

金属の温度変化と体積変化を視覚的に結びつける教材の開発及び活用

— 4年生「物の体積と温度」の学習を通して —

江口隆寛¹・川上紳一²・丹羽直正³・古山宏将⁴・渡辺雅己⁵

Development and use of teaching materials that relate visually the volume and temperature changes of metal: Application in the learning of "temperature and volume of materials" in the 4th grade

Takahiro Eguchi¹, Shin-ichi Kawakami², Naomasa Niwa³,
Hiromasa Furuyama⁴ and Masami Watanabe⁵

要 旨

小学校4年生「物の体積と温度」の中の、金属の温度変化と体積の変化との関係の学習において、サーモグラフィによる映像を撮影し、授業で活用するとともに、デジタルコンテンツ化した。サーモグラフィによる映像は、児童の実験では、直接測ることのできない金属の温度変化を視覚的にとらえられるようになり、体積の変化との関係をより確かな実感をともなって結びつける手立てとして有効であると考えられる。

【キーワード】：サーモグラフィ、デジタルコンテンツ、理科教材データベース、小学校理科

1. はじめに

物体の温度変化と体積の変化との関係については、小学校4年生「物の体積と温度」で行う。小学校学習指導要領では、金属、水、空気を温めたり冷やしたりして、それらの変化の様子を調べ、金属、水、空気は、温められたり冷やされたりすると、その体積が変わることを実験に基づいてとらえ、温度変化と物の体積の変化との関係をとらえることを目的としている。空気や水については、湯せんをしたり氷水で冷やしたりしながら、温度計を用いてそれぞれの温度を測定することで、温度の変化と体積の変化との関係をとらえられるようにしている。しかし、金属については、アルコールランプやガスバーナーで加熱するものの、温度がどれ位変化して

いるかということ、はっきりととらえることなく、金属の温度変化と体積の変化の関係をとらえることとなる。

本研究では、子どもたちが金属の温度変化をとらえることができるようにすることで、温度変化と体積の変化との関係を、より確かな実感を伴って理解することができる教材を作成することが目的である。

小中学校の理科授業において、サーモグラフィの活用が進んでいる。小学4年「ものの温まり方」の授業におけるサーモグラフィの利用については、川上ほか(2010)の実践事例がある。

1 白川町立白川北小学校 *Sirakawakita elementary school, Shirakawa, 509-1106, Japan*

2 岐阜大学教育学部 *Faculty of education, Gifu University, Gifu, 501-1193, Japan*

3 七宗町立上麻生小学校 *Kamiasou elementary school, Hichisou, 509-0401, Japan*

4 関市立桜ヶ丘小学校 *Sakuragaoka elementary school, Seki, 501-3904, Japan*

5 七宗町立神淵中学校 *Kabuchi junior high school, Hichisou, 509-0511, Japan*

2. 教材作成

(1) 実験方法

まず、金属球をアルコールランプで1分間熱する。次に、金属球をスタンドでつるし、金属の輪に乗せる。その後、金属球が輪を通り抜けて落下するまで、自然冷却する。この実験の様子を、サーモカメラを用いて撮影し、温度を視覚的にもとらえられるようにした(図1)。

実験では、ステンレス製の金属球と真鍮製の金属球を用いてみたが、ステンレス製の金属球は自然冷却では、球が落下しなかったため、真鍮製の金属球を用いた。

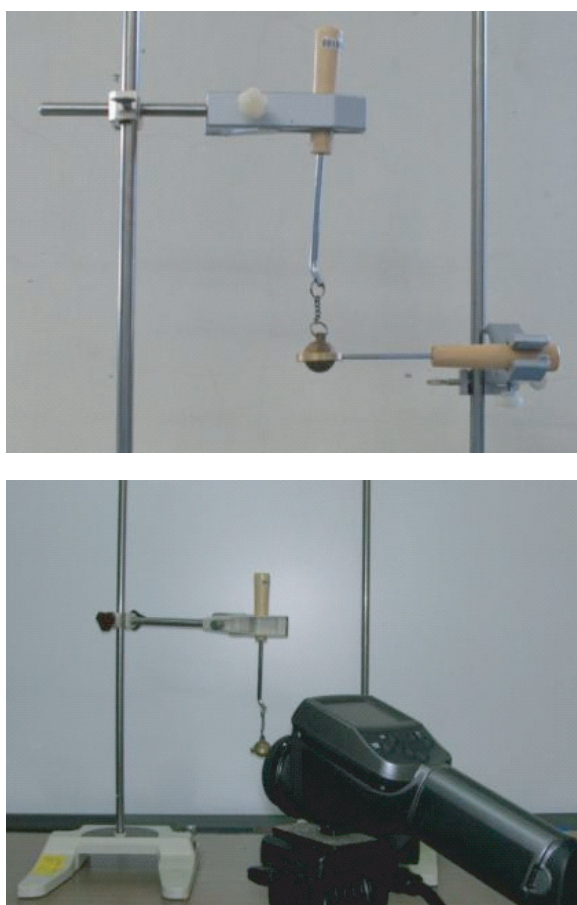


図1. 実験の様子.

上：熱した金属球を輪に置いた
下：サーモカメラで撮影

(2) ビデオ撮影

実験は、2013年9月13日(金)に上麻生小学校で行った。その様子をサーモカメラ(チノー社製サーモグラフィCPA-2300)で撮影した。サーモカメラの動画出力端子からの出力をビデオカメラSONY製カムコーダで撮影した。予備

実験から、真鍮の金属球は、アルコールランプで加熱すると約1分間で100℃になり、輪を通り抜けなくなること、自然冷却すると約2分で75℃程度になり輪を通り抜けるようになることが分かった(図2)。実験は繰り返し行ったが、真鍮の金属球が輪を通り抜けるときの温度は70-75℃の範囲でばらつきがみられた。これは、加熱した真鍮の球を輪の上に置くときに、輪と金属球の中心が一致しないことなど、金属球の置き方にばらつきがあることによると考えられる。

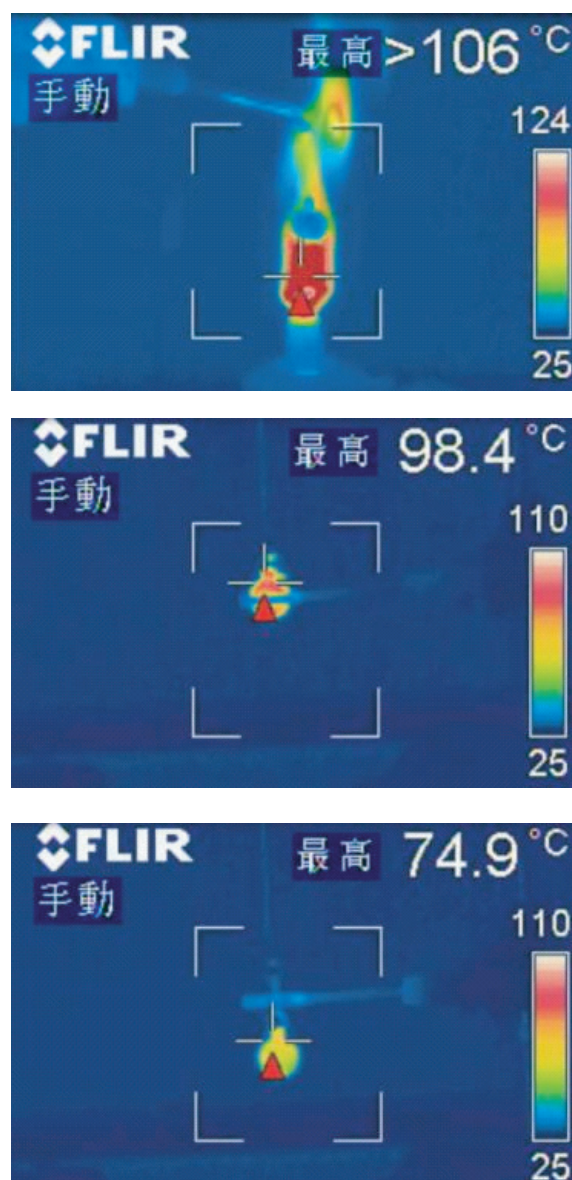


図2. サーモカメラで撮影した様子.

上：加熱中の様子
中：加熱直後の様子
下：金属球が落下した様子

撮影した動画は、webサイト教材「理科教育データベース」(<http://chigaku.ed.gifu-u.ac.jp/chigakuhp/html/kyo/>)に、デジタルコンテンツとして掲載し、インターネット上で活用できるようにし、授業の中で提示した(図3)。

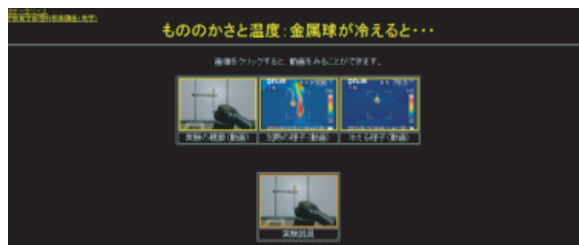


図3. デジタルコンテンツ化したもの。

3. 授業実践

「物の体積と温度」の単元の中の、「金属の体積は温度によって変わるか(4/8)」において、今回撮影した動画を用いて白川町立白川北小学校4年生を対象に授業実践を行った。表1のように授業を展開し、サーモカメラの動画は、終末に提示した。

白川北小学校のすぐそばには、電車が走っており、線路が身近なものになっている。そこで、線路が夏や冬に長さが違うという事象(webサイト教材「理科教育データベース」)(図4)を導入時に提示し、課題化を行った(図5)。多くの子どもが「体積は変わるだろう」という予想を立てたが、金属がかたいことから、「体積は変わらないだろう」という予想を立てる子どももいた。



図4. 導入で提示した写真。左：冬の線路
右：夏の線路

表1. 授業の展開。

児童の学習活動	
つかむ	1. 夏に線路が伸びている様子を見て、課題をつかむ。 <div style="border: 2px solid black; padding: 5px;">金属も温めたり冷やしたりすると、体積は変わるのだろうか。</div>
自分の考えをもつ	2. 予想する。 ・空気や水と違って、金属はとてめかたいから、さすがに体積は変わらないと思う。 ・体積が変わらないと思っていた水も変わったのだから、金属も少しは変わると思う。
考えを深める	3. 実験を行い、記録する。 ・金属を温めると、温める前は通った球が通らなくなった。 ・金属を冷やすと、はじめは通らなかった球が、通るようになった。
まとめる	4. 考察し、交流する。 ・はじめは球が通ったけど、温めると球が通らなくなりました。このことから、金属も温めると体積が大きくなることが分かりました。 ・小さい穴には、はじめは球が通らなかつたけど、冷やすと通るようになりました。このことから、金属も冷やすと体積が小さくなることが分かりました。
	5. まとめる。 <div style="border: 2px solid black; padding: 5px;">金属は、あたためられると体積が大きくなり、冷やされると体積が小さくなる。空気や水と比べると、温度による水の体積の変わり方はずっと小さい。</div>
	6. サーモカメラで撮影した映像を見て、より確かな事実をつかむ。 ・やっぱり温度が高いときは、球は膨らんでいて、低くなると縮むんだ。



図5. 導入の様子。

実験は、1グループ3人の少人数グループで行い、次の手順で行った。①金属球が輪を通り抜けることを確認する。②金属球をアルコールランプで1分間熱し、輪を通り抜けるかを確認する。③金属球を流水で冷やし、球が輪を通り抜けるか確認する。この実験操作を1人1人が行い、金属も温度が変化すると体積も変化することを確かめた(図6)。予想では「金属も体積



図6. 実験中の子どもの様子。

が変わる」と考えていた子どもたちも、実際に金属を熱して、金属球が輪を通り抜けなくなることを目の当たりにすると、「通らなくなった」、「本当に体積が大きくなった」と、驚きながら実験を進めていった。また、流水で冷やして金属球が輪を通るようになったことを確認すると、「通った」、「体積が小さくなった」と、やはり驚いていた。ある班では、流水で冷やした後、球が輪をすっと通る時と、引っかかって通りにくい時があった。そのことに疑問を感じたその班の子どもたちは、冷やす時間を変えて、金属球の通り方を確認していた。「そのことからどんなことが分かったの」と問いかけると、「冷やす時間が短いと、温度があまり低くならないから、体積があまり小さくならなくて、冷やす時間を長くすると温度がさっきより低くなって、体積が小さくなるから、輪を簡単に通り抜けた」と、自分たちの発見を嬉しそうに語った。実験操作をただ行うのではなく、主体的に課題を解決しようとする子どもの姿を見ることができた。これは、課題意識が子どもたちの中に、しっかりとあったからだと考えられた。

金属も温度が変化すると体積も変化することをまとめた後、子どもたちを前に集め、終末の事象提示を行った。金属球を熱し、輪に乗せながら「このまま放っておくとどうなる?」と問いかけた。子どもたちが、「冷えて、輪から落ちる」、「冷えて体積が小さくなる」などと反応したのを確認して、サーモカメラの動画を提示した(図7)。子どもたちは、はじめは「おっ」や「すごい」などと言っていたが、「アルコールランプで熱すると100℃くらいになっているんだ」、「熱い所が赤くなっている」など、温度に注目した反応が出てきた。その後は「だんだん温度が下がってきた」、「80℃くらいになったよ」と、温度に注目した反応が増えた。「冷えながら、体積はどうなっているの?」と問いかけると、「だんだん小さくなっている」と返してきた。子どもたちは、温度の変化を見ながら、目では確認できない、体積の変化も想像しながら動画を見ていたのだと考えられた。落ちた時には、「落ちた」、「75℃くらいで、落ちた」、「75℃くらいで、(輪から落ちるくらい)体積が小さくなったのか」

などの反応が見られた。これらの反応から、子どもたちは、温度が高いときは体積も大きくなっており、温度が低くなると体積も小さくなることを、より確かな実感をもって理解することができたと考えられる。



図7. 終末の事象提示の様子。

4. 議論

今回の実践において、子どもたちにとって身近な線路が季節で伸び縮みしている様子を、導入時の事象として提示したことは、子どもの実態と合っており、興味・関心を高め、課題化を図ることに有効であったと考えられる。金属球が自然冷却されて輪を通り抜け、落下する映像をサーモカメラで撮影し、温度を視覚化したことは、子どもたちがより確かな実感を伴って理解することに有効であったと考えられる。また、動画を見ながら、「体積はどう？」など、体積にも着目させるような問いかけをすることで、温度だけが連続的に変化しているのではなく、体積も連続的に変化していることもとらえることができたと考えられる。

子どもたちの素朴な概念から、導入し、課題化を図ることについては、これからも子どもの実態に合わせて工夫していきたい。また、体積の変化については、輪を通り抜けたという間接的な証拠しかないので、子どもたちが温度の変化も体積の変化も直接とらえられるような教材の開発が必要である。

5. おわりに

本研究は、岐阜県教育委員会・岐阜大学が実施しているコアサイエンスティーチャー養成プログラムにおける加茂地区のCSTの研究会での教材開発や指導案の検討の成果の一つである。上麻生小学校の丹羽が中心になり、周辺の小中学校の理科の教員が集まって、2か月に1回程度の頻度で開催している。ベテランのCSTが中心に若手の小中学校教員の自主研修に取り組み、授業実践と実践論文の作成による指導力向上を目指している。サーモカメラは岐阜県教育委員会・岐阜大学が実施するCST養成プログラムの理数教育支援拠点に整備した備品であり、授業実践による児童の学力向上や、教員の研修活動に活用することが期待されている。こうした教育研究活動は継続的に行うことが重要である。また、岐阜県内の他の地域でも同様にCSTが中心になって、自主研修活動の輪を広げていくことが期待される。

文 献

- 文部科学省(2008) 小学校学習指導要領解説理科編, 大日本図書.
- 川上紳一・山田茂樹・酒井茂(2010) 小中学校の理科授業におけるサーモグラフィーの活用と「理科教材データベース」の開発 - 現状と今後の展望 -, 岐阜大学教育学部研究報告(自然科学), 34, 49-52.
- 丹羽直正・川上紳一(2007) 子どもたちの興味・関心を高める動画を中心としたデジタル理科教材開発と授業での活用研究, 岐阜大学教育学部研究報告(自然科学), 31, 63-70.
- Webサイト「理科教材データベース」
<http://chigaku.ed.gifu-u.ac.jp/chigakuhp/html/kyo/>

