

複数経路を考慮した鉄道・航空ネットワークの評価*

*Evaluation of Rail/Air Network Considering Alternate Paths**

栢元 淳平**・塚井 誠人***・奥村 誠****

By Junpei HAZEMOTO**・Makoto TSUKAI***・Makoto OKUMURA****

1. はじめに

わが国の鉄道・航空網は、長年のインフラ整備により稠密なネットワークを形成しており、都道府県間には最短経路のサービス水準に近い次善以下の経路が多く存在するようになった。

列車の高速化や料金値下げによってネットワーク上のある区間のサービス水準が改善された場合には、その区間を最短経路に含む OD ペアだけでなく、次善の経路に含む OD ペアのサービス水準も改善される。例えば東海道新幹線の所要時間が短縮された場合、東京ー富山の最短経路である東回りのルートの利用者に便益は及ばないが、東海道を利用する西回りのルートの利用者は改善の便益を受ける。このような場合は、次善以下の経路を考慮しなければ便益を計測できない。

そこで本研究では、都道府県間交通を対象に最短経路のみならず次善以下の複数経路のサービス水準を考慮して、鉄道・航空ネットワークの改善を定量的に評価する方法を提案し、政策分析を行う。

2. 既往の研究と本研究のアプローチ

便益評価手法に関して、Williams は政策施行前後のログサム変数の変化が消費者余剰の変化に等しいことを示した。さらに Small-Rosen は、効用ベースの無次元便益を効用関数の費用パラメータで除して金銭ベースに変換できることを示した^{1) 2) 3)}。さらに、屋井ら⁴⁾・家田ら⁵⁾もログサム変数を用いた便益計算の手法を提案している。

都市間交通に関してネットワーク改善の便益評価を行った先例研究は屋井ら⁶⁾・野村ら⁷⁾、時田ら⁸⁾に見られる。屋井らの研究では、地方空港のアクセスが変化した場合の帰着便益を算出している。野村ら、時田らの研究では、それぞれ北陸新幹線、中央リニア新幹線の便益を評価しているが、旅客の利用経路は最短所要時間の経路のみを扱っており、複数の経路の利用可能性は考慮されていない。

い。

OD 間に複数の経路が存在するネットワーク上でリンクの改善効果を評価する場合、準備として経路選択モデルを構築しておく必要がある。経路選択では、合理的な選択肢集合の設定が常に問題となってきた。本研究のように公共交通機関の複数経路を考慮した研究には屋井ら⁹⁾・森田ら⁹⁾の研究があり、東京都市圏の鉄道経路選択を対象にそれぞれ構造化 Probit Model、C-logit Model を用いて経路選択モデルを構築している。その際、屋井らは交通センサスデータから利用可能経路を設定し、森田らはアンケート調査によって、代替経路を含めた利用可能経路の情報を得ている。

都道府県間の旅客が利用した経路の情報を得る手段としては、幹線旅客純流動調査の個票データの利用があげられる。しかし、これまで 3 回実施された純流動調査のうち、個票データが提供されているのは 1995 年の 1 時点のみであり、今後も公表される保証はない。そこで本研究では、代表交通機関ごとに集計されたデータのみを用いて構築できる経路選択モデルを提案し、ネットワーク改善評価のためのパラメータを得る。その際の経路選択肢の設定は、効率的に複数経路を探索できる第 K 経路探索法¹⁰⁾を利用して行う。さらに、便益評価関数に必要な都道府県間交通量モデルを重力モデルとして特定化し、パラメータ推定を行う。得られたパラメータを用い、ログサム変数の変化に対応した便益評価手法で便益を算出する。

3. 都道府県間経路選択肢の生成

(1) ネットワークデータ

全国 JR 路線のうち、主要駅をノード、新幹線・特急路線をリンクとする鉄道ネットワーク、さらに主要空港をノード、通勤・通学を除く定期航空路線をリンクとして加えた鉄道・航空ネットワークを設定した。新幹線のうち速度の速いのみなどは普通新幹線と区別するため別リンク（スーパーリンク）を設けた。各リンクのサービス水準（所要時間、運行頻度、距離）は 95 年の JR 時刻表から得た。ただし航空の所要時間は、空港での搭乗手続きや乗換え時間を考慮するためリンク所要時間に一律 40 分を加えた。鉄道ネットワークを、図-1 に示す。

*Key words : 国土計画、整備効果計測法、経路選択

** 学生員、工修、広島大学大学院工学研究科

*** 正会員、工修、広島大学大学院工学研究科助手

**** 正会員、工博、広島大学大学院工学研究科助教授

(〒739-8527 広島市鏡山 1-4-1、

TEL&FAX 0824-24-7849、e-mail:haze@hiroshima-u.ac.jp)

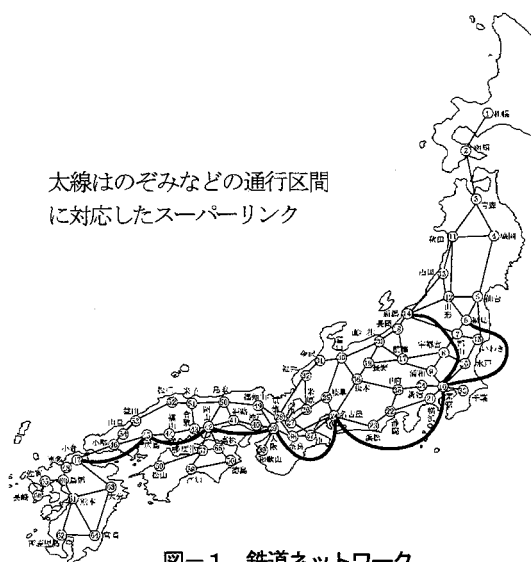


図-1 鉄道ネットワーク

(2) 第 K 経路探索法を利用した経路選択枝集合の設定
経路の集合には、OD 間のリンクが物理的に繋がっている「存在経路」の集合、その部分集合として旅客の経路利用に関する制約条件を満足する「利用可能経路」の集合がある¹¹⁾。つまり、経路選択枝とは利用可能経路の集合である。本研究では、最初に第 K 経路探索法を用いて存在経路を列挙した後で利用可能経路の特定を行うという手法をとる。

まず、都道府県間の存在経路を効率的に列挙するために用いる第 K 経路探索アルゴリズムについて説明する。このアルゴリズムは、最短経路探索、次善経路探索、第 K 経路探索の3つのサブルーチンからなっている。

① 最短経路探索

ダイクストラ法を用いて探索する。

② 次善経路探索

次善経路は、最短経路から分岐し、最短経路上にないノードを1点以上経由するような経路である。全ての分岐候補点から目的点までの最短経路をダイクストラ法によって列挙し、その中で最短の経路を第2経路として採用する。

③ 第 K 経路探索

このサブルーチンは次善経路探索を用いて第 K 経路までを求めるものである。

まず、第2経路まで分かっているときに第3経路を求める方法について説明する。図-2に示すように、最短経路、第2経路から分岐して第3経路になり得る経路は、分岐点の位置に着目すると、分岐点後、第2経路上から分岐するパターン（パターン1）、分岐点後、最短経路から分岐するパターン（パターン2）、分岐点前に分岐するパターン（パターン3）の3パターンしかない。3パ

ターンそれぞれの経路について、探索に必要な始点から分岐点までのノード、リンクを探索対象グラフから除いたサブグラフ（図-3）について、次善経路探索を繰り返す。サブグラフ内の次善経路と切断前の元のネットワークとを接合して経路とし、3番目経路の候補としてストックしておく。他のパターンも同様にサブグラフ内での経路探索と接合を繰り返しストックする。これらの経路のうちで最短の経路が第3経路となり、その他の経路は3番目以降の経路の候補としてストックしておく。

以下、第3経路から分岐するような経路について次善経路探索を繰り返し適用し、新しい経路の情報を追加していく。それ以前にストックしておいた経路を含む全経路中で最も短い経路が、第 K 経路となる。

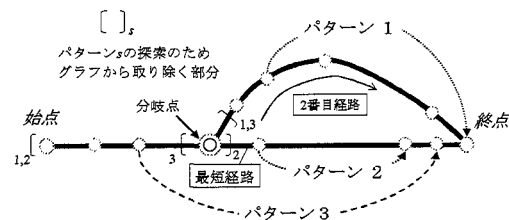


図-2 第3経路の候補

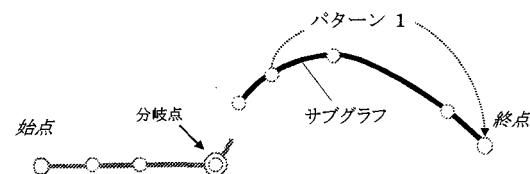


図-3 サブグラフ（パターン1の場合）

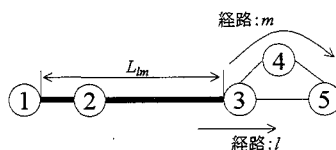


図-4 重複率の高い経路

(1) で用意したネットワークデータから各都道府県間の存在経路を所要時間を基準に列挙した。存在経路は計算機上で計算しうる限り多数に存在する可能性があり、列挙した全ての経路を選択枝としてロジットモデルを適用するには選択枝が多すぎる。また、あまりにもサービス水準の低い経路は実質的な利用価値はほとんどない。さらには、列挙した経路には図-4に示すような重複した経路組が含まれているが、旅客が類似した選択枝を別々の選択枝として認知しているとは考えにくい。

これらの問題を解決するために以下のルールを導入する。まず、都市内交通の研究¹²⁾に倣って、最短経路の1.5倍以上の所要時間の経路はサービス水

準の低い経路として除外する。さらに、式 (1) に示す経路 l, m 間の類似度 S_{lm} を定義し、 $S_{lm} > 0.7$ ならば経路 l, m は互いに類似していると考ええる。類似した経路のうちから、所要時間の短い経路のみを利用可能経路とする。なぜなら、図-4 の経路 m (①→②→③→④→⑤) のようにわざわざ少しだけ迂回するようなルートは、③→⑤間が不通の場合を除けば利用される可能性は低いからである。

$$S_{lm} = \frac{L_{lm}}{\sqrt{L_l \times L_m}} \quad (1)$$

L_{lm} : 経路組 l, m の重複距離

L_l, L_m : 経路 l, m それぞれの距離

(3) 経路のサービス水準

経路のサービス水準は所要時間、運賃、運行頻度によって表されるとする。

経路の所要時間や航空の運賃はリンクサービス水準を積み上げて計算した。特急料金を含む鉄道経路の運賃は、各経路の平均速度を算出し、平均速度のレベルに応じて異なる運賃算定式を用いて算出した。頻度は、旅客のスケジューリングが運行時刻に強い制約を受けることから、経路上のリンク運行頻度のうち最小の運行頻度を代表運行頻度として採用した。

(4) 経路選択枝数の設定

国土交通省が公表している資料¹³⁾によると、東京-富山、東京-石川で実際に利用された経路は代表交通機関ごとにせいぜい2本程度である。したがって、本研究では余裕を見て代表交通機関ごとに最大3経路までをとりあげることとした。

(5) 生成された経路の例

表-1、表-2は、本研究で生成された経路の一例である。

表-1に示す東京-熊本の例では、羽田-熊本便を利用する経路が最短の経路となるが、便数の多い羽田-福岡便を利用し、鳥栖を経由して熊本へ到着するという乗り継ぎ経路も選択枝として考慮している。また、出発時刻によっては羽田-伊丹-熊本という航空便の乗り継ぎが利用されるケースも考えられる。

表-2は鉄道ネットワーク上で複数の経路が利用できる場合である。東京-富山間にはいわゆる「西回り」「東回り」のルートが存在している。本研究では、後述するシミュレーションのケースのように、東海道のスピードアップが実現された場合などで、この西回りルートのような、最短ではないがサービス水準が高く十分利用価値のある経路が及ぼす影響を議論することができる。

表-1 航空の経路の例 (東京-熊本間)

	所要時間(分)	出発地	①	②	③	④	目的地
1	247	東京	羽田AP	熊本AP			熊本
2	276	東京	羽田AP	福岡AP	博多	鳥栖	熊本
3	321	東京	羽田AP	伊丹AP	熊本AP		熊本

AP:空港

表-2 鉄道の経路の例 (東京-富山間)

	所要時間(分)	出発地	①	②	③	④	⑤	目的地
1	230	東京	大宮	高崎	長岡	直江津		富山
2	267	東京	新潟	長岡	直江津			富山
3	285	東京	名古屋	岐阜	米原	福井	金沢	富山

4. モデルの定式化

(1) 経路選択モデル

旅客の経路選択はロジットモデルに従うと仮定する。

$$P^l = \frac{\exp(V_l)}{\sum_i \exp(V_i)} \quad (2)$$

$$V_l = \beta^t T_l + \beta^c C_l + \beta^f F_l \quad (3)$$

ここで、 V_l は経路 l の効用、 T_l 、 C_l 、 F_l は、それぞれ経路 l の所要時間、運賃、運行頻度を表す。 β^t 、 β^c 、 β^f はパラメータである。なお、最小運行頻度のパラメータは、鉄道と航空で頻度の差が大きいいため、機関ごとに異なるパラメータとする。

本研究では純流動調査のうち1時点しか利用できない個票データを用いずに、毎回公表される集計データを用い、機関分担率に基づいて経路選択モデルを推定する方法を提案する。代表交通機関 m の選択確率 P_m は機関 m の効用の確定項を V_m とすると、次のようなロジットモデルで表わされる。

$$P^m = \frac{\exp(V_m)}{\sum_m \exp(V_m)} \quad (4)$$

ここで、式 (3) で示す経路 l の効用を代表交通機関ごとにまとめる。経路 l のうち代表交通機関が航空である経路の効用を V_{Al} 、同様に鉄道経路の効用を V_{Rl} とすると、代表交通機関ごとにまとめた効用は、

$$(\text{鉄道}) \quad V_R = \log(\sum_{Rl} \delta_{Rl} \exp(V_{Rl})) + C_R \quad (5)$$

$$(\text{航空}) \quad V_A = \lambda_A \log(\sum_{Al} \delta_{Al} \exp(V_{Al}))$$

と表わすことができる。ここに、 V_R 、 V_A は代表交通機関ごと (R:鉄道、A:航空) のログサム効用、 λ_A は航空のログサムパラメータ、 C_R は鉄道に固有の定数項である。また、OD ごとに生成される経路数が異なるため、幹線経路の有無を表すダミー変数として δ_{Rl} 、 δ_{Al} を用いた。

式 (5) は経路数および経路のサービス水準に関する増加関数であり、サービス水準が高い経路が多く含まれて

いるほど、その機関の効用が高くなることを表している。
以上のモデルを推定し、 $\beta^i, \beta^c, \beta^f, \lambda, C_R$ を求める。

(2) 都道府県間交通量モデル

都道府県間 (OD 間) の鉄道・航空を合計した総交通量 T_{OD} は、以下の重力モデルにより表わされるとする。

$$T_{OD} = \Lambda(N_1)^{\alpha_1} (N_2)^{\alpha_2} d_{OD}^{\gamma} (LOS_{OD})^{\phi} \quad (6)$$

ここで、 N_1, N_2 は OD の人口 ($N_1 \geq N_2$)、 d_{OD} は OD 間の直線距離、 $\Lambda, \alpha_1, \alpha_2, \gamma, \phi$ はパラメータである。 LOS_{OD} は OD 間の経路を機関ごとにまとめたサービス水準の合成値であり、式 (5) から得られる経路選択モデルの機関効用値に基づいて式 (7) で表わされる。

$$LOS_{OD} = \exp(V_R) + \exp(V_A) \quad (7)$$

式 (6) を対数線形化し最小二乗法によってパラメータ $\Lambda, \alpha_1, \alpha_2, \gamma, \phi$ を得る。

5. ネットワーク評価関数の定式化

本研究では、リンクサービス水準改善前後の鉄道・航空ネットワークの評価値を消費者余剰によって計測する。

改善前後のサービス水準の金銭換算値 C_{OD} を、それぞれ C_0, C_1 とすると、消費者余剰の変化は次のように表される。

$$E_{OD} = \int_{C_0^{OD}}^{C_1^{OD}} T_{OD} dC_{OD} \quad (8)$$

これに式 (6) を代入すると、

$$\begin{aligned} E_{OD} &= \int_{C_0^{OD}}^{C_1^{OD}} \Lambda N_1^{\alpha_1} N_2^{\alpha_2} d_{OD}^{\gamma} (LOS_{OD})^{\phi} dC_{OD} \\ &= \int_{C_0^{OD}}^{C_1^{OD}} \Lambda N_1^{\alpha_1} N_2^{\alpha_2} d_{OD}^{\gamma} e^{\phi \log(LOS_{OD})} dC_{OD} \end{aligned} \quad (8')$$

ここで、 $\log(LOS_{OD}) = X_{OD}$ とおく。 X_{OD} は OD 間の経路を機関ごとにまとめたサービス水準の合成値を表わすログサム効用である。ここで、

$$dX_{OD} = \beta^c dC_{OD} \quad (9)$$

であるので結局、余剰は

$$E_{OD} = \frac{1}{\beta^c} \int_{X_0^{OD}}^{X_1^{OD}} T_{OD} dX_{OD} \quad (10)$$

となる。

ネットワーク上のあるサービス水準の改善は、その区間を通る全ての経路のサービス水準を改善するため、この区間改善によって得られる便益は全国に及ぶ。したがって、交通ネットワーク全体では、全 OD で発生する消費者余剰の増分の総和により、改善効果を計測することができる。これを全国評価値 H として、次のように表す。

$$H = \sum_{OD} E_{OD} \quad (11)$$

以上の評価関数を用いて、いくつかのシナリオの下での消費者余剰の増分を求める。

6. 経路選択・都道府県間交通量モデルの推定結果

都道府県間交通量のデータとして、1995年の「第2回幹線旅客純流動調査」から「代表交通機関別府県相互間純流動量」のトリップデータを用いる。これは都道府県間の純流動量を目的の区別なく代表交通機関ごとに集計したデータである。本来、47都道府県間全ての流動に関してモデルを推定するのが好ましいが、データおよび計算の都合上、3大都市圏内々、沖縄県を除く1020ODについてモデルの推定を行った。

(1) 経路選択モデルの推定結果

表-3に経路選択モデルの推定結果を示す。自由度調整済み尤度比は0.413となり、適合度は高い。パラメータの符号に矛盾は見られず、また全て有意な値となった。よって、本研究で構築したモデルは妥当なモデルであるといえる。モデルパラメータより、旅客の時間価値は約4370(円/時間)となった。選択肢固有パラメータである鉄道と航空の頻度の推定値より、航空の運行頻度は鉄道よりも効用に大きな影響を及ぼしていることがわかる。

表-3 経路選択モデルの推定結果

パラメータ	推定値	t値
時間(100分)	-0.993 **	-7.73
運賃(万円)	-1.364 **	-3.89
運行頻度(本/日)	航空 0.079 **	2.61
	鉄道 0.018	1.67
航空ログサム	0.714 **	6.43
鉄道定数項	1.493 **	3.55
初期尤度	-707.01	
最終尤度	-412.42	
尤度比	0.417	
自由度調整済み尤度比	0.413	
サンプル	1020	

**：1%有意

(2) 都道府県間交通量モデルの推定結果

表-4に都道府県間交通量モデルの推定結果を示す。経路選択モデルと同様に、都道府県間交通量モデルの適合度は高い。全てのパラメータの符号に矛盾は見られず、有意な値となった。

人口のパラメータ値が1の場合は交通量が人口に比例することを表わすが、1より大きい推定値であるため、相互の人口規模が大きい都道府県間ほど相乗的に交通量が発生する。距離のパラメータ値が負、交通サービス水準のパラメータ値が正で推定されて

いる。すなわち、距離が交通抵抗になり、交通サービス水準を改良すると交通量を誘発するという妥当な結果を得た。

表－4 都道府県間交通量モデルの推定結果

パラメータ	推定値	t値
人口(大)(10万人)	1.285 **	33.01
人口(小)(10万人)	1.167 **	20.55
OD間距離(km)	-0.336 **	-4.77
交通サービス水準	0.196 **	6.42
定数項	-1.211 **	-3.68
決定係数	0.795	
修正済み決定係数	0.794	
サンプル数	1020	

7. 鉄道・航空ネットワークの評価

5章で示した評価方法により複数経路を考慮したネットワーク改善の評価を行う。ここでは、2種類のネットワーク改良シナリオについて計算を行った。ただし、以下のシミュレーションではサービスの供給側の制約（車輛数や空港の発着枠）は考慮していない。

（シナリオ1）：東海道新幹線東京～大阪間における所要時間が現在の2/3になった場合

（シナリオ2）：主要都市の空港（千歳、仙台、羽田、名古屋、関空、広島、高松、福岡）間の航空便の本数が3割増便された場合

所要時間の短縮を考えるシナリオ1において、3章2節の経路設定ルールに従うと、従来利用されていた利用経路の一部は利用されなくなる可能性がある。しかし、ここではリンク改良前に選択肢に入っていた経路は幹線旅客の記憶に残り、リンク改良後も利用されるものと仮定して試算を行った。

それぞれのシナリオに基づいて、各地域間で発生する便益の集計結果を表－5、表－6に示す。

新幹線が高速化された場合（表－5）、サービス水準が向上したリンクを含む最短経路以下の全経路の所要時間が広範囲にわたって短縮するため、その効果は全国に及び、単年で1944億円の便益が発生すると試算された。

この試算では、関東・近畿・中部と他地域間のトリップのようにリンクサービス水準向上の影響が直接現れる地域において便益が見られるだけでなく、関東－東北間のように直接影響を受けているとは考えにくい地域においても、大きな額ではないが便益がみられる。これは、やや離れた他地域の空港を経由するような経路において、空港へのアクセス、イグレスとして東京－大阪間のリンクが使用されたことによるものである。

表－5 東京～大阪間新幹線高速化の便益

	北海	東北	関東	北陸	中部	近畿	中国	四国	九州	計
北海道	0	0	0	0	32	8	0	0	0	39
東北	0	0	2	1	17	22	3	0	0	46
関東	0	2	0	14	245	279	67	37	44	688
北陸	0	1	14	0	10	8	1	0	0	35
中部	32	17	245	10	8	79	48	11	36	485
近畿	8	22	279	8	79	0	0	0	3	399
中国	0	3	67	1	48	0	0	0	0	119
四国	0	0	37	0	11	0	0	0	0	49
九州	0	0	44	0	36	3	0	0	0	83
計	39	46	688	35	485	399	119	49	83	1,944

(億円/年)

表－6 航空便増便の便益

	北海	東北	関東	北陸	中部	近畿	中国	四国	九州	計
北海道	0	5	161	0	10	12	1	0	1	191
東北	5	0	0	0	2	1	0	0	4	13
関東	161	0	0	0	0	45	17	4	126	354
北陸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中部	10	2	0	0	0	0	0	0	3	16
近畿	12	1	45	0	0	0	0	0	6	65
中国	1	0	17	0	0	0	0	0	0	19
四国	0	0	4	0	0	0	0	0	0	6
九州	1	4	126	0	3	6	0	0	0	140
計	191	13	354	0	16	65	19	6	140	804

(億円/年)

航空便が増便された場合（表－6）、得られる便益の総計は、約804億円となった。これは現在の経路の最小便益が増加された効果を集計したものである。実際にはある空港からの航空便が増便されると、待ち時間の短縮によって総所要時間が減少し、その空港を経由する経路が新たに最短経路・代替経路として選択肢に加わる可能性があるが、本研究の計算手順ではこの効果を考慮していない。したがってシナリオ2の実際の便益はここでの計算値を上回ると考えられる。

なお、便益の地域分布をみると、関東－他地域間ではとんどの便益が発生する結果となっていることがわかる。

8. おわりに

本研究では、幹線旅客純流動の集計データに基づいて経路選択モデルを推定し、鉄道・航空ネットワーク上で利用されるであろう複数の経路を考慮したネットワーク評価手法を提案した。また、実際にシナリオ分析を行い便益額を算出した。

しかし、本研究で設定した選択肢集合が実際の幹線旅客の選択肢集合と一致しているかどうかの検証には至らなかった。今後は幹線旅客純流動の個票データなどを詳細に分析し、本研究の経路選択肢との照合を行う必要がある。また、待ち時間を含む総所要時間に基づいて経路選択肢を生成し、運行本数が変化した場合に選択肢集合がどのように変化するかを分析する必要がある。

参考文献

- 1) ケネス・A・スモール：都市交通の経済分析，勁草書房，1999
- 2) 北村隆一ほか：交通行動の分析とモデリング，技報堂出版，2002
- 3) 姚 恩建ほか：消費者構成アプローチを用いた都市間高速鉄道のビジネス目的利用者便益に関する研究，土木計画学研究・講演集，No.27，2003
- 4) 屋井 鉄雄ほか：鉄道ネットワークの需要と余剰の推計法について，土木計画学研究・論文集，No.11，pp81-88，1993
- 5) 家田 仁ほか：ロジットモデルによる経路選択を前提とした交通ネットワーク改善プロジェクトにおける利用者便益のリンク別内訳計算法，土木計画学研究・講演集，No.23(2)，pp219-222，1993
- 6) 屋井 鉄雄ほか：旅客純流動データを用いた交通機関モデルの特性分析，土木計画学研究・講演集，No.16(2)，1993
- 7) 野村 友哉ほか：EVCGを用いた都市間高速プロジェクトの便益評価に関する研究，土木計画学研究・論文集，Vol.18，No.4，pp.627-636，2001
- 8) 時田 知典ほか：統合型需要モデルを用いた高速鉄道プロジェクトの需要分析，土木計画学研究・講演集，No.25，2002.
- 9) 森田 泰智ほか：首都圏における鉄道利用者経路選択モデルの構築，土木学会第57回年次学術講演集，pp761-762，2002
- 10) 加藤 直樹ほか：無向グラフの第K最短単純路を求めるO(Kn)アルゴリズム，電気通信学会論文集，Vol.J-61A，No.12，1978.
- 11) 朝倉 康夫ほか：交通ネットワーク上の経路選択行動：観測と理論，土木学会論文集，No.660，IV-49，pp3-14，2000
- 12) 眞浦 泰久ほか：選択経路集合生成アルゴリズムの提案と松山市道路網での検証，土木計画学研究・論文集，No.22(2)，1999
- 13) 国土交通省：幹線旅客流動の実態（幹線旅客純流動データの利用あんない），pp.1-29，2001

複数経路を考慮した鉄道・航空ネットワークの評価*

栢元淳平**・塚井誠人***・奥村 誠****

長年のインフラ整備により、幹線旅客は鉄道・航空ネットワーク上に存在する複数の経路を選択できるようになった。本論文では、最短経路のみならず次善の利用可能経路を考慮して鉄道・航空ネットワークの評価を行った。その中で、幹線旅客純流動の代表交通機関分担率のデータをもとに経路選択モデルを推定し、経路選択モデルから得られる機関効用値を用いた都道府県間交通量の重力モデルを推定した。それらのモデルを導入したネットワーク評価値を消費者余剰によって計測し、東海道新幹線高速化、主要都市間の航空便増便という二つのシナリオについて評価を行い、地域別に発生する便益を示した。

Evaluation of Rail/Air Network Considering Alternate Paths*

By Jumpei HAZEMOTO**・Makoto TSUKAI***・Makoto OKUMURA****

In Japan, more than one alternate paths exist for many intercity OD pairs. This paper proposed a method to evaluate improvements of rail/air network, considering alternate paths. In order to build the evaluation method, route choice model was estimated using modal split data, and gravity model was estimated using aggregated utilities of available routes for the OD pair. Rail/air network improvement was evaluated by consumer's surplus based on two models above. The method was applied to the following two network improvement scenarios: Speed increase of Tokaido-Shinkansen and increase in the number of flights between major cities. Annual benefits for each pair of inter-regional passengers were calculated.