

[特 集]

合理的選択の拡張とモデリングへの インプリケーション

森川高行¹・倉内慎也²¹正会員 Ph.D. 名古屋大学大学院教授 環境学研究科都市環境学専攻 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)²正会員 工修 名古屋大学大学院助手 工学研究科地圈環境工学専攻 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

本研究では、個人行動モデルの多くが依って立つ新古典派経済学が想定する合理性が道具的合理性という不需要に強い仮定をおいているとの認識から、それを緩和した手続的合理性、表現的合理性という新たな概念を導入し、各々の定義やそこに仮定されている行動側面を概観する。次に、手続的合理性の一つである限定合理性に着目し、それを論じる上で意思決定方略が極めて重要であることを示す。そして、道具的合理性を仮定している加算型の方略を含む様々な意思決定方略を内包した個人選択モデリングの方法論を展開し、従来の離散選択モデルと同様に扱い得ることを示した。

Key Words: bounded rationality, decision making strategy, discrete choice model, random utility maximization

1. はじめに

土木計画学の分野で用いられている個人行動モデルの多くは、新古典派経済学の合理的選択理論¹⁾にその理論的基盤をおいている。ロジットモデルに代表される離散選択モデル^{2), 3)}はその典型であり、「より一般的な行動理論」をバックグラウンドに持つ「操作性の高い」モデルとして、需要予測や便益評価において主導的地位を占めるに至っている。近年では、理論研究のみならず実務界にも広く浸透しつつあり、その果たす役割は将来にわたって極めて大きいと言えよう。

しかし、需要予測の精度や便益評価の妥当性など、より一層の説明責任が社会的に求められる時代を迎へ、これまで通り様々な分析対象に対して合理的個人を仮定した行動モデルを盲目的に適用して良いものであろうか？ロジットモデル等を実際に扱ったことのある人であれば、少なからず、モデルのキャリブレーション段階において「現実と合わない」「観測データを再現できない」ことに手を煩わせ、予測の段階においては「直感的な行動基準と異なる」「これまでの変化パターンを再現できない」ことに頭を悩まされたことがあろう。これに対して、新古典派経済学の信奉者は、そのような問題は単に効用関数の特定化に関する問題であり、意思決定に関与するあらゆる要因を全て効用関数の中

で表現すればなんら齟齬は來さないと反論するであろう。しかし、それはSimon⁴⁾が主張するように合理性の拡大解釈であり、そのような効用関数は理論的に存在しないことが多い、概念的に存在したとしても分析上なんの役に立たないことも考えられる。また、Tversky や Kahneman ら多くの社会心理学者たちが心理実験によって提示してきたように^{5)~7)}、上述のような問題は、特定化の問題というよりは、むしろ合理性の仮定そのものに端を発する部分が大きいと考えられる。

一般に、合理的個人という仮定は、そこから理論的に導出されたモデルについては、その妥当性の検証が可能であるが、合理的個人という仮定そのものについては検証することができない⁸⁾。また、新古典派経済学者の反論を擁護し、合理的個人を仮定した行動モデルを盲目的に適用することは、意思決定者がそこに仮定されているような意思決定プロセスを遵守しているという考え方を強化し、意思決定者が別のプロセスに従っているということを考えにくくする恐れがある。さらには、そのような別の意思決定プロセスは、一時的には用いられる可能性を否定し得ないが、長期的に見れば、新古典派経済学者が主張する合理的行動に漸近し、それゆえ偏執的かつ唾棄すべきであるという考え方を助長することさえありうる。

そこで本稿では、新古典派経済学の根本原理である

「合理的選択」に焦点を当て、その考え方の整理とモデリングへのインプリケーションについて論じることを目的とする。ただし、合理的選択の妥当性をめぐる諸議論は様々な分野で広範になされている^{9)~12)}ため、本稿では、後述する Simon の提唱するアプローチ¹³⁾に基づき、特に合理的選択を拡張する上で筆者らが強力な武器となり得ると考える意思決定方略に主眼をおいて議論を進めていくことにする。以下、2. では、まず合理性に関する分類を行ない、それぞれに仮定されている行動側面を明確にする。3. では、市場において頻繁に観測される代表的な意思決定方略を概観し、2. で定義した合理性と意思決定方略との関係を明らかにする。4. では、3. で述べた意思決定方略をモデル化する方法論を提案し、その一例として筆者らが構築したモデル¹⁴⁾を紹介する。最後に5. では、本稿が微力ながら既存の合理的選択理論を見直す一助となるよう願いを込めて、再度新古典派経済学が提唱する合理的選択を擁護する立場を批判的に検討する。

2. 合理性の分類と合理的選択の拡張

冒頭でも触れたように、「合理性」とは、それを用いる人の立場や状況によって定義が曖昧であり、しばしば議論がかみ合わない。そこで、本章では、Heap らの著作¹⁰⁾に基づいていくつかの合理性の定義を明確にし、その各々に仮定されている行動側面を概観する。

(1) 道具的合理性 (Instrumental Rationality)

新古典派経済学における通常の合理性の定義は、1) 個人はいくつかの目標を持ち、2) その多目標に照らして行動代替案（消費する財の組み合わせ）を総合評価でき、3) 代替案を選好の順序に並べることができる、ということである。より厳密には、①完備性、②推移性、③連続性、④独立性の 4 つの公理を満たすことを条件とする⁹⁾。これは、目標を達成するための「道具 (instrument)」として合理性を定義しているので、「道具的合理性」と呼ばれることがある。①、②が成立すれば合理性を持つ選好順序を表現でき、さらに③が成立すれば無差別曲線を定義することができるため選好を効用関数で表現することができる。④は不確実性下（厳密にはリスク下）の合理的選択を定義する際に必要となる公理であり、期待効用関数が確率に関して線型であるような性質を持つことを保証するものである。

効用関数を持つ合理的個人は、効用値の大きい代替案を選好するため、複数の代替案のうち最大の効用をもたらす代替案を選択する「効用最大化人間 (utility maximizer)」として表現されることになる。つまり、結

論的には（期待）効用最大化¹⁵⁾が合理的選択行動の規範であることがわかるが、Simon によると、このような道具的合理性は、個人の選択行動が以下の仮定に基づいていると論じている¹³⁾。

①選択可能な全ての選択肢とその各々の効用関数に含まれる全ての属性値が分かっている

②結果の不確実性の確率分布は既知である

③期待効用最大化原理を用いる

これらの仮定それが非現実的であることは直感的に分かるが、ここではより具体的に道具的合理性がどのような問題を持っているかを論じてみよう。

a) 実世界との不一致

最も直感的で大きな問題は、経済分析上重要な選択行動の多くがこのような合理性に基づいて行われていないことを経験的に知っていることである⁴⁾。極めて重要な意思決定である、進学、就職、結婚、居住地などの選択を考えてみると、驚くべきほど多くの場合に「周囲の人が選ぶから」「縁があった（と思いたい）」「偶然」「他を捜すのが面倒くさい」「占いによって」などが理由になっている。ましてや日々の細かい選択行動は、習慣、慣習、ルールなどの影響が極めて強い。

次に、同じ人であっても選好が時間と共に変化し選好順序に矛盾が生ずることが多い。物理的に同じ財であっても違う時刻での選択は違う財と考えれば矛盾はないとも考えられるが、それを融通無碍に許してしまうと、予測や便益評価などに全く使えないモデルになってしまう。このため、選好はある程度の時間に対し安定しているものと考えることが普通である^[1]。

b) 心理実験による反例と公理体系の破綻

社会心理学者たちは心理実験によって(1)で述べた期待効用理論を構成する公理体系が破綻する例を次々に提示してきた^{5)~7)}。これらはいずれも特殊な心理実験だけに現れる現象ではなく、我々の実際の選択行動においても頻繁に観測されるものである。例えば Allais のパラドクスのような現象⁵⁾は、ギャンブルにおいてよく知られているように、非常に小さい確率でよい結果が得られることを期待効用以上に好み、逆に非常に小さい確率で悪い結果が得られることを期待効用以下に嫌う傾向があることに現れている。これは、非常に切迫した時間制約下での経路選択行動等に通ずるものがあろう。

期待効用理論に対する批判的検討の一方で、プロスペクト理論¹⁸⁾に代表されるように、期待効用理論の一部条件、特に独立性を緩和した様々な理論が提唱された^{19)~21)}。これは、人間がすべての情報を収集して適確に処理し、その上で効用を最大化するという機械のような情報処理能力を有していると過大評価することの危険性を指摘しているとも言える。

c) 情報入手を含めた選択行動の記述困難性

情報処理能力の過大評価だけでなく、情報という財の特殊性を考えると、情報入手という過程を含めた選択行動を道具的合理的に説明することも実はむずかしい。つまり不確実性下の意思決定における合理的な確信（belief）とはどのように定義できるであろうか。道具的合理性の考え方によれば、仮に情報の限界効用が遞減するという仮定が成立するとすれば、限界費用と限界効用が一致する点で情報の入手をストップさせ、その時点における将来の推測が合理的な確信と言えるが、実際には極めて異質性の高い情報の限界効用の遞減を仮定することは難しい。また、仮に個々の情報に対して限界効用の存在及び递減を仮定できたとしても、そもそも意思決定者自身にとっては、次に取得する情報の限界効用は全く不明である。もうほんの少し情報を手に入れれば格段によい選択を行えたのにということは多いにあり得る。

(2) 手続的合理性 (procedural rationality)

人間の意思決定における合理性に、道具的つまり目標最大化ではない、別の概念を導入することが考えられる。その代表的なひとつが「手続的合理性」である。

選択した代替案がその人の目標に照らし合わせると必ずしも最適ではないが、それを選択した過程を含めて考えると十分合理的と考えられることがある。我々の行動の中では、ごく限られた属性のみを評価して選択したり、単に習慣的行動に従ったりするなど、より簡便なルールに基づいて意思決定する場合が多い。このような行動は結果の最適性を必ずしも保証しないが、意思決定に要する認知資源を大幅に節約する。代替案評価のための情報処理を行う頭脳の思考容量も希少資源と考えれば、選択過程を含めたこの選択行動は手続き的に合理的であるといえる。

Simon が提唱した「限定合理性」は手続的合理性の代表的なものであり、人間行動は合理的であるように意図されているが、それはその行動主体の情報収集・処理能力の範囲内で決定されるため、もはや限定的なものでしかない⁴⁾、というものである。意思決定に費やされる時間の大部分は選択可能な代替案の探索とその帰結の評価に充てられる。代替案の探索と評価は時間と費用がかかるプロセスであるため、Simon は、意思決定主体は（期待）効用最大化仮説が主張するような「最適化」戦略を用いるのではなく、満足可能な代替案を発見するような戦略を採用すると主張している²²⁾。

限定合理性のみではなく、「社会的規範に従う」ということも手続的合理性の代表的なものである。ロビンソンクルーソーでない限り、人間は複雑な社会の中で生活し、そこには歴史に培われた無数の明文的または

暗黙のルールがあり、この多くに人が従わない限り生活はできない。例えば、交通信号を守るというルールに皆が従わなければ、交差点ごとに隣からやってくる車の挙動を考えて期待効用を計算し自分の車の挙動を決めなくてはならない。相手の車も同じ計算を始めるとなればめぐりとなり、いつまでたっても交差点を越えられないということにもなりかねない。別の見方をすると、一人ひとりの行動が社会の文化を形成し、そこから便益を享受しているのであり、道具的合理性を持つ個人の集合体が社会であるという見方は極めて偏っているとも言える。

(3) 表現的合理性 (expressive rationality)

道具的合理性と手続的合理性以外にも多分に心理学的な合理性の定義がある。「表現的合理性」は、ある目標を達成するための道具としての選択を表す道具的合理性とは異なり、その選択自体が目標であるような場合に当たる。例えば、ある場所により早くより安く到着するという目標を最も満足させるために、鉄道と車の中から鉄道を選ぶというのは道具的に合理的である。しかし、車を選ぶ自分を確認したい、との理由で車を選ぶ理由は表現的合理性である。これは、選択そのもので自我を理解し、それによって態度や信念を形成していく動的な過程の一環と見ることができる。

分かりやすい例は、心理学では有名な「認知的不協和 (cognitive dissonance) の解消」²³⁾ という行動動機である。人間は、互いに矛盾する認知を心の中に持っていることが不快であり、その不協和を解消しようとする動機が働く。解消の仕方には内的なものと外的なものがあり、過去の選択結果を後悔させるような情報から耳を閉ざすというのは内的な解消法である。一方、外部の要因を変化させて不協和を解消することもでき、自己の行動の正当化がこれにあたる。例えば、車を普段利用している人は、認知的不協和の解消のために意識調査においても車利用に対して寛容な意見を述べ、その後も車を使いつづけるであろう。この場合車を選択するということは、道具的な合理性ではなく、車を選択すること自体が目標になっていることが分かる。

このような合理性は、心理的なものでありモデル化は難しいが、政策展開においては極めて重要な概念である。モータリゼーションも含め、どっぷりとアメリカ的文明社会に慣れ親しんでいる多くの消費者は、持続可能性に疑問を抱きながらも便利さという外的な「ご褒美」によって現在の生活を正当化している。このような生活パターンを改変していくためには、持続可能性の危機の認知を高めること、便利さは若干低下するが環境問題への認知と不協和を起こしにくい選択肢を提示すること、または便利さを社会の構成員全体

で低下させて持続可能性を確保しながら各構成員は「ご褒美」を受けていると感じさせ続けることなどが考えられる。

以上3つの「合理性」の共通概念は、「理に適った行動原理」であるが、何らかの明確な目標を「最大化」するものとは限らない。道具的合理性は、求める目標を最大化する手段を一貫して選べることを仮定しているが、手続的合理性は、手段の選択の過程をも含めて合理性を定義するものであり、認知資源を節約するヒューリスティックスなどの一貫した手続きを採用するという点で理に適った選択であると言える。一方、表現的合理性は、選択という行為の表現により、態度、認知、行動が一貫した自我を構成することが理に適っていると考えられる。

3. 限定合理性と意思決定方略

ここでは、前章で示した限定合理性に着目し、そこで仮定されている行動側面をより詳細に議論する。

(1) 情報処理能力の限界と限定合理性

Simon¹³⁾によって提唱された限定合理性は、人間の情報処理能力の限界のために、道具的合理性の3つの仮定に対して次のような理論展開を提唱している⁹⁾。

- ①所与の選択肢の集合の代わりに、選択肢の生成プロセスを考える
- ②所与の確率分布の代わりに、不確実性に対処するためのヒューリスティックスを考察する
- ③期待効用最大化原理の代わりに、満足化原理を用いる

つまり、限定合理性の理論は、選択の結果から得られる結果だけでなく、その選択の意思決定に関わる選択肢の探索及び評価の過程を分析の対象とする。その際に考慮されるべき意思決定プロセスは、期待効用最大化のような甚大な情報処理能力を要する最適化戦略ではなく、満足可能な代替案を見出すようより簡略な戦略であるべきである、というものである。

より簡略な意思決定プロセスを誘引する動機として、人間が通常、複数の目標を同時に持ち合わせていることが挙げられる²⁴⁾。目標間にコンフリクトが存在するケースがしばしば生じ、意思決定者は、ときにうまく最適な解にたどりつけない場合がある。また、目標状態を明確に規定できない不良定義問題（ill-structured problem）であること多く、最適な解にいたる方略自体が存在しないこともある。そのような場合、比較的単純であり、必ずしも最適解を保証しないが、解決に

有効に働くヒューリスティックス（heuristics）と呼ばれる一群の意思決定方略（decision making strategy）が用いられることが多い。このヒューリスティックスという概念は、最適解を必ず導く実行方略であるアルゴリズム（algorithm）と対比される概念である。ヒューリスティックスの使用は、アルゴリズムの使用に比べて、問題を迅速かつ効率的に解決することが多いが、ある場合には、不適当な解を導いたり、非一貫的で状況に依存する決定を導くことがある。一方で、認知資源を大幅に節約できるため、他より重要度の高い意思決定問題に認知資源を投入することが可能となる。

(2) 市場で観測される代表的な意思決定方略

人間が効用最大化の意思決定方略をあまり採用していないことを指摘した Simon⁴⁾ 以降、後に限定合理性と定義される、人間の情報処理能力の限界を考慮した多くの意思決定方略が見出されてきた。以下では、まず人間の情報処理能力の限界にかかわらず、いくつかの選択肢（または代替案）からの選択意思決定における代表的な決定方略について紹介する。

代替案には、（多くの場合不確実性を有する）結果が結びついており、さらにその結果に対して主観的な望ましさが割り当てられる。それぞれの代替案（及び結果）には多くの属性（attributes）があるが、その属性に分解して代替案を評価するか、全体として評価するかは意思決定文脈に依存する。ここでは、人間は属性の抽出において優れているので、一旦属性を抽出した上で評価を行なう方が、全体論的に評価を行なうことよりも優れた意思決定ができるという観点²⁵⁾ から、属性による代替案表現を前提とする。属性による代替案の表現とは、例えはある交通手段の代替案を、「所要時間25分、乗り換え回数1回、着席確保、空調あり、料金300円」というように表すことである。

a) 加算（additive）型

この決定方略では、各代替案が全ての属性にわたって検討されてゆき、各選択肢の全体評価がなされ、最終的に全体的評価が最良である代替案が選ばれる。我々が依って立つ多属性効用理論（multi-attribute utility theory）²⁶⁾ や Fishbein の多属性態度モデル²⁷⁾ はこの決定方略に属するものであり、通常の選択意思決定においては互いに相容れない複数の目標を持ち、人はこの複数目標間のトレードオフを考えて意思決定を行っていると考えている。上記の交通手段の選択の例では、「なるべく早い手段を選びたいが料金も安い方がよい」といった目標である。選択可能な代替案集合のなかで最も早く最も安い代替案があれば文句なしにそれが最適であるが、そのような優越する（dominate）代替案が見つからないことが普通である。その場合には複

数の目標のトレードオフを表現する効用（態度）関数が必要である。加法型多属性効用理論では、代替案を構成する複数の属性がそれぞれ効用値を持ち、代替案としての効用はその属性ごとの効用に適当な重みをつけて加算したものになると規定している。加算型には、各部分効用（態度）に異なる重みがおかれる荷重加算（weight additive）型と、等しい重みをおく等荷重（equal weight）型がある。等荷重型は、荷重加算型と比較して重み付けに要する認知資源を大幅に節約する一方で、最適な選択に対する正確性という点において、荷重加算型を仮定したモデルと比較してある程度良好な結果が得られることが実証されている²⁵⁾。

b) 勝率最大化

2肢選択の例をあげれば分かりやすいが、属性ごとに2つの代替案で勝ち負けをつけていき、勝ち数の多いほうを選択するというルールである。多肢選択の場合は、すべての代替案の中で最も望ましい属性の数が最も多い代替案を選択するということになる。

c) 連結（conjunctive）型

Dawes²⁶⁾が提唱したこの方略では、各属性について最低許容水準を設定し、代替案を構成するすべての属性についてその基準を満たす代替案のみを選択の対象とする。この条件を満たす代替案が複数あるときはさらに他の決定方略を用いて最適な代替案を発見する場合や、代替案を順番にサーチしていく、初めてこの条件を満たしたものを選択するという場合もある。選抜試験における「足切り」になぞらえられる。

d) 分離（disjunctive）型

同じく Dawes²⁶⁾が提唱したこの方略は、各属性で十分選択するに足る水準を設け、ひとつでもその水準を越える属性があればその代替案が選択の対象となるというものである。複数の代替案が選択の対象となった場合は、連結型と同じような処置を取ることが考えられる。選抜試験における「一芸秀逸」になぞらえられる。

e) 辞書編纂（lexicographic）型

その意思決定者にとって最も重要な属性について全ての代替案を比較して最良の代替案を選択する。もし、その属性について最良の代替案が複数あれば、2番目に重要な属性についてそれらの代替案の中で比較し、最良の代替案を選択する。以下、複数代替案が残った場合は3番目、4番目というようにより重要性が低い属性について比較していく。ただし、特に属性が連続量の場合、僅少差（just-noticeable difference: JND）は同順位と見なした方が適当であり、それを支持する心理学的知見も数多く見出されている^{29), 30)}（例えば、料金が最重要属性であっても250円と251円の差は選択の決め手とはならないであろう）。このようにある僅少差は同

順位と見なして次の属性に移っていく「修正辞書編纂型」「半順序的辞書編纂型」と呼ばれる方略も提案されている^{31), 32)}。

f) EBA (Elimination By Aspects)

Tverskyが発表したEBAモデル³³⁾は、属性を0-1のアスペクト（例えば、料金が200円以下であるアスペクトや着席可能であるアスペクト）として捉え、各アスペクトについてそれぞれの代替案がそのアスペクトを持つか持たないかによって代替案を削除していく、最後にひとつの代替案が残されるまで順番にアスペクトを精査していく。精査していく順番は辞書編纂型のように固定されておらず、そのアスペクトの重要さに応じて確率的に決定される。EBAモデルの特徴は、このような決定方略に基づいた場合の各代替案が選択される確率値をアスペクトの重要さの指標を用いて比較的簡単に表すことができるることである。

(3) 意思決定方略の分類とその特徴

以上、代表的な6つの決定方略をここでは挙げたが、これらを大きく「補償型（compensatory）」ルールと「非補償型（non-compensatory）」ルールに分けることができる。補償型とは、ある属性の評価が低くても他の属性の評価が高ければ互いに補償し合い、その代替案の総合評価は保たれるようなタイプの決定ルールである。上記の中では、a)およびb)が当てはまる。一方、非補償型では、例えば連結型のようにある属性が最低許容水準に達していないければ、他の属性がいかに望ましくてもそれによって補償されることではなく、選択の対象外になるようなルールである。c)～f)の4つの方略はこのタイプに該当する。

選択肢の評価に際して、特定の属性に着目した上で、選択肢を横並びにならべて評価を行なう「属性型」のルールと、ある選択肢について、ひとまずそれを構成する属性に関して全体的な評価を行なった後に次の選択肢の評価に移るという「選択肢型」のルールという観点から分類することも可能である。上述の例では、e), f)が「属性型」、a)～d)が「選択肢型」にあたる。

ここで注目すべき点は、非補償型意思決定方略は、評価を行う選択肢や属性の順番によって、同一問題に対しても様々な選択結果が起こり得る、つまり行動の動的側面に伴う選択の非対称性³⁴⁾を積極的に肯定しているという点である。例えば、連結型の場合、最初に必要条件を満たした選択肢が選ばれるため、選択は代替案の抽出順序に大きく依存する。同様に、辞書編纂型では、意思決定主体がどの属性を重要視するのかに依存するため、重要度の低い属性がいかに望ましくとも選択されない場合がある。

(4) 意思決定方略の状況依存性

それでは人はどのような局面でどのような決定方略を用いるのであろうか。手続的合理性の定義に従えば、意思決定主体は選択に費やす情報処理の負荷と選択の結果がもたらす重要性の両者を勘案して意思決定を行なう。したがって、さして重要でない決定にはなるべく認知的負荷がかからない簡便な決定方略を用いるであろうことは予測できる。では認知的負荷は、どのような要因によって変化するかというと、主には選択可能な代替案の数とそれぞれの代替案を構成する属性の数である。2肢選択など代替案の数が少ない場合は補償型の方略を使いがちであり、代替案の数が増えると、非補償型のようなより簡略な情報処理によって考慮すべき代替案の数を絞り込むことが多いことが指摘されている^{35)～38)}。また Payne *et al.*³⁹⁾ は、代替案の数や属性の数の増加に従って、線型効用関数で採用されているような荷重加算型では急激に認知的負荷が増加するが、非補償型では負荷の増加は緩やかであることを示した。Beach and Mitchell³⁹⁾によれば、意思決定方略の選択は、意思決定者が正しい選択をしたいという欲求とそれに要する時間や費用、労力との（費用便益分析的な）妥協の産物であり、対象となる問題、環境、その人の性格などに依存するとしている。さらには、単一の意思決定方略のみならず、状況に応じて複数の決定方略を組み合わせて適応的に選択を行なう傾向が多いことが示されている^{37), 38), 40)}。連結型やEBAによって少数の選択肢に絞込みを行なった後に加算型の決定方略を用いるという選択形式はその代表的なものであり、それを明示的に考慮した数理モデルも開発されている^{41), 42)}。

2. で示した限定合理性の仮定もとでは、すべての代替案についてすべての属性間のトレードオフを勘案して最大の効用をもたらす代替案を選択するのではなく、上述のように、非補償型のような認知的負荷の少ない簡略な方略で代替案の絞込みと選択を行って満足している姿が浮かび上がってくる。別の見方をすれば、限定合理性とそこに用いられる決定方略は、期待効用理論では説明できない数多くの人間の不整合的な選択を説明するための強力な道具とも言える。

(5) 意思決定方略と情報探索

本章では、これまで代替案の評価及び採択過程に着目して意思決定方略を論じてきた。しかし、代替案の評価を行なうためには、選択可能な代替案についての情報を探索する必要がある。つまり、意思決定プロセスを記述するためには、代替案の評価・採択過程と情報探索過程の双方を考慮することが不可欠である。

代替案の評価・採択過程と情報探索過程は概念的に

は区別されるものである。しかし、現実の意思決定においては、情報探索が全て行なわれた後に評価・採択を行なうというように両者は独立している訳ではなく、ある意思決定方略のもとで同時並行的に行なわれる事が報告されている⁴³⁾。例えば、連結型の意思決定方略のもとでは、1つの選択肢の情報探索が終わるごとにその評価を行ない、それが必要条件を満たしていれば採択、そうでなければ次の選択肢の情報探索が行なわれる。つまり、本章で述べた意思決定方略は、単に代替案の評価・採択過程のみに対応するものではなく、情報探索過程も同時に規定するものであることに注意されたい⁴²⁾。

4. 合理性とモデリングの議論

(1) 意思決定の文脈と意思決定方略

離散的な選択肢からの選択行動を、道具的合理性すなわち効用最大化理論と見事に整合させた理論体系を構築し、操作性の高いロジットモデルに代表される離散選択モデル²⁾を導出した Daniel McFadden は、最近、"Rationality for Economists"という興味深い論文⁴⁴⁾を発表している。その中で彼は、1970 年代に Tversky と Kahneman⁶⁾が合理性の崩壊を次々と見事な例示と分析で示し始めたとき、経済学者達は「あたかも二人の熟練の大工が自分たちの絞首台を作っているのを眺めているような」称賛と戸惑いを隠しきれなかったという。同論文では、道具的合理性に基づくモデルに対して以下の 3 つの意見を述べている。

- ①便利である：需要分析や便益評価を容易に行なうことができる。
- ②不必要に強い仮定を設けている：合理性に関する仮定がより弱くてもほとんどの経済学的分析を行うことができる。
- ③誤っている：人間の行動はかなり合理的な側面を有しているが、このようなモデルに当てはまらない行動が圧倒的に多い。

これまで近代経済学にベースをおく分析は、ほとんどが道具的合理性に基づくものであり、我々は、まさに③の問題をそれとなく認知していくながら①の魅力に抗しがたくて便利なモデルを使い続けていると言つても良かろう。

それではどのような場合に道具的合理性を仮定したモデルが「誤った」予測結果や評価指標をもたらすかをより具体的に考えてみよう。

・RP データを用いた家計のポートフォリオ選択

とくに資産家であったり、財テクに興味のある家計でない限り、多くの家計は銀行預金や郵便貯金の

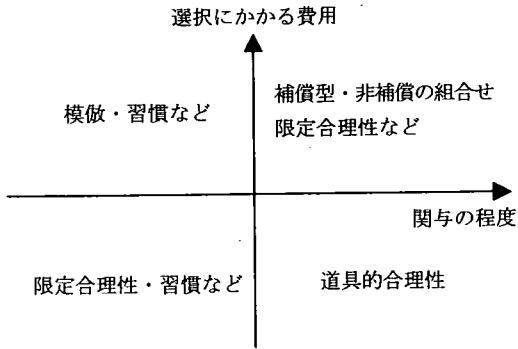


図-1 意思決定の文脈と意思決定方略

ような極めてローリスクローリターンの資産運用を行っている。このような家計は多くの場合きちんとリスクとリターンのトレードオフを考慮して選択しているのではなく、株や投資信託のようなリスク商品を「不合理に」忌避している傾向がある。このようなデータを用いた選択分析からは、ポートフォリオ選択の「予測」はある程度できても、リスクに関する「評価」などを行うことは重大なバイアスを生じさせる危険性がある。

・CVM データを用いた環境質の評価

市場が成立していない環境質の評価には、近年 CVM⁴⁵⁾ が用いられることが多い。これによりある程度環境質の金銭価値を「評価」することはできるが、現実の政策に対する反応の「予測」を行えるかどうかは不明である。

・旅行目的地や居住地の選択

選択肢が極めて多いこれらの選択行動に効用最大化原理が適用できるかどうかも不明である。実際に考慮されていない選択肢をモデルに入れてしまうと、パラメータ推計値にバイアスが生じ、予測や評価の誤りをもたらす⁴⁶⁾。

上記の例が適当であるかどうかは分からぬが、選択の文脈を図-1 のような 2 つの軸で表現すると文脈と意思決定方略の関係が明らかになる⁴⁷⁾。横軸は、意思決定者の関与の程度を表しており、意思決定の主観的な重要度とも言える。縦軸は、意思決定に必要な広義の費用であり、考慮に入れるべき選択肢や属性の数、不確実性の大きさなどが主に影響を与える。

高関与・低費用の選択ではかなり道具的合理性に従って意思決定していることは直感的に妥当と思われる。身近な問題では、通勤に用いる交通手段選択が当てはまる。逆に低関与・高費用の選択に対して、個人が費用をかける動機は殆どなく、社会的に重要な事柄に対しては伝統的な行動様式が定まっていることが多く、個人はそれに従うことが手続き的には合理的になる。

高関与・高費用の選択はどうであろうか。先に挙げ

た、就職や結婚など人生の転機になる意思決定はそのような文脈であろう。この場合、なるべく納得のいく決定を行おうとするが、そこに必要な費用に圧倒され、ある時点で満足化規準で手を打つところがあろう。非補償型基準による選択肢の絞込みとその後の補償型選択という 2 段階選択を行っていることも考えられる。また、低関与・低費用の場合は、意思決定に負荷のかからない非補償型基準や単に習慣に従うといった低費用の意思決定を行うであろう。

以上のように、意思決定方略は、意思決定者がおかれている意思決定環境に大きく依存する。従って、分析者は、当該意思決定問題を吟味し、それに応じて考慮する意思決定方略を取捨選択する必要がある。

(2) モデリングの方法論

a) ランダム効用最大化モデルの限定合理的側面

原理的には道具的合理性を仮定しているが、実証分析上でその仮定を実質的に緩めることができる理論として「ランダム効用最大化 (random utility maximization, RUM)」がある^{2), 47), 48)}。これは、人は効用を最大化するように選択を行うが、それをモデル化する分析者にはその効用の全体像が不確定であるため効用を確率変数で表すというものである。Thurstone⁴⁷⁾ は、個人 n の代替案 i の効用 U_{in} が確定部分 V_{in} と確率部分 ε_{in} の和で表されるとし、分析者にとっては、代替案 i が選択されるのはこの確率的 (ランダム) 効用が最大になる確率事象として表されたとした。

効用の確率部分は、分析者には観測できなかつた要因であるが、この中に道具的合理性に従って選択しなかつた人の影響も含まれる³⁾ ため、RUM は概念的にはある程度道具的合理性を緩和しているとみなすことができる。また、実証分析の面において、効用関数の特定化は意思決定方略と密接に関連している⁴⁹⁾ ため、効用関数の特定化次第では、非補償型意思決定方略を近似し得るという点においても RUM を限定合理的モデルと考えることができる。例えば、加法型効用関数における代替案属性のパラメータを個人属性に応じたいくつかのセグメントに分割し、特定のセグメントについてはそのパラメータ値を 0 に固定しておけば、補償型のみならずある一つの代替案属性にのみ着目して選択を行うという非補償型の意思決定方略を表現することができる⁴⁹⁾。ここで、個人属性に基づきアプロオリにパラメータのセグメンテーションを行った場合には、推定計算に多大な費用を要する。この点において、定数項のセグメンテーションをパラメタライズした mass point モデル⁵⁰⁾ や mixing distribution モデル⁵⁰⁾、パラメータベクトルにパラメトリックな分布を仮定したランダム係数モデル⁵¹⁾、潜在クラスモデルの枠組みでノン

パラメトリックなパラメータベクトルを仮定したモデル⁵²⁾などが、実用的に見て有効なツールになるものと期待される^[4]。

ただし、RUM は、基本的には各属性の部分効用の加重和として表現される「効用」という一次元の評価尺度の存在、及びそれに基づく選択肢間での評価可能性を前提とした加算型の意思決定方略のみを仮定したものであり、人間の意思決定における極めて限定的な側面を表しているに過ぎない。従って、そのような意思決定方略に従わない人の影響がシステムティックであり、実用的にも無視できない大きさであるならば、やはり限定合理性を明示的に考慮したモデルの構築を行うべきであろう。限定合理的なモデルとしては、連結型、辞書編纂型、EBA の意思決定方略を仮定したもののが適用性が高いと思われる。

b) 限定合理性を明示的に考慮したモデリングのフレームワーク

図-1 で示した関係を用いて適切なモデリングを行おうとするときの問題点として、ある意思決定問題が意思決定者にとって関与がどの程度ものなのか、費用をどのくらい感じているかが一般に不明瞭なことが多い。このため、モデリングに用いる意思決定方略に対しても確定的に定めず、確率的に扱う方がより一般性を持つ手法といえる。

この考え方の代表的なものに、選択肢集合形成過程を考えた 2 段階モデル⁴¹⁾がある。

$$P_n(i) = \sum_{C \in G} P_n(i|C)Q_n(C) \quad (1)$$

ここに、

$P_n(i|C)$ ：個人 n の選択肢集合が C であったときの代替案 i の選択確率

$Q_n(C)$ ：個人 n の選択肢集合が C である確率

G ：代替案のすべての部分集合（空集合を除く）の集合

このモデルは、 $Q_n(C)$ で表される選択肢集合の形成と、 $P_n(i|C)$ で表される、選択肢集合が所与の元での選択行動、という 2 段階の構成になっている。この 2 つの段階が行動論的に異なる意思決定方略に基づいていると思われるケースにおいても、それぞれをその意思決定方略に基づいてモデル化し、最終的に式 (1) を用いて選択肢集合の不確実性を考慮した離散選択モデルとして表現できるという特徴をもっている。

多くの物理的に選択可能な代替案から選択肢集合を形成する過程、すなわち代替案の絞込みには、すべての属性のトレードオフを考えて総合的に評価する補償型の意思決定よりも、先に論じたように、より簡略な連結型のような非補償型の意思決定方略を用いていると考えた方が自然な場合も多い。Swait and Ben-Akiva⁴²⁾

はこの考え方を踏襲し、属性ごとの足切り条件を互いに独立な確率モデル (*independent availability*) で表現し、2 段階モデルに組み込んでいる。

ただし、この 2 段階モデル適用上で問題になるのが、集合 G の要素の多さである。一般に物理的に選択可能な J 個の代替案があった場合、 G の要素数は $2^J - 1$ と膨大な数になり、10 個の代替案でも式 (1) では 1023 項の和を取らねばならず、実質的に適用不可能である。この問題を、森川ら⁵³⁾は *independent availability* の仮定のもとでは、たかだか一重の積分で式 (1) の値を計算できることを示し、代替案数が多い観光目的地選択問題にも適用可能であることを実証している。

上述の 2 段階モデルでは、例えば選択肢集合形成過程は連結型、選択肢集合を所与とした選択過程は加算型というように、当該意思決定問題において意思決定主体が採用するであろう意思決定方略を、分析者がアприオリに特定する必要がある。しかし、これまで述べてきたように、意思決定方略やその組合せとして表される意思決定方略は極めて多岐に渡り、加えてどの意思決定方略を用いるかは、意思決定主体の特性やおかかれている意思決定文脈に大きく依存する。そこで、さらに一般化された方法論として、意思決定者がどのような方略を用いているか不明であることを「潜在クラス」で表現することが考えられる。潜在クラスモデルは、個人がどのクラスまたはセグメントに属するかを確率モデルで表す方法である。このときある個人の選択確率は式 (1) と同様に次式で表される。

$$P_n(i) = \sum_{s=1}^S P_n(i|s)Q_n(s) \quad (2)$$

ここに、

$P_n(i|s)$ ：個人 n が特定の意思決定方略（またはその組合せとして記述される意思決定方略）を採用するセグメント s に属しているときの代替案 i の選択確率

$Q_n(s)$ ：個人 n がセグメント s に属する確率（帰属確率）

S ：セグメントの総数

帰属確率モデルとしては、重要な属性の重みの値によって決める方法⁵⁴⁾や、帰属度関数によるロジット型モデル⁵⁵⁾などが提案されている。当該意思決定問題において意思決定主体が採用するであろうと考えられる複数の意思決定方略は事前に定めておかなくてはならないが、各意思決定方略に含まれる未知パラメータ⁵⁶⁾や帰属確率モデルのパラメータは、式 (2) を用いた尤度関数により同時に推定されることが特徴である。つまり、ロジットモデルのような従来の離散選択モデルと同様に扱うことができるという利点を持つ。式 (2)

は、多くの意思決定方略を考慮するほど、その複雑性が加速度的に増加するが、これは分析者に課せられた複雑性であり、そこに採用されている個々の意思決定方略は意思決定主体の認知資源を節約する極めてシンプルなものとなっている。

(3) 複数の意思決定方略を内包した離散選択モデル

ここでは、前節で示した方法論の適用事例として、筆者らが構築したモデル¹⁴⁾を例に挙げ、モデリングについての考え方を示すと共に、そこに潜む問題点を挙げる。

a) 基本的な考え方

交通行動分析に用いられる離散選択モデルでは、推定計算や需要予測、便益評価における操作性の高さやパラメータ推定値の解釈の容易さ等の理由により、属性の線形和で表される加法型効用関数が支配的に適用されてきた。しかし、これは先述のように、意思決定に多大な費用を要する方略であり、対象となる意思決定問題によっては行動論的妥当性に問題が生ずる恐れがある。また加法型効用関数を用いて需要予測を行なった場合、バス運賃を10円値下げした場合のような微少な属性値の変化に対しても必ずバスのシェアは増加することになる。しかし、実際には「50円安くならないとバスに乗らない」というように、行動変更には閾値効果が存在することが数多くの研究において指摘されており^{55)～57)}、政策効果を誤って予測する危険性を孕んでいる。この問題に対しては、非線型効用関数を用いる⁵⁸⁾等のアプローチも可能ではあるが、モデルの適合度を保証する反面、パラメータ推定値の解釈が困難になり、結果として、1章で述べたような社会に対する説明責任や行動特性の把握というモデルの担う重要な側面¹²⁾を損なうことにもなりかねない。

以上の問題を踏まえ、前節で述べた方法論に基づき、加法型効用関数によって表される加算型と、3章(2)で述べた修正辞書編纂型の双方の意思決定方略を含む離散選択モデルを構築した。修正辞書編纂型の意思決定方略は、代替案や属性の数が増加した場合でも認知負荷はほとんど変化せず、最適な選択に対する正確性もある程度保持していることが明らかにされており³⁸⁾、実際の交通意思決定においても頻繁に用いられることが実証されている^{59)、60)}。また、そのような概念的な側面に加え、公理論的には確率的推移性を充足しない³²⁾という点においても、限定合理性に基づく意思決定方略であると言える。さらには、修正辞書編纂型の意思決定方略において、属性値が僅少差であるために同等とみなすという認知的側面を、行動変化の閾値効果をもたらす主要因と考えることにより、論理的整合性を保つことができる。

b) モデルの定式化と推定方法

ここでは、説明の簡略化のために、代替案 i_1, i_2 の二肢選択状況を想定する。同様に意思決定者は代替案の評価に際して3つの属性に直面しているものとし、個人 n が修正辞書編纂型意思決定方略において評価を行なう属性の順番、すなわち属性の重要度の序列为 $a_n = \{a_{1n}, a_{2n}, a_{3n}\}$ で表すこととする。つまり a_{1n} は個人 n が最も重視する属性を表している。

修正辞書編纂型意思決定方略では、意思決定者はある属性 a_m の評価に際して、 a_m について当該選択肢の属性値が最良の選択肢からどの程度離れているかを表す次式の値を用いて評価を行なうと考える。

$$\tilde{Z}_{ia_{mn}} = \frac{\left| \text{opt}_{k \in I}(X_{ka_{mn}}) - X_{ia_{mn}} \right|}{\text{opt}_{k \in I}(X_{ka_{mn}})} \quad (3)$$

ここに、

$\text{opt}(\cdot)$: 最良の値を与える関数 (所要時間のような属性については最小値を、快適性のような属性については最大値を与える関数)

$X_{ia_{mn}}$: 代替案 i に関する個人 n が m 番目に重視する

属性 a_{mn} の値

I : 選択肢集合

次に、修正辞書編纂型モデルにおいて個人 n の属性 a_{mn} に関する許容範囲を示す閾値を平均値及び分散を未知パラメータとする確率変数 $\tau_{a_{mn}}$ で表すと、個人 n が属性 a_{mn} の評価によって代替案 i を選択対象から除外する確率 $q_{in}(a_{mn})$ は次式で表すことができる。

$$q_{in}(a_{mn}) = \text{prob}[\tilde{Z}_{ia_{mn}} > \tau_{a_{mn}}] \quad (4)$$

ここで、ある意思決定者の属性の重要度の序列为 $a_n = \{a_{1n}, a_{2n}, a_{3n}\}$ であったとすると、修正辞書編纂型意思決定方略によって代替案 i_1 が選択される確率 $P_n(i_1 | a_n)$ は次式で表される。

$$\begin{aligned} P_n(i_1 | a_n) &= \bar{q}_{i_1n}(a_{1n}) q_{i_2n}(a_{1n}) \\ &\quad + \bar{q}_{i_1n}(a_{1n}) \bar{q}_{i_2n}(a_{1n}) \bar{q}_{i_1n}(a_{2n}) q_{i_2n}(a_{2n}) \\ &\quad + \bar{q}_{i_1n}(a_{1n}) \bar{q}_{i_2n}(a_{1n}) \bar{q}_{i_1n}(a_{2n}) \bar{q}_{i_2n}(a_{2n}) \bar{q}_{i_1n}(a_{3n}) q_{i_2n}(a_{3n}) \\ &\quad + \bar{q}_{i_1n}(a_{1n}) \bar{q}_{i_2n}(a_{1n}) \bar{q}_{i_1n}(a_{2n}) \bar{q}_{i_2n}(a_{2n}) \bar{q}_{i_1n}(a_{3n}) \bar{q}_{i_2n}(a_{3n}) \\ &\quad \times \frac{\exp(V_{i_1n})}{\exp(V_{i_1n}) + \exp(V_{i_2n})} \end{aligned} \quad (5)$$

ここに、

$$\bar{q}_{in}(a_{mn}) = 1 - q_{in}(a_{mn})$$

V_m : 個人 n の代替案 i に関する加法型効用関数の確定項

式(5)の第1項は、意思決定者が最も重視する属性 a_{1n} に関して、代替案 i_1 の値が最良であり、かつ代替案 i_2 の値が代替案 i_1 の値から十分に離れているため、代替案 i_1 を選択する確率を表している。同様に第2項は、最も重要な属性については、両代替案でそれほど差がないと判断できるが、次に重視する属性では、代替案 i_2 の値が代替案 i_1 の値と比較して大きく劣るために、代替案 i_1 を選択する確率を表している。最終項は、両代替案の全ての属性値に関して；いずれかの代替案を選別するほどの差がなかったために、修正辞書編纂型の意思決定方略によって全ての属性の評価を行なった後にも選択が決まらなかった場合を示しており、その場合に限り、従来の加法型効用関数で表される加算型の意思決定方略を用いて選択を行なうことを示している。

ここで、属性の重要度の序列は個人ごとに大きく異なり、また多くの場合、分析者にとって不明瞭であるため、確率変数として扱わざるを得ない。そこで、各属性の重要度を規定する変数 Y^* を導入し属性の重要度の序列の確率的表現を試みる。 Y^* は個人ごとに異なることから、年齢・性別等の個人属性や意思決定文脈に影響を受けると考え、以下のように個人属性やトリップ目的などの意思決定文脈を表す要因の線形和で表わすことにする。

$$Y_{a_m n}^* = \Gamma_{a_m} s_{a_m n} + \delta_{a_m n} \quad (6)$$

ここに、

$Y_{a_m n}^*$ ：個人 n の属性 a_{mn} に対する重要度関数

$s_{a_m n}$ ：個人 n の属性 a_{mn} に対する重要度関数に影響

を与える要因のベクトル

$\delta_{a_m n}$ ：個人 n の属性 a_{mn} に対する重要度関数の誤差項

Γ_{a_m} ：未知パラメータベクトル

ここで、 $\delta_{a_m n}$ にi.i.d.ガンベル分布を仮定すると、属性 a_{1n} を最も重視する確率 $Q_n(a_{1n})$ は次式で表わされる。

$$Q_n(a_{1n}) = \frac{\exp(Y_{a_{1n}}^*)}{\sum_{k=1}^3 \exp(Y_{a_k n}^*)} \quad (7)$$

従って、ある個人 n の属性の重要度の序列が $a_n = \{a_{1n}, a_{2n}, a_{3n}\}$ である確率は、ランクロジットモデルと同様の仮定のもとで以下の式で与えられる。

$$Q_n(a_n) = \frac{\exp(Y_{a_{1n}}^*)}{\sum_{k=1}^3 \exp(Y_{a_k n}^*)} \times \frac{\exp(Y_{a_{2n}}^*)}{\sum_{k=2}^3 \exp(Y_{a_k n}^*)} \quad (8)$$

式(5)及び式(8)を用いて、属性の重要度の序列の生起パターンと、属性値の差が閾値を超える場合とそうでない場合の組み合わせを全て評価することにより、最終的に個人 n が代替案 i_1 を選択する確率は次式で与えられる。

$$P_n(i_1) = \sum_{a_n} P_n(i_1 | a_n) Q_n(a_n) \quad (9)$$

このモデルは、属性の閾値の値を0とおいた場合には辞書編纂型の意思決定方略を、閾値を極めて大きな値にした場合には従来の加法型効用関数による加算型の意思決定方略を表わすような構造になっており、かつ閾値はモデルから内生的に推定されるため、加算型の意思決定方略を特殊型として内包した一般性の高いモデルであると言える。なお、モデル内の加法型効用関数及び重要度関数内に含まれる未知パラメータ、および閾値は式(9)で表される各個人の選択確率を尤度として最尤推定法により同時に推定することができる。

このモデルのもう一つの大きな利点として、行動変化を引き起こす各属性の閾値に加え、推定された各パラメータから、各意思決定方略への帰属確率や、修正辞書編纂型意思決定方略における各属性の相対的重要性なども計算できるため、行動特性の把握や施策を講じる際の判断材料として非常に豊富な情報を提供し得ることが挙げられる。

事例研究におけるモデルの推定結果等については文献14)に詳しく述べられているが、主な知見としては、加算型の意思決定方略を特殊型として内包しているため、モデルの適合度が向上し、かつRUMにおいて誤差項に含まれるとされる加算型以外の意思決定方略の一つを修正辞書編纂型として明示的に考慮したために、効用関数の誤差項の分散が小さくなつたことが挙げられる。また、パラメータ推定値を用いて各意思決定方略への帰属確率を推計した結果、道具的合理性に近い意思決定がなされていると予想される4属性2選択肢の買い物交通手段選択問題においても、約50%の確率で修正辞書編纂型の意思決定方略を用いていることが示された。

c) 克服すべき課題

ここでは、本節で紹介したモデルにおいて特に重要なとされる6つの問題点を挙げ、様々な意思決定方略を考慮したモデリングを行なう上で克服すべき重要な課題について考えていく。

第一に、複数の意思決定方略を考慮する場合、当然ながら、分析者は当該意思決定問題において、意思決

定主体が採用しているであろうと思われる意思決定方略の集合を事前に特定する必要がある。一方で、我々が通常扱い得る選択結果と代替案を構成する各属性の値、及び個人属性を中心としたデータからは、意思決定方略に関する情報を抽出することは極めて困難である。仮に、なんらかの意思決定方略が抜け落ちていた場合、その影響が他の意思決定方略を規定するパラメータに及び、需要予測や便益評価を通じて重大なミスチヨイスを招く危険性を孕んでいる。抜け落ちた意思決定方略がパラメータ推定値に及ぼす影響を理論的に分析すると共に、プロトコル手法^④など意思決定方略を同定する手法による意思決定プロセスの精査、ならびにそれらの調査技法から得られたデータを測定指標としてモデルに組み込むような方法論の開発、等の研究蓄積が必要であろう。

第二に、加法型効用関数では、説明変数としてモデルに組み込むことのできなかった非観測要因のシステムティックな部分を、定数項として巧みに処理することが可能であるが、非補償型意思決定方略のモデル化に際しては、意思決定に影響を及ぼす全ての要因を抽出する必要がある。何らかの要因が抜け落ちた場合には、意思決定方略の問題と同様に、パラメータ推定値にバイアスをもたらすであろう。心理学における意識データを用いて快適性や魅力度といったような主観的要因を定量化する手法^⑤を援用するなど、多くの要因を抽出する一方で、非観測要因を何らかの形で考慮できるような方法論の開発が望まれる。

第三に、属性や代替案数、考慮する意思決定方略の数が増加するにつれ、式(2)において評価を必要とする周辺確率の場合の数は幾何級的に増大し、推定計算に莫大な費用を要することは想像に難くない。図-1にも示したように、限定合理性に基づくモデルが、属性や代替案数が多い場合において特にその有効性を発揮するものである以上、何らかの簡略化が不可欠である。また、修正辞書編纂型に限らず、連結型や分離型など、モデルに閾値を含む意思決定方略を採用した場合、尤度関数は非連続になるためパラメータ空間における全般的微分可能性が保証されない。従って、尤度関数の特性を精査し、推定量の唯一性や安定性を含む統計的性質の検討、あるいは特殊な推定アルゴリズムの開発が必要であると考えられる。

四点目は、土木計画上極めて重要である便益計測に関する問題である。RUMの代表例であるロジットモデルでは均衡点の軌跡である需要関数に沿って積分を行うことにより、消費者余剰をログサム変数で計量することができるという利点がある^⑥。ただし、このログサム型の消費者余剰の考え方を用いた場合も、消費者余剰は積分の経路に依存するため、需要関数が正しく

表現できていない場合、すなわちロジットモデルで仮定されているような選択行動に従わない個人が多く含まれる場合にはその値は不正確になる。これに対し、本節で述べたような限定合理的な個人の行動を仮定した場合、必ずしも均衡が成立するとは限らず、また一般化費用と需要量（選択確率）の間に連続性が成立しないことも予想されるため、消費者余剰を算出することが極めて困難であると考えられる。限定合理性を仮定したモデルにおいて社会的厚生を論じることは可能であるのか、どのような仮定をおいた場合に可能となるのか、またその場合にはどのように表現されるのか、等について研究を重ねる必要がある。

第五に、限定合理的モデルは分析者の仮定によって様々な結果がもたらされるため、計画立案に際して恣意的であるとの指摘を受けかねない、という点において限定合理的モデルが説明責任を果たせるのであろうかとの議論が挙げられる。確かに、道具体的合理性に基づくモデルは、それを扱う分析者に依らず同じ結果がもたらされるという点で、説得的であることができる。しかし、結果の一意性よりも、モデルに仮定されている行動理論によって結果をより説得的に説明できることの方が重要であると著者らは考える。ここで、もっともらしい仮定自体が幾つも存在することがさらなる問題になると考えられるが、実現象との整合性という考え方を導入することである程度までモデルの絞込みを行なうことが可能となる^⑦。また、藤井^⑧が主張するように、人間の行動が非常に多くの不確実性を孕むものであるという視点に立てば、結果の一意性はむしろ不自然であり、様々な想定の下にある程度の範囲をもった結果を提供することも考えていく必要があろう。ただし、以上の議論は、限定合理的モデルが広く社会に認知・受容されることが必要条件であり、そのためには、様々な事例分析を通じてモデルの現況再現性や予測精度を実証的に検討していく必要がある。

最後に、土木計画学が不特定多数の個人を対象とする一方で、分析者が個々の主体の意思決定プロセスを完全に記述することが不可能である以上、これまで述べてきたような方法論に基づいて構築されたモデルが、意思決定プロセスを直接記述したモデルとしてみなしえるかという点^{⑨, ⑩}である。確かに、先述のように、用いるデータの質によっては様々なバイアスが生じ、結果として、モデルは回帰モデルと同様に、単に意思決定要因と結果との関係を数理的に記述するモデルとしてしか存在し得ない。その場合、そこから計算された便益指標は極めて大きな危険性を孕むものとなる。また、クロスセクショナルデータに基づいて構築されたモデルは現況再現性を保証する一方で、予測精度に関しては何ら保証されていないため、予測自体が困難

な場合も生じる可能性がある。そのような場合には、例えば RUM を意思決定プロセスを間接的に表す数理的なモデルとして割り切って使用したり、あるいは藤井⁴⁾が提案するような定性的なアプローチも必要となろう。これらの議論は、分析対象にも依存するため、今後実証研究を重ねて明らかにしてゆく必要があるが、需要予測や便益評価といった定量的なアウトプットが土木計画上極めて重要な意味を持つ限り、意思決定過程を定量的に記述するような努力も継続的に続け、様々な「引き出し」を用意しておくことが肝要であると考えられる。

以上のように、様々な意思決定方略を考慮したモデルは、概念的には有効であるが、実証分析的に見て数多くの問題点を抱えている。しかし、アクティビティアプローチや立地分析など、行動モデルの適用範囲が多種多様化する中、McFadden が述べたように⁴⁾、操作性に優れ、かつ様々な意思決定方略を近似し得るからという理由で、道具的合理性を仮定したモデルを惰性的に適用し続けてよいものであろうか？少なくとも、道具的合理性の孕む問題点を認識し、各適用対象における意思決定プロセスを精査すると共に、近似的なアプローチと限定合理性を明示的に考慮したアプローチの双方を推し進めていかねば、「熟練の大工たちに絞首台を作られる」ような日もそう遠くはないであろう。

5. おわりに

冒頭に掲げたような目的を果たすべき行動理論と実証的分析の方法論を示すことができたかどうか不明であるが、本稿が微力ながら既存の合理的選択理論を見直す一助となるよう願いを込めて、再度新古典派経済学が提唱する合理的選択理論を擁護する立場を批判的に検討して本稿を締めくくることにしたい。

ここまで述べてきたように、個人の行動は極めて多くのケースで合理的選択を行っていないことが分かる。それにもかかわらず、新古典派経済学のモデルに頼ってしまうのは、McFadden が述べたように「便利である」ということから来ているが、それをさらに積極的にサポートしてしまおうとする傾向も強い。例えば期待効用最大化理論を積極的に擁護する議論として以下のようないふものが挙げられる。

1つ目は、期待効用理論は規範的理論であるという議論である。規範的理論の目的は、（もし合理的に行動するのであれば）どのように行動すべきかを表すことになり、実際の選択の観測結果はたいした意味を持たないことになる。限定合理性でいわれるよう人の情報

処理能力が不足しているだけで、道具的な合理性が達成できないのならこの議論は成り立とう。しかし、いくつかの心理実験では「あなたの選択結果は非合理です」と理由を丁寧に説明した後でも、依然として非合理的な選択を行うことが報告されている。また、人が決して達成しない（またはできない）規範的状態を予測のベンチマークにすることや便益評価のためのインプットにすることにどれほどの意味があろうか。そういうえこの規範的状態をもとにした便益評価は重大な社会的なミスチヨイスをもたらすことも考えられる。

期待効用理論を擁護する2つ目の議論は、期待効用理論は人のすべての行動を表現する理論の単なる一部であるという議論である。そのような理論において道具的な合理的個人を仮定することは、力学で摩擦の全くない表面を仮定することの立場と似ている。つまり、その仮定は文字通り真ではないが、それによって我々は目的に対して十分よく予測することができるのである。これは、もし実験によって見つかった行動と期待効用理論から導出される行動との乖離が非常にささいなものであったり、あるいは個人間でランダムであるのならば、適切な回答といえよう。しかし、幾つかの有名な社会心理実験^{5)～7)}が主張するように、その乖離が大きくかつ系統的である場合にはそれを軽視することはできない。もし個人の選択がそのように理論から逸脱しているのであれば、集計的行動も理論から逸脱している可能性が極めて強い。

心理実験の結果に異議を唱える経済学者の代表的な議論は、実験による観測結果の多くが様々な意思決定要因を排除した室内実験によるものであり、実社会における真の選択から集められたものではないということである。具体的には、実験で提供される金銭的利得は非常に少なく、かつ仮想的なものであるがゆえに人々に熟考を誘引するような動機を十分に与えることができない、多くの実験でなされる意思決定は一回限りであり、人は同じ意思決定に繰り返し直面した場合、より合理的な行動をとるようになる、といった主張である。しかし、実社会においては、金銭的利得が小さくかつ1回限りの特性を有する意思決定が圧倒的多数を占めており、心理実験による実証的知見を反映した行動理論が適用不可能であるような状況はほとんどないようと思われる。

最後に、人間の行動を捉える2つの大きな立場、Homo Economicus（経済人）と Homo Sociologicus（社会人）について触れておこう。経済学的モデルと社会学的モデルの見方の違いの代表例は、犯罪や投票行動やマナーの遵守などに見られる。犯罪は合理的行動からの逸脱と見られるか、それとも機会費用の合理的計算の結果としてみられるのか、投票は社会的立場の役割と見

られるか、それとも自分にとって望ましい選挙結果に影響を与えるための合理的選択と見られるか。なぜ多くの人はゴミを散らかしたりしないのか。これらの行動は、経済人としての合理的選択でも社会人としての社会的規範の遵守としても説明できるが、より社会人としての個人を考えたほうが納得いくように思われる。

以上、本論文で述べてきたように、合理的選択理論は、選択行動を観測し、その観測結果に合致する理論を考えることによってよりも、むしろ合理性に対する前提を下に構築されてきたと言える。道具的な合理的選択行動を超えた理論を勇気を持って発展させ、社会心理学の世界だけでなく、現実の市民社会に即影響を与える工学分野や厚生経済学の分野にも適用すべき時期にきていると思われる。また、その発展が社会科学の復興につながることを望んでやまない。

注

- [1] 意思決定プロセスを構成する要素の特性を理解することに主眼をおく心理学では、一般的に行動を規定する選好や知覚、動機、態度等の内的意思決定要因は絶えず変化するものとして捉えられている¹⁶⁾。しかしながら、そのようなアプローチを採用した場合、予測時点における各個人の意思決定プロセスが明確に定義できないため、土木計画において決定的に重要である需要予測や便益評価を全く行なうことできなくなる危険性を孕んでいる。そこで、筆者らは、意思決定者の持つ選好や代替案の価値は根源的に備わっており、意思決定文脈や時間に対しある程度の一貫性及び不变性を有しているという経済学的立場を採用する。ただし、これは意思決定プロセスの永続的な不变性を肯定するものではなく、居住地選択や自動車購入意思決定など長期の意思決定問題を対象とする場合は、逆にパネル分析手法¹⁷⁾等を用いて、選好の時間的推移や文脈依存性を分析することが必要であると考える。
- [2] これらの議論は情報探索プロセスを分析することが不要であると主張するものではない。本稿で述べた意思決定方略は、情報探索の手順は規定しているものの、探索される情報の質には言及していない。一方で、様々な意思決定方略を想定して行動モデルを構築する際には、意思決定者がどの情報をどのように認知しているのかを分析者が把握する必要がある。ランダム効用モデルでは、分析者がどのような情報を持ち合わせていない場合でも、誤差項に観測誤差が含まれるものとして扱うことにより理論的整合性を保っているが、必ずしもそれがランダムであるという保証はない。また、非補償型の意思決定方略を想定した場合には、そのような観測誤差が4章(3)で後述するような問題を招くこともある。本稿では、紙

面の都合上、これ以上の議論は避けるが、意思決定者が直面している意思決定環境をどのように認知しているか、それが経験や学習、情報によってどのように更新されるのかを解明することが極めて重要である。

- [3] 図-1は説明の簡略化のために、意思決定文脈を論じる上で特に重要と考えられる2つの概念的な要因のみを抽出したものである。一方、意思決定文脈を規定する要因は、その他にも他者の影響や他の意思決定問題との相互関係など、極めて多岐にわたる。従って、図-1のように、意思決定文脈に応じて採用される意思決定方略が常に明確に区別できるものとは限らない。土木計画の分野では、これまで意思決定プロセスそのものに着目した研究はなされてきたものの、こと意思決定環境に着目した研究はほとんどなされてこなかった。この点は、今後の重要な研究課題である。
- [4] ランダム係数モデル⁵⁾は多重積分を有するため、代替案属性の数が多い場合には、計算コストの観点から実用的ではない。しかし、文献14)や図-1に示されているように、代替案属性の数が少ないような意思決定問題においても非補償型意思決定方略がしばしば観測されるため、そのような局面では有効なツールとなり得るものと思われる。
- [5] 意思決定方略として、加算型や連結型を仮定した場合には、各属性の重みや足切りに用いられる閾値が未知パラメータとしてモデルに含まれる。一方、「所要時間が1分でも早い交通手段を選ぶ」というような意思決定方略を採用した場合には、未知パラメータは一切含まれず、その場合、式(2)の確率 $P_n(i|s)$ は確定的に1になる。

参考文献

- 1) Nicholson, W.: *Microeconomic Theory*, Dryden, 1985.
- 2) McFadden, D.: Conditional logit analysis of qualitative choice behavior, *Frontiers in Econometrics*, P. Zarembka ed., Academic Press, New York, pp.105-142, 1973.
- 3) Ben-Akiva, M. and Lerman, S.: *Discrete choice analysis: Theory and Application to Travel Demand*, The MIT Press, 1985.
- 4) Simon, H. A.: *Administrative Behavior: A Study of Decision Making Process in Administrative Organization*, 2nd ed. Macmillan, 1957. (松田武彦、高柳暁、二村敏子(訳)：経営行動、ダイヤモンド社、1965.)
- 5) Slovic, P. and Tversky, A.: Who accepts Savage's axiom?, *Behavioral Science*, Vol.19, pp.368-373, 1974.
- 6) Kahneman, D., Slovic, P. and Tversky, A. (eds.): *Judgement Under Uncertainty: Heuristics and Biases*. Cambridge University Press, Cambridge, 1982.
- 7) Ellsberg, D.: Risk, ambiguity, and the savage axioms, *Quarterly Journal of Economics*, Vol.75, pp.643-669, 1961.

- 8) Lave, C. A. and March, J. G.: *An Introduction to Models in the Social Science*, Harper and Row, New York, 1975.
- 9) 依田高典: 不確実性と意思決定の経済学—限定合理性の理論と現実, 日本評論社, 1997.
- 10) Heap, S. H., Hollis, M., Lyons, B., Sugden, R. and Weale, A.: *The Theory of Choice*, Blackwell, 1992.
- 11) Ben-Akiva, M., McFadden, D., Garling, T., Gopinath, D., Bolduc, D., Borsch-Supan, A., Delquie, P., Larichev, O., Morikawa, T., Polydoropoulou, A. and Rao, V.: Extended framework for modeling choice behavior, *Marketing Letters*, Vol.10, No.3, pp.187-203, 1999.
- 12) 藤井聰: 交通計画におけるシミュレーション手法の適用可能性, 土木計画学研究・論文集, No.16, pp.19-34, 1999.
- 13) Simon, H. A.: *Bounded rationality, The New Pargrave: Utility and Probability*, J. Eatwell et al. eds., W. W. Norton & Company, 1987.
- 14) Kurauchi, S. and Morikawa, T.: An exploratory analysis for discrete choice model with latent classes considering heterogeneity of decision making rules, *Travel Behaviour Research: The Leading Edge*, D. A. Hensher ed., Pergamon, pp.409-423, 2001.
- 15) Neumann, J. and Morgenstern, O.: *The Theory of Games and Economic Behavior*, Princeton University Press, 3rd edition, 1953.
- 16) Garling, T.: Behavioural assumptions overlooked in travel-choice modeling, *Travel Behaviour Research: Updating the State of Play*, D. Ortuzar, D. Hensher and S. Jara-Diaz eds., Elsevier, Amsterdam, the Netherlands, pp.3-18, 1998.
- 17) Kitamura, R.: Panel analysis in transportation planning: An overview, *Transportation Research A*, Vol.24, No.6, pp.401-415, 1990.
- 18) Kahneman, D. and Tversky, A.: Prospect theory: an analysis of decision under risk, *Econometrica*, Vol.47, pp.263-291, 1979.
- 19) Machina, M.: Expected utility analysis without the independence axiom, *Econometrica*, Vol.50, pp.277-323, 1982.
- 20) Chew, S. H.: A generalization of the quasilinear mean with applications to the measurement of income inequality and decision theory resolving the Allais paradox, *Econometrica*, Vol.51, pp.1065-1092, 1983.
- 21) Quiggin, J.: A theory of anticipated utility, *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol.3, pp.323-343, 1982.
- 22) Simon, H. A.: Invariants of human behavior, *Annual Review of Psychology*, Vol.41(1), pp.1-19, 1990.
- 23) Festinger, L.: *A Theory of Cognitive Dissonance*, Stanford University Press, 1957.
- 24) 竹村和久: 消費者の問題意識と購買意思決定, 杉本徹雄編著: 消費者理解のための心理学, 福村出版, pp.42-55, 1997.
- 25) Dawes, R. M.: The robust beauty of improper linear models in decision making, *Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases*, D. Kahneman, P. Slovic and A. Tversky eds., Cambridge University Press, pp.391-407, 1982.
- 26) Keeney, R. L. and Raiffa, H.: *Decision with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*, John Wiley, 1976. (高原康彦, 高橋亮一, 中野一夫(監訳): 多目標問題解決の理論と実例, 構造計画研究所, 1980.)
- 27) Fishbein, M.: An investigation of the relationships between beliefs about an object and the attitude toward that object, *Human Relations*, Vol.16, pp.233-240, 1963.
- 28) Dawes, R.: Social selection based on multidimensional choice, *Journal of abnormal and social psychology*, Vol.68, pp.104-109.
- 29) Guilford, J. P.: *Psychometric Methods*, McGraw-Hill, New York, 1954.
- 30) Svenson, O.: Decision making and the search for fundamental psychological regularities: what can be learned from a process perspective? *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Vol.65(3), pp.252-267, 1996.
- 31) Coombs, C. H.: *Theory of Data*, John Wiley, New York, 1964.
- 32) Tversky, A.: Intransitivity of preferences, *Psychological Review*, Vol.76, pp.31-48, 1969.
- 33) Tversky, A.: Elimination by aspects: a theory of choice, *Psychological Review*, Vol.79, pp.281-299, 1972.
- 34) 北村隆一: 交通行動シミュレーション, 交通工学研究会編: やさしい交通シミュレーション, 丸善, pp.55-120, 2000.
- 35) Wright, P.: Consumer choice strategies: Simplifying vs optimizing, *Journal of Marketing Research*, Vol.12, pp.60-67, 1975.
- 36) Payne, J. W.: Task complexity and contingent processing in decision making: An information search and protocol analysis, *Organizational Behavior and Human Performance*, Vol.16, pp.366-387, 1976.
- 37) 竹村和久: 意思決定の心理—その過程の探求ー, 福村出版, 1996.
- 38) Payne, J. W., Bettman, J. R. and Johnson, E. J.: *The Adaptive Decision Maker*, Cambridge University Press, 1993.
- 39) Beach, L. R. and Mitchell, T. R.: A contingency model for the selection of decision strategies, *Academy of Management Review*, Vol.3, pp.439-449, 1978.
- 40) Montgomery, H.: Decision rules and the search for a dominance structure: Towards a process model of decision making, *Analysing and Aiding Decision Processes*, P. Humphreys, O. Svenson and A. Vari eds., North Holland, pp.343-369, 1983.
- 41) Manski, C.: The structure of random utility models, *Theory and Decision*, Vol.8, pp.229-254, 1977.

- 42) Swait, J. and Ben-Akiva, M.: Incorporating random constraints in discrete models of choice set generation, *Transportation Research*, Vol.21B, pp.91-102, 1987.
- 43) Bettman, J., Johnson, E. and Payne, J.: Consumer decision making, *Handbook of Consumer Behavior*, T. Robertson and H. Kassarjian, eds., Prentice-Hall, New York, pp.50-84, 1991.
- 44) McFadden, D.: Rationality for Economists, *Paper Presented at NSF Symposium on Eliciting Preferences*, Berkeley, 1997.
- 45) 栗山浩一：環境評価の現状と課題：CVM, コンジョイント分析を中心に、鷺田豊明、栗山浩一、竹内憲司編：環境評価ワークショップ：評価手法の現状、築地書房, pp.25-45, 1999.
- 46) Williams, H. C. W. L. and Ortuzar, J. D.: Behavioural theories of dispersion and the mis-specification of travel demand models, *Transportation Research*, Vol.16B, pp.91-102, 1982.
- 47) Thurstone, L.: A law of comparative judgment, *Psychological Review*, Vol.34, pp.273-286, 1927.
- 48) Marschak, J.: Binary choice constraints on random utility indicators, *Stanford Symposium on Mathematical Methods in the Social Sciences*, K. Arrow ed., Stanford University Press, Stanford, 1960.
- 49) 倉内慎也, 森川高行, 祖父江誠二：評価属性の差異を考慮した離散型選択モデルに関する研究, 土木計画学研究・講演集, No.24 (CD-ROM), 2001.
- 50) 西井和夫, 北村隆一, 近藤勝直, 弦間重彦：観測されない異質性を考慮した繰り返しデータに関するパラメータ推定法 : Mass Point Model と Mixing Distribution Model, 土木学会論文集, No.506/IV-26, pp.25-33, 1995.
- 51) Daganzo, C.: *Multinomial Probit*, Academic Press, 1979.
- 52) Sasaki, K., Morikawa, T. and Kawakami, S.: A discrete choice model with taste heterogeneity using SP, RP and attribute importance ratings, *Proceedings of the 8th World Conference on Transport Research*, Antwerp, Belgium, Elsevier, Vol.3, pp.39-49, 1999.
- 53) 森川高行, 竹内博史, 加古裕二郎 : 定量的観光魅力度と選択肢集合の不確実性を考慮した観光目的地選択分析, 土木計画学研究・論文集, No.9, pp.117-124, 1991.
- 54) Gopinath, D. A.: *Modeling Heterogeneity in Discrete Choice Processes: Application to Travel Demand*, Ph.D. Thesis, Massachusetts Institute of Technology, 1994.
- 55) Huber, J. and Klein, N.: Adapting cutoffs to the choice environment: The effects of attribute correlation and reliability, *Journal of Consumer Research*, Vol.18, pp.346-357, 1991.
- 56) 河上省吾, 広畠康裕 : 利用者の主観的評価を考慮した非集計手段選択モデル, 土木学会論文集, No.353/IV-2, pp.83-92, 1985.
- 57) 倉内慎也, 森川高行, 岡田良之, 佐々木邦明 : プレトリップ情報提供下における短期的交通行動変更抵抗のモデル分析, 土木計画学研究・論文集, No.16, pp.763-768, 1999.
- 58) Fishburn, P. C.: *Nonlinear Preference and Utility Theory*, Johns Hopkins University Press, 1988.
- 59) Recker, W. W. and Golob, T. F.: A non-compensatory model of transportation behaviour based on sequential consideration of attributes, *Transportation Research*, Vol.13B, pp.269-280, 1979.
- 60) Gensch, D. and Svestka, J.: A maximum likelihood hierarchical disaggregate model for predicting choices of individuals, *Journal of Mathematical Psychology*, Vol.28, pp.160-178, 1984.
- 61) 森川高行, 佐々木邦明 : 主観的要因を考慮した非集計離散型選択モデル, 土木学会論文集, No.470/IV-20, pp.115-124, 1993.
- 62) 森杉壽芳 (編) : 社会資本整備の便益評価—一般均衡理論によるアプローチ, 効率化書房, 1997.
- 63) 藤井聰 : 土木計画のための社会的行動理論—態度追従型計画から態度変容型計画へ—, 土木学会論文集, No.688/IV-53, pp.19-36, 2001.

(2001. 8. 2 受付)

EXPANSION OF RATIONALITIES AND ITS IMPLICATION TO INDIVIDUAL CHOICE MODELS

Takayuki MORIKAWA and Shinya KURAUCHI

Economic choice models assume the “instrumental rationality” of the individual, where each decision maker is a utility maximizer with perfect information. This paper introduces and discusses other concepts of rationality, “procedural rationality” and “expressive rationality”, which relax the assumption of instrumental rationality considering the limitation of human being’s cognitive resources. Then, we focus on “bounded rationality”, which is the most well-known case of the procedural rationality, and discuss it in the context of decision making strategy. Finally, we show the methodology to develop choice models based on bounded rationality where various decision making strategies including the instrumental rationality are incorporated in a single framework.