

デジタル百葉箱を用いた気象可視化アプリケーションの開発

高岡 詠子[†] 村上 稔典[†]

[†]千歳科学技術大学 〒066-8655 北海道千歳市美々758-65

E-mail: [†]eiko@etlab.spub.chitose.ac.jp

あらまし Live E!では狭範囲、短時間の観測を行うための観測装置として「デジタル百葉箱」を各地に設置することにより独自の気象観測を行っている。我々はLive E!プロジェクトの一環として、この「デジタル百葉箱」からのデータを収集し、Google maps上に各センサの所在地のアイコンと各気象データの値によって色分けされた各色を配置することにより、ユーザが任意の場所、期間で各地での気温、湿度、雨量、風力・風向、気圧の値をグラフィカルに見るための「気象可視化アプリケーションの開発」を平成19年度から行い、インターネット上に公開している。本稿では現在までのこの取り組みについて、またデジタル百葉箱を設置し1年間運用して生じた問題点を報告する。

キーワード デジタル百葉箱, Live E!, 気象可視化

Development of Weather Visualization System using Digital Instrument Shelters

Eiko TAKAOKA[†] Toshinori MURAKAMI[†]

[†] Faculty of Photonics Science, Chitose Institute of Science and Technology 758-65, Bibi, Chitose, Hokkaido,
066-8655 Japan

E-mail: [†]eiko@etlab.spub.chitose.ac.jp

Abstract Digital instrument shelters are weather monitoring units that are equipped with connectivity to the internet and measuring temperature, humidity, pressure, wind direction, wind speed, and rainfall at a lower cost. Since 2007, we have developed the Weather Visualization System that retrieves data from digital instrument shelters and shows the location icon of each sensor and each one of the icons plotted on the map is color-coded according to the local temperature, humidity, pressure, wind direction, wind speed and rainfall. In this paper, we report our activities until now and the problems on the installation and the operation of a digital instrument shelter during the past year.

Keyword Digital Instrument shelter, Live E!, Weather Visualization

1. はじめに

微気象データは、局地的大雨・大雪予測、土砂災害の危険度予測、大気汚染予測などの環境・エネルギー分野や、航空・海運・道路・鉄道等の交通機関、農業情報サービス等農業・漁業分野、電力需要予測、レジャー施設・イベントの詳細予報等流通・サービスの分野など広い分野において重要な情報として注目を集めている。

通常、陸上の気象観測といえばアメダスが用いられる。アメダスは設置範囲が17km四方、観測時間は10分毎であり、広範囲の気象観測ではかなりの効果を持っているが、狭範囲、短時間の観測にはあまり向いていないため、気象変化の激しい台風や突発的な集中豪雨などを予測、観測することが難しい。5km四方の気象予測情報を提供するサービスも商品としてでてきている[1]が、一般に公開されていない。

Live E![2]では狭範囲、短時間の観測を行うための観測装置として「デジタル百葉箱」をアジア各地に設置することにより独自の気象観測を行っている。デジタ

ル百葉箱はIPネットワークを介して5分毎に気象情報を収集することができる。狭範囲に多く設置することにより広い設置範囲、長い観測間隔のアメダスよりも高密度、リアルタイム性を持った微気象観測を行うことができる。現在ではおよそ150箇所に設置されている。我々はLive E!プロジェクトの一環として、この「デジタル百葉箱」からのデータを収集し、Google maps上に各センサの所在地のアイコンと各気象データの値によって色分けされた各色を配置することにより、ユーザが任意の場所、期間で各地での気温、湿度、雨量、風力・風向、気圧の値をグラフィカルに見るための「気象可視化アプリケーションの開発」を平成19年度から行い、インターネット上に公開している (<http://etl.spub.chitose.ac.jp/weather/>)。

2. デジタル百葉箱

2.1. 概要

デジタル百葉箱とはLive E!プロジェクトにより全国各地（一部海外もある）に100基以上設置されてい

る、気象観測装置のことである。デジタル百葉箱では気温、湿度、気圧、雨量、風向、風速を測定することができ、測定した気象データはインターネットを通じて5分間隔で東京大学のサーバにアップロードされている。デジタル百葉箱の利点を3つあげる。

1つ目は気象データの取得間隔である。アメダスでは10分間隔なのに対して、デジタル百葉箱は5分間隔(公称では5分間隔だが、一部では1,2分間隔や数十秒間隔で気象データを取得可能なデジタル百葉箱もある。)であるため、短時間ごとに気象データを取得することが可能である。

2つ目は、設置場所を取らない、選ばないことである。アメダスでは精密なデータを求めるため芝を敷いたり、風の通りを妨げないような柵の設置等を行わなければならないため、簡単に設置ができない。その点、デジタル百葉箱では、ある程度測定 of 正確さが保たればどこでも設置することが可能である(例:ビルの屋上)。また、鉄道、バス等の移動体にも設置することが可能である。

3つ目はコストが低いことである。デジタル百葉箱本体が数万円であり、その他に必要なものはインターネット回線と電源だけなので設置、運用に掛かるコストは低い。

以上、デジタル百葉箱は簡単かつ低コストで気象データを収集することが可能である。

2.2. 仕様・概観

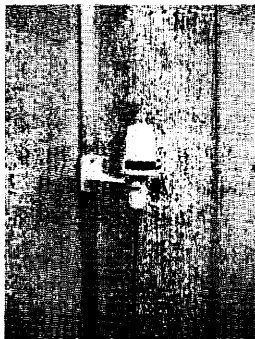


図 1 気温・湿度・気圧センサ

デジタル百葉箱は、図 1~3 の気温・湿度・気圧センサ、雨量センサ、風向・風速センサをひと括りにした気象データを測定するためのセンサユニット(WM-918)、センサで測定された気象データをまとめるための収集ユニット(図 4, weathernews)、収集ユニットでまとめられた気象データを送信するための通信ユニット(図 5, Armadillo210)からなる。



図 2 雨量センサ



図 3 風向・風速センサ

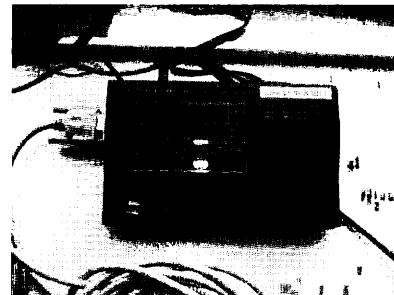


図 4 データ収集ユニット



図 5 通信ユニット

デジタル百葉箱の各仕様は以下のとおりである。

- ネットワーク仕様: IPv4/IPv6
- 仕様プロトコル:
SOAP (Simple Object Access Protocol) による XML データを用いた通信

- 通信インターバル：5分間隔
- 測定可能な気象データ：
温度，湿度，気圧，雨量，風向，風速
- 電源：AC100V 30W 以下

2.3. 設置・運用

デジタル百葉箱を，平成19年5月23日に本学（千歳科学技術大学）の研究棟高岡研究室裏の敷地に設置した。運用は，自動的に測定を行い5分ごとに東京大学のサーバにインターネット経由でアップロードを行っている。また，月に一度の頻度で雨量センサのゴミ取り等を行う。これは，ゴミで水の入る穴が塞がってしまうのを防ぐためである。

3. 気象データ可視化システム

現在 Live E! 関連の可視化アプリケーションとして，Google Earth を用いたものや，指定したセンサのその日の平均データをグラフで表示するものがある。

本研究においては，全国のデジタル百葉箱で取得したデータを視覚的に分かりやすく簡単に表示できるシステムを構築した。個々のセンサデータの可視化はもちろん，全国の気象データを一括して表示したり，ある一定の期間のデータ表示を行うことができる。

3.1. 設計方針

全国のデジタル百葉箱のデータを表示するために Google maps の地図上にデジタル百葉箱より取得した各気象データを段階ごとに色分けし，表示を行うことができるようにした。自分で Google maps プログラムを作成するためには Google maps API (Application Program Interface) を用いる必要がある。Google maps API は，後発である Yahoo! 地図情報 API より知名度が高く利用者が多い。また，参考文献も多いことから本研究でも Google maps API を用いることにした。

インターネットを介し全国のデジタル百葉箱のセンサデータ，気象データを東京大学のサーバより取得し，気象データを地図上に表示させ，ユーザに提供するという方針を採る。図6に運用モデル図を示す。

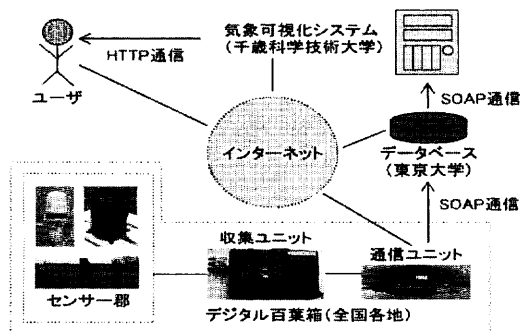


図6 運用モデル

3.2. 可視化アプリケーションの機能

本アプリケーションにおけるデータの視覚化はテーブルで表示する方法と地図上に表示する方法の2種類がある。テーブル表示ではセンサデータ，気象データを設置場所ごとにまとめて表示を行う。地図表示では，Google maps を用いて各気象データの値に応じた色を地図上に表示し，そして地図の下部に色に応じた各気象データの値を表示することができる。

3.2.1. センサデータ取得

気象データを可視化するには，まず各気象データを観測している全てのセンサデータ（センサ ID，緯度，経度，住所，設置場所情報）を取得する必要がある。センサデータを取得するには「センサデータ取得」ページの「センサデータ取得」ボタンを押すことにより各地に設置されている全てのデジタル百葉箱のセンサデータを取得することができる。

センサデータの取得は，初期設定として行う必要があるが一回取得してからは基本的に再度行う必要はない。デジタル百葉箱が新しく設置された場合，デジタル百葉箱にセンサの追加があった場合に再度行う必要がある。センサデータの取得後，センサデータをまとめて表示した図7の「センサデータ表」が表示される。

3.3. 気象データ取得

気象データの可視化を行うには可視化したい時刻の気象データが必要になる。気象データの取得には図8のトップページの①「気象データ取得」でリストボタンより取得したい日付，時刻を入力し「気象データ取得」ボタンを押すことにより，気象データを取得することができる。気象データの取得後，取得した気象データをまとめて表示した図9の「気象データ表」が表示される。

3.4. 気象データ表示

図8②のコンボボックスに以前取得した時刻の履歴がすべて表示される。表示したい気象データの時刻を選択し，その下のラジオボタンより見たい表や可視化図を選択し，「気象データ表示」ボタンを押すことにより各表や可視化図が表示される。ラジオボタンの「気象データ表」を選択した場合は図9の「気象データ表」が表示される。各可視化図のボタンをクリックすると GoogleMap 上に可視化を行った図が表示される（図10）。

図10は取得した気温データを元に気温を1℃ごとに色分けを行い地図上に表示した「気温可視化図」である。各気象データ可視化図は図に示すように①上部に気象データを取得したときの時刻を表示，②中央に Google maps を用いてデジタル百葉箱のセンサの位置にアイコンとそのセンサで取得された各気象データの値に応じた色を地図上に表示，③下部に地図に表

humidity sensor 湿度センサーの有無	rainfall sensor 雨量センサーの有無	windspeed sensor 風速センサーの有無	latitudeData センサーの設置場所の緯度	addressData センサーの設置場所							
センサーデータ表											
No	sensor_idData	temperature sensor	humidity sensor	pressure sensor	rainfall sensor	winddir sensor	windspeed sensor	longitudeData	latitudeData	locationData	addressData
0	ave-orig/07310403000014008	○	○	○	○	○	○	136.7854	34.5921	House 5 5階	神奈川県相模原市緑区
1	ave-orig/07310403000014008	○	○	○	○	○	○	136.7854	34.5921	House 5 5階	神奈川県相模原市緑区
2	ave-orig/07310403000014008	○	○	○	○	○	○	136.7854	34.5921	House 5 5階	神奈川県相模原市緑区
3	ave-orig/07310403000014008	○	○	○	○	○	○	136.7854	34.5921	House 5 5階	神奈川県相模原市緑区
4	ave-orig/07310403000014008	○	○	○	○	○	○	136.7854	34.5921	House 5 5階	神奈川県相模原市緑区
5	ave-orig/07310403000014008	○	○	○	○	○	○	136.7854	34.5921	House 5 5階	神奈川県相模原市緑区
6	ave-orig/07310403000014008	○	○	○	○	○	○	136.7854	34.5921	House 5 5階	神奈川県相模原市緑区

図 7 センサータブル

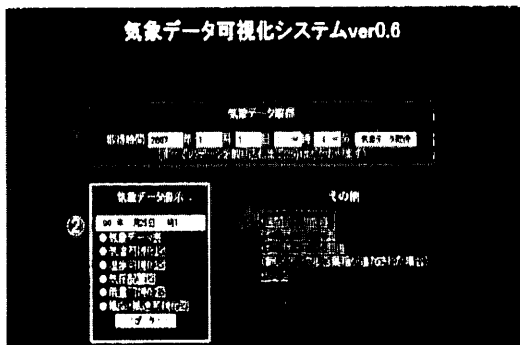


図 8 トップページ

示されている色に応じた各気象データの値の色毎に表示している。Google maps を用いているため地図上にある④アイコンをクリックすることで、⑤気象データを取得した時刻のその場所のすべての気象データ、センサーデータをまとめて表示させることができる。

また、⑥地図上の移動、地図の拡大縮小、地図と航空写真の切り替えを行うことができる。そのためユーザーは見やすい大きさや地図の種類で可視化図を見ることが可能である。図 10 は取得した気温データを元に気温を 1℃ごとに色分けを行い地図上に表示した「気温可視化図」である。この図におけるアイコンの地点の気温は 3.6℃であるため、アイコンの下に 3℃以上 4℃未満を表す色で表示を行っている。気温可視化図の気温は -19℃～40℃まで 1℃刻みに 60 段階で表示できるようになっており、気温可視化図ページでは取得さ

れた最低気温から +20℃までの色を地図上に表示させている。各色は気象用語（真夏日、冬日等）といった言葉の印象に近い配色にしており、色をただで各場所の温度状況を把握しやすいようになっている。

同様に、湿度、気圧、雨量、風向・風速についても地図上に同じように可視化が可能である。湿度可視化図の湿度は 0%～100%まで 5%刻み、気圧配置図の等圧線は取得された最低気圧から 1hpa ごと、雨量可視化図の雨量は 0.1mm～19mm まで 1mm 刻み、風向・風速可視化図の風向は八方位、風速は 0.1m～20m まで 1m 刻みでそれぞれ 20 段階に表示できる。

4. 設置センサの問題点

気象センサを 1 年間運用して生じた問題点をあげる。2008 年 1 月に湿度が 100%を超えているデータをアップロードしている時間帯があることが報告された。特に夕方から早朝にかけてその現象が見られるということで、調査を行った結果、気温 -10℃以下湿度 80%後半以上で湿度が振り切れることが分かった。測定器 (WM-918) の湿度計は気温 15～40℃が有効測定範囲である。センサは外の壁に設置してあり、北海道の真冬の夜間は気温が -10℃以下になることからセンサ自体を精度の高いものに替える必要があることが分かった。

No	sensor_idData	temperature	humidity	pressure	rainfall	winddir	windspeed	longitude	latitude	location	address
0	live-e.org/phiuket/suac/ok/WMR908/	NoData	NoData	NoData	NoData	NoData	NoData	7.894	98.382	Phuket, Prince of Songkla University	Amphur Kato Phuket 11A/Band
1	live-e.org/WX1510/030000057722	87.0	NoData	NoData	NoData	NoData	NoData	134.25497	134.25497	Hitotsubashi University, Oka	〒689-1111 鳥取市
2	live-e.org/WX1510/030000057722	NoData	NoData	NoData	NoData	NoData	NoData	133.6125	133.6125		
3	live-e.org/WX1510/030000057722	NoData	NoData	NoData	NoData	NoData	NoData	139.2954	139.2954		
4	live-e.org/WX1510/030000057722	NoData	NoData	NoData	NoData	NoData	NoData	139.2953	139.2953	ACCESS_SARUGAKU	〒100-0084 東京都千代田区錦糸町2-8-16
5	live-e.org/WX1510/030000057722	NoData	NoData	NoData	NoData	NoData	NoData			farm[若崎農	北海道夕張市山崎町御園281-1
6	live-e.org/WX1510/030000057722	NoData	NoData	NoData	NoData	NoData	NoData			School of Theology of Hiroshima University	広島県東広島市鏡山1丁目1番1号
No <th>sensor_idData</th> <th>temperature</th> <th>humidity</th> <th>pressure</th> <th>rainfall</th> <th>winddir</th> <th>windspeed</th> <th>longitude</th> <th>latitude</th> <th>location</th> <th>address</th>	sensor_idData	temperature	humidity	pressure	rainfall	winddir	windspeed	longitude	latitude	location	address
13	kurashiki-city/WX1510/fukuda-junior-high-school	4.6	55.5	1023.7	0.0	323.0	1.9	133.76839	133.76883	Rukuda junior high school[福田中学校]	岡山県倉敷市福田町古新田533番地の1
14	live-e.org/WX1510/030000057722	NoData	NoData	NoData	NoData	NoData	NoData	35.71186	139.499	Mdashiro residence[A邸]	東京都小平市回田町
15	live-e.org/WX1510/030000057722	NoData	NoData	NoData	NoData	NoData	NoData	36.700222	137.21925	Iate[インタック本社]	富山県富山市牛島新町5-5

図 9 気象データ表

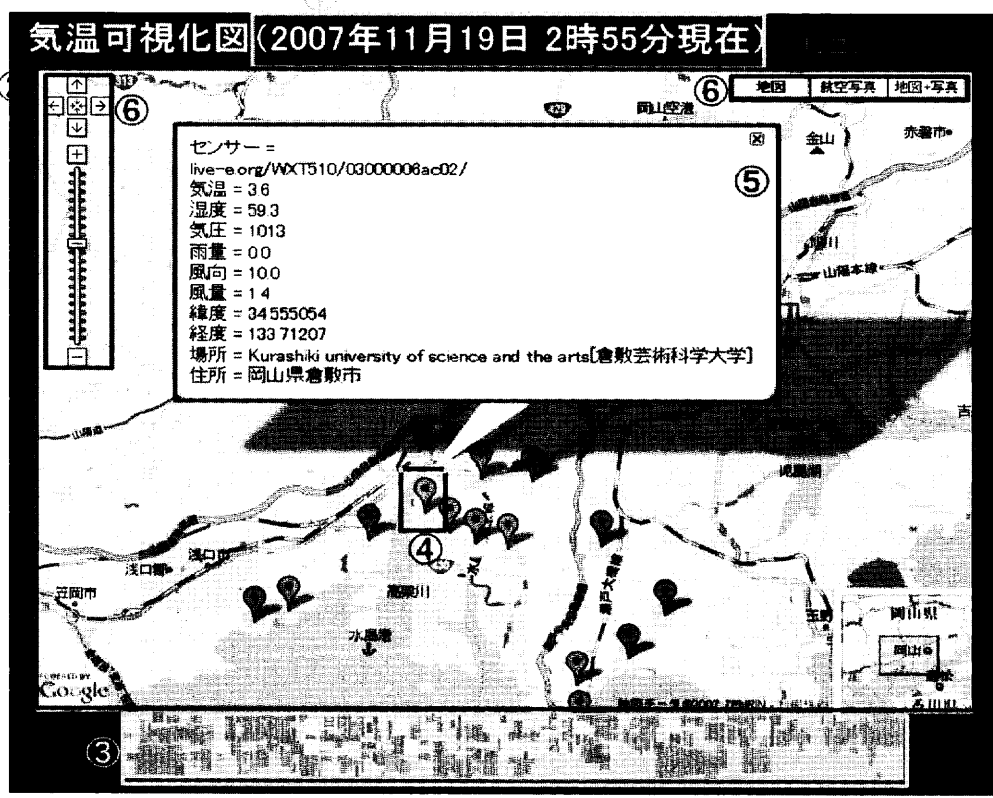


図 10 気温可視化図

5. 関連研究

気象観測システムおよび気象センサの応用例を示す。Weather Bucket[3]は一体型の気象観測システムであり、安価で移動が容易ということであるが、電源にソーラパネルを使用しており、全体で見るとデジタル百葉箱よりはるかに大きい。また、標準で気象データ解析ソフトウェア、オプションとして水田水温予測ソフトや生育・収量予測ソフト、馬鈴薯疫病予察計算ソフトなど主に農業用のソフトウェアが販売されているが、一般に公開はされていない。

港区では、生徒に「のどの濁り方や洗濯物の乾き方など、天気と生活の関係を理解を促す」形で小学校の理科の授業への応用、ヒートアイランド対策の有効性の検証など環境面への応用を行っている[4]。また、農業への応用例としては、いもち病発生予察モデルの提案や適地適作支援システムの構築などが行われている[5]。アメダスが設置されている東京農工大学でもデジタル百葉箱を設置し、そのデータを農学系や環境系の研究室に提供したり、カメラ画像や気象データの可視化を行っているようである[6]。独自の気象データサーバシステムにおける複数観測点の気温や湿度、気圧などの気象データの解析作業に有効な可視化手法を提案している[7]。本研究で目指す可視化アプリケーションの目的は、可視化された気象データを用いて、局地的な大雨、土砂災害、大気汚染等の予測や農業や漁業を行う上で役立つような情報を無償で提供することであり、どのような表示が求められているかをこれから探っていく段階でもある。これら関連研究を参考にした。

6. 結論と展望

本稿では、「デジタル百葉箱」からのデータを収集し、Google maps上に各センサの所在地のアイコンと各気象データの値によって色分けされた各色を配置することにより、ユーザが任意の場所、期間で各地での気温、湿度、雨量、風力・風向、気圧の値をグラフィカルに見るための「気象可視化アプリケーションの開発」について、またデジタル百葉箱を設置し1年間運用して生じた問題点を述べた。

本年6月には本稿で述べた簡易センサに加え、簡易センサよりも精度の高い小型マルチ気象観測ユニットを設置した。簡易センサとこの新しく設置したユニットのデータを比較することで簡易センサの限界を知ることができる。

本アプリケーションは英語版ページも公開しており、海外からもアクセス可能である。本研究において、アプリケーションの英語化、任意地点の現在の各セン

サの値、1日を通しての変化、日ごとの最高・最低値、不快指数等のデータを視覚化し、ユーザに提示、および過去データに基づき各データの変化、平均値、最高・最低値、ランキング等の情報を提供することができれば、微気象データを必要とするさまざまな分野への応用が可能となる。

さらに、過去データを解析することによって、局地的な大雨、土砂災害、大気汚染等の予測や農業や漁業を行う上で役立つような情報を提供することができると考えられる。また、災害時におけるその地点での現在の微気象を提示することによって災害救出に役立つ情報提供を行うことも可能となる。現在未整備の積雪センサを設置することができれば大雪情報の提示を行うことが可能となり、雪害予防、大雪予測等の雪国への災害対策にも有用である。

文 献

- [1] 水谷文彦, 河原智, 和田将一, 菅井弘幸, “進化した気象情報サービス Weather-plus_{TM}”, 東芝レビュー 01.60 No.11(2005)
- [2] Live E! ~ 活かした地球の環境情報 ~ <http://www.live-e.org/index.html>
- [3] 気象観測予測システムウェザーバケット, <http://www.agw.jp/bucket/spec.html>, 農業コンサルタント(有)アグリウェザー
- [4] 山本康友, “港区の取り組み”, センサーネットワークの展開と応用 ワークショップ (2006), <http://live-e.naist.jp/sns/files/Yamamoto.pdf>
- [5] 木浦卓治, “農業アプリ”, センサーネットワークの展開と応用 ワークショップ (2006), http://live-e.naist.jp/sns/files/Kiura_Agri.pdf
- [6] 萩原洋一, “東京農工大学における街路樹と屋上緑化の効果” センサーネットワークの展開と応用 ワークショップ (2006), <http://live-e.naist.jp/sns/files/hagi.pdf>
- [7] 宮村浩子, 古谷雅理, 萩原洋一, 斎藤隆文, “ハッチングパターンを用いた多属性気象データの可視化”, 情報処理学会研究報告 2007-CG-126, pp.43-48 (2007)