

WWW を利用した電子投票システムの開発 ～理論的に望ましいコーブランド方式の採用をめざして～

富山研究室 99601019 大城 美佳

1 はじめに

近年、IT の普及とともに電子政府・電子自治体への期待が高まりつつある。中でも特に関心を集めているのが、「電子投票」である。地方選挙に限って法律的に電子投票が認められるようになり、2002 年 6 月に、岡山県新見市で全国初の電子投票が行われた。電子投票は法的・技術的に問題はまだ残っているが、他にも導入を検討している自治体もあり、これからますます普及していくであろうと思われる。

現在行われている日本の選挙は「単記投票方式」という投票方式によるものである。しかし、この他にも投票方式には様々なものがある。今までは、その投票や集計の簡単さから単記投票方式が支持されてきたが、電子投票が行われるようになれば、集計の難しさは問題にならなくなる。そのため、これからの電子投票の時代には、単記投票方式にこだわらず、別の投票方式を採用することも可能だろう。そこで「単記投票方式」と「コーブランド方式」を取り上げて説明する。投票方式の中でも、富山(1998)は、コーブランド方式は理論的な視点から最も優れている投票方式であると言っている。それは、コーブランド方式は、投票方式が満たすべき性質の中の「一貫性」以外の性質を満たしているからである。しかし、コーブランド方式は投票者への負荷が大きくなる。それぞれの投票方式の長所・短所を理解したうえで、場合によって使い分けることが、これからの選挙には必要だと考える。

本研究の目的は、これまでに行われた電子投票の事例を踏まえつつ、これからの時代にそった投票の姿を模索することである。そこで、われわれの推奨する「単記投票方式」と「コーブランド方式」の 2 つについて、電子投票システムのプロトタイプモデルを開発する。

2 電子投票とは

2.1 日本における電子投票の現状

2001 年 11 月に、公職選挙法の特例法として「地方公共団体の議会の議員及び長の選挙に係る電磁的記録式投票機を用いて行う投票方法等の特例に関する法律」(通称「地方自治体電子投票特例法」)が成立し、日本でも地方公共団体の議員と長に限って、電子投票が法律的に認められるようになった。

総務省の「電子機器利用による選挙システム研究会」は、電子投票について、

- ① 有権者が指定された投票所で電子投票機を使って投票する
- ② 指定された投票所以外でも有権者が投票できる
- ③ 個人所有のコンピュータから投票できる

の三段階に分類した(読売新聞 2001.11.27)。現在の法律では投票所をオンラインで結ぶことはできない。そのため、現在認められている電子投票は、①の「有権者が指定された投票所で電子投票機を使って投票する」のみである。

2.2 メリット・デメリット

<メリット>

- ・ 開票時間の短縮
- ・ 無効票がなくなり、民意がより正確に反映される
- ・ バリアフリーである

<デメリット>

- ・ 投票機導入のコストがかかる

- ・ トラブルやセキュリティへの不安
- ・ 電子投票への不安・不信感

3 各地の電子投票への取り組み

3.1 アリゾナ州（アメリカ）での電子投票

2000 年 3 月 11 日、アメリカのアリゾナ州で民主党による大統領予備選挙が電子投票によって行われた。この時の電子投票の仕組みは、

- ・ まずインターネットにつないで電子投票所のページに行く
- ・ 所定の場所に名前と、前もって配布されている個人暗証番号を入力する
- ・ 候補者の名前が書かれた大きなアイコンが登場するので、そのどれかをクリックする

となっている。電子選挙に費やした金額は約 2 万ドルで、前回の同選挙のときとほぼ同額。

3.2 岡山県新見市での全国初の電子投票

2002 年 6 月 23 日、岡山県新見市で日本で初めての電子投票が行われた。この時の電子投票の仕組みは、

- ・ 投票用紙の代わりに投票カードを受け取って投票機を作動させる
- ・ 画面上の候補者名をタッチして誰に投票するかを選択する
- ・ その候補者で間違いないかどうかの確認画面が表示される
- ・ 間違いないと確認すると投票は終了→内蔵された記録媒体に結果が保存される

というものである。なお、不在者投票は今まで通りの自書式によるものである。

前々回の選挙との比較をまとめると次の表のようになる。

表 3-1

	1994 年	2002 年
投票所要員数	180 人	178 人
開票職員数	84 人	61 人
選挙費用	1146 万円	1646 万円
開票時間	4 時間 25 分	2 時間（電子投票分 25 分）

当初、1 億 4600 万円をかけて投票機を購入する方針だったが、レンタル方式に変更して機器の入札を実施した結果、電気メーカー系企業など 4 社でつくる電子投票普及協業組合がわずか 250 万円で落札した。開票作業に関わる職員が 85 人から 2 人に減ったが、開票作業以外に関わる職員が増え、機器のレンタル費用が加わったため、トータルの選挙費用は、前々回より約 500 万円増えた。また、トラブルが 4 件ほど起きたが、いずれのトラブルも予備機に交換するなどして対処できたため、大きなトラブルにはつながらなかった。

電子投票機を 250 万円でレンタルできたのは「初めてだから」という特別の事情があったからである。また、不在者投票での電子投票は認められていないため、不在者投票分の開票作業に時間がかかり、電子投票のメリットを生かしきれてなかった。

4 様々な投票方式

4.1 代表的な選択方式

【単記投票方式 (Plurality Voting Procedure)】

投票方式：投票者は自分の選好順序における第 1 位の候補者だけに 1 票を投ずる。

集約方式：候補者毎に得票数を計算し、最多の得票数をえている k 人の候補者を勝者とする。

【コーブランド方式 (Copeland Procedure)】

投票方式：投票者は、すべての候補者のペアに対して、一方が他方よりも好ましいかあるいは両者が無差別かを判定したものを投票する。

集約方式：すべての候補者のペア a, b に対して、 a を b より選好している投票者数と両者を無差別としている投票者の半数とを加えた“ b に対する a のスコア”を求める。もしも b に対する a のスコアが $n/2$ より大きいならば、“ a は b を優越する”という。 a によって優越された候補者数と優越・被優越関係にない候補者の半数とを加えた“ a のコーブランド数”を求める。最も多くのコーブランド数を得た k 人の候補者を勝者とする。

4.2 選択方式が満たすべき性質

選択方式と同様に、それがもつべき望ましい性質もこれまでに数多く提案されている。富山 (1998) は、9 つの性質を採り上げている。それは、絶対勝者とコンドルセ勝者、絶対敗者、コンドルセ敗者、パレート劣位候補、単調性、負応答性、一貫性、連続性の 9 種類である。

4.3 どの選択方式がどの性質を満たしているか

表 4-1

選択方式 規範的性質	単記投票		認定投票		改良ヘア		コーブランド	
	$k=1$	$k>1$	$k=1$	$k>1$	$k=1$	$k>1$	$k=1$	$k>1$
1 絶対勝者	○	○	×	×	○	○	○	○
2 コンドルセ勝者	×	×	×	×	×	×	○	○
3 絶対敗者	×	×	×	×	○	×	○	○
4 コンドルセ敗者	×	×	×	×	○	×	○	○
5 パレート劣位候補	○	×	×	×	○	○	○	○
6 単調性	○	○	○	○	×	×	○	○
7 負応答性	○	○	○	○	×	×	○	○
8 一貫性	○	×	○	×	×	×	×	×
9 連続性	○	○	○	○	×	×	○	○

4.4 望ましい選択方式とは

表 4.1 から、 $k>1$ の場合にはコーブランド方式が最も優れていることが分かる。 $k=1$ の場合には、コーブランド方式と単記投票方式との間には明らかな優劣関係が存在しない。そこで、満たしている性質の質に注目する。単記投票方式がコンドルセ勝者と絶対敗者・コンドルセ敗者を満たしていないことは致命的な欠陥であると考え。一方、コーブランド方式が一貫性を満たしていないということは致命的な欠陥であるとは考えられない。

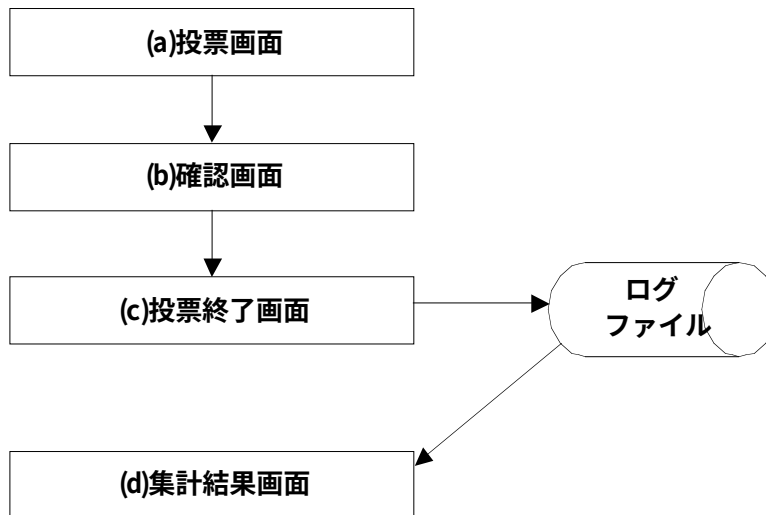
また、単記投票方式が選好順序の最上位候補者だけの情報しか使わないのに対して、コーブランド方式はすべての候補者のペアに対する選好順序を使っている。つまり、後者の方が前者よりもより多くの情報を使用しているのである。より多くの情報を使用するということは、「民意の多様性」により柔軟に対応できるが、投票者と選挙管理委員会とにより大きな負担をかけることになる。そこで富山 (1998) は、投票者が勝者としてふさわしいと認定する候補者だけに順位をつけるようにしてはどうかと提案している。そうすれば投票者の負荷は軽減される。また、選挙管理委員会への負荷とは集計上の複雑さが増すことであるので、電子投票システムを導入すれば何の問題もない。

以上のことから、われわれはコーブランド方式が最も優れた投票方式であると考え。

5 システム設計

単記投票システムとコーブランド方式による電子投票システムを作った。コーブランド方式のシステムを簡単に説明する。

<おおまかな流れ>



次の選好順序をテストデータとして使用し、システムを動かしてみる。

例 5-1 テストデータ

投票者	選好順序			
1.	a	b	c	d
2.	a	b	d	c
3.	b	a	c	d
4.	b	a	d	c
5.	a	b	c	d
6.	c	a	b	d
7.	b	c	a	d

投票画面は図 5-1 のようになっているので、上記のテストデータを入力する。

図 5-1 投票画面

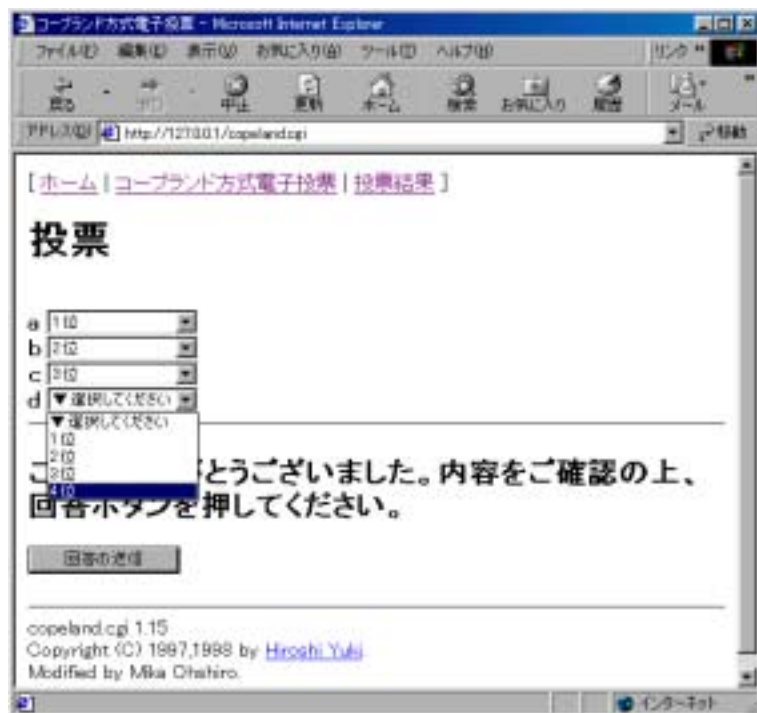


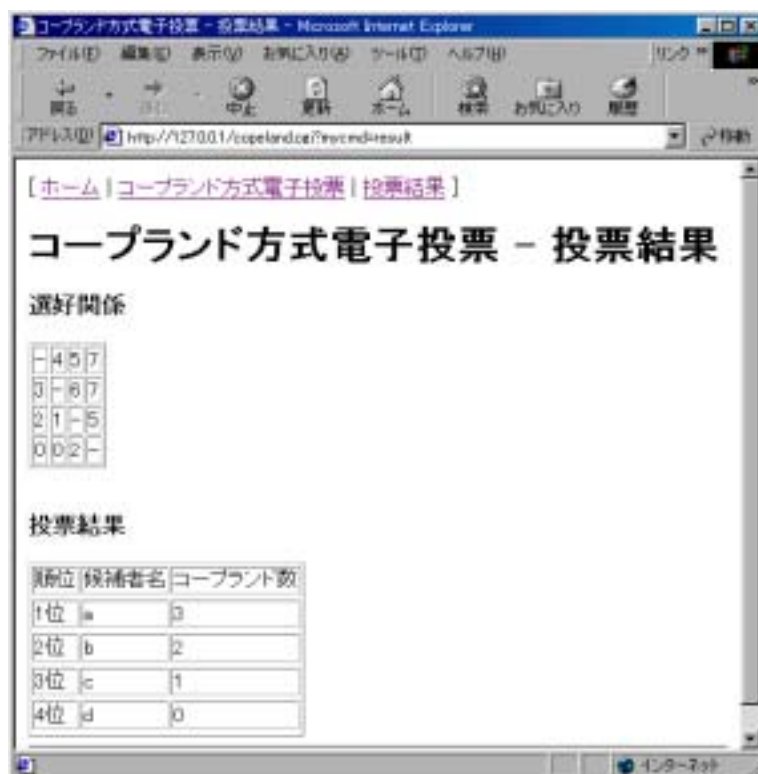
図 5-2 ログファイル



このようにして全てのデータが入力された時点でのログファイルは図 5-2 のようになっている。

このデータで集計すると、集計結果は図 5-3 のようになる。

図 5-3 集計結果画面



6 結論と今後の課題

6.1 電子投票時代の投票方式

理論的にコープランド方式はもっとも望ましい投票方式と言える。これまでは、集計が複雑であるために実際に利用されてはこなかったが、電子投票システムが導入されれば集計の複雑さは問題にならない。そのため、コープランド方式などの新しい投票方式を採用することが可能である。

6.2 このプログラムに対する課題

今回のプログラムは、web 上で投票できるようにすることと、各投票方式によるプロトタイプモデルを作るということを目的としたため、機能はシンプルなものにとどめた。そのため、個人認証などのセキュリティ機能やロック機能がついていない。また、入力チェックについても不完全である。実際の投票では、誰の名前も書かないで投票するという「白票」がある。しかし、このプログラムでは、候補者を選択しなければエラーメッセージが表示されるようになっているので、白票は受け付けていない。また、コープランド方式については同順位も認められているため、厳密な入力のエラーチェックを行っていない。

このように、実際の電子投票に使用するためには、セキュリティ機能を加え、入力データのチェック機能を充実させなければならないだろう。

6.3 電子投票の今後

今後、広島市や白石市も電子投票を行うことを決めている。総務省も電子投票機を導入する際の補助金を出すなど、電子投票の普及を促しており、将来的には国政選挙への導入も検討しているようだ。このような動きから、電子投票はこれから広まっていくものと思われる。その際には、投票方式に関しても考え直してもらいたい。そうすることによって、より便利でより民意を正確に反映した投票ができるようになるだろう。

参考文献

- 富山慶典・中村和男. 1998. 『選択の数理 個人的選択と社会的選択』, 朝倉書店, 121-134.
横江公美. 2001. 『E ポリティックス』, 文春新書.
結城浩. 1998. 『Perl で作る CGI 入門 応用編』, ソフトバンクパブリッシング株式会社, 313-343.
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』 資料
総務省ホームページ (<http://www.soumu.go.jp/>) の中の法令データ提供システム (<http://law.e-gov.go.jp/cgi-bin/idxsearch.cgi>) より「電磁的記録投票法」
新見市ホームページ <http://www.city.niimi.okayama.jp/>
新見市選挙管理委員会 <http://www.city.niimi.okayama.jp/soshiki/senkyo/>

<プログラムの参考資料>

- 結城浩. 1998. 『Perl で作る CGI 入門 応用編』, ソフトバンクパブリッシング株式会社, 313-343, アンケートプログラム (enq.cgi).
藤田郁・三島俊司. 1999. 『CGI&Perl ポケットリファレンス』, 技術評論社.
アंक. 1998. 『HTML タグ辞典』, 株式会社翔泳社.