

WWW を利用した電子投票システムの開発 ～ 認定投票方式と改良ヘア方式の一般利用をめざして ～

富山研究室 99601078 牧野朋美

1. はじめに

近年、日本の選挙事務においては、人手で大量の投票を処理することが困難な現状にある。これに対応し、選挙結果を有権者に速やかに知らせるという要請を満たすため、そしてあらゆる投票者の利便性向上のため、投票・開票・集計作業への電子機器利用（電子投票）が検討されてきた。

2001 年 11 月、地方自治体電子投票特例法が成立し、地方自治体は条例を定めることで地方選挙において、有権者が投票所に出向き、専用投票機器を使って投票する電子投票を実施することが可能になった。これを受け岡山県新見市は、2002 年 6 月 23 日の市長・市議会選挙にて全国に先駆け電子投票を実施した。新見市の電子投票は、機器トラブルやコスト対効果の問題、法的な課題などを残した一方、開票時間の短縮の効果を実証した。投票の簡便性が有権者にも好評であり概ね成功をおさめたと言える。今後、各地方自治体、国政選挙への電子投票導入の取り組みは、急速に活発化することが予想される。

このように、選挙事務作業の効率化や利便性向上に電子投票の導入が注目される中、投票制度に、投票方式自体の問題点が存在し、改良すべきことについては言及されていない。現在、選挙におけるような「多肢選択方式」には、様々な方式が提案されている。主なものとして「認定投票方式」と「改良ヘア方式」がある。（富山・1998）いずれも、日本の公的選挙で採用されている「単記投票方式」（投票者が選好順序第一位の候補者だけに一票を投じる方式）のデメリットを補い、個人の選好情報をより多く使用する方式である。これらの方式が現実によく採用できなかった最大の原因も、人手での開票・集計作業の困難さにあった。

そこで、本研究では現在の日本における電子投票への取り組みを新見市の事例から踏まえ、多肢選択方式において代表的な方式である「認定投票方式」と「改良ヘア方式」の 2 つの性質について検討し、一般利用をめざしてシステム化を提案、設計と開発を試みた。

2. 日本における電子投票の取り組み

2.1. 電子投票とは

電子投票は、投票用紙の代わりに専用のコンピュータ端末を使用し、投票行為そのものを電子化することである。選挙においては、投票や開票・集計作業の不作為のミスや、作為的な不正を排除し、投票者の意思を正確に確認・結果に反映することが最も望まれることである。それを実現するためには、投票から集計までの一連の過程から、「人手」の介在を省くことが理想とされる。この投票方式を『直接記録式投票』という。電子投票は、投票行為を電子化し、投票をデジタルデータとして取り扱うことによって、直接記録方式投票を実現している。

2001 年 11 月 30 日、地方自治体電子投票特例法が成立した。これにより、地方公共団体が条例で定めるところにより、当該地方公共団体の選挙に限りタッチパネル式の電子投票を実施することが認められた。対象となる投票は、投票日当日の投票所における通常の投票である。（総務省・2002）本法の成立を受けて、全国に先駆け電子投票の導入を検討し、2002 年 6 月 23 日に実施する運びとなったのが岡山県新見市である。

2.2. 岡山県新見市電子投票実施事例

2.2.1. 電子投票実施の経緯と注目点

岡山県新見市は、面積約 350 平方キロメートル、人口 24,256 人の都市である。急速な高齢化が進み、高齢化率は 30.4%と高い。（新見市選挙管理委員会・2002 年 5 月現在）

新見市で使用する投票機はタッチパネル式のものであり、市内 43 カ所の投票所に 111 台設置した。投

票データは記録媒体(CF カード)に記録され、投票時間終了後、各投票所職員が開票所まで運び、集計機にかけて集計する。不在者投票分は現行と同じ自書式の投票を行う。

タッチパネル式投票機（投票所に投票機を設置）を使用した電子投票の手順

1. 投票所にて選挙人名簿で本人確認後、投票カード発券機から発券された投票カードを受け取る。
2. 投票カードを電子投票機に挿入すると候補者の名前が画面に表示される。
3. 投票したい候補者の名前に指で触れ選択する
4. 投票ボタンに触れると投票終了、変更する場合は変更ボタンに触れると変更できる。
5. 投票が終了すると投票カードが排出される。投票カードを投票所出口で返却する。

（電子投票

普及協同組合・1998）

タッチパネル式投票機による電子投票のメリット

- ・ 投票用紙、投票箱が不要なので、投票所の省スペース化をはかることができる。
- ・ 電子投票カードは、各級選挙につき一回しか投票出来ないように制御。重複投票が不可能になる。
- ・ 画面に表示された候補者名を押して投票するので、無効票、疑問票が大幅に削減できる。
- ・ 開票要員、集計要員が不要となり、人件費の削減、集計・計算の人為的ミスを根絶することができる

新見市の電子投票における主な注目点

- ・ 開票時間の短縮、開票作業員数、人件費、選挙費用の削減は、実際どの程度できるのか。
- ・ 候補者名を投票用紙に書き込む自書式に慣れてきた日本人にとって、電子投票はなじむのか。
- ・ 電子投票を導入することにより、投票率に変化はあらわれるのだろうか。

2.2.2. 新見市の取り組みと効果

2002 年の新見市の選挙における投票率（市長選）投票・開票要員数などを、1994 年に行われた選挙と比較

	1994 年同日選	2002 年同日選	2002 年同日選についての備考
有権者総数	20278 人	19381 人	男 9161 人 女 10220 人
電子投票	×	15066 票	89.50%
市長選投票者総数	18667 人	16827 人	男 7931 人 女 8896 人
不在者投票	1158 人	1761 人	
投票率	92.06%	86.82%	5.62 ポイント減。
無効票	242 票	56 票	無効 53 票、持ち帰り 3 票。無効票は全て不在者投票分
白票	81 票	272 票	うち投票しないで終了 253
投票所要員数	180 人	178 人	万が一のため電子投票普及共同組合スタッフも置く
開票職員人数	84 人	61 人	電子投票分 2 人。23 人減。当初開票職員 30 人程を予定
選挙費用	1146 万円	1646 万円	約 500 万円増。（投票機レンタル費 250 万。）
開票時間	4 時間 25 分	2 時間	電子投票分 25 分

（新見市選挙管理委員会・2002 他）

新見市の電子投票にて実証された電子投票の効果

- ・ 大幅な開票時間の短縮の効果が実証された。
- ・ 電子投票分での疑問票・無効票が全く無くなった。また、投票の際「投票しないで終了する」を選択することで、意識的な白票が可能になった。民意の正確な反映の点から評価すべきことである。

- ・ 市民アンケートの結果、投票者の 96%が電子投票機器の操作は簡単、92%が次回以降も電子投票を望むと回答した。(山陽新聞社アンケート・山陽新聞・2002.6.24)電子投票への有権者の関心は高い。市による投票日 2 カ月以上前からの啓発活動(模擬投票など。有権者の半数以上が参加した。)も功を奏し、電子投票機器の操作、信頼性に関しても強い抵抗はなく、有権者に受け入れられている。
- ・ 障害を持つ有権者にとっても、電子投票は好評であった。投票のバリアフリー化が実現できた。

2.2.3. 新たな課題

電子投票の問題点や今後の課題

- ・ 引き続き、電子投票機購入、レンタルのコストの問題。
- ・ 不在者投票開票分に電子投票が使えないことで開票時間削減の効果が薄れる。法改正の問題。
- ・ 人員が思うように削減することができていない。コスト対効果の問題。
- ・ 有権者が増えた場合の機器に対する不安。人為的ミスや故障を皆無にするのは難しい。
- ・ 機器操作や画面設計などの問題。
- ・ 電子投票の導入自体が投票率アップへつながるかどうかは、後続の自治体に判断の機会を持ち越す。

新見市での全国初の電子投票実施は、大きな混乱もなく無事終わることができ、おおむね成功したといえる。これをうけ、タッチパネル式の電子投票を導入する自治体は今後飛躍的に増えていくものと予想される。

このように、新見市の事例を通し、電子投票の導入により、選挙事務作業が効率化・迅速化でき、有権者の意思を正確に結果に反映することができることが実証され、その機能が注目されていることがわかる。だが、現行の投票制度には他にも改良の余地のある部分が存在することには触れられていない。それは、投票者一人が候補者一人に一票を投じるという投票方式(「単記投票方式」)自体の改善の問題である。

3. 様々な投票方式の提案

3.1. 代表的な選択方式

t 人($t \geq 3$)の候補者の中から k 人($1 \leq k < t$)を順位をつけずに選び出す方式を「多肢選択方式」といい、様々な方式が提案されている。代表的なものとして、「認定投票方式」と「改良ヘア方式」の投票方式と集約方式について示す。(富山・1998)

1. 認定投票方式 (Approval Voting Procedure)

投票方式：投票者は自分が勝者として認定するそれぞれの候補者に 1 票ずつ投票する。

集約方式：最多の票を得た k 人の候補者を勝者とする。

2. 改良ヘア方式 (Improved Hare Procedure)

投票方式：投票者は自分が勝者として認定する候補者に全順序をつけて投票する。

集約方式：1. 得票計算処理：投票者の選好順序を同じ選好順序ごとにグルーピング化し、それぞれの投票者数を求める。そこから第 1 位に選好している投票者数を候補者毎に合計、それを各候補者の得票数 Q とする。

2. 判定処理：ドロップ基準 $< Q$ なる候補者が存在したら、その候補者を勝者とし、存在しなかったら、最小の Q をもつ候補者を削除対象者とする。ここで、ドロップ基準 (Droop's quota : DQ) とは、勝者数以上の候補者が、一度の処理で獲得することができない最小得票数である。

3-1. 得票再計算処理・勝者が存在した場合：グルーピング化されている全ての選好順序から勝者を削除、勝者よりも下位に選好されていた全ての候補者の順位を 1 つ上げる。勝者を出したグルーピングの投票者数にもとづき $Q - DQ$ を比例配分し、そのグルーピングの投票者数とする。勝者を出せなかったグルーピングの投票

者数は同じ。

3-2. 得票再計算処理・削除対象者が存在した場合：グル - プ化されている全ての選好順序から削除対象者を削除、対象者より下位に選好されていた全ての候補者の順位を 1 つ上げる。各グル - プの投票者数は同じ。

4. 3-1、3-2 いずれの場合も、これらの投票者数から、第 1 位に選好している投票者数を候補者毎に合計し、それを各候補者にとっての得票数 Q とする。

5. 2~4 の手続きを、 k 人の勝者が選出されるまで繰り返す。

3.2. 認定投票方式と改良ヘア方式のシステムの提案

認定投票方式と改良ヘア方式は、ともに単記投票方式よりも投票者の情報をより多く採用している方式である。さらに認定投票方式は、多数決勝者を必ず選出できる方式であること、「同系競合による相殺」を防ぐことが出来る方式である（佐伯・1980）という 2 点を、改良ヘア方式については、死票を最も少なくできる投票方式であること、比例代表制に近いシステムであり、好まれる投票方式であるという 2 点をそれぞれ最大のメリットとしてあげられる。投票において、投票者の意思の正確な反映、民意の多様性に柔軟に対応することが望まれるという点からみると、この 2 つの投票方式は、単記投票方式よりも優れた性質を持っている方式であるといえる。

しかし、日本の公的選挙では単記投票方式が採用されている。他の投票方式を採用した場合、さらに投票、集計作業が人手では複雑であり、時間と費用がかかる上に人為的ミスが多くなると予想されるという問題がある。そこで、認定投票方式と改良ヘア方式の一般利用をめざしシステム化することを提案する。投票から集計までの処理を電子化することによりこの問題を解決しようと試みるのである。

4. システムの設計と開発

4.1. 認定投票方式

4.1.1. 概要設計

投票データ入力処理

Web 上に設問画面を作成し、投票データを得る。

候補者ファイルをもとに、候補者名を表示し、投票者は勝者に認定する候補者を選び（複数可）投票する。

入力チェック・確認画面

ログファイル、集計ファイルに投票を記録する前に、投票者が勝者に認定した候補者が正しいかどうかの確認をもらい、入力確認画面を表示する。また、候補者を選択していない場合はエラー画面を表示する。

ログファイルに書き込み

ログファイルに投票の内容を追記する。

集計ファイルに書き込み、集計処理と順位づけの処理

集計ファイルにどの候補者に票が入ったかをカウント。全候補者の投票数を比べ候補者の順位付けをする。

投票結果の出力処理

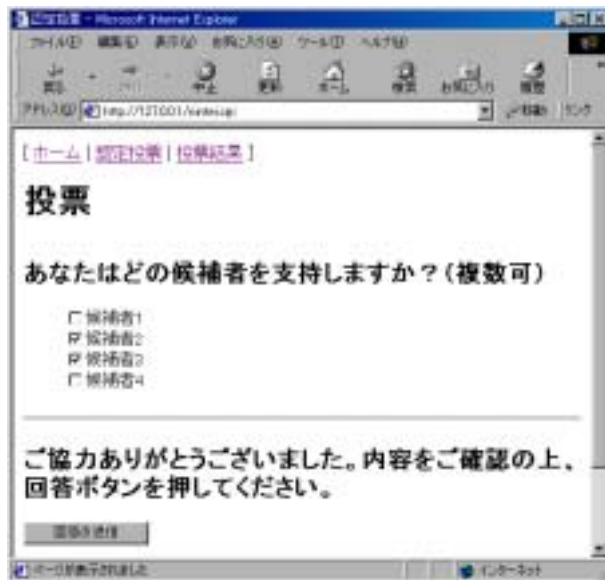
Web 上に全候補者の名前と順位付けを表示した、集計結果表示画面を表示する。

4.1.2. プロトタイプシステムの実行結果

図 4.1-1 設問画面

図 4.1-2 集計結果表示画

面



4.2. 改良ヘア方式

4.2.1. 概要設計

投票データ入力処理

Web 上に投票入力画面を作成し、投票データを得る。

候補者名・勝者数ファイルをもとに、順位を表示し、投票者は自分の選好にそって順位に相当する候補者を選択し、投票する。

入力チェック・確認画面

ログファイル、集計ファイルに投票を記録する前に、投票者の選択した内容が正しいかどうかの確認をしてもらう確認画面を表示。候補者を選択していない場合と候補者を重複選択している場合はエラーを表示する。

ログファイルに書き込み

ログファイルに投票の内容を追記する。

集計処理

ログファイルの投票結果から、プロファイル表とそれに対応する投票者数の集計を作成する。

プロファイル表から勝者、敗者を選出するステージ処理を繰り返し行う。

勝者、敗者を記録し、勝者数 k 人が出揃ったら、ステージ処理を終了する。

投票結果の出力処理

Web 上に勝者の候補者の名前、投票者数、候補者数、勝者数を表示する。

(デバッグを使用すると、設定勝者数、ドロップ基準、プロファイル表、ステージごとの得票数も表示する)

4.2.2. プロトタイプシステムの実行結果

図 4.2-1 設問画面



図 4.2-2 集計結果表示画面



5. 結論と今後の課題

5.1. システムの設計と開発に対しての課題

- ・ セキュリティー面では不十分である。認証を設けたり、ファイルにロックをかける処理を加える必要がある。
- ・ 投票期間を設け、投票者が閲覧できる画面に制限をかける。
- ・ 投票者が操作しやすいような画面のレイアウトを考え、改良する必要がある。
- ・ 意識的白票を認める場合の処理を付加する。

5.2. 電子投票の今後の課題

今後の電子投票の高度化

- 第1段階** 選挙人が指定された投票所において投票機を用いて投票する段階
 - 第2段階** 指定された投票所以外の投票所においても投票できる段階
 - 第3段階** 投票所での投票を義務づけず、個人の所有するコンピュータ端末を用いて投票する段階
- (総務省、電子機器利用による選挙システム研究会・2002)

本人確認のための住民 IC カードと、電子投票のオンライン化(第2段階)の実現

メリット：通信ネットワークで遠隔地の選挙人名簿データと照合する本人確認が可能になるので、どこでも投票が可能になる。また、投票所から投票データを暗号化し、集計センターへオンラインで送られるので、投票箱輸送も開票所も必要なくなる。(電子投票システム研究会・1994)

問題点：セキュリティの問題、本人証明が複雑になる

インターネット投票(第3段階)

メリット：投票率の大幅な向上の効果。(2000 年アリゾナ州民主党予備選挙で、試験的に実施(横江・

2001))

問題点：ネットワークの侵入排除や本人確認は第 2 段階より更に複雑になる。選挙人が自由意志によって投票したかどうか分からない、投票した本人の名前と投票内容を切り離し、「匿名性」をどう確保するか

総務省はオンライン化によって電子投票の利点は本当に生かされるという見方ながらも、日本では当面、地方選挙での第 1 段階の電子投票の普及に力を入れるべきであると考えている。今後の地方選挙での電子投票の導入を支援し、実施状況を踏まえながら、電子投票のオンライン化を検討する方針である。

5.3. 新しい投票方式のシステム実現に関しての考察

岡山県新見市の電子投票実施事例から、電子投票の導入により選挙事務の作業の効率化がはかられ、迅速に有権者の意向を問うことができるようになることが実証された。加えて有権者の意向をどのように問い、その投票に何を求めるかによって投票方式自体の使い分けを検討していくことで、より投票者の多様な意思に柔軟に対応、正確に確認・反映する投票が実現するであろう。この複雑な投票方式のシステムが実現するには更に、個人の秘密を確保しつつ、投票システム信頼性を高め、有権者に理解してもらうことも重要となる。今後、電子投票において、システムの改善やそれに対応する法制度の整備のみならず、これらの課題に取り組み、投票のニーズに応じた投票方式の電子投票システムの実現が望まれる。

参考文献：電子投票システム研究会. 1994. 『電子投票システム 有権者尊重の選挙制度を実現する『投票制』改革』資料

総務省ホームページ 選挙制度改革 <http://www.soumu.go.jp/senkyo/index.html>

電子投票協同組合ホームページ <http://www.evs-j.com/>

新見市選挙管理委員会. 2002. 『日本で初めての電子投票の実施(平成 14 年 6 月 23 日執行 新見市長・新見市議会議員選挙)』資料

新見市役所ホームページ 全国初！電子投票 <http://www.city.niimi.okayama.jp/soshiki/senkyo/>

中村和夫・富山慶典. 1998. 『選択の数理 個人的選択と社会的選択』朝倉書店, 131-134

佐伯胖. 1980. 『「きめ方」の論理 社会的決定理論への招待』東京大学出版会, 23-35

横江久美. 2001. 『E ポリティックス』文春新書