

ランバス留学 研究成果報告

2021年 10 月 25 日

ランバス留学基金委員会 御中

所属： 経済学部
職名： 准教授
氏名： 白井洸志

以下のとおり、報告いたします。

研究制度	ランバス留学 (滞在国： アメリカ合衆国)
研究課題	顕示選好理論による逐次探索モデルの解析
研究実施場所	Johns Hopkins University
研究期間	2019年9月1日～2021年8月31日(24ヶ月)

◆ 研究成果概要 (2,500字程度)

上記研究課題に即して実施したことを具体的に記述してください。

近年の顕示選好理論では実証研究への応用可能性が重視されており、中でもクロスセクションデータを用いた経済理論のテストやinferenceが活発に研究されている。研究課題に挙げた逐次探索モデルに関する解析もそのような流れに沿うことが望ましい反面、一般的な分析手法自体の未解決問題も多く存在する。そこで、特にアメリカ滞在中はクロスセクションデータに基づく顕示選好分析に関する一般理論に関する研究を行った。その際の分析対象としては研究課題に掲げた逐次的探索モデルに限らず、意思決定理論、あるいは企業の参入退出のようなゲーム的状况についても扱った。その後、期間前半で得られた知見を踏まえ、留学期間後半は逐次探索モデルのうち最も基本的なSatisficing modelを中心に研究を進めた。

一般に、変数の組 (y, x) に関する観測から条件付き確率 $P(y|x)$ を得たとする。例えば y を消費者が選択した財とし、 x をその消費者の属性、外生的な変数や制約などをまとめたベクトルとすれば、 $P(y|x)$ は x が実現した時に y を選択した消費者の比率を表す。あるいは y を2つの企業の市場への参入・不参入の意思決定を表す二次元ベクトル(つまり $y=(E, N)$ とか $y=(E, E)$ とか)とし、 x を市場の属性を示すベクトルとすれば $P(y|x)$ はタイプ x の市場のうち参入・不参入パターン y が観測されたものの比率と解釈できる。簡単化のため、 y は高々有限個の値を取るとし、またデータは有限個の x についてのみ観測されるとせよ。一方、経済モデルは各 x 毎にどのような y が選ばれるかを定めるから、 x から y への関数のうち特定の性質を満たすものの集合と捉えられる。従って、 $P(y|x)$ 型データが或る経済モデルで説明可能か否かを調べるには：

1. その経済モデルと整合的な x から y への関数の集合を特徴づけること
 2. $P(y|x)$ が1.で定めた関数たちの加重和として書けるかどうか調べること
- この2ステップが必要となる。また、このプロセスを通じてデータ $P(y|x)$ が特定の経済モデルで説明可能であると確認されたならば、そのデータとモデルに即して様々なinferenceを行うことが考えられる。例えば、データ上観測されなかった x の値について $P(y|x)$ の値を予測すること（out-of-sample prediction）は経済学的に重要である。

このような分析手法についてはしばしば計算量が応用上のボトルネックとなる。というのも、上記2.の定式化自体がモデルと整合的な関数全てを必要とするため、原理的には論理的に可能な x から y への関数全てを書き出し、その一つ一つに1.を調べる作業が必要だからである。近年、Smeulders et al. (2021)によってこの問題について大きな進展があり、モデルと整合的な関数族の線形基底を含む部分集合の情報のみで前段落で述べたテストを実行するアルゴリズムが開発された（column generationとよばれるアルゴリズムの応用）。

一方で、Smeulders et al. (2021)の手法を用いるのに必要となる線形基底（またはそれを含む関数族）の一般的な導出方法は知られておらず、当該論文での実証研究でもその点については「十分に多数の」関数を機械的に生成するにとどまっており、それが真に基底を含むことを理論的に保証してはいない。留学期間中、報告者はその点について次のような研究成果を得るに至った。すなわち、経済モデルと整合的な関数族の特徴づけが一定の形式を持つとき（例えばpairwise conditionなら良い）モデルと整合的な関数族を連立不等式 $B\eta \leq \theta$ の解集合として表現できることを示し、その上でその行列表現を利用して効率的に基底を生成するアルゴリズムを構築した。この条件は純粋に数学的なものであり、主体的意思決定問題のみならずゲーム理論のような集団的意思決定モデルにも応用されうる。また、上で述べたような行列表現を用いると、column generationの手法はモデルのテストを超えてout-of-sample predictionを含むinferenceの問題にも容易に拡張できる。報告者の知る限り、これまでcolumn generationに基づくアルゴリズムをinferenceの問題に適用する方法は示されておらず、その点も貢献として挙げられる。

ここまでに述べた結果は特定の経済モデルにとどまらず顕示選好理論の一般的な分析手法への貢献と考えられる。実際、共著者との先行プロジェクトであるゲーム理論の顕示選好分析において既に上記の研究成果は用いられている。一方、報告書冒頭にも述べたとおり、これらの結果は逐次的意思決定に関する分析への応用を見通して構築されている。逐次的意思決定問題については様々な意思決定モデルが考えうるが、中でも活発に研究されているSatisficing modelについて研究を進めた。

最も古典的なSatisficing modelでは選択肢がリスト状に並べられている状況を想定し、意思決定者はそれら一つずつ吟味し、好みに照らして一定以上の水準のものを見つけ次第それを選択する（残りは見ない）。また、若干の拡張として、探索を続けるに連れて閾値が下がるようなケースも自然な選択プロセスと考えられる（良いものが見つからないと徐々に妥協していく）。留学期間中、それら選択プロセスと整合的な選択行動の特徴づけを得られた。これは上述の2ステップのプロセスの1つ目部分に該当し、2ステップ目については前段落までに述べた方法が適用できる。意思決定理論における特徴づけは例えば「論理的に可能な全てのリスト上での選択が観測されている」といった“rich”なデータを要求することも少なくないが、ここでの特徴づけはそのような条件に依存しない。また、意思決定者の好みと閾値の同時分布を扱える（そのどちらも固定しない）ことも特徴として挙げられる。

以上

提出期限：留学期間終了後2ヶ月以内

提出先：総務部 教育連携課

※大学教員は学長を、短期大学教員、初等部教員及び幼稚園教員は院長を、高中部教員は高中部長を、職員は人事部長を経て提出してください。

◆大学教員の研究成果報告は、大学ホームページにて公開します。研究遂行上大学ホームページでの公開に支障がある場合は総務部教育連携課までご連絡ください。