



Essays on Decision under Uncertainty

Aoyama, Tomohito

(Degree)

博士（経営学）

(Date of Degree)

2020-03-25

(Date of Publication)

2021-03-01

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲第7686号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1007686>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



学位論文審査要旨

氏名 青山 知仁

論題 Essays on Decision under Uncertainty
(不確実性下における意思決定
に関する小論)

審査 令和 2 年 3 月

神戸大学

論文内容の要旨

本論文は経営学・経済学の基礎理論としての不確実性下の意思決定理論に関する論文集である。意思決定理論の大きな流れの中で本論文を位置付ける第 1 章の他に 3 つの章から成る。いずれも観察可能な選択行動の規則性をその行動を説明する意思決定モデルと繋げる公理的研究である。第 2 章と第 3 章は不確実性下の意思決定理論における最先端の研究主題である主観的学習の公理的基礎付けに関する研究である。第 4 章は曖昧性下の意思決定理論に関する研究である。以下でそれぞれの内容をまとめる。

第 2 章で考察対象となる意思決定は次のようなものである。意思決定に関わる不確実性を記述した状態変数から意思決定の結果を記述した結果変数への写像として形式化される選択肢を考える。このような選択肢を考察することで意思決定者が自身の選択の結果がどうなるかわからない状況を考えることが可能である。これに関し、意思決定者は状態変数の値について私的な学習をした上で意思決定を行なうことを想定する。具体的に、意思決定は次の 2 つの特徴を持つと想定する。第 1 に、何らかの学習過程に従う意思決定者が、直面する選択状況（選択肢の集合）ごとに適切な時間をかけて不確実性について学習を行い、知識を更新した上で期待効用を最大にするような選択肢を選ぶと想定する。第 2 に、適切な時間は時間をかけることの機会費用が選択からの期待効用に加法的に加わることを考慮して事前の期待効用を最大にするよう決定されると想定する。これは経営学・経済学の多くの応用研究で定式化されるような標準的な最適停止問題に直面する意思決定者を想定するという他に他ならない。しかしながら、学習過程が私的なものである場合にはその経験的内容が明らかにされていない。本章が挑戦するのはこの問題である。

第 2 章は分析者が事後的に状態変数を観察できると想定した場合に、直面する選択状況（選択肢の集合）ごとに意思決定者がそこから何をいつ選んだかというデータを用いて上述した私的な学習過程に基づき行われる意思決定の経験的内容を明らかにした。ポイントは、分析者は事後的に状態変数を観察できるので、いつ何を選んだかというデータから「意思決定者はこの時にはこの状態が実現しているとは考えていない」と判断（あるいはデータをそのように解釈）することが可能であり、それにより意思決定者が従っていると想定される学習過程を状態変数に関するフィルトレーションとして形式化したことにある。そして、データが加法的情報収集費用を持つ標準的な期

待効用理論が想定する規則性を有することに加えて、見出された学習過程で区別しない選択肢は同じように扱われるという学習過程と選択との整合性、そして、結果としてより状態を区別している選択状況ほど選択時間が長くなるという選択時間と選択との整合性を満たすことが上述した私的な学習過程に基づき行われる意思決定の経験的内容であることを明らかにした。

第3章は、既存研究である Ellis (2018, Journal of Economic Theory) の結果の一般化を行なっている。第2章と同様に、意思決定者は状態変数の値について私的な学習をした上で意思決定を行なうことを想定する。ただし、第2章とは異なり意思決定者の学習は一時点で行われ、その特徴は次の2点で与えられる。第1に、意思決定者は、直面する選択状況ごとに何かしらの学習を行い、知識を更新した上で期待効用を最大にするような選択肢を選ぶ。第2に、より細かい情報を得るための学習の機会費用が選択からの期待効用に加法的に加わることを考慮して事前の期待効用を最大にするよう決定される。この時、Ellis (2018) は分析者が事後的に状態変数を観察できると想定した場合に、直面する選択状況ごとに意思決定者がそこから何を選んだかというデータを用いて、上述した意思決定の経験的内容を明らかにした。第3章では、この既存研究の射程が不確実性が有限集合で記述される状況に制限され、応用上重要な状況を除外してしまっていることを鑑み、既存研究の成果を不確実性が無限集合で記述される場合も射程となるよう一般化することに成功している。

第4章は、曖昧性下の意思決定理論に関する研究である。意思決定に関連する不確実性の一種に曖昧性と呼ばれるものがある。不確実性下の標準的意思決定理論である主観的期待効用理論で説明できない現象を考察するために考え出された概念である。具体的に、意思決定者が事象に確率を付すことができない場合にその事象は曖昧と呼ばれる。曖昧事象を明示的に取り込んだ意思決定理論を曖昧性下の意思決定理論と呼ぶが、これまでの曖昧性下の意思決定理論は曖昧性の形式化について必ずしも同意しているわけではない。そこで第4章は、不確実性に曖昧性が存在するとはどういうことかという非常に根源的な問を考察している。そして、2階の信念モデルと呼ばれる現時点で最もよく応用されている曖昧性下の意思決定モデル (Seo, 2009, Econometrica) で説明できる意思決定者を想定した場合にふさわしい曖昧性をこのモデルを特徴付けるパラメータを用いて定式化し、その定式化についての公理的基礎付を与えることに成功している。これにより、外生的に与えられた事象を意思決定者が曖昧でない事象

とみなしているかどうかをその事象に条件付けたくじに関する選択行動を観察することで判定できることが示された。

論文審査の結果の要旨

本論文はいずれの章も経営学・経済学の基礎理論としての不確実性下の意思決定理論に関する先端的な主題を扱っている。具体的に、第2章と第3章は主観的学習に関する研究、そして、第4章は曖昧性に関する研究である。

第2章と第3章は限定合理性に関わる議論と深く関連する。特に、意思決定主体が自身の限られた情報処理能力を合理的に割り当てると考える合理的不注意仮説と深く関連する。合理的不注意仮説は Sims (2003, Journal of Monetary Economics) 以来重要な行動仮説となっているが、そのような合理的な割り当ては外部分析者によってたやすく観察されるものではない。この意思決定者の主観的学習、つまり、どのような情報ソースを用いて情報を獲得し、獲得した情報をどのように解釈するかはたやすく観察されるものではないからである。そのため、合理的不注意仮説に基づく意思決定モデル（合理的不注意モデル）の経験的内容を考察することは近年の意思決定理論研究の中でも最先端の研究主題となっている。

第2章は時間をかけて行う情報収集と合理的不注意仮説を結びつける研究である。近年の実験経済学や神経経済学の成果によると、意思決定者が意思決定を行うまでの時間（反応時間）は当該個人の意思決定過程についての情報を確かに含んでいる。本章はこのことから着想を得て、何を選択するかというデータに加えて、どれくらい時間をかけて選択したかという反応時間のデータを用いることで最適停止問題として定式化される合理的不注意モデルの経験的内容を明らかにしている。

具体的に、本研究は Ellis (2018, Journal of Economic Theory) が単純な合理的不注意モデルの経験的内容を考察した設定に反応時間のデータを加えることでなされている。このことにより、既存研究では考察できなかった反応時間と合理的不注意仮説との接続がなされることとなり、当該分野にとって重要な分析枠組みを提供したと評価できる。

また、合理的不注意モデルの経験的内容を考察するためには、観察可能なデータか

ら注目している主観的学習を記述するパラメータをどのようにして見出すかということが重要であるが、これに関しても「選択結果の違いは情報獲得の結果である」という Ellis (2018)のデータ解釈に加えて「選択結果は同じだが選択時間が異なる場合は情報収集を一步進めたという証拠である」と反応時間による再解釈を与えることで時間を通じた主観的学習のパラメータを見出すことに成功している。そしてこれに基づいて行われるモデルとデータの間の接続は非常に高度な数学を用いてなされていることを考えると、本研究は当該分野にとって非常に高い理論的貢献をしたと評価できる。

一方で、本研究はモデルの経験的内容を特徴付けるという観点からはその特徴付けを完全には与えていない。具体的に、本研究は、考察しているデータが特定の規則性を満たせば、そのデータは最適停止問題として定式化される最適不注意モデルによって説明できるということを示しているが、その逆は示せていない。つまり、最適停止問題として定式化される最適不注意モデルがそれが説明するデータにどのような含意を持つのかについては完全に明らかにされたわけではない。この点を深く考察することが今後の研究課題として求められるだろうが、本研究の現時点での達成点は十分に学術的貢献を有しており本研究科の博士論文の水準は十分に達成していると考えられる。

第3章は、既存研究である Ellis (2018, Journal of Economic Theory)の結果の一般化を行なっている。Ellis (2018)が単純な合理的不注意モデルの経験的内容を考察した設定は不確実性が有限集合として記述される状況に制限される。この場合、多くの応用研究で用いられる正規分布で記述される不確実性などは考察対象外となってしまう。本研究はこのギャップを埋めるために不確実性が無限集合で記述される場合も含むように Ellis (2018)の結果を一般化している。このような一般化のためには、不確実性の有限性に依拠している Ellis (2018)の考察をやり直す必要があり、そして、そのためには有限性に依拠しないより抽象的で高度な数学を駆使する必要があるわけだが、本研究は見事にそれを達成している。このことから、本研究が当該分野に高い技術的貢献をもたらしていると評価できる。

第4章は、2階の信念モデルと呼ばれる現在最もよく応用されている曖昧性下の意思決定理論モデル (Seo, 2009, Econometrica) で説明できる意思決定者を想定した場合にふさわしい曖昧性をうまく特徴付けている。このことは、(それが確かに起こっ

ているかどうかわからないという意味で不確実な) 事象を意思決定者が曖昧と認識しているかどうか、その事象に条件付けたくじを用いて判定できることを意味する。直面する不確実性が曖昧性に当たるものかどうかは意思決定者の認識の問題であるという立場からすると、本研究は曖昧性とは何かという概念的な問いに対しある程度の解答を与えたと評価できる。しかし、本研究はあくまで外生的に与えられたある事象を意思決定者が曖昧と認識していると思わせるモデルが存在するかどうかを判定できると述べているのみである。したがって、そのように曖昧事象と判定された事象を集めたものがこの意思決定者にとって全ての曖昧事象であるかどうかははっきりしない。曖昧事象の特徴付けという観点からはこの点を深く考察することが今後の研究課題として求められるだろうが、本研究の現時点での達成点は当該分野に十分な概念的貢献を有しており本研究科の博士論文の水準は達成していると考えられる。

以上をまとめると、本論文の各章は多少の改善点が望まれるものの、十分な学術的貢献 (分析枠組みの提示という意味での理論的貢献、困難を伴う数学的論証を実行するという意味での技術的貢献、そして、必要な概念の定式化と特徴づけという意味での概念上の貢献) を有していると評価できる。

以上の理由から、審査委員は、本論文の著者が、博士 (経営学) の学位を授与されるに十分な資質を持つものと判断する。

令和2年3月5日

審査委員	主査	教授	宮原 泰之
		教授	末廣 英生
		准教授	安部 浩次