

電子航法研究所年報

平成 12 年 度

(お断り)

本書内容は、平成12年度における電子航法研究所の概要である。
平成13年度より名称及び住所は下記のとおりとなっている。

記

独立行政法人電子航法研究所

〒182-0012

東京都調布市深大東寺7丁目42番地23

電話 0422-41-3165

ま え が き

電子航法研究所は、1967年（昭和42年）に運輸省電子航法研究所として設立され、その後行政改革の一環としての中央省庁再編で本年1月6日に国土交通省電子航法研究所となり、さらに4月1日に独立行政法人電子航法研究所として新たに発足した。

独立行政法人とは、中央省庁の企画立案部門と実施部門のうち、実施部門を行政組織から分離し、自律的、効率的で透明性の高い業務運営を図りながら、具体的な目標を確実に達成できるように努め、より良い行政サービスを提供する制度である。

新生電子航法研究所は、長年培われてきた伝統と実績を引き継ぐとともに、国の試験研究機関のときの業務を引き継ぎ、電子航法に関する研究を行うことにより、交通の安全の確保とその円滑化を図ることを使命としている。

この電子航法研究所年報は、33年9ヶ月続いてきた国の試験研究機関としての最終年度である平成12年度に電子航法研究所が行った業務について概要を収録したものである。

第1部は、総説として、沿革、組織、定員、予算等について記載した。

第2部は、試験研究業務について、各研究部ごとに概況と研究課題別の実施状況を示す。当研究所の業務は、特定研究、要望研究、一般研究等次のように区分される。

特定研究は、行政部局の要望を受けて計画を立て、運輸省技術研究開発推進本部の審議を経て特別研究費および運輸技術研究開発調査費によって実施するもの、ならびに科学技術庁の科学技術会議の方針に沿った重要研究で、科学技術会議の審議を経て科学技術振興調整費によって実施するものである。

要望研究は、航空局の要望を受けて計画を立て、空港整備特別会計により実施するもので、主として航空保安施設の設置、運用および仕様ならびに航空管制に関する課題を取り扱う。

指定研究は、基礎的、先導的で、研究所として今後取り組むべき重要な分野に係わる研究で、研究計画の評価に基づいて選定され、経常研究費で実施するものである。

一般研究は、所掌事項に関する基礎研究や応用研究を経常研究費で実施するものであり、特定研究および要望研究の前段階となるものが多いが、これらの終了後に附随して生じた問題、考案等に対するものもある。

技術協力は、行政上、緊急に対策が望まれる問題について、依頼のあった評価試験や研究を行うものである。

受託試験は、運輸省研究機関受託試験規則に基づき受託試験費により行う試験研究であり、民間から依頼される評価試験を行う。

その他、外部の研究機関との共同研究などがある。

なお、電子航法に関する評価試験は当研究所の業務の重要な柱であり、多額の試験業務費により実験用航空機等を用いて試験研究を実施している。

以上の試験研究には、行政当局、例えば、航空局によって航空保安施設の整備計画とその実施に密接な関係を持ち、成果が活用されているものが多い。

第3部に、主要施設と機器等について概要を記載した。

この年報は、当研究所における研究活動をご紹介します、成果を有効に活用して頂くために編集した。研究成果について詳細を知りたい方は、別に刊行している電子航法研究所報告および研究発表会講演集を参考されるか、または直接当研究所にご照会ください。

この年報を通じて、当研究所の活動についてご意見を頂ければ幸いです。

平成13年12月

独立行政法人電子航法研究所

理事長 大 沼 正 彦

目 次

第1部 総 説	
1. 沿 革	3
2. 組織と分掌	6
3. 所 在	7
4. 建 物	7
5. 予 算	8
6. 定 員	8
第2部 試験研究業務	
1. 電子航法開発部	11
2. 航空施設部	25
3. 電子航法評価部	45
4. 衛星航法部	61
5. 研究所報告	73
6. 要望研究報告	73
7. 受託試験	73
8. 共同研究	74
9. 研究発表	75
10. 工業所有権	85
第3部 現 況	
1. 平成12年度に購入した主要機器	91
2. 主要施設および機器	94
3. 職 員	97
4. 刊 行 物	102
5. 行 事	102
付 録	
関係法規一覧	105

第 1 部
総 説



1 沿 革

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

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

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

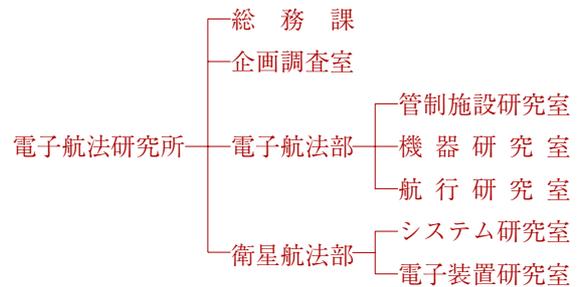
宇宙開発の一環として、人工衛星を航空機及び船舶の航法に利用しようとする開発研究は、我が国においても昭和38年に着手された。その結果をもとに、運輸省は昭和40年4月「人工衛星による航行援助方式の開発に関する基本方針」を決め、昭和41年度は衛星航法研究室（3名）が新設された。

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

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

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

当時の組織は下記のとおりであった。



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

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

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

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

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

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

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

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

岩沼分室を設置し、業務係をおき、飛行実験体制の整備に着手した。さらに、電子航法評価部に信頼性主任研究官をおいた。

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

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

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

55年度には、海上保安庁より格納庫（建坪825㎡）の所管換を受けた。

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

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

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

58年度は、1名の増員が認められ、航空施設部に新着陸施設研究室を設置した。

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

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

61年度は、1名の増員が認められ、MLS研究体制の強化を図った。

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

63年度は、管理庁舎兼衛星航法実験棟が竣工した。

平成元年度は、1名の増員が認められ、航空管制の研究体制の強化を図った。

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

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

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

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

また、仮想現実実験施設を整備した。

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

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

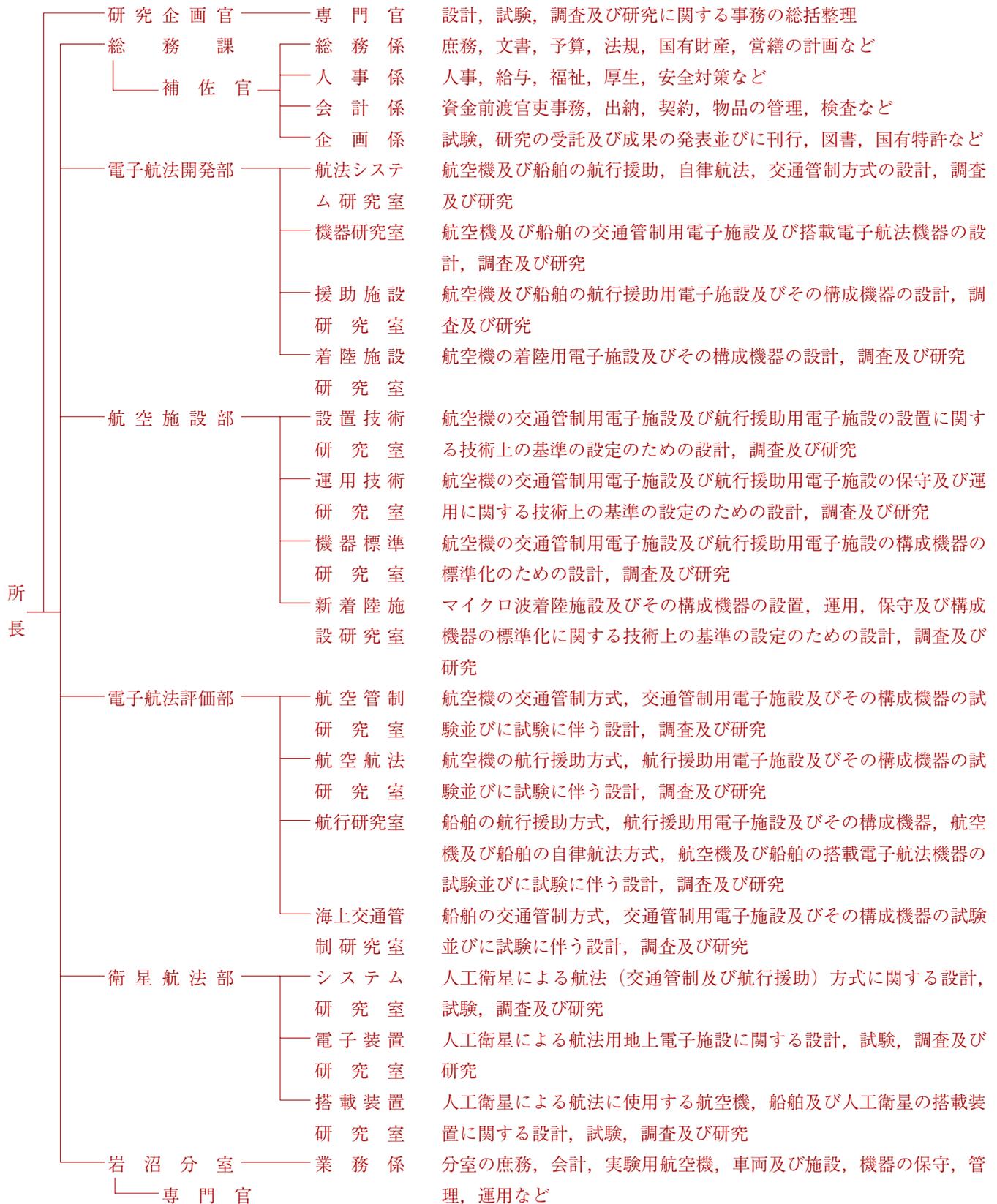
予算及び定員の推移

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		
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)		
対 前 年 増 減 率	△10 %	△24 %	△5 %	6 %		
定 員	65 (28)	65 (28)	65 (28)	64 (28)		

() 内は、空港整備特別会計で内数

2 組織と分掌 (平成13年3月31日現在)



3 所 在

	所 在 地	電 話
電子航法研究所	〒181-0004 東京都三鷹市新川6丁目38番1号 注)平成13年4月1日より 〒182-0012 東京都調布市深大寺東町 7丁目42番地23	0422-41-3168
岩沼分室	〒989-2421 宮城県岩沼市下野郷字北長沼4	0223-24-3871

4 建 物

建 物	建 ・ 延 面 積	竣工年度
本庁舎(所長室・研究 企画官室・総務課) 衛星航法部建屋	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
電子航法開発部建屋	鉄筋コンクリート2階建, 建面積390㎡, 延面積780㎡	昭和47年度
航空施設部建屋	鉄筋コンクリート2階建, 建面積490㎡, 延面積980㎡	昭和53年度
電子航法評価部建屋	鉄筋コンクリート3階建, 建面積224㎡, 延面積791㎡	昭和38年度
ATC実験棟	鉄筋コンクリート2階建, 建面積232㎡, 延面積465㎡	昭和43年度
電波無響室	鉄筋コンクリート2階建, 建面積590㎡, 延面積687㎡ 電波無響室:奥行35m, 幅10m, 高さ7m	昭和45年度 昭和48年度 増築
アンテナ試験塔	鉄筋造, カウンタポイズ直径25m, 奥行・幅13m, 高さ19.5m 実験準備室:鉄筋造一部中2階建, 建面積160㎡, 延面積203㎡	昭和52年度 昭和53年度
岩沼分室建屋	鉄筋コンクリート2階建, 建面積287㎡, 延面積497㎡ 屋上にレーダー塔を設置	昭和54年度
岩沼分室格納庫	鉄骨造平屋建, 面積825㎡	昭和55年度 所属換
仮想現実実験施設	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
ATCシュミレーション 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

(平成13年3月31日現在)

5 予 算

(単位：千円)

科 目	平 成 12 年 度			科 目	平 成 13 年 度		
	一般会計	特別会計 (空港整備 特別会計)	計		一般勘定	空港整備 勘 定	計
人 当 経 費	374,353	265,624	639,977	運営費交付金	730,085	1,096,909	1,826,994
事 務 管 理 費	99,804	7,146	106,950	人件費	541,415	309,005	850,420
研 究 経 費	83,945	650,589	734,534	一般管理費	40,921	9,371	50,292
特別研究費	25,716	0	25,716	業務経費	147,749	778,533	926,282
要望研究費	0	609,800	609,800	施設整備費補助金	476,086	0	476,086
経常研究費	58,229	40,789	99,018	施設整備費	476,086	0	476,086
受 託 経 費	585	2,061	2,646	受託収入	19,000	0	19,000
特 殊 経 費	69,578	111,946	181,524	受託経費	19,000	0	19,000
施 設 整 備 費	0	0	0				
計	628,265	1,037,366	1,665,631	計	1,225,171	1,096,909	2,322,080

(平成13年4月1日現在)

6 定 員

	一般会計	特別会計	計
指 定 職	1		1
行 政 職	6	6	12
研 究 職	29	22	51
計	36	28	64人

(平成13年3月31日現在)

第 2 部

試験研究業務



1 電子航法開発部

I 年度当初の試験研究計画とそのねらい

平成12年度における研究は、特定研究として承認された項目及び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. エンハンスド・ビジョン・システムに関する基礎研究
2. ASAS用データリンク方式の電磁環境に関する研究
3. 管制間隔基準策定のための航空路システム要件に関する研究
4. ヘリコプタの衝突警報システムに関する調査研究
5. GPS搬送波位相の進入着陸への応用の研究

1～2は特定研究である。1は低視程の進入着陸などに際して、パイロットの前方スクリーンに擬似前方映像、飛行・航法情報などを表示・提供するシステムに関する基礎研究である。2は国際民間航空機関（ICAO）で航空機間隔維持装置（Airborne Separation Assurance System：ASAS）のデータリンク方式に関して、チャンネルの無線通信量の増加が検討課題とされているため、電磁信号環境の予測手法を開発し、実現可能な性能について研究する。3は要望研究であり、航空路において安全な管制間隔基準を策定するために必要な航空路システム要件に関する研究である。4と5は一般研究である。4はヘリコプタの前方障害物衝突事故を防ぐため、前方をセンサーで監視し、障害物を自動的に識別し、パイロットに警報を発するシステムの開発に資するものである。5は衛星を利用する精密着陸誘導方式で必要とされる進入着陸段階の航法性能要件に関する研究である。

II 試験研究の実施状況

エンハンスド・ビジョン・システムに関する基礎研究では、可視光と赤外線カメラを実験用航空機に取り付ける改造工事を行った。改造後、赤外線画像と実画像との融合を行うため、全地球的測位システム（GPS）データをもとにした3次元コンピュータ・グラフィック画像を作成し、飛行実験を行い、データ収集を行った。また、実運用されている航空機衝突防止装置については、航空局との技術協力により引き続き運用調査作業を行った。今年度はICAOの二次監視レーダ（SSR）及び航空機衝突防止パネルの開催年であり、運用調査における日本の検討項目がその一つとして認められた。並行して、ニアミ

スの解析も行った。

ASAS用データリンク方式の電磁環境に関する研究は初年度であり、ASAS導入前の電磁信号環境を予測する手法を開発するため、電磁信号環境記録装置を製作した。また、ASAS導入前の環境を想定した電磁信号シミュレータを製作した。更に、電磁信号記録装置を用いて、地上実験や飛行実験を行い、現在の信号環境を測定し、いくつかの知見を得た。この他に本研究の一環として、技術協力により戦術データ交換システムと民間航法機器との電磁的両立性を調査した。

管制間隔基準策定のための航空路システム要件に関する研究では、北太平洋の洋上航空路に関して、従来の横間隔と垂直間隔に加えて、航空機の進行方向の縦間隔短縮の可能性について、数学モデルの定式化やモデルパラメータの推定を中心に検討した。横方向に関してはSA解除後のGPS装備機の航法精度を調査し、精度の改善効果を明らかにした。更に、短縮垂直間隔（RVSM）や航空交通流の特性に関しては北太平洋航空路を通過した航空機の高度データを引き続き収集・解析している。短縮垂直間隔は洋上空域だけでなく、今後、国内空域にも適用する可能性がある。そのため、日本全国の航空路について、垂直近接通過頻度を算出し、現状を明らかにした。これらの他にGPSを装備した航空機の航法精度の向上に伴う経路の計画的オフセットの安全性への影響を調べ、衝突危険度への影響を試算した。

ヘリコプタの衝突警報システムに関する調査研究は最終年度であり、赤外線から得られた画像の処理手順の検討を進めた。更に、赤外線カメラの情報を補強するため、距離情報が得られる実験用ミリ波レーダの基礎的な地上実験とレーダの改良を行った。その結果、赤外線の画像に関しては、目視などで困難な送電線などをより効果的に探知できる処理手順を明らかにした。ミリ波レーダに関しては、短距離ではあるが正しい距離情報が得られることが分かった。

GPS搬送波位相の進入着陸への応用の研究では、測量などで高精度の実績があるリアルタイム・キネマティック（RTK）GPSで2周波RTK GPS受信機を用いた飛行実験を行った。その結果、1周波と比べて2周波でも収束時間などで改善は見られなかった。飛行実験は、より利用効率を上げるために受託試験「メガフロート（浮体式海上）空港モデルへのGPSによる進入飛行に関する試験研究（平成12年度受託第1号）」と合わせて行った。同試験では潮位により滑走路の位置が変動する空港でディファレンシャルGPSによる進入着陸が可能かを調べた。基準

局はメガフロート上に設置し、その結果、相対測位の効果により陸上空港と同様にディファレンシャルGPSで着陸できることが確認できた。

III 試験研究の成果と運輸行政、産業界、学会等に及ぼす効果の所見

エンハンスド・ビジョン・システムに関する基礎研究とASAS用データリンク方式の電磁環境に関する研究の一環として行った航空機衝突防止装置に関する成果は、ICAOの二次監視レーダの改善及び航空機衝突防止パネルの作業部会を経てパネル会議で評価を得た。後者に関する戦術データ交換システムに関する技術協力は行政施策に貢献した。管制間隔基準策定のための航空路システ

ム要件に関する研究の成果はICAOの管制間隔検討パネルで毎年発表し、常に高い評価を得ている。ヘリコプタの衝突警報システムに関する調査研究の成果は近年のヘリコプタの事故増加の点から、今後も発展的に研究を進めて行くべき課題と考える。受託試験のGPSによる進入着陸に関して、ディファレンシャルGPSを用いて浮体空港に進入着陸できることが実証されたことは意義が高い。

本年度のこれらの研究成果に関しては、ICAO、当所の研究発表会、関連学会、国際研究集会などで非常に活発に発表した。

(電子航法開発部長 東福寺則保)

エンハンスド・ビジョン・システムに関する基礎研究

担 当 部 電子航法開発部
担 当 者 ○白川昌之 住谷泰人 小瀬木滋
研究期間 平成10年度から14年度
平成12年度経費 9,918千円

1. はじめに

エンハンスド・ビジョン・システム (EVS) とは、パイロットが前方の外の光景をウィンド・スクリーンを通して見ながら、主要なフライト・パラメータ、航法情報、航空機衝突防止装置の情報、擬似地上映像等をコンピュータ・グラフィックス等により見ることのできるシステムである。これによりパイロットは、前方を目視した状態で飛行に必要な情報を取得しながら操縦できる。また、赤外線画像等、人間が見ることのできない景観をカメラを通して表示することにより、視程が悪い状況下で計器進入を実施する際に効果を発揮することが予想される。特に、低カテゴリーの空港であっても高カテゴリー運航に貢献できる可能性がある。さらに、空港や航空路においても、有視界飛行方式で飛行している周辺機や訓練空域を考慮して飛行でき、運航の安全性向上が期待される。

2. 研究の概要

2.1 航空機の修理改造

航空機上から移動中の映像、及びそのときのGPSデータの取得を試みた。このため、赤外線カメラ、及び可視光線カメラを前方の映像が取得できるように図1に示すように航空機への取り付け工事をした。また、GPS受信機やビーコン受信機などの取り付けと記録装置としての

ファクトリコンピュータの取り付けを行った。図2に系統図を示す。

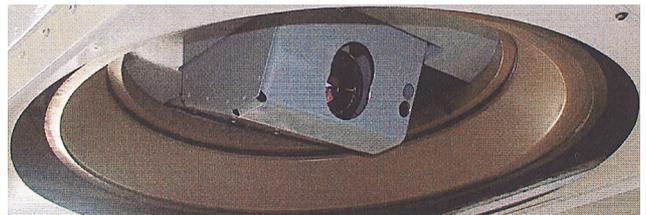


図1 カメラの取り付け

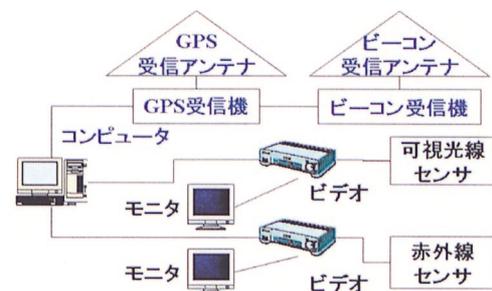


図2 実験系統図

2.2 飛行実験

赤外線画像等の実画像との融合を行うため、GPSデー

タをもとにした3次元CG画像を作成し、飛行実験を行った。実験は仙台空港を基地として行い、三陸海岸に沿って飛行して海上保安庁のビーコン局から発射されるディファレンシャル情報を取得した。

飛行実験によりカメラ画像とGPS情報、ディファレン

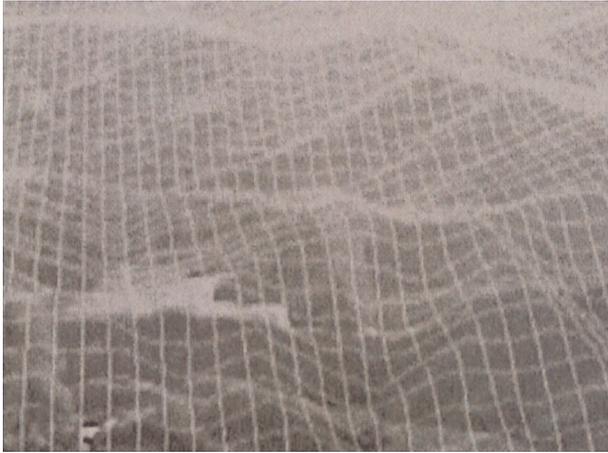


図3 ビデオ画像とCG画像の融合例

シャル情報を取得した。図3に融合画像例を示す。

3. 航空機衝突防止方式

航空機衝突防止方式（ACAS）については、航空局との技術協力に基づき運用調査の作業を引き続き行った。国際民間航空機関（ICAO）の監視及び衝突回避システムパネル（SCRSP: Surveillance and Conflict Resolution Systems Panel）で世界共通の統計の取り方が検討されており、日本の検討項目がそのモデルの一つとして選ばれ、フォーマット制定作業が昨年からの継続作業として行われている。

また、航空局からの技術協力依頼により、ニアミスの解析を行った。

4. おわりに

パイロットの視覚を支援する方式として、赤外線方式など実画像に融合する3次元画像をGPSデータに基づいて生成する方法について検討した。

平成12年度はカメラやGPS受信機など測定システムを航空機に搭載するための修理改造工事を行った。また、この後で飛行実験により航空機からの画像データやGPSデータを取得し、融合画像のサンプルを作成することができた。

5. 掲載文献

- (1) 住谷, 白川, 小瀬木:” EVS画像融合のための地上実験の解析”, 平成12年度電子航法研究所講演会, 平成12年6月
- (2) 住谷, Brown, 白川, 小瀬木:” 実験用EVSを用いた地上予備実験の解析”, 2000年電子情報通信学会ソサイエティ大会, 平成12年10月
- (3) 白川:” 航空機衝突防止装置の今後とその役割”, 労働の科学, 平成12年4月
- (4) 住谷, 白川, 小瀬木:” GPSに基づく自機周囲の地形と景観の照合”, 平成13年度第1回電子航法研究所研究発表会講演概要, 平成13年6月
- (5) S. Ozeki, et.al.: “Initiation Timing of ACAS RA Broadcast”, ICAO SCRSP WG-A, April, 2001.
- (6) S. Ozeki, et.al.: “1030MHz Signal Measurement in Japan”, ICAO SCRSP WG-A, April, 2001
- (7) Y. Sumiya, M. Shirakawa, S. Ozeki, H. Yoshimura (JCAB): “The trend of the results of ACAS operational evaluation in Japan, First report of 2001”, ICAO SCRSP WG-A, April, 2001.
- (8) H. Yoshimura (JCAB), Y. Sumiya, M. Shirakawa, “Abrupt ACAS Advisories Issued against Helicopters”, ICAO SCRSP WG-A, April, 2001.

ASAS用データリンク方式の電磁環境に関する研究

担 当 部 電子航法開発部
担 当 者 ○小瀬木滋 白川昌之 住谷泰人
研究期間 平成12年度～平成16年度
平成12年度経費 7,802千円

1. はじめに

1.1 研究の背景

将来の航法システムでは、レーダによる監視、各種の自動従属監視（ADS：Automatic Dependent Surveillance）、データ通信等、機器相互の情報交換に基づく総合的システムの実現が期待されている。しかし、これによる無線通信量の急激な増加が予想され、システムの性能飽和が懸念されている。

この対策として、電波を有効利用し、監視能力や通信容量の飽和を防止する技術が特に求められており、国際民間航空機関（ICAO）では重要な議題になっている。特に、ICAOの二次監視レーダ改善および衝突防止装置パネル会議（SICASP）や監視および異常接近回避システムパネル会議（SCRSP）では、航空機衝突防止装置（ACAS：Airborne Collision Avoidance System）や航空機間隔維持装置（ASAS：Airborne Separation Assurance System）について、実現可能な性能やチャンネルを共用する二次監視レーダ（SSR：Secondary Surveillance Radar）等への干渉を検討する上で、混信妨害の原因になる信号の発生量や電力等の電磁信号環境の検討が課題になっている。

1.2 ASASの概要

ASASは航空機搭載装置であり、SICASパネル会議においてACASの目的外使用を議論する過程で概念が提案された。これまでに提案された概念では、ASASは次の機能を持つ。

- ・ 搭載機周辺の航空機の監視等必要な情報収集
- ・ 航空機間隔維持支援のための情報処理
- ・ 搭載機周辺の航空交通状況や支援情報の表示

ASASの具体的な応用形態について検討が開始されたところであり、ICAOは各方面からの意見収集を行っている。運用においては、次の段階的な導入が考えられている。

- ・ パイロットの航空交通状況認識の支援
- ・ パイロットと管制官の責任分担最適化の支援

ASASについては、1997年の第6回SICASパネル会議にて調査開始が勧告された。本研究の開始時期には、基本

概念が討議され、ICAOサーキュラー案をまとめる議論が行われていた。

1.3 ASAS研究の主な課題

ASASに関しては、性能要件、機器実現の可能性、運用方式等、多様な研究課題がある。本研究では、ASASの監視性能要件や機器実現の可能性を検討する上で重要になる電磁信号環境を研究対象としている。

ASAS等移動体用監視装置が電波を有効利用するためには、多数の送信機が国際的に共通に定められた通信チャンネルを共用することが求められている。特に、放送（同報）型データリンクを使用して通信量軽減をはかるとともに、既存の他のシステムが使用しているチャンネルを共有して周波数資源を有効利用できると期待される。

ASAS用データリンクを開発するためには、導入候補となるチャンネル内への信号発生量について、チャンネルを共用する各システムの許容範囲内にする必要がある。また、他のシステムがASASに与える混信の影響を考慮してASASの性能を予測する必要がある。

このため、本研究では、ASASが導入されるチャンネルについて将来の電磁信号環境およびASASが与える影響を予測し、ASASが実現可能な性能を予測する手法を開発することを目的としている。

2. 研究の概要

本研究は5年計画であり、平成12年度は開始年度である。平成12年度の研究の目的は、今後の研究の基礎となるASAS導入前の電磁信号環境を予測する手法をまとめ検証することにある。また、ASASの性能要件の調査を開始する。

計算や実験のため、ASAS用データリンクの具体例として、ICAOにおける規格討議の進捗状況が著しい周波数1090MHz帯のスキッタ信号に着目した。これにより、当研究所の実験装置を有効利用できる。

平成12年度は、主に下記のことを行った。

- ・ ASASの要件調査
- ・ 電磁信号環境記録装置の製作
- ・ 電磁信号環境シミュレータの製作

- ・ 実験および予測精度の検討
- ・ 航空局への技術協力

3. 研究成果

3.1 ASASの要件調査

これまでにSICASパネル会議作業部会で検討されていたASASの要件について文献調査した。

平成12年9月に開催された第7回SICASパネル会議にてASASの国際標準化の検討が勧告された。

この勧告に先立ってICAOサーキュラー案がまとめられたため、主にACASとASASの独立性について調査した。調査の結果、ASASとACASは共通な監視データを使用し得るが、既に定められているACASの監視方式などに影響を与えない方向でASASの規格制定が進められることがわかった。

3.2 電磁信号環境記録装置の製作

あるチャンネルの電磁信号環境を予測する手法を開発するためには、信号発生の因果関係を明確にする必要がある。特に、質問用と応答用の両チャンネルを用いて質問応答による通信手順を用いる方式が使用される場合は、両チャンネルの信号発生を対応させながら分析することにより、信号発生の過程を明確にすることができる。

実際の環境では、ある種類の質問信号が別の種類に誤解読されたり、応答を停止させる信号が正しく解読されない例も見られ、必ずしも信号送信の意図通りには動作しない場合がある。電磁信号環境を予測する上で、これらの意図しない動作が計算結果とは異なる信号発生量をもたらす主要な原因になっていると予想される。

信号発生量にはSSR等のアンテナ回転周期に同期した変動が見られるため、少なくともアンテナ回転周期の数倍の時間について信号発生状況の分析が必要である。試作した電磁信号環境記録装置は、約25秒間連続して2チャンネルの受信信号波形を記録する機能を持つ。

3.3 電磁信号環境シミュレータの製作

ASASは搭載機が進路変更する前にその意図を含む信号を送信するため、一時的に信号発生量が増加する。これは、チャンネルを共用するACAS等他のシステムについて混信妨害の原因になる。このとき、ACASやSSRモードSは、必要な応答信号が混信妨害等により受信できなかった場合に追加の質問を送信する。さらに、ACASは規格に定められた干渉制限方式に応じて信号発生量を制御する。

このように、将来の信号環境では、信号環境や混信発生に応じた信号発生制御が行われ、その時間的な変動の

予測が重要になる。このため、電磁信号環境を正確に予測するためには、時間の経過に応じた信号発生量を算出できるシミュレーション手法を導入する必要がある。

また、信号送信の意図とは異なる機器動作が実験では観測されているが、これらの原因の多くは、電波伝播上の問題が関係している。このため、電波伝播を考慮したシミュレーション手法を導入する必要がある。

以上の考察に基づき、従来のシミュレーション手法を調査の上、信号環境シミュレーションソフトウェアの基本設計を行った。また、その基本動作を確認した。

3.4 実験および予測精度の検討

電磁信号環境の現状調査を目的とした地上実験と飛行実験をした。

これまでに、仙台空港面では4秒周期で数百HzのATCRBS（従来型）応答信号が観測される異常な信号発生の例が報告されている。今年度は、その原因を探る地上実験を実施した。空港の特定の位置でヘリコプタがホバリングするときに、この現象が観測されることを確認し、仙台空港面で受信されるSSR質問信号の波形からマルチパス発生状況を測定した。その結果、空港内の格納庫、空港外の橋梁や工場等、多くの構造物からの反射波が観測された。これにより、応答信号を停止させる抑圧信号であっても、マルチパス波とともに受信されたときに信号波形が変化し、応答信号を発生させる質問信号として誤解読される可能性があることがわかった。

飛行実験では、当研究所の実験用航空機を用いて、仙台から東京を経由し名古屋までの航空路について、信号環境を測定した。このとき、機上で観測される1030MHzチャンネルの信号発生量を測定した。このチャンネルでは、ATCトランスポンダ等に1090MHzの信号を発生させる質問信号等が使用されており、1090MHzの信号環境を予測する上で重要な要素である。実験の結果、おおむね予想された信号発生量であった。しかし、SSR近傍の上空では予想以上の質問信号が測定されており、その原因調査は今後の課題である。また、艦船搭載IFFによる質問信号も観測され、沿岸部空域で観測される信号の大半を占める例も見られた。このように、移動式IFFが電磁信号環境に大きな影響を与えるため、将来の信号環境の予測では考慮が必要であることがわかった。

3.5 航空局への技術協力

ICAOのSICASパネル会議にアドバイザーとして参加した。会議では、航空局への技術的支援を行うとともに、ASASに関する情報を収集した。

戦術データ交換システムJTIDSとDME等の民間用航

法無線機器との電磁的共用性について技術的調査をした。空港面で発生したマルチパスの影響を考慮した干渉実験手法を提案し、ターミナルDMEへの干渉の影響を確認するために航空自衛隊が実施した実験に協力した。これらの技術協力では、電磁信号環境の予測に関する研究のためにまとめた計算手法を活用できた。

4. まとめ

ASAS用データリンク方式の電磁信号環境に関する研究を開始した。ASASの性能要件について調査を開始し、電磁信号環境記録装置等、信号環境の測定に有用な機器を整備した。信号環境の予測計算手法を立案し、検証を開始した。伝播伝搬上の問題により、機器が解読する信号発生量と計算結果の誤差が発生することもわかった。また、JTIDSとDME等との干渉妨害の分析等にもこの手

法を応用して実験手法を立案し、航空局への技術協力に活用した。

掲載文献

- (1) S. Ozeki : “Multipath Effect Observed on the Sendai Airport Surface”, MNWG00-1, April, 2000
- (2) 小瀬木 : “混信妨害の判定への薬効検定の応用”, 電子情報通信学会ソサエティ大会, 平成12年10月
- (3) 小瀬木 : “ATMと機上装置ASAS”, CNS/ATMシンポジウム, 平成13年2月
- (4) S. Ozeki, et. al. : “1030MHz Signal Measurement in Japan”, ICAO SCRSWG-A, April, 2001.
- (5) 小瀬木, 他 : “Lバンドで測定された人工雑音”, 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13年5月

管制間隔基準策定のための航空路システム要件に関する研究

担 当 部 電子航法開発部
担 当 者 ○長岡 栄 天井 治 住谷美登里
研究期間 平成10年度～平成13年度
平成12年度経費 26,500千円

1. はじめに

近年、通信・航法・監視／航空交通管理（CNS/ATM）システムの多様化・高度化に伴い、航法装置や通信装置等の要件を装置の指定ではなく機能・性能の要件で定める傾向にある。しかし、国際民間航空機関（ICAO）において、概念が確立したのは航法性能要件（RNP）だけで、通信や監視などの性能要件はまだ検討段階である。

航空需要の増大や利用者の様々なニーズに対応するため管制間隔の短縮が望まれている。一般に、短縮の可否は空域内の航空機の航法性能、通信や監視システムの性能などに依存する。この判断を科学的根拠に基づいて行うことが望まれているが、こうした管制間隔の諸問題については、ICAOの管制間隔検討パネル（RGCSP）が安全性の観点から検討を進めている。

本研究では航法、通信、監視などのシステム性能要件の概念に基づく管制間隔基準の短縮や策定方法を検討するため、種々の調査・研究を行っている。

2. 研究の計画

本研究の目的は、空域システムの性能・機能要件と関連した管制間隔基準に関わる諸問題の解決を支援するこ

とにある。主要な成果については後述するが、本年度に計画した主要事項は、1) 交通流データの収集・整理、2) 監視性能要件（RMP）に関する調査、3) データ解析装置用のソフトウェアの整備、4) ICAOの管制間隔検討パネル（RGCSP）のための活動である。

具体的には、1) はレーダデータや飛行計画情報の収集・整理である。2) は文献調査、3) は解析の支援のためのソフトウェア等の整備で、4) はRGCSPワーキンググループ会議への参加とワーキングペーパー（WP）の提出である。

3. 研究の概要と結果

今年度に行った研究を大別すると、次のようになる。

- 1) 縦間隔の短縮可能性の検討
- 2) GPS装備機の航法精度の調査
- 3) 短縮垂直管制間隔（RVSM）関連の研究
- 4) 経路オフセットの安全性への影響
- 5) その他の安全性、管制間隔に関する調査・研究

これらの項目に関して、研究の内容と成果を以下の節で概説する。

3.1 縦間隔の短縮可能性の検討

現在、北太平洋の洋上航空路（NOPAC）での縦間隔はマック数指示の下では10分が使用されている。これは、480knotsの航空機の距離間隔にすると約80NMに相当する。近い将来、運輸多目的衛星（MTSAT）が打ち上げられ自動従属監視（ADS）が実運用になれば、縦間隔の短縮が考えられる。こうした場合に備えて、縦方向の衝突危険度モデルによる安全性評価の観点から、縦間隔の短縮可能性を検討している。今年度は衝突危険度の数学モデルの定式化や、モデルパラメータの推定を中心に検討した。現時点での大まかな検討結果では、RNP10の航空機に50NMの縦間隔を適用する場合、 5×10^{-9} [件/飛行時間]の目標安全度を満たすには位置通報の間隔は少なくとも30分に1回程度とする必要があることがわかった。

また、この数学モデルで使用されている相対速度のパラメータについての理論的考察を行い、モデルの適用限界を明らかにした。

3.2 GPS装備機の航法精度の調査

近年、太平洋の空域でも、FANS-1装備機の割合が増えつつあるが、その出現により空域の安全性が変化することになる。これに伴い管制間隔の短縮も考えられるが、その検討には、FANS-1装備機の航法性能の実態を把握する必要がある。そこで、NOPACのR220を飛行した航空

機の横方向逸脱量（横方向経路維持誤差）を航空路監視レーダによる測定データをもとに推定してきた。2000年5月にGPSの選択利用性（SA）が解除されて、測位精度の向上が期待できる。そこで、GPSを搭載したFANS-1装備機の横方向逸脱量を調べた結果、約200便についての横方向逸脱量の標準偏差は0.072NMであった。この値はSA解除前の約70%程度である。これがあまり小さくならないのはレーダの測位誤差による影響と考えられる。

3.3 短縮垂直管制間隔（RVSM）関連

太平洋の洋上空域では2000年2月24日から1000ftの短縮垂直管制間隔が適用されている。RVSM空域を飛行する航空機は一定の高度維持性能を備えていなければならない。これを確認するのが高度モニタリングである。モニタリング装置として、操縦室に持ち込むGPSモニタリング装置（GMU）と地上からレーダで高度を測定するものがある。現時点では、北太平洋ではGMUのみが使用されている。

モニタリング装置の候補として当所で開発したNAMS（Navigation Accuracy Measurement System）型高度監視装置も期待されている。この高度監視装置は、当所の岩沼分室で様々な実験を行っていたが幾つかの改善すべき点が明らかになった。その後、若干の改良の後、1999年秋にNOPACのR220航空路を通過した航空機が飛行する経路下（宮城県瀬峰町）に移設し、種々の実験を行なうとともに、航空機の高度データを収集している。

RVSMは今後、洋上航空路のみではなく陸上の空域にも適用されるものと予想される。これに先立ち、当該空域の垂直近接通過頻度の値を把握しておく必要がある。このため、飛行計画情報に基づき日本全国の航空路について垂直近接通過頻度を算出し、現状を明らかにした。図1にその推定結果を示す。大島上空から台湾や沖縄方面に向かう航空路での近接通過頻度が高いことがわかった。

3.4 経路の計画的オフセットの安全性への影響

GPSを装備した航空機は従来の慣性航法装置（INS）で飛行する航空機に比べて指定された経路をより正確に飛行する。このため、隣接したフライトレベル上の航空機が真下、あるいは真上にいる可能性が高くなる。このため、垂直方向の航法精度が同じである場合、垂直間隔の喪失による衝突確率が大きくなる。

これを回避する一方法が経路を横方向にわずかにずらすオフセットである。これは垂直方向の衝突危険度を軽減するが、他方、平行ルートにおいては、横方向の衝突危険度を増大させる恐れがある。そこで、NOPACをモ

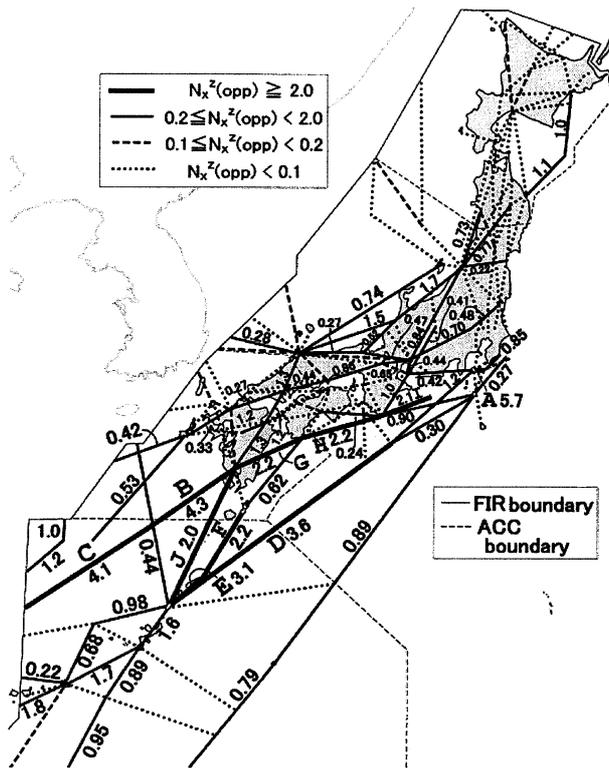


図1 垂直近接通過頻度の計算例（示した数値は反航垂直近接通過頻度[機/時間]）

デルにして、オフセットによる衝突危険度への影響を試算してみた。その結果、想定した条件下では、2NM程度のオフセットであれば、横方向衝突危険度の増大は7%程度で無視できることがわかった。

3.5 その他

NOPACでは、1998年4月23日より横間隔100NMの複合間隔ルートが横間隔50NMの平行ルートへと変わった。これに伴い、交通流の特性がかなり変化した。このため、衝突危険度モデルのパラメータを新たに推定した。

4. まとめ

平成12年度に行った研究の概要を示した。この研究成果のうち、学術的な部分については学会で発表した。また、管制間隔や航空路の安全性などの実際的な諸問題に関わるものは、国際民間航空機関のRGCSP会議やRVSMタスクフォース会議などの技術資料として発表した。

掲載文献

- (1) O.Amai & S.Nagaoka: "Passing Frequency Values for the North Pacific Routes under Impelementation of a Reduced Vertical Separation Minimum", ICAO RGCSP/10-IP/6, Montreal, May, 2000
- (2) 長岡, 天井: "洋上航空路における航空機間の最小距離間隔基準の安全性評価: 一衝突危険度モデルの定式化について一", 日本信頼性学会誌, Vol.22, No.4, pp.331-332, 2000年5月
- (3) 天井, 長岡: "北太平洋航空路の安全性の評価 一横方向の衝突危険度について一", 日本信頼性学会誌, Vol.22, No.4, pp.333-334, 2000年5月
- (4) 天井, 長岡: "GPSを装備した航空機の航法精度の評価", 第32回電子航法研究所研究発表会講演概要, pp.13-18, 2000年6月
- (5) 長岡 栄: "経路の計画的オフセットによる衝突危険度の軽減", 第32回電子航法研究所研究発表会講演概要, pp.71-76, 2000年6月
- (6) 天井, 長岡: "GPSを装備した航空機の航法精度の評価", 航空振興財団衛星利用小委員会, 第156回, 2000年6月
- (7) 長岡 栄: "航空路における運航の安全性", 第30回信頼性・保全性シンポジウム発表報文集, pp.345-348, 2000年7月
- (8) 長岡 栄: "航空機の最小間隔の安全性評価のための衝突危険度の定式化", 電子情報通信学会技術研究報告, SSS2000-25, 2000年10月

- (9) 長岡, 天井: "飛行計画データによる洋上航空路における航空機間の距離分布の推定", 2000年電子情報通信学会基礎・境界ソサイエティ大会講演論文集, p.291, 2000年10月
- (10) 天井, 長岡: "北太平洋航空路システムの安全性評価: 一短縮垂直間隔適用下の横方向の近接通過頻度一", 2000年電子情報通信学会基礎・境界ソサイエティ大会講演論文集, p.290, 2000年10月
- (11) O.Amai & S.Nagaoka: "A Consideration on Lateral Collision Risk for the North Pacific Routes", ICAO RGCSP-WG/A-IP/5, Annapolis, November, 2000
- (12) S. Nagaoka: "Effects of Systematic Offsets of GPS Equipped Aircraft on Lateral Collision Risk", ICAO RGCSP-WG/A-IP/4, Annapolis, November, 2000
- (13) S. Nagaoka: "An Explicit Analytical Representation of Collision Risk Equation for Assessing the Distance-based Longitudinal Separation Minima", ICAO RGCSP-WG/A-IP/6, Annapolis, November, 2000
- (14) O.Amai & S.Nagaoka: "Estimation of Lateral Collision Risk for Aircraft on the North Pacific Routes", Proc.of PSAM5 (Probabilistic Safety Assessment and Management), vol.2, pp.1367-1372, Osaka, November, 2000
- (15) S. Nagaoka & O. Amai: "Estimating the Risk of Aircraft Collision due to Loss of Planned Longitudinal Separation in the North Pacific Routes", Proc. of PSAM5 (Probabilistic Safety Assessment and Management), vol.2, pp.1359-1366, Osaka, November, 2000
- (16) 長岡 栄: "GPS機の経路オフセットによる横方向衝突危険度への影響", 電子情報通信学会技術研究報告, SANE2000-121, 2000年12月
- (17) 長岡, 陶山, 天井, 佐藤: "第5回確率論的安全性評価および管理に関する国際会議 (PSAM5) 参加報告", 日本信頼性学会誌, vol.23, No.1, pp.117-123, 2001年1月
- (18) S.Nagaoka & O. Amai: "Results of Flight Experiments for Evaluating the Accuracy of the NAMS Sensors Installed at Semine", ICAO RVSM-TF/9-IP/14, Bangkok, January, 2001
- (19) 長岡, 天井: "NAMS型高度モニタリングシステム: 一瀬峰における実験結果一", 航空振興財団情報処理方式小委員会, 2001年2月
- (20) 長岡 栄: "38編4章: 航空交通", 電気工学ハンド

ブック第6版, 電気学会編, pp.1708-1712, オーム社, 2001年2月

(21) 長岡 栄: “35編8章:電波応用”, 電気工学ハンドブック第6版, 電気学会編, pp.1602-1606, オーム社, 2001年2月

(22) 長岡, 天井: “NAMS型高度モニタリングシステム”, 航空振興財団航空保安システム技術委員会平成12年度調査研究報告書, pp.427-439, 2001年3月

(23) 天井, 長岡: “GPSを装備した航空機の航法精度の評価”, 航空振興財団航空保安システム技術委員会平成12年度調査研究報告書, pp.173-183, 2001年3月

(24) O.Amai & S.Nagaoka: “Analyzing the Cross Track Deviations of GPS Equipped Aircraft Observed after the Turn-off of Selective Availability”, ICAO SASP-WG/A/1-WP/26, Madrid, May, 2001

(25) O.Amai & S.Nagaoka: “Estimating the Vertical Passing Frequencies in the Japanese Airspace”, ICAO SASP-WG/A/1-WP/30, Madrid, May, 2001

(26) S. Nagaoka: “On the Average Relative Longitudinal Speed of a Longitudinal Collision Risk Model”, ICAO

SASP-WG/A/1-WP/23, Madrid, May, 2001

(27) 天井, 長岡: “日本上空における航空機の垂直方向の近接通過頻度について”, 日本信頼性学会誌, Vol.23, No.4, pp.395-396, 2001年5月

(28) 長岡 栄: “北太平洋の洋上航空路における縦方向の衝突危険度の一検討”, 日本信頼性学会誌, Vol.23, No.4, pp.397-398, 2001年5月

(29) 長岡 栄: “縦方向衝突危険度モデルの解析的表現に関する一考察”, 日本航海学会春季講演会, 2001年5月

(30) 長岡 栄: “GPS装備機のオフセットと横方向衝突危険度”, 第1回電子航法研究所研究発表会講演概要, pp.75-80, 2001年6月

(31) 天井, 長岡: “日本上空における垂直方向の近接通過頻度”, 第1回電子航法研究所研究発表会講演概要, pp.81-86, 2001年6月

(32) 住谷, 長岡, 天井: “最近の北太平洋ルートの交通流調査”, 第1回電子航法研究所研究発表会講演概要, pp.87-90, 2001年6月

ヘリコプタの衝突警報システムに関する調査研究

担 当 部 電子航法開発部
 担 当 者 ○山本憲夫 山田公男
 研究期間 平成11年度～平成12年度

1. はじめに

ヘリコプタ等小型機は, 輸送や農薬散布等のため低空を有視界飛行することが多く, 前方の送電線や索道等目視では発見が困難な障害物に衝突する事故がしばしば発生している。このような事故を防ぐため, ヘリコプタ前方をセンサで監視し, 障害物を自動的に識別して, パイロットに警報を発する障害物検知・衝突警報システムの開発が望まれている。

本研究の目的は, 障害物監視センサからの情報をもとに障害物を識別するための画像データ処理手順及び障害物を表示する技術等について研究し, 今後の障害物探知・衝突警報システム開発に資することである。12年度は, センサとして赤外線カメラから得られた画像の処理手順について検討を行った。また, 赤外線カメラによる情報を補強するためミリ波レーダの試作を行い, その特性の基礎実験とレーダの改良を行った。なお, ミリ波レーダに関する基礎研究は, 国内での三社による共同研究

で行い, またレーダ用アンテナに関しては国際共同研究としてフランス・ニース大学が主に分担した。

2. 研究の概要

これまでの研究から, 送電線等目視での発見が困難な細長い物体の検出に赤外線カメラが有効であることが確認された。そこで, 本研究では障害物探知・衝突警報システム用センサとして赤外線カメラを使用し, 障害物検出特性について実験を行った。その赤外線画像から背景等の不要ノイズを低減し, 障害物を識別する画像処理手順に関して考察を行い, 短時間に送電線等障害物を抽出する方法を示した。

また, 障害物までの距離等の情報を赤外線カメラの情報に追加するため, 実験用ミリ波レーダを設計し試作した。その後, ミリ波レーダの動作の確認とアンテナ部分の改良を行って, 距離測定に供する事を確認した。

なお, ミリ波レーダ用のミリ波回路等に関する基礎研

究と設計・試作は、国内三社との共同研究により行い、またアンテナや高周波回路等の研究についてはフランス・ニース大学が分担した。一方、当研究所は赤外線カメラの特性に関する実験・検討、赤外線画像の処理に関する研究及び実験用ミリ波レーダの設計等を分担した。

3. 研究結果と考察

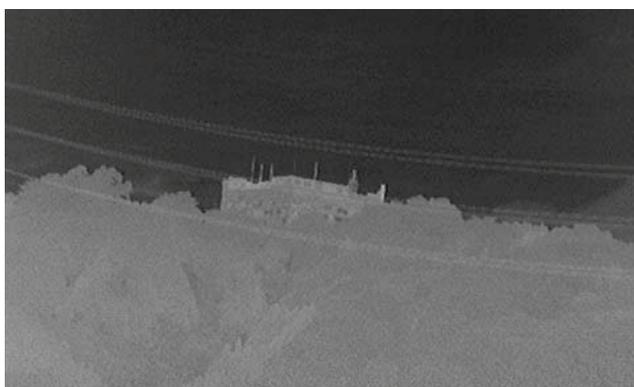
a. 赤外線画像から障害物を識別するための画像処理手順の検討

障害物を検出する実験には、赤外線カメラ、赤外線画像記録装置、レーザ測距装置等からなる観測システムを用い、神奈川県、埼玉県の山沿いの道路上から山腹の送電線を含む画像を収集した。実験結果の一例を図1に示す。(a)は可視光線カメラ、(b)は赤外線カメラによる画像である。天気は曇り、カメラから送電線までの距離は約500m、背景の山と建物までの距離は約700mであった。



(a) カラー画像

図1 送電線観測例（相模湖町）



(b) 赤外線画像

図1 送電線観測例（相模湖町）

図から、目視（可視光線画像）では発見困難な山腹の送電線が、赤外線カメラを用いると容易に確認できることがわかる。また、使用した赤外線カメラは赤外線感知素子の分解能が高いため、送電線の輪郭が明瞭に表示された。多くのデータから、赤外線カメラの障害物検出可能距離や、また、雨・霧等が画像に与える影響に関する資料が得られた。

次に、赤外線画像から障害物を強調・表示する手順を検討した。図2は図1 (b) を画像処理した例で、送電線の明瞭度が上がっている。センサからの画像は背景や障害物の形状等により多様であるが、画像フィルタ、統計的処理、目標形状に基づく処理等の適切な併用により障害物識別に有効な処理手順が得られることがわかった。この画像処理では、アンシャープマスキング処理と方向性ローパスフィルタ処理を行った。その結果、送電線が強調表示されていることが分かる。この処理は、比較的簡単で、処理時間は約1秒足らずであった。ただし、処理された送電線はまだ不明瞭な部分もあるので、更なる追加処理と、他の処理手順による時間短縮が今後の課題である。



図2 送電線強調表示例（原図は図1 (b)）

b. 実験用ミリ波レーダの改良

ミリ波レーダは小型・軽量のシステムの構成が容易であるため、これまで自動車用追突防止装置等への応用研究が多い。そこで、小型機での使用を前提としてミリ波に関する基礎研究と実験用ミリ波レーダの試作を行った。試作したレーダの主な仕様は、レーダ周波数：94GHz、出力：約10mW、パルス変調方式とし、アンテナにはカセグレンアンテナを用いることにした。図3にミリ波レーダの構成図を示し、図4にミリ波レーダの外観を示す。なお、レーダには目標までの距離算出用位相測定機能を付加し、動作試験を実施した。送信波形のタイミン

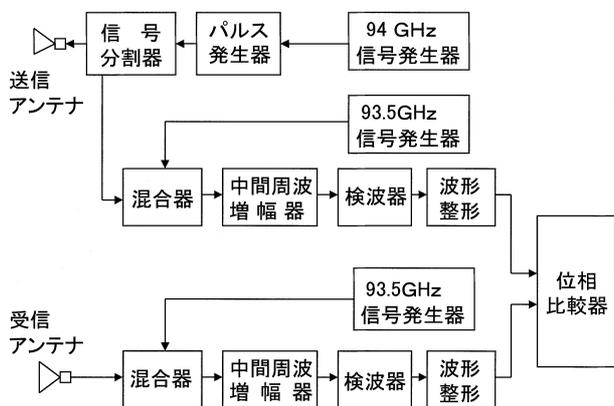


図3 実験用ミリ波レーダ系統図

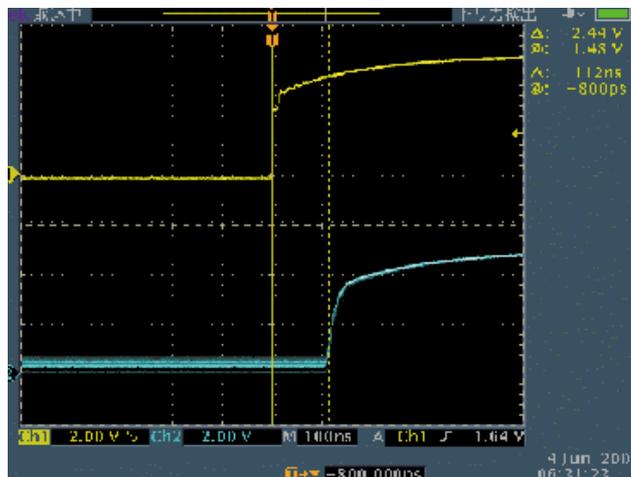


図5 距離観測結果の一例

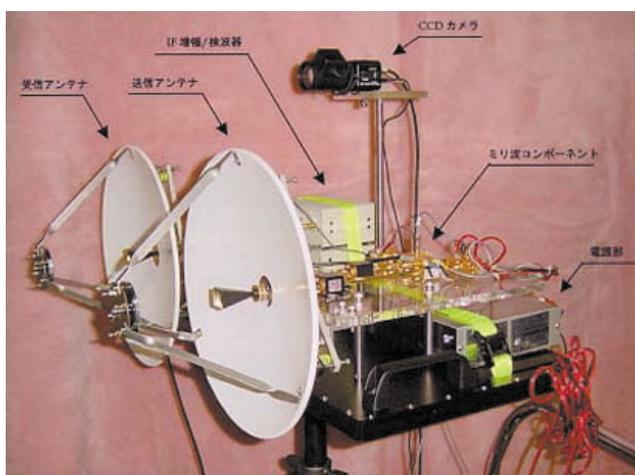


図4 ミリ波レーダの外観

グ出力と、受信波形の検波出力をモジュレーションドメインアナライザに入力し、この両出力から距離に相当する位相差を読みとった。その測定結果を図5に示す。この例では送受信パルスの位相差は512nsのため、これを距離に換算すると約76.8mとなる。一方、レーダと反射板（コーナレフレクタ）間の実際の距離は72mであるので、その距離誤差は約7%となる。ただし、この誤差は複数のデータを平均化することにより低減できる。また、120mの距離にコーナレフレクタを設置し、同様に測定した結果、正しい距離情報が得られた。以上により、120m以内では目標を検出できることを確認した。

4. まとめ

ヘリコプタ等の小型機用障害物探知・衝突警報システ

ムのセンサとして赤外線カメラを使用し、赤外線画像から障害物を識別する画像処理手順を提案した。また、赤外線カメラによる情報を補強するためミリ波レーダを試作・改良し、コーナレフレクタによる距離検出実験を行った結果、正しい距離情報が得られることを確認した。

今後、赤外線画像から目標を識別する精度の向上法と処理手順の高速化、および実験用ミリ波レーダでは送電線確認のための実験、ならびにFM-CW方式への変更やパワーアップによる検出距離の延長をはかるための研究を計画している。また、センサからの情報をもとに識別された障害物の表示法の検討を行う。

掲載文献

- (1) 山本憲夫, 山田公男: “ヘリコプタの障害物探知・衝突警報システム”, 日本航海学会, 秋季講演会講演概要, 2000年10月
- (2) 山本憲夫, 山田公男: “ヘリコプタの障害物探知・衝突警報システム用ミリ波レーダ”, 電子情報通信学会, 総合大会講演集, 2001年3月
- (3) 山本憲夫, 山田公男: “Obstacle Detection for Helicopter Flights by Infrared Images”, SPIE Aero Sense Symposium”, Proceedings of SPIE “Enhanced and Synthetic Vision 2001”, Vol.4363, 2001.4
- (4) 山田公男, 山本憲夫: “飛行障害物検出のための処理とミリ波レーダ”, 電子研発表会, 講演概要, 平成13年6月

GPS搬送波位相の進入着陸への応用の研究

担 当 部 電子航法開発部
担 当 者 ○田嶋裕久 朝倉道弘 東福寺則保
研究期間 平成12年度～平成13年度

1. はじめに

国際民間航空機関（ICAO）において地上補強システム（GBAS）を含めた全地球的航法衛星システム（GNSS）を、将来高カテゴリの進入着陸へ利用するための検討を進めている。基本的なGPSによる測位では信号コードを利用しており、ICAOにおいて検討中のGNSSの標準も信号コードによる測位方式である。将来高カテゴリの進入着陸においては高い航法精度が要求される。信号コードと比較して波長の短い搬送波の位相を利用するキネマティックGPSは、GPSによる測位の中では最も高い精度が得られる方式として既に測量等に利用されている実績がある。しかし、リアルタイムキネマティック（RTK）GPSには同様の波の繰り返される搬送波のどの波かを表す整数値バイアスの決定に時間がかかり、また間違っ了解を出力する可能性もあるといった問題があるため、高い信頼性が要求される航空機の航法システムとしては利用できなかった。

GPSの信号は将来強化され、民間用にも2周波または3周波が利用可能となる計画がある。この場合、整数値バイアス決定に利用できるデータが多くなるため、収束時間と解の正解率等の性能が改善される。また、現在ヨーロッパで開発中の衛星測位システムのGalileoにおいても、RTKの利用を始めから考慮し、複数周波数によるサービスを計画している。また受信機に内蔵されるマイクロプロセッサとソフトウェアの技術的な進歩も考慮すると、将来の衛星測位システムにおけるRTKの利用は現在よりも容易になり、利用範囲が広がることが予想される。本研究では、現在使用可能なGPS受信機におけるRTKの性能を確認する基礎的な実験データを収集し、RTKの進入

着陸への応用について将来の可能性に関する検討を行う。

2. 研究の概要

平成12年度は、平成7年から9年度の特定期研究「自動着陸を目指した航法精度要件の研究」において開発したCバンドデータリンクを利用したDGPS実験システムのソフトウェアを改造し、2周波RTK GPSが使えるように機能を向上した。飛行実験としては実験用航空機の利用率を上げるため、受託試験「メガフロート（浮体式海上）空港モデルへのGPSによる進入飛行に関する試験研究」と合わせて行い、横須賀港沖合のメガフロート空港のモデルに対し、進入着陸データを収集した。飛行実験は、2000年8月22日から9月6日まで、ローパスも含め約50回の進入飛行を行った。

現在航法用のRTK GPS受信機は無いので代表的な2周波RTK GPS受信機を実験用として使用した。理論的には、2周波RTK GPSが1周波RTK GPSに比べ、収束時間が短縮されるはずであるが、今回使用した実験用2周波RTK GPS受信機では、着陸までに収束しない場合の方が多く、1周波RTK GPSに比べて収束時間の顕著な改善は見られなかった。その他、受信機のバグによる異常な誤差も見られたが、航法用の受信機ではないので本質的な問題ではない。これらの原因を調べるためさらに飛行実験、地上実験、データ解析を行う必要がある。

3. まとめ

2周波RTK GPSの飛行実験を行った結果、予想に反し1周波RTK GPSに比べて収束時間の顕著な改善は見られなかった。平成13年度にこの原因を調べるためさらに飛行実験、地上実験、データ解析を行い研究をまとめる計画である。

掲載文献

- (1) 田嶋, 朝倉, 松本, “DGPS進入着陸飛行実験による航法性能要件の検討,” 信学論 (B), Vol.J83-B, No.8, pp.1186-1194, Aug. 2000.
- (2) 朝倉, 田嶋, “DGPS進入におけるメガフロート空港の潮汐の影響”, 第1回電子研発表会, 平成13年6月



図1 実験用航空機操縦席から見たメガフロート

メガフロート（浮体式海上）空港モデルへのGPSによる進入飛行に関する試験研究 （平成12年度受託第1号）

担 当 部 電子航法開発部

担 当 者 ○田嶋裕久 朝倉道弘

研究期間 平成12年6月1日～平成12年12月21日

1. はじめに

GPS（Global Positioning System）のような人工衛星を利用する航法システムが運用され、航空機の航法システムとしても利用され始めている。航法性能要件を満たすためのGPSの補強システムとしては、静止衛星による広域に対するSBAS（Satellite Based Augmentation System）と空港毎に基準局を設置するGBAS（Ground Based Augmentation System）があるが、どちらも地球の中心を基準として固定した世界共通の標系を使用している。

海上空港として超大型浮体式海洋構造物（メガフロート）を使用する場合の問題等を研究するため、メガフロート技術研究組合が実験を行ってきた。実証実験においては長さ1000mの空港モデルを横須賀港沖に建造し、各種の航空機による進入着陸実験が行われた。本試験研究では、メガフロートのように潮汐によって滑走路の位置が変動する空港において、地球に固定した座標系を標準とする衛星航法システムを使用する場合の問題を検討した。

2. 試験研究の概要

ディファレンシャルGPS（DGPS）はGBASの要素技術であるので、当研究所のDGPS実験装置と実験用航空機（Beechcraft 99）を使用してメガフロート空港モデルに対して進入着陸の飛行実験を行いデータを収集した。DGPSを利用する場合、浮体上で局所的座標を使用する方式と地球座標を使用する方式が考えられるが、陸上と互換性の無いシステムでは実用性に問題があるため、浮体上で局所的座標を使用する方式に絞って飛行実験を行った。

当研究所の実験用DGPS基準局（基準用GPS受信機、Cバンドデータリンク送信機）をメガフロート上に設置し、実験用航空機に機上装置（測位用GPS受信機、Cバンドデータリンク受信機）を搭載した。航空機では、地上からのデータを利用して航空機位置を補正するとともに、パイロットに対してコース偏差をコース偏差指示器（クロスポインタ）で表示して進入飛行実験を行った。

DGPSでは誤差と潮位の変化（1.8m）が同程度であり、その判別が困難である。そこで、標準の高さを10m高くシフトし、これより潮位が10m下がった状態をDGPSで補正していることを模擬した実験も行った。

DGPSの実験結果における高さ方向のばらつきは±1m程度であり、潮汐による高さ変動があっても陸上空港の



図1 メガフロートエプロンの実験用航空機B-99
（運輸大臣視察）

実験結果と比較して精度の低下は無く、基準局設定データを+10mシフトした結果は航空機において測位される高さが+10mシフトした結果となることが確認された。これは、GPSの測位が基準局との相対的な測位となっていることを示している。

3. まとめ

今回実験した基準局をメガフロート上に設置する方法は、浮体を基準とした局所的な座標を使用する方式である。地上装置及び航空機側の装置が陸上空港に着陸する場合と同様で良く、互換性の点で優れている。実験では高さが潮位によって変化しても相対測位の効果により陸上空港と同様にDGPSによる着陸ができることが確認された。

掲載文献

- (1) 朝倉, 田嶋, “DGPS進入におけるメガフロート空港の潮汐の影響”, 第1回電子研発表会, 平成13年6月

2 航空施設部

I 年度当初の試験研究計画とそのねらい

平成12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. SSRモードSネットワーク化の研究
2. ハイインテグリティ・ディファレンシャル方式の研究
3. データリンクによる航空機等の監視システム高度化の研究
4. 航空管制用デジタル対空無線システムの研究
5. 積雪による進入コースの予測技術に関する研究
6. 空港面におけるSSRマルチパス除去方法の研究

1から4の研究は航空局からの要望研究であり、経費は空港整備特別会計によるものである。また、5は指定研究、6は一般研究である。

1は我が国の航空管制に適合した二次監視レーダ(SSR)モードSのネットワーク化とモードSデータリンク応用についての検討と開発を行う研究である。2は全地球的航法衛星システム(GNSS)を精密進入着陸に導入する場合のデータ伝送システムの開発と補強情報の質の検証に関する研究である。3は空港面を走行する航空機、車両ならびに周辺空域を飛行する航空機を正確かつ効率的に監視する自動従属監視(ADS)システムの開発に関する研究である。4は将来の管制通信量の増加に対処するため、空地間の音声通信をデジタル化し、併せて、データ通信を可能にする次世代のVHF対空通信システムの開発に関する研究である。5は空港に設置されている計器着陸装置(ILS)グライドパス(GP)の進入コースが積雪によって変化するのを、雪の電気的特性を測定することでコース変化を予測する技術の開発に関する研究である。6は空港面航空機自動識別表示システムで出発機の識別にSSR応答信号を利用するための研究で、空港内の建造物によるマルチパスを抑圧し、目的の航空機からのSSR応答信号を解読する技術の開発研究である。

II 試験研究の実施状況

SSRモードSネットワーク化の研究では、前年度に実施した基礎試験結果に基づいて各装置の機能向上を行うと共に、データ解析装置を製作して評価システムを完成させてモードSネットワークの総合評価試験を実施した。

ハイインテグリティ・ディファレンシャル方式の研究では、可搬型GBASデータ収集装置を使用して、仙台空

港と新東京国際空港においてGPS信号の信頼性の検証に関する地上実験を行った。また、仙台空港において進入・着陸の飛行実験を行い、実験結果と連続的なGPSの受信信号の解析等に基づいてGBASの完全性・連続性・有効性の評価を行った。

データリンクによる航空機等の監視システム高度化の研究では、平成11年度に実施したシステムの基本設計に基づいて、マルチチャンネル化により通信容量が大幅に拡大できる実験用ADSシステム地上装置の製作を行った。

航空管制用デジタル対空無線システムの研究では、実験システムの高周波部と電波干渉実験システムを製作すると共に、地上センター局の基本設計を行った。また、VDLモード3の運用要件に基づいて、今後実施する評価実験の内容と方法について検討した。

積雪による進入コースの予測技術に関する研究では、GP反射面の積雪の誘電率変化を長期的に監視するために、改良ガンマー法を考案して測定装置の製作を行い、性能確認のための試験を青森空港で実施した。

空港面におけるSSRマルチパス除去方法の研究では、電子走査アンテナを使ってマルチパス環境下においてSSR信号を解読して航空機を識別する方法に関する実験を行った。また、航空局に対する「空港面航空機自動識別表示システムの性能向上に関する技術協力」の一環として、距離分解能の高精細化、降雨クラッタ抑圧効果の検証、表示装置の液晶ディスプレイ化、TV監視装置による空港面探知レーダの補完に関する試験等を実施した。

この他、受託試験として、メガフロート空港におけるILSの安定性に関する試験研究を行った。

III 試験研究の成果と国土交通行政、産業界、学会に及ぼす効果の所見

当部が実施している研究の成果は、今後設置・運用する航空保安システムの技術基準、運用基準の策定等に必要の技術資料として、国土交通行政に直接寄与している。

また、次世代航空保安システムに係わる研究では我が国独特の問題もあり、積極的に国際民間航空機関(ICAO)において評価試験データを公表するなど、国際的な技術基準の検討と策定に貢献している。また、これらの研究成果は電子情報通信学会、日本航海学会及び日本航空宇宙学会等で発表している。

(航空施設部長 田中 修一)

SSRモードSネットワーク化の研究

担当部 航空施設部
担当者 ○三吉 襄 宮崎裕己 古賀 禎
研究期間 平成8年度～平成12年度
平成12年度経費 48,100千円

1. はじめに

二次監視レーダ（SSR）は、管制情報処理システムに航空機の位置、高度、および識別符号等の情報を提供する航空管制施設で、空港や航空路の主要地点で運用されているが、航空交通の増大や地上SSR局の増加に伴い、測位精度の不足、干渉によるターゲットの欠落、過剰質問によるトランスポンダの飽和等の問題が生じてきた。また、管制の処理効率を高めるために、信頼性の高い空地データ通信の要求が高まってきた。

これらの背景から国際民間航空機関（ICAO）では、監視機能を向上するとともに空地データ通信機能を付加したSSRモードS（以下モードSという）の国際標準が制定され、各国においてモードSの開発および導入が進められている。電子航法研究所では、平成3年度からモードSシステムの開発および評価を行ってきたが、評価試験の結果、実用化の見込みが得られたことから、我が国においてもモードSの導入が計画され、平成15年度より監視機能の運用が開始される予定である。

このモードSは、ネットワーク化を図ることによりモードSが持つ優れた機能および性能を十分に発揮させて、協調的な航空機監視、効率的な空地データ通信、相互バックアップによる信頼性の向上等、効率的で信頼性の高い運用を提供することができる。加えて、モードSは航空通信ネットワーク（ATN）における空地サブネットワークの一つでもあることから、今後の我が国におけるモードSの普及に備え、モードSネットワーク技術を確立しておくことが必要である。

このため、本研究では、モードSネットワーク評価システムを整備し、ネットワークの機能および性能について評価試験を実施して、モードSネットワークに関する諸機能の動作確認、ICAO国際標準の検証、ならびにネットワーク化によるモードSの性能評価等を行った。

2. 研究の概要

図1に本研究で構築したモードSネットワーク評価システムの構成を示す。本評価システムは、「SSRモードSシステムの研究」において整備した地上データリンク処

理装置等の既存装置に、ネットワーク関連の機能を付加するとともに、擬似モードSセンサ、マルチサイトターゲットシミュレータ等、ネットワーク化に必要な装置を加えてモードSネットワークを形成している。

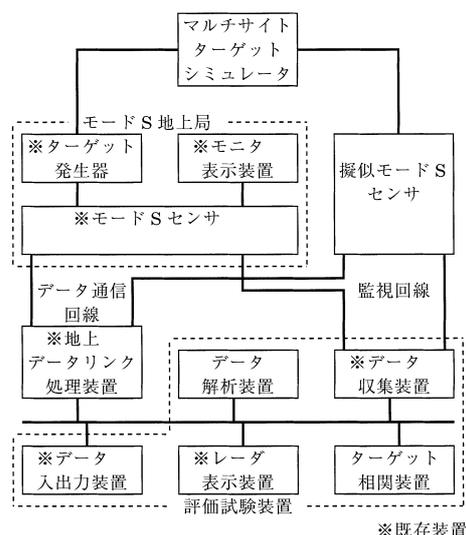


図1 モードSネットワーク評価システムの構成

2.1 研究計画

平成8年度は、モードSネットワークの接続方式、管理方式、評価内容等を検討して基本設計を行うとともに、評価試験装置にネットワークを評価するために必要な機能を付加した。

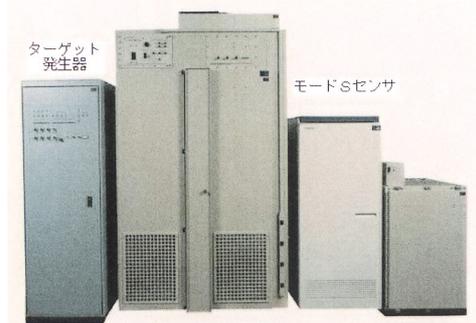
平成9年度は、我が国の管制通信に適したモードSデータリンクを検討するとともに、擬似モードSセンサ、マルチサイトターゲットシミュレータを製作した他、ターゲット発生器にマルチサイト環境下でのターゲットを模擬する機能を付加した。

平成10年度は、前年に引き続きモードSデータリンクを検討するとともに、擬似モードSセンサ、マルチサイトターゲットシミュレータに機能付加を行った。

平成11年度は、地上データリンク処理装置にネットワーク化に対応させるための改修を行うとともに、ターゲット関連装置を製作した他、モードSネットワークの基

礎試験を実施した。

平成12年度は、前年度に実施した基礎試験結果に基づいて各装置の機能を向上させるとともに、データ解析装置を製作して評価システムを完成させ、モードSネットワークの総合評価試験を実施した。



(a) モードS地上局



(b) 新規製作装置



(c) 評価試験装置

図2 各装置の外観

2.2 評価システム

本研究にて整備した評価システムでは、モードSセンサの他、複数センサの機能を模擬できる擬似モードSセンサを用いてマルチサイト環境を形成させ、マルチサイトターゲットシミュレータにより模擬ターゲットを発生させることで、様々なセンサ配置およびターゲット分布に対してシミュレーションによる評価を行えるようにした。図2 (a) にモードS地上局、(b) に擬似モードSセンサ等の新規製作装置、(c) に評価試験装置等の外観を示す。以下に各装置の機能を説明する。

(1) モードS地上局

モードSセンサは、質問応答の送受信、応答の信号処理を行うとともに、監視処理、データリンク処理、およびネットワーク管理等の機能を実行する。ネットワーク管理では、覆域マップの管理、航空機情報の転送等を行う。ターゲット発生器は、モードSセンサに対して模擬ターゲットを発生させる。モニタ表示装置は、モードSセンサの運用状況を表示する。

(2) 擬似モードSセンサ

複数センサによるネットワーク環境を形成させるためにモードSセンサの機能を模擬するとともに、模擬ターゲットを発生させる。本装置では、ネットワークの機能確認で必要とされるアップリンク送信の失敗、センサ障害等を模擬できるようにした。

(3) 地上データリンク処理装置

ICAOが定めたモードSネットワークの規定に従って、ネットワーク管理、モードS固有サービス等の機能を実行する。ネットワーク管理では、センサプライオリティの決定、データリンクメッセージおよび航空機情報の転送制御等を行う。

(4) マルチサイトターゲットシミュレータ

マルチサイト環境下における模擬ターゲットの移動およびデータ通信を一元的に制御する。本装置では、模擬ターゲットのシナリオ設定、機上データリンク処理装置の機能模擬等を行う。

(5) 評価試験装置

ターゲット相関装置は、複数のセンサから送られてくる監視情報を選択するとともに、ターゲットを共通のレーダ画面に表示させるために監視データの座標変換を行う。レーダ表示装置は、監視情報に基づいてターゲットをレーダ画面に表示する。データ入出力装置は、データリンクメッセージの入力および表示等を行う。データ収集装置は、各センサより送られてくる監視情報およびデータ通信情報を収集する。データ解析装置は、収集した

データよりネットワークの性能解析等を行う。

2.3 評価試験

モードSネットワーク評価システムを用いて、ネットワークの機能および性能に関する評価試験を実施した。機能試験では、協調的な航空機監視、効率的な空地データ通信、相互バックアップによる信頼性の向上等、モードSを高度運用させるネットワークの諸機能を確認した。性能試験では、航空機監視ならびに空地データ通信の性能について、モードSを単独で運用した場合とネットワーク化して運用した場合とで比較して、モードSのネットワーク化による性能向上を評価した。

2.3.1 機能試験

以下に各試験項目で確認した機能の概要を説明する。

(1) 協調的な航空機監視

[センサプライオリティ管理]

割り当てセンサ情報に基づき、各ターゲットに対して監視およびデータリンクを行うセンサを管理する。

[トラック移送]

ターゲットが覆域境界を通過する場合、航空機情報を転送することによりハンドオフを行い、監視を連続的に継続させる。

[トラック補完]

コースト発生時に航空機情報の転送し、コースト機の監視を継続させるとともに再捕捉のバックアップを行う。

(2) 効率的な空地データ通信

[アップリンク]

各センサから送られてくる航空機情報を基にルート情報を管理し、アップリンクの転送ルートの決定する。

[ダウンリンク]

地上側から転送されたルート情報を管理し、ルート情報に従ってダウンリンクの転送ルートを決定する。

[送信センサ切り替え]

アップリンクまたはダウンリンクの送信が失敗した場合、ルート情報に基づいて転送ルートの変更する。

[モードS固有サービス]

航空管制用に設計されたデータリンクプロトコルで、地上喚起ダウンリンク、ブロードキャスト、モードS固有プロトコルの3種類のサービスが用意されている。

(3) 相互バックアップによる信頼性の向上

[センサ障害発生時の処理]

ネットワークを構成するセンサに障害が発生した場合、隣接センサが監視およびデータ通信の代行する。

[センサ障害復旧時の処理]

障害センサが復旧した場合、隣接センサが航空機情報

を転送することにより、復旧センサの運用開始をバックアップする。

[運用モード管理]

データ通信回線に障害が発生した場合、センサの運用モードを切り替えて監視を継続できるようにする。

2.3.2 性能試験

性能試験では、トラック移送による捕捉時間の比較、トラック補完による再捕捉時間の比較、センサ障害復旧後のターゲット捕捉時間の比較等について性能評価を行い、モードSはネットワーク化して運用した場合のほうが単独で運用した場合よりも、効率的で信頼性の高い運用を行えることが分かった。

3. まとめ

本研究では、モードSネットワーク評価システムを整備し、ネットワークの機能および性能について評価試験を行い、ネットワーク諸機能の確認、ICAO国際標準の検証、ネットワーク化によるモードSの性能評価等を実施した。機能試験では、協調的な航空機監視、効率的な空地データ通信、相互バックアップによる信頼性の向上等、モードSを高度運用させるネットワークの諸機能が正常に機能していることを確認した。性能試験では、SSRモードSはネットワーク化を図ることにより、効率的で信頼性の高い運用を行えることが分かった。

[参考文献]

- (1) 三吉：“新しい航空機監視レーダ“SSRモードS””，1998年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会講演論文集1，p.196，平成8年9月
- (2) 宮崎，三吉，古賀：“SSRモードSセンサの航空機追尾特性について”，第29回電子航法研究所研究発表会講演概要，pp.45-48，平成9年6月
- (3) 古賀，三吉，宮崎：“DGPSとSSRモードSの測位精度比較”，第30回電子航法研究所発表会講演概要，pp.65-68，平成10年6月
- (4) 古賀，三吉，宮崎：“GPSを用いたSSRモードSの較正について”，電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス技術報告 SANE98-32，平成10年7月
- (5) 宮崎，三吉，古賀：“SSRモードSの開発と監視機能の評価試験”，電子航法研究所報告，NO.92，1999年1月
- (6) 宮崎，三吉，古賀：“SSRモードSネットワークの開発について”，第31回電子航法研究所研究発表会講演概要，pp.29-32，平成11年6月

- (7) Miyoshi : “Development and Evaluation of SSR Mode S in Japan”, ICAO SICASP-WG/1 WP-846, March 2000, London
- (8) 古賀, 三吉, 宮崎 : “SSRモードSデータリンクの試験結果について”, 第32回電子航法研究所研究発表会講演概要, pp.47-50, 平成12年6月
- (9) 三吉, 宮崎, 古賀 : “SSRモードSシステムの研究 その1 モードSシステムの開発と監視機能の評価試験について”, 要望研究報告, 平成12年9月
- (10) 古賀, 宮崎, 三吉 : “SSRモードSのデータリンク 評価試験の結果について”, 2000年電子情報通信学会

通信リサイエティ大会講演論文集B-2-2, p.159, 平成12年9月

- (11) 古賀, 三吉, 宮崎 : “SSRモードSのデータリンク 評価試験の結果について”, 電子航法研究所報告, NO.96, 2001年1月
- (12) 古賀, 三吉, 宮崎 : “SSRモードSシステムの研究 その2 データリンク機能とその評価試験について”, 要望研究報告, 平成13年2月
- (13) 宮崎, 三吉, 古賀 : “SSRモードSネットワークの評価試験について”, 第1回電子航法研究所研究発表会講演概要, pp.51-58, 平成13年6月

ハイインテグリティ・ディファレンシャル方式の研究

担 当 部 航空施設部

担 当 者 ○藤井直樹 福島荘之介 齊藤真二

研究期間 平成8年度～平成12年度

平成12年度経費 53,500千円

1. はじめに

ICAO（国際民間航空機関）は、航空機の航法として、人工衛星を使用した全地球的測位システムであるアメリカ合衆国のGPSやロシア連邦のGLONASSを利用した全地球的航法衛星システム（GNSS）を導入するため、GNSSに関するSARPs（国際標準および勧告方式）を策定する全地球的航法衛星システムパネル（GNSSP）を平成6年に設置した。GNSSを航空機の進入着陸システムに使用するためには、高い精度、高い完全性（ハイインテグリティ）及び十分なサービスの継続性が要求され、その条件を満たすためにはGNSSの信号を補強するシステムの構築が必要とされている。補強システムとして、静止衛星を利用して補強データを放送する静止衛星型補強システムと、地上から放送する地上型補強システム（GBAS：Ground Based Augmentation System）が考えられ、これらに対するSARPs策定のための検討およびSARPs案に対する検証が行われている。平成11年4月に開かれたパネル会議で航空路、ターミナル空域からカテゴリーI進入着陸までに対するSARPs案が採択され、その案に対する検証と改訂作業が、平成12年6月の米国シアトル作業部会まで行われた。SARPs案はICAOの航空委員会（ANC）および理事会の審議を経て、平成13年11月1日に発効する運びとなった。

当所では、これらのICAOにおけるSARPs案の策定作業、検証作業に対する寄与、並びに、我が国の国土に適

したGBASを構築するための、本研究を平成8年度より開始し、カテゴリーIのGBASに対する技術開発を行ってきた。この技術開発には、GNSSの補強データを送るデータ伝送に関する研究と送信する補強データの質に関する研究がある。8～12年度にかけてはデータ伝送に関する研究、10～12年度にかけては補強データの質に関する研究を行い、実験用GBASを構築し実用化システムへの問題点の整理を行った。

2. 研究の概要

GBASの補強データの伝送方式に関する方式としては、研究開始時点ではVHF（108MHz～118MHz）帯、Cバンド（5GHz帯）を始め種々の周波数を使用した方式が検討されていた。当所としては候補となった方式の中から、当初有力だった、高カテゴリーの精密進入を目的とした放送型データ伝送方式として、MLSに使われているCバンドとILS/VORに使われているVHF帯を利用する方式に対して試作検討を行った。

Cバンドを使用した方式は、電波の干渉問題がないことと高い完全性及び十分なサービスの連続性がMLSの開発の中で実証されているために、開発期間を短縮することが可能で英国などが支持した方式である。我が国もMLSのデータ伝送方式を発展させた、GNSSの補強データを効率的に伝送する可変長フォーマットの拡張Cバンドデータ伝送方式を考案し、ICAOに提案した。VHF帯

を使用した方式はすでに多くの航空機にVHFのアンテナが取り付けられているため航空会社に対する負担が少なく、VHFデジタルリンク（VDL）の技術が応用できるために米国などが推進した方式である。現在のICAOでは、VHF帯を使うD8PSK方式がSARPs案に採択されている。

Cバンドを使用した方式の評価のために、ビット誤り率、受信レベル、受信信号位相角度が測定できる、Cバンド受信装置とCバンドデータリンク受信信号処理装置を開発した。従来の機材と比べて受信感度がよく、この機材をCバンドデータリンクに関する実験に使用した。高利得でシャープカットオフ特性を持つCバンド全方向アンテナを開発し、岩沼分室のハイインテグリティ・ディファレンシャル実験用鉄塔に設置し、地上および飛行実験を行った。

VHF帯を使用した方式の評価のために、GBAS-VHF送信装置、GBAS-VHF受信装置およびGBAS-VHF送信アンテナなどを開発し、実験を行った。実験においては、米国の薦めているD8PSKとスウェーデンが薦めているGFSKの2つの変調方式に関する評価を行った。

補強データの質に関する研究は平成10年度から始まり、補強データを作成するためのGBAS用データ計測システムと、補強データの質を評価するためのGBASデータ評価装置を製作した。GBAS用データ計測システムは4式のGPS受信機から高信頼性のGPS補強データを作成するシステムで、GBASデータ評価装置は作成した補強データを評価する装置である。また、補強信号を監視するためのGBAS監視装置を製作した。GBAS監視装置はGPS信号とVHF方式の信号を受信することによって、放送された補強信号を監視する装置である。各装置に対する評価を行いながら、SARPs案の変更などに合わせて機能向上を行った。各種の設置環境でデータを採取するための可搬型GBASデータ収集装置を製作した。また、調布（三鷹）の研究所において定常的にデータを採取できるようにGPSアンテナなどの整備も行った。平成11年度から12年度にかけて、可搬型GBASデータ収集装置を用い、仙台空港と新東京国際空港においてGPS信号の信頼性に関する地上実験を行った。平成12年度には仙台空港において飛行実験を行い、精度の評価を行った。これらの実験および調布における連続的なデータの取得によるGPS受信信号の解析などを通じて、GBASの完全性・連続性・有効性の評価を行った。

3. 研究成果

3.1 補強データの伝送方式に関する成果

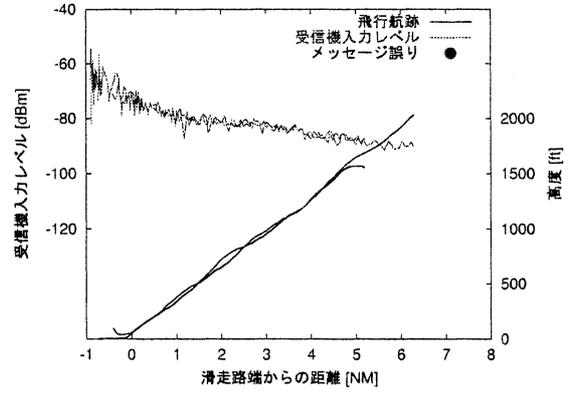


図1 拡張Cバンドデータ伝送方式によるアプローチ飛行実験結果

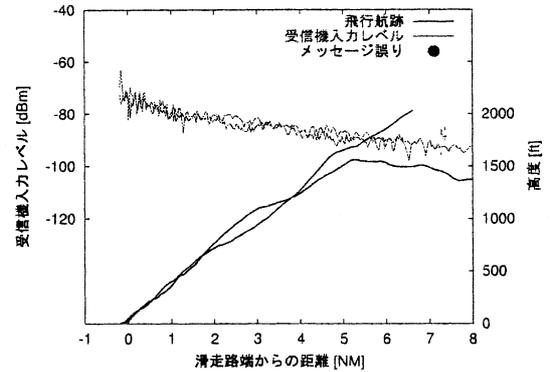


図2 RTCA SC159方式によるアプローチ飛行実験結果

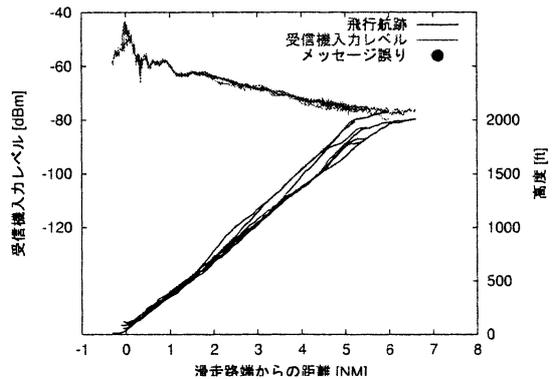


図3 VHF D8PSK変調方式によるアプローチ飛行実験結果

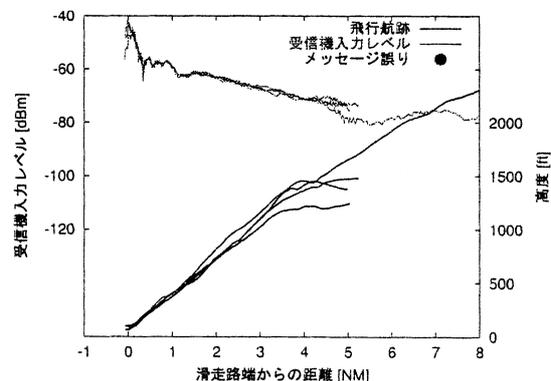


図4 VHF GFSK変調方式によるアプローチ飛行実験結果

Cバンド補強データの伝送方式に関する研究において、ICAOに提案した拡張Cバンドデータ伝送方式の評価のために、仙台空港における飛行・地上実験では、伝送方式として、提案した拡張Cバンドデータ伝送方式とVHFと同じ信号形式であるRTCA SC159方式を比較検討した。図1, 2に、それぞれ2回の飛行実験における航跡、受信機入力レベルとメッセージ誤りが生じたポイントを航跡上に示す。図1, 2に示す通り、メッセージ誤りもなく、双方の結果とも良好で、進入に際してMLS受信機に対する要求受信レベル-95dBmをほぼ満たしており、信頼性が高いという実験結果を得たので、この結果をGNSSPの作業部会にも報告を行った。

VHFバンド補強データの伝送方式に関する研究では、岩沼分室に送信機を設置し、D8PSKとGFSKの2つの変調方式に対して、飛行実験を評価した。図3, 4に飛行航跡、受信機入力レベルとメッセージ誤りが生じたポイントを航跡上に示す。図3, 4が示すようにメッセージ誤りもなく双方とも良好であった。ただし、詳細に比較すると、GFSKはD8PSKに比べて、メッセージ誤りや受信覆域などは変わらないものの、ビット誤りではVHF通信などの送受信切り換え雑音などの外部雑音に対しては弱い傾向が見られた。

また、図5, 6にレベル飛行実験の結果の飛行航跡、受信機入力レベル、航跡上にメッセージ誤りが生じたポイントと要求最低受信機入力レベルの-87dBmを示す。水平偏波のVHF帯の信号では、図5に示すように、電界強度が低くなる地域(ナル)が発生しやすいので、単一アンテナによる飛行実験と、アンテナを重ねたスタックド・アレイによる飛行実験を行い、アレイによるナル抑制効果の比較を行った。図6に示す通り、実験結果はメッセージ誤りが生じる場所が仰角15度より高い空域となり、要求覆域の1度~7度の外となった。この結果はスタックド・アレイによるナル抑制効果が優れていることを示した。

3.2 補強データの質に関する成果

補強データの質に関する研究の成果は、平成11年度に行った、可搬型GBASデータ収集装置を用いた仙台空港と新東京国際空港におけるGPS信号の信頼性に関する地上実験を実施し、24時間にわたるデータを各種の条件下で3日分採取し解析を行った。この結果、GBAS基準局として4つの受信局を用いる方法の有効性が確認された。また、周辺構造物などがGPS信号を遮蔽しない場合、受信アンテナの高さが低いほど精度が良くなるという結果も得られた。調布の研究所において連続的に採取したデータは、GBAS用データ計測システムのアルゴリズムと

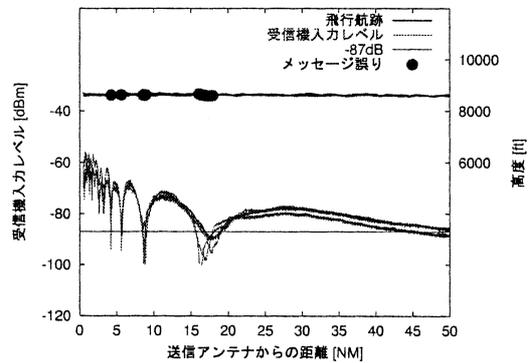


図5 単一アンテナによるレベル飛行実験結果

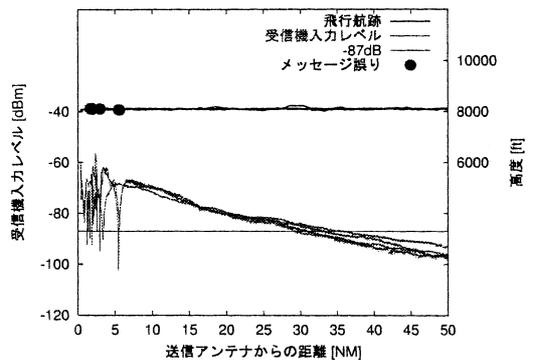


図6 アレイ・アンテナによるレベル飛行実験結果

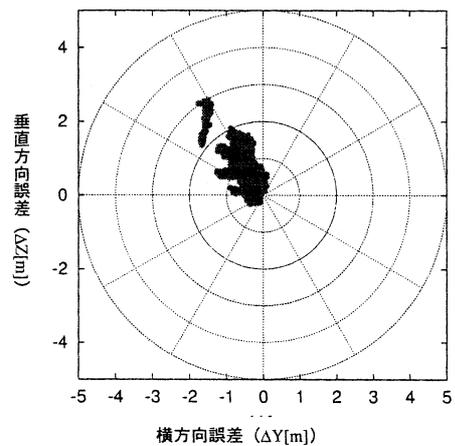


図7 アプローチ飛行によるDGPS精度実験結果

ソフトウェアに多くの問題点があることを明らかにし、機能の改修および向上の必要性を示した。精度を評価するための仙台空港における13回のアプローチ飛行では、垂直方向の精度は95%確率で2.4m、最大値2.5mとなり、カテゴリーIの性能要件である3.4m(95%確率)の精度を満足することを確認した。横方向に対しても、13.7m(95%確率)の精度要件に対して、実験では95%確率精度で1.7m、最大値1.7mとなり、要件を満足することを確認した。(図7参照)

4. まとめ

本研究において、次世代の航法システムであるGNSSを航空機の進入着陸に使用するために用いられるGBASの確立に向けての技術的な検討、評価、開発を行い、GBAS実用化に向けての基礎的な資料を得た。現在、ICAOで議論されているように、GBASに要求されている、高い有効性、高い完全性及び十分なサービスの連続性の要件を満たすには、本研究の対象とされていなかった電離層による影響、大気圏誤差による影響などの自然現象に対する解析も必要である。今後とも、ソフトウェアの信頼性の向上を図りながら、さまざまな観点からの検討が必要であり、ICAOの動向を注視しつつ、我が国独自の問題を考慮し、最適なGBASの構築のために研究を進めていくなかで、今回の本研究の結果は、カテゴリーIのGBASの実用化に向けての資料になるとともに、将来に向けた高カテゴリーのGBASに対する研究開発に対しても基礎的資料となると考えられる。

掲載文献

- (1) N.FUJII, N.TAKAGI: “NABS Power Budget with 360 degree C-band Antenna” ICAO GNSSP-WG/D-WP/1, Atlantic City, September 1996.
- (2) N.FUJII, N.TAKAGI: “Preliminary Results of Bit Error Rate Test for General Aviation C-band Receiver” ICAO GNSSP-WG/D-WP/2, Atlantic City, September 1996.
- (3) N.FUJII, N.TAKAGI: “Flight Experimental Results of C-Band NABS” ICAO GNSSP-WG/D-WP/3, Atlantic City, September 1996.
- (4) N.FUJII, N.TAKAGI: “The Results of Bit Error Experiment on the Runway Surface using C-band NABS” ICAO GNSSP-WG/D-WP/59, Gold Coast, February 1997.
- (5) N.FUJII, N.TAKAGI: “NABS-C Message Format” GNSSP-WG/D-WP/60, Gold Coast, February 1997.
- (6) 福島, 藤井, 横山: “Cバンドデータ伝送によるLAASの評価実験” 第29回電子研発表会講演概要, 平成9年6月.
- (7) N.FUJII, S.FUKUSHIMA, N.TAKAGI: “Experiment Results of Bits Error Rate by New C-Band Data-link Receiver” ICAO GNSSP-WG/D-WP/9, Montreal, May 1997.
- (8) N.FUJII, S.FUKUSHIMA, A.SHIMAMURA: “C-band Omni-Directional Antenna” ICAO GNSSP-WG/D-WP/93, Brussels, September 1997,
- (9) S.FUKUSHIMA, N.FUJII, A.SHIMAMURA: “Flight Test Results for C-Band Broadcast System” ICAO GNSSP-WG/B-WP/54, Wellington, May 1998.
- (10) 福島, 藤井: “衛星故障を考慮したLAASのアベイラビリティ” 第30回電子研発表会講演概要, 平成10年6月
- (11) N.FUJII, S.FUKUSHIMA, Y.MATSUZAWA, A.SHIMAMURA: “VDB System Using D8PSK and GFSK Modulation” ICAO GNSSP-WG/B-WP/63, Krasnoyarsk, August 1998.
- (12) N. FUJII, S. FUKUSHIMA, Y. MATSUZAWA, A. SHIMAMURA: “Flight Test Results of GBAS VDB System” ICAO GNSSP-WG/B-WP/12, Kobe, January 1999.
- (13) 福島, 藤井: “VHFによるLAASデータ伝送の飛行実験” 第31回電子研発表会講演概要, 平成11年6月
- (14) N.FUJII, S.FUKUSHIMA, S.SAITOH, Y.MATSUZAWA, A. SHIMAMURA: “Flight Experiments for Horizontal Polarization VDB System” ICAO GNSSP-WG/B-GBAS/SG-WP/5, Toulouse, March 2000.
- (15) N.FUJII, S.FUKUSHIMA, S.SAITOH, Y.MATSUZAWA, A. SHIMAMURA: “VDB Transmitter Performance” ICAO GNSSP-WG/B-GBAS/SG-WP/10, Toulouse, March 2000.
- (16) 齊藤, 福島, 藤井: “GBAS飛行実験結果について” 第32回電子研発表会講演概要, 平成12年6月
- (17) 福島, 齊藤, 藤井: “多基準局を用いる狭域DGPSの測位実験” 第32回電子研発表会講演概要, 平成12年6月
- (18) S.TANAKA, S.NIHEI, N.FUJII, Y.KAWAI: “Introduction of Airport Vehicle Positioning System in Japan” ICAO GNSSP-WG/B-WP/5, Banff, March 2001.
- (19) N.FUJII, S.FUKUSHIMA, S.SAITOH, Y. KAWAI: “Preliminary Results of GBAS Flight Trial in Japan” ICAO GNSSP-WG/B-WP/36, Banff, March 2001.
- (20) 齊藤, 福島, 藤井, “GBAS補強情報による航空機の測位実験” 第1回(独)電子研発表会講演概要, 平成13年6月
- (21) 福島, 齊藤, 藤井, “地上型補強システム(GBAS)のインテグリティ” 第1回(独)電子研発表会講演概要, 平成13年6月

データリンクによる航空機等の監視システム高度化の研究

担 当 部 航空施設部
担 当 者 ○田中修一 二瓶子朗 加来信之
研究期間 平成11年度～平成15年度
平成12年度経費 31,300千円

1. はじめに

将来の航空機監視には、全地球的航法衛星システム（GNSS）などによる精密測位とデータリンクを利用した自動従属監視（ADS）システムを導入することが提案されており、ICAOでは、洋上や航空路上で衛星やVHF電波によるデータリンクを利用したADSが検討されている。また、空港周辺と空港面においても、安全性向上と空港の運用効率改善を図るために航空機や車両の監視にADSの導入が検討されており、SSRモードSのスキッタやVHF電波によるデータリンクを利用する方法が提案されている。このようなADS技術は、ICAO等で検討が進められている先進型地上走行誘導管制（A-SMGC）システムにおいて重要な技術になることが予想される。

本研究では、空港面の地上を走行する航空機・車両と周辺空域を飛行中の航空機を正確に効率よく監視できるADSシステムについて、実験装置の試作と評価試験を行って、移動体の精密測位技術と測位データを管制機関等に伝送するデータリンク技術に関する資料を得ることを目的としている。

2. 研究の概要

本研究は5ヶ年計画で進めており、平成11年度は、航空機・車両等移動体の測位システムの検討と測位性能試験を実施すると共に、高速で大容量化が可能な実験用ADSシステムの基本設計を行った。

移動体の測位については、仙台空港において車両走行によるDGPS/RTKGPSの測位性能試験を実施した。その結果、大部分の場所では正常な測位性能が得られることが確認できたが、ターミナルビルの近傍においては正常に測位できない場合が多い。これは、ターミナルビルやボーディングブリッジ等による電波の遮蔽によって、GPS衛星数の減少や無線データリンクの受信状態が不安定になるためと考えられる。このようなターミナルビル近傍における測位性能の劣化については、ジャイロや車速パルス等を使った補完方法等について今後検討していく計画である。

平成12年度は、これまでの基本設計に基づいて、通信

容量の大幅な拡大が可能なマルチチャネル対応の実験用ADSシステム地上装置を製作した。通信容量の大幅な拡大方法については、現在実験に使用している2.4GHz帯のISM無線帯域が平成11年から従来の3倍の帯域を使用できるようになったため、これを利用して容量の大幅な拡大を図ることとした。すなわち、ISM無線帯域を3分割してマルチチャネル化してチャネル毎に別個のデータリンクを形成し、これを統合化してデータを一元的に管理することで全体があたかも一つのデータリンクで動作しているように働き、しかも通信容量を大幅に拡大することが可能なシステムの考案を行った。

また、製作した地上装置等を使って基地局装置およびマスター局装置間における有線通信系を中心とした高速大容量のデータ伝送試験を行った。

平成13年度は、移動体装置の製作と無線通信系を含むデータリンク性能試験を行う。

平成14年度は、製作した実験システムと航空機の監視を目的とした装置を接続する統合化システムの設計と製作及び統合化したADSシステムの基本性能試験を行う。

平成15年度は、これまでの性能試験結果をもとにしてシステムの改修を行い、実験用ADSシステムの総合性能評価試験を実施する予定である。

3. 空港内車両位置情報システムの運用評価

航空局の技術協力依頼に基づいて平成11年度に製作・設置した新千歳空港向け「空港内車両位置情報システム」の基本性能試験を実施すると共に、新千歳空港において航空局の車両を中心とした通常期および積雪時の車両従属監視機能について運用評価試験を実施した。

5月にシステムの立ち上げと基本動作試験を開始して以来、常時システムを運用状態に維持して使用し、9月初旬、12月初旬、1月下旬、3月初旬に性能評価試験を実施した。その結果、夏場の高温期や冬場の厳しい気象条件下も含めて比較的安定なシステム運用が確保され、空港内を走行する移動体の監視が効果的に行える見通しを得られた。

図1は、新千歳空港内の場周道路を実験車両で1周し

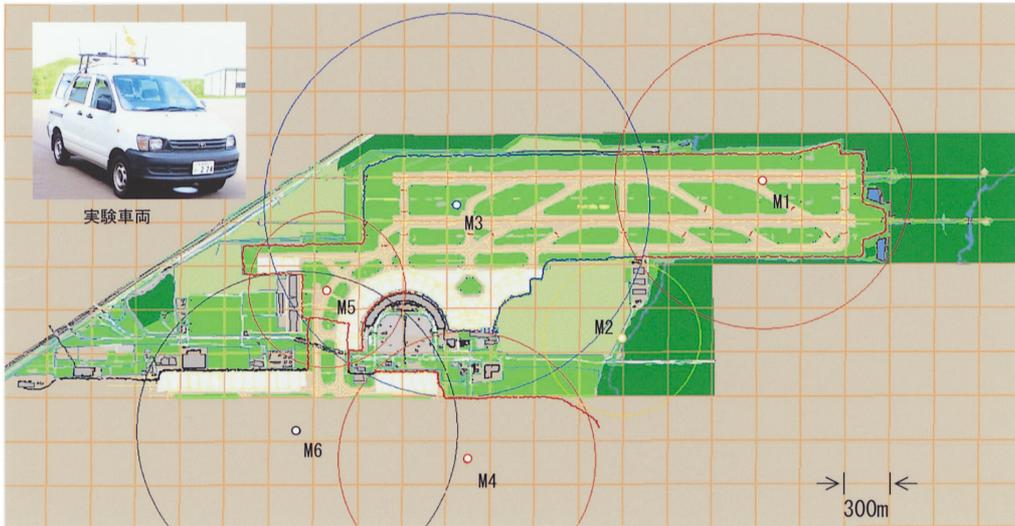


図1 システム運用航跡記録例

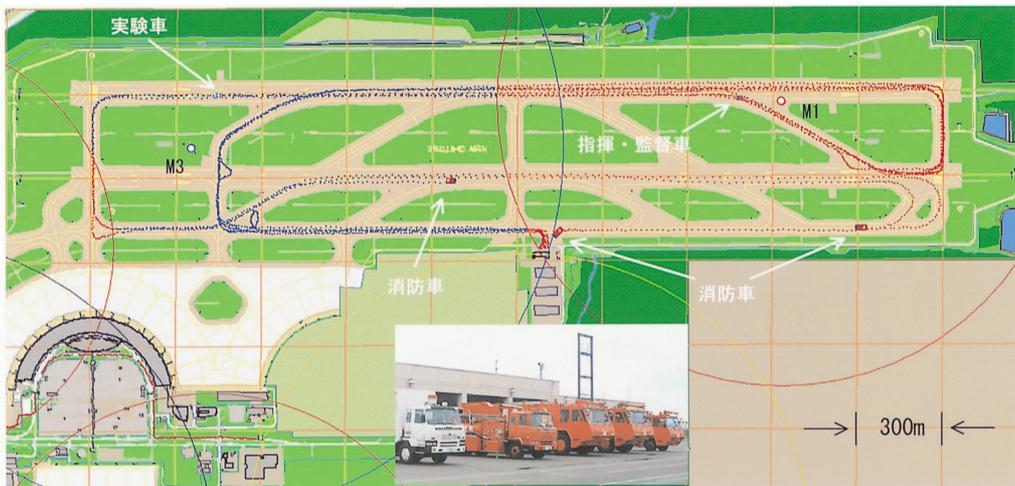


図2 消防車両夜間走行訓練航跡記録例

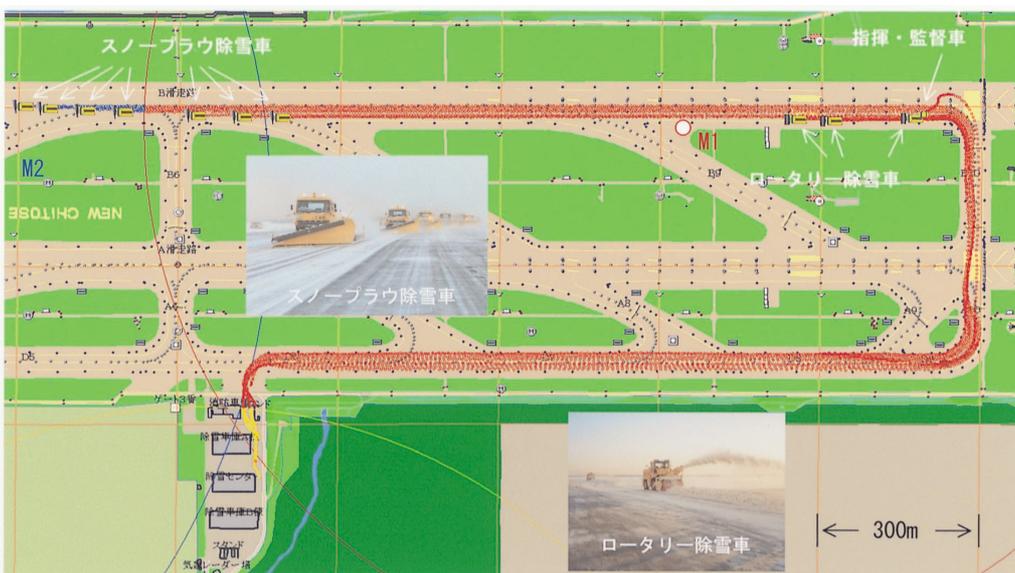


図3 滑走路除雪作業時航跡記録例

たときのシステム運用時の航跡記録例を示す。図中の航跡で右側の赤色はM1、青色はM3、左側の赤色はM5、黒色はM6、中央下側の赤色はM4の各マスター局セルに加入していることを示す。走行コース上における各サービスエリアの切換えポイントでは、色表示の変化から離脱・加入操作がスムーズに行われていることが確認できる。

図2は、消防車両の夜間走行訓練の航跡記録例を示す。この時の車両台数は、大型消防車3台と指揮・監督車1台、それに実験用車両1台である。この場合も、各セルの切換えポイントでは離脱・加入操作がスムーズに行われていることを確認した。

図3は、12月初旬に30cmあまりの積雪があり除雪車両が出動したときの航跡記録例を示す。指揮・監督車を先頭にスノープラウ、ロータリー除雪車が出動し、誘導路を南下してB滑走路に入り、滑走路の除雪作業を開始したときの状況を示す。

平成13年度は、本システムの利用者の要望等も取り入れた機能向上も含めてシステムの改修を行い最終的な総合性能評価を実施する予定である。

4. むすび

空港面を中心とした航空機と車両監視用のADSシステムでは、移動体の精密な測位と高速で大容量のデータリンクが要求される。特に、大規模空港では監視する移動

体の数が非常に多くなるので、空港の規模や交通量の変化などにも十分に対応できる拡張性のあるシステムの検討が必要である。

本研究では、移動体の測位性能およびデータリンク性能等について検討を行い、実験用ADSシステムの試作と性能評価試験を通してA-SMGCシステムや空港面のADSシステムの技術的な要件や運用要件等を策定するのに必要な技術資料を取得する予定である。

掲載文献

- (1) 二瓶，田中：“空港内車両位置情報システムについて”，第32回電子研発表会，平成12年6月
- (2) 二瓶，田中：“空港内車両位置情報システムについて”，航空無線，2000 第25号（秋期）
- (3) 二瓶，田中：“空港内車両位置情報システムについて”，日本航海学会GPS研究会GPSシンポジウム2000，平成12年11月
- (4) 二瓶，田中：“空港内車両位置情報システム”，情報処理学会 高度交通システム研究会 高度交通システム 2001シンポジウム，平成13年1月
- (5) S. Tanaka, S. Nihei, N. Fujii, Y. Kawai, “Introduction of Airport Vehicle Positioning System in Japan”, ICAO GNSSP-WG/B-6, March 2001, Banff
- (6) 二瓶，田中：“空港内車両位置情報システムの性能評価実験”，第1回電子研発表会，平成13年6月

航空管制用デジタル対空無線システムの研究

担 当 部 航空施設部
担 当 者 ○藤森武男 松下征二
研究期間 平成12年度～平成16年度
平成12年度経費 80,600千円

1. はじめに

航空管制用デジタル対空無線システム（VDLモード3）は、空地間の音声通信をデジタル化し、併せて、データ通信を可能にする新しいVHF対空通信システムであり、平成13年3月、ICAOにおいて国際標準システムとして採択された。このシステムは、現在、航空管制用の対空通信に使用されている無線送受信施設（RCAG，A/G）に代わる次世代の通信システムであり、ICAOのCNS/ATM構想を実現するうえで衛星データリンクとともに重要な役割を果たすものである。

本研究は、平成12年度から平成16年度までの5ヶ年計

画で実施しており、我が国の航空管制業務に適合するシステムを構築するため、実験システムの開発及び所要の評価実験を行うこととしている。

2. VDLの概要及び国際動向

VDL（VHFデジタルリンク）については、様々な方式のものが提案されたが、平成12年度末時点においてICAOの国際標準システムとなっているのは、次の3つの方式（モード2～モード4）である。

- ①モード2：データ通信用（非リアルタイム通信用）
- ②モード3：音声通信及びデータ通信用

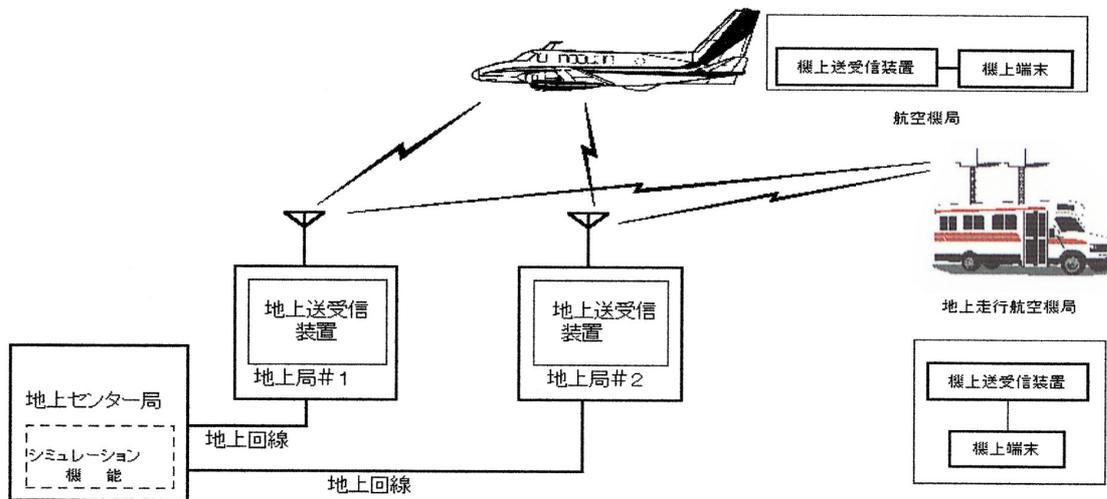


図1 VDLモード3実験システム構成図

③モード4：データ通信（主に航空機の監視用）
 （モード1は利用者がいないため標準から削除された。）
 なお、モード2～モード4のいずれも未だ運用されていない。モード2については国際的に実用機器の配備が始まっており、平成14年度頃から欧米の一部地域で運用が開始される見通しである。一方、モード3とモード4は、既存システムと併用していくためのマルチモード機上無線機の開発や運用評価が必要とされており、国際標準の技術項目の改善を図る作業も始められている。

また、モード2～モード4のいずれも、既存VHFアナログ無線機等との間の電波干渉が懸念されている。これを防ぐため、無線機間の離隔基準及び周波数割当基準の作成が検討されており、これらの基準作成に必要な電波干渉実験が行われている。

3. 研究の概要

本研究においては、ICAOが定めたVDLモード3 SARPs（標準及び勧告方式）に基づき実験システムを製作し、その実用化にあたって必要となる各種評価実験を行うこととしている。なお、必要に応じてVDLモード3の技術的改善やSARPs変更の提案を行う等により国際貢献に努めていくこととしている。

VDLモード3実験システムは、図1に示すとおり、地上局2局、航空機局2局及びこれらを統括する地上センター局で構成される。図2に実験システム送受信装置の系統及び内部構成を示す。送受信装置は、高周波部、D8PSK変復調部、TDMA制御部、音声処理部及び通信制御部から構成される。

平成12年度は実験システムの高周波部（写真1）を製

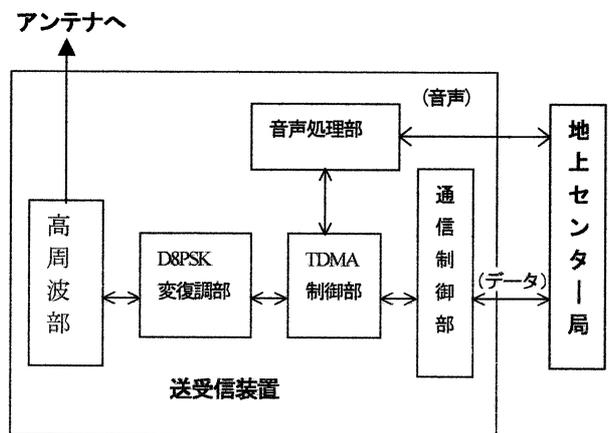


図2 VDLモード3実験システム送受信装置系統図

作した。また、VDLモード3の導入に当たって問題となる既存VHFアナログ無線機等との電波干渉の程度を調べるための電波干渉実験システム（写真2）を製作した。実験システムの地上センター局についてはその具備すべき機能の基本設計を行った。さらに、VDLモード3の運用要件を文献により調査し、想定される運用要件に基づいて評価実験の内容及び方法を検討した。

4. むすび

平成12年度は本研究の初年度であり、実験システムの製作に着手し、併せて、評価実験の内容及び方法の検討を行った。平成13年度は、実験システムのうちD8PSK変復調部、TDMA制御部及び音声処理部等の製作及び電波干渉実験を行うこととしている。

今後、できるだけ早期に実験システムを完成させ、航空管制官及びパイロットの参加を得て音質及びデータ通

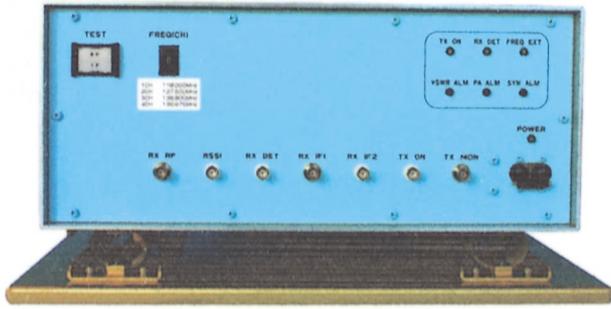


写真1 VDLモード3実験システム高周波部（機上局用）

信機能の評価を実施するとともに、実際の空地間における通信実験（地上実験及び飛行実験）を行っていく予定である。

掲載文献

- (1) 藤森, 松下, 塩地: “VHFデジタルリンク・モード3の実験計画”, 第32回電子航法研究所研究発表会講演概要, 平成12年6月
- (2) 藤森: “VHFデジタルリンクについて”, 日本航海学会誌, 第145号, 平成12年9月
- (3) 藤森, 松下, 塩地: “VHFデジタルリンクの開発と評価”, 第38回飛行機シンポジウム講演集, 平成12年10月
- (4) 藤森, 松下, 塩地: “VHFデジタルリンクの開発動向”, 電子情報通信学会技術研究報告, SANE2000-120, 平成12年12月



写真2 電波干渉実験システム

積雪による進入コースの予測技術に関する研究

担 当 部 航空施設部
 担 当 者 ○横山尚志
 研究期間 平成11年度～平成13年度

1. はじめに

わが国のILS（計器着陸装置）は長い間カテゴリーIで運用してきたが、最近では、濃霧が多発する新東京国際空港、釧路空港および熊本空港において、視程が200mまで低下しても着陸することができるカテゴリーⅢAの全天候運航が行われるようになった。一方、降雪地にある空港では、GPの反射面に積雪があると進入コースが変化することが知られているが、それを検出する方法がなく、ILSを高度運用する上で大きな障害になっていた。それらの問題を解決するには、GP反射面の積雪の誘電率変化を長期的に監視できる測定方法を開発し、積雪時の

GP進入コースを正確に予測する監視技術を確立する必要があった。

2. 研究の概要

GP反射面の積雪は、時間や日照により雪質と雪深が変化するが、それに伴いGP進入コースが変化する。しかし、雪の電気的性質を正確に把握する積雪の誘電率を測定する適当な方法は開発されていない。そこで、本研究は、積雪の誘電率を測定する新たな技術の開発を当面の目標としている。

2.1 現行の測定法の問題点

昨年度は、GP反射面の積雪への入射波と反射波の比から雪面の伝達係数 S_{21} をネットワークアナライザで測定し、 S_{21} と雪深より複素誘電率 ϵ を計算した。この方法では、被測定積雪面を除雪してからネットワークアナライザの校正をし、被測定積雪面に雪を盛ってその積雪の ϵ を測定するというものであった。このような従来方式では、被測定積雪面の除雪と人為的な積雪面の形成作業を繰り返すため、積雪の密度が不均一になって、自然積雪に比べると積雪の ϵ の虚数部が大幅に変動した。このため、本研究では、測定する積雪に手を加えないで長期的に積雪の誘電率の変化を測定できる方法を開発することが課題であった。

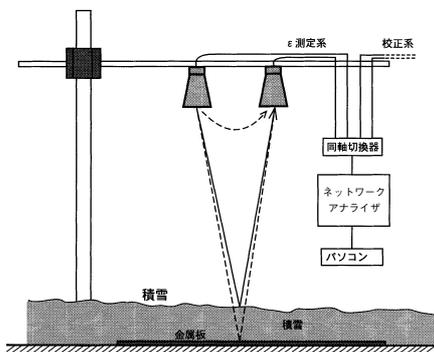


図1 積雪の誘電率測定装置系統図

2.2 改良ガンマー法

除雪しなくても積雪の ϵ を測定できる方法「改良ガンマー法」を考案し、測定装置を平成12年度に試作して、平成13年1月に青森空港で性能確認のための積雪データを収集した。図1に改良ガンマー法のシステム構成図を、その概要を以下に述べる。

(1) 校正用と積雪測定用として、電気的な性能が等価な一対のアンテナを用い、それをスイッチで切り替えて使用する。校正用アンテナの地面に鉄板を敷いて除雪面とし、被測定積雪面には積雪測定アンテナを設置する。校正用アンテナは、ネットワークアナライザの状態変化や

高周波ケーブルの外気温による伸縮の影響を校正するもので、適宜、校正用アンテナに切り替えてネットワークアナライザを校正する。

(2) 測定周波数として、Cバンド(約3GHz~5GHz)の周波数を用いる。これにより、アンテナが小型軽量となりアンテナの風圧加重が減少するほか、アンテナの設置高も大幅に低くすることができる。しかし、測定された積雪の ϵ はCバンドの測定値であるため、GPの周波数帯(330MHz)の ϵ に外挿法を用いるが、外挿法に適用する実験式の導出には、実験データの蓄積が不可欠である。

2.3 GP進入コースの予測計算

積雪時のGP進入コースの飛行実験結果は、冬季の気象条件が厳しいため殆ど得られていない状況であるが、今後、航空局の協力を得て飛行実験データの蓄積を図り予測計算の有効性を確認する必要がある。また、GP進入コースの予測計算は、GP反射面の積雪の誘電率、雪深および反射面の積雪面の形状等を入力データとして用いるので高精度の予測が期待される。

3. まとめ

考案した「改良ガンマー法」は、GP反射面の積雪に触れることなく測定機材の校正と誘電率の変化を長期間測定できる方法で、今後、その性能確認をする予定である。また、GP進入コースの予測計算では、飛行実験結果と比較をしGP進入コースの予測精度の確認を行いたい。

発表論文

- (1) 横山他「積雪による航空機の進入コース変化の予測について」2000年度日本雪氷学会全国大会、10月4日、B2-14
- (2) 中田、横山他「UHF帯積雪誘電率測定用プローブセンサー」2000年度日本雪氷学会全国大会、10月4日、B2-7
- (3) 戸川、横山他「UHF帯での積雪の誘電率」2000年度日本雪氷学会全国大会、10月4日、B2-7

空港面におけるSSRマルチパス除去方法の研究

担 当 部 航空施設部
担 当 者 ○加来信之
研究期間 平成12年度～平成13年度

1. はじめに

空港面を走行する航空機の監視は、現在管制官の目視と無線電話による位置の確認の他に、空港面探知レーダ(ASDE)を用いておこなっているが、この画面表示は一次レーダの反射波をそのまま表示しているため、航空機の位置は把握できるが識別することができない。この点を改善するため、航空機をシンボルとして表示するとともに、その航空機のコールサイン、機種などをデータブロックとして付加する空港面航空機自動識別表示システムを、平成5年度から8年度にかけて開発した。しかし、このシステムは滑走路末端でASDEとSSRで検出した到着機の位置相関が得られたとき、SSRの識別番号を基に飛行計画情報処理システム(FDP)から航空機の情報を入力し、航空機がエプロンで停止するまでその情報を保持する方法を用いている。そのため、到着機には自動的に航空機情報をタグ付けできるが、出発機には手動で付加しなければならない問題が残っている。

出発機への自動的タグ付けをおこなうには、空港内でSSR信号を受信解読しなければならないが、空港は多くの建造物があるためマルチパスが多発する他に、航空機が輻射し信号が重なり合うガブブル現象も数多く発生する。したがって、飛行中の航空機を監視するために使用しているSSRは、空港面においては使用できず、現在のところ航空機の情報を得ることができない。そこで、このような環境下でも情報入手が可能な、マルチパスなどの除去方法に関する基礎技術を確立する必要がある。

2. 研究の概要

当所で開発した空港面航空機自動識別表示システムは、走行中の航空機をASDEで追尾しているため、航空機の位置は常に把握されているので、このASDEの位置情報を基に、指向性の鋭いSSRアンテナのビームを目標とする航空機に向けて静止させれば、ビーム外のSSR信号に影響されずに目標の信号を受信し、航空機を識別することが可能となる。また、電子走査アンテナのモノパルス測角により既に航空機の正確な方位を得ているため、受信機2台だけでマルチラテレーション法による航空機の位置を求めることができる。

指向性の鋭いSSRアンテナのビームを航空機に向けて、その航空機が送信する応答信号を解読して、航空機情報を得る方式は、既に実施した評価実験において解読可能であることが明らかとなっている。しかし、マルチラテレーション法による航空機の位置測定には、従局の方でビーム幅が広くて利得が低いアンテナを使用しているため、マルチパスの影響を受けて、正確な位置を求めるのが困難であった。そこで、固定したスレッシュホールドレベルを越えた信号を受信する今までの方式の受信機を、入力信号の強さによりスレッシュホールドレベルを変動させる能動式を受信方式に昨年度改修した。その改修効果を検証するために、今年度に評価実験を実施したが、真のパルスとマルチパスとのレベル差が小さく、能動式受信機の動作が不安定で、マルチパスを除去できるほどの効果が得られなかった。

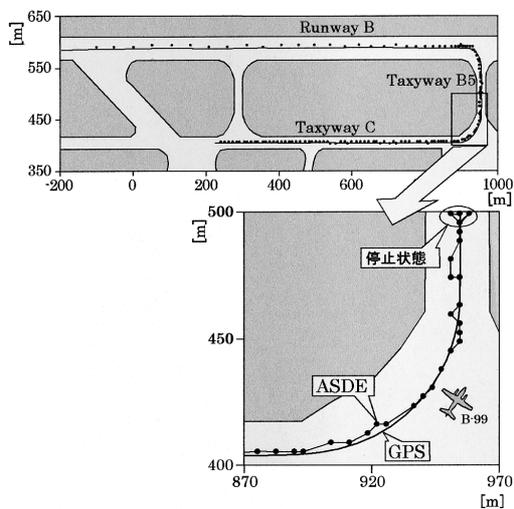
3. 技術協力

航空局より「空港面航空機自動識別表示システムの性能向上に関する技術協力」と「夜間及び悪気象条件下でのTV画像による誘導路上の航空機追尾を行うための整備要件調査」の2件の依頼があった。

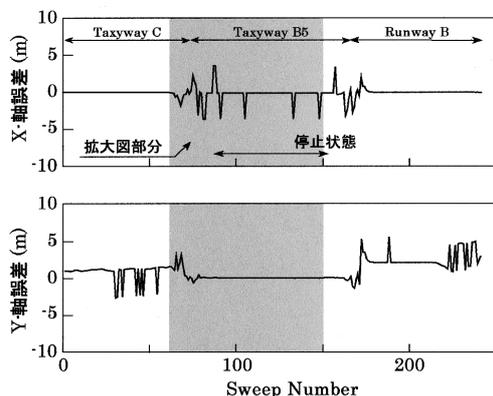
「空港面航空機自動識別表示システムの性能向上に関する技術協力」は、空港面航空機自動識別表示システムの距離分解能の高精細化と降雨クラッタ抑圧及び高機能表示装置の液晶ディスプレイ化である。また「夜間及び悪気象条件下でのTV画像による誘導路上の航空機追尾を行うための整備要件調査」は、ASDEのブラインドエリアを補完するTV監視装置を夜間でも使用可能にするものである。

3.1 距離分解能の高精細化

空港面航空機自動識別表示システムは、平成6年度に製作したもので、当時の技術では1秒毎にリアルタイムに処理するのが難しく、距離分解能を1/256NMとしていた。ところが、この分解能では航空機の位置表示が滑らかでないため、距離分解能を1/512NMにする改造を昨年度実施した。今年度この改造効果を評価するため、実験用航空機に精密測位が可能なキネマティックGPSを搭載し、このGPS測位位置を真値と仮定して測位誤差を求め



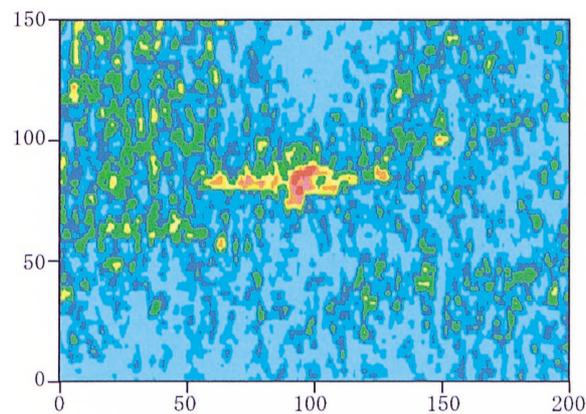
(a) 航跡



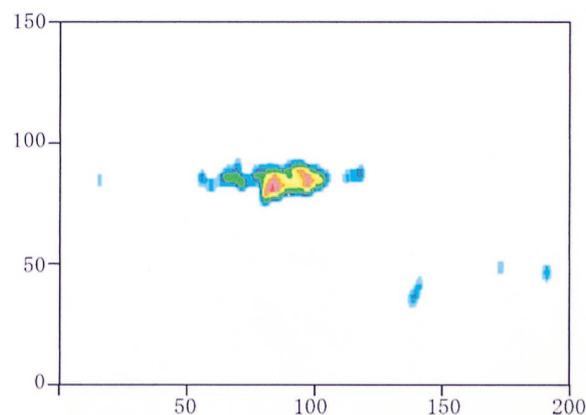
(b) 検出誤差

図1 実験小型機の検出精度

た。その結果を図1に示す。これは、実験用航空機B-99を誘導路Cから誘導路B5を経由して滑走路Bから離陸したときのデータである。(a)がそのときの航跡を表しており、図右下の部分拡大したものを別に示してある。細かい実線がGPSにより求めた航空機の航跡で、真の航跡と考えられる。黒丸がASDE信号から求めた1秒毎の航空機の位置である。(b)はGPSを基準として求めた航路逸脱量で、GPSとASDEの測位タイミングを同期できないため真の誤差を求めることができず、この逸脱量を測位誤差と考えた。これはASDE測位点からGPS航跡に垂線を下ろしたときのX座標成分とY座標成分の値で、X座標に沿って走行する誘導路Cと滑走路BではX座標成分は0となり、Y座標に沿って移動する誘導路B5では反対にY座標成分が0となる。誘導路Cを直進走行しているときのY軸の誤差は、約1.0mのバイアス誤差を有しており、測位精度が悪くなる場合は、最小処理単位の3.6mで



(a) 処理前



(b) 抑圧処理後

図2 降雨クラッタ抑圧効果

位置がずれている。これに対し誘導路B5を直進走行しているときは、バイアス誤差はほとんどなく、測位誤差の変化は誘導路Cと同様に最小処理単位で変化している。曲線部では、誤差がX軸とY軸とに現れ、誘導路CからB5への左回転では両者の合成である直距離は1.5m、誘導路B5から滑走路Bへの左回転では直距離は2.3mであった。この値は、航空機の大きさ(B767で全長48.5m)と比較すると、極めて小さいので空港面を監視する装置として十分な測位精度を有している。また、改造前と比べて走行時の表示が滑らかになった。

3.2 降雨クラッタ対策

準ミリ波を使用しているASDEは、雨滴の反射で生じる降雨クラッタが発生し易く、降雨時の監視に支障があった。このASDE信号を使用する空港面航空機自動識別表示システムは、降雨クラッタにより偽像が多数発生し、航空機の追尾ができなくなる現象が生じる。この問題を

解消するため、平成7年度より東京電機大学との間で共同研究「降雨時における空港面探知レーダのクラッタ処理の研究」を実施してきたが、画像処理において雑音除去に使用する収縮法をレーダ信号に応用する方法が適していることが明らかとなった。この収縮法の抑圧効果を検証するために昨年度空港面航空機自動識別表示システムを改造した。今年度は、この抑圧効果を評価するため、仙台空港において雷雨の時に航空機（B767）が走行するデータをASDE信号記録装置に記録し、そのデータを用いて降雨クラッタの中を走行する航空機を追尾できるように空港面航空機自動識別表示システムの調整をおこなった。その結果、降雨強度17mm/hの雷雨でも着陸からエプロンで停止するまで支障なく追尾可能となった。図2に、抑圧処理により変化する信号の状態を示す。(a)が抑圧処理前の信号で、降雨強度17mm/hで発生している降雨クラッタの中にB767が埋もれているときのシステムの内部信号である。(b)はクラッタ抑圧処理を行った後の信号で、航空機の形状は変化しているが、ほとんど降雨クラッタは消去されている。

3.3 液晶型高機能表示装置

平成6年度に製作した空港面航空機自動識別表示システムの表示装置は、20インチ角型のCRTディスプレイを用いていたが、管制塔への設置および交換が困難であった。最近の計算機技術の発展に伴い液晶型ディスプレイが高輝度化されたため、明るい管制塔内でも液晶型ディスプレイが使用可能か否かを検討することになった。

今年度、対角21.4インチ、表示画素数1600×1200ドット、視野角85度（水平、垂直）の性能を有する液晶ディスプレイを用いた高機能表示装置を試作した。これは、表示機能はCRT型高機能表示装置と同等で、ディスプレイを液晶型に置き直したものである。今年度3月に、管制塔内でこの液晶型高機能表示装置が使用できるか、飛行場管制の経験がある管制官8人で評価実験を実施した。その結果、明るい管制塔内でも十分に使用できることがわかった。図3に本装置の外観を示す。

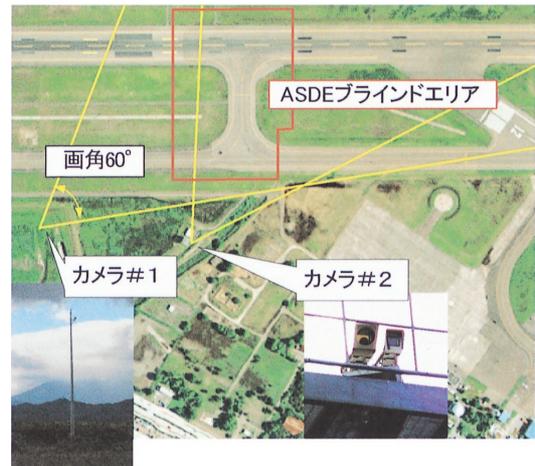
3.4 TV画像による航空機の監視

空港内の建造物等により生じるASDEのブラインドエリアを補完するため、平成7年度に製作したTV画像を処理して航空機の位置を標定し、監視する航空機画像識別装置を、誘導路上でも使用できるように、ステレオ方式と赤外線カメラに適用できるように改造した。

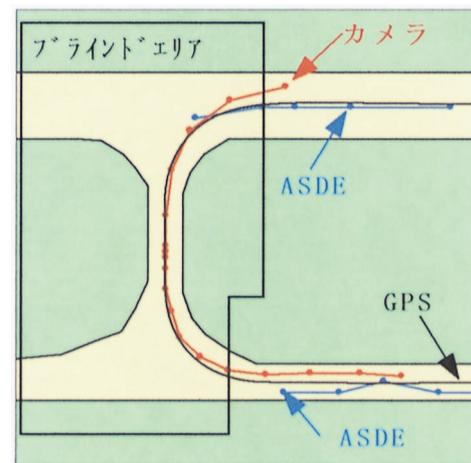
図4に示すように、仙台空港南西側にカメラを2式（可視カメラ及び赤外線カメラ）を設置し、誘導路B3を含む区域をASDEブラインドエリアと仮定し、その場所を2



図3 液晶型高機能表示装置



(a) 配置図



(b) 航跡

図4 TV画像による航空機の監視

台のカメラで監視できるようにした。(a)の黄色線で囲まれた区域が1台のカメラの監視域で、2台のカメラの監視域が重なった部分が、ステレオ方式で位置を標定できる区域である。

この場所を走行する各種の航空機のビデオを記録し、

そのビデオデータを用いて航空機画像識別装置の調整と、空港面航空機自動識別表示システムとの接続調整を実施した。その結果、(b)に示すように仮定したASDEブラインドエリアを走行する航空機をTV画像で標定可能となり、さらにASDE信号を用いた空港面航空機自動識別表示システムとの間で追尾を移管できることとなった。これにより、空港内のASDEブラインドエリアを、実質的に解消できることになった。

1月に管制官11名による評価実験をおこない、ASDEの補完装置として十分に飛行場管制に使用できることがわかった。

3. むすび

マルチパス環境下においてSSR信号を解読するため、ASDE検出位置を基に電子走査アンテナのビームを目標に向けてSSR信号を受信し、航空機を識別する方法の実験を進めた。今年度は改修した受信方式で実験を行ったが、ビーム幅の広いアンテナではマルチパスの影響が大きくなって、希望したようなデータが得られなかった。技術協力では、「空港面航空機自動識別表示システムの性能向上に関する技術協力」と「夜間及び悪気象条件下で

のTV画像による誘導路上の航空機追尾を行うための整備要件調査」の2件を実施し、昨年度改造した空港面航空機自動識別表示システムの距離分解能の高精細化と降雨クラッタ抑圧効果の検証実験をおこない、十分な性能を有していることを確認した。高機能表示装置の液晶ディスプレイ化では、高輝度液晶ディスプレイを用いた高機能表示装置を試作し、管制官評価を実施した結果、明るい管制塔内で使用できることが認められた。ASDEのブラインドエリアを補完するTV監視装置を、誘導路上で使用できるように、画像識別装置を改造するとともに、仙台空港で評価実験を行い、ASDEブラインドエリアでの飛行場管制に使用できる性能を有していることが認められた。

掲載文献

- (1) 清水めぐみ, 幸谷智, 三輪進, 加来信之: “収縮法を用いたレーダSCRの改善”, 信学論 (B), vol.J83-B No.7, 平成12年7月
- (2) 三輪進, 斎藤彰彦, 幸谷智, 加来信之: “レーダSCRに関する一考察”, 信学技報, SANE-2000-53, 平成12年9月

メガフロート（浮体式海上）空港におけるILSの安定性に関する試験研究（その3） （平成12年度受託第2号）

担 当 部 航空施設部
担 当 者 横山尚志
研究期間 平成12年5月26日～平成13年1月31日

1. はじめに

海上空港は、埋め立て方式と浮体方式に大別される。メガフロート技術研究組合は、滑走路長900mの浮体式の海上空港モデルを建造して、洋上における施工・耐用技術、空港施設の機能確保に関する技術および環境への影響について各種の試験研究を実施している。空港施設として多くの無線施設が用いられているが、それらの無線施設の中で、地面反射を利用して進入コースを形成するILS（計器着陸装置；Instrument Landing System）GP（グライドパス；高低誘導装置）が最も浮体の空港面構造と弾性変形の影響を受けることが懸念されていた。

そこで、平成11年度には、浮体の地面構造と周辺構造物によるGP進入コース特性について、飛行実験と予測計算により、浮体の2層構造の地面による影響を明らかにした。平成12年度には、浮体の弾性変形とGP進入コ

ースへの影響について評価をした。

2. 研究の概要および成果

台風が到来するとうねりと風波でメガフロートは変形をするが、これによってGP反射面にできる電波の反射点が上下動して、GP進入コースに影響が生じる可能性がある。これは陸上空港にはない現象である。そこで、飛行実験と予測計算により波浪による弾性変形の影響を確認することとした。

まず、波浪による浮体の弾性変形は動的な現象である。メガフロート研究組合は波浪の有義波高を2.3m、有義波周期を5秒程度として浮体の弾性変形を解析した。その結果、台風時の弾性変形の波長は約200m～300m、浮体の上下振幅は±0.2mであることが分かった。

そこで、台風相当の変形をGP反射面に生じさせて、

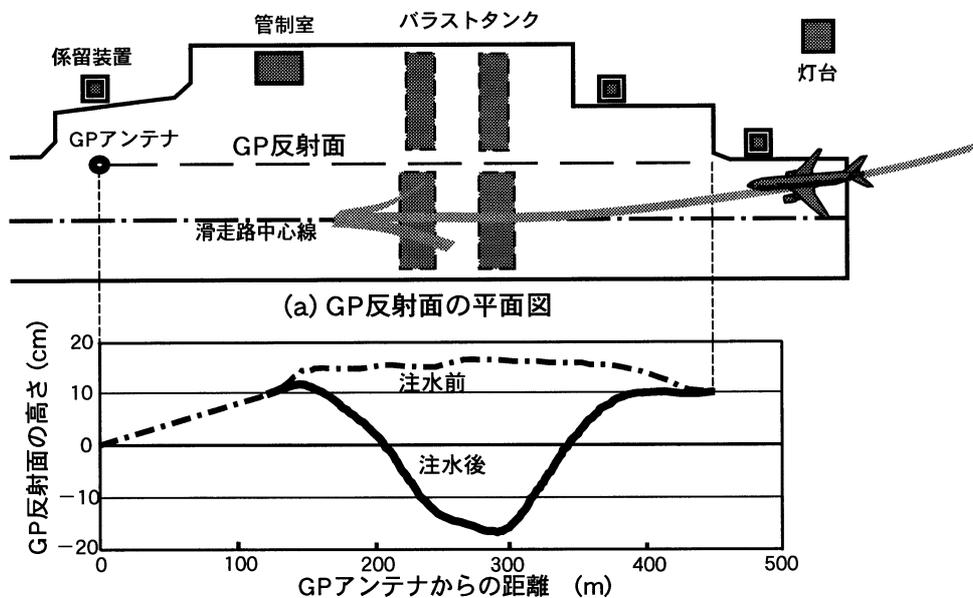


図1 GP反射面と注水前後の変形

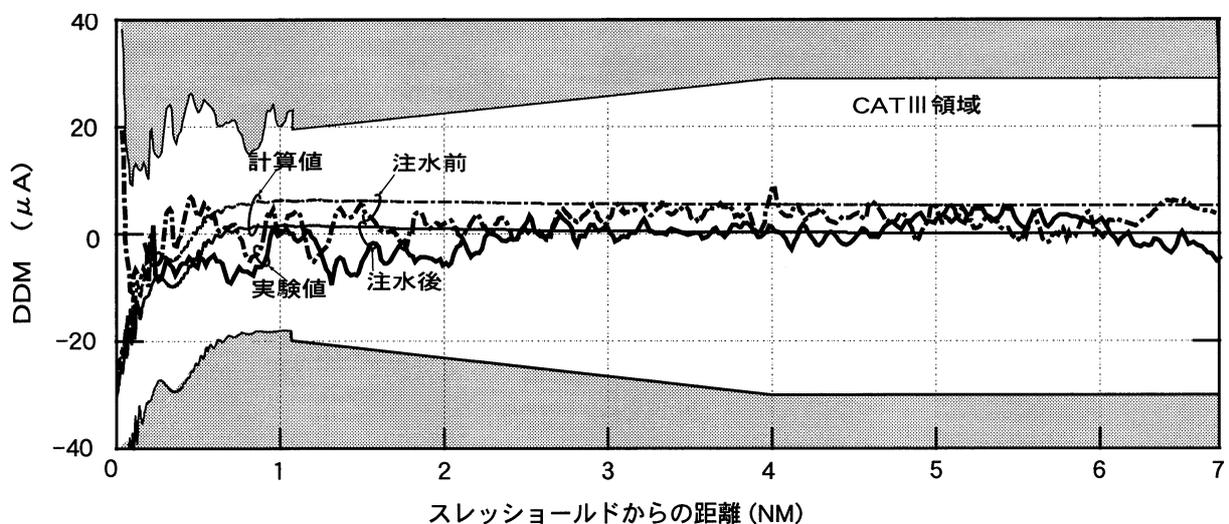
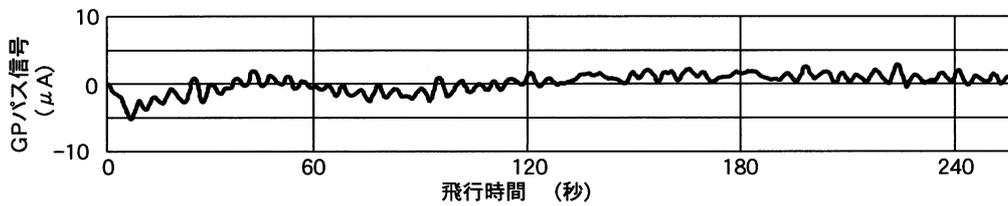


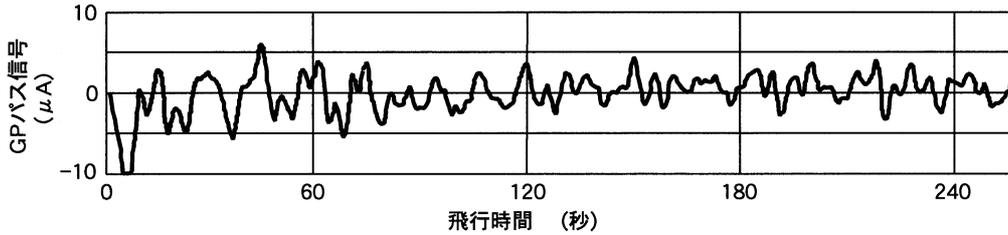
図2 注水変形前後のGP進入コースの変化

飛行実験を実施することにした。今回は、GP反射面の中程にあるバラスタタンクに海水を4500トン注水して静的な変形を生じさせた。図1にGP反射面と注水前後の変形を、図2に注水前後の飛行試験結果と予測計算結果を示す。飛行実験結果は、予測計算結果と1~2NMでは必ずしも一致していない。その原因は、飛行試験に使用したYS-11型機では3次元の機体の位置座標が計測できないため、事測計算では航空機が理想コースを飛行したものとしてコース偏移を求めている。しかしながら、3~6NMでは計算値と実験値はほぼ一致しており、この結果からGP進入コースは注水前後の変形で上下に偏移する

ことが明らかになった。陸上空港でも積雪時に類似の現象が生じることがあるが、積雪との相異は反射面に形成される反射点が動的に移動する点である。従って、進入機が速度一定で降下すると、図2に示すような注水前と注水後のコース偏移の間でGP進入コースが動的変形で上下振動を繰り返すが、その振動は時間的に変化するため、機上の進入コースは図3に示すパスバンドを生じる。台風のうねりと風波で生じるGP進入コース上のパスバンドは浮体構造により変わるが、今回の場合、ICAOのCAT IIIの規格値をほぼ満足していることが分かった。



(a) 年間98%確率の天候の場合



(b) 大型台風による弾性変形の場合

図3 弾性変形による進入機の指示値

3. まとめ

GP進入コースに及ぼすメガフロートの弾性変形の影響について、大型台風による浮体の弾性変形の解析、弾性変化によるGP進入コース変化の解析を行った。

その結果、動的な弾性変形が生じると、GPの進入コースが上下に振動することが明らかになった。このような進入コースを降下すると、周辺構造物に類似したパスバンドを生じるが、大型台風の弾性変形によるGP進入コースのパスバンドは、時間によって変化し、台風が去れば消滅する現象であることが分かった。

参考文献

- (1) 横山 et al. ; “The Elastic Deformation of “MEGA-FLOAT” and its effect on the GP (Glide Path) Course Structure” Proceeding of OMAE’ 01 20th International Conference Offshore Mechanics and Arctic Engineering, Rio de Janeiro, Brazil, June 3-8, 2001
- (2) 横山他 ; “メガフロート空港における弾性変形のグライドパス特性への影響” 日本航海学会 航空宇宙研究会 春季講演会, 東京水産大学, May 24, 2001

3 電子航法評価部

I 年度当初の試験研究計画とそのねらい

平成12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. 輻輳海域における海上交通流管理の高度化に関する研究
2. CNS/ATM パッケージに対応した空地データリンク統合化の研究
3. ADS環境下での国際航空交通流管理手法の研究
4. 大都市圏空域の航空路の有効利用に関する研究
5. データ通信対応管制情報入出力システムの研究
6. カメラ画像からの直線的要素の検出に関する研究
7. 小型航空機向け情報通信機器に関する調査研究
8. 航空交通流管理に対応した次世代飛行場管制卓の研究
9. カオス理論によるヒューマン・ファクタの計測に関する基礎研究

1の研究は運輸政策局の主導による研究であり、経費は運輸技術研究調査費によるものである。2～5の研究は航空局からの要望研究であり、経費は空港整備特別会計によるものである。また、6～9は一般研究である。

1は海上交通の分野に情報化技術・知能化技術を導入（インテリジェント化）し、海上交通管理の高度化を図る研究である。2は国際民間航空機関（ICAO）で提案された航空通信ネットワークの技術基準案である CNS/ATM パッケージをシミュレーションと実証実験により検証する事を目的とした研究である。3は自動従属監視（ADS）や管制官パイロット間データ通信（CPDLC）等の整備が進められている中、これらの環境整備を有効に活用し、増加した国際航空交通流と国内交通流を統一的に管理し、全体として円滑な航空交通流を形成するための手法を開発する研究である。4は航空管制シミュレーション装置を用いた実時間シミュレーション及び高速シミュレーションを用いて空域容量評価手法を確立して大都市圏空域の航空路の空域設計評価手法を確立することを目的とした研究である。5は将来のデータ通信の導入に対し、音声とデータ通信の混在する場面における管制業務形態の構築とその業務の遂行に必要な情報機器の開発を行う研究である。6はカメラで取り込んだ画像から人工物に多い直線的要素の検出を行い、対象物の位置、速度、移動方向などを抽出する手法を開発し、電子航法に利用する研究である。7は小型航空機やヘリコプタ等の運行を支援するために必要な情報通信機器の調査を行ったもので

ある。8は将来の航空交通流管理システムの高度化を実現するためには、空港における航空機の運航状況をシステムに入力することが不可欠であり、これに必要な次世代飛行場管制卓の開発を行う研究である。9は航空管制の現場における新たな情報機器の導入による、業務環境の変化の良否の判定に非接触型の疲労計測法である、発話音声のカオス理論により分析する手法で実現しようとする研究である。

II 試験研究の実施状況

CNS/ATM パッケージに対応した空地データリンク統合化の研究は本年度が最終年度である。本研究では CNS/ATM パッケージの検証などを目的に海外テストベッドとの接続実験を行った。その結果インターネット通信サービス、上位層通信サービス、空対地のアプリケーションである管制官・パイロット間データリンク通信/自動従属監視の相互接続性や運用性について良好な結果を得た。地対地のアプリケーションである ATS メッセージ・ハンドリング・システムの海外接続実験も良好な結果であった。また、航空移動衛星業務サブネットワークのデータ転送速度の評価を疑似衛星サブネットワークを用いて行ったところ自動従属監視について洋上空域での運用については可能であるとの結果を得た。

ADS環境下での国際航空交通流管理手法の研究では、洋上経路等を対象とする航空交通流管理手法について検討を進めた。飛行計画段階と出発段階における調整の比較検討のため、両調整方法を模擬する飛行計画調整シミュレータおよび洋上合流シミュレータを改修した。管制官参加のシミュレーション実験により、両調整方法の組み合わせ手法を検討した。また、新東京国際空港のように、その到着機の大部分が国外空港からの出発である空港を対象とする航空交通流管理手法の検討も行った。通過計画調整シミュレータを製作し、基礎的な空港の滑走路使用スケジュールを作成する機能を確認した。

大都市圏空域の航空路の有効利用に関する研究では、本年度は、昨年度に引き続き、航空管制シミュレーション装置の整備を進め、大規模な実時間シミュレーション装置を構築した。これにより、任意の空域で多数のセクタ構成が可能になり、航空管制シミュレーション実行の環境が整備できた。また、高速シミュレーションによる評価手法についても引き続き、実験を実施するとともに、実時間シミュレーションと結果の相互比較等により検討を進めていく予定である。

データ通信対応管制情報入出力システムの研究では、

本年度は、データ通信を主要な通信手段として管制業務が行われる状況を想定し、そこにおける管制業務形態につき調査検討を行うとともに管制卓に必要な要素の調査も行った。そしてこれらの結果を踏まえデータ通信管制卓モックアップを試作した。

カメラ画像からの直線の要素の検出に関する研究では、時間・空間的に異なる画像を処理することで画像センサと対象物との相対距離、角度などを検出する手法について検討し、解析を行った。その結果ノイズに影響を受けやすいことがわかった。その対策として画像処理範囲を動的に変化させる方法が有効であることがわかった。

小型航空機向け情報通信機器に関する調査研究では、運航支援情報システムに活用の可能性が考えられる情報通信機器（情報通信方式）について基本的な調査として実用間近なVDL（極超短波データリンク）の小型機への適用可能性について調査した。

航空交通流管理に対応した次世代飛行場管制卓の研究は、管制システムは将来ATN（航空通信ネットワーク）を基盤としたシステム構築が必須であることからレガシ

ー・ラッピング技術に関する調査研究を行っている。また、サテライト空港における管制業務の効率化を目的として、これに対応する飛行場管制卓の研究開発もを行っている。

カオス理論によるヒューマン・ファクタの計測に関する基礎研究では、発話音声のカオス理論により分析することで疲労の検出がリアルタイムで行えるソフトの開発ができ、リアルタイムを必要とする用途への適用性が実現できた。

III 試験研究の成果と運輸行政、産業界、学会等に及ぼす効果の所見

当部が実施している研究の成果は、今後設置・運用する施設に対する技術基準、設置基準の策定など運輸行政に直接寄与している。また、ICAOにおける国際的な技術基準の検討に寄与している。これらの成果は日本航海学会、電子情報通信学会及び日本航空宇宙学会等で発表している。

（電子航法評価部長 長谷川 英雄）

輻輳海域における海上交通流管理の高度化に関する研究

担 当 部 電子航法評価部
担 当 者 水城 南海男 矢田 士郎
研究期間 平成12年度～平成17年度
平成12年度経費 17,000千円

1. はじめに

陸上交通における高度道路交通システムと同様に、海上交通の分野においてもデジタル情報通信技術を利用して安全や効率の飛躍的な向上を図ることが求められており、次世代の海上交通システムを構築していくことが必要である。

本研究は、国土交通省で実施する「海上交通のインテリジェント化に関する技術開発」の一環として実施するもので、主としてAIS（Automatic ship Identification System）情報のVTS（Vessel Traffic Management System）への導入による海上交通流管理システムの高機能化と輻輳海域における海上交通流制御技術の高度化を図ることが目的である。

このため、平成12年度ではAIS地上局の基本装置を整備し、各種条件における実験データを収集するためのAISデータ収集装置を製作した。これらを用いてVTSレーダデータとAISデータを収集して、VTSレーダとAIS

情報の画像合成法について検討していく予定である。また、AIS情報を海上交通流の予測／制御に有効に利用するため、輻輳海域におけるトラフィック・シミュレーションを行うが本年度はその基本部分を製作した。

2. 研究の概要

2.1 AIS情報のVTSへの導入による海上交通流管理システムの高機能化

VTSレーダにAIS情報を取り込み、レーダ上の船舶を自動識別・追尾しAIS情報を最適な形式で表示することができるシステムを開発することが第一段階として必要である。

このため、平成12年度ではAIS地上局の基本装置を整備するとともに、各種条件における実験データを収集するためのAISデータ収集装置を製作した。図1にAISデータ収集装置を含む陸上AIS実験システムを示す。

今後、これらを用いてVTSレーダ・データとAISデー

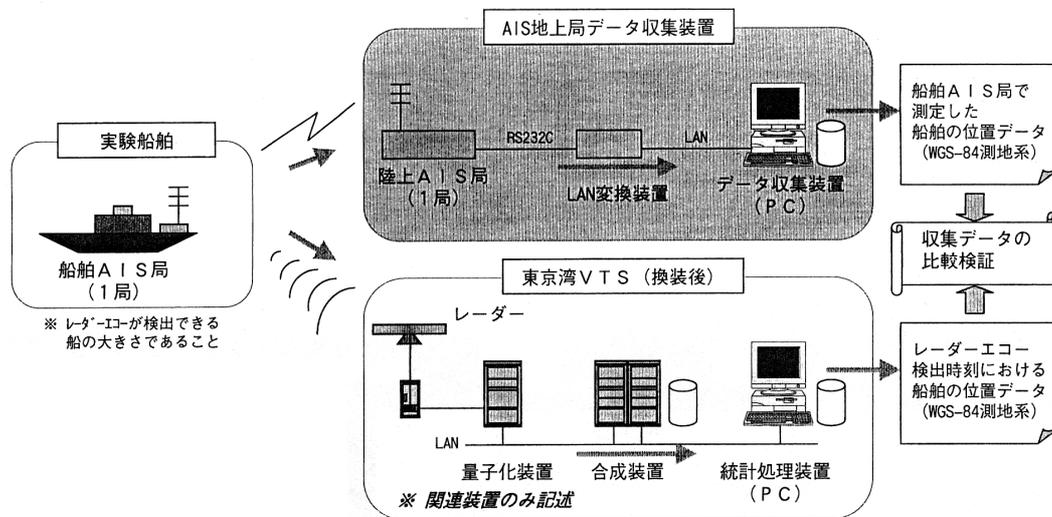


図1 陸上AIS実験システムの概念図

データを収集して、VTSレーダとAIS情報の画像合成法について検討していく予定である。

2.2 輻輳海域における海上交通流制御技術の高度化

AIS情報を海上交通流の予測／制御に有効に利用するため、輻輳海域におけるトラフィック・シミュレーションを行うがその基本部分を製作した。

このシミュレータの基本的な機能および性能は、次の通りである、

①対象海域設定

任意に設定可能、海域内設定可能ゲート数：10ゲート以上

②船舶設定

シミュレーションに用いる船舶の母型船数：100種以上、船舶性能設定範囲：任意、レーダ・レンジ：30マイル以上

③交通流／航行環境

ゲート別・船種別の船舶発生頻度：任意、船舶毎の

変針点：任意、変針点数：10以上

④船長機能

保針・変針・避航の動作をシミュレート可能

3. まとめ

5年計画の初年度として、AIS地上局の基本装置を整備するとともにAISデータ収集装置と輻輳海域におけるトラフィック・シミュレータの基本部分を製作した。

今後これらを有効に活用して、VTSレーダとAIS情報の画像合成法、船舶の自動識別・追尾等および輻輳海域における海上交通流制御について検討していく予定である。

4. 掲載文献

- (1) 平成12年度高度情報通信技術を活用した海上交通のインテリゼント化に関する技術開発報告書：国土交通省総合政策局（平成13年3月）

CNS/ATMパッケージに対応した空地データリンク統合化の研究

担当部 電子航法評価部
 担当者 ○板野 賢 塩見格一
 研究期間 平成8年度～平成12年度
 平成12年度 44,500千円

1. はじめに

航空通信ネットワーク（ATN：Aeronautical Telecommunication Network）は、従来個別に行われていた航空におけるデータ通信をISO（国際標準化機構）の提唱するOSI（開放型システム間相互接続）に準拠したビット指向型のデータ通信に統一し、航空通信用のインターネットを構築して行くものである。

ATNのSARPs（標準化及び勧告方式）は、コアパート（第10付属書の改定部分）とDoc.9705と呼ばれる技術書で構成されている。この第1分冊はシステム要件に関して、第2及び第3分冊はそれぞれ空対地及び地対地のアプリケーションに関してまとめられている。第4及び第5分冊が通信サービスに関するもので、第4分冊はOSI5層以上のULCS（上位層通信サービス）を、また、第5分冊は4層以下のICS（インターネット通信サービス）をまとめたものである。

当所では1996年までのDoc.9705（CNS/ATM-1パッケージと呼ばれる）の検証などを目的として平成10年度から海外との接続実験^{(1) (2)}を行っている。平成10年度に行った実験はICS（パケットを目的の相手に届けるための通信サービス）に関するもので、平成11年度から12年

度はこれをふまえてULCSとCPDLC（管制官・パイロット間データリンク通信）およびADS（自動従属監視）の接続実験を行った。さらに平成12年度には当所衛星航法部で試作した擬似AMSS（航空移動衛星業務）サブネットワークを用いた通信実験を行った。ここでは、その概要と実験結果について述べる。

2. 海外接続実験および擬似AMSSサブネットワークを用いた実験の概要

ATNの実現を目的として、欧州、オーストラリア等では国際間での試行・接続などの実運用を意識した評価実験が進められている。一方、我が国は平成17年頃までにATNの運用を公表しており、この計画に沿った整備を行うためには、早急にICSの接続性の検証に加えて、ULCS及びアプリケーション間の相互接続性の確認を実施しなければならない状況にある。また、我が国と諸外国とのICAO SARPsに対する解釈の相違などによる問題点を、ATNの整備に先立ち明らかにし解消することが重要であり、これらの目的のため当所の実験システムと海外のテストベッドとの接続実験が不可欠である。

このため、平成10年度から接続実験を開始し平成12年

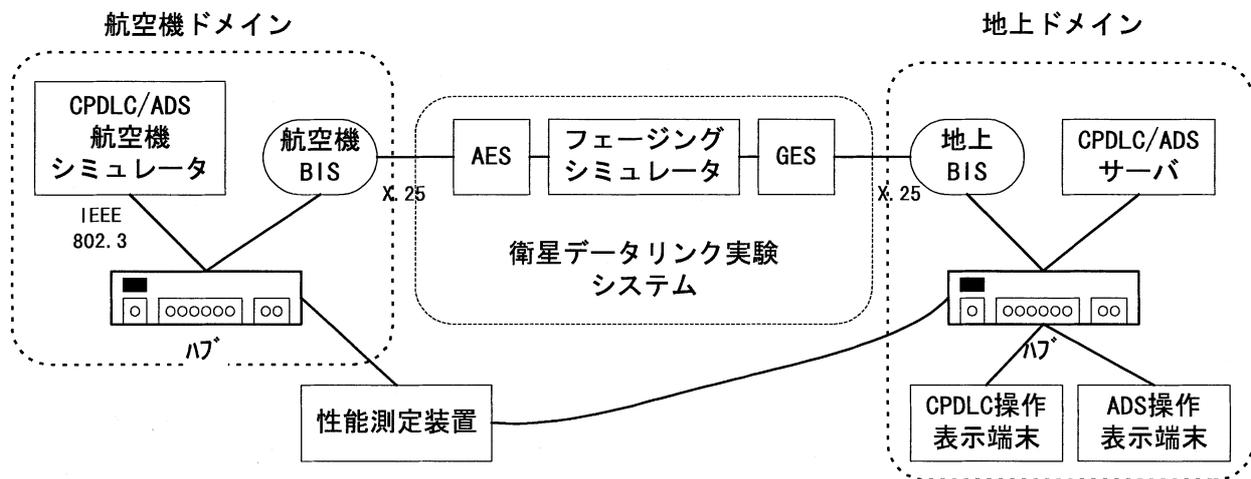


図1 通信実験の構成図

レポートの送信を止めたりするアプリケーションである。今回用いたコントラクトはdemand（一回限りのADSレポート要求）とperiodic（周期的なADSレポート要求）の2種類である。ADSは同じコントラクトでもダイアログがある場合とない場合があり（ATNのアプリケーションはダイアログサービスを用いているが、ダイアログが確立されている場合とそうでない場合がある。）、データ伝送手順が異なり、通信時間も異なる。つまり、まだ一度もコントラクトを要求していない航空機に対してコントラクト（demandでもperiodicでも）要求する場合などがダイアログのない場合で、periodicコントラクト中の航空機（ダイアログは確立されている状態）に対してdemandコントラクトやperiodicコントラクト要求を行う場合などがダイアログがある場合である。

ここで、ADSの実験結果の一例を示す。表1は、ADS操作端末からコントラクトを送信してから、航空機シミュレータからの応答が返るまでの時間を示す。表1の通信トラフィック量は衛星データリンク実験システムに送られる各シーケンスでのトラフィックの総量である。また、各コントラクトに対してADSレポートが返ってくる場合と、Negative-Ack（否定応答）が返ってくる場合がある。Cancel要求はADSレポートの送信をとめるのに用い、表1ではCancel要求してから応答が返ってくるまでの時間を示す。

表1から、往復通信時間は、回線速度が10500bpsではコントラクトの種別にかかわらず約10秒である。回線速度が600bpsでは、ダイアログのない場合は37～46秒で、ダイアログがある場合は42～59秒である。ダイアログの

ある場合とない場合の通信時間の差については、シーケンスの違いによるものと考えられる。また、測定値のゆらぎには、AMSSのスロット予約のタイミングなどが含まれると考えられる。また、ノイズの影響については有意な差は見られない。回線速度10500bpsでは600bpsに比べて4～4.5倍ほど高速であったが、回線速度ほどの差は見られなかった。これは回線速度が影響するのはデータ伝送にかかわる部分であり、メッセージの分解・組み立て等のプロトコルに係わるAMSS内部の処理には影響せず、この部分でかなりの時間が取られるためと考えられる。

3.2 CPDLCの実験結果

表2にCPDLC操作端末と航空機シミュレータ間の往復通信時間を示す。表2の上から一番目がスタート処理の、二番目が終了処理の往復通信時間である。三番目以降がCPDLCメッセージを送信してから応答が返ってくるまでの時間である。最後の処理を除いて、いずれも地上側から送信を始めたものである。

CPDLCメッセージの送受信では、スタート処理でコネクションの確立やダイアログの確立が行われているので、ADSのようなダイアログの有る無しの問題は発生しない。しかし、CPDLCではサーバと航空機シミュレータ間ではメッセージを受信した側がLack（ロジカル・アックレッジ）を返すのでADSに比べ手順が複雑になる。また、このLackはアプリケーション・レベルのものなので、トランスポート層ではメッセージと同等とみなされ、Lackに対してもAckを返す必要がある。このため、CPDLCはADSに比べ今回用いたメッセージのデータサイズは殆ど

コントラクト	測定結果(秒)				空地間トラフィック量 (バイト)
	600bps		10500bps		
	ノイズなし	C/No比31.9	ノイズなし	C/No比42.9	
Report対Demand-contract(ダイアログなし)	37.212	42.458	10.967	9.819	1574
Report対Demand-contract(ダイアログあり)	47.920	59.724	10.861	10.893	693
Report対Periodic-contract(ダイアログなし)	36.621	43.098	10.772	10.000	602
Report対Periodic-contract(ダイアログあり)	47.966	41.690	10.910	10.917	691
Negative Ack対Demand-contract(ダイアログなし)	36.070	36.548	10.248	9.686	1557
Negative Ack対Demand-contract(ダイアログあり)	46.936	47.563	10.750	11.073	655
Negative Ack対Periodic-contract(ダイアログなし)	37.002	42.909	9.767	9.732	1559
Negative Ack対Periodic-contract(ダイアログあり)	47.824	47.239	11.177	11.069	655
Cancel	47.315	47.516	11.236	11.037	1628

表1 ADS操作端末－航空機シミュレータ間往復通信時間（レスポンスタイム）

同等なものにより通信時間がかかる。また、表2の空地間データサイズはそのシーケンスで用いられたCPDLCメッセージとLackのデータサイズの総和を示す。

表2からフリーテキストを除くCPDLCメッセージの往復通信時間は回線速度が600bpsの場合は約63～64秒、10500bpsの場合は約13～14秒程度であった。フリーテキストの場合はCPDLCのデータ自体が大きい（20バイト前後に対して256バイト）のでより時間がかかっている。また、回線速度10500bpsでは600bpsに比べて4～4.5倍ほど高速であったが、ADSの場合と同様に回線速度ほどの差は見られなかった。

ここで特異なデータについて考察する。CPDLCメッセージの送受信の通信時間で、表2の回線速度10500bpsで38秒を超えるデータが2件、回線速度600bpsで75秒を超えるデータが3件ある。これらはBISの通信履歴から、いずれも衛星データリンク実験システム内部で処理中のデータがあり送信遅延が発生したため、BISでの処理が待たされたためと考えられる。

4. まとめ

本研究では、CNS/ATM-1パッケージの検証などを目的として、海外テストベッドとの接続実験を行った。その結果、ICS（第5分冊）、ULCS（第4分冊）、CPDLC/ADS（第2分冊に記述された空対地アプリケー

ーションの一部）の相互接続性や運用性については良好な結果を得た。また、地対地アプリケーション（第3分冊）については、AMHS（ATSメッセージ・ハンドリング・システム）の海外接続実験（豪州および米国）が航空局のIDECで行われ、良好な結果を得ている。

平成12年度は、空地データリンクの一部であるAMSSサブネットワークのデータ転送速度等を評価するため、当所衛星航法部の擬似衛星サブネットワークを用いて通信実験を行った。実験結果は、ADSに関しては回線速度600bpsおよび10500bpsともに洋上空域での運用については可能であるという結果を得た⁽³⁾。

Doc.9705の改訂作業は現在でも続けられており、2000年に開催されたATNパネル3では大幅な改訂が行われた。今後はパネル3に対応したATN研究が望まれる。

参考文献

- (1) 板野賢，塩見格一：“ATNの国際接続実験について”，第31回電子航法研究所発表会概要，平成11年6月。
- (2) 板野賢，塩見格一：“ATNの国際接続実験について（その2）”，第32回電子航法研究所発表会概要，平成12年6月。
- (3) 板野賢，塩見格一，藤田光紘：“擬似衛星サブネットワークを用いたATN実験”，第33回電子航法研究所発表会概要，平成13年6月。

処理対象データの種別	測定結果[sec]				空地間データサイズ [byte]
	回線速度600bps		回線速度10,500bps		
	ノイズなし	C/No比31.9	ノイズなし	C/No比42.9	
CPDLC-start Req/Cnf	36.342	36.931	9.376	9.972	423
CPDLC-end Req/Cnf	64.12	99.524	21.547	21.161	338
「CPDLC福岡タワーモニタ指示」送信～応答受信	63.829	69.076	13.595	13.783	710
「エンルートクリアランス」送信～応答受信	63.105	63.642	13.852	13.456	708
「VHF音声周波数聴取指示」送信～応答受信	63.646	63.054	13.601	13.323	710
「FACC→TACCへのハンドオフ」送信～応答受信	69.35	63.365	13.725	13.718	710
「高度復帰指示」送信～応答受信	63.472	63.481	13.726	13.346	705
「PACOTS経路割り当て」送信～応答受信	63.68	62.862	13.462	13.583	705
「高度変更許可」送信～応答受信	63.516	85.49	13.672	16.888	705
「CPDLCオークランドATSUモニタ指示」送信～応答受信	63.86	63.022	38.209	13.585	710
「ゲートFIX通過指示」送信～応答受信	64.007	75.267	13.891	39.689	710
「モニタ周波数送信」送信～応答受信	63.612	63.794	13.792	17.313	710
「フリーテキスト(アップリンク)」送信～応答受信	73.472	93.844	15.227	15.027	939
「フリーテキスト(ダウンリンク)」送信～応答受信	68.594	69.112	13.938	14.145	939

表2 CPDLC操作端末－航空機シミュレータ間往復通信時間（レスポンスタイム）

ADS環境下での国際航空交通流管理手法の研究

担 当 部 電子航法評価部

担 当 者 ○福田 豊 福島幸子 岡 恵 井無田貴 塩見格一

研究期間 平成10年度～平成13年度

平成12年度経費 45,900千円

1. はじめに

現在、我が国および東アジア各国において大規模空港の整備が進められている。将来これらの空港整備が完了した場合、東アジアと北米間等の国際航空交通量の増加が予想される。洋上管制においては、運輸多目的衛星等を利用する自動従属監視（ADS:Automatic Dependent Surveillance）や管制官パイロット間データ通信（CPDLC:Controller Pilot Data Link Communicaitons）等の環境整備が進められている。これらの環境整備を有効に活用することにより、増加した国際航空交通流と国内航空交通流を統一的に管理し、全体として円滑な航空交通流を形成する手法の開発が望まれている。

本研究では、航空交通状況の予測を行い、特定の航空路や空港への航空機の一時的な過度の集中を防止する航空交通流管理手法を検討することを目的とする。平成12年度は、洋上経路等の我が国の飛行情報区（FIR：Flight Information Region）から出域する航空路を対象とする航空交通流管理手法について検討を進めると共に、新東京国際空港のように、その到着機の大部分が国外空港からの出発である空港を対象とする航空交通流管理手法の検討を行なった。

2. 研究の概要

2.1 航空交通流管理ソフトウェアの製作

洋上経路を対象とする航空交通流管理として、洋上空域への出域時に適正な航空機間隔を確保するために運航者側の希望する飛行計画に対して、出発待機や高度変更等の調整を実施する。この調整を飛行計画段階で実施する方法と出発段階で実施する方法について検討した。飛行計画調整シミュレータは、米国のトラックアドバイザのような飛行計画時の調整機能を持つ。洋上合流シミュレータは、出発前管制承認の調整業務を支援する機能を持つ。本年度は、このシミュレータの問題検出および解決機能の向上、表示機能の向上のための改修を実施した。

空港を対象とする到着機の航空交通流管理を検討するために、通過計画調整シミュレータを製作した。通過計

画調整シミュレータは、先行機と後続機の間隔等の制約条件の設定、問題解決ルールを設定することにより、制約条件を満足する滑走路使用スケジュールを作成する。

2.2 管制官参加のシミュレーション実験

洋上経路を対象とする飛行計画段階と出発段階の調整の組合せ手法を検討するために、管制官の参加による管制シミュレーション実験を実施した。飛行計画調整シミュレータにより飛行計画段階で調整を実施したシナリオと未実施のシナリオを作成し、管制官が洋上合流シミュレータを使用し、出発段階の調整である管制承認の判断をした。

実験したシナリオでは、飛行計画段階の調整を実施することにより出発段階での調整の作業量が減少すること、出発機の出発待機時間の最大値が減少すること等が確認できた。

2.3 統計情報処理システムの試作

航空交通流管理手法の検討のためには、航空交通状況の把握が重要である。航空機の運航データを解析する機能およびその情報の共有化手法を検討するために、統計情報処理システムを試作した。統計情報処理システムでは、飛行計画情報処理システム（FDP:Flight Data Processing System）の統計データをデータベースに読み込み、航空路上の指定した地点を通過する航空機の情報等を検索することができる。情報の共有化のモデルを目指し、クライアント/サーバ・システムとして構築し、クライアントはウェブブラウザを利用する。検索結果をデータ解析するために、ヒストグラムを求める機能を持つ。

3. おわりに

洋上経路等を対象とする航空交通流管理手法について検討を進めた。飛行計画段階と出発段階の調整の比較検討のため、両調整方法を模擬する飛行計画調整シミュレータおよび洋上合流シミュレータを改修した。管制官参加のシミュレーション実験により、両調整方法の組み合

せ手法を検討した。

新東京国際空港のように、その到着機の大部分が国外空港からの出発である空港を対象とする航空交通流管理手法の検討を行った。通過計画調整シミュレータを製作し、基礎的な空港の滑走路使用スケジュールを作成する機能を確認した。

今後は、より現実に近い運用環境を想定し、航空交通流管理手法の検討する予定である。

掲載文献

- (1) 井無田, 福田, 岡, 福島, 塩見: “飛行計画調整シミュレータについて”, 第32回電子航法研究所研究発表会講演概要, 平成12年6月
- (2) 福田, 岡, 福島, 井無田, 塩見: “洋上合流シミュレータについて”, 第32回電子航法研究所研究発表会講演概要, 平成12年6月
- (3) 福田, 井無田, 岡, 福島, 塩見: “国際航空交通流管理の支援システムの試作”, 第38回飛行機シンポジ

ウム講演集, 平成12年10月

- (4) 福島, 井無田, 岡, 福田, 塩見: “洋上経路への出発調整に関する一検討”, 電子情報通信学会2001年総合大会講演論文集(通信1), 平成13年3月
- (5) 福田, 岡, 福島, 井無田, 塩見: “国際線の到着機の航空交通流管理手法について”, 第1回電子航法研究所研究発表会講演概要, 平成13年6月
- (6) 福島, 井無田, 岡, 福田, 塩見: “北米行き航空機の飛行計画時調整の検討”, 第1回電子航法研究所研究発表会講演概要, 平成13年6月
- (7) 塩見, 福田: “次世代FDPシステムの検討と試作”, 第1回電子航法研究所研究発表会講演概要, 平成13年6月
- (8) 福田, 塩見, 福島, 岡, 井無田: “ADS環境下での国際航空交通流管理手法の研究 その2: 航空交通流管理システム要件”, 要望研究報告書(中間報告), 平成13年3月

大都市圏空域の航空路の有効利用に関する研究

担 当 部 電子航法評価部

担 当 者 ○三垣充彦 井無田貴 福島幸子 蔭山康太 岡 恵 相澤大輝

研究期間 平成10年度～平成13年度

平成12年度経費 25,000千円

1. はじめに

我が国の航空交通量は一段と増加することが予想され、特に高密度化が進む空域の航空交通の処理方法が課題となる。このため、飛行経路構成や空域構造等の問題について事前に十分調査・研究する必要がある。

そこで、本研究では、航空管制シミュレーション装置を用いた実時間シミュレーションおよび高速シミュレーションによる空域容量評価手法を確立して大都市圏空域の航空路における普遍的な空域設計・評価手法を得ることを目標とする。また、具体的な空域における飛行経路構成や空域構造等の検討資料の取得を行う。

2. 研究の概要

本研究では上記の目標のために、航空管制シミュレーション装置を整備し、実時間シミュレーション環境を構築することで空域容量評価を行う。また、高速シミュレーションソフトウェアを整備し、高速シミュレーションによる空域の容量評価、設計手法の確立をめざす。

本年度は、昨年度までに整備した航空管制シミュレーション装置を使用して、大都市圏空域における実時間シミュレーション評価実験を実施した。一方、航空管制シミュレーション装置の大幅な増設と機能向上を図り、実時間シミュレーション環境の一層の整備を行った。

2.1. 大都市圏空域におけるシミュレーション評価試験

航空管制官の協力を得て、大都市圏における新空港の建設に係る管制処理容量の評価及び空域・飛行経路の評価のための実時間シミュレーション実験を、昨年度までに整備した航空管制シミュレーション装置を使用して実施した。評価試験では、新空港の建設に伴って想定した仮想空域を新たな管制空域とし、新空港の飛行経路とともに既設の飛行経路も一部見直し、管制運用方式等も設定した。ターミナル管制用レーダ卓を管制官が実際に操作して管制業務を模擬的に実施し、意見の収集を行った。収集した設定空域、運用条件及び管制処理結果に関する意見等をまとめ、航跡図等を添付して報告書を作成した。本評価試験の結果として明らかになった課題等は今後の

検討，評価実験等に反映して行く予定である。

2.2. 実時間シミュレーション環境の整備

昨年度までに整備した航空管制シミュレーション装置の大幅な増設と機能向上のために，ターミナル管制用レーダ卓，航空路管制用レーダ卓をそれぞれ4卓，2卓増設して2倍の規模とし，さらに飛行場管制卓を全面的に改修，増設して5卓とし，全域模擬卓を2卓新設した。これに伴ってパイロット卓は12卓となり，その構成機器，操作性，機能の変更，改修等も行った。本体となるシナリオ処理装置及び記憶装置の性能向上を図るとともに，データベースの大幅な見直し等，ソフトウェアも大きく変更を加えて，より高機能，高性能なシミュレーション装置にした。

この結果，全国の広い空域を一度に模擬でき，また，シミュレーションの実行とシナリオ，空域・環境データの作成，編集等のオフライン処理を同時に並行して進めることができ，シミュレーション実験の効率的な運用が可能になった。さらに，管制官とパイロット間の音声通信の記録，処理もより容易にでき，管制官の作業状況の画像記録も可能になり，実験の評価がより多面的にできるようになった。図1にシミュレーション装置の全体構成図を示す。

2.3. 高速シミュレーションによる空域容量評価の調査

効率的な空域設計，評価手法の検討のために，高速シミュレーションを用いた評価を容易に行えるようにデータベースの整備とデータ処理方法を検討した。同時に，新空港に係るデータの整備を行い，高速シミュレーションを実施した。この結果は実時間シミュレーションの結果と比較検討し，高速シミュレーションの有効性，適用範囲等を調査した。この結果は，今後もシミュレーション手法の検討に活用していく予定である。

3. あとがき

本年度は，昨年度に引き続き，航空管制シミュレーション装置の整備を進め，大規模な実時間シミュレーション装置を構築した。これにより，任意の空域で多数のセクタ構成が可能になり，航空管制シミュレーション実行の環境が整備できた。今後は，シミュレーション実施に要する人的な要件の整備を進めていく必要がある。

また，高速シミュレーションによる評価手法についても引き続き，実験を実施するとともに，実時間シミュレーションと結果の相互比較等により検討を進めていく予定である。

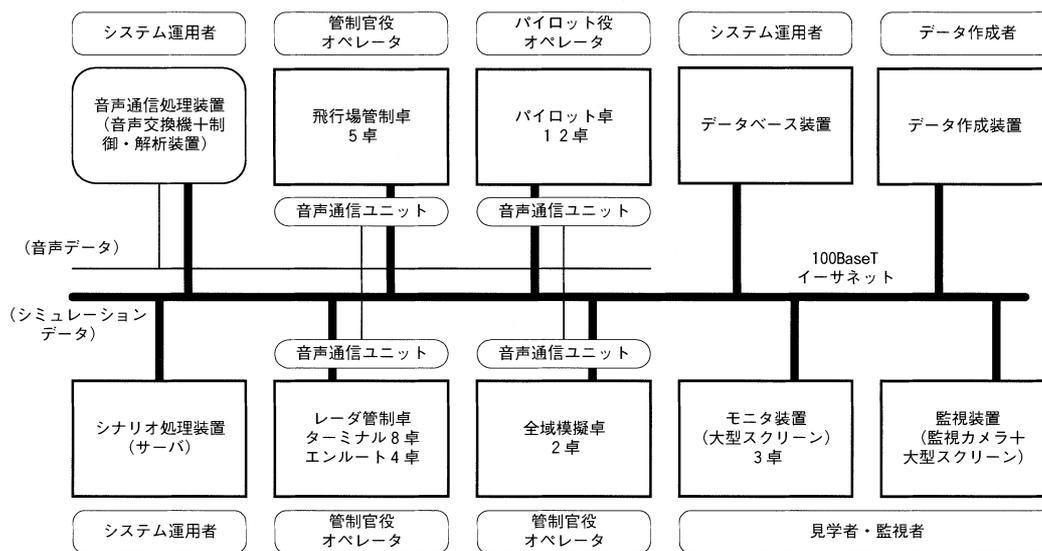


図1 航空管制シミュレーション装置全体構成図

データ通信対応管制情報入出力システムの研究

担 当 部 電子航法評価部
担 当 者 塩見格一 板野 賢 福田 豊 井無田貴
研究期間 平成12年度～平成16年度
平成12年度経費 69,016千円

1. はじめに

航空管制業務へのCPDLC等各種データ通信の導入は世界的な流れであり、近い将来我が国においても、その業務が音声通信とデータ通信の混在する状況への対応を求められることは必至と考えられる。

将来的に予測される、これら状況に対応するためには、音声通信とデータ通信の夫々の特性を考慮し、双方の長所を引き出した運用の可能な業務形態の構築が必要不可欠であり、またその業務形態による業務の遂行を可能とする情報機器の開発を可及的速やかに上記検討に並行して進めなければならない。

本研究においては、ATNパラダイムにおける管制業務形態の検討、これに対応する業務環境構築に要する各種要素技術の調査、またこれら要素技術を取り纏め、構築する次世代管制卓の試作開発を行っている。

2. 研究の概要

2.1. 業務形態の検討

データ通信を主要な通信手段として管制業務が行われる状況を想定し、そこにおける管制業務形態につき調査検討を行った。

本検討においては、現状のレーダ管制業務形態についての調査を行うと共に、これに加えて、航空管制官に将来的な展望に対して意見を聞く事等の作業を行った。

また、本件検討調査においては、管制官を始めとする航空局関係者に対し、最新の情報処理技術に関する勉強会を数回にわたり実施し、彼等諸兄の情報処理技術の可能性についての理解を深めることにも重点をおいた。

2.2. 要素技術調査

次世代管制卓の構築に必要なと考えられた技術に関する調査を行った。

主なものは以下のとおりである。

- (1) オブジェクト指向デザイン
- (2) 将来のコンピュータ・アーキテクチャ
- (3) インタフェース標準化技術
- (4) 利用者開放型ユーザ・インタフェース
- (5) 航空管制用情報表示デバイス

- (6) ウェアラブル・コンピュータ
- (7) 音声認識技術
- (8) 疲労計測等ヒューマン・ファクタ計測技術

全く従来通りのシステムを、将来においても全く同じように利用するのであれば、技術開発は信頼性の向上のみを目的として進めることが可能である。今日の技術的状况は、単純な高信頼化は平均的な周辺技術の向上を取り入れることで容易に実現される程のレベルに達している。

しかしながら、今日求められる技術開発は、“将来において、今日よりも一桁以上多い情報を処理することにより空港空域等航空交通資源の高度有効利用を実現する”ために行っているものである。

上記に行った技術調査項目は、何れも上記目的に対応するために必要不可欠と考えられている技術である。

オブジェクト指向デザイン等新たな技術的な提案がなされる時、常に、「現状で旨く行っているのだから、現状の技術は確認された技術であるから、これを以って次期システムも構築すべし。」との主張がなされるが、これら調査により明らかになったことは「従来型の技術においては、現状よりも複雑なシステムを構築することは不可能である。」と言うことであった。

将来の航空管制情報処理システムにおいては、将来的に様々な機能付加が求められること考えられるが、その都度柔軟に対応できるようにするためには、システム・プラットフォームに最大限の多様性を実現することに有る。また、多様性は、システムを構成するオブジェクト或いはモジュール等の仕様を徹底的に明確にすることによってのみ実現されるものであり、決して曖昧な表現により実現されるものではないことを理解しなければならない。併せて、システムを構成するプロセスに不必要な順序関係が入り込まないようにすることも極めて重要である。

2.3. データ通信管制卓

データ通信管制卓モックアップを試作した（写真1参照）。



写真1 データ通信管制卓モックアップ

CPDLC用データ入力デバイスを製作し、液晶ディスプレイを主表示装置としたレーダ管制業務用管制卓のモックアップを製作した。今後、ソフトウェア機能の確認作業を通じてGUIの適正化等ヒューマン・インタフェースの完成度を向上させたいと考えている。

また、利用者開放型GUIによる管制卓ヒューマン・インタフェースの試作も進めており、空域情報の3次元表示等新たな情報表示形態と併せて、より高機能な次世代

管制卓のあり方を明らかにしたいと考えている。

3. おわりに

平成12年度には、特に、技術調査に重点をおいた研究を進めてきた。

そして、各種技術調査により、今後のコンピュータによる情報処理技術の発展は、過去十年にも増して著しいであろうことが明かとなった。

また、欧米各国で進められる次世代管制情報処理システムの開発においても、積極的に先端技術や先進的なコンセプトが取り入れられていることが明かとなり、利用者である管制官や航空会社関係者とサービスを提供する管制側が一体となった開発体勢が敷かれていることは、我々にとっては羨ましい限りである。

電子航法研究所は、各共同研究者と次世代管制卓に関する様々なルック・アンド・フィール特許（海外特許を含む）等を多数獲得してきている。欧米に先駆けること数年と評価されるこれら実績を活かせない事態に到ることは、極めて残念なことであり、何としても避けなければならないのではなかろうか。

カメラ画像からの直線的要素の検出に関する研究

担 当 部 電子航法評価部
担 当 者 ○矢田士郎
研究期間 平成12年度

1. はじめに

カメラ画像を利用して移動体の監視、追跡を行ったり、航法などに役立つ試みがいよいよ行われつつある。ヘリコプターの着陸時や捜索救援の際の低空飛行の時などに、固定または移動物体や地形との相対的な位置や角度を画像から知ることにより、安全で効率的な運航に役立つことができる。

画像からヘリコプターなどの運動パラメータを求めたり、また逆に速度ベクトルや回転ベクトルなどの航法情報を利用することで物体との距離や地形に対する奥行きを知ることにより近接回避を行わせしめることも可能である。カメラ画像から電子航法に役立つ有用な情報を抽出する手法について検討し、解析を行った。

2. 研究の概要

画像から対象物体との間の相対的な変化を抽出し、カ

メラの動きや建物、地形、移動体との間の位置（距離）、角度を求める方法について各種の検討を行った。

距離や角度を求めるためには、時間空間の異なる複数の画像を利用して対応付けを行うことが必要である。そのために空間的に異なる方向から撮影された複数の画像について濃淡画像の探索領域同士の差分二乗誤差が閾値より大きいものを選択したり、正規化相互相関を求めて相関値の高いものを対応点として解析を進めた。また複数のカメラのお互いの評価値を積算することにより対応付けの信頼性を向上させる試みも行った。対応点の探索範囲はあらかじめ基本行列が既知の場合はエピポーラ関係から探索範囲が狭められるが、基本行列が未知の場合はそれを推定しながら同時に対応点の探索もやる必要がある、精度上の問題が生じる。

時系列画像（動画像）の場合は対応点探索を行わずに直接的に速度場を求める方法としてオプティカルフロー

がある。これは画像の変化が滑らかであるという仮定のもとに時間空間微分の保存則からオプティカルフローを計算することができる。それを利用すると航法パラメータから対象物体との距離を求めることができる。ただしオプティカルフローの計算はノイズの影響を受けやすいので、そのための誤差を減らすための工夫が必要となる。ここではローカルサポートを利用することを考えた。小領域での変動の偏差を求め、偏差の大きいものは信頼性が低いとしてオプティカルフローの計算結果から除外することにした。しかしこの方法では小領域の中に距離の大きく変化する複数の対象物が入っていると、それも排除されてしまうので、その場合は領域の取り方を動的に変化させながら評価判定を行う必要がある。また隣接する時間的に連続する複数のフレームに対しても同様な評価を行い、より信頼性を高める工夫を行うことにより、比較的ノイズの影響を受けにくいロバスト性の高い結果を得ることができた。

複数画像の特徴点の対応があらかじめわかっている場合に、これからの物体の形状とカメラの運動を求める手法の一つとして因子分解法がある。この方法は対応点のデータを一様に計測行列として扱って処理するもので、もともとは正射影モデルにランク定理を適用して特異値分解を利用して導かれたものであったが、これを透視射影の場合に対して計算を行った。この場合正射影の場合と異なり非線型モデルとなるので射影深さを求める必要

が生じる。この計算には最急降下法による繰り返し計算を利用して求めた。

また解析的に角度変化を求めるために、非線型の透視射影モデルに線形射影的な近似を導入した。対象物体の代表的な大きさに比べて充分距離が離れている場合を仮定して線形近似を行い、物体とのエピポーラ関係式から相対的な角度変化を計算し模型画像により確認した。

3. おわりに

画像の計算処理が不十分だったので、ソフト、ハードにおいて改良を進めていきたい。解析に適した実験画像を取得する際に機材や撮影方法などいくつかの問題があった。今後より実際的な画像の取得を行い、それに合わせて解析方法についても検討し、改良していきたい。特にノイズや明るさの変化などに影響を受けにくいロバスト性を高めた手法の開発に努めていきたい。そのためにも時間的・空間的に複数枚の画像からの情報を利用してローカルサポートを含めた方法で信頼性の高い結果を得るようにしたい。

掲載文献

- (1) 矢田：“複数の画像を利用した運動パラメータの推定”，平成13年度（第1回）電子航法研究所研究発表会講演概要，平成13年6月

小型機向け情報通信機器に関する調査研究

担 当 部 電子航法評価部
担 当 者 ○塩地 誠
研究期間 平成12年度

1. はじめに

近年、小型航空機（軽飛行機、ヘリコプター等）向けのGPSやデータリンクを利用した運航支援システムが望まれており、試作検討も行われている。本格的な運航支援システムは高機能で、かつ高価であるため、当所では機能を一部簡易化した「運航支援情報システム」の検討も行っている。本格的なシステムでも簡易なシステムでも情報通信機器は重要な要素である。航空分野では、VDL（極超短波データリンク）などの情報通信機器の開発評価が進行中である。また、航空以外の分野でも種々の情報通信機器が実現されており、本研究で考察している運航支援情報システムに利用できる可能性もある。そ

こで、より経済的な運航支援情報システムを実現するために、航空分野に限定せず広く、情報通信機器について調査を行っている。

本年度は、基本的な調査を実施した。

2. 調査の概要

2.1 運航支援情報システム

「運航支援情報システム」は、ヘリコプター、小型航空機向けに、気象情報、危険箇所等運航上の注意事項、周辺を飛行する他の航空機の位置など、パイロットが飛行中に欲しい情報（以下、運航支援情報という）を、機上で取得、表示するシステムである。本研究では本格的

な運航支援システムが実現するまでの間に、既存の技術を活用して、簡易で経済的なシステムの提供を目指している。システムは最近の民生用電子機器（ノートパソコン、携帯電話、GPS機器）をベースに構成され、地上の目標も参照できるように地図上にGPSによる自己位置を表示し、情報通信で取得した運航支援情報を合わせて表示する。地上に専用サーバーを設置せずにインターネットのホームページを直接参照する方法も検討している。正式な航法機器ではなく、参考用の情報提供装置と考えている。

2.2 本年度の調査概要

小型航空機向けの運航支援情報システムに使用できる可能性のある情報通信機器（システム）の調査を行っているが、最初に、航空用データリンクシステムとして実現が間近いVDLシステムの調査を、VDL研究チームの協力を得て行った。また、飛行実験、実験室内実験にも参加し、技術的情報を実地に把握した。

調査の結果、以下の点が明らかになった。VDLは、比較的広い通信エリア（セル）を持つ基地局配置で、航空機の数、移動速度にマッチした設計になっている。安定したデータリンク特性が得られる良いシステムである。

しかし、広い通信エリア内に山地があると、電波の特性上、十分強い電波も山で遮られてしまい、電波の届かない「山かげ」（ブラインドスポット）が生じることがある。高々度を飛行する旅客機では問題にならないが、低い高度の小型航空機では安定した通信が困難な場合も予想される。そのような場所でも、通信衛星（MTSAT等）のデータリンクを補完的に用いれば、電波は頭上より降り注ぐので、問題はなくなる。

本調査は、民生用の簡易なシステムの活用も視野に入れているので、それらの技術情報の収集も継続している。（携帯電話のような小電力狭エリアの補助通信手段があれば山かげ対策になるかもしれない。）今後は、VDLとの比較を念頭において調査を継続する。

4. むすび

小型航空機向けの簡易な「運航支援情報システム」に関連して、情報通信機器の調査を行っている。本年度は、主として、実現が間近いVDLシステムの調査を行った。今後は調査を続けるとともに、各通信機器相互の比較を行い、長所短所を検討する予定である。

航空交通流管理に対応した次世代飛行場管制卓の研究

担 当 部 電子航法評価部
担 当 者 塩見格一 福田 豊 井無田貴
研究期間 平成12年度～平成13年度

1. はじめに

現在、効率的な空域運用を目的とし航空交通流管理システムの高度化等が進められている。将来的に更なる高度化を実現するためには、空港における航空機の運航状況をシステムに入力することが必要不可欠であり、例えば、航空機から運航情報を得ると共に、これ確認する等作業を可能とする次世代の飛行場管制卓が必要である。

また、新首都圏空港設置後の関東圏のように大規模空港が密集する状況においては、そのターミナル空域の効率的な運用にはサテライト空港を含めた空港相互の出発調整が必要と考えられ、上記に併せて、同様にこれを可能とする次世代の飛行場管制卓が必要と考えられる。

2. 研究の概要

2.1. 航空交通管理システム

航空交通管理に要する情報処理システムの整備は、今

日、管制情報や航空機運航情報のデジタル化の進んでいるレーダー管制業務から、また衛星を利用する洋上空域に係る業務から進められている。

何れも現時点で利用可能な情報をシステムティックに管理することによる業務効率の改善を計ろうとするものであり、これに要する情報処理システムも現用機器をゲートウェイ等を介して接続する程度のものであり、ATNを情報基盤として想定しその上にシステムティックに構築しようとするものではない。

しかしながら、将来的なシステムの統合を想定しない多数のシステムの乱立は、短期的には何等かの役に立つシステムも長期的にはトータル・システム構築の足を引っ張るものにしかならないことは歴史的にも明らかである。

本研究では、将来的に発生するであろう上記のような問題に対して有効な解決策を与えるであろうレガシ・ラ

ッピング技術に関する調査・研究及び開発を行っている。

具体的には、飛行場管制卓とレーダ管制卓をCORBA技術により接続し、更にこれらをレガシ・ラッピングした仮想現実実験施設シナリオ処理システムに接続している。現時点ではシナリオ処理システムと各管制卓との接続は未だに不十分であるため、今後、HLA等の技術も含めて更なる研究開発を進めたいと考えている。

2.2. サテライト空港管制卓

サテライト空港における業務の効率化を目的とし、これに対応する飛行場管制卓の研究開発を行った。

「GPS及びトンネル表示を用いた曲線進入運航方式の評価」として航空宇宙技術研究所との間に共同研究契約を締結し、3次元的な運航プロファイルにより曲線進入等を行う航空機の監視に必要な管制側情報表示部について検討し、3次元鳥瞰図法による航空機位置情報表示システムについてコンセプト・ビデオの作成等を行った(図1参照)。

将来的にサテライト空港が地域交通において重要な役割を果たすようになれば、またなるためには、IFRによる高い定時性が実現されなければならない。その状況において、都市近郊のサテライト空港における管制業務は、人口密集地への騒音公害を低減した運航方式による航空機に対する管制業務を、離発着量の多い親空港と調整しながら進めなければならないものと考えられ、今日においては予想できない程に複雑な管制業務を適時的確に行わなければならないであろう。

本研究においては、航空宇宙技術研究所と共に、都市型サテライト空港の運用方式について、その要件等を明らかにしていく予定である。

3. おわりに

飛行場管制業務の高度情報化は、管制塔にレーダに匹

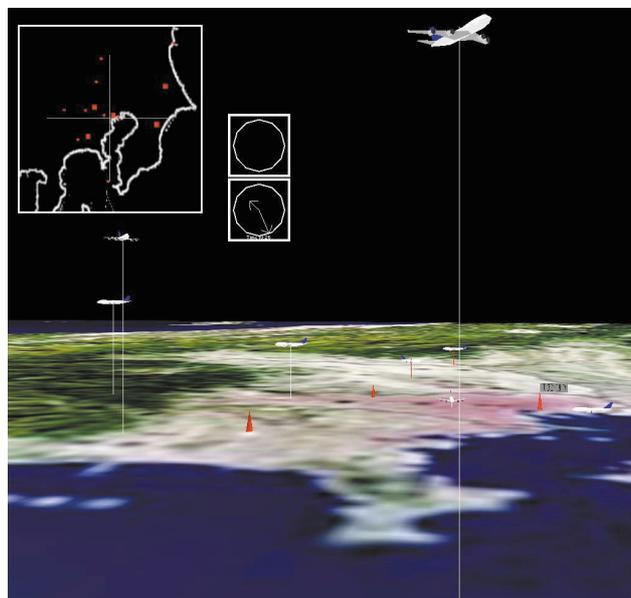


図1 3次元鳥瞰図による航空機位置表示の例

敵する情報源が存在しないことから、また管制業務に要求される適時性もターミナル空域の管制業務と同様に高く、要求される適時性に対応する情報入力機器(例えば、飛行場管制用電子ストリップ)を未だ実現できていないことから、他の業務に比較して著しく遅れている。航空機の動きを監視したり、或いは航空機からデータリンク等により情報を得ることも検討されてきたが、決定的な方策は未だ存在しない。

しかしながら、飛行場が航空機運航の起点であることから、此処における情報化なくしては、航空管制情報及び航空機運航情報の管理システムの完成はあり得ない。

本研究においては、飛行場管制業務の情報化への方策について様々な角度から検討を進めていきたいと考えている。

カオス理論によるヒューマン・ファクタの計測に関する基礎研究

担 当 部 電子航法評価部
担 当 者 塩見格一 板野 賢
研究期間 平成12年度～平成15年度

1. はじめに

現在、航空管制の現場においては、様々なデータ通信装置の導入等による業務環境の改革が進んでいるが、業務環境の変化による作業者の業務負荷の変化を業務遂行に何等影響を及ぼすことなく評価する手段が存在しない

ため、新たな業務機器の導入等業務環境の変化の良否の判定は長期的な試験運用後の作業者ヒアリングによる他なく、効率的な業務環境改善を困難なものとしている。

カオス論的手法によりヒューマン・ファクタを計測すれば被験者の自覚しないストレスを検出することも可能と

考えられ、環境と業務負荷の関係を簡易に判定し、効率的な環境改善を可能とするために、カオス論的なヒューマン・ファクタ計測手法を明らかにする必要がある。

2. 研究の概要

発話音声による疲労検出システムの開発は、科学技術振興事業団の補助金等を受けながら、平成10年より進めており、平成11年度には試作1号システムを実現している。

平成12年度には、オージス総研との共同研究契約を締結し、上記試作システムの機能向上等改修を進めた。

平成13年3月時点において、パソコン・ハードウェアの発展も有り、1秒間録音した音声を1秒以内に処理することが可能となり、リアルタイムな用途への十分な適用性を実現している。

技術的また資金的な制限により、疲労やストレスに関して、脳波やだ液中のステロイド濃度等の他の医学的パラメータとの比較実験等は未だに行えていないが、脳機能に極端な個人差が無さそうであること等を発見し、同システムの適用範囲を著しく拡大することができた。

技術的には、例えば、同システムを管制通信のアナログ音声ラインに導入しリアルタイムに管制官の発話音声の評価し、彼等に、過度なストレス状態に陥らないよう

に警告すること等は十分に可能である。

3. おわりに

平成12年度には、技術開発のみならず、米国においてATCAで紹介する等の活動を行った。

我が国においては読売新聞による取材を受けた。また、英国の科学雑誌に取上げられたことにより、ダイムラ・クライスラー社やエアバス関連の会社、また英NATSや米NTSB等様々な分野からの問合せを受けた。

カオス論的ヒューマン・ファクタ計測装置としての実現に必要な作業は、後は、医学的なデータとの突き合わせにより装置機能の確認を行うことのみであり、平成13年度にはこれを実現したいと考えている。

掲載文献

- (1) 塩見，他：音声から眠気や疲労を検出する試みについて，第37回飛行機シンポジウム。
- (2) 塩見，他：音声によるヒューマン・ファクタ評価手法について，第32回電子航法研究所研究発表会。
- (3) 塩見，他：“Fatigue and Drowsiness Predictor for Pilots and Air Traffic Controllers”，45th ATCA, Fall 2000.

4 衛星航法部

I 年度当初の試験研究計画とそのねらい

平成12年度における研究は、特定研究として承認された項目および行政当局の要望等を考慮して、下記のように計画した。

1. 次世代衛星航法システムに関する研究
2. 衛星データリンクの研究
3. 静止衛星型衛星航法補強システムの性能向上に関する研究
4. 衛星測位システム完全性監視方式の基礎研究
5. 航法衛星を利用した航空機高度測定の改善方式に関する研究

以上のうち、1は特定研究であり航空局の要望によるもので、民間航空機に必要な性能を備えた将来の衛星航法システムに関する検討を行うものである。2および3は航空局からの要望研究であり、経費は空港整備特別会計によるものである。2は航空機の航法装置で得られた位置情報等をデータリンクで自動的に地上の管制機関に送り、航空機を監視する自動従属監視（ADS）技術と洋上航空管制における衛星データリンクの利用技術の開発研究である。3では、現在、国際民間航空機関（ICAO）で民間航空航法に米国の全地球的測位システム（GPS）やロシア連邦の全地球的航法衛星システム（GLONASS）を利用した全地球的航法衛星システム（GNSS）を導入することを検討している。現在のGPSやGLONASSをGNSSとして使用するには、インテグリティ（完全性）の確保、測位精度およびアベイラビリティ（利用性）の保証のため、補強システムを構築する必要がある。補強システムの一つとして、静止衛星を利用する静止衛星型衛星航法補強システム（SBAS）があり、我が国では、運輸多目的衛星（MTSAT）による衛星航法補強システム（MSAS）の整備が進められている。また、米国、欧州等ではそれぞれWAAS、EGNOSの整備が進められている。これらSBASによる相互運用性の向上、サービス空域の拡大、位置決定精度の性能向上を図ること、およびGPSシステムの性能向上に対応するための検討と方式の開発を行う。4は科学技術振興調整費による重点基礎研究であり、GPS等の航法衛星システムの完全性を機上において自律的に監視し警報等を発する技術の調査と検討を行う研究である。5は一般研究であり、現在の気圧高度計に替わって将来的にはGPS等による高度計の利用が考えられるので、この特性を明らかにし、必要な精度等の確保を検討するための研究である。

II 試験研究の実施状況

次世代衛星航法システムに関する研究では、GPS等既存の衛星航法システムの調査と性能解析を行うと共に次世代衛星航法システムの性能要件の検討を開始した。

衛星データリンクの研究では、10.5kbpsの高速データ通信機能を衛星データリンク室内実験システムに付加し伝送性能を評価すると共にATN実験設備と接続して総合伝送性能を評価した。さらに、多数機の環境下における10.5kbpsの伝送遅延特性を計算機シミュレーションで解析した。

静止衛星型衛星航法補強システムの性能向上に関する研究では、海外テストベッドとの相互接続によるSBASの性能向上、SBAS認証に必要なデータ等を取得するためGNSS試験システムの解析ソフトウェアの機能向上および電離層シンチレーションによるGPS信号への影響の測定と解析を行った。

衛星測位システム完全性監視方式の基礎研究では、新たな監視方式としてファジィ推論による手法を開発し、シミュレーションによりその有効性について評価した。

航法衛星を利用した航空機高度測定の改善方式に関する研究では、SBASの利用を考慮した実験方法の検討を行った。

III 試験研究の成果と運輸行政、産業界、学会等に及ぼす効果の所見

現在、ICAOにおいては航空移動通信パネル（AMCP）、ADSパネルおよびGNSSパネルが組織され、将来航空航法システム（FANS）構想の実現に向けて国際的な技術基準作成の作業が行われている。当部ではこれらの会議に代表を出席させ、あるいは技術資料を提出してICAOの活動に寄与している。

また、我が国においては、FANS構想に沿って、運輸多目的衛星（MTSAT）を中心とした航空衛星システムの整備が行われており、この整備にこれら研究成果が活用される。更に、GNSS試験システムを用いた研究によりMSASの独立検証等を可能としている。

本年度の研究成果は、当研究所研究発表会、米国航法学会、欧州航法学会、電子情報通信学会、日本航空宇宙学会、日本航海学会等で発表している。

（衛星航法部長 惟村 和宣）

次世代衛星航法システムに関する研究

担 当 部 衛星航法部

担 当 者 ○伊藤 憲 新美賢治 坂井丈泰 惟村和宣

研究期間 平成12年度～平成15年度

平成12年度経費 8,339千円

1. はじめに

現在、衛星航法システムを民間航空の航法装置として利用するための検討が進められている。この衛星航法システムとして、米国のGPSやロシアのGLONASSの利用が考えられている。これらのシステムを民間航空で利用する場合、測位精度や完全性などの性能要件の面において不十分な点がある。このため、飛行局面ごとに異なったGPS補強システムの開発が日本、米国および欧州等で進められている。また、米国では、測位精度改善を目的として、民間用周波数追加などによるGPSの改良（GPS近代化）のための検討が進められている。一方、国際民間航空機関では、衛星航法システムを民間航空で利用する場合に要求される性能要件を検討し、民間用次世代衛星航法システム導入のための指針の作成を開始している。さらに、欧州では、Galileoと呼ばれる次世代衛星航法システムの検討が進められている。

このような背景から、当研究所は、民間の手により開発・運用され、世界中のすべての利用者による利用が可能で次世代衛星航法システムに関する検討を、平成12年度より開始した。

2. 研究の概要

2.1 既存衛星航法システムの調査

既存衛星航法システムおよび次世代衛星航法システムの動向について、下記の項目を調査した。

- (1) GPS, GLONASS, 近代化GPS, 近代化GLONASS, 静止衛星GPS補強システム, Galileoの概要
- (2) GPS, GLONASS, 静止衛星型GPS補強システム, Galileoの測位機能の詳細
- (3) Galileoの通信機能の詳細
- (4) 利用者用受信機の動向
- (5) GPS, GLONASS, GPS補強システム, Galileoの衛星および地上局の概要
- (6) システム間の互換性および相互運用性
- (7) 航空応用, 海上応用, 陸上応用の場合の性能要件

2.2 次世代衛星航法システムの性能要件

衛星航法システムの性能要件とは、そのシステムの性

能に対する要求条件である。次世代衛星航法システムの性能要件の定性的に検討し、次のようなものが得られた。

- (1) 24時間、一定高度以下の宇宙を含む全世界をカバーし、切れ目のないサービスを提供できる。
- (2) 全天候型である。
- (3) 静止／移動に関わらず、利用者の3次元位置を即時に高精度で求められる。
- (4) 時刻と速度を正確に測定できる。
- (5) 通信機能も有する。
- (6) 測位精度は利用要求条件に柔軟に対応できる。
- (7) GPSやGLONASSと互換性がある。

これらの要件は、どのような利用者を想定するか、そして、それらの利用者にとってどのようなサービスを提供するかを検討することで、さらに具体的かつ定量的に記述できる。

2.3 周回衛星を用いた次世代航空衛星通信プロトコル

周回衛星を用いた次世代航空衛星通信プロトコルに関して次の項目を調査した。

- (1) 既存のADS用プロトコル
- (2) 通信プロトコルシミュレーション方式
- (3) 周回衛星によるADSシミュレーション用モデル

2.4 次世代衛星航法システムシミュレーションソフトウェア

次世代衛星航法システムをシミュレーションするソフトウェアのシステム設計を実施し、必要な機能、ソフトウェアの構成などを検討した。

3. おわりに

平成12年度に実施した調査に基づいて、平成13年度は、次世代衛星航法システムの概念設計を行うとともに、次世代衛星航法システムシステムシミュレーションソフトウェアの作成を行う。

掲載文献

- (1) 坂井丈泰：「欧州における次世代衛星航法システム」、電子情報通信学会、信学技報、SANE2000-122, pp17-24 (平12.12)

- (2) 「既存衛星航法システム調査報告書」, 電子航法研究所 (平12.12)
- (3) 坂井丈泰他3名: 「GPSと新衛星航法システム

Galileoの併用による効果」電子情報通信学会, 2001年総合大会講演論文集, 通信1, p 235 (平13.3)

衛星データリンクの研究

担 当 部 衛星航法部
担 当 者 ○石出 明 藤田光紘 北折 潤
研究期間 平成2年度～平成12年度
平成12年度経費 116,300千円

1. はじめに

国際民間航空機関 (ICAO) の将来航空航法特別委員会 (FANS委員会) では, 現在の洋上航空管制方式で使用されている短波の無線電話および位置通報に代わって, 衛星データ通信および衛星データ通信を利用した自動従属監視 (ADS) を早急に開発し, 導入することを勧告した。ADSは航空機に搭載した航法装置で得られた位置情報等をデータ通信で自動的に地上の管制機関に送り, レーダのようにディスプレイ上に表示して航空機を監視する方式である。この勧告に基づいて, 航空移動通信パネル (AMCP) やADSパネル (ADSP現OPLINKP) において衛星通信やADSの標準及び勧告方式 (SARPs) の策定や見直し作業が行われている。

我が国では, 昭和62年8月に打ち上げられた技術試験衛星V型 (ETS-V) を用いて航空および海事用の衛星通信・測位技術の開発を目的とした航行援助実験で, 音声通信, データ通信および測位等の実験が行われた。この実験の成果をもとにして, また国際動向に合わせて, 衛星データ通信やADSを洋上航空管制に利用する技術を開発・評価することが本研究の目的である。

この研究では, 上記の目的を達成するために, 平成2～6年度に日米技術協力により, 航空会社の運航管理データ通信を利用してADSの基礎データを収集するための実験 (以下「ADS太平洋国際共同実験」という。) およびICAOの衛星データ通信のSARPsに適合する管制データ通信とADSの実験 (以下「衛星データリンク実験」という。) を行った。そして平成7年度から12年度はこれらの実験の成果をもとにして, 衛星データリンクをさらに高度化する技術の開発・評価を行った。

2. 研究の概要

ICAOのFANS構想では, 衛星データ通信, VDL及びモードSデータリンクを統合した航空通信ネットワーク

(ATN) を構築する計画である。このATNでは, 開放型システム間相互接続 (OSI) モデルに基づく7層のプロトコルによりデータ伝送を行う。ATNのサブネットワークとなる衛星データ通信では物理層, データリンク層及びネットワーク層の一部であるサブネットワーク層をサポートする。平成2～6年度の衛星実験で使用した衛星データリンク実験システムでは, 航空機地球局 (AES) が1つであったため, 物理層及びデータリンク層のみをサポートするもので十分であった。しかし, ATNと接続するには, サブネットワーク層もサポートする必要があるため, これを組み込んだときの機能及び性能を評価しておく必要がある。そこで, 平成7～8年度には, 実験システムにサブネットワーク層を付加して, データ伝送機能及び性能を評価した。このため, 室内実験で実際の衛星回線と同様な条件で実験ができるように実験システムを改造した。図1に実験システムの構成, 図2にその外観写真を示す。図1に示すように, 衛星データリンク実験システムは4台の擬似AES, 機上データ端末, 実験用航空地球局 (GES), 地上装置およびフェージングシミュレータで構成される。この構成で, 通信回線の特性, 通信回線の混雑状態を種々変えたときのP, R及びTチャネルの伝送遅延時間等の伝送特性を実験評価した。また, 実験システムで評価ができるのは4機までの環境であるが, 実際の運用環境のように多数機の環境での評価は行えない。そこで, 計算機シミュレーションシステムを開発して, 多数機の環境におけるデータ伝送特性を評価した。図3にTチャネルで通信回線の混雑状態 (チャネル負荷率) を変えて測定した平均伝送遅延時間の例を示す。

平成9～10年度には, ADSの伝送手順を改良し, 実験システムに組み込んでその性能を評価した。ICAOの国際技術基準に基づく衛星データリンクでは, ADSレポートの長さが34オクテット以上の場合にはTチャネルで伝送される。Tチャネルでのデータ伝送は予約TDMA (Time

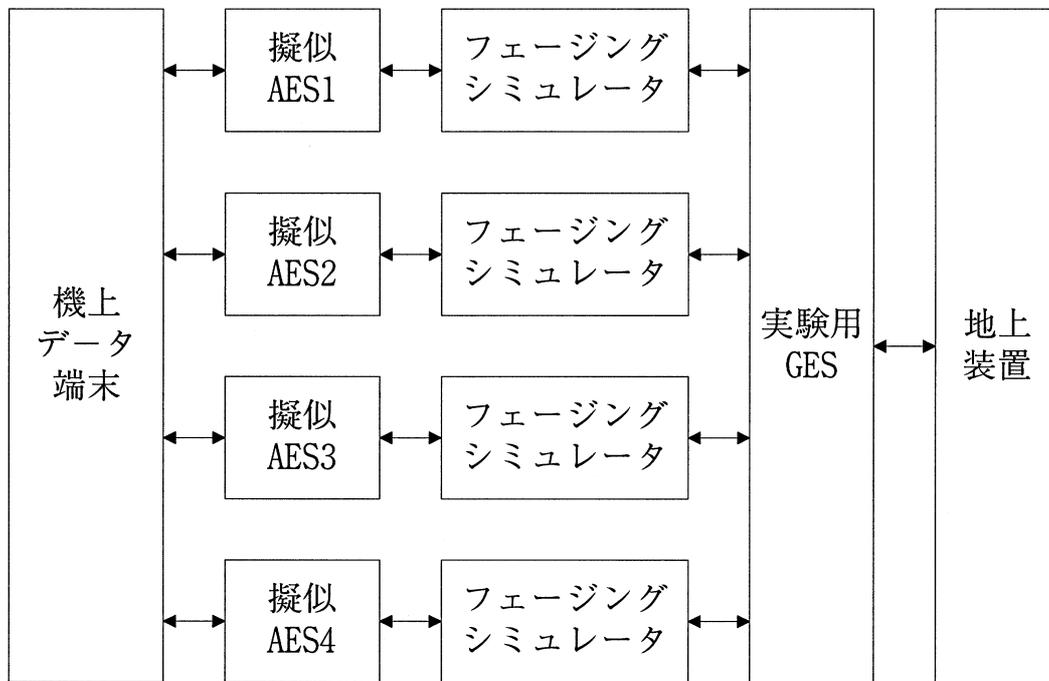


図1 実験システムの構成



図2 実験システムの外観

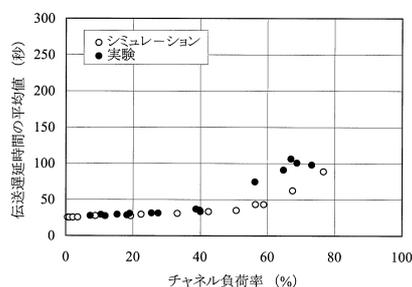


図3 通信回線混雑時の伝送遅延時間測定例

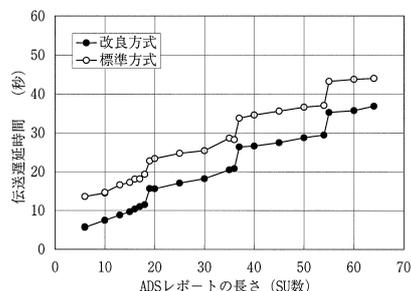


図4 改良方式の伝送遅延時間測定結果

Division Multiple Access：時分割多元接続）方式で行われる。この方式（標準方式と呼ぶ）では、まずAESからGESにデータ送信時刻の予約をリクエストする。これに対してGESでは他の送信時刻の予約状況をみて割り当てられていない送信時刻をこれに割り当ててAESに通知する。AESでは割り当てられた時刻まで待ってデータを送信する。このため、ADSレポートの伝送遅延時間が大きくなる問題がある。そこでADSレポートの開始時にすべてのADSレポート送信時刻の予約を行うことによって送信毎の送信時刻予約手順を省略できるようにTチャンネルの伝送手順を改良した。図4はADSレポートの長さ（シグナルユニットまたはSU数）を変えたときの標準方式と改良方式の伝送遅延時間の測定結果である。また、この方式についても多数機の場合の伝送特性は計算機シミュレーションにより評価した。

これまでの研究では伝送速度600bpsにおけるデータ伝送特性を評価してきたが、ICAOの衛星データ通信技術基準では、高速伝送用として10.5kbpsのデータ伝送速度も規定されている。そこで、平成11～12年度には10.5kbpsの高速伝送機能を衛星データリンク室内実験システムに組み込んでデータ伝送特性を実験評価した。この実験では、通信回線の特性、伝送データの長さ及び間隔等を変化させて、P、R及びTチャンネルの伝送遅延時間を測定し、600bpsや1200bpsの場合と比較した。多数機におけるデータ伝送特性は計算機シミュレーションにより評価した。さらに、この実験システムをATN実験設備と接続して、総合的なデータ伝送特性を測定した。この実験では模擬的なCPDLCメッセージ及びADSレポートを送信して、end-to-endの伝送遅延時間を測定した。ADSレポート（219octet）の場合、伝送遅延時間は伝送速度600bpsでは約23秒であるが、伝送速度10.5kbpsでは約8秒であった。

3. おわりに

本研究では、平成2～6年度にICAOの衛星データ通信

技術基準に適合する衛星データリンク実験システムを開発し、日本国内の種々の航空路を飛行して実験用航空機とKDD山口衛星通信所に設置した実験用GES、当研究所に設置した実験用地上装置の間でデータ通信及びADSの実験を行った。この実験で得られた結果はICAOのAMCPやADSPに報告し、衛星データ通信やADSの技術基準の検証に役立った。平成7～12年度には、衛星実験で得られた成果をベースとして、システムの改良や実際の運用環境におけるデータ伝送性能の検証等衛星データ通信をさらに高度化する研究を行った。その結果は、AMCPに報告し、衛星データ通信基準の見直し等に役立った。現在FANS-Iシステムと呼ばれる衛星データ通信が実際の航空管制で使用されつつあるが、ICAOの衛星データ通信技術基準に適合する衛星データ通信はまだ導入されていない。しかし、本研究の成果は、今後のICAO方式の衛星データ通信設備の導入及びその運用に活用されることが考えられる。

掲載文献

- (1) 藤田，石出，新美，大沼：“空地衛星データリンクの実験計画”，電子情報通信学会春季全国大会，平成3年3月
- (2) 藤田，石出，新美，大沼：“洋上航空管制用衛星データリンク実験計画”，第23回電子研発表会講演概要，平成3年5月
- (3) Ishide: “ADS Pacific Engineering Trials Program in Japan”, 10th ICAO Air Navigation Conference, September 1991.
- (4) Ishide: “Satellite Data Link R&D Program in Japan”, 10th ICAO Air Navigation Conference, September 1991.
- (5) 新美，石出，藤田，大沼：“洋上航空管制用衛星データリンクの実験計画”，第29回飛行機シンポジウム，平成3年10月
- (6) Ishide: “Interim Report on Japanese ADS Pacific Engineering Trial”, ADS Pacific Engineering Trials

- Meeting, December 1991.
- (7) Ishide: “Data Collection and Processing in Japan”, ADS Pacific Engineering Trials Meeting, December 1991.
- (8) 新美, 石出, 藤田, 湯川: “ADS太平洋国際共同実験”, 電子情報通信学会春季全国大会, 平成4年3月
- (9) Ishide: “Interim Result of Japanese ADS Pacific Engineering Trial (PET)”, 3rd ICAO FANS (II) Meeting, March 1992.
- (10) Ishide: “Interim Result of Japanese ADS Pacific Engineering Trial (PET)”, ICAO AMCP WG Meeting, March 1992.
- (11) Ishide: “Japanese Satellite Data Link Experiment Prigram”, ICAO AMCP WG Meeting, March 1992.
- (12) 湯川, 石出, 藤田, 新美, 松崎: “ADS太平洋国際共同実験について”, 第24回電子研発表会, 平成4年5月
- (13) Ishide: “Interim Result of Japanese ADS Pacific Engineering Trials (PET)”, 2nd ICAO ADSP, June 1993.
- (14) Ishide: “Status Report of Japanese Satellite Data Link R&D Program”, 2nd ICAO AMCP, November 1993.
- (15) 新美, 石出, 藤田, 湯川, 松崎: “実験用航空管制データ通信システム”, 電子情報通信学会春季全国大会, 平成5年3月
- (16) 藤田, 石出, 新美, 湯川, 松崎: “洋上航空管制用衛星データリンク地上実験設備”, 第25回電子研発表会講演概要, 平成5年5月
- (17) 松崎, 石出, 藤田, 新美, 湯川: “洋上航空管制用衛星データリンク機上実験設備”, 第25回電子研発表会講演概要, 平成5年5月
- (18) Ishide: “Interim Validation Results of Japanese Satellite Data Link Trials”, ICAO AMCP WG-A Meeting, July 1993.
- (19) Ishide: “Data Collection and Analysis in Japanese ADS Trials”, ADS PET Meeting, July 1993.
- (20) 新美, 石出, 藤田: “ADS太平洋国際共同実験”, 日本航海学会論文集, 第89号, 平成5年9月
- (21) Ishide: “Test Results on ADS Transmission Performances”, ICAO AMCP WG-A Meeting, January 1994.
- (22) Ishide: “Measured Results of Bit Error Characteristics”, ICAO AMCP WG-A Meeting, January 1994.
- (23) 新美, 石出, 藤田, 湯川, 松崎: “実験用航空管制データ通信システム航空地球局”, 電子情報通信学会, B-174, 平成6年3月
- (24) Oonuma: “Result of Satellite Data Link Trials in Japan”, 3rd ICAO AMCP, April 1994.
- (25) 新美, 石出, 藤田, 湯川, 松崎: “ADS太平洋国際共同実験について(第2報)”, 第26回電子研発表会講演概要, 平成6年5月
- (26) Ishide: “Japanese Satellite Data Link Experiment Program”, 3rd ICAO ADSP, May 1994.
- (27) Ishide: “Interim Report of Satellite Data Link Trial in Japan”, ADS PET Meeting, June 1994.
- (28) 新美, 石出, 藤田, 湯川, 松崎: “実験用航空管制データ通信システム”, 信学技報, SANE94-37, 平成6年8月
- (29) 藤田, 松崎: “飛行実験による慣性基準装置の位置誤差”, 日本航海学会論文集, 第91号, 平成6年9月
- (30) 新美, 石出, 藤田, 湯川: “ADS太平洋国際共同実験II”, 日本航海学会論文集, 第91号, 平成6年9月
- (31) Ishide: “Development of Experimental ADS System and In-flight Performances”, ICAO ADSP WG Meeting, November 1994.
- (32) 石出, 藤田, 新美, 松崎, 湯川: “自動従属監視(ADS)実験システムの開発と実験”, 信学論, Vol.J78-B-II, 平成7年5月
- (33) Ishide: “Comparison of IRS-, GPS- and SSR-derived positions”, ICAO ADSP WG Meeting, November 1995.
- (34) 石出: “衛星データリンクの研究”, 航空無線, 平成8年2月
- (35) 藤田, 石出, 北折: “衛星データリンクの伝送特性について”, 第28回電子研発表会講演概要, 平成8年6月
- (36) Ishide: “Properties of Position Extrapolation Error in α - β Tracking for ADS”, 4th ADSP, September 1996.
- (37) 石出, 藤田, 新美, 湯川, 松崎: “衛星データリンクの研究(実験システムの開発とその基本性能)”, 要望研究報告書, 平成9年3月
- (38) 石出, 藤田, 新美, 湯川, 松崎: “衛星データリンクの研究(衛星実験の結果)”, 要望研究報告書, 平成9年3月
- (39) 藤田, 石出: “ADSへの α - β 追尾の応用”, 電子情報通信学会総合全国大会, 平成9年3月
- (40) 石出, 藤田, 北折: “ADSへの α - β 追尾の適用”, 第29回電子研発表会講演概要, 平成9年6月

- (41) Ishide: “Measurement of transmission Delays in a Multiple AES Environment”, AMCP WG Meeting, January 1998.
- (42) 藤田, 石出, 北折: “航空衛星通信Rチャンネルの伝送遅延特性”, 電子情報通信学会総合全国大会, 平成10年3月
- (43) 石出, 藤田, 北折: “衛星利用空地データリンクの通信負荷特性”, 第30回電子発表会講演概要, 平成10年6月
- (44) Ishide: “Measured 95% Transmission Delay for 600 bps R and T Channels”, ICAO AMCP WG-A Meeting, July 1998.
- (45) 北折, 石出, 藤田: “空地衛星データ通信の特性”, 信学技報, SANE98-97, 平成10年12月
- (46) Ishide: “Comparison of Transmission Delays for Experiment and Simulation”, ICAO AMCP WG-A Meeting, January 1999.
- (47) Ishide: “Interim Report on Implementation and Evaluation of Periodic Reporting Protocol”, ICAO AMCP WG-A Meeting, January 1999.
- (48) 藤田, 石出, 北折: “ADSへの α - β 追尾フィルタの応用-II”, 電子情報通信学会総合全国大会, 平成11年3月
- (49) 石出, 藤田, 北折: “洋上空域における衛星データ回線の通信量”, 第31回電子発表会講演概要, 平成11年6月
- (50) Ishide, Fujita, Kitaori: “Comparison of Transmission Delays for Experiment and Simulation”, ICAO AMCP WG-A Meeting, September 1999.
- (51) Ishide, Fujita, Kitaori: “Estimation of Channel Load and Capacity for Experiment and Simulation (II)”, ICAO AMCP WG-A Meeting, January 2000.
- (52) Ishide, Fujita, Kitaori: “Update on ‘Comparison of Transmission Delays for Experiment and Simulation’”, ICAO AMCP WG-A Meeting, January 2000.
- (53) 藤田, 石出, 北折: “航空衛星通信Tチャンネルへの周期的伝送手順の適用”, 電子情報通信学会総合大会, 平成12年3月
- (54) 北折, 石出, 藤田: “航空衛星データ通信のシミュレーション解析”, 第32回電子発表会講演概要, 平成12年6月
- (55) 石出, 藤田, 新美, 北折: “衛星データリンクの研究 (DATA-3 システムの開発・評価)”, 要望研究報告書, 平成13年3月
- (56) Ishide, Fujita, Kitaori: “Simulation of Log-on Rush at the Event of Satellite Failure”, ICAO AMCP WG-C Meeting, May 2001.
- (57) 板野賢, 塩見格一, 藤田光紘: “擬似衛星サブネットワークを用いたATN実験”, 平成13年度(第1回)電子航法研究所研究発表会講演概要, 平成13年6月。

静止衛星型衛星航法補強システムの性能向上に関する研究

担 当 部 衛星航法部

担 当 者 ○星野尾一明 伊藤実 新井直樹 松永圭左 関司

研究期間 平成11年度～平成15年度

平成12年度経費 62,200千円

1. はじめに

米国およびロシアの全世界的なカバレッジをもつ測位システムである全地球的測位システム (GPS) と全地球的航法衛星システム (GLONASS) の利用が各方面で考えられている。

GPSは1993年12月に運用が開始され, 国際民間航空機関 (ICAO) では当面民間航空航法にGPSやGLONASSを利用した全地球的航法衛星システム (GNSS) を導入することを検討している。

このGNSSは航空機のすべての飛行局面における運用要件を満足する衛星航法システムであり, 航空機に正確

な位置と時刻を提供するシステムである。

現在のGPSやGLONASSをGNSSとして使用するには, インテグリティ (完全性) の確保, 測位精度およびアベイラビリティ (利用性) の保証のため, GNSSの運用要件を満足するようなGPSの補強システムを構築する必要がある。

補強システムの一つとして, インテグリティ, ディファレンシャル情報及び測距信号を静止衛星を利用して放送する静止衛星型衛星航法補強システム (SBAS) があり, 米国, 欧州等で検討され, システムの導入が計画されている。我が国においても, 我が国の空域におけるGPSのイ

ンテグリティ（完全性）の確保並びに測位精度およびアベイラビリティ（利用性）の保証のため、現在、運輸多目的衛星（MTSAT）による衛星航法補強システム（MSAS）の整備が進められている。

これらのSBASは独立に運用されることが前提となっているが、SBAS間の接続、地上型衛星航法補強システム（GBAS）との連携による拡張により、相互運用性の向上、サービス空域の拡大、衛星軌道標定精度、電離層伝搬遅延の推定精度の性能向上を図ることができる。このため、国際的な相互接続が検討されており、我が国においてもSBASの性能向上、相互運用性向上の研究が必要である。また、補強対象となるGPSについては、セレクトティブ・アベイラビリティ（SA）の完全解除、民間用第2周波数の開放、GPSへの干渉が米国で検討されている。本研究においては、SBASの軌道標定技術や電離層補正情報等の基本要素技術について、性能向上の可能性とその方策について研究する。

2. 研究の概要

SBAS性能向上について、下記の下記の研究を行う計画である。

- ① SBAS間やGBASとの接続による性能向上の可能性の研究、サービス空域の拡大、軌道標定精度向上。
- ② 民間用第2周波数の利用やSAの解除を通じたSBASの性能向上の可能性の研究。
- ③ 太陽活動等干渉妨害の研究。

また、米国、カナダ、欧州と連携を図り、本研究によりICAOにおける国際標準策定作業に寄与するものである。

年次計画としては、平成11年度は、海外テストベッドとの接続、解析ソフトウェアの製作を行った。

平成12年度は、データ交換によるSBAS性能向上及び解析ソフトウェアの製作を行った。平成13年度は、データ交換によるSBAS性能向上の解析、評価、SA解除/2周波数化時の精度、利用性解析ソフト、評価機材の製作及び干渉の解析、評価を行う。平成14年度は、SA解除/2周波数化によるSBAS機能、精度、利用性の解析、評価を行う。平成15年度は、SA解除/2周波数化による補正間隔の解析、評価を行う計画である。

また、札幌、東京、福岡、那覇航空交通管制部および三鷹でのGPSデータおよび電離層シンチレーションデータ（三鷹、那覇のみ）の収集・解析を行う。

2.1 GNSS試験システムの解析ソフト機能向上

平成12年度は、以下に述べる、相互接続によるSBAS

性能向上の解析およびGPSデータ解析のためのプログラム作成およびソフトウェアの機能向上を行った。

- ① GNSS試験システムで作成するSBASメッセージとEGNOS、WAAS等他SBASのテストベッドおよびWAASの試験用メッセージを組み合わせて解析するため、SBASメッセージタイプ2-5および25を利用者測位に利用可能とするプログラムの作成。
- ② 対流圏遅延量推定解析機能付加。
- ③ 那覇で観測を行っている電離層シンチレーションデータの収集、三鷹への転送機能、GPSとGLONASSデータ選択機能の付加等、GNSS試験システムのデータ収集に関連するプログラムの機能向上。
- ④ SBASの補強対象であるGPSについて、GPSの性能が規定の性能を有していることを解析し、SBASの認証に必要なデータ取得方法、解析方法、データ特性などの基礎資料を得るため、GPSの測距精度、サービスの信頼性、再現測位精度、予測測位精度、相対測位精度の規定値適合性を判断するGPS信号解析・認証機能向上および一部データの解析の実施。

2.2 解析結果

SBASデータ交換によるSBASの性能向上に関しては、米国NSTBとのデータ交換として、電離層観測データの交換を行った。また、米国WAAS信号を利用した受信実験により、SBASカバレッジの周縁地域での性能評価実験を行った。SBAS周縁地域では、SBAS情報使用可能な衛星が限定されること、電離層遅延情報が使用できないこと等により、測位精度はSA解除後、GPS単独測位と同程度となっている。電離層観測データについては現在解析中である。なお、NSTBのシンチレーション観測データおよびNSTB TRS観測データの一部はNSTBホームページ (<http://www.nstb.tc.faa.gov/>) からダウンロード可能である。

GPSの性能評価に関しては、実際のデータ、情報を基にICD-GPS-200 REV.C, September 5,1997で規定されているGPSの測距精度（一部のみ）、サービス信頼性、予測測位精度、再現測位精度、相対測位精度に関する規定値をGPS信号が満足しているかどうかの検討を行った。

なお、以下に示す結果は、一部のものであり、十分なデータによる評価が必要である。

2000年11月～12月のデータ解析では、サービス信頼性、予測精度および再現精度はすべて問題なく規定値を満足していた。しかし、測距精度のうち加速度および相対測位精度については、規格を満足していない部分があ

った。これらは、受信機おける擬似距離測定へのマルチパスなどの影響が考えられるが、詳細はさらに検討する必要がある。

データ収集は、那覇および三鷹に設置した電離層シンチレーション測定装置（ISM GSV4000）を用い、電離層シンチレーションの観測を続行すると共に、札幌、東京、福岡、那覇航空交通管制部に設置してあるGPS受信機（Z12）によりGPSデータ収集を継続し、3月には、通信総合研究所との共同観測も含め小笠原父島にて受信実験を行った。那覇においては、2000年および2001年春秋分の日を中心とした前後約1ヶ月においては、電離層シンチレーション発生頻度が大きくなることが確認されている。

2.3 共同研究

SBASのサービス地域の拡大、性能向上のためには、サービス領域内外のディファレンシャル情報およびインテグリティ情報特性および受信機特性を把握する必要がある。このため、古野電気株式会社とこれらのデータ取得と解析・評価を行う共同実験「SBAS信号解析・評価共同研究」を実施中。

また、GPS信号を利用し日本周辺における電離層シンチレーションを観測し、電離層不規則構造の発生機構を解明するとともに発生頻度、発生場所等を明らかにしSBASへの影響を明らかにすることを目的とする共同研究「GPS信号による電離層シンチレーションに関する研究」を総務省通信総合研究所と平成13年2月より実施している。

3. おわりに

2000年5月2日のSA解除によりGPS単独測位性能が向上したが、精密進入に使用可能なレベルにはない、また、インテグリティ機能もない状態である。これらは、WAAS試験信号を使用した実験であるが、確かめられており、SBAS等の補強システムの重要性に変わりはない。

GPS信号の規格適合性については、加速度誤差、相対測位精度の適合性確認には外乱の少ない測定状況を作る必要があることがわかった、しかし、現在SAが解除され、規定の見直しが行われてたので、再評価が必要になるも

のと考えられる。

電離層シンチレーションに関しては、2000～2001年が太陽活動の極大期に当たり、特に那覇での、シンチレーション発生頻度が大きいこと、および、振幅、位相の変動も大きいことが観測されており、GPS信号のロックはずれおよびサイクルスリップが確認されている。

参考文献

- (1) Hoshinoo: “ENRI Research and Development Activities on SBAS”, IWG/8, 平成12年5月
- (2) 星野尾, 伊藤, 新井: “GPS信号による電離層シンチレーションの観測”, 平成12年度(第32回)電子航法研究所研究発表会講演概要平成12年6月
- (3) 新井: “GLONASSの現状”, 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12年7月
- (4) Hoshinoo: “ENRI Research and Development Activities on SBAS”, IWG/9 Meeting, 平成12年9月
- (5) Kawai, Nakano, Wakasa, Hashimoto, Arai, Hoshinoo, Ito: “GPS/SBAS Receiver Flight Test in Japan”, ION GPS-2000, 平成12年9月
- (6) 松永, 星野尾, 伊藤, 新井, 関: “GPS信号による電離層シンチレーションの観測”, 2000年電子情報通信学会ソサイエティ大会, 平成12年9月
- (7) 松永: “GPS信号による電離層シンチレーションの観測”, 日本航海学会GPS研究会2000年度秋季研究会, 平成12年10月
- (8) 関: “神戸衛星センターについて”, 日本航海学会航空宇宙研究会2000年度秋季研究会, 平成12年10月
- (9) Hoshinoo: “ENRI Research and Development Activities on SBAS”, 平成12年度JICA一般特設コース(FANSセミナー), 平成12年11月
- (10) 橋本, 荒井, 星野尾, 伊藤: “GPS補強システム用受信機概要とWAAS試験放送による実験結果”, 日本航海学会誌 NAVIGATION 第146号, 平成12年12月
- (11) 星野尾, 伊藤, 新井: “GPS信号による電離層シンチレーションの観測”, 航空保安無線システム協会航空無線 2000年秋季号, 平成12年9月

衛星測位システム完全性監視方式の基礎研究

担当部 衛星航法部

担当者 ○伊藤 憲 坂井丈泰 星野尾一明 新井直樹 松永圭左

研究期間 平成10年度～平成12年度

平成12年度経費 5,136千円

1. はじめに

GPSなどの衛星測位システムを利用するとき、利用者は、期待される精度で測位できるかどうかを常に知っておく必要がある。完全性監視とは、衛星航法システムにより得られる測位結果が航法に利用できるかどうかを臨機に利用者に知らせることである。自律的完全性監視では、この完全性監視を利用者用受信機が行う(図1)。本研究では、既存の自律的完全性監視方式を検討し、それに基づいて新たな自律的完全性監視方式を提案した。そして、計算機シミュレーション実験により、提案した新しい自律的完全性監視方式の有効性の評価を行った。

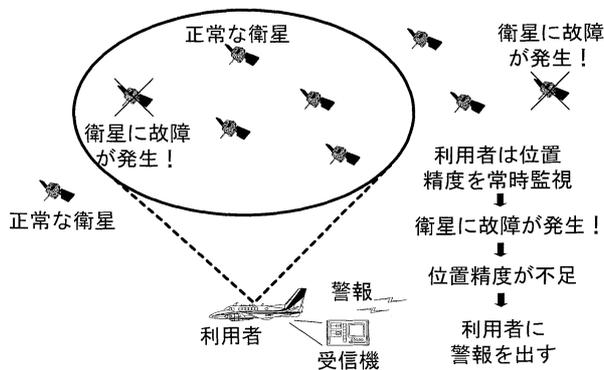


図1 自律的完全性監視概念図

2. 研究の概要

2.1 既存の自律的完全性監視

現在までに提案されている自律的完全性監視方式(以下、従来方式と呼ぶ)では、監視の対象となる衛星航法システムから得られる測定量を用いて、適当に定義された検定量を計算する。この検定量を、各飛行段階に応じて設定されたしきい値と比較する。検定量がしきい値を越えたらそのシステムに故障が生じているという警報を発する。

航空路、ターミナル、非精密進入の各飛行段階に対して、GPSのみを用いた場合には、従来方式では自律的完全性監視の稼働率(自律的完全性監視が可能な時間率)が100%にならない。GPSにGLONASSまたは数個の静止

衛星を組み合わせたシステムでは稼働率が100%になる。

また、精密進入の場合、高い測位精度が要求されるため、有効な自律的完全性監視方式は検討中である。

2.2 ファジィによる自律的完全性監視方式

検定量を計算するために用いる測定量には測定誤差が含まれる。従来方式では、測定誤差の影響を計算機シミュレーション実験により評価し、その結果をしきい値に反映させている。

このような誤差を含む量を扱うために、本研究ではファジィ推論を適用することとした。ファジィ推論では検定量と衛星測位システムの状態の関係を言葉によるあいまいさを含む表現で規定し、それを「知識」として定式化する方法がとられる。具体的には、測定量から求められる検定量が小さい(大きい)とき、測位の結果として得られる位置の信頼度が高い(低い)というように規定する。実際の測定値にこの規定を適用しファジィ処理することで、そのときの位置の信頼度が決定できる。

ファジィ推論を応用した自律的完全性監視では、従来方式のように、故障が発生しているか発生していないかの2種類の出力のみが得られるわけではない。信頼度に応じて、測位結果が「十分に信頼できる」、「やや信頼できる」、「やや信頼できない」、「全く信頼できない」といったような定性的な出力形式となる。位置の信頼度に対して適当なしきい値を設定すれば測位結果の良否を判定することもできる。この場合、位置信頼度がそのしきい値を越えたら警報を出すことになる。

2.2 計算機シミュレーション実験

前節で述べたファジィによる自律的完全性監視方式の有効性を評価するために、国際民間航空機関で定められた評価方法に基づいて計算機シミュレーション実験を実施した。

(1) 相関

評価用に選ばれた衛星配置において、ある特定の衛星に対する擬似距離に、時間とともに増大する誤差を付加する。このとき、水平方向の位置誤差も時間的に変動することになる。この位置誤差が、従来方式で用いられている検定量またはファジィによる方式の位置信頼度と、

どのような相関関係にあるかを調べた。

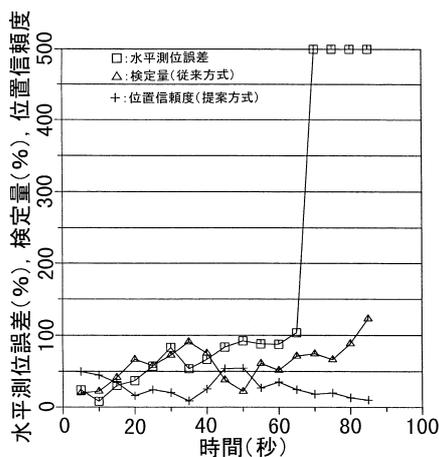
自律的完全性監視で用いられる指標（従来方式の場合の検定量またはファジィによる方式の場合の信頼度）が位置誤差の変動を忠実に反映できれば、適切に警報を出せる。そのため、自律的完全性監視では、位置誤差と大きな相関を持つ指標を利用することが望ましいと考えられる。

計算機シミュレーション実験結果によると、水平位置誤差と従来方式の検定量との間の相関係数は0.5程度、水平位置誤差とファジィによる方式の位置信頼度との間の相関係数は0.6程度であった。

(2) 測位精度劣化検出

ファジィ理論を用いる自律的完全性監視方式を評価するときには、相関を調べるだけでなく、実際に衛星航法システムに故障が発生し測位誤差が大きくなったときに、適切に警報を発することができるかどうかを調べる必要がある。この点に関しても計算機シミュレーション実験を実施した。

具体的には前項で述べたような方法を用いて、選ばれ衛星配置に対して、完全性監視が可能かどうかを、従来方式およびファジィによる方式の場合のそれぞれについて調べた。

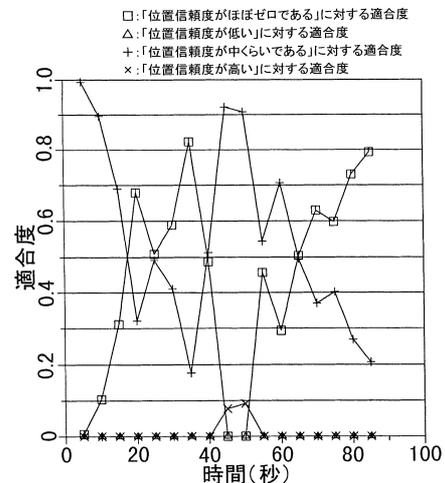


(a) 水平測位誤差, 検定量, 位置信頼度

図2 実験結果

図2 (a) は、従来方式では衛星航法システムの故障の発生を適切に検出できない場合の例である。この図の縦軸は水平方向の測位誤差（警報限界で正規化されている、ここで警報限界とは、衛星航法システムに故障が存在するかどうかの目安となる水平方向の測位誤差の大きさのことで、測位誤差が警報限界より大きくなったら警報が

出される）と従来方式で用いられる検定量（しきい値で正規化されている）および提案したファジィによる方式の位置信頼度である。図2 (a) では、60秒を過ぎた辺りで測位誤差が警報限界を上回っていることがわかる（正規化された測位誤差が100%を越えている）。この図で、従来方式の検定量は60秒後から80秒後までの間、あまり変化せず、しきい値を下回っており（正規化された検定量が100%を越えない）、80秒を過ぎて始めてしきい値を上回る。従来方式では、検定量がしきい値を上回るまで、利用者に警報を出さない。そのため、80秒を過ぎるまで、利用者は測位結果が十分信頼できるものと認識していることになる。すなわち、従来方式では故障の発生を適時に利用者に知らせることができない。一方、ファジィ理論を用いる方式により得られる位置信頼度は、図2 (a) の場合、60秒過ぎから低下している。



(b) 適合度

図2 実験結果

ファジィ理論を用いる新しい方式では、位置信頼度だけでなく、適合度の情報も利用者に提供できる。ここで適合度とは、システムの状態が、たとえば、「位置信頼度がほぼゼロである」という状況に適合する割合を示す指標である。

図2 (a) の結果が得られたときの適合度を図2 (b) に示す。図2 (b) から、「位置信頼度がほぼゼロである」への適合度は60秒を過ぎてから急激に大きくなり、「位置信頼度が中くらいである」への適合度は急激に小さくなることからわかる。従って、ファジィによる方式を用いる場合、適合度に関する情報により、利用者は60秒を過ぎた辺りから位置信頼度が低下しつつあるということ

認識できることになる。

ファジィ理論を用いる自律的完全性監視方式では、総合的な位置信頼度だけでなく、適合度に関する情報を利用者に提供できる。このため、従来方式では適切に衛星航法システムの故障を検出できない場合でも、ファジィ理論を用いる方式では衛星航法システムの故障の発生を適切に検出することができることがわかった。

なお、従来方式により故障を適切に検出できる場合については、ファジィ理論を用いる方式でも故障の検出を適切に行えた。

この節の結果は、ファジィ理論による完全性監視方式を用いると完全性監視稼働率が改善される可能性があることを意味し、また、ファジィによる方式の有効性を示すものである。

3. おわりに

本研究ではファジィによる自律的完全性監視方式を提

案し、その有効性を計算機シミュレーション実験により評価した。その結果、ファジィによる方式は、従来の完全性監視方式を上回る性能を持つことが分かった。このファジィを用いる完全性監視方式は、今後、当研究所で平成12年度より開始された「次世代衛星航法システムに関する研究」において活用される。

(掲載文献)

- (1) 伊藤：“GPS補強システムの自律的完全性監視”，電子情報通信学会技術研究報告SANE98-43，平成10年8月
- (2) 伊藤：“ファジィによるGNSS自律的完全性監視”，2000年電子情報通信学会総合大会論文集（通信1），p238，平成12年3月
- (3) 伊藤：“ファジィを用いた衛星航法システム完全性監視”，第44回宇宙科学技術連合講演会講演集（上巻），423-428，平成12年10月

航法衛星を利用した航空機高度測定の改善方式に関する研究

担 当 部	衛星航法部
担 当 者	○新美賢治 惟村和宣
研究期間	平成12年度～平成13年度

1. はじめに

現在、航空機に使用されている気圧高度計は、大気圧の影響を受け時々刻々地域による補正が必要であり、パイロットの作業負担となっている。また、高々度においては誤差が大きくなる等の問題もあり、航空交通の安全のため将来的には全地球的航法衛星システム（GNSS）を利用した高度計がシームレスで全ての飛行フェーズで可能となる垂直ガイダンスの候補として検討されている。そこで、従来の気圧高度計との誤差特性の相違等の検討とGNSSを利用した高度計の精度向上について研究を行ってきた。

本研究により、次のような成果が期待できる。

- (イ) GPSにより得られる航空機の高度誤差特性が明らかになり、高度誤差改善方式を開発できる。
- (ロ) ICAOの提唱するFANS構想の実現に寄与することができる。

2. 研究の概要

特定研究（平成8年度から平成11年度実施）において製作したGPSによる航空機の高度測定装置および高度誤

差特性解析装置を用いて実験を行っている。本装置は、当研究所の実験用航空機に搭載する機上設備と、三鷹の当所に設けた基地局設備から構成される。基地局設備は、当所本庁舎の鉄塔に設置したGPS受信用アンテナ、基地局用のGPS受信機およびデータ収集用の計算機から構成されている。これらで取得したデータは高度誤差特性解析装置で解析改善方式等を検討する。

平成12年度は、GPSの他に静止衛星型衛星航法補強システム（SBAS）の利用も考慮した高度誤差特性取得のための検討を行った。航空機の高度基準は、基地局設備近傍ではGPSを利用した航空機高度測定装置によるオフラインによるキネマテックGPSにより求めることができる。また、SBASを利用する飛行実験の他、オフラインによるディファレンシャルGPSおよびエアデータコンピュータ（ADC）それぞれの方式により航空機高度を測定する飛行実験を実施するための準備を行った。

平成13年度は、現在運用中のSBAS（米国のWAAS）を用いたGNSS高度誤差データ収集と高度改善方式に関する研究を行う計画である。

5 研究所報告

No	発行年月	論文名	著者
95	12-11	空港における航空機の地上運航状況分析	上野 徹
96	13-1	SSRモードSデータリンクの評価試験の結果について	古賀 禎 三吉 襄 宮崎 裕己
97	13-2	実験用海上監視支援システムの試作と評価	山田 公男 山本 憲夫 船舶技術研究所 桐谷 伸夫 松倉 洋史

6 要望研究報告

発行年月	表題	部名	担当者
12-9	SSRモードSシステムの研究その1 モードSシステムの開発と監視機能の評価試験 について	航空 施設部	三吉 襄 宮崎 裕己 古賀 禎
13-2	SSRモードSシステムの研究その2 データリンク機能とその評価試験について	航空 施設部	古賀 禎 三吉 襄 宮崎 裕己
13-3	ADS環境下での国際航空交通流手法の研究（その 2：航空交通流管理システム要件）	電子航法 評価部	福田 豊 塩見 格一 福島 幸子 岡 恵 井無田 隆

7 受託試験

受託番号	試験内容	依頼者	担当者
1	メガフロート（浮体式海上）空港モデルへのGPS による進入飛行に関する試験研究	メガフロート 技術研究組合	田嶋 裕久 朝倉 道弘
2	メガフロート（浮体式海上）空港におけるILSの 安定性に関する試験研究（その3）	メガフロート 技術研究組合	横山 尚志

8 共同研究

担当部	相手方	研究課題	実施期間
電子航法開発部	(株) アイ・エイチ・アイ・エアロスペース 日立エンジニアリング(株) (株) アンプレット	ヘリコプタの衝突警報システムに関する調査研究	12.8.1～13.3.31
航空施設部	東京電機大学	降雨時における空港面探知レーダのクラッタ処理に関する研究	10.4.1～13.3.31
航空施設部	青森大学 (株) トーキン・イ・エム・シ・エンジニアリング	積雪によるGP進入コースの予測技術の研究に関する共同研究	12.10.1～13.3.15
電子航法評価部	(株) 東芝	将来的な管制情報処理システムの構築に関する基礎研究	9.5.1～13.3.31
電子航法評価部	日本電気(株)	統合的な航空管制情報及び航空機運航情報の管理・集配システムの構築に関する基礎研究	9.6.1～13.3.31
電子航法評価部	日本無線(株)	ダイバシティレーダの評価に関する共同研究	12.2.29～13.3.31
電子航法評価部	大阪大学	輻輳海域における海上交通流の予測／制御に関する研究	12.8.10～15.3.31
電子航法評価部	医療法人社団祥徳会	カオス理論によるヒューマン・ファクタの計測に関する基礎研究	12.9.1～15.3.31
電子航法評価部	沖電気(株)	AISの評価方法、及びAIS情報のVTSの導入に関する研究	12.8.1～15.3.31
電子航法評価部	科学技術庁航空宇宙技術研究所	GPSおよびトンネル表示を用いた曲線進入運航方式の評価	12.9.1～18.3.31
電子航法評価部	(株) オージス総研	音声による先進的な航空管制業務のための基礎研究	12.10.1～15.3.31
電子航法評価部	三菱スペース・ソフトウェア	音声による疲労度計測システムの実用化研究	13.2.16～13.3.31
衛星航法部	総務省通信総合研究所長	GPS信号による電離層シンチレーションに関する研究	13.2.1～16.3.31
衛星航法部	古野電気(株)	SBAS信号解析・評価共同研究	12.11.27～14.3.31

9 研究発表

(1) 第32回研究所発表会 (平成12年6月8日, 9日)

1. ビデオ画像における特徴抽出およびその応用
電子航法評価部 *矢田 士郎
2. EVS画像融合のための地上実験の解析
電子航法開発部 *住谷 泰人
M.A.Brown
白川 昌之
小瀬木 磁
3. 仮想進入飛行実験における飛行誤差
電子航法開発部 *朝倉 道弘
田嶋 裕久
前電子航法開発部 松本 千秋
4. GPSを装備した航空機の航法精度の評価
電子航法開発部 *天井 治
長岡 栄
5. GPSを信号による電子層シンチレーションの観測
衛星航法部 *星野尾一明
伊藤 実
新井 直樹
6. GBAS飛行実験結果について
航空施設部 *齊藤 真二
福島荘之介
藤井 直樹
7. 多基準局を用いる狭域DGPSの測位実験
航空施設部 *福島荘之介
齊藤 真二
藤井 直樹
8. 機上におけるGPS信号の信頼性について
衛星航法部 *坂井 丈泰
惟村 和宣
9. メガフロート空港面構造によるGP特性への影響
航空施設部 *横山 尚志
10. 小型航空機の運航支援情報に関する調査
電子航法評価部 *塩地 誠
11. VHFデジタルリンク・モード3の実験計画
航空施設部 *藤森 武男
松下 征二
電子航法評価部 塩地 誠
12. SSRモードSデータリンクの試験結果について
航空施設部 *古賀 禎
三吉 襄
宮崎 裕己
13. 航空衛星データ通信のシミュレーション解析
衛星航法部 *北折 潤
藤田 光紘
石出 明
14. ATNの国際接続実験について(その2)
電子航法評価部 *板野 賢
塩見 格一
15. 拡張スキッタを用いるADS-Bの実験
電子航法開発部 *小瀬木 滋
住谷 泰人
白川 昌之
16. 空港内車両位置情報システムについて
航空施設部 *二瓶 子朗
田中 修一
17. 経路の計画的オフセットによる衝突危険度の軽減
電子航法開発部 *長岡 栄

18. 空港での航空機地上運航の調査分析

東京航空交通管制部：前電子航法開発部 *上野 徹

19. 飛行計画調整シミュレータについて

電子航法評価部 *井無田 貴
福田 豊
岡 恵
福島 幸子
塩見 格一

20. 洋上合流シミュレータについて

電子航法評価部 *福田 豊
岡 恵
福島 幸子
井無田 貴
塩見 格一

21. 音声によるヒューマン・ファクタ評価手法について

電子航法評価部 *塩見 格一

(注) * 講演者

(2) 所外発表伺

題 目	発 表 者	発表年月	発表機関または誌名
航空機衝突防止装置の今後とその役割	白川 昌之	2000.4	労働の科学 平成12年4月号
Multipath Effect Observed on the SENDAI Airport Surface	小瀬木 滋	2000.4	2000年第1回Multi National Working Group会議および日米二国間会議
Passing Frequency Values for the North Pacific routes under Implementation of a Reduced Vertical Separation Minimum	天井 治 長岡 栄	2000.5	ICAO RGCSP/10-IP/6, Montreal
MSAS progress and status	惟村 和宣 島村 淳	2000.5	proceedings of GNSS2000 at Edinburgh
北大平洋航空路の安全性の評価 －横方向の衝突危険度について－	天井 治 長岡 栄	2000.5	日本信頼性学会（第8回研究発表会）
洋上航空路における航空機間の最小距離間隔基準の安全性評価： －衝突危険度モデルの定式化について－	長岡 栄 天井 治	2000.5	日本信頼性学会（第8回研究発表会）
Dynamic Simulation Experiments of Arrival Traffic Flow Management in Domestic Airspace using an Assising Tool	東福寺則保	2000.5	欧米航空交通管理技術交流会議（オランダ）
ENRI Research and Development Activities on SBAS	星野尾一明	2000.5	SBAS相互運用性作業グループ第8回会議 (IWG/8)
VHF デジタルリンクについて	藤森 武男	2000.5	日本航海学会 航空宇宙研究会
SAが解除された時刻の観測結果	福島荘之介	2000.5	電子研Web Page
SICAS パネルWG会議出張記	小瀬木 滋	2000.6	航空無線 2000 夏期号
将来の航空管制情報処理システムのデザインとインターフェース	塩見 格一	2000.6	航空無線 2000 夏期号
GPS を装備した航空機の航法精度の評価	天井 治 長岡 栄	2000.6	航空振興財団 平成12年度第1回情報処理方式小委員会
洋上合流シミュレータについて	福田 豊	2000.6	航空振興財団 平成12年度第1回情報処理方式小委員会
電波利用の現状と技術動向について 航空移動通信と測位	小瀬木 滋	2000.6	郵政省 電波有効利用委員会分科会

題 目	発 表 者	発表年月	発表機関または誌名
ヘリコプタの障害物探知・衝突警報システム	山本 憲夫 山田 公男	2000.6	日本航海学会誌 第148号
Cockpit Applications of 3D Computer Graphics	Mark.A.Brown	2000.7	電子情報通信学会 航行エレクトロニクス研究会
GLONASS の現状	新井 直樹	2000.7	電子情報通信学会 航行エレクトロニクス研究会
衛星の出没時刻を用いた高速アベイラビリティ計算法	福島荘之介	2000.7	電子情報通信学会 技術研究報告
SSR モード S データリンク評価試験について	古賀 禎	2000.7	電子情報通信学会 航行エレクトロニクス研究会
収縮法を用いたレーダ SCR の改善	清水めぐみ (東京電機大) 幸谷 智 (東京電機大) 三輪 進 (東京電機大) 加来 信之	2000.7	電子情報通信学会論文誌 B Vol.J83-B,No.7
航空路における運航の安全性	長岡 栄	2000.7	信頼性・保全性シンポジウム
R&D OF EQUIPMENT FOR ATN IMPLEMENTATION IN JAPAN	板野ほか	2000.8	ATNP WG 全体会議
メガフロートにおける DGPS による進入飛行実験	田嶋 裕久	2000.8	メガフロート技術研究組合
DGPS 進入着陸飛行実験による航法性能要件の検討	田嶋 裕久 朝倉 道弘 松本 千秋	2000.8	電子情報通信学会論文誌 B
Radar SCR improvement using awavelet transform	齋藤 彰彦 (東京電機大) 幸谷 智 (東京電機大) 三輪 進 (東京電機大) 加来 信之	2000.8	AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference and Exhibit
洋上合流シミュレータについて	福田 豊	2000.9	航空無線 2000 秋期号
GPS 信号による電離層シンチレーションの観測	星野尾一明 伊藤 実 新井 直樹	2000.9	航空無線 2000 秋期号

題 目	発 表 者	発表年月	発表機関または誌名
実験用EVSを用いた地上予備実験の解析	住谷 泰人 Mark.A.Brown 白川 昌之 小瀬木 滋	2000.9	2000年電子情報通信学会ソサイエティ大会
混信妨害の判定への薬効検定への応用	小瀬木 滋	2000.9	2001年電子情報通信学会ソサイエティ大会
GPS信号による電離層シンチレーションの観測	松永 圭左 星野尾一明 伊藤 実 新井 直樹 関 司	2000.9	2000年電子情報通信学会ソサイエティ大会
オフセット補償機能を有するフローティングゲート付差動増幅器	伊藤 和則 広谷俊太郎 (早大) 坂井 丈泰 松本 隆 (早大)	2000.9	2000年電子情報通信学会ソサイエティ大会
航空機の飛行状態によるGPS信号の中断	坂井 丈泰 惟村 和宣	2000.9	2000年電子情報通信学会ソサイエティ大会
北大平洋航空路システムの安全性評価 ー短縮垂直間隔適用下の横方向の近接通過頻度ー	天井 治 長岡 栄	2000.9	2000年電子情報通信学会ソサイエティ大会
SSRモードSデータリンク評価試験の結果について	古賀 禎 宮崎 裕己 三吉 襄	2000.9	2000年電子情報通信学会ソサイエティ大会
飛行計画データによる洋上航空路における航空機間の距離分布の推定	長岡 栄 天井 治	2000.9	2000年電子情報通信学会ソサイエティ大会
ENRI Research and Development Activities on SBAS	星野尾一明	2000.9	IWG/9 Meeting
レーダSCRに関する一考察	三輪 進 (東京電機大) 齋藤 彰彦 (東京電機大) 幸谷 智 (東京電機大) 加来 信之	2000.9	電子情報通信学会 宇宙航行エレクトロニクス研究会
GPSにおける選択利用性(SA)の解除	坂井 丈泰	2000.9	日本航海学会誌 第145号

題 目	発 表 者	発表年月	発表機関または誌名
積雪による航空機の進入コース変化の予測について	横山 尚志	2000.10	2000年 日本雪氷学会全国大会
21世紀の航空 (FANSとフリーフライト)	福田 豊	2000.10	トランスポート10月号
国際航空交通流管理の支援システムの試作	福田 豊 岡 恵 福島 幸子 井無田 貴 塩見 格一	2000.10	第38回飛行機シンポジウム
航空機の最小間隔の安全性評価のための衝突危険度の定式化	長岡 栄	2000.10	電子情報通信学会技術研究報告 (安全性研究会)
Fatigue and Drowsiness Predictor for Pilots and Air Traffic Controllers	塩見 格一 廣瀬 尚三 (オーグス総)	2000.10	第45回管制協会総会
航空用途における最近のGPSの測定精度	坂井 丈泰	2000.10	日本航海学会平成12年度秋季講演会
VHF デジタルリンクの開発と評価	藤森 武男	2000.10	日本航空宇宙学会 第38回飛行機シンポジウム
メガフロート空港面構造によるGP特性への影響	横山 尚志 久保 義信 (石川島播磨重工) 台木 一成 (メガフロート技術研究組合) 神沢 雅彦 (住友重機)	2000.10	日本航空宇宙学会 第38回飛行機シンポジウム
メガフロートの弾性変形によるGP特性への影響について	横山 尚志 宮島 省吾 (三井造船昭島研究所) 堀場 伸 (三菱重工) 佐藤 千昭 (メガフロート技術研究組合)	2000.10	日本航空宇宙学会 第38回飛行機シンポジウム
ファジィ理論を用いた衛星航法システム完全性監視	伊藤 憲	2000.10	第44回宇宙科学技術連合講演会

題 目	発 表 者	発表年月	発表機関または誌名
次世代航空管制情報処理システムの検討と試作	塩見 格一 松岡 詳博	2000.10	第38回飛行機シンポジウム
神戸航空衛星センターについて	関 司	2000.10	日本航海学会 航空・宇宙研究会平成12年度秋季研究会
GPS 信号による電離層シンチレーションの観測	松永 圭左	2000.10	日本航海学会 GPS研究会 平成12年度秋季研究会
メガフロートにおけるGPSによる進入飛行実験	田嶋 裕久	2000.10	航空振興財団 全天候方式小委員会
GPS 及び補強システムのアベイラビリティ	福島荘之介	2000.10	航空振興財団 全天候方式小委員会
ヘリコプタの障害物探知・衝突警報システム	山本 憲夫 山田 公男	2000.10	日本航海学会航空宇宙研究会平成12年度秋季講演会
メガフロートの空港面構造及び弾性変形によるGP特性への影響について	横山 尚志	2000.10	航空振興財団 全天候方式小委員会
MTSAT/MSASの動向	惟村 和宣	2000.10	日本航海学会航空・宇宙研究会平成12年度秋季研究会
GPS 及び補強システムのアベイラビリティ	福島荘之介	2000.10	電子情報通信学会技術研究報告(安全性研究会)
空港内車両位置情報システムについて	二瓶 子朗 田中 修一	2000.11	日本航海学会 GPS研究会 GPSシンポジウム2000
Study on ADS-B Signal Environment	小瀬木 滋	2000.11	ADS-B 海外調査団資料
GBASの現状	藤井 直樹	2000.11	日本航海学会 GPS研究会 GPSシンポジウム2000
多基準局を用いる狭域DGPSの測位実験	福島荘之介 齊藤 真二 藤井 直樹	2000.11	日本航海学会 GPS研究会 GPSシンポジウム2000
Satellite Navigation and its Application in Japan	惟村 和宣	2000.11	韓国GPS/GNSS国際シンポジウム
Effects of Systematic Offsets of GPS Rquipped Aircraft on Lateral Collision Risk	長岡 栄	2000.11	ICAO RGCSP WG/B Meeting
A Consideration on Lateral Collision Risk for the North Pacific Routes	天井 治 長岡 栄	2000.11	ICAO RGCSP 17th Meeting of Working Group A

題 目	発 表 者	発表年月	発表機関または誌名
Estimating the Risk of Aircraft Collision due to Loss of Planned Longitudinal Separation in the North Pacific Routes	長岡 栄 天井 治	2000.11	Int'l Conference on Probabilistic Safety Assessment & Management
Estimation of Lateral Collision Risk for Aircraft on the North Pacific Routes	天井 治 長岡 栄	2000.11	Int'l Conference on Probabilistic Safety Assessment & Management
An Explicit Analytical Representation of Collision Risk Equation for Assessing the Distance-based Longitudinal Separation Minima	長岡 栄	2000.11	ICAO RGCSP WG/A Meeting
VDL デジタルリンクの開発動向	藤森 武男	2000.12	電子情報通信学会 宇宙航行エレクトロニクス研究会
欧州における次世代衛星航法システム	坂井 丈泰	2000.12	電子情報通信学会 宇宙航行エレクトロニクス研究会
GPS 機の経路オフセットによる横方向衝突危険度への影響	長岡 栄	2000.12	電子情報通信学会 宇宙航行エレクトロニクス研究会
GPS 補強システム用受信機概要と WAAS 試験放送による実験結果	橋本 豊雄 荒井 修 (古野電気) 星野尾一明 伊藤 実	2000.12	日本航海学会誌 NAVIGATION 第146号
次世代管制情報処理システムの検討と試作	塩見 格一	2000.12	平成12年度情報処理方式小委員会報告書
空港内車両位置情報システム	二瓶 子朗 田中 修一	2001.1	情報処理学会 高度交通システム研究会 高度交通システム (ITS) 2001 シンポジウム
Results of Flight Experiments for Evaluating the Accuracy of the NAMS Sensors Installed at Semine	長岡 栄 天井 治	2001.1	ICAO RVSM Task Force Meeting
第5回確率論的安全性評価および管理に関する国際会議 (PSAM5) 参加報告	長岡 栄 陶山 貢市 (東京商船大) 天井 治 佐藤 吉信 (東京商船大)	2001.1	日本信頼性学会誌
ATM と機上装置 ASAS	小瀬木 滋	2001.2	CNS/ATM シンポジウム パネルディスカッション

題 目	発 表 者	発表年月	発表機関または誌名
NAMS 高度モニタリングシステム －瀬峰における飛行実験結果－	長岡 栄 天井 治	2001.2	航空振興財団
国際航空交通流管理手法の研究	福田 豊	2001.2	第 2 回 CNS/ATM シンポジウム パネル ディスカッション
航空交通, 電気工学ハンドブック, 38 編 4 章	長岡 栄	2001.2	電気学会編
電波応用, 電気工学ハンドブック, 35 編 8 章	長岡 栄	2001.2	電気学会編
欧州 Galileo システムについて	坂井 丈泰	2001.3	航空振興財団 全天候航法方式小委員会 平成 12 年度報告書
「ナンバー・ナインティーン・プロブレム」と呼 ばれる GPS 衛星の故障	福島荘之介	2001.3	航空無線 2001 年 春期号
洋上経路への出発調整に関する一検討	福島 幸子 井無田 貴 岡 恵 福田 豊 塩見 格一	2001.3	電子情報通信学会総合大会
GPS と新衛星航法システムの併用による効果	坂井 丈泰 伊藤 憲 新美 賢治 惟村 和宣	2001.3	電子情報通信学会総合大会
ヘリコプタの障害物探知・衝突警報システム用ミ リ波レーダの試作	山本 憲夫 山田 公男	2001.3	電子情報通信学会総合大会
NAMS 高度モニタリングシステム －瀬峰における飛行実験結果－	長岡 栄 天井 治	2001.3	航空振興財団 航空保安システム技術委員 会報告書
GPS を装備した航空機の航法精度の評価	天井 治 長岡 栄	2001.3	航空振興財団 航空保安システム技術委員 会報告書
航空交通管理シミュレーション実験と信頼性	東福寺則保	2001.3	日本信頼性学会誌
運輸研究交流事業報告	惟村 和宣	2001.3	国土交通省 航空局無線課
Introduction of Airport Vehicle Positioning System in Japan	藤井 直樹 二瓶 子朗 田中 修一 河合 良則 (航空局)	2001.3	ICAOGNSSP-WG/B, Banff, Canada, March, 2001

題 目	発 表 者	発表年月	発表機関または誌名
Results of GBAS Preliminary Flight Trial in Japan	藤井 直樹 福島 莊之介 齊藤 真二 河合 良則 (航空局)	2001.3	ICAOGNSSP-WG/B, Banff, Canada, March, 2001

10 工業所有権

(1) 特許権

発 明 の 名 称	発 明 者	出願年月日	登録番号	登録年月日
全方向式無線方位方式	田中 修一 二瓶 子朗 山本 憲夫	57.5.17	1487245	元.3.23
一方向測距装置	田中 修一 二瓶 子朗 山本 憲夫	57.11.12	1500115	元.6.28
一方向測距装置	田中 修一	57.5.17	1540108	2.1.31
VOR受信装置	田中 修一 二瓶 子朗	58.12.20	1599149	3.1.31
SSR方式による航空機識別装置	石橋 寅雄	60.5.9	1613239	3.8.15
DSB方式ドップラーVORモニタ方法	田中 修一 二瓶 子朗	62.10.29	1731867	5.2.17
アンテナ故障検知装置	田中 修一 長岡 政四	63.1.13	1739963	5.3.15
併設用空中線装置	横山 尚志 田嶋 裕久 藤井 直樹 長谷川英雄	62.5.12	1778682	5.8.13
レーダ信号伝送方式とその送受信装置	加来 信之	63.12.6	1778723	5.8.13
電子ゴニオメータ	田中 修一	61.10.23	1791791	5.10.14
信号発生器	田中 修一 二瓶 子朗	元.12.11	1813658	6.1.18
対波周期ダイポールアンテナを用いたILSロー カラライザーのモニター装置	石橋 寅雄	61.4.9	1828295	6.3.15
移動目標信号伝送方式とその送受信装置	加来 信之	元.2.9	1838414	6.4.25
電子走査アンテナ故障検知方式	横山 尚志 田嶋 裕久 藤井 直樹 長谷川英雄	元.2.9	1875585	6.10.7
レーダの偽像抑制装置	水城南海男	58.4.6	1917847	7.4.7
ドップラーVORのアンテナ切換給電方法	二瓶 子朗 田中 修一	2.3.16	1928084	7.5.12
二次レーダによる航空機の識別方法およびその 装置	石橋 寅雄	元.11.20	2517848	8.5.17
二次レーダの応答信号識別方法	塩見 格一 石橋 寅雄	元.3.29	2053799	8.5.23
航空機、車輛の応答信号識別方法およびその装置	塩見 格一 石橋 寅雄	4.2.3	2600093	9.1.29
空港面における航空機識別方法およびその航空機 自動識別装置	加来 信之 塩見 格一	4.12.4	2600098	9.1.29
魚眼レンズを用いた測位方法およびその装置	塩見 格一	4.6.11	2611173	9.2.27
被管制対象監視システム	塩見 格一 (株) 東芝	6.3.11	2619217	9.3.11
シークラッタ抑圧方法	渡辺 泰夫 水城南海男 日本無線 (株)	5.5.27	2653747	9.5.23
空港面における航空機識別方法およびその識別 装置	加来 信之 北館 勝彦	7.6.23	2666891	9.6.27
飛行場運航票管理システムのユーザインターフ ェース装置	塩見 格一 (株) 東芝	6.5.18	2675752	9.7.18
GPS信号による位置決定方法およびその装置	惟村 和宣 松本 千秋 朝倉 道弘	6.3.4	2681029	9.8.1
被管制対象監視システム 外国出願：アメリカ	塩見 格一 (株) 東芝	7.3.9	5,677,841	9.10.14
飛行場運航票管理システムのユーザインターフ ェース装置 (PCT出願：オーストラリア)	塩見 格一 (株) 東芝	7.5.18	680365	9.11.13

発 明 の 名 称	発 明 者	出願年月日	登録番号	登録年月日
被管制対象監視システム	塩見 格一 (株) 東芝	7.2.23	2763272	10.3.27
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 沖電気工業 (株)	8.6.13	2763521	10.3.27
ターミナル管制用管制卓における管制指示値入力方法	塩見 格一 沖電気工業 (株)	8.6.13	2763522	10.3.27
被管制対象監視システム	塩見 格一 (株) 東芝	6.3.11	2777328	10.5.1
被管制対象監視システム 外国出願：カナダ	塩見 格一 (株) 東芝	7.3.9	2,144,291	10.5.26
航空機管制支援システム	塩見 格一 (株) 東芝	8.3.29	2801883	10.7.10
飛行場運航票管理システムのユーザインターフェース装置 (PCT出願：イギリス)	塩見 格一 (株) 東芝	7.5.18	2295472	10.7.22
被管制対象監視システム	塩見 格一 (株) 東芝	6.3.11	2854799	10.11.20
熱交換器	田嶋 裕久	7.12.19	2852412	10.11.20
誤目標の抑圧方法およびその装置	加来 信之 北館 勝彦	8.11.11	2884071	11.2.12
滑走路予約システム	塩見 格一 (株) 東芝 沖電気工業 (株)	9.6.9	2892336	11.2.26
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 沖電気工業 (株)	8.6.13	2907328	11.4.2
滑走路予約システム 外国出願：イギリス	塩見 格一 (株) 東芝 沖電気工業 (株)	10.6.5	2327517	11.7.28
航空機管制支援システム 外国出願：アメリカ	塩見 格一 (株) 東芝	9.3.28	5941929	11.8.24
航空機搭載レーダによる着陸方法及びその装置	長谷川英雄 田嶋 裕久	7.12.11	2979133	11.9.17
SSR装置及び航空機二次監視網	塩見 格一 (株) 東芝	10.10.30	2991710	11.10.15
マルチバンドレーダの信号処理方法	水城南海男 日本無線 (株)	5.5.27	3002738	11.11.19
ターミナル管制用管制卓における航空機の順序位置付けのためのユーザーインターフェース装置	塩見 格一 沖電気工業 (株)	8.10.24	3013985	11.12.17
飛行場管制支援システム	塩見 格一 (株) 東芝 沖電気工業 (株)	9.3.26	3017956	11.12.24
航空管制情報統合表示装置	佐藤 裕喜 山崎 俊一	7.4.3	3030329	12.2.10
管制用通信システム	塩見 格一 (株) 東芝	10.12.18	3041284	12.3.3
受動型SSR装置	塩見 格一 (株) 東芝	10.10.30	3041278	12.3.3
滑走路予約システム 外国出願：オーストラリア	塩見 格一 (株) 東芝 沖電気工業 (株)	10.6.5	713823	12.3.23
空港管制用操作卓 意匠登録	塩見 格一 (株) 東芝	10.7.31	1075354	12.4.7
地形表示機能を備えた搭載用航法装置	田中 修一 二瓶子朗	9.6.5	3054685	12.4.14
フェイズドアレイアンテナの位相器の故障箇所の検出方法及びフェイズドアレイアンテナの給電系の移相誤差の検出方法	田嶋 裕久	7.12.19	3060002	12.4.28
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 沖電気工業 (株) (株) 東芝	10.2.24	6064939	12.5.16
空港管制用操作卓 類似意匠登録	塩見 格一 (株) 東芝	10.7.31	1	12.6.16
移動体の自動従属監視方法およびその装置	田中 修一 二瓶子朗	7.9.28	3081883	12.6.30
飛行場管制支援システム	塩見 格一 (株) 東芝	11.12.17	3086828	12.7.14
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 東京電機大学	11.4.8	3091880	12.7.28
飛行場管制支援システム：アメリカ	塩見 格一 (株) 東芝 沖電気工業 (株)	10.3.25	6144915	12.11.7
音声による疲労・居眠り検知装置及び記録媒体	塩見 格一 オービス総研 (株)	10.10.5	3151489	13.1.26
航空機管制支援システム：カナダ	塩見 格一 (株) 東芝	9.3.27	2201256	13.2.6

(2) 出願中の特許

発 明 の 名 称	発 明 者	出願年月日	出願番号
被管制対象監視システム (外国出願：欧州特許庁)	塩見 格一 (株) 東芝	7.3.8	95103343,0
飛行場運航票管理システムのユーザインタフェース装置	塩見 格一 (株) 東芝	7.5.18	2,167,516
PCT出願：カナダ			
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 日本無線 (株)	8.12.5	8-325628
空港面監視装置	加来 信之 北館 勝彦 三菱電機 (株)	8.12.12	8-332394
時分割多重アクセス通信方法およびこの方法を用いた複数の	田中 修一 北館 勝彦	9.2.7	9-40072
移動体の自動従属監視方法およびその装置	加来 信之 二瓶 子朗		
航空機管制支援システム (外国出願：カナダ)	塩見 格一 (株) 東芝	9.3.27	2,201,256
地形表示機能を有する航法用機器	田中 修一 二瓶 子朗	9.6.5	9-163395
航空交通シミュレータ	塩見 格一 (株) CRC総合研究所	9.12.22	9-353463
自動従属監視環境下における進入管制区航空機個別誘導シ	塩見 格一 沖電気工業 (株)	10.2.26	6160/1998
ステム (外国出願：韓国)	(株) 東芝		
無線通信ネットワークシステム	田中 修一 二瓶 子朗 クラリオン (株)	10.6.4	10-172173
無線ネットワークを使用した移動体測位システム	田中 修一 二瓶 子朗 クラリオン (株)	10.6.4	10-172174
滑走路予約システム (外国出願：カナダ)	塩見 格一 (株) 東芝	10.6.8	2,239,967
滑走路予約システム (外国出願：アメリカ)	塩見 格一 (株) 東芝	10.6.9	09/092,642
管制通信発出システム	塩見 格一 (株) 東芝	11.3.19	11-74940
飛行場運航票管理システムのユーザインタフェース装置	塩見 格一 (株) 東芝	11.6.10	09/329,293
(PCT出願：アメリカ)			
航空機等の進入コースの変動を防止する積層構造体	横山 尚志	11.9.17	11-262815
受動型SSR装置 (PCT出願：欧州特許庁)	塩見 格一 (株) 東芝	11.10.29	99951156,1
受動型SSR装置 (PCT出願：アメリカ)	塩見 格一 (株) 東芝	11.10.29	09/609,056
SSR装置及び航空機二次監視網 (PCT出願：アメリカ)	塩見 格一 (株) 東芝	11.10.29	09/609,174
SSR装置及び航空機二次監視網 (PCT出願：欧州特許庁)	塩見 格一 (株) 東芝	11.10.29	99951157,9
受動型SSR装置	塩見 格一 (株) 東芝	11.11.10	11-319945
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 沖電気工業 (株)	11.12.7	11-347123
	(株) 東芝		
管制装置システム	塩見 格一 日本電気 (株)	11.12.8	11-348349
ターゲット選択操作装置	塩見 格一 (株) 東芝	12.3.24	2000-083786
CPDLCメッセージ作成方式	塩見 格一 沖電気工業 (株)	12.3.30	2000-95320
航空管制用管制指示入力装置	塩見 格一 沖電気工業 (株)	12.3.30	2000-92584
CPDLC/AIDC共用管制卓及び同ヒューマン・インタフェース	塩見 格一 沖電気工業 (株)	12.3.30	2000-95323
航空路管制用航空機順序・間隔付けヒューマン・インタフェ	塩見 格一 沖電気工業 (株)	12.3.30	2000-95322
ース			
CPDLCメッセージ作成システム	塩見 格一 沖電気工業 (株)	12.3.31	2000-95321
無線ネットワーク制御システム	二瓶 子朗 田中 修一 クラリオン (株)	12.6.6	2000-169539
無線ネットワーク観位システム	田中 修一 二瓶 子朗 クラリオン (株)	12.6.6	2000-169538

発 明 の 名 称	発 明 者	出願年月日	出願番号
GPS及びその補強システムを用いた航法システムにおけるア ベイラビリティ取得方法及びその装置	福島荘之介	12.7.26	2000-225935
音声による疲労・居眠り検知装置及び記録媒体 (外国出願：アメリカ)	塩見 格一 オージス総研(株)	12.10.19	09/691,126
周辺移動局監視装置，及び周辺移動局監視装置を備えた無線 ネットワークシステム	二瓶 子朗 田中 修一 クラリオン(株)	12.11.13	2000-344734
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 クラリオン(株)	12.11.13	2000-344733
管制装置システム(外国出願：アメリカ)	塩見 格一 日本電気(株)	12.12.7	09/731,583

第 3 部
現 況



1 平成12年度に購入した主要機器

◎電磁信号環境記録装置

[要目]

サンプルレート	: 10MHz
チャンネル数	: 2 ch
記録時間	: 25秒以上
精度	: 12ビット
FIFO	: 1GB
データ出力	: SCSI インターフェイス
記録媒体	: MO ディスク 1.3GB

◎監視性能解析プログラム用ADSデータ収集装置

NEC 製: EWS4800/430EX

[要目]

CPU	: R10000 (250MHz)
OS	: UX/4800 (64)
メモリ容量	: 512MB
磁気ディスク	: 9GB
ディスプレイ	: 18インチ液晶カラー

◎モニタ用2周波GPS受信機

[要目]

- ・型名: トリンプル MS750-E
- ・補足: 9チャンネルL1 C/Aコード, L1/L2全波長位相Pコード暗号化中も完全動作可能
- ・信号処理: スーパートラック・マルチビット技術
エベレスト・マルチパス除去
- ・入出力データフォーマット: RTCM SC-104及びトリンプルCMR
- ・出力データフォーマット: NMEA-0183 (GGK, GGA, ZDA, VTG, GST, PJT, PJK)
- ・水平測位精度 (1シグマ): 2cm + 2ppm, 遅れ < 20ms, 出力レート 20Hz
- ・起動時間: コールドスタート < 90秒, ホットスタート < 30秒
- ・アンテナ: グランドプレーン付 Micro-centered L1/L2アンテナ

◎実験用ADSシステム地上装置

[要目]

- ・システム構成
 - GPSステーション 1式
 - マスターオーガナイザ 1式
 - オブザーバ 1式
 - ファイルサーバ 1式
- ・機能概要
 - 地図データベース: 精度約10cm
 - 階層構造による空港基本施設, 空港付帯施設, 航空保安施設, 航空管制施設, 航空気象施設等の表示
 - メッセージ機能: 定型メッセージまたは40バイト以内の任意メッセージ
 - データ伝送機能: RS-232C インターフェース
 - 周辺移動体監視機能: 移動局に対して周辺車輦位置情報をダウンロード

◎航空管制用デジタル対空無線システム高周波部

[要目]

- 構成:
 - 地上送受信装置用高周波部 2台
 - 機上送受信装置用高周波部 2台
- 基本性能:
 - 送信周波数 118 ~ 136.975MHz
 - 周波数安定度 指定周波数 ± 0.0002% 未満
 - スプリアス放射 - 16dBm 以下
 - 送信電力 15W
 - 受信レベル範囲 - 96dBm ~ 0 dBm
 - 周波数選択度 リミットイングレベル 4.5Vpp ± 0.5V

◎電波干渉試験システム

[要目]

信号発生装置

ROHDE&SCHWARZ SMIQ021B

高周波部制御部

電波干渉制御装置

NEC VU800N/57D

可変減衰器ユニット

モデム解析装置

KIKUSUI KBM6010

◎アナログ無線機

[要目]

構成：

無線機本体 Rockwell Collins VHF-22A

制御器 Rockwell Collins CTL-22

基本性能：

送信周波数 118～136.975MHz

チャンネルステップ 25KHz

チャンネル数 760

◎GNSS試験システムの認証機能向上

[要目]

ソフトウェアの機能向上

- ・GPS認証プログラムの機能向上
- ・GPS衛星標定解析プログラムの機能付加
- ・ユーザ測位機能向上
- ・データ収集ソフトウェア機能向上

◎MSASアルゴリズム試験システム

[要目]

1. 構成

ハードウェア

MSASアルゴリズム試験システム処理装置

- ・インタフェース (I/F) 処理装置
- ・MSASアルゴリズム解析装置
- ・サービスボリュームモデル (SVM) 処理装置
- ・共通装置

ソフトウェア

- ・MSASアルゴリズム解析ソフトウェア
- ・サービスボリュームモデル
- ・汎用ソフトウェア

2. 機能

- ・初期MSASの運用限界の把握，次期MSASの性能向上のために，MSASアルゴリズムの試験，評価を行う。
- ・サービスボリュームモデルにより次期MSAS以降の性能向上に必要な最適システム構成の評価，検討を行う。

◎GPS・SBAS信号解析評価データ処理ソフト

[要目]

型名：古野電気株式会社

SBASデータ処理プログラム SA-10

入力データ：古野電気SBAS受信機 (GW-10)

出力

- 機能：
- ・GPS，SBAS衛星の擬似距離，デルタレンジ，後方メッセージ情報を使用し，オフラインでの測位演算。
 - ・RTCA/DO-229B準拠
 - ・データ収録機能

◎GPS衛星信号評価システム

[要目]

(1)GPS信号受信機能

- ・受信信号 : GPSL1/L2擬似距離及び搬送波
- ・チャンネル : GPSL1/L2 各12チャンネル
- ・マルチパス除去 : ナロコリレータ
- ・測位機能 : 単独測位/ディファレンシャル測位
- ・設定コマンド : MiLLennium-STDと同等
- ・筐体 : PowerPak-IIと同等
- ・接続可能アンテナ : モデル502

(2)GPS衛星軌道シミュレーション機能

- ・GPS/GLONASS軌道シミュレーション機能 (多数の地点における共通衛星処理対応)
- ・アルマナック編集機能
- ・印刷機能

(3)キネマティック測位解析機能

- ・GPS L1/L2擬似距離/搬送波位相対応
- ・L1単独またはL1/L2併用処理機能
- ・GPS擬似距離によるDGPS測位機能
- ・GPS搬送波情報によるスタティック測位およびキネマティック測位機能
- ・移動中データの初期化機能
- ・時間軸リバース計算機能

- ・ RINEX/RT20/RT2データフォーマットに対応
- ・ 動作OS：Windows95/98/2000
- ・ 計算機：IBM-PC互換機対応
- ・ ハードディスク容量：20MB以下
- ・ メディア：3.5インチFDまたはCD-ROM

2 主要施設及び機器

1 電波無響室

電子航法では、空中線の特性が性能を左右し、また反射誤差が大きくなる場合が多いため、空中線及び電波伝搬に関する試験、研究が重要となっている。このため反射波や外部の妨害波の影響を受けないで空中線特性を測定する設備として建設された。この無響室は、建物内部に造られた遮蔽室の各壁面に電波吸収材を内装したものである。

〔要目概要〕

電波無響室の概略要目は次のとおりである。

内装寸法：35（奥行）×10（幅）×7（高さ）m

周波数範囲：100MHz以上

反射減衰量：100MHz～10GHzにおいて20dB以上

遮蔽効果：70dB以上

付属設備：計測室、実験室及び空調設備

遠隔操作式空中線特性試験装置

インピーダンス直視装置

2 アンテナ試験塔

電子航法の研究でアンテナの放射特性及びシステムのコース特性、コース誤差特性等の測定が必要である。

このうち、縮尺模型装置や比較的小型のシステムは電波無響室を使って実験できる。しかし大型のアンテナでは送・受信間距離が大きくなると本来の特性測定ができない場合もあり、研究所構内における航法施設の試験で、実際に近い設置状態で飛行試験を実施したい等の要求も生じる。

アンテナ試験塔はこれらの目的にあうように、高さ19.5メートルでその頂部には直径25メートルのカウンターポイズをもつ鉄塔で、カウンターポイズ上に試験用航法システムのアンテナが設置される。

この試験塔の大きな特徴は、カウンターポイズ中心部の回転機構をもつことで、その下の送信機室と一体構造で回転する。

〔要目概要〕

高さ：19.5m

カウンターポイズ径：25m（回転部径：13m）

回転速度：毎時1, 2, 4回転の3段階

3 電子計算機システム

当研究所における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必要なATCシミュレータを整備

するため、データプロセッサとしてNEAC2200モデル400を導入したことに始まる。

以後、昭和49年度にはMELCOM7700、53年度にMELCOM-COSMO900、57年度にFACOM M-180 II AD、61年度にFACOM M-360AP、平成2年度にACOS3600モデル8に更新された。

現在の電子計算機システムは、平成7年12月に更新され、主計算機と5台のワークステーションおよび10台以上の端末装置がLANによって有機的に結合されている。

〔諸元・性能〕

○主計算機 UP4800/675

O S：UNIX SVR4.2

主記憶容量：832MB

演算速度：10,968SPEC rate-int92

12,419SPEC rate-fp92

磁気ディスク容量：71.4GB

その他周辺装置：磁気テープ装置、光磁気ディスク

装置、高速ページプリンタ

○ワークステーション EWS4800/310PX

O S：EWS-UX/SVR4.2

主記憶容量：80MB

演算速度：87SPEC int92

67SPEC fp92

磁気ディスク容量：各部1台は4.24GB

他1台は10.7GB

その他周辺装置：ページプリンタ、光磁気ディスク

装置

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年度10月当研究所に引き渡された。

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

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

〔諸元・性能〕

登録番号：JA8801
 型式：ビーチクラフト B-99 エアライナー
 全長：13.58m
 全幅：13.98m
 全高：4.36m
 全備重量：4,954kg
 発動機：PT6A-28/680馬力×2基
 巡行速度：360km/h
 航続距離：1,750km
 離陸滑走路長：570m
 着陸滑走路長：820m

5 仮想現実実験施設

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

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

本施設は、管制塔における管制官の業務環境を視聴覚的な仮想現実感を用いて模擬する機能を有するものであり、本施設により飛行場管制業務に係るシミュレーションを、レーダーを使用した航空路管制業務或はターミナル管制業務シミュレーションと同様に、実施することが可能となった。

また、本施設は操縦シミュレーターを有し、固定翼機及び回転翼機について、管制指示を受けながらの航行の模擬が可能となっている。

飛行場管制業務を含む航空管制業務環境を模擬する航空管制シミュレーターと操縦シミュレーターは連接されており、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〕

処理機数：384以上（空港面の車両を含む）

描画性能：880kpoligons/s

管制業務シミュレーター画像出力部：

360° /8面，15.0m φ

操縦シミュレーター画像出力部：150° /3面，5.6m φ

6 ATC シミュレーション実験棟

航空管制シミュレーターを設置し、管制官参加によるダ

イナミックシミュレーションを実施するためのもので、レーダ表示装置の使用環境を考慮して管制卓室とパイロット卓室には、調光式照明、高性能ブラインドを備えている。以下に要目を示す。

- ・階数 2階建て
- ・床面積 約530m² (38m×14m)
- ・主要室 管制卓室；2室，各13m×14m
パイロット卓室；2室，各22m×7m
データ解析室，モニタ室，会議室

7 航空管制シミュレーター

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

以下に本シミュレーターの構成、主要性能を示す。

(1)構成

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

(2)主要機能

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

8 施設及び機器一覧

最近2カ年分を掲載（詳細は当該年報参照）

（購入年度：平成10年度）

名	称
交通流データ解析装置	
可搬スペクトラムアナライザ	
スキッタ受信インターフェイス	
ディファレンシャルGPS受信機	
GBAS-VHF受信装置	
GBAS用データ計測システム	
GBASデータ評価装置	
GBAS監視装置	
RAIDサブシステム	
マルチサイト用ターゲットシミュレータ及び擬似モードSセンサの機能付加	
SSRモードS用データ通信解析装置の機能付加	
SSRモードS用データ収集装置の機能付加	
SSRモードS用レーダ表示装置の機能付加	
SSRモードS用データ通信実験用入出力装置の機能付加	
VDL実験設備センター局機能追加及び性能向上	
グラフィックコントローラ	
GPS/GLONASS移動局受信測定部	
GNSS試験システムのソフトウェア機能向上	
シンチレーションモニタ装置 2式	
GPS/GLONASSチョークリングアンテナ	
基線解析ソフトウェア	
計算サーバー	

（購入年度：平成11年度）

名	称
ミリ波信号発生変調装置	
赤外線カメラ	
電磁信号環境記録装置受信部	
VDL通信試験解析装置	
データ収集装置ハードウェア	
SSRモードS用地上データリンク処理装置の改修	
マルチサイト用ターゲット相関装置ソフトウェア	
SSRモードS用データ通信解析装置の機能向上	
可搬型GBASデータ収集装置	
ワークステーション装置	
空港内車両位置情報システム用GPS基準局	
空港内車両位置情報システム	
移動体側位性能試験装置	
GNSS試験システムの接続解析機能付加	
GNSS試験システムのGPS信号解析・認証機能付加	
セシウムビーム管	
2周波GLONASS受信機	
ファイルサーバ	
低周波信号解析装置	
所内LAN経路制御装置	
通信通話負荷計測システム	
磁気テープ装置	
ATN評価システム周辺装置	

3 職 員

(1) 発令一覧（平成12年4月1日～13年4月1日）

氏 名	発令年月日	発 令 事 項	任命権者
永 江 正 美	12.4.1	電子航法研究所総務課長に採用する	運輸大臣
福 島 幸 子	〃	電子航法研究所電子航法評価部主任研究官に昇任させる	〃
北 折 潤	〃	電子航法研究所衛星航法部主任研究官に昇任させる	〃
上 野 徹	〃	東京航空交通管制部に出向させる	〃
石 川 光 子	〃	航空事故調査委員会事務局に出向させる	所 長
通 筋 国 雄	〃	東京航空局に出向させる	〃
石郷岡 尋 子	〃	総務課人事係長に昇任させる	〃
平 間 英 明	〃	岩沼分室専門官に転任させる	〃
相 澤 大 輝	〃	電子航法開発部航法システム研究室研究官に転任させる	〃
米 本 成 人	〃	電子航法開発部援助施設研究室研究官に採用する	〃
住 谷 泰 人	〃	電子航法評価部航行研究室研究官に配置換する	〃
関 司	〃	電子航法研究所衛星航法部搭載装置研究室に併任する	〃
北 澤 誠	12.6.30	航空大学校長に配置換する	運輸大臣
大 沼 正 彦	〃	電子航法研究所長に昇任させる	〃
落 合 進 一	12.7.1	辞職を承認する	〃
後 藤 勝 行	〃	運輸省に出向させる	所 長
北 幸 雄	〃	電子航法研究所航空施設部長に配置換する	運輸大臣
北 村 智	〃	研究企画官付専門官に転任させる	所 長
安 部 憲 治	12.8.1	電子航法研究所研究企画官に配置換する	運輸大臣
林 治 希	12.10.1	東京航空局に出向させる	〃
小松原 孝 男	〃	運輸省に出向させる	所 長
早 瀬 道 雄	〃	大阪航空局に出向させる	〃
正 木 博 幸	〃	電子航法研究所岩沼分室長に昇任させる	運輸大臣
大 島 直	〃	総務課補佐官に採用する	所 長
村 上 泰 宏	〃	岩沼分室業務係長に転任させる	〃
13.1.5現在運輸省 電子航法研究所 在職者（大沼正 彦以下64名）	13.1.6	中央省庁等改革のための国の行政組織関係法律の整備等に関する法律（平成11年法律第102号）附則第3条の規定により運輸省は国土交通省となり運輸事務官は国土交通事務官、運輸技官は国土交通技官となった	国土交通大臣 所 長
大 島 直	〃	平成13年国土交通省訓令第4号により補佐官は課長補佐となった	所 長
大 沼 正 彦	13.2.27	独立行政法人電子航法研究所の理事長となるべき者に指名する	国土交通大臣
石 井 隆 樹	〃	独立行政法人電子航法研究所の監事となるべき者に指名する	〃
相 原 康 彦	〃	独立行政法人電子航法研究所の監事となるべき者に指名する	〃
大 沼 正 彦	13.3.12	独立行政法人電子航法研究所設立委員に任命する	〃
大 沼 正 彦	13.3.31	平成13年3月31日限りで辞職を承認する	〃
石郷岡 尋 子	〃	（旧総務課人事係長から）航空保安大学校に出向させる	所 長
小 菅 達 也	〃	（旧総務課から）関東運輸局に出向させる	〃
岩 井 亘	〃	（旧航空施設部機器標準研究室研究官から）東京航空局に出向させる	〃

氏名	発令年月日	発令事項	任命権者
大島直	13.3.31 13.4.1	独立行政法人電子航法研究所に出向させる 総務課長補佐に転任させる	所長 理事長
北村智	〃	〃 総務課企画室長に昇任させる	〃
祖父江公昭	〃	〃 総務課総務係長に転任させる	〃
土方秀行	〃	〃 総務課会計第一係長に転任させる	〃
手島祥隆	〃	〃 総務課企画室企画係長に転任させる	〃
阿部秀樹	〃	〃 総務課に転任させる	〃
平間英明	〃	〃 岩沼分室専門官に転任させる	〃
村上泰宏	〃	〃 岩沼分室業務係長に転任させる	〃
相澤大輝	〃	〃 電子航法開発部航法システム研究室研究官に転任させる	〃
住谷美登里	〃	〃 電子航法開発部機器研究室研究官に転任させる	〃
米本成人	〃	〃 電子航法開発部援助施設研究室研究官に転任させる	〃
宮崎裕己	〃	〃 航空施設部主任研究官に昇任させる	〃
古賀禎	〃	〃 航空施設部運用技術研究室研究官に転任させる	〃
齊藤真二	〃	〃 航空施設部運用技術研究室研究官に転任させる	〃
松下征二	〃	〃 航空施設部機器標準研究室研究官に転任させる	〃
福島莊之介	〃	〃 航空施設部新着陸施設研究室研究官に転任させる	〃
井無田貴	〃	〃 電子航法評価部航行研究室研究官に転任させる	〃
住谷泰人	〃	〃 電子航法評価部航行研究室研究官に転任させる	〃
蔭山康太	〃	〃 電子航法評価部航空管制研究室研究官に転任させる	〃
岡恵	〃	〃 電子航法評価部航空航法研究室研究官に転任させる	〃
坂井丈泰	〃	〃 衛星航法部システム研究室研究官に転任させる	〃
松永圭左	〃	〃 衛星航法部システム研究室研究官に転任させる	〃
新井直樹	〃	〃 衛星航法部電子装置研究室研究官に転任させる	〃

氏名	発令年月日	発令事項	任命権者
関 司	13.3.31	電子航法研究所衛星航法部搭載装置研究室の併任を解除する	所 長
安 部 憲 治	13.4.1	(旧研究企画官から) 航空局監理部総務課首席安全・危機管理監察官に昇任させる	国土交通大臣
永 江 正 美	13.4.1 〃	独立行政法人電子航法研究所に出向させる 総務課長に転任させる	国土交通大臣 理事長
正 木 博 幸	〃	〃 岩沼分室長に転任させる	〃
東福寺 則 保	〃	〃 電子航法開発部長に転任させる	〃
長 岡 栄	〃	〃 電子航法開発部航法システム研究室長に転任させる	〃
白 川 昌 之	〃	〃 電子航法開発部機器研究室長に転任させる	〃
山 本 憲 夫	〃	〃 電子航法開発部援助施設研究室長に転任させる	〃
田 嶋 裕 久	〃	〃 電子航法開発部着陸施設研究室長に転任させる	〃
山 田 公 男	〃	〃 電子航法開発部主任研究官に転任させる	〃
朝 倉 道 弘	〃	〃 電子航法開発部主任研究官に転任させる	〃
小瀬木 滋	〃	〃 電子航法開発部主任研究官に転任させる	〃
天 井 治	〃	〃 電子航法開発部主任研究官に転任させる	〃
北 幸 雄	〃	〃 航空施設部長に転任させる	〃
田 中 修 一	〃	〃 航空施設部設置技術研究室長に転任させる	〃
三 吉 襄	〃	〃 航空施設部運用技術研究室長に転任させる	〃
藤 森 武 男	〃	〃 航空施設部機器標準研究室長に転任させる	〃
藤 井 直 樹	〃	〃 航空施設部新着陸施設研究室長に転任させる	〃
横 山 尚 志	〃	〃 航空施設部主任研究官に転任させる	〃
加 来 信 之	〃	〃 航空施設部主任研究官に転任させる	〃
二 瓶 子 朗	〃	〃 航空施設部主任研究官に転任させる	〃
長谷川 英 雄	〃	〃 電子航法評価部長に転任させる	〃
三 垣 充 彦	〃	〃 電子航法評価部航空管制研究室長に転任させる	〃

氏名	発令年月日	発令事項	任命権者
矢田 士郎	13.4.1 〃	独立行政法人電子航法研究所に出向させる 電子航法評価部航空航法研究室長に転任させる	国土交通大臣 理事長
塩地 誠	〃	〃 電子航法評価部航行研究室長に転任させる	〃
水城 南海男	〃	〃 電子航法評価部海上交通管制研究室長に転任させる	〃
板野 賢	〃	〃 電子航法評価部主任研究官に転任させる	〃
塩見 格一	〃	〃 電子航法評価部主任研究官に転任させる	〃
福田 豊	〃	〃 電子航法評価部主任研究官に転任させる	〃
福島 幸子	〃	〃 電子航法評価部主任研究官に転任させる	〃
惟村 和宣	〃	〃 衛星航法部長に転任させる	〃
伊藤 憲	〃	〃 衛星航法部システム研究室長に転任させる	〃
石出 明	〃	〃 衛星航法部電子装置研究室長に転任させる	〃
星野尾 一明	〃	〃 衛星航法部搭載装置研究室長に転任させる	〃
藤田 光紘	〃	〃 衛星航法部主任研究官に転任させる	〃
伊藤 実	〃	〃 衛星航法部主任研究官に転任させる	〃
新美 賢治	〃	〃 衛星航法部主任研究官に転任させる	〃
北折 潤	〃	〃 衛星航法部主任研究官に転任させる	〃
岡田 和男	13.4.1	理事に任命する	理事長
小川 靖雄	〃	総務課専門官に転任させる	〃
上山 俊樹	〃	総務課人事係長に転任させる	〃
宅見 哲	〃	総務課会計第二係長に転任させる	〃
塩田 英輝	〃	総務課に転任させる	〃
長谷川 三和	〃	総務課に転任させる	〃

(2) 職員表彰

◎大臣表彰（平成12年6月1日）

永年勤続（20年）

土方 秀行（総務課）

平間 英明（岩沼分室）

◎所長表彰（平成12年7月10日）

功績表彰

田中 修一（航空施設部）

二瓶 子朗（航空施設部）

星野尾一明（衛星航法部）

◎大臣感謝状（平成13年3月31日）

退職

大沼 正彦（所長）

永年勤続（25年）

山本 憲夫（電子航法開発部）

(4) 海外出張

氏名	所属	期間	渡航先	用務
蔭山 康太	科学技術庁併任	12.10.1 ~ 13.9.30	アメリカ合衆国	シミュレーション・モデリング手法による空域容量推定の研究
松下 征二	航空施設部	12.10.10 ~ 12.10.19	カナダ	ICAO 航空移動通信パネル (AMCP) ワーキンググループ会議
石出 明	衛星航法部	12.10.10 ~ 12.10.15	カナダ	ICAO 移動通信パネル (AMCP) ワーキンググループ会議
塩見 格一	電子航法評価部	12.10.21 ~ 12.10.28	アメリカ合衆国	ATCA 第45回総会
坂井 丈泰	衛星航法部	12.10.30 ~ 12.11.4	連合王国	王立航法学会国際会議 (NAV2000)
伊藤 憲	衛星航法部	12.11.27 ~ 12.12.2	アメリカ合衆国	米国電気学会 (GLOBECOM2000) 会議
惟村 和宣	衛星航法部	12.11.29 ~ 12.12.3	大韓民国	GPS/GNSS 国際シンポジウムにおける講演及び会議
長岡 栄	電子航法開発部	12.11.5 ~ 12.11.18	アメリカ合衆国	ICAO 管制間隔検討パネル (RGCSPP) 第17回ワーキンググループA会議
惟村 和宣	衛星航法部	12.4.30 ~ 12.5.6	連合王国	GNSS-2000 (欧州連合航法学会 GNSS-2000) 会議における講演
藤井 直樹	航空施設部	12.5.31 ~ 12.6.10	アメリカ合衆国	ICAO 全地球的航法衛星システムパネル (GNSSP) 作業部B会議
長岡 栄	電子航法開発部	12.5.7 ~ 12.5.21	カナダ	ICAO 管制間隔検討パネル (RGCSPP) 会議
板野 賢	電子航法評価部	12.8.27 ~ 12.9.2	ドイツ	ICAO 航空通信ネットワークパネル・ワーキンググループ全体会議 (ATN/WGA)
小瀬木 滋	電子航法開発部	12.9.10 ~ 12.9.23	カナダ	ICAO 第7回二次レーダ改善及び航空機衝突防止装置パネル (SICAS) 会議
新井 直樹	衛星航法部	12.9.17 ~ 12.9.24	アメリカ合衆国	2000 米国航法学会 GPS 会議 (ION GPS2000)
星野尾 一明	衛星航法部	12.9.24 ~ 12.10.1	フランス	衛星航法補強システム相互運用性ワーキンググループ会議 (IWG/9)
井無田 貴	電子航法評価部	13.1.22 ~ 13.1.27	アメリカ合衆国	トラックアダプタザリ等の航空管制手続きの運用環境調査
伊藤 憲	衛星航法部	13.1.22 ~ 13.1.26	アメリカ合衆国	2001 米国航法学会技術会議
長岡 栄	電子航法開発部	13.1.7 ~ 13.1.13	タイ	第9回 ICAO 短縮垂直管制間隔作業部会 (RVSMTE/9)
坂井 丈泰	衛星航法部	13.2.19 ~ 13.2.23	ドイツ	LORAN-C/EUROFIX 及び EGNOS/Galileo 統合化シンポジウム
藤森 武男	航空施設部	13.2.5 ~ 13.2.10	アメリカ合衆国	AEEC データリンクユーザーズフォーラム会議
星野尾 一明	衛星航法部	13.3.11 ~ 13.3.18	アメリカ合衆国	米国連邦航空局技術センター日米相互運用性データ交換、解析の検討及び NSTB 調査
田嶋 裕久	電子航法開発部	13.3.18 ~ 13.3.25	カナダ	ICAO 全地球的航法衛星システムパネル (GNSSP) 作業部会B会議
藤井 直樹	航空施設部	13.3.18 ~ 13.3.25	カナダ	ICAO 全地球的航法衛星システムパネル (GNSSP) 作業部会B会議
伊藤 憲	衛星航法部	13.3.26 ~ 13.3.30	アメリカ合衆国	CGSIC (民生 GPS サービス連絡委員会) 会議

4 刊 行 物

当研究所の発行する刊行物は、下記のとおりである。

電子航法研究所報告（不定期刊行）

電子航法研究所研究発表会講演概要（年刊）

電子航法研究所年報（年刊）

電子航法研究所要覧＜案内＞（年刊）

5 行 事

当研究所の平成12年度における行事は、下記のとおりである。

所内一般公開

平成12年4月23日（日）

平成12年度科学技術週間の趣旨に基づき、当研究所の各施設を一般に公開した。

研究発表会

平成12年6月8日（木）・9日（金）

第32回電子航法研究所研究発表会を船舶技術研究所講堂において開催した。

研究所設立33周年記念式典

平成12年7月10日（月）

付 録



関係法規一覧

1 国土交通省組織令

(抜粋)

(平成12年6月7日政令第255号)

(電子航法研究所)

第198条 電子航法研究所は、次に掲げる事務をつかさどる。

- 1 電子航法に関する試験，調査，研究及び開発を行うこと。
 - 2 前号に掲げる事務に係る成果を普及すること。
 - 3 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。
- 2 電子航法研究所の位置及び内部組織は，国土交通省令で定める。

2 国土交通省組織規則

(抜粋)

平成12年8月14日

中央省庁等改革推進本部令第76号

第7款 電子航法研究所

第147条 電子航法研究所については，電子航法研究所組織規則（平成13年国土交通省令第13号）の定めるところによる。

附則

(施行期日)

第1条 この中央省庁等改革推進本部令（次条において「本部令」という。）は，内閣法の一部を改正する法律（平成11年法律第88号）の施行の日（平成13年1月6日）から施行する。

(この本部令の効力)

第2条 この本部令は，その施行の日に，国土交通省組織規則（平成13年国土交通省令第1号）となるものとする。

3 電子航法研究所組織規則

平成12年8月14日

中央省庁等改革推進本部令第88号

(電子航法研究所の位置)

第1条 電子航法研究所（以下「研究所」という。）は，東京都に置く。

(所長)

第2条 研究所に，所長を置く。

2 所長は，電子航法研究所の事務を掌理する。

(研究企画官)

第3条 研究所に，研究企画官一人を置く。

2 研究企画官は，試験，調査，研究及び開発に関する事務を総括整理する。

(研究所に置く部等)

第4条 研究所に，総務課及び次の四部を置く。

電子航法開発部

航空施設部

電子航法評価部

衛星航法部

(総務課の所掌事務)

第5条 総務課は，次に掲げる事務をつかさどる。

- 1 職員の職階，任免，給与，服務その他の人事並びに教養及び訓練に関すること。
- 2 所長の官印及び所印の保管に関すること。
- 3 公文書類の接受，発送，編集及び保存に関すること。
- 4 公文書類の審査及び進達に関すること。
- 5 経費及び収入の予算，決算及び会計並びに会計の監査に関すること。
- 6 国有財産及び物品の管理に関すること。
- 7 職員の衛生，医療その他の福利厚生に関すること。
- 8 研究所の所掌に係る試験，調査，研究及び開発の受託に関すること。
- 9 研究所の所掌に係る試験，調査，研究及び開発の成果の普及に関すること。
- 10 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。
- 11 特許その他これに類するものに関すること。
- 12 前各号に掲げるもののほか，研究所の所掌事務で他の所掌に属しないものに関すること。

(電子航法開発部の所掌事務)

第6条 電子航法開発部は，次に掲げる事務（航空施設部及び電子航法評価部の所掌に属するものを除く。）をつかさどる。

- 1 航空機及び船舶の交通管制方式，航行援助方式及び自律航法方式の試験，調査，研究及び開発に関すること。
- 2 航空機及び船舶の交通管制用電子施設，航行援助用電子施設及び搭載電子航法機器の試験，調査，研究及び開発に関すること。

(航空施設部の所掌事務)

第7条 航空施設部は，次に掲げる事務をつかさどる。

1 航空機の交通管制用電子施設及び航行援助用電子施設の設置、保守及び運用に関する技術上の基準の設定のための試験、調査、研究及び開発に関すること。

2 航空機の交通管制用電子施設及び航行援助用電子施設の構成機器の標準化のための試験、調査、研究及び開発に関すること。

(電子航法評価部の所掌事務)

第8条 電子航法評価部は、次に掲げる事務をつかさどる。

1 航空機及び船舶の交通管制方式、航行援助方式及び自律航法方式の試験に関すること。

2 航空機及び船舶の交通管制用電子施設、航行援助用電子施設及び搭載電子航法機器の試験に関すること。

3 前2号の試験に伴う調査、研究及び開発に関すること。

(衛星航法部の所掌事務)

第9条 衛星航法部は、次に掲げる事務をつかさどる。

1 人工衛星による航法の方式の試験、調査、研究及び開発に関すること。

2 人工衛星による航法用電子施設及び電子機器の試験、調査、研究及び開発に関すること。

(分室)

第10条 研究所に、分室を置く。

第11条 分室の名称は岩沼分室とし、位置は岩沼市とする。

(分室の所掌事務)

第12条 分室は、電子航法及び人工衛星による航法に関する試験、調査、研究及び開発のために使用する航空機、施設及び機器の保守及び運用に関する事務をつかさどる。

(分室長)

第13条 分室に、分室長を置く。

(雑則)

第14条 この省令に定めるもののほか、研究所に関し必要な事項は、所長が定める。

附則

(施行期日)

1 この中央省庁等改革推進本部令(次項において「本部令」という。)は、内閣法の一部を改正する法律(平成11年法律第88号)の施行の日(平成13年1月6日)から施行する。

(この本部令の効力)

2 この本部令は、その施行の日に、電子航法研究所組織規則(平成13年国土交通省令第13号)となるものとする。

4 電子航法研究所組織細則

(昭和45年4月17日電子航法研究所達第1号)

最終改正 昭和62年10月1日

昭和62年達第5号

(目的)

第1条 この細則は、課等の内部組織に関する訓令(昭和33年運輸省訓令第5号)に基づき、電子航法研究所総務課及び各部並びに分室の内部組織、所掌事務について定めることを目的とする。

(総務課)

第2条 総務課に、次の4係を置く。

総務係

人事係

会計係

企画係

第3条 総務係においては、次の事務をつかさどる。

(1) 所長の官印及び所印の管守に関すること。
(2) 庁内の取締り及び庁舎の使用の調整に関すること。
(3) 公文書類の接受、審査、浄書、発送、編集及び保守に関すること。

(4) 法規の制定、改廃、解釈及び編さんに関すること。

(5) 予算の編成及び実行計理に関すること。

(6) 営繕関係の計画に関すること。

(7) 所内事務(設計、試験、調査及び研究に関するものを除く。)の連絡及び調整に関すること。

(8) 職員及び施設、設備の安全保持に関すること。

(9) 他係に属さない事務に関すること。

2 人事係においては、次の事務をつかさどる。

(1) 職員の定員、職階、分限及び服務に関すること。

(2) 職員の任免、教養及び訓練に関すること。

(3) 職員の給与の決定、諸手当の指定及び認定並びに給与の計算事務に関すること。

(4) 職員の出張に関すること。

(5) 職員の赴任旅費及び退職手当に関すること。

(6) 職員の保健、衛生及び医療に関すること。

(7) 職員の貸与する宿舍及び職員のレクリエーション並びにその他の福利厚生に関すること。

(8) 職員の恩給及び国家公務員共済組合の運用に関すること。

(9) 職員の公務災害に関すること。

3 会計係においては、次の事務をつかさどる。

- (1) 資金前渡官吏の事務に関すること。
- (2) 物品及び役務に関する契約の締結に関すること。
- (3) 物品管理官の事務に関すること。
- (4) 物品及び役務の検査に関すること。
- (5) 庁中用物品の規格に関すること。

4 企画係においては、次の事務をつかさどる。

- (1) 設計、試験、調査及び研究の受託並びに共同研究の事務に関すること。
- (2) 設計、試験、調査及び研究の成果の発表並びに刊行の事務に関すること。
- (3) 図書及び技術資料の収集、整理、保存、閲覧並びに貸出の事務に関すること。
- (4) 技術交流に関すること。
- (5) 発明考案の特許又は登録に関すること。
- (6) 科学技術研究及び電子計算機に関する調査報告に関すること。
- (7) 無線局の運営に伴う事務に関すること。
- (8) 文書の閲覧窓口の事務に関すること。

(電子航法開発部)

第4条 電子航法開発部に、次の4研究室を置く。

航法システム研究室
機器研究室
援助施設研究室
着陸施設研究室

第5条 航法システム研究室においては、次の事務をつかさどる。

- (1) 航空機及び船舶の航行援助方式の設計、調査及び研究に関すること。
- (2) 航空機及び船舶の自律航法方式の設計、調査及び研究に関すること。
- (3) 航空機及び船舶の交通管制方式の設計、調査及び研究に関すること。

2 機器研究室においては、次の事務をつかさどる。

- (1) 航空機及び船舶の交通管制用電子施設及びその構成機器の設計、調査及び研究に関すること。
- (2) 航空機及び船舶の搭載電子航法機器（情報伝達用を含む。）の設計、調査及び研究に関すること。

3 援助施設研究室においては、次の事務（着陸施設研究室の所掌に属するものを除く。）をつかさどる。

- (1) 航空機及び船舶の航行援助用電子施設及びその構成機器の設計、調査及び研究に関すること。

4 着陸施設研究室においては、次の事務をつかさどる。

- (1) 航空機の着陸用電子施設及びその構成機器の設計、

調査及び研究に関すること。

(航空施設部)

第6条 航空施設部に、次の4研究室を置く。

設置技術研究室
運用技術研究室
機器標準研究室
新着陸施設研究室

第7条 設置技術研究室においては、次の事務（新着陸施設研究室の所掌に属するものを除く。）をつかさどる。

- (1) 航空機の交通管制用電子施設及び航行援助用電子施設の設置に関する技術上の基準の設定のための設計、調査及び研究に関すること。

2 運用技術研究室においては、次の事務（新着陸施設研究室の所掌に属するものを除く。）をつかさどる。

- (1) 航空機の交通管制用電子施設及び航行援助用電子施設の保守及び運用に関する技術上の基準の設定のための設計、調査及び研究に関すること。

3 機器標準研究室においては、次の事務（新着陸施設研究室の所掌に属するものを除く。）をつかさどる。

- (1) 航空機の交通管制用電子施設及び航行援助用電子施設の構成機器の標準化のための設計、調査及び研究に関すること。

4 新着陸施設研究室においては、次の事務をつかさどる。

- (1) マイクロ波着陸施設及びその構成機器の設計、運用、保守及び構成機器の標準化に関する技術上の基準の設定のための設計、調査及び研究に関すること。

(電子航法評価部)

第8条 電子航法評価部に、次の4研究室を置く。

航空管制研究室
航空航法研究室
航行研究室
海上交通管制研究室

第9条 航空管制研究室においては、次の事務をつかさどる。

- (1) 航空機の交通管制方式の試験に関すること。
- (2) 航空機の交通管制用電子施設及びその構成機器の試験に関すること。
- (3) 前2号の試験に伴う設計、調査及び研究に関すること。

2 航空航法研究室においては、次の事務をつかさどる。

- (1) 航空機の航行援助方式の試験に関すること。
- (2) 航空機の航行援助用電子施設及びその構成機器の試験に関すること。

- (3) 前2号の試験に伴う設計，調査及び研究に関する
こと。
- 3 航行研究室においては，次の事務をつかさどる。
- (1) 船舶の航行援助方式の試験に関する
こと。
- (2) 航空機及び船舶の自律航法方式の試験に関する
こと。
- (3) 船舶の航行援助用電子施設及びその構成機器の試
験に関する
こと。
- (4) 航空機及び船舶の搭載電子航法機器（情報伝達用
を含む。）の試験に関する
こと。
- (5) 前4号の試験に伴う設計，調査及び研究に関する
こと。
- 4 海上交通管制研究室においては，次の事務をつかさ
どる。
- (1) 船舶の交通管制方式の試験に関する
こと。
- (2) 船舶の交通管制用電子施設及びその構成機器の試
験に関する
こと。
- (3) 前2号の試験に伴う設計，調査及び研究に関する
こと。

(衛星航法部)

第10条 衛星航法部に，次の3研究室を置く。

システム研究室
電子装置研究室
搭載装置研究室

第11条 システム研究室においては，次の事務をつかさ
どる。

- (1) 人工衛星を利用して行う航空機及び船舶の交通管
制，航行援助並びに管制及び航行情報伝達方式（以
下「人工衛星による航法」という。）の設計，試験，
調査及び研究に関する
こと。
- (2) 人工衛星による航法に必要な情報処理に関する設
計，試験，調査及び研究に関する
こと。
- 2 電子装置研究室においては，次の事務をつかさどる。
- (1) 人工衛星による航法用地上電子施設及びその構成
機器の設計，試験，調査及び研究に関する
こと。
- 3 搭載装置研究室においては，次の事務をつかさどる。
- (1) 人工衛星による航法に使用する航空機及び船舶搭
載電子機器の設計，試験，調査及び研究に関する
こと。
- (2) 人工衛星による航法に使用する人工衛星及び人工
衛星搭載電子機器の設計，試験，調査及び研究に関
すること。

(岩沼分室)

第12条 岩沼分室に業務係を置く。

第13条 業務係においては，次の事務をつかさどる。

- (1) 分室の庶務及び会計に関する
こと。
- (2) 分室に属する国有財産及び航空機の国有財産保存
主任の事務に関する
こと。
- (3) 実験用航空機及び車両（以下「航空機等」という。）
の保守及び管理に関する
こと。
- (4) 航空機等の運用に関する
こと。
- (5) 航空機等の整備に関する
こと。
- (6) 実験用施設及び機器の保守，管理及び運用に関す
ること。

(補佐官)

第14条 総務課に補佐官1名を置く。

2 補佐官は課長の定めるところにより，課長を助け，
課の事務を分掌し，担当職員を指導及び監視する。

(専門官)

第15条 研究企画官付及び岩沼分室に専門官各1名を置
く。

2 専門官は，研究企画官又は分室長の定めるところに
より，研究企画官又は分室の所掌事務のうち，特殊の
知識又は技術を必要とするものを整理する。

(係長)

第16条 係に係長を置く。

2 係長は，課長及び補佐官又は分室長の命を受け，係
の所掌事務を統括する。

(研究室長)

第17条 研究室に研究室長を置く。

2 研究室長は，部長の命を受け，研究室の所掌事務を
統括する。

(主任研究官)

第18条 各部に主任研究官を置く。

2 主任研究官は，命を受け，所定の研究課題について
研究の指導及び統括を行う。

(研究企画官付)

第19条 研究企画官に研究企画官付を置く。

附 則 省略

5 電子航法研究所研究管理規定

(昭和46年3月1日電子航法研究所達第3号)

最終改正 平成4年1月10日

平成4年達第1号

(目 的)

第1条 この規定は，運輸省科学技術研究運営規則（昭
和46年運輸省訓令第13号）第6条の規定に基づき，電

子航法研究所における設計、試験、調査及び研究（以下「研究」という。）に係わる研究計画の設定、研究の実施及び研究成果の報告等に関する事項を定め、もって研究の管理を適正に行うことを目的とする。

（研究項目の選定）

第2条 電子航法研究所が行う研究項目は、次の各号に該当するものでなければならない。

- (1) 運輸行政を行ううえに直接的または間接的に必要な研究であること。
- (2) 電子航法研究所の所掌事務に属するものであること。
- (3) 研究を行うことが学術的に有意義なものであること。

（研究計画の設定）

第3条 部長は、翌年度予算の政府案決定後速やかにその所掌事務に関する翌年度の研究計画案を作成し、所長に提出するものとする。

第4条 所長は、前条の規定に基づき提出された研究計画案を審査し、当該年度の研究計画（以下「年度研究計画」という。）を決定するものとする。

（研究の実施・促進）

第5条 部長は、年度研究計画に従って研究を実施するとともに、その促進に努めるものとする。

（研究計画の変更）

第6条 部長は、研究を実施するにあたり、研究項目の一部中止若しくは追加又は研究方法の大幅な変更等年度研究計画の大幅な変更をしようとするときは、所長の承認を受けるものとする。

（共同研究）

第7条 部長は、研究を促進するため、所外の機関等と共同して研究を行う必要がある場合は、本規程の規定に従うほか、共同研究取扱規程の規定に従って所定の手続きを行うものとする。

2 部長は、所内の他部と共同して研究を行う場合には、所長に事前に届け出るものとする。

（研究結果等の報告）

第8条 部長は、年度終了後速やかに担当した研究の経過及び結果を所長に報告するものとする。

（研究成果の公表）

第9条 研究成果は、原則として電子航法研究所発表会及び電子航法研究所報告等の刊行によって公表するものとする。ただし、空港整備特別会計の経費によって行った研究については、運輸省航空局への要望研究報告書の提出をもって研究成果の公表に代えることがで

きる。

2 研究を担当する職員（以下「研究担当官」という。）は、前項の規定に基づき研究成果を公表しようとするとき又は要望研究報告書を提出しようとするときは、所長の許可を受けるものとする。

（所外発表）

第10条 研究担当官は、研究成果を所属学会等所外において発表しようとするときは、あらかじめ所長の許可を受けるものとする。

（工業所有権）

第11条 部長又は研究担当官は、研究成果が工業所有権を出願するに相当であると考えるときは、遅滞なく所長に届け出て、その指示を受けるものとする。

附 則 省略

6 電子航法研究所共同研究等取扱規定

（平成4年1月10日電子航法研究所達第1号）
改正 平成9年達第3号 平成9年10月30日

（趣 旨）

第1条 この規程は、電子航法研究所における共同研究又は委託研究について必要な事項を定める。

（定 義）

第2条 この規程において、次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

- (1) 「発明」とは、特許法（昭和34年法律第121号）に規定する発明をいう。
- (2) 「著作権等」とは、特許法に規定する特許権及び特許を受ける権利をいう。
- (3) 「著作物」とは、著作権法（昭和45年法律第48号）に規定するプログラムの著作物及びデータベースの著作物をいう。
- (4) 「考案」とは、実用新案法（昭和34年法律第123号）に規定する考案をいう。
- (5) 「意匠」とは、意匠法（昭和34年法律第125号）に規定する意匠をいう。
- (6) 「優先実施権」とは、特定の相手方のみ通常実施権を与え、他の者には与えないことを明らかにして許諾した通常実施権をいう。
- (7) 「部局長」とは、運輸省所管国有財産取扱規則（昭和43年4月30日運輸省訓令第10号）の第2条第2項の別表に定める職員をいう。
- (8) 「国側」とは、部局長又は電子航法研究所の職員をいう。

(9) 「共同研究の相手側」とは、共同研究契約の相手側及び共同研究契約の相手方の従業者等たる研究者をいう。

(考案への準用)

第3条 この規程は、共同研究又は委託研究に係る考案、意匠及び著作物について準用する。

(共同研究の要件)

第4条 電子航法研究所研究管理規程（以下「研究管理規程」という。）に定める研究の合理的な推進と効果的な達成を図るため、他の研究機関等と共同して研究を行うことが適当と思われる研究について、共同研究を行うことができる。

(研究事項の分担等)

第5条 共同研究を行う場合は、共同研究の全体計画、それぞれの分担する研究事項及び研究成果のとりまとめに関する事項について定めるものとする。

(経費の負担)

第6条 共同研究に要する経費は、分担する研究事項に要する経費について、それぞれ分担する者が負担する。

(承認)

第7条 共同研究を行う場合には、部長は、次に掲げる事項を記載した共同研究計画書を作成して、電子航法研究所長（以下「所長」という。）の承認を受ける。

- (1) 共同研究の目的
- (2) 共同研究を必要とする理由
- (3) 共同研究の相手方
- (4) 研究事項の分担及び経費の概算
- (5) その他参考事項

(協定書等)

第8条 共同研究を行う場合は、別紙1に準じた協定書又は契約書を作成し、協定又は契約を締結する。

2 前項に規定する協定書又は契約書には、第6条に規定する経費の分担の明細を記載した付属書（別紙2-1、別紙2-2）を添付するものとする。この付属書については、特に必要のない場合は省略することができる。

(研究成果の公表)

第9条 双方の分担する研究事項に係る共同研究の成果の公表を行う場合は、相手方の同意を得たうえ、共同研究によるものである旨を明らかにして、研究管理規程の規定に従って行う。

2 当方の分担する研究事項に係る共同研究の成果の公表を行う場合は、共同研究によるものである旨を明らかにして、研究管理規程の規定に従って行う。

(特許権等の取扱い)

第10条 特許権等の取扱いについては、次のとおりとし、これを協定書又は契約書の中に明記する。

(1) 共同して行う研究活動の成果たる発明に係る特許権等についての国側の持分と共同研究の相手側の持分は、その発明をするにあたっての貢献度に応じて、特許出願の前に協議して定めること。

(2) 共同研究の一部を分担して行う場合、その分担部分に係る研究活動の成果に係る特許権等については、分担者側に帰属すること。

(3) 共同して行う研究活動の成果を発表しようとするときは、その時期、方法等に関して協議すること。

(4) 共同研究の成果について特許出願を行うときは、たがいに相手方に対して事前に通知すること。

(5) 共同研究の成果に係る特許権等について、共同研究の相手側が継続して2年以上正当な理由なく実施しないときは、部局長は、共同研究の相手側の同意がなくともその他の者に対して通常実施権の許諾をすることができること。

(特許権等が国側と共同研究の相手側との共有に係る場合)

第11条 部局長は、共同研究の相手側が、第三者に対し、共同研究の成果に係る特許権等の自らの持分の譲渡、共同研究の成果に係る特許権についての専用実施権の設定若しくは優先実施権若しくは通常実施権の許諾又は共同研究の成果に係る特許を受ける権利についての実施の許諾（以下「特許権等の譲渡等」という。）をしようとするときは、共同研究の相手側からあらかじめ説明を受け了解したうえで、共同研究の相手側と当該第三者との特許権等の譲渡等に関する契約の締結と同時に当該第三者との間で当該特許権等についての実施に関する契約を締結するものとする。

2 部局長と共同研究の相手側から特許権等の譲渡等を受けた第三者との間における当該特許権等についての実施に関する契約は、電子航法研究所発明等取扱規程（平成9年10月30日 達第4号）第12条第2項の内容を含むものとする。ただし、特段の事情がある場合には、これと異なる内容の契約とすることができる。

3 部局長及び所長は、その第三者の特許権等についての実施の計画が国民経済の健全な発展と国民生活の安定に寄与するものであること及びその第三者が特許権等について実施する技術的能力及び経済的能力を有していることを確認するものとする。

4 部局長は、契約を締結しようとする第三者が外国人、外国法人、外国の政府機関若しくは公共的団体又は国際機関（以下「外国人等」という。）である場合におい

て、外国為替及び外国貿易管理法（昭和24年法律 第228号）第25条第1項から第3項まで及び外国為替管理令（昭和55年政令第260号）第17条の2第3項の規定に基づく許可を要するときは、その許可が取得されていることを確認するものとする。

5 部局長は、特許権の譲渡を受けた者から他の第三者に対して当該特許権の自らの持分の譲渡、専用実施権の設定若しくは優先実施権若しくは通常実施権の許諾をするために同意を求められたとき、特許権について専用実施権の設定を受けた者から他の第三者に対して当該専用実施権の移転若しくは優先実施権若しくは通常実施権の許諾をするために承諾を求められたとき、又は特許権について優先実施権若しくは通常実施権の許諾を受けた者が他の第三者に対してこれらの権利の移転をするために承諾を求められたときは、前4項に規定する取扱いに準じた取扱いをするものとする。

（国側が特許権等の全部を取得した場合の共同研究の相手方等による優先的実施）

第12条 部局長は、共同研究による発明に係る特許権等の全部を取得した場合においては、共同研究の相手方の申出により、共同研究の相手方又はその指定する者のうち次に掲げる事項に適合する者に限り、共同研究による発明に係る特許権についての優先実施権の許諾をする契約又は特許を受ける権利についての独占的な実施の許諾をする契約を締結するものとする。

この場合において、他の者に通常実施権を与えない期間は、契約締結の日から7年を超えない範囲で定めるものとする。

- (1) その特許権等についての実施の計画が、国民経済の健全な発展と国民生活の安定に寄与すること。
- (2) その特許権等について実施する技術的能力及び経済的能力を有していること。

2 前項の優先的実施の申出は、研究終了後1年以内に行わなければならない。

3 第11条第1項から第4項までの規定は、第1項の契約を締結しようとするときに準用する。

4 部局長は、特許権について優先実施権の許諾を受けた者又は特許を受ける権利について独占的な実施の許諾を受けた者から他の第三者に対して権利の移転の承諾を求められたときは、第11条第1項から第4項までに規定する取扱いに準じた取扱いをするものとする。

（研究の委託の要件）

第13条 研究管理規程に定める研究の合理的な推進と効果的な達成を図るため、他の機関等に研究を委託することが適当と思われる研究について、研究委託を行うことができる。

（承認）

第14条 研究委託を行う場合には、研究責任者は次に掲げる事項を記載した委託研究計画書を作成して、所長の承認を受けるものとする。

- (1) 委託研究の目的
- (2) 委託研究を必要とする理由
- (3) 委託研究の相手方
- (4) 研究事項の経費の概算
- (5) その他参考事項

（委託研究契約）

第15条 委託研究契約は、次に掲げる内容を含むものとする。

- (1) 研究業務の委託を受けた者（以下「受託者」という。）は、受託した研究業務の終了後、遅滞なく、所長にその成果を報告しなければならないこと。
- (2) 受託者は、委託に係る研究活動の成果を発表しようとするときは、その時期、方法等に関して所長の了解を得ること。
- (3) 受託者は、受託した研究業務による発明に係る特許権等を速やかに無償で部局長に移転しなければならないこと。

（受託者等の優先的実施）

第16条 部局長は、受託者の申出により、受託者又はその指定する者のうち次に掲げる事項に適合する者に限り、国が委託した研究業務による発明に係る特許権についての優先実施権の許諾をする契約又は特許を受ける権利についての独占的な実施の許諾をする契約を締結するものとする。この場合において、他の者に通常実施権を与えない期間は、契約締結の日から7年を超えない範囲で定めるものとする。

- (1) その特許権等についての実施の計画が、国民経済の健全な発展と国民生活の安定に寄与すること。
- (2) その特許権等について実施する技術的能力及び経済的能力を有していること。

2 第12条第2項から第4項までの規定は、前項の場合に準用する。

附 則 省略

平成12年度 電子航法研究所年報

平成13年12月28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

印刷所 光写真印刷株式会社
