

TCMと整合したCVMによる環境経済評価 —白神山地の利用価値と非利用価値の計測—

森 龍太¹・大野 栄治²・森杉 雅史²・佐尾 博志¹

¹学生会員 名城大学大学院 都市情報学研究科(〒509-0261 岐阜県可児市虹ヶ丘4-3-3)

E-mail: 113781007@urban.meijo-u.ac.jp

²正会員 名城大学 都市情報学部(〒509-0261 岐阜県可児市虹ヶ丘4-3-3)

E-mail: ohno@urban.meijo-u.ac.jp

環境経済評価の代表的な手法として、旅行費用法TCMや仮想市場評価法CVMがある。TCMは環境財の直接的利用価値の計測に限定されるが、CVMは加えて非利用価値の計測も可能である。実務面では、TCMで利用価値、CVMで非利用価値を分けて計測する方法がしばしば選択されるが、両者が独立にモデリングされ理論的な整合性を有しておらず、値の大小関係に統計的な意味がない。またCVMで全価値を計測しても、TCMで計測した利用価値より小さい場合が少なくない。本研究では、環境財の利用価値と非利用価値を整合的に計測する方法を提案するため、TCMと理論的に整合したCVMの評価モデルを構築し、白神山地の利用価値と非利用価値の計測を行い、その実用性を確認した。

Key Words : *travel cost method, contingent valuation method, use value, non-use value, Shirakami Mountain Range*

1. はじめに

環境経済評価の代表的な手法として、顕示選好（人々の行動結果）に基づいた旅行費用法 TCM (Travel Cost Method) や表明選好（人々の意思表示）に基づいた仮想市場評価法 CVM (Contingent Valuation Method) などがある。TCM は、人々の行動経験に基づいて評価を行うため、方法論的な信頼を得ているが、環境財の直接的利用価値の計測に限定される性質をもつ。CVM は、人々の行動経験によらず意思表示に基づいて評価を行うため、環境財の直接的利用価値のみならず非利用価値（オプション価値、代位価値、遺贈価値、存在価値）の計測も可能であるという性質をもつ。

一方、環境経済評価の実務において、評価対象の環境価値を利用価値と非利用価値に分けて計測するという要望がある。その際、TCM により利用価値を計測し、CVM により非利用価値（または利用価値と非利用価値の合計）を計測するという方法がしばしば選択される。しかし、そのときの TCM と CVM はそれぞれ独立にモデリングされており、理論的な整合性を有していない。その結果、計測された利用価値と非利用価値の大小関係には統計的な意味がない。さらに、CVM によりすべて

の価値（利用価値と非利用価値の合計）を計測しても、その値が TCM により計測された利用価値より小さいという場合が少なくない。

本研究では、環境財の利用価値と非利用価値を整合的に計測するための方法を提案する。そこで、まず TCM と理論的に整合した CVM の評価モデルを構築する。そして、本モデルを用いて白神山地の利用価値と非利用価値を計測し、本モデルの実用性を確認する。

2. 評価モデル

(1) 効用関数の特定化

TCM と整合した CVM に基づく経済評価モデルを構築するにあたり、白神山地の環境質の評価を取り上げることとする。

まず、個人の効用 U は、合成財需要量 m 、余暇需要量 n 、居住地から白神山地への観光訪問需要量 x による関数で表されるものと仮定する。ここで、労働供給量 l は効用関数に含まないこととする [Becker (1965)]。そして、個人は所得制約および時間制約のもとで m 、 n 、 x をコントロールして U を最大とするものと仮定し、その行動を次のように定式化する。

$$\max_{m,n,x} U = \alpha \cdot m + \beta \cdot n + \gamma \cdot x(\ln[x] - f[q] - 1) + \delta \cdot q \quad (1)$$

$$s.t. c_0 \cdot m + c \cdot x = w \cdot l \quad (2)$$

$$t_0 \cdot n + t \cdot x + l = T \quad (3)$$

$$f[q] = \gamma_1 + \gamma_2 \cdot q \quad (4)$$

ただし、 m ：合成財需要量、 n ：余暇需要量、 x ：白神山地への観光訪問需要量、 l ：労働供給量、 q ：白神山地の環境水準、 c_0 ：合成財1単位の価格 ($c_0 = 1$)、 t_0 ：余暇1単位の時間 ($t_0 = 1$)、 c ：白神山地への観光訪問1回あたりの交通費用、 t ：白神山地への観光訪問1回あたりの交通時間、 w ：賃金率、 T ：総時間、 α 、 β 、 γ 、 γ_1 、 γ_2 、 δ ：未知のパラメータ。

式(1)の効用関数の形は、観光訪問需要関数が後述するような指数関数で導出されることを想定したものである [中畠・坂本 (2012)]。また、式(2)および式(3)はそれぞれ所得制約式および時間制約式であるが、両式から労働供給量を消去すると、次式のように制約式を一本化することができる。

$$s.t. m + w \cdot n + (c + w \cdot t)x = I \quad (5)$$

ただし、 $I = w \cdot T$

次に、式(5)の制約下における式(1)の効用最大化行動を解くと、以下の需要関数を得る。

$$x = \exp[f[q] + \gamma_3(c + w \cdot t)] \quad (6)$$

$$m + w \cdot n = I - (c + w \cdot t) \exp[f[q] + \gamma_3(c + w \cdot t)] \quad (7)$$

ただし、 $\gamma_3 = \alpha/\gamma$

そして、式(6)および式(7)を式(1)に代入すると、最大効用レベルを示す間接効用関数 V が次式のように導出される。

$$V = \alpha \cdot I - \frac{\alpha}{\gamma_3} \exp[f[q] + \gamma_3(c + w \cdot t)] + \delta \cdot q \quad (8)$$

式(8)の右辺第2項は、以下のように式(6)で与えられる観光訪問需要の消費者余剰 CS を意味する。

$$\begin{aligned} CS &= \int_{c+w \cdot t}^{\infty} \exp[f[q] + \gamma_3 \cdot p] dp \\ &= -\frac{1}{\gamma_3} \exp[f[q] + \gamma_3(c + w \cdot t)] \end{aligned} \quad (9)$$

したがって、式(8)は次式のように書き換えられる。

$$V = \alpha(I + CS) + \delta \cdot q \quad (10)$$

式(7)は、効用水準が所得 I 、消費者余剰 CS 、環境水準 q の関数で与えられることを意味する。

(2) 環境質の価値の定義

等価余剰の概念を用いて環境質の価値を定義する。式(10)の間接効用関数より、環境質の変化に対する等価余剰 ES は次式のように導出される。

$$ES = (I^1 - I^0) + (CS^1 - CS^0) + \frac{\delta}{\alpha}(q^1 - q^0) \quad (11)$$

ただし、右上添字 0：環境保全なしの場合、右上添字 1：環境保全ありの場合。

式(11)において、第1項は所得の変化、第2項は環境質の利用価値（レクリエーション価値）の変化、第3項は環境質の非利用価値の変化と解釈することができる。ここで、環境保全なしの場合の環境水準をゼロ、環境保全ありの場合の環境水準を現状水準と仮定すると、式(11)の ES は現状の環境質の価値を意味する。

3. データ収集

(1) アンケート調査の概要

本研究では、便益評価に用いる白神山地保護に関する効用関数を推定するため、秋田県側・青森県側双方からの来訪者を対象としたアンケート調査を行った。

秋田県側からの来訪者を対象とした施設は「白神山地世界遺産センター 藤里館」（秋田県山本郡藤里町）を選択し、2011年8月18日・19日および10月8日・9日に調査を実施した。一方、青森県側からの来訪者を対象とした施設は「白神山地ビジターセンター」（青森県中津軽郡西目屋村）を選択し、2011年10月8日・9日に調査を実施した。

上記2施設に訪れる人々は、情報提供のほか施設内の展示物を見学する人も多く、時間に余裕をもって訪れる人が多い特徴があった。そのため、コンピュータ画面を用いた面接形式で CVM 調査を行った後、引き続き調査票を用いた面接形式にて TCM 調査を行うこととした。その結果、合計226件のサンプルが得られた。なお、被験者の属性については以下のとおりである。

【性別】男性：51.33%，女性：48.67%

【年齢】20代以下：14.60%，30代：18.14%，40代：22.57%，50代：17.26%，60歳以上：27.43%

【職業】会社員：46.46%，自営業：4.42%，国家公務員：1.33%，地方公務員：7.52%，団体職員：3.98%，パート・アルバイト：6.64%，専業主婦・主夫：12.39%，学生・生徒：3.10%，無職：12.39%，その他：1.33%，選択なし：0.44%

(2) アンケート調査の内容

調査の表題は「白神山地の利用と保護に関する意識調査」とし、以下の内容で調査を行った。

〈CVM調査〉

- 【問1～問3】白神山地の特徴の理解度(種の保存機能, 涵養・地表浸食防止機能, レクリエーション機能)
- 【問4】白神山地の持つ機能に対する重要度の比較
- 【問5】地球温暖化による白神山地への影響に対する関心度
- 【問6～問9】温暖化による白神山地への被害を回避するための支払意思額
- 【問10・問11】支払意思がない場合の理由

〈TCM調査〉

- 【問1】居住地(出発地)について
- 【問2】被験者の個人属性について
- 【問3】家計支持者の個人属性について

アンケート調査全体の導入として、CVM調査では白神山地の持つ機能(種の保存機能, 涵養・地表浸食防止機能, レクリエーション機能)や地球温暖化による影響の認知を目的に、問1～問5の質問を用意した。なお、白神山地が持つ各機能の説明を理解しやすくするため、関連した図や写真を用いた。

本研究のCVM調査の中心部分は問6～問8であり、表-1に示したとおりである。評価対象は白神山地に存在するブナ林(約169km²)の保護であり、その目的は白神山地の持つ機能の保護を指す。また、質問形式は『二項選択(ダブルバウンド)』、支払手段は『負担金』、支払形式は『毎年払い』、支払単位は『世帯単位』とした。提示金額のパターンとその内訳は表-2に示した通りである。

ここで提示した負担金に対して、2回とも反対を選択した被験者にはその理由を尋ねた。金額が高いためと答えた被験者以外にはさらに、お金を支払わない理由もしくは逆にお金を受け取りたい理由を尋ねた。

(3) 白神山地への交通手段および旅行費用の設定

白神山地への交通手段および旅行費用については、佐尾ら(2011)³⁾の条件と同様とした。

まず、世界遺産地域である青森県と秋田県は白神山地に近いので、交通手段を乗用車に限定した。旅行費用については、各々の中心駅(青森駅, 秋田駅)を拠点に、各々の目的地(白神山地ビジターセンター, ニッ森付近の登山口駐車場)までに要する往復のガソリン代と往復の時間費用の合計とした。

次に、その他の都道府県の場合、交通手段を鉄道(新幹線を含む)およびバスとした。具体的には、各々の中央駅から新青森駅まで新幹線、新青森駅から弘前駅まで在来線、弘前駅から西目屋村役場バス停まで公共バス、西目屋村役場バス停から白神山地ビジターセンターまで徒歩による移動とした。旅行費用については、白神山地

ビジターセンターまでに要する往復の交通運賃と往復の時間費用の合計とした。

なお、ガソリン代は2011年1月24日時点の平均ガソリン価格139円/L(青森県)と137円/L(秋田県)、時間価値は平成11年度道路行政における時間評価値54.30円/分の4分の1とした。

表-1 温暖化被害を回避するための支払意思額に関する質問

問6(説明)	近年の気候変動により、近い将来、白神山地に存在するブナ林が衰退してしまう恐れがあります。 (図略) しかし、そのような事態を避けるためには、更なる取り組みをするためのお金が必要になります。そこで、白神山地に存在するブナ林を保護するための新しい財源を設けることを考えます。 この財源について、以下の仮想的な質問にお答えください。
問6	もし、白神山地に存在するブナ林を保護するための財源を設けるために、あなたの家計にかかる負担が年間 T ₁ 円だけ増える案が示されたら、あなたはこの案に賛成ですか、それとも反対ですか。 なお、あなたが支払うお金は、白神山地の保護のためだけに使われ、用途はすべて公表されます。また、そのお金を支払うと、その金額分だけ、あなたの購入できる商品などが減ることを十分念頭においてお答えください。
	賛成 反対
問7 ※ 問6で、『賛成』をお選びになった方へ	それでは、もし、あなたの家計にかかる負担が年間 T ₂ 円だけ増える案が示されたら、あなたはこの案に賛成ですか、それとも反対ですか。(以下、省略)
	賛成 反対
問8 ※ 問6で、『反対』をお選びになった方へ	それでは、もし、あなたの家計にかかる負担が年間 T ₃ 円だけ増える案が示されたら、あなたはこの案に賛成ですか、それとも反対ですか。(以下、省略)
	賛成 反対

表-2 提示金額のパターンと割合

パターン No.	提示金額 (円)			サンプル数 (人)
	初回 (T ₁)	賛成時 (T ₂)	反対時 (T ₃)	
1	100	300	50	27
2	300	500	100	26
3	500	700	300	26
4	700	1,000	500	24
5	1,000	3,000	700	24
6	3,000	5,000	1,000	24
7	5,000	7,000	3,000	25
8	7,000	10,000	5,000	25
9	10,000	30,000	7,000	25
			合計	226

4. 評価モデルの推定

(1) 効用関数の推定方法

まず、TCMにより式(6)の観光訪問需要関数を推定する。その際、式(4)の関数 f を次式に置き換える。

$$f[q] = \gamma_1 + \gamma_2(1-q) \quad (4')$$

この措置は今回の環境水準の設定に対応させたものである。式(4')において、環境保全なしの場合の環境水準をゼロ ($q^0 = 0$)、環境保全ありの場合の環境水準を現状水準 ($q^1 = 1$) と設定すると、それぞれの場合の観光訪問需要関数は次式で与えられる。

<環境保全なしの場合>

$$x = \exp[\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3(c + w \cdot t)] \quad (12)$$

<環境保全ありの場合>

$$x = \exp[\gamma_1 + \gamma_3(c + w \cdot t)] \quad (13)$$

今回のアンケート調査では、被験者の負担が大きくなるように、白神山地への観光訪問頻度については、環境水準が現状維持される場合の頻度のみを尋ねた。したがって、今回推定される需要関数は式(14)のみである。これに対して、環境水準がゼロになる場合の頻度については、式(13)の γ_2 に負の大きな数値を与えることによりゼロとする。しかし、実際には環境保全なしの場合でも観光訪問の可能性があり、この点については今後の課題としたい。

次に、観光訪問需要関数のパラメータ γ_1 , γ_2 , γ_3 を式(8)に導入し、CVMにより間接効用関数の残りのパラメータを推定する。その際、環境保全政策によって環境水準が変化しても、所得は変化しないと仮定する。ここで、白神山地の環境水準を現状維持するための保全政策が実施されない場合の効用水準 V^0 と実施される場合の効用水準 V^1 は次式で与えられる。

$$V^0 = \alpha \cdot I^0 + \alpha \cdot CS^0 + \delta \cdot q^0 \\ = \alpha \cdot I + \alpha \cdot CS^0 \quad (14)$$

$$V^1 = \alpha(I^1 - d) + \alpha \cdot CS^1 + \delta \cdot q^1 \\ = \alpha(I - d) + \alpha \cdot CS^1 + \delta \quad (15)$$

ただし、 d : 保全政策の実施に対する負担金。

CVMでは、このような保全政策に対する賛否を尋ねることにより、人々の選択行動を観察して、個人の効用関数を推定する。その際、人々の選択行動をランダム効用理論の枠組みで捉え、各選択肢（賛成と反対）の理論的選択確率が与えられる。このとき与えられる種々の確率モデルのうち、もっとも操作性の高いロジットモデルを以下に示す。

$$P_{yes} = \frac{\exp(V^1)}{\exp(V^1) + \exp(V^0)} \\ = \frac{1}{1 + \exp[-\{\alpha(CS^1 - CS^0 - d) + \delta\}]} \quad (16)$$

$$P_{no} = 1 - P_{yes} \quad (17)$$

ただし、 P_{yes} : 賛成する場合の確率、 P_{no} : 反対する場合の確率。

式(16)および式(17)の理論的選択確率を用いて選択結果集合の同時確率関数（尤度関数）を構築する。そして、アンケート調査結果のデータを適用し、最尤法により効用関数のパラメータを推定する。

ここで、式(16)より、環境保全に対する支払意思額 WTP の中央値は次式で与えられる。

$$WTP = (CS^1 - CS^0) + \frac{\delta}{\alpha} \quad (18)$$

式(18)は式(11)において $I^1 = I^0$, $q^1 = 1$, $q^0 = 0$ とした場合に等しく、CVMで求められる WTP は利用価値と非利用価値の合計を意味することがわかる。

(2) パラメータの推定結果

表-3は、TCMによる観光訪問需要関数（式(14)）の推定結果を示す。推定パラメータについては、いずれも帰無仮説を有意水準 1%で棄却できることがわかる。一方、重相関係数は値が低いことから、回帰式の当てはまり具合には課題が残る。

表-4は、CVMによる効用関数（式(15)および式(16)）の推定結果を示す。なお被験者には、白神山地の保全に関し2回の対比較を行っていることから、標本数は被験者数の2倍となる。しかし、本研究のCVM調査では、問1～問3（各機能に対する意識水準の質問）にて「説明を読んでも理解できなかった」を選択した被験者は内容を正しく理解していない可能性が高いと判断し、標本から除外したため、標本数は448件となった。

表-3 TCMによるパラメータ推定結果

パラメータ	推定値	t値
γ_1	-1.478	-11.350
γ_3	-2.323×10^{-5}	-5.285
重相関係数	0.333	
標本数	226	

表-4 CVMによるパラメータ推定結果

パラメータ	推定値	t値
δ	1.465	9.363
α	2.114×10^{-4}	6.496
的中率	0.710	
尤度比	0.106	
標本数	448	

推定パラメータについては、いずれも帰無仮説を有意水準 1% で棄却できることがわかる。一方、的中率は値がやや低いことから、回帰式の当てはまり具合に課題が残る。

5. 環境価値の評価結果

本研究で構築した評価モデルによる環境価値の評価結果を図-1 に示す。一般化交通費用が高くなる（距離が離れていく）につれ、利用価値は次第に減少していくことがわかる。一方、非利用価値については、一般化交通費

用（距離の遠近）には左右されず一定の値をとることがわかる。よって、これらの価値の合計値である *WTP* は、一般化交通費用が高くなるほど、つまり白神山地から遠方になるほど減少していき、距離に左右されない利用価値の値まで漸近していく。

この評価結果を都道府県別に整理したものを図-2 に示す。白神山地の存在する秋田・青森両県の *WTP* は、それぞれ 15,868 円/人/年、15,253 円/人/年であった。これに対し、東京都の *WTP* は 10,574 円/人/年となっており、白神山地の地元で評価された *WTP* との間に 5,000 円程度の差が生じていることがわかる。

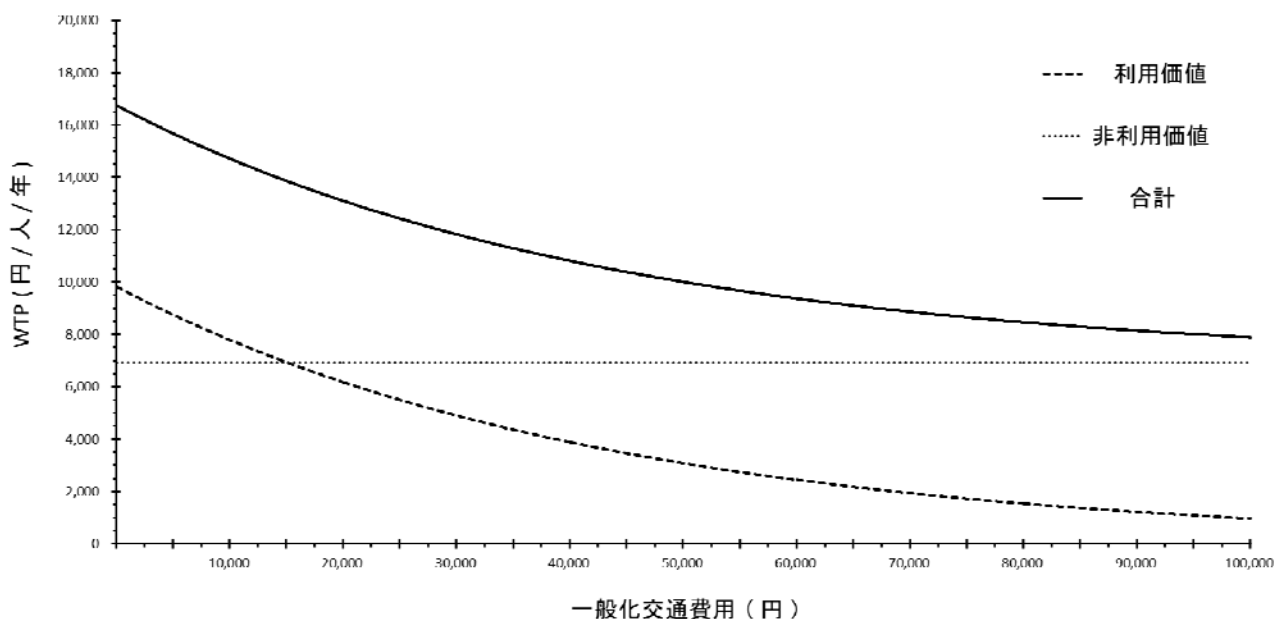


図-1 一般化交通費用と評価値の関係

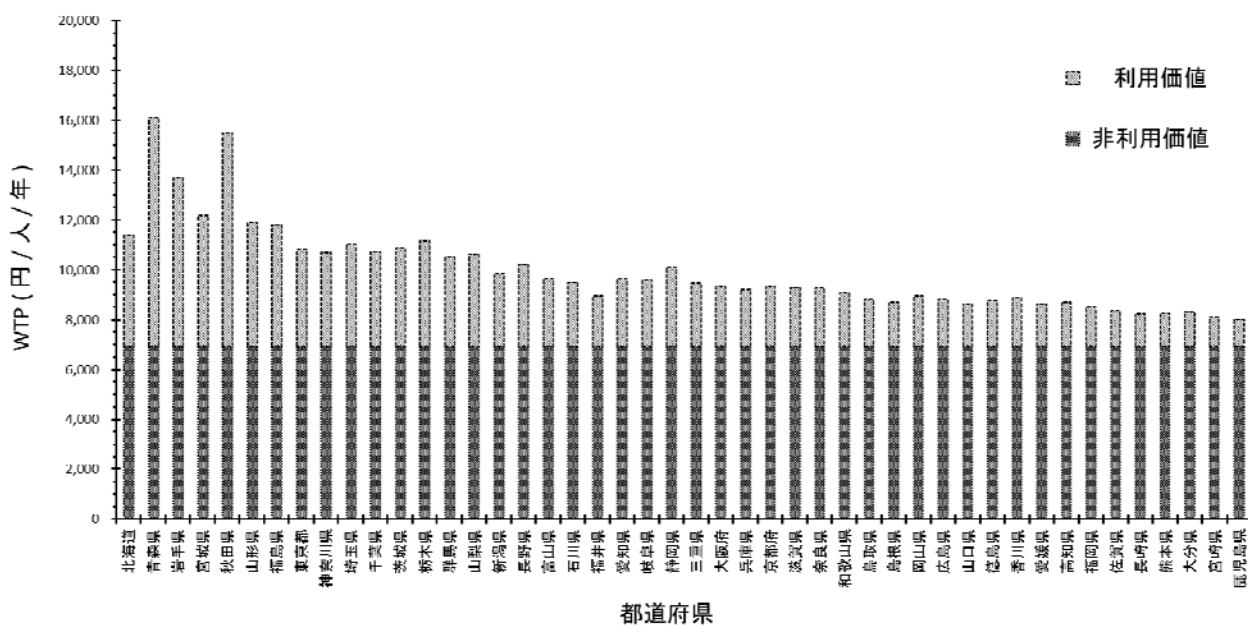


図-2 都道府県ごとの評価値

6. まとめ

本研究では、環境財の利用価値と非利用価値を総合的に計測するため、TCMと理論的に整合したCVMの評価モデルを構築した。そして、このモデルを用いて白神山地の利用価値と非利用価値を計測し、モデルの実用性を確認した。

その結果、利用価値については一般化交通費用が高くなるほど減少していく一方、非利用価値は一般化交通費用に左右されず一定であることから、WTPは一般化交通費用が高くなるほど減少し、利用価値の値まで漸近していくことがわかった。

なお前述のとおり、今回のアンケート調査では、被験者の負担が大きくなるように、白神山地への観光訪問頻度については、環境水準が現状維持される場合の頻度のみを尋ねた。しかし、環境水準が変化したとしても、訪問頻度が必ずしも減少するとは限らない。また、環境水準が現状維持される場合とゼロになる場合の頻度を考

えたが、環境水準をある程度維持するといった選択肢も考えられる。このため、調査票の設計には改良の余地がある。これらについては、今後の課題としたい。

謝辞：本研究は、環境省の平成23年環境研究総合推進費(研究課題：温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究、代表者：三村信男)を受けた研究成果の一部である。ここに記して、謝意を表したい。

参考文献

- 1) Becker, G. : A Theory of the Allocation of Time, The Economic Journal, Vol.75, pp.493-517, 1965.
- 2) 中畷一憲・坂本直樹：旅行費用法と整合的な応用一般均衡モデルの開発：気候変動による砂浜浸食の経済評価，土木計画学研究・講演集 CD-ROM, Vol.45, pp.1-13, 2012.
- 3) 佐尾博志・大野栄治・森杉雅史：CV調査によるSPデータに基づく白神山地のレクリエーション価値の計測，土木学会論文集 G（環境），Vol.67, No.5, pp.263-271, 2011.

ENVIRONMENTAL ECONOMIC VALUATION BY CVM CONSISTENT WITH TCM - MEASUREMENT OF USE AND NON-USE VALUES OF SHIRAKAMI MOUNTAIN RANGE -

Ryuta MORI, Eiji OHNO, Masafumi MORISUGI and Hiroshi SAO

The travel cost method (TCM) and the contingent valuation method (CVM) are well-known as the typical technique of environmental economic valuation. The TCM can measure only the direct and current use value of environmental goods, but the CVM can measure the whole value including the non-use value of them. In the business of environmental economic valuation, it is often adopted that the use value is measured by the TCM and that the non-use or the whole values are measured by CVM. However, there is no statistical significance in the difference between those values measured by the TCM and the CVM, because these methods are modeled independently and do not have theoretical consistency. In this study, we have constructed a valuation model based on the CVM consistent with the TCM in order to measure the use and the non-use values of environmental goods consistently. With applying this model to measurement of environmental economic value of Shirakami Mountain Range, practicality of the method is also examined.