

粒子領域における「比較」の視点の活用

佐藤 大

小学校第3学年で育成することを目指す，理科の考え方の1つである「比較」は，問題解決の力を養う上で重要な視点であり，以後の学習においてもその力を活用することによって，問題解決の力を大きく高めることができると考えられる。そこで本稿では，小学校第3学年の「ものの重さ」及び中学校第1学年の「身の回りの物質」を例に，理科における「比較」を活用するとはどのようなことか，新学習指導要領の実施に向けた視点を踏まえ検討する。

[キーワード] 比較 理科の見方・考え方 質的・関係的な視点

はじめに

新学習指導要領で示された，育成を目指す3つの資質・能力のうち，「思考力，判断力，表現力等」の育成を目指すため，理科においては観察，実験等を行い，問題解決の力を養うこととなっている。

また，問題解決の過程において，どのような考え方で思考していくかという「考え方」については，これまで理科で育成を目指してきた問題解決の能力を基に整理をされ，児童が問題解決の過程の中で用いる，「比較」，「関係付け」，「条件制御」，「多面的に考える」ことなどといった考え方が理科の「考え方」として整理された。それらの「考え方」のうち，小学校第3学年では，問題解決の力を養うために，自然の事物・現象の差異点や共通点を基に，問題を見いだす，「比較」する力が示されている。

筆者は，小学校，中学校の粒子領域の学習において，「比較」に焦点化して整理することが，理科の「考え方」をより高めると考えている。

本稿では，「比較」に焦点を当てた小学校及び中学校の粒子領域における研修講座の取組を紹介する。

1 学習指導要領解説理科編における表現

「比較」するとは，複数の自然の事物・現象を対応させ比べることである。比較には，同時に複数の自然の事物・現象を比べたり，ある自然の事物・現象の変化を時間的な前後の関係で比べたりすることなどがある。具体的には，問題を見いだす際に，自然の事物・現象を比較し，

差異点や共通点を明らかにすることなどが考えられるとされている。

2 理科における見方と考え方

新学習指導要領において示されている理科の見方では，自然の事物・現象を質的・関係的な視点で捉えることが，「粒子」を柱とする領域の特徴的な見方として記載されている。「理科の見方・考え方」を働かせ，新たな問題を見いだし，その問題の解決に向かおうとする営みを，粒子領域における資質・能力の育成の視点で捉えようとするとき，「比較」する考え方の視点と，質的・関係的な見方の視点との間に，どのような関係があるのかを明らかにすることが重要であると筆者は考えている。

3 「比較」する場面における問題点

これまでの当センターの研修講座及び各種研究会等での教師からの聞き取りの結果や，高等学校文化連盟理科発表会等において生徒が記載した論文や研究発表の分析によって得られた，理科における「比較」における問題点について，「授業における課題」と「生徒の研究発表における課題」に分類し，以下に記載する。

(1) 授業実施時における問題点

- ・比較する視点での発問が限定的である。
- ・比較するために必要な条件が整理できていない。
- ・比較できることと，比較できないことの根拠を共有する視点が不足している。

(2) 生徒の研究発表（口頭，ポスター発表等含む）における問題点

- ・比較する対象が正しくない。
- ・観察，実験を通して比較できるかどうかの検討が不十分である。
- ・再現性に乏しいことが多い。
- ・比較した結果の考察について，多くの人の賛同を得られる結論に到っていない。

4 問題点を克服する視点

比較すること自体，平易な考え方ではあるが，科学的に比較するためには，実証性，再現性，客観性をもって比較することが必要である。

ここで，実証性とは，考えられた仮説が観察，実験等によって検討することができるという条件である。再現性とは，仮説を観察，実験等を通して実証するとき，同一の実験条件下では，同一の結果が得られるという条件である。客観性とは，実証性や再現性という条件を満足することにより，多くの人々によって承認され，公認されるという条件である。

したがって，自然の事物・現象を比べるとき，科学的に比較するための視点を常に意識し，実証性，再現性，客観性といった条件を踏まえ，互いの考えを尊重しながら検討を深めることが重要となる。筆者は，児童生徒が学習の前にもっている自然の事物・現象に対する見方を，観察，実験等を通じて「比較」することにより検討を深め，課題を見いだす力を少しずつ科学的なものに変容させていくことができると考えている。

5 比較を軸とした理科研修講座の実施

(1) 小学校3年における「比較」との出会い

小学校3年生の「ものの重さ」では，体積が同じで，物の種類が違うとき，物の重さは違うことを学ぶ。その際，図1のように，体積が同じで重さの異なる物質を数種類用意し質量を比較する実験を当センターでは紹介している。

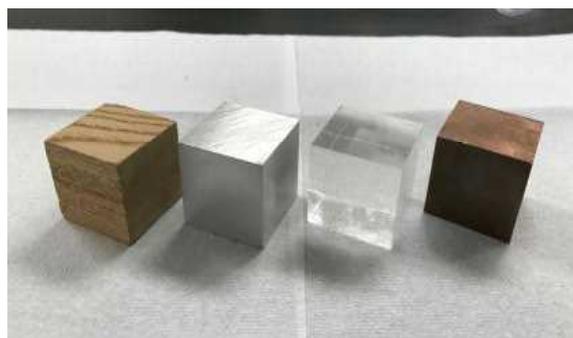


図1 体積が同じで質量が異なる物質

今年度の小学校理科研修講座（図2），中学校理科研修講座及び上川（南部）理科研修会において，体積が同じ物質を，重たい順番に並べてもらう取組を，次のような順番で実施した。

- ① 物質に触れることなく，重たい順に並べるとどのような順番になるか。
- ② 物質に触れてから，重たい順に並べるとどのような順番になるか。
- ③ ①及び②の予想が正しいと皆が納得するにはどのような説明をすれば良いか。

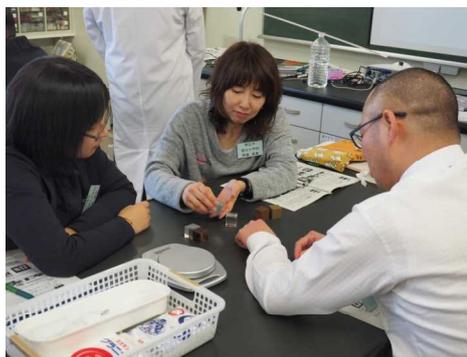


図2 質量を比較する実験の様子

この取組において，①の段階で正しいと予想することが難しいことがわかった。また，②の段階においても，自信をもって正しいと言い切ることが難しいことが共有できた。その上で，③の取組に際し，たとえばキッチンスケールを使用したり，天秤を使用したりするなど，科学的な手法を用いて行うことの重要性を共有することができた。

この講座において，先生方に理解を深めて欲しいことは，この実験を通して，実証性，再現性，客観性といった科学的価値を基盤とすることなしに，妥当な考えに到ることが難しいということである。さらに講座では，計量すること

により、体積が同じでも質量が異なる物質があると言い切れるかという内容で協議を深めた。その際、先生方から得られた意見のいくつかを紹介する。

- ① 色や形から重そうに見えたり軽そうに見えたりすることがあるので、手でもって比べるだけでは重さの違いを認識しにくい。
- ② 思いのほか手でもった感覚が正しいことがわかった。しかし他者にそれを説明することは難しい。
- ③ 体積が同じであると言ったが、この立方体はカドが欠けている。本当に体積は等しいとは言えない。

なお、「比較」の観点で特に重要なのは③である。こうした取組を進めていく際、教員は児童を正しい答えに導くことだけに着目するのではなく、教員自身が物質に対する理解を深めさせることに着目した上で、児童に自然の事物・現象との出会いを深めさせたり、教員が児童に「比較」することを繰り返し活用させた上で、全体での意見共有等を経て、児童に新たな疑問を見いださせることが大切である。

(2) 中学校1年におけるプラスチックの性質を調べる実験を通じた「比較」のとらえ方

中学校1年生の「身の回りの物質」では、身の回りの物質の性質を様々な方法で調べ、物質には密度や加熱したときの変化等固有の性質と共通の性質があることを見いだすことをねらいの1つとしている。当センターでは、身近な物質であるプラスチック用い、その密度を調べる実験や加熱したときの変化について調べる実験を行い、これらの結果から物質を区別できることや、共通する性質や固有の性質があることに気付かせる取組の紹介を行っている。

取組の概要は次の通りである。

- ① 異なる5種類のプラスチック（PE，PP，PVC，PET，PS）の小片を用意し、見た目や手触りから区別を試みる。
- ② 5種類のプラスチックがもつ性質について、教科書等の記載（図3）から紹介する。
- ③ ②の記載等を参考に、プラスチックを分類する方法について検討する。

今年度は、特に③において、プラスチックの密度の違いによって、分類する方法の検討を通

し、「比較」に焦点化した講座を実施した。

種類	ポリエチレン (PE)	ポリプロピレン (PP)	ポリエチレンテレフタレート (PET)	ポリスチレン (PS)	ポリ塩化ビニル (PVC)
水への浮き沈み	浮く	浮く	沈む	沈む	沈む
燃え方 におい	燃えやすい ロウのようなにおいがする	燃えやすい 油のようなにおいがする	やや燃えにくい 特有のにおいがする	燃えやすい 強い刺激のにおいがする	燃えにくい 強い刺激のにおいがする
おもな性質	油や薬品に強い	つやがあって 折り曲げても割れにくい	透明で 破れにくい	透明で 色をつけやすい	じょうぶで 燃えにくい
おもな用途	バケツ フィルム 薬品の容器 袋 	コップ 容器 充電器 菓子の袋 	ペットボトル フィルム 燃気チューブ 繊維 	CDのケース 食品のトレイ 断熱材 (発泡ポリスチレン) 	水道管 ホース フィルム 消ゴム

図3 教科書における記述の例

例年は、図4に示すような密度勾配管を用い、プラスチックを上部から落とすことによって分けることができる実験として紹介していた。

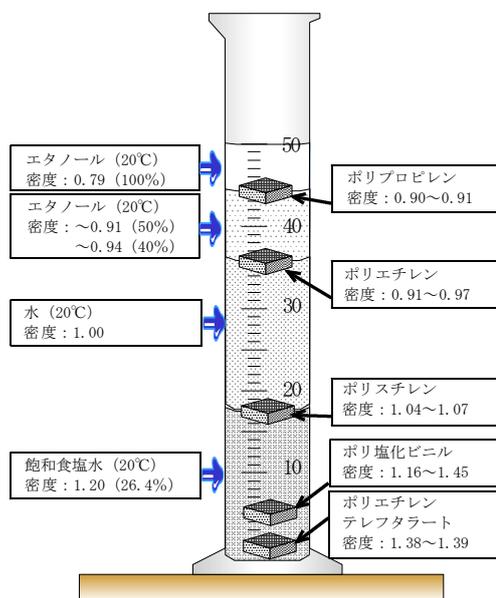


図4 密度勾配管

この実験を行うとき、実験に用いるポリエチレンとポリプロピレンの密度の差が小さく、両者を区別することが難しいことのあることが、従前からの課題としてあった。この課題を解決するため、次の視点で講座を行った。

- ① 水に沈めたときの様子を比較することで、2つを分けることができるか。
- ② エタノールに沈めたときの様子を比較することで、2つを分けることができるか。
- ③ 水、エタノール、飽和食塩水の3種類の密度の異なる液体を用い、沈めた様子を比較することで、2つを分けることができるか。

①, ②の実験結果から, 2種類のプラスチックは, 水に沈み, エタノールに浮くことがわかる。そこで研修では, 図5のような, 同じ体積の水, エタノール, 飽和食塩水がそれぞれ入ったポリ瓶を用意し, 同じ形・容積のポリ瓶であることを伝え③の検討を行った。



図5 密度の異なる3種類の液体

あらかじめ受講者には, (1)で行った, 体積が同じで質量が異なる物質の違いを調べる実験と同じ体験をしてもらい, それが中学校の密度の学び(図6)につながることを踏まえ, グループごとに, 分ける方法の検討を行った。

Part 4 同じ体積の金属の質量をはかってみよう。

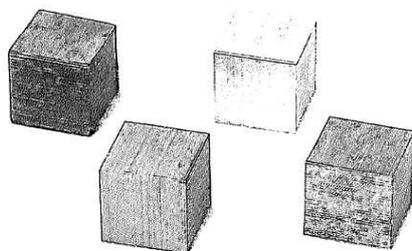


図6 中学校で取り扱う同じ体積のいろいろな金属

受講者は, 検討の手がかりとして, 実際に同体積の液体が入ったポリ瓶を手に取り, 同じ体積での質量の違い, すなわち密度によって分けることができることを想起した上で, 分ける方法の根拠を各グループごとに示し, 全体で共有した上で検証実験を行った。この取組の際, 先生方から得られた意見のいくつかを紹介する。

- ① 同じ体積の液体の質量を比較するという視点と, その液体を用いてプラスチックの密度を比較する視点をつなげることができた。

- ② 重さと密度を比べることは同じことではないことが実感できた。
- ③ 同じ容器に入っていたとしても, 体積を正確に同じにしなければ, 液体の密度を比べたことにはならないのではないか。
- ④ 2種類の液体をただ混ぜるだけでは, 正しく比較することにはならない。よくかき混ぜることが必要であるという視点とつながるのではないか。
- ⑤ 確実にプラスチックを分けることができるという保証があれば, 密度勾配管の活用も容易になるように思う。
- ⑥ 密度勾配管で, 下から密度の重い順になることがよく理解できた。

それぞれのグループにおいて, 「比較」の視点をもって分ける方法の検討を行うことにより, 受講者が「比較」という理科の考え方を活用することの重要性について共有した。受講者が得たこれらの気づきを授業にフィードバックすることで, 児童・生徒が課題を見いだす力についても, 少しずつ科学的なものに変容させていくことにつながると考えられる。

おわりに

理科の粒子を柱とした学びの中で, 「比較」がどのように位置付けられるかを, 当センターの研修講座において, 小学校及び中学校の素材を例に検討してきた。理科における「比較」を活用することは, 差異点や共通点を基に, 問題を見いだすといった問題解決の力の育成につながる活動である。探究活動において, 問題を見いだす力の育成は, 喫緊の課題であり, 本研究がその解決に向けた一助になれば良い。

参考文献

文部科学省：小学校学習指導要領解説理科編，2017

(さとう ひろし 化学研究班)