

地球温暖化に伴う住環境変化の経済評価 —コンジョイント分析によるアプローチ—

大野 栄治
(名城大学 都市情報学部)

摘 要

地球温暖化に伴う非市場型影響の経済評価について、一般にはHPM、TCM、CVMなどが用いられるが、これらの方法の適用には多額の費用が必要とされるため、便益移転の考え方に基いて既存研究の成果を適用することが推奨されている。しかし、既存研究の成果においては各影響項目の経済価値が個別に計測されているので、複数の影響項目の価値計測に対して個別評価と全体評価の整合性が全く保証されていない。本研究では、地球温暖化影響項目としての住環境項目を16分野に分類し、それぞれの分野毎に個別評価と全体評価の整合性を管理することを目的として、そのコントロール・トータルを算出するためにコンジョイント分析の適用を試みた。

キーワード：経済評価、コンジョイント分析、住環境変化、地球温暖化、非市場型影響

1. はじめに

近年、地球温暖化は切迫した国際問題として認識されつつある。その影響は社会経済をはじめとして多岐にわたり、その大きさは壊滅的な被害を受ける国があると予想されるほど甚大であるといわれている。このような事態から人々の利益を守るためには、地球温暖化の影響を研究し、種々の緩和策や適応策を講じなければならない。

その際、地球温暖化に伴う住環境の変化、および地球温暖化の影響を回避するための緩和策や適応策の効果について、これらの経済評価を行う必要がある。これは一般の公共事業と同様に、地球温暖化対策にも経済効率性が求められているためである。この要求に応えるためには、地球温暖化に伴う住環境の変化が貨幣価値に基いて評価されなければならない。

地球温暖化影響の経済評価について先進的に取り組んでいる英国では、英国気候影響計画 UKCIP (United Kingdom Climate Impacts Programme) が英国環境食糧農業局 DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs) の資金援助を受けて2004年にガイドライン『英国における気候変動影響の経済評価：概要版』¹⁾および『同：詳細版』²⁾を刊行し、英国内の各都市・各団体の要請に応じて「将来の気候変動による被害費用の予測」や「気候変動適応策の費用便益分析」に関するコンサルティングを始めた。このガイドラインでは、気候変動影響の経済評価を次のように分類して実

施することとしている。

- 1) 市場型評価：市場財や市場サービスへの影響については、投入量や産出量の変化によって評価される。人造資産への影響については、置換費用(影響を受けた資産を元の状態に置き換える費用)や回避費用(影響を回避する費用)などによって評価する。
- 2) 非市場型評価：非市場財や非市場サービスへの影響については、ヘドニック価格法 HPM (Hedonic Price Method)、旅行費用法 TCM (Travel Cost Method)、仮想市場評価法 CVM (Contingent Valuation Method)などを適用して評価する。しかし、これらの方法の適用には多額の費用が必要とされるので、便益移転(別の地域で評価された便益の数値を転用すること)の考え方に基いて既存研究の成果を適用することを推奨する。

そして、このガイドラインには便益移転に関連するデータベース(① the Green Book、② the Environmental Valuation Reference Inventory、③ the Environment Agency's Register of Environmental Values)が示されている。しかし、地球温暖化影響の非市場型評価について、これらのデータベースにある既存研究の成果においては各影響項目の価値が個別に計測されているので、複数の影響項目の価値計測に対して個別評価と全体評価の整合性が全く保証されていない。

本研究では、地球温暖化影響項目としての住環

境項目を16分野に分類して、それぞれの分野毎に個別評価と全体評価の整合性を管理することを目的として、そのコントロール・トータルを算出するためにコンジョイント分析(CVMの一種)の適用を試みた。

2. 既存の評価手法

環境変化の経済評価に関する議論が始まったのは、20世紀後半になってからのことである。それまでは、経済活動や事故などによって環境が悪化しても、環境には値段がついていないので「環境の損失額」という概念がなかった。すなわち、そもそも環境変化による損失額を計測する必要がなく、もっぱら経済面や健康面などの物的損失の計測に焦点が当てられていた。

しかし、1978年にフランスのブルターニュ沿岸で発生したアモコ・カディス号事故、1988年にアメリカのワシントン州沖で発生したネスツーカー号事故、1989年にアラスカ州沖で発生したエクソン・バルディーズ号事故、1997年に日本海で発生したナホトカ号事故、東京湾で発生したダイヤモンド・グレース号事故などの油流出事故が沿岸域の自然環境に大きなダメージを与えたことなどから、環境変化の経済評価に対する世論が急速に高まった。特にアメリカでは、1980年にスーパーファンド法の制定、1990年に油濁法の制定などにより、環境を悪化させた場合その被害額を貨幣価値に基づいて計測し、その責任者に賠償を求めることができるようになった。特に油濁法では、油流出の除去と補償に関する責任を明示し、自然環境に対する損失を評価すべきであることを求めた³⁾。

環境の経済評価について、これまでにHPM、TCM、CVMなどの手法が提案されている⁴⁾。特にCVMは、前述のバルディーズ号事故による環境損失の経済評価をはじめとして、近年急速に研究蓄積されており、米国商務省海洋大気管理局 NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) によってガイドラインも示されている^{5),6)}。

CVMはCiriacy-Wantrups⁷⁾のアイデアに依拠し、1958年の米国内務省国立公園局によるデラウェア川のレクリエーション便益の計測に初めて適用された。その後、Small and Rosen⁸⁾やHanemann⁹⁾による離散型選択理論に基づいた消費者余剰の定義を経て、環境経済学の分野で発展した。CVMは、経済学における等価余剰 ES (Equivalent Surplus) あるいは補償余剰 CS (Compensating Surplus) の定

義に基づいて、直接的に環境変化に対する支払意思額WTP (Willingness To Pay) あるいは受取補償額 WTA (Willingness To Accept compensation) をたずねる方法である。すなわち、

【環境改善の場合】

- ・ESの定義によると、『環境改善があった場合の効用水準を維持するという条件の下で、その変化を諦めるために家計が補償して欲しいと考える最小補償額(WTA)』をたずねる。
- ・CSの定義によると、『環境改善がなかった場合の効用水準を維持するという条件の下で、その変化を獲得するために家計が支払うに値すると考える最大支払額(WTP)』をたずねる。

【環境悪化の場合】

- ・ESの定義によると、『環境悪化があった場合の効用水準を維持するという条件の下で、その変化を避けるために家計が支払うに値すると考える最大支払額(WTP)』をたずねる。
- ・CSの定義によると、『環境悪化がなかった場合の効用水準を維持するという条件の下で、その変化を容認するために家計が補償して欲しいと考える最小補償額(WTA)』をたずねる。

ここで、家計がアンケートに対して表明した金額には、様々なバイアスが含まれていると指摘されている^{10),11)}。このバイアス問題は、調査方法によって評価結果が異なることを意味し、CVMの信頼性が低いことの原因になっている。

このようなCVMに対して、近年の環境経済評価では、コンジョイント分析がCVMに置き換わるような形で普及し始めた。コンジョイント分析は計量心理学や市場調査の分野で発展してきた方法であり、CVMと同様なアンケートによる評価手法である¹²⁾。まず、家計の効用関数を政策属性、環境水準、政策費用、所得などの関数で定義し、家計の選択行動の結果より家計の効用関数を推定する。次に、推定された効用関数に対して前述のESやCSの定義を適用することによって、環境変化をもたらす政策の便益を計測することができる。あるいは、環境水準の単位変化に対する政策費用の単位変化の割合を求めることによって、環境に対する限界支払意思額を知ることができる。

コンジョイント分析の特徴は、CVMが単一属性の評価に限定されていることに対し、多属性代替案の評価を通じて属性毎の評価値を明らかにすることができるという点である。また、アンケートの主たる調査対象がCVMのように「金額の選択」ではなく、日常的に行われている「商品の選択」や「政策の選択」であることから、CVMで指摘

される種々のバイアスが幾分緩和されると期待される。本研究では、地球温暖化に伴う多分野の住環境変化の経済評価を行う必要があるため、評価手法としてコンジョイント分析を採用する。

3. 住環境項目の分類

1961年、WHO(世界保健機構)は「人間の基本的な生活要求」としての「健康的な生活環境」を安全性、保健性、利便性、快適性の4理念に分類して提示した。日本では、1981年からこの分類に依拠して住環境水準が提示され、住環境整備が国の施策に位置づけられた¹³⁾。この4理念は次のように要約される。

- 1) 安全性：日常安全性と災害からの安全性に分けられる。日常安全性は、防犯性、交通安全性、生活安全性(交通以外の生活環境での危険に対する安全性)からなる。災害からの安全性は、風水害や地震などの自然災害要因に起因する災害、人間活動の活発な高密度居住地域で人的な要因にともなって発生する災害などに対する安全性を指す。
- 2) 保健性：健康な生活を送るために重要な条件である。健康影響の原因となる環境因子は、物理的環境(温度、湿度、音響、照度、電磁波などによる影響)、化学的環境(化学物質による影響)、生物学的環境(有害生物や細菌・ウイルスの毒素などによる影響)、およびこれらの因子を総合的に補完するものとしての社会的環境に分けられる。
- 3) 利便性：効率的な居住をめざす上での重要な条件であり、日常生活のしやすさ(一般的な日常行動における利便性)、各種施設の利用のしやすさ(公共施設へのアクセスなど)、交通機関の利用のしやすさ(交通機関へのアクセスなど)、社会サービスの利用のしやすさ(各種サービスの享受、電子的情報化への対応など)に分けられる。
- 4) 快適性：空間性能に関わる要素(生理的に五感で知覚できる空間状態)、空間構成に関わる要素(建築物の集合のあり方など)、自然との共生に関わる要素(緑、水、土など)、地域に蓄積された意味に関わる要素(地域の自然、歴史、文化、イメージなど)、住まい方に関わる要素(地域におけるコミュニティのあり方など)に分けられる。

地球温暖化による影響は、上記の4理念で分類される生活環境の全てに影響を及ぼす。本研究で

は、地球温暖化影響の経済評価に際し、上記の分類に従って住環境項目を以下のように4大項目×4小項目(=16小項目)に分類した。

I. 生活環境の安全性

- ①火災…乾燥による森林火災リスクの増加
＜対策＞土地管理、防火対策など
- ②渇水…降水量の減少による利用可能な水資源の減少
＜対策＞蒸発散、漏水による損失を減少させる技術の開発、排水の再利用など
- ③洪水…海面上昇や降水量の増加による沿岸域や河川流域における水害の増加
＜対策＞堤防施設の整備、河川流量の調節など
- ④風害…台風や突風による被害の頻発
＜対策＞風防施設の整備など

II. 生活環境の保健性

- ①熱を原因とする病気…熱ストレスや熱射病などの発病
＜対策＞エアコン、都市緑化などによる負荷の軽減など
- ②アレルギー…自然環境(動植物)の変化による花粉の大量飛散
＜対策＞花粉情報、抗アレルギー剤の接種など
- ③感染症…接触・摂取による感染症などの人体への影響
＜対策＞検疫強化、ワクチンの接種、水道供給システムの改善など
- ④大気汚染を原因とする病気…光化学反応による大気汚染などの人体への影響
＜対策＞温室効果ガスおよび大気汚染物質の削減など

III. 生活環境の利便性

- ①エネルギー利用…冷暖房機器の過剰利用によるエネルギー不足
＜対策＞電力需要の抑制、情報提供(電力予報)など
- ②自動車利用…異常気象や光化学スモッグなどによる自動車利用への影響
＜対策＞交通需要管理、低公害車の導入、自転車等の利用など
- ③電子機器利用…雷などによる電子機器利用への影響
＜対策＞耐雷機器の導入など
- ④各種施設利用…地形や気象などの変化による各種施設利用への影響
＜対策＞施設管理、冬季の降雪対策など

IV. 生活環境の快適性

- ①文化…風景、食、習慣などへの影響
 <対策>特有文化の保存・伝承など
- ②自然共生…地域の気候や自然環境への影響
 <対策>土地管理、景観管理、生物にやさしい材料の利用など
- ③生活行動…人間の行動時間や行動内容への影響
 <対策>健康管理のための運動時間の増加、健康影響を考慮した労働基準の導入など
- ④食料…気候の変化や害虫の大量発生による農作物への影響
 <対策>輸入相手国の変更、価格変動への対応など

4. データ収集

4.1 アンケート調査の実施

2006年3月上旬、全国の成人男女を対象にして、インターネット利用のアンケート調査を実施した。ここで、定量分析におけるインターネット調査にはオープン型、クローズ型、セミクローズ型の3タイプがあるが¹⁴⁾、今回の調査はクローズ型である。被験者はあらかじめインターネット調査会社に登録している一般人であるため、多様な個人属性を把握することができ、回収の予測が立てやすいというメリットがある。さらに、被験者に対して調査会社より謝金が支払われるため、当該分野について関心の低い人も回答する可能性が高く、郵送調査による回答集団(関心のある人のみの集団である恐れ)と母集団との乖離の問題は幾分解消されるのではないと思われる。

本調査では、1,077件の回答が得られた。ここで、最初の回答の受け付けから最後の回答の受け付けまでに要した時間は43時間15分であった。なお、今回のインターネット利用のアンケート調査では、各票が無効票にならないようにコンピュータ・プログラムで制御した。すなわち、回答に不備や矛盾があると画面上に警告文が表示され、回答者が次の画面に進めないようにした。したがって、回答数1,077件のすべてが有効回答であった。また、回答者の年齢分布が偏らないように、アンケート票を配信し、回答を受信した。回答者の属性分布(性別・年齢・職業・年収)は以下のとおりである。

【性別】男性：54.7%、女性：45.3%

【年齢】20～29歳：18.2%、30～39歳：19.0%、

40～49歳：19.7%、50～59歳：20.0%、60歳以上：23.1%

【職業】給与所得者：43.9%、自営業者：9.4%、自由業者：4.2%、主婦・主夫：23.7%、学生：3.8%、無職：11.8%、その他：3.2%

【年収】200万円未満：7.6%、200～399万円：19.2%、400～599万円：23.5%、600～799万円：15.0%、800～999万円：10.8%、1,000万円以上：10.6%、未回答：13.3%

4.2 アンケート調査の内容

アンケート調査の表題は『地球温暖化の影響に関するアンケート調査』であり、調査票の内容は以下のとおりである。

まず、問1および問2は本調査の導入部として位置づけられ、地球温暖化問題に対する関心の強さを100点満点でたずねる内容である。問1は地球温暖化問題の全般に対する質問であり、問2は特に海面上昇問題に焦点を当てたものである。

【問1】地球温暖化問題に対する関心の強さについて(その1)

近年、地球温暖化が急速に進行し、それに伴って、異常気象の発生、森林生態系の破壊、媒介感染症や熱中症の増加、食糧生産量の地域格差の拡大、海面の上昇などが懸念されています。このような地球温暖化の問題に対して、あなたは関心がありますか？あなたの関心の強さについて、0点、20点、40点、60点、80点、100点(満点)の6段階から、最も近いと思うものを1つ選んでお答えください。

- | | | |
|--------|--------|---------|
| 1. 0点 | 2. 20点 | 3. 40点 |
| 4. 60点 | 5. 80点 | 6. 100点 |

(回答の平均値：69.6点)

【問2】地球温暖化問題に対する関心の強さについて(その2)

IPCC(気候変動に関する政府間パネル)によると、今後100年間に地球の平均海面が約88 cm上昇すると推計されています。場合によっては、日本でも沿岸域の産業や人口は他地域への移動を余儀なくされ、産業構造や人口分布に変化が起こるかも知れません。具体的には、海面が1 m上昇すると、日本では国土面積861 km²と資産150兆円が消失し、1,730万人に影響が生じると推計されています。このような海面上昇の問題に対して、あなたは関心がありますか？あなたの関心の強さについて、0点、20点、40点、60点、80点、100点(満点)の6段階から、最も近いと思うものを1つ選んでお答えください。

- | | | |
|--------|--------|---------|
| 1. 0点 | 2. 20点 | 3. 40点 |
| 4. 60点 | 5. 80点 | 6. 100点 |

(回答の平均値：71.8点)

次に、問3および問4は本調査の主要部であり、環境政策としての地球温暖化問題への対応に関する質問である。問3は、第3章で分類した住環境項目(16小項目)の問題と対策に関する重視

度を100点満点でたずねる内容である。ここには最初の1大項目(4小項目)のみを示す。問4は、コンジョイント分析における典型的な質問であり、複数の要素(安全性、保健性、利便性、快適性、負担金)について異なる水準をもつ複数の政策代替案の中から最も良いと思う政策を1つ選ぶ内容である。本調査では、1人の被験者に対して三者択一問題(3つの政策代替案の中から1つを選ぶ問題)を5回提示することとし、この調査票を4種類作成した。なお、三者択一問題の中の1つの政策代替案は全てに共通の標準ケース(地球温暖化に対してこれまでの対策を維持する場合/10年後の住環境水準が現在水準より20%低下する場合)としたので、本調査で設定した政策代替案は全部で41案である。ここには最初の三者択一問題のみを示す。

【問3】地球温暖化問題への対応について(その1)

日本では、地球温暖化問題による生活環境の「安全性」「保健性」「利便性」「快適性」への影響を回避するために、種々の対策が検討されています。あなたは自分の生活の中で、「安全性」「保健性」「利便性」「快適性」の①～④の問題・対策について、どれくらい重視しますか?あなたの重視度について、0点、20点、40点、60点、80点、100点(満点)の6段階から、最も近いと思うものを1つ選んでお答えください。なお、「安全性」「保健性」「利便性」「快適性」のそれぞれについて、①～④を比較し、重要度の大小関係を考えながら、お答えください。

I. 生活環境の安全性

- ①<問題>火災…乾燥による森林火災リスクの増加
<対策>土地管理、防火対策など
1. 0点 2. 20点 3. 40点
4. 60点 5. 80点 6. 100点
(回答の平均値:56.0点)
- ②<問題>渇水…降水量の減少による利用可能な水資源の減少
<対策>蒸発散、漏水による損失を減少させる技術の開発、排水の再利用など
1. 0点 2. 20点 3. 40点
4. 60点 5. 80点 6. 100点
(回答の平均値:67.9点)
- ③<問題>洪水…海面上昇や降水量の増加による沿岸域や河川流域における水害の増加
<対策>堤防施設の整備、河川流量の調節など
1. 0点 2. 20点 3. 40点
4. 60点 5. 80点 6. 100点
(回答の平均値:69.9点)
- ④<問題>風害…台風や突風による被害の頻発
<対策>風防施設の整備など
1. 0点 2. 20点 3. 40点
4. 60点 5. 80点 6. 100点
(回答の平均値:67.9点)

【問4】地球温暖化問題への対応について(その2)

【問4-1】～【問4-5】では、取り組みのレベルと負担金が異なる3つの政策を比較します。以下の【政策の見方】を読み、あなたが最も良いと思う政策を1つ選んでお答えください。

【問4-1】次の表は政策A、政策B、政策Cを示しています。政策A、政策B、政策Cを比較したとき、あなたが最も良いと思う政策はどれですか?

1. 政策A 2. 政策B 3. 政策C

政策	政策による生活環境水準の変化				家計の負担金
	安全性	保健性	利便性	快適性	
A	生活環境水準20%低下	生活環境水準50%低下	生活環境水準20%低下	生活環境水準50%低下	65,000
B	生活環境水準20%低下	生活環境水準現状維持	生活環境水準現状維持	生活環境水準50%低下	80,000
C	生活環境水準20%低下	生活環境水準20%低下	生活環境水準20%低下	生活環境水準20%低下	70,000

【注】負担金:1世帯・1ヶ月あたりの負担金[円/世帯/月]

【政策の見方】

- 生活環境水準現状維持:地球温暖化に対して、これから十分な対策を取ります。10年後の生活環境水準は現状を維持します。
- 生活環境水準20%低下:地球温暖化に対して、これまでの対策を継続します。10年後の生活環境水準は現状より20%低下します。
- 生活環境水準50%低下:地球温暖化に対して、特別な対策を行いません。10年後の生活環境水準は現状より50%低下します。
- 政策とともに記載されている「1世帯・1ヶ月あたりの負担金」とは、その政策を実現するための事業に「あなたの世帯が1ヶ月に納めた税金から使われる金額」です。
- これまでの政策を継続するためには、あなたが納めた税金から毎月7万円が使われます。7万円よりも高い負担金がかかる政策を選択した場合、その負担金の増加分だけ、あなたの家族が普段使えるお金が減ります。ご注意ください。逆に、7万円よりも安い負担金がかかる政策を選択した場合、その負担金の余り分だけ、あなたの家族が普段使えるお金が増えます。

5. 評価モデル

5.1 効用関数の定義

コンジョイント分析では、家計の効用関数を政策属性、環境水準、政策費用、所得などの関数で定義し、家計の選択行動の結果より、家計の効用関数を推定する。そこで、家計の効用関数を次のように定義する。

【モデル1】

$$V = \sum_{k=1}^4 \alpha_k x_k + \gamma \cdot p \tag{1}$$

【モデル2】

$$V = \sum_{k=1}^4 \left(\sum_{j=1}^4 \beta_{kj} y_{kj} \right) x_k + \gamma \cdot p \quad (2)$$

$$y_{kj} = \frac{z_{kj}}{\sum_{j=1}^4 z_{kj}} \quad (3)$$

ただし、 V ：住環境に対する家計の部分効用、 x_k ： k 番目の住環境(4大項目)の水準[%；現在水準=100%]、 y_{kj} ： k 番目の住環境における j 番目の住環境(4小項目)に対する相対的重視度、 z_{kj} ： k 番目の住環境における j 番目の住環境(4小項目)に対する重視度[得点；100点満点]、 p ：家計の負担金[円/月]、 α_k 、 β_{kj} 、 γ ：未知のパラメータ。

ここで、モデル1はアンケート調査の問4の回答より4大項目を評価するための基本モデルである。一方、モデル2は問3と問4の回答から16小項目を評価するための独創モデルである。16小項目を評価する方法としては、モデル2より導かれる4大項目の評価値に相対的重視度 y_{kj} を掛け合わせるという方法も考えられる。しかし、この方法では家計毎の y_{kj} の違いを評価に反映させることができないので、本研究ではモデル2を定義した。また、独創モデル(モデル2)の推定結果が基本モデル(モデル1)の推定結果と整合することを示すために、両モデルを併記した。

5.2 住環境変化の経済評価の方法

本研究では、住環境変化に対する家計の限界支払意思額を求める。まず各効用関数を全微分する。

【モデル1】

$$dV = \sum_{k=1}^4 \alpha_k dx_k + \gamma \cdot dp \quad (4)$$

【モデル2】

$$dV = \sum_{k=1}^4 \sum_{j=1}^4 \beta_{kj} (y_{kj} dx_k + x_k dy_{kj}) + \gamma \cdot dp \quad (5)$$

ここで、効用関数 V の変数の中でコントロール可能な変数は x_k と p であるため、以下の議論では $dy_{kj} = 0$ と設定する。

次に、式(4)および式(5)において、住環境水準の変化 $dx_{k'}$ による効用水準の変化 dV を打ち消すような負担金の変化 dp を求めるために、 $dV = 0$ および $dx_{k'} = 0$ ($k' \neq k$)と設定する。これより、住環境変化 dx_k に対する負担金変化 dp の割合が次のように与えられる。

【モデル1】

$$\frac{dp}{dx_k} = - \frac{\alpha_k}{\gamma} \quad (6)$$

【モデル2】

$$\frac{dp}{dx_k} = - \frac{\sum_{j=1}^4 \beta_{kj} y_{kj}}{\gamma} \quad (7)$$

式(6)および式(7)は住環境変化に対する家計の限界支払意思額 MWTP (Marginal Willingness To Pay) にほかならない。さらに、式(7)については、その値が各住環境項目の経済価値の合計で与えられることを示している。したがって、各項目の経済価値は次式で与えられる。

$$M_k = - \frac{\alpha_k}{\gamma} = - \frac{\sum_{j=1}^4 \beta_{kj} y_{kj}}{\gamma} \quad (8)$$

$$M_{kj} = - \frac{\beta_{kj} y_{kj}}{\gamma} \quad (9)$$

ただし、 M_k ： k 番目の住環境(4大項目)の経済価値、 M_{kj} ： k 番目の住環境における j 番目の住環境(4小項目)の経済価値。

ここで、 M_k および M_{kj} の意味は「10年後の住環境水準が現在水準より1%向上することに対する世帯の便益」あるいは「10年後の住環境水準が現在水準より1%低下することに対する世帯の被害額」と解釈される。また、温暖化影響による住環境水準の1%変化は温暖化影響による物理量水準の1%変化で定義される。しかし、本研究で分類した温暖化影響項目(16小項目)はそれぞれさらに細分化された複数の物理量を内包し、それらの細分化された物理量は独立して変化するため、各項目(16小項目)の1%変化を定義するときには困難を伴う。例えば、「生活環境の安全性」の各項目(火災、渇水、洪水、風害)は発生頻度と発生強度という2つの独立した物理量をもつので、各項目の1%変化を定義するときには頻度と強度を統合した指標を定義する必要がある。この問題は各項目(16小項目)に固有の問題かつ大きな問題ではあるが、本稿の結論を否定するような問題ではないため今後の検討課題としたい。

6. 評価結果

本研究では、アンケート調査で収集したデータを用いて式(1)および式(2)の効用関数のパラメータを推定した。そして、この推定値を式(8)および式(9)に代入して、住環境水準の単位変化に対する家計の限界支払意思額 MWTPを求めた。この結果を表1～表4に示す。

まず、表1と表2は、アンケート調査で得られた全ての標本を使用して推定した結果である。ここで、標本数についての有効回答数は1,077件であるが、1票あたり5回の対比較質問に答えているので、パラメータの推定に用いた標本数は5,385件である。表1より、4大項目の住環境に対する家計のMWTPは安全性472円/月、保健性464円/月、快適性285円/月、利便性259円/月の順に大きいことがわかる。2005年3月31日現在の住民基本台帳に基づく全国の世帯数が約5,038万世帯であることを考慮すると、本稿で設定した標

準ケース(地球温暖化に対してこれまでの対策を維持する場合/10年後の住環境水準が現在水準より20%低下する場合)の総被害額は17.9兆円/年(安全性5.71兆円/年、保健性5.62兆円/年、利便性3.13兆円/年、快適性3.45兆円/年)となる。また、2004年度のGDP(約496兆円)に対する比率は3.61%となる。ただし、「地球温暖化に対してこれまでの対策を維持すると、10年後の住環境水準が現在水準より20%低下する」というのは想定である。したがって、対GDP比3.61%の経済損失を算出した「住環境水準20%低下」という部分については今後の議論を待ちたい。また、表1と表2を比較してみると、4大項目の住環境に対する家計のMWTPの推定結果がほぼ一致していることがわかる。これより、モデル1とモデル2の推定結果は整合的であると言える。しかし、表2においてt値の低いパラメータ推定値が多く、モデル2の推定結果は十分な統計的有意性をもつとは言い難い。モデル2の関数形については、今後

表1 モデル1の推定結果(その1)。

変数	パラメータ推定値 (t値)	MWTP
安全性	2.782E-02 (21.531)	472
保健性	2.736E-02 (17.492)	464
利便性	1.525E-02 (9.463)	259
快適性	1.679E-02 (11.939)	285
負担金	-5.891E-05 (-11.420)	

注)全ての標本を使用

表3 モデル1の推定結果(その2)。

変数	パラメータ推定値 (t値)	MWTP
安全性	2.875E-02 (19.631)	537
保健性	2.954E-02 (16.556)	552
利便性	1.634E-02 (8.926)	305
快適性	1.663E-02 (10.422)	311
負担金	-5.355E-05 (-9.204)	

注)地球温暖化問題に関心の低い標本を除外

表2 モデル2の推定結果(その1)。

変数	パラメータ推定値(t値)	相対的 重要度	MWTP [円/月]
安全性			(473)
①	1.877E-02 (1.461)	0.214	68
②	3.129E-02 (2.529)	0.260	138
③	6.130E-02 (4.769)	0.267	278
④	-2.338E-03 (-0.189)	0.259	-10
保健性			(484)
①	-2.019E-03 (-0.133)	0.240	-8
②	3.973E-03 (0.264)	0.237	16
③	5.472E-02 (3.144)	0.260	241
④	4.804E-02 (2.867)	0.288	235
利便性			(260)
①	1.280E-02 (0.958)	0.280	61
②	2.237E-02 (1.443)	0.275	104
③	6.794E-03 (0.400)	0.218	25
④	4.804E-02 (1.018)	0.227	69
快適性			(284)
①	1.535E-02 (1.124)	0.230	60
②	9.846E-03 (0.703)	0.255	43
③	6.707E-03 (0.424)	0.241	27
④	3.322E-02 (2.958)	0.274	154
負担金	-5.899E-05 (-11.473)		

注)全ての標本を使用

表4 モデル2の推定結果(その2)。

変数	パラメータ推定値(t値)	相対的 重要度	MWTP [円/月]
安全性			(532)
①	7.485E-03 (0.476)	0.214	30
②	5.674E-02 (3.517)	0.260	272
③	4.377E-02 (2.917)	0.267	216
④	3.205E-03 (0.211)	0.259	15
保健性			(568)
①	-2.087E-02 (-1.187)	0.240	-92
②	2.161E-04 (0.011)	0.237	1
③	8.628E-02 (3.808)	0.260	414
④	4.598E-02 (2.258)	0.288	244
利便性			(304)
①	1.060E-02 (0.633)	0.280	55
②	1.981E-02 (1.077)	0.275	101
③	1.335E-02 (0.627)	0.218	54
④	2.278E-02 (1.020)	0.227	95
快適性			(312)
①	1.843E-02 (1.024)	0.230	78
②	4.250E-03 (0.260)	0.255	20
③	3.715E-02 (1.854)	0.241	165
④	9.634E-03 (0.677)	0.274	49
負担金	-5.419E-05 (-9.293)		

注)地球温暖化問題に関心の低い標本を除外

の検討課題としたい。

一方、表3と表4は、地球温暖化問題に関心の低い標本を除外して推定した結果である。除外された標本は、地球温暖化問題に対する関心の強さに関する質問(問1または問2)で40点以下を選択した標本である。すなわち、問1および問2で60点以上を選択した標本のみを採用した。このとき、パラメータの推定に用いた標本数は4,245件である。表3より、4大項目の住環境に対する家計のMWTPは安全性537円/月、保健性552円/月、快適性311円/月、利便性305円/月の順に大きく、地球温暖化問題に関心の低い人を含む標本のMWTP(表1)の順と同じであることがわかる。また、いずれの項目についても、地球温暖化問題に関心の高い人のMWTP(表3)は表1のMWTPより大きいことがわかる。さらに、表3と表4を比較してみると、上記の結果同様に、モデル1とモデル2の推定結果は整合的であると言える。なお、モデル2の推定結果が十分な統計的有意性をもつとは言い難いことも同様である。

7. まとめ

本研究では、温暖化影響の分野を4大項目×4小項目(=16小項目)に分類して、それぞれの分野毎に個別評価と全体評価の整合性を管理することを目的として、そのコントロール・トータルを算出するためにコンジョイント分析の適用を試みた。その結果、4大項目の住環境に対する家計の限界支払意思額は、安全性472円/月、保健性464円/月、快適性285円/月、利便性259円/月の順に大きいことがわかった。また、地球温暖化問題に関心の高い人の限界支払意思額は、安全性537円/月、保健性552円/月、快適性311円/月、利便性305円/月であり、いずれの金額についても上記の結果(地球温暖化問題に関心の低い人を含む標本の限界支払意思額)より大きいことがわかった。さらに、16小項目の住環境に対する家計の限界支払意思額についても算出したが、十分な統計的有意性を確保することができなかった。評価モデルの構造については、今後見直す必要がある。

謝辞

本研究は、環境省の平成17年度地球環境研究総合推進費(研究課題：温暖化の危険な水準および温室効果ガス安定化レベル検討のための温暖化影響の総合的評価に関する研究)を受けたことを付記するとともに、関係各位に謝意を表したい。

参考文献

- 1) Metroeconomica (2004) Costing the impacts of climate change in the UK: Overview of guidelines, UKCIP Technical Report, UKCIP, Oxford.
- 2) Metroeconomica (2004) Costing the impacts of climate change in the UK: Implementation report, UKCIP Technical Report, UKCIP, Oxford.
- 3) 栗山浩一(1997)重油流出事故の損害評価, 公共事業と環境の価値-CVMガイドブッカー. 第3章, 築地出版, 30-61.
- 4) 大野栄治(2000)環境経済評価手法の概観, 環境経済評価の実務. 第1章, 勁草書房, 3-12.
- 5) Arrow, K., R. Solow, P. R. Portney, E. E. Leamer, R. Radner and H. Schuman(1993) Report of NOAA panel on contingent valuation. 58. Federal Register 4601 (January 15).
- 6) NOAA(1994) Oil Pollution Act of 1990: Proposed Regulations for Natural Resource Damage Assessments, US Department of Commerce.
- 7) Ciriacy-Wantrup, S. V.(1947) Capital returns from soilconservation practices. *Journal of Farm Economics*, 27, 1181-1196.
- 8) Small, K. A. and H. S. Rosen(1981) Applied Welfare economics with discrete choice models. *Econometrica*, 49, 105-129.
- 9) Hanemann, W. M.(1984) Welfare evaluation in contingent valuation experiments with discrete responses. *American Journal of Agricultural Economics*, 66 (3), 332-341.
- 10) Mitchell, R. C. and R. T. Carson(1989) Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method, Resources for the Future.
- 11) 栗山浩一(1998)環境の価値と評価手法-CVMによる経済評価-. 北海道大学図書刊行会.
- 12) 栗山浩一(2004)コンジョイント分析, 環境経済評価の実務. 第6章, 勁草書房, 105-132.
- 13) 佐藤由美・浅見泰司(2001)住環境概念, 住環境-評価方法と理論-. 第1章, 東京大学出版会, 3-30.
- 14) (社)日本マーケティング協会(2000)インターネット調査. インターネット・マーケティングベーシックス, 第3章, 日経BP社, 93-103.

(受付2006年4月22日、受理2006年5月2日)