

科学的思考力を高める地学教材の開発とその実践的検証

— 気象観測結果や気象情報の関連づけを中心に —

鹿江 宏 明

(2006年10月5日受理)

A Development and Practical Evaluation of the Teaching Materials
Aiming at Enhancing Students' Scientific Thinking Ability
— With Special Reference to the Interconnection Between
Weather Observation Results and Weather Information —

Hiroaki Kanoe

This study intends to develop and evaluate the teaching materials for the earth science education aiming at enhancing students' scientific thinking ability. The materials are designed for students to perform activities considering the interconnection between weather observation results and weather information. The activities include the experiments by using two simulation models which are contrived by students themselves. The result showed that the teaching materials now developed produced positive effects on enhancing students' scientific thinking ability.

Key words: scientific thinking ability, teaching material, weather information, simulation model

キーワード：科学的思考力、関連づけ、天気の変化、教材の開発、モデル実験

1 はじめに

近年、我が国の理科教育における大きな課題として、科学的な知識をもとに思考する力が注目されている。例えば、OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA) 2003 年調査結果では、科学的プロセス項目の「証拠と結果の解釈」に関する生徒の力が十分ではないことが示され、これまでに身につけた知識や技能をもとに、自分なりに考察、判断し、結論を導き、表現する指導の重要性を指摘している。また、同年の国際教育到達度評価学会 (IEA) による国際数学・理科教育動向調査 (TIMSS 2003) では、日常生活と関連の深い自由記

述問題について、我が国の生徒は国際平均値を下回ったことが指摘されている。さらに、2003年に実施された「教育課程実施状況調査」では、グラフを読み取り考察する力や、科学的な知識や事象を相互に関連づける力など、「科学的な思考」を要する力が十分ではないと結論づけている。

このように、科学的な思考力に関する現状は、将来の「科学リテラシー」の低下に連なる問題として、教育界のみならず産業界においても懸念が広がっている。例えば、文部科学省科学技術政策研究所が発表した報告書「科学技術理解増進と科学コミュニケーションの活性化について」によれば、将来的に科学リテラシーの向上への取り組みが不足した場合、科学技術の研究開発は一般の人々と乖離するばかりでなく、国民一人ひとりが科学の恩恵を受けた生活を送る上でも大きな支障をきたすと警告しており、科学的な思考力の低下は、理科教育における今日的な教育課題として取

本論文は、課程博士候補論文を構成する論文の一部として、以下の審査員により審査を受けた。

審査委員：林 武広 (主任指導教員)、角屋重樹、鈴木盛久

り組むべき課題であるといえる。

2 問題の所在

(1) 科学的思考について

科学的な思考力について、遠西（2005）はその育成を「思考能力の低い子どもたちの能力を向上させるのではなく、科学的知識の習得によって思考を科学的にすることである」と述べている。また下野（1998）は地学分野特有の科学的思考力について「本物の自然に触れ、実際の自然現象を観察する楽しさや感動を得る過程を通して、地学特有の科学的思考を身につけることが大切である」と述べ、重要性は指摘しているものの、具体的な内容や学習活動については言及していない。つまり地学分野の教育研究は、主としてこの分野特有である岩石や化石などの観察方法、野外観察法、新しい教材・教具などの提案であり、この分野特有の科学的思考力を培うための実践的な提案が、現時点では多くなされていない状況であるといえる。

そこで本研究は、地学分野で科学的思考力を高めるためには、知識、観察・実験結果、関連情報などを相互に関連づける活動が重要であると考え、その効果について中学校理科第2分野の気象単元で実践と検証を行うこととした。

(2) 中学校第2分野「天気の変化」の単元について

地学関連単元の学習の特徴について、林（2002）は「教室内や野外での観察・実験結果、各種資料、さらに視聴覚教材などからの情報を、時間軸、また空間軸などを基準にしつつ多角的・横断的に関連づけながら整理してまとめていく中で、科学的かつ総合的に結論を導いていく」と指摘している。また、このプロセスにおいて「個々の観察・実験結果の意味よりも、それらを時間的、空間的に配置した場合の“変化傾向”や“規則性”を読み取ることが重要」であるとしている。このような視点に立脚したとき、「天気の変化」単元は教室内での実験とともに、身近な気象観測を通して地域レベルの狭い範囲から日本周辺全域までを多様な時間・空間で扱っており、まさに、地学学習の特徴である多角的・横断的な関連づけを可能とするうえで適切であると考えられる。

本単元の扱いについて、学習指導要領では、まず身近な自然現象を観察・観測し、その特徴や規則性を見出した後に、日本付近の前線の動きや天気変化などといった、より広範囲の事象へと学習を展開している。このように、狭い範囲の事象から広範囲な事象へと授業を展開していくことは、本単元の授業を進める上で

基軸となる重要な方向性である。しかしながら一般的に、身近な気象事象は地表の影響を受けるために気象観測結果の取り扱いが難しく、また直接的な観察・観測から広域的な気象事象との関連を捉えることも困難である（浦野，1991）。したがって、本単元の学習前半で扱う身近な自然現象と、学習後半のグローバルな事象とを有機的に関連させることが難しく、それぞれ別個の内容として理解されていることが多い（例えば鹿江，1996）。また、生徒に気象学習の印象をたずねると、「気象単元は覚えたり、計算したりすることが多い」と答える者が多く、生徒にとって気象単元の内容は暗記内容ととらえられ、そのために内容相互の関連が適確に把握されず、学習した知識が断片化し、大気現象としての気象の全体像や仕組みへの理解が十分ではない傾向がある。

次にこの単元では、気象事象を理解するために、教科書で様々なモデル実験を紹介している。例えば、ガラスの容器に水蒸気を満たし、その上部に氷水を置いて霧や雲をつくる実験や、水蒸気を満たした丸底フラスコを注射器につなぎ、空気を膨張させて雲をつくる実験、中央を仕切った水槽に暖かい水と冷たい水を入れ、仕切りをはずすことで前線のモデルをつくる実験などがある。このようなモデル実験は、名越・木村（1994）が指摘するように、目に見えない大気の運動を可視化したり、気象事象をイメージしたりする上で大変有効である。特に地学関連単元では、教材である自然事象を長大な時間・広大な空間で捉える必要があり、海外の教育研究でも生徒にとってイメージしやすいモデルの効果を期待した試みが多くなされている。例えばFrancek and Winstanley（2004）は、身近な食品を用いた地学事象のモデル提示を実践している。また、Hodder A. P. W and Hodder C.（2004）は、モデル実験と野外の地学事象とを対比させた実践例を報告している。

これらのモデル実験は生徒にとってインパクトもあり、関心・意欲を高めることができる教材であるが、同時にこれらのモデル実験は、指導者が地学事象を「説明するため」に都合がよいモデルであり、初めて学習する生徒にとってこれらのモデルは「受け身的」であるとともに、生徒自らがモデルを考え、自らの知識と結びつけ納得したものではないといえる。

また、学習内容の理解があまり進んでいない生徒にとって、自然の中から必要な要素だけを抜き取り、単純化し、わかりやすくしたモデル実験を提示されると、生徒は実際の事象を正しく把握することなく、モデルのイメージだけで事象を単純化して把握する危険性も含んでいる。特に空間概念は、繰り返し学習すること

によって獲得できる概念であるため（例えば Black, 2005）、例えば不確かな空間概念をもった生徒が、前線の通過をモデル実験で学習すると、生徒はモデルが示すように、前線通過時に短時間で明瞭な天気変化がおこると認識してしまう可能性が高い。また、実際の前線通過を観察しても、ある一定の時間軸・空間軸の中で細かな変化を重ねながら、全体として前線通過の変化を推測することが難しくなる。適切な時間や空間の中で事象を把握している生徒であれば、モデル実験を通して理解をさらに深めることもできるが、実際の天気変化についてまだ確かな認識をもっていない生徒にとっては、実際の自然事象とモデル実験との差違をうめることができず、自然を正しく認識する上で妨げとなる可能性がある。

加えて中学校学習指導要領では、身近な気象情報の観測・観察をふまえて、おおまかに天気変化を予測できる力をつけることの必要性が記述されている。ここで注意すべきことは浦野（1991）が指摘するように、「天気予報術」の習得や観測・観察そのものを目的とするのではなく、観測・観察結果から科学的に因果関係を見出すことが重要である。したがって、地域的な変化から広域的な変化までを含む多様な天気の変化と身近な気象情報とを結びつけるためには、多くの情報を収集・整理した後に、正しく評価し、総合的に考察する学習活動が必要である。しかし一般的には、指導者が気象情報を選択し、必要最小限の情報を生徒に提示しているのが実情であり、このような限定した情報のみの扱いでは、指導者にとっては効率的な授業となり得るものの、生徒にとっては情報を選択・整理し思考する力を伸ばしにくいという課題がある。

3 研究目的

本研究は、これらの問題をふまえて生徒の科学的思考力を高めるために、①狭い範囲（生活空間）での事象と広範囲での事象を相互に関連づけること、②気象事象と関連づけたモデル実験を考案し実施すること、③多様な情報をグラフや表に整理し、関連づけ、総合的に考えること、の3点に注目した授業を実践し、その効果を検討することを目的とした。

(1) 指導の概略

①狭い範囲での事象と広範囲での事象との関連を重視した指導

学習前半で扱う身近な自然現象と、学習後半のグローバルな事象が相互に有機的な関連を図ることができるように授業展開を工夫した。具体的には、身近な



図1 ハンディ・データ・ロガー

気象現象から広範囲の事象へと一方向に進めていくのではなく、広範囲な気象の変化から身近な事象を考察させたり、逆にハンディ・データ・ロガー（図1）等を用いて、身近な気象を観測した結果をよりグローバルな変化と関連づけて考察させたりすること、及び、以前の学習内容を現在の学習内容と関連づけ繰り返し学習を行わせることなど、多様な科学的思考プロセスを取り入れることにより、気象現象に対して、より科学的に総合化された認識を深めさせることができるように工夫した。

②気象事象と関連づけたモデル実験の立案と実施

モデル実験は、学習内容を熟知している指導者が、自然事象から必要最小限の要素を抜き出して単純化したものであり、基本的に「教える側」が「わかりやすく説明」するための「教具」である。本研究では、このようなモデル実験を指導者が提示するだけでなく、生徒に方法を考えさせ、実際の天気の変化と同じ変化が得られるように試行させることにより、生徒の理解や認識を深め、実際の気象事象と関連づけさせる上で有効な学習活動になると考えた。したがって一定の学習を終えた後に、生徒にモデル実験を考えさせるとともに、考案したモデル実験について、表現したい気象現象を矛盾なく示すことができているか検証させることで、生徒の科学的な思考力の育成を試みた。

③多様な情報をもとに総合的に考察する力の育成

本研究では、鹿江（2002）が実施した方法をもとに、生徒が扱う情報として、本校屋上で測定した風向、風力、理科準備室の窓越しにデジタルビデオカメラに連続記録した雲の動き、県内の5カ所に生徒が一定期間設置したハンディ・データ・ロガーによる気温・湿度・気圧のデータ、日本付近の天気図、気象衛星画像などを用意し、それらの情報の意味を確認させるとともに、必要なものを選択し天気変化との関連を考察させる学習を、一連の単元の学習後における総括として4時間扱いで実施した。

(2) 授業実践

これまで述べてきた注目すべき点を中心に、広島大学附属東雲中学校（以下「本校」と略す）で次のような授業計画と内容を立案し、授業を実践した。

【授業計画】

- ア. いろいろな気象要素…………… 2時間
- イ. 湿度と飽和水蒸気量…………… 4時間
- ウ. 霧や雲と雨…………… 4時間
- エ. 大気と対流…………… 2時間
- オ. 前線と低気圧…………… 3時間
- カ. 天気変化の規則性…………… 4時間

【指導内容】

○狭い範囲での事象と広範囲での事象との関連を重視した学習

- ・気象衛星画像の推移と天気変化との関連（指導計画ア. イ. ウ.）

身の回りの気象観測等のように、微視的な天気変化の学習を扱う各授業において、授業開始時に最新の気象衛星画像を生徒に提示し、これからの天気変化について討議する学習場面を設定することで、天気は常に広範囲でも変化することを意識させた。

- ・学校行事と湿度、対流との関連（指導計画ウ. エ.）

学習の実施期間中、修学旅行で飛行機（広島－北海道間）を利用する機会があるため、窓から見える雲の種類や高さ、地球を取り巻く大気層の厚さについて事前に学習するとともに、機内からの雲の観察を試みた。また、修学旅行の後には観察記録をもとに、対流圏での天気変化や雲の高さ、機内や機外の気圧などについて確認することで、実体験をもとにした既習事項の再認識を図った。

- ・「教室内の湿度・露点」に関する反復学習（指導計画イ. カ.）

「湿度と飽和水蒸気量」における最初の授業で、金属コップと冷水を利用して教室内の露点の測定を行うと、教室内でも露点の分布が一様ではなく、特に出入り口付近での露点が著しく低いことがわかった。このことから、出入り口では教室内の水蒸気が外に逃げているのではないかとという疑問が生徒から提案されたため、湿度や飽和水蒸気量などを学習した後で、再度教室内の各場所における湿度をハンディ・データ・ロガーで数日間記録し、その結果から課題解決を行う学習活動を展開した。

○気象事象と関連づけたモデル実験の立案と実施

- ・冷却による水蒸気の凝結を示すモデル実験の考察とその実施（指導計画ウ.）

前時までに学習してきた露点や水蒸気の凝結、飽和水蒸気量等の知識をもとに、空気を露点よりも下

げて雲や霧をつくるモデル実験を生徒に考えさせ、実施させた。

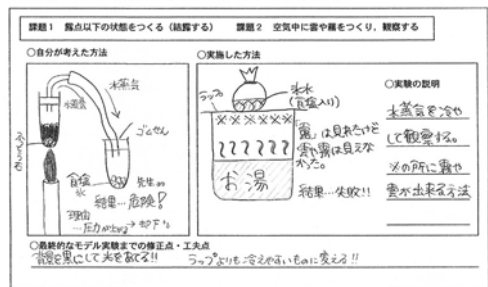
まず、どのようなモデル実験を実施することができるか、自分の考えをワークシートに記述させた。その後、自分が考えた実験について方法が適切かどうか、また期待できる結果が得られるかななどを、班で意見交換させた。この時点で危険を伴う実験や、科学的に気象事象と関連づけられない実験を考えている生徒に対しては、検討している実験に問題があることを伝え、その理由を考えさせる指導も実施した（図2）。

これらの活動を重ねて、生徒たちに最初に立案した計画に修正を加えさせながら、班ごとに実験を繰り返し実施させた。その際、モデル実験の対象としている気象事象を再度考察させ、モデルとの関連を明らかにできるように工夫させるとともに、まとめの授業では自分なりに完成したモデル実験を他の生徒に提示・発表できる場を設定した（図3）。

- ・前線を示すモデル実験の考察とその実施（指導計画オ.）

寒冷前線と温暖前線を示すモデル実験について、まず参考書等に紹介されているように、暖気（塩化アンモニウムの煙を加えたもの）と冷気（ドライアイスを用いたもの）による方法を生徒に見せた。次にこの実験に対して課題がないか生徒にたずねたところ、塩化アンモニウムやドライアイスを使用することは、空気と塩化アンモニウムやドライアイスとの相対的な重さの関係になるため、モデル実験として正確ではないのではないかとの意見が多く出た。したがって、同一物質で温度差を生じているものを利用した方が、よりモデルとして適切であるとの意見を共通確認した後、湯と水を用いて前線のモデル実験を行う方法を検討・実験させることとした。このとき、そのまま実験を行うと湯や水の動きが速す

課題 雲や霧ができるモデル実験を行う



2年 組 番 名前

図2 生徒が最初に考えた実験方法

雲や霧ができるモデル実験 完全版



図3 図2の生徒が最終的に考えた実験方法

きて観察が難しかったり、湯と水のしきりをはずす時に新たな水流を生じたりしてしまうため、工夫を求めたところ、生徒は片栗粉を加えて粘性を高める方法や、高分子吸収剤を少量加えることなどの方法



図4 生徒が提案した前線モデル

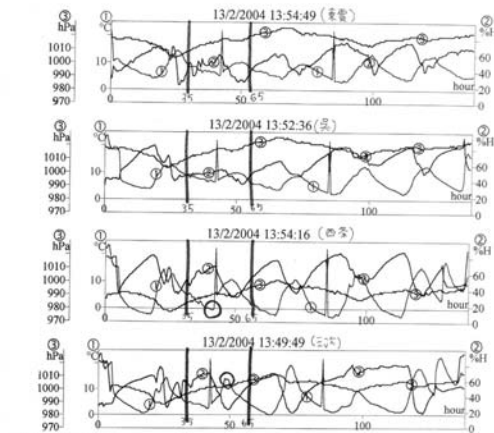
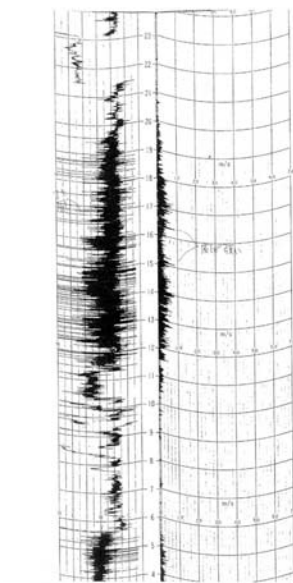
により、湯と水の動きを遅くする方法を提案した。これらの提案をもとに、生徒にモデル実験について試行錯誤を重ねさせながら、最終的に適確に気象現象と関連づけることができる前線のモデル実験を考案させた(図4)。

○多様な情報をもとに総合的に考察する力の育成(指導計画カ。)

一連の単元の学習後における総括として、生徒が入手した様々な気象情報を用いて、これまでに学習した内容を総動員させ、天気変化を把握させる授業を实践した。

まず、東西南北の各方面について、もっとも学校

天気変化報告書 その2



天気変化のようす

- この印をついた所での最高気温は、三次の17°C、最低気温は西条の0°C。湿度は、30%。気圧が上昇しているほど、天気が良い
- 気圧を見る。東条・西条は気圧が高いので、三次が低いことが分かる。西条・三次は、気圧が低いので、土地が高い山の甲斐らしいことが分かる!!
- 風を見る。12時頃から、北風が吹いており、15時や16時などは、他より強い風が吹いている。15時の天気図を見ると、九州の西側に高気圧があり、高気圧は、甲斐から、西条・三次に風が吹いているので、東条・西条に風が吹いたことが分かる。

2年組 番号前

図5 生徒作成の天気変化レポート例

表1 天気変化レポートのルーブリック

ABC	A：十分満足できる		B：おおむね満足できる		C：努力を要する	
+-	+	-	+	-	+	-
評価対象の気象要素	気象衛星画像, 天気図, 気温, 湿度, 気圧, 風向, 風力					
レポートに指摘した気象要素数	すべて	すべて	4要素以上	4要素以上	3要素以下	3要素以下
指摘した各気象要素と天気の変化との関連	全要素との関連を総合的に指摘している	全要素との関連を総合的に指摘しようとしている	各要素との関連を適切に指摘している	各要素との関連がやや不十分である	各要素との関連を指摘しようとしている	各要素との関連が指摘できない
備考	図示等の表現力に優れている					

から離れた自宅から通学している生徒（東：東広島市，西：廿日市市，南：呉市，北：三次市）にハンディ・データ・ロガーを持ち帰らせ、1週間ほど気温・湿度・気圧のデータを記録させた。また同期間に、本校に設置されている風向・風速計の記録、本校の窓からデジタルビデオカメラに記録した雲の動きなど、データを収集する観測活動を生徒にさせるとともに、測定期間中の日本付近の天気図や気象衛星画像等についても、新聞の気象欄やウェブサイトから収集させた。その後、情報収集期間の終了とともに、これら収集した情報を生徒に共有させ、個々の生徒に天気変化のレポートを作成させた(図5)。

また、このレポートに対する評価は、表1に示すルーブリックを用いた。

4 学習効果の検証方法とその結果

研究目的において述べた①から③について、学習効果の検証方法とその結果について次に述べる。

①狭い範囲での事象と広範囲での事象との関連を重視した指導

方法：質問紙によって特に関連づけることができた内容を記述させた。また、断片化された知識が関連づけられているかを問うために、気象学習の内容を「暗記」することよりも「考える」力の方が必要であると思うかたずねた。

結果：今回の実践において、生徒にとって特に関連づけることができた内容は、次の2項目であった。

- ・飽和水蒸気量と湿度、雲のでき方、低気圧、一日の天気の変化
- ・前線の通過と雲、気温、気圧、風向、低気圧、天気の変化

また、気象学習が暗記かを問う質問に対しては、85%の生徒が「考える力が必要」と答えた(図6)。

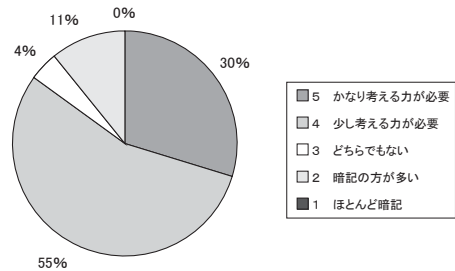


図6 事後調査結果「設問：気象の学習は暗記より考える力が必要と思いますか」

②気象事象と関連づけたモデル実験の立案と実施

方法：モデル実験を立案・実施する学習の必要性を5段階の評定尺度と自由記述でたずねた。

結果：図7のように、過半数の生徒が「とても大切と思う」と回答した。またその理由として、下記のような肯定的回答が得られた。

- ・これまで図や、シミュレーションで見てきたモデルを、実際に自分たちが実験でやってみることで、自然の中でおこっている変化をイメージできた。
- ・実際に実験を計画し、失敗をくりかえしたことで、

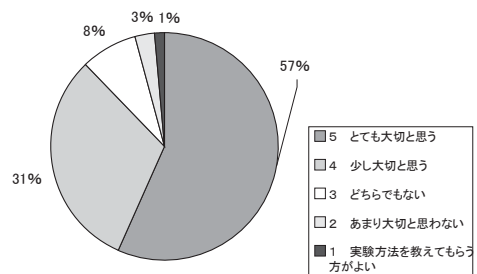


図7 事後調査結果「設問：自分で実験方法を考え実施することは大切だと思いますか」

自分の考えていた間違いに気づくことができた。

- ・雲や霧の中で起こっている変化を、目の前で観察することは重要と思う。

③多様な情報をもとに総合的に考察する学習

方法：情報を集め、結果を考え結論を導く力に対する生徒の認識を、5段階の評定尺度でたずねるとともに、天気レポート作成のような学習活動が好きかについてもたずねた。また、否定的回答をした生徒には、その理由を求めた。

結果：図8のように、本学習活動に対して過半数の生徒が「とても大切である」と回答した。しかしながら、その学習に対する生徒の好感度は、図9のように大きく分かれた。なお、否定的回答をした生徒にその理由をたずねたところ、下記のような回答が得られた。

- ・何と何のデータを使えばよいか、よくわからなかった。
- ・天気図や気象衛星画像と、身近な気象のデータとの関係を見つけるのが難しかった。
- ・これまで学習したことを、今回のレポートでどのように活用すればよいかわからない。
- ・集めたデータから、どこまでを結論としていってよいかかわからない。
- ・実験したり、データを集めたりするのはおもしろいけど、考えるのは得意じゃない。

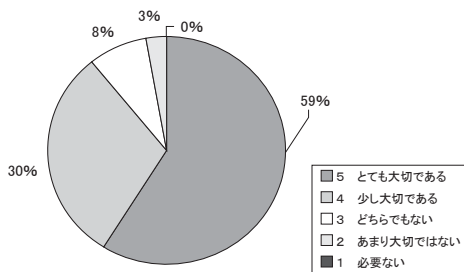


図8 事後調査結果「設問：情報を集め、結果を考え結論を導く力は大切だと思いますか」

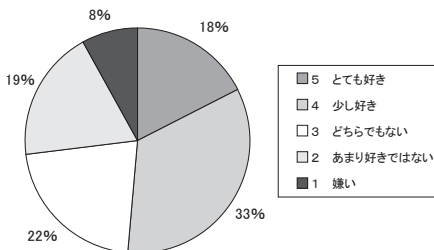


図9 事後調査結果「設問：情報を集め、結果を考え結論を導く学習は好きですか」

さらに、科学的思考力を中核とした学習全般について調査した。

方法：学習に対して生徒が必要を感じるかについて、5段階の評定尺度で回答を求めた。また、得られた回答については「とても必要である」を5点、「必要である」を4点、「どちらでもない」を3点、「あまり必要と感じない」を2点、「まったく必要ない」を1点、無回答を0点として数値化し、その平均点を求めた。

結果：図10のように、ほとんどの項目で4点以上となり、生徒は今回実施した取り組みについていずれも必要性を感じていることが明らかとなった。中でも、湿度を求める学習や暖かい空気と冷たい空気との関係を調べるモデル実験、天気図記号の学習、天気変化のレポート作成などはいずれも4.3以上の高い数値となった。

項目	とても必要である	どちらでもない	まったく必要ない
(1) 天気図記号の学習 (ワークシート実習)	4.5	0.5	0
(2) 金属コップを使った露点測定の実験 (教科書の実験)	4.5	0.5	0
(3) 湿度の求め方 (ワークシート実習)	4.5	0.5	0
(4) 雲や霧をつくる実験 (自分で方法を考える)	4.5	0.5	0
(5) 雲や霧をつくる実験 (教科書の実験)	4.5	0.5	0
(6) ポリ袋で上昇気流を確かめる実験	4.5	0.5	0
(7) 暖気と寒気の間隔を調べる実験 (高分子吸収剤利用)	4.5	0.5	0
(8) 絵の具で対流を観察する実験	4.5	0.5	0
(9) 海と陸の暖まり方を調べる実験 (自分で方法を考える)	4.5	0.5	0
(10) 前線モデルをつくる実験	4.5	0.5	0
(11) 油やドライアイスの煙で海上の雲をつくる実験	4.5	0.5	0
(12) 天気予報や天気レポートを作成する	4.3	0.7	0

図10 事後調査結果「設問：これまでの学習は、天気の変化を理解するために必要と考えますか」

5 考察

本実践後における生徒の反応より、生徒は暗記が多い分野として感じていた本単元について、今回のようにモデル実験を自ら考案させ実施させることや、ローカルな事象とグローバルな事象との関連を重視した授業を展開すること等により、多くの生徒が知識を関連づけて考察すること、すなわち科学的に思考する力の重要性を認識することができたと考えられる。また、飽和水蒸気量や前線の通過に関する科学的知識の関連づけについても適確になされており、このことは本実践における大きな成果であるといえる。

次に、天気レポート作成のような学習活動について、表1のルーブリックによる評価では、ほぼ全員の生徒がB-からA+の結果であり、7割以上の生徒がA評価であった。このことから生徒は天気レポート作成について、総じて高い評価を得ていたといえる。しかしながら図9の結果より、生徒にとってこれらの力は「必要な力である」と認識されているものの、その学習活

動は「好きではない」という意見も多いことを明らかにしたといえる。またこの結果は、一部の生徒にとって情報をもとに自分なりに考察、判断し、結論を導く学習活動が苦手であることを示唆している。特に生徒の反応から、科学的に筋道をたてて考えることが苦手な理由として、①データを正しく評価することの難しさや、②情報と情報の関連づけの難しさがあげられる。これらのことは、生徒が得たデータをもとに仮説を検証するプロセスで、どのデータを、どのオーダーの時間・空間でとらえ、特徴を導き出せばよいかについて難しさを感じていることを示している。また、③単元の学習と身近な生活との乖離も、生徒が「好きではない」と感じる要因の一つとして考えられる。特に、身近な自然に注目し、観察をするなどといった科学的体験の不足も、その背景としてあげられる。さらには、④論理的思考に対する苦手意識を感じる生徒も少なくない。これらの課題は、近年問題とされている思考力低下の一因でもあり、今後の理科教育の在り方を示唆すると考える。

加えて、①～④の課題は、理科における教科のねらりと深く関連している事項であり、「難しいから」と看過できることではない。これら①～④の課題のうち多くの点においては、繰り返し学習を実施することにより習熟できる内容も多く包含している。したがって、この実践で中核とした視点をもとに、他の地学関連単元でも指導を行うことが必要と考える。

6 おわりに

本実践研究では、「天気の変化」単元における学習の特徴や指導上の課題をふまえて取り組みを行ったが、その結果として次の3点が明らかになった。

- ・本単元で科学的知識を関連づける学習活動を重視することにより、生徒は「暗記」の学習から「思考する」学習へと認識を変容することができた。
- ・モデル実験を生徒自らが立案し、妥当性を検証する学習を実施することにより、気象事象を時間的・空間的に適確に関連づけ、その仕組みへの認識を確かなものとした。
- ・自ら情報を収集し、関連づけ、総合的に考察する学習について、生徒は「重要である」ことを認識できた。しかしながら同時に、この学習に対して生徒の苦手意識を十分に克服できていないことも明らかになった。

本実践研究では、生徒の科学的な思考力の育成を中核としたが、この育成は1つの単元で伸長できるもの

ではない。したがって理科学習全体を通して、科学的知識や体験を多角的、かつ多面的に、相互に関連づけさせることが、生徒の科学的な思考力を高めていくことにおいて重要であると考えられる。

【引用文献】

- Black, A. A. (2005): Spatial Ability and Earth Science Conceptual Understanding. *Journal of Geoscience Education*, 53, 402-414.
- Francek, M. A. and Winstanley, J. D. W. (2004): Using Food to Demonstrate Earth Science Concepts. *Journal of Geoscience Education*, 52, 154-160.
- 林 武広 (2002): 地学の学習におけるマルチメディア活用の意義と有効性. *地学教育*, 55, 245-257.
- Hodder, A. P. W. and Hodder, C (2004): Electrical methods of geophysical prospecting. *Teaching Earth Sciences*, 29, 34-40.
- 鹿江宏明・林 武広・白根福榮 (2002): 気象情報を中心とした課題解決的な学習とその実践例. 広島大学附属東雲中学校研究紀要. 34, 55-61.
- 鹿江宏明 (1996): 個を生かす教材の工夫と授業づくり 広島大学附属東雲中学校研究紀要. 29, 43-49.
- 国立教育政策研究所教育課程研究センター (2003): 平成15年度小・中学校教育課程実施状況調査.
- 国立教育政策研究所編 (2004): 生きるための知識と技能 2 - OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA) 2003年調査国際結果報告書 - ぎょうせい.
- 国立教育政策研究所編 (2005): TIMSS2003 理科教育の国際比較 - 国際数学・理科教育動向調査2003年調査報告書. ぎょうせい.
- 文部省 (1999): 中学校学習指導要領.
- 名越利幸・木村龍治 (1994): 気象の教え方学び方 気象の教室 6. 東京大学出版会.
- 下野 洋 (1998): いま、地学教育に求められるもの - 体験学習・野外学習の必要性 -. *地学教育*, 51, 201-212.
- 遠西昭寿 (2005): 科学的思考と科学の文脈において科学の「ことば」で自らに語ること. *理科の教育*, 54, 436-439. 東洋館出版社.
- 浦野 弘 (1991): 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, 592-595. 東洋館出版社.
- 渡辺政隆・今井 寛 (2003): 科学技術理解増進と科学コミュニケーションの活性化について. 調査資料 100. 文部科学省科学技術政策研究所.