

民意を反映した投票制度の検討と提案

北村祐太郎 清田昇吾 矢吹健二 ムハマド アクバル シホタン

アドバイザー教員：遠藤 靖典

2016年 10月 21日

1. はじめに

国権の最高機関であって、国の唯一の立法機関である国会では、国民の投票によって選出された国会議員により、様々な議論がなされている。その議案の一部に、近年では憲法改正を初めとして、安保法案、消費税増税といった国民の生活に少なくない影響をもたらす事案がある。その重要度の高さ故に、国会でなされている議論に対して、国民の関心も高まっている。本来、国民によって選ばれた国民の代表たる国会議員の政策は、国民から賛成をされてしかるべきものである。しかし、現実には、賛成の意見だけではなく、反対の意見を聞くことも少なくない。では、賛成と反対の両方の意見が見られる現状の政策は、本当に民意の反映がなされた政策であるといえるのであろうか。

また、近年起きた選挙に関する出来事に、アメリカでの大統領の選出がある。一年もの長い時間をかけて行われる大統領選挙は、アメリカの国民だけでなく、日本国民も大いに関心を高めている。この大統領選挙で問題となったことに、「票割れ」が挙げられる。「票割れ」とは、本来投票者の大多数によって望まれている候補者達の間で票が分散し、結果的に次点に望まれている候補者が当選してしまうことである。これは民意の反映に反する結果になっている。

このように現実には起きている民主主義の

根底を揺るがす出来事を防ぐためにも、民主主義の考え方を初め、投票の手法や選挙のあり方にも焦点を当てる必要が出てきたと考える。

そもそも民主主義とは、民衆が国家を統治する体制のことである。その特徴として、国民全員が主権を持ち、意思決定を構成員の合意により行う点が挙げられる。民主主義の発端は、18世紀にフランスで起きた市民革命にまで遡る。このフランス革命以降、君主による専制支配を行う絶対王政から、国民が主権を持つ民主主義の考え方が世界に広まった。

フランス革命に影響を与えたとされるルソーの「社会契約論」では、「社会契約」と「一般意思」という二つの概念が定義されている。社会契約とは個人が自由や平等といった互いの権利を保持するために契約を結ぶことによって国家が成立すること、一般意思とは個人の利益を求める意志の集合ではなく、共同の利益のために個々の利害を離れ、一体となった人民の意志であるとされる。この二つの概念は、民主主義の原理としての意義を持つ。ルソーによれば、一般意思の集約方法として投票が示されており、多数が一般意思、少数が特殊意思を表すのではなく、投票の結果自体が一般意思を表すとしている。しかし、現在の日本の投票制度を含め、集団による意思決定を行う際には、多数決の手法が多く使用され

ている。これは、意思決定が繰り返し行われたことによって、「民意が反映されやすい手法である」と経験的に選ばれた可能性が考えられるが、現在注目されている憲法改正といった政治的問題を踏まえた上で、多数を選び、少数を切り捨てる多数決の手法が本当に民意を反映しているのかと疑問が残る。

そこで、本研究では、好感度というパラメータを設定することで民意を表し、投票のシミュレーションを行うことで、多数決、ボルダルールといった既存の手法と提案手法との有用性を検証する。本検証では、票割れが起きうる特定の状況を設定することで、既存の手法では投票者全体の民意が十分反映されない場合にも対応可能な新しい投票の手法を模索する。

2. 既存の投票手法

投票に用いられている手法の内、最も代表的と考えられる「多数決」、「ボルダルール」、「コンドルセ方式」を示し、投票手法に関する重大な定理であるアローの不可能性定理を示す。

2.1 多数決

多数決は最も多く選ばれた選択肢を採択するルールである。しかし、多数決による勝者は、最も望まれていない選択肢が採択されてしまう可能性がある。

2.2 ボルダ方式

ボルダ方式とは選択肢に評点を与え、合計が最大になる選択肢を勝者として採択する。

ボルダ方式の利点として、ペア全敗者を選ばない唯一のスコアリングルールであることや、世論の一致を重視した投票方式で

あることが挙げられる。しかし、欠点として、ペア全勝者が存在しても、それを採択するとは限らないこと、戦術投票に弱いことが挙げられる。なお、ペア全勝者とはペアごとの多数決で他のあらゆる選択肢に勝つ選択肢のことであり、ペア全敗者とは、ペアごとの多数決で他のあらゆる選択肢に負けてしまう選択肢を意味する。

2.3 コンドルセ方式

コンドルセ方式とは、各選択肢でペア比較を行い、ペア全勝者を採択する投票方法である。

コンドルセ方式の利点は、ペア全勝者を採択することが挙げられるが、欠点としてサイクルが生じ、ペア全勝者が存在しない可能性があることが挙げられる。

2.4 アローの不可能性定理

アローの不可能性定理とは、投票ルールのうち、満場一致性、二項独立性、非独裁制を全て満たすものは存在しないことを示している。満場一致性、二項独立性、非独裁制を下記に記す。

・満場一致性

全員が、 x は y よりも望ましいとしたとき、社会的順序も x は y よりも望ましいと判断されること。

・二項独立性

x, y と \succ について、 $xR(\succ)y$ が成り立つものとする。ここで別の順序組 \succ' について

$$x \succ_i y \text{ である } i \text{ については } x \succ'_i y$$

$$y \succ_i x \text{ である } i \text{ については } y \succ'_i x$$

が成り立つならば、 $xR(\succ'_i)y$ が成り立つ。

これを R の二項独立性という。

・非独裁制

ある i が存在し、どのような (x, y) と \succ においても $x \succ_i y$ が成り立つとき、必ず $xP(\succ)y$

も成り立つ。このとき i を、 R における独裁者という。独裁者がいない R は非独裁制を満たす。集約ルールが非独裁制であることは政治的平等を尊重する最低限の要求である。しかし、満場一致性と二項独立性が満たされたならば独裁的となる

アローの不可能性定理より、完全に民主的な意思決定方式はないということが証明されたが、多数決やボルダ方式といった既存の手法を含め、より民意を反映した投票手法を提案する必要がある。

3. 提案手法

3.1 手法の概要

我々の提案手法では、多数決の欠点である「票割れにより意図しない第三者が勝者となる」ことを防ぎ、より集団の意思が反映された投票が行えることを目的とする。

そこで、候補者間の類似度を利用する。各候補者が得た票数を類似度の高い他の候補者にも与えることによって、票割れが起こってしまった場合にも対処できるような投票の仕組みを考えていく。

3.2 シミュレーションの設定

3.2.1 想定する投票制度

今回想定する投票制度は、 m 人の候補者 R_1, \dots, R_m と n 人の投票者 V_1, \dots, V_n が存在するとき、各投票者は自身が良いと思った候補者を上位 3 名まで選んで投票を行うような制度である。

3.2.2 好感度の設定

候補者 R_i はそれぞれ類似度に基づく k 個のクラスタ C_k に分けられているとする。

各候補者 R_i と各クラスタ C_k には投票者の集団 \mathbf{V} からみた好感度を設定する。候補者個人の好感度 RF_i は

$$RF_i > RF_{i+1}, \quad i = 1, \dots, m-1$$

$$RF_i = \frac{m-i}{m-1} \quad (1)$$

で与える。

所属するクラスタの好感度 CF_k は

$$\frac{1}{\#(C_k)} \sum_{i \in C_k} RF_i \leq CF_k \leq \max_{i \in C_k} RF_i \quad (2)$$

で与える。ここで、 $\#(C_k)$ はクラスター C_k に所属する候補者数を示す。

候補者 R_i の真の好感度 F_i は候補者個人の好感度 RF_i と所属するクラスタの好感度 CF_k から

$$F_i = RF_i \times CF_k \quad (3)$$

と与える。この真の好感度に比例して得票数が多くなることで、民意が反映された投票であると仮定する。

3.2.3 類似度の設定

各候補者はそれぞれ他の候補者との類似度を持っている。候補者 R_i と他の候補者 R_l との類似度 S_{il} は

$$S_{il} = 1 - \frac{d_{il}}{\max(D)} \quad (4)$$

で求める。

ここで、

$$D = (d_{il}), \quad i, l = 1, \dots, m$$

は候補者 i, l 間の非類似度を表し、 $\max(D)$ はすべての候補者間の非類似度の組み合わせの中で最大のものをあらわす。

3.2.4 投票方法の設定

各投票者 V_a がそれぞれの候補者 R_i に対して持つ好感度 RF_{ai} を正規分布 $N(RF_i, \sigma^2)$ に従う正規乱数として生成する。投票者 V_a はこの好感度 RF_{ai} が最も高い候補者 R_i をまずは選択する。以降は候補者 R_i との類似度に比例した確率を各候補者に付与し、無作為抽出を行う。

3.2.4 勝者の決定

前述の投票方法によって各候補者 R_i の得票数 P_i が決定する。この得票数 P_i から、多数決、ボルダ方式、提案手法 1、提案手法 2 によって勝者を決定する。

3.3 提案手法

我々が提案する 2 つの手法は、ボルダ方式に類似度を利用する手法（提案手法 1）と多数決に類似度を利用する手法（提案手法 2）である。

3.3.1 提案手法 1

ボルダ方式の結果は、(1 位の得票数×1 位の評点)+(2 位の得票数×2 位の評点)+...+(m 位の得票数×m 位の評点)というように決定される。これをボルダ得点 BP_i とする。提案手法 1 では、このボルダ得点 BP_i に他の候補者の得票数を類似度に基づいて加味することによって真の得点を算出する。各候補者 R_i の真の得点 MBP_i は

$$MBP_i = BP_i + \sqrt[k]{\sum_{l \neq n} (BP_l \times S_{il})^k} \quad (5)$$

として計算する。

3.3.2 提案手法 2

多数決の結果は、得票数の多さで決定する。提案手法 2 では、多数決の結果に他の候補者の得票数を類似度に基づいて加味することによって真の得点を算出する。各候補者 R_i の真の得点 MP_i は

$$MP_i = P_i + \sqrt[k]{\sum_{l \neq n} (P_l \times S_{il})^k} \quad (6)$$

として計算する。

4. 計算結果

前節で述べた計算方法に基づいて、多数決、ボルダ方式、ボルダ得点に類似度を考慮したもの（提案手法 1）、及び多数決のス

コアに類似度を考慮したもの（提案手法 2）

4 種類について評価を行った。また、票割れを起こしやすい現象に焦点に当てるため、シミュレーションする際に 4 つのクラスター（以下グループと呼ぶ）を設け、各候補者を乱数を用いてグループに割り振る。さらに、本論文は以下に示すように、五つのパターンを設定し、シミュレーションを行った。

- パターン 1：4 つのグループを座標面において、それぞれ第 1 象限、第 2 象限、第 3 象限及び第 4 象限に配置する。
- パターン 2：パターン 1 と同様に設定するが、一つのグループが極端に離れている。
- パターン 3：全体的にグループが固まっている。
- パターン 4：2 つのグループは極端に離れ、他の 2 つグループが近い。
- パターン 5：2 つのグループが極端に離れている。

パターン 1～パターン 5 の候補者の配置を図 1 に示す。

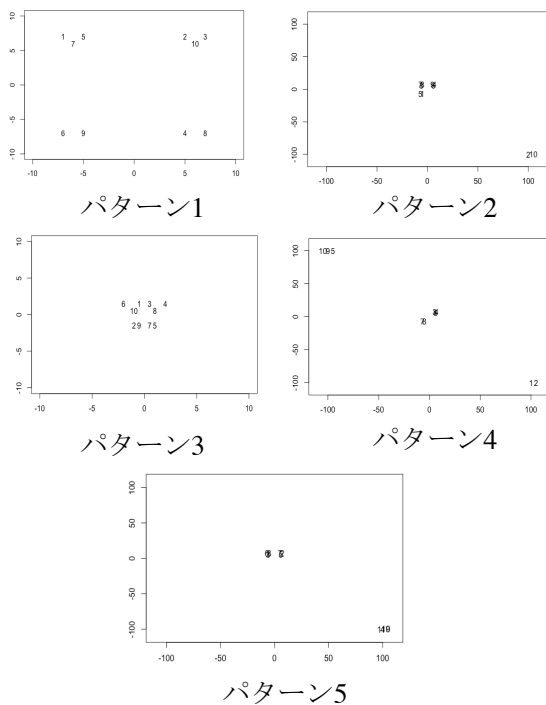


図 1：座標面での候補者の配置

また、それぞれのパターンにおいて 1000 回の試行によって得られた各指標値の平均、分散を表 1 に示す。指標値は順番を関係なく理想の順位に比較する際に、対象となる手法の上位 3 位までの一致度を示す。全て一致すると 3 となる。値が高いほどより望ましいことを示す。

表 1：手法に関する比較

P1	多数決	Borda	提案 1	提案 2
平均	2.387	1.609	1.798	2.131
分散	0.305	0.520	0.902	0.450

P2	多数決	Borda	提案 1	提案 2
平均	2.383	1.665	2.711	2.237
分散	0.332	0.523	0.211	0.421

P3	多数決	Borda	提案 1	提案 2
平均	2.366	1.541	2.023	2.256
分散	0.316	0.471	0.681	0.387

P4	多数決	Borda	提案 1	提案 2
平均	2.372	1.370	2.365	2.165
分散	0.320	0.612	0.632	0.384

P5	多数決	Borda	提案 1	提案 2
平均	2.370	1.389	2.375	2.132
分散	0.315	0.594	0.723	0.395

5. 終わりに

本論文では民意を反映した投票制度の検討及びランクつき投票モデルの投票に基づいて計算方法を提案した。いずれの状況でも、多数決が安定して良い結果を示している。また、ボルダ方式が最も悪い結果を示した。

多数決が最も優れていた理由は、次のように推測される。おのおのの投票者は最上順位を決めるには、好感度の高い候補ほど確率分布を用いて選びやすくすると設定したためである。今回は乱数を用いたシミュレーションでは提案手法がボルダ方式を改善することが可能なことが示された。

しかしながら、この実験はあくまでも擬似的な人工データに対するものであり、実際の投票データに対しても有効かどうかを確認するためにより現実に近い状況での実験が必要であろう。

参考文献

[1] 訳: 桑原武夫 前川貞次郎, "社会契約論ルソー", 岩波文庫

[2] 坂井豊貴, "社会的選択理論への招待・投票と多数決の科学-", 日本評論社, 2013

[3] 小畑経史, 石井博昭, "ランクつき投票データ分析手法による集団の意思の反映について (最適化の数理とアルゴリズム)", 数理解析研究所講究録 (2002), 1297: pp. 145-153