

多属性効用を用いた不確実性下の意思決定理論の構築 —理論と実験による接近—

The construction of decision theory under uncertainty by multi-attribute utility
-The theoretical and experimental approach-

主任研究員：尾崎 祐介

分担研究員：藤井 陽一郎

研究課題の背景

不確実性下の意思決定を分析する場合、効用は貨幣単位で評価された消費（以下では、富（wealth）とする）によって決まると想定されている場合がほとんどである。しかし、富以外にも後悔などの心理的な属性、あるいは、健康状態など非貨幣的な属性など効用が多属性で決定する意思決定理論が注目を集めるようになった。本研究課題では、多属性意思決定理論の理論的な分析、実験的な検証を通じて、記述的な妥当性が担保された多属性意思決定理論の構築を目的としている。

最初に、本研究課題の学術的な背景について述べる。不確実性の経済学では、期待効用理論が中心的な役割を果たしてきた。現在においても、期待効用理論は不確実性の経済学で支配的な意思決定理論であると言える。しかし、Kahneman、Tversky などによって行われた一連の経済実験により、期待効用理論では人々の実際の選択をうまく説明できないことが明らかになった。そして、人々の実際の選択と整合的な多くの意思決定理論が提案された。その一つが Bell (1982) と Loomes and Sugden (1982) によって提案された期待効用理論を拡張したモデルの一つである後悔理論である。後悔理論では、意思決定者は選択した代替案の結果から得る効用のみならず、選択しなかった代替案の結果から得られる効用も評価する。つまり、獲得した効用が失われた効用よりも悪い場合は「後悔 (regret)」を感じ、獲得した結果が失われた結果よりも悪い場合は「安堵 (rejoicing)」を感じる。そして、後悔から被る飛行用や安堵から得る効用も、実際の意思決定に影響を及ぼすと想定する。後悔理論は、期待効用理論では説明ができない様々な実験結果を説明することが示されていることから、不確実性下の意思決定理論として注目を浴びている。後悔理論は期待効用理論に後悔と安堵を加味した一般化した理論であるので、その公理的基礎づけと、それらに基づいたモデル構築の方法論の展開が試みられている。このことから、後悔理論は期待効用理論に代わってリス不確実性下の意思決定における有用なモデルとなることが期待されている。

共同研究組織の主任研究員である尾崎は不確実性の経済学の手法を応用した証券市場の分

析を専門としている。また、副研究員である藤井は意思決定理論の公理的基礎付けなどより理論的な分野を専門としている。いわば、不確実性の経済学の基礎と応用を専門としており、共同で研究を進めることによるシナジー効果が期待できるので、共同研究組織として研究を進めることになった。近年、不確実性の経済学では、効用関数に様々な非貨幣的な属性を変数として取り入れた非期待効用理論が注目を集めており、本研究課題の着想に至った。

本研究課題では具体的な多属性効用理論として後悔理論に基づいた分析を行う。後悔理論を用いた最近の研究を取り上げて、そのうえで、本研究課題の期待される貢献について述べる。近年、多属性意思決定理論として後悔理論を用いた応用研究が盛んに行われている。Bellらが後悔理論を提案して以降、30年以上にわたって応用研究が進まなかった2つの理由がある。第一の理由として、二項選択に基づいた後悔理論では選好が循環する可能性が挙げられる。選好の循環が起きた場合、標準的な効用最大化問題を用いて最適解を求める手法を適用できない。第二の理由として、3つ以上の代替案から一つの代替案を選択するような多項選択ときに、選択しなかった代替案が複数となることから、後悔感と安堵感の大きさを測る対象が複数となり、合理的な測定方法が確立されていないことが挙げられる。Bleichrodt and Wakker (2015) は後悔理論の体系的な考察とその問題点を、Bikhchandani and Segal (2011) は後悔理論で推移性を満たす場合のいくつかの公理系を示している。Braun and Muermann (2004) は事後的に最良の結果を比較対象とすることで、3つ以上の代替案から選択するモデルを提案して、それを用いた保険市場の分析を行っている。Bleichrodt *et al* (2010) は後悔理論における一つの単純なモデルの公理系を示し、それに基づいた実験的な手法による後悔理論の測定をおこなっている。また、これらの知見を反映する形で、Wong (2011) が行った銀行の意思決定に後悔が与える影響の分析など、様々な応用研究が進められることになった。このように、今世紀に入ってから後悔理論が経済学のいくつかの分野で応用されるようになり、より一層の確固たる理論的基礎付けと実験的、実証的な検証が求められている。

研究成果

本研究課題で得られた研究成果について述べる。

理論研究の成果としては、以下の二つが挙げられる。

- 医療意思決定の分野で閾値アプローチと呼ばれる手法が知られている。この手法では、医療行為を受けた場合と受けなかった場合が無差別になる閾値確率と呼ばれる病気に罹患する確率（罹患確率）を導出する。そして、罹患確率が閾値確率よりも大きい場合は、医療行為を受けべきと結論できる。また、罹患確率が閾値確率よりも小さい場合は、医療行為をうけるべきでない結論できる。多くの先行研究では、期待効用理論に基づいた閾値アプローチの分析が行われている。本研究では、閾値アプローチに後悔理論を導入して、後悔が閾値確率にどのような影響を与えるのかについて分析した。記述的に

妥当な性質を持つ後悔理論を前提とした場合、後悔が閾値確率を下げることを示した。言い換えれば、期待効用の場合と比較して、後悔が医療需要を高めることになる。この結果は、適切な医療政策を考える際に、後悔の影響を考慮する必要性を示している。本研究は国内外の学会などで研究報告を行いながら改訂を行い、“regret-sensitive treatment decisions”のタイトルで Health Economic Review から刊行することができた。この論文を共同研究組織の研究成果物として提出する。

- 医療行為の経済的価値を測定する一つの方法として支払意思額 (Willingness to Pay, WTP) がある。支払意思額は医療行為 (正確には、医療行為による罹患確率の減少) を富で測った限界代替率で定義される。Berget et al. (2013) は医療行為の効果に曖昧性を導入して、それが支払意思額に与える影響について考察した。本研究課題では、富と健康の二属性で効用が決定する意思決定主体を考えて、複数の疾患に同時に罹患する状況を考察して、同時罹患の確率に曖昧性を導入して、それが支払意思額に与える影響を考察した。そして、曖昧性が支払意思額を増加させる条件を導出した。また、曖昧性の変化、曖昧性回避度の変化が支払意思額を増加させる条件も同様の方法で導出できることを示した。複数疾患の同時罹患は年齢とともに増加する傾向がある。高齢化社会において、同時罹患の可能性を考慮して医療行為を評価することは重要な課題である。本研究の結果に基づいた論文は、European Group of Risk and Insurance Economists (EGRIE)、Foundations of Utility and Risk (FUR) をはじめとする国内外の学会での報告している。現在、国際学術誌に投稿して、審査を受けている段階である。

実験研究の成果としては以下が挙げられる。

- 他人の受け取る富が効用に影響を与える二属性効用によって、利他性を表現することができる。例えば、Fehr and Schmidt (1999) は自分と他人の富の差である不平等を取り入れた効用を提案し、不平等回避によって交渉などの状況で観察されるパズルが解決できる可能性を示した。利他性を確かめる経済実験として、独裁者ゲームが良く知られている。独裁者ゲームの実験から得られた結果は、意思決定における利他性の重要性を支持している。Brock et al. (2013) は独裁者ゲームにリスクを導入した経済実験を行った。そして、リスクによって、独裁者の配分額が減少することを確かめた。ただし、彼らの結果から、減少した要因を特定することは難しい。なぜなら、リスクを導入した場合、独裁者の配分額が受取人に分からないので、配分額から独裁者が持つ利他性の程度を類推できないからである。本研究では、リスクと社会イメージの効果を切り離す方法を導入して、それぞれの効果について分析した。そして、他人のリスクに対しては、リスク中立であることを経済実験によって確かめた。本研究は国内の学会などで報告を行っており、現在、完成に向けて改訂中である。

実験研究の副次的な効果として、大阪産業大学における経済実験の環境整備がある。現在、経済学の分野において経済実験は標準的な方法になりつつあるが、実際に経済実験を行環境

整備が行われている大学は多くない。本研究課題で行った経済実験を通じて、環境整備が進んだことは、個別の研究成果よりも重要であるかもしれない。持続的な研究は、研究面はもちろんのこと、教育面で効果を上げることが期待される。本研究課題を通じて大阪産業大学に蒔かれた経済実験の種が、継続的に経済実験を行うことによって、将来的には研究と教育の両面において大きな果実となることを期待される場所である。

本研究課題の研究期間は三年間を予定していたが、主任研究員が他大学に転出したため、二年間に短縮することになった。そのため、一部の論文が作成中、あるいは改訂中の段階など、当初の研究計画で達成できなかった部分がある。それらにはついては、引き続き行うことで研究として完成させていく予定である。しかし、研究期間が短縮されたにもかかわらず、EGRIE や FUR など主要な国際学会で報告を重ね、また、国際学術誌で論文が掲載されるなど、当初の予定を越える研究成果を得ることができた。主任研究員の尾崎は、大阪産業大学に所属時に、本研究課題をだけではなく大学から継続的な研究のサポートが与えられたことに感謝する。

参考文献：

- Bell, D. E. (1982). Regret in decision making under uncertainty. *Operations research*, 30(5), 961-981.
- Berger, L., Bleichrodt, H., & Eeckhoudt, L. (2013). Treatment decisions under ambiguity. *Journal of health economics*, 32(3), 559-569.
- Bikhchandani, S., & Segal, U. (2011). Transitive regret. *Theoretical Economics*, 6(1), 95-108.
- Bleichrodt, H., Cillo, A., & Diecidue, E. (2010). A quantitative measurement of regret theory. *Management Science*, 56(1), 161-175.
- Bleichrodt, H., & Wakker, P. P. (2015). Regret theory: A bold alternative to the alternatives. *The Economic Journal*, 125(583), 493-532.
- Braun, M., & Muermann, A. (2004). The impact of regret on the demand for insurance. *Journal of Risk and Insurance*, 71(4), 737-767.
- Brock, J. M., Lange, A., & Ozbay, E. Y. (2013). Dictating the risk: Experimental evidence on giving in risky environments. *American Economic Review*, 103(1), 415-37.
- Loomes, G., & Sugden, R. (1982). Regret theory: An alternative theory of rational choice under uncertainty. *The economic journal*, 92(368), 805-824.
- Wong, K. P. (2011). Regret theory and the banking firm: The optimal bank interest margin. *Economic Modelling*, 28(6), 2483-2487.

多属性効用を用いた不確実性下の意思決定理論の構築 —理論と実験による接近—

尾崎 祐介（早稲田大学）¹

本研究組織では、多属性意思決定理論の理論的な分析、実験的な検証を通じて、記述的な妥当性が担保された多属性意思決定理論の構築を目的としている。本研究組織では共同で研究を進めているため、個人の研究成果のみを抽出することはできない。そのため、共同研究の成果について報告する。

理論研究の成果：

- 医療意思決定の分野で閾値アプローチと呼ばれる手法が知られている。この手法では、医療行為を受けた場合と受けなかった場合が無差別になる閾値確率と呼ばれる病気に罹患する確率（罹患確率）を導出する。そして、罹患確率が閾値確率よりも大きい場合は、医療行為を受けるべきと結論できる。また、罹患確率が閾値確率よりも小さい場合は、医療行為をうけるべきでない結論できる。多くの先行研究では、期待効用理論に基づいた閾値アプローチの分析が行われている。本研究では、閾値アプローチに後悔理論を導入して、後悔が閾値確率にどのような影響を与えるのかについて分析した。記述的に妥当な性質を持つ後悔理論を前提とした場合、後悔が閾値確率を下げることを示した。言い換えれば、期待効用の場合と比較して、後悔が医療需要を高めることになる。この結果は、適切な医療政策を考える際に、後悔の影響を考慮する必要性を示している。本研究課題は昨年度から研究を開始して、国内外の学会などで研究報告を行いながら改訂を行ってきた。そして、今年度、“regret-sensitive treatment decisions”のタイトルで Health Economic Review から刊行することができた。

実験研究の成果：

- 昨年度から、リスク下の不平等回避を測定する独裁者ゲームの実験を進めてきた。近年、結果の頑健性を確保するため、経済実験はより大規模に行うことが要請されている。それを受け手、本研究課題でも、昨年度から引き続き経済実験を行うことで、データの積み増しを行った。昨年度の時点で期待できる結果を得ることができ、最低限の統計的な解析を行うことができた。今年度は精緻な統計的な解析を行い、国際学術誌の刊行を目指して、投稿を行う予定である。本来、本研究組織の研究期間は三年であり、この研究課題も論文としてまとめる予定であったが、主任研究員の所属変更になってしまったため、研究期間を短縮せざるを得なかった。しかし、本研究課題を進めていき、最終的な研究成果として、国際学術誌への刊行を目指す予定である。

¹ 本研究組織で研究を進めていた当時の所属は、大阪産業大学経済学部経済学科の所属であった。

本研究組織への支援により、大阪産業大学で経済実験を進めることができた。近年、経済学の分野では、経済実験は標準的な手法として認知されている。経済実験を行うための環境整備を行うことができたのも、一つの貢献である。

多属性効用を用いた不確実性下の意思決定理論の構築 —理論と実験による接近—

藤井 陽一朗（経済学部経済学科）

本研究組織は、リスクと不確実性下の意思決定問題において、不確実性が解消した後に観察される結果が複数の属性によってあらわされるとき、理論モデルの構築と実験経済学的手法を用いた実証的な検証を目的としている。本研究は理論パートと実験パートの2つのパートから構築されている。各パートは主任研究員を中心として共同で進めているため、個人の研究成果を正確に抽出することは難しい。このため主任研究員との共同研究の成果について報告する。

将来何が起こるか分からない状況を記述・分析することは、経済学分野における中心的な研究テーマの1つとなっている。これまでも将来起こりうる出来事をあらわした「事象」、事象が観察されたときの「結果」、事象の生起する「確率」の3つからなる状況を「リスク」、リスクの中で確率が分からない状況を「不確実性」として記述してきた。結果の記述について、多くの先行研究においては、事象が観察された後に意思決定者が受け取る結果が1次元で表現されるものが中心であった。経済学ではこれを貨幣として解釈することが大半であった。一方で、住居選択や治療方針の決定のような応用問題を考える際には、事後的に観察される結果は、住居の場合は築年数・間取り、治療方針では収入・健康状態のように複数の次元から構成されると考えられる。

共同研究組織において、特に治療方針の決定について議論を進めてきた。発熱や咳といった一定の症状を示す個人について、実際に医療機関において治療を受けるかについては、個人の疾病罹患確率と治療の有無を決める閾値確率との比較がおこなわれていると仮定している。つまり、閾値確率は治療を受けた場合の期待効用と受けなかった場合の期待効用が等しくなるような罹患確率を求めることで計算される。個人は自身の疾病罹患確率が閾値確率を上回ったときに、治療の期待効用が未受診の期待効用を上回るので、医療機関を訪問すると考えられる。

他属性効用関数の応用として、Bell (1982) と Loomes and Sugden (1982) が提案した後悔理論がある。従来の期待効用モデルでは、自身が得られた結果だけを評価していたが、後悔理論では選択せずに受け取ることができなかった結果も意思決定に影響するとしている。得られた結果と失った結果を比較して、前者の方が望ましかったときには「安堵感」、後者の方が望ましいときには「後悔感」を個人が得るものとしている。個人が後悔理論にしたがって治療方針を決定すると仮定すると、期待効用のときよりも閾値確率が小さくなる、言い換えると、より小さい疾病罹患確率で治療を受けようとする条件を明らかにしている。この結果を主任研究員・尾崎祐介氏とまとめることで、「Regret-sensitive treatment decisions」のタイトルで「Health Economics Review (Springer)」誌に掲載されることとなった。