

[討議・回答]

森川高行 共著
倉内慎也

「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」への討議・回答

(土木学会論文集, No. 702/IV-55, 2002年4月掲載)

▶ 討議者 (Discussion)

藤井 聡 (東京工業大学)

Satoshi FUJII

1. はじめに

森川・倉内両氏(以下、著者らと記載させて頂く)による『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¹⁾』は、McFadden (1974)²⁾に端を発する消費者行動のマイクロ計量経済モデル(以下、ロジットモデルに代表されるこの種のモデルを、著者らにならって“離散選択モデル”と略称する)の限界を精査し、その上でその拡張を図る意欲的な論文である。

もちろん、離散選択モデル、あるいは、その理論的基盤である合理的選択理論、ひいては、新古典派経済学を批判することは容易である。なぜなら、それらの理論が人間は完全な合理性を持つと仮定している一方で、我々の合理性がそれほどまでに完全ではないことは、日常的な常識の範囲で十分に了解可能だからである。

しかしながら、いかに既存の技術に本質的な問題があるとしても、その有用性を上回る有用性を提供する代替技術がないのなら、旧来の技術をうまく土木計画に適用することに専心しなければならない。それ故、技術を批判するのなら、必ず代替技術を提供せねばならない。だからこそ、既存の離散選択モデルの問題点を指摘するだけでなく、その問題点に対処するために離散選択モデルの拡張を図る建設的な著者らの研究努力に、心から敬意を表したい。

さて、ここで、著者らの主要な論旨を、筆者の理解の範囲で簡単にまとめてみたい。

論旨 1) 一般的な従来の離散選択モデルが想定している人間像は、過度な合理性を携えた非現実的な人間像である(1.および2.)。

論旨 2) 現実の人間は、離散選択モデルが想定する意思決定方略とは異なる様々な意思決定方略を用いている(3.)。

論旨 3) 以上の点を勘案し、人間が様々な意思決定

方略を採用しえることを許容した離散選択モデルを提案する(4.)。

ここに、以上の論旨 1) は、既に触れたように、離散選択モデルの批判を展開する部分であり、論旨 2) は、離散選択モデルの問題点に対応するために人々の意思決定の認知的側面を論じたものである。これら論旨 1)、論旨 2) は、他分野の研究者(例えば、ヤーリング³⁾やマクファデン⁴⁾)から交通行動研究に対して直接的に指摘されている論旨であると共に、それらを引用しつつ論じた文献 5) の 3.(5)『“離散選択モデル”からの脱却』、文献 6) の 2.『定量的行動モデルの非普遍性』を主張を一にしており、筆者も大いに共感するところである。

ところが、論旨 3) については、研究者によって意見の分かれるところである。これは、上記の論旨 1)、2) を前提とした上で、「いかなる方向で交通行動モデル・分析の発展を目指すべきか？」という将来の見通しについて意見が分かれているためである。

まず、著者らは、既上記 3) に示したように、次のような方針を打ち出しているものと考えられる(以下、これを方針 MK と呼ぼう)

方針 MK: 離散選択モデルの枠組の中で、人々が実際に採用している意思決定方略を考慮する方向で、交通行動モデルを構築する。

一方、例えば McFadden⁴⁾ は、次の方針を打ち出しているものと考えられる。

方針 MC: 人間は完全なる合理性は持たないが、限定的には合理的である。それ故、注意深い調査と適切な統計技法(例えばミックスト・ロジット・モデル)を用いれば、人々の「選好の核」(core preference) に対応した効用関数を同定

でき、それをを用いて確率的な行動予測が可能となる。

はたして、方針 MK と方針 MC の関係はいかなるものであろうか、そして、いずれの方針がより明るい見通しを交通需要予測、ひいては、交通計画に与えるのであろうか、あるいは、これらの2つ以外により明るい見通しを交通需要予測や交通計画に与える方針はあるのだろうか。本討議では、これらについて若干の論考を加えたい。

2. 相関モデルとプロセスモデル

方針 MK と方針 MC の関連や相違点を考えるにあたり、意思決定の心理学において伝統的になされてきた、次のような意思決定の記述モデル (*descriptive model*)¹¹⁾ の2分類⁹⁾ を考えることが手がかりになるものと思われる¹²⁾。

相関モデル (*correlational model* あるいは、構造モデル *structural model*) : 選択結果とその要因との間の相関関係を記述するモデル。意思決定プロセスはブラックボックスとして扱われる。

プロセスモデル (*process model*) : 意思決定者が最終的な選択決定を下すまでの認知的・心理的なプロセスを記述するモデル。相関モデルとは異なり、選択結果とその要因との相関関係は記述されない。

すなわち、相関モデルは、意思決定プロセスの入力としての選択要因と出力としての選択結果との間の関係を記述するものの、それらの両者の間の“意思決定プロセス”の記述を放棄するモデルである。その一方で、プロセスモデルは意思決定プロセスを記述するが、その入力と出力との相関関係は明示的に考慮しない。

ここで、相関モデルの代表的な意思決定モデルとしては、合理的行為理論⁹⁾ や予定行動理論¹⁰⁾ 等のアイゼンやフィッシュバインが態度理論体系の一つとして提案しているモデル (行動を規定する行動意図は、態度や規範等の線形和で説明される、と仮定したモデル) が例として挙げられる。これらのモデルは“人間の行動に影響を及ぼしている心理要因は何か、そして、一定の条件の下では人間はどのような行動を取るのか?” という疑問に答えるためのモデルである。こうした行動要因の理解は“行動予測”に直接利用する

ことができる。この点が、相関モデルの大きな特徴の一つである。

一方、プロセスモデルとしては、例えばスヴェンソンの差異化統合理論¹¹⁾ (意思決定を下すまでは選択肢間の差異が際立つような意思決定方略を用い、意思決定が一旦下されれば、その決定を支持するような認知と態度を形成する) やモントゴメリーの構造優越化モデル¹²⁾ (他選択肢よりも優越する選択肢を探すべく意思決定方略をいくつか試し、優越する選択肢が見つければそれを選択する)、あるいは、ペインらの決定方略についての諸仮説¹³⁾ (意思決定の初期段階、では非補償型の意思決定方略を用い、意思決定の後期段階では補償型の意思決定方略を用いる、等) 等が代表的な例である。これらのモデルはいずれも、“人間は、どのような意思決定プロセスを経て、意思決定しているのか?” という疑問に答えるための、いわば“行動理解”⁵⁾ のためのモデルである。しかし、意思決定プロセスの入力と出力の関係を直接記述するわけではないので、必ずしも行動予測に利用できるわけではない。

さて、認知心理学の立場から見た時、効用関数を想定する離散選択モデルはいずれに分類できるであろうか。もちろん、離散選択モデルでは、「1)意思決定者が各選択肢の属性を逐一検討することでそれぞれに効用を心理的に形成する、2)効用の相互比較を通じて一つの選択肢を選択する」、という意思決定プロセス(以下、これを素朴合理的選択プロセスと呼称する)を想定しているかの様である。しかし、著者らが詳しく論じているように、実際の意思決定プロセスはそうはなっていない。それを勘案したとき、離散選択モデルはプロセスモデルとしては甚だ不十分なモデルといわざるを得ない。一方、離散選択モデルは、例えば交通手段選択の場合には、料金や所要時間や個人属性と手段選択確立の関係を記述する。さらに、実用の局面では、交通需要予測に適用される。これらの点から、離散選択モデルは態度理論の諸モデルと同様、相関モデルと見なすことができよう。

3. 高次選択の意思決定方略の問題

ここで、相関モデルとプロセスモデルという分野概念を用いれば、方針 MC と方針 MK との相違を次のようにいえるのではないかと筆者は考える。まず、方針 MC では離散選択モデルで同定される行動要因と行動との相関関係の不正確さに着目し、より正確な確率的行動予測を保証しうる効用関数の同定を目指すものと言えよう。一方で、方針 MK では、上述の素朴合成的選択プロセスの非現実性に着目し、認知的意思

決定研究で明らかにされてきたプロセスモデルの考え方を導入することにより、その非現実性の解消を目指そうとするものと考えられる。すなわち、方針MCは離散選択モデルの相関モデルとしての欠点に対処しようとする方針である一方、方針MKは離散選択モデルのプロセスモデルとしての欠点に対処しようとする方針である、と考えられるのである。

いずれにしても、離散選択モデルの目的が需要予測であると考えたとき、方針MCによって直接的に予測精度の向上を図るほうが得策なのか、プロセスモデルとしての欠点を克服することを通じて間接的に予測精度の向上を図るほうが得策なのか、筆者はここで断定することはできない。ただし、以下では、方針MKの未来は前途多難であることを、著者らの自身の主張と実証分析¹⁴⁾に基づいて論じてみたいと思う。

まず、著者らが4.(3)c)¹¹⁾にて詳しく論じているように、方針MKには様々な課題点が内包されている。特に、著者らが挙げている第一点の問題は、方針MKにとってかなり深刻であるように思える。その問題とは、「意思決定方略を考慮したモデルで行動を確率的に予想するためには、需要予測時点で予測対象者の意思決定方略を特定する必要がある」という問題である。

そもそも、本討議のこれまでの議論は、選択結果をいかに精度良く確率的に予測するかを巡っての議論であった¹³⁾。それが容易でないからこそ様々な議論がなされているのであるが、方針MKではその選択結果についての離散選択（以下、一時選択）をより精度良く予測するために、より高次の、しかも、選択結果を測定することが極めて困難な選択課題である意思決定方略の選択問題（以下、二次選択）を持ち込む。しかし、著者らの定式化（4.(3)b)¹¹⁾によれば、意思決定方略の選択自体の意思決定プロセスは考慮せずに、相関モデルの考え方で意思決定方略の選択がモデル化されているものと考えられる。もちろん二次選択の意思決定方略を考慮するならば、二次選択の意思決定方略の選択を、そして、さらにより高次の意思決定方略を順次考慮せざるをえない。それ故、著者らのアプローチのように、一次選択選択確率を定量表現するためには、いずれかの次元で相関モデルを持ち込まざるを得ないのも十分に納得できる。

以上の議論に基づけば、方針MCは一次選択を相関モデルでモデル化する一方、方針MKは一次選択をプロセスモデルでモデル化するものの二次選択を相関モデルでモデル化する、という方針と換言できよう¹⁴⁾。

ここで、方針MKは選択プロセスを考慮しないことが問題であり、それを考慮していくことが必要であ

る。という方針であったことを考えてみよう。もちろん、著者らの論文の中では、この方針は一次選択を想定したものと思われるが、一次選択に適用して二次選択には適用しない、という論理的根拠は特に見当たらないように思う。それ故、方針MKを拡張するのなら「二次選択においても、人々は様々なプロセスを経て決定する」のは自明である以上、二次選択における選択プロセスを考慮しなければならない、ということはないだろうか。そして、上述のようにこの批判は無限に繰り返され、より高次の選択のプロセスが考慮されるべきことが、方針MKは内包している論理の必然的帰結として、要請され続けるのではなからうか。少なくとも、一次選択において既に相関モデルを導入している方針MCにはこの問題は内包されていない。そして、定量的な行動予測を目的とせずスヴェンソン¹¹⁾やモントゴメリー¹²⁾やペインのモデル¹³⁾にも（こうしたモデル構築方針は行動理解方針、方針BUと呼べよう）、この問題は内包されていない。

4. 実証分析による比較

しかし、需要予測に資する、という点から考えた場合、実証的、かつ、実務的に方針MKが方針MCよりも優越する、ということは十分にあり得る。実際方針MKの下で定式化される需要関数は高次に非線形な関数であり（4.(3)b)¹¹⁾参照）、モデルの自由度も高く、得られた行動データにより適合する可能性を秘めている。しかし、著者らの実証研究¹⁴⁾では、方針MKのモデルは、2つの潜在クラス（i.e.意思決定方略）を想定しただけで、推定計算が収束しない場合も少なくなく、データへの適合度も多項ロジットモデルよりも低い、という結果が得られている。この結果は方針MKにとって多難な前途を暗示しているものかもしれない。一方で、簡略化した意思決定プロセスを考慮することで、少なくとも多項ロジットモデルよりは高い精度の予測ができる可能性が示唆されているが、本討議のこれまでの議論は方針MKと従来の離散選択モデルとの比較を論じたものではなく¹⁵⁾、方針MCとの比較を論じたものであった。それ故、今後は方針MCで構築されたモデル（例えば、プロビットモデルやミックスド・ロジットモデル）との実証的な比較研究が重要となろう。

最後に、もしも方針MCよりも方針MKのモデルの方が良好な適合度を与えるという結果がでたとしても、それが方針MKの理論的着想（意思決定者が実際に採用している意思決定方略をモデル上で再現すること）が行動予測にとって適切であったためなのか、

それとも関数の非線形性に起因するモデルの自由度の高さによるものなのかを見極める必要もあろう。もしも後者が原因であったのなら、方針 MK はニューラルネットワークや決定木法等の意思決定プロセスを明示的に想定しない数理モデル（データマイニングの方針、以下方針 DM）との比較も必要となるだろう^[6]。

いずれにしても、モデリングの立場と思想の異なる行動予測を主たる目的とする相関モデル（例えば、一般的な離散選択モデルをはじめとする方針 MC のモデル）と、行動理解を主たる目的とする認知的なプロセスモデル（例えば、方針 BU のモデル）の融合を目指す方針 MK の試みが、木に竹を接いだモデルに終わるのか、あるいはこれまでにない素晴らしい組み合わせをもたらす革新的モデルとなるのか、著者らの今後の健闘に期待したい。

5. おわりに

筆者は、筆者らの主張するアプローチを述べた後に、次のような意義深い主張を記述している。

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 (p. 26)

単一の考え方に支配された知識体系は脆弱である。それ故、多様な「引き出し」を学会として備えておくことは不可欠である。これまでに、離散選択モデルの引き出しには様々なものが取められてきた。しかし、その引き出しだけでは対応できない問題が数多く現れ、それに変わる新しい引き出しが、いま、直ちに、求められていることは間違いない。既に、離散選択モデルをより精緻なものにすべく、方針 MC の引き出しが充実してきているし、最近では方針 DM の引き出しも検討されはじめた^[7]。そして、今まで経済学などの一部の社会科学が広く土木計画に応用されてきた中で^[8]、認知科学や社会心理学等の経済学以外の社会科学で連綿と積み重ねられてきた方針 BU の諸研究の現場への適用も、徐々に検討されはじめた^[9]。言うまでも無く、それぞれの引き出しが流行り廃りとは独立に、純粋に魅力的なものでなければ、いかに多様性が確保されていたとしてもさしたる意味はない。こうした討議が、多様で、しかも、良質な引き出しを携えた学会を目指した諸努力の一つとして幾ばくかでも貢献できたのなら、筆者にとっては望外の幸せである。

注：

- [1] ここでは、記述モデルと規範モデル *normative model* との相違については言及せず、もっぱら記述モデルの分類のみを述べる。
- [2] この2分類は、公正研究においてなされる手続き的公正と分配的公正との分類と全て平行であり、意思決定心理学に限らず認知的側面を視野に納めた心理学研究全般の主要な分類方式といえる。
- [3] もしも、離散選択モデルや方針 MK、あるいは、方針 MC の諸モデルの狙いが意思決定過程の理解や、行動の諸要因の理解であるなら、そうしたモデルがスヴェンソンやモントゴメリーらのモデル、あるいは、アイセンやフィッシュバインのモデルを上回る、あるいは、異なる種類の科学的知見を我々に与えようと主張しなければならぬ。しかし、そうした主張を支持する有力な根拠は少なくとも筆者にはあまり見当たらないように思う。故に、そもそも離散選択モデルや方針 MK、方針 MC のモデルの狙いは、確率的行動予測にあると考えることが、それらのモデルの利用価値を弁護するためにも最も得策であるように思う。もちろん、便益評価のためのモデルであると認識することも不可能ではないのかもしれないが、それに関わる議論については他著^{[17],[18],[19]}に譲りたい。
- [4] 消費者行動分析などに頻繁に用いられる一般的な潜在クラス分析^{[20],[21]}は、数理的には方針 MK と同様に一次選択と二次選択が想定されるような形でモデルが定式化される。しかし、両モデルは次の二点において、異なる方針である。まず、一般的な潜在クラス分析では、一次選択も二次選択も相関モデルを用いてモデル化されるが、方針 MK では本文中で論じたように一次選択はプロセスモデルで二次選択では相関モデルの考え方でモデル化される。また潜在クラス分析における二次選択は、意思決定主体が状況依存的に“選択”するというよりはむしろ、“その個人の意思決定者としての傾向を勘案した場合、その個人はそもそもいずれのセグメントに属するのか”という現象を対象としたモデルであり、厳密な意味において、意思決定者にとっての選択問題とは考えにくい。一方で、方針 MK のモデルにおける二次選択は、従来の方針 BU に基づいた種々認知的心理学分析が対象としてきた、“人々は、いかなる状況において、いかなる意思決定方略を用いるか”という状況依存的な選択現象を対象とする。もちろん、この両者の相違は厳密なものではなく、潜在クラス分析の二次選択に意思決定者の認知的な性向 (cognitive predisposition) が影響することも、方針 MK の二次選択に状況依存性が選択することもありえるだろうが、いずれにしても、潜在クラス分析の二次選択が各人の認知的性向によるセグメンテーションに、方針 MK の二次選択が意思決定方略の状況依存性の選択現象にそれぞれ対応しているものと考えられる。
- [5] むしろ、方針 MK の諸モデルが旧来の誤差相関を考慮しない離散選択モデルよりも良好な適合度を示すのは、方針 MK の“方針”という用語が“改良”という概念を含む以上、構想段階で事前に想定されていた帰結といえる。
- [6] もちろん、ニューラルネットワークや決定木法などでは「消費者余剰の計測 (4. (3) c) 参照)」ができないが、便

益計測についてのこうした議論は、[3]と同様に他著^{17),18),19)}に譲りたい。

- [7] 後者の引き出しには、例えば、「RUMを意思決定プロセスを間接的に表わす数理モデルとして割り切って使用」(p.16¹⁾) するようなアプローチも含まれる。
- [8] 言うまでも無く、離散選択モデルや立場MCの諸モデルは経済学モデルである。
- [9] 著者らはこうしたアプローチを「定性的アプローチ」(p.16¹⁾) と呼称している。

参考文献

- 1) 森川高行, 倉内慎也: 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, 土木学会論文集, No. 702/IV-55, pp. 15-29, 2002.
- 2) McFadden, D.: Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. In P. Zarembka (Ed.) *Frontiers in Econometrics*, Academic press, pp. 105-142, 1973.
- 3) Garling, T.: Behavioral assumptions overlooked in travel-choice modeling. In J. Ortuzar, S. Jara-Diaz & D. Hensher (Eds.), *Transport modeling*. Oxford: Pergamon, 1998, pp. 3-18.
- 4) McFadden, D.: Measuring willingness-to-pay for transportation improvement, In *Theoretical Foundations of Travel Choice Modelling* (edited by T. Garling, T. Laitila and K. Westin), Elsevier, New York, pp. 251-279, 1998.
- 5) 藤井 聡: 交通計画におけるシミュレーション手法の適用可能性について, 土木計画学・論文集, No. 16, pp. 19-34, 1999.
- 6) 藤井 聡: 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. 19-35, 2001.
- 7) McFadden, D.: Rationality for economists? *Journal of Risk and Uncertainty*, 19, 73-105, 1999.
- 8) Ford, J.K., Schemitt, N., Schechtman, S.L., Hults, B.M. and Doherty, M.L.: Process tracing methods: Contributions, problems, and neglected research questions, *Organizational behavior and human decision process*, 43, pp. 75-117, 1989.

- 9) Fishbein, M. and Ajzen, I.: *Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research*. Reading, Addison-Wesley, MA, 1975.
- 10) Ajzen, I.: From intentions to action to A theory of planned behavior. In J. Kuhl & J. Beckmann (Eds.), *Action control: From cognition to behavior* (pp. 11-39). Springer, Heidelberg, 1985.
- 11) Svenson, O.: Differentiation and Consolidation Theory of human decision making: A frame of reference for the study of pre-and post-decision process. *Acta Psychologica*, 80, pp. 143-168, 1992.
- 12) Monttgomery, H.: Decision rules and the search for a dominance structure: Towards a Process model of decision making. In P. C. Humphreys, O. Svenson, and A. Vasi (eds) *Analyzing and Aiding Decision Process*, North-Holland, Amsterdam, pp. 343-369, 1983.
- 13) Payne, J. W., Bettman, J. R. and Johnson, E. J.: *The Adaptive Decision Maker*, Cambridge University Press, New York, USA, 1993.
- 14) 倉内慎也, 三谷展弘, 森川高行, 大橋聡子: 意思決定方略の仮説が個人行動モデルに及ぼす影響の実証分析, 土木計画学研究・発表会(春大会), 名古屋, 2001.
- 15) Lazarsfeld, P. E. and Henry, N. W.: *Latent Structure Analysis*, Houghton-Mifflin, New York, 1968.
- 16) Shigemasa, K. and Sugiyama N.: Latent class analysis of choice behavior. *Behaviormetrika*, 21, pp. 49-60, 1994.
- 17) 藤井 聡: 討議「観測・被観測関係と行動モデル(上田孝行, 福本潤也著)」, 土木学会論文集, 投稿中.
- 18) 藤井 聡, 安達知秀, 北村隆一, 須田日出男: CVMにおける意思決定過程の分析: NOAAのガイドラインの認知心理学的検証, 土木計画学研究・論文集, 19, (印刷中), 2002.
- 19) 藤井 聡, 西田悟史, 北村隆一, 須田日出男: 手続き的公正と合意形成のためのCVN, 土木計画学研究・論文集, 19, (印刷中), 2002.

(2002.10.3 受付)

▶回答者 (Closure)

森川高行 (名古屋大学)・倉内慎也 (名古屋大学)

Takayuki MORIKAWA and Shinya KURAUCHI

1. はじめに

討議内容に対する回答に入る前に、我々が提案した方法論に対して討議者から寄せられた論点について整理させて頂きたい。なお、以下本稿では、討議者にならって、方針MC, MK, BU, DMという略語をそのまま使用させて頂くこととする。

- ① 相関モデルとプロセスモデルの概念から見た場合の方針MCと方針MKとの関係
- ② 方針MKにおける高次選択(意思決定主体が

採用する意思決定方略の選択)の問題

- ③ 様々な方針と比較した場合の方針MKの実証分析(需要予測)上の意義

なお、討議者が注[3]で述べているように、方針MKはあくまで土木計画において不可欠である定量的な需要予測を精緻に行うことを目的としているため、以下では、多数の意思決定者を対象とした、需要予測モデルあるいは方法論を念頭において議論を進めてゆくこととする。

2. 相関モデルとプロセスモデルについての論考 —方針 MC と方針 MK の関係—

論文中でも述べたように、人間の行動をモデル化する試みは、意思決定プロセスを同定しようとし、それが現実の結果と合わない¹⁾という失敗を繰り返し進展してきた。しかし、現実問題として、そもそも自分自身の意思決定プロセスさえよく分からないというのが人間である。従って、他者（モデラー）が他人の意思決定を予測する作業において、意思決定プロセスや行動の観測技法、あるいは、数理モデルに用いられる統計手法やそれを実行するための計算機能力がいかに発展しようとも、意思決定者がそれまで経てきた環境を完全に模倣できない以上、この失敗をゼロにすることは絶対に不可能である²⁾。これをモデルの不完全性といい、ほとんどの近代的モデルでは確率項に代表される確率論の概念を導入することによって表現してきた。

そもそもこのような不完全性がある限り、モデルはプロセスモデルと相関モデルの両面性を必ず有していると考えることができる。例えば、討議者が相関モデルと位置づけている標準的な離散選択モデルは、不十分ではあるものの荷重加算型（討議者の用語では素朴合理的選択プロセス）という意思決定プロセスをベースとしており、かつ、そのような意思決定プロセスからの乖離は確率項において表現されるため、プロセスモデルの側面を有していると考えられる。また、方針 DM のように、意思決定プロセスを明示的に考慮していないモデルにおいても、観測される行動が根底に何らかの意思決定プロセスを携え、その行動と意思決定要因の双方を基に構築されるものである以上、少なくともプロセスモデルとしての側面を有していると考えられる。例えば、ニューラルネットワークは、次元が異なるものの、それが人間の脳で生じているプロセスを模倣していると見た場合、間接的に意思決定プロセスを反映していると言うことができよう。逆に、一般にプロセスモデルの典型として捉えられている EBA³⁾ は、属性を評価する順番をウェイトとして確率表現しており、そのウェイトは行動結果に基づいて決定されるという点において、相関モデルの要素が入り込んでいると考えられる。

以上のように、方針 BU のモデルを除き、これまで行動予測に用いられてきたほぼ全てのモデルに、相関モデルとプロセスモデルの両側面があると考えられる。従って、相関モデルとプロセスモデルという観点からモデルを完全に分類することはできず、あくまでどちらに重点を置いているのかという程度の問題であ

ると筆者らは考えている。このような視点から見た場合、モデルの発展は、説明変数の導入方法の検討⁴⁾、確率項の詳細化⁵⁾、SP/RP 融合推定法⁶⁾ など相関を上げることに主眼をおいた改良と、プロセスをよりの確に表現することに主眼をおいた改良の両面で行われてきたと考えられる。もっとも、これらについても明確に分類できるものではなく、主観的要因⁷⁾ や曖昧さの概念⁸⁾ の導入のように、プロセスの精緻化と相関の向上の双方を志向した改良も多数なされている。その意味で方針 MC も方針 MK も同じであると考えられ、方針 MC は前者を、方針 MK は後者をより志向した方針であると位置付けることができる。

3. 方針 MK における高次選択の問題

方針 MK では、潜在クラスアプローチを用いることにより、方針 BU などにおいて観測された様々な意思決定方略を一次選択で表現し、それらをどのような人が、どのような状況において採用するか、という意思決定方略の選択問題を、二次あるいはより高次の選択問題として扱うものである。

この点に関して、討議者から二点の問題提議を頂戴した。一点目は、方針 MK が意思決定プロセスをよりの確に考慮することによりモデルの精緻化を図るものである以上、二次あるいはより高次の選択問題における意思決定プロセスも考慮する必要が生じ、いずれは相関モデルを導入せざるを得ないという、論理的矛盾についてである。確かに、意思決定方略の選択のプロセスをさらに表現すれば、より詳細なモデルにはなるが、さらに三次選択の不確実性が残り、無限のモデル化が必要となる。しかし、前章で述べたように、モデルは相関モデルとプロセスモデルの両側面を有していると考えた場合、最終的に相関モデルを導入することに論理的矛盾は存在せず、むしろそのような行為はプロセスの詳細化というモデルを改良していく上での一つのアプローチとして捉えることができよう。つまり、プロセスモデルと相関モデルの思想を配合することは、「木に竹を接ぐ」のではなく、本来不完全性を持つモデルを構築するときには発生する必然的な二面性であると考えられる。

ただし、現実問題として、より高次の選択になるほどモデルが内包する不確実性は増大するため、場合によっては誤差が増幅し、結果としてモデルの精度が著しく低下する、という実証分析上の問題が予想される。これが、二点目の問題提議である。この点については、まさにご指摘の通りであり、特に非常に多数の個人を対象とする土木計画分野への適用を考えた場

合、プロセスの詳細化をより高次の選択へと推し進めることは賢明ではないと思われる。筆者らのこれまでの実証的研究^{9),10)}では、結果として高次に非線形なモデルになるため、二段階モデルでさえより良い選択結果の再現性は得られていない。特に、選択結果だけからモデルを同定することは極めて困難であり、せいぜい2~3段階が現実的であろうと考えている。

4. 方針 MK の実証分析上の意義

前章の最後に述べたような実証分析上の問題を抱える方針 MK を他の方針と比較して考えた場合、その見通しはいかなるものであろうか？ むろん、それらについて優劣をつけられるような知識を持ち合わせているわけでは到底ないため、本章では、様々な方針との関連の中で方針 MK の実証分析上の意義について若干論じてみたい。また、2.で述べたように、モデルは相関モデルとプロセスモデルの両側面を兼ね備えているため、各方針が独立して存在し得るものではないが、ここでは、例えば、方針 MC は相関モデルとしての側面に主眼をおいた改良、という意味合いで用いることにする。

方針 MK の実証分析上の意義としては、一つのモデルで行動予測と行動解釈を同時に行うことができるという点が挙げられよう。極論ではあるが、実証分析において、例えば、行動理解には方針 BU のような行動予測を放棄したプロセスモデルを、予測には方針 MC や方針 DM のような相関モデルを、というように使い分けることも可能である。しかし、このように行動理解と予測を、両極端のモデルで行った場合、全く両者が結びつかず、また、両者には少なからず「モデルの不完全性」が存在するため、何のために両者を使い分けるのか意味が分からなくなると考えられる。従って、プロセスモデルと相関モデルの両面を持つモデルで、よりプロセスが表現できるモデルを開発し、プロセスを理解しつつ予測も行うというようにモデル開発を進めるべきだと筆者らは考える。ただし、方針 MK におけるこのような利点が、方針 MC や方針 DM の予測精度の利点を上回るか否かについては定かではない。特に著者らが用いた潜在クラスモデルについて言えば、線形効用関数を用いたモデルではあるが Mixed Logit モデルとの比較や¹¹⁾方針 DM との比較¹²⁾がなされているものの、まだ十分な実証研究がなされておらず、先にも述べたように、特に、クロスセクションデータにおける選択結果の再現性はシンプルな Logit モデルの方が良いことが多いという結果が得られている^{9),10)}。これは、著者らに課せられた大き

な課題であると同時に、これをどう考えるかが、行動モデラーの大きな課題であると思われる。

また、方針 MK のようなプロセスを記述した予測モデルが、政策評価の面から要請されていることも挙げられる。例えば、情報提供効果の分析では、単に行動変化に着目するだけでは不十分であり、不確実性の減少などの心理的効果も計測する必要があるだろう。その場合、意思決定プロセスの記述は不可欠となり、特に限られた知識のもとで比較的短時間のうちに判断を下す必要がある経路選択状況においては、方針 MK のように「意思決定を行わない」ということも含む非常に多様な意思決定方略を記述する必要が生じてくるものと考えられる。

5. おわりに

方針 MK は多くの課題を抱えるものであり、他の様々な方針と比較して明るい見通しを土木計画や交通計画に与えるかどうかは定かではない。これは、まだ十分な研究蓄積がなされていないことにもよるが、このような方針の選択自体が行動モデラーに課せられた永遠の課題であるとも考えられる。ただ、唯一明確に言えるとするならば、論文中で、また討議者も述べているように、それぞれの方針を発展させ、様々な「引き出し」を準備しておく必要があるということである。その際、2.で述べたように、モデルは相関モデルとプロセスモデルの両側面を兼ね備えているため、それぞれの方針が独立して進められるのではなく、方針 MK のように方針 BU あるいは方針 DM によって蓄積された行動論的知見を積極的に組み込んだり、討議者である藤井氏が提案しておられるように^{13),14)}方針 BU に基づくモデルを構築する際に方針 MC において開発されたモデルを援用するなど、様々な方針を有機的に融合して行くことが必要であると考えられる。

最後に、本討議を通じて、今後の研究課題をご教示頂くと共に、モデルについても色々考える機会を与えて頂いた。討議者の藤井聡先生ならびに論文集編集委員会の皆様に深謝する次第である。

参考文献

- 1) 例えば、Kahneman, D., Slovic, P. and Tversky, A. (eds.): *Judgement Under Uncertainty: Heuristics and Biases*. Cambridge University Press, Cambridge, 1982.
- 2) 藤井聡: 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.
- 3) Tversky, A.: Elimination by aspects: a theory of choice, *Psychological Review*, Vol. 79, pp. 281-299, 1972.
- 4) 例えば、森地茂, 目黒浩一郎, 小川圭一: 一般化平均概念を

- 用いた交通情報提供の影響分析手法に関する研究, 土木学会論文集, No. 555/IV-34, pp. 15-26, 1997.
- 5) レビューとして, 兵藤哲朗, 室町泰徳: 個人選択モデルの最近の開発動向に関するレビュー, 土木計画学研究・論文集, No. 18, pp. 517-522, 2001.
 - 6) Morikawa, T.: *Incorporating Stated Preference Data in Travel Demand Analysis*, Ph. D. Dissertation, Department of Civil Engineering, M. I. T., 1989.
 - 7) 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.
 - 8) 水谷香織, 秋山孝正: ファジィ推論とロジットモデルによるハイブリッドモデルの検討, 土木計画学研究・論文集, No. 18(3), pp. 509-517, 2001.
 - 9) 倉内慎也, 三古展弘, 森川高行, 大橋聡子: 意思決定方略の仮説が個人行動モデルに及ぼす影響の実証的分析, 土木計画学研究・講演集, No. 25 (CD-ROM), 2002.
 - 10) 倉内慎也, 大橋聡子, 森川高行: 意思決定プロセスの異質性を考慮した潜在クラスモデルの推定特性に関する研究, 土木学会第 57 回年次学術講演会講演概要集 (CD-ROM), 2002.
 - 11) Greene, W. H. and Hensher, D. A.: *A Latent Class Model for Discrete Choice Analysis: Contrasts with Mixed Logit*, Working Paper, The University of Sydney and Monash University, 2002.
 - 12) Yamamoto, T., Kurauchi, S. and Morikawa, T.: Comparison of Non-compensatory Models of Driver's choice on Dynamic Park and Ride, *Proceedings of the 9th World Congress on Intelligent Transport Systems*, CD-ROM, 2002.
 - 13) 藤井聡, トミー・ヤーリング: 交通需要予測における SP データの新しい役割, 土木学会論文集, IV 58, p. 1-14, 2003.
 - 14) 藤井聡: 行動意図法 (BI 法) による交通需要予測: 新規バス路線の“潜在需要”の予測事例, 土木計画学研究・論文集, No. 20, 2003 (投稿中).

(2003.5.13 受付)