

コミュータ航空の需要予測

Analysis of the Commuter Air Passenger Demand in Japan

森 地 茂^{**}, 田 村 亨^{***}, 近 藤 淳 一^{xxxx}, 浅 輪 宇 充^{xxxxx}

by Shigeru Morichi, Tohru Tamura, Jun-ichi Kondoh & Takamitsu Asawa

Today, in many regions in Japan, there are intensive discussions about the introduction of commuter airlines as one of the improvements of regional transportation services.

These discussions, however, are usually very abstract because of the lack of quantitative analysis. There are two main factors which make quantitative analysis difficult. One is that the data of OD-trips of each transportation mode are not always reliable. And the other is the lack of data about social-economics attributes or trip attributes.

The objective of this paper is to make analysis on some aspect of the demand forecasting of commuter air service which can be summarized as follows.

- (1) analysis on the attributes of air-passengers
- (2) construction of disaggregate mode choice model
- (3) discussion about applicability of the model

1. はじめに

我が国の高速交通（高速道路、新幹線、ジェット化空港）体系の整備は、その恩恵を受けない地方部との交通サービス較差を益々大きくし、これが地域開発のポテンシャルに影響を与えて、当初の整備目的であった均衡ある国土の発展とは異なる地域発展の較差を生じさせている。また、地方部の公共交通に関する議論は、国鉄ローカル線問題や過疎バス問題のように最低限のサービス水準を如何に維持するかという課題を中心になされてきた。このような交通問題に對して、近年、幹線交通へのフィード交通や

交通空白地域と地方中心都市の交通を補完する目的でコミュータ航空導入の議論がなされている。

コミュータ航空は1969年、アメリカ民間航空委員会により路線免許を必要としない航空事業として制度化されたものであり、アメリカやヨーロッパにおいて発達しているものの、我が国においてはその定義に合致したものは存在しない。

我が国におけるコミュータ航空導入の議論は、全国地域航空システム推進協議会（29道県、42市町村参画）にみられるように自治体レベルで始まり、現在これを受けたたちで国土庁の検討等政府レベルの分析がなされている。しかし、これらの議論の多くは定性的な議論にとどまり、定量的研究事例は少ない。筆者らは、これまでにコミュータ航空サービスの適用地域の検討及び既存の交通調査データを用いた需要推計を行ってきた。⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾このうち、コミュータ航空と言えろサービスが現存する離島路線以外の需要推計については、①紙流動アトラクタデータが

* キーワーズ 都市間交通、公共交通、航空需要

** 正会員 工博 東京工業大学助教授 工学部 土木工学科

*** 正会員 工博 東京工業大学助手 工学部 土木工学科

**** 正会員 三井物産(株)

***** 学生員 東京工業大学大学院

(〒152 目黒区 大岡山 2-12-1)

全7の交通機関について分析可能な精度でそろっていない、②個人・世帯属性、旅行属性に関するデータがない等のデータ上の問題が存在している。本研究は、コンピュータ航空に近い形で航空サービスが現存する北海道の内陸中距離路線（千歳～函館、千歳～釧路）を対象として交通実態調査を実施し、航空サービスと需要に関する次の検討を行なうものである。①航空機利用者の特性分析、②非集計行動モデルによる交通機関選択モデルの構築、③モデルの適用可能性の検討。

2. 調査の概要

本分析で使用するデータは、昭和59年9月～10月北海道で実施した中距離都市間交通実態調査によるものである。調査は、札幌と函館・釧路間の鉄道・航空機の利用実態を把握することを第1の目的とし、さらに過去の旅行経験を質問することにより自動車の利用実態をも把握するものである。調査対象者は、千歳空港から函館・釧路空港へ航空機を利用して旅行する人々と、札幌駅から函館・釧路方面へ鉄道を利用して旅行する人々である。表-1は、調査対象区間の交通条件をまとめたものである。調査票の配布・回収（有効票）状況は表-2のとおりであり、航空機、鉄道調査それぞれから375、325の有効サンプルを得ている。

表-1 調査対象地域の交通条件

交通機関	交通条件			
	路線	距離 km	所要時間	運賃
鉄	札幌～函館	318.7 (小樽回り) 286.3	約 4時間20分 (特急)	6,700円 (特急料金 2500円を含む)
	札幌～釧路	348.5	約 5時間 (特急)	7,600円 (特急料金 2700円を含む)
航	千歳～函館	189 (185)	50分	10,800円 (9900)
	千歳～釧路	291	45分	13,200円

表-2 調査票の配布・回収

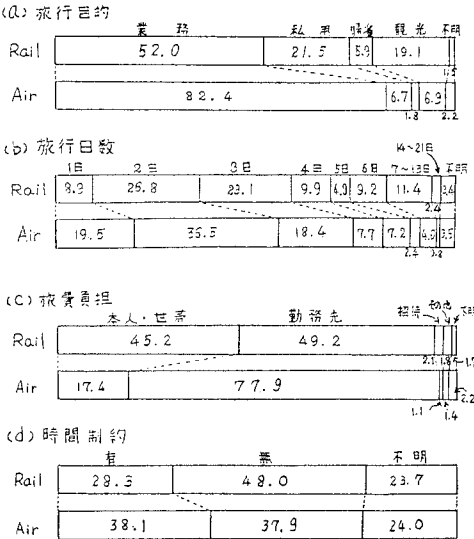
路線	路線別		配布数 (票)	回収数 (票)	回収率 (%)
	配布数	回収数			
航空機	千歳～函館	334	164	806	375
	千歳～釧路	409	166		
鉄道	札幌～函館	762	182	1423	325
	札幌～釧路	661	143		

3. 航空機利用者の特性分析

3-1 旅行特性に関する集計

鉄道・航空機利用者について、それぞれ「旅行目的」、「旅行日数」、「旅費負担」、「時間制約」の集計結果を考察する。

- 旅行目的：旅行目的は、航空機、鉄道利用者ともに業務目的が多く、航空機では82%、鉄道では52%となっており、航空機利用者の多くが業務目的で旅行をしていることがわかる（図-1(a)）。
- 旅行日数：航空機利用者で2日以内の旅行である人が56%、鉄道利用者で35%となっており、航空機利用者の旅行日数が鉄道利用者には短いことがわかる。日帰り交通については、航空機利用者が20%、鉄道利用者が8%となっている（図-1(b)）。
- 旅費負担：業務目的旅行の割合の差を反映し、勤務先が負担する割合は、航空機で78%、鉄道で49%となっている（図-1(c)）。
- 時間制約：目的地までの到着時刻が決まっている等の旅行の時間制約については、時間制約が有ると回答した人が航空機で35%、鉄道で23%と航空機利用者に時間制約を伴った旅行がやや多いことがわかる（図-1(d)）。



サンプル数 { Rail 325
Air 375

図-1 旅行特性に関する集計

3-2 個人・世帯属性に関する集計

個人・世帯属性のうち、航空機・鉄道の利用者層が異なると思われる「職業」と「世帯年収」について考察する。

- ・ 職業：航空機と鉄道利用者の職業についてみると、鉄道に比べ航空機をより多く利用する職業として「商業・サービス業」、「工業・建設・製造業」が特化していることがわかる。これとは逆に、「公務員」は鉄道を利用する傾向が高い（図-2(e)）。
- ・ 世帯年収：世帯年収600万円以上の人の割合でみると、航空機利用者で55%、鉄道利用者で34%となっており、航空機利用者の世帯年収が鉄道利用者に比べ高いことがわかる（図-2(f)）。

(e) 職業

	公務員	商業・サービス業	工業・建設・製造業	学生	主婦	その他	不明
Rail	24.9	14.4	21.9	8.0	9.0	5.4	10.1
Air	9.5	28.8	37.3	1.9	1.9	12.5	6.5

(f) 世帯年収

	200万円以下	200～299万円	300～399万円	400～499万円	500～599万円	600～699万円	700～799万円	800～899万円	900～999万円	1000万円以上	不明
Rail	4.3	6.7	15.4	18.1	13.6	18.2	7.4	7.4	7.7	7.7	1.2
Air	4.5	7.4	10.9	14.4	24.2	14.4	10.7	6.1	6.2	6.2	0.5

図-2 個人・世帯属性に関する集計

3-3 航空機利用者の過去の旅行経験

千歳一函館、釧路間を航空機で移動している人々に対し、同一区間を過去1年間にどの様な交通機関で何回移動したのかを方面別にまとめたものが表-3、4である。千歳一函館間についてみると、①航空機利用の回数は、今回の旅行が初めての方が最も多く20%、5~9回が17%となっており、平均すると9.1回となっている、②他交通機関の利用経験は、自動車・鉄道とも利用したことがない人が40%程度を占め、自動車の平均利用回数は3.0回、鉄道は3.0回と鉄道利用の経験者が自動車に比べ多いことがわかる。千歳一釧路間については、①航空機利用は今回が初めてと回答した人が12%であり、3~9回の方が40%程度を占めている。また、平均利用回数は9.6回である。②自動車を利用したことがない人は54%であり、鉄道は30%となっている。自動車の平

均利用回数は2.0回、鉄道は3.2回となっており、千歳一函館間と同様に鉄道利用経験者の方が多い。函館方面に比べ、釧路方面の自動車の平均利用回数が少ないのは、道路距離の違いと大きな峠越えを要するか否かの違いと思われる。

表-5、6は、航空機利用者のうち過去に自動車か鉄道を利用したことがある人々に対し、航空機以外の交通機関を利用した理由について聞いたものである。鉄道利用の理由は、「航空機が欠航・満席のため」と回答した人が函館区間とも最も多く半数近くを占め、次いで「鉄道の出発・到着時刻の都合がよい」となっている。これらより、鉄道を利用する場合は航空機の座席数、就航率、運行頻度が問題で、やむなく鉄道に乗り換えている人が多いことがわかる。自動車利用の理由は、「立ち寄り先が多いから」「荷物が多いから」と自動車の利便性をあげている人が多く、鉄道利用の理由にみられる航空機の問題と指摘する人の割合を越えている。また、区間別にみて、函館に比べ釧路方面へ出かける人が、欠航・満席を理由に他交通機関へ乗り換えている割合が高いのは、濃霧による釧路空港の閉鎖によるものであると思われる。

表-3 千歳—釧路 航空機利用者における同区間の旅行回数
(ただし過去1年間)
174サンプル

回数	0	1	2	3~4	5~9	10~14	15~19	20~24	25~	合計
自動車	94	19	27	13	10	7	1	3	0	174
鉄道	51	24	29	34	20	11	4	1	0	174
航空機	21	3	17	38	33	18	11	15	18	174

表-4 千歳—函館 航空機利用者における同区間の旅行回数
(ただし過去1年間)
133サンプル

回数	0	1	2	3~4	5~9	10~14	15~19	20~24	25~	合計
自動車	54	7	26	27	11	3	1	1	3	133
鉄道	60	12	23	15	12	6	1	1	3	133
航空機	26	5	18	14	23	18	4	10	15	133

表-5 鉄道利用の理由

項目	欠航・満席のため	出発・到着時刻の都合がよい	時間に余裕のある旅行から	その他	合計
千歳⇄函館	36 (46.8%)	13 (16.9%)	7 (9.1%)	21 (27.2%)	77 (100%)
千歳⇄釧路	68 (57.6%)	16 (13.6%)	6 (5.1%)	28 (23.7%)	118 (100%)

表-6 自動車利用の理由

項目	立ち寄りが多いから	荷物が多いから	欠航・満席のため	出発・到着時刻の都合がよい	その他	合計
千歳⇄函館	13 (17.6%)	18 (24.3%)	4 (5.4%)	5 (6.9%)	34 (45.9%)	74 (100%)
千歳⇄釧路	19 (9.8%)	7 (7.3%)	16 (16.7%)	7 (7.3%)	47 (48.8%)	96 (100%)

※その他(回答者3名以下)としては、「足踏ま便利した」、「子供同行のため」、「時間に余裕がある旅行だから」等がある。

4. 交通機関選択モデルの構築

交通機関選択モデルの構築は、実際の行動データから構築した航空機と鉄道の選択モデルと、過去の利用経験（過去1年間のうち、札幌～函館・釧路間の最も新しい航空機・自動車利用の旅行）のデータから構築した航空機と自動車の選択モデルである。分析に用いたサンプル数は、前者のモデルで航空機302、鉄道237サンプル、後者のモデルで航空機102、自動車346サンプルである。用いたモデルは非集計バイナリロジットモデルであり、全国道路情報調査、航空旅客動態調査、鉄道のブロック別旅客流動表から真の分担率を求め、ESML法により定数項を修正した。

4-1 航空機-鉄道の機関選択モデル

モデルに取り込む変数は、交通サービス変数として、アクセス時間とイグレス時間の和、ラインホール時間、ラインホール運賃の3変数と、旅行特性として業務目的の否かの交通目的ダミー、個人・世帯属性として年齢（30代・40代を1とするダミー）、性別（ダミー）、職業（商業・サービス業、工業、建設・製造業を1とするダミー）、年収（600万円以上を1とするダミー）の4変数を取り上げている。検討したモデルは、上記8変数により構築するモデル1、8変数の外に航空機の総時間（アクセス・イグレス時間が人により大きく異なる）がある値（1/9分）と比べると航空機の選択と考えるようになるのか仮説を検討するモデル2、旅行の時間制約（出発地・目的地に決められた時間に到着する必要があるか否か）を取り込んだモデル3、その旅行が行きか帰りのダミー変数と導入したモデル4の4種類である。

表-7は、モデルの構築結果を示したものである。上記4つのモデルとも尤度は0.25を越えており、モデルの適合度は比較的高いと考えられる。モデル2、3、4は、モデル1から尤度比で若干の改善が図られたに留まり、新たに取り込んだ変数も値から判断する限り選択に大きな影響を与えている要因とは言えない。以上より、本研究では、モデル1を良好なモデルと判断し、モデルの感度分析等の以下の検討を行う。

モデル1について、2交通機関の選択と説明する要因と考察する。七値からみると、最も説明力のあ

る変数は「アクセス時間・イグレス時間」であり、次いで「職業」、「年収」、「旅行目的」といった個人・世帯属性、旅行属性に説明力があることがわかる。表-7 モデル推定結果(Air-Rail) ()中:七値

	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4
アクセス・イグレス時間 (分)	-0.02808 (-6.03)	-0.02322 (-4.63)	-0.02835 (-4.66)	-0.02791 (-4.59)
ラインホール時間 (分)	-0.04067 (-3.67)	-0.03910 (-3.60)	-0.06620 (-4.54)	-0.06698 (-4.62)
ラインホール運賃 (円)	-0.0006880 (-2.41)	-0.0006175 (-2.21)	-0.001336 (-3.47)	-0.001305 (-3.40)
旅行目的	1.0769 (3.06)	1.1764 (4.31)	1.1857 (3.66)	1.5180 (5.08)
年齢 ダミー	0.7418 (3.44)	0.6573 (3.03)	0.5851 (2.29)	0.6140 (2.43)
性別 ダミー	0.7663 (2.12)	1.0598 (2.96)	1.0036 (2.40)	
職業 ダミー	1.3531 (5.67)	1.4325 (5.40)	1.3621 (4.71)	1.2943 (4.53)
年収 ダミー	1.0271 (4.91)	0.9837 (4.75)	1.0660 (4.45)	1.0797 (4.57)
Air時間 (500km/h)		0.8758 (2.26)	0.8814 (1.92)	0.4570 (2.08)
時間制約ダミー			0.2574 (1.03)	0.2128 (0.84)
行・帰ダミー				0.5607 (2.12)
定数項	-8.2793 (-5.10)	-9.1300 (-5.61)	-11.6532 (-5.73)	-11.7428 (-5.80)
的中率 (Air-Rail)	81.1・70.7	81.1・71.1	82.5・75.8	82.4・75.2
$\bar{P}^2$	0.2525	0.2554	0.2952	0.2919

4-2 航空機-自動車の機関選択モデル

モデルに取り込んだ変数は、交通サービス変数として先のモデルと同じ変数、個人・世帯属性として旅行日数、同行者数、一人当りの荷物数、免許保有ダミーの4変数である。検討したモデルは、これら7変数により構築するモデルらと7変数の外に年収ダミーを加えたモデル6の2種類である。

表-8 モデル推定結果(Car-Air)

	モデル5	モデル6
ラインホール時間 (分)	-0.01055 (-4.02)	-0.01011 (-3.76)
ラインホール運賃 (円)	-0.0004600 (-2.19)	-0.0004150 (-1.95)
アクセス・イグレス時間 (分)	-0.01393 (-2.35)	-0.01271 (-2.11)
旅行日数 (日)	0.3159 (2.78)	0.3134 (2.75)
同行者人数 (人)	0.9776 (5.19)	0.9402 (4.97)
1人当り荷物 (個)	0.7469 (3.48)	0.7780 (3.40)
免許保有ダミー	0.9338 (2.69)	0.9026 (2.53)
年収 ダミー		0.2108 (0.70)
定数項	-4.1523 (-2.38)	-3.8767 (-2.18)
的中率 (Car-Air)	52.7・94.6	50.0・94.8
$\bar{P}^2$	0.3045	0.2946

モデルらについて考察を加えることとする。

モデルらからわかることは、2交通機関の選択と説明する要因について、七値からみると最も説明力のある変数は「同行者人数」であり、次いで「ラインホール時間」、「一人当りの荷物個数」、「旅行日数」に説明力があることである。

航空機一鉄道の選択に比べ、航空機一自動車の選択は、交通サービス変数より個人・世帯属性により決められる傾向が強い。

5. モデルの感度分析

前章のモデル1、モデル4を用いて、航空サービスの变化が利用者に及ぼす影響を分析する。分析の方法は、交通サービス変数の値を1変数ずつ、個人ごとに同一割合で、-10%から+10%まで変化させ、その他の変数の値は固定したまま、各モデルに個人データを代入し、航空シェアの変化を検討する。本分析では、交通サービス変数の±10%までの変化に対する実際の計画での対応は、乗継ぎ運賃制やアクセス交通の整備により現実的であると考えている。

5-1 航空機一鉄道モデルの感度分析

- ・ ラインホール運賃：図-3は、横軸に航空運賃の変化率、縦軸に各運賃水準での航空シェアを表わしたものである。現状のサンプル内平均航空運賃約12,000円を10%増加し13,200円にした場合、航空シェアは

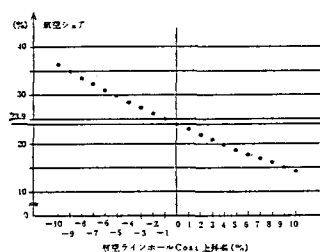


図-3 航空運賃の変化と航空シェア（対鉄道）

- ・ 空港アクセス・イグレス時間：図-4は空港アクセス・イグレス時間と航空シェアの関係を図-3と同様に示したものである。現状のサンプル内平均空港アクセス・イグレス時間103分を10%、約10分長くすると航空シェアは約3.5%減少、10分短くすると約4%上昇する。

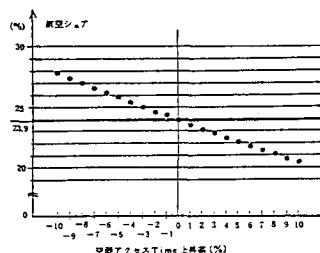


図-4 空港アクセス・イグレス時間と航空シェア（対鉄道）

転後の旧空港

は別の土地利用用途に転換されている。この点はコンピュータ航空の盛んなアメリカと異なり、都市近接空港の存在がコンピュータ航空導入の重要な点であると指摘できる。

5-2 航空機一自動車モデルの感度分析

- ・ ラインホール運賃：図-5は航空運賃と航空シェアの関係を示したもので、現状のサンプル内平均航空運賃約12,000円を10%増加した場合、航空シェアは6.3%減少し、10%減少した場合、6.8%増加することがわかる。道路走行距離より算出した自動車のガソリン代が約4800円であり、鉄道運賃が約2,100円であることから、先の航空機一鉄道利用者の航空運賃に

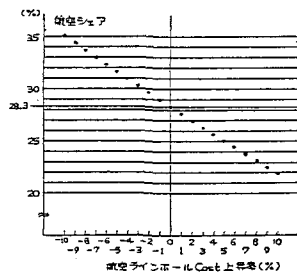


図-5 航空運賃の変化と航空シェア（対自動車）

効用が小さいということと理解できる。

- ・ 空港アクセス・イグレス時間：図-6は空港アクセス時間と航空シェアの関係を示したもので、現状のサンプル内平均空港アクセス・イグレス時間107分を±10%変化させると約1.7%変化することがわかる。

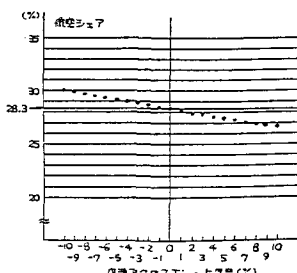


図-6 空港アクセス・イグレス時間と航空シェア（対自動車）

がわかる。

6. モデルの他地域への適用可能性

現存する短距離路線を対象に航空機-鉄道モデルの適用性を検討する。分析は、モデル1における個人・世帯特性、旅行特性は本調査と同じと仮定し交通サービス変数を変化させるものとした。ただし、鉄道駅までのアクセス・イグレス時間はモデル1の平均値33.4分を用いている。

表-9は、検討対象6路線ごとに、モデルに代入する交通サービス変数に本モデルによる航空シェアの推計値及び実値を示したものである。実値は、航空輸送実値と、旅客地域流動調査の鉄道データを用いて算出した。モデルによる推定値と実値値とを比較すると、大分-鹿児島、長崎-鹿児島でやや過大推計となっているものの、その他は航空シェアの乖離が10%以内とよく一致していることがわかり、本モデルの他地域への適用可能性が高いことがわかった。

そこで、コミュータ航空が内陸都市間に導入された場合を想定して交通サービスデータを設定し、同様の分析によりコミュータ航空の選択率を算出してみた。表-10は、サービスの異なる3つの場合についてもモデル推定値を算出したものであり、コミュータ航空の運賃を65円/kmと設定した場合、航空路線距離100～150 kmでは、鉄道需要の6～13%が航空機を選択するものと考えられる。

表-9 短距離路線のLOSとモデル予測航空シェア

路線	航空路線距離 (km)	交通アクセス・イグレス時間 (分)	航空アクセス・イグレス時間 (分)	航空ラインホールタイム (分)	鉄道ラインホールタイム (分)	航空ラインホールコスト (円)	鉄道ラインホールコスト (円)	モデル予測航空シェア (%)	実測航空シェア (%)
大分-鹿児島	176	73.4+31.2 104.6	33.4	50	253	9,200	5,600	22.2	14.2
仙台-新潟	241	73.2+55.6 128.8	33.4	40	313	10,400	4,400	31.8	22.4
名古屋-山梨/長野	208	85.7+45.5 131.2	33.4	65	200	11,400	8,500	2.6	8.5
熊本-宮崎	248	93.7+59.8 153.5	33.4	50	295	9,000	4,100	14.0	13.7
大分-鹿児島	230	87.7+92.1 179.8	33.4	55	329	10,800	6,500	27.4	12.8
長崎-鹿児島	237	84.6+92.1 176.7	33.4	35	442	10,300	9,700	95.8	74.4
千歳-札幌	189	102.8	33.4	40.5	276.6	11,953	7,097	23.9	23.9

* 本調査の調査結果

表-10 地域航空サービスの水準を設定したときのモデル推定値

	航空路線距離 (km)	鉄道距離 (km)	交通アクセス・イグレス時間 (分)	航空アクセス・イグレス時間 (分)	航空ラインホールタイム (分)	鉄道ラインホールタイム (分)	航空ラインホールコスト (円)	鉄道ラインホールコスト (円)	航空シェア推定値 (%)
路線A	100	150	60	40	30	140	5,500 (7,500)	4,200	6.22 (3.23)
路線B	100	200	80	40	30	160	5,500 (7,500)	5,100	13.68 (7.38)
路線C	150	300	80	40	40	200	9,750 (13,250)	5,100	10.25 (3.91)

航空ラインホール運賃 () 内は地域航空サービスの運賃を65円/km
() には
鉄道ラインホール運賃 旅行の運賃と積載料金の和

7. 結論

本研究は、コミュータ航空サービスの需要推計を行なうため、コミュータに近い形態で航空サービスが現存する北海道内陸の中距離路線を対象に調査を実施し、航空機・鉄道・自動車の選択構造を定量的に分析したものである。本研究より得られた主な結果をまとめると次のとおりである。

① 鉄道と航空機の選択においては、「アクセス・イグレス時間」が重要な変数になっており、「職業」・「年収」・「旅行目的」でも選択が異なる。また、航空機の「欠航・着席」・「出発・到着時刻」によって鉄道に乗り換えている人がいる。

② 自動車と航空機の選択においては、「同行者人数」・「荷物の個数」といった旅行特性と「ラインホール時間」が選択に大きな影響を与えていることがわかった。

③ 本研究で構築したモデルを用いてコミュータ航空の選択率を算出すると、運賃が65円/km、路線距離100～150 km程度では鉄道需要の約10%が航空機を選択することがわかった。

今後に残された課題は、①コミュータ導入地域として考えられる国際線フィード交通、県庁所と交通空白地域とを結び交通等への検討を試みること。②路線の性格や需要量の大きさによる最適な運行方法(ネットワーク構成、タクシー運行等)の検討である。

なお、本研究の一部は、全国地域航空システム推進協議会の受託研究として行なったものである。

参考文献

- 森地他2名 我が国における地域航空サービスの導入可能性 第6回土木計画学研究発表講演集 1984
- 森地他2名 地域航空サービスの需要推計方法について 日本交通学会 交通学研究 1984
- 森地他2名 離島データによる地域航空サービスの需要分析 第39回土木学会年次学術講演会概要集 1984
- 森地他2名 地域航空サービスの需要推計 第40回土木学会年次学術講演会概要集 1985