

コンピュータを利用した気象学習用教材

前田健悟*・丸山 修**・三島嶽志*

A Computer-Based Teaching Material of Meteorological Learning

Kengo MAEDA*, Osamu MARUYAMA** and Takeyuki MISHIMA*

(Received October 3, 1994)

In meteorological education, it is important to make students induce meteorological phenomena from weather data. The developed database program allows for a variety of weather data used at the elementary school and lower secondary school level. Once data has been loaded in from pre-prepared data file, the program has the facility to display results graphically and, if they are displayed on a map, can provide an animated view of meteorological phenomena.

The present paper describes the usage of software and gives some examples for use in the learning such as temperature change during one day, cold front, warm front and so on. The meteorological information obtained from data books was also found to be available as teaching materials.

はじめに

今日、気象衛星「ひまわり」の雲画像を初めとして、アメダスのデータなどの気象情報を容易に入手でき、これらを気象学習に利用できないかということは、良く耳にする話である。また気象学習の方法として、気象現象を気象データから帰納的に推測させることの重要性も指摘されてきている^{1,2,3,4)}。ところで、雲画像のような映像データは別にして、場所や時刻という属性を持つ気象要素からなる気象データは、1観測地や特定の気象要素のみを用いて、帰納的に気象現象を把握することは極めて困難である。このようなことから、筆者等は、パーソナルコンピュータ（以後、パソコンと略す）を活用し、膨大な気象データを気象学習で利用するためのソフトウェア（以後、ソフトと略す）の開発を進めてきている。

前報⁵⁾では、熊本県内のアメダスのデータを用いて、寒冷前線の学習について授業を実践し、その結果を報告した。その中で明らかになったことの一つに、生徒が能動的にデータを解析して行くためには、ソフトの操作に習熟することが必要であり、その習熟にかなりの時間を割かなければならないことであった。このことは、学習内容毎に操作の異なるソフト

トを使用しなければならない場合、操作法の習熟に時間がとられ、肝心の学習が疎かになる恐れがあることを示している。今回、この点に対処するため、小・中学校の気象学習内容を検討し、それらの学習内容にできるだけ対応できるように、ソフトの改善を試みた。改善に当たっては、前報の授業実践を通して必要とされた機能の付加及び操作性の向上にも努めた。本報告では、試作したソフトの機能を述べると共に、実際の学習場面での活用法を例を上げて考察する。また理科年表に記載されている気象データが、気象学習の教材として利用できることも報告する。

ソフトウェアの概要

前報の授業実践で用いたソフトはMS-DOS版のN88-BASICで書かれていたが、前述したようなソフトに対する要求を満足させるため、今回作成したソフトはQuick BASICを用いて書き直されている。ソフトの実行環境は表1に示してあり、ソフトはマウスを使って殆ど操作され、その操作状況はディスプレイの画面に示されるメニュー中の項目の色変化により容易に判別できるようになっている。また表中のマウスドライバとしては、MS-DOSのものでなく、言語に付属のものを用いてある。

図1には、作成したソフトの構成を示してある。図に示すように、本ソフトでは、まずメインプロ

* 理科教育

** 熊本市立弓削小学校

表1 ソフトウェアの実行環境

ハードウェア	ソフトウェア
NEC PC-9801(RX 以降)	MS-DOS (Ver. 3.3以降)
バスマウス	MOUSE. SYS (Quick-BASIC 4.5に付属)
アナログディスプレイ	

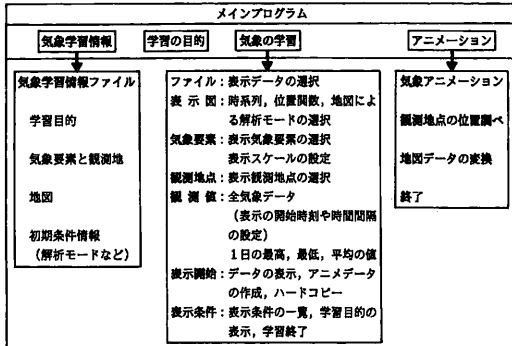


図1 ソフトウェアの構成

ラムが起動し、続いて気象学習情報、学習の目的、気象の学習、アニメーションという4つの項目を選択できるようになっている。学習の目的の項目を除いた他の項目では、更にそれらの項目の下の枠に示してある内容の作業へと進むことができる。以下に各項目について概説する。

気象学習情報

小・中学校での気象の学習の内容は多様であり、それに対応して取り扱われる気象データも異なってくる。このため、本ソフトでは、学習内容や気象データなどに関する情報を記入した気象学習情報ファイルを作成し、使用するように工夫してある。気象学習情報ファイルは学習内容に応じて各々作成されており、気象学習情報の項目を選択することにより、それらの中から授業に適したものを一つ指定することができるようになっている。気象学習情報ファイルには、その下に示されている学習目的、気象要素と観測地、観測地の地図のデータファイル名が書かれている。また後述する気象データの解析モードなども初期条件情報として気象学習情報ファイルに書くことができる。この初期条件情報が学習形態に合わせて書いてあれば、学習段階で生徒にできるだけ unnecessaryな操作をさせずに済む。初期条件情報の詳細は、気象の学習の項目で示してある。

本ソフトで扱う各種のデータファイルは、地図のデータファイルを除いて、全てテキスト形式であり、エディタやワープロのソフトを用いて作成できる。地図データはベタファイルで保存してある。

学習の目的

この項目を選択すると、学習の目的や内容が表示される。その表示内容は、上記で指定した気象学習情報ファイルに記入してあるファイル名により異なる。図2には、寒冷前線の学習について記述した学習の目的の例を示してある。図はモノクロとなっているが、ディスプレイの画面ではカラー表示であり、文字色や文字反転は決められた文字コードを挿入することにより容易に指定できる。学習の目的の表示機能は、次の項目の気象の学習を選択した場合にもあり、生徒が学習中にその目的や内容を再確認できるようになっている。

気象の学習

ここでは、気象データを解析して、実際に学習活動を行う。この活動のために、気象の学習の下に示してある7個の項目が用意されている。これらの項目は、気象の学習の項目を選択後に、ディスプレイの画面の上端にメニューバーの形(図3参照)で表示される。

(1) ファイル

メニューバーの中からファイルを選択すると、表

寒冷前線について

【学習目的】
寒冷前線は、寒気団が暖気団に向かって進むとき、それらの境界面が地面と接するところを呼びます。この前線が通過するとき、気温や風向などの気象要素は、どのように変化して行くのでしょうか。この学習では、

アメダス (Automated Meteorological Data Acquisition System)

によって観測された気温・日照時間・風向・風速・降水量についての熊本県のデータを用いて、寒冷前線の通過時における各気象要素の変化の様子を調べます。

【観測地点】
(1) 各気象要素の時間的変化の様子を調べ、それらの変化時刻の違いを比較する。
(2) 各気象要素の観測地点の違いによる変化時刻の違いを調べる。
観測地点は、東経がほぼ同じで緯度が異なる、緯度がほぼ同じで経度が異なるというように選びます。
(3) 地図上に降水量のデータを表示し、寒冷前線の幅や傾き、及びその移動方向を調べる。
(4) 降水量以外の気象要素についても、地図を用いて調べてみる。

マウスをクリックして下さい。

図2 学習目的の例 (寒冷前線の学習)

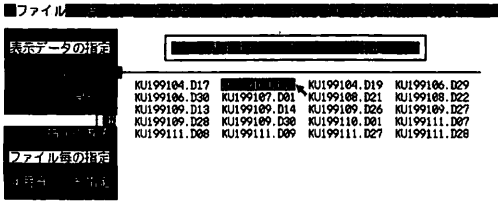


図3 ファイルの項目での表示

示データの指定とディスクドライブというサブメニューが表示される。前者では気象データのデータファイルを指定し、後者ではそのデータファイルがあるディスクのディスクドライブとそのディレクトリを指定することになる。ここで表示データの指定を選択すると、図のようにデータを指定する方法を尋ねるサブメニューが現われる。図はファイル名によりデータを指定しているところである。なお年月日による指定を選択すると、表示開始と終了の年月日をキーボードから入力することになる。年月日による指定は、多数のデータファイルを一度に指定するのに便利である。このようにして指定されたファイルの気象データが解析され、画面に表示される。ファイルの項目での全ての設定作業は、予め設定条件がわかっている場合、それを初期条件情報として気象学習情報ファイルに書いておくと、不要になる。

気象データファイルは、図中のファイル名から推測できるように、一つのファイルに1日分のデータを書いて作成されている。1日分のデータは、基本的には1時間毎に観測された24個のデータから構成されるが、1個のデータでもよい。ファイル名中の観測日の年月日は、気象データの解析・表示のために使用されるので、一定の形式で付ける必要がある。例えば、KU199104.D18は1991年4月18日のデータファイルを示している。前から2文字は、ここでは熊本県を意味しているが、任意に付けることができる。

(2) 表示図

表示図の項目は、気象データの解析モードを選択するためのものである。解析モードとしては、図4に示すように、データを時系列で調べる時系列のグラフ、観測地の地図上にデータを表示して調べる平面(地図)グラフ、観測地点の位置情報を使って調

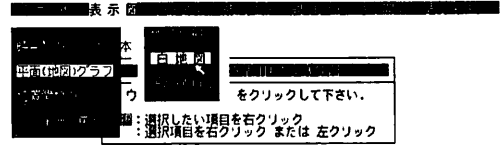


図4 表示図の項目での表示

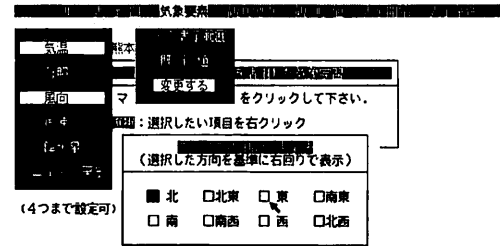


図5 気象要素の項目での表示

べる位置関数のグラフの3種類が用意してある。図は平面(地図)グラフを選択した場面を示しており、白地図と等高線地図のどちらかを利用できるようになっている。等高線地図は地形の気象への影響などを調べる時に使用する。位置関数グラフを選択した場合は、気象要素を緯度や経度といった位置情報の何れの関数として解析するかを指定する必要がある。この時に表示される位置情報の名称は、気象学習情報のところで述べた気象要素と観測地のデータファイルに記入されたものが表示される。

(3) 気象要素

気象要素の項目では、幾つかある気象要素のうち、どれを解析対象とするかを指定する。図5には、アメダスのデータの場合を示してあり、気温、日照、風向、風速、降水量の5つが指定対象となっている。これらの気象要素も位置情報と同様に、気象要素と観測地のデータファイルに記入されている気象要素名に応じて変わってくる。このデータファイルに記入できる気象要素の数は8個以内となっている。また気象要素が示してあるサブメニューの下に記されているように、解析対象の気象要素を4つまで一度に指定できるよう設計されている。このことにより、気象要素間でのデータの変化の様子を容易に比較、検討することが可能である。ただし平面(地図)グラフの解析モードにおいては、1つの気象要素しか指定できない。もし他の解析モードで2つ以上指定してあれば、サブメニューの中での上位の気象要素が自動的に選択される。

1つの気象要素を指定する度に、図5に示すように、気象データの表示範囲を尋ねてくる。ここで変更するを選択すると、風向以外の指定では、キーボードから表示範囲の最小値と最大値を入力することになる。予め最適な表示範囲を気象要素と観測地のデータファイルに書いておけば、既定値を選択すればよい。図は風向を指定した場合を示しており、この場合のみ、表示する風向の原点をマウスで選択できるようになっている。一般に風向は北を基準に東回りに表すという規則があるが、風向の時間的変化を調べる折れ線図などでは、表示基準を変更した方が生徒に理解させ易くなる。時系列や位置関数のグラフにおける横軸の表示範囲に関しては、自動的に設定される。

(4) 観測地点

時系列のグラフでは、全観測地点の気象データを表示すると、グラフが大変難しくなる恐れがある。このため、時系列グラフの解析モードが選択してある場合は、メニューバー上に観測地点の項目が現われ、表示する観測地点を指定できるようになっている。観測地点には、その地名がその地点の位置情報データと共に表示されるので、地形的な位置関係を考慮して指定するのに便利である。

(5) 観測値

観測値の項目は、図1の観測値のところその内容が示されているように、全気象データを表示するか、その内の1日の最高、最低及び平均の値を表示するかの選択をするためのものである。全観測データを選択した場合、表示開始時刻や表示時間間隔を設定でき、気象データの表示に柔軟性を持たせてある。これらの表示時間に関する情報も気象学習情報ファイルに書くことができる。

(6) 表示開始と表示条件

ファイルから観測値までの設定内容は、表示条件の項目の中の表示条件一覧を選択することにより確認できるようになっている。また表示開始の項目を選択すると、設定内容に応じて、気象データを解析した結果がディスプレイの画面上に表示される。もし設定が不十分な場合は、不十分な設定の内容を表示し、注意を促すように配慮されている。気象データの解析画面は、プリンターがあればハードコピーすることができる。また平面（地図）グラフでの解析画面は、アニメーションデータとしてディスクに保存することが可能である。

アニメーション

上記の保存されたアニメーションデータは、図1のアニメーションの項目の下にある気象アニメーションで動画として見るができる。ただアニメーションを快適に見るためには、ハードディスクからラムディスクが必要である。このため、それらにディスクからデータを転送する機能なども付加されている。

観測地点の位置調べと地図データの交換というの項目は、地図の作成時に使用するユーティリティであり、生徒の学習活動とは無関係である。

学習でのソフトウェアの利用法

小学校での利用

5年生の気象に関する学習内容として、1日の気温変化の要因調べがある。この学習では、太陽高度測定器、更には風向計や風力計を製作し、気温の変化要因をかなり定量的に測定する⁶⁾。またこの学習に積極的にパソコンを導入しようとする試みがあり、その効果も報告されている⁷⁾。図6には、本ソフトを使用した場合の太陽高度と気温の日変化の表示例を示してある。図から、このような測定データに対しても、気象要素に太陽高度、観測地点に生徒名などを使うことにより、柔軟に対応できることがわかる。同様に、3年生での日なたと日陰の学習のデータ処理には、気象要素に、日影の長さ、日影の向き、太陽の向き、日なたの気温、日影の気温を用いれば、十分に対処できる。その外、気象学習とは言えないが、4年生で測定する植物の生長のデータの処理にも利用できる。

5年生では、1日の気温変化の学習の後に、天気の変化を気象衛星の雲画像やアメダスの情報と関係付けたりして予想する学習がある。この学習活動に

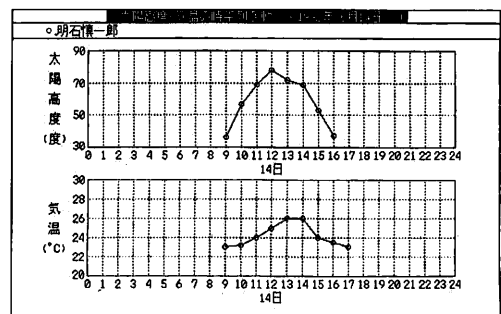


図6 太陽高度と気温の日変化

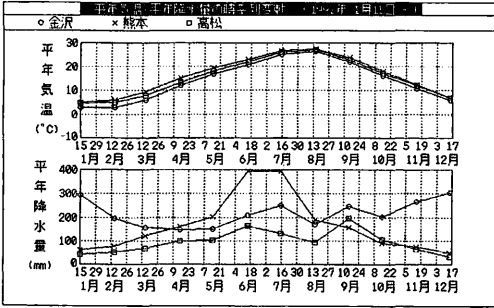


図7 平均気温と平均降水量の年変化

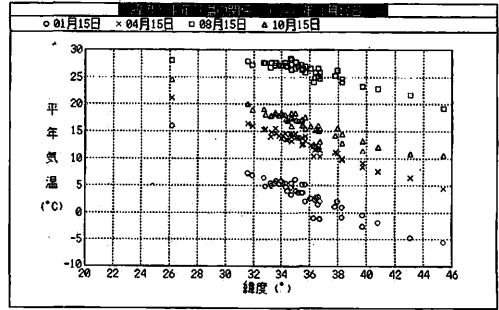


図8 平均気温の緯度依存

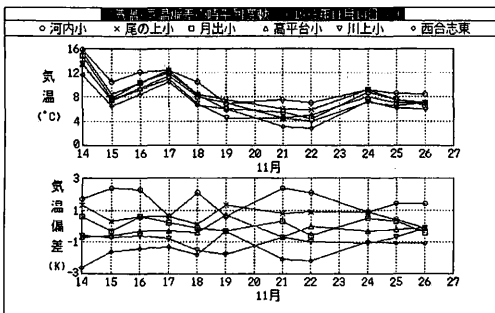


図9 熊本市近郊の気温と気温偏差

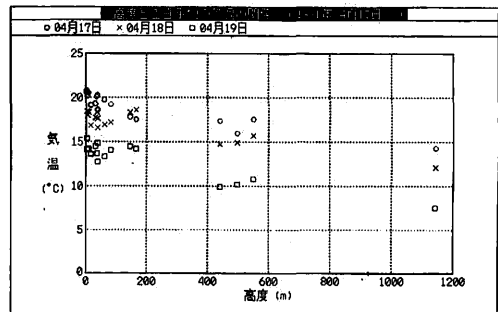


図10 気温の高度依存

対して、本ソフトの利用価値は高く、前報の報告でもわかるように、アメダスのデータは容易に処理できる。また雲画像もアニメーションとして示すことができる。ただし、印刷してある雲画像をアニメーションデータとするには、イメージスキャナという機器が別に必要である。

小学校の理科の学習内容には、気象現象の学習を目的とはしていないが、季節や地域との関係を取り上げるものがしばしば見受けられる。このような学習時に、図7と図8に示すような気象データを随時活用すれば、学習がより深まると考えられる。図7と図8の気象データは、理科年表⁹⁾に記載されている平均気温と平均降水量を活用した例である。これらの図から、季節による気温の違い、観測地による降水量の違い、緯度による気温の違いなど、日本での季節や地域の気候の特徴をよく知ることができる。

中学校での利用

中学校の気象に関する学習には、第2学年の第2分野で「天気とその変化」があり、その単元は「天気の変化」と「日本の天気」からなっている⁹⁾。

天気の変化の学習の中には、まず校庭の気温、湿度、気圧などの継続観測により、日常経験する気象現象の中に規則性を発見させることをねらった学習がある。この学習において、実際に観測データから気象現象の規則性を発見するには、かなり膨大な観測データを処理する必要がある。本ソフトはこのような観測のデータ処理にも極めて有効であり、観測点を印した校庭の地図を用意するだけで利用できる。

図9には、筆者等が以前に観測した熊本市近郊の学校で観測した気温データ¹⁰⁾の解析例を示してある。この例では、単に気象要素の観測データだけでなく、図に示す気温偏差のように加工処理したデータも活用できることを示している。またこのような広範な学校による観測データも、熊本市近郊の地図さえ用意すれば、地図上で気温分布や気温偏差分布を考察できる。

次の霧や雲の発生に関する学習では、断熱膨張による大気冷却現象を定性的に取り扱うようになってきている。図10は、その現象を熊本県内の17箇所にあるアメダスのデータを用いて提示できることを示している。図を見ると、1日の平均気温は高度が高く

なるに連れ比例的に減少していることがよくわかる。1日の平均気温を用いたのは、1時間毎の気温に比べ、観測地点の平面的な位置の影響を軽減できるためである。高等学校の段階の学習では、月平均気温を用いて、乾燥断熱減率と湿潤断熱減率を求めた報告もある¹¹⁾。

大規模な天気の変化の学習では、寒冷前線、温暖前線、停滞前線を取り扱うが、ここでもアメダスのデータを非常に有効に利用できる。その授業実践として、前報では寒冷前線について報告した。図11には、九州地方のアメダスのデータを用いて得た温暖前線通過時の風向の様子を示してある。データが若干不足気みの上、1日の平均風向ではあるが、風向が北九州、阿蘇、延岡を結んだ線上の辺りで大きく変化していることが窺える。1日の平均の風向を用いたのは、1日の平均値以外の他県のデータは得難いためである。

地図上での風向に関しては、その時間的変化のアニメーションを用いると、寒冷前線や温暖前線の移動の様子を示すのに効果的である。また図では矢印で示されているが、天気図を書く時に用いられる矢羽根で表示することもでき、風速を同時に示すことができる。

図12には、停滞前線が北九州近辺で北上したり南下したりしながら停滞していた時の熊本県での気温と降水量のアメダスデータを示してある。図の気温のデータを見ると、通常の気温の日変化と異なった気温の低下が、鹿北(○)や熊本市(×)で顕著に認められる。この時に前線が気温の低下した地点を南下したと考えられ、気温の低下時には雨も降っていることがわかる。このようなデータは、雲画像による停滞前線の動きと関連付けて用いれば、停滞前線の理解を深めるのに有意義であると考えられる。

日本の天気の内容には、低気圧と高気圧や、日本の天気の特徴と気団などがある。ここでは、後者の学習で活用できると考えられる理科年表からのデータ⁸⁾を図13に示してある。図は、縦軸に年平均気温と年平均気圧(1000hPaからの差)を、横軸に東経をとってある。年平均気温は経度が大きくなるに連れ急速に低下しているように見えるが、これは、図8で示したように、年平均気温の緯度依存性の表れと解釈することができる。一方、年平均気圧の方は、年平均気温と違い、季節によって異なった経度依存性を示している。即ち年平均気圧は、冬(1月)に経度が大きくなるに連れ低くなり、逆に夏(8月)は高くなる傾向を示す。また冬と夏の間の春(4月)と秋(10

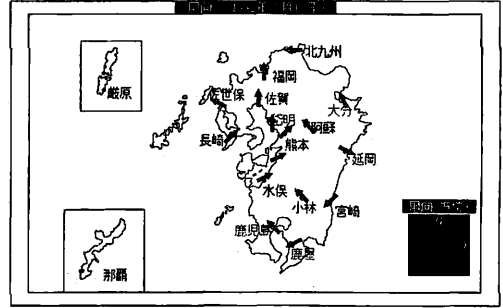


図11 温暖前線通過時の風向

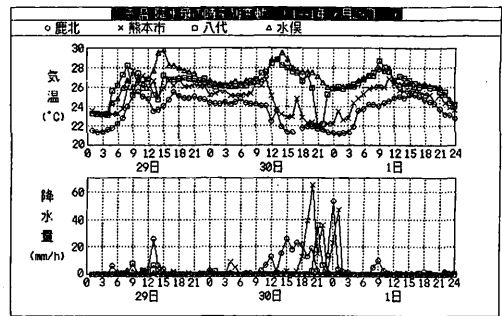


図12 停滞前線近辺の気温と降水量

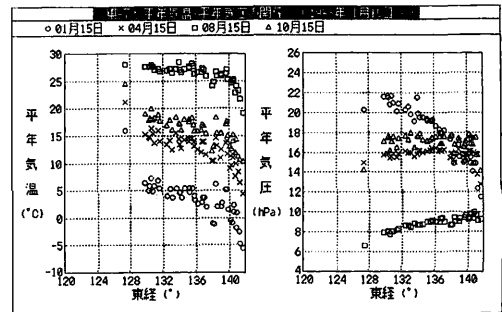


図13 年平均気温と年平均気圧の経度依存

月)は、年平均気圧はほぼ一定となる。このようにして得られる冬の年平均気圧の経度依存性は、「日本の冬の気圧配置が、冬にシベリア気団に覆われて西高東低となる。」¹²⁾ということを生徒に示すための貴重な資料になると考える。また「日本の夏の気圧配置は、小笠原気団に覆われて南高北低になる。」といわれているが、このことを本図のデータだけでは示すことはできない。ただ大陸側に比べて太平洋側の方が気圧が高いことは推測できる。

ま と め

以上述べてきたように、今回作成したソフトは、小・中学校での気象データの処理や気象教材の作成に活用できると考える。本報告では、幾つかのデータ及び使用法を示したが、今後は授業実践を通して教材の系統化などを検討して行く必要がある。また理科年表などには貴重な気象データが記載されているので、それらのデータをデータベース化することも課題である。

参 考 文 献

- 1) 浦野 弘：気象教育の問題点とその改善のために－日常生活と結びついた気象教材－，理科の教育，40(9)，16 (1991)。
- 2) 浦野 弘，島貫 陸，名越利幸：システム科学としての気象のカリキュラム，日本科学教育学会年会論文集，11，189 (1987)。
- 3) 浦野 弘，島貫 陸，名越利幸：システム科学としての気象のカリキュラム(その3)，日本科学教育学会年会論文集，13，319 (1989)。
- 4) 島貫 陸，浅井嘉平，浦野 弘，嘉村策磨，根岸 潔，丸山 健人，水野孝雄：地学教育において開発が望まれるコンピュータのソフトウェア，地学教育，40(2)，45 (1987)。
- 5) 前田健悟，丸山 修，三島嶽志：コンピュータを活用した中学校での気象学習の試み，熊本大学教育学部紀要，自然科学，43，39 (1994)。
- 6) 戸田盛和 外41名：たのしい理科－5年上－，大日本図書，10 (1991)。
- 7) 藤橋左記子：パソコンによる天気の詳細，理科の教育，40(2)，16 (1991)。
- 8) 東京天文台：理科年表(机上版)，丸善，194 (1993)。
- 9) 文部省：中学校指導書理科編，学校図書，86 (1990)。
- 10) 三島嶽志，前田健悟，宇田津正樹：地域の気象特性を利用した教材の開発－熊本市近郊の気温分布－，熊本大学教育実践研究，8，19 (1991)。
- 11) 酒向光隆：体験を生かした気象学習の実践例 高等学校「大気と水の循環」，理科の教育，34(7)，42 (1985)。
- 12) 戸田盛和 外39名：中学校理科2分野下，大日本図書，29 (1992)。