

岐阜大学「インターネット百葉箱」と手作り測器による気象観測体験教室

東條文治・川上紳一

岐阜大学教育学部

Weather observation school with handmade devices and the “internet instrument shelter” of Gifu University

Bunji Tojo and Shin-ichi Kawakami

Faculty of Education, Gifu University

要旨

2006年8月9～11日にかけて岐阜大学で開催された「高校生のためのサイエンスキャンプ」において、手作り測器で気象観測を行う講座を開いた。気温センサーとデータロガーの製作を行い、市販の気温観測測器とともに地上1.5mのところに設置し、丸一日にわたる気温観測を行った。この観測データと近くに設置されている（地上4m）「インターネット百葉箱」の気温データを比較し、それぞれ良い一致を確認した。これによって「インターネット百葉箱」の気温データが地上1.5mでの気温とおおむねみなせること、高校生が自作した気温観測装置できちんとした観測データが得られたことがわかった。また参加した高校生は自作の気温観測装置でしっかりしたデータが得られたことに大きな手ごたえを感じていた。自作の観測装置による研究への参加という講座は「高校生のためのサイエンスキャンプ」の趣旨に沿ったプログラムであるといえる。

【キーワード】 インターネット百葉箱, 気象観測, 手作り測器, サイエンスキャンプ

keywords: internet instrument shelter, weather observation, handmade devices, science camp

1. はじめに

岐阜県「サイエンスワールド」の主催で「高校生のためのサイエンスキャンプ」というイベントが、2006年8月9～11日にかけて岐阜大学で開催された。このイベントは高校生が大学での研究に参加・体験するというを目的に、高校生が自分で選んだテーマの講座で研究に取り組むというものであり、10講座が用意された。教育学部理科教育講座（地学）では気象観測測器を自作し、気温観測を行う「手作り測器で気象観測をしよう!」という講座を開いた。この講座における研究内容は、気象観測の基礎となる気温観測測器の製作を体験し、それを使って気温の観測をしようというものである。

岐阜大学教育学部ではこの春から「インターネット百葉箱」としてインターネット上から観

測データを参照できる気象観測装置を教育学部北の自然観察園に設置運用している。管理上の都合から観測装置は通常の高さより少し高い管理棟屋上（地上4m）に設置しているため、実際の自然観察園の気温データからどれくらいずれがあるか地上付近の気温と比較し評価する必要がある。そこでこの講座では高校生に、通常の高さである地上1.5mの場所での気温の変化を観測し「インターネット百葉箱」のデータと比較してもらうことをテーマとして用意した。

気温の計測には市販の観測測器だけでなく、高校生自ら観測測器を作ってもらいそれも観測に使うことにした。酒井ほか (2005), 酒井ほか (2006)は気象分野の学習において観測装置の製作などの研究プロセスの体験を取り入れることによって興味関心を高める取り組みを行って

る。気象分野においてはヒートアイランド現象のように身近な現象においても解明されていないことは多いとし、これらの解明について多点観測システムが重要であると考えている。そして安価な観測装置として、手作り観測測器による観測を提案している。気象センサーと、データを長時間にわたって自動記録するデータロガーである。

自作の測器の観測データを市販のものや、「インターネット百葉箱」のデータと比較し、自分で作った観測測器でもきちんとしたデータが得られるか挑戦する、というのもこの講座のテーマと位置づけた。高校生が自作する温度センサーとデータロガーの規格は京都大学総合人間学部の酒井敏先生が開発したものを使用させていただいた。

2. 準備

この講座を開くに当たって、事前に京都大学総合人間学部酒井研究室に伺って手作り測器の製作についてアドバイスを受けた。すなわち酒井研究室において温度センサーとデータロガーの製作を指導いただいた。製作上の注意点、センサーやデータロガーのキャリブレーション方法、観測測器の設置方法など丁寧に指導していただいた。また、ラジエーションシールドやキャリブレーションに必要な回路について提供していただいた。

3. 課題と日程

サイエンスキャンプは3日間にわたって行われた。第1日目は午前10時30分から開会式があり、講座での活動は午前11時から午後5時まで、第2日目は午前9時から午後5時まで、第3日目は午前9時から午後1時までとなっていた。第3日目の午後1時から体験発表交流会があり三日間で体験学習したことを発表交流する内容になっており、発表の準備もそれまでに行わなければならない。日程に関して工夫が必要であったのは、観測装置の製作と観測の両立においてである。観測装置が完成してから観測となると観測に十分な時間がさけない、その一方で観測中は観測装置が自動的に観測データを記録してくれるため手持

ち無沙汰になってしまうのである。

約1日間の気温観測を行って「インターネット百葉箱」のデータと比較するためには、観測データの解析にも時間が必要なので、観測開始を第1日目の終了間際とし第2日目の終了間際にデータの回収、第3日目にデータ解析を行うという日程を組んだ。この場合、気温観測に必要な温度センサーとデータロガーの両方を製作するとどうしても第2日目の終了間際までかかり観測に十分な時間がとれなくなってしまう。そこで、第1日目には温度センサーを製作し、データロガーはすでに酒井研究室を訪問したときに製作したものを使用して観測装置を設置することにした。そして、第2日目は新たにデータロガーを製作し、それが正常に動作することを確認したり、温度センサーやデータロガーの仕組みを学ぶことに時間を使って、終了間際に前日設置した観測装置を回収するのである。これによって気温観測に必要な装置を製作したという充実感と、丸一日分の観測データの両方を得ることができる。そして第3日目は観測データを解析し、同じ場所に設置した市販の気温記録計のデータや「インターネット百葉箱」のデータと比較することにした。それぞれのデータを比較し自作気温観測装置の信頼性を検討する。余った時間は発表交流会への準備へと当てられた。

4. 温度センサーの製作

温度センサーはサーミスタと呼ばれる温度によって抵抗値が変わる素子を使用したものである。部品点数は20点程度であるが、ケーブルなどでシールドの被覆を剥いて基盤にハンダ付けするといった工程もあり難しい。特にハンダ付けの経験がない高校生が製作することを考えて、はじめにハンダ付けの練習を行った。ハンダ付けの練習には練習用の基盤とICソケットを使用した。ハンダごてで基盤とハンダ付けする部品の脚を熱してからハンダを溶かし基盤にしっかり付いたことを確認してからハンダごてを離す。また、部品の確認において重要な点は抵抗の抵抗値やコンデンサの容量の読み方である。抵抗の抵抗値の場合は複数の色の帯、コンデンサの場合 $10 \times 10^4 \text{pF}$ の容量は104といった数字で示さ



図1. 高校生のハンダ付けの様子.

れる。これらの読み方を学習した後に、部品の確認を行って、製作を始めた。背の低い部品から基盤にハンダ付けしていくことが製作を楽にする一つのコツである。

実際に参加者は電子工作の経験がなかったが、はじめに十分に時間をとってハンダ付けの練習をしたり、抵抗値や容量の読み方を学習したためにその後の製作はスムーズに進むことが出来た（図1）。講座内容の説明・練習などで1時間かかり、昼食を済ませてからの製作となったが2時間程度で完成した。

回路は組みあがっても部品やハンダ付けなどの仕上がりによって特性に差が出るので、温度センサーの組み立て後、センサーの半固定抵抗の値を調節してキャリブレーションすることが必要である（図2）。事前に酒井研究室で製作しキャリブレーションが済んでいる温度センサーと高校生が作成したものをデータロガーに接続し、それぞれのセンサーの数値を比較する。両

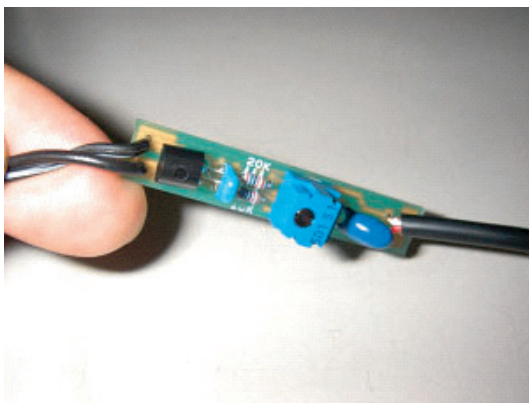


図2. 温度センサー。中央の四角い部品が半固定抵抗.

方の温度センサーのセンサー部分を比熱の大きな物体に貼り付ける。これによって2つのセンサーは同じ温度となりデータロガーに記録される電圧値は同じ値になるはずである。データロガーをパソコンに接続し、それぞれのセンサーの数値をモニターしながら値が一致するように高校生が製作した半固定抵抗の値を調節する。調節がうまくいったら半固定抵抗を熱収縮チューブで覆い温度センサーの完成である。

5. 気温観測測器の設置

温度センサーとデータロガーは地上1.5mの高さに固定するために塩ビパイプに組み込み、雨よけのためにデータロガーはプラスチックケースに収め、温度センサーは雨と直射日光を避けるためにラジエーションシールドをかぶせる。このような設置する観測装置をくみ上げたものをつかって簡単なテスト観測を行った。せっかく温度センサーやデータロガーが正常に動作していても全体の組み方や接続などの影響で正常に動作しないのではがっかりである。また、丸一日の観測が終わってからではミスに気が付いても取り返しがつかない。

完成した温度センサーをデータロガーに接続し、簡単なテスト観測を行った。気温観測状態にしてから時刻を測りながら研究室を出て建物の周辺を移動した。観測データと記録した行動時刻を比較した。冷房の効いた部屋から廊下に出た時刻に気温は上昇し、また部屋に戻る時刻に気温が下がっていることなどが確認できた。これによって、正常に動作している可能性が高いことが確認できた。また、同じ場所に設置する市販の気温測定装置も同様に塩ビパイプのなかに組み立てられ、本体は防水ケース、センサー部分は同様のラジエーションシールド内に埋め込まれた。観測装置の設置は「インターネット百葉箱」にも近く、教育学部花壇付近の場所を選んだ（図3）。観測を開始してから装置を設置場所に運び倒れないようにしっかりと木にくくりつけて設置完了である。



図3. 観測場所に設置した2つの観測装置.

6. データロガーの製作

データロガーは接続した回路（各種センサー）に電源を供給し、出力される電圧をデジタルデータとして記録する。製作したものは6チャンネルで同時に6つのセンサーのデータを記録することができる。また、記録できるデータ数は決まっているが、データを記録する時間間隔は設定によって変えることができ、時間間隔をあげれば長期間にわたるデータ記録ができることになる。今回の観測では1分間隔でデータを記録する設定にした。これならば丸一日の観測を行ってもメモリーに十分な余裕がある。

データロガーの製作は部品点数も多くなっているが、温度センサーの製作で電子工作になれたこともあって、第2日目の午前中に製作が終わった（図4）。ケーブルをつかってパソコンに接続し動作確認をすると無事正常に動作した。データロガーについても温度センサーと同様に仕上がり具合による差があるためキャリブレーション

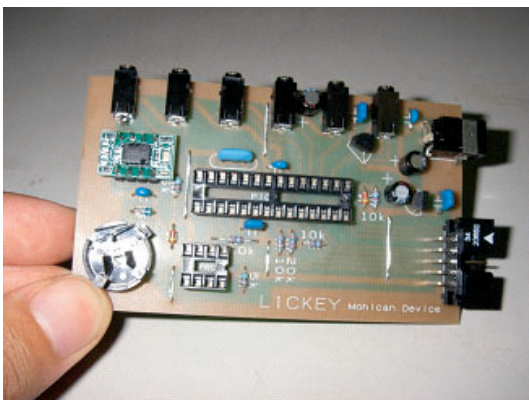


図4. 完成間近のデータロガーの基盤.

ンが必要となる。データロガーのキャリブレーションには0.200Vと1.800Vの電圧を正確に返す回路を接続し実際に表示される値を入力すると、自動的に補正式を計算して補正されるようになっている。前日に設置した観測に使用したデータロガーについてはすでにキャリブレーションがされたものである。高校生が製作したものについてもキャリブレーションまでしてもらった。

7. 雲の図鑑の製作

予定より早くデータロガーの製作が終わったので、余った時間に、「インターネット百葉箱」の画像を使った雲の図鑑の製作という課題を追加した。「インターネット百葉箱」では設置場所から北の空の画像を10分ごとに撮影し記録している。この画像は設置開始の2006年3月から蓄積されているので、これらの画像を見て雲を種類にわけ、代表的なものを使って雲の図鑑を作ってもらった。

まず、「インターネット百葉箱」を使って雲の画像を表示させる方法を学習してもらい、順番に雲の画像を見て、上層雲・中層雲・下層雲など分類してもらった。上層雲の巻雲と下層雲の

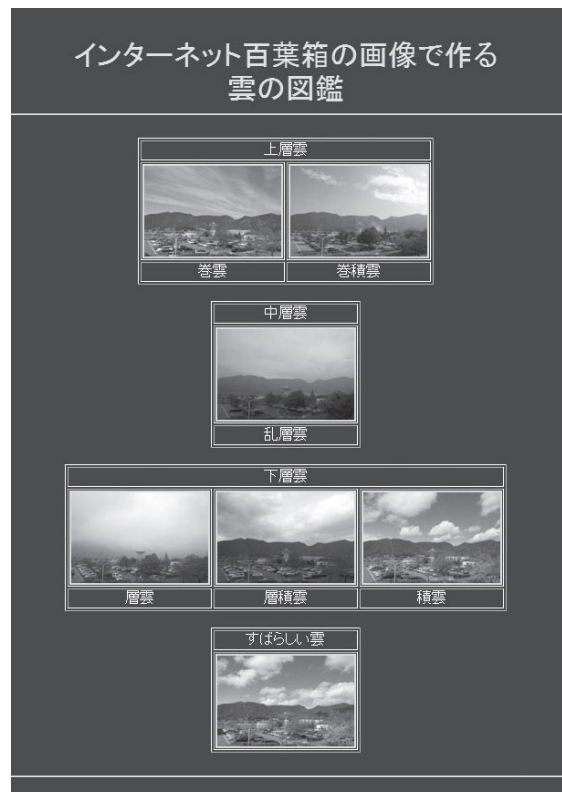


図5. インターネット百葉箱の画像で作る雲の図鑑.

積雲が多かったが、全部で6種類の雲が認定できた。さらに美しいと思う雲の画像などを加え、ホームページを製作した。これは、インターネット上から利用できる雲の図鑑として教育学部理科教育講座（地学）のホームページ上で公開している（図5）。

8. 観測結果

第2日目の午後5時前に観測測器を回収した。データロガーから観測測器を設置した第1日目の午後4時ごろ～第2日目の午後5時ごろまで丸一日の気温の観測データを得た。観測測器をパソコンに接続し、市販の観測測器による気温変化と自作の気温観測測器による気温変化（1分間隔）、それぞれのデータと、「インターネット百葉箱」の気温データ（5分間隔）を比較した。自作観測測器のデータに関しては、サーミスタによる電圧と温度の関係を一次式で近似したものを使用して、得られた電圧データを温度に変換し比較した（図6）。

結果を見ると手作り測器によるもの、市販のもの、インターネット百葉箱のものそれぞれおおむね一致している。昼間の時間帯で約1℃程度のズレが市販のものに見られるもののそれ以外

では非常によく一致している。日が出始める午前5時30分ごろが最低気温で（この日の日の出時刻：午前5時8分）、午後1時～4時ごろまでは高い気温が続いたことが読み取れる。手作りの気温計と市販の気温計のデータで測定開始のとき低い気温でその直後急に温度が上昇するのは、測定開始が研究室の中だったために冷房の影響で測定開始時の気温が低かったことを示している。

第3日目、高校生にはこれらの観測結果、製作過程や観測測器の設置風景などをまとめてもらった。参加した高校生はこれを使ってパワーポイントを作り、発表交流会で発表を行った。

9. まとめ

参加した高校生はハンダ付けや電子工作の経験がなかったが、すぐにコツを覚えてスムーズに製作が進み、観測測器の製作と気温の観測の両方を体験してもらうことができた。同じ場所に設置した市販の観測測器と自作のものがよい一致を示し、きちんとしたデータが取れたということは大きな感動であったようである。また、「インターネット百葉箱」のデータとも一致し、「インターネット百葉箱」のデータが自然観察園のデータとして使用できることを確かめること

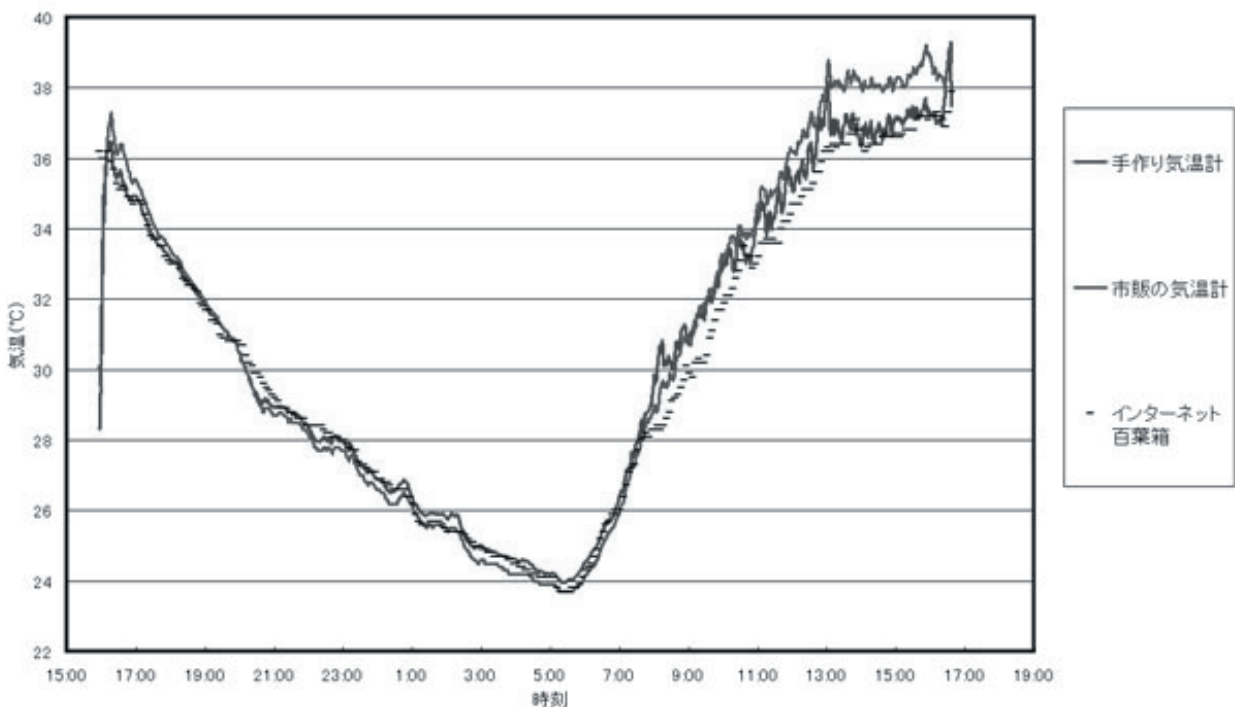


図6. 観測結果. それぞれの観測装置でおおむね良い一致を示す.

もできた。今回の講座では「インターネット百葉箱のデータの検証」と「自作の観測測器で観測する」という2つの課題があったが、参加した高校生は、自分で作った装置で議論できるしっかりとしたデータを得ることができたことにより大きな喜びを感じたようである。高価で大きな装置を使うことよりも自分で作った装置によって研究を行うことが、手ごたえとなっているようだ。酒井(2006)が提案した安価で自作による装置を作って観測を行い結果を得るという活動は、大学での研究に参加・体験するという「高校生のためのサイエンスキャンプ」の趣旨に沿ったプログラムであることが示された。

謝辞. この講座で使用した自作温度センサーとデータロガーの規格は京都大学総合人間学部の酒井敏先生が開発したものを使用させていただいた。さらに、自作観測測器の製作・設置に関してさまざまなアドバイスをいただいた。ここに記して厚く御礼申し上げたい。

引用文献

- 酒井敏・飯澤功・梅谷和弘(2006) 手作りの測機で身近な気象を観測し新事実に挑む参加型科学プロジェクト—素朴な科学への挑戦—, 化学と教育, 54巻, 6号, p. 322–325.
- 酒井敏・余田成男・紀本岳志(2005) 手作りの測機で身近な気象を観測し新事実に挑む参加型科学プロジェクト—こども気象探偵団「京都の地域気象の謎を解明せよ!」—, 「新世紀型理科系教育の展開研究」平成15・16年度研究成果報告書, 研究項目A02「論理的思考力や創造性・独創性を育むための教育内容や指導方法・教材等の研究」, p. 129–138.

参考URL

- みんなの地球科学プロジェクトURL : <http://www.gaia.h.kyoto-u.ac.jp/~minchika/>
- 「インターネット百葉箱」URL : <http://tenki.ed.gifu-u.ac.jp/teitencube/JPNGIF001/latest.html>
- 理科教材データベース・雲の図鑑 URL : <http://chigaku.ed.gifu-u.ac.jp/chigakuhp/html/kyo/kisyoh/kumo/100you/index.html>