

実験データによる上位選択方式の回答負荷と 効用関数の推定精度

江田 裕貴¹・倉内 慎也²・白柳 洋俊³・佐々木 隆志⁴

¹正会員 一般財団法人計量計画研究所（〒162-0845 東京都新宿区市谷本村町 2 番 9 号）
E-mail: yeda@ibs.or.jp

²正会員 愛媛大学准教授（〒790-8577 愛媛県松山市文京町 3）
E-mail: kurauchi@cee.ehime-u.ac.jp

³正会員 愛媛大学助教（〒790-8577 愛媛県松山市文京町 3）
E-mail: shirayanagi@cee.ehime-u.ac.jp

⁴非会員 愛媛大学助教（〒790-8577 愛媛県松山市文京町 3）
E-mail: sasaki.takashi.mg@ehime-u.ac.jp

意識調査で用いられる「あなたにとって望ましい代替案を 3 つ選んでください」のように、複数の望ましい代替案の選択を要請する上位選択方式から得られるデータの分析ツールとして、複数の代替案の選択を許容する離散選択モデルを構築したうえで、実験データによる回答負荷や効用関数の推定精度について、選択方式や順位付け方式と比較した結果を報告する。その結果、回答負荷は選択方式が最も小さくなる傾向にあるものの非補償型の決定方略が用いられやすく、一方で上位選択方式・順位付け方式では非補償型は用いられにくく比較的信用度の高い結果が得られること、上位選択データから得られるパラメータ推定値は順位付け方式と比較しても、大差ないことが分かった。

Key Words: *stated preference data, multiple choice questions, discrete choice model, cognitive load*

1. はじめに

交通需要分析に用いられる調査方法は、実際の選択行動データを収集する RP (Revealed Preference) 調査と仮想状況を含む様々な状況下での個人の選好意思表示を観測する SP (Stated Preference) 調査¹⁾に大別される。前者の利点は実行行動を観測していることにあり、後者の利点としては、同一個人に対してサービスレベル(LOS: level of service)を変化させた複数の質問を行うことで属性間のトレードオフを明確にできることや、現存しない新規サービスや政策の効果などを直接計測可能な点が挙げられる。

SP 調査では、複数代替案の中から最も望ましい代替案を選ぶ選択方式や、提示された代替案に対し望ましさに照らし合わせて順位をつける順位付け方式、回答者に提示した代替案の中から望ましいと思う代替案を複数選択してもらう上位選択方式など様々な回答方式が用いられてきた。なお、近年では望ましくない代替案を尋ねる方式も提案されている²⁾。

一方、回答方式に対応した分析モデルに着目すると、選択・順位付け方式については、多項ロジットモデルやランクロジットモデル等³⁾が実用化されているものの、上位選択方式については、分析モデルが確立されておらず、それゆえ、これまでアンケート調査等で用いられることはあっても、収集したデータは単に集計されるだけであった。これは、離散選択モデルが本質的に複数の代替案の中から 1 つの代替案を選ぶことを前提としたモデルであるのに対し、上位選択方式では複数の代替案の選択を許容しており、そのまま適用することができないためである。そこで、著者らは、上位選択方式のデータから効用関数が推定可能な上位選択モデルを開発し、シミュレーションデータによりその適用可能性を検証した結果、上位選択方式のデータからも選好順位を精度よく再現でき、効用関数の推定精度も順位付けデータを用いた場合と比較して遜色ないことを確認した⁴⁾。

しかしながら、上記分析では、シミュレーションデータを用いて検証を行っているため、どのような回答方式

でも回答者は自身の選好を忠実に表明できるという前提に基づいている。一方、実際の SP 調査では実験方法によって回答結果に様々なばらつきがみられることが繰り返して指摘されており、回答方式についても、その違いによるデータの信頼性についての議論が度々なされている。また、認知心理学の分野では、様々な状況下で用いられる意思決定方略やその認知的特徴に関する研究成果が蓄積されており、回答者が直面する情報の処理量を表す回答負荷が回答の安定性に大きく影響を及ぼすことや、回答負荷が高まると非補償型などの認知資源を節約する意思決定方略が採用される傾向にあり、結果として、離散選択モデルが想定する荷重加算型の意思決定方略とは乖離が生じ、回答の信用度の低下⁵⁾、あるいは属性間のトレードオフを明らかにできないといった問題が生ずることが指摘されている。ただし、これらの回答負荷に着目した研究の多くが、選択方式の課題を対象としたものであり⁶⁾、順位付け方式や上位選択方式を対象にした事例は限られている。

そこで本研究では、分析モデルが確立されていない上位選択方式について、複数の代替案の選択を許容する離散選択モデルを構築したうえで、同一問題に対して異なる回答方式で尋ねた SP 実験を実施し、選択方式や順位付け方式と比較した場合の、回答負荷や効用関数の推定精度について分析した結果を報告する。併せて、その結果に基づき、今後の調査設計において、どのようなときにどのような回答方式を採用すべきかについて考察を行うことを目的とする。

2. 対象とする SP 調査の回答方式と分析モデル

(1) 対象とする SP 調査の回答方式

a) 選択方式

選択方式は、回答者に提示した代替案集合の中から最も望ましい代替案のみを回答してもらうもので、実務において最も頻繁に使用されている。代替案の提示方式としては、利用可能な代替案をすべて横並びに提示する方式もあれば、その一部、場合によっては一対比較を繰り返して要請するものもある。いずれにせよ、得られる情報は最も望ましい選択結果のみであり、得られる情報量は少ない。また後述する順位付け方式との対比でいえば、同方式において第 1 位のみを回答したものと捉えることができる。一方で、複数の代替案の中から、ただ 1 つだけ選択するという比較的簡易な課題であることから回答の信用性は高いと言われている。なお、近年では、最も望ましくない代替案を併せて答えてもらうような方式も提案されている²⁾。

b) 順位付け方式

順位付け方式は、回答者に提示した複数の代替案に対し、望ましいと思う順位をつけてもらう方式である。なお、このときすべての代替案に対して順位付けを要請する必要はなく、10 個の代替案に対して「深さ 3」で回答を要請するような場合もある。本研究では、順位付け方式において順位付けを要請する数を「深さ」と表し、深さ 3 とは代替案集合のうち第 1 位から第 3 位までの回答を要請することを意味する。本方式は、選択方式と比べて最も望ましいもの以外の代替案の選好に関する情報も得られる反面、回答に労力を要することから、回答の信用性に疑問があるとの指摘がなされている³⁾。

c) 上位選択方式

上位選択方式は、回答者に提示した複数の代替案の中から望ましいと思う代替案を複数選択してもらう方式で、アンケート調査等で頻繁に用いられている。例えば、「鉄道・バス・自動車・自転車・タクシーという代替案の中から望ましい交通手段を 2 つ選んでください」という設問がこれにあたる。本方式においては、順位付け方式と同様に回答を要請する代替案数を「深さ」とする。この方式では、同一の深さであっても、選ばれた代替案間の選好関係は不明であることから、得られる情報量は順位付け方式に劣る。また、選択方式と比較すると、最も望ましい代替案は特定できないが、ある特定の深さで選ばれた代替案は、選ばれなかった代替案よりも望ましいという情報が得られるという特徴がある。

(2) 分析モデル

a) 多項ロジットモデル

選択方式に対応した分析モデルの代表例としては、多項ロジットモデルが挙げられる。多項ロジットモデルは、IIA 特性が成り立っている場合の選択データの分析に用いられる離散選択モデルであり、それぞれの代替案の効用の確率項に、独立で同一なガンベル分布を仮定している。すなわち個人 n の代替案 i に対する効用 U_{in} は

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \quad (1)$$

となる。ここに、 V_{in} : 個人 n の代替案 i に対する効用の確定項、 ε_{in} : 個人 n の代替案 i に対する効用のガンベル分布に従う誤差項。

個人 n が代替案集合 C の中から代替案 i を選択する場合、「 C に含まれるすべての代替案の中から代替案 i が最大の効用をもたらすときに代替案 i が選択される」と仮定し、スケールパラメータを 1 とすると、個人 n の代替案 i の選択確率は、式(2)で表される。

$$P_n(i) = \frac{\exp(V_{in})}{\sum_{z \in C} \exp(V_{zn})} \quad (2)$$

b) ランクロジットモデル

ランクロジットモデルは、順位付けデータに対応した

分析モデルである。例えば、代替案集合 C に含まれる代替案に順位を付けるとき、第 1 位の代替案の選択確率は、選択データと同じく式(2)を用いて定式化できる。第 2 位の代替案は、 C から第 1 位の代替案を除いた代替案集合の中から最も望ましい代替案であるとみなし同式を適用する。以下、同様に第 D 位まで順位付けを行ったとすると、順位付けデータは選好順位ベクトル I_n で表すことができ、その出現確率は、以下のように表される³⁾。

$$P_n(I_n) = \prod_{d=1}^D \frac{\exp(V_{dn})}{\sum_{m \in G_{Dn}} \exp(V_m)} \quad (3)$$

ここに、 V_{di} ：個人 n が d 番目に選好する代替案に対する効用、 G_{di} ：個人 n が d 番目に望ましい代替案を選ぶ際に直面している代替案集合 ($i \subseteq G_{di} \subseteq C$)

c) 上位選択モデル

著者らが開発した上位選択モデル⁴⁾における回答の出現確率は、個人 n によって選ばれた深さ D の代替案の順位付けパターンの周辺和をとることにより表される。例えば、多項ロジットモデル・ランクロジットモデルの場合と同様に IIA 特性が成り立つと仮定した上で、回答者に代替案集合 C から深さ D の代替案の回答を要請した場合を考える。このとき、深さ内で想定されるすべての順位付けパターンは各々ランクロジットモデルにより表すことができ、その周辺和を本データの出現確率とすることで定式化可能である。よって、上位選択モデルの一般式は次式のようになる。

$$P_n(C_{Dn}) = \sum_{G_{Dn} \in R_{Dn}} P_n(G_{Dn}) \quad (4)$$

ここに、 C_{Dn} ：個人 n によって選ばれた深さ D の代替案の組み合わせ、 R_{Dn} ：個人 n が選んだ深さ D 内での代替案の組み合わせと合致するような順位付けパターン G_{Dn} の集合 ($G_{Dn} \subseteq R_{Dn}$)。

(3) SP 調査における信頼性

SP 調査の利点は、順位付けや評点付けといった選好に関するさまざまな指標や現存しない代替案に対する選好を得られること、RP 調査に比べて回答者一人当たり多くの選好情報を取得できることである。その一方で、特に仮想の状況を対象とした SP 調査では、回答結果の信頼性が問題になる。そのため、分析には信頼性の高い SP データを利用することが望ましい。信頼性にはバイアスを意味する信憑性と、ばらつきを表す安定性という 2 つの側面があるといわれる¹⁾。

a) 信憑性

SP データに含まれる選好情報と市場における実際の行動との一致性を信憑性と呼ぶ。信憑性には、回答者が政策を自分の都合の良いように導こうとしたり、実験主体

が望んでいる回答を回答者が察知してそのように答えるといったバイアスが影響を与えると思われる。これらは、SP 調査による回答結果と実際の行動との不一致を招き、政策の効果が過大、あるいは過小に評価される問題が生じる。特に、新規政策については、実際よりも過大に評価される傾向にある⁸⁾。このような信憑性の低下という問題に対し、RP データと SP データを同時に用いた RP/SP モデル⁹⁾を用いることにより、上記のバイアスを修正するような方法も提案されている。

b) 安定性

さまざまな実験条件における SP 回答のばらつきの程度のことを安定性と呼ぶ。離散選択モデルに代表される効用理論においては、どのような実験方法を用いても評価対象の相対的な選好順位関係は保存されるという暗黙の仮定をおいており、安定性の高さは前提条件となっている。しかしながら、選択方式とマッチング方式において選好関係が必ずしも維持されていない、という選好逆転現象¹⁰⁾に関する議論もなされている。一方で、SP 調査では、統計的な有効性を高める、より多くの選好情報を得るという目的のため、回答者に複数の設問に対する回答を求めることが多く、設問の繰り返し回答時の時間経過にともなう回答結果の首尾一貫性を安定性の問題と捉える場合もある³⁾。

(4) 回答負荷

Jacoby らは、信頼性の低下につながる要因として、回答者が意思決定を行うために処理すべき情報量である回答負荷をあげている¹¹⁾。Payne らは、コンピュータ・シミュレーションによって、選択方式における代替案数の変化が回答負荷に及ぼす影響を報告し、効用理論で代表的に仮定される荷重加算型の意思決定では代替案数に応じて回答負荷が増大することを示した(図-1)⁹⁾。また、現実社会では、課題の回答時間を回答負荷の測定指標とすることが多い¹²⁾ことから、本研究では回答負荷を回答時間により比較することとした。

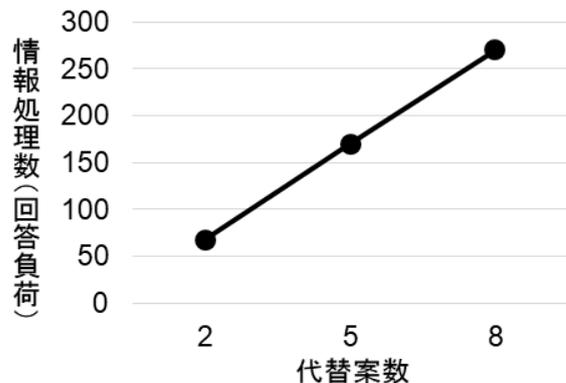


図-1 荷重加算型の回答負荷と代替案数

3. 回答方式に含まれるバリエーション

各回答方式のなかには、分析者が与える課題においてあらかじめ深さ（回答を要請する代替案の数）に制限を設けるか否かによって、様々な形式が考えられ、これらの違いは回答結果や回答時間に影響を及ぼすと思われる。

(1) 順位付け方式

a) 深さ必須形式（以下、順位必須）

「あなたにとって望ましい代替案を第 1 位～第 3 位までお答えください」、「すべての代替案に望ましいと思った順位をつけてください」というように、分析者が指定した深さでの回答を必須とした課題を回答者に与えるものである。選択方式が深さ 1 での回答を必須とした課題であると捉えたと、選択方式はこの形式に含まれるといえる。なお、深さを増やすと得られる選好情報は多くなるものの過度に深さを増やすと、回答者への負荷が高まり回答の信用度を下げてしまう。この問題に対し、湯沢ら¹³⁾は深さ D と $D+1$ で各々求められたパラメータ $\beta(D)$ 、 $\beta(D+1)$ について χ^2 検定を行い有意な差が認められた深さ D をモデル推定に用いるべきだと提案している。

b) 深さ任意形式（以下、順位任意）

この形式では、「あなたにとって望ましい代替案を最大で第 3 位まででお答えください」というように、分析者が上限となる深さを指定し、その範囲以内であれば回答者は自由に深さを決め回答することが可能である。この場合、回答者は深さ 1～3 の範囲で自由に代替案に順位をつけることができる。

c) 深さ無制限形式（以下、順位無制限）

この形式は、「あなたに望ましいと思った代替案にいくつでも順位をおつけください」というように、分析者が課題に深さ制限を設けておらず、回答者が自由に深さを決め回答するものである。例えば、7 個の代替案が提示されていたとすると、回答者は深さ 1（選択方式）～7（すべての代替案に順位を付ける）の範囲で自由に選好順位をつけることができる。

(2) 上位選択方式

a) 深さ必須形式（以下、上位必須）

「あなたにとって望ましい代替案を 3 つ選んでください」というように、回答者に決められた深さでの回答を必須とした形式である。このとき、分析者が指定する深さが提示される代替案数の半数を超える、例えば、7 個の代替案に対し深さ 4 での回答を必須とした場合、望ましくない代替案を 3 つ選ぶことと同義であることから、得られる情報は必ずしも増えない。

b) 深さ任意形式（以下、上位任意）

この形式では、「あなたにとって望ましい代替案を最

大 3 つまででお答えください」というように、分析者は上限となる深さを指定し、その範囲以内で回答者が答えやすいと思った深さで回答する。上記の場合、回答者は深さ 1～3 の範囲であれば自由に代替案を選ぶことができる。

c) 深さ無制限形式（以下、上位無制限）

この形式は、「あなたが望ましいと思った代替案をいくつでも選んでください」というように、分析者が課題に深さ制限を設けず、回答者が自由に代替案を選ぶことができるもので、マーケティングリサーチのような代替案数が多い場合によく用いられている。例えば、7 個の代替案が提示されていたとすると、回答者は深さ 1（選択方式）の形でも、すべての代替案を選んで答える形（深さ 7）でもよい。

4. 回答負荷に関する仮説

まず、対象とする回答方式と回答時間に対して、以下の 3 つの仮説を検証する。

(1) 仮説 1：選択方式と順位付け方式では、選択方式の回答時間の方が小さくなる（選択方式 vs 順位付け方式）

離散選択モデルでは、順位付け方式は選択方式の繰り返しだと捉えてモデルを定式化している。ゆえに、そのような意思決定を想定した場合、順位付け方式の回答負荷は Payne らが示した選択方式の認知負荷（図-1）を繰り返し足したものに近くなるものと思われる。したがって、順位付け方式の回答時間は選択方式よりも大きくなると考えられる。

(2) 仮説 2：回答者に提示された設問に望ましが最上位で拮抗する代替案が複数存在する場合、選択方式よりも上位選択方式の方が回答時間が少ない（選択方式 vs 上位選択方式）

交通手段の選択のように、詳細な分析を必要とする意思決定問題の多くでは、属性間に負の相関が生じている。この場合、代替案間の総効用の差は必然的に小さくなる。特に、設問に含まれる複数の代替案の総効用に差がない場合、判断に迷いが生ずるため、意思決定に時間がかかり、場合によっては決定そのものを放棄することにつながる¹⁴⁾。また、ある代替案が他のどの代替案よりもすべての属性で優れているという優越した代替案が存在しない限り、意思決定を行なうのは困難であるといわれている¹⁵⁾。

ゆえに、設問内に望ましが最上位で拮抗する代替案が複数存在する場合、最も望ましい代替案を選択するこ

とは難しくなり、1 つに絞り込む必要がない上位選択方式の方が回答時間は小さくなると思われる。

(3) 仮説 3：順位付け方式、および上位選択方式について深さ必須の場合、後者の方が前者よりも回答時間は短くなる

順位付け方式は、上位選択方式において望ましいとして選ばれた代替案の集合について、さらに選好関係を評価する必要がある。したがって、回答者が答えた深さが同じであれば、順位付け方式よりも上位選択方式の回答時間の方が小さくなると考えられる。

5. 分析方法

(1) 調査対象と調査方法

愛媛大学の学部生と大学院生を対象とし、研究室の 1 台のパソコンで、一人ずつ Web による SP 実験を行ってもらった。アンケートの回答人数は 31 人であり、そのうちすべてのログが計測できていた 22 人が有効サンプルである。調査では画面毎に 1 つの課題を提示したほか、未回答が存在する場合には警告を出し無回答を許容しない仕様とした。

(2) 課題項目の設定

a) 課題内容

課題では、望ましが最上位で拮抗する代替案を複数存在させる必要がある（仮説 2 の検証）。だが、分析者には回答者にとって総効用が拮抗している代替案を事前に把握することはできない。そこで、隅田ら¹⁰が同大学大学生・大学院生を対象とした研究をもとに、多肢選択課題として物件選択アンケートを実施することとした。用いる回答形式は、ここまでに紹介した 3 方式計 11 形式である。

b) 代替案数

各回答形式について、代替案が少ない状況と多い状況を想定し、前者については 6 肢課題、後者としては 8 肢課題を設定した。

c) 属性値

文献 16 の物件選択モデルにおいて有意となった属性から 4 つの属性を選定した。なお、その他有意となった属性については、特定の水準で固定し、代替案間で共通の属性値をとるとの教示を、実験に先駆けて被験者に告知した。4 つの属性の水準の組み合わせについては、各属性の主効果のみを計測することを目的とし、部分要因配置法に基づき構成することとした。各属性の水準については、文献 16 の物件選択モデルの推定結果を元に、平均的個人の望ましさを表す擬似的な効用値（以下、擬似効

用値）を計算し、仮説 2 の 2 コの代替案が拮抗した状況（以下、2 コ拮抗）と、その対比として効用が等間隔に分布する状況（以下、等間隔）の 2 通りを再現するよう設定した。このとき、完全に優越する代替案は除くこととした（図-2、図-3）。

d) 上限深さについて

深さ必須、および任意形式において分析者が設定する上限深さについては、上位選択方式の適用が好ましいと思われる提示される代替案数の半数以下に設定した。今回は上限深さ 2 のときの結果を紹介する。

(3) 回答時間

設問ごとに、回答を開始した時刻および代替案が選ばれた瞬間の時刻を計測し、その差を回答時間（UNIX 秒）とした。分析にあたっては、各設問の平均回答時間（以下、回答時間）と標準偏差を用いた。

6. 分析結果

(1) 回答結果の深さ分布

回答時間の分析に先駆け、深さ無制限・任意形式における順位付け方式・上位選択方式の回答者が答えた深さ分布を比較した。その結果、順位無制限形式では、すべ

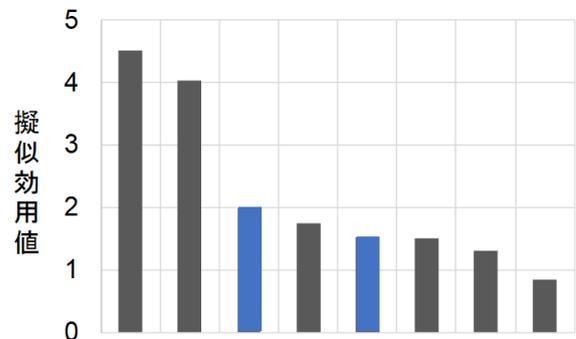


図-2 擬似効用値（2 コ拮抗）

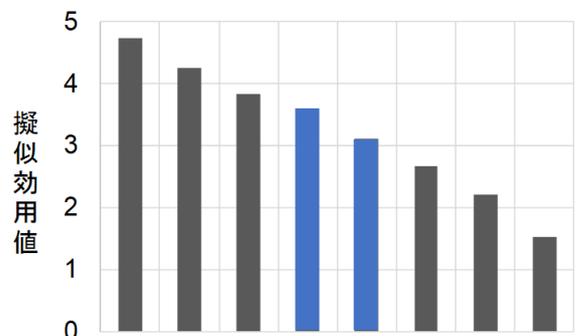


図-3 擬似効用値（等間隔）

※青帯：8 肢課題にて追加した代替案の擬似効用

での代替案に順位をつけたサンプルが約 30~40%みられた。これは、回答者がより詳しく回答してあげようという善意、あるいは深さ 1 での回答を避けようとする心理が働いたものと思われる。

一方、上位無制限形式では、提示される代替案が増えると深さ 1 の回答が減っており、また回答者の 9 割前後が提示される代替案数の半数以下（例えば、6 肢課題だと深さ 3 以内）で回答している。このことから、代替案の増加は 1 つへの絞り込みを困難にするが、回答する深さが代替案数の半数を超えると、望ましくない代替案を絞り込むことにつながるためだと推測される（図-4、図

-5）。

続いて、深さ任意の場合では、順位付け方式・上位選択方式に関わらず深さの上限までの回答者が半数以上を占めている。このことから、上限深さが指定されると、回答者は上限深さで答えようという意識をもつ傾向があると推察される。特に、2 コ拮抗状況では等間隔時よりも回答する深さが浅いことから、最も望ましい代替案を選ぶことに認知資源を要し、それ以上の意思決定を避けたと思われる（図-6）。

(2) 回答の整合性

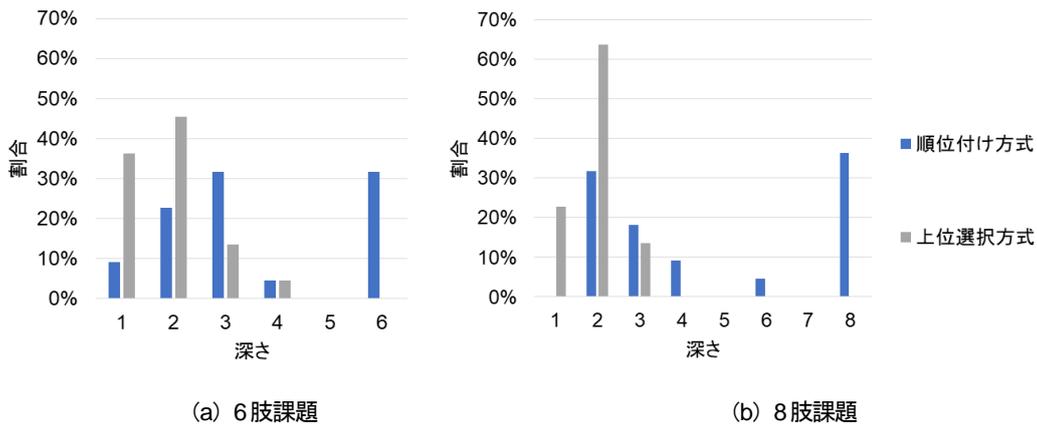


図-4 深さ無制限形式における深さ分布（2コ拮抗）

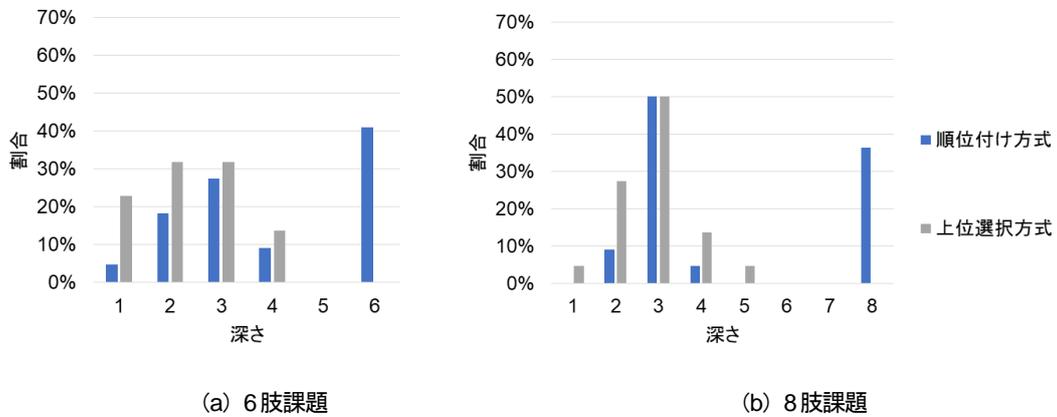


図-5 深さ無制限形式における深さ分布（等間隔）

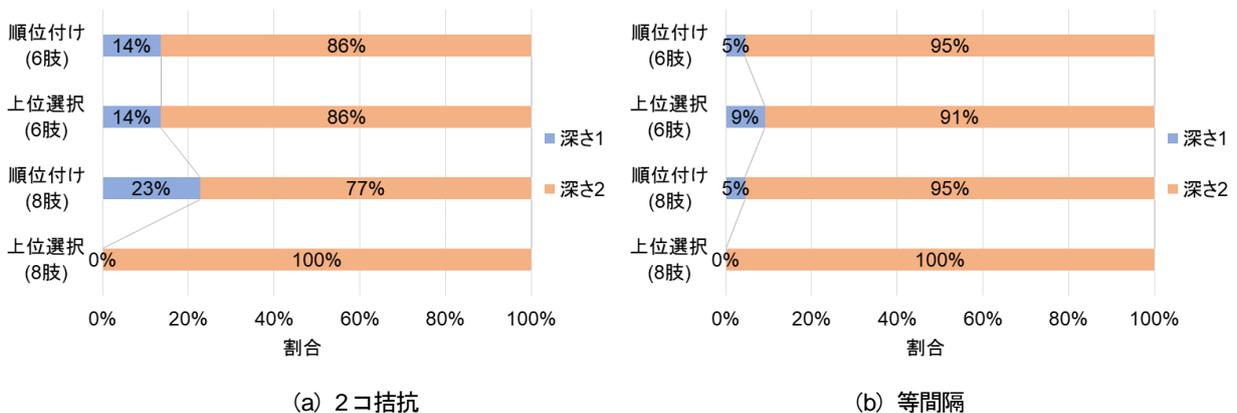


図-6 深さ任意（上限深さ 2）形式における順位付け・上位選択方式の深さ分布

次に、回答の整合性を確認する。今回、6 肢課題と 8 肢課題に共通の代替案を含む設問を作成している。まず一致率をみてみると、選択方式の一致率が順位付け方式よりも低くなっている。なお、ここでの一致率とは、6 肢・8 肢課題ともに共通の代替案を回答した人のうち両課題の回答結果が一致する割合である。この要因として、8 肢課題では回答負担を低減するために、非補償型の意味決定を行うとしたためだと考えられる。一方、順位付け方式では選好順位を考えるためには、代替案の総合的な評価を行う必要があることから、非補償型の決定方略が用いられにくくなり、一致率が高まったと思われる(表-1)。

次に、回答方式間の回答結果のばらつきをみると、整合率はおよそ 6 割以上の値を示しており、回答負担が少なくなる最も望ましい代替案を選ぶという行為であっても、選択方式と順位付け方式間では選好の逆転が起きていることがわかる。一方、含有率をみると順位付け・上位選択方式ともに約 8 割以上の値を示しており、ほぼ等しい値となっている。このことは、回答方式に違いが生じていても、回答者が満足している選好については十分観測できることを示している(図-7)。これらのことから、最も望ましい代替案に関する信用性は、順位付け方式が最も高いと思われ、既存研究と正対する結果となった。

また、深さ必須形式における順位付け方式と上位選択方式を比較する(図-8)と、順位付け方式で上位に回答された代替案は上位選択方式にも含まれるものの下位の代替案の内包率は低下していることから、順位付け方式の信用度が高いとすると、上位選択方式では非補償型の決定方略が用いられている可能性がある。

(3) 回答負担

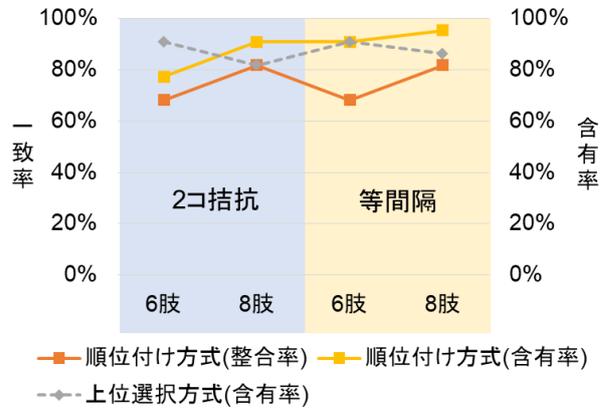
仮説 1 について、深さによる差を排除するために深さ必須についてのみ比較する。その結果、選択方式では順位付け方式よりも回答時間が少なくなる傾向にあり、仮説 1 は支持されているといえる。また、順位付け方式では提示される代替案数が増加すると回答時間が増加傾向にあることから、代替案数が増加すると判断するための

表-1 選択・順位付け方式の一致率

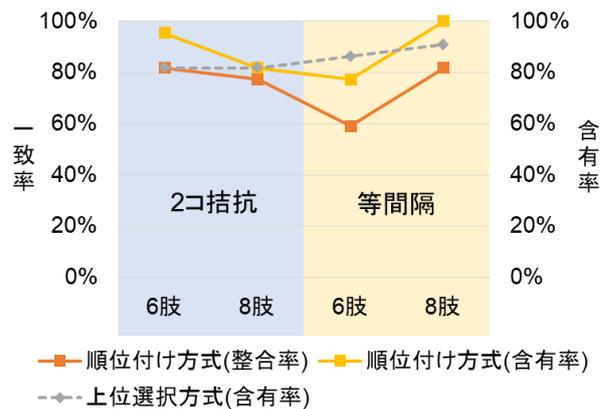
回答方式		状況設定	一致率
選択方式		2コ拮抗	81.3% (13 / 16)
		等間隔	68.4% (13 / 19)
順位付け方式	深さ必須	2コ拮抗	94.1% (16 / 17)
		等間隔	100.0% (17 / 17)
	深さ任意	2コ拮抗	82.4% (14 / 17)
		等間隔	79.0% (15 / 19)
	深さ無制限	2コ拮抗	100.0% (17 / 17)
		等間隔	94.1% (16 / 17)

情報が増え回答負担が大きくなっていると思われる(図-9)。一方、選択方式においては一部で回答時間が減少していること(図-10)と、一致率より負担を低減するために非補償型の意味決定が行われたことがわかる。

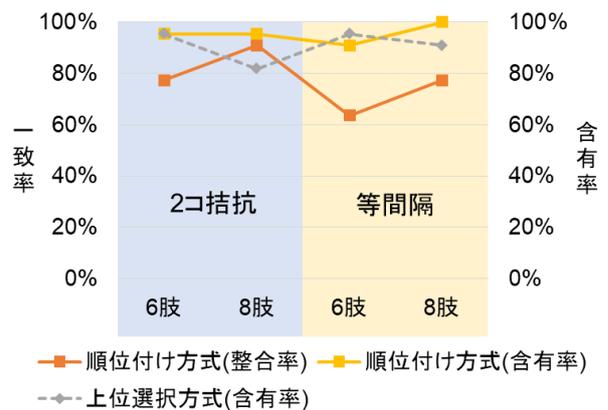
次に、仮説 2 を検討した結果 6 肢課題では差がなく、8 肢課題では非補償型の採用傾向にある選択方式の回答時



(a) 深さ必須



(b) 深さ任意



(c) 深さ無制限

図-7 回答結果の整合率と含有率

※整合率：選択方式の回答結果と順位付け方式で第 1 位に選ばれた代替案が一致する割合
 ※含有率：順位付け・上位選択方式で回答された深さ内に選択方式の回答結果が含まれる割合

間が最も短くなっており、仮説 2 は支持されなかった。この要因として、1 つに絞り込む必要がない上位選択方式では、代替案の望ましさを熟考したことにより回答時間に有意な差が出たものと考えられる (図-11)。

続いて、仮説 3 の検討では、サンプルの関係上、深さ必須形式における回答時間を比較する。ほぼ回答時間に差はないという結果になり、仮説 3 は支持されなかった (図-12)。この要因として、深さ必須では上位選択方式の形であっても、回答者としては代替案の詳細順位を考慮して意思決定を行っている可能性があるが、内包率の観点から、望ましさが下位の代替案の信用性について今後検討していく必要がある。

(4) パラメータ推定値

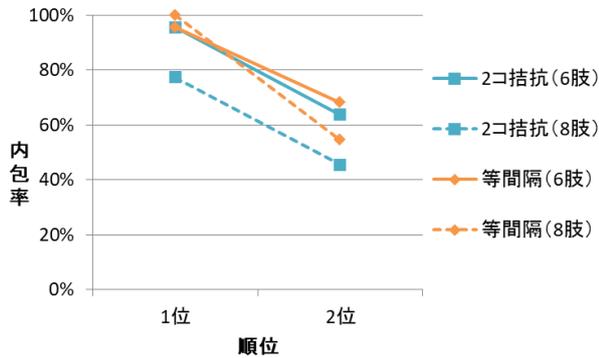
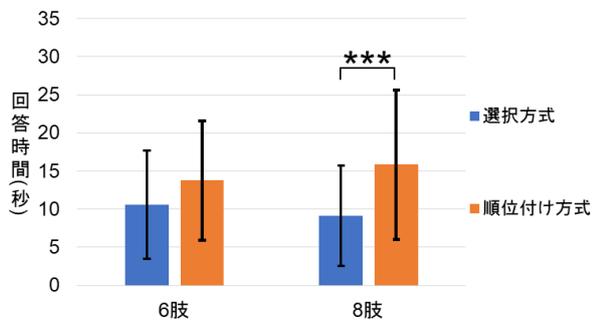
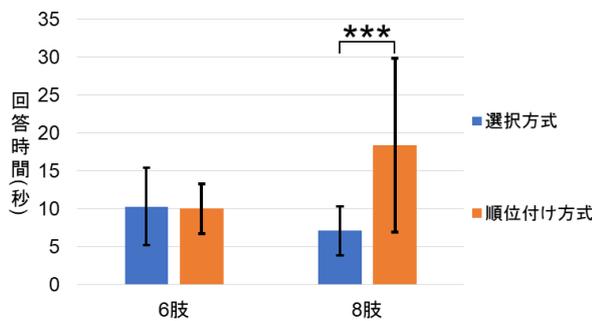


図-8 回答結果の内包率

※内包率：順位付け方式の回答結果が上位選択方式の回答結果に含まれる割合



(a) 2コ拮抗



(b) 等間隔

図-9 選択方式と順位付け方式の回答時間

選択方式、順位付け方式、上位選択方式の回答結果をそれぞれ対応した分析モデルにより推定した。パラメータの符号条件を確認すると、家賃の説明変数が有意に働く状況では、符号はマイナスとなり、直感と一致する結果となった。一方、2コ拮抗時の間取りのパラメータは負、築年数のパラメータは正の値をとり、いずれのモデルでも行動を誤って推定する可能性がある。この要因として、有効となるサンプル数が 22 と少なかったこと、2コ拮抗状況の設定に際して、説明変数間の相関が大きく多重共線性の影響が出たためだと考えられる (表-2~表-5)。また、実行データのデータのように、効用が優越するものを含むと論理的に説明可能な推定結果が得られないことを示唆していると思われる。また、8肢課題 (2コ拮抗) では、上位選択データから得られるパラメータは順位付け方式と比較して、大差ないと思われる。用いた説

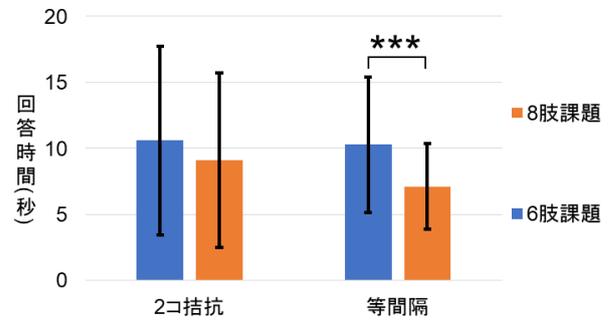
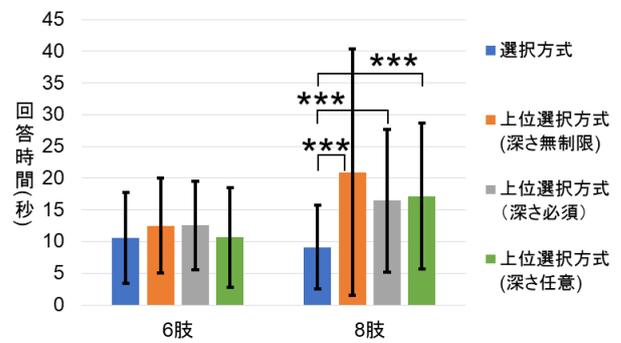
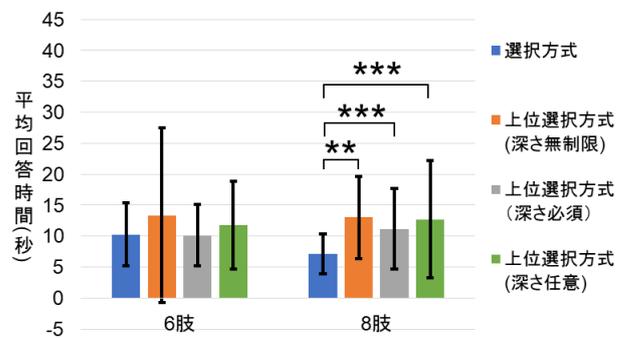


図-10 選択方式の回答時間と代替案数



(a) 2コ拮抗



(b) 等間隔

図-11 選択方式と上位選択方式の回答時間

※*** : 1%有意, ** : 5%有意, * : 10%有意

明変数が有意に働かないものが多かったことから、実験方法についてより検討していく必要がある。今回の分析では、深さ必須のデータのみの分析であり、深さ無制限・任意形式のように深さが分布するデータの分析方法について今後議論していく必要があると思われる。

7. まとめと今後の展望

本研究では、上位選択方式について、選択方式や順位付け方式と比較した場合の回答負荷や効用関数の推定精度を、実験データにより分析した。その結果、順位付け方式は選択方式よりも回答時間が増え回答負荷は大きくなるものの、最も望ましい代替案に関して信用度の高い情報を得られる。また、選択方式では非補償型の決定方略が用いられやすい反面、上位選択方式では非補償型の影響を受けにくいと思われる。さらに、順位付け方式と上位選択方式の回答負荷は大差ないことから、深さ必須形式では上位選択方式であっても、回答者は代替案の詳細順位を考慮して意思決定を行っていることが示唆され

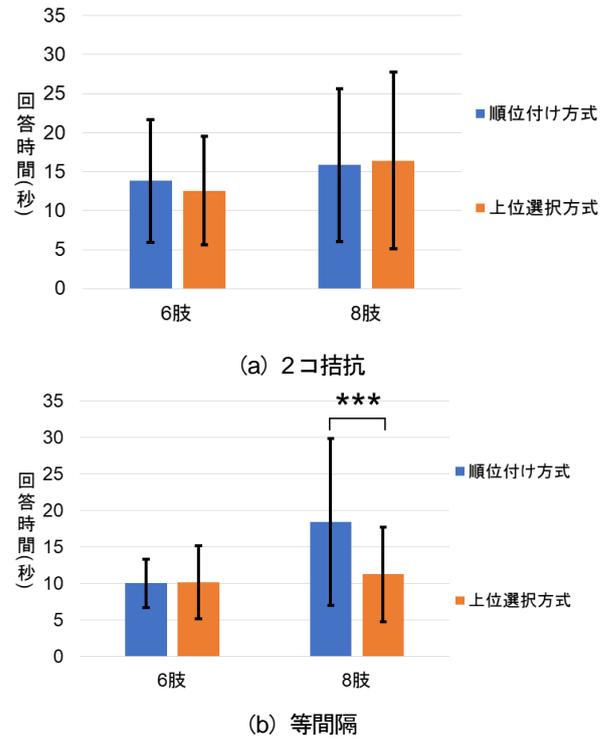


図-12 順位付け方式と上位選択方式の回答時間

※***: 1%有意, **: 5%有意, *: 10%有意

表-2 パラメータ推定値の比較 (2コ拮抗-6肢)

説明変数	選択方式	順位付け方式		上位選択方式
		深さ1	深さ2	
家賃 (万円)	-0.32 (-2.02)	-0.47 (-2.87)	-0.46 (-4.00)	-
間取り (畳)	-	-	-	-0.38 (-3.83)
築年数 (/10年)	0.38 (2.02)	-	-	0.52 (2.46)
浴室・トイレ別ダミー	-	-	-	-1.09 (-2.12)
N	22	22	22	22
ρ^2	0.135	0.114	0.112	0.154
$\bar{\rho}^2$	0.084	0.089	0.099	0.104

表-3 パラメータ推定値の比較 (2コ拮抗-8肢)

説明変数	選択方式	順位付け方式		上位選択方式
		深さ1	深さ2	
家賃 (万円)	-	-	-	-
間取り (畳)	-0.77 (-2.92)	-0.48 (-2.53)	-0.55 (-4.00)	-0.38 (-3.22)
築年数 (/10年)	0.30 (1.75)	0.31 (1.76)	0.63 (2.49)	0.44 (3.44)
浴室・トイレ別ダミー	-	-	-1.32 (-2.10)	-
N	22	22	22	22
ρ^2	0.202	0.126	0.137	0.159
$\bar{\rho}^2$	0.158	0.082	0.103	0.132

表-4 パラメータ推定値の比較 (等間隔-6肢)

説明変数	選択方式	順位付け方式		上位選択方式
		深さ1	深さ2	
家賃 (万円)	-2.24 (-2.07)	-0.32 (-2.02)	-1.83 (-2.57)	-
間取り (畳)	1.36 (1.80)	-	1.08 (2.17)	0.27 (1.85)
築年数 (/10年)	-2.20 (-1.89)	-	-1.53 (-2.22)	-
浴室・トイレ別ダミー	6.13 (2.12)	0.38 (2.02)	4.47 (2.60)	-
N	22	22	22	22
ρ^2	0.125	0.096	0.097	0.030
$\bar{\rho}^2$	0.023	0.045	0.043	0.014

表-5 パラメータ推定値の比較 (等間隔-8肢)

説明変数	選択方式	順位付け方式		上位選択方式
		深さ1	深さ2	
家賃 (万円)	-0.42 (-1.89)	-0.39 (-1.77)	-0.36 (-2.25)	-0.41 (-2.49)
間取り (畳)	-	-	-	-
築年数 (/10年)	-	-	-	-
浴室・トイレ別ダミー	1.24 (2.53)	1.01 (2.14)	0.86 (2.61)	0.56 (1.76)
N	22	22	22	22
ρ^2	0.094	0.069	0.053	0.052
$\bar{\rho}^2$	0.050	0.025	0.030	0.025

※()内はt値

た。ゆえに、深さ必須の場合、回答負荷という観点からは上位選択方式がやや望ましく、情報量の観点からは順位付け方式が望ましいと思われる。信用度の観点からは、一度に提示する代替案数が 8 を超えるような多肢選択課題を行う際には、選択方式よりも 2 以上の深さを必須とした順位付け方式により最も望ましい代替案をたずねる方が望ましいと推察される。

選択方式と上位選択方式との比較に関する既存研究¹⁷⁾¹⁸⁾では、選択時に重視する項目に関する意識調査について、項目ごとに当否を判断させる個別強制選択回答 (forced choice : FC) 方式を採用した場合と上位選択方式を適用する場合における、各項目の選択率や回答時間の比較により、FC 方式よりも上位選択方式の項目選択率、回答時間が有意に少なくなることが示され、その要因は回答負荷を低減することによるものだとされている。ゆえに、これらを含め一対比較法と順位付け方式・上位選択方式についての検討を行うべきだと思われる。

今後は、サンプル数を増やし、引き続き回答負荷の分析、及び深さが任意の場合での回答者が答える深さごとの回答負荷・パラメータ推定値の比較を行うことで、より効果的な SP 調査設計につなげることができると考える。また、深さ無制限。任意形式のデータを用いてモデル推定を行う場合には、どこまでの深さデータを用いるべきか検討する必要がある。

参考文献

- 1) 森川高行：ステイティッド・プリファレンス・データの交通需要予測モデルへの適用に関する整理と展望，土木学会論文集，No.413/IV-12，pp.9-18，1990.
- 2) A.A.J.Marley, J.J.Louviere: Some probabilistic models of best, worst, and best-worst choices, *Journal of Mathematical Psychology* 49, pp464-480, 2005.
- 3) 北村隆一，森川高行，佐々木邦明，藤井聡，山本俊行：交通行動の分析とモデリング—理論/モデル/調査/応用—，技報堂出版，2002.
- 4) 江田裕貴，倉内慎也：複数代替案の選択を考慮した離散選択モデルの開発とその基本特性に関する研究，土木計画学研究・講演集，Vol.54 (CD-ROM)，2016.
- 5) Ben-Akiva, M. and T. Morikawa: Analysis of the reliability of stated preference data in estimating mode choice models, In *Selected Proceedings of 5th WCTR, Yokohama*, pp263-277, 1989.
- 6) Wright, P.: Consumer choice strategies: Simplifying vs optimizing, *Journal of Marketing Research*, M01. 12, pp. 60-67, 1975
- 7) 竹村和久：決定方略が意思決定過程に及ぼす効果—消費者行動の場合—，*The Japanese Journal of Psychology*, Vol. 59, No. 2, p 83-90, 1988
- 8) 藤井聡：行動意図法 (BI 法) による交通需要予測の適用事例，土木計画学研究・論文集，2003
- 9) 森川高行，山田菊子：系列相関を持つ RP データと SP データを同時に用いた離散型選択モデルの推定法，土木学会論文集，No. 476/IV-21, pp.11-18, 1993.
- 10) Tversky, A. , Sattath, S. , & Slovic, P. : Contingent weighting in judgement and choice, *Psychological Review* vol 95, pp371-384, 1988
- 11) Jacoby, J., Speller, D. E.& Kohn, C. A. : Brand choice behavior as a function of information load, *Journal of Consumer Research*, Vol 1, pp33-42, 1974.
- 12) 松尾太加志：階層メニュー探索時における認知負荷の瞬目による検討，*認知心理学研究* 第 6 巻第 1 号，2008
- 13) 湯沢昭，須田熙，高田一尚，酒井潔：コンジョイント分析の適用性に関する実証的研究，土木計画学研究・講演集，No.8，1990.
- 14) 椎名乾平：逡巡・ためらい・意思不決定—EBA モデルの拡張—，*心理学評論*，Vol.37, No.3, pp.250-264，1994.
- 15) Montgomery, H.: Decision rules and the search for a dominance structure: Towards a process model of decision making. In P. Humphreys, O. Svenson & A. Vari (Eds.): *Analysing and aiding decision processes*, North Hol-land, pp.343-369, 1983.
- 16) 隅田和樹，倉内慎也：個人の嗜好に基づく行動予測における Web 閲覧ログの活用可能性の検討，卒業論文，2016.
- 17) 江利川滋，山田一成：Web 調査の回答形式の違いが結果に及ぼす影響：複数回答形式と個別強制選択形式の比較，*社会心理学研究*第 31 巻第 2 号, pp. 112-119, 2015
- 18) 三浦麻子，小林哲郎：オンライン調査における努力の最小限化 (Satisfice) 傾向の比較：IMC 違反率を指標として，*メディア・情報・コミュニケーション研究* 2016 年第 1 巻, pp. 27-42, 2016

(2018. 4. 27 受付)

ASSESSMENT OF MULTIPLE-CHOICE QUESTIONS IN COGNITIVE LOAD AND REPRODUCIBILITY OF PREFERENCE WITH EXPERIMENTAL DATA

Yuki EDA, Shinya KURAUCHI, Hirotoishi SHIRAYANAGI, Takashi SASAKI