

Raspberry Pi を使用した掲示板システムの構築と 無線 LAN 環境への対応

前田優輔^{†1} 小島俊輔^{†1}

概要: 近年では、電気・電子機器の高度化・複雑化が進んだ結果、より広範な分野で組込みシステムが採用されている。Raspberry Pi もその一つで、本校の電子掲示板システムを構築する際の基盤として使用した。学内への設置を簡単にするため、現在の電子掲示板システムは無線 LAN で学内ネットワークに接続し運用している。しかし、無線 LAN のコネクションは時々途切れることがあり、掲示板の安定的な稼働には至っていない。そこで本稿では、無線 LAN が途切れた時でも掲示板システムが安定的に運用できるような仕組みを検討した。また、掲示板システムの管理・運営の手間を減らし、更なる利便性の向上を図る。

キーワード: 組込みシステム技術, 分散システム運用・管理, 無線 LAN

Construction of Bulletin Board System and Correspondence to Wireless LAN Environment by Raspberry Pi

MAEDA YUSUKE^{†1} OSHIMA SHUNSUKE^{†1}

Abstract: Embedded systems came to be used in a wide range of fields, because electronic equipment has been advanced in recent years. Raspberry Pi was one of the embedded systems, and it was used as hardware for constructing the bulletin board system of our campus. The current electronic bulletin board system is operated and connected to the campus network by wireless LAN in order to simplify installation on campus. However, wireless LAN connection is often interrupted, and the bulletin board is not functioning stably. Therefore, this paper examines a mechanism to operate the bulletin board system stably even when the wireless LAN is interrupted. In addition, we will try to reduce troubles in managing and operating the bulletin board system, improving its further convenience.

Keywords: Embedded System Technology, Distributed Systems Operation and Management, Wireless LAN

1. はじめに

従来、教員・教職員から学生へ連絡事項を伝達する際には、学内中央掲示板や電子メールが使用され、時には担任を介して行われていた。しかしこれらの連絡手段では、1) 中央掲示板だけでは学生全体への周知力に欠ける、2) メールアカウントにログインできずメールを確認できない学生は情報を得ることができない、3) 担任業務の負担増加が懸念される、といった問題を抱えていた。

その問題を解消するために本校では、教職員から学生への連絡手段の一つとして電子掲示板システムを導入し、従来の学内中央掲示板や電子メールに加え、電子掲示板を使用することで多くの学生への円滑な情報伝達を目指している。

掲示板システムのハードウェアは、故障時の交換が容易であることに加え、安価で容易に入手できる必要があることを考慮して Raspberry Pi[1] を採用した。Raspberry Pi は、システムサーバーとして様々な場面[2][3][4]で使用されており、参考文献も多く、開発者にとって Raspberry Pi を使

用するメリットは十分に大きいといえる。

電子掲示板システムは、無線 LAN 環境で 2016 年 11 月 13 日から学内の 2 箇所での運用が開始された。掲示板として最新の情報を掲示し安定的に稼働することが望まれるが、無線 LAN 接続が多々途切れ安定的な稼働ができていないのが現状である。

そこで本稿では、掲示板システムの安定運用のため、Raspberry Pi の無線 LAN を安定して稼働する手法を検討し、更に掲示板システムの利便性向上を図る。

2. 掲示板システム機能

2.1 ハードウェア

掲示板システムのハードウェアには Raspberry Pi Foundation 製の Raspberry Pi3 Model B が使用されている。このモデルの Raspberry Pi はオンボードで無線機能が備わっており、安価で高性能な端末である。主なスペックを表 1 に示す。

^{†1} 熊本高等専門学校
National Institute of Technology, Kumamoto College, Yatsushiro, Kumamoto
866-8501, Japan

2.2 ソフトウェア

OS は, Raspberry Pi 用に設計された Raspbian OS がインストールされている. 掲示板システムのためにインストールされている主なソフトウェアとして, Apache[5], PHP[6], MySQL[7] などが挙げられる. 使用したソフトウェアのバージョンを表 2 にまとめておく.

Apache は, Web サーバソフトウェアの中でデファクトスタンダードとして広く使用されている Web サーバソフトウェアである. Apache1 には重大なバグが確認されているが, Apache2 以降ではバグが解消されているため, 本システムにはインストール時の最新バージョンであった Apache2.4 がインストールされている.

PHP は, オープンソースのスクリプト言語であり, HTML コンテンツを作成することを主な目的として設計されている. 主要なデータベース (MySQL, PostgreSQL, Oracle など) に対応しており, データベースと組み合わせた動的なコンテンツを含むページを作成することができる. 参考文献が多かったことから本システムでは PHP5 がインストールされ, 主に Web ページを移動した際の値の受け渡しやデータ

ベースへの SQL 送信などに用いている.

MySQL は, 世界中で最もよく利用されているオープンソースのデータベースである. 他のデータベースに比べ, 1) 動作が早い, 2) オープンソースである, 3) 多くのプログラム言語に対応しているなどの特徴を有している. 本システムには, 参考文献が多かった MySQL-server-5.5 をインストールし, PHP5 との連携を図るため, PHP5-MySQL もインストールした.

2.3 システム構成

掲示板システムのシステム構成を図 1 に示す. 現在のところキャンパス内では 2 台稼働しており, 将来的には設置台数を増やして運用することを想定している. 稼働している掲示板端末のうち, 一般棟 1 階の端末が掲示板システムすべてのデータを所有するシステム構成になっている. 掲示板画面の表示はブラウザで行う.

一般棟 1 階端末のブラウザが表示要求を出すと, Apache 上で PHP が起動し, MySQL からデータを取り出し, その情報を掲示板に表示する. 図の, あ→い→う→え, のアクセス順で表示を行う. その他の掲示板は自身にデータベースを所有していないのでネットワーク経由で一般棟 1 階端

表 1 Raspberry Pi3 Model B のスペック

CPU	4コア/64bit 1.2GHz
GPU	1コア/400MHz
Memory	1GB LPDDR2
Flash	microSD(up to 256GB)
USB 2.0 Ports	4
Ethernet	10/100Mbps
WiFi	802.11b/g/n
Bluetooth	Bluetooth 4.1
HDMI Port	HDMI 1.4
Display	1920x1080p 60Hz

表 2 ソフトウェアバージョン

OS	Raspbian GNU/Linux 8.0 (jessie)
Apache	apache2 (2.4.10)
PHP	php5 (5.6.29)
MySQL	mysql-server-5.5 (5.5.54) php5-mysql (5.6.29)

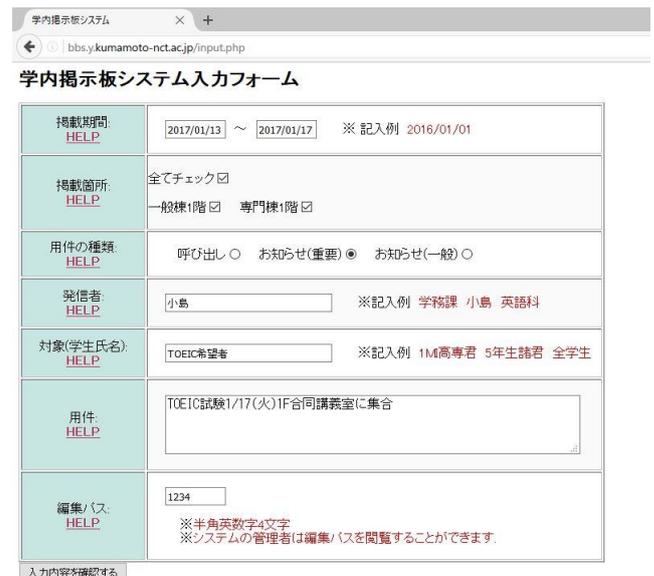


図 2 掲示板システムの用件登録ページ

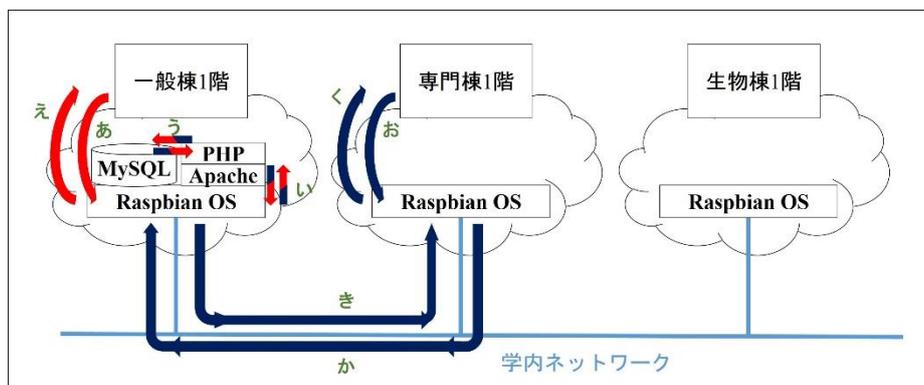


図 1 掲示板システムのシステム構成図

一般棟 1 階	10.104.2.48
専門棟 1 階	10.104.2.49
生物棟	10.104.2.52
福利棟	10.104.2.53

図 3 設置場所と IP アドレスを紐づける txt ファイル

末の MySQL にアクセスし、表示を行う。お→か→い→う→き→く、のアクセス順で表示を行う。このとき、クライアント・サーバ間のデータのやりとりはすべて無線 LAN や学内 LAN を介しており、いずれかが停止すると全ての機能が停止する。

2.4 機能

掲示板システムの主な機能を項目に分けて説明する。

● 掲示データの登録

利用者は、掲示データを登録するために一般棟 1 階端末の登録ページにアクセスし、各項目を入力する。入力項目として、1)掲載期間、2)掲載場所、3)用件の種類、4)発信者、5)対象、6)用件、7)編集用パスワードがある。入力されたデータは、一般棟 1 階端末が所有するデータベースに格納される。登録ページを図 2 に示す。

● 掲示データの編集

発信者は、登録時に設定した編集パスワードを使用することで掲示データの編集を行うことができる。

● 掲示板画面の表示

データベースに登録されている掲示データのうち、1)発信者、2)対象、3)用件を掲示板に表示する。現日時が掲載期間中のものだけをデータベースから取り出し、登録時にチェックを入れた掲載場所にのみ掲示を行う。具体的には、各掲示板端末に静的な IP アドレスを割り振っておき、各掲示板端末の設置場所と IP アドレスとを紐づけたテキストファイルを作成する。システムはデータベースから取り出した掲示データの掲載場所を参照し、掲示板の設置場所と IP アドレスを紐づけたテキストファイルよりターゲットの IP アドレスを取得することで掲示の振り分けを行う。設置場所と IP アドレスを紐づけるテキストファイルを図 3 に示す。

また、上から呼び出しやお知らせといった用件の種類ごとに、掲載終了日が近い順でソートし、用件の種類ごとに背景色を変えて掲示している。各用件を 1 行で表示するために 1)発信者、2)対象、3)用件の項目に表示できる最大文字数を超える項目は、文字をスクロールして表示する。1 ページに最大 10 件までの用件を表示することができ、10 件を超える場合は 1~10 件の表示と 11~20 件の表示を 30 秒ごとにページングする。20 件を超える場合も同様にして表示する。

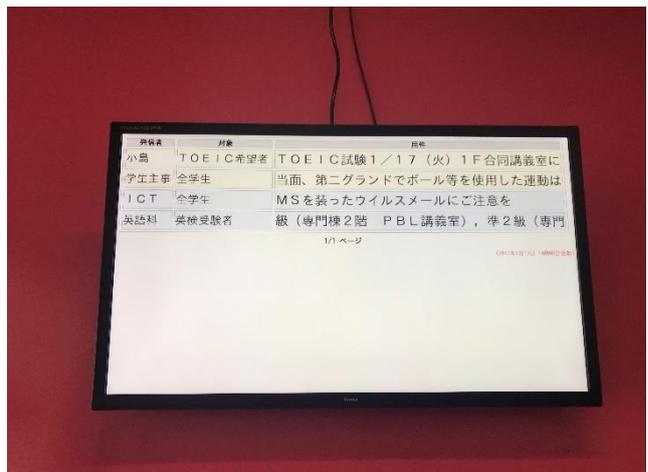


図 4 運用中の電子掲示板

常に最新の掲示データを表示するために、ブラウザ画面を 30 秒に一度リロードするスクリプトを実行する。実際に稼働している掲示板を図 4 に示す。

● 掲示データの自動消去

掲載終了日が過ぎたデータの自動消去を行う。具体的には、日付が変わった直後に PHP スクリプトを自動で実行する。PHP スクリプトには、データベースに登録されている現日時より古い掲載期限を所有するデータのみを消去する SQL を記載している。その後、PHP スクリプトは MySQL に対して掲示期限が過ぎたデータを消去するよう要求する。

3. システムの運用と問題点

システムの運用後に発生した問題を各項目に分けて説明する。

3.1 無線 LAN 接続の問題

実験室で動作することを確認した後、現場で実運用を開始した。運用直後から無線接続が多々途絶える問題が発生した。現在の掲示板システムは一般棟 1 階の端末にすべてのデータを持たせているので、その端末のネットワーク接続が途絶えると掲示板システムすべての機能が停止する。

3.2 掲示順の問題

運用開始後に利用者へ実施したアンケートから以下の要望があった。

- 1) 新着マークが欲しい。掲示が複数行あり、その間に新着が挿入されると一目ではわかりにくくなる。
- 2) 長く掲示されているものは優先順位を下げて表示してほしい。長い間継続して掲示してある情報と数日前に掲示した情報が、たまたま掲示期限が同じに設定してあると後者が全く目立たない。

確かに現在の掲示方法では、どの情報が新しいのか一目で判断することができない。また、掲示データのソートも用件の種類と掲載終了日だけを基に行っており、新着の掲示が上にくるような掲示順になっていない。

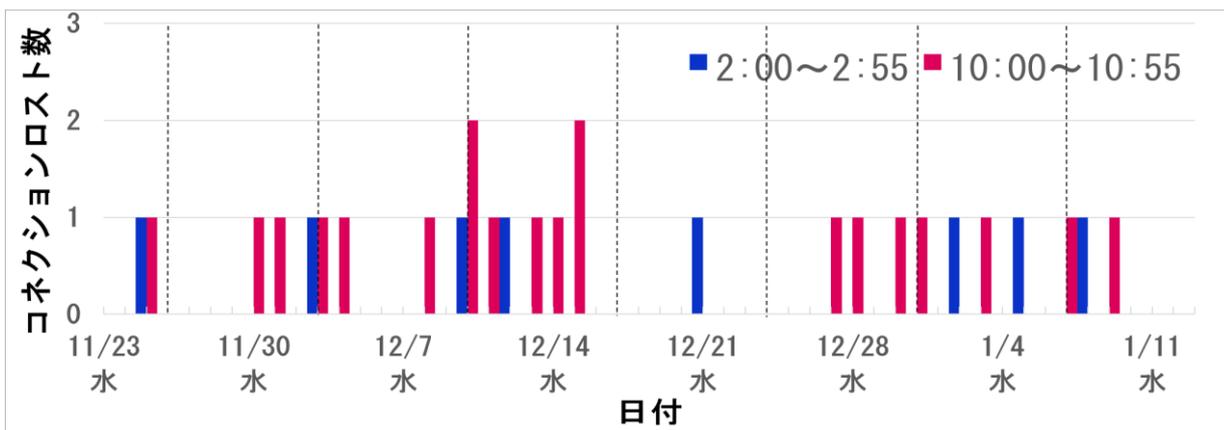


図 5 11月23日から1月13日までの2時台, 10時台のWi-Fiコネクションロスト件数

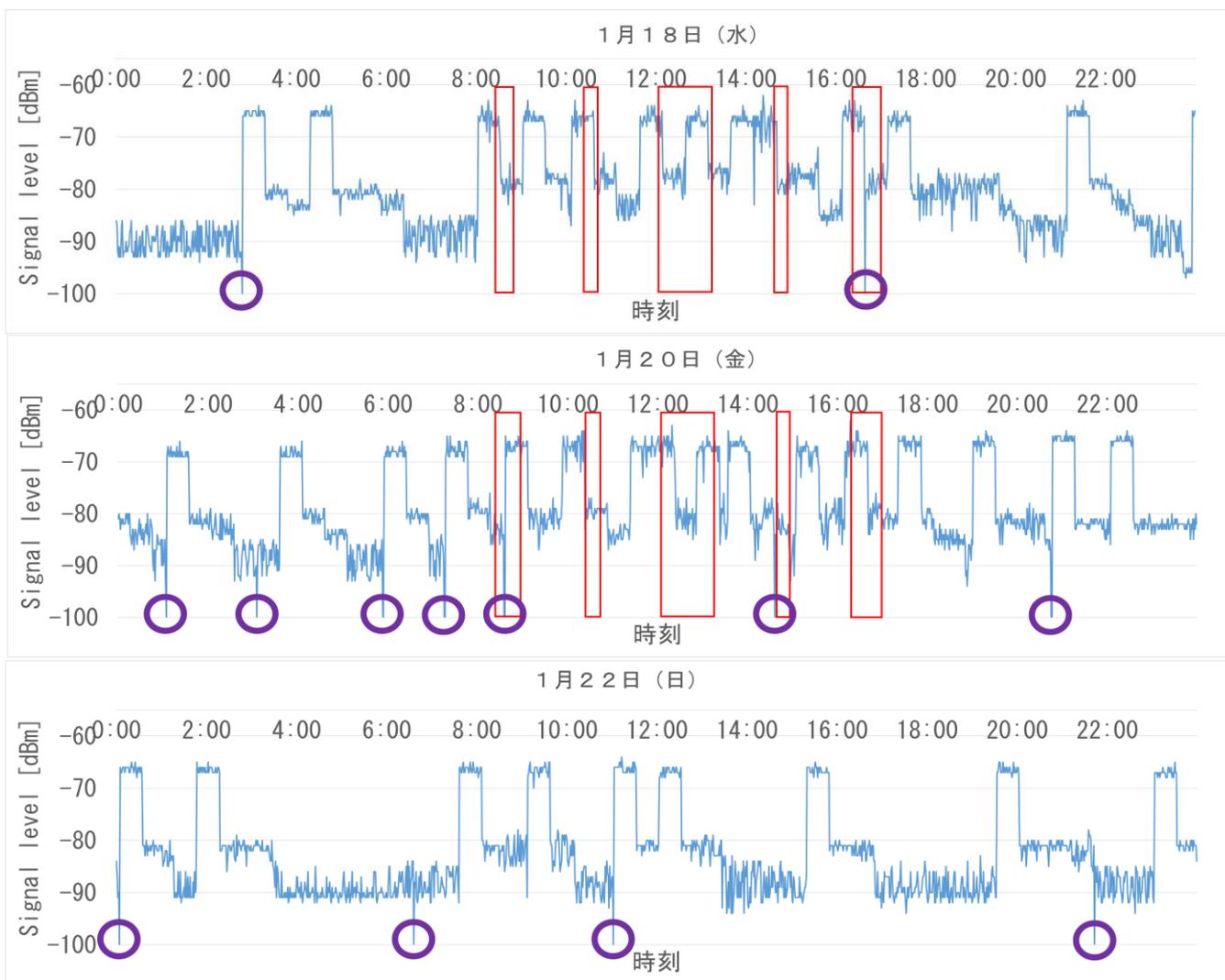


図 6 Raspberry Pi における Wi-Fi 電波強度の時間による変化

3.3 データ管理の問題

図 1 のシステム構成図で示す通り, 現在のシステムは 1 台の端末に掲示板システムすべてのデータを所有するシステム構成になっている. そのため, その 1 台が故障すると登録されていたすべての掲示データを損失するという問題を抱えている.

4. 安定運用に向けた取り組み

4.1 掲示板のリロード監視

それぞれの端末が掲示板画面のリロードを行っているか監視した. tcpdump コマンドで 80 番ポートにパケットの出

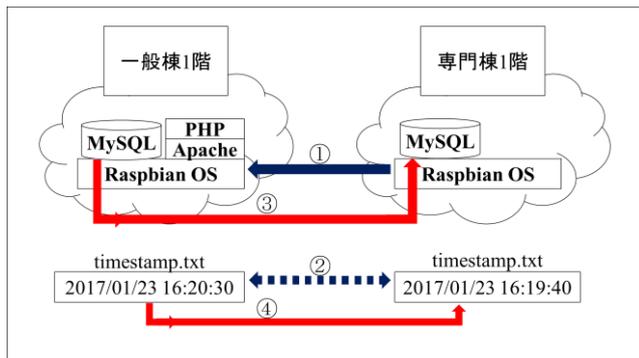


図 7 最新データベースを保有しあう仕組みの図解

入りがあるか監視し、出入りがなければ掲示板機能が停止しているとみなし、管理者にメールで知らせるスクリプトを5分毎に実行する。

一定期間データを収集し、一時間毎のWi-Fi接続ロスト件数を集計したところ、深夜よりも昼間に掲示板機能が停止する回数が多かった。11月23日から1月13日までの深夜と昼間帯を代表して2時台、10時台のWi-Fi接続ロスト件数を比較したグラフを図5に示す。縦軸は接続ロスト件数、横軸は日付を表しており、横軸の破線間で1週間の期間を表している。

4.2 掲示板画面の監視

従来のシステムでは掲示板に不具合が生じた際に、管理者が各掲示板画面にどのような表示がされているか確認するために、各掲示板の場所に直接足を運ばなければならなかった。管理面の手間を省くため、各掲示板画面をリモートで確認する仕組みを作成した。あらかじめrsaの秘密鍵と公開鍵を生成しておき、相互に公開鍵を所有しておくことでスクリプトでのSSH接続を可能にする。それぞれの端末にSSH接続し、スクリーンショットを取得するスクリプトを5分毎に実行する。取得したスクリーンショットを1つのWebページに一括して表示することで複数ある掲示板の表示状況を瞬時に把握することが可能になった。

4.3 無線LANの状態監視

一般にIEEE 802.11規格[8]より、受信強度が弱くなると通信強度が段階的に遅くなることが知られている。そこで1日を通して無線LANの受信強度と通信強度がどのように変化するかを調査した。iwconfigコマンドを1分毎に実行し、タイムスタンプと受信強度[dBm]をcsvファイルに記録する。数日分の時間による受信強度の変化を図6に示す。

図の赤枠で囲んだ範囲は、登下校時間や休み時間帯を表しており、紫丸で示した場所は、Wi-Fi接続ロストポイントを表している。4.1節の結果より、休み時間帯に人の通行やスマホとの電波干渉が増えることで電波障害が起こると想定していたが、計測の結果、時間帯や曜日に関係なく電波障害が起きていることを確認した。

図より電波強度が非常に不安定であることがわかる。本校の無線ネットワークは、複数アクセスポイントのESSID

を同一のものにするローミング設定がなされている。本来ならば指定されたESSIDを持つアクセスポイントの中で電波強度が一番強いアクセスポイントへ自動で接続されるはずだが、頻りに電波強度が弱いアクセスポイントを掴んでいることを確認した。カーネルにおいて約30分に1度接続先の見直しが行われる設定になっているが、1度電波強度が弱いアクセスポイントを掴むと少なくとも30分は電波強度が悪い状態での接続となる。なぜ電波強度が弱いアクセスポイントへ接続されるのかは不明だ。

4.4 無線LANの接続確認と復旧

掲示板システムの機能が停止する原因として、何らかの理由で端末がネットワークに接続することができなくなっていることが挙げられる。そこで、ifconfigコマンドでネットワーク接続を確認し、接続されていなければネットワークインターフェースを再起動し、ネットワークへ再接続を試みるスクリプトを1分毎に実行する仕組みを作成した。

4.5 データベースの相互保有

3.3節で述べた問題を解消するため、すべての掲示板端末で最新のデータを保有しあう仕組みを作成した。具体的には、すべての端末にデータベースをインストールし、各端末が保有するデータベースの更新時間をテキストファイルに記録しておく。利用者が掲示データを登録・編集を行うと一般棟1階端末のデータベースに変更が行われ、一般棟1階端末のデータベース更新時間が変更される。他の端末は1分毎に一般棟1階の端末へSSH接続を行い、自身が持つデータベースの更新時間と一般棟1階端末のデータベース更新時間を比較する。更新が必要な場合には、一般棟1階端末のデータベースと更新時間を記載したファイルをローカルへコピーし、データベースを展開する。上記のシステムの動作を図7に示す。1分毎に①～②のSSH接続を行い、データベースの更新時間を比較する。更新時間が違うようであれば、③～④のデータベースと更新時間を記載したtxtファイルをローカルへコピーし、データベースを展開する。

以上の動作を行うスクリプトを作成することで一般棟1階の端末が故障しても他の端末に最新のデータが保存されているため、持続的な掲示板の運用が可能になった。

5. まとめ

掲示板システムを実験段階から実運用に切り替えて稼働しているが、実験段階で発生しなかった問題が多々発生した。システムの安定運用を図るために無線LAN接続の問題を中心に検討と改善を行った。また、利用者へアンケートを実施し、電子掲示板に求められる機能や掲示手法について要望を蓄積した。

今後は更なる安定性向上のため、1)無線接続が途絶えても、ローカルのデータベースに持つ掲示データを表示し、

掲示板としての機能を保つ, 2)新着掲示を目立たせる工夫をし, アンケートの要望に応える, 3)故障時にも容易に対応できる仕組みなどを検討する必要がある.

参考文献

- [1] “Raspberry Pi”. <https://www.raspberrypi.org/>, (参照 2017-02-03).
- [2] 柴田幸司, 花田一磨, 飯野真弘, 武美里, 赤塚優磨. Linux マイコンを用いた組込み VPN による超小型センサ情報遠隔監視システムの開発と教育への応用. 電子情報通信. (2015).
- [3] 吉澤和宏, 米長洋二, 津野喬文, 田島誠也, 伊野露起, 岩井将行. クラウドサーバ上の温度データを活用する Raspberry Pi による屋内空調制御. 電子情報通信, (2014).
- [4] Lionel Nkenyereye, Jong-wook Jang. A Remote System for Monitoring Auxiliary Data Center from Environmental threats with Lower Hardware Cost. The 7th International Conference on Emerging Ubiquitous Systems and Pervasive Networks(2016).
- [5] “Apache”. <https://httpd.apache.org/>, (参照 2017-02-03).
- [6] “PHP”. <http://php.net/>, (参照 2017-02-03).
- [7] “MySQL”. <https://www-jp.mysql.com/>, (参照 2017-02-03).
- [8] IEEE Computer Society. IEEE Standard for Information technology — Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks — Specific requirements Part11:Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. (2012).