

意思決定の質と費用の観点からみた オンラインコミュニティにおける投票方式の検討

鍵福竜也[†] 松原繁夫[‡]

[†]京都大学工学部情報学科

[‡]京都大学大学院情報学研究科

1 はじめに

投票は優れた意見集約方法の一つである。近年、マルチエージェントシステム研究でも投票方式に関する議論が盛んとなり、また、実ワールドにおいても、例えば、Apache プロジェクトにおいて、コード修正やパッケージリリースの可否が投票によって決められている。

Apache における投票方式の特徴は、(1) 逐次参加と、(2) m 票先取の可決条件である。つまり、投票者は逐次投票を行うが、投票開始直後か、投票締切が近いかといった情報を得ることができる。また、単純多数決ではなく、先に m 票集めた時点で投票は終了し、提案の可決・否決が決定される。これらは、オンラインコミュニティでの意思決定に対する、(1) 投票者の負荷軽減、(2) 意思決定の迅速化に役立つものと考えられる。

さて、ある Apache プロジェクトでは、20 名程度のコミュニティで 3 票先取が可決条件となっている。ここで疑問となるのは意思決定の品質である。つまり、3 票先取による結果が、メンバー多数の支持案と一致しているのかどうかである。仮に、メンバー全員に投票を強制するとすれば、つねに多数派の支持案に決定可能である。しかし、特にオンラインコミュニティにおいては、投票の強制は難しく、無理にそうすれば、メンバーに負荷（何らかの費用）を生じさせる。つまり集合的意思決定の質と投票に要する費用とをどう釣り合わせるかという課題が存在する。この課題に対して、本稿ではモデルを用いた解析を行い、上記投票方式の性質を明らかにする。

2 関連研究

Börger は、投票には費用を要すると仮定し、意思決定の品質と投票に要する費用の観点から

強制投票、任意投票、ランダムな代替案の選択の 3 つの方法を調べた[1]。当然、強制投票では、コミュニティ全体でより多くが支持する代替案が可決されるが、投票に要する費用は最大になる。一方、ランダムな代替案の選択では、投票に要する費用は最小となるが、可決案はメンバーの選好と無関係に決定される。可決された代替案への選好に応じてその価値を設定し、社会的余剰、つまり、メンバー全体に関する価値の総和と費用の総和の差によって、意思決定方式の性能を評価し、任意投票が優れていることを示した。Börger の議論では、同時投票、単純多数決の可決条件を扱うのに対し、本稿では、逐次参加、 m 票先取の可決条件を扱う点に違いがある。

3 投票モデル

本稿では、 n 人の投票者がいて、代替案 A と B のいずれかに決定する場面を考える。投票可能な期間があらかじめ定められており、投票者は順に投票機会が与えられる。これは、投票が行われていることに気づく時刻が投票者により異なることを想定している。投票者は自己の投票機会に、A に投票、B に投票、投票しない、のいずれかの行動を取ることができる。投票する際は、これまでの投票結果を観測できる。ここでは、投票に気づいたときに投票するかしないかを決定し、決定を先延ばしすることはないと考える。先に m ($0 < m \leq n$) 票集まった時点で、その代替案に決定され、投票プロセスが終了とする。

各投票者は代替案 A と B のいずれかを選好しており（同順位の場合はないとする）、自己の選好する代替案が可決された場合に価値 1 を得、それ以外の場合は価値 0 を得るとする。また、投票に参加した場合、費用 c ($0 < c < 1$) が生じる。各投票者の効用は可決案の価値と費用の差として定義される。

n 人の投票者に関して効用の総和を計算したものが社会的余剰であり、社会的余剰によって投

Examining a Voting Mechanism in Online Communities in terms of the Quality of Decision Making and the Cost

[†]Ryuya Kagifuku, Kyoto University

[‡]Shigeo Matsubara, Kyoto University

票方式の性能を評価することにする。

本稿では、解析を簡単にするために、以下の仮定をおく。

仮定 1. 投票者は自己の投票の順番と他の投票者がどちらの案を選好しているか知っている。

また投票者の非対称性は考えず、同様の状況にある投票者は全て同様の戦略を取るものとして、以下解析を行う。

4 投票者の最適行動戦略

本章では、投票者の最適な行動戦略を考える。ここでは、3 票先取の可決条件 ($m=3$) を仮定する。例えば、8 人の投票者がいて、以下の選好を持つと考えよう。

1.A 2.B 3.A 4.B 5.A 6.A 7.B 8.A

この場合、投票者 1 は投票をしない。なぜなら、自己が A に投票しなくても、5,6,8 が A 案に投票することで、自己が選考する A 案が可決されるからである。

つぎに投票者 2 を考える。ここで、B 案に投票したとしても、B 案が可決されるには、4,7 が B 案に投票し、かつ、1,3 が投票しないという状況が生じる必要がある。しかし、2 が B 案に投票すれば、B 案への可決を阻止するために、3 が A 案に投票し、結局 3,5,6 が A 案に投票することで、A 案が可決される。よって、2 の投票行動を後続の投票者が観測可能な場合、B 案が可決されることはない。2 は B 案に投票すれば、効用 $-c$ を得、投票しなければ、効用 0 を得るため、投票しないことが最適行動となる。この例では、結局 5,6,8 のみが A 案に投票、残りは投票しないことが最善の行動となる。

5 可決案と社会的余剰

本章では、投票者数 n や可決票数 m が、可決案や社会的余剰に与える影響を調べる。解析においては、まず、 n , m , 選好比率を所与として、その条件に合致する投票者の列をランダムに 1000 個生成する。ここで、選好比率とは、 n 人中の A 案 B 案を選好する投票者数比である。ある投票者列が与えられれば、可決案と社会的余剰が求められる。可決案については、実際の投票者を規定することなく列の先頭から検査して、先に m 票集まる代替案が可決案と判断できる。また、どちらの案が可決されるかは共有知識となるため、否決案を選好する投票者は投票しない、これにより社会的余剰を計算できる。以下では、投票に要する費用は $c=0.2$ とし、そのもとで得られる結果を平均した値を示している。

図 1 は可決案に関する解析結果を示す。左図は、可決票数 $m=3$ に固定した場合であり、横軸が投票者数 n を表し、縦軸が A 案に可決される確率を示している。また、右図は、投票者数 $n=20$ に固定した場合であり、横軸が可決票数 m を表し、縦軸が A 案に可決される確率を示す。

この結果より、投票者数 n が変化しても、可決案にはあまり影響しないことが、また、可決票数と多数派案に可決される確率がほぼ比例関係にあることがわかる。

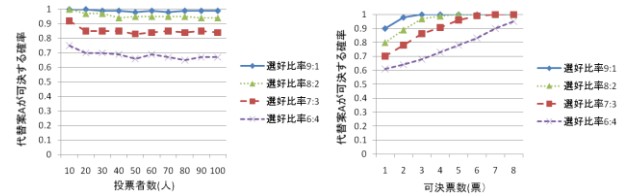


図 1 投票者数と可決票数の可決案への影響

図 2 は社会的余剰に関する解析結果を示す。左図は投票者数 $n=10$ の場合を、右図は $n=30$ の場合である。各図の横軸は、可決票数 m の変化を表し、縦軸は社会的余剰の値を示す。

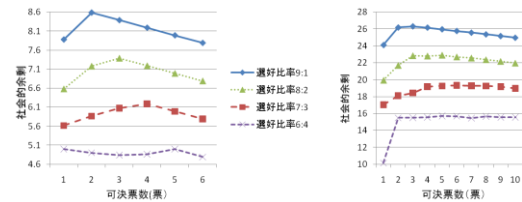


図 2 可決票数の社会的余剰への影響

この結果より、社会的余剰を最大にする可決票数の値が存在すること、選好比率が小さくなるとその値は大きくなるが、5:5 に近づくと可決票数による変化が小さくなるのがわかる。

6 おわりに

本稿では、 m 票先取の可決条件を持つ逐次参加の投票方式に関して、モデルを用いた解析を行った。社会的余剰の観点では、選好比率が大きいときに、より注意深く可決票数 m を選択する必要があることを明らかにした。

謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費基盤研究(B) (22300052, 平成22年度~24年度) の補助を受けた。

参考文献

[1] Tilman Börgers, “Costly Voting,” American Economic Review, Vol.94, No.1, pp.57-66, 2004.