

【研究主題】思考力・判断力・表現力を育成する指導と評価に関する研究（理科）

1 理科における思考力・判断力・表現力の育成と評価の実態

(1) 言語活動の充実の考え方

理科における「言語活動の充実」とは、小・中・高等学校の学習指導要領解説の記述から、次の学習活動を充実させることと捉える。

- ・ 問題を見だし観察，実験を計画する学習活動
 - ・ 観察，実験の結果を整理し考察する（分析し解釈する）学習活動
 - ・ 科学的な言葉や概念（概念）を使用して考えたり説明したりする学習活動
- 下線部分は小学校，（ ）内は中・高等学校の記述

まず、「問題を見だし観察，実験を計画する学習活動」は、観察，実験前の学習活動であり、問題に対する個々の考えを顕在化させ、目的意識をもった観察，実験につなぐために重要である。

次に、「観察，実験の結果を整理し考察する（分析し解釈する）学習活動」は、観察，実験後の学習活動であり、観察，実験の結果を予想や仮説と関係付けて結論を導き出すことが大切である。

最後に、「科学的な言葉や概念（概念）を使用して考えたり説明したりする学習活動」は、問題解決の過程において全ての段階で充実すべき学習活動である。科学的な方法や手続きを踏まえることによって得られた科学的な概念は、新たな学習活動で活用されたり、日常生活の中で触れる自然事象に適用されたりすることで、更に深まっていく。

これらの学習活動の意図を踏まえた指導を行うことが、「言語活動の充実」につながる。

(2) 実態調査の結果と考察

図1から、本県の「思考・判断・表現」の観点における評価への取組状況については、どの校種もテストやノートなど、児童生徒が記述した資料の活用が多く見られる。校種の特徴としては、小・中学校と特別支援学校が、児童生徒の発言も評価の対象として多く取り上げているのに対し、高等学校はレポートや報告物を多く活用している点が挙げられる。

また、図2から「思考・判断・表現」の評価について、学校独自で判断するための基準を設定しているのは、中学校で半数近く見られるが、他の校種では、評価規準のみを用いている学校が多い。自由記述による回答では、「思考・判断・表現」の見取りが難しいとする意見に加え、この観点で見取るための何らかの手立ての工夫が必要であるという趣旨の意見も多い。「思考・判断・表現」の状況を適切に見取することは、思考力・判断力・表現力を育成する上で、まず、取り組むべき重要な課題の一つと考えられる。

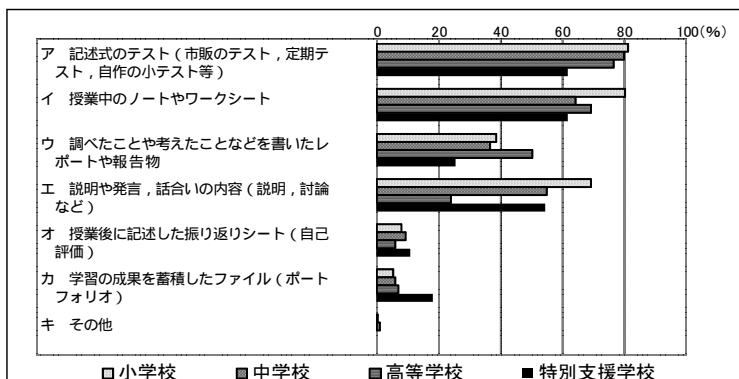


図1 理科における評価の資料

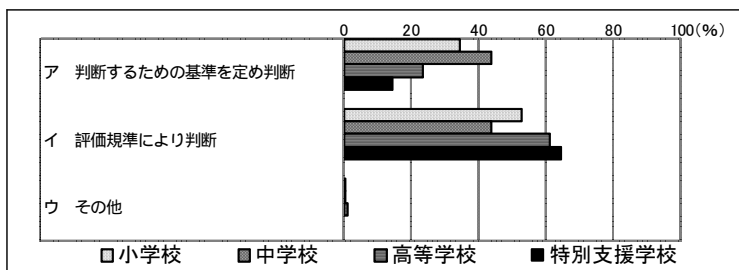


図2 理科における評価の判断

2 理科における「思考・判断・表現」の評価

(1) 「思考・判断・表現」の観点

校種	評価の観点	趣旨
小学校	科学的な思考・表現	自然の事物・現象から問題を見だし、見通しをもって事象を比較したり、関係付けたり、条件に着目したり、推論したりして調べることによって得られた結果を考察し表現して、問題を解決している。
中学校	科学的な思考・表現	自然の事物・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、事象や結果を分析して解釈し、表現している。
高等学校	思考・判断・表現	自然の事物・現象の中に問題を見だし、探究する過程を通して、事象を科学的に考察し、導き出した考えを的確に表現している。

この観点では、児童生徒が自然の事物・現象の中に問題を見だし、予想や仮説を立て、目的意識をもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈するなど、科学的に探究する過程における「思考・判断・表現」の状況を、発言や記述の内容などから把握する。

その際、観察、実験において結果を表やグラフに整理し、予想や仮説と関連付けながら考察したことを言語化し、表現することが大切である。また、モデルや図、グラフなどを使った説明や、レポートの作成、発表、討論などでの表現も重視する必要がある。

(2) 「判断基準」の設定の在り方

「思考・判断・表現」に関わる学習状況が、目標に到達しているかどうかを判断するためには、表現された内容を評価規準と照らし合わせて判断する必要がある。その際、表現内容を質的に判断するための具体的な目安（「判断基準」）を設定することにより、目標への到達状況も分かりやすくなり、指導と評価の一体化が図られる。

図3は、「判断基準」を設定する際の手順を示している。ここで述べる「判断基準」は、単元の評価規準から目標到達のために必要な「判断の要素」を明らかにし、その一つ一つの要素が、具体的にどのような状況にあればよいのかを示したものである。図3の例では、まず観察、実験から気付くべき事実があり、更にそれらに関係付けて考察することを求めている。判断基準Bは、気付きの内容及びそれらに関係付けた考察の内容について、「おおむね満足できる」状況を示している。

表現例は、「判断基準」を踏まえて想定される表現内容を、可能な限り簡潔に示している。実際に表現された内容と、表現例とを照らし合わせて、「思考・判断・表現」の状況を見取ることになる。

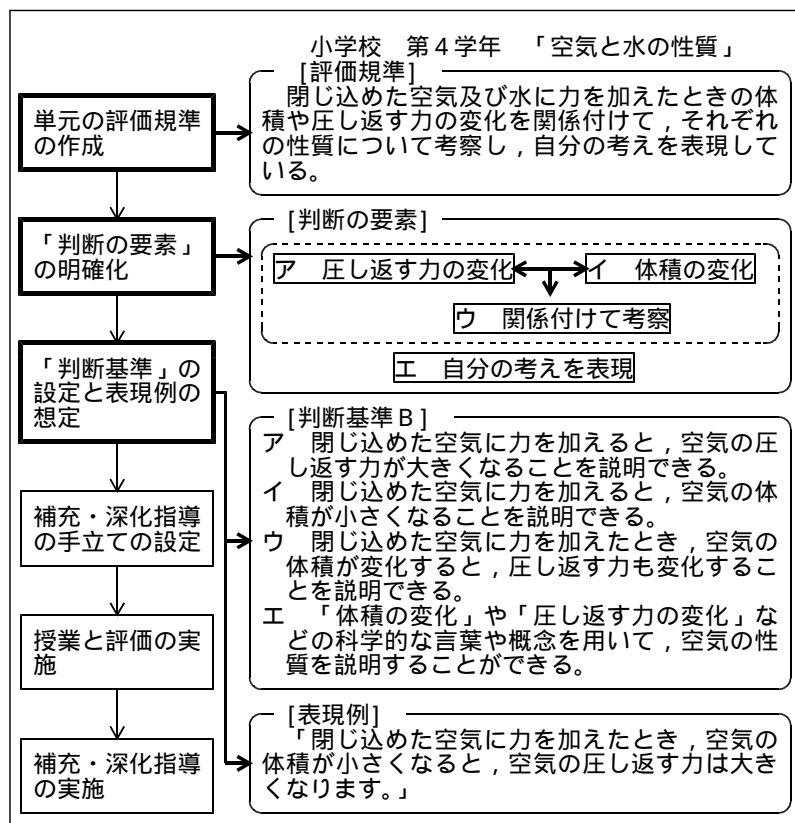
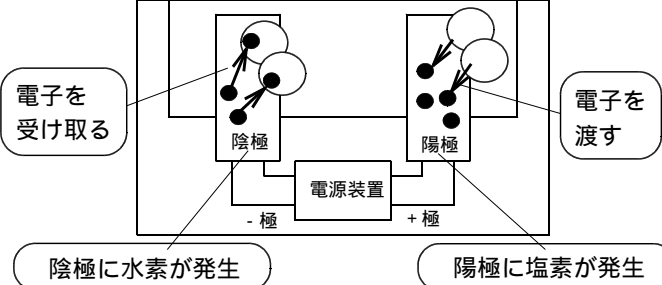


図3 「判断基準」設定の手順と具体例

【「判断基準」の設定例（中学校 第3学年 第1分野「化学変化とイオン」）】

評価規準【科学的な思考・表現】	
塩酸を電気分解したときの陽極と陰極に生成する物質について、イオンの存在と結び付けて考えたり、物質の構成単位である原子や分子の存在と電子の授受を関連付けて考えたりしている。そして、これらのことをイオンのモデルを使って説明している。	
評価時期及び評価の対象	
塩酸の電気分解に関する学習場面（9/14） 結果に対する自分なりの考えを表現（口頭説明，記述文）	
判断の要素	
ア 陽極に塩素が生成する仕組みの考察 イ 陰極に水素が生成する仕組みの考察 ウ モデルを用いた表現及び科学的な言葉や概念を用いた説明	
尺度	判断基準
B	<p>ア 陽極で塩素が発生するのは、-の電気を帯びている塩化物イオンが陽極に引かれ、電子を渡すためであることを説明できる。</p> <p>イ 陰極で水素が発生するのは、+の電気を帯びている水素イオンが陰極に引かれ、電子を受け取るためであることを説明できる。</p> <p>ウ モデルを用いた表現及び科学的な言葉や概念を用いた説明ができる。</p>  <p>（予想される表現の例） 塩酸に電流を通すと、塩酸中の-の電気を帯びている塩化物イオンは陽極に引かれ、電子を渡すことで塩素となる。 また、+の電気を帯びている水素イオンは陰極に引かれ、電子を受け取ることで水素となる。</p>
C状況の生徒への指導	<p>〔補充指導〕 塩酸中のイオンと関連付けて説明できていない生徒に対しては、原子が電気を帯びたり、失ったりすることでイオンができることを想起させる。</p>
A	<p>〔判断基準Bに加えて〕 イオンが電子を受け渡すことで、水素や塩素の分子になることを説明している。</p>
B状況の生徒への指導	<p>〔深化指導〕 「単体としての水素と塩素の化学式やモデル」を想起させることで、気体として発生した水素と塩素を分子として捉えられるようにする。</p>

評価の観点の趣旨を踏まえ、単元の指導のねらい、教材、学習活動等に応じて設定する。

どのような学習活動の場で、どのような資料や情報から、何を見取るのかについて明らかにする。

評価規準の内容を分析し、到達するために必要な要素を明らかにする。

判断の要素のそれぞれについて、「おおむね満足できる」状況の判断基準を示すとともに、生徒の具体的な表現例も併せて示す。
実際に使用するモデルなどを示すことにより、より分かりやすい判断基準とする。

C状況の生徒に対して、どのような学習活動を設定し、どのような視点で考えさせるのか、補充指導の例を示す。

判断基準Bより深まった「思考・判断・表現」の例を示す。判断基準Aは、生徒の実態や学習活動により異なる。

B状況の生徒に対する深化指導の例を示す。

3 「判断基準」に基づく指導と評価

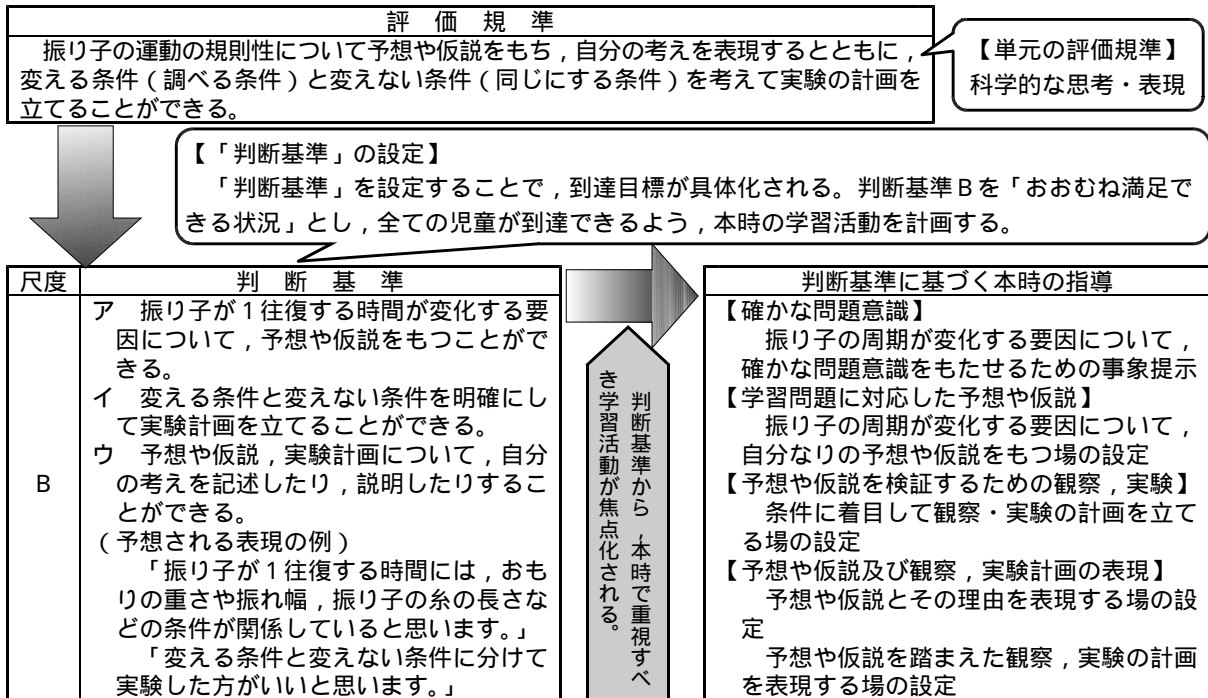
「判断基準」の設定により、児童生徒が到達すべき「思考・判断・表現」の状況が明らかになるとともに、どのような指導が必要なのか、また、単元のどの場面で重点的に評価すればよいかなどについての見通しをもつことができる。

理科の「判断基準」には、学習内容を示す「科学的な概念」、予想や仮説、考察などの「学習過程」、「思考・判断・表現」の状況を見取るための「表現方法」などを示すことにより、指導に生かす評価につながる。

(1) 「判断基準」に基づく指導の考え方

判断基準 B を基にして、単元や 1 単位時間の指導計画の中に、重視すべき学習活動を明確に位置付ける。

【「判断基準」に基づく指導例（小学校 第 5 学年「振り子の運動」）】






(2) 「思考・判断・表現」の見取りと補充・深化指導

設定した「判断基準」と照らし合わせて、児童生徒の「思考・判断・表現」の状況を見取り、評価の結果に応じて補充・深化指導を行う。

【「思考・判断」の見取りと補充・深化指導例（高等学校 第 2 学年 生物 「遺伝子と染色体」）】

（平成 24 年度高等学校第 2 学年の実践例のため、評価の観点は、「思考・判断」を用いる。）

評価規準		生徒の表現	見取りと評価	補充・深化指導
遺伝子の連鎖と組換えについて、減数分裂における相同染色体の動きと関連付けて考察することができる。				
尺度	判断基準			
B	<p>ア 連鎖、組換えにおける遺伝子の動きを思考し、表現できる。</p> <p>イ 減数分裂における染色体の動き（対合）を思考し、表現できる。</p> <p>ウ 組換えにおける染色体の動きを思考し、表現できる。</p>		<p>【C 状況】 染色体が縦列面で分離されており、対合の様子を正しく表現できていない。</p>	<p>【補充指導の例】 減数分裂において相同染色体が対合し、二価染色体を形成する様子と染色体の動きを振り返らせた。</p>
A	<p>染色体の動きを立体的に捉え、対合時の染色体の様子や乗換えについて正しく表現できる。</p>		<p>【B 状況】 連鎖・組換え、対合、乗換えの様子が正しく表現できている。</p>	<p>【深化指導の例】 対合していない相同染色体があることに触れ、相同染色体がそれぞれ対合する様子を立体的に考えさせた。</p>
			<p>【A 状況】 染色体の結合を立体的に捉え、乗換え時の染色体の様子が正しく表現されている。</p>	←

【平成24年度調査研究発表会】
第4分科会（理科）研究発表

思考力・判断力・表現力を育成する 指導と評価に関する研究

鹿児島県総合教育センター

1

研究発表の内容

1 理科における思考力・判断力・表現力の育成と評価の実態

- (1) 言語活動の充実の考え方
- (2) 実態調査の結果と考察

2 理科における「思考・判断・表現」の評価

- (1) 「思考・判断・表現」の観点
- (2) 「判断基準」の設定の在り方

3 「判断基準」に基づく指導と評価

- (1) 「判断基準」に基づく指導の考え方
- (2) 「思考・判断・表現」の見取りと補充・深化指導

2

1 - (1) 言語活動の充実の考え方

思考力，判断力，表現力を育成するための「言語活動」

学習指導要領解説「指導計画の作成と内容の取扱い」から

問題を見だし観察，実験を計画する学習活動
〔予想，仮説の設定，検証計画の立案 など〕

観察，実験の結果を分析し解釈（整理し考察）する
学習活動 〔表やグラフの活用 など〕

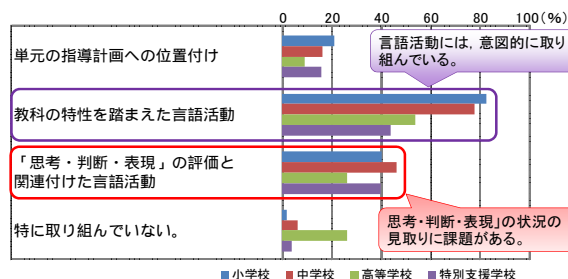
科学的な言葉や概念（概念）を使用して考えたり説明
したりするなどの学習活動 〔モデルや図を用いた説明，レポート，発表 など〕

（ ）は中・高等学校の解説書における記述

3

1 - (2) 実態調査の結果と考察

言語活動への取組状況

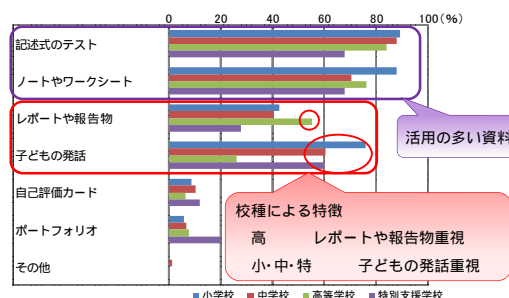


調査時期：平成23年11月
調査対象：鹿児島県 全公立小・中・高等学校，特別支援学校

4

1 - (2) 実態調査の結果と考察 ②

理科における評価の資料



調査時期：平成23年11月
調査対象：鹿児島県 全公立小・中・高等学校，特別支援学校

5

1 - (2) 実態調査の結果と考察 ③

「思考・判断・表現」の評価に関する課題

【アンケート調査の結果から】

- ・どのような資料や内容から評価していくか。（小学校）
- ・生徒各自の思考過程をどう把握し，評価するか。（中学校）
- ・見えない「思考・判断」をどう説明させるか。（高等学校）

- ・文章力に偏らない評価のための具体的な方法（小学校）
- ・生徒の説明と評価規準との照らし合わせ（中学校）
- ・客観的な判断と，基準の設定及び妥当性（高等学校）

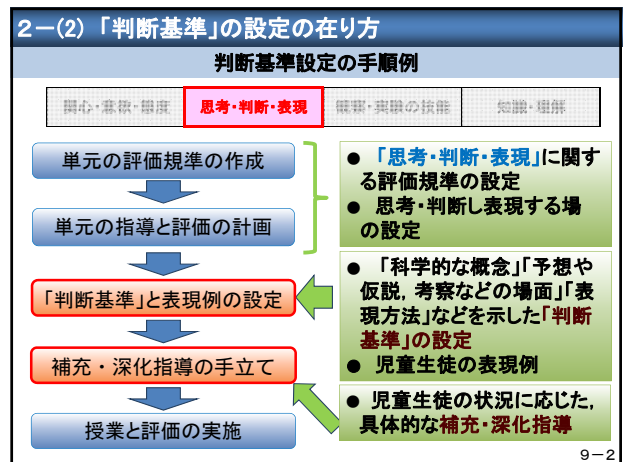
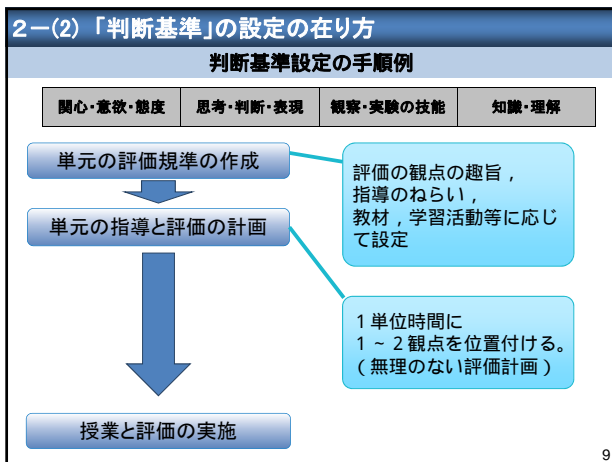
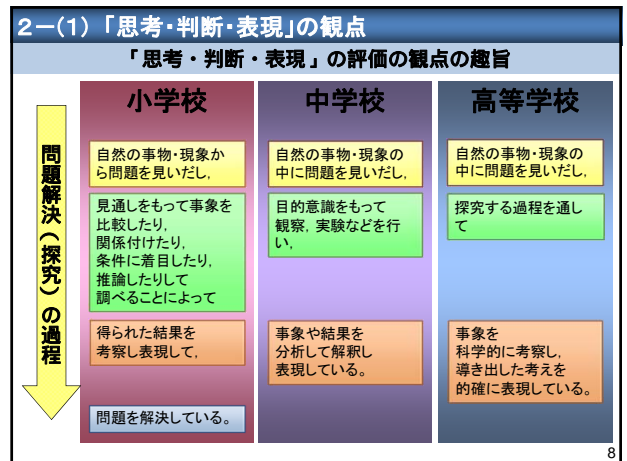
「何をどう評価するか」に課題

6

研究発表の内容

- 1 理科における思考力・判断力・表現力の育成と評価の実態
 - (1) 言語活動の充実の考え方
 - (2) 実態調査の結果と考察
- 2 理科における「思考・判断・表現」の評価
 - (1) 「思考・判断・表現」の観点
 - (2) 「判断基準」の設定の在り方
- 3 「判断基準」に基づく指導と評価
 - (1) 「判断基準」に基づく指導の考え方
 - (2) 「思考・判断・表現」の見取りと補充・深化指導

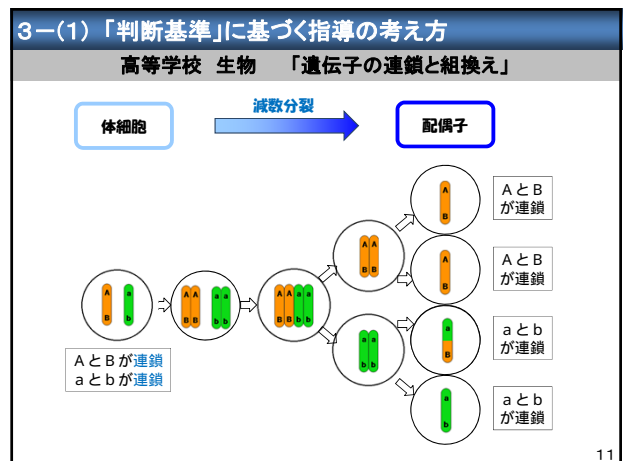
7

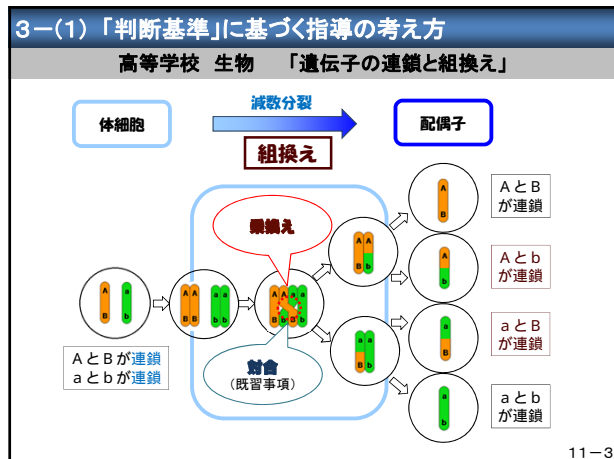
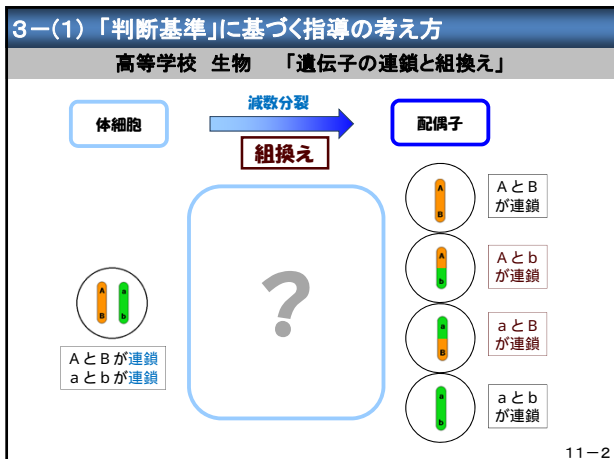


研究発表の内容

- 1 理科における思考力・判断力・表現力の指導と評価の実態
 - (1) 言語活動の充実の考え方
 - (2) 実態調査の結果と考察
- 2 理科における「思考・判断・表現」の評価
 - (1) 「思考・判断・表現」の観点
 - (2) 「判断基準」の設定の在り方
- 3 「判断基準」に基づく指導と評価
 - (1) 「判断基準」に基づく指導の考え方
 - (2) 「思考・判断・表現」の見取りと補充・深化指導

10



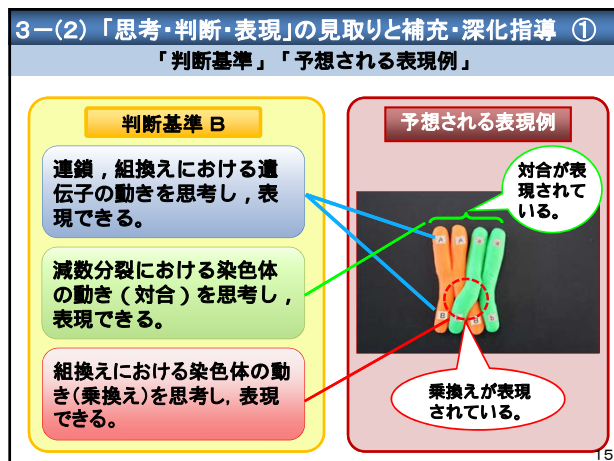
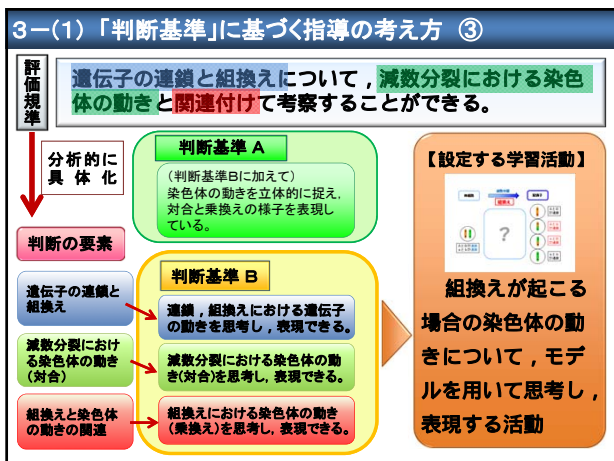
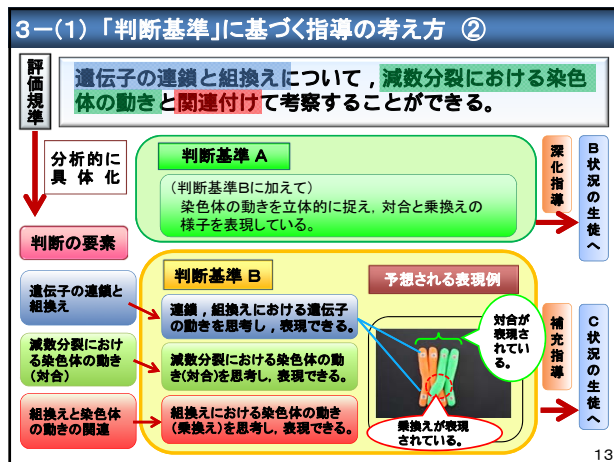


3-1) 「判断基準」に基づく指導の考え方 ①

単元の指導計画

単元名 遺伝子の連鎖と組換え		
遺伝子の連鎖	(2時間)	【知識・理解】
乗換えと組換え	(2時間)	【関心・意欲・態度】 【思考・判断】 【知識・理解】
【評価規準】 遺伝子の連鎖と組換えについて、減数分裂における染色体の動きと関連付けて考察することができる。		
だ腺染色体の観察	(1時間)	【観察・実験の技能表現】 【思考・判断】

12

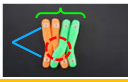


3-(2) 「思考・判断・表現」の見取りと補充・深化指導 ②

C 状況の生徒への指導

高等学校 生物 「遺伝子と染色体」

判断基準 B



判断基準 B に到達していない生徒への指導
【補充指導】

考えられる状況

- 連鎖，組換えにおける遺伝子の動きが思考できない。
- 減数分裂における染色体の動き(対合)が思考できない。
- 染色体の乗換えの様子を正しく思考し，表現できない。

補充指導の例

- 連鎖と組換えの概念を振り返らせる。
- 減数分裂の第一，第二分裂における染色体の動きを想起させる。
- 遺伝子が染色体上にあることを想起させ，組換えに必要な染色体の動きを思考させる。

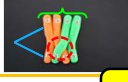
16

3-(2) 「思考・判断・表現」の見取りと補充・深化指導 ③

C 状況の生徒への指導(例)

高等学校 生物 「遺伝子と染色体」

判断基準 B



補充指導


減数分裂の第一，第二分裂における染色体の動きを想起させる。

生徒の表現

C 状況と判断


連鎖，組換え

乗換え



対合時の染色体の様子 ×

補充指導後の表現



改善された表現


17

3-(2) 「思考・判断・表現」の見取りと補充・深化指導 ④

「判断基準 A」 [B 状況の生徒への指導]

高等学校 生物 「遺伝子と染色体」

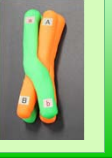
判断基準 B



判断基準 B に到達した生徒への指導
【深化指導】

判断基準 A の設定例

(B に加えて)
染色体の動きを立体的に捉え，対合と乗換えの様子を表現している。



深化指導の例

- 染色体の動きを立体的に捉えるようにする。
- 相同染色体の対合について確認する。

18

3-(2) 「思考・判断・表現」の見取りと補充・深化指導 ⑤

B 状況の生徒への指導(例)

高等学校 生物 「遺伝子と染色体」


判断基準 A

(B に加えて)
染色体の動きを立体的に捉え，対合と乗換えの様子を表現している。

深化指導の例


- 染色体の動きを立体的に捉えるようにする。
- 相同染色体の対合について確認する。

生徒の表現



内側の染色体と同様に対合する。

期待される表現



19

科学的な思考力・表現力を育成する指導と評価の工夫

- 第6学年「太陽と月の形」の実践を通して -

薩摩川内市立川内小学校

教諭 肥後弘章

1 単元の概要

(1) 単元名 「太陽と月の形」

(2) 単元の目標

月の形や位置が変化することについて興味・関心をもって追究する活動を通して、月の位置や形と太陽の位置関係を推論する能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、月や太陽に対する豊かな心情を育て、月の形の見え方や表面の様子についての考え方をもちつことができるようにする。

(3) 児童の実態

ア 調査方法

月と太陽の共通点や差異点について質問し、自由記述で回答を求めた。集計は、指導者の判断で回答の内容を類型化し、内容ごとに人数を数えた。

イ 調査対象

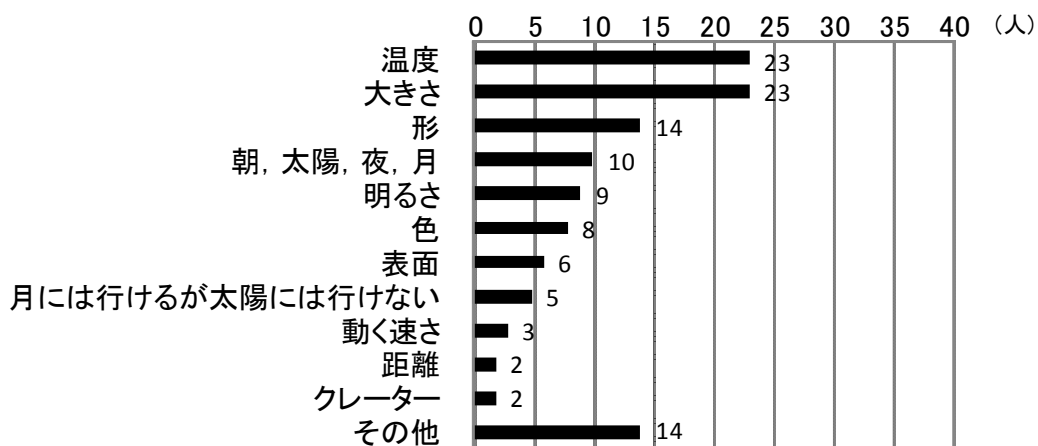
薩摩川内市立川内小学校 第6学年 1組21人、2組22人、計43人（調査時の欠席者を除いた人数）

ウ 調査結果

(ア) 月と太陽はどんなところが似ていますか。



(イ) 月と太陽は、どんなところが違いますか。



【考察】

太陽と月の違いに関する質問に対して、「形」という回答をした児童が10人以上いた。これらの児童は、「形」を単に「見え方」と捉え、月そのもの形を述べているわけではない可能性が考えられるが、月が球形であるという見方そのものできない児童の存在も考えられる。月の形の見え方が変化するという事象について説明するためには、月そのものの形が球形であるという見方が不可欠であるため、月と太陽を比べる活動を通して、どちらも球形であるということを捉えておく必要がある。

また、月と太陽の違いとして、温度や大きさに着目している児童が多い。これに対して、太陽だけが自ら光を放っていることを意識している児童は少ない。月は、太陽の光を受けている部分だけが光って見えるということに気付かせるためには、月と太陽の表面の様子を比較し、月が自ら光を放っていないことを先に捉えておく必要がある。

月と太陽の位置の変化については、既習事項でありながら意識している児童は少なく、どちらも東から南の空を通り、西に沈むことに着目していた児童はわずか2人であった。月の形の見え方の変化は、月と太陽の位置関係が重要であるため、「時刻」「位置」「見え方」を観察の視点として児童に強く意識させる必要がある。

(4) 評価計画

ア 評価規準

自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然事象についての 知識・理解
月の形の見え方や月の表面に興味・関心をもち、自ら月の位置や形と太陽の位置、月の表面の様子を調べようとしている。 月の形の見え方や月の表面の様子から自然の美しさを感じ、観察しようとしている。	月の位置や形と太陽の位置、月の表面の様子について予想や仮説をもち、推論しながら追究し、表現している。 月の位置や形と太陽の位置、月の表面の様子について調べ、自ら調べた結果と予想や仮説を照らし合わせて推論し、自分の考えを表現している。	月の形の見え方や月の表面の様子について、必要な器具を適切に操作したり、映像や資料、模型などを活用したりして調べている。 月の位置や形と太陽の位置、月の表面の様子を調べ、その過程や結果を記録している。	月の輝いている側に太陽があることを理解している。 月の形の見え方は、太陽と月の位置関係によって変わることを理解している。 月の表面の様子は、太陽と違いがあることを理解している。

イ 指導計画・評価計画（全5時間）

次 時	主な学習活動〔 教師の働きかけ・留意点 〕	評価規準・評価方法					
第 一 次	事前アンケートをもとに、月と太陽の共通点や差異点について話し合う。	関心・意欲・態度 行動観察・記述分析					
1 ・ 2 時 間	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">月と太陽の表面の様子についての、予想や仮説をもち、観察の計画を立てる。</td> <td style="width: 50%;">月と太陽の共通点と差異点に関する個々の考え方を交流することで、問題意識を焦点化する。</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">月と太陽の表面の様子はどのように違うのだろうか。</td> </tr> <tr> <td>月と太陽の表面の様子について、予想や仮説をもち、観察の計画を立てる。</td> <td>予想と確かめる方法に対応させて考えさせることで、学習活動の見通しをもたせる。</td> </tr> </table>		月と太陽の表面の様子についての、予想や仮説をもち、観察の計画を立てる。	月と太陽の共通点と差異点に関する個々の考え方を交流することで、問題意識を焦点化する。	月と太陽の表面の様子はどのように違うのだろうか。		月と太陽の表面の様子について、予想や仮説をもち、観察の計画を立てる。
月と太陽の表面の様子についての、予想や仮説をもち、観察の計画を立てる。	月と太陽の共通点と差異点に関する個々の考え方を交流することで、問題意識を焦点化する。						
月と太陽の表面の様子はどのように違うのだろうか。							
月と太陽の表面の様子について、予想や仮説をもち、観察の計画を立てる。	予想と確かめる方法に対応させて考えさせることで、学習活動の見通しをもたせる。						

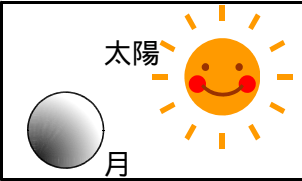
	<p>月や太陽の様子を観察したり，資料等で表面の様子を調べたりする。</p> <p>調べた結果を基に考察し，月と太陽の表面の様子についてまとめる。</p>	<p>月の表面の様子が直接観察できるように，双眼鏡や望遠鏡などを用いて観察させる。できない場合は，映像や資料等で太陽との違いが確認できるようにする。</p> <p>自分の予想と照らし合わせながら，月の表面の観察結果や資料で調べた結果について考察させることで，月の特徴についてまとめることができるようにする。</p>	<p>関心・意欲・態度 行動観察・記述分析</p>
	<p>月の表面の様子は，クレーターや海と呼ばれるところがあり，でこぼこしていて，太陽とは違っている。</p>		
第二次 3時間	<p>数日間，観察した月を時系列にならべ，どのような変化が見られるか話し合う。</p>	<p>実際に観察した月の形が数日間で変化している様子から，問題意識をもたせる。</p>	<p>観察・実験の技能 行動観察・記録分析</p>
	<p>月の形が変わって見えるのは，なぜだろうか。</p>		
	<p>月の形が変わって見える理由を予想し，確かめる方法を話し合う。</p> <p>モデルを用いて観察，実験を行う。</p> <p>観察，実験の結果を基に考察し，月の形が変わって見える理由について推論したことをまとめる。</p>	<p>予想と確認する方法を併せて考えさせることで，観察，実験の確かな見通しをもたせる。</p> <p>モデルを用いた実験を行う際は，全ての児童に観察者の役を体験させることで，一人一人が月と太陽の位置関係を的確に捉えることができるようにする。</p>	<p>思考・表現 発言分析・記述分析</p> <p>観察・実験の技能 行動観察・記録分析</p> <p>思考・表現 発言分析・記述分析</p>
	<p>日によって，月の形が変わって見えるのは，月と太陽の位置関係が変わると，光って見える部分も変わるため。</p>		
5	<p>月と太陽の共通点と差異点について再度話し合う。</p>	<p>新たに気付いた共通点や差異点について確認しながら，自己の考えの高まりに気付かせる。</p>	
	<p>月と太陽についてまとめよう。</p>		
	<p>月と太陽の様子や地球から見た太陽と月の位置関係について推論したことをまとめる。</p>	<p>月の「見え方」「位置」「時刻」を変えても，地球から見たときの月と太陽の位置関係を説明できるかどうかという視点をもたせることで，理解を深めさせる。</p>	<p>知識・理解 記述分析</p>

2 検証授業の実際

(1) 本時の目標

日によって月の形が変わって見える現象について、実際の月の観察や月に見立てたボールなどを用いて調べる活動を通して、月が光っている方向に太陽があることや、月の見え方は地球から見たときの月と太陽の位置関係によって変わるという考えをもつことができる。

(2) 評価規準と判断基準

評価規準「科学的な思考・表現」		判断基準に基づく指導
月の位置や形と太陽の位置，月の表面の様子について予想や仮説をもち，推論しながら追究し，表現している。		「月の形は，なぜ変わるのだろうか。」という問題意識をもたせる。
評価の時期及び評価の対象		
月の形が変わる要因について，予想や仮説を立てる場面で，児童の発言やノート記録などから評価する。		月の形が変わる要因について，より質の高い予想や仮説を設定する。
		
尺度	判断基準	
	1 既に獲得している情報や知識を基に，月の形が変わる要因を予想することができる。 2 月の形が変わる要因について予想したことを，言葉や図，モデルなどで説明することができる。 B (予想される表現例) 「月は，太陽の光が当たっているところだけが光って見えている。月も太陽も動いているので，光って見える部分が変わるのではないか。」	<ul style="list-style-type: none"> 太陽の光の当たり方で形が変わるのではないか。 明るく見える部分だけ光が当たっているのかもれない。 地球から見たときの月と太陽の位置が変わるから，見え方が違うのではないか。
C 状況の児童への補充指導	月が球体であることや，自ら光っていないという事実を基に，発泡スチロール球などを用いて，月は球体の一部が光って見えるという視点で，予想や仮説を立てることができるようにする。	予想や仮説を確かめる方法を話し合い，観察，実験の妥当性を検討する。 確認すべき事実は何かを十分検討する。
A	【判断基準Bに加えて】 月の「見え方」「位置」「時刻」から太陽の位置を推論している。 (予想される表現の例) 「地球から満月が見える時，太陽はいつも月と反対側にあるのではないか。」 「三日月は，太陽と同じ方向にあるのではないか。」	<ul style="list-style-type: none"> 丸いものに光を当ててみればどうか。 地球を挟んで，月と太陽が反対側にあるとき，満月のように見えるはず。
B 状況の児童への深化指導	この時点では，自分なりの予想や仮説を立てることができればよい。深化指導としては，観察記録で得られた事実で推論させる段階から，「見え方」「位置」「時刻」のいずれかを変化させた状況を仮定して推論させる段階へと高めていくことが考えられる。	自分なりの予想と確かめる方法を表現する。
		判断基準による評価
		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">深化指導</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">補充指導</div> </div>

評価規準「科学的な思考・表現」		判断基準に基づく指導
月の位置や形と太陽の位置，月の表面の様子について調べ，自ら調べた結果と予想や仮説を照らし合わせて推論し，自分の考えを表現している。		観察・実験の結果を整理する。
評価の場面・評価の対象		
月の形が変わる要因について，モデルを用いて調べた結果を基に，予想や仮説と照らし合わせて推論する場面で，児童の発言やノート記録などから評価する。	<div style="text-align: center;"> </div>	観察，実験で調べた結果を予想や仮説と照らし合わせながら考察する。 考えたことを言葉やモデルで表現する。
尺度	判断基準	
B	1 モデル実験などの結果と予想や仮説を照らし合わせて，月の位置や形と太陽の位置の関係を推論することができる。 2 月の位置や形と太陽の位置の関係について，モデル実験の結果と予想や仮説を照らし合わせて推論したことを，言葉やモデルなどで説明することができる。 (予想される表現例) 「月は，太陽の光が当たっているところだけが光って見えている。月が光って見える側に太陽がある。太陽と月の位置関係が毎日少しずつ変わるため，月の形が変わって見える。」	<ul style="list-style-type: none"> ・ 夕方，月が西にあるときボールの光っている部分が三日月の形に見えた。 ・ 夕方，月が南にあるときは，ボールの光っている部分が半月に見えた。 ・ 地球から見たとき，月と太陽の位置が違えば，月の見え方も変わるという予想が実験で確認できた。 ・ 太陽は，必ず月の光っている側の方向にあることが確認できた。
C状況の児童への補充指導	実際に観察した月について，「見え方」「位置」「時刻」を確認しながらモデルで再現する実験を再度行う。その際，教師が観察の視点を詳細に与えながら確認することで，位置関係を推論できるようにする。	予想や仮説と照らし合わせながら，結論をまとめる。
A	【判断基準Bに加えて】 月の「見え方」「位置」「時刻」の設定を変えても，月と太陽の位置関係を推論することができる。 (予想される表現の例) 「上弦の月が南に見えるときは夕方，太陽は西の方向にある。」	判断基準による評価 ↓ ↓ 深化指導 補充指導
B状況の児童への深化指導	月の位置と形を示し，太陽の位置を予測する活動を行う。月の位置と形の組み合わせとして，実際には見ることができない状況も示して深化を図る。	

(3) 指導の実際

ア 本時の導入

月の位置や見え方が日によって変化していることに気付かせるために、図1のような月の観察記録を用いて気付いたことを話し合わせた。

観察記録は、4年生「月や星の動き」の復習も兼ねて、夏季休業中の宿題とし、児童に記録させたものである。観察記録の中には、月の位置や形が正確に記録されていないものが多く、友達同士で観察記録を見比べるだけでは、事実を共有するのが困難であった。

そこで、観察記録から分かることを発表させながら、月の形の見え方、月の位置、日付や時刻などに着目させるようにした。比較的好く記録されているものを意図的に取り上げながら、「月の形の見え方が変わるのなぜか。」という学習問題に焦点化した。

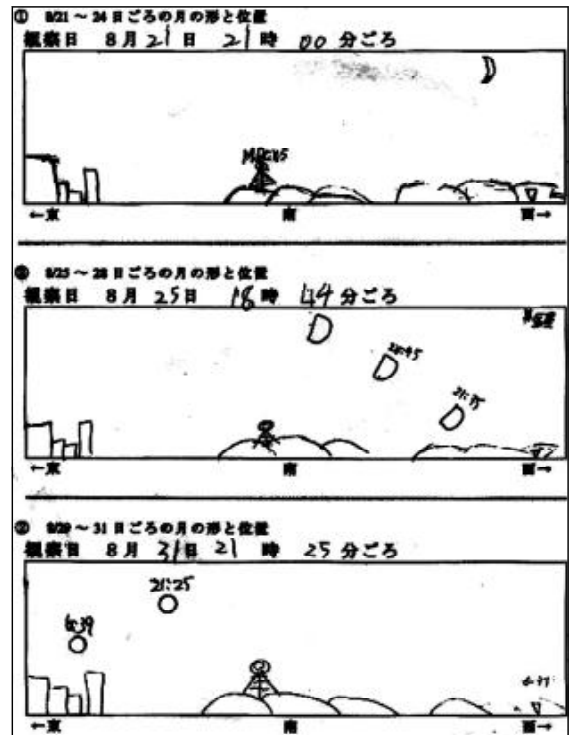


図1 月の観察記録の例

イ 予想や仮説の設定と観察、実験の計画

月は自ら光っているわけではないことや月そのものは球形であることなど、前時までに学習したことを確認した上で、自分なりの予想をノートに記述させた(図2)。日によって月の形の見え方や位置が変わっていることなど、月の観察を通して確認した事実も踏まえて、予想を立てさせるとともに、それを確認するための方法も併せて考えさせるようにした。

この段階の思考については、判断基準と照らし合わせながら評価を行い、問題に対応した予想ができていない児童には補充指導を行った。

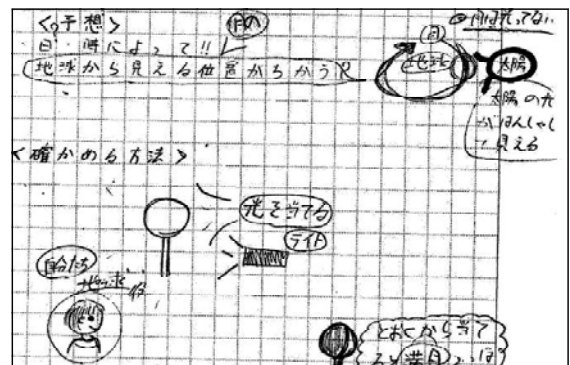


図2 ノートの記述例

ウ 観察、実験の実施

予想を確かめるために、実際に観察した月の様子をモデルで再現する実験を行った(図3)。月のモデルとして発泡スチロール球を、太陽のモデルとして光源となるLEDライトを用いて実験を行った。地球から観察した月を再現するため、観察者を固定して方位を決め、月と太陽を動かして確認した。月と太陽の位置を変えながら、月の見え方が変化することを確認していたが、時刻と太陽の位置を意識できていなかったため、観察した月を正確に再現できたグループは少なかった。



図3 モデルを用いた実験の様子

エ 実験結果を基にした考察とまとめ

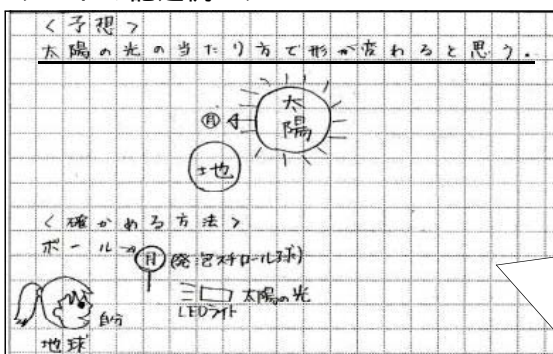
太陽からの光は、必ず月の半分を照らしていることは、モデル実験で確認することができた。また、月と太陽の位置が変わることによって、地球から見える部分も変化するため、月の見え方も変化することは理解できた。判断基準Bにあるように、月の光っている側に太陽があるということに関しては、到達できたと考える。しかし、実際に観察した月を再現したにもかかわらず、判断基準Aにあるような「時刻」や「位置」まで踏まえた月の「見え方」まで意識した考察は少なかった。



図4 考察を記入している場面

(4) 「科学的な思考・表現」の評価

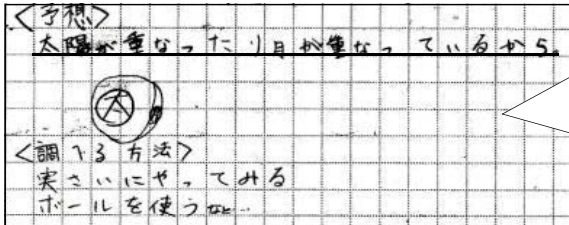
ノートの記述例...ア



【判断基準Bの状況】

学習問題に対応した自分なりの考えを表現している。
 観察、実験の方法から、地球から見た月と太陽の位置関係も意識していると思われるが、この時点では、それを確認できる表現にまでは至っていない。
 【深化指導】
 自分なりの考えの根拠を顕在化させるため、どんなときに「太陽の光の当たり方」が変わるのかを考えさせるようにした。

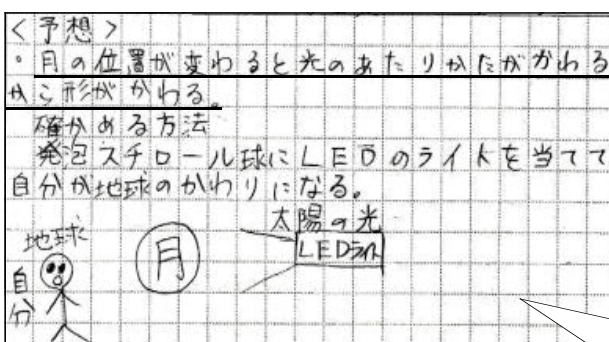
ノートの記述例...イ



【判断基準Bに到達していない状況】

月と太陽の位置関係が変わるという意味を含んだ表現ではあるが、「月の形が変わって見えるのはなぜか。」という問いに対する説明としては、少し分かりにくい表現で留まっている。
 【補充指導】
 観察・実験の方法でも、ボールを用いることについては述べているが、光を当てて調べることには触れていない。ノートの記述にある「実際にやってみる。」という表現について、意図を聞き取りながら、学習問題に対応した予想を改めて考えさせるようにした。

ノートの記述例...ウ



【判断基準Aの状況】

学習問題に対応した自分なりの考えを分かりやすく表現している。併せて、「月の位置」と「(太陽の)光の当たり方」を関係付けて、月の形の見え方が変わる理由を説明している。

3 成果と課題

「判断基準」の設定により、到達目標が具体化されたため、重視したい学習活動や表現方法を踏まえた指導の計画を作成することができた。

「判断基準」と児童の表現を照らし合わせることで、更に顕在化させるべき内容が明確になり、補充指導や深化指導につなぐことができた。

児童一人一人の思考の状況を把握するためには、ノートやワークシート等で記録を残す必要がある。また、十分な表現ができていない場合、時間が不足していたのか、表現力に課題があったのか、思考そのものが高まっていなかったのかなど、発問等で確認する必要がある。

科学的な思考力・表現力を育成する指導と評価の工夫
第3学年「地球の運動と天体の動き」の授業を通して

いちき串木野市立羽島中学校
教諭 緒方 明美

1 単元の概要

(1) 単元名 「地球の運動と天体の動き」〔大単元 地球と宇宙〕

(2) 単元の目標

太陽や天体の日周運動の観察を行い、その観察記録を地球の自転と関連付けてとらえるとともに、四季の星座の移り変わり、季節による昼夜の長さ、太陽高度の変化などの観察を行い、その観察記録を地球の公転や地軸の傾きと関連付けてとらえ、天体の位置関係や運動についての相対的な見方や考え方を身に付けさせる。

(3) 生徒の実態

生徒の実態を把握するために、アンケート調査を実施した。(平成24年10月2日実施15人回答)
ア あなたは、宇宙に関して興味がありますか。

あ る			な い		
男 子	女 子	計	男 子	女 子	計
7	4	11	1	3	4

イ 今まで学習した宇宙について面白かった内容は何ですか。

星の動き 太陽の一日の動きを調べたこと

いろいろな星の特徴・銀河系や太陽系について。また、その広さや光年などについて

ウ 今まで学習した宇宙について難しかった内容は何ですか。

星の一日の動きを観測すること 星の動きの説明 日周運動

宇宙空間での距離について

太陽の日の出、日の入りの時刻を求めること

<考察>

天体の学習においては、観察、実験結果を通して、その内容を理解できている生徒も多い。しかし、約3割の生徒が宇宙について興味がないと答えていることから、実験は楽しくてもその現象を理解することや天球上で見られる見かけの動きを空間的に認識することが難しいと感じていると考えられる。

また、実験結果から考察する場面で互いに意見を出し合うことができ、より深く考察することができる。しかし、人に頼って自分で考えない時や考察したことを自分のことばでまとめることを苦手としている生徒も見られる。

そこで、互いに意見交換ができる良さを生かし、観察、実験を通し、話し合いの時間をできるだけ取り入れ、天体の日周運動や年周運動をモデルを使って検証し、その内容を整理でき、それらを使って自分の言葉でまとめられるような工夫をする必要がある。

(4) 思考力・判断力・表現力を育成するための工夫

ア 個人での考察場面の設定

観察、実験を通しての考察場面を計画的に設定し、観察、実験の結果から考えられることをまとめ、それをもとに自らの考えを説明させる活動を通して、思考力や表現力を養いたい。具体的には、地球モデルを使って、地球の動きを考える中で、そのモデルを使って説明したり、説明したことを文章や図で表現することで、目の前に見られる現象を俯瞰して考えられるようにする。

イ 話し合い，発表の形態の工夫

話し合い，発表の形態として，隣同士の話し合い，グループ内での話し合いと発表，学級全体の中での個人発表，グループでの発表などの場面によって形態を変え，思考がより深まるように支援する。

ウ 判断基準の設定

「科学的な思考・表現」の評価は，考察やワークシートの内容から判断するが，その判断基準を事前に決めておくことで，生徒に合わせた支援ができるようにする。

(5) 評価計画

ア 単元の評価規準

自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然事象についての 知識・理解
日周運動と自転，年周運動と公転に関する事物・現象に 進んで関わり，それらを科学的に探求しようとする と，事象を日常生活との関わりで見ようとする。	日周運動と自転，年周運動と公転に関する事物・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，日周運動の観察記録と地球の自転との関連，星座の年周運動や太陽の南中高度の変化などの観察記録と地球の公転や地軸の傾きとの関連などについて自らの考えをまとめ，表現している。	天体の日周運動，星座の年周運動や太陽の南中高度の変化に関する観察などの基本操作を習得するとともに，観察の計画的な実施，観察の記録や整理などの仕方を身に付けている。	日周運動と地球の自転との関連，星座の年周運動や太陽の南中高度の変化などと地球の公転や地軸の傾きとの関連について基本的な概念や原理・法則を理解し，知識を身に付けている。

イ 指導計画と配当時間（全9時間中の7～9時）

中単 元名	小単 元名	主な学習活動
地球の運動と天体の動き	季節の変化	<p><第7時> 太陽の1年の動きを調べる</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 太陽の1日の動きを記録した透明半球を用いて，「日の出，日の入りの方位」，「南中高度」，「昼の長さ」を確認する。 2 太陽の動きは，1年を通してどのように変化するか考える。 3 資料から春分の日，夏至，秋分の日，冬至の日の出，日の入りの方位，南中高度，昼の長さを調べ，透明半球に記録する。 4 記入した透明半球で季節による太陽の動きを確認する。
		<p><第8時> 季節による太陽の動きの変化の原因を考える 【本時】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 季節により，「南中高度」や「日の出，日の入りの方位」，「昼の長さ」が異なることを確認する。 2 解決する事象を「1」の三つの中から選択し，モデルを使って実験する。 3 実験結果を個々に整理し，季節によって太陽の動きが変化する理由について考え，グループで考えをまとめ，発表する。 4 地球が地軸を傾けたまま公転しているモデルと地軸が傾いていない状態で公転面が傾いているモデルは，どちらも正しいことを確認する。
		<p><第9時> 地軸の傾きと南中高度</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 太陽光線の角度によって日射量が変化することを確認する。 2 太陽の南中高度はどのようにして求めることができるかを考える。 3 春分，夏至，秋分，冬至の日の南中高度を作図によって求める。 4 太陽の南中高度と平均気温，四季について求める。

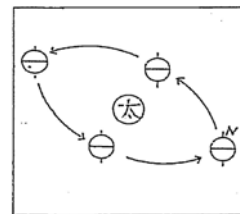
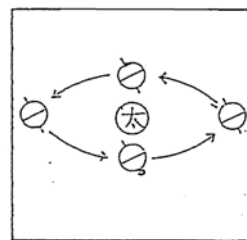
2 検証授業の実際

(1) 本時の目標

- ア 季節によって太陽の動きが変化する理由について関心をもち、太陽の年周運動と地軸の傾きの関係について進んで調べようとする。〔自然事象への関心・意欲・態度〕
- イ 季節ごとの日の出、日の入りの方位の違い、太陽の南中高度の違い、昼夜の長さの違いについて、地軸の傾きと関連付けて説明できる。〔科学的な思考・表現〕
- ウ 季節による太陽の動きの変化を説明できるように、地球モデルや太陽モデルを操作することができる。〔観察・実験の技能〕
- エ モデル実験を通して、季節によって太陽の動きが変化する要因は、地球が地軸を傾けたまま公転することによることを理解できる。〔自然事象についての知識・理解〕

(2) 評価規準と判断基準

評価規準（科学的な思考・表現）	
モデル実験の結果から、太陽の南中高度の変化などの観察記録と地球の公転や地軸の傾きとの関連などについて自らの考えをまとめ、表現している。	
評価の場面・評価の対象	
季節により、太陽の南中高度の変化などが起きる要因について、個々の事象をモデル実験により調べた結果を基に、公転モデルを作成して表す場面において、生徒の発言やノート記録などから評価する。	
尺度	判断基準
B	<p>1 モデル実験により、太陽の南中高度などの年周的な変化を説明することができる公転モデルを見いだすことができる。</p> <p>2 モデル実験によって見いだした公転モデルの様子を、図や言葉で表現することができる。</p> <p>（予想される表現例） 「季節によって太陽の南中高度や昼の長さ等が変化するのは、地軸が傾いて公転しているためである。」</p>
C 状況の生徒への補充指導	<p>太陽モデルを中心としてそれぞれの季節の位置に地球モデルを配したモデルを実際に作成させる。</p> <p>春分、秋分の日のモデルの何を変化させることで年周的な変化を再現したかを確認することで、地軸と公転面の関係が説明できるようにする。</p>
A	<p>【判断基準Bに加えて】</p> <p>地軸を傾けずに公転面を傾けたモデルでも、季節による太陽の南中高度の変化などを説明することができる</p> <p>（予想される表現例） 「地軸を傾けずに、太陽の公転面を斜めにして(太陽の上や下を斜めにして)公転している。」</p>
B 状況の生徒への深化指導	<p>地軸を傾けなければ、太陽の南中高度などの変化を再現できないかを問うことで、新たにモデル実験をさせ、深化を図る。</p> <p>公転面を傾けたモデルでも太陽の年周的な変化が確かめられることを検証させ、深化を図る</p>



(3) 指導の実際

学習過程	時間	学習活動	教師の支援と評価
<p>事象提示</p> <p>問題把握</p>	<p>5分</p>	<p>1 今までに学習したことを想起させ，四季の太陽の動きについて確認する。</p> <p>2 学習課題を把握する。</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p><学習課題></p> <p>なぜ、季節に南中高度や昼夜の長さ、日の出、日の入りの方位が変化するのだろうか。</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> 透明半球上の季節による太陽の経路や太陽の年周運動に関するデータを利用し，確認させる。 既習事項を確認するとともに，問題意識をもたせながら，学習課題を把握させる。 
<p>実験の予想</p> <p>実験の企画</p> <p>実施</p> <p>結果の処理</p> <p>考察</p>	<p>35分</p>	<p>3 予想する。</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <ul style="list-style-type: none"> 地球が太陽の周りを公転しているから 地軸が傾いているから 光の当たり方が違うから など </div> <p>4 解決する事象を選択する。</p> <div style="margin: 10px 0;"> <p>A 日の出・日の入りの方位</p>  <p>B 南中高度</p>  <p>C 昼夜の長さ</p>  </div> <p>5 太陽モデル(電球)と地球モデルを用いて，モデル実験で検証する。</p>  <p>6 実験結果を整理し，自分で文章または，図に表した後，グループ内で発表する。</p> <p>7 各個人の考えをグループで話し合い，意見をまとめて発表する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">   </div>	<ul style="list-style-type: none"> 学習したことを参考にさせながら，予想させる。 証明すべき観測結果を確認し，ひもなどを用いた証明方法を考えさせ，安全に気をつけさせて，実験させる。 机間指導を行い，進みぐあいや実験方法等を確認し，実験の遅い班には指導助言する。 実験結果を個人で整理し，自分の考えをもたせる。 個人の考えをグループ内で発表させ，季節の変化について自由に話し合わせ，まとめさせる。 話し合った内容を発表させ，地軸の傾きが関係していることに気付かせるように助言する。 地球が地軸を傾けたまま公転しているモデルと，地軸を傾けていない状態で公転面が傾いているモデルの2種類に気付いた場合には，どちらとも正しいことを確認する。 
<p>まとめ</p>	<p>10分</p>	<p>8 自分のことばで今回の実験についてのまとめを書く。</p> <p>9 実験についてのまとめを発表する。</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p><まとめ></p> <p>季節によって太陽の動きが変化するのは，地球が地軸を一定方向に傾けたまま公転しているからである。</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> 考察を参考にし，できるだけ自分のことばでまとめるようにする。 発表したことばを使いながら今回の実験のまとめをする。

(5) 「判断基準」による見取りと補充・深化指導

ア ワークシートの記述より

B 状況の記述例

(2) 太陽の日周運動の季節による変化の起こる原因についての自分の考え

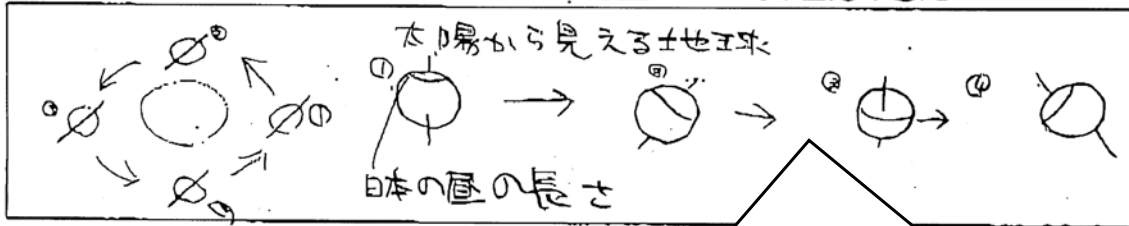


図1 B状況の記述例

【判断基準Bの状況】

モデル実験により、昼の長さの年周的な変化を説明することができる公転モデルを見いだすことができている。また、それぞれの季節の昼の長さが観測結果に合致することを、視点を変えた図で示すことができている。

【深化指導】

地軸を傾けずに公転面を傾けても、観測結果に合致する公転モデルが作れることを見いださせたかったが、他の班が説明する地軸の傾いていない公転モデルの説明を聞くことにとどまった。

C 状況の記述例

(2) 太陽の日周運動の季節による変化の起こる原因についての自分の考え

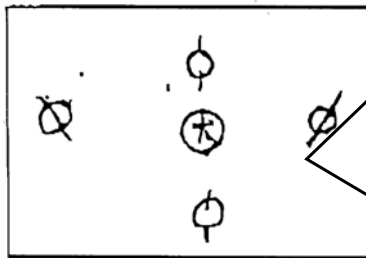


図2 C状況の記述例

【判断基準Bに到達していない状況】

地軸を傾けることにより昼の長さが変化するモデルを考えてはいるが、それぞれの季節の観測結果を説明できるモデルになっておらず、判断基準Bには至っていないと考えられる。

【補充指導】

太陽モデルの光が当たる部分の長さを実測して科学的な根拠を示すことと、既習事項の北極星の見え方を思い出させ、地軸が傾いている方向との関係を考えさせるようにした。

A 状況の記述例

(2) 太陽の日周運動の季節による変化の起こる原因についての自分の考え

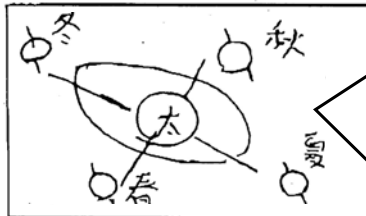


図3 A状況の記述例

【判断基準Aの状況】

判断基準Bに加えて、地軸を傾けずに公転面を傾けたモデルで、季節による太陽の昼夜の長さの変化を説明することができている。

しかし、モデルを操作しながらの説明では地軸を真っ直ぐにしたままであったが、図では、地軸の傾きに注目した表記ができている。また、地軸が傾いたモデルも作成して、二つが同じであることを確かめさせるまでには至らなかった。

個人の考えの評価

A評価0人 B評価3人 C評価8人 未記入5人

地球モデルを使って、太陽の周りを公転させればよいことは分かっているようであったが、それをどのように表現すればよいのか分からない生徒が多かった。

グループの意見をまとめた評価

A評価3人，B評価7人，C評価4人

C評価については，地軸が傾くことによって季節による南中高度等の変化について説明しているが，傾けたままの状態でご公転していることが説明されていないものが多かった。

これに関しては，「地球が公転している」という事実は，当たり前のこととして捉えており，文章または，図にきちんと表現せず，地軸の部分だけの表現になったと考えられる。モデルを使っての活動では，地軸を傾けた状態で公転させており，理解はしていたので，実際にモデルを使って活動したようにワークシートに表現するように指導した。

生徒の自己評価

項目	自己評価	4	3	2	1
地球モデルを使って，自分なりに太陽の日周運動の季節による変化の原因について考えることができた		19%	50%	25%	6%
グループの意見を基に太陽の日周運動の季節により変化の原因について考えを深めることができたか。		43%	38%	19%	0%

[4：よくできた 3：まあまあできた 2：あまりできなかった 1：できなかった]

自分の考えをうまくまとめられなかったり，地球の動きを俯瞰して考えられなかった生徒が，グループでのモデル実験で，実際にモデルを動かしながら，他の生徒と討議しながら考えることで，「地球が地軸を傾けたまま公転していること」に気づくことができ，季節の変化について理解が深まった生徒の評価が高くなったと考えられる。

考察

個人で，空間的な思考をさせるとイメージはできてもそれを文字や図に表現できない生徒が多い。しかし，イメージしたことを，モデルを使ってグループで考察させることで，地球の動きを俯瞰してみることができるようになり，グループの生徒のアドバイスを受けながら，文字や図として表現できるようになってきた。

また，実際にモデルを使うことで，地球の動きをいろいろ考えることができたようで，モデルを動かしながら，思考を深め，地軸を傾けずに公転面を傾げることに気づいたグループも出てきた。

空間的な認識が必要なこの単元において，モデルを使って地球の動きを考え，思考させることによって，自分が見ている現象が，地球のどういう動きによるものなのか，俯瞰して考えることができたようである。しかし，それを文字や図として表せられるようになるためには，日ごろから，実験結果からの考察を十分に行い，表現できるようにしていく必要がある。

(6) 実施後の実態

ア 実施後の小テストより

検証実験において，季節の変化が起こる理由を図示する際に，うまく表現できていなかったことから，表現の仕方（昼の長さ・南中高度・日の出の位置）の確認を検証授業後の授業の中で行った。その定着の確認のため，1か月後に小テストを行った。

昼の長さ，南中高度，日の出の位置を図で表現できた生徒

内 容	正答率	内 容	正答率
昼の長さ	40%	全問正解	27%
南中高度	73%	昼の長さ・南中高度	13%
日の出の位置	27%	南中高度のみ	33%

四季の変化が起こる理由について文章表現ができた生徒・・・80%

結果から

事後指導の中でも、日の出の位置の記入方法は、難しかったようだが、やはり定着はよくなかった。モデルで思考させるときに、工夫が必要である。

南中高度と昼の長さは、太陽の日周運動の実験後に南中高度を作図したり、昼の長さや日の出、日の入りの時刻を記録した透明半球にひもをのせ、それを基に、計算させたりしていたため、繰り返しとなり、図で表現しやすかったようである。太陽の日周運動についても地球モデルで太陽の動きを思考しているため、比較的理解しやすかったようである。

季節による昼の長さ等の変化についてきちんと図示できる生徒は、地球の動きをしっかりと理解できており、四季の変化についてきちんと文章表現できている。

よって、実際の現象をしっかりと図示できるようにすることで、地球の運動についてモデルを使っただけの思考がうまくいき、四季の変化が起こる理由についてきちんと説明できるようになると考えられる。

3 成果と課題

(1) 成果

ア 「判断基準」の設定により、生徒の表現から補充指導をすべきか、深化指導をすべきかを即座に判断することができ、生徒の理解度に応じた指導を行うことができた。

イ 目の前に起こっている現象を頭の中だけで、思考していくのは非常に難しいが、地球モデルを使うことで、実際の自分の位置を理解し、地球の運動を俯瞰してみることができ、地球の運動を理解しやすくなり、定着がよくなったように思う。

ウ 個人だけでは、思考内容を文章や図で表現できなかったものが、話し合い活動を通して、思考が整理され、深く考えることができるようになり、きちんと文章や図で表現できるようになった。これは、モデル実験後の自己評価からも分かる。

(2) 課題

ア モデルを操作しながら説明することはできても、それを文字や図にして表すことがうまくできず、ワークシートに思考したことを記録できていない生徒が目立った。思考・判断したことを表現したことで見取るために、記録するための時間を確保する必要がある。

イ 言語活動を充実させていくために、観察、実験を通して、考察する場面を多く持つ必要があるが、判断基準を毎回設定していくことは時間的に難しく、労力がかかる。単元を絞り、長期的、計画的に進めていく必要がある。

科学的な思考力・判断力・表現力を育成する指導と評価の工夫

- 金星の視運動と満ち欠けの指導を例として -

県立鹿児島中央高等学校

教諭 北原 義大

1 単元の概要

(1) 単元名

第4編 宇宙の構成

第1章 地球と惑星の運動

2 惑星の運動(3時間)

(2) 単元の目標

ア 人類が地球と惑星の動きを理解するようになった過程をたどりながらその考え方を追い、生徒の興味・関心を引き出しつつ意欲的に探究する態度と宇宙観を身に付けさせる。

イ 惑星の動きに疑問を持ち、実習を通じて探求・考察・判断を行い総合することで、事実に基づいて科学的判断を下すことができる。

ウ 作図を行って惑星の動きをとらえる技能を習得し、その過程や結果から惑星の天球上での視運動や惑星現象について自分なりの考えを表現することができる。

エ 惑星の動きに関する正確な知識・原理・法則を理解し、基本的な概念を形成させる。また、基礎となる知識を身に付けさせる。

(3) 生徒の実態・指導上の課題

3年生文系の地学選択者で構成されている。これまで理科を苦手とする生徒がやや多いが、地学で学ぶ内容については興味・関心をもっており、学習意欲の高い生徒が多い。しかし、計算問題への取組や自然現象について考えたり分析することを苦手とする生徒が多く、これまでの学習が、知識・理解についてはある程度達成されているが、思考・判断では十分とは言えない状況にある。

特に天文分野については、学習内容への興味・関心は高いが得られた情報から思考することが苦手とする生徒が多い。事前に行った確認テストでは、月の満ち欠けや惑星の見え方と位置についての理解があまり進んでいない状況にあることが分かった。具体的に生徒からは、天球での西や東が分からない、複雑な現象をまとめて考えるのが難しい、直接見えていないので想像しにくいなどの意見があった。

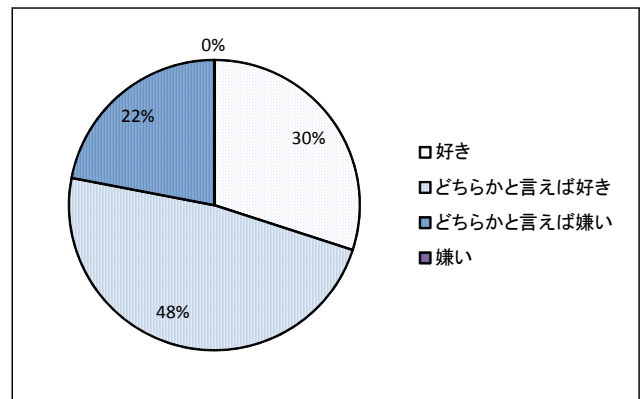


図1 天文分野についての興味・関心

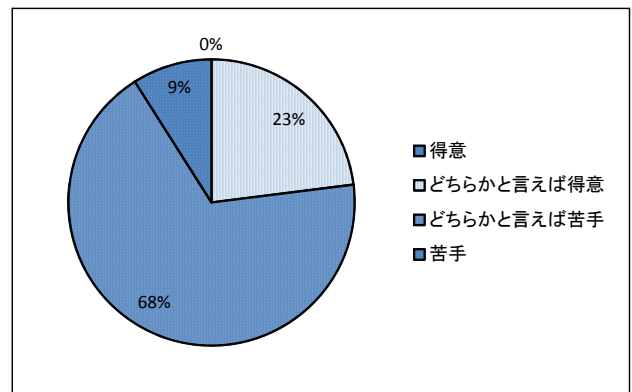


図2 太陽や星の年周運動への興味・関心

そこで本単元では、天文現象について自ら考察したり、分析したりする能力を身に付けさせるために、実習で得られた結果を、文章や図を用い説明しながら、加えて既に学習した内容を活用しながら分析と考察を行う活動を取り入れることにした。本時では、実習結果と既習内容を結び付けて考えを導き、現象を正しく理解させたい。

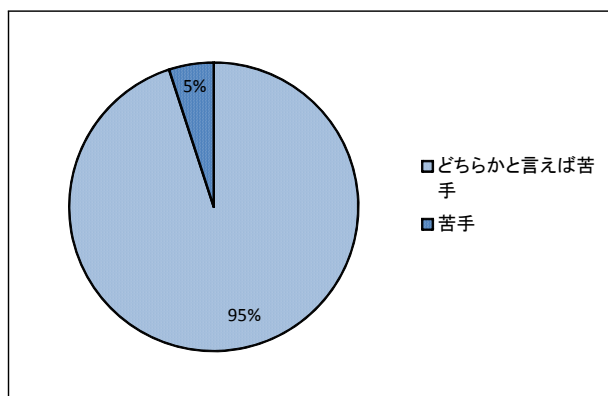


図3 惑星の見え方と位置に関する興味・関心

(4) 評価計画

時	学習活動	評価規準
1 本時	惑星の視運動と満ち欠け (惑星現象を内惑星に限定)	<p>【関心・意欲・態度】 金星の見える時間・方位や満ち欠けについて、関心をもって意欲的に学習しようとする態度をもつ。</p> <p>【思考・判断】 金星の見える時間・方位や満ち欠けについて、目的意識をもって観察、実験を行い、自らの考えを導いたりまとめたりする。</p> <p>【観察・実験の技能・表現】 金星の満ち欠けや天球上での動きについてのモデル実験の技能を習得し、それに伴う金星の満ち欠け等を観察し、その結果を的確に表現する。</p>
2	惑星の視運動と惑星現象 (外惑星)と会合周期	<p>【思考・判断】 外惑星の天球上の動きと惑星現象の対応関係、惑星同士の会合周期と公転周期の関係について自らの考えを導いたりまとめたりしている。</p>
3	ケプラーの法則	<p>【知識・理解】 ケプラーの三つの法則を理解し、それらを基にした簡単な計算問題を解くことができる。</p>

(5) 思考力・判断力・表現力を育成するための工夫について

生徒が意欲的に観察・実験に取り組めるようにするために、以下のようなことに留意して授業を行った。

ア 導入での工夫

学習内容への生徒の関心・意欲・態度をより一層の育成を目指して、授業の導入部において身近な地球科学的な現象を取り扱うようにした。8月の生徒へのアンケート調査の結果から、天文分野に関しては興味・関心があるものの、学習することに関しては他の分野よりも苦手意識が強いことがわかった。

今回の検証授業では、2012年6月6日に観測された金星の太陽面通過を授業の導入部の素材として取り扱った。この現象は当日の好天にも恵まれ、金星が太陽面を実際に通過する様子を生徒が観測することができたこともあり、絶好の素材であると判断し活用することにした。

イ 図や表等を用いて説明させる活動の充実

事前調査において、83%の生徒が観察・実験結果を文章を使って説明することについて、「嫌い」「苦手」と回答し、図・表・グラフを使って説明することについては、「嫌い」「苦手」と回答した生徒が61%であった。また、文章・図・表・グラフで表された自然現象を考えたり分析したりすることについては、「好き」「得意」と67%の生徒が回答していることから、授業においては、図・表・グラフを使って説明することに重点をおいて言語活動を設定することを

心掛けた。

今回の検証授業では、宵の明星の日没時の天球上の位置を、図を使って表現する言語活動を設定した。地球・金星・太陽を俯瞰しながら、地上に視点を切り替えて金星の天球上の位置、方位、視直径の違いに注意しながら見え方を思考する学習活動を中心に据えた。

ウ 理解の到達度に応じたワークシートを準備・活用

今回の検証授業では、評価規準から判断基準を設定し、それによる評価から深化・補充指導を行うワークシートを作成し、生徒が理解の状況に応じて学習活動ができるような工夫をした。宵の明星として観察される金星の見え方について、C状況、B状況、A状況と段階を踏みながら思考を深めていくような構成を図った。

2 検証授業の実際

(1) 本時の目標

天球上における金星の動きや満ち欠け、観測できる時間等について、観察・実験を通して考察し、その結果を的確に表現することができる。

(2) 評価規準と判断基準


ア 単元の評価規準(平成24年度の第2・3学年の評価の観点は、「思考・判断」を用いている。)



関心・意欲・態度	思考・判断(本時の評価規準)	観察・実験の技能・表現	知識・理解
惑星の見える時刻・方位や満ち欠けについて、関心をもって意欲的に学習しようとする。	金星の見える時刻・方位や満ち欠けを、目的意識をもって観察、実験を行い、自らの考えを導くことができる。	金星の満ち欠けや天球上での動きについてのモデル実験の技能を習得し、その結果を的確に表現する。	ケプラーの三つの法則を理解し、それらを基に惑星の公転周期などを導くことができる。



イ 「判断基準」

評価時期及び評価の対象(思考・判断に基づく表現内容)	
金星の観察できる時刻・方位・位置・満ち欠け・視直径について、モデル実験により調べた結果を基に、宵の明星である金星の見え方を作図において表す場面において、ワークシートの記録から評価する。	
段階	判断基準
B	・ モデル実験により、金星が見える時刻・方位・満ち欠け・視直径について、作図により説明することができる。 (予想される表現例)「宵の明星は夕方南西の空に見え、満ち欠けと視直径の違いが見られる。」
A	〔判断基準Bに加えて〕金星が稀に太陽面を通過する理由を理解している。 (予想される表現例)「金星と地球の公転面にずれがあり、日没後の金星の位置が一直線上でなくなる。」

(3) 指導の実際

過程	主な学習活動	生徒の活動	指導上の留意事項	評価の観点
導入 5分	学習目標を確認する。 「金星の動きと満ち欠けを考えてみよう。」	惑星の復習 ・ 地球型と木星型に分類。 2012年6月6日の金星太陽面通過の画像を視聴する。	・ 2年次に学習した惑星の内容を思い出させる。 ・ 太陽面上での金星の動きを確認させる。 	

<p>展開</p> <p>18分</p>	<p>太陽面上での金星の動きから金星の動きを考察する。</p>	<p>金星と太陽面上の黒点の区別できる理由を考察する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 黒点は形が不規則。 ・ 黒点は周辺部に移動すると形が歪む。 <p>【モデル実験1】</p> <p>スチロール球に、シールを1個貼り、それを回転させて観察させる。</p> <p>金星の軌道と太陽面上の動きから視運動を考察する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 太陽の大きさと金星の大きさを比較させる(約1/32)。 ・ 教科書で実際の比を確認させる。およそ1/110になる。 <p>見かけ上の大きさの比から、金星の太陽までの距離を計算させる。地球と太陽の距離のおよそ70% = 0.7天文単位・金星の太陽面上の動きから天球上の動きを理解させる 金星は太陽面上をおおよそ東から西に動く。</p> <p>< 仮説 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 金星は天球上を東から西に移動する。 ・ 金星は地球よりも速く公転している。 <p>< 仮説の検証 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ワークシート別紙2で作図させる。 ・ 金星と地球が接近する付近以外は、西から東へ移動「順行・逆行・留」 <p>外惑星の例(火星)は教科書の図で確認し、VTRを視聴(火星の動き)する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 教科書で確認させる。 ・ モデル実験で確認する。 ・ 演示実験で行う。    <ul style="list-style-type: none"> ・ 金星太陽面通過の写真を全員に配布し、各自ワークシートで活動を実施する。 ・ 距離と見かけの大きさの整理する。 ・ ワークシートで要領よく計算できるようにしておく。 ・ まとめを板書する。 ・ VTRを視聴する。 	
----------------------	---------------------------------	--	---	--

<p>展 開</p> <p>24 分</p>	<p>内惑星の現象とその位置関係及び満ち欠けについて考察する。</p>	<p>金星の現象と位置関係</p> <ul style="list-style-type: none"> 金星の太陽面通過の写真を再度見て考えさせる。 金星が最も観測しにくい位置と観測しやすい位置を考察させる。 <p>最も観測しにくい：内合外合 最も観測しやすい：東方最大離角・西方最大離角</p> <ul style="list-style-type: none"> 満ち欠けと位置関係を考察する。金星の位置と満ち欠け・大きさ、見える方位・時刻についてまとめる。  <p>【深化・補充指導】</p> <p>評価Cの生徒</p> <p>金星の満ち欠けのモデル実験から，金星が日没後南西の方位に見えており，その満ち欠けと視直径の変化に気付かせる。</p> <p>評価Bの生徒</p> <p>導入部で提示した金星の太陽面通過が稀にしか起きない現象であることから，金星の公転軌道面と地球の公転軌道面が同一平面上にないことに気付かせる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 再度，太陽面通過の写真を見せる。 ワークシートに，予め金星の公転軌道上に10箇所ポイントを打った図で考察する。 <p>【モデル実験の実施】</p> <ul style="list-style-type: none"> 地球儀に小型天球儀を装着し，その中に人形を入れる。地球儀の横には，デジタルビデオカメラ+三脚を設置して，その映像をリアルタイムでテレビで確認できるようにする。  <ul style="list-style-type: none"> ワークシートにおいて，深化・補充指導を実施する。 	<p>【思考・判断】</p> <p>【思考・判断】</p>
<p>ま と め</p> <p>3 分</p>	<p>内惑星の見え方等についてまとめ，自己評価をさせる。</p> <p>次時の予告</p>	<ul style="list-style-type: none"> 金星の太陽面通過から，金星の位置関係と満ち欠け，見える時刻等を学習した。（各自ワークシートで） 惑星が同じ位置関係になるのに要する時間（会合周期）について学習する。 		

3 成果と課題

(1) 成果

ア 導入での工夫

今回の検証授業では、2012年6月6日に観測された金星の太陽面通過を授業の導入部の素材として取り扱った。この現象は生徒自身が観測できたこと、次回観察されるのが105年後で今回が最初で最後に見ること、マスコミ等で報道が大きくなされ大きな注目を集めた天文現象であったこともあり、生徒は積極的に学習に取り組んでいた。

イ 「判断基準」による見取りと補充・深化指導（図や表等を用いて説明させる活動の充実）

図4は判断基準Bに到達していない状況（C状況）の生徒の記録である。日没後金星が南西の空に見えること、満ち欠け、太陽からの離角については表現されているが、地球からの距離が変化することによる視直径の違いが表現されていない。

補充指導としては、金星の満ち欠けモデル実験から、太陽の周囲を公転している金星を地球上から観測した場合、満ち欠けの変化と同時に両者の距離が変化することで、金星の視直径が変わることに気付かせるようにした。

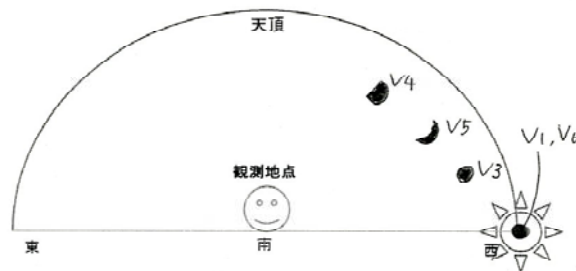
図5は判断基準Bの状況の生徒の記録である。南西の空に見えること、満ち欠け、太陽からの離角特に最大離角、視直径の変化が表現されているが、金星が太陽から一直線上に並ぶ形で表現されている。

補充指導としては、金星の太陽面通過が稀にしか起きない現象であることから、金星の公転軌道面と地球の公転軌道面が同一平面上にないことに気付かせるようにした。

図6は判断基準Aの状況の生徒の記録である。図5のB状況の生徒の記録に加えて、地球と金星の公転軌道面のずれから金星が太陽から一直線上に並ばないように表現されている。

以上のように、判断基準を設定したことで、生徒個人ごとの到達目標が具体化されるとともに、学習活動において重要な箇所がより焦点化され、単元ごとの学習指導をより計画的に実施することができたのではないかとと思われる。

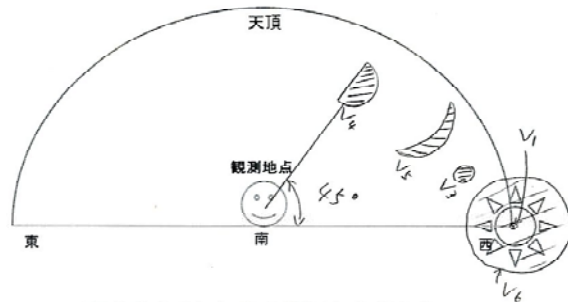
◎ 宵の明星を作図で考察しよう



南を中心とした空の様子になります。

図4 判断基準Bに達していない生徒の表現例

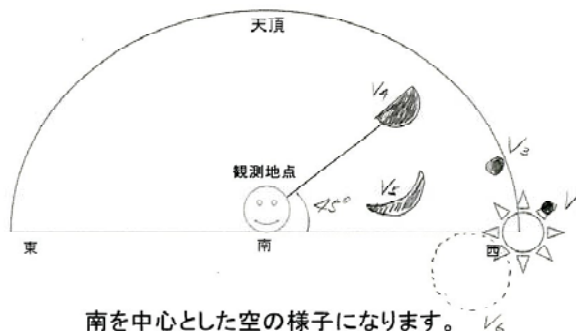
◎ 宵の明星を作図で考察しよう



南を中心とした空の様子になります。

図5 判断基準Bに達している生徒の表現例

◎ 宵の明星を作図で考察しよう



南を中心とした空の様子になります。

図6 判断基準Aに達している生徒の表現例

ウ 理解の到達度に応じたワークシートを活用

検証授業では、評価規準から判断基準を設定し、生徒自身が学習活動において自己評価を行い、深化・補充指導に移行するワークシートを作成した。生徒は、自分の理解の状況に応じて学習活動行うことがスムーズにできていたが、評価においては、A状況の生徒は皆無で、C状況とB状況のみの結果であった。C状況においては、図4に示されたような、満ち欠けと太陽からの離角が理解できているものから、白紙に近い状態のものまで見られた。そこで、ワークシートを用いて補充・深化指導を行ったところ、A状況の生徒が若干名、B状況の生徒が増え、C状況の生徒はごくわずかとなった。

C状況の生徒の理解が不十分な原因は、地球・金星・太陽を俯瞰する視点から地上で金星を観察する場合、視点の切り替えへの理解が不十分であること、天球上で天体が日周運動をしながら、同時に年周運動をしていることを理解できないことが主な原因であると考えられる。これらは、中学校と前の単元での既習事項にあたるため、「地球の自転と公転」、「天体の日周運動と年周運動」を学習する際に、生徒に学習内容をしっかりと定着させておく必要があることが改めて分かった。

エ モデル実験の活用

検証授業では、金星の満ち欠けのモデル実験を実施したが、そのことについての生徒の感想を以下に示す。

【授業後の生徒の感想】

- ・ 金星の満ち欠けがわかった。装置などを使っていてわかりやすかった。
- ・ 金星の公転などについてよく知ることができた。おもしろくてわかりやすかった。
- ・ わかりやすい実験で理解が深まった。
- ・ 多くの映像や実験があったので、よく理解することができた。
- ・ 教科書や図表の説明では到底理解できなかった分野でしたが、あの実験装置の映像のおかげで理屈も見え方も分かった。
- ・ 中学生の時も少しやった記憶があったので、とてもおもしろかった。でも結構、話だけ聞いていたら、少し難しく感じた。

金星の満ち欠けについては、中学校での既習事項であり、高校では教科書等に図を使いながら分かり易く解説する工夫がなされているが、太陽系内の惑星の動きを三次元的な視点から思考する必要があり、生徒の理解が困難になりやすい。今回の授業では、その困難な点を解消すべくモデル実験を用いて生徒に観察、思考させる場面をつくったが、生徒の感想からわかるように、一定の効果が得られた。



図7 モデル実験の装置

(2) 課題

今回の検証授業では、宵の明星の日没時の天球上の位置を、図を使って表現する言語活動を設定したが、地球・金星・太陽を俯瞰しながら、地上に視点を切り替えて金星の天球上の位置、方位、視直径の違いに注意しながら見え方を考えることに生徒は苦戦していた。既習事項において、「月と金星の満ち欠け」、「地球の自転と天体の日周運動」、「地球の公転と天体の年周運動」

をそれぞれしっかりと理解させることが重要である。そして、それらを同時に思考することで、天体の動きを空間的に捉えることができるようになるのではないかとと思われる。

【授業後の生徒の感想】

- ・ 星座早見を見ても、実際には線が書いていないから、どの星かどの星座が全く分からない。
- ・ 授業は楽しいけれど、点数が取れない。
- ・ 授業を受けているときは、大変納得するが、後々よく分からなくなる。スケールが大きい。
- ・ 映像を見たり、ライトで模型を照らしている時はわかったが、問題を解く段階になると分からなくなるので、理解できるようにがんばりたい。
- ・ 惑星や天体の運行がよく分からないので、もう一回学びたい。

授業後の生徒の感想例を上を示す。生徒は天文分野の学習への興味・関心はむしろ増してきているようであるが、学習内容の理解はまだ不十分であるようだ。機会を設定して、更に補充指導を実施する必要がある。下記の感想のように、生徒の意欲を大切にしながら授業改善を今後も図っていききたい。

【授業後の生徒の感想】

- ・ 何気ない時に空を眺めるようになった。自然を深く考えるようになった。
- ・ 宇宙や惑星は全て分かってない分野なので、新しい発見が楽しみだ。
- ・ 天文分野は難しいが、完全に理解できれば面白いだろうと思う。
- ・ もっと宇宙について、色々な事を学びたいと思った。

科学的な思考力・表現力を育成する指導と評価の工夫

- 第5学年「振り子のきまり」の実践を通して -

鹿児島市立吉野東小学校

教諭 赤坂 直

1 単元の概要

(1) 単元名 「振り子のきまり」

(2) 単元の目標

振り子の簡易実験から，振り子の1往復する時間が，なぜ変わるのかに興味・関心をもち，条件を制御しながら計画的・定量的に調べることができるようにする。また，振り子の性質を利用したものづくりを行い，振り子の等時性について考えることができるようにする。

(3) 児童の実態（調査人数33人，質問紙法，主な項目のみ記載，重複解答） 太線枠：正答

ア 振り子の長さを変えたときの振り子の周期を問う問題

短い方が周期が短い	長い方が周期が短い	周期は同じ
85%	9%	6%

イ 振り子のおもりの重さを変えたときの振り子の周期を問う問題

重い方が周期が短い	軽い方が周期が短い	周期は同じ
78%	6%	16%

ウ 振り子の振れ幅を変えたときの振り子の周期を問う問題

大きい方が周期が短い	小さい方が周期が短い	周期は同じ
34%	38%	28%

エ 振り子の1往復する時間を短くするための方法を問う問題

振り子の重さに着目：31%	（ <u>重くする</u> ：90%）
振り子の長さに着目：34%	（短くする：91%）
振り子の振れ幅に着目：34%	（ <u>大きくする</u> ：92%）
その他（勢いをつける：16%）	

【考察】

ア～ウの結果から，多くの児童は，振り子が1往復する時間は振り子の長さだけでなく，おもりの重さを重くしたり振れ幅を大きくしたりすることによっても変わると考えていることが分かる。つまり，振り子の等時性について，振り子の長さのみが関係していることに気付いている児童は少ない。

また，理科学習に関しては，ほとんどの児童が理科が好きであると答えており，観察，実験を楽しみにしており，結果から分かることに喜びを感じている児童がいることが分かる。得意な学習過程では，「観察，実験」「予想する活動」が多く，苦手な過程では「結果から考察する活動」が多かった。本校の児童は観察，実験を楽しみ，その結果を話し合うことで新しい発見をする良さに気付いている。その反面，自分で考えることが苦手な児童もあり，考えるための手立てを工夫する必要がある。

(4) 評価計画

ア 単元の評価規準

自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然事象についての 知識・理解
振り子の運動の変化に興味・関心をもち、自ら振り子の運動の規則性を調べようとしている。 振り子の運動の規則性を適用してものづくりをしたり、その規則性を利用した物の工夫を見直したりしようとしている。	振り子の運動の変化とその要因について予想や仮説をもち、条件に着目して実験を計画し、表現している。 振り子の運動の変化とその要因を関係付けて考察し、自分の考えを表現している。	振り子の運動の規則性を調べる工夫をし、それぞれの実験装置を的確に操作し、安全で、計画的に実験やものづくりをしている。 振り子の運動の規則性を調べ、その過程や結果を定量的に記録している。	系につるしたおもりが1往復する時間は、おもりの重さなどによっては変わらないが、系の長さ（振り子の長さ）によって変わることを理解している。

イ 指導計画・評価計画（全9時間）

次	時	学 習 活 動	評 価 計 画
第1次 振り子のふれ方にはどんなきまりがあるか	2	簡易実験を基に、振り子の1往復する時間は、どうすると変えることができるかを考える。 簡易実験から振り子の1往復する時間を調べる。 なぜ、振り子の1往復する時間が変わるか話し合い、実験の計画を立てる。	【関心・意欲・態度】 振り子のふれ方のきまりについて興味をもち、進んで振り子をつくって調べようとしているか。 【科学的な思考・表現】 調べる条件に着目して実験の計画を立て、振り子のきまりについて自分の考えを表現しているか。
	3 (本時)	振り子の1往復する時間が、何によって変わるかを調べ、結果を表やグラフに整理する。 計画した実験をする。 (長さ) 計画した実験をする。 (振れ幅)	【観察・実験の技能】 調べる条件と同じにする条件を制御しながら定量的に調べ、結果を記録しているか。 【科学的な思考・表現】 結果から、振り子が1往復する時間のきまりを考え、自分の考えを表現しているか。 【知識・理解】 振り子が1往復する時間は、振り子の長さによって変わることを理解しているか。
		1	実験結果から振り子の1往復する時間についてまとめ、発展的な問題に挑戦する。
第2次 振り子のおもちゃをつくらう	2	振り子を利用したものづくりを行う。 きまりを利用して時間を計ることができる2秒振り子を作る。	【関心・意欲・態度】 振り子のきまりを利用したものづくりに興味をもち、進んで作ろうとしているか。 【観察・実験の技能】 振り子のきまりを利用して、工夫してものづくりをしているか。
	1	振り子のきまりについて学習したことをまとめる。	【知識・理解】 振り子が1往復する時間は、振り子の長さによって変わることを理解しているか。

2 検証授業の実際

(1) 本時の目標

- ア 実験結果から、振り子が1往復する時間のきまりを考え、自分の考えを表現することができる。
(科学的な思考・表現)
- イ 調べる条件と同じにする条件を制御しながら定量的に調べ、結果を記録することができる。
(観察・実験の技能)
- ウ 振り子が1往復する時間は、振り子の長さによって変わること理解することができる。
(自然事象についての知識・理解)

(2) 評価規準と判断基準

評価規準（科学的な思考・表現）	
実験結果を適切に処理し、振り子が1往復する時間のきまりを考察し自分の考えを表現することができる。	
評価の場面・評価の対象	
実験結果から考察する場面で、表やグラフを用いて自分の考えを表現できたかどうかを児童の発言やノートの記述の内容などを基に評価する。	
判断の要素	
ア 問題に対する自分の考え イ 予想や仮説と考察との関係	
尺度	判断基準
B	<p>ア 変える条件と変えない条件を明確にして実験できる。</p> <p>イ 振り子の1往復する時間が振り子の長さによって変わることや、おもりの重さやふれ幅には関係しないことを、表やグラフを用いて自分の考えを表現することができる。</p> <p>（予想される児童の表現例）</p> <p>「振り子の1往復する時間は、おもりの重さやふれ幅によって変わるのではなく、振り子の長さによって変わると思います。」</p> <p>「振り子の長さが長いと、振り子の1往復する時間は長く、振り子の長さが短いと、振り子の1往復する時間は短くなります。」</p>
	<p>C 状況の児童への補充指導</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 実験結果から何が言えるのか学習問題と照らし合わせて考えさせたり、実験計画から何を問題にしているのか振り返らせたりする。 ・ 前時の学習を想起させ、どのように考察したか振り返らせる。
A	<p>【判断基準Bに加えて】</p> <p>身近な物（メトロノーム・サーカスのブランコ・振り子を利用したおもちゃ）の原理を振り子のきまりを用いて説明できる。</p> <p>（予想される児童の表現例）</p> <p>「だから、メトロノームのおもりを下に下げるとテンポが速くなるんだね。」</p> <p>「サーカスの人たちは、ブランコの長さが1往復する時間に関係があることを知っているのだから、ブランコの長さを工夫しているんだ。」</p>
B 状況の児童への深化指導	<ul style="list-style-type: none"> ・ 三つの実験から結論が述べられるように、表やグラフを用いて自分の考えを表現させる。 ・ 予想や仮説と考察を関係付けながら、納得いくまで話し合ったことをまとめさせる。

(3) 指導の実際

ア 本時の展開にあたって

「つかむ・見通す」段階では、前時までの学習過程（学習問題、予想・仮説、実験方法）を簡単に確認し、次の「調べる」過程につなげていきたい。なお、条件制御については実験がスムーズにいくよう補足説明を加える。

「調べる」段階では、おもりの重さが振り子の1往復する時間に関係があるかどうか、条件を制御してグループで協力して正確に実験に取り組みたい。今回で、要因を調べる実験が3回目であるため、主体的に学習が進むと考えられる。そこで、C状況の児童への支援を図りたい。



「まとめる」段階では、実験結果から表やグラフを用いて自分の考えを表現できるようにしたい。その際、予想や仮説の過程でこだわりをもった児童との話し合いの場を確保し、納得のいく考察ができるようにしたい。

「深める」段階では、三つのデータ（重さ・長さ・振れ幅）から振り子のきまりをまとめ、振り子の1往復する時間は振り子の長さのみに関係していることをまとめさせたい。また、大きく重さの違う振り子の1往復する時間を考えさせることで、重さには関係ないことを再確認させたい。

イ 実際【5 / 9】

過程	時間	主な学習活動	指導上の留意点【評価】							
つかむ・見通す	10分	<p>1 学習問題を確認する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">振り子の1往復する時間は、おもりの重さによってかわるのだろうか。</div></p> <p>2 予想や仮説・学習方法を確認する。 (予想・仮説) <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">重さ 振り子の1往復する時間は？</div> 重くする 短くなる（長くなる） 軽くする 長くなる（短くなる）</p> <p>(実験方法) 【変える条件】 おもりの重さ 10g 30g 50g 【変えない条件】 振れ幅30度・振り子の長さ30cm</p>	<p>前時で学習した予想・仮説・実験方法の過程について簡単に説明し、実験につなげていく。</p> <p>まとめの段階につながるよう、振り子のおもりの重さによって振り子の1往復する時間が変わる理由を確認しておく。</p> <p>実験がスムーズに流れるように条件制御の必要性について簡単に補足説明を加える。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">【基本形】</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">振り子の長さ</td> <td style="padding: 2px;">30cm</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">振れ幅</td> <td style="padding: 2px;">30°</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">おもりの重さ</td> <td style="padding: 2px;">30g</td> </tr> </table> </div>	振り子の長さ	30cm		振れ幅	30°	おもりの重さ	30g
振り子の長さ	30cm									
振れ幅	30°									
おもりの重さ	30g									
調べる	13分	<p>3 振り子の1往復する時間は、おもりの重さによって変わるか実験する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> 10g </div> <div style="text-align: center;"> 30g </div> <div style="text-align: center;"> 50g </div> </div>	<p>実験は立って行い、正確に実験することを伝える。</p> <p>誤差や数値の処理、グラフの書き方については、前時に学習したことを確認しておく。また、数値が大きく違うものは、もう一度計り直させる。</p> <p>グループで係を分担し、協力して実験ができるようにする。（10gと50gの結果）</p>							

重さ	1	2	3	10往復	1往復
10 g					
30 g	/	/	/	/	1.0秒
50 g					

学習問題と結果を照らし合わせたり、予想と結果を比較させたりすることで、振り子のきまりを見付けることができるようにする。

【技能】

調べる条件と同じ条件を制御しながら定量的に調べ、結果を記録することができる。

まとめる

12分

- 4 実験結果から考察する。
- ・ おもりの重さを軽くしても振り子の1往復する時間は変わりません。
 - ・ 重くしても変わりません。
 - ・ 振り子の1往復する時間はおもりの重さには関係ないね。

5 本時のまとめをする。
振り子のおもりの重さを変えても振り子の1往復する時間は変わらない。

結果から考察する際は、学習問題を振り返らせることで、自分の考えをまとめる。

こだわりのある児童に対しては、十分に自分の考えを表現させ納得いくまで話し合いをもたせ、まとめられるように教師が支援する。

本時のまとめを自分の言葉で表現できるようノートを活用させる。

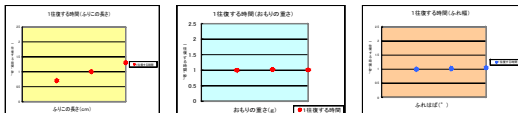
【思考・表現】

結果から、振り子が1往復する時間のきまりを考え、自分の考えを表現している。

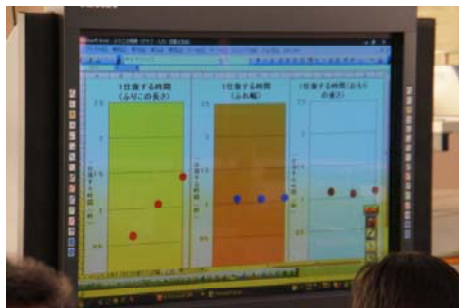
深める

10分

- 6 振り子のきまりについてまとめる。
(長さ) (重さ) (振れ幅)



「振り子の1往復する時間は、振れ幅やおもりの重さに関係がなく、振り子の長さによって変わることが分かった。」



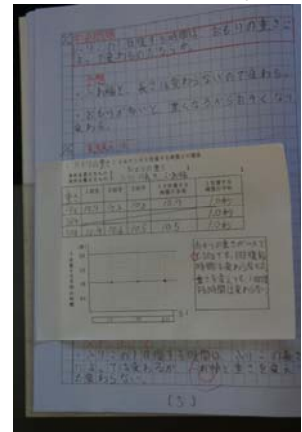
説明するときに必要なと考えられる言葉を板書したりグラフやノートを使ったりして説明し、まとめることができるようにする。

【知識・理解】

振り子の1往復する時間は、振り子の長さによって変わることを理解することができる。

まとめることのできない児童には、前時の学習の考察を振り返らせ、まとめていくよう支援していく。

深化指導として振り子の重さに関する問題を提示し、学習が深まるようにする。



- 7 ポストテストをする。
- ・ 10 g と300 g の比較実験の問題を解く。

(4) 「思考・表現」の評価について

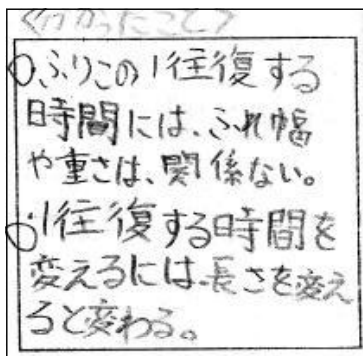
ア 発話からの見取り

指 導 者	児童・【判断基準】
<p>【予想】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 変わるという人 わけは... ・ 2人の意見が違うね。ちょっと食い違っているので実験で確かめよう。 	<p>S 1 軽いと動きやすいので1往復する時間は短いと思う。</p> <p>S 2 重くすると勢いがつくから早く振れる。</p> <p>S 3 重いと振り子のゆれる力が大きくなるので時間が長くなる。</p> <p>S 4 筆箱と消しゴムを同時に落としたときに重い方が早く落ちると思うので、重い方が時間が短い。</p> <p>S 5 重さの違うものを一緒に落としてもスピードは変わらない。</p>
<p>【まとめ・考察】 (実験後)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 同じように落ちるのかな。やってみないと分からないね。 ・ みんな予想のとき、こんな予想をしていんだね。(テレビスクリーン) ・ 本当に重くても1往復する時間は変わらないんだね。本当に納得しているの。 ・ これ70gですよ。速くなるんじゃないですか？本当に変わらないの？ ・ 本当に変わらないと思いますか。そのわけは？ <p>(同時にする実験)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 同時に離してみよう。 ・ 変わらないね。 ・ S 4 君来てごらん。重さが違うとどちらが速く落ちるかな？ ・ S 9 さんは、一緒だと言ったよね。 <p>(実験) どうですか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ S 4 くんは日常生活でこんなの見 	<p>S 6 おもりの重さを変えても1往復する時間は変わらない。【B】</p> <p>S 7 おもりの重さや振れ幅には関係がない。【B】</p> <p>S 8 1往復する時間は振り子の長さによって変わる。【B】</p> <p>S 9 筆箱と消しゴムの落ちる速さは同じだと分かりました。【A】</p> <p>(変わると思った児童数人は起立している。)</p> <p>S 変わらない。【B】</p> <p>S 変わる。重くなったので速くなると思う。【C】</p> <p>S はい。</p> <p>S 同じ</p>

<p>てるんじゃないかな。紙飛行機とか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ちょっとやってみよう。どうなると思う。 ・ なぜ、ゆっくり落ちるのかな？ ・ じゃ、紙を縦にして落としてみましょう。 ・ おもりの中心をそろえてやってみましょう。（実験） ・ 空気がじゃましなければ、同時に落ちるんだね。 ・ いい。大丈夫。納得したかな。 ・ じゃ、おもり280gではどうでしょうか。 ・ これでするとどうなるかな？ ・ え。うそ。重たいんだよ。 ・ 変わると思う人。 ・ （実験）1往復する時間は？ ・ あれ。誰かな。変わると思ったのは。 ・ 重くしても・・・。 ・ 分かったことは何だった？ ・ 今日で三つの実験が終わりました。この三つの実験からわかったことをまとめください。 	<p>S おもりが早く落ちる。紙？</p> <p>S 5 空気がじゃまするから。</p> <p>S はい。</p> <p>S 10 第2弾</p> <p>S 変わらない。【B】</p> <p>S 11 変わる。【C】 （3人変わるに挙手）【C】</p> <p>S 1.0秒</p> <p>S 変わらない。【B】</p> <p>S おもりの重さを変えても振り子の1往復する時間は変わらない。【B】</p>
---	---

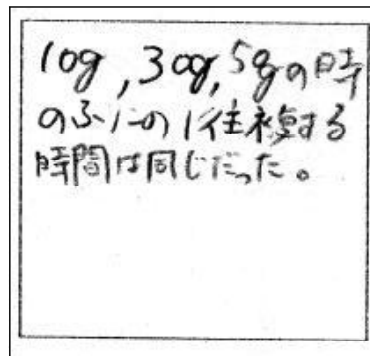
イ 児童のノートからの見取り

Bと判断できる児童



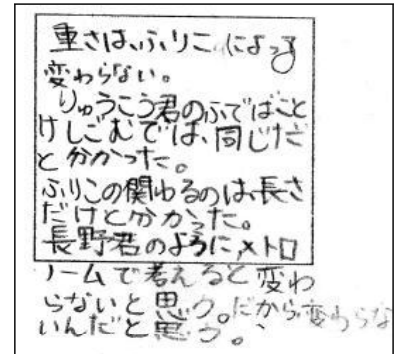
判断基準Bのイの項目を達成しているのでBと判断した。

Cと判断できる児童



実験結果の事実を述べているが、考察ができていないのでCと判断。この児童には、補充指導を行った。

Aと判断できる児童



判断基準Bを達成しており、それに加えて、身近な物の原理を用いて振り子のきまりを説明するため、Aと判断した。

3 実践後の実態

(1) 児童の実態より（調査人数32人，質問紙法，主な項目のみ記載，重複解答）太線枠：正答

ア 振り子の長さを変えたときの振り子の周期を問う問題

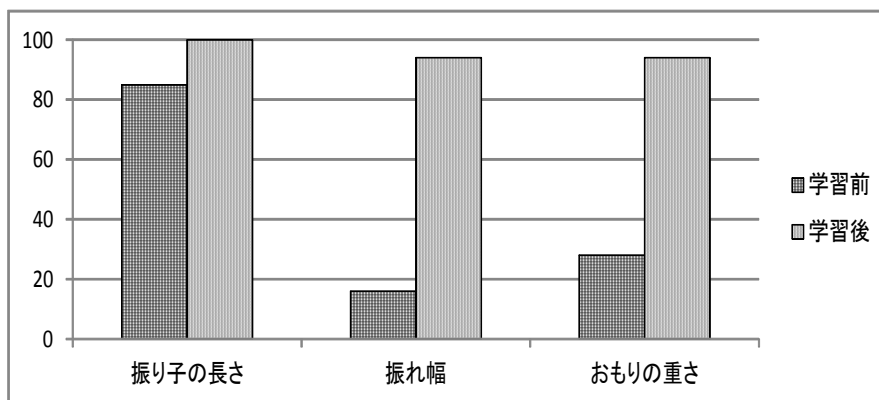
短い方が周期が短い	長い方が周期が短い	周期は同じ
100%	0%	0%

イ 振り子のおもりの重さを変えたときの振り子の周期を問う問題

重い方が周期が短い	軽い方が周期が短い	周期は同じ
3%	3%	96%

ウ 振り子の振れ幅を変えたときの振り子の周期を問う問題

大きい方が周期が短い	小さい方が周期が短い	周期は同じ
3%	3%	96%



エ 振り子の1往復する時間を短くするための方法を問う問題

正答：94%（実践前：34%）
誤答：6%

(2) まとめのテストより 平均96点

（考察） 質問紙法による実態調査からは，それぞれの項目において90%以上の正答率であった。また，まとめのテストでも平均96点であった。そのうち，「科学的な思考・表現を問う問題では正答率が92%であった。本観点に焦点を当てて指導した成果であると考え。

4 成果と課題

(1) 成果

- ・ 条件制御をしながら実験の計画を立てる場面と，考察する場面の判断基準を設定したことにより，「科学的な思考・表現」の評価において，見取るべきことが分かりやすくなった。
- ・ 判断基準を設定したことにより，予想や仮説と考察の関係が明らかになり，児童に見通しをもたせ，深く考えさせるための教師の発問を焦点化することができた。
- ・ 判断基準を設定したことにより，思考したり表現したりする際のグラフや表の役割や活用の仕方が明確になった。

(2) 課題

- ・ 児童の発言やノート記録から思考の状況を見取る場合，言語表現が得意な児童は評価しやすいが，考えていることをうまく表現できない児童については，更に配慮が必要である。

科学的な思考力・表現力を育成する学習活動と評価の工夫
第2学年「化学変化と原子・分子」の授業を通して

肝付町立内之浦中学校
教諭 石野 博行

1 単元の概要

(1) 単元名 「酸素がかかわる化学変化」

(2) 単元の目標

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だし，これらの事象を日常生活と関連付けて科学的な見方や考え方を養う。

(3) 生徒の実態

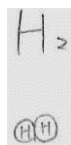

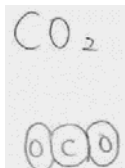
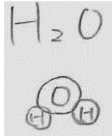
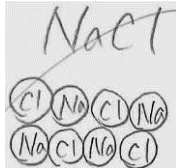
生徒の実態を把握するために，第1章の学習後に小テスト等を実施した。

(7月18日実施 18人回答)

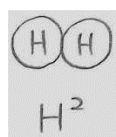
<小テストの問いの例>

物質の化学式を書いてみましょう。また，その物質のつくりをモデルを用いて表しましょう。

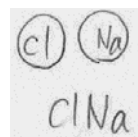
<結果>

	水素	酸素	二酸化炭素	水	塩化ナトリウム
正答	12	15	16	14	7
無回答	4	1	0	1	5
誤答	2	2	2	4	6
<正答例>					

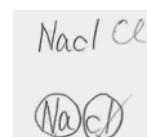
<誤答例>



原子の個数の表記間違い



原子表記の順番間違い



大文字，小文字の区別間違い

<考察>

物質を化学式とモデルを使って正しく表すことができた生徒は7割程であり，表記の仕方への理解が不足している生徒がいた。また，無回答の生徒もあり，原子の記号，分子についての理解が不十分であったと考えられる。二酸化炭素や水と比べ，塩化ナトリウムは日常生活であまり使うことがないので，化学式にも馴染みがないと考えられる。

1年次の既習事項の「状態変化のようす」をモデルを使って説明させた問いでは，ほとんどの生徒が状態変化の様子をモデルで正しく表すことができず，水素と酸素に分かれる様子を表していた。また，原子数，分子の状態を正しく表すことができていない生徒が多く，既習事項を関連付けた深い理解には達していなかった。

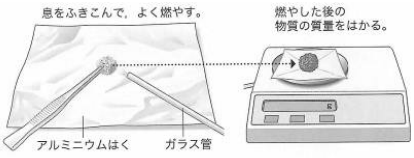
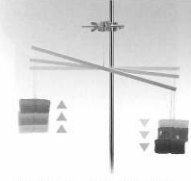

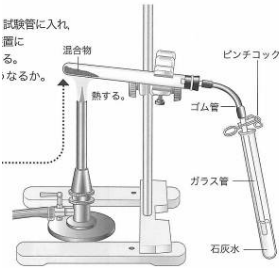
(4) 単元の指導について


生徒の実態を踏まえ、化学式や粒子、物質についての深い理解を図るために、グループでの話し合いや説明活動などの言語活動を充実させ、互いに化学式やモデルを使って説明させながら授業を行った。

また、1年次での状態変化と2年次の化学変化の違いを混合して理解している生徒が多いので、既習事項との違いについても触れながら、物質や原子・分子、化学変化についての定着を図っていった。粒子については、実際に見ることができないためにイメージすることが難しいので、モデルを活用しながら基本的な概念が定着するように丁寧に指導した。また、根拠を基に表現する方法を説明しながら、事物・現象を分析し解釈させる場面を多く設け、思考力・表現力を育成するよう授業を行った。

(5) 評価計画

「酸素がかかわる化学変化」(全6時間)

時間	学習内容	評価規準
1	<p>1 「ものが燃えるとは」</p> <p>鉄の燃焼実験を行い、スチールウールを燃焼させた前後の質量変化やスチールウールが燃えるときにできる物質と燃えた後に残る物質を調べる。</p> 	<p>【関心・意欲・態度】 スチールウールを燃やす前後の質量の変化について興味をもち、意欲的に調べることができる。</p> <p>【観察・実験の技能】 スチールウールを燃やしたときの質量変化や、スチールウールの燃焼で酸素が使われているかどうか、燃えてできた物質について調べることができる。</p>
2	<p>鉄の燃焼実験の結果から、なぜ鉄を燃やした後の物質は質量が大きくなったのか考察する。</p> <p>金属と酸素が化合するときに見える物質について理解する。</p>  <p>図2 スチールウールを燃やすと、燃やした方が下にかたむく。</p>	<p>【思考・表現】 鉄が空気中の酸素と結びついたことで質量が大きくなったことを説明できる。</p> <p>【知識・理解】 金属と酸素の化合でできる物質を、原子・分子のモデルを使って説明することができる。</p>
3	<p>金属以外の物質と酸素の化合について、原子や分子のモデルを使って考える。</p>  <p>図3 有機物を燃やした後にできる物質を調べる実験</p>	<p>【思考・表現】 金属以外の物質と酸素の化合でできる物質を、原子・分子のモデルを用いて説明することができる。</p>
4 (本時)	<p>2 「酸化物から酸素をとる」</p> <p>酸化銅と炭素を混ぜ合わせて加熱すると、どのような反応が起こるか考える。</p> <p>酸化銅と炭素の加熱実験を行い、酸化銅と炭素から銅と二酸化炭素ができるか調べる。</p> 	<p>【思考・表現】 加熱した酸化銅と炭素から、銅と二酸化炭素ができることを見いだすことができる。</p>

5	<p>還元について説明する。</p> $ \begin{array}{ccccccc} & & \text{還元} & & & & \\ & \swarrow & & \searrow & & & \\ 2\text{CuO} + \text{C} & \longrightarrow & 2\text{Cu} + & \text{CO}_2 \\ \text{酸化銅} & & \text{銅} & & \text{二酸化炭素} \\ & & \text{炭素} & & & & \\ & & \text{酸化} & & & & \end{array} $	<p>【知識・理解】還元が酸化物から酸素をうばう反応であることを説明することができる。</p> <p>【知識・理解】酸化と還元は、化学変化の中で同時に起こることを、化学反応式や原子・分子のモデルを用いて説明することができる。</p>
6	<p>水素を用いた還元について、原子・分子のモデルを使って考え、化学反応式で表す。</p> <p>金属利用の歴史と還元の関係について知る。</p>  <p style="font-size: small;">たたら製鉄(高炉煉鉄用) 砂鉄(酸化鉄)と木炭(炭素)を使った、日本古来の製鉄方法。</p>	<p>【知識・理解】水素を用いた還元反応について、化学反応式で正しく書くことができる。</p> <p>【知識・理解】還元を利用して金属を取り出してきたことを説明することができる。</p>

2 検証授業の実際

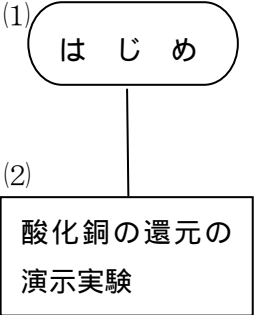
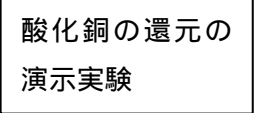
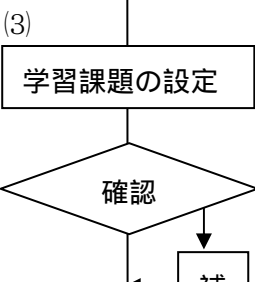


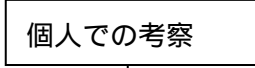
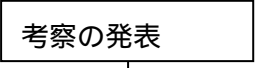



(1) 本時の目標 (科学的な思考・表現)

加熱した酸化銅と炭素から、銅と二酸化炭素ができることを見いだすことができる。

(2) 評価規準と判断基準

評価規準「科学的な思考・表現」		
加熱した酸化銅と炭素から、銅と二酸化炭素ができることを見いだすことができる。		
評価時期及び評価の対象		
<p>展開時</p> <p>自分の考えをワークシートに記入。</p>		
尺度	判断基準	予想される生徒の表現例
B	<ul style="list-style-type: none"> 加熱した酸化銅と炭素を反応させると、銅と二酸化炭素ができることを説明している。 	<ul style="list-style-type: none"> 加熱した酸化銅と炭素から銅と二酸化炭素ができる。
C 状況の生徒への補充指導	<p>【生徒の状況と指導】</p> <ul style="list-style-type: none"> < 状況 1 > 酸化銅や炭素などの物質の化学式を覚えていない。 < 指導 1 > 既習事項を確認させ、モデルと化学式を用いて物質を表す方法を想起させる。 < 状況 2 > 反応前後の物質の表記を理解できていない。 < 指導 2 > 左辺に反応前、右辺に反応後の物質を書く事を想起させる。 < 状況 3 > 反応前後の原子の種類、個数の総量が一致していない。 < 指導 3 > モデルを使って数を合わせる方法を想起させる。 	
A	<p>【判断基準Bに加えて】</p> <ul style="list-style-type: none"> 酸化銅、炭素、銅、二酸化炭素のそれぞれの物質について化学式を用いて、化学反応式として正しく表している。 	$ \begin{array}{ccccccc} 2\text{CuO} + \text{C} & & 2\text{Cu} + & \text{CO}_2 \\ & & & \\ & & + & & & & + \end{array} $

(3) 指導の実際 (概要)

学習過程	時間 (分)	学習活動	学習内容	指導上の留意点 評価
導入	8	<p>(1) </p> <p>(2) </p> <p>(3) </p>	<p>(1) 酸化，金属・有機物の燃焼など，既習事項の確認をする。</p> <p>(2) ロウや砂糖，エタノールを使っての酸化銅の還元実験を観察する。</p>  <p>(3) 学習課題を設定する。</p> <div data-bbox="662 1037 1449 1196" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>学習課題 酸化銅と炭素を加熱した反応では，どのような化学変化が起きているか。</p> </div>	<p>(1) 既習事項について発表させ，想起させる。</p> <p>(2) ガスバーナーとエタノールを使用するので，安全面で配慮する。</p>  <p>(3) 課題が把握できたか確認する。</p>
展開	35	<p>(4) </p> <p>(5) </p>	<p>(4) 加熱した酸化銅と炭素の反応では，どのような変化が起きているか考え，記入する。</p>  <p>(5) 個人での考察を班内で発表しあい，意見をまとめ，学級全体で発表する。</p> 	<p>(4) 状況に応じてモデルを使って考えるよう支援する。</p> <p>※ 評価 (思考・表現)</p> <p>(5) 班での意見をまとめさせ，学級全体で意見を発表させ，まとめる。</p> 

(4) 「判断基準」による指導

ア 「判断基準」による見取りと補充・深化指導

生徒の表現例 1

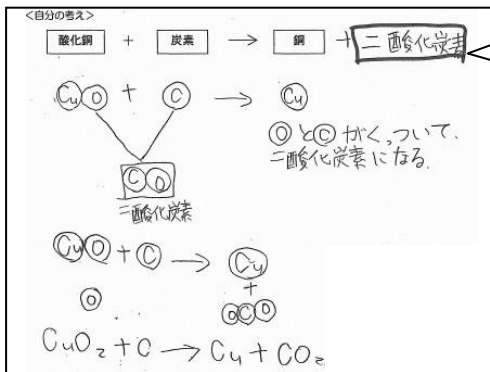


図 1 B 状況の記述例

【判断基準 B の状況】

学習課題に対応して、酸化銅と炭素を加熱した反応では、二酸化炭素ができることを見いだしている。モデルや化学式を使って思考しているが、正しいモデルや化学式での表現はできていない。

【深化指導】

各原子の数と種類に着目させ、化学反応式として完成するよう、それぞれの物質について化学式で正しく表すよう促した。

生徒の表現例 2

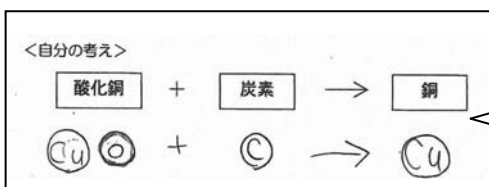


図 2 C 状況の記述例

【判断基準 B に到達していない状況】

酸化銅や炭素、銅などの物質を化学式やモデルで表すことができているが、残った原子を組み合わせさせて二酸化炭素ができることまでは表現できていない。

【補充指導】

モデルを使用し、残った原子を使うとどのような物質ができるか考えさせた。

生徒の表現例 3

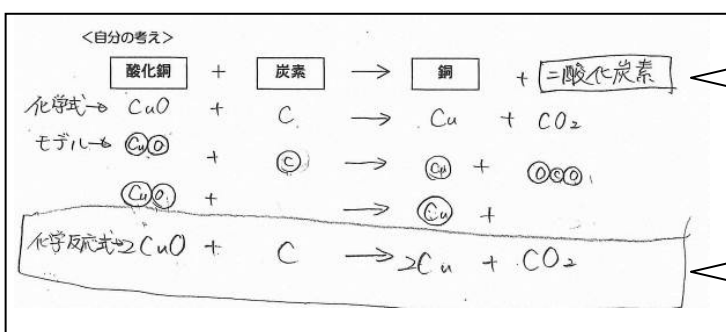


図 1 A 状況の記述例

【判断基準 A の状況】

酸化銅、炭素、銅、二酸化炭素のそれぞれの物質について化学式を用いて、化学反応式として正しく表し、二酸化炭素ができることを表現している。

イ 「判断基準」による評価の結果とその後の指導

判断基準に沿って評価を行ったところ A 評価 9 人、B 評価 7 人、C 評価 2 人となった。事象を化学反応式で表すことはできるようになっているが、組合せが変わり、どのような物質ができるかを予想することは難しいようである。C 評価だった生徒には、モデルを使用して残った原子を使うとどのような物質ができるか考えさせ、加熱した酸化銅と炭素から銅と二酸化炭素ができることを理解させた。さらに、次時の導入にて、グループ内で互いに説明する活動を取り入れ、C 評価、B 評価だった生徒の深い理解につなげた。

3 その他の実践

(1) 「化学変化と物質の質量」第2 / 6時

ア 評価規準と判断基準

評価規準「科学的な思考・表現」		
化学変化の前後の質量を調べる実験結果から、化学変化の前後では物質全体の質量は変化しないことを説明している。		
尺度	判断基準	予想される生徒の表現例
B	化学変化の前後で物質全体の質量は変化しないことを説明している。	化学変化の前後では、物質の質量は変わらない。
補充指導	<p>【生徒の状況と指導】</p> <p><状況1> 現象面の実験結果にばかり注目し、質量の変化に意識が向いていない。</p> <p><指導1> 化学変化の前後での質量の変化に注目させ、考察させる。</p>	
A	<p>【判断基準Bに加えて】</p> <p>ペットボトルのふたを開けると、二酸化炭素が空气中に逃げ、その分質量が小さくなることを説明している。</p>	<p><表現例></p> <p>①の実験から分かることは、うすい硫酸と塩化バリウム水溶液を混ぜ合わせ、時間を置くと、白くにごり、ためが沈殿していたので、これは、混合物ということが分かる。そのため、混ぜる前と混ぜた後の二つを合わせた質量は最初の質量と同じであることが分かる。</p> <p>②の実験から分かることは、うすい塩酸と炭酸水素ナトリウムを混ぜる前と混ぜた後の二つを合わせた質量は同じであることが分かる。しかし、PETボトルのふたをあけたら、質量は減った。これは、PETボトルの中の二酸化炭素がぬけていったからである。</p>

イ 評価結果と考察

A評価13人、B評価4人、C評価1人だった。ほとんどの生徒が、気体が発生しても化学変化の前後では質量が変化しないことを見いだすことができた。C評価の生徒に対しては個人での考察後、班での話し合い、学級全体での発表を通して補足説明した。

(2) 「化学変化と物質の質量」第4 / 6時

ア 評価規準と判断基準

評価規準「科学的な思考・表現」		
金属を加熱したときの質量の変化を調べる実験の結果から、ある質量の金属と化合する酸素の質量には限度があることを説明している。		
尺度	判断基準	予想される生徒の表現例
B	金属を加熱した回数とできた化合物の質量の変化を表すグラフから、ある質量の金属とそれに化合する酸素の質量には限度があり、質量が増えなくなることを説明している。	金属を加熱していくと、初めのうちは質量はだんだん大きくなっていくが、しばらくすると一定になる。

A	<p>【判断基準 B に加えて】</p> <p>ある質量の金属と化合する酸素の質量には限度があることを，原子の結びつきから説明している。</p>	<p><表現例></p> <p>後で一定のところまで止まる。</p> <p>それは銅がすべて酸化銅になることにより。</p> <p>銅がなくなるので酸化すること外でさばくばりそこから質量が変わるはくばると思う。</p>
---	--	---

イ 評価結果と考察

A 評価 11 人，B 評価 7 人，C 評価 0 人だった。なぜ，質量が一定になっていくかという考察までできた生徒が多く，化学変化のようすと粒子を関連付けた思考ができつつある。考察終了後，学級全体での個人発表を通して学習のまとめを行い，補足説明を行うことでさらに定着を図った。

(3) 「化学変化と物質の質量」第 5 / 6 時

ア 評価規準と判断基準

評価規準「科学的な思考・表現」		
実験結果から，金属の質量を増やしていくと，できた酸化物や化合する酸素の質量も大きくなることを説明している。		
尺度	判断基準	予想される生徒の表現例
B	金属の質量と，できた酸化物の質量や化合した酸素の質量との関係を表すグラフから，金属の質量を増やすとできた酸化物や化合する酸素の質量も増えていくことを説明している。	金属の質量を増やしていくと，それと結びつく酸素の質量も大きくなっていく。
A	<p>【判断基準 B に加えて】</p> <p>金属の質量を増やすとできた酸化物や化合する酸素の質量も増えていくことを，原子の結びつきと関連付けて説明している。</p>	<p><表現例></p> <p>酸化して質量が大きくなっていることが分かった。</p> <p>結果、銅やマグネシウムの質量を変えればその分、質量の大きさも変わる。</p> <p>質量の変化は止まるが。</p> <p>結ぶって増やせば。</p>

イ 評価結果と考察

A 評価 15 人，B 評価 3 人，C 評価 0 人だった。モデルを活用した考察を継続していくことで，実験結果を粒子と関連付けて考察することができるようになってきたと考えられる。考察終了後，学級全体でモデルを使用して個人発表を行わせ，補足説明を行った。

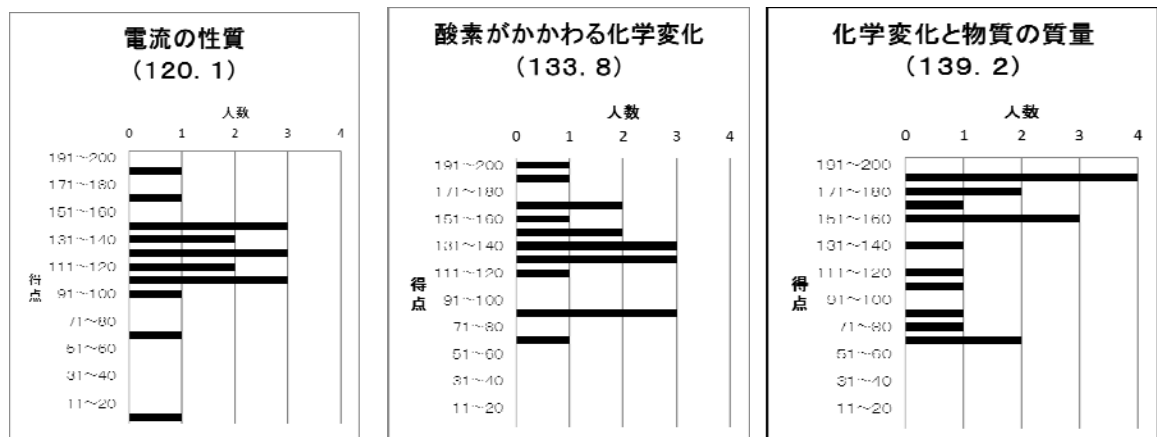
4 成果と課題

(1) 成果

- ア 評価規準を基にして判断基準を作成し、それとともに生徒の表現例を想定しておくことで、生徒の思考を深めさせる手立てや発問、支援の方法を事前に練ることができ、指導をより充実することができた。
- イ モデルを用いた考察を継続していくことで、少しずつ微視的な粒子についての概念が形成されつつある。また、目を見た現象やグラフなどの結果を粒子と関連付けて考察していこうとする意欲が高まった。
- ウ 事前に判断基準を作成し、それに基づいて生徒のノートやワークシートを評価し、評価後に判断基準とA評価だった生徒の表現例を示しながらまとめをする活動を継続していくことで、誰が見ても分かりやすい表現をするよう意識が高まり、より深く考え、現象を説明しようとするようになり、思考力・表現力の高まりを感じられた。
- エ 単元を通してペアやグループでの話し合い、説明活動、モデルを使っでの思考などの言語活動を学習内容に応じて計画的に継続して実施することで、理由や根拠を示しながら説得力のある考察をすることができるようになり、生徒の表現力を育成することができた。自分の考えを表現することで自分自身の考えを深めることもできていた。また、基礎学力が定着していない生徒の場合、生徒同士の説明によって理解が促されることが多かった。例年、定着率が低かった本単元において、学力の定着が見られた。

単元終了後に生徒の学力の定着度を確認するために市販の単元テストを実施した。下の図はその結果を度数分布で示したものである。()の数字は平均点を示している。

難易度は違うので単純に比較はできないが、同じ1分野の内容である『電流の性質』の単元と比べ15点~20点程得点が伸びており、学力の定着が見られたと考えられる。



(2) 課題

- ア 評価規準に沿って判断基準を作成し、生徒の表現例を事前に想定しておくことは大変意義がある反面、労力がかかり、時間がかかる。単元全体を見通して、どの内容、どの場面で生徒の考察を見取るかを計画的に実施する必要がある。
- イ 思考したことを適切に、分かりやすく表現する方法については今後も継続して指導する必要がある。
- ウ 今回作成した判断基準が生徒の思考の高まりを的確に見取るものなのか、更に研究を続け、評価の妥当性と客観性を高めていく必要がある。

科学的な思考力・表現力を育成する理科学習指導のあり方
 生物 「思考・判断」の指導と評価を通して

県立薩摩中央高等学校
 教諭 飯田 史郎

1 単元の概要

(1) 単元名

第3章 遺伝

第3節 遺伝子と染色体

(2) 単元の目標

遺伝子が染色体上に存在することを減数分裂及び体細胞分裂における染色体の動きと関連させて扱い、連鎖と組換え、染色体地図について理解させる。

(3) 生徒の実態

普通科文系コースのクラスであり、多くの生徒が進学を考えている。進学希望は大学・短大・専門学校などそれぞれである。休み時間などは元気であるが授業中は落ち着いた学習態度である。授業中の発問に対し、積極的に発言する生徒が数人いるが、多くの生徒はあまり発言しない。実験などでも指示を待っている生徒が多く、興味をもって自ら進めていく生徒は比較的少ない。

「生物」の科目は好きであると答えた生徒は「そう思う」「どちらかといえばそう思う」をあわせて、78%になり、生物の科目は好意的に感じているようである(図1)。しかし、「生物」の科目は得意であるという質問になると、「そう思う」は0%になり、「どちらかといえばそう思う」が44%であり、不得意と感じている生徒のほうが多い(図2)。

今まで習ったところでよく分からない分野はどこかを挙げさせたところ、発生の仕組みや生殖を挙げている生徒もおり、新しい語句が多数出てきて、複雑なものを苦手としていると思われる。また、「遺伝」が分からないとする生徒もおり、「遺伝」の分野を苦手を感じる生徒も多い。

「図で表現する問題はできる」という質問については、78%は「あまりできない」または「できない」と考えている(図3)。図で表現する問題にあまり慣れていないこともあると考えられる。

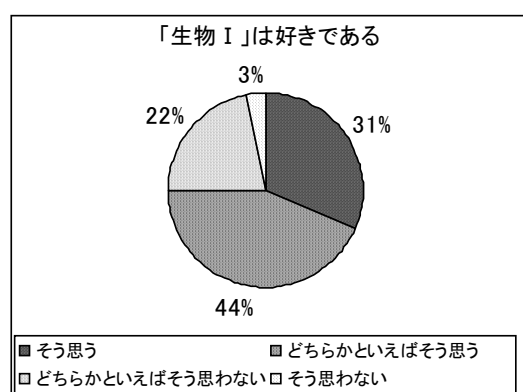


図1

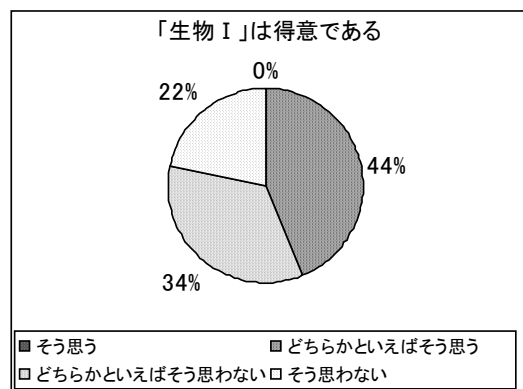


図2

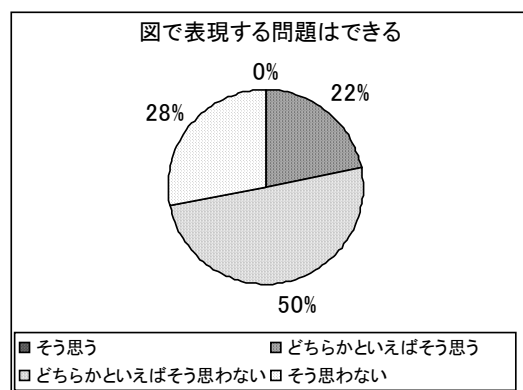


図3

(4) 評価計画

ア 単元の評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の技能・表現	知識・理解
遺伝子と染色体に関する事象に関心を持ち、意欲的にそれらを探究しようとする。	遺伝子が染色体に存在することを染色体の動きと関連付けて考察する。 組換え価と染色体上の遺伝子間の距離の関係について考察し、染色体地図を作成できる。 だ腺染色体の特徴について、遺伝子と関連付けて考察する。	だ液染色体を顕微鏡で観察する技能を習得し、その観察結果を的確に表現する。	遺伝子が染色体上にあることを染色体の動きと関連させて理解し、知識を身に付けている。 連鎖と組換え、染色体地図について理解し知識を身に付けている。

イ 単元の評価計画

時間	学習の内容・ねらい	評価
1	遺伝子の連鎖 染色体における遺伝子の存在の仕方について、生物がもつ染色体の数と遺伝子の数から「連鎖」について理解する。 遺伝子が「連鎖」する場合、メンデルの法則に従わないことを理解する。	【知識・理解】 遺伝子の「連鎖」について理解している。 2種類の遺伝子が「独立」する場合と「連鎖」する場合の遺伝子の動きを理解しており、配偶子の分離比及び雑種第二代の表現型の分離比を求めることができる。
2	組換えと乗換え 遺伝子の「組換え」について、検定交雑の結果と関連付けて理解する。 組換えが起こる場合の次世代の表現型の分離比の求め方について理解する。	【知識・理解】 「組換え」について理解している。 連鎖する2種類の遺伝子に組換えが起こる場合と起こらない（完全連鎖）場合の遺伝子の動きを理解しており、配偶子の分離比及び雑種第二代の表現型の分離比を求めることができる。
3 (本時)	「組換え」が生じる際の遺伝子の動きを減数分裂と関連付けて思考し、遺伝子の「組換え」と染色体の「乗換え」について理解する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 「組換え」が生じる際の第一分裂、第二分裂後の遺伝子の状態を思考し図に表す。 ・ 「組換え」が生じる際の遺伝子と染色体の動きをモデルを用いて思考し表現する。 	「乗換え」について理解している。 【思考・判断】 遺伝子の「連鎖」と「組換え」について、減数分裂における染色体の動きと関連付けて考察することができる 【関心・意欲・態度】 遺伝子の連鎖と組換えに関する事象に興味・関心を持ち、図やモデルを用いた思考を伴う活動に意欲的に取り組んでいる。
4	組換え価 雑種第一代を検定交雑することにより求められる「組換え価」の意味を理解する。 組換えが起こる場合の、次世代の表現型の分離比を求めることができる。	【知識・理解】 「組換え価」について理解している。 雑種第一代を検定交雑した結果から、組換え価を求めることができる。 組換え価を用いて、組換えを起こす個体の交雑により生じる子の、表現型の分離比を求めることができる。 自家受精により生じた子の分離比から、個体の組換え価を求めることができる。

5	<p>組換え価と遺伝子の配列 組換え価と染色体上における遺伝子間の距離との関係を理解する。</p> <p>〔 ・ モデルを用いた思考により遺伝子間の距離と組換え価の関係を理解する。 〕</p> <p>三点交雑により染色体地図を作成する方法について理解する。</p>	<p>【知識・理解】 三点交雑を用いて、連鎖する遺伝子の配置を決定することができる。</p> <p>【思考・判断】 遺伝子の距離と組換え価の関係について、モデルを用いて思考し説明することができる。</p>
6	<p>だ腺染色体の観察 アカムシ（ユスリカの幼虫）のだ液腺細胞に存在する巨大染色体の観察を行う。 観察される縞模様と遺伝子との関係について考察する。</p>	<p>【関心・意欲・態度】 だ腺染色体の観察に興味関心をもち、意欲的に取り組んでいる。</p> <p>【思考・判断】 だ腺染色体の観察の結果から、その特徴について、遺伝子との関連付けを含めた考察ができる。</p> <p>【観察・実験の技能・表現】 だ液染色体を顕微鏡で観察する技能を習得し、その観察結果を的確に表現できる。</p>

(5) 思考力・判断力・表現力を育成するための工夫について

ア 思考させる場面の設定

単元「遺伝子と染色体」で学習する「遺伝子の連鎖と組換え」は、観察、実験の設定が困難である。単元に設定されている「だ腺染色体の観察」も遺伝子の連鎖と組換えに直接結びつくものではない。そのため、実際の授業においては「知識」重視の展開になりがちである。しかしながら、遺伝子の連鎖と組換えは、染色体の動きと関連付けて理解することが求められており、教科書の記述や図の意味を理解するだけでなく細胞内での遺伝子や染色体の動きを具体的にイメージできることが重要である。そこで、学習の内容「組換えと乗換え」、「組換え価と遺伝子の配列」において、生徒自身が図やモデルを用いて思考し、互いの考えを確認しあう場面を設定した。

イ 図やモデルを用いて思考する活動の充実

「生徒の実態」にあるように、図で表現することを苦手としている生徒が多い。このことから、学習内容の理解が表面的な部分にとどまり、生物内で起きている事象を具体的にイメージできるところまで至っていないことが分かる。

本時では、前単元で学習した減数分裂における染色体の分離の過程（複製 相同染色体の対合 第一分裂 第二分裂）と前時に学習した遺伝子の組換え（AとBが連鎖、aとbが連鎖 Aとbが連鎖、aとBが連鎖）を関連付けて、遺伝子の組換えが起こる際の細胞内における遺伝子と染色体の動きを思考させる。その際、ポイントとなる2つの時期（第一分裂終了時、第二分裂終了時）の遺伝子と染色体の様子を図に表す活動と、一連の染色体と遺伝子の動きを粘土のモデルを用いて表現する活動を行うことで、具体的イメージの確立を図ることとした。

ウ 生徒の思考の評価

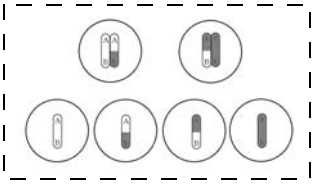

生徒の「思考」は見えないため、評価は「思考」を表現した図やモデルによって行う。そのうち、モデルを使って行う思考は染色体の「動き」であるため、今回設定する「判断基準」において、染色体の一連の動きの中で特に押さえておきたいポイントを設定し、その視点から評価を行うこととした。

2 検証授業の実際

(1) 本時の目標

作図やモデル操作を通して、組換えが起こるときの遺伝子の動きを、減数分裂における染色体の動きと関連付けて思考し、遺伝子の組換えや染色体の乗換えについて理解する。


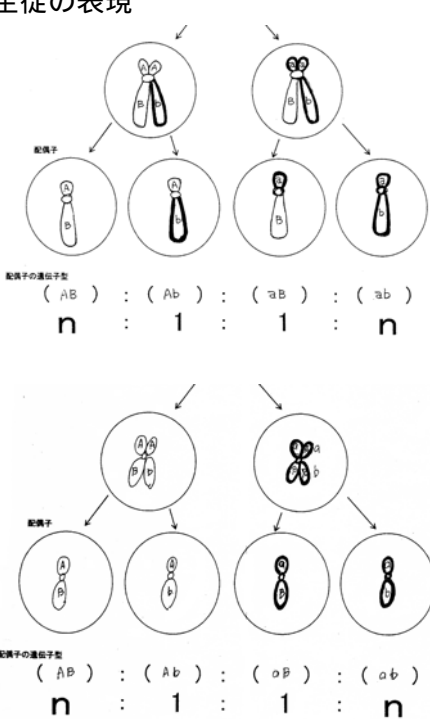
(2) 評価規準と判断基準





評価規準【思考・判断】	
遺伝子の連鎖と組換えについて、減数分裂における染色体の動きと関連付けて考察することができる。	
評価の場面・評価の対象	
遺伝子の組換えを染色体の動きと関連付けて思考し、図に表現する学習活動 組換え時における染色体の動きをモデルを用いて思考し表現する学習活動	
判断の要素	
ア 遺伝子の連鎖と組換え イ 減数分裂における染色体の動き ウ 組換えと染色体の動きの関連	
尺度	判断基準
B	<p>評価の場面</p> <p>ア 第一分裂，第二分裂終了時の遺伝子の状態について思考し，表現できる。</p> <p>イ・ウ 遺伝子の動きと関連付けながら，第一分裂，第二分裂終了時の染色体の状態について思考し，表現できる。</p> <p>【予想される生徒の表現例】</p> <p>第一分裂終了時の対合面から分裂した染色体と，その上に存在する遺伝子の様子及び配偶子における染色体とその上に存在する遺伝子の様子を正しく表現している。</p> 
	<p>評価の場面</p> <p>ア 連鎖，組換えにおける遺伝子の動きを思考し，表現できる。</p> <p>イ 減数分裂における染色体の動き（対合）を思考し，表現できる。</p> <p>ウ 組換えにおける染色体の動き（乗換え）を思考し，表現できる。</p> <p>【予想される生徒の表現例】</p> <p>組換えが生じる際の，連鎖する遺伝子と染色体の動きをモデルを用いて思考し，「連鎖」「対合」「乗換え」の様子を正しく表現している。</p> 
C 状況の生徒への補充指導	<p>評価の場面</p> <p>ア 連鎖と組換えの概念を振り返らせる。</p> <p>イ・ウ 減数分裂における染色体の動きを振り返らせるとともに，発問により遺伝子が染色体上にあることを確認し，両者が連動することに気付かせる。</p>
	<p>評価の場面</p> <p>ア 連鎖と組換えの概念を振り返らせる。</p> <p>イ 減数分裂の第一，第二分裂における染色体の動きを想起させる。</p> <p>ウ 遺伝子が染色体上にあることを想起させ，組換えに必要な染色体の動きを思考させる。</p>

A	評価の場面 (判断基準 B に加えて) 組換えが起きている場合の配偶子の分離比について着目し, ワークシートにある「 $n : 1 : 1 : n$ 」の意味についても考察している。
	評価の場面 (判断基準 B に加えて) 染色体の動きを立体的に捉え, 対合と乗換えの様子を表現している。
B 状況 の生徒 への深 化指導	評価の場面 配偶子形成全体の視点から遺伝子の組換えが起こる状況について想起させ, ワークシートにある分離比の「 n 」の意味について考えさせる。
	評価の場面 相同染色体の「対合」について確認し, 発問により染色体の動きを立体的に考えるよう促す。

(3) 指導の実際

ア 本時の実際

過程	学習活動	指導上の留意点・生徒の表現	評価の観点
導入 5分	<ul style="list-style-type: none"> 遺伝子の「連鎖」と「組換え」, 染色体の「乗換え」について確認する。 本時の学習内容を確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> 発問により「連鎖」「組換え」「乗換え」とは何であったかを発問する。 ワークシートとモデルを使って遺伝子と染色体の動きについて考える。 	
展開 15分	<ul style="list-style-type: none"> 遺伝子型 $AaBb$ (遺伝子 A と B (a と b) が連鎖) の個体が配偶子を形成する際の減数分裂における遺伝子と染色体の動きを思考し, 第一分裂及び第二分裂終了時の様子を, 「自分の考え」のワークシートに図示する。 互いの考えを確認しあう。 <ul style="list-style-type: none"> 代表の生徒が発表する。 	<ul style="list-style-type: none"> 生殖母細胞の染色体の様子 ($n = 2$) を示し, その後の動きを思考させる。 まず, 自分の考えをかかせる。その際, 机間指導をしながら生徒の状況を把握する。 <p>生徒の表現</p> 	<p>【関心・意欲・態度】 遺伝子の組換えに関心をもち意欲的に思考している。</p> <p>【思考・判断】 「判断基準 B」 遺伝子の状態 染色体との関連 B 状況と判断</p> <p>「判断基準 B」 遺伝子の状態 染色体との関連 × 遺伝子と染色体が関連付けられておらず C 状況と判断</p>

	<ul style="list-style-type: none"> 「まとめ」のシートに遺伝子と染色体の様子をかく。 配偶子の分離比にある「n」の意味について考える。 	<ul style="list-style-type: none"> 代表の発表を基に、B状況に到達させるための補充指導を全体に行う。 自分の考えがC状況にある生徒に対し、必要に応じて机間指導による補充指導を個別に行う。 前時の「完全連鎖」を振り返りながら、判断基準Aに基づく深化指導を行う。 	
<p>展開 25分</p>	<ul style="list-style-type: none"> ワークシートに記入した遺伝子と染色体の様子を基に、減数分裂における遺伝子と染色体の動きをモデルを用いて思考し、表現する。 互いの考えを確認しあう。 代表の生徒が発表する。  <ul style="list-style-type: none"> 減数分裂における遺伝子と染色体の動き及び遺伝子の組換えが起こる際の染色体の乗換えについて確認する。 染色体の動きを立体的に考える。 	<ul style="list-style-type: none"> 粘土と遺伝子記号を書いた紙を配付し、染色体に連鎖する遺伝子の様子を表現させる。 第一分裂及び第二分裂における染色体の動きを思考させる。 机間指導をしながら、生徒の状況を把握し、状況に応じて補充指導を行う。 <p>生徒の表現 第一分裂前期における相同染色体の対合が完成した時点の様子</p>   <ul style="list-style-type: none"> 状況に応じて補充指導を行う。 判断基準Aに基づき深化指導を行う。 	<p>【関心・意欲・態度】 組換えにおける染色体の動きに関心をもち意欲的に思考している。</p> <p>【思考・判断】 「判断基準B」 遺伝子の動き 染色体の対合 染色体の乗換え B状況と判断</p> <p>「判断基準B」 遺伝子の動き 染色体の対合 × 染色体の乗換え C状況と判断</p> <p>【知識・理解】 染色体の乗換えについて理解している。</p> <p>判断基準から想定されるA状況</p>
<p>まとめ 5分</p>	<ul style="list-style-type: none"> 本時のまとめを行う。 		

イ 補充・深化指導の実際

図4は評価場面において「C状況」と評価した生徒の表現例である。表現では遺伝子の組換えは表現できているが、色分けした染色体はそのまま分離されており、遺伝子Bとbが別の染色体上に移動した形になっている。「遺伝子」が「染色体上にある情報である。」という認識が弱く、遺伝子と染色体の関連付けが十分なされていないと考えられる。そこで、想定した補充指導「イ・ウ 減数分裂における染色体の動きを振り返らせるとともに、発問により遺伝子が染色体上にあることを確認し、両者が連動することに気付かせる。」により、遺伝子と染色体の関係について思考させることでB状況への改善を図った。

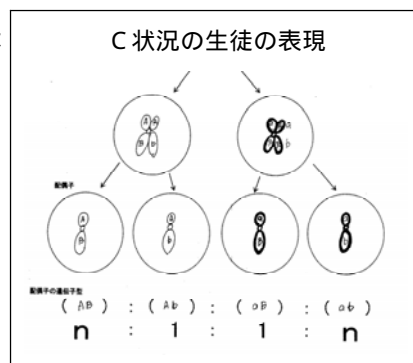


図4

図5は評価場面において、生徒が「第一分裂前期で相同染色体が対合した状態」を表現したものである。上段の表現を判断基準Bに照らし合わせると、組換えにおける遺伝子の動き（判断基準Bのア）と染色体の乗換え（判断基準Bのウ）は表現されているが、染色体が複製面から分離してしまっており相同染色体の対合（判断基準Bのイ）が正しく表現されていないことから、C状況と判断される。そこで、想定したC状況の生徒への補充指導「イ 減数分裂の第一、第二分裂における染色体の動きを想起させる。」により、教科書やノートの減数分裂の部分を確認させながら補充指導を行った。これにより、分離していた複製された染色体がつながり、B状況への改善が見られた。

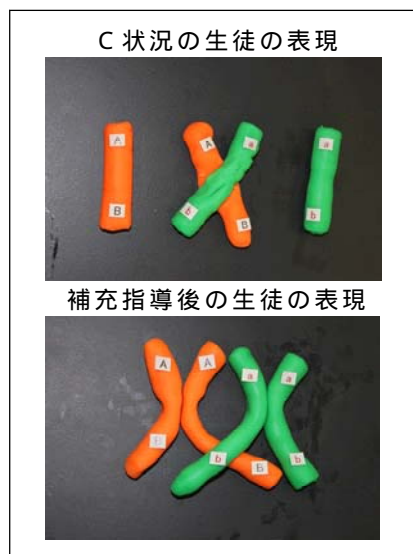


図5

これらの補充指導は、生徒が思考している間の机間指導に加え、設定した代表の生徒が発表する場面において、発表内容を基にした解説において、発問するなどして全体に対して行い、全ての生徒がB状況となるようにした。また、生徒が互いの考えを確認し合う活動において、B状況の生徒がC状況の生徒に対し、教師の補充指導と同様の的確なアドバイスをしている場面も見られた。

深化指導については、生徒が思考している間の机間指導では、補充指導を優先したため行うことができなかった。そこで、先に述べた生徒の発表の際の補充指導に加え、全体に対して判断基準Aに基づく深化指導を行った。

ウ 評価に基づく「判断基準」及び指導の改善

評価の場面では判断基準Bのイ、ウで「対合」「乗換え」の表現に焦点を当てていたが、生徒の活動ではB状況と判断される生徒が染色体の分離の場面で全ての染色体を半分に切断している様子が見られた（図6上段）。実際は下段のように対合面から分離することで遺伝子の組換えが行われるのであり、全ての染色体が切断されることはない。そこで判断基準Bのイについては「減数分裂における染色体の動き（対合や分離）を思考し、表現できる。」が望ましいと考えた。それに併せて、指導のあり方も、染色体の分離のしかたについてしっかり考察できるようにする必要がある。今回の授業では、生徒発表の際に分離の様子について全体に対して発問し、指導を行った。

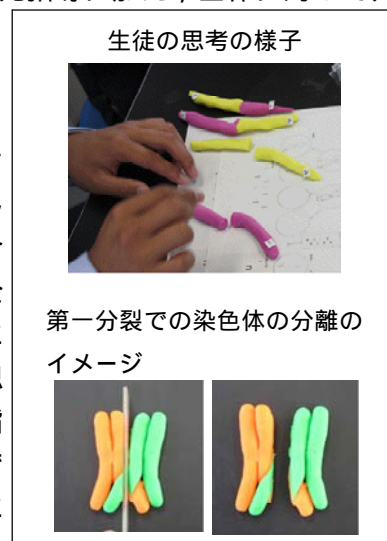


図6

3 成果と課題

(1) 成果

ア 生徒に「思考」させる場面を具体的に設定できた。

遺伝の問題，特に連鎖と組換えの問題を考える場面では，染色体と遺伝子を図示して，その動きをイメージすることが大切である。そこで，図とモデルを用いて思考する学習活動を設定した。その際，判断基準を考えることで，

図では，第一分裂と第二分裂終了時点での遺伝子と染色体の状態について思考し，表現させる。

モデルでは減数分裂における一連の染色体と遺伝子の動きについて思考し，特に対合や乗換えに注意して表現させる。

というように，それぞれの活動のポイントを明確にすることができた。

イ 判断基準を基に，効率よく評価することができた。

評価規準を基に判断基準を設定し，生徒の「思考」を見取るポイントをあらかじめ明確にしておくことで，自らの「思考」に基づいた生徒の表現に対して，評価規準と照らした評価を効率よく実施することができた。特にC状況の表現に対しては，判断基準があらかじめ設定されていることで生徒がつまづいているポイントを速やかに把握し，補充指導ができた。

また，判断基準で想定しなかった問題点にも気付かされた。それにより，判断基準の見直しやそれに基づく指導の工夫など，授業の改善を図ることができた。

ウ 補充指導・深化指導により生徒の理解を確かなものにすることができた。

補充指導をあらかじめ想定しておくことで，生徒の状況に応じて，既習事項の振り返りや，思考のポイントについて具体的に示すことができ，効率よく指導ができた。

また，今回A状況と判断した生徒の表現はなかったが，あらかじめ想定した深化指導を全体に対して行うことで，生徒の理解を深めることができた。

エ 図やモデルを用いた活動により生徒の「思考」を促すことができた。

図やモデルを用いることで，生徒が遺伝子や染色体の構造と動きをどう捉えているのかが見えてきた。授業ではわかったつもりでも正しく図に表すことができなかつたり，図で表現するときには理解している思われた生徒が実は勘違いして正しく理解していなかつたりすることもあった。特に，粘土のモデルを用いて染色体の動きを表現することは，紙の上で図示することよりも，染色体の立体的構造などを正確に理解していないと難しいことが分かった。

生徒については，教師の説明を聞くだけでなく図やモデルを用いた思考により，遺伝子と染色体の関係や組換えが起こる仕組みについて理解が深まったと考える。以下，授業後の生徒の意見をいくつか紹介する。

- ・ 染色体の乗換えで入れ替わった部分から分離し，その時残ったものがくっつくことになることが分かった。
- ・ 私は染色体がクロスした形だと思っていたが，そうではなく2本の染色体がくっついていることが分かった。
- ・ 粘土で作るのは間違いもあったけど，楽しかった。
- ・ 実際に作ってみることで，とても分かり易かった。染色体は複雑だなと思った。
- ・ 粘土で染色体を作ってみて，乗換え，組換えがイメージしやすかった。

(2) 課題

それぞれの生徒がどこで間違えているのか，授業者が気付かず参観の教師が気付く場面もあった。普段の授業ではそれを見過ごすことも多いと思う。生徒がプリントに図や考察を記述することで，教師が生徒の間違いに気付くことができるであろう。