

水の状態変化に関する理解の徹底を目指して

Teaching material that aims at a thorough understanding of the change of state in water

自然系理科 猪木 章夫
自然系理科 岡田 紀子
自然系理科 日比 昌
臨床心理士養成 山津 久美

I はじめに

日常生活の中で、湯を沸かした経験はあっても、水の沸騰する様子は、やかんや鍋では外から見えない（図1、図2）。水が変化することは知っていても、その過程を注意深く観察したり調べてきたりしてきたわけではない。

また、水蒸気という言葉を知っていても、湯気と混同していることが多い。ここでは、曖昧に理解している事柄を整理し、探究心をもって学習を進めるための教材開発を考えた。

そこで、2007年5月9日にA大学2年生180名を対象に、「水のすがたとゆくえ」（小学校4年単元）のプレテストを行った。結果は表1のようになり、正答率にばらつきが見られた。

問題11は、湯気と水蒸気の違い、問題12は、水蒸気は気体であること、問題14は、湯気は再び加熱すると水蒸気となることを問うものであった。この結果は、小学校で学習する内容であるのにもかかわらず、大学生になんでも水蒸気と湯気の概念が定着していないからだと考えられる。そこで、確実な理解につなげていくために、理解・定着度の低い点に焦点をあてた教材や効果的な指導方法を考案していくこととした。

表1 水のすがたとゆくえプレテストの正答率

問題番号	1	2	3	4	5	6	7
正答率	96.4	97.1	95.4	96.4	97.1	91.4	96.4
問題番号	8	9	10	11	12	13	14
正答率	98.6	88.5	93.5	32.4	33.8	93.5	65.5

II 「水のすがたとゆくえ」の単元の基礎・基本

表2は、小学校学習指導要領理科編から水の状態変化についての基礎・基本となることを観点別にまとめたものである。プレテストの結果から、「水は水蒸気になって空気中に含まれており、温度が下がったり冷たい物に空気が触れたりすると空気中の水蒸気が結露して再び水になって現れる」という知識・理解の定着が不十分ではないかと考えられる。

表2 「水のすがたとゆくえ」の単元の基礎・基本

関心・意欲・態度	科学的思考	技能表現	知識・理解
----------	-------	------	-------



図1 鍋の水の沸騰



図2 やかんの水の沸騰

①身の回りの水の様子を調べたりすることに興味・関心をもち、進んで温度による水の状態変化を調べようとする。	①水蒸気や氷に姿を変える水の状態変化と温度を関係付けることができる。	①加熱器具などを安全に操作したり寒剤を使ったりして、水の状態変化の実験をすることができる。	①水は温度を100℃近くにあげると、水蒸気に変わり温度を0℃に下げると氷に変わること。
②加熱や冷却、自然蒸発による水の状態変化に不思議さやおもしろさを感じ、見出したきまりで日常の現象を見直そうとする。	②水の蒸発や結露し水が現れることから、空気中の水の存在を考えることができる。	②空気中に含まれる水蒸気を取り出す方法を考え、工夫して実験することができる。	②水は、自然に蒸発し水蒸気になって空気中に含まれている。温度が下がったり冷たい物に空気が触れたりすると空気中の水蒸気が結露して再び水になって現れること。

III 水を加熱して水蒸気に変化するまでの過程の児童の意識の流れ及び指導方法の検討（第一次）

水の状態変化について小学校の教科書（東京書籍）に掲載されているのは、資料1のような内容である。その第一次の児童の意識の流れを簡単に述べる。

水を加熱する過程を透明容器で観察すると、まず容器の周りに水滴がつくこと、続いて、底から泡が出てくることが観察される。また、水面から湯気が出てくることにも気付く。それも熱するうちに底から出る泡の出が激しくなり、それに伴って湯気もたくさん出てくる。その頃には容器の周りの水滴もなくなり、水が減ってなくなってくる。

水を熱したとき

- ①水がなくなる
- ②湯気が出る
- ③泡が出る
- ④温度が100℃近くで変わらなくなる

これら4つの事象は、水を熱した時にそれぞれが関係し合っている。
→ 4つの事象を関係づけて見ていこう

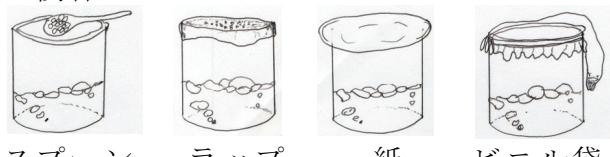
- 子ども一人ひとりの考えが関係し合うような課題の設定
- ○ 友だちの考え方を取り入れながら進めていく学習



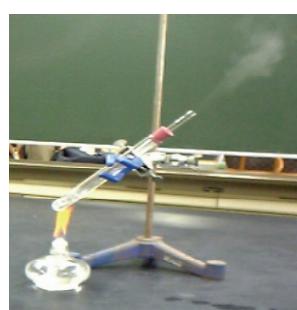
「水が減ること」と「湯気が出ること」

スプーンを近づけると水滴がつく。
ラップをかぶせると水滴がつく。
紙をかぶせると湿っぽくなつた。
ビニル袋で集めると水がたまつた。

の関係



湯気は水なんだ。
湯気は水が変わったもので、
湯気が出ていくから、水がなくなる。



湯気の観察



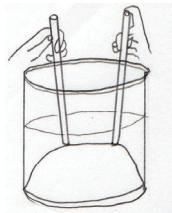
スプーンの様子

「湯気が出ること」と「泡が出ること」の関係（本研究で開発した教材を活用）

- 泡が激しく出ると
湯気もたくさん出る。

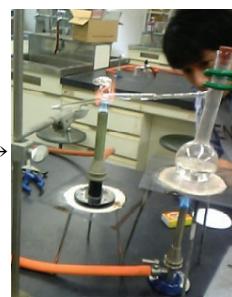
↓

ストローからすぐ湯気が出るのではなく、少し透明な所がある。



- 泡が冷えると湯気になる?
湯気を温めると泡にもどる?

- 泡を押さえ込むと湯気は出ない?



泡が激しく出る時に湯気が多くなる。

泡が冷えると湯気になると考えた子どもには、湯気を温めるとどうなるかを考えさせたい。

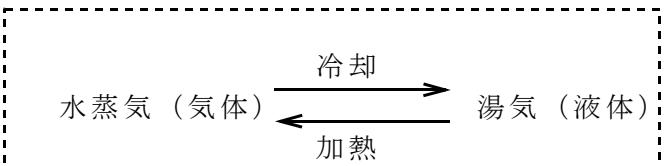
水蒸気と湯気の状態変化と温度の関係を調べる実験

水蒸気と湯気の状態変化と温度の関係を調べる実験

- ① らせん状になったガラス管の中の湯気を再び加熱する。
- ② 湯気は再び水蒸気になって見えなくなり、ガラス管の先から出ている。
- ③ ガラス管の先の少し離れた所にマッチを持っていく。
- ④ ガラス管の先に金属製のスプーンをあてる。

この実験③の結果、マッチに火がつくことから、湯気（液体）を加熱すると、水蒸気になり、その温度はかなり高温になっていることが分かる。また、実験④の結果、スプーンに水滴がつくことから、水蒸気は冷やされると、水滴（液体）となることが分かる。

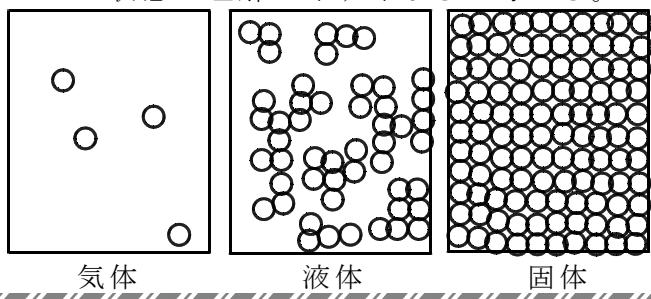
この実験により、右図のような関係が理解できると考えられる。



水の状態変化のモデル図の提示

	気体	液体	固体
形	決まったものなし	決まったものなし	ものあり
体積	ある	ある	ある
質量	ある	ある	ある
密度	非常に小さい	気体より大きい	気体よりはるかに大きい
圧縮性	ある	しにくい	ない
熱移動	対流	対流	伝導
熱膨張	大きい	小さい	非常に小

左表のように、気体・液体・固体のいくつかの性質を比べた場合、水の分子の集まりの状態を下図のように表し、提示すると、水蒸気と湯気の状態が理解しやすくなると考える。

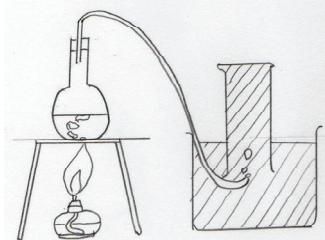


泡が出ること」と「水が減ること」の関係

- 泡の観察 - 泡の大きさ・エアポンプの泡との比較・身の回りの空気と同じか?
- ラップでふたをする 大きく膨らむ 泡が空気なら、水が減少するのはなぜか?
- 泡が空気か水蒸気かを確かめる実験

: 泡を集めて

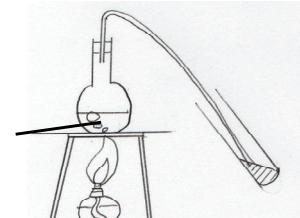
水の中を通す。



: 泡を集めて

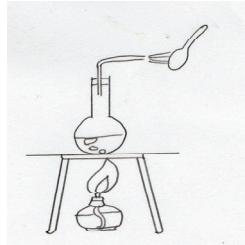
冷やす。

色水



: 泡を集めて冷た

いものにあてる。



水が減ること」と「温度が 100 °C 近くで上がらないこと」

- 100 °C 近くなったら水が急に減る。
- 温度計の目盛りが上がると、水面が下がる。
- 水がなくなると温度が上がる。

↓

水が泡や湯気に変わっているときには、温度は変わらない。

それぞれの関係を表にまとめる。

泡と温度	泡と水の減少	泡と湯気	湯気と水の減少	湯気と温度	水の減少と温度
泡					
大きな泡を集めてみると水滴になった				湯気	
			湯気を集めたら水滴になった 湯気は水面から少し離れた所から出た		
小さな泡 40 °C ~ 50 °C から出る	大きな泡が出てく ると、水は急激に減少	大きな泡 が出てく ると、湯 気も多く なる	湯気を集めたら 水滴になった 水が減ったのは 湯気になって出 ていったから	湯気は 40 °C くらいから 出てきた 湯気は 100 °C 近くでたくさ ん発生した	水は熱し続けても 100 °C 近くまでしか上がり ない
大きな泡 100 °C 近くでたく さん出で くる		熱すると 水は見え ない物 (水蒸気) になり、 冷えて湯 気になる	水は見えない物 (水蒸気) にな り、冷えて湯氣 になる		水は 100 °C にな らなくても減少 水は 100 °C 近く になると急激に 減少

資料1 小学校の教科書の内容（新しい理科4年下 東京書籍）

第一次

① 水を熱し続けるとどうなるか。

○ 水は、熱せられると、湯気に変わらるのだろうか？

何も見えない所を冷やす。

見えない所にも水があることをつきとめる。

冷やすと水の粒が出てくる。

○ 水を熱したときに、水の中から出てくるあわは何だろう？

定義 水蒸気—水（液体）は、熱せられて温度が高くなると、ふつとうして、水面や水中から、目に見えない水蒸気（気体）になって空気中に出ていく。

湯気 —熱い水蒸気が冷えて、小さい水の粒になったもの。

湯気は、小さい水の粒で水蒸気（気体）ではない。

湯気は、再び水蒸気になって、空気中にまじっていく。

○ 水は何度になると、ふつとうするのだろうか。

また、水の温度は何度まで上げることができる
のだろうか？

第二次

② 水はふつとうしなくても蒸発するのだろうか。

○ 水たまりのしみこまない水はどこへいったのか調べる。

○ 入れ物の水はふつとうしなくとも、蒸発するのか。

おおいをしないもの おおいをしたもの

水はふつとうしなくとも、蒸発して、空気中に出ていく。太陽の光などであたためられると、早く蒸発する。洗濯物などを日なたに干すと早く乾くのはこのため。

第三次

タオル1枚に 570 g の水

③ 空気中の水蒸気は水にもどせるか。

○ 空気中の水蒸気を、水にもどすことはできるのだろうか。

冷たく冷やしておいた入れ物を、外に出しておくと

まわりに水滴がつく。これは、空気中の水蒸気が冷や

されて、水にもどったからである。

冷蔵庫から出した
ペットボトル

霧 地面から立ち上る湯気 寒い時に窓ガラスの内側に水滴

第四次

④ 水は冷やされるとどうなるか。

空気中の水蒸気は、冷やされると水に変わる。

水は、さらに冷やされると氷に変わる。

○ 水は、冷やされると、何度ぐらいで氷になるだろう？

まとめ 水は、熱せられると、水蒸気になり、100℃ぐらいでふつとうする。

冷やされると、0℃でこおって氷になる。このように、温度によって、固体、液体、気体にすがたを変える。

例 ろう 鉄

IV まとめ

プレテストの結果より、熱し続けると、「沸騰する」という現象は十分にとらえられると考えられる。しかし、「湯気」と「水蒸気」という水の状態がとらえられていないと考えられたので、「蒸発」という一般概念をもつための観察の視点を明らかにしていきたいと考え、教材開発を行った。

ここで開発した教材は、水を熱したり冷やしたり、身の回りの水の様子を調べたりすることに興味・関心をもち、進んで温度による状態変化を調べようとする態度をもつことができると考える。安全に配慮し、興味・関心に応じることが大切であると考えられるので、本教材を活用する第一次は、TTで行うこととする。

そして、第四次を最初に行うことにより、小学校4年生段階でつまずきの多い温度計の計測の技能の効果を上げ、第一次の安全に関する配慮が必要な計測を行いやすくする。様々な温度を計測する体験を行うこととする。

最後になりましたが、本課題研究を行うにあたり、プレテストや原稿に目を通し、多くの助言をくださいました、鳴門教育大学の香西武准教授、武田清准教授に、心より感謝いたします。

V 文献

田村高広, 1999. 事象を関係づけてみていこう. 初等理科教育, 33(5) : 3 - 8

VI 英文の要約

A survey was carried out in Naruto university of education to find out the level of understanding of change of state in water among undergraduate students. It did not matter that the questions presented to the undergraduate students in the survey were the same type of questions presented in atypical test at elementary school. It was found out that, as it's found among elementary school students the notion of water vapour as opposed minds of undergraduate students too. This misconception was taken up as a theme of study and an impressive teaching material that serves to certainly correct the misconception was developed.