

最優秀賞

賞金 20 万円

二酸化炭素 (No2) 測定器

「反射君」の開発

鹿児島県立錦江湾高等学校

化学研究部

二酸化窒素測定器(反射君)の開発

鹿児島県立錦江湾高等学校 化学研究部

2年 神田直人・池山瑛渡・内田直人

連絡責任者 教諭 河野裕一郎 : yuichi_chemistry@yahoo.co.jp

【住所】〒891-0133 鹿児島県鹿児島市平川町 4047 番地 Tel099-261-2121

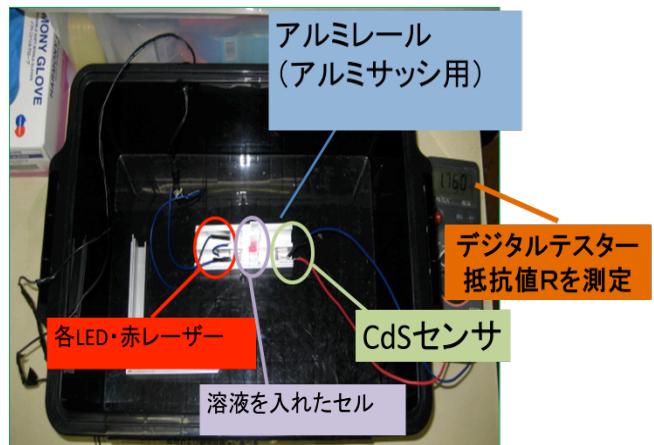
1. はじめに

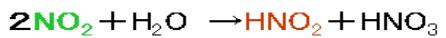
大気汚染や酸性雨の原因である二酸化窒素(NO_2)は、工場や焼却場等から工場や車の排気ガス等から排出され、人体に対して急性および慢性^{アレルギー}疾患の罹患と悪化、肺機能への影響などである¹⁾。このため、 NO_2 の環境基準は1時間値の1日平均値が 0.04~0.06 ppm 以下であることと定められている²⁾。しかし、 NO_2 濃度を調べるには化学発光法などを用いた高価な機器が必要で、鹿児島市でも4局のみしか設置されていない。安価で簡単で正確に NO_2 濃度を測定できる簡易反射型吸光度計（以下：反射君）の開発を試みた。

2. 方法

2-1 簡易吸光度計

参考文献³⁾を元に、アルミサッシの部品として使われるアルミレール（幅 12 mm）に、 NaNO_2 濃度を調整した溶液を入れる 1 cm のプラスチックセルおよび光源である各波長 5 mm LED・半導体レーザーを取り付けた。センサには測定範囲が可視光領域にある光センサの硫化カドミウム(CdS) センサを用いた。アルミニウムレールは、比較的加工しやすい金属で、寸法も正確かつ熱放射にも優れている。また、実験を暗所で行うために実験装置をプラスチックボックスの中に入れて測定した (Fig. 1)。センサからの抵抗値 ($k\Omega$) は、デジタルテスター Metex M-6000M で測定した。用いた電子部品は秋月電子より購入した。また、ザルツマン試薬は、 NO_2 によってピンク色に発色する (Fig. 2)。光源として適切な LED を探るために、吸光度計 APEL PD-3500UV で 460~650 nm の吸光度を測定した。溶液での測定の原理として、ランベルト-ベールの法則を用いた。





HNO₂, HCl



Fig.2 NO₂によるザルツマン試薬の発色の化学反応式

2-2 簡易反射型吸光度計

二酸化窒素測定器（反射君）の模式図を示した(Fig. 3)。外部の光を遮断するために暗所ですべての実験は行った。参考文献⁴⁾をもとに、加工がしやすく、製品の寸法など正確なφ30 mmPVC製水道管およびT型管で本体を作った。LEDやレーザー、テスターについては2-1に示した簡易吸光度計と同様のものを用いた。

実際のNO₂濃度と比較するために、ザルツマン溶液を浸したろ紙を洗濯ばさみで吊り下げ、鹿児島市谷山・鴨池にある大気汚染物質広域監視システム（そらまめ君）の近くに設置した。そして、回収したろ紙を反射君で測定し、二酸化窒素濃度に換算した。設置については鹿児島市環境局環境部環境保全課の許可を得た。

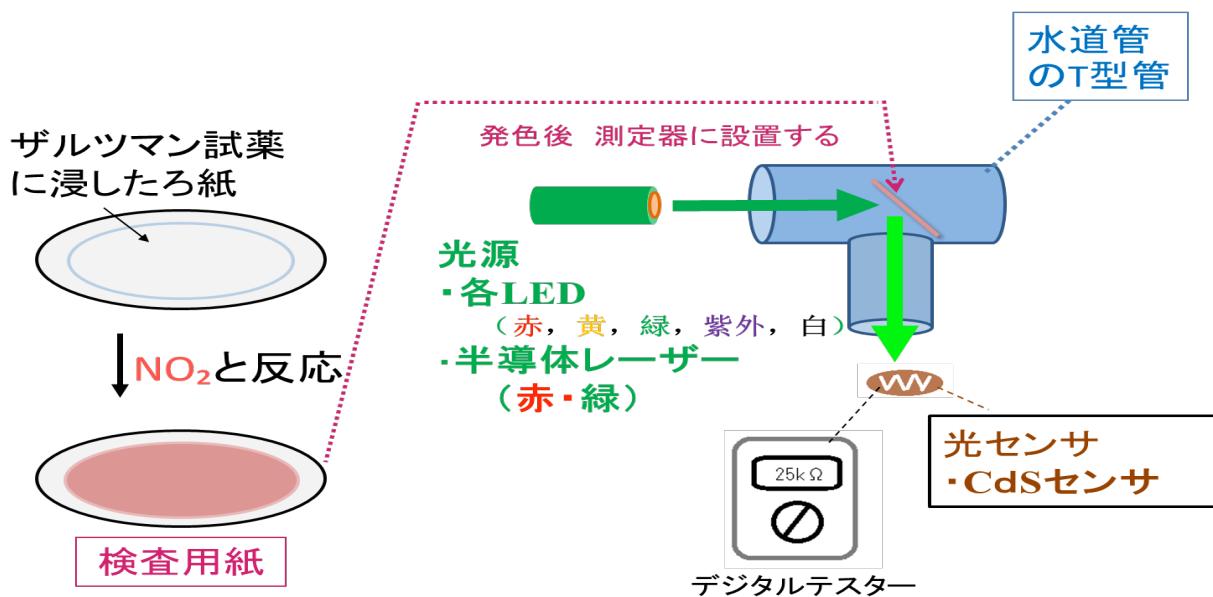


Fig.3 簡易反射型吸光光度計（反射君）の模式図

2-3 交通量と二酸化窒素濃度の関係性

平成 22 年度交通センサスで交通量調査を行っている場所で、学校から近く、交通量の多い国道 225 号線沿い 4 ヶ所(鹿児島市)に、ザルツマン溶液を浸したろ紙を 3 枚ずつ設置し、24 時間後に回収した。

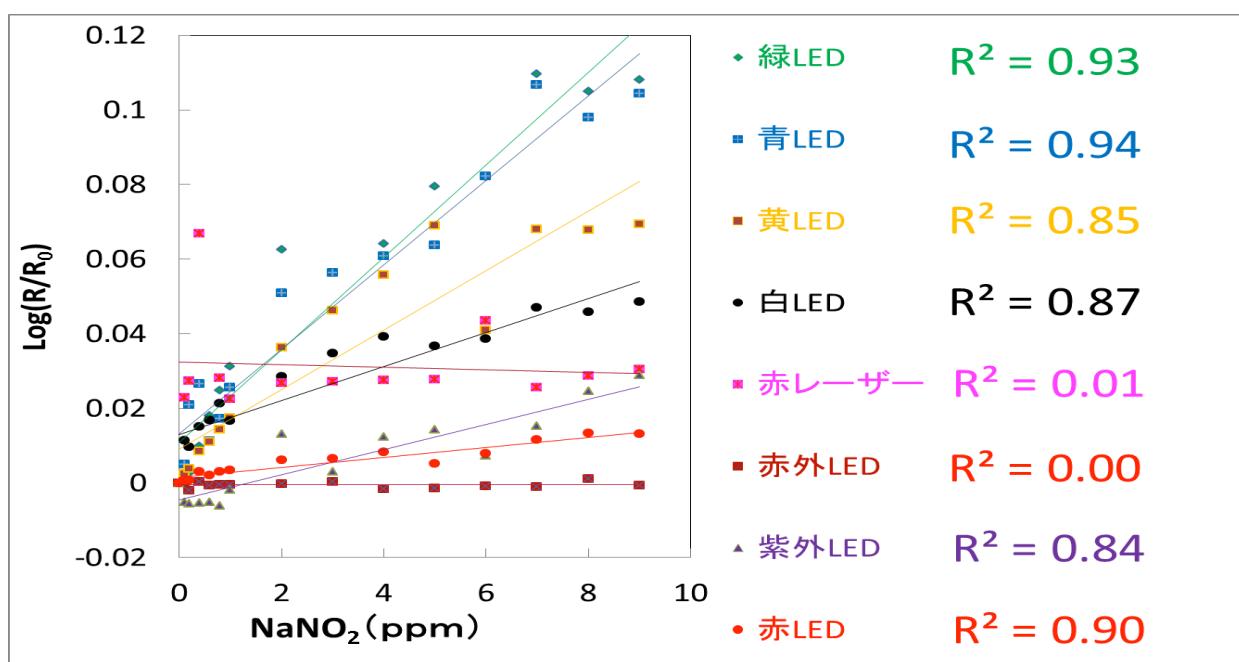


Fig.4 各光源による $\log (R/R_0)$ と NaNO_2 濃度の関係

3. 結果・考察

3-1 簡易吸光度計

NaNO_2 濃度 (ppm) に対して、各 LED で測定した抵抗値の比の対数 $\log (R/R_0)$ をプロットした (Fig. 4)。緑色 LED と青色 LED の直線性が良かった ($R^2=0.93$ と 0.94)。

吸光度計による吸収スペクトルの測定を行った結果、発色したザルツマン試薬は 460 nm ~ 565 nm 付近で吸収を確認し、 NO_2 のピークは 540 nm であると判明した (Fig. 5)。 NaNO_2 濃度 (ppm) と 520 nm での吸光度を比較すると $R^2=1.00$ と直線性が良かった (Fig. 6)。吸収スペクトルにより、緑色 LED ($\lambda_{\text{max}}=520 \text{ nm}$) の使用が有効と分った。吸収ピークの波長に近い緑色 LED ($\lambda_{\text{max}}=520 \text{ nm}$) の使用が有効と分かった。

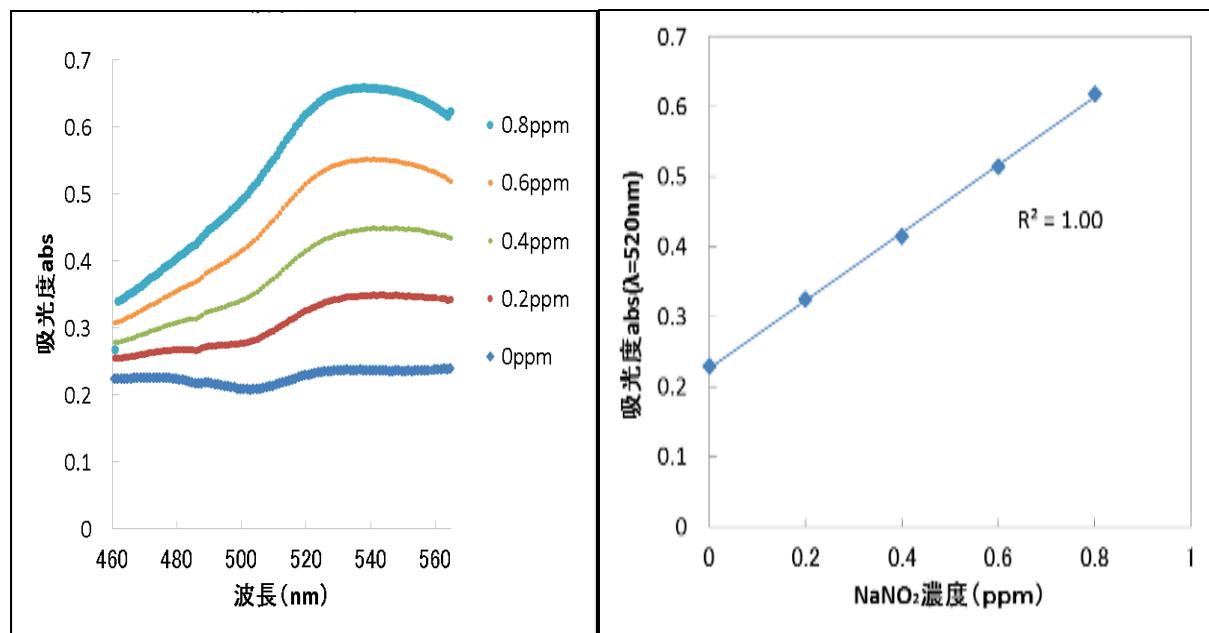


Fig. 5 NaNO_2 の各濃度における吸収スペクトル

Fig. 6 NaNO_2 濃度と吸光度 (520 nm) の関係

3-2 簡易反射型吸光度計（反射君）

NaNO_2 濃度 (ppm) に対して、各 LED で測定した抵抗値の比の対数 $\log(R/R_0)$ をプロットした (Fig. 7)。緑色 LED の直線性が最も良かった ($R^2=0.95$)。また、反射君で 0~8 ppm の濃度範囲で測定が可能であり、光源に緑色 LED、光センサに CdS センサが有効と分かった。

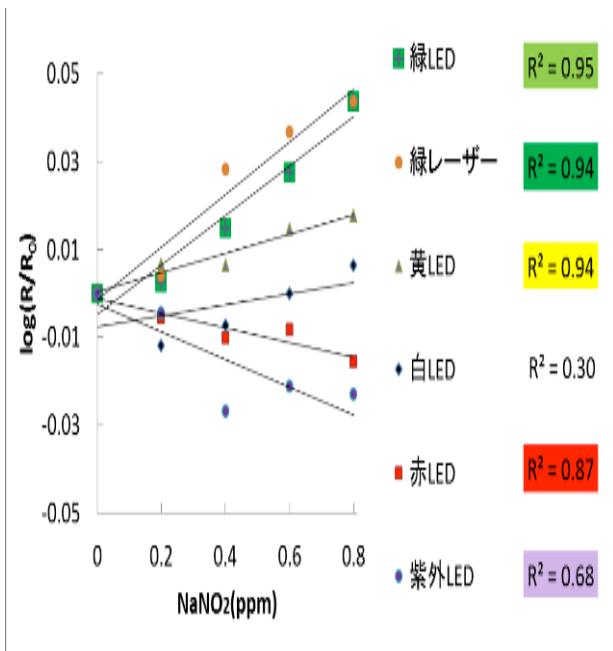


Fig. 7 各 LED による反射君の検量線

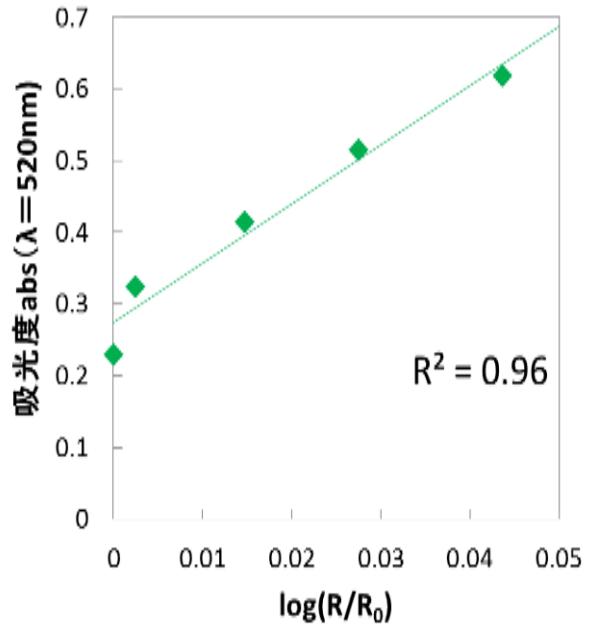


Fig. 8 反射君の $\log(R/R_0)$ と吸光度の関係

そらまめ君 (Fig. 9) の二酸化窒素濃度については、環境省のホームページからダウンロードした⁵⁾。反射君とそらまめ君のデータを比較した結果、 $R^2=0.96$ と直線性が良く、錦江湾高校が開発した反射君は、環境省が設置したそらまめ君と同じように、二酸化窒素濃度 (ppm) を正確に測定できることが実験的に証明された (Fig. 10)。



Fig. 9 そらまめ君の外観

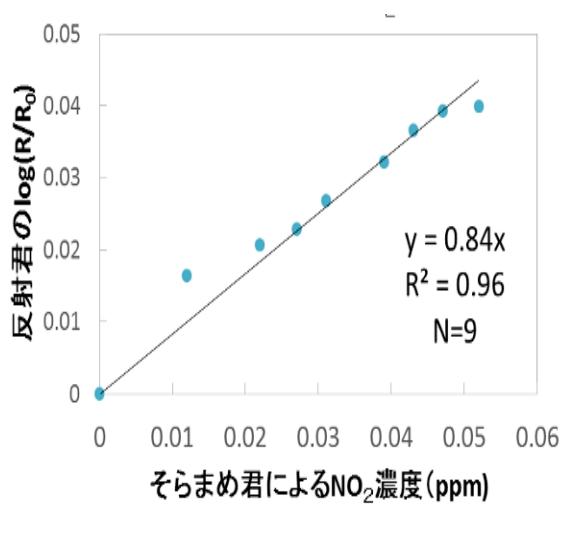


Fig. 10 そらまめ君と反射君の比較

3-3 交通量と二酸化窒素濃度の関係性

交通センサスのデータは、国土交通省のホームページからダウンロードした⁶⁾。反射君で測定した二酸化窒素濃度は交通量と正の相関性がみられた(Fig. 12)。交通量が多いと NO₂ の濃度が高くなるという報告と一致した⁷⁾。また、1時間当たりの二酸化窒素濃度が 0.06ppm 以下であったので、全ての測定場所で環境基準をクリアしていることが分かった。



Fig. 11 交通量と試験紙の設置場所

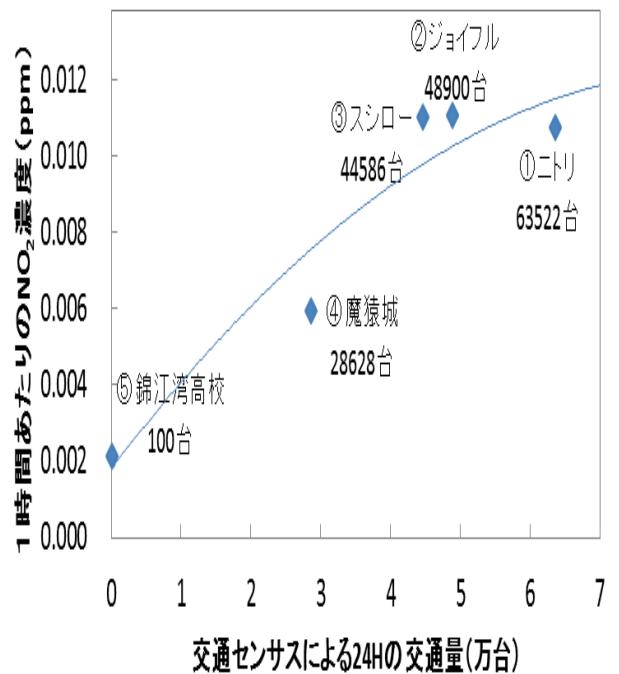


Fig. 12 交通量と二酸化窒素濃度の関係

4.まとめ

- ・安価でどこにでも設置できる二酸化窒素測定器（反射君）の開発に成功した。
- ・反射君による測定結果は、環境省のデータ（そらまめ君）と高い相関性が得られた ($R^2=0.96$)。
- ・交通量が多くなると二酸化窒素濃度が高くなることが分かった。

5.今後の研究について

- ・排気量別の自動車の排気ガスに含まれる NO₂ の測定
- ・NO₂ 測定の Android アプリの開発
(現在 KCS 鹿児島情報専門学校の御協力を得て、開発・校正中、来年 2 月には完成予定)
- ・鹿児島市の NO₂ マップの作成 (12 月には完成予定で、最終審査には間に合う予定)

6. 文献

- 1) 香川順 「窒素酸化物、粒子状物質、オゾン、タバコ煙による健康影響」
第3次健康住宅研究会資料 No8 愛知県学校薬剤師会
- 2) 環境大気常時監視マニュアル 第4版 環境省
- 3) 津曲琴乃、中摩遼太郎 「指宿市における二酸化窒素NO₂の測定及び二酸化窒素の測定法の研究」 Kagoshima Students ' Science Reports 2007
- 4) 杉本良一、紺野昇 環境教育と情報活用 大学教育出版
- 5) 環境省大気汚染物質広域監視システム <http://soramame.taiki.go.jp/>
- 6) 平成22年 交通センサス（一般交通量調査 時間帯別自動車類交通量表） 国土交通省
<http://www.mlit.go.jp/road/census/h22-1/>
- 7) 高橋誠幸 自動車排出ガスによる汚染状況と自動車交通量の関連
宮城県保健環境センター年報 第25号 2007

謝辞

鹿児島大学理工学研究科 神長暁子 助教には、器具の借用とご指導いただきありがとうございました。

優秀賞 賞金 10万円

多地点同時降雨観測・多
種データ観測システム

【G=ARTH】

香川高専高等学校

高松キャンパス

多地点同時降雨観測・ 多種データ観測システム

香川高専電気情報工学科 金丸将之 大西一平 賀嶋巧史 関屋瑞樹 村川星斗

1 目的

今回このシステムを作ったのは、近年夏ごろに良く発生しているゲリラ豪雨がさまざまな災害を引き起こしていることから、その進行方向を予測することで災害を回避することができると考えたからである。さらに、ゲリラ豪雨だけでなく通常の降雨の予測、また、気象観測データの収集を行うことも目的である。

2 システム概要

2.1 観測方法

多くの地点の降雨を観測し、その変化を見ることにより雨、雨雲の進行方向を予測することができる。これは多数のセンサノードを多くの地点に設置し、そのデータをリアルタイムに回収することで実現することができる。

センサノードは単機能に設計し、1つ1つのコストを抑えることで、多地点に設置することを可能にした。

また、気温、湿度、気圧、風向、風速、雨量などの多彩なデータを取得する高機能センサノードを1つ設置して取得したデータを分析することにより、予想をより確実なものにできる。

2.2 システムの概要と特徴

○複数地点同時観測

9基のセンサノードを複数地点に配置し、無線で情報を送信することにより複数地点の降雨を測ることができる。それにより雨の移動方向を観測し、予測に役立てることができる。さらに、センサのある地点に現在雨が降っているかをほぼリアルタイムで知ることができる。

○多彩な気象センサ

センサノードの中心地点に配置される高機能センサノードには以下の多彩なセンサが搭載されている。

- ・気温
- ・湿度
- ・気圧
- ・風向
- ・風速
- ・雨量

これにより多彩なデータを集めることができ、気象予測に役立てることができるようになる。

○省電力化による長期間観測

それぞれのセンサノードはさまざまな省電力化手法により、長期間の稼動を可能にした。

○データのサーバ蓄積

観測されたデータはゲートウェイからインターネット上のサーバに蓄積される。これにより誰でも情報を得ることができ、さらにこのデータをサーバ上で解析することにより、天候の予測やゲリラ豪雨の移動方向の予測を可能にした。

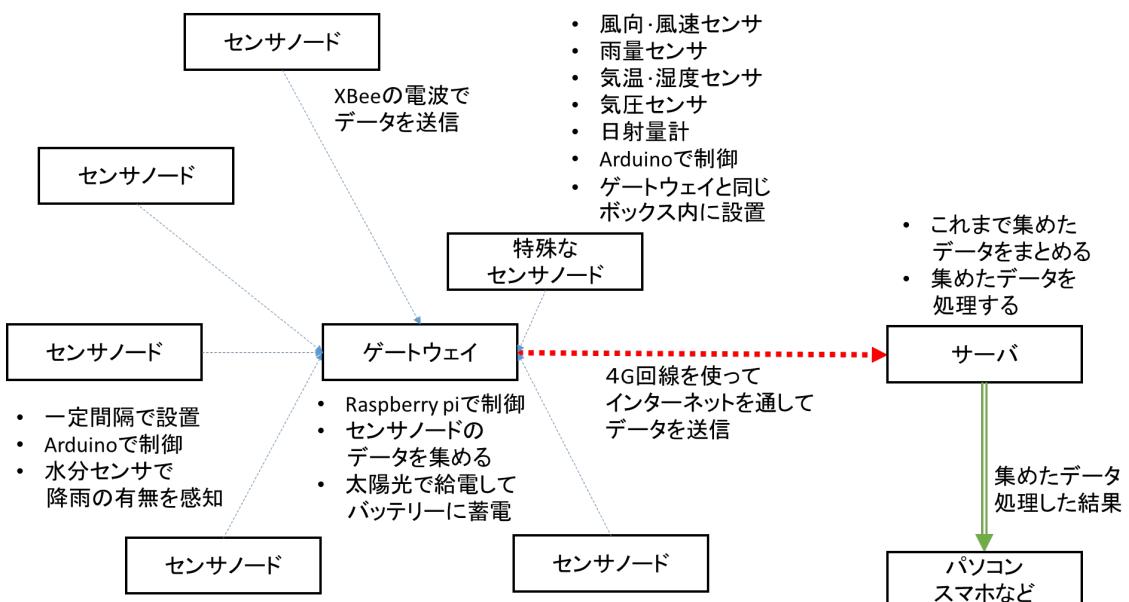


図 1 システム概要図

2.3 システムの仕様

2.3.1 センサノード

Arduino 互換機を用いてセンサのデータを取得し、EndDevice モードの XBee を用いてゲートウェイにデータを送信する。

センサノードでは水センサ(自作、9番センサノードのみ GROVE - 水センサ)について水滴を検知することにより雨の有無を検知する。具体的には、水センサは検知部に水滴がつくと出力電圧が下がる構造になっているので、出力電圧を Arduino 互換機のアナログ入力を用いて検出し、アナログ入力閾値と検出回数の 2 つの閾値を用いて降雨の有無を判定する。閾値は室内での実験によって決定した。

屋外に設置する必要があるため、防水ボックス(WB-DM | ウオルボックス 屋根一体型 タテ型)を使うことによって防水を行う。また、水センサはボックスに開けた穴から外部に露出させ、穴をシリコーンシーラントでふさぐことにより防水性能を保った。

このセンサノードは降雨のあるとき 1、降雨の無いとき 0 となり降雨の有無の情報を送信する。

9番センサノードのみに土壤水分量センサ(GROVE - 水分センサ)を追加で取り付け、その地点の土壤水分量を計測する。土壤水分量は 0~100 のパーセンテージで取得され、降雨の有無の情報とともに送信される。



図 2 9番センサノードの写真

2.3.2 自作水センサ

初期の計画では水センサは9番センサノードと同じ既製品を使う予定だったが、規定個数が期日までに入手できないことが判明したため、プリント基板を削ることにより水センサを自作した。入出力インターフェースは従来の水センサと同じ回路になるように設計し、既製品と同一の検知アルゴリズムを用いることができるようにした。

また、水検知部の周りの銅部分をすべて削ることにより、誤検出を防いだ。

さらに、水検知部をはんだで薄く覆うことにより、検知部がさびることを防ぐようにした。

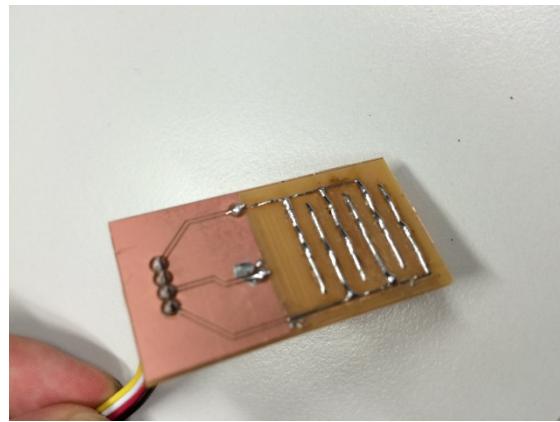


図 3 自作水センサ

2.3.3 高機能センサノード

ゲートウェイ付近に設置した。

ArduinoUno を用いて気圧センサ(MPL115A2)、温度・湿度センサ(SHT21)、風速・風向・雨量が計測できる気象観測センサキット(Weather Meters)のデータを回収し、ゲートウェイに送信する。スリープ機能による省電力化のためリアルタイムクロック(RTC-8564NB)を用いた。データ送信手段は Router モードの XBee モジュールを用いた。

このセンサノードは気温、湿度、気圧、雨量、風速、北を $0[^\circ]$ 、東を $90[^\circ]$ とした $45[^\circ]$ 刻みの風向の 6 つの情報を送信する。風向が正しく測定できなかったときは 999 という値を送信するようにした。

これには、センサノードの ID10 番を割り当てた。



図 4 高機能センサノード

2.3.4 ゲートウェイ

ゲートウェイはセンサノードの分布の中心に設置する。

下図の Raspberry pi を用いて Coordinator モードの XBee モジュールを制御しセンサノードや高機能センサノードのデータを回収し、4G 回線によるインターネット接続を用いてサーバに送信する。屋外に設置する必要があるため、防水ボックスを用いて防水を行う。

Raspberry pi の熱暴走を防ぐために放熱板と DC ファンを用いて放熱を行った。
データは毎時 0 分を基準とし、3 分おきに送信される。



図 5 ゲートウェイと防水ボックス

2.3.5 WEB サーバ

2.3.5.1 データ受信用サーバ

ゲートウェイから post 形式で送られてきたデータを受信し、JSON 形式の文字列として記録する。

2.3.5.2 ビジュアル表示用サーバ

上記のサーバと同じ JSON 形式の文字列を上記のサーバから取得し、そのデータ内の降雨の有無のデータを、アイコンを使った動画のように表示する。

アイコンの大きさが動画内の時間で変化するようにし、データ受信時刻とアイコンの大きさを関連付けることにより、そのデータの受信時刻と信憑性を視覚的にわかりやすくした。動画内の時間は現実の 10 倍の速さで再生される。

Ruby On Rails を用いて Javascript のコードを動的に生成し、それをクライアントの環境上で実行することにより動画のような表示を実現している。

Google Chrome(Windows), Safari(Mac, iPhone)での動作を確認した。

下の画像は、雨雲が北西から南東に向かって移動する動きを想定したサンプルデータを用いたときの結果である。

0,1,0,0,0,0,0,0,0
year: 2015
month: 9
day: 10
hour: 12
min: 0
sec: 0

Sat Oct 10 2015 12:09:15 GMT+0900 (東)

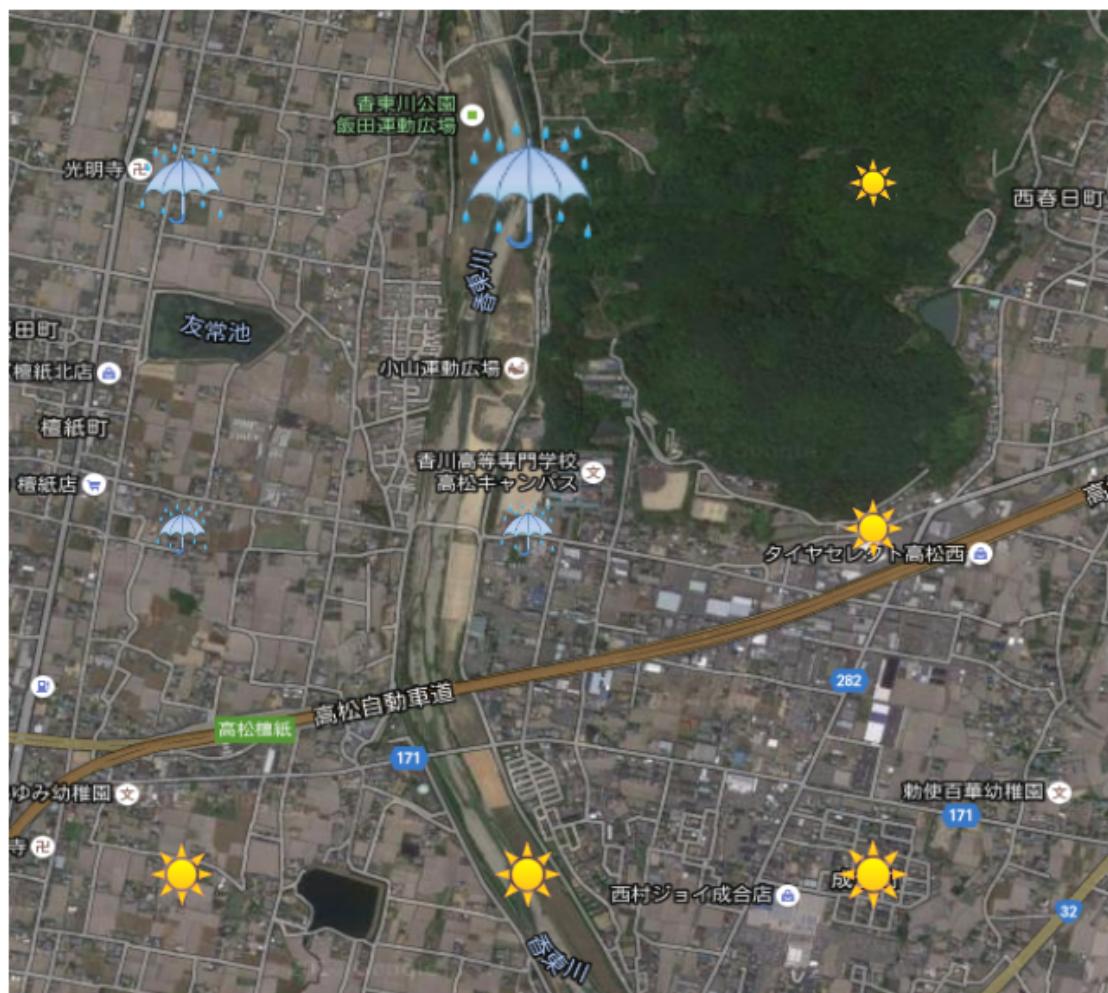


図 5 12:09:15 の表示サンプル

0,1,0,0,0,0,0,0,0
year: 2015
month: 9
day: 10
hour: 12
min: 0
sec: 0

Sat Oct 10 2015 12:10:31 GMT+0900 (東)

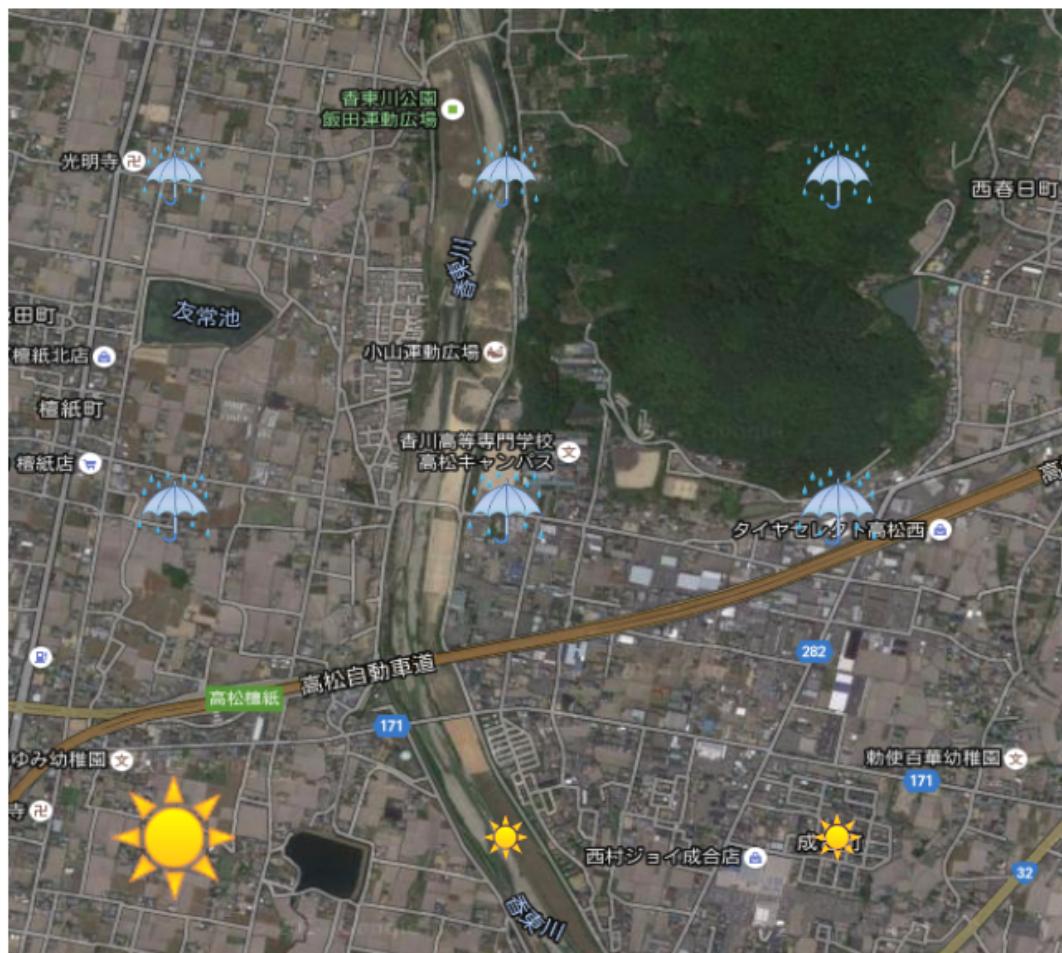


図 6 12:10:31 の表示サンプル

3 観測結果

3.1 水センサ(センサノード)

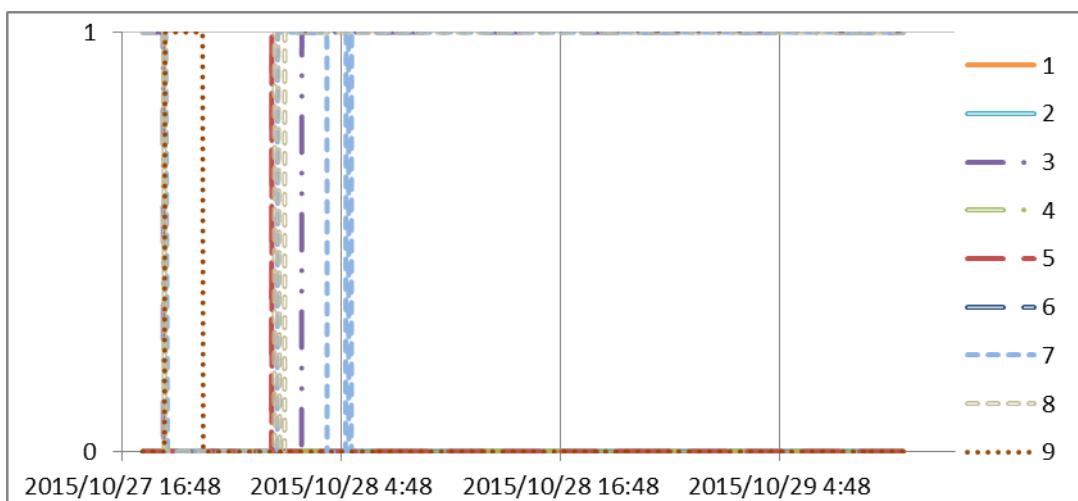


図 7 全観測結果のグラフ [水センサ]

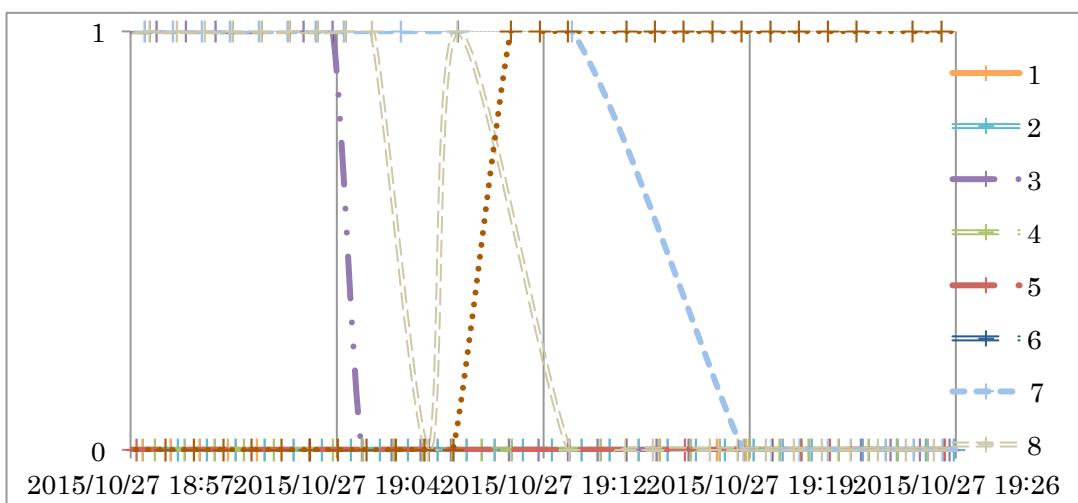


図 8 図 6 グラフの拡大①

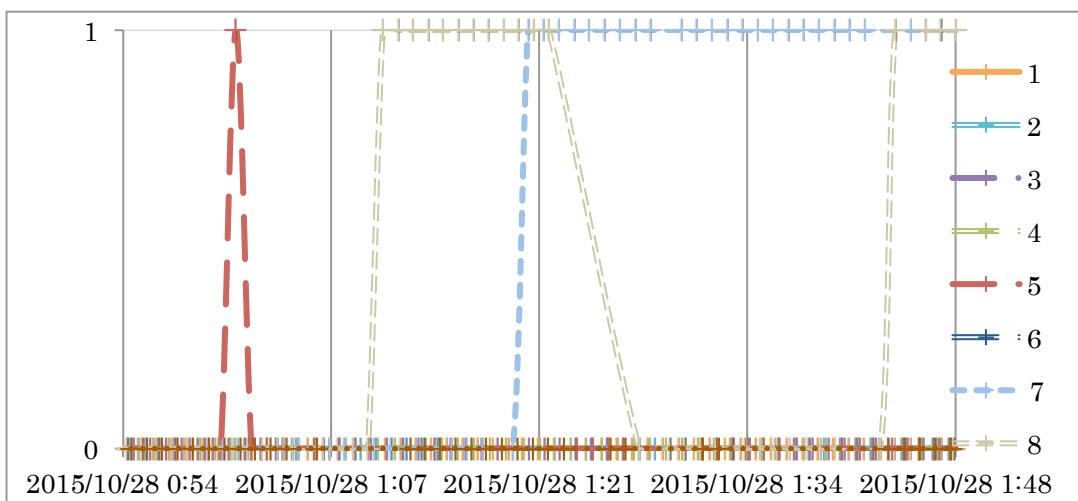


図 9 図 6 グラフの拡大②

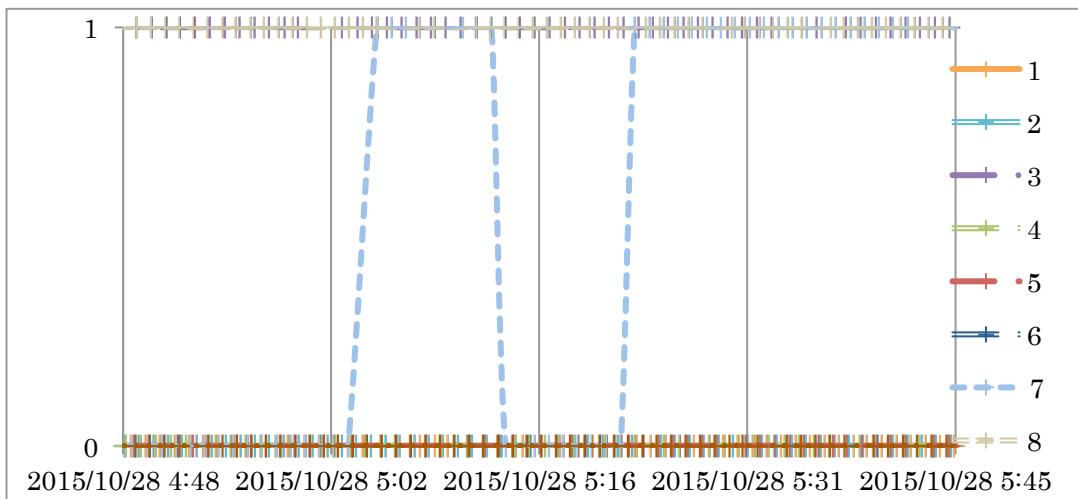


図 10 図 6 グラフの拡大③

今回は水センサの雨によるテストを行ったかったため、ある程度センサノードを固めた状態でデータ送信間隔 1 分として設置した。このため、センサの値はある程度似通っている。さらに 9 番センサは設置場所に土壌がなかったため今回は倒して設置した。このため、9 番センサノードの値は正確でない。

観測終了後下図のように 7 番、8 番センサノードが倒れていた。



図 11 実験後のセンサノード

右奥から手前方向に 1,2,3、真ん中奥から手前方向に 4,5,6、左奥から手前方向に 7,8,9 と並んでいる。

3.2 高機能センサノード

これは香川高専専攻科棟の屋上に設置した。通常のセンサノードより早い時期に起動した。しかし、一定時期以降に停止してしまったようで一定時期以降のデータが送信されていない。また、電源の都合上建物から大きく離すことができなかった。データ送信間隔 1 分として設定している。

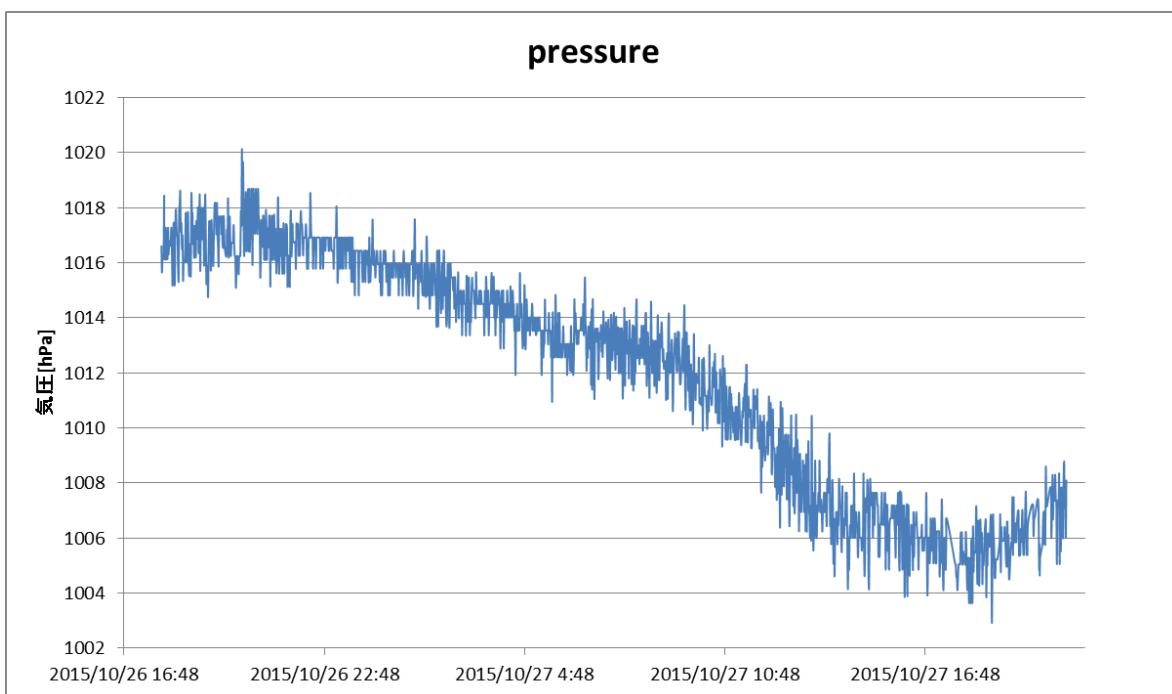


図 12 気圧の測定結果

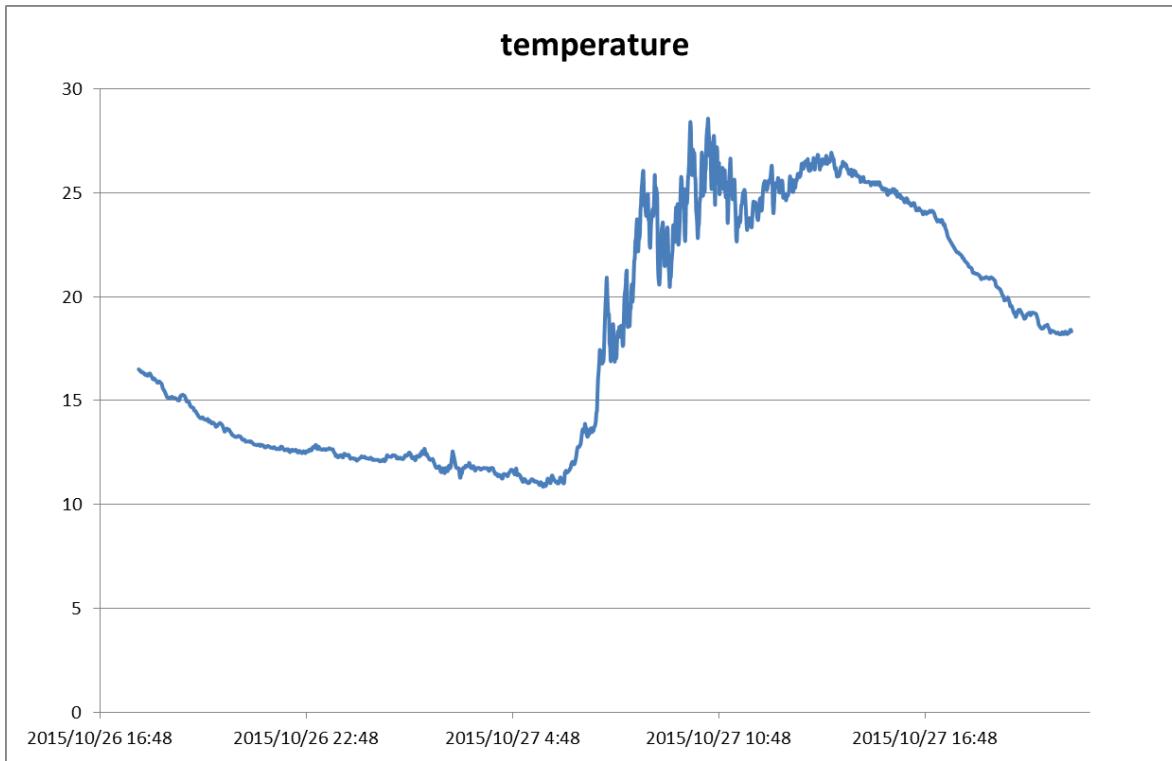


図 13 溫度の測定結果

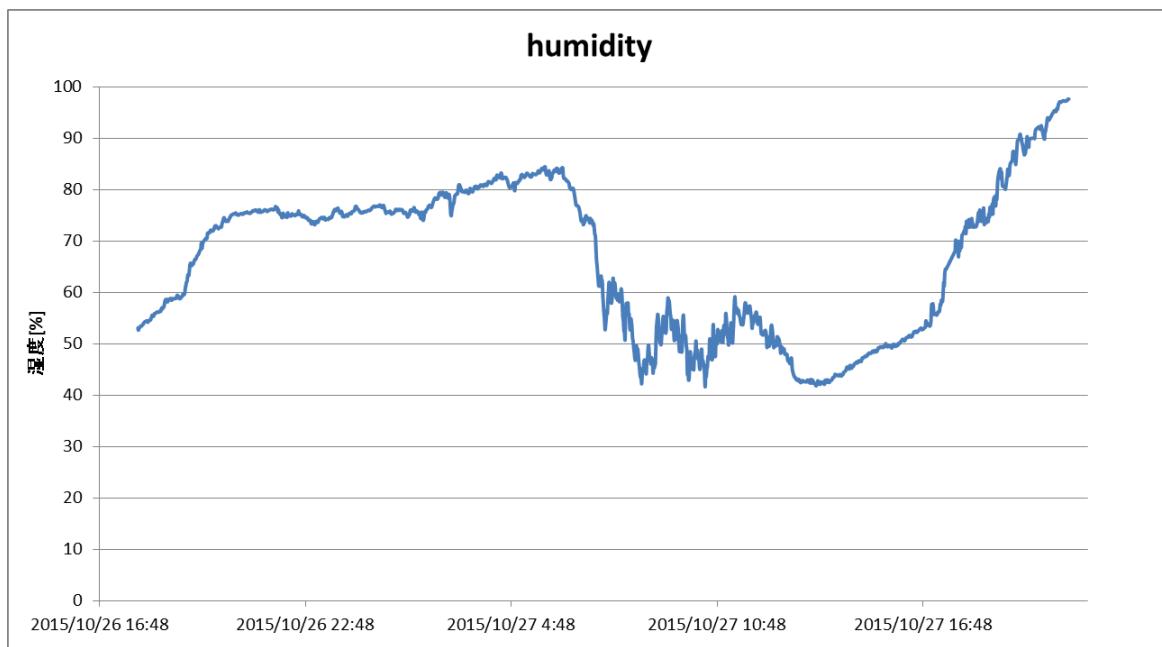


図 14 湿度の測定結果

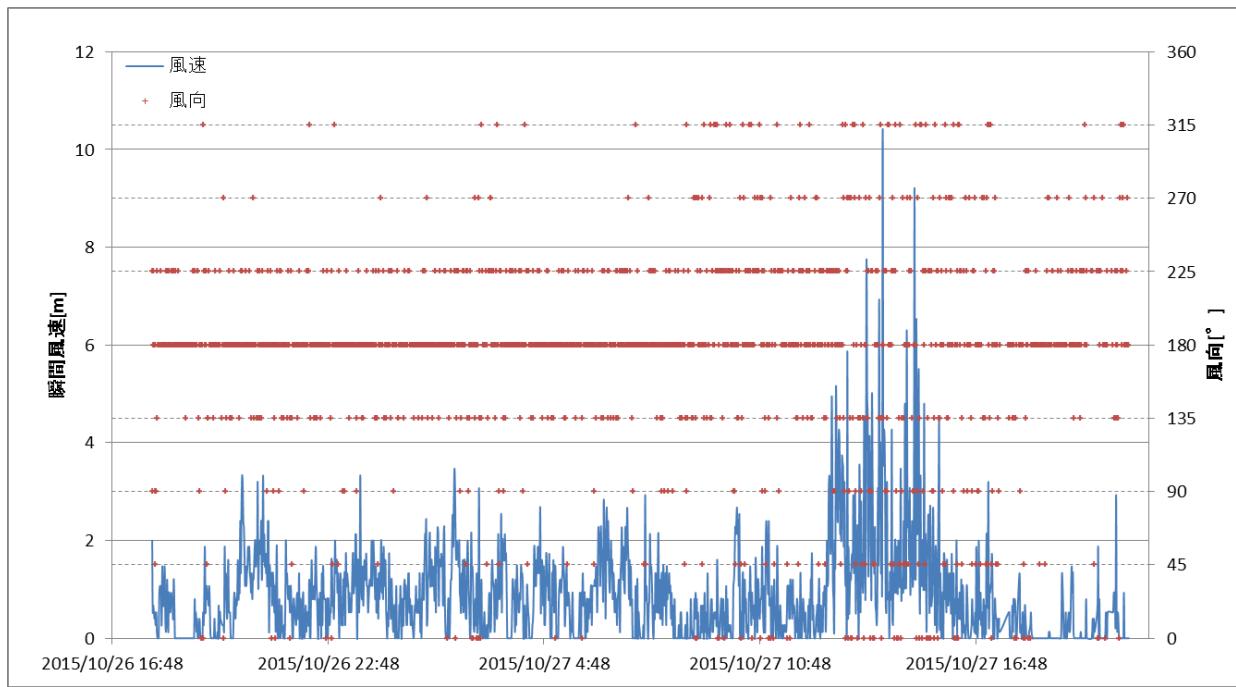


図 15 風速・風向の測定結果

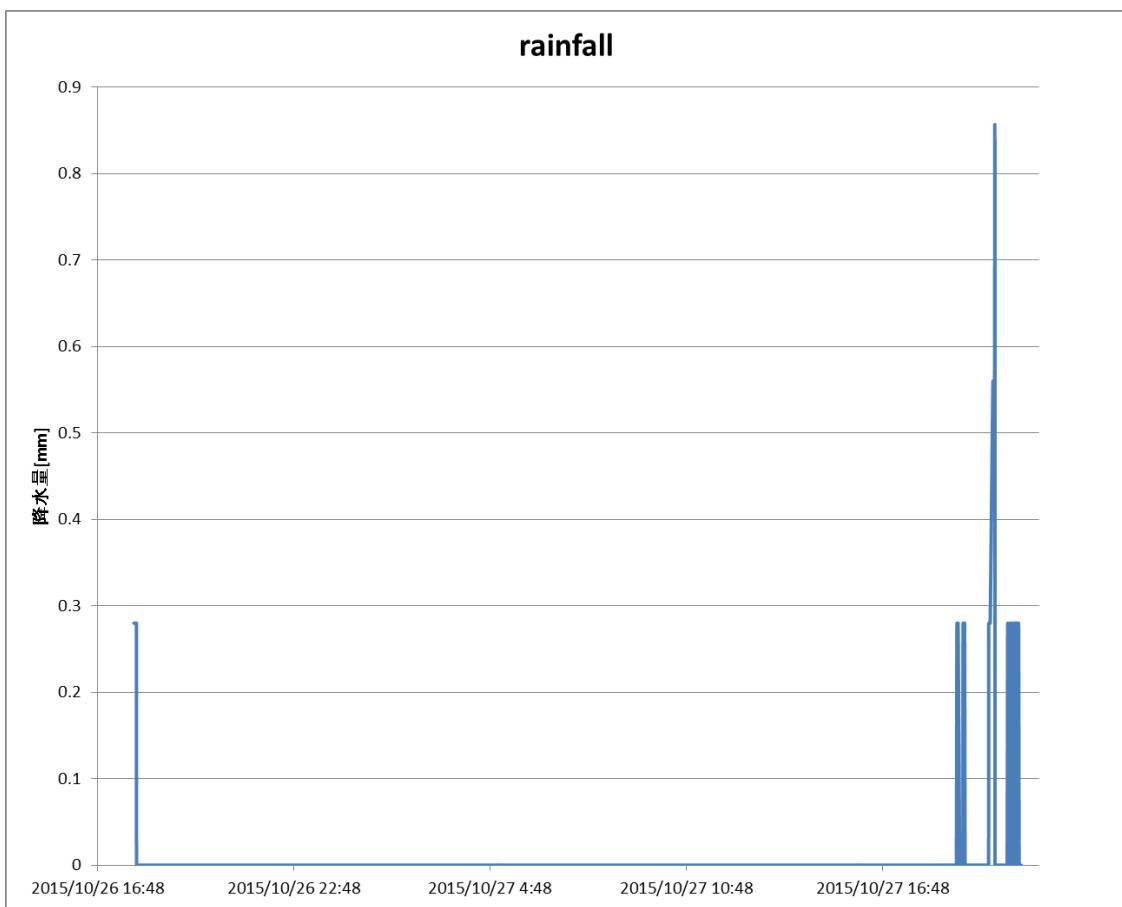


図 16 降水量の測定結果

この結果はプログラムの設定ミスにより間違っていることが分かった。

4 考察

センサノード同士はある程度近くに設置したので、時間遅れはあってもすべてが同じような反応をすると予想されたがそうはならなかった。十分な降雨がなかったか、もしくはセンサノード自体にコネクタの接触不良など何らかの原因があることが考えられる。特に1度も反応していない1,2,4番センサノードには何か問題があることが予想される。また、次点で検出回数1回の5番センサノードにも何か問題があるかもしれない。問題がある可能性があるセンサノードが一定地域に固まっていることからその設置担当者の置き方に問題があったのかもしれない。

また、10/28 1:00あたりから7,8番センサノードの値がおかしくなっているが、これはセンサノードが倒れたことによる影響だと思われる。センサノードは単1電池2本で駆動させており、それなりの重さがあったためセンサノード自体が倒れることは想定していなかったが、測定終了時には倒れていたのでそれに対する対策が必要だと思われる。これらは設置写真左側の開けた場所に設置されていたため、遮るもののが少なく強

風が直撃したのだろう。対策として重量物やポールに括り付ける、下半分を埋めるなどが考えられる。

高機能センサノードによって測定した気温、湿度、気圧はおおむね水センサの降雨の有無と関連していると考察される。たとえば降雨のあるとき気圧が低下、気温が低下、湿度が上昇している。

気温のずれに関しては、機器の接触不良や結露などが原因と思われる。現に、測定前の試験中も奇妙な値を検出していた。しかし、十分離したつもりであったが高機能センサノードの後ろにエアコンの室外機があったのでそれが原因でデータが狂ったことも可能性としては考えたくないがわずかながら考えられる。

高機能センサノードによって測定した風向は 180 度(南向きの風)が多いが、これは測定地点の西 1m ほどに建物があるためそれに影響されたものだと思われる。もしくは測定地点の北側にある山とも関係があるかもしれない。

雨量計に関しては時間間隔を再設定する際にプログラムソースの中に直書きされた定数を見直していなかったことが原因だった。見やすいソースを心がけるとともに、しっかりとチェックすることが必要だと思われる。また、室内ではチェックしにくいなどと理由をつけて雨量計の動作チェックを行っていなかったことも大きな原因に挙げられる。

データ受信用サーバに蓄積されている整理前のデータを見ると、データの衝突や破損による消滅が多かった。各センサノードのデータ送信間隔を 1 分に設定したのは短すぎたかもしれない。次の測定では 2 分または 3 分に設定してみようと思う。

計測中ゲートウェイのデータ送信機能が停止し、再起動によりデータ回収を行ったが、その時間と高機能センサノードが停止した時間が一致している。これらは同じコンセントから電源を供給していたので、コンセントの電源異常が停止の可能性という説も考えられる。

5 感想

センサノードのパッケージは防水加工を中心に細かく工夫したが、それでもまだ甘い箇所がいくつかあった。センサノードが倒れるという点に関しては予想外だったが、このような失敗があったことで、いい経験にもなった。そして、後々の非常事態に対して考えることがいかに大事なのかがよくわかつた。

取得したデータの表示に関しては、アイコンの配色を工夫して見やすくしたり、時間の経過によってアイコンの大きさが変わるようにしたりするなど、使用者に分かりやすくするような工夫をすることも大切なのだと思った。

今回、組み込みプログラムは初挑戦だったが、水センサを動かすことができたのでよかったです。しかし、結露などの水滴では動作しないようにするなどの工夫を行ったが、

うまく動いているかがよく分からなかつたので、今後の開発ではうまく動作するような工夫を行っていきたい。また、気象観測という、難易度が高いものだったが、チームの仲間と協力し合い、紆余曲折しながらもひとつの「もの」を作り上げたことで、自身のスキルアップにもつながり、そして「ものづくり」の極意も学ぶことができた。

最後に、ビジュアル表示用サーバはデータが動画のようにわかりやすく表示できる会心の出来だと思うが、この資料では魅力を十分に伝えきれないでとても残念である。また、今回の測定は水センサや高機能センサノードなど測定がうまくいかなかつたためとても悔しかつた。これから本コンテストに向けてプログラムなどの修正を行い、測定精度を高めた後、改めて広範囲の測定を行う予定である。

優秀賞

賞金 10 万円

傘の花畠

長崎県立宇久高等学校

傘の花畠 報告書

平成 27 年 11 月

鳥羽商船高等専門学校

制御情報工学科

4 年 杉野 寿揮

4 年 大北 悠人

ボランティア参加 2 年 村山 由莉衣

1. 背景

私たちの生活は気象状況によって大きな影響を受けます。近年、地球規模の気象変動の影響からゲリラ豪雨等による被害が増えていくことは、皆さんご存知の通りです。例えば、平成27年7月24日に東京渋谷駅周辺で発生したゲリラ豪雨により渋谷駅地下が浸水し、一時機能停止状態に陥りました。これにより多くの人が渋谷駅で立ち往生することとなりました。もし渋谷駅周辺でゲリラ豪雨が降っていることが分かっていれば別の駅に移動する等の対策ができるかもしれません。

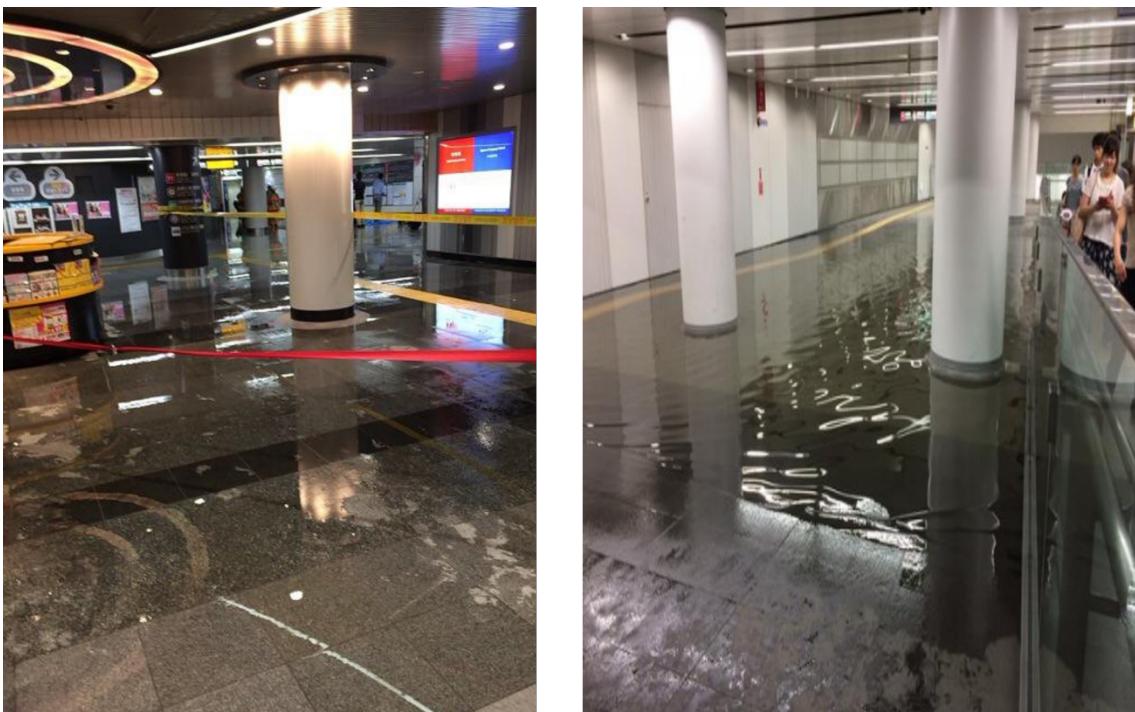


図1 渋谷駅地下の浸水の様子⁽¹⁾

このような事態を未然に回避するには、正確な気象情報を常に把握できるようになる緻密な仕組みが必要になります。もちろん、今は気象庁や民間の気象情報機関の提供する気象情報を、ウェブ等で知ることができます。しかし私たちがよく目にする天気予報は図2の様に県や市単位の大きな範囲のものです。実際は、もっと細かな気象情報もありますが、それも250m格子の予測や10分前の情報です。そこで、私たちはリアルタイムのもっと細かな気象情報を知りたいと考え、「人がどこで傘を開いたか」という情報を共有するアプリを開発しました。

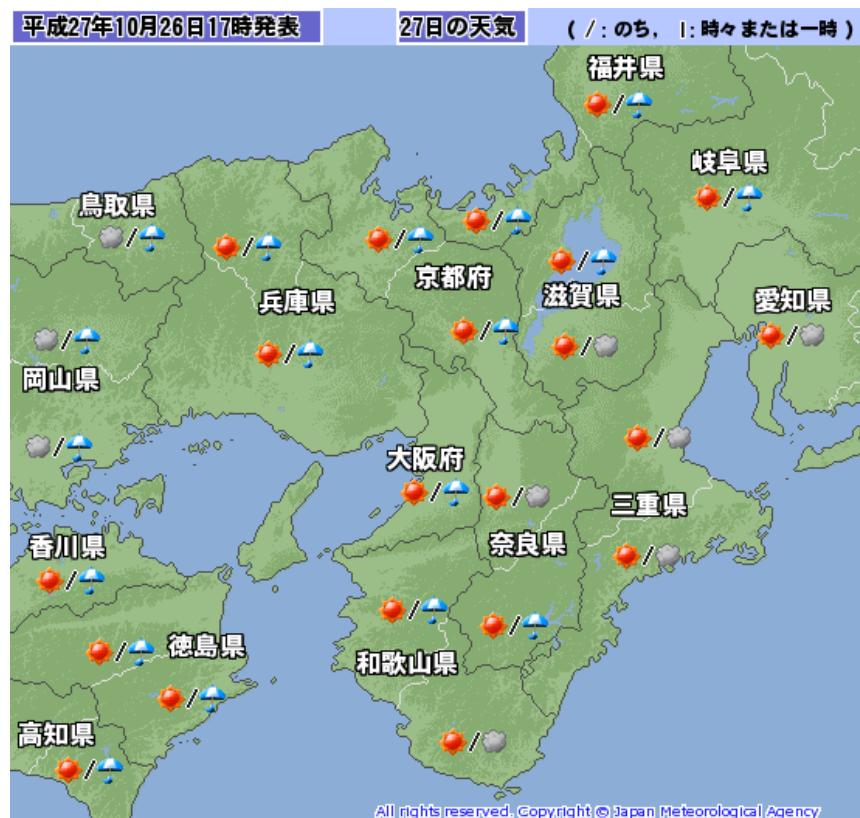


図2 気象庁の天気予報図⁽²⁾

2. 目的

傘の花畠は、日常生活の中での人の振る舞いから気象観測を自然に行うことができないかと思い、今や殆どの人が持ち歩いている「スマートフォンと小型の通信モジュールを備えた傘」を使って現在雨が降っている正確な場所を知ることができるアプリを開発しました。傘の花畠では、以下のような流れで処理を行います。

- ①人が傘を開いている場所をスマートフォンのGPSを用いて調べます。
- ②情報をスマートフォンの通信機能でクラウド上にアップロードし、マップ上で確認できるようにする。
- ③雨が降っている正確な場所がオープンデータとして公開される。

また、近くで傘を開いている人がいた場合にスマートフォンに通知が届くようになります。これにより、室内にいる人も「今、外では雨がふっているんだな、傘を用意しよう！」という風に傘の花畠の恩恵を受けることができます。

3. システム

3.1 概要

傘の花畠はいつでもリアルタイムで雨が降っている場所を確認することができ、自分でも気象観測を行えるというスマートフォンアプリです。図5、図6にシステム概要と使用している傘の開閉センサーを示してあります。

傘の花畠の最大の特徴は「自分で気象観測をする」ということです。日常生活の中で傘をさしているだけで気象観測することができます。その情報は一人ではすごく小さな情報ですが、日本中で多くの人が使用してくれれば既存の気象データよりも細かな情報を集めることができます。

傘の花畠では傘の開閉情報と位置情報を取得するために、磁力センサーを使った開閉センサーとスマートフォンのGPSセンサーを使用しました。そして開閉センサーとスマートフォンで通信をするためにBluetooth通信を用いました。オープンデータを公開できるサーバーとして、AzureのクラウドサーバーとAzure SQL Databaseを使用しました。

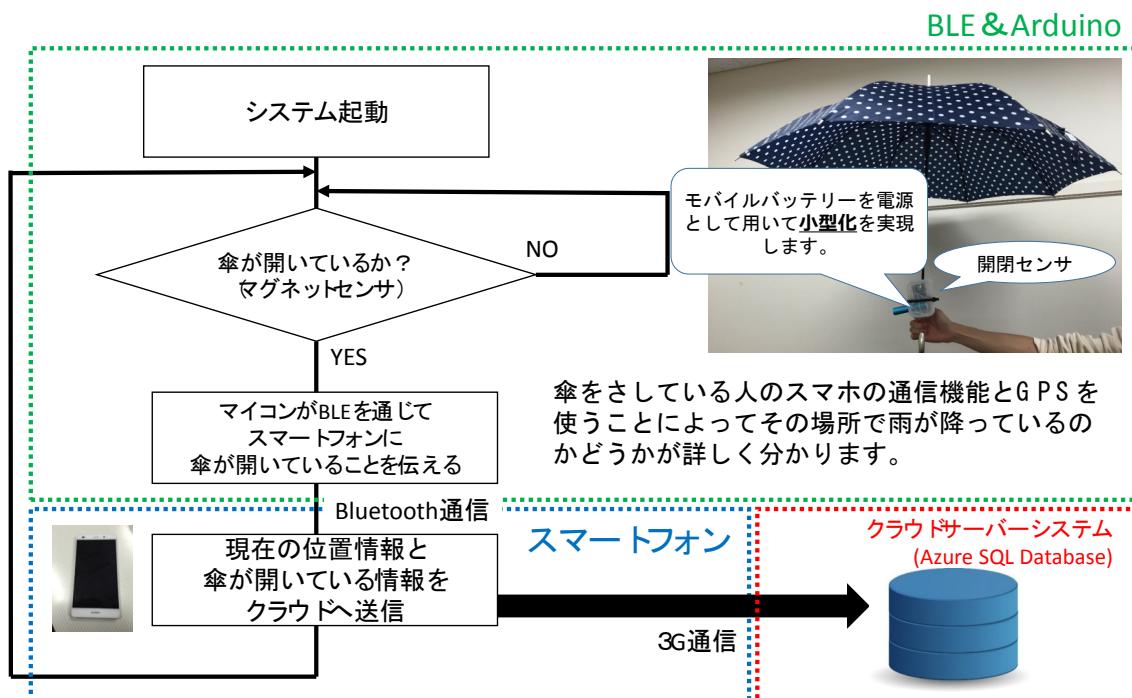


図3 システム概要

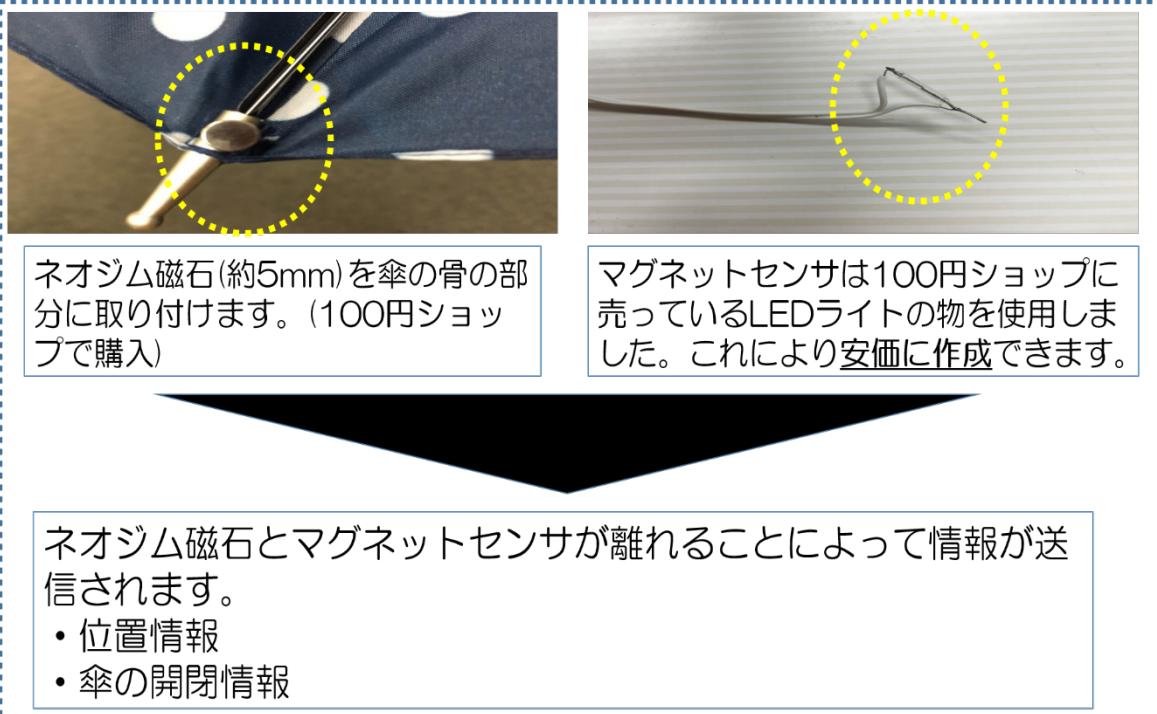


図 4 傘の開閉センサの詳細

3.2 機器説明

3.2.1 クラウドサーバー

オープンデータとして、データを公開するために Microsoft Azure を使用しました。Azure では、収集したデータを WebAPI を通して公開可能です。

3.2.2 開閉センサー

傘の開閉時に開閉情報を取得しスマートフォンへ送信するためのものです。使用した Arduino Pro Mini の画像を図 5、スペックを表 1 に示し、BLE モジュールの画像を図 6、スペックを表 2、開閉センサーの回路図を図 7 に示します。これらの機器選択については低消費電力で、安価であることを基準としています。

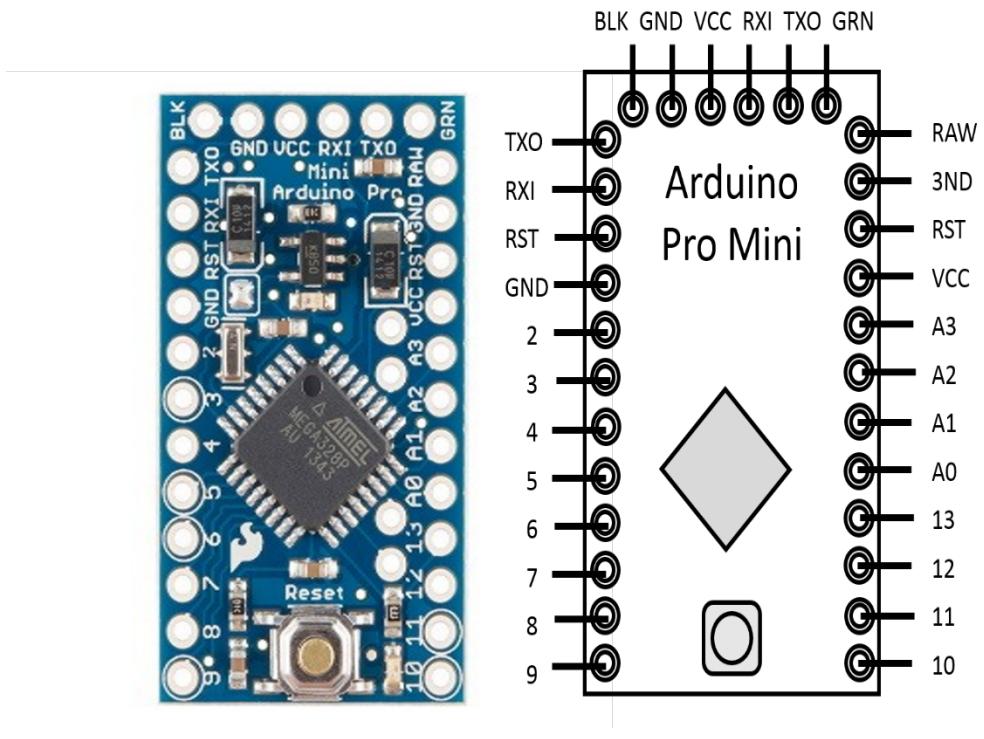


図 5 Arduino mini の画像

表 1 Arduino Pro Mini のスペック⁽³⁾

マイクロコントローラー	ATmega328
動作電圧	5V
デジタルI/Oピン	14
アナログインプットピン	6
インプット電圧	5 - 12 V
クロックスピード	16MHz
寸法	寸法: 18x33mm

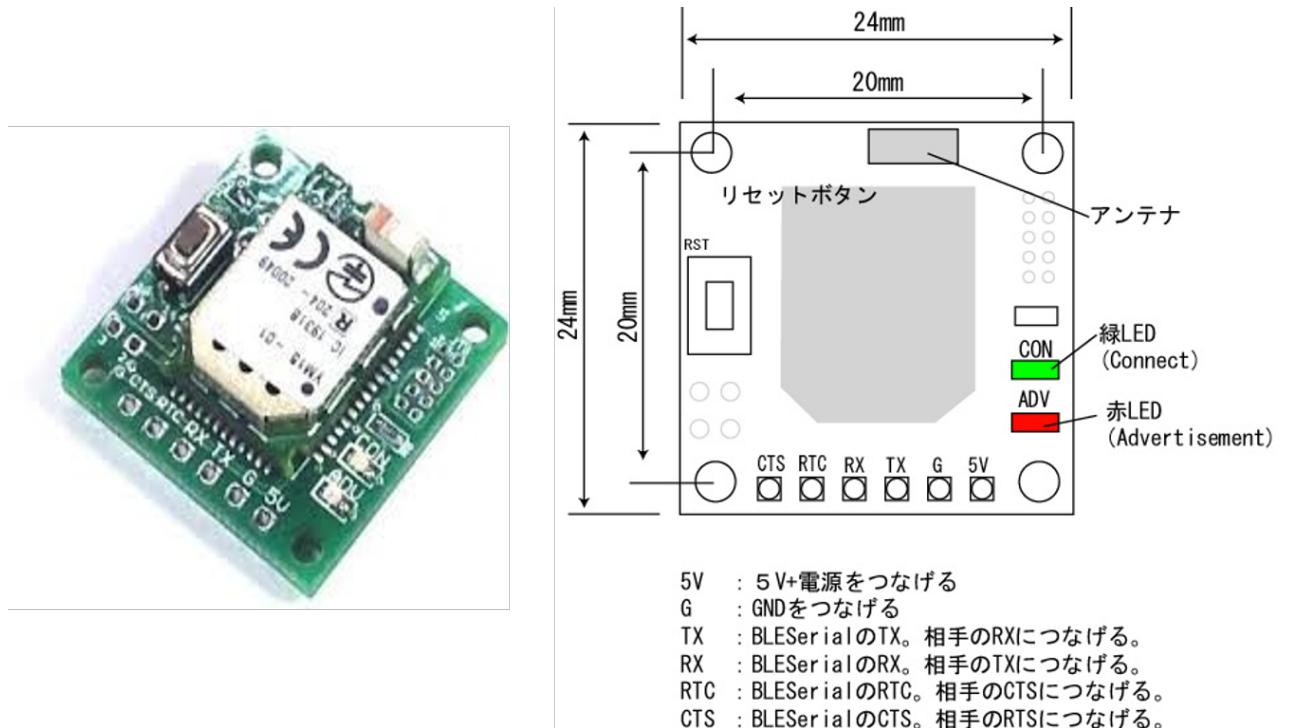


図 6 BLE モジュールの画像⁽⁴⁾

表 2 BLE モジュールのスペック⁽⁴⁾

電源電圧	+5VDC
消費電流	待機・受信時10uA、送信時15mA
BT仕様	Ver4.0 Single Mode (Bluetooth SMART)
最大送信電力	4dBm
受信感度	-91dBm
IO電圧	TTLレベルEIA232C準拠 (5V)
通信設定	8ビット、ノンパリ、ストップ1ビット フロー制御なし 非同期通信
通信速度	9600bps
パケット長	20Byte
無線周波数	2.402-2.480 GHz
サービス	バーチャルシリアルサービス(オリジナルサービス)
接続部	2.54mmピッチ6P スルーホール
適合	TELEC, FCC, CE,
寸法/重量	寸法24.0x24.0x6.6(H)mm 重量:約4g

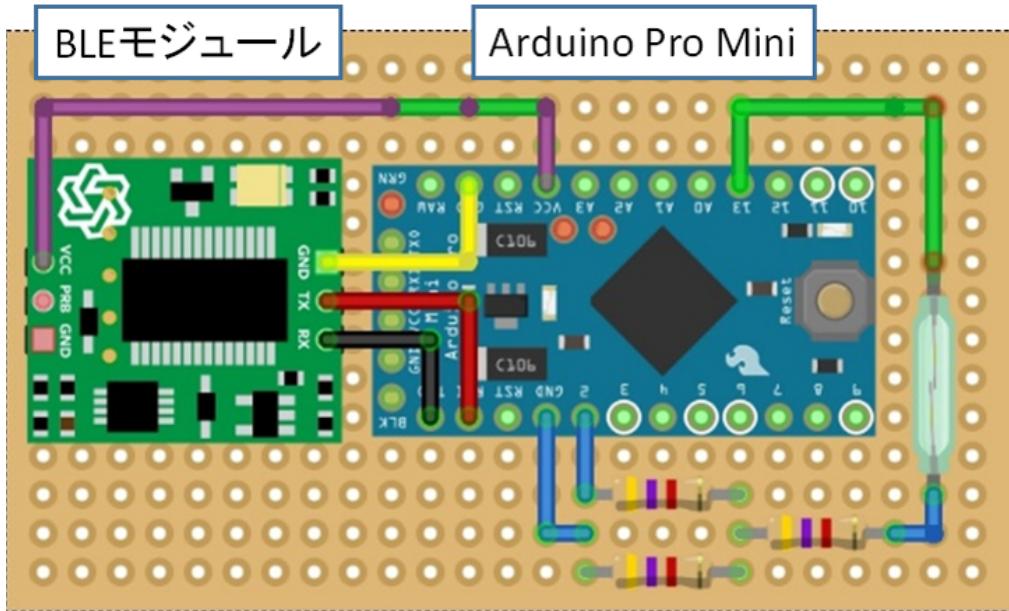


図 7 開閉センサー回路図

3.2.3 スマートフォンアプリ

今回は、Android を使用し傘の花畠のアプリを開発しました。機能としては、データベースとの通信およびマップの表示、通知の表示となります。通知は、データベースからデータを取得し、自分が傘を開いている状態にない場合で、なおかつ半径 500m 以内で他の人の傘が開いている場合に、ステータスバーに、近くで雨が降っていることについて、表示します。使用したスマートフォンのスペックを表 3 に示します。スクリーンショット等は次節で紹介します。

表 3 スマートフォンスペック⁽⁵⁾

製品名	P8Lite
寸法/重量	高さ:14mm / 幅:71mm / 厚さ:7.7mm / 重量:131g
カラー	ホワイト
対応OS	Android™ 5.0 Lollipop / Emotion UI 3.1
CPU	Hisilicon Kirin 620 オクタコア (A53/1.2GHz)
メモリ	RAM:2GB ／ ROM:16GB
バッテリ	2,200mAh
連続待受時間	LTE-FDD:約450h / WCDMA:約500h / GSM:約600h
連続通話時間	WCDMA:約13h / GSM:約20h
ディスプレイ	約 5.0inch HD (720 x 1280ドット)IPS (GFFフルラミネーション)
通信速度	下り(受信時)最大150Mbps(LTE) 上り(送信時)最大50Mbps(LTE)
Bluetooth通信	V4.0+LE
即位方式	GPS/AGPS/Glonass
センサー	加速度、近接、環境光、電子コンパス

4. 実験方法

傘の開閉情報をサーバーに送信出来ているかを、確認するために傘に開閉センサーを取り付け、スマホアプリを使いデータ通信を行いました。送信されたデータは、Azure 上の観測データ登録用のテーブルで確認しました。

マップ表示は、には Google Maps APIs を利用し Google マップ上に、傘が開かれている場所には、傘のアイコンを表示し、さらに傘が密集している場所を見やすくするために密集度を色の濃さで表すヒートマップ表示を行っています。実際にヒートマップで表示することが出来ているのかを、確認するために Web アプリでマップの状態を実際に確認しました。

5. 実験結果および考察

5.1 実験結果

スマートフォンから送信されたデータを確認したところ開閉情報、位置情報ともに通信が行われていることを確認できました。位置情報の誤差は屋外で約±3m になり、多くの傘が密集している場合この値が最大分解能に相当することになりますので、通信モジュールを取り付けた傘が多く普及すればするほど、このシステムは詳細な気象データを取得することが可能になります。

マップ上で傘のアイコンとヒートマップが正しく表示されているかの確認を

行った結果を図 8 に示します。今回は、製作した開閉センサーを取り付けた傘の数が、まだ少ないため開閉情報と位置情報にダミーデータを使用してあります。(製作した 2 つの通信モジュール付き傘での動作は確認済です)



図 8 傘の花畠マップ

5.2 考察

傘の花畠で取得したデータの位置精度は、GPS の精度に依存しますが実際に使用したところ鳥羽周辺では良好なデータが得られました。これにより、傘の密集度等の情報も信頼できるデータになり得ると言えます。傘の花畠では、人自身が雨を感じるセンサとして使用しているとも考えることができますので、人が天気予報や経験等様々な情報を元に行っている行動を、気象データに反映するという新しい気象観測システムが提案出来ました。

将来的には、傘を開かずに移動しているという情報を使用したり、貸傘にこの通信機能を持たせることで傘の賃貸管理等もできるようになると思います。

6. 参考資料

(1)NAVERまとめ 【画像集】グリラ豪雨で東急東横線 渋谷駅地下が浸水 冠水 水浸し入り口が封鎖 7/24

<アクセス日：10月28日>

<https://twitter.com/suichu12/status/624494029061763072/photo/1>

(2)気象庁 天気予報

<アクセス日：10月26日>

http://www.jma.go.jp/jp/yoho/211_telop_tomorrow.html

(3)Sparkfun -SHOP- Arduino Pro Mini

<アクセス日：10月29日>

<https://www.sparkfun.com/products/11113>

(4)楽天市場 Bluetooth4.0LE モジュール【浅草ギ研】

<アクセス日：10月28日>

http://item.rakuten.co.jp/robotshop/bleserial/?scid=af_pc_etc&sc2id=202756144

(5)Huawei – HUAWEI P8lite – 携帯電話 – スペック

<アクセス日：10月28日>

<http://consumer.huawei.com/jp/mobile-phones/tech-specs/p8lite-jp.htm>