

## ■ 研究論文 ■

## 自家用車から公共交通へのシフトによる社会的費用の評価

## Assessment of Modal Shift to Public Transportation from Private Cars and It's Effect on Social Cost

多田 正\*・小山 徹\*\*

Masashi Tada Toru Koyama

桜井 徹\*\*\*・藤井 憲男\*\*\*\*

Toru Sakurai Norio Fujii

(1992年5月28日 原稿受理)

## 1. 研究の概要

交通は、国内の総エネルギー消費の25%を占める社会システムである。また交通は、物理的な意味で産業や生活に必要なばかりでなく、「だれでも行きたいところへ行ける」「だれでも運びたいものを運べる」という手段を確保する社会・経済的な意味でも不可欠である。しかしその一方で、交通の種類によって程度の差こそあれ、エネルギーと資源の消費と環境汚染、事故などを不可避的にとまなうことも事実である。

これまで、いわゆる交通公害の問題や、それに対する個々の技術的対策については論じられてきたが、交通体系とエネルギー・環境問題、さらにマクロ経済におよぼす影響を定量的に関連づけた検討は少ない。本稿では、交通体系とエネルギー・資源問題を結びつける試みとして、自家用乗用車による私的交通（以下「マイカー」とする）を公共交通にシフトしたとき、マクロ経済への影響と、社会的費用への影響がどの程度生ずるかを、産業連関論を適用して試算した。

## 2. 交通体系の経済および環境面の評価

## 2.1 研究の経緯

本稿に先立ち、筆者らの既往の検討<sup>1),2)</sup>では、京都市電の廃止過程を例として、市電ネットワークの廃止のため旅客輸送がマイカーにシフトしたことにより、社会的費用がどのくらい発生したかを推算した。この検討では、マイカーと市電を比較して、その単位輸送量（人km）あたりのエネルギー・労働力（賃金の時間価値）・土地占有面積や、事故・大気汚染を貨幣価

値に換算して積み上げ計算を行い、社会的費用を試算した。

京都市電の場合には、旅客がマイカーにシフトしたことにより、毎年平均して100億円前後の社会的費用が発生したという結果が得られた。

しかし、この検討は京都という局地的な地域を対象とした試算であるとともに、マイカー交通のマイナス側を評価したのみであって、交通体系がマクロ経済全体とどのようなかかわりがあるかまでは検討していなかった。

一方で「マイカーの製造や販売の増減がマクロ経済に対してどの程度の影響があるか」といった試算はときおり示されるが、公共交通も含めて現実の交通体系との関連における検討は少ない。本稿では検討範囲を日本全体の旅客交通とし、産業連関論を用いて、公共交通機関とマイカーの輸送分担のシフトがマクロ経済にどれだけの影響を及ぼし、一方で社会的費用にどれだけの節約をもたらすかを比較した。

## 2.2 産業連関論と運輸部門

産業連関表は総務庁より5年ごとに発表され、どの生産部門がどの生産部門からどれだけの財貨（無形の財も含む）を購入あるいは販売したかを、総あたりに集計する方法である。どの部門の生産も、消費部門の需要がもとになっており、消費部門をささえる収入は、結局のところ生産部門の付加価値の発生によって生ずる。このほか輸出・輸入も考慮して、ある国のすべての財の流れを一つの行列表に整理する。さらにこの行列表を数学的に処理することによって、ある部門の最終需要を変化させると、全産業にどれだけの波及効果

\*技術士

〒232 横浜南区別所3-16-4

\*\*国立群馬高等専門学校電気工学科教授

〒153 東京都目黒区中目黒1-1-26-414

\*\*\*日本大学商学部教授

〒182 調布市染地3-1-155 多摩川住宅ホ7-503

\*\*\*\*(株)ニコン 情報機器事業室

〒336 浦和市白幡3-1-9 2-607

があるかを試算することができる。

ただし、発表年次によって集計区分や方法が変更されることがあり、異なる年次のデータを厳密には同じ条件で比較することができない場合もある。たとえば本稿で注目する「自家用旅客輸送」について、55年度表では最終需要が集計されていたが、60年度表では集計されなくなった。このため、本稿では試算Ⅰと試算Ⅱ（後述）に試算方法を分け、前者では「自家用旅客輸送」の最終需要データに注目して55年度表を用い、また後者では輸送機器に対する家計需要に注目しデータの新鮮さを優先して60年度表を用いた。

### 2.3 社会的費用

社会的費用の定義については、現状でも論者によって諸説があるが、ここでは「ある経済活動にともなって現に発生している費用でありながら、その取引にかかわらない第三者の負担となっている費用」と解釈する。

交通に関してはもちろんのこと環境全般についても、社会的費用を求める具体的な方法について、経済学の範囲でも議論は収束しておらず、個別の方法の当否については機会を改めて論じたい。いくつかの方法を一覧できる文献としては、植田らの『環境経済学』やジョン・ディクソンら（長谷川訳）の『環境はいくらか』等が最近に出版されている<sup>3,4)</sup>。

いずれにせよ、「環境」というものに対して何人も客観的な価格を賦与することはできない。一般に社会的費用の議論では、①良好な状態が失われた場合にその代替として考えるシステムの価格、②悪影響を事前に防止するためのシステムの価格、③現存する悪影響が存在しないと仮定したときに節約し得べき費用などが、「環境の社会的費用」の算出方法として考えられている。

従って、それらの費用を考える際には、ある部分で不明なパラメータの仮定に基づく計算をとまなうことは避けられない。たとえばCO<sub>2</sub>の温暖化影響についても、近年のスーパーコンピュータの利用にもかかわらず、物理・化学現象に限ってもかなり幅のある予測しか得られていないのが実情である。一方では、かりに精度の高い計算が可能となったとして、その時点ではもはや現実の悪影響のほうが復旧不可能な段階に達しているといった事態すら考えられる。

従って現状では、社会的費用についてどの項目を取捨選択すべきか、あるいは個々の項目の精度について論ずる以前の段階にあり、結果として示す社会的費用

は、各々を合計して数値を評価すべき性格のものではない。それよりも、各分野から「このような条件を用いて試算すれば、これだけの社会的費用が推定される」という評価値を出し合いつつ、環境保全のためにはどれほどの負担を覚悟すべきかについて、合意を形成してゆくことに意義があると考えられる。

## 3. 計算の方法

### 3.1 試算Ⅰについて

運輸部門を中心とした産業連関データ（55年表）<sup>5)</sup>の抜粋を表1に示す。表の⑥欄に、各々の部門に関する最終需要が示されている。運輸部門の最終需要は、各々の「乗りもの」のハードウェアの購入や修理ばかりでなく、燃料はじめ運行費用や保険など、関連する産業からの全購入額が集計されたものである。これらのうち陸上運輸部門について、マイカーから公共交通（鉄道・バス）への転換が生じたとして、その影響を試算した。

もとより、旅客輸送の配分が変化すれば貨物輸送にも何らかの影響を与えることは予想される。しかし、その影響を定量的に求めるには別に大がかりな動的モデルを構築して解を求める必要があるが、現状でその部分だけ精度を上げて意味が薄いと考えられる。本稿では、他のパラメータは変えずに旅客輸送に関する転換の影響をみるものとして、前述のような方式をとった。転換の比率については、きわめて社会的な価値判断の問題が含まれるので、技術的な基準で値を与えることは難しいが、本稿では計算上の仮定値として、ソフト率が5%、10%、20%の3ケースを想定した。とはいえこの値は、生活交通としてマイカーを否定しない範囲で、いわゆる「省エネ・省資源運動」などによって実現可能な比率として、オーダー的には現実性があると思われる。

次に、それぞれの転換率に対して、最終需要の配分を変更する過程を表2に示す。（表では転換率10%の例）③欄は原データの最終需要であるが、これから、国鉄（当時）・民鉄の旅客と貨物の運賃収入の比率によって、④欄のように旅客と貨物に分離する。続いて、マイカーの輸送量（人km）を10%減らすとともに、その分を国鉄・民鉄・バスに対して運輸実績により⑥欄のように再配分する。それを比例的に新しい最終需要に直したものが⑦欄である。5%、10%、20%のそれぞれの場合について、最終需要の新配分を表3に示す。この最終需要を用いて、均衛生産額を通じてGNP

表1 運輸部門を中心とした産業連関データ (1980年)

区分 (運輸関係以外は 集約している。)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	
	中間需要 の合計	最 家計外 消費支出	終 家計 消費支出	需 その他の 項目	要 輸出	最終需要 の合計	輸入	国内 生産額	
農林水産	159545	1088	41891	-1066	753	42666	-41097	161114	
鉱産品	187762	0	52	2018	196	2266	-164015	26013	
輸送機械	116989	0	18063	52063	74040	144166	-6259	254896	
その他の製造品	1515403	18370	360883	169524	203593	752370	-126139	2141634	
建設	42354	0	0	510221	0	510221	0	552575	
電気ガス	105738	40	34836	6874	43	41793	-27	147504	
商業・金融	409701	9462	463924	44646	21186	539218	-9430	939489	
運輸 部門	国有鉄道	12082	21	13275	44	206	13546	-386	25242
	地方鉄軌道 (* 1)	3731	1	7005	8	27	7041	0	10772
	道路旅客輸送	9526	656	23479	0	63	24198	-608	33116
	自家用旅客輸送	25839	0	50175	0	0	50175	0	76014
	道路貨物輸送	31553	435	9719	2180	1730	14064	0	45617
	自家用貨物輸送	41492	0	0	0	0	0	0	41492
	道路輸送施設提供	10212	0	0	0	16	16	0	10228
	外洋輸送	10661	0	34	0	29659	29693	-10656	29698
	沿海・内水面輸送	17082	30	1255	318	1606	3209	-1966	18325
	水運付帯サービス	2087	0	0	3310	497	3807	-731	5163
	航空	8463	3	8356	-493	2358	10224	-3604	15083
	その他の輸送	3987	0	285	0	565	850	-438	4399
	倉庫	5162	66	2208	555	415	3244	0	8406
通信	35084	2	13899	0	201	14102	-190	48996	
公務	2448	0	2427	127878	0	130305	0	132753	
サービス・その他	212193	71689	351001	118975	1101	542766	-7248	747711	
分類不明	80047	0	0	-2126	7177	5051	-10921	74177	
合計	3049141	101863	1402767	1034929	345432	2884991	-383715	5550417	
粗付加価値計	2501278	(*1) 地方鉄軌道とは「国鉄法」以外による鉄道を示し、 いわゆる大手民鉄等の鉄道部門が含まれる。							

表2 試算Iにおける転換データの算出 (1980年ベースで転換率10%の例)

区分	転換前 (統計原データ)				転換後			
	① 運輸実績 億人キロ (連年報)	② 億トンキロ (連年報)	③ 最終需要 億円 (連関表)	④ 最終需要 原配分 億円	⑤ 自家用車 転換率 %/年	⑥ 転換後 新配分 億人キロ	⑦ 転換後 新配分 億円	⑧ 最終需要 新配分 億円
国鉄旅客	1931	-	13546	11804	-	2094	12801	14542
国鉄貨物	-	400	-	1742	-	-	1742	-
民鉄旅客	1214	-	7041	6859	-	1316	7438	7620
民鉄貨物	-	7	-	182	-	-	182	-
営業旅客自動車	901	-	24198	24198	-	977	26240	26240
自家用旅客自動車	3415	-	50175	50175	10	3074	45158	45158
営業貨物自動車	-	1035	14064	14064	-	-	14064	14064
自家用貨物自動車	-	754	0	0	-	-	0	0
陸運合計	7461	2196	-	-	-	7461	-	-

表3 試算Iの方法によるシフトと最終需要の変化

最終需要 (億円)	国鉄(当時) (億円)	民鉄 (億円)	営業自動車 (億円)	マイカー (億円)
原データ(1980)	13,546	7,041	24,198	50,175
転換率5%	14,044	7,330	25,219	46,666
転換率10%	14,542	7,620	26,240	45,158
転換率20%	15,539	8,199	28,283	40,140

表4 運輸部門を中心とした産業連関データ(1985年ベース:抜粋)

区分 (運輸関係以外は 集約している。)	①	②		③		④		⑤
	中間需要 の合計	最	終	需	要	最		最終需要 の合計
		家計外 消費支出	家計 消費支出	家計 消費支出	その他の 項目合計			
農林水産	169924	1063	39526	5465	46054			
鉱産品	150931	0	23	735	758			
輸送機械	185649	0	44204	165563	209767			
その他の製造品	1666314	16724	475290	526163	1018177			
建設	53164	0	0	507021	507021			
電気ガス	137810	29	56108	10917	67054			
商業・金融	479816	8930	642375	90355	741660			
運輸 部 門	国有鉄道	12424	65	18000	184			18249
	地方鉄軌道	6563	30	8806	54			8890
	道路旅客輸送	13755	870	25704	125			26699
	自家用旅客輸送	37640	0	0	0			0
	道路貨物輸送	55186	386	11180	6617			18183
	自家用貨物輸送	38945	0	0	0			0
	こん包	13028	15	1972	0			1987
	外洋輸送	7612	0	38	27273			27311
	沿海・内水面輸送	7587	9	1447	279			1735
	港湾運送	11050	7	248	1993			2248
	航空	8508	41	8954	3166			12161
	運輸付帯サービス	18622	0	6636	2705			9341
	倉庫	7182	64	2299	871			3234
	通信・放送	54045	3	28713	214			28930
公務	3407	0	3064	164103			167167	
サービス・その他	281132	111068	508549	132441			752058	
分類不明	63088	0	0	9559			9559	
合 計	3483382	139304	1883136	1655803			3678243	

が求められる。

### 3.2 試算Ⅱについて

表4には産業連関データ(60年表)<sup>6)</sup>の抜粋を示す。この表では、マイカーの最終需要が集計されなくなった。総務庁の解説では、マイカー交通そのものは生産活動とみなし難いと考えたため<sup>7)</sup>とされているが、マクロ経済の上でのマイカーの扱いは今後さらに議論のあるところであろう。このため、試算Ⅰと同様の計算はできず、マイカー削減の影響としては、輸送機器部門に対する最終需要に注目して計算した。

ここで、輸送機器に関する最終需要のうち家計消費に関する部分(③欄)を「マイカーの購入ないしは修理」と考えた。また最終需要のうち、船舶等を除いた自動車にかかわる分が83%(60年表)であることから、③欄にもこれをスライドして適用し、家計消費のうち83%に対して、その5%、10%、20%の減少をマイカーの減少の影響とした。ここでも、マイカーの減少に対応して公共交通機関の最終需要が増えることは考えられるが、試算Ⅰのように数値的な配分変化として反映させる方法がないので、試算Ⅱでは単にマイカーの減

表5 試算Ⅱの方法によるシフトと最終需要の変化

最終需要(億円)	輸送機器部門
原データ(1985)	209,767
転換率5%	207,933
転換率10%	206,098
転換率20%	202,429

少による影響のみを考えた。このため、公共交通の最終需要の増加によるプラス分の回復を考慮しないことになるので、マクロ経済に対するマイナスの影響は大き目に出ると考えられる。この場合の最終需要の変化を表5に示した。3.1項と同様に、この最終需要を用いて、均衡生産額を通じてGNPが求められる。

## 4. 社会的費用

### 4.1 社会的費用の範囲

2.3項で触れたように、社会的費用のうちどの項目を取捨選択すべきか、あるいは個々の項目の精度を一般的に論ずることは現状では困難である。ここでは既往の研究を参考として、陸運関係で一般にとりあげら

表6 社会的費用の換算係数

項目	単価	備考
エネルギー費用	0.0089円/kcal	= (20円/kwh) × (2250kcal/kwh)
CO <sub>2</sub> 対策費	0.0108円/kcal	= (60円/Nm <sup>3</sup> ) × (12Nm <sup>3</sup> × 0.15/10000kcal)
労働力費用	1,400円/hr	毎月勤労統計調査・建設白書より算出
土地費用	50,000円/m <sup>2</sup>	国土利用白書より20年償却として年額に換算
事故処理費用	578,000円/件	交通安全白書より算出
NO <sub>x</sub> 対策費(参考)	1.95円/マイカー人km	マンハイムの例

れる社会的費用を示す。

最近の海外の報告例では、MVG（マンハイム交通株式会社：ドイツ）の例があり、社会的費用の項目として①騒音による住居価値の減損、②排気ガス（NO<sub>x</sub>）除害費用、③土地（道路建設費）、④土地（駐車場建設費）、⑤交通事故費用、⑥エネルギー消費の6項目を挙げている。これらの合計で、マイカーによる社会的費用は、走行量1台kmあたり77円（日本円換算）としている<sup>9)</sup>。

日本の報告例としては岡野らによるものがあり<sup>9)</sup>、①騒音対策、②交通事故費用の2項目を挙げているが、大気汚染については、市街地の道路近傍以外では汚染物質は拡散する等を理由として、社会的費用には計上しないとされている。

本稿ではこれらを参考として、また最近注目されるCO<sub>2</sub>の問題も考慮に入れ、①エネルギー節減、②CO<sub>2</sub>節減、③労働力節減、④土地節減、⑤事故の減少の5項目を算出した。NO<sub>x</sub>については、酸性雨など広域汚染も問題となっている折から、拡散すれば問題なしとは言いがたいが、日本でNO<sub>x</sub>にかかわる社会的費用を算出した既往の研究は見出せなかった。前述マンハイムの報告のNO<sub>x</sub>除害費用は、内容的には「自動車の触媒装置の費用」としているため、社会的費用と言いつけるかどうか疑問もあるが、参考値として挙げる。

土地費用については、マイカーの単位輸送量あたりに必要な道路と駐車場を節約したと仮定し、面積あたりの地価を20年償却に均分して年額に換算（利子等の要素は無視）した。どの地域の地価を採用すべきか等の問題もあるが、現状では精度の高い数字を求めることが目的ではないので、国土利用白書を参考として50,000円/m<sup>2</sup>/年と想定した。

#### 4.2 貨幣価値への換算について

本稿で扱った項目の①および③～⑤について、それぞれの輸送手段の単位輸送量あたりのエネルギー消費そのほかの原単位は、公刊統計等より算出することができる<sup>1)</sup>。この換算係数を表6に示す。

また、CO<sub>2</sub>にかかわる費用については間接的に推定する必要がある。もとより「地球温暖化の費用」を何人も直接に賦与することはできない。そこで、かりにCO<sub>2</sub>の排出総量を一定に抑える必要があるとして、自動車から排出されたCO<sub>2</sub>を回収することが不可能に近い以上は、別の分野のCO<sub>2</sub>の排出量を代替的に減らす必要がある。それを排煙脱炭処理装置とみなしたときの費用として算出した。

なおこの仮定は、自動車にかかわる社会的費用をどの産業部門が負担すべきかといった議論には関係なく、2.3項に示すように、代替的な手段の費用をもって社会的費用を推定するという計算上の仮定に基づくものである。

CO<sub>2</sub>の分離回収技術として、すでに単位操作として普及しているアミン吸収を想定した。回収後のCO<sub>2</sub>処理については、深海注入案やメタノール合成案などが提示されている。これらは実施技術のレベルには至っていないが、本稿では現状で一応のコスト試算が得られる深海注入案を採用した。アミン吸収の場合、燃焼排気ガスのCO<sub>2</sub>濃度に対しての処理コストは40円/Nm<sup>3</sup>-CO<sub>2</sub>程度であり、圧縮液化と深海注入を加えるとその1.5倍程度になると推定される<sup>10)</sup>。なおエネルギーの価格については、マイカーでもガソリンと軽油があり、バスは主に軽油、鉄道は主に電力を使用するなどベースの相違があり、何を共通の価格に採用するかについて議論も予想される。ここでは、CO<sub>2</sub>にかかわる費用を排煙脱炭処理を介して推定したことと合わせ、エネルギーの共通価格として電力を想定した。

#### 5. 結果及び考察

各々の項目の転換前と転換後について、それぞれの輸送量とエネルギー原単位等の積を合算し、その差を求めた。マイカーから公共交通へのシフトに対応した物理量の変化を表7に示す。

一方で、試算Ⅰと試算Ⅱの方法により、産業連関論を用いてGNPへの影響を求めた。双方を貨幣価値と

表7 シフトに対応するエネルギー・諸資源の節減  
(年間)

	エネルギー 節約 (億kcal)	労働力節約 (億人・hr)	土地節約 (km <sup>2</sup> )	事故減少 (件)
転換率 5%	70,413	5	159	9,470
転換率10%	140,826	10	318	18,950
転換率20%	281,651	21	636	37,890

(CO<sub>2</sub>は熱量換算で評価)

表8 シフトに対応するGNPと社会的費用の軽減

転換率	5%	10%	20%
計算法	試算Ⅰ		
GNP減少(億円)	-527	-1,050	-2,100
GNP減少率(%)	-0.02	-0.04	-0.09
計算法	試算Ⅱ		
GNP減少(億円)	-1,641	-3,280	-6,556
GNP減少率(%)	-0.05	-0.10	-0.21
エネルギー(億円)	-626	-1,252	-2,504
CO <sub>2</sub> (億円)	-760	-1,521	-3,042
労働力(億円)	-7,316	-14,632	-29,264
土地(億円)	-79,544	-159,089	-318,178
事故(億円)	-55	-110	-219
NO <sub>x</sub> (億円, 参考)	-333	-665	-1,331

して比較したものを表8に示す。

もとより、各々の社会的費用の項目はベースがそれぞれ異なっており、たとえば土地価格については、社会情勢を反映して突出した値になってしまう。あるいは事故費用については、本稿では公刊統計を基に「事故の処理費用」として計算しているが、これを「人命や健康の費用」という方面から解釈すれば、かなり異なった数字も考えられよう。

とはいえ、表に示すように、エネルギーおよびCO<sub>2</sub>排出の節減だけをとっても、オーダー的にGNPの減少と比較しうる程度の数値になる。本稿では、社会的費用の項目として①エネルギー、②CO<sub>2</sub>、③労働力、④

土地、⑤事故の5項目と、参考としてNO<sub>x</sub>を挙げたが、これ以外にも数多くの社会的費用の項目が存在し、定量化が困難な項目も存在する。従って、マイカー交通にかかわる社会的費用として、本稿で扱った項目が定量化しうる最低限のものとして解釈すべきであろう。

既存の経済学では「GNP」と「社会的費用」を直接にトレード・オフするという評価方法はまだ定説となっていない。しかし本稿の計算結果は、マイカー交通に対して、公共交通の活用が社会的に有益であることを示唆するものといえよう。単に「省エネ・汚染物質の低減」という技術的な基準にとどまらず、社会的な意味としても、エネルギー・資源・環境と交通の確保を両立させるために、ある程度の政策的手段をもってマイカー交通を公共交通へシフトする方法をとらざるをえない段階に来ているのではないかと考えられる。

## 参考文献

- 1) 小山徹, 桜井徹, 多田正, 藤井憲男, 森すぐる, 鈴木康史, 高信直通; 交通の費用・便益分析試論, 交通権, 9号(1990), 75.
- 2) 多田正, 小山徹, 桜井徹, 藤井憲男, 高信直通, 森すぐる, 鈴木康史; エネルギー・環境からみた鉄道の社会的価値, エネルギー・資源学会第10回研究発表会講演論文集(1990), 269.
- 3) 植田和弘; 環境経済学(1991), 有斐閣.
- 4) ジョン・ディクソンほか, 長谷川弘訳; 環境はいくらか(1991), 築地書館.
- 5) 運輸省; 運輸経済統計要覧, 昭和62年版.
- 6) 運輸省; 運輸経済統計要覧, 平成2年版.
- 7) 総務庁; 昭和60年産業連関表(1988), 7.
- 8) MVG (Mannheimer Verkehrs-Aktiengesellschaft); Öffentlicher Personennahverkehr in Mannheim Nutzen・Probleme・Perspektiven(1988)
- 9) 岡野行秀; 現代自動車交通論(1979), 東京大学出版会, 158.
- 10) 藤谷義; CO<sub>2</sub>の分離回収技術, MOL, 1990年5月号, 46.