

北海道横断自動車道整備がもたらす人口のストロー効果に関する研究
 一 夕張 - 十勝清水間の開通を対象として -
Study on a Strew Effects by the Highway Construction
 - A case of Yuhbari - Atsuma Highway -

佐々木 恵一*, 田村 亨**, 榎谷 有三***

Keiichi SASAKI, Tohru TAMURA, Yuzo MASUYA

1. はじめに

北海道産業構造調査(1998年)¹⁾では、北海道を道央・道南・道北、そしてオホーツクの4地区に分割して、各地区の特化度の高い産業を生かしつつ自立した地域育成を推進する方針が提唱されている。しかし現実には、地方部からの札幌都市圏への人口流入が進んでおり、現在札幌都市圏においては北海道全体の約50%の人口が集中している。

北海道は広域分散型社会構造と言われ、高速道路による面的連携を考慮して社会基盤整備が行われてきた。しかしながら、時間距離の短縮が結果として札幌都市圏への人口集中を引き起こしている。今後、北海道に投入される公共事業費が削減される可能性を考慮すると、交通社会基盤整備により変化する地域間相互の関係性を含む評価モデルにより、より効果的な社会基盤整備位置・運用方法を検討する必要がある。

本研究は、空間相互作用を取り込んだ都市成長モデルであるP. Allenモデル²⁾を基に、今後の高規格道路整備が人口動態に与える影響を実証的に分析することを目的とする。

2. 日高支庁と石狩支庁間の人口の推移

まず、本研究では、1998年に一部供用開始された日高自動車道をとりあげて、人口のストロー現象に関する仮説を検討する。北海道の人口変動を14支庁別に見ると、札幌を中心とする石狩支庁に吸収されていることがわかる(図-5参照)。日高-石狩支庁間の人口動態についてもこれと同様である。しかし、1988年頃からの日高支庁の人口減少率は、自然減とは考えにくく、日高自動車道整備の計画決定がもたらす影響と考え

られる(表-1、図-1)。日高信用金庫へのヒアリングでは、ちょうどこの頃から軽種馬の生産調整が始まり、その影響もあろうが基本的には高規格道路整備計画が人口減に拍車をかけたであろうとのことであった。

表-1 日高自動車道工事状況

計画決定	工事開始	工事終了	
1989年	1988年	苫小牧～沼ノ端西 1998年3月23日	苫小牧～厚真 1998年7月10日

1988年、国道235号苫小牧～浦河間を6車線にする工事が始まる。翌1989年、工事中の国道235号を日高自動車道とする計画が決定する。

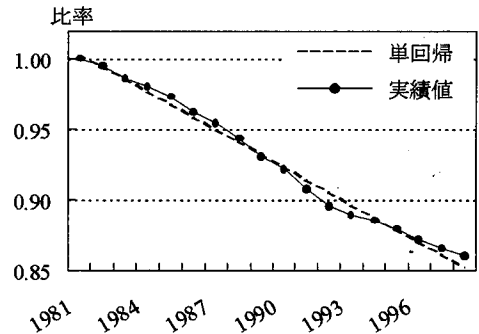


図-1 日高支庁の人口の伸び率

ここで『中核都市から1時間圏の都市の人口は安定し、またそれよりも離れた都市については、人口のストロー現象が現れるのではないか』という地域計画学上の仮説が生まれる。本研究の背後にはこの仮説の検証がある。

3. 都市の自己組織化モデル^{3,4)}

3.1 モデル式

今までの地域計画学研究では多くの場合、構造と機能の相互作用において論じられることが多かったが、現象が複雑化してくると、構造-機能-意味-構造...という還元作用が生じるサイクルに拠る都市の成長過程、つまり自己組織化を考慮した都市計画が必要となってくる。P. Allen等はn個の都市からなる都市間の相

keyword: 北海道、ストロー効果、自己組織化モデル

* 正会員 工博 函館工業高等専門学校助手 環境都市工学科
 TEL & FAX: 0138-59-6498

E-mail: sasaki@hakodate-ct.ac.jp

** 正会員 工博 室蘭工業大学助教授 建設システム工学科

*** 正会員 工博 専修大学北海道短期大学教授 土木科

互依存関係を明示し、自己組織化原理を組み込んだ都市人口モデルを提案しているが、その構造は以下のように表現される。

$$\frac{dx_i}{dt} = b_i x_i \left(J_i^0 + \sum_{k=1}^4 J_i^k - x_i \right) - m_i x_i + \tau \left\{ \sum_{j=i} x_j^2 \exp(-\beta d_{ij}) - x_i^2 \sum_{j=i} \exp(-\beta d_{ij}) \right\} \quad (1)$$

$$\frac{dJ_i^k}{dt} = \alpha J_i^k (M_i^k - J_i^k) \quad (2)$$

$$M_i^k = \lambda_i^k D_i^k \quad (3)$$

$$D_i^k = \sum_{j=1}^n \frac{x_j \varepsilon^k}{(P_i^k + \phi^k d_{ij})^\delta} \cdot \frac{A_{ij}^k}{\sum_{r=1}^n A_{ij}^r} \quad (4)$$

$$A_{ij}^k = \left[\frac{\gamma - \frac{1}{\delta + \rho^k (x_i - x_k^{\text{th}})}}{(P_i^k + \phi^k d_{ij})^\delta} \right]^I \quad (5)$$

t : 時間変数

x_i : i 都市人口

b_i : 出生、転入による人口増加を表すパラメータ

m_i : 死亡、転出による人口減少を表すパラメータ

J_i^0 : i 都市基礎雇用可能量

d_{ij} : i, j 都市間時間距離

x_k^{th} : 都市機能 k を持つための人口閾値

J_i^k : i 都市の都市機能 k による雇用可能量

M_i^k : i 都市の都市機能 k に対する潜在需要に対応する雇用需要量

D_i^k : i 都市の都市機能 k に対する潜在需要

A_{ij}^k : i 都市から見た j 都市の都市機能 k の魅力度

ε^k : 人口1人当たりの都市機能サービスの需要量

ϕ^k : i, j 都市間の距離に関する交通コスト

λ_i^k : i 都市への都市機能サービスの単位需要量

に対応する都市機能 k への潜在雇用量

$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \rho^k$: パラメータ

上記の式(1)から(5)の意味するところは以下のようになるが、説明の分かりやすさから最後の(5)から説明する。

(5)は j 都市の住民が i 都市に立地する都市機能 k の魅力度の評価値を表している。(5)の分母は都市機能サービスの価値と2地域間距離コストを表していることから、遠距離にある都市機能サービス魅力度は薄れることになる。また分子はその地域の人口が多ければ魅力度は向上するというを示している。

(4)は i 都市に立地する都市機能 k に対する潜在需要を表している。右辺の第1項は、需要量が価格および距離コストに対して右下がりであることを示している。

右辺の第2項は、 j 都市の住民が i 都市の都市機能サービス k を選好する確率がその都市の相対的魅力度に対応していることを示している。

(3)は i 都市に立地する都市機能 k に対する潜在需要量を供給するために必要とされる雇用者数を表している。(2)は(3)から導かれる潜在需要量 M_i^k と現実の雇用可能量 J_i^k とのギャップから、新たな雇用可能量の増分が決定されることを表している。

(1)は右辺の第1項において、雇用可能量に応じた i 都市の人口増分が決まることを意味し、第2項において他地域との人口転出入がそれぞれの人口圧力および距離によって決まることを示している。

都市機能については、 $k=1,2,3,4$ で低次から高次の都市機能を表し、都市人口が人口閾値 x_k^{th} 以下の際には $(k-1)$ 番目までの都市機能しか持たず、人口閾値 x_k^{th} を超えたときに新たに k 番目の都市機能が整備されるものとしている。

3.2 パラメータ推定

モデル式(1)から(5)については、実際のデータを用いてパラメータを推定する必要があるが、都市機能の出現については不連続関数となるため、通常の統計的推定は困難であった。そのため最初に仮想数値シミュレーションを行い、パラメータ変化に対するモデルの変化を調べたのち、パラメータセットを繰り返し計算で求めた。その結果得られたパラメータ値は以下のとおりである。

$$b_i = 0.003 \quad m_i = 0.06$$

$$\alpha = 0.028 \quad \beta = 2.3 \quad \gamma = 1.1$$

$$\delta = 10 \quad \tau = 1 \quad P_i^k = 1$$

$$\varepsilon^1 = 0.25 \quad \varepsilon^2 = 0.15 \quad \varepsilon^3 = 0.1 \quad \varepsilon^4 = 0.01$$

$$\rho^1 = 1 \quad \rho^2 = 0.2 \quad \rho^3 = 0.1 \quad \rho^4 = 0.01$$

$$\phi^1 = 1 \quad \phi^2 = 0.15 \quad \phi^3 = 0.1 \quad \phi^4 = 0.01$$

$$I = 10 \quad e = 1$$

以上のパラメータを用いて1975～2020年まで5年おきの北海道の人口動態変化を再現した。ここで、都市機能 k が出現する人口閾値の設定は、第3次産業の比率が高いほどより高次な都市機能を有しているとして、各支庁別の産業別就業人口構成比と人口数に対応して決定した。また支庁間距離は、自動車による各支庁の中心間をとり1975～1980及び1980～1985年の時間距離を用いることによって高規格道路の整備前の場合を再現した。

図-2にモデル推計の結果を示す。1980年の計算値

が実測値と大きく乖離している理由は十分にわからない(今後の課題)が、1985年以降はほぼ実績値と一致している。また、推測値は21世紀の国土のグランドデザイン⁵⁾により日本全体の人口推移を参照し、北海道においてもその比率と等しいことを前提として求めた。2010年以降はこの推測値よりも低い計算値となっている。これは北海道が全国的人口減少よりも急激に変化していく可能性を暗示している。

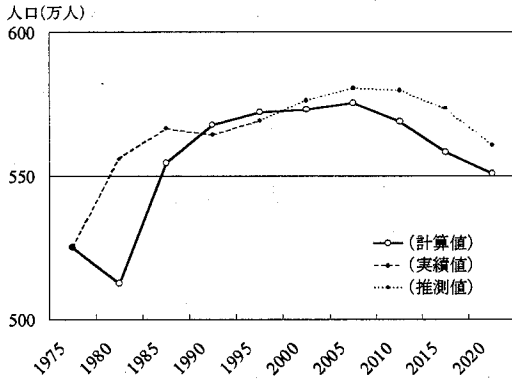


図-2 北海道全体の人口の再現値

4. ストロー効果の把握
4.1 新たなモデルの構築
4.1.1 モデル式

ここでは、日高支庁の人口が石狩支庁に吸い上げられているという事実を基に、新たなモデルを構築する。

$$A_{ij}^k = \frac{q_{ij}^{kI}}{(P_i^k + \phi^k d_{ij})^I} \quad (6)$$

$$q_{ij}^k = \frac{1}{1 + e^{-u_{ij}}} \quad (7)$$

$$u_{ij} = a_{ij} \left(\frac{X_i}{x_i} - \frac{X_j}{x_j} \right) + b_{ij} \left(\frac{Y_i}{x_i} - \frac{Y_j}{x_j} \right) + c_{ij} \left(\frac{Z_i}{x_i} - \frac{Z_j}{x_j} \right) + d_{ij} \quad (8)$$

- X_i : i都市の小売業、年間商品販売額
- Y_i : i都市の病床数
- Z_i : i都市の自動車台数
- x_i : i都市の人口
- $a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij}$: パラメータ

これは、P. Allen モデルの式(5)に新たな工夫をしたことを意味する。人口は指数関数的に増加した後、徐々に減速してゆくことを考慮して、魅力度の関数をロジスティックモデルとした。

4.1.2 パラメータ推定とモデルの妥当性

1978、1980、1982、1988、1991、1993、1997年の7年間のデータ⁶⁾を入力し、ロジットモデル(7)のパラメータ推定をしたのが表-2である。

表-2 分析結果

説明変数	偏回帰係数	t 値
小売業、年間商品販売額 (百万円)	0.0442	0.1228
病床数	14.0490	2.5409
自動車台数	-3.4543	-12.5292
定数項	日高からみた石狩	-2.4609
	石狩からみた日高	2.4609
重相関係数	0.9954	

このパラメータ値を使い、日高-石狩支庁間のみで新しいモデルを適用し、その他の支庁に関してはそのままP. Allenのモデルを用いて、14支庁間の人口の推移を算定した。その結果、日高～石狩支庁間の人口移動をほぼ的確に推計していることが分かった。

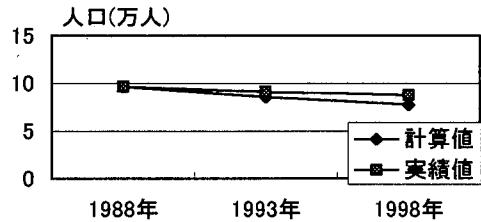


図-3 日高の人口推移

4.2 高規格道路開通によるモデルの適用

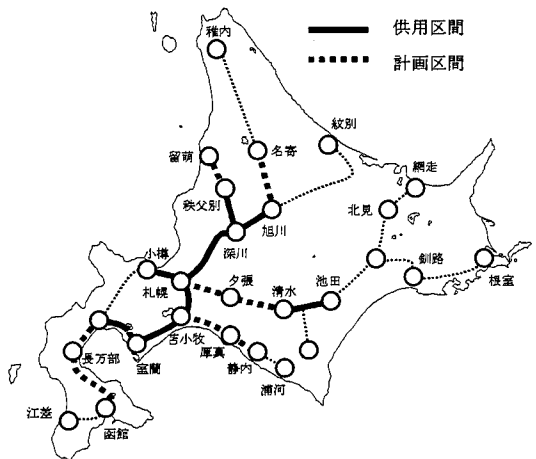


図-4 高規格道路網⁷⁾

北海道の高規格道路は図-4に示すとおりである(平成11年10月30日現在での供用区間は実線で示し、計画区間は点線で示されている)。本研究では、

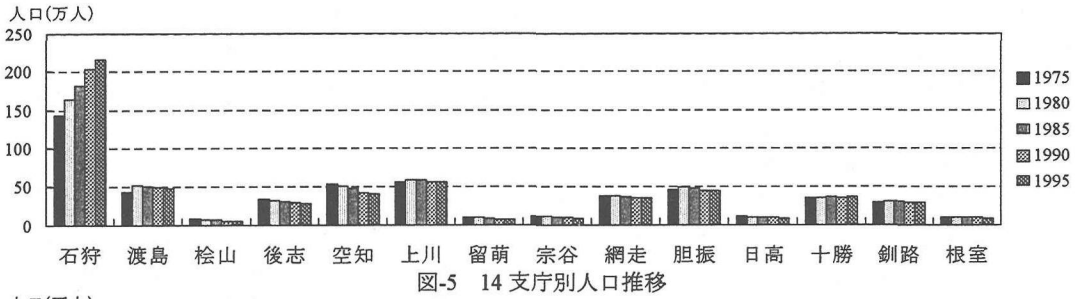


図-5 14支庁別人口推移

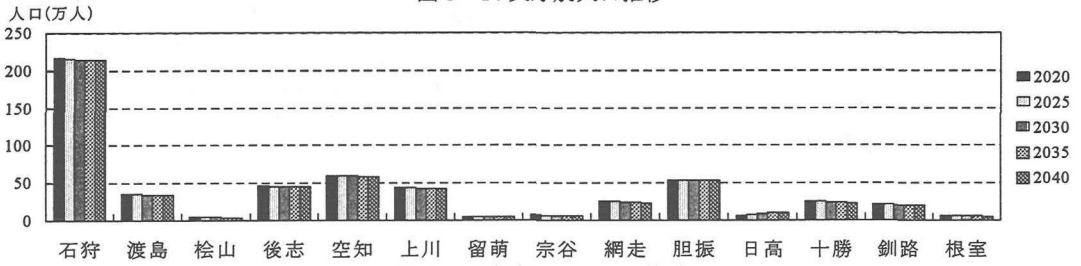


図-6 14支庁別将来人口推移

厚真一静内、夕張一十勝清水、旭川一名寄、長万部一函館、秩父別一留萌間が2020年に供用された場合について、P. Allenに新たな工夫(4章1節)を加えた(表2のパラメータを14支庁に使った)モデルを用い2040年までの人口を予測した。

図-6において北海道の高規格道路整備における14支庁の人口予測を示した。道路整備によって、各支庁と札幌圏との時間距離は大きく短縮されるが、道東部の網走、釧路、根室支庁についてはさほど大きな短縮とはならない。図-5と比較してみると道央部の人口は急激な増加をすることなく安定している。また予測値との時間のずれがあり2つの図からは読み取りにくい、十勝圏の人口ストロー化は急激に進むが、釧路・根室支庁は人口減がゆっくりと進んでいる。

5. おわりに

本研究は、夕張-十勝清水間の高規格道路内系のストロー効果を計量経済モデルにより、検証したものである。その結果以下のことが分かった。

- ①改良 P. Allen モデルを構築し、日高-石狩支庁間の高規格道路がもたらすストロー効果を実証してモデルの妥当性を確認した。
- ②このモデルを用いて、夕張-十勝清水間の道路整備効果を分析した結果、札幌都市圏から3時間圏となる十勝圏においては急激な人口減少が生じることが確認された。

今後の研究課題は社会条件に適応するモデルを作成することである。更に経済構造を考慮した、地域間で取引される産業の生産や雇用を誘発する要因を含んだモデリングを行うことが必要である。

最後に、本研究を進めるにあたり豊橋技術科学大学宮田譲先生には P. Allen のモデルに対して的確な指摘を頂いた。また、(株)住友建設、塚崎宗司君には計算の一切を手伝ってもらった。ここに記して感謝の意を表す。

《参考文献》

- 1) 北海道開発局：北海道産業構造調査、(1998)
- 2) Allen. P. M and Sangler. M(1981)：Urban Evaluation, Self organization, and Decision-Marking, Environment and Planning A, Vol. 13 pp. 167-183
- 3) 宮田譲：地域人口分布の自己組織化モデルについて、土木学会北海道支部論文報告集第44号 pp475～480、(1988)
- 4) 藤田昌久：複雑系としての空間経済学、京大経済研究所デイスカッションペーパー、(1998)
- 5) 国土審議会計画部会：21世紀の国土のグランドデザイン、(1995. 12月)
- 6) 北海道統計協会：北海道市町村勢要覧、(1978～1997)
- 7) 北海道開発技術センター：高規格幹線道路情報誌 Vol10、(1999)