

山梨県における地域交通問題解決のための 空飛ぶクルマ導入可能性の検討

SCGE・CGEUE・AI統合モデルによるリニア山梨県駅からの
アクセス交通における空飛ぶクルマ導入可能性の検討プロジェクト

2026年9月

公益社団法人日本交通政策研究会

1. “日交研シリーズ”は、公益社団法人 日本交通政策研究会の実施するプロジェクトの研究
成果、本研究会の行う講演、座談会の記録、交通問題に関する内外文献の紹介、等々を印刷
に付して順次刊行するものである。
2. シリーズは A より E に至る 5 つの系列に分かれる。
シリーズ A は、本研究会のプロジェクトの成果である書き下ろし論文を収める。
シリーズ B は、シリーズ A に対比して、より時論的、啓蒙的な視点に立つものであり、折
にふれ、重要な問題を積極的にとりあげ、講演、座談会、討論会、その他の方法によってと
りまとめたものを収める。
シリーズ C は、交通問題に関する内外の資料、文献の翻訳、紹介を内容とする。
シリーズ D は、本研究会会員が他の雑誌等に公けにした論文にして、本研究会の研究調査
活動との関連において復刻の価値ありと認められるもののリプリントシリーズである。
シリーズ E は、本研究会が発表する政策上の諸提言を内容とする。
3. 論文等の内容についての責任はそれぞれの著者に存し、本研究会は責任を負わない。
4. 令和 2 年度以前のシリーズは印刷及び送料実費をもって希望の向きに頒布するものとする。

公益社団法人日本交通政策研究会

代表理事 竹 内 健 蔵
同 中 村 文 彦

令和 2 年度以前のシリーズの入手をご希望の向きは系列番
号を明記の上、下記へお申し込み下さい。

〒102-0073 東京都千代田区九段北 1-12-6

守住ビル 4 階

公益社団法人日本交通政策研究会

電話 (03) 3263-1945 (代表)

Fax (03) 3234-4593

E-Mail:office@nikkoken.or.jp

日交研シリーズ A-949

令和 7 年度自主研究プロジェクト

「SCGE・CGEUE・AI 統合モデルによるリニア山梨県駅からのアクセス交通における空飛ぶクルマ導入可能性の検討」

刊行：2026 年 9 月

山梨県における地域交通問題解決のための空飛ぶクルマ導入可能性の検討
The Feasibility of Introducing eVTOL to Solve Regional Transportation Problems
in Yamanashi Prefecture

主査：武藤 慎一（山梨大学教授）

Shinichi MUTO

要 旨

山梨県は、大きく二つの交通問題を抱えている。一つ目が、2035 年以降の開業が予定されているリニア中央新幹線（リニア）の整備に伴い、山梨県甲府市に設置されるリニア山梨県駅からの二次交通の問題である。そして二つ目が、甲府盆地を取り囲んでいる中山間地域での公共交通維持の問題である。これらの問題解決のためには、既存交通をあらゆる形で効率的に利用していく策を検討することが必要であるとともに、研究開発が進められている新交通モードの利用も考えていく必要がある。その新交通モードの一つが空飛ぶクルマである。

空飛ぶクルマは、現在、世界各地で開発が進められ、実装に向けた取り組みも進んでいる。山梨県では 2025 年 6 月に、山梨県・日本航空・MS&AD インターリスク総研・山梨大学・九州大学の 5 者で「空飛ぶクルマの社会受容性向上に関する連携協定」を締結し、山梨県内での実装に向けた動きが始まっている。その連携協定での空飛ぶクルマは、電動・無操縦者型の自律飛行・垂直離着陸の 3 つの特徴を有している。そして、空飛ぶクルマの最大の特徴は、移動拠点間を結ぶ線状インフラを必要としない点にある。通常、自動車であれば、拠点間を結ぶ道路が必要になる。鉄道であれば、鉄軌道が必要になる。これに対し、空飛ぶクルマは拠点でのバーティポート（Vertiport：V ポート）と呼ばれる離着陸施設は必要であるものの、V ポートを結ぶ線状の施設は必要ない。そのため、インフラ整備に多くの費用を要しない。また、道路や鉄道は老朽化に伴う維持管理費用および大規模な更新費用が今後必要になるものの、空飛ぶクルマはそのような心配もない。

しかし、空飛ぶクルマはまだ開発途上であり、その認知、理解は進んでいない。このよう

な新技術が社会に受け入れられるには乗り越えるべき壁がある。これは、社会受容性の問題と呼ばれ、新技術の円滑な導入には社会受容性の向上が重要となる。また、空飛ぶクルマが導入されたとしても、機体の費用は開発費用なども含まれるため高額になり、利用が進まない可能性がある。例え利用されたとしても、富裕層の観光等での利用になってしまうのではないかとの指摘もある。この点については、空飛ぶクルマは一定高度に達すれば速度 160km/h で飛行できることから、自動車や電車よりも大幅な時間短縮が期待できる。そのため、料金が高額でも、一般化価格ベースでは他の交通モードと比較しても大きな差が生じない可能性がある。また、空飛ぶクルマの利用料金が高額になる要因には、固定費用の問題がある。空飛ぶクルマの供給に関わる固定費用は、9 割に達するとの推計もなされており、この固定費用をどのように負担すれば社会にとって効率的であるのかを整理することが必要になる。

以上を踏まえ本研究では、社会受容性にかかわる調査のため、山梨県内の北杜市、早川町、富士河口湖町、小菅村の 4 地域の現地調査を行った。また、空飛ぶクルマの高額な料金を前提にしながら、しかし移動時間が短縮される可能性があるため、一般化価格による比較分析を行った。そして、最後に空飛ぶクルマの供給費用における固定費用部分の負担が、社会厚生に及ぼす影響を明らかにし、さらにその固定費用部分に公的負担を導入した際の社会厚生分析を行った。

キーワード：空飛ぶクルマ，社会受容性，一般化価格比較，固定費用負担，社会厚生分析

Keywords: eVTOL, social acceptability, comparing generalized price, burden of fixed costs, social welfare analysis

目 次

第1章 はじめに	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究課題と目的	3
第2章 空飛ぶクルマの概要と導入効果に関わる既往研究	4
2.1 空飛ぶクルマの概要	4
2.2 空飛ぶクルマの導入可能性に関わる既往研究	5
2.3 社会受容性に関する既往研究	7
2.4 山梨県での空飛ぶクルマに関する既往研究	7
2.5 固定費用負担に関わる既往研究	8
第3章 空飛ぶクルマの社会受容性に関わる現地調査	11
3.1 現地調査の概要	11
3.2 社会受容性	11
3.3 現地調査の結果	12
3.4 現地調査のまとめと空飛ぶクルマ活用方法の提案	19
第4章 一般化価格に基づく空飛ぶクルマの導入効果計測	22
4.1 一般化価格分析の概要	22
4.2 各交通モードの一般化価格分析	23
4.3 一般化価格の推計結果	31
4.4 空飛ぶクルマの導入に関わる交通機関選択分析	33
第5章 空飛ぶクルマ導入時の固定費用の負担と社会厚生	39
5.1 空飛ぶクルマにおける固定費用	39
5.2 所要費用（料金）の決定メカニズム	41
5.3 便益帰着分析	44
5.4 数値計算による公的負担導入ケースのシミュレーション分析	48
第6章 おわりに	60
6.1 本研究の成果と考察	60
6.2 今後の課題	62

研究メンバーおよび執筆者（敬称略・順不同）

主査：	武藤 慎一	山梨大学大学院総合研究部工学域 教授（執筆担当）
メンバー：	池田 駿介	山梨大学大学院医工農学総合教育部工学専攻 M2
	石川 良文	南山大学総合政策学部 教授
	上泉 俊雄	パシフィックコンサルタンツ株式会社 交通基盤事業本部道路部
	菊池 浩紀	日本大学大学院理工学研究科 助教
	佐々木 邦明	早稲田大学理工学術院創造理工学部 教授
	仲条 仁	株式会社 Create-C 代表取締役/CEO
	積田 典泰	金沢大学融合研究域融合科学系 助教
	Pan Chuanhao	山梨大学大学院医工農学総合教育部工学専攻 M2
	福田 敦	日本大学大学院理工学研究科 教授
	西田 吏輝	山梨大学工学部土木環境工学科 B4
	野竹 壮一郎	パシフィックコンサルタンツ株式会社 大阪本社 社会イノベーション事業部
	Nontachai TITHIPONGTRAKUL	株式会社 Create-C 社会経済コンサルタント
	劉 星委	山梨大学大学院総合研究部工学域 助教（執筆担当）
	Liao Jixuan	山梨大学大学院医工農学総合教育部工学専攻 D2
	和田 裕行	パシフィックコンサルタンツ株式会社 社会イノベーション事業 本部交通政策部

第1章 はじめに

1.1 研究背景

山梨の抱える交通問題は大きく2つある。1つがリニア中央新幹線開通に伴う二次交通の問題であり、もう1つが甲府盆地を取り囲む中山間地を含む地域交通維持の問題である。

前者については、現在、2035年以降の開通を目指しリニア中央新幹線（以降、リニア）の整備が進められている。山梨県内にはリニア山梨県駅が設置される予定である。リニア山梨県駅の設置により県外から山梨への来訪者の増加および山梨から県外への移動の増加が期待され、山梨県の需要予測¹⁾では1日の乗降客数は、佐久地域・茅野地域も含めて約13,500人と試算されている。しかし、リニア山梨県駅からの二次交通には課題があるとされている。図1.1に示すように、リニア山梨県駅はJR甲府駅から南に約7km、JR小井川駅から東に約3kmに位置している。現状ではこれらの区間には公共交通が整備されておらず、徒歩で公共交通にアクセスすることすら困難である。そのため、リニア山梨県駅と既存駅との間の二次交通整備は重要となる。それだけでなく、山梨県は主要な観光地が県内に点在しているため、それらの地域へのアクセスも重要になる。峡北、峡南、峡東、富士北麓などいずれの地域も魅力を有しており、山梨県としてリニア中央新幹線の整備を最大限活かしていくためには、それらの主要観光地への交通利便性の向上も欠かせない。

後者については、山梨県の郡部には人口の約15%が居住し²⁾、それらの多くは中山間地域にある。それらの地域では、多くの住民は自家用車を利用して移動している。しかし、そこでも高齢化は進んでおり、今後の免許返納などにより、多くの移動困難者の発生する可能性がある。それに対し、地域交通維持のための何らかの対策を考える必要がある。現状では、それらの地域の主要な公共交通はバスである。しかし、バスだけで交通利便性が維持できるのか疑問がある。また、中山間地域では人口減少が進んでおり、その要因として甲府など都市部への移動困難さがある。都市部への交通利便性が高まれば、中山間地域の定住や移住が促進される可能性がある。

以上の交通課題に対して、空飛ぶクルマが有効な交通手段になりうると期待されている。2025年6月には、山梨県・日本航空・MS&AD インターリスク総研・山梨大学・九州大学の5者によって「空飛ぶクルマの社会受容性向上に関する連携協定」³⁾が締結され、山梨県内での実装に向けた動きが始まっている。その連携協定での空飛ぶクルマは、電動・自律飛行・垂直離着陸の3つの特徴を有するものである。電動化により、騒音の低下とともに、部品点



図 1.1 リニア山梨県駅周辺図

(国土地理院地図⁴⁾をもとに改変)

数の減少による整備性の向上が期待される。また自律飛行とは、無操縦者航空のことである。これにより、操縦者の雇用のための費用が節約されるとともに、操縦者の育成は教育に関わる費用も含めた額であり、それらの費用も必要なくなる。さらに、実際の運航を考えた場合、操縦者の手配にも手間がかかる。そのような影響も緩和される。また、自律飛行により、濃霧下や夜間の飛行も可能になり、柔軟な運航ができる。これより、利便性が飛躍的に向上する。そして、垂直離着陸によって、今のところ 25m×25m ほどのバーティポート（Vertiport：V ポート）と呼ばれる離着陸施設があれば運航可能とされている。したがって、航空機のような滑走路を必要とせず、また離着陸施設に多くの土地を必要とすることもないことから、比較的どこにでも離着陸施設を設置することができるとされている。さらに、空飛ぶクルマは、道路や鉄路に相当する V ポート間をつなぐインフラを必要としない点でも、費用節約とともに柔軟な運航の実現につながる。

ところが、空飛ぶクルマはまだ開発途上であり、関西万博などでの試験飛行はなされているものの、その実態はほとんど認知されていない。これは、自動運転自動車なども同様であり、新技術が社会で受け入れられるためには乗り越えるべき壁がある。これは、社会受容性の問題と呼ばれ、新技術を円滑に導入するためには、社会受容性の向上が重要とされる。これに対し小島が中心となり、空飛ぶクルマの社会受容性向上に関わるチェックリストが作成

されている⁵⁾。しかし、それらのチェックリストに基づく空飛ぶクルマの社会受容性の調査はなされていない。

1.2 研究課題と目的

本研究では、リニア山梨県駅からの二次交通として、また甲府盆地周辺の中山間地での地域公共交通としての空飛ぶクルマの利用可能性と、社会受容性の調査を行う。そのため、山梨県の北杜市、早川町、小菅村、富士河口湖町の4地域のフィールド調査を実施した。それらの地域での調査結果を整理するとともに、小島らによるチェックリストを参照しながら、空飛ぶクルマの導入に伴う社会受容性向上のための課題を明らかにする。

さらにリニア山梨県駅からの二次交通の問題に対し、観光交通に着目して空飛ぶクルマの導入に伴う一般化価格による比較分析を行い、空飛ぶクルマの利用可能性についても明らかにする。

【参考文献】

- 1) 山梨県地域デザイン・新交通基盤推進局リニア整備推進グループ：第1回リニア駅前エリア整備の在り方検討会議，資料2 交通需要推計によるリニア駅乗降客数について，2020。
(<https://www.pref.yamanashi.jp/documents/95328/1-2.pdf>)
- 2) 山梨県新価値創造推進局統計調査課：令和7年度 山梨県常住人口調査結果報告，第2表，山梨県，2025。
- 3) 山梨県地域デザイン・新交通基盤推進局地域デザイン・リニア推進グループ：空飛ぶクルマの社会受容性向上に関する連携協定，山梨県，2025。
(https://www.pref.yamanashi.jp/linear-dsn/jisedai/0706/soreakuru_kyoutei.html)
- 4) 国土交通省国土地理院：地理院地図（電子国土WEB），国土地理院，2026。
(<https://maps.gsi.go.jp/>)
- 5) 「空飛ぶクルマ」の社会実装において克服すべき ELSI の総合的研究開発プロジェクト：「空飛ぶクルマ」の社会実装に向けて考えるべきチェックリスト 1.0，科学技術振興機構（JST）・RInCA・九州大学，2025。

第2章 空飛ぶクルマの概要と導入効果に関わる既往研究

2.1 空飛ぶクルマの概要

空飛ぶクルマとは、電動化や自律飛行、また垂直離着陸などの航空形態を採用することにより、利用しやすく持続可能な次世代エア・モビリティとして期待されている新たな移動手段である。クルマのように人々の生活に欠かせない存在になることを期待して「空飛ぶクルマ」と名付けられたとされている。関西万博での試験飛行をはじめ、日本各地、また世界でも導入に向けた取り組みが始まっている。

山梨でも、山梨県が2025年6月に、山梨県・日本航空・MS&AD インターリスク総研・山梨大学・九州大学の5者による「空飛ぶクルマの社会受容性向上に関する連携協定」¹⁾を締結し、空飛ぶクルマの導入に取り組むことを表明している。この連携協定では、空飛ぶクルマを山梨県で社会実装していくために、社会受容性の向上、山梨県内での活用方法の検討などを行うとしている。具体的には現地調査や実証飛行などを実施するとされ、山梨県内での早期実現に向けての取り組みを進めることになっている。

連携協定の中では具体的に導入の想定されている空飛ぶクルマがあり、それは電動・自律飛行・垂直離着陸の3つの特徴を有する。

1 つ目の電動化は、整備性の向上および騒音低下という効果がある。従来のエンジンを搭載した航空機やヘリコプターに比べ、電動化によりパーツ点数が減少し整備性が向上する。さらに、電動化によってエンジンによる騒音はなくなる。しかし、プロペラの風切り音は残ってしまう。これに対し、プロペラを小型化しそれを多数設置することにより、風切り音による騒音も低減できるとされている。

2 つ目の自律飛行により、無操縦者の飛行が可能になり運航の効率化が図られる。従来の航空機は操縦者が必要であるため、多額の人件費、運航に関わる制約があった。これに対し、連携協定の空飛ぶクルマは、操縦者を必要としないため人件費の削減が図られる。これは、単純な人件費の削減だけでなく、操縦者を育成するための費用を含めた総合的な費用の削減が可能とされている。また、無操縦者であることにより機体のみでの柔軟な運航が可能になる。それにより、操縦者の手配等の負担が軽減されるとともに、今後大きな問題になる労働者不足への対応も可能になる。これが、事業に関わる持続可能性の向上の効果となる。さらに、自律飛行により濃霧下や夜間の運航も可能になることから、柔軟な運航もできるようになる。

3 つ目の垂直離着陸では、まず離着陸に必要なスペースを最小限に抑えることができる。

今のところ、25m×25m のスペース（バーティポート：V ポート）があれば離着陸可能とされており、従来の滑走路を必要とする航空機とは異なり、離着陸スペースの節約が可能になる。そのため、従来の空港とは異なり、様々な場所に V ポートを設置することが可能になる。その結果、出発地や目的地に近い場所に V ポートが設置でき、出発地から目的地まで最短で移動することも可能になる。

空飛ぶクルマは、ドローンやヘリコプターで代替できるのではないかとの意見もある。しかし、必ずしもそうではない。ドローンは、空飛ぶクルマより小型であり、人の輸送は行えない。しかし、少量の物資輸送や測量、農薬散布などは可能である。そのため、人の輸送を伴わない、低高度での任務に向いていると考えられる。一方、ヘリコプターはエンジンを搭載しているため出力が高く、積載可能重量の制限も厳しくないため、大量の物資を一度に輸送することができる。そのため、人だけでなく資機材の輸送を伴う場合などに適している。これに対し空飛ぶクルマは、ドローンとは異なり人の輸送を担う。またヘリコプターとは異なり、人の輸送に特化した運航に柔軟な対応ができる。その結果、各エア・モビリティが異なる役割を果たすことにより、総合的に空の輸送を効率化できると考えられる。

2.2 空飛ぶクルマの導入可能性に関わる既往研究

ここでは、空飛ぶクルマの導入可能性を検討している既往研究を中心に整理する。

現在の空飛ぶクルマは、日本各地で実証実験に向けた取り組みが始まった段階であり、空飛ぶクルマ関連の論文自体がそれほど多くはない。その中で、空飛ぶクルマを都市間の新たなモビリティとして分析している研究を3つ取り上げる。また、空飛ぶクルマの離着陸場となる V ポートの設置および空飛ぶクルマの利用意向に関する研究を1つ取り上げる。

谷川、黒瀬²⁾は、九州を対象に既存交通に対する空飛ぶクルマの有効性を検討している。既存交通の分析には Google マップ等を使用し、待ち時間を含む所要時間、利用金額を算出している。また、空飛ぶクルマは直線でのルートを想定し、所要時間、料金の算出を行っている。その上で、空飛ぶクルマの導入による短縮時間と料金の差額などの比較を行っている。その結果、ルート上に海域や山地があり、地上での移動が迂回を強いられるようなルートでは、直線的に移動できる空飛ぶクルマの有用性が高いとしている。これは山地の多い山梨県でも、空飛ぶクルマの有用性を示唆するものとして、重要な研究と位置づけられる。

本研究では、空飛ぶクルマの待ち時間および離発着の時間として、谷川らが用いた 30 分/回を採用する。一方で、谷川らは料金と所要時間を別々に比較している。この手法ではトレードオフの関係である料金と所要時間によって決まる交通機関の選択を正しく評価できないた

め、本研究では一般化価格を用いてそれらを1つの指標に統一して分析を行う。

須ヶ間³⁾は、全国の主要都市を対象に Advanced Air Mobility（以下 AAM）が普及したときの都市間の移動コストの変化を分析している。ここで AAM とは空飛ぶクルマのアメリカにおける呼称であり、本研究で想定している空飛ぶクルマと同一のものを指す。須ヶ間では、各都市の周囲 300km をメッシュ状に区切り、都市の中心から最短の所要時間となる交通機関および最小の一般化費用となる交通機関を、メッシュごとに明らかにしている。

所要時間のみの分析では海峡のあるエリアや山岳地域で AAM の優位性が見られた。一方で、一般化価格による分析では海峡など道路等で接続できないエリアで AAM の優位性が見られた。また、空飛ぶクルマは、乗降の際に保安検査などに比較的長い時間を要するため、都市内など短距離の移動には不向きである。さらに、AAM の料金を変化させたときの AAM の利用割合の変化では、料金の閾値を下回ったときに急激に利用割合の増加することが明らかになった。

本研究では、須ヶ間と同様に一般化価格による分析を行う。その中で須ヶ間のように最小のモードを示すのではなく、CES 関数を用いて交通機関分担率の変化に関わる分析を行う。これにより、複数の交通機関利用に基づく分析が可能になる。

野中ら⁴⁾は、瀬戸内海の横断交通に空飛ぶクルマが導入されたときの交通手段選択を、ロジットモデルにより分析している。効用の説明変数には費用や時間だけでなく、アンケートにより数値化した利用しやすさも取り入れている。

分析の結果、空飛ぶクルマは 6.8% のシェアを獲得するとされた。さらに費用と所要時間を変化させた感度分析により、費用の方がシェアの変化に与える影響の大きいことが明らかになった。費用については初期設定値の 17,890 円から 15,000 円に変化させるとシェアが 31.2% まで拡大している。本研究ではこの結果を参考に費用に着目した分析を行う。

熊澤、轟ら⁵⁾は、米国における AAM の利用意向調査および V ポートの配置が交通選択に与える影響を分析している。

利用意向調査の結果では、ビジネスジェットから AAM への転換可能性があると示唆している。そのためビジネスジェットの利用が多い地域においては、AAM の利用拡大の可能性が高いとしている。また、V ポートについては、既存の空港に設置するだけでは利用が限定的であるため、都市内に一定程度の V ポートを設置することが重要であるとされた。しかし、ある一定水準を超えると、それ以上の V ポートの設置は利用率を大きく変化させないとなっている。これらを踏まえ本研究では、ビジネスジェットに近いハイヤー等での移動が行われている東京―山梨に着目し、空飛ぶクルマが導入された場合の分析を実施する。

2.3 社会受容性に関する既往研究

空飛ぶクルマは、これまでにない新技術であり、導入においてはさまざまな不安やそもそも認知が低いとの問題がある。その中で空飛ぶクルマが広く普及していくためには、利用者だけでなく運航する地域の住民や社会に受け入れられる必要がある。これに対し、小島ら⁶⁾は空飛ぶクルマの社会受容性に関する研究を行っている。

そこでは、空飛ぶクルマの社会実装が進む中で技術的検討だけでなく、倫理的・法制度的・社会的な課題（ELSI）の整理が必要であるとし、その議論の素材となるチェックリストを作成している。小島らは、欧州で提唱されている「責任ある研究とイノベーション」の考え方を示し、研究やイノベーションを実装する過程において、研究者、市民、政策担当者、企業などの多様なステークホルダーが集まって議論し、社会の求める価値やニーズを確認し、期待に沿うように協働して実装を進めることが重要であるとしている。

それらの確認のために作成されたものがチェックリストである。そこでは、社会インフラや情報システムなどの項目ごとにチェック内容がグループ分けされ、その上で、空飛ぶクルマが普及していく各フェーズでどのチェック内容が必要になるのか、また産学官民のどの関係者が対象になるのかが整理されている。その中には、空飛ぶクルマの導入に伴う負担や受益の偏りの確認といった内容から、サイバーセキュリティなどといった専門的分野の内容も含まれている。このチェックリストを用いて多様な属性を持つ関係者が議論を行うことで、空飛ぶクルマの実装が社会を分断することなく「みんなの乗り物」になるとしている。本研究でも、適正料金設定に関する検討、地域交通への活用検討などを通して社会受容性に着目し、空飛ぶクルマの実用化に向けた分析を行う。

2.4 山梨県での空飛ぶクルマに関する既往研究

山梨県を対象にした空飛ぶクルマの導入に関わる学術的論文は見当たらない。しかし、山梨県では空飛ぶクルマの導入に伴う調査業務を実施している。その報告書は公表されていないものの、委託業務仕様書⁷⁾やパンフレット「山梨県における「空の移動革命」実現に向けて；空を駆ける。」⁸⁾などにより、検討内容を整理する。

山梨県では、山梨県にて空飛ぶクルマが実装された場合の有望ルートの選定やパーティポート候補地調査、事業モデル等の検討を行い、空飛ぶクルマに関連した事業環境の整備を進めている。有望ルートの抽出では、駅の乗降客数や既存交通との関係などを整理し、時間削減率などに基づき実施されている。しかし、例えば駅の乗降客数では、目的地が不明であ

るためルート間の正確な需要は予測できない。また、既存交通との時間削減率の分析では、いくつかの仮定に基づいておりそれらの精査が必要である。そこで本研究では、ルート間での交通機関選択をモデル化し、山梨県内での空飛ぶクルマの活用をより正確に分析する。

2.5 固定費用負担に関わる既往研究

空飛ぶクルマは、新たな交通手段であることから、開発費用や製造のための設備投資費用など、多額の固定費用が必要になる。その結果、料金も高額になると懸念されている。

固定費用が存在し、その負担により価格が高くなるという問題は、高速道路等の交通インフラ整備やそれにより決定される高い高速道路料金の問題を中心に、多くの研究がなされてきた。大石⁹⁾は混雑や外部性、資金調達に伴う厚生損失がない状況下では、固定費用が全体の費用の多くを占める社会資本利用の料金は、従量料金をゼロにすることが望ましいとしている。この従量料金とは、需要に応じて変化する費用（可変費用）の費用すなわち限界費用料金であるといえ、結局、交通インフラにおいて、仮に固定費用しか発生しないとすると、限界費用料金をゼロにすることが望ましいと言っていることになる。しかし、限界費用料金がゼロである場合、固定費用が負担されずに残るため、その分赤字が発生する。そして、その赤字は別の財源から調達する必要がある。一方、固定費用についても可変費用と合わせて、利用者が負担する方法もある。固定費用と可変費用を足し合わせた総費用を利用者数で除して求められる平均費用を、料金として徴収する方法である。これが平均費用料金である。しかし、平均費用料金は、固定費用の負担も含まれるため、一般的には高料金になる。そのため、経済損失が発生するとされる。したがって、大石は平均費用料金より限界費用料金が適切であることを述べた研究といえる。

次に、限界費用料金と平均費用料金の双方の利点を取り入れたラムゼイ・プライシングが提案された（詳しくは Varian¹⁰⁾）。これは、利用者料金収入と交通インフラ整備費用が一致するとの収支均衡を制約として、社会厚生が最大化されときの利用者料金である。収支均衡が制約となっていることから赤字が発生することはない。その制約条件下での最適料金という点で、固定費用が存在しない場合の最適価格である限界費用料金と考え方が共通している。

奥野ら¹¹⁾は、混雑を考慮したときの交通料金を検討している。渋滞すなわち需要超過をしている状態ではその需要が抑制されるという点と、利用者負担という公平性の観点から、平均費用料金が最適としている。しかし、奥野らの研究は、必ずしも固定費用の負担を社会的余剰等の最大化の観点から明らかにしようとするものではない。また、空飛ぶクルマは空中を移動することから、よほど多くの空飛ぶクルマが飛行するような状況にならない限りは混

雑が発生することはない。そのため、空飛ぶクルマの料金設定とは直接関係のある研究ではない。

最後に、森杉・河野¹²⁾は、財源調達に伴う厚生損失を考慮した最適高速道路料金水準を導出している。そこでは、ラムゼイ・プライシングと同様、収入と交通インフラ整備費用との収支均衡条件の下、最適利用者料金が求められている。ただし、利用者料金に加えて、税による負担も考慮されている。したがって、森杉・河野での収入は、利用者料金収入に加え税負担による収入も含まれることになる。しかし、税負担は厚生損失を発生させるため、その損失も考慮した社会厚生が最大化される利用者料金と税の負担水準を導出したものになっている。その結果、最適な料金水準は現行料金よりも低くなり、その分は燃料税等により補填することが社会厚生を最大化させる結果を示している。

これを踏まえ田村ら¹³⁾は、交通インフラ整備費用の固定費用分に着目し、それを利用者が料金により負担するか、非利用者が税により負担するか、そのいずれが社会厚生を高めるかを明らかにしている。負担する主体の違いによる厚生の変化はわずかであるものの、非利用者が税として負担するケースが社会厚生が高まることが示された。これより、利用者がすべての固定費用を負担するという料金設定は非効率的である結果が示されたものといえる。

空飛ぶクルマも、一般的な交通インフラ整備と同様に、固定費用の額が大きくそれが利用料金を高め、導入の障壁になると考えられる。そこで、空飛ぶクルマでも、機体費やVポートの整備費用などの固定費用を税によって賄うことを検討する。具体的には、税の導入水準を徐々に変化させることで社会厚生の変化を把握し、最終的には社会厚生が最大化される税負担水準および利用料金水準を明らかにする。

【参考文献】

- 1) 山梨県地域デザイン・新交通基盤推進局地域デザイン・リニア推進グループ：空飛ぶクルマの社会受容性向上に関する連携協定，山梨県，2025。
(https://www.pref.yamanashi.jp/linear-dsn/jisedai/0706/soreakuru_kyoutei.html)
- 2) 谷川淳志，黒瀬武史：既存交通手段とeVTOLの移動時間・所要金額の比較に基づくeVTOLの導入可能性の検討 ―九州地方の主要都市間の移動を対象として―，都市計画報告集，No.23，pp.299-304，日本都市計画学会，2024。
- 3) 須ヶ間淳：Advanced Air Mobilityの導入が都市間の移動コストに与える影響，都市計画論文集，Vol.59，No.3，pp.1068-1075，日本都市計画学会，2024。
- 4) 野中朋美，大堀椋平，中野冠，大浦史仁：ロジットモデルを用いた空飛ぶクルマ導入時の交通手段選択と選好要因分析 ―瀬戸内地域を事例として―，2024年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集，pp.470-471，2024。
- 5) 熊澤将之，轟朝幸，兵藤知：都市のパーティポート配置がAAM利用者の交通選択に与える影響

- ーVP 配置に関する示唆ー，2025 年日本交通学会研究報告，2025.
- 6) 「空飛ぶクルマ」の社会実装において克服すべき ELSI の総合的研究開発プロジェクト：「空飛ぶクルマ」の社会実装に向けて考えるべきチェックリスト 1.0，科学技術振興機構（JST）・RInCA・九州大学，2025.
 - 7) 山梨県地域デザイン・新交通基盤推進局地域デザイン・リニア推進グループ：令和 6 年度 空飛ぶクルマ社会実装検討事業・事業環境整備調査委託業務【報告書サマリ】，山梨県，2025.
 - 8) 山梨県地域デザイン・新交通基盤推進局地域デザイン・リニア推進グループ：山梨県における「空の移動革命」実現に向けて（パンフレット），山梨県，2026.
(<https://www.pref.yamanashi.jp/documents/112154/yamanashi-pref-sorakuru-pamphlet.pdf>)
 - 9) 大石泰彦：限界費用価格形成原理の研究，勁草書房，2005.
 - 10) Varian, H. R. : Microeconomic Analysis, Norton, 1992.
 - 11) 奥野正寛，篠原総一，金本良嗣：交通政策の経済学，日本経済新聞社，1989.
 - 12) 森杉壽芳，河野達仁：課税コストを考慮した高速道路整備の効率的財源調達方法 ー現行高速道路料金水準の検証ー，東洋経済新報社，道路投資の便益評価 第 11 章，2008.
 - 13) 田村昂，武藤慎一：固定費用の負担方法に着目した適正な高速道路料金設定，土木計画学研究・講演集，Vol.70，CD-ROM，No.09-03，2024.

第3章 空飛ぶクルマの社会受容性に関わる現地調査

3.1 現地調査の概要

山梨県での空飛ぶクルマの利用可能性、社会受容性を把握するためには、まず現地調査を行うことが必要と考えた。そこで、5 者連携協定の枠組みの一環で、山梨県の北杜市、早川町、小菅村、富士河口湖町の4地域の現地調査を行った。現地調査では、それぞれの地域の現地視察を行うとともに、地域住民との意見交換も実施した。

これらの4地域は、観光需要の高さや現状の地域交通の脆弱性などを加味して選定された。観光需要の観点から2市町、地域交通の観点から2町村となっている。

まず北杜市は、山梨県の北西部に位置し、鉄道の中央本線や高速道路の中央自動車を通り、県外から観光客が多く訪れる。市面積は山梨県で最大であり、市街地以外では公共交通が十分でない地域が多く存在する。特に白州地域や八ヶ岳・清里地域、明野地域などの観光需要が多い。

次に早川町は、山梨県の西部に位置し、周囲は南アルプス（赤石）山脈に囲まれた地域である。町内へは南方からの県道のみでしかアクセスすることができない。土砂災害リスクも高く、交通網の脆弱さから調査対象とした。元々は、水力発電所の設置に伴い発展した町である。最近では、人口減少、少子高齢社会の進展が著しい。

小菅村は、山梨県の北東部に位置し、周囲は1,000m級の山々に囲まれており、交通利便性は必ずしも良くはない。山梨県の自治体でありながら、東京都の奥多摩町や青梅市などとのつながりが強い。平成26（2014）年に松姫トンネルが開通し、大月市との交流もなされるようになった。村全体を一つのホテルとして、村民全員で観光客を受け入れるような体制構築がなされ、またドローン配送のような最新技術の積極的な導入も試みられている。このようなことから、空のモビリティに対しても高い受容性を有するのではないかと考えられる。

富士河口湖町は、山梨県の南東部に位置し、富士山や富士五湖などの山梨県でも最大の観光名所を有する観光地である。東京など県外からの観光客が多く、近年は外国人観光客も多く訪れている。最近になり、オーバーツーリズム問題への対応も重要になってきている。

3.2 社会受容性

社会受容性とは、空飛ぶクルマのような革新的な技術が誕生したときに、その新技術が人々

の生活環境・都市環境・社会環境に適合し、社会の幅広い層にどの程度「受け入れて良い」と評価され、賛成・容認・容赦されているかを示す概念とされる。空飛ぶクルマの場合、社会の一部の人たちだけが使える特権的な乗り物にすることなく、社会受容性の向上により広く人々が利用可能な身近な移動手段にすることが、地域公共交通的役割を果たすためには重要となる。

社会受容性は、空飛ぶクルマのみの問題ではない。自動運転車両も、社会受容性の向上が重要と指摘されている。宮木¹⁾は、自動運転の実装段階での社会受容性に関し、「①社会的な有用性の認知」、「②技術の理解」、「③ルールの浸透」、「④信頼の獲得（共感）」、「⑤効果の最大化とリスクの最小化への社会全体の取組推進」が重要としている。さらに新技術を普及させていくためには個人の需要を喚起することが必要不可欠としている。新技術がなぜ(WHY)必要なのか、どんな(WHAT)活用ができるのかを周知することで需要が喚起される。その結果、導入に伴う抵抗感やリスクが軽減され、行動変容されることにより、自動運転の社会実装につながるとしている。

本現地調査は、各地域の現状把握が第一の目的ではあるものの、社会受容性の向上に向けた取り組みの一環としても位置付けられる。すなわち、空飛ぶクルマの概要と現状を丁寧に説明することにより、空飛ぶクルマの「①社会的な有用性の認知」と「②技術の理解」を深めるための取り組みとした。これは WHY、WHAT の周知であり、需要の喚起につながる。また、空飛ぶクルマの効果とリスクについても丁寧な説明を行い、「⑤効果の最大化とリスクの最小化への社会全体の取組推進」にも位置付けることにした。

3.3 現地調査の結果

4 地域の現地調査の結果を表 3.1 にまとめて示す。表 3.1 では、各地域の現地視察による導入可能性や制約・課題、また住民の皆様の意見としてニーズや懸念などを整理した。

表 3.1 現地調査の地域別結果

		北杜市	早川町	小菅村	富士河口湖町
現地視察	導入可能性・必要性	- 観光地間の移動が弱い - 飲酒機会が多く自動車移動が難しい - 新エネルギーの水素に積極的 - 倒木等で陸の孤島になるリスクが高い - 登山シーズンに渋滞発生	- 集落が広域に分散しており町内移動が不便 - 雨天時に陸の孤島化が顕著 - 東京などから高級旅館への来訪が多数 - 空からの見学ニーズがありそう	- ドローンが導入済みのため親和性が高い - 甲府方面への移動が困難 - 新施設が建設予定のため観光需要が高まる可能性	- 観光客により平日でも渋滞発生 - 国中エリアとのつながりが弱い - 観光客は年間を通じて安定
	制約・課題	- 野鳥や山地などの自然環境への影響 - 国立公園、ユネスコエコパークとの兼ね合い	- 絶滅危惧種のイヌワシへの影響 - 常住人口が少なく営利目的の運行は厳しい	- 来訪者の多くが効率的な移動を求めている - 平地が少なくVP整備が困難	- 市街地に空き地が少なくVP整備が厳しい - 必要な移動はすでに整備されている
住民意見	期待・ニーズ	- 現状の公共交通の不便さを解消 - 免許返納後の移動手段として有効	- 陸の孤島になった際の移動手段 - 簡易水道の水源へのアクセス - 獣害の追い払い	ドクターヘリ代わりでの利用	- 地元の方の移動手段 - 医療機関の逼迫による県内の別病院への移動 - 遊覧飛行による滞在時間延長 - 富士山噴火時の避難手段
	懸念・課題	- タクシー並みの料金では日常使い不可 - 自動車からの転換は考えにくい - VPからのラストワンマイル - 星空景観への影響 - ロードサイド文化の衰退	- 空を飛ぶことへの恐怖感 - 自律飛行への不安 - 鳥との衝突リスク - 大量の機体が飛行することによる景観の悪化	- 飛行時の騒音 - 運営母体の採算性 - 若者は自動車で十分	- 湖畔周辺にある露天風呂への影響 - 富士山眺望への影響

3.3.1 北杜市の現地調査結果

北杜市は県内最大の面積を有する自然豊かな地域である。八ヶ岳の麓には別荘地もあり、観光業も盛んである。現地視察では、サントリーの白州工場や古民家改装宿、山間部の温泉街を訪れた。

サントリーをはじめとする酒造メーカーが多く立地している。しかし、現状それらは分散しており、自動車でしか移動できない状況になっている。自動車の場合、試飲等の飲酒をしたときには別途ドライバーを確保する必要がある。それに対し、運転手を必要としない自律型の空飛ぶクルマは、有用な移動手段になるのではないかと期待が感じられた。さらに、サントリーの白州工場では、P2G システムの導入による水素活用の取り組みも進められている。これより新技術への関心も高いことがわかり、新技術の受容性も高いのではないかと推察される。山間部では、倒木による道路寸断が発生したこともあり、緊急時の移動手段の確保も必要となっている。夏場には登山客が多く訪れ、道路が渋滞することもある。そこで登山客のマイカー利用を規制し、その代替りの移動手段として空飛ぶクルマの活用も考えられるとの意見もあった。

また北杜市は、3つの国立公園と2つのユネスコエコパークに指定されたエリアを有している。それらは、貴重な自然環境であり、高い意識に基づく環境保全活動がなされている。サントリーの工場でも、野鳥の保護活動が行われている。そのため、空飛ぶクルマの導入にあたっては、自然環境への配慮も十分に行う必要がある。

意見交換の場での空飛ぶクルマへの肯定的な意見としては、山間部を中心に現状の公共交通は移動が非常に不便であるため、その解消が期待できること、高齢化の結果免許返納が進み、移動困難者が増加した場合に有効になることなどが挙げられた。

一方、否定的な意見としては、高額な料金、自動車の方が自由な分メリットも高いのではないかと、その結果、若年層などは自家用車を利用するのではないかと意見が見られた。ま

た、V ポート間の移動は空飛ぶクルマで担えたとしても、V ポートから出発地あるいは到着地までの移動に対する不安、自動車交通が減少することによるロードサイド文化の衰退、夜間に機体が飛行することで星空景観への影響の懸念も示された。

図 3.1 北杜市の全体図と各エリアの特徴²⁾

早川町は、北杜市について２番目の面積を有している広大な町である。しかし、人口は 800 人ほどであり、人口減少が進んでいる。町内への道路は町の南方からの県道一本しかなく、その道路も土砂災害リスクが高い。そのため、交通の安定的確保が課題となっており、空飛ぶクルマの導入効果も高いものと考えられた。

利用した移動手段の導入に大きな期待が寄せられている感じがあった。

また、町内の世界最古の温泉旅館「慶雲館」は、国内だけでなく海外からも多くの客が訪れる。宿泊客の中には東京方面から直接タクシーで来訪する方もいるとの話があった。それらの客は空飛ぶクルマが導入されれば、交通手段を転換する可能性が高いと考えられる。

その一方で、町内には絶滅危惧種であるイヌワシが生息している。空飛ぶクルマの導入により生態系が破壊されるのではないかと懸念が示された。また、常住人口が少なく、日常的な利用が見込めないため、民間の運営による採算性確保は厳しいとの指摘もなされた。

意見交換での肯定的な意見としては、陸の孤島になった際の移動手段の確保、また避難物資の搬入に対する強い要望が示された。それが空飛ぶクルマにより実現するものと、大きな期待が寄せられた。その他、山中にある簡易水道の水源へのアクセスや獣害の追い払いなどにも活用できないかとの意見も示された。



図 3.2 早川町の全体図と施設の特徴³⁾

一方、否定的な意見としては、空飛ぶクルマ自体に対する不安が大きく、飛行時の安全性、無操縦者であることに対する不安も示された。また、飛行時の鳥との衝突や景観への影響への懸念も示された。

3.3.3 小菅村の現地調査結果

小菅村は、多摩川の源流にあり、人口 600 人ほどの小さな村である。周囲は 1,000 級の山々に囲まれており、西方の大菩薩峠を超えれば甲府盆地に入ることができ、南方へは松姫トンネルを通過して大月市に出ることができる。また、東方は東京都との境界となっており、奥多摩地域とは昔から交易、交流があった。しかし、いずれにしても、交通網は脆弱な地域である。そのため、地域交通としての空飛ぶクルマの利用には大きな期待が寄せられるものと考えられた。

現地視察では、村内のブルワリー（ビール醸造所）「Far Yeast Brewing（ファー・イースト・ブルーイング）」や古民家改装宿などを訪れた。小菅村では、既にドローン配送が実用化されており、エア・モビリティが身近なものになっている。これより、空飛ぶクルマに対しても受け入れやすい環境が整っていると感じられた。また、大月方面には松姫トンネルが開通したことにより、容易な移動が可能であるものの、甲府方面には大菩薩峠などがあり移動がしづらい。そのため、空飛ぶクルマの導入により、山間部を越えて直接つながることに対する大きな期待が感じられた。さらに、「Far Yeast Brewing」は、2017 年に小菅村で初の自社工場「源流醸造所」を立ち上げ、それまで東京・渋谷にあった本社拠点を 2020 年に小菅村に移転させたブルワリーである。将来的には、ビールにまつわる複合型施設を建設したいとの希望を持っており、空飛ぶクルマの導入による村外からのアクセス向上が重要になるとのことであった。

その一方で、道の駅には多くの来訪者が訪れている。しかし、その多くはツーリングやサイクリングを目的としており、空飛ぶクルマのような効率的な移動が求められていないとの印象を受けた。また、村内は平地が少なく、V ポートの設置箇所の確保が困難になることが予想される。

意見交換での肯定的な意見としては、ドクターヘリの代替として利用が挙げられた。小菅村では、隣接する丹波山村と救急車を共有している。そのため、緊急時の救急車到着に時間を要する場合があるとのことであった。空飛ぶクルマの利用により、甲府方面だけでなく都内の病院への搬送への期待も感じられた。

一方、否定的な意見としては、ドローンよりも大きい機体となることでの騒音問題が挙げられた。現状のドローンでも騒音が全くないわけではなく、近距離を飛行する際には、音が気になるとのことであった。そのため、空飛ぶクルマの導入時には慎重に実証飛行を行い、

住民理解を深めることが必要であると感じた。その他、運営母体の採算性を心配する声も挙げられ、すでにドローン配送が実用化している自治体だからこそその住民の視点であると感じた。



図 3.3 小菅村の全体図と施設の特徴⁴⁾

3.3.4 富士河口湖町の現地調査結果

富士河口湖町は、富士五湖の一つである河口湖、西湖をはじめ、富士山といった観光資源を有しており、県外からの観光客が多く訪れる県内有数の観光地である。

現地視察では町内を周遊しながら富士五湖を訪れるとともに、河口湖畔の宿泊施設「THE KUKUNA」を訪問した。平日の現地視察であったものの、国内外からの観光客が多く、渋滞も発生しているほどであった。年間を通じて観光客が多いため、空飛ぶクルマを遊覧飛行などのアクティビティとして活用することも期待できると感じられた。また、甲府盆地をはじめとする国中エリアとのつながりはそれほど強くはなく、観光客の中には富士河口湖町と甲府とは近接していることを知らず、富士河口湖町から一度東京に戻って、再度国中エリアを訪れる方もいるとのことであった。空飛ぶクルマは、周遊観光にも活用できると考えられる。

その一方で、市街地は既に関業が進んでおり空き地も少ないため、Vポートの設置場所が限定されるとの指摘があった。場合によっては、市街地外の土地を確保する必要があると考えられ、

その場合にはVポートへのアクセスの問題が生じる。その他、高速バスや町内の観光バスはある程度充実していることから、交通整備はそれほど急務の問題ではないとの考えも示された。さらに、オーバーツーリズムによる問題が発生しており、空飛ぶクルマの導入よりも先に、オーバーツーリズム問題を解決する必要があるとの指摘もあった。

意見交換での肯定的な意見としては、観光客で渋滞する中での地元住民の移動手段の確保、富士山噴火時の避難手段の確保などが挙げられた。その他、近隣の医療施設が観光客の影響によりアクセスが容易ではない状況があり、空飛ぶクルマが導入されれば、国中エリアの医療施設が利用可能になることへの期待が示された。さらに、現在の観光客の多くは日帰りが多く、空飛ぶクルマをアクティビティとして活用することにより滞在時間を増加させるのではないかとの意見も出された。

一方、否定的な意見としては、湖畔周辺に宿泊施設があり、その多くは露天風呂を有している。そのため、飛行時のプライバシーに対する不安や空飛ぶクルマの飛行により、富士山の眺望が阻害されることへの懸念などが示された。



図 3.4 富士河口湖の全体図と各エリアの特徴⁵⁾

3.4 現地調査のまとめと空飛ぶクルマ活用方法の提案

3.4.1 現地調査のまとめ

現地調査では、空飛ぶクルマの概要を地域に説明するとともに、どのような場面で有用になり得るのかも説明できた。これにより、各地域の属性に応じた活用方法について、住民も交えた議論ができた。その一方で、空飛ぶクルマに対する懸念も明らかになった。空を飛ぶこと自体に対する不安感、さらに無操縦者航空による自律飛行である点に対する安全面での不安感、騒音問題、高額な料金、自然環境への影響などが挙げられる。安全性や騒音については、導入前の試験飛行の際に説明したり、住民説明会などを積極的に開催して説明したりして、空飛ぶクルマの認知を深めるとともに理解を得ていく必要がある。これは、社会受容性の中の「①社会的な有用性の認知」や「②技術の理解」、「④信頼の獲得（共感）」の向上につながるといえる。料金については、後述の固定費用負担の検討により、実質的な負担の軽減を考えていく必要がある。自然環境への影響については、環境アセスメントを実施し、生じ得る影響を明らかにするとともに、もし悪影響が生じる場合は適切な対応を行うことを約束することが必要と考えられる。この点では、環境への配慮に関わるルールづくりとその「③ルールの浸透」も重要になってくる。このように多様な課題に対し、同時並行的に解決を図っていくことが、社会受容性を考慮した空飛ぶクルマの普及にとって重要といえる。

以上の課題を踏まえると、空飛ぶクルマを普及させていくためには活用方法を適切に設計していくことが重要になる。そこで現地調査の結果をもとに特に重要と考えられる点を二点示す。

一点目は、地域ごとの状況を踏まえた柔軟な空飛ぶクルマの活用である。現地調査を通して、地域ごとに空飛ぶクルマに対する期待の異なることが明らかになった。北杜市では観光での移動、早川町では災害時の代替交通手段、小菅村では救急車の代わりとしての利用、富士河口湖町では遊覧飛行などであり、その用途は多岐にわたる。

それらに対して、空飛ぶクルマの強みを活かし、対応することが重要になる。空飛ぶクルマは、鉄路や道路といったインフラが不要であり、Vポートが設置されていれば、ルートは比較的柔軟に対応できる。この柔軟性を活かすことにより、地域ごとで異なる活用方法や地域内での複数の用途にも対応できる。その中で、空飛ぶクルマの利活用を個人個人が考え、適切に利用することが社会的効果を高めることになる。その一方で、リスクが存在する場合は、その低減策についても検討することが社会受容性の向上につながり、空飛ぶクルマの早期の実装につながると考えられる。

二点目は、複数用途での活用により稼働率を向上させることである。稼働率を向上させることで、運営者側の視点ではコストの回収を進めることができ、採算性の向上が期待できる。

また、複数の用途で活用することは、多様な人々に利用されることにつながる。これは空飛ぶクルマが特定の人の乗り物ではなく、多くの人々に必要とされる乗り物となり、社会受容性の向上にもつながる。なお、柔軟な運航や複数用途への対応を実現するためには、運航の効率化が非常に重要になる。人々は、県内の様々な場所で、その人のスケジュールに合わせた移動を行う。そして、その移動も目的地などは多様である可能性が高い。それを、空飛ぶクルマの柔軟な運用によって対応していくことが重要である。そのためにも人々の需要をリアルタイムで把握、管理し、それに対して、空飛ぶクルマの最適な運航ルートを探索し、その結果に基づき効率よく運航していくといった運航全体のマネジメントが必要である。

3.4.2 空飛ぶクルマ活用方法の提案

本項では前節の現地調査のまとめを踏まえ、具体的な各地域の空飛ぶクルマの活用方法を提案する。

北杜市では、夏場の登山客による渋滞が発生している。そこで、登山に関わるマイカー利用を規制し、その代わりに空飛ぶクルマにより登山客を輸送する。これにより、渋滞の解消、また環境保全にもつながる。また、登山客の輸送は早朝と夕方のみであると考えられ、この登山客利用以外の時間は地元住民の買い物や通院への利用に用いる。これにより、空飛ぶクルマの効率的な利用が可能になる。さらに、このとき、住民の利用には補助を支給するなどし、料金に傾斜をかければ地元住民も利用しやすくなると思われる。

早川町では、高級旅館への観光客の輸送を、空飛ぶクルマ事業の主軸として採算性を確保し、町内で待機している際には町内を遊覧するアクティビティなどへ活用することが考えられる。また、道路寸断時などには、代替の移動手段としての活用も重要であるといえる。

このように複数の用途での利用により稼働率を向上させ、経済性、社会受容性の改善を図る。また、空飛ぶクルマを各市町村がそれぞれで保有する必要はなく、それらを共有し、必要に応じて利用することによっても、柔軟な対応が可能になると考えられる。

【参考文献】

- 1) 宮木由貴子：自動運転の社会実装に向けた「需要」と「受容」～人口減少社会におけるテクノロジーの社会受容に向けて～，第一生命経済研究所 LIFE DESIGN REPORT，2025.
(<https://www.dlri.co.jp/files/ld/534151.pdf>)
- 2) 山梨県北杜市産業観光部観光課：登山マップ（ピッチマップ），北杜市，2018.
(https://www.city.hokuto.yamanashi.jp/docs/kankou_pam_pittimap.html)
- 3) 早川 ZAIDAN：早川町とは，一般財団法人南アルプスふるさと活性化財団，2026.
(<https://hayakawa-zaidan.com/hayakawacho>)

- 4) 株式会社源：小菅村おさんぽマップ，小菅村を楽しむ総合情報サイト，2026.
(<https://ko-kosuge.jp/kosugemura/toulismcatalog/>)
- 5) 富士河口湖町観光連盟：CoCo い〜じゃん 2025 年号，富士河口湖村観光課，2026.
(https://www.town.fujikawaguchiko.lg.jp/ka/info.php?if_id=7736)

第4章 一般化価格に基づく空飛ぶクルマの導入効果計測

本章では、まず2地点間の各交通機関の一般化価格を計算し、比較分析を行う。そして、その結果より、2地点間の交通機関選択分析を行う。前章では、現地調査の結果からユースケースの提案まで行った。それらを踏まえ、空飛ぶクルマも含めた所要時間と想定料金を設定し、需要転換がどれだけ生じるかを示し、空飛ぶクルマの導入効果を明らかにする。

4.1 一般化価格分析の概要

本分析の対象ルートは、新宿駅ー河口湖駅および名古屋駅ー河口湖駅とした。河口湖駅は、富士北麓地域にあり、山梨県の中でも観光の中心に存在する駅である。富士北麓地域は東京からの来訪者も多く、その起点である新宿駅からのルートを想定した。また現在は、名古屋など西側地域からの富士北麓地域への来訪者は必ずしも多くはない。しかし、リニア中央新幹線が開通し、リニア山梨県駅が開業した場合には、西側地域からの来訪が期待できる。そこで、西側地域の起点になると考えられる中京圏の名古屋駅からのルートを想定した。

それぞれのルートの利用可能交通手段を図4.1に示す。新宿駅ー河口湖駅、名古屋駅ー河口湖駅のいずれにも共通するのが、既存の自動車と公共交通（現状）の2交通モードである。リニアが開業した場合は、リニア山梨県駅まではリニアを使って移動し、リニア山梨県駅から公共交通（現状）、富士トラム（直通バス）、空飛ぶクルマから選択するものとした。なお、新宿駅ー河口湖駅だけは、これらに加え新宿駅から直接タクシーを利用する場合、そして空飛ぶクルマが導入された場合は、新宿駅から直接空飛ぶクルマを利用して移動することも可能とした。

各交通モードの一般化価格を算出する。一般化価格は、式(4.1)のとおりである。時間価値を用いることにより、時間と費用の2つの指標を1つにまとめることができる。

$$q_{ij} = w \cdot t_{ij} + c_{ij} \quad (4.1)$$

ただし、 q_{ij} : i - j 間の一般化価格、 w : 時間価値（円/時）、 t_{ij} : i - j 間の所要時間、 c_{ij} : i - j 間の所要費用。

時間価値は、公共交通と自動車で別々に設定する。なお、空飛ぶクルマの時間価値は公共交通の時間価値を用いる。まず、公共交通の時間価値は、国土交通省の「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル」¹⁾に基づき、全国平均値 36.2 円/分とした。

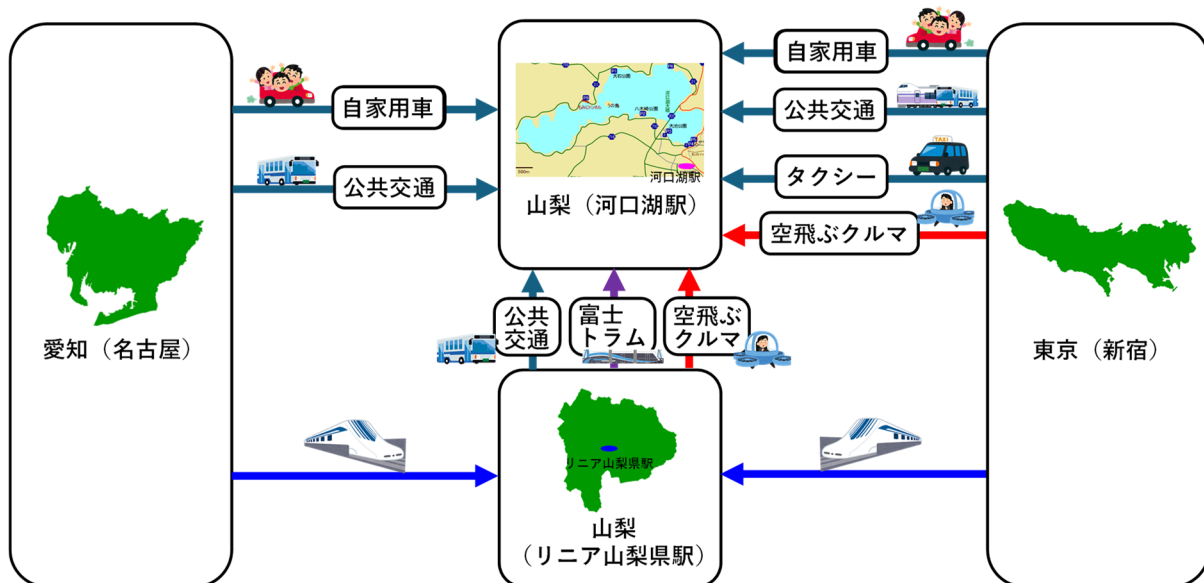


図 4.1 本章で対象とする交通モード

自動車の時間価値は、国土交通省道路局の「費用便益分析マニュアル」²⁾に基づき、43.75 円/分を用いた。

ここでは、公共交通利用時の乗り換えの際の待ち時間も考慮する。ただし、リニア中央新幹線など現在未整備の新交通モードは、時刻表が存在しないため待ち時間が設定できない。そこで、現状の公共交通の分析に基づき、その現状の待ち時間が新交通モードでも必要になると想定した。具体的な待ち時間は後述する。次節では、各交通機関の所要時間、所要費用（料金）、待ち時間を推計し、式(4.1)に基づき一般化価格を算定する。

4.2 各交通モードの一般化価格分析

4.2.1 空飛ぶクルマの一般化価格推計

まず、空飛ぶクルマに関する一般化価格の算定方法を示す。機体に関する設定では、巡航速度を国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(委託先 日本航空株式会社)の報告書³⁾に基づき 160km/h とする。乗降や保安検査にかかる時間は、現状の航空機よりは短いと考え、谷川ら⁴⁾を参考に 30 分/回とする。所要費用（料金）は、本研究の空飛ぶクルマは無操縦者の自律型航空機を想定しており、無操縦者の自律型空飛ぶクルマを開発している米国の Wisk Aero 社は「価格目標」として 1 マイル 3 ドルとの見解を示している⁵⁾。これより、1 マイルが 1.609km、1 ドル=150 円とすると、空飛ぶクルマの想定所要費用（料金）は約 280 円/km になる。これは、空飛ぶクルマが十分に普及した理想的な費用である。そこで、

ここでは1マイル4.3ドル(3ドルの1.43倍)とし、空飛ぶクルマの所要費用(料金)を400円/kmと設定することにした。

次に飛行経路を設定する。本研究では、新宿駅から河口湖駅までのルートを、新宿駅から直接空飛ぶクルマで河口湖駅まで来るルートと、品川駅経由でリニアを利用してリニア山梨県駅まで来て、山梨県駅から河口湖駅まで空飛ぶクルマを利用するルートの2つのルートを想定する。基本的には、空飛ぶクルマのルートは各駅間を直線で結ぶルートを想定する。ただし、経路上には山地等があることから、飛行高度を考慮して航行距離を設定した。また、空飛ぶクルマの航行では、地上から150m以上の高度を確保する必要がある⁹⁾。そのため、断面図を用いて最低高度を確保した上で航行距離を推定することにした。

まず、リニア山梨県駅－河口湖駅ルートの平面図と断面図を図4.2と図4.3に示す。図4.3の図中の青三角は、地上から150mの上空を意味しており、この青三角を結ぶルートが最低高度となる。なお、リニア山梨県駅－河口湖駅のルート上には、標高1800m級の御坂山地があり、それを越える必要がある。そのため、水平距離は22.2kmであるものの、山地越えを考慮すると航行距離は22.3kmになる。これより飛行時間は8.4分、これに待ち時間30分を考慮すると、所要時間は計38.4分になる。無操縦者の空飛ぶクルマの場合、所要費用(料金)は400円/kmにしているため、リニア山梨県駅－河口湖駅ルートの料金は8,920円になる。これより、一般化価格は10,309円になる。一方、操縦者ありの空飛ぶクルマを考え、例えばその所要費用(料金)が700円/kmであるとする、同ルートの一般化価格は16,999円になる。これより、無操縦者の自律型空飛ぶクルマは、料金低減効果が大きいとわかる。

次に、新宿駅－河口湖駅ルートの平面図と断面図を図4.4、図4.5に示す。リニア山梨県駅からのルートに比べ、ルート上の山地の標高が低く、ルート全体の水平距離も長い。そのため、水平距離と航行距離にほとんど差が生じず距離は87.01kmになる。これより、飛行時間は32.6分、料金は34,800円になる。待ち時間30分を考慮すると、無操縦者の自律型空飛ぶクルマのときの一般化価格は、37,071円と求められる。



図 4.2 航行平面図 リニア山梨県駅－河口湖駅
(国土地理院地図を基に改変)



図 4.3 空飛ぶクルマ航行断面図 リニア山梨県駅－河口湖駅
(国土地理院地図を基に改変)

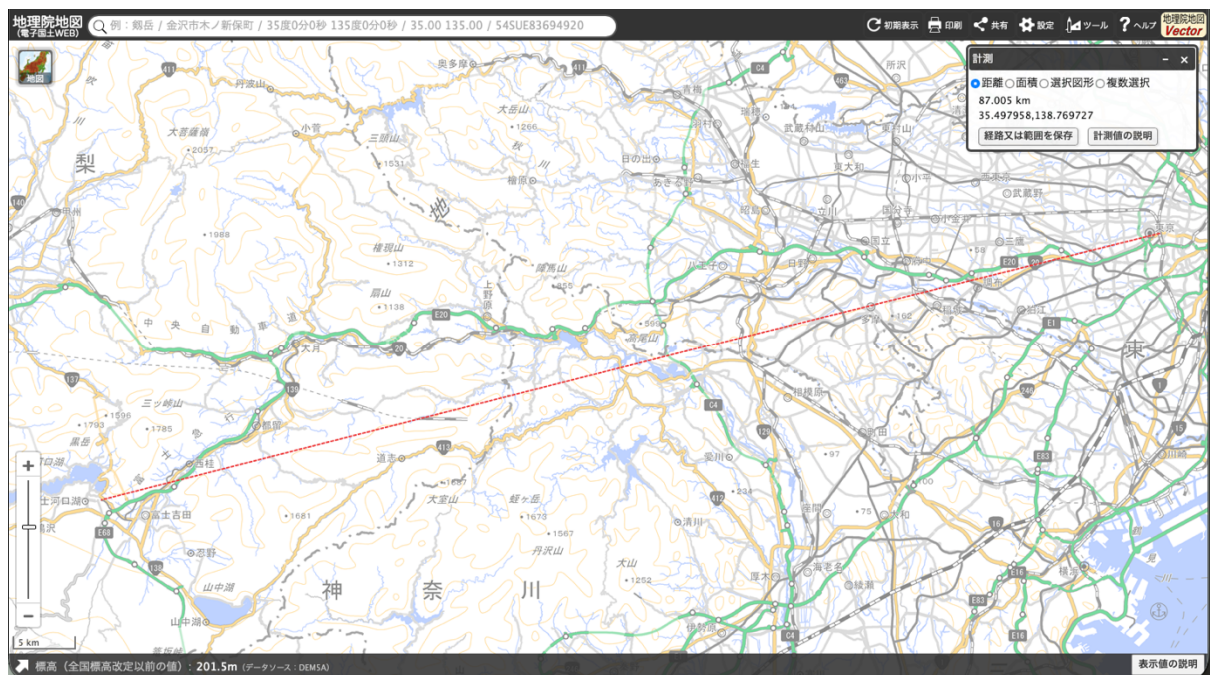


図 4.4 航行平面図 新宿駅一河口湖駅
(国土地理院地図を基に改変)

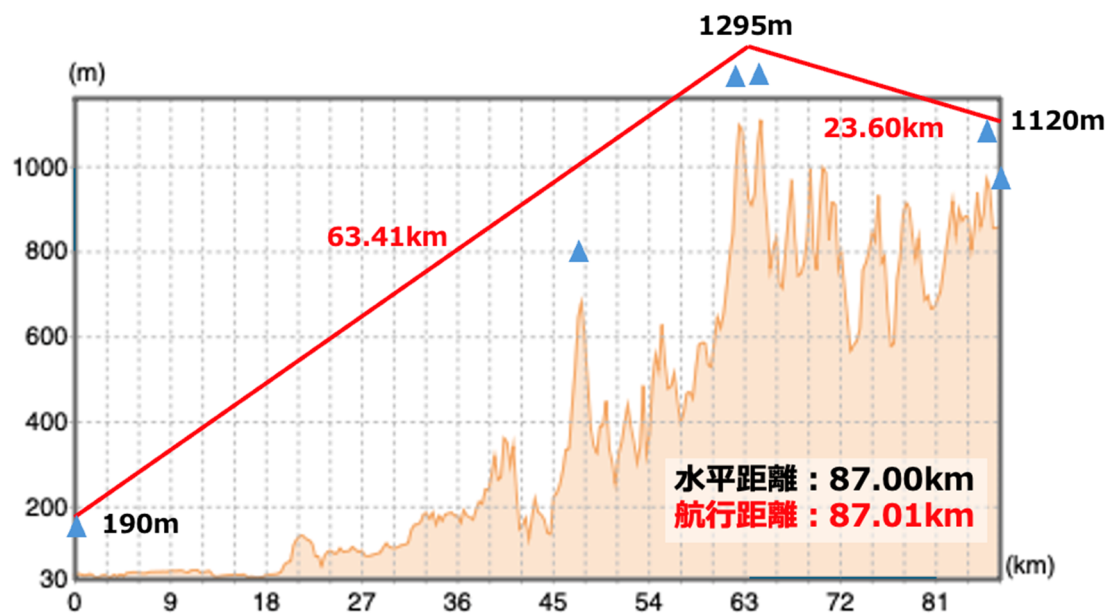


図 4.5 空飛ぶクルマ航行断面図 新宿駅一河口湖駅
(国土地理院地図を基に改変)

4.2.2 リニア中央新幹線の一般化価格推計

リニア中央新幹線の所要時間および所要費用（料金）を設定し、その一般化価格を推計する。まず所要時間は、山梨県の資料⁷⁾より、リニア山梨県駅―品川駅間が 25 分、名古屋駅間が 45 分になっている。

料金はまだ公表されていないため推計する。平成 22 年に JR 東海が交通政策審議会にて示した試算⁸⁾では、品川駅―名古屋駅間の料金を、現行の東海道新幹線の料金の+700 円にするとしている。東海道新幹線の東京―名古屋の料金は 12,540 円であることから、リニア中央新幹線の品川駅―名古屋駅の料金は 13,240 円になる。この料金が距離に比例すると仮定して、各区間の料金を推定する。ここで、品川駅―名古屋駅の走行距離は 285.6km であることから、距離単価は 46.36 円/km である。しかし、リニア山梨県駅を発着する区間については、具体的な走行距離が公表されていない。そこで、JR 東海が公表している走行ルート⁹⁾を基に、国土地理院地図上で走行距離を計測した。

まず、品川駅―リニア山梨県駅の走行距離は 110km であり、その結果から料金は 5,100 円になる。なお、料金は 10 円単位に四捨五入している。現状の甲府駅―新宿駅の特急での料金が 3,890 円であることから約 25%高い料金設定となる。また、今回の分析の発着地である新宿駅から品川駅までは JR 山手線を利用するとし、210 円、19 分とする。この結果、新宿駅―リニア山梨県駅間の一般化価格は 6,903 円になる。また、名古屋駅―リニア山梨県駅の走行距離は 175.6km であり、料金は 8,140 円になる。したがって、名古屋駅―山梨県駅間の一般化価格は 9,769 円になる。

4.2.3 公共交通の一般化価格推計

公共交通は、電車および路線バスの利用を想定する。新宿駅、名古屋駅からそれぞれ河口湖駅までを直接結ぶルートと、リニア中央新幹線開業後は、リニア山梨県駅から河口湖駅を結ぶルートを検討する。

ここでは、Yahoo! JAPAN 乗換案内¹⁰⁾を利用し、誤差を減らすために曜日・時間・方向を入れ替え、それぞれの条件で最も一般化価格の安いものを選び、それらの平均を求めて最終的な一般化価格にした。時間帯は、8 時、13 時、18 時、曜日は平日と土日祝日、さらに出発地と到着地を入れ替えた計 12 通りを検討した。なお、同日中に到着できない場合は除外する。

まず、新宿駅―河口湖駅の一般化価格の推計結果を表 4.1 に示す。1 つを除き特急を利用せず、普通での移動が各ケースで最安の一般化価格になった。また、この結果で算出された平均待ち時間 12 分は、新宿からのルートにおける富士トラムや直通バスなどの新規交通での待ち時間にも利用することにする。

表 4.1 公共交通の一般化価格推計結果 新宿駅－河口湖駅

出発地	曜日	出発時間	到着時間	所要時間 (分)	乗車時間 (分)	待ち時間(分)	経由路線数	平均待ち時間 (分)	運賃(円)	一般化費用(円)
新宿駅	平日	8:00	10:57	177	151	26	3	9	2503	9401
新宿駅	平日	13:00	15:53	173	159	14	2	7	2503	9245
新宿駅	平日	18:00	20:37	157	119	38	2	19	3523	9641
新宿駅	土日祝日	8:00	10:57	177	140	37	3	12	2503	9401
新宿駅	土日祝日	13:00	15:53	173	160	13	2	7	2503	9245
新宿駅	土日祝日	18:00	20:36	156	137	19	2	9	2503	8582
河口湖駅	平日	8:00	10:53	173	150	23	4	6	2164	8906
河口湖駅	平日	13:00	16:16	196	145	51	2	26	2503	10141
河口湖駅	平日	18:00	20:56	176	143	33	3	11	2503	9362
河口湖駅	土日祝日	8:00	10:37	157	145	12	3	4	2503	8621
河口湖駅	土日祝日	13:00	16:14	194	150	44	2	22	2503	10063
河口湖駅	土日祝日	18:00	20:52	172	135	37	3	12	2503	9206
				173.4	144.5	28.9	2.6	12.0	2559.8	9318

次に、名古屋駅－河口湖駅の一般化価格の推計結果を表 4.2 に示す。東海道新幹線を利用し、三島駅から御殿場を経由する経路もしくは新横浜駅から八王子を経由する経路が多く選択された。また、この結果で算出された平均待ち時間 14.1 分を、名古屋からのルートにおける新規交通の待ち時間にも利用することにした。

表 4.2 公共交通の一般化価格推計結果 名古屋駅－河口湖駅

出発地	曜日	出発時間	到着時間	所要時間 (分)	乗車時間 (分)	待ち時間(分)	経由路線数	平均待ち時間 (分)	運賃(円)	一般化費用(円)
名古屋駅	平日	8:00	12:18	258	218	40	4	10	10,720	20,774
名古屋駅	平日	13:00	17:43	283	226	57	4	14	10,720	21,749
名古屋駅	平日	18:00	22:37	277	221	56	4	14	13,211	24,006
名古屋駅	土日祝日	8:00	12:18	258	218	40	4	10	10,720	20,774
名古屋駅	土日祝日	13:00	17:43	283	226	57	4	14	10,720	21,749
名古屋駅	土日祝日	18:00	22:37	277	228	49	4	12	13,211	24,006
河口湖駅	平日	8:00	12:22	262	220	42	4	11	13,971	24,181
河口湖駅	平日	13:00	18:01	301	215	86	5	17	10,720	22,450
河口湖駅	平日	18:00	22:47	287	222	65	4	16	13,211	24,395
河口湖駅	土日祝日	8:00	12:14	254	214	40	4	10	13,761	23,659
河口湖駅	土日祝日	13:00	17:54	294	230	64	4	16	13,211	24,668
河口湖駅	土日祝日	18:00	23:04	304	207	97	4	24	10,720	22,567
				278.2	220.4	57.8	4.1	14.1	12,075	22,915

最後に、リニア山梨県駅から河口湖駅の公共交通一般化価格を推計する。これは、リニア中央新幹線で新宿駅または名古屋駅からリニア山梨県駅まで来て、その後、利用する公共交通である。現状のリニア山梨県駅はまだ建設が始まっておらず、周辺も整備は進んでいない。そのため、現行の路線バスを利用するものと想定する。現状のリニア山梨県駅の建設予定に最も近いバス停は、リニア山梨県駅建設予定地から徒歩 15 分の高室入口バス停である。路線バスを利用する際の所要時間には、バス停までの徒歩移動の時間も加味する。その結果、推計された一般化価格を表 4.3 に示す。河口湖駅を 18 時に出発すると、平日、土日祝日問わず

当日中にリニア山梨県駅まで到達できない。そのため、これらのルートは除外することにした。これらの結果を見ると、ほとんどのルートが甲府駅を経由し、そこで路線バスから路線バスに乗り換える経路になっている。これらの路線バスは、運行本数が少ないために多くの待ち時間が発生している。

表 4.3 公共交通の一般化価格推計結果 リニア山梨県－河口湖駅

出発地	曜日	出発時間	到着時間	所要時間 (分)	乗車時間 (分)	待ち時間(分)	経由路線数	平均待ち時間 (分)	運賃(円)	一般化時間(分)	一般化価格(円)
リニア山梨県駅	平日	8:00	12:01	241	100	126	2	63	2180	296.9	11572
リニア山梨県駅	平日	13:00	17:21	261	100	146	2	73	2180	316.9	12351
リニア山梨県駅	平日	18:00	21:46	226	111	100	3	33	3269	309.9	12076
リニア山梨県駅	土日祝日	8:00	12:01	241	100	126	2	63	2180	296.9	11572
リニア山梨県駅	土日祝日	13:00	17:21	261	100	146	2	73	2180	316.9	12351
リニア山梨県駅	土日祝日	18:00	21:46	226	111	100	3	33	3269	309.9	12076
河口湖駅	平日	8:00	10:12	132	83	34	3	11	2149	187.1	7293
河口湖駅	平日	13:00	17:32	272	104	153	2	77	2180	327.9	12780
河口湖駅	土日祝日	8:00	12:32	272	104	153	2	77	2180	327.9	12780
河口湖駅	土日祝日	13:00	19:22	382	104	263	2	132	2180	437.9	17067
				251.4	101.7	134.7	2.3	63.5	2394.7	312.8	12192

4.2.4 直通バスの一般化価格推計

直通バスは、山梨県が需要予測¹¹⁾の中で提案しているものである。その需要予測の資料から、リニア山梨県駅－甲府駅の所要時間は20分とする。しかし、料金については想定がなされていない。そこで、現在甲府駅から同等の距離を結んでいるイオンモール甲府昭和への直通バスの料金の250円¹²⁾を利用することにした。甲府駅からイオンモール昭和町までは、直線距離で約6.2kmである。また、甲府駅からリニア山梨県駅の直線距離は約6.8kmであり、イオンモール甲府昭和までとほぼ同じ距離である。そこで、甲府駅－リニア山梨県駅間の直通バスの料金を250円とした。

一般化価格の推計では、新宿駅または名古屋駅からリニア山梨県駅まではリニア中央新幹線を利用し、リニア山梨県駅－甲府駅を直通バス、そして、甲府駅－河口湖駅は現状の公共交通を利用するものとした。そのため、甲府駅－河口湖駅は前項の現状の公共交通の結果を利用した。待ち時間も、公共交通の推計で使用した値を用いた。

4.2.5 富士トラムの一般化価格推計

富士トラム（仮称）は、現在山梨県が、富士山の麓から五合目を結ぶ登山鉄道の代替交通手段として検討を進めているものである。本研究では、この富士トラムを、リニア山梨県駅と富士山駅を結ぶルートに導入することを想定する。ただし、現状の富士トラムは、登山鉄道の代替交通としての導入が検討されている段階であり、甲府盆地までの延伸は構想の段階である。そのため走行速度や料金の設定等はまったくなされていない。

そこで、それぞれの項目の推計を行う。山梨県のパンフレット¹³⁾より、富士トラムは富士山駅からリニア山梨県駅まで御坂みちを経由してつなげる構想であることがわかる。そのルートの道路距離は約 40km である。速度については、山梨県の報告書¹⁴⁾では富士山の麓から五合目までをつなぐスバルラインで想定されている走行速度が 31.7～34.3km/h になっている。ただし、その速度の推計値は駅での停車時間などは考慮されていない。そこで、富士トラムと同様のシステムを試験導入している JR 気仙沼線 BRT¹⁵⁾が、停車時間も含め平均約 30km/h で運行されていることから、本研究ではこの値を採用することにした。その結果、所要時間は 80 分と推計された。

料金については、山梨県の報告書ではスバルライン区間の料金を 1 万円としている。しかし、これは登山客や観光客の抑制という側面も持つ料金設定であるため、富士山駅ーリニア山梨県駅の設定に用いることは妥当ではない。そこで料金の設定でも、JR 気仙沼線 BRT を参考にすることにした。柳津ー気仙沼の 55.3km の料金は 1,170 円になっており、距離単価は 21.2 円/km である。この距離単価より、富士山駅ーリニア山梨県駅の富士トラムの料金は 850 円になる。なおこれは、10 円単位を切り上げたものである。以上より富士トラムは所要時間 80 分、所要費用（料金）850 円として、一般化価格を推計する。

次に、富士トラムの終着駅からの富士山駅から河口湖駅までは、富士急行河口湖線を利用すると考える。このとき、待ち時間は現状の公共交通で利用した値を使用する。

以上の富士トラムに関しては、まだ構想段階のものであり、参考にした JR 気仙沼 BRT とは詳細な状況が異なる。そのため、実際の料金や所要時間は大幅に変更される可能性があることには注意されたい。

4.2.6 タクシーの一般化価格推計

タクシーは、新宿駅ー河口湖駅間を直接利用するケースのみ想定する。その所要時間および所要費用（料金）は、GO が提供するタクシー料金検索¹⁶⁾により推計する。待ち時間は考慮せず、時間価値は公共交通と同様 38.97 円/分とした。その結果、所要時間は 99 分、メーター料金は 45,760 円との結果が得られた。一般化価格は、49,618 円になる。

タクシーの需要に関しては、現地調査にて富士河口湖町を訪れた際に外国人や富裕層を中心に需要のあることが確認できている。また、山梨県の令和 5 年の観光入込客統計調査報告書¹⁷⁾にて、県外からの移動手段として 0.2%がタクシー・ハイヤーを利用している。人数に換算すると約 5,000 人になる。このことから長距離のタクシー移動に関しても、一定の需要があると考えられる。

4.2.7 自動車の一般化価格推計

自動車は、公共交通同様、複数の条件に基づき推計し、その平均値より求める。ルート検索には、Apple Map¹⁸⁾および moviLink¹⁹⁾を利用した。これらはルート探索時に、渋滞等の交通量の情報を考慮している。また、高速道路の利用は、一般化費用が安くなる場合に利用すると想定した。

その他、自家用車には保有等に様々な費用がかかっている。そこで、それらの費用を考慮するため、費用便益分析マニュアル²⁾に示されている走行経費原単位を利用して費用を推計した。走行経費原単位に含まれる項目は表 4.4 のとおりである。走行経費原単位は速度によって変化し、ここでは令和 3 年道路交通センサス²⁰⁾の山梨県一般国道の平均旅行速度 35km/h に基づき推計することにした。さらに、走行経費原単位は平地と山地で異なる。しかし、本研究の対象ルートは両方の走行が想定されるため、平均値を利用することにした。以上より自動車の走行経費原単位は 18.7 円/km になる。

表 4.4 走行経費に含まれる項目

項 目	概 要
燃料費	ガソリン及び軽油に要する費用
油脂費	エンジンオイル等に要する費用
タイヤ・チューブ費	タイヤ等に要する費用
整備費	修理等の点検・整備に要する費用
車両償却費	車両を単位距離走行させたときの価値の低下分

(出典：国土交通省²¹⁾)

4.3 一般化価格の推計結果

前節の方法を踏まえて、各交通モードの一般化価格を推計した。新宿駅－河口湖駅の結果を表 4.5 に、名古屋駅－河口湖駅の結果を表 4.6 に示す。

新宿駅－河口湖駅では、自動車利用が最も優位になった。また、現状の中央本線の普通を利用するルートも、一般化価格ベースではほぼ同額で有効と考えられる。一方、リニアを利用するルートでは、品川駅－山梨県駅間は 25 分と短時間で移動できるものの、山梨県駅－河口湖駅間の移動に時間がかかり一般化価格は高くなっている。ただし、リニア山梨県駅から新交通モードの直通バスあるいは富士トラムを利用すれば、自動車や現状の中央本線普通までではないものの一般化価格は安くなる。これより、リニア山梨県駅からの二次交通整備は有効であることがわかる。

以上の結果、新宿駅－河口湖駅間の移動では、自動車利用もしくは中央本線利用の一般化価格が最も安いとの結果になる。リニアが開通したとしても、新宿駅－河口湖駅間の移動においては必ずしも優位ではなく、利用が限定的になる可能性がある。また、空飛ぶクルマの一般化価格はかなり高額になる。空飛ぶクルマの所要時間について、乗車時間は最も短いものの待ち時間等があるため必ずしも優位性が示される結果にはなっていない。また、所要費用は他の交通手段より高額であり、その結果、一般化価格もかなり高くなる。ただし、タクシー利用は現状でも所要費用は高額であり、一般化価格はかなり高い。そのため、タクシーと比較すれば空飛ぶクルマ利用は一般化費用が安くなり、タクシー利用から空飛ぶクルマへ転換する可能性はある。

表 4.5 一般化価格推計結果 新宿駅－河口湖駅

		乗車時間(分)	待ち時間(分)	費用(円)	一般化費用(円)
自動車		90.3		4,667	8,617
現状（中央本線）		144.5	28.9	2,560	9,318
リニア	現状	145.7	158.7	7,705	19,567
	直通バス	124.0	48.0	7,250	13,953
	富士トラム	130.0	48.0	6,390	13,327
	空飛ぶクルマ	52.4	54.0	14,190	18,336
タクシー（直接）		99.0		45,760	49,618
空飛ぶクルマ（直接）		32.6	30.0	34,800	37,240

次に、名古屋駅－河口湖駅は、現状では自動車利用が公共交通利用よりも、わずかに一般化価格が安い。リニア開通後は、名古屋方面からはリニア山梨県駅から直通バスや富士トラムを利用することにより、自動車利用よりも一般化価格が安くなる。これより、名古屋など山梨県より西側地域からの来訪者に対しては、リニアの開通に合わせてアクセス交通を整備することにより、自動車利用等からの交通転換が期待できる。

以上より、リニアの開通は、首都圏等の東側に対する効果は限定的であり、中京圏、関西圏など西側に対する効果が大きい。また、リニア山梨県駅からの二次交通整備は一般化価格を低減させるため、自動車や現行の公共交通利用からの転換が期待できる。空飛ぶクルマについては、新宿から河口湖を直接つなぐルートにおいて、タクシー利用からの転換が期待できる。しかし、リニア山梨県駅－河口湖駅間への導入に対しては、現状から少し一般化価格が低下する程度であり、その効果は限定的と考えられる。これらの結果を踏まえ、次節ではCES 関数を用いた交通機関選択分析を行う。

表 4.6 一般化価格推計結果 名古屋駅－河口湖駅

		乗車時間(分)	待ち時間(分)	費用(円)	一般化費用(円)
自動車		189.6		11,588	19,884
現状（東海道新幹線）		220.4	57.8	12,075	22,915
リニア	現状	146.7	148.8	10,535	22,050
	直通バス	125.0	42.3	10,080	16,600
	富士トラム	131.0	42.3	9,220	15,974
	空飛ぶクルマ	53.4	44.1	17,020	20,820

4.4 空飛ぶクルマの導入に関わる交通機関選択分析

4.4.1 交通機関選択分析の定式化

交通機関選択は、各交通機関の一般化価格に基づき、CES 関数を用いて定式化する。まず、新宿駅－河口湖駅間利用者のツリー図を示したものが図 4.6 である。図 4.6 は、空飛ぶクルマ導入なしのツリーを表している。空飛ぶクルマが導入されていなければ、新宿駅－河口湖駅間利用者は、公共交通、タクシー、自動車の 3 モードから利用交通機関を選択することになる。その上で、空飛ぶクルマが導入された場合、3 モードの中のタクシーが最も空飛ぶクルマに性質が近いということから、タクシーを空飛ぶクルマおよびリニア＋空飛ぶクルマに変更されるものとして、交通機関選択がどのように変化するかを推計した。

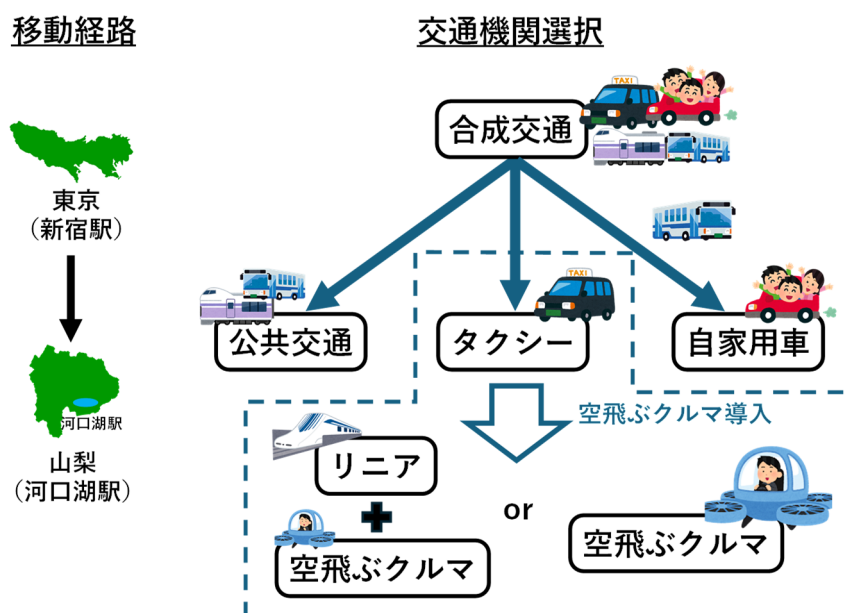


図 4.6 交通機関選択ツリー図 新宿駅－河口湖駅

交通機関選択モデルは、以下のような合成交通需要量を一定に維持するとの条件の下で、一般化価格に基づく各交通機関の総支出が最小となるように、各交通機関の需要量が決定されるものとして定式化した。その定式化が式(4.2)である。ここでは、合成交通生産関数 Barro 型 CES 関数により定式化した。

$$q_T x_T = \min_{x_{ij}^{Pub}, x_{ij}^{Taxi}, x_{ij}^{Car}} [q_{ij}^{Pub} x_{ij}^{Pub} + q_{ij}^{Taxi} x_{ij}^{Taxi} + q_{ij}^{Car} x_{ij}^{Car}] \quad (4.2a)$$

$$\text{s. t. } x_T = \gamma_T \left[\alpha_{ij}^{Pub} \{ \beta_{ij}^{Pub} x_{ij}^{Pub} \}^{\frac{\sigma_T-1}{\sigma_T}} + \alpha_{ij}^{Taxi} \{ \beta_{ij}^{Taxi} x_{ij}^{Taxi} \}^{\frac{\sigma_T-1}{\sigma_T}} + \alpha_{ij}^{Car} \{ \beta_{ij}^{Car} x_{ij}^{Car} \}^{\frac{\sigma_T-1}{\sigma_T}} \right]^{\frac{\sigma_T}{\sigma_T-1}} \quad (4.2b)$$

ただし、 q_T , x_T : 合成交通の一般化価格と需要量, q_{ij}^{Pub} , x_{ij}^{Pub} : 公共交通の一般化価格と需要量, q_{ij}^{Taxi} , x_{ij}^{Taxi} : タクシーの一般化価格と需要量, q_{ij}^{Car} , x_{ij}^{Car} : 自動車の一般化価格と需要量, γ_T , α_{ij}^{Pub} , β_{ij}^{Pub} , σ_T : パラメータ。

名古屋駅—河口湖駅も、基本的には新宿駅—河口湖駅と同様に定式化する。ただし、名古屋駅—河口湖駅は、リニア整備なしと空飛ぶクルマ導入なしのケースでは、公共交通と自動車の2モードから選択されるものとする。そして、リニアが開業し、さらに空飛ぶクルマも導入されたケースでは、公共交通をリニア中央新幹線および空飛ぶクルマを利用した4モード（図4.1に直通バスを加えたもの）に置き換え、交通需要を推計する。そのため、式(4.2)の最適化問題は、3モードではなく taxi を除く2モードとなる。

4.4.2 交通機関選択交通量の推計方法

前項の交通機関選択モデルのパラメータを推定する。ここでは、通常のCGEモデルにて、CES関数のパラメータを推定する手法であるキャリブレーション手法により推定する。

各交通機関別の現状の交通量は、令和5（2023）年の山梨県観光入込客統計調査¹⁷⁾の観光客数データから推計する。山梨県観光入込客統計調査¹⁷⁾より、河口湖の位置する富士東部エリアへの令和5年の観光客数は1,309万人である。この観光客数をそのまま当該地域へ来訪する交通量（トリップ）とする。また、山梨県全体のデータであるものの、山梨県を訪問した観光客の居住地内訳は、県外78.1%、県内21.7%、海外0.2%である。さらに、県外居住者78.1%の都道府県内訳が、東京都28.7%、東海3県5.8%である。このうち東海3県の割合から愛知県の割合を抜き出す。これには、東海3県の中の愛知県の人口割合67.4%を利用した。

以上より、山梨県全体の観光客の居住地内訳は、東京都が22.4%、愛知県が3.1%となる。これに、富士東部エリアの観光客数1,309万人を乗じ、新宿駅（東京）—富士河口湖駅、名古屋駅（愛知）—富士河口湖駅の交通量が、それぞれ293万トリップと39万トリップと求められる。

次に、交通機関分担率を求める。まず、新宿駅－河口湖駅については、公共交通、タクシー、自動車の3モードの分担率を求める。現状の山梨県への来訪観光客数は、東京方面からの観光客がほとんどである。そこで、観光入込客統計調査に掲載されている県外からの移動手段データより交通機関分担率を求めることにした。この中には、東京方面以外の来訪者の交通機関別交通量も含まれている点には注意が必要である。

ここでは、公共交通は「JR 在来線」、「高速バス」、「市内バス」、「私鉄・地下鉄」の合計、タクシーは「タクシー・ハイヤー」、自動車は「自家用車、社用・公用車」と「レンタカー」の合計として交通量データを整理した。その上で「その他」などの不明な回答を除き、全体が100%になるように調整した結果、公共交通12.9%、タクシー0.2%、自動車86.9%と推計された。

名古屋については、全観光客数に占める割合が低いため、上記の観光統計ではなく、全国幹線旅客流動調査²²⁾を使用する。このデータは2015年が最新であり時系列のずれは生じるものの、地域間の交通機関の利用割合が把握できる。同データより、河口湖の位置する山梨県郡内地域と愛知県名古屋地域の移動の利用交通機関割合は、公共交通30.9%、自動車69.1%と得られた。

以上得られた現状の交通機関別の一般化価格データおよび交通量データより、式(4.2b)のBarro型CES関数のパラメータを推定した。

4.4.3 交通機関選択交通量の推計結果

前項までに構築した交通機関選択モデルを用いて、タクシーの代わりにリニアおよび空飛ぶクルマが導入されたケースを想定し、交通機関別交通量の推計を行った。

まず、新宿駅－河口湖駅の分析結果を表4.7に示す。表の最上位が、リニア整備なしで、かつ空飛ぶクルマも導入なしの現状ケースである。そして、空飛ぶクルマが新宿－河口湖駅間に導入されたケースと、リニアが整備され、さらに空飛ぶクルマがリニア山梨県駅－河口湖駅間に導入されたケースを示した。

空飛ぶクルマの導入により、現行のタクシーと比較して利用者の増加することがわかる。これは、新たに導入された交通モードの一般化価格が、タクシーより低いからと考えられる。特に、リニア＋空飛ぶクルマのケースでは、利用者は約4倍まで増加している。これより、空飛ぶクルマを導入することにより、タクシーからの交通転換の期待できることがわかる。ただ、そのシェアは依然として低く、公共交通や自動車からの大幅な交通転換の生じる可能性は低い。

表 4.7 交通機関選択の推計結果 新宿駅－河口湖駅

	一般化価格（円）	交通量（トリップ）	シェア	他のシェア 【一般化価格】	
				公共交通	自動車
タクシー【現状】	49,618	5,865	0.2%	12.9% 【9317】	86.9% 【8617】
空飛ぶクルマ（直接）	37,240	8,753	0.3%	12.9% 【9317】	86.8% 【8617】
リニア＋空飛ぶクルマ	18,336	23,503	0.8%	12.8% 【9317】	86.4% 【8617】

次に、名古屋駅－河口湖駅の分析結果が図 4.7 である。現状の公共交通の分担率が 30.9% である。リニアの整備により、分担率はわずかに上昇する。さらに、リニア整備に加え二次交通として、直通バスや富士トラムを整備することにより、分担率が大幅に増加する。これより、二次交通整備が利用者の増加に重要な影響を与えることがわかる。また、二次交通としてリニア山梨県駅－河口湖駅間に空飛ぶクルマを導入したケースについては、時間は大幅に短縮できるものの料金が高額なため一般化費用ではそこまで低下しない。そのため、交通転換は限定的との結果になった。

以上より、リニアの整備は名古屋などの西側に対して有効であり、さらにその効果を最大限活かすためには、二次交通の整備も併せて行う必要がある。なお、今回の分析では、現状の公共交通を新規交通に置き換えて分析を行った。しかし、現実には既存の公共交通は維持された状態であることから、既存公共交通に加えて新規交通が導入されたと想定して分析を行う必要がある。ただし、これは CES 関数において、新規の選択肢を追加することが困難なため、分析できていない。この点については今後の課題としたい。

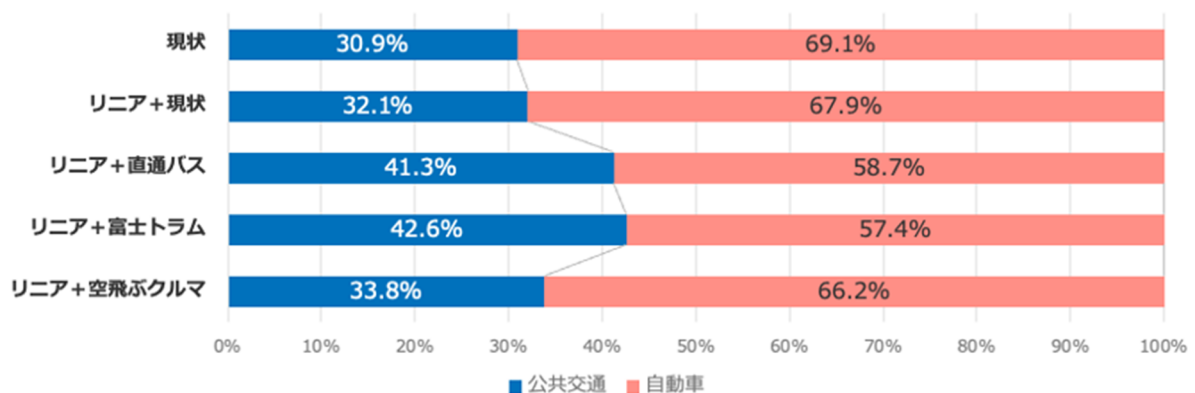


図 4.7 交通機関選択の推計結果 名古屋駅－河口湖駅

【参考文献】

- 1) 国土交通省鉄道局総務課：鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル（2012 年改訂版，2025 年 3 月一部変更），国土交通省，2025.
(https://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo_fr1_000040.html)
- 2) 国土交通省道路局都市局：費用便益分析マニュアル，国土交通省，2025.
- 3) 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（委託先 日本航空株式会社）：2021 年度成果報告書 ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト／空飛ぶクルマの先導調査研究／海外における空飛ぶクルマの実証事例調査、空飛ぶクルマに関するオペレーション体制・事業モデル調査，2022.
- 4) 谷川淳志，黒瀬武史：既存交通手段と eVTOL の移動時間・所要金額の比較に基づく eVTOL の導入可能性の検討 ―九州地方の主要都市間の移動を対象として―，都市計画報告集，No.23，pp.299-304，日本都市計画学会，2024.
- 5) 自動運転ラボ編集部：空飛ぶタクシー、運賃は「1 キロ 270 円」！？米企業が目標値発表，2022.
(https://jidouten-lab.com/u_37853#google_vignette)
- 6) 野村嘉彦：空の移動革命と空飛ぶクルマの社会的課題について，ANA 総合研究所 研究レポート，2025.
(https://www.anahd.co.jp/group/ari/human/report/pdf/report-2025-04-17_1.pdf)
- 7) 山梨県新価値創造推進局新事業チャレンジ推進課：リニアやまなしビジョン 資料集②（P30～P55），山梨県，2022.
- 8) 交通政策審議会陸上交通分科会鉄道部会中央新幹線小委員会：東海旅客鉄道株式会社の財務的事業遂行能力の検証，国土交通省，2010.
- 9) JR 東海 リニア中央新幹線：各地で進める工事の状況 ルート・工事マップ，JR 東海，2026.
(<https://company.jr-central.co.jp/chuoshinkansen/routemap/>)
- 10) Yahoo! JAPAN：Yahoo! JAPAN 路線情報 乗換案内，Yahoo! JAPAN，2026.
(<https://transit.yahoo.co.jp>)
- 11) 山梨県地域デザイン・新交通基盤推進局リニア整備推進グループ：第 1 回リニア駅前エリア整備の在り方検討会議，資料 2 交通需要推計によるリニア駅乗降客数について，2020.
(<https://www.pref.yamanashi.jp/documents/95328/1-2.pdf>)
- 12) イオンモール甲府昭和：アクセス交通 バスでお越しのお客さま，2026.
(<https://kofushowa.aeonmall.jp/access>)
- 13) 山梨県地域デザイン・新交通基盤推進局山梨トラム推進グループ：富士トラム パンフレット，山梨県，2026.
(<https://www.pref.yamanashi.jp/documents/118364/fujitram-pamphlet.pdf>)
- 14) 日本工営，日本交通計画協会：富士山新交通システム調査検討業務委託 業務実績報告書，山梨県地域デザイン・新交通基盤推進局山梨トラム推進グループ，2025.
- 15) JR 東日本：BRT 専用大型自動運転バスの実用化開始について，JR 東日本ニュース，2022.
- 16) GO 株式会社：タクシー料金検索，2026.
(<https://go.goinc.jp/charge-search>)
- 17) 山梨県観光文化・スポーツ部観光政策グループ：令和 5 年山梨県観光入込客統計調査報告書，山

梨県，2024.

18) Apple : Apple マップ，2026.

(<https://maps.apple.com>)

19) トヨタコネクテッド : moviLink，2026.

(<https://toyotaconnected.co.jp/movilink/>)

20) 国土交通省道路局企画課道路経済調査室：令和 3 年度全国道路・街路交通情勢調査 一般交通量調査結果，2023.

21) 国土交通省道路局：時間価値原単位および走行経費原単位（平成 20 年価格）の算出方法，2008.

22) 国土交通省総合政策局総務課総合交通体系：第 6 回（2015 年度）全国幹線旅客純流動調査，2024.

第5章 空飛ぶクルマ導入時の固定費用の負担と社会厚生

前章までは、空飛ぶクルマの所要費用（料金）を外生的に与えていた。そして、所要費用（料金）が高額であることが一般化価格を高止まりさせ、空飛ぶクルマの需要を限定的にする要因になっていたことを示した。

本章では、改めて空飛ぶクルマの運航会社の視点で、空飛ぶクルマの輸送サービスの生産費用に関わる分析を行う。その中で、その生産費用において、固定費用の占める割合が高く、この負担が所要費用（料金）を高額にする要因であることを明らかにする。その上で、この固定費用の負担と社会厚生との関係を整理し、固定費用を利用者に負担させた場合には、価格が高額になるため社会厚生が低下し、経済損失の発生することを明らかにする。その上で、社会厚生を最大にするような効率的な固定費用の負担方法を検討し、最適な空飛ぶクルマの所要費用（料金）の導出を行う。

5.1 空飛ぶクルマにおける固定費用

空飛ぶクルマの運航に際しての費用構造を分析し、運航費用の中で、可変費用と固定費用の割合を明らかにする。そして、その固定費用の負担方法について、限界費用料金と平均費用料金による方法を示し、その上で効率的な固定費用負担方法について検討を行う。

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（委託先 日本航空株式会社（JAL））の報告書¹⁾では、空飛ぶクルマの実装に必要な要素技術や事業モデルを詳細に検討している。特に、効率的な空の移動の実現と、災害時の人命救助や物資輸送、離島・過疎地での旅客、物資輸送、さらに地方自治体の抱えるインフラ老朽化等の社会課題解決に寄与することを目的に、「①海外における空飛ぶクルマの実証事例調査」および「②空飛ぶクルマに関するオペレーション体制・事業モデル調査」が実施されている。その中で、国内の有望ルートとして、三重県の鳥羽エリア（鳥羽市旅館街）⇄答志島ルート（約 9.6km）と大阪府の伊丹空港⇄なんば駅ルート（約 14.4km）を提示し、その運航費用の主要項目割合を示している。

各ルートの立ち上げ期と成熟期の費用項目割合を示したものが図 5.1 と図 5.2 である。図 5.1 が三重県ルート、図 5.2 が大阪府ルートである。また、立ち上げ期と成熟期は、前者が有操縦者航空、後者が無操縦者航空を想定し、後者の方が操縦者の乗務員関連費が節約されている。その結果、立ち上げ期から成熟期にかけての費用節約割合が、三重県ルートで 29.3%、大阪ルートでも 27.4%になっている。また、表 5.1 に示す費用項目内訳に基づき、変動費用と

固定費用内訳も示されている。それによれば成熟期の固定費用割合は、三重県ルートで 94.2%、大阪府で 93.2%と 9 割を超えている。なお、これらはいずれも乗車人数が 4 名程度の大型機で、航続距離は 100km、巡航速度は 160km/h と想定されている。

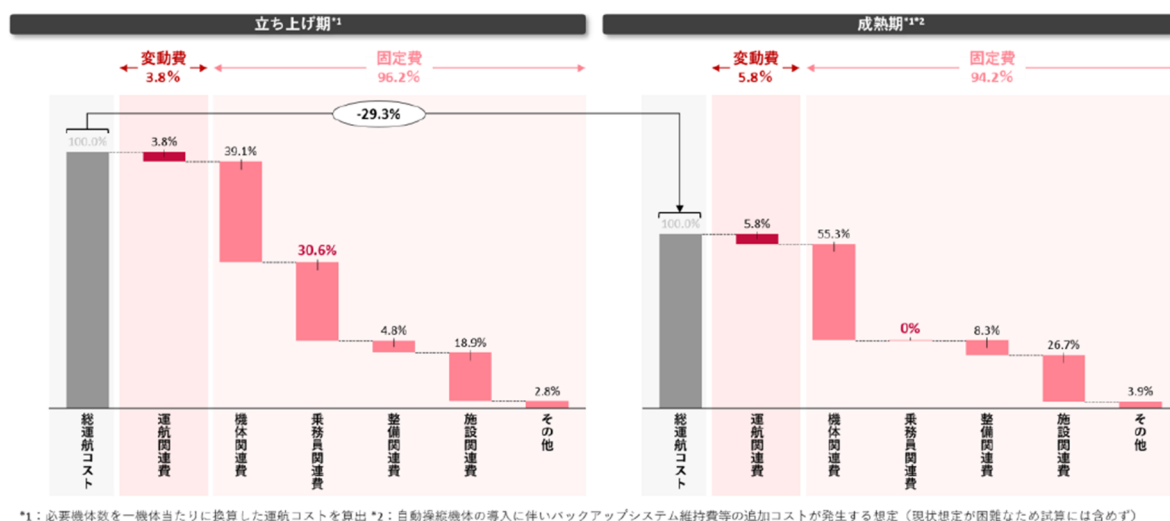


図 5.1 運航費用割合＜三重県：鳥羽エリア⇄答志島ルート（約 9.6km）＞

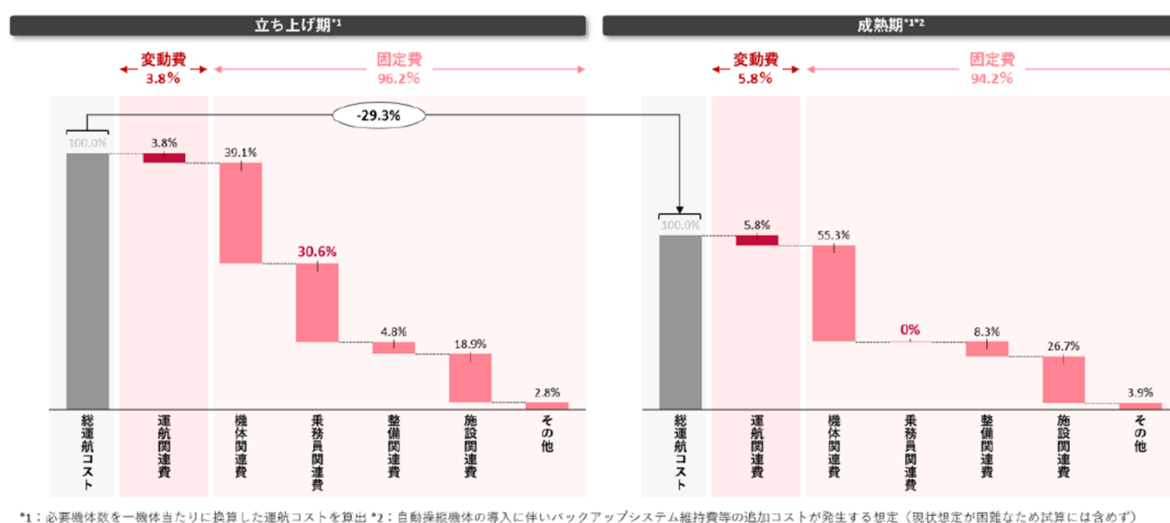


図 5.2 運航費用割合＜大阪府：伊丹空港⇄なんば駅ルート（約 14.4km）＞

[図 5.1, 5.2 の出典：国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（委託先 日本航空株式会社）：2021 年度成果報告書 ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト／空飛ぶクルマの先導調査研究／海外における空飛ぶクルマの実証事例調査、空飛ぶクルマに関するオペレーション体制・事業モデル調査、2022。ただし、これらの費用内訳は損益分岐点におけるものとされている]

表 5.1 空飛ぶクルマの費用項目

大項目	中項目	小項目
変動費	運航関連費	航空燃油費（電気料）
		着陸料
固定費	機体関連費	航行援助料
		航空機賃借料
		航空保険料
	乗務員関連費	運航乗務員人件費
		訓練費（初期）
		訓練費（リカレント）
	整備関連費	整備材料費
		整備外注費
	施設関連費	運航施設費
		業務委託料
	その他	特殊機材費
		作業経費
		各種システム利用料 ¹²⁰

5.2 所要費用（料金）の決定メカニズム

続いて、前節で示した空飛ぶクルマの生産費用に基づけば、その料金がどのように決定されるのか、一般的な企業の例を示しながら明らかにする。

5.2.1 一般的な価格（料金）の決定メカニズム

経済モデルにおいて、一般的な企業が生産する財の価格は、利潤最大化行動モデルから導出される。

$$\pi_m = \max_{y_m} [p_m y_m - C_m(y_m)] \quad (5.1a)$$

ただし、 p_m : m 財価格、 y_m : m 財の生産量、 $C_m(y_m)$: m 財の費用関数（ y_m の関数とする）。

利潤最大化解は以下ようになる。

$$p_m = \frac{\partial C_m}{\partial y_m} \quad (5.1b)$$

式(5.1b)より、 m 財価格は限界費用に一致するように決定されることがわかる。

5.2.2 空飛ぶクルマの料金の決定メカニズム

次に、空飛ぶクルマ運航企業（ $m = AM$ ）を想定し、費用関数を特定化する。費用関数は、生産量に対して一定額必要な可変費用（表 5.1 の変動費）と、固定費用（表 5.1 の固定費）からなるものとする。

$$C_{AM}(y_{AM}) = \overline{c_{AM}}y_{AM} + FC_{AM} \quad (5.2)$$

ただし、 $\overline{c_{AM}}$ ：単位費用（固定とする）、 FC_{AM} ：固定費用。

空飛ぶクルマ運航企業の利潤最大化行動モデルは、以下のようになる。

$$\pi_{AM} = \max_{y_{AM}} [p_{AM}y_{AM} - (\overline{c_{AM}}y_{AM} + FC_{AM})] \quad (5.3a)$$

利潤最大化は以下のようになる。

$$\text{【限界費用料金】} \quad p_{AM} = \overline{c_{AM}} \quad (5.3b)$$

この結果、利潤最大化の下での空飛ぶクルマの料金は、可変費用に関わる単位費用と一致する。なお、これは限界費用を意味する。

しかし、式(5.3b)の p_{AM} を式(5.3a)の利潤式に代入すると、利潤が負になることがわかる。

$$\pi_{AM} = -FC_{AM} \quad (5.3c)$$

これでは、実質的に生産が成り立たない。そのため、限界費用料金とする場合は、 $-FC_{AM}$ を公的資金等によって負担する措置が必要になる。

一方、空飛ぶクルマ運航企業の行動を、利潤最大化行動ではなくゼロ利潤条件の下で定式化してみる。式(5.3a)の利潤式に、ゼロ利潤条件 $\pi_{AM} = 0$ を課す。このとき料金は以下のとおり求められる。

$$\text{【平均費用料金】} \quad p_{AM} = \overline{c_{AM}} + \frac{FC_{AM}}{y_{AM}} \quad (5.3d)$$

これは平均費用により料金が決定されることを意味する。そのときの空飛ぶクルマ運航企業の利潤は当然ゼロである。しかし、 $\frac{FC_{AM}}{y_{AM}}$ の項が追加されるため、式(5.3b)に比べ料金が高額になる。

5.2.3 固定費用の公的負担の考え方

続いて、固定費用に対し、公的負担を導入する考え方を整理する。まず、可変費用の特徴として、利用者が実際に利用するときに費用 $\overline{c_{AM}}$ が生じることにある。逆に言えば、利用をやめるとその費用 $\overline{c_{AM}}$ は生じない。そのため、利用をやめたとき、利用をやめた利用者はその費用 $\overline{c_{AM}}$ を負担する必要はなく、利用するときのみ負担すればよい。

一方、固定費用は利用者がゼロであったとしても生じる費用である。利用者がゼロの場合、その費用は公的負担とするしかない。ただし、このような場合は、当然余剰も便益も生じることがないため、そのプロジェクト自体が実行されることはない。ここでの議論は、費用便益分析等の結果、整備が妥当と判断されるケースのみに限定されると考えて良い。

費用便益分析の結果、整備が妥当と判断されるとは、利用者が存在し、利用によって余剰すなわち便益が生じていることになる。そして、そのときの料金は、まず公的負担ゼロのケースでは式(5.3d)の平均費用料金により決定されることになる。このとき、限界費用料金と比較すると、固定費用負担分の $\frac{FC_{AM}}{y_{AM}}$ だけ料金が高額になる。そのため、利用者が利用をやめてしまったとする。このとき、可変費用 $\overline{c_{AM}}$ はなくなる。しかし、固定費用 FC_{AM} はそのまま削減されることはない。そして、この固定費用は利用を続ける利用者が、 $\frac{FC_{AM}}{y_{AM}}$ として負担を続けることになる。

利用者が減少すると、需要が減少し需給均衡より供給量 y_{AM} も減少する。その結果、 $\frac{FC_{AM}}{y_{AM}}$ は上昇することになり、料金はより高額になっていく。すなわち、誤解を恐れずに言えば、利用を継続する利用者が、利用をやめた利用者の費用まで負担までしている状態にあるといえる。この点が可変費用とは決定的な違いであり、最大の問題と考えられる。

以上より、固定費用を利用者のみが負担するという平均費用料金の原理が、果して妥当であるのかに疑問が生じる。可変費用 $\overline{c_{AM}}$ とは異なり、利用をやめたことにより固定費用は軽減されない。そのため、固定費用分については、利用をやめた利用者も負担すべきではないかという考え方が、ここでの基本的なものといえる。

これに対し、そのような理屈であれば、固定費用 FC_{AM} をすべて公的負担とすべきとの意見になると思われる。しかし、公的負担もその財源調達において限界費用（MCPF）を生じさせる。そのため、最終的には MCPF も考慮した上で、適切な公的負担額を導出する必要がある。

5.2.4 公的負担を考慮した料金の決定メカニズム

そこで、次に固定費用 FC_{AM} に対し、公的負担を考慮するケースを考える。 FC_{AM} に対し、公的負担額 B だけ政府から補助が支給されるとする。このとき、平均費用料金と同様に、ゼロ利潤条件より料金を導出すると以下となる。

$$\text{【公的負担考慮料金】} \quad p_{AM} = \overline{c_{AM}} + \frac{FC_{AM}-B}{y_{AM}} \quad (5.4)$$

ただし、 B ：公的負担額。

5.2.5 公的負担を考慮した家計の消費行動モデル

本分析では、式(5.4)の公的負担額 B は、家計によって負担されるものと仮定する。そこで、家計の総所得から公的負担額分を差し引いた可処分所得の下、家計は消費行動を行うものとする。ここでは、通常の応用一般均衡（CGE）モデルで定式化される効用水準一定制約の下での支出最小化行動モデルにより家計の消費行動モデルを定式化する。ただし、ここでは簡単化のため、合成財と空飛ぶクルマ輸送サービスのみを消費するものとする。

$$e_H = \min_{z, x_T, x_{AM}} [z_H + (p_{AM} + wt_{AM})x_{AM_H}] \quad (5.5a)$$

$$s. t. U_H = \gamma_H \left[\alpha_{ZH} \{\beta_{ZH} z_H\}^{\frac{\sigma_H-1}{\sigma_H}} + (1 - \alpha_{ZH}) \{(1 - \beta_{ZH}) x_{AM_H}\}^{\frac{\sigma_H-1}{\sigma_H}} \right]^{\frac{\sigma_H}{\sigma_H-1}} (= V_H) \quad (5.5b)$$

ただし、 z_H ：家計の合成財消費量（ただし、その価格は「1」とする）、 p_{AM} ：空飛ぶクルマの価格、 w ：賃金率（時間価値）、 t_{AM} ：空飛ぶクルマの所要時間、 x_{AM_H} ：家計の空飛ぶクルマの消費量、 α_{ZH} , β_{ZH} , γ_H , σ_H ：パラメータ。

式(5.5)を解き、得られた需要関数を式(5.5a)の目的関数に代入すると、以下のように支出関数が求められる。

$$e_H = p_{VH} V_H \quad (5.6a)$$

ただし、 p_{VH} ：所得の限界効用 $\frac{\partial V_H}{\partial I}$ の逆数であり、支出関数の効用水準への変換係数を表す。

効用水準は、所得制約 $I_H - B = e_H$ より、以下のように求められる。

$$V_H = \frac{I_H - B}{p_{VH}} \quad (5.6b)$$

ただし、 I_H ：家計の総所得。

5.3 便益帰着分析

5.3.1 便益帰着の誘導

続いて、公的負担額 B を変化させる政策を考える。式(5.6b)の効用水準を用いて、等価的偏差（EV：Equivalent Variation）に基づき便益を求めると以下となる。

$$EV = p_{VH}^A (V_H^B - V_H^A) \quad (5.7a)$$

$$= \int_{V_H^A}^{V_H^B} p_{VH}^A dV_H \quad (5.7b)$$

効用水準等の微分は以下のように変形できる.

$$dV = \frac{\partial V_H}{\partial p_{VH}} dp_{VH} + \frac{\partial V_H}{\partial I_H} (dI_H - dB) \quad (5.8a)$$

$$dp_{VH} = \frac{\partial p_{VH}}{\partial p_{AM}} dp_{AM} \quad (5.8b)$$

式(5.8b)を式(5.8a)に代入すると, 効用水準変化は以下のように求められる.

$$dV = \frac{\partial V_H}{\partial p_{AM}} dp_{AM} + \frac{\partial V_H}{\partial I_H} (dI_H - dB) \quad (5.9)$$

$$dV = \frac{\partial V_H}{\partial I_H} \left[\frac{\frac{\partial V_H}{\partial p_{AM}}}{\frac{\partial V_H}{\partial I_H}} dp_{AM} + dI_H - dB \right] \quad (5.9)$$

所得の限界効用 $\frac{\partial V_H}{\partial I_H}$ の逆数が p_{VH} であることと, 以下のロアの恒等式より効用水準変化は, 最終的に式(5.10b)のようになる.

$$\text{【ロアの恒等式】 } -x_{AM_H} = \frac{\frac{\partial V_H}{\partial p_{AM}}}{\frac{\partial V_H}{\partial I_H}} \quad (5.10a)$$

$$dV = \frac{1}{p_{VH}} [-x_{AM_H} dp_{AM} + dI_H - dB] \quad (5.10b)$$

家計の総所得は, ここでは変化しないものとする. ただし, 企業利潤は家計に還元されるものとする. そこで, $dI_H = d\pi_{AM}$ とし, 企業利潤変化も効用水準変化に影響を与えるものとして, さらなる変形を試みる.

公的負担を考慮した際の空飛ぶクルマ運航企業の利潤は以下のようになる.

$$\pi_{AM} = p_{AM} y_{AM} - (\overline{c_{AM}} y_{AM} + FC_{AM} - B) \quad (5.11a)$$

空飛ぶクルマ運航企業の利潤変化分は以下のようになる.

$$d\pi_{AM} = y_{AM} dp_{AM} + p_{AM} dy_{AM} - y_{AM} d \left[\overline{c_{AM}} + \frac{FC_{AM}-B}{y_{AM}} \right] - \left[\overline{c_{AM}} + \frac{FC_{AM}-B}{y_{AM}} \right] dy_{AM} \quad (5.11b)$$

式(5.11b)の右辺第二項と右辺第四項は, 式(5.4)の空飛ぶクルマ料金よりキャンセルされる.

$$d\pi_{AM} = y_{AM} dp_{AM} - y_{AM} d \left[\overline{c_{AM}} + \frac{FC_{AM}-B}{y_{AM}} \right] \quad (5.11c)$$

式(5.11c)の右辺第二項は, まず $\overline{c_{AM}}$ は固定であることから $d\overline{c_{AM}} = 0$. 次に, $\frac{FC_{AM}-B}{y_{AM}}$ を微分する.

$$d \left[\frac{FC_{AM}-B}{y_{AM}} \right] = -\frac{1}{y_{AM}} dB - \frac{FC_{AM}-B}{y_{AM}^2} dy_{AM} \quad (5.11d)$$

最終的に空飛ぶクルマ運航企業の利潤変化分は以下となる。

$$d\pi_{AM} = y_{AM} dp_{AM} + dB + \frac{FC_{AM}-B}{y_{AM}} dy_{AM} \quad (5.12)$$

これを、式(5.10b)に代入する。ただし、式(5.10b)では、企業利潤が家計に還元されるとして、 $dI_H = d\pi_{AM}$ であることに注意が必要である。

$$dV = \frac{1}{p_{VH}} \left[(y_{AM} - x_{AM_H}) dp_{AM} + \frac{FC_{AM}-B}{y_{AM}} dy_{AM} \right] \quad (5.13a)$$

さらに、市場均衡条件より $y_{AM} = x_{AM_H}$ である。

そこで、最終的な家計の効用水準変化は以下のようになる。

$$dV = \frac{1}{p_{VH}} \left[\frac{FC_{AM}-B}{y_{AM}} dy_{AM} \right] \quad (5.13b)$$

そして、これを式(5.7b)に代入すると、EV の最終帰着形が以下のとおり求められる。

$$EV = \int_{y_{AM}^A}^{y_{AM}^B} \frac{p_{VH}^A}{p_{VH}} \left[\frac{FC_{AM}-B}{y_{AM}} \right] dy_{AM} \quad (5.14)$$

5.3.2 空飛ぶクルマ市場での便益帰着分析

ここで考える政策は、公的負担導入政策、すなわち空飛ぶクルマの平均費用料金のケースから徐々に公的負担額 B を増加させ、空飛ぶクルマの料金を下げるものを考える。最後、 $B = FC_{AM}$ になったときが限界費用料金のケースとなる。

$B = 0$ すなわち、平均費用料金の空飛ぶクルマ市場を図示したものが図 5.3 である。

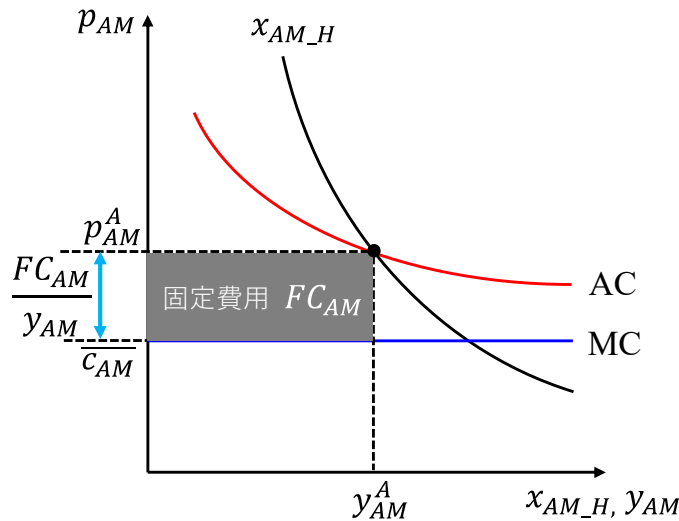


図 5.3 平均費用料金のケースの余剰

図中の AC は平均費用（Average Cost）を表し、MC は限界費用（Marginal Cost）を表す。平均費用料金の場合は、公的負担 $B = 0$ であることから、AC と MC の差は $\frac{FC_{AM}}{y_{AM}}$ である。そして、需要関数 x_{AM_H} と AC の交点で需要と供給が決まる。そのときの供給量すなわち空飛ぶクルマ生産量は y_{AM}^A である。なお、添字 A は政策なし、すなわち公的負担 $B = 0$ のケースであることを表している。

次に、公的負担 B を変化させ、平均費用を下げたケースを考える。これが図 5.4 である。

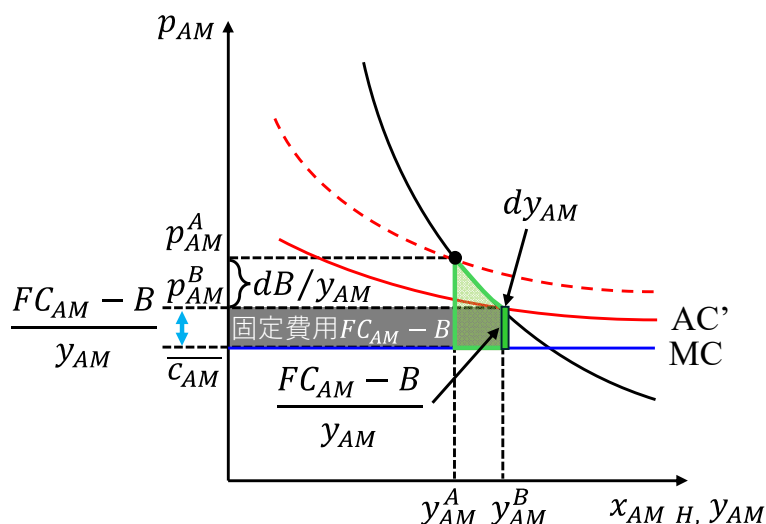


図 5.4 公的負担導入ケースの余剰

このとき、図 5.4 より平均費用が AC' まで下がり、空飛ぶクルマの需要が増加して生産量は y_{AM}^B まで増加することがわかる。そして、需要の顕在化によって、消費者余剰は緑色部だけ増加する。それに加え、図 5.4 には明示できていないものの、空飛ぶクルマの需要の顕在化によって、時間短縮便益も生じる点も重要である。

さらに、公的負担を固定費用と同額まで増加させたものが限界費用料金ケースとなり、それを図 5.5 に示した。図 5.4 のケースと比べ、さらに料金が低下したことにより、空飛ぶクルマの需要が増加し、生産量は y_{AM}^B まで増加する。そして、需要の顕在化により消費者余剰は、緑部の三角形相当の面積分だけ増加する。これに加え、空飛ぶクルマへの交通転換により時間短縮便益も発生する。

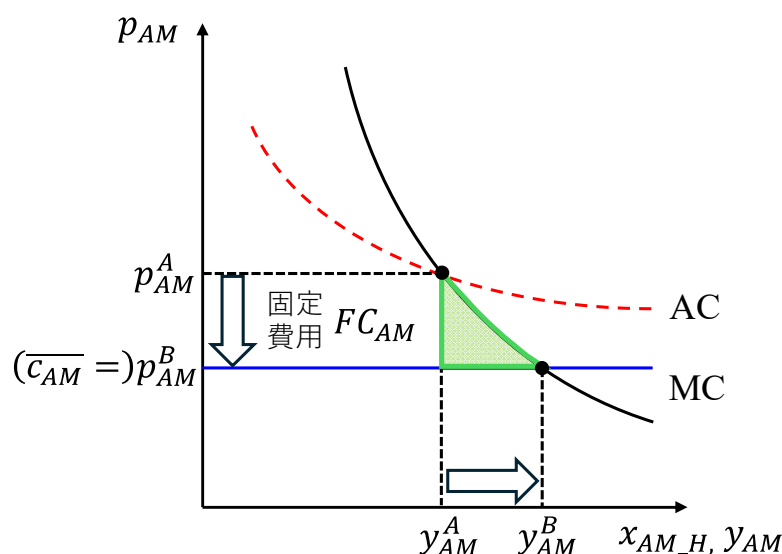


図 5.5 限界費用料金ケースの余剰

5.4 数値計算による公的負担導入ケースのシミュレーション分析

5.4.1 数値計算の前提

本研究での数値計算では、空飛ぶクルマの固定費用に対し公的負担を導入し、それによる社会厚生変化を計測する。ここでは、対象の交通機関は前章の交通機関選択分析と同様、自動車、公共交通、空飛ぶクルマの3つとし、空飛ぶクルマ導入なしのケースはタクシーが利用されているものとする。その結果、導入有無で常に3つの交通機関から選択されることになる。数値計算では、最初に公的負担ゼロの下で空飛ぶクルマが導入されたケースを評価する。次に、公的負担を徐々に増加させた場合の社会厚生変化の評価を行う。

本数値計算では、経済主体を4つ取り上げる。まず、交通機関の選択や固定費用の公的負担を担う家計は各地域に1主体存在し、計4家計が存在する。各地域の代表家計は所得を得て、それを基に消費活動を行う。また、合成財企業は地域全体で1主体存在し、合成財を生産しそれを地域に供給する。さらに、各交通機関を運営する運輸企業が、交通機関ごとに存在する。運輸企業は地域別の運輸サービス生産を行い、その結果、運輸サービス料金は地域ごとに決定される。最後に、固定費用の公的負担分を家計から税として徴収し、空飛ぶクルマ運航企業への補助を行う中央政府が地域全体で1主体存在する。

次項では、各経済主体の定式化を行う。なお定式化における添字として、 i ：地域、 Z ：合成財企業、 m ：交通機関、 C ：自動車、 P ：公共交通機関、 AM ：空飛ぶクルマを用いる。

5.4.2 合成財企業の生産行動モデル

合成財企業は、家計が消費する合成財の生産を行う。ここで合成財とは、交通財を除く全ての財のことである。利潤最大化行動モデルは、式(5.15)のように定式化できる。

$$\pi_Z = \max_{y_Z} [p_Z y_Z - c_Z y_Z] \quad (5.15a)$$

ただし、 π_Z ：合成財企業の利潤、 y_Z, p_Z ：合成財生産量と合成財価格、 c_Z ：合成財の単位生産費用。

合成財企業の利潤最大化行動より、合成財価格は次のように求められる。

$$p_Z = c_Z \quad (5.15b)$$

なお、式(5.15b)の合成財価格を式(5.15a)に代入すると、合成財企業の利潤はゼロになることがわかる。仮に、企業が正の利潤を獲得していたとしても、資本等の配当所得として家計に分配されると考えれば、企業のゼロ利潤は常識的な想定と考えられる。

5.4.3 運輸企業の生産行動モデル

運輸企業は、各交通機関の運営を行っている。運輸企業も利潤最大化行動をとる。ただし、単位生産費用は単位輸送キロあたりの費用として定義されるものとし、地域ごとに投入される可変費用が異なるものとする。さらに、空飛ぶクルマ運航企業については、可変費用に加え固定費用も必要になるとする。

$$\text{【空飛ぶクルマ以外】 } \pi_{Tm}^i = \max_{y_{Tm}^i} [p_{Tm}^i y_{Tm}^i - c_{Tm} d_{Tm}^i \cdot y_{Tm}^i] \quad (5.16a)$$

$$\text{【空飛ぶクルマ】 } \pi_{AM}^i = \max_{y_{AM}^i} \left[p_{AM}^i y_{AM}^i - c_{AM} d_{AM}^i \cdot y_{AM}^i - (FC_{AM} - B) \frac{d_{AM}^i y_{AM}^i}{\sum_i d_{AM}^i y_{AM}^i} \right] \quad (5.16b)$$

ただし、 π_{Tm} ：交通機関 m の運輸企業の利潤、 y_{Tm}^i ：地域 i 交通機関 m の運輸サービス生産量、 p_{Tm}^i ：地域 i 交通機関 m の料金、 c_{Tm} ：交通機関 m の単位輸送キロあたりの可変費用、 d_{Tm}^i ：地域 i 交通機関 m のリニア山梨県駅までの営業距離、 FC_{AM} ：空飛ぶクルマ運航企業が生産に必要な固定費用、 B ：公的負担額。

本来、固定費用は自動車や公共交通でも必要なものである。例えば、自動車であれば車両費用や道路整備費用、公共交通であれば車両費用や軌道の整備費用などである。しかし、ここでは簡単化のため、自動車および公共交通の固定費用は既に償還が終了しており、無視できるものとする。ただし、今後の維持・修繕費用の発生に対しては必ずしも無視はできず、それらを考慮した分析については今後の課題としたい。

自動車、公共交通の運輸企業については、固定費用が存在しないため、利潤最大化行動より以下のとおり各運輸企業の料金が導出される。

$$p_{TC}^i = c_{TC} d_{TC}^i \quad (5.16c)$$

$$p_{TP}^i = c_{TP} d_{TP}^i \quad (5.16d)$$

空飛ぶクルマ運航企業については、固定費用が存在するため以下のとおりゼロ利潤条件から料金を導出する。

$$p_{AM}^i = c_{AM} d_{AM}^i + \frac{FC_{AM} - B}{\sum_i y_{AM}^i d_{AM}^i} \cdot d_{AM}^i \quad (5.17)$$

式(5.17)の右辺第二項の $\frac{FC_{AM} - B}{\sum_i y_{AM}^i d_{AM}^i}$ は単位輸送キロあたりの固定費用負担額を表す。これにより、各地域の料金が距離に応じて変動することがわかる。

5.4.4 家計の消費行動モデル

家計は、所得制約により決定される効用水準に基づき、支出最小化行動をとる。ここでは、階層化された二段階の支出行動をとるものとし、上位では合成財と合成交通サービスの各消費量を決定し、下位では各交通機関の選択を行う。

上位の合成財と合成交通サービスの支出最小化行動モデルは以下のように定式化される。

$$e_H^i = \min_{x_{ZH}^i, z_{TH}^i} [p_Z x_{ZH}^i + q_{TH}^i z_{TH}^i] \quad (5.18a)$$

$$s.t. (U_H^i =) \gamma_H^i \left[\alpha_{ZH}^i \{ \beta_{ZH}^i x_{ZH}^i \}^{\frac{\sigma_H - 1}{\sigma_H}} + (1 - \alpha_{ZH}^i) \{ (1 - \beta_{ZH}^i) z_{TH}^i \}^{\frac{\sigma_H - 1}{\sigma_H}} \right]^{\frac{\sigma_H}{\sigma_H - 1}} = V_H^i \quad (5.18b)$$

ただし、 e_H^i ：地域*i*の家計の支出水準、 x_{ZH}^i, p_Z ：合成財消費量と合成財価格、 z_{TH}^i, q_{TH}^i ：合成交通サービス消費量と合成交通サービス価格、 $\alpha_{ZH}^i, \beta_{ZH}^i, \gamma_H^i$ ：パラメータ、 σ_H ：代替弾力性パラメータ。

式(5.18)の最適化問題を解くことにより、以下の需要関数が得られる。

$$x_{ZH}^i = \frac{1}{\gamma_H^i \beta_{ZH}^i} \left(\frac{\alpha_{ZH}^i}{p_Z} \right)^{\sigma_H} \Psi_{ZH}^i \frac{\sigma_H}{1 - \sigma_H} \cdot V_H^i \quad (5.19a)$$

$$z_{TH}^i = \frac{1}{\gamma_H^i (1 - \beta_{ZH}^i)} \left(\frac{1 - \alpha_{ZH}^i}{q_{TH}^i} \right)^{\sigma_H} \Psi_{ZH}^i \frac{\sigma_H}{1 - \sigma_H} \cdot V_H^i \quad (5.19b)$$

ただし、 $\Psi_{ZH}^i = (\alpha_{ZH}^i)^{\sigma_H} \left(\frac{p_Z}{\beta_{ZH}^i} \right)^{1 - \sigma_H} + (1 - \alpha_{ZH}^i)^{\sigma_H} \left(\frac{q_{TH}^i}{1 - \beta_{ZH}^i} \right)^{1 - \sigma_H}$ 。

式(5.19)の需要関数を、式(5.18a)の目的関数に代入すると支出水準が得られる。

$$e_H^i = \frac{1}{\gamma_H^i} \Psi_{ZH}^i \frac{1}{1-\sigma_H} \cdot V_H^i \quad (5.20)$$

家計所得は以下のとおり求められる。

$$I_H^i - B \frac{N_H^i}{N^T} \quad (5.20)$$

ただし、 N_H^i ：地域*i*の家計人口、 N^T ：総人口数。

公的負担額*B*は、各家計が均等に負担するものとしている。ここで、所得制約（所得＝総支出）を考慮すると、式(5.20)より効用水準が以下のとおり求められる。

$$V_H^i = \frac{I_H^i - B \frac{N_H^i}{N^T}}{p_V^i} \quad (5.21)$$

ただし、 $p_V^i \left(\equiv \frac{1}{\gamma_H^i} \Psi_{ZH}^i \frac{1}{1-\sigma_H} \right)$ ：所得の限界効用 $\frac{\partial V_H^i}{\partial I_H^i}$ の逆数であり、支出関数の効用水準への変換係数を表す。

下位の交通機関選択に関わる支出最小化行動モデルは以下のように定式化される。

$$q_{TH}^i z_{TH}^i = \min_{x_{TmH}^i} \sum_m q_{Tm}^i x_{TmH}^i \quad (5.22a)$$

$$s.t. \quad z_{TH}^i = \gamma_{TH}^i \left[\sum_m \alpha_{TmH}^i \{ \beta_{TmH}^i x_{TmH}^i \}^{\frac{\sigma_{TH}-1}{\sigma_{TH}}} \right]^{\frac{\sigma_{TH}}{\sigma_{TH}-1}} \quad (5.22b)$$

ただし、 x_{TmH}^i, q_{TmH}^i ：地域*i*交通機関*m*の交通サービス消費量とその一般化価格、 $\alpha_{TmH}^i, \beta_{TmH}^i$ 、 γ_{TH}^i ：パラメータ、 σ_{TH} ：代替弾力性パラメータ。

式(5.22)の一般化価格 q_{Tm}^i は以下のとおり与えられるものとする。

$$q_{Tm}^i = p_{Tm}^i + w t_{Tm}^i \quad (5.23)$$

ただし、 w ：時間価値、 p_{Tm}^i ：地域*i*交通機関*m*の料金、 t_{Tm}^i ：地域*i*交通機関*m*の交通所要時間。

式(5.23)の最適化問題を解くと、以下の需要関数が得られる。

$$x_{TmH}^i = \frac{1}{\gamma_{TH}^i \beta_{TmH}^i} \left(\frac{\alpha_{TmH}^i}{q_{Tm}^i} \right)^{\sigma_{TH}} \Psi_{TH}^i \frac{1}{1-\sigma_{TH}} \cdot z_{TH}^i \quad (5.24)$$

ただし、 $\Psi_{TH}^i = \sum_m (\alpha_{TmH}^i)^{\sigma_{TH}} \left(\frac{q_{Tm}^i}{\beta_{TmH}^i} \right)^{1-\sigma_{TH}}$ 。

式(5.24)を式(5.22a)の目的関数に代入すると、合成交通サービス価格 q_{TH}^i が求められる。

$$q_{TH}^i = \frac{1}{\gamma_{TH}^i} \Psi_{TH}^i \frac{1}{1-\sigma_{TH}} \quad (5.24)$$

5.4.5 数値計算で用いたデータセット

前項までで構築した経済モデルを用いて、空飛ぶクルマの導入効果と、空飛ぶクルマの固定費用への公的負担考慮の影響評価を行う。評価を行うにあたり、用いたデータを表 5.2 に示す。

表 5.2 人口および経済データ

	北杜市	早川町	小菅村	富士河口湖町	
人口	42,645	895	593	26,439	(人)
家計総所得	174,989	5,840	2,477	83,944	
合成財支出額	173,398	5,796	2,448	83,078	(百万円)
交通財支出額	1,591	44	29	866	
時間価値		38.97			(円/分)

人口は、山梨県により公表されている山梨の人口²⁾より、2025 年のデータを用いた。所得および支出額については、山梨県産業連関表を基に市町村ごとのデータを推計した。なお、交通サービス消費については、鉄道、道路旅客、航空の 3 項目の集計データを用いた。時間価値は、自動車、公共交通それぞれについて、費用便益分析マニュアル等で示されている値を用いた。

次に、交通関連の利用データを表 5.3 に示す。

表 5.3 交通関連データ

自動車	速度	35 (km/h)
	距離単価	18.7 (円/km)
公共交通	バス速度	23 (km/h)
	バス距離単価	45 (円/km)
	鉄道速度	40 (km/h)
	鉄道距離単価	18.5 (円/km)
	待ち時間	12 (分)
タクシー	速度	35 (km/h)
	距離単価	450 (円/km)

自動車の速度，距離単価は，第4章にて示した値を用いた．公共交通は，山梨交通バス，JR 中央本線，JR 身延の実際の料金や速度を基に推計した．待ち時間は，第4章で用いたものを利用した．タクシーの速度，距離単価も第4章のものを用いた．なお，各地域の料金を設定する際には距離データが必要になり，それらは Google マップ³⁾や Yahoo! JAPAN 乗換案内⁴⁾を使用し算出している．

各交通機関のシェアに関するデータは，表 5.4 のとおりである．これらは，山梨県観光統計より，山梨県内での移動手段の結果を集約し求めた．

表 5.4 交通機関シェアに関するデータ

自動車	87.3%
公共交通	12.0%
タクシー	0.7%

最後に，空飛ぶクルマに関するデータは，表 5.5 のものを用いた．まず，機体数はタクシー利用の現況データを基に，十分な輸送量を確保できるように設定した．コストに関しては，JAL の報告書を基に，大型機の自律飛行による運航時の分析結果を利用している．実際の運賃の計算の際には，可変費用の距離単価に固定費用を追加したものを用いている．料金の計算に必要な運航距離は，国土地理院地図を用いて，リニア山梨県駅と各市町村役場の直線距離から求めた．乗降時間および待ち時間と，速度は第4章の設定値を利用した．

表 5.5 空飛ぶクルマに関するデータ

想定機体数	4 (機)
総コスト	3.04 (億円)
固定費割合	90 (%)
固定費総額	2.74 (億円)
可変費距離単価	32.9 (円/km・人)
乗降待ち時間	30 (分)
速度	160 (km/h)

5.4.6 数値計算結果：現状

数値計算結果については，まず，現状すなわち空飛ぶクルマ導入なし，固定費用の公的負担なしのケースの結果を表 5.6 に示す．

いずれの地域においても、自動車の一般化価格が最も安く、そのため自動車利用が最も多くなっている。このうち、北杜市、富士河口湖町は人口が多いことから、交通量も多くなっている。また、小菅村はリニア山梨県駅からの直線距離が最も遠いため、全ての一般化価格が他地域に比べ高くなっている。

表 5.6 現状：空飛ぶクルマ導入なし、公的負担なしの交通状況

		一般化費用 (円)	交通量 (トリップ)
北杜市	自動車	2,505	491,610
	公共交通	4,436	67,273
	タクシー	15,142	4,025
早川町	自動車	3,198	10,692
	公共交通	5,546	1,463
	タクシー	19,329	88
小菅村	自動車	5,968	3,812
	公共交通	9,822	522
	タクシー	36,073	31
富士河口湖町	自動車	2,967	209,525
	公共交通	7,449	28,672
	タクシー	17,933	1,715

5.4.7 数値計算結果：空飛ぶクルマ導入および公的負担考慮

次に、空飛ぶクルマを導入し、しかし、公的負担なしのケースの結果を表 5.7 に示す。これは、空飛ぶクルマの料金が平均費用に基づくものと考えられ、固定費用に公的負担が導入されていない。そのため、空飛ぶクルマの利用料金が高額になり、総交通量が政策なしのケースと比較して減少する結果になっている。そして、便益も総計で 5 億円/年ほどの負値となる。地域別便益は、概ね人口比率に応じて、各地域で負の便益が生じている。

表 5.7 空飛ぶクルマ導入、公的負担なしのケースとの総交通量変化と便益

	総交通量		便益 (百万円)
	WO	$r = 0$ (トリップ)	
北杜市	562,907	559,077	-317.9
早川町	12,243	12,159	-7.7
小菅村	4,365	4,336	-5.1
富士河口湖町	239,912	238,284	-179.5
合計	819,427	813,856	-510.2

続いて、公的負担考慮ケースの結果を示す。ここでは、公的負担額を空飛ぶクルマ運航サービス生産費用の中の固定費用に対する公的負担額の割合（政府負担率 r ）の変化として、シミュレーションを行った結果を示す。政府負担率の変化に対し、便益を社会厚生変化（万円/年）として示したものが図 5.6 である。これより、 $r = 0$ から $r = 0.72$ までは平均費用料金と同じ約 5 億円/年の負の便益が生じ、 $r = 0.72$ において急激に社会厚生が増加する結果になっている。これは、 $r = 0.72$ を超えたところで空飛ぶクルマが急速に利用され始めたことを表している。

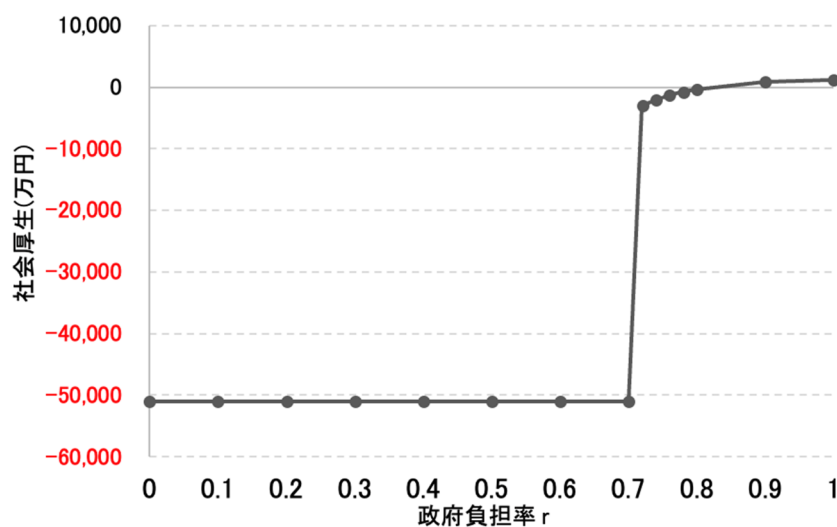


図 5.6 政府負担率（公的負担額）と社会厚生変化（便益）

式(5.17)より、空飛ぶクルマの料金式では、空飛ぶクルマ運航サービス生産量に関わる変数が分母にある。そのため、空飛ぶクルマの利用が一旦進むと、それに伴い生産量が増加するため料金が下がり、利用がさらに進むことによって、社会厚生が急激に上昇したものと考えられる。

さらに、政府負担率 r を上昇させると、社会厚生変化の増加は緩やかになるものの増加は続く。そして、 $r = 0.8$ にて社会厚生変化が正になり、 $r = 1.0$ にて社会厚生が最大になる。この結果、すべての固定費用を税にて賄う限界費用料金のケースが、最も社会厚生が高くなり、そのときの社会厚生変化は 1,252 万円/年となる。

なお、本モデル分析では、公的負担の財源を家計への一括税の徴収により賄っている。そのため、税の徴収に伴う死荷重損失（デッドウェイトロス）がほとんど生じなかった可能性がある。すなわち、MCPF が生じていない可能性がある。公的負担の財源の調達方法を変更した場合の数値計算については、今後の課題としたい。

5.4.8 数値計算結果：公的負担考慮（ $r=0.72$ 以降の詳細結果）

次に、 $r \geq 0.72$ における各地域の空飛ぶクルマの選択率を図 5.7 に示す。いずれの地域においても政府負担率の上昇に伴い、空飛ぶクルマの利用率が増加している。これは政府負担率の上昇に伴い利用者の負担額が低下し、選択しやすくなっているためと考えられる。また、全ての地域で選択率は 5%を超えており、初期のタクシーのシェア 0.7%と比較すると、空飛ぶクルマの利用が効果的に進むものといえる。

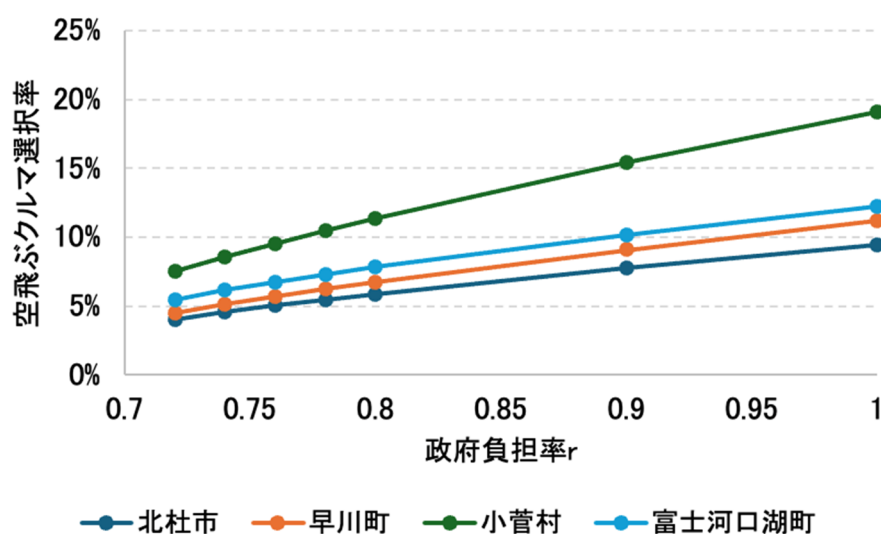


図 5.7 空飛ぶクルマ選択率の推移

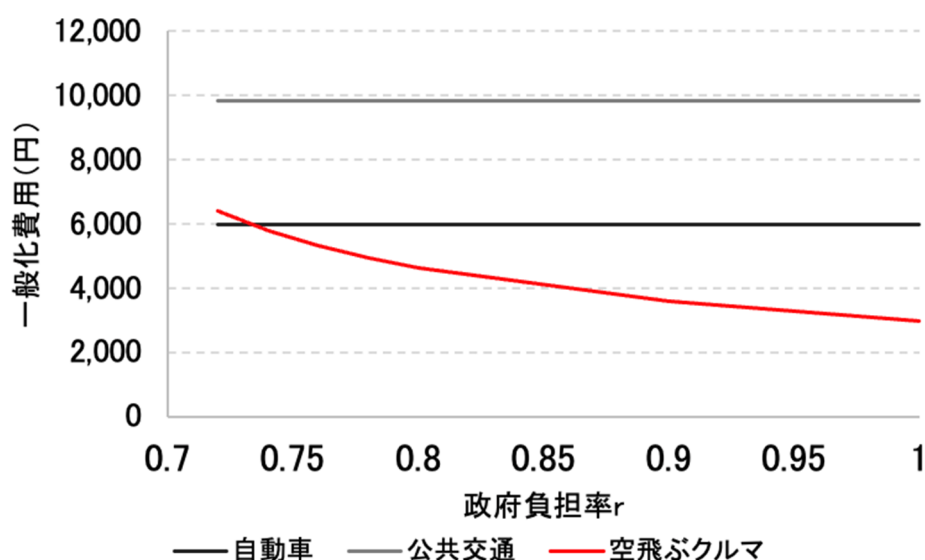


図 5.8 小菅村における一般化費用の推移

図 5.8 は、特に空飛ぶクルマの選択率の高い小菅村における各交通機関の一般化費用の推移を示している。自動車と公共交通の一般化価格は変化しないため一定である。利用初期には空飛ぶクルマの一般化価格が自動車の一般化価格を上回っている。しかし、政府負担率の上昇に伴い空飛ぶクルマの一般化価格が低下し、最終的には自動車の約半分になることがわかる。小菅村は、先述の通りリニア山梨県駅からの距離が遠く、アクセスするにも山地によって迂回を強いられる地形になっている。そのため、小菅村では空飛ぶクルマの導入により、短時間で移動できることによる一般化価格低下の影響が他地域に比べて高く、選択率が向上したものと考えられる。

5.4.9 数値計算結果：公的負担考慮 ($r=1$ の詳細結果)

最後に社会厚生が最も高い $r = 1.0$ における各地域の状況を整理する。まず、各交通機関の一般化価格およびシェアは表 5.8 のとおりである。表中の W は空飛ぶクルマ導入ありのケースを意味する。いずれの地域においても空飛ぶクルマの一般化価格が全交通機関の中で最も安くなる。そのため、シェアも 10% 程度まで増加しており、公共交通と同程度もしくはそれを上回っている。このことから現状の山梨県では、自動車での移動が主流であり公共交通の整備が十分とはいえず、空飛ぶクルマの導入は地域交通の課題解決の手段になりうると思われる。

表 5.8 $r=1.0$ における各地域の交通機関

		一般化費用(円)		シェア	
		WO	W	WO	W
北杜市	自動車	2,505	2,505	87.3%	79.7%
	公共交通	4,436	4,436	12.0%	10.9%
	空飛ぶクルマ	15,142	2,252	0.7%	9.4%
早川町	自動車	3,198	3,198	87.3%	78.1%
	公共交通	5,546	5,546	12.0%	10.7%
	空飛ぶクルマ	19,329	2,504	0.7%	11.2%
小菅村	自動車	5,968	5,968	87.3%	71.1%
	公共交通	9,822	9,822	12.0%	9.7%
	空飛ぶクルマ	36,073	2,979	0.7%	19.1%
富士河口湖町	自動車	2,967	2,967	87.3%	77.2%
	公共交通	7,449	7,449	12.0%	10.6%
	空飛ぶクルマ	17,933	2,167	0.7%	12.2%

次に、 $r = 1.0$ における地域別便益および1人あたり便益を図5.9に示す。人口の最も多い北杜市において、地域別便益が最も高くなっている。その一方で、現状の交通利便性の低い小菅村と早川町で、1人あたり便益は高くなっている。しかし、人口が北杜市の50～100分の1程度であるため、地域別便益は低い。そして富士河口湖町ではわずかに損失が発生している。この理由は、まず表5.9に示すように、富士河口湖町が4地域の中で1人あたり総所得が最も低い。そしてここでは、空飛ぶクルマの固定費用に対する公的負担の税による財源負担を、人口按分で決定している。そのため、1人あたり総所得の低い地域ほど税の負担が相対的に重くなる。それにより、富士河口湖町では税による財源負担が、空飛ぶクルマの利用による社会厚生を増加を上回り、損失が発生したものと考えられる。この点については、税による財源負担を人口按分ではなく、所得額に応じて行うなど負担を均等化することが必要と考えられる。その分析は、今後の課題としたい。

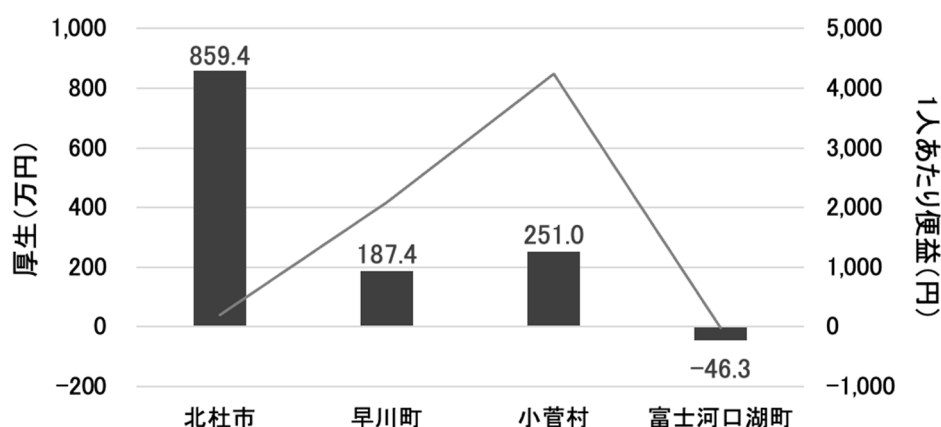


図 5.9 $r=1.0$ における地域別便益および 1 人あたり便益

表 5.9 地域別 1 人あたり総所得

北杜市	早川町	小菅村	富士河口湖町
410.3	652.5	417.7	317.5 (万円/人)

以上の分析によって、空飛ぶクルマの固定費については、全額を税負担とする限界費用料金のケースで社会厚生が最も高くなることを示した。しかし、その便益は全体で 1,252 万円/年程度となり、必ずしも大きな便益ではない。しかし、今後研究開発が進み、実用化段階になれば機体費用や V ポート設置の費用なども正確な値がわかり、もっと低費用での導入も可能になるかもしれない。また、このような費用面での改善を行うとともに、固定費用の負担方法を検討し、効率的に空飛ぶクルマを導入し社会厚生を向上させることが求められる。

【参考文献】

- 1) 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（委託先 日本航空株式会社）：2021 年度成果報告書 ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト／空飛ぶクルマの先導調査研究／海外における空飛ぶクルマの実証事例調査、空飛ぶクルマに関するオペレーション体制・事業モデル調査，2022.
- 2) 山梨県新価値創造推進局統計調査課：令和 7 年度 山梨県常住人口調査結果報告，第 2 表，山梨県，2025.
- 3) Google：Google マップ，2026.
(<https://www.google.co.jp/maps/>)
- 4) Yahoo! JAPAN：Yahoo! JAPAN 路線情報 乗換案内，Yahoo! JAPAN，2026.
(<https://transit.yahoo.co.jp>)

第6章 おわりに

6.1 本研究の成果と考察

山梨県は、大きく二つの交通問題を抱えている。一つ目が、2035年以降の開業が予定されているリニア中央新幹線（リニア）の整備に伴い、山梨県甲府市に設置が予定されているリニア山梨県駅からの二次交通の問題である。そして二つ目が、甲府盆地を取り囲んでいる中山間地域での公共交通維持の問題である。

これらの問題解決のためには、既存交通をあらゆる形で効率的に利用していく策を検討することが必要であるとともに、研究開発が進められている新交通モードの利用も考えていく必要がある。その新交通モードの一つが空飛ぶクルマである。

空飛ぶクルマは、現在、世界各地で開発が進められ、実装に向けた取り組みも進んでいる。山梨県では、2025年6月に山梨県・日本航空・MS&AD インターリスク総研・山梨大学・九州大学の5者で「空飛ぶクルマの社会受容性向上に関する連携協定」を締結し、山梨県内での実装に向けた動きが始まっている。その連携協定での空飛ぶクルマは、電動・無操縦者型自律飛行・垂直離着陸の3つの特徴を有している。そして、空飛ぶクルマの最大の特徴は、移動拠点間を結ぶ線状インフラを必要としない点にある。通常、自動車であれば、拠点間を結ぶ道路が必要になる。鉄道であれば鉄軌道が必要になる。これに対し空飛ぶクルマは、拠点でのVポートと呼ばれる離着陸施設の設置は必要であるものの、Vポートを結ぶ線状の施設は必要ない。そのため、インフラ整備に多くの費用を要しない。また、道路や鉄道は、老朽化に伴う維持管理費用および大規模な更新費用が必要になるものの、空飛ぶクルマはそれらの費用の負担も必要ない。

しかし、空飛ぶクルマはまだ開発途上であり、認知、理解は進んでいない。このような新技術が、社会に受け入れられるには乗り越えるべき壁がある。これは社会受容性の問題と呼ばれ、新技術の円滑な導入には社会受容性の向上が重要になる。また、空飛ぶクルマが導入されたとしても、機体費用には開発費用なども含まれるため高額になり、結果として料金が高くなり、利用が進まない可能性がある。例えば利用されたとしても、富裕層の観光等での利用になってしまうとの指摘もある。この点についても、空飛ぶクルマは一定高度に達すれば速度160km/hで飛行できることから、自動車や電車よりも大幅な時間短縮が期待できる。そのため、料金が高額でも、一般化価格ベースでは他の交通モードと比較しても大きな差が生じない可能性がある。また、空飛ぶクルマの利用料金が高額になる要因には、固定費用の問題がある。空飛ぶクルマの供給に関わる固定費用は、9割に達するとの推計もなされており、

この固定費用をどのように負担すれば社会にとって効率的であるのかを整理することが必要になる。

以上を踏まえ本研究では、社会受容性にかかわる調査のため、山梨県内の北杜市、早川町、富士河口湖町、小菅村の4地域の現地調査を行った。また、空飛ぶクルマの高額な料金を前提にしながら、しかし移動時間が短縮される可能性があるため、一般化価格による比較分析を行った。そして、最後に空飛ぶクルマの供給費用における固定費用部分の負担が社会厚生に及ぼす影響を明らかにし、さらにその固定費用部分に公的負担を導入した際の社会厚生分析を行った。

現地調査では、山梨県内4地域において、今後の交通に関する需要意向の調査と、空飛ぶクルマの導入に伴う社会受容性の調査を行った。その中で、空飛ぶクルマの安全面や騒音、自然環境への影響などに対する懸念点が挙げられ、空飛ぶクルマを普及させるには、住民が懸念している諸問題を並行的に解決していくことが求められる。

さらに普及促進のためには、地域の状況に合わせた柔軟な活用が必要になる。また、複数用途での活用による稼働率の向上も重要になる。これらの実現には、空飛ぶクルマが線状インフラを必要としないため、飛行ルートを比較的柔軟に変えられるという特徴を最大限生かすことが重要になる。また、複数用途での活用による稼働率の向上は、運営会社の採算性向上だけでなく、多様な人々が利用することにより地域の公共交通としての役割も果たし得ることが利用者に伝われば、社会受容性の向上にも寄与すると考えられる。

次に一般化価格分析では、新宿および名古屋を対象に、河口湖駅と既存交通で接続する現状ケースと、リニアや空飛ぶクルマなど新交通モードを導入したケースの比較分析を行った。リニア整備ケースでは、山梨県より西側の地域に対して有効であることが明らかになった。一方、東京など東側の地域では、既存の中央本線の一般化価格が低く、リニア中央新幹線への転換が考えにくいとの結果になった。また、空飛ぶクルマについては、東京方面からのタクシー利用者に対して交通転換の可能性のあることが明らかになった。これは、空飛ぶクルマの料金は高額であるものの、所要時間が短縮されるため効果が生じたものと考えられる。

一般化価格分析に基づく交通機関選択推計では、CES関数により交通機関選択率の分析を行った。空飛ぶクルマの導入により選択率は向上するものの、その変化はわずかであった。また、リニア中央新幹線については、単体での整備では効果が低く、二次交通の整備が必要不可欠であることが明らかになった。

空飛ぶクルマの固定費用に関する検討では、空飛ぶクルマの生産費用構造をもとに、固定費用に対し公的負担を導入した際の理論的考察を行なった。従来の平均費用による料金設定では利用が抑制されるため、消費者余剰が最大化されない。そのため、税による補助を行う

ことにより利用が促進され、消費者余剰を高められることが明らかになった。ただし、税負担に伴う死荷重損失（デッドウェイトロス）の発生を考慮に入れる必要がある。

固定費用の負担分析では、空飛ぶクルマの導入に伴う固定費用負担の影響を分析した。ここでは、固定費用部分に公的負担を導入するケースを想定し、公的負担を政府負担率の変化によって考慮した場合の社会厚生変化を推計した。その結果、公的負担の財源を一括税によって徴収した場合は、固定費用をすべて税で賄ういわゆる限界費用料金にて社会厚生が最大化されることを明らかにした。しかし、そのときの社会厚生変化は 1,252 万円/年であり、それほど大きな便益が得られることはなかった。これは、そもそも空飛ぶクルマの機体費用等の固定費用が高額であることに原因がある。しかし、今後の社会実装に向けて、各メーカーの技術革新や生産工程の確立などによって費用を削減することができれば、社会厚生は向上する可能性があると考えられる。

以上より、本研究では山梨の抱える諸問題解決のための空飛ぶクルマの導入に関する検討を行った。空飛ぶクルマの導入は、交通問題の解決に対し一定の効果はあるものの、経済分析の結果、大きな便益をもたらすものではないことも明らかになった。今後の空飛ぶクルマの導入に向けては、社会受容性を高めていく取組を継続していくとともに、空飛ぶクルマの生産費用における固定費用部分を削減していき、そしてその効率的負担についてさらなる検討を進めていくことが必要になる。

6.2 今後の課題

今後の課題もいくつかある。まず、交通機関選択に関わる分析では、選択肢を追加する形で分析を行う必要がある。本研究では現状の交通モードを新交通モードに置き換える形で分析を行った。しかし、現実では、現状の交通モードは維持された状態で新交通モードが新たに導入される。そのため、選択肢を増やして分析をすることにより、現実 に即した分析を行う必要がある。

固定費用負担分析についても、現実との差異を解消した分析を行うことが今後の課題である。本研究では、公的負担の財源を一括税で徴収したため MCPF がほぼ発生していない。しかし、MCPF を考慮した財源による分析を行うことにより、現実的で正確な社会厚生 の計測が可能となる。さらに、本研究は部分均衡分析であることから、空飛ぶクルマの波及的効果は限定的である。それを解決するために、一般均衡による分析が必要である。

日交研シリーズ目録は、日交研ホームページ

http://www.nikkoken.or.jp/publication_A.html を参照してください

A-949 山梨県における地域交通問題解決のための
空飛ぶクルマ導入可能性の検討

SCGE・CGEUE・AI 統合モデルによるリニア山梨県駅からの
アクセス交通における空飛ぶクルマ導入可能性の検討

2026 年 9 月 発行

公益社団法人日本交通政策研究会