

工業会活動

欧米における次世代航空交通管理システムの 検討活動について

～ATACCS2013及びRTCA Global Aviation Symposium参加報告～

1. はじめに

既に本誌の「平成23年11月号：次世代航空管制システムの動向について」、「平成25年1月号：次世代の航空交通管理システムの構築について」などで紹介したように、各国ではICAO (International Civil Aviation Organization) が取り纏めた「Aviation System Block Upgrades (ASBU)」構想に基づく、次世代航空交通管理 (ATM: Air Traffic Management) システムの構築を行っている。

今般、次世代航空交通管理システムの構築に関連する欧州のATACCS2013 (Application and Theory of Automation in Command and Control System) 及び米国のRTCA (Radio Technical Commission for Aeronautics) Global Aviation Symposiumに参加する機会を得たので、欧米での活動内容・トピックスについて報告する。

2. ATACCSの概要

欧州では、ICAOのASBU構想を踏まえて、欧州全体の航空交通管理を安全・効率的に行うためにSESAR (Single European Sky ATM Research) プロジェクトを遂行している。また、SESARプロジェクトの活動を実際に行うた

めの活動組織として、SJU (SESAR Joint Understanding) が構築されている。SJUは、EU、EUROCONTROL (欧州航空航法安全機構) 及び欧州の関連企業が出資 (約21億ユーロ) し、2007年に設立された。

SESARプロジェクトには16のWP (Work Program) があり、それぞれの活動を行っているが、その中の「WP-E: SESAR Long Term and Innovation Research」ではSESARに関連する長期的及び革新的技術の開発・研究をテーマに活動を行っている。WP-Eは、大学 (研究者)、公的研究機関、企業の技術者などを含めた研究ネットワークと提携し、①ATMシステムのより高度な自動化、②複合システムの安全性確保、③システム設計の最適化、④情報の管理・保全、⑤ATM (技術面以外) 改善の5つのテーマについて研究を行っている。

WP-Eが提携している研究ネットワークの一つにHALA (Higher Automation Levels in Air Traffic Management) がある。HALAは、スペインのUniversidad Politécnica of Madrid (UPM: マドリード工科大学) が中心となって、欧州の大学 (UPMなど13校)、公的研究機関 (National Aerospace Laboratory (オランダ) など3機関) 及び民間企業の研究所 (Boeing

Research & Technology Europeなど4社)の計20団体によって構成され、450人以上の研究者が関連している。ATACCSはHALAで研究されている成果を広く公表するための場として2011年に開催され、今回が3回目となっている。

3. ATACCS2013の概要及びトピックス

(1) ATACCS2013の概要

ATACCS2013はHALAの構成員であるUniversity of Naples Federico II (ナポリ大学)の施設において行われ、会議の冒頭、主催者を代表してUPMのProf. Antonio Moccia氏が次のように挨拶した。

「航空交通管理(ATM)に関する技術的及び運用上の研究は国家及び産業界にとって重要なことである。SESARが解決しようとしている現状の航空管制における非効率的な作業は、自動化されることによって大幅に効率を改善できると考えている。指揮・統制システム分野の自動化に関する研究はATMの新しいツール及び技術への道を開くことができ、非常に効率的で、環境にやさしい世界的規模の航空交通管理システムへの変革を可能にするでしょう。

すでに、欧州のSESAR、米国のNexGenでは、より高度な自動化技術が、持続的でより効率

的なATMにどのように結びつくことができるかを検討中であり、情報共有およびシステムの相互運用性は航空機の運航を改善する重要な要素になるでしょう。

しかしながら現状では、新技術により処理を自動化することによって利用可能となる多くの情報を航空機の運用を改善するための有用な知識に変えることができるかは明らかではありません。どんな種類についての知識および能力が必要かも明らかではありません。

ATACCSの目的は、前述の質問のうちのいくつかに答えるために寄与する適切な研究を行い、議論するための公開討論会を提供し、ATMの自動化における最新技術の検討を行うことです。今回の会議に際し、多くの研究者がすぐれた論文を寄稿されました。その方々に感謝します。」

発表は次の8つのセッションに区分され、セッション毎に優秀論文(事前審査による計23論文)が報告された。

- ・ Human-Automation Collaboration
- ・ Strategic Trajectory Planning
- ・ 4D Trajectory Optimization
- ・ Trajectory Optimization



会議場風景



主催者挨拶

- ・ Unmanned Aircraft Systems & Collision Avoidance
- ・ Autonomy and Automation
- ・ Learning From Other Domains
- ・ Decision Support and Tools

(2) ATACCS2013のトピックス

ATACCS2013のトピックスとして報告論文の一例を紹介する。

論文名：Modeling and Analyzing Complex Interaction Between Humans and Automated System

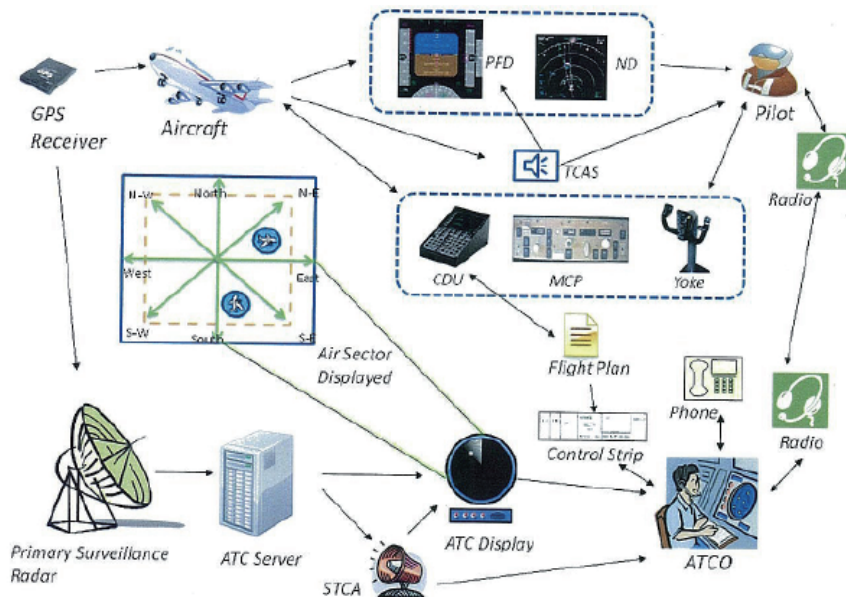
発表者：Franco Raimondi, NASA Ames Research Center

GPS航法、ADS-B (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast：放送型自動従属監視)などの新しい技術を次世代航空交通管理システムに安全性を担保しつつ適用することが課題となっているが、本論文は、そのための手法をシミュレーション技術を活用して検

証する方策について述べている。新技術を導入することによって、パイロットと管制官の従来の役割分担は変化することになるが、次世代航空交通管理システムでは新たな役割をどのように分担するか（特に人間と機械の役割分担）がシステムの安全性を確保する観点から大きな命題となっている。

本論文では、パイロット、管制官、機上装置、地上装置などの関連するシステム全体をモデル化してシミュレーションできる「Brahms言語」を使用し、シミュレーションした結果を報告している。Brahmsは、複数の人間及び機械の動作を複合的に表現し、シミュレーションすることができるツールであり、元々はシステム内における人間の組織（役割分担）と仕事のプロセスを分析するためにNASAが開発した言語である。

検証対象となるケースとして、下図に示すような航空機と管制部門が関わるシステムをモデル化し、2002年に実際に起きた航空機の事故事例を基にシミュレーションを行っている。



航空管制に関わるシステム例

事故事例：

ドイツ上空において、Tu154M（ツポレフ）とB757（ボーイング）の2機が接近したため、管制官がTu145Mに「降下」の指示を出し、同機は降下を始めた。その後、Tu145MのTCAS（Traffic alert and Collision Avoidance System：空中衝突防止装置）が「上昇（管制官と矛盾する）指示」を出したが、パイロットは管制官の指示にしたがって「降下」を続けた結果、B757と衝突してしまった。

シミュレーションでは、本事例における管制官の指示タイミング、2機の高度差、TCASの指示タイミングなどを変えて10のケースに分けてシミュレーションを行い、衝突の状況、2機の軌道などについて検証を行った。これらのシミュレーション結果により、Brahmsを用いたモデル化とシミュレーションは的確に事例を再現でき、将来の予測にも活用できると検証された。

この研究の目的は過去の事例を検証することではなく、将来における人間と機械（システム）との相互動作をモデル化して分析し、次世代航空交通管理システムの安全性解析などにこの手法を適用することである。新しいシステムは運用される前に十分な安全性の分析を初期に行う必要がある、設計段階の初期に危険因子を検知することができれば、安全性に関連する問題に対応することは比較的簡単になるであろう。

4. RTCAの概要

次にRTCAの Global Aviation Symposiumに参加したので、報告する。

RTCAは、主に航空無線の検討団体（航空無線技術委員会：Radio Technical Commission for Aeronautics）として1935年に発足し、航空

機の運航に関わる技術の進歩に貢献してきた。現在では器材製造会社、航空機運航会社、空港サービス会社、研究機関、政府機関などの関連企業等が参加し、米国を中心に約400の企業等が登録されている。RTCAは、通信、航法、監視（レーダなど）、航空交通管理などの具体的な機材（システム）に留まらず、安全で効率的な航空輸送システムの運用概念など幅広い分野についての性能要求、技術的コンセプトの調査を実施し、その結果をFAAに提言する支援団体として活動している。RTCAの調査結果（新技術適用指針、機能性能規格など）は日本でもよく知られている技術書「DO-XXX」として発刊されている。

RTCAには約60の専門委員会があり、航空機（運航を含む）に関連する幅広い分野の検討を行っている。近年では、前述の次世代航空交通管理システム（NextGen）の検討についても主導的な立場にあり、The NextGen Advisory Committee（NAC）を中心に多くの専門委員会が活動している。

5. RTCA2013の概要及びトピックス

(1) RTCA2013の概要

会議の冒頭、主催者を代表してRTCAのMargaret Jenny社長が挨拶し、続いて来賓代表としてFAAのMichael Huerta長官が次のような基調講演を行った。

「FAAの使命は、国民に安全で効率的な航空交通管理システムを提供することです。そのため我々はNextGenの実現を進めています。NextGenの実現は行政機関だけでは実現することができません。また、産業界だけで実現することもできません。行政機関と産業界との有効な共同作業が是非とも必要であり、FAAにとっては、幅広く航空に関わる者（ステークホルダー）を擁するRTCAからの支援が重要です。



会議場風景



Michael Huerta長官

最近のFAAにおけるNextGen事業の具体例をお話します。メンフィスとニューアークとの間でのデータ通信の実験に成功し、アトランタで行われた出発機のELSO (Equivalent lateral spacing operation : 同時平行運用) 実験では、1時間あたり8~12回の出発回数を増やすことができました。また、全米をカバーできる550ヶ所のADS-B地上局を2014年までに完成させることを目指して設置中であり、新PBNルートの設定を促進するためにFAAの航空管制ハンドブックの改訂などを行っています。

また、国際的なパートナーとの協力も重要であり、FAAは世界的な協調を図るためにICAOを始めとして各国の航空行政機関との連携を行っています。今年秋に行われるICAOの総会にも参加し、FAAの意見を述べるとともに各国との意見調整を行います。

最後に、本シンポジウムにおいて皆様の活発な意見交換が行われ、すべてのステークホルダーがNextGenの重要性を理解し、その実現に向けて進むことを希望します。そのためにも、FAAは引き続きRTCAにおけるNACの活動に協力を行います。」

主催者挨拶、来賓者基調講演に引き続いて、

次の11テーマによるパネル・ディスカッション (5~6名参加) が実施された。パネル・ディスカッションは、進行役によるパネラー紹介に始まり、各パネラーからのコメント (意見) に続いてパネラー同士の討議 (意見交換) を行い、最後に参加者からの質問に答える形で進められた。

- ・ View from the NextGen Advisory Committee
- ・ Near-Term versus Long-Term
- ・ International leaders on Global Harmonization
- ・ NextGen/SESAR Technologies
- ・ How will core technologies enable NextGen integrated operational capabilities?
- ・ Metrics
- ・ Interviewing the Media
- ・ The Environmental Challenge
- ・ Performance Based Navigation
- ・ Unmanned Aircraft Systems
- ・ View from the Policy Makers

(2) RTCA2013のトピックス

RTCA2013のトピックスとして、2つのパネル・ディスカッションの討議概要について紹介する。

①View from the NextGen Advisory Committee

本パネル・ディスカッションでは、The NextGen Advisory Committee (NAC) のBill Ayer委員長 (Alaska Air Group) が進行役となり、Susan M. Bear (The Port Authority of NY & NJ)、Edward M. Bolen (National Business Aviation Association : NBAA)、J. David Grizzle (FAA)、Captain Lee Moak (Air Line Pilots Association : ALPA)、Paul Rinaldi (National Air Traffic Controllers Association : NATCA) のNAC委員達が参加した。

討議では、NextGenの将来展望、有効性(必要性)、成功への課題(財源、各国間の調和)などについて順次参加メンバーから意見が述べられ、同席の他メンバーが補足意見を述べた。FAA委員からは、将来的な航空輸送需要の増大により必要となる運航数増加への対応、それに適合する安全性の確保、環境保全(CO2削減など)への対応などにNextGenの実現が重要であることが強調されていた。

各委員の討議が一通り行われた後に質疑応答が行われた。航空機の使用者側(運航会社、個人ユーザなど)からは、NextGenに伴う費用負担(航空機の装備品取得費用など)に対して(使用者側に)どれだけのメリットがあるのか不明であり、設備投資

に対する不安の声があった。また、(個人所有の)小型機については、飛行ルートの制限等が発生し、今より不自由な飛行となる心配のあることが述べられた。

②NextGen/SESAR Technologies

本パネル・ディスカッションでは、Christopher Hegarty(The MITRE Corporation) が進行役となり、Captain Joe Burns (United Airline)、Geoff Burtenshaw (UK Civil Aviation Authority : CAA)、Bruce E. DeCleene (FAA)、Luc Deneufchatel (European Civil Aviation Equipment : EUROCAE)、Robert Nichols (FAA) が参加した。

討議では、NextGen/SESARにける新技術の一つである次世代の空中衝突防止システム(TCAS)、ADS-B及びその他の新技術を使ってどのように安全性が改善され、効率的な運用ができるかについての意見交換が行われた。新技術によってコックピットに表示される通信、航法及び監視(レーダ)に関連する情報はコンピュータによって統合され、パイロットが認識しやすいように表示されることによって、航空機の安全運航に大きく貢献することができる。そのため、RTCAには特別な委員会を設けて多くの技術的な検討を行っており、欧州



(EUROCAEなど)でも同様な検討を行っていることが説明された。また、測位精度向上及び利用範囲拡大のためにはGPSだけでなく、ヨーロッパのGalileo、ロシアのGLONASS (Global Navigation Satellite System)、中国の北斗 (Beidou) などのシステムとの協調が必要だとの意見が示された。

さらに、NextGen/SESARのためには、次世代TCAS、ADS-B以外にもADS-B In、地上対航空機(及び航空機間)のデジタル・データ通信及びより改善されたPBN(Performance Based Navigation：性能準拠型運用)の検討が行われている旨の説明があった。

4. 所感

各国では前述したICAOの指針に基づく次世代航空交通管理システム構築へ向けた活動を行っており、我が国においても国土交通省が主体となってCARATS (Collaborative Actions for Renovation of Traffic System) の検討を行っているが、実現のための課題が山積していると思われる。

前半の報告論文にもあったように、新技術を導入して運航方式などを変更する場合は、事前に多くの検証を行って安全性などについて十分に検討する必要がある。また、現行方式から新方式への移行についても十分な配慮が必要であり、即座にすべての航空機が新方

式に移行できるとは考えにくく、一定期間は新旧方式が混在することは不可避と考えられるため、過渡期の確実な運用検討が必要である。場合によっては、現在の技術方針を修正する必要もあると思われる。今後は、単に技術的な検討だけではなく、システム換装計画などを含めた全体概念を的確に捉えていく必要がある。

また、米国での討議にもあったように、ICAOの基本指針には賛成するが、実際に費用を負担する立場からすれば、投資 (ICAOの試算では、今後10年間で1,200億ドルの費用が必要とされている) に対するメリットが不明であっては実行に踏み切れないユーザもいる。ステークホルダーの足並みが揃わなければ新システムの実現は困難であり、ICAOを含めた各航空行政機関はステークホルダー間の意見調整を行っていく必要がある。その結果として、ICAOの指針についても (本筋は変わらないが) 詳細内容が修正される可能性も否定できないと思われる。

日本の航空機産業の発展のためには海外のルールを順守する必要があるが、前述のように海外の状況も刻々と変わりつつあるのが現状であり、日本企業においては十分にその状況が把握されている状態ではない。今後とも海外の動向について一層熟知することが不可欠であろう。

〔(一社)日本航空宇宙工業会 技術部部長 杉田 明広〕