

ICT 演用環境における投票による 集団的意思決定アルゴリズムの提案と評価

池谷 健吾[†]奥田 隆史[†]井手口 哲夫[†]田 学軍[†]愛知県立大学 情報科学部 情報科学科[†]

1 はじめに

社会の様々な場面で ICT (情報通信技術) は活用・演用され、我々のライフスタイルの多様化に拍車をかけている [1]. 多様化する個々の意思 (以下、民意) が、現行の ICT を演用しない我が国における選挙では、民意が反映できないという問題が生じている [2].

この民意非反映問題を解決するために、本研究では、ICT 演用を前提とした投票による集団的意思決定を想定し、それに適する集団的意思決定アルゴリズムを提案する。なお本稿では、評価し投票する側を投票者と呼び、選ばれる対象を候補者と呼ぶ。以下、2 節では集団的意思決定について述べる。3 節では ICT 演用した際の環境について述べる。4 節では 2,3 節を表現するためのエージェントベースモデリング (ABM) について述べる。5 節では数値例を示し、検討・考察をおこなう。最後に 6 節では、本稿のまとめと今後の課題について述べる。

2 集団的意思決定と民意

本稿では、集団的意思決定と民意を次のように定義する。

集団的意思決定: 集団としての意志・選択を投票で決めることを集団的意思決定という。投票者の意思・意見を集計する投票方式については 4 節の「投票行動」にて述べる。

民意: 民意は多数決原理によって選択されたものとする。多数決原理とは、全投票者の内における「a より b を好む」といったような選好順序を全て組合せ、それによって集団の選好順序を出力し、最も選好されたものを集団の決定とするものである。この多数決原理は投票とは違い、投票者の潜在的な意思をそのまま集団の意思に反映させる為、民意とみなすことができる。

3 想定する ICT 演用の環境

本節では ICT 演用が、投票者と候補者に対して、どのように影響を与えるか、以下の (1)~(4) に整理する。

(1) 候補者の情報掲載による影響: 候補者が自らの考えや主張をネットに開示でき、投票者もそれを自由に見ることができる。そのことが投票行動に影響を及ぼすことが考えられる。

(2) 相互作用への影響: 元々、実社会では選挙活動やコミュニケーションによる相互作用はあった。しかし

ICT によって相互作用はリアルタイム性を持つようになった。いつでもどこでも候補者に関する情報など手に入れることができ、直ぐに投票者・候補者の行動へ影響を与えるようになると考えられる。

(3) 様々な投票方式への対応: ICT を演用することによって様々な投票方式へ、容易に対応できる。我が国において、ICT を演用しないこれまでの選挙では、集計が最も容易である単記投票で投票をおこなってきた。

(4) 投票コスト: ネットワークを利用することによって投票コストは減り、それに伴って投票率が上がることが考えられる。ここで、投票コストとは投票所までの距離・投票する日時といった制約のことを示し、それが人々の投票行動へ影響を及ぼすものとする [3].

4 ABM: エージェントベースモデリング

ICT を演用した環境において、投票によって複数の候補者から一人を選択するシーンを想定する。本稿では、投票者は争点ごとに対する自分の考え方 (以下、争点態度) を持っており、それに最も近い争点態度を持つ候補者を選好する。なお、本稿における ICT を演用した環境とは、候補者は自分の争点態度を投票者に向けて自由に発信できること、投票者同士がリアルタイムで自由なコミュニケーションを可能とし、互いの争点態度へ影響を与え合うことがを想定する。また、投票をおこなう際にも ICT 演用によって、様々な投票方式が利用できることを想定する。想定するモデルの概要図を図 1 に示す。

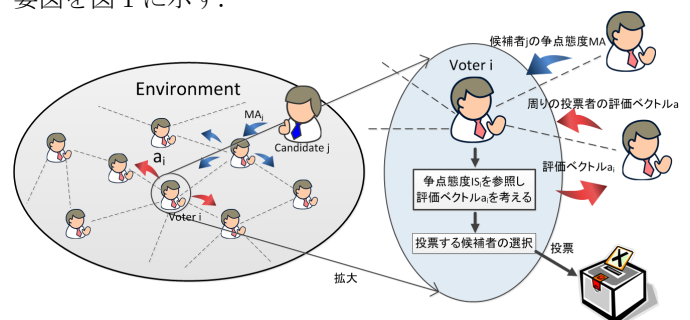


図 1 想定環境図

以下に、想定する ICT 演用環境を ABM で表現するための詳細を述べる。投票者 (Voter): $V = \{1, 2, 3, \dots, i, \dots, N\}$ は、候補者 (Candidate): $C = \{1, 2, 3, \dots, j, \dots, M\}$ ($N > M$) から、投票によって選択する。なお、ICT 演用による投票者 V のネットワークを表現するためスケールフリー・ネットワーク [4] で投票者同士をリンクさせる。以降、投票者 V と候補者 C の争点態度と評価、発信行動について述べ、次に投票者 V における他の投票者からの影響、投票行動について述べていく。

An Evaluation of Using ICT in Group Decision Making by Voting

[†]Kengo IKEGAYA, Takashi OKUDA, Tetsuo IDEGUCHI, Xuejun TIAN

[†]Department of Information Science Technology, Faculty of Information Science and Technology, Aichi Prefectural University

争点態度と評価：投票者 i は c 個の争点についてそれぞれ考え方を持つとする。 c 番目の争点に対する考え方を is_{ic} と表し、それらを要素とするベクトルを争点態度 $IS_i = (is_{i1}, is_{i2}, \dots, is_{ic})$ として表現する。同様に、候補者 j も争点態度を持つとし、それを $MA_j = (ma_{j1}, ma_{j2}, \dots, ma_{jc})$ と表現する。投票者 i と候補者 j の争点態度の相違を争点態度距離 D_j^i とする。 c 番目の争点の重みを W_c とし、投票者 i と候補者 j の争点態度距離 D_j^i を

$$D_j^i = \sum_{l=1}^c W_l |is_{il} - ma_{jl}|$$

とする。投票者 i の全候補者に対する評価ベクトルを $\vec{a}_i = (a_1, a_2, \dots, a_M)$ と表現する。候補者 j に対する評価 a_j は、 D_j を入力値とする争点態度が小さいほど値が大きくなる指数関数に従う。

発信行動：以下に、投票者の発信行動と候補者の発信行動を次のように定義する。

投票者：発信は λ のポアソン分布に従う。この発信によって、投票者 i は認知している候補者 j の争点態度 MA_j をつながりを持つ他の投票者へ伝達し、伝達された側はそれを確率 p で認知する。また、投票者 i は評価ベクトル \vec{a}_i をつながりを持つ他の投票者へ伝達する。
候補者：候補者 j は、全投票者の自らの評価 a_j の和が他の候補者より最も低い時、ランダムに投票者を選び、自らの争点態度 MA_j を伝達する。これを候補者の発信行動とする。

他の投票者からの影響：他の投票者から伝達された評価ベクトルから、自分の評価ベクトルに影響を受けることを想定する。時刻 t における、ある投票者 i の各候補者に対する評価ベクトル $\vec{a}_i(t)$ を以下のように示す。

$$\vec{a}_i(t) = (1 - \alpha) \cdot \vec{a}_i(t-1) + \alpha \cdot \vec{a}_i(t-1)$$

α は影響の受けやすさを表し、 $\vec{a}_i(t)$ は、時刻 t における周りの投票者の評価である。

投票行動：投票者 i は評価ベクトル $\vec{a}_i(t)$ に従って投票行動をおこなう。投票方式は、文献 [3] で示されている**単記投票** (Single Ballot)、**順位評点法** (Borda Count)、**採点投票** (Score Ballot)、**累積投票** (Cumulative Ballot) ならびに単記投票を拡張した仕様である**一日一票** (**方式 A**(Method A))、任意のタイミングで投票 (**方式 B**(Method B)) の6種類とする。また、「任意のタイミングで単記投票」以外は、投票日を設け一斉に投票をおこなう。なお、白票や棄権行動は考慮しないとし、投票率は常に100%とする。

5 数値例

投票者数を $N = 100$ 人とし、投票者が形成するスケール・フリーネットワークの次数 k の分布は $p(k) \propto k^{-\eta}$ とする。なお、 $-\eta$ は文献 [4] で提唱されている $\eta = 2.5$ とする。このような繋がりを持つ投票者が、候補者数 $M = 3 \sim 10$ から1名を、上記の6種類の投票方式で選挙する。ICT 演用効果を検証するため、**ICT 非演用単記投票** (Not ICT) も採用する。なお、シミュレーション期間は国政選挙の公示期間に合わせ12日間とする。

投票者と候補者の持つ属性値について述べる。

投票者：各投票者の争点態度 IS の各値はランダムな正の値とし、争点態度数を $c = 3$ とする。争点態度距離 D における各争点の重みを全て1とする。なお投票者 i が候補者 j の争点態度 MA_j を認知していない場合、値は $MA_j = (0, \dots, 0)$ と認識する。発信頻度 $\lambda = 27.7$ (ICT 非演用では $\lambda = 0$) とし、認知率 $p = 0.5$ とする。影響の受けやすさを $\alpha = 0.8$ とする。方式 A・B を除く投票方式では、シミュレーション期間経過後、投票をおこなう。

候補者：各候補者の争点態度 MA の各値はランダムな正の値とし、争点態度数 $c = 3$ とする。候補者はシミュレーション期間中、常に自らの評価 a_j を知る事ができる。候補者の集合 C において自らの評価 a_j が最も低い時、候補者は発信行動によって投票者へ向けて争点態度を発信する。

上記のシミュレーションを1回の試行として100回試行した。比較対象は、多数決原理における勝者と各投票方式の勝者との一致率とする。各投票方式に対する候補者数 M と一致率との関係を、図2に示す。図から、単記投票に ICT を演用するだけでも一致率が向上することが分かる。また、全ての候補者数において順位評点法が最も一致率が高いことが分かる。順位評点法には及ばないが、 $M = 3$ において、方式 A、方式 B 共に ICT を演用した単記投票と比べて一致率が約15%程向上している。

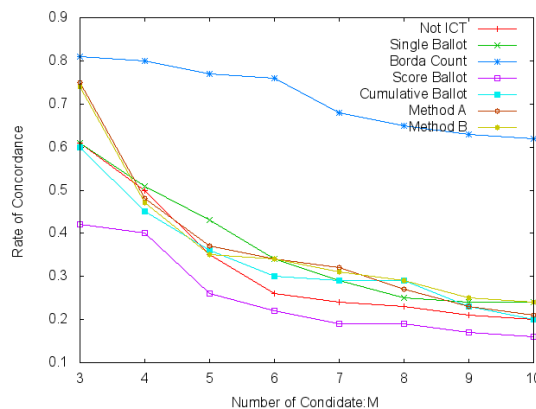


図2 多数決原理と各投票方式の一致率

6 まとめ

民意非反映問題を解決するために、ICT 演用下の集団的意思決定について検討した。その結果、ICT 演用環境下では、投票者に負担がかかるものの、順位評点法が最も民意を反映できることが分かった。今後の課題は、(1) 順位評点法に近似できるような、新たな投票方式の考案すること、(2) 投票者のネットワークの利用頻度 (発信頻度) と投票結果との関係を明らかにすること等である。

参考文献：[1] 総務省、『平成24年度版 情報通信白書の概要』, 2012. [2] 『地方とねじれ 大丈夫?』, 朝日新聞, 2012年9月27日朝刊. [3] 小林良彰, 『社会科学の理論とモデル-選挙・投票行動-』, 東京大学出版会, 2001. [4] 増田他, 『複雑ネットワークの科学』, 産業図書, 2005. [5] 構造計画研究所, <http://www2.kke.co.jp>.