



道路政策の質の向上に資する技術研究開発

成果報告レポート

No. 18-1

研究テーマ

道路整備・維持管理費用、環境費用を考慮した受益者負担の

仕組みに関する研究

研究代表者：一橋大学教授

根本 敏則

共同研究者：東京女子大学教授

竹内 健蔵

高崎経済大学専任講師

味水 佑毅

財団法人道路経済研究所常務理事

大西 博文

大林道路株式会社執行役員

梶 太郎

目次

概要

第1章 道路整備財源調達制度の課題と対距離課金の目的	4
1.1 はじめに	4
1.2 道路整備財源調達制度の課題	4
a) 有料道路の新設、既存有料道路料金の値下げ	4
b) 道路特定財源の一般財源化	5
c) 国と地方の役割分担	6
d) 燃料税から対距離課金へ	7
1.3 対距離課金の2つの目的：「交通需要管理」と「需要に見合った道路整備」	8
a) 道路費用、道路費用関数	9
b) 課金目的と課金理論	11
c) 対距離課金による交通需要管理	13
d) 対距離課金による道路インフラ最適水準の達成	14
1.4 まとめ	15
第2章 欧米における対距離課金の実際	16
2.1 欧州における固定料金から対距離課金への流れ	16
a) 有料高速道路制度の導入国	16
b) 固定料金の高速道路制度の導入国	16
c) 大型車対距離課金制度	17
d) イギリス・オランダ・スウェーデンにおける全国的な対距離課金の検討	17
e) スtockホルムにおける混雑課金	18
2.2 アメリカにおけるバリュープライシング社会実験事業	19
2.3 交通外部不経済内部化調査（IMPACTプロジェクト）	20
a) 外部費用の試算	20
b) 課金シナリオの検討	21
2.4 まとめ	21
第3章 対距離課金による交通需要管理、道路整備	23
3.1 対距離課金による交通需要管理（ダイヤモンド・マネジメント・モデル）	23
a) はじめに	23
b) デイモンド・マネジメント・モデルとは	23
c) デイモンド・マネジメント・モデルの基本モデル	23
d) デイモンド・マネジメント・モデルによる課金効果の評価	24
e) 交通量に関する感度分析	30
f) まとめ	30
3.2 対距離課金による道路整備（ストック・マネジメント・モデル）	31
a) はじめに	31

b) ストック・マネジメント・モデルとは.....	32
b) ストック・マネジメント・モデルとは.....	32
c) ストック・マネジメント・モデルの基本モデル	32
d) ストック・マネジメント・モデルによる道路容量形成の評価.....	35
3.3 まとめ.....	56
第4章 おわりに：対距離課金による幹線道路の計画論.....	57

第1章 道路整備財源調達制度の課題と対距離課金の目的

1.1 はじめに

わが国の戦後の道路整備は道路特定財源制度と有料道路制度によって行われてきた。ともに、道路利用者に道路整備の負担を求めるという意味で、「受益者負担」の財源制度である。モータリゼーションの進展により道路整備の需要は急増したが、一般財源と切り離し使途を道路に限定した財源が確保されたことにより、「道路整備—自動車交通量増—燃料税・料金収入増—道路整備—」という日本経済にとっての好循環がもたらされた。

しかし、近年では道路特定財源制度が「無駄な道路の建設の原因になっている」と批判されたり、有料道路制度が「料金が高い。事業として採算の取れない路線をこれ以上作るべきではない」と批判される場面も増えている。確かに、日本全体では人口は減少し始めており、これまでのようなペースでの道路整備は必要ではない。ただ、現在の道路ネットワークを適切に維持管理、更新していくことが重要になっており、そのためにも財源制度の見直しは不可欠である。

本章は、前半で道路整備財源制度を受益者負担の立場から検討する際の論点、課題を明確にし、後半で本書が提案する対距離課金の定義、その導入目的、さらに受益者負担に基づく最適課金水準に関する検討を行う。

1.2 道路整備財源調達制度の課題^{1) 2) 3)}

道路事業は大きくは一般道路事業（直轄事業、補助事業、地方単独事業など）と有料道路事業に分かれる。第1の論点として「今後とも一般道路の他に有料道路を作るべきか」がある。次に、一般道路事

業は国と地方が道路特定財源を活用しながら行っているが、「特定財源制度を維持する必要があるか」が論点となる。関連して「国と地方の役割分担が適切か」を問うことが重要であろう。さらに、特定財源の中では燃料税の占める比率が高いが、「受益者負担の観点で燃料税が適切な税か」を論ずる必要がある。順に検討して行きたい。

a) 有料道路の新設、既存有料道路料金の値下げ

有料道路に関して「料金が高い。もうこれ以上建設すべきではない」との批判がある。日本の有料道路の料金が高い理由のひとつは、建設段階で税金を投入していないことによる。しかし、この点は税が節約できるという意味から、むしろ評価すべきことである。有料道路は、戦後に税財源が不足しているなかで早く道路整備をするために導入した制度である。費用対効果が高く、かつ採算が取れる路線のみ特別に有料道路として、その整備を認めたのである。したがって採算が取れる路線が残っていないのであれば、有料道路は新たに作るべきではない。

整備費用を政府が補助し料金を安くするのは望ましくない。税金がつき込まれる分だけ、一般道路を整備する財源が減る。さらに、有料化することによって料金を徴収するシステムの建設、維持費がかかり、料金抵抗により交通量も減る。これらのデメリットのため、有料道路が本来持っていた「早期に整備できるメリット」は相対的に小さくなる。

ただ、これまでたびたび指摘されているように、受益と負担の一致度を高める観点からも、高速道路を走行する車が払う燃料税は高速道路の建設、維持のために用いられるべきであろう。これは高速道路への補助金とは異なる。現在、11500キロメートルの予定路線、9300キロメートルの整備計画が定められ、そのうち7500キロメートルが供用されているが（2007年度末）、現在の料金水準を前提に試算すると、未供用区間すべてを建設維持できない。そのため一部を新直轄方式に切り替え整備することになっている。しかし、年間3000億円程度と言われている高速道路を走行する車からの特定財源収入を高速道

路会計に入れると、新直轄方式での整備量は減らせるはずである。

「高速道路のこれ以上の建設は次世代へ借金のツケ回しである」との主張がある。耐用年数の長い高速道路のような社会資本については次世代に負担を求めることに何ら問題は無い。問わなければならないのは建設する高速道路が借金に見合った優良な資産か、否かである。この判断には費用便益分析が欠かせない。さらに本書では充分分析できなかったが、世代毎に費用と便益を比較すれば、当該高速道路が次世代への贈り物か、借金のツケ回しかが明確になる。

高速道路の建設時に補助し料金を安く設定することは問題だが、すでに供用している道路の料金の値下げには柔軟に対応すべきである。例えば本州四国連絡橋の収入は、維持管理費も出せないほど低迷している。特定財源を投入し、有利子負債の軽減を図ったところである。これは有料道路事業として採択する際に将来の交通量を過大に見積もったためである。しかし、現段階でも橋が生み出す便益は維持管理費を上回っているはずだから、さらにその便益を増やすべく料金を値下げし交通量を増加させるべきである。ある道路を有料道路として採択すべきかを議論する時に想定する料金と、事後的に道路を有効利用したり需要をマネジメントしたりする時に用いる料金は異なってもかまわない。事後的には、道路が混雑していれば料金を高くすべきだし、空いていれば安くしてもかまわない。

また、大型貨物車が高速道路ではなく、(特に夜間に)一般道路を走行するため沿道の環境問題を発生させているが、この問題の解決のために大型貨物車の料金値下げが有効である。例えば、一般道が空いていれば、高速道路から降りて一般道に迂回するトラックを減らすため、長距離通減割引をさらに充実させる、夜間の一般道走行を減らすため夜間割引を導入する、環境上の問題の大きいルートにおける走行を減らすため、平行する路線間に料金格差を設ける、などが考えられる。3番目の料金政策は環境ロードプライシングと呼ばれているが、すでに首都高

速道路、阪神高速道路で実施されている。

さらに、高速料金を燃料税率と組み合わせて検討することが必要である。すなわち、大型貨物車の燃料である軽油の税率(1リットル当たり32円)をガソリン税並みに上げ、高速料金の値下げの原資とすることが考えられる(後述する対距離課金導入前の短期的施策として)。「産業政策上、トラックを優遇する必要が薄れてきている」「乗用車に比べて環境外部不経済、道路損傷費用など社会的費用が大きい」などから、軽油引取税は他の問題と切り離しても値上げすべきであろう。ただ、燃料税値上げ分だけ大型貨物車の高速料金を安くする必要がある。現在、大型貨物車は一般道を走るとき1キロメートル当たり約10円の燃料税(燃費を3km/リットルと仮定)、高速道路を走るときはさらに1キロメートル当たり30円の料金を加え40円を払っている。大型貨物車に高速道路を使ってもらうためには、この差をできるだけ埋める必要がある。

b) 道路特定財源の一般財源化

道路特定財源に関して、一般財源化の提案がある。その主張は以下のように要約されよう。「道路整備がある程度進み、新設道路の費用対効果は以前より下がっており、道路予算は削減可能なはずである。現在は特定財源なのでやむなく道路に使っている。税率(現在のガソリン税率は1リットル当たり53円(消費税を含めると60円程度))を下げることも考えられるが、自動車利用者は税負担能力があるのだから、減税せず、一般財源化しても世論の理解は得られるだろう。欧州諸国でも燃料税は一般財源化しており、税率(付加価値税含む)もガソリン1リットル英国124円、フランス111円と日本より高い。国と地方の借金の合計が1千兆円を超えており、増税が困難なとき、『負担できる人に負担してもらう』応能原則で、これまでとは違う論理で燃料税を徴収することになってもやむをえない。一般財源化しても、もし特定の地域について道路が必要ということであれば、道路に使うことを妨げるものではない。」

一方、道路整備が不十分であると主張するグループからは「道路特定財源は応益原則にのっとり自動

車利用者に道路整備のために負担してもらっているもの。地方では歩道のない通学路なども数多く残されており、道路整備が充分とはいえない。特に、これまで需要の多いところから整備してきたため高速道路などの整備が遅れている地域があり、公平性の観点からも道路特定財源は残し道路の整備を進めるべきである。道路予算の余剰（オーバーフロー）は公共事業予算のシーリング政策から帰結する、いわば「作られた」余剰なのであり、決して道路の整備が充足されたからではない。さらに、道路整備に使わないなら暫定的に倍に増額されている税率を下げべきである。」との反論がなされてきた。

しかし、以上の議論を「燃料税は応能原則で取るべきか、応益原則で取るべきか」をめぐってのものと捉えるなら簡単に決着がつくとは考えられない。応能論者であったとしても受益が特定しやすいサービスに関して負担を求めることには反対しないであろうし、応益論者であっても社会福祉的なサービスの対価を全面的に受益者に求めるべきとは主張しない、すなわち応能原則による税の徴収の必要性を認め、そのような趣旨での燃料税の徴収の可能性を否定しないであろう。応能原則、応益原則はどちらも課税原則として重要で、状況によって使い分けていくことが必要なのである。

燃料に応能原則でどの程度の税を課すべきか、を論理的に求めるのは困難である。欧州で高額な燃料税が課されても自動車分担率は下がっておらず、燃料消費の価格弾力性は低そうだが、一方で、公共交通手段が確保されていない地方では自家用車の人々の足になっており、燃料税の増税は格差の拡大につながるとの指摘もある。各地域の自動車利用者の税負担力を評価しながら、公平性の観点から望ましい応能燃料税率を求めるのは本書の範囲を超えている。本書で検討するのは、道路交通の費用と効果であり、それらの定量的なデータに基づいて、応益原則でどの程度の税を課すべきか、である。

本書は受益者負担に基づく制度の提案を目指しており、一般的な意味で特定財源制度を支持している。同制度では、公共サービスの需要者に公共サービス

の生産にかかる費用を利用料金、税という形で負担させることにより、費用以上の便益を得る人だけに公共サービスを購入してもらうことができる。需要者は負担を感じなければ、公共サービスを過剰に需要してしまう。逆に公共サービス供給者はある利用料金、税で供給したときの需要動向を見て供給量を調節することが可能になる。受益者負担にのっとった税が市場における「価格」と同じ働きを持つため、通常の財がそうであるように、公共サービスの生産費用（供給曲線）と公共サービスの便益（需要曲線）が一致するところで生産量が決まることになる。

特定財源制度は支持しているが、現在の道路特定財源制度を必ずしも支持しているわけではない。本書の後半で見るように、我々の定義で必ずしも受益と負担の一致度が高いとは言えないからである。また、道路の新設が重要な時代と道路の維持、更新が重要な時代では、負担者、負担額は変わってしかるべきだが、制度の手直しがなされてこなかったことも問題であろう。

c) 国と地方の役割分担

「新設道路の費用対効果は以前より下がっており、道路予算は削減可能である」という論点がある。確かに、道路ネットワークが拡大するにしたがって1キロメートルの新設道路から得られる便益が減ることは避けられない。しかし、現時点で費用に見合った効果を得られない無駄な道路が作られているのであろうか。他の社会資本と比べ費用対効果は低いのであろうか。

国土交通省は2001年度より所管する20弱の公共事業の総合的評価手法の開発に取り組んでいる。どの公共事業も費用便益分析を基本にした評価手法となっている。同方法論では、異なる公共事業のプロジェクトを相互に比較することには注意を要する。したがって、単純に費用便益比の比較をするのは慎重に行わなければならないが、道路事業に費用対効果の低いプロジェクトが多いとはいえない。

より重要な論点は、「道路特定財源の存在が無駄な道路の建設を生んでいるか、否か」であろう。道路特定財源収入は国分、地方分を合わせ6兆円弱であ

り、一般道路事業費（地方単独事業を含む）は年間7兆円となっている。道路特定財源は余っているわけではない。足りないので一般財源が投入されているのである。

誤解が生じやすいのは、国の予算だけに着目し議論していることに起因する。確かに国の道路予算はほとんどが道路特定財源からなっており、これまでも財務省のシーリングなどが予算のしぼりとなった場合、収入が支出を上回る余剰問題を引き起こしてきているのである。「余剰」があるのだから、一般的には使い切れず余っているような誤解を生む。これが「無駄な道路の建設」を連想させることになる。そのような事態を生むのは税に占める国の取り分が大きいからである。例えば53円のガソリン税の内、国分は48円で地方分が5円となっている。国の取り分を地方に移譲すれば、国の道路予算における余剰問題は解消する。地方の道路予算に関しても一般財源からの繰り入れを減らすことができるかもしれない。

なお、国から地方への補助金制度が受益と負担の関係をゆがめ、一部費用対効果の低い形態の道路の建設につながっていることは否定できない。同制度は効果的に事業を地方に実施させるためのものであるが、地方の計画策定能力も高まっており、メリットより過剰な整備（歩行者がほとんどいない地域での広幅員の歩道の設置など）を招くデメリットが目立つようになってきている。補助金により地方は負担少なく整備できるので、できるだけ国からの補助を受け一律の基準で必要量以上に建設することになる。しかし国全体で見れば費用（国の補助+地方の負担）が道路利用者の受益を上回ってしまう可能性もある。道路整備が受益者負担原則にのっとった制度であることを自負する以上、地域ごとに見た場合でも原則として受益と負担を一致させていくべきである。

アメリカでは連邦道路税（燃料税など）に関しては、各州での税収の92%相当分の配分が保証されている。さらに、補助金の使途の転用も比較的 자유である。効率的な道路の維持、更新を図っていくため

には、わが国でも税収の各地域への配分保証制度の導入は検討に値すると思われる。さらに、補助金もできるだけ取りまとめ一括交付金として配分していくことが、費用対効果の高い道路整備の実現に有効である。

d) 燃料税から対距離課金へ

今後の道路整備にあつて受益と負担の一致度を高める必要があることを指摘してきた。道路特定財源の中では車の購入、保有に課す税（自動車税など）より、車の利用に課す税（ガソリン税など）が道路利用という受益に直結する負担であり、資源配分上望ましいといわれてきた。ただし、燃料への課税が必ずしも完璧とはいえない。ひとつの問題は燃料を購入した地域と、走行する地域が異なることによる。国、州によって燃料税の税率が大きく異なる欧州、アメリカでは、この問題は深刻である。燃料の安い国への給油目的の交通行動を誘発している。

将来的には燃料税、有料道路料金を廃止し、すべての道路で時間帯ごとにきめ細かく対距離課金を徴収することが考えられる。道路利用者の総負担が増えるわけではない。払うべき道路利用者に払ってもらうのである。というのも、走行台キロメートル当たり道路建設、維持費用は地域によって異なるし、混雑、大気汚染、騒音、交通事故などの社会的費用は時間帯によっても異なる。幸い、日本を始め世界各地で短距離専用通信やGPSを用いた課金システムが本格的に導入され始め、その標準化も進みつつある。ロンドンやストックホルムなどの大都市でもロード・プライシングが導入されている。情報通信技術の発展は明らかに「受益者負担原則の徹底」に有利に働いている。

燃料税は地域によって税率を変えるのは難しい。給油目的の交通を防ぐため、出来るだけ広い範囲で同水準とせざるをえない。燃料税が同じなら、どの地域の道路利用者も同一の負担になるので、道路管理者としては同一サービス水準を保証することになる。卵と鶏の関係ではあるが、それが全国一律の道路網密度論、高速道路ミニマムアクセス時間などの道路計画論に結びついていくことになる。同一燃料

税による道路特定財源制度は、全国にナショナルミニマムとしての道路網を建設する段階ではうまく機能してきたといえる。ある年度に受益に比べ負担の少ない地域、負担の多い地域があったとしても、ナショナルミニマムを達成する過程で一時的に生じる現象と捉えられてきた。

しかし、道路網が完成した段階ではどの地域においても更新が重要になる。各地域での更新投資はこれまでの新設投資より平準化されるはずである。なお、道路も更新が必要な施設であることを確認しておきたい。鉄製の道路橋に有限の耐用年数があるように（100年程度）、盛り土構造の道路も数十年に一度は大規模な路盤の打ち換えが必要な施設である。後述するが、平均的には40年から50年に1度更新費（新設費から用地費を除いた金額）がかかる施設と仮定してかまわないであろう。

なお、地域の人口、交通需要が大きく増減した地域においては、更新にあわせ容量の拡大、縮減などの微調整が行われることが望ましい。交通需要が大きくなっている地域、すなわち人々の交通への支払い意思が大きく追加的な道路供給費用を上回る地域などでは、道路を更新するだけでなくボトルネック箇所を拡幅するなどにより道路網を充実する必要がある。逆に交通需要の少なくなった地域では一部の道路の更新を断念して、道路網を縮減することが考えられる。このためには、地域ごとに負担を変えられる仕組みが必要である。燃料税では対応が難しい。情報通信システムを利用した対距離課金に期待するゆえんである。

1.3 対距離課金の2つの目的：「交通需要管理」と「需要に見合った道路整備」^{4) 5) 6) 7) 8) 9)}

ここで述べる対距離課金とは、走行距離に応じて課す道路料金のうち、ある特定の時間帯にある特定の道路を利用したときに、その走行に伴い生じる社会的費用（環境費用を含む）に応じて単位距離料金を変動させる課金の仕組みをさす。日本の高速道路

もかねてより対距離課金制を導入しているが、基本的に全国均一の単位距離料金を採用している。ただ、ETCの普及とともに、環境負荷の少ないルート、通勤時間帯に混雑する一般道路の代替ルートの料金割引などの施策を導入し始めている。本書の対距離課金もそのように場所、時間帯で変動させる課金を対象としている。社会的費用を反映しにくい燃料税に代わる新しい財源調達の仕組みとして期待できるのである。

対距離課金の目的のひとつは、混雑緩和、環境改善、交通ルートの誘導、あるいは、他のモードへのシフトなどの「交通需要管理」である。交通需要管理は与えられた道路容量（車線数など）のもとで、環境負荷を減らし効率的にその容量を使うことを目指す施策である。典型的にはロンドンで混雑緩和のために導入されたロードプライシングがある。現在のところ、1日の走行距離に関係しない均一料金であり、対距離課金としては不完全だが、混雑時に課金することにより、交通をオフピークないし他の交通手段へ移すことが期待できる。

さらに、対距離課金により道路整備財源の調達が可能となる。特定財源制度、有料道路制度がそうであったように、財源調達も重要な目的である。アメリカでは車の燃費が向上したため州の燃料税収入が減っており、燃料税に代わる新しい財源調達の方法として着目されている（燃費の良い車を買うインセンティブが減るデメリットはあるが）。欧州では大型トラックに対する対距離課金収入で鉄道を整備し、貨物輸送モードの転換を促そうとしている。本書で考える対距離課金の第2の目的は「受益と負担を一致させることによって財源を確保し、交通需要に適合した過不足のない道路容量を実現する」ことである。道路整備目標ありきで必要な財源を調達するのではなく、道路利用者の支払い意思に応じて道路を整備する計画論が求められており、社会資本の更新時代に重要になると考えている。

以降、対距離課金によって期待できる「短期的な交通需要管理」「長期的な需要に対応した道路整備水準の実現」を検討する。

a) 道路費用、道路費用関数

道路利用者に課す対距離課金はインフラ費用、環境費用などからなる道路費用に基づいて決めることになる。したがって、道路費用を定義し、道路費用関数を推定する必要がある。

道路費用とは道路の建設、維持管理、道路の利用に伴って生じる費用で、大気汚染など環境外部費用を含む経済的費用である。道路費用の費用項目を考える際、まず固定費用、可変費用を区別することが必要である。固定費用は道路整備に際してかかる建設費用など、交通量に関係しない費用である。可変費用というのは道路供用後に交通量の多寡に関連してかかってくる費用である。供用後の費用でも、照明などのように交通量に関係しないものもある。なお、固定費用と可変費用の和である総費用を交通量で除した値が平均費用で、可変費用を交通量で微分した値が限界費用、すなわちその時点で交通量が一単位増えることによって追加的に生じる費用である。

他に、費用の発生する主体、すなわち表 1-1 に示す「道路利用者」「道路管理者」「その他主体」の 3 主体に着目した分類がある。道路利用者が費用を負担して、道路管理者が道路サービスを供給するため、この二者で擬似的な市場が形成されているわけだが、その市場取引で考慮されない大気汚染などの影響がその他主体に及ぶ。道路利用者、道路管理者に生じる費用を内部費用、その他主体に生じる費用を外部費用と呼ぶ。なお、道路混雑は道路利用者に及ぶ影響であり、他の外部費用と性格が異なるが、

道路利用者が意思決定の際に他者への影響を考慮しない、すなわち道路を利用するか、否かを決める際に、自分以外の道路利用者の走行時間が増加するという影響を考慮しないことから、外部費用に分類している。

表中、C と D は道路利用者が自動車の購入、保有、利用に際して負担している税、料金である。道路利用者は自ら車両費、時間費用などを負担するほか、自動車取得税、燃料税、有料道路料金などの道路課金を負担している。それらは道路利用者に生じる費用だが、道路課金として道路管理者へ移転し道路の整備、維持管理、更新に充当される。道路管理者はそれらの課金水準、課金方法を工夫することによって、より望ましい道路整備を行うことが期待されている。

さらに、短期的な費用、長期的な費用を区別することが必要である。短期的とは現在の道路インフラ水準を与件のものとして考えた場合の道路費用である。表 1-2 で固定費用と可変費用を区別したが、これは短期的な捉え方である。道路インフラ水準を変更できる長期ではすべての費用が可変費用になる。現在のインフラ水準を前提に最適化を図るときには交通量に関連する費用を最小化する必要がある、インフラ水準を最適化する場合はすべての道路費用を考慮する必要がある。

下式は道路費用関数の例である。この式は道路費用が道路容量（車線数、あるいは幅員）と交通量の関数であることを示している。第一項は道路インフラ費用だが、ここでは Q という道路容量のときに、

表 1-1 道路費用

		固定費用	可変費用(交通量に関連)
内部費用	道路利用者(なお、C、Dは道路管理者へ移転する道路課金)	A: 車両費、車両維持費 C: 車両取得税、保有税、自動車重量税	B: 時間費用、走行費用 D: ガソリン税、有料道路料金、混雑税、対距離課金
	道路管理者	E: 建設費、維持費(照明等)	F: 維持費(舗装、ペイント等)
外部費用	その他主体	G: 景観向上、破壊、リダンダンシー確保	H: 混雑、大気汚染、騒音、交通事故

表 1-2 道路サービスの規模の経済性（仮説）

	都市間道路	都市内道路
建設段階	規模の経済 $\lambda K(Q) > K(\lambda Q)$	規模の不経済 $\lambda K(Q) < K(\lambda Q)$
利用段階	規模の経済 $t(q, Q) > t(\lambda q, \lambda Q)$	規模の不経済 $t(q, Q) = t(\lambda q, \lambda Q)$

建設費用が $K(Q)$ とすれば、近似的には維持管理費用を含んだ道路インフラ費用も推定できる（建設コストの定数倍： $a > 1$ ）と仮定している。第二項は、時間費用である。 $t(q, Q)$ は、 Q という容量の道路を時間あたり q の車が通ったときにかかる走行時間で、その値に時間価値 h 、交通量 q を掛けて時間費用を求めることができる。

$$C(q, Q) = aK(Q) + qht(q, Q)$$

q : 交通量

Q : 道路容量

$K(Q)$: 道路容量 Q の建設コスト

$aK(Q)$: 道路インフラ費用（調却費、維持管理費含む）

h : 時間価値

$t(q, Q)$: 走行時間関数

なお、ここで時間価値とは道路利用者の旅行時間の機会費用（旅行時間が1分短縮できたときの道路利用者の支払意志額）である。したがって、道路利用者の所得、旅行目的（業務中、レジャーなど）によって異なると考えるべきである。しかし、データの制約もあり異なる時間価値を導入するのは難しい。日本の多くの費用便益分析マニュアルでも、労働時間価値（賃金を労働時間で割った値）で代表させている。

道路建設、道路サービスの規模の経済性について検討されてきている。例えば都市間道路を建設する際に規模の経済は存在するのであろうか（表 1-2）。仮に、 $\lambda K(Q) > K(\lambda Q)$ という関係が成り立てば、すなわち2車線の道路(Q)を2本(λ)つくったときの建設費用が、4車線の道路(λQ)をつくった建設費用よりも高いことになるので、4車線の道路を作った

ほうが経済的、すなわち規模の経済が建設段階にあることになる。2車線の道路に時間あたり1,000台(q)通っているときの走行時間は、4車線の道路を2,000台通っているときの走行時間より大きいかもしれない($t(q, Q) > t(\lambda q, \lambda Q)$)。それは利用段階で規模の経済があることを示している。都市間道路はある車線数までは、建設段階も利用段階も規模の経済がある可能性が高い。

都市内道路の場合は、新設に際し市街化の進んだ土地を買収しなければいけない。都市内では土地は希少な資源といってよく、道路用地をより大きく確保しようとするると他の用途と競合が生じ買収価格が上昇する。交通量の増加に伴って環境問題も悪化するかもしれない。したがって建設段階では規模の不経済が存在する可能性が高い($\lambda K(Q) < K(\lambda Q)$)。また、利用段階でも、都市内道路の旅行時間には交差点の容量も影響するため、必ずしも車線数の増加に伴い車線あたりの捌け交通量が増える規模の経済性は認められないかもしれない。ちなみに、規模に関し収穫一定ならば、建設費用は容量に比例し($K(Q) = \alpha Q$)、旅行時間は交通量と交通容量の比によって決まることになる($t = t(q/Q)$)。

都市間道路に関して、2車線道路と4車線道路の費用関数を例示する（図 1-1）。平均費用は前述したように固定費用と可変費用の和を交通量（道路利用者数）で割った値だが、固定費用のうち初期建設費用を交通量で割った値は、交通量が増えるにしたがって減っていく。しかし、交通量が増えるに従い混雑が生じるので、その影響で平均費用が上がる。すなわち下に凸の形状となる。

限界費用は、その時点で交通量が一単位増えることによって社会全体でかかる費用だが、同費用曲線は平均費用曲線の一番低い点で交差することがわかっている。規模の経済性を仮定しているので、2車線と4車線は同じような形状はしているが、4車線の方が右下のほうにシフトしている。

長期平均費用曲線は短期の平均費用曲線の底をつけないで包絡線である。図 1-1 では2車線、4車線と容量が増せば、長期平均費用が下がることが示され

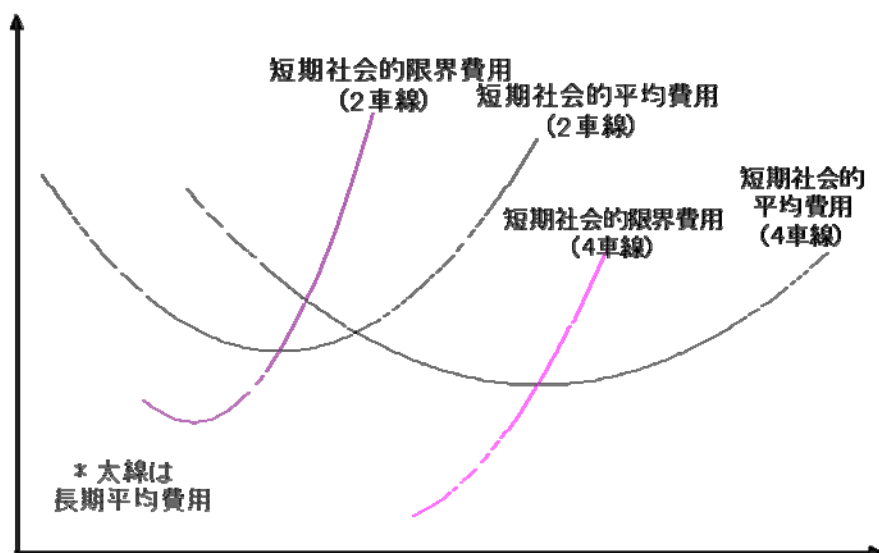


図1-1 短期と長期の道路費用

表1-3 課金理論の位置づけ

管理者最適	インフラ水準と条件		インフラ水準最適化(長期費用曲線)
	効率重視(デマンド・マネジメント)	財源確保重視	効率重視(ストック・マネジメント)
	短期限界費用説 e.g.道路損傷課金	短期平均費用説 e.g.ラムゼイプライシング	
社会最適	短期社会的限界費用説 e.g.混雑課金	短期社会的平均費用説 e.g.インターモーダル財源プール	長期社会的限界費用説 e.g.モーリング課金

ている。なお、車線数が非連続なため、長期平均費用曲線はなめらかにつながらないことに注意が必要である。

Quinet(1997)は既存研究をレビューし「片側4車線までは規模の経済性が存在するが、それ以上では一定、ないし規模の不経済が存在するかもしれない」と、金本は「顕著な規模の経済や不経済は存在しない」と結論づけている(金本良嗣(2000))。これらのことから後半の実証分析においては規模に関し収穫一定を基本に(ベースケースとして)分析することとしたい。

b) 課金目的と課金理論

課金を政策手段として用いようとするとき、前提として現在のインフラ水準の善し悪しは問わず、そ

の値を与件とする場合と、課金額を調整することによってインフラ水準の最適化を図ろうとする場合を区別することが必要である(表 1-3)。これらは経済学での短期、長期の意思決定問題に対応しており、前者では短期費用曲線、後者では長期費用曲線を用いた最適化問題となる。

インフラ水準を与件とする課金理論から見ていく。道路課金水準に関しては、伝統的には道路サービスの生産に要した総費用、すなわち道路管理者の費用である固定費用(表1-1のE)と可変費用(同F)を税で調達する事が目指されてきた。総費用は平均費用に交通量を乗じたものなので、平均費用による価格形成と呼ぶこととする。しかし、理論的には限界費用、しかも外部費用を含んだ社会的限界費用による価格

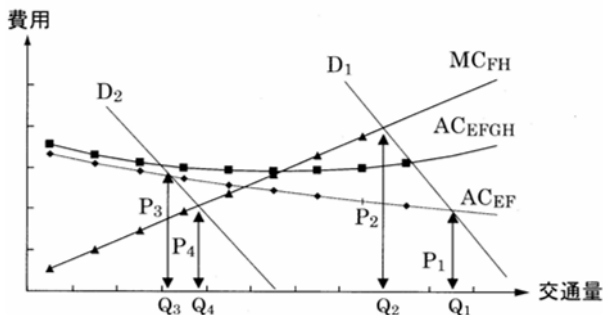


図1-2 平均費用価格形成と限界費用価格形成

形成が短期的な最適化、すなわち道路容量一定のもとでの最適道路利用を実現することが分かっている。なお、断らない限り、ここでの費用曲線は短期の費用曲線である。

平均費用価格形成、限界費用価格形成を図1-2を用いて説明する。まず、各曲線の形状についてだが、前述したように建設費を含めた道路管理者の平均費用曲線(AC_{EF})は逓減していく。外部費用を含めた平均費用曲線(AC_{EFGH})は、交通量が道路の容量を超えると速度が低下し混雑費用がかさむため、下に凸の形状を取る。過去の外部費用計測研究から、限界費用曲線(MC_{FH})も混雑費用が主たる要素となっている(Quinet and Vickerman(2004))。もし当該道路の需要が D_1 なら平均費用価格形成では料金は P_1 、その時の交通量は Q_1 、限界費用価格形成では P_2, Q_2 となる。少ない需要 D_2 なら平均費用価格形成、限界費用価格形成の料金は P_3, P_4 となる。

平均費用価格形成では道路管理者の収支は均衡するが、混雑や環境問題には対応できない。また、需要の少ない地域では道路料金が高くなってしまふ。一方、限界費用価格形成は混雑や環境問題に起因する外部不経済を内部化させ、交通量を適正な水準に削減することができるが、混雑が生じていなければ平均費用を下回る料金しか徴収できないため資金不足に陥ってしまう。維持管理、後進の費用が捻出できないのである。道路財源不足を一般財源で補う必要が生じる。

限界費用価格形成と平均費用価格形成の利点を併せ持つひとつの方法としてラムゼイ価格形成が提案される。そこでは利用者別に計測した限界費用をそ

れぞれに利用者負担させたいと、固定費用を必要の料金弾力性に逆比例させ分担させる方式である。料金に敏感な道路利用者(乗用車とトラックの比較では乗用車)の負担を軽くすることによって、利用者を大きく減らすことなく、利用者の構成比率を維持することができる。ただ、代替的な交通手段を持たない利用者の料金が高くなるので現実の適用は容易ではない(山内・竹内(2002))。このように利用者別にどのように料金を課すかも料金政策の一部となる。

表1-3により、課金理論の変遷をまとめておく。これまで道路管理者は大まかにいえば幹線道路に関しては平均費用価格形成により収支の均衡を図ってきたと考えられる。混雑していない幹線道路を含め幹線道路ネットワーク全体の総費用を道路利用者の負担でまかなってきた(短期平均費用説)。

相対的に道路新設より維持管理が重要となっている米国などでは、道路損傷の原因となっている大型トラックに多くの負担を求める課金が導入されている。そこでは大型トラックの走行による追加的な道路損傷が推計され、望ましい課金額が示された。大型トラックは限界インフラ損傷費用を十分に負担していなかったのである(短期限界費用説)。

近年になり、道路交通に伴う環境問題を解決するため、よりきめ細かい交通需要管理、すなわち混雑、環境問題が生じている道路の料金は高く、交通量が少ない道路の料金は安くする社会的限界費用に応じて課金額を決める政策の実施が求められている(短期社会的限界費用説)。

大型トラックが環境問題、混雑問題の原因となっている道路延長が長ければ、十分な財源が確保できるが、地域全体ではそのような道路の比率は高くない。したがって、社会的平均費用課金の方が社会的限界費用課金より、多くの財源を調達できる可能性が高い。さて、欧州では大型トラックへの課金によって捻出した財源で越境鉄道を整備するインターモーダル財源プール制が提案され(European Commission (2001))、アルプス地方ではトラック課金の上乗せが認められている。その際、課金水準は越境鉄道を含めた交通インフラ全体を整備し維持管

理できる額に設定されているかのごとくである。財源調達のため、道路管理者が道路の維持管理、更新に必要な額、すなわち平均費用を上回る負担を求めることから、この考え方を短期社会的平均費用説と名付けておくこととする。なお、欧州ではかねてより環境問題解決の切り札としてインターモーダル輸送(複数の輸送手段をコンテナなどを用いてシームレスにつないだ貨物輸送方法)を推進する施策が展開されている(根本(2003))。

長期費用曲線を用いてインフラ水準を最適化する課金理論は開発途上で整理できていない。需要曲線と長期社会的限界費用曲線の交点でインフラ水準を決めるのが望ましいわけだが、長期社会的限界費用曲線の同定が難しいこともあり、現実の課金政策への示唆はわかりにくい。その中で、道路サービスに規模の経済性がなく収穫一定の場合(長期社会的平均費用曲線が水平な場合)、最適インフラ水準が達成されている点では短期社会的限界費用が長期社会的限界費用(かつその値は長期社会的平均費用)に等しいことが示された(Mohring(1976))。したがって、条件付きではあるが、長期的にインフラ水準を最適化する課金方式が工夫できそうである。

以下では、対距離課金により「インフラ水準与件、効率重視、社会最適」をめざす短期社会的限界費用税課金理論、および「インフラ水準最適化、効率重視、社会最適」をめざす長期社会的限界費用税課金理論を解説する。

c) 対距離課金による交通需要管理

近年になり、「高い通行料金により高速道路が有効に活用されていない」、同時に「一般道路では渋滞が発生し道路環境が悪化している」との指摘を受け、多様で弾力的な料金施策の導入が提案され、高速道路の通行料金割引社会実験が行われるようになっている(根本(2006a))。理論的にはどのようにとらえておけばよいであろうか。

現在のインフラ水準を所与とした総交通費用最小化を図る観点からは、高速道路、一般道路とも「短期限界費用」で価格を決めることが推奨される。したがって高速道路が空いていれば、その価格は交通

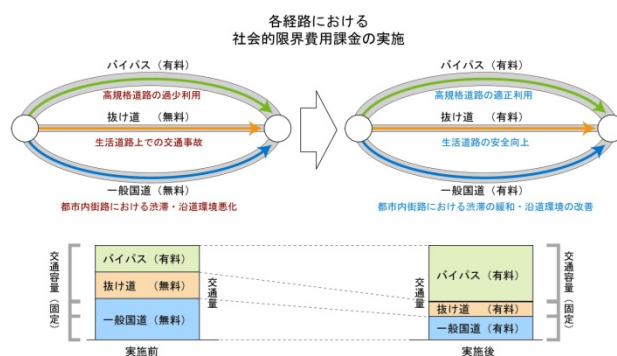
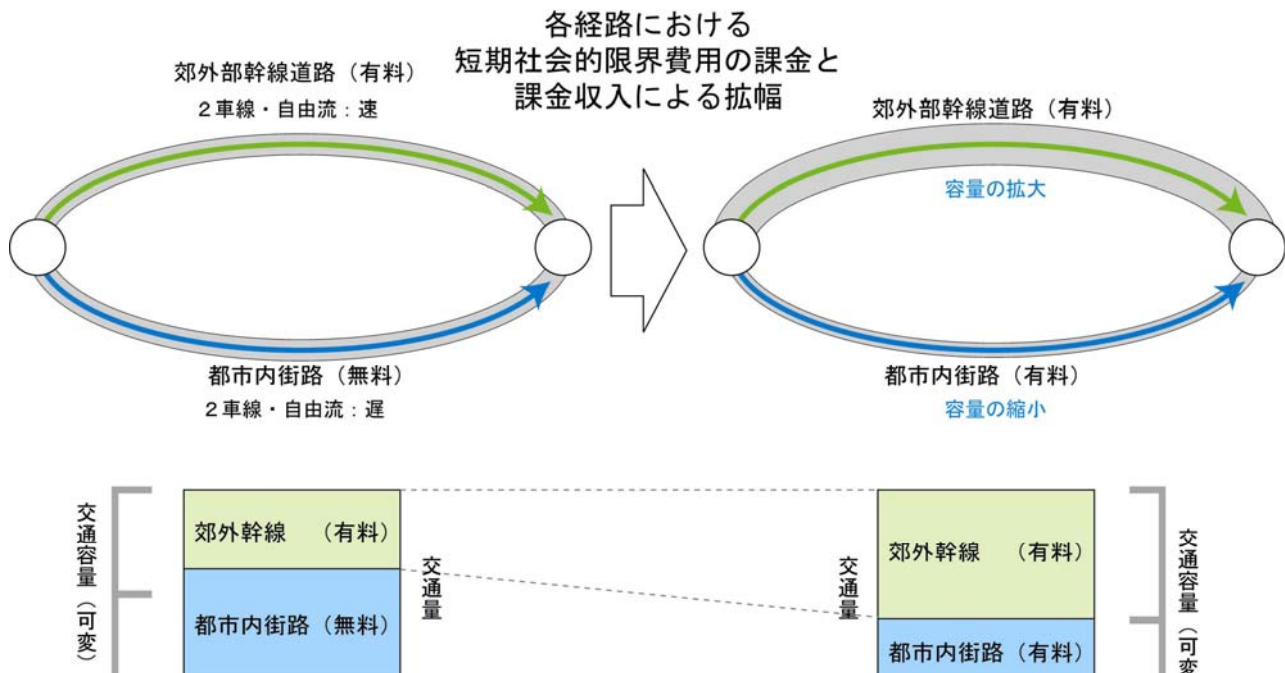


図 1-3 対距離課金による交通需要管理

量が一単位増加する場合の維持管理費用の増加分のみとなる。価格に混雑費用が含まれていないため、初期投資費用を回収すべく設定されている現行料金よりは安くなる。一般道路が混雑していれば、限界費用の一部を構成する混雑費用を道路インフラに関連した限界費用に上乗せすることが必要となる。さらに、地区内に抜け道があり、混雑時に通過交通のため交通事故の危険が増すとすれば、抜け道の価格には交通事故費用を上乗せすることが必要になる。2つの都市の間にバイパス、一般国道、抜け道があったとする(図 1-3)。対距離課金実施前において、バイパスは料金を徴収する有料道路であり、それ以外の一般国道、抜け道は料金を支払う必要がない無料道路である。もちろん、それら道路でもガソリン税の形で料金を支払ってきている。本書の考える対距離課金制度では、既存の税、料金のすべてをいったん廃止した上で、時間別、道路別に走行距離に応じて料金を課すことが想定されている。外部不経済を含め限界費用で価格を決めることができれば道路別の交通量は最適化される。バイパスの交通量は増加し、一般国道、抜け道の交通量は減少すると思われる。

といっても、短期的に一般道路の価格を上げることは制度的、技術的に困難である。そこで、高速道路側の価格を安くする通行料金割引社会実験が試みられるようになったわけである。相対価格に差をつける高速道路通行料金の割引は、一般道路への混雑課金の導入と同様の効果を持つと考えられる。なお、高速道路走行時に支払っている燃料税相当分は料金



の割引に充当して当然だが、それ以上の補填が必要な場合は一般道路の整備に回っている特定財源を用いて料金値下げをすることが考えられる。建設費を償還すべく設定された料金と交通需要管理の観点から決められる最適な料金が大きく乖離し、多額の補填が必要になったとすれば、当該道路は有料道路として整備するのが適切ではなかった可能性が高い。

短期的に抜け道の価格を高くすることも難しい。しかし、一方通行規制、ハンプの設置などにより、同じような効果が期待できる。それは抜け道走行の一般化費用（時間費用、走行費用、燃料税、走りにくさなど道路利用者の支出する費用の合計）を高くすることに他ならない。

d) 対距離課金による道路インフラ最適水準の達成

過去、幹線道路の整備水準は、予測される交通量の適切な処理を目的として工学的な観点から定められてきた。都市間幹線道路に関しては国土係数理論を用いて人口、面積で国道の網密度を求めており（今井・井上・山根(1971)）、都市内幹線道路に関しては土地利用、交通発生密度から主要幹線道路の網密度、必要車線数が求められている（建設局都市局監修(1992)）。それら長期的な道路の整備目標は短期間で見直す必要はなかったため、同整備目標を前提として、全国で必要な総整備費用（各道路利用者には平均

費用）を推計し、燃料税などの特定財源で資金調達してきた。

しかし、我が国における道路を取り巻く環境は大きく変化しつつある。今後の人口減少時代においては、道路の需要と供給に関する経済的側面を分析する必要性が、これまでも増して高まる。財政的に苦しい人口減少地域では加速度的に経済活動が縮減し、それによって交通需要も縮減する可能性が高い。各地域の最適な道路容量及び維持管理費用、更新費用をまかなう道路利用者の負担水準は、道路供給費用と交通需要に基づき同時決定することが望ましい。道路は更新が必要な社会基盤施設である。耐用年数を迎えた道路を更新しなければ、埋没費用に配慮することなく、道路容量を調整することが可能である。

この問題について、Mohring は、道路費用が規模に関して収穫一定の時、すなわち長期平均費用曲線が水平ならば、短期限界費用に等しい混雑料金を課し、その混雑料金収入を道路投資に充当することで、道路整備の最適水準が達成されることを証明している（Mohring(1976)）。また、Verhoef らによって、特定の箇所の限界的な容量拡大が許容されるのは、そこからの混雑税収入が容量増大を賄える時であることが示唆されている（CE Delft(2002), Verhoef, Koh and Shepherd(2008)）。この考え方を計画論の中で解

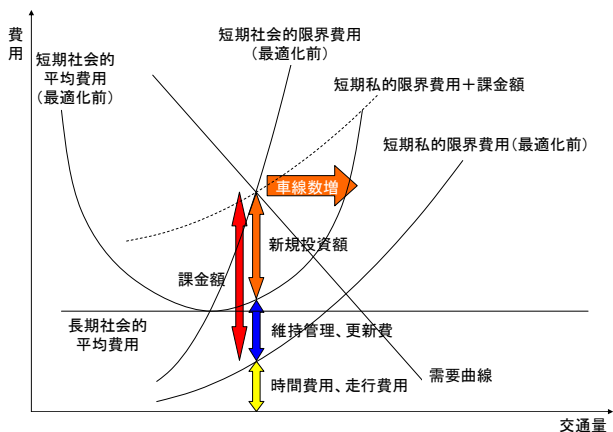


図 1-5 最適化後（容量拡大後）の道路費用

積し直すと、混雑するときは混雑課金で余剰資金を生み出して道路の建設を進め、非混雑路線では短期平均費用を賄えない分だけ更新を断念し道路容量の縮減を図る道路整備シナリオが考えられるのである。

具体的には、短期の限界費用価格形成に基づく継続的な道路課金によって、需要に対応した、長期的な道路容量の最適化を図る枠組みの提案を行う。たとえば、2つの都市の間に有料の郊外部幹線道路、無料の都市内街路があったとする(図 1-4)。両道路とも同一容量(例えば4車線)だが、都市内街路は自由流(交通量の少ない場合)の走行速度が遅いと仮定されている。そのうえで、両道路に対距離課金制度を導入すれば、料金が導入された都市内街路では交通が減り、郊外部幹線道路では交通が増え混雑が生じる。しかし、混雑税収入を投資することによって郊外部幹線道路の容量が次第に拡大していくのである。その結果、郊外部幹線道路の受け持つ交通量は増加し、都市内街路の交通量は減少すると思われる。

受益者負担の考え方に基づくこの道路計画論では、一般的な混雑税の議論と同様、短期社会的限界費用と需要曲線が交わる交通量における社会的限界費用と私的限界費用の差額を道路利用者に対する最適な課金額とする。このうち、社会的平均費用と私的限界費用の差額が現在の道路容量の維持更新に必要な税額である。社会的限界費用が社会的平均費用より上方に位置している場合、道路管理者は現在の道路容量水準の維持に必要な額より多い税収を得る。これを新規投資(車線数増、網密度増)に充当すること

で、時期の道路利用者が直面する道路容量は増加する。この反復によって、社会的限界費用が社会的平均費用と需要曲線と同時に交わる、長期的に最適な道路容量と交通量が実現される。

なお、ここで需要に対して過小な(過大な)容量を一括して建設し(廃棄し)、最適道路容量を達成することも考えられる。この場合、混雑状態(低利用状態)が短期間で解消されるため、建設費(維持管理費)の機会費用以上の便益を得られる可能性もある。しかしながら、混雑費用を徴収する期間がなくなるため、借入金返済を一般財源でまかなわなければならない。あるいは、従来の有料道路制度のように、将来の課金収入で返済していくことも考えられるが、価格というシグナルを通じて需要を管理する社会的限界費用課金の効果は失われる。また、将来の需要が不確実な場合は過剰に建設(廃棄)するリスクが生じる。

1.4 まとめ

ここまでで、道路整備財源制度である道路特定財源制度、有料道路制度を受益者負担の立場から検討し、それらの制度が見直しを迫られていることを明らかにした。その中で、将来的には燃料税、有料道路料金を廃止し、すべての道路で時間帯ごとにきめ細かく対距離課金を徴収することが、短期的な意味で交通需要マネジメントに資すること、すなわちそれぞれの道路容量に合わせ最適な交通量配分を実現できること、さらに長期的な意味で道路容量マネジメント、すなわちそれぞれの交通需要に合わせ最適な道路容量を実現できることを示唆した。

第2章 欧米における対距離課金の実際

2.1 欧州における固定料金から対距離課金への流れ^{10) 11) 12) 13) 14)}

a) 有料高速道路制度の導入国

フランス、イタリア、スペイン、ポルトガル等の南欧の各国では、日本と同様の有料高速道路制度及び電子料金收受システム（ETCに類似）が普及している。現在、これらの国では、高速道路会社が国との契約（コンセッション）により建設・運営を行うことが一般的となっている。高速道路会社が初期投資に準備する金額は契約で決定され、必要に応じて事業費の一部として公的資金が投入されることもあり得る。また、高速道路会社ごと、すなわち区間毎に料金体系が異なっている点は日本の高速自動車国道制度よりもむしろ一般有料道路制度と類似している。これらの国では高速道路利用者から料金を徴収して建設費用を償還するという原則は一致しているが、いくつかのバリエーションが存在する。

例えば、フランスは、各高速道路会社が周辺自治体の協力を得て、様々な割引制度を実施している。また、中央山間部の経済後進地域等では、有料道路方式ではなく、無料高速道路を国の直轄で建設・運営することとしている。また、イタリアも平野部と山岳部（20%増）で料金が異なる料金を設定して道路建設の平均費用を反映させているほか、フランス同様、ローマ環状道路、南部の経済後進地域等において無料高速道路を国の直轄で建設・運営している。スペインは、有料道路制度を導入しているものの、無料の高速道路も広範に存在している。これは、政策的・戦略的に無料・有料区間を決定している訳ではなく、無料の高速道路を主張する政権下で作られた高速道路は無料区間、有料高速道を標榜する政権下で作られた高速道路は有料区間というように、過去の政権交代という政局が反映された結果となっている。

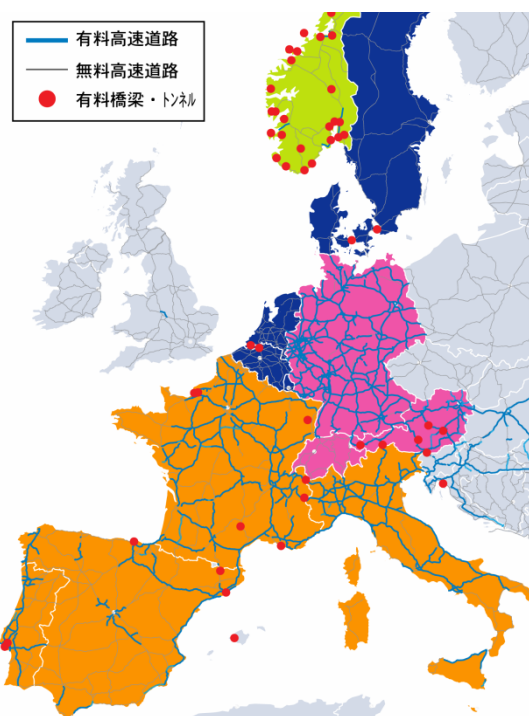


図2-1 有料道路制度導入国（オレンジ）と固定料金制度の導入国（青）

b) 固定料金の高速道路制度の導入国

南欧の国々が走行距離に応じた料金制度を実施してきた一方、北欧諸国では、固定料金による料金制度が普及してきた。具体的には、高速道路の利用者はユーロビニエツト（ビニエツトは証紙の意味）と呼ばれるステッカーを事前に購入し、フロントガラスに貼付することで高速道路の走行が可能となる。ユーロビニエツト制度は、指令 93/89/EEC の下、1995年より開始した。導入国は、デンマーク、ベネルクス3国、スウェーデン（1997年より）で、対象は12t以上の大型商用車である。利用者は、時間（日、週、月、年）単位で証紙を購入する。1日利用の場合、8ユーロ（約1,300円）、年間利用の場合最高1,550ユーロ（25万円）程度である。同指令の中で、料金水準はインフラの建設、運営と関連させた水準とする旨が規定されているものの、料金は固定のため、利用すればするほど利用者にとっては得をする仕組みとなっており、指令の意図とは矛盾が生じている。

この矛盾は当然のことながら欧州委員会及び加盟各国の間でも認識されており、固定料金から対距離課金への移行が検討、導入され始めている。例えば、

ドイツは当初ユーロピニェット導入国であったが、2003年に同制度を廃止し、2005年からGPSを利用した大型車対距離課金制度へと移行した。スイスはEUに加盟していないものの、やはり同様に2001年に大型車対距離課金制度を導入している。現ユーロピニェット導入国であるスウェーデン、オランダでも対距離課金の導入が検討されており、欧州では固定料金制度から対距離課金制度への移行期にあるといえる。

c) 大型車対距離課金制度

欧州では、1993年に大型車の道路インフラ（高速道路及びそれに準じる道路のみ）利用に対する課金のための法制度が整備され、1999年にはその改訂版に当たる「特定インフラを通行する大型車への課金に関する指令（指令 1999/62/EC）」が公布され、大型車課金の根拠が強化された。

さらに2006年、課金対象道路・車両の拡大、課金限度額の引き上げ、インフラ費用のみでなく外部費用の内部化を意図した料金設定の許可という方向で強化された同指令の改正（指令 2006/38/EC）が公布された。改正の主なポイントとしては、①課金対象車両の拡大（最大積載許可重量12t以上から同3.5t以上へ）、②課金可能な道路の拡大（高速道路のみからネットワーク全体へ）、③課金限度額の引き上げ、④料金水準算出の根拠である「建設コスト」の定義の明確化、⑤外部コスト内部化のための計算原則の検討指示（2008年6月まで）、⑥コンセッション契約との調整、の6点である。

以上のような法的根拠の整備を受け、欧州の一部の国では大型車対距離課金制度の導入がすでに開始している。最初に導入を開始したのは、スイス、オーストリア、ドイツといったヨーロッパの中央部に位置し、これまで無料もしくは固定料金で大型車が高速道路を利用可能だった国々である。欧州の市場統合の進展に伴い、加盟国の国境を跨ぐ貨物車交通が増大したに加え、これらの交通がフランスやイタリア等の有料道路を避けて無料道路に集中することが懸念され、これらの国において大型車の対距離課金制度が開始された。

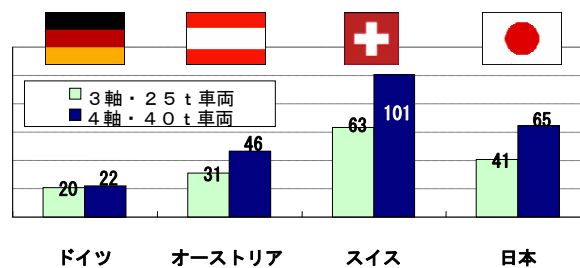


図 2-2 大型車課金水準の国際比較（単位：円/km）

表 2-1 大型車対距離課金制度の比較

	ドイツ	オーストリア	スイス
開始時期	2005. 1. 1	2004. 1. 1	2001. 1. 1
課金道路	高速道路	高速道路	全道路網
対象車両	12 t 以上	3.5 t 以上	3.5 t 以上
料金算定基準	・ 距離 ・ 軸数 ・ 排出性能	・ 距離 ・ 軸数	・ 距離 ・ 重量 ・ 排出性能
課金技術	GPS	DSRC	タコグラフ + DSRC + (GPS)

課金対象となる道路種、車種、課金額決定の指標、課金技術、課金水準はそれぞれの国で若干異なっている（図 2-2、表 2-1）。また、課金水準算定については、ドイツ、オーストリアでは欧州委員会の従来の指令にも配慮し、課金額には社会的費用の徴収の目的は含まれていない。一方スイスは、課金額設定に際し環境費用の一部を内部化している点で異なる。

d) イギリス・オランダ・スウェーデンにおける全国的な対距離課金の検討

大型車は道路に与える損傷の影響が大きいことから乗用車に先駆けて対距離課金制度が検討、導入されてきたものと考えられる。スイスのように、観光面での影響を考慮して、対距離課金制度を乗用車に拡大しないことを明言している国もあるが、今後、インフラ損傷以外の外部費用も考慮して課金する場合、外部費用を発生させているのは当然、大型車のみではないため、乗用車を含めた全国規模の対距離課金（全国課金）の課金が検討され始めているのは自然な流れであるといえる。全国課金を検討している国の例としては、イギリス、オランダ、スウェー

デンを挙げることができる。

イギリスでは、まず、ドイツ、スイス、オーストリアと同様の大型車対距離課金（LRUC: Lorry Road User Charge）の実施が検討された。しかし、2004年の「Feasibility study of road pricing in UK-Report」において、全国規模のロードプライシングについて検討が始まり、大型車対距離課金制度の検討は、全国的なロードプライシング・スキームの一部として組み込まれることとなった。

また、オランダでは、2012年（トラックは2011年）までに走行距離・車種・時間帯・場所の条件を基に算出される対距離課金を導入する計画が採択され、現在、実施の準備が進められている。対距離課金導入に合わせ、既存の車両税（購入時）と車両利用税を廃止する予定であり、自動車の「利用」段階の課税を重視する仕組みへと移行する意図が見られる。また、時間帯や場所によって課金水準に差をつける予定であることから、財源確保のみならず、混雑緩和や環境改善も同時に狙った課金制度の構築を検討しているものと考えられる。

スウェーデンにおいても、外部不経済内部化のための大型車（3.5トン以上）対距離課金の提案が承認され、実施案を検討中とのことである。具体的な案は2008年春に最終決定され、実際の導入は2011または12年と計画されている。スウェーデンでもオランダ同様、時間帯・場所等によって課金水準の差別化を検討しているが、特に、規格の低い道路、ピーク時は高額な課金を行うことが検討されている。

e) ストックホルムにおける混雑課金

ストックホルムにおいては、道路課金の持つ「交通需要の調整」機能を重視した混雑課金制度が導入されている。この事例は、課金エリアにおける走行距離にかかわらず一定金額を支払う制度であることから厳密な意味で対距離課金ではないが、課金エリア、課金水準の考え方や支払い方法、導入までの家庭等についてはわが国への参考となると考えられる。

ストックホルムでは、2006年1月～7月に渋滞課金の実験（トライアル）が実施され、2006年9月の住民投票によって本格実施が決定された。その導入

の目的は①交通：朝夕ピークの道路交通量の10～

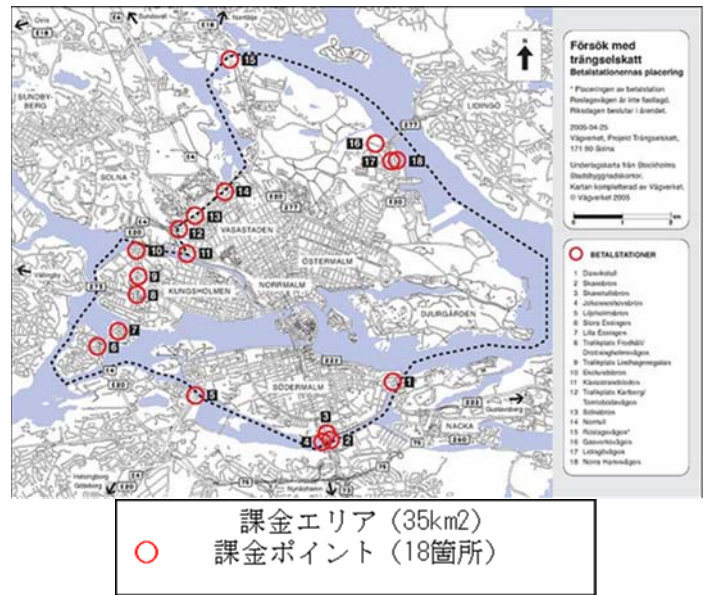


図 2-3 課金ポイント

15%削減、②大気：CO₂、NO_x、PM 等の排出削減、③住環境：都市住民の住環境改善であり、導入後これらの指標の改善が報告されている。

国、郡、市レベルの3つの行政主体が、それぞれの特徴に応じて混雑課金システムの実施を分担して担当している。国の行政機関であるスウェーデン道路庁（SRA）は、システムデザイン・運営、広報、トライアル全財源の負担（38億クローナ=570億円）を担当し、ストックホルム市政府は一般情報の提供、施策評価、P&R駐車場の整備を担当している。また、ストックホルムを含むより広域の都市圏（郡）の機関であるストックホルム交通局（SL）は、公共交通の強化、P&R駐車場の整備を担当している。

課金エリアは、ストックホルム中心部 35km²であり、課金エリア外周の道路区間に設置された18の課金ポイントにおける流入／流出それぞれに対して課金される（図-3）。環状道路西部（Essingelenden）・南部区間（Södra Länken）通過車両は対象外である。また、課金エリア北東部に位置するLidingö島と30分以内に行き来する場合も課金の対象外となっている。

ストックホルム混雑課金では、時間帯によって異なる料金水準が設定されている。混雑の激しい朝夕ピ

ークでは課金額が高く、昼間はピーク時の約半分

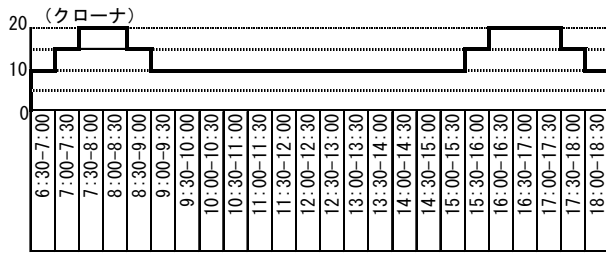


図 2-4 時間帯別料金

に設定されている (図 2-4)。なお、夜間、土日祝日は無料となっている。

また、ストックホルムでは流入/流出の度に支払わなければならない。ただし、1日あたり最大課金額は60クローナ(900円)と設定されている。なお、緊急車両、バス(14トン以上)、タクシー、自動二輪、外国車両、ハイブリッド燃料車、身体障害者が乗車している車両(事前に許可申請が必要)等の特定車両については終日無料となっている。

支払い方法は、①車載器(無料リース)搭載による自動支払い、②利用前のインターネットまたは銀行支払い、または③特定店舗支払いの方法から選択できる。課金ポイントでは、①車載機とのDSRC通信、②ビデオカメラによるプレートナンバー認識によって課金車両を感知している。政府内には、ビデオカメラによるプレートナンバー認識の精度が高まったため、DSRC方式は不要ではないかとの議論がある。

混雑課金を実施する場合、車以外の代替手段の利用が便利にならない限り、住民からの賛同は得られにくい。そこでストックホルムでは、混雑課金導入に先立ち、市周辺の公共交通システムが強化された。具体的には、①高速バス12路線新設、②バス16路線延伸、③鉄道の改良、④1,800台分のP&R駐車場(公共交通利用者は無料)が整備された。本格実施後も、課金収入をもとに公共交通及びP&R駐車場等の整備が進められている。

トライアル期間終了後の2006年9月17日(日)にストックホルム市において住民投票が実施された。質問形式は、「渋滞課金がストックホルムの環境・交通問題を解決するための多数の政策の一つとして採

択されるべきか」という問いに対する「賛成・反対」の二択であった。結果は、賛成:51.3%、反対:45.5%と賛成が過半数を超え、この住民投票の結果を受けて2007年から本格実施が始まった。

なお、ストックホルム郡内のストックホルム市以外の25の市町村のうち、14市町村も住民投票を実施した。この結果、14市町村すべてで反対多数であった。すなわち、住民投票の対象エリアの設定の仕方によっては反対多数となっていた可能性もある。このことは、混雑課金により実際に影響を受けるのはどの程度の範囲の住民なのか、住民投票の対象エリアの設定とその正当性をどう判断するべきか等、混雑課金の導入の政治的な側面を示唆していると言える。

2.2 アメリカにおけるバリュープライシング社会実験事業^{15) 16)}

米国においては、「混雑課金パイロット事業(Congestion Pricing Pilot Program)」が1991年に制度化された。この制度は1998年に「バリュープライシング社会実験事業」へと名称が変更され、内容的にも順次拡充されて現在に至っている(FHWA(2008))。

このパイロットプログラムは米国交通省(Department of Transportation: DOT)、連邦道路庁(Federal Highway Administration: FHWA)の所管で、道路や駐車場の課金施策によって渋滞緩和の達成可能性について調べることを目的としている。

さらに、2006年のSAFETEA-LUにおいて、バリュープライシング社会実験事業への連邦補助制度が拡充された。連邦補助率は80%である。州は地域の課題に応じた事業を立案・実施・評価している。ほとんどのバリュープライシング社会実験事業において、時間帯あるいは混雑度に応じた料金の差別化を実施することとなっている。2007年現在、補助認定を受けた14州で、70件のバリュープライシング社会実験事業が実施されている。

アメリカにおける課税方法の見直しに関しては、近年の報告書からもその流れを伺うことができる。アメリカ議会が設置した国家陸上交通政策（National Surface Transportation Policy and Revenue Study Commission）が、2008年に提出した最終報告書の中で、2025年までに現在の燃料税に代わる財源調達手段として、車両重量、排出性能、道路混雑などに対応して負担水準を変えられる対距離課金が有望であると結論付けられている。また、最近では2009年2月に米国陸上交通インフラ資金調達委員会の報告書においても、近い将来、連邦と州を合わせた収入は投資必要額の3割程度になるとの見通しが示され、2020年までに、課税方法を燃料税によるものから、対距離課金に変更し、総費用を負担させるべきであることが指摘された。

2.3 交通外部不経済内部化調査（IMPACTプロジェクト）¹⁷⁾

欧米の対距離課金制度の取り組みを分類すると、財源調達、外部費用の内部化、およびその組み合わせの3つに大きく区分することができる。特に、課金技術の革新および価格の低廉化により、3つ目に分類される目的を持つ対距離課金制度が検討されつつあり、一部で実施が始まっている。欧州全土レベルで行われている交通外部不経済内部化調査は、この最良の事例であり、以下ではこのプロジェクトに関して詳しく取り上げる。

欧州では、欧州委員会指令2006/38/ECに基づき、インフラ費用の回収のための目的だけでなく、交通インフラの利用者に対し、発生させている外部費用を負担させる課金の仕組みが検討されている。同指令は、2008年6月までに、交通インフラ利用の外部費用を内部化するためのモデルを構築することを指示している。

この指示を受け、欧州委員会エネルギー・運輸総局(DG TREN)は、交通外部不経済内部化調査プロジェクト(IMPACT: Internalizing Measures and Policies

for All external Cost of Transport, 以下IMPACTプロジェクト)を立ち上げ、直轄の研究所および外部研究機関との協力の下、すべての交通手段の外部費用を試算するとともに、その外部費用を利用者に負担させるための政策枠組みを検討している。

前者の外部費用については既存研究のレビューを基に、試算結果および試算方法が公表されている。一方、後者の政策枠組み(課金・課税の方法および水準等)についてはいくつかのシナリオが検討されている。そこで、以下では、外部費用の試算方法について整理するとともに、現段階で検討を進めているシナリオ案の骨子を解説する。

a) 外部費用の試算

交通外部不経済内部化調査プロジェクトの主要成果の一つが、交通外部費用の原単位の推定方法および推定結果を示したハンドブックである(CE Delft(2007))。これは、関連する膨大な既存研究のレビューを基に、交通部門における外部費用の推定方法を示し、その結果としての外部費用の原単位を示したものである。これらの手法や原単位は、加盟国各国が必ず適用すべきものではなく、今後加盟各国が外部費用の内部化政策を行う際に参照すべきものという位置づけであり、その意味でハンドブックという名称が用いられている。

交通費インフラの利用者が発生させている外部費用として、本ハンドブックは、混雑、事故、大気汚染(PM, NO_x, オゾン等の排出)、騒音、気候変動(CO₂等の温暖化ガスの排出)、その他を挙げている。その他には、自然・景観、土壌・水質汚染、交通の原動力となるエネルギー生産の間接費用、原子力発電のリスク、自動車・鉄道車両等の生産・維持管理・処分による環境影響、インフラ建設・維持管理・処分による環境影響等、多岐にわたる外部費用が挙げられている。

次に、ハンドブックが推定した外部費用の原単位のうち自動車利用者が発生させている外部費用についてであるが、混雑、事故等の各外部費用項目について、車種別、時間帯別、道路種別の分類で1km走行あたりの費用原単位が示されている。たとえば、

乗用車がピーク時間に都市内道路を 1km 走行することにより発生させている外部費用の合計額は 38.4 ユーロセント（約 60 円）であり、そのほとんどが混雑費用 30 ユーロセント（約 48 円）となっている。

b) 課金シナリオの検討

交通外部不経済内部化調査は欧州委員会エネルギー・運輸総局が、他部局、直轄の研究機関、外部コンサルタントの協力を得て進めている。理論的な整理、データの収集は外部コンサルタントが担っている。課金のシナリオ作成は新たに設置された局間調整委員会が行うことになった。シナリオの影響評価は、欧州ジョイント・リサーチセンター（直轄の研究機関）の一つである未来技術研究所（The Institute for Prospective Technological Studies）が開発した交通ネットワークモデル、環境総局が開発した交通環境モデルを用いることとなった。このうち交通ネットワークモデルは道路、鉄道、航空、内陸水運をカバーするモデルで、旅客・貨物交通量、交通費用、GDP、環境負荷などを出力することができる。

興味深いのは未来技術研究所などシミュレーションで実験に用いている課金シナリオ代替案である。欧州委員会が導入したい施策を伺い知ることができる。シナリオ 1 では、車両購入税を廃止するとともに、大型車定額課金を対距離課金に変更している。シナリオ 2 では、大気汚染、交通事故、騒音、混雑に対応する外部不経済を燃料税で徴収している。シナリオ 3 では、高速道路だけでなくすべての道路対象に、都市間、都市内で差別化した対距離課金を導入する。シナリオ 4 は、環境費用に混雑費用を加えるとともに、インフラ費用に関しても道路別、車種別に限界費用を課すものである。なお、これら課金シナリオは公表時にはくみ直される可能性は高いが、基本的な考え方は維持されるものと思われる。

なお、課金収入の使途に関しても、「一般財源への組み入れ」「交通目的財源」「所得税減税」の 3 つの代替案が考えられたが、最初に「一般財源への組み入れ」を前提にシミュレーションを実施することになった。逆にいえば、一般財源化された交通利用者

の負担の目的財源化が検討の俎上に上っているということである。

以上、まとめると、欧州で検討されている対距離課金は車種・道路種・時間帯別に課金水準を変えようとするものである。それぞれの道路利用者に対し、道路損傷、混雑費用、環境用等の発生の程度に応じて負担を求めるもので、単純明快な原則にのっとっている。また、運用上の技術的課題も徐々に解決されており、今後も欧州各国に対距離課金制度の普及が進んでいくであろう。ただし、課金制度の変更により、これまで十分に費用を負担していなかった利用者にとっては負担が増えることになるため、既得権益者からの反発をいかに抑えるかという大きな政治的な課題が残っている。現状に近いシナリオから徐々に受益と負担の一致を高めるシナリオへと段階的なシナリオを検討しているのは、現行の制度から徐々に理想の状態に近づけるための政治的配慮であると考えられる。実際、シナリオの設定については欧州委員会内でも議論の対象となっている。シナリオに基づくシミュレーションの実施とその結果の公表は、課金制度の変更による社会的便益を示すことでもあり、導入の促進に大きく貢献するものと考えられる。

2.4 まとめ

欧州では、無料でまたは固定料金を払えば利用可能であった道路に対距離課金が導入されつつある。また、高速道路だけでなく、一般道路も含めた道路網が課金対象となりつつある。すなわち、道路利用の受益と負担の一致という原則に近づくための制度変更が行われてきているのであり、これらの事例は我が国における今後の道路整備財源を議論するにあたり、参考になる。

また、道路を建設、維持・更新するための財源を確保するための課金だけでなく、道路利用者が生み出している社会的費用（渋滞、温室ガス排出、大気汚染、騒音、交通事故等）を道路利用者適切に課金するための仕組み及びその影響の研究が全欧州レ

ベルで行われている。

欧州は一部を除き陸続きであり、人とモノの自由な交通を前提とした域内の市場統合が至上命題であることから、道路インフラへの課金、財源調達もそれぞれの国が自由に決めてよい問題ではなくなってきた。社会的費用を適切に道路利用者に負担させる（外部費用を内部化する）ための研究は、欧州委員会の指令に基づいて行われている。現在加盟各国が採用している現行制度を踏まえつつ、それらの仕組みを欧州全体で標準化していこうとする努力が今まきに行われているのである。

一方アメリカは、道路特定財源制度を持っており、財源調達面よりも交通需要の調整（渋滞緩和）の面からさまざまな料金施策が実施されてきた。その実験を財政面から支えてきたのがバリュープライシング社会実験事業という連邦補助金であり、現在も全国で70事業が進められている。

このような中で、オレゴン州において車両の燃費効率向上による将来的な燃料税減収の懸念から、新たな財源調達手段としての対距離課金制度の実験が行われたことは特筆すべきである。オレゴン州が当初、均一の課金水準の採用検討したのに対し、連邦政府から時間、地域によって料金水準を変動させるよう指摘があったこともまた興味深い。この結果、オレゴン州の対距離課金制度の社会実験事業は、財源調達と交通需要調整の両方の目的を併せ持つこととなった。燃費効率向上はオレゴン州特有の事象ではないため、オレゴン州の社会実験事業の成功を受け、同様の検討が全国的に広がる可能性もある。

欧米の対距離課金制度の取り組みを分類すると、財源調達、外部費用の内部化、およびその組み合わせの3つに大きく区分することができる。特に、課金技術の革新および価格の低廉化により、3つ目に分類される目的を持つ対距離課金制度が検討されつつあり、一部で実施が始まっている。

第3章 対距離課金による交通需要管理、道路整備

3.1 対距離課金による交通需要管理（ディマ ンド・マネジメント・モデル）¹⁸⁾

a) はじめに

わが国では、しばしば「高速道路料金が低い」「料
金が高いために高速道路が使われず、無駄が生じて
いる」という指摘がなされる。しかし、高速道路料
金は償還原則に基づいて決められていることから、
高速道路利用金を割引くことにより収入が減少す
るのであれば、公的資金を投入する必要がある。
また、割引に当たっては、割引による社会的便益つ
いても検討しておく必要がある。わが国では、平成
15年度に有料道路の料金に係る社会実験に関する
施策が実施されており、この結果を受けて高速道路
料金の割引とその効果について一定の研究が蓄積さ
れている。例えば、2本の並行する高速道路、一般
道路において高速道路料金を割引いた場合、一般
道路の混雑が解消し、総走行時間費用が短縮する
という社会的便益が発生するものの、高速道路を無
料化するよりも一定の金額を掛けた方が社会的便益
の大きい場合があることを示した研究等が存在する
(根本・今西(2006)等)。

また、現在、高速道路は有料、一般道路は無料と
なっているため、「高速道路の割引」が議論されるこ
とはあるものの、「一般道路の課金額の引き上げ」が
議論されることは少ないが、今後、全国、全道路へ
の対距離課金が現実のものとなれば、高速道路及び
一般道路両方について最適な料金水準を検討する必
要が生じる。

そこで本節では、現行の自動車関連諸税が対距離
課金制度に移行した場合を想定した、「ディマ
ンド・マネジメント・モデル」を構築し対距離課金による
交通需要管理の評価を行う。

b) ディマ ンド・マネジメント・モデルとは

ディマ
ンド・マネジメント・モデルは、同一発着
地を結ぶ複数経路を仮定し、それぞれの経路におい

て社会的限界費用に基づく料金を課金した場合に、
各経路の交通量がどのように変化し、その結果どの
程度の混雑の緩和、環境の改善、事故の減少等の社
会的便益が発生するかを評価するモデルである。

本モデルでは、課金収入の使途は考慮せず、道路
容量は固定であると仮定する短期的なモデルである。
なお、課金収入を当該ネットワークの投資に充て、
将来の道路容量を可変とする長期モデルについては、
3.2節で検討する(ストック・マネジメント・モデ
ル)。

c) ディマ ンド・マネジメント・モデルの基本モデ ル

滋賀県南部の湖西地区では、平成17年8月に有料バ
イパスの湖西道路が無料開放され、並行する一般道
路(国道161号、抜け道)における交通量が減少し、
一般道路における混雑緩和、安全性の向上等の効果
が見られた。そこで、有料道路の料金を変更するこ

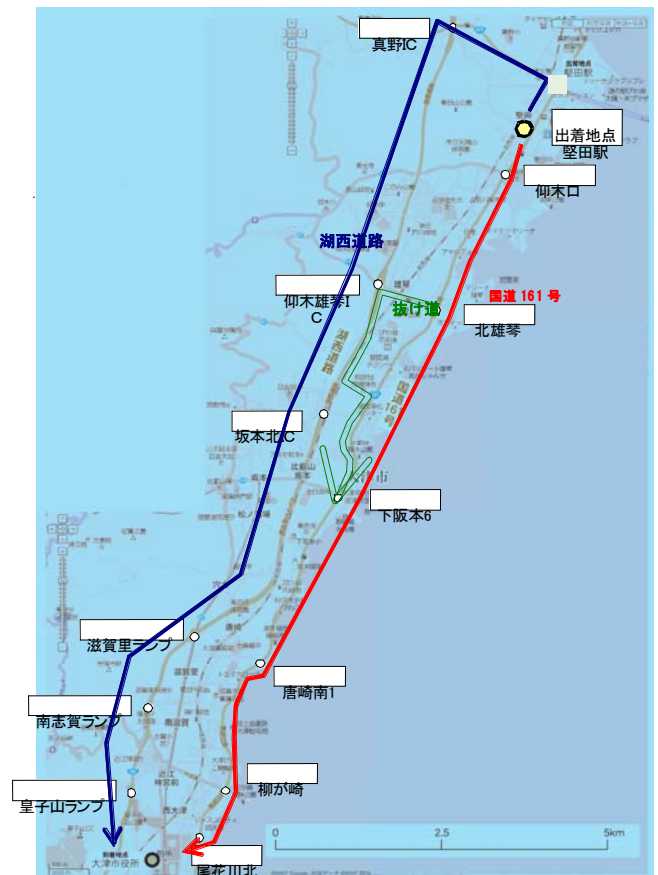


図3-1 モデル対象地の道路(湖西道路・国道161
号・抜け道)の位置

とにより社会的便益を発生させることが可能であることの事例として湖西地区を取り上げ、各経路に対距離課金が導入された場合のモデルを試みる。

(1) 均衡条件の設定

利用者均衡の概念を用いて、経路A（バイパス）、経路B（一般道路）、経路C（抜け道）どれを通っても一般化費用が同額になるよう交通量が均衡すると仮定する。湖西道路無料化前（料金 410 円）の各経路の交通量は、時間価値の原単位（h）を設定し、以下の連立方程式を解くことによって求めることができる。

湖西地区における観測データ等を参考に、モデル対象となる3経路の道路の延長、交通量-速度関数（Q-V式）、料金、交通量（一定）を右表のとおり設定した。

$$\left\{ \begin{array}{l} P_A(N_A) = h \cdot l_A \left\{ \frac{t_{f,A}}{1 + \alpha_A \cdot \left(\frac{N_A}{C_A}\right)^{\beta_A}} \right\} + \tau \\ P_B(N_B) = h \cdot l_B \left\{ \frac{t_{f,B}}{1 + \alpha_B \cdot \left(\frac{N_B}{C_B}\right)^{\beta_B}} \right\} \\ P_C(N_C) = h \cdot l_C \left\{ \frac{t_{f,C}}{1 + \alpha_C \cdot \left(\frac{N_C}{C_C}\right)^{\beta_C}} \right\} \\ P_A(N_A) = P_B(N_B) \\ P_B(N_B) = P_C(N_C) \\ N_A + N_B + N_C = \bar{N} \end{array} \right.$$

$P_i(N_i)$	(円/時間)	経路 i の一般化費用関数 (交通量 N の関数)
N_i	(台/時間)	経路 i の交通量
\bar{N}	(台/時間)	総交通量
H	(円/時間)	時間費用原単位
l_i	(km)	経路 i の距離
$t_{f,i}$	(km/時間)	経路 i の自由走行速度
C_i	(台/時間)	経路 i の時間交通容量
α_i, β_i	-	経路 i の特性を表すパラメータ

(2) 現行交通量の再現

時間価値の原単位を 33 円/分に設定すると、各経路の現行交通量（バイパス 377 台/時、一般道路 769 台/時、抜け道 518 台/時）の時に、全ての経路において一般化費用が同額となり、現行料金における均衡交通量が再現できる¹。

現行料金（バイパス 410 円）の場合、規格の高いバイパスが高額な料金のために使われず、一般道路・抜け道に交通が集中しており、315 万円/時の社会的費用（混雑+環境+事故）が発生している（注：総社会的費用の算出方法については後述）。

d) ディマンド・マネジメント・モデルによる課金効果の評価

(2) 課金額の設定

1) 混雑費用

混雑費用に基づく最適課金額は、各経路の社会的限界費用関数と私的限界費用（私的費用=時間費用）関数を求め、需要曲線と社会的限界費用曲線が一致する点における社会的限界費用から私的限界費用を減じた額として求めることができる。

本モデルにおける各経路の私的限界費用 ($P_i(N_i)$) は、交通量の関数として次の式で表現することができる。

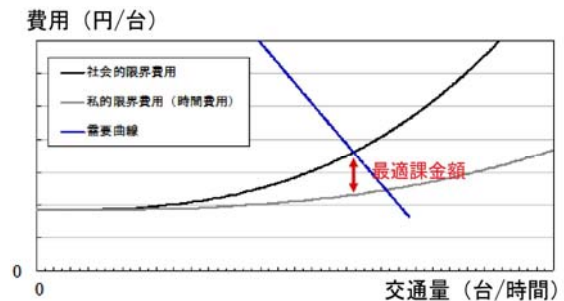


図 3-2 短期限界費用形成に基づく最適混雑課金額の導出

¹ 前項の連立方程式を用いる場合、各経路の交通量にそれぞれ $N_A=377$ 、 $N_B=769$ 、 $N_C=518$ を代入し、 $h=33$ を求めたことを意味する。

表 3-1 基本モデルの状況設定

経路	<p>経路A：バイパス 9.5km + アクセス 3.0km 経路B：一般道 10.5km 経路C：抜け道 9.5km</p> <p>総交通需要は 1,664 台/時で一定 注：アクセス道の旅行速度は 36km/h で一定と仮定。</p>		
経路名	経路A (バイパス)	経路B (一般道路)	経路C (抜け道)
経路延長	バイパス本線 9.5km + アクセス 3.0km	10.5km	9.5km
自由走行速度	66.7km/h	50km/h	24km/h
現行料金時の時間交通量	377 台/時	769 台/時	518 台/時
現行料金	410 円	-	-
QV 式	$V_A = \frac{66.7}{1 + 0.15 \cdot \left(\frac{N_A}{1000}\right)^4} - \frac{N_A}{80}$	$V_B = \frac{50}{1 + 0.15 \cdot \left(\frac{N_B}{750}\right)^4} - \frac{N_B}{40}$	$V_C = \frac{24}{1 + 0.35 \cdot \left(\frac{N_C}{300}\right)^4}$
一般化費用関数	$P_A(N_A) = 1980 \cdot \left[9.5 \cdot \left\{ \frac{66.7}{1 + 0.15 \cdot \left(\frac{N_A}{1000}\right)^4} - \frac{N_A}{80} \right\} + \frac{3.0}{36} \right] + 410$	$P_B(N_B) = 1980 \cdot 10.5 \cdot \left\{ \frac{50}{1 + 0.15 \cdot \left(\frac{N_B}{750}\right)^4} - \frac{N_B}{40} \right\}$	$P_C(N_C) = 1980 \cdot 9.5 \cdot \left\{ \frac{30}{1 + 0.35 \cdot \left(\frac{N_C}{300}\right)^4} \right\}$

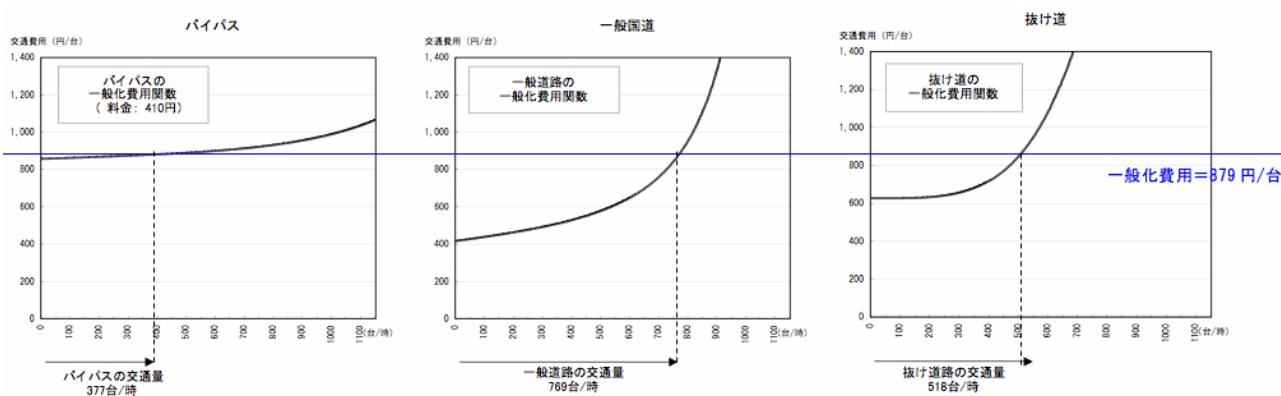


図 3-3 現行料金における均衡交通量

表 3-2 現行料金における均衡交通量・社会的費用等

	料金 (円/台)	交通量 (台/時)	旅行速度 (km/時)	一般化費用 (円/台)	総時間 費用 (円/時)	総社会的費用 (混雑・CO2・ 事故) (円/時)	料金収入 (円/時)
バイパス	410	377	61.8	879	176,978	193,284	154,570
一般道	0	769	23.7	879	675,591	1,938,597	
抜け道	0	518	21.4	879	455,362	1,018,388	
合計	-	1,664	-	-	1,307,931	3,150,269	154,570

(2) 課金額の設定

1) 混雑費用

混雑費用に基づく最適課金額は、各経路の社会的限界費用関数と私的限界費用（私的平均費用＝時間費用）関数を求め、需要曲線と社会的限界費用曲線が一致する点における社会的限界費用から私的限界費用を減じた額として求めることができる。

本モデルにおける各経路の私的限界費用（ $P_i(N_i)$ ）は、交通量の関数として次の式で表現することができる。

$$P_i(N_i) = h \cdot l_i \cdot t_{i,f} \cdot \left\{ 1 + \alpha_i \left(\frac{N_i}{C_i} \right)^{\beta_i} \right\}$$

ここで、

$P_i(N_i)$	(円/時間)	経路 i の一般化費用関数 (交通量 N の関数)
N_i	(台/時間)	経路 i の交通量
H	(円/時間)	時間費用原単位
l_i	(km)	経路 i の距離
$t_{f,i}$	(km/時間)	経路 i の自由走行速度
C_i	(台/時間)	経路 i の時間交通容量
α_i, β_i	-	経路 i の特性を表すパラメータ

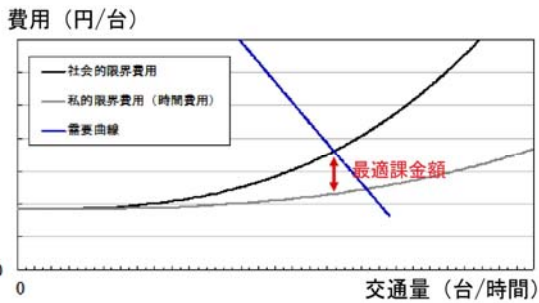


図 3-4 短期限界費用形成に基づく最適混雑課金額の導出

また、混雑費用の限界費用（SMC）は、下式のように私的限界費用（ $P_i(N_i)$ ）に交通量を乗じて総混雑費用関数（TC）を求め、それを微分することにより得られる。

$$TC_i(N_i) = P_i(N_i) \cdot N_i = h \cdot l_i \cdot t_{i,f} \cdot \left\{ 1 + \alpha_i \left(\frac{N_i}{C_i} \right)^{\beta_i} \right\} \cdot N_i$$

$$\therefore SMC(N_i) = \frac{\partial TC_i(N_i)}{\partial N_i} = (\beta_i + 1) \frac{(h \cdot l_i \cdot t_{f,i} \cdot \alpha_i)}{C_i^{\beta_i}} \cdot N_i^{\beta_i} + 1$$

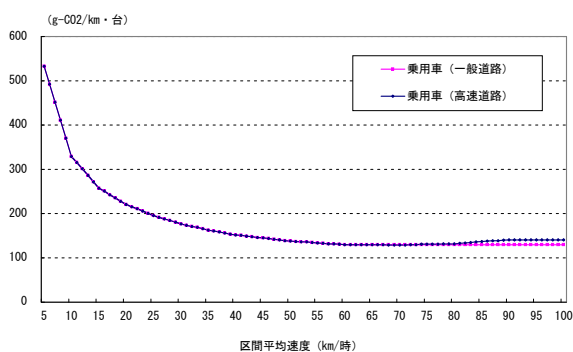
以上で社会的限界費用関数と私的限界費用（私的平均費用＝時間費用）関数が得られたので、各経路の交通量を与えられたときの最適課金額を導出することが可能となった。

2) 環境費用

ここでは、環境費用の指標として CO2 排出を取り上げ、CO2 排出の社会的費用を内部化するための課金額を設定する。

なお、CO2 排出による被害の社会的費用については様々な研究があり、推定結果にばらつきがある。また、海外では排出権取引市場における温室効果ガスの取引が始まっているが、日本にはまだ排出権取引市場が存在していないため、原単位については複数のパターンを設定し、感度分析を行う必要がある。そこで、CO2 排出の原単位について、「道路投資の評価に関する指針(案)」における貨幣評価原単位 (627 円 / t-CO2) をベースケースとし、IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change: 気候変動に関する政府間パネル) による「第四次評価報告書気候変化」で示される最大試算値 (3,180 円 / t-CO2) を最大値として感度分析を行った。

また、既存資料により、走行速度と CO2 の排出量の関係式を設定した。これにより、旅行速度の速い経路では CO2 排出量が少ないため CO2 課金額が少なくなり、旅行速度の遅い経路では、逆に CO2 課金額は高くなる。



出典：国土技術総合研究所技術資料（平成 15 年 3 月）
 図 3-5 CO2 排出量の推計に用いた排出量係数（一般道路及び高速道路・乗用車）

既存資料では、高速道路と一般道路の 2 種類のみについて旅行速度と CO2 の排出量の関係を推定している。そこで、本モデルのバイパスには高速道路の関係式を、幹線道路・抜け道には一般道路の関係式を適用した。なお、道路種による排出量係数の違いはほとんど見られない。また、簡単のため、車種は全て乗用車であると仮定した。

3) 事故費用

交通事故は、自動車利用の外部費用の一つである。そこで、ここでは、事故による社会的費用を内部化するための課金額を設定する。事故費用とは、事故によって発生する死亡・負傷の社会的費用である。道路種別に事故発生確率をみると、規格の高い道路では事故発生確率が低く、規格の低い道路では事故発生確率が高いことが知られているので、わが国の交通事故関連データを用いて、道路種別に 1km 走行当たりの事故率を推定した。次に、死亡・負傷それぞれの費用の原単位を設定し、これらをもとに、各経路について、事故費用に基づく課金額（1km あたりの平均事故費用）を設定する。

まず、各種統計を用いて、道路種別の事故率を以下のとおり推計した。なお、市町村道については市街地/非市街地別データが揃っていないため、両地域を合わせた平均事故率を用いた。

次に、交通事故による死亡・負傷の費用原単位については、国土交通省資料より、以下のとおり設定した。なお、日本の交通事故の損失額は、諸外国と比

表 3-3 道路種別事故率

	事故率（事故件数/百万台キロ）			
	自動車専用道路	幹線道路	市区町村道	合計
市街地	0.19	1.45		1.8
非市街地	0.08	0.25		0.32
平均	0.11	0.55	3.25	0.72

（出典）
 走行台キロ：自動車輸送統計年報，平成 11 年度道路交通センサス
 事故件数：交通事故総合分析センターのデータ
 （注）事故率=事故件数/走行台キロにより算出

表 3-4 死亡事故・負傷事故の費用の原単位

	ベースケース （国土交通省H15年度）	感度分析・最大ケース （内閣府H18年度）
死亡事故人的損害額	3,016万円	2億2,000万円
負傷損害額	153万円	177万円

（出典）
 国土交通省道路局，都市・地域整備局（2004）「費用便益分析マニュアル<連続立体交差事業編>」平成 16 年 4 月
 内閣府政策統括官（共生社会政策担当）「交通事故の被害・損失の経済的分析に関する調査研究報告書」平成 19 年 3 月

較して少なすぎるという指摘があることから、内閣府資料より、事故の原単位を欧米諸国並みに引き上げた場合についても感度分析を行った。

なお、わが国と欧米諸国の死亡による社会的費用にこのような大きな差が発生した主たる原因は、欧米の多くの国々では逸失利益、物的損失等の金銭的損失以外に、「human costs」「quality of life」「immaterialcost」等と呼ばれる非金銭的損失を算定していることである。

最後に、上で求めた事故率と原単位に加え、死亡事故・負傷事故件数（全国ベース）等のデータから、以下のとおり、道路種ごとの 1km あたりの事故費用を設定した。

表 3-5 1km あたりの事故費用設定の流れ

事故率 (件/百万台キロ)

	事故率		
	自動車専用道路	幹線道路	市区町村道
事故率(事故件数/百万台キロ)	0.11	0.55	3.25

×

死亡・負傷を加重平均した事故費用原単位 (万円/件)

	高速道路	一般道路
事故費用単価 (ベースケース)	251	215
事故費用単価 (最大ケース)	613	377

||

1km あたり事故費用=課金額 (円/台キロ)

	1km あたり事故課金額		
	自動車専用道路	幹線道路	市区町村道
事故課金額 (ベースケース)	0.3	1.2	7.0
事故課金額 (最大ケース)	0.7	2.1	12.3

事故種別事故費用原単位 (万円/人)

	死亡事故	負傷事故
事故費用単価 (ベースケース)	3,616	153
事故費用単価 (最大ケース)	22,600	177

×

事故 1 件あたり死亡・負傷者人数 (人/件)

	死亡事故	負傷事故
件数 (年間)	6,147	880,717
人数 (年間)	6,352	1,098,200
人/件	1.03	1.25

||

事故種別事故費用原単位 (万円/件)

	死亡事故	負傷事故
事故費用単価 (ベースケース)	3,737	191
事故費用単価 (最大ケース)	23,354	221

道路種別事故件数 (件/年) H18

	死亡事故	負傷事故
高速道路	234	13,569
一般道路	5,913	867,148
合計	6,147	880,717

出典：(財) 交通事故総合分析センター「交通統計 平成 18 年版」をもとに算出

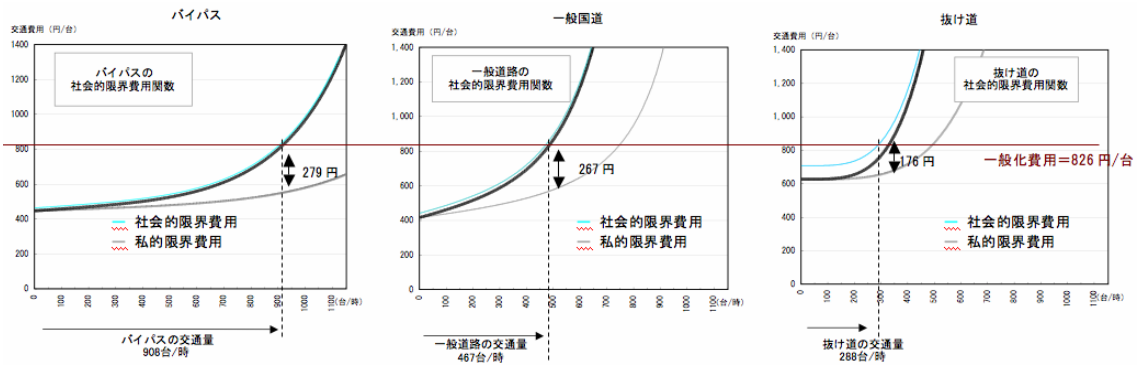


図 3-6 社会的限界費用課金（混雑・CO2・事故）時における均衡交通量の再現

表 3-6 社会的限界費用課金（混雑・CO2・事故）時における均衡交通量・社会的費用等

— 社会的限界費用 — 私的限界費用 — 一般化費用 = 826円/台	交通量 (台/時)	旅行速度 (km/時)	時間費用 (円/台)	料金 (円/台)	料金/km (円/km)	社会的限界費用課金時の一般化費用 (円/台)	総時間費用 (円/時)	総社会的費用 (混雑CO2・事故) (円/時)	料金収入 (円/時)
バイパス	908	49.2	547	279	29.4	826	497,118	750,381	253,245
一般道	468	37.2	559	267	25.4	826	261,635	386,434	124,799
抜け道	288	28.9	651	176	18.8	827	187,513	238,287	50,754
合計	1,664	-					946,264	1,375,082	428,799

(2) 社会的限界費用課金を行った場合の効果

経路 A・B・C それぞれにおいて混雑・環境・事故の社会的限界費用（下図水色の曲線）に基づいた対距離課金を実施することで、総社会的費用（混雑・環境・事故の総費用）が最小化する交通量配分が実現する。最適な課金を行った場合、178 万円/時の社会的便益（総社会的費用の減少分）が発生すると推計された。現行料金時の総社会的費用が 315 万円であったことから、適切な課金により各経路の交通量を調整することで総社会的費用を半分以下に抑えることを示しており、対距離課金が大きな社会的便益を発生させることができる。

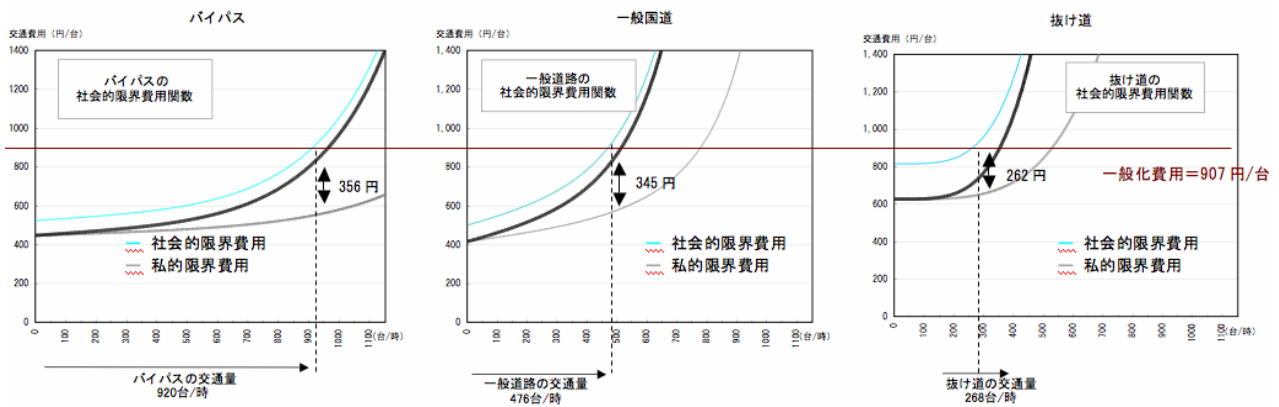


図 3-7 社会的限界費用課金（混雑・CO2・事故）時における均衡交通量の再現（原単位最大ケース）

表 3-7 社会的限界費用課金（混雑・CO2・事故）時における
均衡交通量・社会的費用等（原単位最大ケース）

社会的限界費用 社会的限界費用 社会的限界費用 一般化費用 = 826円/台	交通量 (台/時)	旅行速度 (km/時)	時間費用 (円/台)	料金 (円/台)	料金/km (円/km)	社会的限界費用課金時の 一般化費用 (円/台)	総時間費用 (円/時)	総社会的費用 (混雑CO2・事故) (円/時)	料金収入 (円/時)
バイパス	920	48.7	551	356	37.5	907	506,938	834,803	327,864
一般道	476	36.9	583	345	32.8	908	288,088	432,164	164,086
抜け道	268	29.2	645	262	27.5	907	172,876	243,009	70,133
合計	1,664	-					947,913	1,509,978	562,063

(3) 社会的限界費用課金（混雑+環境+事故の感度分析（最大課金ケース））

次に、混雑・CO2 排出・事故の原単位の最大値を用いて課金額を求めた。ベースケースに比べ、社会的費用の原単位が高いため、各経路の課金額はベースケースに比べて高くなる。特に抜け道における課金額が高くなり、抜け道の交通量が抑制されるため、事故による外部費用が大幅に減少する。

e) 交通量に関する感度分析

これまでは湖西地区の実際の交通量に基づいて交通量を設定した。ここでは、ベースケースで設定した総交通量が+/-20%に増減した場合について、課金額及びその他の指標がどのように変化するかを求めた。

シミュレーションの結果、交通量が+/-20%変化する

と、最適な課金水準がそれ以上に変化することが明らかとなった。例えば、交通量が+20%の場合、バイパス、一般道の最適課金水準はベースケースに比べて30%高くなり、抜け道の課金水準はベースケースに比べて2倍程度となった。また、交通量が-20%の場合、バイパス、一般道の最適課金水準はベースケースに比べて30%程度低くなり、抜け道の課金水準はベースケースに比べて半額程度となった。

f) まとめ

現行料金（バイパスのみ410円）の場合、規格の高いバイパスが高い料金のために使われず、一般道路・抜け道に交通が集中して、総社会的費用（混雑+CO2+事故）を発生させている。本節のシミュレーションでは、混雑、CO2、事故の社会的限界費用を考慮した課金を実施した場合、総社会的費用を最小と

表 3-8 交通量による感度分析

		交通量	旅行速度	時間費用	料金	料金/km	社会的限界費用課金時の一般化費用	総時間費用	総社会的費用 (混雑・CO2・事故)	料金収入
		(台/時)	(km/時)	(円/台)	(円/台)	(円/km)	(円/台)	(円/時)	(円/時)	(円/時)
課金前	バイパス	377	61.8	469	410	43.2	879	176,978	193,284	154,570
	一般道	768	23.7	879	0		879	675,591	1,938,597	-
	抜け道	518	21.4	879	0		879	455,362	1,018,388	-
	合計	1,664	-		-			1,307,931	3,150,269	154,570
ベース	バイパス	908	49.2	547	279	29.4	826	497,116	750,361	253,245
	一般道	468	37.2	559	267	25.4	826	261,635	386,434	124,799
	抜け道	288	28.9	651	176	18.6	827	187,513	238,267	50,754
	合計	1,664	-					946,264	1,375,062	428,799
交通量 +20%	バイパス	1,044	43.6	597	485	51.1	1,082	623,057	1,129,855	506,798
	一般道	570	33.4	623	461	43.9	1,084	355,149	617,991	262,842
	抜け道	383	26.8	702	381	40.1	1,083	268,995	414,785	145,790
	合計	1,997	-					1,247,201	2,162,632	915,431
交通量 -20%	バイパス	809	52.6	523	188	19.8	711	423,004	575,274	152,270
	一般道	395	39.6	526	186	17.7	712	207,613	281,196	73,583
	抜け道	127	30	628	84	8.8	712	79,745	90,410	10,665
	合計	1,331	-					710,362	946,879	236,517

する効果が得られることが確認できた。

混雑、CO2、事故それぞれの社会的費用の原単位を設定し、モデルケースにおける課金額を推計したところ、最適な課金水準はバイパスで 29 円/km、一般国道で 25 円/km、抜け道で 19 円/km という推定結果となった。この課金額は欧州委員会の IMPACT 報告書で設定している都市部幹線道路の課金額の上限値・下限値のほぼ中間に位置している。

なお、課金額のうち、ほとんどの割合を混雑が占めており、CO2 及び事故の費用は最大の原単位を用いた場合でも相対的に少ない部分しか占めていない。ただし、抜け道における事故の課金額だけは例外であり、事故の課金額が大きな割合を占めており、抜け道への交通流の流入を抑制し、事故費用を減少させる効果を生んでいる。

交通量に関する感度分析の結果、交通量が +/-20% 変化すると、最適な課金水準がそれ以上に変化することが明らかとなった。ベースケースの時間交通量はピーク時を想定したものであるが、1 日の交通量

は時間帯によって大きく変動する。よって、課金水準も各時間帯の交通量に応じてダイナミックに変化させることが望ましいことを示している。

本研究では、交通需要管理モデルを混雑、CO2、事故の限界費用を課金することを検討してきたが、社会的限界費用課金を実務に応用するためには、さらに経路数を増やし、ネットワークモデルを構築し、検討を行う必要がある。また、本研究では総交通量固定（道路利用の価格に対する需要が非弾力的）との仮定を置いたが、将来的には、需要が弾力的な場合の社会的便益の推定の手法についても検討する必要がある。

3.2 対距離課金による道路整備（ストック・マネジメント・モデル）^{19) 20) 21) 22)}

a) はじめに

次に、本節では、道路整備の長期的な維持更新を前提として最適な道路容量（道路整備水準）の実現を目的とした、ストック・マネジメント・モデルにつ

いて検討を行う。

b) ストック・マネジメント・モデルとは

3.1 節で検討したディマンド・マネジメント・モデルは、道路容量を固定としたうえで、同一発着地を結ぶ複数経路を仮定し、それぞれの経路において社会的に望ましい課金水準を導出するモデルであった。

これに対し、本ストック・マネジメント・モデルでは、多数のリンクとノードから構成されるネットワークを設定し、そこに多数の起終点からのトリップが発着する多経路モデルを考える。このネットワークモデルにより、社会的限界費用に基づく対距離課金を実施した場合の課金額、均衡交通量を推定するとともに、得られた課金収入を道路容量の増加に充当することを繰り返すことによって得られる、社会的に望ましい道路容量（道路整備水準）を導出することを目的として検討を行う。

b) ストック・マネジメント・モデルとは

3.1 節で検討したディマンド・マネジメント・モデルは、道路容量を固定としたうえで、同一発着地を結ぶ複数経路を仮定し、それぞれの経路において社会的に望ましい課金水準を導出するモデルであった。

これに対し、本ストック・マネジメント・モデルでは、多数のリンクとノードから構成されるネットワークを設定し、そこに多数の起終点からのトリップが発着する多経路モデルを考える。このネットワークモデルにより、社会的限界費用に基づく対距離課金を実施した場合の課金額、均衡交通量を推定するとともに、得られた課金収入を道路容量の増加に充当することを繰り返すことによって得られる、社会的に望ましい道路容量（道路整備水準）を導出することを目的として検討を行う。

c) ストック・マネジメント・モデルの基本モデル

静岡県内と東西に走る国道1号線では、2005年3月に有料区間の浜名バイパス、磐田バイパス、掛川バイパス、藤枝バイパスの4区間（東海4バイパス）が無料開放された（従来は普通車200円（藤枝バイパスのみ400円））。これにより、東海4バイパスの交通量が増加する一方で、並行する東名高速道路と国道1号（現道）およびその他一般県道、市町村道一般道路における交通量が減少し、それら道路における混雑緩和、安全性の向上等の効果が見られた。

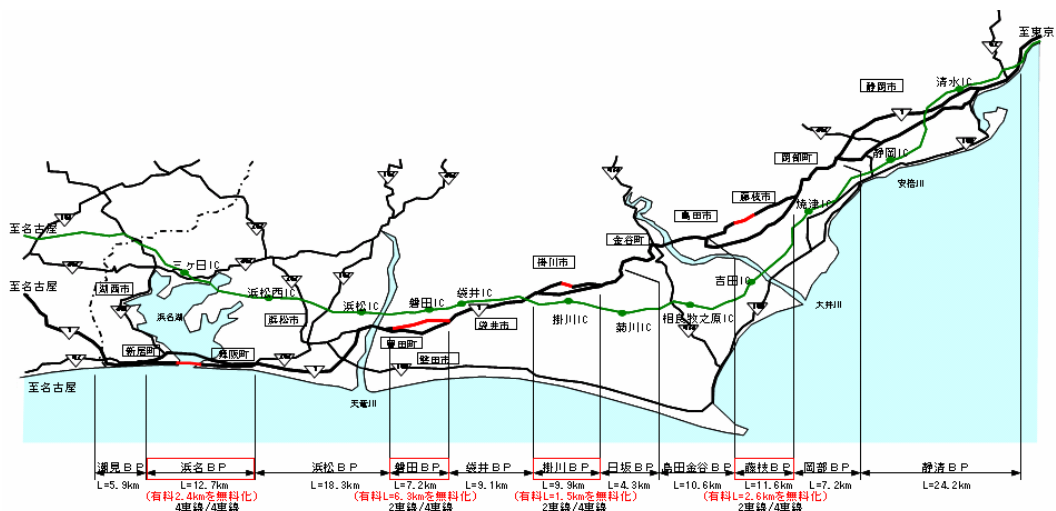


図 3-8 東海4バイパスの概要

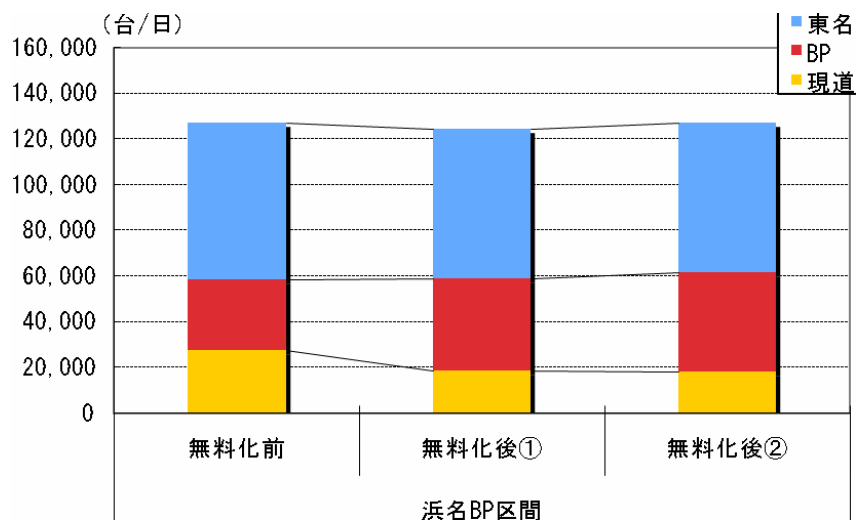


図 3-9 浜名バイパスの交通量の変化
(無料化前 (2005 年 3 月)、無料化後 (2005 年 6 月、2008 年 10 月))

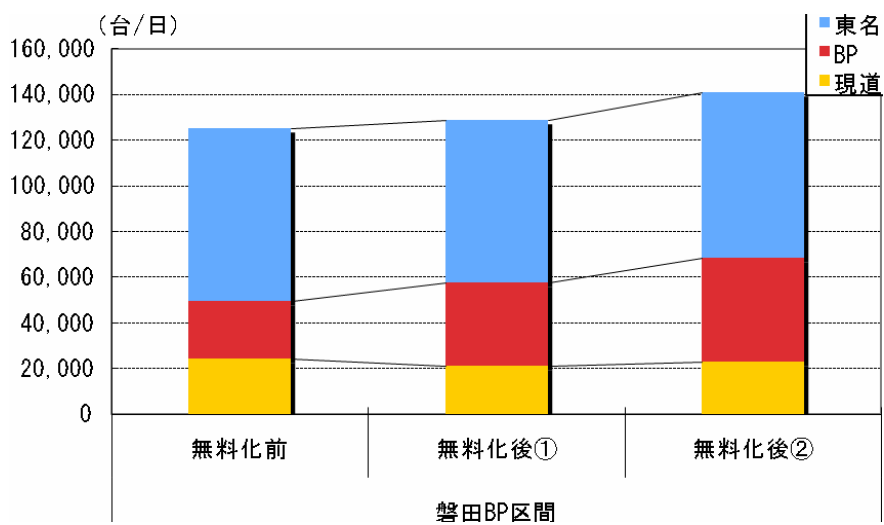


図 3-10 磐田バイパスの交通量の変化
(無料化前 (2005 年 3 月)、無料化後 (2005 年 6 月、2008 年 10 月))

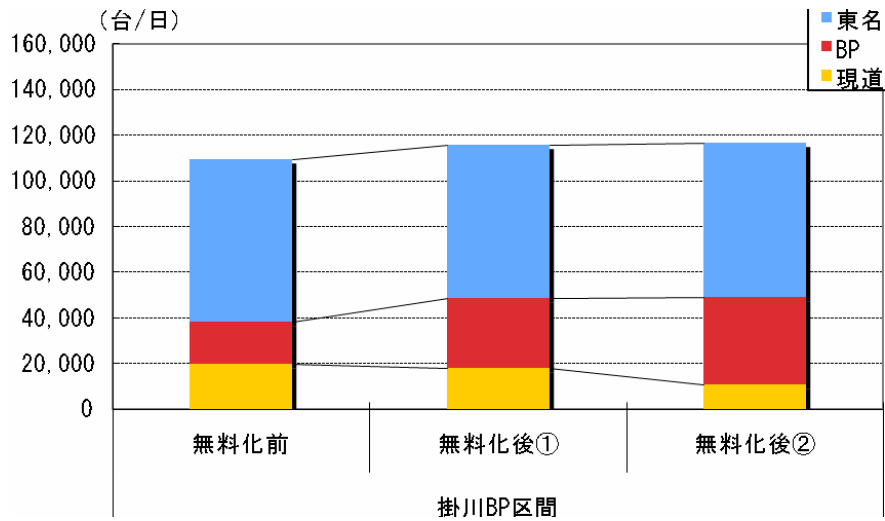


図 3-11 掛川バイパスの交通量の変化
(無料化前 (2005年3月)、無料化後 (2005年6月、2008年10月))

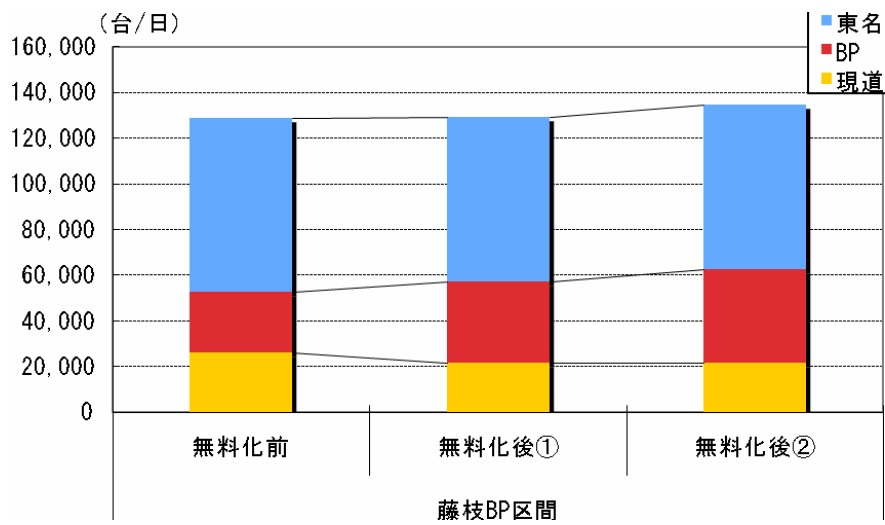


図 3-12 藤枝バイパスの交通量の変化
(無料化前 (2005年3月)、無料化後 (2005年6月、2008年10月))

表 3-9 東海 4 バイパスにおける交通量の変化(4 バイパス平均値)

	無料化前 (2005年3月)	無料化後① (2005年6月)	無料化後② (2008年10月)	増減値 (無料化前と無 料化後①)	増減値 (無料化前と無 料化後②)
東名(4車線)	72,752 (59%)	68,922 (55%)	69,105 (53%)	-3,830(-3%)	-3,647(-8%)
バイパス(2車線)	25,184 (21%)	35,747 (29%)	42,104 (32%)	10,583(8%)	18,940(11%)
現道(2車線)	24,870 (20%)	19,899 (16%)	18,555 (14%)	-4,771(-4%)	-6,115(-8%)
合計	122,586	124,568	129,764	1,982	7,179

以上の事例を踏まえ、本節では、規格が異なる複数の道路からなるネットワークを想定し、短期社会的限界費用課金に基づく対距離課金を通じた最適道路ネットワークの形成に関するモデル分析を試みる。また、次ページでは、シミュレーション手順を図で示している。

d) ストック・マネジメント・モデルによる道路容量形成の評価

(1) インプット

1) ネットワークの設定

下図のとおり、東西方向を高速道路、主要幹線道路、幹線道路、補助幹線道路が並行に配置され、それらの道路を南北方向のアクセス道路が接続する、はしご形のネットワークを設定する。

東西方向の道路上には5kmおきに40のノードが設定され、延長は195kmである。

南北方向のアクセス道路は5kmおきのノードを南北に接続する延長6kmの道路とし、南から、補助幹線道路～幹線道路は1km、幹線道路～主要幹線道路は2km、主要幹線道路～高速道路は3kmと設定した。

なお、次項で述べるとおり、簡単のため、トリップは最も南に配置した補助幹線道路上のノードのみから発着することとし、短距離トリップは規格の低い道路を走行し、長距離トリップはアクセス道路を利用して高規格な道路を利用するネットワークとした。

各道路の自由走行速度、車線数、容量、料金は以下のとおりである。なお、南北方向のアクセス道路の容量は無限大(配分上は最大値の99,999台/時)と設定し、混雑による速度低下を考慮しないこととし

た。

2) ODの設定

簡単のため、トリップは最も南に配置した補助幹線道路上のノード(N1～N40)のみから発着することとした(ノード番号は図3-2参照)。また、簡単のため、起点N1～N39から発生するトリップの交通量及びトリップ長構成は全て同じであると想定した。

具体的には、起点N1～N39からは1,600台/時のトリップが発生し、その(目的)トリップ長の内訳は、道路交通センサスの値を参考に、5kmのトリップが40%、10kmのトリップが25%、20kmのトリップが20%、50kmのトリップが15%であると設定した。これを単位ODと定義する。

シミュレーション手順

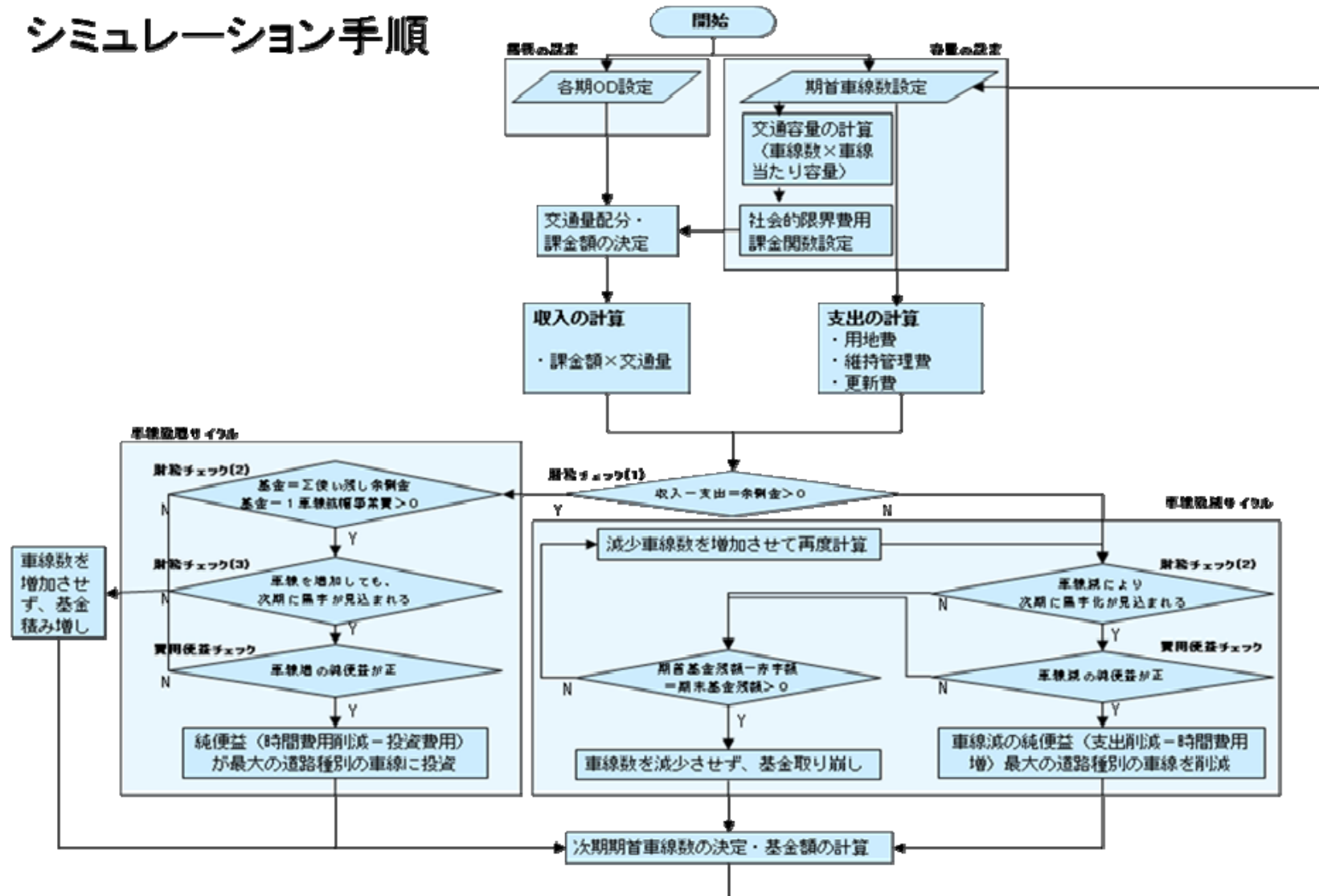


図3-13 シミュレーション手順

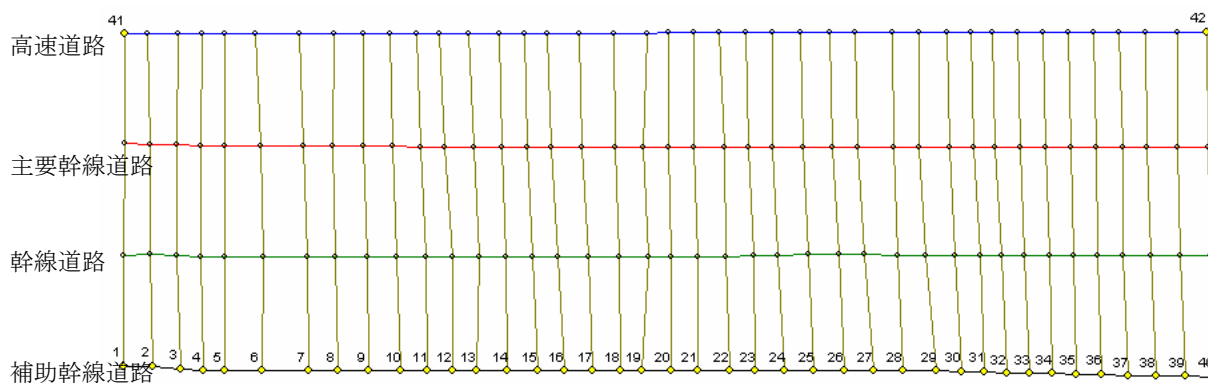


図 3-14 ネットワークの構成

表 3-10 ネットワークを構築する道路の設定

	自由走行速度 (km/時)	片方向車線数 (車線)	延長 (km)	備考
高速道路	100	2	195	5kmおきにノードを設定
主要幹線道路	70	2	195	
幹線道路	50	1	195	
補助幹線道路	30	1	195	
アクセス道路 (南北方向)	30	2	6	上記道路を南北方向に接続

表 3-11 単位 OD

起終点	交通量(台/時)	構成
① ②	640	40.0%
① ③	400	25.0%
① ④	320	20.0%
① ⑤	240	15.0%
合計	1,600	

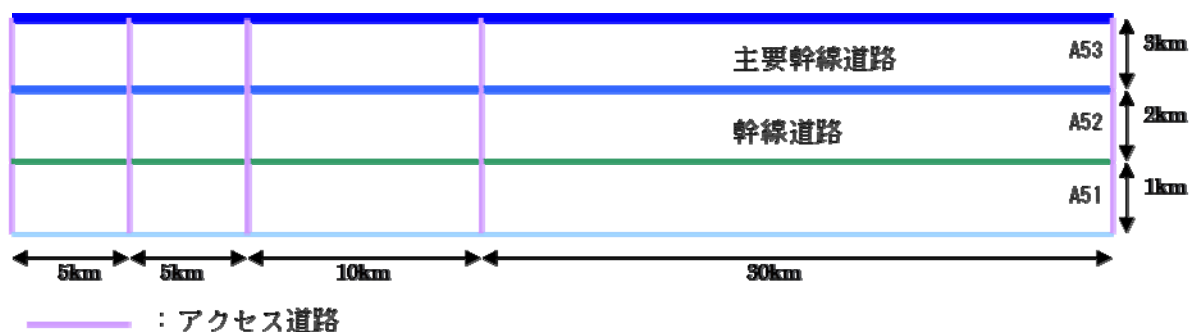


図 3-15 単位 OD の概要

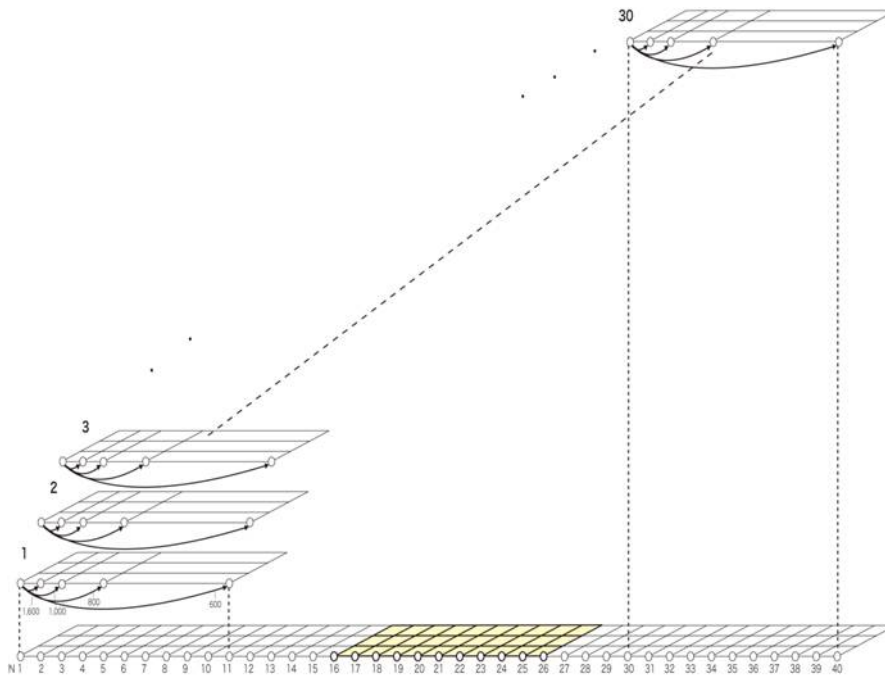


図 3-16 単位 OD トリップ発着の模式図

表 3-12 OD 表

		着																																									
発	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
1		640	400		320						240																														1600		
2			640	400		320						240																														1600	
3				640	400		320						240																													1600	
4					640	400		320						240																												1600	
5						640	400		320						240																											1600	
6							640	400		320						240																										1600	
7								640	400		320						240																									1600	
8									640	400		320						240																								1600	
9										640	400		320						240																							1600	
10											640	400		320						240																						1600	
11												640	400		320						240																					1600	
12													640	400		320						240																				1600	
13														640	400		320						240																			1600	
14															640	400		320						240																		1600	
15																640	400		320						240																	1600	
16																	640	400		320						240																1600	
17																		640	400		320						240															1600	
18																			640	400		320							240													1600	
19																				640	400		320							240												1600	
20																					640	400		320							240											1600	
21																						640	400		320							240										1600	
22																							640	400		320							240									1600	
23																								640	400		320							240								1600	
24																									640	400		320							240							1600	
25																										640	400		320							240							1600
26																											640	400		320								240					1600
27																												640	400		320									240			1600
28																													640	400		320								240			1600
29																														640	400		320							240			1600
30																															640	400		320						240		1600	
31																																640	400		320						1360		
32																																	640	400		320					1360		
33																																		640	400		320				1360		
34																																			640	400		320			1360		
35																																				640	400		320		1360		
36																																					640	400		320	1360		
37																																						640	400	1040			
38																																						640	400	1040			
39																																						640		640			
40																																									0		
	0	640	1040	1040	1360	1360	1360	1360	1360	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	58,880			

前頁の図 3-4 は、起点 N1～N39 全てから 1,600 台/

表 3-13 ネットワークを構築する道路の設定

リンク交	自由走行速度 (km/時)	片方向車線数 (車線)	容量 (台/時)
高速道路	100	2	4,000
主要幹線道路	70	2	3,000
幹線道路	50	1	1,200
補助幹線道路	30	1	1,000
アクセス道路 (南北方向)	30	2	99,999

のリンク交通量は、東西方向に向かって減少するものがあるが、ネットワークの中央部分（黄色）におけるリンク交通量は安定的（道路種がば、交通量は等しい）に配分されたと考えられる。そこで、配分用のネットワークは東西方向に 40 ノードを持つが、分析対象のネットワークは、交通量が安定的な中央部分（具体的には N16～N25 の範囲）を用いることとする。

3) リンクコストパフォーマンス関数

東西方向の高速道路、主要幹線道路、幹線道路、補助幹線道路については、交通量の増加により旅行速度が低下するよう、リンクコストパフォーマンス関数を設定する。

一般にリンクコストパフォーマンス関数は下記のような式が設定される。

$$t_a(x_a) = t_{a0} \left\{ 1 + \alpha \left(\frac{x_a}{C_a} \right)^\beta \right\} + \frac{\xi_a}{\omega} \dots \text{式 3-1}$$

- t_{a0} : リンク a の自由旅行時間 (ゼロフロー時の旅行時間) μ
- C_a : リンク a の交通容量 (台/時) μ
- x_a : リンク a の交通量 (台/時) μ
- ξ_a : リンク a の通行料金 μ
- ω : 時間価値 (=62.86 円/分) μ
- パラメータ $\alpha = 0.48, \beta = 2.82$

ここで、「混雑の社会的限界費用は、総時間費用（交通量×1 台当たり時間費用）を微分することで求める」という特性を利用して、本節では、下式に示すリンクパフォーマンス関数を各リンクに設定する。

$$SMC = \frac{dTC}{dx} = \omega \cdot t_{a0} \left\{ 1 + \alpha(\beta + 1) \cdot \left(\frac{x_a}{C_a} \right)^\beta \right\} \dots$$

式 3-2

各リンクのリンクコストパフォーマンス関数に式 3-2 を設定することで、システム最適配分（総時間費用が最小化する交通量配分）が実現する。

各道路の自由走行速度と容量の設定値については、下表に整理した。なお、南北方向のアクセス道路については、交通量によらず旅行速度は一定となるよう、交通容量を無限大（配分上は上限の 99,999 台/時）に設定した。

また、時間価値原単位は、国土交通省 B/C マニュアルに基づき、62.86 円/分とした。

4) 各リンクの最適課金額の求め方

本モデルでは、各リンクにおいて設定すべき最適課金額は、交通量配分後に求まる。

例えば、幹線道路（自由流速度 50km/時、交通容量 1,200 台/時）のリンクに 800 台/時が配分された場合、下図のとおり、そのリンクにおける最適化金額は 33 円/km・台（社会的限界費用 120 円－私的限界費用 87 円）であることを表す。

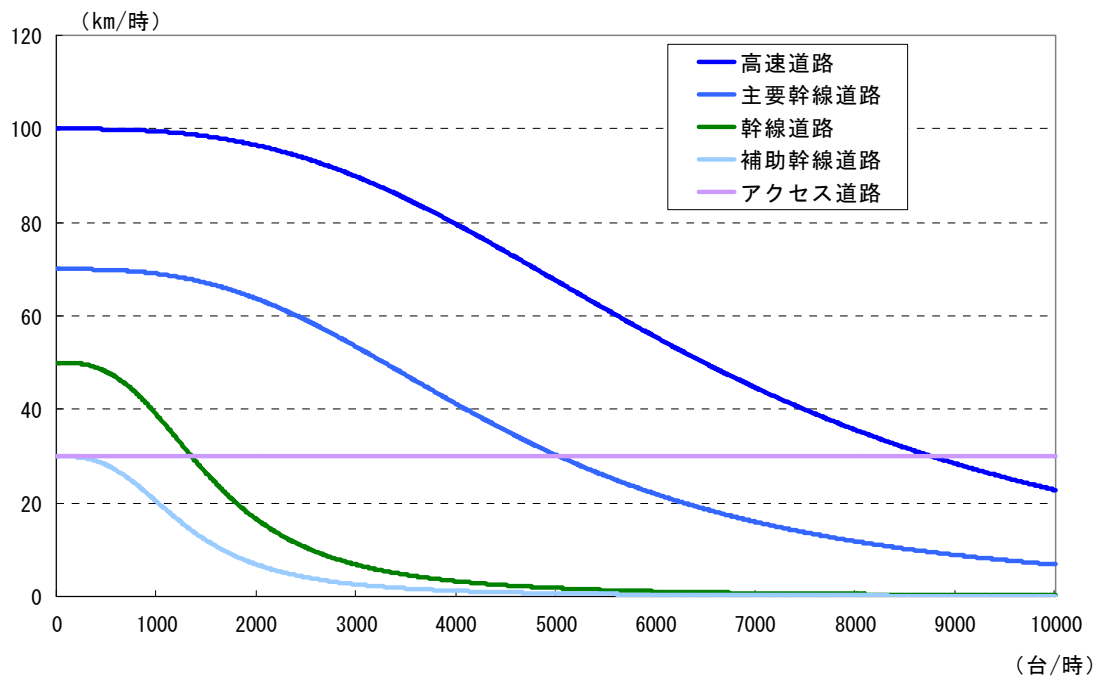


図 3-17 各道路の QV 式

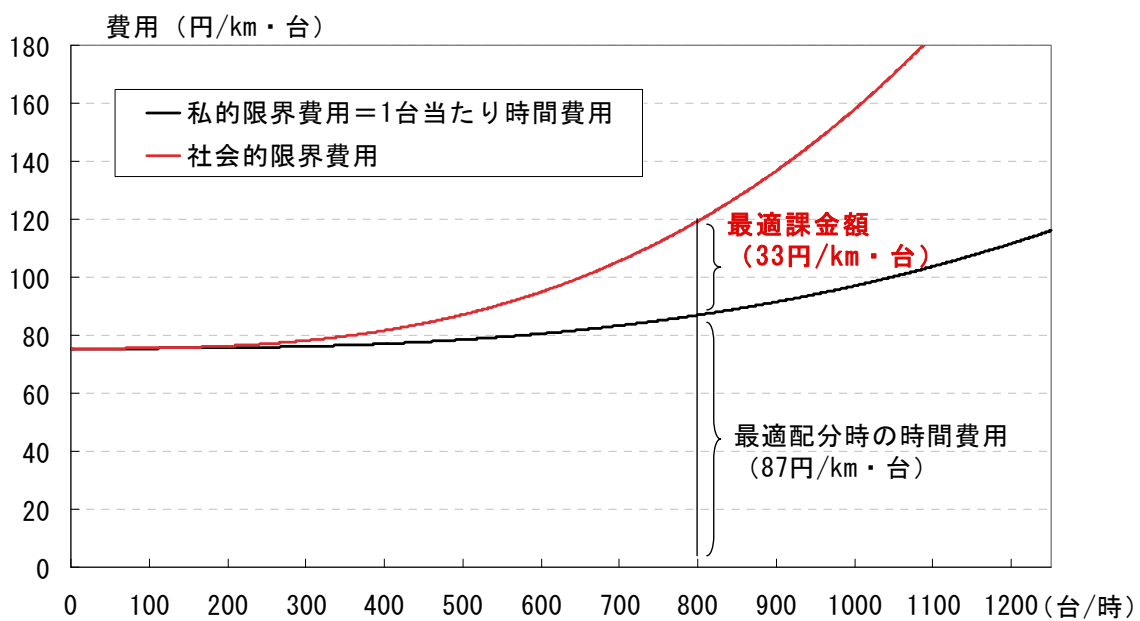


図 3-18 現行料金シナリオにおける指標の整理

(2) 社会的限界費用課金に基づくアウトプット

1) 交通配分結果

社会的限界費用課金に基づく交通配分結果は以下のとおりである。別途行った現行料金（高速道路のみ有料）に基づく交通配分結果と比べ、高速道路の交

通量が大幅に増加し、主要幹線道路での混雑が緩和するほか、幹線道路、補助幹線道路の交通量が減少するなど、東海 4 バイパスのケースと整合のとれる結果が導き出された。

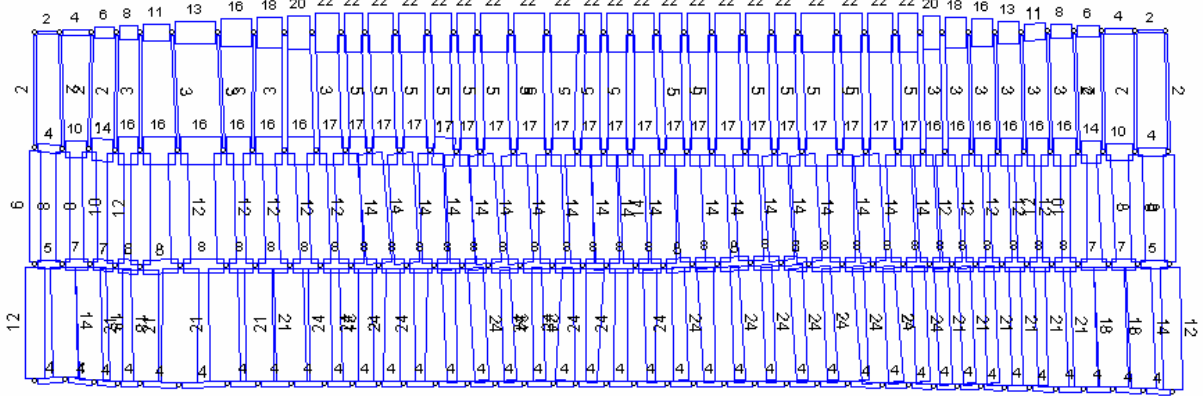


図 3-19 社会的限界費用課金に基づく交通量の配分結果（単位：100 台/時）

注) 上から、高速道路、主要幹線道路、幹線道路、補助幹線道路

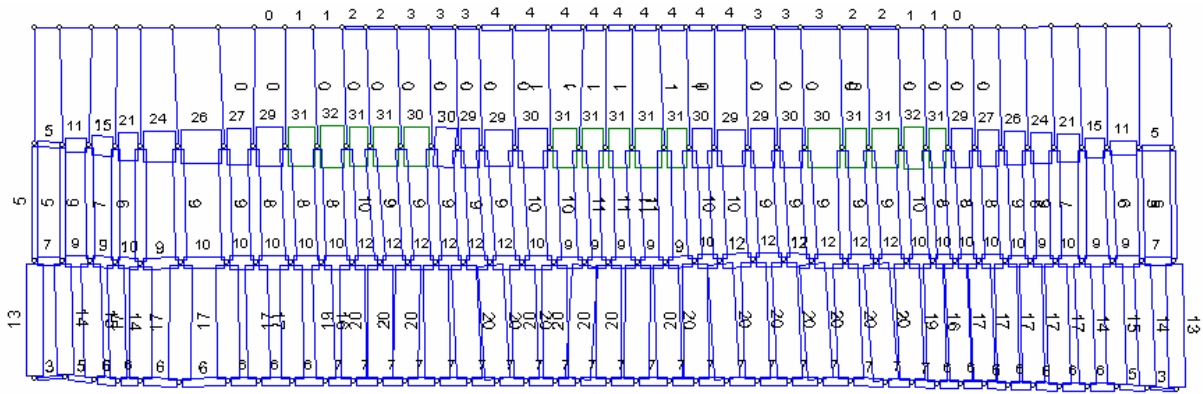


図 3-20 現行料金に基づく交通量の配分結果（単位：100 台/時）

注) 上から、高速道路、主要幹線道路、幹線道路、補助幹線道路

2) 経路分析

社会的限界費用課金の場合、補助幹線道路にも課金額が発生するため、比較的距離の短いトリップ(10km、20km)においても、幹線道路や主要幹線道路など規格の高い道路の利用がみられる。また、長距離トリップ(50km)のほとんどが高速道路を利用するため、主要幹線道路の利用が相対的に少ないことがわかる。

3) その他指標の整理

社会的限界費用課金に基づく交通量の配分結果とその結果としての各リンクの旅行速度、時間費用、総時間費用、料金収入を整理したものが図 3-22 である。



図 3-21 社会的限界費用課金に基づく経路分析（単位：台/時）

注) 上から、高速道路、主要幹線道路、幹線道路、補助幹線道路

(1) 交通量										
(台/日)										
503	2,219	2,219	2,219	2,219	2,219	2,219	2,219	2,219	2,219	2,219
1,423	1,666	1,666	1,666	1,666	1,666	1,666	1,666	1,666	1,666	1,666
2,359	815	815	815	815	815	815	815	815	815	815
	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420
(2) 旅行速度										
(km/時)										
30.0	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6
30.0	64.1	64.1	64.1	64.1	64.1	64.1	64.1	64.1	64.1	64.1
30.0	43.1	43.1	43.1	43.1	43.1	43.1	43.1	43.1	43.1	43.1
	28.8	28.8	28.8	28.8	28.8	28.8	28.8	28.8	28.8	28.8
(3) 時間費用										
(円)										
377.2	205.8	205.8	205.8	205.8	205.8	205.8	205.8	205.8	205.8	205.8
251.4	294.0	294.0	294.0	294.0	294.0	294.0	294.0	294.0	294.0	294.0
125.7	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0	438.0
	654.7	654.7	654.7	654.7	654.7	654.7	654.7	654.7	654.7	654.7
(4) 総時間費用(リンク時間費用×交通量)										
(円)										
189,712	456,587	456,587	456,587	456,587	456,587	456,587	456,587	456,587	456,587	456,587
357,800	489,837	489,837	489,837	489,837	489,837	489,837	489,837	489,837	489,837	489,837
296,577	356,942	356,942	356,942	356,942	356,942	356,942	356,942	356,942	356,942	356,942
	274,988	274,988	274,988	274,988	274,988	274,988	274,988	274,988	274,988	274,988
							総時間費用	Σ =	2,507 万円	
							総便益	=	387 万円	
(5) 課金額(社会的限界費用-時間費用)										
(円)										
0	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
0	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69
0	171	171	171	171	171	171	171	171	171	171
	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
(6) 課金収入										
(円)										
0	107,522	107,522	107,522	107,522	107,522	107,522	107,522	107,522	107,522	107,522
0	115,666	115,666	115,666	115,666	115,666	115,666	115,666	115,666	115,666	115,666
0	139,748	139,748	139,748	139,748	139,748	139,748	139,748	139,748	139,748	139,748
	30,951	30,951	30,951	30,951	30,951	30,951	30,951	30,951	30,951	30,951
							料金収入	Σ =	394 万円	

図 3-22 社会的限界費用課金に基づく指標の整理

4) 考察

社会的限界費用課金に基づく試算から得られる知見は、これまでに述べたことを含め、以下のとおりである。

- 社会的限界費用課金では、高速道路の最適課金額（ここでは、総時間費用を最小化するための課金額）が 9.7 円/km、主要幹線道路の最適課金額が 13.9 円/km、幹線道路の最適課金額が 34.3 円/km、

補助幹線道路の最適課金額が 14.7 円/km であることが導出できた。この結果は、補助幹線道路を除き、規格が高い道路ほど安く設定すべきことを示唆している。

- 社会的限界費用課金を適用することで、より規格の高い道路への転換が進む。
- また、主要幹線道路以下の道路に集中していた経路交通量が、社会的限界費用課金の適用によって

表 3-14 社会的限界費用課金に基づく交通量配分結果と課金額

	交通量(台/時)	交通量(%)	課金額(円/km)	車線数(車線)	交通容量(台/時)
高速道路	2,219	43.3%	9.7	2	4,000
主要幹線道路	1,666	32.5%	13.9	2	3,000
幹線道路	815	15.9%	34.3	1	1,200
補助幹線道路	420	8.2%	14.7	1	1,000
合計	5,120	100.0%		6	

表 3-15 単位 OD

起終点	交通量(台/時) 高需要ケース	交通量(台/時) 中需要ケース	交通量(台/時) 低需要ケース	構成
① ②	800	640	480	40.0%
① ③	500	400	300	25.0%
① ④	400	320	240	20.0%
① ⑤	300	240	180	15.0%
合計	2,000	1,600	1,200	

高速道路に転換し、主要幹線道路以下の道路における交通状況が改善する。

(3) 感度分析

上記の社会的限界費用課金について、需要の変動を考慮した感度分析を行った。

表 3-2 で示した単位 OD を中需要ケースとし、その 25%増の OD を想定する高需要ケースと 25%減の OD を想定する低需要ケースの 2 種類を検討した。

1) 交通量配分結果

次ページ図 3-23 および図 3-24 を参照。

2) 経路分析

次ページ図 3-25 を参照。

3) その他指標の整理

交通量配分について整理したものが表 3-16 および表 3-17 である。これらからは、社会的限界費用課金シナリオの下では、若干の交通量のシフトはあるものの、需要量に伴う交通量配分の変化がほとんど

生じないことがわかる。

その一方で、需要の増加にしたがって課金額の水準が上昇する。ただし、規格の高い道路ほど課金額が低い傾向（補助幹線道路を除く）は需要の大きさにかかわらず共通していることが読み取れる。

また、図 3-26 および図 3-27 では、高需要ケースおよび低需要ケースにおける社会的限界費用課金を適用した場合の指標（交通量、旅行速度、時間費用、総時間費用、料金収入）を整理している。

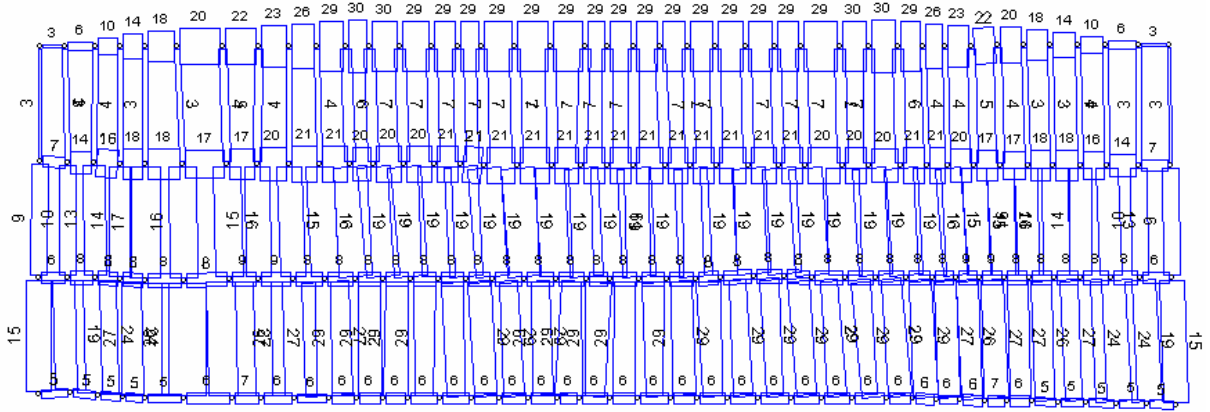


図3-23 社会的限界費用課金に基づく交通量の配分結果（高需要ケース、単位：100台/時）

注) 上から、高速道路、主要幹線道路、幹線道路、補助幹線道路

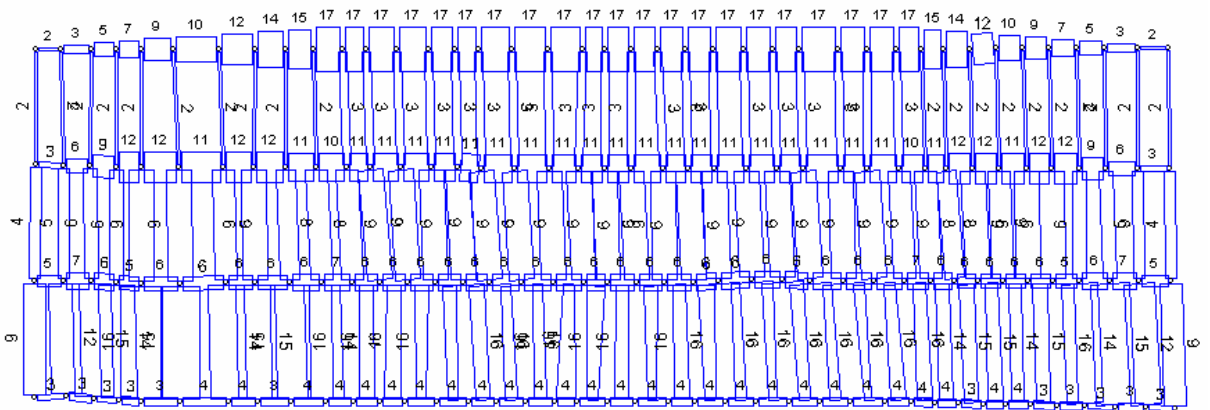


図3-24 社会的限界費用課金に基づく交通量の配分結果（低需要ケース、単位：100台/時）

注) 上から、高速道路、主要幹線道路、幹線道路、補助幹線道路

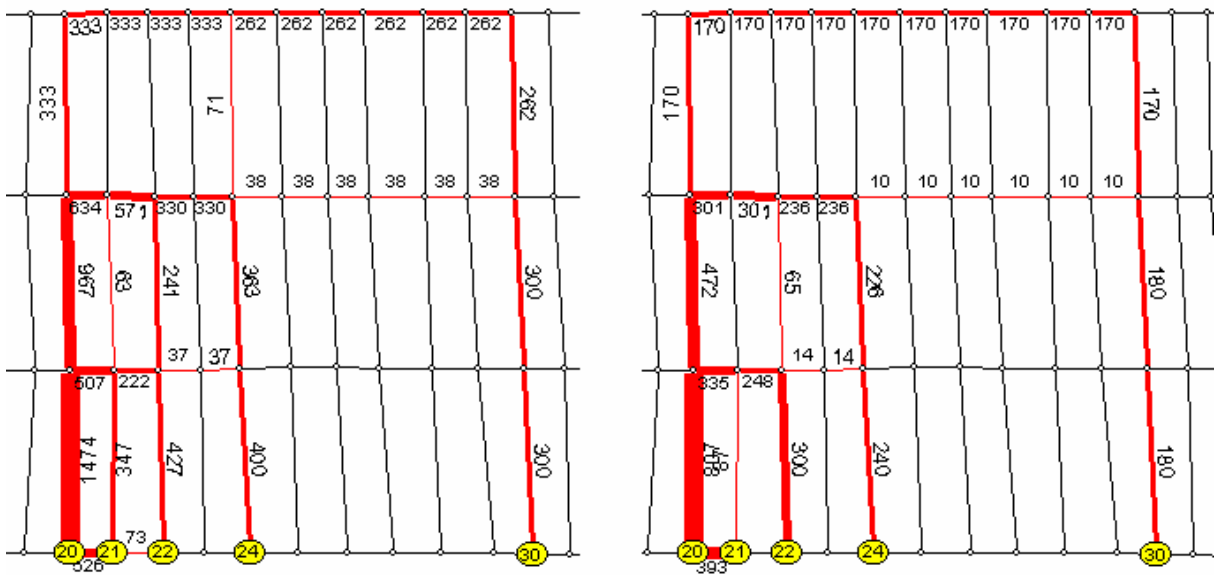


図3-25 社会的限界費用課金に基づく経路分析

(左：高需要ケース、右：低需要ケース、単位：台/時)

注) 上から、高速道路、主要幹線道路、幹線道路、補助幹線道路

	交通量(台/時)	交通量(%)	課金額(円/km)	車線数(車線)	交通容量(台/時)
高速道路	2,906	45.4%	20.7	2	4,000
主要幹線道路	2,092	32.7%	26.4	2	3,000
幹線道路	803	12.5%	32.9	1	1,200
補助幹線道路	600	9.4%	40.3	1	1,000
合計	6,401	100.0%		6	

表3-16 社会的限界費用課金に基づく交通量配分結果と課金額（高需要ケース）

	交通量(台/時)	交通量(%)	課金額(円/km)	車線数(車線)	交通容量(台/時)
高速道路	1,704	44.4%	4.6	2	4,000
主要幹線道路	1,132	29.5%	4.7	2	3,000
幹線道路	610	15.9%	15.1	1	1,200
補助幹線道路	393	10.2%	12.2	1	1,000
合計	3,839	100.0%		6	

表3-17社会的限界費用課金に基づく交通量配分結果と課金額（低需要ケース）

(1)交通量

	(台/日)									
0657	2,906	2,906	2,906	2,906	2,906	2,906	2,906	2,906	2,906	2,906
1,9394	2,092	2,092	2,092	2,092	2,092	2,092	2,092	2,092	2,092	2,092
2,9947	803	803	803	803	803	803	803	803	803	803
	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600

(2)旅行速度

	(km/時)									
390.00	83.7	83.7	83.7	83.7	83.7	83.7	83.7	83.7	83.7	83.7
390.00	59.6	59.6	59.6	59.6	59.6	59.6	59.6	59.6	59.6	59.6
390.00	43.3	43.3	43.3	43.3	43.3	43.3	43.3	43.3	43.3	43.3
	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9

(3)時間費用

	(円)									
397.22	225.3	225.3	225.3	225.3	225.3	225.3	225.3	225.3	225.3	225.3
260.14	316.2	316.2	316.2	316.2	316.2	316.2	316.2	316.2	316.2	316.2
128.27	435.5	435.5	435.5	435.5	435.5	435.5	435.5	435.5	435.5	435.5
	700.0	700.0	700.0	700.0	700.0	700.0	700.0	700.0	700.0	700.0

(4)総時間費用(リンク時間費用×交通量)

	(円)									
2891,3906	654,849	654,849	654,849	654,849	654,849	654,849	654,849	654,849	654,849	654,849
4886,2800	661,467	661,467	661,467	661,467	661,467	661,467	661,467	661,467	661,467	661,467
3700,3905	349,686	349,686	349,686	349,686	349,686	349,686	349,686	349,686	349,686	349,686
	420,030	420,030	420,030	420,030	420,030	420,030	420,030	420,030	420,030	420,030

(5)課金額(社会的限界費用-時間費用)

	(円)									
0	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
0	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132
0	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
	201	201	201	201	201	201	201	201	201	201

(6)課金収入

	(円)									
0	301,277	301,277	301,277	301,277	301,277	301,277	301,277	301,277	301,277	301,277
0	276,027	276,027	276,027	276,027	276,027	276,027	276,027	276,027	276,027	276,027
0	132,050	132,050	132,050	132,050	132,050	132,050	132,050	132,050	132,050	132,050
	120,883	120,883	120,883	120,883	120,883	120,883	120,883	120,883	120,883	120,883

総時間費用 420,030
 総利益 Σ = 336万円
 課金額 Σ = 336万円

料金収入 Σ = 630万円

図 3-26 社会的限界費用課金(高需要ケース)における指標の整理

(1)交通量

	(台/日)									
3941	1,704	1,704	1,704	1,704	1,704	1,704	1,704	1,704	1,704	1,704
3933	1,132	1,132	1,132	1,132	1,132	1,132	1,132	1,132	1,132	1,132
1,011.4	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610
	393	393	393	393	393	393	393	393	393	393

(2)旅行速度

	(km/時)									
390.0	95.9	95.9	95.9	95.9	95.9	95.9	95.9	95.9	95.9	95.9
390.0	67.9	67.9	67.9	67.9	67.9	67.9	67.9	67.9	67.9	67.9
390.0	46.7	46.7	46.7	46.7	46.7	46.7	46.7	46.7	46.7	46.7
	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0

(3)時間費用

	(円)									
397.2	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7
291.4	277.7	277.7	277.7	277.7	277.7	277.7	277.7	277.7	277.7	277.7
129.2	404.0	404.0	404.0	404.0	404.0	404.0	404.0	404.0	404.0	404.0
	690.3	690.3	690.3	690.3	690.3	690.3	690.3	690.3	690.3	690.3

(4)総時間費用(リンク時間費用×交通量)

	(円)									
1,288,012	335,244	335,244	335,244	335,244	335,244	335,244	335,244	335,244	335,244	335,244
2,937,108	314,333	314,333	314,333	314,333	314,333	314,333	314,333	314,333	314,333	314,333
2,002,913	246,452	246,452	246,452	246,452	246,452	246,452	246,452	246,452	246,452	246,452
	256,566	256,566	256,566	256,566	256,566	256,566	256,566	256,566	256,566	256,566

(5)課金額(社会的限界費用-時間費用)

	(円)									
0	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
0	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
0	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76
	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61

(6)課金収入

	(円)									
0	39,209	39,209	39,209	39,209	39,209	39,209	39,209	39,209	39,209	39,209
0	26,430	26,430	26,430	26,430	26,430	26,430	26,430	26,430	26,430	26,430
0	46,205	46,205	46,205	46,205	46,205	46,205	46,205	46,205	46,205	46,205
	24,013	24,013	24,013	24,013	24,013	24,013	24,013	24,013	24,013	24,013

総時間費用
総利益
Σ = 1,777 万円
Σ = 200 万円

料金収入
Σ = 136 万円

図 3-27 社会的限界費用課金(低需要ケース)における指標の整理

(3) ストック・マネジメント・モデルの実施

(2) で行った社会的限界費用課金に基づく結果を踏まえ、最適道路容量の実現を目的としたストック・マネジメント・モデルの実施を検討する。

1) 仮定

検討にあたっては、以下の7点の仮定を置く。

- 仮定 1：高速道路、主要幹線道路、幹線道路、補助幹線道路の4経路からの課金収入は、1つのプールに入れて把握する（4経路の道路延長は各50km）。
- 仮定 2：ピーク時間帯は半日（12時間）とし、その時間帯のみ料金が課される。それ以外の時間帯は無料。ただし、ピーク時間帯からオフピーク時間帯への交通のシフトはない。
- 仮定 3：課金収入は、第一に4経路の維持費および用地費に充当される。
- 仮定 4：課金収入が維持費および用地費の合計を上回っている場合、課金収入は、4経路の更新費に充当される。
- 仮定 5：課金収入が維持費、用地費および更新費の合計を上回っている場合、課金収入は、新設費に充当される。新設は延長（50km）すべてにわたって整数の車線数が増加可能のときのみ実施する（最低でも450億円/車線が必要となる）。なお、その際、新設による時間費用削減の純便益（年間時間費用減少便益（年間）と追加的に必要となる道路費用（更新費用、用地費用、維持費用、いずれも年間）の差引額）が最も大きい経路を選び実施する。また、新設後に収支に赤字が見込まれる場合は投資を行わない。
- 仮定 6：課金収入が維持費、用地費および更新費の合計を下回っている場合、課金収入が維持費、用地費および更新費の合計を上回るように、一部の道路の更新を断念し、車線数を削減する（当該車線については残存価値を放棄する）。削減は延長（50km）すべてにわたって整数の車線数単位で実施する。なお、その際、時間費用の増加と道路費用の減少の差引の費用の純増加が最も小さい経路を選び実施する。また、この削減は、削減後の収支が黒字となるまで繰り返す。
- 仮定 7：道路容量は道路種別ごとに次の車線あたり容量に車線数を掛け合わせた大きさを用いる（高速道路：2,000台/時、主要幹線道路：1,500台/時、幹線道路：1,200台/時、補助幹線道路：1,000台/時）。

表3-18平成20年度道路事業評価結果

事業名	整備延長(km)	整備車線数(車線)	建設費(億円/事業)	建設費(億円/車線km)
一般国道275号 江別北道路	3.5	2.0	107.0	15.3
一般国道108号 花湖山バイパス	6.4	2.0	95.0	7.4
一般国道7号 秋田南バイパス	2.2	2.0	26.0	5.9
一般国道7号 鶴岡バイパス	5.9	2.0	45.0	3.8
一般国道4号 東埼玉道路(延伸)	8.7	2.0	93.0	5.3
一般国道18号 坂城更埴バイパス(延伸)	2.6	2.0	49.0	9.4
一般国道159号 羽咋道路	6.7	4.0	116.0	4.3
一般国道1号 磐田バイパス	7.2	2.0	46.0	3.2
一般国道138号 須走道路	3.8	4.0	111.0	7.3
一般国道153号 豊田北バイパス(1工区)	2.8	4.0	106.0	9.5
一般国道42号 右田海南道路	9.4	2.0	247.0	13.1
一般国道480号 網谷峠道路	4.1	2.0	109.0	13.3
一般国道2号 周南立体	0.6	4.0	40.0	16.7
一般国道2号 小月バイパス	5.8	2.0	72.0	6.2
一般国道11号 豊中観音寺拡幅	4.6	2.0	153.0	16.6
一般国道201号 香春拡幅	2.1	2.0	21.0	5.0
一般国道3号 鳥栖拡幅	2.4	2.0	50.0	10.4
平均	4.6	2.5	87.4	9.0

また、整備単価は下記のように仮定する。

- 更新費：9 億円/車線 km（平成 20 年度道路事業評価結果の平均値に基づく。検討に当たっては、耐用年数 40 年として左記単価の 2.5%を更新費として毎年適用する。）
- 用地費：2 億円/車線 km（昨年度までの推計に基づく。検討に当たっては左記単価の 3%を借地料のかたちで適用する。なお、左記単価は車線幅員を 2.5m とした場合、8 万円/m²に相当し、これは東京圏では鴻巣市や佐倉市などの公示地価平均価格に相当する水準である。）
- 維持費：0.27 億円/車線 km（高速道路）、0.135 億円/車線 km（主要幹線道路）、0.053 億円/車線 km（幹線道路）、0.041 億円/車線 km（補助幹線道路）（道路マニュアルにおける維持費単価を援用。）

2) 分析

2-1) 高需要ケース

- 現状車線数（高速道路 2 車線、主要幹線道路 2 車線、幹線道路 1 車線、補助幹線道路 1 車線）では年間収支約 233 億円の黒字となる。2 期分の収支が新設に要する費用（450 億円/車線）を上回るため、第 2 期末に 1 車線追加の意思決定が求められる。

表3-19交通量配分・課金収支・総時間費用（現状車線数ケース）

	交通量(台/時)	交通量(%)	課金額(円/km)	車線数(車線)	交通容量(台/時)	料金収入(1時間/日)	1.00
高速道路	2,906	45.4%	20.7	2	4,000	料金収入(年間)	363.65
主要幹線道路	2,092	32.7%	26.4	2	3,000	更新費	67.50
幹線道路	803	12.5%	32.9	1	1,200	用地費	18.00
補助幹線道路	600	9.4%	40.3	1	1,000	維持費	45.20
合計	6,401	100.0%	—	6	—	支出(年間)	130.70
総時間費用(年間)	—	1,448	増分道路費用(年間)	—	—	収支(年間)	232.95
時間費用削減便益(年間)	—	—	純便益(年間)	—	—	* 費用の単位はすべて億円	

追加投資の選択肢としては、高速道路の3車線目、主要幹線道路の3車線目、幹線道路の2車線目、補助幹線道路の2車線目の4候補が存在するため、それぞれの総時間費用および時間費用削減の純便益を把握する。

表3-20 交通量配分・課金収支・総時間費用（高速道路の3車線目追加ケース）

	交通量(台/時)	交通量(%)	課金額(円/km)	車線数(車線)	交通容量(台/時)	料金収入(1時間/円)	0.69
高速道路	3,144	49.1%	8.3	3	6,000	料金収入(年間)	250.10
主要幹線道路	1,855	29.0%	18.8	2	3,000	更新費	78.75
幹線道路	907	14.2%	46.4	1	1,200	用地費	21.00
補助幹線道路	492	7.7%	23.0	1	1,000	維持費	58.70
合計	6,398	100.0%	—	7	—	支出(年間)	158.45
総時間費用(年間)	1,401		増分道路費用(年間)	27.8		収支(年間)	91.65
時間費用削減便益(年間)	46.8		純便益(年間)	19.1			*費用の単位はすべて億円

表3-21 交通量配分・課金収支・総時間費用（主要幹線道路の3車線目追加ケース）

	交通量(台/時)	交通量(%)	課金額(円/km)	車線数(車線)	交通容量(台/時)	料金収入(1時間/円)	0.69
高速道路	2,379	37.2%	11.8	2	4,000	料金収入(年間)	253.07
主要幹線道路	2,730	42.7%	17.8	3	4,500	更新費	78.75
幹線道路	832	13.0%	36.3	1	1,200	用地費	21.00
補助幹線道路	458	7.2%	18.8	1	1,000	維持費	51.95
合計	6,399	100.0%	—	7	—	支出(年間)	151.70
総時間費用(年間)	1,414		増分道路費用(年間)	21.0		収支(年間)	101.37
時間費用削減便益(年間)	33.5		純便益(年間)	12.5			*費用の単位はすべて億円

表3-22 交通量配分・課金収支・総時間費用（幹線道路の2車線目追加ケース）

	交通量(台/時)	交通量(%)	課金額(円/km)	車線数(車線)	交通容量(台/時)	料金収入(1時間/円)	0.78
高速道路	2,623	41.0%	15.5	2	4,000	料金収入(年間)	285.02
主要幹線道路	1,653	25.8%	13.6	2	3,000	更新費	78.75
幹線道路	1,618	25.3%	33.6	2	2,400	用地費	21.00
補助幹線道路	506	7.9%	24.9	1	1,000	維持費	47.85
合計	6,400	100.0%	—	7	—	支出(年間)	147.60
総時間費用(年間)	1,391		増分道路費用(年間)	16.9		収支(年間)	137.42
時間費用削減便益(年間)	56.3		純便益(年間)	39.4			*費用の単位はすべて億円

表3-23 交通量配分・課金収支・総時間費用（補助幹線道路の2車線目追加ケース）

	交通量(台/時)	交通量(%)	課金額(円/km)	車線数(車線)	交通容量(台/時)	料金収入(1時間/円)	0.81
高速道路	2,626	41.0%	15.6	2	4,000	料金収入(年間)	295.34
主要幹線道路	2,014	31.5%	23.7	2	3,000	更新費	78.75
幹線道路	788	12.3%	31.2	1	1,200	用地費	21.00
補助幹線道路	972	15.2%	22.2	2	2,000	維持費	47.25
合計	6,400	100.0%	—	7	—	支出(年間)	147.00
総時間費用(年間)	1,376		増分道路費用(年間)	16.3		収支(年間)	148.34
時間費用削減便益(年間)	71.3		純便益(年間)	55.0			*費用の単位はすべて億円

補助幹線道路に2車線目を追加した場合の時間費用削減純便益が約55億円と最も大きいため、第3期以降の構成は、高速道路2車線、主要幹線道路2車線、幹線道路1車線、補助幹線道路2車線となる。

路の2車線目、補助幹線道路の3車線目の4候補が存在するため、それぞれの総時間費用および時間費用削減の純便益を把握する。

上記の車線構成における年間収支が約148億円の赤字であるため、第5期末にまた1車線追加の意思決定が求められる。追加投資の選択肢としては、高速道路の3車線目、主要幹線道路の3車線目、幹線道

表3-24 交通量配分・課金収支・総時間費用(高速道路の3車線目追加ケース)

	交通量(台/時)	交通量(%)	課金額(円/km)	車線数(車線)	交通容量(台/時)	料金収入(1時間/円)	0.59
高速道路	2,776	43.4%	5.8	3	6,000	料金収入(年間)	215.26
主要幹線道路	1,898	29.7%	20.1	2	3,000	更新費	90.00
幹線道路	802	12.5%	32.8	1	1,200	用地費	24.00
補助幹線道路	924	14.4%	19.3	2	2,000	維持費	60.75
合計	6,400	100.0%	—	8	—	支出(年間)	174.75
総時間費用(年間)	1,380		増分道路費用(年間)	27.8		収支(年間)	40.51
追加時間費用削減便益(年間)	-3.5		追加純便益(年間)	-31.2			*費用の単位はすべて億円

表3-25 交通量配分・課金収支・総時間費用(主要幹線道路の3車線目追加ケース)

	交通量(台/時)	交通量(%)	課金額(円/km)	車線数(車線)	交通容量(台/時)	料金収入(1時間/円)	0.57
高速道路	2,425	37.9%	12.4	2	4,000	料金収入(年間)	206.36
主要幹線道路	2,324	36.3%	11.3	3	4,500	更新費	90.00
幹線道路	778	12.2%	30.1	1	1,200	用地費	24.00
補助幹線道路	873	13.6%	16.4	2	2,000	維持費	54.00
合計	6,400	100.0%	—	8	—	支出(年間)	168.00
総時間費用(年間)	1,339		増分道路費用(年間)	21.0		収支(年間)	38.36
追加時間費用削減便益(年間)	37.0		追加純便益(年間)	16.0			*費用の単位はすべて億円

表3-26 交通量配分・課金収支・総時間費用(幹線道路の2車線目追加ケース)

	交通量(台/時)	交通量(%)	課金額(円/km)	車線数(車線)	交通容量(台/時)	料金収入(1時間/円)	0.59
高速道路	2,551	39.9%	14.4	2	4,000	料金収入(年間)	216.15
主要幹線道路	1,733	27.1%	15.5	2	3,000	更新費	90.00
幹線道路	1,325	20.7%	19.1	2	2,400	用地費	24.00
補助幹線道路	791	12.4%	12.4	2	2,000	維持費	49.90
合計	6,400	100.0%	—	8	—	支出(年間)	163.90
総時間費用(年間)	1,342		増分道路費用(年間)	16.9		収支(年間)	52.25
追加時間費用削減便益(年間)	34.4		追加純便益(年間)	17.5			*費用の単位はすべて億円

表3-27 交通量配分・課金収支・総時間費用(補助幹線道路の3車線目追加ケース)

	交通量(台/時)	交通量(%)	課金額(円/km)	車線数(車線)	交通容量(台/時)	料金収入(1時間/円)	0.65
高速道路	2,725	42.6%	17.3	2	4,000	料金収入(年間)	237.20
主要幹線道路	1,576	26.2%	14.1	2	3,000	更新費	90.00
幹線道路	732	11.4%	25.3	1	1,200	用地費	24.00
補助幹線道路	1,267	19.8%	15.0	3	3,000	維持費	49.30
合計	6,400	100.0%	—	8	—	支出(年間)	163.30
総時間費用(年間)	1,388		増分道路費用(年間)	16.3		収支(年間)	73.90
追加時間費用削減便益(年間)	-12.1		追加純便益(年間)	-28.4			*費用の単位はすべて億円

幹線道路に2車線目を追加した場合の時間費用削減純便益が約89億円と最も大きいため、第6期以降の構成は、高速道路2車線、主要幹線道路2車線、幹線道路2車線、補助幹線道路2車線となる。

路の3車線目の4候補が存在するため、それぞれの総時間費用および時間費用削減の純便益を把握する。

- 上記の車線構成における年間収支が約52億円の黒字であるため、第14期末にまた1車線追加の意思決定が求められる。追加投資の選択肢としては、高速道路の3車線目、主要幹線道路の3車線目、幹線道路の3車線目、補助幹線道

表3-28 交通量配分・課金収支・総時間費用(高速道路の3車線目追加ケース)

	交通量(台/時)	交通量(%)	課金額(円/km)	車線数(車線)	交通容量(台/時)	料金収入(億円/年)	0.36
高速道路	3,000	46.9%	7.2	3	6,000	料金収入(年間)	131.16
主要幹線道路	1,505	23.5%	10.4	2	3,000	更新費	101.25
幹線道路	1,142	17.8%	12.6	2	2,400	用地費	27.00
補助幹線道路	753	11.8%	10.8	2	2,000	維持費	63.40
合計	6,400	100.0%	—	9	—	支出(年間)	191.65
総時間費用(年間)	1,292	増分道路費用(年間)	27.8	収支(年間)	-60.49		
追加時間費用削減便益(年間)	50.0	追加純便益(年間)	22.3			*費用の単位はすべて億円	

表3-29 交通量配分・課金収支・総時間費用(主要幹線道路の3車線目追加ケース)

	交通量(台/時)	交通量(%)	課金額(円/km)	車線数(車線)	交通容量(台/時)	料金収入(億円/年)	0.41
高速道路	2,186	34.2%	9.3	2	4,000	料金収入(年間)	151.42
主要幹線道路	2,268	35.4%	10.6	3	4,500	更新費	101.25
幹線道路	1,147	17.9%	12.7	2	2,400	用地費	27.00
補助幹線道路	800	12.5%	12.8	2	2,000	維持費	56.65
合計	6,401	100.0%	—	9	—	支出(年間)	184.90
総時間費用(年間)	1,305	増分道路費用(年間)	21.0	収支(年間)	-33.48		
追加時間費用削減便益(年間)	37.4	追加純便益(年間)	16.4			*費用の単位はすべて億円	

表3-30 交通量配分・課金収支・総時間費用(幹線道路の3車線目追加ケース)

	交通量(台/時)	交通量(%)	課金額(円/km)	車線数(車線)	交通容量(台/時)	料金収入(億円/年)	0.48
高速道路	2,054	32.1%	7.8	2	4,000	料金収入(年間)	175.20
主要幹線道路	1,737	27.1%	15.6	2	3,000	更新費	101.25
幹線道路	1,810	28.3%	14.7	3	3,600	用地費	27.00
補助幹線道路	800	12.5%	12.8	2	2,000	維持費	52.55
合計	6,401	100.0%	—	9	—	支出(年間)	180.80
総時間費用(年間)	1,313	増分道路費用(年間)	16.9	収支(年間)	-5.60		
追加時間費用削減便益(年間)	29.0	追加純便益(年間)	12.1			*費用の単位はすべて億円	

表3-31 交通量配分・課金収支・総時間費用(補助幹線道路の3車線目追加ケース)

	交通量(台/時)	交通量(%)	課金額(円/km)	車線数(車線)	交通容量(台/時)	料金収入(億円/年)	0.53
高速道路	2,381	37.2%	11.8	2	4,000	料金収入(年間)	194.51
主要幹線道路	1,541	24.1%	11.1	2	3,000	更新費	101.25
幹線道路	1,437	22.5%	24.0	2	2,400	用地費	27.00
補助幹線道路	1,041	16.3%	8.6	3	3,000	維持費	51.95
合計	6,400	100.0%	—	9	—	支出(年間)	180.20
総時間費用(年間)	1,330	増分道路費用(年間)	16.3	収支(年間)	14.31		
追加時間費用削減便益(年間)	12.2	追加純便益(年間)	-4.1			*費用の単位はすべて億円	

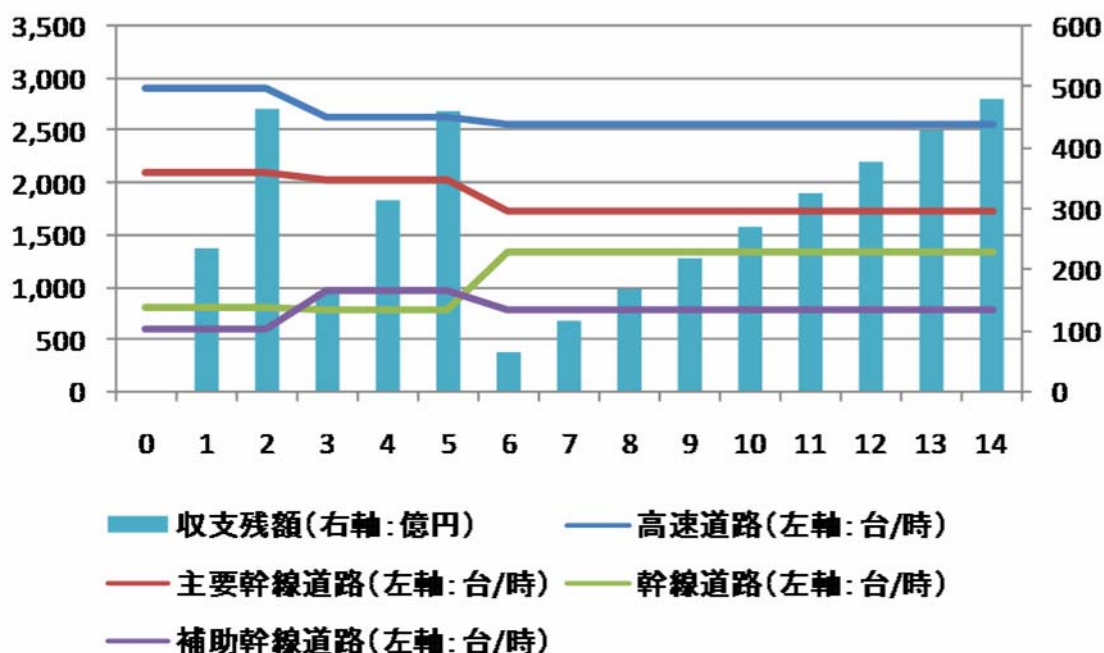


図3-28 社会的限界費用課金シナリオ(高需要ケース)における収支残額と経路別交通量

表3-32 交通量配分・課金収支・総時間費用(現状車線数ケース)

	交通量(台/時)	交通量(%)	課金額(円/km)	車線数(車線)	交通容量(台/時)	料金収入(12時間/日)	0.47
高速道路	2,219	43.3%	9.7	2	4,000	料金収入(年間)	172.52
主要幹線道路	1,666	32.5%	13.9	2	3,000	更新費	67.50
幹線道路	815	15.9%	34.3	1	1,200	用地費	18.00
補助幹線道路	420	8.2%	14.7	1	1,000	維持費	45.20
合計	5,120	100.0%	—	6	—	支出(年間)	130.70
総時間費用(年間)		1,098	増分道路費用(年間)		—	収支(年間)	41.82
時間費用削減便益(年間)		—	純便益(年間)		—	*費用の単位はすべて億円	

高速道路に3車線目を追加した場合に、最も大きな純便益が生じるが、このときの収支はマイナスとなり、実現は困難である。また、同様に主要幹線道路、幹線道路では純便益がプラスであるものの収支がマイナスとなる。補助幹線道路は収支がプラスであるものの、純便益がマイナスであり、社会的にその実施は望ましくない。このため、社会的限界費用に基づく課金収入によってすべての道路整備費用をまかなうという前提の下では、このケースにおいて第14期末以降の追加投資は実施しないことが望ましい。

以上の議論をまとめたものが上の図3-26である。

2-2) 中需要ケース

- 現状車線数(高速道路2車線、主要幹線道路2車線、幹線道路1車線、補助幹線道路1車線)

では年間収支約42億円の黒字となる。11期分の収支が新設に要する費用(450億円/車線)を上回るため、第11期末に1車線追加の意思決定が求められる。

追加投資の選択肢としては、高速道路の3車線目、主要幹線道路の3車線目、幹線道路の2車線目、補助幹線道路の2車線目の4候補が存在するため、それぞれの総時間費用および時間費用削減の純便益を把握する。

表3-33 交通量配分・課金収支・総時間費用(高速道路の3車線目追加ケース)

	交通量(台/時)	交通量(%)	課金額(円/km)	車線数(車線)	交通容量(台/時)	料金収入(1時間/日)	0.33
高速道路	2,307	45.1%	3.4	3	6,000	料金収入(年間)	119.79
主要幹線道路	1,653	32.3%	13.6	2	3,000	更新費	78.75
幹線道路	686	13.4%	21.1	1	1,200	用地費	21.00
補助幹線道路	474	9.3%	20.7	1	1,000	維持費	58.70
合計	5,120	100.0%	—	7	—	支出(年間)	158.45
総時間費用(年間)	1,086		増分道路費用(年間)	27.8		収支(年間)	-38.66
時間費用削減便益(年間)	12.1		純便益(年間)	-15.6			*費用の単位はすべて億円

表3-34 交通量配分・課金収支・総時間費用(主要幹線道路の3車線目追加ケース)

	交通量(台/時)	交通量(%)	課金額(円/km)	車線数(車線)	交通容量(台/時)	料金収入(1時間/日)	0.31
高速道路	1,770	34.6%	5.1	2	4,000	料金収入(年間)	114.91
主要幹線道路	2,237	43.7%	10.2	3	4,500	更新費	78.75
幹線道路	654	12.8%	18.4	1	1,200	用地費	21.00
補助幹線道路	458	8.9%	18.8	1	1,000	維持費	51.95
合計	5,119	100.0%	—	7	—	支出(年間)	151.70
総時間費用(年間)	1,083		増分道路費用(年間)	21.0		収支(年間)	-36.79
時間費用削減便益(年間)	15.1		純便益(年間)	-5.9			*費用の単位はすべて億円

表3-35 交通量配分・課金収支・総時間費用(幹線道路の2車線目追加ケース)

	交通量(台/時)	交通量(%)	課金額(円/km)	車線数(車線)	交通容量(台/時)	料金収入(1時間/日)	0.33
高速道路	1,985	38.8%	7.1	2	4,000	料金収入(年間)	122.14
主要幹線道路	1,506	29.4%	10.4	2	3,000	更新費	78.75
幹線道路	1,300	25.4%	18.1	2	2,400	用地費	21.00
補助幹線道路	329	6.4%	7.4	1	1,000	維持費	47.85
合計	5,120	100.0%	—	7	—	支出(年間)	147.60
総時間費用(年間)	1,052		増分道路費用(年間)	16.9		収支(年間)	-25.46
時間費用削減便益(年間)	45.7		純便益(年間)	28.8			*費用の単位はすべて億円

表3-38 交通量配分・課金収支・総時間費用(補助幹線道路の2車線目追加ケース)

	交通量(台/時)	交通量(%)	課金額(円/km)	車線数(車線)	交通容量(台/時)	料金収入(1時間/日)	0.36
高速道路	2,123	41.5%	8.6	2	4,000	料金収入(年間)	130.68
主要幹線道路	1,557	30.4%	11.5	2	3,000	更新費	78.75
幹線道路	708	13.8%	23.1	1	1,200	用地費	21.00
補助幹線道路	732	14.3%	10.0	2	2,000	維持費	47.25
合計	5,120	100.0%	—	7	—	支出(年間)	147.00
総時間費用(年間)	1,048		増分道路費用(年間)	16.3		収支(年間)	-16.32
時間費用削減便益(年間)	50.4		純便益(年間)	34.1			*費用の単位はすべて億円

補助幹線道路に2車線目を追加した場合に、最も大きな純便益が生じるが、このときの収支はマイナスとなり、実現は困難である。また、同様に幹線道路では純便益がプラスであるものの収支がマイナスとなる。高速道路、主要幹線道路では、純便益、収支ともにマイナスであり、社会的にその実施は望ましくない。このため、社会的限界費用に基づく課金収入によってすべての道路整備費用をまかなうという前提の下では、このケースにおいて第11期末以降の追加投資は実施しないことが望ましい。以上の議論をまとめたものが下の図3-29である。

2-3) 低需要ケース (表3-37)

現状車線数(高速道路2車線、主要幹線道路2車線、幹線道路1車線、補助幹線道路1車線)では年間収支約71億円の赤字となり、これは上記の仮定6に該当する。この場合、課金収入が維持費、用地費および更新費の合計を上回るように、一部の道路の更新を断念し、車線数を削減することが求められる。したがって、第1期首に、時間費用の増加と道路費用の減少の差引の費用の純増加が最も小さい経路を選び車線数の削減を実施するための意思決定が求められる。

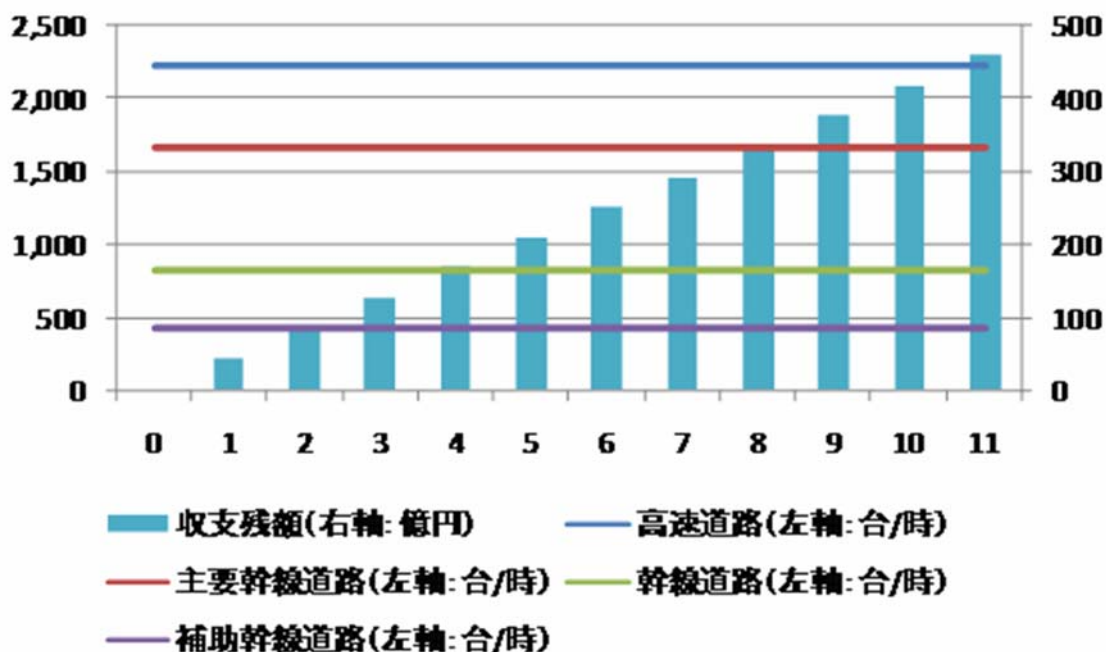


図3-29 社会的限界費用課金シナリオ(中需要ケース)における収支残額と経路別交通量

表3-37 交通量配分・課金収支・総時間費用(現状車線数ケース)

	交通量(台/時)	交通量(%)	課金額(円/km)	車線数(車線)	交通容量(台/時)	課金収入(円/年)	0.16
高速道路	1,704	44.4%	4.6	2	4,000	料金収入(年間)	59.51
主要幹線道路	1,132	29.5%	4.7	2	3,000	更新費	67.50
幹線道路	610	15.9%	15.1	1	1,200	用地費	18.00
補助幹線道路	393	10.2%	12.2	1	1,000	維持費	45.20
合計	3,839	100.0%	—	6	—	支出(年間)	130.70
総時間費用(年間)	778	—	増分道路費用(年間)	—	—	収支(年間)	-71.19
時間費用削減便益(年間)	—	—	純便益(年間)	—	—	* 費用の単位はすべて億円	

車線数削減の選択肢としては、高速道路の2車線目、主要幹線道路の2車線目の2候補が存在するため、それぞれの総時間費用および時間費用削減の純便益を把握する。

主要幹線道路の2車線目を削減した場合、時間費用削減便益は約6億円のマイナスであるものの、増分道路費用がそれを上回る約21億円のマイナスであるため、最も大きな純便益(約15億円)が生じるが、このときの収支は約4億円のマイナスとなり、実現は困難である。これに対して、高速道路の2車線目を削減した場合、時間費用削減便益は約18億円のマイナスと主要幹線道路の場合に比べてマイナスの度合いが大きいものの、増分道路費用も約28億円のマイナスであり、結果として純便益は約10億円となる。この純便益は主要幹線道路の場合に比べて小さいものの、このとき収支は約16億円のプラスとなり、実現が可能である。このため、低需要のケースでは、主要幹線道路を1車線削減し、高速道路2車線、主要幹線道路1車線、幹線道路1車線、補助幹線道路1車線の計5車線とすることが望ましいことがわかる。

する交通需要管理(ディマンド・マネジメント・モデル)およびディマンド・マネジメント・モデルの実施によって得られる課金収入を道路整備に充当することで、交通需要に合わせた最適な道路容量を実現する道路整備(ストック・マネジメント・モデル)の提案ならびに推計を行った。

今後、二次元空間にODが分布するモデルの検討、道路整備・利用における規模の経済性に関する分析を行うことで、本章で提示・推計したモデルをより現実の状況に接近させていくことができると考える。

3.3 まとめ

本章では、現行の道路容量を前提とし、混雑や環境への影響などを踏まえて最適な交通量配分を実現

表3-38 交通量配分・課金収支・総時間費用(高速道路の2車線目追加ケース)

	交通量(台/時)	交通量(%)	課金額(円/km)	車線数(車線)	交通容量(台/時)	料金収入(1時間/日)	0.33
高速道路	1,065	27.7%	8.6	1	2,000	料金収入(年間)	118.83
主要幹線道路	1,608	41.9%	12.6	2	3,000	更新費	56.25
幹線道路	687	17.9%	21.2	1	1,200	用地費	15.00
補助幹線道路	480	12.5%	21.5	1	1,000	維持費	31.70
合計	3,840	100.0%	—	5	—	支出(年間)	102.95
総時間費用(年間)		796	増分道路費用(年間)	-27.8	収支(年間)	15.88	
時間費用削減便益(年間)	-18.1		純便益(年間)	9.7			*費用の単位はすべて億円

表3-39 交通量配分・課金収支・総時間費用(主要幹線道路の2車線目追加ケース)

	交通量(台/時)	交通量(%)	課金額(円/km)	車線数(車線)	交通容量(台/時)	料金収入(1時間/日)	0.29
高速道路	1,800	46.9%	5.4	2	4,000	料金収入(年間)	105.44
主要幹線道路	697	23.4%	17.1	1	1,500	更新費	56.25
幹線道路	695	18.1%	21.9	1	1,200	用地費	15.00
補助幹線道路	448	11.7%	17.7	1	1,000	維持費	38.45
合計	3,840	100.0%	—	5	—	支出(年間)	109.70
総時間費用(年間)		784	増分道路費用(年間)	-21.0	収支(年間)	-4.26	
時間費用削減便益(年間)	-6.0		純便益(年間)	15.0			*費用の単位はすべて億円

第4章 おわりに：対距離課金による幹線道路の計画論

本報告書では対距離課金による幹線道路の新しい計画論を提案した。ここで幹線道路とは高速道路、国道、主要地方道以上の都道府県道をさす。それら幹線道路の延長は12万キロメートル。道路総延長120万キロメートルの約1割に相当する。なお、幹線道路の中でも、4車線以上の幹線道路やアクセスコントロールされた道路（規格の高い幹線道路）の延長は2万3千キロメートル余り（幅員13メートル以上の道路延長）と推定されるが、一般の幹線道路と計画論が異なるので注意が必要である。

まず、前者の規格の高い幹線道路については、道路ごとに計測された短期社会的限界費用に基づく対距離課金によって、短期的に交通需要を適切に管理し、かつその収入の当該道路への投資によって長期的に交通需要にあった容量水準が実現できることを示した。たとえば交通需要が道路容量より大きければ混雑が生じる。道路利用者は混雑の程度に応じて決まる対距離課金の支払いを避けるため、時間帯を変えたり、交通手段を変えるかもしれない。また、対距離課金収入により当該幹線道路の拡幅も可能となる。

地域によっては人口減少により交通需要が容量を下回る幹線道路も出現するであろう。この場合は維持管理費程度の低額の対距離課金が交通需要を喚起することになる。しかし総課金収入は道路管理者の維持管理、更新費用の全額をまかなえないため、道路の更新時期に合わせて道路容量を縮減する必要が生じる。具体的には規格の高い幹線道路から、一般の幹線道路への格下げなどが考えられる。規格の高い道路は1キロメートル当たりの維持管理、更新費用は高いが、処理できる交通量が多いので台キロメートル当たりの平均費用を安くできる。しかし、交通量が少なければ維持管理水準を落とさざるをえない。長期的には容量も縮減すべきであろう。高度成長時代に多車線化した幹線道路は、更新に合わせて車線数を減らし、歩道、自転車道、緑地帯を整備するこ

とができるかもしれない。それらの空間の維持管理、更新の費用は道路利用者が必ずしも負担する必要はない。

わが国は戦後に規格の高い幹線道路の計画を作り、着実に整備を進めてきた。高速道路など一部整備の終わっていないところも残っているが、おおむね20年以内には整備が終わるであろう。しかし、将来的に人口半減も視野に入っている中で、今求められている計画論は交通需要の減少に合わせ、道路容量をうまく縮減していく計画論である。その際、重要となる指標は網密度基準、アクセス基準ではなく、道路利用者の支払い意思額および道路の長期社会的限界費用であろう。

一般の幹線道路、すなわち混雑が想定されていない地方部の2車線の幹線道路などでは、まったく別の計画論が必要である。交通量が少ないため当該道路利用者の負担だけでは維持管理、更新ができない。このような道路で短期社会的限界費用によって負担を求められたら資金不足に陥る。将来にわたって当該道路を維持管理、更新していくためには、たとえばある地域単位が、その道路を幹線道路ネットワークの一部として認定することが必要である。その上で、その地域の道路利用者で費用負担する仕組みを導入することになる。総費用を回収しなければならぬため、短期平均費用に基づく対距離課金となる（地域ごとの対距離課金水準は、例えば総費用を地域の総走行台キロで除した値）。しかし、ここで地域単位をどのように形成するか、が問題となる。

本報告書はこの地域単位に関し十分な検討を行ったとは言えない。ただし、人の生活行動の範囲が広くなり、物流拠点の集約化などによりモノの配送範囲が広がるなかで、より広域で交通行動を捉え交通計画を策定する必要性が高まっている。このような状況の中で、県単位で「交通量は少ないが地域にとって必要な道路」に関する認識を共有するのは難しくなっているのではないだろうか。かといって、一般の幹線道路に関して全国一律の網密度基準、アクセス基準を作る必要もないと思われる。根拠があるわけではないが、例えば道州単位で一般の幹線道路

のあり方を合意し、道州単位で幹線道路を利用することによって得られる受益と負担を一致させることはできないだろうか。結果的に、道州ごとに平均費用に基づく対距離課金額は異なることになるが、これは納税者意識を高め、道路利用者に「真に必要な一般の幹線道路とは何か」を考えさせるきっかけとなるであろう。費用負担プールの設定の仕方に関しても議論は深められるはずである。

費用負担プールの大きさを決めた後で、地域内のさまざまな道路利用者間でどのように負担していくか、が次の問題となる。本報告書では、特に車種に着目したが、トラックに関しては環境外部不経済の原因となっているため、短期限界費用価格形成の結果として課金額が高くなり、需要の価格弾力性が低いためラムゼイ価格形成の結果としても課金額が高くなった。道路整備について、親切から維持管理が重要となっている中で、道路損傷の主たる原因者であるトラックの負担が増えるのは避けられないかもしれない。しかしながら、トラックへの負担増は世界的な潮流となっている。わが国では、従来、軽油引取税をガソリン税より相対的に低くするなどトラックを優遇してきており、その意味で大きな方針転換となる。トラックの負担増、運賃値上げによる荷主への転嫁、および消費者による最終的負担に対する社会的な合意を形成していく必要がある。外部不経済の内部化により、環境に優しい社会に転換していかなければならない。

参考文献の引用とリスト

- 1) 根本敏則、「道路整備財源調達制度の課題」、道路建設、No. 654 pp. 18-22、2002. 7
- 2) 根本敏則、味水佑毅、「社会資本整備における受益者負担原則」、『公益事業研究』、第 54 巻第 1 号、pp. 7-15、2002. 6
- 3) 味水佑毅、「一般道路整備における受益者負担のあり方」、一橋大学大学院商学研究科博士論文、2005. 5
- 4) 根本敏則、「対距離ベースの道路利用課金システムの展開—新たな道路財源の可能性—」、『日交研シリーズ』、B-126、2006. 6
- 5) 根本敏則、濱谷健太、「時間価値分布を考慮した料金施策モデルによる細街路交通削減効果の計測」、道路会議論文集 CD、道路協会、2007. 11
- 6) 味水佑毅、根本敏則、「一般道路の環境改善を目的とした大型車高速料金割引の経済分析～環境ロードプライシングの意義～」、『物流学会誌』、第 14 号、pp. 197-204、2006. 5
- 7) Greene, D.L., D.W. Jones and M.A. Delucchi edits. (1997), *The Full Costs and Benefits of Transportation*, Springer.
- 8) Morhing, H. (1976) *Transportation Economics*, Cambridge Mels.
- 9) Quinet, E. (1997) “Full Social Cost of Transportation in Europe”, in *The Full Cost and Benefits of Transportation*, edited by D.L. Greene et al., Springer.
- 10) 根本敏則、「課金による交通環境問題の解決」、『道路行政セミナー』、No. 212、pp. 1-4、2007. 11
- 11) 根本敏則、松井真喜子、「欧州における大型貨物車課金施策の展開」、『道路行政セミナー』、No. 180、pp. 26-32、2005. 3
- 12) European Commission (2001) *European Transport Policy for 2010: time to decide*.
- 13) European Commission (2006) *Keep Europe Moving*, Brussels 2006.
- 14) Swiss Federal Department of the Environment, Transport, Energy and Communications (2004), *Fair and efficient, the distance-related Heavy Vehicle Fee (HVF) in Switzerland*.
- 15) Federal Highway Administration (FHWA) (2008) *Value Pricing Pilot Program Quarterly Program Reports*.
- 16) 西尾崇、梶原啓 (2006)、「米国をはじめとする諸外国の課金政策に関する最新の動向 (その 1) ～混雑緩和を目的とした課金政策～」、『交通工学』、Vol. 41、No. 3、pp90-97
- 17) CE Delft (2007) *Handbook on estimation of external cost in the transport sector: Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport*.
- 18) 根本敏則、今西芳一、「有料道路の料金施策の有効性に関する考察」、『運輸と経済』、第 66 巻第 11 号、pp. 59-69、2006. 11
- 19) 根本敏則、今西芳一、味水佑毅、梶原啓、「社会的費用を考慮した道路別対距離課金制度による道路網の整備」、『交通学研究』、2007 年度研究年報、pp. 129-138、2008. 3
- 20) 根本敏則、味水佑毅、梶原啓、「限界費用課金による最適道路容量の実現」、『高速道路と自動車』、第 50 巻第 11 号、pp. 18-25、2007. 11
- 21) Toshinori NEMOTO, Yuki MISUI, Akira KAJIWARA, “Optimal Road Capacity Building –Road Planning by Marginal Cost Pricing–,” 11th World Conference on Transport Research CD-ROM, 2007. 6
- 22) Verhoef, E. T., A. Koh and S. Shepherd (2008) “Pricing, Capacity and Long-Run Cost Functions for First-best and Second-best Network Problems”, *3rd International Conference on Funding Transport Infrastructure*, Paris.

?