

## 電子航法研究所の研究長期ビジョン

### 1. まえがき

電子航法研究所は昭和42年（1967年）の設立以来我が国における電子航法（電子技術を利用した航法）に係る研究分野において常に先駆的役割を果たしてきた。しかしながら独立行政法人化後、平成18年度から始まった第Ⅱ期中期計画において、航空交通管理（Air Traffic Management : ATM）システムの研究を通じて航空行政を技術的側面から支援していく中核的研究機関として位置づけたように、現時点ではATMをキーワードとした研究の比重が大きくなっている。

行政ニーズや社会ニーズに応える研究は第一義的に必要であるが、行政の補完的な役割を果たす研究機関にとどまらず、世界に研究成果を発信していく研究所としては、研究者が共有する長期的な研究の方向性を確立しておくことが不可欠である。

このような視点から現下の世界における研究動向、我が国の航空行政・産業のおかれている環境をふまえ、安全で、効率的かつ経済的なATMシステムを更に発展させていくことが必要であるとの認識に至った。

今後の研究の大きな柱と位置づけられる「トラジェクトリ管理」については、国土主要部において発達した鉄道網が存在する我が国において、公共交通機関としての航空が他の交通機関と適切な競争と分担を実現し、利用者に利便性を提供していくためには「遅延のないスムーズかつ効率的な運航の実現」こそが最も必要とされるところに由来している。

今回作成した長期ビジョンは、この「遅延のないスムーズかつ効率的な運航の実現」に不可欠な研究テーマで構成されている。

### 2. 経緯

平成18年7月に、電子航法研究所が実施する研究開発について国際動向および社会ニーズに沿った長期ビジョンを作成することを目的に、研究企画統括を委員長として長期ビジョン検討委員会を設置し検討を重ねてきた。

長期ビジョン作成に先立ち、まず欧米の研究開発状況を調査した[1, 2, 3]。また、国際民間航空機関（ICAO）の全世界的 ATM 運用概念[5]、欧州の ATM の将来ビジョンである SESAR(Single European Sky ATM Research) [6]や米国の NextGen(Next Generation Air Transportation System) [7]、さらに我が国の航空保安業務の包括的評価と再構築（案）：CARATS (Comprehensive Assessment on and Restructure of the Air Traffic Services)など[4, 8]の検討状況を参考にした。

### 3. とりまとめの考え方

ICAOの全世界的ATM運用概念[5]によれば、ATMとは「全ての関係者の協力下での便宜の提供と継ぎ目のないサービスを通じた、動的で統合的な航空交通と空域の、安全、経済的かつ効率的な管理」である。

具体的には、航空機の飛行軌道(トラジェクトリ)に着眼し、“実際のトラジェクトリ”を“飛行すべきトラジェクトリ”にできるだけ近くなるように運用(管理)することである。“飛行すべきトラジェクトリ”は関係者の“期待するトラジェクトリ”に一致することが望ましい。しかし、関係者の期待を実現するトラジェクトリは気象などの諸条件により時々刻々変化するため、この変化に臨機応変に対応した動的な管理が必要となる。すなわちATMの運用には次のような課題がある。

(a) いかにして期待にかなう“飛行すべきトラジェクトリ”を定めるか(協調的意思決定、動的管理)

(b) いかにして“実際のトラジェクトリ”を“飛行すべきトラジェクトリ”に近づけるか(推定と制御の問題)

このため長期ビジョンでは、現時点の研究課題からトラジェクトリ管理の実現に至るロードマップを作成することとした。なお、トラジェクトリ管理の実現には通信インフラ、および航空交通・気象状況などの予測技術も重要になることは周知のとおりである。

### 4. 想定する将来像

SESARは2020年を、NextGenでは2025年を目標としてビジョンを作成しているが、本ビジョンの作成にあたっては、以下の想定に基づき、研究のビジョンは2020年までとした。

- (1) ICAOのATM運用概念にある将来像の実現は2025年頃である
- (2) その頃には、我が国でもトラジェクトリの概念に基づく航空交通管理が実現される

電子航法研究所の研究長期ビジョンとしては図1に示すような航空交通管理のシステムを実現するために研究所として取り組むべき研究のビジョンを作成することとした。



図1 将来の全世界的ATMの運用概念

## 5. 電子航法研究所の研究長期ビジョン

電子航法研究所の研究長期ビジョンとして取り組むべき重点分野を定め、それらに該当する研究課題を抽出した。

設定した重点分野は以下のとおりである。

- (1) パフォーマンス分析によるボトルネック抽出と効率向上
- (2) 機能的な空域設定とトラジェクトリ管理
- (3) 航空機・運航者・管制官の連携のための情報通信基盤
- (4) 空港／空港面の高度運用
- (5) 高精度・高信頼性かつフレキシブルな基盤的航法技術

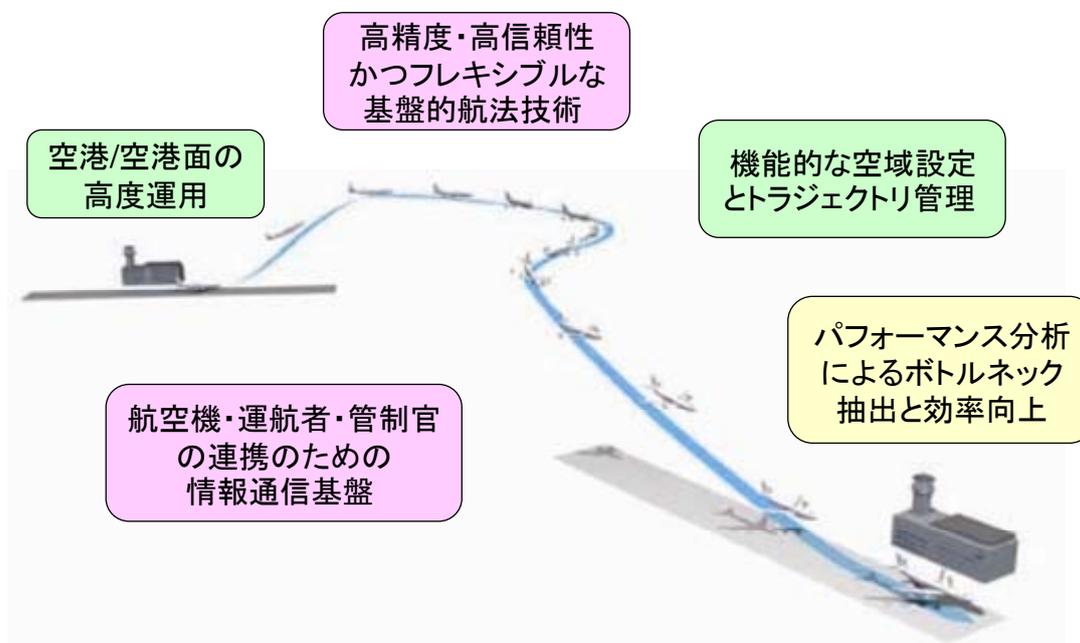


図2 設定した重点分野

表1に重点分野ごとの個々の研究課題を短期、中期、長期に分けて記述した。課題はできるだけ目的を表現するようにしたが、実際の研究開発においては具体的な方法論にも取り組む必要がある。[付録]に各期における研究課題とその内容の簡単な説明を示す。

表1 電子航法研究所の研究課題のロードマップ

	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
パフォーマンス分析によるボトルネック抽出と効率向上	ATMパフォーマンス評価と分析						トラジェクトリ管理のパフォーマンス分析					
	管制官ワークロード分析				ヒューマンエラー低減技術				ヒューマンファクタを考慮した安全確保			
機能的な空域設定とトラジェクトリ管理	ターミナル空域の評価手法				機能的なターミナル空域設定				戦略的かつ統合的な空域設計と経路運用			
	洋上空域運用方式の改善				飛行経路の動的運用推進							
	RNAV経路安全性評価				安全性解析ツールの開発				飛行フェーズ全体の安全性評価と安全性向上			
	トラジェクトリモデルの開発				トラジェクトリモデル実用化				高密度空域でのトラジェクトリ管理による運航効率向上			
航空機・運航者・管制官の連携のための情報通信基盤	機上監視による交通情報交換				機上監視による管制間隔維持				機上監視によるトラジェクトリ管理の補完			
	管制官用監視データリンクの開発				トラジェクトリ管理のための動態情報交換							
	航空通信ネットワークATN				システム間情報管理SWIM							
	対空高速データリンク媒体の評価				航空用高速通信技術の開発							
	監視情報処理方式（センサ統合、関連情報統合、トラジェクトリ管理対応）											
	電波環境、混信・干渉問題（各分野に共通な継続課題）											
空港／空港面の高度運用	マルチラレーション実用化				トラジェクトリ管理による空港高度運用				CAT-IIIc GBAS実用化			
	ASMGCS実用化				空港面航法の実現							
高精度・高信頼性かつフレキシブルな基盤的航法技術	CAT-I GBAS実用化				CAT-II/III GBAS実用化							
	GNSS曲線進入の要件検討				トラジェクトリ管理に整合するGBAS動的進入経路設定							
	MSAS性能向上と精密進入実用化				ABAS高度化				CAT-I ABAS実用化			

これに加えて、重点的ではないが継続していく必要のある研究分野も存在する。これらは、例えば

- (a) 管制官やパイロットなど安全維持に重要な運用者の疲労等心身状況測定技術の研究
- (b) アンテナ特性の研究
- (c) 在来システムの性能維持管理に関する研究
- (d) 空港面落下物等障害物探知と警報など安全性と効率性向上のための各種支援装置
- (e) 航空機衝突防止装置など既存装置のトラジェクトリ運用対応などである。

## 6. まとめ

長期ビジョン検討委員会での議論を重ね、現在から 2020 年頃までの研究長期ビジョンを作成し、これにより取り組むべき研究課題の方向性を示した。今後はこのビジョンに基づき、長期的観点から研究、開発等に取り組んでゆく予定である。

取り組むべき研究課題は研究所をとりまく社会状況に大きく左右されるので、今後、継続的な見直しと軌道修正は必要である。また、具体的な研究課題の設定にあたっては、研究が共有された将来ビジョンにつながるよう、何ができるかだけでなく、何の目的のために何が必要かをその時点での見直し等に応じて考慮すべきことは言うまでもない。

長期ビジョン自体には取り込まなかったが、トラジェクトリ管理実現に必要と考えられる気象（風）予測技術等当研究所がこれまで担当してきていない課題についても、当研究所の成果の実現のためには必要な要素であると言える。これらの要素が当研究所の研究開発と連携して実現されるためには、これらの知見を有し、研究開発を遂行しうる機関との連携を図ることが必要と考えられる。このための基盤作りとして当研究所の長期ビジョンとその背景である将来の航空交通像／航空交通管理像についての社会的認知を図り続けることも必要と考えられる。

## 参考文献

- [1] 「欧米における CNS/ATM 研究にかかる実態調査報告書」, 電子航法研究所／三菱総合研究所, 平成 19 年 3 月
- [2] 「欧米における CNS/ATM 研究動向調査報告書」, 電子航法研究所／三菱総合研究所, 平成 20 年 3 月
- [3] 白川昌之：長期ビジョンについて（中間報告）, 平成 19 年度電子航法研究所研究発表会講演概要, pp. 1-10, 平成 19 年 6 月
- [4] 「航空保安業務の包括的評価と再構築(案) CARATS」 航空局保安企画課, 平成 18 年 6 月 14 日, 電子航法研究所研究交流会資料
- [5] Global Air Traffic Management Operational Concept, ICAO Doc 9854 AN/458, 1<sup>st</sup> Edition, 2005
- [6] SESAR の URL:

[http://www.eurocontrol.int/sesar/public/subsite\\_homepage/homepage.html](http://www.eurocontrol.int/sesar/public/subsite_homepage/homepage.html)

[7] NextGen の URL: <http://www.jpdo.gov/>

[8] 矢田士郎：四次元航法とそれに対応する管制に関する一考察，平成 17 年度電子航法研究所研究発表会講演概要，pp. 79-82，平成 17 年 6 月

## 付録 各期における研究課題とその内容の簡単な説明

表 2-1 各研究課題の概要（短期）

時期	課題名	概要
短～ 中	ATM パフォーマンス評価と分析	運航実績データから ATM のパフォーマンスを測定し、分析する手法とそれに使用するパフォーマンス評価システムを開発する。
短	管制官ワークロード分析	教育訓練などで活用するため、管制官のパフォーマンスを測定し、可視化する手法を開発する。
短	ターミナル空域の評価手法	ターミナル空域の運用・構成を複数の指標で評価する手法、および、評価システムを開発する。
短	洋上空域運用方式の改善	洋上空域の運航効率向上のため、より柔軟な飛行経路 (UPR 等) を設定する手法、および、評価システムを開発する。
短	RNAV 経路安全性評価	RNAV 経路の導入および継続的な運用のための安全性評価手法を開発する。
短～ 中	トラジェクトリモデルの開発	航空機のトラジェクトリを予測するモデルを開発し、実飛行データを使用して評価する。
短	機上監視による交通情報交換	機上監視を用いる乗務員の航空交通状況認識改善手法を評価研究する。
短	管制官用監視データリンクの開発	将来のトラジェクトリ管理に必要な新たな監視情報の提供など将来の地上監視応用に対応できる監視データリンクを開発する。
短	航空通信ネットワーク ATN	ATN と IP 網との相互運用性を検証するため、評価実験を行う。
短	対空高速データリンク媒体の評価	国際標準の候補である L 帯の空地データリンクシステム LDACS の基礎評価ツールを開発し、干渉等の問題点を評価する。
短	マルチラテレーション実用化	既存の搭載装置にも対応でき、信号環境に負荷を与えることなく高い情報更新レートを実現できる管制用監視システムを開発する。
短	ASMGCS 実用化	空港面管制を効率化し、かつ空港面走行時間を短縮させる機能を実現する。
短	CAT-I GBAS 実用化	CAT-I 進入を実現するために必要な安全性解析等を行い、GBAS プロトタイプを開発する。

短～ 中	GNSS 曲線進入の要件検討	ILS では不可能である曲線精密進入の早期実現を目指し、曲線経路のガイダンス方式を開発する。
短	MSAS 性能向上と精密進入実用化	MSAS の性能を向上し、精密進入方式を可能とする。

表 2-2 各研究課題の概要（中期）

時期	課題名	概要
中	ヒューマンエラー低減技術	管制官のヒューマンエラーを低減するため、タスクを分析する手法を開発する。
中	機能的なターミナル空域設定	ターミナル空域への移管方法の動的な設定などにより、機能的な空域を設計する手法を開発する。
中	飛行経路の動的運用推進	航空機の運航効率を向上するため、運航者ニーズを反映した動的な経路を国内空域において運用する手法を開発する。
中	安全性解析ツールの開発	空域の安全性解析手法の標準化を進め、解析を効率化するツールを開発する。
短～ 中	トラジェクトリモデル実用化	トラジェクトリ予測モデルを、管制支援機能や航空交通流管理に活用する手法を開発する。
中	機上監視による管制間隔維持	機上監視を用いて他機との位置関係や管制間隔など、管制指示の実現状況を操縦者が確認する方式を評価研究する。
中	トラジェクトリ管理のための動態情報交換	航空機と地上の間で航空機の FMS 情報やその調整要求の交換を実現するため、管制官用情報交換システムやデータリンクを開発する。
中	システム間情報管理：SWIM	効率的な CDM を実現するために必要な広域システム情報管理(SWIM)の実現手法を開発する。
中長	航空用高速通信技術の開発	ATM における高速情報伝達及び交換が可能となる通信技術を開発する。
短～ 中長	トラジェクトリ管理による空港高度運用	トラジェクトリの一部となる空港面走行時間を制御するための空港面監視・管制通信システムや地上の支援システムを構築する。
中	空港面航法の実現	空港面における管制・誘導・航法のための機上・地上連携システムを構築する。
中	CAT-II/III GBAS 実用化	GBAS による高カテゴリー精密進入方式の実現を目指す。
中～ 長	トラジェクトリ管理に整合する GBAS 動的進入経路設定	航空機毎に可変の進入経路を指定する方式を研究する。

中	ABAS 高度化	機能・性能が進展した GPS 衛星などを活用できる機上システムを研究する。
---	----------	---------------------------------------

表 2-3 各研究課題の概要（長期）

時期	課題名	概要
中～長	トラジェクトリ管理のパフォーマンス分析	トラジェクトリ管理のパフォーマンス分析を行う。
長	ヒューマンファクタを考慮した安全確保	管制官のヒューマンファクタを考慮したシステムを開発するための要件を求めることにより、安全性を向上する。
長	戦略的かつ統合的な空域設計と経路運用	トラジェクトリに基づく戦略的かつ統合的な空域設計と経路運用の方式を開発する。
長	飛行フェーズ全体の安全性評価と安全性向上	飛行フェーズ全体での安全性評価手法を開発する。
中～長	高密度空域でのトラジェクトリ管理による運航効率向上	航空交通量が多い高密度空域でのトラジェクトリ管理の実現を目指す。
長	機上監視によるトラジェクトリ管理の補完	トラジェクトリ管理を補完するために必要な機上監視の活用方策を評価・研究する。
長	CAT-IIIc GBAS 実用化	滑走路視程の無い状態での地上走行ガイダンスを含め、CAT-IIIc GBAS の実用化を目指す。
長	CAT-I ABAS 実用化	機能・性能が進展した GPS 衛星などの活用により、CAT-I 進入が実現できる機上システムを研究する。

表 2-4 各研究課題の概要（恒常）

時期	課題名	概要
常	監視情報処理方式（センサ統合、関連情報統合、トラジェクトリ管理対応）	SSR, WAM, ADS-B など多様な監視センサの情報を統合し、トラジェクトリ管理のための監視性能要件を満たす監視システムとする手法を研究する。
常	電波環境、混信・干渉問題（各分野に共通な継続課題）	新旧の無線システムが共存し円滑に運用できるよう信号環境の監視・調整手法を開発するとともに、各種の干渉問題を解決する。