

全教室設置型でWOLによって電源管理する 電子掲示板の改良と更新

木本 智幸¹・木村 健一²・衛藤 賢一²

¹電気電子工学科, ²技術部

大分高専では、全教室に電子掲示板を設置してクラス別に掲示が可能で、かつWake on LANによってクラス別の電源管理が可能なシステムを自主開発し、2001年から2014年まで14年間の運用を行ってきた。長期運用によって、ハードウェア老朽化による故障やOSのサポート終了によるセキュリティレベルの低下などの問題点が生じてきた。そこで2014年度後期に半年間かけて新システムの開発を行い、2015年度当初から運用を開始した。本紀要では、新システムの機能の改良内容、低コスト化の工夫と要したコスト、そして更新において発生した問題点とその対処法について報告する。

キーワード：電子掲示板, 教室設置, Wake on LAN, 集中管理, メンテナンスフリー

1. はじめに

最初に、本システムの特徴と開発の歴史から説明する。多くの高専ではクラス毎に割り当てられた教室があるため、各教室に電子掲示板を設置して、そのクラスに関連する情報だけを表示すれば、学生個人が自分に関係ある情報を容易に確認できるようになり、周知を高速かつ効果的に行うことができる。そこで、大分高専では2001年に電子掲示板システムを自主開発し、全22教室に設置した¹⁾。2001年当時では、学生課前などに大型電子掲示板を設置して、全校学生向けの情報を発信するものが主流で、大分高専型の掲示板システムは大変珍しいものであった。

電子掲示板を22教室に分散設置するため、朝夕に電源オンオフを手動で行うことは不可能である。そこで、サーバを1台立ててWake on LANで電子掲示板の電源オンオフを集中管理する仕組みも開発した。電源オンオフは、サーバに年間行事予定を入れておくことで、自動で行わせるようにした。この電子掲示板は伝達性が高かったため運用開始直後から多く利用され、また、他高専から問い合わせがあったり、県内の高校から見学があったり、認証評価での実地検査で評価して頂いたりなど、外部からも興味を持たれ、本校の売りのひとつになってきた。現在では、校内放送と並ぶ重要な情報伝達の手段となっている。

次に、2001年からの運用で実際に起きた故障内容について説明する。運用開始当初における故障の多くは、教室で学生がボール遊びをして、ディスプレイに当ててしまうことであった。運用が10年を経過した頃から、経年変化によるパソコン本体の故障が目立ち始めた。10年を経過すると、

部品の交換では修理ができず、本体を新品に置き換える必要も生じてきた。その場合は、開発当初に利用していたWindows98SEが動くパソコンは無いため、Windows7等のパソコンに入れ替えを行うこととなり、22台のパソコンに複数種類のOSが使われて管理を複雑化してきた。Windows98SEのような古いOSを使い続けることは、セキュリティ面で問題もあった。

2001年の開発当時は、ディスプレイがブラウン管から液晶へ移行が進みはじめた時代で、15インチ型ディスプレイが実用サイズで、これを超えるサイズは高価であった。そのため、全教室に設置するパソコンのディスプレイは15インチが選定され、そのサイズゆえに1行の表示文字数は35文字で、1ページの表示行数が14行と少なかった。書き込める文字数が少ないことで冗長性のないメッセージとなり、学生たちに分かりやすい面もあったが、35文字ではどうしても文字数が不足して2行や3行に分けて記入しなければならないこともあった。また、1ページの掲示可能行数である14件を超える書き込みがあると複数ページによる切り替え表示を行うようになっていたが、学生自身によるページ切り替えを行えず、予め設定されている時間間隔での切り替えとなっていたため、自由にページを切り替えができるようにしてほしいとの要望もあった。

こうした背景から、14年目を迎えた2014年に、システム更新の準備を開始することとなり、この機会に改良も行うことにした。本紀要では、新システムの改良内容、低コスト化の工夫と要したコスト、更新において発生した問題点とその対処法について報告する。

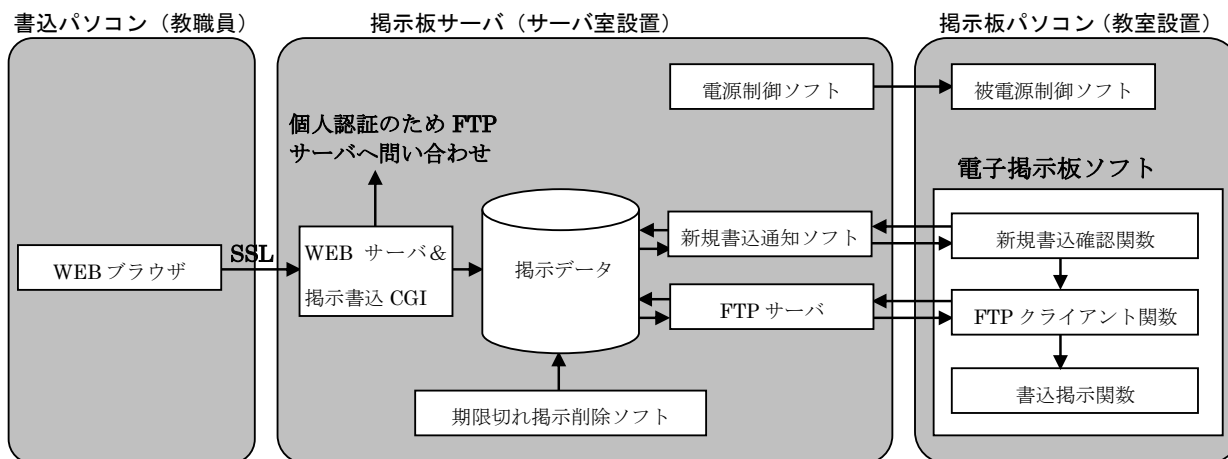


図-1 システム構成の概要

表-1 システム構成の概要

掲示板サーバ	掲示板パソコン
CentOS release 6.4 (Final)	PC : LIVA-C0-2G-64G-W
Apache/2.2.15 (Unix)	OS : Windows8.1
	LCD : 24 インチ FullHD
	※一部 27 インチ FullHD
開発環境 : gcc	開発環境 : C++Builder XE2
台数 : 1 台	台数 : 22 台

2. 電子掲示板システムの構成と動作

更新後の電子掲示板のシステム構成を図-1 と表-1 に示す。図-1 に示すシステム構成の概要は、2001 年当時と大きくは変わっていない。図-1 の左枠が掲示書き込みを行う教職員のパソコンを、中央の枠が掲示データを保持するサーバを、右枠が全教室に設置し、そのクラスの掲示内容を表示するパソコンを示している。図-1 では、教室設置のパソコンが1 台だけ記述されているが、実際には22 台設置されている。各パソコンやサーバは、汎用コンピュータで、表-1 は更新で採用した物品である。以後、このサーバを掲示板サーバ、教室設置のパソコンを掲示板パソコンと呼ぶことにする。次節から、システムの具体的な動作について説明する。

教職員は各自のパソコンからWEBブラウザを通して、サーバ室に設置している掲示板サーバにアクセスして書き込みを行う。通信内容はSSLによって暗号化されている。教職員が掲示書き込みホームページにアクセスすると、図-2 のログイン画面が表示される。ログインIDとパスワードでアクセス可能ユーザーを教職員に制限しており、学生がログインすることはできない。掲示板サーバは、個人認証をFTPサーバで行っている。

ログインすると、図-3 の画面が表示される。画面上部は掲示を確認するフォームである。クラスのボタンが並ん

でおり、クラスを選択することでそのクラスへの掲示一覧を確認することができる。確認を行う画面の詳細は後述する。画面下部は掲示を書き込むフォームである。掲示するクラス、お知らせ(普通)・お知らせ(緊急)・呼び出し(普通)・呼び出し(緊急)の区分、掲示者名、メッセージ、掲示期間(掲示開始日と掲示日数)が入力できる。掲示するクラスはチェックボックスになっており、複数クラスを選択することができる。メッセージは最大50文字(全角)で、制限を超えた書き込みを行って掲示ボタンを押すと、入力文字数と文字数が制限を超えているために書き込めない旨の警告が表示される。掲示開始日を未来に設定しておくことができるため、数ヶ月先に掲示したいことを設定しておくことができる。掲示期間が終了すると自動削除される。

図-3 の確認フォームにあるクラスのボタンを押すと、図-4 に示すように、そのクラスの掲示一覧が表示される。掲示日と掲示期間、普通・緊急の区分、掲示者名、メッセージが表示される。自分の書き込みであれば、右端に削除ボタンが表示され、削除することができる。画面上部がお知らせの掲示で、画面下部が呼び出しの掲示である。



図-2 ログイン画面



図-3 掲示の書き込みを行う画面



図-4 掲示一覧の確認画面

掲示日	区分	掲示者	**** お知らせ **** (1/1)
4/3(木)	普通	学生主事室	4/11 新入生校内オリエンテーション(第1合併講義室:9:15)
	普通	学生主事室	4/11 対面式(第1体育館:8:30~9:10)
4/4(木)	普通	木本智幸	電子回路 楽しく勉強しましょう。
4/3(火)	緊急	担任	始業式は第1体育館で9:30から行います
	緊急	担任	今度、明日の特活では席替えを行います。
	緊急	担任	特活のアイデアを募集しています。
	緊急	木本智幸	これは3Eに表示しています
掲示日	区分	掲示者	**** 呼び出し **** (1/1)
4/3(火)	普通	担任	3E00君、本日昼休み12時40分に研究室まで来てください
	普通	担任	3E00君、本日昼休み12時40分に研究室まで来てください
	普通	担任	3E00君、本日昼休み12時40分に研究室まで来てください
	緊急	木本智幸	これは全室に表示しています

図-5 教室設置の掲示板パソコンの表示画面

図-5は、教室に設置した掲示板パソコンのディスプレイ画面を示している。紙面の大きさの都合上、実際よりも行数を減らして示しているが、実物は図-6に示すように、画面上半部にお知らせ区分の掲示が10行、画面下半分に呼

び出し区分の掲示が10行、合計20行の掲示が表示される。教室に設置した掲示板パソコンは、掲示板サーバに対して定期的に新規書き込みの有無を確認し、あればFTPを利用して掲示データを取りに行き、そのクラスの該当情報だけを掲示日順でディスプレイに表示する。掲示が1ページに収まらない場合は、自動的に2ページ以降へ切り替わっていく。掲示初日は、背景に色がついて強調表示される。掲示板サーバは、掲示データの内容を1日に1回確認し、掲示機期間が過ぎた内容は削除するため、画面からも削除される。

授業の邪魔にならないよう授業中は掲示板パソコンをスタンバイ状態に移行させて表示を消したり、消費電力を抑えるために電源を入れるのは平日の始業前から放課後までにしたりなどの制御を行っている。この制御命令は、掲示板サーバがWake on LAN(以後、WOL)で全22教室の掲示板パソコンに送ることで実現している。開発当時、WOLは世に出たばかりの技術であったため、WOL対応のパソコンを探すのに苦労したが、現在では、多くのパソコンがWOLに対応している。掲示板パソコンの制御スケジュールは、管理者が年度初めに、学校の年間行事予定表を元に掲示板サーバに設定することになっている。よって、スケジュール設定さえすれば、メンテナンスフリーとなる。

故障に対しては、できるだけ停止時間を短くして連続的運用ができるよう、掲示板パソコンがスケジュール通りにWOLによって起動しなければ、管理者にメールで知らされる仕組みとなっている。なお、WOLは電源オンを行うためのプロトコルであるため、シャットダウンやスタンバイを行う機能は、電源管理ソフト内に別途が作り込んでいる。

3. 電子掲示板システムの改善内容

本章では、更新後の掲示板システムに施した具体的な改良内容を説明する。

第1章で記述した通り、更新前は教室設置の掲示板が15インチ型のディスプレイであったため、表示できる文字数が少なかった。そこで更新時に本科20台を24インチFullHDディスプレイへ、専攻科2台を27インチFullHDディスプレイへ交換し、表示できる1行文字数を35文字から50文字へ増やした。我々が実機で実験を行い、1行50文字が掲示の読みにくくならない限界文字数であると判断した。わずか15文字の増加であるが、利用者にとっては大きな変化であると思われる。また、1ページ行数も14行から20行へ増やした。これも、我々が実機で実験を行い、20行が掲示の読みにくくならない限界行数であると判断した。文字数や行数の変更を行うとともに、OSがWindows98SEからWindows8.1へバージョンアップしたことで色合いなどの影響を受けたため、掲示板の文字が見やすいように色の調整も行った。

掲示書き込み者にとっての利便性向上は、1行文字数が

増えたこと以外にもう一つある。掲示期間を確認できるようにした点である。図-4の掲示一覧画面には、掲示日の右側に、掲示期間を“8/8(土)まで10日間”といった形で示すように追加している。従来は、掲示日のみであったため、何日間の掲示に設定したかを書き込み後に確認することができなかった。併せて、図-2～図-4のWEBデザインが、2001年当時のWEBブラウザやパソコン画面サイズに合わせたものであったため、新たに追加されたHTMLタグを利用して、WEBデザインも作り替えている。

教室のディスプレイが大型化して1行文字数や1ページ行数が増えた結果、教室の掲示板が1ページを超えることが減り、ページ切り替えを起きにくくなった。しかし、新学期などは大量の書き込みがあり、掲示が2～3ページに渡ることもある。従来は時間によるページ切り替えを行っていたため、学生が自由にページを切り替えることができず、長時間、掲示板パソコンの前で見続けなければいけなかった。そこで、図-6のように、ディスプレイ中央下部にタッチセンサを設置し、時間による自動ページ切り替えに加えて、学生自身でもページ切り替えを行えるようにした。



図-6 教室設置の掲示板の画面
(画面下中央の白く見える金属片がタッチセンサ)

タッチセンサには、USB接続のタッチスイッチが市販されているが、コストが高い上に、センサーのサイズが大きいためディスプレイから手前に大きく飛び出して構造上の親和性が悪いなどの問題があった。そのため、我々はコストが安く、構造上の親和性が高いタッチセンサを開発することとした。更新するパソコンには、入力端子として、USB以外にヘッドホン・マイク共用ジャック(図-7)がさせる端子がある。このうちマイク用端子を使ってタッチした際のノイズを取り込むこととした。通常環境下では商用電源による50Hzや60Hzの環境ノイズが飛び交っており、ヒトの体にはノイズ電流が流れている。これをタッチセンサとなるディスプレイ下部の小さい金属片で拾ってマイク用

端子からパソコンに送り込む。ただし、ヒトの体から取り出せるノイズは、パソコン内部のマイクアンプで発生するノイズと比べて十分なレベルがない。特に、ゴム製の履物を身に付けていると、絶縁性の高さからタッチしても体を通してノイズ電流が流れにくく、タッチ検出が難しいことが分かった。そこで、タッチセンサでノイズを拾った直後に、図-8のA級アンプで増幅し、レベルを上げてパソコンに送り込むこととした。

マイク用端子からはコンデンサマイクが利用できるように直流電圧が出力されている。マイク用端子から送られてくる直流電源を5.6kΩを通してアンプに供給し、アンプで増幅したタッチセンサのノイズは10μFの電界コンデンサを通してマイク用端子に送る。アンプはケースに入れて、ディスプレイの裏に貼り付けた。タッチセンサから、アンプの入力までは非シールド線を利用したため、近くにディスプレイの電源線があるところの非シールド線に商用電源ノイズが乗って誤動作を起こす場合があった。我々は短い線で対処したが、シールド線を利用することが望ましい。アンプの出力からマイク用端子までは距離が長いので、シールド線を利用した。ディスプレイの電源線と同一モジュール内におさめて配線したが誤動作を起こすことはなかった。

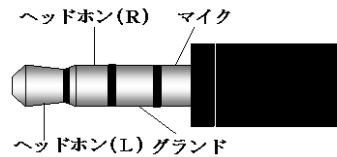


図-7 ヘッドホン・マイク共用ジャック

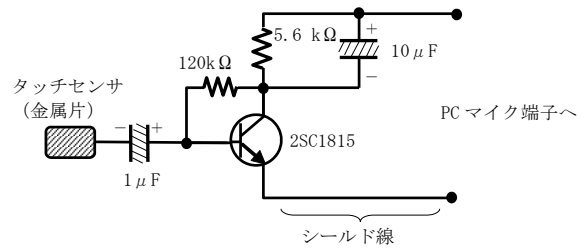


図-8 タッチセンサとアンプ

タッチセンサで検出したノイズは商用周波数ノイズで、マイク用端子から音声信号として入力される。よって、パソコン内部のソフトウェアにおいて、Windowsのオーディオ用Win32APIを用いて取り込んでいる。タッチしたときだけでなく、商用周波数のノイズがマイク用端子から入ってくることが望ましいが、稀に、非タッチでもサージ状のワンショットノイズが自然に入る場合があり、これをタッチしたと誤認識する可能性がある。商用周波数ノイズとワンショットノイズを区別するために、3回の振動がなければタッチしたと見なさないようにソフトウェア側で判断している。また、タッチセンサで検出する商用周波数ノイズ以外

をできるだけ取り込まないように、ソフトウェア側で200Hzのサンプリングを行って、100Hz以上のノイズは取り込まないようにしている。

タッチセンサの金属片は小さいため、非タッチ時に拾うノイズは、タッチ時のノイズに比べれば十分小さい。しかし、非タッチ時でも商用周波数ノイズを拾っており、そのノイズの大きさは掲示板パソコンを設置している環境に大きく依存する。よって、タッチによるノイズか、非タッチ時のノイズかを区別するには、非タッチ時のノイズレベルを予め知っておく必要がある。そこで、パソコンが起動した後の5秒間、非タッチにおけるノイズを測定し、タッチしているか判断するしきい値を決定するようにしている。

また、閲覧者がタッチした状態を継続しても、ページ切り替えが連続して起きないように、1タッチにつきページ切り替えは1回だけとし、手を離さない限り次のページ切り替えを実行しないようにソフトウェア側で処理している。

4. 低コストでのシステム更新

今回の更新では、低コストで抑えるよう最大限の工夫を行った。掲示板パソコンはベアボーンキットと呼ばれる手のひらサイズの廉価なパソコンである、LIVA-C0-2G-64G-W(以下、LIVA)を採用した。掲示板パソコンに必要な仕様は、WOLによって電源オンができること、Windowsが動作すること、低消費電力で価格が安いものであることである。LIVAはWOLに対応し、かつWindows8.1が動くための最低限かつ不足のないスペックを備えており、クロック周波数が低いため消費電力は通常時10W以下と低消費電力である。また、低消費電力であるためファンレス構造で、機械部分がないため故障率も低いことが想定される。よって、導入コストだけでなくランニングコストを最大限に抑えられると考えた。重量は190g、サイズは118mm×70mm×56mmと軽量コンパクトであるため、故障時の取り換えが容易で、故障に備えるバックアップ用LIVAの保管も場所を取らない。従来は、デスクトップパソコンを保管場所から教室まで持って行き、教室の天井付近に設置しているパソコン収納ボックスに抱え上げて取り換えていた。教室設置用に22台、故障時のバックアップ用に3台の合計25台をOS無し状態で購入した。価格は1台1万7千円程度で、2014年においては、WOLを備えてWindows8.1が動作可能な最も安いパソコンであった。

OSはパッケージ版のWindows8.1を設置台数分の22本のみ購入した。パソコンとセット販売のWindowsでは、ライセンス規定によって、パソコンを廃棄するときWindows自体も使えなくなる。そこで、パッケージ版のWindowsを掲示板パソコンの動作台数分のみ購入することで、故障時にOSライセンスを引き継がせられ、無駄なWindowsライセンスを購入する必要がないようにした。価格は1本1万3千

円程度であった。

本科用ディスプレイは、普及サイズの24インチFullHD液晶とし、故障時のバックアップを含む23台を購入し、専攻科用ディスプレイには27インチFullHD液晶を2台購入した。価格は、それぞれ1台2万円と3万円であった。

コスト削減のためには、故障用バックアップは1台だけで十分である。しかし、今回3台のバックアップを購入したのは、急な故障に対応するためだけではない。コンピュータの機種が混在すると設定が個々に異なり、管理が大変になる。LIVA-C0-2G-64G-Wは、定期的に仕様変更を行っており、将来買い増すことが不可であるため、これまでのパソコン故障率を想定して3台のバックアップを購入した。また、ディスプレイについてもバックアップを3台用意したのは、急な故障に対応するためだけではない。既設のディスプレイアームはVESA75規格であるが、近年主流の24インチ型ディスプレイはVESA100アームの対応品となっている。24インチ型ディスプレイでVESA75アームに対応している機種は、今回購入した1機種しか存在しないため、この機種が製造中止となると、ディスプレイ交換時にアーム交換も生じて大きなコストアップとなる。そこで、保管場所に考慮して3台のバックアップを購入した。これで、管理コストが抑えられる。

パソコン収納ボックス22台、ディスプレイ設置VESAアーム22台、掲示板サーバマシンは学内既設品をそのまま利用した。バックアップ用を含む掲示板パソコンと掲示板ディスプレイ各25台、Windowsライセンス22本、さらに接続用のHDMIケーブルなどの部材で、更新費総額はおよそ130万円であった。

5. LIVAの設定における問題点と対処法

LIVAはWOLに対応しているが、初期設定のままではWOLが動作しない。2005年に欧州議会で正式採択された環境負荷を掛けないためのモノづくりの指令(Directive on EcoDesign of Energy-using Products, 略称EuP)に合せてLIVAも設計されており、電源オフ時もLANを監視し続けるWOLは無効にされている。そこで、BIOSでEuP機能をdisabledに変更し、WOLを有効にする必要がある。多くのパソコンでEuPは採用されているため、この設定はLIVAに限らず多くのパソコンで必要と考えられる。この設定は試行錯誤で探し当てた。

LIVAはOS自身によってシャットダウンした場合は、その後WOLによって電源オンすることが可能である。しかし、停電等の無通電状態を経由すると、通電回復後もWOLによって電源オンができなくなる。この仕様はLIVAに特有のもので、こうした仕様で設計している理由は分からない。このままでは、学内で停電が生じると、通電回復後に全教室を回って手作業で20台のLIVAを起動させてやらなければならない。これに対処するためにいくつかの改良を行った。

まず、通電回復時にLIVAが自動起動するよう、BIOSのResume by PMEをenabledに変更した。そして、起動1分後に自動的にシャットダウンするようにLIVA内の電源管理ソフトに作りこみを行った。これでWOLを受け付ける状態に戻すことができる。通電回復による起動ではなく、WOL命令による起動の場合は、起動1分後に自動的にシャットダウンさせてはならない。そこで、掲示板サーバはWOL命令送信後に起動継続命令パケットを送り、LIVA内の電源管理ソフトがこれを受け取ると、自動シャットダウンを行わないようにした。

以上で開発は完了となり、実稼働を想定した運用実験を開始した。運用実験で、ディスプレイが消灯したままの掲示板パソコンが不定期に出現することが分かった。Windows UpdateによってOSの電源管理モードが一時的に高パフォーマンスモードに移り、高パフォーマンスモードの電源管理設定では5分間でスタンバイに移行するように設定されていたためであった。通常の電源管理モードはバランスモードで動作しており、バランスモードでは時間が経過してもスタンバイに入らないように設定していたが、高パフォーマンスモードでもスタンバイに入らないように設定することで、この問題に対処できた。これはLIVAの問題ではなく、Windows7や8の仕様による問題である。Windows UpdateでOSが予期せぬ動作をすることがあり、今後も、様子をみていく必要がある。

6. 設置工事

2001年に新規設置した際は、設置工事は外注で行った。今回はコスト削減のために、22台の取り換え工事はすべて我々で行った。本科20教室では、パソコン収納ボックスから古いパソコンを取り出して新パソコンに取り換え、ディスプレイをVESAアームから外して新しいディスプレイに取り換えることである。1ヶ所90分程度の交換時間で、台数が多いことでかなりの時間を要した。専攻科では、天井裏の配線を取り換える必要があり、本科に比べて大掛かりな工事となった。なお、専攻科では、HDMIケーブルの長さが15mと長く、デジタル信号が途切れることなく伝わるか心配されたが、問題なく接続できた。更新前はアナログ信号での伝送であったため15mの伝送で文字がぼやけていたが、デジタル信号での伝送になり掲示の文字が鮮明となった。

7. おわりに

電子掲示板システムは、2001年から14年間の運用で老朽化し、ハードウェア故障へ対応するための労度が大きくなっていった。今回の更新で、故障が減ることで労度が軽減されると共に、教室の掲示板パソコンの仕様が揃うことで管

理しやすくなった。また、ディスプレイの大型化によって書き込み文字数を増やすことができ、使い勝手も改善することができた。今回の更新で130万円の費用がかかったが、今後15年間程度使うと想定すれば、投資効率は高いと考えられる。また、更新によって電気使用量も減り、ランニングコストも下がると考えられる。

謝辞: 本システムの開発するに際し、設置環境準備に協力して下さった技術部の高倉慎氏、回路製作やアンブレケース作りに協力して下さった技術部の後藤加代氏に感謝致します。また、配線部材を提供して下さった電気電子工学科に感謝致します。

参考文献

1) 木本智幸：全教室に設置されWOLによって電源管理された電子掲示板システムの開発，論文集「高専教育」第33号、pp. 899-904, 2010

(2015. 9. 30受付)