

IV—15 都市間交通における交通機関選択特性に関する研究

北海道大学 学生員 ○本田 幸一
 北海道大学 正 員 佐藤 馨一
 北海道大学 正 員 五十嵐日出夫

1. 研究の目的と特徴

近年、北海道内の地方空港整備が重点的に進められており航空旅客は増加している。一方、北海道の旅客輸送における鉄道の占めるシェアは年々低下し、航空機や自動車のシェアが上昇している。このような現状において本研究では、都市間を結ぶ中距離交通の大量輸送機関として鉄道と航空機の役割を知るため、両交通機関の選択特性を把握しようとした。

具体的には、昭和56年10月に石勝線が開通した千歳、帯広、釧路の3空港圏間において鉄道旅客の流動構造を重力モデルにより表わした。また、鉄道旅客および航空旅客に対して実態調査を実施し都市間の中距離交通における鉄道と航空機の利用実態を比較し、さらに分散分析により交通機関の選択特性を検討

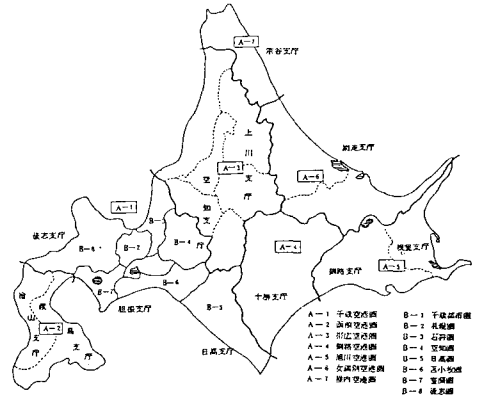


図1. 北海道における空港圏域図

し航空機から鉄道への転換交通量の予測を行った。表1. 空港圏間鉄道旅客流動表(昭和55年10月における3日平均、単位:人)

2. 北海道における空港圏間交通の現状

北海道の中距離交通における鉄道、航空機、自動車の現状を把握するために既存の調査結果により、図1に示すような7ブロックの空港圏域を用いた。(1)表1～3は昭和55年度における各交通機関の輸送実績を示したものである。(2)(3)(4)

これらの表から次のことが明らかとなる。

- (1) 鉄道、航空機、乗用車の流動は千歳空港圏を中心に行なわれている。
- (2) 隣接する空港圏間における乗用車流動が大きい。これは、図1に示した各空港圏間の境界部に位置する市町村間の流動が大きいためと考えられる。
- (3) 千歳空港圏と釧路空港圏間の鉄道旅客は約1400名、航空旅客は約1100名、乗用車流動数は約1200名となっている。札幌市と釧路市の実距離が鉄道距離で395kmであることを考えると航空機の占める割合のが高いことが注目される。
- (4) 千歳空港圏と帯広空港圏の鉄道利用者は約1700名、航空機利用者は約200名、乗用車利用者は約2500名となっている。これは札幌市と帯

	千歳	函館	旭川	帯広	釧路	稚内	女満別	計
千歳		1682	5697	851	652	234	921	10037
函館	1618		125	26	35	12	31	1847
旭川	5673	135		161	106	285	469	6829
帯広	832	23	146		268	3	88	1360
釧路	725	45	103	237		4	159	1333
稚内	224	11	296	4	4		7	546
女満別	917	31	417	96	210	8		1679
計	9989	1927	6784	1435	1275	546	1675	23631

表2. 空港圏間航空旅客流動表(昭和55年10月における3日平均、単位:人)

	千歳	函館	旭川	帯広	釧路	稚内	女満別	計
千歳		361	0	103	585	75	233	1357
函館	361							361
旭川	0							0
帯広	103							103
釧路	585							585
稚内	75							75
女満別	233							233
計	1357	361	0	103	585	75	233	2714

表3. 空港圏間乗用車流動表

(単位:人)

	千歳	函館	旭川	帯広	釧路	稚内	女満別	計
千歳		3678	6227	1027	443	352	523	12244
函館	3821		98	34	24	5	9	3991
旭川	6741	89		403	284	1044	336	8897
帯広	1442	40	420		2480	6	442	4830
釧路	794	48	329	2389		24	1852	5436
稚内	265	8	1096	10	30		165	1574
女満別	479	2	637	462	2073	8		3661
計	13542	3865	8807	4319	5334	1439	3327	40633

(5) 千歳空港圏と函館空港圏の鉄道旅客は約3300名、航空旅客は約700名、乗用車利用者は約7500名である。札幌市と函館市の鉄道による実距離が286kmで、札幌〜帯広間とほぼ等しいにもかかわらず航空旅客の比率が高いのはジェット機の運行によると思われる。(DC9:1日3往復、YS11:1日1往復)

千歳空港圏～帯広空港圏、千歳空港圏～釧路空港圏の鉄道旅客流動を詳しく分析するため、表4に示す市町村間旅客流動数を求めた。用いた資料は昭和55年度ブロック別旅客流動表である。⁽²⁾ただし、市町村間乗着人員数が1か月あたり30人に満たないものは削除した。このことにより空港圏間相互の全市町村間旅客流動の解析は不可能となるが、表4は空港圏間旅客流動の98%以上を把握していることから流動構造の解析に十分耐えうるデータと思われる。

[illegible]

鉄道旅客の都市間流動構造を分析するため、表4のデータを用いて重力モデルを構築した。

$$T_{ij} = K \frac{G_i^2 \times A_i^b}{R_{ij}^c} \quad (1)$$
 R_{ij} : 都市 i, j 間の距離抵抗

— 366 —

い市町村の多いことから、急行列車による所要時間とした。また、乗換時間や接続待ち時間は無視した。

(1)式のハウメータ計算は非線形回帰法によった。式(2)は得られた重カモデルの回帰式である。

$$T_{ij} = 1.1813 \times 10^{-4} \times \frac{(G_i)^{0.9845} \times (A_j)^{0.9512}}{(R_{ij})^{0.1847}} \quad \text{---(2)}$$

なお、寄与率は、 $R^2 = 0.997$ である。

4. 鉄道旅客および航空旅客実態調査

鉄道および航空機の利用者が、どこへ、どのような目的で移動しているか、また、交通機関の選択に際している要因を考慮しているか、を知るために交通機関利用実態調査を実施した。調査票は鉄道旅客用と航空旅客用の2種類があり各々次の4部構成とした。

Part I：個人属性：①年令、②性別、③職業、④自動車運転免許の有無、⑤住所

Part II：旅行特性：①旅行目的、②同行者数、③旅行日程、④出発地・目的地、⑤利用区間、⑥旅行費用負担
⑦旅行回数、⑧代替交通機関の利用頻度

Part III：交通機関の利用意識：①目的地までの所要時間、②出発・到着時刻、③料金負担、④運行ダイヤの正確さ、⑤乗り心地、⑥安全性、⑦運行回数

Part IV：実験計画法による意識調査：①鉄道の時間短縮比、②目的地、③鉄道の運行間隔、④航空運賃値上率
調査は昭和55年12月16日から19 表5. 交通機関別旅行目的

日までの4日間行なわれた。すなわち、12月16日と17日の2日間、滝川～帯広間において特別急行「おおぞら1号」(札幌発9:03、帯広着13:06)と「おおぞら6号」(帯広発16:08、札幌着

		仕事	家事・私用	観光	その他	不明	計
鉄道旅客	回答数(人)	695	168	12	72	4	951
	百分率(%)	73.1	17.7	1.3	7.6	0.4	100.0
航空旅客	回答数(人)	1029	153	10	38	5	1235
	百分率(%)	83.3	12.4	0.8	3.1	0.4	100.0

表6. 交通機関別旅行期間

19:35)の乗客に対して列車内で調査を行った。又、12月18日と19日の2日間千歳空港、(旧)帯広空港、釧路空港の搭乗者待

		日帰り	2日間	3～5日間	6～7日間	1週間以上	不明	計
鉄道旅客	回答数(人)	75	297	227	189	146	17	951
	百分率(%)	7.9	31.2	23.9	19.9	15.4	1.8	100.0
航空旅客	回答数(人)	99	540	449	60	76	11	1235
	百分率(%)	8.0	43.7	36.4	4.9	6.2	0.9	100.0

合口ビーにおいて千歳～帯広便、千歳～釧路便、を利用する旅客を対象として調査を行った。両調査ともに、12歳以上の旅客を対象とし係員が直接に調査票の配布および回収を行なった。回収された調査票は、鉄道旅客対象のもの951票、航空旅客対象のもの1235票で、有効回収率は90%を超えた。動態調査の結果をまとめると以下のようになる。

(1) 表5は交通機関別の旅行目的を表わしている。旅行目的は鉄道旅客、航空旅客ともに「仕事」が多い。また、鉄道と航空機の旅客

の旅費負担を調べると、鉄道旅客の69.8%、航空旅客の76.8%が会社負担となっていた。さらに、観光目的の旅客が極端に小さな値となっているのは、調査が12月中旬に行なわれたためと考えられる。

表7. 鉄道旅客の旅行の出発地・目的地(支庁別)

目的地 出発地	根室支庁	石狩支庁	後志支庁	空知支庁	釧路支庁	上川支庁	網走支庁	十勝支庁	釧路支庁	根室支庁	計
根室支庁								1	1	3	5
石狩支庁							5	214	138	30	387
後志支庁								8	9	2	19
空知支庁								6	2	1	9
釧路支庁								2	7	1	10
上川支庁	1							7			8
網走支庁									1	1	2
十勝支庁	2	186	1	3	3						195
釧路支庁	1	105	3	8	2	3					120
根室支庁		20	1								21
計	4	311	5	9	5	3	5	238	158	38	776

(2) 表6は交通機関別の旅行期間を表わしている。航空旅客の中で日帰りの比率が8%程度である。これは、航空機の便数、運行時間帯によって旅行が限定されることによると考えられる。

表8. 交通機関別代替交通機関利用回数

			1	2	3	4	5	6~10	11~15	16回以上	計
鉄 道 旅 客	航空機 利用	人 数	49	73	23	46	9	48	5	13	265
		百分率	18.5	27.5	8.7	17.4	3.4	16.7	3.1	4.9	100.0
	自動車 利用	人 数	36	115	16	70	21	100	10	48	415
		百分率	8.7	27.7	3.9	16.9	5.1	24.1	2.4	11.3	100.0
航 空 旅 客	鉄 道 利用	人 数	96	192	61	108	61	148	13	45	724
		百分率	13.3	26.5	8.4	14.9	8.4	20.5	1.8	6.2	100.0
	自動車 利用	人 数	76	131	47	54	35	91	11	42	487
		百分率	15.6	26.9	9.7	11.1	7.2	18.7	2.2	8.6	100.0

(3) 表7は鉄道旅客の旅行の出発地および目的地を支庁別に集計したものである。鉄道による旅客流動は、石狩支庁と十勝および釧路支庁の間で多い。さらに、石狩支庁と帯広支庁間の流動数が全体の51.5%を占めており両支庁間での鉄道による結びつきが強いことを示している。

(4) 表8は交通機関別代替交通機関利用回数を表わしている。鉄道旅客の61%、航空旅客の73.0%が過去1年間に実態調査を行った区間において他の交通機関を利用したと答えた。代替交通機関として、鉄道旅客は自動車を利用し、航空旅客は鉄道を利用する割合が高い。これは、両交通機関利用者のトリップ長の差によるものと思われる。

表9. 要因と水準

5. 交通機関選択要因の分析と転換率推定モデル

都市間中距離交通における交通機関の選択特性を明らかにするために実験計画法による意識調査を実施した。交通機関の選択に影響を与える要因として、運賃、所要時間、待ち時間、目的地までの距離などがあげられる。本研究では既存の研究例を参考にして次のような要因とした。⁽⁵⁾⁽⁶⁾

- ①A要因：鉄道の時間短縮比、②B要因：目的地、
③C要因：鉄道の運行間隔、④D要因：航空機の運賃値上率

これらの具体的な値は表9のとおりである。割付けはL₉型直交表を用いた。なお、A要因は4水準のため擬水準法を用いている。累積法による分散分析を行うために実態調査のPartⅣにおいて次のような回答肢を設定した。

[鉄道旅客の回答肢]

- (1) 鉄道しか利用できないので鉄道を利用する。
(2) 大いに鉄道を利用する。(3) たまに鉄道を利用する。
(4) 航空機を利用する。
[航空旅客の回答肢]
(1) 大いに鉄道を利用する。(2) たまに鉄道を利用する。
(3) いままでどおり航空機を利用する。
(4) 大いに航空機を利用する。

以上の回答肢から次のような累積グループに分けた。

記号	要 因	水準1	水準2	水準3	水準4
A	鉄道の時間短縮比	8%	16%	24%	32%
B	目 的 地	釧 路	帯 広	—	—
C	鉄道の運行間隔	2時間	3時間	—	—
D	航空運賃の値上率	20% up	40% up	—	—

表10. 分散分析表〔鉄道旅客(業務目的)〕

記号	要因の説明	自由度 φ	変 動 S	分 散 V	分散比 F ₀	寄与率 ρ%
A	鉄道の短縮時間比	6	2279.78	3799.6	29.2*	50.1
B	目 的 地	2	1044.38	522.19	40.1*	23.2
C	鉄道の運行間隔	2	184.78	92.39	7.1*	3.6
D	航空運賃の値上率	2	858.36	429.18	32.9*	18.6
e	誤 差	2	26.06	13.03	—	4.2
計		14	4393.36			100.0

・：有意な要因

表11. 分散分析表〔航空旅客(業務目的)〕

記号	要因の説明	自由度 φ	変 動 S	分 散 V	分散比 F ₀	寄与率 ρ%
A	鉄道の短縮時間比	6	2155.8	357.3	7.8*	24.4
B	目 的 地	2	4567.9	2283.9	49.6*	58.2
C	鉄道の運行間隔	2	190.6	95.3	2.1	1.3
D	航空運賃の値上率	2	687.7	343.9	7.5*	7.7
e	誤 差	2	92.1	46.1	—	8.4
計		14	7694.1			100

・：有意な要因

〔鉄道旅客〕

表12. 有意味な因子の水準別平均転換率

累積グループⅠ：（鉄道しか利用できない）
＋（大いに鉄道を利用する）

累積グループⅡ：累積グループⅠ＋（たまに
鉄道を利用する）

累積グループⅢ：累積グループⅡ＋（航空機を利用する）

〔航空旅客〕

累積グループⅠ：（大いに鉄道を利用する）

累積グループⅡ：累積グループⅠ＋（たまに鉄道を利用する）

累積グループⅢ：累積グループⅡ＋（いまままでおり航空機を利用する）＋（大いに航空機を利用する）

因 子	A因子（鉄道の短縮時間比）			B因子（目的地）		D因子（航空運賃の値上率）	
水 準	16%	24%	32%	釧 路	樺 広	20%	40%
転換率	$\frac{40.3}{200}$	$\frac{51.1}{200}$	$\frac{69.8}{200}$	$\frac{66.6}{400}$	$\frac{142.2}{400}$	$\frac{95.7}{400}$	$\frac{113.1}{400}$

表5に示されているように、鉄道旅客の約73%、航空旅客の約83%が業務交通なので、交通機関選択要因の分析は業務トリップについて行なった。

表10および表11は累積法を用いた分散分析表である。これらの表から次のことが明らかになった。

〔鉄道旅客〕

- (1) 誤差の寄与率が4.2%と非常に小さく、採用した要因のすべてが有意となった。このことは、分析対象が業務交通に限定されていること、採用した要因が妥当だったことによると考えられる。
- (2) 業務目的の鉄道旅客において最も大きな寄与率を示した要因は、A要因（鉄道の時間短縮比）であり、次にB要因（目的地）、D要因（航空運賃値上率）であった。このことから、鉄道の利用客は鉄道の時間短縮に強い関心を示しており、目的地までの移動に要する時間を重視していることがわかる。このことは、鉄道旅客が石勝線の開通による鉄道の時間短縮効果に強い関心を抱いていることを表わしていると思われる。

〔航空旅客〕

- (1) 誤差の寄与率が8.4%と鉄道の場合より大きくなっている。しかし、他の要因による説明力が90%を超えており、航空機から鉄道への転換率推定モデルの構築には十分な精度を有していると思われる。
- (2) 寄与率の最も大きかった要因は、B要因（目的地）であり、次いでA要因（鉄道の時間短縮比）であった。これは鉄道旅客の場合と逆転しており、業務目的で目的地が釧路の場合に航空機を選択する傾向が強いことを表わしている。
- (3) 航空機利用者でありながら「航空運賃の値上率に対して鉄道旅客ほど敏感に反応していない。これは表5に示したように業務目的での利用が多いため、航空旅客は多少費用が高くなっても短時間に目的地に到着できる交通手段を選択していることを示している。

次に、石勝線の開業によりどの程度の旅客が航空機から鉄道に転換するかを推定するため、航空旅客の累積グループⅠのデータを用いた転換率モデルを構築した。モデル構築時に取り入れた要因は表11において有意となったA、B、D要因であり、オメガ法によるモデル構築を行った。表11の分散分析表において有意となった要因を用いて作った転換率モデルの構造式は、式(3)のようになる。

$$\mu_z(A_i, B_j, D_e) - T_z = (P_{Ai} - T_z) + (P_{Bj} - T_z) + (P_{De} - T_z) \quad (3)$$

次(3)にオメガ法を適用し整理すると式(4)を得る。⁽⁷⁾

$$\mu_z(A_i, B_j, D_e) = \frac{1}{(\sqrt{P_{Ai}} - 1)(\sqrt{P_{Bj}} - 1)(\sqrt{P_{De}} - 1)(\sqrt{T_z} - 1)^2 + 1} \quad (4)$$

ただし、 $\mu_z(A_i, B_j, D_e)$ ：要因A、B、Cが各々 i, j, l 水準時の航空機から鉄道への転換率、 T_z ：累積グループⅠの平均値、 $P_{Ai} \cdot P_{Bj} \cdot P_{De}$ ：要因A、B、Cが各々 i, j, l 水準における転換率

式(4)に表12に示した水準別の平均転換率を代入すると各々の水準別の転換率が求まる。表13はその結果をまとめたものである。

表13より、目的地が帯広で鉄道の所要時間が24%（60分）短縮され、航空運賃が20%（1420円）値上りすると、約30%の航空旅客が鉄道に転換することがわかる。また、目的地が釧路の場合で鉄道の所要時間が16%（60分）短縮され、航空運賃が20%（2160円）値上りしても、航空旅客の10%程度しか鉄道に転換しないことがわかる。

表13. 航空旅客の鉄道への転換率

要因B	要因 A			要因 D	
	16%	24%	32%	20%	40%
釧路	60分	90分	120分	2,160円	4,320円
帯広	40分	60分	80分	1,420円	2,840円

6. おわりに.

北海道の空港圏間旅客流動においてジェット機の利用が可能な空港圏では多くの旅客が航空機を利用している。また、本研究で取り上げた空港圏（千歳空港圏～帯広空港圏、千歳空港圏～釧路空港圏）の鉄道旅客流動は重力モデルにより表現されることがわかった。さらに、分散分析の結果より明らかになったように業務目的の鉄道旅客は「鉄道の時間短縮」に強い関心を示しており、一オ業務目的の航空旅客は「目的地」（釧路市、帯広市）によって鉄道の選択意識が異なっている。つまり、業務目的で釧路に行く場合鉄道よりも航空機を選択する傾向が強い。これは調査を行った時点において、札幌～釧路間の鉄道の所要時間が6時間以上も必要で日帰りするに困難だったことによると考えられる。航空旅客は多少費用が高くとも短時間に目的地に到着することを希望している。本研究で取りあげたような中距離交通において航空機から鉄道への旅客の転換をはかるためには、多少の時間短縮では意味がなく高々4時間程度の乗車時間が鉄道利用の限界と考えられる。

北海道における鉄道は、長距離交通において航空機に、近距離交通において自動車にシェアを奪われ、中距離交通において活路を見つけて出そうとしている。しかし、この中距離交通においても千歳空港圏～釧路空港圏の航空旅客が鉄道旅客の約80%を占める今日、決してその前途は楽観できない。昭和56年3月から帯広空港がジェット化され、今後さらに苫小牧空港、旭川空港、稚内空港のジェット化が計画されている。このような情勢の中で、昭和56年10月1日に開業した石勝線が多くの旅客に利用されていることは注目すべきことである。

今後、北海道の中距離交通において鉄道が活路を見い出すためには、石勝線の例にみられるように、2都市間時間距離を3時間台に短縮し常に安定確実な運行を行い、「良質のサービス」を提供することが是非とも必要であると考ええる。この点から言うと、東室蘭～函館間（実距離189.5 km、ディーゼル特急で2時間40分）の完全複線電化はまず第一に促進されるべきであらう。

最後に、本研究をすすめるにあたって貴重な資料を提供して下さいました、国鉄北海道総局、北海道開発局の方々に感謝の意を表します。

〈参考文献〉

- (1) 財団法人北海道地域開発研究所：新千歳空港周辺地域都市施設整備事業調査報告書、1979年3月
- (2) 日本国有鉄道北海道総局：昭和55年7月ロック別旅客流動量
- (3) 運輸省大臣官庁情報管理課：航空輸送統計年報、昭和55年版、1981年
- (4) 北海道開発局：昭和55年度全国道路交通情勢調査－土地・目的別交通量資料
- (5) 佐藤馨一、五十嵐日出夫：空港アクセスにおける交通機関別分担モデルの推定：国土学会論文報告集オ274号、1978年6月
- (6) 佐藤馨一、田村亨、五十嵐日出夫：競争モデルによるバス路線の評価に関する研究：第31回国土学会年次学術講演会講演要録、1980年
- (7) 田村亨、佐藤馨一、五十嵐日出夫：累積法による交通機関選択モデルの構築に関する研究：第3回国土計画学研究会発表会講演集、1980年