

工業高校で取り組む環境センサーネットワークの開発 ～二酸化炭素計測装置の開発・応用を通して～

広島市立広島工業高等学校 情報電子科

発表者 坂本 楓・寺戸 幹二・山本 篤史・水坂 晃太
・橋田 克也・青木 隆亮・杉田 幸太

指導者 谷口 和久・金田 龍之

連携大学 広島市立大学大学院情報科学研究科 前田 香織・井上 博之
広島大学情報メディア教育研究センター 相原 玲二・西村 浩二

1. はじめに

本校では、平成18年9月から21年3月まで「目指セスペシャリスト」事業（文部科学省）の指定を受けた。研究開発課題は「いつでも、どこでも、何でも、だれでもがネットワークに簡単につながるユビキタス社会の実現を担う高度情報技術者を育成するための教育課程，教育内容及び指導方法についての研究開発」である。この間に環境に関する取組も行ってきた。

近年、マス・メディアなどで地球温暖化の主な原因として二酸化炭素が報道されているが、二酸化炭素濃度の変化や分布などを身近で把握することはそう容易ではない。そこで、3年間の取組の中で、環境データの収集ほか表示に關

するシステムの開発も行ってきた¹⁾²⁾。しかし、そこで使用した二酸化炭素計測システムは高額で身近な計測装置として利用することは難しい。そこで私たちは、既存の計測システム価格の10分の1以下を目指して研究・開発を行う事とした。これは、平成21年4月以降、教科「課題研究」（3単位）の目指セスペシャリスト継続班を中心とした取組である。

本稿では、課題研究で行った低価格の二酸化炭素計測システムの開発について述べる。

2. システムの概要

開発した計測システムは、二酸化炭素センサーモジュールにSenseAir社製のCO₂Engine K30³⁾を使用し、制御にArduino Duemilanove⁴⁾を利用した。取得したデータはLCDに数値を表示し、LEDを利用して色でも判別できるようなシステムとなっている。

また、2タイプのシステムを開発しており、Type-Aは持ち運びが可能なポータブル型、一方Type-Bは、持ち運びは考慮されていないが、Arduino拡張基盤であるArduino Ethernet Shieldを使用しイーサネットへの接続を可能にする事により取得したデータのインターネット経由での送信にも対応できるシステムとなっている。

今回作成したシステムはメンテナンスフリー



図1 平成20年12月に設置した
CO₂濃度表示装置



図2 二酸化炭素計測装置 (TYPE-A)

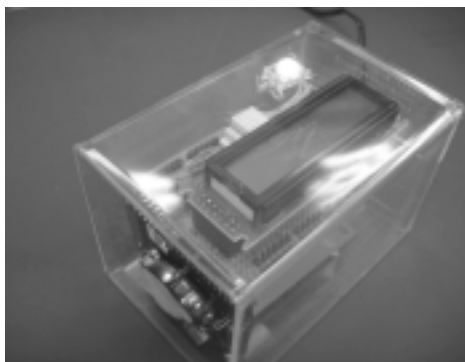


図3 二酸化炭素計測装置 (TYPE-B)

としており、センサーモジュールは校正不要のモジュールを選択、停電などが発生しても電源回復時には自動復旧するようなプログラムになっている。

(1) センサーモジュールとの通信

センサーモジュールとArduino間の通信はI2Cを利用したデジタル通信で行う事にした。こうする事により環境条件による誤差を最小限に留める事が可能である。

(2) ネットワーク機能 (TYPE-Bのみ)

IPアドレスの取得には固定での指定の他にもDHCPを利用した自動取得にも対応している。サーバとの通信にはPHPのGETコマンドを利用しArduino側から設定した間隔でサーバのPHPファイルに測定データのみを送信しサーバ側で取得時間などの記録を行うようなシステムとなっている。

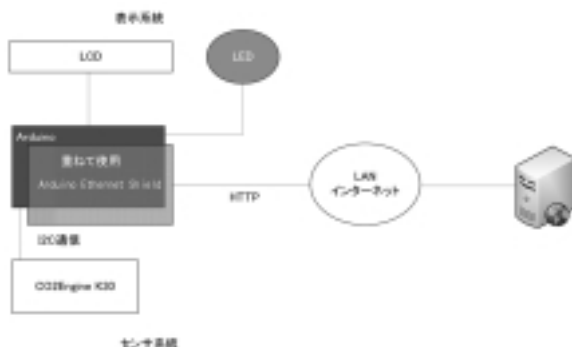


図4 簡易システム構成図



図5 発表風景

3. APNG Campへの参加・発表

今回開発した二酸化炭素計測システムをマレーシアのクアラルンプールで行われた第11回APNG Campへ参加し発表した。APNG Campとは、次世代のネットワーク技術者を集めてアジアの技術者の研究発表をする場で私たちはそれに応募して日本の高校生を代表して参加した。APNG Campへ参加しての感想は、国際協力をしていく上で、英語を中心としたコミュニケーション能力が必要になってくるという事が実感でき、また、他の技術者の発表を聞いて、本気で問題を解決しようとする熱意を感じる事ができた。

4. システムの応用

今回開発したシステムを元にしてさらに温度センサーなどを取り付けたモデルの開発を行った。現在では、本校の環境設備科が行っている屋上緑化プロジェクトでの温度自動計測・遠隔監視



図6 屋上緑化プラント



図7 屋上緑化計測システム本体

についてのシステムの構築を行い、運用している。

5. 応用したシステムの紹介

このシステムは、Type-Bをベースとしてさらに温度センサーモジュールとしてナショナルセミコンダクター社製LM73を取り付けたシステムである。温度センサとのやり取りは二酸化炭素センサーモジュールと同じくI2Cを利用している。また、センサの数を2～3個接続する事によって様々な地点の温度計測を可能にした。また、基本的に設置後は見ないためLEDは非搭載としている。

(1) Webページとの連携

このシステムは、取得したデータはMySQLを利用したデータベースに蓄積を行っておりWebページ上からデータを見る事ができる。また、Webカメラと連携しており、Webページを開くと同時にリアルタイムな映像が流れるようになっており、屋上に上らなくても状況が確認できるようになっている。



図8 Web ページ

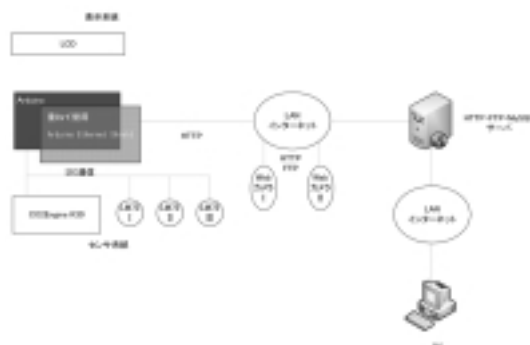


図9 簡易システム構成図（応用版）



図10 グラフへの出力（8月27日）

(2) 蓄積データの活用

蓄積データを元に1日の温度変化をグラフに表す事によって屋上緑化の効果を簡単にわかりやすく確認できる。

6. 小学校への配布

今回開発した二酸化炭素計測システムは今年度に小・中学校3校への配布が決まっており環境教育へ役立つ事が期待できる。

環境教育活用例（二酸化炭素を吸収しやすい植物を検証）

水槽の中に二酸化炭素計測システムを入れた状態で水槽を測定したい植物の上にひっくり返して置き、時間ごとの二酸化炭素変化を測定・記録する。こうすることにより植物の二酸化炭素吸収量が分かるためどの植物が二酸化炭素をよく吸収するかを比較した実験などを行うことが出来ると考えられる。また、この実験は、植物以外にも土などの二酸化炭素吸収量も調べる事ができるため土に二酸化炭素を吸収する働きがあるかどうかを実験する事も可能であった。



図11 実験の様子（芝生）

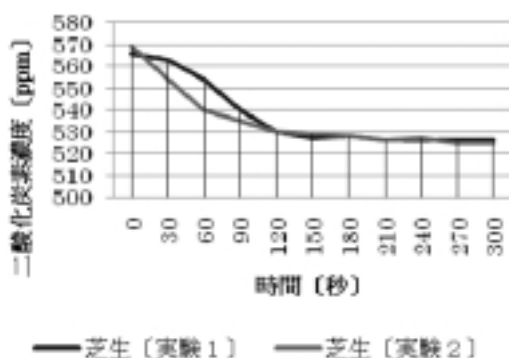


図12 実験結果（グラフ）

7. まとめと今後の課題

今回開発した二酸化炭素計測システムは上記のようにセンサを取り付け、拡張することにより様々な場面で活用出来るということが分かった。今後は、さらにGPS機能や雨量計を取り付けて電子百葉箱への研究・開発を大学と連携して目指していきたい。

また、現在、本校の環境設備科が行っている屋上緑化プロジェクトへの参加により環境対策の研究に取り組んでいきたい。

なお、今回の取り組みが、第10回インターネット活用教育実践コンクール（文部科学省）で優秀賞を受賞した⁵⁾。



図13 開発中の環境センサーユニット

＜参考文献＞

- 1) 田代，河野，前田，近堂他“CO₂濃度のデジタル表示システムの開発”電気・電日情報関連学会中国支部第56回連合大会論文集，pp.400.2007.
- 2) 谷口，金田他“センサーネットワークを利用したCO₂濃度表示装置の研究” Live E!シンポジウム2007 予稿週，pp.37-39, 2007.
- 3) CO₂センサモジュール CO₂ Engine(K30) http://www.sakakicorporation.co.jp/html/senseair/co2_engine/co2_engine.html
- 4) Arduino Duemilanove (Arduino Ethernet Shield) <http://www.arduino.cc/>
- 5) 第10回インターネット活用教育実践コンクール http://www.netcon.or.jp/old/10_result.html