

戦略的イノベーション創造プログラム（S I P）第3期／

スマートモビリティプラットフォームの構築／

スマートモビリティプラットフォーム構築のための
マーケットデザインによる経済学的・数理工学的研究

2026年3月

研究代表機関：東北大学

目次

1	はじめに	3
1.1	背景	3
1.2	目的	4
1.3	研究開発の全体概要	4
1.4	工程表	5
1.5	実施体制	5
1.6	目標設定	5
2	2025 年度の成果	5
2.1	モビリティプラットフォームでの指標公開による影響の研究	5
2.2	マーケットデザインの観点からモビリティサービス市場における補助金を含めた数理経済モデルの作成	7
2.3	マーケットデザインの観点からモビリティサービス市場を分析して、補助金制度を評価	8
3	課題内／課題間連携	8
4	社会実装に向けた取組状況、波及効果の見込み	8
5	対外発信状況	9

1 はじめに

1.1 背景

地域にはさまざまなモビリティ資源（バス、鉄道、自動車、トラック、バイク、自転車など）があり、人やモノの移動にはモビリティ資源を利用したモビリティサービスが提供されている。例えば、自動車をとっていても、自らの運転によるサービス、タクシー業者による配車サービス、介護施設やレストランなどの送迎サービスなどもある。このように一つのモビリティ資源で提供可能なさまざまなサービスがあるが、どのようなサービスが提供されるかは、その市場における制度（タクシーなどの参入規制、取引ルール、補助金など）によって決定付けられる。言い換えれば、制度設計により、地域で提供されるサービスの種類や水準も、直接的ではないが間接的に影響を受ける。本研究開発では、経済学の一分野であるマーケットデザインの観点から、モビリティサービス市場とモビリティサービス市場を扱うプラットフォームの制度のデザインを検討し、モビリティ資源を最大に活かして、地域のモビリティサービス需要に応えられるような制度のデザインを目指す。

経済学で研究が活発なマーケットデザインは、従来の経済学が対象としていた価格を介した市場メカニズムだけではなく、価格を介さない非金銭的な取引も市場として捉え、経済理論を使って市場を支える制度（取引ルール）をデザインし、その制度を実装することを目的とする。

地域のモビリティ資源を最大限に生かすには、デジタル技術を基としたプラットフォーム（スマートモビリティプラットフォーム）が重要である。人やモノの移動は、1つだけのモビリティ資源のみで完結することは少なく、自家用車で最寄り駅に行き、鉄道へ乗り替えるなど複数のサービスが組み合わせられて完結することが多い。したがって、できるだけ多くのモビリティ資源やサービスを一つのプラットフォームで利用可能にして、さまざまなサービスを利用者にマッチングさせることによりモビリティ資源利用の最大化が図られる。しかしながら、日本ではモビリティのプラットフォームは存在するが、事業者ごとに独立しており、モビリティ資源の有効活用が十分ではない。一方で、ヨーロッパではさまざまなサービスを統合したプラットフォームが進展している。本研究開発では、この違いはモビリティ資源やサービスごとの（補助金や参入障壁など）制度的要因によるものではないかという仮説の下に研究開発を実施する。

さらに本研究開発では、モビリティの特殊性を考慮したネットワーク効果について研究を実施する。近年のプラットフォームの経済学研究で明らかになっているように、プラットフォーム成功の鍵はネットワーク効果（1人の参加者が増えると、他の参加者の便益が増す経済外部性）の仕掛けを作り、管理する

ことである。例えば、Amazon などでは、おすすめやレビューがネットワーク効果を生み出す。モビリティサービスでも、配車サービスではドライバーに対するレビューが使われているが、他にどのような仕掛けがネットワーク効果を生み出すのかについて、ヒアリングや視察を基にしてモビリティの特殊性を踏まえたネットワーク効果を洗い出す。現時点では、路線バスなどドライバーの生体情報や事故率などデータから安全性の指標をプラットフォームで情報開示することがネットワーク効果になるのではないかという仮説を持っている。もし客観的な指標として安全性がプラットフォームで可能になると、安全性に対する事業者間の競争が促され、モビリティサービス全体に対する安全性が高まると予想される。この仮説に基づいて、経済理論モデルを構築し、モビリティプラットフォームでの効果的なネットワーク効果の管理について分析し、プラットフォームのデザイン研究を実施する。

1.2 目的

本研究開発では、マーケットデザインの考え方を適用して、プラットフォームにおけるモビリティサービスの取引ルールについて整理する。具体的にはマーケットデザインのアプローチにより、安全で環境にやさしく公平でシームレスな移動を実現するプラットフォーム設計を提案するため、以下の開発および検証を行う。

- ・ モビリティサービスにおける料金や補助金制度を内生的に導出する手法開発
- ・ プラットフォームにおける安全性ネットワーク指標開発とその効果検証
- ・ 安全・環境性能推定の理論検討のための数理工学基盤技術開発

1.3 研究開発の全体概要

モビリティサービス市場（ライドシェアを含む配車サービス市場、公共・業務車両交通サービス市場）において、料金とマッチングを内生的に導く手法を提案する。おすすめやレビューに加えて、ドライバーから取得する生体情報を基にした安全性指標を呈示する。これが、乗客に安心感を与え、ネットワーク効果を生み出すかを理論分析およびフィールド実験で確認する。さらに、OBDなどの規格により収集したIoT車両情報とドライバーの生体計測データ（心活動など）を合わせることで、過去に行われた燃費や安全性に関する実証実験の高度化をはかり、交通状態や環境負荷、ドライバーの健康状態を同時に予測する仕組みを作る。本研究開発ではSIP3スマートエネルギーおよびロボティクス課題との連携も行う。

1.4 工程表

研究開発 テーマ	実施項目	2023				2024				2025				2026				2027			
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
⑧	地域モビリティ資源の実情調査																				
	モビリティサービス市場における補助金制度調査																				
	モビリティプラットフォームでの指標公開による影響の研究																				
	マーケットデザインの観点からモビリティサービス市場における補助金を含めた数理経済モデルの作成																				
	マーケットデザインの観点からモビリティサービス市場モデルを分析して、補助金制度を評価																				
	数理工学的見地による数値計算実験																				
	数値計算実験を反映した補助金制度のあり方研究																				
	導入計画としての診断ガイドラインやモビリティ・リ・デザイン・レポートへの貢献																				
①,④, ⑦,⑯	⑧の成果を基に取組をサポート																				

1.5 実施体制

研究開発責任者	国立大学法人東北大学 材料科学高等研究所 数理科学オープンイノベーションセンター 教授 安東 弘泰
研究開発機関	国立大学法人東北大学
再委託先	学校法人慶應義塾

1.6 目標設定

中間目標は、モビリティサービス市場における補助金制度（特に海外との比較も含めた国内の補助金制度の課題）、およびプラットフォームに表示する安全性指標がプラットフォームの成立性に与える影響についてまとめる。

最終目標は、数理工学的見地を含んだ数値計算実験を反映して、導入計画として診断ガイドラインやモビリティ・リ・デザイン・レポート作成に理論的根拠を与えることで貢献する。

2 2025年度の成果

2.1 モビリティプラットフォームでの指標公開による影響の研究

2.1.1 指標公開がもたらす影響に関するアンケート

乗客とドライバー（運行管理者）の間には、情報の非対称性が生じている。乗客はドライバーの健康状態や疲労度などの動的情報、罹患歴や運転歴などの静的情報を含めて把握手段は持っておらず、価格や一般評価・自身の経験による安全信頼性に基づいてどの企業を選ぶかを決定している。本研究では、まず従来の交通事業者と現在普及し続けている個人型の新興プラットフォームの違いを明確にした上で、情報の非対称性がもたら

すギャップを示した。このギャップは市場を拡大する上での障害となるため、その解消を目指すために乗客が欲する情報を調べることにした。日本国内とマレーシアにおいて調査を行うことにより、文化的背景が違うことによる差異も含めて検討を行う。

まず、情報開示するにあたって、ドライバーのどのような情報を乗客が知りたいかと確認するため、調査を行なった。結果として、最も求められる情報として運転履歴（急制動履歴）が挙げられ、続いてドライバー履歴、心拍指標が続いた。年齢や罹患歴といったドライバー特性よりも動的な情報が上位に挙げられ、これは日本とマレーシアにおいて同様の結果となった。

さらに、情報開示による効果を把握するために安心感と信頼感を定義した上で、心拍履歴および運転履歴が乗客に提示された場合の安心感と信頼感の変化を調査した。日本とマレーシア両国の調査において、情報開示が安心感と信頼感を向上させる結果が得られた。特にマレーシアにおいては、日本を上回る効果が確認された。相関分析により安心感と信頼感の間には強い相関が確認され、個別の指標同士においては心拍情報が安心感に、運転履歴が信頼感に結びついていることが確認された。

アンケート調査によって乗客への情報開示は安心感と信頼感を向上させることが明確となった。特に、乗客にとって安心感と信頼感は独立した指標としてではなく、総合的な安全評価の一部として捉えていることを示している。

一方で、乗客に情報を提示されることはドライバーにとってのストレスになることが想定される。このため、ドライバーを対象として情報開示への受容性と運転態度に対する変化についてアンケート調査を行なった。

情報開示に関しては、日本のドライバー全員が「高いストレスを感じる」と回答したのに対して、マレーシアのドライバー全員は「ストレスを感じない」と回答した。これ文化的背景における受け止め方が大きく影響していることが明らかとなった。

情報開示への抵抗感についても同様に、日本では許容しがたく、マレーシアでは許容する姿勢が見られた。また、情報開示されることによる運転行動への変化については、マレーシアのドライバー全員が「普段よりも慎重に運転する」と回答した一方で日本のドライバーの多くが「通常通り運転する」と回答した。日本のドライバーは普段からドライバーとしての責務を全うするために慎重に運転することを心がけており天井効果がある可能性が示唆された。

日本のドライバーにとっては情報開示が監視のような意味合いで受け取

られる可能性が示唆された。日本において情報開示の仕組みを導入する際にはプライバシーへの配慮や導入による自身への恩恵といった仕組みを組み合わせたインセンティブ設計が必要であることが考えられる。

2.1.2 心拍変動による運転負荷の検出可能性検討

乗客に情報提示を行うにあたり、ドライバー本人のリアルタイムな情報として心拍変動（SDNN）を用いることを検討した。SDNN は心拍情報より得られる 1 つの指標であり、SDNN の低下は交感神経の亢進を示唆するものである。停車時をベースラインとして、走行中の SDNN は優位に低下していた。つまり、運転時には作業への集中や疲労の増大という作業負荷があることが客観的に示された。個人差はあるものの、乗客の乗車時には、より SDNN が低下することが示されている。したがって、心拍変動はドライバーの負荷の変化をリアルタイムに捉える指標として活用できることが示された。以上の結果は、国際会議にて成果発表した。

2.1.3 モビリティプラットフォーム上での需要予測のための予測 AI 技術の開発

モビリティプラットフォームを利用する乗客の移動需要を予測するための基盤技術として Harvested Reservoir Computing の方法論を提案した。ミニチュア交通模型の実験およびシミュレーションにより道路交通の車両の動きのデータから予測計算を実現する枠組みを構築した。実際のデータを利用して有効性検証を行い、国際誌に成果発表した。

進捗状況：2026 年 3 月時点で GRL5 を達成

2.2 マーケットデザインの観点からモビリティサービス市場における補助金を含めた数理経済モデルの作成

地方バス路線を支えるフィーダー補助金制度を対象に、プリンシパル＝エージェント理論を用いた数理経済モデルを構築した。政府をプリンシパル、バス事業者をエージェントとして観測不可能な努力を引き出すための補助金契約を設計する思想のもと、以下の変数を定義してモデルを定式化した。使用した変数は努力水準、各努力水準下での成功確率、補助金を除いた利潤、成果に応じた最終報酬、努力の不効用の 5 つとした。

補助金ルールは現行制度を鑑みて「赤字額の 2 分の 1 を補填し、上限額を設ける」という数式で表現した。制約条件として、事業者が市場参加を継続できる最低報酬を保証する参加制約（IR 制約）と、事業者が低努力よりも高努力を選択することが合理的となるインセンティブ両立制約（IC 制約）を明示的に組み込んだ。このモデルにより、補助金上限額 β の設定が事業者の行動選択に与える影響を理論的に分析する枠組みを構築した。

進捗状況：2026 年 3 月時点で GRL4 を達成

2.3 マーケットデザインの観点からモビリティサービス市場を分析して、補助金制度を評価

構築したモデルを用いて、補助金上限額に応じて3つのシナリオを設定し、事業者のインセンティブ構造を分析した。大赤字のシナリオでは補助金が成功・失敗のどちらとも定額に固定されるため、努力によって補助金は変化せず、インセンティブは操作不能となる。小赤字のシナリオでは補助金がそれぞれ赤字の半分に固定され、同様にインセンティブ操作が不能となる。

一方、通常の赤字においてのみ、成功時に支払われる補助金と失敗時に支払われる補助金に格差が生じるため、政府は補助金上限額を調整することで事業者の報酬差を直接制御できることが証明された。この領域における最適上限額は、参加制約の等号条件から導出され、事業者の事業継続を保証しつつ政府支出を最小化する戦略的な設定値となる。現行制度の「赤字補填型」設計は、事業者が通常赤字状態にある場合、努力して赤字を減らすほど補助金が同時に削減されるという逆インセンティブ（モラル・ハザード）を構造的に内包しており、政策的な改善の必要性が示された。

進捗状況：2026年3月時点でGRL4を達成

3 課題内／課題間連携

スマエネシミュレーション・ロボティクスで取得したデータ解析

2025年度成果の1つである、モビリティプラットフォームでの指標公開による影響の研究を進める上で、ロボティクス課題の協力を得て心電図データを取得し、解析を行った。実運行のデータを取得するにあたっては、オンデマンドバスを実証運行するスマートエネルギー課題との連携を行いながら検討を行った。さらに、本研究から出力される様々なデータは課題内連携としてオリエンタルコンサルタンツコンソーシアムが提供するダッシュボードにアプリケーションの1つとして提供することを想定して関係各所との調整を進めている。

スマエネ課題との連携：低速・定速走行EVのエネルギー効率評価実証

スマートエネルギー課題との連携として、東北大学キャンパス周辺におけるEV車の実走行データを収集し、その速度とエネルギー効率に関する評価を行った。結果として、低速かつ定速走行の消費エネルギーが小さく、安全走行につながる示唆を得た。

4 社会実装に向けた取組状況、波及効果の見込み

大きくは、モビリティプラットフォームにおける、(1) 乗客とモビリティの最適なマッチングと料金の仕組み、(2) プラットフォームをより社会的に望ましくするような

制度設計に分かれる。

(1) の最適マッチングと料金は短期的にどう設計すればよいかの問題であり、本研究開発ではそのような制度の基本形を開発し、そのパフォーマンスをシミュレーションで確認し、国際会議で成果発表した。日本では日本版ライドシェアや公共ライドシェアの導入が進められているが、規制が多く、最適な制度になっていない。本研究開発では、開発した制度の基本形を基にして、日本版ライドシェアや公共ライドシェアを評価し、それらの根拠となっている道路運送法第 78 条改正への提言を見込んでいる。

(2) は、より長期的に社会実装を見据えた事業性、投資戦略立案を進めており、プラットフォームの改善につながる。具体的には、新規技術導入に対する市場形成に向けて普及効果の高いアプローチを検証している。本研究開発では、2026 年度から施行されるゾーン 30 において、エネルギー消費の観点から、道路環境に適した運行形態を発見し、自動運転やカーナビでのアドバイスにつなげる見込みがある。他コンソとの連携により、ユーザーが使いたくなるアプリ開発を行う。また、生体センサーなどを活用した新規医療デバイスにより、ドライバーや乗客の安全性向上に向けて、実証実験を開始した。現在は、あるモビリティの配車アプリ上での効果を解析中であり、その効果が大きいと判断されれば、配車アプリ運営会社にとって安全性を高める有効な手段となり、営業できる。

5 対外発信状況

- "Dynamically coordinating electric vehicles: impacts on mobility-service and electricity markets," N. Kon, M. Kurino, Y. Minomo, K. Nawa and I. Takahara, in 2025 *19th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering*
- "Passenger Trust and Driver Workload Evaluation via Heart Rate Variability in Bus Services," H. Ando, R. Fukuzaki, Morimitsu Kurino, Naoko Matsuda and T. Noguchi, in *2025 The 13th IEEE International Conference on Big Data*, Macau, China, 2025
- "Harvested Reservoir Computing from Road Traffic Dynamics," R. Fukuzaki, T. Noguchi and H. Ando, *Scientific Reports* 15, 45547, 2025