

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 16 日現在

機関番号：14403

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24650530

研究課題名(和文) 小学校理科気象分野の「実感を伴う理解」を図る体験型教員研修プログラムの構築

研究課題名(英文) Construction of experiential in-service teacher training program to plan realistic understanding of meteorological contents learning in elementary school

研究代表者

吉本 直弘 (YOSHIMOTO, Naohiro)

大阪教育大学・教育学部・准教授

研究者番号：10294183

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：小学校理科気象分野の指導に苦手意識を持つ教員を対象とした、観察・実験を重視した体験型の研修プログラムを構築するため、以下の研究を行った。教員が指導に苦手意識を持つ学習内容とその理由を調査した。子どもの「実感を伴った理解」を図るため、雨の強さと雨滴の大きさとの関係を可視化した雨滴の模型教材の開発や凍結核を用いた水の凍結実験を行った。教科書通りの気温の観察結果を得るため、観察の要点と課題を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：To construct the experiential in-service teacher training program which emphasized the observation and experiment for the elementary school teachers who had weak point awareness toward the guidance of meteorological contents, the following studies were conducted. The learning contents and reasons of which the teachers had weak point awareness toward the guidance were investigated. To plan the realistic understanding of pupils, the teaching materials visualizing the relationships between rainfall intensity and raindrop size were developed. In addition, the freeze experiment of water using freezing nuclei was performed. To obtain the observation result of temperature according to textbook, the important point and problem in the observation were clarified.

研究分野：気象学，地学教育

キーワード：小学校理科 気象 実感を伴った理解 教員研修 地学教育 理科教育 防災教育 観察・実験

1. 研究開始当初の背景

研究代表者は、これまで大阪教育大学における教員免許状更新講習や「理科大好き教員を目指すかがく実験教室」において小学校教員を対象とした研修を行い、小学校理科の気象分野の単元に関連した観察・実験方法の指導を行ってきた。具体的には、気温や地温の観察、雲やダイヤモンドダスト(氷の結晶)の発生実験、雪結晶の成長実験、青空と夕焼けのモデル実験、気象衛星の印刷画像を用いた雲のアニメーション、などである。これらの研修を受けた教員が授業で観察・実験を実践し、児童の気象への興味喚起や「実感を伴った理解」に成果を上げている。教員研修における気象分野特有の課題は、実際に野外で観察を行う研修の企画が難しいことである。例えば、研修で雲の観察を企画しても、当日快晴となり雲が観測できない場合もあり得る。したがって、教員が観察力を十分身につけるためには、雲や天気異なる空を複数回にわたって観察する機会を設ける必要がある。多忙な教員に対して複数回の参加を求める研修を企画することは難しい。このような問題を解決するためには、観察・実験を重視した体験型の教員研修を行うとともに、様々な雲や天気について画像や映像を用いて擬似的に観察体験ができる Web 学習システムの開発や、研修成果の授業への活用に対する支援を含めた系統的な教員研修プログラムの構築が必要である。

2. 研究の目的

高校や大学で地学を学習することがなかった理系以外の学部・大学院出身の小学校教員では、小学校理科地球分野の指導に苦手意識を持っている場合が多い。小学校学習指導要領では気象分野において「雲と天気の変化」が追加され、観察・実験が重視された学習内容と教員の理科指導能力との乖離が顕著になっている。本研究の目的は、小学校理科気象分野の指導に苦手意識を持つ教員を対象とした、観察・実験を重視した体験型の研修プログラムを構築することである。この研修を受けた教員の授業によって、より多くの児童が観察・実験を通して気象を科学的にとらえ、気象情報を能動的に活用し、自然災害や地球環境問題を積極的にとらえられるようになることを目指す。

3. 研究の方法

小学校理科の気象分野の指導に苦手意識がある教員が、児童を「実感を伴った理解」へと導く授業を実践するために、以下の研究計画・方法を実行する。

- (1) 小学校理科の気象分野において、教員が指導に苦手意識も持つ学習内容を明らかにする。加えて、児童の理解度が低い学習項目を明らかにする。
- (2) 授業に導入できる、授業に役立つ観察・実験方法を開発する。

- (3) 観察・実験の準備から実施、結果の整理に至るまでの授業の進行におけるポイントと課題を明らかにする。

4. 研究成果

(1) 教員が指導に苦手意識を持つ学習内容
大阪教育大学科学教育センター(研究代表者は併任教員として所属)は大阪府下の公立小学校に勤務する教員を対象に理科指導に関する意識調査を行った(川上ほか, 2013)。その結果、小学校第3学年「太陽と地面の様子」において授業が困難と感じた理由として、以下のような回答があった。

- ・ 天気に左右されるため観察を計画しにくい
- ・ 授業の時期が冬であったため、太陽が出ているときが少なく、満足できる観察結果を得ることが難しい

また、小学校第5学年「天気の変化」では、

- ・ 天気に左右されるため学習を進めにくい
- ・ 台風の接近がない、天気が規則的に変化しないなど、教科書通りの結果が得られない

といった回答があった。

さらに、本研究において第4学年「水のすがた」で行う実験について小学校教員を対象に質問紙調査を行ったところ、水を冷やしたときに水の温度が0℃まで下がっても水が凍らない過冷却が生じたため、水の状態と温度との関係づけにおいて子どもの理解度が低いと感じるとの回答があった。

これらの調査結果から気象分野において教員が苦手意識をもつ理由として、天気に左右されるため観察日の設定が難しいこと、学習を計画通りに進めることが難しいこと、教科書通りの結果を得ることが難しいことが明らかになった。

- (2) 授業に導入にできる、授業に役立つ観察・実験方法の開発

雨の強さと雨滴の大きさの関係を可視化する模型教材の開発

雨の強さと雨滴の大きさに関係があることは経験的によく知られている。すなわち、弱い雨の時には小さな雨滴が降り、強い雨の時には大きな雨滴が降っていることである。しかしながら、降っている雨を観察しても雨滴の大きさを数値として表現することは難しい。雨水は降った場所にそのまま貯まらず、ほとんどが河川や地下へと流れてしまうため、降っている雨の様子を観察して感覚的に雨が強いかわ弱いかは言っても、雨の強さを雨の量として実感することが難しい。本研究では、雨の強さと雨滴の大きさの関係を可視化し、雨の科学について子どもたちの興味・関心を喚起し、雨の強さと量について学習できる模型教材を製作した。

雨滴の模型には、雨滴の球等価直径に対して10倍の直径を持つ発泡スチロール球を用いた。雨滴の粒径による個数の違いを視覚的にわかりやすく示すため、小さな雨滴から大きな雨滴へ白色、水色、青色、濃い青色と変

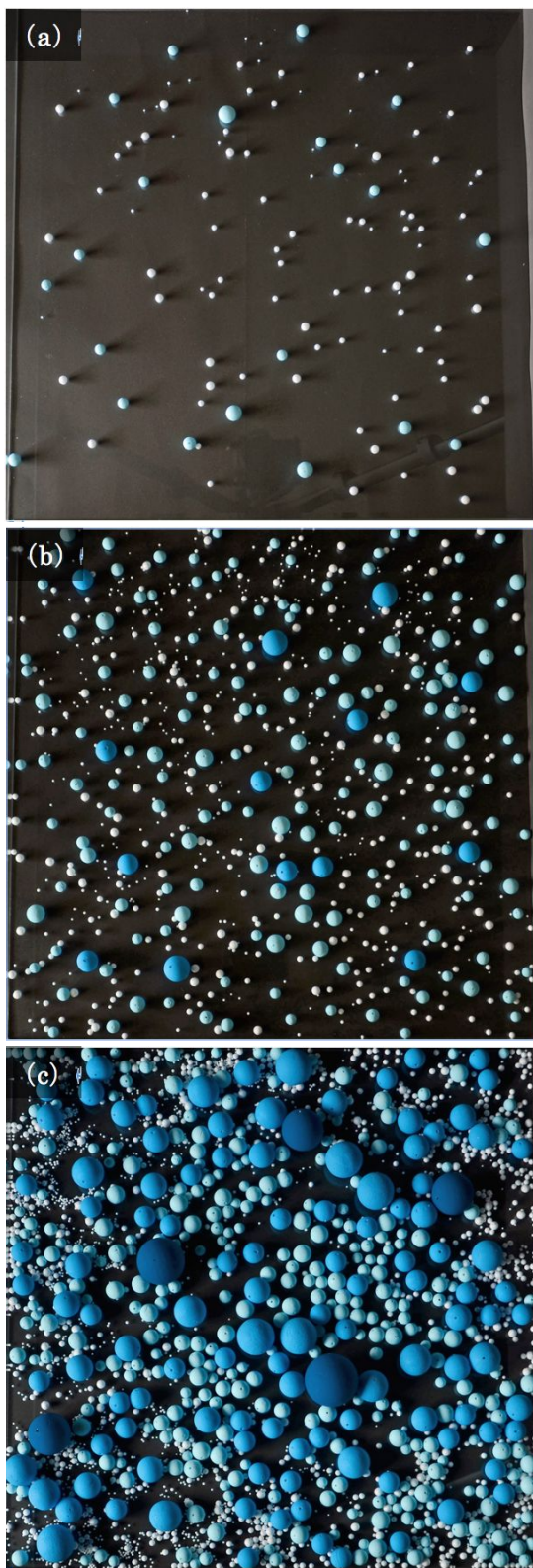


図 1 発泡スチロール球を用いた雨滴の粒径分布模型
 (a) 降雨強度 1 mm h^{-1} , (b) 降雨強度 10 mm h^{-1} , (c) 降雨強度 50 mm h^{-1}

えてアクリル絵の具を用いて4色に塗り分けた。雨滴粒径分布計によって1分間で観測された雨滴について、幅と奥行きが50 cm、高さが15 cmの透明なアクリルケースに雨滴の模型を入れた。図1には雨滴の粒径分布模型

をアクリルケースの真上から撮影した写真を示す。雨滴模型を用いることにより、雨の強さとともに雨滴の最大直径が大きくなることと、雨滴の数が増加することを視覚的にわかりやすく示すことができた。

雨滴の粒径分布模型を小中学校の授業で実践可能な教材へと発展させるためには、実際に降っている雨と雨滴の模型とのつながりの点で課題がある。子どもたちが雨滴の粒径分布模型を見たり触ったりするだけでなく、小麦粉や紙を用いた雨滴の観察やペットボトルを利用した簡易雨量計による雨量の観測などによって子どもたちが実際の雨を体感し、雨の強さや量に対する科学的な思考力を育成する学習活動を組み立てる必要がある。

水の凍結実験において過冷却を抑制する工夫

水を冷やすと、温度が 0 以下でも凍結せずに液体のままの過冷却状態になることがあり、教科書通りに「 0 になると凍り始める」という実験結果が必ずしも得られるわけではない。本研究では、凍結核として釣り糸を用いることにより、教科書通りに水が 0 で凍り始めるように実験方法を工夫した。

過冷却状態にある水に衝撃を加えると、水が凍結することはよく知られている。そこで、水の冷却開始後 30 秒毎に水に衝撃を加える実験を行った。なお、寒剤には水と飽和食塩水を用いた。この実験を 10 回行ったところ、すべての実験で過冷却が観察され、水の凍結は水に衝撃を加えたときに起きた。凍結前の赤液棒状温度計の示度は -1.5 以下であり、子どもが実験を行えば水を 0 まで冷やしても凍り始めないという実験結果が記録されることになる。15 秒毎に水に衝撃を加えた実験でも過冷却は起きたため、水に衝撃を加えるだけでは、過冷却を抑制するには不十分であることがわかった。

次に、30 秒毎に水に衝撃を加えるとともに、水の中で氷の核生成を起こす物質、すなわち凍結核の助けを借りて水を凍結させる実験を行った。凍結核として、標準直径 0.090 mm のナイロン製の釣り糸を使用した。長さ 1 m の丸めた釣り糸を試験管内の水に浸して実験を行ったところ、10 回中 3 回で赤液棒状温度計の示度が 0 のときに水が凍り始めた。

水の 0 での凍結には、凍結核として釣り糸の使用が有効であることがわかった。水の中に温度計以外の異物が入っていることに対して子どもが疑問をもつ可能性があり、釣り糸を目立たなくするなどの工夫が必要である。今後、より高い確率で水が 0 で凍る実験方法を確立したい。

(3) 観察・実験の準備から実施、結果の整理に至るまでの授業の進行におけるポイントと課題
 小学校第4学年の「1日の気温の変化」の

単元では、天気によって1日の気温の変化の仕方に違いがあることをとらえる。教科書における学習の流れは以下の通りである。9時頃から15時頃まで1時間毎に気温の観察を行い、その結果を折れ線グラフに表す。晴れの日には気温の変化が大きく山型のグラフとなり、くもりや雨の日には気温の高低差の小さい型のグラフとなることをとらえ、日射と気温の変化の仕方との関係について考察する。平成24年度全国学力・学習状況調査におけるこの単元に関連した問題の正答率は17.1%と極めて低く、天気と気温の変化の仕方との関係づけにおいて課題があることが指摘されている(例えば、塚田, 2013)。本研究では、天気によって1日の気温の変化の仕方にどのような違いがあるかを統計的に解析し、明らかにした。

解析には主に気象庁の地上気象観測点の大阪における気温の1時間値を用いた。解析期間は2009年から2013年までの5年間である。解析時間は9時から15時までとし、この間の天気の観測時刻である9時、12時、15時のいずれにおいても同じ天気が観測された日を抽出した。解析期間の1826日のうち、晴れの日が466日で最も多く、次いでくもりの日が92日、雨の日が80日であった。

9時から15時までの時間で最も高かった気温から最も低かった気温を引いた気温差を求めた。晴れの日における気温差の最頻値は4以上5未満であったが、気温差は1以上2未満から11以上12未満まで大きくばらついていった。くもりの日の気温差の度数分布は、晴れの日との度数分布と重なっており、両者に明瞭な違いは見られなかった。雨の日の気温差の最頻値は1以上2未満で、晴れの日との最頻値より3小さかった。これは、1日の観察結果から、晴れの日には気温の変化が大きいことや、晴れの日とくもりの日では気温の変化の仕方に違いがあることを見いだすことが困難な場合があることを示している。

以上の結果から、教科書通りの結果を得るためには、各天気において複数日観察することが望ましい。しかしながら、1時間毎の気温の観察を何日も行うことは、時間、労力、他教科の授業の進行などの問題から容易ではない。そこで、小学校の百葉箱内にワイヤレス温度ロガーを設置し、気温を校舎内から遠隔測定することで測定の省力化を図った。ポータブル型のデータコレクタを用いて無線通信により気温を測定することについて、子どもたちは百葉箱から離れていても気温がわかることや気温を知りたいときにすぐ調べることができることなどの感想を述べていた。今後は、遠隔測定による気温の観察について、学習上の効果を検証する予定である。

<引用文献>

川上 雅弘, 仲谷 史雄, 片桐 昌直, 任田

康夫, 平成23年度大阪府下公立小学校における理科指導に関する教員の意識調査, 大阪教育大学科学教育センター, 2013, 71.

塚田 昭一, つまずきの傾向を捉えた授業改善を, 初等理科教育, No.587, 2013, pp.10-13.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計3件)

吉本 直弘, 教員養成における気象関連科目の観察・実験の導入による授業改善 - 全国学力・学習状況調査の結果を踏まえて -, 大阪教育大学紀要第V部門(教科教育), 査読無, Vol.63, No.1, 2014, pp.71-78. <http://ir.lib.osaka-kyoiku.ac.jp/dspace/handle/123456789/28028>

吉本 直弘, 永田 佳奈子, 雨の強さと雨滴の大きさの関係を可視化する模型教材の開発, 大阪教育大学紀要第V部門(教科教育), 査読無, Vol.62, No.1, 2013, pp.21-29. <http://ir.lib.osaka-kyoiku.ac.jp/dspace/handle/123456789/27667>

吉本 直弘, 末次 裕美子, 雨滴模型を用いた降雨強度と雨滴粒径分布の関係の可視化, 査読無, 可視化情報, Vol.33, No.2, 2013, pp.207-208.

[学会発表](計6件)

松本 榮次, 吉本 直弘, ワイヤレス温度ロガーを用いた気温の観察に関する研究-遠隔測定の効果と課題-, 平成26年度日本理科教育学会近畿支部大会, 2014年11月15日, 兵庫教育大学神戸ハーバーランドキャンパス, 兵庫県神戸市.

吉本 直弘, 教員養成課程学生の気温の日変化に関する知識の実態調査, 日本理科教育学会第65回全国大会, 2014年8月23日, 愛媛大学, 愛媛県松山市.

吉本 直弘, 岡本 博, 湯谷 みずほ, 兼村 郁雄, 小学校の百葉箱を活用した高等学校における局地気象の探求的な学習, 平成26年度全国地学教育研究大会・日本地学教育学会第68回全国大会, 2014年8月9日, 酪農学園大学, 北海道江別市.

吉本 直弘, 末次 裕美子, 雨滴模型を用いた降雨強度と雨滴粒径分布の関係の可視化, 可視化情報全国講演会, 2013年9月27日, 会津大学, 福島県会津若松市.

吉本 直弘, 川島 啓司, 水の凍結実験において過冷却を抑制する工夫-小学校4年「水

のすがた」について-，日本理科教育学会
第 64 回全国大会，2013 年 8 月 10 日，北
海道大学，北海道札幌市。

吉本 直弘，永田 佳奈子，雨の強さと雨滴
の大きさの関係を可視化する模型教材の
開発，平成 24 年度全国地学教育研究大会・
日本地学教育学会第 66 回全国大会，2012
年 8 月 4 日，岩手大学，岩手県盛岡市。

〔その他〕

教員等研修講座

体験して楽しく学ぶ小学校理科-水と空の
教室-，2014 年 7 月 31 日，大阪教育大学
天王寺キャンパス，大阪府大阪市。

体験して楽しく学ぶ小学校理科-5 年「雲と
天気の変化」-，2013 年 8 月 27 日，大阪
教育大学柏原キャンパス，大阪府柏原市。

教員研修

理科大好き教員を目指すかがく実験教室，
2014 年 8 月 4 日，大阪教育大学柏原キャン
パス，大阪府柏原市。

理科大好き教員を目指すかがく実験教室，
2013 年 8 月 5 日，大阪教育大学柏原キャン
パス，大阪府柏原市。

理科大好き教員を目指すかがく実験教室，
2012 年 8 月 6 日，大阪教育大学柏原キャン
パス，大阪府柏原市。

ホームページ

教育素材集，大阪教育大学気象学研究室。
[http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~yoshim/
teaching_materials.html](http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~yoshim/teaching_materials.html)

6．研究組織

(1)研究代表者

吉本 直弘 (YOSHIMOTO, Naohiro)
大阪教育大学・教育学部・准教授
研究者番号：10294183

(2)研究分担者

なし