



Essays on Strategic Voting in Committees

永岡, 成人

(Degree)

博士 (経営学)

(Date of Degree)

2014-03-25

(Date of Publication)

2015-03-01

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲第6112号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1006112>

※ 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 永岡 成人

論題 Essays on Strategic Voting
in Committees

審査 平成26年3月

神戸大学

論文内容の要旨

本論文は、集団的意思決定における投票の情報集計機能を、投票する個人の行動のゲーム理論的説明に基づいて明らかにする研究である。すなわち、まずゲーム理論の説明原理を用いて、人は自らの投票が投票結果に及ぼす影響を合理的に考慮して投票するという戦略的投票行動の仮説の下で、投票における人間行動を予測する。その上で、集団的意思決定に活用されるべき情報が各個人の手に分散してある状況から、その投票行動を通じて集団的意思決定に反映される仕方を明らかにする。この研究の試みは、Austin-Smith and Banks (1996)によって初めて行われた。そして、Feddersen and Pesendorfer (1998)が、戦略的投票行動の仮説に基づいて、投票が一定の情報集計機能を果たすことを明らかにすることに初めて成功した。彼らのモデルは多くの単純化に基づいて定式化されていたため、投票の情報集計機能の様々な側面を明らかにするまでに至らなかった。その後、彼らのモデルを拡張して投票の情報集計機能をより詳しく明らかにする研究が行われている。本論文の研究は、そのような研究の一環をなすもので、これまで投票の情報集計機能に関して未解明であった2つの問題を解明したものである。本論文は、5章構成で、その研究成果を次の様にまとめている。

第1章は、本研究が明らかにしようとする問題を提示している。すなわち、投票は集団の各構成員間に散在している情報をどの程度うまく集計できるかという問題には、コンドルセの陪審定理 (Condorcet jury theorem) として知られる、古典的な結果がある。それは、

- (1) より多くの人が投票するほど投票による正しい選択の可能性は高まり (単調性定理)、
- (2) 投票する人の数が限りなく多くなれば正しい選択の可能性は限りなく完全に近づく (極限定理)

というものである。しかし、この結論を導く上で、各個人は正しい選択肢へ投票する可能性の方が、正しくない選択肢へ投票する可能性よりも高い、という想定が置かれている。この想定が妥当かどうかは、投票における人間行動の実際による。従って、投票の情報集計機能に関するコンドルセの陪審定理の知見は、各個人の投票行動がこの想定を満たすものとなるかどうかを明らかにして初めて確固としたものになる。本研究は、個人の投票行動を戦略的投票行動の仮説によっ

て説明することで、投票の情報集計機能を明らかにする。

第2章は、本研究が行おうとする、投票行動のゲーム理論的説明に基づく投票の情報集計機能の研究で、これまでに明らかとなっている主要成果を整理している。集団が直面する状況は、ほぼ同一のモデルで記述される。すなわち、集団はA、Bいずれかの選択をしなければならない。実際にはAが望ましい状態AとBが望ましい状態Bの2通りの可能性があるが、各個人には、そのいずれの状態が起こっているかについての不完全なシグナルが与えられるだけである。各個人は、自分の手にするシグナルに応じてA、Bいずれかに投票する。

最初の基本的成果はFeddersen and Pesendorfer (1998)によるものである。彼らは、(1)シグナルの値がa、bいずれかで、(2)Aの時aが起こる確率、Bの時bが起こる確率すなわち情報精度がすべての個人に共通の1つの値 t である、という単純なケースを考察し、そのベイズ均衡を求めて、均衡行動によって実現される集団的決定のパフォーマンスについて、コンドルセの陪審定理の第2の結果、つまり極限定理が成り立つことを示した。Duggan and Martinelli (2001)とMeirowitz (2002)は、シグナルの値を連続確率変数に拡張しても、Feddersen and Pesendorfer (1998)の結果が成り立つことを示した。これらは、戦略的投票行動がベイズ均衡で決まるとき、対称な個人からなる集団ではコンドルセの陪審定理のうちの極限定理が成立することを明らかにしたと言える。

ここには、2つの未解明な問題がある。第1は、コンドルセの陪審定理のうちの単調性定理もまた同様に成り立つかどうか、という問題である。第2は、個人が事前にも対称でない場合でも、コンドルセの陪審定理が成り立つかどうか、という問題である。本研究は、この2つの未解明問題を明らかにした。

第3章は、第1の未解明問題、すなわち戦略的投票行動の下でコンドルセの陪審定理のうちの単調性定理が成り立つかどうかを明らかにする。Feddersen and Pesendorfer (1998)のモデルで、個人の情報精度 t は、密度関数 f に従う区間 $[\frac{1}{2}, 1]$ 上の連続確率変数の実現値とする。この場合、個人の投票行動は、彼の情報精度 t とその情報精度の下で受け取ったシグナル s の組に、その時の投票態度 $m(t, s)$ を対応させるベイズ戦略で表せる。すべての個人は、同じ密度関数に従ってその情報精度が定まるという対称性の下で、すべての個人は同じベイズ戦略に従うと想定し、そのベイズ均衡の性質を調べた。第1に、ベイズ均衡は、ある情報精度とシグナルの組 (t^*, s^*) を境に行動が2分されるcutoff戦略の形式をとること、そしてその形式のベイズ均衡が必ず一意に存在することを証明した。第

2に、1人の個人単独からなる集団と、3人の個人からなる集団のそれぞれのベイズ均衡による集団的決定が実現する、個人の期待利得を比較すると、密度関数 f 次第では3人の個人からなる集団の期待利得の方が低くなる例を提出し、コンドルセの単調性定理は一般的には成立しないことを証明した。第3に、しかし、どのような密度関数 f であっても、それに応じた最低投票者数 n^* があって、その数を超える限り、つまり $n^* \leq n < n'$ である n と n' を比較する限り、投票者数がより多い n' の方が期待効用が高い、つまりコンドルセの単調性定理が成り立つことを証明した。

第4章と5章は、第2の未解明問題、すなわち個人が事前にも対称でない場合でも、コンドルセの陪審定理が成り立つかどうかを明らかにする。具体的には第3章ではすべての個人の情報精度 t は、同じ密度関数 f に従うとしていたのを、密度関数 f に従う個人と、別の密度関数 g に従う個人とがある状況を考察した。

第4章では、情報精度の非対称性が集団のごく一部で起こる場合を考察した。具体的には、集団の中の唯1人だけが、密度関数 g に従う情報精度を持ち、他のすべてが密度関数 f に従う情報精度を持つ場合を考察した。そして、このような局所的非対称性を持つ集団について、コンドルセの陪審定理うちの極限定理が成り立つかどうかを研究した。局所的非対称性の想定の下で、密度関数 f に従う情報精度を持つ個人は同じベイズ戦略に従い、密度関数 g に従う情報精度を持つ個人だけが異なるベイズ戦略に従うという制約を満たすベイズ均衡を研究した。そのベイズ均衡は、第3章の対称的個人による対称ベイズ均衡と同様に、cutoff戦略になる。しかし、密度関数 g に従う情報精度を持つ個人が異なるベイズ戦略に従う場合には、ベイズ均衡のcutoff戦略が満たすべき条件は連立方程式に帰着される。その連立方程式の解が投票者数が限りなく大きくなるときに示す挙動を研究し、密度関数 f に従う情報精度を持つ個人のベイズ戦略と密度関数 g に従う情報精度を持つ個人のベイズ戦略はほぼ同じになり、結果としてコンドルセの極限定理が成り立つことを証明した。

第5章では、情報精度の非対称性が、集団を2分するほど大きい場合を考察した。具体的には、密度関数 f に従う情報精度を持つ $n+1$ 人の個人と密度関数 g に従う情報精度を持つ n 人の個人の、合計 $2n+1$ 人の個人からなる集団を考察した。分析の単純化のため密度関数 f は一様分布、密度関数 g は、 $t = \frac{1}{2}$ と $t = 1$ にそれぞれ確率2分の1を与える離散確率分布で置き換えたものを想定した。また、状態Aと状態Bの事前確率をそれぞれ2分の1とし、正しい選択肢を選択する

ことからの利得を状態 A と B で対称に、過った選択肢を選択することからの利得も状態 A と B で対称に想定した。その下で、情報精度が同じ確率密度に従う個人は同じベイズ戦略に従う場合になお、cutoff 戦略の範囲で密度関数 f の個人の戦略と密度関数 g の個人の戦略が異なる均衡が存在すること、その違いはいくら n を増やしても決してなくなることを確認した。つまり、集団に、それを 2 分する規模の情報精度の分布の非対称性があれば、非対称性が局所的であった場合におこる投票行動の類似が期待できない、ということである。その上で、にもかかわらず、集団の決定はコンドルセの極限定理を成立させることを証明した。

論文審査の結果の要旨

コンドルセの陪審定理は、投票によって多数の個人が持つ情報を集団的意思決定に活かすことができる可能性を明らかにする、集団的意思決定の性質に関する最も基本的な定理の 1 つである。

しかし、その定理には、投票行動の外生という、理論上の根本的な限界がある。Austin-Smith and Banks (1996) に始まる、ゲーム理論による戦略的投票行動の説明に基づく投票の情報集計機能の解明は、この限界を克服する有力な方法である。この方法により、Feddersen and Pesendorfer (1998)、Duggan and Martinelli (2001)、Meirowitz (2002) は、対称的個人による投票がコンドルセの陪審定理のうちの極限定理を成立させることを示した。

本研究は、この一連の研究では未解明であった 2 つの問題、すなわち、コンドルセの陪審定理のうちの単調性定理もまた同様に成り立つかどうかという問題と、個人が事前にも対称でない場合でもコンドルセの陪審定理が成り立つかどうかという問題を解明した。

このいずれの成果も、Austin-Smith and Banks (1996) に始まる、投票の情報集計機能のゲーム理論研究において重要な成果である。第 1 に、コンドルセの単調性定理は、その極限定理と並んで投票の情報集計機能の本質的側面を特徴付けようとする定理である。しかし、Feddersen and Pesendorfer (1998) の基本成果以来、極限定理のゲーム理論的研究とその拡張は一定程度成功してきたものの、単調性定理はそもそもそれが成り立つかどうかはよく分かっていなかった。

た。本研究がそれを明らかにした学術的意義は大きい。

第 2 に、個人の非対称性の状況は、コンドルセの陪審定理が適用されるべき実際の状況で一般的に起こる状況である。この状況を研究するには、複数のベイズ戦略の均衡を考察する必要がある、これまでその研究はほとんどおこなわれて来なかった。限定的なケースにせよ、本研究がそれを取り上げ、コンドルセの陪審定理のうちの極限定理の成立を確認した意義は大きい。そして、この 2 つの貢献は、コンドルセの陪審定理が社会科学においてもつ意義を考える時、十分な評価に値する。

この学術的成果をあげるにおいて、本研究は、ゲーム理論による戦略的投票行動の説明に基づく投票の情報集計機能の先行研究成果を踏まえて、解明すべき問題を的確に取り上げた上で、コンドルセの陪審定理の問題を数学的に定式化し、ベイズ均衡の理論を正しく用いて、的確に分析を遂行している。これは、著者が、科学的な方法を適切に運用して、独創的な研究成果をあげるに十分な能力を備えていることを示している。

ただし、本論文にはさらに改善すべき点もある。第 1 に、第 2 章での先行研究のサーベイは、主に、本研究が直接関係する先行研究の成果、すなわち Feddersen and Pesendorfer (1998) の基本モデルをもとにコンドルセの陪審定理のうちの単調性定理を考察する目的と、個人の非対称性下でコンドルセの陪審定理のうちの極限定理を考察する目的とに直接関係する先行研究を主にまとめられている。本研究がその一連の研究の 1 つである戦略的投票行動の理論全体について俯瞰的・包括的展望を与えることは行われていない。本研究をもとに著者が今後研究を発展させていくという観点からは、本研究との直接的関係にとどまらず、研究分野全体に関する包括的研究整理が望まれる。

第 2 に、本論文が達成した研究成果のうち、第 4 章と第 5 章の研究成果は、2 つの面で限定された状況を扱っている。第 1 の限定的側面は、個人の非対称性のあり方が 2 通りの典型的な状況だけを研究していることである。第 4 章では、情報精度が 1 人だけ異なる密度関数 g に従い、他のすべての個人は同じ密度関数 f に従う場合を考察している。第 5 章では、密度関数 f に従う情報精度を持つ個人と密度関数 g に従う情報精度を持つ個人が、ほぼ同数の $n+1$ 人と n 人に分かれる場合を考察している。一般的には、集団の構成員数 N が、ある比率 α 対 $1-\alpha$ に分かれ、 αN 人の個人は密度関数 f に従い、 $(1-\alpha)N$ 人は密度関数 g に従う状況を考える必要がある。

本研究の成果の第2の限定的側面は、第4章ではその問題がないものの、第5章では個人の情報精度が特定の密度関数によって実現される場合に限定して結論が得られていることである。すなわち、想定する2種類の密度関数のうち、1つは一様分布、もう1つは特定の離散分布である。一般的には、何らかの確率順序を満たす2つの密度関数 f と g を想定する必要がある。

ただし、上述の通り、本論文に表された著者の研究能力は、科学的方法に基づく独創的研究を行うに十分であると判断される。したがって、その能力によって引き続き研究を進めることで、これら2つの問題も今後の発展的研究によって克服されるものと期待される。

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。

平成26年3月6日

審査委員 主査 教授 末廣 英生

准教授 久本 久男

准教授 宮原 泰之

教授 古澄 英男