

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年6月4日現在

機関番号：33919

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21560562

研究課題名（和文） 階層分析法とコンジョイント分析法を融合した事業評価手法の開発

研究課題名（英文） Development of Public Works Evaluation Method by Combining Analytic Hierarchy Process and Conjoint Analysis

研究代表者

大野 栄治（OHNO EIJI）

名城大学・都市情報学部・教授

研究者番号：50175246

研究成果の概要（和文）：本研究では、効用理論を基礎とするコンジョイント分析法とオペレーションズ・リサーチを基礎とする階層分析法を融合して、新たな事業評価モデルを構築した。これにより、事業評価において複数の環境財を評価する場合に「全体の価値の評価」と「個々の価値の評価」が整合的に行えるようになる。また、階層分析法における評価値一斉法を用いて新たな重み導出法を提案した。これにより、住民の意思を反映して、事業の順位づけが行えるようになる。

研究成果の概要（英文）： This study has constructed a new model to evaluate public works by combining the Analytic Hierarch Process and the Conjoint Analysis Method, which are based on the Utility Theory and the Operations Research respectively. By using this model, we can evaluate economic value of plural environment goods, where whole value and each value are evaluated in consistency. And it has presented a new method to obtain weight by applying the Concurrent Convergence Method on the AHP. By using this method, we can prioritize public works, reflecting intention of residents.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・土木計画学・交通工学

キーワード：事業評価法、階層分析法、コンジョイント分析法、オペレーションズ・リサーチ、効用理論

1. 研究開始当初の背景

近年、わが国では公共事業の意思決定プロセスの不透明さと経済不況があいまって、公共事業に対する「税金の無駄遣い」との批判が拡大傾向にあり、公共事業に対する正当性の評価とその情報公開が社会的に強く求められている。そこで、第2次橋本内閣の指示により、1996年、公共事業を抱える省庁で

は各局あるいは各課の単位で所管の公共事業に対する「費用便益分析マニュアル」の準備が始まり、2000年頃、各事業の評価マニュアル Ver.1 がほぼ出揃った。その後、公共事業評価マニュアルは、事前評価のみならず再評価、事後評価、総合評価へと発展したが、いくつかの問題を抱えており、公共事業の正当性を十分に評価できるマニュアルである

かどうかが問われている。

2. 研究の目的

本研究では、国土交通省の公共事業評価マニュアルに対して指摘されている問題のうち「複数の非市場財（市場で取引されない財／環境財）の評価」と「事業の順位づけ」の2点に絞って、評価マニュアルの改良に資する評価モデルの開発を目的とする。

3. 研究の方法

(1) 事業評価モデルの構築

国土交通省の公共事業評価マニュアルに対して指摘されている上記2点の問題を解決するために、新たな事業評価モデルを構築した。

① 新たな評価モデルの構築

効用理論を基礎とするコンジョイント分析法とオペレーションズ・リサーチを基礎とする階層分析法（AHP: Analytic Hierarchy Process）を融合して、新たな評価モデルを構築した。

② 経済評価モデルの構築

公共事業評価において複数の環境財を評価する場合に「全体の価値の評価」と「個々の価値の評価」が整合的に行えるような経済評価モデルを構築した。ここでは、伝統的なCV調査（Contingent Valuation Survey）とコンジョイント分析とを組み合わせた新たな評価手法を提案した。

③ 意思決定モデルの構築

公共事業の順位付けと社会的意思決定プロセスを結合させることによって、公共事業の順位づけにおいて住民（集団・グループ）の合意形成が図られるような意思決定モデルを構築した。ここでは、住民の意思を反映できる新たな順位づけ手法を提案した。

(2) アンケート調査の実施

上記(1)で構築した経済評価モデルおよび意思決定モデルのパラメータを推定するために、アンケート調査を実施した。

① 調査票の設計

経済評価の部分については仮想市場評価法（CVM: Contingent Valuation Method）を基礎とする質問、また意思決定の部分についてはAHPを基礎とする質問で構成した。アンケート調査で扱う話題として、地球温暖化問題に対する政策を取り上げた。

② 予備調査（プレテスト）の実施

本調査の前に、名城大学の学生50人程度を対象として、面接方式の予備調査を実施し

た。そこで回収されたデータを用いて、上記(1)で構築した経済評価モデルおよび意思決定モデルのパラメータを推定し、想定された結果が得られているかどうかをチェックした。同時に、調査票に対する理解度もチェックし、必要に応じて調査票やモデル構造を修正した。

③ 本調査の実施

世界遺産・白神山地（青森県、秋田県）の来訪者を対象として「白神山地の利用と保護に関する意識調査」を実施した。日程：2011年8月18-19日および10月8-9日。場所：白神山地ビジターセンター（青森県中津軽郡西目屋村）および白神山地世界遺産センター藤里館（秋田県山本郡藤里町）。その結果、合計226件の回答が得られた。

4. 研究成果

(1) 複数の環境財の経済評価

① 効用関数の特定化

本研究では、環境財の経済価値を当該環境財の衰退を回避するための支払意思額（WTP: Willingness to Pay）で評価することとし、個人の効用関数を以下の式で特定化した。式(3)(4)は、複数の機能をもつ環境財の衰退を回避するための政策に対して賛成する場合の効用と反対する場合の効用の差を個人の「各機能に対する意識水準」と「各機能の相対的重み」および「政策に対する負担金」の関数で表現しようとしたものである。

$$\text{モデル 1) } \Delta V = \alpha \cdot X + \beta \cdot T \quad (1)$$

$$\text{モデル 2) } \Delta V = \sum_{k=1}^3 \alpha_k \cdot Y_k \cdot Z_k \cdot X_k + \beta \cdot T \quad (2)$$

ただし、 ΔV : 賛成する場合の効用 (V_{yes}) と反対する場合の効用 (V_{no}) の差 ($V_{yes} - V_{no}$)、 Y_k : k 番目の機能に対する意識水準（初めて理解した: 1、以前から理解していた: 12）、 Z_k : k 番目の機能の相対的重み ($Z_1 + Z_2 + Z_3 = 1$)、 Z_1 : 種の保存機能の重み、 Z_2 : 涵養・地表浸食防止機能の重み、 Z_3 : レクリエーション機能の重み、 X_k : k 番目の機能水準（政策あり: 1、政策なし: 0）、 T : 政策に対する負担金 [円/年/世帯]、 α 、 β : 未知のパラメータ。なお、式(1)(2)のほかに4種類のモデルを設定したが、ここでは省略する。

② WTP 関数の導出

本研究では、式(1)(2)において、 $\Delta V = 0$ となる T によって WTP 関数を導出した。

$$\text{モデル 1) } WTP = -\frac{\alpha}{\beta} \quad (3)$$

$$\text{モデル 2) } WTP = -\frac{\sum_{k=1}^3 \alpha_k \cdot Y_k \cdot Z_k}{\beta} \quad (4)$$

③効用関数の推定方法

各モデルのパラメータは、アンケート調査「白神山地の利用と保護に関する意識調査」における環境政策の選択行動（質問-1）と環境機能の重みづけ行動（質問-2）に基づき、最尤法によって推定した。

質問-1 環境財の支払意思額に関する質問

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。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。

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****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。

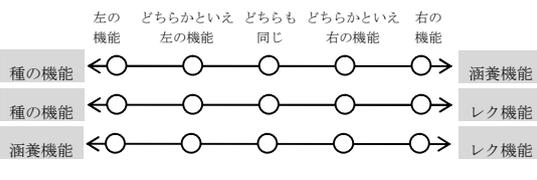
なお、あなたが支払うお金は、白神山地の保護のためだけに使われ、用途はすべて公表されます。また、そのお金を支払うと、その金額分だけ、あなたの購入できる商品などが減ることを十分念頭においてお答えください。

賛成 反対

(以下、省略)

質問-2 複数機能の重みづけに関する質問

白神山地の複数機能を2つずつ比較します。あなたにとってどちらのほうが重要か、当てはまる位置(○)を選択してください。



④環境財の経済価値の評価結果

モデル1およびモデル2による環境財の経済価値の評価結果を表-1に示す。

表-1 環境財の経済価値の評価結果

環境財 (白神山地)	経済価値 [円/年/世帯]
モデル1) 全体	6,678
モデル2) 種の保存機能	3,130
涵養・地表浸食防止機能	2,292
レクリエーション機能	914
合計	6,337

まず、モデル1による白神山地全体の経済価値は、6,678[円/年/世帯]となった。次に、モデル2による白神山地の各機能の経済価値は、種の機能、涵養機能、レク機能の順に高い値を示し、その合計は、6,337[円/年/世帯]となった。以上の結果より、モデル1による全体評価とモデル2による個別評価の合計との差は約5.4%であることがわかる。したがって、本モデルは、複数の機能をもつ環境財を評価する場合に「全体の価値の評価」と「個々の価値の評価」が整合的に行えるようなモデル構造であると言える。

(2) 事業の順位づけ

AHPの最大の特徴は、意思決定問題を総合目的・評価基準・代替案の階層構造に構築し、評価基準および代替案の総当り的な対比較を行うことである。対比較とは、行と列に比較する要素を並べて、行におけるある要素が列における他のすべての要素と比較してどれほど重要であるかを判断し、その重要度を記述していくという過程である。優先順位をつける要素がn個ある場合、その対比較の回数は $n \cdot C_2$ 回になる。もし要素iとjを比較した結果および要素jとkを比較した結果が得られたならば、要素iとkを比較する必要はないと考えられそうなものである。しかし、あえてその対比較をすべての要素について総当り的に行って重みを導出するのがAHPの対比較の特徴であり、面白さでもある。

AHPでは、その総当り的な対比較を行った後に得られる対比較行列から、要素の重みである重要度を導出する。AHPにおける評価基準の重み導出の理論的手法としては、対比較行列の固有値問題を解き、その最大固有値に対する固有ベクトルを採用する固有ベクトル法と対比較行列の行の幾何平均を用いる手法が存在する。

本研究では、AHPにおける対比較行列からの評価値一斉法を用いた新しい重み導出法の提案とその手順を示した。

本研究で提案した手法は、従来の固有ベクトル法や幾何平均法に比べて手順を重視しているため、数学的な予備知識の無い一般人にもわかりやすいと考えられる。したがって、本手法は対比較行列の重み導出および不完全対比較行列における重み推定に貢献し、AHPが公共事業の優先順位づけを始めとして多くの局面で適用されることにつながると考えられる。

また、対比較行列の重要度がすべて判明していない場合の不完全対比較行列について、既存の代表的手法であるHarker法を説明した上で、本手法を適用できるように拡張した。その際、本手法の適用を可能にする

ために2つのルールを設定した。ルール①：欠落している部分からは評価値が導出できないため、本来その部分から得られるはずの評価値はそのまま空白にしておく。ルール②：演算の導出において、欠落により評価値が導出できない部分があるため、導出した要素の平均値を導く。

さらに、一対比較行列および不完全一対比較行列からの重み導出の数値計算例を示した。完全一対比較行列の場合は計算結果に大きな差異がないと考えられるが、不完全一対比較行列の場合は手法により計算結果に大きな違いが生じることがある。

なお、今後の研究課題として、本手法による重み導出が既存の固有ベクトル法や幾何平均法などによる導出とどのような関係にあるのか、細かい数値の差異と構造を解明する必要がある。とりわけ、不完全一対比較行列からの重み推定については、Harker法と本手法との間で推定結果の乖離が確認されている。今後、その原因と構造を解明する必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計20件)

- ① 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)、査読有、19巻、2011、263-271
- ② 神田太樹、杉浦伸、木下栄蔵、食産業におけるサービスの生産性向上に向けた支配型AHPによる食感性評価、日本感性工学会論文誌、査読有、10巻2号、2011、95-100
- ③ Eizo KINOSHITA, A Proposal of Primal and Dual Problems in Macro-Economics, Journal of China-USA Business Review, Refereed, Vol.10, No.2, 2011, 115-124
- ④ Eizo KINOSHITA, Why Bubble Economy Occurs and Crashes, Journal of Chinese Business Review, Refereed, Vol.10, No.2, 2011, 111-120
- ⑤ Eizo KINOSHITA, Globalization or Isolation-Ricardo's Model, Journal of Chinese Business Review, Refereed, Vol.10, No.10, 2011, 939-947
- ⑥ Toshimasa OZAKI, Eizo KINOSHITA, New Evaluation Method for Imperfect Alternative Matrix, Advances in Intelligent Decision Technologies, Refereed, Vol.10, 2011, 213-222
- ⑦ Takao OHYA, Eizo KINOSHITA, Proposal of Super Pairwise Comparison Matrix, Advances in Intelligent Decision Technologies, Refereed, Vol.10, 2011, 247-254
- ⑧ Eizo KINOSHITA, Shin SUGIURA, The Relationship between Dominant AHP/CCM and ANP, Advances in Intelligent Decision Technologies, Refereed, Vol.10, 2011, 319-328
- ⑨ 佐尾博志、大野栄治、森杉雅史、松林の環境経済価値の計測、都市情報学研究、査読有、16巻、2011、25-32
- ⑩ 陳玲、佐尾博志、大野栄治、森杉雅史、死亡リスク削減のための支払意思額に基づく統計的生命価値の計測、都市情報学研究、査読有、16巻、2011、33-38
- ⑪ Shin SUGIURA, Eizo KINOSHITA, Applying Concurrent Convergence Method of Evaluation Value of Pairwise Matrix, Journal of Japanese Symposium on The Analytic Hierarchy Process, Refereed, No.2, 2010, 35-45
- ⑫ Eizo KINOSHITA, Kouichi TAJI, Shin SUGIURA, Evaluation Principle of Dominant AHP, Journal of Japanese Symposium on The Analytic Hierarchy Process, Refereed, No.2, 2010, 47-57
- ⑬ Chang Hyun KIM, Shin SUGIURA, Eizo KINOSHITA, A Comparative Study on CCM and ANP, Journal of Japanese Symposium on The Analytic Hierarchy Process, Refereed, No.2, 2010, 69-76
- ⑭ Shunei NORIKUMO, Shin SUGIURA, Eizo KINOSHITA, Research on the Expectation and Satisfaction of Information Education in a University, Journal of Japanese Symposium on The Analytic Hierarchy Process, Refereed, No.2, 2010, 95-105
- ⑮ Shunei NORIKUMO, Shin SUGIURA, Eizo KINOSHITA, Foreign Investment Analysis of Asian Nations using the Result of Relationship between ANP and CCM, Journal of Japanese Symposium on The Analytic Hierarchy Process, Refereed, No.2, 2010, 107-113
- ⑯ Masahiro FUJIMOTO, Katsuari KAMEI, Eizo KINOSHITA, A Decision Data-compression for Line Segments using AHP, Journal of Japanese Symposium on The Analytic Hierarchy Process, Refereed, No.2, 2010, 115-123
- ⑰ Eizo KINOSHITA, A Comparison of Dominant AHP/CCM and AHP/ANP,

Advances in International Decision Technologies, Refereed, Vol.4, 2010, 75-89

- ⑮ Toshimasa OZAKI, Mei-chen LO, Eizo KINOSHITA, Gwo-Hshiong TZENG, Decision-Making by "Minor ANP" and Classification of the Types, Advances in International Decision Technologies, Refereed, Vol.4, 2010, 101-111
- ⑯ Min-Suk YOON, Eizo KINOSHITA, Classification of The Analytic Hierarchy Process Approaches by Application Circumstances, International Journal of Management Science, Refereed, Vol.16, No.1, 2010, 17-46
- ⑰ 水谷浩平、森杉雅史、大野栄治、家電製品に対する環境ラベル付与の政策的効果、都市情報学研究、査読有、15 巻、2010、27-52

〔学会発表〕(計 12 件)

- ① Toshimasa OZAKI, Eizo KINOSHITA, New Evaluation Method for Imperfect Alternative Matrix, 3rd International Conference on Intelligent Decision Technologies, 2011.July.20, University of Piraeus, Greece
- ② Takao OHYA, Eizo KINOSHITA, Proposal of Super Pairwise Comparison Matrix, 3rd International Conference on Intelligent Decision Technologies, 2011.July.20, University of Piraeus, Greece
- ③ Eizo KINOSHITA, Shin SUGIURA, The Relationship between Dominant AHP/CCM and ANP, 3rd International Conference on Intelligent Decision Technologies, 2011.July.20, University of Piraeus, Greece
- ④ 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、第 19 回地球環境シンポジウム、2011 年 9 月 16 日、茨城大学
- ⑤ 陳玲、大野栄治、森杉雅史、佐尾博志、CVM による実践 VSL と理論 VSL の計測、第 39 回環境システム研究論文発表会、2011 年 10 月 22 日、桜美林大学
- ⑥ 佐尾博志、森杉雅史、大野栄治、白神山地の旅行費用の把握および TCM 法による CV の導出、第 44 回土木計画学研究発表会、2011 年 11 月 26 日、岐阜大学
- ⑦ Eizo KINOSHITA, A Comparison of Dominant AHP/CCM and AHP/ANP, 24th European Conference on Operational Research (Invited Speech),

July 2010, Lisbon, Portugal

- ⑧ 佐尾博志、大野栄治、森杉雅史、CVM による松林の経済価値の計測、第 38 回環境システム研究論文発表会、2010 年 10 月 24 日、広島修道大学
- ⑨ 陳玲、大野栄治、森杉雅史、佐尾博志、CVM による統計的生命価値の計測、第 42 回土木計画学研究発表会、2010 年 11 月 21 日、山梨大学
- ⑩ 木下栄蔵、AHP における支配代替案法の評価原則、JSAHP/日本オペレーションズ・リサーチ学会、2009 年 9 月 5 日、国土館大学
- ⑪ 杉浦伸、一対比較行列への評価値一斉法の適用、JSAHP/日本オペレーションズ・リサーチ学会、2009 年 9 月 5 日、国土館大学
- ⑫ 水谷浩平、森杉雅史、大野栄治、家電製品に対する環境ラベル付与の政策的効果、環境システム研究論文発表会、2009 年 10 月 25 日、明星大学

〔図書〕(計 1 件)

- ① 木下栄蔵、近代科学社、サービスサイエンスの理論と実践、2011、206

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大野 栄治 (OHNO EIJI)
名城大学・都市情報学部・教授
研究者番号：50175246

(2) 研究分担者

木下 栄蔵 (KINOSHITA EIZO)
名城大学・都市情報学部・教授
研究者番号：50141908
森杉 雅史 (MORISUGI MASAFUMI)
名城大学・都市情報学部・准教授
研究者番号：00314039
杉浦 伸 (SUGIURA SHIN)
名城大学・都市情報学部・助教
研究者番号：70549592
(2010-2011)

(3) 連携研究者

杉浦 伸 (SUGIURA SHIN)
名城大学・都市情報学部・助教
研究者番号：70549592
(2009)