

ELECTRONIC NAVIGATION RESEARCH INSTITUTE

第三期中長期目標の期間
における業務実績等報告書



国立研究開発法人
海上・港湾・航空技術研究所

電子航法研究所

第三期中長期目標の期間における 業務実績等報告書

- 業務の実績
（中長期目標の期間における業務の実績）

- 自己評価
（当該実績について自ら評価を行った結果）

■業務の実績■

目 次

I．研究所の概要	1
1．電子航法研究所に関する基礎的な情報	1
1-1 法人の目的	1
1-2 事業内容	1
1-3 沿革	1
1-4 設立に係る根拠法	2
1-5 主務大臣	2
1-6 組織図	2
2．事業所の所在地	2
3．資本金	3
4．役員	3
5．常勤職員の数	3
II．業務実績	
電子航法研究所 第三期中長期計画	4
1．国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項 （研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項）	15
1-1 社会的要請に応える研究開発の重点的かつ戦略的な実施	15
1-1-1 飛行中の運航高度化に関する研究開発（航空路の容量拡大）	16
1-1-1-1 トrajekトリ予測手法の開発の研究課題	17
1-1-1-2 ATMパフォーマンスの研究課題	20
1-1-1-3 飛行経路の効率向上の研究課題	23

1-1-2 空港付近の運航高度化に関する研究開発（混雑空港の処理容量拡大）	33
1-1-2-1 G N S S による高カテゴリー運航の研究課題	34
1-1-2-2 空港面トラジェクトリ予測手開発の研究課題	39
1-1-2-3 監視技術の高度化の研究課題の研究課題	44
1-1-2-4 G N S S を利用した曲線経路による進入方式の研究課題	47
1-1-3 空地を結ぶ技術及び安全に関する研究開発（安全で効率的な運航の実現）	52
1-1-3-1 航空用データリンクの評価の研究課題	53
1-1-3-2 汎用高速通信技術の次世代航空通信への適用の研究課題	57
1-1-3-3 管制官ワークロード分析の研究課題	60
1-1-3-4 ヒューマンエラー低減技術の研究課題	65
1-1-3-5 安全な運航の実現	69
1-1-4 研究開発の実施過程における措置	71
1-1-4-1 研究開発過程の選定	72
1-1-4-2 研究計画の策定	73
1-1-4-3 研究開発の実施	73
1-2 基礎的な研究の実施による基礎技術の蓄積	74
1-2-1 分散認知による管制業務の技術伝承に関する研究	75
1-2-2 気象情報の航空交通への活用に関する研究	76
1-2-3 将来航空運航方式のリスクシミュレーションの研究	77
1-2-4 フローコリドーの基礎的研究	79
1-3 関係機関との連携	82
1-3-1 共同研究の実施	83
1-3-2 技術交流会	89
1-3-3 外部人材活用	90
1-4 国際活動への参画	93
1-4-1 基準策定機関の会議等での発表	94
1-4-2 国際ワークショップの実施	96
1-4-3 アジア地域への技術セミナー実施	99
1-4-4 海外研究機関との連携強化	102

1-5 研究開発成果の普及及び活用促進	104
1-5-1 各研究開発課題の発表	105
1-5-2 一般公開、研究発表会、講演会の開催	106
(1) 一般公開	106
(2) 研究発表会	108
(3) 講演会の開催	109
1-5-3 出前講座	110
1-5-3 査読付論文	111
1-5-5 知的財産権	115
 2. 業務運営の効率化に関する事項	 118
2-1 組織運営	118
2-1-1 機動性、柔軟性の確保	118
2-1-2 内部統制の充実・強化等	121
2-2 業務の効率化	123
2-2-1 効率化目標の設定等	124
2-2-1-1 一般管理費の縮減	125
2-2-1-2 業務経費の縮減	125
2-2-2 契約の点検・見直し	126
2-2-3 保有資産の見直し	128
 3. 予算（人件費の見積もりを含む。）収支計画及び資金計画	 129
3-1 中期目標期間における財務計画	129
3-2 自己収入の拡大	134
 4. 短期借入金の限度額	 136
 5. 不用財産又は不用財産となることが見込まれる財産の処分に関する計画	 136
 6. 重要な財産を譲渡し、又は担保に供する計画	 136
 7. 余剰金の使途	 136

8. その他主務省令に定める業務運営に関する事項	137
8-1 施設及び設備に関する事項	139
8-2 施設・設備利用の効率化	140
8-2-1 東日本大震災による業務への影響及び対応状況	140
8-3 人事に関する事項	142
8-3-1 方針	142
8-3-2 人件費	145
8-3-3 人件費の削減等	146
8-4 独立行政法人電子航法研究所法第 13 条第 1 項に規定する積立金の使途	147
8-5 その他	147

I. 研究所の概要

1. 電子航法研究所に関する基礎的な情報

1-1 法人の目的

国立研究開発法人 電子航法研究所（以下「研究所」という。）は、電子航法（電子技術を利用した航法をいう。以下同じ。）に関する試験、調査、研究及び開発等を行うことにより、交通の安全の確保とその円滑化を図ることを目的とする。

1-2 事業内容

研究所は、目的を達成するため、次の業務を行う。

- 一 電子航法に関する試験、調査、研究及び開発を行うこと。
- 二 前号に掲げる業務に係る成果を普及すること。
- 三 電子航法に関する情報を収集し、整理し、及び提供すること。
- 四 前三号に掲げる業務に附帯する業務を行うこと。

1-3 沿革

昭和 36 年 4 月	運輸技術研究所航空部に電子航法研究室設置
昭和 38 年 4 月	運輸技術研究所に改組、船舶技術研究所電子航法部設置
昭和 42 年 7 月	電子航法研究所設立。 総務課、企画調査室、電子航法部、衛星航法部を設置
昭和 45 年 4 月	電子航法部を廃止、電子航法開発部と電子航法評価部を設置
昭和 47 年 5 月	企画調査室を廃止、研究企画官を設置
昭和 51 年 10 月	岩沼市に岩沼分室を設置
昭和 53 年 10 月	航空施設部を設置
平成 13 年 1 月	中央省庁等改革により、国土交通省電子航法研究所設置
平成 13 年 4 月	独立行政法人電子航法研究所設立。総務課に企画室を設置
平成 14 年 4 月	航空施設部、電子航法評価部、衛星航法部を航空システム部、管制システム部、衛星技術部に名称変更。研究室を廃止し、研究グループを編成
平成 16 年 3 月	高精度測位補正技術開発プロジェクトチーム及び先進型地上走行誘導管制システム開発プロジェクトチームを設置。
平成 17 年 3 月	関東空域再編関連研究プロジェクトチームを設置
平成 18 年 4 月	本所に研究企画統括を設置。企画室を廃止し、企画課を設置。4 研究部制を廃止し、3 領域制（航空交通管理領域、通信・航法・監視領域、機上等技術領域）を導入。

平成 19 年 1 月	関東空域再編関連研究プロジェクトチームを廃止。
平成 19 年 4 月	航空機安全運航支援技術研究プロジェクトチームを設置。
平成 21 年 6 月	先進型地上走行誘導管制システム開発プロジェクトチームを廃止。
平成 23 年 3 月	高精度測位補正技術開発研究プロジェクトチームを廃止。 航空機安全運航支援技術研究プロジェクトチームを廃止。
平成 24 年 4 月	通信・航法・監視領域、機上等技術領域を廃止し、航法システム領域、監視通信領域を設置。
平成 27 年 4 月	国立研究開発法人へ移行。

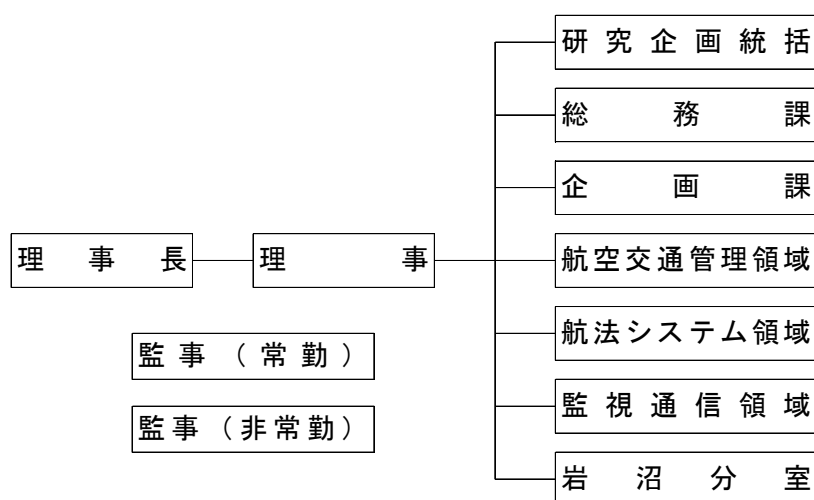
1-4 設立に係る根拠法

国立研究開発法人電子航法研究所法（平成 11 年法律第 210 号）

1-5 主務大臣

国土交通大臣（国土交通省航空局交通管制部管制技術課）

1-6 組織図（平成 28 年 3 月 31 日現在）



2. 事業所の所在地

本所 〒182-0012 東京都調布市深大寺東町 7 丁目 42 番地 23
 岩沼分室 〒989-2421 宮城県岩沼市下野郷字北長沼 4

3. 資本金

(単位：百万円)

区分	期首残高	期末残高
政府出資金	4,258	4,258
資本金合計	4,258	4,258

4. 役員

役 職	氏 名	任 期	前（現）職
理事長	平澤 愛祥 山本 憲夫	H17.4.1～H25.3.31 H25.4.1～H28.3.31	エアーニッポン(株)常勤顧問 (独)電子航法研究所研究企画統括
理 事	中坪 克行 台木 一成 高木 育男	H19.4.1～H23.6.30 H23.7.1～H27.7.31 H26.8.1～H28.3.31	国土交通省航空局管制保安部管制技術 課長 国土交通省航空局保安部運用課長 (独)航空大学校審議役
監 事 (常勤)	石井 秀幸 小出 勝久	H23.4.1～H25.3.31 H25.4.1～H28.3.31	(社)日本航空技術協会教育出版部長 全日本空輸(株)整備センター部品事業 室部品調達部業務チーム主席部員 (再任)
監 事 (非常勤)	高德 信男	H23.4.1～H28.3.31	財団法人調布市文化コミュニティ振興 財団監事

※平成 28 年 4 月 1 日の研究所統合により国立研究開発法人電子航法研究所は解散したため、任期は解散前日の日付としている。

5. 常勤職員の数

年度	事務職	研究職	合計
平成 23 年度末	11 人	48 人	59 人
平成 24 年度末	13 人	45 人	58 人
平成 25 年度末	13 人	45 人	58 人
平成 26 年度末	15 人	44 人	59 人
平成 27 年度末	15 人	46 人	61 人

Ⅱ．業務実績

電子航法研究所第三期中長期計画を下記に示す。

国立研究開発法人 電子航法研究所 第三期中長期計画

独立行政法人電子航法研究所（以下「研究所」という。）は、航空交通量の増大、航空交通の安全性向上、地球環境の保全等の社会的要請に的確に応えるため、航空交通システムの高度化に関する研究開発に取り組むことが求められている。

特に、研究開発を通じて技術的側面から航空行政を支援する独立行政法人として、これらの研究成果が航空行政等において有益に活用されるよう取り組むとともに、航空行政が抱える重要性の高い課題に対して重点的かつ戦略的に取り組むことにより、研究成果の創出を通じて社会に貢献することが重要である。

また、研究業務を通じて得られた情報を積極的に発信するなど、自律性、自発性及び透明性を備えた効率的かつ効果的な業務運営に取り組むことも重要である。

更に、航空交通システムに係る研究開発において国際的に重要な役割を担うため、当該研究開発に関してアジア地域における中核機関を目指す必要がある。

以上を踏まえ、独立行政法人通則法（平成 11 年法律第 103 号）第 30 条第 1 項の規定に基づき、国土交通大臣が定めた研究所の平成 23 年度から始まる期間における中期目標を達成するための計画を次のとおり定める。

1．国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項

（1）社会的要請に応える研究開発の重点的かつ戦略的な実施

1）研究開発の基本方針

社会的要請に的確に応えるため、研究所は「社会・行政ニーズ」を適時的確に把握し、その実現に必要となる技術課題の解決に向けて、迅速かつ機動的に取り組む。なお、必要性及び重要性の高い研究開発課題を適切に選定するとともに、成果の活用が円滑に進められるよう計画段階から検討するなど、重点的かつ戦略的に研究開発に取り組む。また、常に社会情勢や「社会・行政ニーズ」の状況変化を適時的確に察知し、これらに機敏に適応できる先見性と柔軟性の確保に努める。

2) 研究開発目標

中期目標において研究開発目標の基本として示された、航空機運航の安全性及び効率性の向上、航空交通量増大への対応、航空利用者の利便性向上、環境負荷（CO₂、騒音）低減などの達成に向けて、以下の研究開発分野を設定して重点的かつ戦略的に実施する。

- ①飛行中の運航高度化に関する研究開発
- ②空港付近の運航高度化に関する研究開発
- ③空地を結ぶ技術及び安全に関する研究開発

3) 研究課題

具体的には、中期目標で示された技術課題の解決に向けて、以下の研究課題に重点的に取り組む。

①飛行中の運航高度化に関する研究開発（航空路の容量拡大）

本研究開発分野では、混雑する空域での航空交通容量拡大と運航の効率性向上及び消費燃料節減による環境保全への貢献などを目指して、「トラジェクトリ予測手法の開発」、「ATM のパフォーマンス」、「飛行経路の効率向上」等の研究課題に取り組む。これにより、軌道ベース運用の実現に必要な軌道の予測手法や管理技術の開発、航空交通流予測手法や気象情報を活用した軌道予測手法の高度化、航空交通管理のパフォーマンス評価手法の開発等に貢献する。

具体的には、本中期目標期間中に以下を達成すべく取り組む。

「トラジェクトリ予測手法の開発」の研究課題では、航空機が出発してから到着するまでに通過するポイントの時刻と位置を算出する 4 次元軌道予測モデルを開発する。これにより、出発から到着までの飛行時間の誤差が 3 %以下となる軌道予測を実現する。

「ATM のパフォーマンス」の研究課題では、航空交通流のシミュレーションモデルを開発し、新たな管制運用方式の導入等による燃料消費量削減等の効果の、定量的な事前検証を実現する。

「飛行経路の効率向上」の研究課題では、洋上空域から滑走路まで、最も燃料効率の良い飛行経路を計算し、管制運用の模擬が可能なシミュレーターを開発する。これにより、管制運用における安全性を確保しつつ、運航効率を向上させることが可能な（例えば羽田への国際線の到着便で 1000 ポンド程度の燃料削減及び 3 分程度の飛行時間短縮）飛行経路の設定を実現する。

②空港付近の運航高度化に関する研究開発（混雑空港の処理容量拡大）

本研究開発分野では、混雑空港の容量拡大及び処理能力向上、空港面における交通渋滞解消、定時性及び利便性向上などを目指して、「GNSS による高カテゴリー運航」、「空港面トラジェクトリ予測手法開発」、「監視技術の高度化」、「GNSS を利用した曲線経路による進入方式」等の研究課題に取り組む。これにより、衛星航法システムの高度化、航空機の飛行状況等を精密に監視するシステムの高度化、航空機に求められる運航上の性能要件を規定して実施する性能準拠型の運用に資する技術開発等に貢献する。

具体的には、本中期目標期間中に以下を達成すべく取り組む。

「GNSS による高カテゴリー運航」の研究課題では、高カテゴリー精密進入に要求される高い安全性（インテグリティ $1-1 \times 10^{-9}$ ）を実証する GBAS を開発する。これにより、カテゴリーⅢ相当の気象条件下（視程 100 m 程度）における GNSS を使用した安全な着陸誘導を実現する。

「空港面トラジェクトリ予測手法開発」の研究課題では、空港面の交通流分析に基づき、航空機の空港面走行時間の予測モデルを開発する。これを活用して航空機の空港面走行スケジュールを工夫することにより、航空交通量の増大に伴う空港面の渋滞の抑制を実現する。

「監視技術の高度化」の研究課題では、広域マルチラレーションや二次航空機監視レーダ（SSR）モード S など複数の監視システムを統合することにより、従来型の監視システム（SSR）の 2 倍以上の頻度で空港付近の航空機を監視できる技術を開発し、平行滑走路の独立運用等の新しい運航方式を実現する。

「GNSS を利用した曲線経路による進入方式」の研究課題では、GBAS を利用した曲線経路による着陸進入の実現を目指して、機上装置を開発するなど、航空機の能力を活用した効率的な曲線経路による着陸進入の研究開発に着手する。

③空地を結ぶ技術及び安全に関する研究開発（安全で効率的な運航の実現）

本研究開発分野では、安全かつ効率的な運航の実現、航空通信のボトルネック解消及び航空用データリンクの導入、ヒューマンエラーの低減やシステムの信頼性向上などを目指して、「航空用データリンクの評価」、「汎用高速通信技術の次世代航空通信への適用」、「管制官ワークロード分析」、「ヒューマンエラー低減技術」等の研究課題に取り組む。これにより、地対空の高速通信技術の開発、運航に係る情報を関係者が共有できる環境の構築に資する技術開発、ヒューマンエラー防止に関する技術開発等に貢献する。

具体的には、本中期目標期間中に以下を達成すべく取り組む。

「航空用データリンクの評価」の研究課題では、従来型のデータリンク（VDL M2）より伝送速度が 10 倍程度向上し、かつ伝送誤り率を低減（従来の 10^{-4} を 10^{-7} 程度へ）できる L バンド空地データリンクを実現する。

「汎用高速通信技術の次世代航空通信への適用」の研究課題では、高いセキュリティ性が要求される航空管制用通信システムとして、汎用高速通信技術を適用したテストベッドを開発し、空港面全域をカバーする高速通信を実現する。

「管制官ワークロード分析」の研究課題では、管制業務のタスク分析を基に知識構造化システムを開発し、管制官の経験や知識を整理してモデル化・可視化することで、ヒューマンエラーを低減するための施策への活用を実現する。

「ヒューマンエラー低減技術」の研究課題では、発話音声分析装置により収集したデータと脳波など他の生理指標との相関関係の評価検証し、管制官などの疲労による覚醒度低下の評価を実現する。

4）研究開発の実施過程における措置

研究開発課題の選定にあたっては、「社会・行政ニーズ」及びこれらに対応するための技術課題を明らかにした上で、研究所でなければ実施できない課題であり、かつ国の施策と密接に関係する（国が実施する関連行政施策の立案や技術基準の策定等）航空管制に関する研究開発等、真に必要なものに重点化する。なお、重点化にあたっては他の研究開発機関が実施している研究内容等を可能な限り把握し、知見・技術の活用等について事前に検討し、研究内容の重複を排除する。

研究計画の策定にあたっては、ニーズの発信元である行政や運航者等の関係者と十分調整して研究の具体的な内容を検討するとともに、可能な限り定量的な目標を設定して、実用化が可能な成果を目指す。なお、策定に当たっては、導入コスト等、実用化のため考慮が必要となる外部要因にも対処するなど、研究開発の戦略についても検討する。

研究開発の実施にあたっては、研究成果の社会への還元及び研究所の国際的な地位の向上につながるよう、研究開始前の評価、研究進捗管理及び中間評価、研究終了時の評価を適切に実施するとともに、研究内容の見直し、中止等、所要の措置を講じ、評価結果をその後の研究計画に適切に反映させる。なお、重点的に実施する研究開発課題については外部有識者による評価を行い、その結果を公表して透明性の確保に努める。

（２）基礎的な研究の実施による基盤技術の蓄積

研究員のポテンシャル及び専門性が向上することにより、行政等の技術課題への適切な対応が容易となるとともに、革新的な研究成果が生まれることが期待できる。このため、電子航法に関連する国際的な技術動向を踏まえつつ、将来的な発展が期待される技術に関する基礎的な研究、将来の航空交通システムの基盤技術として有望な先進的、革新的技術の応用に関する研究、斬新な発想に基づく萌芽的な研究等を実施することにより、研究所として長期的な視点から必要となる基盤技術を蓄積し、研究開発能力の向上を図る。

（３）関係機関との連携強化

限りある人的資源の中で、効果的・効率的な研究開発を行うとともに、その質を高めて研究所のポテンシャル及びプレゼンス向上を図るため、国内外の航空管制機関や、研究所の業務に関連する研究開発を実施している独立行政法人、大学、民間企業等と積極的な連携を進め、研究所単独ではなし得ない優れた研究開発成果の創出とその活用拡大に努める。そのため、共同研究を中期目標期間中に 40 件以上実施する。また、関係機関との密接な連携と交流を円滑に推進するため、研究者・技術者との交流会等を中期目標期間中に 30 件以上実施する。更に、研究所が専門としない分野の知見や技術を活用する研究開発にあたっては、客員研究員の招聘、任期付研究員の採用、人事交流等により、当該専門知識を有する外部人材を積極的に活用する。

具体的には、任期付研究員、客員研究員を中期目標期間中に 30 名以上活用する。また、研修生や留学生の受入等を通じて若手研究者の育成などの分野での貢献にも努める。

（４）国際活動への参画

航空に係わる多くの技術や運航方式等は、世界での共用性を考慮する必要があることから、各国の航空関係当局や研究機関及び企業等と積極的に技術交流及び連携を進め、国際的な研究開発への貢献に努める。特に、本中期目標期間においては ICAO（国際民間航空機関）、RTCA（米国航空無線技術協会）、EUROCAE（欧州民間航空用装置製造業者機構）等の基準策定機関における活動での国際貢献に努める。

具体的には、ICAO 等が主催する会議への積極的な参画により、国に対して必要な技術支援を行うとともに、基準策定機関による会議等での発表を中期目標期間中に 120 件以上行い、基準策定作業に貢献する。また、国際標準化によって我が国が不利益を被ることがないよう、我が国への影響及び適合性について技術的な検討を行うなど、他国の提案についても必要な対応を行う。

アジア太平洋地域の関係機関との技術交流や共同研究等による連携を強化し、双方にとって有益な成果の創出を目指す。また、アジア地域における中核機関を目指して国際交流・貢献を図るため、国際ワークショップを中期目標期間中に 2 回程度主催する。更に、アジア地域への技術セミナー等を中期目標期間中に 3 回程度実施する。

(5) 研究開発成果の普及及び活用促進

研究所の活動・成果について、研究所一般公開、研究発表会、研究所報告や広報誌等の印刷物等様々な手段を活用し、効率的かつ効果的に広報を展開する。また、国際会議、学会、シンポジウム等に積極的に参加し、講演、発表等を通じて研究開発成果の普及、活用に努めるとともに、研究業務を通じて得られた技術情報や研究開発の実施過程に関する様々な情報などを積極的に発信する。更に、研究所がこれまで技術開発してきた成果を社会に還元するため、講習の開催や技術マニュアルの作成等を通じて、行政当局や企業等への技術移転に積極的に取り組む。

具体的には、各研究開発課題について年 1 回以上、学会や専門誌等において発表する。また、研究所一般公開、研究発表会を年 1 回開催するとともに、講演会を中期目標期間中に 3 回程度開催する。研究所の理解と研究成果の広範な普及及びそれによる将来の技術交流等につなげるため、企業等で出前講座を開催する。また、中期目標期間中に 80 件程度の査読付論文の採択を目指す。

知的財産権による保護が必要な研究開発成果については、有用性、保有の必要性等について十分検討しつつ、必要な権利化を図る。また、登録された権利の活用を図るため、研究成果に関心を寄せる企業等へ積極的に技術紹介を行うとともに、広報誌、パンフレット、パテント展示等を活用して積極的に広報・普及を行う。

2. 業務運営の効率化に関する事項

(1) 組織運営

①機動性、柔軟性の確保

「社会・行政ニーズ」に迅速かつ的確に対応し、時機を逸することなく有益な研究成果を得られるよう、組織運営の機動性、柔軟性を確保し、必要に応じて随時組織体制を見直す。また、研究員が研究開発の中核業務に専念することで研究成果の水準を高められるよう、研究業務を支援する職員を適時的確に配置するなど、研究資源を最大限有効活用するよう努める。

②内部統制の充実・強化等

理事長が戦略的にマネジメントを実施し、リーダーシップを発揮することにより、研究所がその任務を有効かつ効率的に果たすことが可能となる。このため、リスクマネジメントの活用及び情報セキュリティ対策を含めた内部統制のしくみを随時見直し、その充実・強化を図る。

また、中期計画及び年度計画に定めた事項については実施計画と達成目標を具体的に定め、進捗状況や課題を定期的に把握しつつ、着実に業務を遂行する。

(2) 業務の効率化

①効率化目標の設定等

管理部門の簡素化、効率的な運営体制の確保、アウトソーシングの活用等により業務運営コストを縮減し、一般管理費及び業務経費の効率化目標を次のとおり設定する。なお、一般管理費については、経費節減の余地がないか自己評価を厳格に行った上で、適切な見直しを行う。

a) 一般管理費の縮減

一般管理費（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）について、中期目標期間中に見込まれる当該経費総額（初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。）を6%程度縮減する。

b) 業務経費の縮減

業務経費（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）について、中期目標期間中に見込まれる当該経費総額（初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。）を2%程度縮減する。

②契約の点検・見直し

契約については、「独立行政法人における調達等合理化の取組の推進について」（平成27年5月25日総務大臣決定）に基づき毎年度策定する「調達等合理化計画」による取組を着実に実施することにより、契約の適正化の推進及び業務運営の効率化を図る。

③保有資産の見直し

保有資産については、引き続き、資産の利用度のほか、本来業務に支障のない範囲での有効利用可能性の多寡等の観点に沿って、その保有の必要性について不断に見直しを行うとともに、見直し結果を踏まえて、研究所が保有し続ける必要がないものについては、支障のない限り、国への返納を行う。また、特許権については保有する目的を明確にした上で、登録・保有コストの削減に努める。

3. 予算（人件費の見積もりを含む。）、収支計画及び資金計画

（１）中期目標期間における財務計画は次のとおりとする。

①予算 別紙のとおり

②収支計画 別紙のとおり

③資金計画 別紙のとおり

（２）自己収入の拡大

民間企業等における技術ニーズを把握し、研究や試験評価に関する提案を積極的に行い、受託研究の増加に努める。また、受託研究や共同研究及び競争的資金による研究開発の実施、知的財産権の活用推進、寄附金の受け入れ等、運営費交付金以外の外部資金を積極的に獲得することにより、自己収入の拡大に努める。そのため、受託研究や外部資金受け入れ型の共同研究及び競争的資金による研究開発を中期目標期間中に 100 件以上実施する。

4. 短期借入金の限度額

予見し難い事故等の事由に限り、資金不足となる場合における短期借入金の限度額は、300（百万円）とする。

5. 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産の処分に関する計画

特になし。

6. 重要な財産を譲り渡し、又は担保に供する計画

特になし。

7. 剰余金の使途

①研究費

②施設・設備の整備

③国際交流事業の実施（招聘、セミナー、国際会議等の開催）

8. その他主務省令に定める業務運営に関する事項

（1）施設及び設備に関する事項

中期目標期間中に以下の施設を整備する。また、既存施設の維持・補修、機能向上に努める。

施設・設備の内容	予定額 (百万円)	財 源
・ 研究開発の実施に必要な業務管理施設、 実験設備の整備 ・ その他管理施設の整備	547	一般会計 独立行政法人電子航法研究所 施設整備費補助金

（2）施設・設備利用の効率化

業務の確実な遂行のため、研究所の施設・設備については、性能維持・向上等適切な処置を講じるとともに、効率的な利用に努める。特に老朽化している実験用航空機については、今後の研究業務に支障が生じないように、維持管理も含め経済性・合理性を勘案し、更新を含めた適切な措置を講じる。

(3) 人事に関する事項

①方針

業務処理を工夫するとともに、業務内容及び業務量に応じて適正に人員を配置する。研究員の人事は、研究所が蓄積した技術と経験を若手研究員へ確実に継承し、高度な専門性を活かした研究開発を継続できるよう、「人材活用等に関する方針」に基づき戦略的に実施するとともに、人事交流や研修の実施等により、幅広い視野と見識を有する研究員の育成を推進する。

②人件費

給与水準については、国家公務員の給与水準も十分考慮し、手当を含め役職員給与の在り方について厳しく検証した上で、給与改定に当たっては、引き続き、国家公務員に準拠した給与規程の改正を行い、その適正化に取り組むとともに、その検証結果や取組状況を公表する。

特に事務・技術職員の給与水準については、平成 21 年度の対国家公務員指数が年齢勘案で 103.6 となっていることを踏まえ、平成 27 年度までにその指数を 100.0 以下に引き下げるよう、給与水準を厳しく見直す。

総人件費^{※注}については、「簡素で効率的な政府を実現するための行政改革の推進に関する法律」(平成 18 年法律第 47 号)に基づく平成 18 年度から 5 年間で 5 %以上を基本とする削減等の人件費に係る取組を平成 23 年度においても引き続き着実に実施するとともに、政府における総人件費削減の取組を踏まえ、厳しく見直す。

ただし、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分及び以下に該当する者（「総人件費改革の取組の削減対象外となる任期付研究者」という。）に係る人件費については削減対象から除くこととする。

- ・ 競争的資金又は受託研究若しくは共同研究のための民間からの外部資金により雇用される任期付職員
- ・ 国からの委託費及び補助金により雇用される任期付研究者
- ・ 運営費交付金により雇用される任期付研究者のうち、若手研究者（平成 17 年度末において 37 歳以下の研究者をいう。）

※注) 対象となる「人件費」の範囲は、常勤役員及び常勤職員に支給する報酬（給与）、賞与、その他の手当の合計額とし、退職手当、福利厚生費（法定福利費及び法定外福利費）、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分は除く。

(4) 独立行政法人電子航法研究所法(平成11年法律第210号)第13条第1項に規定する積立金の使途

第2期中期目標期間中からの繰越積立金は、第2期中期目標期間以前に自己収入財源で取得し、第三期中期目標期間へ繰り越した有形固定資産の減価償却に要する費用等に充当する。

(5) その他

国土交通省所管の独立行政法人及び関連する研究機関の業務の在り方の検討については、今後の独立行政法人全体の見直しの議論等を通じ、適切に対応する。



1. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項

(研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項)

1-1 社会的要請に応える研究開発の重点的かつ戦略的な実施

【中長期計画】

1) 研究開発の基本方針

社会的要請に的確に応えるため、研究所は「社会・行政ニーズ」を適時的確に把握し、その実現に必要な技術課題の解決に向けて、迅速かつ機動的に取り組む。なお、必要性及び重要性の高い研究開発課題を適切に選定するとともに、成果の活用が円滑に進められるよう計画段階から検討するなど、重点的かつ戦略的に研究開発に取り組む。また、常に社会情勢や「社会・行政ニーズ」の状況変化を適時的確に察知し、これらに機敏に適応できる先見性と柔軟性の確保に努める。

2) 研究開発目標

中期目標において研究開発目標の基本として示された、航空機運航の安全性及び効率性の向上、航空交通量増大への対応、航空利用者の利便性向上、環境負荷（CO₂、騒音）低減などの達成に向けて、以下の研究開発分野を設定して重点的かつ戦略的に実施する。

- ① 飛行中の運航高度化に関する研究開発
- ② 空港付近の運航高度化に関する研究開発
- ③ 空地を結ぶ技術及び安全に関する研究開発

3) 研究課題

具体的には、中期目標で示された技術課題の解決に向けて、以下の研究課題に重点的に取り組む。

①飛行中の運航高度化に関する研究開発（航空路の容量拡大）

本研究開発分野では、混雑する空域での航空交通容量拡大と運航の効率性向上及び消費燃料節減による環境保全への貢献などを目指して、「トラジェクトリ予測手法の開発」、「ATMのパフォーマンス」、「飛行経路の効率向上」等の研究課題に取り組む。これにより、軌道ベース運用の実現に必要な軌道の予測手法や管理技術の開発、航空交通流予測手法や気象情報を活用した軌道予測手法の高度化、航空交通管理のパフォーマンス評価手法の開発等に貢献する。

具体的には、本中期目標期間中に以下を達成すべく取り組む。

「トラジェクトリ予測手法の開発」の研究課題では、航空機が出発してから到着するまでに通過するポイントの時刻と位置を算出する 4 次元軌道予測モデルを開発する。これにより、出発から到着までの飛行時間の誤差が 3 %以下となる軌道予測を実現する。

「飛行経路の効率向上」の研究課題では、洋上空域から滑走路まで、最も燃料効率の良い

飛行経路を計算し、管制運用の模擬が可能なシミュレーターを開発する。これにより、管制運用における安全性を確保しつつ、運航効率を向上させることが可能な（例えば羽田への国際線の到着便で1,000ポンド（450 kg）程度の燃料削減及び3分程度の飛行時間短縮）飛行経路の設定を実現する。

「ATMのパフォーマンス」の研究課題では、航空交通流のシミュレーションモデルを開発し、新たな管制運用方式の導入等による燃料消費量削減等の効果の、定量的な事前検証を実現する。

1-1-1 飛行中の運航高度化に関する研究開発（航空路の容量拡大）

【対応する中長期計画】

本件研究分野では、混雑する空域での航空交通容量拡大と運航の効率性向上及び消費燃料節減による環境保全への貢献などを目指して、「トラジェクトリ予測手法の開発」、「ATMパフォーマンス」、「飛行経路の効率向上」等の研究課題に取り組む。これにより、軌道ベース運用の実現に必要な軌道の予測手法や管理技術の開発、航空交通流予測手法や気象情報を活用した軌道予測手法の高度化、航空交通管理のパフォーマンス評価手法の開発等に貢献する。

【評価軸】

評価軸及び各評価軸への対応を以下に示す。

- a) 成果・取組が国の方針や社会のニーズと適合しているか。
 - ・「ATMのパフォーマンス」、「飛行経路の効率向上」の研究課題等、航空局の施策CARATSに適合している。
- b) 成果・取組が社会的価値（安全・安心で心豊かな社会等）の創出に貢献するものであるか。
 - ・「トラジェクトリ予測手法の開発」の研究課題のコンフリクトの検出等安全性の創出に貢献するものである。
- c) 成果・取組の科学的意義(独創性、革新性、先導性、発展性等)が十分に大きなものであるか。
 - ・「ATMのパフォーマンス」の研究課題の燃料消費推定値は、航空機型式毎、飛行フェーズ毎に算出し高精度化するという手法で独創性があり科学的意義がある。
- d) 成果・取組が国際的な水準に照らして十分大きな意義があるものか。
 - ・「ATMのパフォーマンス」の研究課題の燃料消費の推定値の低誤差率は、国際的な水準に照らして十分意義がある。
- e) 成果・取組が国際競争力の向上につながるものであるか。
 - ・「飛行経路の効率向上」の研究課題で明らかとなった動的経路変更方式の便益は、国際競争力の向上につながる。

1-1-1-1 トラジェクトリ予測手法の開発の研究課題

【対応する中長期計画】

「トラジェクトリ予測手法の開発」の研究課題では、航空機が出発してから到着するまでに通過するポイントの時刻と位置を算出する 4 次元軌道予測モデルを開発する。これにより、出発から到着までの飛行時間の誤差が 3 %以下となる軌道予測を実現する。

(1) 概要

【経緯や背景など本研究の意義】

航空機運航の効率化及び容量拡大に対応して、国際民間航空機関（ICAO）は、航空交通管理（ATM）の近代化を目指して、平成 15 年の第 11 回航空会議で、時間管理を含めた航法・管制を将来的な共通のビジョンとして実現していくことを勧告した。これを受けて、ATM 運用概念や世界的航空航法計画（GANP）などの ICAO 公式文書が作成された。また、米国や欧州では、NextGen や SESAR などこのコンセプトを実現するプロジェクトが組まれている。このような世界的動向を踏まえ、我が国でもこれに関連する調査や研究を進めていく必要がある。

今後の ATM においては、航空機のトラジェクトリ（軌道）計画を事前に管理し、精密なトラジェクトリ予測に支援された運用コンセプトが有効と考えられている。その運用コンセプトは、軌道ベース運用（TBO: Trajectory-Based Operation）と呼ばれ、ICAO が作成した GANP の中心技術の一つであり、米国、欧州や日本の ATM システム近代化計画に含まれている。

TBO の最終形態となる「Full 4D TBO」は 2030 年頃に運用が開始されると予想されているが、まだ概念の検証を行っている状態である。まずは TBO を実現するための第 1 歩として、軌道予測技術、TBO 概念の可否性を評価する技術などの開発が望まれている。

【研究課題の達成状況】

航空機が出発してから到着するまでに通過するポイントの時刻と位置である軌道を正確に予測する技術である 4 次元軌道予測モデルを開発した。この手法は、航空機の機体モデル及び気象数値予報モデルを運航モデルに組み込むことにより、従来の予測手法と比較して、予測精度の向上を目指す。その結果は、実際の飛行時間との誤差が、研究開始時の 4.5 % から目標の 3 %を上回る 2.4 %に低減させることができた。開発した軌道予測モデルは、他の航空交通シミュレーションツールや航空管制支援ツールにも活用可能である。

TBO 概念の可否性を評価する技術の開発については、ツールとしてのファストタイムシミュレーション環境を構築し、羽田空港への到着交通流についてシミュレーションを行い、巡航区間の速度変更指示により到着機同士の安全間隔がほぼ確保できることを確認し、

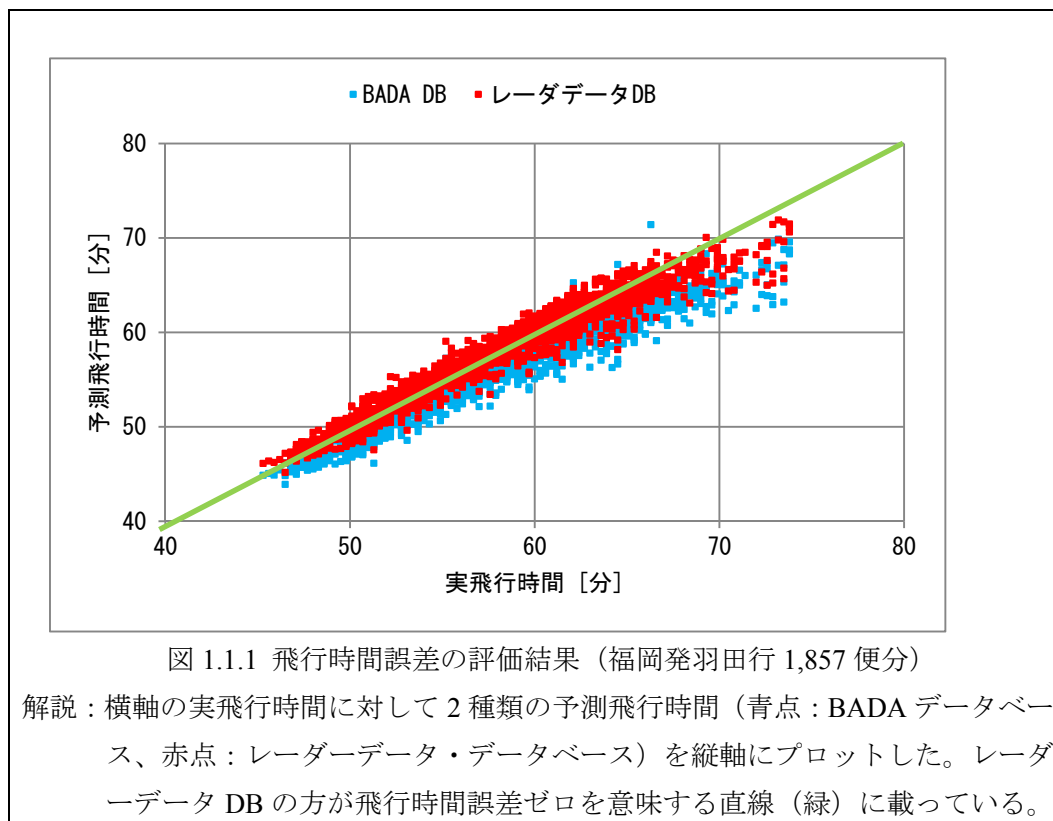
TBO コンセプトに対する技術的可能性を証明した。更により広範囲で複雑な空域における評価のため、運航シナリオ、ATM ルール、評価関数などを開発・整備している。これにより、実装した場合の便益を評価する。

（２）主な成果

【具体的な研究課題の実施内容】

○4 次元軌道予測モデルの開発

軌道予測の時刻精度は、主として航空機の運航速度モデル及び気象予報データに依存している。将来の TBO では、飛行中の運航速度や機上の気象観測値などをダウンリンクして軌道予測の初期値と比較し、閾値を超える場合に軌道を微調整することで、調和のとれた運航を実現する。そのベースとなる運航速度モデルに関して、現在一般的に用いられている国際的な欧州管制機関（Eurocontrol）が作成した航空機性能モデル（BADA: Base of Aircraft Data）ではなく、我が国の空域を飛行する航空機に適したデータベースをレーダーデータから推定・作成した。その結果、図 1.1.1 で示すように、BADA データベースを用いる場合に生じていた誤差が開発したデータベースを用いることで 4.5 %から 2.4 %へ低減した。



○TBO の可否性と便益の評価

本研究において開発した予測軌道モデルを利用して、羽田空港への到着交通流についてシミュレーションを行い、巡航区間の速度変更指示により到着機同士の安全間隔がほぼ確

保できることを確認し、TBO コンセプトに対する技術的可能性を証明した。更に、より広範囲で複雑な空域における TBO の便益の評価を行うために、図 1.1.2 で示すような、構築したファストタイムシミュレーターを用いて航空交通シミュレーションを行い、ホットスポットの発生具合やその時のボトルネックなどを調べることにより、TBO の詳細な便益を評価している。

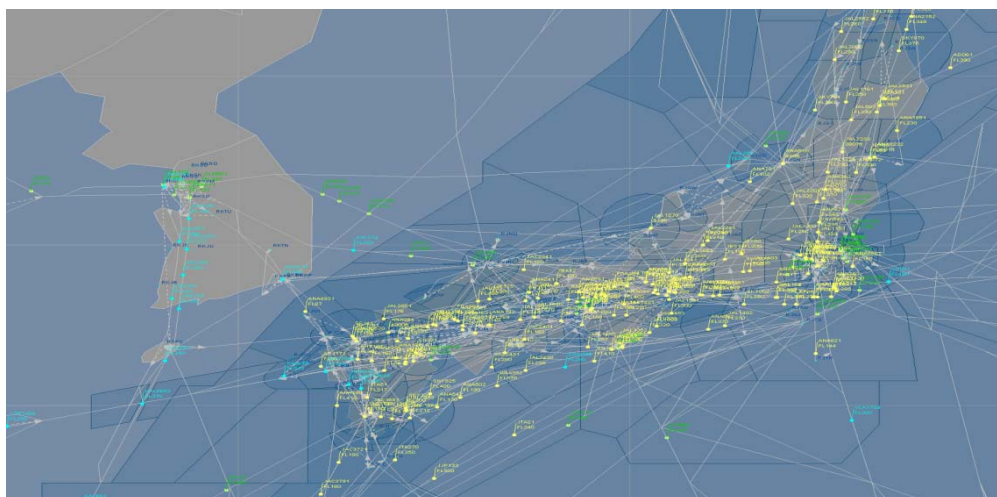


図 1.1.2 2030 年の交通流シミュレーション

解説：Full 4D TBO 研究対象期間は 2030 年頃であるため、日本の空域における 2030 年予測交通量を調査した。これに基づき 2030 年の交通流シミュレーションシナリオを作成し、シミュレーションにより TBO の便益推定を行った。

(3) 課題と対応

【課題と対応】

我が国及び ICAO の将来計画で実現させようとしている TBO を目指した研究開発の第 1 段階として、トラジェクトリを精密に予測するモデルを開発した。また、TBO 概念を明確化し、技術的可能性も示した。今後、更に TBO の便益に関するシミュレーションをより精緻化し、将来の TBO 運用の技術開発の課題を明らかにするとともに、TBO に必要な技術の開発を次期中長期にて行う。

1-1-1-2 ATM パフォーマンスの研究課題

【対応する中長期計画】

「ATM のパフォーマンス」の研究課題では、航空交通流のシミュレーションモデルを開発し、新たな管制運用方式の導入等による燃料消費量削減等の効果の、定量的な事前検証を実現する。

(1) 概要

【経緯や背景など本研究の意義】

ATM では継続したサービス向上が要求されているため、その性能（パフォーマンス）向上が必要とされる。これには、ATM 性能の現状把握が不可欠である。定量的な現状把握により、重点的な向上を必要とする項目を特定することが可能となる。必要な ATM パフォーマンスの定量的な把握には各パフォーマンス項目の指標化が必要とされるが、燃料消費の指標化が行われていない。燃料消費は効率及び環境の指標であるが、多くの飛行機が運航している中で個々の飛行から直接の取得は著しく困難であり、推定手法の確立が必要とされる。更に、ATM を対象とした高速シミュレーション手法とパフォーマンス指標の組み合わせにより、施策による効果の定量的な事前検証を実現する。

【研究課題の達成状況】

航空交通流のシミュレーションモデルを開発し、新たな管制運用方式の導入等による燃料消費量削減等の効果の定量的な事前検証を行えるようになった。

(2) 主な成果

【具体的な研究課題の実施内容】

○燃料消費削減量推定

管制情報処理システムの記録データを利用した航空機の飛行状態によって生じる燃料消費量の抽出に、従来手法と比べて経済的で効率的な推定手法を確立した。新しく考案した推定手法は、BADA、管制情報処理システムのレーダ情報及び気象モデル情報も合わせて推定を行うことにより、図 1.1.3 に示すとおり各飛行状態における燃料消費量の推定が可能となり、ATM による CO₂ 削減の施策の効果の評価が可能となった。

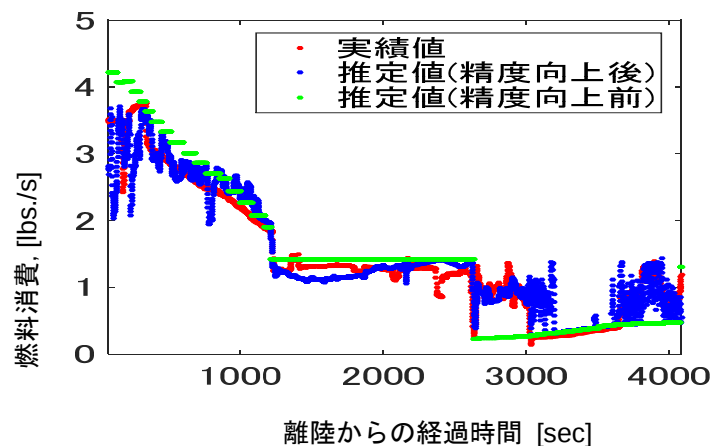


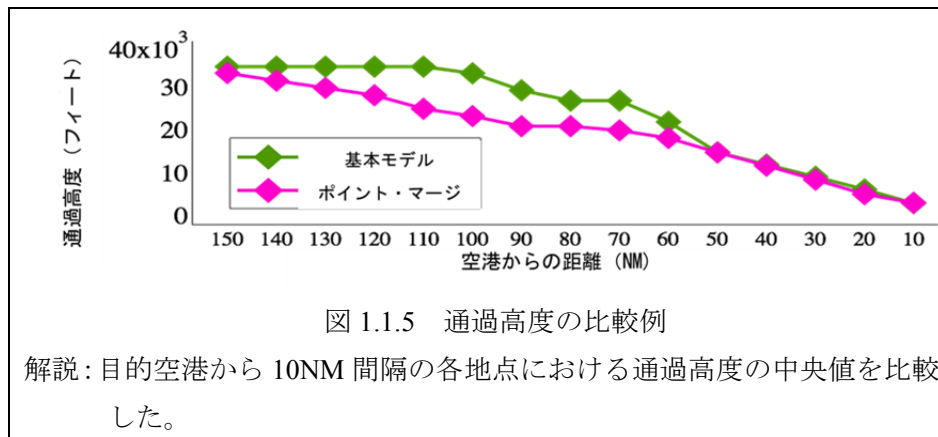
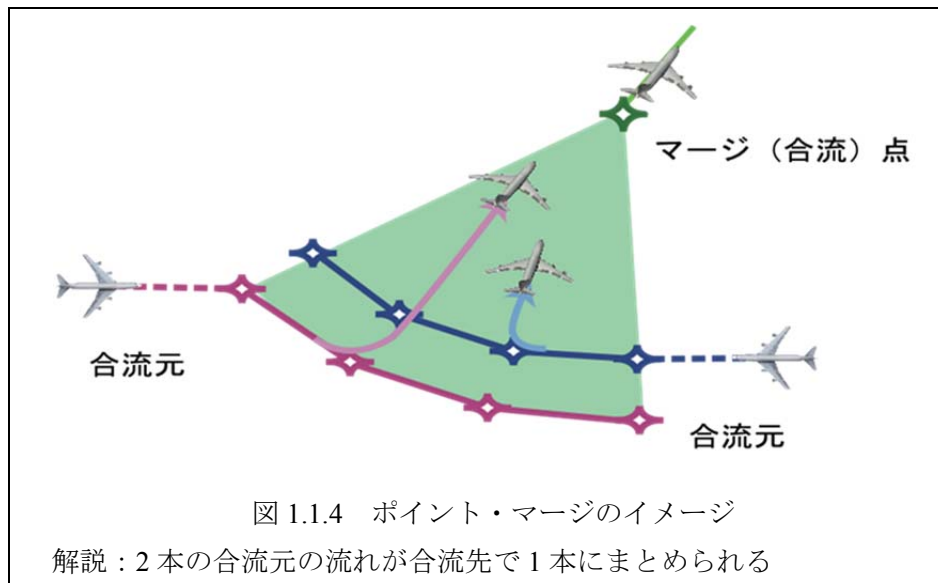
図 1.1.3 離陸からの経過時間に対する燃料消費

解説：横軸は飛行開始からの経過時間を表し、縦軸は1秒間あたりの燃料消費量をポンド単位で表す。精度向上（青色）により向上前（緑）よりも実際の消費量（赤）に大幅に近い値となることが示される。

○シミュレーションによる施策効果の定量的な事前検証

新しい運用方式（ATM パフォーマンスの向上施策）導入の意思決定時には、その影響の推定が不可欠である。高速シミュレーションは推定に有効な手法であるが、モデルの実運用に対する高い再現性が不可欠なため、運用ルールを詳細に設定し基本モデルを構築した。容量や飛行時間、飛行距離といった項目の実データと比較することで、基本モデルの高い再現性を確認した。再現性が高いモデル構築により、新しい運用方式導入の効果の信頼性の高い推定を可能とした。

推定手法の適用例として、ポイント・マージと呼ばれる到着機の処理方式の導入効果を推定した。従来の運用方式では、到着機の針路は航空管制官のレーダ誘導により逐次、決定されていたのに対して、ポイント・マージでは円弧上の任意の点と扇形の中心を連結する形状で設定された複数のパターンが到着経路として定められており航空管制官によりいずれかの到着経路が選択される（図 1.1.4）。シミュレーションの結果、ポイント・マージ方式の導入あるいは経路設計が飛行時間や燃料消費に与える影響が示された。図 1.1.5 に通過高度の比較例を示す。ポイント・マージでは早期の段階から降下を開始するため、燃料消費が減少する可能性が示された。



(3) 課題と対応

【課題と対応】

直接の取得が困難な燃料消費推定の実現により、実運航に導入される施策の効果を効率及び環境の観点から評価することが可能となった。同時に、高速シミュレーションによる推定手法により飛行時間などの予測が可能となった。この推定手法は今後の施策導入の意思決定において活用可能であるので、ATM パフォーマンス評価技術を早く行政などに技術移転を図っていく。更に、試作評価のための高速シミュレーションにおいては航空管制作業負荷のモデル化も重要である。この課題には次期中長期で行っていく予定である。

1-1-1-3 飛行経路の効率向上の研究課題

【対応する中長期計画】

「飛行経路の効率向上」の研究課題では、洋上空域から滑走路まで、最も燃料効率の良い飛行経路を計算し、管制運用の模擬が可能なシミュレーターを開発する。これにより、管制運用における安全性を確保しつつ、運航効率を向上させることが可能な（例えば羽田への国際線の到着便で 1,000 ポンド（450 kg）程度の燃料削減及び 3 分程度の飛行時間短縮）飛行経路の設定を実現する。

（１）概要

【経緯や背景など本研究の意義】

洋上管制においては、歴史的に広い管制間隔が取られてきた。そのため、管制間隔を確保するために太平洋上の飛行経路は最も経済的な経路とは一致しない経路を設定する場合も多かった。近年、航空機航法精度の向上や衛星データリンク通信の利用による管制間隔の短縮を進めている。このような環境下において、上層風の状況や各航空機の性能を勘案したより経済的な運航を求めるユーザーニーズが高まってきており、洋上空域におけるより効率的な経路システムの構築が課題となっている。このため、国際的に、利用者設定経路（UPR: User Preferred Route）や動的経路変更方式(DARP: Dynamic Airborne Reroute Procedure)といった運航者の希望を考慮した洋上経路の最適化が検討・導入されている。

しかし、到着機は着陸待ちのため、時間調整が必要となる場合があるため、洋上部分だけでなく、空港までの到着経路も含めた最適化が必要であり、空港への到着も継続降下運航(CDO: Continuous Descent Operation)が可能な空港及び実施時間帯の拡大が望まれている。

本研究では太平洋編成経路システム（PACOTS: Pacific Organized Track System）の飛行経路について、より効率のよい設定方法を明らかにする。管制上の問題点や経済効果についても検討し、ATM センターにおける洋上経路策定に必要となる種々の設定要素について提案する。更に、航空機のより効率的な運航を図るため、洋上経路とターミナル経路を円滑につなぎ連続的な降下・着陸の実施時間帯拡大のための要件を提案する。

【研究課題の達成状況】

上層風の状況や各航空機の性能を勘案した、空域、経路、運用方法などを客観的に設計評価することができる空域設計評価ツールを開発した。これにより、空域・経路や航跡データの視覚化及び空域評価に関する解析が容易となり、これまで頭の中で描いていた空域設計の検討が、実際に視覚的且つ数値的に把握できるようになった。この結果、日米航空管制調整グループ会議（IPACG）において米国連邦航空局（FAA）から提示された北太平洋飛行ルート空域運用の改正案に対して、当研究所は安全及び効率性、日本の国益確保の観点から検証すると共に、それに対応した改善案を提案し、管制上の問題点も考慮した運航効率の高い経済的な洋上経路の関する成果をあげることができた。

具体的には、管制間隔短縮に伴う経路条件の条件緩和の提案、新しい技術として、DARP の効果と傾向の提示、新しい技術として上昇降下方式(CDP)や機上監視上昇降下方式(ITP)を実施した場合の便益推定などを行い、飛行時間短縮や燃料削減に寄与した。

更に、飛行中に経路を変更する DARP に関する東行き経路のシミュレーションを行い、時間にして約 8 分、燃料量にして B747-400 では約 3,200 ポンド (1,450 kg) 程度、B777-200 では約 2,100 ポンド (960 kg) 程度の飛行時間短縮及び燃料削減の便益が得られた例もあった。同様のシミュレーションを西行きについても行っており、検討を重ねている。また、CDO による飛行時間短縮及び燃料削減の効果を航空会社のフルフライトシミュレータを用い評価した。B777-200 では 200 ポンド (90 kg) 程度の軽減が見られるとともに、航空管制による微少な飛行経路の調整があっても 100 ポンド (45 kg) 程度の軽減となった。CDO の実施時間の拡大においても、レーダーデータ及びフルフライトシミュレータを使い検討を行い、実施時間帯拡大のための要件を明確化した。これにより、目標としていた羽田着の西行き 1,000 ポンド (450 kg) 程度の燃料削減及び 3 分程度の飛行時間短縮が可能な運航は、DARP 及び CDO 方式の採用と、本研究により提案された実施時間帯拡大のための要件を満たすことで十分実現可能であるとの成果を得た。

また CDO の運用拡大について現状での拡大及び、将来の航空機応用監視システム(ASAS)まで見据えた拡大までを検討した。

【研究課題以外のアピール】

①アジア太平洋環境プログラム (ASPIRE) での環境への取組みに関して、日本の航空局を通して管制間隔短縮 (RNP4 適合機導入) による環境負荷低減 (燃料、CO₂ の削減) 効果の技術資料を提供・貢献を果たした。

(2) 主な成果

【具体的な研究課題の実施内容】

○航空管制運用の模擬が可能なシミュレーターの開発

上層風の状況や各航空機の性能及び管制運用ルールを勘案した、空域、経路などを客観的に設計評価する空域設計評価ツールを開発し、DARP の便益について、太平洋飛行経路においてのシミュレーションを行った。機能としては、計算範囲を洋上空域から空港周辺のターミナル空域まで拡張、CDO や国内交通流との合流のシミュレーションを可能とした。気象データも予測風と実際の観測風といった 2 種類のそれぞれ 6 時間毎のデータをシステムの保持し、機上の飛行管理システム (FMS: Flight Management System) に飛行前に入力された予測風と実施の気象データが異なることを模擬できるようにした。洋上経路の便益を評価する航空管制運用の模擬が可能なシミュレーターを開発した。

○洋上経路に関する成果

* PACOTS 生成時の制限緩和

NOPAC 経路は福岡 FIR とアンカレッジ FIR の北限域に位置する 5 本の固定経路である。アジアと北米を結ぶ経路として交通量が多いため、PACOTS 東行き経路が NOPAC 経路と重なるときは、NOPAC 経路からの分岐や NOPAC 経路への合流をしないという制限があった。

NOPAC 経路（南側 3 本）から南方向への分岐を可能とする制限緩和を検討した。PACOTS 東行き経路が北側に設定される、年間約 58% の日はこの提案の便益を得る可能性がある。これにより、4 分程度の飛行時間短縮と 1,000 ポンド程度の燃料削減が期待できる。

平成 25 年 3 月から、まず提案したものの一部である R591（NOPAC 北から 4 本目）の ADGOR という地点からの分岐が、南 2 本が西行き PACOTS に設定されていないことを条件に導入された。

*UPR の制限緩和

交通量の多い時間帯での UPR は交通量の集中を招き、効率の良い高度を飛行できない場合がある。飛行の効率性と経路複雑性による管制官の付加を考慮し、現在はトラック 1、3 についてはトラック 2 から南北 50NM 以上離れた範囲内で自由な経路が設定出来る。しかし、基準となるトラック 2 からの分岐や合流が認められていないため、制限緩和が求められている。トラック 2 からの分岐（北側、南側両方）を行うことで、3 分程度の飛行時間短縮と 1,000 ポンド程度の燃料削減を見込めることを示した。

また、高度 400 フィート以上のある空域を通過する経路について、UPR の制限撤廃の影響が少ないことを示し、2016 年 3 月 31 から試行運用が始まった。

今後も制限撤廃について、FAA と JCAB の打ち合わせに協力する予定である。

*ITP/CDP の便益推定

現在、福岡 FIR では RNP4 適合機間に対しては、縦横 30NM の管制間隔を適用している。管制間隔の更なる短縮として、上昇・降下時の擦過時のみ 30NM よりも短い管制間隔を適用する ADS-C CDP（Climb Descent Procedure）および ASAS（Airborne Surveillance Application Systems）のアプリケーションの 1 つである、ATSA-ITP（Airborne Traffic Situation Awareness - In Trail Procedure）を運用した場合の便益について洋上管制シミュレーションにより推定した。希望高度による飛行が実現できた場合、西行きでは 500 ポンド、東行きでは 2,000 ポンド程度の消費燃料の改善が見込めることを示し、CARATS の施策にも反映された。

○運航効率を向上させる飛行経路の実現

洋上経路における東行きの DARP の効果に関するシミュレーションを行った。シミュレーションは、シナリオの飛行計画を参考に作成し、飛行 6 時間前の気象データとしては予報値を元に飛行計画どおりの飛行時間と消費燃料を計算した。次に DARP の経路を計算し、その経路が飛行時間、消費燃料とも増加しない場合のみ、新経路として DARP を実施することとした。DARP を実施する経路は、サンフランシスコ、ロサンゼルス及びホノルル行きとした。DARP 実施前の経路と東経 160 度で DARP を実施した経路を図 1.1.6 に示す。東経 160 度で DARP 経路を計算し、便益のある場合に DARP を実施した航跡図である（赤線はロサンゼルス行き）。

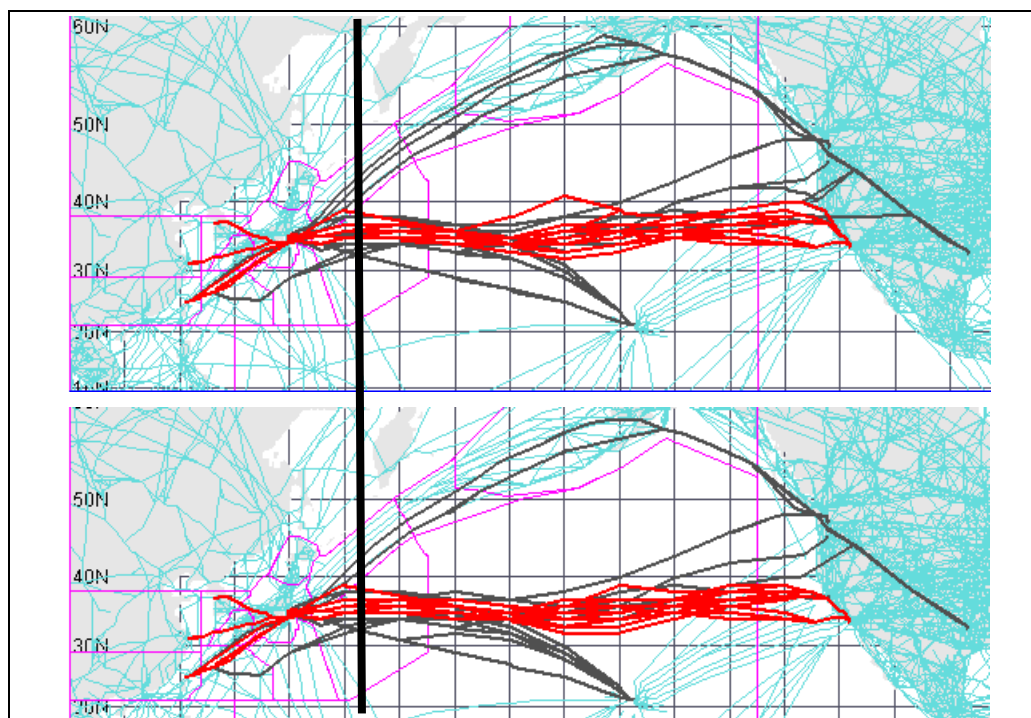


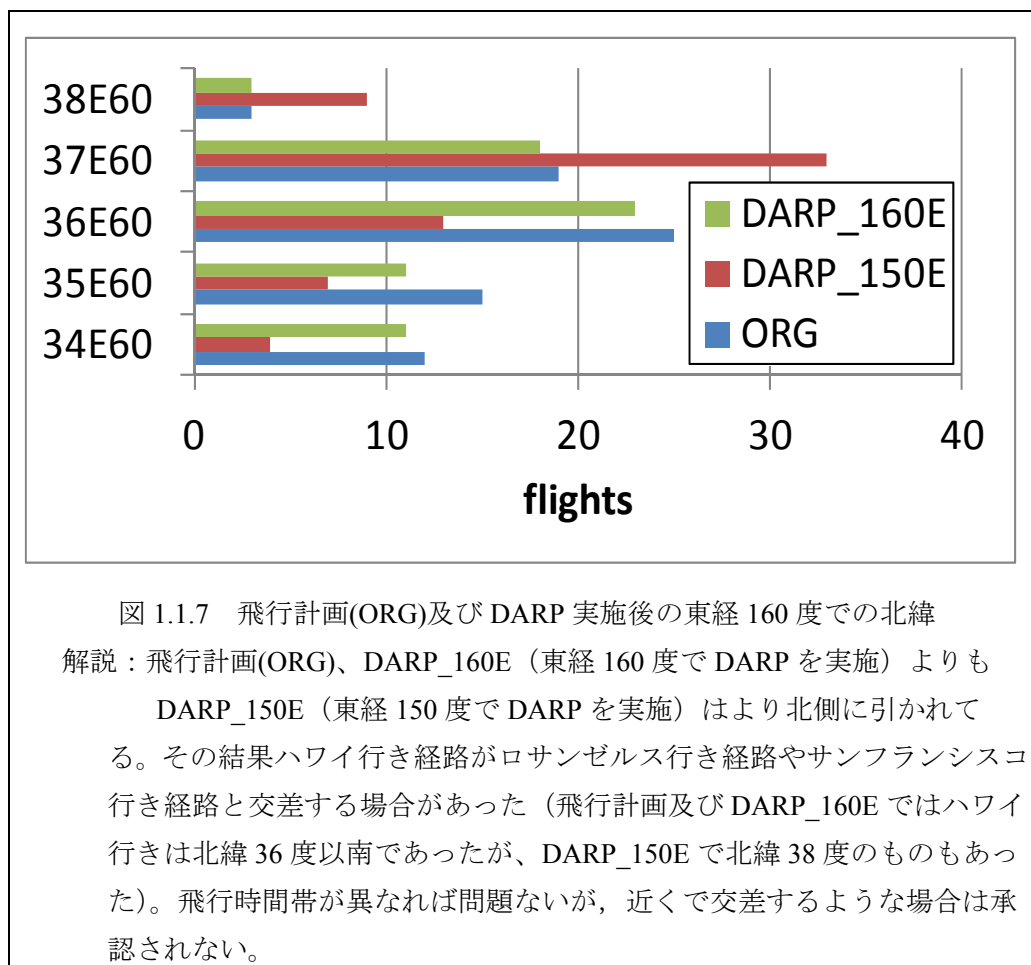
図 1.1.6 冬の特定の日の飛行計画

解説：上図は DARP 実施前の経路，下図は東経 160 度（太黒線）で DARP を実施した経路である。より最新の気象情報を元に再計算しているため、東経 160 度以東の経路が一部変更されている。

なお、上図、下図ともロサンゼルス行きを赤線で表示している。偏西風が南の方に位置しており、サンフランシスコ・ロサンゼルス行きとハワイ行きの最適経路が近い位置となる。

次に、解析した一般的な日の実際の風の条件下で、機種として B747-400 を用い、シミュレーションを行った。管制間隔が確保できない場合には飛行高度を変更した。結果は、36 機中 25 機が DARP を実施することができ、平均で燃料 640 ポンド (288 kg) と飛行時間 2.2 分が節約された場合もあった。

また DARP 実施位置による管制上の影響も調べた。図 1.1.2 は飛行計画 (DARP 実施前)、東経 150 度で DARP を実施、東経 160 度で DARP を実施したそれぞれの経路を再計算し、便益のある場合に DARP を実施した航跡図である (赤線はロサンゼルス行き)。東経 150 度で実施すると、160 度の時に比べて自由度が高くなるため、より便益のある経路が引けるが、冬場はハワイ行きとロサンゼルス・サンフランシスコ行きの経路が交差する場合があります、管制上の理由で承認されない可能性がある。

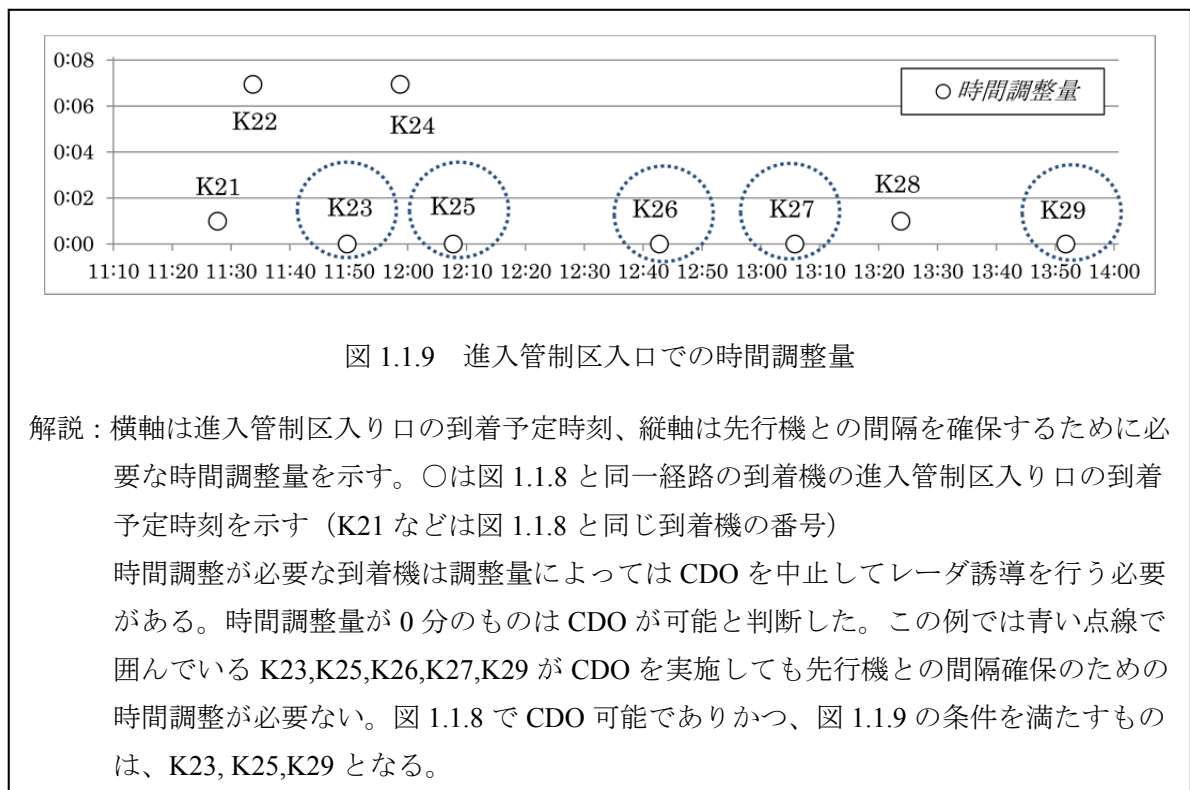
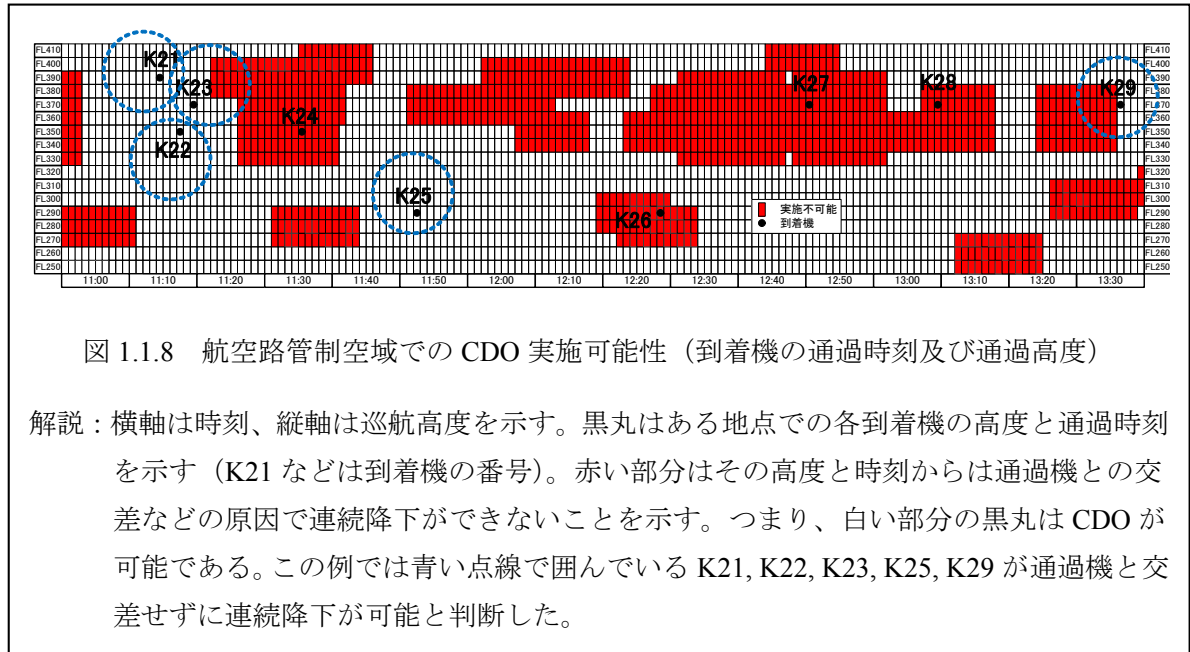


○関西空港の CDO 拡大の可能性の提示

洋上部分だけでなく空港までの到着経路も含めた最適化について検討するために、CDO の運用時間拡大を目指して、CDO の承認・不許可を判断する方法とその表示法を考案し、CDO を希望する航空機と周辺航空機との飛行経路の干渉を評価したところ、実際の管制官の承認・不許可とほぼ等しい結果を得た。具体的には、関西国際空港では、深夜早朝時間帯に、希望する航空機を対象として燃費の良い CDO を運用している。航空路管制空域、進入管制区での入り口、進入管制区内と 3 つのカテゴリーに分けて、CDO が実施可能であるかのシミュレーションを実施し、現在の CDO 運用時間外でも CDO が実施できる時間帯が

あることを示した。また、通過時刻の指定等の制限を付加することでさらに拡大できることを示した。

以下の 3 種類の解析を行い、全ての条件を満たした到着機は CDO が可能であったと判断した。



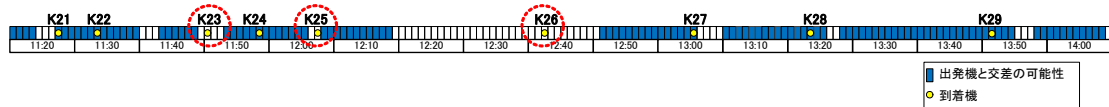


図 1.1.10 出発機との交差

解説：横軸は時刻を示す。青帯は出発機が出発時刻の±3 分間に出発すると仮定して、この到着経路と交差することが予測される時刻帯で、進入管制区入り口からの所要時間を加味して時刻をずらしている。黄○は到着機の進入管制区入り口の到着予定時刻を示す。青い帯上の黄○は出発機との関係で CDO を中止する可能性があり、それ以外の黄○は CDO が継続できると判断した。この例では、K23, K25, K26 が CDO を実施中に出発機との関係で中止する必要がない。図 1.1.8 及び図 1.1.9 での条件も併せて満たすものは K23, K25 であり、最終的にこの 2 機が CDO 可能と判断した。

また、フルフライトシミュレータにより CDO を中止した場合や減速した場合の燃料消費を計測した。図 1.1.9 では時間調整なしのもののみ CDO 可能と判断したが、速度調整により 1 分以内の調整は可能と考えられるので、より拡大の可能性があるといえる。

図 1.1.10 については出発時刻の予測精度をあげることで、さらに拡大の可能性はある。

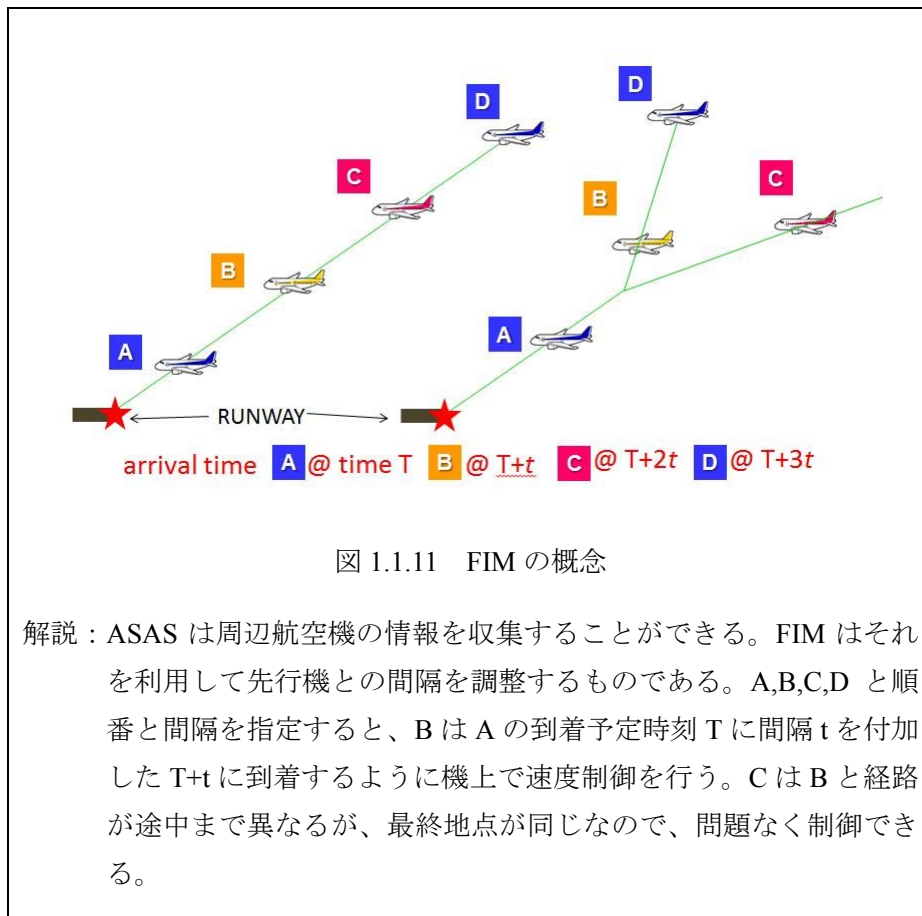
○羽田空港の CDO 実現の可能性の提示

洋上からの羽田空港への到着機について、CDO の実施について検討した。滞留時間が少なかった飛行に着目し、1 分未満の滞留であった航空機を抽出した。フルフライトシミュレータを使用したシミュレーションでは、同経路で 2 分程度の時間調整を減速で行った場合は燃料がほとんど増加しないことを示した。なお、レーダ誘導により同様の時間調整を行うと 500 ポンド以上の燃料を余分に使うことになる。太平洋東側からの羽田到着については、毎日ではないが CDO 実施可能性を示した。また、DARP の影響も福岡 FIR 入域前にわかるため、大きな影響はない。

DARP の実施基準については、航空会社によって意見が分かれるが 200～500 ポンド程度以上のときに DARP を要求することが予想される。その場合、CDO が実施できれば DARP の効果と CDO の効果で 1,000 ポンド以上の便益が見込まれる。

○ASAS のアプリケーション FIM を利用した CDO の検証

CDO の降下パスは個々に最適化されているため、予測が難しく前後の間隔を多めに確保する必要がある。そこで、降下角を固定することで予測精度を高めるとともに、FIM を利用することで最低管制間隔による運用が期待できる。FIM の概念について図 1.1.11 に示す。



航空会社がパイロットの訓練に使用しているフルフライトシミュレータを使用し、複数機 CDO の実現可能性について検証を行った。降下角を固定することでの燃料増加は交通量が多くレーダ誘導が必要である時よりも遙かに少ないこと、また FIM による燃料増加も同様に少ないことを示した。現在 CDO を実施するには前後間隔を多めに確保するため、交通量がかかなり少ない時しか実施できない。FIM を利用すると、間隔確保を機上で行えるため、交通量がある程度増えても実施できる。実際、4 機の到着機が連続して FIM を実施でき、ある程度の間隔を保持しながら CDO を実施できることを示した。

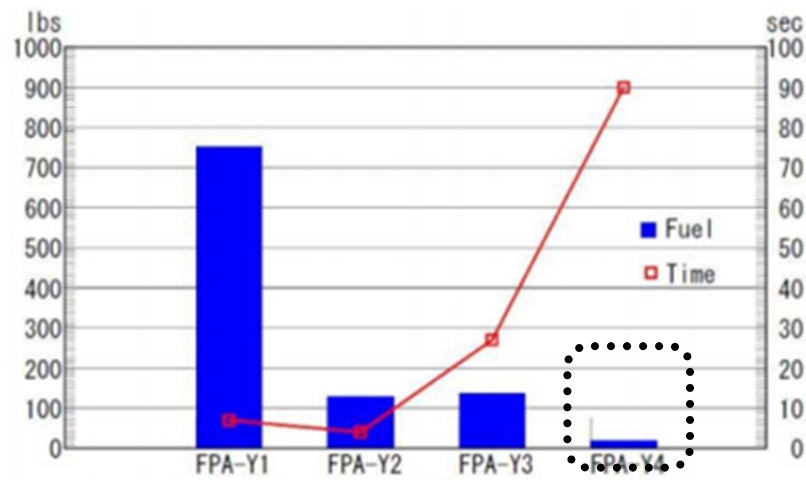


図 1.1.12 理想的降下(OPD)からの燃料、飛行時間の増加分

解説：降下角を固定した飛行を数種類試し、燃料が増加しすぎないことを確認した。最も燃料増加の少ない角度（一番右の FPA-Y4）を抽出した。

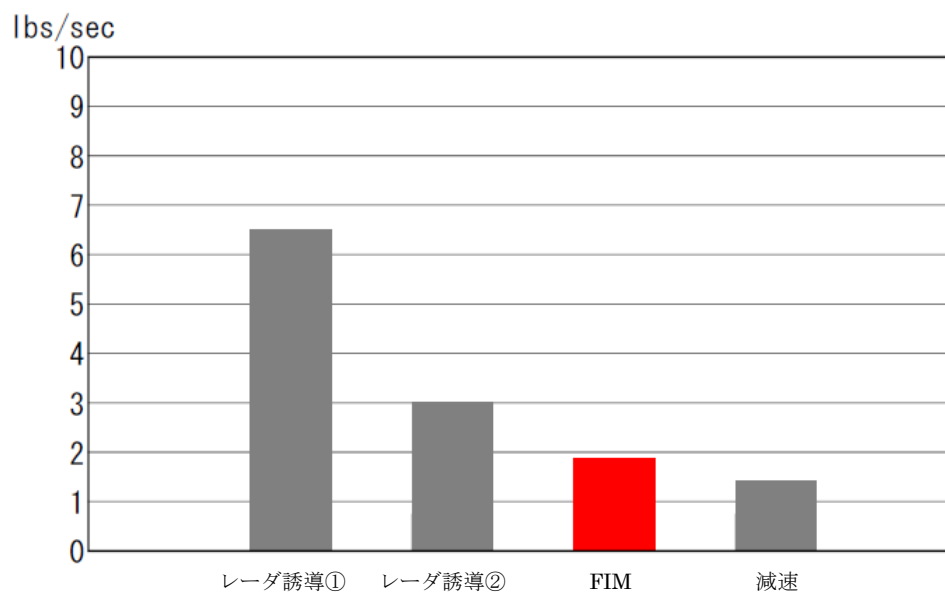


図 1.1.13 OPD からの燃料、飛行時間の増加分

解説：図 1.1.7 で抽出した降下角を固定し、FIM（赤）を模擬した。レーダ誘導が必要な飛行よりも燃料効率がよく（時間当たりの消費が少ない）、燃料が増加しないことの多い減速とほぼ同様の燃料効率であることを確認した。

【研究課題以外の実施内容】

アジア太平洋環境プログラム（ASPIRE: ASia and Pacific Initiative to Reduce Emissions）に関する日本の航空局を中心とする国内の検討会議に参画し、洋上管制シミュレーターを用いて羽田～サンフランシスコ間路線の便益推定を実施した。推定の結果、効率化によって年間 10 万リットル（ドラム缶 600 本、CO₂ 排出量にして 300 トン）の燃料削減効果があることを検証した。この路線は ASPIRE 認証を受け、我が国のプレゼンス向上に貢献した。

ASPIRE とは、アジア太平洋地域において、管制機関と航空会社が連携をとり、効率的な運航を実現することで、消費燃料及び排出ガスの削減を図ろうとする環境への取り組みである。ASPIRE のワークプログラムの一つとして、「ASPIRE Daily Route」がある。これは最高の便益を産みだす運用として定義された 7 項目のうち 3 項目以上を満たす路線を認定するものである。

羽田発サンフランシスコ行きの路線は、

- ・管制間隔短縮（RNP-4 導入）
- ・到着機の降下最適化（テイラードアライバルの実施）
- ・利用者の柔軟な経路設定（UPR の実施）

の 3 項目を満たし、かつデータ収集・提供を実施する航空会社の参加があったため、エントリーが可能な状態となることが予定された。そこで、国土交通省航空局からの要請を受けて、当研究所では管制間隔短縮による消費燃料及び排出ガスの削減量を試算するとともに、関連交通流についても同様の便益推定を行った。（この路線は 2013 年 10 月より「ASPIRE Daily Route」として認定された。）

本研究は、洋上経路の最適化の例として、ICAO の 2013 年（平成 25 年）の Global Air Navigation Report にも記載されるなど、我が国の環境政策への積極的参加を示すことができ、目標以上の優れた成果を得ることができた。

（３）課題と対応

【課題と対応】

IPACG で当研究所が提案した洋上空域の高度化については、洋上空域での経路効率化等のさらなる検討が日本の航空局と米国 FAA の間で進められており、今後も、当研究所は必要に応じてシミュレーションを行うなどにより、航空局の洋上経路改善検討を支援していくこととしている。更に、提案した方式を航空局で実施するために必要な資料の提供などを通じ CO₂ 削減を目指した効率的な運航に寄与するとともに、次期中長期において、交通量の多い大規模空港においても、CDO 運用の更なる拡大を目指した研究を行っていく予定である。

1-1-2 空港付近の運航高度化に関する研究開発（混雑空港の処理容量拡大）

【対応する中長期計画】

本研究開発分野では、混雑空港の容量拡大及び処理能力向上、空港面における交通渋滞解消、定時性及び利便性向上などを目指して、「GNSS による高カテゴリー運航」、「空港面トラジェクトリ予測手法開発」、「監視技術の高度化」、「GNSS を利用した曲線経路による進入方式」等の研究課題に取り組む。これにより、衛星航法システムの高度化、航空機の飛行状況等を精密に監視するシステムの高度化、航空機に求められる運航上の性能要件を規定して実施する性能準拠型の運用に資する技術開発等に貢献する。

【評価軸】

評価軸及び各評価軸への対応を以下に示す。

- a) 成果・取組が国の方針や社会のニーズと適合しているか。
 - ・「GNSS による高カテゴリー運航」の研究課題等、航空局の施策 CARATS に適合し、航空運送事業者からの要望もある。
- b) 成果・取組が社会的価値（安全・安心で心豊かな社会等）の創出に貢献するものであるか。
 - ・「GNSS による高カテゴリー運航」、「GNSS を利用した曲線経路による進入方式」の研究課題等は離着陸の安全性、自由な飛行設定による夜間飛行の環境対策にも貢献するものである。
- c) 成果・取組の科学的意義(独創性、革新性、先導性、発展性等)が十分に大きなものであるか。
 - ・「GNSS による高カテゴリー運航」の研究課題は、世界で初めて磁気低緯度地域の電離圏環境下で GBAS の技術実証を行ったことは先導性があり科学的意義がある。
 - ・「監視技術の高度化」の研究課題では、WAM 実験装置を利用して評価試験を実施した結果、空港近傍の航空機に対して、現用の監視レーダより 2 倍以上の更新頻度が得られるとともに必要な監視覆域への拡張も達成し、先導性があり科学的意義がある。
- d) 成果・取組が国際的な水準に照らして十分大きな意義があるものか。
 - ・「GNSS による高カテゴリー運航」の電離圏脅威モデルの高度化に際しては、国際標準策定活動へ貢献し、国際的な水準に照らして十分意義がある。
- e) 成果・取組が国際競争力の向上につながるものであるか。
 - ・「GNSS による高カテゴリー運航」の研究課題の成果は、CAT-III 精密進入を実現する極めて高い安全性設計及び検証技術を獲得するとともに、電離圏の影響が欧米とは異なる磁気低緯度地域において国際標準案の妥当性を実証したことは、国際競争力に繋がる大きな成果といえる。

- ・「空港面トラジェクトリ予測手開発」の研究課題は、航空交通量の増大に伴う空港面の渋滞の抑制を実現し、国際競争力の向上につながる。

1-1-2-1 GNSSによる高カテゴリー運航の研究課題

【対応する中長期計画】

「GNSS による高カテゴリー運航」の研究課題では、高カテゴリー精密進入に要求される高い安全性（インテグリティ $1-1\times 10^{-9}$ ）を実証する GBAS を開発する。これにより、カテゴリーⅢ相当の気象条件下（視程 100 m程度）における GNSS を使用した安全な着陸誘導を実現する。

（１）概要

【経緯や背景など本研究の意義】

航空機の出発から到着までの全ての運航フェーズにおいて、全地球的航法衛星システム（GNSS: Global Navigation Satellite System）を用いたシームレスな航法サービスの提供が必要とされている。そのためには、視程の悪い気象条件下においても精密進入の最終段階である滑走路面まで誘導可能なカテゴリーⅢ（CAT-Ⅲ）着陸をサポートする地上型衛星航法補強システム（GBAS: Ground-Based Augmentation System）を実現する必要がある。CAT-Ⅲ精密進入には、GNSS 航法システムにおける性能要件で最も高い誘導精度と安全性（インテグリティ $1-1\times 10^{-9}$ ）が要求される。

ICAO における GBAS の国際標準及び勧告（SARPs）案の検討については、平成 22 年 5 月に GPS の L1 信号を利用して CAT-Ⅲ精密進入を実現する GBAS の規格である GAST-D の技術的検証を完了し、国際標準原案を提案したところである。現在、この国際標準原案について運用面も含めた最終的な検証作業に移行している。

GBAS では電離圏遅延の空間勾配が測位精度を劣化させて安全性に対する脅威となり、GAST-D 実現における最重要課題となっている。そのため、GAST-D 国際標準原案では地上装置に加えて機上装置でも電離圏異常を検出する機能を付加した方式により電離圏脅威の軽減を図ることとした。GAST-D の極めて高い安全性要件を満足するためには、当研究所が CAT-I GBAS プロトタイプを開発した際に得た知見をもとに GAST-D の安全性設計に必要な地上実証モデル（プロトタイプ）を開発し、日本における安全性検証と認証手法を確立することが必要である。本研究では、GAST-D 地上実証モデルを開発し、GAST-D を日本に導入する際に必要となる安全性設計、解析技術の開発と認証手法の確立及び ICAO 国際標準原案に当研究所が共同提案した電離圏脅威モデルの妥当性を検証することを目指している。

【研究課題の達成状況】

本研究課題の当初目標を達成した。具体的には、日本に GAST-D を導入する際の最重要課題である電離圏脅威に対する対応のため、日本を含む低磁気緯度における電離圏脅威モデルを高度化した。また、高い安全性（インテグリティ $1-1 \times 10^{-9}$ ）要件を満足する GAST-D プロトタイプについて安全性設計を検証しつつ開発し、電離圏の影響が欧米とは異なる磁気低緯度地域において評価した。そこでは、電離圏脅威を軽減するための異常検出モニターに要求される性能要件が達成可能である見通しを得るとともに、電離圏擾乱下における飛行実験データの評価により GAST-D 実現の核となる電離圏異常を地上だけでなく機上でも検出して航空機の安全性を担保する技術方式を世界で初めて実証した。このように、CAT-III 精密進入を実現する極めて高い安全性設計及び検証技術を獲得するとともに、電離圏の影響が欧米とは異なる磁気低緯度地域において国際標準案の妥当性を実証したことは大きな成果といえる。

電離圏脅威モデルの高度化に際しては、ICAO のアジア太平洋事務所 電離圏研究タスクフォース（ISTF）の枠組みにおいて、電離圏観測データ収集・共有を図り、この地域に共通の電離圏脅威モデルを構築する活動に議長を担当する等、積極的に貢献している。また、ICAO における国際標準原案の実質的な最終とりまとめ会議となった ICAO 航法システムパネル（NSP）カテゴリー II/III サブグループ（CSG）を沖縄県石垣市に招致して開催し、検証結果の提示と共に国際標準策定活動へ貢献した。

（２）主な成果

【具体的な研究課題の実施内容】

本研究により、GAST-D 国際標準原案の妥当性検証と GAST-D を日本に導入する際に必要となる安全性設計、解析技術の開発と認証手法を確立することを目的としている。プロトタイプの開発・評価の結果、CAT-III 精密進入を実現する極めて高い安全性要件（インテグリティ $1-1 \times 10^{-9}$ ）を満たす設計及び検証技術を獲得するとともに、電離圏の影響が欧米とは異なる磁気低緯度地域において国際標準案の妥当性の検証と実証を行った。また、ICAO に対しては以下の検証結果を提示した。

1. 電離圏脅威モデルについて当初想定（500 mm/km）を超える空間勾配の存在
2. 滑走路上の電界強度要件の検証に本研究で実施のシミュレーションが有効なこと
3. 電離圏空間勾配モニターについて、当研究所で開発した方式で磁気低緯度地域においても国際標準案の要件を満足可能であること
4. 電離圏擾乱下における飛行実験データにより地上と機上の連携による電離圏脅威を軽減するという核となる技術方式の有効性を実証したこと

その結果、上記 1 及び 2 については国際標準案のガイダンスマテリアルに追記されるとともに、他の項目についても国際標準案の妥当性検証を示す根拠として一連の検証結果とし

て組み込まれた。これらにより将来、GAST-D の日本への導入に際して航空局による安全性認証が実施された場合には、認証活動への貢献が大いに見込まれるところでもあり、現行の計器着陸装置 (ILS) と同等の CAT-Ⅲ 相当の気象条件下 (視程 100 m 程度) における GNSS を使用した安全な着陸誘導を実現する技術的な準備が整ったと言える。以下に具体的な実施した内容①～③を示す。

① CAT-Ⅲ 進入を実現する GAST-D プロトタイプの開発

システムの安全性評価においては設計と検証は表裏一体の関係にあり、GAST-D プロトタイプを開発しながら安全性評価を実施した。その際、国際標準原案の各々の要件を分析、要件自体の妥当性にも考慮しつつ、それらを満足するように設計検証しながら開発した。具体的には、安全性評価の指針を示した SAE (Society of Automotive Engineers, Inc.) 文書の手順に準拠して安全性設計検証を行い開発した。とりわけ、地上側で電離圏異常を検出する電離圏空間勾配モニター等を中心に安全性に関わる異常検出モニターのアルゴリズム開発を進め、それらを実装して装置全体として GAST-D 地上装置の要件を満たすよう設計検証した。平成 25 年 9 月に GAST-D 地上装置の製造が完了したが、安全性評価の一連の手順として空港環境下で長期安定性試験を実施する必要がある。空港環境下での検証にあたっては、インテグリティ 1.1×10^{-9} を達成するモニターの性能評価、特に電離圏空間勾配モニターを中心とした電離圏異常の検出モニターの性能評価と検証に主眼を置くため、磁気低緯度地域に位置する新石垣空港に設置した (図 1.1.13)。これにより、米国、仏、独で実施している磁気中高緯度地域におけるプロトタイプ検証とは電離圏環境が大きく異なる磁気低緯度地域での検証として重要な役割を担うとともに、GAST-D 国際標準原案の妥当性検証も行った。

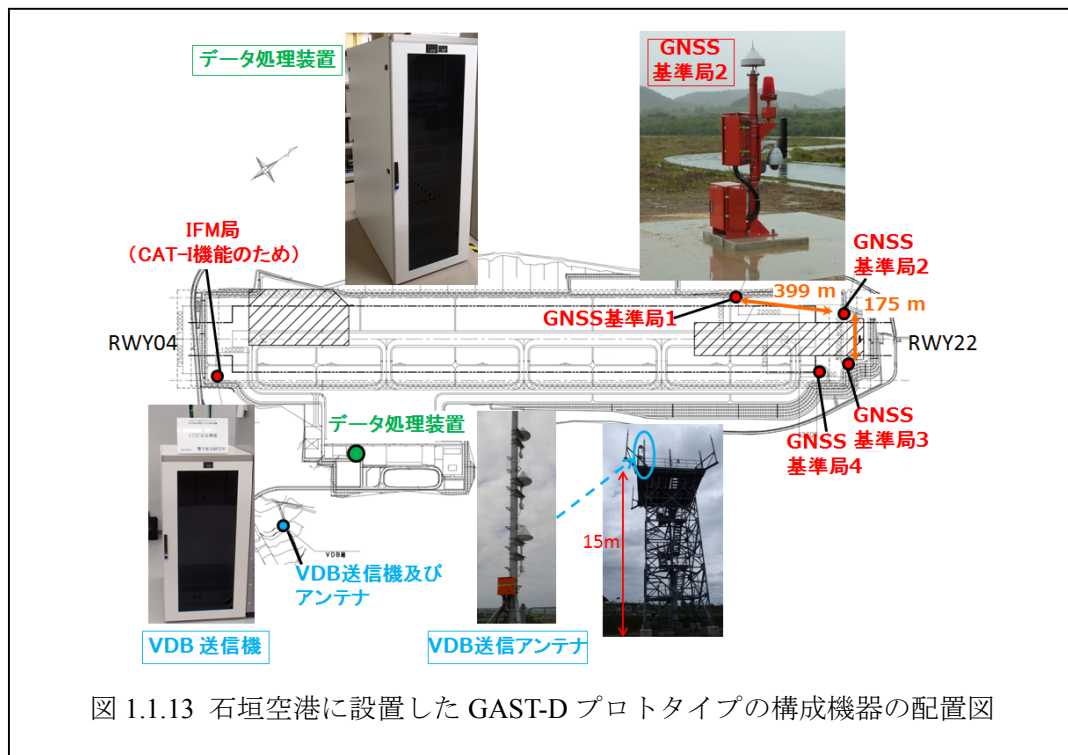


図 1.1.13 石垣空港に設置した GAST-D プロトタイプ の構成機器の配置図

基本性能の評価として、静止点データを用いた測位精度及び補正情報を放送する VDB（VHF デジタル放送）電波の覆域要件等の評価を実施した。測位精度に関しては、精度要件を十分満たしていることが確認された。また、VDB 電波の覆域要件では、着陸から滑走路離脱までを支援する必要があるため、滑走路上の電界強度の要件を満たすかどうか、実験車両を用いて滑走路上の電界強度を測定するとともに、レイトレーシングによるシミュレーション結果と比較した。その結果、本研究で用いたシミュレーション方式は、GAST-D 導入後の実運用の際に必要な滑走路上の電界強度を検査する一つの手法として有効であることが示された。

次に、安全性評価として電離圏空間勾配モニターの再検証を実施した。電離圏遅延の空間勾配の大きさと方向を推定して GAST-D 国際標準案に規定されている電離圏異常を検出する。新石垣空港の実測データを用いた解析により、当初は想定していなかった対流圏遅延の空間勾配による影響が電離圏異常検出における誤警報要因となることが明らかとなった。これは欧米でも報告されており、ICAO においては継続課題となったが平成 28 年末までに審議が完了する見込みである。しかし石垣に設置した GAST-D 実証モデルは、電離圏空間勾配モニターの要件である、誤警報確率が 2×10^{-7} 以下、未検出確率 10^{-9} 以下の検出性能を達成し、インテグリティ要件である $1 \cdot 1 \times 10^{-9}$ を含めた GAST-D 地上装置の性能要件を満たすことが確認され、CAT-III GBAS の開発手法が確立した。

② GAST-D 機上評価装置の開発と飛行実験の実施

GAST-D 地上実証モデルからの放送メッセージを機上で受信して測位計算を行う機上評価装置を開発し、実験用航空機に搭載して平成 26 年 3 月及び平成 26 年 9 月にそれぞれ 2 週間程度の飛行実験期間を設定して合計 17 フライトを実施した。これはプラズマバブルと呼ばれる電離圏擾乱の発生頻度は春季及び秋季の夜間に高くなるためである。このうち、夜間 5 回のフライトにおいてプラズマバブル発生下でのデータ取得に成功した。なお、飛行実験の実施にあたっては電離圏シンチレーション稠密観測装置及び大気光イメージャによるプラズマバブル観測と統合した総合的評価を実施した。プラズマバブルが発生した平成 26 年 9 月 23 日夜間に実施したフライトの事例解析では、垂直誤差は最大でも数 m 以内に収まっており、精度 (95 %値) についても 1.29m で国際標準案の精度要件 (垂直 4m) を十分満たすとともに、安全性及び有効性も確保されていることを確認できた。このとき、機上の電離圏異常モニターはプラズマバブルに対応して正常に反応していることが確認できた。このことは、電離圏異常を地上だけでなく機上でも検出して航空機の安全性を担保するという GAST-D 実現の核となる技術方式を世界で初めて実験データで実証したことを意味し、その意義は非常に大きい。

③ 電離圏脅威モデルの妥当性検証と高度化

SARPs 原案策定時に ICAO NSP 作業部会に当研究所がボーイング社等と共同提案した全世界に適合する電離圏脅威モデルについて、その妥当性を検証するとともに高度化を図った。具体的には、電離圏観測データ解析を推進して日本付近の電離圏空間勾配の特性を調査して国際標準案策定時の想定範囲 (500 mm/km) を超える空間勾配 (518 mm/km) を発見し、その検証結果を ICAO に提示した。

(3) 課題と対応

【課題と対応】

本研究の成果により、日本における GAST-D 導入への技術的な見通しがたつたと言え、ICAO の GANP 及び航空局の施策である CARATS に記述されている GNSS 航法による CAT-III 着陸の実用化に貢献するものである。また、本研究で実施した電離圏脅威モデルの高度化や電離圏空間勾配モニター開発等で獲得した安全性設計検証技術は、東南アジアに共通した電離圏環境に起因する諸課題を解決する技術開発を先導するものであり、磁気低緯度地域における GBAS の利用拡大に資するものである。

1-1-2-2 空港面トラジェクトリ予測手法開発の研究課題

【対応する中長期計画】

「空港面トラジェクトリ予測手法開発」の研究課題では、空港面の交通流分析に基づき、航空機の空港面走行時間の予測モデルを開発する。これを活用して航空機の空港面走行スケジュールを工夫することにより、航空交通量の増大に伴う空港面の渋滞の抑制を実現する。

(1) 概要

【経緯や背景など本研究の意義】

羽田空港や成田空港などの混雑空港では、今後の交通需要増大に対応するため、ターミナル増設及び新誘導路の設置等のレイアウト変更が予定されており、更に、複雑な空港レイアウトと時間帯による空港面を走行する交通量の偏りが見られることから、空港特性に適合し交通状況に応じた効率的な空港面交通管理手法の提案が要望されている。そのため、空港レイアウト変更に対応した到着出発機の走行経路や走行機数の調整等による効果的な交通管理手法の開発及び手法の適用要件に関する提案を行うことにより、空港面での滞留軽減及び今後の交通量増加への対応に貢献する。

【研究課題の達成状況】

○航空交通量の増大に伴う空港面の渋滞の抑制

航空交通量の増大に伴う空港面の渋滞の抑制を実現するため、様々な交通管理手法およびその評価手法を調査した上で、航空機の空港面走行スケジュールを工夫するなど空港の交通状況等特徴に合った交通管理手法を検討している。また、交通管理手法の評価には、当所で開発した空港面交通シミュレーターを用いている。本シミュレーターには空港面地上交通データ等を用いた統計分析結果を反映させ、空港面のレイアウト変更にも対応できるようにするため、精度評価および機能強化を行っている。

適切な走行機数の上限設定や滑走路端の離陸待ち時間を一定以下に軽減することにより、誘導路上での混雑を緩和できるようにスポット出発時刻や走行経路を調整するアルゴリズムを開発している。このアルゴリズムを利用した空港面の渋滞の抑制を可能とする航空機の空港面走行スケジュール調整方法の提案を予定している。

○航空機の空港面走行時間の予測モデルの開発

成田空港の空港面地上交通データ等を用いて、出発便の地上走行について空港面をいくつかのエリアに分けて、エリア毎に地上走行特性の把握及び地上走行時間の分析を行い航空機の空港面走行時間の予測モデルの開発を行った。

【研究課題以外のアピール】

当研究所が本研究の中で開発したプログラムを用いることで、空港面の特定地点の交通量等を短期間で集計することが可能となったので、航空局からの協力依頼を受けて、羽田空港の誘導路等舗装計画に必要となる航空機地上走行データを提供し、航空局への行政支援という形で役立った。

また、航空局からの協力依頼を受け、本研究で開発している空港面交通シミュレーターを用いた空港面のレイアウト変更による交通流および交通量の変化についてシミュレーション評価を行い、シミュレーターの汎用性がアピールされた。

（２）主な成果

【具体的な研究課題の実施内容】

○航空交通量の増大に伴う空港面の渋滞の抑制

航空交通量の増大に伴う繁忙空港における空港面の渋滞を抑制する交通管理手法の研究開発として、下記の項目を実施した。

- ① 海外の技術動向調査をもとにした交通管理手法の要件出し
- ② 空港面の渋滞を抑制する交通管理手法のシミュレーション検証

以下、各項目について詳述する。

①海外の技術動向調査をもとにした交通管理手法の要件出し

欧米で研究開発および導入の進められている交通管理手法について調査した。欧州では、航空交通流管理において行われている交通量の調整の手法を空港面の交通流に適用することにより、空港面の交通流を円滑化するとともに空港面の交通流と飛行中の交通流の連携を改善する「空港 CDM (Airport Collaborative Decision Making)」の方式について、導入マニュアルが整備され、全欧州を挙げて導入が進められている。空港 CDM は、各出発便から申告されるスポット出発時刻の事前情報 (TOBT : Target Off-Block Time) をもとに混雑を予測し、空港の処理容量を考慮した出発順序付けおよび間隔付けを事前に行い、空港面の交通量が平準化されるようにスポット出発時刻 (TSAT : Target Start-up Approval Time) を事前に設定する出発走行スケジュール管理の方式であり、アジアにおいても導入されている。一方、米国においては、米国の空港運用の特性に応じた“Surface CDM”として運用コンセプトが確立し、今後の導入が検討されている。このように、空港 CDM は、今後、空港面の交通管理における世界的な標準方式となっていく見通しである。

本研究では、成田空港において空港 CDM を導入した場合に見込まれる効果の事前検証を目標として、下記の項目の開発および検証を行った。

- a) 出発走行スケジュール管理のため、空港面の交通状況およびスポット出発時刻の事前情報から地上走行時間と離陸時刻を予測する手法の開発
- b) 空港面における交通量の調整がもたらす効果のシミュレーション検証

上記のうち a)については、後の節「航空機の空港面走行時間の予測モデルの開発」にて

詳述する。b)について、次の②項にて詳述する。

②空港面の渋滞を抑制する交通管理手法のシミュレーション検証

交通管理手法の検証をシミュレーションによって行うため、まず成田空港の空港面交通シミュレーターの開発を行った。国土交通省航空局より提供を受けている空港面地上交通データを参考として成田空港の標準的な走行経路および走行速度を設定し、成田国際空港株式会社より提供を受けているスポット管理実績情報を含む運航実績データをもとにしたシミュレーションシナリオにより、空港面地上交通データの交通状況を計算機上に模擬できるシミュレーターを構築した。

次に、空港面の交通量を調整することによって空港面の渋滞を抑制する交通管理手法のシミュレーション検証を行った。本手法は、成田空港において出発便のピーク時に過剰な混雑を防ぐため実施されているものであり、出発便をスポットで待機させることにより、走行する出発便の数（走行機数）を一定以下に抑えるものである。このような走行機数の調整の手法について、調整を行わなかった場合を仮定したシナリオ（出発便がスポット出発を意図した時点で、ただちに出発するシナリオ）と、現状を模擬するシナリオを作成し、両シナリオのシミュレーション結果を比較することにより、本手法の有効性を検証した。具体的には、走行機数の調整の効果として、出発便の滑走路端での待ち時間の一部と、走行機数の調整のために課されたスポットでの待機時間との間に、平均的にはほぼ等価な交換が実現されていることが確認された。また、出発走行時間の不確かさを表す滑走路端の待ち時間のバラツキについても、走行機数の調整によって低減することが確認された。加えて、滑走路端の待ち行列の長さが短くなることにより、到着便の交通流が遮られにくくなり、到着便の走行時間もまた平均的に低減することが確認された。

○航空機の空港面走行時間の予測モデルの開発

本研究では、出発便の地上走行時間について、下記の内訳を仮定する。

- a) エプロン滞在時間：スポット出発からエプロンの出口通過までの所要時間。
- b) 誘導路走行時間：エプロンの出口から滑走路入口の停止線までの走行時間のうち、混雑の影響によらず要する時間。
- c) 滑走路端の待ち時間：出発便の交通流の混雑、および、滑走路における到着便の影響によって生じる待ち時間。この待ち時間は、滑走路入口の停止線において消化されるものと仮定する。
- d) 滑走路占有時間：滑走路入口の停止線通過後、離陸までの所要時間。

出発便の地上走行時間予測モデルの開発のため、下記の2つの研究項目を実施した。

- ① 地上走行時間の緒元に関する分析
- ② 地上走行時間予測手法の開発

予測モデルに関する上記 2 つの研究項目について、以下に詳述する。

① 地上走行時間の緒元に関する分析

前述の a)～d)の内訳について、走行時間予測のための緒元値を統計的に算出するため、下記の空港面の交通流の特徴を表すデータの分析を行った。

- ・ 国土交通省航空局より提供を受けた空港面地上交通データ（航空機位置情報）
- ・ 成田国際空港株式会社より提供を受けたスポット管理実績データ

前述の a)～d)の内訳について、分析により抽出された特徴は下記のとおり。

- a) エプロン滞在時間については、スポットとエプロンの出口の組み合わせごとに集計した結果、混雑等の影響を示す指標をどのように設定してもエプロン滞在時間との有意な関連性は認められなかった。このため、エプロン滞在時間については、スポットとエプロン出口の組み合わせごとの平均値（スポットの配置にもよるが、平均 7～8 分）を緒元値とするのが妥当と考えられる。
- b) 誘導路走行時間については、航空機位置情報から、混雑の影響を受けていない航跡を抽出し、エプロンの出口と滑走路入口の組み合わせごとに走行時間と走行距離を集計した。その結果、走行距離と走行時間はおおむね比例し、走行距離 1 km の増加に対し、平均して走行時間 2 分の増加（速度に換算すると毎時約 30 km）となることがわかった。
- c) 滑走路端の待ち時間については、航空機位置情報から算出される離着陸時刻をもとに、滑走路端での離陸待ちの際の待ち行列の長さ（待ち行列に並んでいる出発便数）、および、離陸待ちの間に着陸した到着便数（干渉着陸数）と関連性があることがわかった。よって、滑走路端の待ち時間については、到着便の割り込みのある単一サーバ待ち行列によってモデル化することが妥当と考えられる。
- d) 滑走路占有時間については、航空機位置情報から、滑走路に先行機がない場合には平均 2.0 分、いる場合には平均 2.4 分となった。

② 地上走行時間予測手法の開発

①の分析からわかった走行時間の特徴に基づいて、地上走行時間予測手法を開発した。本手法では、各出発便について、現在位置から滑走路入口まで混雑の影響を受けずに走行した場合の滑走路入口の到達推定時刻をもとに、到着便の割り込みのある単一サーバ待ち行列によって滑走路入口の停止線通過時刻を推定し、これに滑走路占有時間を加えて離陸時刻の予測値とする計算を行う。現在位置から滑走路入口までの所要時間については、現在位置がエプロンの場合はスポット出発時刻の情報をもとにエプロン出口の通過時刻を推定し、エプロン出口と滑走路入口の距離に対応した時間を足して停止線通過時刻の推定値とする。現在位置が誘導路の場合は、滑走路入口までの残りの経路距離に対応した時間を現在時刻に足して停止線通過時刻の推定値とする。

出発便の地上走行時間予測手法については、空港面地上交通データを用いて予測精度等

の性能の検証を進めている。

【研究課題以外の実施内容】

羽田空港において誘導路等の舗装設計に必要となる航空機地上走行データを、当研究所が本研究の中で開発したプログラムを用いて短期間で集計して、航空局に提供した。

また、航空局からの協力依頼により、本研究で開発している空港面交通シミュレーターを用いた空港面のレイアウト変更による交通流および交通量の変化についてシミュレーション評価結果を提供した。現在は、本シミュレーターを現地に貸与している。

（３）課題と対応

【課題と対応】

成田空港における交通状況を予測することにより、出発便のスポット出発時刻調整を行うための可変的な走行機数の上限や適用時間帯などを検討していくと共に、走行経路の調整によるスポットの有効利用も検討する。また、検討した交通管理手法の評価項目をさらに検討しながら、空港面交通シミュレーターを用いて評価を行っていく。

離陸時刻の予測精度については、欧州の空港 CDM 導入マニュアルに定められている予測精度の要件（スポット出発 30 分前以降では±2 分以内）に近い精度を得るべく、滑走路端の待ち行列に至るまでの所要時間について精緻化を進めるとともに、上記予測精度要件を満足するためのスポット出発時刻の事前設定の要領について検討を進める。

1-1-2-3 監視技術の高度化の研究課題の研究課題

【対応する中長期計画】

「監視技術の高度化」の研究課題では、広域マルチラテレーションや SSR モード S など複数の監視システムを統合することにより、従来型の監視システム（SSR）の 2 倍以上の頻度で空港付近の航空機を監視できる技術を開発し、平行滑走路の独立運用等の新しい運航方式を実現する。

（１）概要

【経緯や背景など本研究の意義】

増大する航空交通量に対応するためには空港の処理能力を拡張させることが必須の要件であり、安全性の確保を前提とした効率的な運航が求められている。そこで、信頼性が高くより正確な航空機位置情報を管制官に提供できる空港面監視技術（マルチラテレーション）の導入が進められている。東京国際空港や成田国際空港では空港容量の拡張が進められており、空港レイアウトの拡充に加えて、平行滑走路の独立運用などの運用方式も導入される。しかしながら、現在のマルチラテレーション（MLAT: Multilateration）は空港地上面のみを監視対象としていることから、空港周辺も監視対象とする覆域の拡大が要望されている。

このような背景から本研究では、航空機の安全かつ円滑な運航の実現に必須となる MLAT 技術の高度化を目指している。具体的には、空港周辺の空域を対象とする広域マルチラテレーション（WAM: Wide Area Multilateration）実験装置を試作して、監視の覆域拡張と高頻度化を行う。空港容量の拡張のためには、本研究で開発する監視技術が必要であり、実用性と有益性は非常に高い。

【研究課題の達成状況】

本研究の課題は、WAM 実運用で要求される監視情報の覆域拡張と高頻度化である。このため研究目標は「空港近傍の航空機に対して現用の監視レーダー（SSR）よりも 2 倍以上高頻度な監視が実現し、現用の監視の補完ができるようになる」とした。WAM をモニターとして使用することにより、悪天候時においても平行滑走路での同時離着陸が可能となる。WAM 実験装置を利用して評価試験を実施した結果、空港近傍の航空機に対して、現用の監視レーダー（SSR）より 2 倍以上の更新頻度が得られるとともに必要な監視覆域への拡張も達成し、研究課題を達成できた。

また、平成 23 年 10 月より、成田国際空港において、目視にて同時離着陸方式が導入され、年間発着回数が拡大された。しかしながら、目視であるため、悪天候時には、同時離着陸方式は実施できない状況であった。本研究の成果が反映された監視技術を高度化した装置が成田国際空港へ導入されたことに伴い、平成 27 年度より、悪天候時においても同時離着陸方式が実施可能となった。

【研究課題以外のアピール】

本研究の実施期間中に、成田国際空港に導入される空港近傍用 WAM の性能仕様を決定する検討会が開催され、本研究の評価試験で得られた結果が性能仕様に反映された。

（２）主な成果

【具体的な研究課題の実施内容】

試作した WAM 実験装置を利用して、平行滑走路の同時離着陸運用を想定した評価試験を実施した。試験の結果、想定される覆域（約 20NM）に対して、測位誤差は約 30 m、97 % 検出率を満たす検出間隔は 1 秒との結果が得られた。本結果から WAM は、空港近傍の航空機に対して現用 SSR（空港用 4 秒）より 2 倍以上高頻度な監視が実現可能であることを確認できた。

また、WAM 及び放送型自動位置情報伝送装置（ADS-B）からの監視情報を用いて、覆域を更に拡張するために、SSR モード S に対して遠距離・高高度の航空機の初期捕捉を支援する機能（新機能）の実装を行った。監視結果の情報共有のみならず、初期捕捉など監視準備段階の情報まで共有できるように進化したものである。航空機の監視開始位置を定める初期捕捉は、監視システムが航空機を検出するための信号強度が非常に弱い状態で行われ、信頼性の高い監視情報を得るためには多量の信号送受信が必要である。本研究は、多様な監視システムが航空機の位置など監視情報を共有するハイブリッド技術を活用した。図 1.1.15 は、ハイブリッド技術における SSR モード S で目標の初期補足を容易にする新しい技術例である。本来、SSR モード S は低高度の目標の監視が必要になると、その初期補足のため多数の質問信号を発射し、これが信号環境の悪化を引き起こすという課題があった。そこで、本技術では、低高度で航空機を捕捉済みの他のレーダ、WAM、ADS-B などの監視システムから SSR モード S に航空機位置情報を提供し、そこから監視を開始することで初期捕捉に必要な大量の信号送受信を省略できるようにした。

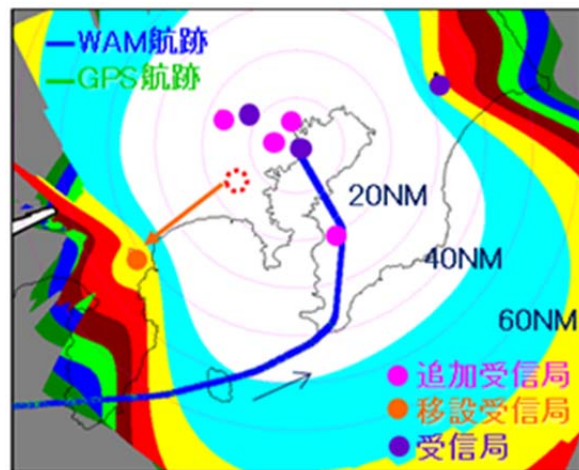


図 1.1.14 WAM 実験装置の配置と監視対象航空機の航跡図

○平行滑走路の同時離着陸運用を想定した試験

測位誤差(欧州性能要件:150m以下)

距離	2-10NM	10-20NM	20-30NM	30-40NM
RMS	17.5m	24.9m	44.5m	60.9m

検出率(欧州性能要件:97%以上)

距離	2-10NM	10-20NM	20-30NM	30-40NM
4秒間隔	100%	100%	100%	100%
2秒間隔	100%	100%	100%	100%
1秒間隔	100%	100%	100%	98.6%

表 1.1.1 平行滑走路の同時着陸運用を想定した試験結果

これまで SSR モード S 同士の相互支援はドイツ等でモード S ネットワークとして実用化されているが、離陸航空機の初期捕捉改善には無力であった。当研究所が開発した WAM 等も含めた多方式の間で相互支援を行う本技術は画期的であり、ICAO/ASP/WG 会議においても将来の運用方式に適合できる新技術として今後の実験結果等の報告を求められるなど高い評価を得た。

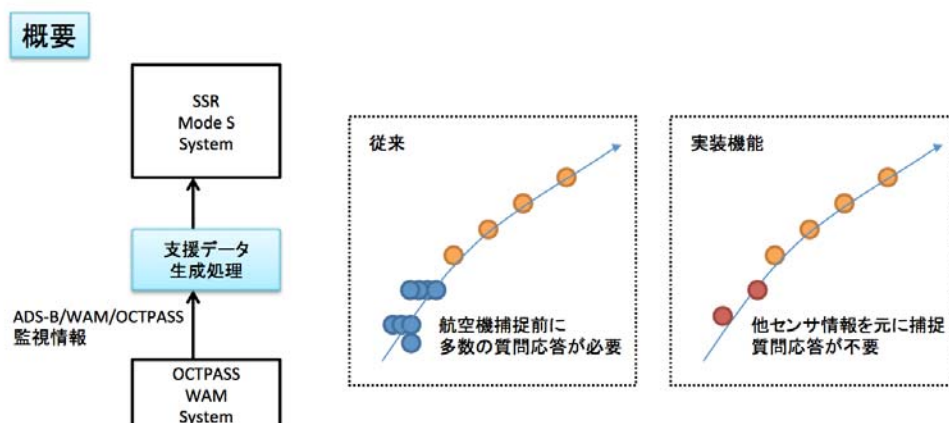


図 1.1.15 ハイブリッド技術を活用した初期補足技術

(i) システム構成

解説：他の監視システムからの監視情報をもとに支援データを生成する。

(ii) 動作

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

当研究所の実験用 SSR モード S 地上局を用いて初期補足技術の評価試験を行った。数十航空跡のデータを解析したところ、航空機の監視において、8 %程度の SSR 応答の削減と従来の性能で監視ができることを確認した。

将来の航空交通管制に利用される航空機動態情報（航空機から配信される速度、方位、高度などの情報）の信頼性の向上に寄与する。また、ハイブリッド技術による監視情報統合の性能を評価するため、統合前の各種監視装置が提供する監視データを蓄積分析するとともに、統合監視処理装置による処理結果を分析評価し、その性能改善を継続する。

(3) 課題と対応

【課題と対応】

近年、大規模システムにおいては、システムの複雑化に伴い、希少事象による不具合などが報告されている。これらの問題に対応するためには、長期的なシステム評価が必要不可欠となっている。当所では監視技術の研究の一環として、今後も継続してハイブリッド監視システムを稼働し、継続的に評価を行っていく予定である。

1-1-2-4 GNSS を利用した曲線経路による進入方式の研究課題

【対応する中長期計画】

「GNSS を利用した曲線経路による進入方式」の研究課題では、GBAS を利用した曲線経路による着陸進入の実現を目指して、機上装置を開発するなど、航空機の能力を活用した効率的な曲線経路による着陸進入の研究開発に着手する。

(1) 概要

【経緯や背景など本研究の意義】

GBAS を用いた GNSS による精密進入着陸システムである GLS (GBAS Landing System) は、カテゴリーI 運用の実用化フェーズに入り、海外では現在の ILS (計器着陸システム) と同等な直線進入による GLS 運用が開始された。一方、ICAO は GLS 進入着陸の導入とともにターミナル空域における PBN (性能準拠型航法) の展開を推進し、着陸段階の運航効率の向上、環境負荷の低減、空港容量の拡大を図る計画である。この実現のため、現在直線進入に限定されている精密進入経路を曲線化するなど GLS の特徴を生かした高度な飛行方式を実現する技術開発が必要不可欠である。

【研究課題の達成状況】

○曲線 (RNP to xLS) 経路の飛行方式の設計

GLS では、直線に限定される ILS に比較して曲線的な進入経路など ILS より自由度の高い精密進入経路の設定が可能である。このうち、現在の 787 など新鋭機に搭載される RNP 機能と xLS (ILS または GLS を意味する) を組み合わせて実現可能な飛行方式として、RNP to xLS がある。本方式は現在の RNP-AR 進入のように円弧旋回から最終進入を実施する飛行方式であり、経路短縮や環境不可低減など RNP-AR 進入の利点に加え、精密進入の運航ミニマを実現でき悪天候時の活用が期待できる。本方式は、ICAO における飛行方式の設計基準 (PANS-OPS) の開発が未開発であるため、関係者のニーズが高く、国内への導入にも期待が高い。本中期期間においては、関係者と有効性に関する意見交換を実施するとともに、パイロットの訓練に利用される B787 フライトシミュレータを活用して、RNP to xLS 飛行方式の航法データベースを設計し、気温変化が RNP 経路の高度に与える影響と最終進入経路にインターセプトする際のキャプチャ動作の関係を検証し、飛行経路の設計方法を探求した。

○曲線 (TAP) 進入の機上実験装置の開発

GLS による曲線進入のうち、最も自由度が高い将来方式は TAP (Terminal Area Path) と定義され、欧米を中心に実験用航空機による飛行試験が実施され、標準化団体において曲線経路の放送フォーマット案が策定されるなど基盤技術が開発されつつある。国内においても、関西国際空港において当所と JAXA が共同で飛行実験を実施し、実用化に向けた課題

を抽出した。当所では、飛行実証を通して TAP 方式のレグの不整合に関する課題を解決するため、TAP 方式で飛行可能な機上実験装置を開発している。本中期期間においては、飛行実験に用いる機上実験装置と航法ディスプレイを開発して、飛行実験によりレグ不整合の原因を探究した。この結果、課題解決のためには新たな偏移計算アルゴリズムが必要であることが分かっており、現在開発に着手している。

○障害物件との離隔基準と衝突確率モデル

滑走路への精密進入経路は、建造物など空港周辺の障害物件との安全間隔を確保して設計され、障害物件が存在する場合は運航制限を受ける。安全間隔の国際標準として 3 つの手法が規定されているが、最も先進的なのは衝突危険度モデル (CRM: Collision Risk Model) を用いる方法である。GLS は ILS より航法精度が高く、航空機の経路への高い追従精度を実現可能であるため、CRM を改善して制限を緩和することが期待される。このため、GLS 運用データやシミュレーションによる経路偏移の確率分布の定量化が必要であり、本研究では、GLS 誤差、機体モデル、風モデルを組み込んだモンテカルロシミュレーションツールやパイロット操舵モデルを開発し障害物件との安全間隔を評価する手法を確立する手法を提案する。本中期期間は、パイロット操舵モデルの構築に注力し、東京大学及び JAXA との共同研究において、実機モデルと GLS 誤差モデルを組み込んだ、操舵反力付きのフライトシミュレータを開発した。本フライトシミュレータによるパイロットの操舵データからパイロット動作を精密にモデル化する手法を提案し、モデルを開発して妥当性を確認した。また、モンテカルロシミュレータツールの構築に着手した。

(2) 主な成果

【具体的な研究課題の実施内容】

○曲線経路 (RNP to xLS) の飛行方式の設計

パイロット訓練用の B787 フライトシミュレータを用い、シナリオとなる航法データベースを設計し、コーディング・パッキングを実施して、飛行データを取得する実験環境を構築した。RNP to xLS 経路については 180 度ターンの標準的な経路を設計して、実験の各試行で海面気温を可変し、国際標準大気モデル (ISA) に基づいた気圧高度経路を運航して運航データを収集し、飛行経路とキャプチャ動作の関係を調査した。飛行経路は、現在の設計基準の他、業界標準である ARINC424 を参照し機上装置の性能限界を考慮し、新しい経路も検討に含めた。実験にあたり、海面気温により気圧高度の変動量を計算するツールを開発し、実験結果と一致することを検証している。この他、連続降下する経路と一定高度のインターセプト区間の燃料消費を比較して、環境負荷との関係についても検討している。図 1.1.16 は、B787 フライトシミュレータの外観、図 1.1.17 は実験結果の例であり、図左は円弧区間 (RF) から連続降下する方式において、ISA (海面気温+15℃) と ISA+30℃ (地上気温 45℃) の場合の飛行高度軌跡とキャプチャ動作の関係を示す。インターセプト区間

を入れた経路では、通常のキャプチャ動作となるが、今回設計した連続降下する経路では、特に高温時にパイロットの介入なしには自動での経路への追従が不可能であることが分かる。図左は、連続降下する経路での燃料流量（青）を示しており、インターセプト区間に入れた経路に比較して燃料流量（スロットルに比例）の増加が見られないことから、環境負荷や CO2 排出量の削減に影響することが分かる。



図 1.1.16 B787 フライトシミュレータ外観

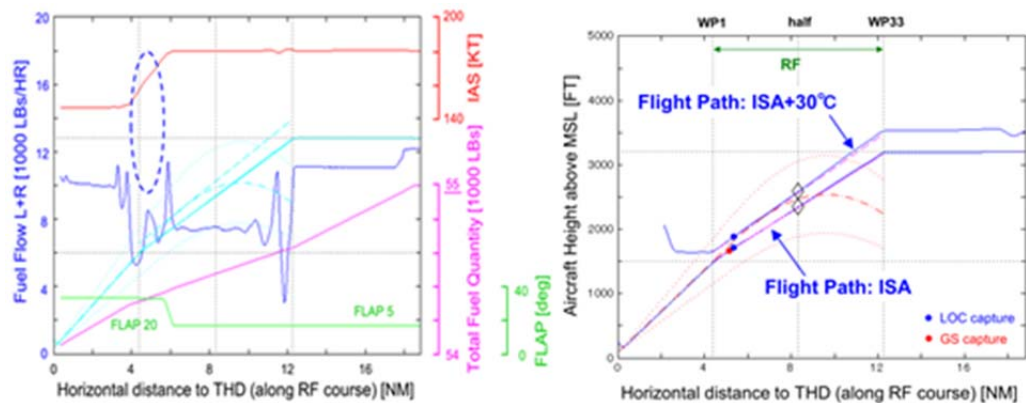


図 1.1.17 RNP 進入と GLS を接続する方式のフライトシミュレータによる実験結果（例）

○曲線（TAP）機上実験装置の開発

本中期期間では、曲線（TAP）機上実験装置を開発し、当所実験用航空機に装備した。また、実験用航空機の FMS（飛行管理システム）内のデータを出力し、実験中の飛行高度や ILS の経路偏移など様々なデータを収集可能なシステムを構築している。飛行実験では、仙台空港内に設置している当所の GBAS プロトタイプ装置から TAP データを放送し、本装置

で曲線 TAP 経路からの水平及び垂直偏移を計算し、データを収集するとともにパイロットへの表示を可能とした（運航には利用しない）。飛行経路は仙台空港に設定された RNP-AR 経路をオーバーレイする実験経路を VFR 飛行した。この他、最終進入経路については、ILS と GLS を比較する実験も行っている。

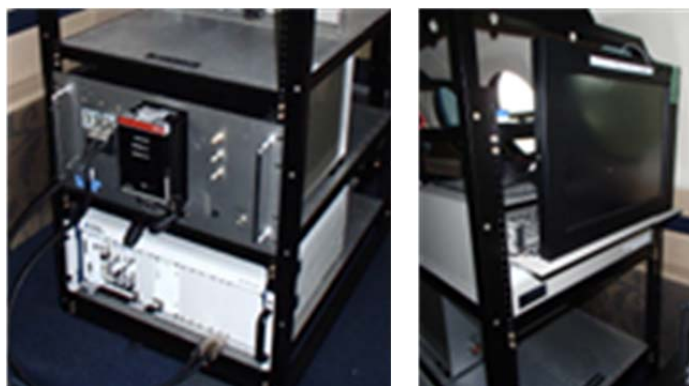


図 1.1.18 曲線（TAP）機上実験装置



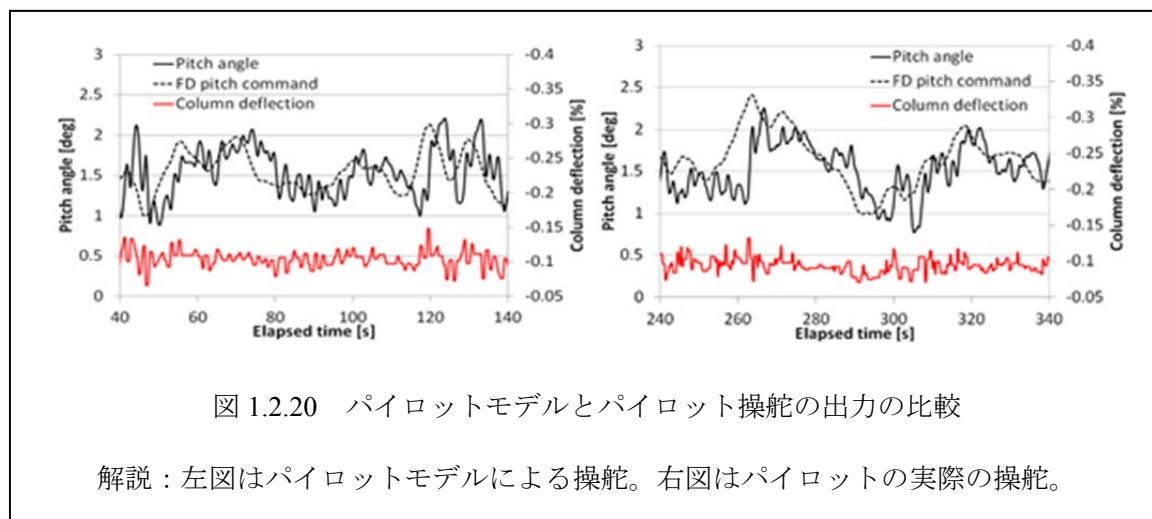
図 1.1.19 曲線（TAP）実験と装置ディスプレイ（PFD）

○障害物件との離隔基準と衝突確率モデル

本中期期間では、東大・JAXA との共同研究により操舵反力付きシミュレーターに機体モデルを構築した。また、GLS 誤差モデルを組み込み、オートパイロット表示機能を追加した。シミュレーターは 747/767 の操縦経験を有するパイロット及び JAXA パイロットによりモデルの検証を実施した。上記パイロットによる操舵データを取得し、確率的・周期的・離散的な特徴を持ちパイロット動作を精密にモデル化する手法を新たに開発し提案した。図 1.1.20 はピッチ角コマンドに対する操舵履歴の例であり、図左はパイロットモデルによる操舵シミュレーション出力、図右は実際のパイロットによる操舵結果である。実際のパ

パイロットの操舵はフライトディレクター（FD）の目標値（破線）に完全に追従するのは難しく、大まかに追従している。この特徴がパイロットモデルによる操舵にも見られる。

また、モンテカルロシミュレーションツールの開発については、基本設計段階を完了しており、開発したパイロットモデルなど複数のモデルの組み込みが可能である。



（３）課題と対応

【課題と対応】

RNP to GLS 飛行方式の設計については、引き続き会合動作と設計経路手法の関係を検討するとともに、操縦手順との関連を検討する予定である。TAP 機上実験装置の開発については、曲線経路の指示方法を検討し、機上表示系（経路処理部および画面生成部）の機能追加を行い、偏移計算アルゴリズムを性能向上する。また、障害物件との離隔基準については、構築したパイロット操縦モデルを拡張するとともに、モンテカルロシミュレーションツールに組み込んで安全間隔を評価する手法を検討する計画である。

1-1-3 空地を結ぶ技術及び安全に関する研究開発（安全で効率的な運航の実現）

【対応する中長期計画】

本研究開発分野では、安全かつ効率的な運航の実現、航空通信のボトルネック解消及び航空用データリンクの導入、ヒューマンエラーの低減やシステムの信頼性向上などを目指して、「航空用データリンクの評価」、「汎用高速通信技術の次世代航空通信への適用」、「管制官ワークロード分析」、「ヒューマンエラー低減技術」等の研究課題に取り組む。これにより、地対空の高速通信技術の開発、運航に係る情報を関係者が共有できる環境の構築に資する技術開発、ヒューマンエラー防止に関する技術開発等 に貢献する。

【評価軸】

評価軸及び各評価軸への対応を以下に示す。

- a) 成果・取組が国の方針や社会のニーズと適合しているか。
 - ・「汎用高速通信技術の次世代航空通信への適用」の研究課題等、航空局の施策 CARATS に適合している。
 - ・「携帯電子機器に対する航空機上システムの耐電磁干渉性能」に関する研究は、携帯電子機器の利用拡大を図り旅客の利便性に応え、社会のニーズに適合している。
- b) 成果・取組が社会的価値（安全・安心で心豊かな社会等）の創出に貢献するものであるか。
 - ・「汎用高速通信技術の次世代航空通信への適用」の研究課題等は、航空交通量増大に対応した安全性の確保に寄与し、社会的価値の創出に貢献するものである。
 - ・「管制官ワークロード分析」の研究課題では、ヒューマンエラーを低減し安全性の確保に寄与し、社会的価値の創出に貢献する。
- c) 成果・取組の科学的意義(独創性、革新性、先導性、発展性等)が十分に大きなものであるか。
 - ・「汎用高速通信技術の次世代航空通信への適用」の研究課題は、汎用通信技術を他国に先駆けて航空通信に導入するもので、先導性、発展性がある。
 - ・「管制官ワークロード分析」の研究課題は、管制業務のタスク分析をモデル化・可視化した点で先導性がある。
- d) 成果・取組が国際的な水準に照らして十分大きな意義があるものか。
 - ・「航空用データリンクの評価」の研究課題では、LDACS1 及び LDACS2 の通信性能比較を行った。これらの結果を ICAO に報告したところ、LDACS に関する標準作業が再開された点で、国際的な水準に照らして十分に大きな意義がある。
- e) 成果・取組が国際競争力の向上につながるものであるか。
 - ・「汎用高速通信技術の次世代航空通信への適用」の研究課題の成果は ICAO の基準策定に貢献し、国際的な水準に照らして十分意義がある。また、培われた技術による

国産製品の展開が期待され、国際競争力の向上につながる。

1-1-3-1 航空用データリンクの評価の研究課題

【対応する中長期計画】

「航空用データリンクの評価」の研究課題では、従来型のデータリンク（VDL 2M）より伝送速度が 10 倍程度向上し、かつ伝送誤り率を低減（従来の 10^{-4} を 10^{-7} 程度へ）できる L バンド空地データリンクを実現する。

（１）概要

【経緯や背景など本研究の意義】

ICAO では、将来の航空通信需要の増大に備えるため、高速データリンクシステムの技術的検討を欧米共同作業 FCS（将来の航空通信システムに関する調査研究）に委ねた。FCS の最終報告によると、洋上通信、対空通信、空港面通信と、通信用途に応じて各々適切な航空通信システムを選択することが推奨されたが、現行の VHF 対空通信に代わる候補システムは統一化されなかった。

新たな対空通信システムの候補は、L バンドデジタル航空通信システム（LDACS）と総称され、当初 4 種類提案されていたシステムは、現在のところ 2 種類のシステム案（LDACS1、LDACS2）に集約されている。LDACS の運用が実現すれば、陸域航行中に短時間で多量のデータ伝送が可能となり、新たな通信アプリケーションの出現等が期待できる。今後は LDACS の絞り込み、標準化が進められていく見込みである。

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

航空用データリンクを考える上で、広域・高速移動体の特性に起因する課題はいまだ多い。このため本研究を実施することで実装技術から通信性能に至るまで、将来の航空通信技術の発展に欠かすことのできない技術を蓄積できる。また、将来の航空用データリンク技術を確立し、他の航空無線システムと LDACS との電波共用性の解決案等を国際標準に反映させることができる。また、日本の空域に適した将来の航空通信システムや運用方法の構築の検討にも役立つ。

【研究課題の達成状況】

従来型のデータリンク（VDL M2）より伝送速度が 10 倍程度向上し、かつ伝送誤り率を 10^{-7} へ低減できる L バンド空地データリンクの対象として LDACS を選び、LDACS 物理層実験システム（LPES）を製作した。LPES を用いて理想的通信環境下で実験したところ、VDL M2 と比較して 10 倍以上の伝送速度及び最良で 10^{-7} 以下の伝送誤り率を実現し、目標を達成することができた。

（２）主な成果

【具体的な研究の実施内容】

規定上の変調速度が 31.5kbps、ビット誤り率が 10^{-4} の従来型の VDL M2 に対し、研究対象としては変調速度が 833.33kbps 以上、ビット誤り率が 10^{-6} 以下の技術仕様で検討が進められている LDACS1 の物理層を中心に検証を実施した。

ソフトウェア無線技術を用いて OFDM を含む様々な変調方式や符号化方式の評価に柔軟に対応できるような新たな通信システム評価用機材として、PC 上の信号処理ライブラリ GNU Radio と外付けハードウェアからなる図 1.1.21 に示す LPES を開発した。

LPES 上で LDACS1 の信号発生用プログラムを作成し、LDACS 信号を合成した。LDACS の信号スペクトラムを測定したところ、当初の ICAO の LDACS1 規定案にあるスペクトラムマスクを若干逸脱する部分があった。その後スペクトラムマスクは改訂された。図 1.1.22 に信号スペクトルを示す。



図 1.1.21 LDACS 物理層実験システム (LPES)

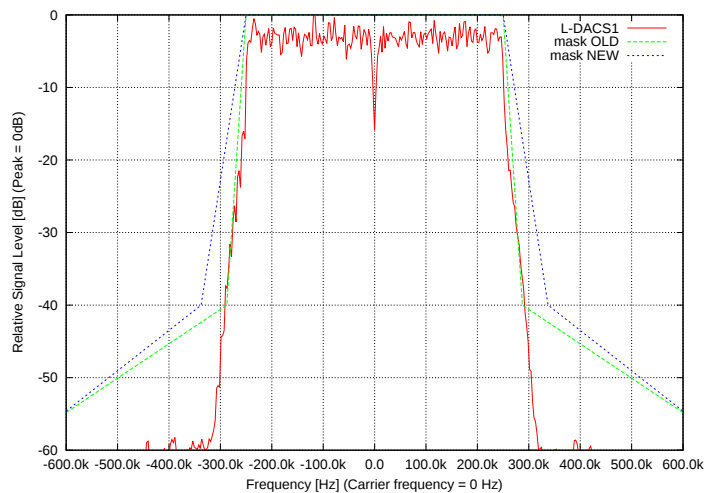


図 1.1.22 LDACS1 スペクトラムとスペクトラムマスク

解説：旧規格（緑）ではわずかに LDACS1 スペクトラムにかかっていたものが、新規格（青）ではゆるやかになったことがわかる。

更に、ICAO の LDACS1 規格案の誤り訂正符号の一部パラメーターが誤って設定されていることを発見し、ICAO に修正案を提示した。また、規定案にある誤り訂正符号よりも LDPC（低密度パリティ検査）符号の誤り訂正能力の方が高く、符号長においても規定案の符号より LDPC 符号の方が約 10 % 短くて済み、LDPC 符号の優位性が確認できた。

これらの結果は重要な欧州の LDACS 開発チームも参考としフィードバックされ、LDACS 規格の補強・修正に寄与し、国際標準策定へ向けて大いに貢献した。

LDACS1 の物理層における搬送波対雑音比（CNR）と符号誤り率（BER）の関係を計測することで、図 1.1.23 に示すとおり規定上の BER 以下のビット誤りで伝送できる CNR の範囲を得ることができた。つまり静的環境下では、CNR が 9dB 以上で伝送

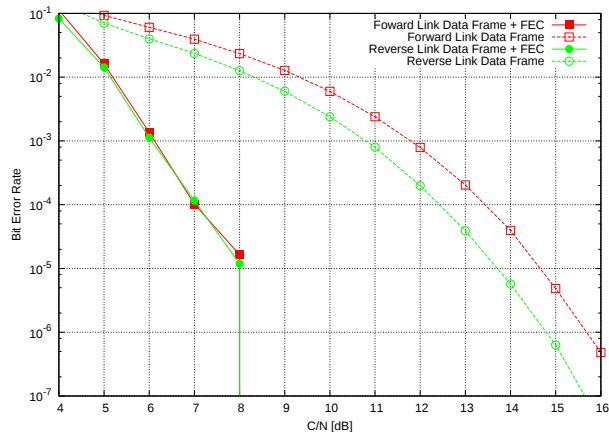


図 1.1.23 静的通信環境における LDACS1 の BER 特性

解説：赤はフォワードリンク、緑はリバースリンクのデータフレームの BER 特性を表す。白抜きは誤り訂正前 BER、塗りつぶしは誤り訂正後 BER を表す。

誤り率が 10^{-7} 以下を達成することが確認できた。

また、通信特性は通信路条件に依存するため、フェージング（電波受信レベルの変動現象）環境における BER 特性も検証した。LPES 及びフェージングシミュレーターを用いてエンルート航行中等のフェージング環境での BER 特性の劣化を確認した。特に、フォワードリンク（地上局→航空機局）の BER 特性に比べてリバースリンク（航空機局→地上局）の BER 特性が悪化したが、当初実装した等化処理方法と異なる方法を実験してみたところ、リバースリンクでの BER 特性を改善することができた。

今回、LPES を用いて LDACS1 及び LDACS2 の通信性能比較も行った。その結果、LDACS1 は LDACS2 に比べて優れた通信性能であった。同一のテストベッドでの性能比較は世界初である。これらの結果を ICAO に報告したところ、LDACS に関する標準作業が再開された。

また、欧州企業からも、LPES 用に合成した LDACS 信号が L バンドにおける他の電波航行システムとの電波干渉試験に使用できないかとの問い合わせがあり、周波数共用の検証作業が安価で短期間に実現できるものとして注目されている。この様に、ソフトウェア実装技術の導入は廉価なシステム設計につながり、システムのプロトタイプ検証時等におけるコスト低減に貢献できる。

（３）課題と対応

【課題と対応】

航空用 L バンドには他の航空用無線システムが幾つか既に割当てられており、LDACS との周波数共用の検討が必須と考えられる。現在のところ LDACS の周波数共用が不十分との指摘も聞かれ、現状のままでは実運用へ道のりは困難な状況にある。

このことから、LDACS の電波干渉に関する十分な検証作業を早期に行う必要がある。システムの検証作業では一般に高価、長期といったコストがかかると考えられ、低コストの検証方法が求められる。ソフトウェア無線技術はシステム検証の一つのソリューションとして今後重要な要素となるものと考えられる。

また LDACS に限らず、高速通信に適した OFDM 方式、高性能誤り訂正符号の LDPC 符号等も多方面で様々に応用されており、これらの要素技術を航空用データリンクにうまく取り込んでいくことが肝要である。

1-1-3-2 汎用高速通信技術の次世代航空通信への適用の研究課題

【対応する中長期計画】

「汎用高速通信技術の次世代航空通信への適用」の研究課題では、高いセキュリティ性が要求される航空管制用通信システムとして、汎用高速通信技術を適用したテストベッドを開発し、空港面全域をカバーする高速通信を実現する。

(1) 概要

【経緯や背景など本研究の意義】

現在、空地データ通信には最高 30 kbps 程度の低速な通信システムが使われているが、将来、航空交通量の増加に伴って特に航空機密度の高い空港周辺を中心に、航空通信量の増加が懸念される。この中で、空港全域をカバーする高速な航空通信システムが求められ、航空管制用通信にも適用可能な将来の航空通信システムとして、ICAO や RTCA 等により AeroMACS (Aeronautical Mobile Airport Communication System) と呼ばれる規格が検討され、参画する各国の機関による研究開発が始められている。

AeroMACS は、移動体通信に利用されている 2.5 GHz 高速通信の WiMAX (IEEE 802.16) 技術を C バンド (5 GHz 帯) に転用した移動体通信システムである。AeroMACS の導入に際しては、既存技術である WiMAX を活用した経済的な開発が求められている。また、覆域の改善及び通信の高速化を図るため、従来の単一アンテナと異なり、複数のアンテナを利用しており、空港域における基地局配置の最適化検討に加え、移動中の航空機に対する電波伝搬の影響を評価する必要がある。

以上の背景を踏まえ、WiMAX 技術を航空分野に適用した、空港域の C バンド次世代空地通信網のプロトタイプを開発し、実際に利用するアプリケーションを想定した評価を行う。また、プロトタイプ開発に基づく解析結果を元に、国際標準規格の策定作業に参画した。

【研究課題の達成状況】

汎用高速通信技術の一つである WiMAX 技術を適用した航空通信システムである AeroMACS のテストベッドとして、AeroMACS の実験用プロトタイプを開発し、性能評価を実施した。この結果、空港内の実証実験などにより既存の航空通信システムの伝送速度である 31.5 kbps の最高約 200 倍に相当する高速な伝送速度を実現できた。この伝送速度は、文字伝送だけではなく、空港面の交通状況や運航する経路情報及び気象図などの画像伝送が可能な速度である。

当研究所の開発したこの実験用プロトタイプは、周波数など電波に関する性能要件や移動通信等に対応する AeroMACS 用国際標準を満足しており、AeroMACS 用国際標準策定の検証作業の役割を担った。これは、当研究所が世界に先駆け、国際標準を満たす装置開発に成功し、更に国際貢献も果たせたことを示している。

(2) 主な成果

【具体的な研究課題の実施内容】

当研究所で開発した AeroMACS の実験用プロトタイプを図 1.1.23 に示す。このプロトタイプを用いて当研究所岩沼分室に隣接する仙台空港内において性能評価した実験の結果を図 1.1.24 に示す。性能評価は、仙台空港内に AeroMACS 基地局を搭載した移動基地局を設置し、AeroMACS 端末を搭載した別の実験車両で仙台空港内を走行し、端末と基地局の間で通信する実験を行うことで性能評価した。●の位置は、AeroMACS 端末を搭載して走行中の実験車両が、図 1.1.23 の上中央（仙台空港北側）に位置する AeroMACS 基地局からの信号を受信した場所である。

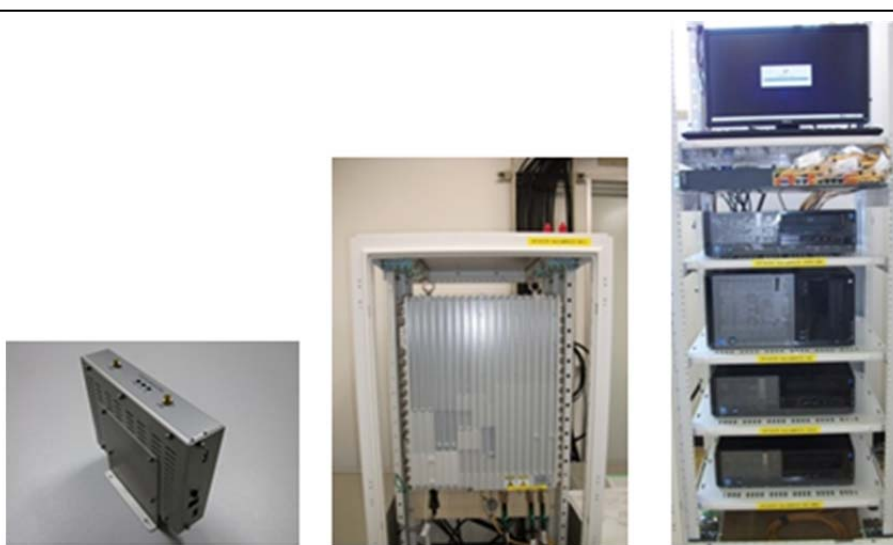


図 1.1.23 AeroMACS の実験用プロトタイプ外観図
(左から順に、端末、基地局、中央装置)

図 1.1.24 の赤、黄、緑、青の各色の●はその地点において通信した伝送速度 (Throughput) を示している。赤は 5 Mbps 以上、黄は 3～5 Mbps、緑は 1～3 Mbps、青は 0.1～1 Mbps である。この結果、空港ターミナル南側の基地局から見て影となるエリアでは、伝送速度の低下する場所が見られたものの、空港全域で連続して通信でき、最大 6Mbps の通信速度を記録した。また、空港の約 8 割のエリアで既存空地データ通信の約 100 倍にあたる 3Mbps 以上の通信速度を得ることができた。

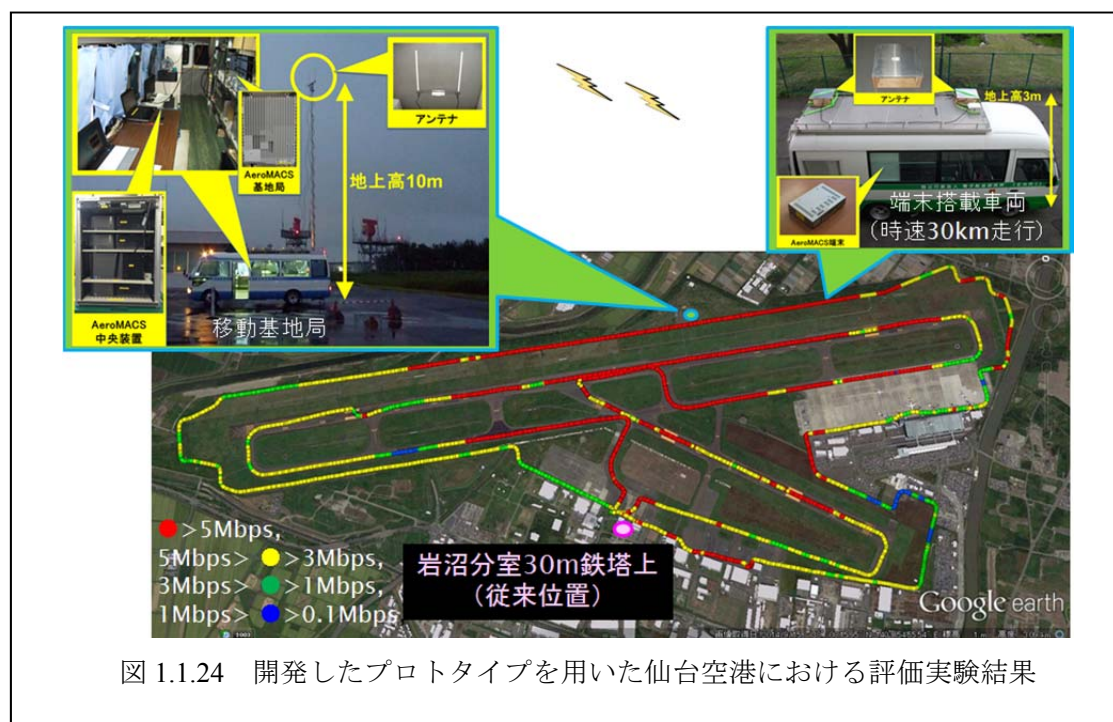


図 1.1.24 開発したプロトタイプを用いた仙台空港における評価実験結果

また、WiMAX 関連の国際ワークショップにおいて、AeroMACS の実験デモンストレーション公開を行い、国内外の WiMAX 技術者や国際標準策定の関係者などに、当研究所の技術力を示すことができた。

(3) 課題と対応

【課題と対応】

開発した AeroMACS の実験用プロトタイプは、ICAO において、国際標準規格の課題や改訂点を明確にし、次世代高速データリンクの情報共有基盤としても役立てられる可能性がある。このため、今後は、このプロトタイプを用いて、AeroMACS 技術の活用範囲拡大の可能性や利用技術の研究開発、共同研究の連携などを予定している。

1-1-3-3 管制官ワークロード分析の研究課題

【対応する中長期計画】

「管制官ワークロード分析」の研究課題では、管制業務のタスク分析を基に知識構造化システムを開発し、管制官の経験や知識を整理してモデル化・可視化することで、ヒューマンエラーを低減するための施策への活用を実現する。

(1) 概要

【経緯や背景など本研究の意義】

航空管制業務は、直接携わる航空管制官の経験や知識に依存する部分が多く、航空交通容量の拡大には、管制官のワークロードを適切に管理することが必要とされる。しかしながら、今までのワークロードの分析には管制官の通信時間量などを元に行ってきたが、航空交通状況に拠り、その業務内容にも大きな差があり、正確に測ることができなかった。そこで当研究所は、航空管制官の状況判断や指示行動のタスクレベルに着目し、管制官の経験や知識を整理した知識構造化システムによる管制タスクの処理プロセスの分析・可視化を目指した。

このようなタスク処理プロセスの違いに起因する処理効率やワークロードの差異の推定・可視化を試みた研究例は、諸外国においてもほとんど見られない。

本研究の元となっている新たな安全学であるレジリエンスエンジニアリングでは、航空管制業務のような変動するタスク環境下において、安定的にシステムを機能させる上で、人の役割の必要性・重要性が再認識されており、人を育てる教育が注目されている。そのため、本研究では、管制官が継承してきた経験や知識を今後も維持・向上させる観点から合理的な管制官養成教育・訓練の支援も目的とした。

【研究課題の達成状況】

航空管制業務のタスク分析を基に知識構造化システムを開発及び機能向上させ、管制官の経験や知識を整理してモデル化・可視化することを実現できた。その機能を持つ COMPASi (COMPAS in interactive mode / COMPAS: COgnitive system Model for simulating Projection-based behaviors of Air traffic controller in dynamic Situations) を航空保安大学校岩沼研修センター（以下、岩沼研修センター）において評価を行い、航空管制教官から分析可視化された実験結果は妥当であるという評価を得た。これにより、COMPASi は管制タスクの処理プロセスの分析・可視化によるワークロード分析が可能となった。その教官による評価内容は、「COMPASi の業務可視化機能等を用いたより実践的な訓練で活用が可能となった。」、「COMPASi を活用して航空管制官の訓練の質を向上させることで、ヒューマンエラーの低減が期待できる。」などとの評価を得て、スキルの伝承やヒューマンエラーの低減という観点からも効果が高いことが示された。

（２）主な成果

【具体的な研究課題の実施内容】

今までの航空管制官のワークロードの分析には通信時間量などを元に行ってきたが、航空交通状況に拠り、その業務内容にも大きな差があり、正確に測ることができなかった。本研究では、航空管制官の状況判断や指示行動のタスクレベルに着目し、管制官の経験や知識を整理してモデル化・可視化する知識構造化システムである COMPASi の開発によるワークロードの分析を行い、ヒューマンエラーの低減及び航空処理容量の拡大につなげる。

当研究所が開発・評価を進めている管制処理プロセス可視化ツール COMPASi は、航空路管制業務の簡易シミュレーション機能と各航空機に対する管制タスクの困難度に基づく分類指標（タスクレベル）の自動分析及びその時系列遷移図 CAPS (Chart of ATC task Processing State) の出力機能を備えた管制業務の可視化ツールである。

航空管制が航空機に指示するタスク環境には、航空機の飛行状態や気象条件の変化等の自然環境に依存し、精密に予測することが極めて困難な要因が存在する。したがって航空管制官は、そのような不確実性とそれに伴う状況変動の可能性を常に考慮した上で業務を行うことが非常に重要である。

不確実環境下で業務を行う航空管制官は、不可避免的に発生する予測の誤差に対応した安全マージンを設けた予測を行っているが、COMPASi の状況把握プロセスは、そのような管制官の予測の特徴を模擬したものとなっている。これを利用して、COMPASi 上で安全マージンを大きく設定することにより、状況が変動した場合（航空機の対地速度が予想よりも早かった／遅かった等）に新たに発生する可能性のある干渉処理タスクを検知する機能を実現した。

平成 25 年度までに、COMPASi の妥当性評価として、岩沼研修センターの研修用空域及び東京航空交通管制部 関東南セクター・湘南セクターを対象とした管制処理プロセスの可視化と分析を行ってきた。東京航空交通管制部の管制官による業務シミュレーション実験のデータ分析結果、並びに岩沼研修センターの教官との意見交換会での要望を踏まえて、COMPASi の出力項目の追加、タスクレベルの改良、及びこれに対応した COMPASi の分析ロジックの改良を行った。再度管制官による評価を受けた結果、訓練支援としてより有効な可視化ツールとなったとのコメントを得た。また、追加的な分析機能として、管制業務が行われるタスク環境の不確実性とそれに伴う状況変動の可能性を考慮するため、安全マージンの設定を変化させることにより、新たに発生する可能性を含む干渉処理タスクの検知機能を実現した。平成 26 年度は、COMPASi の管制官訓練支援ツールとして実用化に向けた改修及び評価、航空機側の視点に基づく評価を実施した。

COMPASi は管制空域のデータ、交通流シナリオ、管制処理規程等の情報を実装してシミュレーションを行い、各航空機のタスクレベルを自動分析して表示し、シミュレーション終了後に CAPS を出力する（図 1.1.25 参照）。

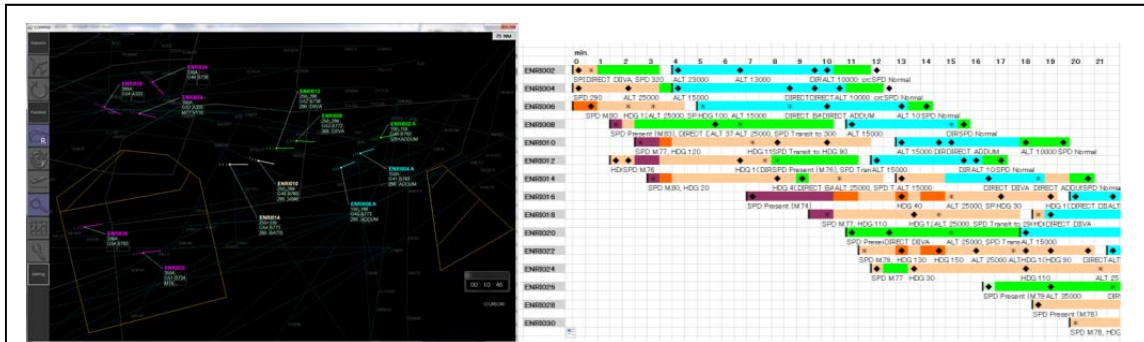


図 1.1.25 COMPASi の画面 (左) と CAPS (右) の例

このような機能をベースに、更なる分析支援機能として、機能の追加・拡張を行った。航空機側の視点に基づく評価を行うため、COMPASi のシミュレーション結果から各航空機の燃料消費量概算の算出機能を追加し、管制官の戦術による燃料消費量の差異を算出可能とした (図 1.1.26)。燃料消費量概算は、BADA に基づいて算出した。到着機を多く扱うセクターにおけるシミュレーション実験結果では、各管制官の到着機の到着順位付けが異なることなど戦術の違いによって燃料消費量に差異があった。燃料消費量増加の主な要因は、レーダ誘導による飛行時間及び飛行距離の増加、降下途中での水平飛行によるものである。現運用空域での空域構成と管制運用方式の妥当性を評価するため、航空機の航跡表示機能を改良し、シミュレーションシナリオに登場した全航空機についてその航跡を一括表示可能とした (図 1.1.27)。また、隣接 2 セクターによるシミュレーション結果をセクター別、航空機別に表示可能とし、セクターによる業務負荷 (必要な処理の困難度) の違いも可視化した。更に、空域構成を変更した場合の業務負荷等の変化を可視化することにも適用できるものと考えられる。

混雑空港などで同じような時刻に同一空港へ様々な方向から飛行して来る複数到着機は、到着空港周辺空域を管轄する管制官により到着順序付けをされ、レーダ誘導等によって空港近くの特定点に向けて、定められた最低縦間隔を取って一列に並べられる (イントレイル・スペーシング)。このイントレイル・スペーシングのプロセスをよりわかり易く可視化する機能を追加した。到着機の管制処理目標となる地点からの距離の変化を時系列のグラフで表示することにより、時間経過とともに各航空機のグラフの線が等間隔に開いていくようすは航空機間の縦間隔が取られていく過程を示し、イントレイル・スペーシングが効率よく行われているかを判断する資料となる。

COMPASi の総合的な妥当性・有効性評価として、岩沼研修センターの教官に COMPASi を 1 か月間試用していただき、航空機挙動モデル、操作性、機能性、表示、実践的な使用方法等について評価を行い、おおむね良好との回答であった。また、実習時に必要な機能として、運航票に代わる出発・到着機に関するリスト表示機能等を追加した。

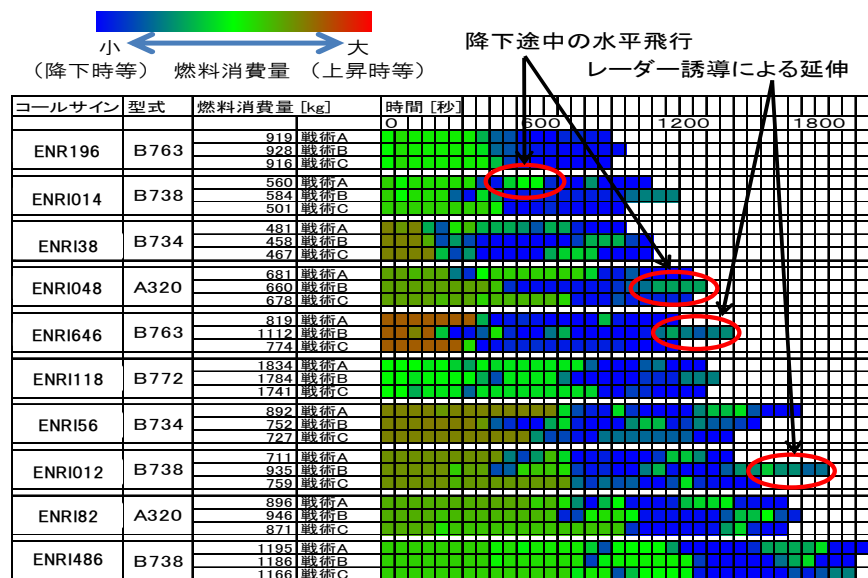


図 1.1.26 戦術による燃料消費量の差異の例

解説：航空機の燃料消費量を戦術ごとに時系列（横軸）で示す。

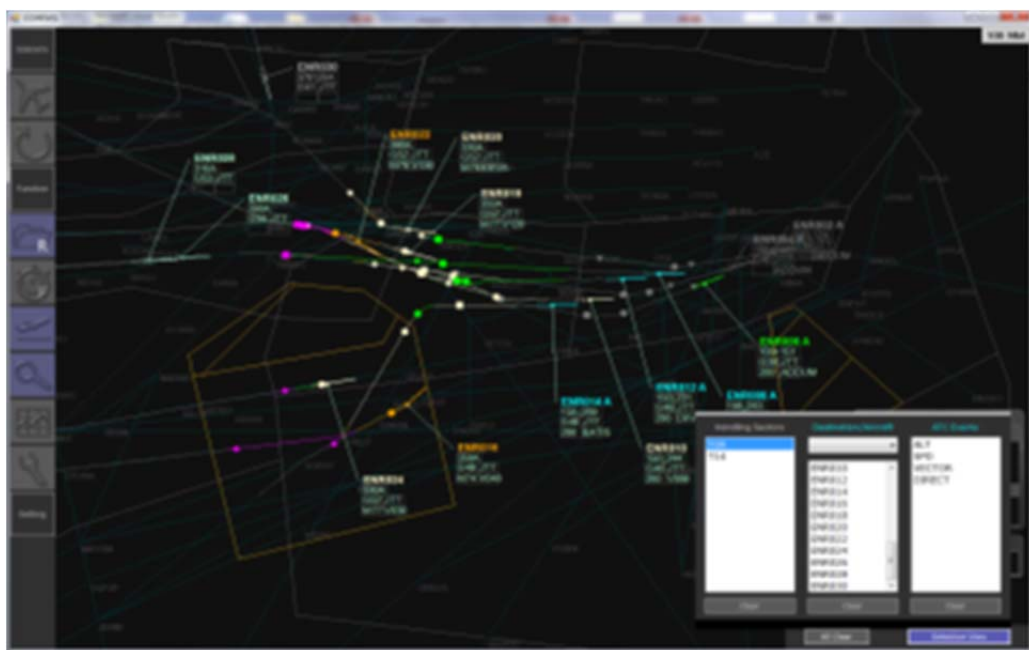


図 1.1.27 航跡一括表示の例

解説：各航空機について、その航跡（線）及び指示等（記号）を表している。

(3) 課題と対応

【課題と対応】

COMPASi は、平成 27 年 6 月より後継研究課題である「予防安全のための状況認識支援に関する研究」において、航空保安大学校の自学習用副教材として試用を開始した。研修生及び教官へ、操作性・不具合等実用に関するアンケート調査を実施した結果、自習機材の訓練シミュレーターとの操作性や距離測定等の機能の差、航空機の性能や指示入力と航空機の挙動のタイミングの違いなどが指摘された。また、使用方法に関して、実習の予習として様々な管制処理方法を試したいとの提案もあった。アンケート結果の対応として、平成 27 年度中に出発機のリスト表示機能及び航空機の挙動に関する簡易的な調整機能の追加、距離測定機能など一部機能の操作方法変更など改修を行っている。

また、東北大学との共同研究において、管制官養成訓練支援のための脳機能イメージングの応用に関する研究として、基本的な認知課題及び実際の業務を模擬したシミュレーション課題に取り組む管制官の脳機能画像を東北大学加齢医学研究所の MRI 装置を用いて撮像、管制官に特徴的な認知的能力の解明を目指して実施された。当研究所では、各種ノウハウの提供、簡易型業務シミュレーターとして COMPASi の提供を行い、共同で取り組んだ。航空管制官の業務中の脳計測は、日本では初めての実験である。

今後、平成 28 年度末を目標とした研修用の新しい問題への対応も予定しており、さらなる訓練効率化に向けたツールとしての改善を進めていく。

1-1-3-4 ヒューマンエラー低減技術の研究課題

【対応する中長期計画】

「ヒューマンエラー低減技術」の研究課題では、発話音声分析装置により収集したデータと脳波など他の生理指標との相関関係を評価検証し、管制官などの疲労による覚醒度低下の評価を実現する。

(1) 概要

【経緯や背景など本研究の意義】

ヒューマンエラーの社会に及ぼす影響は極めて深刻なものとなっており、人間の健全性や業務負荷状態を監視する技術は社会基盤の健全な運用に必要不可欠な技術と考えられる。平成 20 年（2008 年）当時、米国においてはヒューマンエラーに起因する航空機事故が多発しており、同年 6 月 12 日、米国運輸安全委員会（NTSB）は、パイロット等の健全性を実証的な技術により管理することを求める安全勧告を発した。それ以降、健全性の確保の求められる範囲は、整備要員や航空管制官にも広がられている。

ICAO においても「疲労」は「睡眠不足または長時間起きている事による精神的・肉体的な許容能力の減少、またそのことにより乗務員の注意力を減少させ、そして勤務に関わる安全の遂行または安全な航空機運航能力を損なわせる身体状態をいう。」と定義されたことにより、様々な疲労計測の考え方がパフォーマンス（作業効率）の計測と関連付けられた。

ヒューマンファクターの考え方を基本とする安全性の向上については、経常的に取り組んでいく必要がある。

【研究課題の達成状況】

従来の発話音声分析技術が、音声の収録とそのラベル付けから始まっていたのに対して、当研究所技術は仮説検証型の実験により、目的とする診断機能に対する信頼性の向上を実現してきた。その結果、日常的な昼食後の覚醒度の低下等も十分に観測可能な診断感度を実現した。

また、当研究所の発話音声分析技術においてはカオス論的な手法を利用しているものであり、統計的な現象が発生する。演算処理量を増やすことにより、実用的な処理時間において 2010 年時点では異常値の発生頻度は約 20%であったものを、解析手法を見直すことにより 1～3%に低減させることができている。

発話音声分析によりパイロット等乗員の健全性を管理しようとする試みは、様々な研究が進められているが、米国航空医学研究所を含む研究機関から「乗務員の疲労評価のためのケプストラム分析」が報告書として公開され、当研究所のカオス論的な音声分析手法の研究が紹介された。本報告書では、音声により発話者の疲労評価の有用性を示しており、多くの音声分析手法が開発の初段階に有るとしながらも、当研究所の成果が将来的な技術

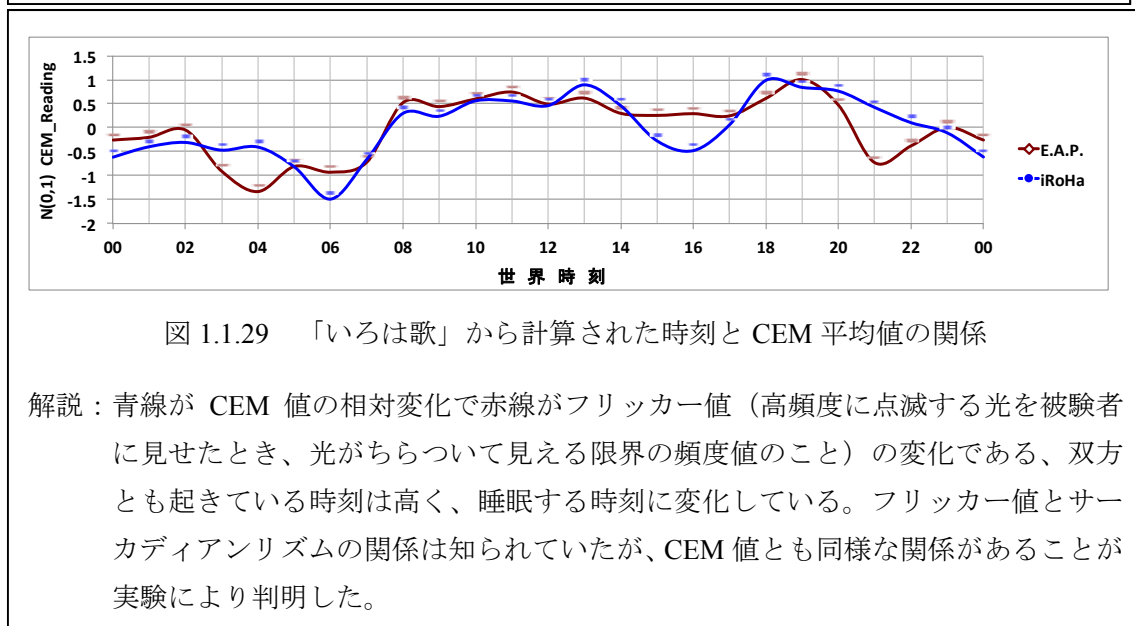
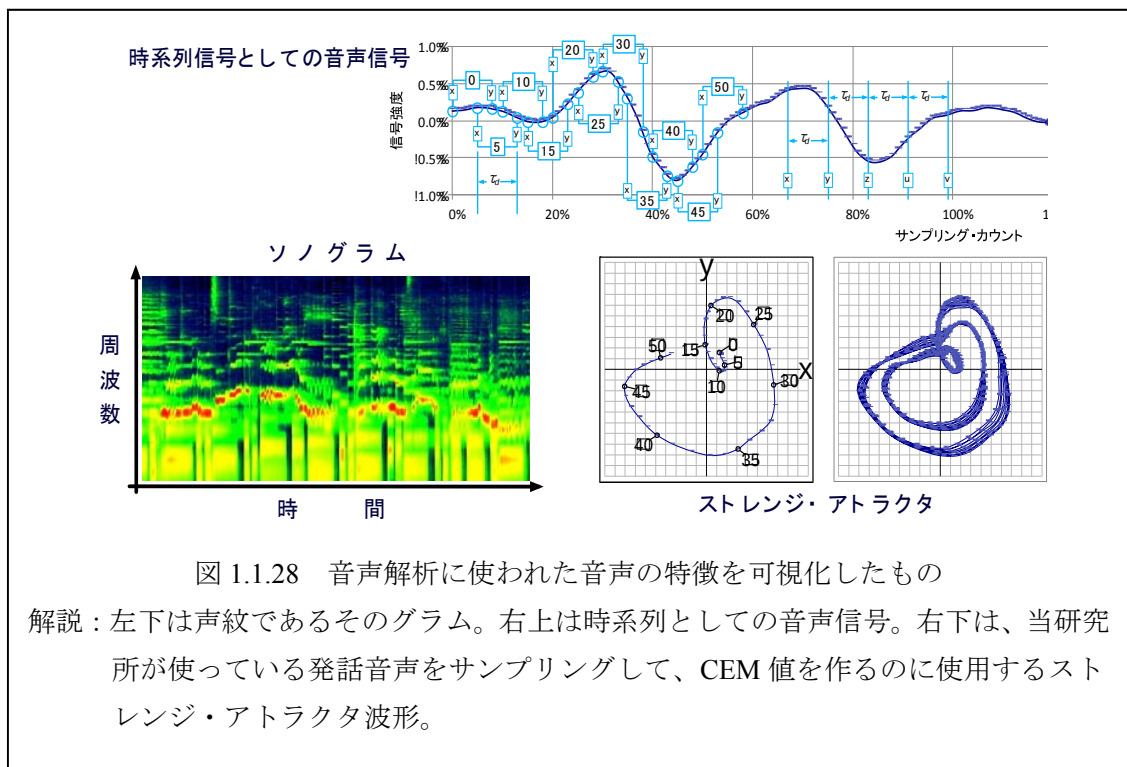
発展に寄与しているものである。

（２）主な成果

【具体的な研究課題の実施内容】

従来の音声分析においては、音声信号から生成されるソノグラムを用いていたが、人間の経験的な分析・診断能力を上回る機械的な診断は実現不可能であった。これに対して、当研究所はカオス理論を用いることにより、発話音声から、発話時の機能状況が覚醒度に応じて変化するなどの心身状況の影響を受けると考えられるため、人間の主観を離れた客観的な日時や性別、体温や脈拍数、等々自由度の高い特徴量を定義することが可能なストレンジ・アトラクタを調整することにより、発話音声から覚醒度を評価した。このラベルを付与された音声データを機械的に処理して、そのラベル尺度に対する分解能を実現することが可能となる。当所研究において定義したカオス論的な特徴量である CEM（Cerebral Exponent Macro）は発話音声から算出するアルゴリズムであり、発話者の覚醒度の定量化に対応すると考えられる SiCECA（Shiomi's Cerebral Exponent Calculation Algorithm）へパラメーターの設定をすることにより、図 1.1.28 のとおり、人間のサーカディアンリズム（24 時間周期の生理現象）に従った変化を示すことが確認できた。

また、当研究所の発話音声分析技術は、カオス論的な手法を利用しているものであり、統計的な異常値の発生する現象が発生する。そのため、解析手法を見直すことにより実用的な処理時間における演算処理量を増やすことにより、平成 22 年度（2010 年）時点では異常値の発生頻度が約 20 %であったものを 1～3 %に低減させることができた。



当研究所において定義した CEM 値は、これを計算する SiCECA へのパラメーターの設定により、様々な心身状態に対する指標値となる可能性を有しているものであり、管制シミュレーターを使った実験では、管制官役の業務負荷状態もある程度まで計測できるなど、管制官などの疲労による覚醒度低下についても有効であると考えられる。

(3) 課題と対応

【課題と対応】

発話音声分析技術に係る本研究は、医学的な分野も含むものであるが、人間の健全性や業務負荷状態を監視する技術は、より広範で普遍的な将来の社会基盤の健全性に資する重要な技術と考えられるため、大学等研究機関との共同研究等により、研究開発を主導し、技術の普及に努める。

1-1-3-5 安全な運航の実現

【対応する中長期計画】

社会的要請に応える研究開発の実施「安全かつ効率的な運航の実現」として、航空機内での携帯電話や通信機能付きパソコン等が利用できることが望まれている。携帯電子機器の機内使用基準等に関する研究が望まれている。

(1) 概要

【経緯や背景など本研究の意義】

平成 26 年 9 月 1 日より、航空機内における携帯電子機器の使用が緩和された。これまで各国各社は、経験則に基づき異なる手法で航空機内での携帯電子機器の使用緩和をしてきたが、我が国は安全サイドに立って原則使用禁止されていた。しかし、航空機内での電子機器の使用については、乗客、航空会社等からの需要は高く、安全性を損なうことなく携帯電子機器を使用することが求められていた。

【研究課題の達成状況】

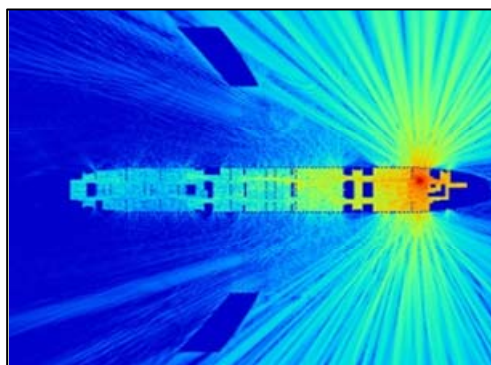
○航空機内で簡易に携帯電子機器の影響を測定できる各種電波環境記録装置を開発

強い電波の解析手法として、電線等を通じて侵入する可能性を評価・測定するシステムを構築し、代表的な同軸ケーブルを様々な長さ・周波数にて測定・分析を実施し、ケーブル端が何らかの回路に接続されている場合には、乗客が持ち込む電子機器による航空機搭載機器への影響はないことを明らかにした。



実験風景

微弱な電波の解析手法として、GPS 受信機の干渉事象を評価し多くの旅客機には影響がないことが判明した。また、影響のある一部の旅客機についても、現在までに取得された GPS 帯域の不要放射データベースから測位不能となる確率を概算した結果、1 時間当たり 10^{-7} 程度と非常に低くなり、予測されるリスクは基準値以下となった。



電波伝搬シミュレーションの開発

（２）主な成果

【具体的な研究の実施内容】

旅客機等の比較的大きな航空機には外来電波に対する一定の耐性があることを明らかにし、定期便航空機内での携帯電子機器使用による電磁干渉の可能性は非常に小さいと証明したことによって、航空機内における電子機器の使用制限が大幅に緩和された。



1-1-4 研究開発の実施過程における措置

【対応する中長期計画】

研究開発課題の選定にあたっては、「社会・行政ニーズ」及びこれらに対応するための技術課題を明らかにした上で、研究所でなければ実施できない課題であり、かつ国の施策と密接に関係する（国が実施する関連行政施策の立案や技術基準の策定等）航空管制に関する研究開発等、真に必要なものに重点化する。なお、重点化にあたっては他の研究開発機関が実施している研究内容等を可能な限り把握し、知見・技術の活用等について事前に検討し、研究内容の重複を排除する。

研究計画の策定にあたっては、ニーズの発信元である行政や運航者等の関係者と十分調整して研究の具体的な内容を検討するとともに、可能な限り定量的な目標を設定して、実用化が可能な成果を目指す。なお、策定にあたっては、導入コスト等、実用化のため考慮が必要となる外部要因にも対処するなど、研究開発の戦略についても検討する。

研究開発の実施にあたっては、研究成果の社会への還元及び研究所の国際的な地位の向上につながるよう、研究開始前の評価、研究進捗管理及び中間評価、研究終了時の評価を適切に実施するとともに、研究内容の見直し、中止等、所要の措置を講じ、評価結果をその後の研究計画に適切に反映させる。なお、重点的に実施する研究開発課題については外部有識者による評価を行い、その結果を公表して透明性の確保に努める。

【評価軸】

評価軸及び各評価軸への対応を以下に示す。

- a) 成果・取組が国の方針や社会のニーズと適合しているか。
 - ・国際機関の計画や航空局の CARATS 等に留意し長期ビジョンをまとめる等国の方針に適合している。
- b) 研究開発課題は真に必要なものに重点化されているか。また、他の研究機関の実施する研究との重複が排除されているか。
 - ・CARATS 関係会議、学会、講演会等通じて航空会社、製造業者、大学等と意見交換し、重複を排除している。
- c) 国内外の大学、民間事業者、研究開発機関との連携、協力の取組が十分であるか。
 - ・CARATS 関係会議、学会、講演会等通じて航空会社、製造業者、大学等と意見交換をしている他、1-3 関係機関との連携強化に示されるとおり十分に取り組んでいる。
- d) 研究開発の体制・実施方策が妥当であるか。
 - ・内部評価委員会等での評価を通じ、研究計画の柔軟な変更を行いつつ実施している。

1-1-4-1 研究開発課題の選定

当研究所は、研究開発を通じて技術的側面から航空行政を支援する国立研究開発法人として、研究成果が航空行政等において有益に活用されるよう、航空行政が抱える重要性の高い技術課題に対して、国際的計画（GANP、NextGen、SESAR）とも調和のとれた研究課題の実施を目指し、将来の技術動向も独自に検討しながら、以下の 23 課題を重点研究課題として位置付け、重点的かつ戦略的に研究開発を実施した。

①飛行中の運航高度化に関する研究開発（航空路の容量拡大） 8 課題

- ・ターミナル空域の評価手法に関する研究（平成 20 年度～23 年度）
- ・洋上経路システムの高度化の研究（平成 20 年度～23 年度）
- ・トラジェクトリモデルに関する研究（平成 21 年度～24 年度）
- ・ATM パフォーマンス評価手法の研究（平成 23 年度～26 年度）
- ・到着経路を含めた洋上経路の最適化の研究（平成 24 年度～27 年度）
- ・「Full 4D」の運用方式に関する研究（平成 25 年度～28 年度）
- ・航空路監視技術高度化の研究（平成 25 年度～28 年度）
- ・陸域における UPR に対応した空域編成の研究（平成 27 年度～30 年度）

②空港付近の運航高度化に関する研究開発（混雑空港の処理容量拡大） 9 課題

- ・GNSS 精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発
（平成 20 年度～23 年度）
- ・空港面監視技術高度化の研究（平成 21 年度～24 年度）
- ・監視システムの技術性能要件の研究（平成 22 年度～25 年度）
- ・ATM パフォーマンス評価手法の研究（平成 23 年度～26 年度）
- ・カテゴリーⅢ着陸に対応した GBAS（GAST-D）の安全性設計及び検証技術の開発
（平成 23 年度～26 年度）
- ・ハイブリッド監視技術の研究（平成 23 年度～27 年度）
- ・GNSS を利用した曲線経路による精密進入着陸方式等の高度な飛行方式の研究
（平成 25 年度～29 年度）
- ・空港面の交通状況に応じた交通管理手法に関する研究（平成 26 年度～29 年度）
- ・次世代 GNSS に対応したアベイラビリティの高い航法システムに関する研究
（平成 27 年度～31 年度）

③空地を結ぶ技術及び安全に関する研究開発（安全で効率的な運航の実現） 6 課題

- ・将来の航空用高速データリンクに関する研究（平成 21 年度～24 年度）
- ・携帯電子機器に対する航空機上システムの耐電磁干渉性能に関する研究
（平成 21 年度～24 年度）
- ・航空管制官の業務負荷状態計測手法の開発（平成 22 年度～25 年度）
- ・WiMAX 技術を用いた C バンド空港空地通信網に関する研究

(平成 24 年度～27 年度)

- ・空港面異物監視システムの研究 (平成 26 年度～28 年度)
- ・マルチスタティックレーダによる航空機監視と性能評価に関する研究
(平成 26 年度～29 年度)

1-1-4-2 研究計画の策定

研究計画の策定に当たっては、当研究所が主催する研究発表会や出前講座、各領域における様々な活動を通じて航空関係者のニーズを把握した上で企画立案し、それを内部評価委員会で事前評価を実施し、研究の必要性、有効性、効率性などの評価を行っている。その中で評価の低い研究計画については、計画の変更又は中止するなどの処置を行っている。

また、年度ごとに研究計画ヒアリングを行い、計画の進め方や予算設定の妥当性を確認している。年度途中に実施する中間ヒアリングでは、進捗状況の確認を行い、必要であれば助言を行う等、研究が円滑に進められるよう対応を行っている。

一年間の研究の成果は、電子航法研究所年報として制定され、ホームページ上で広く公表している。

1-1-4-3 研究開発の実施

当研究所の研究評価は、全ての研究課題について内部評価委員会で実施、更に重点研究課題や年度計画及び長期ビジョン等の重要事項については、外部有識者で構成される「評議員会」において評価、意見を受けることとしている。評議員からの指摘・意見等については、外部評価報告書に「電子航法研究所の対応」としてその後の措置状況についても掲載し、ホームページ上で公表するなど、研究課題の適切性（重複の排除）、責任の明確化、研究評価の公平性及び研修姿勢の透明性が確保されている。



評議員会風景

1-2 基礎的な研究の実施による基礎技術の蓄積

【対応する中長期計画】

研究員のポテンシャル及び専門性が向上することにより、行政等の技術課題への適切な対応が容易となるとともに、革新的な研究成果が生まれることが期待できる。このため、電子航法に関連する国際的な技術動向を踏まえつつ、将来的な発展が期待される技術に関する基礎的な研究、将来の航空交通システムの基盤技術として有望な先進的、革新的技術の応用に関する研究、斬新な発想に基づく萌芽的な研究等を実施することにより、研究所として長期的な視点から必要となる基盤技術を蓄積し、研究開発能力の向上を図る。

【評価軸】

評価軸及び各評価軸への対応を以下に示す。

- a) 成果・取組の科学的意義（独創性、革新性、先導性、発展性等）が十分に大きなものであるか。
 - ・「分散認知による管制業務の技術伝承に関する研究将来航空運航方式のリスクシミュレーションの研究」は、暗黙知を表示可能としたという点で独創性、革新性がある。
 - ・「将来航空運航方式のリスクシミュレーションの研究」で、将来の航空機間隔を管理する機上装置の安全性を評価するという点で先導性がある。
 - ・「フローコリドーの基礎的研究」は長期の施策を踏まえた研究であり、先導性、発展性があり後継研究にもつながっている。
- b) 挑戦的な研究開発が波及効果に大きい意味がある等、次につながる有意義なものとして認められるか。
 - ・「気象情報の航空交通への活用に関する研究」は、航空会社の教育用教材として活用され、波及効果に大きな意味がある。

当研究所において基盤的研究については、主に社会ニーズへの対応が実現するまでに要する期間の観点から、「指定研究 A」、「指定研究 B」、「基礎研究」に分類して実施している。具体的には、社会ニーズへの対応に近い将来確実に求められる研究課題を「指定研究 A」とし、それよりも長期的なニーズへの対応を目的とした研究課題を「指定研究 B」としている。また、「基礎研究」はニーズへの対応というよりも斬新な発想に基づく萌芽的な研究シーズの育成を主な目的としており、将来の社会ニーズの多様化に対応した、研究ポテンシャルの向上に向けた研究を実施することとしている。

第三期中長期計画期間中に実施している指定 A、指定 B、及び基礎的研究の件数は下記のとおりであり、その研究の一部を記述する。

	23 年度	24 年度	25 年度	26 年度	27 年度	備考
指定研究 A	4 件	6 件	7 件	9 件	8 件	
指定研究 B	13 件	10 件	11 件	7 件	9 件	
基礎研究	8 件	8 件	4 件	4 件	6 件	
合計	25 件	24 件	22 件	20 件	23 件	

1-2-1 分散認知による管制業務の技術伝承に関する研究

(指定研究 B：平成 21 年度～23 年度)

【研究の背景】

航空分野におけるヒューマンファクターの研究はコックピットの分野では盛んに行われており、自動化の安全性向上に大きく寄与している。航空需要の増加に伴い航空管制官の業務も複雑制が増してきていることから、より効率的かつより高い安全性が求められることから、本研究では、現場業務の分析から航空管制官等の知識・ノウハウや技能情報を一体で分析・整理できる機能を持ったツールを開発することを目標とした。

【研究の成果】

本研究で開発したツールを使用することにより、「なぜその行動が行われたのか」行動と関連する情報の遷移を捉えることができ、関連する業務の業務知識がどのような要素で構成されているかを階層構造として表示することができる。また、「どの機能をどの業務の時によく使うか」といったことを理解することができ、ユーザーが使いやすい場所に必要な機能を配置させるための検討材料として活用することができる。

開発したツールは、協調作業業務であればどのような現場でも適用することができる。専門的な業務の現場分析を通して、現場特有の知識やノウハウ・技能、行動のバックグラウンドを理解できることは、業務の本質的な部分を考慮した訓練、またはシステム設計に大きく貢献する。その基礎となる分析を効率的に補助し、正確な知識モデルを構築、マネジメントするためのツールを開発したことは、今までにない視点での業務の効率化や、システムの安全性の向上に寄与できる特筆すべき優れた成果である。



【課題と対応】

本研究では、分析の支援や知識・技能のマネジメントに有効なシステムツールをプロトタイプとして開発した。今後は、実際にさまざまな協調作業が行われる現場をターゲットとし、多様な業務のユーザーに試用してもらうことを前提に、より現実的な利便性と機能を持った分析支援、知識・技能マネジメントシステムへの改良と発展を目指す。

1-2-2 気象情報の航空交通への活用に関する研究（指定B：平成23年度）

【研究の背景】

CARATS において、将来の航空交通システムの構築にあたり、気象予測情報の活用の促進、機上観測データの活用による気象予測制度の向上等の施策を推進することが必要とされていることから、本研究では、気象情報と航空機の情報を同じ空間上に表現し立体的かつ直感的に認識・分析できる環境を構築することを目指す。

【研究の成果】

気象情報と航空機の情報を同一の画面上に 3 次元で可視化するツールを開発した。本ツールは、気象庁が提供する数値予報を利用し、風ベクトル、気温、露点温度、湿度、相当温位等の要素を、航空機と同じ画面に表示することができる。また、マウスを用いて視点の移動や拡大・縮小の操作を行うことが可能である。

開発した可視化ツールを用いて、乱気流発生時の航空機の揺れと周辺の気象状況を可視化し、両者の空間的な関係性を評価した。これらの結果は、航空会社における乗員の教育用

教材として活用されている。

このように、気象と航空機の情報を同一の画面上に 3 次元で可視化するツールを作成したこと、分析結果を取りまとめ、航空会社の教育用教材として活用されていることは、優れた成果である。

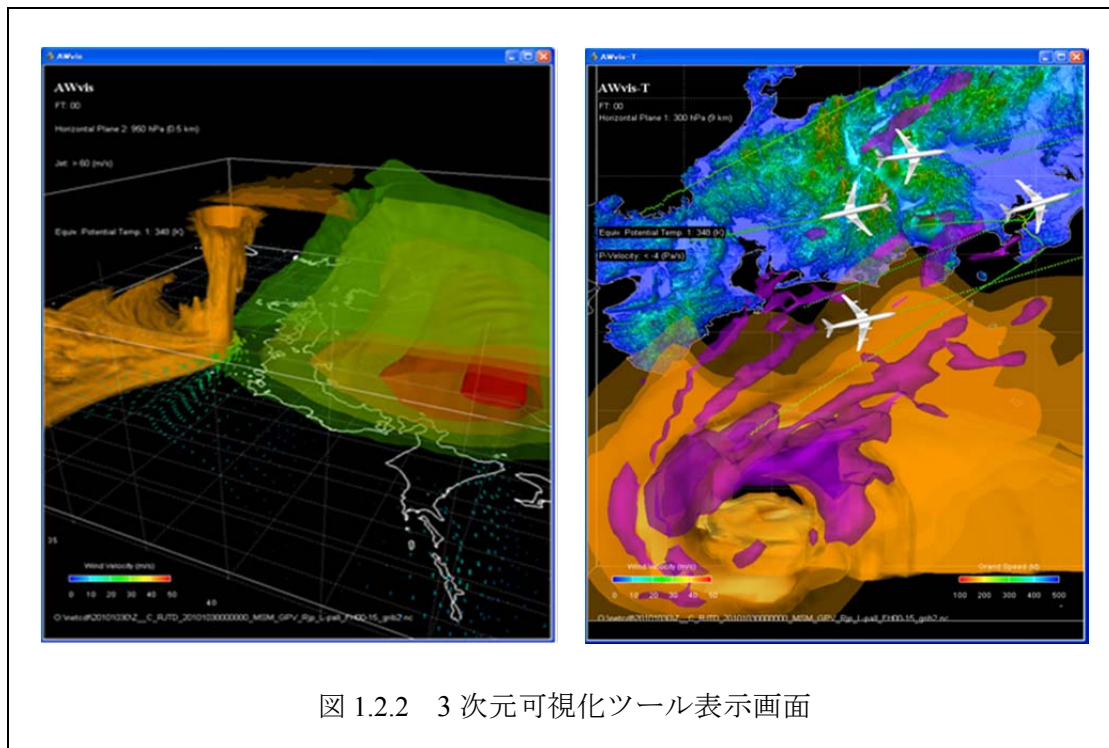


図 1.2.2 3 次元可視化ツール表示画面

【課題と対応】

開発した可視化ツールは、航空気象に限らず、教育、報道等、様々な分野で活用されることが期待される。

1-2-3 将来航空運航方式のリスクシミュレーションの研究

(基礎研究：平成 22 年度～23 年度)

【研究の目標】

本研究は、「確率的シミュレーションに関する研究」として行われ、GPS の不具合や送受信機の故障、パイロットや管制官のヒューマンエラーなどが航空機監視応用システム（ASAS）を搭載した航空機の安全性に与える影響をシミュレーションで評価できるように国内外の研究連携ネットワークを強化し、世界の第一線を行く ASAS 研究を実施する。

【研究の成果】

NASA ラングレー研究所及びオランダ航空宇宙研究所 (NLR) と研究連携のもとで、東京空域に適したアルゴリズムの改修を検討するとともに高精度な航空機モデル (SPICA) を開発した。

また、東京大学先端科学技術研究センターと共同研究を実施した。「渋滞学」を応用し、ASAS を導入した場合に空の渋滞を解消できるか、数学的なアプローチで検証し、時間の経過と共に制御誤差の伝搬が安定化するかの評価が可能であることがわかった。

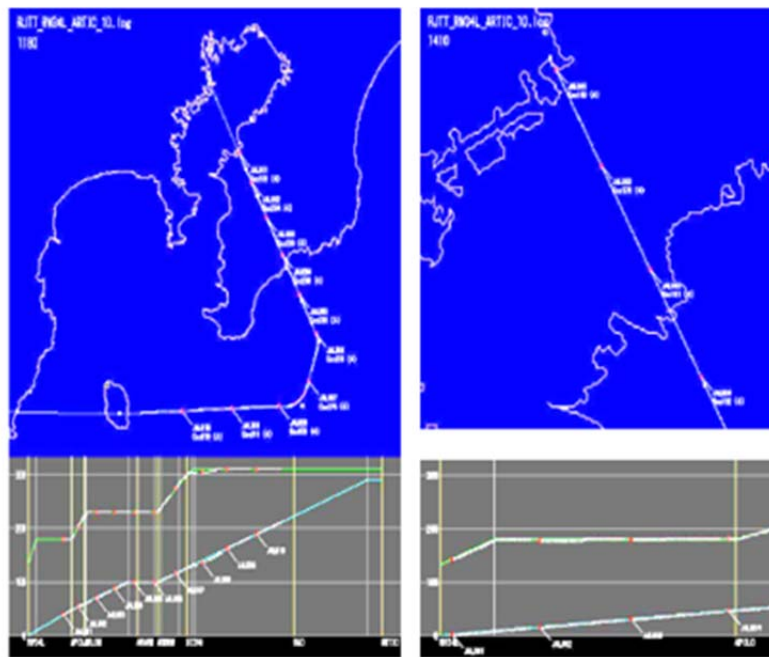


図 1.2.3 SPICA シミュレーターのスクリーンショット

解説 : 10 機の航空機が ASAS 速度制御を利用して連続降下で羽田空港に到着するシミュレーションのようす。

これまでは衝突や最小機体間隔の喪失が起こる確率を算出していたが、喪失に至る過程で発生する様々な事象を捉えることで、インシデントを引き起こす過程を明らかにできる視点を加えるため、オランダ航空宇宙研究所と共同で開発している安全性評価手法 (TOPAZ) を改良し TOPAZ-IM を開発した。

本研究では、これまでの研究成果を論文にまとめて国際論文誌 (Journal of Aerospace Engineering, NLR report) に 2 本 (採択済) 提出し、国際及び国内学会にて 4 件発表、航空局、早稲田大学、デルフト工科大学での招待講義を 3 件行った。

このように、研究員自らが主導して世界的な研究連携ネットワークを構築したことは、今後の研究の発展に大きく寄与する特筆すべき優れた成果である。

1-2-4 フローコリドーの基礎的研究（基礎研究：平成 26 年度～平成 27 年度）

【研究の背景】

航空機が飛行する高密度空域においては、より安全でかつ効率的な運航を実現するために、フローコリドーと呼ばれる空域を導入した新しい飛行方式の考え方が提唱されている。

フローコリドーは、安全レベルの高い電子機器を搭載した航空機が飛行する空域とその他の空域を分離し、専用の空域内でより安全でより効率的な運航を実現するとともに空域全体の処理容量を増やす方式である。フローコリドーは、欧米や我が国の将来の航空交通管理の計画において長期の施策として言及されており、国土交通省による将来計画 CARATS においても検討されているが、フローコリドー内の間隔制御や運用ルールの具体的な検討はまだ行われていないため本研究を実施する。

【研究の成果】

本研究では、平成 24 年度から 25 年の 2 年間でフローコリドーにおける航空交通流のモデル化と、効果的な高密度運航を実現し得る運用方法の提案をすることを目標とし、2 次元平面内の航空機の運動を対象とした「自律間隔維持アルゴリズムの構築」と簡易的な交通流モデルを利用した「数値シミュレーションの検証」を行った。

本研究の成果が認められ、また航空機の最適な飛行高度は航空機の型式や重量により異なるなど、より実際に近い想定における検討が必要であることから、平成 26 年から 27 年の 2 年間で高さを含む 3 次元空間におけるフローコリドーの研究に着手することができた。

効率的な運航を行うにあたり、フローコリドーの配置は便益を左右する重要な要素である。本研究では、その日の気象に応じた燃料最小となる航空機の軌道、速度の時刻歴に沿って飛行可能となるように配置を行うことを想定した。図 1.2.4 に複数都市間における軌道の算出例、図 1.2.5 に算出した軌道に沿って飛行する航空機の高度および速度プロファイルを示す。航空機の型式や重量によって飛行高度や速度が大きく異なる軌道を算出可能とし、フローコリドーの配置の検討を可能とした。

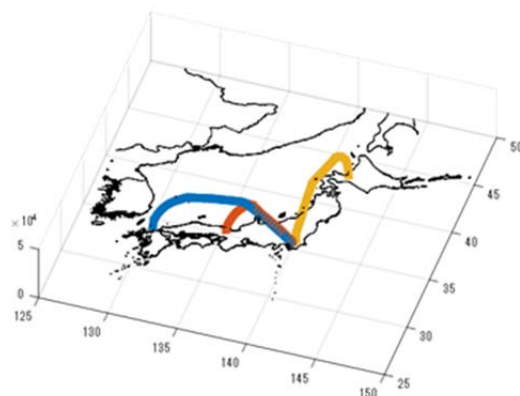


図 1.2.4 福岡、伊丹、新千歳から羽田へ向かう航空機の最適軌道

解説：一年の平均風を想定した航空機の燃料最小となる軌道の計算例を3次元的に図示した。可能な限り最適な軌道に沿ってフローコリドーを配置することが重要である。

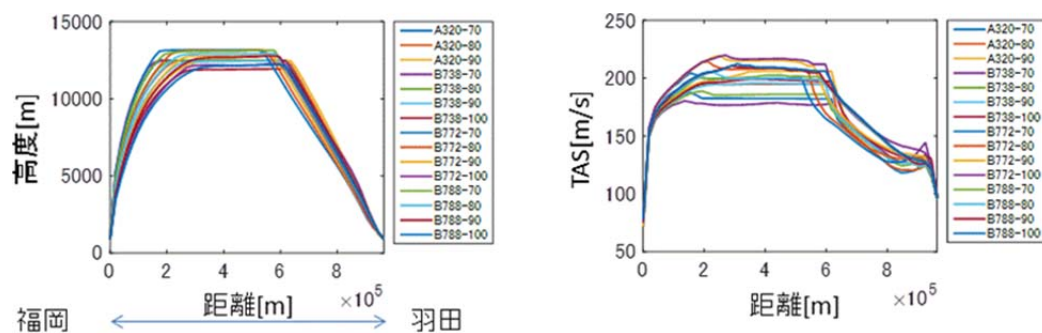


図 1.2.5 航空機の最適な高度および速度プロファイル

解説：福岡から羽田への経路に沿って飛行する場合の航空機ごとの最適な高度、速度のプロファイルを示す。同一の気象条件においても型式および重量の違いにより、その高度や速度が異なることが示される。

また、最適軌道に沿って飛行する航空機の運動をモデル化した。フローコリドーでは、同一経路に沿って異なる速度の航空機が飛行することが想定される。安全かつ効率的に間隔維持を行う必要があり、本研究では水平方向および高度方向の間隔維持を行う交通流を模擬し、フローコリドーに適した間隔維持手法を提案した。図 1.2.6 に2つの異なる間隔維持手法により飛行する航空交通流の様子の一例を示す。高度方向の間隔維持においては、

自機下の高度を他機が飛行している場合など速やかに降下を開始することが難しい局面があり、最適な飛行と比較して最大で7%程度燃料が増加する航空機がみられた。一方で、水平方向に間隔維持を試みた場合、飛行距離の延伸は最大でも1 NM 程度（巡航速度における時間に換算して約 7 秒）であり、速度調整により到着時間の遅れを取り戻し、燃料の増加も0.2%に低減可能であることを示した。フローコリドーにおいては、すべての航空機が同一方向へ飛行することが大きな特徴であり、自律間隔維持においては水平方向へ間隔維持を行うことにより、効率低下を最小限に抑えることが可能であることを示した。

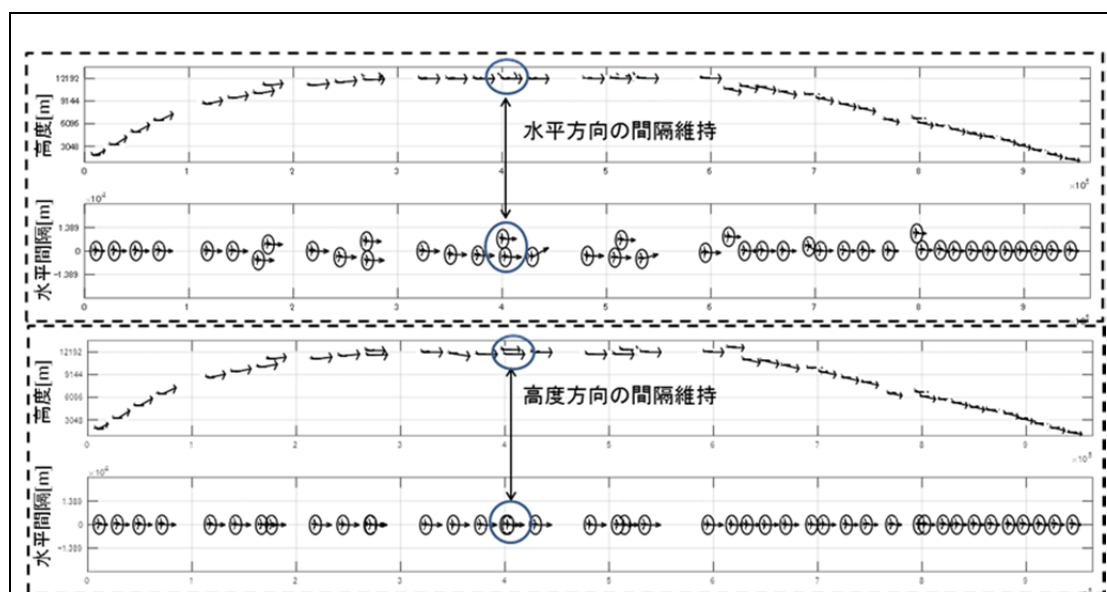


図 1.2.6 異なる間隔維持における航空交通流の様子

解説：各航空機が最適な飛行を行うことを前提として航空交通流の運動を模擬した。高度、水平方向ともに安全のための間隔を維持することは可能であるが、多数の航空機が同一方向へ飛行する環境において、燃料消費量に与える影響は大きく異なる。

フローコリドーの概念に対する具体的なシミュレーションによる検討は世界でも珍しく注目された優れた研究ある。フローコリドー内の運用を実現するためには、航空機の更なる性能向上等問題があり、直ちに実現できるものではないが、本研究で得られた成果は、高密度空域における効率的な運航の検討材料として優れたものである。

1-3 関係機関との連携強化

【対応する中長期計画】

限りある人的資源の中で、効果的・効率的な研究開発を行うとともに、その質を高めて研究所のポテンシャル及びプレゼンス向上を図るため、国内外の航空管制機関や、研究所の業務に関連する研究開発を実施している独立行政法人、大学、民間企業等と積極的な連携を進め、研究所単独ではなし得ない優れた研究開発成果の創出とその活用拡大に努める。そのため、共同研究を中期目標期間中に 40 件以上実施する。また、関係機関との密接な連携と交流を円滑に推進するため、研究者・技術者との交流会等を中期目標期間中に 30 件以上実施する。更に、研究所が専門としない分野の知見や技術を活用する研究開発にあたっては、客員研究員の招聘、任期付研究員の採用、人事交流等により、当該専門知識を有する外部人材を積極的に活用する。具体的には、任期付研究員、客員研究員を中期目標期間中に 30 名以上活用する。また、研修生や留学生の受入等を通じて若手研究者の育成などの分野での貢献にも努める。

【評価軸】

評価軸及び各評価軸への対応を以下に示す。

- a) 国内外の大学、民間事業者、研究開発機関との連携・取組が十分であるか。
 - ・研究課題の企画にあたり、国内外の研究機関等と連携を強化し、研究課題の拡大、研究開発能力の深化を奨励し、研究開発を効果的・効率的に進めており、連携・取組が十分である。
 - ・航空局の CARATS 関連、産業界からの要望等、航空関係者からの多くのニーズに対応し、連携・取組は十分である。
- b) 若手研究者に対する適切な指導体制が構築され支援の方策が図られているか。
 - ・任期付研究員の育成、インターンシップの研究指導、連携大学院制度の活用による育成、海外研修生（留学生）の育成等、支援の方策は十分図られた。

1-3-1 共同研究の実施

【対応する中長期計画】

研究所単独ではなし得ない優れた研究開発成果の創出とその活用拡大に努める。そのため、共同研究を中期目標期間中に 40 件以上実施する。

	23 年度	24 年度	25 年度	26 年度	27 年度	合計
新規共同研究数	13	17	9	17	23	79

共同研究の実施件数は中期目標期間中の目標 40 件に対し、79 件を実施して目標を達成した。

○連携強化の取組

当研究所は、限りある人的資源の中で、研究員 1 人あたり 1 件以上の研究テーマを実施している。社会・行政ニーズにタイムリーに応えつつ、質の高い研究成果を上げるために、研究を効果的・効率的に行うとともに、外部の研究能力を積極的に活用し、当研究所単独ではなし得ない優れた研究開発成果の創出など、当研究所のポテンシャル及びプレゼンス向上を図り、国内外の行政機関や航空管制機関、研究機関との連携を強化した。

○連携による競争的資金の獲得

「90GHz リニアセルによる高精度イメージング技術の研究開発」

当研究所が蓄積してきたミリ波レーダの研究成果を生かし、総務省が実施する未利用周波数帯に関する基盤技術の研究開発テーマ募集に応募し、「90GHz リニアセルによる高精度イメージング技術の研究開発」が採択された。この研究は、情報通信研究機構、鉄道総合技術研究所、日立製作所との密接な連携の上、当研究所は本研究の必要不可欠な分担機関



図 1.4.1 「90GHz リニアセルによる高精度イメージング技術の研究開発」の概念図

及び全体のコーディネータとして大きな役割を果たし、約 20 倍の倍率を勝ち抜いて採択されたものである。予算規模も大きく、そのうえ必要な周波数帯が研究開発のために確保さ

れ、具体的な利用シーンを想定した実証実験を行うことが盛り込まれていることなど、航空以外の分野にも利用可能な実用化につながる研究として期待も大きく、当研究所が長年構築してきた研究連携の成果が顕れたものである。

「無人航空機を活用した無線中継システムと地上ネットワークとの連携及び共用技術の研究開発」

当研究所が蓄積してきた無人航空機及び航空通信の研究成果を生かし、情報通信研究機構、東北大学、KDDI 研究所、日本電気との密接な連携の上、総務省が実施する「無人航空機を用いた大規模災害対策及び関連する未利用周波数帯の利用に関する基盤技術」の研究開発テーマ募集に応募し、「無人航空機を活用した無線中継システムと地上ネットワークとの連携及び共用技術の研究開発」が採択された。この応募に際し当研究所は、関連研究機関との密接な連携の上、無人航空機の特性と航空通信の役割などについて検討・議論を行った。また、研究の実施に対しても、既存航空通信との周波数共用検討を分担するなど、大きな役割を果たしている。この研究は、予算規模も大きく、具体的な利用シーンを想定した実証実験を行うことが盛り込まれているなど、実用化につながる研究として期待も大きい。

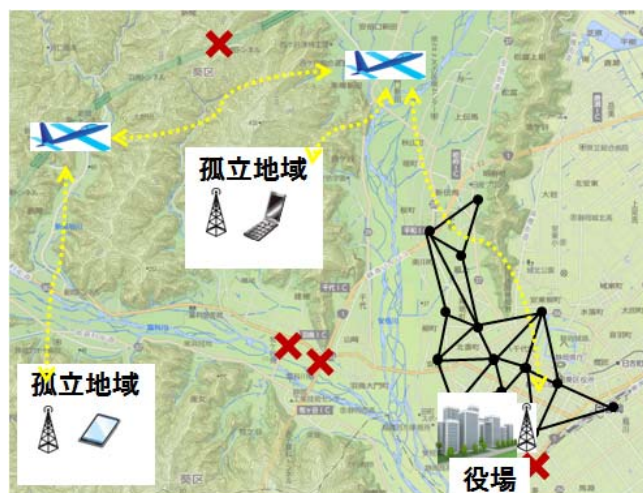


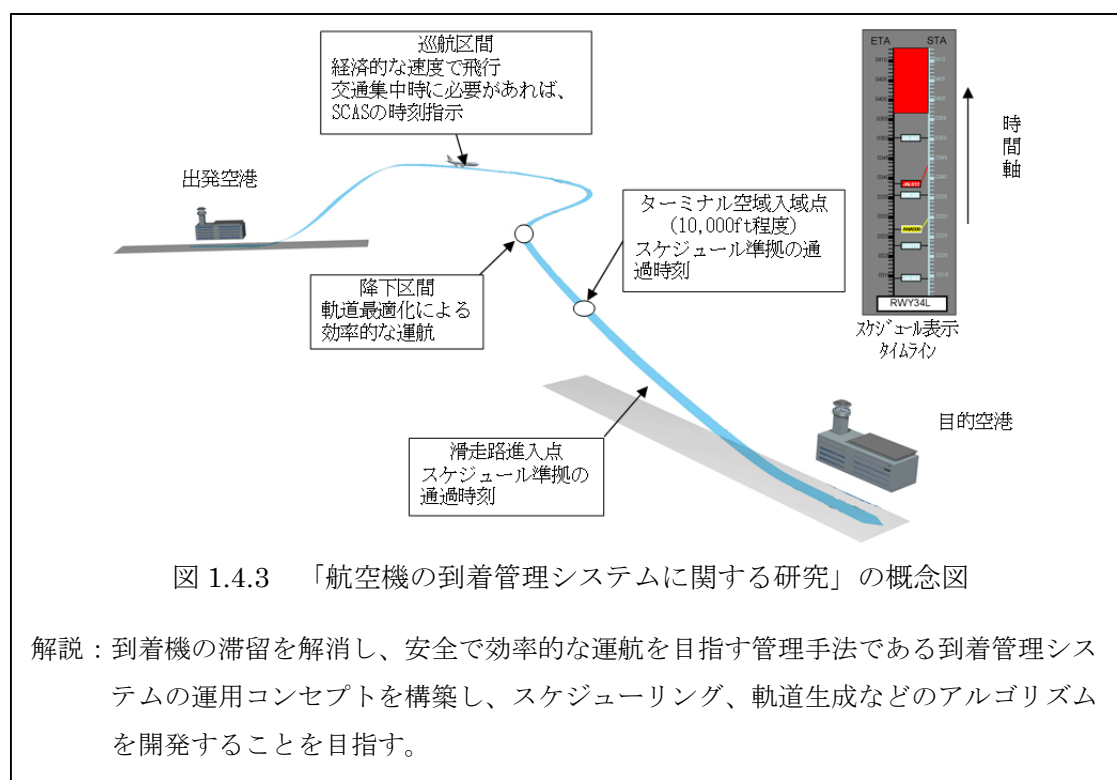
図 1.4.2 「無人航空機を活用した無線中継システムと地上ネットワークとの連携及び共用技術の研究開発」の概念図

解説：研究では非常事態の通信システムの確保のために無人機を無線中継システムとして活用するための研究を NICT、東北大学、KDDI 研究所、NEC と連携して行う。

「航空機の到着管理システムに関する研究」

混雑空港における航空機到着時の遅延軽減を図り、将来の軌道ベース運用対応した技術開発を行うため、「航空機の到着管理システムに関する研究」を提案し、国土交通省が実施した交通運輸技術開発推進制度に採択された。提案した研究では、到着機を管理するためのスケジューリング技術、軌道生成技術を開発し、航空交通の円滑化、効率化を目指した研究を実施するために、九州大学、首都大学東京、早稲田大学、茨城大学、構造計画研究所との連携の上、活発な意見交換などを進め、研究に対する共通認識を発展させる必要があり、当研究所は研究代表者として、各大学などとも連携を深め、コンセプトの構築及び全体のコーディネータの役割を担当し、研究を進めた。

当研究所が行った公募型研究が幅広い大学間などの連合体の形成に結びつき、予算規模の大きい競争的資金の獲得に至った。これは、当研究所が構築してきた研究連携の成果が顕れたものである。

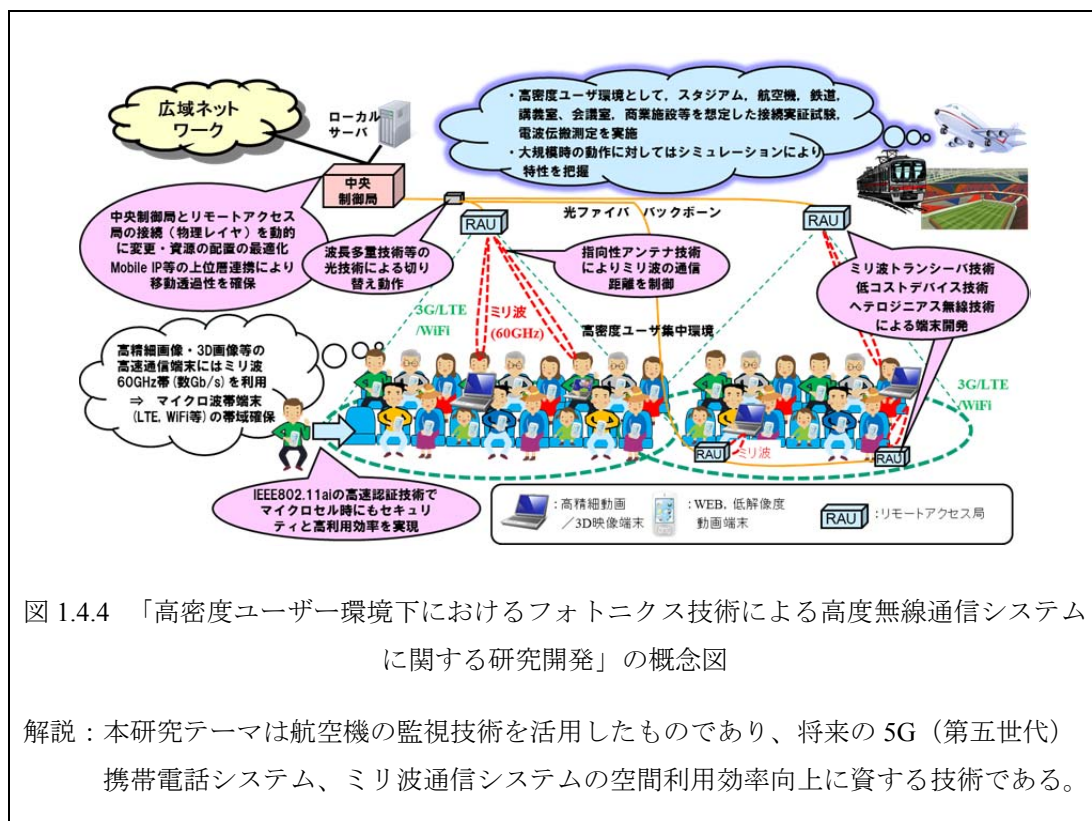


「新世代ネットワーク実現に向けた欧州との連携による共同研究開発及び実証」

日本と欧州連合（EU）は 2011 年に科学技術協力協定を締結し、EU 内の競争的研究資金の枠組みである Horizon2020 の中に日本と EU の共同研究プログラムを設立した。

Horizon2020 は EU の 7 年にわたる総額 770 億ユーロ近くの資金助成制度で、EU のこれまでの研究・技術開発枠組み計画の中で最大規模を誇る。この大規模な競争的資金を獲得するため、当研究所は、EU 側のデュイスブルグエッセン大学、ケント大学、コーニング社など 5 研究機関、日本側の大阪大学、同志社大学、電力中央研究所、日立製作所など 5 研究機関と連携の上、「新世代ネットワーク実現に向けた欧州との連携による共同研究開発及び実証」の研究テーマ企画・応募し、採択された。本研究は比較的狭いエリアに多数のユーザーが混在する高密度ユーザー環境下で、各種の通信を分散することにより、全体の通信容量を向上させる基礎技術を確認するものであり、将来的に通信基地局と複数の分散されたアンテナ局との通信を行う技術を開発するものであり、空港ターミナルや航空機内の通信などへの応用が考えられる。

Horizon2020 の応募に際しては、FP7 への応募から続けて 3 回目の挑戦であった。応募には EU 内で 3 か国以上の参画が必須であり、2011 年より主要な大学や研究機関と応募について検討を行って来た。これらの過程で研究テーマの洗練化作業を行い、共同研究のシナジー効果が発揮できるパートナー選定や魅力ある提案書の作成など、Web 会議等を活用して綿密に連携を行った。これにより、予算規模の大きい国際的な競争的資金の獲得に至った。これは、当研究所が構築してきた研究連携の成果が顕れたものである。



○国内研究機関との連携

連携大学院制度の活用、公募型研究制度による航空分野の研究に対する新たな大学の参加促進、並びに、研究面及び教育面での連携強化等に努めた。以下で述べるように、従前からの共同研究協定等に基づく研究連携を発展させた。

更に、公募型研究制度に係る評価委員に防衛省航空装備研究所の研究官の就任が実現するなど、これまでに培った航空技術に関する国内航空関係機関との連携強化が、より広く効果を発揮してきている。

防衛省技術研究本部所管の研究機関が行う新規重点研究課題の評価委員会への研究企画統括の参画、航空装備研究所との研究交流に関わる討議などを通して、通信や監視技術等の基盤研究の分野を中心に今後の研究連携の下地を形成した。

防衛省技術研究本部の外部研究評価委員に理事長が就任し、同本部所管の研究機関が実施するプロジェクト研究課題の事前、中間評価等を担当している。理事長はこれまで3年間にわたり外部評価委員をつとめ、本年度からは一つのプロジェクト研究の評価委員長に就任した。

○アジア地域における研究機関等の連携

限りある人的資源の中で、効率的に研究開発を実施すると同時に、研究開発の機能の充実と高質化を図りつつ、成果の社会還元を円滑に進めるため、国内は元より、国を問わず連携を試みた。特に、アジア地域における ATM/CNS に関する中核的研究機関の実現のため、アジア地域において共同研究の拡大を図った。

タイ国との間では、電離圏全電子数に関する研究を行っているモンクット王工科大学 (KMITL) と新たに共同研究契約を締結し、タイ・バンコクにおいて電離圏遅延量勾配の観測を開始した。平成 23 年 10～11 月に発生した、タイ大洪水に伴う停電による中断はあったものの、KMITL と緊密に連携をとり順調に観測・データ収集が行われ、当研究所が主催した国際ワークショップにおけるタイからの発表 2 件につながった。これにより、当研究所が主導して進めるアジア太平洋地域における電離圏データ収集・共有に対してタイ国側の積極的な関与とその推進への寄与が期待される。

ベトナム国立大学との間では、共同研究による具体的な研究成果が出始めた。現地開催された学会など機会を捉えて研究の進め方の詳細調整をし、新しいアンテナ設計手法について理論検討を共同で進め、欧州マイクロ波連合 EuMA (European Microwave Association) が開催する国際学会 EuCAP と IEEE の国際学会 ATC2013 (Advanced Technologies for Communications) にも共著論文をまとめた。双方の知見を組み合わせることで実用性の高いアンテナ設計手法となり、今後の試作の可能性を探るためにメーカーとの調整も始まろうとしている。

加えて、アジア地域に限らず、ニース・ソフィアアンティポリス大学 (仏国) との共同研究「Etudes de radars en bande W (W 帯レーダに関する研究)」に基づきミリ波センサーを用

いた空港面における落下物探索技術に関する研究を進めるため、平成 23 年度は研究員 1 名が同大学へ 1 年間長期在外派遣され、同研究を行った。これにより両機関の関係が更に密となり、多くの成果を複数の論文誌や国際学会へ投稿し発表を行った。なお、当該研究員は、博士課程学生の学位論文公聴会審査員を務めるなど、当該大学の教育活動に対しても貢献した。他にも、オランダ航空宇宙研究所（NLR）、レディング大学との共同研究も継続して実施した。

このように、海外の研究機関等との連携を強化して、研究課題の拡大、研究開発能力の深化を奨励し効果的・効率的な研究開発の実施に努めた。

1-3-2 技術交流会

【対応する中長期計画】

関係機関との密接な連携と交流を円滑に推進するため、研究者・技術者との交流会等を中期目標期間中に 30 件以上実施する。

	23 年度	24 年度	25 年度	26 年度	27 年度	合計
技術交流会	8 件	6 件	6 件	6 件	6 件	32 件

中期計画で目標としていた 30 件を上回る 32 件の技術交流会を開催し、目標を達成した。

技術交流会は、研究機関、大学をはじめ、民間会社や行政機関との交流も深めるとともに研究員の不足する知見を補うためにも有意義な交流会となっている。

海外の研究機関では、米国航空宇宙局（NASA）との間で今後の研究連携への発展を見据えた討議などを行った他、仏国の研究機関 DSNA 及び韓国航空宇宙研究院（KARI）、当研究所の 3 者で行った航空管制システムの動向に係る研究交流会を行った。

また、海外の民間会社では、スイスの skyguide 社と空港 CDM の状況や GNSS 曲線進入の状況に係る研究交流会の他、イスラエルの IAI 社とは、UAS（無人航空機システム）のルール整備や有人機との空域共有、日本における飛行許可取得手続きの課題など討議を行った他、タイ国内における航空交通管制業務の提供などを行う AeroTHAI 社とは、タイの航空サービスプロバイダーが現在抱えている問題や取り組んでいるプロジェクトについて、当研究所の実施している研究の観点から討議を行った。

海外の研究機関等が来日する際には、当研究所の見学を含めた研究交流会を求める要望もあり、当研究所に関心を持ったフランスの航空局や研究機関、ドイツの Jeppesen AR などが来日した際に研究交流会を開催した。

海外からの見学や交流会の要望があるということは、当研究所が日本を含むアジアにおける航空交通管理システムに係る中核的研究機関として認識が進んでいることの顕れだと考えられる。



無人航空機システムの技術交流



エアロタイ社との交流会

1-3-3 外部人材活用

【対応する中長期計画】

研究所が専門としない分野の知見や技術を活用する研究開発にあたっては、客員研究員の招聘、任期付研究員の採用、人事交流等により、当該専門知識を有する外部人材を積極的に活用する。具体的には、任期付研究員、客員研究員を中期目標期間中に 30 名以上活用する。

	23 年度	24 年度	25 年度	26 年度	27 年度	合計
外部人材活用数	12	11	6	7	11	47

当研究所では、ポテンシャル及び研究開発性能を向上させるとともに、社会ニーズに迅速かつ的確に対応するため、国内外の研究機関や民間企業等から積極的に外部人材を受け入れている。とりわけ民間企業で活躍実績のある研究員は、当研究所では得難い知見を有しており、これを活用することは産・学・官連携強化の一環になっている。

本中期期間では外部人材活用として任期付研究員、客員研究員を中期目標期間中に 30 名以上活用することを目標として掲げていたが 47 名の任期付研究員、客員研究員を活用し目標を達成した。客員研究員については、主に大学、研究機関の専門家などを活用し成果を上げているところである。

活用の成果の一部を下記に紹介する。

「携帯電子機器に対する航空機上システムの耐電磁干渉性能に関する研究」において各航空会社から報告を受けた電磁干渉が疑わしい事象のうち他の事象が原因と思われる事象については、客員研究員の協力を得て追跡調査を行い、より質の高い統計資料、研究成果が得られており、まとめたレポートは航空局と航空会社で貴重な技術資料として利用されている。また、本調査に伴って得られた知見と経験は、当所研究員の技術レベルの向上にも寄与している。

名古屋大学から迎えた電離圏の電波・光学観測の専門家である客員研究員の助言により、インドネシアにおける GNSS 観測システムを円滑に構築し、加えて同国に設置されている名大電離圏レーダ・全天イメージャと組み合わせることで、電離圏遅延量勾配とプラズマバブルの関係及びレーダによる検出法の検討が可能となった。また、南西諸島における全天イメージャ観測と同イメージャ装置の移設先検討においても経験に基づいた貴重な助言を得ることができた。

民間企業より迎えた GNSS 受信機の専門家である客員研究員の指導により、受信機の内部機構まで踏み込んだ故障事例を基にして GAST-D のリスク検討を実施した。これにより具体的な故障リスクの抽出でき、GPS 受信機の故障モニター方式の開発指針が定まった。

○ 若手研究者の育成

当研究所は、限られた職員で多くの社会ニーズ、行政ニーズに応じるための研究を実施する必要があることから、国内外の研究機関や大学等と積極的に研究連携を進めることが必須である。一方、我が国には電子航法（ATM/CNS）関係の研究・教育を専ら行う大学等の教育機関は少ないことから、この研究を行う大学と専攻する学生を増やすための教育、広報が必要である。また、採用した任期付研究員には、自らの研究分野を当研究所で実施すべき研究と融合できるような指導を行うことにより、幅広く活躍できるような人材を育成している。

（１）任期付研究員の育成

当研究所では、任期付き研究員を育成するため、二人以上の指導者をつけて多様な視点から育成するなど、十分に責任を持って実施しており、学位を取得する等の成果もでていいる。例えば ATM パフォーマンス評価手法研究を行っている研究員に対しては、国際的に十分活躍できる人材としての能力を高めることに重点を置いて研究の指導を行った。その結果、効率の良い交通流管理手法を検討するために必要となる航空機燃料消費モデルの改良を行って燃料消費量推定精度の向上を達成し、その研究成果を国際学会（APISAT：アジア太平洋航空宇宙技術国際シンポジウム）で発表した。また、この研究員は、フローコリド一の基礎的研究において、交通流制御アルゴリズムを開発し、その成果を国際学会（AIAA：米国航空宇宙学会）で発表するとともに、日本航空宇宙学会欧文論文誌に投稿した。

（２）インターンシップの研究指導

当研究所では、電子航法等の研究に興味を抱く学生を増やすこと及び研究成果を社会全体に還元することを主な目的として大学院生等を対象にしたインターンシップ制度を導入している。中でも航空操縦学専修に所属する学生が、エアライン機の後方に生じる乱気流（後方乱気流）の生成、消滅に関する特性を調査するため当研究所で取得した観測データの解析を行い卒業論文の課題とするなど、これまでの枠組みを礎として、更に踏み込んだ活動に進展した。

（３）連携大学院制度の活用による育成

連携大学院等のシステムを有効活用し、東京大学と東京大学大学院において「航空技術・政策・産業特論」及び「航空宇宙学特別講義Ⅰ」を当研究所研究員が担当し、主に航空管制と航空通信・航法・監視技術に係わる講義を行った。また、東京大学出版会から書籍「現代航空論 技術から産業・政策まで」が 24 年 9 月に出版され、本書籍の航空管制システムに関する章を当研究所が担当した。

東京海洋大学とは平成 18 年度に連携大学院協定を締結し、3 名の研究員を客員教授、准教授として派遣している。「航法電子工学」という科目を開講し、衛星航法やレーダ及び航

空管制等について講義しており、若手研究員が教員資格審査を経て当該大学院の准教授に就任した。このことは、当該若手研究員の研究及び教育指導能力が大学から認められたことを意味しており、研究員の能力向上と共に研究所自体のポテンシャル向上を示す一例と考えている。またこれは、今後の研究員の長期的な育成や資質向上と共に他の大学との研究及び教育連携強化に大いに役立つと期待している。

また、派遣されている研究員が東京海洋大学教員としての個人活動評価を受け、5段階評価のA（最高）と大変高い評価を得た。

（４）海外研修生（留学生）の育成

フランス国立民間航空学院（ENAC）と当研究所とは航空関係の技術交流及び同校の学生研修（インターンシップ）を目的とする技術協力協定を締結しており、平成17年度から学生を受け入れている。

本中期目標期間中に、ストラスブールヨーロッパ工科大学（ECAM）、インドネシアのインドネシア航空宇宙庁（LAPAN）、韓国航空大学（KAU）と海外から広く研修生を受け入れた。それに加え、マンスフィールド財団が実施するフェローシッププログラムによる米国政府職員の研修生も受け入れた。

海外研修生の教育、育成はこれまでのENAC中心から、ECAM、LAPANなど、受け入れ大学の幅が広まった。これらのことは、当研究所で行う研修の評価が高く、その評判が広がりつつあることの証左である。

中でもLAPANからは、インドネシア科学技術省の若手研究者研修プログラムにより研修生を受け入れインドネシアにおける電離圏シンチレーションの特性解析の研究指導を行い、低緯度地域におけるシンチレーション発生傾向について新たな知見を得た。

当所研究員は、電子研での研修期間を終えた研修生に対しメールなどによる研究指導を継続し、当研究所における研修研究の成果をとりまとめ国際査読論文誌に投稿し採録された。

1-4 国際活動への参画

【対応する中長期計画】

航空に係わる多くの技術や運航方式等は、世界での共用性を考慮する必要があることから、各国の航空関係当局や研究機関及び企業等と積極的に技術交流及び連携を進め、国際的な研究開発への貢献に努める。特に、本中期目標期間においては ICAO（国際民間航空機関）、RTCA（米国航空無線技術協会）、EUROCAE（欧州民間航空用装置製造業者機構）等の基準策定機関における活動での国際貢献に努める。

具体的には、ICAO 等が主催する会議への積極的な参画により、国に対して必要な技術支援を行うとともに、基準策定機関による会議等での発表を中期目標期間中に 120 件以上行い、基準策定作業に貢献する。また、国際標準化によって我が国が不利益を被ることがないよう、我が国への影響及び適合性について技術的な検討を行うなど、他国の提案についても必要な対応を行う。

アジア太平洋地域の関係機関との技術交流や共同研究等による連携を強化し、双方にとって有益な成果の創出を目指す。また、アジア地域における中核機関を目指して国際交流・貢献を図るため、国際ワークショップを中期目標期間中に 2 回程度主催する。更に、アジア地域への技術セミナー等を中期目標期間中に 3 回程度実施する。

【評価軸】

評価軸及び各評価軸への対応を以下に示す。

- a) 国内外の大学、民間事業者、研究開発機関との連携・取組が十分であるか。
 - ・国内外の大学、ICAO、RTCA、EUROCAE 等国际基準団体、ボーイング等航空機メーカー、NASA 等研究開発機関と連携の取組は十分である。
- b) 国際・国内標準に対する貢献がなされているか。
 - ・国際機関（ICAO）及び国際技術標準化団体（WiMAX Forum 等）の国際標準の策定作業に大いに貢献した。
- c) アジア太平洋地域における航空交通システムの高度化に対する貢献がなされているか。
 - ・アジア地域における中核研究機関として国際ワークショップを開催し、ATM 等の研究分野の裾野の拡大に貢献した。
 - ・韓国、ベトナム、シンガポールへ直接赴き、当研究所の技術セミナーを開催する等、アジア地域への技術セミナーを積極的に実施し貢献した。

1-4-1 基準策定機関の会議等での発表

【対応する中長期計画】

ICAO 等が主催する会議への積極的な参画により、国に対して必要な技術支援を行うとともに、基準策定機関による会議等での発表を中期目標期間中に 120 件以上行い、基準策定作業に貢献する。また、国際標準化によって我が国が不利益を被ることがないように、我が国への影響及び適合性について技術的な検討を行うなど、他国の提案についても必要な対応を行う。

発表状況は下記のとおりである。

	23 年度	24 年度	25 年度	26 年度	27 年度	合計
発表数	33 件	36 件	30 件	39 件	38 件	176 件

年度計画では基準策定機関当が主催する会議の発表は、毎年 24 件以上と掲げており、目標を達成した。

(1) アジアの中核的研究機関

○Mini Global Demonstration (MGD)

安全で効率的な航空機運用のためには、到着予定空港の状況、そこに至るまでの飛行経路の天候等について、航空会社の運航支援部門、管制官、パイロットが情報を共有する必要がある。特に、事故や悪天候等による突発的な運用変更等については、めまぐるしく変化する状況に対し情報を即時に共有し、各方面が連携して飛行中の航空機を相互に支援する必要がある。



しかし、旧来の通信方式を利用している国もあり、国間の円滑な情報共有が困難な状況であることから、Mini Global Demonstration (MGD) は、各国の航空関連情報システムの情報共有の効果を確かめ、各国が円滑に情報交換できるような「情報管理方式 SWIM (System Wide Information Managements)」の構築や、その情報書式などの標準化を進めている。

MGD はアメリカ、ヨーロッパ及びアジア太平洋地域を含めた実証実験であり、当研究所がアジア太平洋地域（豪州、シンガポール、韓国、タイ）の実証実験に使用する詳細な仕様をまとめ、米国 FAA や ICAO と共にデモシステムの開発を進めている。

担当研究員は、平成 27 年 3 月に台北市で開催された、アジア初となる本プロジェクトの国際ワークショップの共同委員長及びプログラム委員長として企画・開催に関わり、研究

者・技術者の研究開発の能力向上となる研究連携に貢献した。

（２）ATM セミナーでの招待講演

ATM セミナーは、米国連邦航空局(FAA)と欧州航空安全機関（EUROCONTROL）が主催する航空交通管理（ATM）の研究開発に関する代表的な国際会議である。この ATM セミナーに当研究所研究員が招待され「日本における ATM に関する研究開発」というテーマで、講演を行った。当セミナーの参加者は講演者と招待を受けた者に限られた専門性の高い会議であり、参加者は、米国航空宇宙庁(NASA)、マサチューセッツ工科大学（MIT）、独国航空宇宙研究所（DLR）、フランス国立民間航空学院（ENAC）、蘭国航空宇宙研究所（NLR）などの有力な研究機関及び大学の研究者が集まる。この ATM セミナーでの招待講演は、日本を含むアジア諸国として始めてであり、我が国の ATM の研究開発の現状をアピールすることにより当研究所の知名度向上、人脈づくりに大きく貢献した。



ATM セミナーでの講演風景

（３）ICAO 等の基準策定機関における活動

当研究所が電離圏脅威モデル構築のために開発した「GBAS CATⅢシステム」は、電離圏擾乱の最も激しい地域（石垣空港）に設置している世界で唯一の実験システムである。その地域で実験・評価した研究成果を ICAO 国際標準案へ提出するにあたり、ICAO の航法システムパネル（NSP）会議を石垣島に誘致・開催し、実際に実験環境を視察していただくなど、GBAS CATⅢの国際標準案の取りまとめに大きく貢献した。また、通信パネル（CP）では、当研究所の研究員が空港面高速移動通信システム（AeroMACS）に関する国際標準案の構築とその評価実験を基に検証作業などの役割を担い、初期開発を終えた実験用プロトタイプを用い端末や基地局の動作及び通信状況の国際標準案の検証に必要な確認項目において、フィールド実験を実施し、その結果を含める共同報告書を他国の研究員と作成し国際標準案の策定に貢献した。さらに、ICAO 文書では、パイロットに提供する機上監視やそのあり方などの基本方針を定める「機上監視応用マニュアル（DOC 9994）」執筆チームに当研究員が参加し、原稿の 5 分の 1 を提供するなど国際標準の策定に大きく貢献した。



石垣で開催した ICAO 会議風景

1-4-2 国際ワークショップの実施

【対応する中長期計画】

アジア太平洋地域の関係機関との技術交流や共同研究等による連携を強化し、双方にとって有益な成果の創出を目指す。また、アジア地域における中核機関を目指して国際交流・貢献を図るため、国際ワークショップを中期目標期間中に2回程度主催する。

第三期中長期計画では、アジア地域における中核機関を目指して国際交流・貢献を図るため、国際ワークショップを中期目標期間中に2回程度主催することを数値目標としている。

第三期中期の第1回目の国際ワークショップは平成25年度、第2回目は平成27年度にそれぞれ開催し、数値目標の2回を達成した。また、後述のように、アジア太平洋地域における国際交流に大きな貢献するとともに、関連して開催された多数の交流イベントにより予想以上の大きな成果を上げている。

当研究所が主催した「電子航法研究所国際ワークショップ ATM/CNS」(ENRI International Workshop ATM/CNS) EIWAC は、EIWAC2013として平成25年2月19日から21日の3日間に日本科学未来館にて、またEIWAC2015として平成27年11月17日から19日の3日間に東京都墨田区の「KFC Hall&Rooms」にてそれぞれ開催された。

EIWAC は、当研究所の研究成果を通して世界の研究・開発機関との連携を深めるとともに、将来の航空交通管理(ATM)、通信・航法・監視(CNS)に関する世界の最新技術動向を広く関係者に紹介する国際ワークショップである。

EIWAC の講演プログラムを準備するために編成されたテクニカルプログラム委員会では、国内の研究者だけでなく、海外のATM/CNS 専門家にも参加していただき、基調講演から一般講演に至るまで魅力的なプログ



ICAO 航空技術局長による講演の風景



パネルセッションの風景

ラム構成をしていただいた。EIWAC2013 ではフランスと韓国、EIWAC2015 ではフランス、ベトナム、米国からそれぞれ委員が参加した。

EIWAC2013 の基調講演者には、ICAO の航空技術局長、FAA アジア地域局長、フランス管制当局 SESAR プログラム局長、太平洋アジア地区の航空会社連盟技術部長の講演が行われた。また、EIWAC2015 では、欧州航空管制機関 EUROCONTROL の ATM 局長、米国 FAA 本部の将来計画 NextGEN の責任者、欧州の将来計画 SESAR Joint Undertaking の事務局長、さらに、航空無線システムの国際標準化団体 EUOCAE の事務総長、NASA の国際連携責任者など、多くの著名人の講演が行われた。ほとんどすべての基調講演者は自費参加で有り、EIWAC がこの地域で果たす役割への期待の大きさがうかがわれる。なかでも ICAO 航空技術局長が講演目的で来日するのは初めてであり、EIWAC は国際的に認められた研究者の集会となった。また、MRJ プロジェクトからも基調講演をいただき、MRJ の現状を世界の関係者に直接紹介する機会にもなった。

EIWAC2013 では、特別に、パネルセッションとチュートリアルセッションを企画した。パネルセッションでは、パネリストにフランス管制当局 SESAR プログラム局長、米国 NASA エイムズ研究所の ATM 研究者、東京大学大学院教授及び国際航空運送協会のアジア地区安全担当部長を迎え、当研究員が進行役を努め、「将来 ATM は集中型、分散型、それともベストミックス型？」という問題提起を行い、聴衆も参加する形で議論を行った。また、チュートリアルセッションでは、将来の ATM 研究の基礎となる数学的な考え方について、フランス民間航空大学院 ENAC から専門家である教授を招き、国内外の研究者の参加を得て活発な教室となった。このチュートリアルセッションは大きな効果があり、EIWAC2015 では、この場で議論された数学的方法が活用された発表も一般講演に見られた。

EIWAC2015 では、アジア太平洋地域に寄与する研究集会をめざし、「アジアの研究者の交流セッション」と題して、特別講演を企画した。タイ、韓国、中国、日本から各国の代表的な研究機関の研究者が最近の研究活動を相互に紹介した。また、特別講演では、シンガポールに新たに設立された ATM 専門の研究機関である ATMRI の副所長から研究所や研究状況の紹介を企画するとともに、研究所トップ交流の機会を得た。

一般講演は、「将来の ATM」、「通信航法監視技術」、「全地球航法衛星システムと電離圏」などの 11 のテーマについて行われ、国外研究者によるアカデミックな講演や研究開発プロジェクト実施状況の報告があった。EIWAC2013 および 2015 における講演登録数を表に示す。国内外の大学等研究機関からの応募により一般講演が増加しつつあり、プロジェクト報告のみならず学術的な報告の質も向上している。特に、EIWAC2013 ではチュートリアル講演にて議論されたトラジェクトリ関連の研究については、EIWAC2015 にてシミュレーション結果など高度な研究成果の発表が 10 件を超えた。これは、EIWAC の開催がアジア太平洋地域におけるこの分野の研究の発展に寄与していることを示している。

EIWAC 参加規模の推移（前回と比較）

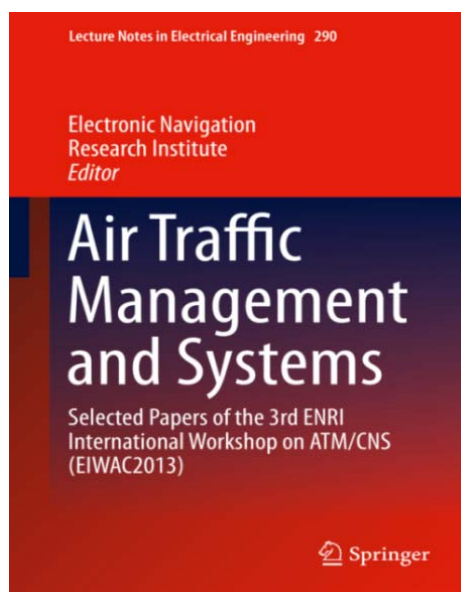
指標		EIWAC2013	EIWAC2015	備考
参加者数	初日 基調講演	238	259	
	2 日目一般講演	158	240	
	3 日目一般講演	143	245	
	のべ参加者数	539 (77)	744 (174)	合計（外国からの参加者）
発表	総発表登録数	55 (39/ 11 / 5)	79 (54 / 18 / 7)	合計（国外／国内／当研究所）
	一般講演登録数	46 (32 / 10 / 4)	69 (39 / 16 / 6)	基調講演以外の数（同上）
参加者国籍		10 カ国	17 カ国	2015 では中国やフランスの大学から学生が各 5 人以上参加

EIWAC2015 では、参加者が延べ 744 名（うち外国からは 17 ヶ国、174 名）を数えた。アジア地区からは、タイやインドネシアに加え、初めて中国から大学教員や学生等 8 名以上の参加があった。

基調講演に加えて上記の参加者や講演内容のデータは、EIWAC が国際講演会として定着したとともに、専門分野ではアジアの中核となる意見交換の場として成長しつつあることを示している。

このように、当研究所のアジア地域における中核的研究機関としての存在感が向上するとともに、ATM などの研究分野の裾野の拡大への貢献、当研究所を中心とした国際連携体制の大幅な発展は、今期 2 回の EIWAC 開催の最大の成果である。

また、EIWAC2013 に投稿された論文は専門家による査読を実施し、当日の発表内容と併せて特に評価が高いものを抽出し、国際的な学術出版会社である Springer 社から「EIWAC 講演論文集」として出版した。EIWAC2015 の論文についても、同様に出版を準備中である。



EIWAC 講演論文集

1-4-3 アジア地域への技術セミナー実施

【対応する中長期計画】

アジア地域への技術セミナー等を中期目標期間中に 3 回程度実施する。

第三期中長期計画では、国際ワークショップと同様にアジア地域における中核機関を目指して国際交流・貢献を図るため、アジア地域への技術セミナー等を中期目標期間中に 3 回程度実施することを数値目標としている。

（１）JICA セミナー

独立行政法人国際協力機構（JICA）より、航空交通管理に関する技術セミナーの依頼があり、平成 24 年度は、「航空管制分野における震災復興セミナー」として、仙台空港岩沼分室において当研究所の業務紹介や研究紹介を行った。

平成 25 年度は、カンボジア、ラオス、ベトナムの 3 カ国から集まった航空行政官庁の職員、管制官、管制技術官など、将来それぞれの国で人材を育成する教官 15 名に ATM 分野と GNSS 分野の講義を行った。



JICA セミナーの風景

平成 26 年度も同様な技術セミナーの依頼があり、「航空管制官及び管制技術官に対する次世代航空保安システムの訓練制度の整備」の一環として、監視通信技術の基本情報から国際動向、当研究所の監視通信分野の研究概要を幅広く講義を行った。

平成 26 年度は、新たなセミナーとして、ネパール国の「補給管理システム導入プロジェクト」に携わる現地エキスパート 6 名に対し、次世代監視システムに関する研究の講義を行った。当研究所の講義が好評であったことから、平成 27 年度も同国の監視システム等専門家に対して 10 月 6 日にセミナーを開催した。

（２）韓国セミナー

日韓両国の関係する産業界から CNS/ATM に関するセミナーの開催が望まれたことから、平成 23 年 11 月に韓国ソウル金浦空港内 ST コンベンションにおいて第 1 回日韓 CNS/ATM セミナーを共催した。

本セミナーにおいては、通信・航法・監視にわたる幅広い分野からの航空交通システムの将来構想に係るプレゼンテーションを日韓両国政府及び両国の産業界が行うと



日韓 CNS/ATM セミナー

もに、それぞれの国の研究開発機関によるプレゼンテーションが行われた。当研究所からは研究所の長期ビジョン及び最近の研究活動について紹介するとともに、GBAS 飛行実験結果の紹介等を行った。



平成 25 年 3 月、航空局航空交通国際業務室の主催による第 2 回日韓 CNS/ATM セミナーが、都内で開催された。当研究所は、このセミナー開催準備の段階から航空局を支援した。具体的には、当研究所の 2 名の研究者からわが国の ATM 関係及び GPS 着陸システムに係わる最新の研究成果を紹介するとともに、韓国からの技術者や研究者との討議を行った。また他の 2 名の研究者が、セミナー企画及び進行の支援を行うなど、航空交通国際業務室等との二人三脚でセミナーの準備及び進行を行った。セミナーには韓国側から 20 名を超える参加者があり、終始熱心な討議が行われるなど大成功であった。

第 2 回日韓 CNS/ATM セミナーの参加者

(3) 中国セミナー

平成 24 年 2 月に開催された日中両国航空当局間の意見交換会「日中将来航空交通システム調整グループ」に参加した中国航空局代表団の要請を受けて当研究所において研究紹介セミナーを開催した。

当該セミナーでは、当研究所から研究所の長期ビジョン及び最近の研究活動としてトラジェクトリに関する研究や空港面トラジェクトリの研究、洋上経路システム高度化の研究などを紹介し、併せて GBAS、SSR、トラジェクトリ評価ツール等の研究施設を紹介した。



中国航空局への研究紹介セミナー

(4) ENRI セミナー

平成 26 年度は、東南アジア地域における研究所のプレゼンス向上と交流の促進、ATM/CNS 研究の裾野の拡大に焦点を当て、平成 26 年 10 月 22 日と 27 日にマレーシア・マラッカ市とベトナム・ハノイ市において当研究所の研究を紹介する ENRI セミナーを開催した。



ICSANE における ENRI セミナー

マラッカ市におけるセミナーは、電子情報通信学会の宇宙・航行エレクトロニクス研究会 (SANE) とマレーシアのマルチメディア大学 (MMU) の主催による International Conference on Space, Aeronautical and Navigational Electronics (ICSANE) 2014 の中で開催し、当研究所の研究を紹介する「Special Tutorial Session on Air Traffic Control」と題したチュートリアルセッションを行った。講演後には質問が数多く出されると共に、研究会後にメールなどでいくつかの問い合わせがあり、これからの研究交流の発展が期待できるセミナーとなった。更に、この ENRI セミナーについては、電子情報通信学会の国際広報誌にて、「ICSANE2014 with Special Tutorial Session on Air Traffic Control」として紹介され、同学会通信ソサエティにおいて、分野横断的な生涯教育の成功事例として認知されることとなった。

ハノイ市におけるセミナーは、JICA 東メコン新 CNS/ATM プロジェクトの支援の下、ベトナム航空局 (CAAV) において「ENRI Seminar on ATM/CNS in Vietnam」を開催し、CAAV を含め、ベトナム航空交通管理株式会社 (VATM)、ベトナム航空 (VNA)、ベトナム空港株式会社 (ACV) 及び Institute of Geophysics 並びに Lecturer at School of Electrical Engineering、International University などから参加者があった。休憩時間などにも活発に意見交換などが行われるなど大いに盛り上がり、今後の技術交流に期待ができるセミナーであった。



ベトナム関係者との記念撮影

平成 27 年度は、シンガポール ATMRI において ENRI 技術セミナーを開催した。将来の ATM における正確かつ高度な航空機運用管理に重要となる情報共有や気象情報活用などを課題として講演した。また、ATMRI からも研究状況の紹介が有り、これをきっかけとして両研究所の間で共同研究の課題を持ち寄り、調整を始めるなど、両研究機関の交流を深める効果が見られた。

また、平成 27 年 11 月には、想定以上のアジアセミナーの開催をすることになった。当研究所が主催したものではないが、インドのムンバイにて開催されたインド空港職員協会総会のセミナーに招待を受けて当研究所職員が新方式の航空管制用監視システムについて講演した。同セミナーのプログラム委員会メンバーが当研究所職員の英文論文を読み、セミナーに招待講演として企画したものであった。アジアセミナーの開催は、当研究所が ATM/CNS 分野におけるアジアの中核研究機関となることを目指す活動として予想外に広がりを見せている。

1-4-4 海外研究機関との連携強化

海外研究機関との連携強化については、「韓国交通研究院との研究連携協定締結」など韓国研究機関との連携強化や、「タイ・モンクトク王工科大学ラカバン（KMITL）との共同研究協定」等タイ国大学との連携強化があげられる。

（１）韓国研究機関との連携強化

韓国航空宇宙研究院（KARI）に引き続き、韓国交通研究院（KOTI）との研究連携協定締結を結び、KOTI より研究者 2 人が来所し、空域安全性評価（航空機の衝突危険度推定）に関する研修を実施した。また、これを機会にパフォーマンス評価等にも交流を拡大することとなり、平成 23 年 11 月に「研究協力に関する覚書」（MOU）を締結した。

平成 24 年 6 月には韓国デジョン市において、KARI と共同で「KARI-ENRI Workshop on GNSS」ワークショップを開催した。本ワークショップでは、当研究所及び KARI だけでなく KARI 周辺にある KAIST（韓国科学技術院）、KASI（韓国天文宇宙科学研究院）、ETRI（韓国電子通信研究院）など複数の研究機関から多くの研究者が出席して盛大に行われた。



KOTI との MOU 調印式の風景

平成 24 年度に引き続き、平成 25 年 11 月に韓国 済州島において KARI と共同で

「KARI-ENRI Workshop on GNSS」ワークショップを開催した。近年、韓国は SBAS の開発を決定するなど GNSS 分野の研究開発が活性化しており、またソウル近郊においては GPS への干渉問題なども発生していることから両国の専門家に注目される会合となった。

その後、KARI の研究員が当研究所を適宜訪問し、平成 26 年度は GNSS 関連システムや無人機の試験に関する研究を相互に紹介するなど新たな相互協力の可能性を継続して探りつつある。また、当研究所が受け入れた客員研究員が仲立ちとなり、韓国航空大学（KAU: Korea Aerospace University）との MOU 締結に向けての活動が始まるなど、両国間の ATM/CNS 研究交流の核として当研究所が活動が続けている。

（２）タイ国大学との連携強化

当研究所では、磁気低緯度地域における衛星航法の高度利用を促進するため、基礎データとなる低緯度電離圏観測を行っており、より多くの低緯度電離圏擾乱現象データを収集するため、タイ・モンクトク王工科大学ラカバン(KMITL)と平成 23 年 3 月に共同研究協定を締結した。

共同研究協定に基づき、KMITL と緊密に連携をとり順調に観測・データ収集が行われている。また、本共同研究に対応する研究テーマを担当する KMITL の博士課程の学生 1 名が、当研究所研究員の研究指導によりバンコクにおける観測装置の運用と関連データの解析を行った。

1-5 研究開発成果の普及及び活用促進

【対応する中長期計画】

研究所の活動・成果について、研究所一般公開、研究発表会、研究所報告や広報誌等の印刷物等様々な手段を活用し、効率的かつ効果的に広報を展開する。また、国際会議、学会、シンポジウム等に積極的に参加し、講演、発表等を通じて研究開発成果の普及、活用に努めるとともに、研究業務を通じて得られた技術情報や研究開発の実施過程に関する様々な情報などを積極的に発信する。更に、研究所がこれまで技術開発してきた成果を社会に還元するため、講習の開催や技術マニュアルの作成等を通じて、行政当局や企業等への技術移転に積極的に取り組む。

具体的には、各研究開発課題について年 1 回以上、学会や専門誌等において発表する。また、研究所一般公開、研究発表会を年 1 回開催するとともに、講演会を中期目標期間中に 3 回程度開催する。研究所の理解と研究成果の広範な普及及びそれによる将来の技術交流等につなげるため、企業等で出前講座を開催する。また、中期目標期間中に 80 件程度の査読付論文の採択を目指す。

知的財産権による保護が必要な研究開発成果については、有用性、保有の必要性等について十分検討しつつ、必要な権利化を図る。また、登録された権利の活用を図るため、研究成果に関心を寄せる企業等へ積極的に技術紹介を行うとともに、広報誌、パンフレット、パテント展示等を活用して積極的に広報・普及を行う。

【評価軸】

評価軸及び各評価軸への対応を以下に示す。

- a) 社会(事業者、行政等)に向けて、研究・開発の成果や取組の科学技術的意義や社会経済的価値を分かりやすく説明し、社会から理解を得ていく取組を積極的に推進しているか。
 - ・レーダ情報処理システムの飛行データ公開、世界の航空管制機関が参加する CANSO 主催の展示会（World ATM Congress）への出展、未来を担う科学技術系の人材を育てるスーパー・サイエンス・ハイスクールの学生の受け入れなど積極的に推進した。
- b) 社会ニーズに対応した知の活用を促し、革新的技術シーズを事業化へつなぐ成果の橋渡しや成果の実用化など、成果の社会実装に至る取組が十分であるか。
 - ・当研究所の技術は、受動型二次監視レーダー（PSSR）や光ファイバ接続型受動監視システム（OCTPASS）等製品化されており、取組は十分であった。
- c) 知的財産権の取得・管理・活用は適切になされているか。
 - ・関連する企業へ積極的に研究成果をアピールするためマイクロウェーブ展へ出展する等、知財の普及に努めた。

1-5-1 各研究開発課題の発表

【対応する中長期計画】

各研究開発課題について年1回以上、学会や専門誌等において発表する。

第三期中長期計画では、研究業務を通じて得られた技術情報や研究開発の実施過程に関する様々な情報などを積極的に発信するため、各研究課題を年1回以上、学会や専門誌に等において発表することとしている。

平成23年度から平成27年度まで年1回以上の発表を実施し目標は達成しており、そのうち研究員が招待講演として発表したものは、平成23年度は5件、平成24年度は4件、平成25年度は8件、平成26年度は7件、平成27年度は34件であり、第三期中長期計画の目標を達成できた。

所外発表状況一覧

所外発表件名	23 年度	24 年度	25 年度	26 年度	27 年度	備 考
電子航法研究所報告	1	2	2	4	0	
要覧	1	1	1	1	1	
年報	1	1	1	1	1	
国際会議、国際学会等	91	104	102	121	124	ICAO、米国航法学会 等
国内学会講演会、研究会等	105	100	112	104	84	電子情報通信学会総合大会、 飛行機シンポジウム 等
学会論文誌	15	8	21	26	34	電子情報通信学会論文誌 等
学会誌	14	17	12	9	4	日本航空宇宙学会誌 等
協会誌	16	14	11	10	7	航空管制、航空無線 等
国土交通省報告	8	6	19	12	8	
その他(委員会資料)	37	19	31	31	19	航空振興財団 航法小委委員会 等
著書	5	2	3	3	1	
その他(上記に該当しないもの)	43	90	113	48	46	
合 計	337	364	428	370	329	

1-5-2 一般公開、研究発表会、講演会の開催

【対応する中長期計画】

研究所一般公開、研究発表会を年 1 回開催するとともに、講演会を中期目標期間中に 3 回程度開催する。

(1) 一般公開

研究所一般公開は、毎年 of 科学技術週間に合わせて、隣接する「海上技術安全研究所」及び「交通安全環境研究所」と合同で開催しており、平成 27 年度は 4 月 19 日にすでに開催し、第三期中長期計画に掲げた年 1 回の数値目標を達成している。

平成 23 年度の一般公開については、東日本大震災の影響による電力節約の影響のため当研究所敷地内で開催することはできなかったが、10 月 16 日に近隣で開催される「調布飛行場まつり」において一般の方々に広く当研究所の研究を紹介した。

研究所一般公開

年 度	開 催 日	来 場 者 数
平成 23 年度	10 月 16 日	—
平成 24 年度	4 月 22 日	3,279 名
平成 25 年度	4 月 21 日	2,615 名
平成 26 年度	4 月 20 日	4,462 名
平成 27 年度	4 月 19 日	5,649 名

○仙台空港「空の日」・岩沼市「理科大好きフェスティバル」への参加

当研究所の科学技術への貢献やその活動・成果について広く一般社会へ理解していただくために、「研究所一般公開」のイベントだけではなく他にも様々な活動を行っている。例えば、当研究所の岩沼分室の所在地である仙台空港の「空の日」イベントへの参加、岩沼市教育委員会が主催した「理科大好きフェスティバル」への参加を行っている。

○理系学生の受入

また、未来の科学技術系人材を育てることを狙いとした SSH（スーパー・サイエンス・ハイスクール）指定校学生の受入を積極的に行っており、群馬県立高崎高校、東京都立多摩科学技術高校などからの研修受け入れを行った。学生に対しては、洋上管制シミュレーターの体験や、電波無響室を使った電波強度の実験など体験学習を中心とした活動も行っている。研修後には、校長先生をはじめ、たくさんの生徒から御礼の手紙を頂くなど、当研究所の活動に対する高い評価を頂いた。

他にも東北大学工学部機械知能・航空工学科などの研修受け入れなども積極的に実施しており、今後も研究所として、継続した科学技術教育活動への貢献を図っていく。

○海外展示会「CANSO World ATM Congress」への参加

CANSO World ATM Congress は、スペイン・マドリードで開催され、地上と空との航空管制サービスの向上を目的とした、最新の航空交通の傾向や働きを知る機会となる世界的な会議と大規模な展示会であり、参加者は、航空管制官、航空協会、研修・研究機関、政府、軍、航空製造・サービス業など約 200 団体が参加出展しており、3 日間の開催で延約 7,000 名の来場者があった盛大な展示会である。当研究所は、本展示会に平成 25、26、27 年度と出展し研究の成果を紹介している。

平成 25 年度は、実用化を意識した開発システムとして紹介した「高カテゴリー GBAS(GAST-D)」に関して、欧州やドバイ空港、アルゼンチン、トルコ等が関心を示した。

平成 26 年度は、管制処理プロセス可視化ツールに関して、欧州、中東、東南アジアの訓練機関関係者や航空管制業務経験者等に開発状況の説明や意見交換を行った。また、リモート AFIS に関しては、今までのリモートタワーシステムに比べてローコストであるため、ノルウェー、スペイン、ブラジル、ロシアなどが興味を持った。

平成 27 年度は、15 分間のセミナー形式での研究紹介を実施した。セミナーの内容は当研究所の紹介、GBAS、SBAS、WAM に関する研究紹介や、航空局による CARATS の紹介、メーカーによる関連研究開発の紹介等、多岐にわたり多くの見学者が訪れ、積極的な質疑応答が行われた。展示会終了後には共同研究やテストの打診などがあったなど、当研究所のブースには、非常に大きな興味を持って多くの見学者が訪れていた。

○広報手段の充実（研究所紹介マンガ）

研究内容を紹介するリーフレットは、日本語・英語記載のデザインで作成し、研究発表会等の各種イベントにおいて展示し、研究成果を国内外に積極的に紹介するために活用しているが、第 21 回交通関係研究所分科会においてご指摘のあった「一般ユーザーへの理解、知っていただくことを勘案すべき」との意見を受け、平成 25 年度に小中学生から大人まで当研究所に興味を持っていただくための紹介マンガ「知れば知るほどおもしろナットク！電子航法研究所ってこういうところ」を制作した。「マンガは文章ではなく視覚情報のため非常に分かり易く、



電子航法研究所紹介マンガ

電子航法研究所に興味を持った」と好評であり、近隣の小中高校だけではなく全国 17 団体の航空少年団にも配布した。

（２）研究発表会

【対応する中長期計画】

研究発表会を年 1 回開催する

第三期中長期計画では、研究所の活動・成果を効率的かつ効果的に広報展開するために、当研究所と同一敷地にある海上技術安全研究所の講堂において年 1 回の研究発表会を開催しており、第三期中長期計画に掲げた年 1 回の数値目標を達成している。

研究発表会の開催状況

年 度	開催日	発表件数	来場者数（延べ人数）
平成 23 年度	6 月 16・17 日	21 件	391 名
平成 24 年度	6 月 7・8 日	22 件	378 名
平成 25 年度	6 月 6・7 日	22 件	350 名
平成 26 年度	6 月 5・6 日	22 件	395 名
平成 27 年度	6 月 4・5 日	22 件	393 名

研究発表会の来場者は、官公庁、航空関係メーカー等を始め、2 日間で延べ約 400 名と多くの方に聴講をいただき、大変好評を得ている。当日発表したプレゼンテーション資料は、ホームページに公開するなど、来場できなかった方々に対しても広く公表すると共に、論文等の研究成果は、研究発表会講演概要として刊行するなど広く一般に公表している。

本発表会は、平成 27 年度で 15 回目の開催であり、研究の活動や成果を効率的かつ効果的に広報する場と定着している。



発表会の様子



研究成果の展示の様子

（３）講演会

【対応する中長期計画】

講演会を中期目標期間中に３回程度開催する。

平成 23、25、26 年度、羽田空港第 1 旅客ターミナルビルにおいて講演会を実施した。

第三期中長期計画では、研究所の活動・成果を効率的かつ効果的に広報展開するため、当研究所の敷地で毎年開催されている研究発表会とは別に、航空関係者が多い羽田空港第 1 旅客ターミナルビルにおいて講演会を開催し研究成果を紹介している。

第三期中長期計画の数値目標として中期目標期間中に 3 回程度の講演会を実施することとしており、平成 23、25、26 年度に開催しており、中期目標期間中に掲げた 3 回程度の数値目標を達成している。

講演会の開催状況

年度	開催日	来場者数
平成 23 年度	11 月 21 日	199 名
平成 24 年度	—	—
平成 25 年度	11 月 18 日	129 名
平成 26 年度	11 月 27 日	177 名
平成 27 年度	—	—

平成 23 年度以前の講演会は、都心で開催されていたが、今中期は、研究成果のエンドユーザーである羽田空港第 1 旅客ターミナルビルで開催した。羽田空港での講演会では、羽田空港にも関連する研究であるマルチラテレーションや空港面交通流の特徴を紹介し、この講演会によって日本の 2 大航空会社がともに当研究所に興味をもち出前講座や研究交流会の依頼を受けた。

航空の現場で講演会を開催することにより、普段はなかなか研究に触れる機会のない現場の航空関係者（管制官や航空会社のパイロット、運航担当者等）が多数参加することができ、より積極的な研究所の研究成果の紹介・普及が図れることに加え、質疑応答において、今後の研究に活かせるような現場のニーズを直接把握できることも大変貴重なものとなっている。なお、アンケートにおいても「大変興味深い発表だった。来年も参加したい。」「技術の進捗が非常に速いので、運航者側として世界の先端の発表を聞くことにより、常に最近の情勢を得られることに感謝する。」など来場者からも高い評価を得ている。



羽田講演会の様子

1-5-3 出前講座

【対応する中長期計画】

研究所の理解と研究成果の広範な普及及びそれによる将来の技術交流等につなげるため、企業等で出前講座を開催する。

出前講座は、研究成果のエンドユーザーである行政機関、航空会社及び研究開発のパートナーとなる管制機器メーカー等に直接赴き、研究成果を紹介するとともにユーザーニーズを把握する貴重な機会と捉え企画・実施している。研究情報は、航空交通管理システムの将来動向にも関わるものであり、情報取得の貴重な機会として、エンドユーザーからも高い評価を頂いている。平成 27 年度は、航空大学校、航空保安大学校、日本航空へ出前講座を実施した。

出前講座開催状況

	23 年度	24 年度	25 年度	26 年度	27 年度	合 計
出前講座回数	8 件	8 件	6 件	3 件	3 件	28 件



中部国際空港出前講座の様子



航空大学校出前講座の様子

1-5-4 査読付論文

【対応する中長期計画】

中期目標期間中に 80 件程度の査読付論文の採択を目指す。

第三期中長期計画では、研究業務を通じて得られた技術情報や研究開発の実施過程に関する様々な情報などを積極的に発信するため、中期目標期間中に 80 件程度の査読付き論文の採択を数値目標で掲げている。平成 26 年度において数値目標は達成しているが、以降、件数だけでなく、質の高い論文誌に採択されることを目標として取り組んできた。

当研究所は、今中期期間における当研究員の学会発表及び学会活動において、学会から 20 件の表彰を受賞しており、また、論文発表のみならず、国際航空科学会議の McCarthy Award 審査委員や、米国電気電子学会 SWIM 国際ワークショップの共同委員長など、国際会議等で重責を担う役職を定例的に当研究所の研究員が担うようになってきている。これらは、当研究所が国際的な活動を活発に進めてきた成果の現れと言える。

査読付論文の採択状況

	23 年度	24 年度	25 年度	26 年度	27 年度	合 計
査読付論文数	44 件	50 件	60 件	59 件	61 件	274 件

○学会発表等における学会からの表彰

第三期中長期計画期間における当研究員の学会発表において、学会から表彰を受けた件数は 20 件である。平成 23 年度（1 件）、24 年度（1 件）、25 年度（7 件）、26 年度（2 件）、平成 27 年度（9 件）となっており、研究員の能力及び指導力の向上が認められる。

学会発表等における学会からの表彰の一覧

	学会名	表彰名	表彰された内容
1	電子情報通信学会	通信ソサエティ論文賞	SBAS 信号を使用する GBAS の開発について
2	IEEE ISADS(International Symposium on Autonomous Decentralized Systems)	Best Presentation Paper Award	Autonomous Decentralized Surveillance System and Continuous Target Tracking Technology for Air Traffic Control Applications (自律分散監視システムと航空管制における連続監視技術)
3	日本航空宇宙学会	技術賞(基礎技術部門)	中低磁気緯度の電離圏環境に対応した GBAS の開発

4	電気学会	論文奨励賞	空港面用航空機受動監視システムの高性能化
5	ヒューマンインタフェース学会	ヒューマンインタフェース学会論文賞	航空管制官の実践知分析を通じた管制処理プロセス可視化インタフェースの評価
6	Integrated Communications Navigation and Surveillance Conference (ICNS)	Best of Session B Award (セッション賞)	Signal Evaluation on Airport Surface in 5.1GHz Band
7	NPO 法人人間中心設計推進機構	HCD 研究発表会 2013 研究奨励賞	航空管制卓システムのユーザーインタフェースデザイン
8	電子情報通信学会通信ソサエティ	通信ソサエティマガジン 特別賞	小中学生への無線工学の普及に関する貢献
9	電子情報通信学会通信ソサエティ	通信ソサエティ功労顕彰状	ソサイエティ研究会の運営に関する貢献
10	Integrated Communications Navigation and Surveillance Conference (ICNS)	3 rd place professional paper (論文賞 3 位)	航空利用を想定した 2 パスモデルを用いるフェージングシミュレーターと WiMAX による VoIP 実験
11	電子情報通信学会	電子情報学会通信ソサイエティ 活動功労賞	通信ソサイエティにおける論文誌編集等に関する貢献
12	Integrated Communications Navigation and Surveillance Conference (ICNS)	Best Airport Surface Operations Paper	仙台空港における AeroMACS プロトタイプシステムの基本性能評価
13	International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA)	Best Paper Award	ISDB-T 信号遅延を利用した障害物および航空機の位置推定
14	日本航空宇宙学会	論文賞	Arrival Time Control during Continuous Descent and Its Application to Air Traffic Control
15	第 46 期航空宇宙学会年会講演会	若手優秀講演賞	確率的離散的かつ周期的パイロット操舵モデルの提案
16	電子情報通信学会	通信ソサイエティ活動功労賞	宇宙・航行エレクトロニクス研究会 (SANE) 副委員長としての貢献
17	日本航空宇宙学会	フェロー	日本航空宇宙学会への貢献

18	日本航空技術協会	奨励賞	様々な電子機器と航空機搭載機器との電磁両立性に関する研究の成果を元に航空機内における電子機器利用の利便性改善
19	International Conference on Space, Aeronautical and Navigation Electronics Conference 2015	Young Scientist Award	ヘリコプタ衝突防止用ミリ波レーダの研究開発
20	日本ナショナルインスツルメンツ Engineering Impact Award Japan 2015	最優秀賞	滑走路面異物監視用ミリ波レーダの研究開発事例

○国際学会等における発表及び寄与

学術的な国際会議の場では、研究員が多数の研究発表や、運営委員、査読委員等の役割を担い学術界の発展に寄与している。当研究所は、国際航空科学会議（ICAS: International Council of Aeronautical Sciences）などに参加し、活動している。ICAS は航空に関する科学技術の発展と国際交流の促進を目的として設立された世界で唯一の国際航空科学組織で、30 か国約 50 組織が加盟している。米 NIA やボーイング社、独 DLR、蘭 EADS 等の研究所及び会社と並び航空科学を支援している。学会活動において、論文発表のみならず、国際航空科学会議の McCarthy Award 審査委員や、米国電気電子学会 SWIM 国際ワークショップの共同委員長など、国際会議等で重責を担う役職を定例的に当研究所の研究員が担うようになってきている。主な国際会議等における役職は下記のとおりである。

国際学会における役員及び委員等の一覧

学会名	会議名	役職
国際航空科学会議(ICAS)	External Relations Sub-Committee (MERSC)	常任委員
	外渉委員会	委員
	プログラム委員会	委員
	McCarthy Award 審査委員会	審査員

米国電気電子学会(IEEE)	MWP2014 準備委員会	委員
	International Workshop on Service Assurance in System Wide Information Management	共同委員長 プログラム委員長
European Microwave Association	プログラム委員会	委員
米国電気電子学会(IEEE)	HASE2015 プログラム委員会	委員
ドイツ航法学会(DGON)	ESAVS プログラム委員会	委員
IFAC/IFIP/IFORS/IEA	13th IFAC/IFIP/IFORS/IEA Symposium on Analysis, Design, and Evaluation of Human-Machine Systems 国際組織委員会	委員
日本航空宇宙学会	ICAS 連絡委員会	委員
日本航空宇宙学会	APISAT2015 ATM OS 実行委員会	委員
測位航法学会	ISGNSS2015 組織委員会	委員
測位航法学会	ISGNSS2015 プログラム委員会	委員(2名)
電子情報通信学会	ICSANE2015 組織委員会	委員

国際学会における議長等の一覧

学会名	会議名	役職
日本・中国・韓国・オーストラリア航空宇宙学会連合体	The 2014 Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology	分科会座長
The International Federation of Operational Research Societies	The Conference of the International Federation of Operational Research Society 2014	分科会座長
マレーシア・日本電子情報通信学会	International Conference on Space, Aeronautical and Navigational Electronics 2014 (ICSANE-2014)	共同副議長
米国航法学会 ION	ION International Technical Meeting (ITM) 2015	分科会座長
IEEE International Symposium on Autonomous Decentralized System	International Workshop on Service Assurance in System Wide Information Management	分科会座長

米国電気電子学会(IEEE)	International Conference on Advanced Information Networking and Applications	分科会座長
	GCCE2015	分科会座長
	ISADS2017	分科会座長
	GCCE2015	分科会座長
日本・中国・韓国・オーストラリア航空宇宙学会連合体	APISAT2015	分科会座長 (2名)
ドイツ航法学会 DGON	ESAVS 2016	分科会座長
電子情報通信学会	ICSANE2015	分科会座長
測位航法学会	ISGNSS2015	分科会座長
アジア太平洋地域航空計画調整作業部会 (APANPIRG)	ISTF(電離圏データ収集・共有タスクフォース)	議長、議題リーダー
航法システムパネル(NSP)	高カテゴリサブグループ/GBAS ワーキンググループ(CSG/GWG)	IGWG 電離圏サブグループとのリエゾン

1-5-5 知的財産権

【対応する中長期計画】

知的財産権による保護が必要な研究開発成果については、有用性、保有の必要性等について十分検討しつつ、必要な権利化を図る。また、登録された権利の活用を図るため、研究成果に関心を寄せる企業等へ積極的に技術紹介を行うとともに、広報誌、パンフレット、パテント展示等を活用して積極的に広報・普及を行う。

当研究所では、知的財産の取り扱いに関する「職務発明等取扱規程」を定めており、特許権等の出願にあたっては、所内に設置している「発明審査会」において、出願の是非を審査する体制を確立し、また保有の必要性についても検討している。この「発明審査会」では、単に職務発明の認定だけではなく、特許の持分比率や費用の負担率、未実施特許等の費用負担の検討など、知的財産の維持管理についても幅広く審査している。

発明審査会開催回数及び新規登録件数の状況

	23 年度	24 年度	25 年度	26 年度	27 年度	合計
発明審査会	3 回	1 回	2 回	2 回	0 回	8 回
登録件数	12 件	0 件	0 件	2 件	2 件	16 件

これまでに研究発表会や出前講座などを利用した展示、広報活動を行ってきた。

当研究所の研究開発分野に関連する専門的な企業等へ積極的にアピールすべく、ミリ波関連の研究成果をマイクロウェーブ展への出展を行うなど、当研究所の知財の普及に努めた。

更に、研究成果の製品化を目的とした共同研究・開発の枠組みを継続し、積極的な知財の普及に取り組んだ。



マイクロウェーブ展出展の様子

当研究所が保有する知的財産が有償活用された件数は下記のとおりである。

活用件数	23 年度	24 年度	25 年度	26 年度	27 年度	合計
特許権	3 件	2 件	6 件	0 件	3 件	14 件
著作権	4 件	2 件	2 件	3 件	3 件	14 件

特筆事項としては、平成 23 年度に特許権「航空機等の進入コースの変動を防止する積層構造体」が活用され、成田国際空港の航空保安無線施設の運用に貢献することができた。

特許権「受動型 SSR 装置」は、空港周辺を飛行する航空機の位置が確認できることから航空機騒音測定の際の航空機の位置把握に活用されており、また、平成 25 年度には一般財団法人航空保安研究センターが提供する航空交通情報サービスへも活用された。

さらに、当研究所が開発した光ファイバ接続型受動監視システム (OCTPASS) は、当該システムの技術を日本無線(株)へ、GBAS-GAST-D の一部技術を日本電気(株)へそれぞれ許諾するなど製品化することによって、海外を含めて活用されるように務めるなど、研究成果を社会へ還元するための活用促進に取り組んだ。

また、国土交通省航空局は、衛星航法による精密進入である GBAS を整備することとし、平成 32 年度に運用に供する計画である。当研究所は、関西国際空港においてプロトタイプ装置によるフィールド評価や B787 による飛行実証を実施し、国際標準のカテゴリー I の安全要求を満たす設計技術を確立した。航空局は GBAS を空港内に整備するにあたり、積雪など環境条件を調査し、設置基準や運用手順を策定するため、平成 27 年度に撤去予定であ

ったプロトタイプ装置を新千歳空港内での航空局の調査に活用することとした。装置の移設に伴い当研究所は、これまでに得た基準受信機器のサイト位置の選定手法、運用技術、データ解析手法などの知見を航空局に技術移転した。さらに、航空局が整備する GBAS 装置の仕様策定を技術支援し、安全要求に必要な衛星や伝搬路で生じる異常の脅威モデルや、研究成果である電離圏異常検知モニタを脅威低減手法として提案した。プロトタイプ装置の空港移設に伴う技術移転に続く活動として、今後も装置の設計認証で必要となる安全検証技術の支援を予定しており、研究成果や研究開発過程で得た知見の実用装置への活用が期待される。

2. 業務運営の効率化に関する事項

2-1 組織運営

2-1-1 機動性、柔軟性の確保

【対応する中長期計画】

「社会・行政ニーズ」に迅速かつ的確に対応し、時機を逸することなく有益な研究成果を得られるよう、組織運営の機動性、柔軟性を確保し、必要に応じて随時組織体制を見直す。また、研究員が研究開発の中核業務に専念することで研究成果の水準を高められるよう、研究業務を支援する職員を適時的確に配置するなど、研究資源を最大限有効活用するよう努める。

【評価軸】

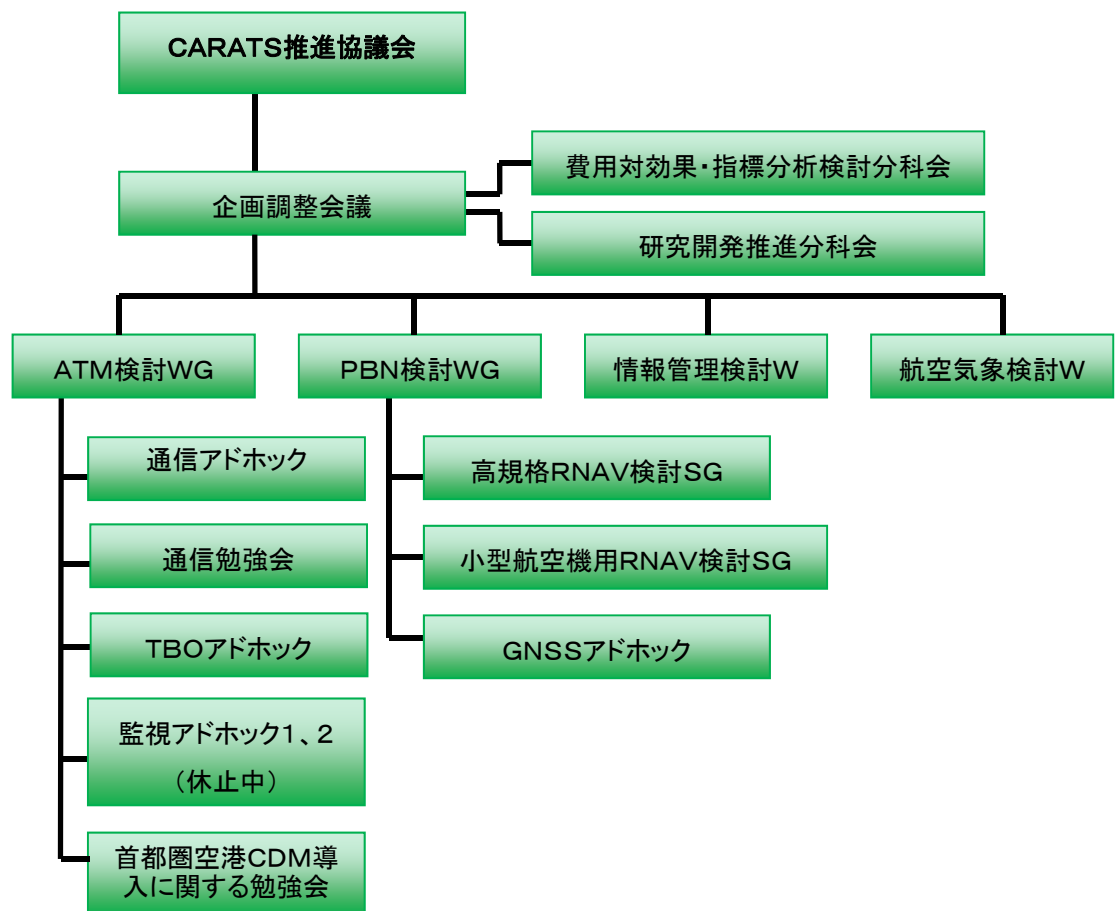
評価軸及び各評価軸への対応を以下に示す。

- a) 研究開発の体制・実施方策が妥当であるか。
 - ・理事長がリーダーシップのもと、必要に応じて組織体制の見直し等、適時的確な配置を行い、研究開発に取り組んでいる。

「社会・行政ニーズ」に迅速かつ的確に対応し、時機を逸することなく有益な研究成果を得られるよう、組織運営の機動性、柔軟性を確保した。また、研究資源を最大限有効活用するため、組織体制の見直しも行った。

行政（航空局）では、CARATS に基づき、将来の航空交通システムを計画的に構築するため平成 24 年度から新たに発足した「CARATS 研究開発推進分科会」において、当研究所の研究副領域長が当該分科会座長を務めるなど当研究所が中心的役割を果たし、技術的側面から支援することにより、行政上の要望、研究ニーズ、課題などの情報がタイムリーにもたされるようになった。

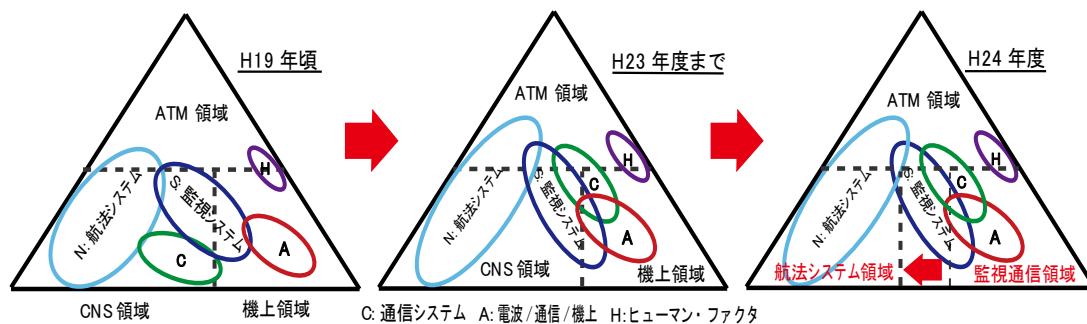
特に、CARATS の施策「全飛行フェーズでの衛星航法の実現」に対しては、産官学協調の理念のもと、研究者自らが航空会社等と調整して協力を得ることにより、ボーイング 787 実機を使用して、当研究所が開発設置した GBAS プロトタイプの進入着陸実験を実施した。本実験は成功し、航空局及び航空会社の多くの関係者から「GBAS がより実用化に近づいた」という感想をいただくなど、CARATS 施策の具体的な実証にも貢献した。その他の施策である「洋上管制間隔の短縮」においても、当研究員が検証した「洋上航空路における従来の管制間隔よりも短い間隔で飛行高度の変更を可能とする方式」の便益推定結果を元に燃料消費率の改善及び CO2 排出量の削減が期待できる新たな施策が追加されるなど、有益な研究成果が得られたことの証左である。



CARATS に係る検討体制図

また、組織体制については、平成 18 年度に研究部門を部制から領域制への改変に伴い、4 部から 3 領域へと移行し、研究テーマ毎の研究員構成を自由にでき、同じ専門性を有する複数の研究員が意見や情報の交換を頻繁に行い、容易に協力し合える体制を構築した。

その後、技術の進展、社会状況の変化に伴い、特に、通信・航法・監視領域と機上等技術領域との研究連携の増加に伴い、研究の実施における領域間の調整や事務手続きの煩雑さなど改善すべき問題も見えてきた。



研究領域の変遷

このため、理事長のリーダーシップの下、更なる機動性、柔軟性のある組織へと改変を図るため、平成 24 年度から通信・航法・監視領域を航法に特化した航法システム領域とし、通信と監視の研究員は機上等技術領域と統合して監視通信領域とする領域構成として再編した。

この領域再編により、時代に即した研究環境を整え、研究効率を更に向上することが出来た。

併せて、研究資源を最大限有効活用するために、研究員同士の部屋も近い配置にすることにより、実験機器の運用調整から人員や予算まで研究課題間の連携に関する調整や実施事務が大幅に効率化され、研究の更なる高度化も期待できる。

2-1-2 内部統制の充実・強化等

【対応する中長期計画】

理事長が戦略的にマネジメントを実施し、リーダーシップを発揮することにより、研究所がその任務を有効かつ効率的に果たすことが可能となる。このため、リスクマネジメントの活用及び情報セキュリティ対策を含めた内部統制のしくみを随時見直し、その充実・強化を図る。また、中期計画及び年度計画に定めた事項については実施計画と達成目標を具体的に定め、進捗状況や課題を定期的に把握しつつ、着実に業務を遂行する。

【評価軸】

評価軸及び各評価軸への対応を以下に示す。

- a) リーダーシップが発揮されているか。
 - ・理事長がリーダーシップを発揮し、戦略的なマネジメントを行った。
- b) コンプライアンス体制は整備されているか。
 - ・「コンプライアンスマニュアル」の配布、「コンプライアンス研修」の実施、研究不正防止に係る規程の策定等体制は整備されている。
- c) プロジェクトの実施状況、新たな技術動向等にも機動的に対応し、実施体制等の柔軟な見直しが図られているか。
 - ・計画線表を用いた進捗管理、進捗報告会議の開催等により柔軟な見直しを実施した。

前中期目標期間に策定した、役職員が遵守、心得るべき事項をまとめた「コンプライアンスマニュアル」を全職員に配布するなどして周知を徹底し、内部統制・コンプライアンス強化を継続的に実行している。

コンプライアンス強化の実効を確保するため、役職員全員にコンプライアンスセルフチェックを行うとともに、中長期計画に基づき法令等を遵守しつつ業務を効果的かつ効率的に進めるための「コンプライアンス研修」を全職員を対象として外部講師を招いて行った。

リスクマネジメントについては、リスク管理規程を作成し、リスク管理委員会において「リスクコントロールマトリクス」、「業務フロー」、「業務記述書」の策定について審議を行った。

また、理事長の戦略的マネジメントとして、内部監査規程に基づく内部監査の組織内での定着を図るため、監査担当職員の技量向上を目指し、外部講師を招いて「内部品質監査研修」を行うとともに、研究不正防止及び情報セキュリティなどの内部統制に係る関連規程の見直しを行った。

さらに、情報セキュリティ対策として、情報セキュリティポリシーに基づき、以下の取り組みを実施した。

- ①役職員向け「情報セキュリティ対策のしおり」の配布
- ②障害／事故等の発生に備えた訓練

- ③セルフチェックシートによる自己点検
- ④階層別情報セキュリティ研修（管理監督者用及び職員用）
- ⑤情報セキュリティ内部監査
- ⑥情報セキュリティ外部監査（セキュリティスキャン等）

当研究所の重要事項を審議する「幹部会」では、予算の使用計画や研究員の採用、業務方法書の策定など組織運営全般にわたる審議を行い、意思決定機構の充実を図った。引き続き、理事長のリーダーシップにより、当研究所で策定した「理念」のもと、効率的な運営を図っていく。

また、年度計画を確実に実施するとともに計画の進捗状況を逐次確認することにより、年度途中においても研究の進展及び社会情勢の変化に柔軟に対応することができるよう、「計画線表」を用いた進捗管理を定期的に行っている。この「計画線表」においては、年度計画に記載されている実施項目毎に管理責任者を割り当て、管理責任者が年度当初に具体的な活動内容及び活動時期を記入し、四半期毎に開催する「進捗報告会議」において進捗状況の確認を行った。会議において発生した課題は、A/I（アクションアイテム）として明確化し、実施期限を定めて、クローズするまで企画会議等で随時フォローアップするなど計画線表の充実化及び組織運営の効率化に繋がった。

同様に、年に 2 回実施している研究ヒアリングにおいても「計画線表」を活用した研究計画の進捗管理を行い、予算やエフォート等に適切に反映するなど、当研究所のガバナンスの強化に役立てた。

平成 24 年度は特に、研究ヒアリングの効率化を目指して「研究ヒアリングガイドライン」を作成し、研究者が作成する資料やヒアリング説明手順の画一化を図るなど、研究管理においても計画線表の充実化及び組織運営の効率化に繋がった。

この様に、中長期計画及び年度計画に定めた事項について、着実に業務を遂行した。

2-2 業務の効率化

【対応する中長期計画】

3. 業務運営の効率化に関する事項

(2) 業務の効率化

① 効率化目標の設定等

管理部門の簡素化、効率的な運営体制の確保、アウトソーシングの活用等により業務運営コストを削減し、一般管理費及び業務経費の効率化目標を次のとおり設定する。なお、一般管理費については、経費節減の余地がないか自己評価を厳格に行った上で、適切な見直しを行う。

a) 一般管理費の削減

一般管理費（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）について、中期目標期間中に見込まれる当該経費総額（初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。）を6%程度削減する。

b) 業務経費の削減

業務経費（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）について、中期目標期間中に見込まれる当該経費総額（初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。）を2%程度削減する。

② 契約の点検・見直し

契約については、「独立行政法人における調達等合理化の取組の推進について」（平成 27 年 5 月 25 日総務大臣決定）に基づき毎年度策定する「調達等合理化計画」による取組を着実に実施することにより、契約の適正化の推進及び業務運営の効率化を図る。

③ 保有資産の見直し

保有資産については、引き続き、資産の利用度のほか、本来業務に支障のない範囲での有効利用可能性の多寡等の観点に沿って、その保有の必要性について不断に見直しを行うとともに、見直し結果を踏まえて、研究所が保有し続ける必要がないものについては、支障のない限り、国への返納を行う。また、特許権については保有する目的を明確にした上で、登録・保有コストの削減に努める。

【評価軸】

評価軸及び各評価軸への対応を以下に示す。

a) 適切な業務の効率化がなされているか。

- ・役職員等によるスケジュール管理の取組の他清掃等の外部委託を行うなどして業務

の効率化を図った。

- b) 適切な調達合理化がなされているか。
 - ・入札情報の提供方法の拡充や調達に係る仕様書内容を具体的且つ詳細に明示することに努めた。
- c) 知的財産権の取得・管理・活用は適切になされているか
 - ・知的財産権の見直しを、維持費用の発生する節目等に行い、保有の意義、コストを勘案して権利を継続しない等適切に管理している。

2-2-1 効率化目標の設定等

【対応する中長期計画】

管理部門の簡素化、効率的な運営体制の確保、アウトソーシングの活用等により業務運営コストを縮減し、一般管理費及び業務経費の効率化目標を次のとおり設定する。なお、一般管理費については、経費節減の余地がないか自己評価を厳格に行った上で、適切な見直しを行う。

従前より取り組んでいる居室の空調機の節電や、廊下等共用部の照明の節電などの徹底やクールビズ適用期間の前倒し、一部の庁舎蛍光灯及び構内外灯の LED 化、窓ガラスへの断熱コーティングによる、省エネ及び CO2 削減対策を実施したほか、近隣研究機関との共同調達により経費を抑制した。

簡易入札（競争参加資格審査を受けずに見積書の提出による競争契約）を活用することにより、競争参加者を多く募り、競争性を発揮することにより経費の抑制を図った。

2-2-1-1 一般管理費の縮減

【対応する中長期計画】

一般管理費（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）について、中長期目標期間中に見込まれる当該経費総額（初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。）を6％程度縮減する。

従前より取り組んでいる居室の空調機の節電や、廊下等共用部の照明の節電などの徹底やクールビズ適用期間の前倒し、一部の庁舎蛍光灯及び構内外灯のLED化、窓ガラスへの断熱コーティングによる、省エネ及びCO2削減対策を実施したほか、近隣研究機関との共同調達により経費を抑制した。

簡易入札（競争参加資格審査を受けずに見積書の提出による競争契約）を活用することにより、競争参加者を多く募り、競争性を発揮することにより経費の抑制を図った。

2-2-1-2 業務経費の縮減

【対応する中長期計画】

業務経費（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）について、中期長期目標期間中に見込まれる当該経費総額（初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。）を2％程度縮減する。

第三期中期計画では、中長期目標期間中の業務経費（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）について、中長期目標期間中に見込まれる当該経費総額（初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。）を6％程度縮減することとしておりました。このことについては、6.7％縮減することができ、第三期中長期計画の目標を達成しました。

2-2-2 契約の点検・見直し

【対応する中長期計画】

契約については、「独立行政法人の契約状況の点検・見直しについて」（平成 21 年 11 月 17 日閣議決定）に基づく取り組みを着実に実施し、契約の適正化の推進及び業務運営の効率化を図る。また、研究開発に伴う調達に関しては、他の独立行政法人の事例等をも参考に、透明性が高く効果的な契約を行うように努める。

契約については、「独立行政法人における調達等合理化の取組の推進について」（平成 27 年 5 月 25 日総務大臣決定）に基づき毎年度策定する「調達等合理化計画」による取組を着実に実施することにより、契約の適正化の推進及び業務運営の効率化を図る。

調達合理化の取組の推進

「独立行政法人における調達等合理化の取組の推進について」（平成 27 年 5 月 25 日総務大臣決定）に基づき、国立研究開発法人電子航法研究所は、事務・事業の特性を踏まえ、PDCA サイクルにより、公正性・透明性を確保しつつ、自律的かつ継続的に調達等の合理化に取り組むため、「平成 27 年度国立研究開発法人電子航法研究所調達等合理化計画」を定め下記 1) ～ 3) の取り組みを実施した。

1) 共同調達の拡大

新たに電力調達について、海上技術安全研究所及び交通安全環境研究所（現：自動車技術総合機構）と共同調達を行った。

2) 契約手続きの見直し

・仕様書の内容の見直し

過去に 1 者応札案件となったものに重点を置き取り組んだ。仕様書を作成する際には、製品の諸元や業務内容等を詳細に記載し、「同等品」等の表記のみとせず必要とされる仕様について詳細に記載することに努めた

・公告期間の延長

予定価格 1 千万円以上の案件については、休日を除いて 15 日以上の公告期間を確保した。

・複数見積の徴取

入札案件については全て複数者への見積依頼を行った。

・情報提供の拡充

メールマガジン発行について、入札公告等の情報を契約種別の区分無く提供してきたが、事業者の希望に応じて契約種別毎に提供できるようにした。

・複数年契約の導入

落札業者の変更による機器の入替作業、設置・撤去費用分のコスト削減及び、調達手続きの効率化につながる庁舎警備契約について、海上技術安全研究所と複数年契約を実施することを決定した。

・公募競争等の適用応札可能な事業者が 1 者に限定されることが明らかである場合

は、公募競争契約等適切な契約方式を検討することとしていたが、該当する案件は無かった。

3) 調達に関するガバナンスの徹底

- ・ 随意契約に関する内部統制の確立

新たに競争性のない随意契約を締結することとなる案件については、事前に法人内に設置された契約審査会（委員長は理事）に報告し、点検を受けることとしていたが、該当する案件は無かった。

- ・ 不祥事の発生の未然防止・再発防止のための取組

平成 27 年 11 月に全職員に対しコンプライアンスセルフチェックを実施し、同年 12 月には全職員に対して外部講師によるコンプライアンス研修を実施した。

2-2-3 保有資産の見直し

【対応する中長期計画】

保有資産については、引き続き、資産の利用度のほか、本来業務に支障のない範囲での有効利用可能性の多寡等の観点に沿って、その保有の必要性について不断に見直しを行うとともに、見直し結果を踏まえて、研究所が保有し続ける必要がないものについては、支障のない限り、国への返納を行う。また、特許権については保有する目的を明確にした上で、登録・保有コストの削減に努める。

電子航法研究所は、航空交通の安全の確保とその円滑化を図るため、航空交通管理手法の開発や、航空機の通信・航法・監視を行う航空保安システムに係る研究開発等を行うために必要不可欠な実験施設等を保有している。具体的には、電子航法装置などの電波使用機器に対して測定を行う電波無響室などを保有している。また、航空機を誘導するための無線施設や航空機の位置を把握するためのレーダ等の整備・運用に際して実験用航空機を使用した検証が必要なことから、仙台空港に実験施設や実験用航空機を保有している。

特許権保有の見直しについては、維持費用の負担が生じる節目や事案発生の機会ごとに検討を行った。

登録された特許権の放棄を10件以上実施し、出願中の事案についても登録後の実施可能性を検討して共同出願人と協議を行い、権利化の断念を10件程度決定するなど、保有の意義や目的、コストを意識した運営を行った。

また、出願等に係る費用に際しては、当研究所は産業技術力強化法施行令にて規定される国立研究開発法人であることから、特許料等の減免制度を適切に活用し、コスト削減に努めた。

3. 予算（人件費の見積もりを含む。）収支計画及び資金計画

【対応する中長期計画】

（1）中期目標期間における財務計画

中期目標期間における財務計画は次のとおりとする。

- ① 予 算 別紙のとおり
- ② 収支計画 別紙のとおり
- ③ 資金計画 別紙のとおり

（2）自己収入の拡大

民間企業等における技術ニーズを把握し、研究や試験評価に関する提案を積極的に行い、受託研究の増加に努める。また、受託研究や共同研究及び競争的資金による研究開発の実施、知的財産権の活用推進、寄附金の受入等、運営費交付金以外の外部資金を積極的に獲得することにより、自己収入の拡大に努める。そのため、受託研究や外部資金受入型の共同研究及び競争的資金による研究開発を中期目標期間中に 100 件以上実施する。

4. 短期借入金の限度額

予見し難い事故等の事由に限り、資金不足となる場合における短期借入金の限度額は、300（百万円）とする。

5. 不用財産又は不用財産となることが見込まれる財産の処分に関する計画

特になし。

6. 重要な財産を譲渡し、又は担保に供する計画

特になし。

7. 余剰金の使途

- ① 研究費
- ② 施設・設備の整備
- ③ 国際交流事業の実施（招聘、セミナー、国際会議等の開催）

【評価軸】

評価軸及び各評価軸への対応を以下に示す。

- a) 民間企業等からの資金獲得の努力、実際の獲得状況、提供されたサービスの質等が十分であるか。
 - ・研究成果の普及・広報活動を精力的に展開して受託研究及び競争的資金の獲得を

行い、自己収入の獲得に努めた。

3-1 中期目標期間における財務計画

【対応する中長期計画】

中期目標期間における財務計画は次のとおりとする。

- ① 予算 別紙のとおり
- ② 収支計画 別紙のとおり
- ③ 資金計画 別紙のとおり

予算 (単位:百万円)	
区 分	金 額
収入	
運営費交付金	7,946
施設整備費補助金	547
受託等収入	841
計	9,335
支出	
業務経費	4,528
うち研究経費	4,528
施設整備費	547
受託等経費	713
一般管理費	218
人件費	3,329
計	9,335

収支計画 (単位:百万円)	
区 分	金 額
費用の部	10,166
経常費用	10,166
研究業務費	6,909
受託等業務費	713
一般管理費	1,152
減価償却費	1,392
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	10,166
運営費交付金収益	7,946
手数料収入	0
受託等収入	841
資産見返負債戻入	1,378
臨時利益	0
純利益	0
目的積立金取崩額	0
総利益	0

資金計画 (単位:百万円)	
区 分	金 額
資金支出	9,335
業務活動による支出	8,774
投資活動による支出	547
財務活動による支出	14
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	9,335
業務活動による収入	8,788
運営費交付金による収入	7,946
受託収入	826
その他の収入	15
投資活動による収入	547
施設整備費補助金による収入	547
財務活動による収入	0
繰越金	0

注) 当法人における退職手当については、その全額について、運営費交付金を財源とするものと想定している。

財務に係る中期目標期間中の実績は、次の（１）～（３）に示すとおりである。

（１）決算

（単位：百万円）

区 分	金 額					
	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	合計
収入						
運営費交付金	2,099	1,397	1,395	1,530	1,467	7,888
施設整備費補助金	138	103	50	22	61	374
受託等収入	60	51	103	128	148	490
その他収入	4	3	20	3	0	30
計	2,302	1,554	1,568	1,683	1,677	8,784
支出						
業務経費	591	790	1,329	819	931	4,460
うち研究経費	591	790	1,329	819	931	4,460
施設整備費	139	65	50	22	61	337
受託等経費	51	42	84	106	107	390
一般管理費	45	44	42	43	41	215
人件費	599	586	619	627	641	3,072
計	1,424	1,527	2,124	1,618	1,781	8,474

(2) 収支

(単位：百万円)

区 分	金 額					
	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	合計
費用の部	1,473	1,397	1,447	1,640	1,744	7,701
経常費用	1,454	1,377	1,446	1,639	1,744	7,660
研究業務費	934	938	910	994	1,097	4,873
受託等業務費	51	4	84	106	107	352
一般管理費	184	199	189	209	217	998
減価償却費	285	236	262	329	322	1,434
財務費用	0	0	0	0	0	0
臨時損失	19	20	1	1	1	42
収益の部	1,471	1,397	1,458	1,641	2,097	8,064
運営費交付金収益	1,076	1,125	1,085	1,221	1,303	5,810
手数料収入	0	0	0	0	0	0
施設費収益	34	2	0	0	25	61
受託等収入	64	39	136	131	148	518
資産見返負債戻入	279	211	237	289	285	1,301
臨時利益	19	20	1	1	335	376
純利益	-2	1	12	1	353	365
前中期目標期間繰越 積立金取崩額	2	0	0	0	0	2
総利益	0	1	12	1	353	367

(3) 資金

(単位：百万円)

区 分	金 額					
	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	合計
資金支出	2,060	1,529	2,185	1,591	1,766	9,131
業務活動による支出	1,369	1,151	1,142	1,311	1,421	6,394
投資活動による支出	309	371	1,035	271	336	2,322
財務活動による支出	7	7	8	9	9	40
次期中長期目標の期間 への繰越金	0	0	0	0	0	0
前中期期間の国庫返納金	375	0	0	0	0	375
資金収入	2,307	1,719	1,568	1,671	1,616	8,881
業務活動による収入	2,190	1,495	1,500	1,649	1,554	8,388
運営費交付金による収入	2,099	1,397	1,395	1,530	1,467	7,888
受託収入	87	29	98	104	76	394
その他の収入	4	69	7	15	11	106
投資活動による収入	117	223	68	22	61	491
施設整備費補助金による収入	117	223	68	22	61	491
財務活動による収入	0	0	0	0	0	0
繰越金	0	0	0	0	0	0

3-2 自己収入の拡大

【対応する中長期計画】

民間企業等における技術ニーズを把握し、研究や試験評価に関する提案を積極的に行い、受託研究の増加に努める。また、受託研究や共同研究及び競争的資金による研究開発の実施、知的財産権の活用推進、寄附金の受入等、運営費交付金以外の外部資金を積極的に獲得することにより、自己収入の拡大に努める。そのため、受託研究や外部資金受入型の共同研究及び競争的資金による研究開発を中期目標期間中に 100 件以上実施する。

中期目標期間中の自己収入件数状況は下記のとおりである。

年度	受託研究	外部資金受入 型共同研究	競争的資金 による研究開発	小 計
平成 23 年度	15(16)	2	5	22(23)
平成 24 年度	17(18)	1	5	23(24)
平成 25 年度	15(17)	0	9	24(26)
平成 26 年度	24(25)	0	13	37(38)
平成 27 年度	28(29)	0	17	45(46)
合計				151(157)

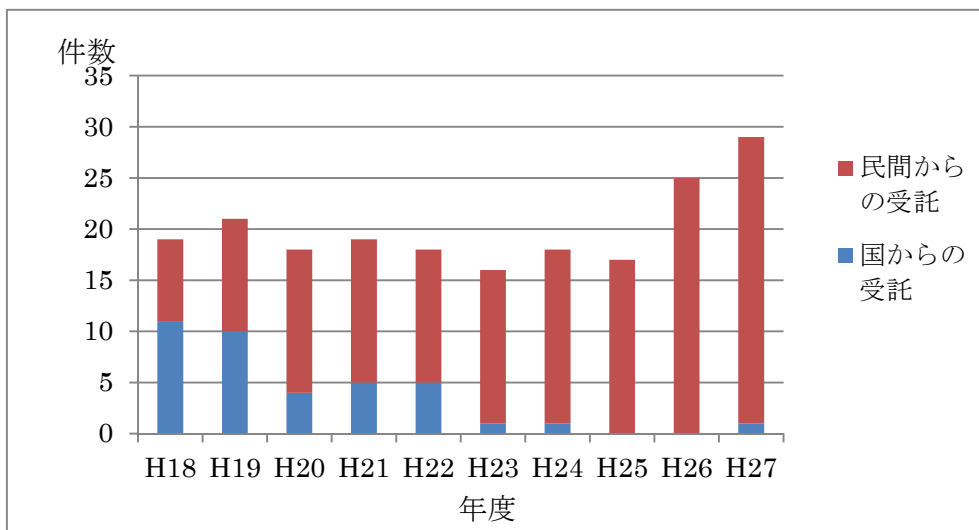
括弧内は、前年度からの継続を含めた件数

受託研究や外部資金受入型の共同研究及び競争的資金による研究開発の中期目標期間中の数値目標 100 件を達成した。

(1) 受託研究

前、第 2 期中期目標期間と比較し、国からの受託研究が激減する中、民間企業における技術ニーズを把握し、研究や試験評価に関する提案を積極的に行い、学術的に裏付けられた成果品の納入などサービスの拡充に努めた結果、大幅に民間からの受託を増やすことができた。

受託研究としては、国から民間へ構造変換が成功したと言える。今後も継続して民間からの受託獲得へ向けた活動を推進していく。



(2) 外部資金受入型の共同研究

従前までの共同研究については、役割に応じて費用を分担する方式を採用していたが、外部資金獲得に向けた粘り強い調整を行った結果、平成 23 年度から外部資金受入型共同研究を実現することができた。なお、受入件数及び金額ともに僅かであるものの、引き続き、当研究所との共同研究におけるメリットを広くアピールし、受入資金の増大を図ることとする。

(3) 競争的資金による研究開発

競争的資金については、低減する運営費交付金を補う、もしくは他機関の研究者と研究企画競争するというモチベーションの向上及び研究活動の活性化、研究能力の向上をもたすものとして積極的に応募する様に促している。

その効果として、実施件数も大幅に増加してきている。

また、当研究所では上の競争的資金とは異なり、外部資金は得ていないものの他の大学や研究機関との連携により研究成果の普及及び拡大を目的とした研究も実施している。

4. 短期借入金の限度額

【対応する中長期計画】

予見し難い事故等の事由に限り、資金不足となる場合における短期借入金の限度額は、300（百万円）とする。

今年度の短期借入金はない。今後とも引き続き適切な業務運営を行うことにより、短期借入金が発生しないと思われるが、万一予見し難い事故等が発生した場合においても中長期計画の限度額を超えることのない様に努める。

5. 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産の処分に関する計画

該当なし。

6. 重要な財産を譲渡し、又は担保に供する計画

該当なし。

7. 剰余金の使途

【対応する中長期計画】

- ① 研究費
- ② 施設・設備の整備
- ③ 国際交流事業の実施（招聘、セミナー、国際会議等の開催）

平成 27 年度は、第三期中長期目標期間の最後の事業年度であるため、翌中長期目標期間における業務の財源に充てるものを除いて、国庫に納付する。

8. その他主務省令に定める業務運営に関する事項

【対応する中長期計画】

(1) 施設及び設備に関する事項

中期目標期間中に以下の施設を整備する。また、既存施設の維持・補修、機能向上に努める。

施設・設備の内容	予定額 (百万円)	財 源
・研究開発の実施に必要な業務管理施設、実験設備の整備 ・その他管理施設の整備	5 4 7	一般会計 独立行政法人電子航法研究所 施設整備費補助金

(2) 施設・設備利用の効率化

業務の確実な遂行のため、研究所の施設・設備については、性能維持・向上等適切な処置を講じるとともに、効率的な利用に努める。特に老朽化している実験用航空機については、今後の研究業務に支障が生じないよう、維持管理も含め経済性・合理性を勘案し、更新を含めた適切な措置を講じる。

(3) 人事に関する事項

①方針

業務処理を工夫するとともに、業務内容及び業務量に応じて適正に人員を配置する。研究員の人事は、研究所が蓄積した技術と経験を若手研究員へ確実に継承し、高度な専門性を活かした研究開発を継続できるよう、「人材活用等に関する方針」に基づき戦略的に実施するとともに、人事交流や研修の実施等により、幅広い視野と見識を有する研究員の育成を推進する。

②人件費

給与水準については、国家公務員の給与水準も十分考慮し、手当を含め役職員給与の在り方について厳しく検証した上で、給与改定に当たっては、引き続き、国家公務員に準拠した給与規程の改正を行い、その適正化に取り組むとともに、その検証結果や取組状況を公表する。

特に事務・技術職員の給与水準については、平成21年度の対国家公務員指数が年齢勘案で103.6となっていることを踏まえ、平成27年度までにその指数を100.0以下に引き下げよう、給与水準を厳しく見直す。

総人件費^{※注}については、「簡素で効率的な政府を実現するための行政改革の推進に関する法律」(平成18年法律第47号)に基づく平成18年度から5年間で5%以上を基本とする削減等の人件費に係る取組を平成23年度においても引き続き着実に実施するとともに、政府における総人件費削減の取組を踏まえ、厳しく見直す。

ただし、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分及び以下に該当する者（「総人件費改革の取組の削減対象外となる任期付研究者」という。）に係る人件費については削減対象から除くこととする。

- ・ 競争的資金又は受託研究若しくは共同研究のための民間からの外部資金により雇用される任期付職員
- ・ 国からの委託費及び補助金により雇用される任期付研究者
- ・ 運営費交付金により雇用される任期付研究者のうち、若手研究者（平成17年度末において37歳以下の研究者をいう。）

※注）対象となる「人件費」の範囲は、常勤役員及び常勤職員に支給する報酬（給与）、賞与、その他の手当の合計額とし、退職手当、福利厚生費（法定福利費及び法定外福利費）、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分は除く。

（４）独立行政法人電子航法研究所法（平成11年法律第210号）第13条第1項に規定する積立金の使途

第2期中期目標期間中からの繰越積立金は、第2期中期目標期間以前に自己収入財源で取得し、第三期中期目標期間へ繰り越した有形固定資産の減価償却に要する費用等に充当する。

（５）その他

国土交通省所管の独立行政法人及び関連する研究機関の業務の在り方の検討については、今後の独立行政法人全体の見直しの議論等を通じ、適切に対応する。

【評価軸】

評価軸及び各評価軸への対応を以下に示す。

- 最先端の研究施設・設備の迅速な導入、研究支援者、技術者等の充実等、研究者の質の高い研究開発を行うための研究開発環境の整備・充実が図られているか。
 - ・ 東日本大震災で被災した研究施設の復旧を早急に実施した。
 - ・ 電波無響室の性能維持・機能向上を確保するための電波吸収体交換工事を実施するとともに、契約職員を採用して施設利用の支援にあたる等研究開発環境の整備・充実を図った。
 - ・ 実験用航空機において、最先端の機器を搭載することにより、研究開発環境の整備・充実を図った。
- 人材の獲得、配置、育成の戦略が適切に実施されているか。
 - ・ 任期付研究員を採用し、正職員として育成する等、適切な戦略を実施した。
- 研究者、技術者、研究開発マネジメント人材の育成、支援、キャリアパスの選択肢拡大等の取組が十分か。
 - ・ 「人材活用等に関する方針」、「キャリアガイドライン」、「研修指針」等制定し、取組

を十分行った。

- d) 給与水準は、国家公務員の給与水準を十分考慮したものとなっているか。
- ・給与水準そのものは国と同一の基準により定められており、適正に設定されている。

8-1 施設及び設備に関する事項

【対応する中長期計画】

(1) 施設及び設備に関する事項

中期目標期間中に以下の施設を整備する。また、既存施設の維持・補修、機能向上に努める。

施設・設備の内容	予定額 (百万円)	財 源
・研究開発の実施に必要な業務管理 施設、実験設備の整備 ・その他管理施設の整備	5 4 7	一般会計 独立行政法人電子航法研究所 施設整備費補助金

研究施設及び設備の整備を計画的に進め、長期間使用できるようにするため、環境（省エネ）に配慮し4号棟の改修工事、構内道路舗装改修工事及び研究棟の照明器具LED化に伴う付帯工事を実施した。

なお、質の高い研究開発を行うため、電子航法研究所電波無響室高度化改修工事を実施し、最先端の設備となる見込みである。

補正予算を活用し、東日本大震災により被災した岩沼分室庁舎等の復旧工事を実施し、岩沼分室及び航空機格納庫、実験用シェルタなどに加え、実験設備の一部及び測定用車両を復旧した。復旧にあたっては、迅速な整備を進めた。

8-2 施設・設備利用の効率化

【対応する中長期計画】

業務の確実な遂行のため、研究所の施設・設備については、性能維持・向上等適切な処置を講じるとともに、効率的な利用に努める。特に老朽化している実験用航空機については、今後の研究業務に支障が生じないように、維持管理も含め経済性・合理性を勘案し、更新を含めた適切な措置を講じる。

電波無響室ワーキンググループにより、各研究において使用する日程を調整し、業務の確実な遂行を図った。更に、電波無響室を使用していない期間に、受託研究を実施し、効率的な利用を実施した。

一方、実験用航空機については、東日本大震災の影響により被災したため、平成 25 年度に取得し、研究開発環境の充実に努めた。

8-2-1 東日本大震災による業務への影響及び対応状況について

平成 23 年 3 月 11 日に襲った東日本大震災は、仙台空港（岩沼分室）を実証試験の拠点としていた当研究所にも甚大な被害をもたらした。被害の状況は、岩沼分室の庁舎 1 階及び航空機格納庫が冠水し、実験用航空機・実験用車両・受電設備及び庁舎 1 階にあった実験用機器並びに仙台空港内に設置していた実験用シェルタ・GNSS 基準局設備及び計測器などの備品等が全損する被害を受けた。

研究については、14 の研究課題が影響を受けた。このうち 1 件は補正予算の執行により影響を回避できた。また、研究の順序を入れ替えたり実験規模を縮小するなどの計画変更を余儀なくされたものは 12 件あったが、研究への影響は最小限に食い止められている。残りの 1 件については、競争的資金により行っていた研究で、実験用航空機の被災により、平成 23 年度に予定していた航空機を使った実験を行うことができなくなったため、当該実験の時期を変更して研究を継続することを検討したが、結果的に競争的資金の提供時期と研究計画との整合がとれなかったため、研究自体を中止することとした。

このような東日本大震災による被災に対して、当研究所は被災者支援及び復旧・復興に関する研究は行っていないものの、当研究所の研究を行うためには岩沼分室等の復旧が急務であり、理事長のリーダーシップのもと、航空局との連携を密にしながら、仙台空港の復旧計画と協調しつつ一丸となって迅速な対応に当たった。その結果、国による平成 23 年度第 1 次補正予算及び第 3 次補正予算を受け、被災した岩沼分室、実験用航空機、GNSS 実験設備、測定用車両、電源キュービクル、航空機格納庫及び実験用シェルタなどを復旧した。

なお、岩沼分室の復旧に当たっては、震災被害の再発を最小限にするため、庁舎 1 階にあった執務室及び重要な研究設備を庁舎 2 階に配置するなどの減災対策を行った。



(a) 被災後の岩沼分室庁舎



(b) 現在の岩沼分室庁舎

岩沼分室庁舎の復旧状況



調達した実験用航空機

(ビーチクラフト B300 キングエアー350)



(a) 被災後の実験用シェルタ



(b) 現在の実験用シェルタ

実験用シェルタの復旧状況

8-3 人事に関する事項

8-3-1 方針

【対応する中長期計画】

①方針

業務処理を工夫するとともに、業務内容及び業務量に応じて適正に人員を配置する。研究員の人事は、研究所が蓄積した技術と経験を若手研究員へ確実に継承し、高度な専門性を活かした研究開発を継続できるよう、「人材活用等に関する方針」に基づき戦略的に実施するとともに、人事交流や研修の実施等により、幅広い視野と見識を有する研究員の育成を推進する。

我が国では航空交通管理システムの分野を研究している他の研究機関が、未発達であることから、当研究所独自に策定した「人材活用等に関する方針」に基づき、当面の間は内部での人材育成を行うこととした。そのため、平成 23 年度には「キャリアガイドライン」、平成 24 年度には「研修指針」を制定した。

幅広い視野と見識を有する研究員の育成を推進するため、各種研修を確実に実施した。具体的には、これから当研究所の中心的な役割を担っていく主任研究員等を対象にし、研究成果を適切に相手に伝えるための技術を学ぶ「プレゼンテーション研修」及び、グループリーダーとして研究計画を適切に立案し、確実に進捗させるための技術を学ぶ「プロジェクトマネジメント研修」、更に、法令等を遵守しつつ業務を効果的かつ効率的に実施するため必要な仕組みについて理解することを目的とした「内部統制研修」、「新規採用者研修」及び「障害者雇用に係わる研修」なども、役職及び職責に応じた研修カリキュラムを企画して開催した。

研究所が蓄積した技術と経験を若手研究員へ確実に継承し、高度な専門性を活かした研究開発を継続できるよう、研究領域にて戦略的に人材育成に取り組んだ。

航空交通管理領域では、平成 24 年度から英語によるプレゼンテーション・討議を継続的に実施した。その結果、若手研究員が英語による発表や討議に対して意欲的になり、国際的な会議・学会等での発表に対して自信を持って臨めるようになった。併せて所属する研究グループ以外の研究について理解を深めることができる機会にもなり、若手研究員の能力向上や視野拡大に大きく寄与している。こうした自発的な活動は、他の領域にも良い刺激を与え、広がりを見せている。

航法システム領域では GNSS 研究会を定期的を開催し各研究員相互の研究内容に理解を深めた。監視通信領域では、研究員企画によるソフトウェアに関する研修も行い、若手研究員のスキルのアップに努めた。

更に、研究企画統括が領域長及び若手研究員の意見聴取等を行い、研究員をそれまでの専門とは異なる研究へ転進させ、新たな指導体制により研究を進め、評価の高い学会での論文発表に成功するなど、業務内容及び業務量に応じて適正に人員を配置することにより、人材育成の成果が生まれた。

加えて、主幹クラス研究員に対し、自らの専門性に加えて航空交通全般を取り扱う国際会議等への派遣を通して、専門以外の分野に関するバランス感覚育成のための機会提供に努めた。具体的には、ICAO ANConf/12 に 3 名の研究員を派遣した。本会議は、航空局からの出席とサポートを依頼されて参画した会議ではあるが、ICAO が今後 10~20 年間に進むべき航空交通システムの世界共通の方向性を見出す会議であり、長期的視野に立っていることから今後の研究計画及び長期計画への反映が期待でき、今後の当研究所の発展の糧となる知見が蓄積された。

研究員の在外研究に関しては、フランス・ニース・ソフィアアンティポリ大学へ長期在外研究（約 1 年）を行うことを目的として 1 名を派遣した。派遣された研究員は、ミリ波レーダ用リフレクトアレイアンテナに関する研究及び日本では法令上行うことのできない広帯域 FM-CW 波を用いた 70GHz 帯ミリ波レーダの測定を行うなど、国内ではできない貴重な知見を得た。その成果については、留学先の研究チームとの共著で 1 編の論文及び 2 編の学会プロシーディングスにまとめられた。加えて、自らが主担当となって研究している UAV について、国際会議 UAS(Unmanned Aerial Systems)2012 へ参加するとともに、将来の共同研究を見据えた議論のため、ENAC (Ecole Nationale d'Aviation Civile: フランス民間航空学院) の UAV チームを訪問し、当該研究者自らの発案により共同研究を行うことについて企画するなど、積極的な活動を行った。

UAV に関する国際会議 UAS2012 では、ICAO や EUROCAE に関係する行政・軍関係者及び無人機メーカー関係者などとのチャンネルを得て、UAV のパイロットなど実際に運用経験を持つ専門家らと直接議論することができたのが大きな成果であった。また、UAV と有人機が同じ空域で混在飛行した実験例などの紹介では、海外における UAV の展開が想像以上に早く広がっていること、日本においても飛行に係る法整備を急ぐ必要があることなどの情報を得た。更に、この会議をきっかけとして当研究所と JAXA UAV チームとの間で定期的な情報交換が始まっている。

また、英国インペリアルカレッジ交通学研究センターへ長期在外研究（約 1 年）を行うことを目的として 1 名を派遣した。派遣された研究員は、将来の航空交通管理手法として考えられている TBO について、欧州で検討されている TBO の考え方とその評価シミュレーション研究の方向性に関して調査検討を行い、当研究所で予定している Full 4D TBO シミュレーション実施に向けたファストタイムシミュレーター構築の具体案をとりまとめた。

地上のトラジェクトリ管理と ASAS の連携に関する研究の実施米国サンフランシスコにあ

る NASA の AMES（エイムズ研究所）に研究員 1 名を派遣した。また、GNSS 受信機の内部処理アルゴリズムに関する研究を行うために、GNSS 受信機技術に関して優れた知見を有しているドイツ連邦軍大学ミュンヘン校に研究員 1 名を派遣した。

このように、海外研究機関における研究機会の提供等を通じて、研究者が国内ではなかなか得難い知見を得るなど、若手研究員の活性化を高め、将来国際的に活躍できるキャリアパスの選択肢拡大につながるよう育成に努めている。

8-3-2 人件費

【対応する中長期計画】

②人件費

給与水準については、国家公務員の給与水準も十分考慮し、手当を含め役職員給与の在り方について厳しく検証した上で、給与改定に当たっては、引き続き、国家公務員に準拠した給与規程の改正を行い、その適正化に取り組むとともに、その検証結果や取組状況を公表する。

特に事務・技術職員の給与水準については、平成21年度の対国家公務員指数が年齢勘案で103.6となっていることを踏まえ、平成27年度までにその指数を100.0以下に引き下げよう、給与水準を厳しく見直す。

総人件費※注）については、「簡素で効率的な政府を実現するための行政改革の推進に関する法律」（平成18年法律第47号）に基づく平成18年度から5年間で5%以上を基本とする削減等の人件費に係る取組を平成23年度においても引き続き着実に実施するとともに、政府における総人件費削減の取組を踏まえ、厳しく見直す。

ただし、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分及び以下に該当する者（「総人件費改革の取組の削減対象外となる任期付研究者」という。）に係る人件費については削減対象から除くこととする。

- ・競争的資金又は受託研究若しくは共同研究のための民間からの外部資金により雇用される任期付職員

- ・国からの委託費及び補助金により雇用される任期付研究者

- ・運営費交付金により雇用される任期付研究者のうち、若手研究者（平成17年度末において37歳以下の研究者をいう。）

※注）対象となる「人件費」の範囲は、常勤役員及び常勤職員に支給する報酬（給与）、賞与、その他の手当の合計額とし、退職手当、福利厚生費（法定福利費及び法定外福利費）、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分は除く。

当研究所は国家公務員と同一の給与体系を導入しており、併せて人事院勧告により示された「国家公務員の給与構造改革」と同様の措置を適用し、昇給幅の抑制を継続して実施している。また、一般職の職員の給与に関する法律（平成28年法律第1号）に基づく国家公務員の給与の見直しに準じて俸給・諸手当の改定を実施した。なお、理事長の報酬は府省事務次官の給与の範囲内としており、役員報酬及び給与水準はホームページにおいて公表している。

給与水準の適正化については、対国家公務員指数（以下「指数」という。）が研究職種及び事務・技術職ともに、100を超えている。

年 度	対国家公務員指数	
	研究職種	事務・技術職種
平成 23 年度	103.3	106.2
平成 24 年度	103.0	108.6
平成 25 年度	103.4	107.9
平成 26 年度	105.6	103.0
平成 27 年度	107.3	102.2

なお、国に比べて指数が高くなっている具体的な理由は、以下のとおりである。

研究職種については、当研究所は、研究開発業務に係る高度な専門的知識・能力を持つ者に対して、国に準拠した当研究所の給与規程に基づき管理職手当を支給している。当研究所は、職務の専門性から高い学歴の研究者が多く、国の研究職の大学院修了者に対し、当研究所研究職員は 10%程度多くなっており、それに応じて給与が高くなっていることも指数を上げる要因となっている。

事務・技術職種については、調査対象となる人員が少数であり、個々の給与額が全体の指数算出に与える影響が大きい。特に、扶養手当を受けている職員の割合が高く、指数を押し上げる要因となっている。

8-3-3 人件費の削減等

人件費については、国家公務員の給与構造改革に準拠した改定を実施し、削減目標を達成した。

人件費の実績額は下表のとおり。

人件費の実績額

年 度	人件費（円）	抑制率（％）	
		対平成 17 年度比	対平成 22 年度比
平成 23 年度	502,123,812	△18.1	△4.6
平成 24 年度	463,518,582	△24.4	△13.3
平成 25 年度	463,909,898	△24.4	△15.6
平成 26 年度	495,657,736	△19.2	△1.4
平成 27 年度	522,750,897	△14.8	△6.7

福利厚生経費については、国における取組みと同じであり、社会情勢を踏まえて適正に執行している。なお、レクリエーション経費については執行していない。

8-4 独立行政法人電子航法研究所法（平成 11 年法律第 210 号）第 13 条第 1 項に規定する積立金の使途

【対応する中長期計画】

第 2 期中期目標期間中からの繰越積立金は、第 2 期中期目標期間以前に自己収入財源で取得し、第三期中期目標期間へ繰り越した有形固定資産の減価償却に要する費用等に充当する。

前中期目標期間中からの繰越積立金は、前中期目標期間中の前払費用等に充当した。

8-5 その他

【対応する中長期計画】

国土交通省所管の独立行政法人及び関連する研究機関の業務の在り方の検討については、今後の独立行政法人全体の見直しの議論等を通じ、適切に対応する。

「独立行政法人に係る改革を推進するための国土交通省関係法律の整備に関する法律」が平成27年3月13日閣議決定されたことから、海上技術安全研究所及び港湾空港技術研究所と所要の準備を進め、平成28年4月より国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所が発足した。

以 上

■ 自 己 評 価 ■

中長期目標(中長期計画)	年度評価					中長期目標期間評価			項目別調書No.	備考欄
	H23 年度	H24 年度	H25 年度	H26 年度	H27 年度	見込 評価	期間実 績評価			
Ⅰ. 研究開発の成果の最大化その他の業務の質の向上に関する事項										
飛行中の運航高度化に関する研究開発	A	A	A	B		A		I-1		
空港付近の運航高度化に関する研究開発	A	A	A	A		B		I-2		
空地を結ぶ技術及び安全に関する研究開発	B	A	B	B		B		I-3		
研究開発の実施過程における措置	B	B	B	B		B		I-4		
基礎的な研究の実施による基盤技術の蓄積	B	B	B	B		B		I-5		
関係機関との連携強化	B	A	A	B		B		I-6		
国際活動への参画	A	A	B	A		A		I-7		
研究開発成果の普及及び活用促進	B	B	A	B		B		I-8		
大項目別評価定										

※重要度を「高」と設定している項目については各評語の横に「○」を付す。

難易度を「高」と設定している項目については各評語に下線を引く。

中長期目標（中長期計画）		年度評価					中長期目標期間評価		項目別調書No.	備考欄
		H23 年度	H24 年度	H25 年度	H26 年度	H27 年度	見込 評価	期間実 績評価		
Ⅱ. 業務運営の効率化に関する事項										
組織運営		B	B	B	B		B		Ⅱ-1	
業務の効率化		B	B	B	B		B		Ⅱ-2	
Ⅲ. 財務内容の改善に関する事項										
予算、収支計画及び資金計画		B	B	B	B		B		Ⅲ-1	
Ⅳ. その他の事項										
その他主務省令に定める業務運営に関する事項		B	B	B	B		B		Ⅳ-1	

1. 当事務及び事業に関する基本情報		
I-1	飛行中の運航高度化に関する研究開発（航空路の容量増大）の実施	
関連する政策・施策		当該事業実施に係る根拠（個別法条文など）
当該項目の重要度、難易度	（必要に応じて重要度及び難易度について記載）	関連する研究開発評価、政策評価・行政事業レビュー

2. 主要な経年データ												
主な参考指標情報			②主要なインプット情報(財務情報及び人員に関する情報)									
	基準値等	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度		23年度	24年度	25年度	26年度	27年度
	トラジェクトリ予測	飛行時間誤差 3%	－	－	2.4%	－		2,301,899	1,554,065	1,567,505	1,682,974	1,677,172
	ATM パフォーマンス	－	－	－	－	－		1,424,238	1,527,305	2,123,831	1,617,810	1,781,380
	飛行経路の効率向上	燃料削減 1000 ポンド 3 分時間短縮	－	－	DARP に より 1000 ポンド 5 分以上削 減	CDO 及 び DARP により 西行きについ ても 1000ポ ンド 3 分程度 削減	経常費用(千円)	1,454,596	1,376,861	1,445,642	1,639,075	1,743,605
							経常利益(千円)	1,452,600	1,377,063	1,457,962	1,640,056	1,761,794
							行政サービス実施コ スト(千円)	1,547,949	1,449,010	1,438,292	1,668,746	1,808,289
							従事人員数	64	65	63	63	66

3. 中長期目標、中長期計画、主な評価軸、業務実績等、中期目標期間評価に係る自己評価							
	中長期目標	中長期計画	主な評価軸（評価の視点）、指標等	法人の業務実績・自己評価		主務大臣による評価	
				主な業務実績等	自己評価	(見込評価)	(期間実績評価)
	全ての航空機の出発から到着までを一体的に管理し、時間管理を導入した4次元軌道に沿った航空交通管理を全飛行フェーズで行う運用(軌道ベース運用)へ移行することにより、運航者の希望を満たす飛行の実現、混雑空港及び混雑空域における航空交通容量の拡大、CO2排出量の削減等に対応することが可能となる。そのため、軌道ベース運用の実現に必要な軌道の予測手法、管理技術の開発等に取り組む。	本研究開発分野では、混雑する空域での航空交通容量拡大と運航の効率性向上及び消費燃料削減による環境保全への貢献などを目指して、「トラジェクトリ予測手法の開発」、「ATM のパフォーマンス」、「飛行経路の効率向上」等の研究課題に取り組む。これにより、軌道ベース運用の実現に必要な軌道の予測手法や管理技術の開発、航空交通流予測手法や気象情報を活用した軌道予測手法の高度化、航空交通管理の	＜評価軸＞ a) 成果・取組が国の方針や社会のニーズと適合しているか。 b) 成果・取組が社会的価値(安全・安心で心豊かな社会等)の創出に貢献するものであるか。 c) 成果・取組の科学的意義(独創性、革新性、先導性、発展性等)が十分に大きなものであるか。 d) 成果・取組が国際的な水準に照らして十分大きな意義があるものか。 e) 成果・取組が国際競争力の向上につながるもの	＜主要な業務実績＞ 各評価軸への対応を以下に示す。 a) 成果・取組が国の方針や社会のニーズと適合しているか。 ・「ATM のパフォーマンス」、「飛行経路の効率向上」の研究課題等、国土交通省航空局(以下、「航空局」)の施策である将来の航空システムに関する長期ビジョン CARATS に適合している。 b) 成果・取組が社会的価値(安全・安心で心豊かな社会等)の創出に貢献するものであるか。 ・「トラジェクトリ予測手法の開発」の研究課題のコンフリクトの検出等安全性の創出に貢献するものである。 c) 成果・取組の科学的意義(独創性、革新性、先導性、発展性等)が十分に大きなものである	＜評定と根拠＞ 評定:A 根拠: ・「トラジェクトリ予測手法の開発」では、一般的に用いられている国際的な欧州管制機関が作成した航空機性能モデル(BADA)ではなく、我が国の空域を飛行する航空機に適したデータベースをレーダーデータから推定作成することで、誤差を4.5%から2.4%へと遙かに改善した。 ・「ATM のパフォーマンス」では、BADA、管制情報処理システムのレーダー情報及び気象モデル情報も合わせて推定を行うことにより、各飛行状態における燃料消費量の推定が可能となり、ATM による CO ₂ 削減の施策の効果の評価が可能となる優れた成果が得られた。	評定	評定

軌道ベース運用を実現するためには、出発から到着までの航空交通流や管制処理容量に関する予測能力を高める必要がある。また、航空交通は気象の影響を強く受けることから、予測能力の向上には気象情報の高度な活用が必要である。このため、航空交通流予測手法や気象情報を活用した軌道予測手法の高度化等に取り組む。	パフォーマンス評価手法の開発等に貢献する。 具体的には、本中期目標期間中に以下を達成すべく取り組む。「トラジェクトリ予測手法の開発」の研究課題では、航空機が発してから到着するまでに通過するポイントの時刻と位置を算出する4次元軌道予測モデルを開発する。これにより、出発から到着までの飛行時間の誤差が3%以下となる軌道予測を実現する。 「ATM のパフォーマンス」の研究課題では、航空交通流のシミュレーションモデルを開発し、新たな管制運用方式の導入等による燃料消費量削減等の効果の、定量的な事前検証を実現する。 「飛行経路の効率向上」の研究課題では、洋上空域から滑走路まで、最も燃料効率の良い飛行経路を計算し、管制運用の模擬が可能なシミュレーターを開発する。これにより、管制運用における安全性を確保しつつ、運航効率を向上させることが可能な（例えば羽田への国際線の到着便で1000 ポンド程度の燃料削減及び3分程度の飛行時間短縮）飛行経路の設定を実現する。	のであるか。	か。 ・「ATM のパフォーマンス」の研究課題の燃料消費推定値は、航空機型式毎、飛行フェーズ毎に算出し高精度化するという手法で独創性があり科学的意義がある。 d)成果・取組が国際的な水準に照らして十分大きな意義があるものか。 ・「ATM のパフォーマンス」の研究課題の燃料消費の推定値の低誤差率は、国際的な水準に照らして十分意義がある。 e)成果・取組が国際競争力の向上につながるものであるか。 ・「飛行経路の効率向上」の研究課題で明らかとなった動的経路変更方式の便益は、国際競争力の向上に繋がる。 ・「トラジェクトリ予測手法の開発」の研究課題では、航空機が発してから到着するまでに通過するポイントの時刻と位置である軌道を正確に予測する技術である 4 次元軌道予測モデルを開発した。この手法は、航空機の機体モデル及び気象数値予報モデルを運航モデルに組み込むことにより、従来の予測手法と比較して、予測精度向上を目指す。その結果は、実際の飛行時間との誤差が、研究開始時の4.5%から目標の3%を下回る2.4%に低減させることができた。開発した軌道予測モデルは、他の航空交通シミュレーションツールや航空管制支援ツールにも活用可能である。 - TBO 概念の可否性を評価する技術の開発については、ツールとしてのファースタイムシミュレーション環境を構築し、羽田空港への到着交通流についてシミュレーションを行い、巡航区間の速度変更指示により到着機同士の安全間隔がほぼ確保できることを確認し、TBO コンセプトに対する技術的可能性を証明した。更により広範囲で複雑な空域における評価のため、運航シナリオ、ATM ルール、評価関数などを開発・整備している。これによ	また、ポイント・マージと呼ばれる到着機の処理方式の導入効果を推定し、ポイント・マージ方式の導入あるいは経路設計が飛行時間や燃料消費に与える影響を定量的に示すことが出来る特筆すべき成果を得た。 ・「飛行経路の効率向上」の研究課題では、洋上経路の便益を評価する航空管制運用のシミュレータを開発し、以下の成果を得た。①4 分程度の飛行時間短縮と 1,000 ポンド程度の燃料削減が期待できるNOPACから南方向へ分岐を可能とする制限緩和が平成25年3月から条件下で導入された。②トラック2からの分岐により3分程度の飛行時間短縮と 1,000 ポンド程度の燃料削減が見込まれる試行運用を開始した。③ASAS アプリケーションにより西行きで 500 ポンド、東行で 2,000 ポンド程度の燃料削減が見込まれることを示し CARATS に反映された。④東行の DARP の降下について、平均で燃料 640 ポンド、飛行時間 2.2 分が節約された場合があった、という環境負荷低減に大きく寄与する提案ができた。 - さらに①関西空港の CDO 拡大の可能性、②羽田空港の CDO 実現の可能性を示し、羽田への国際線の到着便で 1,000 ポンド程度の燃料削減及び 3 分程度の飛行時間短縮を見込んだ。 - アジア太平洋環境プログラム (ASPIRE) に関する日本の航空局を中心とする国内の検討会議に参加し、洋上管制シミュレータを用いて羽田～サンフランシスコ間路線の便益推定を実施した。推定の結果、効率化によって年間 10 万リットル (ドラム缶 600 本、CO2 排出量にして 300 トン) の燃料削減効果があることを検証した。この路線は ASPIRE 認証を受け、我が国のプレゼンス向上に貢献した。 - 国土交通省航空局からの要請を受けて、当研究所では管制間隔短縮による消費燃料及び排出ガスの削減量を試算するとともに、関連交通流についても同様の便益推定を行った。この路線は 2013 年 10 月より「ASPIRE Daily Route」として認定され、このことは特筆すべき優れた成果であると言える。 - 本研究は、洋上経路の最適化の例として、
--	---	---------------	---	--

				り、実装した場合の便益を評価した。 ・「ATM のパフォーマンス」の研究課題では、航空交通流のシミュレーションモデルを開発し、新たな管制運用方式の導入等による燃料消費量削減等の効果の定量的な事前検証が行えるようになった。 ・「飛行経路の効率向上」の研究課題では、上層風の状況や各航空機の性能を勘案した、空域、経路、運用方法などを客観的に設計評価することができる空域設計評価ツールを開発した。これにより、空域・経路や航跡データの一タの視覚化及び空域評価に関する解析が容易となり、これまで頭の中で描いていた空域設計の検討が、実際に視覚的且つ数值的に把握できるようになった。この結果、日米航空管制調整グループ会議 (IPACG) において米国連邦航空局 (FAA) から提示された北太平洋飛行ルート空域運用の改正案に対して、当研究所は安全及び効率性、日本の国益確保の観点から検証すると共に、それに対応した改善案を提案し、管制上の問題点も考慮した運航効率の高い経済的な洋上経路の関する成果をあげることができた。 具体的には、管制間隔短縮に伴う経路条件の条件緩和の提案、新しい技術として、DARP の効果と傾向の提示、新しい技術として上昇降下方式 (ODP) や機上監視上昇降下方式 (ITP) を実施した場合の便益推定などを行い、飛行時間短縮や燃料削減に寄与した。 更に、飛行中に経路を変更する DARP に関する東行き経路のシミュレーションを行った。同様のシミュレーションを西行きについても行っており、検討を重ねている。また、CDO による飛行時間短縮及び燃料削減の効果を航空会社のフルフライトシミュレータを用い評価した。CDO の実施時間の拡大においても、レーダーデータ及びフルフライトシミュレータを使い検討を行い、実施時間帯拡大のための要件を明確化した。これにより、目標としていた羽田着の西行き 1,000 ポンド (450 kg) 程度	ICAO の 2013 年 (平成 25 年) の Global Air Navigation Report にも記載されるなど、我が国の環境政策への積極的参加を示すことができ、目標以上の優れた成果を得ることができた。	
--	--	--	--	---	---	--

				の燃料削減及び3分程度の飛行時間短縮が可能な運航は、DARP 及び CDO 方式の採用と、本研究により提案された実施時間帯拡大のための要件を満たすことで十分実現可能であるとの成果を得た。 また CDO の運用拡大について現状での拡大及び、将来の航空機応用監視システム (ASAS) まで見据えた拡大までを検討した。			
4. その他参考情報							
(諸情勢の変化、評価対象法人に係る分析等、必要に応じて欄を設け記載)							

1. 当事務及び事業に関する基本情報				
I-2	空港付近の運航高度化に関する研究開発（混雑空港の処理容量拡大）の実施			
関連する政策・施策		当該事業実施に係る根拠（個別法条文など）		
当該項目の重要度、難易度	（必要に応じて重要度及び難易度について記載）	関連する研究開発評価、政策評価・行政事業レビュー		

2. 主要な経年データ												
主な参考指標情報		②主要なインプット情報（財務情報及び人員に関する情報）										
	基準値等	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度		23年度	24年度	25年度	26年度	27年度
GNSS 高カテゴリーー	安全性 $1-1 \times 10^{-9}$	ー	ー	ー	$1-1 \times 10^{-9}$ を磁気低緯度地域でも満足	ー	予算額(千円)					
空港 面トラジェクトリ 予測	ー	ー	ー	ー	ー	ー	決算額(千円)					
監視技術の高度化	2 倍以上監視頻度	ー	ー	ー	4 倍の 監視頻度	ー	経常費用(千円)					
GNSS 曲線進入方式	ー	ー	ー	ー	ー	ー	経常利益(千円)					
							行政サービス実施コスト(千円)					
							従事人員数					

注）予算額、決算額は支出額を記載。人件費については共通経費分を除き各業務に配賦した後の金額を記載

3. 中長期目標、中長期計画、主な評価軸、業務実績等、中期目標期間評価に係る自己評価及び主務大臣による評価						
中長期目標	中長期計画	主な評価軸（評価の視点）、指標等	法人の業務実績・自己評価		主務大臣による評価	
			主な業務実績等	自己評価	(見込評価)	(期間実績評価)
航空機の能力を最大限活用し、曲線進入や通過時刻の厳密な指定が可能となる高精度な航法等を円滑に導入するため、航空機に求められる運航上の性能要件を規定して実施する性能準拠型の運用に資する技術開発等に取組む。	本研究開発分野では、混雑空港の容量拡大及び処理能力向上、空港面における交通渋滞解消、定時性及び利便性向上などを目指して、「GNSS による高カテゴリー運航」、「空港面トラジェクトリ予測手法開発」、「監視技術の高度化」、「GNSS を利用した曲線経路による進入方式」等の研究課題に取り組む。これにより、衛星航法システムの高度化、航空	＜評価軸＞ a)成果・取組が国の方針や社会のニーズと適合しているか。 b)成果・取組が社会的価値(安全・安心で心豊かな社会等)の創出に貢献するものであるか。 c)成果・取組の科学的意義(独創性、革新性、先導性、発展性等)が十分に大きなものであるか。 d)成果・取組が国際的な水準に照らして十分大きな	＜主要な業務実績＞ 各評価軸への対応を以下に示す。 a)成果・取組が国の方針や社会のニーズと適合しているか。 ・「GNSS による高カテゴリー運航」の研究課題では、安全性評価の指針を示した文書の手順に準拠して安全性設計検証を行い開発した。地上側で電離圏異常を検出する電離圏空間勾配モニター等を中心に安全性に関わる異常検出モニターのアルゴリズム開発を進め、それらを実装して装置全体として GAST-D 地上装置の要件を満たすよう設計検証した。空港環境下での検証にあたっては、磁気低緯度地域に位置する新石垣空港に設置した。これにより、米国、仏、独で実施しているプロトタイプ検証とは電離圏環境が大きく異な	＜評定と根拠＞ 評定:A 根拠: ・「GNSS による高カテゴリー運航」の研究課題では、安全性評価の指針を示した文書の手順に準拠して安全性設計検証を行い開発した。地上側で電離圏異常を検出する電離圏空間勾配モニター等を中心に安全性に関わる異常検出モニターのアルゴリズム開発を進め、それらを実装して装置全体として GAST-D 地上装置の要件を満たすよう設計検証した。空港環境下での検証にあたっては、磁気低緯度地域に位置する新石垣空港に設置した。これにより、米国、仏、独で実施しているプロトタイプ検証とは電離圏環境が大きく異な	評定	評定

	航空機が常に正確な位置と時刻で飛行できるようにするため、衛星航法システムの高度化等に取り組む。 機体の飛行状況等を精密に監視するシステムの高度化、航空機に求められる運航上の性能要件を規定して実施する性能準拠型の運用に資する技術開発等に貢献する。 具体的には、本中期目標期間中に以下を達成すべく取り組む。「GNSSによる高カテゴリー運航」の研究課題では、高カテゴリー精密進入に要求される高い安全性（インテグリティ 1-1 × 10-9）を実証する GBAS を開発する。これにより、カテゴリーⅢ相当の気象条件下（視程 100m程度）における GNSS を使用した安全な着陸誘導を実現する。 「空港面トラジェクトリ予測手法開発」の研究課題では、空港面の交通流分析に基づき、航空機の空港面走行時間の予測モデルを開発する。これを活用して航空機の空港面走行スケジュールを工夫することにより、航空交通量の増大に伴う空港面の渋滞の抑制を実現する。 「監視技術の高度化」の研究課題では、広域マルチラレーションや SSR モード S など複数の監視システムを統合することにより、従来型の監視システム（SSR）の2倍以上の頻度	意義があるものか。 e)成果・取組が国際競争力の向上につながるものであるか。	由な飛行設定による夜間飛行の環境対策にも貢献するものである。 c)成果・取組の科学的意義(独創性、革新性、先導性、発展性等)が十分に大きなものであるか。 ・「GNSS による高カテゴリー運航」の研究課題は、世界で初めて磁気低緯度地域の電離圏環境下で GBAS の技術実証を行ったことは先導性があり科学的意義がある。 ・「監視技術の高度化」の研究課題では、WAM 実験装置を利用して評価試験を実施した結果、空港近傍の航空機に対して、現用の監視レーダより 2 倍以上の更新頻度が得られるとともに必要な監視覆域への拡張も達成し、先導性があり科学的意義がある。 d)成果・取組が国際的な水準に照らして十分大きな意義があるものか。 ・「GNSS による高カテゴリー運航」の研究課題の成果は ICAO の基準策定に貢献し、国際的な水準に照らして十分意義がある。 e)成果・取組が国際競争力の向上につながるものであるか。 ・「空港面トラジェクトリ予測手法開発」の研究課題は、航空交通量の増大に伴う空港面の渋滞の抑制を実現し、国際競争力の向上に繋がる。 ・「GNSS による高カテゴリー運航」の研究課題では、基本性能の評価を行い、測位精度に関しては、精度要件を十分満たしていることが確認された。また、GAST-D 導入後の実運用の際に必要な滑走路上の電界強度を検査する一つの手法として有効であることが分かった。次に、安全性評価として電離圏空間勾配モニターの再検証を実施し、当初は想定していなかった	る磁気低緯度地域での検証として重要な役割を担うとともに、世界全域で利用可能な GAST-D 国際標準原案の妥当性検証も行った。 日本に GAST-D を導入する際の最重要課題である電離圏脅威に対する対応のため、日本を含む低磁気緯度における電離圏脅威モデルを高度化した。また、高い安全性要件を満足する GAST-D プロトタイプについて安全性設計を検証しつつ開発し、電離圏の影響が欧米とは異なる磁気低緯度地域において評価した。ここでは、電離圏脅威を軽減するための異常検出モニターに要求される性能要件が達成可能である見通しを得るとともに、電離圏擾乱下における飛行実験データの評価により GAST-D 実現の核となる電離圏異常を地上だけでなく機上でも検出して航空機の安全性を担保する技術方式を世界で初めて実証した。このように、CAT-Ⅲ精密進入を実現する極めて高い安全性設計及び検証技術を獲得するとともに、電離圏の影響が欧米とは異なる磁気低緯度地域において国際標準案の妥当性を実証したことは大きな成果といえる。 プラズマバブルが発生した夜間に実施したフライトの事例解析では、垂直誤差は最大でも数 m 以内に収まっており、国際標準案の精度要件を十分満たすとともに、安全性及び有効性も確保されていることが確認できた。このとき、機上の電離圏異常モニターはプラズマバブルに対応して正常に反応していることが確認できた。このことは、電離圏異常を地上だけでなく機上でも検出して航空機の安全性を担保するという GAST-D 実現の核となる技術方式を世界で初めて実験データで実証したことを意味し、その意義は非常に大きい。 電離圏脅威モデルの高度化に際しては、ICAO の ISTF の枠組みにおいて、電離圏観測データ収集・共有を図り、この地域に共通の電離圏脅威モデルを構築する活動に議長を担当する等、積極的に貢献している。また、ICAO における国際標準原案の実質的な最終とりまとめ会議となった ICAO の CSG を沖縄県石垣市に招致して開催し、検証結果の提示と共に国際標準策定活動へ貢献した。 ・「空港面トラジェクトリ予測手法開発」では、羽田空港において誘導路等の舗装設計に必要なとなる航空機	
--	--	--	--	---	--

		で、空港付近の航空機を監視できる技術を開発し、平行滑走路の独立運用等の新しい運航方式を実現する。 「GNSS を利用した曲線経路による進入方式」の研究課題では、GBAS を利用した曲線経路による着陸進入の実現を目指して、機上装置を開発するなど、航空機の能力を活用した効率的な曲線経路による着陸進入の研究開発に着手する。		た対流圏遅延の空間勾配による影響が電離圏異常検出における誤警報要因となることが明らかとなった。石垣に設置した GAST-D 実証モデルは、電離圏空間勾配モニターの要件である、誤警報確率及び未検出確率の検出性能を達成し、インテグリティ要件を含めた GAST-D 地上装置の性能要件を満たすことが確認され、CAT-III GBAS の開発手法が確立した。 なお、電離圏観測データ解析を推進して日本付近の電離圏空間勾配の特性を調査して国際標準案策定時の想定範囲を超える空間勾配を発見し、その検証結果を ICAO に提示している。 ・「空港面トラジェクトリ予測手法開発」では、航空交通量の増大に伴う空港面の渋滞の抑制を実現するため、様々な交通管理手法およびその評価手法を調査した上で、航空機の空港面走行スケジュールを工夫するなど空港の交通状況等特徴に合った交通管理手法を検討した。 適切な走行機数の上限設定や滑走路端の離陸待ち時間を一定以下に軽減することにより、誘導路上での混雑を緩和できるようにスポット出発時刻や走行経路を調整するアルゴリズムを開発した。 成田空港の空港面地上交通データ等を用いて、地上走行特性の把握及び地上走行時間の分析を行い航空機の空港面走行時間の予測モデルの開発を行った。 ・「監視技術の高度化」の研究課題では、WAM 実験装置を利用して評価試験を実施した結果、空港近傍の航空機に対して、現用の監視レーダより 2 倍以上の更新頻度が得られるとともに必要な監視覆域への拡張も達成し、研究課題の目標を達成できた。 ・「GNSS を利用した曲線経路による進入方式」では、関係者と有効性に関する意見交換を実施するとともに、フライトシミュ	地上走行データを、当研究所が本研究の中で開発したプログラムを用いて短期間で集計して、航空局に提供した。 また、航空局からの協力依頼により、本研究で開発している空港面交通シミュレータを用いた空港面のシミュレーション評価結果を提供した。 このように、本研究成果は行政ニーズに貢献する優れた成果である。 ・「監視技術の高度化」の研究課題では、低高度で航空機を捕捉済みの他のレーダ、WAM、ADS-B などの監視システムから SSR モード S に航空機位置情報を提供し、そこから監視を開始することで初期捕捉に必要な大量の信号送受信を省略できるようにした。 これまで SSR モード S 同士の相互支援はドイツ等でモード S ネットワークとして実用化されているが、離陸航空機の初期捕捉改善には無力であった。当研究所が開発した WAM 等も含めた多方式の間で相互支援を行う本技術は画期的であり、ICAO/ASP/WG 会議においても将来の運用方式に適合できる新技術として今後の実験結果等の報告を求められるなど高い評価を得た。 本研究の成果が反映された監視技術を高度化した装置が成田国際空港へ導入されたことに伴い、平成 27 年度より、悪天候時においても同時離着陸方式が実施可能となった。その性能仕様が決定する検討会が開催され、本研究の評価試験で得られた結果が性能仕様に反映されたことは、特筆すべき成果である。 ・「GNSS を利用した曲線経路による進入方式」では、設計した連続降下する経路では、特に高温時にパイロットの介入なしには自動での経路への追従が不可能であることが分かった。インターセプト区間を入れた経路に比較して燃料流量の増加が見られないことから、環境負荷低減につながる。 仙台空港内に設置している GBAS プロトタイプ装置から TAP データを放送し、本装置で曲線 TAP 経路からの水平及び垂直偏移を計算し、データを収集するとともにパイロットへの表示を可能とした。また、パイロットによる操舵データを取得し、確率的・周期的・離散的な特徴を持ちパイロット動作を精密にモデル化する手	
--	--	---	--	---	--	--

			レータを活用して、曲線経路飛行方式の航法データベースを設計し、気温変化の影響を検証し、飛行経路の設計方法を探求した。 飛行実験に用いる機上実験装置と航法ディスプレイを開発して、飛行実験によりレダ、操舵反力付きのフライトシミュレータを開発した。本フライトシミュレータによるパイロットの操舵データからパイロット動作を精密にモデル化する手法を提案し、モデルを開発して妥当性を確認した。また、モンテカルロシミュレータツールの構築に着手した。	法を新たに開発し提案することにより、曲線精密進入の技術的な目途が立ったことは優れた成果である。		
--	--	--	--	--	--	--

4. その他参考情報
（諸情勢の変化、評価対象法人に係る分析等、必要に応じて欄を設け記載）

1. 当事務及び事業に関する基本情報									
I—3		空地を結ぶ技術及び安全に関する研究開発(安全で効率的な運航の実現)の実施							
関連する政策・施策		当該事業実施に係る根拠(個別法条文など)							
当該項目の重要度、難易度		(必要に応じて重要度及び難易度について記載)							

2. 主要な経年データ												
主な参考指標情報							②主要なインプット情報(財務情報及び人員に関する情報)					
	基準値等	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度		23年度	24年度	25年度	26年度	27年度
航空用データリンク	伝送速度10倍、伝送誤り率 10^{-7}	－	－	－	伝送速度10倍、伝送誤り率 10^{-7} 実現	－	予算額(千円)					
汎用高速通信	－	－	－	－	－	－	決算額(千円)					
管制官ワークロード分析	－	－	－	－	－	－	経常費用(千円)					
ヒューマンエラー低減技術	－	－	－	－	－	－	経常利益(千円)					
安全運航実現	－	－	－	－	－	－	行政サービス実施コスト(千円)					
							従事人員数					

注) 予算額、決算額は支出額を記載。人件費については共通経費分を除き各業務に配賦した後の金額を記載

3. 中長期目標、中長期計画、主な評価軸、業務実績等、中期目標期間評価に係る自己評価及び主務大臣による評価							
中長期目標		中長期計画	主な評価軸（評価の視点）、指標等	法人の業務実績・自己評価		主務大臣による評価	
				主な業務実績等	自己評価	(見込評価)	
						(期間実績評価)	
	軌道ベース運用においては、航空機の位置、交通状況等の情報共有により、地上・機上での状況認識能力の向上を図る必要がある。そのため、対空の高速通信技術の開発、航空機の飛行状況等を精密に監視するシステムの高度化等に取り組む。	本研究開発分野では、安全かつ効率的な運航の実現、航空通信のボトルネック解消及び航空用データリンクの導入、ヒューマンエラーの低減やシステムの信頼性向上などを目指して、「航空用データリンクの評価」、「汎用高速通信技術の次世代航空通信への適用」、「管制	＜評価軸＞ a)成果・取組が国の方針や社会のニーズと適合しているか。 b)成果・取組が社会的価値（安全・安心で心豊かな社会等）の創出に貢献するものであるか。 c)成果・取組の科学的意義(独創性、革新性、先	＜主要な業務実績＞ 各評価軸への対応を以下に示す。 a)成果・取組が国の方針や社会のニーズと適合しているか。 ・「汎用高速通信技術の次世代航空通信への適用」の研究課題等、航空局の施策 CARATS に適合している。 ・「携帯電子機器に対する航空機上システムの耐電磁干渉性能」に関する研究は、携帯電子機器の利用拡大を図り旅客の利便性に答え、社会のニーズに適合している。 b)成果・取組が社会的価値(安全・安心で心豊かな社会等)の創出に貢献するものであるか。	自己評価 ＜評定と根拠＞ 評定:A 根拠： ・「航空用データリンクの評価」の研究課題では、今回、LPES(LDACS 物理層実験システム)を用いて LDACS1 及び LDACS2 の通信性能比較も行った。その結果、LDACS1は LDACS2に比べて優れた通信性能であった。同一のテストベッドでの性能比較は世	評定	評定

定型的な作業について自動化を図り、人の能力をより付加価値の高い業務に集中させるとともに、機械の信頼性を高めること等により、人と機械の能力の最大活用を図る必要がある。そのため、管制官のワークロード分析等、ヒューマンエラー防止に関する技術開発等に取り組む。 高度な航空交通管理においては、全ての関係者間で情報共有と協調的意思決定の徹底図る必要がある。そのため、運航に係る情報を関係者が共有できる環境の構築に資する技術開発等に取り組む。 「航空用データリンクの評価」の研究課題では、従来のデータリンク（VDL2）より伝送速度が10 倍程度向上し、かつ伝送誤り率を低減（従来10^{-4}を10^{-7}程度へ）できるレバンド空地データリンクを実現する。 「汎用高速通信技術の次世代航空通信への適用」の研究課題では、航空交通により効果的な軌道ベース運用への進展を図り、混雑空港及び混雑空域における高密度運航の実現に資するため、航空交通管理のパフォーマンス評価手法の開発等に取り組む。	官ワークロード分析」、「ヒューマンエラー低減技術」等の研究課題に取り組む。これにより、地对空の高速通信技術の開発、運航に係る情報を関係者が共有できる環境の構築に資する技術開発、ヒューマンエラー防止に関する技術開発等に貢献する。 具体的には、本中期目標期間中に以下を達成すべく取り組む。 「航空用データリンクの評価」の研究課題では、従来のデータリンク（VDL2）より伝送速度が10 倍程度向上し、かつ伝送誤り率を低減（従来10^{-4}を10^{-7}程度へ）できるレバンド空地データリンクを実現する。 「汎用高速通信技術の次世代航空通信への適用」の研究課題では、航空交通により効果的な軌道ベース運用への進展を図り、混雑空港及び混雑空域における高密度運航の実現に資するため、航空交通管理のパフォーマンス評価手法の開発等に取り組む。 「管制官ワークロード分析」の研究課題では、管制業務のタスク分析を基に知識構造化システムを開発し、管制官の経験や知識を整理してモデル化・可視化することで、ヒ	導性、発展性等)が十分に大きなものであるか。 d)成果・取組が国際的な水準に照らして十分大きな意義があるものか。 e)成果・取組が国際競争力の向上につながるものであるか。	・「汎用高速通信技術の次世代航空通信への適用」の研究課題等は、航空交通量増大に対応した安全性の確保に寄与し、社会的価値の創出に貢献するものである。 ・「管制官ワークロード分析」の研究課題では、ヒューマンエラーを低減し安全性の確保に寄与し、社会的価値の創出に貢献する。 c)成果・取組の科学的意義(独創性、革新性、先導性、発展性等)が十分に大きなものであるか。 ・「汎用高速通信技術の次世代航空通信への適用」の研究課題は、汎用通信技術を他国に先駆けて航空通信に導入するもので、先導性、発展性がある。 ・「管制官ワークロード分析」の研究課題は、管制業務のタスク分析をモデル化・可視化した点で先導性がある。 d)成果・取組が国際的な水準に照らして十分大きな意義があるものか。 ・「航空用データリンクの評価」の研究課題では、LDACS1及び LDACS2 の通信性能比較を行った。これらの結果をICAO に報告したところ、LDACS に関する標準作業が再開された点で、国際的な水準に照らして十分に大きな意義がある。 e)成果・取組が国際競争力の向上につながるものであるか。 ・「汎用高速通信技術の次世代航空通信への適用」の研究課題の成果は ICAO の基準策定に貢献し、国際的な水準に照らして十分意義がある。また、培われた技術による国産製品の展開が期待され、国際競争力の向上に繋がる。 ・「航空用データリンクの評価」の研究課題では、従来型のデータリンク（VDL M2）より伝送速度が10 倍程度向上し、かつ伝送誤り率を10^{-7} へ低減できるレバンド空地データリンクの対象として LDACS を選び、LDACS 物理層実験システム（LPES）を製作した。LPES を用いて理想的通信環境下で実験したところ、VDL M2 と比較して10 倍以上の伝送速度及び最良で10^{-7} 以下の伝送誤り率を実現し、目標を達成することができた。 ・「汎用高速通信技術の次世代航空通信への適用」の研究課題では、汎用高速通信技術の一つである WiMAX 技術を適用した航空通信システムである AeroMACS のテストベッドとして、AeroMACS の実験用プロトタイプを開発し、性能評価	界初である。 また、欧州企業からも、LPES 用に合成した LDACS 信号がレバンドにおける他の電波航行システムとの電波干渉試験に使用できないかとの問い合わせがあり、周波数共用の検証作業が安価で短期間に実現できるものとして注目されている。 ・「汎用高速通信技術の次世代航空通信への適用」では、AeroMACS プロトタイプ端末と基地局の間で通信する実験を行い、既存の航空通信システムの伝送速度である 31.5 kbps の最高約 200 倍に相当する最大 6Mbps の通信速度を記録した。また、空港の約 8 割のエリアで既存空地データ通信の約 100 倍にあたる 3Mbps 以上の通信速度を得ることができた。 当研究所の開発したこの実験用プロトタイプは、周波数など電波に関する性能要件や移動通信等に対応する AeroMACS 用国際標準を満足しており、AeroMACS 用国際標準策定の検証作業の役割を担った。これは、当研究所が世界に先駆け、国際標準を満たす装置開発に成功し、更に国際貢献も果たせたことを示している。 また、WiMAX 関連の国際ワークショップにおいて、AeroMACS の実験デモンストレーション公開を行い、国内外の WiMAX 技術者や国際標準策定の関係者などに、当研究所の技術力を示すことができた。 ・「管制官ワークロード分析」の研究開発について、タスク処理プロセスの違いに起因するワークロードの差異を自動分析・可視化した研究例はなく、世界に類を見ない成果である。 また、空域構成を変更した場合の管制業務負荷やリスクの変化を自動	
---	---	--	---	---	--

	ユーマンエラーを低減するための施策への活用を実現する。 「ヒューマンエラー低減技術」の研究課題では、発話音声分析装置により収集したデータと脳波など他の生理指標との関係関係を評価検証し、管制官などの疲労による覚醒度低下の評価を実現する。		を実施した。この結果、空港内の実証実験などにより空港全域で連続して通信でき、高速な伝送速度を実現できた。この伝送速度は、文字伝送だけではなく、空港面の交通状況や運航する経路情報及び気象図などの画像伝送が可能な速度である。 ・「管制官ワークロード分析」の研究課題では、航空管制業務のタスク分析を基に知識構造化システムを開発及び機能向上させ、管制官の経験や知識を整理してモデル化・可視化することを実現できた。その機能を持つ COMPASi を航空保安大学校岩沼研修センターにおいて評価を行い、航空管制教官から分析可視化された実験結果は妥当であるという評価を得た。これにより、COMPASi は管制タスクの処理プロセスの分析・可視化によるワークロード分析が可能となった。その教官による評価を得て、スキルの伝承やヒューマンエラーの低減という観点からも効果が高いことが示された。 ・「ヒューマンエラー低減技術」の研究課題では、従来の発話音声分析技術が、音声の収録とそのラベル付けから始まっていたのに対して、仮説検証型の実験を行うことにより、目的とする診断機能の信頼性向上を目指し進めてきた。その結果、日常的な屋食後の覚醒度の低下等も十分に観測可能な診断感度を実現した。また、当研究の発話音声分析技術はカオス論的な手法を利用しているものであり、統計的な現象が発生する。解析手法を見直し、演算処理量を増やすことにより、2010 年当初異常値の発生頻度は約 20%であったものが、2015 年には 1～3%に低減できた。 ・「安全な運航の実現」では、強い電波の解析手法として、電線等を通じて侵入する可能性を評価・測定するシステムを構築し、代表的な同軸ケーブルを様々な長さ・周波数にて測定・分析を実施し、ケーブル端が何らかの回路に接続されている場合には、乗客が持ち込む電子機器による航空機搭載機器への影響はないことを明らかにした。 微弱な電波の解析手法として、GPS 受信機の干渉事象を評価し多くの旅客機には影響がないことが判明した。また、影響のある一部の旅客機についても、現在までに取得された GPS 帯域の不要放射データベースから測位不能となる確率を概算した結果、1 時間当たり 10^{-7} 程度と非常に低くなり、予測されるリスクは基準値以下となった。	分析し、今後の増大する交通需要に対応した管制運用方式や空域構成の変更に対して、効率的で質の高い訓練が可能となったこと、連続2セクターによる業務の分担・協調も可視化したこと、出力可能な指標（燃料消費換算量）を追加し、管制指示が交通状況に与える効果を評価可能としたこと等は特筆すべき成果である。 COMPASi を活用した効率的で質の高い訓練により、航空管制官の人材育成に寄与し、ヒューマンエラーの低減に繋がるとともに、今後見込まれる航空交通容量の増大への対応に大いに貢献したと言える。 また、東北大学との共同研究において、管制官養成訓練支援のための脳機能イメージングの応用に関する研究として、基本的な認知課題及び実際の業務を模擬したシミュレーション課題に取り組む管制官の脳機能画像を東北大学加齢医学研究所の MRI 装置を用いて撮像、管制官に特徴的な認知的能力の解明を目指して実施された。当研究所では、各種ノウハウの提供、簡易型業務シミュレータとしてCOMPASiの提供を行い、共同で取り組んだ。航空管制官の業務中の脳計測は、日本では初めての実験である。 ・「ヒューマンエラー低減技術」の研究開発において、発話音声分析によりパイロット等乗員の健全性を管理しようとする試みは、様々な研究が進められているが、米国航空医学研究所を含む研究機関から米国連邦航空局 FAA に対する報告書として「乗務員の疲労評価のためのケプストラム分析」が公開され、当研究所のカオス論的な音声分析手法の研究が紹介された。本報告書では、音声による発話	

					者の疲労評価の有用性を示しており、多くの音声分析手法が開発の初段階に有るとしながらも、当研究所の成果が将来的な技術発展の一翼を担うものと紹介されている。 ・「安全な運航の実現」では、旅客機等の比較的大きな航空機には外来電波に対する一定の耐性があることを明らかにし、定期便航空機内での携帯電子機器使用による電磁干渉の可能性は非常に小さいと証明したことによって、航空機内における電子機器の使用制限が大幅に緩和された。		
--	--	--	--	--	---	--	--

4. その他参考情報
(諸情勢の変化、評価対象法人に係る分析等、必要に応じて欄を設け記載)

研究計画を策定する際は、ニーズの発信元となった行政や運航者等の関係者と十分調整して研究の具体的な内容を検討するとともに、可能な限り定量的な目標を設定して、実用化が可能な成果を目指すこと。また、実用化における優位性と容易性を高めるため、新技術の利点や効果に着目するだけでなく、導入コスト等、実用化のため考慮が必要となる外部要因にも対処するなど、研究開発の戦略を検討すること。 研究開発の実施にあたっては、第三者委員会などによる事前、中間及び事後の研究開発評価を行い、評価結果を研究開発課題の選定・実施に適切に反映させることにより、研究開発の重点化及び透明性の確保に努めること。	研究計画の策定にあたっては、ニーズの発信元である行政や運航者等の関係者と十分調整して研究の具体的な内容を検討するとともに、可能な限り定量的な目標を設定して、実用化が可能な成果を目指す。なお、策定に当たっては、導入コスト等、実用化のため考慮が必要となる外部要因にも対処するなど、研究開発の戦略についても検討する。 研究開発の実施にあたっては、研究成果の社会への還元及び研究所の国際的な地位の向上につながるよう、研究開始前の評価、研究進捗管理及び中間評価、研究終了時の評価を適切に実施するとともに、研究内容の見直し、中止等、所要の措置を講じ、評価結果をその後の研究計画に適切に反映させる。なお、重点的に実施する研究開発課題については外部有識者による評価を行い、その結果を公表して透明性の確保に努める。		- 研究開発課題の選定にあたっては、研究開発を通じて技術的側面から航空行政を支援する独立行政法人として、研究成果が航空行政等において有益に活用されるよう、航空行政が抱える重要性の高い技術課題に対して、国際的計画（GANP、NextGen、SESAR）とも調和のとれた研究課題の実施を目指し、将来の技術動向も独自に検討しながら、重点的かつ戦略的に取り組んだ。 - 研究計画の策定に当たっては、当研究所が主催する研究発表会や出前講座、各領域における以下のような様々な活動を通じて航空関係者のニーズを把握した上で企画立案し、それを内部評価委員会で事前評価を実施し、研究の必要性、有効性、効率性などの評価を行っている。その中で評価の低い研究計画については、計画の変更又は中止するなどの処置を行った。また、年度ごとに研究計画ヒアリングを行い、計画の進め方や予算設定の妥当性を確認している。年度途中に実施する中間ヒアリングでは、進捗状況の確認を行い、必要であれば助言を行う等、研究が円滑に進められるよう対応を行った。 - 一年間の研究の成果は、電子航法研究所年報として制定され、ホームページ上で広く公表した。 - 研究開発の実施にあたっては、当研究所の研究評価は、全ての研究課題について内部評価委員会で実施、更に重点研究課題や年度計画及び長期ビジョン等の重要事項については、外部有識者で構成される「評議員会」において評価、意見を受けることとしている。評議員からの指摘・意見等については、外部評価報告書に「電子航法研究所の対応」としてその後の措置状況についても掲載し、ホームページ上で公表するなど、研究課題の適切性（重複の排除）、責任の明確化、研究評価の公平性及び研究体制の透明性が確保されている。		
---	--	--	---	--	--

4. その他参考情報
（諸情勢の変化、評価対象法人に係る分析等、必要に応じて欄を設け記載）

1. 当事務及び事業に関する基本情報				
I－5	基礎的な研究の実施による基盤技術の蓄積の実施			
関連する政策・施策		当該事業実施に係る根拠（個別法条文など）		
当該項目の重要度、難易度	（必要に応じて重要度及び難易度について記載）	関連する研究開発評価、政策評価・行政事業レビュー		

2. 主要な経年データ									
主な参考指標情報		②主要なインプット情報（財務情報及び人員に関する情報）							
	基準値等	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度			
							予算額(千円)		27年度
							決算額(千円)		
							経常費用(千円)		
							経常利益(千円)		
							行政サービス実施コスト(千円)		
							従事人員数		

注) 予算額、決算額は支出額を記載。人件費については共通経費分を除き各業務に配賦した後の金額を記載

3. 中長期目標、中長期計画、主な評価軸、業務実績等、中期目標期間評価に係る自己評価及び主務大臣による評価							
中長期目標		中長期計画	主な評価軸（評価の視点）、指標等	法人の業務実績・自己評価		主務大臣による評価	
				主な業務実績等	自己評価	(見込評価)	(期間実績評価)
電子航法に関連する国際的な技術動向を見据え、将来的な発展が期待される技術に関する基礎的な研究、将来の航空交通システムの基盤技術として有望な先進的、革新的技術の応用に関する研究、斬新な発想に基づく萌芽的な研究等を実施することにより、研究所として長期的な視点から必要となる基盤技術を蓄積し、研究開発能力の向上を図ること。	研究員のポテンシャル及び専門性が向上することにより、行政等の技術課題への適切な対応が容易となるとともに、革新的な研究成果が生まれることが期待できる。このため、電子航法に関連する国際的な技術動向を踏まえつつ、将来的な発展が期待される技術に関する基礎的な研究、将来の航空交通システムとしての有望な先進的、革新的技術の応用に関する研究、斬新な発想に基づく萌芽的な研究等を実施することにより、研究所として長期的な視点から必要となる基盤技術を蓄積し、研究開発能力の向上を図ること。	＜評価軸＞ a) 成果・取組の科学的意義(独創性、革新性、先導性、発展性等)が十分に大きなものであるか。 b) 挑戦的な研究開発が波及効果に大きい意味がある等、次につながる有意義なものとして認められるか。	＜主要な業務実績＞ 各評価軸への対応を以下に示す。 a) 成果・取組の科学的意義(独創性、革新性、先導性、発展性等)が十分に大きなものであるか。 ・「分散認知による管制業務の技術伝承に関する研究将来航空運航方式のリスクシミュレーションの研究」では、本研究で開発したツールを使用することにより、「なぜその行動が行われたのか」行動と関連する情報の遷移を捉えることができ、関連する業務の業務知識がどのような要素で構成されているかを階層構造として表示することができ。また、「どの機能をどの業務の時によく使うか」といったことを理解することでき、ユーザーが使いやすい場所に必要な機能を配置させるための検討材料として活用することができる。 b) 挑戦的な研究開発が波及効果に大きい意味がある等、次につながる有意義なものとして認められるか。 ・「気象情報の航空交通への活用に関する研究」	＜評定と根拠＞ 評定:A 根拠: ・「分散認知による管制業務の技術伝承に関する研究将来航空運航方式のリスクシミュレーションの研究」では、本研究で開発したツールを使用することにより、「なぜその行動が行われたのか」行動と関連する情報の遷移を捉えることができ、関連する業務の業務知識がどのような要素で構成されているかを階層構造として表示することができ。また、「どの機能をどの業務の時によく使うか」といったことを理解することでき、ユーザーが使いやすい場所に必要な機能を配置させるための検討材料として活用することができる。	評定	評価	

			は、航空会社の教育用教材として活用され、波及効果に大きな意味がある。 ・「分散認知による管制業務の技術伝承に関する研究」では、航空需要の増加に伴い航空管制官の業務も複雑化が増し、より効率的かつより高い安全性が求められることから、本研究では、現場業務の分析から航空管制官等の知識・ノウハウや技能情報を一体で分析・整理できる機能を持ったツールを開発した。 ・「気象情報の航空交通への活用に関する研究」では、CARATS において、将来の航空交通システム構築にあたり、気象予測情報の活用促進、機上観測データの活用による気象予測制度の向上等の施策を推進することが必要とされていることから、本研究では、気象情報と航空機の情報を同じ空間上に表現し立体的かつ直感的に認識・分析できる環境を構築した。 ・「将来航空運航方式のリスクシミュレーションの研究」では、NASA ラングレー研究所及びオランダ航空宇宙研究所（NLR）と研究連携のもとで、東京空域に適したアルゴリズムの改修を検討するとともにより高精度な航空機モデル（SPICA）を開発した。 また、東京大学先端科学技術研究センターと共同研究を実施した。「渋滞学」を応用し、ASASを導入した場合に空の渋滞を解消できるか、数学的なアプローチで検証し、時間の経過と共に制御誤差の伝搬が安定化するかの評価が可能であることが明らかになった。 ・「フローコリドールの基礎的研究」では、フローコリドールにおける航空交通流のモデル化と、効果的な高密度運航を実現し得る運用方法の提案を目標とし、二次元平面内の航空機の動きを対象とした「自律間隔維持アルゴリズムの構築」と簡易的な交通流モデルを利用した「数値シミュレーションの検証」を行った。後継研究として航空機の最適な飛行高度は航空機の型式や重量により異なるなど、より実際に近い想定における検討が必要であることから、高さを含む 3 次元空間におけるフローコリドールの研究を行		務の本質的な部分を考慮した訓練、またははシステム設計に大きく貢献する。その基礎となる分析を効率的に補助し、正確な知識モデルを構築、マネージメントするためのツールを開発したことは、今までにない視点での業務の効率化や、システムの安全性の向上に寄与できる特筆すべき優れた成果である。 ・「気象情報の航空交通への活用に関する研究」では、気象情報と航空機の情報を同一の画面上に 3 次元で可視化するツールを開発した。本ツールは、気象庁が提供する数値予報を利用し、風ベクトル、気温、露点温度、湿度、相当温位等の要素を、航空機と同じ画面に表示することができる。また、マウスを用いて視点の移動や拡大・縮小の操作を行うことが可能である。 開発した可視化ツールを用いて、乱気流発生時の航空機の揺れと周辺の気象状況を可視化し、両者の空間的な関係性を評価した。これらの結果は、航空会社における乗員の教育用教材として活用されている。 このように、気象と航空機の情報を同一の画面上に 3 次元で可視化するツールを作成したこと、分析結果を取りまとめ、航空会社の教育用教材として活用されていることは、優れた成果である。 ・「将来航空運航方式のリスクシミュレーションの研究」において、研究員自らが主導して、世界的な研究連携ネットワークを構築したことは、今後の航空機監視応用システム（ASAS）の研究の発展に大きく寄与する特筆すべき優れた成果と言える。 なお、研究成果は、論文にまとめて国際論文誌（Journal of Aerospace Engineering、NLR report）に 2 本（採択済）提出し、国際および国内学会にて 4 件発表、航空局、早稲田大学、デルフト工科大学での招待講義を 3 件と多数発表している。 ・「フローコリドールの基礎的研究」では、フローコリドールの概念に対する具体的なシミュレーションによる検討は世界でも珍しく注目された優れた研究である。本研究で得られた成果は、高密度空域における効率的な運航の検討材料として優れたものである。	
--	--	--	--	--	---	--

				い、航空機の型式や重量によって飛行高度や速度が大きく異なる軌道を算出可能とし、フローコリドールの配置の検討を可能とした。また、最適軌道に沿って飛行する航空機の運動をモデル化することにより、フローコリドールに適した間隔維持手法を提案し、自律間隔維持においては水平方向へ間隔維持を行うことにより効率低下を最小限に抑えることが可能であることを示した。			
4. その他参考情報							
(諸情勢の変化、評価対象法人に係る分析等、必要に応じて欄を設け記載)							

協力関係に進展させて連携強化を図ることにより、研究所単独ではなし得なかった優れた研究開発成果の創出とその活用拡大に努めること。具体的には、中期目標期間中に、共同研究を 40 件以上、関係機関の研究者・技術者との交流会等を 30 件以上、それぞれ実施すること。	接な連携と交流を円滑に推進するため、研究者・技術者との交流会等を中期目標期間中に30件以上実施する。さらに、研究所が専門としない分野の知見や技術を活用する研究開発にあたっては、客員研究員の招聘、任期付研究員の採用、人事交流等により、当該専門知識を有する外部人材を積極的に活用する。		・ 公募型研究制度は、平成 24 年度から実施され、当研究所が実施している新しい航空交通管理システムの構築及びそれを支える航空交通における通信・航法・監視の分野に係る新たな技術開発に関する研究を行うのに際して、多岐にわたる課題をより効率的に進め、かつ、当該研究に携わる大学、民間企業、その他研究機関等の専門性との連携と裾野拡大を目指すことを目的とし企画したものである。 平成 26 年度の公募型研究は、ATM の分野の 3 件の研究課題に対して公募を行ったのに対して 4 件の研究計画の応募があった。外部評価委員も含めた審査により 3 件を採択し、早稲田大学、名古屋大学及び千葉工業大学と契約を結んだ。更に、平成 27 年度の公募型研究は、ATM 分野に 1 件の研究課題の公募を行い、外部評価委員も含めた審査により、長崎県立大学と契約を結んだ。 また、平成 25 年度に採択したオーストラリア・ニューサウスウェールズ大学との GNSS に関する研究計画については、海外の大学ということで契約に時間がかかったものの平成 26 年度に契約を行い、期間を短縮して研究を実施した。 公募型研究の新しい試みにより、制度面でも連携の機会を拡大し、国内の大学のみならず、アジア・太平洋地区の研究機関との連携強化につながった。	稲田大学、茨城大学、構造計画研究所による「航空機の到着管理システムに関する研究」により、交通運輸技術開発推進制度の競争的資金を獲得するに至った。 ・ 「90GHz リニアセルによる高精度イメージング技術の研究開発」では、当所が蓄積してきたミリ波レーダの研究成果を活かし、総務省が実施する未利用周波数帯に関する基盤技術の研究開発テーマ募集に応募し、情報通信研究機構、鉄道総合技術研究所、日立製作所との密接な連携の上、当研究所は本研究の必要不可欠な分担機関及び全体のコーディネートとして大きな役割を果たし、約 20 倍の倍率を勝ち抜いて採択された。予算規模も大きく、そのうえ必要な周波数帯が研究開発のために確保され、具体的な利用シーンを想定した実証実験を行うことが盛り込まれていることなど、航空以外の分野にも利用可能な実用化につながる研究として期待も大きい。	
協力関係に進展させて連携強化を図ることにより、研究所単独ではなし得なかった優れた研究開発成果の創出とその活用拡大に努めること。具体的には、中期目標期間中に、共同研究を 40 件以上、関係機関の研究者・技術者との交流会等を 30 件以上、それぞれ実施すること。	接な連携と交流を円滑に推進するため、研究者・技術者との交流会等を中期目標期間中に30件以上実施する。さらに、研究所が専門としない分野の知見や技術を活用する研究開発にあたっては、客員研究員の招聘、任期付研究員の採用、人事交流等により、当該専門知識を有する外部人材を積極的に活用する。		・ 共同研究の実施件数は中期目標期間中の目標 40 件を上回る 79 件を実施し目標を達成した。 例えば、総務省の「無人航空機を活用した無線中継システムと地上ネットワークとの連携及び共用技術の研究開発」では、当研究所が蓄積してきた無人航空機及び航空通信の研究成果を活かし、通信情報研究機構(NICT)、東北大学、KDDI 研究所、日本電気の多数の機関との密接な連携の上実施している。 ・ 連携強化の取組みとして、海外連携強化の例がある。日本と欧州連合(EU)は 2011 年に科学技術協力協定を締結し、EU 内の競争的研究資金の枠組みである Horizon2020 の中に日本と EU の共同研究プログラムを設立した。 Horizon2020 は EU の 7 年にわたる総額 770 億ユーロ近くの資金助成制度で、EU のこれまでの研究・技術開発枠組み計画の中で最大規模を誇る。この大規模な競争的資金を獲得するため、当研究所は、EU 側のデュイスブルグエッセン大学、ケント大学、コーニング社など 5 研究機関、日本側の大阪大学、同志社大学、電力中央研究所、日立製作所など 5 研究機関と連携の上、「新	・ 「無人航空機を活用した無線中継システムと地上ネットワークとの連携及び共用技術の研究開発」では、当研究所が中心となって産学官連携を牽引している。当該研究は、大規模災害時における無人航空機システムの利用拡大を図り、周波数を効率的に利用する技術、周波数の共同利用を促進する技術等の研究開発を行うもの。研究の実施において、当研究所は、既存航空通信との周波数共用検討を分担するなど、大きな役割を果たしている。この研究は、予算規模も大きく、具体的な利用シーンを想定した実証実験を行うことが盛り込まれているなど、実用化につながる研究として期待も大きい。また、無人航空機を安全に使用するための国	

			世代ネットワーク実現に向けた欧州との連携による共同研究開発及び実証」の研究テーマ企画・応募し、採択されたことである。本研究は比較的狭いエリアに多数のユーザーが混在する高密度ユーザー環境下で、各種の通信を分散することにより、全体の通信容量を向上させる基礎技術を確立するものであり、将来的に通信基地局と複数の分散されたアンテナ局との通信を行う技術を開発するものである。さらには、空港ターミナルや航空機内の通信などへの応用も考えられる。 ・ 技術交流会の実施件数は中期目標期間中の目標 30 件を上回る 32 件を実施し目標を達成した。 ・ 技術交流会については、海外とは、独国の Jespersen AR、仏国の研究機関 DSN A 及び韓国航空宇宙研究院 (KARI)、米国航空宇宙局 (NASA)、スイスの sky guide 社、イスラエルの IAI 社、タイの Aero THAI 社、ニューサウスウェールズ大学、パデュー大学等と実施し、国内では防衛省技術研究本部等と、幅広い分野の方々と質の高い研究交流会を実施している。 ・ 外部人材活用数は中期目標期間中の目標 30 名上回る 47 名を活用し目標を達成した。 若手研究者の育成について、任期付研究員を育成するため、二人以上の指導者をつけて多様な視点から育成するなど、十分に責任を持って実施しており、学位を取得する等の成果もできている。 ・ 電子航法等の研究に興味を抱く学生を増やすこと及び研究成果を社会全体に還元することを主な目的として大学院生等を対象にしたインターンシップ制度を導入するとともに、海外研修生も受け入れ、若手研究者の育成に貢献している。 インターンシップでは、航空操縦学専修に所属する学生が、エアライン機の後方に生じる乱気流(後方乱気流)の生成消滅に関する特性を調査するため、当研究所で取得した観測データの解析を行い卒業論文の課題とするなど、これまでの枠組みを礎として、さらに踏み込んだ活動に進展した。 海外研修生の育成では、本中期目標期間中に、ストラスブールヨーロッパ工科大学 (ECAM)、インドネシアのインドネシア航空宇宙庁 (LAPAN)、韓国航空大学 (KAU) と海外から広く研修生を受け入れた。それに加え、マンスフィールド財団が実施するフェローシッププログラムによる米国政府職員の研修生も受け入れた。		世界的なルール策定への貢献もできる。 ・ 「航空機の到着管理システムに関する研究」では、国土交通省が実施した交通運輸技術開発推進制度に採択された。九州大学、首都大学東京、早稲田大学、茨城大学、構造計画研究所との連携の上、活発な意見交換などを進め、研究に対する共通認識を発展させる必要があり、当研究所は研究代表者として、各大学などとも連携を深め、コンセプトの構築及び全体のコーディネータの役割を担当し、研究を進めた。 当研究所が行った公募型研究が幅広い大学間などの連合体の形成に結びつき、予算規模の大きい競争的資金の獲得に至った。これは、当研究所が構築してきた研究連携の成果が顕れたものである。 ・ 「Horizon2020」について、応募に際しては、FP7 への応募から続けて 3 回目の挑戦であった。応募には EU 内で 3 か国以上の参画が必須であり、2011 年より主要な大学や研究機関と応募について当研究所が中心となって検討を行って来た。これらの過程で研究テーマの洗練化作業を行い、共同研究のシナジー効果が発揮できるパートナー選定や魅力ある提案書の作成など、Web 会議等を活用して綿密に連携を行って来た。これにより、予算規模の大きい国際的な競争的資金の獲得に至った。これは、当研究所が構築してきた研究連携の成果が顕れたものである。 ・ また、優れた標準化戦略を展開する欧州との連携で、標準化プロセスに初期段階からの参画が可能となり、我が国の今後の標準化戦略推進に貢献できる。 ・ 海外研修生の教育、育成はこれまで	
--	--	--	---	--	---	--

					でのフランス国立民間航空学院(ENAC)中心から、ストラスブールヨーロッパ工科大学(ECAM)、インドネシア航空宇宙庁(LAPAN)、韓国航空大学(KAU)、マンスフィールド財団が実施するフェローシッププログラムによる米国政府職員など、研修生の受け入れ幅が広がった。 これらのことは、当研究所で行う研修の評価が高く、その評判が広がっていることの証左である。 当研究所は、若手研究者の育成においてもアジア地域を先導しており、顕著な結果が生み出されている。		
4. その他参考情報							
(諸情勢の変化、評価対象法人に係る分析等、必要に応じて欄を設け記載)							

し、研究成果が国際標準へ採用されることを目指して積極的に技術提案を行うこと。他国の提案については、我が国への影響と適合性について技術的な検討を行い、国際標準化によって我が国が不利を被ることがないよう、研究所としての必要な対応を行うこと。具体的には、中期目標期間中に、ICAO及び欧米の標準化機関による会議等での発表を120件以上行うこと。	が主催する会議への積極的な参画により、国に対して必要な技術支援を行うとともに、基準策定機関による会議等での発表を中期目標期間中に120件以上行い、基準策定作業に貢献する。また、国際標準化によって我が国が国際標準化によって我が国が不利を被ることがないよう、研究所としての必要な対応を行うこと。具体的には、中期目標期間中に、ICAO及び欧米の標準化機関による会議等での発表を120件以上行うこと。	・ 基準策定機関による発表数は、中期目標期間中の目標120件を上回る176件を達成した。 ・ 当研究所が主催した「電子航法研究所国際ワークショップ ATM/CNS」(ENRI_International_Workshop_ATM/CNS)EIWACは、EIWAC2013として平成25年2月19日から21日の3日間に日本科学未来館にて、またEIWAC2015として平成27年11月17日から19日の3日間に東京都墨田区の「KFC Hall & Rooms」にてそれぞれ開催された。 EIWACは、当研究所の研究成果を通して世界の研究・開発機関との連携を深めるとともに、将来の航空交通管理(ATM)、通信・航法・監視(CNS)に関する世界の最新技術動向を広く関係者に紹介する国際ワークショップである。 EIWAC2015の開催をもって、中期目標期間中に数値目標として掲げた2回目の国際ワークショップ主催の目標が達成され大きな成果が得られた。 ・ 技術セミナーは、独立行政法人国際協力機構(JICA)より、航空交通管理に関する技術セミナーの依頼があり、平成24年度は、「航空管制分野における震災復興セミナー」として、仙台空港岩沼分室において当研究所の業務紹介や研究紹介を行った。平成25年度は、カンボジア、ラオス、ベトナムの3カ国から集まった航空行政官庁の職員、管制官、管制技術官など、将来それぞれの国で人材を育成する教官15名にATM分野とGNSS分野の講義を行った。平成26年度も同様な技術セミナーの依頼があり、「航空管制官及び管制技術官に対する次世代航空保安システムの訓練制度の整備」の一環として、監視通信技術の基本情報から国際動向、当研究所の監視通信分野についての研究概要を幅広く講義を行った。平成26年度は、新たなセミナーとして、ネパールの国の「補給管理システム導入プロジェクト」に携わる現地エキスパート6名に対し、次世代監視システムに関する研究の講義を行い平成27年度も同国の監視システム等専門家に対してセミナーを開催した。 平成27年度は、シンガポールATMRIにおいてENRI技術セミナーを開催した。また、インド空港職員協会総会のセミナーに招待講演により発表した。 以上のアジア地域へのセミナー等7件の他、海外との技術セミナーを多数開催した。 ・ ATMセミナーは、平成25年6月に米国シカゴで開催された米国連邦航空局(FAA)と欧州航空安全機関(EUROCONTROL)	・ 基準策定機関による会議等での発表数は、中期目標期間中の目標120件を上回る176件を達成した。 ・ 当研究所が主催した「電子航法研究所国際ワークショップ ATM/CNS」(ENRI_International_Workshop_ATM/CNS)EIWACは、EIWAC2013として平成25年2月19日から21日の3日間に日本科学未来館にて、またEIWAC2015として平成27年11月17日から19日の3日間に東京都墨田区の「KFC Hall & Rooms」にてそれぞれ開催された。 EIWACは、当研究所の研究成果を通して世界の研究・開発機関との連携を深めるとともに、将来の航空交通管理(ATM)、通信・航法・監視(CNS)に関する世界の最新技術動向を広く関係者に紹介する国際ワークショップである。 EIWAC2015の開催をもって、中期目標期間中に数値目標として掲げた2回目の国際ワークショップ主催の目標が達成され大きな成果が得られた。 ・ 技術セミナーは、独立行政法人国際協力機構(JICA)より、航空交通管理に関する技術セミナーの依頼があり、平成24年度は、「航空管制分野における震災復興セミナー」として、仙台空港岩沼分室において当研究所の業務紹介や研究紹介を行った。平成25年度は、カンボジア、ラオス、ベトナムの3カ国から集まった航空行政官庁の職員、管制官、管制技術官など、将来それぞれの国で人材を育成する教官15名にATM分野とGNSS分野の講義を行った。平成26年度も同様な技術セミナーの依頼があり、「航空管制官及び管制技術官に対する次世代航空保安システムの訓練制度の整備」の一環として、監視通信技術の基本情報から国際動向、当研究所の監視通信分野についての研究概要を幅広く講義を行った。平成26年度は、新たなセミナーとして、ネパールの国の「補給管理システム導入プロジェクト」に携わる現地エキスパート6名に対し、次世代監視システムに関する研究の講義を行い平成27年度も同国の監視システム等専門家に対してセミナーを開催した。 平成27年度は、シンガポールATMRIにおいてENRI技術セミナーを開催した。また、インド空港職員協会総会のセミナーに招待講演により発表した。 以上のアジア地域へのセミナー等7件の他、海外との技術セミナーを多数開催した。 ・ ATMセミナーは、平成25年6月に米国シカゴで開催された米国連邦航空局(FAA)と欧州航空安全機関(EUROCONTROL)	・ ATM セミナーにおける招待講演は、日本を含むアジア諸国として初めてであり、当研究所の知名度向上に大きく貢献した。本講演の成果として、我が国の ATM の研究開発の現状をアピールすることができるとともに、諸外国の ATM 研究の最新情報入手し、人脈づくりを行うことができた。この結果、オーストラリアのニューサウスウェールズ大学教授が平成25年10月に当所を訪問し、共同研究に至っている。 ・ 基準策定機関による会議等での発表について、国際基準策定において大きく寄与した例が多い。 例えば、ICAO 国際標準案を航法システムパネル(NSP)会議に提案するため、高カテゴリーサブグループ(CSG)会議を石垣島において開催し、当研究所が電離圏脅威モデル構築のために開発し、電離圏の擾乱の激しい石垣空港に設置した GBAS CATⅢシステムを紹介するとともに、GBAS CATⅢの国際標準案の取りまとめを行い大きく貢献した。 当研究所は、我が国が不利益を被らないよう国際標準の策定段階から積極的に関与している。 ・ また、WiMAX の国際技術標準化団体である WiMAX Forum が主催の WiMAX Aviation シンポジウムを、仙台市に誘致・開催すると共に、空港に於いて画像伝送等に活用される高速通信システムの AeroMACS プロトタイプを当研究所で開発し、仙台空港にて実証実験を行うことで、システムへの理解を増進し、国際標準の策定作業に大いに貢献した。 ・ 「電子航法研究所国際ワークショップ ATM/CNS」(ENRI	
---	--	--	---	---	--

			が主催する航空交通管理(ATM)の研究開発に関する代表的な国際会議である。当研究所研究員は航空局の紹介によりATMセミナーに招待され講演を行った。ATM セミナーは、米国と欧州で交互に1年おきに開催されている。参加者は講演者と招待を受けた者に限られた専門性の高い会議で、参加機関は、米国からは、航空宇宙庁(NASA)、マサチューセッツ工科大学(MIT)など、欧州からは独国航空宇宙研究所(DLR)、フランス国立民間航空学院(ENAC)、蘭国航空宇宙研究所(NLR)などの有力な研究機関及び大学の研究者が集まる。 この ATM セミナーにおいて、当研究所研究員はブラジル、オーストラリア、米国と並んで招待講演を行い、「日本における ATM に関する研究開発」というテーマで、当研究所の研究及び航空局の CARATS について講演した。 ・ 国際航空交通の安全性と効率性を向上させるため、ICAO では様々な情報を共有できる「次世代の航空交通情報共有基盤」である SWIM(System Wide Information Management)に使用するデータの標準化、テストベッドの構築などの研究開発活動が欧米を中心として進められているが、アジア各国においてもアジア太平洋地域に係る Mini Global Demonstration(MGD)におけるシナリオの実施などにより、MGD に参加したオーストラリア、シンガポール、タイ、韓国などで、国情に合わせた SWIM に対する研究開発の必要性が認識されてきている。 そのため、当研究所の研究員は、アジア初となる SWIM の安全な情報サービスに関する国際ワークショップ(SASWIM2015)を企画・開催した。国際ワークショップは、平成 27 年 3 月に台湾の台中市で開催された国際的な研究者の集まりである米国電気電子学会(IEEE)の自律分散システムシンポジウム(ISADS)の中で開催した。当研究所研究員は、ワークショップ共同委員長及びプログラム委員長としてワークショップの企画・開催に係わった。ワークショップは 3 月 26～27 日の 2 日間にわたり開かれ延べ 60 名の参加者があった。 今回のワークショップでは、我が国をはじめ、米国、欧州や台湾の発表者等、多くの参加者間で、システム構築技術、空地通信技術及び SWIM に適用できる SOA (Service Oriented Architecture)技術に関して活発な議論があり、研究者・技術者の知識の普及と研究開発能力の向上に効果があったと共に、研究連携にもつながった。今後、このワークショップの継続的な開催が、アジア地域を始め多くの国の研究者から求められているために、ワークショップ継続開催に向けた活動を行うことにしている。		International Workshop ATM/CNS)について、EIWAC2013 の基調講演者には、ICAO の航空技術局長、FAA アジア地域局長、フランス管制当局 SESAR プログラム局長、太平洋アジア地区の航空会社連盟技術部長の講演が行われた。また、EIWAC2015 では、欧州航空管制機関 EUROCONTROL の ATM 局長、米国 FAA 本部の将来計画 NextGEN の責任者、欧州の将来計画 SESAR Joint Undertaking の事務局長、さらに、航空無線システムの国際標準化団体 NASA の国際連携責任者、EUOCAE の事務総長など、多くの著名人の講演が行われた。ほとんどすべての基調講演者は自費参加で有り、EIWAC がこの地域で果たす役割への期待の大きさがうかがわれた。なかでも ICAO 航空技術局長が講演目的で来日するのは初めてであり、EIWAC は国際的に認められた研究者の集会となった。また、MRJ プロジェクトからも基調講演をいただき、MRJ の現状を世界の関係者に直接紹介する機会にもなった。 EIWAC2013 では、特別に、パネルセッションとチュートリアルセッションを企画した。パネルセッションでは、パネリストにフランス管制当局 SESAR プログラム局長、米国 NASA エイムズ研究所の ATM 研究者、東京大学大学院教授及び国際航空運送協会のアジア地区安全担当部長を迎え、当研究員が進行役を務め、「将来 ATM は集中型、分散型、それともベストミックス型？」という問題提起を行い、聴衆も参加する形で議論を行った。また、チュートリアルセッションでは、将来の ATM 研究の基礎となる数学的な考え方について、フランス民間航空大学院ENACから専門家である教授を招き、国内外の研究者の参加を得て活発な教室となった。この	
--	--	--	--	--	---	--

				チュートリアルセッションは大きな効果があり、EIWAC2015 では、この場で議論された数学的方法が活用された発表も一般講演に見られた。 EIWAC2015 では、アジア太平洋地域に寄与する研究集会をめざし、「アジアの研究者の交流セッション」と題して、特別講演を企画した。タイ、韓国、中国、日本から各国の代表的な研究機関の研究者が最近の研究活動を相互に紹介した。また、特別講演では、シンガポールに新たに設立された ATM 専門の研究機関である ATMRI の副所長から研究所や研究状況の紹介を企画するとともに、研究所トップ交流の機会を得た。 一般講演は、「将来の ATM」、「通信航法監視技術」、「全地球航法衛星システムと電離圏」などの 11 のテーマについて行われ、国外研究者によるアカデミックな講演や研究開発プロジェクト実施状況の報告があった。国内外の大学等研究機関からの応募により一般講演が増加しつつあり、プロジェクト報告のみならず学術的な報告の質も向上している。特に、EIWAC2013 ではチュートリアル講演にて議論されたトラジェクトリ関連の研究については、EIWAC2015 にてシミュレーション結果など高度な研究成果の発表が 10 件を超えた。これは、EIWAC の開催がアジア太平洋地域におけるこの分野の研究の発展に寄与していることを示している。 EIWAC2015 では、参加者が延べ 744 名(うち外国からは 17 ケ国、174 名)を数えた。アジア地区からは、タイやインドネシアに加え、初めて中国から大学教授や学生等 8 名以上の参加があった。 基調講演に加えて上記の参加者や講演内容のデータは、EIWAC が国際講演会として定着したとともに、専門分野
--	--	--	--	---

				ではアジアの中核となる意見交換の場として成長しつつあることを示している。 このように、当研究所のアジア地域における中核的研究機関としての存在感が向上するとともに、ATM などの研究分野の裾野の拡大への貢献、当研究所を中心とした国際連携体制の大幅な発展は、今期 2 回の EIWAC 開催の最大の成果である。 更なる地位向上を目指し、平成 29 年度に EIWAC2017 を開催する見込みである。 ・ 技術セミナーは、JICA のスキームのみならず、海外と多数の技術セミナーが開催されている。 例えば、韓国とは、平成 23 年 11 月に韓国ソウル金浦空港内 ST コンベンションにおいて第 1 回日韓 CNS/ATM セミナーを共催した。本セミナーにおいては、通信・航法・監視にわたる幅広い分野からの航空交通システムの将来構想に係るプレゼンテーションを日韓両国政府及び両国の産業界が行うとともに、それぞれの国の研究開発機関によるプレゼンテーションが行われた。 中国とは、平成 24 年 2 月に開催された日中両国航空当局間の意見交換会「日中将来航空交通システム調整グループ」に参加した中国航空局代表団の要請を受けて、当研究所において研究紹介セミナーを開催した。当研究所からは、研究所の長期ビジョン及び最近の研究活動としてトラジェクトリに関する研究や空港面トラジェクトリの研究、洋上経路システム高度化の研究等を紹介した。 平成 26 年度は、東南アジア地域における研究所のプレゼンス向上と交流の促進、ATM/CNS 研究の裾野の拡大に焦点を当て、10 月 22 日と 27 日にマレ
--	--	--	--	---

					一シア・マラッカ市とベトナム・ハノイ市において当研究所が直接赴き、東南アジアセミナーを開催した。 平成 27 年度は、シンガポール ATMRI において ENRI 技術セミナーを開催した。将来の ATM における正確かつ高度な航空機運用管理に重要となる情報共有や気象情報活用などを課題として講演した。また、平成 27 年 11 月には、インドのムンバイにて開催されたインド空港職員協会総会のセミナーに招待を受けて当研究所職員が新方式の航空管制用監視システムについて講演した。		
4. その他参考情報							
(諸情勢の変化、評価対象法人に係る分析等、必要に応じて欄を設け記載)							

成果について、研究発表会、講演会等の開催、学会や各種メディアを通じた発表や広報等を効果的に行うこと。 研究開発成果の発表方法としては、特に査読付論文への投稿を積極的にを行い、中期目標期間中に 80 件程度の採択を目指すこと。 知的財産に関する取組については、保有する特許の活用を推進するため活動を実施するとともに、特許出願にあたっては、有用性、保有の必要性等について検討すること。	果を社会に還元するため、講習の開催や技術マニユアルの作成等を通じて、行政当局や企業等への技術移転に積極的に取り組む。 具体的には、各研究開発課題について年1回以上、学会や専門誌等において発表する。また、研究所一般公開、研究発表会を年1回開催するとともに、講演会を中期目標期間中に3回程度開催する。研究所の理解と研究成果の広範な普及及びそれによる将来の技術交流等につなげるため、企業等で出前講座を開催する。また、中期目標期間中に80件程度の査読付論文の採択を目指す。 知的財産権による保護が必要な研究開発成果については、有用性、保有の必要性等について十分検討しつつ、必要な権利化を図る。また、登録された権利の活用を図るため、研究成果に関心を寄せる企業等へ積極的に技術紹介を行うとともに、広報誌、パンフレット、パテント展示等を活用して積極的に広報・普及を行う。	c)知的財産権の取得・管理・活用は適切になされているか。	り、取組は十分である。 c)知的財産権の取得・管理・活用は適切になされているか。 - 関連する企業へ積極的に研究成果をアピールするためマイクロウェーブ展へ出展する等、知財の普及に努めている。 - 査読付論文の質の向上について、査読付論文の採択数を達成すると共に、より質の高い執筆をするため、研究企画統括を筆頭に研究所報告編集委員又はその推薦研究者が論文執筆アドバイザーとなり体制を強化した。これにより質の高い論文誌や採択率の低い国際学会発表等の査読にも採択されるようになった。 採択例 Ergonomics 学術論文誌に「航空路管制業務の認知プロセスモデリング」 EuRAD に「民間ヘリコプタの障害物検知および衝突回避のための低送信電力・高感度 76GHz 帯ミリ波レーダ」など計3件 - 第三期中長期計画期間における当研究員の学会発表において、学会から表彰を受けた件数は 20 件である。平成 23 年度(1 件)、24 年度(1 件)、25 年度(7 件)、26 年度(2 件)、27 年度(9 件)となっており、研究員の能力及び指導力の向上が認められる。 主な例としては、日本航空宇宙学会から「中低磁気緯度の電離圏環境に対応した GBAS の開発」について技術賞(基礎技術部門)、ヒューマンインタフェース学会から「航空管制官の実践知分析を通じた管制処理プロセス可視化インタフェースの評価」についてヒューマンインタフェース学会論文賞、電気学会から「空港面航空機受動監視システムの高性能化」について論文奨励賞を受賞している。 - 学術的な国際会議の場では、研究員が多数の研究発表や、運営委員、査読委員等の役割を担い学術界の発展に寄与している。当研究所は、国際航空科学会議 (ICAS: International Council of Aeronautical Sciences) などに参加し、活動している。ICAS は航空に関する科学技術の発展と国際交流の促進を目的として設立された世界で唯一の国際航空科学組織で、30 か国約 50 組織が加盟している。米 NIA やボーイング社、独 DLR、EADS 等の研究所及び会社と並んで航空科学を支援している。学会活動において、論文発表のみならず、国際航空科学会議の McCarthy Award 審査委員や、米国電気電子学会 SWIM	れる。 また、学術的な国際会議の場では、研究員の多数が運営委員、査読委員等の役割を担う等、重責の役職を担うようになっきており、学術界の発展に寄与している。 - 関連する企業へ積極的に研究成果をアピールするためマイクロウェーブ展や CANSO 主催の展示会 (World ATM Congress) へ出展する等、積極的に知財の普及に努めている。 - 知的財産の技術移転について、特筆すべきこととして、成田国際空港の航空保安無線施設へ積雪に強い技術、受動型二次監視レーダ (PSSR)、光ファイバ接続型受動監視システム (OCTPASS) 等、研究員の研究成果が、製品として技術移転され社会へ還元された意義は大きい。 - 成田国際空港の航空保安無線施設へ積雪に強い技術について、平成 23 年度に特許権「航空機等の進入コースの変動を防止する積層構造体」が活用され、成田国際空港の航空保安無線施設の運用に貢献することができた。 - 特許権「受動型 (パッシブ) SSR 装置」は、空港周辺を飛行する航空機の位置が確認できることから航空機騒音測定の際の航空機の位置把握に活用されており、また、平成 25 年度には一般財団法人航空保安研究センターが提供する航空交通情報サービスへも活用された。 - さらに、光ファイバ接続型受動監視システム (OCTPASS) について、開発した技術を日本無線 (株)、GBAS-GAST-D の一部技術を日本電気 (株) へそれぞれ許諾するとともに製品化することによって、海外を含めて活用されるように務めるなど、研究成果を	
---	---	-------------------------------------	---	--	--

			国際ワークショップの共同委員長など、国際会議等で重責を担う役職を定例的に当研究所の研究員が担うようになってきている。 ・ 受動型二次監視レーダ(PSSR)について、一般財団法人航空保安研究センターが実施する航空交通情報サービスへPSSR 技術が導入され全国展開された。更に、本技術は無線局を要しないことから、航空機騒音測定の際の航空機の位置把握にも活用されるなど、成果が社会へ還元された。 ・ 研究所紹介マンガについて、第21回交通関係研究所分科会における「一般ユーザーへの理解、知っていただくことを勧奨すべき」とのご意見(委員長)を基に、研究所紹介マンガ「知れば知るほどおもしろナットク！電子航法研究所ってこういうところ」を制作した。専門的になりがちな研究内容を、マンガという視覚情報で分かり易く紹介した。ホームページで公表するとともに、施設見学等において配布している。研究所に対する理解を深めてもらうため近隣の小中高校に配布したところ、施設見学の問い合わせ等があり、当初の予想を超える反響があった。 ・ スーパー・サイエンス・ハイスクールは、未来を担う科学技術系の人材を育てることをねらいとしている。その主旨に賛同し毎年受け入れ、平成26年度は群馬県立高崎高等学校2年生20名を受け入れた。学生に対して、洋上管制シミュレータの体験や電波無響室を使った電波の実験など、電波の存在やその電波が実際の航空管制にどのように利用されているのか説明するとともに、将来の進路を意識した講義を行い、校長先生はじめ、沢山の生徒から御礼の手紙を頂いた。他にも東北大学工学部機械知能・航空工学科などの研修受け入れなども積極的に実施しており、今後も研究所として、継続した科学技術教育活動への貢献を図っていく。・平成26年度10月18日岩沼分室では岩沼市の依頼を受け、約300名の地元学生が来場した理科フェスティバルにブース出展を行った。理科フェスティバルは、優れた科学者への子供たちの夢・あこがれを育むとともに、理科や科学の楽しさ・おもしろさを伝えるもの。手作りラジオで、野外電波を熱心に受信する子供たちの姿に、科学技術に対する好奇心の向上をうかがえた。地域教育への貢献とともに、当研究所の価値を理解頂く貴重なイベントとなった。 ・ 各研究開発課題について、年1回以上、学会や専門誌等において発表した。また、研究所一般公開、研究発表会を年1回開催するとともに、講演会を平成23、25、26年度、羽田空港第	社会へ還元するための活用促進に取り組んだ。 ・ 研究所紹介マンガについて、施設見学者から「マンガは文章ではなく視覚情報のため非常に分かり易く、電子航法研究所に興味を持った」と好評であった。近隣の小中学校及び全国の航空少年団にも配布し、工業高校と一少少年団からは、追加の要望もあった。 ・ スーパー・サイエンス・ハイスクールや大学の航空宇宙工学科などの学生受け入れでは、洋上管制シミュレータの体験や、電波無響室を使った電波強度の実験など体験学習を中心とした活動も行い、将来を担う理系学生に対する電子航法への興味を掻き立てた。 ・ 研究所紹介マンガの制作等、広報手段の充実や、スーパー・サイエンス・ハイスクール、大学の航空宇宙工学科等理系学生を対象とした受け入れなど、小学校から大学生・専門家までを連続性のある幅広い広報を実践することにより、来所及び来場者の数は劇的に増加していることは、効率的かつ効果的な広報が成功している証と言える。	
--	--	--	--	---	--

				一ターミナルビルにおいて実施した。				
4. その他参考情報								
(諸情勢の変化、評価対象法人に係る分析等、必要に応じて欄を設け記載)								

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
Ⅱ－1 組織運営の効率化			
当該項目の重要度、難易度	（必要に応じて重要度及び難易度について記載）	関連する政策評価・行政事業レビュー	

2. 主要な経年データ								
評価対象となる 指標	達成目標	基準値等 (前中長期目標期間 最終年度値等)	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	(参考情報) 当該年度までの累積値等、必要な 情報

3. 中長期目標、中長期計画、主な評価軸、業務実績等、中期目標期間評価に係る自己評価及び主務大臣による評価							
	中長期目標	中長期計画	主な評価軸（評価の視点）、指標等	法人の業務実績・自己評価		主務大臣による評価	
				主な業務実績等	自己評価	(見込評価)	(期間実績評価)
	①機動性、柔軟性の確保 社会・行政ニーズに迅速かつ的確に対応し、時機を逸することなく有益な研究成果を得られるよう、組織運営の機動性、柔軟性を確保し、必要に応じて随時組織体制を見直すこと。また、研究員が研究開発の中核業務に専念することにより研究成果の水準を高められるよう、研究業務を支援する職員を適時的確に配置するなど、研究資源を最大限有効活用するよう努めると。 ②内部統制の充実・強化等 理事長が戦略的にマネジメントを実施し、リーダーシップを発揮することにより、研究所がその任務を有効かつ効率的に果た	①機動性、柔軟性の確保 「社会・行政ニーズ」に迅速かつ的確に対応し、時機を逸することなく有益な研究成果を得られるよう、組織運営の機動性、柔軟性を確保し、必要に応じて随時組織体制を見直すこと。また、研究員が研究開発の中核業務に専念することにより研究成果の水準を高められるよう、研究業務を支援する職員を適時的確に配置するなど、研究資源を最大限有効活用するよう努める。 ②内部統制の充実・強化等 理事長が戦略的にマネジメントを実施し、リーダーシップを発揮することにより、研究所がその任務を有効かつ効率的に果た	a)研究開発の体制・実施方針が妥当であるか。 b)リーダーシップが発揮されているか。 c)コンプライアンス体制は整備されているか。 d)プロジェクトの実施状況、新たな技術動向等にも機動的に対応し、実施体制等の柔軟な見直しが行われているか。	< 主要な業務実績 > 各評価軸への対応を以下に示す。 a)研究開発の体制・実施方針が妥当であるか。 ・ 理事長がリーダーシップのもと、必要に応じて組織体制の見直し等、適時的確な配置を行い、研究開発に取り組んでいる。 b)リーダーシップが発揮されているか。 ・ 理事長がリーダーシップを発揮し、戦略的なマネジメントを行っている。 c)コンプライアンス体制は整備されているか。 ・ 「コンプライアンスマニュアル」の配布、「内部統制研修」の実施、研究不正防止に係る規程の策定等行い、体制は整備されている。 d)プロジェクトの実施状況、新たな技術動向等にも機動的に対応し、実施体制等の柔軟な見直しが図られているか。 ・ 計画線表を用いた進捗管理、進捗報告会議の開催等により柔軟な見直しを実施している。	< 評定と根拠 > 評定:B 根拠: 中長期計画の目標を着実に達成	評定	評定

すことができるよう、リスクマネジメントの活用及び情報セキュリティ対策を含めた内部統制のしくみを見直して、その充実・強化を図ること。 中期計画及び年度計画に定めた事項については、その実行に必要なとなる個別業務を明確化し、その各々について実施計画と達成目標を具体的に定めるとともに、それらの進捗状況や課題を定期的に把握して、着実に業務を遂行すること。	その任務を有効かつ効率的に果たすことが可能となる。このため、リスクマネジメントの活用及び情報セキュリティ対策を含めた内部統制のしくみを随時見直し、その充実・強化を図る。 また、中期計画及び年度計画に定めた事項については実施計画と達成目標を具体的に定め、進捗状況や課題を定期的に把握しつつ、着実に業務を遂行する。	・ 理事長のリーダーシップの下、更なる機動性、柔軟性のある組織へと変換を図るため、平成 24 年度から通信・航法・監視領域を航法に特化した航法システム領域とし、通信と監視の研究員は機上等技術領域と統合して監視通信領域とする領域構成として再編した。この領域再編により、時代に即した研究環境を整え、研究効率を更に向上することができた。 ・ 前中期目標期間に策定した、役職員が遵守、心得るべき事項をまとめた「コンプライアンスマニュアル」を全職員に配布するなどして周知を徹底し、内部統制・コンプライアンス強化を継続的に実行している。 コンプライアンス強化の実効を確保するため、役職員全員にコンプライアンスセルフチェックを行うとともに、中長期計画に基づき法令等を遵守しつつ業務を効果的かつ効率的に進めるための「コンプライアンス研修」を全職員を対象として外部講師を招いて行った。 リスクマネジメントについては、リスク管理規程を作成し、リスク管理委員会において「リスクコントロールマトリクス」、「業務フロー」、「業務記述書」の策定について審議を行った。 また、理事長の戦略的マネジメントとして、内部監査規程に基づく内部監査の組織内での定着を図るため、監査担当職員の技量向上を目指し、外部講師を招いて「内部品質監査研修」を行うとともに、研究不正防止及び情報セキュリティなどの内部統制に係る関連規程の見直しを行った。 さらに、情報セキュリティ対策として、情報セキュリティポリシーに基づき、以下の取り組みを実施した。 ①役職員向け「情報セキュリティ対策のしおり」の配布 ②障害／事故等の発生に備えた訓練 ③セルフチェックシートによる自己点検 ④階層別情報セキュリティ研修(管理監督者用及び職員用) ⑤情報セキュリティ内部監査 ⑥情報セキュリティ外部監査(セキュリティスキャン等) ・ 当研究所の重要事項を審議する「幹部会」では、予算の使用計画や研究員の採用、業務方法書の策定など組織運営全般にわたる審議を行い、意思決定機構の充実を図った。引き続き、理事長のリーダーシップにより、当研究所で策定した「理念」のもと、効率的な運営を図っていく。 ・ 中期計画及び年度計画に定めた事項について、年度途中においても研究の進展及び社会情勢の変化に柔軟に対応することができるよう、「計画線表」を用いた進捗管理を定期的に行っている。この「計画線表」においては、年度計画に記載されてい		
---	---	---	--	--

				る実施項目毎に管理責任者を割り当て、四半期毎の「進捗報告会議」において進捗状況の確認を行った。計画線表は、組織運営の効率化につながっている。 同様に、年に2回実施している研究ヒアリングにおいても研究計画の進捗管理を行い、予算やエフォート等に適切に反映するなど、当研究所のガバナンスの強化を図っている。 平成 24 年度は特に、研究ヒアリングの効率化を目指して「研究ヒアリングガイドライン」を作成し、研究者が作成する資料やヒアリング説明手順の画一化を図るなど、組織運営の効率化に繋がった。 このように、中期計画及び年度計画に定めた事項について、着実に業務を遂行した。		
4. その他参考情報						
(予算と決算の差額分析、「財務内容の改善に関する事項」の評価に際して行う財務分析など記載)						

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
Ⅱ-2 業務の効率化			
当該項目の重要度、難易度	(必要に応じて重要度及び難易度について記載)	関連する政策評価・行政事業レビュー	

2. 主要な経年データ						
評価対象となる指標	達成目標	基準値等 (前中長期目標期間最終年度値等)	23年度	24年度	25年度	26年度
						27年度
一般管理費	6%程度縮減	36,929 千円	35,452 千円	34,388 千円	33,356 千円	31,679 千円
業務経費	2%程度縮減	615,500 千円	584,725 千円	578,878 千円	559,089 千円	566,044 千円

3. 中長期目標、中長期計画、主な評価軸、業務実績等、中期目標期間評価に係る自己評価及び主務大臣による評価						
中長期目標	中長期計画	主な評価軸(評価の視点)、指標等	法人の業務実績・自己評価		主務大臣による評価	
			主な業務実績等	自己評価	(見込評価)	(期間実績評価)
①効率化目標の設定等 管理部門の簡素化、効率的な運営体制の確保、アウトソーシングの活用等により業務運営コストを縮減することとし、一般管理費及び業務経費の効率化目標を次の通り設定する。なお、一般管理費については、経費節減の余地がないか自己評価を厳格に行った上で、適切な見直しを行うこと。	①効率化目標の設定等 管理部門の簡素化、効率的な運営体制の確保、アウトソーシングの活用等により業務運営コストを縮減し、一般管理費及び業務経費の効率化目標を次の通り設定する。なお、一般管理費については、経費節減の余地がないか自己評価を厳格に行った上で、適切な見直しを行うこと。	＜評価軸＞ a)適切な業務の効率化がなされているか。 b)契約の透明性が確保されているか。 c)知的財産権の取得・管理・活用は適切になされているか	＜主要な業務実績＞ 各評価軸への対応を以下に示す。 a)適切な業務の効率化がなされているか。 ・ 旅費請求事務における職員の負担の軽減、アウトソーシングの活用、一部の庁舎蛍光灯及び構内外灯のLED化、定期購読類の見直し等業務の効率化に努めている。 b) 適切な調達の合理化がなされているか。 ・ 入札情報の提供方法の拡充や調達に係る仕様書内容を具体的且つ詳細に明示することに努めた。 c)知的財産権の取得・管理・活用は適切になされているか ・ 知的財産権の見直しを、維持費用の発生する節目等に行い、保有の意義、コストを勘案して権利を継続しない等適切に管理している。 ・ 当研究所は、様々な検討を進め、業務運営コストの縮減に取組として、従前より取り組んでいる居室の空調機の節電や、廊下等共用部の照明の節電などの徹底やクールビズ適用期間の前倒し、一部の庁舎蛍光灯及び構内外灯のLED化、窓ガラスへの断熱コーティングによる、省エネ及びCO2削減対策を実施したほか、近隣研究機関との共同調達により経費を抑制した。	＜評定と根拠＞ 評定：B 根拠： 中長期計画の目標を着実に達成	評定	評定

については、中期目標期間中に見込まれる当該経費総額(初年度の当該経費総額(初年度の当該経費相当分に5を乗じた額)を 6%程度縮減すること。 b)業務経費の縮減 業務経費(人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。)については、中期目標期間中に見込まれる当該経費総額(初年度の当該経費相当分に5を乗じた額)を 2%程度縮減すること。 ②契約の点検・見直し 契約については、「独立行政法人における調達等合理化の取組の推進について」(平成 27 年 5 月 25 日総務大臣決定)に基づき、PDCAサイクルにより、公正性・透明性を確保しつつ、自律的かつ継続的に調達等の合理化に取り組みため、平成 27 年度国立研究開発法人電子航法研究所調達等合理化計画を定め下記1)～3)の取り組みを実施した。 1)共同調達の拡大 新たに電力調達について、海上技術安全研究所及び交通安全環境研究所(現:自動車技術総合機構)と共同調達を行った。 2)契約手続きの見直し ・仕様書の内容の見直し 過去に1者応札案件となったものに重点を置き取り組んだ。仕様書を作成する際には、製品の諸元や業務内容等を詳細に記載し、「同等品」等の表記のみとせず必要とされる仕様について詳細に記載することに努めた ・公告期間の延長 予定価格1千万円以上の案件については、休日を除いて15日以上の公告期間を確保した。 ・複数見積の徴取 入札案件については全て複数者への見積依頼を行った。 ・情報提供の拡充 メールマガジン発行について、入札公告等の情報を契約種別の区分無く	間中に見込まれる当該経費総額(初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。)を 6%程度縮減する。 b)業務経費の縮減 業務経費(人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。)について、中期目標期間中に見込まれる当該経費総額(初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。)を 2%程度縮減する。 ②契約の点検・見直し 契約については、「独立行政法人における調達等合理化の取組の推進について」(平成 27 年 5 月 25 日総務大臣決定)に基づき、PDCAサイクルにより、公正性・透明性を確保しつつ、自律的かつ継続的に調達等の合理化に取り組みため、平成 27 年度国立研究開発法人電子航法研究所調達等合理化計画を定め下記1)～3)の取り組みを実施した。 1)共同調達の拡大 新たに電力調達について、海上技術安全研究所及び交通安全環境研究所(現:自動車技術総合機構)と共同調達を行った。 2)契約手続きの見直し ・仕様書の内容の見直し 過去に1者応札案件となったものに重点を置き取り組んだ。仕様書を作成する際には、製品の諸元や業務内容等を詳細に記載し、「同等品」等の表記のみとせず必要とされる仕様について詳細に記載することに努めた ・公告期間の延長 予定価格1千万円以上の案件については、休日を除いて15日以上の公告期間を確保した。 ・複数見積の徴取 入札案件については全て複数者への見積依頼を行った。 ・情報提供の拡充 メールマガジン発行について、入札公告等の情報を契約種別の区分無く	簡易入札(競争参加資格審査を受けずに見積書の提出による競争契約)を活用することにより、競争参加者を多く募り、競争性を発揮することにより経費の抑制を図った。 第三期中長期計画では、中長期目標期間中の一般管理費(人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。)について、中長期目標期間中に見込まれる当該経費総額(初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。)を2%程度縮減することとしておりました。このことについては、7. 2%縮減することができ、第三期中長期計画の目標を達成した。 ・業務経費の縮減について、簡易入札(競争参加資格審査を受けずに見積書による競争契約)を活用することにより、競争参加者を多く募り、競争性を発揮することにより経費の抑制を図った。 第三期中長期計画では、中長期目標期間中の業務経費(人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。)について、中長期目標期間中に見込まれる当該経費総額(初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。)を6%程度縮減することとしておりました。このことについては、6. 7%縮減することができ、第三期中長期計画の目標を達成しました。 ・調達合理化の取組の推進 「独立行政法人における調達等合理化の取組の推進について」(平成 27 年 5 月 25 日総務大臣決定)に基づき、国立研究開発法人電子航法研究所は、事務・事業の特性を踏まえ、PDCAサイクルにより、公正性・透明性を確保しつつ、自律的かつ継続的に調達等の合理化に取り組みため、平成 27 年度国立研究開発法人電子航法研究所調達等合理化計画を定め下記1)～3)の取り組みを実施した。 1)共同調達の拡大 新たに電力調達について、海上技術安全研究所及び交通安全環境研究所(現:自動車技術総合機構)と共同調達を行った。 2)契約手続きの見直し ・仕様書の内容の見直し 過去に1者応札案件となったものに重点を置き取り組んだ。仕様書を作成する際には、製品の諸元や業務内容等を詳細に記載し、「同等品」等の表記のみとせず必要とされる仕様について詳細に記載することに努めた ・公告期間の延長 予定価格1千万円以上の案件については、休日を除いて15日以上の公告期間を確保した。 ・複数見積の徴取 入札案件については全て複数者への見積依頼を行った。 ・情報提供の拡充 メールマガジン発行について、入札公告等の情報を契約種別の区分無く		
---	--	--	--	--

	能性の多寡等の観点に沿って、その保有の必要性について不断に見直しを行うとともに、見直し結果を踏まえて、研究所有し続ける必要がないものについては、支障のない限り、国への返納を行う。また、特許権については、特許権を保有する目的を明確にした上で、当該目的を踏まえつつ、登録・保有コストの削減を図ること。	を行うとともに、見直し結果を踏まえて、研究所有し続ける必要がないものについては、支障のない限り、国への返納を行う。また、特許権については、保有する目的を明確にした上で、登録・保有コストの削減に努める。		提供してきたが、事業者の希望に応じて契約種別毎に提供できるようにした。 ・複数年契約の導入 落札業者の変更による機器の入替作業、設置・撤去費用分のコスト削減及び、調達手続きの効率化につながる庁舎警備契約について、海上技術安全研究所と複数年契約を実施することを決定した。 ・公募競争等の適用 応札可能な事業者が1者に限定されることが明らかである場合は、公募競争契約等適切な契約方式を検討することとしていたが、該当する案件はなかった。 3) 調達に関するガバナンスの徹底 ・随意契約に関する内部統制の確立 新たに競争性のない随意契約を締結することとなる案件については、事前に法人内に設置された契約審査会(委員長は理事)に報告し、点検を受けることとしていたが、該当する案件はなかった。 ・不祥事の発生の未然防止・再発防止のための取組 平成 27 年 11 月に全職員に対しコンプライアンスセルフチェックを実施し、同年 12 月には全職員に対して外部講師によるコンプライアンス研修を実施した。 ・保有資産については、航空交通の安全の確保とその円滑化を図るため、航空交通管理手法の開発や、航空機の通信・航法・監視を行う航空保安システムに係る研究開発等を行うために必要不可欠な実験施設等を保有している。具体的には、電子航法装置などの電波使用機器に対して測定を行う電波無響室などを保有している。また、航空機を誘導するための無線施設や航空機の位置を把握するためのレーダ等の整備・運用に際して実験用航空機を使用した検証が必要なことから、仙台空港に実験施設や実験用航空機を保有している。 - 特許権保有については、維持費用の負担が生じる節目や事案発生の機会ごとに検討を行うこととしている。登録された特許権の放棄を 10 件以上や、出願中の事案についても登録後の実施可能性を検討して共同出願人と協議を行い、権利化の継続のとりやめを 10 件程度決定するなど、保有の意義や目的、コストを意識した運営を行った。 - また、出願等に係る費用に際しては、当研究所は産業技術力強化法施行令にて規定される国立研究開発法人であることから、特許料等の減免制度を適切に活用し、コスト削減に努めている。		
--	---	---	--	--	--	--

4. その他参考情報

(予算と決算の差額分析、「財務内容の改善に関する事項」の評価に際して行う財務分析など記載)

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
Ⅲ－1		予算、収支計画及び資金計画の効率化	
当該項目の重要度、難易度	関連する政策評価・行政事業レビュー		

2. 主要な経年データ								
評価対象となる 指標	達成目標	基準値等 (前中長期目標期間 最終年度値等)	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	(参考情報) 当該年度までの累積値等、必要な 情報
受託研究	100件以上	—	22 件	23 件	24 件	37 件	45 件	平成 27 年度末で 151 件

3. 中長期目標、中長期計画、主な評価軸、業務実績等、中期目標期間評価に係る自己評価及び主務大臣による評価							
	中長期目標	中長期計画	主な評価軸（評価の視点）、指標等	法人の業務実績・自己評価		主務大臣による評価	
				主な業務実績等	自己評価	(見込評価)	(期間実績評価)
	(1) 中期計画予算の作成 中期目標期間における予算、収支計画及び資金計画を適正に作成し、健全な財務体質の維持を図ること。運営費交付金を充当して行う業務については、本中期目標に定めた事項に配慮した予算を計画し、当該予算に基づいて運営を行うこと。 (2) 自己収入の拡大 民間企業等における技術ニーズを把握し、研究や試験評価に関する提案を積極的に行い、受託研究の増加に努める。また、受託研究や共同研究及び競争的資金による研究開発の実施、知的財産権の活用推進、寄附金の受入等、運営費交付金以外の外部資金を積極的に獲得することにより、自己収入の拡大に努	(1) 中期目標期間における財務計画は次のとおりとする。 ① 予算 別紙のとおり ② 収支計画 別紙のとおり ③ 資金計画 別紙のとおり (2) 自己収入の拡大 民間企業等における技術ニーズを把握し、研究や試験評価に関する提案を積極的に行い、受託研究の増加に努める。また、受託研究や共同研究及び競争的資金による研究開発の実施、知的財産権の活用推進、寄附金の受入等、運営費交付金以外の外部資金を積極的に獲得することにより、自己収入の拡大に努	＜評価軸＞ a) 民間企業等からの資金獲得の努力、実際の獲得状況、提供されたサービスの質等が十分であるか。 ・ 研究成果の普及・広報活動を精力的に展開して受託研究及び競争的資金の獲得を行い、自己収入を十分得ている。 ・ 自己収入の拡大について、受託研究や外部資金受入型の共同研究及び競争的資金による研究開発の実施件数は、既に、H26 年度時点で151 件であり、中期計画で定めた100 件を上回り、目標を達成した。 ・ 短期借入金の限度額について、今年度の短期借入金はない。今後とも引き続き適切な業務運営を行うことにより、短期借入金が発生しないと思われるが、万一予見し難い事故等が発生した場合においても中期計画の限度額を超えることのない様に努める。 ・ 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産の処分に関する計画については、該当なし。 ・ 重要な財産を譲渡し、又は担保に供する計画については、該当なし。 ・ 剰余金の用途について、平成 27 年度は、第三期中長期目標期間の	＜主要な業務実績＞ 評価軸への対応を以下に示す。 a) 民間企業等からの資金獲得の努力、実際の獲得状況、提供されたサービスの質等が十分であるか。 ・ 研究成果の普及・広報活動を精力的に展開して受託研究及び競争的資金の獲得を行い、自己収入を十分得ている。	＜評定と根拠＞ 評定：B 根拠： 中長期計画の目標を着実に達成	評定	評定

	の活用推進、寄附金の受入等、運営費交付金以外の外部資金を積極的に獲得することにより、自己収入の拡大を図ること。具体的には、中期目標期間中に、受託研究、外部資金受入型共同研究及び競争的資金による研究開発を100件以上実施すること。	める。そのため、受託研究や外部資金受入型の共同研究及び競争的資金による研究開発を中期目標期間中に100件以上実施する。 4. 短期借入金の限度額 予見し難い事故等の事由に限り、資金不足となる場合における短期借入金の限度額は、300(百万円)とする。 5. 不要財産又は不要財産となることが見込まれる財産の処分に關する計画 特になし。 6. 重要な財産を譲渡し、又は担保に供する計画 特になし。 7. 剰余金の使途 ①研究費 ②施設・設備の整備 ③国際交流事業の実施 (招聘、セミナー、国際会議等の開催)		最後の事業年度であるため、翌中長期目標期間における業務の財源に充ててるものを除いて、国庫に納付する。			
--	---	--	--	---	--	--	--

	4. その他参考情報 (予算と決算の差額分析、「財務内容の改善に関する事項」の評価に際して行う財務分析など記載)
--	--

1. 当事務及び事業に関する基本情報			
IV－1		その他主務省令に定める業務運営に関する事項の効率化	
当該項目の重要度、難易度	（必要に応じて重要度及び難易度について記載）	関連する政策評価・行政事業レビュー	

2. 主要な経年データ								
評価対象となる 指標	達成目標	基準値等 (前中長期目標期間 最終年度値等)	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	(参考情報) 当該年度までの累積値等、必要な 情報

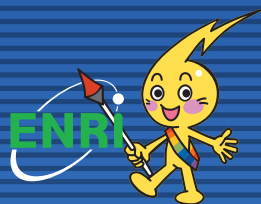
3. 中長期目標、中長期計画、主な評価軸、業務実績等、中期目標期間評価に係る自己評価及び主務大臣による評価							
中長期目標		中長期計画	主な評価軸（評価の視点）、指標等	法人の業務実績・自己評価		主務大臣による評価	
			主な業務実績等	自己評価	（見込評価）		（期間実績評価）
(1)施設及び設備に関する事項 研究開発の業務効率を低下させず、質の高い研究成果が得られるようにするため、研究施設及び設備の整備を計画的に進めること。また、研究施設及び設備を長期間使用できるようにするため、維持保全を適切に実施すること。		(1)施設及び設備に関する事項 中期目標期間中に以下の施設を整備する。また、既存施設の維持・補修、機能向上に努める。 ・研究開発の実施に必要な業務管理施設、実験設備の整備・その他管理施設の整備、予定額547(百万円) 一般会計独立行政法人電子航法研究所施設整備費補助金	＜評価軸＞ a)最先端の研究施設・設備の迅速な導入、研究支援者、技術者等の充実等、研究者の質の高い研究開発を行うための研究開発環境の整備・充実が図られているか。 b)人材の獲得、配置、育成の戦略が適切に実施されているか。 c)研究者、技術者、研究開発マネジメント人材の育成、支援、キャリアパスの選択拡大等の取組が十分か。	＜主要な業務実績＞ 各評価軸への対応を以下に示す。 a)最先端の研究施設・設備の迅速な導入、研究支援者、技術者等の充実等、研究者の質の高い研究開発を行うための研究開発環境の整備・充実が図られているか。 ・ 東日本大震災で被災した研究施設の復旧を早急に実施した。 ・ 電波無響室を維持するため、電波吸収体交換工事を行うとともに、契約職員を採用して施設利用の支援にあたる等研究開発環境の整備・充実を図った。 b)人材の獲得、配置、育成の戦略が適切に実施されているか。 ・ 任期付研究員を採用し、正職員として育成する等、適切な戦略を実施している。 c)研究者、技術者、研究開発マネジメント人材の育成、支援、キャリアパスの選択拡大等の取組が十分か。 ・ 「人材活用等に関する方針」、「キャリアガイドライン」、「研修指針」等制定し、取組を十分行った。 d)給与水準は、国家公務員の給与水準を十分考慮したものとなっているか。	＜評定と根拠＞ 評定：B 根拠： 中長期計画の目標を着実に達成	評定	評定
(2)人事に関する事項 研究員の人事は、研究所が蓄積した技術と経験を若手研究員へ確実に継承し、高度な専門性を活かした研究開発を継続できるよう、人材活用等に関する方針に基づいて戦略的に実施すること。また、国内外を問わず、他の研		(2)施設・設備利用の効率化 業務の確実な遂行のため、研究所の施設・設備については、性能維持・向上等適切な処置を講じるとともに、効率的な利用に努める。特に老朽化している実験用航空機につい					

究開発機関、行政、民間企業と連携、交流する機会 の提供、種々の研修の実施等により、幅広い視野と見識を有する研究員の育成を推進すること。 給与水準については、国家公務員の給与水準も十分考慮し、手当を含め職員給与の在り方について厳しく検証した上で、目標水準・目標期限を設定してその適正化に計画的に取り組むとともに、その検証結果や取組状況を公表すること。 また、総人件費についても、「簡素で効率的な政府を実現するための行政改革の推進に関する法律」（平成 18 年法律第 47 号）に基づく平成 18 年度から 5 年間で 5 % 以上を基本とする削減等の人件費に係る取組を平成 23 年度においても引き続き着実に実施するとともに、政府における総人件費削減の取組を踏まえ、厳しく見直すこと。 (3)その他 国土交通省所管の独立行政法人及び関連する研究機関の業務の在り方の検討については、今後の独立行政法人全体の見直しの議論等を通じ、適切に対応すること。	では、今後の研究業務に支障が生じないよう、維持管理も含め経済性・合理性を勘案し、更新を含めた適切な措置を講じる。 (3)人事に関する事項 ①方針 業務処理を工夫するとともに、業務内容及び業務量に応じて適正に人員を配置する。研究員の人事は、研究所が蓄積した技術と経験を若手研究員へ確実に継承し、高度な専門性を活かした研究開発を継続できるよう、「人材活用等に関する方針」に基づき戦略的に実施するとともに、人事交流や研修の実施等により、幅広い視野と見識を有する研究員の育成を推進する。 ②人件費 給与水準については、国家公務員の給与水準も十分考慮し、手当を含め役職員給与の在り方について厳しく検証した上で、給与改定に当たっては、引き続き、国家公務員に準拠した給与規程の改正を行い、その適正化に取り組むとともに、その検証結果や取組状況を公表する。 特に事務・技術職員の給与水準については、平成 21 年度の対国家公務員指数が年齢勘案で 103.6 となっていることを踏まえ、平成 27 年度までに	・ 給与水準そのものは国と同一の基準により定められており、適正に設定されている。 ・ 施設及び設備に関する事項について、研究施設及び設備の整備を計画的に進め、長期間使用できるようにするため、環境(省エネ)に配慮し 4 号棟の改修工事、構内道路舗装改修工事及び研究棟の照明器具 LED 化に伴う付帯工事を実施した。 なお、質の高い研究開発を行うため、電子航法研究所電波無響室高度化改修工事を実施し、最先端の設備となった。 補正予算を活用し、東日本大震災により被災した岩沼分室庁舎等の復旧工事を実施し、岩沼分室及び航空機格納庫、実験用シェルター等に加え、実験設備の一部及び測定用車両を復旧した。復旧にあたっては、迅速な整備を進めた。 ・ 施設・設備利用の効率化について、電波無響室ワーキンググループにより、各研究において使用する日程を調整し、業務の確実な遂行を図った。更に、電波無響室を使用していない期間に、受託研究を実施し、効率的な利用を実施した。 一方、実験用航空機については、東日本大震災の影響により被災したため、平成 25 年度に取得し、研究開発環境の充実に努めた。 ・ 東日本大震災による業務への影響及び対応状況について、平成 23 年 3 月 11 日に襲った東日本大震災は、仙台空港(岩沼分室)を実証実験の拠点としていた当研究所にも甚大な被害をもたらした。被害の状況は、岩沼分室の庁舎 1 階及び航空機格納庫が冠水し、実験用航空機・実験用車両・受電設備及び庁舎 1 階にあった実験用機器並びに仙台空港内に設置していた実験用シェルター・GNSS 基準局設備及び計測器などの備品等が全損する被害を受けた。 研究については、14 の研究課題が影響を受けた。このうち 1 件は補正予算の執行により影響を回避できた。また、研究の順序を入れ替え実験規模を縮小するなどの計画変更を余儀なくされたものは 12 件あったが、研究への影響は最小限に食い止められている。残りの 1 件については、競争的資金により行っていた研究で、実験用航空機の被災により、平成 23 年度に予定していた航空機を使った実験を行うことができなくなったため、当該実験の時期を変更して研究を継続することを検討したが、結果的に競争的資金の提供時期と研究計画との整合がとれなかったため、研究自体を中止することとした。 このような東日本大震災による被災に対して、当研究所は被災者支援及び復旧・復興に関する研究は行っていないものの、当研究所の研究を行うためには岩沼分室等の復旧が急務であり、理事長のリーダーシップのもと、航空局との連携を密にしながら、仙台空港の復旧計画と協調しつつ一丸となって迅速な対応に当たった。その結	
---	---	---	--

		その指数を100.0以下に引き下げよう、給与水準を厳しく見直す。 総人件費※注)については、「簡素で効率的な政府を実現するための行政改革の推進に関する法律」(平成18年法律第47号)に基づく平成18年度から5年間で5%以上を基本とする削減等の人件費に係る取組を平成23年度においても引き続き着実に実施するとともに、政府における総人件費削減の取組を踏まえ、厳しく見直す。 ただし、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分及び以下に該当する者(「総人件費改革の取組の削減対象外となる任期付研究者」という。)に係る人件費については削減対象から除くこととする。 - 競争的資金又は受託研究若しくは共同研究のための民間からの外部資金により雇用される任期付職員 - 国からの委託費及び補助金により雇用される任期付研究者 - 運営費交付金により雇用される任期付研究者のうち、若手研究者(平成17年度末において37歳以下の研究者をいう。) ※注)対象となる「人件費」の範囲は、常勤役員及び常勤職員に支給する		果、国による平成23年度第1次補正予算及び第3次補正予算を受け、被災した岩沼分室、実験用航空機、GNSS実験設備、測定用車両、電源キュービクル、航空機格納庫及び実験用シエルターなどを復旧した。 なお、岩沼分室の復旧に当たっては、震災被害の再発を最小限にするため、庁舎1階にあった執務室及び重要な研究設備を庁舎2階に配置するなどの減災対策を行った。 - 人事に関する事項について、我が国では航空交通管理システムの分野を研究している他の研究機関が、未発達であることから、当研究所独自に策定した「人材活用等に関する方針」に基づき、当面の間は内部での人材育成を行うこととした。そのため、平成23年度には「キャリアガイドライン」、平成24年度には「研修指針」を制定した。 幅広い視野と見識を有する研究員の育成を推進するため、各種研修を確実に実施した。具体的には、これから当研究所の中心的役割を担っていく主任研究員等を対象にし、研究成果を適切に相手に伝えるための技術を学ぶ「プレゼンテーション研修」及び、グループリーダーとして研究計画を適切に立案し、確実に進捗させるための技術を学ぶ「プロジェクトマネジメント研修」、更に、法令等を遵守しつつ業務を効果的かつ効率的に実施するため必要な仕組みについて理解することを目的とした「内部統制研修」、「新規採用者研修」及び「障害者雇用に係わる研修」なども、役職及び職責に応じた研修カリキュラムを企画して開催した。 研究所が蓄積した技術と経験を若手研究員へ確実に継承し、高度な専門性を活かした研究開発を継続できるよう、研究領域にて戦略的に人材育成に取り組んだ。 - 給与水準の適正化等について、当研究所は国家公務員と同一の給与体系を導入しており、併せて人事院勧告により示された「国家公務員の給与構造改革」と同様の措置を適用し、昇給幅の抑制を継続して実施している。加えて、国家公務員の給与の改定及び臨時特例に関する法律(平成24年法律第2号)に基づく国家公務員の給与の見直しに準じて平成24年度から平成25年度末にかけて俸給・諸手当の減額を実施した。また、理事長の報酬は府省事務次官の給与の範囲内としており、役員報酬及び給与水準はホームページにおいて公表している。 - 給与水準の適正化については、対国家公務員指数(以下「指数」という。)が研究職種及び事務・技術職種ともに、100を超えている。 なお、国に比べて指数が高くなっている具体的な理由は、以下のとおりである。 研究職種については、当研究所は、研究開発業務に係る高度な専門的知識・能力を持つ者に対して、国に準拠した当研究所の給与規	
--	--	---	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4. その他参考情報
（予算と決算の差額分析、「財務内容の改善に関する事項」の評価に際して行う財務分析など記載）



国立研究開発法人

海上・港湾・航空技術研究所

電子航法研究所

Electronic Navigation Research Institute

所在地

本 所：Headquarters

〒 182-0012 東京都調布市深大寺東町 7 丁目42番地23号

TEL 0422-41-3165 FAX 0422-41-3169

7-42-23, Jindaijihigashi-machi, Chofu, Tokyo 182-0012, Japan

TEL + 81-422-41-3165 FAX + 81-422-41-3169

岩沼分室：Iwanuma Branch

〒 989-2421 宮城県岩沼市下野郷字北長沼4

TEL 0223-24-3871 FAX 0223-24-3892

4, Kitanaganuma, Shimonogo, Iwanuma, Miyagi 989-2421, Japan

TEL + 81-223-24-3871 FAX + 81-223-24-3892

ホームページアドレス：<http://www.enri.go.jp/>