

仙台市における社会全体交通コストの試算

—都市の交通“家計簿”に向けて—

加藤昌樹*

太田勝敏**

自動車交通は社会全体に課している費用を十分に負担していないのではないかという指摘があるが、これを検証するためには都市交通における便益とコストの負担関係の全体を把握する必要がある。そこで都市の交通“家計簿”のコンセプトを提示し、そのコアとなる交通手段別交通コストに関して、大気汚染や騒音等の社会全体が間接的に負担しているコストも含めた社会全体コストについて仙台市を対象として試算を行った。

Trial Calculation of Overall Social Costs of Traffic in Sendai City

—Metropolitan Traffic Accounts—

Masaki KATO*

Katsutoshi OHTA**

Although some people have indicated that vehicular traffic does not adequately shoulder the costs incurred by society as a whole, to prove this we need to understand the entire relationship between benefit and cost burden associated with metropolitan traffic. Consequently, this study puts forward the concept of a set of “accounts” for metropolitan traffic and calculates the overall costs to society for each form of transport, which together make up the core of those “accounts”, including indirect costs such as air pollution and noise. The subject of the study was Sendai city, Miyagi Prefecture.

1. はじめに

自動車交通は大気汚染・騒音・事故等、社会全体に課しているコストを十分に負担していないのではないかという指摘がある。このことを検証するためには、都市交通におけるコスト負担関係の全体を把

握する必要がある。交通に関連するすべてのコストを同じ尺度で比較するために、各交通手段利用者や社会が間接的に負担しているコスト（間接支払コスト）を含めて金銭的に定量化し、対象地域についての各関連主体の負担関係を明らかにすることが有効と考えられる。本研究ではそのような目的のために、Table 1に示すような都市の交通“家計簿”の形で整理することを提案したい。この交通“家計簿”はコンセプトの試論段階であり、今後その具体的構成内容、推定方法等について検討していかなければならない。とりあえず今回は、そのコアにあたる交通コストに関して特定都市への適用により具体的な検討を行うことにした。

関連主体としては、交通利用者としての家計・企業等の私的部門、自治体・国等の公共機関、交通事

* 東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻
Postgraduate, Department of Urban Engineering,
School of Engineering, the University of Tokyo

** 東京大学大学院工学系研究科教授
Professor, Department of Urban Engineering,
School of Engineering, the University of Tokyo
原稿受理 1997年6月13日

●この論文は財団法人国際交通安全学会研究調査プロジェクトH
834「成熟社会における地域交通の未来を探る」をもとに
まとめられた。

Table 1 都市の交通“家計簿”のコンセプト

定義	対象都市において、関連主体および社会全体が享受ないし負担している交通の便益とコスト全体を把握し、各主体間の負担関係を明示するマトリックス
目的	社会的に適切な便益・費用の負担関係を導出するための基礎的情報を提供して、社会的コストの適正な負担と適切なモーダルミックスの推進に役立てる

業者が直接的に交通市場に関連しているが、他に社会全体として、事故、渋滞、大気汚染、騒音等を通して間接的にコストを負担している (Fig.1)。試算にあたって今回は、前述の目的のために、

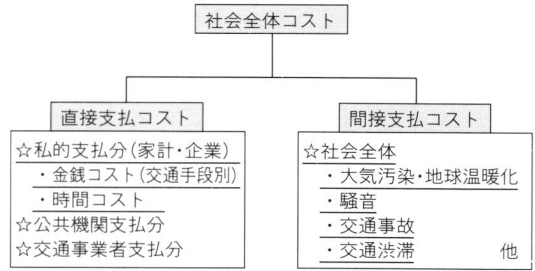
- ①他の大都市に依存しない独立した都市であること
- ②自動車の代替手段としての公共交通が整備されていること
- ③試算のために必要なデータの入手可能性が高いこと

等を考慮して仙台市を対象とし、旅客交通を中心に代表交通手段別[乗用車、バス、鉄道]に人キロあたりのコスト (円/人・km) を市全体平均として試算を行った。

2. 社会全体コストの考え方・試算例に関するレビュー

米国やEUにおいては交通の社会全体コストについて既にさまざまな研究・試算例が存在するが、日本における研究はほとんど進んでいない。個別の交通手段、特に自動車については、わが国における全国レベルの試算が宇沢¹⁾、上岡²⁾等いくつか存在する。しかし、TDM(交通需要マネジメント)等の政策評価を行うためには全国レベルでは粗すぎ、都市レベルでの試算が必要となる。また、大気汚染・騒音等については量的な計測はあるものの、貨幣換算係数は専ら海外の推定結果をそのままあるいは多少加工して用いている場合が多い。

Apogee Research, Inc.³⁾ は、米国のBostonおよびPortlandにおけるケーススタディの結果として、さまざまな条件[交通手段(高速道路/一般道路別SOV/HOV、通勤鉄道、都市鉄道、バス、自転車、徒歩)、立地(交通・開発・人口密度の高/中/低)、時間帯(ピーク/オフピーク)]下での各種コストを試算している。Litman⁴⁾ は、Apogee³⁾、Moffet⁵⁾をはじめとするさまざまな先行研究をまとめ、その中で最も適切と考えられる推定方法を決定するか、または先行研究の試算例の範囲内で適当な推定値を決定する、といった方法で社会全体コストをまとめ



注) 下線部は今回対象としたコスト。「交通事故」および「交通渋滞」については保険コスト、時間コストとして部分的には利用者が負担している。

Fig.1 社会全体交通コストの内容

ている。国内における最近の例としては、森杉⁶⁾が自動車の社会的コストについて全国レベルの具体的な試算を行っているが、大気汚染・騒音のコスト原単位としては、EUにおける推定結果を加工して用いている。

3. 仙台市における社会全体コストの試算

仙台市は、人口約97.1万人(1995年国勢調査)、面積約788km²の政令指定都市で東北地方の中心都市である。都市交通の整備状況としては、JR線(東北新幹線、東北本線、仙山線、仙石線)、市営地下鉄、バス2社(市営地下鉄、宮城交通)となっている。1992年パーソントリップ調査結果によると、各交通手段間の分担率とその動向は、自動車が50%弱で大幅な増加傾向にあり、鉄道は10%弱で増加、バスは約5%と減少傾向にある。また、自動車利用の増大と市街地の拡大、都市機能の集積に伴い、市中心部を中心に慢性的な交通渋滞が発生し、沿道では大気汚染や騒音が深刻化している。

ここでは仙台市における交通の社会全体コストを、利用者が負担するものとして、

- (1)直接支払コスト 金銭コスト
- (2)直接支払コスト 時間コスト
- (3)間接支払コスト

の三つに分類し試算を行う。この際、1994年仙台市価格に調整し、全体を整理する。なおトリップベースで試算を行うため、公共交通に対しては端末交通として徒歩を仮定し、徒歩分も含めたコストとして試算結果を算出している。

3-1 直接支払コスト 金銭コスト

乗用車については、1994年度道路交通センサスの

Table 2 平均乗車距離・端末徒歩距離 (km)

	乗車	端末	合計
バス	4.6	0.8	5.4
鉄道(地下鉄)	5.0	1.1	6.1

Table 3 直接支払コスト① 金銭コスト (円/人・km)

	コスト
乗用車	36.4
バス	34.1
鉄道(地下鉄)	27.9

注) 乗用車のコストの内訳は、燃料費 (3.2円/人・km)、車両償却費 (6.7)、その他 (5.3)、駐車 (7.8)、関係諸税 (13.3) である。その他とは、油脂費、タイヤ・チューブ費、整備費である。

時間帯別交通量と交通量-速度関係式*1による時間帯別調査単位区間別速度を基に、車種別に燃料費、車両償却費、その他の走行費用[油脂費、タイヤ・チューブ費、整備費]とに分類し、コスト原単位としては建設省道路局のもの⁷⁾を用いて推計した。また駐車コストとして、1992年パーソントリップ調査結果より平均トリップ長を計算し、標準的に1時間駐車、料金300円⁸⁾を仮定した。ここでは、通勤については企業の駐車場を利用し、利用者は直接金銭コストを支払っていないと判断し、データの制約上、その他の目的についても駐車時間は確定できないが、とりあえず標準的試算を行った。

Table 4 直接支払コスト② 時間コスト (円/人・km)

	乗車時間	端末徒歩時間	合計
乗用車	52.8	—	52.8
バス	58.2	65.8	124.0
鉄道(地下鉄)	47.2	75.6	122.8

バス・鉄道(地下鉄)については、仙台市交通局による乗車料収入・輸送人キロ等のデータを利用し、利用者の直接支払コストを計算する。端末交通については、この試算では徒歩を仮定し、市交通局データより平均乗車距離を得、1992年パーソントリップ調査結果を基に平均端末徒歩距離を推計し (Table 2)、端末交通も含めた人キロあたりのコストを試算した。

区間別速度を基に、車種別に分類して推計した。バスについては、1992年パーソントリップ調査と同様に乗用車所要時間の1.3倍と仮定した。なお、端末交通として3-1と同様に徒歩を仮定した。鉄道(地下鉄)については、1992年パーソントリップ調査で用いられている走行速度 (=30km/h) を利用した。バスと同様、3-1のように端末交通はすべて徒歩と仮定した。

これらの試算結果はTable 3にまとめた。

次に金銭的評価(時間価値)であるが、建設省道路局資料⁷⁾を基にして時間価値(全国)を仙台市の対全国所得水準比率で地域補正した (=28.7円/人・分)。

これらの試算結果はTable 4にまとめた。

3-2 直接支払コスト 時間コスト

3-3 間接支払コスト

「単位走行時間×金銭的評価(時間価値)」により試算を行った。

自動車を例にとると間接支払コストの分類としては、体系的な検討を行ったVerhoef⁹⁾によるFig.2があるが、今回の試算ではとりあえず、

まず単位走行時間の計算方法であるが、乗用車については1994年度道路交通センサスの時間帯別交通量と交通量-速度関係式*1による時間帯別調査単位

- ①一般に重要視されているということ
 - ②コスト推定の可能性が高いこと
 - ③データの利用可能性が高いこと
- 等の理由から、①大気汚染(地域的)、②地球温暖

* 1 試算の各所で利用した仙台市における交通量-速度関係式の推定は、1994年度道路交通センサスをもとに、東京大学大学院室町泰徳講師の多大な御協力をいただいた。関数形は、基本となる4乗式に道路種別や沿道状況等のダミーを導入したのとなっている。

説明変数	パラメーター	t 値	説明変数	パラメーター	t 値
定数項	27.631	20.503	道路種別ダミー(1)	19.038	6.602
4乗式項*	0.185	6.854	道路種別ダミー(2)	-2.522	-3.692
区間延長	0.634	6.704	沿道状況ダミー(1)	-11.889	-11.952
高速ダミー	17.180	8.738	沿道状況ダミー(2)	-8.134	-7.560
休日ダミー	1.177	1.962	沿道状況ダミー(3)	-2.426	-2.831

* 4乗式項は交通量より速度を求める基本となる部分で、 $[規制速度] / (1 + 0.15([交通量] / [交通容量])^4)$ を説明変数としている。

道路種別ダミー：(1)高速自動車国道ダミー、(2)主要地方道以外の県道・指定市道
沿道状況ダミー：(1)D I Dダミー、(2)D I D以外の市街部ダミー、(3)山地部ダミー
R²=0.511。下線部は5%有意、それ以外は1%有意。

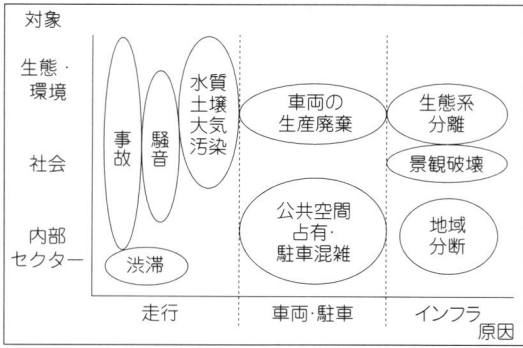


Fig.2 さまざまな間接支払コスト

化、③騒音、④事故、⑤渋滞の五項目を取り上げた。なお、渋滞については走行時間の遅れのみを計測することとしたが、今回のフレームでは時間コストは自動車利用者全体が負担しているコストであることから直接支払コストに含めた。このため、渋滞については今回は参考値として時間損失という形で別途推定することとめた。

①大気汚染 (NOx、CO、SOx)

②地球温暖化 (CO₂)

「汚染物質排出・発散量×金銭的評価」により試算を行った。

道路交通からの汚染物質排出量は、「車種別速度別交通量×車種別速度別排出係数¹⁰⁾」で計算した。車種別速度別交通量は、1994年度道路交通センサスの時間帯別交通量と交通量-速度関係式^{*1}による時間帯別調査単位区間別速度を利用した。鉄道からの汚染物質発散量は、「消費電力量×発電による汚染

物質発散原単位¹¹⁾」で計算した。

金銭的評価は国内において適当な既往研究が存在しないため、海外の文献(Apogee³⁾ およびMoffet⁵⁾) による原単位を補正して利用した。

③騒音

「走行台キロ・車両キロ×人口密度×騒音金銭的評価原単位³⁾」により試算を行った。

道路交通については、仙台市内を20ゾーン (1992年パーソントリップ調査における大ゾーン) に分割し、それぞれの人口密度・車種別走行台キロを利用した。鉄道については、JR各線と地下鉄高架部については路線ごとの沿線人口密度・走行キロを基に推計し、地下部については騒音コストはないと考えた。

④事故

「死傷者数・物損事故件数×金銭的評価」により試算を行った。

道路交通による死傷者数は車種別死亡/負傷事故件数¹²⁾を利用し、物損事故件数は事故発生比率¹³⁾と車種別自動車登録台数より推定した。鉄道事故件数は、地上部分・地下部分をすべて含めた全国鉄道事故件数を基に、営業キロ比または輸送人キロ比等で比例配分し推計した。

金銭的評価は、人身事故については保健統計による原単位⁸⁾を、道路交通の物損事故については自動車保険統計サンプル調査¹³⁾を補正して利用した。

なお事故コストは、部分的には保険という形で利用者が負担しているが、本試算ではその全体を間接支払コストとして計上した。

⑤渋滞

渋滞によるコストは、前述したように今回は参考値として時間遅れについてのみ推定することとして、「車種別時間損失×金銭的評価 (時間価値)」により測定した。時間損失は、1994年度道路交通センサスおよび交通量-速度関係式^{*1}による現状走行時間と自由走行 (規制速度による走行) による走行時間との差として計算した。

金銭的評価 (時間価値) は、3-2と同じく建設省道路局資料⁷⁾を基にして時間価値

Table 5 人キロあたり間接支払コストの代表交通手段間比較 (旅客交通) (円/人・km)

車種	大気汚染	地球温暖化	騒音	事故	合計	渋滞
乗用車	0.17~0.46 1.9~5.9%	0.27~1.92 3.5~21.0%	0.24 2.5~3.2%	6.83 72.3~90.9%	7.51~9.45 100.0%	12.57 -
バス	0.03~0.25 3.3~39.7%	0.08~0.58 12.7~63.7%	0.23 20.4~56.1%	0.07 6.2~17.1%	0.41~1.13 100.0%	9.96 -
鉄道	0.00~0.03 0.4~8.7%	0.10~0.70 23.4~72.0%	0.17 17.0~46.8%	0.10~0.11 9.5~28.6%	0.37~1.02 100.0%	- -

Table 6 台キロあたり間接支払コストの乗用車/貨物車比較 (円/台・km)

車種	大気汚染	地球温暖化	騒音	事故	合計	渋滞
乗用車	0.22~0.60 1.8~5.9%	0.35~0.52 3.4~21.0%	0.32 2.6~3.3%	8.95 72.2~91.0%	9.84~12.39 100.0	16.47 -
貨物車	0.56~2.47 4.7~24.4%	0.61~4.42 6.0~36.7%	1.52 10.9~18.5%	5.54 39.7~67.3%	8.23~13.95 100.0%	14.67 -

Table 7 人キロあたり社会全体コストの代表交通手段比較 (円/人・km)

車種	(1)金銭コスト	(2)時間コスト	(3)間接支払コスト	合計
乗用車	36.4	52.8	7.5~9.5	96.7~ 98.7
バス	34.1	124.0	0.4~1.1	158.5~159.2
鉄道(地下鉄)	27.9	122.8	0.4~1.0	151.1~151.7

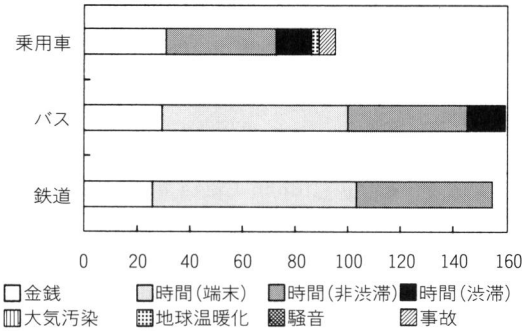


Fig.3 人キロあたりの社会全体コスト (円/人・km)

(全国)を仙台市の対全国所得水準比率で地域補正した。

上記のとおり求めた渋滞コストは、前述の直接支払コストとして分類した時間コストの一部となっている。

以上五項目を整理し、旅客交通について代表交通手段別に比較したものをTable 5に、また私的交通について乗用車と貨物車を台キロあたりで比較したものをTable 6に示した。

なお乗用車の平均乗車人員は、道路交通センサスより1.31人/台を仮定している。

3-4 社会全体コスト

上記のように試算した直接支払コスト(金銭、時間)、間接支払コストを各代表交通手段別に合計して求めた人キロあたりの社会全体コストの結果をTable 7に、そのグラフをFig.3に示す。幅を持って試算されたコストについては最大値を表している。ここでは走行関連コストのみを取り上げており、インフラ整備関連コスト等は含んでいない。また基本的に、平日1日、仙台市全体平均(1994年)の支払実績である。

全体として、直接支払コスト(金銭コスト)、直接支払コスト(時間コスト)、間接支払コスト、と分けてみると、時間コストが最も大きく、次いで金銭コストであり、大気汚染、地球温暖化、騒音、事故といった間接支払コストがいずれの交通手段についても小さいことがわかった。交通手段間で比較してみ

ると、バスのコストが最も大きく、次いで鉄道、乗用車の順に小さくなっている。

乗用車は、バス、鉄道に対して金銭コストや時間コストは比較的小さいが、一方間接支払コストが大きいことが明らかである。その間接支払コストの中では、事故、地球温暖化のコストが大きくなっている。バス、鉄道は、金銭コストに対し時間コストが約4倍と非常に大きい、この時間コストの約50~60%は端末徒歩時間(アクセス、イグレス)である。また、台キロあたりの間接支払コストについて乗用車と貨物車とを比較すると、大気汚染、地球温暖化、騒音の各コストは貨物車の方が2~5倍大きく、事故コストは乗用車の方が大きい。

以上より、仙台市の現況では、

- ①道路渋滞が比較的限定されていること
- ②地下鉄はあるものの1路線のみでネットワークが形成されておらず、規模的には高速都市鉄道の特性を活かし得ないためか端末交通(アクセス、イグレス)としての時間負担が大きいこと

という二点より、単位移動距離あたりの社会全体コストからみると乗用車の方が小さい。しかし、間接支払コスト全体では、鉄道、バスが共に乗用車よりずっと小さくなっている。

次に、対象を通勤時間帯(平日朝7~8時)に限定し、標準的な通勤トリップの社会全体コストを代表交通手段別に試算した(Fig.4)。標準的な通勤トリップとしては、1992年パーソントリップ調査結果をベースに仙台市北西部から仙台市中心部への6kmの通勤を想定した。なお、1994年度道路交通センサスのピーク時走行速度調査結果より、乗用車の走行速度は20km/hと仮定しており、またバス・鉄道(地下鉄)のアクセス・イグレス時間は3節と同様に仮定した。

このように、通勤時のように非常に混雑する時間

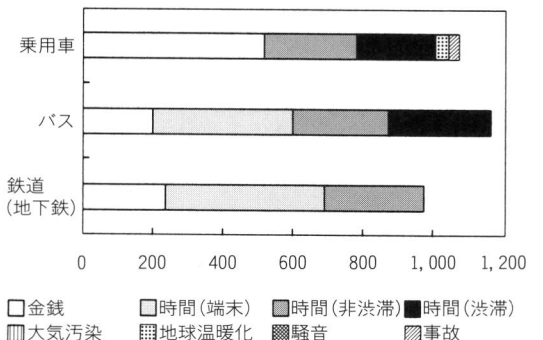


Fig.4 標準的トリップの社会全体コスト (円/片道)

帯においては乗用車の金銭コスト、時間コストも大きくなり、社会全体コストとしても鉄道(地下鉄)の方が有利となる。時間コストの中では、渋滞コストの占める割合が非常に高くなっている。

以上の試算は、人キロあたり、あるいは台キロあたりの社会全体コストについてのものであり、コスト面から各交通手段の適切性を比較するという視点であった。都市についての総コストという点からは、各交通手段の総交通量(人キロ、台キロ)を乗じる必要がある点に留意しなくてはならない。

4. 結論と今後の課題

本研究では、都市交通における便益とコストの負担関係の実態を把握するために都市の交通“家計簿”のコンセプトを提示し、そのコアとなる交通コストに関して交通手段別社会全体コストについて仙台市を対象として試算を行った。利用者が直接的に支払っているコストに加えて、大気汚染や騒音などといった社会全体が間接的に負担しているコストも対象に含めた。

今回は試算の段階であり、今後以下の点を検討する必要がある。

①インフラ整備、事業運営経費、その他のコスト項目について推定を行う

②間接支払コストの金銭的評価パラメーターは海外の文献による原単位を補正して利用しているものが多いため、国内におけるより適当な原単位を推計する

③便益を含めて推定し、社会全体の視点からコストと便益の負担関係を明示したマトリックスを作成する

④交通“家計簿”について、そのコンセプトと構成等についてさらに精緻化し体系化をはかる

最後に、本研究は財団法人国際交通安全学会H8 34プロジェクト「成熟社会における地域交通の将来を探る」(主査：家田仁)の一環として行われたものであり、同研究会メンバー、事務局、また仙台市でのヒアリング・資料提供に御協力いただいた関係者の方々に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 宇沢弘文『自動車の社会的費用』岩波新書、1974年
- 2) 上岡直見『クルマの不経済学』北斗出版、1996年
- 3) The Cost of Transportation: Final Report, Apogee Research, Inc., 1994
- 4) Todd Litman: Transportation Cost Analysis; Techniques, Estimates and Implications, Victoria Transport Policy Institute, 1995
- 5) John Moffet: The Price of Mobility; Uncovering the Hidden Costs of Transportation, NRDC, 1993.10
- 6) 森杉壽芳『自動車交通の公平な燃料価格水準』土木計画学研究・論文集、1995年
- 7) 建設省道路局『道路整備による効果の推計に関する調査研究報告書』1996年3月
- 8) 「会員駐車場駐車料金調査—仙台駐車協会—」PARKING、No.142、1996年10月
- 9) Verhoef, E.: External effects and social costs of road transport, Transportation Research A, 28A-4, 1994
- 10) 環境庁大気保全局自動車公害課『実走行モードにおける自動車排出ガスの原単位について』1994年1月
- 11) 東京電力ホームページ(<http://www.tepco.co.jp/>)
- 12) 仙台市民政局生活文化部交通対策課『平成7年仙台市の交通事故』1996年3月
- 13) 日本交通政策研究会「道路交通事故の社会的・経済的損失—1991年の事故を中心として—(交通安全研究プロジェクト)」1994年