

## 湯気と水蒸気の認識 —サイエンスショー「水の科学、大実験！」より—

岳川 有紀子\*

### 概要

2009年9月から11月末までのサイエンスショーでは、「水の科学、大実験！」と題して、水が、加熱や冷却といった温度変化によってどのように姿や形、名称を変えるのかを実験を通して解説した。さらに、雲や雨、結露や湿気など私たちのまわりにあるさまざまな「水」の姿とも関連させながら紹介した。水を加熱する実験では、見学者の発言や反応、アンケート調査によって、湯気と水蒸気を混同して認識している人が少なくないことが確認できた。サイエンスショーの概要と合わせて、湯気と水蒸気の認識の現状、および学校教育での指導状況について報告する。

### 1. はじめに

人間の体はおよそ70%が水であり、水は生活において身近だけでなく必需の物質である。水が温度によって氷やお湯、雪など姿、形や名称を変えることは科学(理科)と関わりを持たなくとも、小さな頃から経験的に知っているだろう。学校教育では、小学4年生の理科で、水の三態変化の基本を学習する。

今回のサイエンスショーでは、水の三態変化、状態変化における体積変化、および雲や結露など身近な水の変化などを、実験を通して解説した。中でも、湯気と水蒸気の違いについては、丁寧な実験と説明を行なった。なぜなら、子どもでも成人でも、水を沸騰させたときにフラスコから出てくる“白いもの”は「湯気」であったり「水蒸気」であったり、認識が混同されていることが少なくなかったためである。

本稿では、本サイエンスショーの概要を簡単に紹介した上で、「湯気」と「水蒸気」の認識についての一考を記す。

### 2. サイエンスショー「水の科学、大実験」

サイエンスショーは、基本的には小学校中学年から一般の方向けを対象として企画しているが、実際の見学者には、さらに小さな子どもも含まれていた。今回のサイエンスショーの主な実験内容と解説は、表1のとおりである<sup>1)2)</sup>。

表1. サイエンスショー「水の科学、大実験！」概要

実験	実験内容	主な解説
1	氷－過冷却水で氷をつくる(図1)	水が0℃以下に冷えると氷(固体)になる。過冷却水のような特殊な状態もあるが、振動や氷との接触などがあれば凍る
2	湯気と水蒸気(図2左)	水蒸気は目に見えない(気体)、湯気は小さな水の粒(見える)
3	過熱水蒸気(図2右); 銅線を過熱し水蒸気で紙を焼く	水蒸気を加熱し続けると100℃以上になり、紙を焼くほど高温になり得る
4	水→水蒸気→水の体積変化(風船や空き缶を使って)(図3)	水が水蒸気になると体積が増し(約1700倍)、逆に水蒸気が水になると体積が減る。大気圧については言及しない。
5	結露(氷がはいった容器のまわり)	空気中の水蒸気が冷やされて水に変化した
6	水蒸気から雲を作る(ペットボトルで単熱膨張)	空気中の水蒸気(湿気)を上手く冷やすと雲になる。雲は水(または氷)の粒
7	水の気化熱を利用してアセトンで指に火をつける	水が水蒸気に変化する際に、まわりから熱を奪う(気化熱(蒸発熱))、身近な気化熱の利用の例

\*大阪市立科学館 学芸課  
takegawa@sci-museum.jp

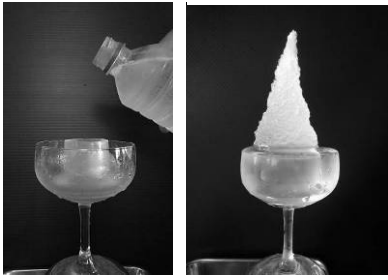


図1. 過冷却水から氷をつくる。グラスの中のおちよこに製水器でつくった氷を乗せてから過冷却水を注ぐ。

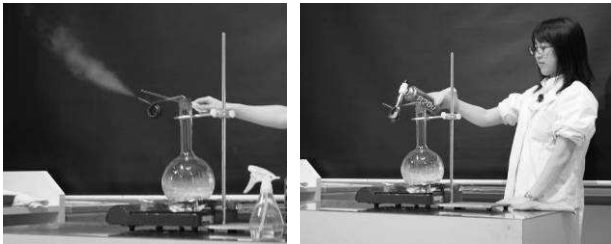


図2. フラスコに付けた銅線の先から出る白く見える湯気を確認(左)。その後、銅線をバーナーで加熱し過熱水蒸気の実験(右)。



図3. 水蒸気⇄水の体積変化を確認する実験。水蒸気で膨らませた風船に栓をしてうちわで扇いで冷やすと風船がしぼみ、中には水が(左)。水蒸気で満たしたフラスコを風船で蓋し、うちわで扇いで冷やすと風船はフラスコの中に入り込む(右)。再度加熱すると、風船はもとに戻る。

### 3. 水蒸気と湯気、その他の認識

#### 3-1. 見学者の認識

実験2(図2左)において、水を沸騰させたフラスコの口から出てくる、「この白く見えるものは何でしょうか?」という問いを会場の見学者にすると、見学者から挙げられる回答は、「湯気」「水蒸気」が多く、このほかに「蒸気」「煙」の、合わせて4つの単語が挙げられることが多かった。「煙」という発言は、たいていが小さな子どもによるもので、発言の後には会場から笑いが出るので、多くの見学者は「煙ではない」と思っているのだろうと感じられた。一方で、「湯気」「水蒸気」「蒸気」という発言に対しては、会場の見学者もうなずくような仕草を見せ、それぞれのいずれかに同意しているように感じられた。「水蒸気」は主に小学校高学年以上の年齢層から挙げられる回答であった。

サイエンスショーを見学する年齢層は、週末は子ども(小学校中学年中心)を連れた家族やカップルが多く、

平日は小学生(4年生中心)が中心である。こうした会場の反応から、成人あるいは質問の意味がわかるくらいの年齢の子どもにとって、「湯気」「水蒸気」「蒸気」の3つの単語は、あまり区別されていないと感じられた。

#### 3-2. 教員の認識

開館中のサイエンスショーでは、見学者にアンケートをとることができる環境にない。そこで、実際はどのように認識されているかをはかるために、ある自治体の教員研修会(2009年11月18日)において、アンケート調査を行なった。研修の冒頭、実験や説明などをする前に、水を沸かしているフラスコを見せ、湯気を指しながら「フラスコから出ているこの“白いもの”は何と呼びますか?」と問い、その答えを用紙に自由記述していただいた。その結果は、表2の通りであった。本アンケートに協力していただいた教員研修の参加者は37名で、そのうち小学校教員が35名(95%)、特別支援学校教員が2名(5%)であった。参加者数とアンケートの回答数が一致しないのは、遅れて参加した方がアンケートに間に合わなかったためである。

表2. 沸騰した湯のフラスコ出ている“白いモクモクしたもの”は何か?に対する回答と内訳(念のため質問は2回繰り返して言った)

記述された回答	人数	割合
湯気	11名	38%
水蒸気	16名	55%
湯気と水蒸気	2名	7%
その他	なし	—

期待していた回答は「湯気」であったが、「水蒸気」と記述された回答が最も多く、半数以上の割合となった。「蒸気」という回答はなかった。この結果は、成人、しかも教員であっても「湯気」と「水蒸気」があいまいに認知されていることを示している。この結果は、普段のサイエンスショーの見学者である子どもから成人までの多くの方が、「湯気」と「水蒸気」を区別が難しいと感じた反応と、一致するものとなった。

しかし、実は、「湯気」と「水蒸気」については、小学校4年生の理科において学習する内容である。次章では、小学校4年生の理科において学習する水の三態変化の基本と、水、湯気、水蒸気のちがいをどのように説明しているのかを紹介する。

### 4. 湯気と水蒸気の学習(学校教育において)

水の三態変化について、学校教育で学ぶ学齢を調べた。学習指導要領では、新旧ともに小学校4年生で学習することになっている。主な内容を、学習指導要

領の抜粋で紹介する(表3, 表4)<sup>3)4)</sup>。なお新学習指導要領は2008年に公示され、小学校では平成23年度(2011年度)から全面実施の予定であるが、保護者の期待や関心が極めて高いため、2009(平成21)年度から理数教育を中心に前倒して実施したい、と文部科学省は発表している。

表3. 1998(平成10)年12月に告示された学習指導要領の関連する部分の抜粋(下線は筆者による)

<p>[第4学年]</p> <p>C 地球と宇宙</p> <p>(2) <u>水</u>が<u>水蒸気</u>や<u>氷</u>になる様子を観察し、<u>温度と水</u>の変化との関係などを調べ、<u>水</u>の状態変化についての考えをもつようにする。</p> <p>ア <u>水</u>は、温度によって<u>水蒸気</u>や<u>氷</u>に変わること。</p> <p>イ <u>水</u>は水面や地面などから<u>蒸発</u>し、<u>水蒸気</u>になって空気中に含まれるとともに、<u>結露</u>して再び<u>水</u>になって現れることがあること。</p>
---

表4. 2009(平成21)年4月から一部先行実施されている新しい学習指導要領「新学習指導要領・生きる力」関連する部分の抜粋(下線は筆者による)

<p>[第4学年]</p> <p>A 物質・エネルギー</p> <p>(2) 金属、<u>水</u>、空気と温度</p> <p>金属、<u>水</u>及び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、<u>水</u>及び空気の性質についての考えをもつことができるようにする。</p> <p>ア 金属、<u>水</u>及び空気は、温めたり冷やしたりすると、その体積が変わること。</p> <p>イ 金属は熱せられた部分から順に温まるが、<u>水</u>や空気は熱せられた部分が移動して全体が温まること。</p> <p>ウ <u>水</u>は、温度によって<u>水蒸気</u>や<u>氷</u>に変わること。また、<u>水</u>が<u>氷</u>になると体積が増えること。</p> <p>B 生命・地球</p> <p>(3) 天気の様子</p> <p>1日の気温の変化や<u>水</u>が<u>蒸発</u>する様子などを観察し、<u>天気</u>や<u>気温</u>の変化、<u>水</u>と<u>水蒸気</u>との関係を調べ、<u>天気</u>の様子や自然界の<u>水</u>の変化についての考えをもつことができるようにする。</p> <p>イ <u>水</u>は、水面や地面などから<u>蒸発</u>し、<u>水蒸気</u>になって空気中に含まれていくこと。また、空気中の<u>水蒸気</u>は、<u>結露</u>して再び<u>水</u>になって現れることがあること。</p>
---

このように、小学4年生において水の三態変化についての基本的な部分を学習し、結露、蒸発、そして天気との関わりも含まれている。今回のサイエンスショーの多くの内容が、4年生で網羅されていることになる。

しかし、学習指導要領では「湯気」という用語は出てこない。では、子どもたちが使う教科書ではどうだろう。

手元にある教科書、「わくわく理科4下」(啓林館, 図4)<sup>5)</sup>では、水を加熱したときの沸騰、湯気、水蒸気を描いたイラストとともに、「**水じょう気**が空気中でひえて、小さな水のつぶになったものが**ゆげ**である。」という本文がある(太字は本文に従った)。イラストの水蒸気の説明には、「目に見えない」とも書いてある(図4)。このように小学校4年生は、湯気と水蒸気の違いについて学習しているのである。

それなのに、前章のアンケート結果のように、小学校教員の誤答率が高いのはなぜなのだろう。

この疑問にこたえるものとして、(独)科学技術振興機構 理科教育支援センターによって発表された「小学校理科教育実態調査及び中学校理科教師実態調査に関する報告書」(平成20年度)がある<sup>6)</sup>。この調査結果では、小学校学級担任の約5割の教員が、理科の指導を「苦手」または「やや苦手」と回答したとある。さらに同調査では、自己評価として、「学習内容についての知識・理解」で58%、「指導法についての知識・技能」で70%、「観察・実験についての知識・技能」で66%、「学習評価についての知識・技能」で74%、「自由研究の指導技術」で81%の学級担任が、理科に関する知識・理解や技能等を「低い」または「やや低い」と回答し、自認している、という結果も発表されている。

このような実態が、教員の「湯気」と「水蒸気」の誤答を導いていると考えられる。一般の方について言えば、こうした教員の理科の授業を受けたことが一因であることも想像として否定できないが、自分自身も含め、学校(義務教育)で学習したことすべてが身につけているかといえれば難しく、成人になるまでの時間の経過とともに忘れてしまうだろうし、正確に知識を見に付ける難しさの象徴的な一例といえるだろう。



図4. 小学4年生の教科書<sup>5)</sup>「水のすがた」より。イラストも交えて、水、湯気、水蒸気の説明がされている。

## 5. おわりに(課題とまとめ)

日常においては、「湯気」と「水蒸気」を混同して使っても、一般的には曖昧な語彙であるために、おそらくコミュニケーションに大した支障はないだろう。しかし、小学校4年生で学ぶ内容ということは、義務教育の初期で知る基本的なことであるので、やはりできるだけ多くの方に正確に区別していただきたいものである。

学校教育で言えば、インターネット上には「湯気」と「水蒸気」の違いを理解させようとする実践例や指導案例などが数多く公開されている。すでにこの点に問題意識を持った教育者がいるということがわかる。こうした既存の指導方法を学校で実践するのが近道だろう。

あるいは4章で紹介した調査結果のように、多くの小学校の学級担任が理科を苦手としており、指導の自己評価も低いことを考えると、理科に詳しい専科の教員を積極的に導入するのも手である。実際、同調査では、「高度な観察・実験や子どもの疑問に教科書以上の専門的な知識をもって対応できるので、理科は専科教員が教えた方がよい」という問いに対して、学級担任の76%、理科専科の61%が「強くそう思う」か「そう思う」と答えている。ただし、「水蒸気」と「湯気」の区別については、教科書以上の専門的な知識ではない(図4)。

一方、学校教育を卒業した一般の方に対しては、本サイエンスショーのように、科学館などの生涯学習施設を積極的に利用していただき、楽しみながら学べる機会の提供をより充実させていくとよいだろう。また、テレビなどでも「水蒸気」と「湯気」の区別ができずに放送しているものをたびたび見かけることから、影響力の強いマスコミの使用する用語についても、留意していきたいものである。

さいごに学術用語について記しておく、「水」や「水蒸気」(steam)は化学等の分野の学術用語であるのに対し、「湯気」はどの分野の学術用語でもない。「水」「蒸発」も化学等の学術用語で、「結露」は建築分野として、「氷」は気象分野で学術用語である。

## 6. データ

サイエンスショー「水の科学、大実験！」

実施期間 2009年9月1日～11月29日

演示回数 287回

見学者数 19792人

## 7. 参考資料

- 1) 斎藤吉彦, 「水、空気、いろいろ大変身」実施報告, 大阪市立科学館研究報告, 第17号(2008年)
- 2) 長谷川能三, 「空気パワー」実施報告, 大阪市立科学館研究報告, 第17号(2007年)

- 3) 現行学習指導要領 小学校学習指導要領(平成10年12月告示、15年12月一部改正), 文部科学省, [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shuppan/sonota/990301.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/990301.htm)
- 4) 新しい学習指導要領「新学習指導要領・生きる力」小学校学習指導要領(2008年告示), 文部科学省, [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/yo\\_uryou/syo/](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/yo_uryou/syo/)
- 5) わくわく理科4下, 株式会社新興出版社啓林館平成16年2月10日検定済、平成17年度用, 第7単元 温度とものの変化(3)「水のすがた」, p38-p51
- 6) 小学校理科教育実態調査及び中学校理科教師実態調査に関する報告書(改訂版), 財団法人 科学技術振興機構 理科教育支援センター, 平成20年度, [http://rikashien.jst.go.jp/investigation/cpse\\_report\\_006.pdf](http://rikashien.jst.go.jp/investigation/cpse_report_006.pdf)