

北海道新幹線新函館駅開業による交流需要予測に関する研究*

Demand prediction on the operation of Shin-Hakodate station in Hokkaido Shinkansen project*

内田賢悦**・杉木直***

By Ken'etsu UCHIDA**・Nao Sugiki***

1. はじめに

北海道新幹線は青森市と札幌市を結ぶ計画である。このうち新青森～新函館間については2005年に着工、2015年度に完成の予定であり、所要時間の短縮に伴う本州から道南地域への観光客の増加等が期待される。

北海道新幹線開業に伴う需要予測に関しては、佐藤¹⁾、北海道経済連合会ら²⁾によるものなどが既往研究成果として蓄積されている。しかし、前者は航空から鉄道への転換による鉄道流動量を推計しているが、誘発需要による総流動量の増加については考慮されていない。また、後者は誘発需要を考慮しているが、運賃やサービスの運行頻度を考慮していないため、推計モデルの説明力に疑問が残る。こうした背景から、筆者らは、運行頻度を考慮した所要時間と運賃を変数とする機関選択モデルを構築し、誘発需要も考慮した新幹線開業効果の推計を行っている³⁾。しかしながら、機関選択モデルおよび誘発需要推計モデルそれぞれについてパラメータ推計を行っており、両モデルのパラメータ値に整合性がないという課題が残されていた。本研究では、機関選択および交流量推計に関連するパラメータの同時推計フレームワークを提案し、それに基づく北海道新幹線の需要予測を行なうことを目的とする。

2. 北海道新幹線函館開業時の需要推計手法

(1) 本研究における需要推計手法

本研究では、新青森までの整備を前提とした上で、北海道新幹線函館開業による公共交通機関交流量の変化を推計する。北海道新幹線の開業によって発生する交流量としては、航空や在来線からの転換交流量、交通一般化費用の削減による純増交流量（新規誘発交流量）が考えられる。

需要予測のフローを図-1に示す。鉄道と航空の

機関分担を表現する二項ロジットモデルにより、鉄道と航空のシェアを表現する。一方、交流量モデルによって、公共交通機関交流量を表現する。ここで用いる一般化費用は、鉄道と航空による期待最小一般化費用であり、地域間の移動機会費用を複数の交通機関について総合的に表現するものである。また、社会経済環境条件による交流量の伸びの変化を検討するため、以上の推計に対して経済成長モデルを適用し、上位・中位・下位の経済成長を考慮した交流量を推計する。各交流量の推定フローを図-2に示す。

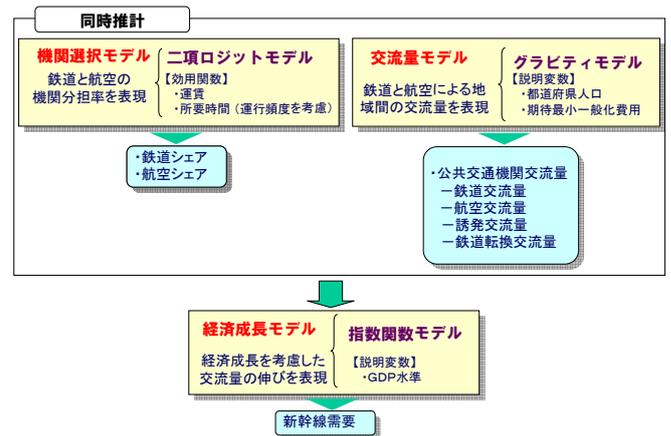


図-1 需要予測のフロー

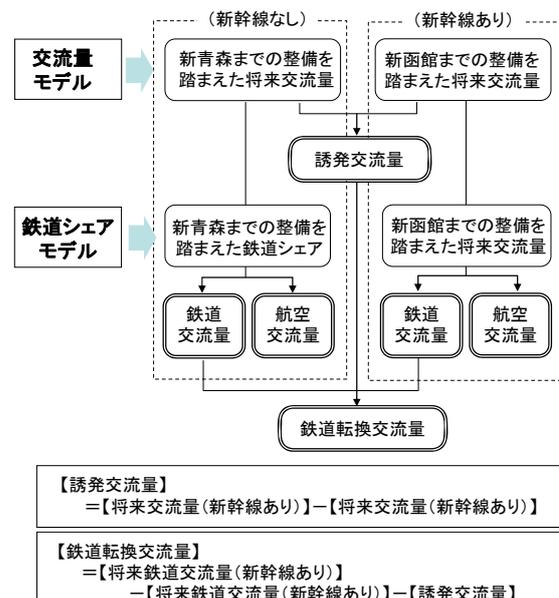


図-2 交流量の推計法

*キーワード 公共交通需要, 交通手段選択

**正会員 博(工) 北海道大学大学院工学研究科

(札幌市北区北13条西8丁目, Tel 011-706-6211, Fax 011-706-6211)

***正会員 修(工) 株式会社ドーコン

(2) 機関選択モデル

OD ペア od 間を交通機関 m によって移動する場合の効用関数を式(1)で与える.

$$V_{od}^m = \alpha_1 t_{od}^m + \alpha_2 f_{od}^m + \alpha^m \quad (1)$$

$m \in \{t, p\}$: 交通機関を示す記号であり, 新幹線の場合 $m = t$, 航空の場合 $m = p$.

t_{od}^m : 交通機関 m を利用して OD ペア od 間の移動を行う場合の所要時間.

f_{od}^m : 交通機関 m を利用して OD ペア od 間の移動を行う場合の運賃.

α^m : 交通機関 m に固有な定数.

α_1, α_2 : パラメータ.

上記の効用関数の誤差項に互いに独立なガンベル分布を仮定したランダム効用理論では, 交通機関 t および p を利用して OD ペア od 間の移動を行う確率は, それぞれ式(2), 式(3)で与えられる.

$$P_{od}^t = \frac{\exp(V_{od}^t)}{\exp(V_{od}^t) + \exp(V_{od}^p)} \quad (2)$$

$$P_{od}^p = 1 - P_{od}^t \quad (3)$$

(3) 交通量モデル

地域間の公共交通機関交通量を表現する交通量モデルでは, OD ペア間の交通量に対して式(4)に示す重力モデルを適用して表現する.

$$K_{od} = \beta_0 \frac{(N_{od}^{\max})^{\beta_2} \cdot (N_{od}^{\min})^{\beta_3}}{(g_{od})^{\beta_1}} \quad (4)$$

where

$$g_{od} = \left(\ln \sum_{m \in \{t, p\}} \exp(V_{od}^m) \right) / \alpha_2 \quad (5)$$

K_{od} : OD ペア od 間の公共交通機関交通量.

g_{od} : 式(2)に示したロジットモデルから計算される OD ペア od 間の期待最小一般化費用 (円).

N_{od}^{\max} : OD ペア od 間の人口のうち大きい方の値 (千人).

N_{od}^{\min} : OD ペア od 間の人口のうち小さい方の値 (千人).

$\beta_0 \sim \beta_3$: パラメータ.

式(5)の分子は, 交通機関選択モデルで推計される OD ペア od 間の期待最大効用を示しており, それを運賃に関するパラメータ α_2 で除した値が期待最小一般化費用となっている.

(4) 経済成長モデル

社会経済環境条件による交通量の伸びを表現する経済成長モデルは, 既往研究²⁾を参考に, 式(6)に示すように全国交通量を被説明変数とし, GDP 水準を説明変数とした指数関数モデルで表現する.

$$K(t) = a \cdot b^{GDP(t)} \quad (6)$$

$K(t)$: 年次 t の年間公共交通交通量.

$GDP(t)$: 年次 t の国内総生産.

a, b : パラメータ.

3. モデルパラメータの推定

(1) 推計法

式(2)および式(4)に示した推計モデルでは, 変数変換を施すことにより, 重回帰分析を適用して関係パラメータを推計することは可能である³⁾. しかしながら, 二段階に渡り重回帰分析を適用したとしても, 各段階で推計されるパラメータ値は最良推定量となるが, 交通量と交通機関選択の一連の交通行動を考えた場合, 整合的な推定量とはなっていない可能性がある. したがって, 交通量推計と機関選択確率推計を表現した問題の中でパラメータの同時推計を行なうことが重要となる. 以上より, OD ペア od 間の交通量および新幹線利用者数それぞれの観測値および推計値を $\tilde{K}_{od}, \tilde{K}_{od}^t$ および $\hat{K}_{od}, \hat{K}_{od}^t$ として, 式(2)および式(4)のパラメータ値の同時推計問題を式(7)-式(11)に示す最適化問題として定式化する.

$$\min Z \equiv \sum_{od \in \Omega} \frac{(\tilde{K}_{od} - \hat{K}_{od})^2}{\bar{K}} + \frac{(\tilde{K}_{od}^t - \hat{K}_{od}^t)^2}{\bar{K}^t} \quad (7)$$

w.r.t. $\alpha_0 \sim \alpha_2, \beta_0 \sim \beta_3$

where

$$\bar{K} \equiv \sum_{od \in \Omega} \tilde{K}_{od} / |\Omega| \quad (8)$$

$$\bar{K}^t \equiv \sum_{od \in \Omega} \tilde{K}_{od}^t / |\Omega| \quad (9)$$

$$\hat{K}_{od}^t \equiv \tilde{K}_{od} \cdot P_{od}^t \quad (10)$$

$$\alpha_0 \equiv \alpha^t - \alpha^p \quad (11)$$

Ω ($|\Omega|$): OD ペアの集合 (OD ペア数).

ここで, 式(7)で表される目的関数の右辺第 1 項および第 2 項の分母にある項は, それぞれ全 OD ペアの交通量および新幹線交通量の平均値であり, 交通量および新幹線交通量に関するばらつきの違いを補正するために導入している.

一方, 経済成長モデルに関しては, 式(6)の両辺に対数変換を施し, 重回帰分析を適用して関係パラメータの推計を行なうことにする.

相違を検討する。

表-3 に、各経済成長ケースに対する経済成長率の設定、および経済成長モデルによって算定した将来公共交通交通量の伸び率を示す。下位ケース（経済成長なし）を基準として、各経済成長ケースにおける全国公共交通需要の増加量より算定された将来公共交通需要量の伸び率を適用して、経済成長ケース別の将来需要量を推定する。

表-3 経済成長別公共交通交通量の伸び率

		ケース1 (下位)	ケース2 (中位)	ケース3 (上位)
経済成長率	2003-2005	0	0.5	0.5
	2006-2010	0	1.8	1.8
	2011-2015	0	1.5	2.1
GDP (10億円)	2003	516,384	518,965	518,965
	2015	516,384	617,362	635,826
全国公共 交通交通量 (100万人)	2003	22,436	22,493	22,493
	2015	22,436	24,795	25,253
	年平均伸び率	0.00%	0.82%	0.97%

※3：将来交通量予測のあり方に関する検討委員会「長期交通量予測の課題と今後のあり方」による。

(3) 将来需要予測結果

北海道新幹線の整備の有無別、および経済成長ケース別に、2015年の将来交通量（鉄道+空港）、鉄道交通量、空港交通量、誘発交通量、鉄道転換交通量を推計した。詳細を以下に示す。

a) 道内一道外間の将来交通量

検討ケース別の将来交通量の比較結果を図-4に示す。将来人口の減少を考慮しているため、下位ケースでは将来交通量は1,800万人程度まで大幅に減少する。北海道新幹線開業は、道全体として約34~38万人/年の新規誘発交通量をもたらすと推計された。これらの新規誘発交通は、主に道南と青森、岩手を中心とした東北の各県との間に生じている。

b) 道内一道外間の将来鉄道交通量

道内一道外間の鉄道交通量は、図-5に示すように、道全体として約139~157万人/年（3.8~4.3千人/日）と推計された。新規誘発交通量に加え、約45~51万人/年が航空利用から新幹線利用に転換すると考えられる。転換交通量を方面別に見ると、道央と東北および関東の都県からの転換量が多くなっている。

5. おわりに

本研究では、機関選択および交通量の同時推計をベースとする新幹線需要予測手法を提案した。機関選択モデルにおける所要時間と運賃に対するパラメータよりOD間の期待最小費用を内生化することで、交通機関選択と交通量を統合した整合のあるモデル構築が可能となった。また、構築された需要予測手法に基づいて北海道新幹線函館開業時の交通量の将来予測を行った。その結果、道南地域と東北間を中心とした誘発需要の発生、および道央と東北、関東間を中心とした航空からの転換需要の発生により、上位の経済成長ケースでは年間約250万人の新幹線需要が見込まれることがわかった。

最後に、本研究で構築したモデルにより、新幹線の札幌延伸等、今回取り上げたプロジェクト以外の効果も推計できるとことを付け加えておく。

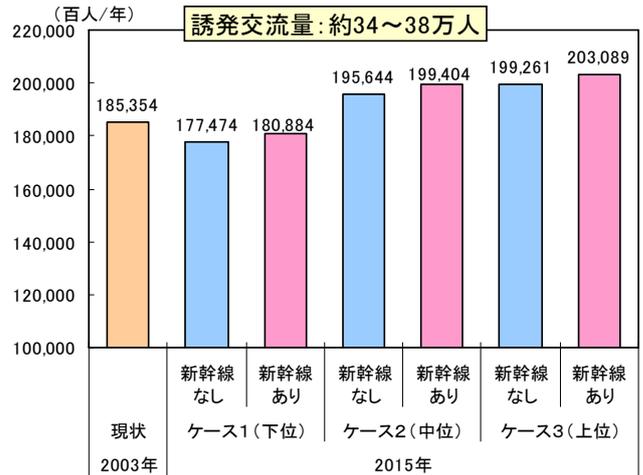


図-4 道内一道外間の将来交通量

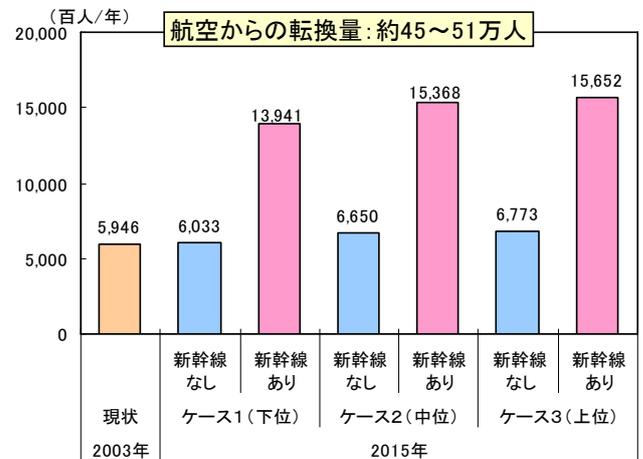


図-5 道内一道外間の将来鉄道交通量

参考文献

- 1) 佐藤馨一：北海道新幹線の開業効果について、北海道新幹線建設促進期成会，2000。
- 2) 北海道商工会議所連合会，北海道経済連合会，北海道経営者協会，北海道経済同友会，(株)野村総合研究所：北海道新幹線開業による経済波及効果測定調査，2000。
- 3) 内田賢悦，杉木直：北海道新幹線新函館開業時の需要予測に関する研究，土木学会北海道支部論文報告集，Vol.63，D-02，2007。