

小学校理科におけるパソコン計測の活用

*
武井 由典

温度センサからの信号をパソコンで処理をする、パソコン計測システムを利用した実験器具を、小学校理科の対流の実験で利用できるように開発した。パソコン計測の利点を生かし、これまでの実験方法では困難だった測定をできるようにし、小学生でも理解できるように、温度を色で表すなどして工夫した。実際の授業で利用してみて、その教育的効果や小学校でのパソコン計測の可能性について述べた。

＜キーワード＞ 小学校 理科 C A I 計測 対流 パソコン 気温

1.はじめに

近年、半導体が安くなったため、各種チップやセンサが簡単に入手できるようになってきた。また、RS-232Cを使っている計測システムの開発により、簡単にパソコンで計測が出来るようになった。工業高校を中心として、高校理科や中学校理科などにおいてパソコンでの計測システムを利用した教育実践が報告されている。そこで、小学校理科において、より児童が理解できる実験装置の開発と実践を行ったので報告する。

2.パソコン計測の利点

パソコン計測といっても、測定できる物理量はセンサの種類によって異なるが、一般的には、温度、光、電圧、湿度等が可能である。これらの物理量は、パソコン計測を用いなくても測定できるのだが、パソコン計測には様々な利点が考えられる。

(1)測定データの表示の工夫ができる

センサからインターフェイスを通してパソコンに送られるデータは、表示方法を工夫することで、分かり易く表示できる。例えば、字を大きくすることや、データから計算した結果を表示し比較すること、物理量を絵や色に変換して表示することや、グラフに表すことなどが測定しながらその場でできる。(2)データを保存できる

測定したデータは、フロッピーに保存できるので、あとで実際のデータをもとに実験を再現したり、そのデータをもとにして、加工することもできる。

(3)長時間連続して測定できる

パソコンは測定時間をインターバルタイマ等で指定すれば、一日中測定するような長時間行う実験でも、自動的に測定し記録できる。

(4)細かい場所も測れる

棒温度計などでは、入り組んだ所や、細かい場所などは器具が入らないため測れない場合がある。しかし、センサの大きさは1cm程度なので、コードを長くすることで測定できる範囲が広げられる。

(5)より正確なデータが得られる

使用するセンサやA/Dコンバータの精度にもよるが、センサを利用することでこれまでより正確なデータを得られる。また、パソコンならば瞬間的

に何回も測定できるため、平均をとればより確かなデータとして扱える。

3.対流の実験と計測

(1)小学校理科での計測の可能性

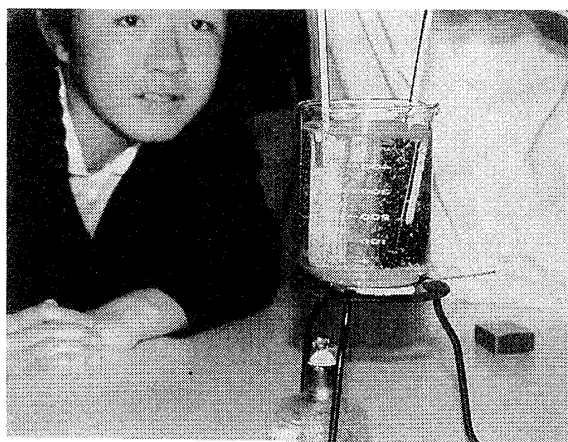
小学校理科では高学年になると物理領域で磁力や熱などの目に見えない抽象概念が導入されてくる。これらの目に見えない概念を児童に理解させるために、いろいろな実験方法が工夫され指導されている。さらに児童が理解しやすい実験を行うために、パソコンによる計測が適していると考えた。

パソコンを使うことにより、例えば測定した温度を色などに変換したり、模式的な図で表示することで、具体的な現象から概念へ結びつけることができるであろう。また、小学校では、定性的な実験や考察が多いので、定量的な実験結果からの考察に慣れていない児童がいる。そこで、温度のような定量的な結果を、色などの定性的なものに置き換えて考察しやすいように工夫できる。

(2)対流の実験

これまで教科書などで扱われている実験方法は、次のような方法である。

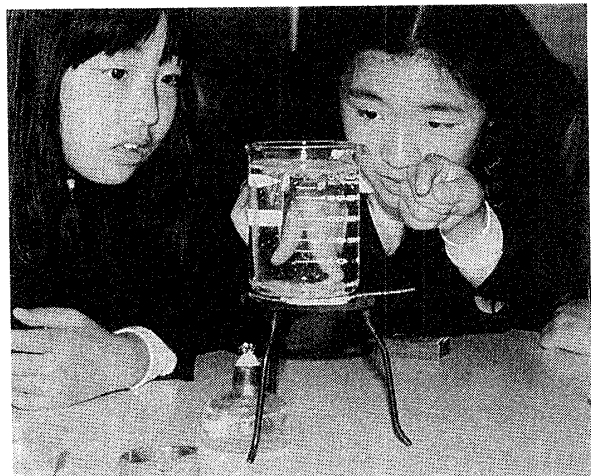
ビーカーの端を熱する。そのとき、熱しているすぐ上の水面近くの温度を棒温度計で測る。同時に、熱している端の反対側の、底に近い場所の温度を棒温度計で測る。



＜棒温度計で測る＞

* Yoshinori, Takei : 岐阜県美濃市立昭和中学校

この実験と、ビーカーの端を熱しながらおがくず等で水の動きを見る実験とを合わせて、水は水面から温かくなることと、まわりながら温まることを導くのである。棒温度計の代わりにサーモテープを利用して、熱の動きが分かり易くなるように工夫することもある。しかし、これらの方法では、ビーカー内の2ヵ所の温度を測定する実験と、おがくずなどを使って、水の動きを調べる実験とで結論づける。



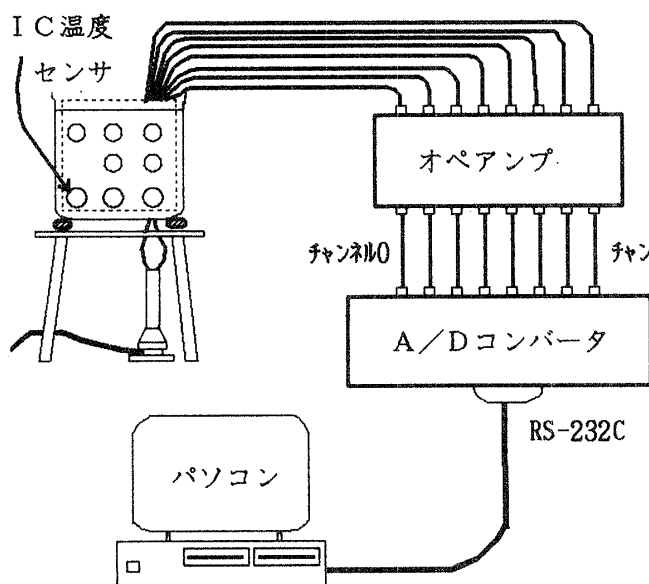
＜おがくずで見る方法＞

そこで、温度センサ8個をビーカーの中に入れ、同時に8ヵ所の温度を測定していくことで、熱している点からビーカー全体に熱が移動していく様子がよりつかめると考えた。

4. システムの概要

(1) ハードウェア

システムの概要は、下図のようである。ビーカー内の水の温度分布を測るため、IC温度センサ8個を入れる。それぞれの信号をOPアンプで10倍に増幅し、A/Dコンバータに入力する。A/Dコンバータでアナログ→デジタル変換された信号は、RS-232Cを通してパソコンに信号が送られる。



温度センサを水中で固定するために、網に8ヵ所の穴をあけ、それぞれのセンサをその穴に入れた。水の対流を少しでも妨げないようにするために網を使った。また、温度センサは浴槽用のシリコンボンドで防水してある。

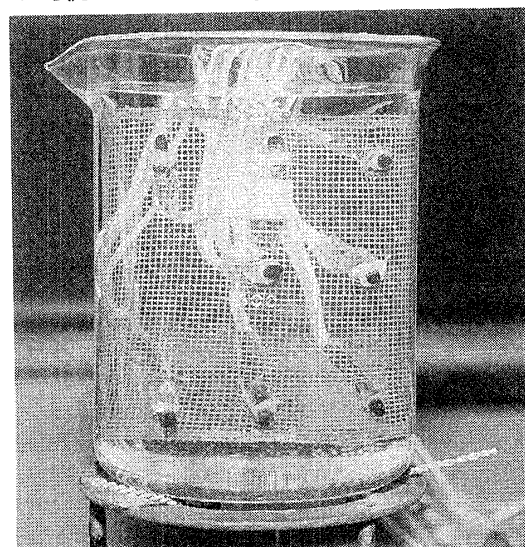
【IC温度センサ】：LM35DZ

この温度センサは、駆動電圧をかけると、0℃から、1℃10mVでリニアに温度を電圧に変換する。

【A/Dコンバータ】

このA/Dコンバータは岐阜北高校の佐藤正明先生が製作されたもので、8チャンネルまで入力でき、RS-232Cの信号として出力できる。

測定方法として、単発でデータを送るワンショットモードと、一定時間間隔でデータを送り続ける連続モードがある。



＜ビーカーと温度センサ＞

(2) ソフトウェア

【全体の流れ】

- ① 熱源や最初の水の温度にわせて、範囲を設定する。色の変化が分かりやすいようにするとよい。
- ② 実験装置とパソコンの画面が結び付くようにした。
- ③ 誤差を少なくするために、10回測定した平均を温度データとして扱うようにした。
- ④ 温度変換式、A/Dコンバータのモードを、&hFFで4Vにして測定した。また、温度センサが

測定温度
範囲設定

画面表示

チャンネル
ごとに10回
測定して平均をとる

データを温度
に変換する

らは、 $1^{\circ}\text{C} \mid 0\text{mV}$ で出力されるが、途中OPアンプで10倍に増幅されるので、パソコンが受け取ったデータを温度に変換するには次の式を使えばよい。

$$T = V_{in} \times 4 / 255 \times 10$$

T: 温度,

V_{in} : 入力されたデータ

⑤ 色変換式

①で入力した、最高温度、最低温度をもとにして温度にあった色を計算する。

⑥ 温度と色データを表示する

温度に対応する色を計算する

各チャンネルに対応する場所の色と温度を表示する

5.授業の中で

(1)指導学年及び単元名 実践校

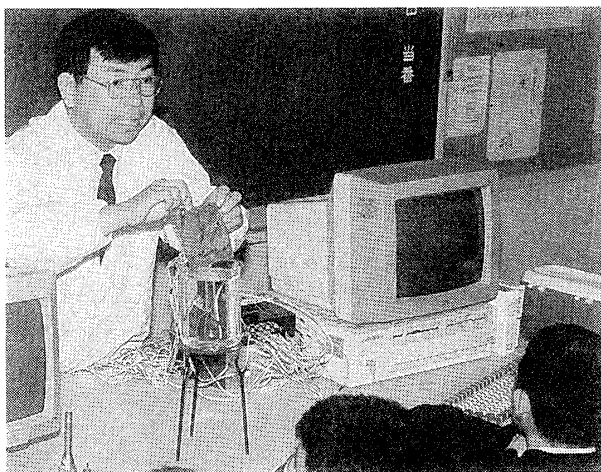
本実験は、小学校6年生、「もののあたたまりかた」の単元で行った。授業実践については、川島小学校の山田信雄先生にお願いした。

(2)授業より

今回は、パソコン計測を利用した実験を教師の演示実験とし、授業の最初の課題づくりに活用した。

①センサの働きを説明

児童にとって、センサや計測は初めてのことであるから、パソコンで温度を調べられることを説明した。網につけた一つ一つのセンサを指でつまむことで、体温で温度があがる。そのため、画面上でも同じ場所だけの温度が高くなり、色も赤色に近くなっていくことがわかる。



②演示実験として

実験中、ビーカーをバーナーで熱していると、画面の熱している部分から温度が変わり始めた。

やがて、水の上の方が赤くなり、熱していない底のほうは、緑色であった。

このなかで、「わー、赤色が動いている。」や、「上の方ばっか赤色だ。」「赤の方が温度が高いから、上が熱いや」のようなつぶやきが聞かれた。



6.児童の意識

授業の最後に児童にアンケート調査を行った。これまで児童が体験したことがない温度の測り方なので、パソコンで測ることが理解できたか。また、配線も複雑なので、装置に対する違和感は無かったか。興味関心はどうか、といった観点で調査を行った。

(1)意識調査より

全18項目について意識調査を行った結果、次のようになった。(太線は平均値)

① だんだんわからなくなつた	1 2 3 4 5	だんだんはつきりしてきた
② もやもやした	1 2 3 4 5	すっきりした
③ よくわからなかった	1 2 3 4 5	わかった
④ おつうだった	1 2 3 4 5	おどろいた
⑤ ごちゃごちゃしている	1 2 3 4 5	すっきりしている
⑥ ざらい	1 2 3 4 5	きれい
⑦ わかりやすい	1 2 3 4 5	わかりにくい
⑧ 実験の結果がわかりにくい	1 2 3 4 5	実験の結果がわかりやすい
⑨ 実験道具のしくみがわかりにくい	1 2 3 4 5	実験道具のしくみがわかりやすい
⑩ この実験を見て、勉強する気がなくなった	1 2 3 4 5	この実験を見て、勉強する気が出てきた
⑪ あまり考えなかった	1 2 3 4 5	よく考えた
⑫ くだらない	1 2 3 4 5	意味がある
⑬ もっと工夫してほしい	1 2 3 4 5	よく工夫してある
⑭ 悪い	1 2 3 4 5	良い

⑮ むづかしい	1 2 3 4 5	かんたん
⑯ はっきりしていない	1 2 3 4 5	はっきりしている
⑰ しじみにくい	1 2 3 4 5	しじみやすい
⑱ つまらない	1 2 3 4 5	たのしい

この結果から全体的に見て、児童はパソコン計測に対して、肯定的な意識でいることがわかる。

・実験による学習内容や装置の理解

設問①⑤⑦⑧⑨⑫を抽出し、詳しく調べると、1、2を選んだ児童はほとんどいない。パソコン計測を小学校で利用した場合、児童は装置の複雑さに戸惑いを感じたり、学習内容の理解が阻害される意識を持たないことが分かる。

・計測を受け入れられるか

設問⑥⑩⑭⑰⑱を抽出してみると、⑰以外は1、2を選んだ児童は全くなかった。パソコン計測により、学習意欲が出た児童や、楽しい・好きという意識を持った児童が多かった。ただ、⑰については、他の設問に比べ3に偏っているため、多少親しめない部分があると思われる。

(2)児童の感想より

自由記述形式で3つの設問を設けた。

- ①パソコンを使ってビーカーの中の水の温度をはかりましたが、わかりやすかったですか。
- ②画面では、低い温度を青色や緑色、高い温度を黄色や赤色で表しましたが、わかりやすかったですか。
- ③最後に、そのパソコンを使った実験について思ったことを書いてください。
不思議に思ったこと。わかりやすかったところ。わかりにくかったところ。など、なんでもいいです。

今回の研究の意図として、これまでの実験装置の改善を第一に考えたため、児童が物理現象をどれだけ正しくとらえられたかが大切になってくる。

わかりやすかったです。水の対流によって、水がまわるように熱している所から、上へ上へ温度が上がっていくようです。また、そこで何度なのかということもよくわかりました。はじめ熱していても水では横に行かないのかなあと思いましたが、この実験で横にも行くけど、水はまわってあたままるということがパソコンでもよくわかりました。一番に熱しているところが熱くなっていきました。そしてだんだん上へ上がっていくようすがわかりました。

8カ所の温度を同時に測り表示したことで、児童は、「熱しているところからだんだん熱くなって、上へ上がっていく」という事実をとらえることができた。2本の温度計では、このような温まる仕組み

は思考として頭の中でまとめるしかなく、事実としてとらえられない。

- ・低い温度の時や、高い温度になっていくほど色が明るくなったいくので、わかりやすい。
- ・色がわけてあるとみわけがつく。
- ・下に何度かということが表示してあって、色でも数字でもわかるのでとってもべんりだなあと思いました。
- ・パソコンをみて、温度のうつりかわりで色がかわってよくわかった。

画面上で、温度を色で表現したことで、ほとんどの児童が、「わかりやすい」と感じていた。小学校段階では、まだまだ直観的に物事を見る傾向があるので、色で表示することは効果的である。しかし、パソコンの性能の関係もあり、色の種類が少ないため、児童が不満に感じている点があった。今回は、タイリングにより中間色を表現したが、区別がつきにくい色もあり、温度の高低と色の関係がわかりにくい児童がいた。

7.おわりに

小学校理科でのパソコン計測システムの可能性ということで研究を進めてきた。パソコン計測の利点を取り入れ、よりよい実験方法の開発を目指したが、計測ということで児童にとって複雑な機械を使用するため、児童に受け入れられるかを心配した。

【成果】

- ①児童の学習意欲を高めることができた。
- ②8カ所の温度を測ることで、物理現象を正しくとらえさせることができた。
- ③温度分布や変化をつかませるために、温度を色で表現したことが効果的であった。
- ④実験の最初に、センサとパソコンの画面との関係を説明したため、児童に戸惑いがなくなった。
- ⑤複雑なコードなどがあったが、児童は実験器具の複雑さをあまり気にしなかった。

【課題】

- ①温度と表示色の関係を、児童が分かり易いものにする。
- ②たくさんの教師に利用していただくために、システムの簡素化をはかる。

今回発表したシステムの他に、一日の気温と地温を自動的に計測し記録するシステムも開発したが、発表できないので残念である。詳しくは、学習システム研究会制作した『計測へのコンピュータの利用』をご覧ください。

最後に、本研究にあたり、岐阜北高校の佐藤正明先生、川島小学校の山田信雄先生にご援助いただいたことを記して、感謝の意を表します。