

1. 電子航法分野の国際標準化活動への取り組み

国際標準化センター ※福島 荘之介

1 はじめに

電子航法研究所は、国際民間航空機関（ICAO）のパネル会議やワーキンググループ会議にアドバイザーとして参加し、航空機の運航を支える航空管制システム（航法・監視・通信・航空交通管理）の国際標準化活動に貢献してきた。また、近年は欧米の民間標準化団体である RTCA や EUROCAE に加盟し、国際標準の策定プロセスに影響するフォーラム標準の策定活動への参画にも力を入れている。

これら民間標準化団体は、ICAO の次世代航空交通管制システム構築に向けた活動に基づき、ICAO と連携してその寄与を拡大しており、国際標準からフォーラム標準の参照を容易にするなど、これまで以上に役割を強化している[1,2]。このような情勢のなか、我が国においても標準化活動を強化するため、当研究所は国際標準化センターを設立した（令和元年 12 月 1 日）。本稿では、研究分野と国際標準の関係、国際標準化活動の現状と当研究所の活動、将来の適合性評価の方向を述べ、標準化活動の推進を提案する。

2 電子航法研究所の研究分野と国際標準

民間航空機の航法・監視・通信システム・航空交通管理に関係する行政および産業と同様に、研究分野においても、ICAO の国際標準及び勧告方式（SARPs: International Standards and Recommended Practices）は重要な文書である。本文書は国際民間航空条約の附属書（Annex）であり、以下の部分から構成される。

1. 本文（Chapter）

- ・標準（Standards）：加盟国は遵守する責務があり、規則や実務が異なる場合は理事会に通報する必要がある。
- ・推奨手順（Recommended Practices）：加盟国は遵守する努力義務がある。

2. 付録（Appendix）

標準や推奨手順の一部となる別添資料。

3. 添付（Attachments）

標準や推奨手順の補足資料。

例えば、筆者の研究分野である航法システムは、Annex 10, Volume 1, Radio Navigation Aids（第 10 附属書第 1 巻、無線航法援助施設）に記述される[3]。Annex 10 (Vol. 1) には、従来から VOR, DME, ILS などの無線航法システムが記述されており、2002 年の 77 改訂において現在の GNSS 航法の基盤となるコア衛星と衛星航法補強システムが追加された。従来、Annex 10 (Vol. 1) の内容は、地上アナログ航空無線システムの電波の質や航法精度などであり、空間信号の性能（Signal-in-space performance）として定義される。この定義は受信機など機上装備の開発を可能とする。衛星航法においても同様であり、送信される空間信号の性能（システム精度、安全性能）と機能（デジタル信号の電波特性、メッセージの内容、誤り訂正符号など）が定義され、システムに要求される。ICAO は SARPs 以外にも PANS（航空業務方式）やマニュアルなど様々な技術文書を刊行している[4]。航法と同様に、通信・監視システムにおいても、航空交通管制に必要なシステムへの性能や機能を Annex などの技術文書に記述しており、航空交通管理においては、規則や業務手順、飛行方式などが標準化される。

このため、要求される性能を実現するためのシステムの機能や手法、管制手順、方式などを開発し、国際標準として提案することは研究成果の活用となる。また、国際標準策定のための会議で議論される内容から課題を見だし、新たな研究テーマが創出される場合もある。さらに、システム的设计製造においては、国際標準が最上流の要求仕様となるため、企業における製品化のための開発研究においても必須であり、産業の競争力とも密接に関係する。欧米の産業界が組織する非営利の民間標準化団体である

RTCA や EUROCAE は、従来から主に機上装備のフォーラム標準を策定し、FAA や EASA に提言する活動を行ってきた。この結果、機上装備に関する FAA 通達（Advisory Circular）は、RTCA, EUROCAE, SAE (Society of Automotive Engineers) 文書を承認し、参照している。さらに、最近では機上装備に限らず、様々な航空管制システムや運用に関する標準を策定しており、ICAO の SARPs 策定の会議に原案として提出される場合もあって、多大な影響力を持つ。従来、RTCA と EUROCAE は独立に活動していたが、昨今は協調的な活動も多く、合同会議を行っているワーキンググループも存在する。

近年、様々な分野で国際標準の意義は拡大し、国や企業が国際標準化を推進して、国際市場を有利に獲得することを目的に標準化活動との連携や標準化戦略を持つようになってきた。当研究所の国際標準化の意義は、(1) 研究によって得た成果を活用すること、(2) 国際的な要求を共有し研究課題を創出すること、(3) 標準化活動を通じての人材育成・人材間のネットワーク（協調関係）を構築すること、この結果として(4) 我が国の産業の国際競争力の向上を支援することである。

3 国際標準化活動の現状

図1に当研究所研究員が年間に国際標準化団体と国際学会で発表した件数（2004～2019年度）の推移を示す。ICAO, RTCA, EUROCAE に提出したワーキングペーパーなどの件数は年間21～42件であり、国際学会・会議が27～109件と増加傾向にあるのに対して、一定数を維持している。2018, 2019年はEUROCAEへの貢献が6, 8件となり増加した。表1に当研究所研究員が貢献しているICAO会議, RTCAのSC (Special Committees), EUROCAEのWG (Working Group)での発表件数を示す。ICAOパネル会議は時折名称を変更するが、監視、航法システム、航空通信、管制間隔・空域安全などの各パネルでの活動は活発であり、アジア太平洋地域の会議にも継続的な貢献がある。

RTCA, EUROCAEはワーキングペーパーを提出せず技術標準文書の素案を議論し取りまとめる形式の会議であるため、ICAOと単純に比較でき

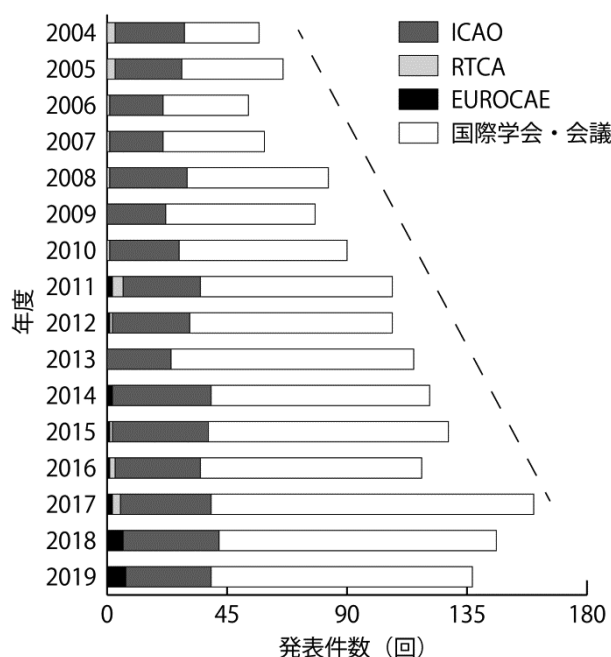


図1 国際標準化団体と国際学会での発表件数の推移 (2004～2019年)

ない。ただし、発表件数は増加傾向にある。また、昨今は小グループでのテレコンも多くなり、2020年度は新型コロナウイルス感染拡大の影響で、多くの会議が中止、延期、またはオンラインとなった。

4 国際標準化センターの活動

国際標準化センターの当初の活動は、当研究所の研究員がICAO, RTCA, EUROCAEなどで行っている国際標準化活動を支援することである。このために、以下の3つの活動を考えている。

- (1) 蓄積された国際会議資料の再整理
- (2) 「ENRIの国際標準化活動」の見える化
- (3) 当研究所がホストする国際会議の開催支援

(1)は当研究所内に蓄積されている会議資料(ワーキングペーパーなど)、会議参加報告が対象であり、所内での共有を図る。(2)はWebサイトを活用し、ENRIの活動状況をタイムリーに提供する。(3)は現在新型コロナウイルス感染拡大の影響で活動が制限されている。海外渡航が再開された後、国際会議の国内開催を支援する計画である。

国際標準化センターの重点分野を表2に示す。

表1 ICAO, RTCA, EUROCAE での発表件数

年 度	ICAO									RT	EU
	監 視	航 法	通 信	管 制 間 隔	飛 行 方 式	周 波 数	管 制 要 求	遠 隔 操 縦	ア ジ ア		
2002	3	2	9	6					1		
2003	12	1	4	5					1		
2004	15	2	6	3						3	
2005	16	1	6	5						3	
2006	9	3	4	2						1	
2007	12	3	1	2					1	1	
2008	13	3	4	6					2	1	
2009	12	3	2	2					1		
2010	12	6		4					2	1	
2011	5	6	1	1	1				10	4	2
2012	5	8	2	1	1				11	1	1
2013	4	2	3	1	1				13		
2014	5	7	9	1		1	1		12		2
2015	8	5	3	5	2	2			8	1	1
2016	15	7	1	2	2				2	2	1
2017	7	11	1	3	1	1			7	3	2
2018	13	8	2	3		3			5		6
2019	9	4		1	1	1	1	1	8		8

監視：Surveillance Panel, 航法：Navigation Systems Panel, 通信：Communications Panel, 管制間隔：Separation and Airspace Safety Panel, 飛行方式：Instrument Flight Procedures Panel, 周波数：Frequency Spectrum Management Panel, アジア：APANPIRG,
 RT: RTCA SC 202, 159, 172, 186, 223, 236,
 EU: EUROCAE WG 107, 62, 100, 114, 82, 83, 99, 96, 51

表2：国際標準化センターの重点分野

分野名	標準化機関
GNSS (全世界的衛星航法システム)	ICAO/RTCA/EUROCAE
代替航法 (APNT)	EUROCAE
滑走路異物検知システム (FODDS)	EUROCAE
航空機内無線通信 (WAIC)	EUROCAE/RTCA
リモートタワー	EUROCAE

APNT: Alternative Positioning, Navigation, and Timing
 FODDS: Foreign Object Debris Detection System
 WAIC: Wireless Avionics Intra-Communication System

これらは、すでに標準化団体の会議に参画している当所が強みを持つ分野である。これ以外にも、SWIM（次世代航空情報共有基盤）やドローンなど今後有望視される分野もあり、今後の活動が期待される。

5 国際標準化と適合性評価の将来

2020年3月、産学官で組織される次世代イノベーション研究会（東京大学未来ビジョンセンター）は、航空機安全認証制度や複雑化する巨大システムの安全認証制度に関する在り方をまとめ、(1) 新技術に関して、行政関係者のみで型式証明の方式を確立することは困難であるため、民間の専門家も委員とする委員会の設置、(2) 企業、研究機関、エアライン、監督官庁など官民連携による技術標準活動の推進、(3) 新たな制度の構築に向けた確実性・透明性の確保、を提言した[5]。この提言が扱う問題は、将来の航空管制システムとも共通点が多いと考えられる。

既に衛星航法分野の補強システムの研究開発では、デジタル通信で航空機の自動操縦装置に情報を与えるため、安全認証が主要テーマとなった。この結果、FAAの要求仕様はSAEが制定した開発および安全性解析プロセス[6, 7]とRTCAの電子機器ハードウェアおよびソフトウェア設計のガイドライン[8, 9]を適用した。これらは航空機や装備品の開発にも適用される。製造者はFAAにシステム設計認証（System Design Approval）を申請して承認を受ける必要があり、システム開発フェーズでは、研究者などで組織した専門家チームによる第三者評価が中核となった。

監視・通信分野においては、トランスポンダーやデータリンクで地上・機上システム間の相互接続を目的とした国際標準が存在する。ただし、航空管制官を介して航空機にサービスされるシステムであるため、航法システムと同様な安全認証は要求されない。しかし、最近の滑走路異物検知システム（FODDS: Foreign Object Debris Detection System）は、航空機事故に関係することもあって、EUROCAEにより最低性能基準が規格化されており、複雑で多様な要求の性能評価には専門家の知見が要望される。

航空交通管理分野について、レーダ情報処理、飛行計画、交通流制御などの情報処理システムは、同様に航空管制官を介したサービスであり、現時点では国際標準や安全認証に関する要求は少ない。しかし、データ通信による飛行管理システム（FMS）への軌道情報の提供、時間概念を含む軌道ベース運用（TBO: Trajectory-Based Operations）の実現のため、情報共有基盤（SWIM）による飛行管理情報の共有に向け、システム間の相互運用性が議論となっている[10]。さらには、将来の自動化に向けシステム認証の枠組みを提案する研究、新たな安全設計手法として、システムの相互作用に着目した安全性解析手法（STAMP/STPA）を航空管制システム分野へ活用する研究もある[11, 12]。

6 技術標準化活動の推進の提案

複雑さが増す将来の航空管制システムの性能要求、安全要求を定義するためには、深い専門家の知識と経験が求められる。このため、次世代イノベーション研究会の提言と同様、官民連携で技術標準を議論する枠組みを設置し、標準化活動を推進することを提案する。我が国産業の競争力を維持し、複雑化・統合化する将来システムを開発し実用化するには、これまで以上にシステム開発の上流工程である企画・要求定義プロセスを強化し、かつ透明性を確保することが重要である。この実現には、行政機関、企業、運航者、研究機関などが参加する新たな枠組みで、運用コンセプトや要求性能・機能の骨子となる指針を体系化することが必要である。

併せて、この成果は国際標準とも整合すべきであり、諸外国との協調により新技術を標準化するとともに、国内の要求が国際標準に適合しない場合は改定を提案する。このような組織の枠を超えた活動は、知識の移転や人材の育成にも有益である。当研究所の標準化活動は、この枠組みの一端となりえる。

7 おわりに

電子航法分野と国際標準の関係、現在の当研究所の活動、今後目指すべき方向について述べた。将来の航空管制システムの構築に向け、諸課題を解決し安全・安心を確保するためには、

国際競争力の強化と、強みである技術力を発揮できる国際標準の獲得が課題となる。このためには、官民連携による技術標準化活動の推進が有効であり、当研究所も先導的な役割を担い、同活動の推進を支援したい。

参考文献

- [1] ICAO, Global Air Navigation Plan, DOC 9750, Sixth Edition, Sept. 2019.
- [2] ICAO, “Industry standards in support of ICAO provisions”, 13th Air navigation conference, WP-55, Oct. 2018.
- [3] ICAO, International Standards and Recommended Practices, Seventh Edition, July 2018.
- [4] ICAO, Products and Services Catalogue 2020.
- [5] 東京大学未来ビジョン研究センター次世代スカイシステム研究ユニット, “航空安全認証制度と技術標準化に関する提言” 2020年3月6日.
- [6] SAE ARP 4754, Certification Considerations for Highly Integrated or Complex Aircraft Systems, Society of Automotive Engineers, Nov. 1996.
- [7] SAE ARP 4761, Guideline and Methods for Conducting the Safety Assessment Process on Civil Airborne Systems and Equipment, Society of Automotive Engineers, Dec. 1996.
- [8] RTCA DO-254, Design Assurance Guidance for Airborne Electronic Hardware, Apr. 2000.
- [9] RTCA DO-278, Guidelines for Communication, Navigation, Surveillance, and Air traffic Management (CNS/ATM) Systems Software Integrity Assurance, Mar. 2002.
- [10] ICAO, “Global Interoperability”, 13th Air navigation conference, WP-172, Oct. 2018.
- [11] E. Batuwangala, T. Kistan, A. Gardi, “Certification Challenges for Next-Generation Avionics and Air Traffic Management Systems”, IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, Sept. 2018.
- [12] C. Flemming, N. Levenson, “Including Safety during early development phases of future air traffic management concepts”, 11th USA Europe Air Traffic Management Research and Development Seminar, 2015.