

主体的に観察や実験を行うための理科指導の工夫 — ワークシートを手掛けりとして見通しをもたせる指導を通して —

広島県立廿日市西高等学校 井上 弘子

研究の要約

本研究は主体的に観察や実験を行うための手掛けりとして準備シートを取り入れ、見通しをもって観察や実験を行うことを習慣化させるための理科指導の工夫を試みたものである。文献研究から主体的に観察、実験を行うこととは、目標が自覚され、観察、実験において自発的に実行、評価を行うことであると定義した。このことから実行前（実験前）の段階を自覚させることが、主体的な観察や実験を行うための鍵であると捉えた。そこで、実験の目標、操作方法を確認させる活動と結果を予想させる活動を習慣化させるために準備シートを用い、その度合を段階的に減らしていく指導を試みた。その結果、実験前にこれらの活動が習慣化され、見通しをもった観察や実験が行えるようになった。これらのことから今回の取組が有効であることが明らかとなった。

キーワード：主体的に観察や実験を行うこと 準備シート 習慣化

I 主題設定の理由

高等学校学習指導要領解説理科編理数編（平成21年）の理科の目標の解説において、生徒一人一人が観察や実験の目的を明確に把握し、見通しをもって観察、実験などを主体的に行うように指導することが求められている。平成17年度高等学校教育課程実施状況調査「教科・科目別分析と改善点（化学Ⅰ）」（平成19年）によると自分の考えで予想をして観察、実験を進めること及び、観察、実験の進め方や考え方を振り返ることに対する肯定的意見は約3割である。このことから、観察、実験に見通しをもって取り組んでいない様子、すなわち主体的に活動できていない状況が読み取れる。また、平成20年度高等学校理科教員実態調査（平成22年）の結果から、実験手順を十分に考えさせる指導をしている割合は約4割であり、教師は実験前の段階において実験で必要な視点を生徒に十分に認識させていない状況もうかがえる。

そこで、実験で必要な視点を認識させ、これを段階的に身に付けさせるために準備シートを作成し、3回の実験を行うこととした。1、2回目は準備シートを用いるが3回目は用いない。このような指導方法を高等学校における化学の学習の初期に取り入れれば、早期から主体的な観察、実験を行うことが習慣化されると考え、本主題を設定した。

II 研究の基本的な考え方

1 主題的に観察や実験を行うことについて

（1）高等学校理科における観察、実験の目的

平賀伸夫（2010）は授業展開について帰納法もしくは演繹法のどちらかに分類され、帰納法には、法則発見のための情報収集を行う目的があり、演繹法では教師から与えられた法則や自分で作りだした仮説を検証する目的があるため、それぞれ観察、実験の果たす役割が異なると述べている。

中学校や高等学校の学習や授業について、堀哲夫（平成15年）は、「中学校や高等学校になると学習内容が高度化し、（中略）演繹的なやり方によって学習や授業が進められることが多い。つまり、所与の内容の原理・原則をまず学習し、それを獲得した後に具体的な事象に適用して内容を理解していく方法である」¹⁾と述べている。

このことから、高等学校の観察、実験は、学習した科学の原理・法則を検証することを目的としている場合も多いと捉える。

（2）問題解決の活動について

小学校理科の観察、実験の手引き（平成23年）には問題解決の過程について、「自然事象への働きかけ→問題の把握・設定→予想・仮説の設定→検証計画の立案→観察・実験→結果の整理→考察→結論の導出」²⁾と示されており、高等学校の観察、実験における問題解決の活動の過程も同様と考えられる。

ただし、先述のように高等学校では演繹的な学習方法も多いことから、本研究では「自然事象への働きかけ」「問題の把握・設定」を「学習した科学

の原理・法則を把握し観察、実験の目標を設定すること」、「検証計画の立案」を「設定された検証方法を理解すること」と考える。さらに、活動の過程の流れは「予想・仮説の設定→設定された検証方法を理解すること」だけでなく「設定された検証方法を理解すること→予想・仮説の設定」の場合もあると考える。

(3) 主題的に観察や実験を行うとは

Donald A. Norman (1988) は「達成されるべきゴールすなわち何をしたいかという目標に対し、四つのことを認識する必要がある」³⁾としており、それは、「目標」「対象の世界に何をするか」「対象の世界そのもの」「対象の世界の評価」であると述べている。観察や実験は活動を伴う行為であることから、四つのうち活動を伴う部分に着目する。Norman は「目標」「対象の世界に何をするか」「対象の世界の評価」を三つの活動と捉え、これらをそれぞれ目標、実行、評価と述べている。さらに、これらを分析し、七つに細分化している。この七つの活動と「対象の世界そのもの」のあわせて八つの要素を相互の関連性で表したもののが図 1 の①から⑧である。

森本信也 (1993) は、活動ではない⑤を除いた、七つの活動について、①を「目標の形成」、②から④を「既存の考え方による行為」、⑥から⑧を「行為の結果に対する評価」であるとし、これらの活動の関連について、目標に対する行為が実行された後、その実効性が分析され、これが目標の修正に反映され、新たな行為に移るというループ型の活動を行い、問題解決の活動に合致すると述べている。

これらのことから、七つの活動を含む八つの要素を「問題解決の過程」に当てはめることができると考え、①～⑧がそれぞれ、A 観察、実験の目標設定、B 予想・仮説の設定、C 検証方法の理解、D 観察・実験、E 自然の事物・現象、F 結果の整理、G 考察、H 結論の導出に相当すると判断した。

なお、図 1 は問題解決の八つの要素の過程と後述するワークシートを取り入れた授業展開の関連を示した図となっている。

Norman の活動に関する主張について森本 (1993) は、「人は～を調べてみたい、～を作り上げてみたいという目標に対して、この目標を実現するために必要な条件を探りながら実行し、自分の欲求に対する実際の達成度を評価するのである。」⁴⁾ と述べている。例えば燃えるという現象について、子供たちは発熱、発光、そして物の何らかの変化などといったさまざまな考え方を構成している。このように、教材について構成されたさまざまな考え方に対し、「これを目標として彼らが自覚化するとき、自動的に実行、評価という思考プロセスが生起する。」⁵⁾ としている。

なお、日本国語大辞典によると「自動的」とは「自発的に言動するさま」であり、「自動的に実行評価する」とは「自発的に実行、評価する」と捉えられる。また、図 1において、問題解決における「実行」に相当する活動は D、「評価」に相当する活動は F から H と考えられる。つまり、その実行、評価の前段階である A から C を子供たちが「自覚する」と観察、実験において自発的に実行、評価し、

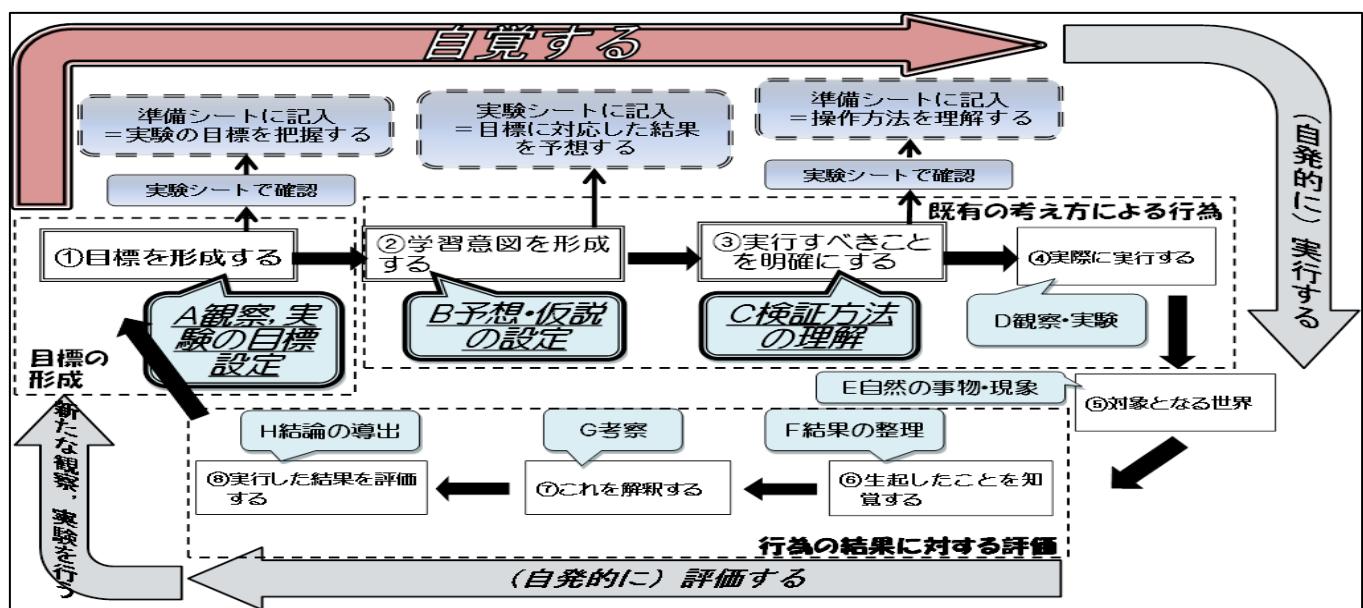


図 1 問題解決の八つの要素の過程とワークシートを取り入れた授業展開の関連⁽¹⁾

実行した内容を修正した後、新たな観察、実験を行うというループ型の活動になると考えられる。

これらのことから本研究では「主体的に観察や実験を行うこと」と、「目標が自覚され、観察、実験において自発的に実行、評価を行うこと」を同義と捉え、これを定義とする。具体的には、目標の形成の段階でAが自覚され、既存の考え方による行為の段階でB、Cが自覚されることでDが自発的に行われるとともに行為の結果に対する評価の段階でF、G、Hも自発的に行われ、目標の形成の段階であるAに返るループ型の活動になると考える。

また、この自覚化について、森本（1993）は「教師により子ども達の考え方を外化する努力がなされるとき容易になされよう」⁶⁾と述べている。また、堀（2010）は学習者の外化とは、学習者が自らの認知過程を表出する活動と結果であるが、自分で考え、選択、判断し表現することが重要であると述べている。つまりAからCを生徒に自覚させるために、この段階で「自らの認知過程を自分で考え、選択、判断し表現させる」工夫を図ることが、主体的に観察、実験を行わせるための鍵となる。そこで、本研究では観察、実験の活動のAからCの自覚させる部分について焦点を絞って研究を進めることとする。

2 主体的に観察、実験を行うために実験の見通しをもたせることについて

（1）見通しをもたせることとその意義

小学校学習指導要領解説理科編（平成20年）の理科の目標の解説において、「見通しをもつとは児童が自然に親しむことによって、見いだした問題に対して、予想や仮説をもち、それらを基にして、観察、実験などの計画や方法を工夫して考えることである。」⁷⁾と定義している。その意義について、「児童は自らの生活経験や学習経験を基にしながら、問題の解決を図るために見通しをもつことになる。ここでの見通しは、児童自らが発想したものであるため、観察、実験が意欲的なものになると考えられ、結果においても自らの活動の結果としての認識をもつことになり、児童自らの主体的な問題解決の活動となる。」⁸⁾と述べられている。高等学校においてもその定義と意義は同様であると考える。

（2）見通しをもたせる実験を行うために

森本（2013）は明確な見通しをもった観察、実験を行うために、「子ども自身の自覚の上に立つ学習が実現されなければならない」⁹⁾と述べている。

のことと、高等学校における問題解決の活動

から、図2に示した三つの視点を生徒に自覚させることができ、観察、実験において生徒に見通しをもたせることにつながると考える。

- ①既習内容に基づき実験の目標を明確に把握しているか。
(図1A)
- ②目標に対応した結果の予想をもっているか。(図1B)
- ③操作方法を理解しているか。(図1C)

図2 自覚させる三つの視点

3 ワークシートを手掛かりとする授業展開について

（1）ワークシートを手掛かりとする授業展開の工夫

本研究では、主に実験前に用いる準備シート、主に実験時から実験後に用いる実験シートの2種類のワークシートを活用する。特に準備シートは、必要な三つの視点を自覚させるとともに、習慣化させる手掛かりとして活用する。よって、徐々に活用の度合を減らしていく。このような指導を通して、最終的には、準備シートを用いなくても、見通しをもって観察、実験が行えるようになると考える。

（2）見通しをもって観察、実験を行うために三つの視点を自覚させる準備シートについて

実験シートに含まれる「目的」「操作方法」「結果の予想」を図2のように自覚させるために、三つの視点を含む準備シートを作成することが必要であると考える。具体的には、①は既習事項からキーワードを用いて目標を整理させることで、②は既習事項を整理させながら、結果に関わる操作の意図を認識させることで、③は操作方法を動作ごとに書かせて明確に把握させることで視点をもたせる工夫を図る。これを基に作成したのが、図3の準備シートである。特に③は、生徒が立案を行わないと受動的になりがちな活動である。そこで、三つの視点の中でも詳細（実験試薬と濃度及びその量、操作手順、観察、測定の有無）が記入できるように工夫し、指導段階で最も重点的に取り組んだ。

さらに、実験シートの内容把握だけでなく、準備シート自体が活用しやすくなるよう工夫した。具体的には、図3に示すように次の視点に対し矢印を用いることで、図4に示すように生徒が実験シートと準備シートの繋がりを意識できるようにした。

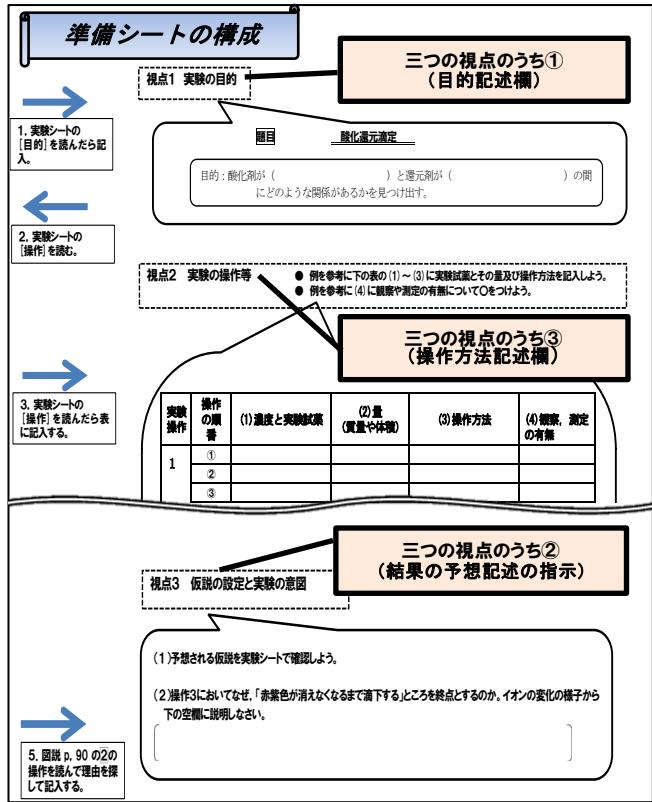


図3 三つの視点を含む準備シートの構成

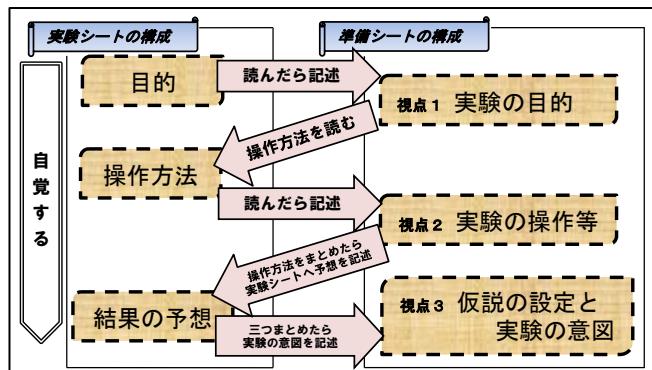


図4 実験シートの構成と準備シートとの繋がり

III 研究授業について

1 研究の仮説及び検証の視点とその方法

研究の仮説及び検証の視点とその方法を表1に示す。

表1 研究の仮説及び検証の視点とその方法

研究の仮説	
高等学校化学の実験において、準備シートを用いて実験の目標、操作方法（実験試薬と濃度及びその量、操作手順、観察、測定の有無）を把握させ、結果を予想する活動を繰り返し行わせれば、実験の見通しをもち、主体的に実験を行うことができるようになるであろう。	
検証の視点	検証の方法
準備シートを手掛かりとして主体的に観察、実験を行うことができたか。 (1) 実験の目標を明確に把握していたか。 (2) 結果の予想をもつことができたか。 (3) 操作方法を理解して実験したか。 (4) 自発的な実験が行えたか。	アンケート 準備シート、 実験シートによる記述 分析 行動観察

2 研究授業の計画

- 期間 平成26年7月7日～7月11日
- 対象 所属校第2学年（1学級38人）
- 単元名 酸化還元反応
- 指導計画（全3時間）

時	学習活動	ワークシートの活用
1	○準備シートに三つの視点を記入する ○実験「酸化と還元」 ○全体での結論付け ○自己評価	準備シート 実験シート
2	○準備シートに三つの視点を記入する ○実験「酸化還元滴定」 ○全体での結論付け ○自己評価	準備シート 実験シート
3	○実験シートを読んで三つの視点を確認する ○実験「金属のイオン化傾向」 ○全体での結論付け ○自己評価	実験シート

IV 研究授業の分析と考察

1 実験内容の違いについて

表2 研究授業で行った実験内容

	実験の目標	操作方法	考察の内容
1回目	色の変化を基に物質が酸化剤か、還元剤かを決定する。 =定性的実験	試薬Aの入った試験管に試薬Bを加え、色の変化を観察する。	イオンの変化を色の変化で推察するとともに、電子の授受を推察し、酸化剤、還元剤を決定する。
2回目	酸化還元滴定を行い、酸化剤が受け取る電子の物質量と還元剤が与える電子の物質量が等しいことを導き出す。 =定量的実験	コニカルビーカーに入れた還元剤に、ビュレットを用いて酸化剤を滴下する。	滴定値を基に、還元剤が与えた電子の物質量と酸化剤が受け取った電子の物質量を計算し、等しいことを導き出す。
3回目	金属と金属イオンを含む水溶液の変化を基にイオン化傾向の大小を決定する。 =定性的実験	試験管に金属と水溶液を入れ金属の表面と水溶液の変化を観察する。	金属の表面と水溶液の変化の様子から、陽イオンになった物質、析出した物質を判断し、イオン化傾向の大小を決定する。

表2は、1回目から3回目の実験内容についてまとめたものである。

これらを比較すると1、3回目は試験管に試薬を入れ、反応の様子を観察するという簡易な定性的実験であるという点で共通している。それに対し2回目の実験は、多種の器具を用いて滴定値を求めるに加え、目的の数値を結果から計算により導出するという複雑な定量的実験であり、難易度は高い。

2 実験の目標を明確に把握していたか

本研究では、生徒が主体的に観察、実験を行うことができたかについて、アンケート（事前、事後）、ワークシート及び行動観察を基に分析する。なお、欠席者5人を除いた33人で検証を行う。研究授業では50分の中で準備シートの記述からまとめまでを行ったため、実験シートの目標をできるだけ具体的な内容にし、準備シートには、空欄にキーワード

ドを記述させる方法で行った。実験シートと準備シートの目標に関する項目の一例を示したものが図5である。

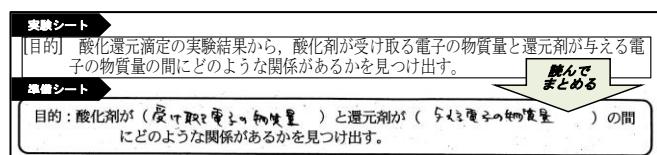


図5 実験シートと準備シートの目標に関する項目

表3は、事前（準備シート活用前）及び事後（準備シート活用後）に行った、実験の目標を明確に把握した時期に関するアンケート項目である。また、結果についてクロス集計したものを図6に示す。

表3 実験の目標を明確に把握した時期に関するアンケート項目

事前	① 実験前 ② 実験中 ③まとめの段階 ④ テスト勉強中 ⑤ テスト返却後 ⑥ 理解できていない
事後	① 実験前 ② 実験中 ③まとめの段階 ④ 理解できていない

事前	事後	①	②	③	④	計
①		5	3	0	0	8
②		4	6	1	0	11
③		2	0	2	0	4
④		2	1	0	0	3
⑤		0	0	0	0	0
⑥		1	3	3	0	7
計		14	13	6	0	33

図6 実験の目標を明確に把握した時期の準備シート活用前後の変容(人数)

アンケートの結果について t 検定（片側検定）を行うと有意水準 1 %において、準備シート活用前と活用後では、有意な差があると認められた。このことから、実験の目標を実験前の早期に明確に把握できた考えられる。特に、実験操作前の段階で把握できた人数（割合）が準備シート活用前は、8 人（24.2%）であるのに対し、活用後は 14 人（42.4%）に増加している。また、実験を行った後も目標を明確に把握できない生徒が準備シート活用前は 7 人（21.2%）いたが、活用後はいなかった。

これらのことから、実験の目標を明確に把握させる指導は有効であったと考えられる。

3 結果の予想をもつことができたか

1, 2回目は準備シートを活用して操作方法の確認後に、3回目は実験シートのみで操作方法の確認前に予想される結果を記述させた。研究授業では50分の中で準備シートの記述からまとめまでを行ったため、空欄にキーワードを記述させる方法で行った。準備シートと実験シートに記述した結果の予想に関

する項目の一例を示したものが図 7 である。

また、予想させた結果の記述内容に対する判断基準を表4に示す。

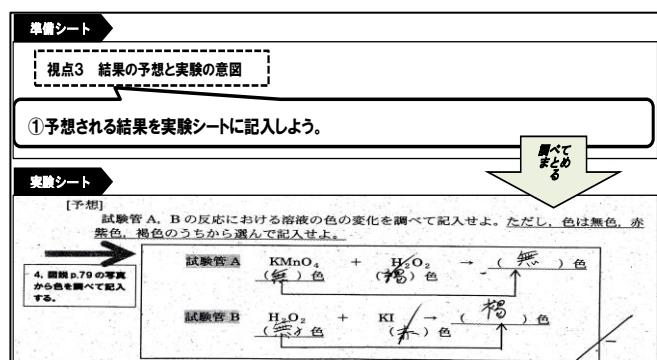


図 7 実験シートと準備シートの結果の予想に関する項目

表4 予想させた結果の記述内容に対する判断基準

1回目	既習事項を基に適切な色の表現を用いて結果の予想を記入している。
2回目	結果の予想を授受される電子の物質量の関係から記入している。
3回目	金属のイオン化傾向の大小について予想を記入している。

これを基に実験シートの記述内容を図8のAからDのように分類し、A, Bを判断基準を満たしていると判断した。その評価基準と結果を図8に示す。

図7では六つの解答のうち二つ異なっていることがわかる。よって、C評価となった。

図8の結果より目標に対応した結果を予想できた生徒は1回目は28人、2、3回目は33人（全員）である。

1回目		1回目の評価基準	人数
A	満たしている	六つの解答がすべて妥当である。	21
B	まあまあ満たしている	六つの解答のうち一つだけ妥当でない。	7
C	あまり満たしていない	六つの解答のうち二つ妥当でない。	2
D	満たしていない	六つの解答のうち三つ以上妥当でない。	3
2回目		2回目の評価基準	人数
A	満たしている	電子の物質量の関係から妥当な内容を適切な言葉で記述している。	33
B	まあまあ満たしている	電子の物質量の関係から妥当な内容だが、表現が不十分である。	0
C	あまり満たしていない	電子の物質量の関係から妥当な内容を記述していない。	0
D	満たしていない	記述していない。	0
3回目		3回目の評価基準	人数
A	満たしている	全ての金属について予想している。	33
B	まあまあ満たしている	三つの金属について予想している。	0
C	あまり満たしていない	二つの金属について予想している。	0
D	満たしていない	予想していない。	0

図8 予想させた結果の記述内容の評価結果

次に結果を予想して実験を行う頻度について、準備シート活用前にアンケートを取るとともに、活用後、実験シートに自己評価させた。これらの結果を図9にまとめる。

準備シート活用前は、「いつも」及び「ときどき」結果を予想して実験を行っている割合は51.5%

であったが、活用後は、結果を予想して実験を行うことが「できた」及び「まあまあできた」の割合が1から3回目とも9割を越えている。

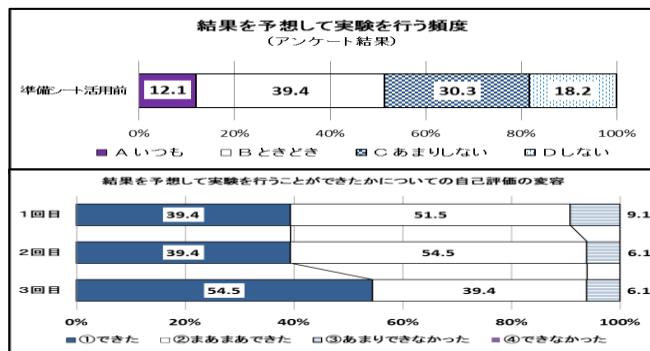


図9 結果を予想して実験を行う頻度についてのアンケート結果と結果を予想して実験を行うことができたかについての自己評価の変容

活用前、回答が結果を予想「しない」であった18.2%（6人）の、1から3回目の実験シートの記述内容の評価と自己評価の結果を図10に示す。生徒fについて、1回目の予想では実験シートで指示した色ではない言葉を用いて記述していた。また、既習事項から資料を調べて予想できる内容であったがその内容も不十分であったため、C評価であった。しかし、2回目以降はA評価になった。他の生徒についても記述内容の評価、自己評価の変容についておおむね良好な結果が得られている。特に生徒b,eは自己評価が段階的に向上している様子がうかがえる。

これらのことから、結果の予想をもたせる指導は有効であったと考えられる。

	生徒a	生徒b	生徒c	生徒d	生徒e	生徒f
実験シート (記述内容 の評価)	1回目 A	A	A	A	A	C
実験シート (自己評価)	1回目 ①できた	③まあまあできた	②あまりできなかつた	①できた	②まあまあできた	①に加え3。
(判断基準を) A満たしている Bまあまあ満たしている Cあまり満たしていない D満たしていない						
①できた ②まあまあできた ③あまりできなかつた ④できなかつた						

図10 6人の1～3回の実験シートの記述内容の評価と自己評価の結果

4 操作方法を理解して実験したか

(1) 準備シートによる分析

操作方法の記述内容に対する判断基準は「実験試薬とその濃度及びその量、操作手順、観察や測定の有無を動作ごとに捉えて記入している」とした。3回目は準備シートを用いずに実験しているので、この内容に関し評価対象外である。

判断基準を基に準備シートの記述内容を、表5のAからDのように分類し、A, Bを判断基準を満たしている評価と判断した。なお、準備シートは班ごとに1枚使用した。表5の結果より、1, 2回目とも全班が操作方法をほぼ正しく記述できたことがわかる。

表5 操作方法の記述内容に対する評価結果(班の数)

評価	評価基準	1回目	2回目	3回目
A 満たしている	実験試薬、その濃度及びその量、操作手順、観察や測定の有無がすべて記述されている。	6	7	
B まあまあ満たしている	実験試薬、その濃度及びその量、操作手順、観察や測定の有無のうち、1項目の記述が不完全である。	4	3	
C あまり満たしていない	実験試薬、その濃度及びその量、操作手順、観察や測定の有無のうち、2項目の記述が不完全である。	0	0	
D 満たしていない	実験試薬、その濃度及びその量、操作手順、観察や測定の有無のうち、3項目以上の記述が不完全である。	0	0	

1. 市販のオキンドールを1000倍に希釈した溶液(約0.00090mol/L H ₂ O ₂)水溶液10mLをホールピペットで測り取り、コニカルビーカーに入れる。これに6mol/L H ₂ SO ₄ 1mLを加える。
--

実験操作	操作の順番	(1)濃度と実験試薬	(2)量(質量や体積)	(3)操作方法	(4)観察、測定の有無
1	① 0.00090mol/L H ₂ O ₂ ② 6mol/L H ₂ SO ₄ ③	10mL	ホールピペットで測り取る。 ①に加える。		

図11 2回目の操作方法に関する実験シートの内容と4班の準備シートの記述の様子(一部抜粋)

図11は、2回目の操作方法に関する実験シートの内容と4班の準備シートの記述の様子の一部を示したものである。ここでは必要項目の全てが、その項目の指示された欄に記述されていることがわかる。4班については、この操作以降の各項目の全てについて適切な記述をしていたので、A評価となった。

(2) 行動観察による分析

ア 発問に対する応答の分析

1, 2回目の実験では実験シートに書いてある操作を個人で默読させた後、その内容について班ごとに相談させ整理したものを、準備シートに記述させた。1回目では、記述例を基に記入させるのみで、細かな指導はしなかった。しかし、記述の仕方について混乱を生じたため、2回目は六つある実験操作のうち、最初の三つの操作について、実験試薬、濃度及びその量、操作手順、観察、測定の有無を一つ一つ応答しながら記入させ、残りの操作については班で整理させた。3回目は、準備シートを用いていないので実験シートのみで、八つある実験操作のうち、最初の二つの操作について応答しながら確認した後、班で確認させた。

図12は上記の指導の中で操作方法を記述（確認）する際の2, 3回目の授業における教師（T）と生徒（S）の応答を記した授業記録の一部である。

2回目

T まず行う実験操作は何？
S オキシドールを入れる。
T オキシドールをいくら入れる？
S 10mL。
T オキシドールの後に括弧書きしてある濃度と物質名は？
S 0.00090mol/L H₂O₂水溶液。
(中略)
T 次に何するの？
S H₂SO₄を1mL入れる。
T その濃度は？
S 6mol/L。



3回目

T まず何をする？
S 0.1mol/L の AgNO₃水溶液 4mL を試験管 A に入れる。
T では次は？
S 0.1mol/L の CuSO₄水溶液 4mL を試験管 B に入れる。

図12 2, 3回目の授業記録の一部

「どのような操作をするのか」という趣旨の発問に対して、実験試薬、濃度及びその量と操作手順を答える場面である。2回目の授業では、生徒の答えに不足している要素があり、教師がそれを補う発問を加えた。しかし、3回目の授業では教師の発問に対し速やかに、四つ全ての要素を解答している。

このことから、1, 2回目の授業で準備シートの活用により、必要な視点を自覚することが習慣化されてきていると考えられる。

イ 1班の実験での行動の変容による分析

1回目			
生徒 Q	生徒 R	生徒 S	生徒 T
胸込ビベットを組み立てて、実験箱にします。	胸込ビベットを組み立てます。	胸込ビベットを組み立てて、実験箱にします。	胸をしながら胸込ビベットを組み立てる。
KMnO₄の試薬瓶を生徒Sに渡す。 KMnO ₄ の入った試薬瓶を取り出す。	試験管Aを確認する。 試験管Aを何本使うのかを周囲に確認する。	試験管 Aを指さす。	
生徒 R の補助。目盛を確認する。	KMnO ₄ を測り取り、目盛があっているか周囲に確認する。 KMnO ₄ を測り取り、目盛があるか確認する。	生徒 Q にうなずく。	
生徒 R の補助。目盛を確認する。	KMnO ₄ を測り取り、目盛があっているか周囲に確認する。 KMnO ₄ を試験管 A に入れる。 使用した胸込ビベットは他の試薬では使えないことを周囲に確認する。	目盛を確認した後、うなずく。	目盛を確認する。
(以後省略)			
3回	4回	0回	1回
2回目			
生徒 Q	生徒 R	生徒 S	生徒 T
	安全ビッターを生徒Tへ渡す。		ホールビベットを取り出し、安全ビッターを受け取る。
	胸込ビベット、過酸化水素を準備する。	安全ビッターの使い方の生徒Tへの助言。	ホールビベットに安全ビッターをはめる。
生徒Sへうなずく。		生徒Qへヨニカルビーカーに入れることの確認をする。	
	標線を指さす。	ヨニカルビーカーを準備する。	過酸化水素を測り取る。
標線を指さし、メニスカスにするよう助言する。		生徒Tの補助をする。	ヨニカルビーカーに過酸化水素を入れる。周囲へメニスカスの確認をする。
(以後省略)			
0回	0回	1回	1回

図13 1班の実験での行動の記録

図13は1班の1回目と2回目の実験での行動の記録である。網掛の部分は操作を行う生徒が他の班員に確認したり、周囲の班の様子をうかがったりした後、自分の操作を行っている行動である。さらに表

の下部には各生徒がそのような行動を示した回数をまとめた（矢印については後述する。）。

1回目は、操作手順に自信がない様子がうかがえるが、2回目は操作方法の理解が深まり、自分の判断で実験している場面が多いことがわかる。以上のことから、操作手順を理解し実験することができたと考えられる。

5 自発的な実験が行われたか

(1) 1班の実験での行動の変容による分析

図13の点線の矢印は実際に実験操作を行う生徒に 対し、他の生徒が操作前に確認をする活動を、実線の矢印は準備や助言をする活動を示している。1回目はこれから行う操作に対し、同意するのみの場面が多いのに対し、2回目では、次の操作に必要なものを用意したり助言した後、実験するという連携の場面が多くみられる。このことは、1回目では操作方法に見通しをもてていないため自発的に実験を行えていないが、2回目は見通しをもち、自発的に実験を行うことができるようになったと考えられる。

1回目			
生徒 Q	生徒 R	生徒 S	生徒 T
H ₂ O ₂ の入った試薬瓶を取り出す。	先ほど使用したビペットを取り出す。	生徒 Qに使う試薬を指さす。	次に使う試薬(H ₂ O ₂)を助言する。
生徒 Rの補助。目盛を確認する。	測り取ったH ₂ O ₂ を試験管 Bに加える。	観察する。	観察する。
H ₂ SO ₄ の入った試薬瓶を取り出す。			
生徒 Rの補助。観察する。	測り取ったH ₂ SO ₄ を試験管 Bに加える。	観察する。	観察する。
KI の入った試薬瓶を取り出す。			
生徒 Rの補助。観察する。	測り取った KI を試験管 Bに加える。	覗き込んで観察する。	覗き込んで観察する。
(以後省略)			
0回	0回	2回	2回
3回目			
生徒 Q	生徒 R	生徒 S	生徒 T
やすりと鉄くぎをとる。 鉄くぎを磨き始める。	生徒 Tと交代し銅を磨き始める。 試験管 A を指さして入れる金属を周囲に確認する。	やすりと鉄くぎをとる。 鉄くぎを磨き始める。 実験シートを見ながら生徒 Rにうなずく。	やすりを指さす。 生徒 Rと交代する。 生徒 Rにうなずく。
覗き込んで観察する。	銅を試験管 A に入れると、 試験管 B を手に取り、自分の目の位置で観察する。	覗き込んで観察する。 覗き込んで観察する。	覗き込んで観察する。
覗き込んで観察する。	金属の表面の変化について、見直し周囲に確認を求める。	金属の表面の変化について、周囲と確認する。	金属の表面の変化について、周囲と確認する。
	試験管 A を手に取り、金属の変化を一人一人の目の前で見せる。	試験管 A の金属の変化を確認する。	試験管 A の金属の変化を確認する。
試験管 A を生徒 Tから受け取り、再度目の前で覗察する。			試験管 A を手に取り、再度目の前で覗察し、生徒 Qへ手渡す。
試験管 A を生徒 Tから受け取り、再度目の前で覗察する。			
(以後省略)			
2回	4回	4回	4回

図14 1回目と3回目の実験での1班の観察場面

図14は、試験管に2種類の物質を入れて変化を見るという類似した実験である1回目と3回目の1班の観察場面の一部であり、網掛の部分は操作ごとの観察活動である。太字は観察を詳細に行おうとする行動を示しており、表の下部には各生徒の太字の行

動回数を示している。1回目は観察するだけの場面が多いが、3回目の実験では、試験管を手に取り、自分の目前で観察したり、自分の観察したものを持てた他の班員の目前に持つなど、見られた。このことから、3回目においては結果に興味を示していることに加えて、他の班員と結果を共有しようとするといった自発的な活動を行っているといえる。実験中にこのような場面が1回目の実験は4回、3回目の実験は14回見られた。

1回目は、操作方法の理解が不十分なため観察の視点も十分に把握できず、自発的に実験できなかったが、3回目は操作方法を理解し、観察の視点も把握できており、見通しをもてたため、自発的な実験に繋がったと考えられる。

(2) 実験シートの自己評価による分析

「自分自身が自発的に実験に参加できたか」について、実験シートに自己評価させた結果を図15に示す。実験を行うごとに肯定的評価が増加している。特に、3回目では自発的に実験に取り組んだ生徒は84.8%（28人）でありおおむね良好な結果が得られていとともに否定的評価がなくなった。これらのことから、自発的に実験することができたと考えられる。

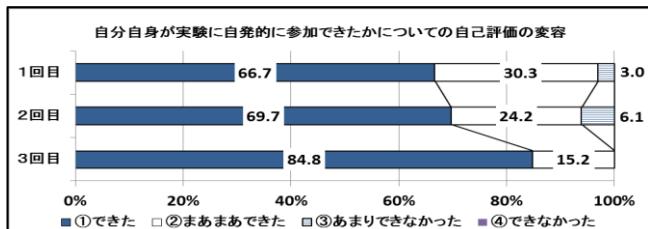


図15 「自分自身が自発的に実験に参加できたか」についての評価の変容

V 研究の成果と今後の課題

1 研究の成果

実験で必要な視点を認識できる内容の準備シートを手掛かりとし、活用の度合を段階的に減らしていく指導を通して、実験の早い段階で実験の目標を明確に把握することができた。また、結果の予想をもつことができるとともに操作方法を理解して実験を行うことができた。その結果、実験に見通しをもち、自発的に実験を行うことができた。

以上のことから、本研究で準備シートを手掛かりとして取り入れた理科指導の工夫は、主体的に観察や実験を行うために有効であった。

2 今後の課題

- 準備シートの記述方法について、指導の初期は丁寧に説明するとともに、視覚的にわかりやすいシートに改良する必要がある。
- 指導の初期は記述方法の指導に時間を要すると考えられ、準備シート活用の時間と実験の時間が別設定であることも考えられる。しかし、同効果が得られるかについては、今後検証する必要がある。

【注】

- (1) Donard A.Norman (1988) :『THE PSYCHOLOGY OF EVERYDAY THINGS』BasicBooks,Inc. p. 47 及び森本信也（1993）：『子どもの論理と科学の論理を結ぶ理科授業の条件』東洋館出版社の p. 177の図を基に著者が変更及び加工した。

【引用文献】

- 1) 堀哲夫（平成15年）：『学びの意味を育てる理科の教育評価』東洋館出版社 p. 82
- 2) 文部科学省(平成23年)：『小学校理科の観察、実験の手引き』 p. 15
- 3) Donard A.Norman (1988) :『THE PSYCHOLOGY OF EVERYDAY THINGS』BasicBooks,Inc. p. 46
- 4) 森本信也（1993）：『子どもの論理と科学の論理を結ぶ理科授業の条件』東洋館出版社 p. 175
- 5) 森本信也（1993）：前掲書 p. 175
- 6) 森本信也（1993）：前掲書 p. 175
- 7) 文部科学省（平成20年）：『小学校学習指導要領解説理科編』 p. 10
- 8) 文部科学省（平成20年）：前掲書 p. 11
- 9) 森本信也（2013）：『考える力が身につく対話的な理科授業』東洋館出版社 p. 77

【参考文献】

- 平賀伸夫（2010）：『新学習指導要領に応える理科教育』東洋館出版社 pp. 114-115
- Donard A.Norman (1988) :『THE PSYCHOLOGY OF EVERYDAY THINGS』BasicBooks,Inc. pp. 45-49
- D.A. ノーマン、野島久雄訳（1990）：『誰のためのデザイン？認知科学者のデザイン言論』新曜社 pp. 74-80
- 森本信也（1993）：『子どもの論理と科学の論理を結ぶ理科授業の条件』東洋館出版社 pp. 175-177
- 森本信也（2013）：『考える力が身につく対話的な理科授業』東洋館出版社 pp. 79-80