

道路のライフサイクルコストの低減を目的とした大型車の 課金マネジメント

味水佑毅^{*1} 脇嶋秀行^{*2} 松井竜太郎^{*2} 大井孝通^{*2} 根本敏則^{*3}
高崎経済大学^{*1}
建設技術研究所^{*2}
一橋大学^{*3}

本研究の目的は、道路のライフサイクルコストの低減に向けて大型車マネジメントを行う際に望ましい課金方策とその効果を明らかにすることである。

具体的には、仮想的な条件設定にもとづいて分析を行った味水ら（2015）の枠組みに、具体的な経路と車種情報を付与することを通じて、その拡張を行った。実施した 2 種類の分析からは、大型車の料金区分を細分化することで社会的余剰が拡大すること、また橋梁区間を含む経路を走行する大型車の料金水準を引き上げることで社会的余剰が拡大することが、それぞれ明らかとなった。

Traffic management for heavy vehicle toward least life cycle cost

Yuki Misui^{*1} Hideyuki Wakishima^{*2} Ryutaro Matsui^{*2} Takamichi Ooi^{*2} Toshinori Nemoto^{*3}
Takasaki City University of Economics^{*1}
CTI Engineering Co., Ltd. ^{*2}
Hitotsubashi University^{*3}

The purpose of this study is to clear the way and the effect of the heavy vehicle management through charging in order to reduce the life cycle cost of road. Concretely, this study extended Misui et al. (2015), which analyzed social surplus in road service market with two routes, using the Ramsey pricing based on the interview survey for experts of road pavement and management, from the viewpoint of actual routes and vehicle types.

We concluded that the charging that has been subdivided and the increase in the fee of heavy vehicle running the bridge section increase the social surplus through two types of analysis performed in this study.

Keyword: Traffic management for heavy vehicle, Road maintenance and renewal, Life cycle cost

1. はじめに

本研究の目的は、道路のライフサイクルコストの低減を政策目標として設定したときに、どのように課金を通じた大型車マネジメントを行うべきか、という問いに対する答えを明らかにすることである。

近年、我が国の道路ネットワークが概成しつつあるなかで、道路政策の中心も、新規道路の建設から既存道路の維持修繕・更新へと移りつつある。そこで留意すべき大きな問題のひとつとして道路の老朽化があげられる。この問題を解決し、次世代に健全な道路ネットワークを引き継いでいくためには、これまでも複数の審議会答申などで指摘されてきているように、自動車利用者の負担を適正化し、既存の道路ネットワークを有効活用していくことが求められる。

本研究では、道路のライフサイクルコストを既存の道路ネットワークの有効活用水準を表す政策指標として定め、その低減を実現する課金方策について、具体的なケースを想定して分析する。具体的には、同様の問題意識にもとづき、道路の設計・維持管理の知見を収集し、仮想的な条件設定のもとで分析を行った味水ら(2015)を基礎としたうえで、そこに具体的な経路と車種を付与することで、その拡張を図るものである。この分析を通じて、今後必要とされる大型車の課金マネジメントのあり方を明らかにすることができると思われる。

2. 味水ら(2015)の概要

味水ら(2015)は、先行研究のレビューをしたうえで、インタビュー調査等を通じて舗装設計と管理の理論を整理している。そのうえで、収支制約のもとでの余剰最大化を目的とした次善の価格形成原理であるラムゼイ価格形成を手法として、仮想的に設定した交通量と大型車混入率に適用し、政策的な示唆の導出を試みている。

味水ら(2015)が確認、導出した主たる知見は次のとおりである。

- ・舗装の性能指標である疲労破壊輪数の算定式(式1)は、軸重の小さな小型車にも適用可能である。
- ・状態が劣位の経路があったとしても、当該経路の大型車走行を規制することで、ライフサイクルコストあたりの社会的余剰を拡大することができ、大型車走行規制の導入が有用である。

本研究では、以上の知見をふまえ、分析における経路と車種を具体的に設定することを通じて、上記の知見の有用性を高めることとする。

$$N_{49} = \sum_{j=1}^m \left[\left(\frac{P_j}{49} \right)^4 \times N_j \right] \quad (式1)$$

N_{49} : 1日1方向当たりの49kN換算輪数

P_j : j 番目の輪荷重の大きさに区分される輪荷重の代表値

m : 輪荷重の大きさの区分数 ($j=1 \sim m$)

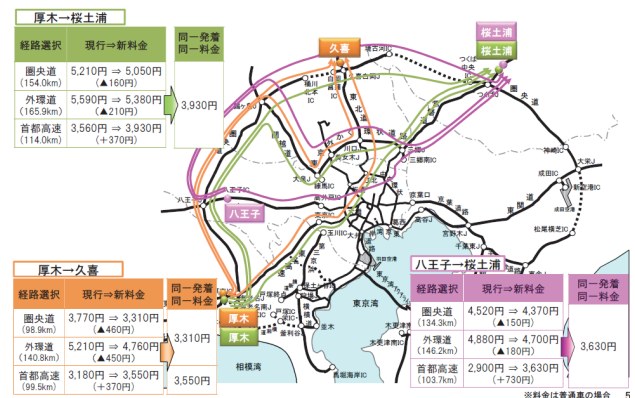
N_j : P_j の通過数

出所)『舗装設計便覧』

3. 分析における経路設定

本研究では、国土交通省が2015年9月に提示した「首都圏の新たな高速道路料金に関する具体方針(案)」(以下、「具体化方針(案)」)にもとづき、起終点と経路構成を設定する。国土交通省は、「具体化方針(案)」において、3つの「実現に向けた取組」をあげている。第1が「料金体系の整理・統一」、第2が「起終点を基本とした継ぎ目のない料金の実現」、第3が「政策的な料金の導入」である。本研究では、このうち第2の取組に着目する。第2の「起終点を基本とした継ぎ目のない料金の実現」とは、首都高速経由の経路と比べたときに、圏央道経由の経路の利用が少なくとも料金面で不利にならないように、高速道路料金を経路に関係なく起終点間の距離にもとづいて決定するという考え方である。

その具体例として、「具体化方針(案)」の参考資料では、3つの起終点ペアがあげられている(図1)。



出所) 国土交通省資料

図1 同一起終点同一料金の具体例

本研究では、このうち、厚木ICを起点、桜土浦ICを終点とする起終点ペアを分析対象としてとりあげる。図1にも示されるように、この厚木ICから桜土浦ICまでの移動にあたっては、首都高速を経由する

経路と圏央道を経由する経路などが考えられる。

このうち、首都高速を経由する経路の距離が114kmであるのに対し、圏央道を経由する経路の距離は154kmであり、後者は前者に比べて約35%距離が長い。これは圏央道が地理的に遠回りのためであるが、その差を反映して、高速道路料金も現行では、首都高速経由の経路だと3,560円であるのに対し、圏央道経由の経路だと5,210円と、約46%高額に設定されている。遠回りの分、所要時間も長いことを考えると、現行の高速道路料金のままでは、多くの自動車利用者が首都高速を経由する経路を優先して選択することが予想される。しかしそのことは、老朽化している首都高速を大型車両が通行することを意味し、道路のライフサイクルコスト低減の観点からは望ましくない。

これについて、国土交通省では、両経路の料金を3,930円で等しくさせる、同一起終点同一料金を提案している。相対的に圏央道を経由する経路の競争力を向上させることは、圏央道を経由する経路の選択可能性を高めるであろう。本研究では、この2経路を分析条件として設定することで、国土交通省の上記の政策の評価も行うことができると考える。

4. 分析における車種設定

1節でも述べたように、本研究の目的は、2節で提示した味水ら(2015)を基礎として、その分析内容に具体性を付与することである。経路構成とともに分析の具体性を確保する要素として、車種の設定があげられる。具体的には、大型車走行の実態の反映が考えられる。

大型車走行の交通量を表す代表的なデータとしては、道路交通センサスの大型車交通量がある。道路交通センサスの大型車交通量は、その調査区分の設定から、おおむね車両総重量が4t以上の車両の交通量を意味する。2節でみたように、道路の舗装に影響を及ぼす主たる要因は、軸重(より正確には輪荷重)であり、一般に車両総重量が20~25tの車両まで走行が認められている現実をふまえると、より細分化してみていくことが必要である。

道路交通センサスの大型車交通量の細分化を行ううえで、有効なデータとして、自動計測装置の計測データがある。自動計測装置とは、通過する車両総重量10t以上の車両の総重量と軸数を記録する装置であり、現在、全国で39箇所設置されている。このデータを活用することで、道路交通センサスの大型車交通量を、総重量4t~10tの車両の交通量と、総重

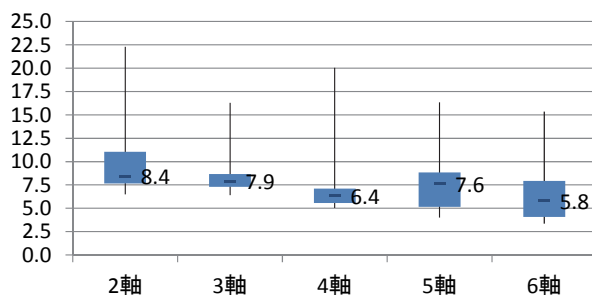


図2 自動計測装置による観測結果(地点A)

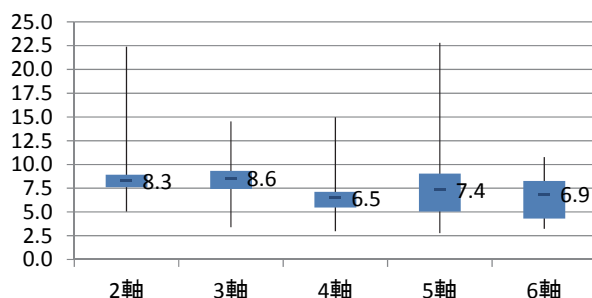


図3 自動計測装置による観測結果(地点B)

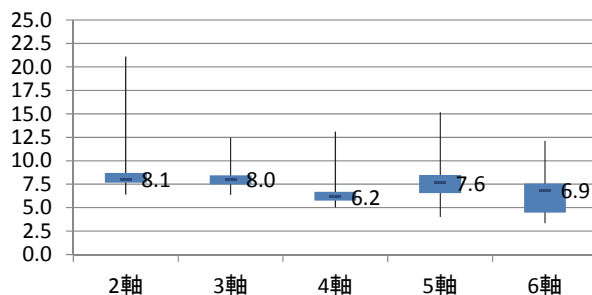


図4 自動計測装置による観測結果(地点C)

量10t以上の車両の交通量に分けることができる。

以上をふまえて、本研究では、分析対象として、3つの車種を設定する。車種1が総重量4t未満の車両、車種2が総重量4t以上10t未満の車両、車種3が総重量10t以上の車両である。そしてそれぞれの車種において、モデルとなる総重量と軸数を設定する必要がある。

特に車種3については、どのような車両によって構成されているかが明らかになっていない。この問題に対して、本研究では、国土技術政策総合研究所より提供いただいた自動計測装置の観測データを集計することで対応する。集計対象は関東地方の国道に設置された5箇所(地点A~E)のデータであり、その概要をまとめたものが図2~図7である。

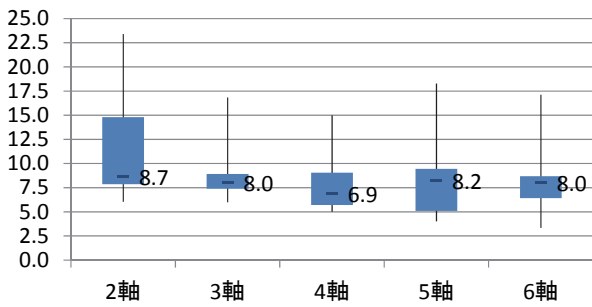


図5 自動計測装置による観測結果（地点D）

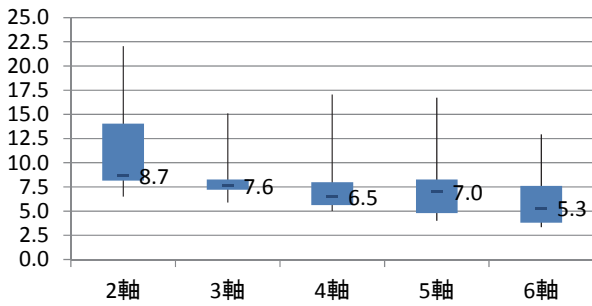
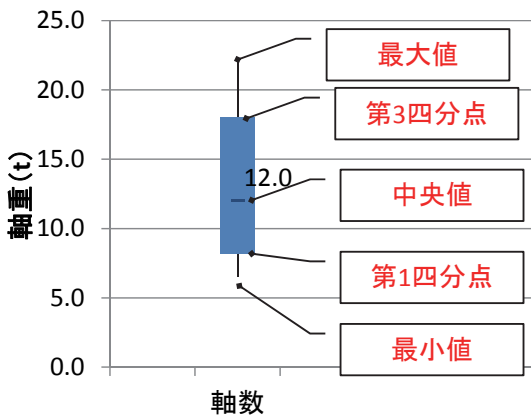


図6 自動計測装置による観測結果（地点E）



凡例（図2～6）自動計測装置による観測結果の見方

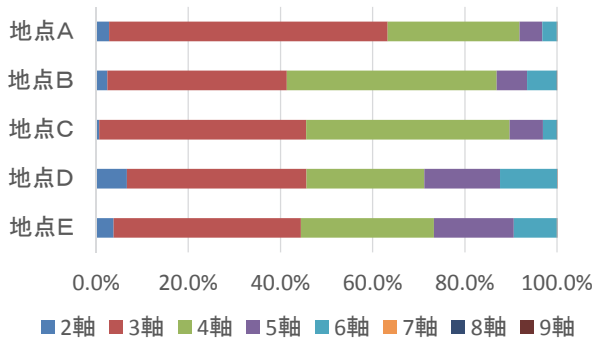


図7 地点ごとの軸数分布

以上の集計結果からは、総重量が10t以上の車両において、最も多い軸数が3軸であること、また軸重の中央値が約8tであることがわかる。

なお、交通量全体に占める割合は、地点A～Eが位置する区間の道路交通センサ結果ならびに自動車保有台数から推計する必要がある。これら5箇所の観測地点のH22 道路交通センサの交通量をまとめた表1からは、全体の約3割が大型車であり、残り（約7割）が小型車であることがわかる。

さらに総重量が4t以上の車両の総重量別保有台数をまとめたものが表2である。表2からは、車種2の保有台数が車種3の保有台数の約3倍であることが読みとれる。

以上の整理にもとづき、分析に用いる車種構成を以下のように定めることとする（表3）。

表1 H22 道路交通センサの交通量と大型車比率

観測地点	全車	大型車	大型車比率
地点A	18,675	6,338	33.9%
地点B	9,413	464	4.9%
地点C	10,383	3,789	36.5%
地点D	32,127	14,020	43.6%
地点E	30,567	10,970	35.9%

出所) H22 道路交通センサ資料

表2 総重量4t以上の車両の保有台数比率

総重量	H24の保有台数	比率	比率
11,000kg以上	693,645	25%	
10,001～11,000kg	9,700	0%	
9,001～10,000kg	6,059	0%	75%
8,001～9,000kg	222	0%	
7,001～8,000kg	697,268	25%	
6,001～7,000kg	217,683	8%	
5,001～6,000kg	402,644	14%	
4,001～5,000kg	783,608	28%	
合計	2,810,829	100%	

出所) 警察庁資料

表3 分析における車種設定

	車両総重量	軸数	比率
車種1	1t	2軸	70.0%
車種2	8t	2軸	22.4%
車種3	25t	3軸	7.6%

表4 分析ルート（ラムゼイ価格形成）

土工ルート（圏央道を経由する経路）	橋梁ルート（首都高速を経由する経路）
1,000m	1,350m

5. ラムゼイ価格形成原理を用いた分析

5-1 分析ルート

分析を単純化し、圏央道を経由する経路を反映した土工ルートと、首都高速を経由する経路を反映した橋梁ルートの2つを分析ルートとして定める(表4)。なお、3節での考察にもとづき、橋梁ルートは土工ルートよりも約35%長いものとする。

5-2 費用想定

両ルートの疲労破壊輪数基準値、平均幅員、維持修繕(切削オーバーレイ)単価、新設単価、耐用年数は表5に示すとおりである。

なお、年間の新設費用は、便宜的に新設費用÷耐用年数(50年)で求める。また、年間の維持修繕費用は、切削オーバーレイ費用×年間疲労破壊輪数÷疲労破壊輪数基準値で求める。

5-3 分析手法

ラムゼイ価格形成では、車種ごとの切削オーバーレイ費用責任額の総額を交通量で除すことで求められる限界費用と、現行の高速料金(車種1:36.60円、車種2と車種3:60.39円(車種1の1.65倍))から、各車種の価格弾力性と全車種共通のラムゼイナンバーKにもとづき変動させ、収支均衡がとれたところで収束させる。なお、各車種の価格弾力性は、先行研究にもとづき、車種1は-0.148、車種2と車種3は-0.066と設定する。

5-4 分析ケースと評価指標

ラムゼイ価格形成では、4つのケースに分けて分析を行う(表6)。このうち、両ルートの料金(同一車種)は、上述した同一起終点同一料金の効果をみるためのものであり、車種2と車種3の料金は、現在の料金区分の是非を考察するためのものである。

これら4つのケースについて、「消費者余剰の変化」と「1年あたりの道路のライフサイクルコスト(収支制約のため、料金収入の合計と等しい)」の2つを評価指標として考察する。

5-5 分析結果

分析結果をまとめたものが図8である。図8からは、車種2と車種3の料金は細分化したほうが消費者余剰の拡大と道路のライフサイクルコストの低減の両面で効果的であることが読みとれる。それに比べて、両ルートの料金(同一車種)については明確な違いが見られなかった。

表5 費用想定(ラムゼイ価格形成)

	土工ルート	橋梁ルート
疲労破壊輪数基準値(5t換算)	35,000,000	35,000,000
平均幅員(m/車線)	5.40	5.40
切削オーバーレイ単価(円/m ²)	6,661	6,661
新設単価(円/m ²)	264,170	164,170
耐用年数(年)	50	50

表6 分析ケース(ラムゼイ価格形成)

	両ルートの料金(同一車種)	車種2と車種3の料金
ケース1	同一	同一
ケース2	異なる	同一
ケース3	同一	異なる
ケース4	異なる	異なる

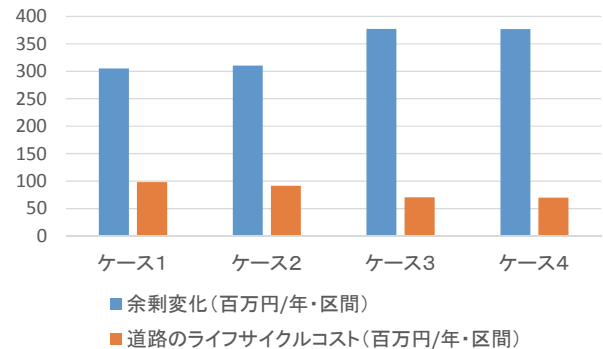


図8 分析結果(ラムゼイ価格形成)

表7 分析ルート(交通量配分モデル)

	圏央道ルート	首都高速ルート
土工区間	148.8 km	68.5 km
橋梁区間	0.0 km	40.3 km
全区間	148.8 km	108.8 km

6. 交通量配分モデルを用いた分析

6-1 分析ルート

3節で示した厚木ICから桜土浦ICのうち、圏央道を経由する経路と首都高速を経由する経路で共通する厚木IC~海老名JCT、つくばJCT~桜土浦ICをのぞく148.8km(圏央道ルート)と108.8km(首都高速ルート)を分析ルートとして定める。それぞれの距離は表7に示すとおりである。

表 8 分析ケース（交通量配分モデル）

	概要
ケース 0	現行料金（比較対象）
ケース 1	同一起終点同一料金
ケース 2	圏央道を 1 割引（全車種）
ケース 3	圏央道を 2 割引（全車種）
ケース 4	車種 2 と車種 3 の料金を車種 1 の 2 倍に引き上げ（両ルート）
ケース 5	車種 2 と車種 3 の料金を車種 1 の 2.75 倍に引き上げ（両ルート）
ケース 6	車種 2 と車種 3 の料金を車種 1 の 2 倍に引き上げ（首都高速ルートのみ）
ケース 7	車種 2 と車種 3 の料金を車種 1 の 2.75 倍に引き上げ（首都高速ルートのみ）

6-2 費用想定

首都高速ルートのみ首都高速部分のみ橋梁区間と位置づけ、ラムゼイ価格形成の際の橋梁ルートを用いる。その他の区間については、同じくラムゼイ価格形成の際の土木ルートを用いる。その他については、ラムゼイ価格形成と同様である。

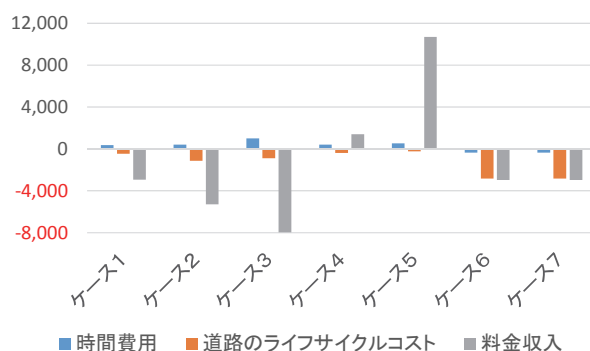
6-3 分析手法

交通量配分シミュレーションソフトである JICA STRADA を用いて交通量配分を行い、配分結果（経路ごとの車種別交通量と経路ごとの時速）の集計によって影響を推計する。

6-4 分析ケースと評価指標

交通量配分モデルでは、比較対象とする現行料金のほかに、7つのケースに分けて分析を行う（表 8）。このうち、ケース 1 は同一起終点同一料金を導入する効果を評価するためのものであり、ケース 2 と 3 はその感度分析である。ケース 4 と 5 は同一起終点同一料金のもとで、車種間の料金区分の是非について考えるためのものであり、ケース 6 とケース 7 は同一料金にはこだわらず、大型車のみ首都高速を経由するルートを相対的に高くすることで、圏央道を経由するルートに大型車を誘導することの効果を見るものである。

これら 7 つのケースについて、「利用者の時間費用」、「1 年あたりの道路のライフサイクルコスト」、「料金収支」の 3 つを評価指標として考察する。



単位：百万円/年・区間

図 9 分析結果（交通量配分モデル）

6-5 分析結果

分析結果をまとめたものが図 9 である。図 9 から、全車種一律に圏央道ルートに誘導することは、道路のライフサイクルコストのわずかな低減に結びつくものの、遠回りをすることによる時間費用の増加、また割引による料金収入の減少をもたらすことがわかる。また、小型車に対する大型車の料金水準を引き上げることは有効であること、さらに大型車に限ってルートごとに異なる料金を設定することは、同一起終点同一料金（ケース 1）と同程度の欠損で時間費用の減少と道路のライフサイクルコストの低減を実現可能であることが明らかとなった。

7. まとめ

本研究では、仮想的な条件設定にもとづいて分析を行った味水ら（2015）に具体的な経路と車種を付与することを通じて、その拡張を行った。

ラムゼイ価格形成による分析（5 節）からは、大型車の料金区分を細分化することが社会的余剰の拡大に寄与することが明らかとなった。また、交通量配分モデルによる分析（6 節）からは、首都高速を経由する経路における大型車の料金負担を高めることで、社会的余剰が拡大することが明らかとなった。

今後の課題としては、分析モデルの精緻化、収支制約下での交通量配分モデルによる分析、単一起終点ペアの分析からネットワークの分析への発展があげられる。

参考文献

- 日本道路協会（2006）『舗装設計便覧』。
- 味水佑毅、脇嶋秀行、松井竜太郎、鈴木裕一、根本敏則（2015）「道路の維持更新時代における大型車走行規制の評価」『交通学研究』、第 58 号、pp.81-88。