

# 通信インフラの不安定な発展途上国の学校間を結ぶ 安定したEラーニング環境の提案

カムウィラー・ウィサイ<sup>†</sup> 佐藤和彦<sup>†</sup>

<sup>†</sup>室蘭工業大学大学院工学研究科

## 1 はじめに

教育インフラの乏しい発展途上国でEラーニングの利用効果に期待が集まっている。しかし、それら地域では通信環境や電力供給の不安定さから十分な利用ができない問題がある。先行研究では、発展途上国の1つであるネパールのヒマラヤ地域の3つの学校でEラーニングを支援する研究を行っている [1][2]。この地域もネットワークと電力供給が安定しておらず、その対応が求められている。本研究では、PCのかわりに安価で電気使用量が低いRaspberry Piとタブレット端末を組み合わせ、不安定な環境下で安定動作するEラーニング環境を実現する。本稿では、システム環境について述べると共に、その上で動作するEラーニングアプリケーションを提案する。

## 2 Raspberry Piを利用する理由

Raspberry Piとは、ARMプロセッサを搭載したシングルボードコンピュータである。本研究ではRaspberry Pi 3 model B (図1)を利用している。Wi-Fiに対応し、Bluetoothも搭載しているため、ワイヤレスキーボードやマウスを接続して操作・制御でき、センサーや他のデバイスとワイヤレスで通信できる。

さらに、Raspberry PiはRasbainをはじめ様々なOSをサポートしている。また、図2のようにRaspberry Piは他のデバイスと比較すると電気使用量が非常に少ないため、電力供給が安定していない発展途上国で利用する情報機器として、適切なデバイスといえる。

## 3 提案システム

本研究ではRaspberry Piとタブレット端末を組み合わせ、教室内で利用する教育支援アプリケーションを開



図1: Raspberry pi 3 model B

発する。各学校のシステムとクラウド上に配置した複数のデータベースノード群で構成されるデータベースクラスタにより安定したEラーニング環境を構築する。

### 3.1 データベースクラスタ

データベースクラスタを用いることで、遠隔地のデータベース間でデータを共有しながら、通信が不安定な状況下で独立して利用可能な環境を実現する。本研究ではMariaDBが提供するGalera Clusterを採用する。システム全体は図3のようになる。各学校にサーバ機能を搭載したRaspberry Piを1台用意する。Raspberry PiにはWebサーバとGalera Clusterによるデータベースクラスタのノードの機能を持たせている。WebサーバによりEラーニングコンテンツを提供し、Galera Clusterの連携により、学校間で同じコンテンツを共有できる。教室内ではRaspberry Pi上に構築したサーバに接続する。そして、校内のGalera Clusterとクラウドサーバを連携させることで、校外からも同様のサービスを利用できる。

A Proposal of Stable E-Learning Environment for Linking Schools in Developing Country on Unstable Networks

Visai KHAMVILA<sup>†</sup> and Kazuhiko SATO<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Muroran Institute of Technology

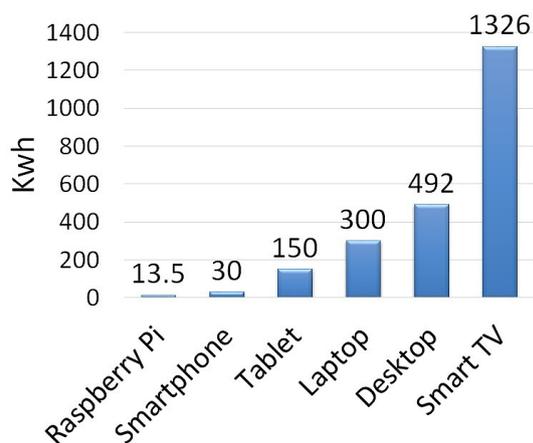


図 2: 一日分の電気使用量の比較

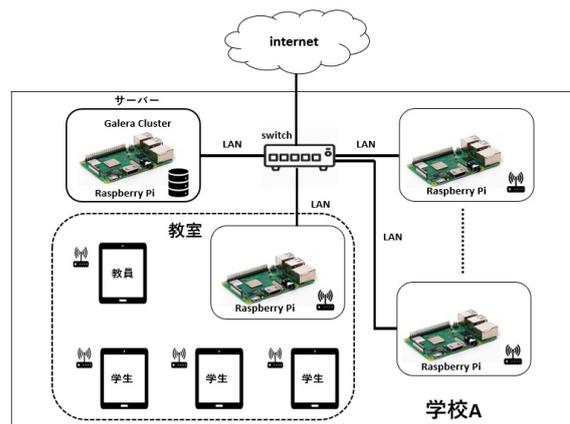


図 4: 校内ネットワークの構造

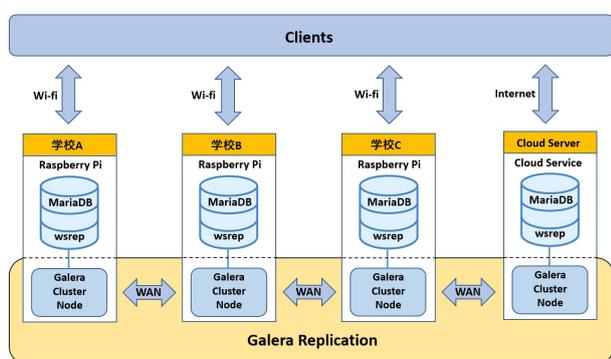


図 3: システム全体の構造

### 3.2 教室内システムの構造

校内のネットワークシステム図 4 に示す。Raspberry Pi で校内サーバを構築する。教室内のルーター化した Raspberry Pi は LAN で校内のサーバと接続し、そのマシンを通して、教育支援アプリケーションをインストールしたタブレット端末を必要な時に利用する。

### 3.3 教育支援アプリケーション

提案するシステム環境上で利用される具体的な E ラーニングコンテンツとして先行研究 [3] が行われたヒマラヤ地域の小学校の 1, 2 年生を対象として、タブレット上で解答する自習ドリル的なアプリケーションを開発する。教科書にある例題の類似問題を生成し練習問題として提供・採点する機能や、解答した問題の得点を表やグラフで表示する機能を実装する。ある学校の教員が作成した問題をほかの学校で共有する。また、教室での利用結果をクラスタ上で共有し、クラウドに集約し、分析に利用するなど今後の発展を想定して開発を進める。

## 4 まとめ

本稿では、不安定な環境下で安定動作する E ラーニング環境と、その環境上で動作する教育支援アプリケーションについて提案した。電力使用量が低い Raspberry Pi を利用することで電気が不安定な問題が解決できる。また、各学校の Galera Cluster とクラウドサーバを連携させることで、校外からもインターネットにつながって同様のサービスを利用できる。教育支援アプリケーションは例題・問題作成と評価の機能などで教員の負担を減らし、学生の状況が確認できるようなものを開発中である。

【謝辞】本研究の一部は、JSPS 科研費 JP17K01106 の助成を受けたものです。

## 参考文献

- [1] Kazuhiko S., Suresh S., Pramesh S., Bishnu P. G.: "Implementation of Collaborative E-learning System for Unstable Environment", Proc. of 2016 IEEE 13th International Conference on ATC2016, pp.496-501 (2016)
- [2] Suresh S., Bishnu P.G., Pramesh S., Kazuhiko S.: "Cluster-based Replication of an E-learning System on Unstable Networks", IEICE 総合大会 2016, D-15-27 (2016)
- [3] 佐藤和彦, Bishnu P.G.: "異国間児童の交流を支援するアプリケーション開発とネパールでの試用実験の報告", PC カンファレンス 2018, CIEC, pp.131-134 (2018)