

選考委員特別賞

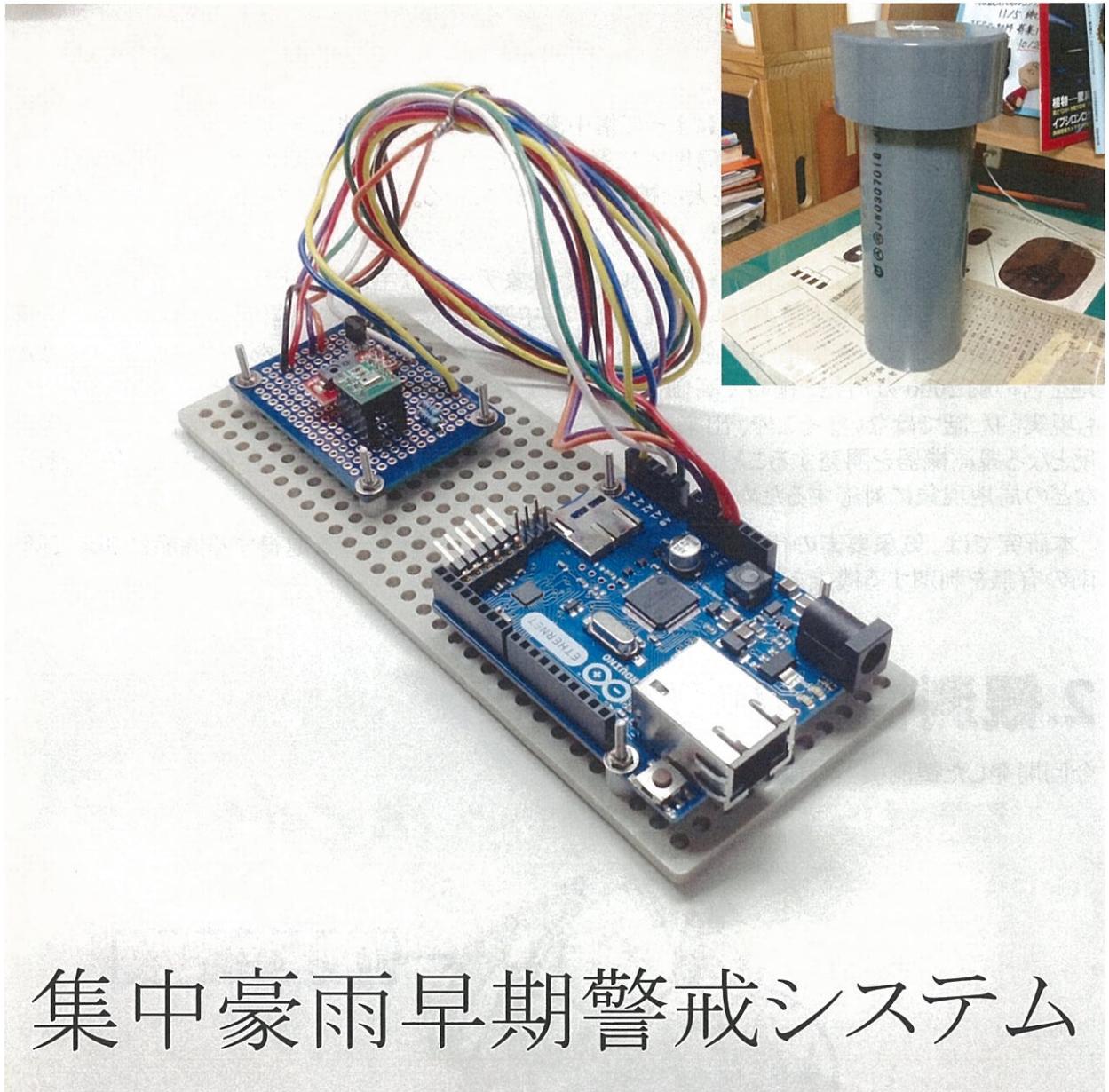
佐々木嘉和賞

アメリカ研修旅行

集中豪雨

早期警戒システム

清風南海高等学校



清風南海高等学校
隈部 岳瑠

1.はじめに

近年、温暖化などの様々な要因によって集中豪雨が多発し、各地に被害をもたらしている。集中豪雨(特にゲリラ豪雨)は突発的・局地的に発生するため、その予測が困難だと言われている。それゆえ、発生するたびに各地に甚大な被害をもたらしている。しかし、その発生を予測し、被害を軽減することはできないのだろうか。

現在、気温・湿度・気圧・降雨量・風速といった気象データは主に気象庁の「アメダス(AMeDAS)」によって観測されている。しかし、集中豪雨のような局地現象に対応するためには観測地点を現在の数十倍に増やす必要があると言われている。しかし、「アメダス」の設置費用は用地を含め約2000万円程と極めて高価であるためその観測地点を数十倍に増やすというのとはとても現実的な話ではない。そこで、出来るだけ安価且つコンパクトで集中豪雨を予測するための一助となる観測機器を開発することにした。すなわち、「アメダス」の補填的な存在として、集中豪雨などの局地現象に対応するための観測機器を開発することにした。

本研究では、気象要素の代表格である気温、湿度、気圧のデータを取得する機能に加えて降雨の有無を判別する機能を持った気象観測機器を製作した。

2.観測機器の概要

今回開発した観測機器の概要を図1に示す。

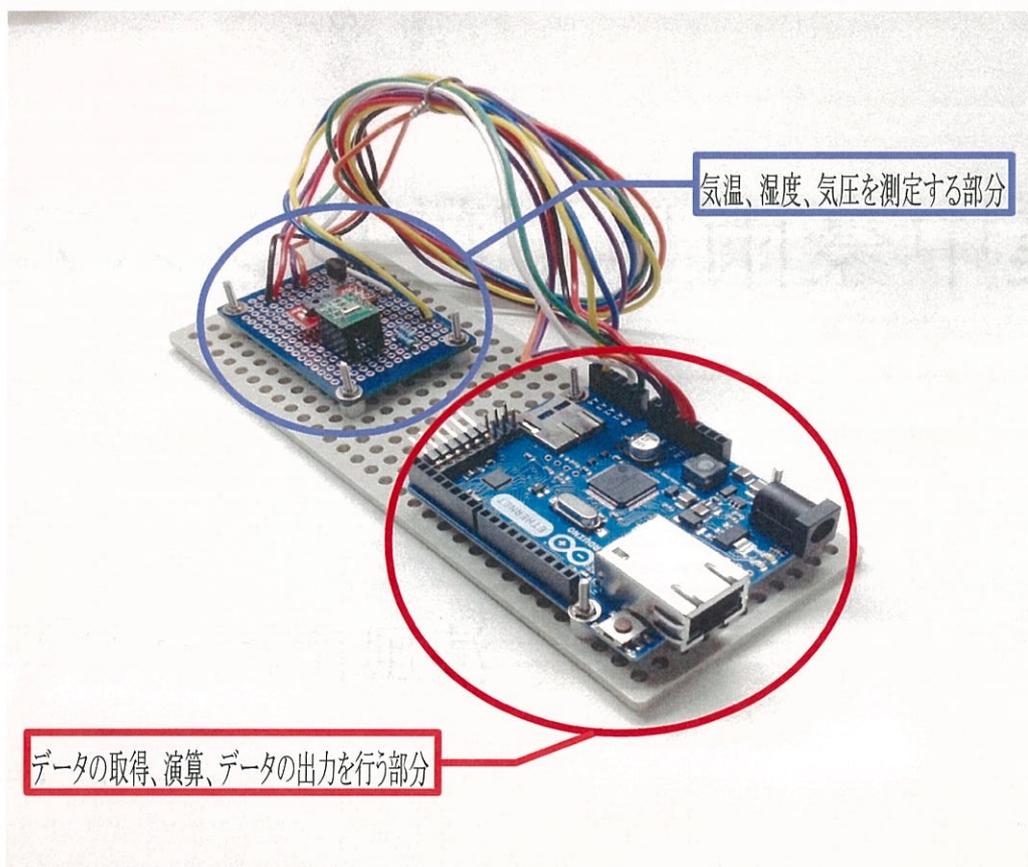


図1: 観測機器の概要

観測機器(図1)は主に2つの部分から構成されている。一つは気温、湿度、気圧を測定するセンサー部分で、データの誤差は気温 0.5°C、気圧 10hPa となっている。そして、もうひとつの部分はセンサーからのデータ取得、演算処理、観測データを出力する制御部分となっている。また、制御部分はインターネットへの接続機能を保有させているので、特定のサーバーに観測データを送信したり、本体から直に警報を発したりすることも可能である。そして、観測機器は図2に示すように格納容器内に収納している。

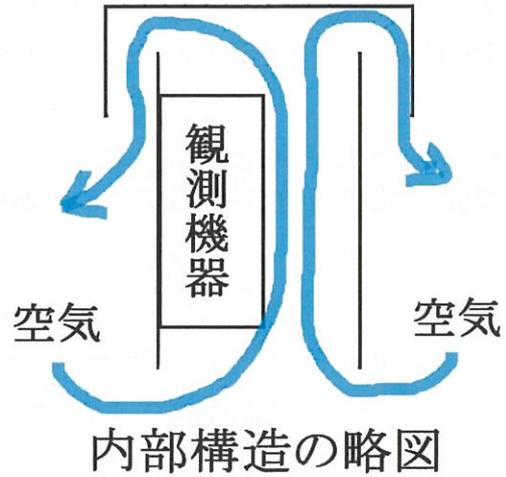


図2: 格納容器の写真とその内部構造の略図

格納容器にはコストや加工のしやすさを考えて、塩ビパイプを用いた。全長は約 300mm、幅は約 100mmの円筒形である。実際の設置風景は図3に示すとおりである。



図3: 実際の設置風景



図4: 降雨の有無を判別するセンサーを付けたバージョン

3.実証実験の結果

7月下旬頃から10月下旬にかけて実証実験を行った。その結果、以下の様な結果が得られた。

1. 気温、湿度、気圧のデータ取得しPCに送信する - 成功

今回は1分毎に気温、湿度、気圧のデータを取得するようにした。これは「アメダス」の10分毎よりも得られるデータが多いため集中豪雨等の発生の前後のデータをより確実にキャッチできると考えられる。また、データの取得間隔は0.001秒から自由に且つ極めて簡単に変更することができる。データは図5のようにパソコンに送られてくる。また、パソコンに送られてきたデータをグラフ化したものはファイル「実測データ」にある。

※参考までに、このとき使用したプログラムはファイル「集中豪雨早期警戒システム 気温-湿度-気圧 データ取得プログラム」である。

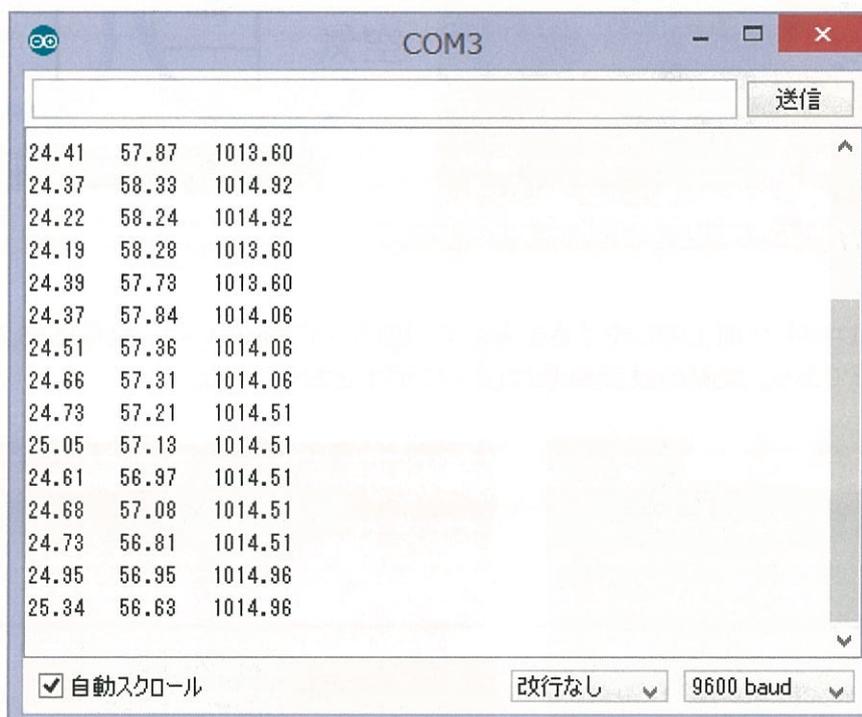
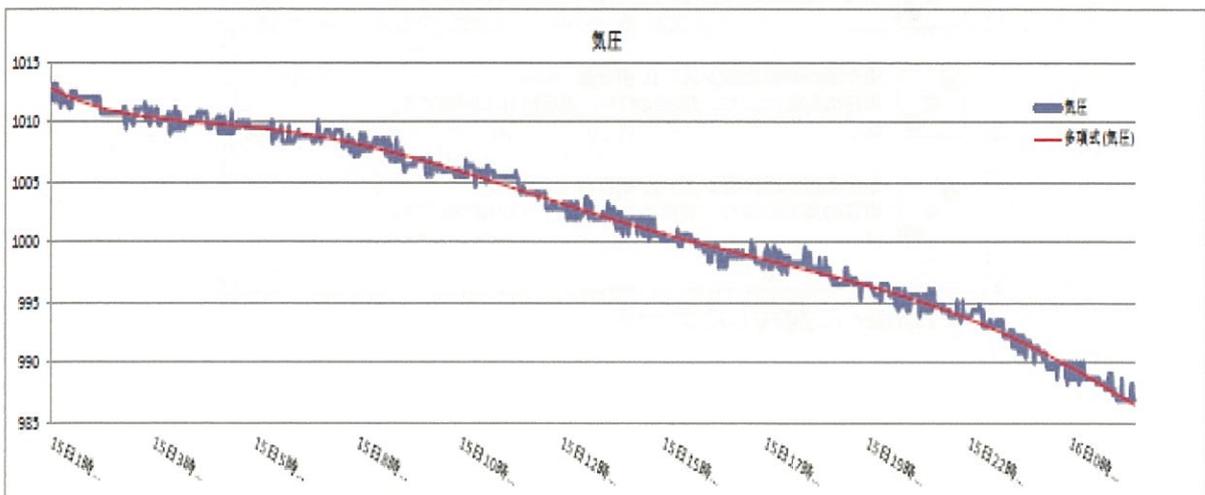
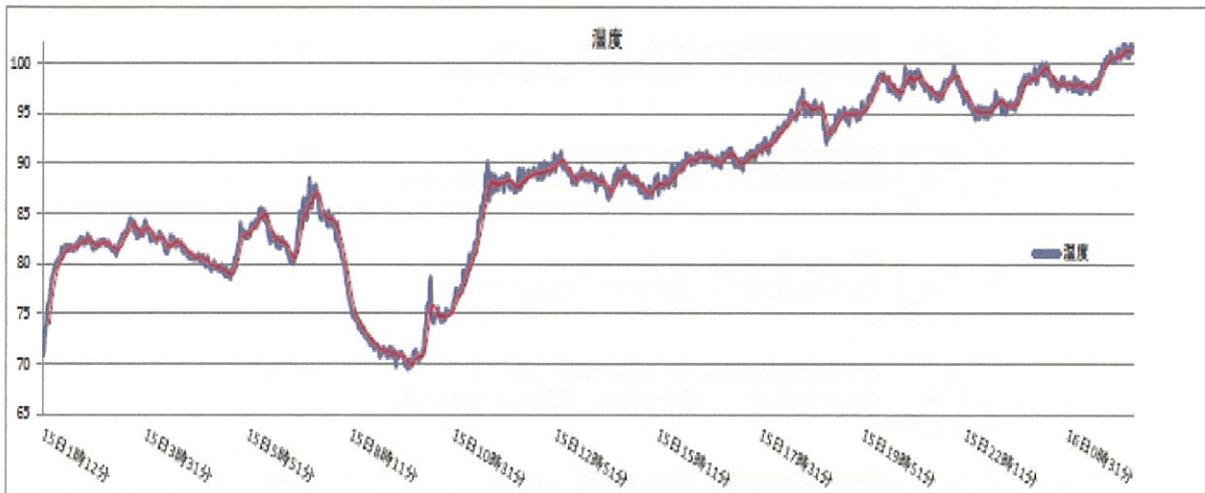
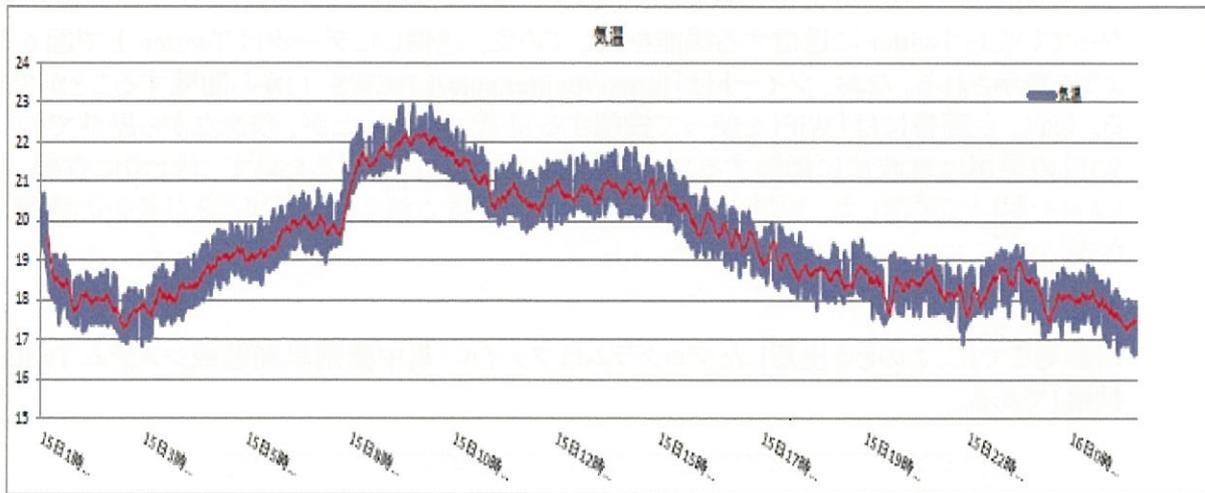


図5: データ取得の様子 (左から気温、湿度、気圧)

実測データの一例

2013年 10月15～16日 台風26号本州最接近時の大阪府堺市南区赤坂台付近でのデータ



2. SNSで注意喚起する機能 - 成功

今回、SNSにはTwitterを用いた。理由はSNSのなかで最も迅速に情報を伝達できると考えたからである。ただ単に注意喚起のメッセージを送信するだけではつまらないと思ったので、今回はデータを30分毎に取得し、そのデータがその前に取得されたデータの値と異なっていたらTwitterに送信する機能を試してみた。送信したデータはTwitter上で図6のように表示される。なお、ツイートは「https://twitter.com/LDEWS_1」から閲覧することができる。なお、企画書には「WiFiを使って投稿する」と記述していたが、残念ながら屋外でのWiFiの使用は電波法に抵触することが発覚したために諦めざるを得ず、代わりに有線LANを用いて送信した。WiFiに変わる無線での通信方法を確立することが今後の課題となる。

※参考までに、このとき使用したプログラムはファイル「集中豪雨早期警戒システム Twitter投稿」である。



図6: Twitterに投稿したデータ

3. 実測と実証

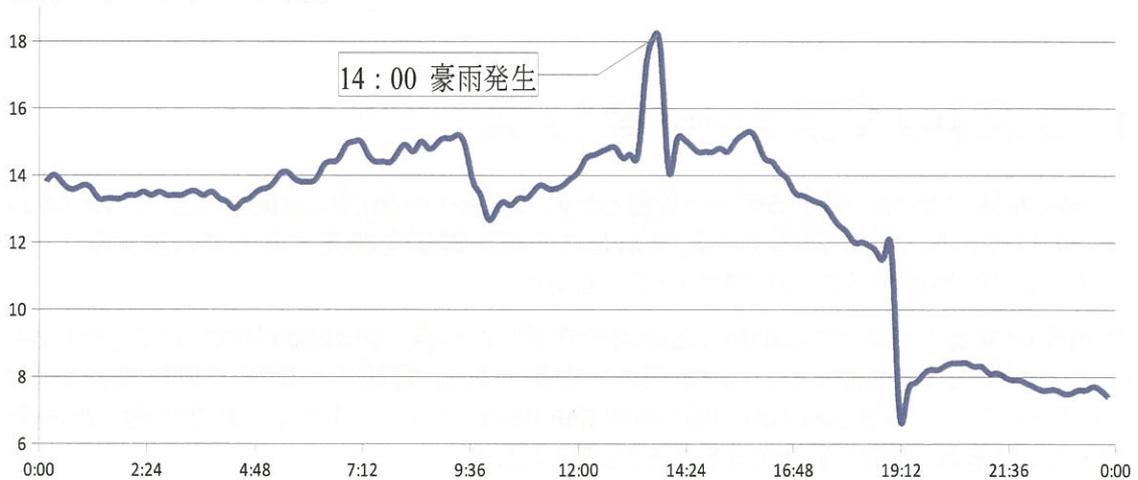
観測地点(大阪府堺市南区赤坂台付近)では今夏、集中豪雨はおろか夕立や普通の雨さえ満足に降らず、池の水位(図7)がかなり下がるほど晴天が続いたため、残念ながら降雨直前の観測データを収集することが叶わなかった。



図7: 干上がった池(光明池)の様子

したがって、気象庁の「アメダス」によって過去に観測された集中豪雨のデータを分析し、そこから集中豪雨の手がかりをつかもうとした。

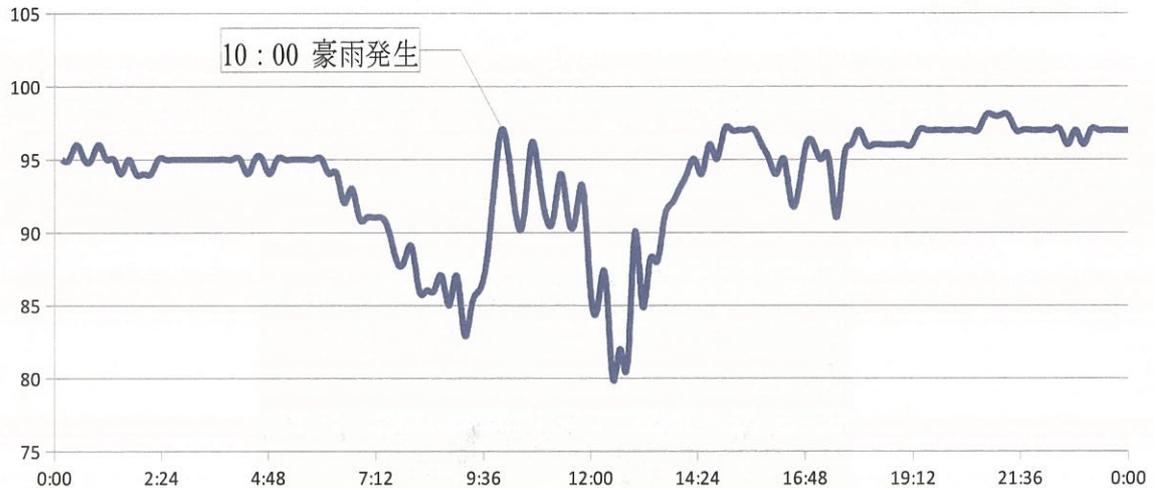
以下のグラフを見てほしい。グラフ1は2012年4月3日に神戸のアメダスで観測された気温データのグラフである。



グラフ1: 2012年4月3日 神戸のアメダスで観測された気温変化のグラフ

豪雨の直前に気温が急激に変化している。同様の変化が入手し得たデータのうちのおよそ6割に見られた。

また、グラフ2を見ていただきたい。



グラフ2:2011年7月25日 四日市のアメダスで観測された湿度変化のグラフ

こちらにも豪雨の直前に湿度が急激に変化している。同様の変化が入手し得たデータのうちの約7割に見られた。

これらから、集中豪雨の前にはおよそ6割~7割について気温や湿度が急激に変化するということが窺えるが、すべての豪雨にそれが当てはまるかという点もそうであるとも言い切れない。いずれにせよ、入手し得たデータがかなり少ないので、今後この観測機器を大量生産し、より多くのデータを得ることが課題となる。

※参考までに。気温変化のデータはファイル「豪雨前後での気温・湿度のグラフ」である。

4.コストパフォーマンス

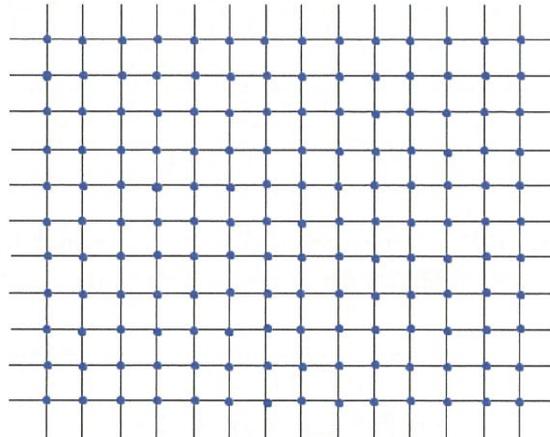
より多くの集中豪雨に関するデータを得るために数多くの場所に設置する上で考えなければならぬのはやはりコストの問題である。それはこの観測機器を開発する上での重要なテーマの1つであったが、達成することができたのであろうか。

今回観測機器1台あたりにかかった費用を計算した結果、約12000円であることがわかった。これは当初予定していた額よりも10000円ほど安価である。電波法の関係でWiFi機能が削がれてしまったということも考えられるが、仮にWiFi機能を付けていたとしても、大量生産した場合、これと同額もしくはそれより安く生産できるだろうと考えられる。

アメダス1台を設置するのに必要な費用は用地も含め約2000万円程と言われている。もし、アメダスのみで集中豪雨に対応すべく観測地点を数十倍に増やしたとすると、何千億円~何兆円という大金がかかってしまう。しかし、この観測機器で足りない分を補填してやると、観測精度はアメダスには及ばないが、観測地点を数十倍にするのに数億円しかからない。このことからこの観測機器のコストパフォーマンスが優れているということは明らかであろう。

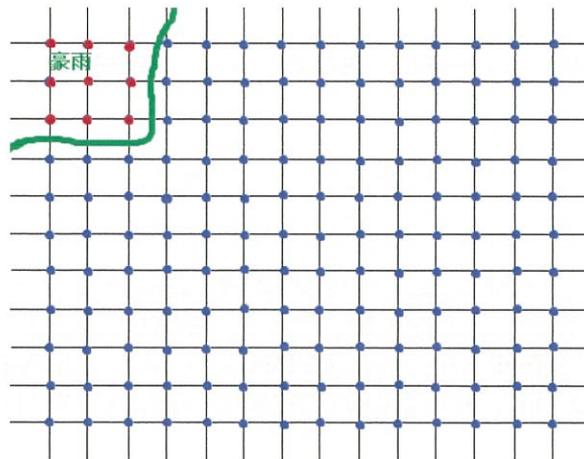
5. 今後の展望

この観測機器を大量生産して、電波法の問題も解決されれば、多くの観測地点に設置することが可能になる。そして、その1台1台がインターネットを介して一つのネットワークを形成し情報を集約すれば、集中豪雨による被害を減らす観測機器になりうるだろうと考える。



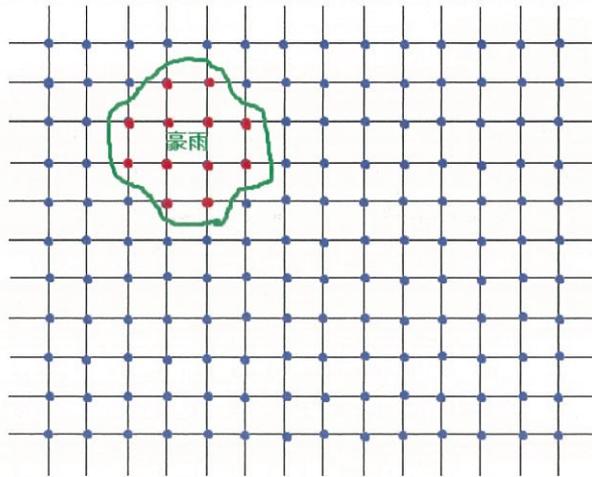
青点は観測装置(集中豪雨の警報を出していない)

まず、観測機器をメッシュ状に配置する。各観測機器はネットワークで情報を共有しあっている。次に、図の左上で集中豪雨が発生したとする。

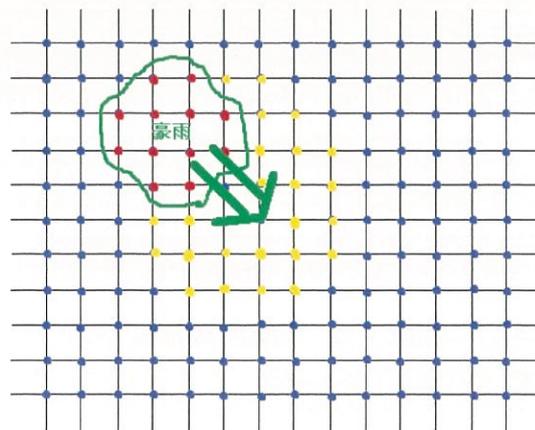


赤のところは集中豪雨の警報を出している。

そして、集中豪雨を降らせている雲が移動したとする。



現在、集中豪雨が降っているエリアに警報を発するとともに、移動の方向などをネットワークを介して観測機器同士共有し合い、次に雲が移動しそうなエリアにいる人にも警報を発する。



黄色は周辺にいる人に警報を発しているところ

以上のような方法で集中豪雨を予測し、被害を減らすことが可能ではないだろうか。

6.まとめ

アメダスのように気象データを観測できる機器を安く作ることができた。また、それを用いて実際に気象データを測定することにも成功した。加えて、数多くの観測機器を設置すれば局所的な集中豪雨の詳細なデータを蓄積することも可能である。将来的には測定したデータをインターネットを介したネットワークで共有し、集中豪雨の高精度の予測に結び付けられるだろう。

7.参考文献

三上岳彦 平成 20 年出版「都市型集中豪雨はなぜ起こる？」株式会社技術評論社

気象庁 アメダスの過去の観測データ (<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>)

8.添付データ一覧

- 本報告書(PDF ファイル)
- 実測データ(Excel ファイル)
 - …2013/10/15~10/16と2013/10/18~10/21 の期間に実際に観測機器で取得した気温、湿度、気圧のデータである。
- 集中豪雨早期警戒システム 気温-湿度-気圧 データ取得プログラム(テキストファイル)
 - …データ取得に使用したプログラムのソースコードをテキストファイルとして保存している。
- 集中豪雨早期警戒システム Twitter 投稿(テキストファイル)
 - …データを Twitter に投稿する際に使用したプログラムのソースコードをテキストファイルとして保存している。
- 豪雨前後での気温・湿度のグラフ(Excel ファイル)
 - …気象庁のホームページから入手したデータをもとにグラフを作成した。

選考委員特別賞

衛星賞

衛星オペレーション見学会

高層気象観測

香川高等専門学校

高松キャンパス

高層気象観測バルーン

香川高等専門学校高松

チームメンバー

金沢知弥

長尾晃宏

三好健悟

峰友佑樹

1. 目的

高層気象観測バルーンを用いて上空の気象観測を行い、大気の不安定度の判定のための実測データを取得する。実測値から近似曲線を算出して大気の不安定度判定を行う。

2. 観測方法

マイコンの Arduino と各種センサー（温度、気圧）で組んだ回路基板と、電池を搭載したラジオゾンデ本体に、ヘリウムガスを入れたバルーンをつけて放球する。バルーンの量はマイコン本体の重量、バルーンに入れたヘリウムガスの量に応じて個数を調節する。放球した後は、各高度（気圧から計算）での温度データを Arduino が地上の PC へ送信する。観測機器は釣り糸をつけて回収し、再利用できるように工夫した。



図1 観測の様子（観測備）



図2 観測の様子（観測中）

3. 大気安定度について

3.2 大気安定度とは

大気安定度とは豪雨などの発生原因となる積雲の発生しやすさのことを言う。積雲は暖かい空気が地上付近、冷たい空気が上空にある場合に、空気の流れ(対流)が発生し、その流れにより発生する。つまり、地上付近の空気が冷たく、上空の空気が暖かいとき大気は安定であり、地上付近の空気が暖かく、上空の空気が暖かいとき大気は不安定である。

3.2 大気安定度の判別方法

大気安定度を判別するには気温と高度によって書かれる状態曲線を用いる。図3に大気安定度の判別を表すグラフを示す。まず、大気安定度を判別するために、 $9.8^{\circ}\text{C}/\text{km}$ の傾きを持つ乾燥断熱線と $5^{\circ}\text{C}/\text{km}$ の傾きを持つ湿潤断熱線を用いる。この二つの線と状態曲線を比較する。状態曲線が乾燥断熱線より下にある場合は絶対不安定となる。状態曲線が乾燥断熱線と湿潤断熱線の間にある場合は条件付安定となる。状態曲線が湿潤断熱線より上にある場合は絶対安定となる。以上の3つのパターンで大気安定度を判別する。

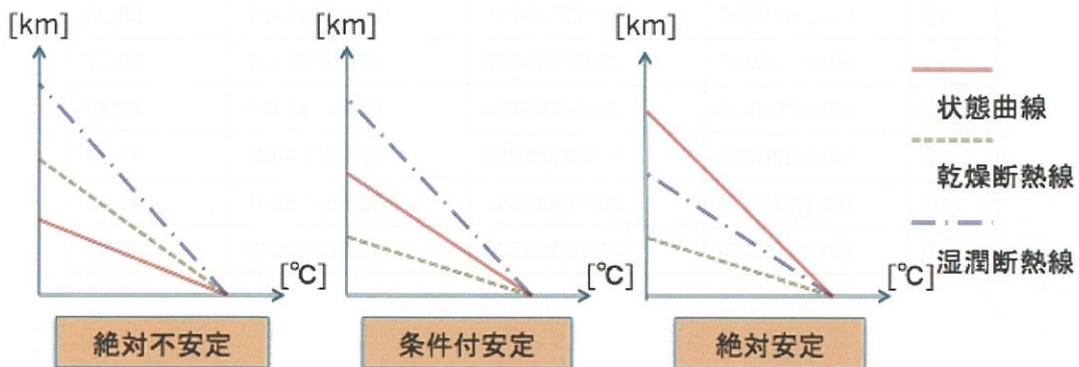


図3 大気安定度の判別法

4. 結果

以下に実測値から得られた状態曲線を示す。

表 1 実測値

番号	気圧[hPa]	気温[°C]	湿度[%]	高度[m]
1	1015.890015	23.52999878	63.49415588	7.35
2	1015.820007	23.52000046	63.26458741	7.95
3	1015.710022	23.52000046	63.20282745	8.88
4	1015.400024	23.52000046	63.11016464	11.54
5	1015.179993	23.55999756	63.08537292	13.42
6	1014.809998	23.57999802	63.05752563	16.59
7	1014.340027	23.55999756	63.02356713	20.61
8	1013.880005	23.55999756	62.99266434	24.55
9	1013.530029	23.59000015	62.99723434	27.55
10	1013.059998	23.57999802	62.93388367	31.59
11	1012.780029	23.55999756	62.89992905	33.98
12	1012.609985	23.54999924	62.86748886	35.45
13	1012.429993	23.53999711	62.89688492	36.99
14	1012.130005	23.57999802	62.93388367	39.57
15	1011.789978	23.62999725	62.94149399	42.49
16	1011.530029	23.69999695	62.95214462	44.74
17	1011.219971	23.71999741	62.86238861	47.41
18	1011.150024	23.70999908	62.66348648	48.01

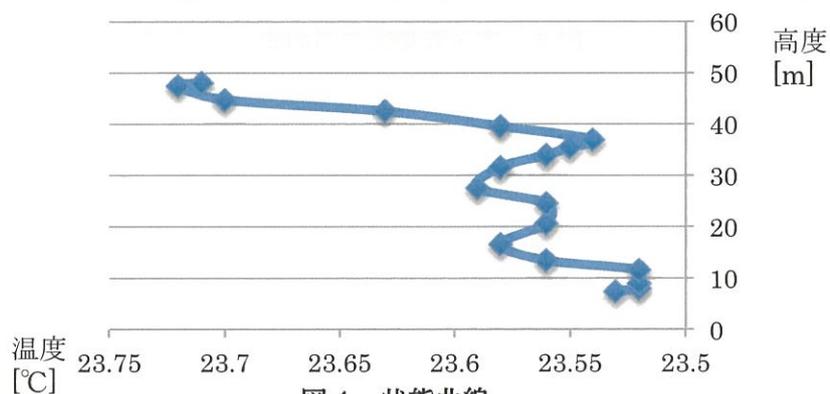


図 4 状態曲線

・以下に状態曲線から近似曲線を 5km まで書き、大気安定度の判別を表す図を示す。

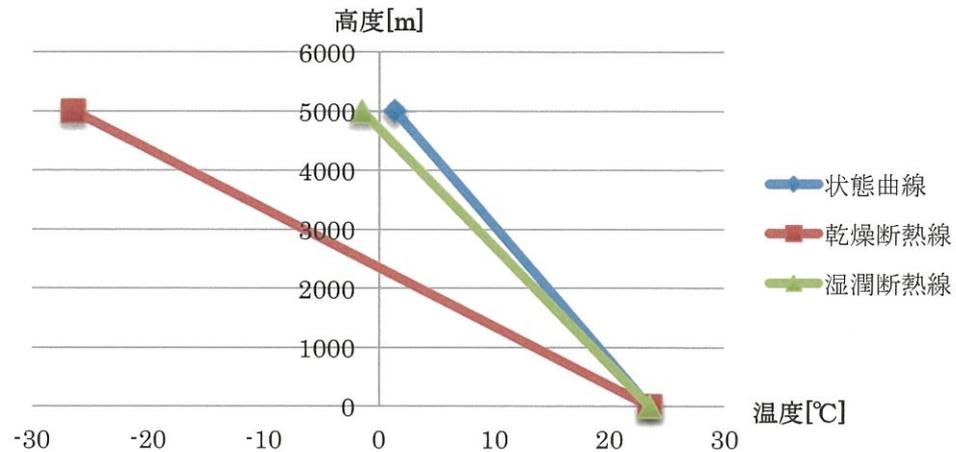


図5 大気安定度

5. 考察

図5から状態曲線が乾燥断熱線と湿潤断熱線の上にあるので大気安定度の定義から絶対安定の状態にあることが分かる。図5の状態曲線は湿潤断熱線に近く、条件付不安定よりの絶対安定である。これは観測日の天候が曇りであり、観測日の次の日が雨であったからこのような結果になったものと考えられる。

代表理事特別賞

雨を測量る

「オトカゲセンサ」

-雨の強さから雨の種類を伝える-

千葉県立柏の葉高等学校

『オトカゲセンサ』の実験報告書

製作者の所属、氏名等

千葉県立柏の葉高等学校

2年 木崎 駿也、岩本 和也

協力者 滑川 敬章先生

1 現在の観測方法

①雨の影を観測（アマカゲセンサ）

アマカゲセンサでは、現在の「雨の量」、「雨粒の個数」、「雨粒の大きさ」、「雨の落下速度」を観測します。Arduinoと呼ばれるマイコンにラインセンサを接続し、観測しようと考えていましたが、電子回路の配線が難解で、また使用環境が限られているため、Webカメラを用いて雨を撮影し、画像処理を行うことで観測を行おうと考えました。

観測方法として、連続して撮影する(1秒間に10~30枚)Webカメラで光を当てた雨を撮影します。そして、雨をWebカメラで撮影した際、画素値が変化すると考え、その変化した画素数を数え、変化した画素と変化していない画素の間を判断することで雨粒と雨粒の隙間を判断し、「雨粒の個数」を観測します。また、雨粒の幅を測ることで「雨粒の大きさ」を観測します。(図1)そして、「雨粒の個数」、「雨粒の大きさ」から「雨の量」を観測します。「雨の落下速度」は、同じ雨粒が何回撮影できるか判断し、算出したいと考えています。現在、「雨粒の個数」と「雨粒の大きさ」を観測するプログラムができていますが、「雨の落下速度」を観測するプログラムが製作途中です。

②雨の音を観測（アマオトセンサ）

アマオトセンサは、雨の音の大きさから「雨の強さ」を観測します。アマカゲセンサと同じように、Arduinoに音センサを接続し、雨の音の大きさから観測しようと考えていましたが、usbマイクに変更することで、音声処理のライブラリを利用することができ、様々な音声処理を施すことができるようになると考え、現在はusbマイクを用いて観測を行おうと考えています。

観測方法として、網をはずし、ビニール袋を張り付けたザルの中にマイクを設置し、ビニールが雨に触れて出た雨の音をusbマイクで録音し、雨の音の大きさから「雨の強さ」を観測します。現在、アマオトセンサは製作中です。

2 情報発信方法

①気象リアリンク

気象情報を動きのあるアニメーションGIFにして、現在の気象の様子を視覚的にわかりやすく表現します。また、その時の気象に合った色を選択して表現することで、直感的に分かりやすく発信します。現在は外部のセンサの値を表示することに成功しています(図2、3)。今回製作するオトカゲセンサと前回の気象観測機器コンテストで製作したソライロ感測発信センサが観測する気象情報をこれから表示できるように考えています。

②TwitterBot

現在、自動でつぶやくことができるプログラムができていますので、実験を重ね、現在の気象に合った言葉をつぶやくことができるようにしていきます。

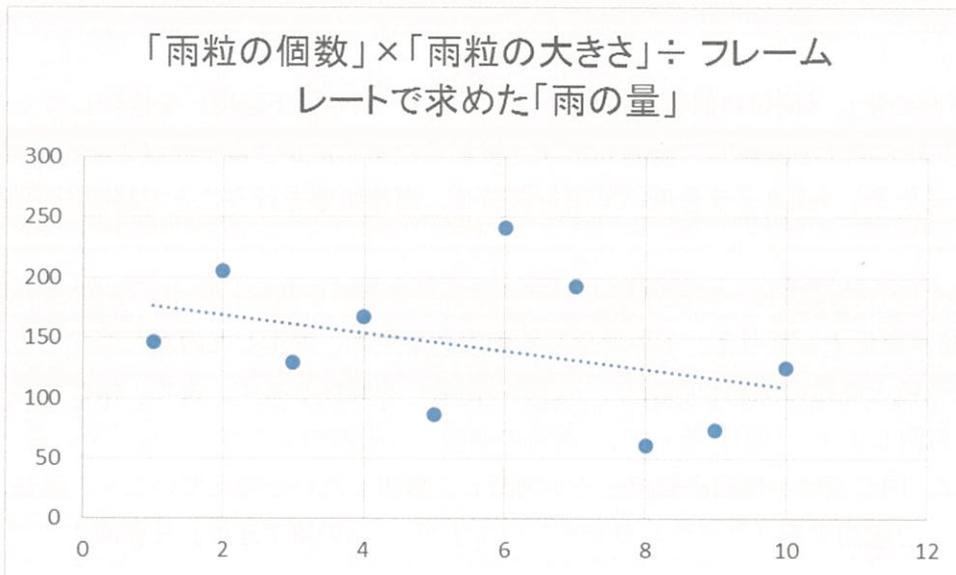
3 実験方法

「雨粒の個数」、「雨粒の大きさ」から「雨の量」を観測するために、「雨の量」と「雨粒の個数」、「雨粒の大きさ」の相関関係を測る実験を行いました。「雨粒の個数」は、前の画素値と比較、連続して変化した画素値をまとめて1粒と判断し、観測します。「雨粒の大きさ」は前の画素値と比較、連続して変化した画素値の幅から

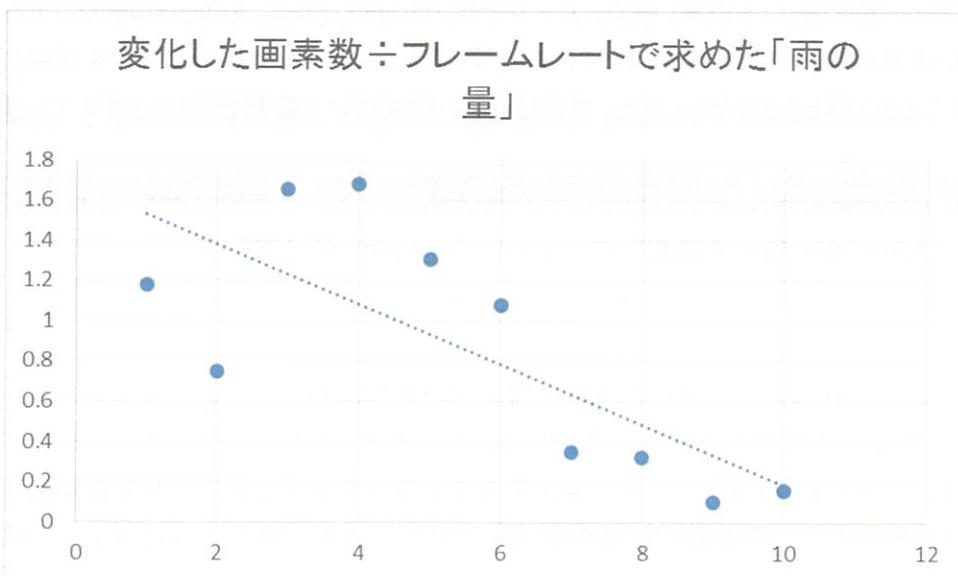
判断し、観測します。雨の測定実験を行う際に1次元の画素値の変化から、雨粒の大きさ、数を測れるプログラムを使います。白飛びを防ぐため、横から水にライトを照らします。カメラから一定以上離れた場所で10秒間雨のように水を垂らし、カメラで撮影することで「雨粒の個数」と「雨粒の大きさ」を観測します。そして、水が何ml溜まったかビーカーに移して測り、降水量と「雨の量」の相関関係をグラフにします。また、雨粒によって変化した画素数を数えることで、「雨の量」を観測することも可能と考え実験を行いました。

4 実験結果

- ①「雨粒の個数」×「雨粒の大きさ」÷ フレームレートで求めた「雨の量」を求め、実際の「雨の量」との相関関係を表した図



- ②変化した画素数÷フレームレートで求めた「雨の量」を求め、実際の「雨の量」との相関関係を表した図



5 考察

どちらも負の相関関係が見られる。しかし、どちらも弱い相関関係なので、プログラムの修正を施し、実験を繰り返すことで相関関係を強くしていきたいと考えています。

6 今後の展開

現段階では、雨の落下速度、usb マイクで雨の強さを測るプログラムが完成していないため、実証実験を行うことができませんでした。そのため、コンテスト本番に向けてプログラムを制作し、実証実験を行うことで完成させます。

観測分野では、これからはどれだけ高い精度で観測できるかが、大きな課題となると思います。雨の強さの点では、人はどのくらいで雨が降っている、雨が強いと感じるのかを、様々な実験を重ねて、気象を観測していきます。

代表理事特別賞

私の夕焼け予報

パート 2

茨城県立東海高等学校

「私の夕焼け予報パート2」

茨城県立東海高等学校

2年 照山 楓

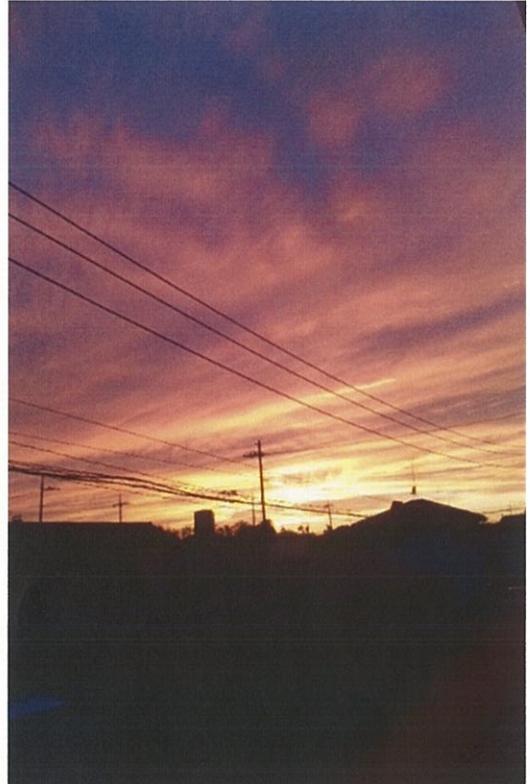
1. きれいな夕焼けとは？

夕焼けとは、1日の終わりを告げる光の芸術です。その刹那の時間をいかに過ごすか、誰と過ごすか考えてみました。

夕焼けとは、ただ赤いだけではなく、空に赤から黄色、黄色から青、そして黒へと移り変わる光の表情。短い時間の中で1日の終わりを告げる輝きはあなたの心にはどう映るのでしょうか？

この写真は私が撮った一番感動的な1枚です。ただ赤いだけではなく、雲の間からさしこむ黄色味を帯びた光が神秘的で、あたたかいから好きです。

真っ赤な夕日、雲の多い夕日、あなたの心に響く夕焼けが一番きれいな夕焼けでしょう。



2. 今年の夕焼け予報機器

あわただしい日常の中で空を見る機会はほとんど無いでしょう。しかし、四季の美しい日本に生まれ、空を見て自然を感じることのできる喜びをより多くの人に伝えたいと思い、昨年はこの夕焼け予報機器「ズラ子」を考えました。特徴は髪の毛と、くちびるです。長い髪の毛はその時の風速を計るためのものです。風速0~20mでなびく様子をレベル1~5に段階分けしました。同様に、くちびるに観測約2時間前につけたシリカゲルで湿度をレベル1~5まで90%以上~10%以下と設定しました。

昨年はこの風速と湿度、そして天気図をもとにその日の夕焼け予報をしました。

今年のズラ子には天気図の気圧の値を見なければ予報ができない、湿度を測るために毎日新しいシリカゲルを用いなくてはならないなど、いくつか欠点がありました。



3. 夕焼け予報をするための基準づくり

(1) 昨年度の基準について

昨年度は、きれいな夕焼けが見られるのは、低気圧のときで、湿度が低く、風速が強いときと結論づけました。そして、風速と湿度の各レベルを足し算した値から、夕焼けの美しさを判定しました。

<昨年度の基準>

表1 風速と湿度の指標

レベル	風速(m)	湿度(%)
5	約 20 以上	約 10 以下
4	約 10	約 30
3	約 5	約 50
2	約 1	約 70
1	約 0	約 90 以上

表2 夕焼けの美しさの判定基準

風速と湿度の値	夕焼けの美しさ	夕焼けの美しさの定義
レベル 9～10	とてもきれい	雲の間から差し込む黄色みを帯びた光が神秘的
レベル 6～8	きれい	雲がなくて光が赤い
レベル 3～5	ちょいきれい	特徴がない
レベル 2	見えない	雲が多すぎて太陽がいつ沈んだかわからない

表3 予報マーク

とてもきれい	きれい	ちょいきれい	見えない
			

(2) 今年度の基準について

今年度は、新たに紫外線量を計測することによって、綺麗な夕焼けが見られるかどうか予報できないか仮説を立てました。

まず、7月7日～10月18日までの83日間、紫外線量と夕焼けの見え方が関係あるかどうか、気象庁の紫外線に関するデータ※(UVインデックス・つくば市)と毎日の夕焼けの見え方を観測しました。それぞれの時間のUVインデックスの値と夕焼けの見え方を調べてみましたが、季節ごとにUVインデックスの大きさに違いがあることから、あまり関係があるとは言えませんでした。そこで、季節に左右されないために、8時と13時との値の差を比較しました。以下がその結果です。

表4 夕焼けの美しさと UV インデックスの差 (13 時-8 時) の関係

夕焼けの美しさ	日数	差の平均値
とてもきれい	10 日	2.97
きれい	28 日	3.47
ちょいきれい	17 日	3.84
見えない	28 日	2.87

※気象庁の紫外線に関するデータ (http://www.data.kishou.go.jp/obs-env/uvhp/info_uv.html)

この表より、夕焼けが“きれい”と“ちょいきれい”の判定に、UV インデックスの値の差を用いることによって、夕焼け予報の的中率があがるのではないかと考えました。

また、気圧差も調べ、昨年度と同様に、低気圧のときに“とてもきれい”な夕焼けが見えやすいというのはわかりましたが、気圧差と夕焼けの見え方に関係があるとは言えませんでした。なお、昨年度は、風速と湿度の判定レベルを5段階にしていますが、今年度の観測結果から、3段階にしたほうが、予報の的中率があがるため、レベルを3段階と少なくしました。

したがって、今年度の基準は、風速と湿度の各レベルを足し算した値から、夕焼けの美しさをレベル6の“とてもきれい”、レベル4～5の“きれい/ちょいきれい”、レベル2～3の“見えない”の3段階に分け、更にレベル4～5の“きれい/ちょいきれい”の中から、UV インデックスの差が3.8未満の日を“きれい”に、3.8以上の日を“ちょいきれい”にしました。

<今年度の基準>

表5 風速と湿度の指標

レベル	風速[m/s]	湿度[%]
3	3.0 より大きい	59 未満
2	0.6~3.0	59~81
1	0.6 未満	81 より大きい

ただし、風速・湿度は13時に測定するものとする

表6 夕焼けの美しさの判定基準

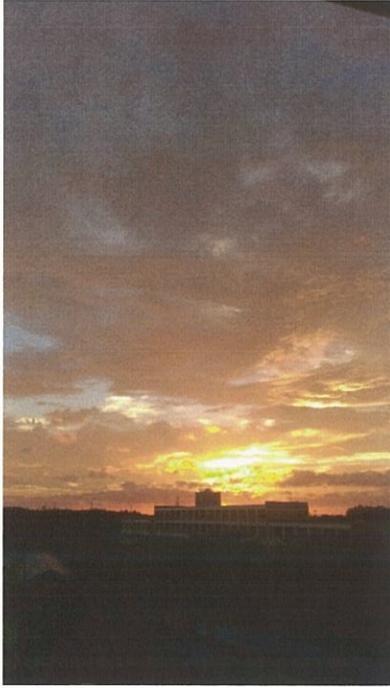
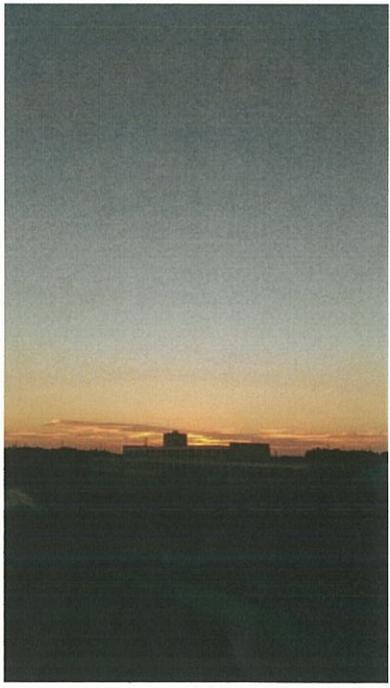
風速と湿度の値	UV インデックスの差 (13 時-8 時)	夕焼けの美しさ	夕焼けの美しさの定義
レベル6	—	とてもきれい	雲の間から差し込む黄色みを帯びた光が神秘的
レベル4～5	3.8 未満	きれい	雲がなくて光が赤い
	3.8 以上	ちょいきれい	特徴がない
レベル2～3	—	見えない	雲が多すぎて太陽がいつ沈んだかわからない

なお、レベル6が私の考える一番きれいな夕焼けです。

ただし、UV インデックスの値は、気象庁のHPから得られる値なので、手元で紫外線を測れる機器の値をUV インデックスの値の代わりにしたいのですが、まだできていません。

4. 作成した基準を用いた場合の結果

(1) 予報：〈とてもきれい〉

	的中したとき	はずれたとき
日付	10月9日(水)	10月11日(金)
夕焼け予報レベル	6(とてもきれい)	6(とてもきれい)
実際の夕焼け	とてもきれい	きれい
風速レベル(13時) ([m/s])	3 (7.1)	3 (4.8)
湿度レベル(13時) ([%])	3 (51)	3 (56)
UVインデックス(8時)	1.2	1.1
UVインデックス(13時)	4.6	4.5
UVインデックスの差 (13時-8時)	3.4	3.4
紫外線(8時) [uW/cm ²]	542	469
紫外線(13時) [uW/cm ²]	1207	1183
紫外線の差(13時-8時)	665	714
気圧[hpa] (前日13時-当日13時)	7.4	
気圧[hpa](8時)	1010.6	1012
気圧[hpa](13時)	1007	1008.1
気圧(8時-13時)	3.6	3.9
夕焼けの様子		

*10月11日の的中しない理由

予報はあたっていたかもしれないが、撮影する時間が遅くなり、とてもきれいな夕焼けのタイミングを逃したかもしれない。実際の外れた理由はわからない。

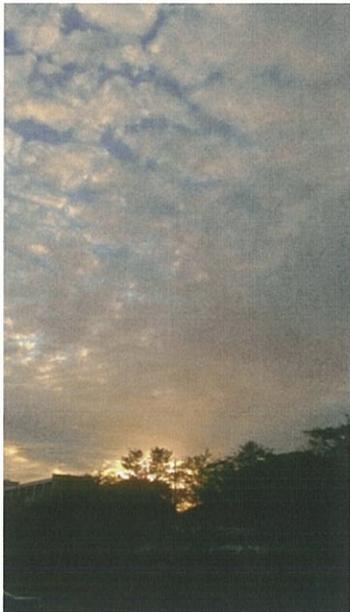
(2) 予報：<きれい>

	的中したとき	はずれたとき
日付	10月16日(水)	10月4日(金)
夕焼け予報レベル	5(きれい)	5(きれい)
実際の夕焼け	きれい	みえない
風速レベル(13時) ([m/s])	2 (2.6)	3 (3.6)
湿度レベル(13時) ([%])	3 (43)	2 (74)
UVインデックス(8時)	0.8	0.4
UVインデックス(13時)	1.7	1.3
UVインデックスの差 (13時-8時)	0.9	0.9
紫外線(8時) [uW/cm ²]	315	77
紫外線(13時) [uW/cm ²]	1095	113
紫外線の差(13時-8時)	780	36
気圧[hpa] (前日13時-当日13時)	-15.2	-0.3
気圧[hpa](8時)	970.6	1018.6
気圧[hpa](13時)	985.8	1018.9
気圧(8時-13時)	3.6	3.9
夕焼けの様子		

*10月4日の的中しない理由

雨が14時ごろまでにやんだが、雲は晴れなかった。

(3) 予報：<ちょいきれい>

	的中したとき	はずれたとき
日付	9月10日(火)	10月5日(土)
夕焼け予報レベル	4(ちょいきれい)	4(ちょいきれい)
実際の夕焼け	ちょいきれい	見えない
風速レベル(13時) ([m/s])	2 (3)	3 (6.7)
湿度レベル(13時) ([%])	2 (68)	1 (90)
UVインデックス(8時)	1.8	0.4
UVインデックス(13時)	6.5	1.5
UVインデックスの差 (13時-8時)	4.7	1.1
紫外線(8時) [uW/cm ²]		272
紫外線(13時) [uW/cm ²]		107
紫外線の差(13時-8時)		165
気圧[hpa] (前日13時-当日13時)	-0.4	-2
気圧[hpa](8時)	1012.3	1021.6
気圧[hpa](13時)	1012.3	1020.9
気圧(8時-13時)	0	0.7
夕焼けの様子		

*10月5日の的中しない理由
風は強いが雨だから。

(4) 予報：＜見えない＞

	的中したとき	はずれたとき
日付	10月3日(木)	10月2日(水)
夕焼け予報レベル	3(見えない)	3(見えない)
実際の夕焼け	見えない	きれい
風速レベル(13時) ([m/s])	1 (0.2)	2 (3)
湿度レベル(13時) ([%])	2 (61)	1 (96)
UVインデックス(8時)	1.1	0.6
UVインデックス(13時)	4.2	1.3
UVインデックスの差 (13時-8時)	3.1	0.7
紫外線(8時) [uW/cm ²]	583	780
紫外線(13時) [uW/cm ²]	1025	1030
紫外線の差(13時-8時)	442	250
気圧[hpa] (前日13時-当日13時)	6.6	
気圧[hpa](8時)	1006	1004.1
気圧[hpa](13時)	1006.4	999.8
気圧(8時-13時)	-0.4	4.3
夕焼けの様子		

*10月2日のはずれた理由

15時頃まで雨だったのに曇りになったから。
夕焼けの時間にたまたま雲が薄くなったから。

(5) 観測期間中で、一番きれいだった夕焼け (2013年9月16日)

観測期間中、とてもきれいだった夕焼けはたくさんありますが、私が最も感動した夕焼けは2013年9月16日の夕焼けです。この日は台風が去った後で予報を的中させることはできませんでしたが、時間とともに表情を変える夕焼けが神秘的で約30分間美しい夕焼けを見ることができました。その中でも特に17時56分の空は綺麗で写真には写らない美しさがあるものだと感じました。



↑ 17:48



↑ 17:54



↑ 17:56



↑ 18:01

9月16日(13時)

気圧：983.6hpa

風速：7 m/s [レベル3]

湿度：80% [レベル2]

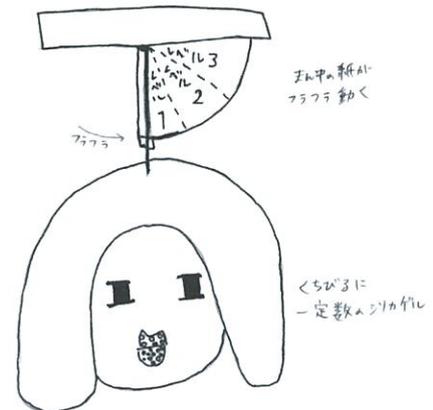
予想：きれい [レベル5] 結果：とてもきれい

5. 今年の夕焼け予報機器

そして表現方法も視覚からだけではなく、聴覚からも伝えることにし、紫外線量の違いによって、歌やメロディを奏でる観測機器装置にしたいと考えていました。しかし、紫外線と夕焼けの見え方の関連性を調べ、夕焼け予報をするための基準づくりにかなりの時間がかかってしまい、観測機器の製作がまだ終わっていません。そのため、12月の発表までに観測機器を完成させるようにしたいです。

(1) 風速について

昨年度は、風速を測るのにカツラを使用しましたが、もう少し風速レベルの判定をしやすくするために、下記のような装置を考えています。



(2) 湿度について

昨年度同様、シリカゲルの色の変化から湿度のレベルを測ります。定量的な測定ができるように、今年度は、毎回きちんとシリカゲルの計量を行ってから、測定に用います。

(3) 紫外線について

紫外線測定センサの値から、UVインデックスの値との関係を測定して、予報に利用します。

6. まとめ

昨年は気圧が低いときれいな夕焼けが見えるとしましたが、気圧は長期間での予報には使うことが難しく、前日との変化量や、月ごとの基準気圧を作り基準との差による予報など様々な予報方法を考えましたが、かえって予報の的中率が下がってしまいました。このことから気圧もあまり夕焼けとの関係が無いことが分かりました。また、当初は気象庁の発表している「UV インデックス」の変化量から夕焼け予報ができるかと思いましたが、UVインデックスの差だけを用いた予報では、18.6%しか夕焼け予報は当たりませんでした。このことから紫外線と夕焼けの見え方とはあまり関係が無いことが分かりました。

そこで今回は、「UV インデックス」を“きれい”と“ちょいきれい”の判定に使うことにし、風速・湿度のレベル別数値の基準を明確にしたことで、夕焼け予報の精度を上げることが出来ました。

感想

はじめに、このような特別な機会を二度も与えてくださったWNI 気象文化創造センターさんと、勧めてくださった先生に感謝の気持ちでいっぱいです。

私は昨年「気象観測機器コンテスト」の話を知ったとき、「気象ってなに？」から始まりました。辞書やインターネットで気象に関する情報を集め、少しずつ理解していくうちに空の美しさ、自然の大切さ、空は同じ場所から見ても日々違う輝きをしていることを感じ、空が大好きになりました。

観客賞

UV ウォッチャー

大阪教育大学附属高等学校

天王寺校舎

第2回気象観測機器コンテスト 第二次実験報告書

「UVウォッチャー」

大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎

佐野翔子 和田優花 佐藤雄亮

○研究目的

紫外線の量を定量的に測るには紫外線メーターを用いればよいが、使用上の簡便性に難がある。そこで、身近な材料を用いて、携帯可能かつ測定が容易な紫外線強度測定機を製作し、日常的な紫外線対策に使用することを目指す。

○機器製作にあたって

今回、与えられた時間が短く、実際に活用できる機器の製作まではいかなかったものの、どのような形で実際に測定を行えばよいかを考える事が出来た。

以下、その過程を記す。

○製作過程

前述の通り、今回は実際の測定機器を製作するまでに至らなかった。だが、予備実験として、様々なことを行ったので記していきたい。

1、観測物質の検討

我々が今回の実験を行う前に苦労したのが、どのような材料を用いて観測するかであった。

その中で、以下の3つが観測を行う上で容易であると考えられた。

- ・バナナの皮
- ・メラニン色素
- ・感光物質の入ったスライム（今回はこちらを使用）

今回、観測機器を作る上でもっとも重要と考えたのは、“定量的でかつ長時間行える”ことである。

バナナの皮で紫外線を測定することは有名な方法であり、インターネットでは様々なサイトでその方法を見る事ができる。しかし、①毎回新しいバナナを使わないといけない。②バナナの種類によって紫外線吸収量が異なる。といった短所が考えられるので、今回は用いないことにした。

このほか、メラニン色素は紫外線を吸収してくれるものとして有名であるが、これについても①入手が困難である。②長時間行う場合、大量のメラニン色素が必要になる。といった短所が考えられるため、これも使用しないことにした。

最後のスライムは私たち、高校生が使用するのとはとても簡単なものである。長所として①簡単な方法で作れる。②色を変えることができる。である。これらの点から私たちはこのスライムを使うことに決定した。

2、観測物質の有効性

前述の通り、私たちはスライムを使うことに決定した。

しかし、一体どれほど有効性があるのかがわからないので予備実験を行った。

①スライムに色をつける

私たちはスライムで観測を行うために、紫外線に反応する色素もしくは液体を探し、それをスライムに混ぜて観測を行おうと考えた。

今回は市販されている紫外線反応液「フォトクロミックインク」(株式会社ナリカ、S75-3617-01)を用いた。

②実際に製作する

従来のスライムの作り方の途中でインクを混ぜ、それを紫外線ランプにあて、実際に色が変わるのかを確かめた。

スライム紫外線をあてると、すぐに反応して濃いピンク色に発色した。なお、通常の状態では、スライムは無色である。これらから、作ったスライムで紫外線を測定できることがわかった。



(紫外線ランプにあてている様子)

3、研究方法

2で行った予備実験をもとにこれから実際に観測機器に仕上げていくためにこのスライムを使って実験を行った。

①スライムを作る

スライムを作る際に使用したものは以下の通りである。

- ・水 (10ml)
- ・洗濯糊 (10ml)
- ・ホウ砂
- ・マイクロシャーレ
- ・フォトクロミックインク (0.25ml, 0.5ml, 1.0ml, 2.0ml)

・マイクロシャーレにそれぞれフォトクロミックが0.25ml、0.5ml、1.0ml、2.0mlを含んだスライムを入れ固める。

②観測をする

観測は地面からの熱や反射の影響を抑えるため、椅子の上に置いて行った。観測の様子は以下の写真の通りである。



(写真 観測の様子)

- I) スライムを太陽が当たるように椅子の上に置く。
- II) 紫外線センサー (Opsytec Dr. Grobel 社製 UV-RM12) を使用してA波 (315~400nm) とB波 (280~315nm) を測りながらスライムの色の変化を調べる。

※この方法で4日間、お昼 (11時~13時) の間に1回観測を行った。

4、観測結果

今回10月17日、18日、21日、22日の4日間このスライムを使って計測を行った。結果を以下に記す。

A, 10月17日 午前11時40分
天気…晴れ (ただし雲量多し) 気温…20.2℃
湿度…36% 気圧…1020.5hpa

A波…2.50 (W/m²)
B波…0.75 (W/m²)

それぞれの濃度での色の比較 (10月17日)



(左からフォトクロミックが0.25m1、0.5m1、1.0m1、2.0m1入ったスライム)

B, 10月18日 午後0時45分

天気…曇り 気温…23.6℃

湿度…52% 気圧…1013.4hpa

A波…1.60 (W/m²)

B波…0.70 (W/m²)

それぞれの濃度での色の変化(10月18日)



(左からフォトクロミックが0.25ml、0.5ml、1.0ml、2.0ml入ったスライム)

C, 10月21日 午後1時19分

天気…晴れ 気温27.2℃

湿度…38% 気圧…1006.9hpa

A波…2.23 (W/m²)

B波…0.86 (W/m²)

それぞれの濃度での色の変化(10月21日)



(左からフォトクロミックが0.25ml、0.5ml、1.0ml、2.0ml入ったスライム)

D, 10月22日 午前11時00分

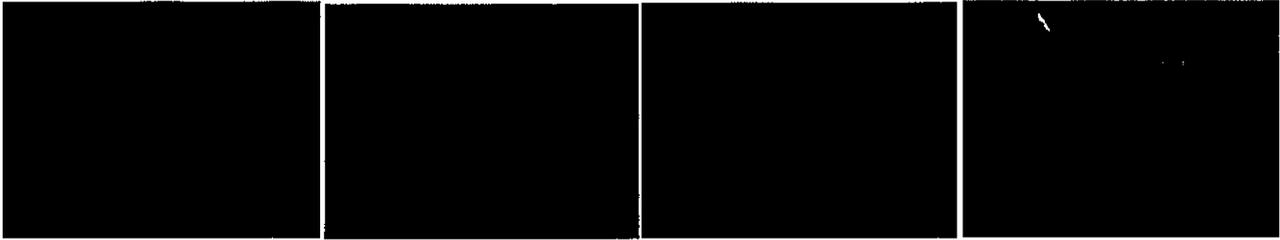
天気…曇り 気温…23.6℃

湿度…52% 気圧…1013.4hpa

A波…1.60 (W/m²)

B波…0.70 (W/m²)

それぞれの濃度での色の変化(10月22日)



(左からフォトクロミックが0.25ml、0.5ml、1.0ml、2.0ml入ったスライム)

5、考察

○紫外線が強い時ほどスライムの色の変化が大きい。また、インクの量が多いほど反応する色の濃さが濃い。

→紫外線の量が強いことが判明した。

○天気が晴れの日には予想通り紫外線の量が多かったが、曇り等の日で雲が全天にわたって覆われていても紫外線は意外に多い。

→紫外線は雲を透過して地上に降り注いでいる。なので、晴れていなくても紫外線対策が必要。

○A波(315~400nm)のほうがB波(280~315nm)よりも地上に降り注いでいる量が多い。

→可視光線に近いためではないかと考えられる。

○課題・感想

1、課題

- ・紫外線による色の変化のモデルを作る。
- ・紫外線の降り注ぎをより正確に測定するための工夫を行う。
- ・今後は機器を携帯に便利のように、コンパクトな形にする。

2、感想

・実際に機器は作れなかったが、紫外線を観測するためにとっても有意義な成果であった。

・今回、感光物質を入れたスライムが実際に紫外線にあてた時に色が変わることや、紫外線を遮断した時に、色が元の色(無色)に戻った事にとっても驚いた。