

# 観測と顕示選好に関する一考察

原 祐輔<sup>1</sup>

<sup>1</sup>正会員 東北大学助教 未来科学技術共同研究センター (〒 980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3-09)  
E-mail: hara@plan.civil.tohoku.ac.jp

本研究は近年増加する交通行動データと、そのデータから明らかになる人々の選好の関係性について考察を行う。まず、交通行動分析の理論的裏付けである顕示選好理論を概観し、顕示選好理論が誤用されている場合を示す。次に、実行動データから正しく選好を把握できない例外として、行動の部分観測、選択肢集合の非観測、信念の非観測、情報の非観測のケースについて検討する。このような行動データのみでは明らかにできない選好を顕示させるためのアプローチとして、調査、選好の正直表明、選択肢提示、予測市場、発言、検索行動との関係性を示し、今後の観測理論について考察を行う。

**Key Words :** revealed preference, mechanism design, choice behavior, survey method, observation

## 1. はじめに

新たな観測手法やデータの存在、それに伴う新たな数理手法はウェットな生物学に対してドライな生物学(バイオインフォマティクス)が生まれたように、また、人文科学としての言語学に対して計算言語学が生まれたように、学問体系自体を大きく変更させることがある。都市や交通に関連する行動科学においてもこの大きなトレンドは変わらない。人々の行動・活動データは従来と比べて、安価・大量・リアルタイムに収集できる時代となっている。個人の日々の行動・活動ログを解析すれば、非常に正確な予測が可能になるという見通しがあり、交通における需要予測が取って代わられるのではないかという危惧もされている。

しかし、都市・交通分野における交通需要予測の目的は予測そのものではない。もし、厚生経済学における社会的厚生というものを定義できるのであれば、その社会的厚生を現状よりも高める(ための予測を行う)ことが需要予測の目的である。人々が何を望んでおり、それを達成するために社会に存在するプレイヤーが何を行えば良いか、また実現するためにはどのようなメカニズムが必要か。これらを議論する際には、過去や未来の行動をどれだけ正確に予測したとしても、それ以上の価値が生まれえない可能性がある。

そのためにも、観測されたデータの性質や人々の潜在的な選好との関係性について、より詳細に議論する段階にきている。観測手法・データの性質によって顕示される選好の程度は異なるため、当然ながら施策評価への利用可能性も変化するだろう。

まずは、実際に選択された行動(観測された行動)はどの程度その個人の選好を表しているのかについて議

論する。よく知られているように、選択肢集合に存在しない新たな選択肢に対する選好は観測行動からは得られない。これはどれだけ精緻な行動観測手法を用いても同じである。実際の行動を様々な制約条件下で効用最大化をした結果として捉えることは合理性があるが、制約条件が観測されないために間違った結果を得る状況が起こりうることを示し、我々が現在依って立つ観測と顕示選好の脆弱性について議論する。

次に、観測の理論と顕示選好理論の誤用を防ぎ、人々の選好を表明させる新しい観測理論について考察する。後述するように、得られた選択結果(観測行動)から顕示選好を識別する方法は従来も研究がなされてきた。しかし、本研究は得られた選択結果に加えて、またはそれ自身がより選好を顕示するような観測手段について議論したい。つまり、policy maker が意識して調査を行うことなく、選好を顕示させる方法論について後半では考察する。

## 2. 選好と顕示選好

### (1) RP データと顕示選好理論

交通計画・交通行動分析においては、伝統的に Stated Preference (SP) 調査に対比する形で、パーソントリップ (PT) 調査やプローブパーソン (PP) 調査のような交通行動調査データを Revealed Preference (RP) データと呼んできた。これらの調査データの重要な役割の一つは目的地選択・交通手段選択・経路選択モデル等の交通行動モデルを構築・推定することである。

これらの RP データと交通行動モデルの関係性について、北村・森川<sup>1)</sup>によると「(選好は) 直接観測は不可能であるが、顕示選好の弱公理 (WARP) に基づくと、市

場における選択を観測することで、その順序関係を規定できるとされている」(p.74)と記述されており、Train<sup>2)</sup>にはSPデータと比較する文脈において、RPデータは実行動を反映しているという大きなメリットがあるが、選択状況や選択肢属性は現在の選択肢又は過去に存在した選択肢に限られ、新たな状況に単純に利用することはできないと述べられている。しかし、実選択結果は潜在的な選好の証拠の一つであるとはいえ、「顕示選好」データと呼ぶには違和感がある。そこで、顕示選好理論を眺め直すことで、観測データと顕示選好の関係性を捉え直すことにしよう。

## (2) 序数的効用理論

序数的効用理論 (ordinal utility theory) の公理は実証経済学の中心的概念であり、効用は数値として表すことができないが順序付けは可能であるという立場である。一方で、効用の大きさを数値的に測定可能とする立場は基数的効用と呼ばれるが、より緩い仮定である序数的効用が経済学では主流である。

その背景にあるのは、選択肢間の相対比較である選好であり、選好のみ定義すれば経済学の理論は形成可能である。選好が以下の性質を満たしていれば、選好の代わりに連続効用関数として関数表現ができることが証明<sup>3)</sup>されている。

**定理 1** 選好が完備性・反射性・推移性・連続性かつ強い単調性であると仮定する。この時、選好を表す正の  $k$  個の実数からある 1 個の実数が決まるような連続効用関数  $u: \mathbf{R}_+^k \rightarrow \mathbf{R}$  が存在する。

## (3) 顕示選好理論

顕示選好理論は Samuelson<sup>4),5)</sup>によって最初に示され、Houthakker<sup>6)</sup>によって一般化され、Arrow<sup>7)</sup>, Richter<sup>8)</sup>, Sen<sup>9)</sup>によってまとめられた。ただし、消費者効用最大化と顕示選好理論を同一視するという間違っただけの研究も少なくない。そのため、顕示選好理論について簡単に整理する。

**定義 1 (選択構造)** 集合  $X$  の選択構造とは  $X$  の非空な部分集合の集合  $\mathcal{B}$  と  $\mathcal{B}$  から  $X$  の非空な部分集合の集合への写像  $C$  の組  $(\mathcal{B}, C)$  のことである。ただし、写像  $C$  は  $\mathcal{B}$  の任意の元  $B$  に対して  $C(B) \subseteq B$  を満たすとする。このとき  $C(B)$  は  $B$  が与えられたときに選択される選択肢の集合である。

**定義 2 (顕示選好)** 集合  $X$  上の選択構造を  $(\mathcal{B}, C)$  と表す。集合  $X$  上の選好関係  $R$  が次の条件を満たすとき、顕示的に少なくとも同程度に好ましい関係を表すという。任意の  $x \in X$  と任意の  $y \in X$  に対して、 $xRy$  で

あるとき、かつそのときに限り、ある集合  $B \in \mathcal{B}$  が存在して  $\{x, y\} \subseteq B$  と  $x \in C(B)$  を満たす。

これらの定義の下で、顕示選好の弱公理・強公理は以下のように示される。

**公理 1** 集合  $X$  上の選択構造を  $(\mathcal{B}, C)$  と表し、顕示的に少なくとも同程度に好ましい関係を  $R$  と表す。  $x_1, x_2 \in X$  に対して  $x_1Rx_2$  であるとき、  $\{x_1, x_2\} \subseteq B \in \mathcal{B}$  かつ  $x_2 \in C(B)$  なら  $x_1 \in C(B)$  である。選択構造を  $(\mathcal{B}, C)$  が上記の条件を満たすとき、顕示選好の弱公理 (weak axiom of revealed preference; WARP) を満たすという。

**公理 2** 自然数  $N \geq 2$  に対して、次の条件を考える。任意の  $n \leq N$  に対して  $x_n \in X$  であり、任意の  $n \leq N-1$  に対して  $x_nRx_{n+1}$  であるとき、  $\{x_1, x_N\} \subseteq B \in \mathcal{B}$  かつ  $x_N \in C(B)$  なら  $x_1 \in C(B)$  である。選択構造を  $(\mathcal{B}, C)$  が上記の条件を満たすとき、顕示選好の強公理 (strong axiom of revealed preference; SARP) を満たすという。

ある個人の選択が WARP を満たすとは、選択が一貫している、つまり、選択肢間の関係性が完備であり、推移的であり、個人の選択を示す「選好」関係  $R$  を個人に帰属させることを表している。そのため、顕示選好は選択結果や信念、観測される市場データから推論される選好に過ぎない。Hausman<sup>10)</sup>は多くの経済学者が選好をどのように定義すべきかよりも、選好に関するデータから選好を推論することに関心があり、その結果として「顕示選好」が異なる意味を示すことがあることを批判する。また、選好と選択の間には信念が存在しており、信念が異なるとき同じ選択結果であっても選好が異なるという点を Hausman は指摘<sup>10)</sup>している。

一つの例を挙げる。Kremer *et al.*<sup>11)</sup>はケニアの田舎において安全な水源で取水することと近くの水源で取水することにトレードオフがあるとして離散選択モデルを構築し、安全な水源に対する価値を顕示選好から推定した。しかし、Hausman は「もしケニアの人々が汚染された水が子供の下痢や死を引き起こすことを知らなければ、彼らがどれだけ下痢や死を避けようとしてもこの結論 (安全な水源に対する価値) を導くことができない」と指摘している。この場合も、観測されたデータよりそのようなトレードオフが存在するという信念が結果に大きな影響を与えている。

このように顕示選好理論自身にもいくつかの批判があり、またその誤用に対してもいくつかの批判がある。1 点目は選好と選択結果の間には信念があり、それによって実証的なモデルのフレームワークが変化しうることで、2 点目は選択した結果自体は「顕示選好」ではないことである。これらについては交通の文脈に合わせて 3. で再度議論する。

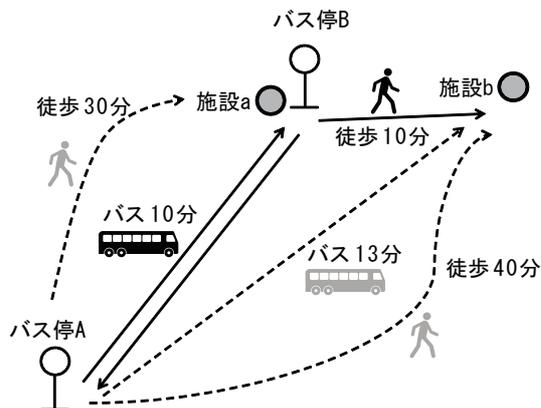


図-1 部分観測のケース

#### (4) 選好と社会的厚生

冒頭にも述べたとおり、交通計画・交通政策の文脈からは、社会的厚生における議論が重要である。しかし、選好（または効用）の個人間比較や集計に関しては議論（たとえば Arrow<sup>12)</sup>や Harsanyi<sup>13)</sup>）がある。本稿では扱う範囲を超えるが、総交通費用の最小化を交通に関する社会的余剰の最大化の近似的な目的関数として捉えずに、基礎的な議論が必要な分野であると考えている。

### 3. 観測から選好を把握できないケース

本章では、観測されたデータが必ずしも人々の選好を顕示していない場合を具体的に示す。これらは必ずしも観測された行動が効用最大化行動と一貫していないことを意味するわけではない。そうではなく、policy maker が現在観測された行動が現状の制約条件下で効用最大化行動を行った結果であると認識した上で、更に望ましい交通施策を行うための人々の選好を観測できない場合として示す。以下では、すべて観測者は policy maker であると考えている。

#### (1) 部分観測による情報の非対称性

まず、観測される行動が部分観測であるケース 1 を考えよう。例として、図-1 で示すようなバス路線を考える。このバス路線は簡単のため、バス停 A とバス停 B の間のみを片道所要時間 10 分で往復する路線とする。バス停 B の目の前に施設 a が、徒歩 10 分の位置に施設 b が存在する。このバス路線は非常に利用者が多く、この路線を運行するバス事業者にとってはドル箱路線となっている。事業者はバス停 A・B 間の乗客数を交通 IC カード等を用いて観測することができる。バス事業者はバス停 AB 間の人々の移動のみ観測可能であるため、人々の選好が

(バス停 AB 間をバス 10)  $\succ$  (バス停 AB 間を徒歩 30)

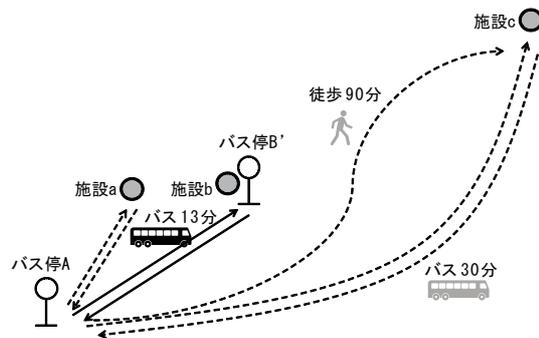


図-2 完全観測のケース (選択肢集合の非観測)

であることのみ観測できる。そのため、事業者はこのバス路線に対して、何らかの問題点を発見したり、よりパレート改善する路線計画について考えるきっかけは存在しない。

一方で、バス利用者の意思決定に目を向けよう。このバス利用者全員の目的は施設 b に向かうことであるとしよう。バス停 B から施設 b までは徒歩 10 分かかるとする。しかし、バス停 A から施設 b まで歩くと、徒歩 40 分かかる。このとき、利用者がバスを選択し、施設 b に向かっているという結果から、

(目的地 b, バス 10, 徒歩 10)  $\succ$  (目的地 a, バス 10)

(目的地 b, バス 10, 徒歩 10)  $\succ$  (目的地 b, 徒歩 40)

であることがわかる。そのため、新しくバス停 A から施設 b へ向かうバス路線を付け替えると選好の推移律から

(目的地 b, バス 13)  $\succ$  (目的地 b, バス 10, 徒歩 10)

であるため、バス路線はバス停 B の位置を施設 b 付近に変更した方がパレート改善である。しかし、バス事業者はこのような利用者の選好関係を観測できないため、バス路線の付け替えという施策を実行することはできない。

このように利用者の行動を出発地から目的地まで追跡せずに部分的に観測したデータでは、望ましい交通サービス設計を行うことが難しいことがわかる。これは観測者が分断された観測データの問題点を示している。

#### (2) 行動の完全観測と制約の非観測性

では、ケース 1 の問題に対応するために、PT 調査や PP 調査のような交通行動調査により、policy maker が人々の交通行動を出発地から到着地まで観測できるケース 2 を考えよう。これは先ほどと異なり、交通行動の完全観測であり、

(目的地 b, バス 13)  $\succ$  (目的地 b, バス 10, 徒歩 10)

という選好関係を把握できるため、policy maker はバス路線の付け替えによってパレート改善することが可

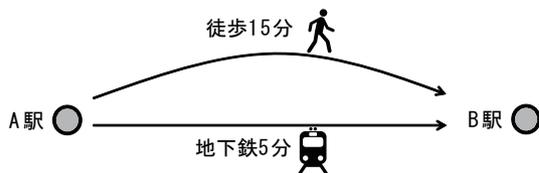


図-3 完全観測のケース (信念の非観測)

能である。では、完全観測を行うことで policy maker は常にパレート改善な施策を把握することができるのかというのが次の問いである。

図-2 で示すように、施設 c を新たに考えよう。施設 c の魅力度は施設 b よりも高いが、現在は施設 c への公共交通での移動手段がないため、バス利用者は施設 b を選択している。そのため、

(目的地 b, バス 13)  $\succ$  (目的地 c, 徒歩 90)

という選好関係を把握することができる。しかし、施設 c へのバス路線を実際に走行または調査しない限り、

(目的地 b, バス 13)  $\succ$  (目的地 c, バス 30)

なのか

(目的地 c, バス 30)  $\succ$  (目的地 b, バス 13)

を policy maker は把握することができない。もし施設 c のみであれば、実際に試験的にバス路線を走らせることができるかもしれないが、無数に存在する目的地に対して実際にバスを走らせることは難しく、行動の完全観測データのみから現存しない選択肢に対する選好関係を把握し、望ましいバス路線を設計することは不可能に近い。これは存在しない選択肢に対する選好を把握できないという問題である。

### (3) 行動の完全観測と信念の非観測性

ケース 3 も同様に交通行動が完全観測されたとしても、選好関係が把握できない場合を示す。図-3 に示す地下鉄だと 5 分、徒歩だと 15 分の所要時間がかかる地下鉄駅 AB 間の移動を考える。

二人の個人  $i, j$  を考えよう。個人  $i, j$  は共に徒歩を選択したことが観測された。そのため、この二人にとっては以下の選好関係があることが把握できる。

(徒歩 : 15 分)  $\succ$  (地下鉄 : 5 分)

しかし、個人  $i$  と個人  $j$  が徒歩を選択した理由がそれぞれ異なる可能性がある。個人  $i$  は自身の金銭的制約から徒歩を選択しており、個人  $j$  は健康の観点から消費カロリーのために徒歩を選択しているとする。このとき個人  $i$  にとっては

(無料の地下鉄 : 5 分)  $\succ$  (徒歩 : 15 分)

であるが、個人  $j$  にとっては

(徒歩 : 15 分, 50kcal)  $\succ$  (無料の地下鉄 : 5 分, 0kcal)

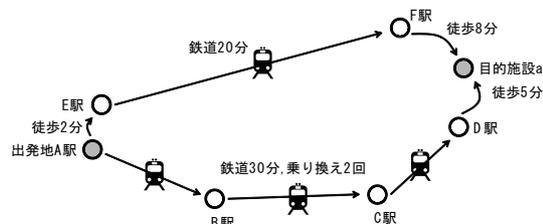


図-4 完全観測のケース (情報の非観測)

である。このように、同じ選択結果であったとしても個人の信念が異なる場合、施策によるインセンティブの影響に違いが発生する。一般に交通手段選択は交通手段の所要時間や費用に関する要素で意思決定がなされていると仮定される場合が多いが、ライフスタイルの変化により、より複雑に意思決定要因が関連していると考えられる。その際には、信念の仮定が顕示された選好に対する誤解を生むことも考えられる。

### (4) 行動の完全観測と情報の非観測

4 つ目のケースは、個人の情報の有無を観測できないケースである。A 駅から施設 a に向かう状況を考える。施設 a の最寄り駅は D 駅であり、A 駅から D 駅までは最低でも 3 つの鉄道路線を乗り継ぐ必要があるため、所要時間 30 分、乗り換え回数 2 回である。D 駅から施設 a までは徒歩 5 分である。しかし、A 駅付近の E 駅、施設 a から徒歩 8 分の位置にある F 駅の存在を知っていると、E 駅から F 駅までは所要時間 20 分、乗り換えなしで向かうことができる。

このとき、前者の経路を観測した policy maker は

(鉄道 30 分, 乗り換え 2 回, 徒歩 5 分)

$\succ$  (鉄道 20 分, 徒歩 10 分) (1)

という選好関係を推論することになる。しかし、個人が後者の経路を知らなかった(気付かなかった)だけなのか、本当に前者の経路を好んでいるのかは識別不可能である。

このようなケースは首都圏のように高密度に鉄道・地下鉄駅が存在する地域では往々に起こりうる状況である。このように観測された交通行動に対する個人の情報の有無という制約条件が観測されない場合、観測者が推論する選好関係と現実の選好関係の齟齬が発生する。

### (5) 代替選択肢の観測不可能性

これまでケース 1 から 4 までの 4 つのケースから観測行動のみでは選好関係を明らかにできない場合を示した。一つ目は単一事業者による部分的な行動観測は交通行動に対する選好を正しく明らかにできないことを表す。二つ目は完全観測であっても、現存しない選択肢に対する選好がわからず、パレート改善な施策に利

用できない場合を示した。三つ目は個人の信念によってインセンティブの影響が異なる問題を示した。四つ目は個人の情報の有無が観測できないことを示した。

これらの問題は抽象化すると代替選択肢の観測不可能性に帰着される。つまり、(2)は代替選択肢が観測できない場合、(3)は選択肢の要素が観測できない場合、(4)は個人の選択肢集合が観測できない場合である。顯示選好データは潜在的な選好を顯示しているという。しかし、どの選択肢と比較した選好関係を顯示しているのか明示的でないため、本来の意味における顯示選好を表すデータではなく、行動結果の観測データに過ぎない。個人の選好を捉えた離散選択モデルを構築し、社会的厚生を高めるためには、個人の選好を捉える方法について、観測手段を含め考え直す必要がある。

#### 4. 選好顯示のためのアプローチ

3. で示したように、人々の実際の交通行動を完全に観測したとしても、人々の選好関係が顯示されないケースが存在することを示した。そこで、本章では観測データを補完する選好顯示の方法について例示する。

##### (1) 調査

まず、最もわかりやすいアプローチは調査である。従来型のアンケート調査や統計的モデル化を念頭に置いたSP調査など、方法論は多岐にわたる。これらは直接的に調査回答者から選好を表明させる点が利点であるが、回答者が正直に答えるインセンティブが存在しない点、仮想的な状況下における選好表明となる点が回答結果の問題点である。一方で、policy makerにとっては、ケース1で示したように問題点を認識しない限り、調査を実施するきっかけが存在しない（逆に言えば問題点に気付いた時点で調査から得られる回答は想定範囲内となるという問題が存在する。

##### (2) 選好の正直表明

次に考えられるアプローチは人々に自身の選好を表明させることである。しかし、アンケートやSP調査との違いとして、表明された選好が正直な選好であるというインセンティブを有す必要がある。このようなインセンティブ両立性 (incentive compatibility) の観点からは赤松<sup>14)</sup>に提案されているボトルネック通行権のようなオークションというメカニズムは入札行動によって各個人が正しく選好を表明する。オークションへの入札は選好関係を評価値という実数値に写像するため、社会的厚生議論も行いやすいという利点がある。一方で、選好関係から評価値に写像するという行為の認知負荷は大きく、日常的に用いることは難しい。

##### (3) 選択肢提示

3つ目のアプローチとしてはあらかじめ、交通サービス提供者が詳細な選択肢を提示するという方法である。たとえば、航空券の料金のような価格差別の導入はサービスの利用者に対して、様々な価格とサービスレベルを提示することで、選好を顯示させている。たとえば松島<sup>15)</sup>、小林<sup>16)</sup>は予約システムによって利用者は購入失敗リスクの回避を行え、システム管理者は予約という顯示メカニズムを通じて、サービスに対してより大きな効用を持つ利用者に優先的にサービスを割り当てることができることを示している。原・羽藤<sup>17)</sup>は浮動型予約システムと呼ぶ、各利用者がサービス利用の確実性に対する選好を表明するシステムを提案している。

##### (4) 予測市場

予測市場と呼ばれる将来の予測を目的とした仮想市場の利用も各個人または集合的な選好表明に有用な可能性がある。福本・鈴木<sup>18)</sup>は予測市場の仕組みを将来予測にとどまらず、公共政策の意思決定に活用することを模索する研究についてレビューを行っている。また、Hanson<sup>19)</sup>は多様な主体の間に分散した情報を有効に集約できないために意思決定の効率性が損なわれる「情報集約の失敗」を提示し、情報集約の失敗に起因する非効率性を克服するために活用したガバナンスの仕組みを構想している。

##### (5) 発言

ソーシャルメディアによる発言データも人々の行動に関する選好を部分的に表明している。たとえば原<sup>20)</sup>は東日本大震災時の首都圏の人々の帰宅行動とその要因についてTwitterの発言のみから分析を行い、家族の安否確認の有無や自身の恐怖感の発露によって帰宅行動に違いが生まれたことを示している。

##### (6) 検索行動

我々が日常的に行っている検索行動も一つの表明行為として捉えられる。検索行動には意図があるため、交通行動に関する検索クエリは今後の行動に対する選好が部分的に表明されている。検索クエリからその検索目的を明らかにするタスク同定の研究が情報科学やデータマイニングの分野では存在する。たとえば最近の研究ではHua *et al.*<sup>21)</sup>やWhite *et al.*<sup>22)</sup>がわかりやすい。

交通分野は伝統的にカーナビゲーションや乗換案内サービスによって最適経路を検索・提案するサービスが充実している。Google maps等のローカル検索サービスの登場以降、地域内の施設検索が可能となり、検索意図は更に表明されやすい。特にGPS等によ

る現在位置を用いたローカル検索サービスは次に行う行動意図を表すと同時に選択肢集合の部分集合を表しており、実観測行動と合わせることで、人々の選好関係を把握できる可能性がある。

検索エンジンとその利用者の関係性は興味深い。利用者はクエリを検索エンジンに入力することで、検索結果を得る。検索エンジンはスパムを含む大量のデータベース内から検索クエリをもとに利用者が得たい結果を提示する。これらには厳密ではないが、strategy-proofness (戦略的選好表明の抑止) があると考えられる。利用者が検索結果から得る効用は検索結果の精度の高さの単調増加関数と仮定する。検索エンジンの精度の高さは利用者から入力された検索クエリの情報量の単調増加関数と仮定する。このとき、利用者は自身の効用を最大化するために情報量の多い検索クエリを検索エンジンに入力することとなる。そのため、利用者には正直に自身の意図を表明するインセンティブが存在する。

## 5. おわりに

本稿では、観測された行動を顕示選好として捉え、それを元に交通政策やサービス設計を行うことの困難性を示した。これらの例に以前から指摘されている点やアノマリーに過ぎないのかもしれない。しかし、これらのアノマリーから、新しい観測・選好表明手法を生み出し、実行動観測との補完による新たな選好顕示アプローチを提案したいと考えている。これらをどのように組み合わせ、効果的に選好を顕示させるかについてはまだ知見が足りないため、今後の課題としたい。

### 謝辞:

本研究は JSPS 科研費 若手 B(課題番号: 25820236, 課題名: 交通需要誘出を内生化するメカニズムデザインの理論的・実験的アプローチ) の助成を受けたものです。

### 参考文献

- 1) 北村隆一, 森川高行: 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.
- 2) Train, K. E.: *Discrete Choice Methods with Simulation*, Cambridge, Cambridge University Press, 2003.
- 3) Debreu, G.: *Theory of Value: An Axiomatic Analysis of Economic Equilibrium*, New York, John Wiley & Sons, 1959.

- 4) Samuelson, P.: A Note on the Pure Theory of Consumers' Behaviour, *Economica*, Vol.5, pp.61-71, 1938.
- 5) Samuelson, P.: *The Foundations of Economic Analysis*, Cambridge, Harvard University Press, 1947.
- 6) Houthakker, H.: Revealed Preference and the Utility Function, *Economica*, Vol.17, pp.159-174, 1950.
- 7) Arrow, K.: Rational Choice Functions and Ordering, *Economica*, Vol.26, pp.121-127, 1959.
- 8) Richter, M.: Revealed Preference Theory, *Econometrica*, Vol.34, pp.635-645, 1966.
- 9) Sen, A.: Behaviour and the Concept of Preference, *Economica*, Vol.40, pp.241-259, 1971.
- 10) Hausman, D., *Preference, Value, Choice, and Welfare*, Cambridge, Cambridge University Press, 2011.
- 11) Kremer M., Miguel, E., Leino, J., Zwane, A. P.: Spring Cleaning: Rural Water Impacts, Valuation, and Property Rights Institution, *Quarterly Journal of Economics*, Vol.126, pp.145-205, 2011.
- 12) Arrow, K.: A difficulty in the concept of social welfare, *Journal of Political Economy*, Vol.58, pp.328-346, 1950.
- 13) Harsanyi, J. C.: Cardinal Utility in Welfare Economics and in the Theory of Risk-Taking, *Journal of Political Economy*, Vol.61, pp.434-435, 1953.
- 14) 赤松隆:一般ネットワークにおけるボトルネック通行権取引制度, 土木学会論文集 D, Vol.63, No.3, pp.287-301, 2007.
- 15) 松島格也, 小林潔司, 小路剛志:不確実性下における家計のサービス予約行動, 土木計画学研究・論文集, No.17, pp.655-666, 2000.
- 16) 小林潔司, 松島格也, 菱田憲輔:予約システムの経済便益評価, 土木学会論文集 D, Vol.64, No.2, pp.299-318, 2008.
- 17) 原祐輔, 羽藤英二:共同利用型交通サービスにおけるネットワーク上での予約システムの提案, 土木学会論文集 D3, Vol.67, No.5, pp.509-519, 2011.
- 18) 福本潤也, 鈴木純:予測市場の情報集約メカニズムの特性, 土木計画学研究・講演集, No.37, CR-ROM, 2008.
- 19) Hanson, R.: Shall We Vote on Values, But Bet on Beliefs?, *Journal of Political Philosophy*, Vol.21, Issue 2, pp.151-178, 2013.
- 20) 原祐輔:Twitterを用いた東日本大震災時の首都圏の帰宅意思決定分析, 自然言語処理, Vol.20, No.3, pp.315-334, 2013.
- 21) Hua, W., Song, Y., Wang, H., Zhou, Z.: Identifying Users' Topical Tasks in Web Search, *Proceedings of 6th ACM International Conference on Web Search and Data Mining*, pp.93-102, 2013.
- 22) White, R. W., Chu, W., Hassan, A., He, X., Song, Y., Wang, H.:Enhancing Personalized Search by Mining and Modeling Task Behavior, *Proceedings of the IW3C2 WWW 2013 Conference*, pp.1411-1420, 2013.

(2013. 8. 2 受付)

## A STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN OBSERVATIONS AND REVEALED PREFERENCE

Yusuke HARA