

生活行動シミュレータによる交通需要予測の有効性と限界*

Effectiveness and Limitation of Travel Demand Forecasting based on Activity-Travel Simulation Model*

藤井聡**

By Satoshi FUJII**

1. 計画の質と需要予測の精度

(1) 需要予測研究の基本思想

二つの政策決定機関があるとしよう。両者は、一つの例外を除き、全く同じ能力と価値観を持っていると考えてみよう。その例外とは、「交通需要予測の能力」である。すなわち、一方は一方より、交通需要予測の能力が若干高いが、それ以外の点は全く同じなのである。この場合、どちらが「より良い交通計画」ができるだろうか。

言うまでもなく、交通需要予測の能力の高い方の政策決定機関である。

土木計画において、交通需要予測が盛んに研究されてきたのは、こうした基本思想を学会と行政が共有していたからである。

この基本思想は、交通需要予測モデルの枠組みを、集計的な交通量を予測する集計モデルから、個々人の交通行動を取り扱う非集計的なモデルへと転換させた。そして、近年では、その延長として、個々人の交通行動のみならず、活動と交通行動の双方を含む生活行動全般を視野に納めたアクティビティモデルが開発されるに至っている。

しかし、交通行動は、生活行動と関連を持つだけではない。他者との相互作用でも決まるものである。それと同時に、個々の生活行動は、一人一人の認知的な意思決定の所産でもある。さらに、それらの認知的意思決定の決定方略は、個々人の生活行動習慣にも依存しているし、生活行動習慣は文化的、歴史的、宗教的背景を持つものである。

もしも、「交通需要予測の能力の高さ」をひたすら追求する基本思想を前提とするなら、これらの事、すなわち、生活行動、社会的相互作用、認知的意思決定、生活行動習慣、文化、歴史、宗教、などなどは全て考慮されなければならない。だとするなら、行き着く果てには何があるだろうか？

それは恐らく、需要予測のためだけに造られた完全なAIロボット(i.e. 人工知能ロボット)が徘徊する仮想社会である。もちろん、そうなればシステムは複雑系の振る舞いのために予測不能な事態となる等、様々な問題が生じるであろうが、上記の基本思想を金科玉条とする以上、AIロボット社会構築を目指す動機を避ける手だては論理的には存在しない。

(2) 需要予測研究の基本思想の盲点

さて、この基本思想はもちろん、論理的に正しい。だとするなら、研究者はその論理的帰結であるAIロボット社会を目

指すべきなのだろうか？

しかし、それはあまりにも我々の直感から離れすぎている。その論理的帰結に何らかの違和感があるのなら、需要予測研究の基本思想の前提に、誤りがあるはずである。

その誤りとは、次の点を無視している点である。

「現実社会において、交通需要予測の能力だけを向上させることはできない。現実には、交通需要予測を向上させるために投資される資源に、機会費用が生じている。」

この点を考慮するなら、膨大な予算と人的資源を費やして仮想的なAI社会をつくるくらいなら、その代わりに他の研究や行政活動にそれらの資源を投入する方が「よりよい交通計画」のためには得策であることは自明である。

(3) 望まれる予測精度を目指して

しかし、仮想的AI社会の構築は意味がないとしても、現状の交通需要予測手法が満足いくものであるか、と問われたならば、必ずしも現状が満足であるとは答えられないだろう。だとするなら、交通需要予測手法の開発者は、交通需要予測手法は、どこまで精緻化すべきなのか、という点についての何らかの見込みを持たなければならない。

本稿では、その見込みを検討するために、交通計画において、なぜ交通需要予測が必要とされているのか、という点から考察を加えてみたい。

2. 「万能な帰結主義 = 予測不可欠論」の幻想

(1) 社会的選択としての交通計画

交通計画とは、交通システムに関わる社会的選択の総称である。道路を造るべきか造らざるべきか、造るとすればどこに造るべきか、造らないならTDMを行うべきか否か、行うとするなら、どの様なTDMを行うべきか——、等々、交通計画は、交通に関わる社会的な選択の集積である。

交通需要予測が交通計画で必要とされてきたのは、そうした選択を行うために、事前に交通需要を予測することで、合理的な意思決定が可能となると期待されてきたからである。

しかし、合理的選択のためには必ずしも適切な需要予測が必要なのであるだろうか？

ここでは、こうした主張、すなわち、需要予測が合理的選択のために必要であるとの主張を、「予測不可欠論」と呼称し、その是非を検討することで、交通需要予測手法のあり方を探りたい。

*キーワード: 交通需要予測, 帰結主義, 交通シミュレーション

**博士(工学), 東京工業大学大学院理工学研究科土木工学専攻 (〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1, Tel & Fax : 03-5734-2590fujii@plan.cv.titech.ac.jp)

(2) 帰結主義・非帰結主義

「選択」を思考対象として取り扱ってきた人々は、しばしば「選択」を、次の二種類に分類してきた (Perfit, 1980)。

帰結主義 (Consequentialism) : 選択をした帰結がいかなるものとなるかを選択前に予測し、その予測に基づいていずれを選択するかを決定する。

非帰結主義 (Non Consequentialism) : 選択をした帰結がいかなるものとなるかの予測とは無関係に、いずれを選択するかを決定する。

例えば、どの車を買おうかと考える時、幾つかの車の性能やデザイン等を考え、それぞれの属性についてどのような満足感が得られるかを事前に考え、自らの満足感が最も高くなるように選択したとしよう。こうした選択は、典型的な帰結主義的な選択である。一方で、何度も自動車を買って換えている個人が、別段他の車種を購入しても良いのだが、いつも特定の車種しか購入しないから、今回もその車種を購入する、という選択は非帰結主義的な選択である。

従来の社会科学の中で、経済学者や認知的意思決定研究者、あるいは、合理的選択理論を用いる社会学者は、選択を帰結主義の問題として捉えてきた。同様に、土木計画において頻りに利用されてきた選択の帰結を説明変数として導入した (離散選択モデルに限らず一般的な回帰モデル全般を含めた) 統計モデルは、典型的な帰結主義の考え方に基づく行動モデルである。

一方で、社会的規範の重要性を認識する社会心理学者、あるいは、生物学者、進化心理学者の多くは選択を非帰結主義の立場で捉えてきた。彼らが想定する代表的な非帰結主義的な選択原理は、

- 1) 選択者は特定の刺激に対しては特定の行動 (反応) を行う様な複数のプログラムを所持している。
- 2) そして、選択者が何らかの刺激を入手すれば、その刺激に対応した行動を行う。

というものである。例えば、典型的には、人は侮辱されると怒りを見せる (Frank, 1988)。その時、彼は、怒りを見せるとどの様な帰結になるかということ事前に予想した上で、怒りを見せるか見せないかを判断して怒りを見せるのではない。あくまでも、侮辱されるという刺激に対して怒りを見せるというプログラムが内在化されているために、自動的プロセスとして怒りを見せるのである。同様に、他者が自分に対して利他的に振る舞うのを見れば、お返しに利他的に振る舞う様に我々は動機付けられる。これについても、こちらが利他的に振る舞う方が得なのかどうか、ということ事前に計算高く考えた上で利他的に振る舞うのではなく、利他的行動に対

しては利他的に行動で返礼するようなプログラムが、私たちの中に内在化されているからである。

こうしたプログラムは、最も根元的には遺伝子という形で物理的に内在化されたものではあるが、ヒトの場合には、文化コード、あるいは、習慣という形でも内在化されている。

(3) 非合理的合理的選択理論

さて、「よりよい選択」をするためには、帰結主義と非帰結主義のいずれが得策なのであろうか？

「より良い選択」とは「より良い帰結をもたらす選択である」と考えるなら、非帰結主義的選択よりも帰結主義的選択の方がより良い選択であることは、定義上自明であるように思える。それ故、より良い交通計画における社会的選択のためには、交通需要予測が不可欠なのであり、如何なる土木計画においても事前の費用便益分析が不可能である、という結論が導けそうに思える。

しかし、必ずしも帰結主義がよりよい帰結をもたらすとは限らない。なぜなら、個人であろうと社会であろうと、情報処理能力も情報収集能力も予測能力も甚だ不十分な水準にしか過ぎないからである (Simon, 1990)。そして、何らかの行政行為がもたらす全ての帰結を事前に予測することは不可能であるどころか、事後的にも、どういった帰結が得られたのかを知ることすら、容易ではないからである。例えば、景気の動向には、たかだか些細な一つの交通施策が影響している可能性を否定することは誰にもできない。同様に、TDMが人々の倫理観や道徳意識にも影響を及ぼし、かつ、そうした変化が親から子へと伝承されていく可能性も否定できない。言うまでもなく、倫理や道徳は人々の行動に大きな影響を及ぼす以上、何らかの政策行為は、次世代の行動全般に大きな影響を及ぼす。誰が、どうやって、こうした影響を定量的に事前予測すること、事後評価することができるのだろうか？

こうした予測の限界を見据えた場合、逆説的にも非帰結主義的選択の方が、よりよい帰結をもたらす可能性が生じる。

この点を強く支持する社会科学の研究成果の一つが、アクセルロッドのシミュレーション研究である (Axelrod, 1984)。アクセルロッドは、帰結主義と非帰結主義の双方の立場の様々な意思決定ルールを、よりよい帰結 (彼の研究では、より多い利得を各主体にもたらす、の意) をもたらすのかを調べるシミュレーション研究を、囚人のジレンマゲームを前提として行った。その結果、如何なるルールよりも、TFT (応報戦略: 最初は無条件に協力的に振る舞うが、それ以降は他者の行動と同じ行動をとる) と呼ばれる非・帰結主義的選択ルールが、最も優秀な成績を収める結果となった。この研究はいくつかのバージョンでさらに進められているが、いずれの研究でも、非帰結主義的選択ルールが、帰結主義的選択ルールを超過する良好な成績を収めるという事が、繰り返し確認されている。

すなわち、意思決定のための能力に限界を持つ我々の現実

社会では、未来を適切に予測し、その予測に基づいて合理的な選択を目指すという方略は必ずしも得策であるとは言えないばかりか、非帰結主義的ルールの方がより「合理的」な選択方略である場合が少なからずあるのである。例えば、「正直は最善の策」に言うように、姑息に利益を追求するよりも、真っ当に正直に振る舞う方が、多くの利益を意図せざるうちに手に入れる事が出来るのは断じて妄想ではない。

いわゆる効用理論に代表される合理的選択理論は、代表的な帰結主義の選択理論である。そして、これまでの多くの研究で、合理的選択理論は、意思決定を記述する「記述理論」としては多くの問題を抱えていることが指摘されている(藤井, 2001)。しかし以上の議論は、「合理的選択理論が少なくとも規範的には適切な戦略である」という発想ですら、必ずしも正しいものではないことを意味している。

例えば、具体的には、例えば地域のTDMの実施にあたって、必ずしも全てのTDMメニューについて需要予測をして最も合理的な選択肢と思えるものを選択する(帰結主義的な選択)よりも、地域の慣習や人々の意見などを反映して選択肢を選択する(非帰結主義的な選択)方が、(逆説的にも、帰結主義的な選択をするために定義した正にその合理性の観点からですら)より合理的な帰結を導く可能性がある、ということである。さらには、計画目標を設定しその達成を努力する帰結主義的な計画経済の方が、そうではない自由主義経済よりも逆に、当初の計画目標を設定した目標軸の観点からも不効率であった、ということも一事例として挙げられよう。

(4) 非合理的な帰結主義的な交通計画

以上の議論は、次の事を含意する。すなわち;

「よりよい交通計画のためには、より正確な交通需要予測が不必要とまでは言えないが、必ずしも必要ではない」

既に述べたように、この結論は、Axelrod (1984) をはじめとする進化論的なゲーム理論研究や、Parfit (1984) の哲学的論考、Frank (1988) の経済学的論考から導くことができるものでもあるが、交通計画の文脈を考え合わせると、次の二つの根拠が挙げられる。

まず、第一に、1.(2)でも述べた、交通需要予測の実施に伴う機会費用の発生から、上記結論を導くことができる。すなわち、交通需要予測手法の開発に従事する研究者が他の研究に従事し、交通需要予測に従事する実務家が他の実務的局面上に従事し、そして、交通需要予測に支出される財源が他の項目に支出される方が、より良い交通計画のためには望ましい場合が考えられるからである。

第二の根拠は、帰結主義は、本質的に「合理的思弁」を妨げる哲学である(藤井, 1999)、という点である。もしも、人々が、高精度の需要予測が可能であると信じているならば、より良い交通計画のために交通計画者がなすべき仕事は、た

だただ需要予測を間違えないように、十分に注意深くあること、ただその一事につきる。彼には、より良い交通計画のためのビジョンや理想を考え、人々と議論することも不要である。彼が合理的な思弁を行う必要など一切無い。しかし、人々が正確な需要予測が出来ないということを、明確に自認しているとするならどうであろうか。彼に残された方法は、人々と議論し、合理的思弁を重ねること以外に道はない。それ故、人々が高性能の需要予測ツールを信望する以上、人々はますます知的怠惰に陥り、合理的思弁を重ねられなくなっていく。そして人々は、その知的怠惰を癒す、より高性能の需要予測ツールを希求する。その一方で、その声を反映して研究者はますます高度な交通需要予測ツールの開発を研究する。かくして、そのスパイラルは循環していき、交通需要予測ツールが高度化していく一方で、人々は合理的な思弁をますますしなくなっていく。

このように、Axelrod, Parfit, Frank らのゲーム論的・心理学的・経済学的・哲学的論考を根拠とするばかりでなく、需要予測の実施と手法開発の局面で種々の機会費用を生じさせるという点、ならびに、高度な需要予測は人々の合理的思弁を妨げるという効果を持つという点、という二つを追加的根拠として、帰結主義に基づく交通計画は必ずしも得策ではない、という結論が導けるのである。

もしこの結論を受け入れるのなら、我々は、帰結主義が万能であるという信念、ならびに、予測不可欠論を斥けなければならぬ。そして、この結論を理解したならば、仮想AI社会を目指す動機をより小さなものとせざるを得ない。

3. 非帰結主義的な交通計画

このように、交通需要予測を必要とする帰結主義的な交通計画ではなく、交通需要予測を必ずしも必要としない非帰結主義的な交通計画の方が、より「合理的」な帰結をもたらす可能性が十分にあることを示している。ところが、この議論に基づいて具体的な交通計画、土木計画を考えるためには、次の問に答えなければならない;

「帰結主義的な交通計画よりも、より合理的な非帰結主義的な交通計画とは何か？」

この問いを考えるには、非帰結主義的選択とは何かを今一度問い直さなければならない。既に、2.(2)に示したように、非帰結主義的選択とは、遺伝子や文化コード、行動習慣、道徳といった刺激(入力)と反応(出力)との関連を規定するルールに基づく選択である。

そして、こうした選択がより合理的に足り得るのは、少なくとも次の3つの条件を満たされなければならない。

過去についての条件) 修正可能性を保証した上での、過去の決定事項についての基本的遵守

現在についての条件)現在の決定事項が将来時点において基本的に遵守される,ということ,現在の意思決定者が十全に理解する

未来についての条件)実現可能な理想社会(ビジョン)を想定し,その理想社会の一要素として交通システムを捉える.その理解の上で,交通計画を検討する.

まず,過去についての条件であるが,こうした過去の決定事項に対する基本的遵守の姿勢が無ければ,計画の一貫性は保証されないからである.そして,一貫性の無い非帰結主義は,単なる思いつきの連続となり,合理的とはなり得ないことは,自明であろう.例えば,Axelrod(1984)のシミュレーションで優秀な成績を収めた非帰結主義ルールはいずれも,状況と時間とに依存しない一貫性を所持するものであった.ただし最近のシミュレーション研究より(渡部,unpublished),様々なノイズが混入する現実場面では,修正可能性が合理性を確保するためには不可欠であることも知られている.

現在についての条件は,過去についての条件と表裏をなす条件であり,これが保証されない限りは(すなわち,未来に対する責任の無い決定がなされるなら),将来の時点での決定遵守を要請することは出来ない.そして,過去についての条件において「修正可能性」を盛り込んだのは,過去における「現在についての条件」が満たされていない決定事項が存在する可能性があるからでもある.すなわち,特段理由もなく未来への責任が不在のまま過去に決定された計画など遵守する必要はなく,修正すれば良いのである.

最後に未来についての条件は,既往のシミュレーション研究や心理学,経済学的研究から演繹される条件ではないが,恐らくは,非帰結主義的な社会的意思決定を行う際には,不可欠となる条件であると考えられる.この条件で述べたような全体的ビジョンがあるからこそ,個々の計画行為の「外部性」を捨て去る危険性が随分減少する.なぜなら,交通システムを全体の一部と見なすからである.そもそも,外部性という概念は,本来不可分なシステムから,便宜上部分システムを取り出すところから生じる構成概念に過ぎず,何らかの実態に対応した概念ではない.それ故,全体システムを想定すれば,原理的に外部性は生じない.さらに,全体的ビジョンの故に,種々の独立した計画行為との関連を明示化することもできるだろう.

以上,合理的な帰結主義的計画に必要とされる条件を3つ述べた.もちろん,残念ながら,これら条件は必要条件にすぎず,十分条件ではない.十分条件は,個々の現場の個々の計画に依存するものであろうから,具体の現場で検討する以外に道はない.

4.シミュレーションモデルの適用可能性

さて,以上の議論を踏まえるなら,交通需要予測は,どの

様にすれば,よりよい交通計画に役立つことが出来るのだろうか.この点については,以下の二点を前提とすることが必要であると考え.

まず,第一に,シミュレーションの結果だけをもって計画決定を図るのは得策ではないと認識することが必要がある.もちろん,こうした認識は従来においても広く,十全に理解されていたと思われるが,既に詳しく論じた様に,シミュレーション結果に対する過度な信頼は知的怠惰を誘発し,合理的思弁を妨げることになることもあわせて理解すべきである.

第二に,シミュレーション結果を合理的思弁に補助的に援用するという立場に立つことが必要である.交通需要予測は,交通計画の主役ではない.脇役に過ぎない.交通計画に必要とされているのは,過去と現在と未来を見据えた合理的思弁と強い意志と理想であり,需要予測がそうした交通計画の根幹の,補助的な参考値にしか過ぎないことを,十全に理解することが不可欠である.

さて,これらを前提とした場合,どの様な需要予測手法の開発が望まれているのだろうか.その答えの方向の少なくとも一つは,交通シミュレーションモデルにあるのではなかろうか(藤井,1999).なぜなら,本稿で論じたように,完全なる精度の需要予測を目指すことには意味が無い.そして,あくまでも,人々の意思決定と想像力と意志と理想を支援するものでなければならない.だとするなら,需要予測に望まれているものの一つは,「結果の解釈のし易さ」ではなかろうか.その点において,交通シミュレーションはきわめて有効なアプローチであろう.そして,交通計画に参画する人数が増え,かつ,参画する人々の交通計画の専門的水準が低下する傾向にある今日,交通シミュレーションモデルはますます望まれていると言えるだろう.

ただし,本稿で繰り返し述べたように,シミュレーションに限らず,予測ツールを用いた予測の精度と範囲はたかが知れていると言って差して過言ではない.この認識を,万人が共有しなければ,いかなる予測ツールも,人々の知的怠惰を導くだけに終わることになるのかも知れない.

参考文献

- Axelrod, R.: *The evolution of cooperation*, Basic Books, New York, 1984.(松田裕之(訳)『つきあい方の科学 バクテリアから国際関係まで』HBJ出版局,1987.)
- 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,土木計画学研究・論文集,16, pp. 19-34, 1999.
- 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.
- Frank, R.F.: *Passions within reason: The strategic role of the emotions*. W. W. Norton, New York, 1988. (山岸俊男(監訳): オデッセウスの鎖: 適応プログラムとしての感情, サイエンス社, 1995.)
- Parfit, D.: *Reasons and Persons*, Oxford University Press, 1984. (森村進(訳): 理由と人格 - 非人格性の倫理へ -, 勁草書房, 1998)
- Simon, H.A.: Invariants of human behavior, *Annual Review of Psychology*, 41 (1), pp. 1-19, 1990.