

第140回運輸政策コロキウム

米国における 「空飛ぶクルマ（Urban Air Mobility）」 の実現に向けた取組み

2021年1月27日

運輸総合研究所ワシントン国際問題研究所

主任研究員 藤巻吉博



JTTRI
Japan Transport and Tourism Research Institute



JITTI
Japan International Transport and Tourism Institute, USA

1. 「空飛ぶクルマ(UAM)」をめぐる状況
2. 「空飛ぶクルマ(UAM)」のメリットと課題
3. 安全性、セキュリティ及び社会的受容性などの課題に対する取組み
4. ベンチャー系企業などにおける開発の状況
5. 米国における早期の実現に向けた動向と幅広い普及の達成に向けた懸念点(まとめ)

1. 「空飛ぶクルマ(UAM)」をめぐる状況
2. 「空飛ぶクルマ(UAM)」のメリットと課題
3. 安全性、セキュリティ及び社会的受容性などの課題に対する取組み
4. ベンチャー系企業などにおける開発の状況
5. 米国における早期の実現に向けた動向と幅広い普及の達成に向けた懸念点(まとめ)

UAM (Urban Air Mobility) とは ー①

- 米国連邦航空局 (FAA) における定義
 - 都市部や都市郊外の低空において、運航して旅客や貨物を輸送する、高度に自動化された航空機を利用した、安全かつ効率的な航空輸送システム
 - UAMは、航空機の進化と安全性、運航の枠組み、空域へのアクセス、インフラの整備及びコミュニティの関与を考慮したエコシステムにより構成

UAM (Urban Air Mobility) とは ー②

・いわゆるドローン(小型の無人航空機)との関係

	都市部			都市部 以外
	旅客の輸送	貨物の輸送	それ以外 (空撮等)	
小型の無人航空機 (いわゆるドローン)		✓	✓	✓
より大きめの機体	✓	✓	✓	✓

UAM

黄色部分が本日の説明の対象

- ドローン(小型の無人航空機): 遠隔操縦又は自動操縦
- 旅客を輸送するUAM: 遠隔操縦、自動操縦又は機上の操縦士による操縦

1. 「空飛ぶクルマ(UAM)」をめぐる状況

なぜUAMが注目されているのか

- 世界的な都市部への人口集中

- 米国: 75%(1990) → 82% (2018) → 89% (2050予測)
- 日本: 77%(1990) → 92% (2018) → 95% (2050予測)

データは国際連合の「World Urbanization Population Prospects 2018」による

- これに伴う都市部での交通渋滞の激化(米国のデータ)

- ピーク時間帯と非ピーク時間帯との所要時間の比:

1.10(1982) → 1.23(2017)

- 国全体としての交通渋滞による年間コスト:

150億ドル(1982) → 1790億ドル(2017)

データはTexas A&M Transportation Instituteの「2019 Urban Mobility Report」による

1.「空飛ぶクルマ(UAM)」をめぐる状況

- UAMの定義では、「都市部や都市郊外」での「旅客や貨物の輸送」となっているが、これに留まらない以下のような活用事例も想定
 - 利用エリアの拡大（都市部や都市郊外のみならず、農村部や都市間など）
 - 公共目的の利用（警察・消防・救急の緊急対応など）
 - 個人やレクリエーションでの利用
- このような都市環境での運航に限らない活用事例を組み込んだUAMの上位概念として、「Advanced Aerial Mobility (AAM)」という用語も使用されている（すなわち、UAMはAAMの一部）

- 2018年8月、「空の移動革命に向けた官民協議会」(事務局経済産業省、国土交通省)を設置
- 2018年12月、同協議会において、「空の移動革命に向けたロードマップ」を策定し、以下の目標を設定
 - 2020年代半ば(目標:2023年)に事業開始
 - 2030年代に実用化の拡大
- 2020年7月の「成長戦略フォローアップ」では、以下の内容を決定
 - 2020年度中に機体、運航、操縦者の基準などの制度整備の検討に着手し、2021年度中にロードマップを改訂
 - 2025年の大阪・関西万博において空飛ぶクルマを輸送手段として活用するため、自動・自律飛行技術や多数機の運航管理技術等の開発を進める

1.「空飛ぶクルマ(UAM)」をめぐる状況

- 都市部では、滑走路のような大規模なインフラは新設できず、また、騒音や排出物の抑制も必要
- このため、UAMの機体は、電気による推進装置を有し、垂直離着陸が可能なeVTOL (electric Vertical Take Off & Landing)が基本

- 離陸用と水平飛行用の推進装置の機構により、開発中のUAMは以下の3種類に大きく区分

- 推力偏向型 (Vectored Thrust) :

離陸用の推進装置の向きを傾けて水平飛行にも利用するもの(軍用機のオスプレイに類似)

- 併設型 (Lift & Cruise) :

離陸用と水平飛行用の推進装置を別々に備えるもの

- マルチロータ型 :

多数の回転翼を備えたドローンを大型化したもの

推力偏向型の機体例 (Joby S4)



©Joby Aviation

開発会社:

Joby Aviation
(米国カリフォルニア州)

機体諸元:

5人乗り(乗員1+乗客4)
最高時速200マイル
航続距離150マイル

他の企業との関係:

TOYOTA(約4億ドル)や
Intelが出資
Uberと提携

写真及び機体諸元はJoby Aviation社ウェブサイト
<https://www.jobyaviation.com/>より

1. 「空飛ぶクルマ(UAM)」をめぐる状況

併設型の機体例 (Beta Technologies ALIA)



©Beta Technologies

写真及び機体諸元はBeta Technologies社ウェブサイト
<https://www.beta.team/aircraft/>より

開発会社:

Beta Technologies
(米国バーモント州)

機体諸元:

6人乗り(乗員1+乗客5)
航続距離250ノータイカル
マイル

他の企業との関係:

バイオテクノロジー企業で
あるUnited Therapeutics社
と提携

1. 「空飛ぶクルマ(UAM)」をめぐる状況

マルチロータ型の機体例 (Volocopter VoloCity)



©Volocopter

開発会社:
Volocopter
(ドイツ)

機体諸元:
2人乗り
最高時速68マイル
航続距離22マイル

他の企業との関係:
シンガポールを拠点にライドシェアを展開するGrab社や日本航空と提携

画像及び機体諸元はVolocopter社ウェブサイト
<https://press.volocopter.com/index.php/media-images/products/>
<https://www.volocopter.com/en/product/>より

1. 「空飛ぶクルマ(UAM)」をめぐる状況

機体システムの種類毎の長所と短所

- それぞれの種類に対し、以下のような長所と短所が存在
- どれも一長一短であるが、1つの都市内といった短距離であればマルチロータ型に優位性があり、都市間のような長距離であれば推力偏向型や併設型に優位性がある

	長所	短所
推力偏向型 (オスプレイに類似)	無駄な重量となる機構がない	推力偏向のための機構やコントロールが複雑
併設型 (離陸用と水平飛行用の推進装置が別々)	機構やコントロールが単純	離陸用の推進装置は、水平飛行時には無駄な重量となる
マルチロータ型 (多数の回転翼を備えたドローンの大型版)	無駄な重量となる機構がない	固定翼を有しないため、速度や航続距離に制限

1. 「空飛ぶクルマ(UAM)」をめぐる状況

1. 「空飛ぶクルマ(UAM)」をめぐる状況
2. 「空飛ぶクルマ(UAM)」のメリットと課題
 - 2-1 「空飛ぶクルマ(UAM)」が実現するメリット
 - 2-2 「空飛ぶクルマ(UAM)」の実現に向けた課題
3. 安全性、セキュリティ及び社会的受容性などの課題に対する取組み
4. ベンチャー系企業などにおける開発の状況
5. 米国における早期の実現に向けた動向と幅広い普及の達成に向けた懸念点(まとめ)

- 陸上交通では、経路がインフラに依存しており、発展した都市部では経路の追加的な拡張が困難
- UAMでは、経路をインフラに依存しない交通ネットワークの実現が可能となり、発展した都市部でも経路の追加や拡張が比較的容易
- また、医療緊急時の対応や災害発生時の救援といった社会的優先度の高い輸送を、地上における混乱を受けることなく、現状のヘリコプターよりも拡大して実施可能

- UAMは電気による推進装置を有するため、既存のヘリコプターの運航をUAMの運航に置き換えた場合には、騒音が低減される
- 一般的に、推進装置の電動化により騒音は大幅に低減される

(参考) 2人乗りプロペラ機の電動化による騒音の低減事例:

Pipistrel 社(スロベニア)製
Virus SW 121 (レシプロエンジン)
離陸騒音レベル: 70 dB(A)



同社製
Virus SW 128 (電動)
離陸騒音レベル: 60 dB(A)

※ 10dB(A)の低減は、機体と測定点との距離が1/3となっても同等の騒音レベルとなる(150mの距離で60db(A)の場合、50mの距離では約70dB(A))ことに相当

離陸騒音レベルはEASA騒音証明データシートTCDSN EASA.A.573による

- 機体の電動化によるCO2排出の削減
 - 化石燃料を使用した推進機関が、電気による推進機関となることで、運航時におけるCO2排出量はゼロ
(なお、ライフサイクル全体としてのCO2排出量は、電源の構成に依存)
- 機体の電動化及び自動化による運航費用の低減
 - 機体の電動化により、メンテナンス費用の低減が見込まれる
 - また、自動化された機体では、操縦士に係る費用が削減される

UAMの実現に向けた様々な課題

- 安全性
- セキュリティ
- 環境
- 社会的受容性
- 将来的な運航の増大や柔軟性

- 一般の旅客を幅広く輸送することになるUAMについて、従来の小型飛行機やヘリコプターの安全基準に基づく設計で十分なのか慎重な検討が必要
- また、機体の電動化により、推進装置に関するトラブルの要因が低減する一方、バッテリーなど新たなトラブルの要因が増加
- 自動化された機体では、ヒューマンエラーの要因が削減される一方、不測の事態が発生した場合の対処に課題
(異常の判断と該当システムの切り離しを行うにあたり、判断漏れや、誤判断に基づく切り離しの可能性)

- 現在の航空管制は、操縦士と管制官の音声による通信に大きく依存
- 機体の自動化により、デジタル通信リンク、デジタル通信上のデータや位置情報システムへの攻撃に対する考慮が必要

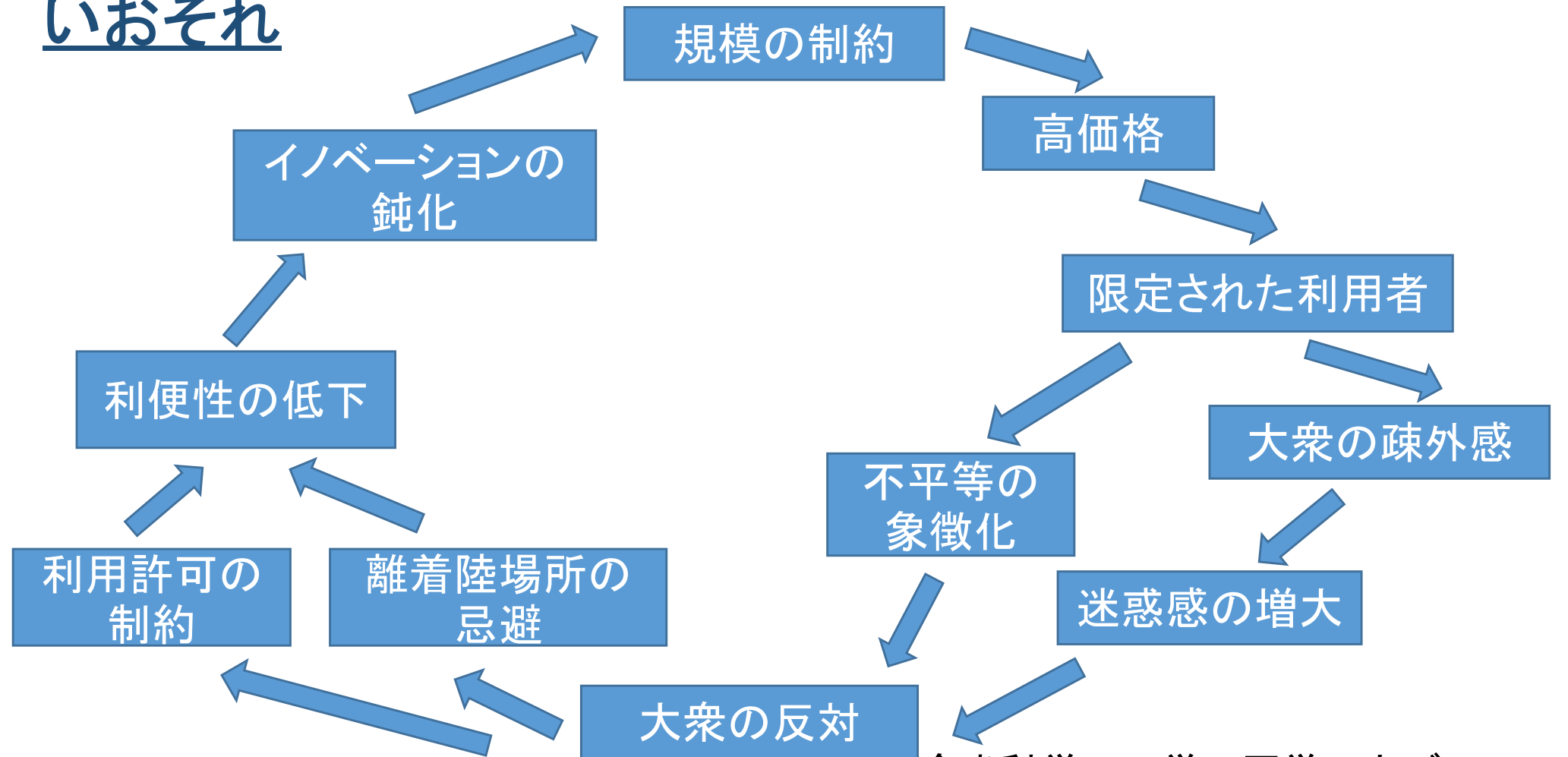
- 推進装置の電動化により騒音は低減されることが想定されるものの、騒音とその心理的影響は引き続き大きな課題
- 既存の小型ヘリコプターの騒音基準を満足するだけでは、幅広い地域における実際の運航には不十分

(参考) 既存の小型ヘリコプターの騒音基準(最大離陸重量が1,417kg以下—
おおよそ4~5人乗り以下の機体の場合):
高度150mの上空通過騒音レベル: 82 SELdB以下
- 新たな騒音基準の策定などに向けた具体的な動きは進んでおらず、機体の開発会社の自主的な取組みに依存している状況

- UAMの実現のためには、安全性の課題の解決だけでなく、新技術がもたらすメリットが環境や生活の質(プライバシーに関する懸念などを含む)に与える負の影響を上回るという認識が必要
- 時間の経過により、利便性などのメリットが向上し、社会的受容性の課題が克服される可能性もあるが、規模の拡大のためには、社会的受容性が最大の課題となりうる

社会的受容性に関する負の連鎖

- 以下のような負の連鎖により、規模の拡大が果たされないおそれ



2-2「空飛ぶクルマ(UAM)」の実現に向けた課題

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)) を基に作成

将来的な運航の増大や柔軟性の課題

- 空港周辺や経路上の運航の増加に対し、航空交通管理や精密な飛行経路に関する既存の技術の延長による対応が各国で取り組まれているが、限界に近づいている
- UAMの運航により空域の航空機密度が大幅に増加した場合、これを管制官が処理することは困難
- このため、これまでの管制官の役割を徐々に自動化していくことが必要
- また、未知の活用事例が将来出てきた場合に、その運航を安全に統合するための柔軟性も必要となる

羽田空港に関するシミュレーション

- 羽田空港において、平日1日のタクシーやハイヤーによるアクセス(空港行きと空港からの合計)は旅客全体の3.5%、約5,200人

データは航空局の「平成29年度航空旅客動態調査-集計結果-」による

- ここで、この半分以上がUAM(乗客2名)によるアクセスに置き換わると仮定すると、回送が全くないとしても離着陸回数が約1,300回増加
- これは、現在の羽田空港の1日あたりの離着陸回数と同程度であり、周辺空域における航空機密度は2倍以上となる
- なお、米国ニューヨークのJFK空港では、空港からのみでタクシー利用者が1日あたり7,000人を超えている

データはThe Port Authority of NY & NJ の
「2019 Airport Traffic Report」による

1. 「空飛ぶクルマ(UAM)」をめぐる状況
2. 「空飛ぶクルマ(UAM)」のメリットと課題
3. 安全性、セキュリティ及び社会的受容性などの課題に対する取組み
4. ベンチャー系企業などにおける開発の状況
5. 米国における早期の実現に向けた動向と幅広い普及の達成に向けた懸念点(まとめ)

- UAMに対し、小型飛行機に適用される安全基準（連邦航空規則パート23）をベースとしてFAAが審査を行う意向
- この安全基準は、2017年8月に大幅な改正が行われ、乗客席数や最高速度に応じた性能ベースのものに変更
- ただし、これはUAMの安全性証明に特化したものではなく、従来の小型飛行機を上回るUAMの安全性を確保するため、審査の過程における紆余曲折が想定

- UAMを含む垂直離着陸 (Vertical Take Off & Landing: VTOL) 機について、既存の固定翼機や回転翼機とは異なる種類の機体として位置付け、その技術的要件 (Special Condition)を2019年7月に欧州航空安全庁 (EASA) が策定
- Special Conditionの構成は、小型飛行機に適用される基準 (CS-23) に準拠しているが、人口密集地上空の飛行や商業旅客輸送に利用する場合の“Enhanced”と、それ以外の場合の“Basic”という2つのカテゴリーで区分

- VTOLに対するSpecial Conditionの構成

- 一般
 - 飛行
 - 構造
 - 設計及び組み立て
 - 揚力／推力装置の取り付け
 - システム及び装備品
 - 乗員とのインターフェース及びその他の情報
 - 安全性解析の証明のガイダンス
- この内容には、推進装置自体の技術的要件や、安全性解析以外の証明のガイダンスは含まれていない(後述)

- “Enhanced”カテゴリーと“Basic”カテゴリーの違い

- “Enhanced”カテゴリーの機体:

故障発生時でも安全な飛行を継続し、当初の目的地又は適切な代替地に着陸できることが求められる

- “Basic”カテゴリーの機体:

故障発生時に滑空やオートローテーションのような緊急着陸ができることが求められる

- 安全性解析の証明のガイダンスにおいても、“Enhanced”カテゴリーの機体は、その乗客席数に関わらず、大型旅客機と同程度の厳しい故障状態発生確率の要件が課されている

		故障状態の深刻度（右がより深刻）			
		Minor	Major	Hazardous	Catastrophic
“Enhanced” カテゴリー		1千飛行時間 に1回未満	10万飛行時 間に1回未満	1000万飛行時 間に1回未満	10億飛行時間 に1回未満
“Basic” カテゴリー	乗客席数 7～9	1千飛行時間 に1回未満	10万飛行時 間に1回未満	1000万飛行時 間に1回未満	10億飛行時間 に1回未満
	乗客席数 2～6	1千飛行時間 に1回未満	10万飛行時 間に1回未満	1000万飛行時 間に1回未満	1億飛行時間に 1回未満
	乗客席数 0～1	1千飛行時間 に1回未満	10万飛行時 間に1回未満	100万飛行時 間に1回未満	1000万飛行時 間に1回未満

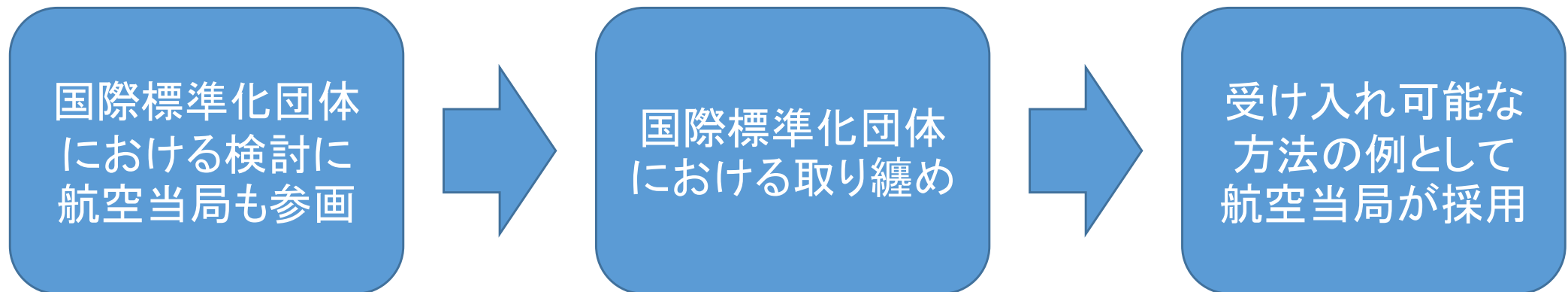
3. 安全性、セキュリティ及び社会的受容性などの課題に対する取組み

EASA AMC VTOL.2510 Equipment, system, and installationを基に作成

- 2019年7月に策定されたVTOLのSpecial Conditionに含まれていない以下の2つの内容については、EASAがそれぞれの案を公表済み
 - 2020年1月、電動及びハイブリッド推進装置の技術的要件 (Special Condition)の案を公表
 - 2020年5月、安全性解析以外の証明のガイダンスの案を公表

国際標準化団体における検討 ー①

- ・ 技術的要件に対する具体的な適合性の証明方法については、以下のようなプロセスの利用が拡大



- ・ UAMに関しては、現在、ASTM International(米国)とEUROCAE(欧州)を中心にこの検討を実施

3. 安全性、セキュリティ及び社会的
受容性などの課題に対する取組み

- ASTM International (米国)では、以下の2つのAdvisory Committee (AC)を設置し、活発な検討を実施
 - 自動化されたシステムに対する証明要件 (AC377)
 - eVTOLの適合性証明方法 (AC433)
- 上記Advisory Committeeでの検討に基づき、以下の分野毎の委員会において、具体的な技術基準の作成作業が行われている
 - F38: 無人航空機システム (無人航空機の運航関係)
 - F39: 航空機システム (電気式推進システム関係)
 - F44: 一般航空用航空機 (飛行性や構造などの技術基準)

- EUROCAE (欧州) では、EASAが策定したVTOLのSpecial Conditionに対する具体的な適合性証明方法を検討する作業部会 (WG-112) を設置
- 上記作業部会の下、以下をはじめとする各サブグループにおいて具体的な技術基準の作成作業が行われている
 - 電気系統
 - 揚力と推力
 - 安全性
 - 飛行特性
 - アビオニクス (電子機器)

3. 安全性、セキュリティ及び社会的受容性などの課題に対する取組み

- NASAでは、Airspace Operations and Safety Program (AOSP)の中のSystem-Wide Safety (SWS) Projectにおいて、無人航空機に関するサイバーセキュリティのリスクを対象とした研究を実施
- 以下のような観点について、その方策を検討
 - デジタル通信リンクの冗長性
 - デジタル通信上のデータの暗号化
 - 自律した意思決定や機械学習に不正なデータが混入することの抑止

社会的受容性の課題への対応 ー①

- FAAは、無人航空機に関するプログラムとして、統合パイロットプログラム (Integration Pilot Program: IPP) を2017年に開始(2020年10月に終了)

➤ 目的:

州や地方の管轄区域とのコミュニケーションの改善、セキュリティやプライバシーのリスクの解決などを通じ、将来的な規則の策定を支援

➤ 実施体制:

無人航空機の運航者や製造者が、州や地方の行政機関と共同して実施

社会的受容性の課題への対応 ー②

- 統合パイロットプログラムには、以下のような公共性の高い運航が含まれている
 - 国境の監視(カリフォルニア州のIPP)
 - AED等の医療機器の緊急配送(ネバダ州のIPP)
- 
- このような公共性の高い運航をトリガーとして、次世代航空システム全体の社会的受容性が高まることを期待
 - 現在、統合パイロットプログラムは「BEYOND」という後継のプログラムに移行

社会的受容性の課題への対応 ー③

- UAMの開発会社による試験飛行の許可等に向けた地域への個別の働きかけに加え、米国のNPO団体であるCommunity Air Mobility Initiative (CAMI)が2019年に設立
- CAMIでは、機体開発会社などからの支援の下で、UAMの実現に向けた地域や政策決定者に対する教育や啓発の活動を実施

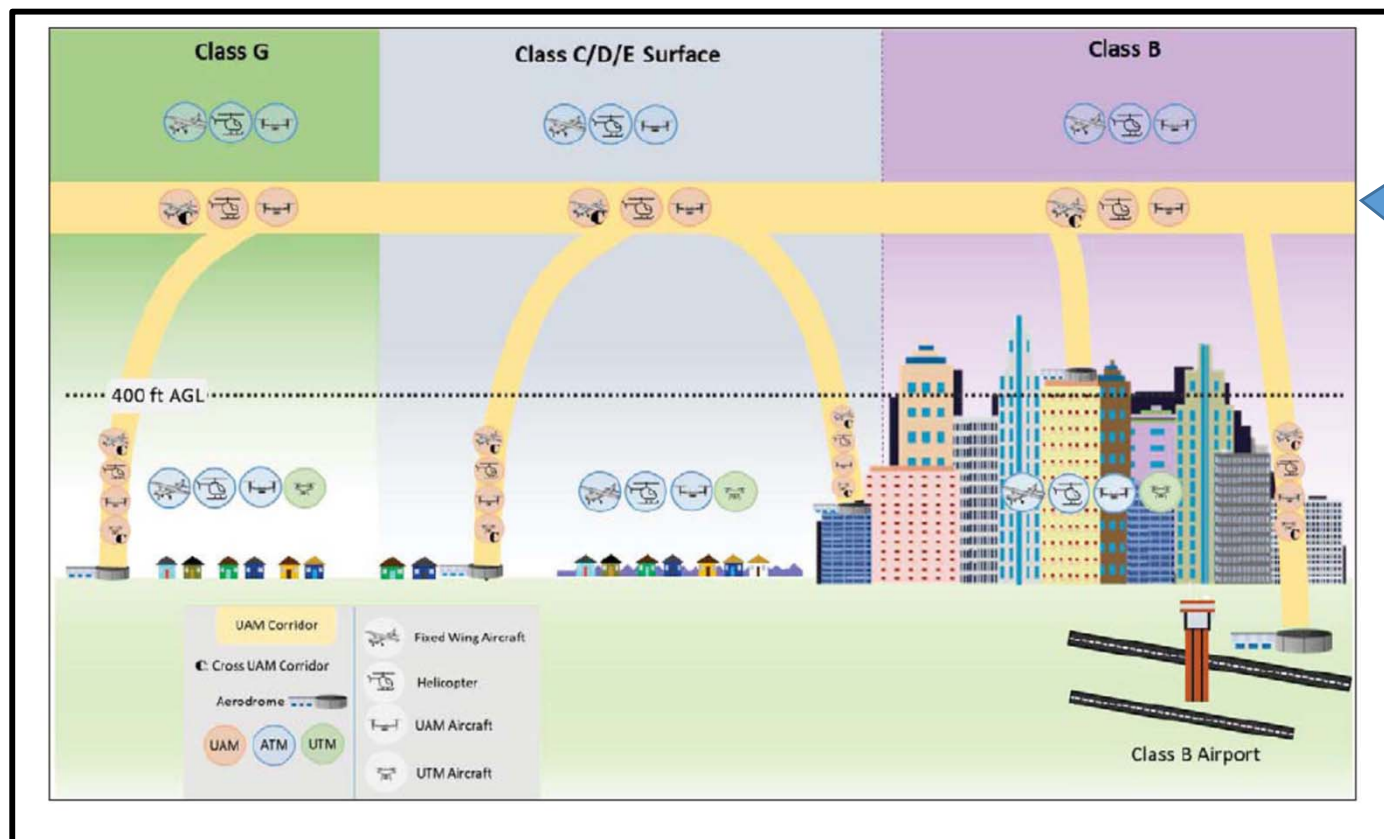
- FAAはNASAや産業界との協力の下、UAMの運航コンセプト (Concept of Operations: ConOps) のVersion 1.0を策定し、2020年6月に公表
- 以下のようなCrawl-Walk-Runアプローチを提案
 - はじめに、現在の規則及び運航の環境(ヘリコプターと同様)において飛行を認められた新型の機体を導入

 - 次に、規則の進展とUAM Corridor(次ページ)により、UAMの運航の拡大を支援

 - 最終的に、新たな規則とインフラにより、高度に自動化された交通管理を可能とし、遠隔操縦／自動操縦の機体による更なる運航の拡大を実現

UAM Corridorの概要 ー①

- UAM Corridorとは、その範囲内では全ての航空機に特有の運航ルールが適用される「仮想的な回廊」
- 上空にある部分と、これとUAMの離着陸場所を繋ぐ部分で構成



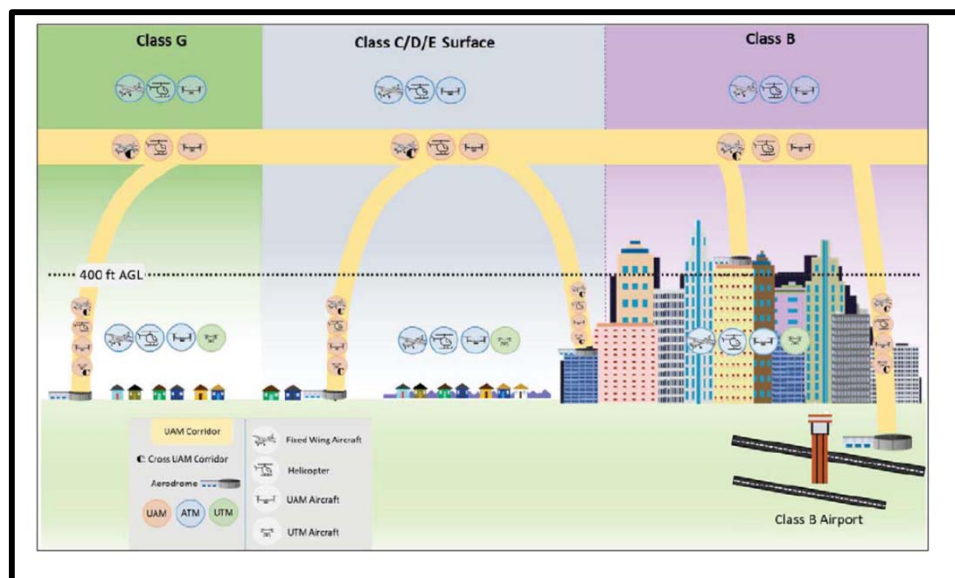
淡黄色部分
がUAM
Corridor

3. 安全性、セキュリティ及び社会的受容性などの課題に対する取組み

UAM Corridorと既存の空域クラスとの関係図
画像はFAA UAM Concept of Operations (ConOps)
version 1.0より

UAM Corridorの概要 ー②

- この「回廊」を、従来の固定翼機は通過し、ヘリコプターとUAMが「回廊」内部で飛行することを想定
- 既存の空域クラスの区分に関わらず、「回廊」内部での運航ルールは同一とし、管制機関の関与なしに機体同士の間隔の維持(セパレーション)が行われることを想定
- 「回廊」の容積は、運航の需要に応じた拡大を想定



UAM Corridorと既存の空域クラスとの関係図
画像はFAA UAM Concept of Operations
(ConOps) version 1.0より

3. 安全性、セキュリティ及び社会的受容性などの課題に対する取組み

1. 「空飛ぶクルマ(UAM)」をめぐる状況
2. 「空飛ぶクルマ(UAM)」のメリットと課題
3. 安全性、セキュリティ及び社会的受容性などの課題に対する取組み
4. **ベンチャー系企業などにおける開発の状況**
5. 米国における早期の実現に向けた動向と幅広い普及の達成に向けた懸念点(まとめ)

- Vertical Flight SocietyがElectric VTOL NewsのウェブサイトにもとめているeVTOL Aircraft Directoryには、数百に及ぶ開発プロジェクトが掲載
- 機体システムの種類別の開発プロジェクトの掲載数（中止となったものを含む）は以下のとおり
 - 推力偏向型：132
 - 併設型：53
 - マルチロータ型：103
- 併設型はやや少ないものの、極端な偏りではなく、いずれの種類の機体も開発が進行中

eVTOL Aircraft Directory: <https://evtol.news/aircraft>
2020年12月3日時点に基づき集計

推力偏向型の機体例 (Joby S4) [再掲]



©Joby Aviation

写真及び機体諸元はJoby Aviation社ウェブサイト
<https://www.jobyaviation.com/>より

開発会社:

Joby Aviation
(米国カリフォルニア州)

機体諸元:

5人乗り(乗員1+乗客4)
最高時速200マイル
航続距離150マイル

他の企業との関係:

TOYOTA(約4億ドル)や
Intelが出資
Uberと提携

4. ベンチャー系企業などにおける開発の状況

推力偏向型の機体例 (Lilium Jet)



©Lilium

写真及び機体諸元はLilium社ウェブサイト
<https://lilium.com/>より

開発会社:

Lilium
(ドイツ)

機体諸元:

5人乗り(乗員1+乗客4)
最高時速186マイル
航続距離約180マイル

他の企業との関係:

中国の大手IT企業である
テンセントが出資

併設型の機体例 (Wisk Cora)



Image courtesy of Wisk

開発会社:

Wisk Aero
(米国カリフォルニア州)

機体諸元:

2人乗り(自動操縦+乗客2)
最高時速100マイル
航続距離25マイル

他の企業との関係:

元の開発主体であるKitty Hawk社とBoeing社が2019年に共同で会社を設立

写真及び機体諸元はWisk社ウェブサイト
<https://wisk.aero/cora/>より

併設型の機体例 (Beta Technologies ALIA) [再掲]



©Beta Technologies

写真及び機体諸元はBeta Technologies社ウェブサイト
<https://www.beta.team/aircraft/>より

開発会社:

Beta Technologies
(米国バーモント州)

機体諸元:

6人乗り(乗員1+乗客5)
航続距離250ノータイカル
マイル

他の企業との関係:

バイオテクノロジー企業で
あるUnited Therapeutics社
と提携

4. ベンチャー系企業などにおける開発の状況

マルチロータ型の機体例 (Volocopter VoloCity) [再掲]



©Volocopter

開発会社:
Volocopter
(ドイツ)

機体諸元:
2人乗り
最高時速68マイル
航続距離22マイル

他の企業との関係:
シンガポールを拠点にライドシェアを展開するGrab社や日本航空と提携

画像及び機体諸元はVolocopter社ウェブサイト
<https://press.volocopter.com/index.php/media-images/products/>
<https://www.volocopter.com/en/product/>より

1. 「空飛ぶクルマ(UAM)」をめぐる状況

マルチロータ型の機体例 (EHang 216)



©EHang

写真及び機体諸元はEHang社ウェブサイト
<https://www.ehang.com/article/>、
<https://www.ehang.com/ehangaav/>より

開発会社:
EHang[億航智能]
(中国)

機体諸元:
2人乗り(自動操縦＋乗客2)
最高時速81マイル
航続距離22マイル

他の企業との関係:
通信会社のVodafoneと提携

- 2017年(Wisk社の共同設立前)に、Aurora Flight Sciences社(米国バージニア州)を買収し、子会社化
- 同社では、併設型のUAMであるPAVを実験目的で開発し、試験飛行を実施



©Aurora Flight Sciences, a Boeing Company

写真はAurora Flight Sciences社ウェブサイト

<https://www.aurora.aero/pav-evtol-passenger-air-vehicle/>より

4. ベンチャー系企業などにおける開発の状況

- 大手航空機メーカーの中で、自社開発に積極的
- 推力偏向型のUAMであるVahanaの開発プロジェクトを2015年に米国カリフォルニア州（Acubed社）で開始し、130回を超える試験飛行を実施
- Vahanaの開発プロジェクトは2019年に終了し、プロジェクトチームはCityAirbusの開発プロジェクトへ

©Airbus

- CityAirbusはVahanaとは異なるマルチロータ型のUAM

機体諸元:

4人乗り(自動操縦+乗客4)

最高時速75マイル

航続距離約19マイル

機体諸元はAirbus社ウェブサイト

<https://www.airbus.com/innovation/zero-emission/urban-air-mobility/cityairbus.html>より

- 機体システムの種類と航続距離の関係について、具体的な機体を当てはめると以下の表のとおり

	航続距離		
	～25マイル	25～100マイル	100マイル～
推力偏向型			Joby S4 Lilium Jet
併設型	Wisk Cora		ALIA
マルチロータ型	VoloCity EHang 216 CityAirbus		

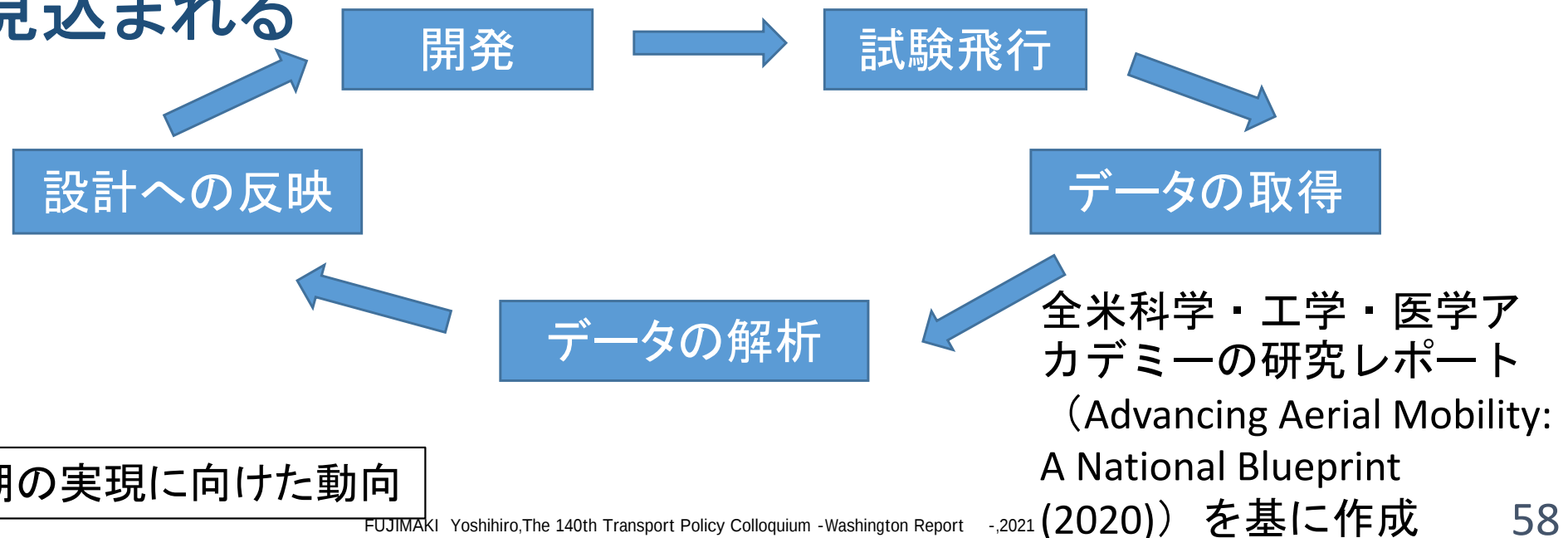
- 現時点では、マルチロータ型の航続距離は25マイル（40km）程度が限界

- 紹介した開発プロジェクトでは、開発国以外における試験飛行やデモンストレーション飛行が幅広く実施されており、まとめると以下のとおり
 - Wisk Cora(米国): ニュージーランド
 - Volocopter VoloCity(ドイツ): ドバイ、フィンランド、シンガポール
 - EHang 216(中国): 韓国、米国、カタール、オーストリアなど
- 安全な飛行が大前提となるが、試験飛行の回数や多様な試験環境の確保、対外的なアピール、実際の運航実施に当たっての主導的立場の確立など多数の利点

1. 「空飛ぶクルマ(UAM)」をめぐる状況
2. 「空飛ぶクルマ(UAM)」のメリットと課題
3. 安全性、セキュリティ及び社会的受容性などの課題に対する取組み
4. ベンチャー系企業などにおける開発の状況
5. 米国における早期の実現に向けた動向と幅広い普及の達成に向けた懸念点(まとめ)
 - 5-1 早期の実現に向けた動向
 - 5-2 結び: 幅広い普及の達成に向けて

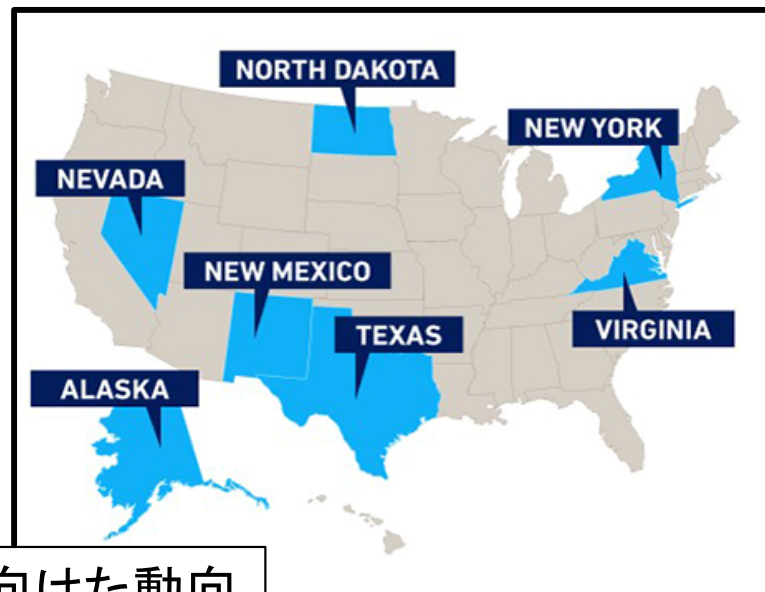
- UAMの早期の実現に向け、米国では以下のような取り組みを実施中
 - 試験飛行の実施場所の確保
 - 官、軍及び産業界によるプロジェクト

- 電気による推進装置や、推力偏向のための機構及びコントロールの先進性により、通常のヘリコプターよりも多くの飛行時間が開発のために必要
- また、新たな利用法や地上インフラとの関係など、運航実証のための試験飛行も数多く必要になる
- さらに、機体及び運航の開発プロセスと統合した試験飛行の実施により、以下のようなサイクルでの開発の加速が見込まれる



FAAの主導による飛行試験場の設置

- 2012年のFAA近代化改革法に基づき、6つの無人航空機の飛行試験場を設置
- その後、2016年のFAA拡張安全セキュリティ法に基づき、7つ目の無人航空機の飛行試験場を追加
- 飛行試験場の運営主体は、試験飛行のためのインフラの提供や特別飛行許可の取得に係る支援を行い、UAMの試験飛行にも利用



FAAが主導する飛行試験場の立地

画像はFAAのウェブサイト

https://www.faa.gov/uas/programs_partnerships/test_sites/より

5-1 早期の実現に向けた動向

- NASAは、UAMを含むAdvanced Aerial Mobility (AAM) の実現を促進するため、AAM National Campaignの参加者の公募及び選定を進めている
- AAM National Campaignの第1段階であるNC-1は、人口密集地以外かつ複雑性の低い環境における、人及び貨物の商業運送のシナリオに基づき実施
- AAM National Campaignの成果を将来の政策決定に反映させるため、現時点からFAAとの密接な協力の下に進めていくという点が特に強調されている

- AAM National Campaignには、以下の会社等が参加

- 試験飛行（機体メーカー）

Joby Aviation社

- 交通管理シミュレーション

AirMap社、AirXOS社、ANRA Technologies社、ARINC社、Avision社、Ellis and Associates社、GeoRq社、Metron Aviation社、OneSky Systems社、Uber Technologies社、University of North Texas

- 情報交換

Bell Textron社、Boeing社、NFT社、Prodentia社、Zeva社

- これらに加え、Wisk Aero社及びAlaka'i Technologies社
も情報交換に参加することが2020年11月に発表

- 米国空軍は、UAMの機体開発を促進するため、「Agility Prime」と呼ぶプロジェクトを立ち上げ



- このプロジェクトでは、UAMの機体を以下の3つのカテゴリーに区分して開発競争を実施
 - 3～8人乗り、時速100マイル以上、航続距離100マイル以上
 - 1～2人乗り、時速45マイル以上、航続距離15マイル以上
 - 貨物500ポンド以上、時速100マイル以上、航続距離200マイル以上



- 2020年12月に初の軍用飛行許可がJoby Aviationに与えられ、今後数か月以内にBeta Technologiesにも同様の許可が与えられる見込み

- 米国などでライドシェアを展開するUber社は、UAMを利用したライドシェアサービス「Uber Air」の2023年開始を目標に、Uber Elevate部門を設置して2017年に活動を開始



- サービス開始時の地域としては、米国のロサンゼルス及びダラス、オーストラリアのメルボルンの3か所を選定

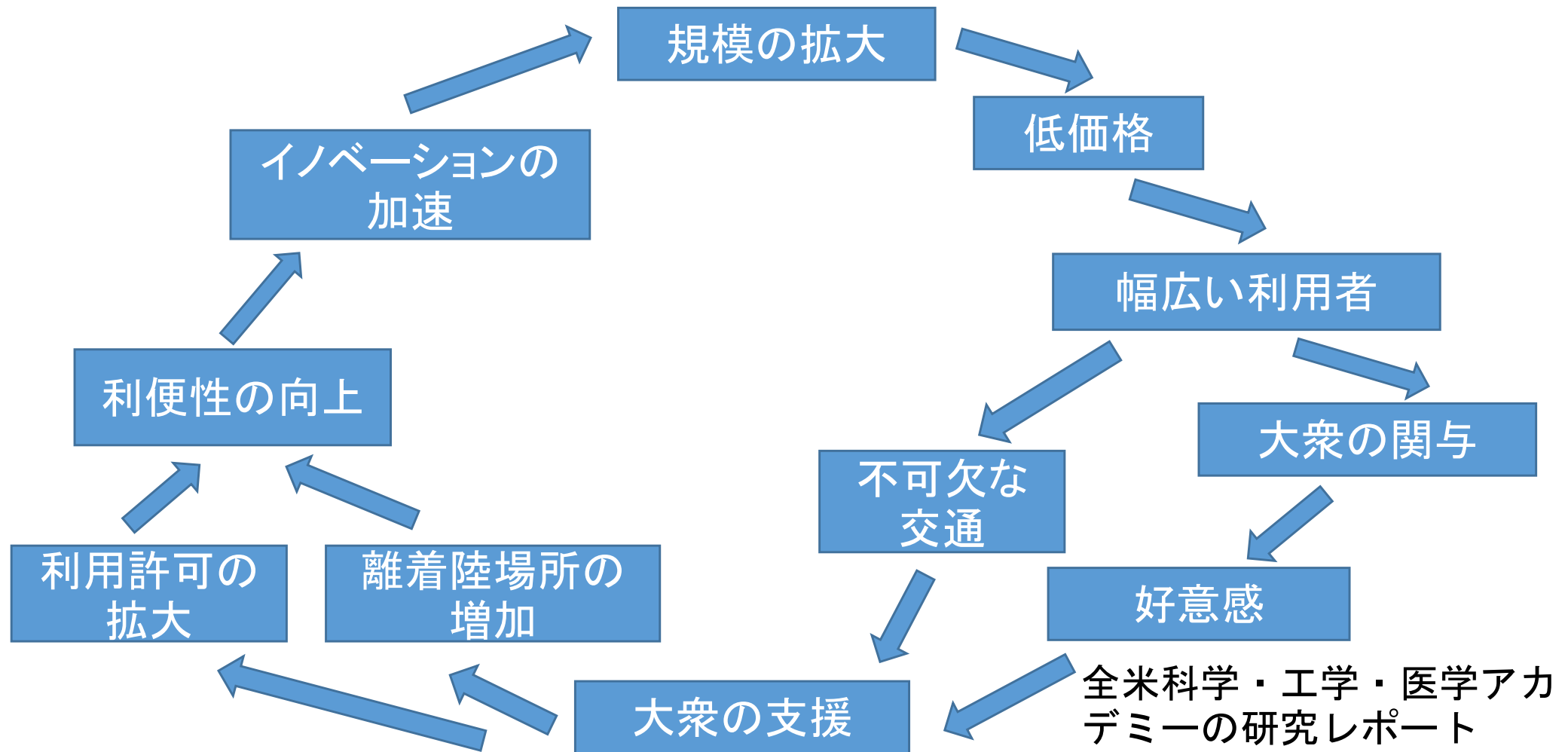


- その後の2020年12月に、Uber社は、Uber Elevate部門のJoby Aviation社への売却と、同社に対する7500万ドルの追加出資を発表
- 両社は、将来的にそれぞれのサービスをお互いのアプリに統合し、地上及び上空の移動のシームレスな統合を目指すことについても合意

- UAMの早期の実現に向け、米国では産と官に加え軍によるプロジェクトも行われており、支援体制が充実
- しかし、NASAのプロジェクトとUber社のプロジェクトでは方向性に相違
 - NASA: 人口密集地以外からの段階的なアプローチを指向
 - Uber社: 潜在的顧客が多い都市部からの開始を予定
- また、国としての将来像やその達成に向けた実施計画を定めたマスタープランの欠如も指摘
- このため、一部の地域における試験的な導入は早期に達成されるかもしれないが、幅広い地域への本格的な普及には遅れを生じる可能性

UAMの幅広い普及のための正の連鎖

- 他に先駆けた導入よりも、安全性や社会的受容性を確保し、以下のような正の連鎖をいかに早期に実現できるか



5-2 結び: 幅広い普及の達成に向けて

結び:幅広い普及の達成に向けて

- 幅広い普及を早期に達成するためには、以下の取組みが必要と考える
 - マスタープランの策定を通じた関係者間の方向性のすり合わせ
 - 人口密集地以外からの着実な実績の積み上げ
 - 騒音に関するガイドラインなど社会的受容性を向上するための追加の取組み

ご清聴ありがとうございました