

宇宙航空研究開発機構契約報告

JAXA Contract Report

空飛ぶ車事業および自動運転車事業の評価

Evaluation of the flying car business and the autonomous vehicle business

上野 真

UENO Makoto

2024年9月

宇宙航空研究開発機構

Japan Aerospace Exploration Agency

目次

概要	1
背景	2
参考文献	2
空飛ぶ車事業および自動運転車事業の評価	5

空飛ぶ車事業および自動運転車事業の評価

上野 真^{*1}

Evaluation of the flying car business and the autonomous vehicle business

UENO Makoto^{*1}

ABSTRACT

This Contract Report publishes the contents of the contract work (specification number JX-PSPC-562633, hereinafter referred to as the "contract") conducted by Mitsubishi Research Institute, Ltd. on behalf of Japan Aerospace Exploration Agency in FY2023.

The purpose of this contract is to compare the cost structure and business feasibility of conducting a "flying car business" using eVTOL (Electric Vertical Take Off and Landing aircraft) and an "autonomous vehicle business" using autonomous ground vehicles in the transportation business connecting two locations. By evaluating the "flying car business" and the "autonomous driving car business," which are expected to be responsible for new point-to-point transportation in the near future, in parallel assuming the same point-to-point transportation business, the characteristics of each business were clarified.

Keywords: eVTOL, Autonomous Ground Vehicle, Business Evaluation

概 要

本契約報告は、2023 年度に宇宙航空研究開発機構（以下「JAXA」と表記）より株式会社三菱総合研究所に依頼して実施した請負業務（仕様書番号 JX-PSPC-562633、以下「本契約」と表記）の内容を公刊するものである。

本契約は、2 地点間を結ぶ運輸事業において、eVTOL（Electric Vertical Take Off and Landing aircraft 電動垂直離着陸機）を用いる「空飛ぶ車事業」と自動運転車による「自動運転車事業」を行う際のコスト構造と事業性を比較することを目的として実施したものであり、近い将来に新たな 2 地点間輸送を担うことが期待される「空飛ぶ車事業」と「自動運転車事業」を同一の 2 地点間運輸事業を想定して並列に事業評価を行うことで、それぞれの事業性を明らかにした。

^{*} 2024 年 6 月 12 日受付 (Received June 12, 2024)

^{*1} 航空技術部門航空システム研究ユニット (Aviation Systems Research Unit, Aviation Technology Directorate)

背景

JAXA では、過去の機体データ等に基づいて無人航空機について市場の伸びが予想される領域の提示 [1][2]と、その領域において航空輸送が行われる際に期待される社会変革等について提案[3][4][5]を行ってきた。一貫して言えることは、航空輸送は同じ輸送積載量であれば地上（陸上・海上）輸送に対して営業距離が長い事業にポジショニングしてきたことであり、これは無人輸送に限らず新たなエアモビリティを検討する上では重要かつ共通の視点である。

本稿執筆時点（2024年4月）で、いわゆる“空飛ぶクルマ”を含めた従来とは異なるタイプの航空機の利用に関して、経済産業省製造産業局および国土交通省航空局を事務局とした「空の移動革命に向けた官民協議会」[6]が設置されて活発な議論が行われている[7]。機構においても、eVTOL を用いた広域観光事業を想定して事業実施に関連して生じうる技術的課題の検討[8][9]を行ってきた。

しかし、事業成立性の検討を定量的に行なった例[10][11][12][13]は少なく、特に上述した JAXA による先行研究[1][2]を踏まえ、飛行時間全体に対する巡航の割合が高く、より多くの経済的メリットが得られると考えられる広域観光事業のような比較的長距離（片道 100 km 程度以上）の旅客輸送についての詳細な事業検討は、JAXA が依頼して実施した検討[13]の一部に含まれる簡易なものを除いて見られない。NASA と Joby 社による検討（ビジネスケースではない）[14]でも、想定されている移動距離は 40 km 程度以下である。

そこで、片道 100 km 程度の 2 地点間移動を想定したビジネスケースを想定し、定量的な事業成立性検討を実施することとした。加えて、比較対象として同じ 2 地点間移動について自動運転のバスを用いた輸送ビジネスの事業成立性を検討することとした。国土交通省は現在、国土交通省自動運転戦略本部 [15]を設置して「クルマの ICT 革命」を推進している。片道 100 km 程度であれば、地上輸送手段の方が低コストかつ快適な輸送を実現できる可能性があり、近い将来に自動運転が普及すれば更なる低コスト化が見込めるため、強力な競合相手として良い比較対象となると考えた。

本資料が、新たな交通システムを具現化する上での課題を明らかにし、社会に新たなシステムを導入していく上での一助となれば幸いである。

参考文献

- [1] 山田健翔, 内山貴啓, 加藤裕之, 上野真, “無人固定翼機の将来性能に関する潜在ニーズの調査研究”, JAXA-RM-20-003, JAXA, 2021.
- [2] 上野 真, 加藤 裕之, 山田 健翔, 内山 貴啓, “無人航空機の市場動向から考える機体研究開発の方向性”, 第 59 回飛行機シンポジウム講演集, JSASS-2021-5181-3D12, 日本航空宇宙学会, 2021.
- [3] 上野 真, 山田 健翔, 松本 万有, 加藤 裕之, 古江 奈々美, “デザイン思考を用いた無人航空機向け機体概念検討 フレームワークのユーザー像の明確化”, 次世代移動体技術誌, 3 巻, 4 号, p.43-67, https://doi.org/10.34590/tjam.3.4_43, 2022.
- [4] 上野 真, 他, “「インフラの投射によって実現される動的な生活空間に関する調査研究」調査研究報告書”, ムーンショット方研究開発事業, 新たな目標検討のためのビジョン作成, 科学技術振興機構, 2021.

- [5] Yuma Abe, Kento Yamada, Rina Tanaka, Kaori Ando, Makoto Ueno, “Dynamic Living Space: Toward a Society Where People Can Live Anywhere in 2050,” *Futures*, Vol.161, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2024.103363>. 2024.
- [6] 経済産業省製造産業局, 国土交通省航空局, “空の移動革命に向けた官民協議会について”, 空の移動革命に向けた官民協議会, 2023. (2024年4月30日取得; https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/air_mobility/pdf/air_mobility.pdf)
- [7] 経済産業省製造産業局, 国土交通省航空局, “令和五年度の実務者会合の検討状況”, 第10回空の移動革命に向けた官民協議会, 空の移動革命に向けた官民協議会, 2024. (2024年4月30日取得; https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/air_mobility/pdf/010_01_00.pdf)
- [8] 郭東潤, 横川譲, 杉浦正彦, 上野真, 野村聡幸, “将来航空機の機体システム概念検討”, 第61回飛行機シンポジウム講演集, 3C10, 日本航空宇宙学会, 2023.
- [9] 上野真, 本田雅久, 伊藤靖, 山田光一, 山本一臣, 阿部浩幸, 小谷政規, 杉浦正彦, 都市内への「空飛ぶ自動車」の進입に關する主要な課題の検討, 日本航空宇宙学会第55期年会講演会, JSASS-2024-1055-2C03, 日本航空宇宙学会, 2024.
- [10] 中野冠, 他, “空飛ぶ車のユースケースに關する調査 ～日本国内における利活用促進を目指して～”, 日本政策投資銀行, 慶應義塾大学, 日本政策投資銀行調査研究レポート, 2021.
- [11] 日本航空株式会社, “空飛ぶクルマに關するオペレーション体制・事業モデル調査”, 新エネルギー・産業技術総合開発機構 調査委託事業「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/空飛ぶ車の先導調査研究, 成果報告書, 新エネルギー・産業技術総合開発機構, 2022.
- [12] 雷忠, “eVTOL 機体開発コストとエアタクシーサービス運行コストに關する再検討”, 本航空宇宙学会第55期年会講演会, JSASS-2024-1061-2C09, 日本航空宇宙学会, 2024.
- [13] 慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科, “eVTOL サービスに關する市場規模・eVTOL に必要な気象情報及び, 当該情報取得のための機体搭載センサー・地上センサー・地上インフラの委託調査報告書”, JAXA-CR-21-003, 宇宙航空研究開発機構, 2022.
- [14] Verma, S., *et al.*, “Near Term Urban Air Mobility Use Cases in the Dallas Fort-Worth Area”, NASA-TM-20220009944, NASA, 2022.
- [15] 国土交通省, “第7回 国土交通省自動運転戦略本部を開催します”, 国土交通省報道発表資料, 2024. (2024年4月30日取得; <https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001582932.pdf>)

空飛ぶ車事業および自動運転車事業の評価

作成元 株式会社三菱総合研究所

2024年9月

宇宙航空研究開発機構

Japan Aerospace Exploration Agency

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 御中

(JX-PSPC-562633)

空飛ぶ車事業および自動運転車事業の評価

報告書

MRI 三菱総合研究所

2024年3月

MRI

目次

実施概要	3
検討結果	6
(1)前提条件の検討	6
(2)売上の算出 空飛ぶ車サービス	18
(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス	33
(4)売上の算出 自動運転車サービス	71
(5)コスト構造の定量化 自動運転車サービス	80
(6)事業性評価	100

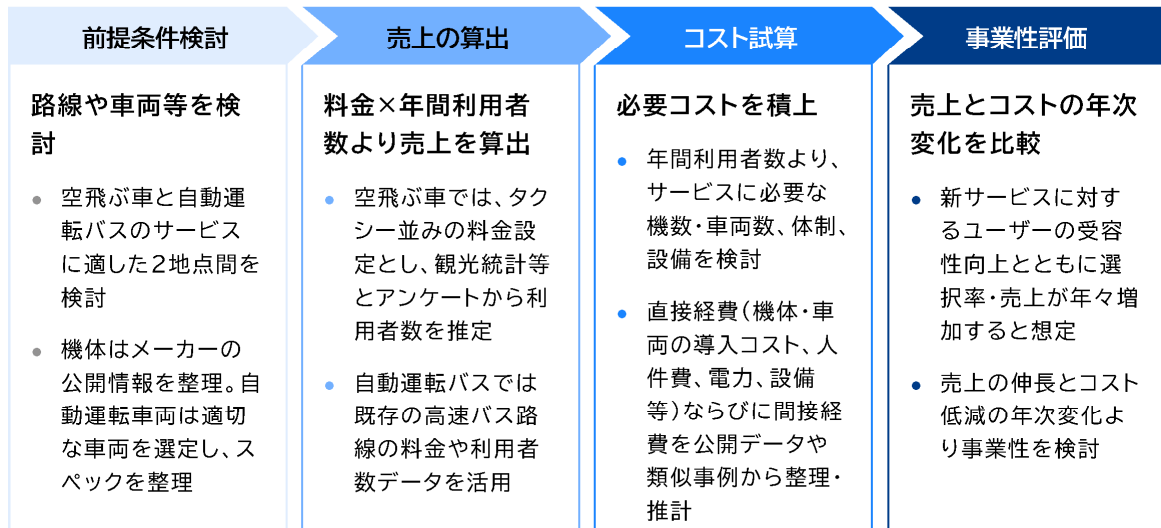
実施概要

実施内容

- 2地点間を結ぶ運輸事業において、eVTOLを用いる「空飛ぶ車事業」と自動運転車による「自動運転車事業」を行う際のコスト構造と事業性を比較する
- 仕様書記載の条件
 - 「空飛ぶ車事業」ではJoby S4を機体として想定する。Joby S4のコストはJoby社のAnalyst Dayの資料を主に使用する
 - 首都圏と地方中核都市を起点として観光地を結ぶ2つの区間を検討対象として設定する
 - 専業会社設立を前提とし、バックオフィス等維持経費を含む
 - 用地取得を前提とする
 - 「空飛ぶ車事業」についてはVertiport場を自社で維持する(不動産取得・建設・保守)
 - 「自動運転車事業」についてはバス停留所は公共のものを利用するが、営業車両を常置する営業所は必要とする
 - 機体・車体は購入を前提とする
 - パイロット・運転手は社員雇用とする
 - 以下の条件を考慮した運航・運行モデルを設定する
 - ・ 事業性を考慮して、曜日等で運航数を変化させることを可とする
 - ・ 一日の運航・運行本数は事業性に応じてそれぞれ設定するものとし、3段階程度の変化の効果も検討すること
 - ・ 満員に対する乗客の割合を3段階程度想定し、変化の効果を検討すること
 - ・ 冬季就航率低下を考慮すること(積雪がある地域の場合)

実施フロー

- コスト構造の定量化と投資回収までの期間の算出のため、空飛ぶ車、自動運転車それぞれのサービスモデルを検討して収益シミュレーションを行った



Copyright © Mitsubishi Research Institute

5

検討結果

(1)前提条件の検討

Copyright © Mitsubishi Research Institute

6

(1)前提条件の検討

MRI

空飛ぶ車事業の機体

- 機体として想定するJoby AviationのS4は、初期はパイロットによる操縦が想定されており、乗客は4名まで搭乗できる。航続距離は約240kmとされている

メーカー	Joby Aviation(米国)	
機体名	S4	
概要	所在地	340 Woodpecker Ridge, Santa Cruz, CA 95060, USA
	創業年	2009年
機体の基本仕様	分類	Vector Thrust
	座席数	5(乗員1、乗客4)
	重量	2,177kg(4,800 lb)
	ペイロード	453kg(約1,000 lbs)
	サイズ	長さ: 6.4m(21ft)、翼幅: 11.6m(38ft)
	速度	最高速度: 321km/h(200mph)
	航続距離	241km(150 mile)以上
	推進システム	電動
操縦方式	パイロットによる操縦	
開発状況等	機体認証の状況	2018年 FAAに型式証明申請 2022年10月 JCABIに型式証明申請 2023年2月にG-2プロセスをFAAと合意したと発表
	事業化スケジュール	2025年までに米国で商業の旅客サービスを開始する予定 2025年の大阪万博での運航が計画されている
	国内のパートナー	トヨタ自動車、ANA HD、朝日航洋

出所) Joby aviation社HP, 閲覧日:2024/3/5(<https://www.jobyaviation.com/>)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

7

(1)前提条件の検討

MRI

空飛ぶ車事業のサービス

- 空飛ぶ車のユースケースは、郊外-都市間輸送、都市部での輸送、救急搬送等が検討されているが、ここでは首都圏と地方中核都市を起点として観光地を結ぶ移動サービスを対象に路線の事業性を検討する
- 機体の航続距離をふまえ、路線の距離は100km前後を想定する



出所) 経済産業省 国土交通省 "2020年実務者会会の検討状況について", 閲覧日:2024/3/5(<https://www.mlit.go.jp/common/001405569.pdf>)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

8

(1)前提条件の検討

自動運転事業の実装動向

- 自動車の自動運転のレベルは0～5に整理される。現時点ではレベル3までの車が商用化されており、レベル4以降については導入に向けた実証実験が進められている状況。
- 現在、国内では限定エリア・車両での遠隔監視のみ(レベル4)の自動運転サービス実装が行われており、2025年度までに、多様なエリア、多様な車両に自動運転を拡大し、50か所程度に展開する等の目標が掲げられている



出所) 経済産業省 国土交通省 "Road to the L4" RoAD to the L4とは, 閲覧日:2024/3/5(<https://www.road-to-the-l4.go.jp/about/>)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

(1)前提条件の検討

自動運転事業の前提

- 空飛ぶ車と同じ2地点間に対して自動運転による移動サービスを提供する事業として、本検討では大型バスのレベル4によるサービスを想定する
- 既存の高速バス路線と同等の利用料金で提供され、自動運転のための道路インフラの整備が進んでいる※想定でポテンシャルとしての事業の評価を行う

※レベル4の実装に向けて、現在高速道路への自動運転専用レーンの導入検討が進められている。新東名高速道路や東北自動車道といった3車線以上ある道路から導入が始まる見込みのため、実装初期は自動運転が可能なエリアが限定されるが、ここでは自動運転のためのインフラ整備がある程度進んでいる想定(普及期)で検討を行う

取り組み	年度	2022	2023	2024	2025	2026~2030
暮らしサイド		<p>デジタル田園都市国家構想など政府全体の方向性を踏まえて、ビジョン明確化を今後実施 →供給サイドとの連携の明確化、供給サイドの取組の具体化につなげる</p> <p>各地域の取組は、小さく産んで大きく育てる発想で、社会実装していく</p>				
自動運転	限定地域での無人自動運転移動サービス(レベル4)	限定地域での遠隔監視のみ無人自動運転移動サービスの実現	対象地域の拡大、機能の高度化	全国各地域での無人自動運転移動サービスの実現		
自動運転	高速道路でのバスの運転支援・自動運転(レベル2以上)	市場化に向けた技術開発/実証	高速道路でのバスの運転支援・自動運転市場化	サービス展開		
自動運転	高速道路での自動運転トラック(レベル4)	市場化に向けた技術開発/実証		高速道路での自動運転トラック実現		
自動運転	自動配送サービス	限定地域での無人自動運転配送サービス実現			サービス展開	
自動運転	一般道路での運転支援(レベル2)	市場の拡大、機能の高度化				
自動運転	高速道路での運転支援・自動運転	市場化に向けた技術開発/実証			高速道路での自動運転(レベル4)市場化	

出所) デジタル庁 "「モビリティ・ロードマップ」のありかたに関する研究会資料", 閲覧日:2024/3/5 (https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic_page/field_ref_resources/7af11a88-1eef-4691-bb87-3506537bcbbe/baa393cf/20230531_meeting_mobility_roadmap_outline_04.pdf)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

(1)前提条件の検討

MRI

自動運転バスの事例

- 現在進められている、レベル4自動運転のためのシステム・センサーを導入したバス車両による実証実験では、自動運転は専用道路に限定されており、ドライバーや乗務員が搭乗している

エリア		茨城県日立市
プロジェクト名		「自動運転レベル4等先進モビリティサービス研究開発・社会実装プロジェクト(RoAD to the L4)」
概要	目的	2023年度中間目標を見据え、開発した自動運転バス(中型)の技術的検証及びサービス面に関する検証を目的として、ひたちBRTバス専用道路を利用した自動運転バスの実証実験を実施。
	期間	2022年12月16日から2023年2月28日の間
	目標	2023年度中間目標:乗務員が乗車する形でのレベル4自動運転移動サービスの社会実装 2025年度最終目標:車内完全無人でのレベル4自動運転移動サービスの社会実装
運行の内容	体制	日本工営、産業技術総合研究所、日本自動車研究所、先進モビリティ、日立市、みちのりHD、茨城交通
	ルート	ひたちBRT(河原子から南部図書館まで)延長約6.1km【専用道空間】。自動運転バスは多賀駅前からおさかなセンターまで走行し、一般道は手動運転により走行 一般車両や自転車などは混在しない
	本数	通常運行ダイヤの間で4往復(8:42~16:43)を運行
	サービス	ひたちBRT専用道区間内のすべてのバス停で停車 一般の旅客運送なし ※一部期間において、無料にて関係者や一般モニター等の体験乗車を実施
	体制	自動運転バス1台につき、ドライバー1名/車内乗務員2名/説明員1名/車内補助員1~2名が乗務
	速度	最高速度：40km/h
車両	自動運転バス(レベル4相当車両) 中型バス：エルガミオ(いすゞ自動車)の改造車両 全長：8.99m / 全幅：2.48m / 全高：3.04m 定員：56名(着座28名)	

出所) 経済産業省 国土交通省 「Road to the L4」ひたちBRTの取り組み、閲覧日:2024/3/5(<https://www.road-to-the-l4.go.jp/case/hitachi/index.html#chapter-01>)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

11

(1)前提条件の検討

MRI

自動運転事業の車両

- 自動運転の実装動向や実証実験の事例をふまえ、本検討では自動運転事業の前提として以下を想定する

想定する前提条件	
車両	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存の高速バスと同様の車両に自動運転システムを導入する ● 動力は電動とする
自動運転のレベル	<ul style="list-style-type: none"> ● 起点から終点までレベル4による運行を行う
体制	<ul style="list-style-type: none"> ● 車内にドライバーはおらず、遠隔監視により運行する ● 乗務員は1名、搭乗することを想定※ <p>※特定自動運行の許可取得の条件として、事故時には現場措置業務実施者を事故現場に向かわせる体制が必要とされている。100km前後の路線のどこで事故が発生しても、速やかに現場に人を派遣するためには、乗務員ありの体制とすることが妥当と考えられるため</p>
料金	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存の高速バス路線のサービス料金と同等
速度	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存の高速バスと同等

出所) 警察庁 「特定自動運行に係る許可制度の創設について」、閲覧日:2024/3/5(<https://www.npa.go.jp/bureau/traffic/selfdriving/L4-summary.pdf>)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

12

(1)前提条件の検討

MRI

路線の選定方針

- 対象とする路線を選定するため、以下の方針で空飛ぶクルマと自動運転車によるサービスそれぞれの需要が想定され、なおかつ分析に必要なデータを収集可能な2地点間を探索した

1. 下記条件に該当する地点間をリストアップ

- 首都圏または地方中核都市を起点として観光地を結ぶ区間(仕様書記載事項)
- 100km前後の直線距離

2. 下記条件をもとに絞り込み

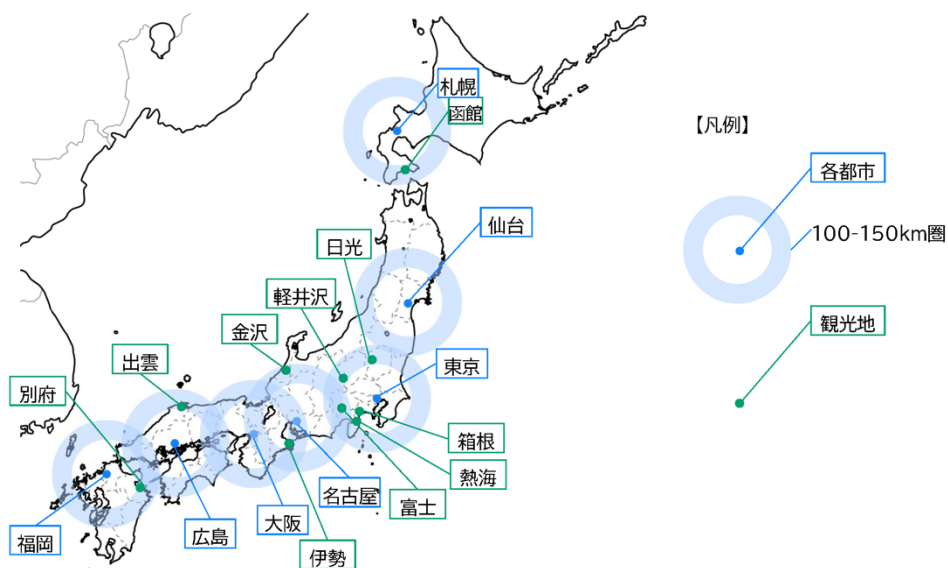
- 既存サービスとして高速バス路線が存在する
- 観光客数統計、旅客数等のデータがある
- 年間の移動者数が多く需要が期待される

(1)前提条件の検討

MRI

候補地の検討

1. 3大都市圏(東京、大阪、名古屋)、地方中枢都市(札幌、仙台、広島、福岡)から直線距離100km前後の観光地を選出した



(1)前提条件の検討

候補路線の評価(3大都市圏-観光地)

2. 各条件をもとに検討候補路線を評価した

《路線の候補》

路線発着地	直線距離	既存高速バス路線	統計情報※1	年間訪問客数			評価		
				総数	うち対象の発地から	うち幹線バス利用者※2			
東京 - 箱根	75km	小田急ハイウェイバス	箱根町観光客実態調査 神奈川県観光消費動向等調査	17,360千人	30.6%※3	5,312千人	0.0%	0千人	×
東京 - 熱海	90km	なし	熱海市の観光	3,800千人		データなし	データなし		×
東京 - 富士※4	85km	富士急静岡バス	山梨県観光入込客統計調査	12,147千人	21.7%※5	2,636千人	7.1%	187千人	○
東京 - 日光	120km	なし	日光市観光客入込数・宿泊数調査 栃木県観光動態調査	8,724千人	24.3%※6	2,119千人	0.0%	0千人	×
東京 - 軽井沢	110km	西武観光バス 五稜バス など	軽井沢町の統計 長野県観光地利用者統計調査	7,320千人		データなし	データなし		×
大阪 - 伊勢	110km	なし	伊勢市観光実態調査 伊勢市観光統計	3,940千人	14.8%	583千人	0.0%	0千人	×
名古屋 - 金沢	160km	名鉄バス 西日本JRバス など	金沢市観光調査	8,638千人	7.6%	656千人	10.1%	66千人	△

※1:来訪客へのアンケートによる調査形式を含む
 ※2:「2015年交通純流動調査」をもとに207生活圈ゾーンにおける全目的での移動を対象とした
 ※3:「神奈川県西側の来訪者」における東京都からの訪問客割合
 ※4:富士・東部地域(富士吉田市、旧河口湖町、旧湯山村、旧上九一色村、旧足和田町、鳴沢村、忍野村、山中湖村、大月市、旧上野原町、小菅村、丹波山村、都留市、旧秋山村、道志村、西桂町)
 ※5:「山梨県全域への来訪者」における東京都からの訪問客割合
 ※6:「宿泊来訪者」における東京都からの訪問客割合

(1)前提条件の検討

候補路線の評価(地方中核都市-観光地)

2. 各条件をもとに検討候補路線を評価した

《路線の候補》

路線発着地	直線距離	既存高速バス路線	統計情報※1	年間訪問客数			評価		
				総数	うち対象の発地から	うち幹線バス利用者※2			
広島 - 出雲	110km	中国JRバス	出雲市観光動態調査	7,638千人	15.5%	1,138千人	9.7%	110千人	○
福岡 - 別府	110km	西日本鉄道	別府市観光動態 大分県観光統計調査 大分県観光実態調査	3,779千人	41.6%※3	1,572千人	10.7%	169千人	○
札幌 - 函館	150km	北海道中央バス 北海道バス など	来函観光入込客数推計 函館市観光動向調査	4,547千人	13.5%	615千人	3.9%	24千人	△

JAXA様と調整し、○となった候補のうち、以下を対象に事業性評価を行うこととした

- ①東京-富士 首都圏と観光地を結ぶ路線のモデルとして
- ②広島-出雲 地方中核都市と観光地を結ぶ路線のモデルとして

※1:来訪客へのアンケートによる調査形式を含む
 ※2:「2015年交通純流動調査」をもとに207生活圈ゾーンにおける全目的での移動を対象とした
 ※3:「大分県全域への来訪者」における福岡県からの訪問客割合

(1)前提条件の検討



売上とコスト算出に必要なデータ

- 空飛ぶ車事業、自動運転車事業の売上とコストについて、統計情報や類似事例から以下のデータを整理または推計し、検討を行った



(2)売上の算出 空飛ぶ車サービス

(2) 売上の算出 空飛ぶ車サービス

MRI

売上の算出方法

● 料金

- Joby社が想定している旅客輸送サービスの料金単価\$3/mile・人(約261円/km・人)を用い、2地点間の距離に応じて路線の料金を設定した

● 年間利用者数

- 以下の手順で推計した
 - 「東京-富士」「広島-出雲」間の現在のトリップ量を観光統計や全国幹線旅客純流動調査にもとづき推計した
 - 2地点間を移動する人のうち、移動手段として空飛ぶ車サービスを選択する人の割合を既存のアンケートデータから推計した。既存の移動手段と比較した時間短縮効果と料金に応じた関数で表現した上で、各路線の普及時の選択率を算出した
 - 空飛ぶ車は新しいモビリティサービスなので、路線が開通してから、移動手段として普及・定着するには時間がかかると考えられる。過去のモビリティサービスの事例(つくばエクスプレス)から普及の経過に関わる関数を導出し、選択率の年次推移を推計した

※:1ドル=140円で換算

出所)Joby Aviation, "Reinvent & Joby Investment Memo", 閲覧日:2023/12/25(<https://ir.jobyaviation.com/sec-filings/all-sec-filings/content/0001193125-21-205644/d168227d425.htm>)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

19

(2) 売上の算出 空飛ぶ車サービス

MRI

空飛ぶ車サービスの料金・所要時間

- 各路線における空飛ぶ車サービスの料金・所要時間は、Joby社の公開情報を参考に以下の通り設定した

《Joby社資料における前提条件》

料金単価	\$3/(mile・人) = 約261円/(km・人)
巡航速度	165mile/h = 約265km/h

《本調査で用いる空飛ぶ車サービスの料金・所要時間》

路線	料金 (片道一人当)	所要時間	(参考)直線距離	(参考)現状のバス所要時間
東京-富士	22,188円	19分	85km	112分(富士急行バス バスタ新宿-富士山駅 ¹⁾)
広島-出雲	28,713円	25分	110km	202分(中国JRバス 広島駅-出雲市駅)

※:1ドル=140円で換算

1:複数のルートがあり所要時間が異なるが、一日の運航便数が最も多い便の所要時間を採用

出所)Joby Aviation, "Reinvent & Joby Investment Memo", 閲覧日:2023/12/25(<https://ir.jobyaviation.com/sec-filings/all-sec-filings/content/0001193125-21-205644/d168227d425.htm>)富士急行バス"高速バス 富士五湖~新宿線", 閲覧日:2024/2/1(<https://bus.fujikyuu.co.jp/highway/detail/id/1/#/?dt=01&mt=2>)中国ジェイアールバス"路線詳細 広島⇄出雲 みこと", 閲覧日:2024/2/1(<https://www.chugoku-jrbus.co.jp/highway/detail/0009.html>)をもとにMRI作成

Copyright © Mitsubishi Research Institute

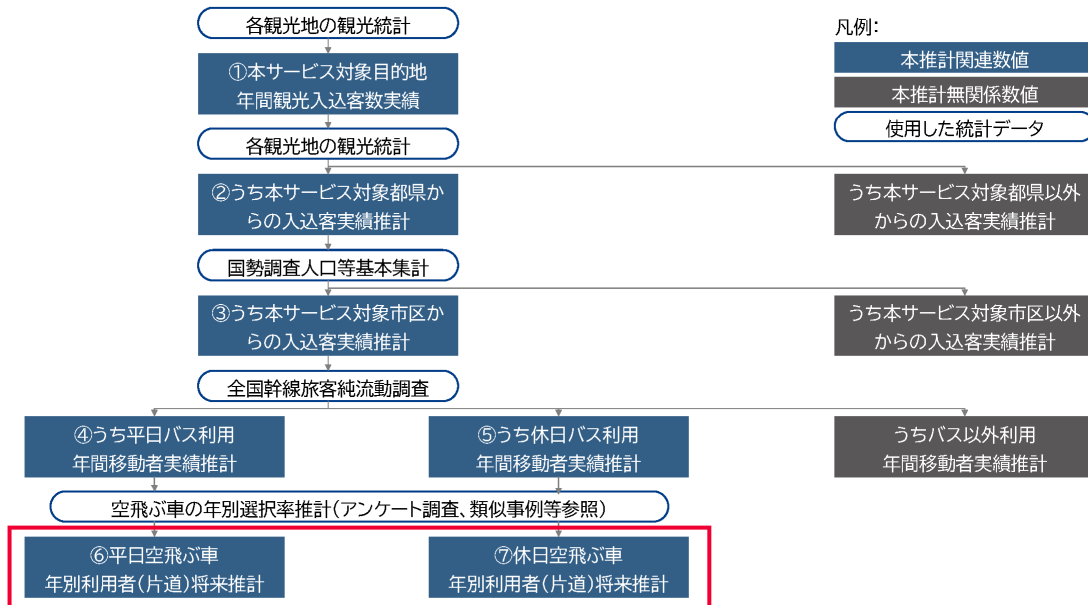
20

(2) 売上の算出 空飛ぶ車サービス



利用者数推計手順

- 以下の手順で「東京-富士」、「広島-出雲」路線の空飛ぶ車サービスの年間利用者数を推計した



(2) 売上の算出 空飛ぶ車サービス



利用者数実績推計

- 統計データを用いて①～⑤を推計した(統計データの地域定義は次頁参照)




《東京-富士》	利用者数	根拠
① 本サービス対象目的地(富士・東部圏域)年間観光入込客数実績	27,029,602人	令和元年山梨県観光入込客統計調査報告書(実数を使用)
② うち本サービス対象発地(東京都)からの入込客数実績推計	6,100,824人	令和元年山梨県観光入込客統計調査報告書(①に対する割合として使用)
③ うち本サービス対象市区(特別区部)からの入込客数実績推計	4,227,130人	令和2年国勢調査(②に対する割合として使用)
④ うち平日バス利用年間移動者実績推計	526,703人	第6回(2015年)全国幹線旅客純流動調査(③に対する割合として使用)
⑤ うち休日バス利用年間移動者実績推計	320,987人	第6回(2015年)全国幹線旅客純流動調査(③に対する割合として使用)
《広島-出雲》	利用者数	根拠
① 本サービス対象目的地(出雲市)年間観光入込客数実績	※8,935,000人	令和元年度出雲市観光動態調査業務報告書(実数を使用)
② うち本サービス対象発地(広島県)からの入込客数実績推計	1,227,665人	令和元年度出雲市観光動態調査業務報告書(①に対する割合として使用)
③ うち本サービス対象市区(広島市)からの入込客数実績推計	526,629人	令和2年国勢調査(②に対する割合として使用)
④ うち平日バス利用年間移動者実績推計	43,382人	第6回(2015年)全国幹線旅客純流動調査(③に対する割合として使用)
⑤ うち休日バス利用年間移動者実績推計	17,987人	第6回(2015年)全国幹線旅客純流動調査(③に対する割合として使用)

年間平日数=246日、年間休日数=119日として計算。R2-5はパンデミックの影響が想定されるため、統計データはR1年度の数字を採用
 ※有効数字4桁だが計算の都合上7桁目まで表示

(2) 売上の算出 空飛ぶ車サービス

利用者数推計に関する前提・算出方法

- 利用者数推計ならびに、用いた統計データに関する前提・算出方法について以下に示す

	①の前提・算出方法	②の前提・算出方法	③の前提・算出方法	④、⑤の前提・算出方法
東京-富士	「全国」から「富士・東部圏域」への年間の観光入込客数実数 	①×『「全国」から「山梨県全域」への観光客のうち、「東京都全域」から「山梨県全域」への観光客の割合』	②×『東京都特別区部の人口』÷『東京都全域の人口』	②×『「23区(東京)」から「郡内(山梨)」への移動のうち、幹線バスでの移動の割合』 
広島-出雲	「全国」から「出雲市」への年間の観光入込客数実数	①×『「全国」から「出雲市全域」への観光客のうち、「広島県全域」から「出雲市全域」への観光客の割合』	②×『広島市の人口』÷『広島県全域の人口』	②×『「広島(広島)」から「出雲(島根)」への移動のうち、幹線バスでの移動の割合』 

1: 富士吉田市、旧河口湖町、旧勝山村、旧上九一色村(富士河口湖町編入区域)、旧足和田村、鳴沢村、忍野村、山中湖村、大月市、旧上野原町、小菅村、丹波山村、都留市、旧秋山村、道志村、西桂町
 出所)国土交通省「第6回(2015年度)全国幹線旅客純流動調査 幹線旅客流動の実態」閲覧日:2024/1/26
 (https://www.mit.go.jp/sogoseisaku/soukou/content/001340149.pdf), 山梨県「令和4年 山梨県観光入込客統計調査報告書」閲覧日:2024/2/1
 (https://www.pref.yamanashi.jp/documents/2062/r4zentaihokokusyo.pdf)をもとにMRI作成

(2) 売上の算出 空飛ぶ車サービス

本調査で利用したアンケートデータ

- 普及時の選択率の推計にあたり、2021年度にNEDO調査の一環で実施された空飛ぶ車に関するアンケート調査の結果を利用した

《NEDOアンケート概要》

実施方法	<ul style="list-style-type: none"> Webアンケート
アンケート回答期間	<ul style="list-style-type: none"> 2021年12月15日~24日
アンケート収集対象とサンプル数	<ul style="list-style-type: none"> 三重県(在住者等) 800 大阪府(在住者等) 800 全国(上記府県除く) 400
アンケート項目	<ul style="list-style-type: none"> 空飛ぶクルマが実用化された場合の利用意向 空飛ぶクルマの利用に際し重要視する要素 所要時間が短時間の場合における空飛ぶクルマの選択率(既存移動手段である鉄道で60分、自動車です50~70分かかるケースとの比較等) 所要時間が長時間の場合における空飛ぶクルマの選択率(既存移動手段である鉄道で120分、自動車です110~130分かかるケースとの比較等)

※赤字は本調査で用いたアンケートデータ

出所)国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構, "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"

(2) 売上の算出 空飛ぶ車サービス

NEDO調査におけるアンケートデータ

- NEDO調査で実施されたアンケートでは、既存交通手段からの「短縮時間」と空飛ぶ車サービスの「価格」の複数パターンに対して利用意向のデータが整理されている
- 本検討では、NEDOアンケート調査の結果から、「短縮時間」と「価格」を変数とした関数として「選択率」を導出し、利用者数の推定を行った

《アンケート結果例》

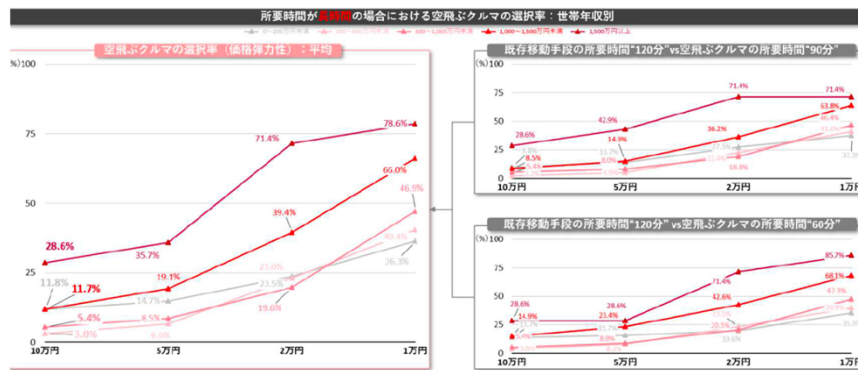


図 6-82：所要時間が長時間の場合における空飛ぶクルマの選択率（全国）

出所) 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構, "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"

Copyright © Mitsubishi Research Institute

25

(2) 売上の算出 空飛ぶ車サービス

【参考】利用意向に関わるその他のアンケート(国内)

- その他利用意向に関して国内で実施されたアンケートには下記がある。モビリティサービスとしての空飛ぶクルマの活用について、料金や時間短縮効果と紐づけて利用意向を聞いた例はNEDOアンケートに限られる

調査主体	調査エリア	サンプル数	実施・発表時期	主な結果
あおぞら銀行	国内 (Webアンケート) (55~74歳の高収入層に対して)	2,071人	・ 2018年6月(実施)	・ 6.9%が「空飛ぶクルマの購入・利用」の意向を示した
MS&ADインターリスク総研	国内 (Webアンケート)	1,000人	・ 2020年9月(実施) ・ 2020年10月(発表)	・ 54.3%が「空飛ぶクルマを利用したい」と回答 ・ 37.4%が実証実験において試乗を「希望する」と回答
大阪府	大阪府 (大阪府で行われたワークショップ参加者に対して)	368人	・ 2023年3月(発表)	・ ワークショップ参加者のうち93.9%が「空飛ぶクルマに乗ってみたい」と回答 ・ 天保山と夢洲の片道移動における「エアタクシー」と「遊覧について」、「10,000円未満で利用したい」と回答した人が最も多い

出所) MS&ADインターリスク総研株式会社"「空飛ぶクルマ」の社会的受容性に関するアンケート調査結果について、閲覧日:2024/1/30, (https://www.irric.co.jp/pdf/reason/research/2020_flying_car.pdf)

大阪府"空飛ぶクルマ都市型ビジネス創造都市推進事業補助金事業", 閲覧日:2024/1/30, (<https://www.pref.osaka.lg.jp/documents/6927/720skydrive.pdf>)

自動運転LAB"高齢者のアクティブシニア「自動運転利用したい」3割に 空飛ぶクルマや無人タクシーは？, 閲覧日:2024/1/30, (<https://jidouten-lab.com/w-senior-autonomous-research-skycars/>)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

26

(2) 売上の算出 空飛ぶ車サービス

MRI

【参考】利用意向に関わるその他のアンケート(国外)

- その他利用意向に関わるアンケートとして、下記が実施されている

調査主体	調査エリア	サンプル数	実施・発表時期	主な結果
Uber	<ul style="list-style-type: none"> ロサンゼルス ダラス 	<ul style="list-style-type: none"> 1,376人 1,179人 	<ul style="list-style-type: none"> 2018年6月(発表) 	<ul style="list-style-type: none"> 48%がeVTOLに関心を持っている
Booz Allen Hamilton	<ul style="list-style-type: none"> ヒューストン ロサンゼルス ニューヨーク サンフランシスコ ワシントンDC 	<ul style="list-style-type: none"> 計1,700人 	<ul style="list-style-type: none"> 2018年6月(実施) 2018年10月(発表) 	<ul style="list-style-type: none"> 23%が「Are you familiar with the concept of UAM?」の質問に対してYesと回答 空飛ぶクルマを利用する場合の移動目的は、長距離(都市間)移動57%、空港アクセス39%
Airbus	<ul style="list-style-type: none"> メキシコシティ ロサンゼルス スイス ニュージーランド 	<ul style="list-style-type: none"> 計1,540人 	<ul style="list-style-type: none"> 2019年2月(発表) 	<ul style="list-style-type: none"> 前向きな利用意向の割合は「メキシコシティ:67%」「ロサンゼルス:46%」「スイス:32%」「ニュージーランド:27%」
シュトゥットガルト大学	<ul style="list-style-type: none"> ドイツ(シュトゥットガルトで行われたイベント参加者に対して) 	<ul style="list-style-type: none"> 1,203人 	<ul style="list-style-type: none"> 2019年9月(実施) 2020年1月(発表) 	<ul style="list-style-type: none"> eVTOLを知らなかったと回答した人の割合は14.8% シュトゥットガルトにおけるVolocopterの導入を支持すると回答した割合は84%

出所) Uber Elevate "Demand Modeling & Network Optimization", 閲覧日:2024/1/30(https://www.youtube.com/watch?v=49_xekS1eLs)
 Stuttgart University of Applied Sciences "Acceptance of air taxis A field study during the first flight of an air taxi in a European city", 閲覧日:2024/1/30(<https://www.hft-stuttgart.com/fileadmin/Dateien/Marketing/Publikationen/Whitepaper AirTaxiS.HFTStuttgart.pdf>)
 Airbus "An Assessment of Public Perception of Urban Air Mobility (UAM)", 閲覧日:2024/1/30(<https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2022-07/Airbus-UTM-public-perception-study%20-urban-air-mobility.pdf>)
 Booz Allen Hamilton "Urban Air Mobility(UAM) Market Study", 閲覧日:2024/1/30(<https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20190001472/downloads/20190001472.pdf>)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

27

(2) 売上の算出 空飛ぶ車サービス

MRI

NEDOアンケートデータに基づく普及時選択率の算出

- NEDOアンケートデータより、空飛ぶ車サービスの選択率について「既存交通手段に対する短縮時間」「運賃」「世帯年収」を説明変数とする重回帰分析を実施した

$$K = 0.39 + 2.5 \times 10^{-2} x_1 - 5.7 \times 10^{-6} x_2 + 2.1 \times 10^{-4} x_3$$

- K : 空飛ぶ車の普及時の選択率
- x_1 : 既存交通手段に対する短縮時間(時)
- x_2 : 運賃(円)
- x_3 : 世帯年収(万円) = 545.7万円(全国平均値)

《短縮時間・運賃に対する普及時選択率の計算例》

運賃 \ 短縮時間	5分	10分	15分	30分	60分	90分	120分	150分
2,000円	49.1%	49.3%	49.5%	50.2%	51.4%	52.6%	53.9%	55.1%
5,000円	47.4%	47.6%	47.8%	48.5%	49.7%	50.9%	52.2%	53.4%
10,000円	44.6%	44.8%	45.0%	45.6%	46.9%	48.1%	49.3%	50.6%
20,000円	38.9%	39.1%	39.3%	40.0%	41.2%	42.4%	43.7%	44.9%
30,000円	33.2%	33.5%	33.7%	34.3%	35.5%	36.8%	38.0%	39.2%

Copyright © Mitsubishi Research Institute

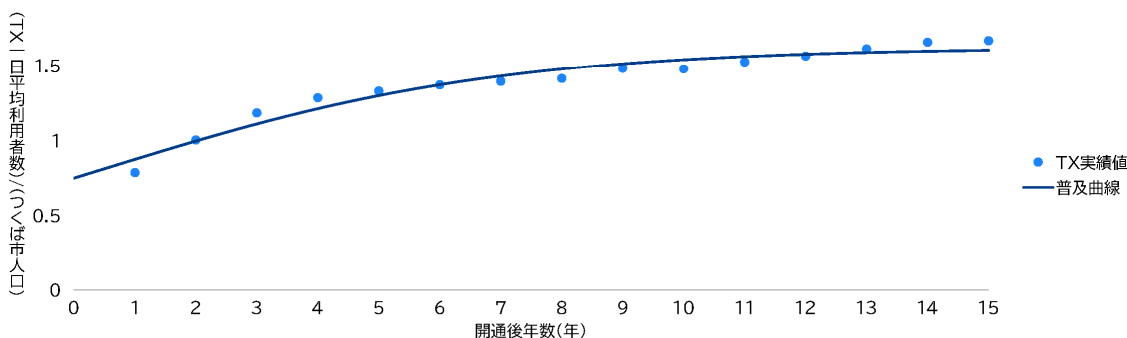
28

(2) 売上の算出 空飛ぶ車サービス



空飛ぶ車の選択率の推移

- サービス開始時は、アーリーアダプターのみがサービスを利用し、年々受容性が高まるにつれて選択率が高まり、普及時の選択率に達すると想定する
- 普及曲線はロジスティック曲線とし、係数はつくばエクスプレスの需要定着事例を参考に設定した
 - $y = K / (1 + 1.17e^{-0.31x})$
 - y : 空飛ぶ車の選択率
 - K : 普及時の選択率(短縮時間・運賃に依存した定数)
 - x : サービス提供開始後年数



出所) 流山市HP"つくばエクスプレスの利用状況について" 閲覧日: 2024/1/25 (<https://www.city.nagareyama.chiba.jp/life/1002088/1002089/1002091/1002095.html>)、つくば市"統計つくば令和元年度版" 閲覧日: 2024/1/25 (https://www.city.tsukuba.lg.jp/material/files/group/21/ToukeiTsukuba2019_1b.pdf) をもとにMRI作成

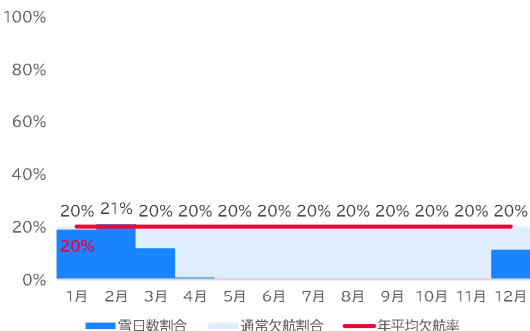
(2) 売上の算出 空飛ぶ車サービス



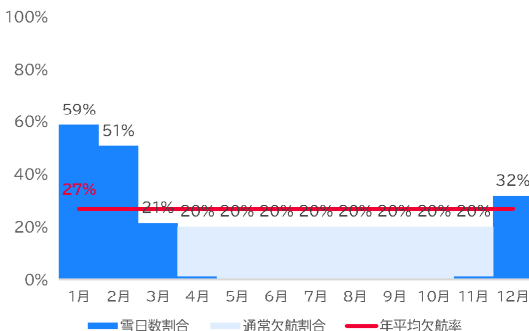
就航率について

- 各路線に対する就航率を以下の通り設定した
- ヘリコプターの就航率を参考に空飛ぶ車の通常欠航割合を20%とし、月間雪日数割合が20%を超える部分については追加で欠航すると仮定した(積雪がある地域の冬季就航率低下を考慮)
- 地域ごとの雪日数をひまえて東京-富士路線では就航率を80%、広島-出雲路線では就航率を73%とした

《東京-富士の年平均欠航率(山梨県の雪日数を使用)》



《広島-出雲の年平均欠航率(島根県の雪日数を使用)》



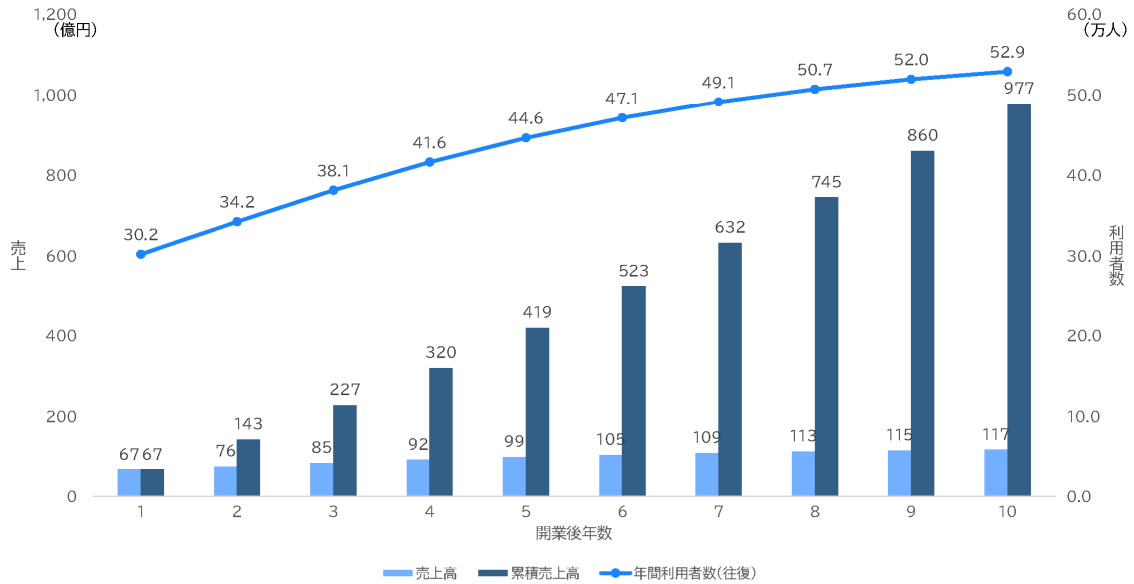
出所) 全日本航空事業連合会"ヘリコプターの運航制限と低空域における運航実態について", 閲覧日: 2024/2/16 (https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/air_mobility/pdf/002_02_05.pdf)、日本航空宇宙学会誌第56巻第656号"ヘリコプタに適した計器飛行方式(IFR)運航の研究" 閲覧日: 2024/2/16 (https://www.jstage.jst.go.jp/article/kjsass/56/656/56_240/_pdf/-char/ja)、気象庁"過去の気象データ検索" 閲覧日: 2024/3/7 (<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec.no=49&block.no=47638&year=&month=&day=&view=p1>) をもとにMRI作成

(2) 売上の算出 空飛ぶ車サービス



年間売上推計結果_東京-富士

- 「東京-富士」路線の開業後の年間売上推移は以下の通り

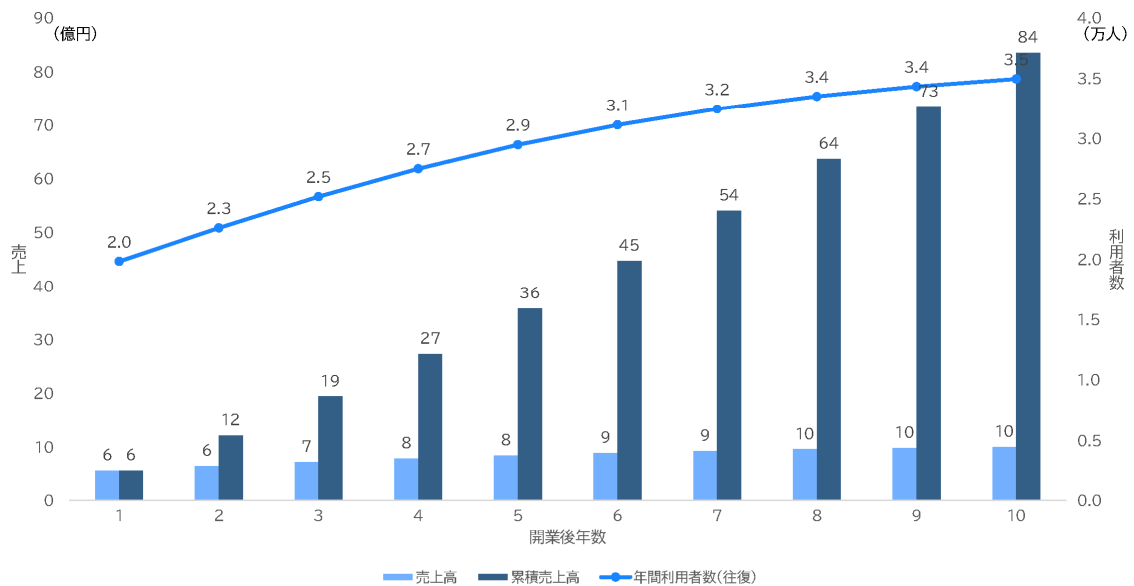


(2) 売上の算出 空飛ぶ車サービス



年間売上推計結果_広島-出雲

- 「広島-出雲」路線の年間売上推移は以下の通り



(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

コストの算出方法

- 空飛ぶ車サービスのコストを以下の手順で推計した
 - 平日/休日のうち、需要が多い方の利用者数をもとに1日の運航便数(平日=休日)を算出
 - 1日の運航便数をもとに、必要機体数/人員体制を算出
 - サービス開始後10年目の必要機体数をもとに、必要施設規模を算出
 - 運航便数/必要機体数/人員体制/必要施設規模をもとに、それらに基づくコストを算出
 - その他間接部門に基づくコストを算出

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

MRI

運航便数の算出

- 1日の運航便数は、推計した利用者数をもとに以下のように算出する

$$\text{1日の運航便数} = \frac{\text{1日あたり利用者 (休日/平日のうち多い方)}}{\text{1便あたり輸送人員 (機体座席数) \times (L/F)}}$$

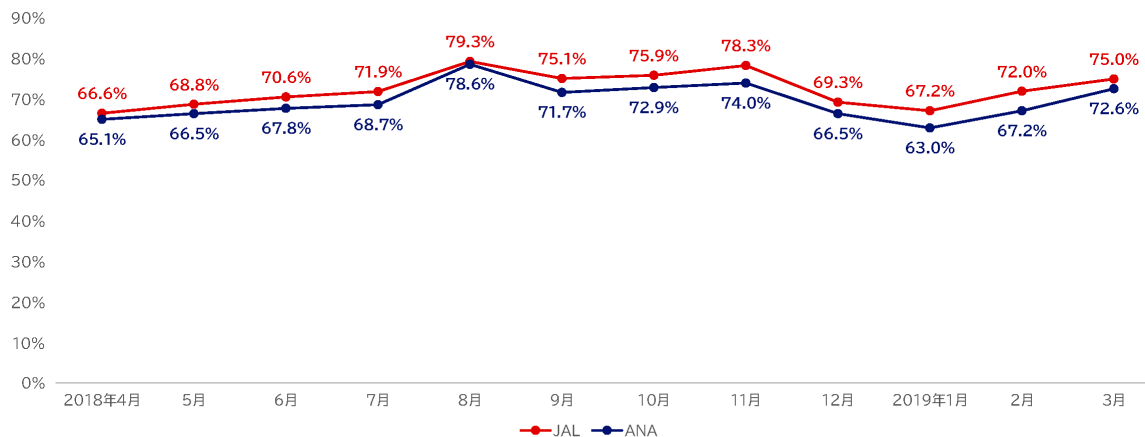
- 1日あたり利用者
 - ・前項にて算出済(ただし、欠航による利用者数の減少は考慮しない)
- 機体座席数
 - ・4席(Joby社公開資料より)
- L/F(ロードファクター)
 - ・79.0%(エアラインのハイシーズンのロードファクターを参考に設定)

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

MRI

【参考】L/Fについて

- エアラインのハイシーズンのL/Fを参考に、空飛ぶ車サービスの休日のL/Fを設定する
- 以下より、8月のJAL,ANAのL/Fを参考に、空飛ぶ車サービスの休日のL/Fを79.0%と設定する



出所)ANAグループ"輸送実績", 閲覧日:2024/2/20(<https://ssl4.eir-parts.net/doc/9202/ir.material/92432/00.pdf>)。JALグループ"輸送実績", 閲覧日:2024/2/20(<https://press.jal.co.jp/ja/items/uploads/202984cc8095088b5d70c83642c29e45eb8d1a9a.pdf>)をもとにMRI作成

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

MRI

必要機体数の算出

- 必要機体数は、1日の運航便数をもとに以下のように算出する

$$\text{必要機体数} = \text{1日の運航便数} \div \text{1日の営業時間} \times \text{1便あたり所要時間} \\ \text{(直線距離) \div (巡航速度) + (TAT)}$$

- 1日の運航便数
 - ・前項にて算出
- 1日の営業時間
 - ・12h(仮定値)
- 巡航速度
 - ・165mile/h(Joby社公開資料より)
- 直線距離
 - ・東京-富士:85km、広島-出雲:110km
- TAT(ターンアラウンドタイム)
 - ・10min(次頁の考え方で設定)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

37

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

MRI

【参考】TAT(ターンアラウンドタイム)について

- TATでは主に、乗客の乗り降り、機体への充電等の作業を実施すると考えた
- Joby社は、独自開発の充電器(GEACS)による充電時間を数分(in a matter of minutes)と記載している
 - なお、満充電の際の航続距離は241km(150 mile)以上とされている
- 本調査では毎飛行での充電を前提とし、ターンアラウンド時間を”10分”と設定する

出所)Joby Aviation"Global Electric Aviation Charging System(GEACS)", 閲覧日:2024/2/16(https://joby-site.cdn.prismic.io/joby-site/5f82ea34-645e-4468-8e3f-14a16e298941_Joby-Charging-GEACS-final.pdf)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

38

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

機体数の算出

- 東京-富士、広島-出雲のそれぞれの路線における、平日/休日のうち需要が多い方に合わせた便数/機体数は以下の通りである
- 1日あたり往復便数に対し、1割の稼働の余裕を含めて必要な機体数を持つと想定する
 - 東京-富士

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
平日1日利用者数	953	1,080	1,203	1,314	1,408	1,487	1,551	1,601	1,640	1,670 人
休日1日利用者数	1,200	1,361	1,516	1,655	1,774	1,873	1,954	2,017	2,067	2,105 人
1日あたり往復便数	380	431	480	524	562	593	619	639	655	666 便
必要最小限の機体数	16	18	20	22	23	25	26	26	27	28 機
必要機体数(予備機体含)	17	20	22	24	26	27	28	29	30	30 機

● 広島-出雲

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
平日1日利用者数	78	89	99	108	116	122	128	132	135	138 人
休日1日利用者数	67	76	85	93	99	105	109	113	116	118 人
1日あたり往復便数	25	29	32	35	37	39	41	42	43	44 便
必要最小限の機体数	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3 機
必要機体数(予備機体含)	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3 機

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

機体のコストについて

- Joby社資料(Manufacturing cost = \$1.3million)をベースに、航空機製造業の一般的なコスト構造より製造コストを機体価格の75%と見込んで、機体価格は約2.4億円とした
 - 機体価格は減価償却費(定額法)として経年で計上した
 - 機体は10年程度使用可能と考え、事業開始から10年の間にリプレースは行わないこととした
 - 東京-富士、広島-出雲のそれぞれの路線における機体コストは以下の通り

● 東京-富士

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
総保有機数	17	20	22	24	26	27	28	29	30	30 機
購入機体数	17	3	2	2	2	1	1	1	1	0 機
減価償却費	8.3	9.7	10.7	11.6	12.6	4.9	3.9	3.4	2.9	1.9 億円

● 広島-出雲

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
総保有機数	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3 機
購入機体数	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0 機
減価償却費	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5 億円

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

【参考】減価償却方法について

- 減価償却方法については、国税庁/エアライン各社の公開情報を参考に以下のように設定した

資産種別	具体的な項目	償却方法	耐用年数
建物及び構築物	離着陸施設、駐機場・整備拠点	定額法	30年
航空機	空飛ぶ車機体	定額法	5年
充電設備	空飛ぶ車充電設備	定額法	6年

- (参考)国税庁等が定める耐用年数表

《建物の耐用年数》

資産種別	耐用年数
事務所用のもの(木造・合成樹脂造)	24年
事務所用のもの(SRC造・RC造)	50年
舗装道路及び舗装路面(コンクリート敷)	15年

《航空機の耐用年数》

資産種別	耐用年数
飛行機(最大離陸重量≤5.7t)	5年
ヘリコプター及びグライダー	5年

《電源設備の耐用年数》

資産種別	耐用年数
電気設備(蓄電池電源設備)	6年

- (参考)エアライン各社の減価償却方法

《ANAの減価償却方法》

資産種別	償却方法	耐用年数
建物及び構築物	定額法	3~50年
航空機	定額法	9~25年
その他	定額法	記載なし

《JALの減価償却方法》

資産種別	償却方法	耐用年数
航空機	定額法	8~20年
その他	定額法	2~60年

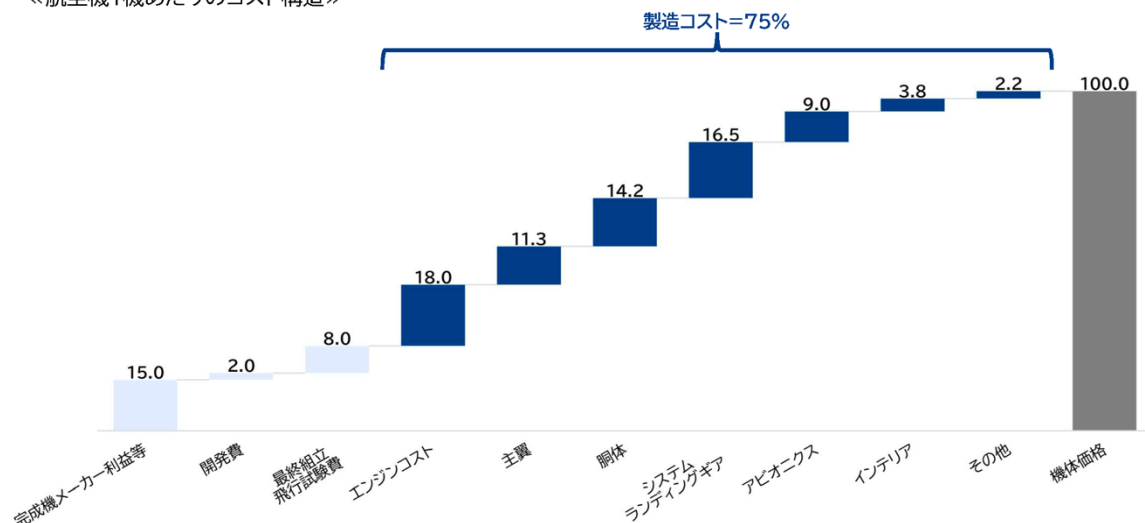
出所)国税庁"主な減価償却資産の耐用年数表", 閲覧日:2024/2/27(https://www.nta.go.jp/taxes/shiraberu/taxanswer/shotoku/pdf/2100_01.pdf), 東京都"減価償却資産の耐用年数表", 閲覧日:2024/2/27(<https://www.tax.metro.tokyo.lg.jp/shisan/info/hyo01.06.pdf>), 日本航空"2023年3月期有価証券報告書", ANAホールディングス"第73期有価証券報告書"をもとにMRI作成

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

【参考】航空機の製造コストについて

- 航空機製造コストの試算事例をもとに、航空機の製造コストは機体価格の75%とした

《航空機1機あたりのコスト構造》



出所)経済産業省"我が国の航空機産業の現状と航空産業を取り巻く国際的な環境変化", 閲覧日:2024/2/28 (https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/seizo_sangyo/kokuki_uchu/pdf/002_04_00.pdf)をもとにMRI作成

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

燃料費(電気代)について

- 飛行距離に応じて燃料費(電気代)が発生する
- Joby社の資料(battery/charging = \$0.13/(mile・seat))をもとに、電気代単価を”45.2円/km”とした
- 東京-富士、広島-出雲のそれぞれの路線における年間飛行距離をふまえた燃料費(電気代)は以下の通り
 - 東京-富士

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
年間総飛行距離	943	1070	1191	1301	1395	1472	1536	1586	1626	1653 万km
燃料費(電気代)	4.3	4.8	5.4	5.9	6.3	6.7	7.0	7.2	7.4	7.5 億円

- 広島-出雲

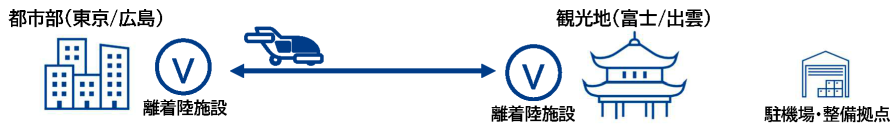
	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
年間総飛行距離	71	80	87	96	103	109	112	116	119	122 万km
燃料費(電気代)	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6 億円

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

必要施設の算出

- 「離着陸施設」「駐機場・整備拠点」の建設、建設に伴う「土地」の取得を想定する
- 「駐機場・整備拠点」は土地価格の低い観光地側にのみ用意することとした

《必要施設イメージ》

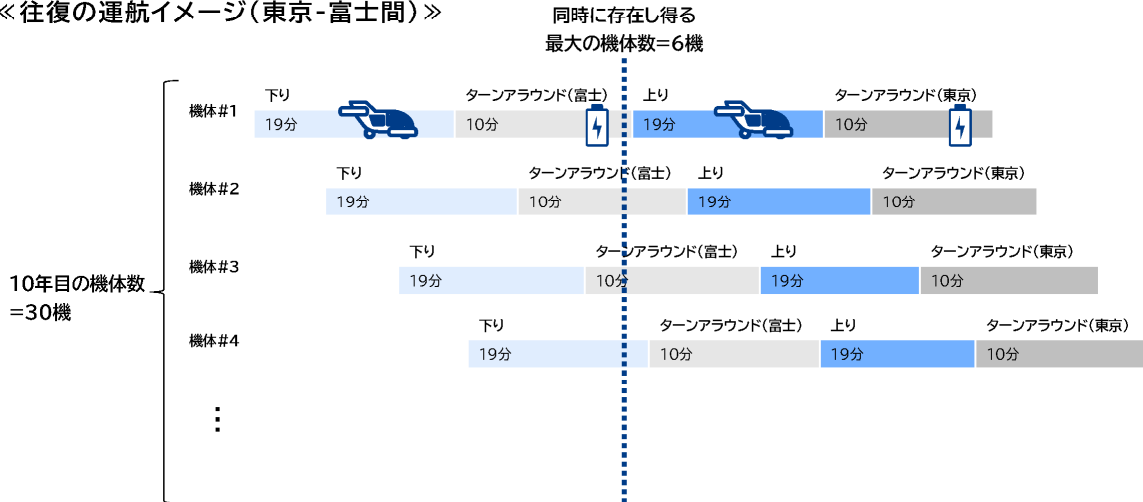


必要施設	主な役割	施設算出にあたっての考え方
離着陸施設 (パーティポート)	<ul style="list-style-type: none"> ● 乗客の乗降 ● 乗客の受付・待合 ● 機体の充電 ● 従業員の待機・休憩 	<ul style="list-style-type: none"> ● 運航便数より算出した「同時に離着陸場に存在しうる機体数+1機」を収納可能 ● その他乗降・待機スペース等も確保 ● 事業開始後の時期によって運航機数は異なるが、10年目の事業規模に必要な施設を最初から設置する
駐機場・整備拠点	<ul style="list-style-type: none"> ● 夜間の駐機 ● 機体の整備 	<ul style="list-style-type: none"> ● 事業開始後10年目の保有機数を収納可能な規模
土地	<ul style="list-style-type: none"> ● 上記必要施設の建設 	<ul style="list-style-type: none"> ● 離着陸施設:都市部・観光地からアクセスが良好である地点 ● 駐機場・整備拠点:パーティポートから数~10km程度の場所

離着陸施設の必要サイズについて

- 離着陸施設のサイズ決定に際して、離着陸施設に同時に存在し得る最大の機体数を算出した
- 東京-富士路線では、1つのパーティポートに同時に存在する機体数は最大6機である

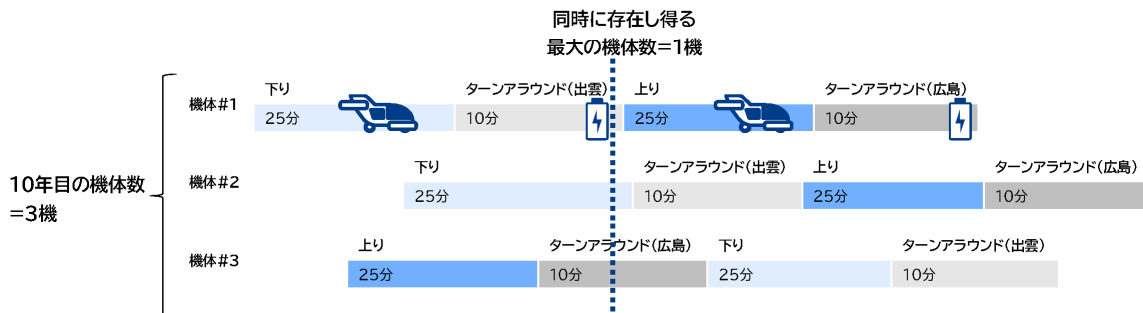
《往復の運航イメージ(東京-富士間)》



離着陸施設の必要サイズについて

- 広島-出雲間では、1つのパーティポートに存在する機体数は最大で1機と算出される

《往復の運航イメージ(広島-出雲間)》

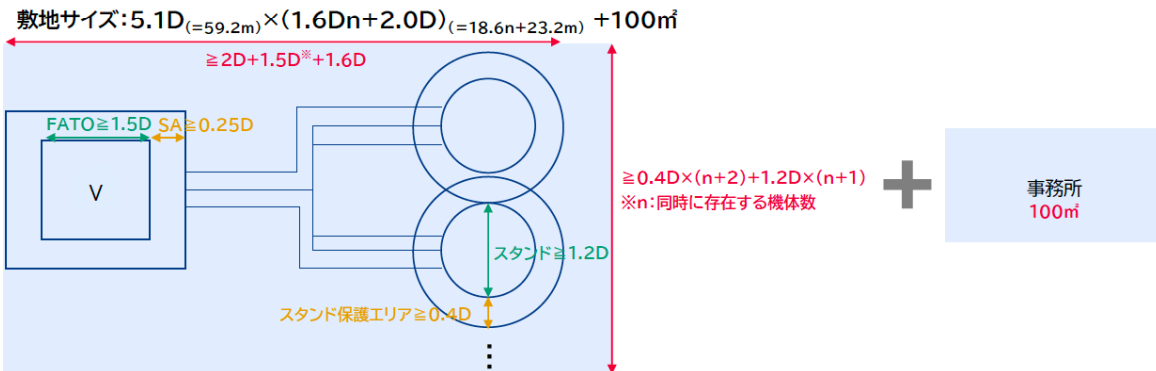


(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

離着陸施設の必要サイズについて

- 離着陸施設には離着陸場所と機体待機所があるとし、「パーティポート整備指針」を参考に各路線の離着陸施設の必要サイズを算定した(※離着陸施設に同時に存在し得る最大の機体数に対して、1台分の予備スペースの確保を想定)
- また、乗客の受付・待合や従業員の待機・休憩場所として、事務所(100㎡)の併設を想定する

《離着陸施設サイズイメージ》



※整備指針上では明記されていないが、誘導路帯幅(≥1.5D)がスタンド/SAに被らないように設計した
 ※機体サイズ(直径)として、D=11.6mとした
 出所)国土交通省航空局「パーティポート整備指針」, 閲覧日: 2024/2/26 (https://www.mlit.go.jp/koku/content/VPDesignGuidelines_jp.pdf) をもとにMRI作成

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

施設の建設費単価について

- 既存のヘリポート/建築物の建設費単価をもとに、施設の建設費単価を設定した

施設	建設費単価
離着陸場所/機体待機所	20,000円/㎡
事務所	414,218円/㎡

- (参考)ヘリポートの建設費用

名称	建築面積	建設費	建設費単価
三春町北部地域ヘリポート	1500㎡	4,500,000円	3,000円/㎡
由良町ヘリポート	5,570㎡	44,640,000円	8,014円/㎡
東洋町防災ヘリポート	1,600㎡	39,930,000円	24,956円/㎡
古川地区ヘリポート	1,080㎡	40,000,000円	37,037円/㎡
秋山市ヘリポート	900㎡	45,000,000円	50,000円/㎡

- (参考)各建築物の建設費単価(建築着工統計より)

名称	建設費単価
事務所	414,218円/㎡

※古川地区ヘリポートにおいては、航空地図をもとにMRIにて面積を試算
 出所)三春町「北部地域ヘリポート」, 閲覧日: 2024/2/29 (<https://www.town.miharu.fukushima.jp/soshiki/2/01-0701heliport.html>), 日本工業経済新聞社
 来月上旬にも着工/ヘリポート建設”, 閲覧日: 2024/2/29 (<https://www.nikoukei.co.jp/news/detail/25418>), 東洋町「東洋町防災ヘリポート」, 閲覧日:
 2024/2/29 (<http://www.town.toyo.kochi.jp/contents/info0009.html>), 飛騨市「古川地区ヘリポートの整備」, 閲覧日: 2024/2/29,
 (<https://www.city.hida.gifu.jp/img/data/gian/r01-11/gaiyoutuika.pdf>), 紀州新聞「由良町内発のヘリポート3月完成へ」, 閲覧日: 2024/2/29
 (<https://blog.goo.ne.jp/ks-press/e/84cc603dfe27d5ec588ee32f65470ad0>), 国土交通省「2023年建築着工統計調査」をもとにMRI作成

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

MRI

充電設備について

- NIAとNASAの資料” eVTOL Electrical Infrastructure Study for UAM Aircraft” にPOD Electrical = \$588,692.50/基との記載をもとに、充電設備導入の単価を”82,416,950円/基”とした
- なお、充電設備は離着陸施設における機体の待機場所数と同数(東京-富士:7基/施設、広島-出雲:2基/施設)用意するものとする

※本単価は「現存する5層建ての建物に1台の充電設備を建設した際のコスト」として資料上で説明されている
出所)NIA-NASA” eVTOL Electrical Infrastructure Study for UAM Aircraft”, 閲覧日:2024/3/4(https://webassets.bv.com/2019-11/NASA_eVTOL_Electric_Infrastructure_Study.pdf)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

49

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

MRI

離着陸施設のコストについて

- 離着陸施設のコストは以下の通り算出した
- なお、建設費等は減価償却費(定額法)として経年で計上した

● 東京-富士

建物	建築面積	建設費単価	建設費	減価償却費
離着陸場所+機体待機所	7,961㎡	2万円/㎡	15,921万円	531万円/年
事務所	100㎡	41万円/㎡	4,142万円	138万円/年
充電設備	-	8,242万円/基	57,692万円	9,615万円/年
合計(2箇所)	16,122㎡	-	155,510万円	20,568万円/年

● 広島-出雲

建物	建築面積	建設費単価	建設費	減価償却費
離着陸場所+機体待機所	2,471㎡	2万円/㎡	4,941万円	164万円/年
事務所	100㎡	41万円/㎡	4,142万円	138万円/年
充電設備	-	8,242万円/基	16,483万円	2,747万円/年
合計(2箇所)	5,141㎡	-	51,133万円	6,100万円/年

Copyright © Mitsubishi Research Institute

50

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

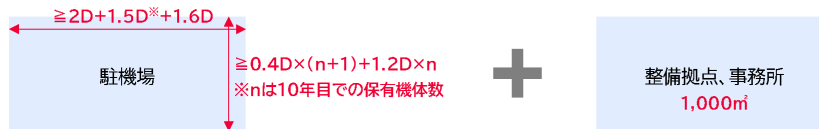
MRI

駐機場・整備拠点のサイズについて

- 駐機場は離着陸施設と同様に、パーティポート整備指針で定める要件で10年目の保有機数を収容可能な広さとし、整備拠点/事務所は、既存のヘリポート格納庫事例を参考に一律1,000㎡とした

《駐機場・整備拠点必要サイズ》

敷地サイズ： $5.1D_{(-59.2m)} \times (1.6Dn+0.4D)_{(-18.5n+4.6m)} + 1,000\text{㎡}$



- (参考)ヘリポート格納庫等の建築面積/工事単価

名称	用途/内訳	延床面積	格納数
新潟大学ドクターヘリ格納庫	格納庫、待機所、油脂庫	543㎡	1機
大阪市航空基地	格納庫、事務所	685㎡	2機
横浜ヘリポート格納庫	格納庫	1,176㎡	2機
熊本県総合防災航空センター	ヘリコプター格納庫、整備資材庫、事務所、会議室等(防災消防航空センターと警察航空隊基地の合築)	1,909㎡	記載なし
八尾市航空隊庁舎	格納庫、部品庫・工作室、出勤準備室、研修室、資器材庫、機械・電気室、事務所・食堂等	2,000㎡	記載なし

出所)新潟大学"新潟大学ドクターヘリ格納庫新築工事",閲覧日:2024/2/29(https://www.niigata-u.ac.jp/wp-content/uploads/2016/03/koujigaiyou_dokuharikakunouko.pdf),大阪市"航空隊庁舎建設整備事業",閲覧日:2024/2/29(https://www.city.osaka.lg.jp/shiseikaikakushitsu/cmsfiles/contents/0000548/548278/02-1.daikibo_chousho.pdf),横浜市"横浜ヘリポート格納庫",閲覧日:2024/2/29(<https://www.city.yokohama.lg.jp/business/bunyabetsu/kenchiku/kokyokenchiku/picture/picture/h27/heriport.html>),大阪府"消防用ヘリコプター格納庫等整備費補助金",閲覧日:2024/2/29(<https://www.pref.osaka.lg.jp/yosan/cover/index.php?year=2024&acc=1&form=01&proc=6&ykst=2&bizcd=2010085&seq=1>),熊本県"熊本県総合防災航空センター",閲覧日:2024/2/29(<https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/115/4385.html>)をもとにMRI作成

Copyright © Mitsubishi Research Institute

51

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

MRI

駐機場・整備拠点の建設費単価について

- ヘリポート、建築物等の建設費の事例等を参考に、駐機場・整備拠点の建設費単価を設定した

建物	建設費単価
駐機場	20,000円/㎡
整備拠点/事務所	328,199円/㎡

- (参考)ヘリポートの建設費用

名称	建築面積	建設費	建設費単価
三春町北部地域ヘリポート	1,500㎡	4,500,000円	3,000円/㎡
由良町ヘリポート	5,570㎡	44,640,000円	8,014円/㎡
東洋町防災ヘリポート	1,600㎡	39,930,000円	24,956円/㎡
古川地区ヘリポート	1,080㎡	40,000,000円	37,037円/㎡
秋山市ヘリポート	900㎡	45,000,000円	50,000円/㎡

- (参考)各建築物の建設費単価(建築着工統計より)

名称	建設費単価
工場及び作業場	328,199円/㎡

※古川地区ヘリポートにおいては、航空地図をもとにMRIにて面積を試算

出所)出所)三春町"北部地域ヘリポート",閲覧日:2024/2/29(<https://www.town.miharu.fukushima.jp/soshiki/2/01-0701heliport.html>),日本工業経済新聞社"来月上旬にも着工/ヘリポート建設",閲覧日:2024/2/29(<https://www.nikoukei.co.jp/news/detail/25418>),東洋町"東洋町防災ヘリポート",閲覧日:2024/2/29(<http://www.town.toyo.kochi.jp/contents/info0009.html>),飛騨市"古川地区ヘリポートの整備",閲覧日:2024/2/29, (<https://www.city.hida.gifu.jp/img/data/gian/r01-11/gaiyoutuika.pdf>),紀州新聞"由良町内発のヘリポート3月完成へ",閲覧日:2024/2/29 (<https://blog.goo.ne.jp/ks-press/e/84cc603dfe27d5ec58ee32f65470ad0>),国土交通省"2023年建築着工統計調査"をもとにMRI作成

Copyright © Mitsubishi Research Institute

52

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

MRI

駐機場・整備拠点のコストについて

- 駐機場・整備拠点のコストは以下ようになる
- なお、建設費は減価償却費(定額法)として経年で計上する

● 東京-富士

建物	建築面積	建設費単価	建設費	減価償却費
駐機場	33,215㎡	2万円/㎡	66,430万円	2,214万円/年
整備拠点/事務所	1,000㎡	33万円/㎡	32,820万円	1,094万円/年
合計	34,215㎡	-	99,250万円	3,308万円/年

● 広島-出雲

建物	建築面積	建設費単価	建設費	減価償却費
駐機場	3,569㎡	2万円/㎡	7,137万円	238万円/年
整備拠点/事務所	1,000㎡	33万円/㎡	32,820万円	1,094万円/年
合計	4,569㎡	-	39,957万円	1,332万円/年

Copyright © Mitsubishi Research Institute

53

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

MRI

土地のコストについて

- 離着陸施設/駐機場・整備拠点の建設に要する土地として、各路線それぞれ3か所を想定した

● 東京-富士

立地	建設施設	場所のイメージ※	単価	必要面積	土地代金
東京(中心部)	離着陸施設	・ 新宿駅周辺1km以内 ・ (新宿駅-650m)	1,270,000円/㎡	8.061㎡	102.4億円
富士(中心部)	離着陸施設	・ 富士山駅周辺1km以内 ・ (富士山駅-1,000m)	53,900円/㎡	8.061㎡	4.3億円
富士(郊外部)	駐機場・整備拠点	・ 富士吉田市内 ・ (月江寺駅-1,200m)	49,900円/㎡	38.607㎡	17.1億円
合計	-	-	-	61,316㎡	123.8億円

● 広島-出雲

立地	建設施設	場所のイメージ※	単価	必要面積	土地代金
広島(中心部)	離着陸施設	・ 広島駅周辺1km以内 ・ (広島駅-700m)	938,000円/㎡	2,571㎡	24.1億円
出雲(中心部)	離着陸施設	・ 出雲駅周辺1km以内 ・ (出雲市駅-600m)	48,200円/㎡	2,571㎡	1.2億円
出雲(郊外部)	駐機場・整備拠点	・ 出雲市内 ・ (江南駅-2,700m)	21,800円/㎡	4,569㎡	1.0億円
合計	-	-	-	9,710㎡	26.3億円

※用途区分が商業地域(富士山駅、月江寺駅周辺のみ準住居地域)として設定されている土地を対象とし、地積の大小は選定基準に含めていない。場所は費用算出のためのイメージとして設定しており、具体的な導入計画等に基づいては異なる。

出所)国土交通省「国土交通省地価公示・都道府県地価調査」, 閲覧日:2024/2/28 (<https://www.reinfolib.mlit.go.jp/>)をもとにMRI作成

Copyright © Mitsubishi Research Institute

54

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

MRI

必要人員の算出

- 空飛ぶ車サービスの提供にあたっては、専業会社設立を前提とし、「パイロット」「整備士」「その他従業員」「本社社員」の分類で体制を検討した

必要人員	主な役割イメージ	人員算出にあたっての考え方	想定年収
全従業員共通	-	<ul style="list-style-type: none"> 平日・土日で同じ従業員数 正社員採用(年俸制) 年間労働日数230日 人員の小数点以下は切り上げ 	-
パイロット	<ul style="list-style-type: none"> 機体の操縦 乗客の乗降補助 	<ul style="list-style-type: none"> 稼働している機体1機につき1人 ただし、航空法による下記の乗務時間制限(連続28日間で100時間、連続365日間で1,000時間)を超えないことが条件 二交代制 	16,003,100円
整備士	<ul style="list-style-type: none"> 機体の充電・軽微な整備 機体不具合発生時の対応 	<ul style="list-style-type: none"> 拠点1箇所につき1人 二交代制 合計人員に対し、予備人員を1人用意 	4,941,400円
その他従業員	<ul style="list-style-type: none"> チケット確認等の乗客対応 乗客の乗降補助 	<ul style="list-style-type: none"> 拠点1箇所につき1人 二交代制 合計人員に対し、予備人員を1人用意 	3,818,900円
本社社員	本社/バックオフィス機能	現場社員数の25%	4,899,500円

※航空機に乗務するパイロットは航空法によって乗務時間(航空機が離陸のために所定の場所で移動を開始してから着陸後所定の場所で停止するまでの時間)の制限が定められている(出所)航空局、「航空機乗組員の乗務制について」、閲覧日:2024/2/21(<https://www.mlit.go.jp/notice/noticedata/pdf/20190717/FS104-36.pdf>)、厚生労働省「令和4年賃金構造基本統計調査」をもとにMRI作成

Copyright © Mitsubishi Research Institute

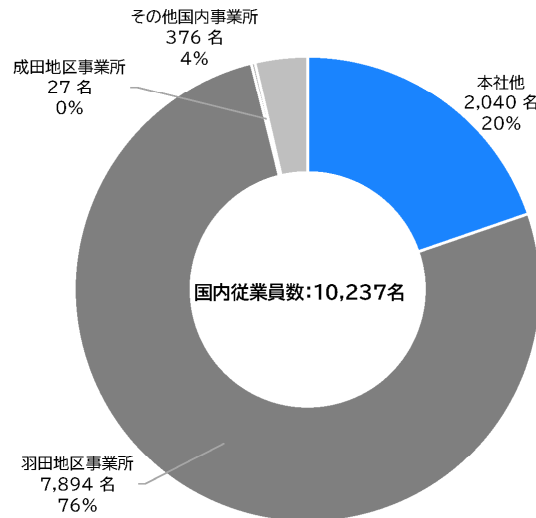
55

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

MRI

【参考】本社社員数について

- 公開されているエアラインの事例を参考に、全体の20%（現場社員の25%）を本社社員とした



出所)日本航空「2023年3月期有価証券報告書」、閲覧日:2024/3/5(<https://ssl4.eir-parts.net/doc/9201/yuhu.pdf/S100R3GK/00.pdf>)をもとにMRI作成

Copyright © Mitsubishi Research Institute

56

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

MRI

必要人員の算出

- 東京-富士、広島-出雲のそれぞれの路線における、必要人員は以下の通り

● 東京-富士

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	
パイロット数	54	64	70	77	83	86	89	93	96	96	人
整備士数	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	人
その他従業員数	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	人
本社員数	18	20	22	24	25	26	27	28	28	28	人
年間総人件費	10.2	11.9	13.0	14.2	15.2	15.7	16.3	17.0	17.4	17.4	億円
(参考)パイロット年間乗務時間	822	787	801	795	791	806	813	803	797	811	h

● 広島-出雲

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	
パイロット数	7	7	7	7	7	10	10	10	10	10	人
整備士数	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	人
その他従業員数	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	人
本社員数	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	人
年間総人件費	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	億円
(参考)パイロット年間乗務時間	540	627	691	756	799	590	620	635	650	665	h

Copyright © Mitsubishi Research Institute

57

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

MRI

整備費について

- 飛行距離に応じて機体の整備費が発生すると想定した
- Joby社の資料(maintenance cost incl. labor = \$0.19/(seat・mile))をもとに、整備費単価を”66.1円/km”とした

- 東京-富士、広島-出雲のそれぞれの路線における整備費用は以下の通り

● 東京-富士

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	
年間総飛行距離	943	1070	1191	1301	1395	1472	1536	1586	1626	1653	万km
整備費用	6.2	7.1	7.9	8.6	9.2	9.7	10.2	10.5	10.8	10.9	億円

● 広島-出雲

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	
年間総飛行距離	71	80	87	96	103	109	112	116	119	122	万km
整備費用	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	億円

Copyright © Mitsubishi Research Institute

58

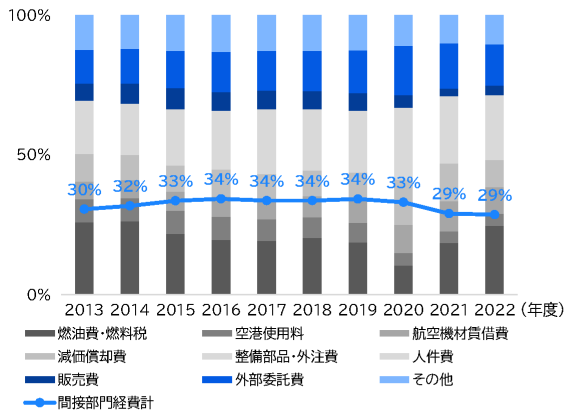
(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

間接部門経費について

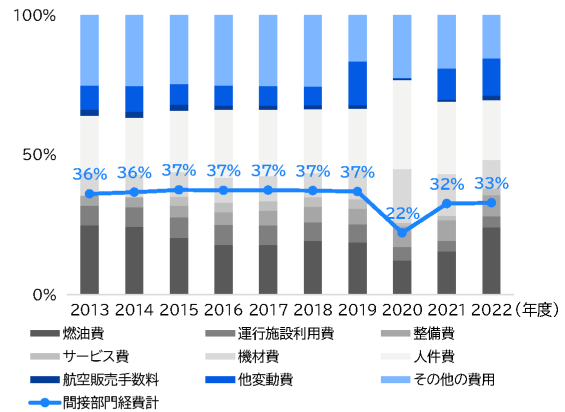
- その他のコストについては間接部門経費として計上した。具体的にはエアラインの財務諸表をもとに、営業費用全体に対する間接部門経費の割合を35%とした

- (参考)エアライン各社の営業費用内訳

《ANAの営業費用内訳》



《JALの営業費用内訳》

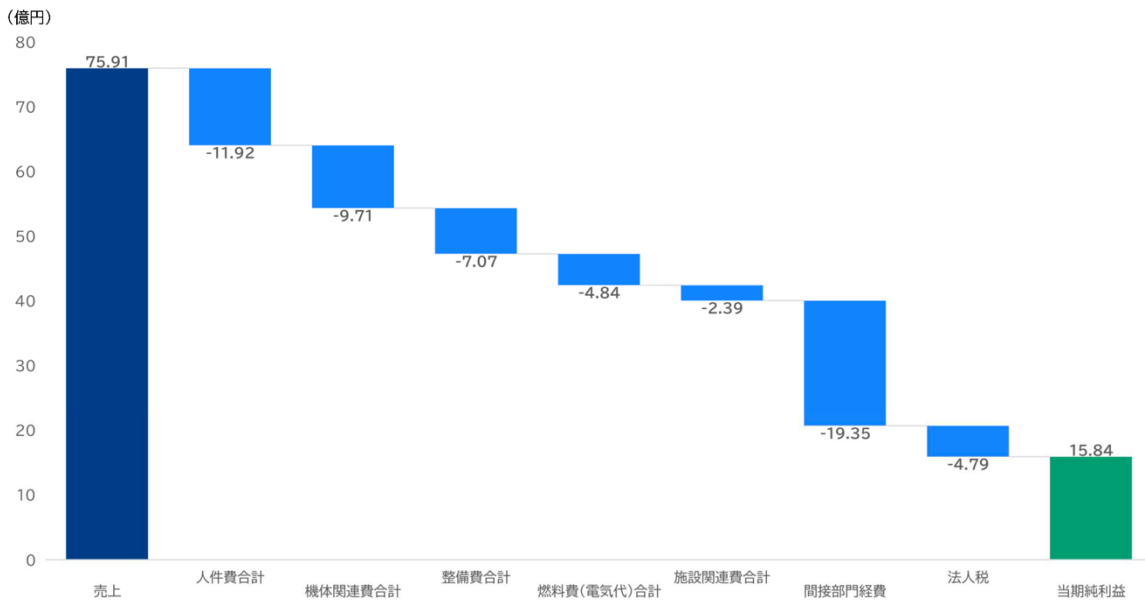


サービス費：機内・ラウンジ・貨物などのサービスに係る費用、他変動費：旅行・マイル連携・受託事業原価など
出所)日本航空IR資料、ANAホールディングスIR資料をもとにMRI作成

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

年間利益推計結果_東京-富士

- 「東京-富士」路線の単年(2年目)のコスト構造と利益は以下の通り

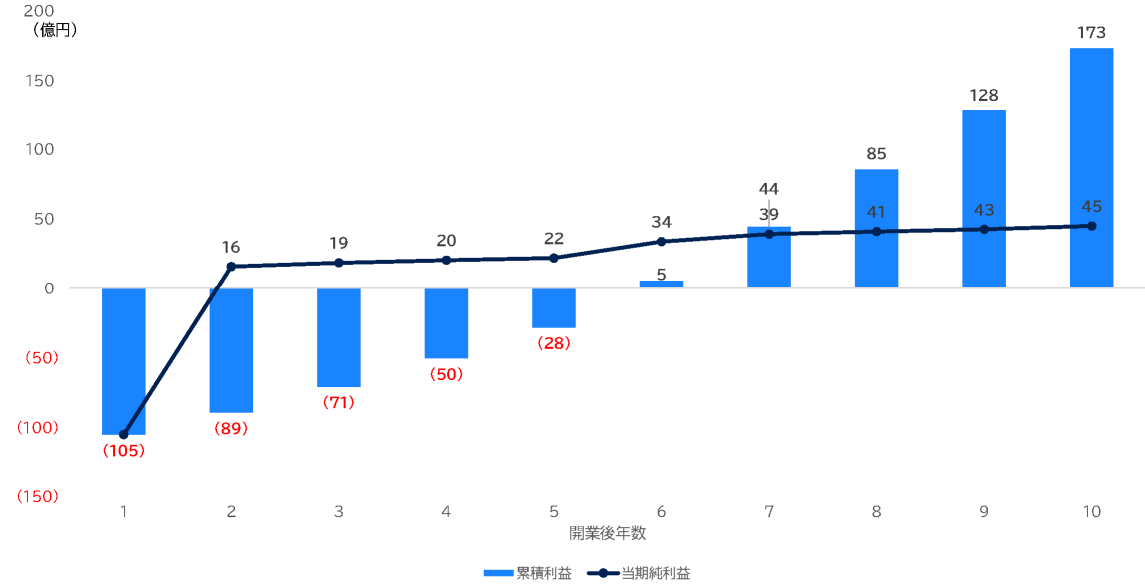


(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス



年間利益推計結果_東京-富士

- 「東京-富士」路線の年間利益推移は以下の通り



Copyright © Mitsubishi Research Institute

61

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

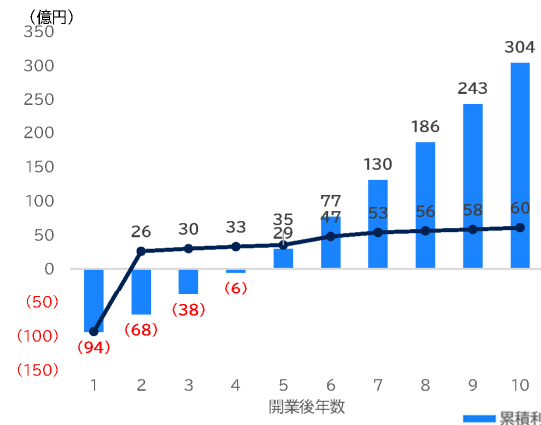


年間利益推計結果_東京-富士

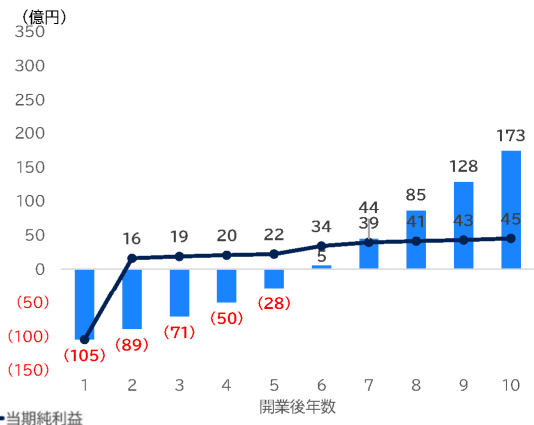
- 前頁までのシナリオを標準シナリオ(就航率はVFR機並みの80%と想定)とし、就航率がIFR機並み(98%)となる就航率向上シナリオの検討を行ったところ、累積収支黒字化までの期間短縮の効果が確認された

	就航率	単年度黒字化	累積黒字化
就航率向上シナリオ	98%	2年目	5年目
標準シナリオ	80%	2年目	6年目

《就航率向上シナリオ》



《標準シナリオ》



Copyright © Mitsubishi Research Institute

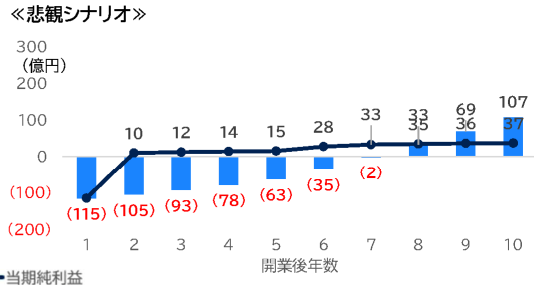
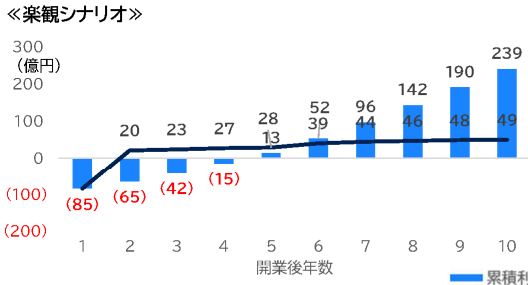
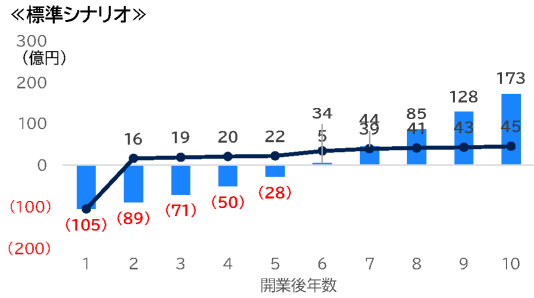
62

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

年間利益推計結果_東京-富士

- 標準シナリオに対し、L/F及びそれに伴う1日当たり便数を変化させたシナリオの検討を行った

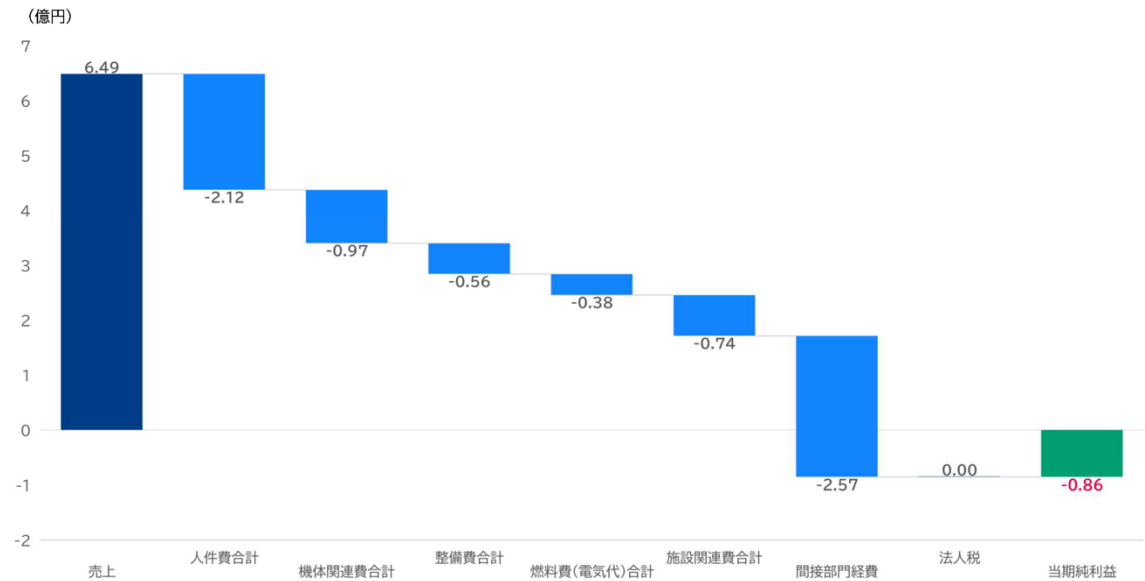
	L/F	便/日(1年目)	単年度黒字化	累積黒字化
楽観シナリオ	平日	70%	2年目	5年目
	休日	89%		
標準シナリオ	平日	63%	2年目	6年目
	休日	79%		
悲観シナリオ	平日	55%	2年目	8年目
	休日	69%		



(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

年間利益推計結果_広島-出雲

- 「広島-出雲」路線の単年(2年目)のコスト構造と利益は以下の通り

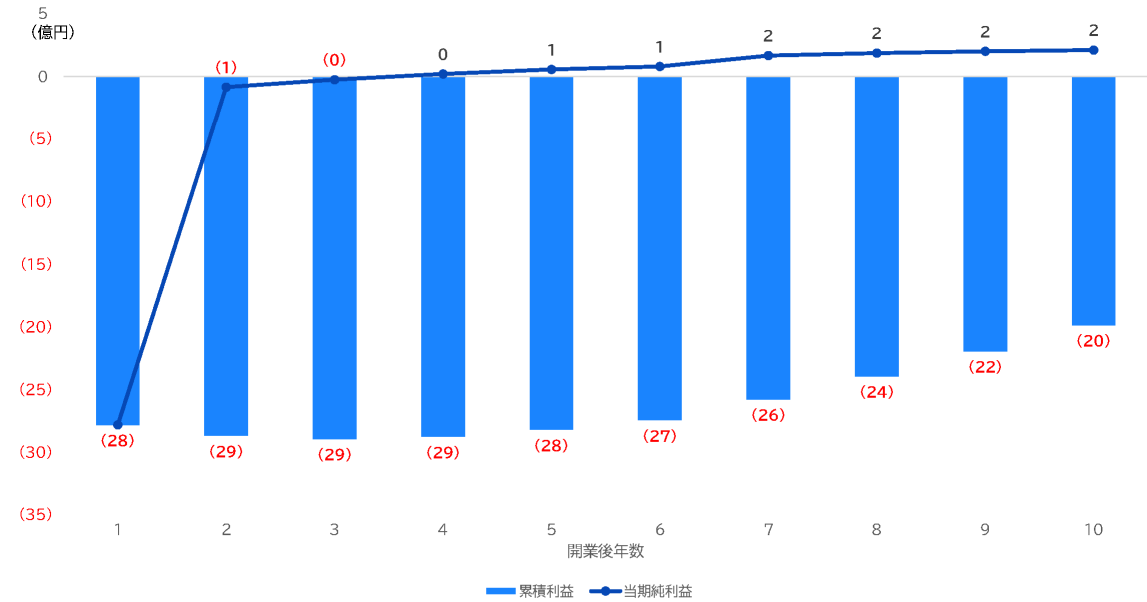


(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス



年間利益推計結果_広島-出雲

●「広島-出雲」路線の年間利益推移は以下の通り



(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

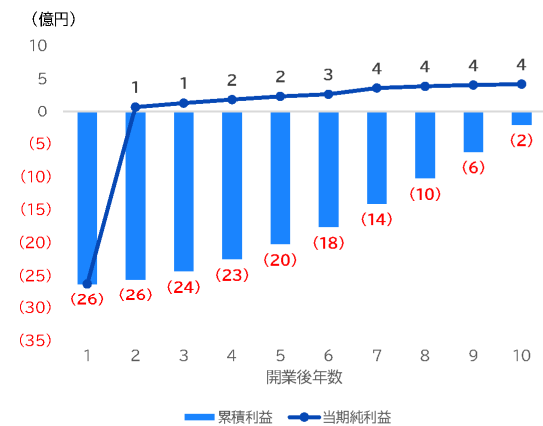


年間利益推計結果_広島-出雲

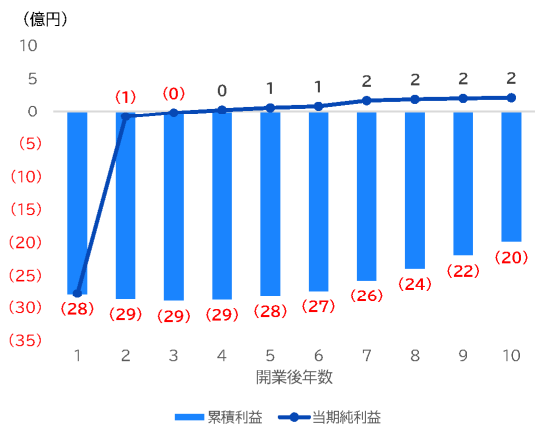
● 前頁までのシナリオを標準シナリオ(就航率は冬季就航率低下を考慮して73%と想定)とし、就航率がIFR機並み(98%)となる就航率向上シナリオの検討を行った

	就航率	単年度黒字化	累積黒字化
就航率向上シナリオ	98%	2年目	10年以内未達
標準シナリオ	73%	4年目	10年以内未達

《就航率向上シナリオ》



《標準シナリオ》

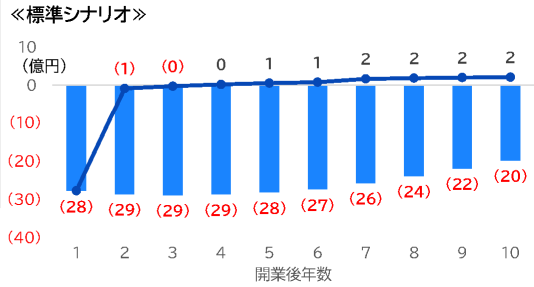


(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

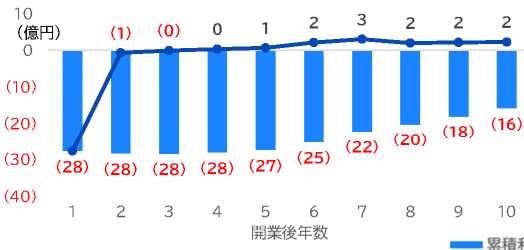
年間利益推計結果 広島-出雲

- 標準シナリオに対し、L/F及びそれに伴う1日当たり便数を変化させたシナリオの検討を行った

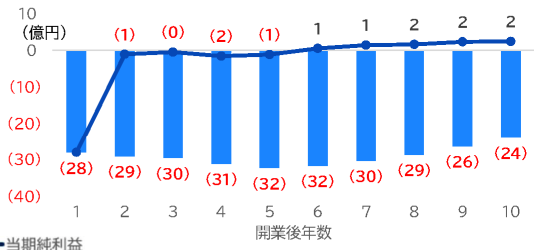
	L/F	便/日(1年目)	単年度黒字化	累積黒字化
楽観シナリオ	平日	89%	4年目	10年以内未達
	休日	76%		
標準シナリオ	平日	79%	4年目	10年以内未達
	休日	67%		
悲観シナリオ	平日	69%	6年目	10年以内未達
	休日	58%		



「楽観シナリオ」



「悲観シナリオ」

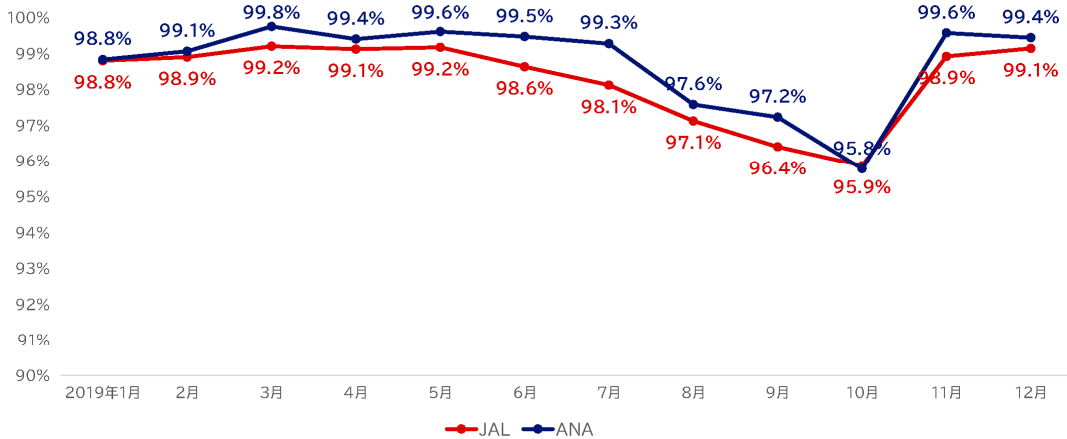


(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

【参考】就航率の向上について

- 空飛ぶ車は初めにはVFRで運航されると考えられているが、機体性能の向上/IFR運航の実現により、将来的には就航率の向上が期待されている
- 本調査で就航率向上シナリオ(=98%)は、エアラインの実績を参考に設定した

「国内線就航率実績」



出所)日本航空”運航情報”閲覧日:2024/3/11(<https://www.jal.com/ja/safety/quality/information>) , ANA”運航状況”閲覧日:2024/3/11 (https://www.ana.co.jp/flt_data)をもとにMRI作成

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

MRI

【参考】Joby analyst dayのデータ

- Joby社が公開しているコスト見積りや標準的なサービスモデルのデータは以下の通りである
- これらのデータのうち、本調査の分析でも採用したデータを赤で示す

サービスモデル

average trip length	24 miles
cruising speed	165 miles/h
average load factor	2.3 passengers
turnaround time	6 min
price/seat mile	\$3
days a week	7
average trip / day	40
revenue per available seat mile	\$ 1.73
cost per available seat mile	\$ 0.86

コスト(per available seat mile)

pilot	\$ 0.22
maintenance cost incl. labor	\$ 0.19
skyport support/ landing fees	\$ 0.11
battery/charging	\$ 0.13
aircraft & insurance	\$ 0.09
other expenses	\$ 0.12

事業性(per aircraft)

revenue	\$ 2,200,000
costs of goods sold	\$ 900,000
gross margin	\$ 1,300,000
other expenses	\$ 300,000
contribution margin	\$ 1,000,000
payback period	1.3 years

機体(per aircraft)

Manufacturing cost	\$ 1.3 million
Total useful time	10 year
Operating hours per year	4,500 hr

出所)Joby Aviation, "Reinvent & Joby Investment Memo", 閲覧日:2023/12/25(<https://ir.jobyaviation.com/sec-filings/all-sec-filings/content/0001193125-21-205644/d168227d425.htm>)をもとにMRI作成

Copyright © Mitsubishi Research Institute

69

(3)コスト構造の定量化 空飛ぶ車サービス

MRI

【参考】Joby analyst dayの分析

- Joby社は2026年頃の米国における旅客輸送サービスでは1.3年で資金回収可能としている
- Joby社の計画では、離着陸に関するコストは離着陸料を支払う想定で含まれている

コスト(per available seat mile)	サービスモデル	事業性(per aircraft)
pilot \$ 0.22	7 days a week	revenue \$ 2,200,000
maintenance cost incl. labor \$ 0.19	~40 Average trips per day	costs of goods sold \$ 900,000
skyport support/ landing fees \$ 0.11	\$1.73 Revenue per available seat mile	gross margin \$ 1,300,000
battery/charging \$ 0.13	\$0.86 Cost per available seat mile	other expenses \$ 300,000
aircraft & insurance \$ 0.09		contribution margin \$ 1,000,000
other expenses \$ 0.12		payback period 1.3 years

出所)Joby Aviation, "Reinvent & Joby Investment Memo", 閲覧日:2023/12/25(<https://ir.jobyaviation.com/sec-filings/all-sec-filings/content/0001193125-21-205644/d168227d425.htm>)をもとにMRI作成

Copyright © Mitsubishi Research Institute

70

(4) 売上の算出 自動運転車サービス

Copyright © Mitsubishi Research Institute

71

(4) 売上の算出 自動運転車サービス

MRI

売上の算出方法

● 料金・所要時間

- 自動運転車サービスについては、既存の高速バスを同等のサービスレベル(料金、移動時間)で置き換えるサービスモデルを想定した
- 実際の事例にもとづき、以下の料金と移動時間とした

路線	料金	道路距離	時間	参照データ
東京-富士	2,000円	104km	112分	富士急行バス「新宿～富士急ハイランド・富士山駅・河口湖駅 片道通常運賃(大人、昼間、WEB予約決済)」
広島-出雲	4,200円	164km	202分	中国JRバス「広島駅～出雲市駅 片道普通運賃(大人)」

● 年間利用者数

- 以下の手順で推計した
 - 「東京-富士」「広島-出雲」間の現在のバスによるトリップ量を観光統計や全国幹線旅客純流動調査にもとづき推計した
 - 自動運転は新しい技術なので、サービスの提供開始から普及・定着するには時間がかかると考えられる。新しい技術の普及事例を参考に選択率の年次推移を推計した

出所) 中国ジェイアールバス「路線詳細 広島⇄出雲 みこと」、閲覧日:2024/2/1(<https://www.chugoku-jrbus.co.jp/highway/detail/0009.html>)
 富士急行バス「高速バス 富士五湖～新宿線」、閲覧日:2024/2/1(<https://bus.fujikyuu.co.jp/highway/detail/id/1/#/?dt=01&mt=2>)をもとにMRI作成

Copyright © Mitsubishi Research Institute

72

(4) 売上の算出 自動運転車サービス



利用者数推計手順

- 以下の手順で「東京-富士」、「広島-出雲」路線の自動運転車サービスの年間利用者数を推計した



(4) 売上の算出 自動運転車サービス



利用者数実績推計

- 統計データを用いて①～⑤を推計した

《東京-富士》	利用者数	根拠
① 本サービス対象目的地(富士・東部圏域)年間観光入込客数実績	27,029,602人	令和元年山梨県観光入込客統計調査報告書(実数を使用)
② うち本サービス対象発地(東京都)からの入込客数実績推計	6,100,824人	令和元年山梨県観光入込客統計調査報告書(①に対する割合として使用)
③ うち本サービス対象市区(特別区部)からの入込客数実績推計	4,227,130人	令和2年国勢調査(②に対する割合として使用)
④ うち平日バス利用年間移動者実績推計	526,703人	第6回(2015年)全国幹線旅客純流動調査(③に対する割合として使用)
⑤ うち休日バス利用年間移動者実績推計	320,987人	第6回(2015年)全国幹線旅客純流動調査(③に対する割合として使用)
《広島-出雲》	利用者数	根拠
① 本サービス対象目的地(出雲市)年間観光入込客数実績	※8,935,000人	令和元年度出雲市観光動態調査業務報告書(実数を使用)
② うち本サービス対象発地(広島県)からの入込客数実績推計	1,227,665人	令和元年度出雲市観光動態調査業務報告書(①に対する割合として使用)
③ うち本サービス対象市区(広島市)からの入込客数実績推計	526,629人	令和2年国勢調査(②に対する割合として使用)
④ うち平日バス利用年間移動者実績推計	43,382人	第6回(2015年)全国幹線旅客純流動調査(③に対する割合として使用)
⑤ うち休日バス利用年間移動者実績推計	17,987人	第6回(2015年)全国幹線旅客純流動調査(③に対する割合として使用)

年間平日数=246日、年間休日数=119日として計算。R2-5はパンデミックの影響が想定されるため、統計データはR1年度の数字を採用
 ※有効数字4桁だが計算の都合上7桁目まで表示

(4)売上の算出 自動運転車サービス



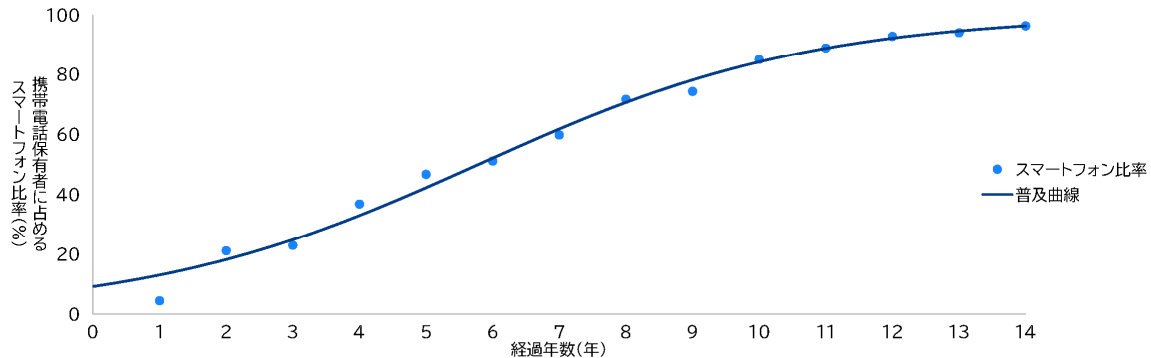
自動運転バスの選択率の推移

- 受容性が高まるにつれて選択率が高まり、普及時の選択率に達すると想定する
- 既存サービスが新たなテクノロジーによるサービスに代替される事例として、スマートフォンの普及事例を参考とした
- スマートフォンの普及曲線をロジスティック曲線で再現すると以下の通り

● $y = 1 / (1 + 9.95e^{-0.40x})$

- y :スマートフォンの普及率

- x :経過年数(本事例では2010年を1年目としている)



出所)モバイル社会研究所「モバイルレポート」, 閲覧日:2024/2/5(<https://www.moba-ken.jp/project/mobile/20230410.html>)をもとにMRI作成
Copyright © Mitsubishi Research Institute 75

(4)売上の算出 自動運転車サービス



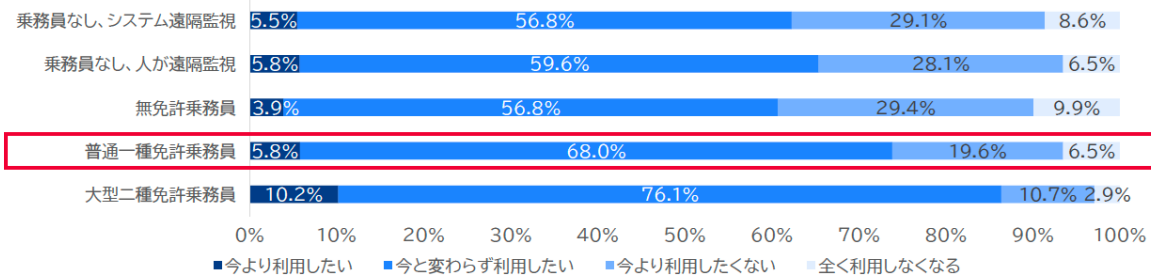
【参考】自動運転バスの社会受容性について

- 自動運転バスの社会受容性と乗務員形態の関係について、「乗務員乗車」で、なおかつ乗務員が「普通一種免許保有者」の場合では、73.8%の人が今と同等以上の利用意向を有するというデータがある

《アンケート概要》

実施方法	Webアンケート
アンケート回答期間	2021年11月22日~29日
アンケート収集対象	バスを月1日以上利用する人
サンプル数	616

《アンケート結果》



出所)岩田剛弥ら「自動運転バスの利用意向の要因分析-乗務員有無・乗務員の保有免許に着目して-」閲覧日:2024/1/26
([https://shakosv.sk.tsukuba.ac.jp/Labo/ayakolab/pdf/research_theme/3-4-\(2\)-195.pdf](https://shakosv.sk.tsukuba.ac.jp/Labo/ayakolab/pdf/research_theme/3-4-(2)-195.pdf))をもとにMRI作成
Copyright © Mitsubishi Research Institute 76

(4) 売上の算出 自動運転車サービス



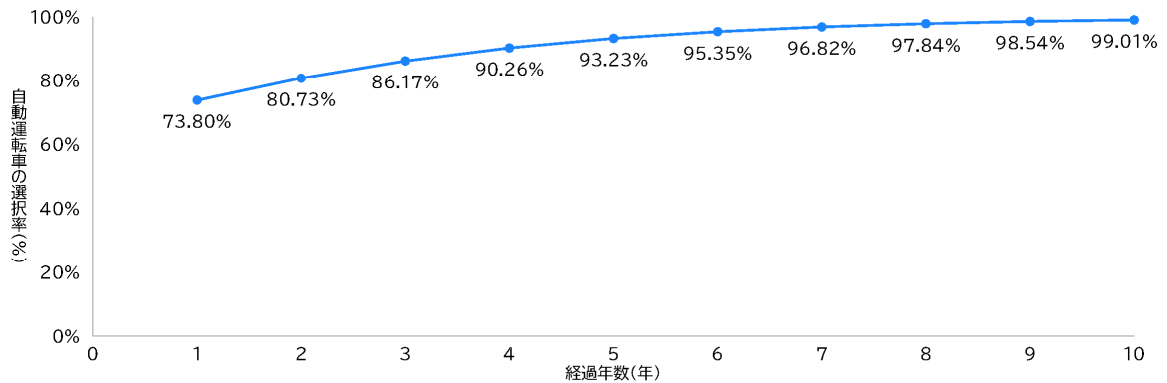
自動運転バスの選択率の推移

- 社会受容性に関するアンケート結果より、自動運転バスの初年度の選択率を73.8%と設定した
- その際、スマートフォンの普及曲線をx軸方向に平行移動した関数を自動運転バスの普及曲線として以下のように設定した

● $y = 1 / (1 + 9.95e^{-0.40(x+7.40)})$

- y : 自動運転バスの選択率 ($y_{|x=1} = 73.8\%$)

- x : サービス提供開始後年数



Copyright © Mitsubishi Research Institute

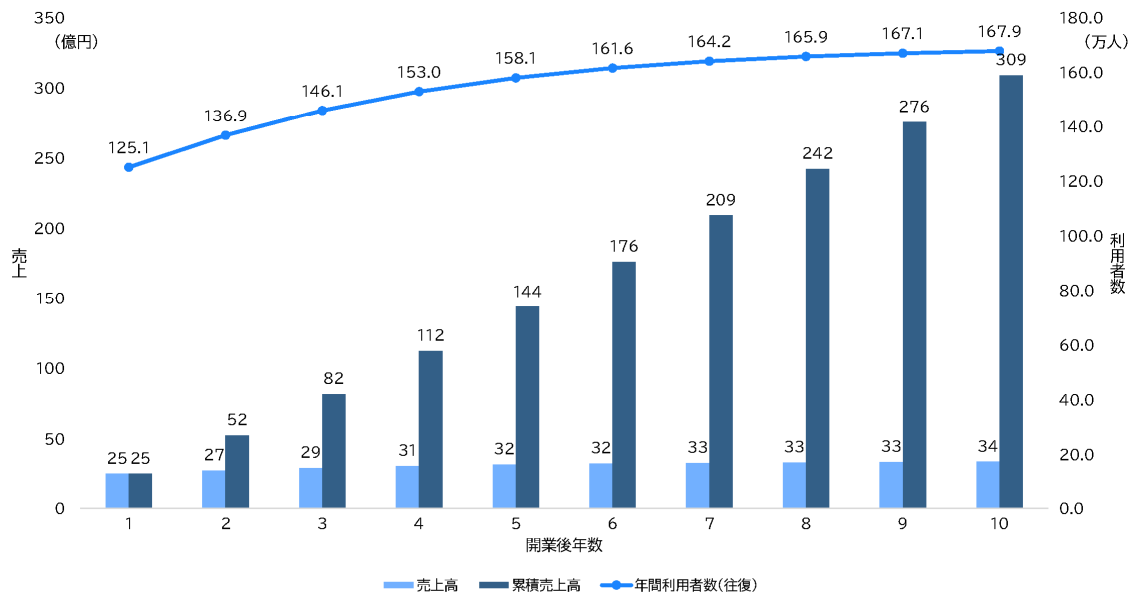
77

(4) 売上の算出 自動運転車サービス



年間売上推計結果_東京-富士

- 「東京-富士」路線の年間売上推移は以下の通り



Copyright © Mitsubishi Research Institute

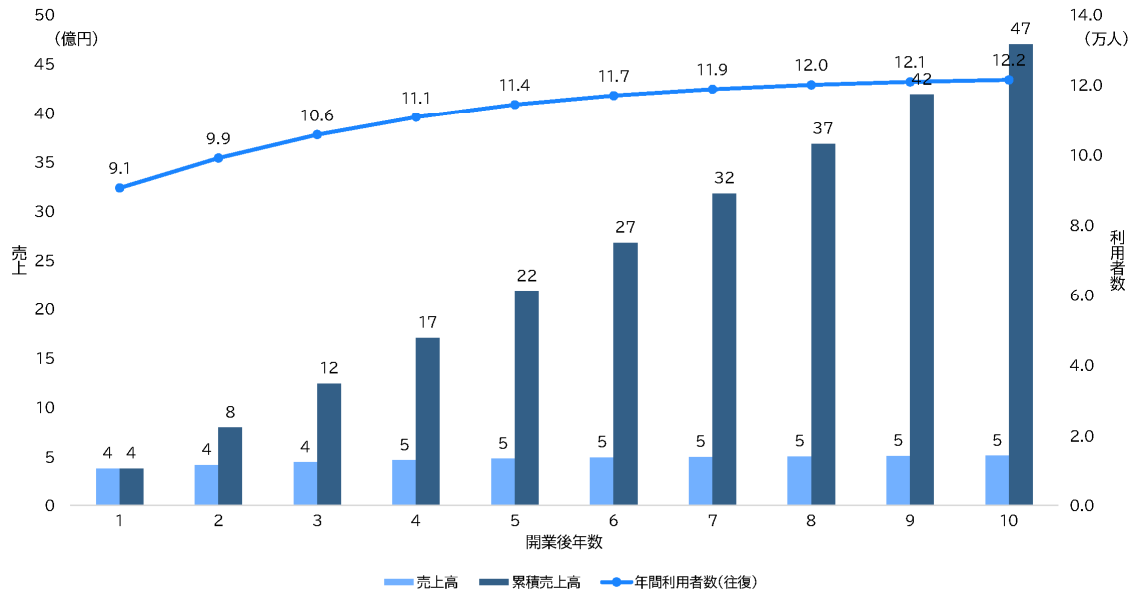
78

(4) 売上の算出 自動運転車サービス

MRI

年間売上推計結果 広島-出雲

- 「広島-出雲」路線の年間売上推移は以下の通り



Copyright © Mitsubishi Research Institute

79

(5) コスト構造の定量化 自動運転車サービス

Copyright © Mitsubishi Research Institute

80

既存の高速バス事業の分析

● 車両数を検討する上で、対象路線の既存の高速バス事業の状況を分析した

● 東京-富士路線の現状

- 5社が高速バス路線を運行している(JR、VIP LINER、京王バス、富士急行バス、東急バス)
- 出発地は都内複数箇所あるが、新宿からの便数が最も多い
- 走行時間は約112分(富士急行バス 新宿-富士山駅の場合)
- 時刻表によると、目的地についてから次の運行を開始するまでの時間として20分~4時間確保されており、1台のバスで最大1日4便の運行が行われていると考えられる
- 運行時間帯は6時台~23時台のダイヤが組まれている
- 平日と土日祝日を分けて考えた際、1日当たりの需要は土日祝日の方が多い
- 乗車率は平日が65%、土日祝日が78%と算出される

《下り路線の1日あたり便数》

出発地	平日	土日祝
新宿	41	44
東京駅	20	20
渋谷	9	9
羽田空港	0	1
南町田	1	1
池袋	1	1
秋葉原	1	1
合計(便/日)	73	77

《下り路線の乗車率》

	平日	土日祝
便数(便/日)	73	77
輸送能力(人/日)	3285	3465
バス利用移動者実績推計(人/日)	2141	2697
乗車率(%)	65.2	77.8

出所)各バス会社の時刻表をもとに集計

Copyright © Mitsubishi Research Institute

81

既存の高速バス事業の分析

● 広島-出雲路線の現状

- 運行会社はJR中国
- 便数は平日、土日祝日ともに上り・下り各6便、移動時間は202分
- 目的地についてから次の運行を開始するまでの時間は20分~2時間確保されており、1台のバスで最大1日4便の運行が行われていると考えられる
- 運行時間帯は7時台~22時台
- 平日と土日祝日を分けて考えた際、1日当たりの需要は平日の方が多い
- 乗車率は平日が65%、土日祝日が56%と考えられる

《下り路線の乗車率》

	平日	土日祝
便数(便/日)	6	6
輸送能力(人/日)	270	270
バス利用移動者実績推計(人/日)	176	151
乗車率(%)	65.3	56.0

出所)各バス会社の時刻表をもとに集計

Copyright © Mitsubishi Research Institute

82

(5)コスト構造の定量化 自動運転車サービス

MRI

既存の高速バス事業の分析

● 既存の高速バス事業の特徴

- 平日、土日祝日の便数・ダイヤに大きな差はなく、需要に応じて土日祝日と平日で乗車率が異なっている
- 4列標準のバスが用いられており、定員は45席である

● 自動運転車サービスの事業モデル

- 需要を平日と土日祝日に分けて考え、いずれか高い方の需要を取り込めるように車両数を設定する
- 定員、営業時間、乗車率は、既存の高速バス運行のデータにもとづき以下を想定する

定員	45席	
1日の営業時間	12時間	
乗車率 (標準シナリオ)	東京-富士 (新宿バスタ-富士山駅)	77.8%(土日祝の設定として)
	広島-出雲 (広島駅-出雲市駅)	65.3%(平日の設定として)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

83

(5)コスト構造の定量化 自動運転車サービス

MRI

EVバスの消費電力・充電時間について

● EVバスのバッテリー容量

- ・現在発表されている主なEVバスのバッテリー容量は314~470kWh、航続距離は240~350kmであり、1度の充電で想定している路線の片道の運行は可能と考えられる

車種	メーカー	航続距離	定員	バッテリー容量	充電	充電時間
F8 series6	EV motors	350km	51名	350kWh		
K8	BYD	240km	81名	314kWh	90kWまで	3.5hr
Volvo7900	Volvo		95名	470kWh	300kWまで	1.6hr

出所) 各社発表資料

● 走行における消費電力

- ・観光バス用のF8 series6の場合、カタログ値より電費は約1.0km/kWhと求められる
- ・このデータを用いると、東京-富士(104km)、広島-出雲(164km)の走行における消費電力はそれぞれ約104kWh、164kWhと見積もられる

● 急速充電の出力

- ・現在国内で設置されている充電器の大半はCHAdeMO1.0(50kW)で、一部がCHAdeMO2.0(150kW)である。2020年には900kWまでの充電を可能とする新規格(chaoji/CHAdeMO3.0)が発表され、将来的には現在よりも高出力の充電が可能になると考えられる

● 充電時間

- ・バスターミナルに300kWの充電器が導入されていると仮定すると、1回の運行で消費した電力の補充に必要な時間は、東京-富士路線で104kWh/300kW=0.35h、広島-出雲路線で164kWh/300kW=0.55hと考えられる

Copyright © Mitsubishi Research Institute

84

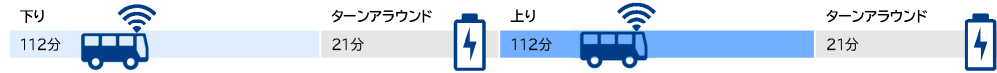
運行モデルの検討

- 既存の高速バス路線の運行状況、ならびにEVバスの運行で想定される充電時間をふまえ、以下の運行モデルを想定した

- 東京-富士路線

- 移動時間は従来と同じ112分
- 終点についてから次の運行を開始するまでのターンアラウンドタイム(TAT)は充電に必要な0.35h=21分とする。ターンアラウンドタイム中に毎回充電を行う

《往復の運行イメージ》



- 広島-出雲路線

- 移動時間は従来と同じ202分
- ターンアラウンドタイムは0.55h=33分と想定する。ターンアラウンドタイム中に毎回充電を行う

車両数の検討

- 各路線における、平日/休日のうち需要が多い方に合わせた必要車両数は以下の通り。
- 1日あたり往復便数に必要な稼働に対し、1割の余裕を持って車両を保有すると想定した。

- 東京-富士

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
平日1日利用者数	3,160	3,457	3,690	3,865	3,992	4,083	4,146	4,190	4,220	4,240人
休日1日利用者数	3,981	4,355	4,649	4,869	5,030	5,144	5,223	5,278	5,316	5,341人
平日1日あたり往復便数	91	99	106	111	114	117	119	120	121	122便
休日1日あたり往復便数	114	125	133	140	144	147	150	151	152	153便
必要最小限の車両数	22	24	25	26	27	28	28	28	29	29台
必要車両数(予備車両含)	24	26	27	29	30	30	31	31	31	32台

- 広島-出雲

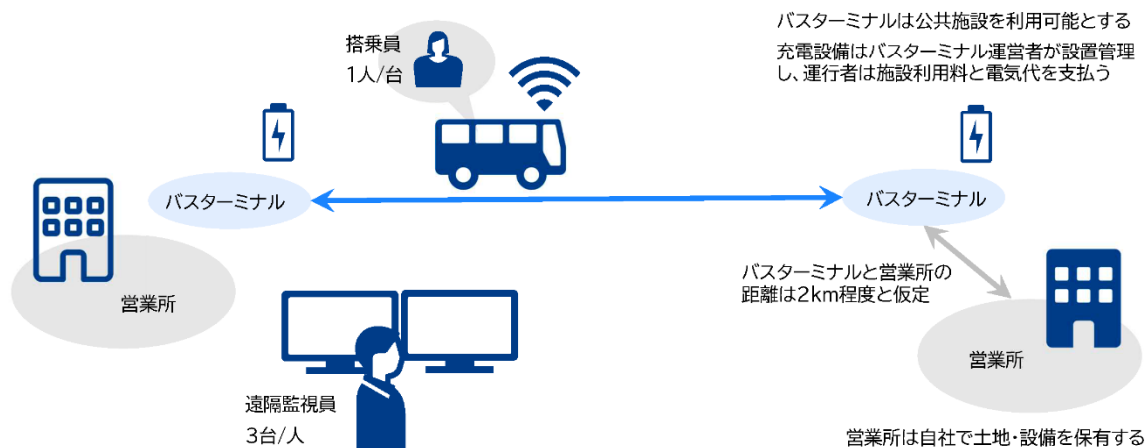
	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
平日1日利用者数	260	285	304	318	329	336	341	345	348	349人
休日1日利用者数	223	244	260	273	282	288	293	296	298	299人
平日1日あたり往復便数	9	10	11	11	12	12	12	12	12	12便
休日1日あたり往復便数	8	9	9	10	10	10	10	11	11	11便
必要最小限の車両数	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4台
必要車両数(予備車両含)	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5台

(5)コスト構造の定量化 自動運転車サービス

MRI

体制の検討

- 運行に必要な体制は以下の仮定とした
 - 自動運転車1台につき搭乗員が1名必要とする
 - 遠隔監視員は1名でバス3台を監視可能とする
 - バスを夜間駐車しておく営業所は起点と終点のそれぞれの近隣で整備する



Copyright © Mitsubishi Research Institute

87

(5)コスト構造の定量化 自動運転車サービス

MRI

【参考】 遠隔監視員について

- 自動運転車における遠隔監視員の体制については、明確な目標や目安は定まっていない
- 以下の国内事例を参考に、本試算では遠隔監視の体制を3台/人とした

事例	自動運転レベル	遠隔監視の体制	URL
経済産業省「自動運転移動サービスの実現に向けた今後の取組の方向性の案について(2023年2月28日)」	L4	中長期的イメージとして以下が示されている 2025年時点で1台/人 2030年時点で3台/人 2035年時点で10台/人	https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/automobile/jido_soko/jido_butsuryu/pdf/20230228_jimukyokushiryo.pdf
福井県永平寺町の遠隔型自動運転システムによる無人自動運転移動サービス	L3	3台/人	https://www.mlit.go.jp/jidosha/content/001485115.pdf
NTT東日本等が実施した成田空港敷地内での複数台遠隔型自動運転バスの実証実験(2022年12月15日～2023年2月28日)	L3	3台/人 (2022-2023年実証)	https://www.mlit.go.jp/koiku/content/001595119.pdf
NTT Comとドコモが中部国際空港周辺の公道において、自動運転バスを運行した際の事例(2022年10月～11月)	L4	3台/人(2022年実証)	https://www.ntt.com/about-us/area-info/article/20221013.html
HICityにおける鹿島建設、BOLDLY、日本交通による自動運転バスの運行(2021年9月)	L4	3台/人	https://www.kajima.co.jp/news/press/202112/pdf/8a2.pdf
ソフトバンクのAIを使った遠隔監視システムの将来構想(2023年3月)	不明	10台/人(将来)	https://www.softbank.jp/corp/technology/research/story-event/021/

Copyright © Mitsubishi Research Institute

88

(5)コスト構造の定量化 自動運転車サービス

MRI

人件費： 運行に必要な人数の検討

- 各路線の運行に必要な人員数は以下の通り。以下の直接運行に必要な人員の他、バックオフィスの人員を後述の通り人件費に含むこととした

● 東京-富士

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
必要車両数(予備車両含)	24	26	27	29	30	30	31	31	31	32台
乗務員数	77	83	86	93	96	96	99	99	99	102人
遠隔監視員数	26	29	29	32	32	32	35	35	35	35人

● 広島-出雲

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
必要車両数(予備車両含)	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5台
乗務員数	13	13	13	13	16	16	16	16	16	16人
遠隔監視員数	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7人

Copyright © Mitsubishi Research Institute

89

(5)コスト構造の定量化 自動運転車サービス

MRI

車体関連費： 自動運転に関わるコスト

- 自動運転車両と運行に必要なシステムのコストについては、既存事例をもとに以下の設定とした
- 車両ならびにシステムの減価償却は定額法で5年として計上した

項目	設定	備考	出所
車両費用 ※車両本体+改造費	8,000万円/台	海外製車両を導入している自動運転サービス事業者へのヒアリング調査によると、自動運転車両の価格は5.5~8千万円/台。大型車両なので高価格帯を想定した また、既存の観光バス車両は、3千~4千万円で、各種装備の導入で2倍程度にはなると考えた	https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic/page/field_ref/resources/2b3315d1-5865-4712-99dd-84c54a396f9b/fdaf1653/20231211_meeting_mobility_working_group_outline_02.pdf
システム初期導入費用	2,000万円	自動運転サービスを展開しているBOLDLYの運航管理システムの初期導入費は数千円とされている	https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00001/04997/ https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic/page/field_ref/resources/2b3315d1-5865-4712-99dd-84c54a396f9b/fdaf1653/20231211_meeting_mobility_working_group_outline_02.pdf
システム利用料	月10万円/台	BOLDLYが開発した運行管理システム(Dispatcher)の利用料は月10万円/台というデータがある	https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00001/04997/

Copyright © Mitsubishi Research Institute

90

(5)コスト構造の定量化 自動運転車サービス

MRI

施設関連費： 営業所の設備費用

- 各路線を運行するために必要な車両は、A地点、B地点それぞれの近くに営業所を設けて夜間の管理をすると想定し、施設関連費を求めた
 - バスの駐車のために必要な面積は以下とした
 - (10年目の路線運用に必要な台数/2拠点)×大型バスの単位駐車面積(13×3.3m)
 - さらに、既存のバス営業所の事例より、バスの駐車に必要な面積の3倍の敷地面積(通路や事務所の敷地分として)が必要と仮定し、事務所はバス駐車場の面積と同じ床面積の鉄筋コンクリート棟として、営業所設置に必要な土地代、建物建設費を見積もった

出所)国土交通省「駐車場設計・施工指針について」、閲覧日:2024/3/5(<https://www.mlit.go.jp/road/sign/kijyun/pdf/19920610tyuusyajou.pdf>)など

Copyright © Mitsubishi Research Institute

91

(5)コスト構造の定量化 自動運転車サービス

MRI

整備費・バックオフィス人件費・間接部門経費

- 運行に直接必要な経費以外のコストは、既存のバス事業における直接経費に対する割合と同様と仮定した
- 公開されていた既存のバス事業の財務諸表を参考に、以下の方針で整備費、間接費、ならびにバックオフィスの人件費を見積もった

《既存バス事業のコスト内訳例》

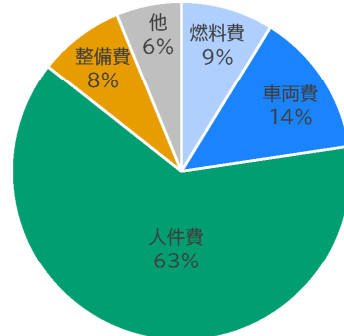
整備費

既存バス事業の例では、整備費は車両費の59%相当であることから、自動運転車サービスの整備費についても車両関連費に対し同様の割合とした

人件費に含まれる内容

職員	29人
うち、運転者	22人

直接運行に関わる人員(運転者)の32%の人員がバックオフィスの業務を担当していることから、自動運転サービスにおいても、運行に関わる人件費(搭乗員+遠隔監視人員)の1.32倍を総人件費とした



他に含まれる費目

図書印刷費	通信費
荷造運賃	負担金
施設使用料	貸切旅費
水道光熱費	貸倒引当金繰入額
旅費交通費	税理士報酬
手数料	被服費
租税公課	会議費
交際接待費	雑費
保険料	

上記のようなバックオフィス業務に関わる経費や雑費は間接経費とし、運行に必要な経費に対する割合で求め、コストとして積み上げた

出所)江田島バス会社「第35期事業報告」、閲覧日:2024/3/5(<https://www.city.etajima.hiroshima.jp/cms/files/uploads/jigyohoukoku.pdf>)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

92

(5)コスト構造の定量化 自動運転車サービス



その他の前提条件について

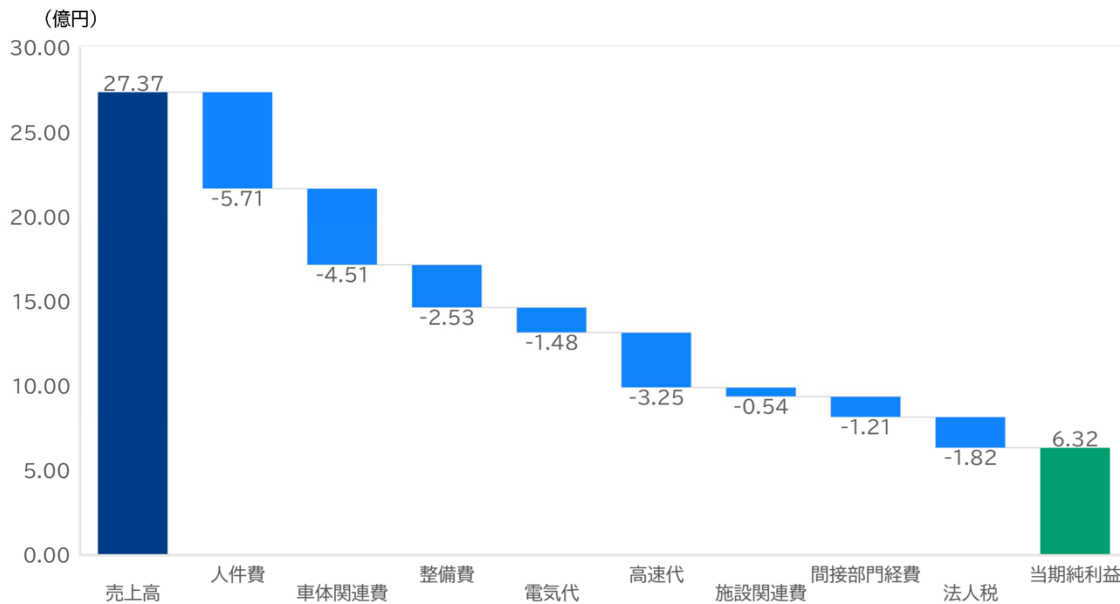
項目	備考
冬季運行率	出雲地域は冬季積雪があるが、既存の広島-出雲路線の高速バスにおける実績では、2022-2023年度は雪による運休は発生しておらず、2021年2月に2日間、全便運休となる雪害があった。本試算では、雪害による冬季運行率低下は誤差範囲と考え、考慮していない
充電に関わるコスト	充電設備はバスターミナル運営者が設置・管理し、運行者としては施設利用料(間接費として含めている)と直接的な電気代を支払うと仮定した
電気代	走行距離に応じて発生するとし、電気代の単価は公益社団法人「全国家庭電気製品公正取引協議会」が示している目安の金額31円/kWhとした
高速代	既存のコストと同等とし、東京-富士間は7,829円/便、広島-出雲間は8,350円/便とした
年収	搭乗員はその他のサービス職業従事者の年収、遠隔監視員はバス運転手の年収(それぞれ令和4年賃金構造基本統計調査)とした
営業所の土地代、事務所単価	営業所の土地単価は国土交通省「地価公示・都道府県地価調査」をもとに以下と仮定した。 東京1,040,000円/㎡ 富士49,900円/㎡ 広島324,000円/㎡ 出雲21,800円/㎡ 駐車場の建設単価は令和5年建築着工統計より379,366円/㎡、事務所の建設単価は414,218円/㎡とした
事業開始前の費用	本試算において事業開始前の準備期間の費用は考慮していない。営業所の整備費や土地取得費用の支払いは事業開始初年度に発生することとしており、人件費についても事業開始と同時に費用発生すると仮定している
競合他社の存在	既存の東京-富士路線は、現在は5つのバス会社が参入しており、広島-出雲路線は1社のみが運行しているが、本試算においては、各路線において競合他社はおらず、1社が市場を独占していると仮定して計算した

(5)コスト構造の定量化 自動運転車サービス



年間利益推計結果_東京-富士

- 「東京-富士」路線 2年目のコスト構造ならびに利益は以下の通り

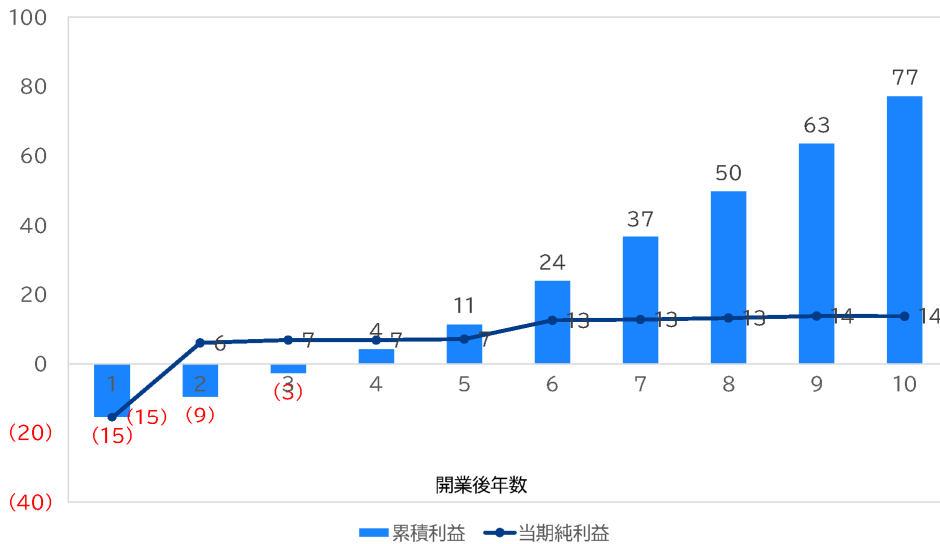


(5)コスト構造の定量化 自動運転車サービス

年間利益推計結果_東京-富士

- 「東京-富士」路線の利益推移は以下の通り。開業後2年目から単年度黒字化する

(億円)



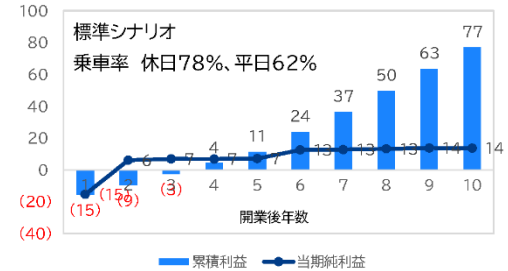
(5)コスト構造の定量化 自動運転車サービス

年間利益推計結果_東京-富士

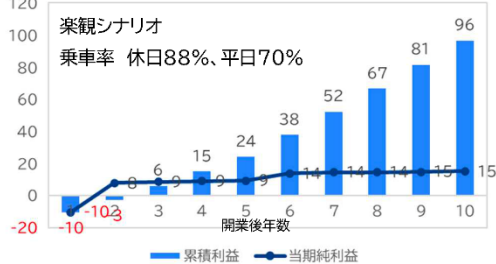
- 「東京-富士」路線において既存高速バス路線と同様の乗車率を想定した前頁までのシナリオを標準シナリオとし、乗車率(±10%)及びそれに伴う1日当たり便数を変化させたシナリオの検討を行った

	乗車率	便数/日 (1年目)	単年度黒字化	累積黒字化
楽観シナリオ	平日	70%	101	2年目
	休日	88%		
標準シナリオ	平日	62%	114	2年目
	休日	78%		
悲観シナリオ	平日	54%	131	6年目
	休日	68%		

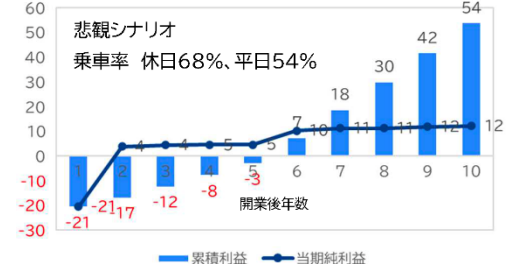
(億円)



(億円)



(億円)

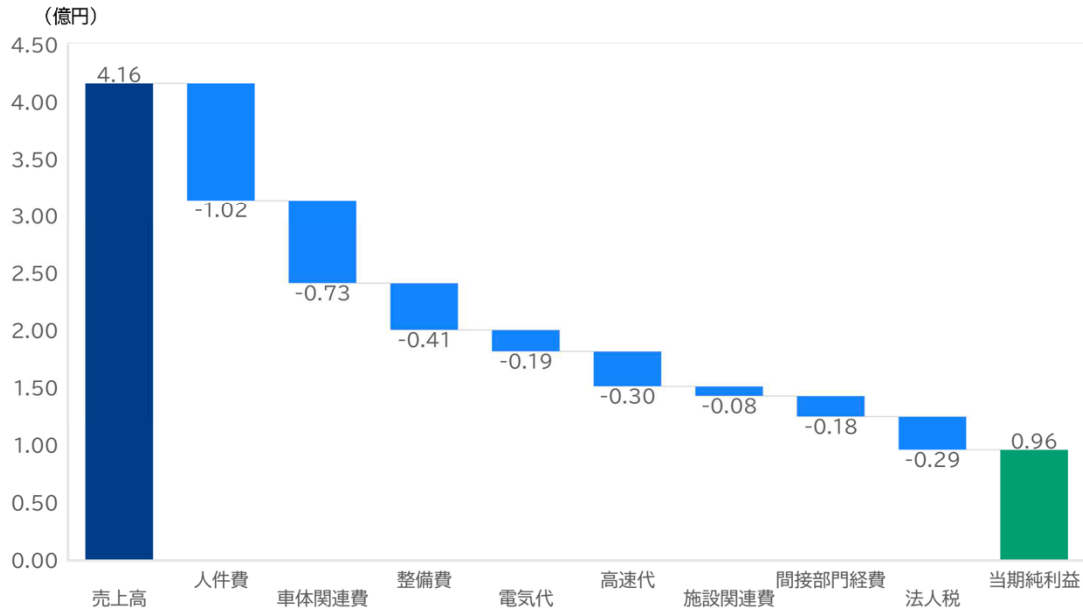


(5)コスト構造の定量化 自動運転車サービス



年間利益推計結果_広島-出雲

- 「広島-出雲」路線 2年目のコスト構造ならびに利益は以下の通り



Copyright © Mitsubishi Research Institute

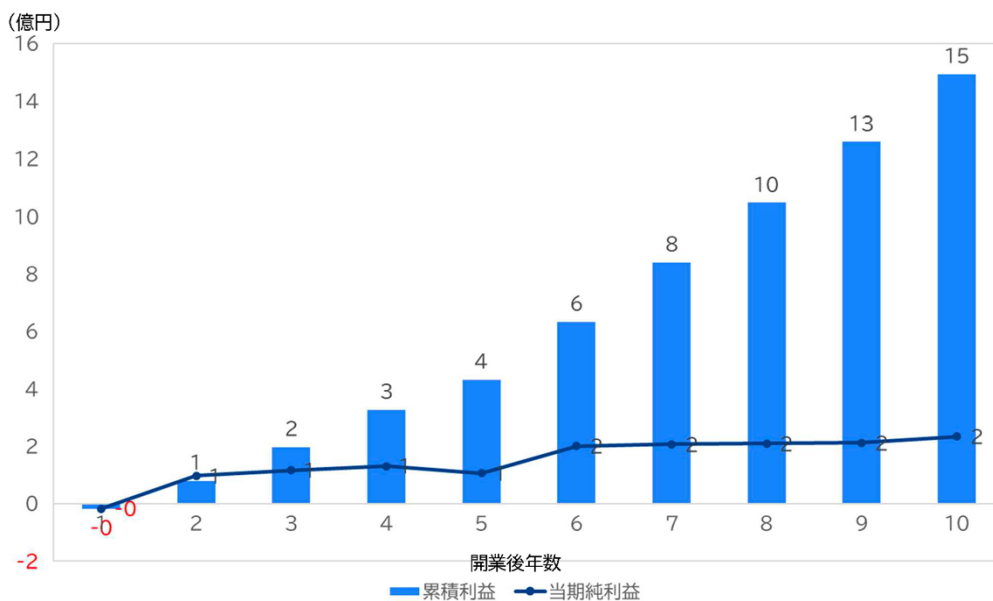
97

(5)コスト構造の定量化 自動運転車サービス



年間利益推計結果_広島-出雲

- 「広島-出雲」路線の利益推移は以下の通り。開業後2年目から利益が出ると予想される



Copyright © Mitsubishi Research Institute

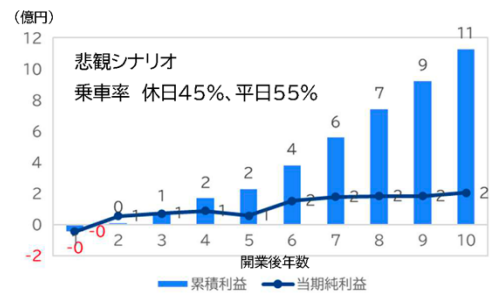
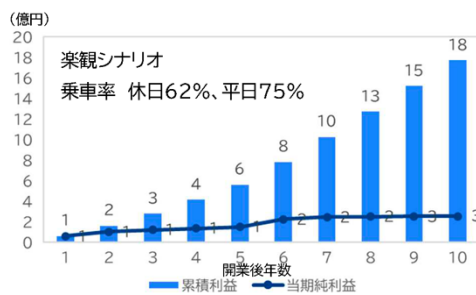
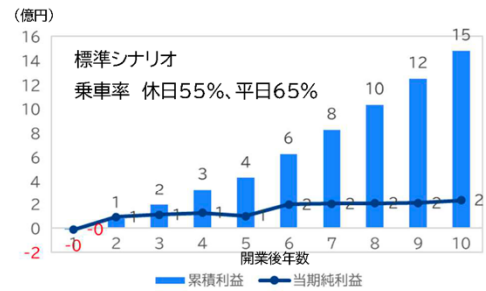
98

(5)コスト構造の定量化 自動運転車サービス

年間利益推計結果 広島-出雲

- 「広島-出雲」路線について、既存高速バス路線と同様の乗車率を想定したシナリオを標準シナリオとし、乗車率(±10%)及びそれに伴う1日当たり便数を変化させたシナリオの検討を行った

		乗車率	便数/日 (1年目)	単年度黒 字化	累積黒字 化
楽観シ ナリオ	平日	75%	8	1年目	1年目
	休日	62%			
標準シ ナリオ	平日	65%	9	2年目	2年目
	休日	55%			
悲観シ ナリオ	平日	55%	11	2年目	2年目
	休日	45%			



(6)事業性評価

(6)事業性評価

MRI

空飛ぶ車ならびに自動運転サービス事業の試算結果

《サービスモデル》

路線	空飛ぶ車サービス		自動運転サービス	
	料金 (片道一人当)	移動時間	料金 (片道一人当)	移動時間
東京-富士	22,188円	19分	2,000円	112分
広島-出雲	28,713円	25分	4,200円	202分

《各サービスの試算結果》

	路線	シナリオ	10年目の売上	単年収支黒までの年数	累積収支黒までの年数	備考
空飛ぶ車サービス	東京-富士	楽観	117億円	2年	5年	L/F平日70%,休日89%,就航率80%
		標準	117億円	2年	6年	L/F平日63%,休日79%,就航率80%
		悲観	117億円	2年	8年	L/F平日55%,休日69%,就航率80%
		就航率向上	144億円	2年	5年	L/F平日63%,休日79%,就航率98%
	広島-出雲	楽観	10億円	4年	10年以内に未達	L/F平日89%,休日76%,就航率73%
		標準	10億円	4年	10年以内に未達	L/F平日79%,休日67%,就航率73%
		悲観	10億円	6年	10年以内に未達	L/F平日69%,休日58%,就航率73%
		就航率向上	13億円	2年	10年以内に未達	L/F平日79%,休日67%,就航率98%
自動運転サービス	東京-富士	楽観	34億円	2年	3年	乗車率平日70%、休日88%
		標準	34億円	2年	4年	乗車率平日62%、休日78%
		悲観	34億円	2年	6年	乗車率平日54%、休日68%
	広島-出雲	楽観	5億円	1年	1年	乗車率平日75%、休日62%
		標準	5億円	2年	2年	乗車率平日65%、休日55%
		悲観	5億円	2年	2年	乗車率平日55%、休日45%

Copyright © Mitsubishi Research Institute

101

(6)事業性評価

MRI

まとめ

《空飛ぶ車サービス事業》

- Joby社が想定するサービス価格(\$3/(mile・人))で、各2地点間の人の移動実績にもとづき売上を算出し、離着陸施設を運航者が所有・維持する想定で収支を見積もった。
- コストのうち、開業初年度に発生する施設関連費(離着陸施設や駐機・整備拠点の整備費)が累積収支に対して影響が大きい。事業設計にあたっては、必要に応じて、これらの費用をサービス価格に転嫁することも選択肢と考えられる。
- 運航者の立場では離着陸施設の運営形態が事業性を左右すると考えられる。離着陸施設の運営形態としては、今回の試算で想定した「運航者が土地を新規に入手し、設備投資や運営も行うケース」の他、既存アセットを活用して整備・運営する、土地や建物の一部を借りて整備・運営する、第三者が整備・運営する離着陸場所を活用する(離着陸料を支払う)などのケースが考えられる。それぞれのケースの事業性や適切な離着陸料金の検討などは今後精査が必要である
- 就航率がVFR機並みの80%からIFR機並みの98%に上がると、売上が1.2~1.3倍に増え、投資回収期間を1年短縮する効果が見られた。
- その他、事業性を高めるための選択肢として、ポート新設時に既存の設備等をできるだけ活用して初期投資を抑えることや機体の稼働が低い時間帯に遊覧飛行を実施したり、設置したポートを他の路線にも活用するなどして、機体とポートの稼働を高めていくことが考えられる。
- また、空飛ぶ車サービスの新しい路線が開通すると、既存の移動には含まれない新たな需要創出効果も期待されることから、実際にはこれらの新規需要も見ながら便数等を最適化していくことが必要である。

Copyright © Mitsubishi Research Institute

102

(6)事業性評価

MRI

まとめ

《自動運転サービス事業》

- 移動にかかる時間・料金は既存の高速バス事業と同等と想定して売上を算出し、営業所は運行者が所有・維持、運行の体制には搭乗員と遠隔監視員が必要という想定で収支を見積もった。
- 既存のバス事業は人件費がコストに占める割合の大きい労働集約型産業である。高速バスの場合、自動運転システムを導入しても、搭乗員と遠隔監視員が必要になると考えられるため、人件費は既存バス事業と比較してコスト増になると考えられる。ただし、バス業界ではバス運転手の担い手不足が懸念されており、労働力不足を解消する手段として自動運転技術にメリットがあると言われている。
- 自動運転サービスでは、乗降場所となるバスターミナルについて運行者による新規投資が不要と考えられるため、標準的なシナリオにおける累積収支黒字化は空飛ぶ車サービスよりも早くに達成する結果となった。
- 一方、自動運転バスサービスの場合、空飛ぶクルマサービスよりも参入障壁が低いと考えられるため、一定規模の売上や利益が見込まれる路線には競合他社も参入を検討する可能性が高い。路線に応じて、競合他社の存在をシナリオとして含めた場合の売上や事業性についても検討することは有意義と考えられる。
- 本調査は自動運転に必要なインフラと環境が整った将来を想定してコスト試算を行ったが、今後の自動運転の実装化動向により、必要に応じて分析対象とする時期を定めた詳細なシナリオ検討とそれに伴う事業性の精査を行っていくことが望ましい。

(6)事業性評価

MRI

【参考】空飛ぶ車の事業性評価に関わる先行研究との比較

- 国内における空飛ぶ車サービスの事業性評価の先行事例として、2021年度NEDO調査委託事業「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 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」がある。この調査と本研究の違いは以下の通り。

	本研究	NEDO調査
路線の距離	長距離路線を想定している。 新宿駅-富士山駅 85km 広島駅-出雲市 110km	短距離路線を想定している。 伊丹空港-なんば駅 14.44km 鳥羽エリア-答志島 9.55km
離着陸の費用	固定費として扱っている。 運航者が離着陸施設を保有・管理し、土地入手や整備費を初期投資として負担する	変動費として扱っている。 運航者は離着陸料金を支払う
運賃	運賃は機体メーカーの想定を採用し、路線によらず、また時期によらず一律\$3/(seat・mile)としている。 その上で、各路線で初期投資した資金を回収するまでに要する期間を算出している。	運賃をパラメーターとして扱い、損益分岐となる価格を算出している。 大型機(パイロット1、搭乗者4名)の立ち上げ期の損益分岐となる運賃はそれぞれ以下の通りと求められている。(搭乗率100%のとき) 伊丹空港-なんば駅 700円/km単価 鳥羽エリア-答志島 1,700円/km単価
その他	平日と休日の需要の差に応じた運航本数、冬季就航率低下、予備の機体や予備の離着陸スポットの設定を含めている	

今後の課題

- 複数のシナリオにおける事業性を検討した結果、ロードファクターや就航率などの条件が空飛ぶ車サービスの事業性に大きく影響することがわかった。持続的なビジネスモデルとなる具体的な条件を明らかにするため、以下の観点で引き続きモデルを精査していくことが有益と考えられる
 - 累積収支黒字化を早める具体的な条件の探索
 - サービス価格
 - 離着陸施設の初期投資規模
 - 機体やポートの稼働を高める工夫を取り入れたサービスモデル
 - 離着陸施設の運営を第三者が行う場合の妥当な離着陸料金の検討
 - 離着陸施設運営のコスト構造の整理
 - 離着陸施設運営者の事業性をふまえた妥当な料金設定
 - 利用意向に関する最新のデータ取得
 - 利用意向に関するアンケートデータのアップデートと試算への反映

未来を問い続け、変革を先駆ける

宇宙航空研究開発機構契約報告 JAXA-CR-24-001

JAXA Contract Report

空飛ぶ車事業および自動運転車事業の評価

Evaluation of the flying car business and the autonomous vehicle business

発行 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)
〒182-8522 東京都調布市深大寺東町7-44-1
URL: <https://www.jaxa.jp/>

発行日 2024年9月10日
電子出版制作 松枝印刷株式会社

※本書の一部または全部を無断複写・転載・電子媒体等に加工することを禁じます。
Unauthorized copying, replication and storage digital media of the contents of this publication, text and images are strictly prohibited. All Rights Reserved.

