

令和 2 年 6 月 10 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K17161

研究課題名(和文) 複数の社会システムの影響を受けるイノベーション移行研究の研究：小型無人機のケース

研究課題名(英文) Transition Management Research for Innovation over multiple regime; case of small UAS

研究代表者

中村 裕子 (Nakamura, Hiroko)

東京大学・総括プロジェクト機構・特任准教授

研究者番号：40600698

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：小型無人機、さらにテーマ拡張して、空飛ぶクルマをケースに、複数の社会システムの影響を受けるイノベーション移行研究を、実際の移行マネジメントにも関わりながら取り組んだ。研究者は、第三者の安全性を基軸に、安全性を損なうことなく、規則を柔軟なものにし、利便性の社会実装を加速化する方法論、そして、理論の実践に必要な課題や挑戦の価値の可視化に取り組み、論文、実証実験、政策提言を期間中行ってきた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

小型無人航空機のイノベーション移行管理とは、既存の制度/政策体制が間に合わぬほどの技術の進化のスピードと、高齢化/労働者不足/経済発展など社会課題解決への高い期待、そしてなおざりにできぬ第三者への安全/セキュリティ/プライバシーへの影響と、非常に難しい政策的判断をタイムリーに求められる、稀に見ぬ複雑なケースである。システム論を応用した、規制の効果と効率のバランスの可視化は、他の分野へ応用できる。また、イノベーション移行研究を基にした、小型無人航空機の環境整備への参画というアクションリサーチの形を取ることで、技術の進歩をはじめとする不確定が多い中での政策判断をサポートすることができた。

研究成果の概要(英文)：Safety is paramount but a lot of social and economical benefit are expected to Unmanned Aircraft System (UAS). How we can regulate UAS effective at the point of view of safety and efficient at of dissemination of the technology was one of the research topics.

UAS expectation comes from various industries such as agriculture and public services, and the governments taking care of each industries wish to have some leaderships in the use or limit of UAS. Managing various pressures from different industries, keeping international competency in industry and harmonization in regulation, the researcher took style of action research.

研究分野：イノベーション移行研究

キーワード：イノベーションマネジメント 小型無人航空機 ドローン パフォーマンスベースド

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

科学技術イノベーション活動(以下、イノベ活動)は、研究室における発明から脱皮・成熟し、社会に導入・浸透するイノベーション移行(以下、イノベ移行)過程において、さまざまな面で社会と影響しあい、イノベ移行の成功如何もその影響次第である[ ]ため、そのマネジメント手法が求められている。特に、各分野ですすめられているイノベ活動に、どのような社会的および経済的価値があり、どのようなリスクが個人や社会に対してひそんでいるか多面的に評価することは、そのイノベ活動が正当かどうか、社会の持続的発展などの価値をもたらせるにもかかわらず例えば経済的な障害に面した時にどこから支援が期待できるか、見落とされている技術的および政策的課題にどのようなものがあるかなどの議論を可能とする。そして、評価された価値やリスクのマネジメント手法の開拓は、社会の持続的発展や新しい価値の創造といったイノベ活動が推進される本来の目的の達成を確実にするために重要である。

2. 研究の目的

各分野で進められている科学技術イノベーション活動(以下、イノベ活動)に、どのような価値やリスクがあるかを多面的に評価、マネジメントする手法の開発を通して、イノベ活動が適切に発展し、社会の持続的発展や新しい価値創造がされることを支援するのが目的である。加えて、複数のイノベ活動の連携をはかり、連携によるイノベ活動の効果-たとえばコスト削減や新たなイノベーションの創造、政策的矛盾の回避や社会浸透の促進-の分析と連携支援策の提案をする。本研究は分野横断型イノベーションマネジメント研究で、モデル化された価値・リスク評価及びマネジメント手法をケーススタディとして小型無人航空機(UAS)に適用、さらに UAS 活動の自動運転自動車や新エネルギー開発イノベ活動への連携を行う。

3. 研究の方法

本研究では、最新の Innovation Transition 研究とリスクマネジメント研究の融合と伸展をとおして、発展途中のイノベ活動の価値やリスクの多面的評価のモデリング、およびマネジメント手法の提案を行う。UAS をケースにその手法を実証し、UAS の価値やリスクにふさわしい技術開発や政策の提案を行う。さらに、UAS の、自動運転自動車や新エネルギー開発といった他のイノベ活動への連携にとりくみ、その際に直面する障害や得られる知見を基に、連携によるイノベ活動の効果-たとえばコスト削減や新たなイノベーションの創造、政策的矛盾の回避や社会浸透の促進-の分析を行い、連携支援策を開拓する。

4. 研究成果

アクションリサーチとして、UAS 活用の環境整備に関わる官民協議会への参画や、産官学のコンソーシアムの事務局を担うことで UAS の社会実装に関わるイノベ活動のアクターの整理、および我が国においてイノベ活動へ影響を与える要素(国際的影響も含む)の分析を行った。2015年ごろから我が国で広がった UAS 活用への期待だが、社会実装に向けて、2018年ごろからイノベ活動の進捗は停滞し、耐えるべき時期が来たという分析結果である(図1)。



図1 UAS の Technology Innovation Systems を利用した分析

停滞の理由の一つに、UAS が多くの産業へ影響を与えうるため、それぞれの産業を代表するように、UAS に関わる団体がたくさん設立され、関係者間での調整コストがふえ、まだ努力の重複、さらに海外関係者からどこと話せば良いか分からないとの混乱が起きていたことが挙げられた。そのため、関係者をつなげるキャンペーンを開催し、また、福島に設立されたロボットテストフィールドを活用し、複数の団体を束ねた実証実験などを行い、関係者の連帯を促した(図2)。

## 努力をつなぐCOMMON SKYプロジェクト

COMMON SKYは、ドローンの台頭等、今後環境が大きく変わっていくと予想されているこの空を、

- Safe 安全
- Efficient 効率的
- Affordable 身近

なものにし、社会で活用していきたいという思い、そのために、様々なステークホルダーと

- Collaborative 協調
- して築いていく姿勢を表す世界観です。



図2 関係者を束ねるビジョンの育成

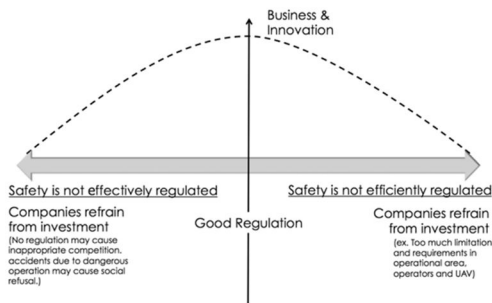


図3 効果と効率の関係性

安全が最重要であることは当然で、UAS のイノベ活動の中心は、いかに、効果的に安全性を獲得するかである。UAS はイノベ活動マネジメントの非常に興味深いケースで、技術の進度に規制が追いつかない、安全は重要であるが、過度な規制によりイノベ活動すなわち社会的経済的便益の獲得を阻害してはならないプレッシャーがあり、技術の進度が速いがゆえにユースケースも十分定まらないなど不確かさが多く残る中で以下に規制を、安全に効果的で、社会的経済的便益獲得に効率的である必要がある（図3）。そこで、良い規制を追求するためにシステム論を応用し、我が国の UAS の規制の評価を行った。4つの安全懸念とそれらを効率的に補う仕組み 処方箋的（prescriptive）な制度からパフォーマンスベースな制度へ、設計/製造の保証、操縦士やオペレーターの資格、運航管理システムなど技術開発の促進 を抽出し、議論を行った。

そして、抽出した上記の中でも、特にパフォーマンスベースな制度と運航管理システムなどの技術開発の促進のための活動を、委員会を新たに立ち上げ、運営することで行っている（例えば ）さらに、国際的な協調と競争を促すために、本分野において、国連機関等での議論にも参加している（ ）

さらに、UASで行った研究結果を、2018年度に官民協議会が発足した“空飛ぶクルマ”へも応用を行っていきことで、UASよりも不確実性と安全リスクの高いイノベ活動に貢献し新たな知見を得ることが今後期待される。

### < 引用文献 >

Geels, F.W., 2010. Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective', *Research Policy*, 39, 495-510.

Smith, A., 2007. Translating Sustainabilities between Green Niches and Socio-Technical Regimes. *Technology Analysis and Strategic Management*, 19, 4, 427-450.

Hekkert, M.P. et al., 2007. Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. 74, *Technological Forecasting & Social Change* P413-432.

Bergek et al., 2008. Analysing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research Policy*, 37, P407-429.

（基調講演）H. Nakamura, “Japan UTM Consortium (JUTM) : For the symbiosis of drones and mankind ~ UTM and the report of Fukushima experiment in 2017”, Japan Drone Conference (22-23 March 2018).

（招待講演）H. Nakamura, “JUTM Fukushima demonstration – the purpose, preparation, challenges and perspectives”, GUTMA ASIA-Pacific Conference (22-23 March 2018).

H. Nakamura, and Y. Kajikawa, "Regulation and Innovation: How should small unmanned aerial vehicles be regulated?", *Technological Forecasting and Social Change.*, 128 (2018) 262-274.

中村裕子、鈴木真二、「『空の産業革命』『空の移動革命』のキーワード“自動化”“自律化”の認証の壁と実現に向けた世界の取り組み」, 日本航空宇宙学会誌、2020 年 68 巻 1 号 p. 8-14

H. Nakamura, K. Harada, Y. Oura, Y. Horie, "UTM Concept Demonstrations in Fukushima; Requirements for UAS- Port operation with different UAS Operators", ICUAS 2018 on 12-15 Jun., 2018, DOI: 10.1109/ICUAS.2018.8453416.

( 招待講演 ) H. Nakamura, "UAS Traffic Management", Second Global Air Navigation Industry Symposium ICAO Montreal, Canada (11 - 15 December 2017).

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 0件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 NAKAMURA Hiroko, MATSUMOTO Yoshihiko, SUZUKI Shinji	4. 巻 62
2. 論文標題 Flight Demonstration for Information Sharing to Avoid Collisions between Small Unmanned Aerial Systems (sUASs) and Manned Helicopters	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 TRANSACTIONS OF THE JAPAN SOCIETY FOR AERONAUTICAL AND SPACE SCIENCES	6. 最初と最後の頁 75～85
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） <a href="https://doi.org/10.2322/tjsass.62.75">https://doi.org/10.2322/tjsass.62.75</a>	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Nakamura Hiroko, Kajikawa Yuya	4. 巻 128
2. 論文標題 Regulation and innovation: How should small unmanned aerial vehicles be regulated?	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Technological Forecasting and Social Change	6. 最初と最後の頁 262～274
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） <a href="https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.06.015">https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.06.015</a>	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Nakamura Hiroko, Harada Kenya, Oura Yutaka	4. 巻
2. 論文標題 UTM concept demonstrations in Fukushima; overview of demonstration and lesson learnt for operation of multiple UAS in the same airspace	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 2018 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)	6. 最初と最後の頁
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/ICUAS.2018.8453425	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Nakamura Hiroko, Harada Kenya, Oura Yutaka, Horie Yuki	4. 巻
2. 論文標題 UTM concept demonstrations in Fukushima; requirements for UAS-port operation with different UAS operators	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 2018 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)	6. 最初と最後の頁
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/ICUAS.2018.8453416	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Hiroko Nakamura (Moderator)
2. 発表標題 What is UTM and why is it separate from, but interoperable with, ATM?
3. 学会等名 ICAO Drone Enable/2 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Nakamura
2. 発表標題 Japan UAS situation Overview
3. 学会等名 NASA-JUTM UTM Session (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 H. Nakamura
2. 発表標題 Flight experiment of sharing position information of a rescue helicopter and small UAVs
3. 学会等名 6th ARF & Heli Japan 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中村 裕子
2. 発表標題 小型無人機活用シナリオと安全のためのUTM
3. 学会等名 第55回飛行機シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 H. Nakamura
2. 発表標題 Japan UTM status and JUTM Demonstration
3. 学会等名 Second Global Air Navigation Industry Symposium (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中村 裕子
2. 発表標題 福島社会実証概要と成果
3. 学会等名 JUTM第一回シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroko Nakamura
2. 発表標題 Transition management of a risky technology: Case of small unmanned aerial vehicles
3. 学会等名 2016 Portland International Conference (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Hiroko Nakamura
2. 発表標題 Overview of Japanese Small UAV Regulatory Situation & Involvement of JUIDA
3. 学会等名 18th Regulatory, Policy & Innovation Forum (招待講演)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 日本リスク研究学会 編	4. 発行年 2019年
2. 出版社 丸善出版	5. 総ページ数 832
3. 書名 リスク学事典	

1. 著者名 野波健蔵	4. 発行年 2018年
2. 出版社 株式会社オーム社	5. 総ページ数 248
3. 書名 ドローン産業応用のすべて	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----