

学内温熱環境観測システムにおける基地局の改良

Improvement of Base Stations in On-Campus Thermal Environment Observation System

池田 創¹⁾

指導教員 吉田 将司¹⁾

1)サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 情報通信工学研究室

キーワード：温熱環境，LoRa，IoT

1. 緒言

近年、学校施設における環境衛生へ注目が集まっている。2009年に文部科学省により施行された学校衛生基準は現在も改正が重ねられている。今年5月には教室等の環境において温度が18°C以上、28°C以下、相対湿度が30%以上、80%以下であることが望ましいとされている[1]。学校の環境衛生を適切に維持・管理するためには、温熱環境を把握することが必要不可欠である。

本研究室では2014年から学内にスター型のセンサネットワークを構築し、温熱環境の観測を行っている[2]。図1は本校のセンサネットワークのイメージを示す。このセンサネットワークは、1台の基地局と複数台のノードで構成されている。ノードから送信されたデータが基地局に集約され、一部のデータは表示機であるジオラマに転送、表示される。これまで1台のノートPCに2種類の通信モジュールを接続し、基地局として運用していた[3]。しかし、取得データはノートPC内に保存されるため、このPC以外ではデータをリアルタイムに閲覧することができない。本研究ではこの点を改善するために、遠隔でリアルタイムにデータが確認できるよう、ノードと基地局の部分のシステム構成を改良した。本稿ではGoogle Drive上でデータを確認できる基地局を新たに作成し、現在の基地局と受信率を比較した実験の結果を報告する。

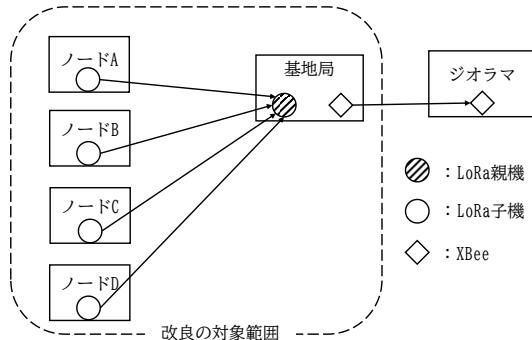


図1 学内センサネットワークの構成イメージ

2. システム構成

図2は新たなシステムの構成を示す。システムはノード、基地局、表示部に分けられる。ノードと基地局間の通信はLPWA通信規格の一つであるLoRaを用いている。ノードではGPSで取得した現在時刻を参照し、定期的に温湿度センサで現在の室温と湿度を取得する。そしてArduinoで不快指数を算出し、送信する観測データを生成する。観測データはSDカードに保存されるとともにLoRaモジュールで基地局の親機に送信される。今回製作した基地局は、親機のLoRaモジュールで受信した観測データをM5StickCPlusで読み取り、Wi-Fiを用いたHTTP通信でGoogle App ScriptにPOSTリクエストを行う。Google App Scriptでは観測データの文字列から温度、湿度、不快指数などの数値を抽出し、Googleスプレッドシートに入力する。図3はデータが入力されたGoogleスプレッドシートの画像を示す。受信した観測データから各種観測

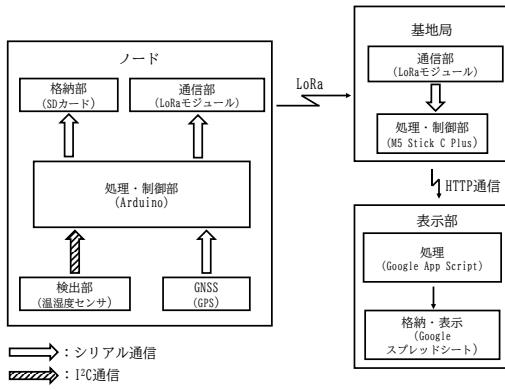


図2 新たなシステムの構成

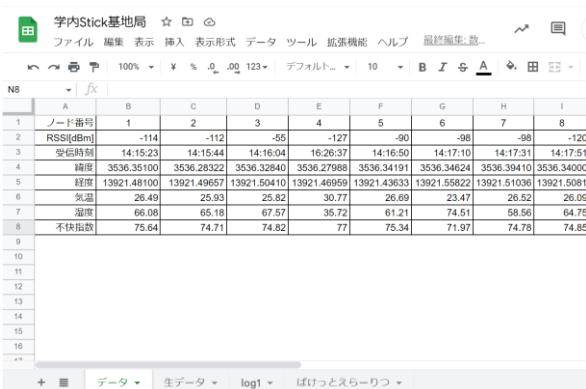


図3 Google スプレッドシートのデータ表示画面



図4 旧基地局と新基地局の概観

値が抽出され、スプレッドシートのセルに入力されている。なお、別のタブには受信したすべてのデータをそのまま入力している。図4は新・旧基地局の概観を示す。

3. 比較実験

新・旧両基地局の受信性能を確認するために同時に5時間稼働させ、1時間当たりでの受信データ数を比較し、パケットエラー率（以下「PER」という）を算出した。

PERの計算には①式を用いた。Nはノードによ

表1 実験結果

時間区分	総データ数N[個]	基地局		新基地局	
		N1[個]	PER[%]	N2[個]	PER[%]
1	240	215	10.4	215	10.4
2	240	216	10.0	209	12.9
3	240	217	9.6	212	11.7
4	240	216	10.0	216	10.0
5	240	216	10.0	215	10.4
平均	240	216	10.0	213.4	11.1

る1時間当たりの送信データ数の合計を、N1・N2はそれぞれ旧基地局、新基地局の受信データ数を表している。

$$\text{PER}[\%] = \frac{(N - N_n)}{N} \times 100 \dots \textcircled{1}$$

表1は実験の結果を示す。総データ数と比較すると、どちらの基地局も10%程度のPERが生じている。これは1ノード分に相当するデータ量であり、どちらの基地局も最遠に位置するノードのデータが受信できていないことが分かった。基地局の受信性能に差はほとんどなく、交換しても問題ないことが確認できた。

4. 結言

今回新たに製作した基地局では、現在運用している基地局と同等の処理能力を実現できた。それに加えて遠隔かつリアルタイムで観測データを共有できるようになったことで、観測システムとしてより利便性が増したといえる。今後は新しいシステムを実用し始めると共に、具体的な温熱環境を学生が知ることができるような通知システムやRaspberry Pi等で制御する表示機を製作する。

5. 参考文献

- [1]文部科学省, “学校環境衛生基準の一部改正について（通知）4文科初第424号”, 2022.
- [2]相川 未弥, “センサネットワークを用いた学内暑熱環境の観測”, 大学コンソーシアム八王子学生発表会, 2018.
- [3]吉田 将司・廣瀬 匠海・柴田 健吾, ”LPWAを利用した学内暑熱環境観測システムの検討”, 電子情報通信学会 2019年 情報科学技術フォーラム(FIT), 2019.