

2011年2月6日

## 博士学位論文本審査報告書

早稲田大学大学院  
経済学研究科長 須賀晃一 殿

主査 須賀晃一（早稲田大学政治経済学術院教授 博士（経済学）（一橋大学））  
副査 船木由喜彦（早稲田大学政治経済学術院教授 博士（理学）（東京工業大学））  
副査 坂井豊貴（横浜国立大学大学院国際社会科学研究所准教授 Ph. D in Economics（米  
国ロチェスター大学））

学位申請者 釜賀浩平（早稲田大学大学院経済学研究科博士後期課程5年  
研究指導 須賀晃一）

学位申請論文 **Essays on Intergenerational Equity in Welfare Economics**

審査委員は上記の学位申請論文について慎重に審査し、かつ、申請者に対する本審査（2011年1月26日）を実施した結果、下記の評価に基づき、同論文が博士の学位に値すると判定する。

### 記

#### 1. 本論文の構成

本博士学位請求論文では、世代間利害調整のあり方をさぐるべく、現在世代から無限先の将来世代までの各世代の効用を並べた「無限効用流列」の優劣評価を分析している。分析手法は、公理的分析と呼ばれる手法であり、いくつかの望ましい性質（公理）を満たす優劣評価の特定（公理的特徴付け）が行われている。

本論文で使われている加算無限期間モデルは、経済の動学的性質を分析する際に、頻繁に用いられるモデルのひとつである。このモデルを用いて、割引因子を用いない、いわば全ての世代を同等に扱う厚生尺度が構成可能かという問題は、Diamond（1965）により最初に厳密な分析が与えられた。ダイヤモンドの論文は、出版当時はそれほど注目されなかったが、後に環境問題や財政政策に関わる世代間衡平性の概念に社会の関心が集まるにつれ、その重要性は広く認識されるようになった。現在では多くの後続研究が存在しており、いまやこの問題は、社会的選択理論における主要テーマのひとつになっている。世代間衡平性の概念を反映した厚生尺度の構成可能性について、ダイヤモンド自身が得た結果は否定的なものであった。しかし、後続研究により、何がどこまで可能でどこから不可能か、より精緻な命題が多方面から提出されてきた。釜賀氏の博士論文は、そうした研究系列のフロンティアに属しており、この問題について新たな知見を多く提供するものである。

本論文は、導入および概要を述べた第1章と、結論を述べた第7章を除くと、本論部分

が計5章によって構成され、各章で優劣評価の公理的分析が行われている。本論文では、一貫してどの効用流列が望ましいかの比較を行うための厚生尺度を論じている。厚生尺度は、効用流列の集合上で定義された二項関係として定式化され、それが満たすべき規範的条件は、公理として定式化される。本論文で最も多く用いられる公理は、効率性、不偏性、分配に関する衡平性、の3種類の公理である。効率性に分類される公理としてはさまざまなパレート原理が考察の対象とされている。不偏性に分類される公理は、世代を等しく処遇することを要請する諸公理であり、さまざまな匿名性(Anonymity)公理が検討されている。匿名性公理は、世代の置換によって一致する2つの効用流列を同程度に望ましいと判断する要請であり、許容される置換のクラスに応じて異なる匿名性公理が定式化されている。分配に関する衡平性に分類される公理には、世代間の効用格差を一定程度是正することを要請するいくつかの衡平性(Equity)公理がある。これら3種類の公理以外にも、有限世代の効用配分への評価と無限効用流列への評価との整合性(Consistency)を要請する公理などが本論文において用いられている。

本博士論文の基になっている国際学術雑誌公刊論文は以下の通りである。

1. Kamaga, Kohei and Takashi Kojima (2009) "Q-anonymous social welfare relations on infinite utility streams", *Social Choice and Welfare*, vol.33, pp.405-413.
2. Kamaga, Kohei and Takashi Kojima (2010) "On the leximin and utilitarian overtaking criteria with extended anonymity", *Social Choice and Welfare*, vol.35, pp.377-392.

本論文の構成は以下の通りである。

## **1 Introduction**

- 1.1 Historical background
- 1.2 Overview of the thesis
- 1.3 Preliminary

## **2 Q-anonymous social welfare quasi-orderings on infinite utility streams**

- 2.1 Introduction
- 2.2 Strong impartiality and consequentialist equity
- 2.3 Q-utilitarian SWQ and 2-generation conflicts
- 2.4 Conclusion

Appendix: Proofs

## **3 On the leximin and utilitarian overtaking criteria with extended anonymity**

- 3.1 Introduction
- 3.2 Preliminary
  - 3.2.1 Axioms
  - 3.2.2 Leximin and utilitarian overtaking criteria
- 3.3 Fixed-step overtaking SWQ and Fixed-step W-leximin SWQ
- 3.4 S-overtaking SWQ and its leximin counterpart
- 3.5 Fixed-step anonymity and the catching-up criterion
- 3.6 Concluding remarks

## **4 Intergenerational equity and consensus among generations**

- 4.1 Introduction
- 4.2 Preliminary
  - 4.2.1 Notation and definitions
  - 4.2.2 Basic axioms
- 4.3 Respect for unanimous gain for the future
- 4.4 Leximin and utilitarian consensus rules
  - 4.4.1 Characterizations
  - 4.4.2 Comparison with existing SWQs
- 4.5 Concluding remarks
- Appendix

## **5 Extended anonymity and Paretian relations on infinite utility streams**

- 5.1 Introduction
- 5.2 Notation and definitions
- 5.3 Characterizations of permissible permutations of Paretian SWRs
  - 5.3.1 Statement and discussion
  - 5.3.2 Proof of (i) and (ii) of Theorem 5.1
  - 5.3.3 Proof of (iii) of Theorem 5.1
- 5.4 Examples of sets of cyclic permutations and maximal anonymity
- 5.5 Characterizations of Q-anonymous Paretian SWRs
- 5.6 Conclusion

## **6 Complete intergenerational evaluations and coalitional veto of generations**

- 6.1 Introduction
- 6.2 Notation and definitions
- 6.3 Future agreement and future domination extensions and coalitional veto
  - 6.3.1 Reexamination of future agreement and future domination extensions
  - 6.3.2 Characterization of the future domination extension
  - 6.3.3 Proof of Theorems 6.1 and 6.2 via generalized results
- 6.4 New extension concepts and permissible veto of future generations
  - 6.4.1 The fixed-step future agreement/the future consensus extensions
  - 6.4.2 Characterizations via generalized results
- 6.5 Concluding remarks
- Appendix

## **7 Conclusion**

## **Bibliography**

## **2. 本論文の内容と学術的貢献**

第1章は導入であり、本博士論文で扱う問題の簡潔なサーヴェイと、後に続く章の簡単な紹介がなされている。また、本博士論文全体でどのような主張を展開しようとしているのかも併せて述べている。なお、予備審査における修正要求に従い、この章には Section 1.3 (Preliminary)が付け加えられ、各章に共通のノーテーションおよび定義と循環置換の特徴付け

命題(Lemma 1.1)が示されている。

第2章は小島崇志氏との共著論文 (*Social Choice and Welfare* 2009 に掲載) に基づいている。この章では、強パレート原理(Strong Pareto)および、循環置換の群(group of cyclic permutations)  $Q$  によって定義される  $Q$ -anonymity を満たす Social Welfare Quasi-ordering (反射的かつ推移的二項関係, 以下で SWQ と略記) を分析している。  $Q$ -generalized Lorenz SWQ, および、  $Q$ -leximin SWQ と呼ばれる新たな SWQ が提案され、部分関係による公理的特徴付けがなされている。前者は、Strong Pareto,  $Q$ -anonymity, および Pigou-Dalton equity によって、後者は Pigou-Dalton equity を Hammond equity に強めることで特徴付けがなされている。さらに、近年の先行研究で提案された  $Q$ -utilitarian SWQ について、Strong Pareto,  $Q$ -anonymity, および Incremental equity による特徴付けを新たに与えている。

第2章の独創的で重要な貢献は以下の通りである。  $Q$ -anonymity と Strong Pareto を満たす擬順序が存在することは、Basu and Mitra (2007)の研究により明らかにされているが、釜賀氏はこれに、世代間における分配的衡平性の条件である、Pigou-Dalton equity や Hammond equity を追加して課した。そして、それら公理群を満たす擬順序のクラスを、ある種のローレンツ基準やレキシミン基準に基づくものとして特徴付けを行っており、きわめて独創性が高い。

第3章は小島崇志氏との共著論文 (*Social Choice and Welfare* 2010 に掲載) に基づいている。この章では、Fixed-step anonymity を満たす「追い越し基準 (Overtaking criterion)」の拡張が提案され、部分関係による公理的特徴付けが与えられている。Fixed-step anonymity は、Finite anonymity と呼ばれる匿名性よりも強い匿名性公理である。まず、レキシミン原理および功利主義それぞれに基づく拡張された追い越し基準として、Fixed-step W-leximin SWQ, および、Fixed-step overtaking SWQ を提案し、Weak fixed-step indifference consistency (WFIC) と呼ばれる整合性公理を用いて公理的特徴付けを行っている。さらに、功利主義に基づく追い越し基準の別の拡張として S-overtaking SWQ を提案し、WFIC を Fixed-step anonymity に換えることで特徴付けがなされている。また、S-overtaking SWQ をレキシミン原理に基づいて定式化した基準が Fixed-step W-leximin SWQ と一致することを示し、fixed-step W-leximin SWQ の別の特徴付けが Fixed-step anonymity を用いて行われている。最後に、Fixed-step anonymity を満たす強い追い越し基準 (Catching-up criterion) の拡張が存在しないことを、強い追い越し基準を満たすいくつかの公理と Fixed-step anonymity が両立しないことを示すことで証明している。

第3章の独創的で重要な貢献は以下の通りである。釜賀氏は、Fixed-step anonymity を満たす擬順序として、“Fixed-step overtaking” という擬順序を提案した。いわゆる Overtaking 基準は、1960年代に成長理論において、Atsumi (1965) や Weizsacker (1965) らにより考案されたものだが、その基準が Fixed-step anonymity という強い公理を満たすよう改良したものが Fixed-step overtaking である。その上で釜賀氏は、Fixed-step overtaking, およびそのアイデアを用い定義したレキシミン的な擬順序を、Fixed-step anonymity あるいはそれより弱い Finite anonymity を用いて特徴付けており、独創性の高さは注目に値する。

なお、予備審査でのコメント (Proposition 3.4. Weak Pareto はどの程度強められるか、より詳細な言及ができれば望ましい) に答えて、パレート公理を一般化した公理(NP)を導入した。これは、パレート公理のベクトル支配において厳密な不等号の成立が要求される世代の集合の族によって一般的に定義されたパレート公理である。このNPとSA, RSPCを同時に満たすSWQの存

在条件を示し、さらにNPが、SAとRSPCを満たすSWQと両立可能な最も強いパレート公理であることを指摘している。この命題は新たな論文へと拡張できる内容を持つものであり、今後の展開が期待される。

第4章は篠塚友一氏、上條良夫氏との共著論文（未公刊）に基づいている。この章では、Fixed-step anonymityを満たすSWQとして、Consensus leximin SWQ、および、Consensus utilitarian SWQを提案し、公理的特徴付けを与えている。この2つのSWQは、それぞれ有限次元のレキシミン順序および功利主義順序を、一定数の連続世代の効用流列に対して適用し、それぞれの有限次元評価が一致する場合に優劣を判断する。この性質により、この2つのSWQによる優劣評価は、どちらも常に無限数の世代の利害と一致することが保証される。この2つのSWQについて、Fixed-step consistencyとよばれる整合性公理を用いて、部分関係による公理的特徴付けを与えている。

第4章の貢献は以下の通りである。効用流列の順序付けにおける世代間の同意という概念を、Fixed-step consistencyという公理により表している。そして、この新たな公理に加え、Strong Pareto, Finite anonymity, Hammond equity を満たす擬順序のうち、功利主義的な基準とレキシミン的な基準を特徴付けている。両者はともに Fixed-step anonymity を満たす。功利主義的な擬順序とレキシミン的な擬順序を、類似した公理の組み合わせで特徴付けるのは、Asheim and Tungodden (2004) 以来、当該分野で広く行われていることであり、その新たなヴァージョンとして位置づけられる。

なお、予備審査でのコメントに答えて、Lemma 4.1. および Proposition 4. 1.の証明を書き直しており、読みやすくなっている。

第5章は安達剛氏、加藤晋氏との共著論文（GCOE ワーキングペーパー）に基づいている。この章では、Strong Pareto を満たす Social Welfare Relation（反射的二項関係で、以下でSWR と略記）と両立する匿名性公理を分析している。SWR の一貫性(Coherence property)として、非循環性、準推移性、および鈴木整合性を考えている。一貫性の各場合に、Strong Pareto を満たす SWR の無差別判断と整合的な置換のクラスを、(代数構造である) 群よりも弱い性質を用いて特徴づけている。この特徴付けに基づいて、Strong Pareto を満たす非循環的 SWR および、Strong Pareto を満たす準推移的 SWR と両立する最も強い匿名性公理は、全ての循環置換によって定義される匿名性公理であることが明らかにされている。一方で、Strong Pareto を満たす鈴木整合的 SWR と両立可能な匿名性公理については、極大(maximal)となる公理が循環置換の群によって定義されることが明らかにされている。この章では、更に、上述の置換のクラスの特徴付けによって得られた制約を満たす置換のクラス  $Q$  によって定義される  $Q$ -anonymity と Strong Pareto を満たす SWR のクラスの特徴付けも行われている。SWR の一貫性の各場合に、そのような SWR のクラスは  $Q$ -Pareto relation を部分関係に持つ SWR のクラスと一致することが示されている。また、推移性を要請した場合（すなわち、SWQ の場合）、その SWR のクラスは  $Q$  の閉包  $\bar{Q}$  で定義される  $\bar{Q}$ -Suppes-Sen SWQ を部分関係に持つ SWR のクラスと一致することも示されている。

第5章の貢献は以下の通りである。釜賀氏は本章で、非循環性、準推移性、および鈴木整合性と Strong Pareto と共存可能な Anonymity 公理として、ぎりぎりまで広い置換関数の集合とはどのようなものかという問いを考察している。結果としては、それら諸集合を、群に似た構造により特徴付けている。このようなアプローチは Basu and Mitra (2007) に

より推移性について行われていたが、その研究を別の三方向（非循環性，準推移性，および鈴木整合性）へ一般化する形になっている。これにより，残されていた課題が解かれ，理論的深化が達成されたといえる。

なお，予備審査でのコメント（多くの Propositions が書かれているが，それらの全体を一つにまとめた Theorem が欲しい）に答えて，Section 5.3.1 で Propositions 5.1-5.4 をまとめた Theorem 5.1 を提示し，Sections 5.3.2-5.3.3 で Theorem 5.1 の証明を与えている。

第 6 章は未公開論文に基づいている。この章では，完備かつ準推移的な SWR の提案および公理的特徴付けを行っている。まず，近年の先行研究で提案された Future domination extension と呼ばれる SWR について，無限数の将来世代による提携が拒否権を有することを要請する公理を用いて，公理的特徴付けを与えている。さらに，この SWR は全ての循環置換のクラスによって定義される匿名性を満たすことも示されている。次に，Fixed-step future agreement extension，および，Consensus domination extension と呼ばれる完備かつ準推移的な SWR を新たに提案し，提携による拒否権の公理，および，いくつかの整合性公理を用いて特徴付けが行われている。

第6章の貢献は以下の通りである。異なる有限次元の効用流列上で定義された順序の列を，無限次元の効用流列上に拡張することを，本章では行っている。主な拡張の方法には，Sakai (2010) による Future agreement extension と Future domination extension の二種があり，本章ではそれら及び類似バージョンの特徴付けを行っている。そして釜賀氏は，無限個の世代が反対する場合には，その意思を尊重するということを意味する Respect for infinite rejection という公理を考案し，Future domination extension の特徴付けを行っている。これまで Future agreement extension の特徴付けは行われていたものの，Future domination extension については無かったので，それを補充するものと位置づけられる。

なお，予備審査でのコメントに答えて，Proposition 6.1 の証明を修正し，それに合わせて，Proposition 6.2 および 6.4 の証明も修正を行っている。

結論では，本博士論文の総括として，明らかになったこと及び本論文の主要な貢献を簡潔にまとめるとともに，残された課題について議論している。

第 2 章から第 6 章までのいずれも，十分な学術的貢献が認められるものである。実際，第 2 章と第 3 章が掲載された *Social Choice and Welfare* は，社会的選択理論および厚生経済学についてのトップジャーナルである。その他の章についても，同程度のレベルの国際学術誌に掲載されることが予想される。

### 3. 予備審査における修正要求への返答

論文の内容紹介で言及した修正要求以外のものについて述べる。

まず，各世代における多数の主体の有限効用流列を，本論文で扱っているような無限効用流列へ拡張する場合の展望をもう少し議論せよとの要求に対しては，Conclusion において流列の具体的な表記を用いて議論を厚くし，さらに各世代の人口が可変である場合に，最適人口規模という新たな規範的問題が浮上する点についての言及も加えている。

次に，なぜ無限流列を考える必要があるのか，ある非常に大きな有界の回数までを重要視するような公理，あるいは有限流列で議論をして単純化することはできないのかという質問に対しては，Introduction において，以下の 4 点について指摘を加えることで答えている：経済学，特に最適成長理論，では無限視野の枠組みが広く用いられてきたこと；無限視野

では終端でのストックをどう設定するかという問題が回避できること；有限視野における適切な終端ストックを探るには無限視野の評価問題に行き着かざるを得ないという議論があること；そして、無限効用流列の評価は、無限視野の動的経済モデルにおける応用分析に用いることができることである。

また、ここで得られた世代間衡平性に関するさまざまな結果はどの程度現実の経済問題の考察や解決に役立つのか、たとえば年金問題の分析や長期的な経済政策の評価などに関し、どのような implication があるのか、さらにそのような分析に関し、SWQ や SWR の違いを考察することはどのような意味があるのか、という質問に対しては、以下のように答えている。本論文の研究成果と現実の経済問題の考察との関連について、ここで用いた公理的特徴づけの利点としては、政策評価を行う際の評価方法について、評価方法の差異を公理の差異によって説明することで、評価方法の選択を容易にする点を指摘している。また、周期的世代効用流列の比較可能性については、それによって応用分析が容易になる点を指摘している。また、SWQ と SWR の違いを考察することの意味として、非推移的な SWR では不規則な周期をなす世代効用流列の比較も可能となる点を指摘している。

最後に、Chapter 6の新しい公理respect for infinite rejection (RIR)について、拒否権をそのまま公理として用いるのには、賛否が分かれるので、この公理の正当化には十分な説得性を持つ議論が求められるとの要求に対し、以下のような修正を行うことで答えている。RIR を導入する際に、RIFO (Respect for Infinite Future Objection) と類似の公理であり、SP (Strong Pareto) と RIFO により含意されるという点を明記した。また、RIR の正当性の基礎となる RIFO について、次の方法で正当化を与えている。RIFO が拒否権を認める提携は、逆の選好を持つ世代の提携に対して基数(cardinality)において負けることがないことを指摘し、plurality rule の精神を部分的に表現した公理であることの説明を加えている。

このように、予備審査での修正要求にも適切に応えており、博士論文の議論がいつそう透明になったことが見て取れる。

以上