

<論文>

## パソコンによる雲画像から天気を予測する実習

榎原保志 信州大学教育学部理数科学教育講座

池本博司 広島市立基町高等学校

### Activity to Forecast Weather Using a Computer and GMS Pictures

SAKAKIBARA Yasushi: Science&Math. Education, Faculty of Education, Shinshu University

IKEMOTO Hiroshi: Motomachi High School, Hiroshima City

This paper presents an activity to forecast weather using a computer and Geostationary Meteorology Satellite (GMS) images. Students obtained visual images and infrared images scanned by GMS from web pages and investigated the distribution of cumulonimbus and nimbostratus, which often bring precipitation, using functions of digital imaging solutions such as color balance, posterization and layer. Two trial lesson at a high school suggested that this activity helped students think weather forecast was interesting, enhanced students' motivation to conduct weather forecast, and helped students forecast weather better than the formerly used method.

【キーワード】雲の判読 画像解析 高等学校 地学教育 情報教育

#### 1. はじめに

21世紀を迎え、新しい学習指導要領が平成14年度からスタートした。完全学校週5日制の下、ゆとりの中で一人一人の子どもたちに生きる力を育成することを基本的なねらいとして改訂され、これからの社会に生きる子どもたちのために多くの知識を詰め込む教育から自ら学び自ら考える力の育成が求められている。それには体験的な学習、問題解決的な学習を重視する教育方法が不可欠であろう。

高等学校の地学のこれまでの学習は、知識を多く詰め込むことが多く、一斉解説型の授業が中心であった。これにはフィールドに出にくいことや大学入試への対応などの事情が考えられ、やむを得ないところがあったが、今後大幅な授業観の転換が迫られる。とりわけ、高校の気象の単元は、観測が取り入れられている小中学校の気象単元と比べてスケールの大きな現象が多く、自らが調査をして何かの結論を出すという学習形態になじみにくい面が見られた。

一方、高度情報化社会に対応するため、教育現場にもたくさんのコンピュータが導入さ

れ、コンピュータの操作技術を学ぶ時代から、コンピュータを利用して多様な解析を行い、効果的に教科内容を学ぶ時代に変わりつつある。コンピュータの進歩にはすさまじいものがあり、計算スピードだけでなくフルカラーの画像も取り扱えるようになった。それに伴い CD-ROM や MO のような大容量の記憶メディアもパソコンに安価で接続されるようになり、筆者の一人が勤める高等学校では、両方のメディアがパソコン 1 台ずつに利用できる環境になった。

インターネットを中心とする高速通信網も整備され、パソコンを利用したインタラクティブスタディの試みも始まった。今後コンピュータが学習上特別なものでなくなり、文房具と同じような扱いになる時期がやがてくるものと予想される。

このような教育現場の情報化に伴い、デジタル化されたアメダスデータを利用した気象学習が行われたり（榊原・渡辺，1996）、ホームページ上にあるライブカメラを利用した天気予測に関する授業（手代木，2001）が行われたりしている。

小学校や中学校の教科書でも静止気象衛星 GMS（ひまわり）の雲画像を利用して、日本付近の雲の分布やその移動方向や速度から天気予測を行うようになっている。

ところが、予測した結果的中率になると問題があった。この方法では天気が晴れるのかそうではないのかは予想できても、児童生徒の関心事である雨が降るかについては難しいからである。

本格的な雲画像を用いた授業となると、池本・榊原（2001）が挙げられる。ホームページ上の雲画像が保存されているサイトから、画像ファイルとしてダウンロードした可視画像と赤外画像の2つの画像を判読し、雲の種類を調べる実習である。さらに彼らは調べた雲の種類分布をもとに、脱脂綿でつくった立体雲分布模型を製作する発展的学習プログラムを提案した。従来は天気図と雲画像が併用されていたのにもかかわらず、雲画像を用いる意義を明確に打ち出せなかったが、生徒が雲の判読作業を行うことにより、雲画像が天気の変化を調べる際有効な素材であることを気づかせるのに成功した。ただし、次のような問題点も明らかになった。

雲画像の雲を示す白色部分の濃度を目視で判断する方法は、原理を知るという意味では意義がある。しかし、目視で判断できる雲種分布の範囲は、特定の市町村や都道府県レベルを超えて更に広い地域にならざるを得ないため、自分が生活している地域の天気予測の精度を高めるにはより細かな雲種の分布を知る必要がある。

本研究は、高等学校地学気象単元における実習教材の開発を目的とする。市販の画像処理ソフトを用いて、目視の方法と比べより詳細に雲種分布を抽出し、都道府県別に天気を予測する実習プログラムを提案する。

## 2. 雲の判読の原理と雲の種類判読

雲画像には可視画像と赤外画像の2種類があり、同じ地域でも可視画像と赤外画像では雲の見え方が異なる（榊原・牛山，2000）。その理由は次の通りである。可視画像は太陽

光線の反射量を表している。反射量が多いということは厚い雲に相当し、その部分は白く見える。逆に、太陽光線の反射量が少ないことは薄い雲の場合であり、灰色に見える。

一方、赤外面像は、表面温度を測定しているので必ずしも、肉眼で見た様子と同様でない。上層雲が存在する上空の空気は $-30 \sim -50^{\circ}\text{C}$ とかなり低温なので、雲自体も低温になっている。一方、下層の雲は上層に比べて高温である。赤外面像では低温の部分は白色に、高温の部分は灰色に処理されるので、それにより雲上端の高さが判断でき、上層雲、中層雲、下層雲を推定できる。

一般に、雲塊サイズが小さい高積雲や巻積雲は人工衛星のセンサーの分解能以下であるので画像には現れない。高層雲や乱層雲なども画像からの判読は難しいとされる（下山，1998）。また、地上では雲を底から観測するが、衛星は宇宙から見下ろして雲の頂部を観測する。すなわち、地上観測では雲底の高さで上・中・下層雲に分類するが、衛星による雲画像は雲頂高度で分類する。

このように、地上から見た雲と衛星画像の雲とを対応させることは難しいが、簡便法として衛星画像から雲種を知る方法がある。それは2つの衛星画像の特性を利用して雲種の判読を行う方法である（立平，1987）。縦軸に赤外面像による色の濃淡を、横軸に可視画像をとり、雲の見え方で雲を分類したものが図1である。たとえば、可視画像が白色で赤外面像が白色の部分には、厚くて上層まである雲となり、発達した積乱雲と考えられる。また、可視画像が灰色で赤外面像が白色

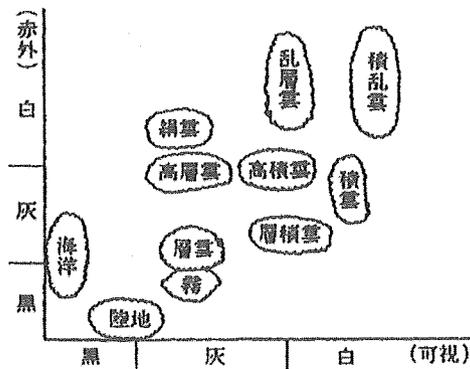


図1 可視画像と赤外面像の見え方と雲（立平，1987）

の部分には、薄い雲からなる上層雲の絹（巻）雲、可視画像が灰色で赤外面像が灰色の部分には、薄い雲からなる下層雲の層雲ではないかと考えられる。このように雲画像の色の濃淡を白・灰・黒の3区分で雲を分類する。なお、目視で濃淡の区分をするには3区分以上では困難である。

しかし、コンピュータを利用すればこれ以上の区分でも客観的に決めることができる。今回提案する実習では可視画像を4区分した。それは、白と灰色の間、黒と灰色の間に分類される雲が存在するので、4区分に分類すると都合がよいからである。そこで後述する図8に示すように、可視画像の色調を4段階に、赤外面像を3段階に区分した。このようにすると、上段の右側2つのブロックが雨を降らせる雲に相当する。

なお、雲の判読は可視画像がない夜間は実施不可能であり、可視光が弱い朝夕時はうまくいかない。分類した雲のうち雨を降らせる雲は乱層雲と積乱雲とした。高層雲からも雨粒や雪片が降ることがあるが、それらは落下途中で蒸発し、地上に達しないことが多い。

層雲の場合は雨粒を伴ってもそれはごく小粒の霧雨に限られる（山本，1978）。

### 3. 目視により雲種分布を調べる実習

#### 3.1 今回の実習に必要な物

コンピュータ，画像処理ソフト（たとえば，Adobe Photoshop (LE5 もしくは Element でも可能)），カラープリンタ，ブラウザソフト（たとえばインターネットエクスプローラ），マジック（黒，緑，赤の3本），無地の OHP シート

#### 3.2 作業手順

(1) ひまわり画像をホームページから入手する。

画像を入手するウェブサイトは国土環境株式会社 (<http://weather.metocean.co.jp/>) のお天気情報のページでお天気会員のページを選択する。ここで得られるひまわりの可視画像と赤外画像の切り出し範囲が同一であるので本実習には好都合である。お天気会員メニューからひまわり雲画像の欄で雲画像を選択し，表示ボタンを押すと右側に可視画像が現れる。可視画像の上にマウスカーソルを移動させ，右クリックするとメニューが現れ，画像を印刷するを選ぶ。同様な方法で可視画像を印刷する。

過去のひまわり画像を利用する場合は，衛星画像関係で最も充実したホームページの一つである高知大学気象情報の頁 (<http://weather.is.kochi-u.ac.jp/>) がよい。現在の雲画像だけでなく，書庫として過去の画像データを利用できる。典型的な季節の様子を見るときには便利である。ただし，可視画像，赤外画像の切り出し範囲が異なるのでそのまま印刷しても二つの画像を合わせられない。Adobe Photoshop などの画像処理ソフトでの切り出し作業が必要である。

(2) 無地の OHP シートを印刷したひまわり画像（可視画像，赤外画像どちらでもよい）の上に置き，日本列島とユーラシア大陸東縁の輪郭を黒マジックで描く。

(3) 日本列島が描かれた OHP シートを衛星画像に重ね，赤外画像の白い領域を赤マジックで塗り，次に可視画像の白い領域を緑色のマジックで塗る。積乱雲と乱層雲は雨が降らせる可能性が高いので，この領域が雨が降る可能性が高い領域と考える。

(4) 都道府県毎に降水があるのかを予想する。

### 4. パソコンにより雲種分布を調べる実習

ここでは画像処理した可視画像と赤外画像の白い部分の重なりを探す作業を行う。

#### 4.1 この実習に必要な物

コンピュータ，画像処理ソフト（たとえば，Adobe Photoshop (LE5 もしくは Element でも可能)），ワープロソフト（たとえば一太郎），カラープリンタ，ブラウザソフト（たとえばインターネットエクスプローラ）

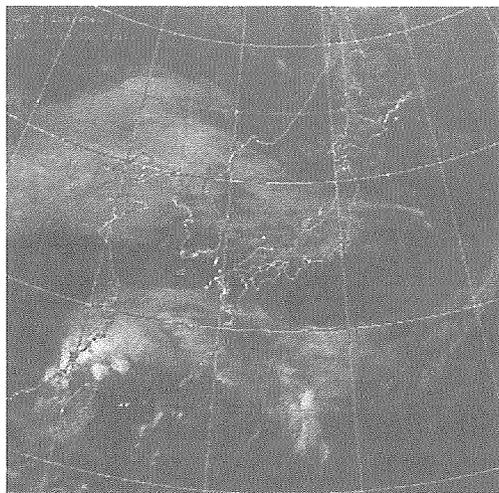
#### 4.2 作業手順

(1) ひまわり画像をホームページから入手する。

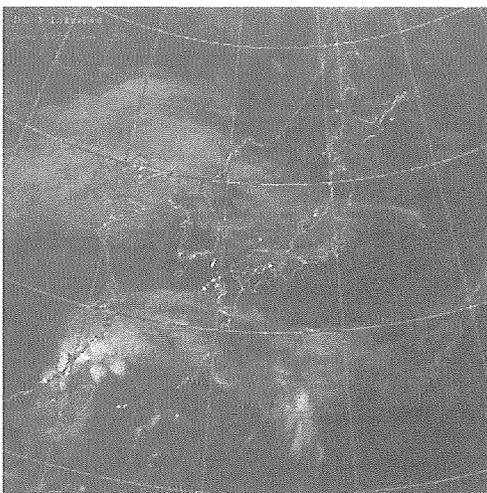
3章の目視による方法と同じ方法で雲画像を入手する。国土環境株式会社のお天気会員メニューから可視と赤外の画像を入手する。可視画像は前述のように日中しかないので当然提供もされない。ここでは、画像処理ソフトとしてPhotoshopを使用した例を示す。

お天気会員メニューからひまわり雲画像の欄でまず可視画像を選択し、表示ボタンを押すと右側に可視画像が現れる。可視画像の上にマウスカーソルを移動させ、右クリックするとメニューが現れ、コピーを選ぶ。(2)Photoshop を立ち上げ、新規を選ぶ。ここで「編集」→「ペースト」と選択すると、白紙であった新規のウインドウに先ほどコピーした可視画像が現れる。(3)同様にして、お天気会員のページから赤外画像をコピーして(2)の

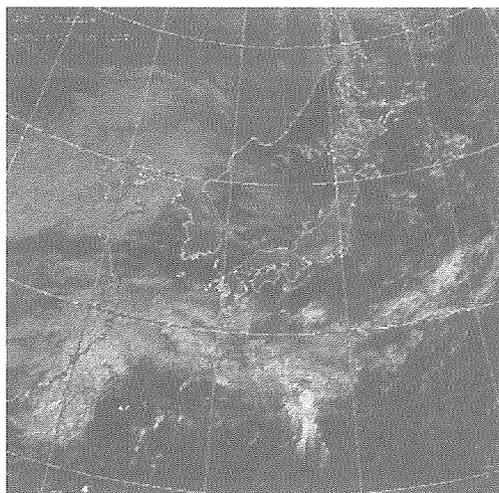
a: 赤外画像



a: 赤外画像



b: 可視画像



b: 可視画像

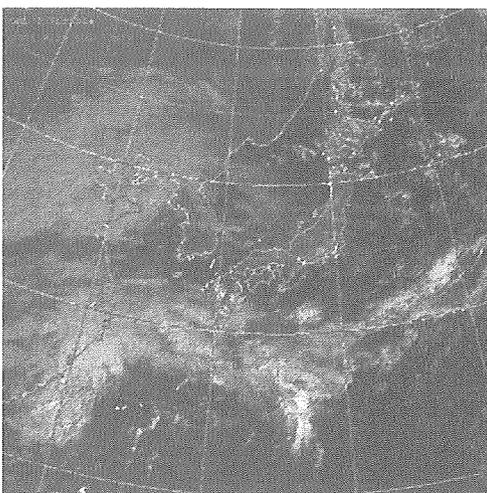


図2 ホームページからダウンロードした衛星画像（白黒画像）

図3 カラーバランス処理した衛星画像（aは赤、bは緑に着色されたカラー画像）

Photoshop の画面において、「ファイル」→「新規」を選び、「編集」→「ペースト」と選択すると、今度は赤外画像が貼り付けられる（図2）。

(4) 「イメージ」→「色調補正」を選び、「カラーバランス」を選んで、赤外画像は赤を+99に、可視画像は、緑を+99とする（図3）。なお、Adobe photoshop Element の場合は方法が異なる。可視画像を選択した後、色見本メニューで緑色を選び、「画質調整」→「カラー」→「色相彩度」と選択し、開かれたウインドウの中で色彩の統一を選択する。赤外画像の場合も色見本メニューで赤色を選ぶほかは、同様な手順である。

(5) 赤外画像と可視画像ともに、「イメージ」→「色調補正」→「ポストリゼーション」を選ぶ。ここで赤外画像は段階数を2、可視画像は3とする（図4）。この段階数に1プラスした数が区分数に相当する。

(6) 可視画像をクリックし、「範囲選択」→「すべて選択」を選ぶと、画像の周囲が点滅する。

(7) 「編集」で「コピー」を選ぶ。

(8) 赤外画像をクリックし、「レイヤー」を選び「新規レイヤー」を選択し、OKを押す。

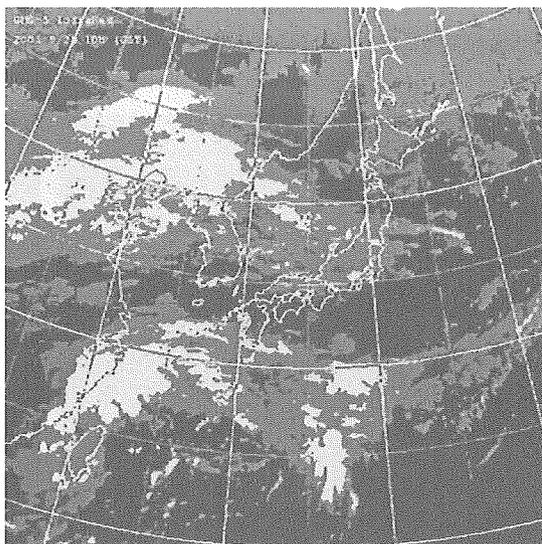
(9) 画面上に表示される「レイヤーウインドウ」のレイヤー1の「目玉アイコン」（表示・非表示の操作）をクリックすると、CRT 画面上の画像が消える。

(10) ここで、「編集」→「貼り付け」をえらぶと、レイヤー画面に緑色した可視画像が表示される。

(11) 「レイヤーパレット」の不透明度を50%にする。ここで「レイヤーパレット」の「目玉アイコン」をクリックする。

(12) レイヤー1の文字をクリックし、レイヤーウインドウ上部にある不透明度を

a: 赤外画像



b: 可視画像

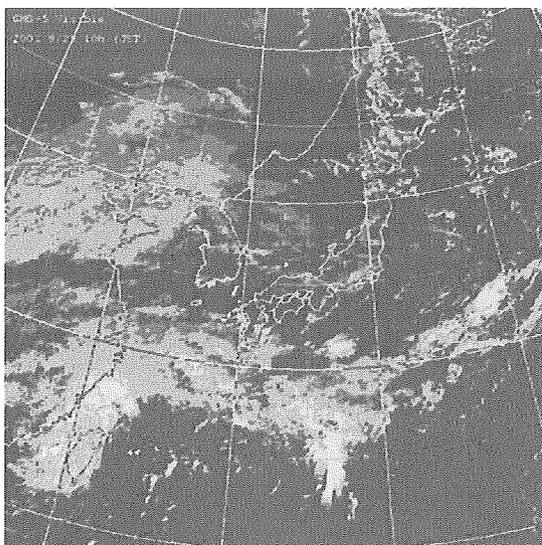


図4 ポスタリゼーション処理した画像

100%から75%に近い値にする。

(13) 「レイヤーパレット」の「通常」をクリックし、「差の絶対値」または「乗算」を選ぶ。この作業は雨を降らせる雲を強調して表示させるために行う。

(14) 重ね合わせた画像をカラー印刷し、色の重ね合わせをした3×4凡例表（後述する図8）を参考に都道府県別降水の有無を予想する。

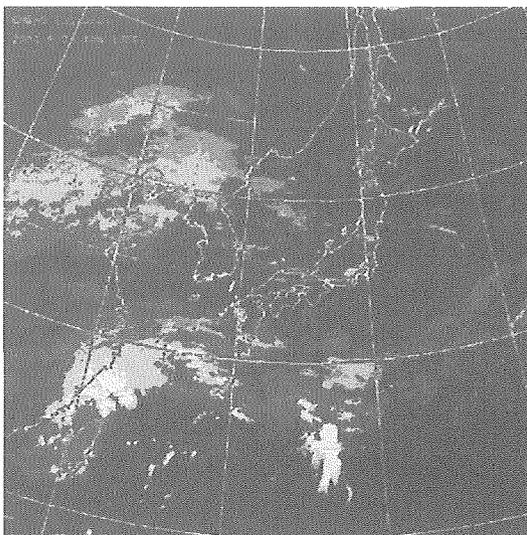


図5 不透明化してレイヤー合成した画像

## 5. 試行授業

広島市立基町高等学校において地学 IB の授業で今回提案する実習を行った。生徒は男子9名、女子31名、計40名の2年生である。

授業会場は美術コンピュータールーム（以下コンピュータ教室）である。この教室は、本来美術コースの生徒が「グラフィックデザイン」などの授業で利用している教室で、画像処理ソフト Adobe Photoshop5.5 がすべてのパソコンにインストールされている。

この教室にあるすべてのコンピュータ（NEC 製, mateNXMA46H）42 台には、外付けの MO ドライブ（アイ・オーデータ製, MOF-S640/UPCIN）が1台ついている。また、すべてのコンピュータは、大型のカラーレーザープリンタ（リコー製, IPSIOcolor5100）5台と室内 LAN で結ばれており、カラー印刷が高速で利用できる。また、生徒用コンピュータから光ファイバーでインターネットへ接続される。

### 5.1 この実習を行った単元

実習は高等学校地学 IB における「大気と水の働き」の単元「大気の運動」の小単元「天気予報」の中で行った。生徒は「大気に働く力と風」、「大気中の対流現象」、「大気の大循環」、「低気圧の一生」について学習済みである。

### 5.2 従来の授業の問題点

従来の「天気予報」の単元では、約1週間の天気図を用意し、前線を伴う温帯低気圧や台風の動きから、天気を予測させる学習が行われている。その時、前線を伴う温帯低気圧における雨域を、天気図の記号から判断する。また、実際の雲種分布においては、寒冷前線における積乱雲と温暖前線における乱層雲が、前線を伴う温帯低気圧において典型的な分布をしていることを前提に天気を予想する。しかし、実際の前線付近の雲種分布は、教科書で示されたモデル的な分布になることは稀であり天気図に示された前線の形から降水の予測をすることは難しい。そのため「天気予報」の小単元は、事前に学習した「雲のでき方や雲の種類」との関連がうまくとれない問題があった。

### 5.3 教材の準備

台風の進路や秋雨前線や温帯低気圧の動きを知るために連続した衛星画像が必要になる。定期的に一日ごとあるいは数時間ごとの画像を入手する作業はたいへん手間がかかる。このような時には自動巡回ソフトが便利である。今回はホームページ上で入手できるシェアウェア「JPEGHUNTER3」De-Net.com を利用した。

国土環境株式会社のホームページの雲画像は同時刻にダウンロードしても赤外画像と可視画像の時間がずれることがあるので注意が必要になる。特に可視画像が遅れる傾向があるので、巡回設定時刻を 20 分遅らせた。たとえば、10 時の画像ならば 10 時 20 分に設定して、画像をダウンロードした。

### 5.4 提案する授業プログラム

今回行った小単元は 4 時間で構成される。

(1) 授業① 衛星画像の目視により雲を判読する実習（場所：地学教室，日時：2001 年 9 月 25 日 2 校時）

雲画像には可視画像と赤外画像の 2 種類があり、同時刻の同じ雲でも可視画像と赤外画像では見え方が異なり、可視画像は太陽光線の反射量を表しているのに対して、赤外画像は、表面温度を測定していることから雲の厚さと高さが判別できる等、2 章で述べた「雲の判読の原理」について説明する。その際、雲の観望では数時間後の予測はできるが、1 日前からの予報となると巨視的な視野で観測できる雲の画像から雲の種類を判別することが必要になると強調した。

同じ時刻の可視画像と赤外画像を利用して、その時の雲の種類や分布を推定する方法を考える。図 1 の横軸と縦軸だけを残した表を配布し、雲の説明を行った。積乱雲は下層から上層までの厚い雲が存在するので、多くの太陽光を反射し、可視画像では白く映る。また雲頂高度も高いので上空の気温が低いことから赤外画像でも白く映る。乱層雲は、地表付近から中層まで発達した雲であり、太陽光線を反射する率は積乱雲ほど高くない。この説明を聞いた後、生徒は教科書の写真を見ながら、雲の厚さと雲の高さの特徴等をもとに、配布されたワークシートの表に雲の名前を記入した。

そして、雨を降らせる雲の主なものは積乱雲と乱層雲であり、積乱雲は可視画像、赤外画像ともに白く映り、乱層雲は赤外画像が白く、可視画像はやや灰色である部分となることで雨を降らせる雲を抽出できることを説明した。

(2) 授業② 目視により雲種分布を調べる実習（場所：地学教室，日時：2001 年 9 月 26 日 4 校時）

高知大学気象情報のホームページから、可視画像と赤外画像を入手し、赤外画像と可視画像の大きさを合わせて印刷した。インターネットの使い方は事前に指導していたので、URL のアドレスを伝えるだけで、雲画像入手の作業に困難はなかった。可視画像と赤外画像の 2 枚を上に掲げて教室の白熱灯に透かして見て、日本列島の位置が合っていることを確認したり、友人と「これは台風よね？」等の会話をしている生徒も見られた。また、どち

らが可視画像なのか、赤外画像なのか区別がなくなかった生徒も見られたので、教師はホワイトボードに「Visible = 可視画像, InfraRed = 赤外画像」と書き、印刷された画像の左上にそれが書かれていることをアドバイスした。

全員が印刷を終えた頃を見計らって、生徒に色の異なる油性のマジック 2 本を配布した。授業①の「衛星画像の判読について」の要点を簡単に説明した後、可視画像の上に透明な OHP シートをのせて、日本列島の位置が合うようにテープで固定し、白い部分をマジックで囲む。次に、この OHP シートを赤外画像の上に置いて別の色マジックで白い部分を囲む。このような方法で得られた白い雲の範囲が重複したエリアが積乱雲とし、赤外画像のみによる白い部分は乱層雲と推定する方法を確認した(図 6)。その後、生徒達の様子を見ると、隣の生徒と「これ、乱層雲よね。」「台風は積乱雲の集まりよね。」とか相談しながら、作業をしていた。

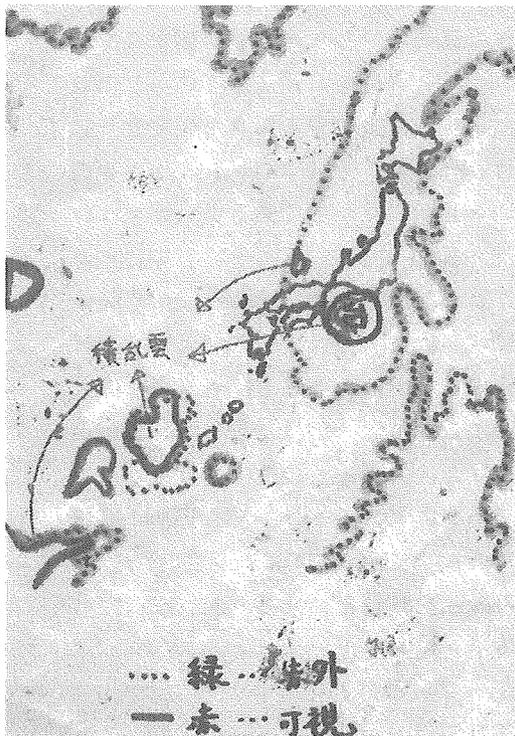


図 6 生徒の目視による雨を降らせる雲の抽出例

(3)授業③ パソコンで雲種分布を調べる実習(場所: コンピュータ教室, 日時: 2001 年 9 月 29 日 2 校時)

教師は、「今回は、前回やった作業をコンピュータ内で処理をします。」と生徒に呼びかけ、4 章で示した作業手順を印刷したプリントを配布した。

事前に入手した 2001 年 9 月 28 日 14 時～9 月 29 日 10 時までの可視画像と赤外画像それぞれ 4 枚の連続した画像を教師用コンピュータのフォルダに入れ

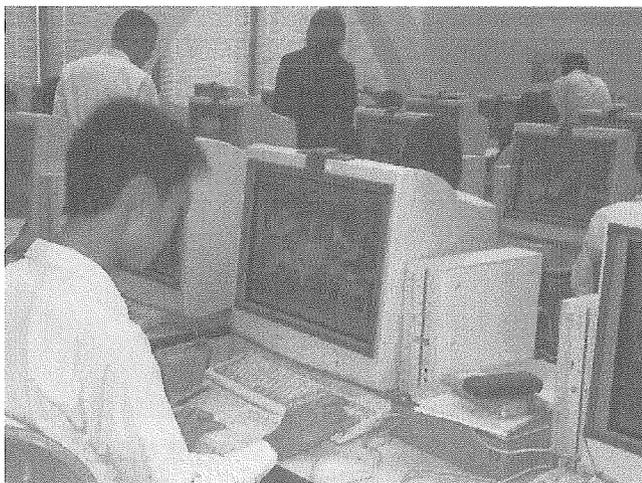


図 7 画像解析の実習の様子

てあることを伝え、各班で班員が個別に別々の日時の画像を処理し、班で雲の動きを考察するように指導した。

教師用のコンピュータの画面をビデオプロジェクタに映し、4章で説明したコンピュータによる作業手順を生徒と一緒にに行った(図7):それは、作業が多少難しいと判断したからである。たとえば、「Photoshopを開きます。」と実際にクリックしてみせ、すぐに「Photoshopを開いてください。」と指示し、ほとんどの生徒がその作業が終わるまで次の作業に進まないことに留意した。どうしてもわからない場合は、直接その生徒のコンピュータで作業を説明した。さらに事前に用意した3×4凡例表(図8)を用いて、赤色と緑色を重ね合わせたときの重ね合わせの色を説明した。

この作業が終わると生徒それぞれのコンピュータ画面がカラフルな雲の画像となった。その画像は前回の授業で雨を降らせる雲をマジックで囲む手作業を行っていたため、生徒は容易に理解していたようであった。その画像を見て「すごい」、「これが積乱雲よね。」等とかの生徒のつぶやきを聞いた。この画像を生徒用のMOに保存し、それを印刷したもの(図9)に名前と画像処理した日時を書くと同時に、積乱雲か乱層雲を判別して記すように指導した。多くの生徒が作成した画像を教師に見せ

に来たり、コンピュータに詳しい生徒でさえレイヤーの仕組みについて質問に来たりする

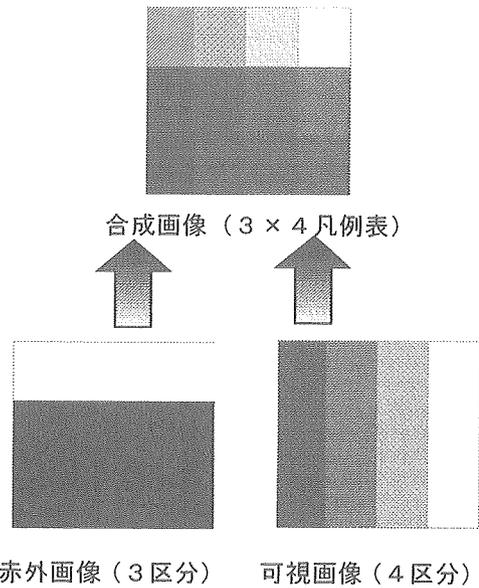


図8 色の重ね合わせした3×4凡例表

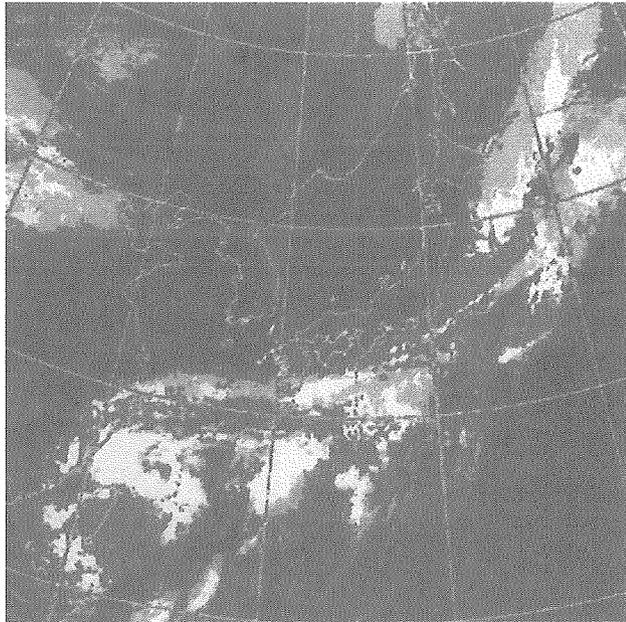


図9 生徒が行ったパソコンによる雲種の判読例

など、熱心に作業に取り組んでいた。しかし、時間が足りなく、印刷ができるまでで精一杯の生徒が何人かいて、作業時間の設定に課題が残った。

#### (4) 授業④ 天気予想 (場所：地学教室，日時：2001年9月29日4校時)

前回の授業で画像処理した4つの画像を見ながら「明日の広島のお天気はどうなるだろう？」という発問し、明日のお天気について、予想結果を記入する用紙を配布した。そして、時系列に並べた画像から積乱雲と乱層雲の分布の範囲や移動の様子を班毎に相談させる時間を設けた。教師は、「雨を降らせる雲が、画像上で2時間でどちらの方向にどのくらい動いているかを調べてみては？」と助言した。助言を受けた後、ほとんどの班が、現在の雨を降らせる雲の中心と2時間前の雨を降らせる雲の中心を結び、その方向を確認し、ひまわり画像の地図のシート上で2地点間の距離を測り、その距離と同じ距離を現在の雨を降らせる雲の中心から、2時間前の画像から予測した方向に直線上に測って2時間後の雨を降らせる雲の中心の位置とした。雨を降らせる雲の範囲は現在の雨を降らせる雲の範囲を透明シートで写し、その範囲を2時間後の中心となるように作図した。ある地域で雨が降るかどうかはその作図した透明シートの範囲に、その位置があるかどうかで天気を判断した。10班の内2班は、現在の雨を降らせる雲の中心を取らないで、上端と下端で同じ操作をした班があった。今回の様に雨を降らせる雲の範囲が円形に近い場合は、中心を取った方が操作が早いですが、中心が取れない形では2班が行った方法が良い場合もあると思われる。雨を降らせる雲の範囲は不定形になりやすいので、その予想移動距離を何点から取る方がベストな方法かはその時のケースで異なるが、今回はそこに時間を取られない簡潔な方法を取った。

生徒は、明日の広島のお天気はどうなるかの予想は、雨を降らせる雲がどの位置まで移動するかを予想することであり、雨を降らせる雲の移動速度と移動方向が予測できることが重要であることを認識していた。しかし、今回すべての班が、時系列に並べた画像の読み取りを現在に最も近い時間のデータだけを利用して、移動方向や移動速度を予測を行った。今回利用したデータでは、結果的には天気の予測はおおむねうまくいっているが、2時間前の画像だけでなく、4時間前、6時間前のデータと照らし合わせて総合的に判断できればさらに精度の良い予測となると思われる。

#### 5.5 授業の評価

授業②と授業③の終わりに同一項目のアンケートを実施した。アンケート項目は天気の予測に関するイメージに関する言葉を「大変そう思う」「そう思う」「どちらともいえない」「そう思わない」「全くそう思わない」の5段階で回答するようにした。

授業②と授業③の両方に参加した35名を対象にこの実習の評価を行った。パソコンを用いた雨を降らせる雲を抽出する実習にとって授業②終了後のアンケートはプレアンケート、授業③終了後のものはポストアンケートになる。ここで各質問項目の得点をプレとポストのアンケート毎に平均を求めた(図10)。

図からわかるように、「明日のお天気を予想したい」、「天気予報はおもしろい」、「天気予

報は楽しい」の質問項目においてプレアンケートよりもポストアンケートで得点が上回っている。このことは今回の実習内容が高校生にとって画像解析という高度なコンピュータの操作が伴ったにもかかわらず興味を持てる内容であったと思われる。いいかえると、降水に直接関連のある積乱雲と乱層雲の移動の様子が予想できることに生徒自身が探究的な活動の価値を認めていると考えられる。

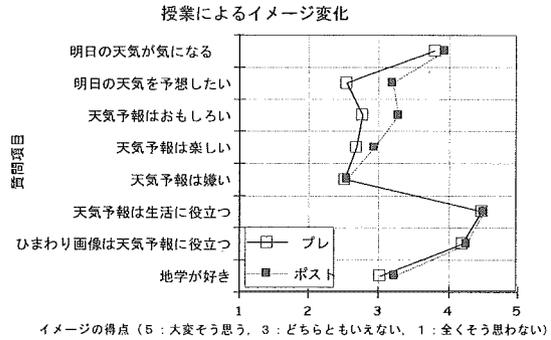


図10 この実習によるイメージ変化

6. パソコンによる本実習と従来行われていた可視画像を用いた予測の正答率

先の実習では広島県の翌日の天気を予想させたが、この実習が生徒の正答率の向上につながったのかを検討するに至らなかった。そこで同校において2001年1月15日の2校時に単元「四季の気象」の冬の授業において天気の予測の正答率を調べる調査を行った。

1月14日と15日のそれぞれ9時の雲画像から16日の9時の天気を予想させた。このとき1つの班を「可視画像」を利用するグループと「雨を降らせる雲を抽出した処理画像」のグループに分けて、47都道府県毎に降水の有無を予想させた。このとき都道府県の入った日本地図も配布した。

一般に天気予報番組では一つの県においても複数地区に細分化した予報が見られるが、全国の都道府県を数地区に分けて予報を出す作業になると、かなり時間がかかる。また、県内を数カ所もしくは細分化して予測することは地域特性を考慮することが求められる。このことからこの形式の予想は行わないことにした。

実習では授業③と同じ形式で進み、作業終了後1

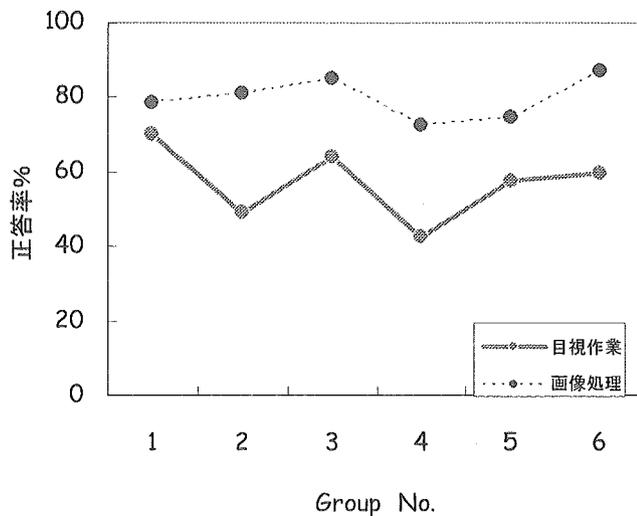


図11 班別天気予測の正答率

つの班を2つのグループに分けて検討させた。1時間の授業ではかなり時間が不足し、放課後に有志が残って作業する班が多かった。グループ別に予想をさせたが同一班内では作業の様子から何らかの話し合いがもたれていたと考えられる。

図11は16日9時の実際の天気と比較した予想結果の正答率である。ただし天気の正解とは、9時の1時間雨量を示すアメダス降水分布において県内の1ヵ所でも降水が見られた時に降水有りと判断した。

図からわかるようにどの班もパソコンによる方法の正答率は目視による可視画像を利用したものよりも高い。同一班のグループが全く相談がなかったとして、処理画像を利用した正答率におけるすべての班の平均は可視画像を利用したものより30%以上も大きい。

この正答率を都道府県別に比較したものが図12である。全般として抽出処理した画像を利用すると正答率は高くなっている。地域の違いに目を向けると、北海道、東北地方、関東地方については正答率の向上は少ない。これらは生徒の住居から離れた地域であり関心が低かったから、あるいはたまたまそのときの雲の重なりが判断しにくかったかもしれない。しかし、このような実習は雲の分布の詳細なところにも目を向けさせることは間違いない。

次に、パソコンによる画像処理の作業は視覚に基づく判読の難しさを克服したのかを検討する。都道府県別に得られた回答が同一のものであったケースは可視画像による場合は1例も存在しなかったが、処理画像を利用した場

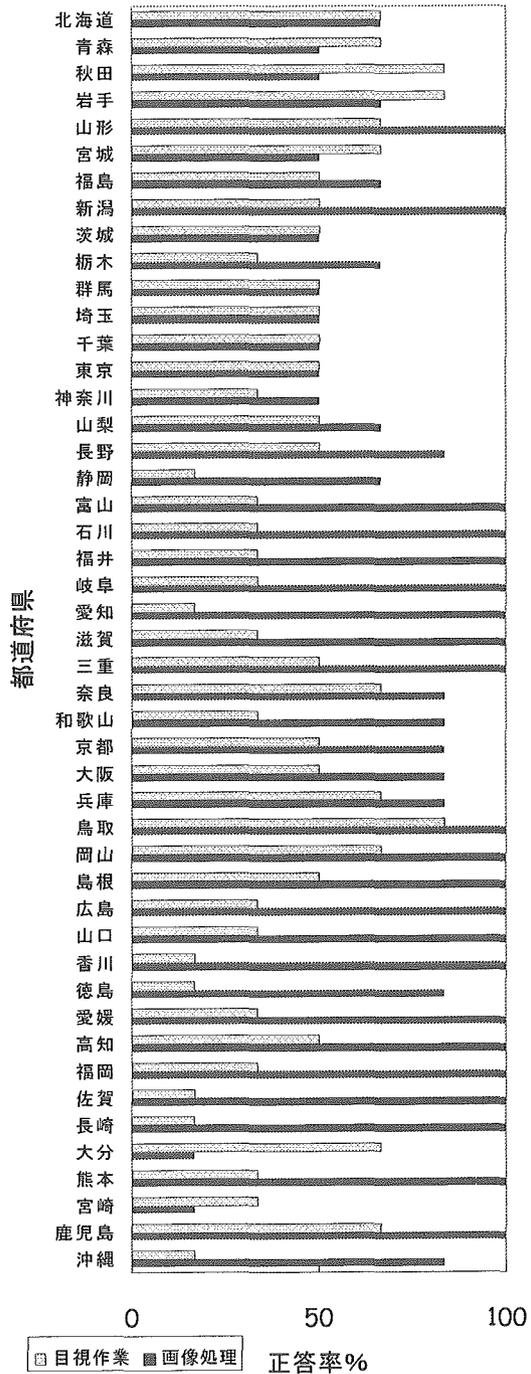


図12 都道府県別における天気予測の正答率

合は 47 例中 22 例存在した。6 班中 1 班だけ異なる結果を示すことを認めると、可視画像の場合 10 例あるのに対し、処理画像の場合は 32 例 (68 %) に達した。このことから雲画像の目視による作業と比べパソコンで画像処理することにより個人差が小さくなることがわかる。このことから雲の判読実習においてパソコンで画像処理する利点は十分にある。

## 7. おわりに

ホームページから雲画像を入手し雲種分布をパソコンを用いて行う実習教材を開発した。以下にその結果を示す。

(1) 従来よりも客観的な解析が可能になり、生徒の予測の正答率は可視画像による予測より大幅に向上する。ただし、今回の実習では研究のために意図的に天気図を除外しひまわりの雲画像だけから天気予測を行ったが、気象観測要素の情報を含む天気図と併用し総合的に天気変化を判断させることが予報の精度向上につながるであろう。

(2) 画像処理というコンピュータ操作があるにもかかわらず、「明日の天気を予想したい」、「天気予報はおもしろい」、「天気予報は楽しい」など情意的側面に有効な実習である。

ともすれば、暗記中心になりがちな地学分野の授業において、この実習は生徒が主体的にコンピュータを道具として使いながら天気の予測を行うものであり、探究活動的な内容や課題研究的な内容に発展できる。たとえば、天気の予測は地域や季節によっても難易の差がある。特に興味を持った生徒には選択理科等の授業において、地域の気候特性を調べさせるなどした上で、より地域を限定した天気予報を校内で発表させる活動も考えられる。このような活動の支援先として近隣の地方気象台や大学の気象学研究室もその一つであろう。岐阜地方気象台ではインターネットを利用した気象教育プロジェクト「e-気象台&"こんにちは予報官"」(<http://www.gec.gifu.gifu.jp/kyoukaHP/kishou/>) を始めた。このような所にメールで問い合わせたり、直接訪問し、地域特性を考慮した天気予報の仕方について専門家のコメントを聞く活動はより学習を発展させる方法として望まれる。

## 文献

池本博司, 榊原保志, 2000, インターネットと雲分布模型による「四季の天気」の学習, 地学教育, 53, pp.1-7

榊原保志, 牛山高彦, 2000, 雲画像と天気図, 理科の教育, 580, pp.44-45

榊原保志, 渡辺嘉士, 1997, FD 版デジタル気象データ表示ソフトウェアの開発, 地学教育, 50, pp.155-165

下山紀夫, 1998, 気象予報のための天気図の見方, 東京堂出版, 東京

立平良三, 1987, 天気情報の見方. 岩波書店, 東京

手代木英明, 2001, 小学校理科教育におけるインターネット活用と体験的な学習のあり方,

日本地学教育学会シンポジウム—地学教育とその情報化への対応—, pp.32-35

山本義一, 1978, 新版気象学概論, 朝倉書店, 東京