【米国】

空飛ぶクルマに関する全米科学・工学・医学アカデミーの研究レポート（Advancing Aerial Mobility: A National Blueprint (2020)）について

藤巻　吉博　　ワシントン国際問題研究所主任研究員

1. 研究レポートの経緯

2018 年、米国の国家航空宇宙局（NASA）は全米科学・工学・医学アカデミー（NASEM）に対して、今後の技術発展が見込まれる空飛ぶクルマに関し、その潜在的な便益と課題を評価するための研究を行うよう依頼した。なお、元々の作業指示書では Urban Air Mobility（UAM）という用語が用いられていたが、都市部以外のエリアや人・物資の輸送以外の目的についても広く研究の対象とするため、本研究では Advanced Aerial Mobility という用語が使用されている。（すなわち、UAM は Advanced Aerial Mobility の一部である。）

NASA からの依頼を受け、NASEM は大学や研究所、航空機メーカーなどの専門家からなる委員会を設け、2019 年の春から秋に 3 度の会合を実施して検討を行った。検討結果がまとめられた研究レポートは、厳正かつ独立した査読を経て、正式版が 2020 年に公表された[1)]。

次節では、この公表された研究レポートの内容について紹介する。

2. 公表された研究レポートの内容

公表された研究レポートは、5 つの章から構成されている。第 1 章では、Advanced Aerial Mobility のコンセプトの概要と、その発展が米国の航空の歴史にどのように組み込まれるかについて紹介している。第 2 章では、Advanced Aerial Mobility が具体化すべき不可欠な特性を含め、Advanced Aerial Mobility の将来像について記載している。第 3 章では、初期の運航者が政府の機関と協力して市場を形成できるような環境をどのように作り出すのかについて述べている。第 4 章では、Advanced Aerial Mobility の安全性とセキュリティに必須となる重要な技術開発と、航空機の自動操縦、サイバーセキュリティ―及び不測の事態の管理に係る安全性分析ツールについての十分な研究が必要であることを詳述している。また、第 2 章、第 3 章及び第 4 章では、将来像の達成に向けた障害を明らかにするとともに、Advanced Aerial Mobility に対する企業の取組みの影響と、それらの努力を NASA がどのように支援できるのかについて検討している。最後の第 5 章では、Advanced Aerial Mobility の実装に向けた道筋に関し、制度的な障害を克服し、官民の連携を行い、Advanced Aerial Mobility の開発と空域への展開を支援することによって、Advanced Aerial Mobility の将来像をどのように達成するかを検討している。

次項以降では、第 2 章～第 5 章で挙げられている NASA や他の関係機関への勧告事項を中心として説明することとする。

2.1 第 2 章：Advanced Aerial Mobility に係る国家的将来像

アメリカ運輸省の推計では、2050 年に都市部エリアに居住する人口は全世界の人口の 65%を超えると予測されており、また、従来の輸送手段のための地上インフラでは 2025 年に 1.2 兆ドルの GDP の損失に至るとされている。また、より長期的には、Advanced Aerial Mobility により土地利用や都市計画が二次的な影響を受ける。このため、Advanced Aerial Mobility に係る国家的将来像と、その達成に向けた実施計画を策定することが国益となる。

しかしながら、米国政府のいずれの組織も、このような新たな技術の開発、採用及び商業化を促進するための明確なマンデートを有していない。また、Advanced Aerial Mobility は複雑で多くの分野に関連するため、公的又は民間のどの組織も、必要な能力を全ては有していない。従って、Advanced

Aerial Mobility に係るマスタープランを策定するため、NASA 及び連邦航空局（FAA）が、マスタープランの作成に参加する多様な利害関係者間の責任の管理に協力すべきことが勧告されている。

機体の安全性証明と空域への統合は課題であるが、これ以外に Advanced Aerial Mobility に関する社会的受容、特に騒音とその心理的要素が、安全性と共に最大の課題となると考えられ、この課題を解決できない場合には Advanced Aerial Mobility の導入の妨げになる可能性がある。

Advanced Aerial Mobility の初期の利用には、地方部での低い頻度の運航といった、騒音の影響が低く、かつ、捜索救難や災害対応といった公共性の高い運航が含まれ、このような利用が、低騒音での運航について習熟するとともに社会的受容を形成する有益な実験台になると考えられている。

このため、様々な種類の Advanced Aerial Mobility の運航に対し、騒音による社会的迷惑の定量化及び低減のための研究について、NASA が FAA、国防省、国立衛生研究所、学会、地方自治体、工業会、運航者及び非営利団体の間の協力を促進し、研究の優先付けとその実施を 2 年以内に完了すべきことが勧告されている。

また、Adcvanced Aerial Mobility 及びそのインフラによるプライバシーや健康と福祉などの社会的影響を評価するため、NASA がこれらの組織の間の協力を促進してシナリオに基づく研究を行い、社会的利益を最大化するような導入計画を推奨すべきことが勧告されている。

2.2　第 3 章：市場の形成

将来の航空システムは、いかなる種類の航空機も制限する必要がないことを想定しており、適切に連携された航空機のデータ共有ネットワークによって、空域の共有が可能となると考えている。またこのデータ共有ネットワークにより、各機体に多数のセンサーを付けて重量やコストの負担を生じることなく、Advanced Aerial Mobility の運航者が利用の最適化と安全を図ることが可能となる。このような多数の利害関係者が関わる複雑なシステムを調整なしに作ることは非現実的であり、相互運用性に向けた調整が重要となる。

このため、NASA 及び FAA が、無人航空機システムの運航管理コンセプトを拡張し、Advanced Aerial Mobility が全ての空域を飛行可能とするための研究を実施すべきことが勧告されている。

また、地方部での貨物の運航への自動化技術の適用については、商業貨物の輸送が最初の採用者になると考えられる。このため、NASA が、来年中までに、最初の採用者である貨物輸送会社及び関連する開発会社と提携すること、そして、その提携先が、小さなサイズから大きなサイズまでの貨物のドローン配送の 3 年以内の自動化に向けて技術の成熟に注力すべきことが勧告されている。

さらに、能力が段階的に複雑になるマイルストーンと、それを支えるシステムの構成要素の定義が必要となる。これらの要求事項は、能力と運航頻度が増加する航空システムにおいてより洗練された運航を具体化し、基準の策定及びその基準に基づくシステム、さらには新たな運航ルールの目標となる。このため、NASA は、Advanced Aerial Mobility の将来の航空システムへの統合を実現するための、アーキテクチャ、要求事項及び関連技術の開発に関する研究を優先付けすべきことが勧告されている。

Advanced Aerial Mobility の運航コンセプト及びシナリオの候補の統合された実証を通じて、安全性の向上と運航頻度の増加を図るため、NASA は National Campaign program を実施している。このプログラムの目的は、安全性の証明の迅速化、飛行手順ガイダンスの策定、通信・航法・監視の評価、空域運航管理の実証及び騒音特性の把握である。プログラムにおける NASA の優先事項は Advanced Aerial Mobility を実現するための先駆けとなる研究、システム及び運航コンセプトであるが、優良事例や気付き事項は全ての参加者に有益となる。

このため、NASA は、工業会と連携し、National Campaign program を引き続き強化するとともに、その成果を体系化した優良事例、ツール、リソース及び訓練プログラムとして、すべての関係者に利用可能とすべきことが勧告されている。

2.3　第 4 章：安全性、セキュリティ及び不測の事態の管理

複雑でソフトウェアが集約された自動化システムの安全性を担保するために、従来の試験とシミュレーションだけでは不適当である。このため、NASA は、FAA と協力し、ソフトウェアが集約された先進的システムに適用可能な、現在広く使用されている新しくより強力な安全性解析ツールの研究を支援すべきことが勧告されている。

また、現在のサイバーセキュリティのアプローチは、情報のセキュリティに重点が置かれており、自動化されたシステムによる安全に直結した運航が含まれる Advanced Aerial Mobility には不適当である。このため、NASA は、Advanced Aerial Mobility のサイバーセキュリティに対する研究・開発を行うべきことが勧告されている。さらに、NASA は、安全性証明プロセスにおける申請者を支援するため、FAA の安全性証明の専門家と協力し、非決定論的な作動を含む複雑なソ

フトウェアおよびハードウェアを検証するための証明の技術とガイドラインを策定すべきことが勧告されている。

航空機の運航回数の増加予測と操縦士の訓練の供給の減少により、不測の事態の管理のための自動化が Advanced Aerial Mobility に不可欠な要素となる。また、Advanced Aerial Mobility は、検知・回避、交通の調整及び気象情報等の更新のために様々なリアルタイムのデータに依存し、1 系統もしくは複数系統のデータリンクが喪失又は異常となっても安全な運航を継続できるような弾力性が必須の要素となる。

このため、NASA は、Advanced Aerial Mobility の安全性を支えられるよう、不測の事態の管理のための自動化の研究・開発及び試験を実施すべきことが勧告されている。

2.4　第 5 章：Advanced Aerial Mobility の導入に向けて

無人航空機は、特別な条件下での試験が必要であり、多くの場合には目的に即した試験エリア、一部の場合には外部と隔絶した空域での飛行試験が必要となる。この試験の需要は、企業が幅広い試験と開発を実施可能で、空域へのアクセス、飛行試験のシナリオに合わせた地上の設備の変更、及び試験エリアでの容易な作業を可能とする場所のニーズを意味している。

従って、機体、運航、通信・監視技術、交通管理、騒音低減、地上インフラ等の迅速な開発を支援するための飛行試験の実施能力を確立するため、NASA は、FAA と協力して、設備のリソースの割当てと空域及び規則上の融通を行うべきことが勧告されている。

また、新たにヘリポートや垂直離着陸用のベリポートを建設することは高コストかつ複雑であり、一方、新たな種類の航空機が滑走路を必要としないとしても、既存の空港やヘリポートの区画分けやインフラは有用である。UAM に必要なインフラには、ベリポート、整備エリア及び給電／給油インフラが含まれ、FAA はベリポートの設計基準を策定するため、正式な情報提供を工業会に依頼中である。UAM システムでは、大都市エリアで多数のベリポートが存在することとなり、UAM のインフラは分散されることが必要となる。

このため、近い将来の実施能力を実現し、システムとインフラの要件を定義するよう、Advanced Aerial Mobility の仮想的な環境への導入を促進するための官民連携を創設すべきことが勧告されている。そして、その連携については、NASA が、FAA と協力し、また FAA や他の公的機関、工業会、基準策定団体との責任分担の下に、調整を行うべきことが勧告されている。

Advanced Aerial Mobility のためのデータ交換は、内容、サイズ及びリアルタイムの更新要求において多様であり、検知・回避及び間隔の確保のためには、通信の意図や管制の指示だけではなく、航空機の状態を更新するための共通した地理空間情報の枠組みが必要となる。しかし、このデータ交換のためのデータ基準を策定し管理する権限は、現在どの公的機関も有していない。

このため、NASA、工業会、学会及び基準策定団体で構成されるワーキンググループにより、リアルタイムの地理空間情報システムにおける Advanced Aerial Mobility を支援するよう、通信プロコトル、データ形式及びデータ交換基準に係る研究の優先付けを行うべきことが勧告されている。

3. おわりに

冒頭でも記載したが、公表された研究レポートは、NASA からの依頼に基づくものである。従って、勧告事項は基本的に NASA に対するものとなっているが、その殆どは NASA が単独で実施可能なものではなく、FAA や工業会などと連携して対応することが求められている。

中でも、安全性と共に、Advanced Aerial Mobility に関する社会的受容、とりわけ騒音とその心理的要素が最大の課題として挙げられている。

この社会的受容の形成に向けて、騒音の影響が低く、かつ、公共性の高い運航を端緒とするとともに、社会的利益を最大化するような導入計画を検討することが求められている。

一方、社会的利益を最大化するような導入計画は、運航者側のニーズの高さとは必ずしも一致しないと考えられる。このため、公的機関と民間企業とが十分な議論を行い、最適な導入計画を一致して見い出せるか否かが、Advanced Aerial Mobility の円滑な導入の成否に直結する最も重要な点となると考える。

参考文献

1) National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Advancing Aerial Mobility: A National Blueprint
https://doi.org/10.17226/25646