

平成28年度

理科授業づくり講座

理科における探究的な授業について考える
～粒子概念を中核にした単元の系統を通して～

山形市理科教育センター

【本日の研修の流れ】

- 1 開会
- 2 理科における探究的な授業について
- 3 探究的な理科授業ワークショップ
- 4 グループからの発表
- 5 指導・助言

山形大学大学院教育実践研究科

今村 哲史 教授

- 6 閉会

※アンケート記入後に解散になります

「探究している子どもの姿」とは

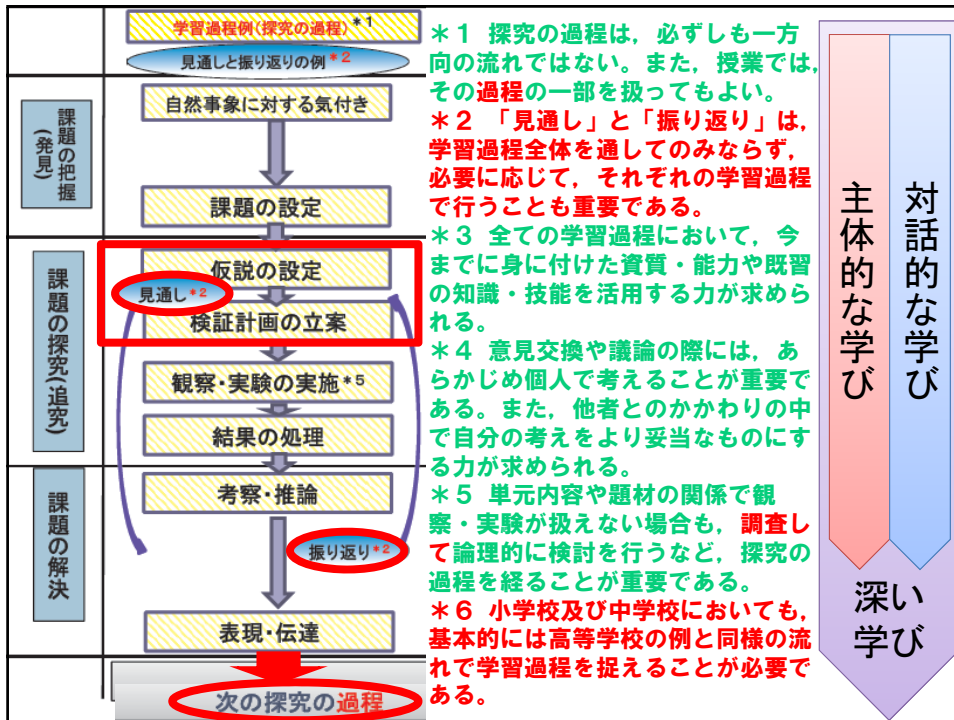


表2 理科の各領域における特徴的な見方の整理例

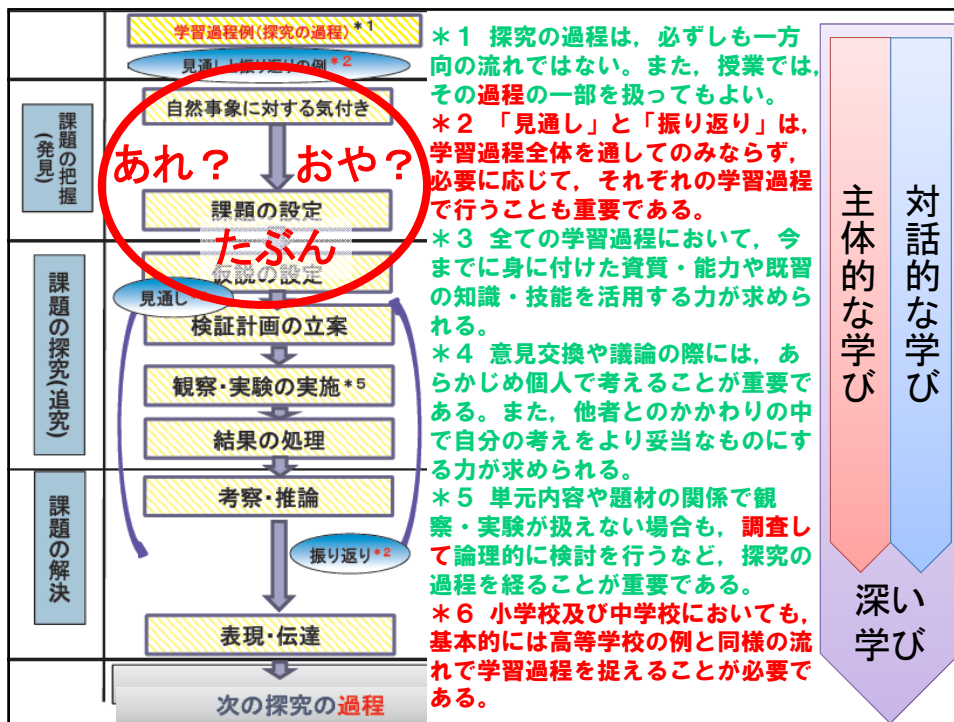
| 見方 | 領域 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | エネルギー | 粒子 | 生命 | 地球 |
| | 自然の事物・現象を主として量的・関係的な視点で捉える | 自然の事物・現象を主として質的・実体的な視点で捉える | 生命に関する自然の事物・現象を主として多様性と共通性の視点で捉える | 地球や宇宙に関する自然の事物・現象を主として時間的・空間的な視点で捉える |
| 小学校 【事象を分節化しない】 | 自然の事物・現象を「見える(可視レベル)において、主として量的・関係的な視点で捉える 例：豆電球の明るさについて、電池の数(量)や直列・並列つなぎの関係で捉える | 自然の事物・現象を「物レベル」において、主として質的・実体的な視点で捉える 例：形が変わっても重さは変わらないことから実体として存在することを捉える | 生命に関する自然の事物・現象を「個体～生態系レベル」において、主として多様性と共通性の視点で捉える 例：昆虫や植物の成長や体のつくりについて、多様性と共通性の視点で捉える | 地球や宇宙に関する自然の事物・現象を「身のまわり(見える)レベル」において、主として時間的・空間的な視点で捉える 例：土地のつくりや変化について、機食・運搬・堆積の関係を時間的・空間的な視点で捉える |
| 中学校 【事象を主に再現性が高いもの(エネルギー、粒子)と、主に再現性が低いもの(生命、地球)に分節化する】 | 自然の事物・現象を「見える(可視レベル～見えない(不可視レベル))」において、主として量的・関係的な視点で捉える 例：電気に関する現象について、電流・電圧、抵抗(量)の関係をオームの法則の関係で捉える | 自然の事物・現象を「物～物質レベル」において、主として質的・実体的な視点で捉える 例：物質やその変化について、原子や分子を化学変化で実体的に捉える | 生命に関する自然の事物・現象を「細胞～個体～生態系レベル」において、主として多様性と共通性の視点で捉える 例：植物や動物の体のつくりと働きについて、多様性と共通性の視点で捉える | 地球や宇宙に関する自然の事物・現象を「身のまわり(見える)～地球(地球周辺)レベル」において、主として時間的・空間的な視点で捉える 例：地層の重なりについて、時間的・空間的な視点で捉える |
| 高等学校 【事象をエネルギー、粒子、生命、地球に分節化する】 | 自然の事物・現象を「見える(可視レベル～見えない(不可視レベル))」において、主として量的・関係的な視点で捉えるとともに、より包括的・高次的に捉える 例：電気抵抗に関する現象について、物質の違いから包括的・高次的に捉える | 自然の事物・現象を「物質レベル」において、主として質的・実体的な視点で捉えるとともに、より包括的・高次的に捉える 例：物質の構成粒子について、原子の構造や電子配列から包括的・高次的に捉える | 生命に関する自然の事物・現象を「分子～細胞～個体～生態系レベル」において、主として多様性と共通性の視点で捉える 例：生物と遺伝子について、多様性と共通性の視点で捉える | 地球や宇宙に関する自然の事物・現象を「身のまわり(見える)～地球(地球周辺)～宇宙レベル」において、主として時間的・空間的な視点で捉える 例：プレート運動や火山活動と地震について、時間的・空間的な視点で捉える |

探究的な理科授業ワークショップ

- ① 第3学年「ものの重さをしらべよう」
- ② 第4学年「ものの温度と体積」
- ③ 第5学年「もののとけ方」
- ④ 第6学年「水溶液の性質」

- 1 単元に関わるさまざまな体験(実験)を行う。
※ある程度のものは準備していますが、必要なものがあれば声をかけてください。
- 2 子どもに体験させたい現象、子どもに提示する現象を決める。
- 3 その現象から子どものどのような探究が期待されるか
その現象を単元にどのように位置づけるか など
をグループで検討する。

～16:00まで



直接体験または間接体験

自然事象に対する気づき

- 子どもが向かう内容の方向をつくる
- 子どもの今の見方や考え方、感じ方を表出させる。
(ずれ・矛盾)
- 目には見えない仕組みに目を向けさせる。
(粒子的な見方)

理科の目標

自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。

第3学年

1 目標

(1) 物の重さ、風やゴムの力並びに光、磁石及び電気を働かせたときの現象を比較しながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究したりものづくりをしたりする活動を通して、それらの性質や働きについての見方や考え方を養う。

A 物質・エネルギー

(1) 物と重さ

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。

本内容は、「粒子」についての基本的な見方や概念を柱とした内容のうちの「粒子の保存性」にかかわるものであり、第5学年「A(1)物の溶け方」の学習につながるものである。ここでは、物と重さについて興味・関心をもって追究する活動を通して、物の形や体積、重さなどの性質の違いを比較する能力を育てるとともに、それらの関係の理解を図り、物の性質についての見方や考え方もつことができるようにすることがねらいである。

ア 物の形と重さの関係について、粘土などの身の回りにある物を広げたり、丸めたりするなどして形を変え、手ごたえなどの体感を基にしながら重さの違いを比較する。また、てんびんを用いたり、自動上皿はかりを用いたりして重さを数値化することで、物は形が変わっても重さが変わらないことをとらえるようにする。

イ 体積と重さの関係について、粘土や砂などの身の回りにある物で、体積を同じにしたときの重さの違いを、手ごたえなどの体感を基にしながら比較する。また、てんびんを用いて比べたり、自動上皿はかりを用いて重さを数値化したりすることで、体積が同じでも物によって重さが違うことをとらえるようにする。

ここで扱う対象としては、例えば、粘土やアルミニウム箔などを用いて、広げたり、丸めたりすることで形を変えたときの重さの違いを調べることが考えられる。また、同体積の木球や金属球などを用いたり、身の回りにあるいろいろな物を測定したりして重さの違いを調べることが考えられる。ここでの指導に当たっては、物の形や重さなどについて体感を通して調べるとともに、てんびんや自動上皿はかりを用いて数値化を行い、物の重さを比較するようにする。その際、これらの機器の使用や重さの単位については、算数科の学習との関連を図るようにする。

第4学年

1 目標

(1) 空気や水、物の状態の変化、電気による現象を力、熱、電気の働きと関係付けながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究したりものづくりをしたりする活動を通して、それらの性質や働きについての見方や考え方を養う。

A 物質・エネルギー

(2) 金属、水、空気と温度

金属、水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、水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。

ア 金属、水及び空気は、温めたり冷やしたりすると、その体積が変わること。

イ 金属は熱せられた部分から順に温まるが、水や空気は熱せられた部分が移動して全体が温まること。

ウ 水は、温度によって水蒸気や氷に変わる。また、水が氷になると体積が増えること。

本内容は、「粒子」についての基本的な見方や概念を柱とした内容のうちの「粒子のもつエネルギー」にかかわるものであり、中学校第1分野「(2) ウ 状態変化」の学習につながるものである。ここでは、金属、水及び空気の性質について興味・関心をもって追究する活動を通して、温度の変化と金属、水及び空気の温まり方や体積の変化とを関係付ける能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、金属、水及び空気の性質についての見方や考え方もつことができるようにすることがねらいである。

ア 金属、水及び空気を温めると、それらの体積は膨張し、冷やすと収縮する。その体積の変化の様子は、金属、水及び空気によって違いがあり、これらの中では、空気の温度による体積の変化が最も大きいことを実験結果に基づいてとらえ、温度変化と物の体積の変化との関係をとらえるようにする。

イ 金属はその一端を熱しても、中央を熱しても、熱した部分から順に温まっていくことや、水や空気は熱した部分が上方に移動して全体が温まっていくことを調べ、物によってその温まり方には違いがあることをとらえるようにする。

ウ 水を熱していき、 100°C 近くになると沸騰した水の中から盛んに泡が出てくる。児童の中には、この泡を水の中から出てきた空気であるという見方や考え方をしているものがある。この泡を集めて冷やすと水になることから、この泡は空気ではなく水が変化したものであることに気付くようにする。このことから、見えない水蒸気の存在を温度の変化と関係付けてとらえるようにする。また、寒剤を使って水の温度を 0°C まで下げると、水が凍って氷に変わることもとらえるようにする。さらに、水が氷になると体積が増えることもとらえるようにする。これらのことから、水は温度によって液体、気体、または固体に状態が変化するというをとらえるようにする。ここでの指導に当たっては、水の温度の変化をとらえる際に、実験の結果をグラフで表現することなどが考えられる。

生活との関連として、鉄道のレールの膨張などを取り上げることが考えられる。なお、火を使用して実験したり、熱した湯の様子を観察したりする際に火傷などの危険を伴うので、器具の点検や取扱い上の注意など安全に配慮するように指導する。

第5学年

1 目標

(1) 物の溶け方，振り子の運動，電磁石の変化や働きをそれらにかかわる条件に目を向けながら調べ，見いだした問題を計画的に追究したりものづくりをしたりする活動を通して，物の変化の規則性についての見方や考え方を養う。

A 物質・エネルギー

(1) 物の溶け方

物を水に溶かし，水の温度や量による溶け方の違いを調べ，物の溶け方の規則性についての考えをもつことができるようにする。

ア 物が水に溶ける量には限度があること。

イ 物が水に溶ける量は水の温度や量，溶ける物によって違うこと。また，この性質を利用して，溶けている物を取り出すことができること。

ウ 物が水に溶けても，水と物とを合わせた重さは変わらないこと。

本内容は，第3学年「A(1)物と重さ」の学習を踏まえて，「粒子」についての基本的な見方や概念を柱とした内容のうちの「粒子の保存性」にかかわるものであり，第6学年「A(2)水溶液の性質」につながるものである。ここでは，物の溶け方について興味・関心をもって追究する活動を通して，物が水に溶ける規則性について条件を制御して調べる能力を育てるとともに，それらについての理解を図り，物の溶け方の規則性についての見方や考え方をもちつことができるようにすることがねらいである。

ア 一定温度で，一定量の水に物を少しずつ溶かしていくと，次第に物が溶け残るようになることや，さらにその水溶液に水を加えると溶け残った物が溶けることなどを調べ，物が一定量の水に溶ける量には限度があることをとらえるようにする。

イ 水の温度を一定にして，水の量を増やして物の溶ける量の変化を調べ，水の量が増えると溶ける量も増えることをとらえるようにする。また，水溶液の水を蒸発させると，溶けていた物が出てくることなどをとらえるようにする。さらに，一定量の水を加熱して物の溶ける量の変化を調べ，水の温度が上昇すると，溶ける量も増えることをとらえるようにする。その際，高い温度で物を溶かした水溶液を冷やすと，溶けた物が出てくることもあわせてとらえるようにする。

ウ 溶かす前の物の重さに水の重さを加えた全体の重さと，溶かした後の水溶液の重さを測定し，物を溶かす前と後でその重さは変わらないことをとらえるようにする。

ここで扱う対象としては，水の温度や溶かす物の違いによって，溶ける量の違いが顕著に観察できるように，水の温度によって溶ける量の変化が大きい物と変化の小さい物を用いることが考えられる。また，加熱によって分解しにくく，安全性の高い物を扱うようにする。

ここでの指導に当たっては，水の量を増やす際には，水の温度を一定にするなど変える条件と変えない条件を制御して実験を行うようにする。物を溶かす前と後でその重さは変わらないことについて，定量的な実験を通してとらえるようにすることが考えられる。その際，図や絵などを用いて表現するなどして考察し，適切に説明できるようにすることが考えられる。なお，実験を行う際には，液量計やはかり，ろ過器具，加熱器具，温度計などの器具の適切な操作について安全に配慮するように指導する。

第6学年

1 目標

(1) 燃焼，水溶液，てこ及び電気による現象についての要因や規則性を推論しながら調べ，見いだした問題を計画的に追究したりものづくりをしたりする活動を通して，物の性質や規則性についての見方や考え方を養う。

A 物質・エネルギー

(2) 水溶液の性質

いろいろな水溶液を使い，その性質や金属を変化させる様子を調べ，水溶液の性質や働きについての考えをもつことができるようにする。

ア 水溶液には，酸性，アルカリ性及び中性のものがあること。

イ 水溶液には，気体が溶けているものがあること。

ウ 水溶液には，金属を変化させるものがあること。

本内容は，第5学年「A(1)物の溶け方」の学習を踏まえて，「粒子」についての基本的な見方や概念を柱とした内容のうちの「粒子の結合」，「粒子の保存性」にかかわるものである。ここでは，いろいろな水溶液の性質や金属を変化させる様子について興味・関心をもって追究する活動を通して，水溶液の性質について推論する能力を育てるとともに，それらについての理解を図り，水溶液の性質や働きについての見方や考え方もつことができるようにすることがねらいである。

ア 水溶液には，色やにおいなどの異なるものがある。また，同じように無色透明な水溶液でも，溶けている物を取り出すと違った物が出てくることがある。このようないろいろな水溶液をリトマス紙などを用いて調べ，色の変化によって酸性，アルカリ性，中性の三つの性質にまとめられることをとらえるようにする。

イ 水溶液には，液を振り動かしたり温めたりすると，気体を発生するものがある。発生した気体を容器に集めてその性質を空気と比較して調べると，空気とは異なる性質を示すものがある。また，集めた気体を水に入れると再び水に溶けてしまう。さらに，水溶液を加熱すると，固体が溶けている場合と違って溶けている物も水も空気中へ蒸発して何も残らないものがある。これらの実験から，水溶液には気体が溶けているものがあることをとらえるようにする。

ウ 水溶液には，金属を入れると金属が溶けて気体を発生したり，金属の表面の様子を変化させたりするものがあることをとらえるようにする。また，金属が溶けた水溶液から溶けている物を取り出して調べると，元の金属とは違う新しい物ができていることがある。これらの実験から，水溶液には金属と触れ合うと金属を変化させるものがあることをとらえるようにする。

ここで扱う対象としては，例えば，薄い塩酸，薄い水酸化ナトリウム水溶液などが考えられる。これらの水溶液の使用に当たっては，その危険性や扱い方について十分 指導するとともに，保護眼鏡を使用するなど安全に配慮するように指導する。また，ここで扱う金属については，例えば，鉄やアルミニウムなど，生活の中でよく見かけるもので性質や変化がとらえやすいものを使用することが考えられる。ここでの指導に当たっては，水溶液の性質や金属の質的变化について十分に説明するために，推論したことを図や絵，文を用いて表現することが考えられる。なお，実験に使用する薬品については，事故のないように配慮し管理するとともに，使用した廃液などについても，環境に配慮し適切に処理する必要があることを指導する。