

# 深い配慮がされている奈良教附小の理科 —— 学習指導要領の不適切を考える ——

生源寺 孝浩\*1 園部 勝章\*2

## 【1】はじめに

2024年1月9日、国立大学法人奈良国立大学機構奈良教育大学（以後、「奈良教育大学」と略す）は、「奈良教育大学附属小学校における教育課程の実施等の事案に係わる報告書（以後、「報告書」と略す）」(\*01)を公表しました。それによると、奈良教育大学附属小学校（以後、「奈良教附小」と略す）で行われてきた理科を含むいくつかの教科教育は、学習指導要領に鑑みて「不適切」とであると評されています。

今回の奈良教附小が学習指導要領にそっていない授業をしているから「不適切」とあるとか、校長のガバナンスがきかない教師集団があるから問題だというのは、学術会議の任命拒否問題と通底していますし、言いかえれば、民主主義の破壊としての憲法問題にも通底している問題です。奈良教附小だけの問題ではなく、大きな視野で見なければならぬ問題でもあります。

「みんなのねがいでつくる学校 応援団」というサイトがあります。是非、のぞいてみてください。（<https://www.kodomonomahoroba.com/>）(\*02)

この中に愛知教育大学名誉教授の折出健二さんの文章があります。「奈良教育大学附属小学校における教育課程『問題』攻撃の根底にあること — 附属学校の自主性と使命・役割とは何か — 」これも是非参照してください。

ここでは理科にしぼって「不適切」という評価が、理科教育の内容と方法と、子どもの理解（認識）にとって、それでよいのかを考えてみたいと思います。

筆者は公立小学校在職中も、教員養成大学の教員だったときも、奈良教附小の公開研究会に何度も参加してきました。また、奈良県理科の会（理科教育研究サークル）や近畿・東海理科の授業と認識研究会でも、奈良教附小の理科部の先生たちと交流を続けてきました。それは今もなおずっと続いています。私たちはお互いの理科教育実践を報告し合って、子どもたちが自然科学の本質を認識するためのよりよい授業づくりを共同研究してきたのです。

「月の満ち欠け」を子どもが理解しようとするとき、子どもは地球の上において、太陽と地球と月の関係をとらえなければならないのだが、子ども自身が地球上にい

---

\*1 元岐阜市公立小学校教諭／元京都橘大学教授

\*2 元奈良教附小教諭・副校長／大学非常勤講師

ながら、太陽と地球と月の関係をとらえるための視点を、地球から離れて宇宙から観るようにするためには、どのような教具や指導が必要かなど、研究し合ってきました。

筆者は今、81歳になりますが、共同研究した仲間には、ほぼ同年の者もいます。学ぶ値うちのある自然科学の内容とはどういうものかや、どうしたら子どもたちがよりよく分かるようになるかという奈良教附小の理科教育研究、その内容と方法の研究は60年を越える時を経て積み上げられてきたものです。単に、学習年次が学習指導要領に沿っていないからという理由で、「報告書」に「不適切」とありますが、それが如何に子どもの側に立てていない大人の御都合主義で言っているかについて、逐一、述べたいと思います。

以下の「学習指導要領との『年次違い』の意図」は、奈良教附小の理科部の記録等に学んで、筆者らが記述したものです。

## 【2】学習指導要領との「年次違い」の意図

令和6年1月9日 奈良教育大学から「報告書」が出されました。「(表2) 学習指導要領に示されている内容の実施(授業時間数・履修年次・評価の実施を含む)に関する不適切事項」によれば、「教科等名 理科」の「分類」は、どれも「年次違い(事前・事後)」であり、「不適切であった内容」と「学習指導要領との対応」は以下、1)から12)のように書かれています(指導要領における不足時数、指導不足に係る教科書における目安の時数、回復措置番号は略した)。

上の「報告書」理科の項に、3年と4年での入れ替えが特に多い理由は、3年までの子どもたちは個別の認識の時期(一つ一つ具体物を詳しく調べるのが得意な時期)としてとらえ、4年以降の子どもたちは一般化の認識の時期(いくつかの具体を統合して包括した見方で物事をとらえる時期)として見ることができるからです。奈良教附小の理科部の教師たちが、子どもたちの認識発達に沿って学習活動ができるようにとの思いから、年次入れ替えを行ってきたのだという思いは、とてもよく理解できます。

「年次違い」の項目は、以下のようにいられています。

- 1) 「身のまわりの生物」(3年)を4年で指導 3年B(1)
- 2) 「太陽と地面の様子」(3年)を5年で指導 3年B(2)
- 3) 「物と重さ」(3年)を4年で指導 3年A(1)
- 4) 「電気の通り」(3年)を4年で指導
- 5) 「人の体のつくりと運動」(4年)を6年で指導 4年B(1)

- 6) 「金属・水・空気と温度」(4年)を5年で指導 4年A(1)
- 7) 「月と星」(4年)を5年で指導 4年B(5)
- 8) 「天気の様子」の1日の気温の変化(4年)を3年で指導 4年B(4)
- 9) 「空気と水の性質」(4年)を3年で指導 4年A(1)
- 10) 「季節と生き物」(4年)を3年で指導 4年B(2)
- 11) 「流れる水の働き」(5年)を4年で指導 5年B(3)
- 12) 「月と太陽」(6年)を5年で指導 6年B(5)

以上の1)から12)までが「報告書」で指摘されている「不適切事項」なのですが、60年を越える研究を蓄積してきた奈良教附小の理科部の教師たちは、なぜに学習する年次を上げたり下げたりしてきたのでしょうか。「年次違い」の意図を学習指導要領と、学習内容を獲得する者としての子どものもの認識発達を加味して考えてみたいと思います。

#### 1) 「身のまわりの生物」(3年)を4年で指導 3年B(1)

後述する「10)「季節と生物」(4年)を3年で指導 4年B(2)」とも関わっているのですが、学習指導要領で4年に位置づけられている「季節と生物」より、3年に位置づけられているこの「身のまわりの生物」の方が、周辺的环境との関わりで成長の過程や体のつくりに着目するので、学習内容はより高度になります。

3年の「身のまわりの生物」の学習指導要領の記述は「(ア)生物は、色、形、大きさなど、姿に違いがあること。また、周辺的环境と関わって生きていること」としています。たとえば、アゲハチョウの幼虫やコノハチョウなどが身を守るための擬態や、春の草が生えて、それをエサにするバッタや、チョウ、蛾の卵がふ化し、幼虫が成長する中で、それをエサにしているツバメが渡ってきて軒先に巣を作り子育てをするなどの、まさに身のまわりの生きものの、生きもの同士の関係・環境を学んで行くのがこの学習の内容です。ということから、「季節と生物」(4年)を3年で指導してから、「身のまわりの生物」(3年)を4年で指導するのは、「身のまわりの生物」の方が論理構造がより複雑であるという理由からです。

特に、「昆虫の育ち方」については4年で学習しています。その理由の一つは過去・現在・未来という時間的連続的なとらえが4年になるとできるようになることです。完全変態、不完全変態(可変態や無変態もあるが…)はどちらも時間的に連続的な営みとしてとらえさせたいと考えているからです。2つ目は昆虫という一般化を含む内容であるためです。育ち方の学習の多くはモンシロチョウかアゲハチョウを飼育しながら学習を進めるのですが、飼育が目的ではなく昆虫の育ち方の一例として学習内容に意味を持たせています。つまり、昆虫という一般的な見方とらえさせるには個別認識の時期の3年よりも一般化の認識が育つ4年で学習した方がよいと判断しています。

3年生と違って、9-10歳の節を超えた4年生では、論理的な学習に向き合う意識や、事実からコトバを紡ぎ出す力は、はるかに高くなっていることをわかってほしいです。2)以下の「年次違い」の理由を理解していくためにも。

#### 2)「太陽と地面の様子」(3年)を5年で指導 3年B(2)

「太陽と地面の様子」の内容に関して教科書を見ると、「1 かげのでき方と太陽」の部分があり、そのまた一部分として、太陽の日周運動が扱われます。今一つは「2 日なたと日かげの地面」です。

太陽の動き(地球の1日の動き)については、5年で「星の動き」の一環として学習を進めてきています。まず、星の学習を5年で進めてきた理由は、時間的にも空間的にも認識が発達する時期だからです。

月が太陽に照らされて地球から見えたり、星の並びが変わらずに動いたり、地球が動いているので星が動いているように見えたりすることがわかるには、時間的・空間的な、それぞれの認識に働きかけながら学習することが欠かせないと考えているということです。また、太陽も星の一つであるため、太陽の動きと他の恒星の動き、月の日周運動、それぞれを関わらせて学習することで星の動きが自転によるものであると理解させようとしています。

#### 3)「物と重さ」(3年)を4年で指導 3年A(1)

「物と重さ」は「物の重さ」ではなく、「物と」となっています。これは学習指導要領も物にこだわっているからです。物には、3つの姿があり、特に目に見えない、また、生活場面では重さを実感できない気体の重さについてですが、3年生では空気の重さを計測できたからといって、重さがあるとは理解しにくいし、納得できないでいる子どもの姿があります。4年の後半でさえ、空気については「感じないから重さがあるとは思えない」と子どもが考えたこともあるとのこと。

また、3年で行われている「物と重さ」の学習で、固体の「ものの形と重さ」だけを扱うのでは不十分であると考えています。物は粒(原子・分子)で出来ており、その粒に重さがあるのであって、「物(粒)の加減がない限り重さは変わらない」という到達させたいねらいが、固体の変化だけに限らず、固体が液体に浮いたとき、液体が熱膨張したときなどの「物の変化と重さ」についても学ばせたいと考えています。また、「どんな物にも重さがある」ととらえさせるためには、4年の一般化の認識ができる時期と合わせて学習させるのがよいと考えているのです。

溶解したものの重さや気体の重さについては5年、6年で指導します。

詳しくは【3】章【4】章で述べています。

#### 4)「電気の通り道」(3年)を4年で指導 3年A(5)

まず理由のひとつは生活科との関連も考慮していたことです。生活科において、

日常生活の変化によって子どもたちの諸経験が少なくなっていることから、生活科での学習の系統を踏まえて何を経験させるのがよいのかと考えてきました。その一つとして生活科の2年で「電気を通すもの、通さないもの」という学習を設定しています（小学校1年と2年では「理科」はなく「生活科」になっています）。ここでは、ソケット付き豆電球1個を乾電池1個とつないであかりを灯す内容（単回路）と、回路の中にいろいろな物を入れてつなぐことで、明かりの点く物（電気の通る物）と点かない物（通らないもの）を見つけていく内容になっています。鉄や銅やアルミニウムのようなピカピカしたのものには電気が通り、ひもやゴムなどのピカピカしていない物には電気が通らないという学習をするのです。そのため、3年の「電気の通り道」は2年で済ませているため、ほとんど同じ学習をすることになるのを避けたということです。そこで、4年で2年の生活科の学習を振り返りながら、回路や直列、並列回路を学習するようにしてきたのです。また、豆電球1個を乾電池1個で光を灯すという単回路の学習だけが3年で扱われていますが、4年の豆電球2個を直列にするのか並列にするのかという2種類の回路の学習と統合したほうが子どもにとってわかりやすいということもあるのです。

ただ、今回の大学からの調査では、生活科と理科は異なる教科であるという理由で、4年で3年の内容を振り返り学習をすることが、ことさら取り上げられて「年次違い」という指摘となっているのです。何と学びの内容を見ない調査であるといわなければなりません。

#### 5) 「人の体のつくりと運動」(4年)を6年で指導 4年B(1)

「人の体」と名がつく学習は、4年で「人の体のつくりと運動」、6年で「人の体のつくりと働き」があります。それぞれの学習内容は、4年では「(ア) 人の体には骨と筋肉があること。(イ) 人が体を動かすことができるのは、骨、筋肉の働きによること。」となっていて、6年では「人や他の動物について、体のつくりと呼吸、消化、排出及び循環の働きに着目して、生命を維持する働きを多面的に調べ(略)ア 次のことを理解する(略)こと。(ア) 体内に酸素が取り入れられ、体外に二酸化炭素などが出されていること。(イ) 食べ物は、口、胃、腸などを通る間に消化、吸収され、吸収されなかった物は排出されること。(ウ) 血液は、心臓の働きで体内を巡り、養分、酸素及び二酸化炭素などを運んでいること。(エ) 体内には、生命活動を維持するための様々な臓器があること。」です。

4年で学ぶことになっている「人の体のつくりと運動」の單元には、限られた一部の骨と、同じく限られた一部の筋肉を取り上げて、それらの骨や筋肉が別個に働くような理解になる内容があります。ですから、奈良教附小では総合的に骨、筋肉、関節などのつくりと、これらの相互的な働きを理解させるための代表として、生物としてのヒトを捉えさせることを目的としています。生物としてのヒトを教えるた

めには、ヒトに限らず他の哺乳動物との比較や動物の見方の獲得、また自分を生物という視点で客観視できること、これらのことを理科の学習で求めることになりませう。そのため、4年の「身のまわりの生きもの」で昆虫などの見方を学習し、5年の「生き物の誕生」の学習で魚や動物の見方を学習します。これらの積み上げをふまえてから6年で「人の体のつくりと働き（呼吸、消化、排出及び循環の働き）」を学ぶことで、ひとまとまりの「人間の体」を全体的につかむことになり、より生き物としてのヒトの理解が豊かになると考えています。

追記：付属小学校の学習カリキュラムについての報道があつてから、様々な場所から声が上がリ、研究の歴史を感じます。そんな学習を受けている6年の子どもからは、「先生こないだヒトの骨の勉強を4年でやったん？ 私の妹が言つてたで。ヒトの骨の学習は絶対6年で教えてもらったほうがおもしろいのになあ。」と伝えてくれました。（附小からの報告）

#### 6) 「金属・水・空気と温度」（4年）を5年で指導 4年A（1）

大学の「報告書」の「年次違い」の評価には少し誤解があるようです。この「金属・水・空気と温度」では、三分の二は4年で、残りの三分の一を5年で教えるように附小では計画されています。

「金属・水・空気と温度」（4年）を小学校学習指導要領（平成29年3月告示）にみると、「(ア) 金属、水及び空気は、温めたり冷やしたりすると、それらの体積が変わる〔熱膨張〕が、その程度には違いがあること。(イ) 金属は熱せられた部分から順に温まる〔熱伝導〕が、水や空気は熱せられた部分が移動して全体が温まる〔対流〕こと。(ウ) 水は、温度によって水蒸気や氷に変わること〔三態変化〕。また、水が氷になると体積が増える〔水の特殊性〕こと。」（〔 〕内は筆者）を学習することになっています。

上にあげた(ア)(イ)(ウ)の3つの内容は、小学校4年の認識発達では別々の内容の学びとしてしか受け取ることのできないはずのものが、学習指導要領の項目としては1つに詰め込まれています。（(ア)(イ)(ウ)の3つの内容が、原子・分子の熱による振る舞いの違いで起きる現象という観点ではひとまとまりにできるのですが、少なくとも小学校段階では無理です。）

啓林館の教科書の編集でも、上記の(ア)は「【7】温度とものの変化（1）ものの温度と体積」、(イ)は「【8】温度とものの変化（2）もののあたたまり方」、(ウ)は「【9】温度とものの変化（3）水のすがた」という構成になっていて、ページは連続しているのですが、内容的にはそれぞれ独立した内容であるという扱い方になっています。奈良教附小では、教科書の番号でいうと【7】と【8】は4年で、【9】は5年で学習してきているのです。

「(ウ) 水は、温度によって水蒸気や氷に変わること〔三態変化〕」を5年で学習するようにしてきたその理由は2つあつて、物としての共通する性質である三態変

化を、水だけで学びきることはできないということと、水だけでは体積変化において特殊性があるという理由からです。とりわけ三態変化の内容の学習を5年で行ってきたのは、液体から気体への変化を扱うからです。いくら物の出入りがないということを強調しても、液体の水が気体になった姿を見た子どもたちから出てくる言葉は「空気が入ってきた」です。ですから、液体から気体への三態変化の認識は、子どもらにはとても難しいのです。

空気も気体の一つであるという見方と、液体から気体が変わったと論理で乗り越えるためには、論理的に考えることと、目に見えないものがわかるようになる（このことを「心の眼で見る」といいます）ことの子どもの認識の発達を踏まえる必要があると考えているのです。

7)「月と星」(4年)を5年で指導 4年B(5)

および 12)「月と太陽」(6年)を5年で指導 6年B(5)

7)および12)については、共に5年で指導しています。その理由について以下述べます。

星に関して小学校で学習する内容を拾い出してみると、現行では3年で「太陽の動き」、4年で「星の色と星座の動き、並び方は変わらない」、加えて「月の形と動き」、6年で「月の満ち欠け」となっています。太陽の動きも、南の空の星座の動きも、月の動きも、東から南を経て西へと動きます。その動きはどれもおよそ1時間に15度です。それは、地球の自転によって、見かけ上で動いているからです。また、星座の並び方が変わらないのは、太陽と同様で、星そのものは動いていないからです。

ただ、月が形を変える(満ち欠けする)のは、月も動いているからです。地球の自転による星(恒星)の動き、月の動き(天空を1時間に15度移動していくように見える)と、それに加えて、日によって月の動き方が違うこと(満月は夕方、東の空に見え始めるけれども、半月は夕方にはすでに南の空にあるなどのこと)と、見え方の違い(満ち欠け)を学習します。そのためには、地球が一定の決まりで動いていることとしながら、満ち欠けする月はどのように動いているかについて学習を進めなければならないために、月や星や太陽、それぞれ別個の学びでは、この関係性は理解しづらいのです。また、この学習は、月、星、太陽、地球の時間的な変化と空間的な広がり認識を必要とするので、高学年での学びが適していると考えて、「月と星」(4年)と「月と太陽」(6年)を5年で学習することにしてきているのです。

この「月と星」「月と太陽」の学習が、過去、小学校学習指導要領理科のどの学年に位置づけられてきたかを見ると、改訂ごとに変わっています。とくに「月の満ち欠け」の視点で見ると以下のようになっています。

- 1) 昭和46年4月施行では、3年で「見える位置や形などが変わる事」、5年で「月の形が変わって見える事」とあります。
- 2) 昭和55年4月施行では、4年のみで、「月は、日によって形が変わって見える事」となっています。
- 3) 平成4年4月施行では、5年のみで、「月は日によって形が変わって見え、月の輝いている側に太陽がある事」となっています。
- 4) 平成14年4月施行では、4年のみで、「月は絶えず動いている事」としか書かれていません。
- 5) 平成20年3月告示では、4年で「月と星」、6年で「月と太陽」に分けられましたが、「月の満ち欠け」の学習はその両方に位置づけられていて、「月は日によって形が変わって見え（4年）」と「月の形の見え方は、太陽と月の位置関係によって変わる事（6年）」となっているのです。この位置づけは、平成29年3月告示にも、ほぼおなじ形で踏襲されています。

このことから分かるように、子どもが月を観察している地球から、太陽と地球と月との関係で「月の満ち欠け」を認識しなければならない学習は、4年では困難です。もう一度、6年にも位置づけられていますが、4年「月と星」、6年「月と太陽」を統合して、5年でていねいな授業が必要であると、奈良教附小は考えています。

むしろ、条件（重要単元が5年、6年にはたくさんあることと、時間数などの諸条件）が許せば、天体の学習を、一気に6年へ移行させることも考えなければならないような内容ではないかとさえ思われます。

#### 8) 「天気の様子」の1日の気温の変化（4年）を3年で指導 4年B（4）

〔第4学年〕の「天気の様子」は以下のように2つの内容に分かれていて、1つは、「1日の気温の変化」であり、いま1つは、「水が水面や地面から蒸発し空気中へ拡散し、そして、逆に空気中から結露するという内容です。奈良教附小では、この前者の「1日の気温の変化」の部分だけを4年から3年へ移動させています。

子どもたちの様子は、実際に計測することがメインの学習内容であるため、やりながらわかる3年での学習にぴったりであると考えてきました。また、同じ影でも校舎裏と運動場の木陰では、温度が違っているという個別的な考えを持ちながら主体的に学べるのはまさに3年生に適した題材と考えてきました。

ややくり返しになりますが、水が蒸発して空気中へ拡散したり、逆に結露したりするのは、5年で学ぶ水の三態変化の内容の一部ですが、「1日の天気の変化」の内容は、日照時間と気温の上がり方との関係なので、むしろ3年での学習が妥当であると考えているのです。

#### 9) 「空気と水の性質」（4年）を3年で指導 4年A(1)

空気を空気としてわかり、水を水としてわかり、これらの違いを見つけるのがこの学習の主たる内容です。ですから、空気、水、それぞれを独立した物として理解できるようにするのが、この題材の到達目標です。

4年で一部分扱ってきている「金属・水・空気と温度」の学習での、熱膨張と収縮、対流の学習は、物の共通性として物に働きかけてその物の姿や形を変化させる原因を探ることや、変化すること自体を学ぶことに重点をおいていました。ですから、3年では「空気と水」の個別的な性質としての理解を導くために、この単元は3年で学習していたのです。

空気や水をおし縮めたり、空気でっぼうで手ごたえや押縮めることで大きさが小さくなることは、やりながらわかったり、マクロ的に捉えたりできるので、3年での学習がぴったりの学びであると考えます。

ただ空気鉄砲の手ごたえのわけは、摩擦力が関係するため、小学校では扱えないと考えてきました。

#### 10)「季節と生き物」(4年)を3年で指導 4年B(2)

この「季節と生き物」の学習内容は、個別的な動植物の観察であり、動植物を一つひとつじっくり見ることが得意な3年での学習が適していると考えています。また、この単元の学びの内容は、動植物の共通性を見出す学習ではなく、あくまでも生き物の多様性(いろいろな生きものがある)の理解を広げる単元です。昆虫の育ち方は昆虫一般の学習ですが、動物の動き、植物の育ち、動植物種の冬越しなどは、それぞれの営みであり、それぞれの動植物の姿です。これらを一つひとつ見ていくのは、一般化の力を求める4年生よりも、個別的に詳しく見る力を育てていく3年生での学習にピッタリであると考えているのです。

以上の言説をより納得いただくために、この項目に関わる学習指導要領を見てください。

小学校学習指導要領(平成29年3月告示/最も新しいもの)には、4年での学習内容が「季節と生物」(4年)では「(ア)動物の活動は、暖かい季節、寒い季節などによって違いがあること (イ)植物の成長は、暖かい季節、寒い季節などによって違いがあること。」となっており、まさに個別認識を求めています。

古い学習指導要領(昭和55年4月施行)では、3年で「生物とその環境」として、以下のような内容があります。

「(1)植物の様子を調べ、成長の様子は季節によって違いがあることを理解させる。  
ア 暖かい季節には、植物は茎が伸び、葉も茂り、寒い季節には、葉が落ちたり、地上部が枯れたりなどして冬芽、地下部などで過ごすものがあること。イ 植物には、成長するのに適した時期があること。

(2)つぼみから花が咲いて実ができるまでの様子(以下略)

(3)動物の様子を調べ、動物の活動は季節によって違いがあることを理解させる。  
ア 暖かい季節になると、植物の花、葉などに、虫が多く集まること。イ 暖かい季節になると、活動したり産卵したりする動物が多くなり、寒い季節になると、活動する動物が少なくなること。」

としている。必ずしも4年でなければならないということはないということを示しているのです。これは3年です。

ということは植物でも動物でも、個別の動植物種を観察して発芽・成長、ふ化・成長をたどるのがこの学習の主たる内容なので、3年で学習するのが妥当であると考えているのです。

#### 1 1)「流れる水の働き」(5年)を4年で指導 5年B(3)

学習指導要領では4年に「雨水の行方」という学習が入ってきて、5年で「流れる水のはたらき」という関連性を持たせており、また水の働きを防災の視点で教材が貫かれています。流れる水の働きは、本物の自然と照らし合わせたいとのことですが、実際のところは、小さなモデルで学習を進めることが多いのです。学校の斜面で水を流したり、フラスコでの分粒実験であったりです。やりながらわかる要素を持たせつつ、そのきまりから自然に目を向けることを考えると、3年では学習内容が複雑であり、5年では物足りないので、子どもの認識の力が一段高まる4年の2学期までに行うのがぴったりではないかと考えています。

ちなみに「流れる水の働き」の学習は、小学校学習指導要領、昭和33年10月1日施行から平成4年4月施行まで、4回の改訂では〔第4学年〕に位置づけられていて、その後、平成14年4月施行から平成29年3月告示まで3回の改訂では〔第5学年〕に位置づけられています。この学習で扱われていることは、4年での位置づけでも5年でのそれでも基本的に同じで、引用の〈 〉部分は4年、《 》部分は5年の記述です。「土地を〈削ったり〉＝《浸食したり》、石や土などを〈流したり〉＝《運搬したり》、〈積もらせたり〉＝《堆積したり》する働きがある」となっていて、用語が和語から漢語になっているだけです。

子どもたちが住む地域に、川の上流域・中流域・下流域がすべて揃うことはほぼありません。当然、画像等を用いて流水の働きを具体的に見ていく学習になると思われます。この学習が〔第5学年〕になる前、〔第4学年〕での、筆者らの授業実践の経験から、私たちはこの学習が4年生で十分可能であると考えています。

#### 1 2)「月と太陽」(6年)を5年で指導 6年B(5)

「7)「月と星」(4年)を5年で指導 4年B(5)」のところで既述しました。

### 【3】『物と重さ』（3年）を4年で指導」は正義である

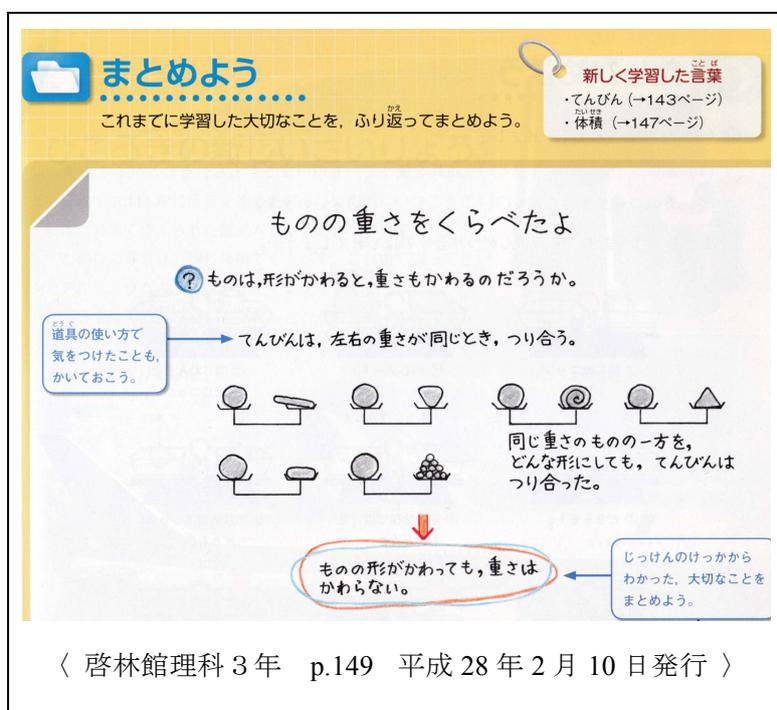
#### （1）「物と重さ」（3年）の内容はあまりにも不十分

現在の学習指導要領の「(1) 物と重さ」の内容は「粘土などを使い、物の重さや体積を調べ、物の性質についての考えをもつことができるようにする。ア 物は、形が変わっても重さは変わらないこと。イ 物は、体積が同じでも重さは違うことがあること。」となっています。

上の学習指導要領の（ア）は、「重さの保存性」についてであり、（イ）は「密度」のことをいっているのです。小学校3年生で「密度とはどういうものか」を学ばせようとしても無理があるので、せいぜいできることは、教科書で示しているような、同じ体積の物体を子どもに示して持たせてみるくらいです。これは「密度」を学んだことにはならなくて、体験でしかありません。小学校3年に全く概念の異なる

内容の2種類を「物の重さ」という同じ項目に書いていることに違和感を覚えます。

「物と重さ」について啓林館理科3年の教科書を見てみると、左のように「同じ重さの粘土の玉の片方をいろいろな形に変えても重さは変わらないこと」を一つひとつ確かめていく活動をしています。これは「物と重さ」の本質的な学習への導入としては意味があるでしょうが、ただそれだけ



で終わってはいは「物と重さ」の真の学びには到達できません。では、「物と重さ」の真の学びとはどのような学びなのでしょう。その到達目標と具体的学習内容について、以下述べていくことにします。

#### （2）「ものとその重さ」の学びは3つの内容で構成される

学習指導要領は「物と重さ」といっていますが、筆者は「ものとその重さ」という学びのかたまり（単元）の名で呼びたいと思っています。なぜこの名称にこだわっているのかを少し説明します。

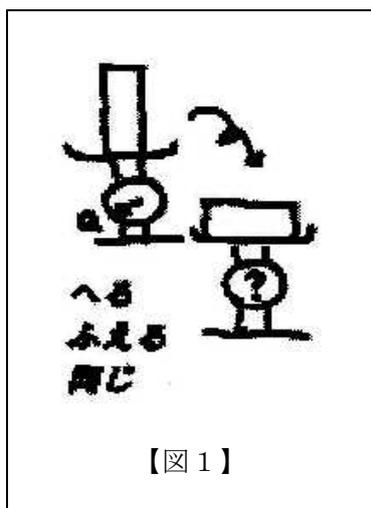
ものは固体・液体・気体の姿（三態）をします。そして、この姿の違い（三態変

化)は、ものを構成している原子・分子のふるまい方の違いです。また、例えば、砂糖が水に溶ける(溶解する)と砂糖は見えなくなります。溶かす前は見えていたのに、見えなくなってしまいます。でも、砂糖は水の中であって、顕微鏡でも見えないくらいの大きさ(一億分の一センチメートル)になっているのです。これもまた、もののふるまい方の違いです。

原子・分子に重さがあるのです。その三態がどうであれ、水に何かが溶けていても、その器の中にありさえすれば重さは変わらない(保存される)のです。ここに「ものとその重さ」の「その」という意味があると考えています。

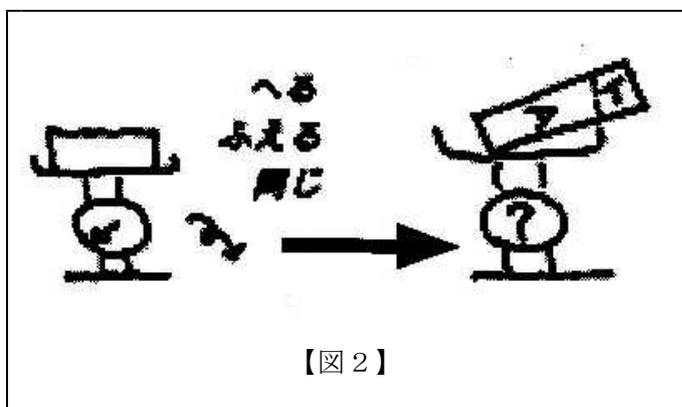
この単元で最終的に子どもが、このことが分かったらよいと思われる内容(到達目標)は、「どんな小さなものにも重さがあり、そして、どんな形になろうともそのものの加減がなければ重さは変わらない。重さが減ったら何かが外へ出た、増えたら何かが外から入ったのだ。」ということです。そのために私たちは以下の3つの学習のかたまりを設定しています。「(1)ものの形と重さ、(2)ものの変化と重さ、(3)空気とその重さ」です。少し中身に立ち入ってみましょう。(\*03)

### (1) ものの形と重さ



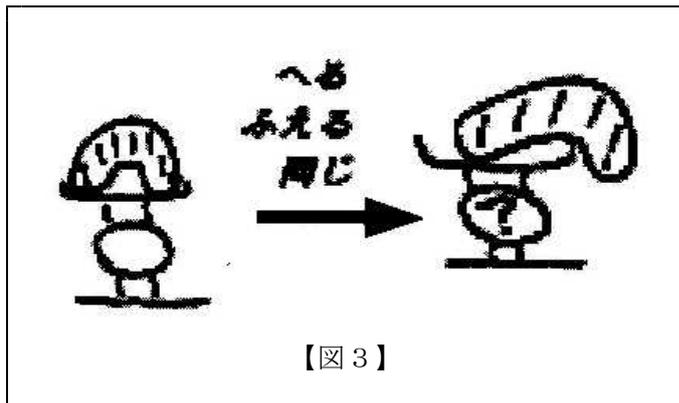
【図1】

「(1)ものの形と重さ」は学習指導要領や教科書にあるような内容を含んでいますが、これだけではありません。「ものとその重さ」の学習を4年生の子どもたちとはじめるとき、「レンガを台秤にタテに置くのとヨコに置くのとでは、重さに違いはありますか」【図1】と問うと、「タテに置いた方が重くなる。なぜなら、レンガが上からたくさん押すから。」とか、「ヨコに置いた方が重くなる。なぜなら、秤の台にレンガがたくさんさわっているから。」という考えが出てきます。ここでは「タテに置いてもヨコに置いても、レンガそのものに変わりはないから、重さは同じ」を引き出すのがこ

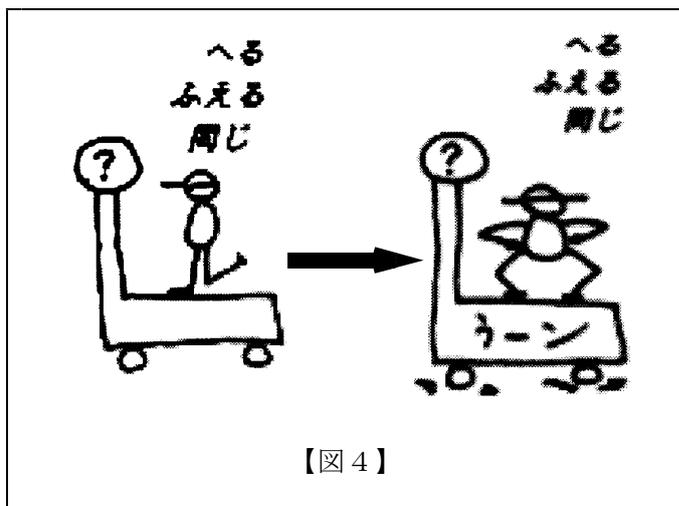


【図2】

の時間のめあてです。「レンガを台秤の上皿からはみ出させて秤に載せました。はみ出さずに載せたのと比べて重さはどうなりますか」【図2】と問うと、「はみ出すと軽くなる」という予想をする子どもは、毎年、何人かずついます。ですから、このことから学習は始められなければなりません



【図3】



【図4】

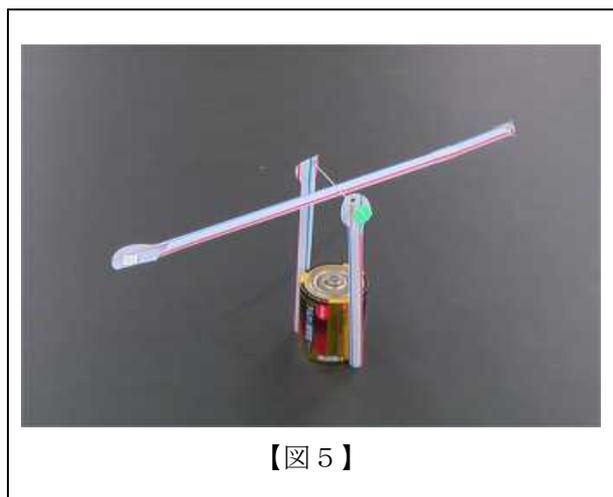
ん。

教科書にあるような「粘土の形を変えて、球、長方形、細長いひも状にしたとき、重さはどうなるでしょう」や「粘土を細長い棒のようにしてはかりにのせましたが、粘土の両はじがはかりの外にたくさんはみ出てたれさがっています。重さは正しくはかれていますでしょうか」【図3】という問題や、また、「身体検査で体重をはかるとき、はかりの上に両足で立つのと、片足で立つのと、しゃがんでふんばったときとでは、重さはどうなりますか」【図4】などがあります。「形が変わってもそのものがなくなる限り重さは変わらない」ことが学ばれるのです。

「穴あけパンチの穴からとれた丸い形1個に重さはあるでしょう

か」とか、「ホッチキスの針1個に重さはあるでしょうか」と問うと、「100個には重さはあるけど1個には重さはない。1個を手のひらにのせても重さは感じないから」と考える子どももいます。小さい物には重さはなくなってしまうと思っているのです。

ストロー天秤(\*04)【図5】を使うと、穴あけパンチの穴1つの紙の重さや、ホッチキスの針1個の重さを量ることができて、それらに重さがあることを示すことができます。「ほんとだ」という声が子どもからもれ出ます。

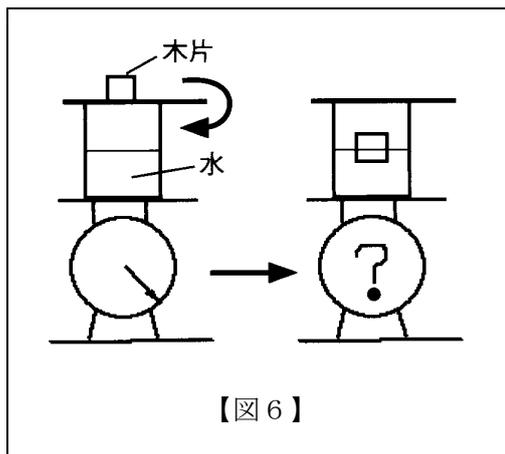


【図5】

## (2) ものの変化と重さ

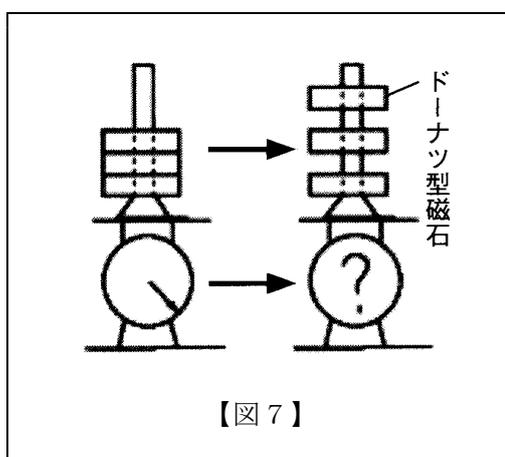
「(2)ものの変化と重さ」という学習は、ものがもとのものとは見た目では違ったものに変化してしまったとき、重さはどうなっているかを考えるいくつかの課題群を

いいです。たとえば、「氷が水になったら重さはどうなるか」や「水の中に石を沈めたら重さはどうなるでしょうか」から始まります。そして「器と水と木片を、一度に重さを測ったらaグラムでした。水に木片を浮かべて重さを測ったら、もとの重さと比べて重さはどうなるでしょうか」【図6】とか、「ドーナツ型フェライト磁石を互いに引きつけ合った状態で3枚重ねて重さを量りました。2枚目のドーナツ磁石を裏返して重ねると、3枚の磁石は互いに反発し合って浮いています。この状態で重さを量ったら、もとの重さと比べてどうなっていますか」【図7】。このような問題並びます。



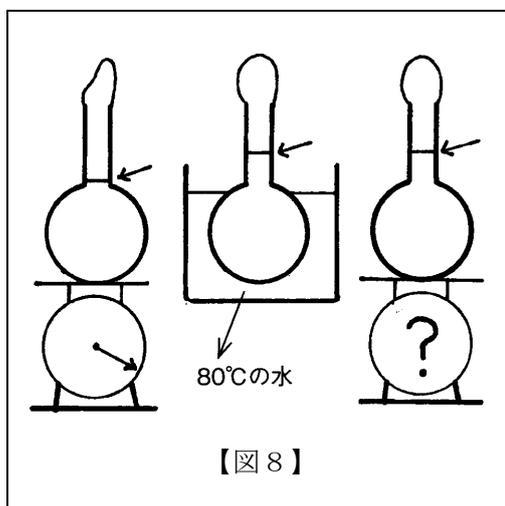
【図6】

また、小学校4年の子どもたちにもなかなかの難問なのですが、丸底フラスコの首の付け根までアルコールを入れて風船でふたをします（【図8】左）。それを80度ほどの温度の水の中に入れてあたためます（【図8】中央）。そうすると、アルコールの液面が十数ミリ上がってきて、体積が増えます（【図8】右）。さて、「もとの重さと違うか同じか」【図8】を問うような課題もあります。



【図7】

ここでは、はかりの上にあるものの全体、すなわち、ものの「系」に、「ものが付け加えられたり取り去られたりしない限り」、言い換えれば、「ものの出入りが無い限り重さは変わらない」が学ばれるのです。



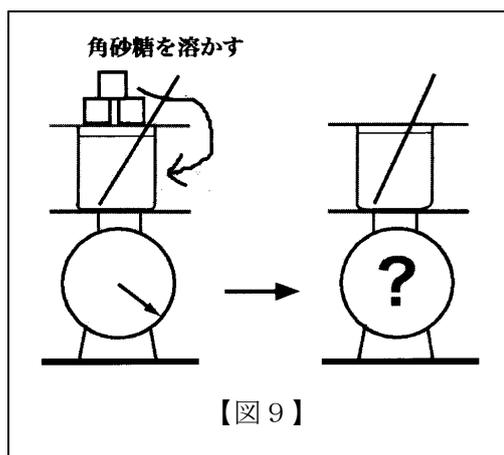
【図8】

「入れ物と水と砂糖の重さをはかり、砂糖を水に溶かしてしまったら重さはどうなるでしょう」【図9】などの問題もあります。これはまさに、砂糖の分子が水分子の中に一億分の一センチメートルの大きさに混じった（これを溶解という）のです。

筆者は「砂糖を水に溶かしたら重さはどうなるか」を課題にして4年生と学習をしたことがありますが、「重さはなくなる。水の中に甘さとして残っている」

と発言した子どもがあったのを覚えています。まさに原子論的なものの見方に迫ろうとしてる内容をこの発言は含んでいるのではないのでしょうか。

ここまで「(1)ものの形と重さ」「(2)ものの変化と重さ」の学習課題にも触れて、「ものとその重さ」(前半)の学習について述べてきました。これだけの課題群が学習されて初めて「ものとその重さ」の学習は一定の水準に到達します。すなわち、「どんな小さなものにも



重さがあって、それが出ていったり入ってきたりしなければ重さは変わらない」が認識されるのです。この程度・水準の「ものとその重さ」の認識は、次の「空気とその重さ」の学習や、5年で学習する「溶解」で、6年で学習する「ものの燃焼」のなかでなど、それぞれの“もの”や“ことから”の本質を解き明かしていくためには必要な認識です(後で詳述します)。ということは、3年の「物と重さ」の学習をただけでは、全く不十分だと言わなければならないのです。ということから、私たちは、「物と重さ」の学習を、「ものとその重さ」という名前で、しかも、内容をふくらませて4年で指導することにはしているのです。これが「不適切」かどうか。何のために理科を学ぶのかとも関わる問題です。

#### 物とその重さ 12C (4年) T S

ぼくが今までで一番心に残ったじゅぎょうは9番の実験です。その実験の内容は氷が水に変わったら重さは変わるかでした。ぼくは氷は固体だからちゃんとした重さがあるけど、水になると液体になってしまうから重さがなくなるかなあと思いました。

氷の様子を見ると、ちょっととけていました。ついでに重さを見ると、なんの重さ(にちがい)もなかったので予想がちがったのかと不安になりました。結果は変わらないでした。ちょっと予想がちがってしょくくでした。

最後に先生がいいことをおしえてくれました。それは氷のふくろについている水てきをふくと、重さが変わるということでした。ぼくはなぜかと考えてみました。するとこういう答えがでました。それは水の重さをとるからです。(ふくろからでた水をとるから)。これはいいなあとと思って、すいてきをふきまるとかるくなりました。またこの実験をやりたいです。

### (3) 空気とその重さ

「ものとその重さ」の学習内容が全体として本当に分かったことになるためには、「全く目に見えない『気体』も重さをもっている」が認識されていなければなりません。全く目に見えない気体を含めて“もの”だからです。でも、「気体」一般の代表としての空気を素材にして「気体」が重さをもっていることを「(1)もの形と重さ」「(2)ものの変化と重さ」の直接の続きとしては学びません。

この「(3)空気とその重さ」の学習は、「空気には体積と重さがあって、空気はものである」の認識をねらいにしています。しかし、「ものとその重さ」の学習の、前述した(1)と(2)の諸課題を学習した後で、「空(カウ)の空気缶(【図10】)に空気を詰め込みました。重さはどうになりましたか」という課題を子どもたちに出すのではなく、いくつかの学習を進めながら「空気の重さ」を認識していく必要があると考えています。

第1に「気体」とはどういうものを明らかにしなければなりません。

「気体」とは「液体」が熱せられて液体でいられない温度になったとき、気体に変化(三態変化)したものです。ですから、「空気には重さはあるか」を問うよりも前に、ポリ袋のアルコールの液体が90度の水によって熱せられて気体になり、その気体のアルコールが熱を奪われて(冷やされて)再びアルコールの液体に戻るところを何度も繰り返し子どもたちと観察したいと思います。また、水の気体をポリ袋に捕集して、気体の水が液体の水にもどるところを確認したいと思います。もう一つ追加するならば、銅のらせんパイプに沸騰する丸底フラスコから湯気混じりの水蒸気を導き、銅のパイプをバーナーで強熱して全く見えない水蒸気(400度の水蒸気=水の気体)を作ります。それを紙に当てると紙が焦げるところを見せた後、冷えた金属板に当てると、金属板の表面から水滴がたれてきます。これが水蒸気が冷やされて気体でいられなくなって液体になった姿です。このように気体は冷やされる(沸点を下回る)と液体になることを、三態変化の学習を通して認識できるように授業したいと思います。

このような認識が出来上がると、もともと生活の中でも重さがあると分かる液体が熱せられて、沸点を超えて気体になったものなのだから、「気体にも重さはあるはず」と明確にいうことができるようになります。この言葉が使えるようになってから、「空気缶に空気を詰めました。天秤で粘土とつり合わせます。空気を抜いたら天秤はどうなるでしょう」と課題を出します。次いで「中の空気を全部出しました。粘土とつり合わせます。空気缶に思い切り空気を詰めると重さはどうなります



か」と問いましょう。つまり、三態変化の学習で獲得した論理を使うことで、気体に重さはあると言えるようになるのです。

以下の「空気の重さ」の感想文は、三態変化を経ずに「ものの変化と重さ」に次いで「空気に重さはあるか」を課題にしたときのものです。

#### 空気の感想 4年 K T

ぼくは、初めて空気にも重さがあるんだなーと思いました。それは最初はボンベに空気が入ってなかったからてんびんでつり合っていたけど、空気を入れたら重くなっているではありませんか、びっくりしました。後から水そうに入れると空気が入っていました。

ぼくはいつも空気なんかには重さがないんだなーと思（って）いました。いつもならBの同じにするするけど、こんどはAの重くなるにしました。だってなんかひっかけられるかなーと思ったからです。

#### 空気の感想 4年 H K

「物とその重さ」の勉強では、いろいろな物の重さをはかりました。ちぎったり、お皿の上からはみださせたりもした。だけど、どれもおもさがかわったのではありませんでした。わたしの思ったとおりでした。

その時、わたしは思いました。（やっぱり物はどうやっても重さはかわらへんねんなあ。

空気をかんに入れてはかったら、最初の重さよりも重くなったのを見てわたしはビックリした。（えーっ！なんで？ 空気に重さがあったらわたしらおしつぶされてるはずやけど……）と思った。りゆうをしりたいです。

この感想文からもわかるように、空気に重さがあるとはほとんどの子どもたちは思ってもいないのです。それを論理で乗り越える必要があるので。

筆者が「熱によるものの変化Ⅲ（三態変化）」を経て後に「(3)空気とその重さ」の課題を出したときには多くの子どもたちは「空気に重さがあったら、私たちは潰されてしまう」とか「重さは感じないから」という理由をあげていましたが、授業の最後になって次のような2つの考えが表われてきました。その1人の子は「気体の水（強熱されている400℃の銅のパイプから出てくる水蒸気）が鉄板にあたって液体の水に変化した。液体は気体になって、気体は液体になる。重さはあるんじゃないか」と。もう1人の子は、机の上に置かれている鉛筆削り器を指さしながらこう言ったのです。「液体が鉛筆なら気体はこの削りカスだから、空気にも重さはあると思う」と。

筆者は「ものとその重さ」の学習を進めるに当たって、「(1)ものの形と重さ」「(2)ものの変化と重さ」「熱によるものの変化Ⅲ（三態変化）」「(3)空気とその重さ」と

いう順番で学習指導計画を組みたいと考えています。

## 【4】「ものとその重さ」の本質的な学びは、 5、6年の学びに大きく影響してくる

「ものとその重さ」の学習をして、獲得すべき内容を本質的に学んでおくと、5年生や6年生で学習する自然科学の概念や法則が、「ものとその重さ」の概念を使って深く認識されている子どもたちがたくさん現れてきます。その例を2つみなさんに問いたいと思います。

### 【4-1】「食塩は水に溶けながら分解されている」をつかむ

1つは小学校5年生で学ぶ「溶解」の学習でのエピソードです。奈良教附小の勝原崇さんが「目に見えない現象に揺れる子どもたち 5年『溶解』の授業づくり」というタイトルで『みんなのねがいでつくる学校』(\*05)に実践報告をしてくださっています。どんなことを子どもたちは順に学んでいくのか、概略を紹介します。**1時間目**＝「とける」を考える。〇〇がとける。この〇〇に何を入れるでしょうか。

チョコレート	バター	砂糖	アイス	ろうそく	雪	謎
あめ(飴)	氷	問題	塩	チーズ	ナメクジ	

「熔ける」(とろける)【三態変化】、「溶ける」【溶解】、解ける【解答】、ナメクジ【浸透圧】を引き出して、これから学習するのは「溶解」であると示す。

**2時間目**＝食塩(A)、でんぷん(B)を水に入れると。(A)(B)共に白い粉である。(A)が溶けたと子どもたちは判断しますが、3種類の言葉が登場してきた。「粉がなくなった」のか「粉が消えた」のか「粉が見えなくなった」のか、とどれも今の時点では事実を表す言葉です。

**3時間目**＝ベンガラと2クロム酸カリウムは溶けているか。2クロム酸カリウムの有色透明を扱いました。後からも登場しますが、ゆかさんがふり返りに書いた文章があります。「溶けたとはんだんするのは、私できなさそう。今までの理科は絶対条件にあってないといけなかったけど、今回は条件にあってなくても溶けているものもあるから。これからいろんな物を溶かすと思うから、徐々に判断できるようになりたい。ー ゆか」。

**4時間目**＝でんぷんと食塩の入った水から食塩水を取り出す。ろ紙とろ過。ゆかさんのふり返りを見ておきましょう。「ろ過するのに使った、ろ紙にでんぷんが固まっていた。ろ紙にあいている穴は見えなかったけど、1億分の1cmって針をさした

ときの穴より小さいのかな。ろ過する道具があれば、きたない水→きれいな水にできるかな。— ゆか」。

**5時間目**＝水に溶けた食塩を取り出す。蒸発乾固が学習課題。ゆかさんは言います。「いまいち理解できない。なんで蒸発したらかわくのか……理解しないとよくわからへんから理解できるようになりたい。あと、溶けて見えない（消えた）のに水がなくなれば塩が残るのか不思議。塩は溶けてないのかな。— ゆか」。

このゆかさんの文章の後に勝原さんは「溶けて見えない（消えた）のにもかわらず、水が蒸発したら、塩が出てくる。この授業のときに、溶ける＝消えるのイメージが崩れ始めたのです」と述べています。

**6時間目**＝水に溶けた食塩はビーカーのどこにあるか。溶液の均一性の学習です。ビーカーの中にある食塩水、上中下段、右中央左、9箇所から食塩水をスポイトで取り、蒸発乾固しました。どこからも塩が出てきました。ゆかさんは書きました。「とけて見えなくなってもバラバラになって水の中にいることが分かった。だんだん「とける」ってどんなことかわからんくなってきた。だってとけたのに本当は水の中において、バラバラになっているし、消えて水と一緒にあったのにおかしい。— ゆか」。

**7時間目**＝これについては前掲書の実践報告に記載がない。

**8時間目**＝水500gに食塩30gを溶かしたときの重さは何gか。子どもたちの予想は3種類に分かれました。(イ)「500g；2人：・溶けて消えたので重さは残らない。・1億分の1cmの粒は一つも秤で量れない。」(ウ)「・500g～530g；8人：1億分の1cmになったので、小さくなった分軽くなる。・小さくなった分、少し軽くなる。」(エ)「530g；19人：500g+30gは530g。・1億分の1cmになっても、入れた分が30gなら重さは30gで変わらない。」

この学習をとおして、ゆかさんは次のように書いています。「溶けても重さはあることが分かった。『溶解』というのはその名の通り、『溶けながら分解されている』のかな、分解されただけやったら、重さも残るかな。水はただ食塩を消したんじゃないくて、分解していると考えたらいいのかな — ゆか」

この実践報告の中で勝原さんは次のようにゆかさんの学びのプロセスを語ってくれています。「ゆかさんがもっていた水に溶けるのイメージは 水の中で消える から始まり、水と合体するというイメージに変わり、『溶けながら分解されている』というイメージに変わりました。自分の持っていた溶けるイメージでは説明できない事実と向き合い、イメージの変換を求められ続けてきたゆかさん。『溶解』という目に見えない現象がわかるとはこのようなことを指すのではないのでしょうか。」

(\*05)

勝原さんはゆかさんのわかり方を追いながら“教師としての「わかる」とは”を学んでいます。素晴らしいと言うしかありません。また、この実践記録のおしまい

のところで、勝原さんは次のようにいいます。「物には重さがあるという理解は、目に見えない物をとらえる上で欠かせません。ゆかさんが、溶解の事実を理解することができたのも、溶けた物の重さを手がかりにすることによってです。」(\*06)

#### 【4-2】「酸素は鉄にくっついた」をつかむ

筆者は、小学校6年生で「気体と物の燃焼」の授業をしました。

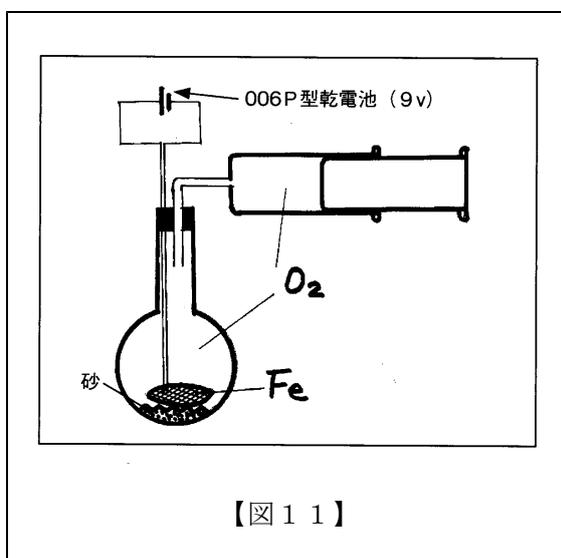
①ものが燃えるには空気中の酸素が使われること。②ローソクや紙や木が燃えると二酸化炭素ができること。③酸素はものを燃やす気体であること。そして、二酸化炭素は火を消す気体なのではなく、ものを燃やさない気体であること。④ブタンはそれ自身が燃える気体であること。と、学んで行って、最後に、鉄の燃焼（鉄の酸化）を扱いました。

集気びんの中の酸素に細い針金を赤くなるまで熱して、すばやく入れるとパチパチと火花が出て燃え（酸化し）ます。この後、スチールウールの燃焼実験です。スチールウールというものがあって、細い鉄でできています。これを両手でへビのような形にして一端に火をつけます。金属のお盆と共に子どもたちに回します。火がついていない方を持ってくるくと振り回すと、燃え方が大きくなります。持つのが怖い子はお盆の上で火がついているのを観察します。一回りした後、酸素のボンベから酸素を火のついたスチールウールに吹きかけると、かがやいて燃えて燃焼の勢いが強くなるのを観察します。子どもたちは、鉄が燃えるには酸素が使われているを確認できます。【図11】のような装置で実験すると、鉄に火がついたら浣腸器のピストンが中に入り、酸素が使われて鉄が燃えたのが確認できます。

そしていよいよメインイベント。スチールウールのかたまりを2つ作ります。長い棒で作った天秤の両端に同じ重さになるように、どちらも8g量り取って針金でぶらさげます。〔課題〕「火をつけてスチールウールを燃やしたら、この天秤の火をつけた方はどうなりますか」と問います。

「・燃えるとかすになるので軽くなって、あがる」、「・火をつけると酸素が、たぶん、ひつつくので、重くなって、少し下がる」という考えが出されました。

火をつけたスチールウールの方に、そっと空気を吹き付けてやります。全体に火が回って行くにつれて、天秤は火のついている方が下がっていきます。スチールウールは燃えながらかたまりが落ちていくのもあるので、金属のお盆で落ちていく燃



えた後のかたまりも集めておき、燃えた後のかたまり全体の重さを量ります。9.2 gになっていました。「・1.2 gの酸素がひつついた」「・鉄が燃えると酸素がひつつく」ことを子どもたちは認識しました。鉄+酸素⇒「酸素鉄」と名付けました。

以上、2つの例を見ていただきましたが、「溶解」「酸化」など、目に見えない「ものの変化と重さ」や「空気（気体）とその重さ」の学習が質の高いものになっていることで、目に見えない物に隠れた自然が見えてくるようになるのです。

歴代の奈良教附小の教師たちは、子どもたちを戦場に送った反省から、子ども同士のつながりの大事さや、本当の世界が見えてくる科学の教育をめざしたと聞きました。理科部の教師たちも、真実をつかむことで平和に寄与できると考えました。彼らは、筆者を含む私たち、日本中で本物の自然科学教育を追求する仲間たちとともに、子どもの分かり方に依拠する地道な研究を続けてきたのです。その私たちの努力を、奈良教育大学は「奈良教育大学附属小学校における教育課程の実施等の事案に係わる報告書」で「不適切」と断じてきました。奈良教附小の理科は「年次違い」で「不適切」といわれました。本当に「不適切」なのはどちらなのか。人間の自由と尊厳を作り出す教育はどのような教育なのか、大いなる吟味が求められています。

#### 【注】

0 1 : <https://www.nara-edu.ac.jp/news/2024/01/pr0117.html>

奈良教育大学附属小学校の教育課程に関する不適切事案のお詫び及び報告書について 公開日 : 2024-01-17 10:00

0 2 : <https://www.kodomonomahoroba.com/>

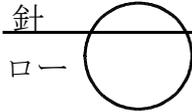
「みんなのねがいのでつくる学校 応援団」を開き、左の「NEWS」GO から一番下の「あいち県民教育研究所が緊急声明を発表しました」のあとに、緑色の PDF マークがあり、「20240206 公表・あいち民研緊急声明と寄稿折出…… pdf」を開く。

#### 【寄稿】

「奈良教育大学附属小学校における教育課程「問題」攻撃の根底にあること — 附属学校の自主性と使命・役割とは何か —  
所員 折出 健二（愛知教育大学名誉教授）

0 3 : 拙著「学習指導要領の変革を目指して（3） 小3『物と重さ』の検討」

『理科教室』本の泉社（2022年7月号 第65巻7号 通巻811号）に詳しく論じている。

0 4 : ストロー天秤 針  針はストローの上三分の一の高さに刺す。  
天秤用ストロー 真ん中に刺すと安定しないので。

- 05 : 奈良教育大学附属小学校 編『みんなのねがいでつくる学校』 pp.70 - 90  
クリエイツかもがわ (2021)
- 06 : 前掲書 p.88
- 07 : 前掲書 p.90