## (三) 実践例

少ない教材で物質概念とエネルギー概念の理解を深めるため、精選された教材に対する指導への配慮を行った。その留意点と展開は表のとおりである。特に次の点に力を入れた。

**表1 「物質の変化と質量」の展開**

| 教材（指導事項）と指導順序 | 計画精選 | 精選された教材に対する指導の留意点 | 特に思考作用にねらう |
|---|---|---|---|
| 化学変化の前後で物質の質量はどう変わるか。<br>鉄線の加熱――スチールウールの加熱燃焼 ①　どうなるだろう。<br>スチールウールを燃やすと質量が増える。<br>└紙や木炭も燃焼すると質量増加するのか。<br>軽くなる――灰だけではない。<br>水蒸気・二酸化炭素・煙などが空気中へ ②<br>└閉鎖系での木炭（粉末）の燃焼<br>石灰石と塩酸の反応<br>硫酸と塩化バリウムの反応 | 5<br>↓<br>4 | ①　鉄線を加熱しても燃焼しないことから，エネルギー的な考え方を思考できるか，ノートで実態をは握する。<br>質量増加を知らせる演示実験をする。<br>②　水蒸気・二酸化炭素の気体や煙が生成していることを確認させた後，少しの紙からもゴムせんを飛ばすだけの相当量の気体の発生であることを図3アで演示実験する。<br>※1〔塩酸と水酸化ナトリウム，酢酸鉛とヨウ化カリウムの反応，酸化水銀の分解，マグネシウムの燃焼は避ける〕 | 観察力<br>直観力<br>推理力<br>推測力<br>洞察力<br>推察力<br>推判力<br>推批力<br>推応力 |
| スチールウールを燃焼するとなぜ質量が増えるのか。③<br>酸素と結合した分だけ重くなる。④<br>酸素と結合して他の物質になったことの確認 ⑤<br>鉄の燃焼に気体など生成されないことの確認 ⑥<br>銅の酸化物ではどうなるか。<br>銅線の加熱――銅粉の加熱・燃焼<br>グラフ化<br>酸化鉄のグラフ化 ⑦<br>銅とイオウから一定量の化合物ができるか。<br>班ごとに銅とイオウの質量を変える。⑧<br>両者を混合せず，重ねた状態で加熱<br>両者をよく混合して加熱 ⑨<br>└生成物の成分比一定<br>熱エネルギーと化学変化 ⑩ | 5<br>↓<br>8 | ③　燃焼するとき班ごとにスチールウールの質量を変えておく。<br>④　次時の課題解決に役立てられるよう，比例関係がはっきりできるように資料収集させておく。<br>⑤　混合物ではなく純物質になったことを確認する方法を考えさせる。酸化物になっても磁石にはつくが，電気・酸・さびの各観点で異質であることから，融解ではないことをしっかりとらえさせる。<br>⑥　図3アの方法で確認させる。<br>※2〔マグネシウムの燃焼，亜鉛と塩素の反応は避ける〕<br>⑦　仮説が容易に設定されるよう，酸化鉄の資料解釈を行わせる。<br>⑧　銅とイオウの質量を1対1の比にし，混合の有無による反応の違いから，生成物の成分比が比例関係にあるのはどちらであるかをとらえ，化学変化を理解させる。<br>⑨　硫化銅が銅やイオウの持つ性質とどう違うか，⑤と関連づけて究明させる。<br>⑩　両者の混合の有無と物質の内部エネルギーの高まりという見方で，①より深いエネルギー思考を行わせる。 | 洞察力<br>推察力<br>批判力<br>表現力<br>判断力<br>批判力<br>創造力<br>表現力<br>判断力<br>批判力 |
| 酸化銅からもとの銅を取り出せるか。<br>水素で酸素を取り除く。⑪<br>二酸化炭素（図3イ）から炭素を取り出す。<br>マグネシウムによる還元 | 1<br>↓<br>2 | ⑪　⑩と関連づけ，内部エネルギーを高めれば，酸素と化合させられるという考え方がとれるようにする。そのため，粒子的な見方で進めてみる。<br>※3〔炭素の燃焼とその還元を取り入れる〕 | 応用力<br>推理力<br>推測力<br>創造力<br>表現力 |
| 水はほかの物質に分けられるか。<br>仮説 ⑫<br>水に熱と電気のエネルギーを加えて分解する。⑬<br>水の電気分解<br>水は2体積の水素と1体積の酸素に分解<br>水の合成<br>水は水素と酸素が2対1の比でできた化合物だ。⑭ | 4<br>↓<br>3 | ⑫　酸化銅を水素で還元したとき水滴の生成を確認したことから，水滴と水蒸気の可逆性を抑え，水蒸気は水素と酸素の両者からできるだろうという思考過程をとらせる。<br>⑬　事前調査では，水を加熱すると水蒸気になり，可逆性であることからほかの物質からはできていない（84%）と考えているため，まず，水の内部エネルギーを高めるために熱エネルギーを加えて水蒸気にし，ここに電気エネルギーを加えて高め，水素と酸素に分解する。この機構から初歩的なエネルギー概念を理解させる。（図4） | 洞察力<br>推察力<br>推判力<br>推断力 |
| 銅線，塩化第二銅，硫酸銅の炎色反応 ⑮<br>元素と化合物 | | ⑭　定量的なとらえ方は避ける。<br>⑮　雑多な化合物の炎色反応を行うことは避け，銅の化合物と炎色反応に共通点を見いださせ，他の物質への知的好奇心を高めさせる。 | 表現力<br>判断力<br>批判力<br>応用力 |
| 化学変化はエネルギーとどんな関係があるか。⑯ | 2<br>↓<br>0 | ⑯　ここでの学習内容は，特に，⑩と⑬に入れる。 | |

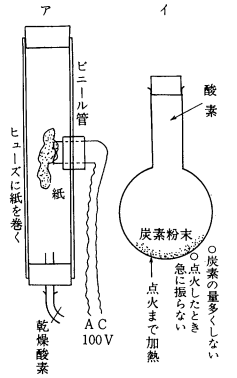
(1) 思考作用を期待したこと。

○鉄の酸化によって生成された酸化鉄に質量増加が見られたことから，感性的なとらえ方に反省を求め，鉄の燃焼には，木炭のような二酸化炭素等の発生がないのかという思考場面に，洞察力・直観力を期待し，知的好奇心の高まりを図った。（①と②）

○演示実験（図3ア）でゴムせんを飛ばすだけの二酸化炭素等が発生することから，気体の密度と結びつけ推理力・応用力の作用で，閉鎖系では質量保存が成立することを理解させた（②）

○酸化鉄は，鉄の持つ性質とどう違うのかについて究明したときの手法を酸化銅や硫化銅の化合物の相違点の究明にも転移させる過程に，判断力・推理力を働かせ，化学変化の本質と定比例の法則を理解させた。（⑦と⑨）

**図3 質量保存の実験**



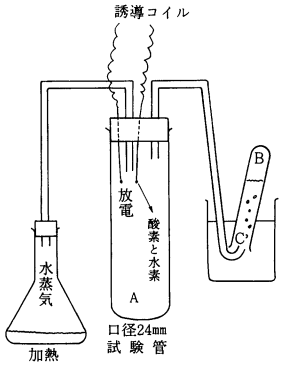

(2) 質の高い実験装置を目指したこと。

○閉鎖系の条件下で質量保存則が成立することを理解させる実験を支えるものとして図3を加えた。

○「水はほかの物質に～」⑬の留意点が生かせる実験を考えた。

図4は，エネルギー概念に直結させる実験だけに，放電の有無と気体発生の関係がは握できるよう，操作順序には特に配慮した。

**図4．水蒸気の分解実験**




・Aの空気が水蒸気によって押し出されたことを確認する。
・水蒸気はCで水になり，気泡は捕集できない。
・Aで放電を行う。Bに気泡が捕集できる。
・放電をやめると，気泡の捕集ができない。
Aで分解された酸素と水素は，周囲の水蒸気に冷却され，分離した状態でBに捕集される。

(3) 生徒が主体的に探究できるように時間に余裕を持たせたこと。

○酸化鉄も磁石につくが，塩酸との反応や，電気や，さびやすさの観点でいちじるしい違いが認められ，化学変化と物理変化の相違点がとらえられた。（④）

この化合物としての見方は，硫化銅⑨への質的変化，水の合成⑭のモデル形成に役立てられた。

また，「スチールウールが燃焼する