



実践報告：大学の『知』を初等・中等教育へ活用した気象に関する理科授業の事例

中山慎也^{1/2}

¹ 出雲市教育委員会出雲科学館、² 九州大学総合研究博物館
¹ 〒 693-0001 島根県出雲市今市町 1900-2、² 〒 812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1

The Example of the Science Lesson about the Weather which Utilizes "Knowledge" of a University to Elementary and Secondary Education: Practice Report

Shinya NAKAYAMA^{1/2}

¹ Izumo Science Center, Izumo Board of Education, 1900-2 Imaichi-cho, Izumo, Shimane 693-0001, JAPAN
² The Kyushu University Museum, 6-10-1 Hakozaki, Higashi-ku, Fukuoka 812-8581, JAPAN

この報告は、2008年度に出雲科学館で中学2年生を対象にした「天気」の理科授業の実践記録である。気象は、私たちの身のまわりでも特に身近な科学的な現象であり、義務教育の課程においても天気の変化や気候変動などの大気現象に因る自然災害などについて学習する。2011年3月11日に発生した東日本大震災を契機に、学校教育における防災教育の重要性と必要性が一層求められる状況になっている。自然災害を防いだり被害を小さくしたりするために、大学や研究所など研究機関において理学・工学・農学・社会科学など種々の分野で調査や研究がなされているのは容易に推察できる。それらの研究成果を初等・中等教育へいかにして生かすことが可能なのか、理科での事例報告は少ない。この報告では、九州大学大学院工学研究院及び農学研究院に所属する研究者によって取り組まれた“人工降雨”に関する研究結果を取り入れた出雲科学館での理科授業の事例と、九州大学で研究されたその成果をどのように入手したのかについて述べる。

キーワード：理科、防災教育、気象、人工降雨、科学館

1.はじめに

出雲市教育委員会では市内の全小中学校と出雲科学館（以後、科学館という）が連携した理科授業を2002年9月から実施している^{*1}。3単位時間（135分）の授業を1学級につき3人の指導者によるチームティーチングの体制で実施している。1時間目サイエンスホールでの学習においては、児童・生徒の自然科学への興味や関心を高めることを目的に、大型の実験装置を用いた演示実験を主体とした授業を行っている。2、3時間目には、1時間目の内容に関連したテーマのもと児童・生徒が個別に実験や観察ができるように器具や装置などを十分に準備した授業を行っている。

科学館が調査対象の1館となって協力した文部科学

省科学技術政策研究所の調査資料107^{*2}によると、科学館等と学校が連携した理科授業を受けた児童・生徒は、理科の学習が分かる・おもしろいと感じるといった好影響を受けることが示された。また、学習環境（実験器具やパソコン等）も十分に整備されていることが評価された。

2008年3月に告示された中学校学習指導要領^{*3}の理科において自然災害に関する記述は(7)自然と人間の中に次のとおり記載してある。

イ 自然の恵みと災害

(ア) 自然の恵みと災害

自然がもたらす恵みと災害などについて調べ、これらを多面的、総合的にとらえて、自然と人間のかかわり方について考察すること。

また、小学校学習指導要領解説の理科編^{*4}には、第5学年(4)天気の変化において「生活との関連としては、長雨や集中豪雨、台風などの気象情報から、自然災害を取り上げることが考えられる。」と記載してある。同様に中学校指導要領解説の理科編^{*5}には、「災害の学習においては、地球規模の気候変動などに関連付けたり、災害を減らす行動について考察させたりすることも考えられる。これらの学習においては、多面的、総合的にとらえさせる観点から、学習の成果について発表会を行い、専門家などから意見をもらうことも考えられる。」とある。理科を学習する意義として小学校・中学校ともに、広く情報を収集して様々な視点から考察し自然と人間のかかわり方について適切に判断する能力や態度を児童・生徒に身につけさせることが大切である。その中で、身近な生活と密接に関連する大気現象であるからこそ、子どもたちに正しい知識を理解させ、いざという時にも自分自身で状況を把握して、より正しい判断をできるように教育することは大人の責務であると言える。

科学館のある島根県では、気象庁の命名による「平成18年豪雪(2006年)」及び「平成18年7月豪雨(2006年)」により死者を含め甚大な被害が発生した。飲料水を得たり農作物へ灌水したりするためにも雪や雨は人間生活に無くてはならない現象である。しかし、その量も限度が過ぎると人間生活に支障を及ぼす災害となってしまう。2011年3月11日に発生した東日本大震災もきっかけとなり、学校教育における防災教育の重要性と必要性が一層求められる状況になっている。

本報告では、科学館と小中学校が連携した理科授業の中でも2008年度に実施した中学2年生を対象にした「天気」の内容を紹介する。この授業では、九州大学大学院工学研究科を主体として実施されていた人工降雨の研究内容について、1時間目サイエンスホールでの学習で出雲市内の中学2年生約1,400人全員に事例を紹介した。

2. 「天気」の理科授業の概要

科学館で実施している全ての単元は、市内の教員で

組織される理科学習内容検討委員会によって選定され、最終的に教育委員会において決定している。学校で実施する理科の授業と同格であり、科学館での理科授業も理科の正規の授業時数に加算される。そのため当然、授業内容の観察・実験・工作などは学習指導要領に準拠しているが、子どもたちにぜひ体験させたい伝えたい発展的な内容も適宜含めて構成している。

「天気」の単元は中学2年生を対象にして、露点の定義や雲の発生や前線の移動などの演示実験や集中豪雨・干ばつなど自然災害写真の提示と解説を1時間目の授業(写真1)として行った。



写真1 サイエンスホールでの授業風景

続いて、雪の結晶モデル作りとして、ペットボトルを使った平松式^{*6}の人工雪発生装置を活用して生徒の興味を喚起する実験(写真2)を取り入れた。



写真2 雪の結晶モデル作り

結晶が成長するのに30分程度を必要とするため、この時間に3時間目の実習として、日本付近の雲の移動する方位や低気圧が1日に移動する距離などを求める課題を先行して実施した。3時間目の授業を先に済ませてから再度2時間目の実験室へ戻り、結晶の観察を続けた。学習のまとめとして中谷宇吉郎博士の「雪は天からの手紙」という言葉を紹介し、気温と水蒸気の量によって結晶の形が変化することを示した中谷ダイヤグラムについてその科学的な意味を解説した。

3時間目の実習では、気象衛星からの雲画像および気象庁の天気図を利用し、生徒が問題解決意識を持って主体的に取り組むパソコン教材を開発して利用した。このプログラム^{*7)}は、(1) 天気の変り変わり[世界]、(2) 天気の変り変わり[日本付近]、(3) ジェット気流、(4) 冬の天気、(5) 台風の動き方[小学5年生で一部既習]、(6) アメダスを活用した情報収集、の内容で構成(図1)した。

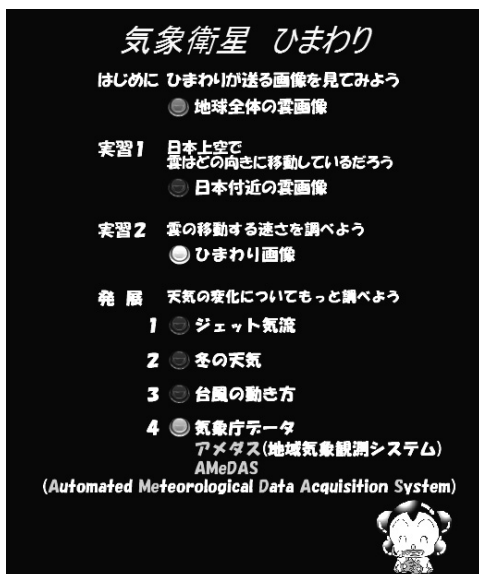


図1 パソコン教材のプログラム目次画面

日本付近の場合、雲は一般的に西から東へ移動する。雲画像を見ながら生徒は直感的にこのことを理解することができた。さらに低気圧の1日あたりの移動距離を求める実習(図2)を通して、雲の移り変わりによって生徒自身でも天気を予測することができることを理解した。

科学館での理科授業(学校教育)のシステムや社会教育の詳細については、報告済みの論文^{*8)}を参考にされたい。

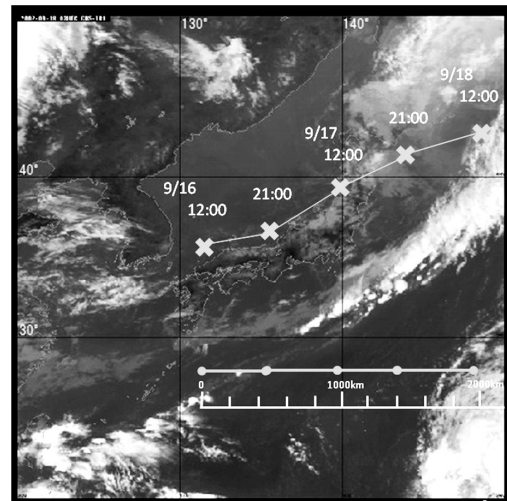


図2 低気圧の移動距離の測定

3.人工降雨の研究を紹介した理科授業

3-1. 1時間目サイエンスホールでの演示内容

雲の発生や前線の移動などに関しては、学習指導要領に記された必須で学習する内容であり、中学校で使用される各社の教科書にもそれらは記載されている。基礎・基本の内容についても、単に教科書や資料集の写真や映像を見て学習するのではなく、サイエンスホールでは表1の

表1 1時間目サイエンスホールでの演示実験

| 順 | 演示実験や解説内容 | 演示時間 | 概要 |
|------|---------------------|------|---|
| (1) | 「課題の提示」 | 0.5分 | 今日の学習テーマの紹介と課題の提示。 |
| (2) | 「いろいろな天気」 | 6分 | 晴れ、くもり、雨、雪など種々の天気と雲量の例示。 |
| (3) | 「霧をつくる」 | 6分 | 線香の煙と寒剤を利用して人工的に霧を作る演示。 |
| (4) | 「断熱膨張」 | 5分 | 減圧によって風船の体積と風船内部の気温が変化する演示。 |
| (5) | 「断熱膨張による温度低下で雲をつくる」 | 4分 | 寒剤を使わずに線香の煙と断熱膨張による温度低下で人工的に雲を作る演示。 |
| (6) | 「上昇気流と雲のでき方」 | 2分 | 地形・対流・気圧による上昇気流のでき方を紹介。 |
| (7) | 「前線による雲のでき方の演示と解説」 | 3分 | 前線モデル実験装置を用いて、上昇気流のできる様子を演示。 |
| (8) | 「雲の動き」 | 1分 | 気象衛星から送られてきた雲の連続画像を紹介。 |
| (9) | 「科学の挑戦 ～人工降雨の研究～」 | 7分 | 身近な天気を制御することができるか、最先端の研究として人工降雨に取り組んでいる研究者とその内容を紹介。また、集中豪雨や干ばつなど異常気象の写真も紹介し、天気の予測によって災害から身を守ることができる人になって欲しいことを説明。 |
| (10) | 「まとめ」 | 0.5分 | 1時間目に学習した内容を振り返る。 |

ように実際に生徒の目の前で演示実験をして見せた。

著者が天気に関する理科授業を担当する2007年度からこれまでの印象では、自然現象である霧や雲について、条件を制御することにより実験室内で人工的に再現できることを、生徒たちの多くは想像していないと思われた。身近な天気を制御することができるのか、最先端の研究として人工降雨に取り組んでいる研究者とその内容を紹介し、大気現象の科学的な理解の促進や興味・関心の向上を図った。九州大学大学院工学研究院の西山浩司氏が代表を務めた2008年度受託研究「山口県を対象にした人工降雨の実現可能性調査」^{*9}の内容を情報源として採用した。紹介内容の概要は、(1)研究動機、(2)二酸化炭素の液体を空中散布する実験方法、(3)研究結果である。また、集中豪雨や干ばつなど異常気象の様子も紹介し、天気の予測によって災害から身を守ることができるように、情報から適切な判断と行動ができる人になって欲しいことを具体的に説明した。

3-2. 1時間目の評価

この理科授業は、2009年2月19日から3月2日までの8日間(43学級、1,384人の生徒対象)で実施した。授業後、学習プリントの一部に記載したアンケートへ、当日の学習に関する自己評価をしてもらい生徒から回答を得た。その集計結果のうち、サイエンスホールでの1時間目に関わる回答を表2に示す。

表2 中学2年生「天気」生徒向けアンケート設問②

| | |
|--------------------------------------|--------------|
| サイエンスホールでは、雲のでき方や天気について興味や関心をもちましたか。 | |
| ・もった | 714人 (52.1%) |
| ・少しもった | 594人 (43.4%) |
| ・あまりもてなかった | 57人 (4.2%) |
| ・もてなかった | 5人 (0.4%) |

※2008年度 回答生徒 1,370人 (未記入者14人は含まない)

理科授業後の生徒向けアンケート調査から、95.5%の生徒が「雲のでき方や天気について興味や関心をもった」と好意的に評価した。引率の理科教員からは「災害と関連付けた説明がよかった」「人工降雨の説明は学校でも可能なので、関連資料を理科教員へ配布してもらえると助かります。そうすることで、1時間目には説明の代わりに実物や実験をもっと見せてもらおうと助かります」

といった感想も別途寄せられた。生徒対象のアンケートでは、人工降雨の研究そのものに直接関係する設問を用意していなかったため、この回答だけでは評価できない。しかし、生徒向けアンケートの自由記述欄には例えば「人工的に雨を降らせるということは、これからの生活にとっても便利になってくるのだと思います。雨を降らせる方法だけでなく、雨の日を晴れにすることなどもできたらなと思った」「サイエンスホールで聞いた人工的な雨などが実用化されたら、とてもいい暮らしになると思った」という内容の感想(いずれも原文そのまま)を記した生徒が複数存在した。3時間の理科授業を全て終えた後に記入する自由記述の感想であるため、これらの意見を記した生徒には、人間生活と人工降雨の研究成果の関係が十分に意識できたのだと考えられる。

4.九州大学での人工降雨の研究を知ったきっかけ

理科教員の多くは、生徒の興味や関心を高める目的や自身の知識の向上を旨として、大気現象に限らず種々の自然現象に関する情報収集をしていると推測できる。小中学校の学習指導要領にも、気象や自然環境の変化と災害などと人間生活を関係づけて考察する学習が記されていることから、科学館でも気象に関する最先端の研究で自然災害にも関連する事例の情報を探すことにした。著者は九州大学総合研究博物館の協力研究員として、九州大学での研究成果を初等・中等教育の理科において活用できないか検討を進めている。



図3 九州大学の研究者情報検索画面

そこで、九州大学の研究者情報(図3)において、該当する理科授業に関するキーワードで検索をした。“集中豪雨”や“災害”などいくつかの単語で検索することによって、研究者の名前や研究活動などの情報が表示された。

これらの情報をもとに、工学研究院環境都市部門に所属する西山浩司氏の研究紹介サイト(図4)へたどり着き、理科授業への協力を電子メール及び電話にて依頼したところ快諾を得ることができた。



図4 九州大学の研究者情報検索画面

2008年度の依頼当初、著者は西山氏と直接の面識はなかった。しかし、研究成果を喜んで提供していただき、人工降雨や気象学に関する質問なども継続して引き受けてもらっている。たとえ初めに面識はなくても、研究者と教育者の志が同じ向きにあれば、お互いに良好な信頼関係を十分に築くことができると著者は感じている。

5. おわりに

本報告では科学館で実施している理科授業の概要について取り上げたが、「天気」の学習は小学校及び中学校の理科で行われている内容である。小学校においても、長雨や集中豪雨がもたらす川の増水による自然災害や台風災害など気象に関する内容が含まれている。また、理科に限らず社会科でも防災教育の観点で種々の事象について学習をする。水不足や水害・雪害などの自然災害に関する防災教育へもつなげることが

できるよう、理科の知識を実際の生活に結び付けて役立てるために、社会科とも連携を深めた理科授業や教員研修を科学館でも検討している。

初等・中等教育に携わる教員が、大学での研究成果を参照したいと考えた時や必要な情報を入手したいと思った際に、手軽に利用できて時間的にも効率が良いインターネットでの検索をまず行うと考えられる。九州大学の研究者情報や工学研究院建設都市工学科のウェブサイトは情報検索がしやすく、研究内容や連絡先など検索者にとって必要な情報が十分に記載されていた。社会貢献の実績が、大学や研究者個人においても求められるようになってきているため、ウェブサイトへ研究情報を正確に記載しておくことは、それを必要としている検索者へ適時に正確に伝わるきっかけになる。また、研究室や研究者個人のウェブサイトが存在するのであれば、そちらの情報も同様である。

本報告では大学の情報検索サイトについて主に触れたが、著者は「科学研究費補助金データベース(KAKEN)」も検索していた。科研費の課題名や成果報告などでも必要な情報を検索することが可能であるので、小中学校の教員や教育委員会の指導主事や社会教育主事など教育行政の関係者も検索している場合があることを理解していただきたい。

研究者によっては、小中学校や高等学校の教員から問い合わせや依頼が増加し、研究時間を割く事態が生じる心配もあるかもしれないが、研究活動で得られた知見が子どもたちの授業に活用されることは研究者にとっても喜びであり大きな社会貢献ではないだろうか。それらの教員や学校へ提供した事例や資料を、パソコン内に専用のフォルダを作成して保管しておくと同様の依頼に対して速やかに回答をすることも可能となる。初等・中等教育の関係者からの問い合わせがあれば、ぜひ前向きな対応を検討していただきたい。

この報告は2008年12月の京都大学防災研究所一般共同研究集会「台風災害を防ぐー気象学・風工学・土木学・災害情報学の間に橋を架けるー」(通称:台風研究会)^{*10}での発表内容をもとに加筆再編集したものである。

6.謝辞

西山浩司博士(九州大学大学院工学研究院)及び脇水健次博士(九州大学大学院農学研究院)から人工降雨の研究成果の提供と理科授業での利用に関する協力を得た。3時間目の実習で用いたプログラムは公益財団法人日産科学振興財団の理科・環境教育助成2007年度(登録番号07285)及び2008年度(登録番号08198)を受けて開発した。

※9 西山浩司(代表) 2008年度受託研究:山口県を対象にした人工降雨の実現可能性調査、九州大学工学研究院環境都市部門プロジェクトコードHAJJ202206.

※10 中山慎也 2009年3月:出雲科学館と小学校・中学校の連携した理科学習～单元名「気象とその変化」及び「流水の働き」への取り組み～、平成20年度京都大学防災研究所研究集会20K-06、34-35.

7.参考文献

- ※1 中山慎也 2009:科学館と小中学校が連携した理科学習の評価～小学3年生から中学3年生まで7年間の追跡調査より～、第58回日本理科教育学会中国支部大会発表論文集、18.
- ※2 中村隆史、大沼清仁、今井寛 2004年11月:調査資料107 学校教育と連携した科学館等での理科学習が児童生徒へ及ぼす影響について - 学校と科学館等との連携強化の重要性 -、文部科学省科学技術政策研究所第2調査グループ.
- ※3 文部科学省 2008年3月告示:中学校学習指導要領.
- ※4 文部科学省 2008年8月発行:小学校学習指導要領解説理科編.
- ※5 文部科学省 2008年9月発行:中学校学習指導要領解説理科編.
- ※6 平松和彦 2002年度:ペットボトルを使った人工雪発生装置の考案とその普及活動、社団法人日本気象学会奨励賞.
- ※7 中山慎也 2007年度:中学生を対象にした天気に関する理科学習の開発と実施、財団法人日産科学振興財団理科・環境教育助成成果報告書No.12.
- ※8 中山慎也 2011年12月:出雲科学館における学校教育と社会教育の戦略的な組み合わせ～子どもたちの意欲と能力に応じた科学才能教育として～、科学技術コミュニケーション、第10号、77-88.