

東京都心部・新都心間のビジネス目的 eVTOL の需要予測とポートのデザイン

Demand forecast for business-purpose eVTOLs between central Tokyo and the new urban center areas
and the port design proposal

佐藤徹治研究室 21B2086 寺本 梨音

1. 背景と目的

eVTOL（空飛ぶクルマ）とは、新たなエアモビリティであり、世界中で実現に向けた研究開発が進められている。eVTOL を利用すると移動時間が大幅に短縮されることから、シャトルサービスの活用が期待される。一方で、導入の初期段階では、移動費用（運賃）が高額になると考えられることから、所要時間を重視するビジネス目的や観光目的、富裕層の利用が想定される。

本研究では、eVTOL 需要予測モデルを構築し、東京都心部から新都心エリアへのビジネス利用でのシャトルサービスの需要予測を行う。そして、需要に応じた規模等を踏まえてポートのデザインを提案する。

2. 対象地域ペア設定

東京都心部は、東京都心 3 区（千代田区・中央区・港区）、新都心エリアは、さいたま新都心エリア（さいたま市大宮区・中央区）、幕張新都心エリア（千葉市美浜区）、みなとみらいエリア（横浜市西区・中区）とする。

垂直離着陸場（パーティポート）の設置場所は、東京都心 3 区、各新都心エリアの中心鉄道駅である東京駅、さいたま新都心駅、海浜幕張駅、みなとみらい駅の駅前広場とする。

3. 需要推計モデルの構築

3.1 推計方法

eVTOL 転換率推計式を用いてビジネストリップで利用している現状の交通手段から eVTOL への転換率を推計し、現状の交通手段のビジネストリップ数に転換率を乗じることで需要推計を行う。eVTOL 転換率推計式は、国土交通省の一般道路から高速道路への転換式を eVTOL 向けに改良して構築した。転換率式を(1)式、eVTOL 需要推計式を(2)式に示す。

$$P_{ij,r,e} = \frac{1}{1 + \frac{\alpha X_{ij,r,e}^{\beta}}{T_{ij,r,e}^{\gamma}}}$$
$$N_{ij,e} = N_{ij,r} \cdot P_{ij,r,e}$$

ここで、 i は出発地、 j は目的地、 m は転換前の交通手段、 e は eVTOL を表す。 P は転換率、 $X_{r,e}$ は eVTOL と現状交通手段の運賃差／現状交通手段と eVTOL の所要時間差、 $T_{r,e}$ は現状の交通手段と eVTOL の所要時間差、 N はビジネス目的トリップ数、 α 、 β 、 γ はパラメータである。

本研究では、現状で交通手段分担率が高く、所要時間

で競合する鉄道を転換前の交通手段（ r ）として需要推計を行う。

3.2 パラメータ推定方法

(1)式は、両辺に対数を取ると、(1)'式に変形できる。

$$\ln\left(\frac{1}{P_{ij,r,e}} - 1\right) = \ln \alpha + \beta \ln X_{ij,r,e} + \gamma \ln T_{ij,r,e} \quad (1)'$$

(1)'式のパラメータは、運賃ごとの eVTOL の利用意向（鉄道からの転換率）と eVTOL と鉄道の運賃差、所要時間差のデータを用いて最小二乗法により推定する。運賃ごとの eVTOL の利用意向は、アンケート調査で把握する。eVTOL の所要時間は、Joby Aviation の「S-4」を想定機体とし、同機の数値と中心駅間の飛行距離（直線距離×1.1）を用いて算出する。速度は 228km/h に設定した。

3.3 eVTOL の利用意向アンケート調査

eVTOL の運賃、目的地別の利用意向を探り、(1)'式のパラメータ推定を行うために実施した。幹部社員（会長、社長、その他役員、部長）とその他従業員で使用可能な出張経費が異なると考え、利用意向を幹部社員、その他従業員の移動別に把握した。

3.4 パラメータ推定結果

幹部社員、その他従業員の移動別にすべての目的地のデータを組み合わせてパラメータ推定を行った。幹部社員、その他従業員の移動別の(1)'式の推定結果をそれぞれ表-1、表-2 に示す。表中の〇〇市△△円以上（以下）ダミーは、目的地が〇〇市で△△円以上（以下）の場合に 1、その他の場合 0 のダミー変数である。

表-1 (1)'式の推定結果（幹部社員の移動）

	パラメータ	t 値	P 値
$\ln \alpha$	-6.4397	-13.1129	P<0.001
β	0.9783	28.5888	P<0.001
γ	0.9155	6.9384	P<0.001
千葉市 10,000 円以上ダミー	0.3479	2.1208	0.0423
R^2	0.967		
サンプル数	34		

表-2 (1)'式の推定結果（その他従業員の移動）

	パラメータ	t 値	P 値
$\ln \alpha$	-6.9686	-13.4481	P<0.001
β	1.0908	30.3638	P<0.001
γ	1.0535	7.6169	P<0.001
千葉市 1,000 円以下ダミー	0.7455	4.1115	P<0.001
横浜市 1,000 円以下ダミー	0.9310	5.0193	P<0.001
千葉市 9,000 円以下ダミー	0.5255	4.2025	P<0.001
R^2	0.978		
サンプル数	36		

4. 需要推計

4.1 前提条件

推計あたり、現状の鉄道利用ビジネストリップ数は、第6回東京都市圏パーソントリップ調査の市区町村間の鉄道利用ビジネストリップ数を用いる。幹部社員、その他の従業員別の鉄道利用ビジネストリップ数は、鉄道利用ビジネストリップ数に、アンケート調査から得た東京23区から各新都心エリアへの幹部社員、その他従業員の訪問人数の割合を乗じて算出する。

なお、各新都心エリアから都心3区への幹部社員、その他従業員の訪問人数割合は、都心3区～各新都心エリアと同じと仮定する。

4.2 推計結果

空飛ぶタクシー株式会社¹⁾を参考に運賃を算出して需要推計を行った。運賃ごとの転換率を表-3、需要と必要運航本数を表-4に示す。必要運航本数(本/時)は、1日の需要を4人(相乗り人数)と運航時間(10.5:7時～17時半と仮定)で除して算出している。

表-3 運賃ごとの転換率

出発地→到着地	運賃 (円)	転換率	
		幹部社員 (%)	従業員 (%)
都心3区→さいたま	3036	26.41	18.81
さいたま→都心3区			
都心3区→幕張	2906	28.43	20.49
幕張→都心3区			
都心3区→みなとみらい	3177	27.26	19.40
みなとみらい→都心3区			

表-4 都心3区と新都心の需要と必要運行本数

	運賃 (円)	需要 (人/日)	必要本数 (本/時)
都心3区→さいたま	3,036	293	4
さいたま→都心3区		160	4
都心3区→幕張	2,906	267	4
幕張→都心3区		181	4
都心3区→みなとみらい	3,177	755	17
みなとみらい→都心3区		714	17

都心3区とみなとみらい間では、鉄道利用では乗り換えがあるにもかかわらず、ビジネストリップ数が多いため、需要が大きくなったと考えられる。

5. ポートのデザイン

パーティポート整備指針²⁾を参考に、東京駅前広場に設置するポートのデザインを行った。現在、高速バスの乗り場である八重洲口とタクシー乗り場がある丸の内北口の2か所にポートを設置すると仮定する。東京駅八重洲口のポートを図-1、東京駅丸の内北口のポートを図-2に示す。

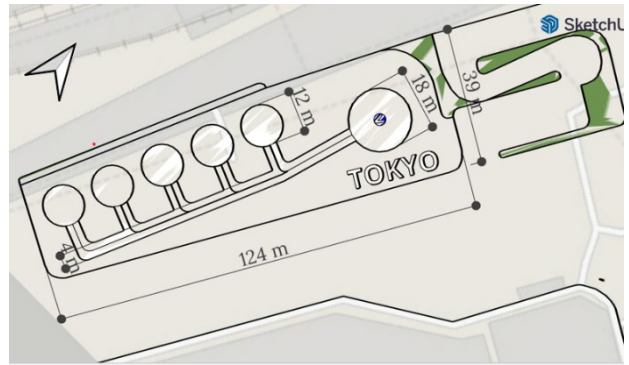


図-1 東京駅八重洲口のポート

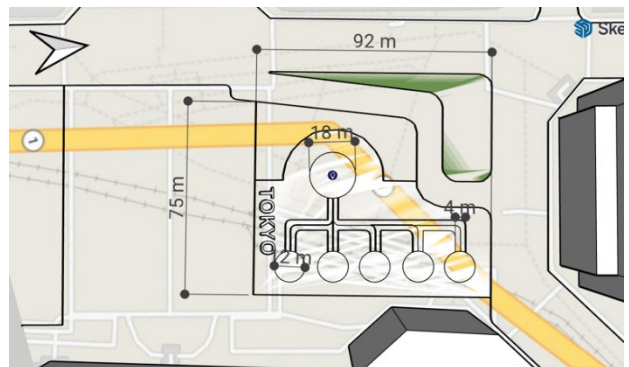


図-2 東京駅丸の内北口のポート

丸の内北口と八重洲口のバスターミナルでは、機体の離着陸を行うVポートを1つ、機体の充電と人の乗り降りをするための機体置き場を5つそれぞれ設置している。これらを新都心ごとに使用することは可能だが、同時に使用することは難しい。このため、eVTOLの追加的な待機場所として、駅や周辺建物の屋上利用などを検討する必要がある。

6. まとめ

本研究では、転換率式、アンケート調査、現状のビジネストリップ数等を用いたeVTOL需要推計モデルを構築し、公表されている運賃設定で東京都心3区からさいたま、幕張、みなとみらいエリアのビジネス目的の需要推計を行った。また、東京駅の八重洲口と丸の内北口に設置するポートのデザイン提案を行った。

今後の課題として、現在の需要に対してポートの数が不足しているため、ポートの増設を考慮した分析が挙げられる。

参考文献

- 1) そらとぶタクシー株式会社～Sky Taxi～
(<https://skytaxi.co.jp/service/>)
- 2) パーティポート整備指針
(https://www.mlit.go.jp/koku/content/VPDesignGuidelines_jp.pdf)