

# 子どもの科学概念構築と科学的リテラシー形成との関連

森本 信也\*・甲斐 初美\*\*・齋藤裕一郎\*\*

## Correlation between Construction of the Scientific Concepts and Scientific Literacy in Students

Shinya Morimoto, Hatsumi Kai and Yuichiro Saito

### 1. 科学的リテラシーの子どもの科学概念構築への寄与

PISAにおいて、科学的リテラシーは次の四つの側面から規定されている（国立教育政策研究所(a), 2007:34）。

- ・状況・文脈：科学とテクノロジーが関係する生活場面を認識する。
- ・知識：自然界に関する知識（科学の知識）と科学自体に関する知識（科学についての知識）の両者を含む科学的知識に基づいて、自然界を理解する。
- ・能力：科学的な疑問を認識し、現象を科学的に説明し、証拠に基づいた結論を導き出すことを含めた能力を示す。
- ・態度：科学に対する興味・関心、科学的探究の支持、天然資源や環境に対して責任ある行動をとるための動機付けを示すこと。

これらの規定から、PISAでは科学的知識や概念を子どもに単純に記憶することを求めているのではない。知識や概念がどのような場面や状況で使用されたり、説明のために使用されたりするのかを、子ども一人ひとりが探究しながら構築しつつ、その意味を実感させていくことを求めている。もちろん、こうした活動は、子どもにおける明確な目的意識に基づいて行われている。こうした能力観は、当然のことながらOECDが指定する「キー・コンピテンシー（key competency）」の具現化であることは言うまでもない（ライチェン・サルガニク, 2007:210-218）。

ところで、科学概念を子ども一人ひとりに構築させる活動の充実について、理科における小中学校新学習指導要領では、文言に多少の相違はあるものの、その解決を目指して、次のような指導指針として具現化されている（文部科学省, 2008）。

- ・観察、実験結果を整理し考察する活動。
- ・科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりする活動。
- ・観察、実験や自然体験、科学的な体験を充実させることにより、科学的な知識や概念の定着を図り、科学的な見方や考え方を育成する。

これら三つの課題が、上述した科学的リテラシー育成にいかに関与しているかが明らかである。それでも、最近の国立教育政策研究所による調査では、小中学生において、こうした学習について課題のあることが指摘されている（国立教育政策研究所(b), 2007）。それは、まとめると次のように整理される。

- ・子ども自身が実験の方法を考え、結果を予想するための機会の確保。
- ・観察、実験のねらいと結果を対比させた考察と、考察の見直しをさせる指導の工夫。
- ・子ども一人一人が実験操作を経験できるようにする工夫や相互評価の導入。

---

\* 理科教育講座

\*\* 東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科自然系教育講座

・既習事項との関連を踏まえた計画的な指導やモデル等を利用した指導の工夫。

端的に述べれば、予想や仮説→実験、観察の計画→結果について予想や仮説との照合（考察）→結論、というオーソドックスな理科学習が小中学生においては、今なお学習課題として存在しているのである。このことは小中の学習課題にとどまらず、上学年である高等学校の理科学習指導においても充実が求められよう。

上述したPISAにおいても、子どもの考察に見られるような、自分で情報を精査しこれについて自分の考えを表現したりすることについて課題が提起されている。すなわち、科学的リテラシー問題の平均無答率は、日本が8%、OECDが7%であるが、無答率が20%以上の問題は日本が19題、OECDが9題だったのである（国立教育政策研究所(a), 2007:80-81）。

こうした課題を見ると、科学的リテラシー形成が子どもの科学概念構築にいかにか寄与するかが明らかであり、理科授業を通して、子どもにこうした学習プロセスに何度も取り組ませ、その学習の意味を実感させることが今日的な課題であることが明らかである。本稿では、こうした課題について実践的に理科授業をデザインすることによりその解決を図った。

## 2. 中学校理科における科学的リテラシー形成を促進する授業実践

### 2.1 指導計画（単元：「動物の循環系のしくみとはたらき」）

#### 2.1.1 指導の視点

上述した科学的リテラシー形成の具現化として、「科学的な疑問の認識」、「現象の科学的説明」、「証拠に基づく結論の導出」という学習活動プロセスの意義を再評価し、理科授業内にそれらを組み込んだ実践を行った。実践した単元は、中学校理科の「動物の生活と種類」である。この単元においては、新学習指導要領の生物分野の柱である「生命」概念、すなわち、「生きているとはどういうことか」という課題のもと、各器官の機能と構造の両方から動物を理解していくことが求められている（文部科学省, 2008）。そこで、実践では、この考えに則り、授業の初期の段階で、「生きているとはどういうことか」ということについて思考させることにより、「外界とのやり取り（感覚系・神経系・運動系）」と「細胞呼吸にかかわる物質の出入り（消化系・呼吸系・排出系・循環系）」という個体維持機能について、それぞれ学習していくということを見通させた。そして、本研究で分析の対象とした「動物の循環系のはたらき」では、これまでに学習した「消化系（小腸における柔毛での有機物の吸収）」・「呼吸系（肺における酸素と二酸化炭素の交換）」・「排出系（肝臓における有毒物の分解と腎臓における不要物の排出）」と「体の各細胞（酸素による有機物の燃焼としてのエネルギーの生成）」の関連を「毛細血管」というキーワードによって想起させることで、「生きるために必要な細胞呼吸」に関わる物質の移動と血液のはたらきの関連、すなわち、「循環系」について思考させ、体の各器官や物質のスケール、体の細部のつくりについても加味しながらイメージさせることを目的とした。

また、授業では、次に示す学習を一貫して子どもに要求した。

- (1) 学習経過に伴う自己の思考の変容を、一貫性に基づいて表現する。
- (2) 既習事項との関連を想起し、自分なりにパラフレーズ化することにより、観察・実験で得られた必要な情報は新規の学習に活用する。
- (3) 他者との考えの交流によって得られた情報を整理し活用する。

#### 2.1.2 授業対象

国立大学附属中学校 2年生 43名

#### 2.1.3 授業単元名

中学校 理科 「動物の生活と種類～動物の循環系のしくみとはたらき～」

#### 2.1.4 授業実施期間

2008年6月

2.1.5 学習指導計画

単元「動物の循環系のしくみとはたらき」について、表1に示すような指導計画に基づき5校時にて実施した。

表1 指導計画（中学校理科：「動物の循環系のしくみとはたらき」）

時数	学習活動	教師の指導・評価
1, 2	<p style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">&lt;演示観察&gt;教師によるカエルの解剖により、内臓の各器官のつくりや位置関係を観察する。</p> <p><b>【科学的な疑問の認識】</b>                      ・これまでに学習した小腸・肺・肝臓・腎臓における体内外の物質の移動と血液の関連（小腸・肺・肝臓・腎臓には、すべて毛細血管があったこと）を想起し、血液のはたらきや心臓のはたらきについて、自分なりに考え、ことばで表現することによって、血液循環のはたらきと意義について学習することを認識する。                      &lt;教師からの情報提示&gt;心臓のつくりについてまとめる。</p> <p><b>【現象の科学的説明】</b>                      ・小腸・肺・肝臓・腎臓・心臓・体の末端の細胞のはたらきを加味しながら（たとえば、小腸で吸収された養分は肝臓に蓄えられるのではないかなど）、血液循環モデルを自分なりに考える。</p>	<p>・これまでに学習した消化系（小腸における柔毛での有機物の吸収）・呼吸系（肺における酸素と二酸化炭素の交換）・排出系（肝臓における有毒物の分解と腎臓における不要物の排出）と体の各細胞（酸素による有機物の燃焼としてのエネルギーの生成）の関連を想起させることで、「生きるために必要な細胞呼吸」に関わる物質の移動と血液のはたらきを関連づけさせ、血液循環のイメージをもたせる。</p>
3	<p>&lt;観察&gt;生きたメダカの尾びれの毛細血管における赤血球の移動を顕微鏡で観察する。  <b>【証拠に基づく結論の導出】</b>                      ・観察結果を踏まえて、血液循環のしくみと意義について考察する。                      &lt;教師からの情報提示&gt;                      ・血液の成分とそのはたらきについてまとめる。</p>	<p>・「尾びれに向かって進む血液」と「心臓に向って戻る血液」について着目させ、両者の血液の流れや血管の違い（血液の流れるスピード、血管の壁の厚さ、毛細血管の分岐）について読み取らせる。                      ・尾びれの細胞に何のためにどのような物質を運んでいるのかについて考えさせる。</p>
4, 5	<p><b>【証拠に基づく結論の導出】</b>                      ・体をはりめぐらせている血管の図をもとに、血液が体をめぐる中でどのような器官でどのようなはたらきをしているのか、自分なりに整理する。  <b>【現象の科学的説明】</b>                      ・血液は、小腸・肺・肝臓・腎臓・心臓・体の末端の細胞を通過することによって、血液中の物質（酸素、二酸化炭素、有機物、有毒物、排出物）の量は、どのように変化するかモデルで説明してみましょう。</p>	<p>・体をはりめぐらせている血管の図を提示することによって、血液の流れをたどらせ、そのように血液が循環する意義について考えさせる。                      ・消化系・呼吸系・排出系における体内外の物質移動、体の各細胞における物質の化学変化、それらの体内での移動を支える循環系のはたらきを関連づけてまとめる。</p>

2.2 授業の実施と評価

1, 2校時では、まず、これまでに学習した消化器官や肺、肝臓や腎臓などのつくりや、体内での位置関係やスケールを子どもに認識させる機会として、教師が行ったカエルの解剖試料を彼らに示し、それぞれの器官について簡単に説明した。さらに、それらの器官のつくりを復習することによって、「毛細血管」という共通点を認識させ、心臓や血管などのはたらきについて、学習する意義を持たせた（科学的な疑問の認識）。このような足場づくりを行った後に、血液のはたらきについて思考させた。その結果、ほとんどの

子どもが、上述した見通しに沿って、有機物（ブドウ糖やタンパク質）や酸素の運搬を血液のはたらきとして挙げていた。また、考えの交流によって、有毒物であるアンモニアの処理や不要物の排出のために、肝臓や腎臓へのそれらの運搬についても共通認識が得られたため、「小腸・肺・肝臓・腎臓・心臓・体の末端の細胞のはたらきを

加味しながら、血液循環モデルを自分なりに考える」という課題へ移行した（現象の科学的説明）。図1は、その循環モデルの例である。ほとんど子どもが心臓を中心に血液が一つの輪になるようなモデルを作成していた。

そこで、3校時では、生きたメダカの尾びれを観察することによって、血液が実際に循環している様子を捉えさせ、体の各細胞に必要な物質を行きわたらせるという血液のはたらきについて、イメージをふくらませる機会を設定した。図2は、その観察記録を示したものである。図2にあるように、尾びれのすじの両端を通る血液（心臓から末端の細胞へ進む血液）と尾びれのすじの中を通る血液（末端の細胞から心臓へと戻る血液）の2方向の流れに着目していることがわかる。ここでも、考えの交流によって、『心臓から末端の細胞へ進む血液』の方が、『末端の細胞から心臓へと戻る血液』よりも流れる速度が速いことから、心臓の筋肉によって勢いよく血液が流れているのではないか」というような考察や「液体成分とすこし色のついた粒がいっしょに流れていたことから、血液が赤いのはこの粒のせいではないか」などの考察がみられた（証拠に基づく結論の導出）。

さらに、血液循環のイメージをより強固なものにさせるために、4、5校時では、体中をはりめぐらせている血管の図を提示することによって、血液が体をめぐるってどのような器官でどのようなはたらきをしているのかについて思考させた。その成果が図3である。図3にあるように、3校時での学習を踏まえ、「心臓におくられる血」と「心臓にかえる血」を色分けし、どの血管ではどのような物質の変化があるか、あるいは、各器官がどのようなはたらきをしているかなどを整理している様子が見取れる。特に、小腸では、「養分を吸収する。→栄養分が多い血液になる。」というように、既習事項である「消化と吸収」の内容を反映させて、血液循環に結びつけ

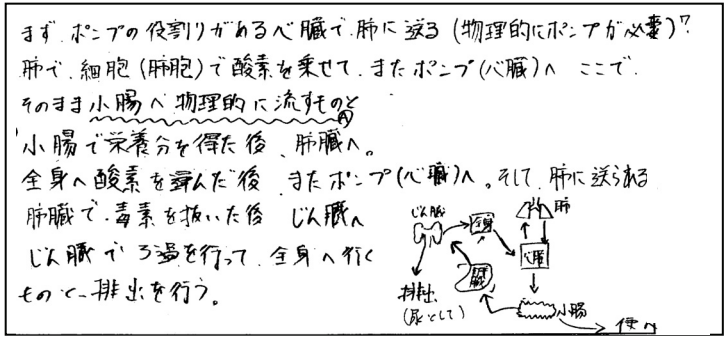


図1 血液循環モデルに関する科学的説明

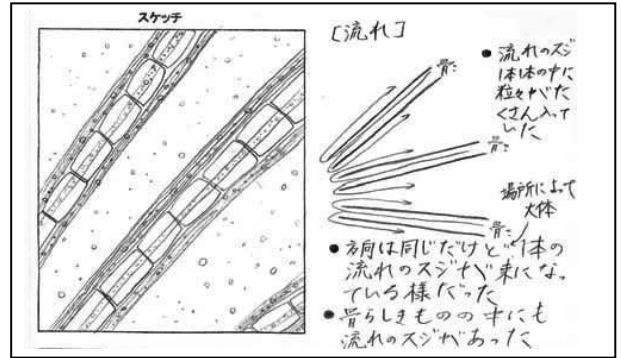


図2 メダカの尾びれの観察結果

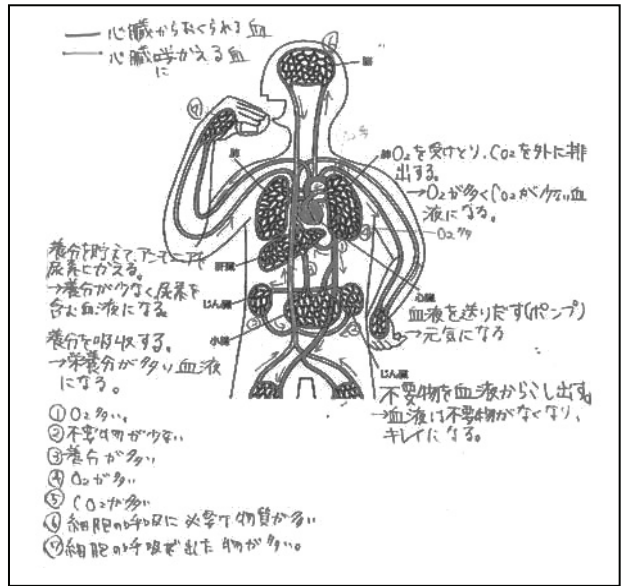


図3 体中の血管と各器官のはたらき

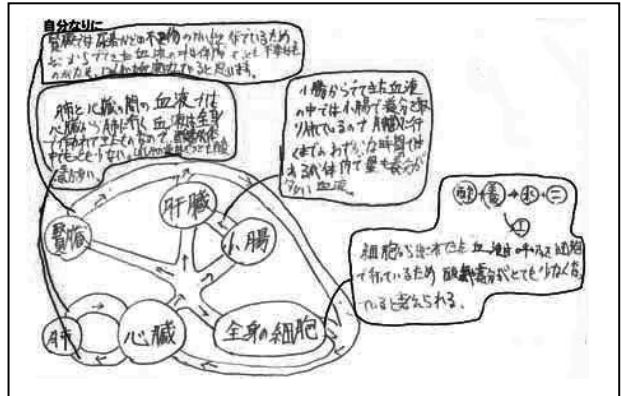


図4 パラフリーズ化による血液循環のしくみの説明

ていることがわかる（証拠に基づく結論の導出）。さらに、図4は、これまでの学習成果を自分なりに言い換えて、血液循環のしくみを説明したもの、すなわち、パラフレーズ化したものである。このように、自分なりに血液循環をモデル化することによって、自分なりの理解を図ったと考えられる（現象の科学的説明）。

### 3. 高等学校化学における科学的リテラシー形成を促進する授業実践

#### 3.1 指導計画（単元：「熱化学」）

##### 3.1.1 指導の視点

今日その形成が求められている科学的リテラシーの具現化として、「科学的な疑問の認識」、「現象の科学的説明」、「証拠に基づく結論の導出」という視点を盛り込んだ学習活動の展開を提案するため、これらの要素を取り入れた実践を行った。実践で扱った単元は高校1年次の理科総合A「熱化学」である。この単元では、状態変化における物質の状態変化や化学反応による熱エネルギーの出入りについての理解が求められる。そこで本実践では、この物質の状態変化や化学反応における熱エネルギーの移動やそれに伴う反応熱の種類について、毎時間の開始時に「化学反応」「反応熱」「熱エネルギー」「ヘスの法則」「生成熱」などをラベルとして与え、子どもにコンセプトマップを作成させた。このことによって子どもに、化学反応において熱エネルギーの移動について着目させ、化学反応や状態変化と熱エネルギーの関係を体系的に理解することを期待した。また、子どもには自分たちが個人で作成してきたコンセプトマップを参考にして学習を振り返りながら、クラス全体で意見を出し合い、合意の形成を図りながら共同で一つのコンセプトマップを作成させた。このことによって、子どもに目的意識を持って、科学概念構築を図ることをねらいとした。

こうした視点に立脚し、授業では以下の3点にまとめられる学習を子どもに期待した。

- (1) コンセプトマップの作成は単なる記憶による学習ではなく、命題の作成による概念の構築であり、かつ、複合的でより高次の概念体系の構築である。そこで前時までの学習内容に関する概念の自覚と随意的な使用を常に求める。
- (2) コンセプトマップの作成は、自らの学習の経緯についての振り返りを含むことから、次の学習への見通しを持つことを期待する。これはメタ認知の現れとして捉えることができる。
- (3) 他者の考えとの交流による、新たな知識の取り入れや自らの学習の振り返りによって、情報を整理し、合意の形成による共通理解を図る。

##### 3.1.2 授業対象

国立大学附属高等学校 1年生 40名

##### 3.1.3 授業単元名

高校 理科総合A 「熱化学」

##### 3.1.4 授業実施期間

2007年10月下旬～11月上旬

##### 3.1.5 学習指導計画

単元「熱化学」について、表2に示す指導計画に基づき6時間完了の授業を実施した。



表2 指導計画（高等学校：「熱化学・熱化学方程式」）

時数	学習活動	教師の指導・評価
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンセプトマップの作成方法を学習する。</li> <li>【科学的な疑問の認識】</li> <li>・本時の学習のキーワードを認識し、本時の学習の見通しを持つ。</li> <li>・発熱するカイロをさわり、内部で生じている化学反応を化学反応式で表わす。</li> <li>【現象の科学的説明】・【証拠に基づく結論の導出】</li> <li>・化学反応の際には物質の変化に伴い、熱エネルギーの移動が起こり、その際の熱量の変化の度合いによってどんな反応になるか整理する。</li> <li>・本時のまとめとしてコンセプトマップを作成する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ラベルとなるキーワードどうしを線で結び、それらの関係を表す関係文を作成することによってコンセプトマップが作成されることを確認する。</li> <li>・本時の学習のキーワードとなる「物質」「化学反応」「熱エネルギー」「反応熱」「発熱反応」「吸熱反応」を提示する。</li> <li>・鉄の酸化反応によりカイロが熱くなることから、化学反応における熱エネルギーの変化について考えさせる。</li> </ul>
2, 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>【科学的な疑問の認識】</li> <li>・提示されたキーワードから、本時の学習への見通しを持つ。</li> <li>・日常経験や既に学習した化学反応において、熱エネルギーの移動を考える。</li> <li>【現象の科学的説明】・【証拠に基づく結論の導出】</li> <li>・本時のまとめとしてコンセプトマップを作成する。</li> <li>・問題演習を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・身の回りの化学反応や、これまで学習してきた様々な反応を想起させ、そこに熱エネルギーの視点を組み込ませる。</li> <li>・本時の学習のキーワードとなる「燃焼熱」「生成熱」「溶解熱」「中和熱」「熱化学方程式」を提示する。</li> </ul>
4, 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>【科学的な疑問の認識】</li> <li>・提示されたキーワードから、本時の学習への見通しを持つ。</li> <li>・物質が持つ熱エネルギーは、変化する時に辿る反応の経路によって変化するかを考える。</li> <li>【現象の科学的説明】</li> <li>・化学反応の前後の熱エネルギーの関係について、エネルギー図や山登りのモデルを用いて説明する。</li> <li>・氷→水→水蒸気という状態変化を、熱エネルギーの視点から説明する。</li> <li>【現象の科学的説明】・【証拠に基づく結論の導出】</li> <li>・本時のまとめとしてコンセプトマップを作成する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本時の学習のキーワードとなる「融解」「蒸発」「融解熱」「蒸発熱」「ヘスの法則」を提示する。</li> <li>・化学反応の経路についてのエネルギー図や山登りのモデル図を提示し、熱エネルギーの移動の経路についてイメージを持たせる。</li> <li>・物質の状態変化を熱エネルギーやグラフを用いて説明させる。</li> </ul>
6	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>コンセプトマップの共同作成</b> </div>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>【現象の科学的説明】・【証拠に基づく結論の導出】</li> <li>・個人で作成したコンセプトマップを振り返りながら、コンセプトマップの共同作成のため関係文を発表し、クラス全体で合意の形成を図る。</li> <li>・共同作成したコンセプトマップと個人のコンセプトマップを見比べて、適宜個人のコンセプトマップの修正やリンクの追加をする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・個人で作成してきたコンセプトマップの振り返りを行わせ、コンセプトマップの共同作成のために、子どもに関係文を発表させる。</li> <li>・子どもから挙げられた関係文を用いてあんどくん（稲垣成哲ら，2001：304-315）を用いてコンセプトマップを作成し、クラスで共有できるようにプロジェクターで投影する。</li> </ul>

### 3.2 授業の実施と評価

1校時では、まず始めにコンセプトマップの紹介と作成方法について学習し、単元の学習を進めながら個人でコンセプトマップを作成させることにした。さらに、1校時で学習する内容のうちコンセプトマップ作成のためのラベルとなるキーワード「物質」「化学反応」「熱エネルギー」「反応熱」「吸熱反応」「発熱反応」を提示し、学習内容への焦点化を図った。その後子どもにカイロを回し、その温まる様子を体験させた。そのことによりカイロ内で起きている反応は、鉄が酸化鉄へと変化するという化学反応による物質の変化のみならず、その際の鉄と酸素の結合によって熱が発生し、温かいと感じるということに着目させた。そしてこのように「化学反応の際に移動する熱の大きさを熱エネルギーと呼ぶ」という足場作りが行われた。これらの足場作りによって子どもの疑問は、化学反応前後における物質の変化のみならず、熱エネルギーの移動に着目すると、化学反応を熱の発生により熱くなる発熱反応と、周りから熱を吸収し、冷たく感じる吸熱反応に分けることができるということに焦点化し、先の学習への見通しを持つに至った。図5は子どもが作成したコンセプトマップである。

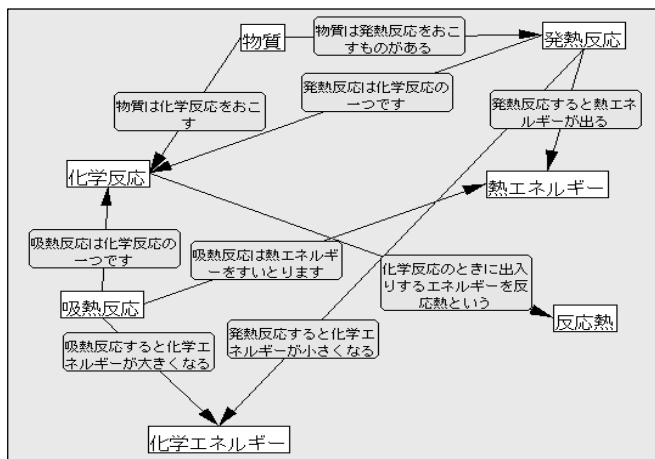


図5 子どもが作成したコンセプトマップ例①

2校時では、1校時において焦点化された熱エネルギーの移動に着目し、日常生活やこれまでに学習してきた燃焼を始めとする物質の結合による化学反応や物が水に溶ける溶解においても、熱の移動が起きるのではないかと考えるに至った。そして反応時に「温かい」や「冷たい」と感じる場合には必ず熱エネルギーの移動が生じているということが子どもに結実し、それをもとにどのような化学反応においても熱エネルギーの移動が生じているということが認識された。そしてこのような熱エネルギーの移動を表すのに“J (ジュール)”という単位を用いて、熱化学方程式で表すということを学習した。図6は子どもが作成したコンセプトマップである。続く3校時ではこれまでに学習したことについての復習として、問題集を用いた問題演習を行った。

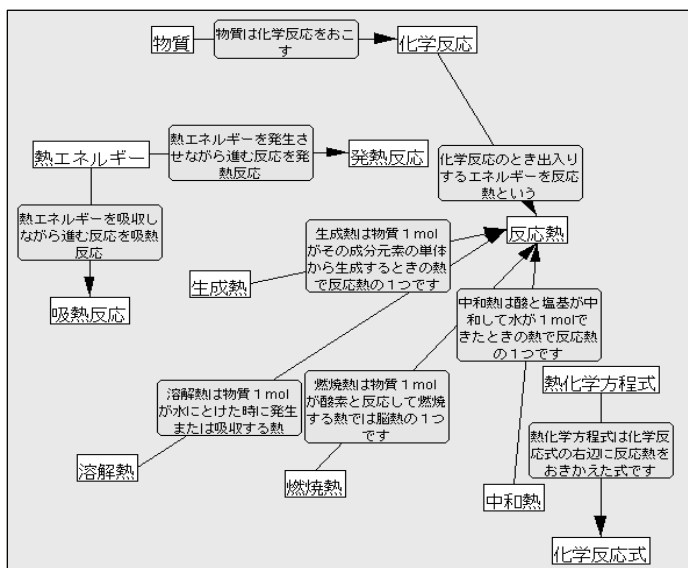


図6 子どもが作成したコンセプトマップ例②

4校時は、化学反応前後での熱エネルギーの移動に関するイメージを持たせるために、化学反応についてエネルギー図を用いて説明を行った。さらに、熱エネルギーの移動は反応の経路によらず反応前後の状態にのみ依存することを、山登りのモデルを用いて子どもに説明をさせるなど、化学反応を通した熱エネルギーについてのイメージを膨らませた。その上で「ヘスの法則」ということばを用いて「物質が変化する前後で総熱量が変わらないことをヘスの法則という」を結論として結実させるという足場作りが行われた。続く5校時では、これまでに化学反応について構築してきた熱エネルギーに関する概念を、氷→水→水蒸気という水の状態変化を例に考えさせることによって、状態変化も化学反応と同様に熱エネルギーの視点からモデルや熱化学方程式を用いて表現することができるということまで概念が拡大された(図7)。

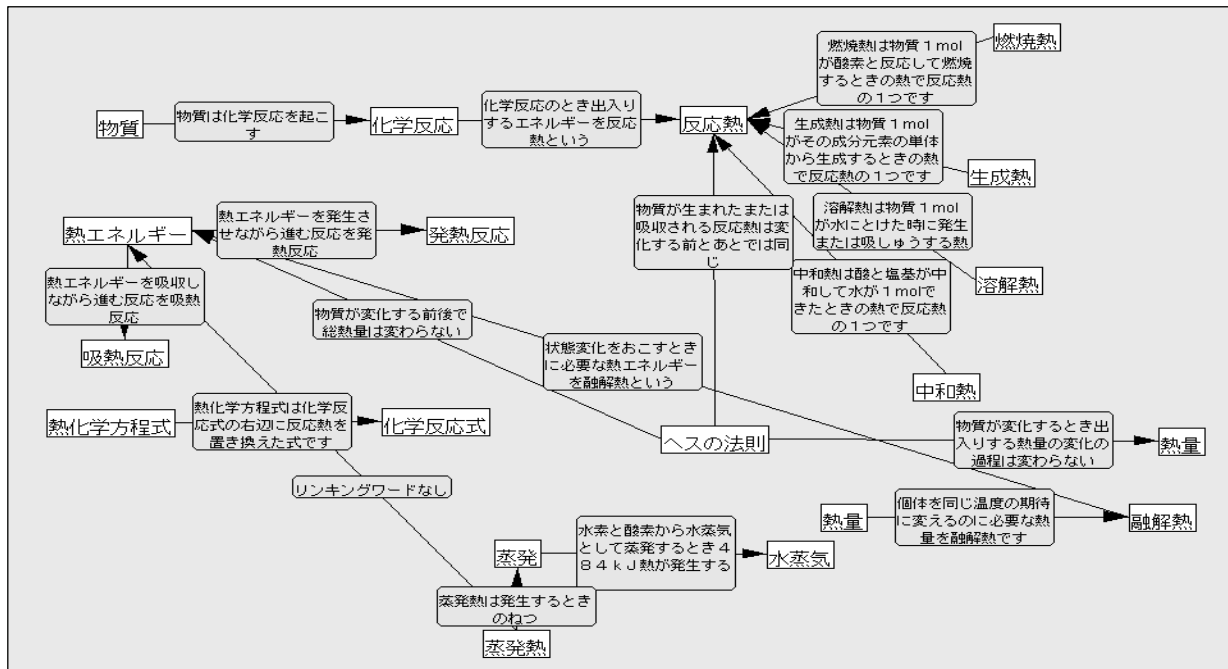


図7 子どもが作成したコンセプトマップ例③

6校時では、これまでに子どもが個人で作成してきたコンセプトマップから適切と思われる関係文を発表しあいながら、それらを子どもどうしで吟味し合意のもとにクラスで共同で1つのコンセプトマップを作成した。また共同でコンセプトマップを作成する傍ら、適宜個人のコンセプトマップを修正しながら、理解の精緻化を図った。このようなクラス全体でのコンセプトマップの作成では、子どもどうしの理解を交流させることにより、一つひとつの関係文の表現が吟味されるとともに構造も精緻化されていき、それを反映するように個人のコンセプトマップも内容が精緻化されていった。このように子ども自身の手によって概念についての合意の形成が図られたことにより、概念が拡大・深化していったと考えられる(図8)。

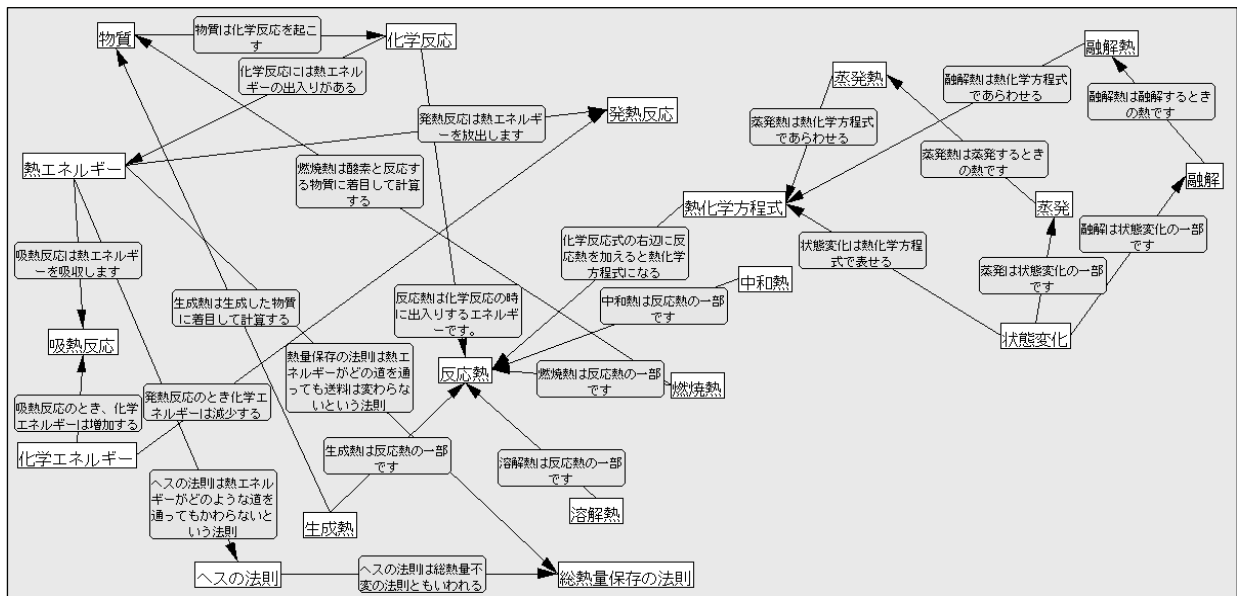


図8 子どもが作成したコンセプトマップ例④



## 4. 科学的リテラシー形成を促進する理科教授論の構築

本研究では、理科教育における今日的課題である科学的リテラシー形成の具現化として、「科学的な疑問の認識」、「現象の科学的説明」、「証拠に基づく結論の導出」という学習活動プロセスの意味を再評価し、中学校理科と高等学校化学を事例として、理科授業のデザインを行った。さらに、科学的リテラシー形成を支援する指導方略について各々の実践内容を具体的に述べた。そして、それらの成果として、情報の扱い方やその整理の仕方、すなわち、それらの情報の整合性や思考の一貫性を理科授業において重要視することで、表現活動や他者との思考の交流や合意形成が充実することが明らかとなった。各々の実践から導き出された子どもの学習と指導方略とについて、具体的に4.1および4.2に述べる。

### 4.1 中学校理科における指導の方略

中学校における実践を通じて得られた、子どもの学習と教授についての示唆は、以下の通りである。

- ・ 学習経過に伴う自己の思考の変容（科学概念構築過程）を、逐一、子どもたちに表現させていくことにより、子ども自身に自己の学習をコントロールしているという自己制御的な学習に対する自信を持たせることが可能である。
- ・ 実験・観察前に保持していたイメージと観察・実験で得られた情報を関連づけさせながら考察させることにより、必要な情報の取捨選択や一貫した説明様式を定着させることが可能である。
- ・ 個々の学習成果をもとに他者と交流することにより精緻化されていった結論をクラス全体で共有し合意形成を図ることで、活用可能な知識へと変容させていくことが可能である。

### 4.2 高等学校化学における指導の方略

高等学校における実践を通じて得られた、子どもの学習と教授についての示唆は、以下の通りである。

- ・ 子どもに思考したことを文章化させ、学習を通してコンセプトマップを段階的に作成させることは、子どもにメタ認知を誘起させ、自律的な学習を促進させる効果がある。
- ・ コンセプトマップは、子どもに彼／彼女が保持している概念を説明しようとする事象について表出することを要求する。これは学習の履歴を足掛かりとしながら科学的な疑問を認識し、科学概念を構築し、現象を科学的に説明する能力の形成を促すことと捉えることができ、概念の自覚と随意的使用の具現化であるリテラシーの獲得として考えられる。
- ・ コンセプトマップの共同作成は、子どもの個人的理解を精緻化しながらクラスでの合意の形成による共通理解へと導くものであり、子どもへの知識の習得と活用を促すことが可能となる。

## おわりに

冒頭で述べたように、OECDにおけるDeSeCoプロジェクトの規定する能力観である「キー・コンピテンシー」や、それに派生して実施されているPISA調査における科学的リテラシーの規定は、あくまでも、今日の知識基盤社会において柔軟に対応できる人材育成のための目標である。言い換えれば、キー・コンピテンシーの学校教育における具現化の一つが科学的リテラシーなのである。そこで、本研究では、その科学的リテラシーの育成に関連する具体的な指導指針として、特に「科学的な疑問の認識」、「現象の科学的説明」、「証拠に基づく結論の導出」という学習活動プロセスを理科授業に組み込むことによって、子どもの学習成果を分析したのである。具体的には、中学校では、スケッチをふくむ観察記録やモデル図などを中心に、高等学校では、コンセプトマップを中心にして、表現活動を行わせる過程に、こういった一連の学習プロセスを設定したのである。その結果、上述したような具体的な指導方略が明らかとなったのである。すなわち、子どもが、学習に対する見通しや明確な仮説を持ちながら観察・実験を行い、その過程を

記述していくという、個人内の学習過程を授業の基盤に置きながら、それらをもとに得られた情報や他者の思考との社会的な関わりを行うことにより、得られた情報の精度や学習プロセスの定着など、科学概念構築を積み重ねて行くことが可能となったのである。こういった意味で、本研究における指摘が、科学的リテラシーを育成するための今後の理科授業をデザインしていく上で重要な視点となることを確信している。

#### (註)

- ・稲垣成哲，船生日出男，山口悦司 2001 『再構成型コンセプトマップ作成ソフトウェアの開発と評価』科学教育研究 Vol.25, No.5
- ・国立教育政策研究所(a)2007 『生きるための知識と技能』ぎょうせい
- ・国立教育政策研究所(b)2007 『特定の課題に関する調査 (理科)』
- ・ドミニク・S・ライチェン，ローラ・H・サルガニク 2007 『キー・コンピテンシー』(立田慶裕監訳)明石書店
- ・文部科学省2008 『小学校学習指導要領解説 理科編』『中学校学習指導要領解説 理科編』大日本図書