

教育現場での利用を想定した電子投票システムの開発

湯瀬 裕昭[†]

概要：教育現場においても、様々な投票行動が行われている。従来の投票は、紙ベースで行われているが、投票の集計には時間がかかる。集計作業を省力化する方法として、パソコンやスマートフォンなどの活用が考えられるが、教育現場などではスマートフォンの持込や学内からインターネットへのアクセスが制限されていることがある。そこで、教室や会議室内などのクローズドな環境においても利用可能な電子投票システムを開発した。開発したシステムは、PHPが実行できるWebサーバ上で動作する軽量なシステムとなっている。パソコンやタブレット端末の台数が少ない場合での利用、投票の匿名性や納得性についても考慮している。試験的に大学の教授会で使用し、開発システムの検証を行った。

キーワード：教育学習支援環境、電子投票、教員業務効率化

Development of electronic voting system assuming use at school

Hiroaki YUZE[†]

1. はじめに

近年、子どもの学力低下が叫ばれるようになり、教育の質向上が求められている。一方、教員の業務は多岐にわたり、その業務量は増大化し、教員の長時間労働の実態が明らかになっている[1]。教育現場へのICT導入が進み、八戸市では教職員の多忙化解消に向けて、市内全ての小中学校に統一された校務支援システムを導入し、事務効率化に取り組んでいる[2]。しかし、教育現場において、様々な場面でICTの活用が可能であるが、ICTが十分に活用されているとは言い難く、まだまだ改善の余地も多い。

教育現場においては、様々な場面で投票行動が行われている。従来の投票は、紙ベースで行われているため、投票の集計に時間がかかる。そこで、本研究では、教育現場での利用を想定した電子投票システムについての検討を行い、電子投票システムの開発を行った。本稿では、電子投票システムについての検討と開発した電子投票システムについて報告する。

2. 電子投票システムの検討

日本では2013年からインターネット選挙運動が解禁になったが、すでにエストニアでは国政選挙において電子投票が行われている[3]。本研究で扱う電子投票は、国政選挙などの有権者が非常に多い投票ではなく、教育現場などで行われている比較的少人数の投票行動を扱う。小規模な電子投票に関しては、携帯電話やタブレットを活用した電子投票についての研究[4],[5],[6]が行われている。また、教授会の選挙に特化した電子投票システムについても研究[7]が行われている。近年では、SNSの利用が盛んになり、SNS

に投票機能の付与が行われている[8]。

小中高の教育現場では、学校内での携帯電話やスマートフォンの利用を禁止しているところも多い。その上、学内のパソコンからインターネットへのアクセスに制限を加えている学校も多い。そのため、インターネット上に電子投票用のサーバを設置した場合、学内からそのサーバにアクセスできない可能性がある。SNSの投票機能の利用についても同様である。また、予算等の制約が多いため、有料のサービスを使うことも難しい。電子投票システム以外の方法として、マークカードリーダーやOCRなどの利用も考えられるが、投票のために新たに学校現場へ導入するのは予算的に難しい。

このような状況を鑑みたところ、教育現場で使える電子投票システムには、パソコンなどの小型コンピュータ上で動作する簡易なシステムが望まれる。さらに、様々な投票行動で使えるよう、特定の業務に特化しない汎用的な投票システムが望ましい。そこで、本研究では、PHPが動作するWebサーバがあれば使える、シンプルな電子投票システムを開発することにした。例えば、XAMPP[9]を使うと、パソコン内にWebサーバを設置でき、PHPを使うこともできる。また、教育用にRaspberry Piなどの小型コンピュータが用いられるようになってきており、Raspberry PiはOSとしてLinuxが用いられているため、WebサーバとPHPを使うことも容易である。そこで、電子投票サーバ用プログラムはパソコンなどで動作させることを考えた。また、学内に使えるWebサーバがある場合は、その上で動作させる。また、電子投票用の端末には、パソコンやタブレットデバイスの使用を考える。そして電子投票用の端末に特別なソフトをインストールせずに使えるようにするため、単純なWebシステムとして実装する。

[†] 静岡県立大学
University of Shizuoka

投票の際に、匿名性を担保する必要がある。従来の電子投票システムは、ユーザ ID とパスワードを事前に決めて、それを使ってシステムにログインする方式が多い。そのため、投票者の匿名性が担保されなかったり、投票者の匿名性を担保するために、複雑なシステムになったりしている。複雑なシステムになるほど、公平性が担保されているかが投票者に分かり難しく、公平性に対する投票者の不安が増していく。

本研究では、教育現場で投票者と投票管理人が同じ場所において、電子投票システムを利用する状況を想定し、投票の全ての作業をシステムで行うのではなく、人手によるパスワード配付方法を併用するなど、人手とシステムのハイブリッド型にすることにより、匿名性のある投票システムのシンプル化を実現させる。具体的には、電子投票システムを使ってランダムに生成した複数のパスワードを紙に一人分ずつ印刷し、それらを紙袋などに入れ、投票者にパスワードの紙が見えない状態で紙を一人分だけ引き出してもらい、投票者以外の人にはどのパスワードが投票者にわたったか分からない状況を作り出すことにより、投票の匿名性を確保する。また、電子投票システムをシンプルなシステムとすることにより、複雑なシステムの際に生じる公平性の担保に関する投票者の不安を少なくする。

一部の投票者が電子投票用端末を持参せず、他者の端末を使って投票する場合や、少数の電子投票用端末を複数人で共用利用して投票する場合も考えられるので、投票の際の入力項目を減らし、短時間で投票をできるようにする。

3. 電子投票システムの概要

本研究で開発した電子投票システムの概要について述べる。

3.1 投票の規模

本研究では、教育現場で利用できる電子投票システムの開発を目指しており、大規模な選挙で使えるシステムではなく、教室や会議室などで同じ空間にいる人が投票に使えるシステムを構築する。そのため、投票者の人数としては、数名から数十名程度を想定する。

3.2 投票の匿名性と二重投票不能性の確保

投票用紙を使った投票では、投票者に投票用紙を渡し、中が見えない箱などに投票してもらうことにより、投票の匿名性を確保している。投票者を確認しながら投票用紙を渡すことと、投票用紙と投票者が紐づけられていないことにより、匿名性が保たれる。本研究では、投票の匿名性を確保する方法として、重複のないランダムな投票用パスワードを生成させ、そのパスワードを投票者が他人に見られずに無作為に取り出すことにより、他者がパスワードと投票者との関係を紐づけられないようにする。投票者はそのパスワードを使って、投票を行うが、本人以外は投票パスワードが誰のものかが分からない。投票用パスワードの発

行数を管理し、投票者一人につき1つだけ投票用パスワードを渡し、投票の際に投票パスワードが未使用であることを確認することで、二重投票ができないようにする。

3.3 投票の容易性と納得性の確保

パソコンやタブレットなどの様々な端末から簡単に電子投票を行えるようにするため、投票用のアプリケーションプログラムを使わず、Web システムを用いた投票とする。投票用の端末には Web ブラウザとネットワークへのアクセス機能があれば投票ができる。投票の容易性を高めるため、投票画面をシンプルな手順が分かりやすい構成にした。また、投票用パスワードは英大文字、英小文字、数字を組み合わせた5文字とし、数字の「1」や英小文字の「l」（エル）などの見間違いやすい文字は、パスワードの文字として使わないようにした。文字数を短くし、見間違いやすい文字を取り除くことにより、パスワードを入力しやすくした。投票後に自分が投票した結果を返すことと、パスワードの発行以外の投票管理の行動を投票者に見せることにより投票の納得性を確保している。

3.4 電子投票システムの構成

本研究で開発した電子投票システムは、図1のように投票側と管理側の2つの部分に分かれている。投票側では、パソコンやタブレットなどの端末を使って、投票と投票結果の確認が行える。管理側では、パソコンや小型サーバ上に Web サーバと PHP の実行環境を構築し、電子投票システムを動かす。管理側では、事前準備として、投票用のパスワードを生成し、投票運営機能を使って投票を管理する。

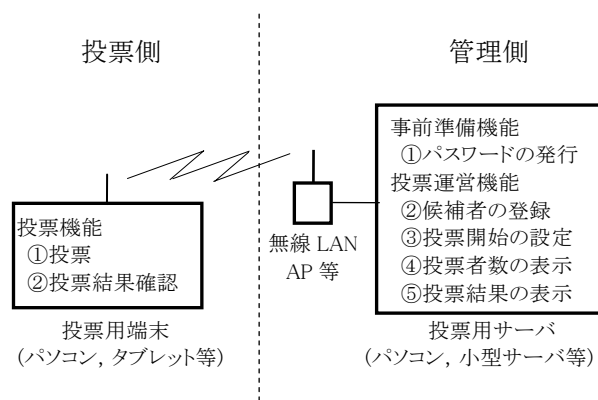


図1 システム構成

管理側で、候補者の登録、最大投票数（一人の投票者が一度に投票できる候補者の最大数）などの投票開始の設定を行った後、投票端末から投票を行う。投票をしている際に、投票状況を確認するため、管理側で投票者数の表示を行う。また、投票が終了後、投票結果の表示を行う。

電子投票システムは、必要最低限の Web サーバ環境で動作できるよう、DBMS を使わず、PHP で記述された軽量なプログラムから構成される。投票用端末と投票用サーバ間は無線 LAN を使って通信を行う。

3.5 電子投票システムを使った投票手順

投票管理者は、Web ブラウザを使って、Basic 認証された電子投票システムにアクセスし、管理者のユーザ ID とパスワードを入力する。図 2 のような投票管理画面が表示される。

図 2 「投票の管理」画面

投票の事前準備として、投票管理者は、「5. パスワードの発行」をクリックし、次に発行するパスワードの数を入力し、パスワードを生成する。図 3 のようにテキストボックスにパスワードが表示されるので、そのパスワードをテキストエディタなどにコピーしておく。既存の別のパスワードを使いたい場合は、そのパスワードをテキストボックスにコピーする。「パスワードの登録」をクリックし、パスワードをシステムに登録する。投票管理者は登録したパスワードを一人分ずつ印刷し、投票者に配付できるよう準備しておく。

図 3 「パスワードの生成」画面

投票を行う場合は、投票管理者が外から中が見られない紙袋などに印刷したパスワード用紙を入れ、投票者に 1 枚ずつ引いてもらう。パスワードの配付が終わったら、図 2 の「投票の管理」画面の「4. 候補者の変更」をクリックし、図 4 の「候補者の変更」画面のテキストボックスに候補者名を入力し、「登録する」ボタンをクリックし、候補者名の登録を行う。

図 4 「候補者の変更」画面

次に図 2 の「投票の管理」画面の「1. 投票開始」をクリックし、図 5 の「最大投票数の設定」画面で、投票の題名と最大投票数を入力し、「登録する」ボタンをクリックし、投票題名と最大投票数の登録を行う。

図 5 「最大投票数の設定」画面

上記の作業が終わり、投票の準備ができると、図 6 のように「投票の管理」画面に投票可能な最大投票数と候補者の一覧が表示される。

図 6 投票準備済みの「投票の管理」画面

投票の準備が整ったところで、投票者に各自の端末から投票用の URL にアクセスしてもらう。端末には図 7 の「投

票」画面が表示される。投票者に投票する候補者にチェックを付けてもらう。次に投票用のパスワードを入力してもらう。最後に「投票する」ボタンをクリックしてもらう。

図 7 「投票」画面

続いて、図 8 の「投票結果」画面が表示され、投票が終了する。

図 8 「投票結果」画面

投票済みのパスワードで再度投票が行われると、二重投票を防ぐため、図 9 の「投票結果」画面が表示される。

また、最大投票数を越えた人数の候補者に対してチェックが付けられ、投票が行われた場合は、図 10 の「投票結果」画面が表示され、再投票が促される。投票する候補者に一つもチェックがなされないで投票された場合は、白票として扱われる。

図 9 「投票結果」画面（二重投票）

図 10 「投票結果」画面（超過投票）

投票管理者は、図 6 の「投票の管理」画面の「2. 投票数の表示」をクリックし、投票者が投票している状況を図 11 のように表示させることができる。図 11 の「投票数の表示」画面は、10 秒ごとに自動的にリロードされ、最新の投票数が表示される。

図 11 「投票数の表示」画面

全ての投票が終わった後、投票管理者は図 6 の「投票の管理」画面の「3. 投票結果の表示」をクリックし、投票の集計結果を図 12 のように表示させる。

パスワードの発行の作業については、他者のパスワードが投票者に漏れるため、投票者に見せることはできないが、それ以外の作業の画面を投票者に見せることにより、実際の選挙で開票作業を公開しているように、投票の納得性の向上を図ることができる。

続いて、他の候補者についての別の投票を行う場合は、投票管理者が図 6 の「投票の管理」画面の「4. 候補者の変更」をクリックし、図 4 の「候補者の変更」画面のテキストボックスに新たな候補者名を入力し、候補者名の登録を行う。決選投票などの場合には、図 4 の「候補者の変更」画面のテキストボックスに表示されている候補者名から、非対象の候補者名を削除する。その後、図 6 の「投票の管理」画面の「1. 投票開始」をクリックし、投票の題名と最大投票数を登録する。投票準備ができたなら、投票者に投票を行ってもらい、最後に投票の集計結果を表示する。

集計結果 (2018/06/03 10:41:20)	
投票の題名: 選挙管理委員	
投票数: 10	
白票: 1	
相葉太郎	4
伊藤さつき	3
佐藤一郎	1
山田次郎	4
吉田花子	3
<input type="button" value="投票の管理"/>	

図 12 「集計結果」画面

4. 電子投票システムの試用

本研究で開発した電子投票システムは、投票内容を変えることにより汎用的に使えるシステムとなっている。そのため、各種委員の選出から人気投票まで様々な用途で使える。2018年4月12日の本学経営情報学部の教授会で開発システムを実際に試用した。開発したシステムを学内のみからアクセスできる学内のLinuxサーバにインストールし、教授会のメンバーに各自のノートパソコンやタブレットなどを持参してもらい、教授会での各種委員や委員長の選出の投票に使用した。投票用のパソコンなどを持参しなかった教員については、隣の教員のパソコンを一時的に借りて、投票を行ってもらった。投票用IDについては、IDを差し込み印刷したものを名刺サイズに切断し、袋に入れて、見えない状態で教員に1枚ずつ引いてもらった。

例年、4月の教授会は委員選出の投票などで時間がかかるが、このシステムの利用により、人手による投票の集計作業の時間が不要となり、スムーズに会議を進めることができた。電子投票システムの利用については、特に問題なく進めることができた。他者のパソコンを借りての投票にも問題がなかった。開発した電子投票システムが、教授会の時間短縮に寄与したことが確認できた。

5. おわりに

本研究では、教育現場で利用可能な電子投票システムについての検討を行い、電子投票システムの開発を行った。

本研究で開発した電子投票システムは、あえてパスワードの配付を人手でパスワードが見えない状態で行うことにより、従来のシステムと違い、シンプルなシステムながら投票の匿名性を保つことができ、投票の納得性の高いシステムとなっている。

開発した電子投票システムを本学の学部教授会で実際に使用し、開発システムの検証を行った。今後も教授会や講義などで使用しながら、開発システムの改良を行っていききたい。

参考文献

- [1] “教員勤務実態調査（平成28年度）の集計（速報値）について”。
http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/29/04/_icsFiles/afieldfile/2017/04/28/1385174_002.pdf, (参照 2018-06-04).
- [2] 河村雅庸：八戸市/校務の情報化が教職員の負担を軽減し、質の高い教育環境を育む，月刊 J-LIS -地方自治情報誌-，4(1)，pp.10-13 (2017).
- [3] 湯淺壘道：エストニアの電子投票，社会文化研究所紀要，65，pp.39-71(2009).
- [4] 羽田泰啓，古屋徳高，宮本和則，高田勝久，前川仁孝，伊與田光宏：携帯電話を利用した選挙投票システムの試作，情報処理学会第61回全国大会講演論文集，2000(1)，pp.203-204 (2000).
- [5] 小林哲二：携帯電話による小規模会議用の無記名電子投票，情報処理学会第67回全国大会講演論文集，2005(1)，pp.395-396 (2005).
- [6] 藤江翔太郎，片山真也，白松俊，大園忠親，新谷虎松：タブレット端末を利用したスマートな投票システムの実現，情報科学技術フォーラム講演論文集，12(4)，pp.365-366 (2013).
- [7] 山守一徳：教授会用電子投票システムの開発，三重大学教育学部研究紀要，59，pp.37-48 (2008).
- [8] “明日の集合、どこにする？LINEに投票機能が追加！ | LINE公式ブログ”。
<http://official-blog.line.me/ja/archives/66412566.html>, (参照 2018-06-03).
- [9] “XAMPP Installers and Downloads for Apache Friends”。
<https://www.apachefriends.org/jp/index.html>, (参照 2018-06-03).