

群 教 七	G04 - 03
	平23.243集

筋道立てて思考し表現する力を高める 化学的領域の指導の工夫

— 「モデル」操作により考えたことを交流する「伝え合う活動」を取り入れて —

長期研修員 月田 典寿

《研究の概要》

本研究は、中学校理科化学的領域の自然事象を観察・実験を基に追究していく予想から考察の過程において、筋道立てて思考し表現することができる力を高めることを目指したものである。具体的には、生徒が根拠をもって観察・実験の予想を立てたり結果を分析し解釈したりすることができるようにするために、「予想をする」場面や「考察をする」場面で「モデル」操作により考えたことを交流する「伝え合う活動」を行った。

キーワード 【理科—中 科学的な思考力・表現力 モデル 伝え合う活動 イオン】

I 主題設定の理由

新学習指導要領における理科の改善の基本方針の中に、科学的な思考力・表現力の育成を図るために、「科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動」を充実することが示された。また、改訂に当たっての基本的な考え方の中には、科学的な思考力・表現力の育成を図るために「観察・実験の結果を分析して解釈する能力や、導き出した自らの考えを表現する能力の育成に重点を置くこと」が示された。

平成23年度群馬県学校教育の指針では「観察・実験前に根拠を明確にして予想させるとともに、観察・実験後に結果を予想と照らし合わせて科学的な言葉やモデル等を用いて考察させ、問題解決の過程に沿って論理的に思考し表現する活動を充実させる」ことを重点として挙げている。また、平成23年2月に実施した「ぐんまの子どもの基礎・基本習得状況調査」から、イオンなど目に見えないのでとらえにくい自然事象についてモデルを使って考える場面を設定する必要があることが明らかになった。

協力校の生徒は、理科の学習が好きな生徒がとても多い。その中でも特に、観察・実験は好きで、興味をもって取り組む。しかし、観察・実験の予想をすることや結果から自らの考えを導き出す思考を伴った学習になると何を根拠にして考えていくのか分からないために戸惑ってしまう。このような状況では、自分の考えをもつことは難しく、考えたことを表現することまでつながっていかない。

化学的領域では、微視的な自然事象に目を向けて追究していくことが大きなねらいの一つである。生徒は実際に目に見えない複数のものを同時に思い描いたり、思い描いた論理を表現したりする力が十分ではなく、観察・実験の結果を分析して解釈する学習活動を困難にしている。また、観察・実験の考察を練り合う場面で個人の考えをしっかりとつづることができていないまま意見交流をしてしまう生徒も多く見られ、課題として挙げるができる。

このような生徒が、問題解決の過程に沿って予想を立てたり観察・実験から得られた結果を基に分析し解釈したりすることができるようにするために、「モデル」を活用していく。生徒はこの「モデル」を根拠にし、実際に操作しながら予想したり観察・実験で得た自然事象を分析したりしていく。また、考えたことを「伝え合う活動」を取り入れ、個人の考えをグループの中で出し合いながらまとめ、グループの考えをお互いに発表し合う活動をする。この活動を通して生徒は個々の考えを練り合いながら高めていくことができると考える。

観察・実験の予想をする追究段階で、モデルを基にしながら自然事象を分析していく学習活動や立てた予想を「伝え合う活動」をすることで、目的意識をもって観察・実験に取り組み、考察も充実したものになっていくと考える。

以上のことから筋道立てて思考し表現する力を高めることができると考え、本主題を設定した。

II 研究のねらい

中学校理科化学的領域の自然事象を観察・実験を基に追究していく過程において、筋道立てて思考し表現できる力を高めるために、「予想をする」場面や「考察をする」場面の中に生徒が操作することができる「モデル」を取り入れ、これを操作しながら考えたことを交流する「伝え合う活動」を行うことの有効性を明らかにする。

III 研究の見通し

- 1 観察・実験の「予想をする」場面において、「モデル」操作により立てた予想を交流する「伝え合う活動」を取り入れることによって、自然事象の規則性について既習事項や生活経験を基にした予想をもち、表現することができるであろう。
- 2 観察・実験の「考察をする」場面において、「モデル」操作により考察したことを交流する「伝え合う活動」を取り入れることによって、予想を踏まえ結果を分析・解釈でき、自然事象の規則性について筋道立てて思考し表現する力が高まるであろう。

IV 研究の内容

1 筋道立てて思考し表現する力について

本研究では、筋道立てて思考し表現する力を「自然事象の規則性について既習事項や生活経験、観察・実験から得られた結果を根拠にし、時系列に沿って根拠を積み重ねながら分析し解釈し、得られた考えを文章に書いたり、図に描いたり、言葉で説明したりする力」とする。こういった力は、問題解決の過程に沿って観察・実験の「予想をする」場面や「考察をする」場面で、思考したり表現したりすることを伴った活動の中で培われていき、科学的な思考力・表現力が高まっていくと考える。

2 「モデル」操作により考えたことを交流する「伝え合う活動」について

(1) 「モデル」について

本研究で扱うイオンを列举すると、電離して陽イオンになる原子(H、Zn、Cu、Na)、電離して陰イオンになる原子(Cl)が挙げられる。これらを可視化した「モデル」(図1)をマグネットシート(原子の部分)とフェライト磁石(電子の部分)を用いて作成する。また、本研究の中で生徒が実験をするときに使用する実験装置について図式化したものも「モデル」としてとらえ、ホワイトボード(マグネット使用可)に電極の部分をつけたもの(図2)を作成する。こうして作成した「モデル」をグループで使用する。こうすることで、ホワイトボード上に「モデル」を貼り付け、「モデル」を操作しながら思考したり考えを説明したりすることが可能になる。また、平面モデルは、生徒にとって扱いやすく、保管も容易であるため、図1、図2で作成したモデルと同じ物を厚紙で作成し、生徒一人一人が持てるようにする。個人で思考するときには、生徒一人一人が「モデル」を持っているので「モデル」を個人で操作しながら思考することができる。

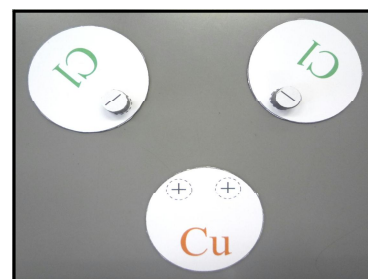


図1 イオン「モデル」

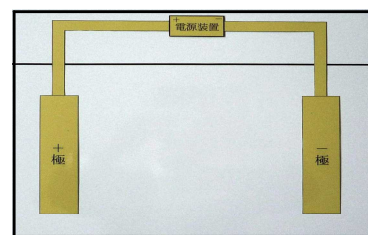


図2 実験装置「モデル」

(2) 「伝え合う活動」について

本研究での「伝え合う活動」は、観察・実験の「予想をする」場面と「考察をする」場面で設定する。予想の場面での「伝え合う活動」は、表1のように段階を踏みながら進んでいく。STEP1で

は、グループ内で「モデル」操作により考えを練り合い、考えたことをまとめ、STEP 2では、図3に示すように「モデル」操作により自分たちのグループの考えを説明したり他のグループの考えを聞いたりしながら考えを交流し合っていく。

ここでの活動を通して、「モデル」操作により個人の予想がお互いの考えを交流することで練り上げられていくと考える。

表1 「予想をする」場面での「伝え合う活動」

【STEP 1】 グループ内での「伝え合う活動」	【STEP 2】 グループ同士での「伝え合う活動」
①個人の予想を「モデル」を操作しながらグループ内で伝え合う。 ②グループ内で「モデル」を操作しながら考えを練り合い、出された意見を集約し、ホワイトボードに予想をまとめる。	①グループ内のメンバーを「自分たちのグループの予想を説明する生徒」と「他グループの説明を聞く生徒」の二つの役割に分ける。 ②「説明する生徒」は、他のグループの「説明を聞く生徒」に自分たちのグループで考えたことを「モデル」を用いて説明する。説明が終了した後、説明したことに対して質疑応答（2～3分）の時間を設ける。 ③「説明を聞く生徒」が隣のグループに移動する。 その後、②と同じ活動をする。 ④役割を交代する。（①で決めた「説明する生徒」と「説明を聞く生徒」） 以下、②、③の流れの活動を2セット行う。各セットごとに説明者を変えることを原則とし、全員が1度は説明者になることとする。

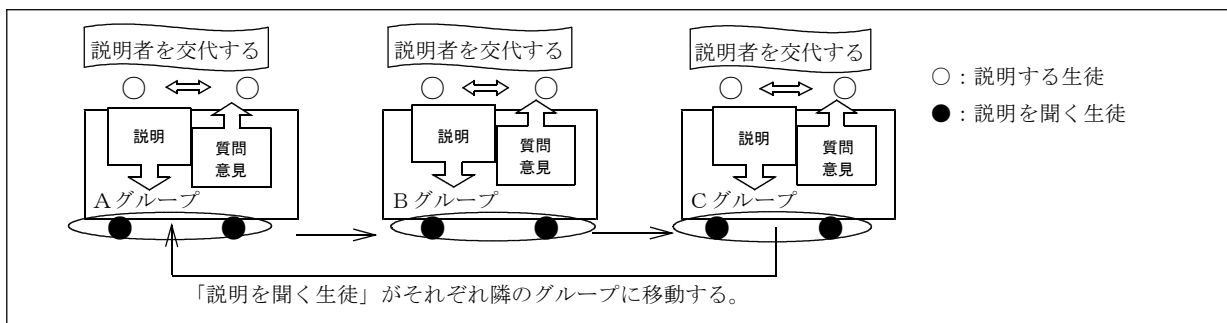


図3 STEP 2グループ同士での「伝え合う活動」の場面

「考察をする」場面での「伝え合う活動」は、観察・実験の予想と結果を照らし合わせながら考察したことについてモデルを用いてグループ内で自分の考察を発表し合ったりクラス全体に説明したりする活動とする。この活動は、表2のように段階を踏みながら進んでいく。

表2 「考察をする」場面での「伝え合う活動」

【STEP 1】 グループ内での「伝え合う活動」	【STEP 2】 クラス全体での「伝え合う活動」
①「モデル」を操作しながら個人で考察をする。 ②グループ内で「伝え合う活動」をする。	①考察したことを「モデル」を操作しながらクラス全体に説明する。

ここでの活動を通して、筋道立てて思考し表現する力を高めていくことができると考える。

以上のような「伝え合う活動」を図4のように位置付ける。この活動により、「予想をする」場面（STEP 2の活動）では生徒一人一人が発表者になることになり、積極的に参加しようとする主体的な学習態度につながっていく。また、ホワイトボードに表現してまとめた考えはグループの中でまとめた予想であるために、生徒自身が発表者になったときに、普段はなかなか発表できない生徒も自信をもって発表できるきっかけとなる。さらに、実際に生徒が発表者になり

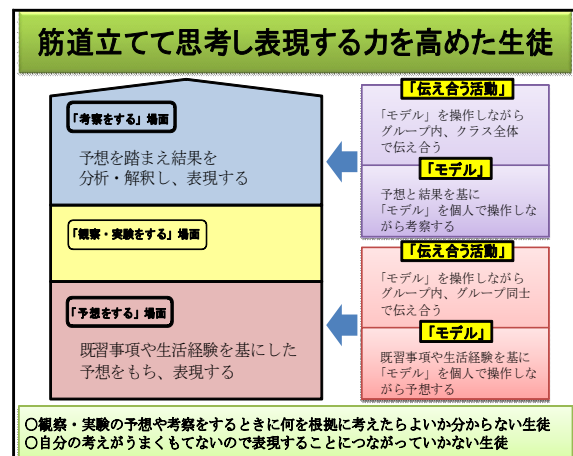


図4 研究構想図

発表したり質問に対して回答したりすることで、グループの中で練り合った予想をもう一度生徒自身の中で、振り返ったり、かみ砕いたりしながら繰り返し考えていく。こうする中で筋道立てて思考し表現する力が高められていくと考える。

V 研究の計画と方法

1 実践計画

対 象	研究協力校 中学校第3学年 55名
実践期間	平成23年10月3日～10月19日（全12時間）
単 元 名	「化学変化とイオン」

2 抽出生徒

A	観察・実験には意欲的に取り組むことができるが、観察・実験の予想をしたり得られた結果を基にして考察したりすることが苦手である。「モデル」を操作したり、グループの中で考えを「伝え合う活動」を行ったりすることにより自然事象の規則性について自分の考えをもち表現できるようにする。また、観察・実験の予想と結果を照らし合わせながら考察することで、筋道立てて思考し表現する力を高めたい。
B	観察・実験には目的をもって取り組み、分かったことを記録することができるが、自然事象を深く分析し、筋道立った考察には至っていない。「モデル」を操作したり、グループの中で考えを「伝え合う活動」を行ったりし、練り合った考えを基に観察・実験の予想と結果を照らし合わせながら考察を深めていくことで、筋道立てて思考し表現する力を高めたい。

3 検証計画

検証計画	検 証 の 観 点	検証の方法
見通し 1	観察・実験の「予想をする」場面において、「モデル」を操作しながら立てた予想を交流する「伝え合う活動」を取り入れることは、自然事象の規則性について既習事項や生活経験を基にした予想をもち、表現することに有効であったか。	ワークシート ホワイトボード ビデオによる記録 行動観察（「モデル」の操作）
見通し 2	観察・実験の「考察をする」場面において、「モデル」を操作しながら考察したことを交流する「伝え合う活動」を取り入れることは、予想を踏まえ結果を分析・解釈でき、自然事象の規則性について筋道立てて思考し表現する力を高めることに有効であったか。	行動観察（発言） 学習後の実態調査

4 単元の目標及び評価規準

目 標	化学変化についての事物・現象に進んでかかわり、観察・実験を通して、化合、分解などにおける物質の変化やその量的な関係について理解させると共に、これらの事物・現象をイオンのモデルと関連付ける見方や考え方を養う。	
	自然事象への 関心・意欲・態度	水溶液の電気伝導性、原子の成り立ちとイオン、化学変化と電池に関する事物・現象に進んでかかわり、それらを科学的に探究しようとするともに、事象を日常生活とのかかわりでみようとする。
評 価 規 準	科学的な思考・表現	水溶液の電気伝導性、原子の成り立ちとイオン、化学変化と電池に関する事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行い、水溶液の種類と電気伝導性、イオンの存在、イオンのモデルと関連付けた化学変化による電流の取出しなど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。
	観察・実験の技能	水溶液の電気伝導性、電気分解、電池に関する観察・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	水溶液には電流が流れるものと流れないものがあること、イオンが存在すること、イオンの生成が原子の成り立ちに関係すること、電池は化学エネルギーが電気エネルギーに変換されていることなどについて基本的な概念を理解し、知識を身に付けている。

5 指導計画（全12時間）

過程	時間	学 習 活 動	研 究 上 の 手 だ て
出 会 う	1	・数種類の物質の水溶液に電圧を加え、電流が流れるかどうかを調べる実験をし、電解質と非電解質に分類する。	
	2	・うすい塩酸の電気分解の観察・実験を行い、陽極と陰極付近の様子を観察し、それぞれの極にできた物質を記録し、まとめる。	
	3	・イオンについての説明を聞き、イオンについて知る。	

追 究 す る	4	・塩化銅水溶液に電流を流すとどのような変化が起こるか予想をする。 【実験1の予想】	・個人で「モデル」を操作しながら予想をする。 ・「モデル」を操作しながらグループ内やグループ同士で予想したことを交流する「伝え合う活動」をする。
	5	・塩化銅水溶液に電流を流したときに起こる変化を調べる観察・実験を行い、結果をまとめる。	
	6	・塩化銅水溶液に電流を流したときに起こる変化について考察し、まとめる。 【実験1の考察】	・個人で「モデル」を操作しながら考察をする。 ・「モデル」を操作しながら、グループ内やクラス全体で考察したことを交流する「伝え合う活動」をする。
	7	・電解質水溶液に銅板と亜鉛板を入れたときにどのような変化が起こるか予想をする。 【実験2の予想】	・個人で「モデル」を操作しながら予想をする。 ・「モデル」を操作しながらグループ内やグループ同士で予想したことを交流する「伝え合う活動」をする。
	8	・電解質水溶液に銅板と亜鉛板を入れたときの変化を調べる観察・実験を行い、結果をまとめる。	
実 感 す る	9	・電解質水溶液に銅板と亜鉛板を入れたときの変化について考察し、まとめる。 【実験2の考察】	・個人で「モデル」を操作しながら考察をする。 ・「モデル」を操作しながら、グループ内やクラス全体で考察したことを交流する「伝え合う活動」をする。
	10	・実験結果や資料等を参考にして、化学エネルギーは化学変化によって電気エネルギーに変換できることを知り、備長炭電池、燃料電池について説明を聞く。	
	11	・備長炭電池をつくる。 ・より電流を取り出すことができる電池にするためにはどうするか話し合い、計画を立てる。	
	12	・改良した備長炭電池をつくり、まとめをする。	

VI 研究の結果と考察

1 観察・実験の「予想をする」場面において、「モデル」操作により立てた予想を交流する「伝え合う活動」を取り入れたことの有効性について

(1) 結果

実験1の「予想をする」場面では、「塩化銅水溶液に電流を流したときに起こる変化」について生徒一人一人が持っている「モデル」を操作しながら思考し、自分の予想をまとめていく活動を行った。抽出生徒は、ワークシートに図5のように表した。

抽出生徒A	抽出生徒B
<p>塩化銅水溶液に電流を流すと、銅が持っていた二つの電子が放出されて二つある塩素に一つずつくっつく。銅イオンは+の電気が多いから、一極に集まって、塩化物イオンは-の電気が多いので+極に集まる。</p>	<p>塩化銅水溶液に電流を流すと銅が持っていた二つの電子がはなれる。その電子は、二つある塩素にそれぞれ一つずつ分かれる。塩化物イオンは-が強いので+極に集まる。銅イオンは+が強いので-極に集まる。-の電子は電流回路へ流れ銅イオンと結びつく。</p>

図5 「モデル」操作により個人で予想したこと

抽出生徒Aは、「モデル」を操作しながら CuCl_2 が電離し、イオンが移動していく様子について自分の予想をもち、ワークシートに表した。また、抽出生徒Bは、電離して+極、-極に引かれて

いくといったことだけでなく、イオンと大きくかわりのある電子の動きについても着目し、「モデル」操作により予想したことをワークシートに表した。この活動で、筋道立ってはいないが「モデル」を基にした個人の予想をもつことができた生徒は全体の86%であった。また、8%の生徒は、筋道立った予想をもつことができていた。

以上のような活動をした後、「モデル」を基にした自分の予想（表3）を発表しながら図6のように「伝え合う活動」を行った。その結果を図7に示す。

「電離の様子」や「陽イオンと一極、陰イオンと+極は引き合う」といったことを「モデル」を使用しながら表現している。また、「Cl⁻がもっている電子が導線を通して一極に移動し、Cu²⁺が受け取りCuとして析出する」ということや、「電子を放出したCl⁻はClとなりそれが二つ結び付いてCl₂となり発生する」といったことを「モデル」を実際に操作しながら説明する様子が見られた。抽出生徒Aはこの活動をした後、「モデル」を用いたことについて、「モデルなどを動かすことによって電子の動きなどを分かりやすく理解、説明ができた」という感想をもち、ワークシートへ記述していた。このように「自分が考えたことを説明したりホワイトボードに書き込みをしたりするためにモデルを使ったことがとても役立った」という内容の記述をした生徒は全体の93%いた。また、この活動を行うことで抽出生徒Bは、「他の班の意見を聞くことで、違う考え方やそのようになる理由が見つかるのがよかった。いろんな人の考えを聞くことで自分の考えをより深めることができた」とワークシートに記述していた。

実験2の「予想をする」場面では、「うすい塩酸の中に異なった2種類の金属板を入れたときに起こる変化」について実験1と同様に自分の予想をまとめていく活動を行った。抽出生徒は、ワー

実験2の「予想をする」場面では、「うすい塩酸の中に異なった2種類の金属板を入れたときに起こる変化」について実験1と同様に自分の予想をまとめていく活動を行った。抽出生徒は、ワー

表3 「モデル」操作により予想したこと

【抽出生徒A】(図5参照) 塩化銅が電離して+極と一極に引かれていくことについてモデル図と文章で説明	【抽出生徒B】(図5参照) 塩化銅が電離して+極と一極に引かれていくことと電子の動きについてモデル図と文章で説明
【生徒C】 塩化銅が電離して水溶液中に存在するというのをモデル図と文章で説明	【生徒D】 塩化物イオンが+極、銅イオンが一極に引かれていくということをモデル図で説明(文章説明なし)



図6 「伝え合う活動」の様子

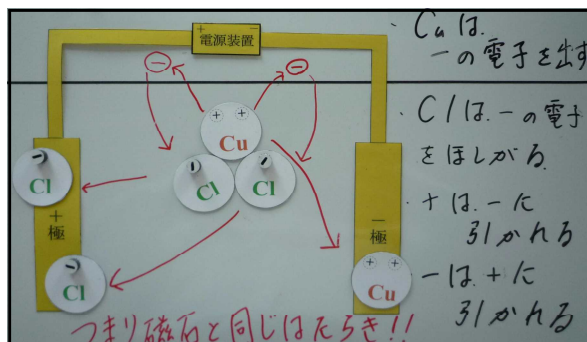


図7 「モデル」操作により伝え合ったこと

<p>抽出生徒A</p>	<p>抽出生徒B</p>
<p>塩素は水素から電子をもらい、イオンになり、水素は塩素に電子をあげてしまうのでイオンになる。塩化物イオンはイオン化傾向でイオンになりやすい亜鉛の方へ、水素イオンは銅の方へ行く。</p>	<p>塩酸が電離してH⁺とCl⁻が4個ずつになる。Zn2個は電子4個いらないから、導線を通してCu側に行く。H⁺4個がCuから電子をもらい、Hが4個になって水素が発生する。Cl⁻4個の電子をZn2⁺2個がもらい、Clが4個になって塩素が発生する。</p>

図8 「モデル」操作により予想したこと

クシートに図8のように表している。

抽出生徒Aは、「電離して生じたイオンが金属板に引かれていく様子」について「モデル」を基にしながらか自分の予想をもち、ワークシートに表した。抽出生徒Bは、「電子のやりとりの様子」について「モデル」を基にしながらか自分の予想をもち、ワークシートに表した。

この活動で、筋道立ってはいないが「モデル」を基にした個人の予想をもつことができた生徒は全体の70%であった。また、1%の生徒は、筋道立った予想をもつことができていた。

実験2では、「モデル」を基にした個人の予想(表4)を発表しながら「伝え合う活動」を行った。その結果を図9に示す。

「電子の動き」や「 H_2 や Cl_2 が発生する」といった予想をモデルを使用しながら表現している。また、「 Cl^- がもっている電子が移動し、 H^+ が受け取り H_2 として析出する」ということや、「電子を放出した Cl^- は Cl_2 となり発生する」といったことをホワイトボード上の「モデル」を実際に操作しながら説明する様子が見られた。また、抽出生徒Aは、「それぞれの意見をまとめ、みんな納得の意見になったのでよかった。実験で確かめたい」とワークシートに記述していた。

実験1、実験2の「伝え合う活動」を通して、他のグループの予想を聞き、発表者に対して質問したり、自分たちのグループで予想したことを説明したりする様子が見られた。自分が発表するときには、グループの中で話し合ったことを整理したり、班のメンバーと確認し合ったりしながら説明し、意見を述べている様子が見られた。また、グループ同士の「伝え合う活動」は「自分の考えをまとめていくために役立った」という内容の感想をもち、ワークシートに記述できた生徒は全体の91%いた。

(2) 考察

「予想をする」場面で「モデル」を用いることによって、イオンや電子や実験装置が可視化されると共に自分の予想も可視化される効果があると考え。生徒一人一人が「モデル」を操作したことは、自分の思考に沿って「モデル」を動かしながら予想をまとめることに役立ち、既習事項や生活経験を基にしながらか自分の予想をもち、表現することに有効であったと考える。しかし、「モデル」を用いて生徒個人で予想した段階では、生徒がもっている予想はほとんどが筋道立ったものにはなっていないことが分かる。

実験1の「伝え合う活動」では、抽出生徒Bの予想は、筋道立っている予想であるからこそ、グループ内での伝え合いで他のメンバーに確実に伝わりと共に筋道立てた予想をもつための理解を促したと考える。また、この予想をグループの中で「モデル」を用いながらか吟味したことも抽出生徒Bが考えたことが可視化されるため、理解を促す一助になっていることが分かる。

実験2では、実験1のように決定的な予想をもった生徒がいなかったため、グループのメンバーがもっていた予想を総合し、「 Cl^- がもっている電子がモーターを通過して移動し、 H^+ が受け取り H_2 として析出する」ということや、「電子を放出した Cl^- は Cl_2 となりそれが二つ結びついて Cl_2 となり発生する」といった予想にまとめていったと考える。この予想は、間違った考えも含まれているが、既習事項を基にした予想であり、表現したものであると考える。

グループ同士での伝え合いでは、一人一人が説明をするときに「モデル」を操作しながら説明したり、説明を書き込んだりして表現していた。この活動を通して、「自分の考えをまとめていくために役立った」という感想をほぼ全ての生徒がもった。「伝え合う活動」をしたことは、個人で予

表4 「モデル」操作により予想したこと

【抽出生徒A】(図8参照) 水溶液中の塩化物イオンは亜鉛の方へ水素イオンは銅の方へ引かれる様子をモデル図と文章で説明	【抽出生徒B】(図8参照) 水素と塩素が発生する様子を電子のやりとりと共にモデル図と文章で説明
【生徒C】 塩化水素が電離して水溶液中に存在するというこをモデル図と文章で説明	【生徒D】 水素と塩素が発生するの塩化水素の水位が減っていくこをモデル図と文章で説明

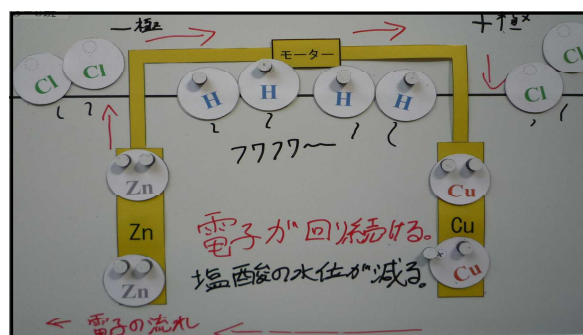


図9 「モデル」操作により伝え合ったこと

想をしたときには、筋道立った予想ができなかったり、予想をもつことができなかったりした生徒に対して有効にはたらく、グループの予想が一人一人の筋道立った予想として取り込まれ、「伝え合う活動」の中で表現することにつながったと考える。

以上のことから、「モデル」を操作しながら「伝え合う活動」をしたことは、自然事象の規則性について既習事項や生活経験を基にした予想をもち、表現するために有効であったことが分かる。

2 観察・実験の「考察をする」場面において、「モデル」操作により考察したことを交流する「伝え合う活動」を取り入れることの有効性について

(1) 結果

実験1の考察の場面では、観察・実験の予想と結果を照らし合わせながら「塩化銅水溶液に電流を流したときに起こる変化」について「モデル」を操作しながら考察を行った。考察は、「モデル」を用いた図と文章で表した。2名の抽出生徒は「モデル」を操作して考察したことを図10のように表している。

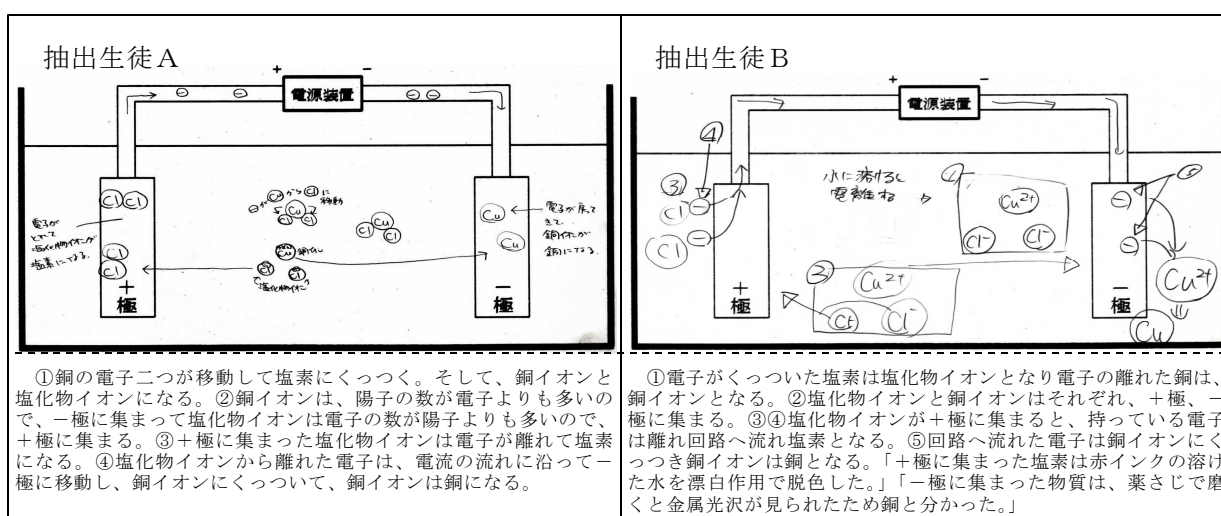


図10 「モデル」操作により考察したこと

抽出生徒Aは「電離をして+極に集まった Cl^- から電子が離れて Cl_2 になると共に、その電子が-極に移動し、 Cu^{2+} にくっついて Cu になる」ということを「モデル」を用いて表した。また、抽出生徒Bは、「+極から Cl_2 が発生したことや-極に Cu が析出した」という事実を、「モデル」を用いた図と説明文を対応させるとともに、その現象がおこる順番も考えながら時系列に沿って表すことができた。さらに、 Cl_2 と Cu が発生したといったことを実験結果と結び付けながら表した。

実験2の考察の場面では、2名の抽出生徒は図11のように表している。

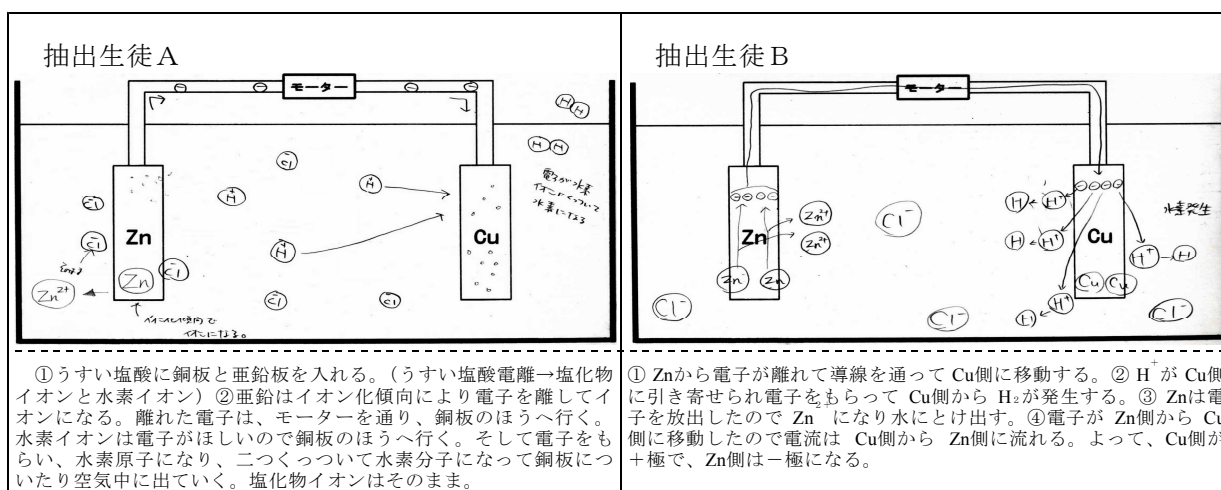


図11 「モデル」操作により考察したこと

抽出生徒Aは、「銅板から発生した H_2 は Zn が放出した電子が基になっている」ということを「モデル」を用いて表した。また、抽出生徒Bは、「Zn がイオンになるために放出した電子の動き」について着目し、分かりやすく「モデル」を用いて表した。さらに、「モデル」を操作したことで電子が移動する向きに着目でき、+極と-極がどうなっているのか見いだすことができた。また、実験1と実験2と共に個人で「モデル」を操作しながら考察をした後、「伝え合う活動」をした。図12は「モデル」を操作しながらクラス全体へ説明をしている様子である。自信をもって「モデル」を操作しながら筋道立てて自然事象を説明する様子（図13）が見られた。



図12 「伝え合う活動」の様子

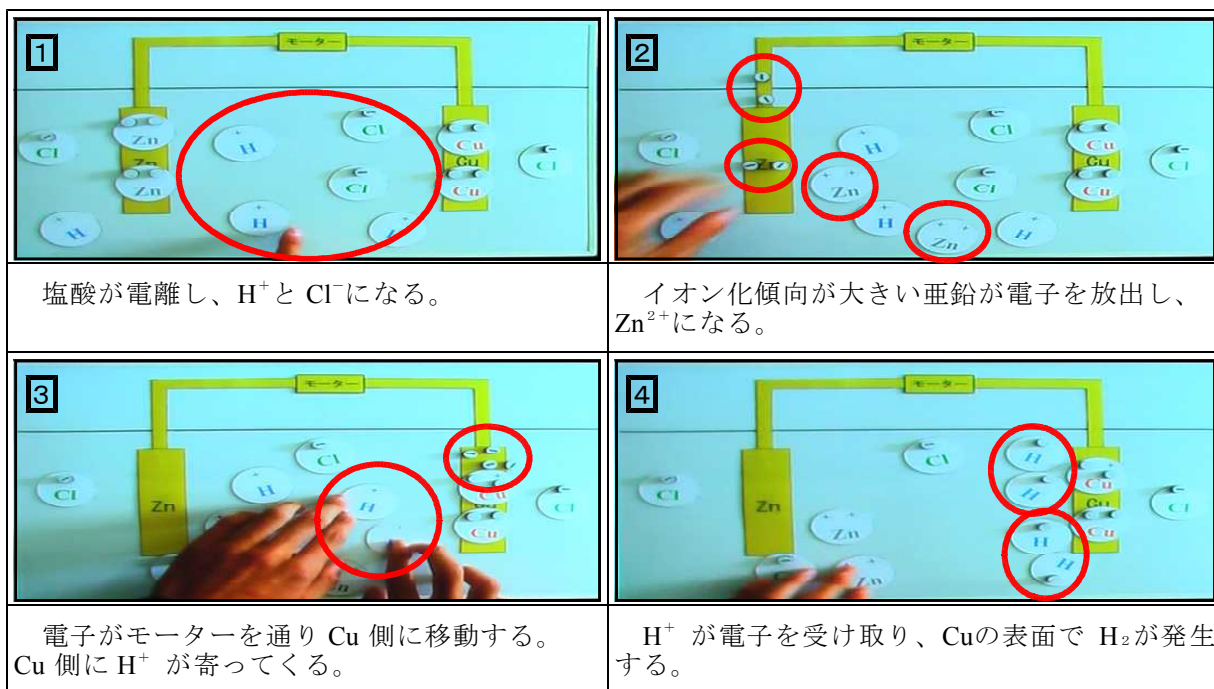


図13 「モデル」を操作しながら「伝え合う活動」の様子

学習後の生徒の感想には、「今日は、先週予想したことをしっかり思い出すことができ、とてもやりやすかった」といったことや「予想したことと実験結果が同じでした」と書かれていた。また、抽出生徒Aは、「説明をするのが苦手だけど、今までの調べたことをもとにして自分の言葉でまとめ、自分の言葉で説明することができるようになってよかった」と書かれていた。以上の学習を通し考察の場面で表した内容の変化を、図14、図15に示す。なお、図10、図11に示した抽出生徒Aが表している内容をおおむね満足できる状況とし、自然事象の変化を「モデル」を用いた図や文章で時系列に沿って誤りや不足なく表せていることとした。実験1も実験2も予想したことに不足や誤りが見られるのに対して、考察したことは、90%以上の生徒がおおむね満足できる状況に変化した。

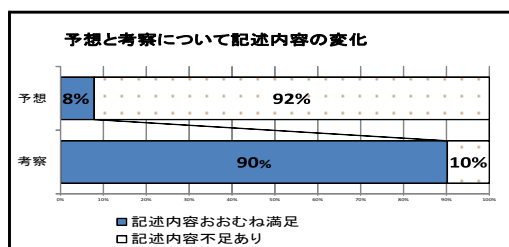


図14 予想と考察の変化 (実験1)

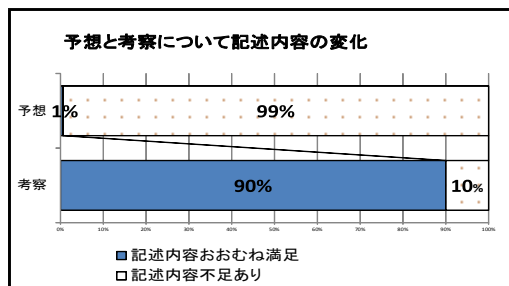


図15 予想と考察の変化 (実験2)

(2) 考察

実験1の考察では、「予想をする」場面で不足していた「電子の動き」が明確に表され、おおむね満足できる状況として評価できる内容に変化した。また、実験2では、「Cl⁻の電子が導線を移動している」といった予想が「Znが放出した電子が導線を移動している」といった考察になり、おおむね満足できる状況として評価できる内容に変化した。

「考察をする」場面で、「モデル」の操作をすることにより、観察・実験の予想と結果の一致していることや違っていることが明確になっていくと考える。このことが観察・実験の結果を分析・解釈することにつながり、筋道を立てて考察をするための大きな要因であると考えられる。また、「考察をする」場面では、生徒一人一人が予想をもっているため、予想を踏まえて観察・実験の結果を分析・解釈することが可能になり、それも筋道を立てて考察をするために有効にはたらいいた一因として考えることができる。

さらに、こうして考察したことをクラス全体への「伝え合う活動」で「モデル」を操作しながら筋道立てて説明することができるようになったことは生徒が筋道立てて思考し、表現する力を高められた現れであると考えられる。

以上のことから、「考察をする」場面で「モデル」操作により考察したことを基にして「伝え合う活動」を行ったことは、筋道立てて思考し表現する力を高めるために有効であったと考えられる。

Ⅶ 研究のまとめ

1 成果

- 観察・実験の「予想をする」場面で、「モデル」操作により考えたことを交流する「伝え合う活動」を行ったことで、既習事項や生活経験を基に思考したことが「モデル」を通して可視化されると共に、自分の考えが深まったり修正されたり補われたりした。こうしたことにより、自然事象の規則性について既習事項や生活経験を基にした予想をもち、表現することができるようになった。
- 観察・実験の「考察をする」場面で、「モデル」操作により考察したことを交流する「伝え合う活動」を行ったことで、予想を踏まえ、「モデル」を操作しながら観察・実験の結果を分析・解釈することができるようになり、自然事象を時系列に沿って説明することができるようになった。こうしたことにより、筋道立てて思考し表現する力を高めることができた。

2 課題

- 「予想をする」場面や「考察をする」場面で「モデル」を操作しながら考えをもち表現しやすくするために、生徒がそれぞれの観察・実験ごとに、何の「モデル」を何枚使用することが最も有効に働くのか探っていく必要がある。
- 「伝え合う活動」は時間がかかる活動であるため、すべての観察・実験の「予想をする」場面、「考察をする」場面で行っていくことは難しいので、場面や単元を精選して行っていく必要がある。

<参考文献>

- ・板倉 聖宣 著 『もしも原子がみえたなら』 仮説社(2008)
- ・D. W. ジョンソン 著 『学習の輪 改訂新版一学び合いの協同教育入門』 二瓶社 (2010)
(担当指導主事 飯島 隆)