

自分の考えに自信をもって学習に取り組み、科学概念を習得する授業展開

～ 第2学年理科1分野における場面に応じた「考える」活動の工夫を通して ～

目 次

I 研究の概要

| | |
|-----------|-----|
| 1 研究主題 | 2-1 |
| 2 主題設定の理由 | 2-1 |
| 3 研究目的 | 2-2 |
| 4 研究仮説 | 2-2 |
| 5 研究の全体構想 | 2-2 |
| 6 研究経過 | 2-3 |

II 研究の実際

| | |
|----------------------------|------|
| 1 生徒の実態 | |
| (1) 理科学習に関する実態調査から | 2-3 |
| (2) みやざき小中学校学力・意識調査から | 2-4 |
| 2 研究の基本的考え方 | |
| (1) 「自信をもって学習に取り組む」生徒の姿とは | 2-5 |
| (2) 本研究における「考える」の捉え | 2-6 |
| (3) 「考える」活動の重要性 | 2-6 |
| (4) 思考の「ゆさぶり」について | 2-7 |
| 3 研究の実際 | |
| (1) 第1回検証授業（平成22年 6月15日実施） | 2-8 |
| (2) 第2回検証授業（平成22年11月 9日実施） | 2-14 |

III 研究の成果と今後の課題

| | |
|----------|------|
| 1 成果 | 2-19 |
| 2 今後の課題 | 2-20 |
| 〈 参考文献 〉 | 2-20 |

I 研究の概要

1 研究主題

| | |
|-----|-----------------------------------|
| 主 題 | 自分の考えに自信をもって学習に取り組み、科学概念を習得する授業展開 |
| 副 題 | 第2学年理科1分野における場面に応じた「考える」活動の工夫を通して |

2 主題設定の理由

社会構造や価値観など、さまざまなことがめまぐるしく変化している現代社会で生きていくためには、自分の解決すべき課題を見つけ、あふれる情報から自分にとって必要なものを取捨選択し、活用していく力を身に付けることが必要である。新学習指導要領は、理科の学習を通してこの力を身に付けさせるために、自然の事物・現象に進んでかかわり、目的意識をもって観察、実験などを行い、科学的に探究する能力の基礎と態度を育てるとともに、自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方を養うことを目標に掲げている。

本校の生徒の実態に目を向けると、「みやざき小中学校学力・意識調査」の結果から、理科の勉強が好きと答えている生徒が約85%と高く、興味・関心が高いことが分かった。しかし、学習内容の定着が十分ではなく、全県との差が大きいことが分かった。原因として、生徒は観察、実験には楽しく取り組むものの、何のために行うかなどの目的を十分理解していなかったり、学習に対して受け身的な態度で取り組むために学習課題が生徒自身の解決していくものになっていなかったりすることが考えられる。一方、同調査の「自分」に関する結果を見ると、本校の生徒は、物事を最後までやりとげて嬉しかった経験や、難しいことでも失敗をおそれずに挑戦する経験をもつ生徒が多いことが分かった。このことから、生徒のもつ理科に関する興味・関心を、課題を解決する意欲に高め、学習課題を生徒自身のものと捉えさせ、主体的な学習活動に高めることによって学習内容の定着を図ることができるのではないかと考えた。

学習を進めるにあたり、学習課題が生徒自身のものとして捉えられ、活動が生徒の主体的活動になるためには、子どもたちが「解決したい」と強く思える学習課題であること、解決のための観察、実験に見通しをもって取り組めること、自分の考えに自信をもって取り組めることなどが大切であると考えた。学習課題を子どもたちにとって「解決したい」ものにするため、子どもたちが日常生活の中で身近に感じていることや、当たり前だと認識していることに対して思考のゆさぶりをかけ、しっかり考えさせて学習意欲を高めることが大切であると考えた。また、自分の考えに自信をもち、学習課題に対して見通しのある活動にするためには、自分の考えを深めたり、自分の考えをもとに議論したりしてさらに考えを深めるなどの活動が必要であり、そのためには時間の確保や場面の設定など授業展開の工夫が必要であると考えた。「考える」活動に関しては、西川^{*}らの研究により、授業者が学習指導の工夫を行い、学習者に自分の考えをしっかりと学習に取り組みさせることで、正しい科学概念を身に付けさせることができることが明らかにされている。

「考える」行為の質を高め、子どもたちが主体となった学習活動を展開することは、学習指導要領に示されている生きる力を育むうえでも意義深いものであると考える。子どもたちが学習課題を自分たちのものとして捉え、自信をもって課題解決に取り組み、正しい科学概念を身に付けさせることをねらいとして本主題および副題を設定した。

※西川 純（上越教育大学教職大学院 教授）

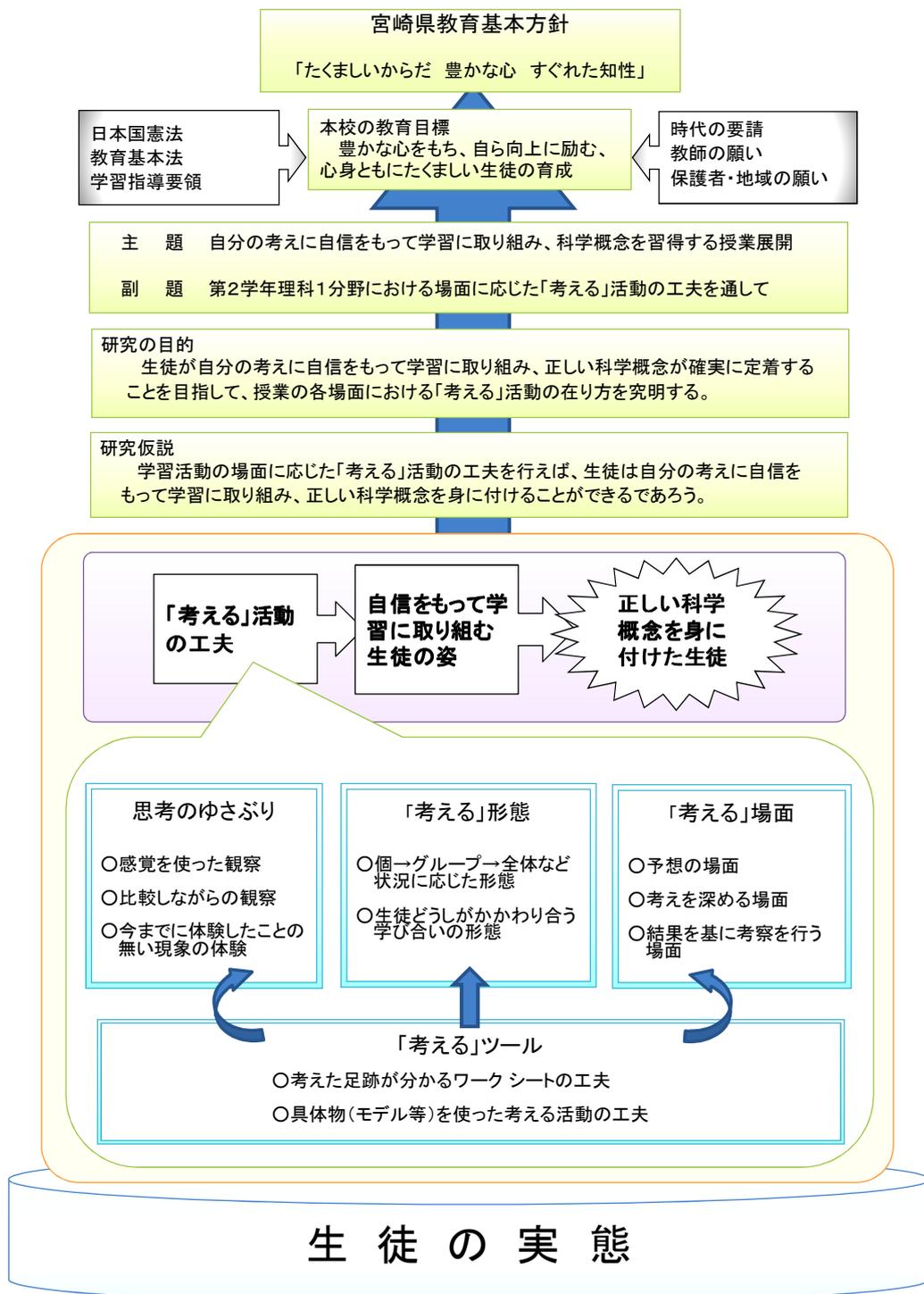
3 研究の目的

生徒が自分の考えに自信をもって学習に取り組み、正しい科学概念が確実に定着することを旨として、授業の各場面における「考える」活動の在り方を究明する。

4 研究仮説

学習活動の場面に応じた「考える」活動の工夫を行えば、生徒は自分の考えに自信をもって学習に取り組み、正しい科学概念を身に付けることができるであろう。

5 研究の全体構想



6 研究経過

| 月 | 研究内容 | 研究事項 | 研究方法 | 備考 |
|----|----------------------|---|--------------|------------------|
| 4 | 研究理論構築 | ○ 研究主題・仮説等の設定と研究計画の設定 | 理論研究 | |
| 5 | 研究理論構築 授業準備 | ○ 実態調査（内容検討・実施・集約・分析） ○ 授業モデル検討 ○ 検証授業Ⅰ準備（指導案作成教材開発等） | 理論研究 調査研究 | |
| 6 | 検証授業Ⅰの実施 | ○ 検証授業Ⅰの実施と考察 ○ 授業後の実態調査（実施・集約・分析） | 授業研究 | 研究実践校 （青島中学校） |
| 7 | 検証授業Ⅰの分析 および理論再構築 | ○ 検証授業Ⅰおよび実態調査の分析と、これを受けた理論の再構築 | 理論研究 | |
| 8 | 中間発表会 理論再構築 | ○ 中間発表会の準備 ○ 検証授業Ⅱに向けた理論の再構築 ○ 授業モデル検討 ○ 検証授業Ⅱ準備 | 理論研究 | |
| 9 | 理論再構築 | ○ 検証授業Ⅱに向けた理論の再構築 ○ 授業モデル検討 ○ 検証授業Ⅱの準備（指導案作成、教材開発等） | 理論研究 | |
| 10 | 検証授業Ⅱの実施 | ○ 検証授業Ⅱの準備（指導案作成、教材準備等） | 授業研究 | |
| 11 | 検証授業Ⅱの実施 検証授業Ⅱの分析 | ○ 検証授業Ⅱの実施と考察 ○ 授業後の実態調査 ○ 検証授業Ⅱおよび実態調査の分析 | 理論研究 | 研究実践校 （青島中学校） |
| 12 | 研究内容の考察 | ○ 仮説と実践の検証 | 理論研究 | |
| 1 | 研究のまとめ | ○ 研究の成果と課題についてのまとめ ○ 研究報告書、研究発表原稿の作成 | 理論研究 | |
| 2 | 研究発表会準備 | ○ 研究発表会原稿の作成、プレゼンテーションの作成 | 理論研究 | |
| 3 | 研究発表および反省 | ○ 研究のまとめと反省 | 理論研究 | |

II 研究の実際

1 生徒の実態

(1) 理科学習に関する実態調査から

研究を進めるにあたり、導入の場面、観察、実験を行う場面、練習問題を解く場面など、理科授業の各場面における生徒のこれまでの取組や、生徒がこれからの理科授業に期待すること等についての把握を目的として実態調査を行った。

この実態調査から、本研究で捉えている理科授業の各場面における「考える」活動につい

て、生徒はこれまでの授業の取組に対して次のような意識をもっていることが分かった。

- 観察、実験には興味をもって取り組むものの、考察の段階になると何をどのようにまとめていけばいいのかわからない。
- 自分の考えに自信がもてないため、積極的に話し合ったり自分の考えを述べたりすることが苦手である。

また、理科が分かるようになるために授業の中で期待することとして、生徒は次のような意識をもっていることが分かった。

- より確かな学力を身に付けるために、時間をかけてじっくりと考えたい。
- 自分の考えをよりよくするために、話し合いや発表などを通してお互いの考えを知ることが大切である。
- わからないところを友達との関わりによって解決するのはよい方法である。

このことから、生徒に考える手立てを身に付けさせ、授業の各場面において考える時間を保障し、間違いを気にせず自分の考えを表現できる力を身に付けさせることにより、生徒は主体的に考え、自信をもって学習活動に取り組むことができるようになるのではないかと考えた。

(2) みやざき小中学校学力・意識調査から

4月に実施された「みやざき小中学校学力・意識調査」の学力調査結果（資料1）から、本研究の対象とした第2学年生徒の化学的領域、物理的領域に対する平均到達度及び達成率について次のことが分かった。

- 化学的領域では平均到達度・達成率ともに県平均を上回っている。
- 物理的領域では平均到達度・達成率ともに県平均を下回り、達成率の方はその差が大きい。

物理的領域では、図や実験結果から答えを導き出したり、条件を整理して計算によって答えを導き出したりするなどの科学的思考力を問う出題が多い。出題傾向とこの領域の平均到達度や達成率が低いという結果から、生徒は科学的思考力を十分身に付けていないと考えられる。

また、分類別でみた平均到達度・達成率（資料1）について次のことが分かった。

- 基礎的・基本的な内容について平均到達度・達成率ともに県平均を下回り、特に達成率ではその差が大きい。

科学的思考力を高めるためには、授業において生徒に根拠のある予想を考えさせたり、観察・実験結果を基に考察を行わせたりするなどの知識・技能の活用が図られる取組が大切であるが、これらの取組を充実させるためには基礎的・基本的な内容の習得が必要である。基礎的・基本的学習内容の習得を図るためにも、先に述べた「考える」活動が大切であると考えた。

| | 領域 | 全県との差 |
|-----------|-------|--------|
| 平均 到達度 | 化学的領域 | 6.6 |
| | 物理的領域 | ▲ 5.9 |
| 達成率 | 化学的領域 | 5.0 |
| | 物理的領域 | ▲ 10.1 |

平均到達度：児童生徒の到達度を平均した数値を示したもの

平均到達度＝到達度の合計÷児童（生徒数）（％）

達成率：到達度が目標値に達している児童生徒の割合を示したもの

達成率＝到達度が目標値に達している児童（生徒）数
÷全児童（生徒）数×100（％）

※上記の説明は、宮崎県教育研修センターHPに掲載されている

「みやざき小中学校学力調査報告」から一部抜粋したもの。

| | 分類 | 全県との差 |
|-----|--------------------------------|--------|
| 平均 | 基礎的・基本的な内容を問う | ▲ 8.3 |
| 到達度 | 基礎的・基本的な内容を生かして課題を解決する力を問う | 4.6 |
| | 知識・技能等を実生活の様々な場面において活用する力などを問う | ▲ 1.1 |
| 達成率 | 基礎的・基本的な内容を問う | ▲ 20.7 |
| | 基礎的・基本的な内容を生かして課題を解決する力を問う | 4.0 |
| | 知識・技能等を実生活の様々な場面において活用する力などを問う | 10.9 |

▲は県平均を下回っている値

【資料1 みやざき小中学校学力・意識調査結果（学力調査結果の一部）】

また、意識調査結果から、学習に関することや自分に関することについて、本校生徒は次のような意識をもつことが分かった。

- 勉強してわからないことがあるとき、そのままにせずに自分一人で何とか解決しようとし、自分で解決できないときには先生に聞くより友達に聞いて解決している。
- ものごとを最後までやりとげて達成感を味わったことのある生徒が多い。
- 難しいことでも、失敗を恐れずに挑戦する生徒が比較的多く、下位層の生徒ほどこの傾向がより強くなる。

西川は、学習内容の理解が難しい子どもには、教師よりも学習内容を理解できている子どもの説明の方が分かりやすいと考えている。理由として、教師は専門性が高いゆえに生徒にとって難しい説明になる場合があるからで、子ども同士の説明の方が理解しやすいと述べている。このことから、生徒同士で解決していこうとする学び合いの活動は、学習内容のより確かな定着につながり、正しい科学概念を身に付けるために有効ではないかと考えた。

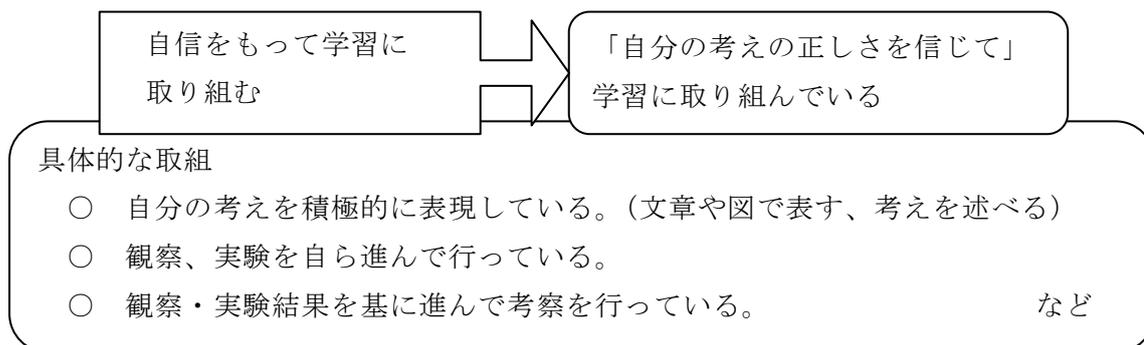
また、本校の生徒は、最後までやり遂げて達成感を味わった体験をもつ生徒や、失敗を恐れずに挑戦する生徒が多いことから、最後まであきらめずに課題に取り組めるよう見通しをもたせる工夫や、課題に必然性をもたせる工夫を行えば、生徒は学習に対して達成感を求めて粘り強く取り組むことができるようになるのではないかと考えた。

2 研究の基本的考え方

(1) 「自信をもって学習に取り組む」生徒の姿とは

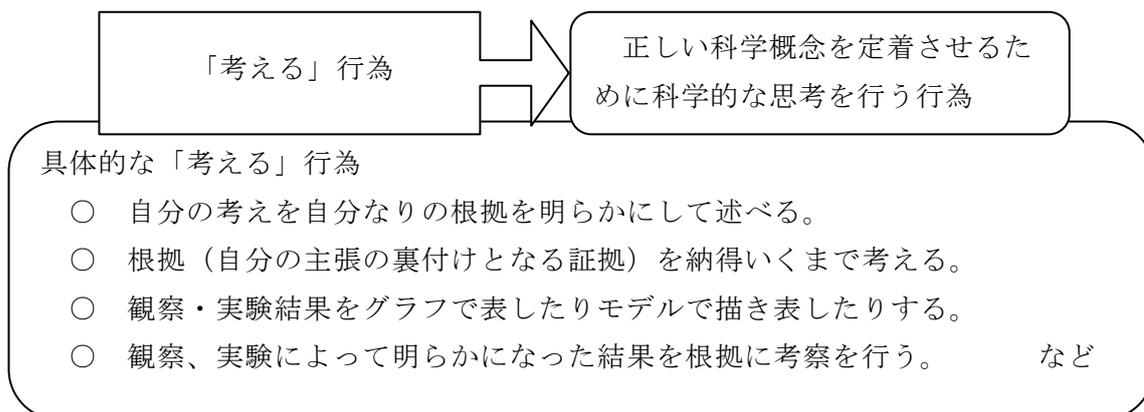
本研究では学習活動の各場面に応じた「考える」活動の工夫を行い、生徒が学習活動の中で自信をもって学習に取り組むことを通して正しい科学概念を身に付けることを目指す。「自信」と

いう語句について、広辞苑（岩波書店）では「①自分の能力や価値を確信していること。自負。②自分の正しさを信じて疑わないこと。」と説明されている。本研究では、生徒が自信をもって学習に取り組む姿として、上記の②で説明されていることを基に、次のように捉えた。



(2) 本研究における「考える」の捉え

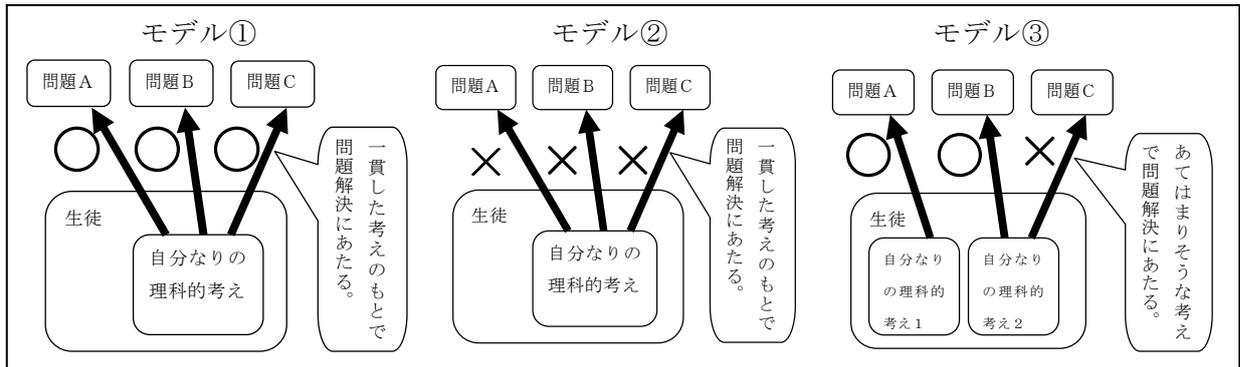
生徒は、それぞれの学習の場面の中で常に考えて学習している。日本語大辞典（講談社）では、「考える」という語について「ああだろうか、こうだろうか、筋道を立てて頭を働かす。また、そのようにして判断する。思うよりも知的な行為。」と説明されている。また、思考について、「思考：結論を得るまでの観念の過程。人間が一定のことをなしとげようとするとき、その目標に至る道筋・方法を見つけようとして働く精神活動。」と説明されている。本研究では、「考える」という行為を次のように捉えた。



(3) 「考える」活動の重要性

「3日前の夕食のメニューは何でしたか？」と聞かれたとき、答えに窮することがある。夕食をとるという行為が生活の中で特に意識することなく済んでしまうことが原因であると考えられることができる。しかし、あたり前の行為に何らかのエピソードが伴うとき、記憶に残ることがある。大辞林(三省堂)では、「エピソード」について「ある人やある物事についての面白く、短い話。逸話。」と説明されている。私たちは、いつもと違う印象的な出来事が記憶に残りやすいということを生活の中で経験することがある。自分が納得いくまで考えるという行為は、学習内容に対して印象付ける側面があると考えた。また、構成主義の立場から学習をみると、子どもたちは授業で学習する以前に日常生活の経験や以前の学習によって身に付けた、子どもたちなりの「理学的考え」をもっていると考えられている。生徒が問題解決にあたる際の思考イメージを資料2に示した。モデル①は正しい科学概念をもち、これをもとに一貫した思考を行って問題の解決に当たる生徒であり、本研究で目指す生徒に身に付けさせたい思考のイメージである。モデル②は自分なりの理学的考えは一貫しているが、その中に誤解がふくまれている

ために問題に対して正解を導き出すことができない生徒である。モデル③は、一貫した自分なりの理科的思考をもっていないために、問題や状況に応じてその都度当てはまりそうな考え方をを用いて解決にあたる生徒である。



【資料2 生徒の思考イメージ】

モデル②で表した、一貫した考えを用いた結果で同じ間違いをする生徒は、答えを導き出すための根拠が明確である可能性が高いので、根拠が正しい科学概念になればこれをもとに問題解決に当たり正解を導き出すことができ、モデル①の思考イメージに変容させることができると考えた。また、モデル③で表した生徒は、答えを導き出すときの拠り所が一貫性のある正しい科学概念になれば、これをもとに問題解決に当たり正解を導き出すことができ、モデル①の思考イメージに変容させることができると考えた。冬野^{*}は、生徒がもつ既存の考え方を強くすると、生徒はその考え方と異なる事象を提示されたとき、同時に2つの考え方を満足させることができずに自分の考え方を変えなければいけないと感じ、必要性をもって科学概念を獲得していくことができると述べている。このことから、一貫性のある正しい科学概念を身に付けさせるためには、現段階の考えがたとえ間違っていたとしても根拠を示してしっかり考え、自分の考えに自信をもつことが大切であると考えた。

(4) 思考の「ゆさぶり」について

「中学校学習指導要領解説理科編（平成20年9月）」（以下、学習指導要領解説とする）では、中学校理科の目標が次のように分けられている。

- ① 自然の事物・現象に進んでかかわること。
- ② 目的意識をもって観察、実験などを行うこと。
- ③ 科学的に探究する能力の基礎と態度を育てること。
- ④ 自然の事物・現象についての理解を深めること。
- ⑤ 科学的な見方や考え方を養うこと。

学習指導要領の改訂により、学習の対象が「自然の事物・現象に進んでかかわること」とはつきりするとともに、これらに積極的にかかわること、「探究する能力の基礎を育てること」と表現がかわり、科学的に探究する活動を行うことが従前より重視された。学習指導要領解説では、「自然の事物・現象に進んでかかわること」は、理科の学習の出発点であるとともに、学習を推し進める力にもなると考えられると述べられている。また、「探究する能力の基礎を育てること」は、激しい変化が予想される社会の中で生涯にわたって主体的、創造的に生きていくために必要であり、「生きる力」の育成につながるものであると述べられている。

※冬野 英二郎（上越教育大学西川研究室 平成7年度岐阜県派遣院生）

生徒が、授業において自然の事物・現象に対して進んでかかわるためには、教師が生徒の知的好奇心を喚起し、学習課題を生徒自身の解決するものと捉えさせることが必要である。そのためには、導入段階でこれまでの自分の経験や知識を使って考えてもうまく説明できない現象を示し、「なぜだろう、理由を知りたい、解決したい」などの気持ちを高めることが必要であると考えた。このような気持ちを高めることを、生徒の思考に「ゆさぶり」をかけることと捉えた。また、導入段階だけでなく、状況に応じて探究の段階でも生徒の「なぜだろう」という気持ちを高めながら学習を進めることも必要であると考えた。

(5) 「考える」形態について

生徒が自分の考えをもち自信をもって学習に取り組むためには、学習の各場面において生徒がしっかりと考えるための場면을保障するとともに、考える形態を工夫することが大切であると考えた。授業の各場面における個人で考える場面と小集団あるいは全体で考える場面について、それぞれの目的を下のように捉えた。

【個人】

- 自分の頭の中にあるものを整理する。
- 自分自身のもつ思考力・判断力を高める。

【小集団・全体】

- 自分では気づけなかった違った角度からの見方・考え方に触れる。
- 自分の考えを修正したり、深めたりする。
- 自分ができないこと、分からないことをお互いに補う。

3 研究の実際

(1) 第1回検証授業（平成22年6月15日実施）

ア 授業の概要

第1回検証授業の単元「電流の利用」は、新学習指導要領で追加されたもので、学習内容は次のように示されている。

ア 電流

(ウ) 電気とそのエネルギー

電流によって熱や光などを発生する実験を行い、電流から熱や光などが取り出せること及び電力の違いによって発生する熱や光などの量に違いがあることを見いだすこと。

学習指導要領解説では、この学習について「例えば、電熱線に電流を流し、同じ量の水の温度を上昇させるとき、温度の上昇は電力や電流を流す時間に関係があることを実験を通して見いださせる。その結果を分析して解釈する中で、水の上昇温度は、電力と時間の積である電力量によることを理解させる。」と説明されており、生徒が実験を行い、実験結果を基に考察を行う過程を通して科学概念を身に付けることが求められている。学習指導要領の改訂に伴い、電力量と熱量に関する学習が新規項目として追加されたが、電力と発熱量に関する学習は電力量と熱量の学習につなげる上で重要なところである。そこで、生徒が学習課題を自分たちのものとしてとらえ、主体的に実験を行い、実験結果を基に思考

を深め、科学概念を身に付けることができるように次の2点を手立てとして第1回検証授業を計画した。

- 学習意欲を喚起するための工夫として、長さの異なる電熱線を用いて生徒の思考をゆさぶる。
- 考える活動として、これまでの学習や生活経験等を根拠に予想を立てる場面や、実験結果を基に考察する場面等を設定する。

具体的には、長さの異なる2つの電熱線の提示で思考のゆさぶりを促して学習意欲を喚起し、同じ電圧をかけたときどちらがより多くの熱を発生するか予想を立てさせて実験を行い、実験結果から電力の違いによる発熱量の違いを見いださせる授業を展開することとした。

イ 思考の「ゆさぶり」をかける課題

長さの異なる電熱線に同じ電圧をかけて同じ時間電流を流したとき、短い電熱線の方がより多くの熱を発生する。これは、電熱線が短い方は電気抵抗が小さく、そのためにより強い電流が流れ、電力が大きくなるためである。「長さの異なる電熱線に電流を流したとき、より多くの熱を出すのはどちらか」の課題に対し、前単元で学習した2個の抵抗器全体の電気抵抗に関する知識を生かして、反応①の考えを導き出す生徒や、日常生活の経験から、「発熱する部分が長い(多い)方がより多くの熱を発生させる」と判断して、反応②の考えを導き出す生徒がいるのではないかと考えた。

| | |
|---|---|
| 課題 | 電熱線 A |
| 長さの異なる電熱線 A と B のそれぞれに同じ電圧をかけて同じ時間電流を流すと、どちらの電熱線がより多くの熱を発生させるか。 |  |
| | 電熱線 B |
| |  |

〈予想される生徒の反応①〉

電熱線 A は短いので電気抵抗が小さい。同じ電圧をかけたとき B より強い電流が流れるので、電熱線 A の方がより多くの熱を発生するのではないか。

〈予想される生徒の反応②〉

電熱線 B は長いのでそれだけ発熱する部分が多い。だから電熱線 B の方がより多くの熱を発生するのではないか。

ウ 「考える」場面の設定

(7) 根拠を明確にして予想を立てる (第1時)

予想の段階では、はじめにこれまでの学習や生活経験を基に、生徒が自分なりの根拠を明確にして予想を立てる場面を設定した(資料3の①)。

次の段階で、自分なりの根拠によって立てた予想についてお互いに意見交換し合う場面を設定した。この時、他者の考えに触れ、自分の考えを深められるように根拠をきちんと示して意見交換を行うことに留意させた。そして、他の考えも考慮しながら自分の考えを再考する場面を設定した(資料3の②)。「考える」ツールとして、はじめの予想と、他者の意見を

聞いた後の予想を記入し、自分の思考過程が分かるように記述欄を工夫したワークシートを用いた（資料4）。

| 段階 | 学習内容及び活動 | 指導上の留意点 | 評価の視点 (1) |
|------------|--|---|---|
| 課題提示 予想 | <ul style="list-style-type: none"> ○長さの違う2本の電熱線について考える。 ・長さは違っても同じ材質なので同じように温度が上がらと思う。 ・長いと発熱するところが多いので長いほうが温度は上がらと思う。 ・長いと電流が流れにくくなり、その結果温度はあまり上がらなと思う。 | <ul style="list-style-type: none"> ○単なる思いつきにならず、根拠をもった予想となるように、これまでの学習や体験したことを基に予想を設定する。 | <ul style="list-style-type: none"> ○根拠を明確にして予想を立てる場面 |
| 意見交換 | <ul style="list-style-type: none"> ○自分の予想を基に意見交換を行う。 | <ul style="list-style-type: none"> ○多様な考えによる考えを深めたりできるようにグループし合う場面を設定する。 | <ul style="list-style-type: none"> ○他の考えも考慮して自分の考えを見直す場面 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ○意見交換を基に再度予想について考える。 | <ul style="list-style-type: none"> ○グループや全体での意見交換を基に、自分の考えをより確かなものにさせる。 | |

【資料4：ワークシート】

自分の考え①

他の人の意見を聞いて

自分の考え②

自分の考え①及び自分の考え②を記入させることで自分の考えをより確かなものにさせる。

【資料3：学習指導過程（予想の場面）】

【資料4：ワークシート】

この活動において、自分の考え①では、電熱線が短い方がたくさん電流が流れてより多くの熱を発生すると予想した生徒が、14名中6名であった。この予想を立てた生徒は、次のことを根拠として挙げていた。

- 電熱線の長さや抵抗の大きさの関係から、短い方が抵抗は小さいのでより多くの電流が流れるから。
- 電熱線が短い方が早く熱くなる。長いと電熱線が温まるのに時間がかかるから。

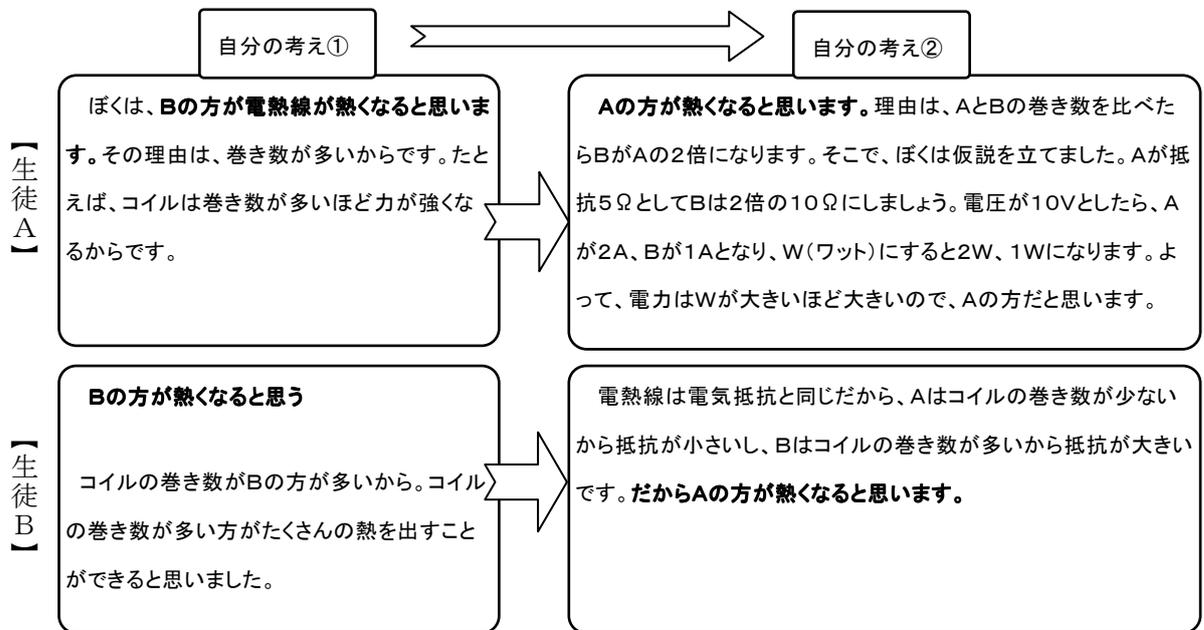
一方、発熱する部分が長い方がより多くの熱を発生すると予想した生徒は8名であった。このような予想を立てた生徒は、次のことを根拠として挙げていた。

- コイルに電流を流したとき巻き数が多い方が磁界は強くなるから。
- 電熱線が長い方が、熱が出る面が大きいから。

グループで意見交換を行った後の自分の考え②では、自分の考え①と一貫して同じ根拠を挙げて、自分の考えをまとめている生徒の姿も見られたが、他の生徒の考えから影響を受け、自分の考えを変更する生徒も見られた。

生徒の考えを見ていくために、第1回検証授業では生徒A及び生徒Bの2名に着目した。これら2名の生徒が、資料4に示したワークシートに記述したものを資料5に示した。生徒Aは、自分の考え①の段階において、「電流がつくる磁界」で学んだ「コイルの巻き数が多いほど磁界は強くなる」の考え方をを用いて、電熱線Bの方がより多くの熱を発生すると予想を立てていた。その後、グループ内の話合いや他グループとの意見交換を行い、自分の考え②の段階では前時の学習で学んだ「2個の抵抗器を直列につなぐと（長くなると）全体の抵抗は大きくなるので

電流は弱くなる」の考え方をういて電熱線Aの方がより多くの熱を発生する予想に変えた。予想を変えた理由として、生徒は電熱線を、「コイル」として捉えて説明するよりも「電気抵抗」として捉えて説明した方がこの現象を説明するためにはよりよいと判断したのではないかと思われる。予想の段階で、意見交換を行ったり、これを考慮して自分の考えを見直したりすることで、自分の頭の中であいまいになっていた思考を整理し、根拠をより明確にさせることができた。



【資料5：ワークシートの記述】 ※文章は生徒の記述をそのまま掲載している。

実験の場面では、生徒一人一人が自分なりの根拠に基づいた予想をもって取り組んだため、意欲的な取組を見ることができた。特に、事実と異なる予想を立てて実験を行った生徒は、予想と異なる状況に「あれ、何で？」や「実験器具がこわれているの？」といった声をあげていた。予想と結果の違いから思考のゆさぶりが生じ、生徒に予想と結果が違った理由を考えさせることができたのは、予想段階における考える活動が生きていたためではないかと考えた。

(4) 実験結果の考察（第2時）

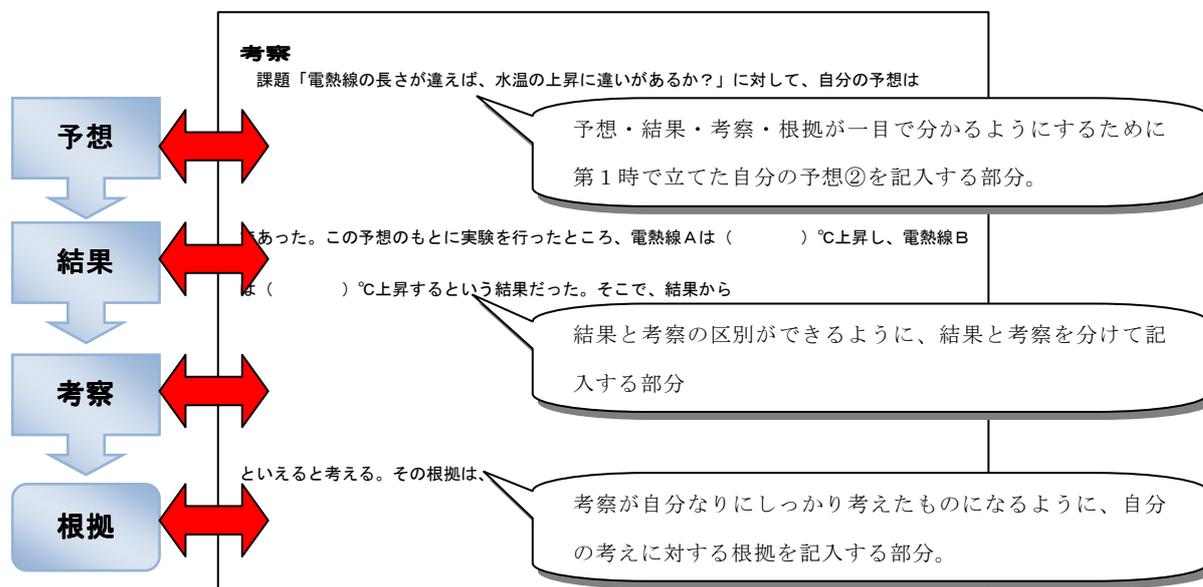
実験結果を基に考察を行う場面では、予想と照らし合わせて目的を意識させながら考察を行わせた（資料6の③）。

この場面で、文章を書くこと自体に苦手意識をもっていたり、結果と考察を区別して書くことに難しさを感じていたりする生徒の実態があることから、予想、結果、考察、考えの根拠をきちんと分けて記述させる工夫が必要であると考えた。そこで、予想から結論に

| 段階 | 学習内容及び活動 | 指導上の留意点 | 評価の視点 |
|----|-------------------------------|--|--|
| 考察 | ○ 前時の実験結果と演示実験を関連づけて考察を行う。 | ○ 電流の強さの違いによって電力の値が違ってくることに着目して考察を行う。 | ③実験結果や説明をもとに考えをまとめる。 発生する熱量が違ってくることを説明することができる。 (ワークシート) |
| | ○ 自分の考えをもとに班で話し合いを行い、考えをまとめる。 | ○ 多様な考えにふれ、個人の考えを深めたり修正したりできるように、自分の考えをグループで話し合ったり、全体で話し合う場面を設定する。 | |

【資料6：学習指導過程（考察の場面）】

至るまでの一連の流れが分かりやすくなるように、また、結果と考察を区別して記述できるように形式を工夫したワークシートを作成し、これを用いて取り組ませた（資料7）。次に、自分の考えを基にグループで話し合いを行うことで、お互いの考えを知るとともに自分の考えを深める場面を設定した（資料6の④）。生徒A、生徒Bの記述は、資料8の通りである。



【資料7：ワークシート（考察の場面）】

| 【生徒A】 | 【生徒B】 |
|--|---|
| <p>考察 課題「電熱線の長さが違えば、水温の上昇に違いがあるか？」に対して、自分の予想は 電熱線は抵抗から、巻き数が少ない方が水の温度が上昇する</p> <p>であった。この予想のもとに実験を行ったところ、電熱線Aは（22.9）℃上昇し、電熱線Bは（11.2）℃上昇するという結果だった。そこで、結果から AとBの電力を計算すると①Aが20W、Bが12.5Wと、Aの方が電力が強い。 巻き数が少ない方が電力が強い</p> <p>といえると考え。その根拠は、</p> | <p>考察 課題「電熱線の長さが違えば、水温の上昇に違いがあるか？」に対して、自分の予想は AのほうがBより上昇が大きい。</p> <p>であった。この予想のもとに実験を行ったところ、電熱線Aは（22.7）℃上昇し、電熱線Bは（11.2）℃上昇するという結果だった。そこで、結果から AのほうがBより上昇が大きい (早い) (長い)</p> <p>といえると考え。その根拠は、</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Aの抵抗より、Bの抵抗のほうが大きいから、 ① Aのほうが電流が強い。 ② AとBを計算すると、Aは(20W)、Bは(12.5W)だから、 Aのほうが電流が強い。 |

【資料8：ワークシートの記述】

エ 学習内容の定着について

学習内容の定着を確認するために、確認テスト（資料9）を作成し、授業の翌週、3週間後及び5か月後の3回実施した。確認テストでは、記号を答えるとともに判断した理由も記入させて、正しい科学概念が身に付いたかを確認した。実施した結果、正解を得られた生徒数は資料10のようになり、生徒A、生徒Bは3回実施した確認テスト全てで正解を得た。

そこで、生徒の思考をみるために、自分の考え①、自分の考え②、考察、確認テストの各場面に沿ってワークシートや確認テストの記述を比較した。生徒A、生徒Bともに、自分の考え

①では「コイルの巻き数が多い（長い）方が磁力は強い」ことを根拠に電熱線が長い方が多く熱を発生させると考えたが、自分の考え②では「短い方は抵抗が小さいので、強い電流が流れる」ことを根拠に電熱線が短い方が多く熱を発生させるという考えに変化していた（資料5参照）。考察の場面では、実験結果から「短い方が抵抗は小さいので強い電流が流れて電力が大きくなり、多くの熱を発生する」（資料8参照）という考えを導き出し、正しい科学概念を得ることができた。確認テストでは資料11のように、「抵抗が小さい方は電流が流れやすいので電力が大きくなる」という考えを基に理由を述べていたことから、正しい科学概念を身に付けたと判断した。

生徒A、生徒Bは、「コイルの巻き数（長さ）と磁界の強さ」に関する考え方と、「抵抗の大きさと電流の強さ」に関する考え方をそれぞれもっていると思われる。今回の課題に対し、自分の考え①では前者の考えに基づいて思考していたが、自分の考え②では後者の考えに基づいた思考に変化した。生徒は、予想に対する根拠に一貫性をもっておらず、予想の段階ではモデル③に該当する思考を行っているとは判断した。しかし、実験結果の考察から学習後に行った確認テストを通して、判断の根拠が一貫して電流の強さに基づいたものになっていたことから、生徒の思考はモデル①に変容したと判断した。

| | |
|---|---|
| <p>実験</p> <p>①電熱線A・Bをそれぞれ電源装置につなぐ。 ②ビーカーに水を入れて電熱線を水につける。 ③5Vの電圧をかけ、5分間電流を流す。 ④電流の強さを測定したところ、電熱線Aは2.5A 電熱線Bは5.0Aであった。</p> <p>問2 水の温度をより高くしたのは電熱線A・Bのどちらですか。記号で答えなさい。またそのように判断した根拠を分かりやすく説明しなさい。</p> <p>記号 ()</p> <p>理由</p> | <p>図</p> <p>電熱線A</p>  <p>電熱線B</p> |
|---|---|

| | 正解人数／全生徒 |
|----------------|------------------|
| 1回目 (6月23日) | 13名／14名 (93%) |
| 2回目 (7月14日) | 13名／14名 (93%) |
| 3回目 (12月6日) | 11名／14名 (79%) |

【資料9：確認テスト（1回目の一部）】

【資料10：正解が得られた生徒数】

| | 生徒A | 生徒B |
|-----|---|--|
| 1回目 | <p>正解</p> <p>A : $5 \times 2.5 = 12.5$ B : $5 \times 5 = 25$ このように、電力を計算して出してみると、Bの方が電力が強いから。</p> | <p>正解</p> <p>AよりBの方が抵抗が少ないから。</p> |
| 2回目 | <p>正解</p> <p>A : $5 \times 6 = 30W$ B : $5 \times 3 = 15W$ このように、AとBの電熱線の電力を調べた結果Aの方が電力は強いので、水温の上昇が大きいと思ったからです。</p> | <p>正解</p> <p>計算すると、 A : $5 \times 6 = 30W$ B : $5 \times 3 = 15W$ だから、Aの方が熱くなる。</p> |
| 3回目 | <p>正解</p> <p>計算をしたとき、電熱線Aと電熱線Bは、Bの方が抵抗が大きいので、Aの方だということが分かりました。</p> | <p>正解</p> <p>抵抗が少ない方が、電流が流れやすいので、Aの方が水をより熱くさせる。</p> |

【資料11：確認テストの記述（一部）】 ※文章は生徒の記述をそのまま掲載している。

オ 第1回検証授業における成果と課題

(7) 成果

○ 思考のゆさぶりを起こし、生徒の主体的な学習へつながった

生徒は、「長さの異なる電熱線では多くの熱を発生するのはどちらか」の課題に対し、予想の段階で既習事項や生活経験から自分なりの根拠をもった予想を立てようとしていた。この課題は、生徒にとって難しすぎて予想することができないものではないが、簡単に答えを導くことができず、生徒が自分なりの考えを引き出すことのできるものであったと考える。この課題によって生徒の思考のゆさぶりを起こして学習の動機づけを行い、生徒が主体となった学習活動へつなげることができたと考えた。

(4) 課題

○ 考える活動の精選が必要である

正解が得られなかった生徒の確認テストを見ると、理由を述べる欄が空白であったことから、正解が得られなかった生徒は正しい科学概念の定着が不十分であると判断した。生徒の考えを深め、強い考えをもって課題の解決を行わせるためには、生徒の実態や時間を考慮しながら考える場面の焦点化を図ることが大切であると考えた。授業を構成するに当たり、この学習で身に付けさせたい科学概念をしっかりと捉え、そのためには授業のどの場面に焦点を絞って考えさせるのか、また、何を使ってどのように考えさせることが有効であるかなど、考える活動の精選を行うことが必要であると考えた。

(2) 第2回検証授業（平成22年11月9日実施）

ア 授業の概要

第2回検証授業の単元「化学変化」は、新学習指導要領では学習内容が次のように示されている。

イ 化学変化

(イ) 酸化と還元

酸化や還元の実験を行い、酸化や還元が酸素の関係する反応であることを見いだすこと。

この単元は、新学習指導要領により第3学年「物質と化学反応の利用」から第2学年へ移行したものである。学習内容は同じであるが、第3学年では化学変化における熱の出入りや電流の発生という「エネルギー」の側面から学習が展開していた。第2学年では、分解や化合などの化学変化の学習の流れの中で学習が展開され、還元反応を「化学変化」という側面から学習することになっている。

生徒は前単元の「ア 物質の成り立ち (ア)物質の分解」で、酸化銀は加熱すると銀と酸素に分解することを学習している。本単元では、酸化銅に炭素を混ぜ合わせて加熱すると銅と二酸化炭素が生成することを学習する。「金属の酸化物」という同じなかまの物質の化学変化において、酸化銀は分解であり酸化銅は還元であることが生徒の理解を困難にしていると考えられる。また、この単元では化学変化に関する物質を原子モデルで表したり、化学反応式で表したりする。生徒にとっては、原子の記号を覚えることの困難さや、化学反応式を書くきまりに則って思考することの困難さから、学習内容の定着が難しい単元の一つである。そこで、化学変化に対する興味・関心を高め、目的意識をもって学習に取り組むこと、原子

モデルで化学変化を考える場面で、生徒同士で説明し合ったり教え合ったりしながら還元反応に対する正しい科学概念を定着させることをねらい、次の2点を手立てとした。

- 酸素が結びついた金属が身近な物質によってもとの金属に戻る現象を提示して、生徒の思考をゆさぶり、学習意欲を喚起する。
- 考える活動として、化学変化によって発生する物質を予想し、確かめるための実験を行う場面や、原子モデルカードを使って化学変化全体を説明する場面を設定する。

イ 思考の「ゆさぶり」の工夫

銅を加熱すると、空気中の酸素と結びつき酸化銅という物質に変化する。これに炭素を混ぜ合わせて加熱すると、結びついていた酸素が離れて元の銅に戻る。この学習において、生徒に酸化銅と炭素を混ぜて加熱することに必然性をもたせることは、目的意識をもって実験に取り組み、実験結果をもとに思考しながら学習内容の定着を図るためにも大切であると考えた。なお、炭素は食べ物など身近な物質（有機物）に含まれている。

| 段階 | 学習内容及び活動 | 指導上の留意点 | 評価の視点 (評価方法) |
|----|--|--|-----------------------------------|
| 導入 | <ul style="list-style-type: none"> ○銅を加熱したときに起こる変化を見て、物質と酸素が結びつくことを確認する ・銅の色が黒く変化した。 ・以前に学習したことから考えると、銅に酸素が結びついたのだろう。 | <ul style="list-style-type: none"> ○有機物が燃えて（炭になる）現象を押さえる。 ○学習の関連性を感させるために、行った酸化銅を提示する。 | <p>①身近なものを用いた現象により思考のゆさぶりを促す。</p> |
| | <ul style="list-style-type: none"> ○加熱したものをしょう油の中に入れ、酸化銅が銅に戻る変化を確認する。 ○砂糖、ジュースなどについても同様のことを行い、変化を確認する。 | <ul style="list-style-type: none"> ○身近なものによる銅が銅に戻ることを確認し、結びついた酸素は取り除くことができることに気付かせる。 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ○酸化銅を銅に戻した3種類の物質を加熱し、共通点を考える。 ・見た目や状態は違うが、加熱すると全て炭が残った。 | <ul style="list-style-type: none"> ○酸化銅が銅に戻るために炭素が関係していることを見いださせるために、3種類の物質を加熱する。 | |

【資料12：学習指導過程（導入の場面）】

教科書（未来へひろがるサイエンス1分野下：啓林館）では、学習の導入として銅板をガスバーナーの外炎で加熱して酸化銅にしたものを、内炎で加熱して元の銅に戻す現象を掲載している。しかし、本校の生徒の実態では、ガスで燃焼させることによって起こる現象と炭素を使用することの関連付けが難しく、炭素を使用する実験の必然性を十分感じることができないのではないかと考え、導入段階において、しょう油、砂糖、オレンジジュースという生活の中に身近に存在する炭素を含むものが酸化銅を元の銅に戻す演示実験（資料12の



【資料13：演示実験の場面】

①及び資料13) を行い、生徒に「なぜこんな現象が起こるのか？」という思考のゆさぶりをかけ、目的意識をもった実験へ意欲を高めることを手立てとした。

実験で使用した酸化銅は、前単元「物質が結びつく変化」において、生徒がこの実験を行ったときに生成した酸化銅を使用した。自分たちが実験で変化させたものを再び元に戻すことで学習に対する意欲を喚起するとともに、学びの連続性を図った。

ウ 「考える」場面の設定

(7) 予想を立てる（第1時）

教科書では、「酸素と結びやすい活性炭を用いて、酸化銅から銅を取り出してみよう。その

とき、ほかに何ができるだろうか。」という問いかけがされている。教科書の実験操作の説明では、二酸化炭素の発生が前提になっているために生徒が主体となった授業展開が難しいと考えた。

そこで、導入の演示実験の後、物質を原子モデルで表したものを提示したり、しょう油や砂糖を燃焼して炭素の存在を確認したりして、根拠を明らかにしながら酸化銅から離れた酸素の行方を予想する場面を設定した（資料14の②）。多くの生徒は、炭素を含むしょう油や砂糖によって元の銅に戻ったことと原子モデルを結びつけて考え、酸化銅から離れた酸素は炭素と結びついて二酸化炭素になるという予想を立てた。また、生徒の中には、前単元で学習した酸化銀を加熱すると分解して銀と酸素が発生することを根拠に、酸化銅が分解して酸素が発生するという予想を立てた生徒もいた。自分自身の力で考えをまとめることが難しい生徒には、グループの中で協力し、考えのまとまった生徒が関わりながら予想と根拠を明確にさせることを促した。グループ内で自分の考えを伝え合う場面では、他の生徒の考えに触れることで、自分自身の考えを再確認させた。お互いの考えを伝え合う場面を設定することで、自分の予想を修正する生徒も見られた。

| 学習内容及び活動 | 指導上の留意点 | 評価の観点 (評価方法) |
|---|--|----------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> 炭素を使うので、炭素と結びついて二酸化炭素ができるのではないかな。 | <ul style="list-style-type: none"> 発生する物質の手掛かりにするために、酸化銅を原子モデルで表したものを示す。 既習事項を生徒の各自の予想ものに高めさせる。 | <p>②これまでの学習を生かして予想する。</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> 同じ予想を立てた生徒で班の再編成を行う。 | <ul style="list-style-type: none"> 班の中で各自異なる場合、自分と確かめができるように、1グループあたり3名程度になるように再編成を行う。 | |
| <ul style="list-style-type: none"> 予想した気体を確かめる方法を考える。 <ul style="list-style-type: none"> 酸素であれば線香が激しく燃える。 二酸化炭素であれば石灰水が白くにごる。 気体検知管で調べることができる。 | <ul style="list-style-type: none"> 第1学年で学習したいろいろな気体の性質を全体で確認し、これ適切な方法を選ぶ。 班内で解決できない場合は、他の班との通して解決する。 | <p>③既習事項を生かして解決方法を考える。</p> |

【資料 14：学習指導過程（考える場面）】

(イ) 確かめる方法を決める（第1時）

実験に対する目的意識を高めて生徒自身の課題という認識を強くすることをねらいとして、第1学年で学習した気体の性質を想起させ、確かめる方法や必要な器具等を自分たちで考えて実験を行う場面を設定した（資料14の③）。確かめる方法を決定するために、第1学年で学習した気体の性質を調べる方法をカードで提示し、予想した気体と調べる方法を照らし合わせて、グループ内で話し合いながら調べる方法を選択させ、必要な器具等について決定させた。そして、還元反応の実験に関する安全上の留意点等を説明し、各班の実験に取り組ませた。実験の場面では、生徒がグループの中で協力しながら自分たちの考えた方法で気体を調べたり、結果を記録したりするなど、進んで課題解決を図ろうとする姿を見ることができた。



【資料 15：予想を確かめる実験】

(ウ) モデルを使って考える（第2時）

生徒が炭素による銅の還元反応を説明できるように、原子モデルを用いてこの化学変化を考える場面を設定した。より確かな定着を図るためには、活動の中で自分の考えをまとめる

ための時間の確保や、自分の考えを基に他者とのかかわりの中で考えを深める活動形態の工夫などを行うことが大切であると考え、これらのことを意識して指導を行った（資料16）。モデルで表したり化学反応式に書き換えたりする活動の中で、既習事項の定着の違いによって生徒の学習の進度に差が生じ、分からない生徒が分からないままにならないように、ワークシートの形式を工夫して（資料17）、原子モデルを使いながら段階を踏まえて思考できるようにした。初めに、反応に関係した物質を原子モデルで表し、これを基に反応前後の物質が一致するようにワークシート上で原子モデルを動かして化学反応全体をモデルで表現する場面を設定した。

課題確認

酸化銅が銅に戻る化学変化を調べよう。

- 考えをまとめるために条件整理を行う。
 - ・反応に関係する物質を確認し、モデルで表す。
 - 確認したことをもとに、原子モデルを使って反応を表す。
- 既習事項を生かして思考できるように、関係する物質の原子モデルを確認する。
- 前単元で学習したことを生かして思考できるように、原子モデルカードを使って思考させる場面を設定する。
- 考えがまとまった生徒は、自分の考えが成り立つか周囲の生徒と確認させる。
- 考えがまとまらない生徒には、考えがまとまった生徒に援助を求めるように促す。

酸化している

④原子モデルを用いて、化学反応の全体を考える。

酸化銅に活性炭を混ぜて加熱したときの化学変化を、原子モデルを使って説明しましょう

モデルで表す

| | | | |
|-----|----|---|-----|
| 酸化銅 | 炭素 | 銅 | () |
| | + | → | + |

化学反応式で表す

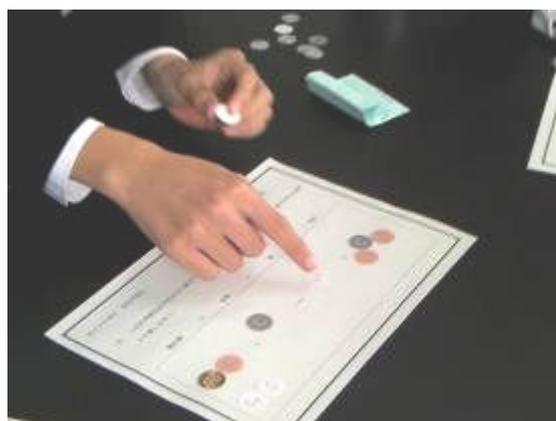
| | | | |
|--|---|---|---|
| | + | → | + |
|--|---|---|---|



【資料 16：学習指導過程（モデルによる思考）】

【資料 17：ワークシートと原子モデル】

個人で考える活動を行った後、自分の考えを基にグループ内で意見交換を行いながらモデルで表したものを確認させた（資料18）。この活動で、原子モデルで表すことが難しかった生徒は、他の生徒からのアドバイスをもらいながら実験で起こった化学変化をどのようにモデルで表せばよいかを確認することができた。



【資料 18：原子モデルを使った操作活動】

次に、モデルで表したものを化学反応式で表現させる活動を行った。この活動の中で、化学反応式が正確に書けない生徒が、化学反応式を正しく書けている生徒にヒントをもらいながら課題を解決しようとする姿や、自分の考えがまとまった生徒どうしでお互いに自分の考えを説明しながら化学反応式を完成させる生徒の姿をみることができた。

エ 学習内容の定着について

学習内容の定着を確認するために、第1回検証授業と同じように授業で実施した課題に類似した確認テストを作成し、授業の翌週と授業の4週間後の2回実施した。

実施した結果、正解を得られた生徒数は資料19のようになった。生徒の記述例として、生徒Cが記述したものを資料20に示した。確認テストは、知識・理解だけでなく、酸化銅の還元に関する科学的思考力が身に付いていることも確認するために、モデルを使って表現できるものとした（資料21）。

生徒Cは、1回目の確認テストにおいて、この化学変化に関係する物質をモデルで表すとともに、このモデルを使って化学反応式全体を説明することができた。2回目の確認テストでは、物質をモデルで表し、これを使って原子の種類と数を合わせながら化学変化全体をモデルで表し、最後に化学反応式で書き表すことができた。他の生徒についても、概ね生徒Cと同様の記述をしていることが確認できた。

| | 正解人数／全生徒 |
|-----------------|-------------------|
| 1回目 (11月15日) | 14名／14名 (100%) |
| 2回目 (12月6日) | 12名／14名 (86%) |

【資料19：正解が得られた生徒数】

()組 ()番 氏名 ()

6 化学変化とその利用 (2 金属資源と酸素の化学変化)
銅を加熱すると、銅と空気中の酸素が結びついて酸化銅になります。これに炭素の粉を混ぜて加熱すると、もとの銅にもどるとともにある気体が発生します。これについて次の各問に答えなさい。ただし、この化学変化に関係する原子を下に示したモデルで表すこととします。

原子モデル

| | | |
|-----------|-----------|-----------|
| 銅原子 Cu | 酸素原子 O | 炭素原子 C |
|-----------|-----------|-----------|

(1) 下線で示した、発生する気体を物質名で答えなさい。

(2) 酸化銅および発生する気体を、原子モデルを用いて表しなさい。

| | |
|-----|----|
| 酸化銅 | 気体 |
|-----|----|

(3) この化学変化は下のように表すことができます。この化学変化が成り立つように原子モデルを用いて表しなさい。

酸化銅 + 炭素 → 銅 + (気体)

【資料21：確認テスト（2回目の一部）】

1回目の記述

(1) 下の化学反応式は酸化銅の還元です。この化学反応式をモデルで表しなさい。

$$2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$$

2回目の記述

(3) この化学変化は下のように表すことができます。この化学変化が成り立つように原子モデルを用いて表しなさい。

酸化銅 + 炭素 → 銅 + (気体)

(4) モデルで表したものをもとに、この化学変化を化学反応式で表しなさい。

$$2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$$

【資料20：生徒Cの記述（一部）】

オ 第2回検証授業における成果と課題

(7) 成果

○ 身近な物質の意外な働きは思考のゆさぶりを起こした

導入では、本校生徒の実態を踏まえて炭素を含む身近な食材を教材に選んだ。生徒にとって、酸化銅が身近な食材によって元の銅に戻ることはこれまでの経験からは想像の及ばない現象であり、「なぜこんな現象が起こるのか」という興味・関心を高め、これまでの学習を生かして説明しようとする学習意欲を喚起することができた。身近な物質の意外な働きが生徒の思考にゆさぶりを起こし、課題を生徒自身のものと捉えて課題解決に取り組むことに有効であった。

○ モデルを使った「考える」活動により思考の深まりや学び合いを促した

解決の方法を自分たちで考え、実験を行う場面や、化学変化を原子モデルカードで考え

る場面を設定するなど、生徒に自分自身の解決する課題という意識をもたせ、考えに自信をもって学習に取り組めるように、操作活動を通して判断させた。生徒たちは、この活動によってお互いに関わりあって解決する姿を見せ、モデルを使って「考える」活動を通して学び合い、思考を深めることができた。

○ 科学概念の定着をみることができた

検証授業の1週間後に行った1回目の確認テストでは、全ての生徒が酸化銅と炭素の関係する還元反応をモデルで表すことができた。4週間後では、12名の生徒が化学反応全体をモデルで表し、これを化学反応式で書き表すことができた。化学反応式までたどり着けなかった生徒も、この反応に関する物質が分かりこれをモデルで表すところまでは理解できていた。

(4) 課題

○ 自分の考えを客観的に表現させるための手立ての工夫が必要である

還元反応に関する正しい科学概念が身に付いているか判断するために行った確認テストでは、原子モデルや化学反応式という非テキストによる表現の確認のみであった。原子モデルを用いて正しく表せていることや化学反応式も正しく書けていることから、ことばを使って説明させることによって、より確かな科学概念の定着を見ることができると思われる。このことは、学習指導要領に示された「各教科における言語活動の充実」という点からも、今後ますます求められることである。

III 研究の成果と今後の課題

1 成果

生徒の理科学習の取組に関する調査項目の中から、今回の研究における生徒の意識の変容をみるため、特に関連する項目についての結果を比較した。関連する項目に対し、肯定的な回答をしている生徒の割合をみると、1回目と2回目では下のような結果を得た。

| 項 目 | 1回目 (%) | 2回目 (%) |
|------------------------------------|---------|---------|
| 学習内容、観察、実験の目的を把握することを大切にして授業に取り組む。 | 64 | 100 |
| 観察・実験結果を基に考察を行う。 | 57 | 70 |
| 自分の考えを基にグループの中で話し合いを行う。 | 57 | 80 |
| 小テスト等を行い、学習内容の定着を確認する。 | 50 | 80 |

これらの項目に対する取組について、肯定的な回答をする生徒が増えたのは、生徒の思考をゆさぶり、学習意欲を高める手立てによって、学習を進めるためには目的を明確にすることが大切であるという意識が高まった結果ではないかと考えた。また、「考える」活動の工夫を行うことによって学習内容に対する理解が深まり、学習内容が分かるようになることを、実感を伴って認識したからではないかと考えた。

また、検証授業の中では、生徒の思考に「ゆさぶり」をかける工夫や、「考える」活動の工夫を行うことで、生徒が興味・関心をもって実験に取り組み、実験結果をもとに自分で考えたり周囲とかかわったりしながら課題を解決する姿を具体的に見ることができた。実験結果の考察などの記述では、はじめは考えがまとまらず記述内容が十分でなかった生徒も、グループや全体とのかかわりの中で考え方やまとめ方を学び、少しずつではあるが論理的な記述ができるようになってきた。今回の取組を通して、生徒は受け身的な立場で学習に参加するのではなく、

自分たちが主体となって学習を進めていきたいという気持ちを強くもち、この取組がさらなる意欲の向上へつながっていくことを確認することができた。

2 今後の課題

今回の研究では、第1分野「電流の利用」及び「化学変化と原子・分子」について取り組んだが、他の単元、第2分野及び他の学年についても同様に行うことが必要である。生徒が目的意識をもたない観察、実験は、生徒にとって「教科書通りの作業をした」「何か分からないけど面白かった」というレベルで終わってしまうと考える。生徒が目的意識をもって観察、実験を行い、これを分析したり解釈したりする活動を積み重ねることによって科学的な思考力や表現力が身に付くと考える。「考える」ことを習慣化する取組を日常的に行うために、学習指導過程の見直しや教材の工夫などを行っていきたい。また、考える活動の工夫として、同じ考えをもつものでグループの再編成を行い、同じ考えを強固にすることによる学習効果については今後の実践の中で有効性を確認していきたい。

自分の考えを表現するに当たり、「ことば」を適切に使うことは大切である。ワークシートの記述をみて、理科的用語を正しく使って説明することに課題をもつ生徒が少なくないことを改めて認識した。自分の考えを整理したり、他者とのコミュニケーションを図ったりしながら思考を深めるためには、理科的用語をきちんととらえさせるなどの基礎・基本的知識の定着も大切である。

正しい科学概念を身に付けさせるための一つの方法として、「考える」ことを通して課題に対する自分の考えを明確にし、自分の考えたことに自信をもって課題解決に当たることが大切であるという認識のもとに研究に取り組んできた。今回の実践を、1年間を通して行った時にどれくらいの成果を得ることができるのか、上記のことを含めながら今後継続して実践していきたい。

参考文献

文部科学省 中学校学習指導要領解説 理科編 大日本図書

R. オズボーン&P. フライバーグ 子ども達はいかに科学理論を構成するか 東洋館出版社
“子どもが主体的に考える理科の指導” VIEW 21 2009 vol.3 ベネッセ

西川 純 『学び合い』の手引き書 上越教育大学西川研究室 (<http://iamjun.com/>)

冬野 英二郎 科学概念の獲得／定着と文脈依存性に関する研究，中学生の電流概念の実態をもとに 上越教育大学西川研究室 (<http://jun24kawa.web.fc2.comuno.htm>)

西川 純 なぜ、理科は難しいと言われるのか？ 東洋館出版社

北川 達夫 フィンランド・メソッド入門 経済界

北尾倫彦編集 思考力・判断力―その考え方や指導と評価― 図書文化

理科教育研究会 未来を展望する理科教育 東洋館出版社

楽しい理科授業 平成19年11月号 明治図書