

# 高速道路の無料化が地域に与える影響の分析

室蘭工業大学くらし環境系領域教授 田村 亨

## 1. はじめに

平成 22 年 2 月、政府の高速道路無料化社会実験の実施内容が明示され、北海道では 319km（供用延長の 42%）が対象区間となり、現在、実験が行われている。北海道は広域分散型社会と言われており、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、それが結果として時間距離において地域間を近接させ、今日の一極集中現象を引き起こしたといえる。このような状況の下、高速道路無料化は、物流コストの低下などの効果が見込まれる一方で、ストロー効果により地方を疲弊させるといった懸念もある。

ところで、道路整備効果の研究はこれまでに数多くある。その中であって小森・上田らの研究<sup>1)</sup>に代表される経済学における一般均衡分析の応用は、近年、よく使われている。均衡分析は、ある条件での①個人（経済主体）の合理的行動のモデル化、②様々なチャンネルを通じた個人間の相互作用のモデル化とその結果として実現する社会経済システムの状態の表現からなり、均衡はどの個人にとっても、もはや行動を変更する誘因を持たない状態として定義されている。本研究対象も一般均衡分析を応用してより精緻に分析ができるが、本研究では以下の 2 つの理由から後述する自己組織化モデルを用いることとした。それは、均衡分析では、①人口移動の経年変化を追跡できないことと、②現実の沢山の経済変数を方程式に取り入れたとしても複雑すぎて計算可能性に問題があること、である。前者は、均衡分析のモデル構造上の課題であり、高速道路の無料化などの条件を変えた場合の均衡解のみしか計算できない。後者は、異質性や限定合理性を無視して現実的な作業労力や数学的処理の簡素化を行なうこともできるが、かえって計算の複雑や規模を拡大することも指摘されている。

そこで本研究では、①わが国の道路整備財源制度と高速道路無料化の経緯をまとめるとともに、②自己組織化モデルのひとつである P. Allen のモデルを基に高速道路無料化が実現した場合の北海道の人口推移についてシミュレーションを行い、これにより高速道路無料化がもたらす影響について考察すること、を目的とする。

## 2. わが国の道路整備財源制度と高速道路無料化の経緯

わが国の道路整備は、受益者負担を基本理念として、道路特定財源制度と有料道路制度により進められてきた。道路特定財源制度は、道路の整備とその安定的な財源の確保のために創設されたものであり、自動車利用者に利用に応じて道路整備のための財源を負担させる制度である。有料道路制度は、借入金により道路を整備し、利用者から料金を徴収することにより、管理費と借入金を賄う制度である。

### 2-1. 道路財源制度<sup>2), 3), 4)</sup>

道路特定財源は、立ち遅れたわが国の道路を緊急に整備するため昭和 28 年「道路整備

費の財源等に関する臨時措置法」が制定され、揮発油税が道路整備のための特定財源とされたことにはじまる。道路特定財源制度は、受益者負担、損傷者負担を基本理念としており、その税収を道路事業という特定の用途のみに使うことを定めた制度である。したがってその税収と用途との間には一定の受益と負担という関係があるとされてきた。平成 17 年秋以降、厳しい財政状況の下で道路を含む特定財源に関する意見が各方面から提案され、平成 20 年度末までの 4 年間に渡り、様々な議論が行われてきた。その結果として、平成 21 年度より道路特定財源は一般財源となり現在に至っている。

## 2-2. 有料道路制度<sup>2)</sup>・<sup>4)</sup>

わが国の道路は、西欧と違って馬車交通の時代がなかったため極めて貧弱であり、明治以降鉄道優先主義がとられたこともあってその整備が著しく立ち遅れていた。このため、限られた租税等による一般財源では必要とされる道路事業のための費用は賄えず、昭和 27 年旧道路整備特別措置法において、国または地方公共体が道路を整備するに当たり、財源不足を補う方法として借入金を用い、完成した道路から通行料金を徴収してその返済に充てるという方式が認められた。これは有料道路制度を本格的に認めるものであり、道路特定財源制度と並んで道路整備事業の進展に大きく寄与してきた。諸外国では、道路の建設および管理は行政主体である国・地方公共団体の責任に属し、租税等の一般財源を充当する公共事業として行われ、建設された道路は無料で一般交通の用に供されることが原則となっており、この点がわが国との違いとなっている。

昭和 27 年の旧道路整備特別措置法の成立後、昭和 31 年に同法が廃止され、代わって現行の道路整備特別措置法が制定され、同時に日本道路公団が設立された。平成 13 年 12 月の「特殊法人等整理合理化計画」において道路関係四公団の民営化の方針が打ち出されて以降、民営化推進委員会での議論や政府・与党協議会における申し合わせ等を経て、平成 16 年 6 月に道路関係四公団民営化関係 4 法が成立し、平成 17 年 10 月 1 日に 6 つの高速道路株式会社と、独立行政法人日本高速道路保有・債務返済機構が発足した。その後、平成 18 年 3 月 31 日に高速道路株式会社と返済機構との「協定」が締結され、平成 18 年 4 月 1 日より民営化会社による本格的な高速道路事業がスタートした。

## 2-3. 有料道路の料金

平成 18 年 3 月 31 日に、会社と機構による「協定」の締結、機構による「業務実施計画」の認可申請と国土交通大臣認可、会社による「事業許可」の申請と国土交通大臣による許可が行われ、民営化スキームに基づく高速道路事業が本格的にスタートした。「協定」は路線網と路線ごとに会社と機構の間で、「業務実施計画」は路線網ごとに作成され、それぞれについて、今後の新設・改築に係る工事の内容及び機構が会社から引き受けることとなるものの限度額や会社から機構に支払われる貸付料の額等が定められたものである。各会社に対する「事業許可」において、適正な料金設定の下で、貸付料の確実な支払いのもと料金徴収期間内の償還が可能か確認される仕組みとなっている。

このような中、平成 20 年度後半からの世界同時不況に対する生活対策として、平成 21・22 年度に限定して「休日一律 1000 円」の施策が行なわれ、その途上に成立した民主党政権において「高速道路の無料化」が議論されている。そして、平成 22 年 2 月 3 日に高速道路無料化の社会実験を平成 22 年 6 月から実施することが決まった。これらの動きは、最近の国際的な動向から時代に逆行している。例えば、アメリカ・イギリスは、無料から対キ

ロ課金制移行済みであり、ドイツも貨物車のみではあるが無料から対キロ課金制へ移行予定である。

## 2-4. 高速道路の無料化の影響

高速道路の無料化の影響については、これまでも様々な議論がされている。例えば、施策のメリットとしては、移動費用の低下に伴い、旅行・観光関連の消費増といった経済効果が期待されること。また、デメリットとしては、交通市場において価格調整機能が喪失される（輸送モード間の競争状況への影響）ことや、環境や財政の面への影響などである。施策の効果については、以下の4点から検討すべきと考えられる。それは、①受益と負担の整合性、②地域格差の是正、③公共交通への影響（地方鉄道の存続問題など）、④地球環境への影響である。本研究は、上記の検討課題の地域格差に着目し、高速道路の無料化が人口推移に与える影響を把握するものである。

## 3. 都市の自己組織化モデル

### 3-1. P. Allen モデルの位置付け

地域間の相互作用をモデル化するこれまでの研究課題は、多地域モデルへの拡大と動学化にあった。本研究で扱う P. Allen モデル<sup>5)</sup>は、自己組織化プロセスを取り入れた地域人口形成モデルと言われている。このモデルの最大の特徴は、多地域の動学モデルでありながらモデル構造が簡単なことである。すなわち、都市機能と都市間距離の空間的变化が都市の雇用量に影響を与え、これが人口の社会増減を生む、という構造となっており、時間距離や交通コストの変化によるモデルへの影響を評価しやすい。

P. Allen モデルは、30年前の都市地理学者の理論ではあるが、このモデルの簡便性に意義を見出して、本研究では実用化の可能性を検討することとした。

### 3-2. P. Allen モデル

P. Allen らは、n個の都市からなる都市間の相互依存関係を明示し、自己組織化プロセスを組み込んだ都市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。

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

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

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

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

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

$t$ : 時間変数  
 $x_i$ :  $i$ 都市人口  
 $b_i$ : 出生および転入による人口増加を表すパラメータ  
 $m_i$ : 死亡および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  
 $A_{ij}^k$ :  $j$ 都市から見た都市 $i$ の都市機能 $k$ の魅力度  
 $P_i^k$ :  $i$ 都市の都市機能サービス $k$ の価格  
 $\varepsilon^k$ : 人口1人当たりの都市機能サービス $k$ の需要量  
 $\phi^k$ :  $i, j$ 都市間の距離に関する交通コスト  
 $\lambda^k$ :  $i$ 都市への都市機能サービス $k$ の単位需要量に対応する都市機能 $k$ への潜在雇用量

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

上記の式 (1) から (5) について、概念図を用いて簡単に説明し、その後、各式について詳述する。

図-1 のモデル構造の模式図に示すように、まず、人口が与えられると、都市の魅力度が算出され、都市機能を形成する ((5) 式)。そしてその都市機能に対する需要が発生し ((4) 式)、雇用が誘発され ((3) 式)、雇用量の変化が起こる ((2) 式)。雇用量の変化は都市の人口の変化 (自然増減・地域間移動) を引き起こす ((1) 式)。P. Allen モデルは、このプロセスを繰り返すことにより、多地域間の人口動態をシミュレートしているモデルであると解釈できる。

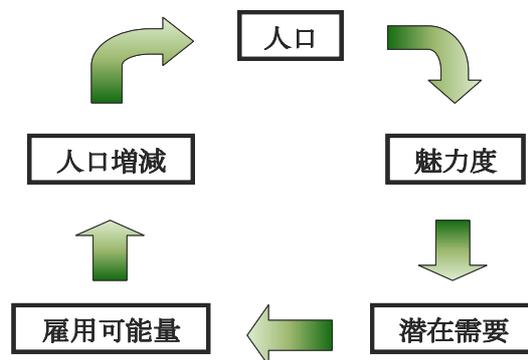


図-1 P. Allen モデルの構造

P. Allen モデルの各式について詳述するが、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の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  $M_i$  と現実の雇用可能量  $J_i$  とのギャップから、新たな雇用可能量の増加分が決定されることを表している。都市機能  $k$  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  $x_k^{th}$  以下のときは  $(k-1)$  番目までの都市機能しか持たず、人口閾値  $x_k^{th}$  を超えたとき新たに  $k$  番目の都市機能が整備されるものとして、不連続的に発現するようモデルに組み込まれている。

(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 3 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。

### 3-3. 中心都市一極集中に対応したモデルの改良

P. Allen のモデルを本研究対象に適用する場合、モデル構造上の問題点がある。まず、その問題点について説明する。

(1) 式は、以下に示すとおり自然増減 ( $X_1$ ) と社会移動 ( $X_2$ ) の部分に分けることが

$$\begin{aligned} X_1 &= b_i x_i \left( J_i^0 + \sum_{(6)}^4 J_i^k - x_i \right) - m_i x_i \\ \text{できる。} \\ X_2 &= \tau \left\{ \sum_{i \neq j} x_j^2 \exp(-\beta d_{ij}) - x_i^2 \sum_{i \neq j} \exp(-\beta d_{ij}) \right\} \end{aligned} \quad (7)$$

これにより (1) 式は、

$$\frac{dx_i}{dt} = X_1 + X_2 \quad (8)$$

と表される。

今、問題となるのは  $X_2$ 、つまり人口の社会移動の部分である。一般に、人口の社会移動が起きる要因は人口圧力であると考えられている。人口圧力は人口が多い都市ほど大きい。ここで重要なことは、P. Allen のモデルでは、人口圧力とは集積の不経済を表していることである。都市に人口が集中すると、地価の高騰、物価の上昇、犯罪の増加、交通混雑、生活排水の増加による水質汚濁、ヒートアイランド現象など、都市環境の悪化が起こる。こういった人口集中による生活質の低下の量、すなわち集積の不経済の大きさは、その都市の人口に比例すると、このモデルでは考える。すなわち、人口の多い都市は集積の不経済が大きいので転出者が多いことを表すモデルとなっている。

$X_1$  については、大まかには都市の持つ人口限界を超えているかどうかで正負が変わる。

小規模都市は人口限界を下回っていると考えられるので、この場合、雇用の増加等から自然増加となることが知られている。以上から、小規模都市の人口変化は

$$\frac{dx_i}{dt} = X_1 + X_2 > X_1 > 0 \quad (9)$$

となり、小規模都市は一定の人口規模となるまで、常に自然増加よりも大きな成長状態にあることがわかり、大規模都市にはこれと逆のことが言える。

本研究の対象地域にこのモデルを適用する場合、北海道においては札幌市のある石狩支庁のみに人口が集中し、それ以外の支庁は人口が流出しているため、モデルの改良が必要となる。P. Allen のモデルが示したい人口集積の不経済が人口社会減をもたらすほど、札幌都市圏には人口集中がしていないのである。

1981年のP. Allen モデルは理論形の提示であり、これまでも実用上のモデル改良がなされてきている。P. Allen モデルを基礎とした1990年の山口らの分析<sup>6)</sup>では、実用化を試みているものの都市機能が明示的にモデルに取りこまれていない。また、2001年の佐々木らの分析<sup>7)</sup>では、都市機能の閾値設定と都市機能の明示の点でP. Allen モデルの改良を行なっている。

本研究でのP. Allen モデルの改良点は以下のとおりである。先に述べたように(7)式は、人口圧力と距離から人口の社会移動を算出するものであるが、式の構造上、人口が多い都市からは常に人口が流出し、少ない都市には常に人口が流入するようになっている。そこで、対象地域の現象である以下の2つを表現できるように(1)式に改良を加えた。それは、①人口の増加に伴い都市機能が拡充し、新たな財・サービスが生産されれば、より多くの人口を支えることが可能となり、人口は増加すること、②小規模都市は、人口の自然増よりも大規模都市への人口流出の方が大きくなり、人口は減少すること、である。改良後の式は次のとおりである。

$$\begin{aligned} \frac{dx_i}{dt} = & b_i x_i \left( J_i^0 + \sum_{k=1}^4 J_i^k - x_i \right) - m_i x_i \\ & + \tau \left\{ x_i^2 \sum_{i \neq j} \exp(-\beta d_{ij}) - \sum_{i \neq j} x_j^2 \exp(-\beta d_{ij}) \right\} \end{aligned} \quad (10)$$

なお、高速道路無料化による交通コストの減少に関しても式に改良を加えるが、それは6章第1節で説明する。

## 4. 分析対象地域の人口推移と道路網整備状況

### 4-1. 北海道の人口推移

本研究の対象地域は北海道である。北海道の総人口の推移を住民基本台帳の3月末の値で見ると、平成10年に569万人で最多となった後減少に転じ、平成21年3月末時点では554万人と、約10年で15万人減少している。全国と比べて、概ね7年早く減少に転じたことになる。国立社会保障・人口問題研究所による将来推計の減少率を見ても、北海道は2035年時点で5.8%の減少であり、全国平均の3.9%を上回っている。

北海道においては札幌圏への人口集中が著しい。支庁別に人口推移を見ると、石狩支庁が大幅に人口を増加させているのに対し、石狩以外の支庁は全て減少している(図-2)。

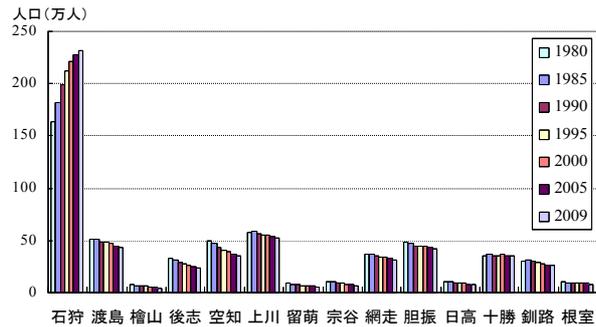


図-2 14支庁別人口推移

また、今後道内の地方都市の人口減少は加速していくものと予想され、更に過疎化が進行し医療・福祉等の都市機能の維持が困難となれば、住民生活への影響は甚大となる。高速道路の無料化による人口のストロー効果は、地方部の人口減少を加速化させる可能性が高い。

#### 4-2. 北海道の道路網整備状況

北海道においては、増大する自動車交通需要に対応するため、昭和 50 年代から都市部のバイパス化、山間部の不通区間の解消などの道路整備が進められてきた。現在、北海道内の一般国道舗装率は 99%、改良率は 100%で、道道の舗装率、改良率も 90%を超えるに至っている。また、北海道縦貫自動車道（函館－稚内、総延長 681Km）と北海道横断自動車道（黒松内－網走・根室、総延長 694Km）の供用状況は、2001 年 4 月の 479Km から 2010 年 4 月の 607Km へ 128Km が延長され、都市間距離も順次短縮されている。特に、横断自動車道の占冠－トマム間（26.2Km）の供用が 2009 年 11 月になされ、札幌市と帯広市の所要時間が約 20 分短縮されたことと、峠越えの安全性の向上が図られたことは大きい。

一般に高速道路の開通はストロー効果を伴う可能性があると言われる。高速道路のみに限らず、道路整備により地域間の時間距離が短縮されることは、交通行動範囲が拡大することを意味し、地方部の住民にとっては、都市機能の充実した都市圏へアクセスしやすい環境が作られていくことになる。通勤・通学や購買行動等の広域化が進行するにつれ、地域の中心都市に対する需要が高まり、更に都市機能が拡充される。このような循環作用が人口集中の要因となる。

高速道路が無料で利用可能となった場合、利用に関するコストを無視することができ、都市間の移動に関する関係は大きく変化する。北海道においては、高速道路が未整備の地域もあり、その効果は地域間ごとに異なることが予想される。本研究では、この地域別に現れる効果と、2011 年全線開通予定の北海道横断自動車道（札幌－帯広間）がもたらす影響に着目点を置き、研究を進める。

### 5. 人口推移の再現

3 章第 3 節で説明した改良した式を用いて 1980 年から 2010 年までの北海道の人口を支庁別で 5 年おきに再現し、モデルの有効性を確認した。

## 5-1. モデルパラメータの推定

本研究では、分析の単位を14支庁とする。これにより P. Allen モデルの特徴である簡便性を損なわず、地域間で発生するストロー効果の有無を検討できる。

都市機能  $k$  が発現する人口閾値は10万人、30万人、50万人、100万人の4段階で設定し、支庁間の時間距離は高規格道路整備前の状況も考慮し、5年毎に設定した。

モデルパラメータの推定のため、本研究では1998年に一部供用開始がされた北海道の日高自動車道を取りあげて検討した。図-3は、高速道路建設の計画が決定された1989年からの日高支庁の人口減少率を示したものである。この図に示すように、1989年頃より供用開始の1998年に掛けて、自然減とは考えにくい人口減少が見られた。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速道路整備計画が人口減に拍車をかけたとのことであった。

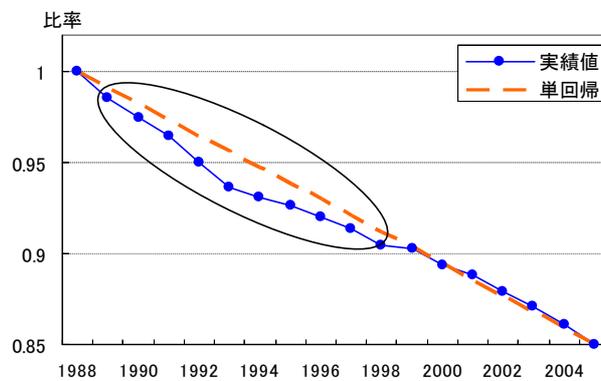


図-3 高速道路整備による日高支庁の人口変動

本研究では、分析の単位を都市ではなく支庁とした。これは、地域間人口移動を解析するモデルのキャリブレーションを可能とするためである。モデルパラメータの推計では、図-3の人口減少を日高自動車道の建設に伴う石狩支庁と日高支庁間の人口減少と仮定して、この現象を再現できるようにモデルパラメータを推計することとした。具体的には、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、パラメータを繰り返し計算で求めたものを用いる。その結果得られたパラメータ値は以下のとおりである。

$$\begin{aligned}
 b_i &= 0.003 & m_i &= 0.006 \\
 \alpha &= 0.028 & \beta &= 2.3 & \gamma &= 1.1 \\
 \delta &= 10 & \tau &= 1 & P_i^k &= 1 \\
 \varepsilon^1 &= 0.25 & \varepsilon^2 &= 0.15 & \varepsilon^3 &= 0.1 & \varepsilon^4 &= 0.01 \\
 \rho^1 &= 1 & \rho^2 &= 0.2 & \rho^3 &= 0.1 & \rho^4 &= 0.01 \\
 \phi^1 &= 1 & \phi^2 &= 0.15 & \phi^3 &= 0.1 & \phi^4 &= 0.01 \\
 I &= 10 & e &= 1
 \end{aligned}$$

## 5-2. 再現結果

以上の条件でモデルを適用し、人口を再現した。北海道全体の再現結果を表-1に示す。1990年において15万人弱の誤差を生じてはいるものの、この大きさは実績値の2.6%の過大推計にとどまっており、全体的な人口動態としては概ね良好な挙動を示しているといえる。なお、支庁別に見ても、全ての支庁で増減の逆転が起こっている箇所はない。

また、図-4は、1995年に十勝清水IC-池田IC、1999年に千歳恵庭JCT-夕張ICが開通しており、その後の根室支庁と釧路支庁の人口減少を再現したものである。これより、データの外挿となるが、当該モデルを拡張して新規に開通した高速道路のストロー効果についても、再現性があることが分かった。

表-1 各期の人口値と誤差

	A実績値	B再現値	誤差(B-A)
1980年	5,556,960	5,556,960	0
1985年	5,663,213	5,691,572	28,359
1990年	5,642,571	5,791,010	148,439
1995年	5,675,063	5,773,860	98,797
2000年	5,682,827	5,788,967	106,140
2005年	5,632,133	5,715,983	83,850
2010年	5,543,556	5,606,985	63,429

(万人)

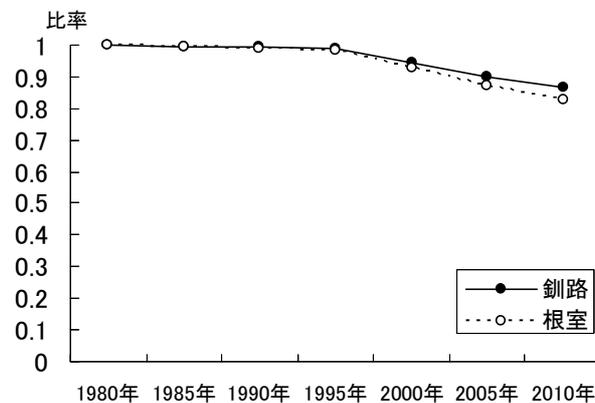


図-4 1980年の人口を1とした場合の人口推移

以上から、人口増減の精度に関する課題は残したものの、支庁ごとの人口増減傾向や、時間距離の変化に対する挙動は有効性が確認できた。

## 6. 人口推移のシミュレーション

2010年から2040年の人口推移について、現状の高速道路有料時と、無料時の2通りのシミュレーションを行い、両者の差異を比較する。

### 6-1. 高速道路無料化に対応したモデルの改良

P. Allen モデルにおける人口の変動は都市の魅力度に対応する自然増減と、各都市の空間的關係による社会移動からなる。この内、都市の魅力度を決定する要因は人口、都市機能サービスの価格、移動に伴うコストの3つであり、交通コストの低減は魅力度の評価値を向上させる。

高速道路が無料化された場合、前述のとおり現在の北海道の高規格道路整備状況を鑑みれば、その影響は地域ごとに差が生じるものと予想される。そこで本研究では、自動車での移動に伴う交通コストを燃料費と高速道路利用料金の2つに分け、後者を無視した場合

の交通コストの減少割合を算出することで、支庁間ごとの交通コストに変化を与え、無料時の分析を進めることとした。このため、(4) 式、(5) 式を以下のように改良した。

$$D_i^k = \sum_{j=1}^n \frac{x_j \varepsilon^k}{(P_i^k + c_{ij} \phi^k d_{ij})^e} \cdot \frac{A_{ij}^k}{\sum_{r=1}^n A_{rj}^k} \quad (11)$$

$$A_{ij}^k = \frac{\left[ \gamma - \frac{1}{\delta + \rho^k (x_i - x_k^{th})} \right]^J}{(P_i^k + c_{ij} \phi^k d_{ij})^J} \quad (12)$$

$c_{ij}$  :  $i, j$  都市間の交通コスト減少率

交通コスト減少割合は、燃料費のみで算出した交通コストを、高速道路利用料金も含めたコストで除して求めた。本来燃料費は走行速度によって変化し、高速道路利用料金は通減料金であるが、両者とも距離に比例するものと仮定し、ガソリン乗用車の 10・15 モード燃費平均値の推移や、小売物価統計調査の値、高速道路利用料金表を参考に、燃料費は 8 円/km、高速道路利用料金は 30 円/km として設定した。なお、日高自動車道等の無料で利用可能な高規格道路は対象外として計算している。

計算結果の一部を表-2 に示す。経路のほぼ全てで高速道路を利用可能な石狩-胆振間では、利用可能区間の短い網走-留萌間よりも減少率が大きい。高速道路の利用がない釧路-根室間では交通コストの変化はない。以上より地域間による交通コスト減少の違いを表現できた。

表-2 都市間交通コスト減少率  $c_{ij}$  の計算値

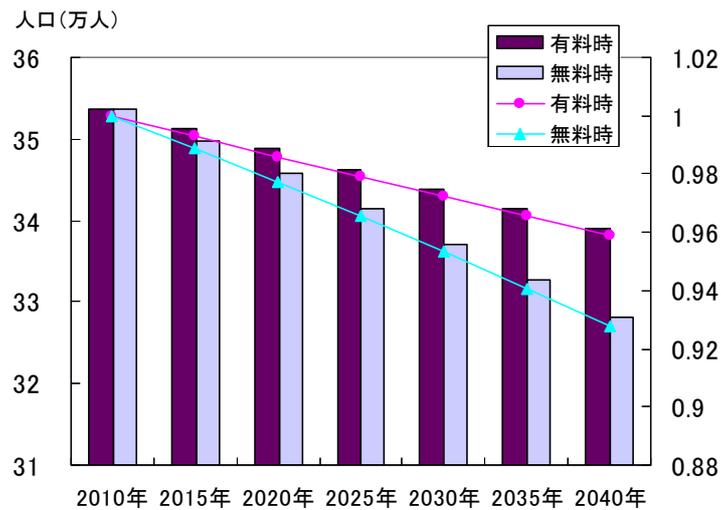
	有料時(円)	無料時(円)	比( $c_{ij}$ )
石狩-胆振	4,790	1,040	0.217
網走-留萌	3,938	2,408	0.611
釧路-根室	992	992	1.000

## 6-2. シミュレーション結果

現在、北海道の高規格道路整備状況は図-5 に示すとおりである。本研究では、2010 年に夕張-トマム間、2015 年に落部-七飯間、2020 年に土別-剣淵-名寄間、上川-天幕-遠軽間が供用されるものとし、改良した P. Allen モデルを用い高速道路料金が無料化された場合と、無料化されない場合の 2040 年までの人口を予測した。

高速道路利用料金が有料の場合と無料の場合についての推計結果を図-6 に示す。まず、人口増加を示したのは札幌市のある石狩支庁のみで、無料時の方が人口増加率は大きくなっている。石狩支庁周辺で、1 時間圏 (図-5) にあたる後志・空知・胆振支庁において、後志が極端な人口減少を示した理由については明示できないが、3 支庁とも無料時の方が人口は安定する傾向にある。石狩支庁から 2 時間圏を超える支庁については、初期人口が大きい上川支庁が安定傾向を示したのを除いて、全て無料時の方が減少率が大きい。特に、根室・檜山・宗谷・日高といった初期人口の小さい支庁は、無料化後における減少率の増大が顕著である。





図一7 十勝支庁の人口予測

## 7. おわりに

本研究は、わが国の道路整備財源制度と高速道路無料化の経緯をまとめるとともに、P. Allen のモデルを基に高速道路無料化が実現した場合の北海道の人口推移についてシミュレーションを行い、これにより高速道路無料化がもたらす影響について考察したものである。本研究の成果をまとめると以下のとおりである。

- 1) 高速道路無料化により、札幌都市圏から3時間圏を超える地域においては人口減少が加速し、札幌都市圏周辺地域に人口集中することが推察できた。
- 2) 十勝支庁は北海道横断自動車道開通の影響とともに、無料化により人口減少が加速することが予測できた。

今後の研究課題は、①人口減少期を取り込んだモデルの改良、②高速道路無料化により発生する自動車交通以外の変化も考慮した地域変容のモデリングである。

【参考文献】

- 1) 小森、上田、宮城、森杉：規模の経済性を持つ交通ネットワークの便益帰着分析、土木計画学研究・論文集、Vol. 15、No. 1、pp205-215、(1998)
- 2) 戦後日本の交通政策、財) 運輸経済研究センター、(1990)
- 3) 土木学会編、交通整備制度、土木学会、(1990)
- 4) 森地茂・屋井鉄雄編、社会資本の未来、日本経済新聞社、(1999)
- 5) Allen. P. M. and Sangller. M. : Urban Evaluation, Self-Organization and Decision Making, Environment and Planning A, Vol. 13. PP167-183, (1981)
- 6) 山口、宮田、山村：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、No. 46、pp475-480、(1990)
- 7) 佐々木、田村、榎谷：北海道横断自動車道路整備がもたらす人口のストロー効果に関する研究、土木計画学研究・論文集、Vol. 18, No. 1, pp155-161、(2001)