

階層型道路ネットワーク実現のための 道路投資手法

早河 辰郎¹・浅野 美帆²・中村 英樹³

¹正会員 中日本高速道路株式会社 (〒192-0024 東京都八王子市宇津木町)

E-mail: t.hayakawa.ac@c-nexco.co.jp

²正会員 名古屋大学大学院 助教 工学研究科社会基盤工学専攻(〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

E-mail: asano@genv.nagoya-u.ac.jp

³正会員 名古屋大学大学院 教授 工学研究科社会基盤工学専攻(〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

E-mail: nakamura@genv.nagoya-u.ac.jp

我が国の道路整備は年々進められてきたものの、道路機能に応じた適切な交通サービスが未だ十分に提供されていない状況にある。整備されてきた道路ストックに対して本来の使われ方や機能を再考し、機能に応じた道路階層性を担保する効率的な道路投資が今後必要となっている。本稿では、現状の道路ネットワークへの改良を伴う道路投資により、階層型道路ネットワークを実現させる手法を構築した。提案手法は都市部を対象に、所与のOD交通需要とネットワーク構造をもとに目標達成に必要な投資の組み合わせをあらかじめ決定し、年次ごとに道路利用者から得られた税収を区間ごとの優先度を考慮し投資配分していくものである。数値計算の結果、目標となる交通状況が最終的に達成され、道路の速度水準や利用方法について階層性が担保されることが示された。

Key Words: Hierarchical network, Performance-oriented road design, Road investment, Performance index

1. はじめに

我が国の道路の整備水準は年々向上し、かなりの量的ストックが形成されてきた。しかしながら、依然として旅行速度の低い都市間幹線道路、通過交通や路上駐車の入り乱れた都市内街路の存在など、機能に応じた適切な交通サービスが提供されていない状況にある。この原因の1つに、道路の機能設定が曖昧なまま設計が行われていることが考えられる。今後は既存の道路網に対して本来の機能や使われ方を再考し、機能に応じた道路の階層性を担保するために合理的・効率的な道路投資をしていくことが求められる。

本稿では、既存の道路ネットワークを対象に投資・改良することにより、道路の階層区分に応じて理想的な機能分担が行われた状態を実現するための手法を構築する。階層性を持つ道路ネットワークを構築する過程と、その結果が交通状況・財源状況に及ぼす影響の評価を行う。

2. 投資による階層型道路ネットワークの実現

(1) 交通機能に応じた道路の階層区分

AASHTO¹⁾など古くから多くのガイドラインで示され

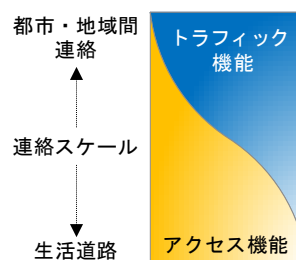


図-1 道路の階層区分と交通機能分担

ているように、一般に道路の交通機能はトラフィック機能とアクセス機能に大別することができる。両者は図-1に示すようにトレードオフの関係にあり、大都市圏連絡のような長距離交通から生活道路に至るまで段階的な機能分担が行われるべきとされている。また、長距離のトリップであるほどトラフィック機能の高い道路を利用させることが望ましいとされる。このような利用を促すために、道路階層別の速度水準が段階的となっていることが理想的であると考えられている^{2,3)}。下川ら⁴⁾、桑原ら⁵⁾は道路の交通機能を示す代表的な指標としてトラフィック機能の評価指標である旅行速度を用いることにより、区間ごとの走行性能を照査し、ネットワーク全体の階層性も評価している。これらの考え方に従えば、旅行速度が階層

ごとに段階的に設定された目標となる速度(目標速度)を達成している状態をもって階層型道路ネットワークが実現される。例えば都市部の街路ネットワークの場合、図-2左のような状態となる。しかしながら現状は、図-2右のように同一の道路階層区分であっても区間によって走行性能がばらついており⁹⁾、生活道路での通過交通等の問題を引き起こしていると考えられる。

以上より、階層型道路ネットワークの達成には、1)階層ごとの路線配置と目標速度の設定を行うこと、2)階層ごとの段階的な目標速度を達成するために道路ネットワークの必要な箇所に道路構造や交通運用への改良を加えていくこと、の2点が必要と考えられる。本稿では前者の路線の配置と目標速度はあらかじめ与えられているものとして、後者の道路改良方法について検討を行う。具体的には、現状と目標の速度差を解消し、全ての路線において交通機能に応じた目標速度を達成するための投資手順を提示する。

(2) 投資による道路階層性の実現

道路投資のための予算は無尽蔵ではなく、限られた財源の中で投資を行っていくことが求められる。本研究では投資の費用は、受益者負担の原則を踏まえて道路利用者への課税により賄うことを想定する。このとき、現状の通り燃料税等による課税のほか、走行距離に応じて課税する方法も考慮し、それぞれの課税方法の下で後述のとおり投資手順を表現するモデルを構築した。

3. 課税-道路投資モデルの構築

(1) モデルの概要

本モデルは、道路ネットワークの全てのリンクで目標速度を満たすような各リンクへの必要投資量を算出し、年次ごとに税収に応じて投資を行うことで目標速度を実現するものである。投資を行うことで区間旅行時間が変化し、利用者の経路選択行動も変わることから、利用者均衡状態下における各リンクの旅行速度を目標速度に合致させることを考える。なお投資を行うごとに利用者の利用経路も逐次的に変化するため、個々の年次で逐次的に投資量を計算するのは必ずしも合理的ではない。したがって本研究では、当初から最終的な目標達成時の交通状態を考慮して個別のリンクの必要投資量を算出することとした。課税-道路投資の手順は図-3の通りとなり、以下の2つの部分に大別される。

各リンクの必要投資量の算出(3.(3)節)

仮に目標速度が達成した場合の各リンクの交通量を算出することにより、理想的な条件下での利用者均衡解(各リンクの交通量及び旅行速度)を求める。その上で、

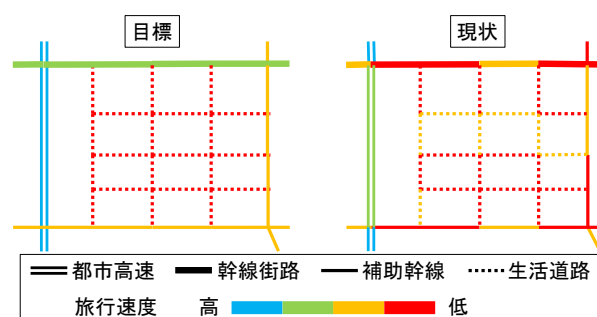


図-2 階層型道路ネットワークの概念

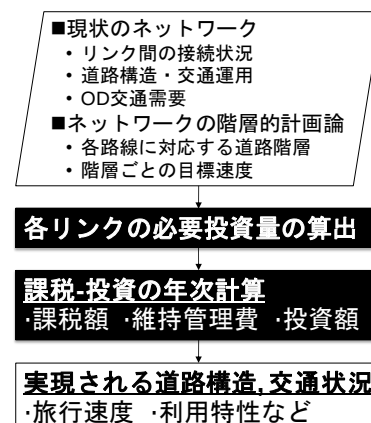


図-3 課税-道路投資モデルの手順

現実的な施策を考慮した、目標速度を達成させるための投資の組み合わせをあらかじめ決定する。

課税-投資の年次計算(3.(4)節)

年次ごとに道路利用者から得られた税収を、区間ごとの優先順位を考慮し投資配分を行っていく。全てのリンクにおいて3.(3)で決定された必要投資量に達するまで繰り返し課税と投資が行われる。

(2) モデルの前提条件

モデルの前提条件を以下に挙げる。

- ・ 課税と投資は単年度会計とするが、投資額の余った分は繰り越しを行う。
- ・ 投資による道路構造や交通運用の改良は即時に完了するとし、工事期間は考慮しない。
- ・ 収支はリンク間のプール制を仮定し、ネットワーク全体の収支を計算する。
- ・ OD交通需要は年次に依らず固定とする。
- ・ 都市街路を対象とし、幹線街路、補助幹線、生活道路の3階層からなるネットワークを想定する。各階層に目標速度が与えられているとする。
- ・ 路線の配置は所与とし、リンクの新設は行わない。

(3) 各リンクの必要投資量の算出

a) リンクコスト関数の定義

各リンクの交通量と旅行時間 t_i の関係を表すため、式(1)のようにリンク i の t 年目の旅行時間を日交通流の定常

性を仮定し、交差点遅れを除いたBPR関数と信号交差点での遅れ(以下、信号遅れ)の項の和であると定義する。従来、BPR関数は信号遅れを含めて旅行時間を表現するのが一般的であるが、本稿では信号遅れの項を別に考慮することにより、信号遅れを交通量に影響を受けない形で表現した。

$$T_i^t(q_i^t) = T_{fi}^t \left\{ 1 + \alpha_i \left(\frac{q_i^t}{C_i^t} \right)^{\beta_i} \right\} + \frac{w_i}{60} \quad (1)$$

$$\partial T_i^t / \partial q_i^t > 0, \quad \text{for } \forall q_i^t \geq 0 \quad (2)$$

ここに、 T_i^t : リンク*i*の*t*年目の旅行時間[min/km], T_{fi}^t : リンク*i*の*t*年目の単路部での自由流走行時間[min/km], q_i^t : リンク*i*の*t*年目交通量[veh/日], C_i^t : リンク*i*の*t*年目交通容量[veh/日], α_i, β_i : リンク*i*のBPRパラメータ, w_i : 1交差点あたりの平均信号遅れ[s]である。なお初年度の自由走行時間 T_{fi}^1 及び交通容量 C_i^1 は所与である。 α_i, β_i は、既存研究⁷⁾で各種影響要因の重回帰式として推計されたものから、交差点の存在による遅れの項を取り除くことにより再定義した。信号遅れ w_i は吉田・原田⁸⁾が提案する式(3)の簡易遅れ推定式を用いる。

$$w_i = \frac{C_{Li}(1 - g_{ri})^2}{2} \quad (3)$$

ここに、 C_{Li} : 信号交差点のサイクル長[s], g_{ri} : 青時間比である。実際に利用者の行動選択に影響を及ぼすリンクコスト $f(q_i)$ は、時間費用とそのリンクの通過により支払う課税額の和であるとする(式(4))。

$$f(q_i^t) = h \cdot T_i^t(q_i^t) + \delta \cdot R_i^t \quad (4)$$

ここに、 h : 時間価値原単位[円/min], δ : 利用者の課税認識[1:認識する, 0:認識しない], R_i^t : リンク*i*での*t*年目の課税額[円]である。例えば燃料税であれば、道路利用者は個々のリンクの通過に要する税額を認識するとは限らない。一方で、通過した道路階層ごとに明示的に課税額が決まる走行距離課税の場合は、利用者はリンク毎の課税額を認識した行動をとると考えられる。

リンク*i*の*t*年目旅行速度 v_i^t [km/h]は、旅行時間の逆数で、 q_i^t に対する狭義の単調減少関数として表される(式(5))。

$$v_i^t(q_i^t) = 60 / T_i^t(q_i^t) \quad (5)$$

b) 目標q-v曲線の必要条件

OD交通需要を所与として、利用者均衡状態において全リンクで所与の目標速度が達成するための道路の規格、すなわちq-v曲線の条件を求める。まずここでは道路への投資に伴いq-v式のパラメータを連続的に変化させることができる理想的な状態において、目標となるq-v曲線が満たすべき必要条件を説明する。ここで仮に、全リンク*i*において交通量によらず目標速度 u_i を達成するflow-independentな一般化費用 f_{ui} を式(6)の通り定義すると、こ

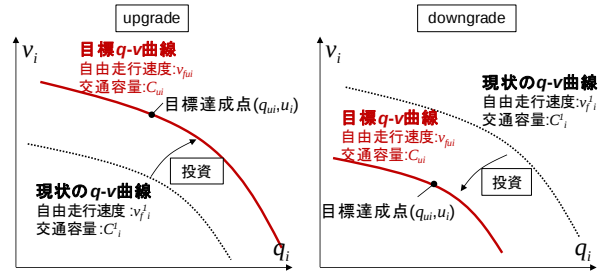


図-4 q-v曲線のupgradeとdowngradeのイメージ

表-1 現実的な条件下での投資方法

道路階層	幹線街路, 補助幹線	生活道路
投資の条件	- 投資が離散量(q-vが離散的にシフト) - upgradeのみ	- 投資が連続量(q-vが連続的にシフト) - upgradeとdowngrade v_{max}の設定
投資の種類	- 交差点改良(信号遅れの減少) - 車線数増加(Cの増加)	- 車線幅員の増加(v_p, Cの増加) - 幅員の減少, コミュニティ道路化(v_p, Cの減少)

の費用関数の下で利用者均衡解(q_{ui}, u_i)を求められる。

$$f_{ui} = h \cdot \frac{60}{u_i} + \delta \cdot R_i^t \quad (6)$$

この解を通り、かつ狭義の単調減少となる任意のq-v曲線 $\tilde{v}(q_i)$ 、およびそれに伴うリンクコスト関数 $\tilde{f}(q_i)$ を定義し、これらにより再度均衡配分を行うと、利用者均衡解における全リンクの旅行速度は目標速度 u_i に一致する(証明略)。

$$\tilde{f}(q_i) = h \cdot \frac{60}{\tilde{v}(q_i)} + \delta \cdot T_i \quad (7)$$

$$\partial \tilde{v} / \partial q_i < 0, \quad \text{for } \forall q_i \geq 0 \quad (8)$$

したがって、全リンクで目標速度をちょうど達成するための必要条件は、全リンクのq-v曲線が式(9)を満たすことである。この利用者均衡点(q_{ui}, u_i)を目標達成点と定義する。

$$\tilde{v}(q_{ui}) = u_i \quad (9)$$

利用者均衡解を求めることにより、図-4のように各々のリンクについて現状のq-v曲線と目標達成点との位置関係が求められる。全リンクのq-v曲線が目標達成点上を通るように、投資を通じてパラメータである自由走行速度・交通容量をそれぞれ独立に変化させることで、ネットワーク全体での目標状態が達成できる。ここで、自由走行速度と容量のパラメータの改善を行い図-4左のようにq-v曲線を上にシフトするケースをupgrade、逆にパラメータを低水準にして図-4右のようにq-v曲線を下にシ

フトするケースをdowngradeと定義する．リンクへの投資が連続量で表され，同時に q - v 曲線も連続的に変化するとすれば，upgrade，downgradeにより図-4に示すように目標達成点上をちょうど通過する q - v 曲線が決定される．

c) 現実的な条件下での投資方法

前項での条件を満たす目標 q - v 曲線は無数に存在する．ここでは投資方法に現実的な制約条件を付加することで目標 q - v 曲線を一意に決定する．まず，表-1に示すように道路を2種類に分類し，それぞれ異なる投資を行う．

トラフィック機能がある程度求められる幹線街路，補助幹線では，信号サイクル長の減少による信号遅れの減少を狙った交差点のコンパクト化(改良)，交通容量改善のための車線数の増加の2種類の施策を想定し，投資は離散量で表されるとする．そのため， q - v 曲線も離散的にシフトする．これらの道路の規格を現状から下げるとは望ましくないと考え，downgradeを行わずupgradeのみを対象とする．なお，交差点改良は1度のみ，車線数増加は土地等の制約を考慮して1リンク片方向につき2車線まで増加できるとした．

アクセス機能が卓越する生活道路への投資には，車線幅員の増減や，ハンプやクランク構造を導入することによるコミュニティ道路への改良等を想定する．上位の階層に比べ投資の規模が十分に小さいと考えられるため，連続量で表現する．生活道路が高いトラフィック機能を持つと通過交通を誘発する恐れがあるため，図-4右のように道路の規格が目標に比べオーバースペックになっている場合には，downgradeを行う．投資では自由走行速度，交通容量がそれぞれ独立に変化させられると仮定した．また，自由走行速度の最大許容値 v_{max} を与え，これを目標 q - v 曲線の満たすべき条件の一つとした．

以上の条件の下，全てのリンクにおいて目標速度が達成される投資の組み合わせを図-5の手順により決定する．まず，前節と同様にOD交通需要のall-or-nothing配分により利用者均衡解(q_{ub} , u)を算出する．次に算出した均衡解を全てのリンクで満たす q - v 曲線を実現するために必要な投資の組み合わせを，投資費用が最小となるように決定する．これらの投資が仮に全て完了した状態で利用者均衡配分を行い，再び均衡解を求める．上位の階層では投資が離散量で表され，downgradeを行わないため， q - v 曲線が目標達成点に到達しない場合があり得る．したがって，実際には全てのリンクで目標速度を満たさない可能性がある．全リンクで目標速度を満たしていれば，そのときの投資の組み合わせを決定値として次の手順(3.(4)節)に移る．満たしていなければ，このときの均衡解(q_{ub} , u)を用いて再び必要な投資の組み合わせの設定を行い，全リンクで目標速度を満たすか，可能な投資が全て行われるまで繰り返し計算を行う．

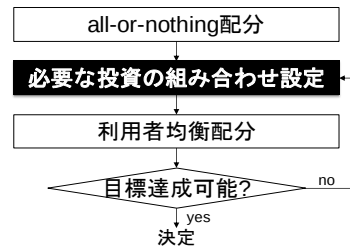


図-5 各リンク必要投資量の算出手順

(4) 課税-道路投資の年次計算

上記で算出した目標 q - v 曲線と必要投資量に基づき，各年次の課税額と投資量の逐次計算を行う．

- t 年目の各リンク交通量 q_i^t と旅行速度 v_i^t を，各リンクのリンクコスト関数を用いた均衡配分により算出する．
- 全てのリンクについて必要な投資が完了している場合，計算を終了し，完了していなければ計算を続行する．
- 各リンクの税収と維持管理費を算出し，ネットワーク全体での収支を求める．リンク i の t 年目年間維持管理費 M_i^t は，統計データ⁹⁾及び道路交通センサスを用いた重回帰モデルにより設定し，式(10)の通りとした．

$$M_i^t = L_i (52.58 v_i^t + 10317 D_i) \quad (10)$$

ここに， L_i : リンク長[km]， D_i : DID率である．

一方，税収は，課税方法として燃料税と，走行した経路長に応じて課税を行う走行距離課税を想定し，以下のように設定する．なお本稿では，全ての道路利用者は課税を認識して利用経路を選択するとして，式(5)において $\delta=1$ とした．

燃料税

t 年目のリンク i での燃料税による課税額 R_i^t は，式(11)のように距離当たり燃料消費量に燃料税単価及びリンク長を乗じたものとする．燃料税単価 g は53.8[円/l](2011年4月現在)を用いる．単位距離当たり燃料使用量 $F(v_i)$ は，式(12)に示す通り大城ら¹⁰⁾の燃料消費量式を用いる．

$$R_i^t = F(v_i^t) \cdot g \cdot L_i \quad (11)$$

$$F(v_i^t) = 0.568 / v_i^t - 0.00109 v_i^t + 9.13 \times 10^{-6} v_i^{t2} + 0.0743 \quad (12)$$

ここに， $F(v_i)$: 旅行速度 v_i で走行したときの距離当たり燃料消費量[l/km]， g : 燃料税単価[円/l]である．

走行距離課税

距離単価にリンクでの走行距離を乗じたものが，利用者がそのリンクで支払う課税額となり， t 年目のリンク i の課税額は式(13)に示す通りとする．

$$R_i^t = d \cdot L_i \quad (13)$$

ここに， d : 走行距離課税単価[円/km]である．リンクの年間の税収は課税額に年間交通量 $q_i^t \cdot 365$ を乗じて算出した．

リンクへの投資額がリンク間のプール制をとるならば，

全体の税収と維持管理費の差額 $R_{tot}^t - M_{tot}^t$ が総投資可能額である。もしこの値が負であれば、道路投資が t 年目で不可能になると考えられるため、目標速度や課税方法を見直すべきである。

- iv) 年次 t に行う投資 j の組み合わせを、総投資可能額を超えない範囲で決定する。ここでは、投資 j が対象とするリンクの、投資 j を行うことによる遅れの減少量の和が大きい投資から優先的に行うものとする。これにより、例えば交通容量が漸減しているボトルネック区間や、速度水準の低い区間から優先的に投資を行うことができる。
- v) 投資により自由走行速度と交通容量を更新する。
- vi) $t=t+1$ とし、i)に戻る。

4. 課税-道路投資モデルによる数値計算

都市部の街路ネットワークにおいて課税-投資モデルを適用し、実現される交通状況・財源状況の考察を行う。

(1) 入力条件

a) ネットワーク構造

図-6左のようにリンク数544(往復で1088)、ノード数329の3階層の道路からなる正方格子状のネットワークを設定した。各階層間の接続方法は表-2に示す通りであり、生活道路から幹線街路への接続は、幹線街路に中央分離帯が設置されているとし、左折流入入のみ可能とした。信号遅れは考慮するが、無信号交差点での流出入等、その他の要因による遅れ時間は信号遅れに比べ十分に小さいとし、ここでは考慮しない。DID率は全て1.0とした。

b) OD交通需要

ネットワーク内のODは、図-6右に示すように発生・集中ノードを200mごとに等間隔に設置し、内々OD交通量として1ODペアあたり25[veh/日]、1ノードあたり合計2000[veh/日]の発生・集中交通需要を与えた。また、通過ODとして幹線街路の端に発生・集中ノードを設定し、1ODペアあたり150[veh/日]、1ノードあたり合計12000[veh/日]の発生・集中交通需要を与えた。

c) 各種パラメータ

数値計算時に与えた各種パラメータは表-3に示す通りである。各階層の初年度の自由走行速度は道路交通センサス掲載のデータを用いて、松井・山田⁷⁾の手法により、各リンクの自由走行速度の値の分布が正規分布に従うように平均値及び標準偏差を設定した。交通容量はセンサスに示される日交通容量の値を使用し、同様に正規分布に従うとした。生活道路の値はセンサスに掲載するデータが存在しないため、妥当と考えられる値を設定した。BPRパラメータ α 、 β は松井・山田⁷⁾の提案するパラメータを参考にし、各階層に相当する値を設定した。各階層

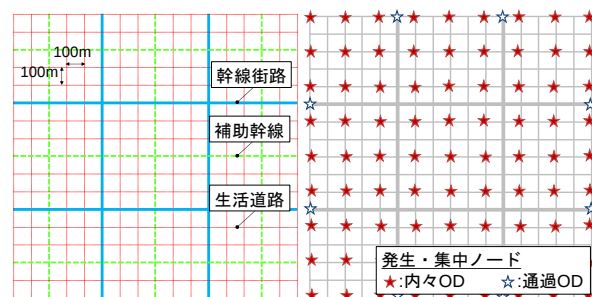


図-6 入力ネットワークと発生・集中ノード

表-2 各階層間の接続方法

	幹線街路	補助幹線	生活道路
幹線街路	信号交差	信号交差	左折流入入のみ可
補助幹線		信号交差	無信号交差
生活道路			無信号交差

表-3 入力パラメータ

パラメータ			幹線 街路	補助 幹線	生活 道路
自由走行速度 [km/h]	v_f	平均	50.1	46.6	20.0
		標準偏差	1.41	0.70	2.0
交通容量 [veh/日]	C	平均	1775	5813	3000
		標準偏差	6799	1435	750
BPR パラメータ		α	0.54	0.49	0.49
		β	2.4	2.4	2.4
目標速度[km/h]		u_i	40	20	14
許容最大速度[km/h]		v_{max}	-	-	15
時間価値原単位[円/min]		h	40.10		
走行距離課税単価[円/km]		d	4.0		
交差点改良による サイクル長の変化[s]		C_L	120→80		-
交差点改良の費用[円]		p_l	1.0×10^8		-
車線数増加による 交通容量の増加[veh/日]		C	6000		-
車線数増加の費用[円/lane]		p_L	1.0×10^7		-

表-4 生活道路への単位投資額あたりパラメータ変化量

	upgrade	downgrade
自由走行速度の変化[km/h・yen]	1.50×10^5	-1.50×10^5
交通容量の変化[veh/日・yen]	6.00×10^4	-6.00×10^4

の目標速度は、それぞれ40、20、14[km/h]を与え、目標達成時には上位の道路を使用するインセンティブを与えられる設定とした。走行距離課税の単価は、燃料税の単価と同水準となるように4.0[円/km]と設定した。時間価値原単位は国土交通省¹¹⁾に示される道路事業の評価に用いられる乗用車の値を使用した。交差点改良、車線数増加による各パラメータの変化量、また表-4に示す生活道路への投資によるパラメータの変化量は道路改良の事例集¹²⁾を踏まえて設定した。

(2) 必要投資量の算出の結果

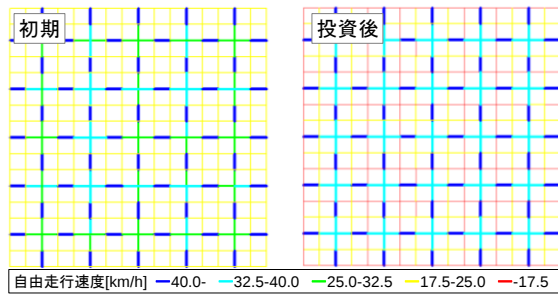


図-7 初期状態及び投資後の自由走行速度分布

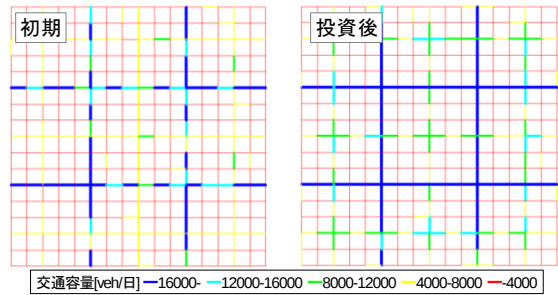


図-8 初期状態及び投資後の交通容量分布

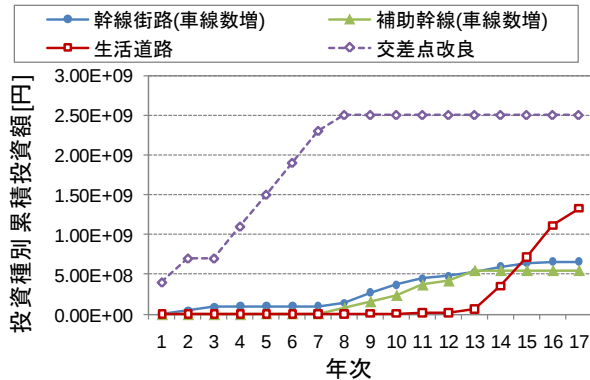


図-9 投資の種類別の総投資額の推移

各リンクのBPRパラメータである自由走行速度と交通容量の分布について、あらかじめ算出された初期状態と必要な投資の完了時の状態を図-7、図-8に示す。信号交差点改良により交差点に接続しているリンクの自由走行速度、車線数増加により幹線街路及び補助幹線の交通容量の増加が期待される。また、生活道路はdowngradeにより主に自由走行速度が減少することが示された。

(3) 年次計算の結果

a) 累積投資額の推移

図-9は走行距離課税による課税方法をとった場合の、投資の種類別の累積投資額の推移を示している。繰り返し計算の結果、投資は17年で終了した。投資は概ね交差点改良、車線数増加、生活道路の順に行われ、遅れ減少量の大きい投資から行われている。

b) 旅行速度の推移

図-10に、道路階層ごとの旅行速度の経年変化を示す。幹線街路、補助幹線は投資により旅行速度が増加し、逆

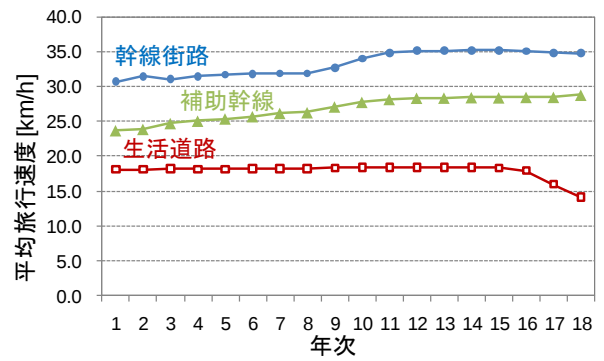


図-10 階層別旅行速度の推移

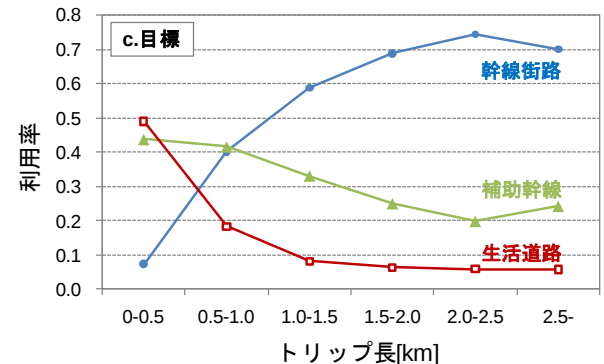
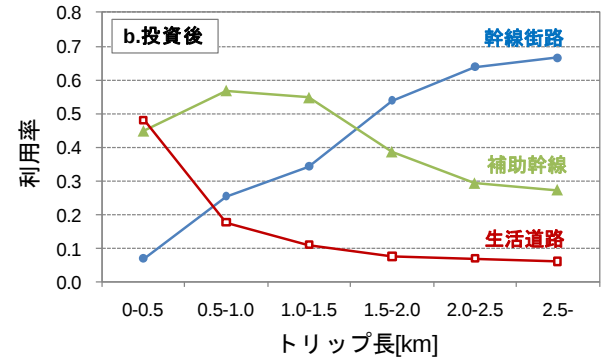
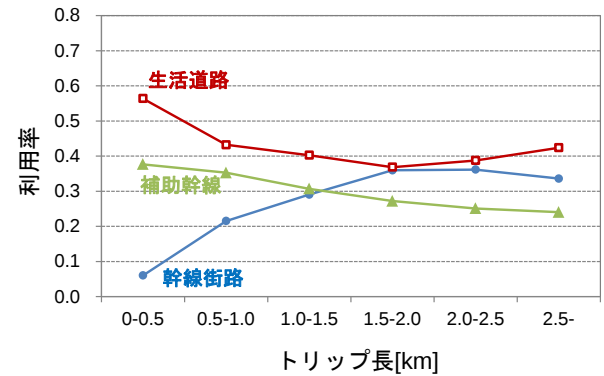


図-11 トリップ長と利用階層の関係

に生活道路ではdowngradeにより速度が減少した。今回、道路投資の種類と量を限定したため、幹線街路では投資が不十分で、目標速度である40[km/h]に到達しなかった。また補助幹線は初年度で既に全体的に性能が十分な状態であったが、混雑区間などへの投資により全体的に速度が増加している。生活道路は最終的に速度が減少し、目標速度である14[km/h]に収束した。

c) トリップ長と利用階層の関係

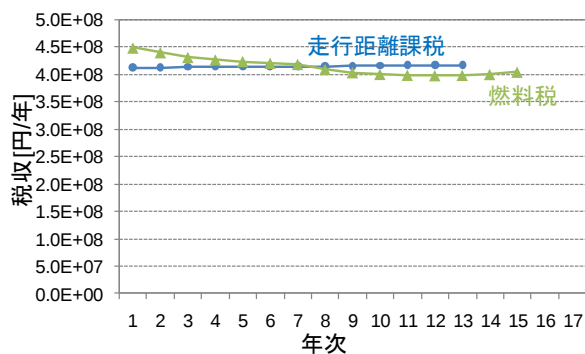


図-12 税収の変化

図-11a, bは数値計算で用いた全てのODペアについて、トリップ長と利用した階層の関係を、初期状態と投資後に関して示したものである。利用率は、トリップ中に占める各階層の経路長の割合を表している。初期状態・投資後ともにトリップ長が増加するにつれ生活道路の利用が減り、幹線街路の利用が増加する傾向を示した。初期状態では生活道路の利用が全体的に高く、特に長距離のトリップであってもトリップ長の約4割を占めており、通過交通としての利用が行われていることがわかる。一方、投資後はトリップ長の増加につれ生活道路、補助幹線、幹線街路の順に利用率が卓越し、トリップ長に応じた道路の利用が行われていることが示された。なお、仮に目標速度が全リンクでちょうど達成した場合のトリップ長と利用率の関係は図-11cに示す通りとなった。これが投資後の結果と類似していることから、トリップ長に応じて利用する道路を分担させるという階層型道路ネットワークの目的を投資により実現できたといえる。

d) 課税方法の比較

図-12はネットワーク全体の税収額を課税方法別に示したものである。走行距離課税はほぼ一定の税収を確保できたが、燃料税は投資によりネットワーク全体の速度水準が改善するにつれ税収が減少した。燃料税による課税方法では年々税収が減少することに注意して計画を立てることが必要であると考えられる。

5. おわりに

本稿では道路利用者からの税収を道路投資に配分し、改良を行うことで、目的とする階層型道路ネットワークを実現させる手法を構築した。投資の種類や順序など現実性を考慮した上で、投資により速度水準や利用方法についてある程度階層性を担保できることが示された。

今後の課題は以下に述べる通りである。

- ・ 走行性能や投資の改善効果など各入力値について

精査し、より現実性のあるモデルを構築することが必要である。

- ・ 本稿では、日交通流の定常性を仮定した。より詳細な交通状況を表現するために、交通流の時間変動を考慮する必要がある。
- ・ 街路の配置や目標速度の設定は所与として扱ったが、これらをどのように政策と関連付けて決定されるかは、より上位の問題として計画・設計論の検討が行われるべきである。
- ・ 道路の交通機能を表す指標としてトラフィック機能の指標である旅行速度を代表して用いたが、今後はトラフィックとトレードオフの関係とされるアクセス機能の指標も同時に用いて、トラフィック・アクセスの両面から道路階層性を評価していく必要がある。

参考文献

- 1) AASHTO : A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 2004.
- 2) 中村英樹, 大口敬, 森田緯之, 桑原雅夫, 尾崎晴男 : 機能に対応した道路幾何構造設計のための道路階層区分の試案, 土木計画学研究・講演集, Vol.31, CD-ROM, 2005.
- 3) 大口敬, 中村英樹, 桑原雅夫 : 交通需要の時空間変動を考慮した新たな道路ネットワーク計画設計試論, 土木計画学研究・講演集, Vol.33, CD-ROM, 2006.
- 4) 下川澄雄, 内海泰輔, 中村英樹, 大口敬 : 階層型道路ネットワークへの再編に向けて, 土木計画学研究・講演集, Vol.39, CD-ROM, 2009.
- 5) 桑原雅夫, 若公雅敏, 王鋭 : 街路の階層的配置によるネットワーク設計に関する一考察, 土木学会論文集, 2011(in press).
- 6) 内海泰輔, 下川澄雄, 中村英樹, 大口敬 : 道路交通センサスデータを用いた道路階層別交通性能照査法の提案, 土木計画学研究・講演集, Vol.41, CD-ROM, 2010.
- 7) 松井寛, 山田周治 : 道路交通センサスに基づく BPR 関数の設定, 交通工学, vol.33, No.6, pp.9-16, 1998.
- 8) 吉田禎雄, 原田昇 : 均衡配分用 BPR パラメータの推計, 土木学会論文集, No.695/IV-54, pp.91-102, 2002.
- 9) 全国道路利用者会議 : 道路統計年報-2009 年度版-, 2009.
- 10) 大城温, 松下雅行, 並河良治, 大西博文 : 自動車走行時の燃料消費率と二酸化炭素排出係数, 土木技術資料, Vol.43, No.11, pp.50-55, 2001.
- 11) 国土交通省 : 費用便益分析マニュアル, <http://www.mlit.go.jp/road/ir/iinkai/5pdf/5-35.pdf>, 2003.
- 12) 国土交通省道路局 : 道路行政の評価, <http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-hyouka/ir-hyouka.html>, 2010.

(2011.4.27 受付)

An Investment Method for Hierarchical Reformation of the Road Network

Tatsuo HAYAKAWA, Miho ASANO and Hideki NAKAMURA

Although the number and length of roads in Japan increased gradually, the investment and maintenance for the infrastructure corresponding to road functions is not yet realized. It is necessary to reconsider the primary usage and function of the existing roads, and to invest the tax revenues from road users in a way to support a road hierarchy. This study proposed a method to realize hierarchical road network by investment in current road network. The method determines the combination of necessary investment in advance based on given OD traffic demand and network allocation. The order of investment is determined based on expected delay decrements. As a result, the investments will influence the traffic condition according to the targeted road conditions on all links. Finally, hierarchical tendency in speed performance and usage of road are shown to some extent.