F1-22

水上飛行機導入の交通手段選択確率の推定
―西日本を対象として―
Estimation of Transport Modal Share by Introducing Seaplane
－A case on Western Japan area－

○小宮山春菜[1]，轟朝幸[2]，兵頭知[2]
*Haruna Komiyama[1], Tomoyuki Todoroki[2], Satoshi Hyodo[2]

Abstract: In Japan, there are inconvenient access area where express traffic services such as Shinkansen or airplane are not reached sufficiently. Therefore, as the solution to these problem, the seaplane system has been proposed. In this study, we conducted the development of demand prediction model for the seaplane system using disaggregate behavioral model in Western Japan area.

１．はじめに

わが国には，新幹線や空港から離れた高速交通体系の未整備地域が全国に存在しており，それを解消するため，水上飛行機を活用した航空ネットワーク構築が提案されている．水上飛行機導入により，高速交通体系から外れた地域においても移動時間の短縮が期待できることや，水上で離発着するため，大規模な空港を必要としないことがメリットとして挙げられる．2016 年８月，せとうち SEAPLANES が広島県尾道市境ガ浜を拠点とし，水陸両用機を使用した遊覧飛行運航を開始しており，実際に西日本エリアで活動している．黒崎ら[1)]は，東日本エリアを対象に，アンケート調査を行い，ネスティッドロジットモデルを用いて水上飛行機導入時の交通手段選択モデルを構築した．その際，選択交通手段を水上飛行機，鉄道とバス，自動車とし，感度分析より水上飛行機のサービスレベルが変化した際の選択確率を明らかとした．しかし，西日本エリアを対象とした分析は行っておらず，今後，水上飛行機の普及が期待される西日本エリアでの需要予測が必要であると考えられる．

そこで本研究では，西日本エリアを対象に，交通手段を水上飛行機，鉄道とバス，自動車の３つとして交通手段選択モデルを構築する．その上で，水上飛行機のサービスレベルが変化した際の利用者の交通手段選択確率の変動を明らかにすることを目的とする．

２．対象地域

本研究では，せとうち SEAPLANES の就航予定地と大正から昭和 40 年代にかけて，水上飛行機による国内定期便が就航していた地域を参考に，大阪・小豆島・高松・高知・松江・広島・大分の７都市を対象とする．また，水上空港は西日本の港湾，湖沼を中心に設置されるものとする．ただし，飛行距離が 200km を超える大阪と大分を結ぶ路線に関しては，出発地の大阪から広島を経由地として利用するものとした．本研究の対象路線と水上空港想定位置を以下に示す（Figure 1）．

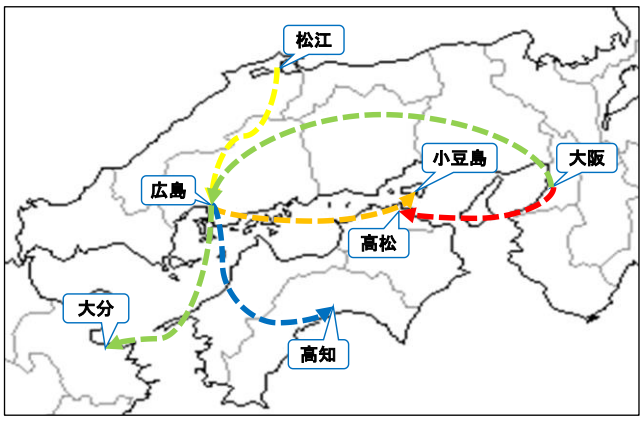

Figure 1. Image of Seaplane Base Network

（１）トリップ目的

水上飛行機の利用が頻繁な海外では，利用者の多くが観光を目的として利用していることがわかっているため，本研究ではトリップ目的を観光とする．

３．水上飛行機の活用事例

（１）海外の活用事例

カナダ・アメリカの西海岸で水上飛行機の利用が活発であり，入り江や湖沼，河川を利用した 10～20 人程が乗れる水上飛行機による旅客輸送が行われている．また，近年になってクロアチアやイギリスなどのヨーロッパや，香港などのアジアでも定期輸送事業が始まっており，さらには，モルディブやハワイなどの諸島地域では，観光周遊フライトなども存在する．

（２）国内の活用事例

現在，わが国では海上自衛隊が水上飛行機を導入しているが，民間の旅客機としての活用はない．しかし，大正から昭和初期にかけて，西日本を中心として水上飛行機による国内定期便が就航していた．さらに，せ

１：日大理工・学部・交通　２：日大理工・教員・交通

とうち SEAPLANES が広島県尾道市境ガ浜を拠点とし，水陸両用機を使用した遊覧飛行運航を 2016 年８月より開始している．

４．研究方法

（１）分析手法

水上飛行機の導入による交通行動の変化を分析するにあたり，個人が交通機関を選択する上での行動原理や意思決定構造を分析・考察することが可能である非集計モデルを採用する．本研究では，水上飛行機，鉄道とバス，自動車を対象とした多項ロジットモデル及びネスティッドロジットモデルを使用し，良好な値が算出された方のモデルを採用する．本研究で使用する多項ロジットモデルおよび効用関数を式（１），（２）に，ネスティッドロジットモデルを式（３）に示す．

$$P_{in} = \frac{\exp(Vi)}{\sum_{n} \exp(V_n)} \tag{1}$$

$$V_i = \beta_1 Z_{1i} + \beta_2 Z_{2i} + \cdots + \beta_k Z_{ki} \tag{2}$$

P_{in} ：個人ｎが選択肢 i を選択する確率
V_i ：選択肢 i の選択による効用の定数項
β_k ：k 番目の説明変数に関する未知パラメータ
Z_{ik} ：選択肢 i に関する k 番目の説明変数

$$P(m \mid p) = \frac{\exp(V_p + V_m)}{\sum_{m'} \exp(V_p + V_m)} \tag{3}$$

$P(m \mid p)$ ：個人ｎが選択肢 m を選択する確率
V_m ：選択肢 p の選択による効用の定数項（上位レベル）
V_p ：選択肢 m の選択による効用の定数項（下位レベル）

（２）使用データ

各経路の所要時間は, 鉄道とバス, および自動車は, NAVITIME の経路検索データと全国総合交通分析システム NAITAS より集計した. 水上飛行機の前提条件は, 黒崎らの研究に沿い，カナダの事例を参考に値を設定した（Table 1）．欠航率と遅延率は，気象庁の気象データと，NEXCO 東日本の高速道路渋滞情報より算出した．

Table 1. Reference value of seaplane

前提条件	水上飛行機
費用（円/km）	60
速度（km/分）	2.5
ラインホール（本）	鉄道の 1/2
欠航率（%）	15
遅延率（%）	15
平均遅延時間（分）	45

（３）アンケート調査

本研究では，モデル構築可能性を検討するため, 本研究を進めるにあたり，西日本エリアの交通条件を想定したアンケートを作成し，学生 30 名に仮アンケート調査を実施した．今後，西日本在住者のアンケートを行う予定である．アンケートでは，交通条件を設定し被験者がその条件でどのような選択をするか回答してもらった．

５．仮分析結果

調査結果より算出した多項ロジットモデルのパラメータ推定結果（Table 2）とネスティッドロジットモデルのパラメータ推定結果（Table 3）を以下に示す．すべての t 値が 1.96 以上であり，95%有意水準を満たしている．また，符号条件もすべて仮説通りの結果が得られた．尤度比も 0.2 以上であるため，統計的有意である．

Table 2. Value of parameter estimation (Multinomial Logit)

説明変数	パラメータ値	t 値
総費用（円）	-0.000308	-13.29
総所要時間(分)	-0.0156	-10.12
遅延率(%)	-2.52	-2.22
尤度比		0.281
的中率（%）		61.4
サンプル数		1167

Table 3. Value of parameter estimation (Nested Logit)

説明変数	パラメータ値	t 値
総費用（円）	-0.000246	-4.75
総所要時間(分)	-0.0137	-6.66
遅延率(%)	-4.07	-2.43
尤度比		0.282
的中率（%）		61.4
サンプル数		1167

６．今後の予定

本稿では仮データを用いてモデル構築を試みた．今後，西日本在住者を対象としたアンケート調査を行い，それに基づいてモデル構築を行う予定である．

７．参考文献

[1]黒崎実布由，轟朝幸，川﨑智也，阿川洋平：観光トリップに着目した水上飛行機導入による交通機関分担率の推定，土木計画学研究, 講演集, Vol.51, CD-ROM, 2015.