

地学領域におけるC A Iの実践的研究 (I)

—その理念に関する一提案と小学校での指導例—

林 武広・玉井 基宏*・藤川 義範**・鈴木 盛久・吉村 典久

(1990年11月30日 受理)

I まえがき

近年、高度情報化社会の発達とともに学校教育においても、本格的にコンピュータを活用する時代となってきた。小・中・高校では、コンピュータを重要な教育機器の一つとして位置づけ、それに関する設備が次第に充実されるようになってきた。それに伴ってコンピュータ支援授業 (computer assisted instruction、略してC A I) の研究も盛んとなっている。教育機器として、これまでもOHP、VTRなどが、それぞれの特性を生かして学習に活用されてきた。それらと同様にコンピュータも、新たな教育機器として、その特性を十分に生かすよう、各教科において活用されることが望まれる。とりわけ理科は、大いにC A Iを推進すべき教科の1つである。そこで、理科におけるC A Iのあり方について検討してみる。

理科は、児童・生徒が実際に観察・実験を行い、そこから自然に対する科学的な見方、考え方を養い、あわせて自然に対する興味・関心を喚起することが目標とされる。つまり、観察・実験が学習の中心であり、それを深め、充実させることによって、児童・生徒は、より積極的に自然に働きかけようとする意欲をもつようになる。しかし、本来、児童・生徒自らが行うべき観察・実験をコンピュータによるシミュレーションなどで代用したり、さらには観察・実験を行わず、単に知識・理解を得させるための“学習機”としてコンピュータを利用することは、本末転倒であるといわざるを得ない。このような学習は、“コンピュータを使うために”という発想から出発しており、結果的にコンピュータ主導型の学習となる可能性がある。そ

れは、教師と児童・生徒が共に“直接、自然から学ぶ”という理科本来の理念とは相入れないものである。

筆者らは、理科においては、本来の目的である“児童・生徒が観察・実験に主体的・意欲的に取り組み、深めて行く”ことが“assist”され、併せて情報活用能力も育むことができるようなコンピュータ活用が望ましいと考える。

しかしながら、現状ではコンピュータを“どのような授業場面で、どのように活用すれば”、上記のような理念に基づいた学習が達成できるのかという点は、必ずしも明確ではなく、模索の段階にあると考えられる。

このような現状をふまえ、筆者らは、特に地学領域の学習において、それぞれの学習単位とコンピュータ双方の特徴が生かされ、併せて情報活用能力の育成に寄与でき得るようなC A Iのあり方について、ソフトウェアの開発、およびそれらを実際に活用した研究授業を中心とした研究を進めている。

ここでは、一応の研究成果が得られた小学校理科、「気温・地面の温度」および「太陽・月」の学習におけるC A Iについて、これらの学習の特徴、それに基づいて開発したソフトウェアの概要、指導展開例、児童の反応などについて述べる。

なお、本論の内容は、1989年度日本理科教育学会中国支部大会において、その一部を発表した。

II コンピュータの機能と地学領域の学習

現在、C A Iに主として用いられているパーソナルコンピュータ (以下、パソコン) について、それら機能的な面を見直し、それらの機能と地学領域の学習の特徴との接点を検討してみる。これ

* 広島市立美鈴が丘小学校

** 広島大学附属東雲小学校

ら両者の特徴がうまく生かされれば、地学領域の学習において、充実したCAIが期待される。

パソコンは、ソフトウェア（プログラム）によって仕事（処理）を進めること、プログラムは反復して使用でき、蓄積化できること、内部記憶装置および補助記憶装置をもつことなど、基本的な動作および機能は大規模コンピュータや汎用コンピュータなどとはほぼ同様である。最近では、記憶装置（内部、外部共）の容量が拡大され、さらに、処理速度が高速化されるなど、その能力は大型のものに近づきつつある。

また、パソコンは、小型で移動・運搬が容易なため教室にも簡単に設置できる。しかも価格は廉価である。本体とディスプレイ、さらにプリンタなどの外部出力装置があれば、コンピュータとして一応の用途を充すことができる。

データ入力、キーボードをはじめ、ディスクなどの補助記憶装置、あるいは通信によっても行うことができる。データ入力や処理状態の把握、処理に対する指示などのコンピュータとのやりとりは、ディスプレイを通して進めることができる。処理結果の出力は、グラフィック機能によって、数値や文字に限らず、各種の図や表としてディスプレイやプリンタなどで容易、迅速に表示することができる。

また、1台のパソコンでもソフトウェアを入れ換えることによって、ワードプロセッサ、表計算、描画、TVゲームなど各種の用途に利用できる。さらに、若干の補助装置の装着によって、画像解析、機器の制御、通信、音楽演奏などにも利用できる。このように、パソコンは1台で多くの用途に利用できるという点から、非常に柔軟性のある機器であるといえる。つまり、コンピュータの活用は、ソフトウェアに大きく依存しているといえよう。

筆者らは、地学領域の学習に関するCAIソフトウェア開発において、これらパソコンの特徴のうち、「記憶装置の大容量化」、「処理速度の高速化」によってもたらされるもの、すなわち“大量のデータが高速に処理される”というコンピュータに求められる本来的、基本的な機能に、あらためて注目する必要があると考える。次に、そのことを地学領域の学習の特徴から検討してみる。

地学領域の学習は、児童・生徒が自然の事象に

直接はたらきかけ、そこから情報を求め整理することによって、自然に対してなんらかの概念を得ようとするものである。しかし、自然の事象は複雑であり、少しの情報では十分な結論が得られず、様々な情報を数多く必要とする場合が多い。そこで、多くのデータを短時間で整理、処理し、その結果がわかりやすいグラフ、図などで迅速に表示されれば、少しのデータでは解決できなかった課題の解決、あるいは見い出され得なかった概念の取得が可能となることのみならず、当初の課題からは予想し得なかったような新たな発見、ひらめきが見い出されたり、さらに別な課題への進展が期待されるなど、学習を進めるうえで効果的である。

上述の場合、“多くのデータ”は、個々の児童・生徒が観察・実験によって求めたもののみならず、“全員のデータを合わせたもの”も同一の意味をもつとみなすことができる。そのようなデータの検討を学習の中に取り込むことは、一人ひとりが求めたデータを全て生かすことを可能とする。そうすることによって、児童・生徒は、「みんなで協力してわかった」、「みんなのデータを合わせたからこそわかったんだ」などの気持ちを抱き、全ての児童・生徒が学習に参加している実感とともに喜びや感動を得ると考えられる。また、このような学習を進める中で、児童・生徒は、自ら求めたデータの意味やその重要性を知り、そのことが、興味・関心を深め、自然に働きかけようとする意欲を高めると期待される。

上述のような学習においては、“大量のデータが高速に処理される”ことが必要であるが、それを手作業で行えば、煩雑なうえ多くの時間を要するため、1つの単元学習に割り当てられた時間内で達成することは到底困難であろう。このような場面においてこそ、その機能を最も本来的、かつ基本的なものとするパソコンの活用が有効である。このことは地学領域の学習に関するCAIのあり方に1つの示唆をあたえるものと考えられる。

したがって、筆者らは、上述のような理念に基づいた地学領域のCAIソフトウェアの開発にあたっては、次のような観点が十分に考慮されるべきであると考えられる。

- ・児童・生徒が実際に求めたデータの処理を行うものである。

- ・全ての児童・生徒が求めたデータをなるべく多く入力することができる。
- ・データ入力、参照、出力が、児童・生徒にも容易に操作できる。
- ・データは一つ一つ容易に確認、訂正などができる。
- ・グラフィック機能を用いた各種の表示法を備えている。
- ・他のクラス、前の学年のデータなども蓄積し、参照ができる。

そこで、これまでに小・中・高校の地質、天文、気象に関するいくつかの単元のうち、上記のような理念に基づいた学習が可能と考えられるものについて、それぞれCAIソフトウェアを開発し、実際の授業での活用を試みている。本論では、これまでの研究で一応の指導成果が得られた、小学校の「気温・地面の温度」および「太陽・月」の学習におけるCAIの例について述べる。

III 小学校理科「気温」および「太陽・月」におけるCAI

A. 「空気・地面の温度」について

小学校理科において「空気・地面の温度」に関する学習は、平成2年文部省学習指導要領によって、第3学年と第5学年で扱うことが示されている。

第3学年では、児童が、日なたや日陰での気温や地面の温度を体感や温度計で計って比べ、地面は太陽によって暖められていることや日なたと日陰では地面の暖かさや湿り気などに違いがあることに気づかせる。併せて、それ以外でも、日なたと日陰では様々な違いがあることに気づかせる。

第5学年では、児童が季節や日を変えて、1日に何回か気温と太陽高度、雲、風、雨のなどを観測し、それらの結果をグラフに表したりして、1日の気温の変化が太陽高度、雲、風、雨と関係していることをとらえさせる。さらに、児童の観測事実とその地域特有な天気に関する言い習わし、テレビ、新聞の気象情報などの諸情報を関連づけて、天気の変化を予想できるようにする。

上述のような単元では、児童が自ら校庭などで気温、地面の温度を計ったり、その時の日あたりや天気の状態などを観測し、続いて、それらの諸データを整理・処理し、検討するといった学習が

中心となる。“データを整理・処理し検討”する場面で、通常は、一人のデータ、あるいは少人数のグループでデータを比較、検討し、何らかの結論を導く場合が多いと考えられる。

しかしながら、児童による屋外での気温や地面の温度の測定からでは、教科書等で示されているような、なめらかな温度変化を示すグラフが得られないことが多い。その理由として、次のようなことが考えられる（桑田ほか、1988）。

- ・校庭程度の狭い範囲内で、同時刻、同気象条件（例えば、日当り）でも測定地点間の気温分布は一様とは限らない。また、気温上昇率も同様である。
- ・地面の温度は、同時刻、同気象条件でも土地の条件によって、温度そのものやその上昇率が異なる。
- ・測定誤差がかなり大きい。

本来、気温や地面の温度は自然現象そのものであり、複雑な要因が重なり合っているため、教科書に示されているような結果を得るための測定の条件統一は、かなりの困難を伴うものと考えられる。

さらに、実際に学習を進めるうえでも、気温と気象条件との関連をとらえさせるために、1年を通じて、様々な天気の日で気温を測定する必要があることや、1日の気温変化を調べる場合でも、測定時の風や雲の状態も併せて記録する必要がある（特に、第5学年の場合）。

このように、「気温」を扱う学習では、まず、気温や地面の温度の測定に多くの時間・手間を要するうえ、それらの結果の考察においても上述のような理由で、うまくまとめられないことがある。そのため、児童の学習意欲が低下する可能性もある。

このような状況から、筆者らは「気温」を扱う学習において、コンピュータを活用することは、学習を充実させるうえで1つの試みと考え、これまで述べてきた理念に基づいて、ソフトウェア開発を試みた。具体的には、児童が測定したデータの全てをパソコンを用いて蓄積する、つまり児童が測定したデータの“データベース”を作成し、それをもとに様々な観点でデータを参照し、その結果をグラフ化して表示させようとするものである。つまり、児童自らのデータが蓄積され、それ

らを参照することによって学習が進められるのであって、あらかじめコンピュータに納められている、何らかの“学習の流れ”や“情報”を受身的に利用するものではない。したがって、このような活用法では、児童がコンピュータに親しみを感じながら、意欲的に学習に取り組むことが期待される。

実際の指導は、1989年から1990年にかけて、広島大学附属東雲小学校、第6学年「気温と太陽」単元で試みた。測定誤差を少なくし、楽しく測定するための温度測定器具の工夫、指導計画、指導展開例などについては藤川（1989;1990a,b）が詳細に報告しているので、ここでは概要の紹介にとどめる。この単元は現行学習指導要領によるが、学習のねらい、学習内容は先に述べた平成2年学習指導要領のものにはほぼ準じた扱いである。

児童は、一年間を通じて、何日か空気や地面の温度を測定し、その結果をもとに考察を進める。そこで、まず、測定のたびに、そのデータを入力・蓄積し、授業で様々な観点からデータを参照してみた。なお、児童にも容易にデータ入力、参照を行うことができる。

空気、地面の温度を測定する地点は校庭内とし、本単元学習の最初に、児童一人ひとりが自分の考えを持ってあらかじめ決めた。児童はそれぞれ、自分が決めた地点について年間を通して測定を進める。児童が測定地点を決めた考えの例を次に示す。

- ・校舎の近くの温度と畑の温度の違いを調べるため。
- ・百葉箱の所だし、気温の差がはげしそうだから。
- ・〇〇君はひなたで、ぼくはひかげだから、その差を比べてみたいから。

児童の測定地点を、コンピュータグラフィック画面上の校庭地図にそれぞれ入力し、測定地点地図を作成する（図1）。これらの測定地点番号は、それぞれの児童の出席番号と同一としているため、データ参照の際に出席番号を指定すれば、それは同時に測定地点を指定することとなる。また、後述のように、この測定地点地図に基づいたグラフ表示も可能である。

児童は、自分が選んだそれぞれの地点について、朝、大休憩（午前10時30分頃）、昼、放課後の4

回、それぞれ目の高さ、地上高20cm、地上高2cm、および地面の温度の4つの高さを測定、記録した。

測定は、一年を通して8回（5月9日、5月24日、6月2日、6月27日、7月7日、10月13日、11月22日、1月30日）であった。このようにして得られたデータ〈1日4回、4つの高さ、8日分〉×〈学級全員（36名）〉＝〈総数（4608）〉というデータを、測定日を1ファイル単位として蓄積した。

このようにして作成されたデータベースからのデータ参照について、実際の授業で行った例を示しながら述べる。

データ参照のためのメニューとして次の項目がある。

1. ファイル選択
2. 棒グラフ表示
3. 測定地点温度表示
4. 表示視点変更
5. 画面記憶

それぞれの項目について、簡単に紹介する。

「1. ファイル選択」は、ディスクから読み込むデータファイルを選択するが、通常は全データを読み込む。

「2. 棒グラフ表示」では、温度変化を示す様々な棒グラフが表示される。そのメニューには、「個人別」、「全員」、または「年間」がある。

「個人別」は、1人の児童（地点）について、どれかの測定日の温度変化を棒グラフで表示するが、さらに、上述の1つの測定の高さのデータのみを表示する「単」と、4つの測定の高さのデータを同時表示する「全」がある。まず「単」を選んだ場合、児童の「出席番号」、「測定日」（1～8回目）、「測定の高さ」（1目の高さ～4地面）を順に選択していくと、図2のようなグラフが表示され、その地点の、その日の、その測定の高さにおける温度変化が、一目で読み取れる。「全」を選ぶと、児童の「出席番号」、「測定日」（1～8回目）を順に選んでいくと、その地点で、その日に測定した全データが図3のようなグラフで表示される。このグラフからは、測定の高さの違いによる、時間ごとの温度の違いや温度変化の特徴などを読み取ることができる。さらに、地面の温度と気温の関係などについても考察

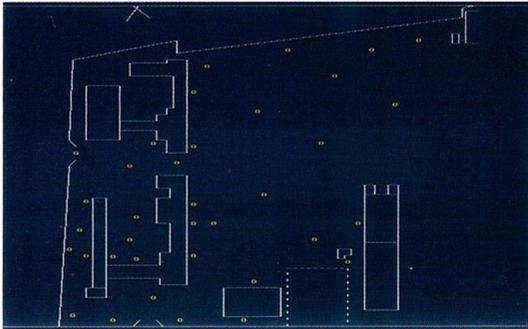


図1 測定地点を表示する地図の画面

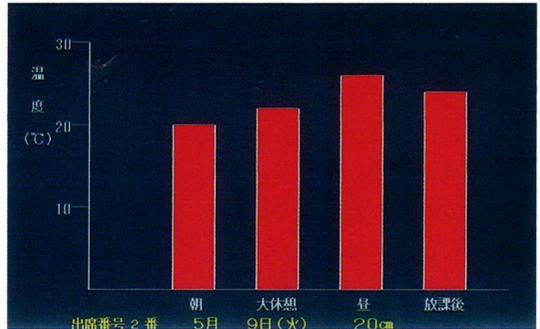


図2 1地点での1日の温度変化（地面）を表示した画面

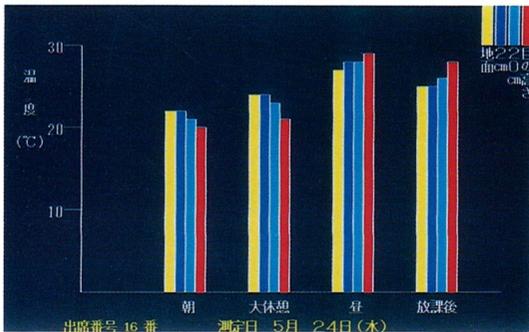


図3 1地点での1日の温度変化（全測定の高さ）を表示した画面

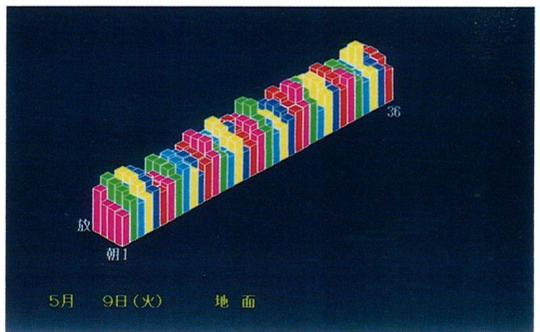


図4 1日の温度変化（全地点、地面）を立体的に同時表示した画面

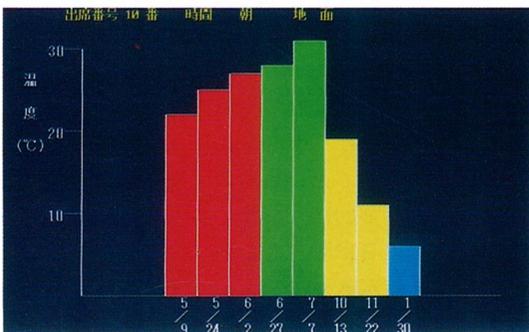


図5 地面の年間温度変化を表示した画面（1地点）

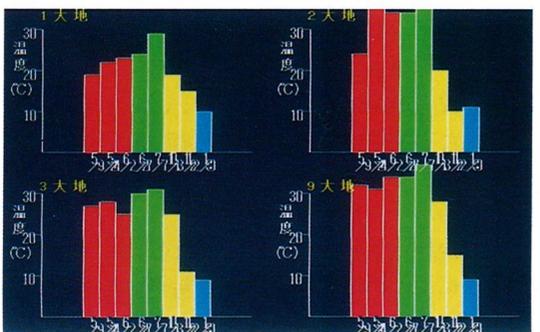


図6 地面の年間温度変化を表示した画面（4地点）

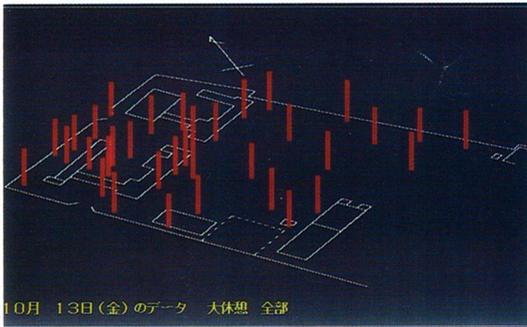


図7 測定地点の温度（目の高さ）を地図上に同時表示した画面

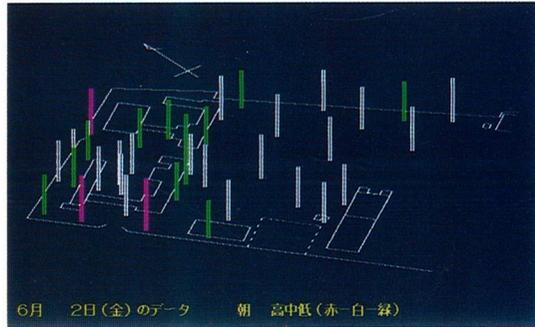


図8 測定地点の温度（目の高さ）を地図上に同時表示した画面（高中低）

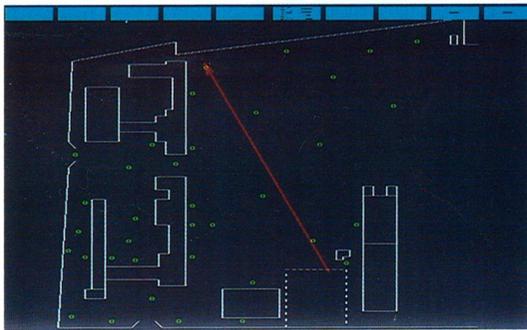


図9 測定地点の温度を同時表示するための表示方向設定画面（矢印の方向から見下ろすように表示）

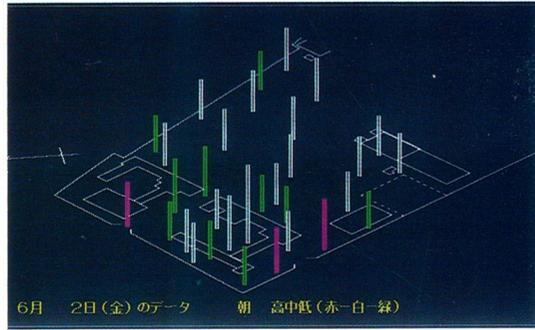


図10 表示方向を変えて示した図8の画面



図11 太陽・月の観測データ入力画面

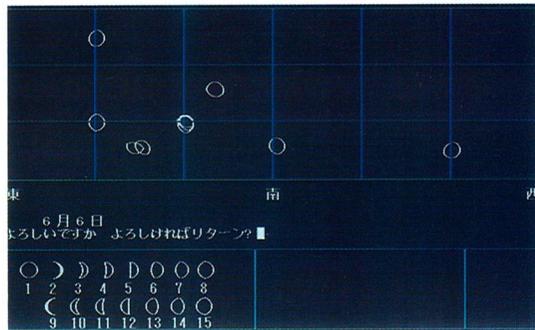


図12 月の位置と形のデータを複数表示した画面

することが可能である。

「全員」を選び、続いて「測定日」と「測定の高さ」を順に選択すれば、図4のように全地点（全児童の測定）の温度変化が三次元棒グラフとして瞬時に表示される。このグラフからは、選択した測定日、および測定の高さにおいて、地点間での温度変化の特徴を比較することや、全地点を通じた温度変化の傾向、つまり校庭全体の傾向などが読み取れる。さらに、同一種データのグラフを同時に見ることで、個々の地点間の多少の違いもさることながら、大きく全体の傾向として、温度変化をとらえることができる。

「年間」は、温度の年間変化を見ようとするもので、「単」（1つのグラフ表示）または「複」（同複数表示）を選ぶ。「単」を選び、続いて「出席番号」、「時間」、「測定の高さ」を選ぶと、図5のようなグラフが表示される。このグラフからは、ある地点における、同時刻、同位置（測定の高さ）での温度年間変化が読み取れる。さらに、「複」を選べば、このようなグラフを同時に、最大4つまで表示できる（図6）ので、同一地点で、「時間」や「測定の高さ」を任意に選んだり、同一「時間」で、「出席番号」（地点）や「測定の高さ」を選ぶなど、様々な条件でのデータの参照が可能である。そのため、様々な観点から、温度の年間変化が考察できる。

なお、これらの表示は、測定地点地図も同時に表示し、測定地点を参照しながら棒グラフを表すことができるよう、現在、プログラムを改良中である。

「3. 測定地点温度表示」では、「測定日」、「時間」、「測定の高さ」および「表示形式」を選択すると、その場合における全測定地点の温度を、測定地点地図内のそれぞれの地点を表す点から垂直に伸びた棒で立体的に表すことができる（図7）。全員のものが同時に見えるようにするために、斜め上方から（仰角は30度で設定）校庭を見下ろしたように表示できるよう工夫した。この表示では、測定地点間での温度を、地図を参照しながら比較・検討することができる。

なお「表示形式」は、上述の比較・検討をしやすくするためのもので、その選択肢は「全部」、「低い順」、「高い順」、「ひなた・ひかげ」および「高中低」からなる。「全部」は、全て紫色

の棒で表示される。「低い順」は、緑と白の2色の棒で表示される。低い順に表示する測定値の数を入力すると、それらが緑色で、その他が白色で表示される。このグラフでは、どの場所の温度が低いのが読み取れる。「高い順」は、その逆で、高いものが赤色、その他が白色で表示される。このグラフでは、どの場所の温度が高いのが読み取れる。「ひなた・ひかげ」は、ひなたで測定したものは黄色、ひかげで測定したものは水色で表示される。このグラフからは、測定場所の日の当たり方と温度との関係が読み取れる。「高中低」は、いわば「高い順」と「低い順」を合わせたようなもので、高いもの、低いものが、それぞれ赤色、緑色、中間のものが白色で表示される（図8）。このグラフからは、どの場所が温度が高く、どの場所が低いかが読み取れる。

「4. 表示視点変更」を選択すると、図9のような画面が現れ、最後に表示された測定地点温度表示の画面について、校庭を見下ろす方向を変えて描画できる。その方向は、360度変えることができ、図中の矢印方向が見下ろす方向である。これは、たまたま棒が重なって見えない地点に対する配慮と、温度を表す棒の高さの違いを見えやすくする配慮である。図10に、図8と同一の表示内容で視点の方向を変えた画面を示す。

「5. 画面記憶」は、必要なディスプレイ画面をそのままフロッピーディスクに保存する。保存したものは必要に応じて読み出し、比較・検討に利用できる。

B. 「太陽・月」について

小学校理科、天文関連の学習は平成2年文部省学習指導要領によって、太陽、月は第5学年で、星は第6学年で扱うこととされている。

太陽、月の学習では、児童が太陽や月の位置を肉眼や高度計などで自ら観察し、それぞれ球形をしているが表面模様が異なること、太陽、月とも東から出て、南を通り、西に沈むことをとらえさせる。さらに、月については、日によって形が違うこと、輝いている側と太陽との位置関係についてもとらえさせる。

天体の動きは、人間の目にはゆっくりとしているため、直接観察から直ちに動きを実感としてとらえることがむずかしい。さらに、大きな空間での三次元的な運動であるため、観察記録も困難な

点がある。そのために、太陽、月をある程度の時間間隔をおいて何度か観察し、観察記録をもとにそれらの動き方の特徴を推論するような学習が中心である。しかし、実際の観察の場面では、継続して観察することが必要なため、気象条件に影響されて必ずしも計画通りにできない場合や、月の観察は家庭課題が必要な場合がある。また、観察における測定誤差がかなり大きく、考察しづらいことが多い。さらに、天体関連の知識が先行している児童が少なからずいて、実際に観察しようとする学習意欲が高まりにくいこともある。

実際の学習では、上述のようなねらいが達成されるために、全ての児童の学校や家庭での観察データを活用することも一つの試みである。そこで、筆者らは、この「太陽・月」の学習にパソコンを活用することを試み、そのためのソフトウェアを開発した。具体的には、前述の「気温・地面の温度」のものと同様なもので、児童による太陽、月の観察に関するデータベースを作成し、様々な観点からデータを参照しようとするものである。

実際の指導は、現行学習指導要領に基づく形で、1990年に広島大学附属東雲小学校、第4学年「太陽・月」単元で試みた。学習のねらい、内容などは上述にほぼ準ずる。なお、今回は測定のための高度計を自作したが、その製作法、使用法等については、藤川（1990c）が報告した。

児童は、図13に示すような記録用紙に、自ら観察した太陽や月について、時間を記入し、さらに位置や形（月のみ）を図で記入する。その記録はそのまま、児童が自らコンピュータに入力できる。

ここでは、月の学習を例に、この学習の概要を述べる。

児童は、約1か月程度の間で、可能な範囲で個々に観測を行い、そのデータを入力していく。

データ入力の手順は、観測した月について、まず観測日時を入力し、その月の形を画面下のメニューから番号で選ぶ。続いて、記録用紙と同じ仕様に表示された画面で、マウスを用いて位置を決める。さらに、マウスをクリックするたびに、その位置で、先に選んだ月が回転するので、最も適当な角度のものを選べばよい（図11）。なお、1クリック毎の回転角は自由に設定できる。それらのデータは、1つのファイルとしてディスクに保存される。データの出力は、データ入力の場合と同様の表示形式で、入力したそのもののデータが表示されるのみで、前述の「温度・地面の温度」の場合のように各種のグラフ表示などは行わない。

次に、データの参照について、実際の授業で行った例を示しながら述べる。

まず、「個人」か「複数」かを選ぶ。

「個人」を選んだ場合、続いて「出席番号」、「入力順」、「日」または「時間」を順に選ぶ。

「太陽と月」測定用紙

月 日 ()

複式4年 ()

(高さ)											方位	
90°												90°
60°												60°
30°												30°
0°												0°
	30°	60°	90°	30°	60°	90°						
	(東)	→ 東より				(南)	→ 南より				(西)	

図13 太陽・月の位置や形を記録するための用紙

表1 「空気・地面の温度」の授業における児童の反応Ⅰ（6月の学習）

◎学習で分かったこと

- コンピュータで整理してあったのを見ると、すごく温度の差がよくわかりました。
- コンピュータで、全員の温度を出したとき、とても分かりやすかった。低いところ、高い所の温度も比べられた。
- コンピュータでみてみると、自分の場所がどのくらい高いかが発見できました。
- 温度をグラフで表したから、温度差がよく分かりました。
- 日にちによって気温や地面の温度が違うことを発見した。
- ぼくの測定している場所は、わりあい高いことに気がつきました。
- ぼくが測定している場所は、全体的に平均だったことがよく分かった。
- 運動場は、日なたが多い。朝は温度が高い所が3つぐらいしかない。自分の位置は、低中高で分けると、中か高だった。昼休憩が、もっとも高い。
- 朝・大休憩は、高い方に入っていなかったけれど、昼休憩になると、高い方に入っている。
- グラフなどを見ても、昼が一番高く、朝が一番低い。地面の温度は、温度の変化が大きい。
- ぼくのように、太陽の当たるときと当たらないときがある場所は、温度の変化がいちじるしい。
- 百葉箱のあたりが温度が高くなっていて。私の所はみんなの所より低かった。放課後の気温はみんな低かったのが印象的だった。
- ところどころに、あついのと寒いのがあって、おかしいなと思いました。
- 中庭の方が温度が低いということが分かった。体育館の周りも低い。
- 場所によって気温差がある。その中で、一番高いのと、低いのを比べたら、同じ時刻でも、すごく違いがある。
- 放課後の温度が、一番高かったようだ。日かげは、いつも温度が低いということに気がついた。
- いつも昼のときの温度が高い。たぶん四年生のとき習ったように太陽が南中するからだろう。
- 地面の温度と気温では、高くなる時間は同じだけど、下がる時間は気温の方が早いのが分かりました。
- 空気の温度より土の方が意外とあたたかいこと。時間的にみると、昼休憩から放課後あたりが高い。
- 地面の温度は、ほかの温度よりも変化が大きかった。それに温度が高かった。昼休みと放課後は、地面の温度が高かった。地面が圧倒的に高かったこと。学校の中でも、いろいろ温度が違うということ。（以下略）

◎次からの測定は、どのようなことに気をつけて測りたいか。

- もっと正確に測る。
- 温度測定器具を作ったから、もっと利用して、正しく測りたい。
- 今まで通りでいいと思います。高さを正確にして測りたい。
- アルコールが止まるまでねばり強く測る。
- 目盛りが止まるまでじっと待って、わずかな差でも見つけたい。
- 温度計を直射日光に当てないようにして、じっくりと測りたい。
- 朝と昼との差、となりの人との違いに気をつけて測りたい。
- 時間によって温度がどのように変化するかをよく見てやる。
- ひとつひとつをていねいに測って、今まで、自分の測ったものがどう変化していったのだろうかということ調べたい。
- 次からは、正確な場所とか、日かげや日なたの所に気をつけて測りたい。
- 周りの様子を気をつけて測りたい。
- 風にも関係がありそうだから、今度からきちんと注意する。
- 地面の様子をきちんと書いて、その他の気づきをもっとくわしくしていきたい。
- いつが高いか、他の人はどう違うか、風の様子（温かい、冷たい）などに気をつけて測りたい。
- 地面が一番高いので、地面をよく気をつけて測りたいです。
- 今まで調べたことを利用して、予想をたてて測定していく。（以下略）

「入力順」は、単純にデータを入力した順に表示するもので、データ参照のみでなく、確認・修正などにも利用できる。「日」を選び、表示させたい月日を入力すると、その日について、時間の早い順に次々表示される。つまり、朝から夜にかけての月の動きを読み取ることができる。また、「時間」を選び、表示させたい時間（帯）を入力すると、その時間帯で見られた月について、月日の早い順に次々表示される。ここでは、同一時間帯での月の位置と形の変化を読み取ることができる。この場合のデータ参照は、個人単位でのデータ参照であるが、観測地や気象条件によって、一人では必ずしも十分な観測ができるとはかぎらない。その場合には、次に述べる「複数」でのデータ参照が月の動きを考察するうえで有効となる。

「複数」を選んだ場合も、上述の「個人」の場合と同様の選択を行う。一人の児童の観測記録を表示し終えると、再び次に表示する児童の「出席番号」を入力する。すると、前の児童の場合に表示されたものに重ねて、その児童のデータが描き込まれる（図12）。このような操作を繰り返すことによって、何人のデータでも同時に表示できることになる。

月の形と位置について考察する場合など、少ないデータではむずかしいが、このように多くのデータを合わせてみることによって、それらの特徴がとらえ易くなると思われる。

Ⅳ 児童の反応

A. 「空気・地面の温度」

表2 「空気・地面の温度」の授業における児童の反応II（2月の学習）

- ◎今日の実験（コンピュータの学習）で見つけたこと、感じたこと、分かったことなど
- ・みんなのデータを集めたら、こんなにいろいろなことが楽しめるんだな—と思った。
 - ・コンピュータの中のデータがすごかった。
 - ・コンピュータにはたくさんのデータがセーブしてあるので、おどろいた。
 - ・コンピュータの実験はいろいろデータがあり、おもしろい。
 - ・ボタンをおすだけで、人のデータや、自分のデータが見れるのでとてもおもしろかった。ときどき記録のない人がいた。
 - ・いつだれが測定していないかとか温度の変化などが一目でわかった。
 - ・温度を、きちんとはかっていないのがすぐに分かってしまう。
 - ・休んでいてはかってないときなどがすぐわかるので少しはずかしかったです。
 - ・やった日とやってない日をはっきりと見て分かった。
 - ・四人のデータをいっぺんに見れるというのがあってくらべるのにわかりやすかった。
 - ・4つのデータを比べられたので場所を決めて見ると、いいデータが分かるだろう。
 - ・温度がずいぶん変わっていくのを見つけた。
 - ・みんなのデータと比べて見てみると、ほとんど同じ変化だった。気温の変化はほぼ一定だった。
 - ・一番高い時の気温や、地温の変化がとてもよく見られることができた。
 - ・夏と冬のグラフの長さがおそろしくちがっていたのがおどろきだった。そして、いろいろな場所の変化を見ることができ、グッドだった…。
 - ・7月7日の昼休けいが、いちばん高く、30℃をこすのがあった。
 - ・高い時は、7月7日の日で、低いときは、1月30日で、よく比べられることができる。
 - ・冬の温度の全体を見たとき、低いほうから3ばんめくらいでは、校舎の外のほう、周辺が低かった。
 - ・1月30日が今までとくらべて、とてつもなく低い。そして、はじめは、昼休けいが一番高かったけど、放課後の方が高くなった。
 - ・最後の日の気温を見ると、やっぱり冬だから、低いんだなと思いました。
 - ・やっぱり冬の1月ごろになると、気温がすごく低下するのがわかった。
 - ・友だちとの（場所での）変化（ちがいが）がよくわかった。
 - ・いっぺんに出すと、全体のことまで分かる。私のやったところは、高い順に入っていた。同じ条件でやるとよりよくわかりました。
 - ・自分の記録を見ていて、やっぱり、冬は温度が、とてもひくいなぁと感じました。
 - ・日のあたり方がすごい所と、すくない所がよくわかった。
 - ・コンピュータはたのしいな!!
 - ・こんな授業をもっとふやしてほしい。 (以下略)
- ◎「気温と太陽」の学習でさらにやりたいこと（2月）
- ・これからもっと、温度をはかって、またコンピュータを使って学習したい。
 - ・もう少し、コンピュータでの勉強がやってみたい。台数を増やして、たくさんさわれるようにしたらよい。
 - ・もう一度、コンピュータを使って、見てみたいと思う。それと、これからも温度を計っていききたいと思う。
 - ・まだまだやって、どんどんおもしろく見ていきたい。また、このやつで見ていきたい。
 - ・温度測定を月に一回ぐらいにする。
 - ・春夏秋冬だけでなく、1ヶ月ごとに温度測定をし、コンピュータにデータを入れたい。
 - ・さらに、たくさんのデータを使っているいろいろなことや事がらを、見つけてみたいです。
 - ・冬至や、夏至の日に地面の温度をはかってみたい。そして、夏至に、40℃近くになるところを見てみたい。
 - ・水の中の温度やいろいろな気温をもっともっとはかりたい。校舎の中の温度などもはかりたい。さらにまた温度をはかりたい。
 - ・校舎内の温度もと、みてみたい。それと、各教室の温度も。
 - ・温度測定カードの中に室温をいれて、あと、しつどをしらべてみたい。
 - ・屋上などの温度をはかってみたい。上にいくほど、温度が下がるから、屋上はずいぶんさむいだろう。
 - ・今まで、はかったことのない所も、調べてみたいです。運動場とかで、調べて、今までの温度とくらべたいです。
 - ・できないけれど、夜というのをもやってみたらおもしろいと思った。
 - ・なぜ、温度がこのように場所によって変化するのか、それをしらべてみたい。
 - ・太陽の高さと、気温、地温を比べて、もっといろいろ発見したい。
 - ・コンピュータでもっとデータを見てみたいし、今度は、太陽高度をはかる器具を作って実験してみたい。
 - ・太陽高度をぼうなどを使って調べたい。
 - ・もっとメニューをふやす。
 - ・どこの場所かが分からないので、場所にも番号をつけて、温度を比べたい。個人の全部の高さをもう少しわかりやすくしてほしい。
 - ・全員の1つのデータ（地面など）が、いっぺんに見れるといい。
 - ・広島県のデータだけでなく、冬雪が多くふる新潟県や、とつてもさむい北海道の気温がみたい。
 - ・もう少しコンピュータをみたりしてこのデータを本などにしてもっておきたいです。
 - ・もっといろいろなデータをふきこみ、みてみたい。そして、水の中の温度や、土の中の温度などを見てみたい。

パソコンによってデータを参照し、空気や地面の温度の特徴を考察する授業における児童の反応を検討してみる。

まず、一日の温度変化については、6月に授業を実施した。授業を通して、ほとんど全ての児童が、楽しく学習に取り組んだうえ、本学習の目標とされる地面の温度や気温の変化の特徴、それらと太陽高度との関係をとらえることができた。

授業後に「今日の学習で分かったこと」と問うと児童は表1上段に示すような反応がみられた。児童は上記のことに加えて、温度そのものや、その上がり方・下がり方が場所によって違いがあることに気がついているようであった。このことは、多くの児童にとって、新たな発見であったようだ。

さらに、「次からの測定は、どのようなことに気をつけて測りたいか」との問いに対して、表1

表3 「太陽・月」の学習における児童の反応（6月の学習）

- ・みんなのを見た。
- ・東から西へ動いている。
- ・分度器のように動いている。だんだん高い所に行き、最後には、ひくい所に行っている。
- ・前調べたように、月の動きは、やっぱり分度器のようになっていた。でも、おかしなものもあった。わたしは、おかしかったので、今度からは、この実験をもとにして、なおしていきたいと思います。
- ・〇〇さんのが、分度器の形になっていた。わたしは、はかり方が悪いのかなーと思います。どこが悪いのかわかりたいです。
- ・〇〇さんは重なりが多いから、そこにこつがあるのかなと思います。
- ・変なところに1つ月があった。月がほとんど重なっているところがあった。
- ・みんなのを見てみたら、同じ所に集まっていました。
- ・動きは、分度器の形みたいになっているか、形の変化は、だいたい日が同じだと、形も同じになっているか調べたが、だいたい、思った通りだった。
- ・月の形の変わり方は、左が欠けていて、満月になって、また今度は右が欠けていた。
- ・月の形は、日によって変わる。一日の月の形は同じ。毎日ちがいで、向きも、少しずつ変わってきている。
- ・よく見ると、日が決まっていて、多くの月が集まっていました。
- ・いろんな月があった。

下段に示すような反応を示した。児童は、自らの測定を省みることができ、あらためて1回1回の測定が大切であることを認識した。さらに温度を測った時の状況などにも注目しようとの気持ちが見られた。

一年間の温度変化に関する学習は2月に実施した。この学習では、それまで行った8回分の測定データを全て参照してみた。空気や地面の温度が季節によって異なることをおさえた後、「今日の実験（コンピュータ）で見つけたこと、感じたこと、分かったこと」について問うと、表2上段に示すような反応がみられた。パソコンに蓄積されたデータ数が多いため、多くの児童は、自分のデータみならず複数の友達のデータ参照に、さらに強い興味関心を示した。児童は様々なデータ参照を試みた結果、温度の季節変化のみならず、測定地点によって温度が異っており、校庭等の狭い範囲でも気温分布が一樣でないことを再確認したようである。さらに、この単元を終えるにあたり、この単元の学習をもし続けるとしたらとの仮定で「さらに、やりたいこと」との問いに対して、表2下段のような反応がみられた。多種多様な反応の中で、多くの児童が、さらに詳しく温度を測定することや、これまでやっていない新たな測定への意欲を示している。また、「コンピュータでデータを処理するとはどういうものか」について、それなりの認識ができたようである。

B. 「太陽・月」の場合

「月」の動きを考える学習で、児童は、楽しく、かつ意欲的にパソコンを用いた学習に取り組んだ。データ入力では、最初、キーやマウスの操作にまごつく児童もみられたが、比較的短時間で慣れる

ことができ、全員が操作できるようになった。

ある程度、データが入力された後、それらを参照する授業を実施したが、その授業での児童の反応を表3に示す。児童は月が東から西に、半円状の軌跡で移動することや、日によって形や位置が変わることに気づいている。さらに、友達同士でデータを比較する楽しさを感じ、さらに、自らの観測を省みて、次からはより正確に観測しようする意欲の高まりもみられた。

なお、この学習は、現在進行中であるため、児童の反応の詳細な検討は稿を変えて報告する。

2つの指導例とも、児童はコンピュータを活用した学習に楽しさを感じ、意欲的に取り組んでいた。さらに、学習のねらいを達成したのみならず、本来の目的である“自然への働きかけ”に対する意欲を一層高めたとみなされる。その意味で、筆者らの期待した一応の成果があったと考える。

また、小論で述べたパソコン活用では、児童は自分のデータのみならず、友達のデータ、さらに全体のデータを比較検討し、何等かの考えやヒントを得たようにみなされる。また、全員のデータをまとめた考察も行うことができた。これらのことは、“個を生かす”という観点においても、一つの意義があると考えられる。

さらに、1つ1つのデータの大切さ、データを様々な参照してみる楽しさを感じさせることができたことから、情報処理能力の育成の観点においても、一つの意義があったと考える。

V おわりに

小論では、“より多くのデータ”を生かせば、より充実した学習が期待される学習単位について、

児童の観察・実験のためのデータベースを作成し、そのデータを参照するCAIの例を提案した。しかし、筆者らの提案は地学領域の学習におけるCAIの1例にすぎず、他にも様々な活用法が考えられるであろう。

筆者らが示したように、コンピュータを“どのような学習場面で、どのように活用するか”という必然性・必要性は、あくまでも“学習内容”から求められるべきであり、“学習の効率化”あるいは“指導の省力化”から求められるべきではない。さらに、CAIを通して児童・生徒が楽しく学習に取り組み、従来型の学習では得られないであろう新たな発見、喜び、驚き等、新たな教育的効果が得られることも必要である。

今後、各教科において、このような理念に基づいたCAIのあり方が追求されるべきであろう。

参 考 文 献

藤川 義範(1989)：温度測定器具の自作，初等教育，No.46，pp60-61，広島大附属東雲小学校教育研究会。

_____ (1990a)：パーソナルコンピュータを取り入れた気象学習，初等教育，No.49，pp33-37，広島大学附属東雲小学校教育研究会。

_____ (1990b)：一人ひとりに楽しさを感じさせる気象学習，平成元年度広島大学附属東雲小学校研究紀要，pp75-80。

_____ (1990c)：太陽と月の測定器具の自作，初等教育，No.50，pp58-59，広島大学附属東雲小学校教育研究会。

桑田 縁・亀田 由恵・藤原 一仁・斉藤由美子・鹿江 宏明・吉村 典久(1988)：直接経験を重視した地学領域の指導—小学校第6学年「気温と太陽」の指導例，日本理科教育学会中国支部大会発表資料。