

地学領域におけるC A Iの実践的研究 (II)

—中・高等学校における指導例—

林 武広・田中 正樹*・有田 正志**・鈴木 盛久

(1992年11月20日受理)

Computer Assisted Instruction in Earth Science Education (II)

—Teaching in junior and senior high schools—

Takehiro HAYASHI, Masaki TANAKA, Masashi ARITA and Morihisa SUZUKI

Abstract. On CAI in earth science education, the authors have a principle that interests of students in natural materials and phenomena must be promoted by the effective use of computer. Based upon the principle, BASIC programs for drawing the three-dimensional topographic map of western Hiroshima Prefecture are developed. Using the programs, given are earth science instructions in junior and senior high schools. Through the instructions, the students are progressed to be interested in the topography of their native land. Additionally they seem to inflame vivid imagination for earth science phenomena.

はじめに

近年の情報化社会の発展に伴い、学校教育においても情報処理教育が本格的に推進されるようになってきた。小・中・高校では各校ごとに複数台のコンピュータが導入がされるなど、設備面の充実化がはかられつつある。これらのコンピュータの利用に関して、とりわけ理科は、現行の文部省指導要領において小・中・高校とも情報処理を積極的に取り入れるべき教科として位置づけられており、情報処理を取り入れた授業、つまりコンピュータを活用した授業（以下CAI）が本格的に進められようとしている。理科教育関係の雑誌、論文をはじめ、各地で行われる小・中・高校の研究会、小規模な授業研究会などに於いても、その種の記事や研究発表がみられるようになってきた。しかし、現状では、“コンピュータは導入されたが、授業にどう活用しようか”といった現場教師の声が多く聞かれるなど、CAIに対して教師の方にもとまどいが見られる。その原因としては、林ほか（1991）に述べたように、“コンピュータを、どの学習で、どう使うかが明確でないこと”があげられる。上記の現場教師の声も、このような状況を率直かつ的確に反映したものとみなされる。

このような問題は、コンピュータに限らず、これまでにも出てきたいわゆる新しい教育メディアに対してでも発せられてきたものである。このような問題の克服のためには、そのメディアの導入によって、これまでの学習では成し得なかった成果が期待される、あるいは、これまでは指導が困難であった学習を比較的容易に進められるなど、学習そのものの新たな発展を前提として、そのメディアの活用法を開発しなければならない。コンピュータは、操作する側の必要に応じて情報を迅速・正確に処理し、その結果を提示できる機能を備えたメディアであり、OHP、ビデオなど情報提示を主な目的としたものとは本質的に異なっている。つまり、情報の選択、処理方法、さらに結果の提示方法などを操作者の意志に基づいて行えることが大きな特徴といえる。この場合、操作者は教師のみならず学習者でもよいのであって、その観点から学習内容、形態の多様化のみならず、現代の教育における中心的課題の一つである学習の個性化、個別化へ向けたコンピュータ活用が提言されている（例えば石井1990；坂元，1990）。将来に向けて、このような視点に基づいた各教科での充実したCAIの開発が期待されている。

地学領域の学習のCAIについては、林ほか（1991）が、地学領域の学習の特徴、すなわち—

*広島大学附属東雲中学校 **広島大学附属高等学校

直接の自然事象から得られたデータを処理・検討し、何らかの概念を導き出すこととコンピュータの特徴、すなわち大量のデータを正確、迅速に統合・整理し、必要に応じて結果を出力できること一双方を活かし得るような学習を提案し、小学校6年「気温」単元、および小学校3年「太陽と月」単元での実践例を併せて報告した。この例は、児童生徒が自ら測定した気温や地面の温度のデータを基に、一種のデータベースを構築し、それを自由に参照しながら気温変化の特徴をとらえさようとする学習である。結果として、当初期待された以上の学習成果が得られたこと、さらに、データ処理を進めるに従って、データの重要性を認識し、むしろ、本来の観察実験に対する意欲が高まったことを強調した。

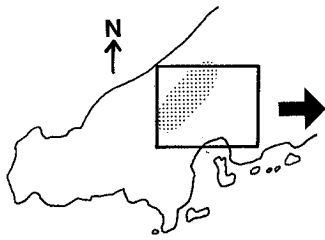
これらの例は、児童生徒の身近にある自然の事象から、比較的簡単な方法で得られるデータを中心に学習が展開されるタイプのものである。一方、地学領域の学習内容には、対象が時間空間的に巨大であるため児童生徒自らでは全く観察実験ができない、児童生徒の実験観察のみでは考察がむずかしい、あるいはデータを直接得ることさえ困難な事象を扱うこともある。このような内容を扱う場合には、“どのような観察・実験結果から、どう考察して結論を導くか”といったプロセスを省略せざるを得ない。結果として、ただ単に結論のみを“知識”として伝えることになり、味気ない学習におおってしまうことになる。このような内容に関する学習を充実化させるためには、上記のようなプロセスを、できるだけ多く取り入れることがまず必要であろう。そのための一方法として、先に述べたその特徴からみても、何らかの形でコンピュータの活用が可能と考えられる。

ここでは、そのような例の1つとして、中学校3年「大地の動き」単元において、コンピュータグラフィックによって立体的に表示された地形の観察から大地の起伏の特徴をとらえさせ、それらと身近な地質現象とを結び付けて考察させようとする学習を試みたので、その概要と生徒の反応について報告する。さらに、高等学校地学において、生徒が野外学習で測定した断層や岩脈の走向・傾斜データをコンピュータで処理し、それらが地形図上でどのように現れるかを検討する学習を試みたので併せて報告する。

中学校3年「大地の動き」単元における断層の教材化

この単元は、大きく分けて①地層の様子と堆積岩、②火山の様子と火成岩、③地震とその揺れ、および④地殻の変動の4内容で構成されている。

筆者らの研究グループでは、この単元の学習が一層充実化されることを目的として、生徒にとって身近な地質現象をできるだけ多く教材化し、取り入れるべく研究を続けてきた。まず、内容①に関して、河川や海浜の砂波(林ほか, 1989)、および風化した花崗岩の样子の教材化を試み、実際の授業での展開例を報告した。③と④は内容的に密接に関連しているが、両者とも生徒の直接観察、または実験に基づいて学習を進めるというより、教科書などの資料にもとづいて考察するといった趣が強い。それらの資料は、生徒が直接、観察できる事象とは限らず、馴染みがないものも多いため、知識中心の学習となりがちで、学習の充実感が持てないようである。筆者らは、両内容において、生徒にとって比較的身近にあって直接観察が可能であり、かつ、地殻のエネルギーや運動と結び付けることができる事象を教材として取り入れ、それを中心に学習を展開することが、ぜひとも必要と考えたのである。その1つとして断層、節理などの断裂(fracture)の教材化が適当であると考へ、生徒にとって身近な地域である広島県北西地域、安芸西部山地に発達する断層系をその対象とした。まず、この地域の断層地形(末端三角面)と断層露頭の様子に関するVTR教材を自作し、この教材の視聴と併せ、断層を構成する破壊された岩石を実際に観察させてみた(田中ほか, 1986年理科教育学会中国大会で発表)。この学習では、生徒は断層と岩石の破壊とを結び付けてとらえ、巨大な地下の力(エネルギー)の存在を想起することができた。しかし、その力がどう働いて岩石が破壊されたり、断層が生じたりするのかといった具体的なイメージを持つことは難しいようであった。そこで、上記の内容に、生徒自らが実際に粘土を変形・せん断させる実験を新たに加えてみた(田中ほか, 1988年理科教育学会中国支部大会で発表)。その結果、生徒は、VTR教材で観察した露頭の様子とせん断された粘土の様子が類似していることに気づき、岩石を破壊するには、ある



木都賀	大朝	八重
三段峡	加計	可部
津田	広島	海田市

図1. 広島県西部地域(立体地形図の対象地域)とその地域の5万分の1地形図, 打点部分は安芸西部山地, 地名は各地形図名を示す

方向からの力が必要なこと, また, その力は極めて膨大であることを実感に基づいてとらえることができた。この時点までの学習内容で, 生徒は巨大な地下のエネルギーの存在とその作用を, 具体的な“断層現象”という窓からイメージできたようである。しかし, その認識は露頭レベル, またはある狭い範囲での現象に対するイメージに限定されている傾向が強く, 中国地方, あるいは日本列島といった地域的, あるいは空間的の広がりの中への展開は十分とはみなされなかった。そのような認識の展開は, 地球というシステムにおける変動の実態を生き生きとイメージできるために, ぜひ望まれるものである。そのための手だてとして, 断層が発達する地域を含めその周辺にわたる広い地域の地形観察が挙げられる。断層が発達する地域では, 断層, および随伴する断裂系は互いに平行に並行する谷, リニアメント, ケルンバットなどの地形的特徴として顕在化していることが多い。それらの観察とその地域の地質図, 断層図などの情報を併せて参照することによって, 地形の諸特徴と断層の意味とを関連づけて考察できると思われる。さらに, これまで述べてきた実際の断層露頭の様子などを考え合わせていけば, 先に述べた断層に対するダイナミックなイメージが, 空間的に広がって行くであろう。

さて, 実際に地形の特徴を読み取ろうとする場合, 自らの目で高空から, 様々な方向, 角度で地上を見回すことが最も適当であり, かつ分かりやすい。しかし, そのための手段(例えば, 飛行機)を得ることはもちろん, 利用することさえも学校教育においてはまず不可能である。それに最も近い方法としては, 実体鏡を用いた航空写真の観察があげられる。この方法では, 実際に上空から地上を見おろしているかのごとく, 山や谷が立体的

に観察できる。しかし航空写真はそれほど高くない上空から真下を撮影したものが一般的で, 様々な角度から地表を観察するという目的に対しては, 必ずしも十分とはいえない。しかも, 高価であって, 広い地域に渡って揃えることは困難と思われる。結果として, 地形図を用いる方法が最も一般的と思われるが, 地形図は生徒にとって馴染みが薄く, その読み

取りには慣れと, それなりの訓練が必要であるため, 実際の授業での扱いは困難である。

これらに代わる適当な方法が必要となるが, 筆者らは地形の特徴をとらえる上では, 地表を任意の方向, 角度から見るのが最も重要なプロセスとみなし, それが可能な方法を模索してきた。その結果, 授業の中で手軽に利用でき, しかも分かりやすいということから, コンピュータグラフィックによる地形の立体表示が最も適当との結論を得た。この方法では, 観察の対象がもちろん実物ではなく, さらに写真, VTRなどのような実物を撮影したものでもない。つまり, 一種の“疑似自然”をCRT画面の中に描き出すものであり, その画面のみの観察では, 自然を対象とした学習とはいいい難いという問題点もある。

このような問題点を克服するために, コンピュータ利用と併せ, 上記のVTR教材, 写真, さらに衛星写真など実物を撮影した教材を使用すれば, 十分な学習効果が期待されるとの仮説をもって研究を進めてきた。

コンピュータグラフィックによる地形の立体表示

コンピュータグラフィックは, コンピュータに備えられた重要な機能の1つである。現在, この機能を利用した多種多様なソフトウェアが開発され, 広く一般に利用されている。地形の立体表示など煩雑な計算に基づく図的表現に対しても, この機能は非常に有効である。

今回, 対象地域として, これまで教材化に取り組んできた安芸西部山地を含む広島県西部地域(図1)を選び, その地域内の任意の範囲において, 任意の視線方向と視線の伏角で見る地形を立体表示するためのパソコン用プログラムを作成し

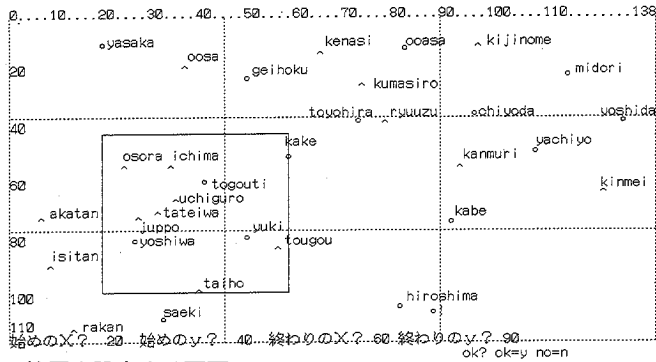


図2. 描画範囲を設定する画面
外枠線上の数字はx, y軸の座標目盛, 図中の小枠は図5の描画範囲を示す

た。具体的な手順は次の通りである。

地形を立体的に描くためには、格子データとよばれる三次元座標データが必要となる。一般的には、対象地域に格子(方眼)をかけ、各格子点の座標値(x, y, z)を与えることになる。このデータを計算処理し、立体図が描かれるが、描かれる図の精度はその格子の間隔に依存する。つまり、その間隔を小さくすればするほどデータ数が多くなり、必然的に精密な図をえがくことができる。しかし一方では、処理時間も多くなることになる。また、その処理時間はプログラム、および使用する機種にも依存する。

ここで選んだ広島県西部地域は、国土地理院発行の5万分の1地形図9枚(木都賀, 大朝, 八重, 三段峡, 加計, 可部, 津田, 広島, 海田市)で構成される(図1)。まず、それぞれの地形図について東西および南北方向に1cm×1cmの方眼をかけ、それぞれの交点の水平座標(x, y), および高さ(z)を読み取った。(x, y)については、上記地域の北西端にあたる地形図「木都賀」の北西端を(0, 0)とし、南東端にあたる「海田市」

視点の方向は?45
伏角は?20

ok? ok=y no=n

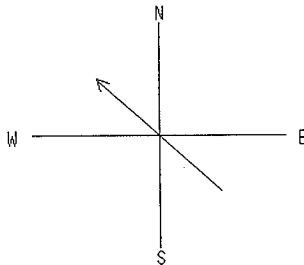


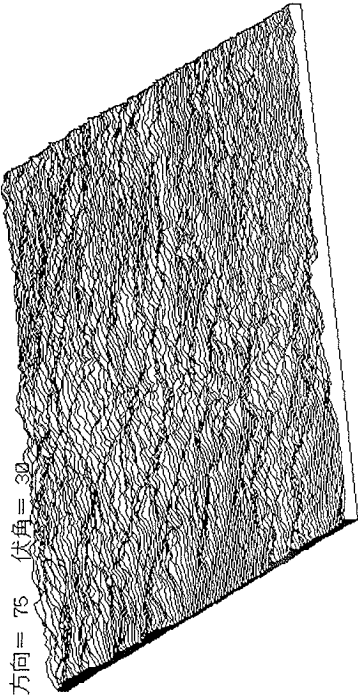
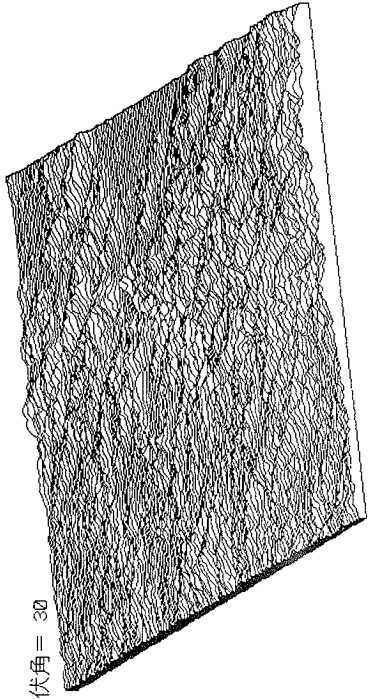
図3. 視線方向および伏角を設定する画面
矢印は、設定した角度に対応する視線方向を示す

の南東端を(138, 111)とした(図1)。また、zは海拔高度の値とした。各格子点について、x, y, zのデータを1つ1つ入力後、まとめて1つのデータとし、ディスクに保存した。格子点の総数は15318個である。

このような格子データから、パソコン画面に立体的な地形を描くための処理方法は塩野ほか(1984)が提案している。その中に地形の表現法がいくつか掲げられているが、それらの内、ここでは“屏風法”を用いた。実行のためのプログラムはN88-BASIC(MS-DOS版)で書き、さらに処理速度を上げるためコンパイラも用いた(鶴崎・中村, 1988)。なお、屏風法の概略は次の通りである。

ある方向から、ある角度で地表を見下ろしたごとく見える立体図を表す場合、各格子点の2次元平面(つまり、グラフィック画面)における投影点を格子のどちらかの1つの方向(ここでは、東西または南北)に沿って次々と結んで行き、1つの地形断面図を描く。それらを、視線方向の奥側から手前側に向かって屏風を重ねるがごとく、次々重ねながら描いて行く。なお、立体図に必要な隠線処理は、それぞれの地形断面を重ね描きする際になされる。

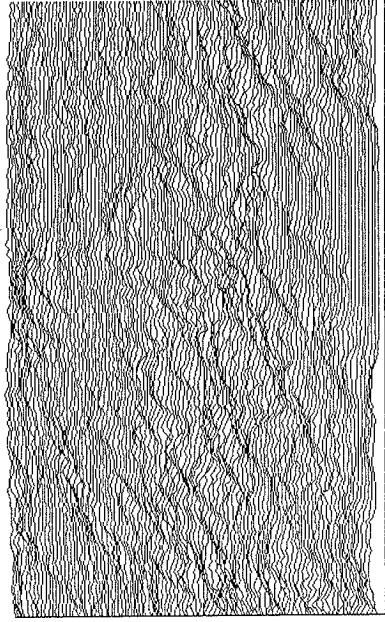
このプログラムでは、まず、立体表示したい範囲を決める。実際には、画面に現れた簡単な地図を参考にして、その範囲について北西端の(x, y)の値、およびその対角線の位置である南東端(x, y)の値を入力する(図2)。続く画面(図3)で、視線方向(北方向を0とし、反時計回りに360度までの数値)と伏角の値を入力すると、投影のための計算が実行されCRT画面に立



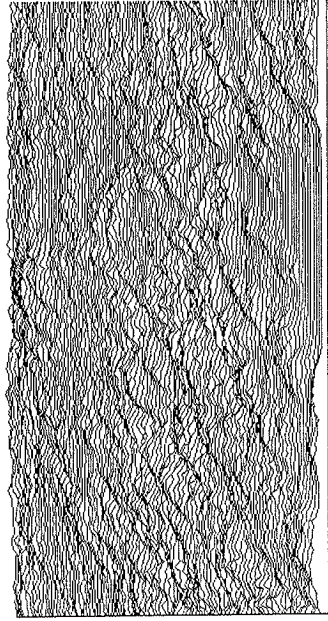
1. 視点の位置の変更 2. 次の地図 3. 終了?

1. 視点の位置の変更 2. 次の地図 3. 終了?

方向 = 0 伏角 = 50



方向 = 0 伏角 = 40

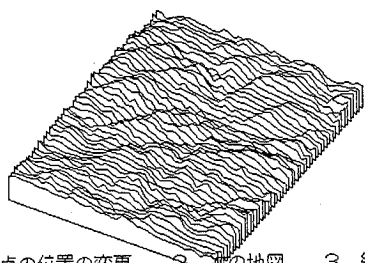


1. 視点の位置の変更 2. 次の地図 3. 終了?

1. 視点の位置の変更 2. 次の地図 3. 終了?

図4. 視線の方向と伏角を変えて描いた立体地形図の例(広島県西部地域全範囲)

方向 = 30 伏角 = 40



1. 視点の位置の変更 2. 水の地図 3. 終了 ?

図5. 小さい範囲で描いた立体地形図の例

体地形図が描かれる。なお、地形断面図の方向を東西とするか、南北とするかは、視線方向の値によって自動的に決められる。また、水平方向に対する垂直方向の拡大率はプログラムの簡単な変更によって対応できる。

地域全体を範囲として、視線方向、視線の伏角を変えて立体地形図を描画した例を図4に示す。視線方向と伏角を変えることによって、起伏の見え方も異なってくる。地形の特徴を読み取る場合、一般的には、伏角を30~40度程度とすることが適当と思われる。

いずれの画面においても、西中国山地に特徴的に発達する北東-南西方向に並んだ直線状の谷や峰を明確に読み取ることができる。さらに、地形図ではさほどはっきりしないが、例えば山県郡豊平町など平坦な地形を持つ地域がいくつか存在することも読み取れる。また必要に応じて、図2中の小枠で示されるような小さい範囲についても同様に立体地形図を描くことができる(図5)。

指導展開例と生徒の反応

中学校3年「大地の動き」単元において、パソコンによる地形立体表示を取入れた授業を企図し、実際に広島大学附属東雲中学校(3年生, 85名)で試みた。

この単元の指導では、先に述べたように郷土の自然を教材化するという観点から、安芸西部山地をその対象とし、コンピュータによる地形の立体表示以外にもVTR教材の自作、粘土せん断実験なども取り入れた指導を行った。これらについては別の機会に改めて詳述する予定である。

1. 指導計画および学習のねらい

〈指導計画〉

- (1)地震による大地の変動……3.5時間
- (2)地震の揺れと伝わり方……3.5時間
- (3)地震の起こる場所と原因……2時間
- (4)地震災害とその対応……2時間

〈学習のねらい〉

- 安芸西部山地の地形、断層・節理露頭の様子(VTR教材)、粘土のせん断実験から地球のもつエネルギーに気づかせる。
- 安芸西部山地の地形、断層・節理露頭の様子(VTR教材)、破碎された岩石の鏡下の様子とせん断された粘土との比較などから、大地が動いていることをイメージ化させる。
- 地域でみられる地形的・地質的事象に対する興味・関心を養う。

「地震による大地の変動(地震と断層)」の学習過程を表1に示す。

2. 生徒の反応

コンピュータによって立体表示された地形を観察した際に、表2のような生徒の反応がみられた。

生徒にとっては、初めての体験であったためか、興味をもって立体地形を観察していた。この観察で生徒は、地形を具体的な「起伏の連なり」としてとらえており、当初の目的は一応達成されたと思なされる。平行な谷や山の存在は、平面的な地形図などでも単純に気づくことができると思われるが、この方法によって、具体的かつ生き生きとしたイメージをもって地形の特徴をとらえられたと思われる。

しかし、この観察ではコンピュータの台数が十分ではなかったため、生徒1人1人がコンピュータを操作し、自らいろいろな範囲、視線方向、視線の伏角を選んで立体地形を観察することができなかった。それが可能であれば、さらに多様な発見や観察の深まりが期待される。

この単元の学習を終えた際の生徒の反応を表3にあげる。これらの反応に見られるように、多くの生徒が立体地形図で観察した地形の様子と実験でせん断した粘土の様子(互いに平行な破断やひび割れが生じた)を関連づけてとらえていた。生

表1. 「地震による大地の変動(地震と断層)」の学習指導過程(3.5時間)

学 習 活 動	指 導 上 の 留 意 点
<ul style="list-style-type: none"> ○地震による大地の変動について学習していくことを知る。 ○パーソナルコンピュータによる広島県西部地域の地形立体表示をもとに、郷土で見られる地形の特徴について考える。 ○飛行機からみた広島県西部山地の地形のようすを、VTRで視聴し、その特徴を観察する。 ○直線状の谷で見られる三角末端面のようすをVTRで視聴し、地形の特徴を記録する。 ○断層節理面露頭のようす(三段峡)をVTRで視聴し、その特徴を記録する。 	<ul style="list-style-type: none"> ○地震が起こったときに、大地ではどのような変化が生じるか考えさせ、学習課題を把握させる。 ○山や谷などの地形的特徴が断層に付随していることが多く、立体表示にも、その特徴がよく表れていることを示唆する。 ○視点の方角、高度の異なる画像を何種類か提示する。 ○広島県の地形写真でVTR録画した飛行位置を確認しながら、視聴させる。 ○直線状の谷のようすがよくとらえられている場面では、VTRを止め地形の特徴を確認させる。 ○三角末端面や平行な谷筋のようすがよくとらえられている場面では、VTRを止め、地形の特徴を確認させる。 ○多数の平行な割れ目がよくあらわれている場面では、VTRを止め、特徴を確認させる。
<ul style="list-style-type: none"> ○破壊された岩石とそうでない岩石について、偏光顕微鏡によるVTR観察をもとにそれぞれを比較しながら特徴を記録する。 ○広島県西部山地の地形の特徴、三段峡のがけの特徴、偏光顕微鏡で観察した断層でみられる岩石の特徴をまとめる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○同時に消光する粒に着目させながら、VTRを視聴させる。 ○生徒の記録した特徴を全体で確認する。
<ul style="list-style-type: none"> ○粘土せん断破壊実験を行う。 ○せん断破壊された粘土の表面にみられる割れ目のようすをスケッチする。 ○せん断された粘土の表面にみられる割れ目の特徴を記録する。 	<ul style="list-style-type: none"> ○加えた力の大きさを意識させながら、実験を行わせる。 ○亀裂の度合いなどにも着目させながらスケッチさせる。
<ul style="list-style-type: none"> ○VTRで視聴・観察した地質的・地形的諸事象と、粘土表面で見られる特徴との関連性について考える。 ○コンピュータ画像やVTR・写真を通して観察した地形的・地質的諸事象とせん断実験から、大地を変化させる(地震を引き起こす)力、エネルギーを感得する。 	<ul style="list-style-type: none"> ○粘土せん断実験とVTRで視聴した地形的・地質的事象との類似点を見つけさせる。 ○地球のもつ大きなエネルギーに気づかせるとともに、地域の地学的事象に対する興味・関心を喚起する。

表 2. 生徒の反応 1 (立体地形図観察時)

- ・波がおしよせているみたいに、“だんだん”となっていた。少しずつ少しずつ積み重なったみたい。砂浜に波が押しよせて引いたときに、浜がだんだんになるような感じに似ている。
- ・細かい起伏がたくさん並んでいる。
- ・山や谷が 1 本に長くつながっている。
- ・斜め方向に波（山のこと）が列になっている。北西の方に盆地のようになっているところが多かった。南の方に平野が多く、だんだん北にいくほど、波の波長が大きくなっていった。
- ・谷が脈となって通っていた。
- ・北東から南西に山が連なっており、小刻みに変動している。
- ・南西から北東、北西から南西に対角線のように谷が走っている。加計のあたりで 2 つの谷が交わる。山の方向も谷と同じで、平行に連なっている。
- ・谷がすじとなって通っていた。北にいくにつれて小さくなっていくが、同じような形をしていた。
- ・山と谷がだいたい等間隔にある。
- ・広島市の北西では、直線に平行で山、谷、山、谷…と連なっている。
- ・加計、三段峡あたりでは、山や谷が平行に並んでいる。
- ・吉和の少し西から加計にかけて、谷みたいなものが走っている。
- ・吉和から芸北にかけて山が連なっている。
- ・どの角度・方角から見ても平野は少なく、山や谷が多い。あまり高い山もなく、山も平均している。
- ・山口県のほうに山がかたまっている。

徒は、立体地形図によって、広島県西部地域で顕著に発達する北東-南西方向に並走する谷や山に強く印象づけられたようである。

これまで述べてきたように、この単元でコンピュータを活用した対象は地形のみである。しかし、実際に指導を進める中で、立体地質図、立体震央分布図などがあれば、さらに充実した学習が可能であると感じられた。今後、これらを含め多様なソフトウェアが開発されることを期待したい。

高等学校地学における C A I

高等学校理科におけるコンピュータ活用も、小・中学校の場合と同様、指導要領に示されており、今後の教育において避けて通れない問題である。一方、地学という教科の性質上、学習の充実化のためには野外学習を取り入れることは最も望ましいことである。この両者をふまえ、地学 I B の探究活動として、地形図の読み取りとルートマップ、および地質図作成の場面にコンピュータによるデ

表 3. 生徒の反応 2 (単元学習終了時)

- ・広島県は北西と南東から力を受けており、断層は南西から北東にのびており、とくに三段峡付近の北西部は強い力を受けているため岩がこまかくなっている。
- ・山口北側と岡山南側の 2 つの力がかかったために、このような山が（谷が）できたのではないだろうか。
- ・北東から南西への尾根と谷はみなそれぞれが平行だから、粘土板の時と同じようなことがおこったと考えられる。
- ・（粘土と広島県西部の地形は）方向性が似ている。ときどき横の線（別の谷）みたいなものが 2 つとも入っている。ときどきぐにゃっと山や谷の線がまがっているところがよく似てる。
- ・広島の地形と粘土のひびは同じように平行な線が入っている。短い線や長い線があるが、それをつなげるとだいたい等間隔の線ができる。また太い線や細かい線がどちらにもある。
- ・広島県西部の地形も断層の実験もななめの方向に全部いっしょにきれいに平行にならんでいる（山、谷、ひびが）。断層の実験のたてのひびは、ずっとつながってなくてブツブツとぎれてつながってたけど、広島県西部の地形の山のてっぺんの線もブツブツとぎれてつながっている。
- ・山のでき方の方向性と粘土のひびの入り方の方向性が非常に似ていて、あの粘土をそのまま大きく拡大させるとあの山の形に近づくとおもいます。
- ・広島県は北東と南西方向にひっぱりあうような力をうけたかもしれない。
- ・広島県西部地域とねんどのひびのはいり方が似ている。（一方向に平行に長い谷がたくさんあるところ。ときどき山がきれてすこしちがうところから再び山が走っているところなど）
- ・（粘土、断層露頭、広島県西部の地形は）長さや曲がり方など類似しているところが多い。実験と同じような大きな力が広島県北西部にもかかったことがあると考えられる。

ータ処理を導入し、野外学習の体験を生かして自然(大地の様子)を表現するモデルのあり方を考察させてみた(有田, 1992)。

ここで、野外観察の対象とした場所は広島市南端に位置する元宇品(広島市南区元宇品町)である。学校(広島市南区翠1丁目)に近く、平常授業での野外学習が可能である。また、岩石海岸(花崗岩)が連続し、遊歩道も整備されているため、生徒にとっても安全に観察活動を行うことができる。

実際の野外活動を行う前に、花崗岩の構成鉱物、風化、岩脈などについて学習した後、地図を使ったルートマップの作成法、走向・傾斜、クリノメーターの使用法なども学習した。

野外では、生徒それぞれが海岸地形、節理、断層、岩脈、暗色包有物などの観察を行い、ルートマップを作成した。

野外の調査結果を処理し、地質図や地質断面図を作成するような複雑な作業は、現在、学校などで使用されているパソコンレベルのコンピュータでは非常に困難である。野外学習を取り入れた探究活動という学習の性格からすれば、このような類の処理が望ましいが、ここでは前述の、立体地形図の観察と生徒が野外で観察・記録してきた岩脈や断層の走向・傾斜データを処理し、それらが地形の上でどう現れるかを確かめることとした。立体地形図の描画法として、前述の中学校の例と同様、格子データを用いたが、描画法はそれとは若干異なる“タイル法”を用いている(図6)その理由は狭い地域では屏風法は描かれる線が少ないため、十分な表現ができないためである。ある断層を、地形図上に重ね書きした例を図7に示す。断層が地形の上でどう現れるかを迅速・明確に読み取ることができるため、野外学習の評価に利用することもできる。

この学習において、ほとんど全ての生徒は、自ら観察を行った元宇品の地形について具体的な空間イメージをもってとらえることができたと思われる。特に、野外学習を行ったということから、興味をもって熱心にコンピュータを操作し、視線、伏角、等高線間隔、および垂直倍率を多様に変化させて立体地形図の描画を行った。その結果、生徒はこれらの描画要素によって、見え方がかなり異なることに気づいた。生徒は野外で得たイメー

ジに最も近い描画を探すべく、何度も繰り返し操作していた。全体として充実した学習が展開できたと思われる。

コンピュータは生徒2人につき1台を使用したもので、生徒自らの考えで操作する機会を十分持つことができた。しかし、今回の指導では生徒の人数が16名であったので、生徒にはマンツーマンの指導ができたが、生徒の数がさらに多くなれば1人の教師では対応しきれないという問題点も明らかとなった。前述の中学校の例のように、生徒10人程度に1台という状況での問題点とは対照的である。

おわりに

これまでも述べてきたように、理科におけるコンピュータ活用は、今後ますます本格的となるであろう。しかし、多くの教師が述べるところでは、1時間の授業をするのみでも、まず、そのためのプログラミングなど準備に非常に多くの時間と労力がかかること、ようやく授業にまでにこぎつけたものの、子供たちはすぐに飽きてしまい、興味を持ってなくなることなど、手間ばかりかかる割にはさほどの成果が期待できないなどの問題点がある。

特に最近では、コンピュータが同じ作業を繰り返して正確に実行することが得意という特徴をもとに、ドリル的な学習に活用し、“教師”の仕事の一部を受けもたせようとする傾向が強いように思われる。中には、ゲームの要素をふんだんに取り入れ、あたかもコンピュータゲームをするかのごとく進めていくものもある。このような学習では、演習的な要素が多い学習にとっては効果的かもしれないが、理科にとっては、それが自然を扱う学習であるという性格からして必ずしも適当ではない。また、生徒自ら観察・実験を行うことなく、コンピュータによるシミュレーションなどでその代わりとするようなものも、やはり理科には適さないだろう。

理科におけるCAIでは、自ら発見したり解決したりという理科の学習観とコンピュータによる情報処理の接点を見いだすことが最も必要と考えられる。とりわけ、地学領域のCAIにおいて、筆者らは“コンピュータの活用が自然へのフィー

偏角 = 30° 傾斜 = 30° 基底 = 0.00 倍率 = 2.00 垂直倍率 = 3.00
等高線=C, タイル=T, モノクロ=M, カラー=D, 次=その他の文字?

Ok

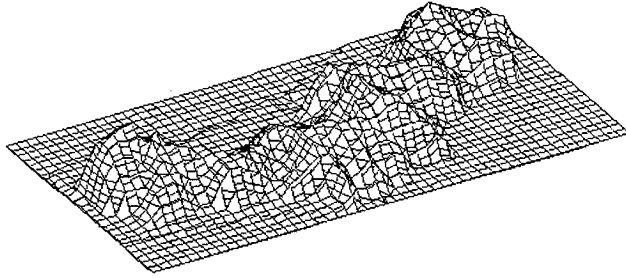


図6. タイル法で描いた立体地形図の例 (広島市元宇品)

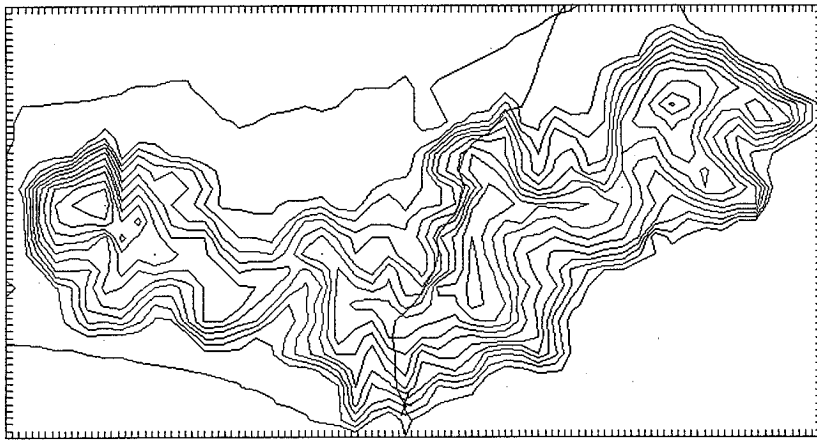


図7. 地形図の上に, 断層を重ねて描いた例
断層の観察位置とその走向・傾斜データを入力すると, 地形図上にその軌跡が自動的に描かれ

ドバックをより一層, 促す”ことが肝要との認識に基づいて研究を進めてきた。これまで報告してきた例では, 一応の成果が得られたと考えている。

コンピュータを活用する授業では, 一般的には1人1人の生徒がそれぞれコンピュータを操作することが望ましいと思われるが, 上述のように生徒にコンピュータを操作させる場合, その性質上どうしてもマンツーマン的な指導が必要なことがある。そのような場合, 1人の教師では指導できる生徒数に限界があり, 多くの生徒を一つの授業内で指導することは困難である。このような問題は理科に限らず各教科のCAIにおいて, 学習の充実化と指導体制とのバランスの観点から検討を必要とする重要課題である。

参 考 文 献

有田 正志 (1992) : 探究活動 : 元宇品の自然 (1) - 地学教育における野外実習とコンピュータの利用について -, 広島大学附属高等学校研究紀要, No. 37, pp 25-30.

林 武広・藤川 義範・珠山 信孝・北台 秀行
・田中 正樹・金丸 真智子・菅 孝明・
吉村 典久 (1989) : 小・中学校における地層関連単元の指導内容の系統化と実践的例証, 広島大学教育実践研究指導センター紀要, No. 1, pp 65-88.

_____・玉井 基宏・藤川 義範・鈴木 盛久・

- 吉村 典久(1991):地学領域におけるC A Iの実践的研究(I)ーその理念に関する一提案と小学校での指導例ー, 広島大学教育実践研究指導センター紀要, No. 3, pp 23-34.
- 石井 威望(1990):情報化の進展と教育の課題, 情報化の進展と教育, 文部省教育改革実施本部, pp 10-19.
- 坂元 昂(1990):教育における情報手段の活用, 情報化の進展と教育, 文部省教育改革実施本部, pp 20-29.
- 塩野清治・弘原海 清・升本 眞二(1984):マ イコンによる格子データの三次元グラフィック表示, 情報地質, No. 9, pp 61-72.
- 鶴崎 祐子・中村 春江(1989):安芸西部山地の地形学的研究ーパーソナルコンピュータを用いた地形の立体描画についてー, 広島大学学校教育学部卒業論文(手記)