一部はJSPS科研費 25889076の助成で行われた。

### 掲載文献

- (1) 森岡, ニッ森, 金田, 河村, 米本, 住谷, アサノ, “ソフトウェア無線による5GHz帯CPM-OFDMシステム～USRPを用いた基本評価環境の構築～,” 2014年電子情報通信学会総合大会, B-5-137, 2014年3月

## 4 研究所報告

当研究所の平成25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
130	平成25年5月	ターミナル空域の独立に運用される均質航空交通流のための衝突危険度モデル	航空交通管理領域	藤田 雅人
131	平成26年2月	静的情報試験を用いたダウンリンク航空機動態情報有効性評価	監視通信領域	松永 圭左
			航空交通管理領域	瀬之口 敦
			監視通信領域	古賀 禎

## 5 受託研究

当研究所の平成25年度における受託研究は下記のとおりである。

件名	委託元	実施主任者
(委託元からの指示により非公表) ※1	(委託元からの指示により非公開)	米本 成人
MD902他1機種搭載機器の経路損失試験 ※1	株式会社ウェザーニューズ	米本 成人
ターミナル管制ジャーナル・データ抽出処理の支援作業	一般財団法人航空交通管制協会	マーク・ブラウン
B200他2機種搭載機器の経路損失試験	株式会社ウェザーニューズ	米本 成人
(委託元からの指示により非公開)	(委託元からの指示により非公開)	米本 成人
機体・飛行時のHIRF電波環境調査作業	三菱航空機株式会社	米本 成人
PSSRを使用する航空交通情報サービス開発支援	一般財団法人航空保安研究センター	塩見 格一
Bell430搭載機器の経路損失試験	株式会社ウェザーニューズ	米本 成人
航空衛星のサービス移行に係る設計に関する技術支援	一般財団法人航空保安無線システム協会	坂井 丈泰
「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追加機能説明	一般財団法人衛星測位利用推進センター	坂井 丈泰
航跡観測装置の適地調査および設置に係る技術支援	リオン株式会社	塩見 格一
MTSATのRNSS信号に係る混信計算プログラム作成	一般財団法人航空保安無線システム協会	坂井 丈泰
ヒューズ500搭載機器の経路損失試験	株式会社ウェザーニューズ	河村 暁子
機体・飛行時のHIRF電波環境調査(その2)作業	三菱航空機株式会社	米本 成人
短縮垂直間隔衝突危険度モデルに関する研修	The Korea Transport Institute	藤田 雅人
欧州における遅延解析作業に関する調査支援	一般財団法人航空交通管制協会	蔭山 康太
Mini Global Demonstration接続に関する支援作業	一般財団法人航空保安研究センター	古賀 禎
Bell206B搭載機器の経路損失試験 ※2	株式会社ウェザーニューズ	河村 暁子

※1は前年度からの継続。※2は次年度までの案件

## 6 共同研究

当研究所の平成25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
監視通信領域	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 ~ H27.03.31
	ニース・ソフィアンティボリス大学		
航法システム領域	モンクット王工科大学ラカバン	電離圏全電子数の振舞いの特徴付けに関する研究 (Ionospheric TEC Characterization Program)	H23.04.01 ~ H27.03.31
監視通信領域	新田塚学園福井医療短期大学	発話音声の指数値の変動原因解明のための実験的研究	H23.6.15 ~ H26.3.31
監視通信領域	B E A (Bureau d'Enquete et d'Analyses pour la securite de l'aviation civile)	発話音声分析ソフトウェアの機能検証に係る研究	H23.6.16 ~ H26.3.31
航法システム領域	三菱電機株式会社	後方乱気流検出装置による観測データ収集に関する研究	H23.9.27 ~ H26.3.31
監視通信領域	日本電気株式会社	WAMにおけるモードA/C機測位に関する共同研究	H24.2.24 ~ H26.3.31
航空交通管理領域	千葉工業大学	航空管制システムのインタフェースデザインに関する検討	H24.3.13 ~ H26.3.31
航法システム領域	富山高等専門学校	マルチGNSSシステムにおけるクロック・軌道情報の統一処理に関する共同研究	H24.4.1 ~ H26.3.31
航法システム領域	(独) 情報通信研究機構	測位衛星を用いた航法に係わる電離圏擾乱に関する共同研究	H24.4.1 ~ H26.3.31
	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		
監視通信領域	(独) 宇宙航空研究開発機構	ヘリコプタの障害物警報システムに関する共同研究	H24.4.1 ~ H26.3.31
	北海道放送株式会社		
監視通信領域	東京薬科大学	薬剤の中核への影響の音声による評価手法の研究	H24.5.7 ~ H26.3.31
航空交通管理領域	東北大学	レジリエンス向上のための管制官訓練支援ツールの開発	H24.6.22 ~ H27.3.31
監視通信領域	株式会社レンスター	ミリ波システム用電波機器に関する研究	H24.7.9 ~ H27.3.31
監視通信領域	(独) 産業技術総合研究所	ミリ波レーダの性能指標となる散乱断面積(RCS)標準の開発および正確な散乱断面積測定法の開発	H24.7.1 ~ H26.3.31
監視通信領域	(独) 情報通信研究機構	90GHz帯リニアセルによる高精度イメージング技術の共同開発	H24.8.31 ~ H26.3.31
	公益財団法人鉄道総合技術研究所		
	株式会社日立製作所		
航空交通管理領域	九州大学	国内定期旅客便の運航効率の客観分析に関する研究	H24.10.1 ~ H27.3.31
監視通信領域	三菱スペース・ソフトウェア株式会社	過労による居眠り防止に係わる音声分析サービス提供技術としてのネットワーク・アプリケーション技術の研究	H24.10.10 ~ H26.3.31
監視通信領域	ベトナム国家大学ホーチミン市校国際大学	電子走査アンテナ技術の研究	H24.10.31 ~ H27.3.31
監視通信領域	R F t e s t L a b 有限会社	ミリ波無線回路に関する共同研究・開発	H24.11.21 ~ H27.3.31
監視通信領域	株式会社バル技研	24GHz反射率可変リフレクタに関する共同研究・開発	H24.11.21 ~ H27.3.31
監視通信領域	アルウェットテクノロジー株式会社	ミリ波小型レーダに関する共同研究・開発	H24.11.21 ~ H27.3.31
監視通信領域	武蔵野大学	発話音声分析装置の機能検証のための実験的研究	H25.1.30 ~ H26.3.31
航法システム領域	(独) 宇宙航空研究開発機構	GBASの利用性向上に係わる研究開発(その2)	H25.4.25 ~ H27.3.31
監視通信領域	(独) 情報通信研究機構	導波管の特性の精密測定に関する研究	H25.5.1 ~ H28.3.31
航法システム領域	電気通信大学	地上型衛星航法補強システムに用いるVHF データ放送に対するスプラディックEの影響評価	H25.4.24 ~ H27.3.31
航法システム領域	東京工業大学	サーモカメラを用いた後方乱気流の実測に関する研究	H25.6.11 ~ H26.3.31
航法システム領域	(独) 宇宙航空研究開発機構	GBASを用いた着陸方式基準に関する研究	H25.7.10 ~ H28.3.31
	東京大学		
監視通信領域	株式会社日立国際電気	RoFを利用したレーダー・通信システムの研究開発	H25.10.8 ~ H28.3.31
航法システム領域	(独) 防災科学技術研究所	GNSS受信信号に対する積雪、着雪の影響低減に関する研究	H25.11.20 ~ H27.6.30
航法システム領域	準天頂衛星システムサービス株式会社	準天頂衛星システムにおけるサブメートル補強サービスに関する研究	H25.10.30 ~ H27.3.31
航法システム領域	日本電気株式会社	マルチパス低減GPSアンテナの積雪、着雪の影響評価のためのデータ収集に関する研究	H25.12.24 ~ H27.3.31



# 7 研究発表

(1) 第13回研究発表会（平成25年6月6日, 7日）

ー 電子航法研究所の研究活動の現況について

研究企画統括 藤井 直樹

1. B787機上取得データによるGLSの評価

航法システム領域 齊藤 真二  
福島 荘之介  
山 康博

全日本空輸(株) 長井 丈宣  
藤原 直樹

日本航空(株) 赤木 宣道  
高濱 裕久

2. カテゴリⅢ GBAS (GAST-D) の日本におけるリスク検討

航法システム領域 吉原 貴之  
齋藤 享  
星野尾 一明  
福島 荘之介  
齊藤 真二

3. アジア太平洋域衛星航法電離圏脅威モデルの構築

航法システム領域 齋藤 享  
吉原 貴之  
坂井 丈泰  
星野尾 一明

4. 外来電波による干渉を受けたGPS受信機の挙動解析

監視通信領域 米本 成人  
河村 暁子  
ニッ森 俊一  
岡田 国雄

5. 電波伝搬からみる空港面監視技術と航空機散乱電力  
について

監視通信領域 本田 純一  
大津山 卓哉  
角張 泰之  
古賀 禎  
宮崎 裕己  
島田 浩樹  
松永 圭左  
二瓶 子朗

6. 着陸支援用ミリ波レーダ反射器の基本評価試験

監視通信領域 ニッ森 俊一  
森岡 和行  
河村 暁子  
米本 成人

7. 広域マルチラテレーションの評価試験結果

監視通信領域 島田 浩樹  
宮崎 裕己  
古賀 禎  
角張 泰之  
二瓶 子朗

8. DAPs利用のための有効性評価と課題

監視通信領域 松永 圭左  
古賀 禎  
航空交通管理領域 瀬之口 敦

9. 空港面におけるAeroMACS信号品質の評価

監視通信領域 金田 直樹  
住谷 泰人  
米本 成人  
河村 暁子  
ニッ森 俊一  
本田 純一  
岡田 国雄  
塩地 誠

10. SWIMで目指す情報処理システムの再構築

監視通信領域 塩見 格一

11. 航空路管制業務へのCPDLC導入時の業務負荷の変化

監視通信領域 塩見 格一  
板野 賢

12. 音声のカオス論的指数値の特性と応用可能性

監視通信領域 佐藤 清  
及川 太  
及川 健太郎  
塩見 格一

13. フローコリドーの運用方式の研究  
 名古屋大学 武市 昇  
 航空交通管理領域 中村 陽一  
 蔭山 康太
14. フローコリドーにおける高密度航空交通流の形成  
 航空交通管理領域 中村 陽一  
 蔭山 康太  
 名古屋大学 武市 昇
15. トラジェクトリ予測モデルの開発と評価  
 航空交通管理領域 福田 豊  
 瀬之口 敦  
 白川 昌之  
 平林 博子  
 マーク ブラウン
16. 気象による軌道予測の不確定性の研究  
 早稲田大学 手塚 亜聖  
 東山 侑司
17. 国内定期旅客便の運航効率の客観分析に関する研究  
 九州大学 宮沢 与和  
 原田 明德  
 ビクラマシンハ ナビンダ  
 宮本 侑斗  
 小塚 智之  
 航空交通管理領域 福田 豊
18. 洋上管制の傾向分析及びPBN導入効果に関する考察  
 航空交通管理領域 平林 博子  
 福島 幸子  
 岡 恵  
 伊藤 恵理
19. 空港面交通シミュレータの開発  
 航空交通管理領域 山田 泉  
 住谷 美登里  
 海津 成男  
 青山 久枝  
 マーク ブラウン  
 森 亮太
20. 空港面交通シミュレーションによる出発時刻調整手法の検討  
 航空交通管理領域 住谷 美登里  
 青山 久枝  
 山田 泉  
 マーク ブラウン  
 森 亮太
21. 管制処理プロセス可視化ツールを用いた訓練支援の可能性  
 航空交通管理領域 狩川 大輔  
 青山 久枝  
 高橋 信  
 東京大学 古田 一雄  
 安全マネジメント研究所 石橋 明  
 テムス研究所 北村 正晴
22. 航空交通流制御の高度化に向けた分析手法の検討  
 航空交通管理領域 青山 久枝  
 狩川 大輔  
 (財)労働科学研究所 飯田 裕康

## (2) 所外発表

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物
Performance measurement of compact and high-range resolution 76 GHz millimeter-wave radar system for autonomous unmanned helicopters (自律飛行ヘリコプタ搭載用76GHz小型高分解能ミリ波レーダの性能評価)	二ツ森俊一 河村曉子 米本成人	平成25年4月	IEICE Transaction on Electronics (電子情報通信学会英文論文誌C)
Experimental and Theoretical Study on Scattered Powers from a Moving Aircraft (移動航空機からの散乱電力に関する実験および理論的研究)	本田純一 大津山卓哉	平成25年4月	Proceedings of the IEEE WAMICON 2013
MLATとWAMについて	小瀬木滋	平成25年4月	航空海上無線通信委員会
空港及び航空機における無線利用システムの概要について	小瀬木滋	平成25年4月	ICT研修科(無線通信技術基礎コース)総務省新規採用者対象
High density communication system in aircraft (航空機内の高密度通信システム)	米本成人	平成25年4月	EU-Japan Workshop on R&B Co-operation in the field of network
GBAS-TAPを用いた曲線進入の飛行実験(その1)	船引浩平(JAXA) 津田宏果(〃) 福島荘之介 齋藤真二	平成25年4月	日本航空宇宙学会 第44期年会講演会
新しい空港面用航空通信システム(AeroMACS)について	住谷泰人	平成25年4月	日本航空宇宙学会 第44期年会講演会
広域マルチラテレーションの評価試験	宮崎裕己 島田浩樹 古賀禎 角張泰之 二瓶子朗	平成25年4月	日本航空宇宙学会 第44期年会講演会
ENRI公募型研究制度による航空交通管理の研究の促進	福田豊	平成25年4月	日本航空宇宙学会 第44期年会講演会
中低磁気緯度の電離圏活動に対応したGBASの開発	藤井直樹 福島荘之介 齋藤真二 吉原貴之 齋藤享 工藤正博(運輸安全委員会) 藤田征吾(三菱電機) 小野剛(JRANSA) 鈴木和史(日本電気) 岩崎隆一郎(〃) 野崎豊(〃)	平成25年4月	日本航空宇宙学会 第44期年会講演会
到着機のシミュレーション・モデルの妥当性の検証	藤山康太	平成25年4月	日本航空宇宙学会 第44期年会講演会
Ionosphere characterization program of ENRI in support of air navigation (電子航法研究所における航空航法のための電離圏研究)	齋藤享 吉原貴之 星野尾一明	平成25年4月	Space Weather Workshop 2013
衛星航法による航空機着陸システムとPPD(個人用保護デバイス)による干渉の影響	福島荘之介 齋藤真二	平成25年4月	測位航法学会全国大会
Draft Doc 9924 Guidance Material for the measurement of All-Call Reply Rates (SSR一括質問応答率の測定に関するICAO航空監視マニュアル案)	宮崎裕己 古賀禎	平成25年4月	ICAO航空監視パネル(ASP) 第14回ワーキング・グループ(WG)会議
Simulation of Track 2 UPR(Divergence from Track 2) (トラック2UPR(トラック2からの分岐)のシミュレーション)	平林博子 櫻井晃亮(国土交通省航空局)	平成25年4月	IPACG38 第38回会議
SSR MODE S DOWNLINK AIRCRAFT PARAMETERS VALIDATION AND EVALUATION (SSRモードSダウンリンク動態情報の有効性評価)	松永圭左 瀬之口敦 古賀禎	平成25年4月	2013 Intefrated Communications Navigation and Surveillance (ICNS) Conference
Signal Evaluation on Airport Surface in 5.1GHz Band (空港面における5.1GHz帯の信号評価)	金田直樹 住谷泰人 米本成人 河村曉子 二ツ森俊一 本田純一 岡田国雄	平成25年4月	2013 Intefrated Communications Navigation and Surveillance (ICNS) Conference
A Conceptual Study of Land-based Tsunami Detection System using Code Correlation Measurements of GNSS Signal Reflected by the Sea Surface (GNSS信号の海面反射波を利用した地上設置型津波検出システムに関する概念的な研究)	吉原貴之 齋藤真二 藤井直樹 坂井丈泰	平成25年4月	米国航法学会(ION) Pacific PNT 2013
Safety Assessment of the Introduction of 10 Minutes Longitudinal Time Separation in Fukuoka FIR (福岡FIRにおける10分縦時間間隔の導入の安全性評価)	森亮太	平成25年4月	IPACG38 第38回会議
Estimation of navigation performance and offset by the EM algorithm and the variational Bayesian methods (EMアルゴリズムと変分ベイズ法による航法精度とオフセットの推定)	藤田雅人	平成25年4月	Advances and Applications in Statistics
ATM Performance on Actual Data & Simulation (実データとシミュレーションによるATMパフォーマンスの研究)	藤山康太	平成25年4月	オランダ航空宇宙研究所
光ファイバ無線技術を利用した航空機受動監視システム	角張泰之	平成25年4月	IEEE MTT-S関西チャプタ「光ファイバ無線技術の応用システム」ワークショップ

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物
Numerical Estimation of RF Propagation Characteristics of Wireless Terminal in Commercial Aircraft Cabin (民間航空機キャビン内部の無線機器による電磁波伝搬特性数値解析)	日景隆 (北海道大学) 白船雅巳 (〃) 野島俊雄 (〃) ニッ森俊一 河村暁子 米本成人	平成25年4月	2013 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and USNC-URSI National Radio Science Meeting
プラズマバブルに伴う電離圏不規則構造の衛星航法に対する影響とその発生の日々変動に関する研究	齋藤享 吉原貴之 坂井丈泰 星野尾一明 藤田征吾 (三菱電機) 大塚雄一 (名古屋大学)	平成25年4月	名古屋大学太陽地球環境研究所地上ネットワーク大型共同研究報告書
準天頂衛星L1-SAIF補強信号のGLONASS対応予備実験	坂井丈泰	平成25年4月	日本航海学会誌 NAVIGATION 4月号
Simulation of Track 2 UPR(Divergence from Track 2) (トラック2UPR(トラック2からの分岐)のシミュレーション)	原田隆幸 (国土交通省航空局) 平林博子	平成25年5月	CPWG第15回会議 Fifteenth Meeting of the Cross Polar Trans East Air Traffic Management Providers' Work Group (極地横断東側ATMワーキンググループ第15回会議)
社会技術システムの安全分析 FRAMガイドブック (一部、翻訳分担: 第5章)	小松原明哲 (早稲田大学) 氏田博士 (東京工業大学) 菅野太郎 (東京大学) 中西美和 (慶応義塾大学) 松井裕子 (原子力安全システム研究所) 狩川大輔	平成25年5月	社会技術システムの安全分析 FRAMガイドブック (海文堂)
Collaborative research activities on time-variable approach procedures for wake vortex encounter avoidance (後方乱気流回避のための時間的に可変な進入方式に関する共同研究活動)	吉原貴之 M. Steen (Institute of Flight Guidance, Technical University of Braunschweig) T. Feuerle (〃)	平成25年5月	WakeNet-Europe Workshop 2013
衛星故障・不具合とPPD (個人用保護デバイス) の影響	福島荘之介	平成25年5月	GNSSの法律問題に関する研究会
将来の空港面用航空移動通信システム(AeroMACS)の技術動向	住谷泰人	平成25年5月	データリンク・フォーラム東京
Relationship between plasma bubbles and spatial gradient in ionospheric TEC (プラズマバブルと電離圏全電子数空間勾配の関係に関する研究)	齋藤享 吉原貴之 大塚雄一 (名古屋大学太陽地球環境研究所)	平成25年5月	日本地球惑星科学連合2013年大会
混合進入方式とその安全性解析手法の初期検討	藤田雅人 天井治	平成25年5月	電子情報通信学会 安全性研究会
障害に強い(ロバストな)位置情報のための地域的測位衛星の高度利用 報告書	坂井丈泰	平成25年5月	文部科学省研究開発局宇宙開発利用課宇宙連携協力推進室
RNP AR Approach in Japan(Based on Airline's Report) (日本におけるRNP ARアプローチ (航空会社のレポートに基づく))	藤山康太	平成25年5月	FATS-14 W/G
Study and Activity on SWIM at ENRI (当所におけるSWIMに関する研究等)	塩見格一	平成25年5月	FATS-14 W/G
空港面交通管理のための羽田空港の駐機スポットに関する解析	マーク・ブラウン 青山久枝 山田泉 住谷美登里	平成25年5月	航空管制 5月号
3次元TDOA測位に高度情報を適用した評価結果	宮崎裕己 島田浩樹 小菅義夫 (長崎大学) 田中俊幸 (〃)	平成25年5月	日本航海学会 春季第128回講演会
PPDによるGNSSを用いた航空機着陸システムの干渉とその特性について	齋藤真二	平成25年5月	日本航海学会 春季第128回講演会
航空管制官の実践知分析を通じた管制処理プロセス可視化インタフェースの評価	狩川大輔 青山久枝 高橋信 (東北大学) 古田一雄 (東京大学) 北村正晴 (東北大学未来科学技術共同研究センター)	平成25年5月	ヒューマンインタフェース学会論文誌
EIWAC2013-Drafting future sky (電子航法研究所国際ワークショップレポート)	小瀬木滋	平成25年6月	IEICE communication society-Global Newsletter Vol.37, No.2
航空管制分野におけるレジリエンス指向型ヒューマンファクター研究(1)―管制処理戦術の状況変化に対する許容性の可視化―	狩川大輔 青山久枝 高橋信 (東北大学) 石橋明 (安全マネジメント研究所) 北村正晴 (テムス研究所)	平成25年6月	日本人間工学会 第54回大会
航空管制分野におけるレジリエンス指向型ヒューマンファクター研究(2)―管制処理パフォーマンスの変動可視化の可能性―	青山久枝 狩川大輔 飯田裕康 (労働科学研究所)	平成25年6月	日本人間工学会 第54回大会
音声のカオス論的指数値による心身状態評価に関する研究 (1)	阿部仁 (阿部産業) 塩見格一 佐藤清 及川太	平成25年6月	日本人間工学会 第54回大会



表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物
音声のカオス論的指数値による心身状態評価に関する研究 (2)	及川太 塩見格一 佐藤清 及川健太郎 阿部仁 (阿部産業)	平成25年6月	日本人間工学会 第54回大会
音声のカオス論的指数値による心身状態評価に関する研究 (3)	佐藤清 及川太 及川健太郎 塩見格一 阿部仁 (阿部産業) 立川英一 (東京薬科大学)	平成25年6月	日本人間工学会 第54回大会
GBAS Activities of ENRI (電子航法研究所におけるGBASに関する研究活動)	齋藤享	平成25年6月	第14回国際GBASワーキンググループ (IGWG-14)
Absolute Ionospheric Gradient Monitor: Technique and Evaluation (電離圏絶対勾配モニタ: 手法と評価)	齋藤享 吉原貴之	平成25年6月	第14回国際GBASワーキンググループ (IGWG-14)
GLS path align performance evaluation with B787 flight trials (B787飛行トライアルとGLSバスアライン性能の評価)	齋藤真二 福島荘之介	平成25年6月	第14回国際GBASワーキンググループ (IGWG-14)
Wake turbulence measurements program by Lidar in Sendai airport and GBAS operational study associated with meteorological conditions (仙台空港におけるライダーによる後方乱気流観測と気象に関連したGBAS運航の研究)	齋藤真二 吉原貴之	平成25年6月	第14回国際GBASワーキンググループ (IGWG-14)
ENRI GAST-D Program Update (電子航法研究所におけるGAST-D研究活動報告)	齋藤享 吉原貴之 福島荘之介 齋藤真二 毛塚敦 星野尾一明	平成25年6月	第14回国際GBASワーキンググループ (IGWG-14)
電子航法研究所の発話音声分析技術(技術資料1~7, 成果資料1~7)	塩見格一	平成25年6月	一般配布
音声のカオス論的指数値による覚醒度評価に関する研究 (1)	塩見格一	平成25年6月	第67回 日本交通医学会総会
音声のカオス論的指数値による覚醒度評価に関する研究 (2)	及川太 塩見格一 佐藤清 及川健太郎 阿部仁 (阿部産業)	平成25年6月	第67回 日本交通医学会総会
音声のカオス論的指数値による覚醒度評価に関する研究 (3)	佐藤清 及川太 及川健太郎 塩見格一 阿部仁 (阿部産業) 立川英一 (東京薬科大学)	平成25年6月	第67回 日本交通医学会総会
発話音声と注意および覚醒水準の関連性に関する研究 (2)	立川公子 (武蔵野大学) 橋本修左 (〃) 塩見格一 佐藤清	平成25年6月	日本生理人類学会 第68回大会
A study of Evaluation Method for GPS-L5 Signal Environment during Flight Experiments (飛行実験によるGPS-L5信号環境評価手法の検討)	大津山卓哉 小瀬木滋	平成25年6月	IEICE Communication Express
Introduction of ENRI (電子航法研究所の紹介)	坂井丈泰	平成25年6月	ミュンヘン連邦軍大学ISTA(宇宙技術・応用研究所) 週次会合
ATM Research in Japan (日本の航空交通管理研究)	福田豊	平成25年6月	Tenth USA/EUROPE Air Traffic Management Research & Development Seminar
Applying Flight-deck Interval Management based Continuous Descent Operation for Arrival Air Traffic to Tokyo International Airport (東京国際空港へのCDOを目指したASAS FIM応用方式の適用)	伊藤恵理 上島一彦	平成25年6月	Tenth USA/EUROPE Air Traffic Management Research & Development Seminar
EIWAC2013報告/EIWAC2013を開催して	小瀬木滋 新沼重蔵	平成25年6月	航空無線 第76号
発話音声とNIRSを用いた作業負担評価法に関する検討 1	立川公子 (武蔵野大学) 橋本修左 (〃) 塩見格一	平成25年6月	第48回 人類働能学会全国大会
ICAO UASSG12参加報告書	河村暁子	平成25年6月	国土交通省航空局
Analysis of the performance characteristics of controllers' strategies in en route air traffic control tasks (エンルート管制における管制官の戦術のパフォーマンス特性分析)	狩川大輔 青山久枝 高橋信 (東北大学) 古田一雄 (東京大学) 石橋明 (安全マネジメント研究所) 北村正晴 (テムス研究所)	平成25年6月	Cognition Technology & Work
GBAS認証作業の概要について	吉原貴之	平成25年6月	第4回 GBAS導入に関する勉強会 (JRANSA)
電子航法研究所実験用航空機就航記念式典について	森井智一	平成25年6月	C A B レター 第1055号
Airborne Time-spacing Studies in JADE program (JADEプログラムで実施している機体間の時間間隔維持に関する研究について)	伊藤恵理	平成25年6月	NASA Ames 研究所 AFHセミナー
GPS/GLONASS Multi-Constellation SBAS Trial (GPS/GLONASS対応SBASの試み)	坂井丈泰	平成25年6月	SBAS IWG/25(第25回SBAS相互運用性会議)

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物
A Method for Visualizing Trade-offs in En-route Air Traffic Control (航空路管制におけるトレードオフの可視化手法)	狩川大輔 青山久枝 高橋信 (東北大学) 古田一雄 (東京大学) 石橋明 (安全マネジメント研究所) 北村正晴 (テムス研究所)	平成25年6月	5th Symposium on Resilience Engineering
Test Results of Preliminary Evaluation for Mode S Passive Acquisition (モードS受動捕捉に関する事前評価の試験結果)	宮崎裕己 角張泰之	平成25年6月	ICAO航空監視パネル(ASP)第15回技術作業部会(TSG)会議
航空気象情報可視化ツールの開発 --航空気象の見える化を目指して--	新井直樹 (東海大学) 瀬之口敦	平成25年6月	航空人間工学会 第95回例会
セッション5 測位技術と応用への課題	長岡栄	平成25年6月	測位航法学会ニューズレター
Aircraft Sequencing Under Uncertainty on Estimated Time of Arrival (到着推定時刻の不確定性の下での航空機の順序付け)	長岡栄 福田豊 C. GWIGGNER (ハンブルグ大学)	平成25年7月	EURO 2013-26th European Conference on Operational Research
GLONASS信号におけるチャンネル間バイアスの較正	山田英輝 坂井丈泰 高須知二 (東京海洋大学) 久保信明 (〃)	平成25年7月	電子情報通信学会論文誌 通信:B
A Training Support Tool for Controller Trainees by Visualizing Trade-offs in Air Traffic Control Tasks (航空管制タスクにおけるトレードオフの可視化による管制官訓練支援ツール)	狩川大輔 青山久枝 高橋信 (東北大学) 古田一雄 (東京大学) 北村正晴 (テムス研究所)	平成25年7月	Interdisciplinary Science for Innovative Air Traffic Management (ISIATM) 2013
Arrival trajectory control by split and merge concept at metering point (合流点における分離-合流コンセプトに基づく到着軌道制御)	藤田雅人	平成25年7月	Interdisciplinary Science for Innovative Air Traffic Management (ISIATM) 2013
トラジェクトリ妥当性検証	福田豊 蔭山康太 岡恵 瀬之口敦	平成25年7月	国土交通省航空局システム開発評価・危機管理センター
Signal Evaluation of AeroMACS Test System in ENRI (ENRIのAeroMACS実験システムに基づく信号評価)	住谷泰人 金田直樹 米本成人 河村暁子 二ツ森俊一 本田純一 森岡和行 岡田国雄 塩地誠	平成25年7月	ICAO ACP WGS第3回会議
空港面監視システムへのRoFの応用	本田純一 角張泰之 古賀禎 島田浩樹 宮崎裕己 松永圭左 二瓶子朗	平成25年7月	電子情報通信学会技術研究報告書
将来の空港面用航空移動通信システム(AeroMACS)の技術動向	住谷泰人 金田直樹 米本成人 河村暁子 二ツ森俊一 本田純一 森岡和行	平成25年7月	CARATS航空気象検討WG
電子航法研究所 岩沼分室におけるドップラーライダー観測と後方乱気流検出について	吉原貴之	平成25年7月	第14回 仙台空港気象懇話会
周波数から見た航空無線の動向	小瀬木滋	平成25年7月	東京航空局保安部発表会
NextGenにおけるRNP-ARパフォーマンス評価の紹介	蔭山康太	平成25年7月	第10回 費用対効果分析手法検討分科会
Developing a concept interface design of ATM systems based on Human-Centred Design process (人間中心設計プロセスに基づくATMシステムのコンセプトインタフェースデザインの開発)	井上諭 青山久枝 福田豊 平子元 (千葉工業大学) 佐々木俊哉 (〃) 山崎和彦 (〃)	平成25年7月	Human Computer Interaction International 2013
76GHz帯小電力ミリ波レーダを用いたヘリコプタ周辺状況認識技術の検討-レーダ反射器を用いた基本特性評価試験-	二ツ森俊一 森岡和行 河村暁子 米本成人	平成25年7月	電子情報通信学会技術研究報告 (宇宙・航行エレクトロニクス研究会)
滑走路離着陸数予測に基づく離陸待ち軽減手法の検討	住谷美登里 青山久枝 山田泉 マーク・ブライアン	平成25年7月	電子情報通信学会技術研究報告 (宇宙・航行エレクトロニクス研究会)
航空機のGNSS航法の代替システムとしてのDME/DME測位における大気伝搬遅延誤差の評価方法に関する一検討	毛塚敦 吉原貴之 齋藤亨 藤井直樹	平成25年7月	電子情報通信学会技術研究報告 (宇宙・航行エレクトロニクス研究会)

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物
準天頂及び静止衛星の信号シミュレータによる地域的測位実験	齊藤真二 坂井丈泰 伊藤憲 山田英輝 (東京海洋大学) 藤田征吾 (三菱電機)	平成25年7月	電子情報通信学会技術研究報告 (宇宙・航行エレクトロニクス研究会)
報告：第14回 international GBAS Working Group	齊藤真二	平成25年7月	航空輸送技術研究センター
衛星航法による進入着陸システムの787による実証	福島荘之介	平成25年7月	PILOT誌・日本航空機操縦士協会編集
運航乗員訓練用フライトシミュレータを使用したFMS RTA機能の検証結果について	瀬之口敦	平成25年7月	航空管制 7月号
RTCS SC-228参加報告書	河村暁子	平成25年8月	国土交通省航空局
Downlink Aircraft Parameters (DAPs) Based Interacting Multiple Model Tracking System for Air Traffic Surveillance (航空機監視のためのDAPsを用いたIMM追尾システム)	呂曉東 古賀禎	平成25年8月	International Journal of Advances in Computer Science and Technology (IJACST)
新しい航空交通管理システムの安全性	長岡栄	平成25年8月	日本信頼性学会学会誌 8月号
航空用GPS補強システム (SBAS/GBAS) における安全性	星野尾一明 藤井直樹	平成25年8月	日本信頼性学会学会誌 8月号
短縮垂直間隔運用における空域の安全性評価について	天井治	平成25年8月	日本信頼性学会学会誌 8月号
航空管制システムにおける情報管理の概念と動向	呂曉東	平成25年8月	航空振興財団 平成25年度報告書
A Self-Separation Algorithm using Relative Speed for High Density Air Corridor (飛行速度差を用いた高密度航空交通における自律間隔維持アルゴリズム)	中村陽一 藤山康太 武市昇 (名古屋大学)	平成25年8月	AIAA Modeling and Simulation Technologies Conference
航空交通管理とは何だろうか? ~多数の航空機を安全で効率良く運航させるシステムの方法~	長岡栄	平成25年8月	CEDEC2013 (Computer Entertainment Developers Conference)
積雪面上及び埋雪アンテナによるGNSS受信信号に対する積雪の影響評価のための冬季実験	吉原貴之 齋藤享 本吉弘岐 (防災科学技術研究所) 佐藤威 (〃) 山口悟 (〃)	平成25年8月	電子情報通信学会技術研究報告 (宇宙・航行エレクトロニクス研究会)
炭素繊維強化プラスチック積層板を用いた構造体内部におけるマイクロ波帯電磁界特性 - 直方体電波反射箱内の構造体Q値の特性評価 - (研究計画H22年度~H24年度)	二ツ森俊一 森岡和行 河村暁子 米本成人	平成25年8月	電子情報通信学会技術研究報告書 (環境電磁工学研究会)
空域のレジリエンス (Resilience) 指標についての一検討	長岡栄 マカ・ブラウン	平成25年8月	日本航海学会 AUNAR研究会
電波航法	長岡栄	平成25年8月	電気工学ハンドブック (電気学会編) 第35編
航空交通	長岡栄	平成25年8月	電気工学ハンドブック (電気学会編) 第38編
Rule Derivation for Arrival Aircraft Sequencing (到着機の順序づけに関するルールの誘導)	伊藤恵理 A. Andreeva-Mori (東京大学) 鈴木真二 (〃)	平成25年8月	Aerospace Science and Technology
Analysis of Propagation Characteristics on Airport Surface (空港面伝搬特性の解析)	本田純一 角張泰之 古賀禎 島田浩樹 宮崎裕己 二瓶子朗	平成25年9月	Proceedings of the 2013 International Symposium on Electromagnetic Compatibility
Photonic based radar system for FOD detection using 90GHz-ba (90GHz帯を使ったFOD検出のための光技術レーダシステム)	米本成人 柴垣信彦 (日立製作所) 川崎邦弘 (鉄道総合技術研究所) 川西哲也 (情報通信研究機構)	平成25年9月	Asia Pasific Radio Conference
GNSS運航の代替システムとしてのDME/DME測位精度に関する一検討	毛塚敦 吉原貴之 齋藤享 福島荘之介 藤井直樹	平成25年9月	航空振興財団 航空保安システム技術委員会航法小委員会
Arrival Time Control during Continuous Descent and its Application to Air Traffic Control (継続降下運航での到着時間制御と航空管制への応用)	武市昇 (名古屋大学) 波多野高斗 (〃) 福田豊	平成25年9月	Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences. Vol. 56, No. 5
航空・海上無線通信委員会報告 (案)	宮崎裕己	平成25年9月	総務省航空・海上無線通信委員会監視作業部会
音声から疲労程度を推定するスマートフォン用アプリケーションの開発	塩見格一 青木由希 (早稲田大学)	平成25年9月	第12回 情報科学技術フォーラム
Signal Strength Evaluation in 5.1GHz Band (5.1GHz帯における信号強度評価)	金田直樹 住谷泰人 米本成人 河村暁子 二ツ森俊一 本田純一 塩地誠 岡田国雄	平成25年9月	WiMAX Aviation 2013

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物
技術開発と評価試験	齊藤真二	平成25年9月	航空保安大学校 第63回総合特別研修
これまでのGBAS研究と成果概要	福島荘之介	平成25年9月	GAST-D (CAT-III用GBAS) 研究装置見学会
カテゴリIII GBAS (GAST-D) 研究用装置の概要	吉原貴之 齋藤享 星野尾一明 福島荘之介 齊藤真二 毛塚敦	平成25年9月	GAST-D (CAT-III用GBAS) 研究装置見学会
Large-scale FDTD Analysis to Obtain Precise Propagation Characteristics of In-flight Wireless Access Service (大規模FDTD数値解析を用いた航空機内無線アクセスシステムの電波伝搬特性詳細評価)	二ツ森俊一 河村暁子 米本成人 日景隆 (北海道大学) 野島俊雄 (II)	平成25年9月	IEEE AFRICON 2013
横方向経路逸脱量 混合分布モデル推定ソフトウェア	藤田雅人	平成25年9月	Github
Modelling the Future Sky (将来航空状況モデルの検討)	井上諭 マーク・アラカ	平成25年9月	International Conference on Simulation Technology (JSST2013)
GEONETリアルタイムデータを用いた電離圏擾乱リアルタイムモニタについて	齋藤享 吉原貴之 山本衛 (京大大学生存圏研究所)	平成25年9月	第7回 MUレーダ・赤道大気レーダシンポジウム
巻頭言 (航空無線 第77号)	山本憲夫	平成25年9月	航空無線 第77号
平成25年度(第13回)電子航法研究所研究発表会の概要について	藤井直樹	平成25年9月	航空無線 第77号
フローコリドーの運用方式の研究	武市昇 (名古屋大学) 中村陽一 藤山康太	平成25年9月	航空無線 第77号
広域マルチラテレーションの評価試験結果	島田浩樹	平成25年9月	航空無線 第77号
電子航法研究所実験用航空機について	森井智一	平成25年9月	航空無線 第77号
宇宙天気と航空無線	齋藤享 石井守 (情報通信研究機構)	平成25年9月	航空無線 第77号
航空機運用や航空管制を支える無線機器	小瀬木滋	平成25年9月	日本機械学会 第54回イブニングセミナー
Optimal Spot-out Time --Taxi-out Time Saving and Corresponding Delay (最適なスポットアウト時刻--タキシング時間削減とそれに伴う遅延)	森亮太	平成25年9月	CEAS European Air&Space Conference 2013
次世代航空無線技術の実現に向けた高速移動通信実験	森岡和行 二ツ森俊一 金田直樹 河村暁子 米本成人 住谷泰人	平成25年9月	2013年電子情報通信学会ソサイエティ大会
気圧高度情報を利用した広域マルチラテレーション測位方式	島田浩樹 宮崎裕己 古賀禎 角張泰之 二瓶子朗	平成25年9月	2013年電子情報通信学会ソサイエティ大会
航空機内における13.56MHz波の伝搬損失モデルの検討	河村暁子 二ツ森俊一 岡田国雄 米本成人	平成25年9月	2013年電子情報通信学会ソサイエティ大会
スイッチングダイオードによるW帯反射波の位相制御	米本成人 河村暁子 二ツ森俊一	平成25年9月	2013年電子情報通信学会ソサイエティ大会
光ファイバ無線を利用したマルチラテレーション	角張泰之 古賀禎 宮崎裕己 島田浩樹 本田純一 二瓶子朗	平成25年9月	2013年電子情報通信学会ソサイエティ大会
DAPsデータ評価のためのIAS, TAS, MACHの相関分析	松永圭左 瀬之口敦 古賀禎	平成25年9月	2013年電子情報通信学会ソサイエティ大会
超小型量子発振器のGPS受信機における利用	吉原貴之 坂井丈泰 齋藤享	平成25年9月	2013年電子情報通信学会ソサイエティ大会
太平洋上航空管制における高度変更リクエストに関する分析	平林博子 福島幸子	平成25年9月	2013年電子情報通信学会ソサイエティ大会
L1-SATIF信号補完機能実証実験	伊藤憲 坂井丈泰	平成25年9月	2013年電子情報通信学会ソサイエティ大会
測距信号の低仰角方向への伝搬における大気伝搬遅延誤差のレイトリング解析	毛塚敦 吉原貴之 齋藤享 藤井直樹	平成25年9月	2013年電子情報通信学会ソサイエティ大会
RNP-AR経路を飛行した航空機の飛行時間のバラツキ	天井治	平成25年9月	2013年電子情報通信学会ソサイエティ大会



表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物
ヘリコプタ衝突防止用ミリ波レーダに適用する炭素繊維強化プラスチック製パラボラアンテナの仰角指向特性評価	ニッ森俊一 森岡和行 河村暁子 米本成人	平成25年9月	2013年電子情報通信学会ソサイエティ大会
アジア発サンフランシスコ空港行き経路傾向について	福島幸子 平林博子	平成25年9月	2013年電子情報通信学会ソサイエティ大会
GLSのパス追従性能とフライトシミュレータ評価について	齊藤真二 福島荘之介 山康博	平成25年9月	2013年電子情報通信学会ソサイエティ大会
空港面電波伝搬へのレイ・トレーシング法の応用	本田純一 大津山卓也 小瀬木滋	平成25年9月	2013年電子情報通信学会ソサイエティ大会
縮尺模型実験による5.1GHz帯の伝播損失測定	金田直樹 住谷泰人 米本成人 塩地誠 河村暁子 ニッ森俊一 森岡和行	平成25年9月	2013年電子情報通信学会ソサイエティ大会
超小型原子時計 SA. 45s を用いたGPS測位実験	坂井丈泰 西田亮 (NTTドコモ) 足立武彦 (横浜国立大学)	平成25年9月	2013年電子情報通信学会ソサイエティ大会
4Dトラジェクトリ管理に対応する監視システムの性能要件項目	小瀬木滋 大津山卓也 古賀禎 住谷泰人 本田純一	平成25年9月	2013年電子情報通信学会ソサイエティ大会
MSAS Status (MSASの状況)	坂井丈泰 田代英明 (国土交通省航空局)	平成25年9月	ION GNSS+ 2013 (2013年 米国航法学会GNSS+会議)
Dual Frequency SBAS Trial and Preliminary Results for East-Asia Region (二周波数SBASの試作と東アジアにおける予備の結果)	坂井丈泰 星野尾一明 Todd Walter (スタンフォード大学)	平成25年9月	ION GNSS+ 2013 (2013年米国航法学会GNSS+会議)
GNSSへの電波干渉 (RFI) と運航への影響について	福島荘之介	平成25年9月	第5回 GBAS導入に関する勉強会 (JRANSA)
GBASを利用した運航技術の開発動向について	福島荘之介	平成25年9月	第5回 GBAS導入に関する勉強会 (JRANSA)
地上型衛星航法補強システム (GBAS) の概要	齊藤真二	平成25年9月	日本機械学会 交通・物流部門ニュースレター No.46
将来の航法システムについて	藤井直樹	平成25年9月	月刊「航空情報」 11月号
航空航法におけるGPS利用の位置づけ	福島荘之介	平成25年9月	宇宙法研究会
Full4D軌道ベース運用について	平林博子	平成25年9月	第3回 産業用無人航空機の現状と利用に関する研究会
周波数変更指示の導入に関する通信シミュレーション	住谷泰人 北折潤 石出明	平成25年9月	CARATS 通信Adhoc会合及び関連会議
Modelling the Future Sky - ENRI's research plan (将来の航空交通設計)	マーク・ブライク 井上論	平成25年9月	AirTop User conference 2013
電子航法研究所実験用航空機について	森井智一	平成25年9月	航空管制 9月号
航空路管制業務へのCPDLC導入は何をもたらすか?	塩見格一	平成25年9月	航空管制 9月号
Modeling and Simulation Study on Airborne-based Energy Saving Arrival to Tokyo International Airport (東京国際空港へのASASを利用したエネルギー効率の良い降下に関するモデル化とシミュレーションの研究)	伊藤恵理 上島一彦 垣地佑樹 (東京大学) 鈴木真二 (〃)	平成25年9月	Proc. AIAA Guidance, Navigation, and Control (GNC)
Tool for Collaborative Work Analysis based on Distributed Cognition Analysis -ATC work case study- (分散認知分析に基づいた協調作業分析ツール)	井上論 マーク・ブライク 塩見格一 中田圭一 (University of Reading) Moran Stuart (Nottingham University)	平成25年9月	ESREL2013 (European Safety and Reliability Association)
Physical safety and mental benefits of exercise prescription based on Gojyu-Ryu Karatedo Kate breathing method for Japanese elderly (空手道に基づく呼吸法の有する高齢者の健康維持及び増進効果の研究)	塩見格一 安川翔太 (東京学芸大学) 藤枝賢晴 (福井医療短期大学) 安部久貴 (東京工科大学) 伊手野美咲 (東京学芸大学)	平成25年9月	日本武道学会 第46回大会/第1回国際武道会議
ADS-Bについて	古賀禎	平成25年10月	海上保安庁岩沼分校見学会
GBAS研究実施状況	福島荘之介	平成25年10月	GBAS研究進捗状況報告会

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物
高カテゴリ-GBAS研究用装置の概要と新石垣空港での実験計画	吉原貴之 齋藤享 星野尾一明 福島荘之介 齋藤真二 毛塚敦	平成25年10月	GBAS研究進捗状況報告会
航空交通管理による環境負荷低減の展望	藤森武男	平成25年10月	東京国際航空宇宙産業展2013
次世代航空通信システムの動向	住谷泰人	平成25年10月	東京国際航空宇宙産業展2013
Optical Fiber Connected Millimeter-Wave Radar for FOD Detection on Runway (滑走路上下物検知のための光ファイバー接続ミリ波レーダー)	河村暁子 二ツ森俊一 米本成人 岡田国雄	平成25年10月	EURad2013(Europien Microwave Week)
Evaluation of Electromagnetic Field Characteristics Inside Carbon Fiber Reinforced Plastic Structure Using Reverberation Chamber Method (反射箱を用いた炭素繊維強化プラスチック構造体内部の電磁界特性評価)	二ツ森俊一 河村暁子 米本成人	平成25年10月	EURad2013(Europien Microwave Week)
Extension of Perodic Report Interval on Oceanic Flight Under Longitudinal 30NM Separation Standard in Fukuoka FIR (福岡FIR内における縦30NM間隔適用時のADS通報間隔の延長)	森亮太	平成25年10月	The 1st Meeting of RASMAG Monitoring Agency Working Group
準天頂衛星L1-SAIF補強信号の二周波数対応の試み	坂井丈泰 星野尾一明 伊藤憲	平成25年10月	日本航空宇宙学会 第57回宇宙科学技術連合講演会
QZSS L1-SAIF信号補完機能確認実験	伊藤憲 坂井丈泰	平成25年10月	日本航空宇宙学会 第57回宇宙科学技術連合講演会
GBAS整備動向と開発状況	福島荘之介	平成25年10月	第2回 GNSS検討アドホック会議 (CARATS)
GNSSアウトエージの発生原因と頻度	福島荘之介 坂井丈泰	平成25年10月	第2回 GNSS検討アドホック会議 (CARATS)
GLSによるパスアライン性能の向上	福島荘之介 齋藤真二	平成25年10月	H25年度新たな進入・出発方式導入に関する調査研究 第2回WG会議
Notification Scheme of Data Policy for Sharing (データ共有ポリシーの周知メカニズムについて)	齋藤享	平成25年10月	第3回 ICAO電離圏問題検討タスクフォース会議 (ISTF/3)
Current status of activities on ionospheric studies for GNSS in Japan (日本におけるGNSSに関連した電離圏研究の現状について)	齋藤享	平成25年10月	第3回 ICAO電離圏問題検討タスクフォース会議 (ISTF/3)
Report on the 14th Meeting of International GBAS Working Group (第14回国際GBASワーキンググループ会議報告)	齋藤享	平成25年10月	第3回 ICAO電離圏問題検討タスクフォース会議 (ISTF/3)
Guidance Material on Scintillation Measurements (電離圏シンチレーション観測に関する手引書)	齋藤享	平成25年10月	第3回 ICAO電離圏問題検討タスクフォース会議 (ISTF/3)
Categorization OF Data Sources (電離圏データ収集データソースの分類について)	齋藤享	平成25年10月	第3回 ICAO電離圏問題検討タスクフォース会議 (ISTF/3)
Data Server for Data Sharing and Possible Means of Data Transfer for Data Exchange (データ共有サーバ及びデータ転送方法について)	齋藤享	平成25年10月	第3回 ICAO電離圏問題検討タスクフォース会議 (ISTF/3)
Environments and Antennas of AeroMACS Singal Evaluation (AeroMACS信号評価環境およびアンテナについて)	金田直樹 米本成人 塩地誠 河村暁子 二ツ森俊一 森岡和行 住谷泰人	平成25年10月	ICAO ACP WG-S 第4回会議
Ku Band Aperture-Coupled C-patch Reflectarray Element using Phase Shifting Line Technique (位相シフトライン技術を用いたKu帯開口結合型Cパッチリフレクタレイ)	米本成人 河村暁子 二ツ森俊一 K. T. Pham (VNU-IU) B. D. Nguyen (〃) V. S. Tran (〃) L. P. P. Bui (〃)	平成25年10月	IEEE Advanced Technology Conference (IEEE ATC)
W-band Phase Measuremnt of Diode Greds for Reflectarrays (リフレクタレイのためのスイッチングダイオードからの反射波のW帯位相測定)	米本成人 河村暁子 二ツ森俊一	平成25年10月	IEEE Advanced Technology Conference (IEEE ATC)
技術資料 ～次世代航空通信システムの動向	住谷泰人	平成25年10月	国土交通省及び総務省技術資料
Test Results of Preliminary Evaluation for Mode S Passive Acquisition (モードS受動捕捉に関する事前評価の試験結果)	宮崎裕己 角張泰之	平成25年10月	ICAO航空監視パネル(ASP) 第15回ワーキンググループ(WG)会議
A Study on Human Factors in Air Traffic Control-Development of Process Visualization Tool of ATC Tasks (航空管制分野におけるヒューマンファクター研究-管制処理プロセス可視化ツールの開発-)	狩川大輔 青山久枝 高橋信(東北大学) 古田一雄(〃) 石橋明(安全マネジメント研究所) 北村正晴(テムス研究所)	平成25年10月	19th Aviation Safety and Human Factors Conference

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物
A Program of GAST-D Operational Validation in an Ionospheric Active Region of Japan (日本の電離圏活動が活発な地域におけるGAST-Dの運用面から検証プログラム)	吉原貴之 齋藤享 星野尾一明 齋藤真二 福島荘之介 毛塚敦	平成25年10月	ドイツ航法学会 ISPA2013
Development and Evaluation of Testing Methodologies for DAPs Validation (DAPs有効性評価のための試験手法の開発と評価)	松永圭左 瀬之口敦 吉賀禎	平成25年10月	Asia Navigation Conference 2013
洋上管制におけるUPRの自由度について	福島幸子	平成25年10月	第35回 ATSシンポジウム
発話音声と注意および覚醒水準の関連性に関する検討	塩見格一 立川公子 (武蔵野大学) 橋本修左 (〃)	平成25年10月	日本生理人類学会 第69回大会
Collision Risk Model for Reduced Vertical Separation Minima (RVSM) (短縮垂直間隔(RVSM)のための衝突危険度モデル)	藤田雅人	平成25年10月	The Korea Transport Institute(KOTI)
管制レーダ情報を用いた航跡捕捉技術について	塩見格一	平成25年10月	日東紡音響エンジニアリング 平成25年度 第2回音環境セミナー (東京)
Rapid Ray Tracing Analysis of Scattered Field from an Aircraft Model in Super Wide Area (超広域における航空機モデルからの散乱界の高速レイ・トレーシング解析)	本田純一 大津山卓也	平成25年10月	8th International Conference on Broadband and Wireless Computing, Communication and Applications
準天頂衛星L1-SAIF信号による実験	坂井丈泰	平成25年10月	GPS/GNSSシンポジウム
NI Single-Board RIOを利用した、ミリ波レーダの開発効率化および低コスト化	二ツ森俊一	平成25年11月	日本ナショナルインスツルメンツユーザー事例集
Data and Queueing Analysis of a Japanese Air-Traffic Flow (日本の航空交通流のデータ・待ち行列解析)	長岡栄 C. GWIGGNER (ハンブルグ大学)	平成25年11月	European Journal of Operational Research
Realtime ionospheric disturbance analysis and monitoring with GEONET realtime data (GEONETリアルタイムデータを用いた電離圏擾乱リアルタイムモニタについて)	齋藤享 吉原貴之 山本衛 (京都市大学生存圏研究所)	平成25年11月	第134回 地球電磁気・地球惑星圏学会講演会
洋上管制の傾向分析及びPBN導入効果に関する考察、研究結果	平林博子	平成25年11月	JICA 新CNS/ATMシステム訓練 (ATFM, GNSS専門コース) 教官養成/本邦研修
COMPASiの概要	狩川大輔	平成25年11月	JICA 新CNS/ATMシステム訓練 (ATFM, GNSS専門コース) 教官養成/本邦研修
空港面シミュレータ出発時刻調整、研究結果	山田泉	平成25年11月	JICA 新CNS/ATMシステム訓練 (ATFM, GNSS専門コース) 教官養成/本邦研修
トラジェクトリとは、空域安全性評価とは	藤田雅人	平成25年11月	JICA 新CNS/ATMシステム訓練 (ATFM, GNSS専門コース) 教官養成/本邦研修
関空GBAS (GAST-C) 概要、研究結果	齋藤真二	平成25年11月	JICA 新CNS/ATMシステム訓練 (ATFM, GNSS専門コース) 教官養成/本邦研修
石垣GBAS (GAST-D) 概要、研究計画	吉原貴之	平成25年11月	JICA 新CNS/ATMシステム訓練 (ATFM, GNSS専門コース) 教官養成/本邦研修
電離圏脅威モデル構築の取り組み状況 (ISTF)	齋藤享	平成25年11月	JICA 新CNS/ATMシステム訓練 (ATFM, GNSS専門コース) 教官養成/本邦研修
準天頂測位システム概要	伊藤憲	平成25年11月	JICA 新CNS/ATMシステム訓練 (ATFM, GNSS専門コース) 教官養成/本邦研修
Impact of Personal Privacy Device RFI on GBAS reference receiver (PPDによる電波干渉のGBAS基準局受信機への影響)	福島荘之介 齋藤真二	平成25年11月	KARI-ENRI Workshop on GNSS
787 GBAS landing system path align performance evaluation (787 GLSのバスアライン性能の評価)	福島荘之介 齋藤真二	平成25年11月	KARI-ENRI Workshop on GNSS
Recent Development of QZSS L1-SAIF Signal (準天頂衛星L1-SAIF信号の最近の開発状況)	坂井丈泰	平成25年11月	KARI-ENRI Workshop on GNSS
Evaluation of atmospheric propagation delay in DME/DME positioning as backup for GNSS based aircraft operation (GNSS運航のバックアップとしてのDME/DME測位における大気伝搬遅延評価)	毛塚敦 吉原貴之 齋藤享 藤井直樹	平成25年11月	KARI-ENRI Workshop on GNSS
Validation activity related to CAT-III GBAS (CAT-III GBASの検証活動)	毛塚敦 吉原貴之 齋藤享 福島荘之介 齋藤真二 星野尾一明	平成25年11月	KARI-ENRI Workshop on GNSS
富山におけるQZSS L1-SAIF DGPS測位の精度	坂井丈泰 川崎雄飛 (富山高等専門学校) 河合雅司 (〃) 中谷俊彦 (〃)	平成25年11月	日本航海学会 秋季講演会(フレッシュマン講演)
発話音声による発話者の心身状態評価手法の現状	塩見格一	平成25年11月	第129回 日本航海学会

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物
Distribution Model Estimation With Credible Intervals When Lateral Offset Is Allowed (横方向逸脱が認められている際の信頼区間付き分布モデル推定)	藤田雅人	平成25年11月	ICAO SASP WG/WHL/23
Status of GAST-D operational validation program in a low latitude region (磁気低緯度地域でのGAST-Dの運用検証プログラム進捗)	吉原貴之 齋藤享	平成25年11月	ICAO NSP WG1 高カテゴリーサブグループ (CSG)
ICAO UASSG13参加報告書	河村暁子	平成25年11月	国土交通省航空局
音声カオス論的数値と人間の特性との関係に関する研究	佐藤清 塩見格一 阿部仁 (阿部産業) 杉山哲司 (日本女子大学)	平成25年11月	交通医学 67巻5・6号
Report on the 3rd Meeting of Ionospheric Studies Task Force under the CNS-SG of APANPIRG (第3回APANPIRG GNS-SG電離圏問題検討タスクフォース会議報告)	齋藤享	平成25年11月	ICAO NSP 全体作業部会・CAT-IIIサブグループ会議
航空交通管理領域での研究について	平林博子	平成25年11月	航空保安大学校特別講義
最近の研究開発動向・背景そして監視通信領域の課題	小瀬木滋	平成25年11月	航空保安大学校特別講義
発話音声とNIRSを用いた作業負担評価法に関する検討 2	塩見格一 立川公子 (武蔵野大学) 橋本修左 (〃)	平成25年11月	第41回人類働態学会 東日本地方会
種々のストレス負荷課題と性格特性の関係についての検討	塩見格一 古俣友理 (武蔵野大学) 立川公子 (〃) 橋本修左 (〃)	平成25年11月	第41回人類働態学会 東日本地方会
航空管制業務における状況変動に対する戦略的余裕の可視化ツール	狩川大輔 青山久枝 高橋信 (東北大学) 石橋明 (安全マネジメント研究所) 北村正晴 (テムス研究所)	平成25年11月	計測自動制御学会 システム情報部門学術講演会 SSI2013
RNP-ARと従来方式が混在する運用方式の実現可能性に関する研究の概要と進捗状況〜リアルタイムシミュレーション実験について〜	天井治	平成25年11月	第17回CARATS高規格RNAV検討SG会議
次世代空港面通信規格AeroMACSの仙台空港における事前評価	森岡和行 金田直樹 二ツ森俊一 本田純一 河村暁子 米本成人 住谷泰人	平成25年11月	電子情報通信学会RCS研究会
不確定性を考慮した場合の最適プッシュバック時間の考察	森亮太	平成25年11月	日本航空宇宙学会 第51回飛行機シンポジウム
UASを用いた無線中継システムの予備実験	河村暁子 山康博 二ツ森俊一 米本成人 森岡和行 金田直樹 住谷泰人	平成25年11月	日本航空宇宙学会 第51回飛行機シンポジウム
TBOのためのデータリンク伝送遅延の解析	住谷泰人 北折潤 石出明	平成25年11月	日本航空宇宙学会 第51回飛行機シンポジウム
SSRモード監視データを用いた気象予報データの評価解析	重富貞成 (九州大学) 小塚智之 (〃) 宮沢与和 (〃) 十時寛典 (防衛大学校) マーク・ブライアン 福田豊	平成25年11月	日本航空宇宙学会 第51回飛行機シンポジウム
監視データを用いた飛行軌道の干渉評価	小塚智之 (九州大学) フュンタキトマルヒクランシハ (〃) 宮本侑斗 (〃) 原田明徳 (〃) 宮沢与和 (〃) マーク・ブライアン 福田豊	平成25年11月	日本航空宇宙学会 第51回飛行機シンポジウム
航空機胴体等を想定した炭素繊維強化プラスチック構造体内部のマイクロ波帯電磁界特性	二ツ森俊一 森岡和行 河村暁子 米本成人	平成25年11月	日本航空宇宙学会 第51回飛行機シンポジウム
到着交通管理の便益推定	瀬之口敦 福田豊 マーク・ブライアン 白川昌之	平成25年11月	日本航空宇宙学会 第51回飛行機シンポジウム
航空交通需要予測に基づくフライトシナリオの検討	平林博子 マーク・ブライアン 福田豊 井上諭 長岡栄	平成25年11月	日本航空宇宙学会 第51回飛行機シンポジウム
電子航法研究所実験用航空機の概要	藤井直樹 森井智一	平成25年11月	日本航空宇宙学会 第51回飛行機シンポジウム



表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物
PPDの特性とGNSSを用いた航空機着陸システムへの影響	齊藤真二 福島荘之介	平成25年11月	日本航空宇宙学会 第51回飛行機シンポジウム
混雑空港周辺における飛行距離分布の解析	岡憲 藤山康太 中村陽一	平成25年11月	日本航空宇宙学会 第51回飛行機シンポジウム
フライトシミュレータによるGLSパスアライン性能の評価	福島荘之介 齊藤真二 森亮太 山康博	平成25年11月	日本航空宇宙学会 第51回飛行機シンポジウム
無人航空機の運航技術における課題と展望	張替正敏 (JAXA) 河野敬 (〃) 中館正顕 (〃) 久保大輔 (〃) 福田豊 小瀬木滋 阪口晃敏 (富士重工業)	平成25年11月	日本航空宇宙学会 第51回飛行機シンポジウム
UASの通信に関する技術課題	小瀬木滋	平成25年11月	日本航空宇宙学会 第51回飛行機シンポジウム (UASパネルセッション)
Easing of Restrictions on the North Pacific Ocean User-Preferred Route Operation of East-Bound Flights (北太平洋東行きUPR運用の制限の緩和について)	平林博子 福島幸子 岡憲	平成25年11月	The 2013 Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology
Flight Trajectory Optimization for Operational Performance Analysis of Jet Passenger Aircraft (旅客機の運用評価解析のための飛行軌道最適化)	カウインダ キトマル ヒクランソハ (九州大学) 宮本侑斗 (〃) 原田明德 (〃) 小塚智之 (〃) 重富貞成 (〃) 宮沢与和 (〃) マーク・ブラウン 福田豊	平成25年11月	The 2013 Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology
A Review of Safety Indices for Trajectory Based Operations in Air Traffic Management (航空交通管理における軌道ベース運航のための安全指標の一検討)	長岡栄 マーク・ブラウン	平成25年11月	The 2013 Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology
Potential Benefits of the ASPIRE Daily Program (ASPIRE Daily Programの潜在的な便益)	福島幸子 平林博子 岡田一美 北村哲平 (日本航空)	平成25年11月	The 2013 Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology
Full 4D Trajectory Based Operations Concept Study (軌道ベース運用概念の研究について)	マーク・ブラウン 藤田雅人 福田豊 平林博子 井上諭 長岡栄	平成25年11月	The 2013 Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology
A Method of Takeoff Scheduling the Interference of Arrival Aircraft (到着便の影響を考慮した出発便の離陸スケジュール設定手法)	山田泉 住谷美登里 海津成男 青山久枝 マーク・ブラウン 森亮太	平成25年11月	The 2013 Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology
Validation Study of Fuel-Burn Estimation (燃料消費量の推定モデルの検討)	中村陽一 藤山康太	平成25年11月	The 2013 Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology
調剤中の音声を用いた低覚醒状態評価の可能性に関する実験的検討	佐藤清 塩見格一 及川太 及川健太郎 阿部仁 (阿部産業) 立川英一 (東京薬科大学)	平成25年11月	第7回日本薬局学会 学術総会
2周波SBASに関する初期検討	坂井丈泰	平成25年11月	航空振興財団 航空保安システム技術委員会航法小委員会
欧州におけるCAT-I GBASの認証	星野尾一明	平成25年11月	第6回GBAS導入に関する勉強会 (JRANSA)
GAST-D研究用装置を用いた新石垣空港での実験計画	吉原貴之 齋藤亨 毛塚敦 星野尾一明 福島荘之介 齋藤真二	平成25年11月	第6回GBAS導入に関する勉強会 (JRANSA)
NSP CSG報告	吉原貴之	平成25年11月	第6回GBAS導入に関する勉強会 (JRANSA)
RoF伝送を利用した90GHz帯センシングシステム	米本成人 柴垣信彦 (日立製作所) 川崎邦弘 (鉄道総合技術研究所) 川西哲也 (情報通信研究機構)	平成25年11月	電子情報通信学会 技術報告書(MWP研究会)
鉄道環境における90GHz帯ミリ波の電波伝搬特性	米本成人 河村暁子 二ツ森俊一 中村一城 (鉄道総合技術研究所) 川崎邦弘 (〃) 竹内恵一 (〃)	平成25年11月	電子情報通信学会 技術報告書(MWP研究会)

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物
An Estimation Alogrithm of Scattered Powers Caused by a Moving Aircraft (移動する航空機から散乱電力推定アルゴリズム)	本田純一 大津山卓哉	平成25年11月	IEICE Communications Express
Small-scale ionospheric delay variation associated with plasma bubbles studied with GNSS and optical measurements and its impact on GBAS (GNSS及び光学観測によるプラズマバブルに伴う電離圏小規模不規則構造とGBASに対する影響の研究)	齋藤享 吉原貴之 大塚雄一 (名古屋大学太陽地球環境研究所)	平成25年11月	ION GNSS+ 2013
空港面交通シミュレーションによる滞留軽減手法の検討	住谷美登里 青山久枝 山田泉 マク・ブ・ラカン	平成25年11月	航空管制 11月号
GPS/GLONASS/QZSS Multi-GNSS Augmentation Trial by L1-SAIF Signal (L1-SAIF信号によるGPS/GLONASS/QZSS対応マルチGNSS補強実験)	坂井丈泰	平成25年12月	第5回アジア・オセアニア地域GNSSワークショップ
航空交通管制 -仕組みと将来-	山本憲夫	平成25年12月	空港環境整備協会 第7回航空環境研究会
電子航法研究所での研究 (ATM/CNSとは)	藤井直樹	平成25年12月	東京大学 航空技術・政策・産業特論
速度制御による到着交通流管理の便益推定シミュレーションについて	瀬之口敦	平成25年12月	航空振興財団 航空交通管制システム小委員会
An Assessment on Japanese RNP-AR Approaches (日本のRNP-ARアプローチの評価)	蔭山康太 天井治	平成25年12月	FATS/15
Performance Evaluatin of AeroMACS using existing WiMAX System in Japanese High Speed Train (新幹線を利用したAeroMACSシステムの性能評価)	森岡和行 金田直樹 二ツ森俊一 河村暁子 米本成人 住谷泰人 アサノデービッド (信州大学)	平成25年12月	電子情報通信学会RCS研究会
Scale Model Evaluation for Aeronautical MIMO system (縮尺模型実験による航空用MIMOシステムの評価)	金田直樹 森岡和行 住谷泰人 米本成人 河村暁子 二ツ森俊一 塩地誠	平成25年12月	2013Thailand-Japan Microwave (TJMW2013)
Performance Evaluatin of Offset Parabolic Reflector Antennas Based on Carbon Fiber Reinforced Plastics for W-band Millimeter-Wave Radar Systems (W帯ミリ波レーダシステム用炭素繊維強化プラスチック製オフセットパラボラアンテナの特性評価)	二ツ森俊一 森岡和行 河村暁子 米本成人	平成25年12月	2013Thailand-Japan Microwave (TJMW2013)
心身機能に対する実験的昼夜転倒の影響 ① 実験方法とフリッカー値の場合	佐藤清 塩見格一 及川太 及川健太郎 阿部仁 (阿部産業) 立川英一 (東京薬科大学) 多田三男 (埼玉県総合リハビリセンター)	平成25年12月	日本人間工学会関東支部 第43回大会
心身機能に対する実験的昼夜転倒の影響 ② 主観的データの場合	塩見格一 佐藤清 及川太 及川健太郎 阿部仁 (阿部産業) 立川英一 (東京薬科大学) 多田三男 (埼玉県総合リハビリセンター)	平成25年12月	日本人間工学会関東支部 第43回大会
心身機能に対する実験的昼夜転倒の影響 ③ 音声データの場合	塩見格一 佐藤清 及川太 及川健太郎 阿部仁 (阿部産業) 立川英一 (東京薬科大学) 多田三男 (埼玉県総合リハビリセンター)	平成25年12月	日本人間工学会関東支部 第43回大会
心身機能に対する実験的昼夜転倒の影響 ④ コルチゾルの場合	塩見格一 佐藤清 及川太 及川健太郎 阿部仁 (阿部産業) 立川英一 (東京薬科大学) 多田三男 (埼玉県総合リハビリセンター)	平成25年12月	日本人間工学会関東支部 第43回大会
心身機能に対する実験的昼夜転倒の影響 ⑤ 血中ヒドロコルチゾン値の場合	塩見格一 佐藤清 及川太 及川健太郎 阿部仁 (阿部産業) 立川英一 (東京薬科大学) 多田三男 (埼玉県総合リハビリセンター)	平成25年12月	日本人間工学会関東支部 第43回大会

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物
空港面交通管理に関する海外動向～欧州編～	山田泉 住谷美登里 青山久枝	平成25年12月	国土交通省東京航空局成田空港事務所
航空管制卓システムのユーザーインターフェースデザイン	井上諭 青山久枝 平子元 (千葉工業大学) 佐々木俊弥 (H) 山崎和彦 (H)	平成25年12月	HCD(Human Centered Design)研究発表会 2013
マルチスタティックレーダに関する研究	大津山卓哉 本田純一	平成25年12月	航空無線 78号
航空交通流管理に関する勉強会資料	福島幸子	平成25年12月	航空交通流管理に関する勉強会
Development and Evaluation of Testing Methodologies for DAPs Validation (DAPs有効性評価のための試験手法の開発と評価)	松永圭左 瀬之口敦 古賀禎	平成25年12月	日本航海学会誌 NAVIGATION 1月号
RNP to xLSの検討状況	福島荘之介	平成25年12月	ATEC H25年度新たな進入・出発方式導入に関する調査研究 第3回WG会議
トラック処理を考慮した監視情報インテグリティ算出法	小瀬木滋 古賀禎 大津山卓哉 本田純一 住谷泰人	平成25年12月	電子情報通信学会技術研究報告 (宇宙・航行エレクトロニクス研究会)
Radio over Fiber Connected Millimeter-Wave Radar for FOD Detection on Airport Runway (滑走路障害物検知用光ファイバー接続ミリ波レーダー)	河村暁子 岡田国雄 森岡和行 二ツ森俊一 米本成人	平成25年12月	電子情報通信学会技術研究報告 (光応用電磁界計測研究会)
地上型衛星航法補強システム (GBAS)のための電離圏擾乱観測	齋藤享	平成25年12月	電気通信大学 宇宙・電磁環境宇宙センター研究集会
電離圏と衛星測位	坂井丈泰	平成25年12月	電気通信大学 宇宙・電磁環境宇宙センター研究集会
GEONETリアルタイムデータを用いた電離圏擾乱リアルタイムモニタ	齋藤享 吉原貴之 山本衛 (京大大学生存圏研究所)	平成25年12月	S-520-27・S-310-42号機検討会
将来の航空交通流の研究について	伊藤恵理	平成25年12月	混相流学会誌 (解説記事)
SDCPNでのモデリングによる羽田空港への到着機の正確な時間間隔付に関する研究	伊藤恵理 垣地佑樹 (東京大学) 鈴木真二 (H)	平成25年12月	機械学会 交通物流部門大会論文集
Autonomous Decentralized High-Assurance Surveillance System for Air Traffic Control (航空交通管制における自律分散高信頼監視システム)	古賀禎 呂曉東 森欣司 (早稲田大学)	平成26年1月	15th IEEE International Symposium on High Assurance Systems Engineering
Study of low-latitude scintillation occurrences around the equatorial anomaly crest over Indonesia (インドネシアにおける赤道異常帯周辺の低緯度シンチレーションに関する研究)	齋藤享 Prayitno Abadi (インドネシア航空宇宙庁) W. Srigutomo (バンドン工大)	平成26年1月	Annales Geophysicae
SSRモードSトランスポンダによる情報配信について	古賀禎	平成26年1月	電子情報通信学会技術研究報告 (宇宙・航行エレクトロニクス研究会)
レーダ測定値による対気速度推定	白川昌之 瀬之口敦 平林博子 福田豊	平成26年1月	電子情報通信学会技術研究報告 (宇宙・航行エレクトロニクス研究会)
TDOA測位における基準局の選択	宮崎裕己 島田浩樹 田中俊幸 小菅義夫	平成26年1月	電子情報通信学会技術研究報告 (宇宙・航行エレクトロニクス研究会)
空域監視情報のインテグリティ測定のための試行回数	小瀬木滋 古賀禎 大津山卓哉 本田純一 住谷泰人	平成26年1月	電子情報通信学会技術研究報告 (宇宙・航行エレクトロニクス研究会)
航空機対のPropensity指標の掲載方法に関する一検討	長岡栄 マーク・ブラウン	平成26年1月	電子情報通信学会技術研究報告 (宇宙・航行エレクトロニクス研究会)
飛行実験によるGLSとILSのコース・デビエーションに関する比較	齋藤真二 福島荘之介	平成26年1月	電子情報通信学会技術研究報告 (宇宙・航行エレクトロニクス研究会)
測定距離を利用した広域マルチラテレーション即位方式の評価結果	島田浩樹 宮崎裕己 古賀禎 角張泰之 二瓶子朗	平成26年1月	電子情報通信学会技術研究報告 (宇宙・航行エレクトロニクス研究会)
ADS-B Based Radar Registration Technology for High-assurance Air Traffic Surveillance (高信頼航空交通監視のためADS-Bを用いたレーダ校正技術について)	呂曉東 古賀禎	平成26年1月	電子情報通信学会技術研究報告 (宇宙・航行エレクトロニクス研究会)
軌道ベース運用に関する研究開発	福田豊 平林博子	平成26年1月	国土交通省航空局TBO研究会
Status Update on ENRI MSPSR Development (電子航法研究所におけるマルチスタティックレーダの開発状況)	塩見格一 宮崎裕己	平成26年1月	ICAO航空監視パネル(ASP) 第16回技術作業部会(TGS)会議

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物
Ionospheric Correction at the Southwestern Islands for QZSS L1-SAIF (準天頂衛星L1-SAIF信号による南西諸島での電離層遅延補正)	坂井丈泰 星野尾一明 伊藤憲	平成26年1月	ION ITM 2014(米国航法学会2014年国際技術会議)
A Study on Practical Use of CSAC (Chip Scale Atomic Clock) for GBAS ground subsystem (超小型基準信号発信器(CSAC)のGBAS地上システムへの利用)	吉原貴之 齋藤享 星野尾一明	平成26年1月	ION ITM 2014(米国航法学会2014年国際技術会議)
洋上管制における高度変更リクエスト分析及びRNAV10(RNP10)/4導入効果に関する考察	平林博子	平成26年1月	航空管制 1月号
第10回米国/欧州ATM研究開発セミナー(ATM2013)報告	福田豊	平成26年1月	日本航空宇宙学会誌 第62巻 第1号
中低磁気緯度の電離圏環境に対応したGBAS(地上型衛星航法補強システム)の開発	藤井直樹 福島荘之介 齋藤真二 吉原貴之 齋藤享 工藤正博(運輸安全委員会) 藤田征吾(三菱電機) 小野剛(日本電気) 鈴木和史(〃)	平成26年2月	日本航空宇宙学会誌 第62巻 第2号
Outcome of Analysis of Branching UPRs from PACOTS Track 2 (PACOTSトラック2から分岐するUPRの分析結果について)	平林博子 桜井晃充(国土交通省航空交通管理センター)	平成26年2月	IPACG38 第39回会議(航空局FAA)
Analyses of ATC Communication Messages Relevant to Altitude Change Requests (高度変更リクエストの管制通信記録の分析について)	平林博子	平成26年2月	IPACG38 第39回会議(航空局FAA)
Considerations on space weather for GNSS implementation in the low magnetic latitude region (磁気低緯度地域における衛星航法のための宇宙天気利用に関する検討)	齋藤享	平成26年2月	第4回ICAO電離圏問題検討タスクフォース会議(ISTF/4)
Update on the data server and its usage (データサーバの使用法について)	齋藤享	平成26年2月	第4回ICAO電離圏問題検討タスクフォース会議(ISTF/4)
Methodology of scintillation data analysis (ISTFにおけるシンチレーション解析手法の提案)	齋藤享	平成26年2月	第4回ICAO電離圏問題検討タスクフォース会議(ISTF/4)
Current status of activities on ionospheric studies for GNSS in Japan (日本における衛星航法のための電離圏関連活動報告)	齋藤享	平成26年2月	第4回ICAO電離圏問題検討タスクフォース会議(ISTF/4)
ISTF Research Review (ICAO電離圏問題検討タスクフォースの研究活動について)	齋藤享	平成26年2月	第4回ICAO電離圏問題検討タスクフォース会議(ISTF/4)及び第26回SBAS相互運用性作業部会(SBAS IWG /26)
Dual Frequency SBAS Trial and Preliminary Results (二周波数SBASの試作と予備的結果)	坂井丈泰	平成26年2月	第26回SBAS相互運用性作業部会(SBAS IWG /26)
GBASの動向と将来の運航	福島荘之介	平成26年2月	平成25年度航空無線技術交流会
電子航法研究所の研究開発の概要	藤井直樹	平成26年2月	第3回 CARATS研究開発推進分科会
高カテゴリGBASの安全設計および検証技術の開発とGBASを活用した高度な運航方式の開発	吉原貴之	平成26年2月	第3回 CARATS研究開発推進分科会
AeroMACSの国際動向と研究	住谷泰人	平成26年2月	第3回 CARATS研究開発推進分科会
ミリ波によるヘリコプタの障害物探知支援の研究開発	米本成人	平成26年2月	第3回 CARATS研究開発推進分科会
無人航空機の国際動向と研究について	河村暁子	平成26年2月	第3回 CARATS研究開発推進分科会
フル4D軌道ベース運用に関する研究開発	マーク・ブラウン	平成26年2月	第3回 CARATS研究開発推進分科会
Draft resolutions to avoid confusions on the usage of airborne data sources (機上情報源の使用法に関する誤解を避ける解決法の案)	小瀬木滋	平成26年2月	ICAO ASTAF
航空気象に関連する機上の動態情報の活用について	瀬之口敦 宮沢与和(九州大学) 手塚亜聖(早稲田大学)	平成26年2月	第8回 航空気象研究会
SPICA Simulation (SPICA シミュレーション)	伊藤恵理	平成26年2月	NASA Ames/Langley ATD-1セミナー
軌道ベース運用に関する研究開発	平林博子	平成26年2月	航空振興財団 航空保安システム技術委員会航法小委員会
GNSSへの電波干渉(RFI)と運航への影響	福島荘之介	平成26年2月	第4回 GNSS検討アドホック会議(CARATS)
Refined Collision Risk Model for Oceanic Flight Under Longitudinal Distance-Based Separation with ADS-C Environment (ADS-C環境下における洋上縦距離間隔における衝突危険度モデルの改良)	森亮太	平成26年2月	Journal of Navigation
The ATM Data Archive for the Performance Assessment (パフォーマンス評価のためのATMデータベース)	藤山康太	平成26年2月	ユーロコントロール



表題名	発筆者	発表年月	発表機関・刊行物
Airborne-based Time Spacing in the Future Air Traffic Management (将来の航空管制システムにおける機上での機体時間間隔の制御について)	伊藤恵理	平成26年2月	NASA Aeronautics Technical(AT) seminar series
Introduction to the ENRI International Workshop on ATM/CNS(EIWAC2013) (第3回電子航法研究所ATM/CNSに関する国際ワークショップ(EIWAC2013)の紹介)	山本憲夫	平成26年3月	Springer "Air Traffic Management and Systems"
Effectiveness of Scale Model Experiments for Aeronautical MIMO systems (航空用MIMOシステムの縮尺模型実験による評価)	金田直樹 森岡和行 住谷泰人 米本成人 河村暁子 二ツ森俊一 塩地誠	平成26年3月	2014 International Workshop on Antenna Technology(iWAT2014)
Design and Measurement of W-band Offset Stepped Parabolic Reflector Antennas for Airport Surface Foreign Object Debris Detection Radar Systems (空港面障害物監視用ミリ波レーダシステムに適用するW帯ステップオフセットパラボラアンテナの設計および測定評価)	二ツ森俊一 森岡和行 河村暁子 米本成人	平成26年3月	2014 International Workshop on Antenna Technology(iWAT2014)
EVM and BER Evaluation of C band New Airport Surface Communication Systems (次世代Cバンド空港面通信のEVMとBER評価)	森岡和行 金田直樹 本田純一 二ツ森俊一 河村暁子 米本成人 住谷泰人 アサノ デービット(信州大学)	平成26年3月	2014 International Workshop on Antenna Technology(iWAT2014)
赤道大気レーダーとGPS受信機群を用いたVHFレーダーによるプラズマバブル検出の衛星航法補強システムに対する効果の検証	齋藤享 吉原貴之 大塚雄一(名古屋大学太陽地球環境研究所) 山本衛(京大大学生存圏研究所)	平成26年3月	京大大学生存圏研究所ミッションシンポジウム
Ionospheric anomaly monitoring by VHF radar multi-beam observations for GNSS (VHFレーダー多ビーム観測によるGNSSのための電離圏異常監視)	齋藤享 吉原貴之 大塚雄一(名古屋大学太陽地球環境研究所) 山本衛(京大大学生存圏研究所)	平成26年3月	南極大型大気レーダー研究集会
電子機器から発射される電波に対する航空機の耐性評価方法	米本成人 河村暁子	平成26年3月	国土交通省航空局 航空機内における電子機器使用に関する意見交換会
Actual utilization in 5 GHz band for future aeronautical communication services in Japan (日本の将来航空通信業務のための5GHz帯の利用状況)	米本成人 金田直樹 河村暁子 二ツ森俊一 森岡和行 住谷泰人	平成26年3月	ICAO ACP WG-F
航空路管制処理戦術の状況変動に対する潜在的な「余裕」の可視化ツール	狩川大輔 青山久枝 高橋信(東北大学) 古田一雄(東京大学) 石橋明(安全マネジメント研究所) 北村正晴(テムス研究所)	平成26年3月	ヒューマンインタフェース学会論文誌
RNP to xLS計器進入の初期検討	福島荘之介	平成26年3月	平成25年度 第4回ATEC新たな進入・出発方式に向けた調査・研究WG
SBAS: Striving towards seamless satellite navigation (SBAS: 継ぎ目のない衛星航法への挑戦)	坂井丈泰 Carmen Aguilera (European GNSS Agency) Deane Bunce (FAA) Didier Flament (ESA) Frederic Lecat (ICAO APAC Office) Gi Wook Nam (KARI) Jean-Marc Pieplu (European GNSS Agency) V Somasundaram (AAI, India)	平成26年3月	Coordinates Volume 10
航空気象情報可視化ツールの開発 —航空気象の見える化を目指して—	瀬之口敦 新井直樹(東海大学)	平成26年3月	埼玉県立妻沼高等学校(講義)
UASSG14結果報告	河村暁子	平成26年3月	国土交通省航空局
衛星航法システムGNSSの現状と展望	坂井丈泰	平成26年3月	ITS-Japan勉強会
これからの電波航法技術は?	長岡栄	平成26年3月	電波航法研究会誌 電波航法 55号

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物
ソフトウェア無線によるCPM-OFDMシステム評価環境の構築	森岡和行 二ツ森俊一 金田直樹 河村暁子 米本成人 住谷泰人 アサノ デービット (信州大学)	平成26年3月	2014年電子情報通信学会総大会
ILS LOCの積雪障害の遮蔽フェンスによる改善法	田嶋裕久 二ツ森俊一 中田和一 (青森大学)	平成26年3月	2014年電子情報通信学会総大会
Air-Ground Datalink and Emerging Air Traffic Management Concepts (空対地データリンクと次の航空交通管理方式について)	マーク・ブライ 福田豊 瀬之口敦 井上諭 住谷泰人	平成26年3月	2014年電子情報通信学会総大会
RNP-AR経路を飛行した航空機の飛行時間のバラツキ その2	天井治	平成26年3月	2014年電子情報通信学会総大会
電子航法研究所実験用航空機の概要	藤井直樹 森井智一	平成26年3月	2014年電子情報通信学会総大会
発話音声のゆらぎの分布	塩見格一	平成26年3月	2014年電子情報通信学会総大会
拡張現実技術を用いた遠隔航空管制支援に関する研究	井上諭 塩見格一 古坂大地 (フィクスターズ)	平成26年3月	2014年電子情報通信学会総大会
スケールモデルによる空港用5.1GHz帯MIMOシステムの評価	金田直樹 森岡和行 住谷泰人 米本成人 塩地誠 河村暁子 二ツ森俊一	平成26年3月	2014年電子情報通信学会総大会
航空機内構造物が内部電磁界伝搬特性に及ぼす影響-フェノール内壁を付加した電波反射箱の構造体Q値測定評価-	二ツ森俊一 森岡和行 河村暁子 米本成人 白船雅巳 (北海道大学大学院) 日景隆 (〃) 野島俊雄 (〃)	平成26年3月	2014年電子情報通信学会総大会
VHF帯航空通信システムの伝送遅延時間予測に関する解析	住谷泰人 北折潤 石出明 金田直樹 森岡和行	平成26年3月	2014年電子情報通信学会総大会
The Status and Challenges for UAS Safety Operation (無人航空機の安全運航に向けた現状と課題)	河村暁子 森岡和行 米本成人 山康博 宮津義廣	平成26年3月	2014年電子情報通信学会総大会
梅雨期における測距誤差変動の球状成層大気モデルを用いた解析	毛塚敦 吉原貴之 齋藤享 藤井直樹 星野尾一明	平成26年3月	2014年電子情報通信学会総大会
シリコン基板のミリ波透過係数特性	米本成人 河村暁子 二ツ森俊一 森岡和行	平成26年3月	2014年電子情報通信学会総大会
レイトレーシング法を用いた空港面電波伝搬解析	本田純一 大津山卓哉 角張泰之 小瀬木滋	平成26年3月	2014年電子情報通信学会総大会
Electromagnetic Field Propagation Characteristics of Boeing777 Class Large Passenger Aircraft-Numerical Estimation and Measurement Results at 2GHz Band- (B777型大型旅客機における電磁界伝搬特性-2GHz帯における数値解析および測定-)	二ツ森俊一 河村暁子 森岡和行 白船雅巳 (北海道大学) 日景隆 (〃) 野島俊雄 (〃)	平成26年3月	The 30th International review of Progress in Applied Computational Electromagnetics
SIMULATOR EXPERIMENTS AND PROBLEM SUMMARY ON RF TRANSITIONS FOR XLS (xLSへのRFによる遷移に関するシミュレータ実験と問題点の要約)	森亮太 福島莊之介 齊藤真二	平成26年3月	ICAO IFPP/12-3
Quasi-Zenith Satellite System L1-SAIF Augmentation Signal (準天頂衛星L1-SAIF信号について)	坂井丈泰	平成26年3月	Munich Satellite Navigation Summit 2014(ミュンヘン衛星航法サミット)
i-scover 用語解説 UAS	河村暁子	平成26年3月	電子情報通信学会 I-scover
90GHz帯リニアセルによる高精度イメージング技術に関する研究開発	米本成人 河村暁子 二ツ森俊一 森岡和行	平成26年3月	電波資源拡大のための研究開発成果報告書 (分担執筆)

表題名	発表者	発表年月	発表機関・刊行物
無人航空機を活用した無線中継システムと地上ネットワークとの連携及び共用技術の研究開発成果報告書	米本成人 金田直樹 河村暁子 ニッ森俊一 森岡和行 住谷泰人	平成26年3月	電波資源拡大のための研究開発成果報告書（分担執筆）
羽田-サンフランシスコ路線のASPIRE Daily Flightエントリーに関する便益について	福島幸子 平林博子 岡田一美	平成26年3月	国土交通省航空局
羽田空港の国際線発着枠増加へ	青山久枝	平成26年3月	日本機械学会 交通・物流部門ニューズレター

## 8 知的財産権

当研究所の平成25年度末(H26. 3. 31)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

#### ①日本国内

発 明 の 名 称	発 明 者	出願(国際)年月日	登録番号	登録年月日
飛行場運航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
航空管制情報統合表示装置	佐藤裕喜	H7. 4. 3	3030329	H12. 2. 10
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 北鎧勝彦	H7. 6. 23	2666891	H9. 6. 27
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
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
ターミナル管制用管制卓の航空機位置表示装置	塩見格一	H8. 6. 13	2763521	H10. 3. 27
ターミナル管制用管制卓の航空機位置表示方法	塩見格一	H8. 6. 13	2907328	H11. 4. 2
ターミナル管制用管制卓における管制指示入力方法	塩見格一	H8. 6. 13	2763522	H10. 3. 27
ターミナル管制用管制卓における航空機順序付けのためのユーザインタフェース装置	塩見格一	H8. 10. 24	3013985	H11. 12. 17
フェイズドアレイアンテナの移相器の故障箇所の検出方法及びフェイズドアレイアンテナの給電系の位相誤差の検出方法	田嶋裕久	H7. 12. 19	3060002	H12. 4. 28
熱交換器	田嶋裕久 加来信之	H7. 12. 19	2852412	H10. 11. 20
空港面監視装置	北鎧勝彦	H8. 12. 12	3226812	H13. 8. 31
航空機管制支援システム	塩見格一	H8. 3. 29	2801883	H10. 7. 10
誤目標の抑圧方法およびその装置	加来信之 北鎧勝彦	H8. 11. 11	2884071	H11. 2. 12
飛行場管制支援システム	塩見格一	H9. 3. 26	3017956	H11. 12. 24
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
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
管制用通信システム	塩見格一	H10. 12. 18	3041284	H12. 3. 3
無線通信ネットワークシステム	田中修一 二瓶子朗	H10. 6. 4	3474107	H15. 9. 19
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
飛行場管制支援システム	塩見格一	H11. 12. 17	3086828	H12. 7. 14
受動型SSR装置	塩見格一	H10. 10. 30	3041278	H12. 3. 3
SSR装置及び航空機二次監視網	塩見格一	H10. 10. 30	2991710	H11. 10. 15
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
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
管制通信発出システム	塩見格一	H11. 3. 19	3300681	H14. 4. 19
航空機等の進入コーンの変動を防止する積層構造体	横山尚志	H11. 9. 17	3588627	H16. 8. 27
管制装置システム	塩見格一	H11. 12. 8	3783761	H18. 3. 24
受動型SSR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
C.P.D.L.C.メッセージ作成システム	塩見格一	H12. 3. 30	4210772	H20. 11. 7
航空路管制用航空機順序・間隔付けヒューマン・インターフェース	塩見格一	H12. 3. 30	4192252	H20. 10. 3
C.P.D.L.C./A.I.D.C.共用管制卓及び同ヒューマン・インタフェース	塩見格一	H12. 3. 30	4192253	H20. 10. 3
航空管制用管制指示入力装置	塩見格一	H12. 3. 30	4390118	H21. 10. 16
ターゲット選択操作装置	塩見格一	H12. 3. 24	3743949	H17. 12. 2
無線ネットワーク測位システム	田中修一 二瓶子朗	H12. 6. 6	3453547	H15. 7. 18
無線ネットワーク制御システム	田中修一 二瓶子朗	H12. 6. 6	3428945	H15. 5. 16
GPS及びその補強システムを用いた航法システムにおけるアベイラビリティ取得方法及びその装置	福島荘之介	H12. 7. 26	3412011	H15. 3. 28
複数チャンネルを利用した無線ネットワークシステム及びその制御装置	田中修一 二瓶子朗	H12. 11. 13	3462172	H15. 8. 15
心身診断システム	塩見格一	H13. 9. 14	3764663	H18. 1. 27
無線ネットワークシステム	田中修一 二瓶子朗	H13. 8. 8	4716472	H23. 4. 8
無線通信ネットワークシステム	田中修一 二瓶子朗	H13. 8. 8	4716473	H23. 4. 8
無線ネットワークを利用した移動局測位システム	田中修一 二瓶子朗	H13. 8. 8	4640720	H22. 12. 10
無線ネットワークシステム	田中修一 二瓶子朗	H13. 8. 8	4640721	H22. 12. 10
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



発 明 の 名 称	発 明 者	出願(国際)年月日	登録番号	登録年月日
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
ILSのグライドパスのGP進入コース予測方法及びILSのグライドパスのGP進入コース予測装置	横山尚志	H13. 9. 6	3752169	H17. 12. 16
移動体測位方法及び移動体誘導方法	岡田和男 白川昌之 塩見格一 小瀬木滋 田嶋裕久 住谷泰人 米本成人	H14. 3. 29	3826191	H18. 7. 14
電波反射体を用いた測定装置	米本成人 塩見格一	H14. 6. 28	3623211	H16. 12. 3
操作卓 意匠	塩見格一	H14. 10. 15	1189989	H15. 9. 26
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. 1. 24	4412701	H21. 11. 27
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	二瓶子朗	H15. 3. 28	4141876	H20. 6. 20
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
移動局及び移動局側通信制御方法及び基地局及び基地局側通信制御方法及び通信システム	金田直樹 塩見格一	H15. 6. 3	3746773	H17. 12. 2
就寝中の身体反応情報検出システム	塩見格一	H15. 8. 25	3780273	H18. 3. 10
操作卓 意匠	塩見格一	H15. 11. 18	1226782	H16. 11. 19
脇机 意匠	塩見格一	H15. 11. 18	1221366	H16. 9. 17
カオス論的指標値計算システム PCT出願(日本国内)	塩見格一	H15. 12. 26	4317898	H21. 6. 5
カオス論的指標値計算システム PCT出願(日本国内分割)	塩見格一	H15. 12. 26	4989618	H24. 5. 11
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通信制御方法及び通信システム	金田直樹 塩見格一	H16. 3. 3	4107432	H20. 4. 11
電波装置	米本成人	H16. 5. 18	3845426	H18. 8. 25
航空管制用インタフェース装置、その表示制御方法およびコンピュータプログラム	塩見格一	H16. 3. 29	3888688	H18. 12. 8
大脳評価装置 PCT出願(日本国内)	塩見格一	H16. 4. 28	4500955	H22. 4. 30
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
誘電率の測定方法及び誘電率測定装置 (分割出願)	金田直樹 横山尚志	H13. 9. 6	3988828	H19. 7. 27
心身状態判定システム PCT出願(日本国内)	塩見格一	H16. 2. 23	4505619	H22. 5. 14
電波反射体を用いた測定装置 (分割出願)	米本成人 塩見格一	H14. 6. 28	3772191	H18. 2. 24
電波反射体を用いた移動体の航法方法 (分割出願)	米本成人 塩見格一	H14. 6. 28	3840520	H18. 8. 18
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電体レンズ装置	米本成人	H16. 8. 19	3822619	H18. 6. 30
高周波信号のデジタルIQ検波方法	田嶋裕久 古賀禎	H16. 9. 15	3874295	H18. 11. 2
移動体の識別監視装置	米本成人 古賀禎	H16. 10. 8	3956025	H19. 5. 18
航空管制支援システム	塩見格一	H17. 2. 4	4148420	H20. 7. 4
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 (No. 116 分割出願)	金田直樹 塩見格一	H15. 6. 3	3997549	H19. 8. 17
誘電体レンズを用いた電磁波の反射器、発生器及び信号機	米本成人	H17. 1. 18	3995687	H19. 8. 10
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
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	4736083	H23. 5. 13
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	H17. 6. 21	4625954	H22. 11. 19
航空路管制用管制卓における順序・間隔付けヒューマンインタフェース装置	金田直樹 塩見格一	H17. 6. 21	4590559	H22. 9. 24
移動局監視システムのための監視連携装置およびその方法	二瓶子朗	H17. 12. 15	4703390	H23. 3. 18
飛行計画表示装置	三垣充彦	H18. 2. 9	4193195	H20. 10. 3
飛行計画表示装置 (分割出願)	三垣充彦	H18. 2. 9	4736103	H23. 5. 13
音声中の非発話音声の判別処理方法	塩見格一	H18. 3. 30	4752028	H23. 6. 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
衛星航法システムにおける衛星軌道情報の伝送方法及びそれらの装置	坂井丈泰	H18. 12. 13	4613334	H22. 10. 29
リフレクトアレイ及びミリメートル波レーダー (アレイ型反射板とミリ派レーダ) PCT出願(日本国内)	山本憲夫 米本成人	H20. 10. 27	5023277	H24. 6. 29
外部雑音改善型発話音声分析システム	塩見格一 武市昇	H19. 3. 30	5050180	H24. 8. 3
天頂対流圏遅延量の推定値の算出方法	坂井丈泰 福島荘之介 伊藤憲	H20. 7. 9	5419031	H25. 11. 29

発 明 の 名 称	発 明 者	出願(国際)年月日	登録番号	登録年月日
ミリ波レーダ組み込み型ヘッドランプ	米本成人 河村暁子	H22. 5. 11	4919179	H24. 2. 10
衛星航法システムにおける電離層遅延量の補正方法及びその装置	坂井丈泰	H19. 9. 25	4644792	H22. 12. 17
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	4812824	H23. 9. 2
作業適正判定システム	塩見格一	H20. 10. 31	5035567	H24. 7. 13
作業監視システム	塩見格一	H20. 10. 31	4936147	H24. 3. 2
G P S衛星信号の品質監視機能を有するG P S衛星信号品質監視方法及びG P S衛星信号の品質監視機能を備えたG P S衛星信号品質監視装置	齊藤真二	H21. 6. 4	5305395	H25. 7. 5
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	5305413	H25. 7. 5
衛星航法システムにおける電離圏異常を検出する方法及びその装置	藤田征吾	H22. 8. 20	5305416	H25. 7. 5
直線偏波の制御方法及びその装置	米本成人 河村暁子 二ツ森俊一	H23. 4. 26	5376470	H25. 10. 4
RTK測位計算に利用する衛星の選択方法及びその装置	山田英輝	H23. 10. 18	5013385	H24. 6. 15

※ は平成25年度に実施されたものである。

②海外

発 明 の 名 称	発 明 者	出願(国際)年月日	登録番号	登録年月日
飛行場運航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
飛行場運航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
航空機管制支援システム(アメリカ国内)	塩見格一	H8. 3. 29	5, 941, 929	H11. 8. 24
航空機管制支援システム(カナダ国内)	塩見格一	H8. 3. 29	2, 201, 256	H13. 2. 6
飛行場管制支援システム：アメリカ	塩見格一	H10. 3. 25	6, 144, 915	H12. 11. 7
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	6, 064, 939	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
滑走路予約システム：アメリカ	塩見格一	H9. 6. 9	US 6, 282, 487 B1	H13. 8. 28
受動型 S S R装置 P C T出願(アメリカ国内)	塩見格一	H11. 10. 29	US 6, 344, 820 B1	H14. 2. 5
S S R装置及び航空機二次監視網 P C T出願(アメリカ国内)	塩見格一	H11. 10. 29	US 6, 337, 652 B1	H14. 1. 8
管制装置システム：アメリカ	塩見格一	H12. 12. 7	US 6, 573, 888 B2	H15. 6. 3
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	US 6, 876, 964 B1	H17. 4. 5
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
カオス論的ヒューマンファクタ評価装置 P C T出願(イスラエル国内)	塩見格一	H14. 4. 10	158325	H24. 3. 30
航空管制用表示装置における航空機位置表示方法 (EP国内)	塩見格一	H14. 10. 23	1450331	H17. 12. 28
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
心身診断システム P C T出願(インド国内)	塩見格一	H14. 11. 11	249868	H23. 11. 17
心身診断システム P C T出願(シカゴ国内)	塩見格一	H14. 11. 11	104430	H19. 7. 31
心身診断システム P C T出願(アメリカ国内)	塩見格一	H16. 4. 28	US 7, 363, 226 B2	H20. 4. 22
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
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
カオス論的脳機能診断装置 P C T出願(インド国内)	塩見格一	H14. 11. 12	202992	H18. 11. 6
カオス論的脳機能診断装置 P C T出願(アメリカ国内)	塩見格一	H14. 11. 12	US 7, 678, 047 B2	H22. 3. 16
カオス論的診断感度増感装置 P C T出願(インド国内)	塩見格一	H16. 9. 20	209578	H19. 12. 14
カオス論的診断感度増感装置 P C T出願(アメリカ国内)	塩見格一	H15. 2. 26	US 7, 392, 178 B2	H20. 6. 24
カオス論的診断感度増感装置 P C T出願(シンガポール国内)	塩見格一	H15. 2. 26	106483	H18. 10. 31
カオス論的指標値計算システム P C T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 P C T出願(アメリカ国内)	塩見格一	H15. 12. 26	US 7, 321, 842 B2	H20. 1. 22
カオス論的指標値計算システム P C T出願(カナダ国内)	塩見格一	H15. 12. 26	2516982	H25. 4. 2
カオス論的指標値計算システム P C T出願(イスラエル国内)	塩見格一	H15. 12. 26	170304	H23. 3. 31
カオス論的指標値計算システム P C T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(国際)年月日	登録番号	登録年月日
カオス論的指標値計算システム PCT出願(EP(英国国内))	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
大脳評価装置 PCT出願(アメリカ国内)	塩見格一	H16.4.28	US 7,988,629 B2	H23.8.2
大脳評価装置 PCT出願(イスラエル国内)	塩見格一	H16.4.28	178316 AU	H22.9.1
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	2004318986 B2	H23.6.30
大脳評価装置 PCT出願(カナダ国内)	塩見格一	H16.4.28	2,560,529	H24.6.26
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	US 7,737,859 B2	H22.6.15
心身状態判定システム PCT出願(EP国内)	塩見格一	H16.2.23	1607043	H24.9.26
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	H16.8.17	1722587	H23.5.11
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	H16.8.17	US 7,974,600 B2	H23.7.5
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	H16.6.1	US 7,640,014 B2	H21.12.29
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(インド国内)	金田直樹	H16.6.1	224596	H20.10.21
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 (アメリカ国内)	塩見格一	H16.1.26	US 7,091,994 B2	H18.8.15
電波装置 アメリカ	米本成人	H17.3.9	US 7,446,730 B2	H20.11.4
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	US 8,471,757 B2	H25.6.25
アレイ型反射板とミリ波レーダ PCT出願(アメリカ国内)	山本憲夫 米本成人 山田公男	H18.10.27	US 7,719,463 B2	H22.5.18
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	US8,665,146 B2	H26.3.4

## (2) 出願中

## ①日本国内

発明の名称	発明者	出願(国際)年月日	出願番号
導波管の接続機構 PCT(日本国内)	米本成人 河村暁子 二ツ森俊一	H21. 9. 17	2011-531713
直線偏波の制御方法及びその装置 (日本国内分割)	米本成人 河村暁子 二ツ森俊一	H23. 4. 26	2013-145704
自律神経の状態評価システム	塩見格一 原田あすか	H23. 7. 20	2011-158788
複合材及びその製造方法とこの複合材を用いた装置	米本成人 河村暁子 二ツ森俊一	H23. 3. 30	2011-127301
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	H26. 1. 25	2014-011910

## ②海外

発明の名称	発明者	出願(国際)年月日	出願番号
カオス論的ヒューマンファクタ評価装置 PCT出願(EP国内)	塩見格一	H14. 4. 10	020717089. 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
心身診断システム PCT出願(イスラエル国内)	塩見格一	H14. 11. 11	161562
心身診断システム PCT出願(EP国内)	塩見格一	H14. 11. 11	02808120. 6
心身診断システム PCT出願(EP国内分割)	塩見格一	H14. 11. 11	10165213. 9
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	161892
カオス論的脳機能診断装置 PCT出願(EP国内)	塩見格一	H16. 5. 20	020780070
カオス論的診断感度増感装置 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(EP分割)	塩見格一	H15. 12. 26	08009363. 6
大脳評価装置 PCT出願(EP国内)	塩見格一	H16. 4. 28	040729983. 9
大脳評価装置 PCT出願(インド国内)	塩見格一	H18. 9. 19	5443/DELNP/2006
移動局及び移動局側通信制御方法及び基地局及び装置通信システム PCT出願(カナダ国内)	金田直樹 塩見格一	H16. 8. 17	2557810
移動局及び移動局側通信制御方法及び基地局及び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	040745474. 9
ミリ波レーダー組み込み型ヘッドランプ (アメリカ)	米本成人 河村暁子	H23. 5. 11	13/105, 350
RTK測位計算に利用する衛星の選択方法及びその装置(米国)	山田英輝	H24. 4. 9	13/442486

# 第 3 部 現 況





# 1 平成25年度に購入した主要機器

実験用航空機 1式	認証サーバ 1式
GAST-D地上サブシステム研究装置 1式	ハーモニックミキサ 1式
GNSS実験装置 1式	光変調器(光ファイバー無線器) 3式
光ファイバー接続型受動監視システム高周波信号受信処理部(光給電方式対応型) 1式	
ウィスパーシャウト減衰器および接続回路 1式	
航空機追尾アンテナ 1式	
GPS受信機入力用基準信号発信器 1式	
クラスター管理サーバ 1式	
冷却CCDカメラ 1式	
耐環境可搬型信号計測装置 1式	
電波高度計 1式	
航空無線機 1式	
屋外用アンテナ制御装置 1式	
大気光全天イメーჯャ観測用コンテナ 1式	
航空機追尾アンテナシステム 1式	
高精度GPS受信装置 2式	
C帯増幅器 2式	
GBAS用VDB受信機 1式	
W帯アンテナ 1式	
デジタルオシロ 1式	
サーマル・パワーセンサ 1式	
演算サーバ 1式	
高精度GPS時計 1式	
オープンアレー空中線台座 1式	
追尾型並列計算機 1式	
評価分析用計算機 1式	
オシロスコープ 1式	
データベース管理サーバ 1式	
高速データストレージモジュール 1式	
超音波風向風速計 1式	
監視データ表示装置 1式	
Cバンド波長可変光源モジュール 1式	
GBAS装置用ボードコンピュータ 1式	
監視大画面表示装置 1式	
ネットワークカメラ 1式	

## 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性の高まりと、併せて研究内容の変化に対応させるために、ワークステーションをネットワークに接続したシステムに移行し、複数のサーバ・システムと各研究部に設置するローカル・クライアントからなるシステムの運用となった。

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

支線部については、平成17年度に1GBaseのデータ転送レートに対応した。その後、平成20年度に光ケーブルを増設して10GBaseのデータ転送レートに対応し、現在の構成となった。これに対応して、平成21年度より、基幹部の一部についても10GBaseのデータ転送レートを有する構成とした。

現在、当所のネットワーク及び電子計算機システムは、メールサーバによる通信、WWWサーバによる情報発信、アプリケーションサーバやファイルサーバによる所内事務の支援、所内無線LANサービスの提供等、日々の職務に密接したシステムとして運用されている。

[ネットワークの現状]

・基幹ネットワークシステム：サーバ6台、ファイアウォール1台、スイッチ3台、無線LANコントローラ1台、テープドライブ1台、UPS2台で構成

・基幹ネットワーク網：計算機室—各建屋間で10GBase-LR通信が可能（調布本所—岩沼分室間を除く）

#### 4 実験用航空機

電子航法の実験や試験のために航空機をもつことは、当研究所の特色である。

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

ビーチクラフトB-99は、平成23年3月11日に発生した東日本大震災による津波にて被災、全損となったため、平成24、25年度にビーチクラフトB300を購入した。同機は平成25年5月に引き渡され、同年7月から運用を開始した。

〔更新機の諸元・性能〕

登録番号：JA35EN

型式：Beechcraft B300(KingAir350)

全長：14.23m

全幅：17.65m

全高：4.36m

全備重量：6.8t

最大巡航速度：263kt

最大航続距離：3,268km

離陸滑走路長：1,006km

着陸滑走路長：821km

発動機：Pratt & Whitney Canada PT6A-60A

プロペラ：Hartzell HC-B4MP-3C

アビオニクス：Collins Pro Line 21

#### 5 仮想現実実験施設

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

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

本施設は、管制塔における管制官の業務環境を視聴覚的な仮想現実感を用いて模擬する機能を有するものであり、本施設により飛行場管制業務に係るシミュレーションを、レーダーを使用した航空路管制業務或はターミナル管制

業務シミュレーションと同様に、実施することが可能となった。

また、本施設は操縦シミュレータを有し、固定翼機及び回転翼機について、管制指示を受けながらの航行の模擬が可能となっている。

飛行場管制業務を含む航空管制業務環境を模擬する航空管制シミュレータと操縦シミュレータは接続されており、管制官とパイロットが同時に参加するシミュレーションを可能としている。

〔諸元・性能〕

プラットフォーム：MS Windows NT 4/2000

描画性能：200Mpoligons / s

管制業務シミュレータ画像出力部：

360° / 8面、15.0mΦ

操縦シミュレータ画像出力部：150° / 3面、5.6mΦ

### 3 刊行物

当研究所の発行する刊行物は、下記のとおりである。

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

### 4 行事等

当研究所の平成25年度における行事等は、下記のとおりである。

- 第1回研究交流会〔平成25年4月10日〕  
skyguide社と空港CDMの現況やGNSS曲線進入の状況に係る説明及び山岳国であるスイスの独特の実情からGNSS安全性評価やミリ波レーダーなどの討議を行った。
- 研究施設一般公開〔平成25年4月21日（日）〕  
平成25年度科学技術週間に基づき、当研究所の各施設を公開した。（来場者数延べ2,615名）
- 第13回研究所設立記念式典〔平成25年4月16日（火）〕
- 研究発表会〔平成25年6月6日（木）～7日（金）〕  
平成25年度（第13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日間来場者数延べ350名）
- 第2回研究交流会 『SWIM勉強会』〔平成25年7月2日（火）〕  
SWIMについての調査の一環として、勉強会を開催した。技術的な観点から共通目標を設定し、SWIM化に係る共通目標を形成した。
- 第57回出前講座〔平成25年7月23日（火）〕国土交通省東京航空局  
周波数から見た航空無線の動向  
(監視通信領域 小瀬木 滋)
- 第58回出前講座〔平成25年8月21日（水）〕岩沼航空少年団  
レーダーって何だろう？  
(企画課 森井 智一)
- 第3回研究交流会〔平成25年10月28日（月）〕  
以下の講演を行い、現在と将来のATMコンセプトの評価に利用するために開発した数学的な閑散期知識モデルに関する討議を行った。  
講演「Computational Red Teaming for Air Traffic Management」  
講演者：フセイン アッバス教授（ニューサウスウェールズ大学）
- 第4回研究交流会 『チップスケール原子発振器に関する勉強会』〔平成25年11月1日（金）〕  
航空管制システムなど航空分野でのチップスケール原子発振器（CSAC）や原子時計利用可能性について討議を行った。
- 第59回出前講座〔平成25年11月15日（金）〕国土交通省航空保安大学校  
1. 航空交通管理領域での研究について  
(航空交通管理領域 平林 博子)  
2. 最近の研究開発動向 背景そして監視通信領域の課題  
(監視通信領域 小瀬木 滋)
- 講演会〔平成25年11月18日（月）〕  
平成25年度電子航法研究所講演会を羽田空港第1旅客ターミナルビルにおいて開催した。  
テーマ：「空港を変えるENRIの技術2013」（来場者数延べ129名）  
1. 電子航法研究所の最近の活動  
(研究企画統括 藤井 直樹)  
2. 航空交通管理のパフォーマンス評価  
(航空交通管理領域 蔭山 康太)  
3. 日本航空グループにおけるRNP AR進入の実施状況  
(日本航空(株) 赤木 宣道)  
4. GBASの研究開発と将来のGLS運航  
(航法システム領域 福島 荘之介)

- 5. 新しい運用方式に対応する監視応用 (監視通信領域 小瀬木 滋)
- 6. 滑走路上の異物探知システムの研究開発 (監視通信領域 米本 成人)

第60回出前講座〔平成25年11月29日（金）〕防衛省航空幕僚監部

- 1. 電子航法研究所の概要 (企画課 植木 隆央)
- 2. 電子航法研究所実験用航空機「よつば」について (企画課 森井 智一)
- 3. マルチラテレーション (MLAT/WAM) とADS-Bの概要 (監視通信領域 宮崎 裕己)
- 4. UAT(ユニバーサルアクセストランシーバ)について (監視通信領域 大津山 卓哉)
- 5. 航空用高速データリンクLDACS (監視通信領域 北折 潤)

第5回研究交流会〔平成25年12月10日（火）〕

UASに関して経験豊富なIsrael Aerospace Industries社より専門家を招いて、UASパイロットライセンスのあり方、コスト削減と安全性のバランス、自律飛行と自動飛行の許容、日本における飛行許可取得手続きの課題など討議を行った。

第6回研究交流会〔平成25年12月12日（木）〕

Purdue大学と、次世代ATMシステムにおける航空機間隔を確保するための制御手法及びヒューマンファクターについて討議を行った。

第61回出前講座〔平成26年2月14日（金）〕国土交通省東京航空局

- 1. 電子航法研究所の概要 (企画課 植木 隆央)
- 2. 電子航法研究所実験用航空機「よつば」について (企画課 森井 智一)
- 3. 軌道ベース運用に関する研究開発 (航空交通管理領域 福田 豊)
- 4. 今後の監視技術について (監視通信領域 島田 浩樹)
- 5. 航空機内の電子機器使用に関する技術動向 (監視通信領域 河村 暁子)
- 6. 滑走路上の異物監視システムの研究開発 (監視通信領域 河村 暁子)
- 7. GBASの研究開発と最近の動向 (航法システム領域 福島 荘之介)

第62回出前講座〔平成26年3月10日（金）〕国土交通省大阪航空局中部空港事務所

- 1. 電子航法研究所の概要 (企画課 森井 智一)
- 2. 実務における「レジリエンス」を考える ～航空管制業務を例に～ (航空交通管理領域 青山 久枝)  
(航空交通管理領域 狩川 大輔)

平成25年度評議員会〔平成26年3月28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。

- 事前評価課題「マルチスタティックレーダによる航空機監視と性能評価に関する研究」  
「空港面の交通状況に応じた交通管理手法に関する研究」  
「空港面異物監視システムの研究」
- 中間評価課題「ハイブリッド監視技術の研究」
- 事後評価課題「監視システムの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」



## 5 職員表彰

◎ 理事長表彰（平成25年4月1日）

永年勤続（30年）

福島 荘之介（航法システム領域）

小瀬木 滋（監視通信領域）

永年勤続（20年）

住谷 泰人（監視通信領域）

宮崎 裕己（監視通信領域）

特 別

福島 幸子（航空交通管理領域）

「長年にわたり航空交通管制に関する研究をとおして航空交通管制システムの開発の分野において多大な功績を取めたことにより、一般財団法人航空交通管制協会から“協会賞”を受賞」

古賀 禎（監視通信領域）

「ISADS 2013(International Symposium on Autonomous Decentralized Systems)において、『Autonomous Decentralized Surveillance System and Continuous Target Tracking Technology for Air Traffic Control Applications(自律分散監視システムと航空管制における連続監視技術)』を発表し“最優秀論文賞”を受賞」

# 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において研究所が承継する。

- 2 前項の規定により研究所が国の有する権利及び義務を承継したときは、その承継の際、承継される権利に係る土地、建物その他の財産で政令で定めるものの価額の合計額に相当する金額は、政府から研究所に対し出資されたものとする。
- 3 前項の規定により政府から出資があったものとされる同項の財産の価額は、研究所の成立の日現在における時価を基準として評価委員が評価した価額とする。
- 4 前項の評価委員その他評価に関し必要な事項は、政令で定める。

(国有財産の無償使用)

**第六条** 国土交通大臣は、研究所の成立の際現に国土交通省に置かれる試験研究機関であつて電子航法に関する試験、調査、研究及び開発を行うものに使用されている国有財産で政令で定めるものを、政令で定めるところにより、研究所の用に供するため、研究所に無償で使用させることができる。

(政令への委任)

**第七条** 附則第二条から前条までに定めるもののほか、研究所の設立に伴い必要な経過措置その他この法律の施行に関し必要な経過措置は、政令で定める。

**附 則** （平成一二年五月二六日法律第八四号） 抄

(施行期日)

**第一条** この法律は、平成十二年六月一日から施行する。

**附 則** （平成一八年三月三十一日法律第二八号） 抄

(施行期日)

**第一条** この法律は、平成十八年四月一日から施行する。ただし、附則第九条第二項及び第三項並びに第十五条の規定は、

公布の日から施行する。

(職員の引継ぎ等)

**第二条** この法律の施行の際現に独立行政法人北海道開発土木研究所及び独立行政法人海技大学校（以下「北海道開発土木研究所等」という。）の職員である者は、別に辞令を発せられない限り、この法律の施行の日（以下「施行日」という。）において、それぞれ、独立行政法人北海道開発土木研究所の職員にあつては独立行政法人土木研究所の、独立行政法人海技大学校の職員にあつては独立行政法人海技教育機構の職員となるものとする。

2 この法律の施行の際現に独立行政法人土木研究所、独立行政法人建築研究所、独立行政法人交通安全環境研究所、独立行政法人海上技術安全研究所、独立行政法人港湾空港技術研究所、独立行政法人電子航法研究所、独立行政法人航海訓練所、独立行政法人海員学校及び独立行政法人航空大学校の職員である者は、別に辞令を発せられない限り、施行日において、引き続きそれぞれの独立行政法人（独立行政法人海員学校にあつては、独立行政法人海技教育機構）の職員となるものとする。

**第三条** 前条の規定により独立行政法人土木研究所、独立行政法人建築研究所、独立行政法人交通安全環境研究所、独立行政法人海上技術安全研究所、独立行政法人港湾空港技術研究所、独立行政法人電子航法研究所、独立行政法人航海訓練所、独立行政法人海技教育機構及び独立行政法人航空大学校（以下「施行日後の土木研究所等」という。）の職員となった者に対する国家公務員法（昭和二十二年法律第二十号）第八十二条第二項の規定の適用については、当該施行日後の土木研究所等の職員を同項に規定する特別職国家公務員等と、前条の規定により国家公務員としての身分を失ったことを任命権者の要請に応じ同項に規定する特別職国家公務員等となるため退職したこととみなす。

**第四条** 附則第二条の規定により施行日後の土木研究所等の職員となる者に対しては、国家公務員退職手当法（昭和二十八年法律第八十二号）に基づく退職手当は、支給しない。

2 施行日後の土木研究所等は、前項の規定の適用を受けた当該施行日後の土木研究所等の職員の退職に際し、退職手当を支給しようとするときは、その者の国家公務員退職手当法第二条第一項に規定する職員（同条第二項の規定により職員とみなされる者を含む。）としての引き続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：平成二二年一月二六日国土交通省令第五五号

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

(通則法第八条第三項に規定する主務省令で定める重要な財産)

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

第八条第三項に規定する主務省令で定める重要な財産は、その保有する財産であつて、その通則法第四十六条の二第一項又は第二項の認可に係る申請の日（各項ただし書の場合にあつては、当該財産の処分に関する計画を定めた通則法第三十条第一項の中期計画の認可に係る申請の日）における帳簿価額（現金及び預金にあつては、申請の日におけるその額）が五十万円以上のもの（その性質上通則法第四十六条の二の規定により処分することが不適当なものを除く。）その他国土交通大臣が定める財産とする。

(業務方法書に記載すべき事項)

**第二条** 研究所に係る通則法第二十八条第二項の主務省令で定める業務方法書に記載すべき事項は、次のとおりとする。

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

(中期計画の認可申請等)

**第三条** 研究所は、通則法第三十条第一項の規定により中期計画の認可を受けようとするときは、当該中期計画を記載した申請書を、中期計画の最初の事業年度開始の日の三十日前までに（研究所の成立後最初の中期計画については、研究所の成立後遅滞なく）、国土交通大臣に提出しなければならない。

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

(通則法第三十条第二項第七号の主務省令で定める事項)

**第四条** 研究所に係る通則法第三十条第二項第七号に規定する主務省令で定める業務運営に関する事項は、次に掲げるものとする。ただし、研究所の成立後最初の中期計画に係る当該事項については、第一号、第二号及び第四号に掲げるものとする。

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

(年度計画の記載事項等)

**第五条** 研究所に係る通則法第三十一条第一項の年度計画には、中期計画に定めた事項に関し、当該事業年度において実施すべき事項を記載しなければならない。

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

(各事業年度に係る業務の実績に関する評価の手続)

**第六条** 研究所は、通則法第三十二条第一項の規定により各事業年度における業務の実績について独立行政法人評価委員会の評価を受けようとするときは、当該事業年度の年度計画に定めた項目ごとにその実績を明らかにした報告書を、当該事業年度の終了後三月以内に、国土交通省の独立行政法人評価委員会に提出しなければならない。

(中期目標の期間の終了後の業務実績報告)

**第七条** 研究所に係る通則法第三十三条の事業報告書には、当該中期目標に定めた項目ごとにその実績を明らかにしなければならない。

(中期目標に係る業務の実績に関する評価の手続)

**第八条** 研究所は、通則法第三十四条第一項の規定により各中期目標の期間における業務の実績について独立行政法人評価委員会の評価を受けようとするときは、当該中期目標に定めた項目ごとにその実績を明らかにした報告書を、当該中期目標の期間の終了後三月以内に、国土交通省の独立行政法人評価委員会に提出しなければならない。

(会計の原則)

**第九条** 研究所の会計については、この省令の定めるところによるものとし、この省令に定めのないものについては、一般に公正妥当と認められる企業会計の基準に従うものとする。

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

3 平成十一年四月二十七日の中央省庁等改革推進本部決定に基づき行われた独立行政法人の会計に関する研究の成果として公表された基準（第十三条において「独立行政法人会計基準」という。）は、この省令の規定に準ずるものとして、第一項に規定する一般に公正妥当と認められる企業会計の基準に優先して適用されるものとする。

(収益の獲得が予定されない償却資産)

**第十条** 国土交通大臣は、研究所が業務のため取得しようとしている償却資産についてその減価に対応すべき収益の獲得が予定されないと認められる場合には、その取得までの間に限り、当該償却資産を指定することができる。

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

(対応する収益の獲得が予定されない資産除去債務に係る除去費用等)

**第十一条** 国土交通大臣は、研究所が業務のため保有し又は取得しようとしている有形固定資産に係る資産除去債務に対応する除去費用に係る費用配分額及び時の経過による資産除去債務の調整額（以下この条において「除去費用等」という。）についてその除去費用等に対応すべき収益の獲得が予定されていないと認められる場合には、当該除去費用等を指定することができる。

(譲渡差額を損益計算上の損益に計上しない譲渡取引)

**第十二条** 国土交通大臣は、研究所が通則法第四十六条の二第二項の規定に基づいて行う不要財産の譲渡取引についてその譲渡差額を損益計算上の損益に計上しないことが必要と認められる場合には、当該譲渡取引を指定することができる。

(財務諸表)

**第十三条** 研究所に係る通則法第三十八条第一項に規定する主務省令で定める書類は、独立行政法人会計基準に掲げるキャッシュ・フロー計算書及び行政サービス実施コスト計算書とする。

(財務諸表の閲覧期間)

**第十四条** 研究所に係る通則法第三十八条第四項に規定する主務省令で定める期間は、五年とする。

(短期借入金の認可の申請)

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

- 一 借入れを必要とする理由
- 二 借入金の額
- 三 借入先
- 四 借入金の利率
- 五 借入金の償還の方法及び期限



六 利息の支払いの方法及び期限

七 その他必要な事項

(通則法第四十八条第一項 に規定する主務省令で定める重要な財産)

**第十六条** 研究所に係る通則法第四十八条第一項 に規定する主務省令で定める重要な財産とは、土地、建物及び航空機とする。

(重要な財産の処分等の認可の申請)

**第十七条** 研究所は、通則法第四十八条第一項 の規定により重要な財産を譲渡し、又は担保に供すること（以下この条において「処分等」という。）について認可を受けようとするときは、次に掲げる事項を記載した申請書を国土交通大臣に提出しなければならない。

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

(積立金の処分に係る申請の添付書類)

**第十八条** 独立行政法人の組織、運営及び管理に係る共通的な事項に関する政令（以下「令」という。）第五条第二項 に規定する添付書類は、次に掲げるものとする。

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

## 附 則

この省令は、公布の日から施行する。

## 附 則 （平成一六年三月三〇日国土交通省令第三〇号）

この省令は、公布の日から施行する。

## 附 則 （平成一八年三月三一日国土交通省令第四九号） 抄

（施行期日）

**第一条** この省令は、独立行政法人に係る改革を推進するための国土交通省関係法律の整備に関する法律の施行の日（平成十八年四月一日）から施行する。

（中期計画の認可申請に係る経過措置）

**第三条** 次の表の上欄に掲げる独立行政法人は、独立行政法人通則法（平成十一年法律第百三号）第三十条第一項の規定により平成十八年四月一日に始まる中期計画の認可を受けようとするときは、同表の下欄に掲げる規定にかかわらず、中期計画を記載した申請書を、同日に始まる中期目標に係る同法第二十九条第一項の指示を受けた後遅滞なく、国土交通大臣に提出しなければならない。

独立行政法人建築研究所	独立行政法人建築研究所に関する省令第二条第一項
独立行政法人交通安全環境研究所	独立行政法人交通安全環境研究所に関する省令第二条第一項
独立行政法人海上技術安全研究所	独立行政法人海上技術安全研究所に関する省令第二条第一項
独立行政法人港湾空港技術研究所	独立行政法人港湾空港技術研究所に関する省令第二条第一項
独立行政法人電子航法研究所	独立行政法人電子航法研究所に関する省令第二条第一項
独立行政法人航海訓練所	独立行政法人航海訓練所に関する省令第二条第一項
独立行政法人海技教育機構	独立行政法人海技教育機構に関する省令第二条第一項
独立行政法人航空大学校	独立行政法人航空大学校に関する省令第二条第一項

**附 則** （平成二〇年三月三十一日国土交通省令第一二号）

この省令は、平成二十年四月一日から施行する。

**附 則** （平成二二年一月二六日国土交通省令第五五号） 抄

（施行期日）

**第一条** この省令は、独立行政法人通則法の一部を改正する法律の施行の日（平成二十二年十一月二十七日）から施行する。

# 3 独立行政法人電子航法研究所業務方法書

目次

第1章 総則（第1条－第2条）

第2章 研究所の業務（第3条－第6条）

第3章 雑則（第7条－第9条）

附則

## 第1章 総則

（目的）

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

（業務運営の基本方針）

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

## 第2章 研究所の業務

（試験、調査、研究及び開発の実施）

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

2 研究所は、研究所以外の者と共同して行うことが、研究所単独で行う場合と比較して、効率的であり、かつ優れた成果が得られることについて十分な見通しがある場合に共同で研究を行うものとする。

（成果の普及）

**第4条** 研究所は、研究所法第11条第2号の規定に基づき、次の各号に掲げる方法により、第3条に規定する試験、調査、研究及び開発の成果（この条において「研究成果」という。）の普及を行うものとする。

- （1）研究成果を国土交通行政に反映させること
- （2）研究成果として取得した特許権、実用新案権その他これに類する権利（第6条において「産業財産権等」という。）を実施させること
- （3）研究成果に関する報告書を作成し、頒布すること
- （4）研究成果に関する発表会を開催すること
- （5）その他事例に応じて最も適当と認められる方法

(情報の収集、整理及び提供)

**第5条** 研究所は、研究所法第11条第3号の規定に基づき、次の各号に掲げる方法により、電子航法に関する情報の収集、整理及び提供を行うものとする。

- (1) 電子航法に関連する書籍、報告書、データ等を収集すること
- (2) 書籍等を整列、管理すること
- (2) データベースを作成し、管理すること
- (4) 図書等を公開すること

(附帯業務)

**第6条** 研究所法第11条第4号により行う業務は、次の各号に掲げるものとする。

- (1) 産業財産権等の取得に関すること
- (2) その他研究所の業務の運営、管理に関すること

### 第3章 雑則

(業務の委託に関する基準)

**第7条** 研究所は、業務上必要な試験、調査、研究及び開発、工事の施行、施設の維持及び補修その他自ら行うことが困難な業務または、研究所業務の遂行上他のものに行わせることが適当な業務については、これらの業務を行うに適当な能力を有する者に委託することができるものとする。

- 2 研究所は、前項の業務を委託しようとするときは、受託者との間に委託契約を締結するものとする。
- 3 研究所は、前項の業務の委託をした場合には、その業務に要する費用を負担するものとする。

(競争入札その他の契約に関する事項)

**第8条** 契約は、すべて競争に付すものとする。ただし、次の各号の一に該当するときは、随意契約によることができるものとする。

- (1) 契約の性質又は目的が競争を許さないとき
- (2) 緊急の必要により競争に付することができないとき
- (3) 競争に付することが不利と認められるとき
- (4) 契約に係る予定価格が少額であるとき
- (5) その他業務の運営上特に必要があるとき

(その他業務の執行に関して必要な事項)

**第9条** 研究所は、この業務方法書に定めるもののほか、その業務の執行に関し必要な事項について細則を定めることができるものとする。

**附則** この業務方法書は、平成13年4月1日から施行する。

**附則** この業務方法書は、平成18年4月1日から施行する。



## 4 独立行政法人電子航法研究所 第3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研究開発機関である。電子航法は、航空交通システム（航空機の安全かつ円滑な交通流を形成するための航空交通管理及びその実施に必要な航空機の通信・航法・監視を掌る地上・機上・衛星システム等をいう。以下同じ。）に不可欠な技術であり、航空輸送における役割と重要性は、他の交通手段と比べて極めて高い。

また、世界の航空輸送は、特にアジア太平洋地域を中心として需要の増加が見込まれているところであるが、我が国周辺を含めた将来の航空需要に的確に対応するためには、航空輸送の基盤である航空交通システムの能力増強が不可欠であり、その基礎となる技術開発の重要性が高まっている。

我が国における航空交通システムに係る研究開発は、国土交通省航空局が担当する航空管制等の航空保安業務に対する技術支援を含め、研究所が中枢機関として機能しているところであり、このような機能は他の主体においては有していない。

以上のことから、研究所は、航空交通量の増大、航空交通の安全性向上等の社会的要請に的確に応えるため、航空交通システムの高度化に関する研究開発を実施するとともに、これら研究成果が航空行政等において有益に活用されるよう取り組むことで、社会貢献を果たすこととする。また、研究開発等を通じて、国際的にも重要な役割を担うように努めることとする。

研究開発の実施にあたっては、我が国の航空交通システムに係る基準策定、整備、運用等を実施している国土交通省航空局と密接に連携して、首都圏空港の更なる容量拡大及び機能強化、航空交通の安全性の確保等の極めて重要性の高い課題を重点的かつ戦略的に実施することとする。

また、業務運営は、自律性、自発性及び透明性を備え、より効率的かつ効果的に実施するとともに、関係機関との連携強化等により、研究成果の質を高めることとする。

### 1. 中期目標の期間

中期目標の期間は、平成23年4月1日から平成28年3月31日までの5年間とする。

### 2. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項

#### (1) 社会的要請に応える研究開発の重点的かつ戦略的な実施

##### ① 研究開発の基本方針

社会的要請に的確に応えるため、航空利用者、航空機運航者、航空行政等のニーズ（以下「社会・行政ニーズ」という。）を適時的確に把握し、その実現に必要な技術課題の解決に向けて、迅速かつ機動的に取り組むこと。その際、研究開発課題は、必要性及び重要性の高いものを適切に選定するとともに、成果の活用が円滑に進められるようにする方策を計画段階から検討するなど、重点的かつ戦略的に実施すること。また、研究開発の実施途中においても社会情勢や社会・行政ニーズの状況変化を適時的確に察知し、これらに機敏に適応できる先見性と柔軟性を確保すること。

## ②研究開発目標

研究所が実施する研究開発の目標は、航空交通システムの高度化によって、航空機運航の安全性及び効率性を向上させること、今後の航空交通量の増大に対応できるようにすること、航空利用者の利便性を向上させること、環境負荷（CO<sub>2</sub>、騒音）を低減させることを基本とし、これらの達成に向けて実施する研究開発分野を中期計画に定めること。

また、研究開発には一定の成果を得るまでに長期間を要するものがあることから、国際動向等を踏まえて将来の航空交通システムの姿を想定し、その実現に向けた研究開発の長期的な見通しを考慮して中期計画を立てること。

## ③技術課題

現在の航空交通システムには、増大する交通量への対応を困難とする様々な課題や限界が存在するが、航空交通システムの高度化によってこれらを解決するためには、基盤技術の大胆な変革が必要である。このため、以下に示す変革の方向性に沿った技術開発を行うこととする。

- 全ての航空機の出発から到着までを一体的に管理し、時間管理を導入した4次元軌道に沿った航空交通管理を全飛行フェーズで行う運用（軌道ベース運用）へ移行することにより、運航者の希望を満たす飛行の実現、混雑空港及び混雑空域における航空交通容量の拡大、CO<sub>2</sub>排出量の削減等に対応することが可能となる。そのため、軌道ベース運用の実現に必要な軌道の予測手法、管理技術の開発等に取り組む。
- 軌道ベース運用を実現するためには、出発から到着までの航空交通流や管制処理容量に関する予見能力を高める必要がある。また、航空交通は気象の影響を強く受けることから、予見能力の向上には気象情報の高度な活用が必要である。このため、航空交通流予測手法や気象情報を活用した軌道予測手法の高度化等に取り組む。
- 航空機の能力を最大限活用し、曲線進入や通過時刻の厳密な指定が可能となる高精度な航法等を円滑に導入するため、航空機に求められる運航上の性能要件を規定して実施する性能準拠型の運用に資する技術開発等に取り組む。
- 離陸から着陸までの全飛行フェーズでの衛星航法を実現することにより、航空機が常に正確な位置と時刻で飛行できるようにするため、衛星航法システムの高度化等に取り組む。
- 軌道ベース運用においては、航空機の位置、交通状況等の情報共有により、地上・機上での状況認識能力の向上を図る必要がある。そのため、地対空の高速通信技術の開発、航空機の飛行状況等を精密に監視するシステムの高度化等に取り組む。
- 定型的な作業については自動化を図り、人の能力をより付加価値の高い業務に集中させるとともに、機械の信頼性を高めること等により、人と機械の能力の最大活用を図る必要がある。そのため、管制官のワークロード分析等、ヒューマンエラー防止に関する技術開発等に取り組む。
- 高度な航空交通管理においては、全ての関係者の間で情報共有と協調的意思決定の徹底を図る必要がある。そのため、運航に係る情報を関係者が共有できる環境の構築に資する技術開発等に取り組む。
- ボトルネックを解消してより効果的な軌道ベース運用への進展を図り、混雑空港及び混雑空

域における高密度運航の実現に資するため、航空交通管理のパフォーマンス評価手法の開発等に取り組む。

#### ④研究開発の実施過程における措置

社会的要請に応えるための研究開発課題の選定にあたっては、社会・行政ニーズ及びこれらに対応するための技術課題を明らかにした上で、その中から、研究所でなければ実施できない課題であって、国の施策と密接に関係する（国が実施する関連行政施策の立案や技術基準の策定等）航空管制に関する研究開発等、真に必要なものに重点化すること。その際、他の研究開発機関が実施している研究内容等を可能な限り把握し、知見・技術の活用等について事前に検討し、研究内容の重複を排除すること。

研究計画を策定する際は、ニーズの発信元となった行政や運航者等の関係者と十分調整して研究の具体的な内容を検討するとともに、可能な限り定量的な目標を設定して、実用化が可能な成果を目指すこと。また、実用化における優位性と容易性を高めるため、新技術の利点や効果に着目するだけでなく、導入コスト等、実用化のため考慮が必要となる外部要因にも対処するなど、研究開発の戦略を検討すること。

研究開発の実施にあたっては、第三者委員会などによる事前、中間及び事後の研究開発評価を行い、評価結果を研究開発課題の選定・実施に適切に反映させることにより、研究開発の重点化及び透明性の確保に努めること。

#### (2) 基礎的な研究の実施による基盤技術の蓄積

電子航法に関連する国際的な技術動向を見据え、将来的な発展が期待される技術に関する基礎的な研究、将来の航空交通システムの基盤技術として有望な先進的、革新的技術の応用に関する研究、斬新な発想に基づく萌芽的な研究等を実施することにより、研究所として長期的な視点から必要となる基盤技術を蓄積し、研究開発能力の向上を図ること。

#### (3) 関係機関との連携強化

限りある人的資源の中で、効率的に研究開発を実施すると同時に、研究開発の機能の充実と高質化を図りつつ、成果の社会還元を円滑に進めるためには、産学官の幅広い連携を強化することが不可欠である。このため、国を問わず、航空管制機関や、研究所の業務に関連する研究開発を実施している独立行政法人、大学、民間企業等の研究開発機関との間で技術交流を継続的に行い、その活動を共同研究、包括的な研究協力等のより強固な協力関係に進展させて連携強化を図ることにより、研究所単独ではなし得なかった優れた研究開発成果の創出とその活用拡大に努めること。具体的には、中期目標期間中に、共同研究を40件以上、関係機関の研究者・技術者との交流会等を30件以上、それぞれ実施すること。

また、特に研究所が専門とする分野以外の基盤的技術を活用する研究開発にあたっては、客員研究員の招聘、任期付研究員の採用、人事交流等により、当該専門知識を有する外部人材を積極的に活用すること。具体的には、中期目標期間中に、客員研究員及び任期付研究員により、外部人材を30名以上活用すること。

#### (4) 国際活動への参画

国際民間航空機関（ICAO）や欧米の標準化機関においては、航空交通システムに関する将来構想の策定や新技術の国際標準化作業が進められているところであるが、我が国も当該活動に積極的に参画して、世界的な航空の発展に資するとともに、我が国の国益を確保することが必要である。このため、ICAO等の専門家会合に我が国のメンバーとして参加している国土交通省航空局に対して必要な技術支援を行うとともに、欧米の標準化機関における活動にも参画し、研究成果が国際標準へ採用されることを目指して積極的に技術提案を行うこと。他国の提案については、我が国への影響と適合性について技術的な検討を行い、国際標準化によって我が国が不利益を被ることがないように、研究所としての必要な対応を行うこと。具体的には、中期目標期間中に、ICAO及び欧米の標準化機関による会議等での発表を120件以上行うこと。

また、我が国の管轄空域に隣接する空域との間で航空管制サービスの連続性及び均質性を確保し、航空交通容量の拡大と安全性の向上を図ることは非常に重要な課題であり、航空交通システムの高度化を効果的かつ円滑に進められるよう、我が国がアジア諸国に対する技術支援を行うことが必要である。このため、研究所は、特にアジア太平洋地域における航空管制機関や、研究開発機関等との技術交流や共同研究等による連携を強化し、双方にとって有益な成果の創出を目指すこと。

#### (5) 研究開発成果の普及及び活用促進

研究所は、投入した経費に見合う研究成果を挙げているかについて、国民に対する十分な説明責任を果たすことが必要である。このため、研究所の業務を広く国民に知らせる機会を増やして開発した技術に関する知識を深められるようにするとともに、研究開発成果の活用を円滑に進めるための活動を積極的に行うこと。具体的には、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こと。また、研究所の活動及び研究開発成果について、研究発表会、講演会等の開催、学会や各種メディアを通じた発表や広報等を効果的に行うこと。

研究開発成果の発表方法としては、特に査読付論文への投稿を積極的に行い、中期目標期間中に80件程度の採択を目指すこと。

知的財産に関する取組については、保有する特許の活用を推進するための活動を実施するとともに、特許出願にあたっては、有用性、保有の必要性等について検討すること。

### 3. 業務運営の効率化に関する事項

#### (1) 組織運営

##### ①機動性、柔軟性の確保

社会・行政ニーズに迅速かつ的確に対応し、時機を逸することなく有益な研究成果を得られるよう、組織運営の機動性、柔軟性を確保し、必要に応じて随時組織体制を見直すこと。また、研究員が研究開発の中核業務に専念することにより研究成果の水準を高められるよう、研究業務を支援する職員を適時的確に配置するなど、研究資源を最大限有効活用するよう努めること。

##### ②内部統制の充実・強化等



理事長が戦略的にマネジメントを実施し、リーダーシップを発揮することにより、研究所がその任務を有効かつ効率的に果たすことができるよう、リスクマネジメントの活用及び情報セキュリティ対策を含めた内部統制のしくみを見直して、その充実・強化を図ること。

中期計画及び年度計画に定めた事項については、その実行に必要となる個別業務を明確化し、その各々について実施計画と達成目標を具体的に定めるとともに、それらの進捗状況や課題を定期的に把握して、着実に業務を遂行すること。

## (2) 業務の効率化

### ①効率化目標の設定等

管理部門の簡素化、効率的な運営体制の確保、アウトソーシングの活用等により業務運営コストを縮減することとし、一般管理費及び業務経費の効率化目標を次の通り設定する。なお、一般管理費については、経費節減の余地がないか自己評価を厳格に行った上で、適切な見直しを行うこと。

#### a) 一般管理費の縮減

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%程度縮減すること。

#### b) 業務経費の縮減

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%程度縮減すること。

### ②契約の点検・見直し

契約については、「独立行政法人の契約状況の点検・見直しについて」（平成21年11月17日閣議決定）に基づく取組を着実に実施することにより、契約の適正化を推進し、業務運営の効率化を図ること。調達については、他の独立行政法人の事例等をも参考に、透明性が高く効果的な契約を行うように努めること。

### ③保有資産の見直し

保有資産については、引き続き、資産の利用度のほか、本来業務に支障のない範囲での有効利用可能性の多寡等の観点に沿って、その保有の必要性について不断に見直しを行うとともに、見直し結果を踏まえて、研究所が保有し続ける必要がないものについては、支障のない限り、国への返納を行うこと。

また、特許権については、特許権を保有する目的を明確にした上で、当該目的を踏まえつつ、登録・保有コストの削減を図ること。

## 4. 財務内容の改善に関する事項

### (1) 中期計画予算の作成



中期目標期間における予算、収支計画及び資金計画を適正に作成し、健全な財務体質の維持を図ること。運営費交付金を充当して行う業務については、本中期目標に定めた事項に配慮した予算を計画し、当該予算に基づいて運営を行うこと。

## (2) 自己収入の拡大

民間企業等における技術ニーズを把握し、研究や試験評価に関する提案を積極的に行うことにより、受託研究の増加を図ること。受託研究に加え、共同研究及び競争的資金による研究開発の実施、知的財産権の活用推進、寄附金の受入等、運営費交付金以外の外部資金を積極的に獲得することにより、自己収入の拡大を図ること。具体的には、中期目標期間中に、受託研究、外部資金受入型共同研究及び競争的資金による研究開発を 100 件以上実施すること。

## 5. その他業務運営に関する重要事項

### (1) 施設及び設備に関する事項

研究開発の業務効率を低下させず、質の高い研究成果が得られるようにするため、研究施設及び設備の整備を計画的に進めること。また、研究施設及び設備を長期間使用できるようにするため、維持保全を適切に実施すること。

### (2) 人事に関する事項

研究員の人事は、研究所が蓄積した技術と経験を若手研究員へ確実に継承し、高度な専門性を活かした研究開発を継続できるよう、人材活用等に関する方針に基づいて戦略的に実施すること。また、国内外を問わず、他の研究開発機関、行政、民間企業と連携、交流する機会の提供、種々の研修の実施等により、幅広い視野と見識を有する研究員の育成を推進すること。

給与水準については、国家公務員の給与水準も十分考慮し、手当を含め役職員給与の在り方について厳しく検証した上で、目標水準・目標期限を設定してその適正化に計画的に取り組むとともに、その検証結果や取組状況を公表すること。

また、総人件費についても、「簡素で効率的な政府を実現するための行政改革の推進に関する法律」(平成 18 年法律第 47 号)に基づく平成 18 年度から 5 年間で 5 %以上を基本とする削減等の人件費に係る取組を平成 23 年度においても引き続き着実に実施するとともに、政府における総人件費削減の取組を踏まえ、厳しく見直すこと。

### (3) その他

国土交通省所管の独立行政法人及び関連する研究機関の業務の在り方の検討については、今後の独立行政法人全体の見直しの議論等を通じ、適切に対応すること。

## 5 独立行政法人電子航法研究所 第3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、航空交通量の増大、航空交通の安全性向上、地球環境の保全等の社会的要請に的確に応えるため、航空交通システムの高度化に関する研究開発に取り組むことが求められている。

特に、研究開発を通じて技術的側面から航空行政を支援する独立行政法人として、これらの研究成果が航空行政等において有益に活用されるよう取り組むとともに、航空行政が抱える重要性の高い課題に対して重点的かつ戦略的に取り組むことにより、研究成果の創出を通じて社会に貢献することが重要である。

また、研究業務を通じて得られた情報を積極的に発信するなど、自律性、自発性及び透明性を備えた効率的かつ効果的な業務運営に取り組むことも重要である。

さらに、航空交通システムに係る研究開発において国際的に重要な役割を担うため、当該研究開発に関してアジア地域における中核機関を目指す必要がある。

以上を踏まえ、独立行政法人通則法（平成11年法律第103号）第30条第1項の規定に基づき、国土交通大臣が定めた研究所の平成23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とおり定める。

### 1. 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) 社会的要請に応える研究開発の重点的かつ戦略的な実施

##### 1) 研究開発の基本方針

社会的要請に的確に応えるため、研究所は「社会・行政ニーズ」を適時的確に把握し、その実現に必要な技術課題の解決に向けて、迅速かつ機動的に取り組む。なお、必要性及び重要性の高い研究開発課題を適切に選定するとともに、成果の活用が円滑に進められるよう計画段階から検討するなど、重点的かつ戦略的に研究開発に取り組む。また、常に社会情勢や「社会・行政ニーズ」の状況変化を適時的確に察知し、これらに機敏に適応できる先見性と柔軟性の確保に努める。

##### 2) 研究開発目標

中期目標において研究開発目標の基本として示された、航空機運航の安全性及び効率性の向上、航空交通量増大への対応、航空利用者の利便性向上、環境負荷（CO<sub>2</sub>、騒音）低減などの達成に向けて、以下の研究開発分野を設定して重点的かつ戦略的に実施する。

①飛行中の運航高度化に関する研究開発

②空港付近の運航高度化に関する研究開発

③空地を結ぶ技術及び安全に関する研究開発

### 3) 研究課題

具体的には、中期目標で示された技術課題の解決に向けて、以下の研究課題に重点的に取り組む。

#### ①飛行中の運航高度化に関する研究開発（航空路の容量拡大）

本研究開発分野では、混雑する空域での航空交通容量拡大と運航の効率性向上及び消費燃料節減による環境保全への貢献などを目指して、「トラジェクトリ予測手法の開発」、「ATMのパフォーマンス」、「飛行経路の効率向上」等の研究課題に取り組む。これにより、軌道ベース運用の実現に必要な軌道の予測手法や管理技術の開発、航空交通流予測手法や気象情報を活用した軌道予測手法の高度化、航空交通管理のパフォーマンス評価手法の開発等に貢献する。

具体的には、本中期目標期間中に以下を達成すべく取り組む。

「トラジェクトリ予測手法の開発」の研究課題では、航空機が出発してから到着するまでに通過するポイントの時刻と位置を算出する4次元軌道予測モデルを開発する。これにより、出発から到着までの飛行時間の誤差が3%以下となる軌道予測を実現する。

「ATMのパフォーマンス」の研究課題では、航空交通流のシミュレーションモデルを開発し、新たな管制運用方式の導入等による燃料消費量削減等の効果の、定量的な事前検証を実現する。

「飛行経路の効率向上」の研究課題では、洋上空域から滑走路まで、最も燃料効率の良い飛行経路を計算し、管制運用の模擬が可能なシミュレーターを開発する。これにより、管制運用における安全性を確保しつつ、運航効率を向上させることが可能な（例えば羽田への国際線の到着便で1000ポンド程度の燃料削減及び3分程度の飛行時間短縮）飛行経路の設定を実現する。

#### ②空港付近の運航高度化に関する研究開発（混雑空港の処理容量拡大）

本研究開発分野では、混雑空港の容量拡大及び処理能力向上、空港面における交通渋滞解消、定時性及び利便性向上などを目指して、「GNSSによる高カテゴリー運航」、「空港面トラジェクトリ予測手法開発」、「監視技術の高度化」、「GNSSを利用した曲線経路による進入方式」等の研究課題に取り組む。これにより、衛星航法システムの高度化、航空機の飛行状況等を精密に監視するシステムの高度化、航空機に求められる運航上の性能要件を規定して実施する性能準拠型の運用に資する技術開発等に貢献する。

具体的には、本中期目標期間中に以下を達成すべく取り組む。

「GNSSによる高カテゴリー運航」の研究課題では、高カテゴリー精密進入に要求される高い安全性（インテグリティ  $1-1 \times 10^{-9}$ ）を実証するGBASを開発する。これにより、カテゴリーⅢ相当の気象条件下（視程100m程度）におけるGNSSを使用した安全な着陸誘導を実現する。

「空港面トラジェクトリ予測手法開発」の研究課題では、空港面の交通流分析に基づき、航空機の空港面走行時間の予測モデルを開発する。これを活用して航空機の空港面走行スケジュールを工夫することにより、航空交通量の増大に伴う空港面の渋滞の抑制を実現する。

「監視技術の高度化」の研究課題では、広域マルチラレーションやSSRモードSなど複数の監視システムを統合することにより、従来型の監視システム（SSR）の2倍以上の頻度で空港付近の航空機を監視できる技術を開発し、平行滑走路の独立運用等の新しい運航方式を実現する。

「GNSS を利用した曲線経路による進入方式」の研究課題では、GBAS を利用した曲線経路による着陸進入の実現を目指して、機上装置を開発するなど、航空機の能力を活用した効率的な曲線経路による着陸進入の研究開発に着手する。

### ③空地を結ぶ技術及び安全に関する研究開発（安全で効率的な運航の実現）

本研究開発分野では、安全かつ効率的な運航の実現、航空通信のボトルネック解消及び航空用データリンクの導入、ヒューマンエラーの低減やシステムの信頼性向上などを目指して、「航空用データリンクの評価」、「汎用高速通信技術の次世代航空通信への適用」、「管制官ワークロード分析」、「ヒューマンエラー低減技術」等の研究課題に取り組む。これにより、地対空の高速通信技術の開発、運航に係る情報を関係者が共有できる環境の構築に資する技術開発、ヒューマンエラー防止に関する技術開発等に貢献する。

具体的には、本中期目標期間中に以下を達成すべく取り組む。

「航空用データリンクの評価」の研究課題では、従来型のデータリンク（VDL2）より伝送速度が10倍程度向上し、かつ伝送誤り率を低減（従来の $10^{-4}$ を $10^{-7}$ 程度へ）できるLバンド空地データリンクを実現する。

「汎用高速通信技術の次世代航空通信への適用」の研究課題では、高いセキュリティ性が要求される航空管制用通信システムとして、汎用高速通信技術を適用したテストベッドを開発し、空港面全域をカバーする高速通信を実現する。

「管制官ワークロード分析」の研究課題では、管制業務のタスク分析を基に知識構造化システムを開発し、管制官の経験や知識を整理してモデル化・可視化することで、ヒューマンエラーを低減するための施策への活用を実現する。

「ヒューマンエラー低減技術」の研究課題では、発話音声分析装置により収集したデータと脳波など他の生理指標との相関関係を評価検証し、管制官などの疲労による覚醒度低下の評価を実現する。

## 4) 研究開発の実施過程における措置

研究開発課題の選定にあたっては、「社会・行政ニーズ」及びこれらに対応するための技術課題を明らかにした上で、研究所でなければ実施できない課題であり、かつ国の施策と密接に関係する（国が実施する関連行政施策の立案や技術基準の策定等）航空管制に関する研究開発等、真に必要なものに重点化する。なお、重点化にあたっては他の研究開発機関が実施している研究内容等を可能な限り把握し、知見・技術の活用等について事前に検討し、研究内容の重複を排除する。

研究計画の策定にあたっては、ニーズの発信元である行政や運航者等の関係者と十分調整して研究の具体的な内容を検討するとともに、可能な限り定量的な目標を設定して、実用化が可能な成果を目指す。なお、策定にあたっては、導入コスト等、実用化のため考慮が必要となる外部要因にも対処するなど、研究開発の戦略についても検討する。

研究開発の実施にあたっては、研究成果の社会への還元及び研究所の国際的な地位の向上につながるよう、研究開始前の評価、研究進捗管理及び中間評価、研究終了時の評価を適切に実施するとともに、研究内容の見直し、中止等、所要の措置を講じ、評価結果をその後の研究計



画に適切に反映させる。なお、重点的に実施する研究開発課題については外部有識者による評価を行い、その結果を公表して透明性の確保に努める。

## (2) 基礎的な研究の実施による基盤技術の蓄積

研究員のポテンシャル及び専門性が向上することにより、行政等の技術課題への適切な対応が容易となるとともに、革新的な研究成果が生まれることが期待できる。このため、電子航法に関連する国際的な技術動向を踏まえつつ、将来的な発展が期待される技術に関する基礎的な研究、将来の航空交通システムの基盤技術として有望な先進的、革新的技術の応用に関する研究、斬新な発想に基づく萌芽的な研究等を実施することにより、研究所として長期的な視点から必要となる基盤技術を蓄積し、研究開発能力の向上を図る。

## (3) 関係機関との連携強化

限りある人的資源の中で、効果的・効率的な研究開発を行うとともに、その質を高めて研究所のポテンシャル及びプレゼンス向上を図るため、国内外の航空管制機関や、研究所の業務に関連する研究開発を実施している独立行政法人、大学、民間企業等と積極的な連携を進め、研究所単独ではなし得ない優れた研究開発成果の創出とその活用拡大に努める。そのため、共同研究を中期目標期間中に40件以上実施する。また、関係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・技術者との交流会等を中期目標期間中に30件以上実施する。さらに、研究所が専門としない分野の知見や技術を活用する研究開発にあたっては、客員研究員の招聘、任期付研究員の採用、人事交流等により、当該専門知識を有する外部人材を積極的に活用する。具体的には、任期付研究員、客員研究員を中期目標期間中に30名以上活用する。また、研修生や留学生の受入等を通じて若手研究者の育成などの分野での貢献にも努める。

## (4) 国際活動への参画

航空に係わる多くの技術や運航方式等は、世界での共用性を考慮する必要があることから、各国の航空関係当局や研究機関及び企業等と積極的に技術交流及び連携を進め、国際的な研究開発への貢献に努める。特に、本中期目標期間においてはICAO（国際民間航空機関）、RTCA（米国航空無線技術協会）、EUROCAE（欧州民間航空用装置製造業者機構）等の基準策定機関における活動での国際貢献に努める。

具体的には、ICAO等が主催する会議への積極的な参画により、国に対して必要な技術支援を行うとともに、基準策定機関による会議等での発表を中期目標期間中に120件以上行い、基準策定作業に貢献する。また、国際標準化によって我が国が不利益を被ることがないように、我が国への影響及び適合性について技術的な検討を行うなど、他国の提案についても必要な対応を行う。

アジア太平洋地域の関係機関との技術交流や共同研究等による連携を強化し、双方にとって有益な成果の創出を目指す。また、アジア地域における中核機関を目指して国際交流・貢献を図るため、国際ワークショップを中期目標期間中に2回程度主催する。さらに、アジア地域への技術セミナー等を中期目標期間中に3回程度実施する。



## (5) 研究開発成果の普及及び活用促進

研究所の活動・成果について、研究所一般公開、研究発表会、研究所報告や広報誌等の印刷物等様々な手段を活用し、効率的かつ効果的に広報を展開する。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開発成果の普及、活用に努めるとともに、研究業務を通じて得られた技術情報や研究開発の実施過程に関する様々な情報などを積極的に発信する。さらに、研究所がこれまで技術開発してきた成果を社会に還元するため、講習の開催や技術マニュアルの作成等を通じて、行政当局や企業等への技術移転に積極的に取り組む。

具体的には、各研究開発課題について年1回以上、学会や専門誌等において発表する。また、研究所一般公開、研究発表会を年1回開催するとともに、講演会を中期目標期間中に3回程度開催する。研究所の理解と研究成果の広範な普及及びそれによる将来の技術交流等につなげるため、企業等で出前講座を開催する。また、中期目標期間中に80件程度の査読付論文の採択を目指す。

知的財産権による保護が必要な研究開発成果については、有用性、保有の必要性等について十分検討しつつ、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、研究成果に関心を寄せる企業等へ積極的に技術紹介を行うとともに、広報誌、パンフレット、パテント展示等を活用して積極的に広報・普及を行う。

## 2. 業務運営の効率化に関する事項

### (1) 組織運営

#### ①機動性、柔軟性の確保

「社会・行政ニーズ」に迅速かつ的確に対応し、時機を逸することなく有益な研究成果を得られるよう、組織運営の機動性、柔軟性を確保し、必要に応じて随時組織体制を見直す。また、研究員が研究開発の中核業務に専念することで研究成果の水準を高められるよう、研究業務を支援する職員を適時的確に配置するなど、研究資源を最大限有効活用するよう努める。

#### ②内部統制の充実・強化等

理事長が戦略的にマネジメントを実施し、リーダーシップを発揮することにより、研究所がその任務を有効かつ効率的に果たすことが可能となる。このため、リスクマネジメントの活用及び情報セキュリティ対策を含めた内部統制のしくみを随時見直し、その充実・強化を図る。また、中期計画及び年度計画に定めた事項については実施計画と達成目標を具体的に定め、進捗状況や課題を定期的に把握しつつ、着実に業務を遂行する。

### (2) 業務の効率化

#### ①効率化目標の設定等

管理部門の簡素化、効率的な運営体制の確保、アウトソーシングの活用等により業務運営コストを縮減し、一般管理費及び業務経費の効率化目標を次の通り設定する。なお、一般管理費

については、経費節減の余地がないか自己評価を厳格に行った上で、適切な見直しを行う。

a) 一般管理費の縮減

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、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%程度縮減する。

b) 業務経費の縮減

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、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%程度縮減する。

②契約の点検・見直し

契約については、「独立行政法人の契約状況の点検・見直しについて」（平成21年11月17日閣議決定）に基づく取り組みを着実に実施し、契約の適正化の推進及び業務運営の効率化を図る。また、研究開発に伴う調達に関しては、他の独立行政法人の事例等をも参考に、透明性が高く効果的な契約を行うように努める。

③保有資産の見直し

保有資産については、引き続き、資産の利用度のほか、本来業務に支障のない範囲での有効利用可能性の多寡等の観点に沿って、その保有の必要性について不断に見直しを行うとともに、見直し結果を踏まえて、研究所が保有し続ける必要がないものについては、支障のない限り、国への返納を行う。また、特許権については保有する目的を明確にした上で、登録・保有コストの削減に努める。

3. 予算（人件費の見積りを含む。）、収支計画及び資金計画

(1) 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 別紙のとおり
- ②収支計画 別紙のとおり
- ③資金計画 別紙のとおり

(2) 自己収入の拡大

民間企業等における技術ニーズを把握し、研究や試験評価に関する提案を積極的に行い、受託研究の増加に努める。また、受託研究や共同研究及び競争的資金による研究開発の実施、知的財産権の活用推進、寄附金の受入等、運営費交付金以外の外部資金を積極的に獲得することにより、自己収入の拡大に努める。そのため、受託研究や外部資金受入型の共同研究及び競争的資金による研究開発を中期目標期間中に100件以上実施する。

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. 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産の処分に関する計画  
特になし。

6. 重要な財産を譲渡し、又は担保に供する計画  
特になし。

7. 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）

8. その他主務省令に定める業務運営に関する事項

(1) 施設及び設備に関する事項

中期目標期間中に以下の施設を整備する。また、既存施設の維持・補修、機能向上に努める。

施設・設備の内容	予定額 (百万円)	財 源
・研究開発の実施に必要な業務管理施設、 実験設備の整備 ・その他管理施設の整備	547	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・設備については、性能維持・向上等適切な処置を講じるとともに、効率的な利用に努める。特に老朽化している実験用航空機については、今後の研究業務に支障が生じないように、維持管理も含め経済性・合理性を勘案し、更新を含めた適切な措置を講じる。

(3) 人事に関する事項

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。研究員の人事は、研究所が蓄積した技術と経験を若手研究員へ確実に継承し、高度な専門性を活かした研究開発を継続できるよう、「人材活用等に関する方針」に基づき戦略的に実施するとともに、人事交流や研修の実施等により、幅広い視野と見識を有する研究員の育成を推進する。

②人件費

給与水準については、国家公務員の給与水準も十分考慮し、手当を含め役職員給与の在り方について厳しく検証した上で、給与改定に当たっては、引き続き、国家公務員に準拠した給与規程の改正を行い、その適正化に取り組むとともに、その検証結果や取組状況を公表する。

特に事務・技術職員の給与水準については、平成21年度の対国家公務員指数が年齢勘案で103.6となっていることを踏まえ、平成27年度までにその指数を100.0以下に引き下げるよう、給与水準を厳しく見直す。

総人件費<sup>※注</sup>については、「簡素で効率的な政府を実現するための行政改革の推進に関する法律」（平成18年法律第47号）に基づく平成18年度から5年間で5%以上を基本とする削減等の人件費に係る取組を平成23年度においても引き続き着実に実施するとともに、政府における総人件費削減の取組を踏まえ、厳しく見直す。

ただし、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分及び以下に該当する者（「総人件費改革の取組の削減対象外となる任期付研究者」という。）に係る人件費については削減対象から除くこととする。

- ・競争的資金又は受託研究若しくは共同研究のための民間からの外部資金により雇用される任期付職員
- ・国からの委託費及び補助金により雇用される任期付研究者
- ・運営費交付金により雇用される任期付研究者のうち、若手研究者（平成17年度末において37歳以下の研究者をいう。）

※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）独立行政法人電子航法研究所法（平成11年法律第210号）第13条第1項に規定する積立金の使途

第2期中期目標期間中からの繰越積立金は、第2期中期目標期間以前に自己収入財源で取得し、第三期中期目標期間へ繰り越した有形固定資産の減価償却に要する費用等に充当する。

#### （5）その他

国土交通省所管の独立行政法人及び関連する研究機関の業務の在り方の検討については、今後の独立行政法人全体の見直しの議論等を通じ、適切に対応する。

別紙

予算	区 分	(単位:百万円) 金 額
収入		
運営費交付金		7,946
施設整備費補助金		547
受託等収入		841
計		9,335
支出		
業務経費		4,528
うち研究経費		4,528
施設整備費		547
受託等経費		713
一般管理費		218
人件費		3,329
計		9,335

【人件費の見積り】

期間中総額2,759百万円を支出する。  
 但し、上記の額は、総人件費改革において削減対象とされた人件費から総人件費改革の取組の削減対象外となる任期付研究者等に係る人件費を除いた額である。なお、上記の額と総人件費改革の取組の削減対象外となる任期付研究者等に係る人件費を合わせた額は、2,838百万円である。(国からの委託費、補助金、競争的資金及び民間資金の獲得状況等により増減があり得る。)また、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	区 分	(単位:百万円) 金 額
費用の部		
経常費用		10,166
研究業務費		10,166
受託等業務費		6,909
一般管理費		713
減価償却費		1,152
財務費用		1,392
臨時損失		0
		0
収益の部		
運営費交付金収益		10,166
手数料収入		7,946
受託等収入		0
資産見返負債戻入		841
臨時利益		1,378
		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。

資金計画	区 分	(単位:百万円) 金 額
資金支出		
業務活動による支出		9,335
投資活動による支出		8,774
財務活動による支出		547
次期中期目標の期間への繰越金		14
		0
資金収入		
業務活動による収入		9,335
運営費交付金による収入		8,788
受託収入		7,946
その他の収入		826
投資活動による収入		15
施設整備費補助金による収入		547
財務活動による収入		547
繰越金		0
		0



[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

23年度…所要額を積み上げ積算

24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(24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つた人件費の不足額

なお、昇給原資額及び給与改定額は、運営状況等を勘案して措置することとする。運営状況等によっては、措置を行わないことも排除されない。

2. 一般管理費

前年度一般管理費相当額(所要額計上経費及び特殊要因を除く)×一般管理費の効率化係数(α)×消費者物価指数(γ)＋当年度の所要額計上経費±特殊要因

3. 業務経費

(1) 研究経費

前年度研究経費相当額(所要額計上経費及び特殊要因を除く)×業務経費の効率化係数(β)×消費者物価指数(γ)＋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自己収入の利益見込額を計上

一般管理費の効率化係数(α)：毎年度の予算編成過程において決定

業務経費の効率化係数(β)：毎年度の予算編成過程において決定

消費者物価指数(γ)：毎年度の予算編成過程において決定

政策係数(δ)：法人の研究進捗状況や財務状況、新たな政策ニーズへの対応の必要性、独立行政法人評価委員会による評価等を総合的に勘案し、毎年度の予算編成過程において決定

所要額計上経費：公租公課、航空機燃料税等の所要額計上を必要とする経費

特殊要因：法令改正等に伴い必要となる措置、現時点で予測不可能な事由により、特定の年度に一時的に発生する資金需要に応じ計上

[中期計画予算の見積りに際し使用した具体的係数及びその設定根拠等]

一般管理費の効率化係数(α)：中期計画期間中は0.97として推計

業務経費の効率化係数(β)：中期計画期間中は0.99として推計

消費者物価指数(γ)：中期計画期間中は1.00として推計

政策係数(δ)：中期計画期間中は1.00として推計

人件費(2)前年度給与改定分等：中期計画期間中は0として推計

特殊要因：中期計画期間中は航空機更新に必要な経費を推計

## 6 独立行政法人電子航法研究所 平成25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25年度の年度計画を以下のとおり策定する。

### 1. 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) 社会的要請に応える研究開発の重点的かつ戦略的な実施

航空機運航の安全性及び効率性の向上、航空交通量増大への対応、航空利用者の利便性向上、環境負荷（CO<sub>2</sub>、騒音）低減などの達成、及び中期目標で示された技術課題の解決に向けて、中期計画で設定した以下の研究開発分野に関する研究開発を重点的かつ戦略的に実施する。

#### 1) 飛行中の運航高度化に関する研究開発（航空路の容量拡大）

本研究開発分野では、混雑する空域での航空交通容量拡大と運航の効率性向上及び消費燃料節減による環境保全への貢献などを目指した研究課題に取り組む。

具体的には、平成25年度は以下の研究開発課題を実施する。

#### ア. ATMパフォーマンス評価手法の研究（平成23年度～26年度）

##### （年度目標）

本研究は、新たな管制運用方式の導入など ATM の改善による燃料消費量削減等の効果の推定手法の確立を目的とするものである。推定手法の確立により、燃料節減を実現できる各種の施策、運航方式、管制方式について、事前に燃料消費面での効果、経路延伸や時間面などでの影響を把握できる。平成25年度は、燃料消費削減量推定の精度向上を行うとともに、空域容量など燃料消費以外の観点から ATM パフォーマンス指標値の算出手法を検討する。また、高速シミュレーションにより、管制方式の変更が飛行時間や燃料消費に与える影響を試算する。これらにより、管制方式などの変更が ATM パフォーマンスに与える影響の定量的な把握が可能となる。

#### イ. 到着経路を含めた洋上経路の最適化の研究（平成24年度～27年度）

##### （年度目標）

本研究は、飛行経路の短縮や燃料消費及び飛行時間の低減を図るため、洋上空域から空港への到着までの経路の最適化を検討する。平成25年度は、洋上管制シミュレータの性能向上に着手する。これにより、航空路やターミナル空域のより詳細な管制の模擬が可能となる。また、DARP（動的経路変更方式）が実施されたときに近くの経路を飛行する航空機との管制間隔

確保のための飛行高度への影響を解析する。さらに、CDO（連続降下方式）が出発機が原因で継続できなくなる場合のシミュレーションを行い、CDO継続のための課題を抽出する。

ウ. 「Full 4D」の運用方式に関する研究（平成25年度～28年度）

（年度目標）

本研究では、将来の4次元軌道ベース運用（Full 4D TBO）実現に向けて、運用方式の開発、課題抽出を行い、解決方法を提案する。平成25年度は、Full 4D TBO概念を開発するためのファストタイムシミュレータの構築、Full 4D TBOの運用ルールと評価手法及び軌道最適化モデルの開発に着手する。これにより、Full 4D TBO概念の初期的シミュレーションが可能となる。

エ. 航空路監視技術高度化の研究（平成25年度～28年度）

（年度目標）

本研究では、我が国に今後導入される高度な管制運用方式において必要となる監視技術の確立を図るため、WAM（広域マルチラレーション）やADS-B（放送型自動位置情報伝送・監視機能）等の新しい監視技術を航空路監視に導入する際に課題となる洋上空域への覆域拡張や、電波環境を配慮した空地データリンクを実現する技術を開発する。平成25年度は、高利得セクタ型アンテナを開発するとともに当所既存のWAM/ADS-B実験システムに改修を加える。これにより、覆域拡張及びデータリンクの評価試験が実施可能となる。

2) 空港付近の運航高度化に関する研究開発（混雑空港の処理容量拡大）

本研究開発分野では、混雑空港の容量拡大及び処理能力向上、空港面における交通渋滞解消、定時性及び利便性向上などを目指した研究課題に取り組む。

具体的には、平成25年度は以下の研究開発課題を実施する。

ア. カテゴリⅢ着陸に対応したGBAS（GAST-D）の安全性設計および検証技術の開発（平成23年度～26年度）

（年度目標）

本研究は、GAST-Dを日本へ導入する際に必要な電離圏脅威モデルの検証を行うとともに安全性設計および解析技術を確立することを目的として実施する。平成25年度は、地上実証モデルの開発及び機上搭載装置の開発を完了し、評価実験に向けた地上実証モデルの空港設置並びに機上搭載装置の実験用航空機への搭載を行う。また、開発したアルゴリズムについて電離圏脅威モデル及び低緯度電離圏観測データを用いたシミュレーションを実施し、地上と機上モニタの連携による電離圏脅威の軽減策の有効性を検証する。これらにより、GAST-D地上実証モデルの評価試験の実施と電離圏脅威の緩和策を含んだ国際基準案の検証が可能となる。

イ. ハイブリッド監視技術の研究（平成23年度～27年度）

（年度目標）

本研究では、次世代監視システム（WAMやADS-B等）と従来監視システム（SSRモードS等）の長所を組合せることにより、より信頼性の高い監視情報を提供する技術を開発する。また、両監視システムにおいては信号環境の劣化が問題となっており、これを改善する技術を開発する。これにより、我が国における次世代監視システムの迅速かつスムーズな導入に貢献する。平成25年度は、SSRモードS、WAM、ADS-Bからの監視情報を用いて、SSRに起因する1090MHzの信号量を5%程度削減することを目指して信号環境改善機能を開発し、有効性を実環境下での実験により検証する。これにより、信頼性の高い監視の実現に必要なハイブリッド環境下における信号環境の改善技術を確立する。

ウ. 監視システムの技術性能要件の研究（平成22年度～25年度）

（年度目標）

本研究は、次世代監視システムの技術性能要件を確立することを目的とし、従来および将来の運用方式を想定して監視性能の技術基準をまとめるものである。平成25年度は、次世代監視方式の動向に関する調査を継続する。また、監視システムの運用信号環境を測定し、この測定結果等をもとにまれな障害の発生率を予測計算して、監視情報の信頼性に関する性能項目を算出できることを確認する。さらに、ADS-B-INを活用する機上監視方式を2種類想定し、日本国内空域で運用するために必要な性能要件を明らかにする。以上をもとに、監視性能の技術基準に関する報告書をまとめる。

エ. GNSS を利用した曲線経路による精密進入着陸方式等の高度な飛行方式の研究（平成25年度～29年度）

（年度目標）

本研究は、衛星航法による精密進入着陸システムであるGBASを用いた曲線進入等の高度運用方式を実現するために、機上実験装置の開発と飛行実証実験により曲線進入経路に関する基準案の策定に貢献する。また、シミュレーションツールの開発を行い、GBAS進入時の障害物との安全間隔を評価する手法を確立して計器飛行方式設計基準の策定に貢献する。平成25年度は、現在のILS（計器着陸システム）とGBAS着陸システムの比較飛行実験及びフライトシミュレータを用いた評価実験を実施するとともに、シミュレーションツールの概念設計に着手する。これにより、GBAS進入の特性評価と優位性検証及び人間モデルを組み込んだシミュレーションツールの構築が可能となる。

3) 空地を結ぶ技術及び安全に関する研究開発（安全で効率的な運航の実現）

本研究開発分野では、安全かつ効率的な運航の実現、航空通信のボトルネック解消及び航空用データリンクの導入、ヒューマンエラーの低減やシステムの信頼性向上などを目指した研究課題に取り組む。



具体的には、平成25年度は以下の研究開発課題を実施する。

ア. 航空管制官の業務負荷状態計測手法の開発（平成22年度～25年度）  
（年度目標）

本研究では、当所開発による発話音声分析技術を発展させ、管制官を始めとする航空機の運航に携わる者の心身の健全性を確保向上させ、航空交通システム全体の安全性の向上に資する事を目指している。管制官の業務内容の構造的な理解による業務負荷の分析をする。また、ヒューマンエラー低減技術として、各種業務負荷状態の軽重を評価し、適正作業量の策定に資する。平成25年度は、発話音声から算出される指数値の意味する処を取りまとめ、サーカディアンリズムの与える影響や発話内容の差異等による誤差要因を含めて、業務作業者の日常的な健全性を評価する装置を実現する。また、航空管制官の業務負荷モデルを実現し、シミュレーション実験により業務負荷とその処理に要する作業量の関係の音声分析による評価可能性を検証し、本研究をまとめる。

イ. WiMAX技術を用いたCバンド空港空地通信網に関する研究  
（平成24年度～27年度）

（年度目標）

本研究は、汎用高速通信技術の一つであるWiMAX技術を用いた空港域のCバンド次世代航空通信システムのプロトタイプを開発し、高速通信を実現するとともに、得られた結果をICAO等の国際標準規格策定作業に反映させることを目的としている。平成25年度は、平成24年度に試作したWiMAX基本機能システムの性能評価を行い、その結果を踏まえ、実験用プロトタイプ的设计に着手する。これにより、WiMAX技術を航空用無線通信システムに適用する場合の課題を明らかにする。

4) 研究開発の実施過程における措置

平成25年度は、以下を実施する。

- ① 研究開発課題の選定にあたっては、航空行政、運航者等の航空関係者のニーズを随時把握し、国が実施する関連行政施策の立案や技術基準の策定等に関係する重点研究課題を企画・提案する。特に、航空行政が抱える技術課題について連絡会などを通じて関係者間で情報共有を図り、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。なお、重点化にあたっては他の研究開発機関が実施している研究内容等を可能な限り把握し、研究内容の重複を排除する。
- ② 研究計画の策定にあたっては、航空関係者との間で随時、情報交換を行い、研究開発の戦略についても検討した上で、可能な限り定量的な達成目標を設定する。また、重点的に実施する研究開発課題については航空局へ報告するとともに、出前講座等を活用して航空会社等の意見も研究計画に反映させる。
- ③ 各研究開発課題について、社会ニーズの状況変化や外部の有識者で構



成する評議員会及び研究所内の研究評価委員会による事前評価結果に基づき、行政等の関係者と十分調整の上、研究内容の見直し、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連続してつなげていく。

具体的には、以下の評議員会を実施し評価結果を公表する。

- ・平成26年度に開始予定の重点的に実施する研究開発課題の事前評価
  - ・平成25年度に終了予定の重点的に実施する研究開発課題の事後評価
- また内部評価として、以下の研究評価委員会を実施する。
- ・平成26年度に開始予定の研究課題の事前評価
  - ・平成25年度に終了予定の研究課題の事後評価

## (2) 基礎的な研究の実施による基盤技術の蓄積

研究員のポテンシャル及び専門性が向上することにより、行政等の技術課題への適切な対応が容易となるとともに、革新的な研究成果が生まれることが期待できる。このため、電子航法に関連する国際的な技術動向を踏まえつつ、将来的な発展が期待される技術に関する基礎的な研究、将来の航空交通システムの基盤技術として有望な先進的、革新的技術の応用に関する研究、斬新な発想に基づく萌芽的な研究等を実施することにより、研究所として長期的な視点から必要となる基盤技術を蓄積し、研究開発能力の向上を図る。

平成25年度は、将来的な発展が期待される技術に関する基礎的な研究や将来の航空交通システムの基盤技術として有望な先進的、革新的技術の応用に関する研究として、「ダウンリンク情報を用いた軌道予測の高度化に関する研究」、「地上型衛星航法補強システムの設置技術に関する研究」等の研究課題に関する基盤的研究を実施し、今後、重点的に実施する研究開発課題へとつなげる。

また、斬新な発想に基づく萌芽的な研究として、「UASのためのGPSに代わる位置推定法に関する研究」等の基盤的研究を実施する。

## (3) 関係機関との連携強化

限りある人的資源の中で、効果的・効率的な研究開発を行うとともに、その質を高めて研究所のポテンシャル及びプレゼンス向上を図るため、国内外の航空管制機関や、研究所の業務に関連する研究開発を実施している独立行政法人、大学、民間企業等と積極的な連携を進め、研究所単独ではなし得ない優れた研究開発成果の創出とその活用拡大に努める。

平成25年度は以下を実施する。

- ・継続して実施する共同研究に加えて新たに5件以上の共同研究を開始する。
- ・関係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・技術者との交流会等を6件以上実施する。

- ・研究所が専門としない分野の知見や技術を有する任期付研究員、客員研究員を6名以上活用する。
- ・若手研究者の育成などの分野で貢献するため、研修生や留学生の受入等を積極的に行う。

#### (4) 国際活動への参画

航空に係わる多くの技術や運航方式等は、世界での共用性を考慮する必要があることから、各国の航空関係当局や研究機関及び企業等と積極的に技術交流及び連携を進め、国際的な研究開発への貢献に努める。特に、ICAO（国際民間航空機関）、RTCA（米国航空無線技術協会）、EUROCAE（欧州民間航空用装置製造業者機構）等の基準策定機関における活動での国際貢献に努める。

また、アジア太平洋地域の関係機関との技術交流や共同研究等による連携を強化し、双方にとって有益な成果の創出を目指す。

平成25年度は以下を実施する。

- ・海外の研究機関等との連携強化を図る。
- ・ICAO、RTCA、EUROCAE等の基準策定機関が主催する会議等に積極的に参画し、24件以上発表する。
- ・他国の提案については、我が国への影響及び適合性について技術的な検討を行うなど、必要な対応を行う。
- ・アジア地域における中核機関を目指して国際交流・貢献を図るため、アジア地域への技術セミナー等を開催する。

#### (5) 研究開発成果の普及及び活用促進

研究所の活動・成果について、研究所一般公開、研究発表会、研究所報告や広報誌等の印刷物等様々な手段を活用し、効率的かつ効果的に広報を展開する。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開発成果の普及、活用に努めるとともに、研究業務を通じて得られた技術情報や研究開発の実施過程に関する様々な情報などを積極的に発信する。さらに、研究所がこれまで技術開発してきた成果を社会に還元するため、講習の開催や技術マニュアルの作成等を通じて、行政当局や企業等への技術移転に積極的に取り組む。

知的財産権による保護が必要な研究開発成果については、有用性、保有の必要性等について十分検討しつつ、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、研究成果に関心を寄せる企業等へ積極的に技術紹介を行うとともに、広報誌、パンフレット、パテント展示等を活用して積極的に広報・普及を行う。

平成25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、学会や専門誌等において発表する。
- ・研究所一般公開、研究発表会及び講演会をそれぞれ1回開催する。

- ・企業及び航空関係者への公開講座として、出前講座を継続企画し開催する。
- ・16件程度の査読付論文の採択を目指す。
- ・英語ページの強化など、ホームページで提供する情報の内容を工夫、充実させる。
- ・これまで研究開発してきた成果の技術移転が円滑に進むよう、行政等に対してフォローアップを行う。  
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を行う。

## 2. 業務運営の効率化に関する事項

### (1) 組織運営

平成24年度に再編した航空交通管理領域、航法システム領域及び監視通信領域の3領域の組織構成により、有益な研究成果を得られるよう、必要に応じて機動性、柔軟性のある組織運営を行う。理事長が戦略的にマネジメントを実施しリーダーシップを発揮できるよう、内部統制のしくみを随時見直し、その充実・強化を図る。

平成25年度は、以下を実施する。

- ・行政が推進している「将来の航空交通システムに関する長期ビジョン」について、航空行政を技術的側面から支援する。
- ・組織運営に関する計画の実施状況と目標達成状況について、年度計画線表等を活用した定期的な自己点検・評価を継続する。
- ・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。
- ・内部監査については、引き続き評価検証を行うとともに、監査の結果明らかになった課題については改善に向けて取り組む。
- ・研究所の業務運営全般について、評議員会を活用した外部有識者による評価及びレビューを行う。

### (2) 業務の効率化

① 効率的な業務運営が行えるよう、業務の効率化を進めるとともに、業務運営コストの縮減を図る。

平成25年度は、以下のとおり経費を抑制する。

- ・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%程度縮減するため、省エネの徹底等により、経費の抑制に努める。
- ・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%程度縮減するため、調達方式の見直し等により、経費の抑制に努める。

- ② 物品等の調達に関しては、一者応札是正に向けた取り組みを含め、他の独立行政法人の事例等をも参考に、透明性が高く効果的な契約を行うように努める。
- ③ 保有資産については、保有の必要性について引き続き見直しを行うとともに、見直し結果を踏まえて、支障のない限り、国への返納を行う。また、特許権については経費の支出に際し、保有する目的を精査する。

### 3. 予算(人件費の見積りを含む。)、収支計画及び資金計画

(1) 平成25年度における財務計画は次のとおりとする。

- ① 予算 別紙のとおり
- ② 収支計画 別紙のとおり
- ③ 資金計画 別紙のとおり

(2) 自己収入の拡大

受託収入、競争的資金、特許権収入等、運営費交付金以外の外部資金を獲得するための活動を積極的に推進する。

なお、平成25年度においては、研究所の自己収入が過去最大となった平成19年度のような特別な政府受託が見込まれないことから、出前講座などを通じて企業等への研究成果の紹介や普及活動を積極的に行うとともに、競争的資金へも積極的に応募する。

具体的には、受託研究や外部資金受入型の共同研究及び競争的資金による研究開発を20件以上実施する。

### 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. 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産の処分に関する計画

特になし。

### 6. 重要な財産を譲渡し、又は担保に供する計画

特になし。

## 7. 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）

## 8. その他主務省令に定める業務運営に関する事項

### (1) 施設及び設備に関する事項

平成25年度に以下の施設を整備する。

施設・設備の内訳	予定額 (百万円)	財 源
電波無響室電波吸収体交換 工事	50	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・設備について、性能維持・向上等適切な措置を講じるとともに、航空機使用ワーキンググループ、電波無響室ワーキンググループ等を活用し、その効率的な利用に努める。特に東日本大震災から復旧した岩沼分室の更なる活用を図るため、航空関係者を含めた複合的な観点を取り込む工夫など、適切な措置を講じる。

### (3) 人事に関する事項

- 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。

「人材活用等に関する方針」を基本に、研究者の長期的な育成を目指す。また、行政ニーズおよび社会ニーズを的確に把握し、これらに対応した研究を企画できる人材を育成するため、研究部門以外に研究員を配置する。さらに、国際感覚を養うとともに、海外研究機関との連携を強化するため、国内外における研究機会の拡大に努める。

- ② 給与水準については、国家公務員の給与水準も十分考慮し、手当を含め役職員給与の在り方について厳しく検証した上で、給与改定に当たっては、引き続き、国家公務員に準拠した給与規程の改正を行い、その適正化に取り組むとともに、その検証結果や取組状況を公表する。
- ③ 総人件費※注)については、「簡素で効率的な政府を実現するための行政改革の推進に関する法律」（平成18年法律第47号）に基づく平成18年度から5年間で5%以上を基本とする削減等の人件費に係る取り組みを



平成25年度においても引き続き着実に実施するとともに、政府における総人件費削減の取り組みを踏まえ、厳しく見直す。

ただし、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分及び以下に該当する者（「総人件費改革の取組の削減対象外となる任期付研究者」という。）に係る人件費については削減対象から除くこととする。

- ・競争的資金又は受託研究若しくは共同研究のための民間からの外部資金により雇用される任期付職員
- ・国からの委託費及び補助金により雇用される任期付研究者
- ・運営費交付金により雇用される任期付研究者のうち、若手研究者（平成17年度末において37歳以下の研究者をいう。）

※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）独立行政法人電子航法研究所法（平成11年法律第210号）第13条第1項に規定する積立金の用途

第2期中期目標期間中からの繰越積立金は、第2期中期目標期間以前に自己収入財源で取得し、第三期中期目標期間へ繰り越した有形固定資産の減価償却に要する費用等に充当する。

（5）その他

国土交通省所管の独立行政法人及び関連する研究機関の業務の在り方の検討については、今後の独立行政法人全体の見直しの議論等を通じ、適切に対応する。

独立行政法人電子航法研究所 25年度計画(H25.4.1現在)

区 分	金額
収入	
運営費交付金	1,395
施設整備費補助金	50
受託等収入	147
計	1,592
支出	
業務経費	792
うち研究経費	792
施設整備費	50
受託等経費	125
一般管理費	44
人件費	581
計	1,592

区 分	金額
費用の部	
経常費用	1,814
研究業務費	1,814
受託等業務費	1,197
一般管理費	125
減価償却費	210
財務費用	282
臨時損失	0
0	0
収益の部	
運営費交付金収益	1,814
手数料収入	1,395
受託等収入	0
資産見返負債戻入	147
臨時利益	272
0	0
純利益	0
目的積立金取崩額	0
総利益	0

区 分	金額
資金計画	
資金支出	
業務活動による支出	1,592
投資活動による支出	1,533
財務活動による支出	50
次期中期目標の期間への繰越金	9
0	0
資金収入	
業務活動による収入	1,592
運営費交付金による収入	1,542
受託収入	1,395
その他の収入	144
投資活動による収入	3
施設整備費補助金による収入	50
財務活動による収入	50
繰越金	0
0	0

【人件費の見積り】

期間中総額 503百万円を支出する。  
 但し、上記の額は、総人件費改革において削減対象とされた人件費から総人件費改革の取組の削減対象外となる任期付研究者等に係る人件費を除いた額である。なお、上記の額と総人件費改革の取組の削減対象外となる任期付研究者等に係る人件費を合わせた額は、519百万円である。(国からの委託費、補助金、競争的資金及び民間資金の獲得状況等により増減があり得る。)また、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。

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。

## 7 財務諸表

平成25年度

# 財 務 諸 表

(添付書類)

平成25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26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		545,099,827
未収金		47,725,844
未収還付消費税		2,660,200
たな卸資産		10,500,000
前渡金		168,994
前払費用		730,887
仮払金		2,187,030
流動資産合計		609,072,782
II 固定資産		
1 有形固定資産		
建物	1,653,095,988	
建物減価償却累計額	△ 678,126,416	974,969,572
構築物	145,843,523	
構築物減価償却累計額	△ 104,931,532	40,911,991
航空機	598,605,000	
航空機減価償却累計額	△ 68,590,148	530,014,852
車両運搬具	31,272,552	
車両運搬具減価償却累計額	△ 17,240,999	14,031,553
工具器具備品	2,838,697,847	
工具器具備品減価償却累計額	△ 2,135,073,860	
工具器具備品減損失累計額	△ 3,928,709	699,695,278
土地	3,082,544,000	
土地減損失累計額	△ 180,844,000	2,901,700,000
建設仮勘定		93,193,000
有形固定資産合計		5,254,516,246
2 無形固定資産		
電話加入権		40,600
無形固定資産合計		40,600
3 投資その他の資産		
長期前払費用		695,295
投資その他資産合計		695,295
固定資産合計		5,255,252,141
資産合計		5,864,324,923
<b>【負債の部】</b>		
I 流動負債		
運営費交付金債務		368,984,097
短期リース債務		9,192,125
未払金		225,745,145
未払費用		1,175,456
前受金		80,740
預り金		2,511,233
流動負債合計		607,688,796
II 固定負債		
資産見返負債		
資産見返運営費交付金	720,098,724	
資産見返物品受贈額	35,381	
資産見返寄附金	1,226,912	
建設仮勘定見返運営費交付金	41,770,500	
建設仮勘定見返施設費	49,900,000	813,031,517
長期リース債務		18,746,112
固定負債合計		831,777,629
負債合計		1,439,466,425
<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		1,244,910,008
損益外減価償却累計額(△)		△ 909,820,190
損益外減損失累計額(△)		△ 181,258,400
資本剰余金合計		153,831,418
III 利益剰余金		
積立金		294,487
当期末処分利益		12,320,041
(うち当期総利益)		(12,320,041)
利益剰余金合計		12,614,528
純資産合計		4,424,858,498
負債・純資産合計		5,864,324,923

【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 297,843,361 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 34,462,405 円

**損益計算書**  
(平成25年4月1日～平成26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	451,998,376	
退職手当	62,373,180	
福利厚生費	58,765,947	
諸謝金	732,900	
研究委託費	48,168,115	
消耗品費	143,181,371	
備品費	16,070,055	
通信費	4,229,006	
水道光熱費	17,663,276	
支払リース料	15,762,926	
保守修繕費	69,997,268	
旅費交通費	50,321,907	
支払手数料	8,347,835	
減価償却費	261,058,835	
その他の業務費	46,157,632	1,254,828,629
<b>一般管理費</b>		
役員給与手当	41,447,460	
給与手当	103,126,341	
福利厚生費	22,446,269	
諸謝金	194,400	
消耗品費	2,103,579	
備品費	567,535	
通信費	1,842,169	
水道光熱費	2,494,224	
支払リース料	330,120	
保守修繕費	8,361,214	
旅費交通費	1,194,782	
支払手数料	2,146,448	
減価償却費	1,196,210	
その他の一般管理費	2,936,057	190,386,808
<b>財務費用</b>		
支払利息	426,829	426,829
経常費用合計		1,445,642,266
<b>【経常収益】</b>		
運営費交付金収益		1,084,573,912
固定資産見返負債戻入		
資産見返運営費交付金戻入	236,776,961	
資産見返物品受贈額戻入	38,112	
資産見返寄附金戻入	159,928	236,975,001
受託収入		
政府受託収入	93,411,275	
その他受託収入	23,111,473	116,522,748
特許権等収入		17,173,773
雑 益		2,716,873
経常収益合計		1,457,962,307
経常利益		12,320,041
<b>【臨時損失】</b>		
固定資産除却損		957,509
臨時損失合計		957,509
<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	957,494	
資産見返物品受贈額戻入	15	957,509
臨時利益合計		957,509
<b>【当期純利益】</b>		12,320,041
<b>【当期総利益】</b>		12,320,041

【注記】ファイナンス・リース取引が損益に与える影響額は、  
△179,378円であり、当該影響額を除いた当期総利益は 12,499,419円であります。



**キャッシュ・フロー計算書**  
(平成25年4月1日～平成26年3月31日)

(単位:円)

<b>I 業務活動によるキャッシュ・フロー</b>	
原材料、商品又はサービスの購入による支出	△ 204,012,715
人件費支出	△ 717,967,266
その他業務支出	△ 219,261,960
運営費交付金収入	1,394,739,000
受託収入	98,252,320
特許権等収入	4,451,467
その他業務収入	2,482,695
小 計	358,683,541
利息の支払額	△ 337,040
業務活動によるキャッシュ・フロー	<b>358,346,501</b>
<b>II 投資活動によるキャッシュ・フロー</b>	
有形固定資産の取得による支出	△ 1,035,416,946
施設費による収入	67,823,500
投資活動によるキャッシュ・フロー	<b>△ 967,593,446</b>
<b>III 財務活動によるキャッシュ・フロー</b>	
リース債務返済に伴う支出	△ 8,396,287
財務活動によるキャッシュ・フロー	<b>△ 8,396,287</b>
<b>IV 資金に係る換算差額</b>	-
<b>V 資金増加額</b>	<b>△ 617,643,232</b>
<b>VI 資金期首残高</b>	<b>1,162,743,059</b>
<b>VII 資金期末残高</b>	<b>545,099,827</b>

**【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>545,099,827円</u>
現金及び預金勘定	<u>545,099,827円</u>

2. 重要な非資金取引

(1) 現物寄附の受入による資産の取得	
工具器具備品	1,386,840円
(2) ファイナンス・リースによる資産の取得	
工具器具備品	37,011,808円

## 利益の処分に関する書類

(単位:円)

I 当期末処分利益		12,320,041
当期総利益	12,320,041	
II 利益処分量		12,320,041
積立金	12,320,041	

**行政サービス実施コスト計算書**  
(平成25年4月1日～平成26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	1,254,828,629	
一般管理費	190,386,808	
財務費用	426,829	
固定資産除却損	957,509	1,446,599,775

(2)(控除)自己収入等

受託収入	△ 115,553,488	
特許権等収入	△ 17,173,773	
雑益	△ 2,716,873	
資産見返寄附金戻入	△ 159,928	△ 135,604,062

業務費用合計 1,310,995,713

**II 損益外減価償却相当額** 136,122,958

**III 損益外除売却差額相当額** 824,250

**IV 引当外賞与見積額** 2,563,880

**V 引当外退職給付増加見積額** △ 39,135,433

**VI 機会費用**

政府出資等の機会費用 26,920,735

**VII 行政サービス実施コスト** 1,438,292,103

**【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、385,901円であります。

## 注記事項

### 【重要な会計方針】

#### 1. 運営費交付金収益の計上基準

費用進行基準を採用しております。

研究の長期化により単年度における達成度や進捗度を客観的に測定することが困難であることから、業務達成基準及び期間進行基準を採用することが難しいため、費用進行基準を採用しております。

#### 2. 減価償却の会計処理方法

##### (1)有形固定資産

定額法を採用しております。

主な耐用年数は、以下のとおりです。

建物	2～50年
構築物	2～29年
航空機	8年
車両運搬具	2～4年
工具器具備品	2～10年

また、特定の償却資産（独立行政法人会計基準第87）の減価償却相当額については、損益外減価償却累計額として資本剰余金から控除して表示しております。

なお、リース資産については、リース期間を耐用年数とし、残存価額を0とする定額法を採用しております。

##### (2)無形固定資産

定額法を採用しております。

#### 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、当事業年度末に在職する役職員について、当事業年度末の退職給付見積額から前事業年度末の退職給付見積額を控除した額から、退職者に係る前事業年度末の退職給付見積額を控除して計算しております。

#### 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

仕掛品については、個別法による原価法を採用しております。

6. 行政サービス実施コスト計算書における機会費用の計上方法

政府出資等の機会費用の計算に使用した利率

10年利付国債の平成26年3月末利回りを参考に0.640%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	545,099,827	545,099,827	—
(2) 未収金	47,725,844	47,725,844	—
(3) 未払金	(225,745,145)	(225,745,145)	(—)

(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



未払金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。

### 【資産除去債務関係】

当法人は空港等に研究用の実験設備等を設置しており、国及び地方公共団体からは国有財産使用許可書等に基づき、空港会社からは賃貸借契約に基づいて退去時における原状回復に係る債務を有しておりますが、当該債務に関連する資産の使用期間が明確でなく、将来、移転する予定もないことから、資産除去債務を合理的に見積もることができません。そのため、当該債務に見合う資産除去債務を計上しておりません。

### 【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. 電子航法研究所電波無響室高度化改修工事 133,272,000 円
2. 広域マルチラテレーション実験装置セクタ型空中線用送受信局の製作  
99,360,000 円
3. 洋上管制シミュレータ性能向上 38,325,000 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

当法人は、独立行政法人海上技術安全研究所及び独立行政法人港湾空港技術研究所と統合されることが、平成 25 年 12 月 24 日付け「独立行政法人改革等に関する基本的な方針」にて閣議決定されております。

### 【減損関係】

該当事項はありません。

附属明細書

1. 固定資産の取得、処分、減価償却費(「第87特定の償却資産の減価に係る会計処理」及び「第91資産除去債務に係る特定の除却費用等の会計処理」による損益外減価償却相当額も含む。)及び減損損失累計額の明細

(単位:円)

資産の種類	期首残高	当期増加額	当期減少額	期末残高	減価償却累計額		減損損失累計額		差引当期末残高	摘要
					当期増加額	当期償却額	当期減損損失	当期減損損失		
有形固定資産 (償却費損益内)	建物	75,252,825	-	-	75,252,825	26,363,887	5,400,383	-	48,888,938	
	構築物	5,140,537	-	-	5,140,537	5,114,510	26,027	-	26,027	
	車両運搬具	31,272,552	-	-	31,272,552	17,240,999	3,298,903	-	14,031,553	
	工具器具備品	2,522,843,482	471,045,217	258,363,263	2,735,525,436	2,045,423,369	253,529,732	3,928,709	686,173,358	注1
計	2,634,509,396	471,045,217	258,363,263	2,847,191,350	2,094,142,765	262,255,045	3,928,709	749,119,876		
有形固定資産 (償却費損益外)	建物	1,577,843,163	-	-	1,577,843,163	651,762,529	59,587,365	-	926,080,634	
	構築物	140,702,986	-	-	140,702,986	99,817,022	6,404,115	-	40,885,964	
	航空機	101,800,000	598,605,000	101,800,000	598,605,000	68,590,148	68,590,148	-	530,014,852	注2
	工具器具備品	119,657,411	-	16,485,000	103,172,411	89,650,491	1,541,330	-	13,521,920	注2
計	1,940,003,560	598,605,000	118,285,000	2,420,323,560	909,820,190	136,122,958	-	1,510,503,370		
非償却資産	土地	3,082,544,000	-	-	3,082,544,000	-	-	180,844,000	2,901,700,000	
	建設仮勘定	103,100,000	166,283,000	176,190,000	93,193,000	-	-	-	93,193,000	
	計	3,185,644,000	166,283,000	176,190,000	3,175,737,000	-	-	180,844,000	2,994,893,000	
	建物	1,653,095,988	-	-	1,653,095,988	678,126,416	64,987,748	-	974,969,572	
有形固定資産合計	構築物	145,843,523	-	-	145,843,523	104,931,532	6,430,142	-	40,911,991	
	航空機	101,800,000	598,605,000	101,800,000	598,605,000	68,590,148	68,590,148	-	530,014,852	
	車両運搬具	31,272,552	-	-	31,272,552	17,240,999	3,298,903	-	14,031,553	
	工具器具備品	2,642,500,893	471,045,217	274,848,263	2,838,697,847	2,135,073,860	255,071,062	3,928,709	699,695,278	
計	3,082,544,000	-	-	3,082,544,000	-	-	180,844,000	2,901,700,000		
無形固定資産	建設仮勘定	103,100,000	166,283,000	176,190,000	93,193,000	-	-	-	93,193,000	
	計	7,760,156,956	1,235,933,217	552,838,263	8,443,251,910	3,003,962,955	398,378,003	184,772,709	5,254,516,246	
	電話加入権	455,000	-	-	455,000	-	-	414,400	40,600	
	ソフトウェア	-	-	-	-	-	-	-	-	
計	455,000	-	-	455,000	-	-	414,400	40,600		
投資その他の資産	長期前払費用	1,426,182	-	730,887	695,295	-	-	-	695,295	
	計	1,426,182	-	730,887	695,295	-	-	-	695,295	

(注1) 有形固定資産(償却費損益内)の工具器具備品の増加は、GAST-D地上サテライト研究装置の製造・設置工事(215,250,000)、GNSS実験装置(103,425,000)、7インチディスプレイ契約による電子航法研究所ネットワーク及び計算機システム(37,011,808)等の取得によるものであり、減少は到着航空機自動識別装置(94,734,408)、液晶型高機能表示装置(45,579,188)、デュアルコアCPU(35,700,000)等の除却によるものです。

(注2) 有形固定資産(償却費損益外)の航空機の増加は、実験用航空機(598,605,000)の取得、減少は旧実験用航空機(101,800,000)の除却によるものであり、工具器具備品の減少は、空中線特性試験装置リレー試験部(16,485,000)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	230,550	30,000	-	260,550	-	-	
未成受託研究支出金	15,474,484	61,543,568	-	77,018,052	-	-	
仕掛品	13,406,400	-	-	2,906,400	-	10,500,000	
計	29,111,434	61,573,568	-	80,185,002	-	10,500,000	

### 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	835,829,732	-	-	835,829,732	
	運営費交付金	-	531,605,000	-	531,605,000	注1
	その他	-	67,000,000	-	67,000,000	注2
	損益外除売却差額相当額	△ 71,694,724	△ 118,285,000	-	△ 189,979,724	注3
	計	764,590,008	480,320,000	-	1,244,910,008	
	損益外減価償却累計額	△ 889,121,979	△ 136,122,958	△ 115,424,747	△ 909,820,190	注3
	損益外減損損失累計額	△ 183,294,403	-	△ 2,036,003	△ 181,258,400	注3
	差引計	△ 307,826,374	344,197,042	△ 117,460,750	153,831,418	

(注1) 運営費交付金の当期増加額は実験用航空機の取得によるものであります。

(注2) その他の当期増加額は受取保険金による実験用航空機の取得によるものであります。

(注3) 損益外除売却差額相当額の当期増加額及び損益外減価償却累計額の当期減少額は、旧実験用航空機及び空中線特性試験装置ミリ波レーダ試験部の除却によるものであり、損益外減損損失累計額の当期減少額は、旧実験用航空機の除却によるものであります。

#### 4. 積立金の明細

(単位:円)

区 分	期首残高	当期増加額	当期減少額	期末残高	摘 要
通則法44条1項 積立金	81,353	213,134	-	294,487	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。
計	81,353	213,134	-	294,487	



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23年度	802,799,416	-	470,458	176,046,700	-	531,605,000	708,122,158	94,677,258
平成24年度	142,914,567	-	16,304,712	22,821,750	-	-	39,126,462	103,788,105
平成25年度	-	1,394,739,000	1,067,798,742	114,651,024	41,770,500	-	1,224,220,266	170,518,734
合計	945,713,983	1,394,739,000	1,084,573,912	313,519,474	41,770,500	531,605,000	1,971,468,886	368,984,097

(2)運営費交付金債務の当期振替額の明細

23年度交付分

(単位:円)

区分	金額	内訳		
業務達成基準による振替額	運営費交付金収益	-		
	資産見返運営費交付金	-		
	建設仮勘定見返運営費交付金	-	- (業務達成基準を採用した業務は無い)	
	資本剰余金	-		
	計	-		
期間進行基準による振替額	運営費交付金収益	-		
	資産見返運営費交付金	-		
	建設仮勘定見返運営費交付金	-	- (期間進行基準を採用した業務は無い)	
	資本剰余金	-		
	計	-		
費用進行基準による振替額	運営費交付金収益	470,458		①費用進行基準を採用した業務:全ての業務 ②当該業務に係る損益等 ア)損益計算書に計上した費用の額:その他経費 470,458 イ)複数年度契約による固定資産の取得額:実験用航空機等 707,651,700
	資産見返運営費交付金	176,046,700		
	建設仮勘定見返運営費交付金	-		
	資本剰余金	531,605,000		
	計	708,122,158		
会計基準第81第3項による振替額	-			
合計	708,122,158			

## 24年度交付分

(単位:円)

区 分		金 額	内 訳
業務達成 基準による 振替額	運営費交付金収益	-	-(業務達成基準を採用した業務は無い)
	資産見返運営費交付金	-	
	建設仮勘定見返運営費交付金	-	
	資本剰余金	-	
	計	-	
期間進行 基準による 振替額	運営費交付金収益	-	-(期間進行基準を採用した業務は無い)
	資産見返運営費交付金	-	
	建設仮勘定見返運営費交付金	-	
	資本剰余金	-	
	計	-	
費用進行 基準による 振替額	運営費交付金収益	16,304,712	①費用進行基準を採用した業務:全ての業務 ②当該業務に係る損益等 ア)損益計算書に計上した費用の額:その他経費 16,304,712 イ)複数年度契約による固定資産の取得額:業務用器具備品等 22,821,750
	資産見返運営費交付金	22,821,750	
	建設仮勘定見返運営費交付金	-	
	資本剰余金	-	
	計	39,126,462	
会計基準第81第3項による振替額		-	
合 計		39,126,462	

## 25年度交付分

(単位:円)

区 分		金 額	内 訳
業務達成 基準による 振替額	運営費交付金収益	-	-(業務達成基準を採用した業務は無い)
	資産見返運営費交付金	-	
	建設仮勘定見返運営費交付金	-	
	資本剰余金	-	
	計	-	
期間進行 基準による 振替額	運営費交付金収益	-	-(期間進行基準を採用した業務は無い)
	資産見返運営費交付金	-	
	建設仮勘定見返運営費交付金	-	
	資本剰余金	-	
	計	-	
費用進行 基準による 振替額	運営費交付金収益	1,067,798,742	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: 1,090,135,742 (役員人件費: 720,597,329, その他の経費: 369,538,413) イ)年度計画による自己収入からの運営費交付金債務への充当額: 22,337,000 ウ)固定資産の取得額:業務用器具備品等 114,651,024 エ)複数年度契約による固定資産取得に係る前払金額: 41,770,500 ③運営費交付金の振替額の積算根拠 費用 1,090,135,742 - 自己収入からの充当額 22,337,000 = 1,067,798,742
	資産見返運営費交付金	114,651,024	
	建設仮勘定見返運営費交付金	41,770,500	
	資本剰余金	-	
	計	1,224,220,266	
会計基準第81第3項による振替額		-	
合 計		1,224,220,266	

## (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23年度	業務達成基準を採用した業務に係る分	-	- (業務達成基準を採用した業務は無い)
	期間進行基準を採用した業務に係る分	-	- (期間進行基準を採用した業務は無い)
	費用進行基準を採用した業務に係る分	94,677,258	<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、想定されない人件費等の支出が発生した場合に翌事業年度以降において収益化する予定である。</p>
平成24年度	業務達成基準を採用した業務に係る分	-	- (業務達成基準を採用した業務は無い)
	期間進行基準を採用した業務に係る分	-	- (期間進行基準を採用した業務は無い)
	費用進行基準を採用した業務に係る分	103,788,105	<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、想定されない人件費等の支出が発生した場合に翌事業年度以降において収益化する予定である。</p>
平成25年度	業務達成基準を採用した業務に係る分	-	- (業務達成基準を採用した業務は無い)
	期間進行基準を採用した業務に係る分	-	- (期間進行基準を採用した業務は無い)
	費用進行基準を採用した業務に係る分	170,518,734	<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、想定されない人件費等の支出が発生した場合に翌事業年度以降において収益化する予定である。</p>

6. 運営費交付金以外の国等からの財源措置の明細

(単位:円)

区 分	当 期 交 付 額	左の会計処理内訳			摘 要
		建 設 仮 勘 定 見 返 施 設 費	資 本 剰 余 金	そ の 他	
施設整備費補助金	49,900,000	49,900,000	-	-	
合 計	49,900,000	49,900,000	-	-	

## 7. 役員及び職員の給与の明細

(単位:千円、人)

区 分	報 酬 又 は 給 与		退 職 手 当	
	支 給 額	支給人員	支 給 額	支給人員
役 員	(2,642)	(1)	(0)	(0)
	38,806	3	0	0
職 員	(104,079)	(44)	(0)	(0)
	451,046	58	62,373	2
合 計	(106,721)	(45)	(0)	(0)
	489,852	61	62,373	2

(注1)役員報酬基準の概要は、理事長912,000円、理事776,000円、監事720,000円、非常勤監事244,000円を月額として支給しております。

その他諸手当及び退職手当については、「独立行政法人電子航法研究所役員給与規程」及び「独立行政法人電子航法研究所役員退職手当支給規程」に基づき支給しております。

(注2)職員に対する給与は、「独立行政法人電子航法研究所職員給与規程」及び「独立行政法人電子航法研究所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25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				
運営費交付金	1,394,739,000	1,394,739,000	0	
施設整備費補助金	49,900,000	49,900,000	0	
受託収入	146,967,000	102,975,205	△ 43,991,795	年度計画策定時に予定していた政府受託等が少なかったため
その他の収入	0	19,890,646	19,890,646	特許権等収入等があったため
計	1,591,606,000	1,567,504,851	△ 24,101,149	
支出				
業務経費	792,587,000	1,328,852,832	536,265,832	複数年契約による支出等のため
施設整備費	49,900,000	49,900,000	0	
受託経費	124,630,000	84,291,646	△ 40,338,354	年度計画策定時に予定していた政府受託等が少なかったため
一般管理費	43,597,000	42,279,454	△ 1,317,546	業務効率化による削減額
人件費	580,892,000	618,507,303	37,615,303	予算手当のない退職手当の支出によるため
計	1,591,606,000	2,123,831,235	532,225,235	

---

平成25年度 電子航法研究所年報

平成27年1月30日 発行

編集兼発行人 独立行政法人 電子航法研究所

発行所 独立行政法人 電子航法研究所

〒 182-0012

東京都調布市深大寺東町7丁目42番地23

電話 0422-41-3168

ホームページアドレス <http://www.enri.go.jp/>

---

※電子版は上記ホームページより入手することが可能です。

○本冊子は、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）に基づく基本方針の判断の基準を満たす紙を使用しています。

○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

