

第2年1組 理科学習指導案

1 単元名 「電流・電圧と抵抗」 (2年生)

2 指導観

- 科学技術の進歩及び生活水準の向上によって、私たちは冷暖房をはじめとした様々な家電製品を利用して快適な生活を送っている。しかし、身の回りの家電製品は、スイッチを押せば簡単に動くものばかりであるため、電流や電圧に関する様々な法則や性質が組合わさられて作られているということを実感することはほとんどない。本単元の学習は、金属線に加える電圧と流れる電流を調べ、それらの関係から電気抵抗を見出すとともに、粒子モデルを使って電流の流れと電気抵抗の関係を探っていく学習である。また、温度の違う金属線に対する電流の変化を調べる実験を通して、その仕組みを粒子モデルと関連付けて考察することによって、「温度による粒子の運動状態の変化によって電気抵抗も変化する」という粒子の考え方で科学的知識を構築することができる学習でもある。さらに、本単元の学習は、この後学習する「電流のさまざまなはたらき」、「運動とエネルギー」、「たいせつなエネルギー資源」につながるものであり欠くことのできない題材である。このように電流や電圧、電気抵抗に関する実験を通して、その規則性を粒子の考え方で可視化して理解を深めていくことは、生徒の関心を一層高め、自然を調べる能力や態度を養う上からも大変意義深い学習と考える。
- 子どもたちは、小学校第3学年「電気の通り道」において、回路の一部に身の回りにあるいろいろなものを入れる実験を通して、物質には電気を通す物と通さない物があることについて学習している。また、小学校第6学年「電気の利用」において、電熱線に電流を流すと発熱するが、電熱線の長さを一定にして、太さを変えると発熱する程度が変わることについて学習している。さらに、中学校第2学年「回路と電流・電圧」において、直列回路と並列回路における電流の大きさと電圧の大きさの規則性について学習している。本単元に関する事前調査によると、「回路に電流が流れると光や熱、音を出したり、モーターを動かしたりする。」ということあげた子どもが、19名であった。また、「電流の大きさが大きくなると電球の明るさが明るくなったり、モーターの動きが速くなったりする」ということを説明している生徒もいた。しかし、電気抵抗についてあげている子どもは、いなかった。また、金属が加熱された時の、金属原子の運動について説明することができる子どもも、いなかった。このことから、電流の流れによって、身近な家電製品と結び付けて光や熱、音が発生するということは理解しているが、「電流と電圧」と「電気抵抗」の関係や「電気抵抗」と「金属線の長さ、断面積そして温度」の関係について理解するまでに至っていない。さらに、「電流、電圧、電気抵抗」と「粒子の運動」の関係を捉えることもできていない。
- そこで、本単元の指導においては、まず、金属線の一つである電熱線における電圧と電流の関係を測定する実験を行い、測定結果を基に電流と電圧は比例関係であること、そして金属線には電気抵抗があることを見出させる。次に、目で見ることができない「電流、電圧、電気抵抗」の関係の理解を深めるために、金属原子や自由電子と関連づけて理解させたい。さらに、これまでの科学的知識だけでは、仮説を結果に結び付けることができない金属線の温度の違いと電気抵抗の関係を調べる実験を通して、金属線の温度の違いによって電気抵抗が変化するという現象を見出させる。そして、その仕組みを温度による状態変化によって起きる金属原子の振動の変化と自由電子の流れ方の関係で捉えさせ、粒子と結び付けて理解させたい。最後に、仮説に使った科学的知識と獲得した科学的知識をつなぐために、二つの科学的知識の相違点を見出し、仮説に使った科学的知識の不十分であった点や変容した点を明らかにさせたい。

そのために、次のような指導を行う。

- ・既習の科学的知識を整理し、それを根拠に仮説を立てることができるようにするために、振り返り活動を設定する。
- ・見ることができない粒子の考えをイメージしたり、確認したりすることができるように、粒子モデルを活用し視覚的に確認できるようにする。
- ・金属線の温度と電気抵抗の関係を、金属原子の運動状態と自由電子の流れの関係で捉えることができるようにするために、変化と粒子の関係をまとめた「粒子プリント」を提示し、それを基に粒子モデル図で表現する活動を設定する。
- ・仮説に使った既習の科学的知識と金属線の温度と電気抵抗の関係を、粒子の考え方で捉えた新たな科学的知識をつなぐことができるようにするために、二つの科学的知識を比較して相違点を説明する活動を設定する。

3 単元の目標

- | |
|---|
| ○ 電流・電圧と電気抵抗に関する事物・事象に進んで関わり、電流・電圧と電気抵抗の関係について主体的に調べていこうとする。（関心・意欲・態度） |
| ○ 金属線の温度と電気抵抗の関係について仮説を設定し、金属の粒子の振動と結び付けて、自らの考えをモデル図で表現している。（科学的な思考・表現） |
| ○ 電流・電圧と電気抵抗に関する観察、実験の基本的操作を習得するとともに、仲間と協力して観察、実験を行い、結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。（観察・実験の技能） |
| ○ 観察、実験を通して、金属線の温度と電気抵抗の関係について、粒子のモデルと関連付けて理解している。（知識・理解） |

4 本単元の評価規準

自然事象への 関心・意欲・態度	○電流・電圧と電気抵抗に関する事物・現象に進んで関わり、それらを科学的に探究しようとするとともに、事象を日常生活との関わりで見ようとする。
科学的な思考・表現	○金属線に加わる電圧と電流との関係や電気抵抗との関係について、自らの考えを導いたり、まとめたりして表現している。 ○金属線の温度と電気抵抗の関係について、金属原子や自由電子と関連付けて自らの考えを導いたり、まとめたりして表現している。
観察・実験の技能	○電流・電圧と電気抵抗に関する観察、実験の基本操作を習得するとともに、観察、実験の計画的な実施結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。
自然事象についての 知識・理解	○金属線に加わる電圧と電流の関係や電気抵抗との関係について、規則性があることを理解し、知識を身に付けている。 ○金属線の温度と電気抵抗の関係について、金属原子や自由電子と関連付けて理解し、知識を身に付けている。

5 単元計画（8時間扱い）

次	時	学習活動・内容	手だて	評価規準
一	1 ①	1 電流と電流の流れにくさに関する課題を設定する。 (1) 規格の違う(60Wと100W)の電球の明るさについて予想し、明るさが違う原因を考え、学習課題を設定する。 ・フィラメントの違い ・流れる電流の大きさの違い 課題:電流と電流の流れにくさの関係を探ろう	・明るさの違いで電流の流れやすさ、にくさを実感できるようにワット数の違う白熱電球を提示する。	○電流と電流の流れにくさについても課題を設定することができる。 (関)
二	5 ① ② ③ ④ ⑤	3 電流・電圧の関係と抵抗について調べる。 (1) 電熱線にかかる電圧を変えて電流の変化について調べる。 ・電圧と電流は比例関係＝オームの法則 ・金属線によって同じ電圧でも流れる電流の大きさが違う ・電圧〔V〕＝電気抵抗〔R〕×電流〔I〕 (2) 2つの抵抗を直列つなぎ、並列つなぎにしたときの合成抵抗を調べる。 ・直列つなぎ： $R = R_1 + R_2$ ・並列つなぎ： $1/R = 1/R_1 + 1/R_2$ (3) 電流・電圧と電気抵抗の関係を粒子モデル図で表す。 ・金属原子と自由電子の存在。 ・自由電子は-の電気をもち、電圧がかかると、一斉に+極の方に流れ出す。 ・自由電子と金属原子の衝突が電気抵抗。	・電圧と電流の関係を理解できるようにするために、実験結果をグラフで表す活動を行う。 ・電流(電子)の流れと抵抗の関係をモデル図で表現できるようにするために、杭の間を玉が転がる模型を提示する。	○実験結果をグラフを使って表現できる。(技) ○実験結果を基に、電圧と電流の関係を認識している。 (知) ○電流の流れと抵抗の関係を自由電子や金属原子の粒子モデルを使って説明することができる。(思)
三	2 ①	4 金属線の温度と電気抵抗の関係について調べる。 (1) 金属線の温度の違いと流れる電流の大きさについて仮説を立てる。 ・温めた金属線の方が自由電子の流れが活発になり、電流は流れやすくなるだろう。 ・冷やされた金属線は、自由電子の動きが悪くなり、電流は流れにくくなるだろう。 ・温めると金属原子が膨張するので、自由電子が流れにくくなり、電流は流れにくくなるだろう。 (2) 金属線の温度と電気抵抗を調べる実験を行い、結果をまとめる。 ・温めると明るさが暗くなる。(電気抵抗が大きくなる) ・冷やすと明るさが明るくなる。(電気抵抗が小さくなる)	・これまでの学習を基に仮説を立てることができるようにするために、振り返り活動を設定し、自分の考えを文章とモデル図で表現する活動を設定する。	○金属線の温度と電流の流れ方について、これまでの学習を基に仮説を考え、表現している。(思)
本時	②	(3) 実験結果をもとに考察する。 ・金属線の温度が上昇すると、金属原子の振動が激しくなり、自由電子との衝突が多くなるので電気抵抗は大きくなる。 (4) 仮説に使った既習の抵抗の考え方の不十分であった点や変容した点を説明する。 ・温度変化による金属原子の振動の変化 ・金属原子の振動の変化と自由電子の関係 ・金属の膨張と金属原子の振動の関係	・実験結果を粒子の考え方を結び付けて説明することができるように、粒子プリントや粒子模型を提示し、モデル図で表現する活動を設定する。 ・既習の抵抗の考え方と新たな抵抗の考え方が結びつくように、既習の抵抗の考え方の不十分であった点や変容した点を説明する活動を設定する。	○金属線の温度と電流の流れにくさの関係を、金属原子の振動と関連付けて説明することができる。 (思)

6 本時の学習

(1) 本時主眼

- 金属線（導線）の温度の違いによって、電気抵抗が変化することを粒子モデル図で表現し、説明することができる。
- 仮説に使った既習の科学的知識において、温度によって金属原子（原子核）の振動が変化する点を考えていなかったことを見出すことができる。

(2) 本時における授業の視点〔考えを交流する活動〕

ア 自分の考えをつくることができるようにするために、既習の粒子に関するきまりをまとめた「粒子プリント」を提示する。〔考えをつくる（情報選択）〕

イ 自分の考えを交流しやすくするために、操作可能な粒子モデルやホワイトボードを準備する。

〔交流する活動〕

ウ 状態変化の粒子の運動についての理解を深めるために、終末段階に仮説を振り返り、仮説設定時に気づく必要があったことをまとめる活動を設定する。〔自己(考えの)変容〕

【基礎的・基本的な科学的知識】

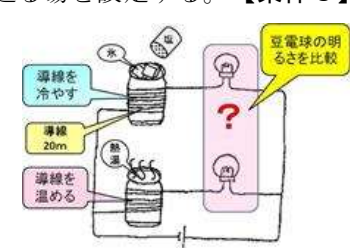
これまで学習した「化学変化と状態変化」における粒子のきまり

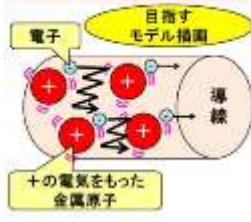
考えを交流

【状態変化における粒子の熱運動の理解の深化】

金属線を温めると、金属原子の振動が激しくなる。そのため、電子との衝突が多くなり電気抵抗が大きくなる。

7 本時の過程

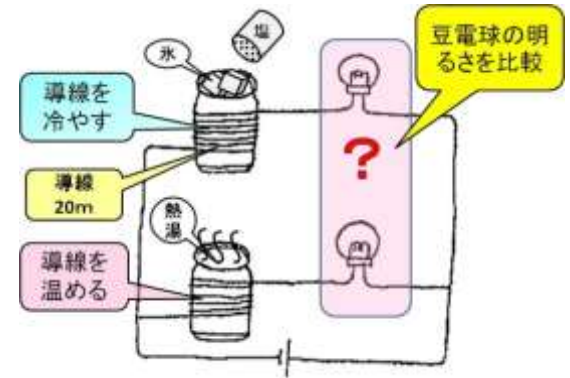
段階	学習活動・内容	手だて	評価規準	形態	配時				
つかむ	<p>1 実験結果を想起し、本時のめあてを確認する。</p> <p>(1) 実験結果について確認する。</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>温められた金属線</td> <td>暗くなった</td> </tr> <tr> <td>冷やされた金属線</td> <td>明るくなった</td> </tr> </table> <p>(2) 本時学習のめあてを確認する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>【めあて】 金属線を温めると電気抵抗が大きくなる理由を、粒子の動きを使って説明しよう</p> </div>	温められた金属線	暗くなった	冷やされた金属線	明るくなった	<p>・「どうして温度によって電気抵抗が変化するのだろうか」という本時の問いを捉えることができるようにするために、実験結果と仮説を振り返る場を設定する。【条件3】</p> 		一斉	5分
温められた金属線	暗くなった								
冷やされた金属線	明るくなった								
さぐる	<p>2 仮説と結果を比較し、「粒子プリント」を使って、変化の仕組みを考える。</p> <p>(1) 仮説と結果を全体で比較検討する。</p> <p>(2) 実験における「変化」について、「変化における物質の性質の違い」を確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・物質(金属)の性質は、変化していない。 ・理由：豆電球の明るさは変わったが、電流は流れているから。 ・金属線で物理(状態)変化が起きた。 	<p>・仮説で広がった考えを絞り込んでいくために、仮説と結果を比較検討する場を設定する。</p>		一斉	7分				

	<p>(3) 粒子プリントから状態変化における、粒子の運動やきまりについて確認し、金属線を温めると電気抵抗が大きくなる理由を、粒子の動きをもとに自分で考える。</p> <p>①粒子の熱運動 ②粒子(原子)の大きさや数は変わらない。 ③金属原子の運動について確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・温めると振動が激しくなる。 ・冷却すると振動が減少する。 <p>(4) 金属線を温めると電気抵抗が大きくなる理由を、粒子の動きをもとに班で考える。</p> <div data-bbox="188 678 454 898" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>金属線の温度が高くなると、金属原子の振動が激しくなり、自由電子との衝突が多くなるので、自由電子が流れにくくなる。</p> </div>  <p>(5) 粒子模型で、金属原子の振動変化(釘)と自由電子(ビー玉)の流れ方を確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・金属原子が振動していると想定した方(釘5本)が、ビー玉(自由電子)が流れるのが遅い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・金属線の内部をイメージしやすいように、模型を提示する。 ・金属線の温度によって電気抵抗が変化する原因に結びつく粒子のきまりを見出すために、粒子プリントやアニメーションを用いて段階的に考えさせる。【条件4】 <p>・班での交流がスムーズにいくように、ホワイトボードと操作可能な粒子モデルを準備する。【条件5】</p> <p>・+の電気をもつ金属原子の振動の変化と自由電子の流れ方の関係を視覚的に理解できるように、模型による実験(釘とビー玉)をする。</p>	<p>○実験の結果を基に、金属線の温度と電流の流れにくさの関係を自由電子や金属原子のモデルと関連付けて表現することができる。</p> <p>(思・表)</p>	個人	5分
ふかめる	<p>3 仮説に使った考え方と新たに獲得した金属線の温度と電気抵抗の考え方を比較して、仮説に使った考え方の不十分な点を見出す。</p> <p>(1) 仮説に使った考え方と新たに獲得した考え方を比較し、仮説に使った考え方の不十分な点を考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・温度によって、金属原子の振動が変化することに気付く必要があった。 ・金属の膨張や収縮は、金属原子の振動が原因であることに気付く必要があった。 <p>(2) 本時学習のまとめをする。</p> <div data-bbox="199 1720 702 1955" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>【まとめ】 温度によって金属原子の振動が変化するため、自由電子の流れに影響を与える。そのため、温度が高くなると電気抵抗は大きくなり、温度が低くなると電気抵抗は小さくなる。</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・仮説に使った考え方の不十分な点(足りなかった点や気付く必要があった点)を見出すことができるように仮説時のモデル図と考察時のモデル図を、比較させる。【条件6】 <div data-bbox="718 1400 1181 1545" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>【獲得した新たな考え方】 ○加熱→金属原子の振動⊕→自由電子の流れの妨げ⊕</p> </div> <p>・本時学習内容を実感してまとめることができるように、白熱電球がオームの法則が成り立たないことや絶対温度まで冷やすと電気抵抗が0になることを確認する場を設定する。</p>	<p>○仮説に使った粒子の考え方の不十分な点を見出すことができる。</p> <p>(思・表)</p>	個人	5分
				全体	3分

【めあて】

【実験方法】

- ①図のような回路を作る(並列回路)。
- ②金属線を巻いたアルミ缶に「氷と塩」と「熱湯」を入れる。
- ③金属線の電気抵抗の大きさを豆電球の明るさで比較する。



1 仮説

【予測】

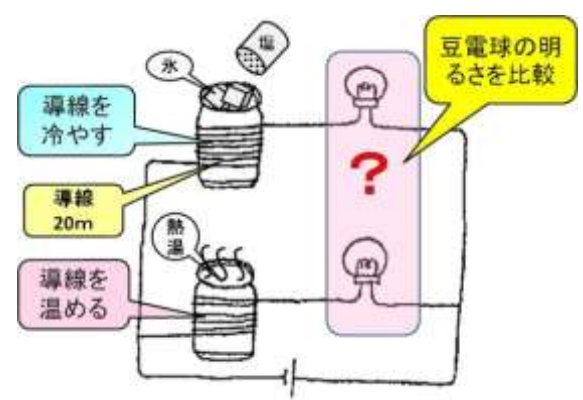
【根拠(理由)】なぜならば～

【モデル図】

○金属線を温めた場合

【めあて】

【実験方法】
 ①図のような回路を作る(並列回路)。
 ②金属線を巻いたアルミ缶に「氷と塩」と「熱湯」を入れる。
 ③金属線の電気抵抗の大きさを豆電球の明るさで比較する。



1 実験結果

金属線	豆電球の明るさ	電気抵抗の大きさ
温めた場合		
冷やした場合		

2 考察

結果を引き起こした仕組みについて、文章とモデル図を使って説明してみよう。

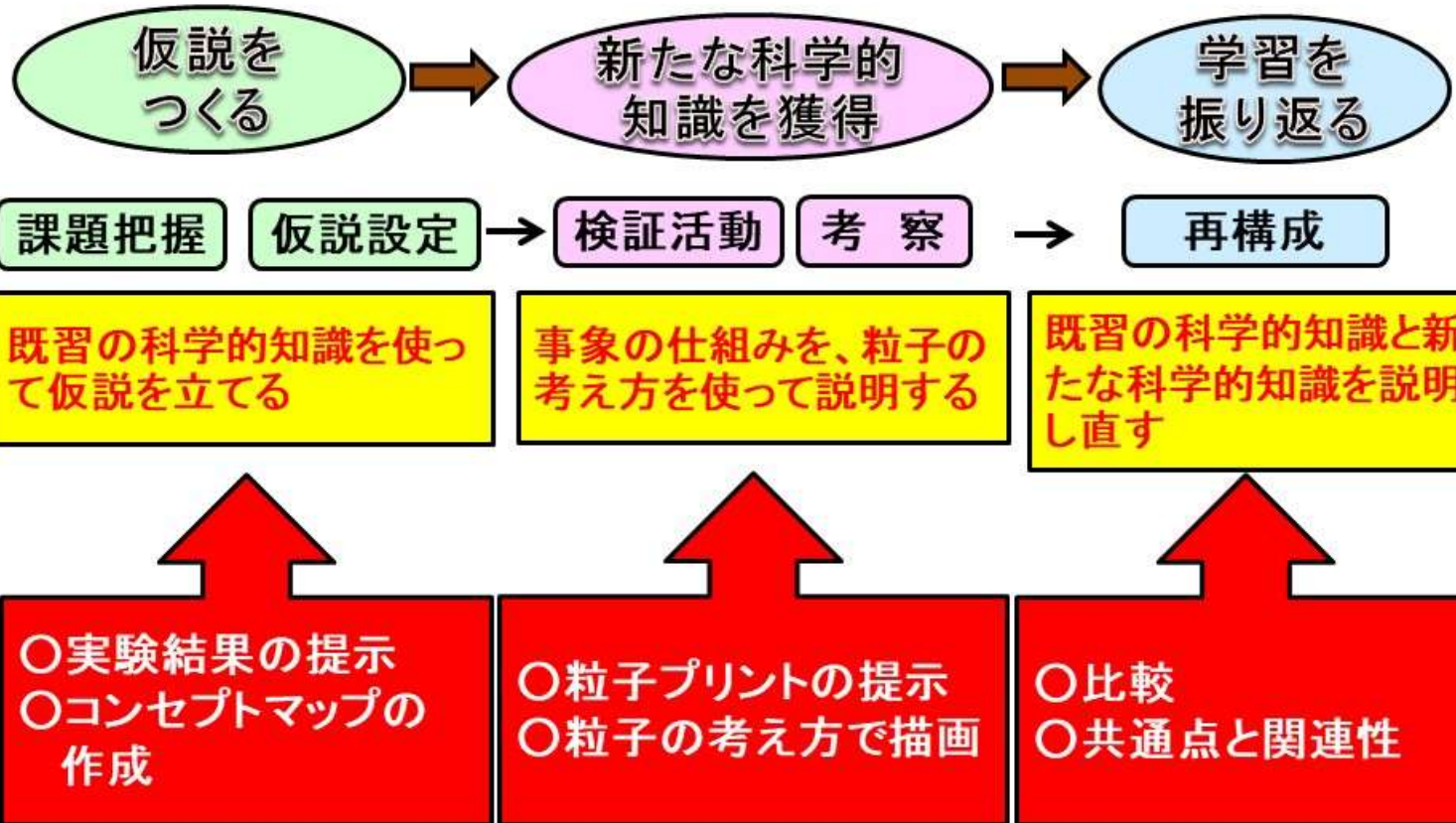
<p>【金属線を温めた場合】 【モデル図】</p>	<p>【修正欄】</p>
<p>【文章で説明】</p>	

3 まとめ

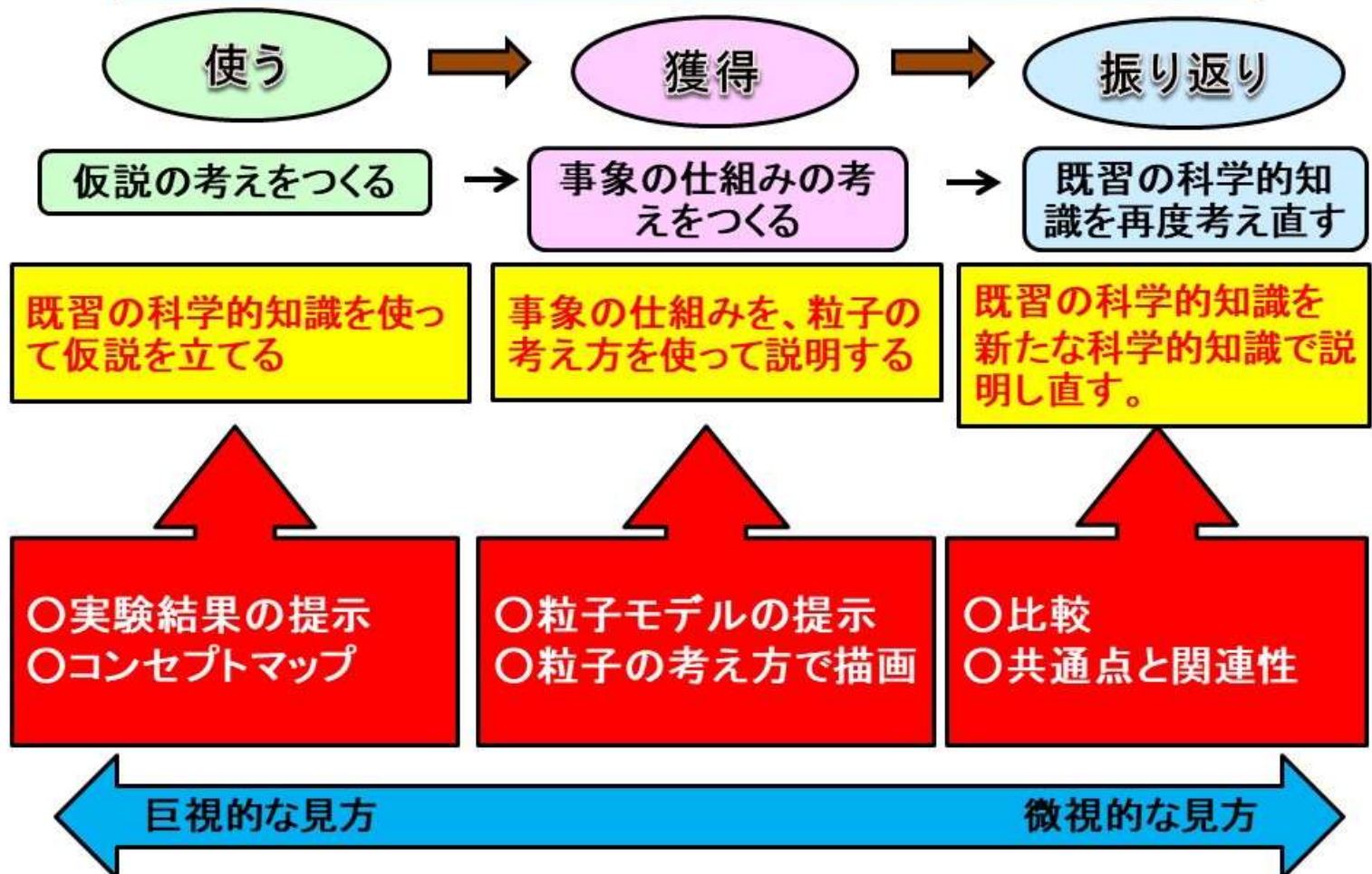
「仮説で使った考え」で不十分であった点(足りなかった点や気付く必要があった点)は何ですか。

【今日の授業の感想】 わかったことや疑問に思ったことなど

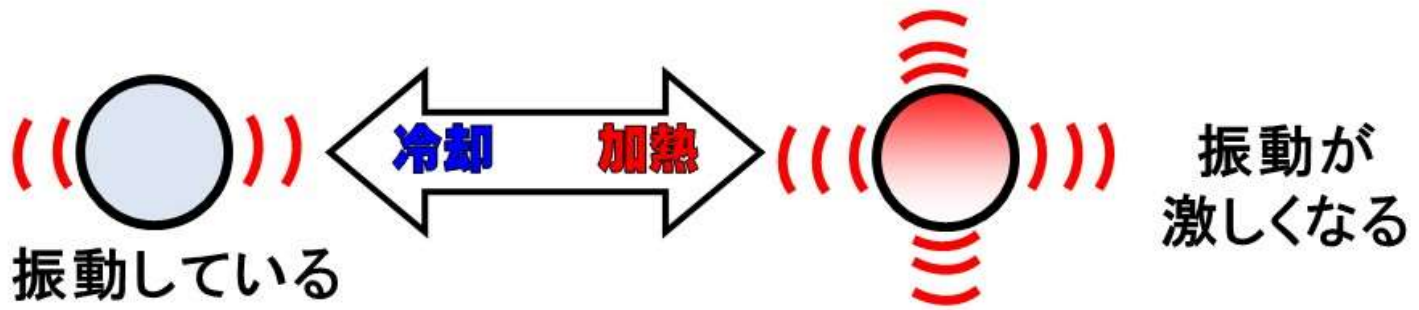
粒子の考え方を結び付ける学習活動



段階的に考えをつくる学習過程

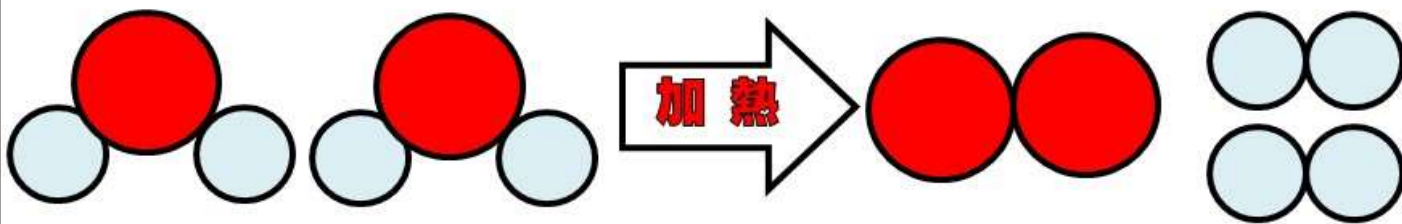


A: 粒子の運動状態の変化: 物質の性質は変わらない

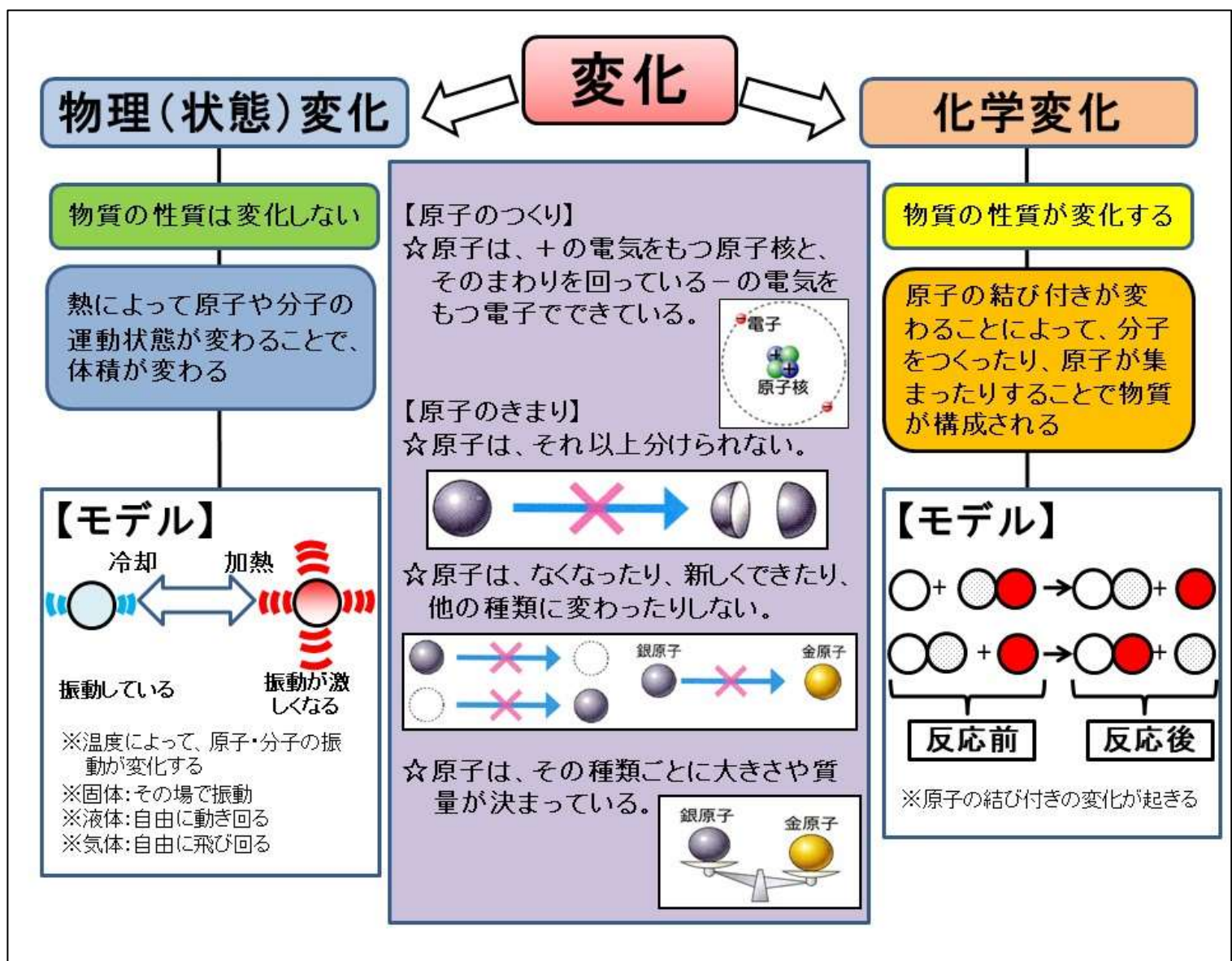


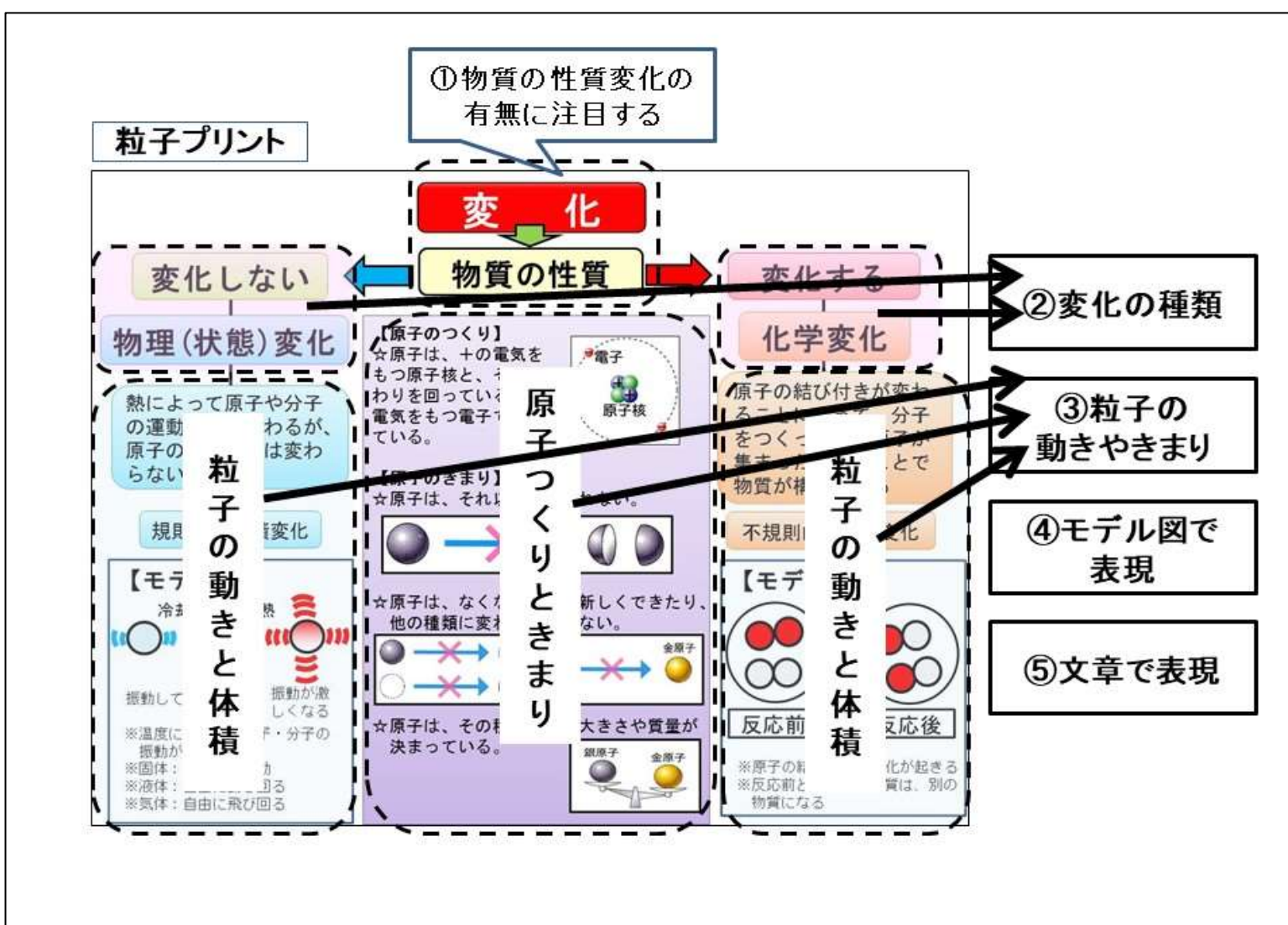
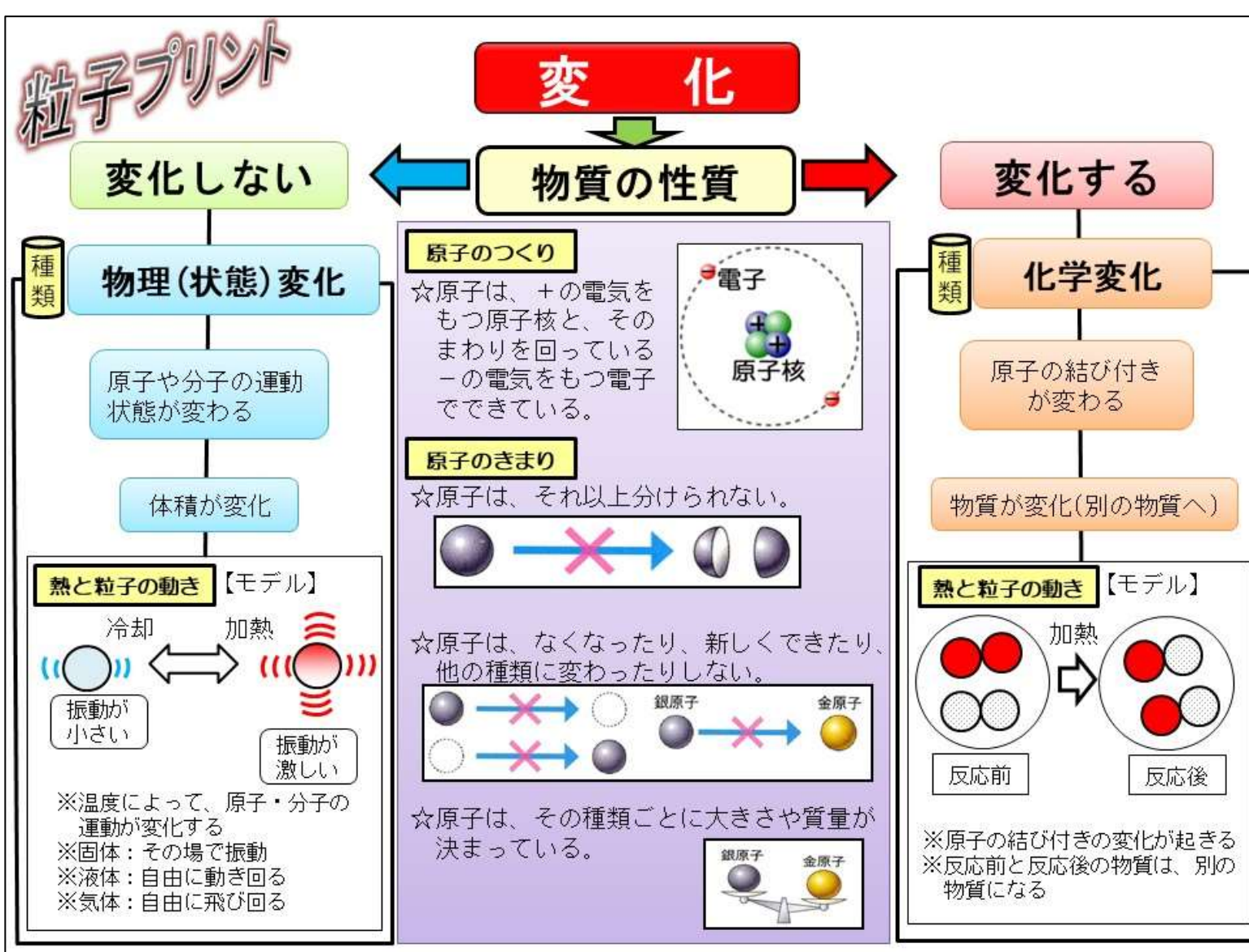
- 熱を加えると、物質を作っている粒子の振動が大きくなる。熱を奪うと、物質を作っている粒子の振動が小さくなる。
- 物質を作っている粒子の振動が大きくなると、物質の温度が上がる。
- 粒子の振動の大きさの違いで、物質の体積が変化する。

B: 粒子の結びつきの変化: 別の物質になる



- 熱を加えると、物質を作っている粒子の結びつき方が変化する。
- 物質を作っている粒子の結びつき方が変化すると、別の物質になり、性質が変わる。





②変化の種類

③粒子の動きやきまり

④モデル図で表現

⑤文章で表現