

# 複数のCVサーベイに基づく地球温暖化の社会的費用原単位の試算

運輸部門における費用便益分析への適用を念頭に

運輸部門を対象としたわが国の費用対効果分析マニュアルの多くは、地球温暖化の評価を実施することを推奨している。しかし、わが国では温暖化の社会的費用を計測した経験が少なく、一定の確信をもった評価を行えない状況にある。本研究では複数の異なるCV(Contingent Valuation)サーベイを実施して、わが国における地球温暖化の社会的費用の計測を試みる。さらに、運輸部門の費用便益分析への適用性を鑑み、交通モード別の社会的費用原単位を試算し、原単位作成上の各種課題を抽出する。よって本論文で示す原単位の試算結果は、その精度向上を進めるための議論の第一歩であることを念頭に置かれない。

キーワード 費用便益分析, 社会的費用, CVM, 地球温暖化, 運輸部門

岩倉成志 IWAKURA, Seiji

工博 芝浦工業大学工学部土木工学科講師

石田東生 ISHIDA, Haruo

工博 筑波大学社会工学系教授

林山泰久 HAYASHIYAMA, Yasuhisa

工博 東北大学大学院経済学研究科助教授

根橋 輝 NEHASHI, Akira

工修 日本鉄道建設公団名古屋支社長

堀 健一 HORI, Kenichi

工修 株式会社三菱総合研究所研究員

## 1 はじめに

運輸部門を対象としたわが国の費用対効果分析マニュアルの多くは、大気環境への影響を評価することを推奨している<sup>注1)</sup>。しかし、大気汚染の社会的費用に関する国内の計測例が極めて少ないことや、信頼性の高い計測手法が開発されていないこと等の課題があり、大気汚染被害を貨幣価値に換算して費用便益分析へ組み込むには未だ議論が残るところであろう。環境の社会的費用を組み込まずにプロジェクトを評価する問題と、その実証分析の少なさから設定値が過大か過小かの判別がつかずに評価を行う問題との挟間で、評価者は一定の確信を持って大気環境項目を費用便益分析に組み込めない状況にある。

大気環境被害は、局所的な影響とグローバルな影響に分類されることが多い。後者は二酸化炭素などの温室効果ガスがもたらす気候変動の被害が当てはまるが、この種の社会的費用に関する計測は、欧米において先行的に研究されてきた。IPCC(気候変動に関する政府間パネル)第3作業部会報告では、気候変動の経済社会的側面に関する研究が広範になされ、特に温暖化の社会的費用の測定値が包括的に整理されている。一方、わが国の研究例は少なく、特に運輸部門での利用を念頭にした社会的費用は公表されていない。

従来の社会的費用の計測方法は、被害額を積み上げる損害費用法、もしくは一般均衡モデル等に基づく緩和費用法があるが、本研究ではContingent Valuation

Method(仮想市場評価法;以下、CVM)を用いて地球温暖化防止に対する国民の支払意志額を計測する方法を採用した。この理由は、温暖化対策のために日本国民が最大限支出可能な額を直接的に知ることができる点にある。また温暖化対策に対する国民の合意形成の観点からもこの種の調査を行う必要性は高いと考えた。CVMは意識調査ゆえに多くのバイアス発生が懸念されるが、この種の問題を極力抑えるために、NOAAのガイドライン<sup>注2)</sup>に準拠するように努めた。また5種類の異なる設問形式で支払意志額を尋ねることによって、設問形式の違いが計測値に与える影響を検討できるようにしている。

本研究は次の2点を意識して実施した。まず、わが国における地球温暖化の社会的費用の計測をCVMを用いて試み、計測の可能性を議論するための諸課題を整理する。次に運輸部門の費用便益分析での利用を念頭に、交通モード別の社会的費用原単位の作成を試み、原単位作成上の課題を整理することである。よって、本論文で示す原単位はあくまでも試算値であり、その精度向上を今後進めるための議論の第一歩であることを念頭に置かれない。

以下、2.では既存の社会的費用の計測値を概括し、3.ではCVサーベイを行う上での本研究の社会的費用の考え方、調査票の設計手順および設問内容について示す。4.では温暖化防止に対する国民の支払意志額を推定して得られた知見をまとめる。5.では、4.で推定した支払意志額をもとに社会的費用原単位の作成を試みる。ここでいう原単位とは、二酸化炭素排出量(tC)当り、もしくは

は輸送人キロ当りの社会的費用を指す。原単位を作成することで、交通需要予測分析の出力結果との連携を図りやすくなる。6.では5.までで得られた特に重要な知見を再掲する。

## 2 既往研究にみる温暖化の社会的費用

既往の研究から地球温暖化の社会的費用の計測値は、かなりの推定幅があることが判っている。これはそもそも温暖化がもたらす被害の範囲とその程度が明らかになっていないこと、有力な計測手法が存在せず、異なる前提条件のもとで複数の計測手法が適用されていることに因る。先述したように、温暖化の社会的費用の計測は、大別して損害費用法と緩和費用法に分けられる。前者は、温暖化被害が発生した際の各産業部門の収支変化や海面上昇がもたらす土地損失の被害額もしくはそれを防御するための投資額等を集計して算出する方法である。後者は、一般均衡モデルや計量経済モデルを用いて二酸化炭素(以下CO<sub>2</sub>)濃度を特定のレベルに安定化させるために必要な炭素税等を用いて限界費用を推定する方法である。炭素税は気候変動の損害の減少のみならず、その政策が他部門にも波及的な便益をもたらすことから、温暖化抑制を主眼とするものの、この緩和費用法から計測されているのは、炭素税政策そのものの便益である。

温暖化の社会的、経済的影響に関する研究は、欧米を中心に進められてきたが、炭素税を用いた緩和費用については、わが国でも研究成果がいくつか存在する。温暖化の社会的費用の計測例は、IPCC[1995]、天野[1994]、ECMT[1994]で包括的にレビューされ、計測値の相互比較がなされている。本章では、筆者らの独自の計測結果と既存の計測値との比較を5.2で行うため、これらの3つの文献を中心に既存の計測値を概説する。これらの計測値は、前提条件や計測方法の違いなどから単純に数値の比較はできないため、参考程度にとどめておくべきである。後述する筆者らの計測結果との比較も同様に参考に留まらざるを得ない。

損害費用法による計測例はIPCC[1995]に詳しく紹介されている。対象分野は主に農業、森林喪失、希少種消滅、海面上昇、電力消費、人命、水供給減少などがあり、この他、アメニティの低下、レジャー活動の停滞、大気汚染なども評価されている。ほとんどの研究が全ての温暖化ガスをCO<sub>2</sub>に換算し、その濃度が産業革命時の2倍になる状態を想定したベンチマーク温暖化(2×CO<sub>2</sub>)、すなわち全球平均地上気温が1990年から2 上昇(産業革命時から2.5 上昇)した状態の被害を検討対象して

いる。既往の研究ではOECD加盟国の年間損害額はGDPの1%強になるとの結果が得られている。

表 1は緩和費用法によるわが国の研究群を天野[1994]が横断的に比較したものに、日引[1996]の最近の成果を加えたものである。表中の最終年は各モデルによるシミュレーションの最終年を指す。GNP減少率比率とは、炭素排出量に対するGNPの弾性値であり、炭素排出量を1%削減する際に生じるGNPの減少率を表している。したがって、温暖化防止のために年間のCO<sub>2</sub>排出量を30%低下させる場合のGNPの減少は、後藤モデルで0.6%、森モデルで6.6%、山崎モデルでは12.3%となる。また炭素税比率は炭素排出量を1%削減するのに必要とされる炭素税(トン当りドル)の大きさを表しており、上記と同一の炭素排出量の削減を仮定すれば、後藤モデルがトン当り59ドル、森モデルが374ドル、山崎422ドルとなる。黒田・新保モデルでは、基準ケースに対するCO<sub>2</sub>削減率は2000年で28.8%、2030年で47%となり、炭素税額は、2000年以降68,800円~166,000円/tC(1985年価格)となる。日引モデルでは、安定化のためのCO<sub>2</sub>削減率は16~25.4%で炭素税額は24,600~73,000円/tCとなっている。

モデルによって緩和費用が大きく異なることがわかる。天野[1994]によれば、GNP減少率が低いモデルは、動学的一般均衡モデルを用いており、税收の還流が評価されていること、減少率が高いモデルは、ケインズ型の計量経済モデルの適用が多いことやエネルギー需要の価格弾力性が相当小さいこと等のモデル特性の相違が指摘されている。

表 2にKågeson [1993]による交通機関別の温暖化の社会的費用原単位を示す<sup>注3)</sup>。CO<sub>2</sub>を0~25%削減するのに必要な燃料税を算出する維持費用法(avoidance cost approach)によって得た結果である。

表 1 緩和費用法を用いた既往の国内研究成果

モデル	計測手法	最終年	GNP減少率比率	炭素税比率
後藤(1990,1992)	G	2030	0.02	2.7
伴(1991)	E	2000	0.05	5.6
黒田・新保(1993)	G	2100	0.24~0.37	
日引(1996)	G	2030	0.03~0.06	
森(1991)	E	2020	0.22	17.0
伊藤(1992)	E	2010	0.29	16.5
山崎(1991)	E	2010	0.41	19.2
日経(1992)	E	2010	0.16	51.8
穴戸(1991)	E	2000	1.16	55.0

G: 応用一般均衡モデル E: 計量経済モデル

表 2 交通モード別の社会的費用原単位

人キロ当たり	鉄道	自動車	航空
Kågeson(1993) ECU	0.0022	0.0045	0.0092

### 3 調査票の設計

#### 3.1 本研究における社会的費用の考え方

社会的費用の計測値は、植田[1991]が指摘するように、社会的費用を如何に定義するか、あるべき環境水準をどこに置くかによって大きく変わる。

本研究の環境水準の設定には2つの異なる考え方をとった。第1の考え方は、損害費用法を用いた既往の研究例にならないベンチマーク温暖化がもたらす被害状況と被害を回避した状況との差を評価するものであり、次節表4の設問形式A～Cが対応する。第2の考え方は、あるべき環境水準を明示せず、温暖化防止措置をとらない状態と特定の行為によって温暖化を緩和もしくは温暖化速度を低下させた状態との差を評価するものであり、設問DとEが対応する。

第1の考え方にもとづく社会的費用の定義は以下のように記すことができる。『ベンチマーク温暖化によって生じるわが国の自然、社会への様々な影響(地域的に異なる良い影響と悪い影響を含む)を回避するための政策的措置に対する国民(あるいは原因者)の追加的支払意志額』この考え方において想定される問題は、提示した政策手段に対する支払意志額の推定であるが、提示した政策の実施費用や代替的政策手段についての被験者の知識が異なる。温暖化は、グローバルに影響をもたらすにもかかわらず、日本国内への被害のみを対象としており、地球規模で考えれば、CO<sub>2</sub>排出量が世界4位であるわが国(原因者)の他国(被害者)への社会的費用を見積もっていない。IPCC WG<sup>12)</sup>の中位シナリオ(IS92a)によれば、CO<sub>2</sub>濃度倍増は約100年後と想定されており、実際には将来世代が当事者(被害者)であるにも関わらず、原因者である現世代の評価値となる。気候変動の不可逆性や時間的変化については考慮していない。以上は何れも、温暖化の社会的費用を過少に見積もる可能性がある。

第2の考え方は『温暖化防止策を講じないために生じるわが国の自然、社会への様々な影響(地域的に異なる良い影響と悪い影響を含む)を緩和する、もしくは温暖化の速度を低下させるための措置に対する国民(あるいは原因者)の追加的支払意志額』と定義できるが、上記の問題のうちの～に加えて、達成すべき環境水準が明確でないという問題を有する。

#### 3.2 調査票の設計

調査票の設計にあたっては、まずプレ調査を170名弱に実施した。このプレ調査の対象者は、交通計画および鉄道工学の専門家とその家族が中心である。プレ調

査の主な目的は、難解な設問箇所などを抽出し、それらへの対応を行うこと、支払意志額の設問方法をNOAAガイドラインに準拠して、クローズドエンド方式を採用するため、提示額を設定するための参考値を得ることにある。プレ調査から得られた主要な意見とその対応は次のようになる。被害想定や悪影響の内容がわかりにくいという意見があり、環境庁資料<sup>13)</sup>を参考に日本における被害想定を記述するように修正した。さらに現在のCO<sub>2</sub>排出量や部門別、交通機関別排出割合のグラフを追加した。プレ調査では支払い方法を1回限りとしたが、非現実的ではないかという意見があり、毎年の支払い形態に変更した。税での徴収方式は、マイナスイメージが強いという意見があり、基金や燃料価格増等の使用目的を特定した支払い方法に修正した。

このプレ調査の結果を反映した本調査票を概略説明する。アンケート票はA4版11頁という比較的多量な設問となっている。設問内容は3つの部分で構成した。

第1部は地球温暖化問題に対する意識を設問した。例えば地球温暖化問題に対する関心度、心配の程度、将来世代への影響の知識、重点化すべき温暖化対策の種類、COP3の議論内容などである。

第2部は、温暖化防止に対する支払意志額の設問である。表3に示すダブリングシナリオに基づくわが国への社会、自然等への影響と現在の国別、国内部門別、交通機関別の年間CO<sub>2</sub>排出量とを示した後、各被験者に表4に示す5種類の設問形式から、被験者の回答疲労を考慮し2種類の設問形式についての支払意志額を尋

表3 被験者に提示した地球温暖化がもたらす被害状況

(地球温暖化による気候変化の想定)
「地球温暖化」とは、人間活動の拡大により二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素などの温室効果ガスの大気中の濃度が増加し、地球表面の温度が上昇することをいいます。IPCC(気候変動に関する政府間パネル)の報告によれば、温室効果ガスの濃度が現在の増加率で推移した場合、21世紀末までに地球全体の平均気温が2°C上昇することがありえるとしています。
(わが国における被害の想定)
こうした急激な気温の上昇による影響は、 ・海面水位上昇によって東京23区東部が満潮時の水位より低くなり、氾濫の危険性が高まったり、日本列島の砂浜が消失の危機にさらされる。 ・豪雨や干ばつなどの異常気象の増加により尾瀬や霧が峰をはじめとする湿原の消失の可能性が高まる。 ・夏季の猛暑と冬の暖冬等の温暖化により涼しい地方に生えるブナなどの森林の生育環境が優される。 ・海面上昇によって灌漑用水路に海水が浸入したり害虫の繁殖が加速されるなどで、農業作物の収穫高が落ちる。 ・気温の上昇によって現在は、石垣島や宮古島に生育するハマダラカマラリアを媒介する蚊の繁殖による熱帯性の感染症発生数が増加する。などを引き起こし、地球環境と私たちの生活に甚大な被害が及ぶものと考えられます。
(支払意志額を回答する上で配慮すべき事項)
このように地球温暖化の問題は、 (1)非常に広範囲で地球規模の問題である。 (2)長期間にわたり、私たちの子や孫の次世代にも影響する長期的な問題である。 とともに、以下のことが言われています。 (3)地球温暖化の影響による被害は、地域により大きく異なる (4)地球温暖化による悪影響は、いったん起きてしまえば、地球環境を復元できなくなる。 (5)温室効果ガス濃度の上昇と気温、気候の変動の関係については、未だ不確実なところが残されている。

ねた。2種類の設問形式の組み合わせはA - C, B - Dとし, Eは単独で取り扱った<sup>注4)</sup>。なお, 形式A ~ Dの設問はレファレンダム方式<sup>注5)</sup>を採用し, 図 1のように, 提示額に対する支払いの賛意を尋ね, 反対の場合はその理由を回答する形式をとった。ダブルバウンドの提示額については, 設問方式ごとに表 5に示す3種の提示額の組み合わせを設定した。何れの設問形式とも支払い期間は限定していない<sup>注6)</sup>。

第3部は, 被験者の個人属性として, 性別, 年齢, 住所, 世帯人員そして年間所得を尋ねている。

本調査票はNOAAガイドラインにほとんど準拠しているが, 本調査が満たしていない事項としては, 郵送方式で調査を行ったこと, 被害を受けない環境資源を示していないこと, 多時点で推定結果を比較していないこと, 環境状態の変動範囲と安定的状態に関する情報を被験者に与えていないことがあげられる。は, 政策操縦バイアスを回避するという意味で, 郵送方式の方が望ましいと判断した。及び は, 日本国内における地域別に網羅した被害想定やその変動幅についての詳細な被害状態に関する資料がないことから, 被験者には被害は地域によって異なること, 気候変動の予測については不確実な部分が残されていることを示すに留まっている。については, NOAAが実際に発生した環境破壊の損害評価ためのガイドラインであり, 被害が起きた後の調査タイミングの違いが支払意志額に影響しないよう指示されている。これに対し, 未知の環境破壊に対する評価という点で本調査はガイドラインの範囲を超えている。ただし, 支払意志額の定期的なモニタリングを行い, その評価値の安定性を検討する必要性については, 筆者らが強く訴えるところである。

表 4 5種の支払意志額の設問概要

形式	設問内容 【 】内はキーワード
A	【全部門 / 対策提示 / 基金への支払額 / $2 \times \text{CO}_2$ 】 温暖化対策として, 新技術開発, 森林保全・整備, 公共交通整備などを列挙し, これらの事業の実施によって全ての部門から $\text{CO}_2$ 排出が削減され, 温暖化の進行が止められる(ダブルバウンドシナリオの回避)と仮定する。この事業実施のための費用は, 国民からの基金への寄付が充てられるとした時, 毎年の寄付金が 円の場合, 賛成か反対か?
B	【全部門 / 非提示 / 基金への支払額 / $2 \times \text{CO}_2$ 】 設問Aにおける温暖化防止対策を示さず(情報を与えない)に, 対策事業費用を毎年の基金でまかなう場合の寄付金が 円の場合, 賛成か反対か?
C	【運輸部門 / 対策提示 / 燃料価格 / $2 \times \text{CO}_2$ 】 自動車保有者のみに質問。温暖化対策として公共交通機関整備, 低公害車開発など運輸部門における対策費をすべての交通機関から徴収し, 燃料価格の増加が 円の場合, 賛成か反対か?
D	【運輸部門 / エコビークル購入額 / $\text{CO}_2$ 削減寄与】 温暖化の緩和に資する低公害自動車(ハイブリットカーレベルを想定)の販売額が 円の場合, 購入するかしないか? この際燃料費はガソリン車の半額となること考慮して回答する。
E	【運輸部門 / 公共交通への転換 / $\text{CO}_2$ 削減寄与】 地球温暖化速度の低下のために, 現在の自動車利用者が強制的に鉄道に転換することによる移動1回ごとの補償額はいくら必要か?

### 3.3 調査の実施状況

温暖化は広範囲に被害を及ぼすと想定されるため, 調査費の許す範囲で, 設問形式A ~ Dは全国を対象に三大都市圏と地方都市(仙台市, 岡山市, 熊本市)で実施した。なお, 都市圏に人口の74%<sup>注7)</sup>が居住しているが, 温暖化影響が生活に直結しやすい山間部, 沿岸部等の居住者のサンプリングを行っていないことは本調査が抱える問題の一つである。本来ならば, 全国からランダムにサンプリングを行い, かつ統計的に必要十分なサンプルサイズを確保し, 支払意志額を推定する必要がある。

調査期間は, 平成10年の2月と同年6月の2度行っている。第1回目では, 東京区部, 大阪市, 熊本市において高齢者のサンプル比率が高かったため, 同地域で第2回調査を実施し, 若年層を中心にサンプリングをした。表 6に, 調査票の配布地域と回収率, 配布および回収方法を記した。

サンプル属性の概略は, 男性63%, 女性35%, 無回答が2%となっている。また年齢階層では, 10代が5%, 20代19%, 30代13%, 40代15%, 50代18%, 60代16%, 70代以上が12%となっており, 概ねバランスはとれている。

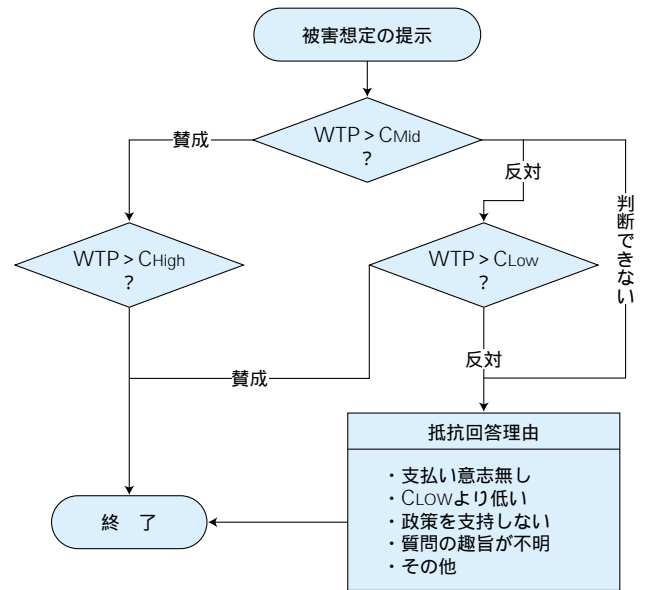


図 1 設問のフローチャート

表 5 各設問方式のダブルバウンド提示額設定

形式・単位	2回目提示額 (1回目賛成)	1回目提示額		2回目提示額 (1回目反対)
		賛成	反対	
A/B 円/年	10000	5000		2000
	15000	10000		5000
	20000	15000		10000
C 円/リットル	20	10		5
	30	20		10
	40	30		20
D 万円/台	100	80		50
	150	100		80
	200	150		100

と言える。所得は、年収330万円未満が35%、330～600万円が30%、600～900万円が17%、900万円以上が12%、無回答が6%である。

本調査から得られる支払意志額の信頼性を次の7点について検討した。評価対象に対する関心の低さ：本調査実施時期がCOP3直後の平成10年1月に実施したため、地球環境問題への関心度は全国的に高い時期であった。実際アンケート回答者の90%が地球温暖化問題に関心がある・心配であると答えている。政策操縦バイアス：実際の政策に適用するわけではないことを明記したこと、また郵送方式のため面談方式よりはこの種のバイアスは低めであると考えられる。不完全な設問形式：気候変動影響をA4版1頁を割いて説明するような配慮をしたが、気候変動影響は、複雑かつ多岐に渡るため、回答者によって認識が一致していない危険性が極めて高い。また仮想的な温暖化防止対策が簡単な記述に留まっているため伝達ミスが起きている可能性がある。支払意志額の回答は、クローズドエンドを採用したため、初期提示額が与えるスターティングポイントバイアスが想定される。現実の制約条件の無視：提示した政策の実施によって、可処分所得が低下することは明記したが、分析結果から所得による回答金額の差異が現れていないことからこの制約条件を回答者が考慮していない可能性がある。回答疲労：一人の被験者に対して、3種類の異なる設問形式で回答金額を尋ねていることや温暖化への関心等多数の質問を行っていることから回答疲労が起きている可能性がある。サンプリングの偏り：地域的な偏りが少なくなるように、日本全国で実施している。ただし、基本的には都市部調査であり、温暖化の影響を受けやすいと想定される農漁村地域の居住者データは極めて少ない。調査時期の影響：COP3の直後であり、評価結果への影響が出ている可能性は高いが、特に温暖化問題は認識が難しいため、一定の関心を集めた時期に実施する必要があると考える。

表 6 調査票の配布地域と回収状況

配布地域	回収票数	回収率	配布/回収
東京区部(1)	521票	26%	郵送/郵送
東京区部(2)	227票	100%	留置/訪問
名古屋市	96票	48%	留置/郵送
大阪市(1)	299票	25%	郵送/郵送
大阪市(2)	139票	100%	留置/訪問
仙台市	115票	58%	留置/郵送
千葉県内	170票	34%	留置/郵送
岡山市	131票	66%	留置/郵送
熊本市(1)	288票	36%	郵送/郵送
熊本市(2)	73票	100%	留置/訪問
合計	2059票	37%	
第1回目	1620票	32%	
第2回目	329票	100%	

#### 4 ベンチマーク温暖化に対する社会的費用の推定

##### 4.1 支払意志額の推定方法

設問形式A～Dにおける提示額に対する賛意(yes)は次式で与えられる。

$$Prob[yes]=Prob(U(E^1, y - C) > U(E^0, y)) \quad (1)$$

ここで、Eは気候変動による被害状況設定で、スクリプトが0の場合が被害が発生した状態、1が被害が回避された状態である。yは回答者の可処分所得、Cが提示額となる。この支払意志額の推定にはロジットモデルを適用した。上記変数に加えて、性別、年齢階層の変数を取り入れ、属性別に支払意志額を推定した。ただし、所得による支払意志額の差が見られなかったため、最終的には所得を変数に取り込まずにパラメータ推定をおこなった。式(1)をシングルバンド方式の場合で具体的に示せば次式のようになる。ダブルバンド方式も基本的な考え方は同様だが、詳細な推定方法については栗山[1997]を参照されたい。

$$Prob[yes]=\frac{\exp V_1}{\exp V_1 + \exp V_0} = \frac{1}{1 + \exp(-V)} \quad (2)$$

$$V = (E^1 - E^0) - \ln C + \sum_j \beta_j SE_j \quad (3)$$

ここで、Vは確定効用でスクリプトは式(1)に対応している。1は提示額を支払って温暖化を回避した状態の効用、0は温暖化被害が発生した状態の効用を表す。SE<sub>j</sub>は個人ごとの属性jを示す。β<sub>j</sub>はパラメータである。各変数のデータ化は、E<sup>1</sup> - E<sup>0</sup>を定数項扱いとし、SEは属性ごとのダミー変数とする。提示額については非線形を仮定して対数をとった。式(2)の選択確率が50%となるCの値をもって支払意志額の中央値が、また、式(2)を積分することで支払意志額の平均値が求められる。なお、設問形式Dから得られる支払意志額は、エコビークルとガソリン車との差額購入費であるので、この支払意志額からエコビークルの燃費節約分50万円/台を減じた。

設問形式Eは、次式の考え方によって支払意志額(WTP)を推定した。

$$WTP = C_R - (C_C + WTA_{C_R}) \quad (4)$$

ここで、C<sub>R</sub>は鉄道、C<sub>C</sub>は自動車の一般化費用(所要時間と移動費用)、WTA<sub>C<sub>R</sub></sub>は、自動車から鉄道への転換による不便さ相当分の補償額であり、温暖化防止のための対策であることを前提に、この補償額を被験者へ直

接尋ねている。つまり、 $C_R$ と $C_C+WTA_{C_R}$ が等価であればWTPは0円となり、温暖化防止への協力意識が無いこととなる。協力意識が高い分だけWTAが低下すると考えた。なお、式(4)はWTPの算出にWTAを用いていることや一般化費用の設定方法などの問題が存在する。設問が難解だった影響もあり、有効回答は35票に留まっている。

上記モデルによる性年齢階層別の支払意志額の推定値をもとに、設問形式AとBは国勢調査を、形式Cは運転免許保有者数を用いて性年齢階層別に全国拡大した後に、全国平均を算出する。ただし、先述したように特定の都市でサンプリングされたデータを拡大する問題を有していることに留意が必要である。形式DとEについては拡大処理を行わずに算出する。

本研究では、抵抗回答の扱いとして以下の2つの方法で行った。「金額が高い」と答えたサンプルは提示額を0円と設定してデータ化した。また「支払いたくない」、「提示した政策で温暖化が防止できると思えない」と答えたサンプルはパラメータ推定時に除外して支払意志額を推定し、全国拡大する際にその分の標本比率を減じて算定した。抵抗回答の提示額を全て0円としてデータ化した。

#### 4.2 パラメータ推定結果

表7に設問形式A～Dのパラメータの推定結果を、表8に拡大後の支払意志額の中央値および平均値<sup>注8)</sup>を示す。両結果は抵抗回答の提示額を全て0円とした結果である<sup>注9)</sup>。

採用する政策内容を示した設問Aと示さないBを個別に推定した結果、有意な差が認められなかった<sup>注10)</sup>た

表7 設問形式ごとのパラメータ推定結果

変数	A/B	C	D
提示額(円)	1.17 (25.6)	1.20 (14.3)	2.47 (9.0)
定数項( $E_1-E_0$ )	10.4 (22.9)	4.26 (9.8)	33.7 (9.3)
性別dummy (男=1 / 女=0)	0.154 (1.4)	-0.412 (-2.2)	0.0966 (0.3)
10 - 29才 dummy	-0.210 (-1.0)	-0.742 (-2.1)	-0.710 (-1.3)
30 - 39才 dummy	-0.0723 (-0.3)	-0.506 (-1.4)	-0.688 (-1.2)
40 - 49才 dummy	-0.245 (-1.2)	-0.882 (-2.3)	-0.911 (-1.6)
50 - 59才 dummy	0.0838 (0.4)	-0.704 (-2.0)	-0.0872 (-0.16)
60 - 69才 dummy	0.203 (1.0)	-0.0299 (-0.1)	0.207 (0.37)
70才 - (fix)	0	0	0
最終尤度	-1713.8	-589.5	-676.4
的中率	69.3	70.1	76.2
サンプル数	1275	457	587

め、両データをプーリングして推計した。各モデルとも概ね精度の高いモデルが得られている。特に支払意志額の算出において主要な変数である提示額、定数項のパラメータの標準誤差が小さく推計された。個人属性については、性別の影響が多少見られるものの、年齢階層による差は設問形式C以外では小さく、t値も低くなっている。ただし、どの設問でも40才代の可処分所得の低下に対して感度が高くなっている。

CVMの利用に際して特に問題が指摘されるスターティングポイントバイアスについて考察する。設問形式A/Bでは初期提示額が5,000円のサンプルの支払意志額が5,612円、提示額10,000円では6,967円、提示額15,000円では11,838円となる。形式Cでは初期提示額10円の支払意志額が13円、提示額20円では20円、提示額30円では22円となった。バイアスが発生している感は否めないが、両設問形式とも支払意志額が初期提示額の下限、上限内に入っていることから、本推定結果は一定の信頼性を有していると考える。

## 5 運輸部門における社会的費用原単位の試算

本章で作成する社会的費用原単位とは、CO<sub>2</sub>排出量(tC)当り、もしくは輸送人キロ当りの社会的費用を指す。この原単位と交通需要予測分析の出力結果とを連動させれば、温暖化影響を運輸部門の費用便益分析へ取り入れることが容易になる。算出にあたっては、まずCO<sub>2</sub>排出量当りの原単位を算出し、それに輸送人キロ当りの排出原単位を乗じて、輸送人キロ当りの社会的費用原単位を算出する手順をとった。

### 5.1 原単位算出の方法

CO<sub>2</sub>排出量当たりの原単位は、4.2で得られた一人あたりの支払意志額を全国拡大し、その値をダブリングシナリオの状態にしないために必要なCO<sub>2</sub>排出削減量で除すことによって得られる。よって、支払意志額推定値の誤差、全国世帯への拡大誤差、CO<sub>2</sub>の必要削減量の推定誤差など様々な誤差が生じていることに注意が必要である。

必要削減量の算定にはIPCCのIS92aシナリオを利用し

表8 一人あたりの支払意志額の推定結果

設問形式	単位	支払意志額(1997)	
		中央値	平均値
A/B(基金)	円/年	7,394	9,527
C(燃料価格増)	円/キロ	17.2	20.3
D(エコビークル購入)	円/台	112,812	269,146
E(公共交通転換)	円/回	1,839	

た。このIS92は温暖化効果ガス排出を減少させるための気候関連政策をまったく仮定しない『非介入』のシナリオであり、1990年から2100年までの期間での人口、経済成長、土地利用、技術的变化、エネルギーの入手可能性と燃料構成に関する仮定に基づく6つの排出シナリオ(IS92a～f)について将来のCO<sub>2</sub>濃度、年間排出量が予測されている。IS92aの仮定について簡単に触れる。IS92aは6つのシナリオの中位推計であり、将来人口は世銀の1991年の推計値にもとづき、2100年において世界で113億人と設定されている。経済成長率は1990年から2025までの年間平均が2.9%、2100年までが2.3%と設定されている。このシナリオでは、2060年には、気温2 上昇に達さないための安定化濃度の閾値である550ppmv<sup>注11</sup>を超え、1990年における世界の年間排出量約7GtCが、2060年には14GtC、2100年には20GtCに達すると予測されている。排出量を1991年から2100年までの累積すると1,500GtCとなる。

2100年時点で濃度を550ppmvに安定化させる1991年～2100年の累積排出量は990GtCとされている。よって2 2の温度上昇を回避するためには、累積排出量を34%減少(=990÷1,500)させる必要がある。

なお、IS92aシナリオは全世界を対象とした分析であるが、本研究で得られる支払意志額は、わが国の温暖化被害の回避を前提とした回答値であるため、削減必要量も国内値を用いることが必要である。しかし、無政策シナリオによる排出量の予測値は既往研究間で相当幅があり安定していないことや予測期間が比較的短いことなどの問題がある。図 2はCO<sub>2</sub>排出量の時系列予測値をIS92aといくつかの国内モデルとを比較したものである。IS92aが後藤モデルと類似し、黒田・新保モデルと森モデルの中間に位置していることがわかる。この結果からIS92aを排出削減必要量の算定に用いる妥当性は失われないと判断した。

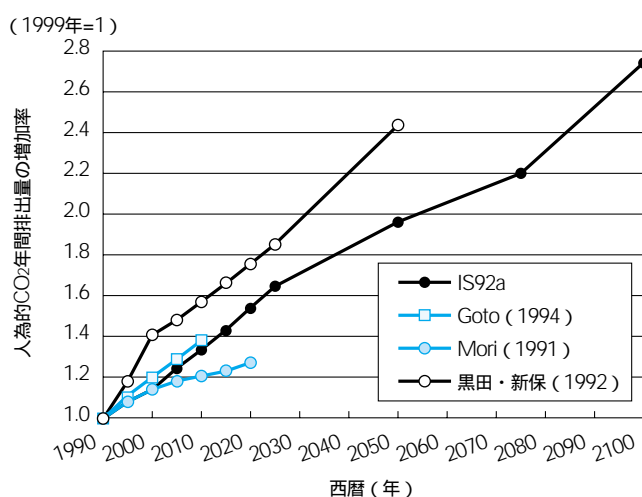


図 2 CO<sub>2</sub>の年間排出量のモデル間比較

上記で得られたCO<sub>2</sub>排出量の削減必要比率34%を用いて設問形式ごとに社会的費用原単位の作成方法を概略説明する。

設問形式A/Bの原単位は、4.で得られた7394円/年(中央値、以下省略)を国内15歳以上人口で拡大して得られた支払意志額の集計値7,795億円/年を、わが国のCO<sub>2</sub>排出量0.31GtC/年に先述の34%を乗じて算出した国内必要削減量0.10GtC/年で除算して求める。

設問形式Cの原単位は、支払意志額17.2円/台を全国の自家用乗用車の年間燃料消費量で拡大して得られる8,098億円を、国内総排出量のうちの旅客運輸部門のCO<sub>2</sub>排出割合10.6%に国内必要削減量に乗じた0.011GtC/年で除すことで求める。

設問形式Dの原単位は、支払意志額11.3万円/台に自家用乗用車の全国保有台数を乗じて得られる6兆861億円を、エコビークル導入による燃料消費分に自動車の平均耐用年数とCO<sub>2</sub>排出係数を乗じて得られたCO<sub>2</sub>削減量0.144GtCで除して求める。

設問形式Eの原単位は、各サンプルの支払意志額を自動車から鉄道へ転換によって得られるCO<sub>2</sub>削減量で除し、これを全サンプルで平均して得る。ちなみに全サンプルの支払意志額の平均値は1,839円/回、全サンプルのCO<sub>2</sub>削減量の平均値は、0.47tCである。

輸送人キロ当りの社会的費用原単位は、上で得られたCO<sub>2</sub>排出量当りの社会的費用にCO<sub>2</sub>排出原単位(gC/人キロ)を乗じて算定する。

## 5.2 原単位の試算結果

### (1) CO<sub>2</sub>排出量当りの社会的費用原単位

原単位の試算結果を表 9に示す。表中の下限値は、表 8に示した支払意志額の中央値を、上限値は平均値を用いたものである。なお、支払意志額の誤差に加えて、原単位作成時に使用されるIS92シナリオの推計幅、国内CO<sub>2</sub>排出量の測定誤差など信頼性に幅をもつデータを組み合わせるため、表 9の試算値の幅はさらに拡大することに留意されたい。

設問形式によって原単位が大きく異なっているが、このような差が生じる主な要因として以下の5点があげられる。第1に支払い単位の違いが回答値に与える影響があげられる。設問形式A/Bでは基金へ年間一括で支

表 9 社会的費用原単位の試算結果(円/tC)

設問形式	支払意志額(1997)
A/B (基金)	7,468 ~ 9,622
C (燃料価格増)	72,990 ~ 86,145
D (エコビークル購入)	42,281 ~ 100,873
E (公共交通転換)	4,170

払う方法に対し、形式Cはガソリン税と同様に給油ごとに細かく分割して支払う方法となっている。細かく分割して支払うために、年間集計額は被験者が考える以上に高くなる可能性がある。第2に自動車利用の状態依存が反映されている可能性がある。形式Cでは温暖化防止策に対する支払意志額と自動車利用を維持するための支払意志額が分離できていないために過大推計となっている可能性がある。緩和費用法においても家計や企業の状態依存性を考慮しなければ同様に生じる問題である。第3に形式Cは主に汚染者側の支払意志額の集計値から算出されているが、形式A/Bは汚染者と被害者の双方立場の支払意志額から得られた値となっている。第4に支払意志額の設定内容とCO<sub>2</sub>の削減必要量の設定との整合性があげられる。例えば、設問Cは旅客運輸部門の削減必要量を用いているが、被験者が支払意志額を答える際に旅客運輸部門のみの排出量を適正化すると認識をしているかどうかである。この認識がされていないとすると、国内全部門の必要削減量0.10GtC/年で除すことになるが、その結果は7742～9138円/tCとなり、設問A/Bの原単位と極めて近い値をとる。

第5に、形式Eは式(4)を用いて算出されるが、一般化費用の設定方法の課題や回答額が受認補償額(WTA)を用いており補償額を高め回答したために支払意志額が比較的低くなっていると考えられる。

既存の研究例とは計測方法が全く異なるため、あくまで参考に留まるが、設問形式A/Bが後藤モデルとほぼ等しく、形式Cが森モデル、山崎モデルなどに比して若干高い傾向となっている。

表 10 都市交通の社会的費用原単位の試算結果(円/人キロ)

形式	自家用乗用車	鉄道(地下鉄)	路線バス
A/B	0.47 - 0.61	0.03 - 0.04	0.17 - 0.22
C	4.63 - 5.46	0.26 - 0.31	1.70 - 2.01
D	2.68 - 6.39	0.15 - 0.36	0.99 - 2.36
E	0.26	0.02	0.10

表 11 幹線交通の社会的費用原単位の試算結果(円/人キロ)

形式	自家用乗用車	鉄道(新幹線)	高速バス	航空機
A/B	0.22 - 0.28	0.04 - 0.05	0.07 - 0.09	0.24 - 0.31
C	2.18 - 2.57	0.36 - 0.43	0.69 - 0.81	2.31 - 2.73
D	1.26 - 3.01	0.21 - 0.50	0.40 - 0.95	1.34 - 3.20
E	0.12	0.02	0.04	0.13

表 12 交通機関別のCO<sub>2</sub>排出原単位の例

g-C/人キロ	都市交通	幹線交通
自家用乗用車	63.4	29.9
鉄道	(地下鉄) 3.6	(新幹線) 4.9
バス	(路線バス) 23.3	(高速バス) 9.4
航空機		31.7

(財)運輸経済研究センター[1994]より作成

いずれの計測値も種々の問題を有するものの、上記で述べた問題点の少なさからみて設問形式A/Bから得られた社会的費用原単位の信頼性が比較的高いと考える。

## (2) 輸送人キロ当りの社会的費用

表 10に都市交通の社会的費用原単位の算出結果を、表 11に幹線交通の算出結果を示す。これらの値は、前項で得られたCO<sub>2</sub>排出量当りの社会的費用原単位に表 12の輸送人キロ当たりのCO<sub>2</sub>排出原単位を乗じて得られたものである。

よって、輸送人キロ当りの原単位は(1)で得られた排出量当りの原単位の問題を保存しており、かつCO<sub>2</sub>排出原単位の精度の問題がそのまま反映されることになる。

一般にCO<sub>2</sub>排出原単位は、各交通機関の実績エネルギー種別消費量にエネルギー別CO<sub>2</sub>排出原単位を乗じた交通機関別年間CO<sub>2</sub>排出量を、実績の交通輸送量(人キロ)で除すことによって得られる。複数の統計データを組み合わせて算出するために、精度の高い原単位が得られにくいのが現状と言える。実際、各種資料間で2倍程度の開きがあることが判っている<sup>注12)</sup>。よって、下表の原単位も参考に留まらざるを得ないと考えられる。また本来、エネルギー消費量は供給側の条件、すなわち輸送力によって決まることから、全国平均の輸送人キロ当たりの原単位を輸送密度の異なる地域で一律に用いることの問題もある。

既往の研究成果と比べると、設問形式A/Bの自家用車鉄道についてはKageson[1993]が算出した原単位と極めて近い値となっている。

## 6 まとめ

以上のCVサーベイに基づく分析から得られた主要な知見は次の6点である。

未知で複雑な環境破壊を引き起こす地球温暖化の被害想定を正確に被験者へ伝達することが必要であるが、極めて難しい。伝達ミスが起きにくい説明技術の向上もさることながら、設問内容が正確に伝達されたかどうか、被害に対する認知レベルなどをチェックする質問項目を設け、パラメータ推定の際にそれを反映させることが重要である。

と関連して、関心度が高い被験者は支払意志額が高くなるのが本分析をとおして明らかになっている<sup>注13)</sup>。被害の実感が強くなるにつれ支払意志額が増加すると考えられ、現世代と将来世代ではその評価が大きく異なる可能性がある。現世代の将来世代に対する遺贈価値に関する分析も併せ



て、世代間の評価の変化に関する研究を進める必要がある。このような分析は、プロジェクト評価を行う際の割引率の設定にも有益な示唆を与えると考える。

温暖化被害やその防止政策など被験者が未だ経験のない事柄に対する支払意志額を回答することは大変難しい。本分析でもスターティングポイントバイアスの影響がみられており、これを改良する分析技術の開発が必要である。

設問形式C(燃料価格増)で強く見られるように、現状の生活パターンに対する状態依存が支払意志額の推定に与える影響を検討することが必要である。一般にこの種の計量分析の理論的背景には人間の合理的判断、瞬時の均衡状態が仮定されており、この種の強い仮定を緩和させる必要がある。社会的費用の原単位の作成にあたっては、複数の異種データを組み合わせる必要がある。精度の低い統計データが混在せざるを得ない場合には、それが原単位の精度を悪化させることになる。国勢調査など極力精度の高い統計データで原単位の作成が可能なアンケートを設計すべきである。なお、公表されているほとんどの政府統計は、統計値の分散等データ精度が明確に記述されていないことから、この種のデータの開示も重要な課題としてあげられる。

本研究は、国内各地で調査を実施したものの、都市部居住者のデータが中心であり、土地利用状況の異なる居住者や各種産業分野の従事者など網羅的なデータではない。本論文で示した支払意志額や社会的費用原単位は試算値であり、安易に使用すべきではない。既往の文献からも地域や産業分野によって温暖化が引き起こす被害レベルの違いが指摘されており、広範かつ十分なデータを収集する必要がある。また定期的にモニタリングを行い、評価値の安定性、時間的な変化についても検討する必要がある。環境問題に関する国民への教育、啓蒙施策と併せて、広範かつ連続的に国民意識を把握することが、今後政策を決定する上で大変重要である。

謝辞：本研究は、(財)運輸政策研究機構に設置された「環境と交通研究会」の研究成果の一部である。研究過程において研究メンバーの方々に豊富なコメントや熱心な討議をいただいた。特に三菱総合研究所櫻田陽一主任研究員には調査票の準備、解析等に多くの労力をいただいた。ここに記して謝意を表したい。また大変有益

なコメントを数多くいただいた匿名の査読者の方々にもこの場を借りて深謝したい。

注

注1)道路を対象とした費用対効果分析マニュアルでは、温暖化の社会的費用を2,300円/tCとしている。鉄道分野は道路マニュアルに準拠している。港湾分野では貨幣換算せずに排出量の変化で評価を行っている。ただし、いずれも自動車のみを対象としている。例えば、東京-大阪間560kmの高速道路を利用する乗用車の排出原単位は文献14)より30gC/人kmであることから、1台に2名が乗車していれば、1台が1tC排出するのに15往復、上記社会的費用原単位を用いれば、片道77円の社会的費用が発生することとなる。

注2)NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration)のガイドラインについては、栗山浩一[1997]、建設省建設政策研究センター[1997]が詳しい。

注3)Kageson[1993]以外に、Peirson et al. [1995]は、イギリスにおける社会的費用として、鉄道が0.01pence/人km、自動車とバスが0.03pence/人kmと算定している。またECMTのタスクフォースでは、ECMT加盟諸国及び運輸に係わる諸機関で計測された評価値をもとに、自動車が0.007ECU/人km(1991年値)、鉄道が0.0025ECU/人kmとの見解を示しているようである。

注4)設問形式AとBは温暖化対策の提示・非提示による支払意志額の差をみるために分離した。またEは4.1に示すように詳細な都市交通ネットワークを用意する必要があったため、地域を限定し千葉県の東葉高速沿線のみを対象に実施した。なお、設問A・BとC・Dの組み合わせの制約は本来無いが、調査労力の軽減のために便宜的にA・C、B・Dの組み合わせとした。

注5)レファレンダム方式とは、住民投票形式で環境改善政策の実施に対する賛否を問う方式である。NOAAガイドラインでは、環境の貨幣価値を被験者に直接答えさせるオープンエンドよりも調査者が提示した価値額の賛否を問うクローズドエンドの2分法を推奨している。

注6)支払期間を限定した方が良いという考えがある。若年層と高齢層では支払期間が異なるため、支払意志額へ影響を及ぼすためである。しかし期間を限定することで、理論的には被験者の時間選好率に対応した年間支払意志額の増加がおきるはずだが、可処分所得が大きく低下することを被験者が想起し、本来の支払意志額よりも過小に回答する可能性も考えられよう。

注7)山岡、徳岡による標準大都市雇用圏(SMEA)の定義では、全人口の1/4がSMEA以外の地域に住んでいるに過ぎない。詳しくは金本[1997]などを参照。

注8)平均値を算出する際の数値積分の裾切りは最大提示額とした。

注9)Protest Noを除外してパラメータ推定を行い、全国拡大時にProtest Noのサンプル比率分だけ除外する方法によって得られた支払意志額は、設問形式A/Bが12,185円/年、設問形式Cが25.1円/年となる。抵抗回答を全て0とした方が支払意志額は小さく推計される。よって安全サイドの評価値になると考え、本文には抵抗回答を全て0とした値を提示した。なお、「金額が高い」という回答者のWTPは、提示額より低いもの0円とは限らないため、推定上の工夫が必要との意見がある。

注10)政策内容を示した設問Aと示さないBとが有意な差がなかったことは、温暖化防止施策の適切な説明がなされていないため、被験者がその政策を認知できていない可能性がある。設問Aは「地球温暖化防止のために、今後、国や地方自治体、または民間の団体などが、新技術の開発、エネルギー政策、廃棄物処理施設の整備、森林の保全や整備、公共交通機関の整備など様々な事業や活動を行っていきます。」、設問Bは「地球温暖化防止のために、様々な事業や活動を行っていきます。」とした。今後は、政策の伝達ミスや被験者の政策認知レベルをチェックできるような設問を調査票に導入すべきであろう。

注11)二酸化炭素は、比較的長期(数世紀かそれ以上)の滞留時間を持ち、人為的な排出(人為排出量-人為吸収量)が現在の年間排出量約7GtCで留めたととしても、二酸化炭素濃度は少なくとも2世紀にわたって増加し、2100年には約500ppmv(1990年レベルの50%増)に達するとされている。二酸化炭素濃度と1990年からの温度上昇との関係は、450ppmvで約1(0.5~1.5)、650ppmvで約2(1.5~4)、1000ppmvで約3.5(2~7)とされている。

注12)大気汚染の排出原単位に関する各種調査結果の相互比較は、環境と交通研究会[1997]が詳しい。

注13)表7のモデルに温暖化に対する関心度などをダミー変数として導入した結果、設問形式A/Bでは温暖化問題に「関心がある」や「温暖化が心配である」と答えた被験者の支払意志額はそれぞれ約1,400円/年高く、「地球温暖化が次世代へ影響することを認知している」と答えた被験者は約800円/年

高く推計された。また「日ごろ温暖化防止を意識して行動している」と答えた被験者や「京都会議の開催を知っていた」と答えた被験者はそれぞれ400円/年程度支払意志額は高く推計された。詳しくは、文献17)を参照されたい。

#### 参考文献

- 1) 道路投資の評価に関する指針検討委員会編[1998]道路投資の評価に関する指針(案),(財)日本総合研究所
- 2) 栗山浩一[1997]公共事業と環境の価値 - CVMガイドブック -, 築地書館
- 3) 建設省建設政策研究センター[1997]社会資本整備の便益評価等に関する研究, PRC Note 第14号
- 4) IPCC [1995] Climate Change 1995 Economic and Social Dimensions of Climate Change(天野明弘ほか監訳[1997]地球温暖化の経済・政策学 - IPCC第3作業部会報告 -, 中央法規出版)
- 5) 天野明弘[1994]世界経済研究 - 発展と相互依存 -, 有斐閣
- 6) ECMT/OECD[1994]Internalizing the social costs of transport, OECD publication
- 7) Fankhauser, S. and David W. Pearce[1993]The Social Costs of Greenhouse Gas Emissions, OECD/IEA International Conference on the Economics of Climate Change
- 8) 日引聡[1996]炭素税導入が日本経済へ及ぼす影響についてのシミュレーション分析, 計画行政19(4)
- 9) Kågesson P. [1993]Getting the Prices Right: A European Scheme for Making Transport Pay its True Costs, European Federation for Transport and Environment (T&E)
- 10) Peirson J, R.Vickrman[1995]Environmental Sensitive Taxation of Transportation Investment Policy, Some result of U.K., 7th WCTR Sydney Discussion Paper
- 11) 植田和弘[1991]第5章 社会的費用論アプローチ, 植田和弘ほか編著, 環境経済学, 有斐閣ブックス
- 12) IPCC編[1996]IPCC地球温暖化第二次レポート, 中央法規
- 13) 環境庁地球環境部編[1997]地球温暖化日本はどうなる?, 読売新聞社
- 14) (財)運輸経済研究センター[1994]環境と運輸・交通
- 15) 環境と交通研究会[1997]高速交通時代の環境を考える,(財)運輸経済研究センター
- 16) Johansson P.O. [1987]The Economic Theory and Measurement of Environmental Benefits, Cambridge Univ. Press(嘉田良平監訳[1994]環境評価の経済学, 多賀出版)
- 17) 日本鉄道建設公団関東支社,(財)運輸経済研究センター[1998]平成9年度環境からみた高速交通機関の整備効果に関する調査報告書
- 18) 金本良嗣[1997]都市経済学, 東洋経済新報社

(原稿受付 1999年8月5日)

---

## Estimating social costs of global warming based on multiple contingent valuation surveys

By Seiji IWAKURA, Haruo ISHIDA, Yasuhisa HAYASHIYAMA, Akira NEHASHI and Kenichi HORI

We couldn't find any practically useful data of social costs of air pollution available so far in Japan, especially estimated data related to the social costs of global warming in transport sector couldn't be found. Taking this shortcoming into account, we adopted the contingent valuation method as one of methods for estimating the social cost, which could be defined as the amount that Japanese people would be willingness to pay for government policy measures to counter either the positive or negative effects on the Japanese environment and society, caused by rising air temperature from 1 to 2.5C resulting from double level of atmospheric CO<sub>2</sub>. Several types of questionnaires were designed referring NOAA guidelines and they were used to survey 2059 people in Tokyo, Nagoya, Osaka, Sendai, Okayama, and Kumamoto. The survey showed that respondents would pay ¥7,394 - ¥9,527 per year to prevent global warming. This figure was used to determine the social cost per tone-carbon, which came to ¥7,468 - ¥9,622/tC.

---

*Key Words* ; **cost benefit analysis, social cost, CVM, global warming, transport sector**

---