

## 沖縄県八重山列島における水上飛行機導入時の運航形態の検討

### Investigation of Flight Pattern by Introducing Seaplane in Yaeyama Islands, Okinawa Prefecture

指導教授 轟 朝幸

5074 千代 茜

#### 1. はじめに

わが国では、高速交通体系未整備地域の解消のため、水上飛行機を活用した航空ネットワーク構想が提案されている。水上飛行機は水上で離発着するため、大規模な陸上施設を整備することなく、高速交通体系から外れた地域における移動時間の短縮が期待できる。これらの特徴を踏まえると、離島地域での導入が適していると考えられる。角田ら<sup>1)</sup>の研究でも、離島地域における水上飛行機の定期便路線の検討を課題として挙げている。しかし、離島地域は需要規模が小さな島が点在しており、効率的なサービス提供を可能にするための運航手法は明らかになっていない。本研究では、沖縄県八重山列島の7島に水上飛行機による交通サービスを導入することを想定し、効率的な輸送を実現するための運航形態を検討することを目的とする。

#### 2. 対象地域

本研究の対象地域と既存交通の現状を図-1に示す。対象は沖縄県の石垣島、西表島、黒島、小浜島、竹富島、波照間島、鳩間島の7島で、八重山列島と総称される地域である。この地域では、産業発展の一環として水上飛行機の導入が検討されており、現在国内で水上飛行機の導入が見込まれる地域の一つである。

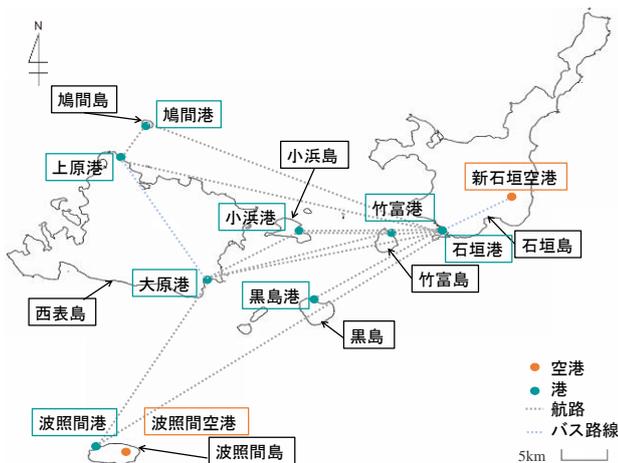


図-1 対象地域

#### 3. 研究方法

分析の流れとして、既存交通がある2地点間ルートについて水上飛行機の導入を前提とした交通手段選択

確率と利用者便益の予測を行う。それらに基づき路線ネットワークを想定し、効率的な路線ネットワークならびに運航形態の検討を行う。

#### 4. 交通手段選択確率予測

##### 4.1 分析方法

既存交通の10ルート(路線距離10km以上)、及び既存航路の発地を石垣港から新石垣空港に変更した7ルートについて、水上飛行機と船舶・バスを対象とした交通手段選択確率を予測する。本研究では予測にあたり、交通手段選択モデルとして用いられる二項ロジットモデルを用いる。適用するロジットモデル、効用関数を式(1)、(2)に示す。

$$P_{ni} = \frac{\exp(V_i)}{\exp(V_i) + \exp(V_j)} \quad (1)$$

$$V_i = \beta_1 Z_{i1} + \beta_2 Z_{i2} + \dots + \beta_k Z_{ik} \quad (2)$$

$P_{ni}$ : 個人  $n$  が選択肢  $i$  を選択する確率

$V_i, V_j$ : 選択肢  $i, j$  の選択による効用の定数項

$\beta_k$ :  $k$  番目の変数パラメータ

$Z_{ik}$ : 選択肢  $i$  を選択する場合の  $k$  番目の説明変数

##### 4.2 利用データ

分析に用いるデータを表-1、表-2に示す。説明変数のパラメータ値は鎌形ら<sup>2)</sup>の研究で算出されたもの、水上飛行機の前件条件はバンクーバー、ヴィクトリアの事例より算出したもの、船舶の前件条件は実際に対象地域で運航されているものを使用する。

表-1 説明変数のパラメータ値

総所要時間 (分)	-0.0116
総費用 (円)	$-4.59 \times 10^{-5}$
ラインホール本数 (ln 本/日)	0.327

表-2 水上飛行機前件条件

所要時間 (km/min)	2.5
費用 (円/km)	268 / 154
ラインホール本数 (ln 本/日)	1本から船舶と同じ本数まで

##### 4.3 ラインホール本数の変化に伴う感度分析

ラインホール本数の変化による選択率への影響を検討するため、各ルートにおける感度分析を行った結果

を図-2に示す。船舶の本数が少ないと水上飛行機が選択されやすく、発地が新石垣空港の場合に水上飛行機選択確率が增加することが明らかになった。

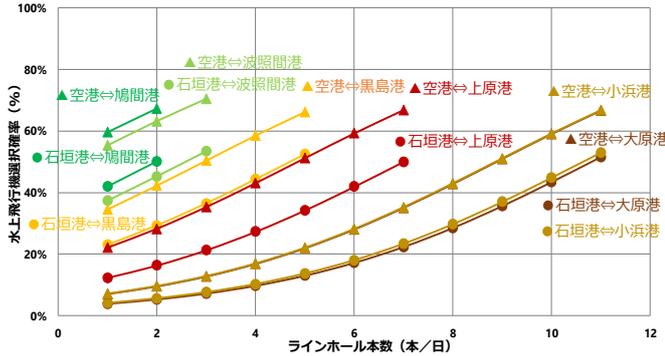


図-2 水上飛行機選択確率【154 (円/km)】

### 5. 利用者便益予測

#### 5.1 分析方法

交通手段選択確率を算出した17ルートについて、利用者便益の予測を行う。予測するにあたり、国土交通省の空港整備事業の費用対効果分析マニュアルに掲載されている消費者余剰法を用いる。また、ODデータは竹富町内輸送実績データ(2015年)を用いた。使用する利用者便益の算出式及び効用関数を式(3)、(4)に示す。

$$UB = Q(C^0 - C^1) \tag{3}$$

$$C = \omega T + F \tag{4}$$

UB: 水上飛行機導入時の利用者便益

【0: without (船舶), 1: with (水上飛行機)】

Q: ゾーン間の転換交通量 (人/年)

C: ゾーン間の一般化費用 (円)

$\omega$ : 時間価値【所得接近法: 3,357 (円/時)】

T: 所要時間 (分)【水上飛行機: 2.5 (min/km)】

F: 所要料金 (円)【水上飛行機: 154 (円/km)】

#### 5.2 利用者便益予測

分析結果を図-3に示す。このような結果になった理由として、新石垣空港から竹富港、小浜港のルートは利用者人数が多く、船舶と水上飛行機の費用の差が小さいからではないかと考えられる。

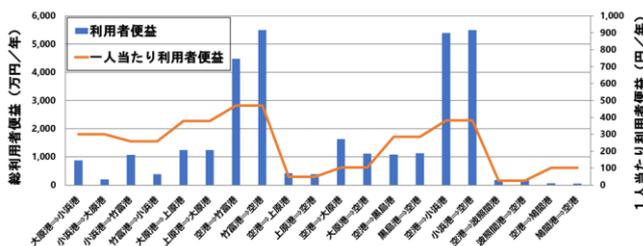


図-3 利用者便益予測結果 (便益増加路線のみ)

### 6. 路線ネットワーク構想

離島地域は2地点間の輸送だけではなく、島間距離の短さや小規模需要の島の存在から、海外ではアイランドホッピングと呼ばれる運航方法が用いられている。本研究でもこの手法を援用し、少ない機数で多くの利用者運ぶことを前提とした路線ネットワークの構想を行った。図-4は2路線で、各路線に4(本/日)の水上飛行機が運航すると仮定した場合のネットワーク構想である。デメリットとして、2地点間運航より約4倍の所要時間となることが挙げられる。しかし、メリットとして新石垣空港-鳩間間は2地点間の場合利用人数が1(人/日)であるが、複数の島を巡ることによりこのような小規模需要も補えるという点が挙げられる。新石垣空港-波照間間の場合は2地点間の場合利用人数が15(人/日)で、複数の島を巡ることにより利用者数が減少してしまったため、利用者人数の変動に留意しながらネットワーク構想をする必要がある。

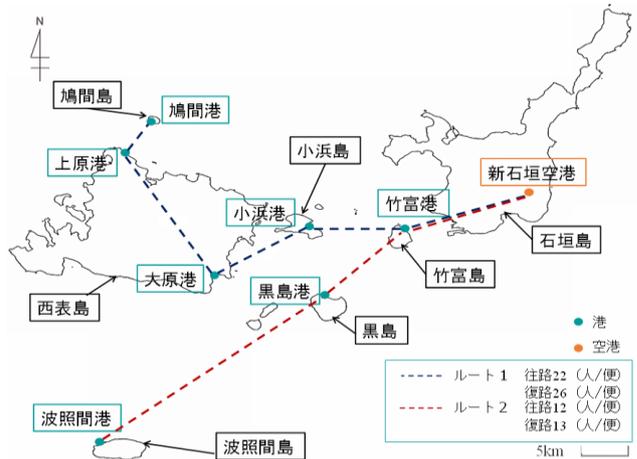


図-4 路線ネットワーク構想【2路線の場合】

### 7. おわりに

本研究では、離島における水上飛行機導入時の効率的な運航形態を検討することで、離島において最適な運航形態を示すことができた。今後の課題として、長崎県五島列島など数多くの離島が点在している地域での水上飛行機導入可能性や運航形態の検討が挙げられる。

### 参考文献

- 1) 角田健, 轟朝幸: 水上飛行機の利用実態および水上飛行場の設置基準に関する研究, 日本大学理工学部社会交通工学科卒業論文, 2005.
- 2) 鎌形陽介, 轟朝幸, 西内裕品: 水上飛行機導入による交通行動変化に関する研究-東京都市圏~宮古市の利用者を対象として-, 日本大学理工学部社会交通工学科卒業論文, 2013.