

合理的選択パラダイムと心・認識

小林 憲正

本稿では、経済学を中心としたサーベイに基づき、意思決定主体の心・認識や選択行動と合理的選択の対応付けにまつわる科学論を展開する。

キーワード：意思決定分析，ゲーム理論，合理的選択，期待効用理論，顕示選好，限定合理性，戦略的非合理性

1. はじめに

選択肢集合を A ，なんらかの手続きに従って定義されたそれぞれの選択肢の評価関数を $u: A \rightarrow \mathbb{R}$ とする。この評価関数が最大となる選択肢を選択する選択行動を合理的選択 rational choice という。合理的選択は、OR 機関誌の読者の皆さんに馴染みの深い最適化モデルがあまねく共有する数理構造であるのみならず、経済学・ゲーム理論でもその中核をなす。本稿では、特に、意思決定主体の心や認識という側面にフォーカスし、合理的選択にまつわる科学論を展開する。

まずは、本稿のメインテーマである心や認識の問題に取り組む前に、合理的選択にまつわる科学の鳥瞰図を提示しよう。物理学や OR などの数理科学は、大別すると、数理構造の構築・現実世界との対応付けの側面（例-実験物理）と、与えられた数理構造自体の数学的・シミュレーション的研究（例-数理物理）の二つの側面を持つ。

多くの読者の皆さんに馴染み深いのは後者であろう。最適化理論など OR の多くの分野では組 (A, u) を明確な数理構造として所与とする。問題が大規模であったり、線形計画法のように A に関係する複数の制約が複雑に入り組んだりすることから、最適解を求めるのがしばしば困難となる。こうした困難さ（おもしろさ）は数学的・論理的なものであり、これが、OR がしばしば応用数学と分類されるゆえんである。

次に、もう一つの科学的様相、すなわち数理構造の構築・現実世界との対応付けの側面を見てみよう。スケジューリングや在庫管理など、物的対象にまつわる経営問題では、一般にモデル言語と現実の対応付けが

比較的異論なく定まるといえる。こうした問題における研究者の腕の見せ所は、興味深い経営問題のクラスの発見である。

これに対して、本稿のメインテーマである人の心や認識が本質的に絡むような問題だと、数理モデルと現実の対応付け自体がそもそも質的に難しい。そこで、この対応付けの方法論を確立すること自体が重要な研究テーマとなる。例えば、OR では意思決定主体の主観的評価に関して、効用理論・意思決定分析、階層分析法 AHP や包絡分析法 DEA など複数の理論・手法が存在する。厄介なことに、これら複数の手法は異なる数理的前提に依拠しており、相互に批判しあっている状況がある [19][8][4][35]。

本稿では、こうした状況を否定的に捉えることなく、応用数学の数学的面白さに対比して、認識論的な面白さに満ちた研究の機会であると考え。以下、本稿では、数理経済学の基礎論とその後の発展を検討することにより、意思決定主体の心・認識や選択行動と合理的選択の対応付けにまつわる科学論を展開する。2 節では、「よさ」の直感の本質を数理構造として表現することを目指す規範論を考察する。3 節では、規範的に得られた数理構造が現実の意思決定主体の選択行動の説明においても本質部分をなすとする実証論を、特に行動科学的アプローチにフォーカスして検討する。最後に、今日における合理的選択パラダイムのエキサイティングな展望を概観しまとめとする。

2. 規範論としての効用理論

合理的選択は「よさ」の心的感覚を定式化すること（これを規範論 normative theory と呼ぶ）によって構築された数理構造である。本節では、規範論の研究手法として公理化 axiomatization を導入し、その性質を議論する。特に、公理化の目的が、素朴な直感の定

式化に加えて、できる限り単純な数理構造上へ直感を写像することでもあることを実感していただくことをメインテーマとする。本節の内容に興味を持たれた方はぜひ文献[16]の Chapter 1 を参照されたい。

まず、前節にならない、規範論に関する科学論的鳥瞰図を提示し、その中に公理化を位置づけよう。前節前半の評価値が自然に定まる状況においては、対応する数理構造の語彙の中に、異論なく「最大（もしくは、最小、最適）」が定義されている。そこで、性能の良いアルゴリズムやヒューリスティクスを探すのが困難であっても、性能評価それ自体に論争が生じることは想定しにくい。これに対して、本節の課題である「お金で買えない価値」のように評価値を定めるのが必ずしも容易でない意思決定問題における規範論はどのように展開すればよいだろうか？

自然科学に馴染みの深い人であれば、最も素朴な方法として思い浮かぶのが、「現実の優秀な意思決定主体による選択行動の観察」であろう。この立場の極端なバージョンとして観察のみから科学的知見の全てを得ようとする立場は帰納主義 inductivism として知られ、認識論や科学哲学においてこれが不可能であることが論じられている[6][36]。ここでは、この不可能性の議論の詳細は省略し、特に意思決定研究においては、多様な分野における優秀な人の意思決定から普遍的な洞察を得、そのやり方の良い部分のみを抽出するためには、理論的な視座が観察に必要であるということと言及するにとどめておく[7]。

経済学・意思決定分析において意思決定主体の選択行動の理論的基礎をなす意思決定理論 decision theory (選択理論 choice theory) では、これまでに圧倒的な主流を占める立場は帰納主義の対極を行く古代ギリシャ以来の伝統である第一哲学 first philosophy[39]である。この立場は、現実の意思決定主体がどのように意思決定を行っているのかと全く独立に、研究者の理論的思索によって「よい」意思決定の議論を行うことができるとするものである¹。

そして、理論的議論の最高峰といえるのが、これまた古代ギリシャのユークリッドの原論以来の伝統である公理化である。多くの読者の皆さんにとって公理化という言葉は数学理論を構築することと同義であると感ぜられるかもしれない。しかし、文献[16]によれば、

¹ ガリレオ以前は、自然に関する研究でさえ、アリストテレスの自然学にみられるように、第一哲学的方法が主体であったといえるだろう。

文献に多く登場する公理化は、異なる数理構造の対応付けの役割が本質的である²。例えば、同一数理構造の範囲内に限定すれば、小学生がペアノの公理系を知らずに自然数の演算を行うことができたり、高校生や工学系の大学生が線形代数の公理を知らずにベクトルや行列の演算を行うことができたりする。しかし、線形代数を公理系によって特徴付けることにより、この公理を満たす数理構造であれば、一般にベクトルや行列の性質が適用可能であることがわかる。

合理的選択の数理的基礎をなす効用理論においては、公理化は一対比較を二項関係により形式化した選好と実数値評価という二つの数理構造の間の橋渡しをする。この橋渡しは、1) 数値評価の直感的基礎付け (実数値評価→選好)、2) 尺度の構築³ (選好→実数値評価) という双方向の役割がある。効用理論においては、1) が古く、von Neumann Morgenstern[43] (以下 vNM と表記する) の期待効用理論が2) を初めて本格的に議論することにより、効用という用語の使い方を一変させた[10]。

まず、一つ目の公理化の役割の実例として、序数効用 ordinal utility 理論を見てみよう。合理的選択理論では、意思決定主体の選好 \succeq ($a \succeq b$ を「選択肢 a を b 以上に好む」と読む) が以下の弱順序 weak order によって特徴付けられるとき、合理的であるとする。Definition 1 (弱順序 Weak Order). 二項関係 $\succeq \subset A^2$ が弱順序である $\Leftrightarrow \succeq$ が以下を満たす：
推移 transitive if $\forall a, b, c \in A [(a \succeq b \wedge b \succeq c) \Rightarrow a \succeq c]$
完備 complete if $\forall a, b \in A [a \succeq b \vee b \succeq a]$

選択肢集合が有限の場合を含め、非常に一般的な選択肢集合 A のクラスで、弱順序の公理を満たす合理的な選好が、以下のように数値評価可能であることを証明できる。

Theorem 2 (表現定理 Representation Theorem). 選択肢集合 A 上の合理的選好 \succeq に対して、序数効用関数 $u : A \rightarrow \mathfrak{R}$ が存在して、以下を満たす。

$$\forall x, y \in A [x \succeq y \Leftrightarrow u(x) \geq u(y)]$$

しかも、この関数 u は単調変換を除き一意に定まる。

表現定理によって、例えばアンケートなどによって得られる評価値がどの程度の意味を持つのかの一つの特徴づけが与えられたといえる。序数効用理論が公理

² カテゴリ論における射 morphism や代数における準同型 homomorphism と関連が深い。

³ 測定や尺度にまつわる一般論を展開する分野としては、測定理論 measurement theory がある[32]。

系として自然であるとみなされるためには、推移性と完備性の二つの公理を自然であると感じられることが必要である。しかし、実際には、完備性の公理は現実の意思決定では必ずしも必要とはいえないだろう。なぜなら、もし意思決定の目的が最善の選択枝を選ぶことであれば、最善の選択枝とそれ以外の選択枝の一对比較について問われれば答えられるのが望ましいだろうが、ダメな選択枝同士を比較することには意味が無いからである。経営意思決定においても、囲碁のようなゲームにおいても、詳細な評価を下す前に、ダメな選択枝を考慮から外すことが、効果的な意思決定の鍵となる。

次に、公理化の二つ目の役割の実例として、vNM 期待効用 expected utility を見てみよう。本節冒頭で述べたように、この公理化の二つ目の役割は直感のみによって基礎付けることは不可能である。vNM 期待効用はそれ以前の序数効用や基数効用に比べてこの点があまりに革命的であったため、vNM[43]は物理学における物理量の構築を引き合いにして、新たな公理系の正当化を行っている。最も分かりやすいのは温度であろう。最も素朴には熱力学の第ゼロ法則に従って熱が熱い物体から冷たい物体に移動することを利用して、「より熱い（冷たい）」という順序尺度が得られる。エネルギー保存則（熱力学の第一法則）が得られると、熱エネルギーを定量的に特徴付けるのに、セ氏や華氏温度のような間隔尺度としての温度が本質的となる。さらに物理学が発達して、ミクロの統計力学が発達すると、比率尺度としての絶対温度が必要になってくる。以上よりわかることは、尺度としての温度の定義は 1) 人間の熱さ・冷たさの定量的感覚とは無関係であり、2) 理論としての熱力学と不可分だということである。今日、時間、質量など、さまざまな物理量は、温度と全く同様に、物理学と整合的になるよう尺度として定義され、測定される⁴。

さて、vNM 期待効用は、温度と全く同様に、a) 好みの「定量的強さ」とはまったく無関係であり、b) 数理構造としての期待効用（すなわち、確率による重み付き線形関数の関数型）と不可分である。以下、実際にこれを確認していく。数理的な詳細については

⁴ 物理量の尺度の定義が物理学のみに関連付けられている現状に対して、本川[44]は物理学的時間だけでなく、「生物学的時間」を考慮することが有効なのではないかと論じている。生物学的時間が今後どの程度のインパクトを持つかは、これに関連付けられる洞察の豊かさによって決まってくるだろう。

文献[23]などを参照されたい。なお、本節の内容に興味を持っていただけたら、ぜひ vNM[43] 1.3 節 The Notion of Utility, もしくは Fishburn[10]による vNM の解説をご覧いただきたい。

vNM の関心は、くじの評価値を期待効用で表現することであった。そこで、まずは、くじの空間を定式化する。

Definition 3 (有限くじ Finite Lottery). 有限の結果 consequence の集合上 C で定義されるくじの空間は、

$$P = \Delta(C) \\ = \{p : C \rightarrow \mathfrak{R} \mid (\forall c \in C) p(c) \geq 0 \wedge \sum_{c \in C} p(c) = 1\}$$

すなわち、 C 上の確率分布の集合である。

このくじの空間上で示したい定理は次のとおりである。

Theorem 4 (期待効用定理 Expected Utility Theorem). 有限くじの空間 $P = \Delta(C)$ 上の二項関係 \succeq が vNM 効用の公理を満たす

$$\Leftrightarrow \text{ある関数 } u : C \rightarrow \mathfrak{R} \text{ が存在して, } \forall p, q \in P \\ p \succ q \Leftrightarrow \sum_{c \in C} p(c)u(c) > \sum_{c \in C} q(c)u(c)$$

しかも、この関数 u は、正のアフィン変換を除いて一意である。

このように、公理に先立ち、証明したい定理が存在する際の公理系の構築を公理化と呼ぶ。

期待効用定理を定理として含む公理系の公理のとり方には自由度が存在するが、実際に vNM が採用した公理は以下のとおりである。

Definition 5 (vNM 効用の公理 Axioms). 有限くじ空間 P 上の選好 \succeq について、以下の三つの公理を仮定する：

合理性 Rationality

独立性 Independence $\forall p, q, r \in P, \forall \mu \in (0, 1)$

$$p \succ q \Rightarrow \mu p + (1 - \mu)r \succ \mu q + (1 - \mu)r$$

連続性 Continuity $\forall p, q, r \in P, \exists \alpha, \beta \in (0, 1)$

$$p \succ q \succ r \Rightarrow \alpha p + (1 - \alpha)r \succ q \succ \beta p + (1 - \beta)r$$

公理自体が直感的に自然に感じられるかどうかについても、特に独立性公理について異論が唱えられたりもする。しかし、本節では特に期待効用定理自体の内容に注目したい。

まず、vNM 期待効用の性質 a) を確認しよう。期待効用定理により、vNM 期待効用は間隔尺度であることがわかり、このことから vNM 効用はしばしば基数効用 cardinal utility と呼ばれる。しかし、温度が熱さ・冷たさの定量的感覚と無関係であることと同様、

基数効用の値と好みの定量的強さとは無関係である。むしろ、vNMを精読しても良く分かることであるが、vNMの第一の目標はくじ空間上を序数効用的にカバーすることである。実例として金銭の効用を考えよう。通常の消費者選択理論（需要の理論）に従って金銭を財の一種と考えれば、序数効用の範囲でその限界効用の通減を議論することができる。他方、vNM期待効用の導出 elicitation の手続きに従って得られるリスク回避的な金銭の効用関数も限界効用が通減する。両者は混同されることもあるだろうが、理論的には両者は全く無関係である。実際、文献[9]は前者に対応する概念として直接の口頭報告による価値関数 value function を定義し、実験を行うことにより、被験者の評価が価値関数と効用関数でずれることを示した。vNM効用は確かにくじ空間上の意思決定では理論的に最も優れた尺度かもしれない。しかし、例えば、二人の間の平等分配のように複数人の効用を比較する場合などは、価値関数の方が優れている可能性がある。

というわけで、vNM期待効用の数値の意義は、性質b)によってのみ特徴付けられることとなる。ここで再び期待効用定理の中身を眺めていただくと、ある関数 u が存在してとある。つまり、くじの評価の関数型を期待効用に絞ると、間隔尺度としての一意性を導出できるが、それ以外の関数型による評価を全否定しているわけでは全くない。少なくとも、金融工学でポートフォリオの評価に用いられる平均分散アプローチは確実同値額を理論的基礎におく。ところが、この数値表現では、確実くじの金銭の効用は、リスク回避的な主体であっても金銭の額そのものとなる。これは、リスク回避的な主体の金銭のvNM効用関数が上に凸であることと矛盾する。vNM効用においては混合くじの評価値が線形関数であらわされるが、平均分散モデルでは、逆にこちらの評価を押し下げることによって調整するのである。今日では、期待効用と平均分散モデルの両者とも評価手法として生き残っているが、前者はゲーム理論における混合戦略などの適用、後者は金融工学の発達と不可分なのである。

3. 実証論と顕示選好

極めて複雑な人間社会の説明の理論的道具として合理的選択が最も有力であるとするのが、スタンダードな経済学の実証論 positive theory 的立場[11]である。

まずは、本節のメインテーマである行動的アプローチを論じる前に、皆さんに実証論的な合理的選択パラ

ダイム⁵の思考法を実感していただくため、ORにおける適用事例としてスーパーマーケットにおけるレジの待ち行列について考えてみよう。通常の待ち行列理論では、到着がランダムであり、それがポアソン分布で表現されることを標準的な前提とする。実証論的合理的選択パラダイムでは、この前提も副次的な前提（保護帯 protect belt）として修正可能である。逆に、行列に並ぶ・並ばないということも合理的選択の結果として説明することが、パラダイムとしてもっとも優先すべき基本的な前提（硬い核 hard core）となる。実際、買い物客が、ランダム到着や混雑度などの必要なパラメータおよび待ち行列理論の分析結果を体感していたらどうなるだろうか？ 平均待ち時間より行列が長いと感じられるときには、不要な待ち時間を減らすため、常備品を探すのにあててみるなどの意思決定をするかもしれない。実際、筆者自身はそうした工夫をしばしば行う。こうした工夫を全ての買い物客が行うとすると、買い物客の行動はランダム到着から大きくずれることとなる。さらにももちろん、レジの行列にまつわる意思決定主体は買い物客に限定されない。スーパーマーケットの従業員も、行列の長さに応じて柔軟にレジ打ちと商品補充の役割を入れ替えることが考えられ、実際に多くのスーパーマーケットでこの方式が採用されている。このように、合理的選択パラダイム思考を駆使することで、数理モデルにまつわる前提に関して柔軟に考えることができるようになる。

今日では、上記のように合理的選択パラダイムを考慮したORに急速な発展がみられる。モデルの代表的な事例としては、渋滞ゲームが挙げられよう（文献[33]など）。また、インターネット・ネットワークを研究テーマとしたORやコンピュータ・サイエンスと経済学の複合領域の研究発表の場である Workshop on Internet & Network Economics (WINE) は今年ですでに7度目の開催となる (<http://web.spms.ntu.edu.sg/~winell/>)。

ここで、本節のメインテーマである合理的選択の実証科学論に話題を移す。直接観察可能なファクターのみを説明因子とする現象論を除くと、一般に科学理論の実証はスタンダードな論理学の範囲に収まらないアブダクション abduction 的な思考法を必要とする。例

⁵ 本稿でのパラダイムという用語の使用法は、反証主義を唱えた Popper[28]の弟子である Lakatos[25]により Kuhn[24]のパラダイム論を洗練させたりサーチ・プログラムに依拠する。

えば、物理学においては、原子を直接観察することはできない。では、どのように原子仮説を実証するかといえば、その仮説などから導かれる定理を多数実験・観察により検証することによって、間接的に実証していくのである。最も古くは、皆さんも記憶にあるだろうドルトンの法則やアヴォガドロの法則をこうした思考法の実例としてあげることができる。

このような実証科学の間接的思考法は、経済学と心理学で奇しくも同じ1953年に異なる文脈で提唱されている。経済学においては、M. Friedman[12]が経済学がコントロールされた実験という手法になじまない現実の社会科学であることから、「あたかも as if」合理的選択に従って選択行動をしているように予測結果を解釈できれば十分であると論じた。心理学においては、Skinner[41]が、人は自分の心をよく知らないことから、刺激と行動のみをデータとして心を紐解く行動主義 behaviorism を提唱する。こうした歴史的背景で、行動主義的に選択行動より意思決定主体の選好を探ることを目的として登場したのが顕示選好理論 revealed preference theory である。本節では、顕示選好の考え方について批判的に検討を行う。

まず、顕示選好理論の内容をごく簡単に紹介しよう。詳しい数値的内容に関心をもつ読者は文献[31][18][38][23][26]などを参照されたい。

はじめに選択行動のデータの定式化を行う。

Definition 6 (選択構造 Choice Structure). 選択構造は、 (\mathcal{B}, C) で与えられる：

- ・ \mathcal{B} 選択肢集合 A 上の非空部分集合 (= 予算集合 budget set) の族
- ・ $C: \mathcal{B} \rightarrow \mathcal{P}(A)$ 選択関数 choice correspondence $\forall B \in \mathcal{B}: C(B) \subset B$

予算集合 B 上でもっとも好まれる選択肢の集合を $C^*(B, \succeq) = \{x \in B \mid \forall y \in B: x \succeq y\}$ と書く。

Proposition 7 (誘導). 合理的選好 \succeq は選択構造 $(\mathcal{B}, C^*(\cdot, \succeq))$ を導く。

Definition 8 (顕示選好). $x \succeq^* y$ (= 「 x を y 以上に好むことが示された」)

$$\Leftrightarrow \exists B \in \mathcal{B}: x, y \in B \wedge x \in C(B)$$

合理的選好より導かれる選択構造が満たす性質として最もよく知られた性質は、

Definition 9 (顕示選好の弱公理 Weak Axiom of Revealed Preference (WARP)). 選択構造 (\mathcal{B}, C) が WARP を満たす $\Leftrightarrow \forall A, B \in \mathcal{B}, \forall x, y \in A$ かつ $\forall x,$

$y \in B$

$$x \in C(A) \wedge y \in C(B) \Rightarrow x \in C(B)$$

選択構造が WARP を満たすかどうかをまずチェックすることにより、観察された選択行動が合理的選択によるものであるかどうかを確かめることができる。さらに、観察された選択構造が WARP を満たすならば、それを表現する合理的選好が唯一に定まる。

Definition 10 (合理化 Rationalization). 選択構造 (\mathcal{B}, C) を所与とする。合理的選好 \succeq が $(\mathcal{B}, C(\cdot))$ を導くとき、この選択構造は \succeq によって合理化されるという。Theorem 11 (一意性). WARP を満たす選択構造を合理化する選好関係は唯一存在する。

この一意性より、選択構造から得られる顕示選好と実際の意思決定主体の心のあり方を同一視する見方が、今日にいたりいまだ経済学において支配的となる[14][15]。さらに極端に Friedman の立場を推し進め、効用最大化は心的実在ではなくて、選択行動を秩序よく説明するための道具的な概念であるとする見方さえ登場する。

しかし、顕示選好アプローチには少なくとも二つの問題点があることが明らかになっている。一つ目は、多くの応用問題において選択肢集合の定義自体に価値観が本質的に絡むと考えられること、二つ目は、厚生経済学的分析では、経済学的予測が「真の」選好に関係付けられなければ意味がないことである。

一つ目の問題点を指摘したのが、社会選択理論などの業績によりノーベル経済学賞を受賞している Sen である[37]。その興味深い議論を体感していただくために、立食パーティーにおける寿司の選択というマニアックなケースを見てみよう。寿司の大皿にはトロとかつぱ巻きの種類のみ残っているとす。以下の選択行動を合理化する顕示選好を求めていただきたい。

Example 12. i さんは、ときにはトロを選択し、ときにはかつぱ巻きを選択する。

Example 13. i さんは、トロが二貫以上残っている場合はトロを選び、トロが一貫しか残っていない場合はかつぱ巻きを選ぶ。

実は、上記2つの選択行動は、同一人物 i さんの行動の表現を変えたものである。 i さんは上司と一緒に立食パーティーに参加している。彼が選択しているのは(自分の食事、上司の食事)という配分ベクトルであり、選好もこの二次元空間上に定義される。トロが一貫しか残っていない場合は、トロを上司に譲り、トロが二貫以上残っている場合は、上司と自分に1つずつ

つ配分するというわけだ。Senによれば、我々はモノthingを選択しているのではなくて、コトeventを選択しているのである。

さらに、このケースは、効用最大化を純粹に道具主義的に解釈する立場からしても、厳密に顕示選好理論のみに基づいて選好を求めることが選択行動の予測精度を低めることを示唆する。実際、一つ目の表現に基づき、顕示選好理論を適用した場合、*i*さんと、実際にトロとかっぱ巻きが無差別である人の好みを区別できず、*i*さんがトロとかっぱ巻きのどちらを選ぶのかを全く予測できない。これに対して、二つ目の表現からは、より精度高く*i*さんの選択行動を予測できる。

以上、意思決定主体が選択しているコトが自明でないような選択状況において選好を推定するためには、当該選択構造からの顕示選好のみでは一般に不十分であるといえる。その主体の認知フレームを特徴付ける価値観を把握した上で、顕示選好の考え方を適用することが肝要となる。例えば、マーケティング・リサーチにおいて、確かにインタビューのみならず選択行動から顧客の好みを探る技術は重要である。しかし、研究者は商品が顧客に文脈依存でどう見えているのかについて慎重に判断しなければならない。もしくは、より根本的な表現の仕方をすれば、こうした顧客目線での文脈もセットにしたコトこそが商品といえるのである。

さて、上記の実例では、顕示選好理論のみでは、行動予測の精度が落ちる問題点を指摘した。顕示選好の考え方の二つ目の問題点は、仮に「行動」予測としては顕示選好で予測精度が落ちない場合でも、一般均衡論の最も重要な定理といえる厚生経済学の第一基本定理のような洞察が全く無意味になることがあり得る点である。

まず、上記の問題点を理解するために、Sen[37]でも述べられているように、顕示選好を最大化する選択行動が一般には心的プロセスとして最適化を経ているとは限らないことを確認しておく。クラシカルな事例としては、サーチコストが大きい場合の限定合理性のモデルとしてSimon[40]の提唱した満足化 *satisficing* があげられる。スペースの都合上詳細な議論は省略するが⁶、満足化は満足化基準以上の選択肢同士と以下の選択肢同士をそれぞれすべて無差別とする顕示選好の最大化によって合理化可能であり、しかも行動予測精度は全く落ちない。しかし、主体が満足化による選択行動の結果実際に感じる効用は一般には一意に定ま

らない。

より身近な実例を挙げよう。2011年3月11日の東日本大震災以降、農産物が放射能で汚染される事態が生じた。多くの農産物が出荷停止となったが、4月に千葉県で出荷制限のかかったハウレンソウが出荷され、市場がこれを判別することなく流通してしまった。消費者は、この出荷されたハウレンソウをそれと知らずに買って食べてしまったわけだが、顕示選好によれば、この購買行動は汚染ハウレンソウを望んで買ったと解釈される。もちろん、この解釈により、購買行動自体の予測精度は落ちない。しかし、モデルで説明したいことが購買行動が消費者にもたらす効用だとすれば、この行動予測は全く無意味であるといえる。筆者らはこのような状況のモデル化としてポテンシャル効用(潜在効用)のフレームワークを提案している[27][47][46]。似たような発想で行動経済学を考慮した顕示選好理論を展開する動きもみられる[5]。

以上、合理的選択の実証論においては、自然科学に比べて実証科学としての科学論が複雑な様相を呈することを確認できた。特に説明目的に依じて、心をいくらか説明道具的に扱う行動的アプローチと、心自体をより本質の対象とみなす認知的アプローチを賢く使い分けるのが肝要といえる。

4. おわりに—合理的選択パラダイムの展望

本稿では、合理的選択にまつわる基礎論である効用理論と顕示選好理論を批判的に検討することによって、「よい」意思決定の定式化にまつわる科学論を展開した。スペースの都合上、最も基本的なテーマに題材を絞らざるを得なかった。他方、今日では合理的選択パラダイムは極めて多様な方向で展開されている。本節では、その展望について紹介する。

まず、皆さんの多くは合理的選択と心の関係といえ、行動経済学(行動意思決定論)を思い浮かべられることだろう。これは、3節の実証論と真逆に、実際の人の意思決定の非合理的な側面をクローズアップする研究的視座であり、記述 *descriptive* 論と呼ばれる。今日急速な発展を見せている分野の一つであるといえる。興味を持たれる方は文献[48][1]などを参照されたい。

規範と記述のずれをコンサルティング的に埋めよう

⁶ 数理的詳細に興味のある読者は文献[34]を参照されたい。

とするのが、意思決定分析 decision analysis の処方
の立場である。意思決定分析では、意思決定主体が持つ
感情その他のさまざまな心理学的性質を一般に心理的
罠 psychological trap として特徴づけ、こうした罠か
ら脱出できるようにさまざまに意思決定支援手法・ツ
ールを開発していくことを研究の主眼とする[17][21]
[20]。

ゲーム理論で扱われる多主体意思決定状況では、状
況は格段に複雑となる。通常的意思決定分析における
決定の木では、それぞれの決定ノードで効用最大化を
行うというプロセスを合理的と定義することに抵抗は
ないだろう。完全情報のゲームの木においても、この
定義の合理性の共有知識 common knowledge と無矛
盾なプレーは、唯一後ろ向き帰納法 backward induc-
tion のみとなることが証明できる[2]。ここで、この
定理が共有知識を必要とすることに注目されたい。一
人の意思決定状況と異なり、ゲーム状況においては、
信憑性を伴って他のプレーヤーに自分が非合理的であ
ることを信じさせることができれば、自分が得をする
ことがありえる(戦略的非合理性[3])。例えば、有名
なチェンストアゲームでは、チェンストアが、参
入企業に対して、自分の利潤を圧迫しても(すなわち
利潤最大化に矛盾)必ず価格競争をしかけるというコ
ミットメントを示すことにより、参入に対する脅しが
働き、参入を阻止することができる。このような非
合理性を考慮したゲームの木の分析については文献[30]
[29]などを参照されたい。同様に、クールノー寡占市
場のモデルで売上最大化をする企業の方が利潤最大
化をする企業よりも利潤が大きくなることを示した研
究もある[45]。非合理的コミットメントに信憑性を
もたせる方法としては、代理人を利用することと感情
にコミットメントを埋め込むことの二つが考えられる。
前者では、例えば株主が利潤最大化を目指すために、
あえて経営者に売上最大化を命ずることがあり得る。
後者、すなわちどのような感情に基づく行動が進
化的に安定な戦略 ESS となるかを調べることは、進
化ゲーム理論の主要な研究テーマの一つである。記述
論における感情がマイナス要因に過ぎなかったことに
比べて、ゲームにおいては感情がプラスの機能を持
ち得ることに注目されたい。

このような状況で、意思決定の規範論に大きな科学
論的転換をもたらすかもしれない研究の動きがみられ
る。自然科学においては、ガリレオ以降、リサーチ・
プログラムの硬い核の構築が対象に関する実験・観察

と独立に行われることはありえない。本稿でもその考
え方を多数引用した科学哲学は、それ以前の第一哲学
の立場を捨て、実際の科学者の知的活動を考察する自
然主義 naturalism 的転換を果たしたことが、学問分
野確立の基礎となっている。ようやく意思決定基礎理
論の分野でも、規範論に自然主義的姿勢が少しずつ取
り入れられつつある。もっとも注目すべき動きは、
Gigerenzer らによる Simon の限定合理性 bounded
rationality の考え方の復活である[13]。現実の意思決
定主体は計算能力、記憶力や情報収集能力が限られて
いる。従来の合理的選択に依拠する第一哲学的規範論
は、その応用である意思決定分析も含め、実は限定合
理的な主体の意思決定を必ず支援することができる
とは限らない。例えば、囲碁はゼロ和完全情報ゲー
ムの木なので、戦略的非合理性の効果もなく、従来の
後ろ向き帰納法による解が最適となる。しかし、計算
量の爆発より、囲碁を後ろ向き帰納法のみに従って
解くことは全く不可能である。このように合理的選
択パラダイムにアンチテーゼを唱えることは可能であ
るものの、限定合理性を考慮に入れた新たな規範論
はリサーチ・プログラムの確立が困難であった。Simon
が限定合理性を提唱して半世紀近くを経て、ようやく
文献[42]によって、意思決定環境のクラスごとに
限定合理性を特徴付ける環境限定合理性 ecological
rationality の考え方が確立されるにいたり、合理的
選択パラダイムに代替する単純なヒューリスティク
スの性能評価というリサーチ・プログラムの素地が
整った。こうした動きに対して、筆者は合理的選択
の数理構造自体が、適用の仕方によっては、十分に
単純なヒューリスティクスとして魅力的であると思
っている。その一例として、順序準同型で特徴付け
られる意思決定環境においては、「戦略→戦術」とい
うような、まず森を見てだんだんと木を見ていく
意思決定手法を合理的選択によって特徴付けること
が可能であることを証明した[22]。

以上見たように、まず合理的選択の数理構造あり
きで、それを現実の意思決定と単純に対応付ける
ことで全てが解決すると思える牧歌的時代は
ほぼ終末を迎えたといえる。しかし、筆者は
こうした現状に対して、物理学における量子
力学の勃興のような知的興奮を覚える。読
者の皆さんとともに、多様な形での合理的
選択パラダイムの発展を楽しみ、これに携
わっていきたいと思う。

謝辞 本稿の作成に関して、リサーチ・プログラムの

考え方を軸として論文をまとめ上げるアイデアなど、あらゆる方向でサポートいただいた東洋大学の松村良平氏には、最大限の謝辞を述べたい。

参考文献

[1] D. Ariely, *Predictably Irrational: The Hidden Forces That Shape Our Decisions*, HarperCollins, New York, 2008.

[2] R.J. Aumann, Backward induction and common knowledge of rationality, *Games and Economic Behavior*, 8(1):6-19, 1995.

[3] K. Basu, Strategic irrationality in extensive games, *Mathematical Social Sciences*, 15:247-260, 1988.

[4] V. Belton and T. Gear, On a short-coming of Saaty's method of analytic hierarchies, *Omega*, 11(3):228-230, 1983.

[5] B.D. Bernheim and A. Rangel, Beyond revealed preference: Choice-theoretic foundations for behavioral welfare economics, *The Quarterly Journal of Economics*, 124(1):51-104, 2009.

[6] A.F. Chalmers, *What is This Thing Called Science?* Open University Press, 3 edition, 1999.

[7] R.T. Clemen, Naturalistic decision making and decision analysis, *Journal of Behavioral Decision Making*, 14(5):359-361, 2001.

[8] J.S. Dyer, Remarks on the analytic hierarchy process, *Management Science*, 36(3):249-258, 1990.

[9] P.H. Farquhar and L.R. Keller, Preference intensity measurement, *Annals of Operations Research*, 19:205-217, 1989.

[10] P.C. Fishburn, Retrospective on the utility theory of von Neumann and Morgenstern, *Journal of Risk and Uncertainty*, 2(2):127-157, 1989.

[11] D.D. Friedman, *Price Theory: An intermediate text*, South-Western Pub. Co., 1986.

[12] M. Friedman, *The Methodology of Positive Economics*, pp. 3-43, University of Chicago Press, Chicago, 1953.

[13] G. Gigerenzer and R. Selten, *Bounded Rationality: The adaptive toolbox*, The MIT Press, 2002.

[14] I. Gilboa, *Theory of Decision Under Uncertainty*, Cambridge University Press, 2009.

[15] I. Gilboa, *Rational Choice*, MIT Press, Cambridge, 2010.

[16] I. Gilboa and D. Schmeidler, *A Theory of Case-Based Decisions*, Cambridge University Press, Cambridge, 2001.

[17] J.S. Hammond, R.L. Keeney and H. Raiffa, *Smart*

Choices: A Practical Guide to Making Better Decisions, Harvard Business School Press, 1999.

[18] H.S. Houthakker, Revealed preference and utility function, *Economica*, 17(66):159-174, 1950.

[19] R.A. Howard and R. Brown, Heathens, heretics, and cults: The religious spectrum of decision aiding [with response], *Interfaces*, 22(6):15-27, 11 1992.

[20] R.A. Howard and J.E. Matheson, Influence diagrams, *Decision Analysis*, 2(3):127-143, 2005.

[21] R. Keeney, *Value-Focused Thinking: A Path to Creative Decision Making*, Harvard University Press, Cambridge, 1992.

[22] N. Kobayashi and K. Kijima, Optimal substructure of set-valued solutions of normal-form games and coordination, *Journal of Systems Science and Complexity*, 22(1):63-76, 2009.

[23] D. Kreps, *Notes On The Theory of Choice*, Underground Classics in Economics, Westview Press, Oxford, 1988.

[24] T. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions (Third Edition)*, Chicago University Press, 1996.

[25] I. Lakatos, Falsification and the methodology of scientific research programmes, In I. Lakatos and A. Musgrave, editors, *Criticism and the Growth of Knowledge*, pp.91-196, Cambridge University Press, Cambridge, 1970.

[26] A. Mas-Colell, M.D. Whinston and J.R. Green, *Microeconomic Theory*, Oxford University Press, New York, 1995.

[27] R. Matsumura and N. Kobayashi, The theoretical foundation of potential utility, In *Proceedings of the 1st World Congress of IFSR in Kobe*, 2005.

[28] K. Popper, *The Logic of Scientific Discovery*, Hutchinson & Co., 1959.

[29] P.J. Reny, Backward induction, normal form perfection and explicable equilibria, *Econometrica*, 60:627-649, 1992.

[30] P.J. Reny, Rationality in extensive-form games, *The Journal of Economic Perspectives*, 6(4):103-118, 1992.

[31] M. Richter, Revealed preference theory, *Econometrica*, 34(3):635-645, 1966.

[32] F.S. Roberts, Measurement theory with applications to decision making, utility, and the social sciences, volume 7 of *Encyclopedia of Mathematics and its Applications*, Cambridge University Press, New York, 1985.

[33] T. Roughgarden, *Selfish Routing and the Price of*

- Anarchy, The MIT Press, 2005.
- [34] A. Rubinstein, Modeling Bounded Rationality, MIT Press, Cambridge, 1997.
- [35] T.L. Saaty, Highlights and critical points in the theory and application of the analytic hierarchy process, European Journal of Operational Research, 74 (3): 426-447, 1994.
- [36] W. Sellars, Empiricism and the Philosophy of Mind, volume 1 of Minnesota Studies in the Philosophy of Science, University of Minnesota Press, 1956.
- [37] A. Sen, Maximization and act of choice, Econometrica, 65: 745-779, 1997.
- [38] A.K. Sen, Choice functions and revealed preference, Review of Economic Studies, 38 (115): 307-317, 1971.
- [39] H. Siegel, Naturalized epistemology and 'first philosophy', Metaphilosophy, 26 (1-2): 46-62, 1995.
- [40] H.A. Simon, Theories of decision-making in economics and behavioral science, The American Economic Review, 49 (3): 253-283, 1959.
- [41] B.F. Skinner, Science and Human Behavior, Free Press, 1953.
- [42] P.M. Todd and G. Gigerenzer, Bounding rationality to the world, Journal of Economic Psychology, 24 (2): 143-165, 2003. The Economic Psychology of Herbert A. Simon.
- [43] J. von Neumann and O. Morgenstern, Theory of Games and Economic Behavior, Princeton University Press, Princeton, 1944.
- [44] 本川達雄, ゾウの時間ネズミの時間, 中公新書, 1992.
- [45] 松井彰彦, 慣習と規範の経済学: ゲーム理論からのメッセージ, 東洋経済新報社, 東京, 2002.
- [46] 松村良平, 小林憲正, ポテンシャル効用と情報完備化についての分析, In 経営情報学会 2003 年秋季全国研究発表大会予稿集, pp. 454-457, 2003.
- [47] 松村良平, 小林憲正, ポテンシャル効用モデルの認識論的基礎, In 計測自動制御学会第 35 回システム工学部研究会資料, pp. 7-12, 2005.
- [48] 竹村和久. 行動意思決定論—経済行動の心理学, 日本評論社, 2009.