

令和 2 年 6 月 22 日現在

機関番号：32643

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K03558

研究課題名(和文) 不平等回避と非期待効用理論

研究課題名(英文) Inequality and Non-Expected Utility Theory

研究代表者

小島 寛之 (Kojima, Hiroyuki)

帝京大学・経済学部・教授

研究者番号：30328083

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究プロジェクトの主要な結果は以下の2点である。

1. ナイト流不確実性の下での信念の更新(belief updating)について、動学的整合性(dynamic consistency)および帰結主義(consequentialism)を踏まえて、動学的整合性を緩めた公理のもとで、3タイプのupdating rules (Dempster-Shafer, Naive Bayes, and Fagin-Halpern updating rules)の公理化の研究を進展させた。
2. 意思決定理論において重要な役割を果たす信念度関数(belief function)に関する公理化の研究を進展させた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究プロジェクトの成果は、社会選択理論やマクロ貨幣動学に応用できる基礎理論を開発したことである。現在、世界中で問題になっている格差や不平等の背後には、社会制度の設計のありかたや、マクロ経済での政策のありかたが大きくかかわっている。これらの問題は政治や市民投票だけでは正しい方向性を見出すことは難しく、経済理論の貢献が重要となる。本研究プロジェクトでは、人々が得た情報からどのように認識を修正し、新しい信念を形成するかを解明して、社会設計に活かせる道筋を拓いた。さらに、不平等回避を持つ社会厚生関数やレオンチェフ型効用関数を公理化することで、市民の社会選択の性向を記述する方法論を構築した。

研究成果の概要(英文)：The main results of this research project are twofold.

1. We axiomatize the three updating rules (Dempster-Shafer, Naive Bayes, and Fagin-Halpern updating rules) under consequentialism and some kinds of dynamic consistency.
2. We characterize the Choquet integral with respect to belief functions and directly derive belief functions on a state space.

研究分野：ミクロ経済学

キーワード：不平等回避

## 1. 研究開始当初の背景

近年、所得格差の問題は、世界中でクローズアップしている。トマ・ピケティ『21世紀の資本』が、世界中でベストセラーになり、日本でも話題となったことは記憶に新しい。この本は、21世紀社会において、急速に所得格差が開いていることを、データを用いて実証したものである。このブームは、所得格差が今世紀の市民にとっての重大な関心事であることを明らかにした。ピケティの主張は、資本の収益率が経済成長率より大きいことを主たる根拠としている。つまり、資本の保有階層と非保有階層の間で富の配分が公平でないことが主因、との主張である。また、その背後に時間選好率が特殊な形で寄与していることも示唆している。ピケティの示唆する通り、所得格差には、経済において社会がいくつかの階層に分離していることが重要な寄与をしていることは疑いないが、資本の保有階層 vs 非保有階層という二階層なのは簡易化しすぎている。平均的労働者階層、機関投資家階層、金融仲介階層、経営者階層、退職後投資家階層など、少なくとも五階層以上が独特のリンク形状を作り出していると考えられる。また、時間選好率についても、標準的な指数的割引率やエプスタイン型だけでなく、特殊な関数型を想定しないと現実を説明できない可能性が高い。このような、「複数の階層集団を結びつける連関性の幾何構造」に立脚した所得分配の問題、また、「動学的な意思決定における時間選好率の特殊な働き」の問題は、標準的なマクロ経済理論だけでは分析が困難である。一方、社会選択理論の分野でも、所得格差についての研究が盛んである。例えば、Fehr and Schmidt (1999, Quarterly Journal of Economics) では、市民が他人より所得が低まることにも、所得が上回ることにも不効用があるとし、それを「不平等回避」と呼んで、その性向を顕示する社会的効用関数を与えた。Rohde (2010, Social Choice and Welfare) は、その社会的効用関数に公理的基礎付けを与えている。また、Saito (2013, American Economic Review) は、Fehr and Schmidt 型効用関数に改良を加え、より精緻な関数型を与え、公理的基礎付けを行っている。これらの一連の研究には、代表的個人と各他者とを組にした幾何構造(グラフ構造)が本質的な役割を果たす。また、その選好は非期待効用のクラスに属するものとなる。

## 2. 研究の目的

本研究プロジェクトは、3年間のプロジェクトとして、マクロ的な格差問題と不平等回避的な社会的選好とを、共通に分析できるような理論的基盤を作り出すことを目的として遂行された。非期待効用理論の中のシヨケ期待効用が、その目的に適う道具立てであると考えられる。なぜなら、シヨケ期待効用は、通常の期待効用の持つ線形な形式から、ある種「ずれた」部分を幾何構造として表現する能力を備えているからである。このような幾何構造の表現は、他の非期待効用の形式(例えば、複数信念(multiple-prior)など)にない独特のものである。幾何構造を、「資本形成に依拠する階層集団」と設定すれば、階層ごとへの富の分配をシミュレートでき、ピケティの論理を検証できる。また、「個人と他者の組」と設定すれば、Fehr and Schmidt 型効用関数に Rohde (2010, Social Choice and Welfare)、Saito (2013, American Economic Review) とは別の基礎付けが可能となる。さらには、「離散的な時系列の構造」に設定すれば特殊な時間選好形式を実現できる。Kajii, Kojima, and Ui (2007, Journal of Mathematical Economics) は、シヨケ期待効用を幾何構造として特徴付ける方法を開発した。Asano and Kojima (2015, Theory and Decision) は、それを公理化し、効用関数の係数の符号を決定する方法を提示した。また、Ui, Kojima, and Kajii (2011, Mathematical Methods of Operations Research) は、幾何構造を持った協力ゲームを特徴付ける研究を行い、Asano and Kojima (2014, Mathematical Methods of Operations Research) は、その研究を汎用性が高くなるように改良した。これらの研究をさらに拡張して、前述の問題に応用するのが本研究の目的である。第一に、階層間の幾何構造を与えること、それに対応する効用関数が導かれる選好の公理系を与える。第二に、動学的な選好理論の枠組み(信念の改訂)の中で、先行研究を進展させる方法論を開発する。第三に、これらの研究を貨幣理論や社会選択理論に応用する。

本研究の一年目では、Asano and Kojima (2015, Theory and Decision) を改良し、幾何構造を直接にそのまま公理化できる方法論を開発する。それによって、Fehr and Schmidt 型に限らない、もっと多様な階層構造に対する不平等回避を公理化する。本研究の二年目には、一年目の成果を動学的な構造に応用する研究を行う。近年、Epstein and Seo (2015, Journal of Economic Theory) に端的に見られるように、シヨケ期待効用の動学化が研究者の重要な課題となっている。この課題は、単に理論的な興味の対象であるばかりでなく、応用面でも重要な成果をもたらす可能性を秘めている。本研究の三年目では、それまでの二年の研究成果を、格差問題に対する政策的な含意に応用する。それは、静学的なクロス・セクションでの分配の評価に対するものと、動学的な時系列に依存した分配の趨勢に対するものと、両面とする。また、得られた研究成果を国内外に報告し、国際的査読付学術誌に投稿する。

## 3. 研究の方法

本研究プロジェクトは、従来のリスクより広い概念であるナイト流不確実性の理論における、シヨケ期待効用を応用して不平等回避を表現する集計関数を定式化する研究、および、そ

の動学的な性質(信念の改訂)の研究である。具体的には、第一に、集計関数を利用して、キャパシティにおける信念の改訂の公理系を与える。第二に、素事象の分離性を定義して、共最小加法性を使わずに、それと類似した効果を持つ枠組みを構築すること。第三に、その枠組みを利用して、社会的厚生関数を定義すること、および、貨幣効用を定義することである。

本研究は、先行研究のサーベイ、公理化についての数学的な検討、その定式化、新しい概念の開発と定義、そして、先行研究との関連付けによって行う。

#### 4 . 研究成果

研究計画に基づき、次のような研究を行った。1 . ナイト流不確実性の下での信念の改訂( belief updating )について、動学的整合性( dynamic consistency)および帰結主義( consequentialism )を踏まえて、Dempster-Shafer updating rule, Naive Bayes updating rule, Fagin-Halpern updating rule の公理化の研究。2 . 上記の三種類の改訂をすべて含む、より一般的な信念の改訂を、一つの公理で公理化する研究。この研究は、Gilboa and Schmeidler (1993, Journal of Economic Theory) の著名な結果を改良し一般化するものである。3 . Asano and Kojima (2015, Theory and Decision) の発展形としての belief function の公理化を与え、Fehr and Schmidt (1999, Quarterly Journal of Economics), Rohde (2010, Social Choice and Welfare), Saito (2013, American Economic Review)などの研究で提示された不平等回避モデルを、幾何構造を持つシヨケ期待効用によって拡張する研究。4 . 上記3の研究を応用して、社会厚生関数や貨幣効用を公理化する研究。

本研究は、三本の完成論文と一本の完成間近の論文を生み出した。一本目の論文は集計関数の信念の改訂に関する論文である。これは Dempster-Shafer updating rule, Naive Bayes updating rule, Fagin-Halpern updating rule を統合し、統一的な方法で公理化する論文である。この論文は国際的学術誌である *Economic Theory* に公刊された。二本目の論文は、上記の三種類の改訂をすべて含む、より一般的な信念改訂を、一つの公理で公理化する研究。これは、現在、投稿のための改訂作業中である。三本目の論文は、belief function の公理化を与え、Fehr and Schmidt (1999, Quarterly Journal of Economics), Rohde (2010, Social Choice and Welfare), Saito (2013, American Economic Review)などの研究で提示された不平等回避モデルを、幾何構造を持つシヨケ期待効用によって拡張する研究である。この論文は完成し、国際的学術誌に投稿され、現在審査中である。

四本目は、三本目の論文を貨幣効用に应用する研究であり、草稿はほぼ完成し、国際的学術誌に投稿するために執筆を進めているところである。

これらの研究について、国内のワークショップで、四回の研究報告を行った。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Takao Asano and Yusuke Osaki	4. 巻 284
2. 論文標題 Portfolio Allocation Problems between Risky and Ambiguous Assets	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Annals of Operations Research	6. 最初と最後の頁 63-79
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10479-019-03206-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Takao Asano and Hiroyuki Kojima	4. 巻 68
2. 論文標題 Consequentialism and Dynamic Consistency in Updating Ambiguous Beliefs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Economic Theory	6. 最初と最後の頁 223-250
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00199-018-1121-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Takuji Arai, Takao Asano, and Katsumasa Nishide	4. 巻 85
2. 論文標題 Optimal Initial Capital Induced by the Optimized Certainty Equivalent	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Insurance: Mathematics and Economics	6. 最初と最後の頁 115-125
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.insmatheco.2019.01.006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Takao Asano and Masanori Yokoo	4. 巻 80
2. 論文標題 Chaotic Dynamics of a Piecewise Linear Model of Credit Cycles	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Mathematical Economics	6. 最初と最後の頁 9-21
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jmateco.2018.11.001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Takao Asano
2. 発表標題 Conditional Comonotonicity, Consequentialism, and Dynamic Consistency in Updating Ambiguous Beliefs
3. 学会等名 China Meeting of Econometric Society (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Takao Asano
2. 発表標題 State Separability in Choquet Expected Utility and Belief Functions
3. 学会等名 数理経済学会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 小島寛之	4. 発行年 2018年
2. 出版社 青土社	5. 総ページ数 216
3. 書名 宇沢弘文の数学	

1. 著者名 小島寛之	4. 発行年 2019年
2. 出版社 講談社	5. 総ページ数 187
3. 書名 暗号通貨の経済学	

1. 著者名 小島寛之	4. 発行年 2017年
2. 出版社 技術評論社	5. 総ページ数 351
3. 書名 証明と論理に強くなる	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	浅野 貴央  (Asano Takao)  (40423157)	岡山大学・社会文化科学研究科・教授    (15301)	