

戦略的創造研究推進事業（社会技術研究開発）

2021(令和3)年度

研究開発実施報告書

科学技術の倫理的・法制度的・社会的課題（ELSI）への
包括的実践研究開発プログラム

研究開発プロジェクト

「『空飛ぶクルマ』の社会実装において克服すべき ELSI の総
合的研究」

Comprehensive Research of the Ethical, Legal and Social Issues as Prerequisites
for the Social Acceptance of Urban Air Mobility

2022(令和4)年5月31日

研究開発期間

(2021(令和3)年10月1日～2025(令和7)年3月31日(予定))

研究代表者／Principal Investigator

小島 立

九州大学 大学院法学研究院 教授

KOJIMA Ryu

Professor, Faculty of Law, Kyushu University

『空飛ぶクルマ』の社会実装において克服すべき ELSI の総合的研究

■**概要**：「空飛ぶクルマ」の社会実装に向けた動きが加速している。しかし、現在の議論では、空飛ぶクルマがより高頻度・高密度に利用される状況を視野に入れた社会制度設計や、社会受容性についての根本的な検討が不足している。空飛ぶクルマが広範に社会に普及するためには、低エネルギー負荷、スマートモビリティとしてのサービス実現、運航に不可欠な施設・構造物などのインフラ構築に加えて、都市交通政策に照らした考察や倫理的課題、法制度等の諸課題についても俯瞰的な考察が求められる。これらの複合的な課題を解決することなしに、空飛ぶクルマは私たちの幸福（ウェルビーイング）に貢献する移動手段として受容されることは難しいと考える。本プロジェクトでは、人文社会系と自然科学系の研究者が協働し、空飛ぶクルマが社会インフラとして実装される上での前提条件として克服されるべき「倫理的・法制度的・社会的課題（ELSI）」を予見的に明らかにする。

■**参画・協力機関**：九州大学、国際基督教大学、横浜国立大学、明治大学、九州電力総合技術研究所、東京海上日動火災保険株式会社航空保険部、ANA ホールディングス デジタル・デザイン・ラボ エアモビリティ事業化プロジェクト、株式会社トルビズオン

■**キーワード**：空飛ぶクルマ、社会受容性、持続可能性、ELSI 課題

Comprehensive Research of the Ethical, Legal and Social Issues as Prerequisites for the Social Acceptance of Urban Air Mobility

■**Summary**: Social implementation of UAM (Urban Air Mobility) is accelerating. In the current discussion, however, there is a lack of fundamental examination of institutional design and social acceptability where flying cars are used more frequently and densely. For the widespread use of UAM, it is necessary to consider not only the low energy load, the realization of smart mobility services, and the construction of infrastructure that is essential for operation, but also to consider various issues from the perspective of urban transportation policies, and an ethical and legal point of view. Without solving these complex issues, it will be difficult for UAM to be widely accepted as a mode of transportation that contributes to our well-being. In this project, researchers from the humanities and social sciences and natural sciences will collaborate to anticipate, clarify and overcome these “Ethical, Legal, and Social Issues” (ELSI) as a prerequisite for the successful implementation of UAM as social infrastructure.

■**Joint R&D Organizations**: Kyushu University; International Christian University; Yokohama National University; Meiji University; Kyushu Electric Power Research Institute; Aerospace Department, Production Section, Tokio Marine & Nichido Fire Insurance Co., Ltd.; Air Mobility Project, Digital Design Lab, ANA Holdings Inc.; TrueBizon

■**Key words**: Urban Air Mobility; Social Acceptability; Sustainability; Ethical, Legal and Social issues (ELSI)

1. プロジェクトの達成目標

本プロジェクトは、「空飛ぶクルマ」が私たちの社会インフラとして受容されるために必ず克服されるべき「倫理的・法制度的・社会的課題 (ELSI)」を予見的に明らかにすることを目標とする。「空の移動革命に向けた官民協議会」(以下、「官民協議会」という)は、「空飛ぶクルマ」を「短中距離を自動で飛行して、安全かつ安価に人や物を移動させられる機体やサービス」の提供を行うものと定義するとともに、2025 年の大阪・関西万博での実用化を目指しているが、「空飛ぶクルマ」の初期の社会実装は、機体性能等の観点から、都市内・地域内の局所的なものとなる。しかし、2040 年には、その市場規模は全世界で 170 兆円に及ぶという試算がなされるなど、都市間・地域間をオンデマンドで移動可能な移動手段に発展するポテンシャルを秘めている。

将来的に「空飛ぶクルマ」の技術水準が向上するとともに、種々の技術的課題が解決され、より広範に社会への普及が目指される場合には、「空飛ぶクルマ」という移動手段がもたらす「累積的 (cumulative)」な結果 (より多数、高頻度、高密度の利用) を視野に入れた社会制度設計が必要不可欠となる。ELSI の問題関心に照らせば、「空飛ぶクルマ」は、社会の幅広い構成員の幸福 (ウェルビーイング) に資するとともに、エネルギー負荷や環境負荷の観点に照らして持続可能な移動手段である必要がある。これらの観点から、「空飛ぶクルマ」は、①エネルギー負荷が低いこと、②安心かつ利便性の高い「スマートモビリティ」のサービスが提供されること、③「空飛ぶクルマ」に関する施設・構造物等 (「コリドー」(道路に相当する「空中回廊」) や「パーティポート」(垂直離着陸場所) など) が適切な合意形成のもとに整備されること、などの複合的な課題を同時に解決しなければならない。

「空飛ぶクルマ」という移動手段が社会インフラ化すれば、私たちの生活環境、都市環境、国土利用などにも不可逆的な影響が及ぶ。本提案は、「空飛ぶクルマ」が社会実装される場合に生じうる領域横断的課題を検討するため、俯瞰的な形で、④都市交通政策に照らした「空飛ぶクルマ」のあるべき姿、⑤「空飛ぶクルマ」の倫理的側面、⑥「空飛ぶクルマ」に関する法政策形成についても考察する。

「空飛ぶクルマ」は、上記①～③に代表される移動手段に関する普遍的課題と上記④～⑥に掲げた複合的な課題を、社会普及に先立って同時に解決できなければ、貧富の差などに関わらず、すべての人たちの幸福に貢献するとともに、社会的に受容される形で実装されることを期待できない。

2. 研究開発実施内容・成果の概要

本年度の研究では、①研究会の開催、②シンポジウムの開催、③関係する諸機関の訪問の 3 つの柱を設定し、それらを有機的に統合する形で研究を進めた。

①研究会の開催

「空飛ぶクルマ」の社会実装に向けた ELSI を解決するためには、複合的な課題を同時に解決することが求められる。したがって、前述の 4 つの研究グループ相互を横断する形で全体研究会を開催するとともに、下記②のシンポジウムに向けて研究グループ内での研究会を行い、検討を深める手法を採用した。研究会の開催記録は以下のとおりである。

全体研究会 (2021 年 10 月 20 日、10 月 25 日)

グループリーダー会合 (2021 年 11 月 22 日)

グループ会合 (エネルギー・環境負荷グループ (2022 年 1 月 26 日)、サービスグループ (2022 年 1 月 27 日)、社会インフラグループ (2022 年 1 月 20 日)、横断領域グループ (2022 年 1 月 7 日))

②シンポジウムの開催

全体研究会および各グループでの検討を踏まえて、2022 年 3 月 14 日に、「空飛ぶクルマ」の社会実装に向けた ELSI についてのシンポジウムを開催した。企画趣旨に続き、基調講演

に中村文彦教授（東京大学大学院新領域創成科学研究科特任教授）をお招きし、それに引き続いて各グループの課題について報告を行い、参加者からの質問を含めて全体討議を行った。

③諸機関等の訪問

「空飛ぶクルマ」に関して、アップデートされた知見を幅広く得るとともに、本プロジェクトを発展させるためのネットワークの拡大を目指し、以下の諸機関等を訪問し、意見交換を行った。訪問先は以下のとおりである。

福岡アジア都市研究所（2021年10月6日）	大阪府庁（11月11日）
経済産業省（10月7日）	三重県庁（11月11日）
東京海上日動火災保険（10月7日）	愛知県庁（11月12日）
国土交通省（10月8日）	国際ドローン展@東京ビッグサイト（11月25日～26日）
ANA（10月8日）	ドローンによる医薬品配送の実証実験見学
トルビズオン（10月11日）	@大分県佐伯市（12月15日）
九州大学学術研究都市推進機構（10月11日）	大分県庁（12月15日）
九州電力総合研究所（10月18日）	佐伯市鶴見振興局（12月16日）
長崎県庁（10月21日）※オンライン	国土交通省（2022年1月14日）
福岡市役所（10月25日）	経済産業省（1月14日）
福岡県庁（10月27日）	NEDO（1月14日）
福岡市地域戦略推進協議会（10月27日）	フライングカー展示会@東京ビッグサイト
内閣官房ドローン室（10月28日）	（2月2日～4日）

④その他

上記の活動に加えて、「モビリティ」についての対談（2022年2月3日：唐沢かおり教授（ELSIプログラム総括）、西川信太郎氏（ELSIプログラムアドバイザー）、中野公彦教授および小島）、RISTEX HITE 領域 AI プロジェクトとの合同シンポジウム（2月8日）などを行った。また、「空飛ぶクルマ」に関する「根源的問い」について研究プロジェクト内で議論する体制を整えた。

以下は各グループの実施内容である。

■項目 1：低エネルギー負荷の持続可能な移動手段としての「空飛ぶクルマ」実現に向けた課題解決

実施内容：本項目では、超伝導技術を含めた低エネルギー負荷の「空飛ぶクルマ」の研究開発、「空飛ぶクルマ」が社会実装された場合の他の移動手段との関係でのエネルギー負荷の動態分析、他の移動手段を含めた経済合理性等の観点を踏まえて、「空飛ぶクルマ」が社会に受け入れられるための条件を分析している。具体的には、「空飛ぶクルマ」が導入された後に、どのようにエネルギーシステムが変わるのか、エネルギーシステムとそれに伴う人々の行動の変化に伴って環境負荷はどのように変化するのか、といった内容を明らかにすることを目指している。そのために、本項目では、文献調査、アンケート調査、シナリオ分析、エネルギーシステム分析等を研究手法として用いる方針であり、7千人規模の社会調査を実施するめどが付いている。

■項目 2：「スマートモビリティ」としての「空飛ぶクルマ」のサービス実現

実施内容：本項目では、様々な「スマート技術」を駆使した「スマートモビリティ」となることが予想される「空飛ぶクルマ」を用いたサービスが、利用者にとって安心かつ利便性の高いものとなるために必要な条件について検討を行なっている。

具体的な検討内容としては、「空飛ぶクルマ」の機体と様々なインフラをつなぐサービス、多数の機体の制御、他の交通手段との連携（いわゆる MaaS）などの課題が挙げられる。機体とインフラの関係では、電波の割り当て等の課題が生じうる。また、多数の機体の制御を行う上では、集中制御と分散制御をどのように組み合わせるのかということに加えて、現在の航空管制との協働や棲み分け、自動運転の実現レベルとの兼ね合いなどについても同時並行で検討していく必要があることが分かってきた。利用者に安全かつ快適な「空飛ぶクルマ」サービスを提供するためには、多種多様なデータの収集、解析、利活用等が不可欠であるが、それらの情報には個人情報をはじめとするセンシティブなデータが大量に含まれており、その緊張関係をどのように解決していくのかということも今後の大きな検討課題である。

■項目 3：「空飛ぶクルマ」に関係する施設・構造物等の整備と生活環境の調和

実施内容：本項目では、「空飛ぶクルマ」の社会実装によって、私たちの生活環境にどのような変化が生じるのか、そして、そのような変化を見据えながら制度設計を行うべきなのかということについて、生活者の視点から検討することを目指している。

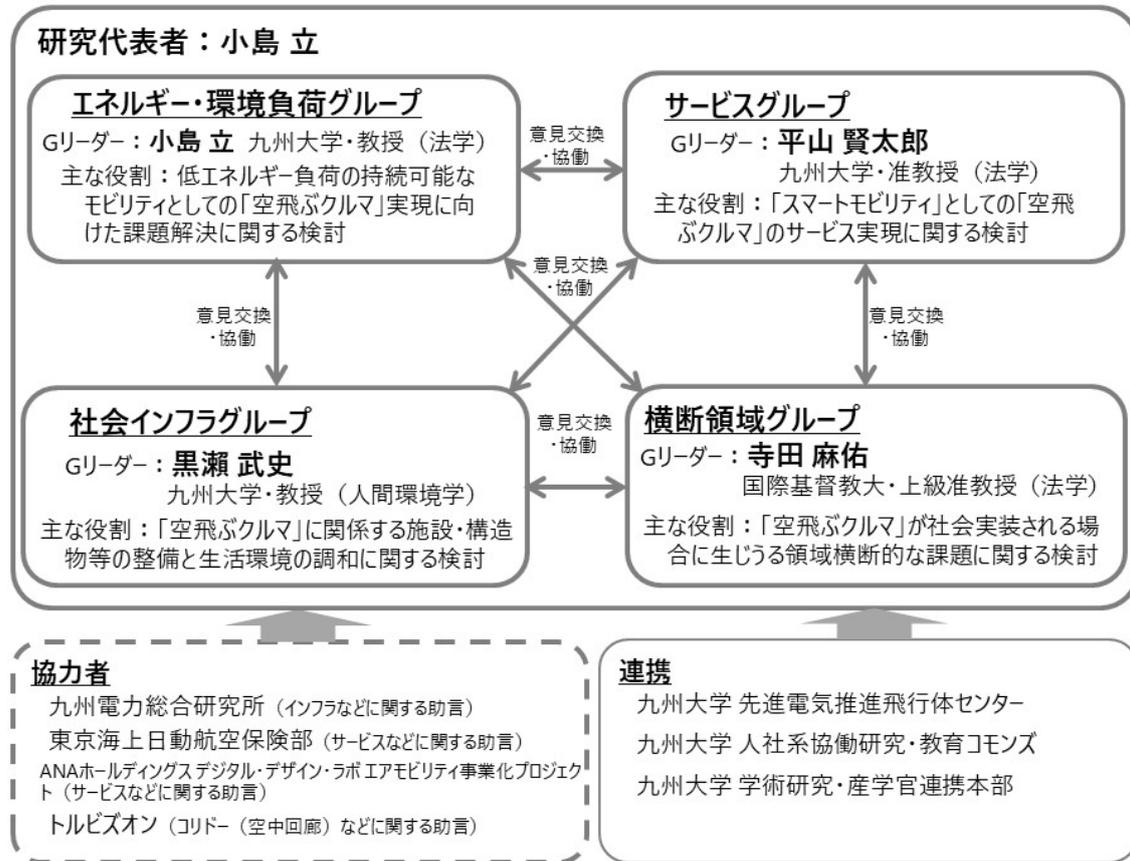
「空飛ぶクルマ」が社会実装されれば、人間、社会、空間等に対する大きな変化が起きることが予想される。とりわけ「空飛ぶクルマ」が市街地上空を飛ぶことができる社会環境が整うのかどうかということが、「空飛ぶクルマ」の社会実装の成否を占うことになると思われるが、都市部での実装については、運行制御技術の確立とともに、社会受容性の向上が不可欠である。そこでは、「空飛ぶクルマ」の通り道である「コリドー」または「スカイウェイ」をどこに設定すべきか、といったことが問われるが、その際の制御技術のあり方、その態様における「空飛ぶクルマ」の飛行が乗客、近隣住民等の多様なアクターに与える影響が受容されるのかといったことを検討していく予定である。

■項目 4：都市交通政策に照らした「空飛ぶクルマ」のあるべき姿

実施内容：「空飛ぶクルマ」の社会実装は、地域コミュニティ、都市交通、都市間・地域間交通、さらには、航続距離が延びれば、国境を超えた移動にも影響を与えることが予想される。そこで本項目では、他の移動手段との関係を踏まえながら、都市交通政策の大きな枠組みの中に「空飛ぶクルマ」をどのように位置づけるべきなのかということについて、項目 1～3 の検討および本研究が踏まえるべき「根源的問い」に照らした総合的な検討を行なうつもりである。

「空飛ぶクルマ」という移動手段については、人間にとっての移動の意義に遡って検討する必要がある。そこでは、「空飛ぶクルマ」による移動について、移動それ自体に価値があるのか、それとも移動それ自体には肯定的な価値はあまり見出されず、何かを獲得するための移動にすぎないのかといったことが、多様な移動のあり方に鑑みて分析されるべきである。その過程を通じて、私たちがどのような条件下で、どの程度の費用負担で「空飛ぶクルマ」を利用したいと考えるのかといったことも明らかにする。このような作業を通じて、「空飛ぶクルマ」が私たちのウェルビーイングに資する移動手段になるための前提条件を洗い出し、それを社会実装していく際の法制度設計等につなげていくことが今後の研究課題である。

3. 研究開発実施体制



〈実施体制図〉

4. 今年度までの活動実績

4-1. 研究論文

(1) 国際誌

- 該当なし

(2) 国内誌

- 岩熊成卓「航空機の電気推進化、そして空飛ぶクルマへ」『自動車技術会誌』76巻1号 96-101頁（2022年）

4-2. 総説・書籍など

(1) 国際

- 該当なし

(2) 国内

- 該当なし

4-3. 講演・発表

(1) 招待講演

- 小島立 『空飛ぶクルマ』の社会実装において克服すべき『倫理的・法制度的・社会的課題 (ELSI)』の総合的研究『RIETI 馬奈木 FF プロジェクト「人工知能のより望ましい社会受容のための制度設計」第 11 回研究会』(リモート開催、2021 年 10 月 8 日)

(2) 口頭発表

- 小島立 「文化政策と科学技術イノベーション政策を架橋する取り組みをいかに進めるべきか?——『倫理的・法制度的・社会的課題 (ELSI)』の観点からの予備的考察『日本文化政策学会第 15 回研究大会分科会 3-A「制度とシステム (2)」』(リモート開催、2022 年 3 月 21 日)
- 小島立 「企画趣旨」『シンポジウム「空の移動革命」はどのようにしたら実現できるのか?』(九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所、福岡市(リモート併用)、2022 年 3 月 14 日)
- アンドリュー・チャップマン 「エネルギー・環境負荷グループ」『シンポジウム「空の移動革命」はどのようにしたら実現できるのか?』(九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所、福岡市(リモート併用)、2022 年 3 月 14 日)
- 成原慧 「サービスグループ」『シンポジウム「空の移動革命」はどのようにしたら実現できるのか?』(九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所、福岡市(リモート併用)、2022 年 3 月 14 日)
- 黒瀬武史 「社会インフラグループ」『シンポジウム「空の移動革命」はどのようにしたら実現できるのか?』(九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所、福岡市(リモート併用)、2022 年 3 月 14 日)
- 寺田麻佑 「横断領域グループ」『シンポジウム「空の移動革命」はどのようにしたら実現できるのか?』(九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所、福岡市(リモート併用)、2022 年 3 月 14 日)
- 小島立 『空飛ぶクルマ』の社会実装において克服すべき『倫理的・法制度的・社会的課題 (ELSI)』の総合的研究『人間-AI エコシステム&空飛ぶクルマ プロジェクト合同公開シンポジウム』(リモート開催、2022 年 2 月 8 日)
- 平山賢太郎 「イノベーション・データ・セキュリティ」『人間-AI エコシステム&空飛ぶクルマ プロジェクト合同公開シンポジウム』(リモート開催、2022 年 2 月 8 日)
- 山本薫 「多数の空飛ぶクルマが安全に飛行するための制御や協調のあり方」『人間-AI エコシステム&空飛ぶクルマ プロジェクト合同公開シンポジウム』(リモート開催、2022 年 2 月 8 日)
- 有吉亮 「都市交通システムにおける空飛ぶクルマの位置付けについて」『人間-AI エコシステム&空飛ぶクルマ プロジェクト合同公開シンポジウム』(リモート開催、2022 年 2 月 8 日)
- 寺田麻佑 「ドローンの法的問題と空飛ぶクルマの法的問題の共通点と相違点」『人間-AI エコシステム&空飛ぶクルマ プロジェクト合同公開シンポジウム』(リモート開催、2022 年 2 月 8 日)
- Ryu Kojima, *Interdisciplinary Perspectives on Urban Air Mobility's Ethical, Legal and Social Issues (ELSI)*, Legal Workshop between The University of Vienna and Kyushu University (リモート開催、2021 年 12 月 3 日)

(3) ポスター発表

- 該当なし

4-4. WEB・プレス発表・メディア (1) Web サイト

- JST-RISTEX RInCA プログラム プロジェクトページ：
<https://www.jst.go.jp/ristex/rinca/projects/jpmjrx21j2.html>

(2) プレス発表

- 該当なし

(3) 報道・投稿

- 該当なし

4-5. 会議・イベント

- シンポジウム『空の移動革命』はどのようにしたら実現できるのか? (九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所、福岡市 (リモート併用)、2022 年 3 月 14 日、参加人数 50 名)
 - 概要: 「空飛ぶクルマ」をはじめとする「次世代空モビリティ」の社会実装によって実現が期待される「空の移動革命」を成し遂げるためには、どのような ELSI 課題を克服しなくてはならないのかということについて、本年度の研究成果を踏まえて報告と討議を行った。
- 第 83 回サイエンスカフェ@ふくおか『空飛ぶクルマ』と未来社会! ~福岡・九州における可能性と課題~ (リモート開催、2022 年 3 月 4 日、参加人数 50 名)
 - 概要: 「空飛ぶクルマ」は便利な移動手段になる可能性を秘めているものの、「空飛ぶクルマ」がもたらす利便性だけではなく、どのような課題をもたらすのか、社会はどのように変わるのか、といったことをあわせて検討する必要がある。そのような課題に取り組むためには、社会の幅広い構成員の声を丁寧に拾い上げることが欠かせない。そこで、本サイエンスカフェでは、参加者からの「空飛ぶクルマ」に対する期待と課題をもとに議論を行った。

4-6. 知的財産権

- 該当なし

4-7. 受賞

- 該当なし

4-8. その他

- 該当なし