

O-035

スマート環境センシング基盤の構築と地域デザインへの応用に関する研究開発

Research and Development on a Smart Environmental Sensing Network Infrastructure and its Application to a Community Development

都築 伸二
Shinji Tsuzuki

森脇 亮十
Ryo Moriwaki

山田 芳郎†
Yoshio Yamada

柴田 裕輔‡
Yusuke Shibata

森本 健一郎††
Kenichiro Morimoto

阿部 幸雄††
Yukio Abe

越智 正昭‡‡
Masaaki Ochi

須東 博樹‡‡
Hiroki Suto

1. まえがき

愛媛県松山市は、温暖で日射時間が長い気候であるため、太陽光発電(PV)の普及を推進しており、市内公立小中学校(総数 87校)のうち約半数(41校)にPVが設置済みである。これらの設備には、発電量の他、日射量と気温の計測センサが設置され約 10 秒毎に計測しているが、遠隔モニタリングの機能は実装されていない。

筆者の森脇らは、松山平野の土地利用状況と気象(ヒートアイランド現象やゲリラ豪雨等)との相関を調べることによって、都市気候形成メカニズムの解明や、風の道などの土地利用の計画(地域デザイン)を検討している[1]。しかし、従来は市内の小中学校の百葉箱内に気象センサを設置し、月に1度データを回収し分析していたため、リアルタイム計測はできていなかった。

そこで本研究では、百葉箱内で収集した気象データと、太陽光発電量データとを、一定時間毎(本稿では1分毎)に伝送し、JGN-X(総務省所管ネットワーク)内のサーバに蓄積するネットワーク基盤を構築した¹。収集したデータは、学校の環境教育に使えるコンテンツにしてリアルタイムに配信している。学校外からも同様にして環境データを収集し、統計処理を行うことにより、太陽光パネルを気象センサ化した。また、蓄積したデータを用いてCATV契約者限定コンテンツや、松山平野共通サービスを開発することによって、持続可能なビジネスモデルを検討した。これらの概要を以下に述べる。

2. 環境センシングシステムの概要

図1に、構築した環境センシングシステムの概要を示す。校庭の百葉箱から中継器までは小電力無線の ZigBee でデータを伝送している。また屋上からのデータは RS485 で送られてくるので、中継器にてデータフォーマットを変換してから、百葉箱からのデータと共に公衆 WiMAX 無線回線を經由して、JGN-X 網内のクラウドサーバに伝送している。一方、ハレックス社が提供する 1km メッシュの天気予報情報も、1 時間毎にクラウドサーバに蓄積している。

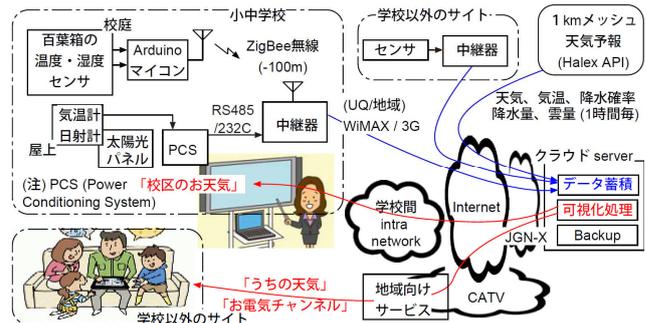


図1 構築した環境センシングシステムの概要

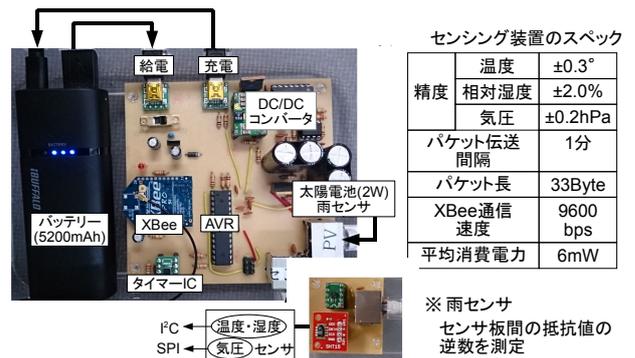


図2 百葉箱内のセンサの外観と諸元

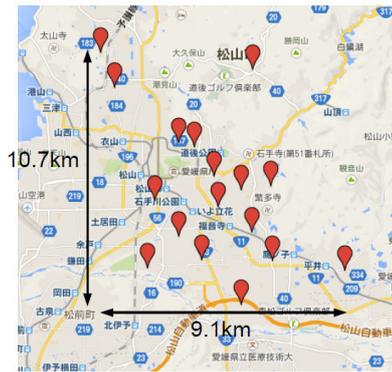


図3 小中学校の環境教育用 web コンテンツ

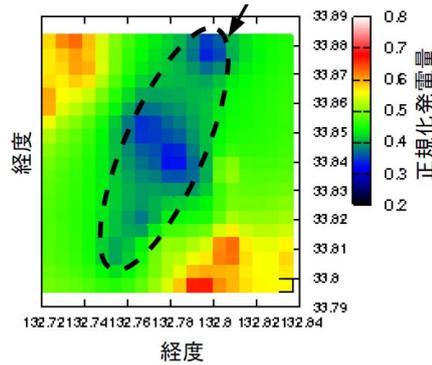
図2には百葉箱内のセンサの外観と諸元を示す。温度、湿度、気圧、降雨の有無を1分毎に計測し、その他の時間はスリープさせることにより小電力化を図っている[2]。

† 愛媛大学 ‡ (株)愛媛CATV
†† (株)アイムービック ‡‡ (株)ハレックス

¹ 本研究は総務省・戦略的情報通信研究開発制度(SCOPE)の助成を受けた(2013-2014年度)。JGN-X一般利用プロジェクト番号: JGNX-A13010。



(a) 同時に計測できた 17 か所



(b) 三次元表示例 (11 時 26 分)

図4 正規化発電量の可視化例 (2014年12月9日)

3. サービス概要

3.1 学校の環境教育用 web コンテンツ

屋上から集めたデータは、図3に示すような環境教育や理科で使える web コンテンツ「校区のお天気」にして小中学校に配信している。図3の例であれば天気と発電量との関係を学習できる。

3.2 PV パネルの日射計化と雲の可視化

FIT (固定価格買取制度) に必ずしも依存しなくても PV の普及を促進するために、センサ化による高付加価値化を検討した。

(1) 水平面全天日射計化: PV パネルの種類や設置条件 (設置場所の緯度経度、傾斜角、方位角) が既知である学校等の公共施設においては、計測される斜面発電量を、直散分離と散乱比モデルを用いて、水平面全天日射量に変換した。変換した値と全天日射計による実測との相関係数は 0.99 であり、良好な結果を得た[3]。

一方、一般家庭に設置された PV パネルの場合は、種類や設置条件等の情報は得られない。しかし、長期間 (1 季節、3 か月以上) データを蓄積した後であれば、統計的に処理することによって相関係数 0.98、2 乗平均平方根誤差 (RMSE) 5.4% 程度の精度^(注) が得られることを明らかにした [4]。

(2) 雲の動きの可視化: 多地点で同時に計測された発電量データに対して、各 PV パネルの最大発電電力で正規化し、約 500m メッシュの値に線形補間することによって、雲の厚さの可視化を行った。図4がその例であり、図4(a)に示す 17 か所にて計測されたデータを、図4(b)に示すように三次元表示した。この図を 1 分毎に作図して動画にすることによって雲の動きを可視化した。

(3) 松山平野共通サービス: 太陽光発電自己診断支援システム「しっかり SUN」[5]相当の web サービス「お電気チャンネル」を開発した。

3.3 スマート TV 向け気象情報「うちの天気」

CATV のタウンチャンネル用コンテンツ (コミュニティ放送) として、「うちのお天気」を開発した。本コンテンツは市販されているテレビに搭載されているブラウザ



図5「うちの天気」の web サイトに遷移するためのアイコン

の機能を使い、web サイトにアクセスする。CATV 視聴用の STB (Set Top Box) 端末に、事前に登録されている郵便番号から該当宅の緯度経度を特定し、現在の天気・気温・湿度・風向き・風の強さ、5 時間先までの 1 時間ごとの予測雨量・気温・湿度・風向き・風の強さ、週間天気予報を表示するようにした。

なお、「うちの天気」を簡便にアクセスしてもらうために、データ放送連携「タイプ 1」を用いた遷移にてブラウザを起動し、さらに URL を入力することなくサイトに自動アクセスできるように工夫した。つまり、コミュニティチャンネルの視聴者は、図5に示すように、データ放送にて表示したテレビ上のアイコンをリモコンで選択・決定すれば「うちの天気」の情報を得ることができる。

4. あとがき

今後、教育コンテンツとしてより充実させる、あるいは都市気候形成メカニズムの解明や、地域デザイン等に活用していくためには、本研究で構築したシステムを継続しデータベースを充実する必要があり、かつ持続可能なビジネスモデルを平行して構築する必要がある。

また、より稠密な観測を行うために、公共施設だけでなく民間のセンサも収容していく予定であるが、それらの計測精度を保証するためのリアルタイムかつビックデータの処理を行うシステムも合わせて開発していく必要がある。また稠密になるに伴って、そのセンサの設置場所が特定されないようにする、つまりプライバシー等の配慮も必要になると考えている。

参考文献

- [1] 藤森, 林, 森脇, 松山平野におけるヒートアイランドの特性, 水工学論文集, 第 54 巻, pp.313-318, 2010 年 2 月.
- [2] 鈴木 才太, 日野 景太, 都築 伸二, 山田 芳郎, 小中学校に設置する PV/気象センサーネットワークの設計, 平成 26 年電気学会全国大会, 愛媛大学, 平成 26 年 3 月 18 日.
- [3] 森脇, 都築, 宮尾, 笹方, 梶房, “太陽光発電を利用した全天日射量の推定”, 土木学会論文集 B1(水工学)Vol.71 No.4 pp.1_421-1_426, 2015 年 2 月.
- [4] 岡崎, 都築, 山田, PV の発電実績データに基づく日射量推定に関する基礎検討, 平成 26 年度電気関係学会四国支部連合大会, 徳島, 2014.9.13.
- [5] 植田 謙, しっかり SUN, <http://ssspv.net/index.php/>

(注) 廉価な日射計 (ISO 9060 規格の second class) の温度応答特性 (温度が 50K 変化した時の変動) は 8%。