

効率的な道路施設の維持管理施策の検討

山梨大学 学生会員 ○鈴木大輔

山梨大学 正会員 武藤慎一

1. 研究背景・目的

わが国では、今後人口減少や少子高齢化が深刻化し、社会保障負担の増加や労働人口の減少、道路等の社会資本の維持管理といった多くの問題が顕在化すると懸念されている。その中でも社会資本の維持管理問題は、高度経済成長期以降に整備された橋梁、トンネルなどの道路施設に関して2030年までに建設から50年超となる割合が50%を超える見込みとされており、これら全ての更新を行うとすれば莫大な維持更新費用が必要になる。そして、こうした費用負担は人口減少により今後更に1人当たりの負担額が増加するという状況下にある。こうしたことを考えると、まず何らかの方法により全体の維持更新費用を下げられないかを検討し、その上でどうしても負担すべき維持更新費用を効率的に負担する方策を示すことが必要であるといえる。

このうち前者の視点は、今後の人口減少により立地がどのように変化するかが重要となる。人口分布の変化は、交通状況にも変化をもたらす。このとき交通需要の変化によってはほとんど利用されない道路が現れる可能性もある。そうした道路施設は積極的に縮減することにより維持更新費用を節約できると考えられる。さらに、立地誘導施策が実施可能であるとすれば、それにより道路施設利用を集中させ、利用が減少した道路施設は縮減するということも考えられうる。ただし、道路施設の縮減は利用者の利便性を毀損する可能性があり、立地誘導による不利益も発生する。そのため、今後の維持管理施策の検討においては、こうした影響も含めて効率性を判断する必要がある。

後者においては、利用者負担という考え方が最も理想的で効率的だと考えられるが、現実には難しい。そこで、最適でないとしても効率性を失わない様な

費用負担のあり方を検討することも重要となる。

これらのことを踏まえ本研究では、人口減少に伴う維持更新費用の将来推計を行った上で、その費用を縮減するための方策と、その上で負担すべき維持更新費用の適切な負担方法について、効率性の観点から検討することを目的とする。

2. 道路施設の維持管理に関する現状

研究背景で述べた人口減少、道路施設維持更新費用増加の問題について現状を確認していく。人口状況については甲府市を対象とする。

2.1 人口の動向

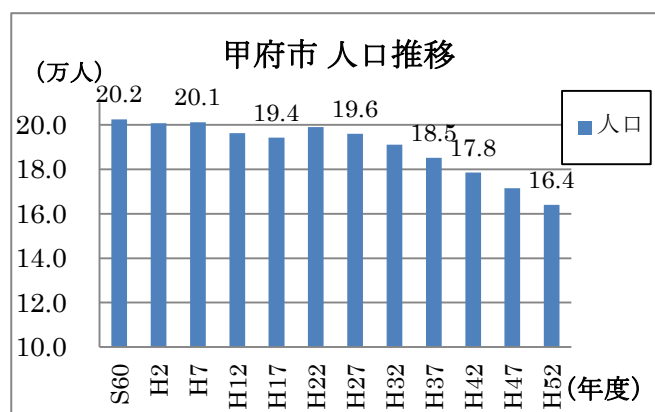


図.1 甲府市における人口推移

現在、甲府市の人口は約20万人¹⁾で、1985年から現在に至るまでほぼ横ばいの推移である。高齢者（65歳以上）割合は1985年で11.3%、2010年では24.9%と大幅に増加している。また、国立社会保障・人口問題研究所の人口推計¹⁾では、2040年には人口は約16万人まで減少する予測となっている。なお、このときの高齢者割合は36.3%まで増加し、1/3以上が高齢者になる。これらのことから甲府市においても人口減少と高齢化が進行する恐れがあるといえる。

2.2 維持更新費用の推移

社会資本の維持更新費用について、まず国土交通省が示しているこれまでの社会資本全体の推移と将来推計²⁾を基に、現状と将来について確認する。新設費（充当可能費）は1965年から毎年増加し、1995年頃をピークに減少しており、維持管理・更新費は2020年頃から徐々に増加する見込みである。2035年頃には充当可能費を上回り、維持更新の行えない社会資本も生じる可能性があるとされている。

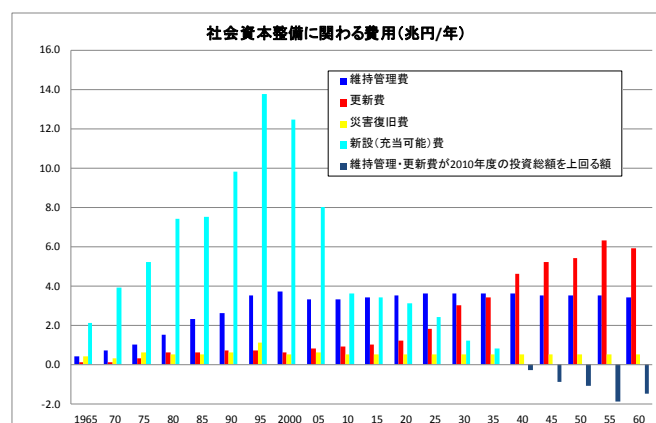


図.2 社会資本整備に関わる費用

次に維持更新費用について考える。維持更新費用は社会資本の機能維持のための費用（維持費）と劣化等により機能維持が不可能となった資本の再整備（更新費）に関わる費用に分けられる³⁾。なお本研究では道路施設（道の舗装、橋梁、トンネル）を対象にする。

維持費は資本のストック量が一定であれば費用も一定と考えられ、更新費は構造物の種類ごとに指標が定められている耐用年数が経過した際に更新されるものである。

このとき、更新について、同じ機能で更新されるものと仮定すれば、次のように山梨県における道路施設の維持更新費用の原単位が導出できる。導出には道路の実延長、国土交通省による報告書記載のH24年度道路施設維持管理費、橋梁等の更新費（新設費、撤去・仮設費）⁴⁾を参考にした。

表.1 山梨県における維持更新の原単位

維持費（万円/km）	更新費（万円/m ² ）
389.3	47.5

維持費とはアスファルトの小規模な路面補修や除草等の費用のことで、更新費とは橋梁の架け替えに関わる費用等のことである。

2.3 維持管理施策の検討

将来的な維持更新費用の増加に対しては、現状の道路ネットワークを維持し続けるとすれば多くの負担が利用者にかかってくる。これに対し、適切な維持管理施策を検討することが本研究の目的である。本研究では、具体的な施策として次の3点を考える。

① 現在の道路ネットワークを維持

これは、基本的に現在の道路ネットワークをそのまま維持することを考えたものである。ネットワークに変更がないことから、利用者の利便性はそのまま確保できる。逆に人口減少により交通量が減少すれば混雑が減少するため、より利便性が向上する可能性もある。しかし、維持更新費用は図.2に示した様な形で増加する可能性が高く、利用者の負担は増加する。

このとき、どのように利用者に負担させることが効率的かを検討することは価値がある。最も効率的な負担は、利用者に直接負担させるというものである。道路ネットワークの維持更新を考える場合には、リンクごとに維持更新費用を推計し、リンクごとに料金を課して、それを利用者が支払うという形態が最も効率的な負担方法であるといえる。しかし、現状では一般道においてリンクごとに料金を課すことは困難なため、それに代わる方法を考える必要がある。それがガソリン税を充当する方法である。リンクごとに課税率を変えることはできないが、走行ルートに応じた課税が可能であり、代用できる方法ではないかと考えられる。

② 維持管理の停止

これは、利用者が少なくなった道路は廃道にして維持更新を行わなくするというものである。

維持更新費用が節約できるという利点はあるが、廃道になった道路は利用できないため、利用者には不便益が発生する。

③ 立地誘導によるコンパクト化施策

今後の人口減少に対し、郊外部の立地を規制することにより中心部への立地誘導を図り、都市のコンパクト化を行うものである。これにより、郊外部では②で示した利用者の少ない道路を多く生み出すことができ、そして郊外部居住者は減少していることから利用者の利便性低下という問題も回避できる可能性が高い。しかし、立地規制により移転者には不

便益が生じることになる。

以上の施策は、それぞれ利点と問題点がある。そこで、その大小を比較し、最終的には効用により効率性を判断して、効率的な維持管理施策を明らかにする。

3. 現在の道路整備の便益と維持更新費用

甲府都市圏では高度経済成長期以降、宅地の郊外化だけでなく、近年では商業施設も郊外立地が進んでいる⁵⁾。そういった背景の下、3章では人々の立地変化とともに拡張されてきた交通ネットワーク整備の効果について最短経路探索を用いて計測する。

都市の郊外化により道路ネットワークが拡大され、それが維持更新費の増大を招いたとも考えられる。しかし、郊外化には、特に郊外居住者が享受する便益が存在すると考えられる。この便益が無ければ郊外に居住する理由が無いからである。そこで、ここでは甲府都市圏におけるこれまでの道路ネットワーク整備がもたらした便益とともに、そのネットワークを維持するとした場合の今後の維持更新費用を推計する。

3.1 これまでの道路整備による便益

対象地域は山梨県に設定、山梨県の交通ネットワークを21ゾーンで構築⁶⁾し、最短経路探索を行い、その結果を便益により計測した。

・便益計測における設定

ゾーンは、甲府都市圏を21ゾーンに分割し、便益は「OD交通量×時間価値(40円/min)×所要時間差(W-WO)」より求めた。なお、所要時間は最短経路探索の結果を用いている。

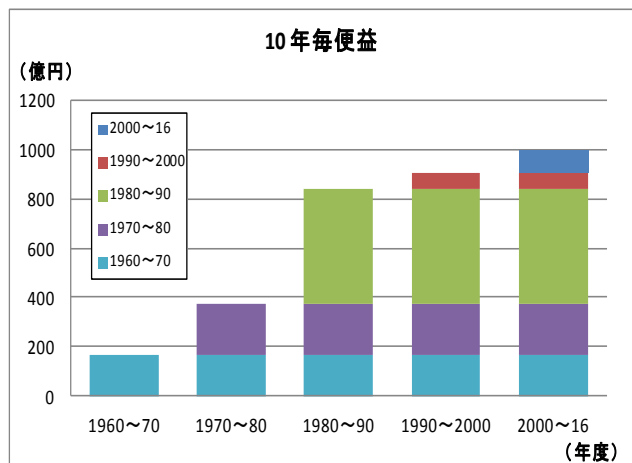


図.3 10年毎の便益計測結果

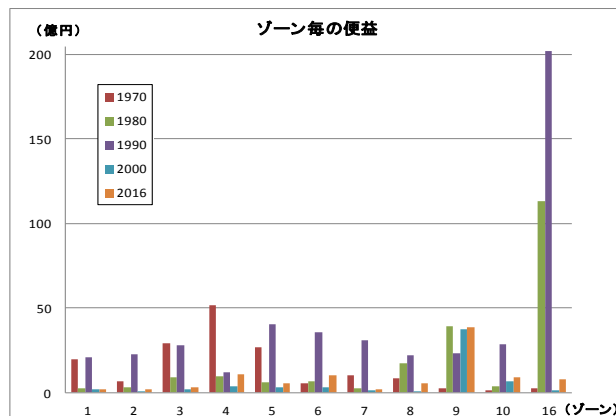


図.4 ゾーン毎の便益計測結果

整備は、1960年から現在に至るまでの整備の過程を10年区切りで取りまとめ、各年代における便益を計測した。

1980～90年で高い便益が生じる結果となった。この年代に国道20号線等の山梨県の主要な道路整備が行われたこと、また、高度経済成長期以降のバブル経済や1986年にかいじ国体が開催されたことも要因に挙げられる。

3.2 今後の維持更新費用の推計

山梨県の道路データと表.1で導出した原単位を基に、山梨県における道路施設の維持更新費用の推計を行った。

維持費は約1.0兆円、更新費は約0.9兆円という結果を得た。これは、現在から2040年までの総額を結果として示したものである。建設から50年を経過する施設が大幅に増加する2030年以降、更新費0.9兆円の負担も顕在化することになると考えられる。

4. 応用都市経済(CUE)モデル

4.1 CUEモデルの概要

3.では、最短経路探索に基づく、現在の道路ネットワークの便益と今後の維持更新費用の推計を行った。しかし、厳密にそれらの評価を行うには立地を明示的に扱う必要がある。

本研究では、CUEモデルを用いることにする。CUEモデルは、立地と交通を統合して扱ったものであり、人口減少による立地変化と、それに伴う交通変化を的確に評価できると考えたからである。本CUEモデルの構成は図.5の通りである。

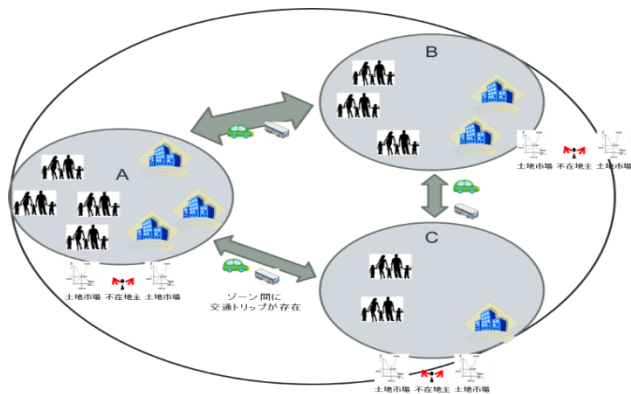


図.5 CUE モデルの概要

主体は家計、企業、不在地主で、それぞれの主体が効用最大化行動（企業の場合は利潤最大化）を行う。土地市場、交通市場で決定される価格（地代、交通費用）によって財（トリップ数、土地面積）の消費量や投入量が調整される仕組みであり、各ゾーンの土地市場と各ゾーン間の交通市場が同時に均衡するという特徴がある。

CUE モデルは、交通量配分や交通需要予測が考慮されており、従来の費用便益分析とも整合的な便益計測が行える。また、地域ごとの帰着便益や経済主体ごとの影響を定量的に評価可能であるため実用的な分析にも導入されている。

4.2 立地均衡

CUE モデルは都市経済学の理論⁷⁾をベースに構築されており、理論的な基礎として立地均衡の概念が提示されている。一般のCUEモデルでは、確率的モデルにて立地均衡が扱われている。

4.2.1 立地均衡の概念

対象となる都市は、ゾーンに分割されている。例えばここでは、3.1節にて用いた21ゾーンを対象とする。家計や企業はこれらのゾーンから立地するゾーンを選択する。立地均衡は、家計、企業がそれぞれ立地するゾーンを変更するインセンティブがなくなった状態と定義される。なお、CUEモデルでは立地均衡が成立すると同時に、土地市場の需給均衡も達成されている。

4.2.2 立地選択モデル

家計は各ゾーンにおける効用（企業は利潤）によって立地選択を行う。立地モデルに関しては以下のCES関数を使用し定式化⁸⁾を行う。

$$u_H = \max_{N^j} \left[\sum_j \alpha^j \frac{1}{\sigma_s} (N^j \cdot u_H^j)^{\rho_s} \right]^{\frac{1}{\rho_s}} \quad (1a)$$

$$\text{s.t.} \sum_j N^j = N^T \quad (1b)$$

ただし、 u_H ：家計の総効用、 u_H^j ：j地域の家計効用、 N^j ：j地域の家計人口数（立地量）、 N^T ：地域全体の総家計人口数（固定）、 $\alpha^j, \sigma_s, \rho_s$ ：パラメータ。

上式は、ゾーンの総効用をCES関数で定式化し、ゾーンiの効用が他のゾーンよりも高ければそのゾーンへの立地選択確率が高くなることを表す。人々がどの地域の効用を獲得するかによって地域の立地量 N^j を導出するものである。

5. 結論

本研究では、今後の道路施設の維持管理に係わる問題がどのように顕在化していくのかを、維持更新費用の推計を基に明らかとした。具体的には、甲府都市圏を対象に、簡易な道路ネットワークを構築し、まずそうしたネットワークが整備されてきたことに対する便益を明らかにし、さらに今後どの程度の維持更新費用が必要となるのかを推計した。便益の計測は、今後例えば維持更新費用の節約のために郊外部の道路を廃道にする等のことを考えた場合、その道路が利用できなくなることによる不便益が生じることを明確化しようと考えたためである。

ただし、そこでは家計の立地変化が考慮されていなかった。そこで、CUEモデルを用いた分析を行うこととしたが、ここではモデルの提示のみにとどまっている。それらによる維持管理施策の効果分析の結果は講演時に紹介する予定である。

参考文献

- 1) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の地域別将来推計人口，2013。
- 2) 国土交通省：国土交通白書，2005，2012。
- 3) 西村隆司，宮崎智視：分野別社会資本のストックと維持・更新投資額の将来推計，東洋大学経済学部 Working Paper No. 6，2012。
- 4) 玉越隆史，大久保雅憲，市川明広，武田達也：国総研資料第444号 橋梁の架替に関する調査結果（IV），2008。
- 5) 山梨県：山梨県都市計画マスタープラン，2011。
- 6) 山梨県 県土整備部 道路整備課：やまなしの道（p12 山梨県の道路の歴史），2015。
- 7) 上田孝行編著：Excelで学ぶ地域・都市経済分析，コロナ社，2010。
- 8) 猪狩祥平：一般均衡型CUEモデルの開発と都市施設配置計画への適用，山梨大学土木環境工学科修士論文，2015。