

## 航空局のCARATSと電子航法研究所の研究

研究企画統括 山本憲夫

### 1. まえがき

国土交通省航空局は我が国の国内・国際航空サービスの量的、質的向上は今後必要不可欠との判断のもと、航空交通システム変革のため「将来の航空交通システムに関する長期ビジョン」を策定、2010年に公表した[1]。この長期ビジョンでは、2025年頃までに運航者や利用者のニーズ、社会動向等を反映した新たな航空交通システムを実現することを目指している。そのためには産学官関係者の連携した活動が必要であることから、航空局ではこの活動をCARATS(Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic Systems：航空交通システムの変革に向けた協調的行動)と名付けている。

一方、電子航法研究所は我が国の航空交通システムの高度化に貢献するため、ICAOの「全世界的ATM運用概念」やNextGenなど世界の将来航空交通システム構築プロジェクトについて調査、検討をすすめてきた。その結果とこれまでの研究成果等をもとに、研究所では平成20年7月研究長期ビジョン（2008年版）を公表し、それに基づいた研究を進めてきた。この長期ビジョンは、研究所をとりまく社会状況や新たな技術、知見等を反映するよう見直され、平成23年3月には改訂版研究長期ビジョン（2011年版）が作成・公表された[2]。

この研究長期ビジョンはCARATSで望まれている研究・開発課題に対応できるよう設定されている。しかし、CARATSの課題と研究長期ビジョンに基づき現在研究所で進めている研究との関連や研究成果のCARATSでの活用状況等については必ずしも広く理解されている訳ではないと考える。そこで本稿ではCARATSと研究所の研究との関連について紹介する。まず、CARATSの現在の活動について主に研究・開発の面から説明する。次いで、研究所で現在進めている主な研究とその成果についてCARATSの観点から述べる。さらに、平成24年度から予定されているCARATS「研究開発推進分科会」の目的、内容等について紹介する。

### 2. 航空局CARATSの概要と現在の活動

#### 2.1 CARATSの概要

航空局の「将来の航空交通システムに関する長期ビジョン」は5章から構成されている。第1章では我が国における航空交通システムの変革の必要性などが述べられている。第2章は将来の航空交通システムで実現される運航について述べている。この章で特徴的なことは、2025年頃の目標として現在の航空交通システムに比べ安全性を5倍、混雑空域における管制の処理容量を2倍、サービスレベル（定時性、就航率及び速達性）を10%向上など、7項目の数値目標が掲げられていることである。さらに、この目標達成度を評価するための指標案について提示されている。第3章は我が国の航空交通システムが現在直面している課題について、・空域ベースのATM運用、・ATM運用の基盤となる情報、・通信技術、・航法技術、・監視技術、及び・情報処理技術に6分類し、説明している。第4章では、現在のATM運用概念とCNS基盤技術に求められる変革の方向性として、運航の制約を極力なくし柔軟で効率的な飛行を実現すると共に航空交通のパフォーマンスを最適化できるような戦略的「軌道ベースの運航への移行」が上げられている。円滑な移行のため、(1)軌道ベース運用（TBO）の実現、(2)予見能力の向上、(3)性能準拠型の運用（PBO）の促進、(4)全飛行フェーズでの衛星航法の実現、(5)地上・機上での状況認識能力の向上、(6)人と機械の能力の最大活用、(7)情報共有と協調的意志決定の徹底、そして(8)混雑空港及び空域における高密度運航の実現、の8項目の施策案が提示されている。また、これらを段階的に実施するための短、中、長期に分けたスケジュールが示されている。第5章には上記スケジュールに基づき具体的な調査、研究・開発、評価そして整備を行うためのロードマップ作りの必要性が述べられている。また、この将来航空交通システム実現のための活動について「CARATS」と名付けた意味について説明されている。

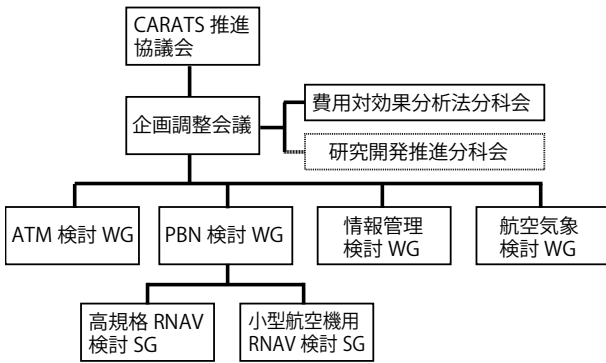


図1 CARATSの検討組織（23年度）

CARATSは我が国の航空交通システムの将来像とそれを実現するため今後十数年間に解決すべき運航上、技術上の課題を明示しており、我が国の航空関係者にとって重要な参考書となっている。また、これは米国のNextGen、ヨーロッパのSEASARと並ぶ将来航空交通プロジェクトとして世界で認知されている。

2.2 CARATSの現在の主な活動

図1はCARATS推進のため航空局内に設置された検討組織（平成23年度）である。図のATM検討などの4作業グループ（WG）と2サブグループ（SG）には電子航法研究所を含む多くの産官学の関係者が参加し、長期ビジョンに基づくロードマップ作りを担当してきた。その結果、運用改善（OI: Operational Improvement）について33、技術面での改善（EN: Enabler）に関して13の施策が提案された。図2はその施策案の一覧である。ここで、OIに係わる施策はその性格から「空域編成」など4項目に大分類され、さらに「空域編成」と「運航中」とは小分類されている。一方ENに係わる施策は「情報管理」など4項目に分類されている。なお灰色塗りの項目は施策を実施するか否かの意志決定を2013年度以降に行うものである。

作業グループは図2の施策について事前調査や研究、それらに基づいた施策実施の意志決定、実施準備、開発、整備及び運用開始、と進むことを想定し、施策ごとの実施内容を詳細に記載した個票とそれを時間軸上に示したロードマップとを作成した。図3はロードマップの一例とその凡例である。この例は高密度運航実現のためのOI-29-1「定型通信の自動化による処理能力の向上/管制承認（空港）」という施策で、まず世界での標準化動向等の調査、D-TAXI実現

大分類	小分類	施策ID	施策名		
空域編成	柔軟な空域運用	OI-1	可変セクターの運用		
		OI-2	訓練空域の動的管理		
		OI-3	動的ターミナル空域の運用		
		OI-4	空域の高度分割		
		OI-5	高高度でのフリールーティング		
		OI-6	リアルタイムの空域形状変更		
		OI-7	TBOIに適した空域編成		
		OI-8	フローコリドーの導入		
	性能準拠型運用	OI-9	精密かつ柔軟な出発及び到着・進入方式		
		OI-10	高精度かつ時間軸を含むRNP		
		OI-11	低高度航空路の設定		
		OI-12	小型航空機に適した出発及び到着・進入方式の設定		
運航前	協調的な軌道生成	OI-13	継続的な上昇・降下の実現		
		OI-14	軌道・気象情報・運航制約の共有		
		OI-15	協調的な運航前の軌道調整		
		OI-16	軌道情報を用いた複数地点におけるCFDTIによる時間管理の高度化		
		OI-17	軌道上の全ての地点においてコンフリクトのない軌道の生成		
		運航中	リアルタイムな軌道修正	OI-18	初期的CFDTIによる時間管理
				OI-19	合流地点における時刻ベースの順序付け、間隔設定（メタリング）
OI-20	軌道情報を用いたコンフリクト検出				
OI-21	データリンクによる空地の軌道共有/FLIPOY、FLIPINT、4DTRAD				
OI-22	システムの変換によるリアルタイムな軌道修正				
高密度運航	OI-23		空海面運用の効率化		
	OI-24		空海面の施設改善によるスループットの改善		
	OI-25		近接平行滑走路におけるスループットの改善		
	OI-26		後方乱気流に起因する管制間隔の短縮		
	OI-27		高密度空域における管制間隔の短縮（航空路における3NM等）		
	OI-28		洋上管制間隔の短縮		
	OI-29-1		定型通信の自動化による処理能力の向上/管制承認（空港） DCL D-TAXI		
	OI-29-2		定型通信の自動化による処理能力の向上/管制承認（航空路） 陸域CPDLC		
情報サービスの向上	OI-31	機上における情報の充実			
	OI-32	運航者に対する情報サービスの向上			
	運航後	OI-33	安全情報等の共有と活用		
		OI-33	安全情報の活用		

分類	施策ID	施策名
情報管理	EN-1	情報処理システムの高度化
	EN-2	データベース等情報基盤の構築
	EN-3	情報共有基盤
航空気象	EN-4	気象観測情報の高度化
	EN-5	気象予測情報の高度化
	EN-6	気象情報から運航情報、容量への連携
航法(N)	EN-7	全飛行フェーズでの衛星航法サービスの提供
	EN-8	衛星航法による（曲線）精密進入
監視(S)	EN-9-1	プラインドエリア等における監視能力の向上/小型機用WAMまたはADS-B(UAT)
	EN-9-2	プラインドエリア等における監視能力の向上/WAM
	EN-9-3	プラインドエリア等における監視能力の向上/ADS-B
	EN-9-4	プラインドエリア等における監視能力の向上/MSPSR
	EN-10	空海面の監視能力の向上
EN-11	平行滑走路における監視能力の向上/PRM	
EN-12	航空機動態情報の活用	
EN-13	機上の気象観測データのダウンリンク	

図2 CARATS 施策案一覧

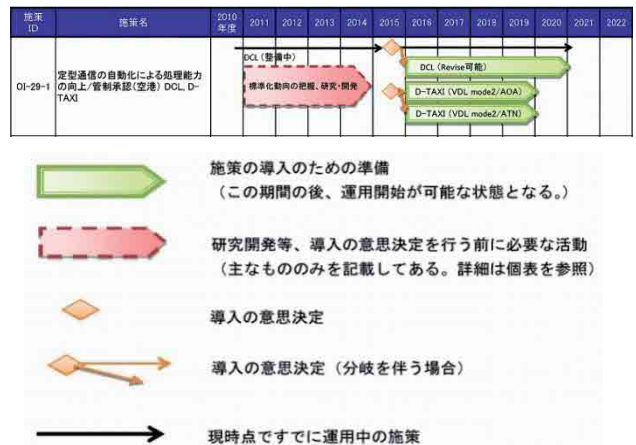


図3 ロードマップの一例と凡例

のためのデータリンク方式の2015年の決定、そして導入準備、という流れになる。したがって、本施策で研究機関に期待されるのは、空海面での空地データリンクシステムに係わる標準化動向や性能等に関する資料提供や候補となるデータリンクの実運用を想定した性能評価などと考えられる。

表1 研究所の重点研究と CARATS 施策

	テーマ名	期間	貢献できる施策
1	トランジェクトリモデルに関する研究	21-24	OI-3,7,10,15-17,20,21,27
2	将来の航空用高速データリンクに関する研究	21-24	OI-10,14-17,21,22,29,EN-2
3	空港面監視技術高度化の研究	21-24	OI-23,24,25,EN-1,
4	携帯電子機器に対する航空機上システムの耐電磁干渉性能に関する研究	21-24	OI-31,32
5	監視システムの技術性能要件	22-25	OI-11,26,30,EN-9,
6	航空管制官の業務負荷状態計測手法の開発	22-25	OI-33
7	ハイブリッド監視技術の研究	23-27	OI-12,25,EN-9,10-13
8	ATMパフォーマンス評価手法	23-26	OI-2,24,25
9	カテゴリIII着陸に対応したGBAS (GAST-D)の安全性設計および検証技術の開発	23-26	OI-9,EN-7,8
10	WiMAX技術を用いたC/Vバンド空港空地通信網に関する研究	24-27	OI-15,17,21,29,31,32,EN-2,4,10,
11	到着経路を含めた洋上経路の最適化の研究	24-27	OI-9,19,22,28,30

3. 研究所の主な研究テーマと成果

3.1 現在の主な研究テーマ

現在研究所で実施している研究テーマ数は重点研究が11、その他の研究（指定研究、基礎研究、調査及び競争的資金による研究）が32である。それら研究の大部分は図2の施策実施のため必要となる技術情報やソフトウェア、ハードウェア技術等の提供が目標となっている。表1は平成24年度の研究所の重点研究課題とその実施により貢献が期待できる施策のID（図2の「施策ID」に対応）である。表から、すべての重点研究がCARATSの施策決定や施策実施に貢献できることがわかる。

表1にはOI-8やEN-3のように対応できる重点研究テーマがない施策も多い。それらは、すでに重点研究以外の研究として実施されているもの、今後開始が予定されているもの及び研究員数の制限などから研究所単独では実施できないと判断されているものとに分けられる。これらのうち、研究所単独では実施できないと判

断される研究については大学など他の研究機関との連携による対応を考えており、それについては第4章で述べる。

3.2 CARATS 推進に貢献した研究例

表2は、CARATSで2011年度に実施するか否かの意志決定を行った8項目の施策について示したものである。この表から、2011年度意志決定を予定していた施策中で予定通り決定された施策は少なく、決定が1から数年延期されたものや、意志決定が早まり運用の準備が始まった施策が見られる。ここで、「ENRI研究課題」と記された欄はこの意志決定または意志決定後の施策実施に研究所が貢献していると考えられる施策を示している。これらについて、研究所の研究課題をもとに説明する

(a) マルチGNSS環境に対応したインテグリティ補強方式に関する研究

この研究の主な目的は、GPSとヨーロッパのGalileoなどを併用する衛星航法システムの補強情報生成技術の確立である。この研究によってLP(Localizer Performance: SBAS水平方向ガイダンスによる非精密進入)導入にはMSASの性能向上が必要となることを示した。これにより、OI-12のLPに係わる意志決定は2年後倒しされることになった。

(11)到着経路を含めた洋上経路の最適化の研究

本研究の目的は、洋上経路とターミナルでの経路のスムーズな接続と進入段階での連続降下運航(CDO)の実現である。この研究をすすめることによりOI-13で意志決定された「データリンクによるCDO」実現のための最適経路設定手順等に関する情報提供が期待できる。

(b)CPDLC卓を用いた航空路管制シミュレーションの研究

本研究の目的は、CPDLC導入に伴う管制官

表2 2011年度実施の意思決定を行った CARATS 施策と ENRI の貢献

施策ID	施策名	ロードマップ変更等の内容	ENRI研究課題
OI-9	精密、柔軟出発、到着・進入	RNP AR出発の意志決定を1年延期	
OI-11	低高度航空路の設定	RNP0.3導入の意志決定を2年延期	
OI-12	小型機用出発、到着・進入方式	LP導入の意志決定を3年延期、LPV導入の検討を追加	(a)マルチGNSS
OI-13	継続的な上昇・効果の実現	CDO導入の段階分けを変更	(11)到着経路
OI-18	初期的なCFDTによる時間管理	試行運用着手(導入が早まった)	
OI-29-2	定型通信自動化	CPDLC導入の意志決定を2年延期	(b)CPDLC
EN-9-1	監視能力の向上/小型機用	WAMまたはADS-B導入の意志決定2年延期	(3)空港面監視
EN-11	並行滑走路の監視能力向上	整備計画が確定(準備期間を短縮できた)	(3)空港面監視

の業務効率の改善についてシミュレーション実験により評価することである。本研究では CPDLC の情報収集も行っており、現在 CPDLC の通信媒体となる VDLmode2/AOA や ATN の実運用時の性能に関する情報が不足していることを示した。その結果、VDLmode2 等の性能データを収集、評価した後意志決定を行うこととなり、決定時期を2年延期した。

### (3) 空港面監視技術高度化の研究

この研究の目的はマルチラテレーション技術の拡張（覆域拡張，耐干渉性の強化等）である。この研究では、空港付近の監視性能を大幅に向上することを目指して広域マルチラテレーション（WAM: Wide Area Multilateration）の基礎研究，設置位置評価等を実施してきた。その結果，WAM の運用可能性と精度等に関する情報が得られ，EN-11 で目標としている平行滑走路での監視能力向上に WAM が利用できることを示して，意志決定を早めることに貢献した。一方 EN-9-1 については，小型機が利用する低高度空域での WAM の利用性に関する十分なデータがないことなどから，逆に2年程度意志決定を後倒しすることになった。

電子航法研究所の研究者は CARATS のすべての作業グループに加え，推進協議会や企画調整会議等にも委員として参加し，上記のような情報やデータの提供を通して意志決定及び決定後の施策準備段階でその活動を支援している。

## 4. CARATS 研究開発分科会について

研究所は CARATS 推進のため積極的な貢献を行っているが，CARATS が提示する多くの施策案を現在の約 60 名の研究員（契約研究員を含む）のみで対応することは困難である。そこで，これまで以上に多くの研究機関との協力のもと CARATS の中長期的施策を中心にその確立を目指した研究・開発を効果的に推進する必要がある，との認識から平成 24 年度 CARATS に「研究開発推進分科会」が設置された。この分科会では，研究所と JAXA とが中心となり各施策決定，実施のための情報共有，研究・開発課題の調整及び大学を中心として研究を担当できる機関を拡大するための活動を行う。また，我が国の主な教育，研究・開発機関の得意とする航空交通に係わる研究分野をデータベース化する試みなども行うことにしている。

研究を担当できる機関拡大のため，研究所は JAXA と協力して国内外大学等を対象とした公募型研究制度を設置することにした。この制度は，原則的に研究所又は JAXA のみでは実施困難で，CARATS の施策実現に役立つと期待される研究の提案を受け，所内でその評価を行って，評価の高い研究の実施を提案大学等に依頼するものである。実施形態として共同研究契約または研究所との請負契約（研究費提供）に基づく研究などが想定されている。

この制度の特徴的なところは，研究の実施に必要な場合，一定の条件付きではあるが航空機の実運航データ等を航空局から無料で大学に提供，利用できるようにすること，連携した大学の学生の研究所への受け入れ，教育も視野にしていること，外国の大学とも同様な研究，教育連携が行えるようにすることなどである。

今後航空局，JAXA 及び新たに加わる国内外の大学，研究機関等と連携のもとこの分科会を通じた研究・開発を進めることになる。

## 5. むすび

我が国の航空交通システム変革のため国土交通省航空局で策定した「将来の航空交通システムに関する長期ビジョン」とそれを実現するための活動「CARATS」について述べた。CARATS 推進のため必要な研究・開発課題と研究所が研究長期ビジョンのもと実施している研究との関連や研究成果等の CARATS での活用等について述べた。また，2011 年度に意志決定した CARATS 施策への ENRI の貢献について説明した。さらに CARATS「研究開発推進分科会」の目的，内容等について紹介した。研究所は今後航空局，JAXA 及び新たに加わる国内外の大学，研究機関等と CARATS の施策実施のための研究・開発を進めてゆく。

## 文献

- [1] 将来の航空交通システムに関する研究会，“将来の航空交通システムに関する長期ビジョン－戦略的な航空交通システムへの変革－”，[http://www.mlit.go.jp/koku/koku\\_CARATS.html](http://www.mlit.go.jp/koku/koku_CARATS.html)，2010 年 9 月
- [2] 電子航法研究所，“電子航法研究所の研究長期ビジョン”（2011 年版）  
[http://www.enri.go.jp/news/osirase/pdf/choki\\_ver1\\_1.pdf](http://www.enri.go.jp/news/osirase/pdf/choki_ver1_1.pdf)，2011 年 3 月。