理科

教科領域研究テーマ
【課題の解決に向け，自ら考え，
見通しをもって行動する力が育つ理科学習の展開】



課題の解決に向け，自ら考え，見通しをもって行動する力が育つ理科学習の展開

実　践　者　岡本　慎次，辻井　　修，森山由香里
愛媛大学研究パートナー　佐野　　栄，中本　　剛，細田　宏樹
山﨑　哲司

第１章　はじめに

私たち理科では，「持続可能な社会を支える資質・能力」として，「問題解決力」を高めたいと考え本研究を行った。つまり，「課題の解決に向け，自ら考え，見通しをもって行動する力」を生徒に身に付けさせたい。理由は以下の２点である。

一つ目は，昨年度までの３か年研究の成果を基に，生徒が主体的に学ぶ理科学習の在り方を引き続き探っていきたいと考えたからである。生徒が主体的に学ぶ理科学習を実現するための資質・能力として，「問題解決力」すなわち，「生徒が問題を自分ごととして捉え，その解決に向け，自ら考え，見通しをもって行動する力」があると考えた。二つ目は，科学的に探究することのよさに気付き，理科における問題解決の手法を問題解決のスキルとして活用していける生徒を育てたいという思いがあったからである。知識基盤社会及びグローバル化社会において，身に付けた問題解決力を，仲間とともにたくましく生き抜いていくための力として活かし，自らの行動力に変えていける生徒を育てたいと考える。

以上の理由により，生徒の問題解決力を高め，持続可能な地球環境の担い手として，自ら行動していける生徒を育てたいと考え，教科領域研究テーマを設定した。そして，以下の２点を中心に研究を進めた。

１　生徒の問題解決力を高める

理科学習の原点に返り，課題の見いだし方や，結果を分析し解釈させる方法等を工夫し，生徒主体で問題を解決できるようにする。

また，問題解決力を高めるための手掛かりの一つとして，論理的に思考し表現する力を高める。言語技術の技法を効果的に取り入れ，予想や考察を中心とした学習活動において，根拠を明らかにして自分の考えを的確に述べることができるようにするための工夫について検討する。該当単元において，永続的な理解にたどり着くための本質的な問いを明確にする。パフォーマンス課題を設定してルーブリックと共に生徒に提示する。そして，前述のルーブリックと生徒の表現とを照らし合わせ，生徒の実態を適切に評価する。さらに，論理的思考力が十分に身に付いていないと考えられる生徒に対する指導の在り方について研究する。

２　「きょうどう」の精神を発揮する学び合いの一層の充実を図る

自然の事物・現象と同じように出合ったとしても，生徒それぞれの生活経験や既習の知識による感性の違いにより，自然に対する見え方が異なってくる。そこで，「きょうどう」の精神を発揮する学び合いを一層充実させ，生徒の思考が相互に深まり，他者の視点により自己の見方・考え方を再構成するような指導の在り方について研究する。

第２章　研究の実際

研究（その１）

よりよい社会を切り拓こうとする力の育成

― 仲間との学び合いを通して ―

（実践者）岡本　慎次

１　研究テーマ設定の理由

自然の事物・現象を扱う理科の学習においては，観察・実験などを行うことで，理解を深め，科学的な見方や考え方を養うことを軸としている。「持続可能な社会」の形成に資するためには，自然の事物・現象に進んで関わり，目的意識をもち，自ら考え，見通しをもって行動する力が育つ授業展開が重要だと考える。本研究では，このような力が「よりよい社会を切り拓こうとする力」につながるものとし，これが育つためには，自然の事物・現象に課題を見いだし，その課題解決に向けて思考・判断・表現する学習を積み重ねさせる必要があると考えた。その際，論理的に考え，表現する生徒どうしの学び合いにおいて，より多面的・多角的に捉えさせていくことによって，見通しをもって行動する力につなげていくことができると考え，本研究テーマを設定した。

２　研究の内容及び方法

(1)　問題解決の過程を重視した授業実践

問題解決の過程とは，問題の把握，問題の追究，問題の解決の過程である。問題の把握では，生徒の事象に対する「驚き」から授業が始まり，「不思議さ」に気付かせ，「なぜだろう？」という「疑問」をもたせる。問題の追究では，その事象から得た「疑問」から「学習問題」を立て，生徒がもつ既習事項や生活経験に照らし合わせ，予想・仮説を設定し，検証計画を立てる。また，観察・実験を通して得た結果に基づいて，「学習問題」に対する科学的な思考を行う。その際，「学習問題」に対する考察を集団の中で高め合い，思考と表現をより深める。問題の解決では，科学的な証拠に基づく分析・解釈を行い，それを言語化する。生徒が，実感を伴い納得する結論を導くとともに，日常生活や社会との関わりや新たな疑問について取り上げる。

(2)　本単元積極的なペア学習を図り，学び合いの場の充実

問題解決の過程で積極的なペア学習を取り入れ，個の学びを大切にすると同時に考えを深める。また，仲間との学び合いを多く取り入れ，自分の考えを伝え他者の考えを聞くことで，さらに学びを深めさせる。

３　研究の実際

(1)　生徒の実態

本学級の生徒（40名）は，理科の観察・実験に対して興味・関心が高く，探究心をもって学習に取り組めている（40名中40名）。また，観察・実験した結果をもとに意見を出したり，話し合ったりする活動にも積極的に取り組む生徒が多い（40名中31名）。しかし，仲間の意見を参考に，自分の考えに見通しをもてるまでには至っていない。また，積極的な生徒の意見に押しつぶされ，自分の意見や考えを十分発表できていない生徒も少なからずいる（40名中９名）。そのため，積極的に自分の意見が言える生徒は，授業は楽しいが，それが困難な生徒にとっては，学習意欲の低下や理解度の低下にもつながり兼ねない状況が見られた。こうした生徒の実態を踏まえ，すべての生徒が観察・実験には意欲的に取り組めるため，できるだけ観察・実験を取り入れることで，探究心をもたせるようにした。また，すべての生徒が意見を出せるように，ペア学習を積極的に取り入れるようにし，生徒どうしの学び合いが生かされ，一人でも多くの生徒が学習課題の解決に向け，自ら考え，見通しをもつことができると考える。

(2) 論理的に思考し表現する力を高めるための工夫

日常生活との関わりが深く，直接体験が可能な物理現象を取り上げる。光と音に関する観察・実験を通して，それらの結果を図示して考察することなどによって，規則性を見いだす意欲や，身のまわりの現象と関連して調べようとする主体的な態度を身に付けさせたい。次に，力や圧力の基礎的な性質やはたらきを学ぶとともに，力を図で表して考察する方法，グラフ化などの測定値の処理の仕方などの，科学的な方法を習得できるようにしたい。

本時は，光の世界の導入で，光の性質（直進・反射）の観察を通して，身の回りの物体が見える仕組みを理解させる。その際，話合い活動「ペア→小集団（班）→全体」を取り入れ，仲間と学び合いながら課題を解決させたい。

(3) 授業の実際

ア 単元目標

光や音，力など日常生活と関連した身近な事物・現象に関する観察・実験を行い，結果を分析して解釈し，それらの規則性などを見いださせる。同時に，身近な物理現象に対する生徒の興味・関心を高め，日常生活や社会と関係付けながら，科学的にみる見方や考え方を養うことが主なねらいである。その際，レポートの作成や発表を適宜行わせ，思考力，表現力などを育成する。

【本質的な問い】

物体が見える現象は，光の道筋がどのように関わっているのだろうか。

【永続的な理解】

物体が見えるとは，光の性質（直進，反射，屈折）が関わっている。鏡に映った物体が，鏡の奥に映って見えるのは，観察によって確かめられる。この証拠を光の性質により推論することで，鏡に映る物体の仕組みを捉えることができる。

イ 単元について

本単元では，光の進み方や音の発生と伝わり方，力のはたらきや圧力などの身近な現象に規則性があることを観察・実験を通して見いださせるとともに，これらの現象を日常生活と関連付けて，科学的にみる見方や考え方を養うことができる単元である。また，その際，光・音・力のはたらきに対する興味・関心を高めさせ，レポートの作成や発表などを適宜行わせ，思考力，表現力なども養える単元である。

本時は，光の性質（直進・反射）の観察を行い，光の性質を見いだし身の回りの物体が見える理由について科学的にみる見方や考え方を養う。

ウ 評価目標と評価方法

評価目標	評価方法
①事物・現象に進んで関わり，それらを科学的に探究するとともに，積極的に話合いに参加している。（関心・意欲・態度） ②事物・現象の中に問題を見いだし，目的意識をもって観察・実験などを行い，事象や結果をもとに分析して解釈し，自らの考えで表現している。（科学的な思考・表現） ③事物・現象についての観察・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，事象を科学的に探究する技能の基礎を身に付けている。（観察・実験の技能） ④観察・実験を通して，物体が見える現象についての基本的な光の性質を理解し，知識を身に付けている。（知識・理解）	◎パフォーマンス課題 あなたは，物理学者です。友人から「全身を映し出す鏡がほしいのですが，高さが何cmの鏡ならよいか。」と相談を受けました。友人に分かるように光の性質を使って理由を説明してください。また，説明内容が「なるほど，そういうことなのか。」と分かるような図を使って書き表してください。 （評価目標の①，②，③，④） ○ワークシート，ノートの記述 （評価目標の②，③，④） ○発言（評価目標の①，②，④） ○観察（評価目標の①，③）

エ　指導計画（全22時間）

次	学習内容	◇ 評　価　規　準　（観　点）	時間
1	光の性質を調べよう。	◇生活経験や日常生活と関連付けて，興味・関心をもって発表したり，調べたり，考えたりしている。 （関心・意欲・態度） ◇観察・実験の結果から，光の反射・屈折の規則性，凸レンズによる像のでき方の規則性などを見いだしたり，図などを使って光の進み方と関連付けて説明したりすることができる。 （科学的な思考・表現） ◇光の反射・屈折，凸レンズによってできる像の大きさや向きなど，正しい手順で実験を行い，正確に結果を記録できる。 （観察・実験の技能） ◇物体が見える，光の性質（直進・反射・屈折），光の反射・屈折の法則，凸レンズによってできる像などの説明ができる。 （知識・理解）	9 （本時その1･2）
2	音の伝わり方を調べよう。	◇生活経験や日常生活と関連付けて，興味・関心をもって発表したり，調べたり，考えたりしている。 （関心・意欲・態度） ◇観察・実験から，音の大きさと振幅の関係，音の高さと振動数の関係について，自らの考えを導き，説明できる。 （科学的な思考・表現） ◇音の大きさや高さと物体の振動について条件制御を行いながら調べ，結果をまとめることができる。 （観察・実験の技能） ◇音の大きさは振幅の大きさにより，音の高さは振動数の多さによることを説明できる。（知識・理解）	3
3	力のはたらきについて調べよう。	◇生活経験や日常生活と関連付けて，興味・関心をもって発表したり，調べたり，考えたりしている。 （関心・意欲・態度） ◇グラフから力の大きさとばねののびには，比例の関係があり，スポンジのへこみ方の違いは，単位面積あたりの力の大きさの違いにあること，浮力の大きさは，水に沈んでいる物体の体積によって決まることなどを見いだすことができる。 （科学的な思考・表現） ◇力の大きさとばねののび実験で，調べた結果を正しくグラフに表したり，水に沈む物体にはたらく力を正確に調べたりすることができる。また，物体にはたらく力を，力の３要素を考慮しながら図示できる。（観察・実験の技能） ◇１Ｎという力の大きさや「重さ」と「質量」の違い，圧力，大気圧を理解し説明できる。また，水にはたらく重力と関連付けて，水圧を説明できる。（知識・理解）	10

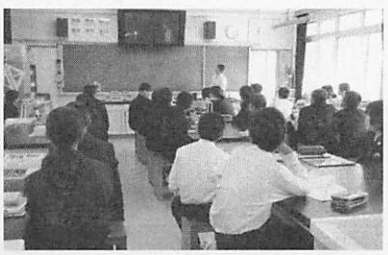
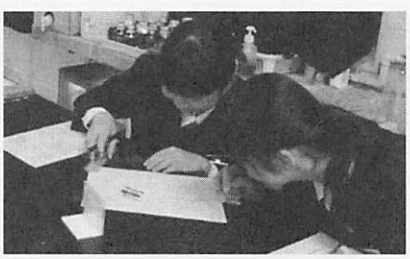
オ　本時の指導（１・２／22時間）

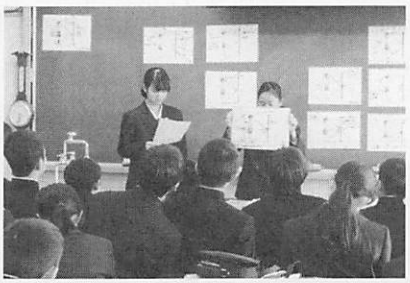
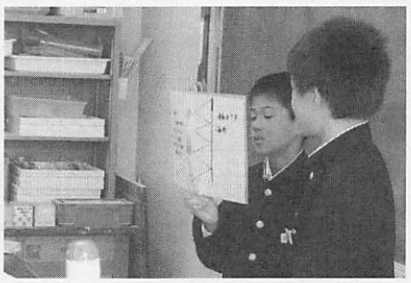
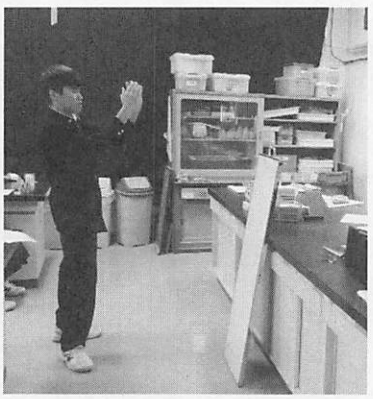
(ア)　主　題　身の回りの物体が見える理由を考えよう

(イ)　ねらい

身の回りの物体が見える理由を，光の性質（直進・反射）の観察を通して説明できる。また，分かりやすく図示して書くことができる。その際，話し合い活動を取り入れ，仲間と一緒に課題を解決し，自らの考えを深めさせる。

(ウ)　展　開

学習活動（形態）	時間	○教師の働きかけ　•生徒の反応	○指導の工夫　◇評価（方法）
第１時 1　目で物が見えるようすをVTRで見る。 （一斉）	4	○目で物を見るとはどういうことなのだろうか。 • 光があたると見える。 • 電気（明かり）がつけば見える • 目に光が届く。	○VTRを使った。 
	3	○鏡に当たった光はどのように進みますか。 • はね返る • 反射する	○光の性質である直進と反射に気付かせた。
2　鏡に当たった光の進み方の実験をする。 （小集団〔ペア〕）	20	○実験をさせた。 ○結果を線で記録させた。 ○記録用紙を用いて，ペアで話し合わせた。 • 入ってきた光の角度と出ていく光の角度が同じになっている。 • 鏡に対して垂線を引き，垂線との角度が両方同じである。 	○反射についての規則性を見いださせるため，実験を行った。 ○規則性を見いだしやすくするため，光の道筋を線で書かせた。 **○ペアで実験を行わせ，記録用紙を用いて話し合わせた。【協同】** ◇きちんと光の道筋を記録できているか。 （観察・実験の技能） ◇反射の規則性が見いだせたか。（科学的な思考・表現）
3　本時のパフォーマンス課題を聞く。 （一斉）	3	あなたは，物理学者です。友人から「全身を映し出す鏡がほしいのですが，高さが何cmの鏡ならよいか。」と相談を受けました。友人に分かるように，光の性質を使って理由を説明してください。また，説明内容が「なるほど，そういうことなのか。」と分かるような図を使って書き表してください。	
4　パフォーマンス課題について考える。 （小集団〔ペア〕）	20	○コミュニケーションボードを用いて話し合わせた。 	**○ペアでコミュニケーションボードを用いて話し合わせた。【協同】** ◇どのくらいの高さの鏡が必要であるか，ペアで話し合い，光の性質を利用して，説明や図示ができているか。 （科学的な思考・表現）

第２時 １　各グループがそれぞれ発表する。 （全体）	35	○各グループがコミュニケーションボードを用いて話し合ったことを発表させた。  	○ペアで話し合った内容を全体の場で，コミュニケーションボードにかいた図を用いて発表させた。 ◇理由付けが明確であるか。 （科学的な思考・表現） ○代表生徒に鏡の前に立たせ，検証した。 
２　実験で検証する。 （全体）	10	○パフォーマンス課題の検証実験を行わせた。	◇どのくらいの高さの鏡が必要であるか，ペアで話し合い，光の性質を利用して，説明や図示ができているか。 （科学的な思考・表現）
３　まとめをする。 （全体→個人）	5	○仲間の考えと検証した結果をワークシートにまとめさせた。	

(エ)　ルーブリック

A	B	C
鏡に映る物体が見える理由を光の性質の観察を利用し，正しく説明や図示をしている。	鏡に映る物体が見える理由を光の性質の観察を利用し，正しく説明できる。	鏡に映る物体が見える理由を光の性質の観察を利用もせず，正しく説明や図示ができていない。

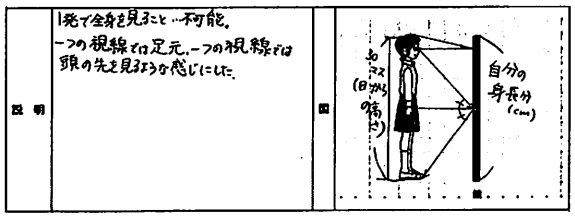
カ　生徒の学びの実際

パフォーマンス課題に対するルーブリックを基準に生徒の学びを分析すると，生徒38名中，Aは14名，Bは５名，Cは19名であった。生徒のワークシートの記入例を以下に示す。

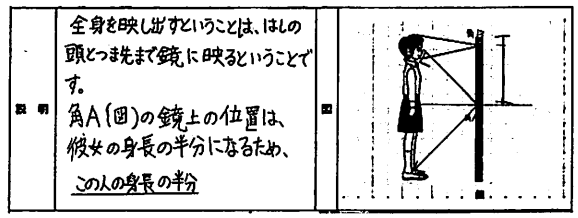
評価Aのコミュニケーションボード	
〔生徒ア〕	〔生徒イ〕
	

評価Bのコミュニケーションボード

〔生徒ウ〕

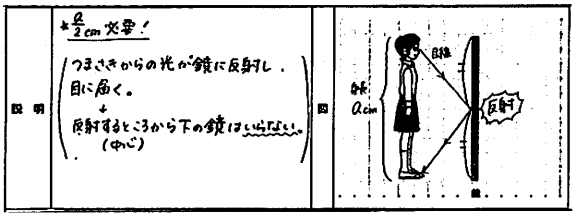


〔生徒エ〕

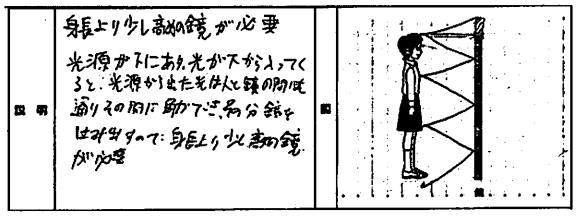


評価Cのコミュニケーションボード

〔生徒オ〕



〔生徒カ〕



キ　考　察

パフォーマンス課題に対する生徒のワークシートの記述から，生徒の半分は理解している。しかし，残り半分は光の反射の規則性を理解しているが，十分活用できていない（評価Bや評価Cの〔生徒オ〕）ことが分かった。また，数名は物が見えるとはどういうことかについても理解が不十分である（評価Cの〔生徒カ〕）ことが分かった。評価Aには，〔生徒イ〕のように数式と組み合わせて鏡の大きさを求めている生徒が見られた。評価Cのほとんどが〔生徒オ〕のような図を示し，〔生徒カ〕のようなワークシートの記述は２名であった。評価Bについては，図の示し方と説明のどちらかが正しくなかった生徒が見られた。特に図の示し方が正しくない〔生徒エ〕のようなワークシートの記述が多く見られた。

光の反射の規則性についてはほとんどの生徒が理解しているが，光の反射の規則性を十分活用できていないことが伺えた。また，今回のパフォーマンス課題に対するルーブリックが適切であったか，生徒の実態から再度考え直す必要性を感じた。

4　成果と課題

どの評価の生徒に対しても積極的に課題について解決しようとする意欲は見られた。これは，身近である鏡に映る現象を用いた教材であったため，現象を鏡で確かめながら考えることができたためだと考える。また，ペア学習を取り入れたため，お互いがしっかり協力し観察したり，話し合ったりする機会が多くなったためだとも考える。

問題解決の過程の最初である問題の把握は，今回のように身近な現象を取り入れれば，「なぜだろう？」という疑問をもたせることができ，次の問題の追究につながることが分かった。次の問題の追究では，しっかりとした基礎基本の定着（今回の授業では，物が見えるとはどういうことか，鏡に当たった光の進み方の規則性）が不十分だと，説明や図示の仕方に過ちが生じ，最終の問題の解決にたどり着かないことも分かった。

しかし，今回の授業のようにペア学習を多く取り入れ，問題解決の過程を重視した学習を取り入れれば，自然の事物・現象に進んで関わり，目的意識をもち，自ら考え，見通しをもって行動する力が育ち，よりよい社会を切り拓こうとする力の育成につながると感じた。

研究（その2）

自然事象を科学的・論理的に捉えるための問題解決の過程の習得について

（実践者）辻井　修

1　研究テーマ設定の理由

「持続可能な社会」の形成のためには，自然事象に進んで関わり，目的意識をもち，自ら考え，見通しをもって行動する力が育つ授業展開が重要だと考え，教科領域研究テーマを設定した。その中でも，個人研究では，身近な自然や環境を，科学的・論理的に捉える力が必要であり，そのような力を育てるために，問題解決の過程（探究的な学習の過程）の習得が大切であると考えた。本研究では，理科授業の中で学び合いを意識した問題解決の過程を重視した授業実践を繰り返し行い，その方法を習得すれば，自然や環境を科学的・論理的に捉える力を身に付けることができると考え，本研究テーマを設定した。

2　研究の内容及び方法

(1)　生徒の問題解決の過程の習得状況の把握

アンケートやパフォーマンス評価等を通して，生徒の実態を把握する。

(2)　問題解決の過程を重視した授業実践

研究授業のみではなく，単元全体，年間を通じて，問題解決の過程を重視した授業実践を行う。

(3)　学び合いの場の充実

問題解決の過程の様々な場面において，学び合いの場を設定する。学習内容，教材等の制約もあるが，課題の設定，予想（仮説）の設定，実験計画の立案，実験，考察，まとめ等の場面において，できるだけ学び合いの場を充実させる。

(4)　自己及び生徒相互の学びをつなぐ振り返りの充実

学級全体や小集団において，学習内容のまとめ，感想や疑問に思ったことを振り返る時間を設け，新たな学習課題の設定につなげる。この場面で問題解決の過程を意識して学習に取り組むことができたかアンケート調査を行う。

(5)　問題解決の過程の習得の状況を見取る。

パフォーマンス課題を設定し，学び合いを重視した問題解決の過程に沿って解決することができているか見取る。全く異なる単元の実践においても，問題解決の過程を重視した授業実践を行い，過程の習得がなされているか確認する。

3　研究の実際

(1)　生徒の実態

２年Ｄ組の生徒（40名）は，理科の学習に対して興味・関心が高く，集中して実験・観察等に取り組むことができる。また，実験・観察した結果をもとに話し合い，意見をまとめる活動が好きな生徒も80%（33名）を超えている。ただし，本研究のテーマでもある「問題解決の過程」について，どのような方法で問題を解決するのか説明することができる生徒は15%（６名）程度で，自信をもって問題を解決できるとした生徒は５％（２名）だった。

解剖については約半数の生徒が経験（附属小学校時に手羽先を解剖）している。ヒトだけでなく，他の動物でも生きるためのしくみ（特に内臓や脳など）が存在することを，全員の生徒が知っていたが，解剖をして，実際に見たことのある生徒はいなかった。

(2) 論理的に思考し表現する力を高めるための工夫

理科の授業では，できる限り生徒に課題を設定させ，実験方法を考えさせている。また課題に対する理由付きの予想（仮説）を立てさせ，実際に実験し，その結果を考察してまとめるという問題解決の過程を踏んで授業を行っている。

「動物のからだのつくりとはたらき」では，ヒトの消化系，循環系，呼吸系，排出系，神経系，骨格系と学習した後，セキツイ動物の分類，節足動物，軟体動物等も学習し，生きるためのしくみはすべての生物に共通しているものであることを理解し，永続的な理解に近づいていきたいと考えている。

本時は，神経系の学習の中での感覚器官と脳とのつながりを扱っており，非常に目に見えにくい一方で，実感を伴った理解を必要とする分野である。そこで，実験や観察で体感したことをもとに，その結果を論理的に話し合い，表現させることで，ものが見えるとはどういうことか感じ取らせたい。

(3) 研究の実際

ア 指導の実際

(ア) 単 元 名 ２年生「動物のからだのつくりとはたらき」

(イ) 単元目標

消化や呼吸，血液循環についての観察・実験を行い，動物のからだには，必要な物質を取り入れて運搬し，不要な物質を排出するしくみがあることを，各器官のつくりと関連付けて理解する。また動物が外界からの刺激に反応しているようすを観察し，刺激を受け取ってから反応が起こるまでのしくみや，実際にからだを動かすしくみを観察の結果と関連付けて理解する。

単元全体を通じ，自然環境を保全し生命を尊重しようとする態度を育てる。

(ウ) 本質的な問い

動物のからだのつくりとはたらきはどのようになっているのか。

(エ) 永続的な理解

動物のからだのつくりとはたらきは，種類によって姿・形は違えども，生きるためのしくみは同じである（各器官のはたらきに相当する部分がある）ということを知る。

(オ) 評価目標と評価方法

評 価 目 標	評 価 方 法
①動物の感覚器官について関心をもち，積極的に話合いに参加している。（関心・意欲・態度） ②ヒトを例にして，さまざまな刺激が，いろいろな場面で受容され，脳に伝わり，反応が起きていることを，感覚器官と神経，脳を関連付けながら説明することができる。（科学的な思考・表現） ③生物を解剖し，目的とするものを観察することができる。（観察・実験の技能） ④感覚器官と脳の関係について説明することができる。（知識・理解）	◎パフォーマンス課題 「ものが見えるとはどういうことか。」 プリントにある＋を見ながら，目とプリントの距離を調節していくと，●が見えなくなる場所がある。そのことと目と脳のつながり，から「ものが見えるとはどういうことか」を説明しなさい。（①②③④） ○授業観察（①③） ○コミュニケーションボードの記述内容（②③） ○ワークシートの記述内容（②③④）

(カ) パフォーマンス課題のルーブリック

A	B	C
ものが見える理由を，既習内容や観察・実験の結果だけでなく，脳で処理される等の語句を用い，正しく説明することができる。	ものが見える理由を，既習内容や観察・実験の結果を用い，説明することができる。	ものが見える理由を，既習内容を用い，説明することできない。

(キ) 指導計画（全17時間）

学習内容	評価規準（観・点）	時数
1　消化と吸収について知る。	◇だ液のはたらきを調べる方法について，関心をもって話合いに参加し，意欲的に実験に取り組んでいる。（関心・意欲・態度） ◇実験の結果をもとに，デンプンが分解されることを，だ液のはたらきと関連付けて考察できる。（科学的な思考・表現） ◇だ液によってデンプンが分解されることを，実験より調べることができる。（観察・実験の技能） ◇消化によってできた物質が，それぞれ小腸の柔毛から吸収されることを説明できる。（知識・理解）	5
2　呼吸のはたらきについて知る。	◇呼吸について，話合いに意欲的に参加できる。（関心・意欲・態度） ◇肺呼吸と細胞による呼吸の関連について説明できる。（知識・理解）	2
3　血液のはたらきについて知る。	◇生命を尊重する態度をもち，血液の流れに関心をもって，意欲的に観察を行っている。（関心・意欲・態度） ◇毛細血管や血球などを観察できる。（観察・実験の技能） ◇体循環，肺循環，心臓，動脈，静脈，動脈血，静脈血，血しょう等のはたらきについて説明できる。（知識・理解）	3
4　排出のしくみについて知る。	◇食事や呼吸によって取り入れられた物質が，どのように変化していくかを各器官のはたらきに関連付けて説明できる。（科学的な思考・表現） ◇細胞の活動にともなってできた有害なアンモニアが排出されるしくみを説明できる。（知識・理解）	1
5　刺激と反応，神経のはたらきについて知る。	◇刺激を感覚器官が受け取り，反応が起こるまでの経路について，興味・関心をもって実験している。（関心・意欲・態度） ◇実験結果をもとに，刺激の信号の伝達の経路について，考えながら発表できる。（科学的な思考・表現） ◇実験結果をノートやワークシートにまとめることができる。（観察・実験の技能） ◇「信号が脳に届くまで」と「脳へ届いてから起こす行動」の信号の伝達経路を説明できる。（知識・理解）	3
6　骨と筋肉のはたらきについて知る。	◇骨と筋肉について興味・関心をもち，自分の体を実際に動かして筋肉の動きについて考えている。（関心・意欲・態度） ◇うでが曲がるしくみについて説明できる。（知識・理解）	1
7　パフォーマンス課題をする。	◇パフォーマンス課題に意欲的に取り組むことができる。（関心・意欲・態度） ◇自分自身の体験や観察結果をもとに，「ものが見えるとはどういうことか」考察し，その結果を表現することができる。（科学的な思考・表現）	2本時その1

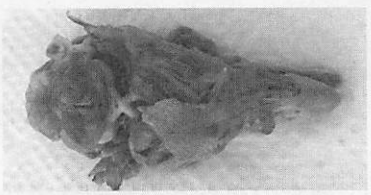
(ク) 本時の指導（16 ／ 17）

① 主　題　ものが見えるとはどういうことか

② ねらい

- 課題を意欲的に解決しようとする。
- 自分が体験したことや観察結果をもとに，問題解決の過程をふまえながら考察し，その結果を表現することができる。

③ 展　開

学習活動（形態）	時間	○学習内容　・生徒の反応	○指導の工夫　◇評価（方法）
1　学習課題を設定する。（一斉）	5	○既習内容を確認した。 ○ワークシートの＋を見ながら，プリントと目の距離を調節すると，●が見えなくなる場所があることを確認した。 ・なぜ見えなくなるのだろう。 ものが見えるとはどういうことか	○盲点が存在することを知り，ものが見えるとはどういうことか疑問を感じさせ，学習課題の設定につなげた。
2　予想する。（個人→ペア）	5	○既習の知識を使って，課題の答えを予想した。 ・光が目の水晶体を通り，網膜に像をつくり，視神経を通って信号が脳まで送られて見える。	○予想した内容を考察で生かすために，ワークシートに書かせたあと，スピーチの形で表現させた。
3　実験方法を考える。（一斉）	5	○予想を確かめるために，どのような観察が必要か考えた。 ・目から脳にどのように神経がつながっているのか見てみたい。	○主体的に実験に取り組ませるために，生徒に実験方法を考えさせた。
4　解剖する。（小集団）	15	○鶏頭水煮を解剖し，目と脳が視神経でつながっているようすを観察する。	 図１　視神経交叉のようす
5　観察結果をまとめる。（小集団）	5	○簡単にスケッチした。 気付いたことを言葉で書いた。	○スケッチが目的ではない。目と脳が視神経でつながっていることが確認できればよいと伝えた。
6　結果から考察し，その内容をコミュニケーションボードにまとめる。（小集団）	5	○＋を見ていると●が見えない場所があるという事実と，目と脳が視神経でつながっているという事実から，「ものが見えるとはどういうことか」を考察し，コミュニケーションボードにまとめた。	**○小集団での主体的な考察の活動を導き出させるために，既習内容と観察・実験の結果を意識させて話合いをさせる。【協同】** ◇考察結果を，ワークシート，コミュニケーションボードにまとめ，表現することができたか。（ワークシート，コミュニケーションボードの記述内容の分析）
7　考察内容を確認し，まとめる。（全体）	5	○コミュニケーションボードの内容を全体で確認し，意見をまとめた。 光が目の水晶体を通り，網膜に像をつくり，視神経を通って信号が脳まで送られて，脳で処理されて見える。	
8　授業のまとめとして錯視の動画を見る。（全体）	5	○授業のまとめとして，錯視の動画を見て，見た映像は脳で処理されていることを体感した。	◇自分の文章で，授業のまとめや感想を書くことができているか。（ワークシートの記述内容の分析）

イ　生徒の学びの実際

(ア)　ルーブリックとの関連

ルーブリックと照らし合わせた結果，「考察結果をワークシートにまとめた時点」では，Aは23人，B15人（欠席２人）だった。「考察結果を班でまとめてコミュニケーションボードにまとめた時点」では，Aは35人，Bは３人（欠席２人）だった。Bの生徒には「全体のまとめ」の際に，もう一度観察・実験の結果を振り返り考察させ，授業のまとめとして錯視の動画を見せた後の感想を確認すると，全員がAと判断できる感想を書くことができていた。以下にA，Bと判断したワークシートとコミュニケーションボードを示す。

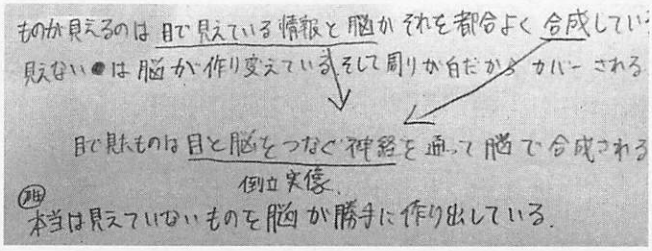


図２ ワークシート（評価A）

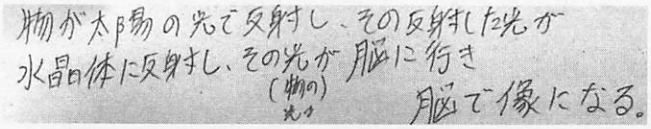


図３ ワークシート（評価B）

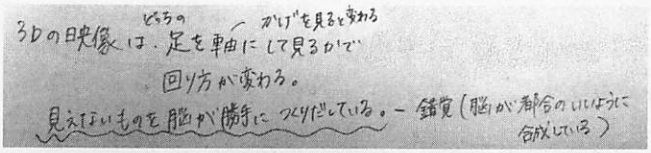


図４ 感想（評価A）

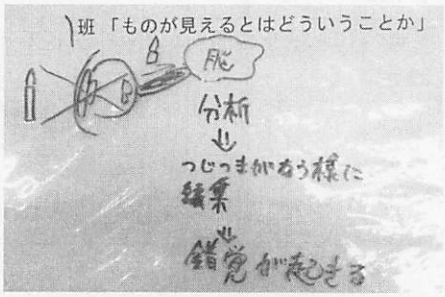


図５ コミュニケーションボード（評価A）

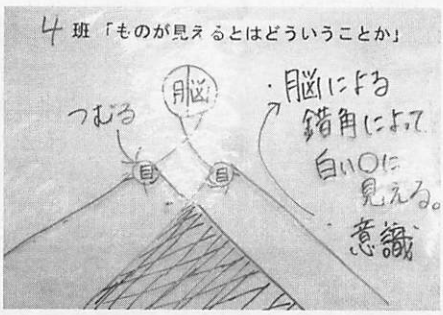


図６ コミュニケーションボード（評価B）

(イ)　研究の視点と授業観察者から指摘

①　研究の視点（「２　研究の内容及び方法(2)(3)」と関連している。）

視点１：問題解決の過程を重視した授業展開は，論理的に思考し表現できる力の育成につながったか。

視点２：３つの実験や観察によって形成された概念は，論理的な思考を導き出すのに有効であったか。

②　授業観察者からの指摘

視点１：導入は効果的だった。ただそれが「ものが見えるとはどういうことか」につながっていない。「●は視神経の束（盲点）があるので見えないはずなのに，白い紙のように見えるのはなぜか」ではどうでしょう。

視点１：自分たちが設定した課題だからこそ，課題を全員で解決しようとする姿が見られた。

視点１：小集団活動では，自分の考えを問答ゲームの手法やゼスチャーを交えて説明していた。

視点１：問題解決の過程にそって論理的に問題を解決していたが，形だけにならないようにしないといけない。

視点２：盲点の実習と錯視動画を先に提示した方が，「脳」に結びつきやすい。いずれの実験も面白いが，課題と飛躍しすぎている。

視点２：実験もほとんどの生徒が嫌がることなく前向きに取り組んでいた。

視点２：見えることについての概念は形成されていた。見えることについて順序立って考えることができていた。しかしこれが論理的な思考にあたるかどうかは分からない。

ウ 考 察

イ 生徒の学びの実態 (ア) ルーブリックとの関連 (イ) 研究の視点と授業観察者から指摘より考察を行う。

まず，**(ア) ルーブリックとの関連**から分かることは，個人で作成したワークシートにおいて，うまく考察できていなかったとしても，小集団での話合い活動を通して考察内容が改善され，さらに全体での考察においても改善されていくので，最終的な感想では，全員がAの評価になっていた。このことは，思考し表現することを繰り返したり，また小集団活動で話合いをしたりすることを通して，思考した内容がより的確になっていったことを表している。

次に，ルーブリックについては，A，Bともに生徒の解答の幅が広く，かつCの該当者はいない状態で修正が必要である。しかし，修正して来年度使用したとしても別の集団のため，そのまま使用できるとは限らない。つまり，このような実践を数年かけて行い，その都度ルーブリックに修正を加えることにより，ルーブリック自体もより的確なものにすることができると言える。

次に，**(イ) 研究の視点と授業観察者から指摘**から分かることは，生徒が設定した課題であるため，生徒自身は自主的に課題の解決に向けて，過程を踏まえながら予想，観察，考察などの活動を行っていたが，導入と課題が結びついていないことを指摘していただいた。そのような視点で見てみると，その矛盾はワークシートやコミュニケーションボードの記述内容にも見られ，●が見えず白い紙に見える実験結果から言える脳の働きについて書いている内容がほとんどだった。このことからも分かるように，論理的な思考を導き出すには，的確な課題を設定する必要性がある。その他，問題解決の過程が論理的な思考に沿っていることは分かるが，形だけにならないようにする必要性があることや，見えることについての概念が，順序立てて形成されていく様子は見取れたが，それが論理的な思考につながっているかどうかは分からないとの指摘もいただいた。

最後に，本研究のテーマでもある「問題解決の過程の習得」について，どのような方法で問題を解決するのか説明できるとした生徒は，単元実践前と後で15%（6名）→35%（14名），自信をもって問題を解決できるとした生徒は5%（2名）→10%（4名）だった。本単元実践前には，前単元「化学変化と原子・分子」において同様の実践を行っており，その意味では，本単元実践前のデータは前単元の実践の結果だということができる。これらのことから「問題解決の過程の習得」には，多くの経験が必要であることが分かった。本研究では，習得した問題解決の力を他分野の問題解決に応用できることが，論理的な思考力につながっていくと考えている。その意味で，次単元での実践において，本単元での実践結果を見取ること，次単元以降も実践を続けていくことが大切であると分かった。

4 成果と課題

成果と課題を，次の(1)～(5)にまとめた。

(1) 個人→小集団→全体と繰り返し考察・表現することにより，より的確な考察を行うことができるようになる。

(2) ルーブリックは，実践前に作成し実践後に修正するということを繰り返すことにより，よりその集団にあった的確なものを作ることができるようになる。

(3) 問題解決の過程に主体的に取り組ませるためには，生徒自らが課題を設定し活動していくことが重要である。しかし，課題の選定については工夫が必要である。

(4) 問題解決の過程は論理的な思考を育成できるが，形だけにならないよう工夫が必要である。

(5) 本研究では，習得した問題解決の力を他分野に応用できることが，論理的な思考力につながっていくと考えている。その意味で，次単元の実践において本単元の実践結果を見取ることと，次単元以後も引き続き実践を続けていくことが大切である。

これからも研究を続けるとともに，さらなる教師力の向上を目指していきたい。

研究（その３）

未来へと学びをつなぐ生徒の育成

－自己・他者・自然との対話を通して－

（実践者）森山由香里

１　研究テーマ設定の理由

教科領域研究テーマを受け，個人研究テーマを「未来へと学びをつなぐ生徒の育成―自己・他者・自然との対話を通して―」とした。三つの「つなぐ」が鍵となっている。すなわち，「自己との対話」，「他者との対話」，「自然との対話」である。

「自己との対話」とは「科学的に探究する力」を進んで活用する生徒の姿である。「他者との対話」とは「論理的思考力・表現力」を発揮して，分かりやすく考えを伝え合い深め合う生徒の姿である。「自然との対話」とは，自然を愛し，「持続可能な地球環境の実現」のために自分にできることを考え行動しようとする生徒の姿である。

ＥＳＤの理念を踏まえ，これら三つを同時に追求していくことで，生徒の学びが未来へつながり，次代を生きていくうえで生きてはたらく力になると考え，本研究テーマを設定した。

２　研究の内容と方法

(1)　自己と対話する生徒

「自己と対話する生徒」には，大きく二つの姿がある。一つは，自分の考えをつないで主体的に問題解決を行う姿である。もう一つは，自分の成長や興味の広がりに目を向け，自分に自信をもったり，自尊感情を高めたりする姿である。

実現のため，生徒が科学的に探究する力を一層高める。生徒の興味を喚起させて問題意識を生み出し，試行錯誤しながら生徒が主体的に問題解決するよう導いていく。特に，根拠を明らかにして予想や考察を行うことについて重点的に取り組む。また，生徒が自己の成長に目を向けることができるよう評価方法を工夫する。

(2)　他者と対話する生徒

「他者と対話する生徒」には，二つの段階がある。第一に，自分の考えを分かりやすく他者に伝えたり，他者の考えを柔軟に取り入れたりする段階である。第二に，他者の考えを咀嚼したうえで，批判的あるいは多面的に他者の考えを受け入れ，それらを基に自分の考えをよりよく練り直すことができる段階である。

実現のため，昨年度までの研究を基に，「きょうどう」の精神を発揮する学び合いを進める。特に今年度は，言語技術の技法等を活用しながら相手に分かりやすく自分の考えを伝えたり，相手と自分の考えをつなげたりできるような手立てを探る。限られた授業時間内で「きょうどう」の精神を発揮する学び合いを実現できるような学習形態等についても研究を進めていく。

(3)　自然と対話する生徒

「自然と対話する生徒」には，大きく二つの姿がある。一つは，自然を愛し，自然を豊かな感性で受け入れようとする姿である。もう一つは，時間的・空間的広がりをもって自然を受け入れ，さらにはより広い世界における自然や，未来の自然に思いをはせ，自分の生き方を考えることのできる姿である。

実現のため，自然の事物・現象との出合わせ方を工夫し，実感や感動を伴って自然の事物・現象と触れ合えるよう教材・教具の工夫を行う。また，自然の事物・現象と日常の生活との関わりに気付かせ，「持続可能な地球環境の実現」のために自分にできることを考え行動しようとする生徒を育てる視点で，評価方法を工夫する。

3　研究の実際

(1)　生徒の実態

本単元「化学変化とイオン」の学習が少し進んだ時期に，生徒に対してアンケートを行った。本単元においては，ペアで現象を説明し合う活動を積極的に取り入れてきた。その結果，「ペアでイオンのモデルを考える活動に積極的に取り組んでいると思う」と答えた生徒が100％であった（４段階評価の４及び３）。しかしながら，「本単元が好きだ」という生徒は69.3％に留まっており，「あまりそう思わない」生徒が25.6％，「全くそう思わない」生徒が5.1％いた。理由として，「難しい」「覚えることが多い」といった意見があった。他方で，本単元を好きと答えた生徒は，「見えないところも考えられるから」「パズルのように考えられて楽しいから」等と述べていた。すなわち，イオン概念を獲得し，それを自分のものとして使うことができている生徒にとっては本単元の内容は楽しいが，それが困難な生徒にとっては，学習意欲の低下も危ぶまれるような状況が見て取れた。こうした生徒の実態から，生徒同士の学び合いを生かし，一人でも多くの生徒がイオン概念を獲得できるようにしていきたいと考え実践を行うこととした。

(2)　論理的に思考し表現する力を高めるための工夫

ア　問答ゲームの手法を生かした全員参加の話合い

本校における言語技術を高めるための実践を活かし，理科においても，様々な場面で問答ゲームを使うことができるが，特に予想と考察の場面で用いることが多い。例えば，課題を設定した後，課題に対する自分の考えをワークシートに記入させる。そして，質問者に，課題を質問させる。それに対し，ペアの生徒に自分の考えを述べさせる。さらに，「どうしてそう考えたのか」と根拠を問わせ，根拠を述べさせる。終われば，質問者を入れ替えて同様のことをさせる。こうした言語活動を予想や考察の段階で取り入れ，生徒同士が全員参加で話合いできるようにしている。

イ　昔話の手法を生かしたペアによる説明活動

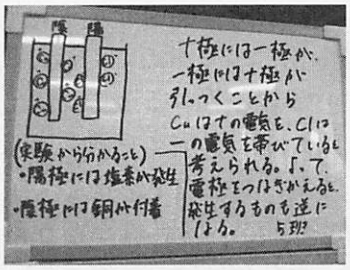
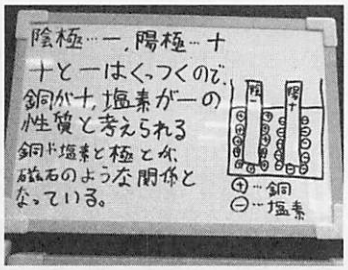
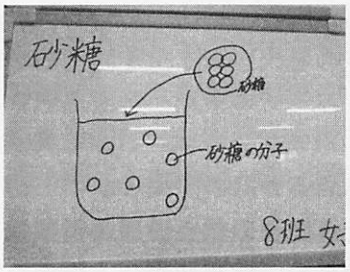
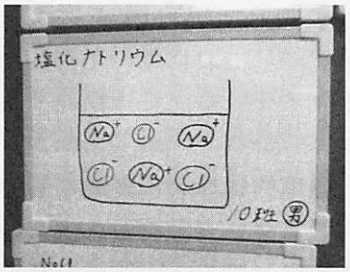
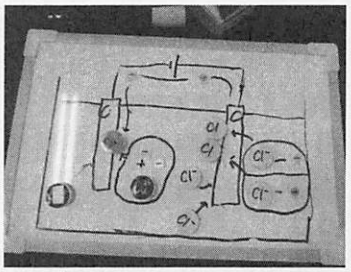
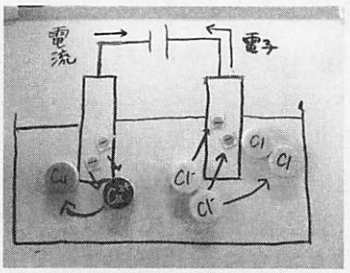
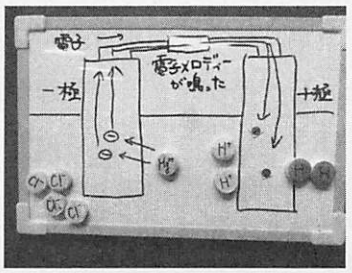
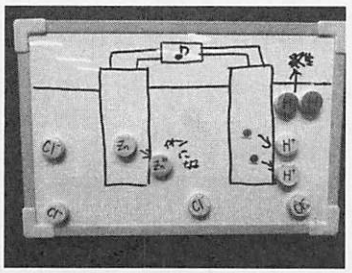
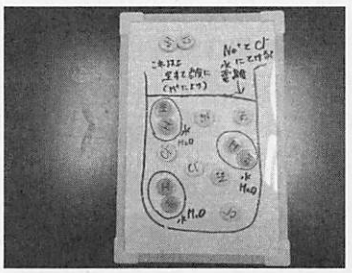
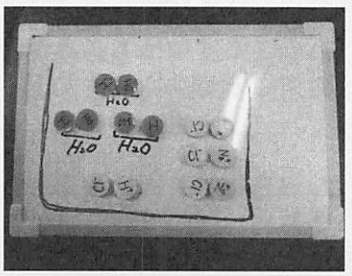
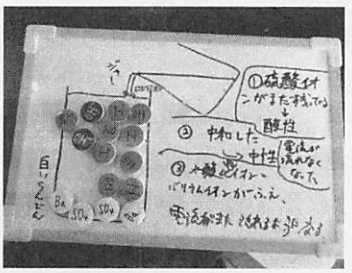
巨視的な現象（化学変化）が起こる根拠について，イオンという微視的なものを用いて説明させる活動を繰り返し行った。本単元においては，以下の場面で行った。

ペアによる説明をさせ，その後，小集団で他のペアに対して説明をさせた。続いて，全体の場で実物投影機を用いて説明をさせた。発言はランダムに教師が指名し，誰でも説明できるようにすることを共通の目標として取り組ませた。また，説明の際には，昔話の手法を生かして，「あるところに水の中に塩化水素が溶けた水溶液がありました。」のように，初めの状態を説明し，その後紙芝居で説明するように順序よく説明することを求めた（**表１**）。生徒によっては，金属板の原子が電子を失い陽イオンになることを子どもを産んだ状態に例え，水素イオンが電子を受け取ったことを妊娠したお母さんに例えるなど，分かりやすく電池の仕組みを説明した生徒もいた。

イオンのモデルには，マグネットによるモデルを活用した。このモデルは，マグネットの表面にイオン式，裏面に原子の記号を書いている。100円均一ショップで購入した「床キズ防止フェルトシール」の両面にマグネットを貼り，その上にカラーシールを貼ることで作成した。シールの色は，他の先生方のアイデアも参考にさせていただき，ＢＴＢ溶液等の色を意識して決めた。例えばH^+は黄，OH^-は青，その裏側のＨ及びＯＨは緑というようにした。このモデルは動かすのが簡単であるので，生徒によっては，まるで将棋の駒を動かすように素早く操作し，分かりやすく説明することができた。

説明は複数のペアにさせた。これにより生徒は同様の説明を繰り返し聞くこととなるが，そのことにより理解が深まるようにした。そして，最後に自分のワークシートに考えをまとめる時間を確保するようにした。

表1　昔話の手法を生かしたペアによる説明活動の流れ

学　習　活　動	生徒の学び合いの例
1　塩化銅水溶液の電気分解で陰極に銅が付着し陽極に塩素が発生したのはなぜか。	 
2　電解質の水溶液に電流が流れるのはなぜか。	 
3　塩化銅水溶液の電気分解が起こるのはなぜか。イオンのモデルを用いて説明しよう。	 
4　電池から電流を取り出すことができるのはなぜか。	 
5　塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を加えたとき，中和はどこからどこまでか。	 
6　硫酸に水酸化バリウム水溶液を加えたとき，電球の明るさが変化するのはなぜか。	 

(3) 授業の実際

ア 指導の実際

(ア) 逆向き設計を活用した指導計画　　単元名「化学変化とイオン」

第一段階：求められている結果

本単元における設定されている目標　【G】goals

(a) 研究テーマに対して：

自己との対話として，イオンに興味をもち主体的に問題解決を行わせる。他者との対話として，なぜその現象が起こったのかをペア学習を通して互いに説明し合えるようにする。自然との対話として，マクロな世界での現象（化学変化）をミクロの世界のものの見方（イオン）で捉え，それぞれの物質観をより確かなものにさせる。

(b) 「論理的に思考し表現する力」に対して：

課題を自分の問題として捉え，課題に対する自分の考えをもち，目的意識をもって観察実験を行い，課題に対応する考察を行い結論を吟味し，さらに次の疑問へとつなごうとする生徒を育てること。

永続的な理解　【U】understanding	本質的な問い　【Q】questions
化学変化の中にはイオンが関わる現象があり，その現象は，イオンという電気的性質をもつ粒子を用いて説明することができる。	**化学変化において，イオンがどのように関わっているのだろうか。**

生徒は次のことを知る　【K】knowledge	生徒は次のことができるようになる　【S】skills (a)
• 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 • 電気分解で陽極と陰極に発生する物質が決まっていること • 原子が電気を帯びたものをイオンということ • 電池の中で電子の授受が行われていること • 酸とアルカリを混ぜると中和が起こり水と塩ができること • 中和と中性には違いがあること • イオンは私たちの生活にとって身近なものであること	(a) について • 水溶液の取り扱いや正しい実験操作を身に付ける。 • 試薬等の適切な扱い方とその解釈を身に付ける。 • イオンをイメージし，モデルを用いて化学変化を表す。 • 他者の考えを聞いて自分の考えと照らし合わせ自分の考えを再構成する。 • イオンを自分たちの生活との関わりで捉え，どのようなところで使われているのか説明する。

生徒は次のことができるようになる　【S】skills (b)

(b) について

• 課題を自分の問題として捉え，仮説を書いたり説明したりすることができる。
• 結果を科学的に解釈し，結果から言えることを，イオンの考え方を用いて，他者に分かりやすく説明することができる。

第二段階：評価のための証拠

(a) に対して　【T】tasks (a)	他の根拠　【OE】other evidence (a)
パフォーマンス課題：あなたは中学３年生です。水酸化ナトリウム水溶液にうすい塩酸を混ぜたときのＢＴＢ溶液の色を観察し，なぜその色になったのか，液中のイオンの様子を明らかにして説明してください。さらに，その後の液中の様子についても説明を行い，中和はどこからどこまでなのかを明らかにしてください。イオンの単元について理解が難しいと思っている友だちが「なるほど，そういうことだったのか!」と納得するような説明になるよう考えてください。	• 「身近な水溶液に電流が流れるかどうか調べよう」に対する記述 • 「身近な電池にはどのようなものがあるだろうか」に対する記述 • 「Ｙ湖のpHは5.0～6.0である。もしＹ湖のpHを中性にしようとするとどのような方法を行えばよいと思うか」に対する記述　など
(b) に対して　【T】tasks (b)	他の根拠　【OE】other evidence
• 各実験レポートにおける課題に対する自分の考えの記述が根拠を明らかにして書かれてあるか。 • 各実験レポートにおける考察の記述が，根拠を明らかにして書かれてあるか。	• 「電池から電流を取り出すことができるのはなぜか」に対する記述 • 「硫酸と水酸化バリウム水溶液の中和において電球の明るさが変化したのはなぜか」に対する記述　など

第三段階　学習計画

1　身近な水溶液を持参し，電流が流れるかどうか調べ，電流が流れる水溶液と流れない水溶液があることを知る。
2　塩化銅水溶液や塩酸に電流を流し，陰極や陽極に発生する物質が決まっていることに気付く。
3　原子が電子を失ったり受け取ったりして電気を帯びたイオンという粒子になることを理解しモデルやイオン式で表す。
4　電解質の水溶液に２種類の金属板を入れて回路でつなげば，電流を取り出すことができることを実験する。
5　身近な電池を作ったり，身の回りに使われている電池にはどのようなものがあるか調べたりする。
6　電池から電流を取り出すことができる理由についてイオンのモデルを用いて話し合う。
7　酸性やアルカリ性の水溶液の性質について，正しい操作で実験を行い安全に調べる。
8　イオン泳動の実験を通して酸・アルカリの正体を探る。
9　正しい操作で中和実験を行い，中和と中性の違いについて見いだす。
10　パフォーマンス課題についてまとめる。
11　溶液の性質と私たちの生活との関係に興味をもち，地球環境保全のため自分にできることを考える。

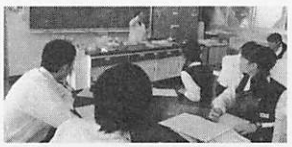
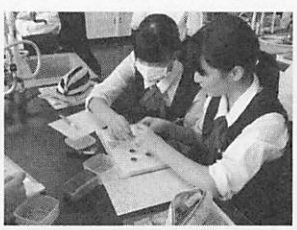
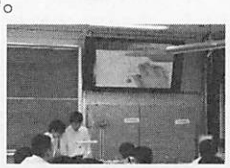
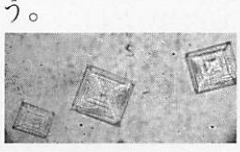
㈠ 本時の指導（12 ／ 14時間）

① 主　題　水酸化ナトリウム水溶液に塩酸を混ぜるとどんな変化が起こっているのか

② ねらい

○水酸化ナトリウム水溶液に塩酸を混ぜたとき，水溶液中でどんなことが起きているのかイオンのモデルを用いてペアで話し合い，水素イオンと水酸化物イオンが結び付いて水ができること及び陰イオンと陽イオンが電離した状態で液中に存在すること，さらに中和は酸とアルカリを少しでも混ぜた瞬間から起こることをイオンのモデルを用いて表すことができる。

③ 展　開

学習活動（形態）	時間	○教師の働きかけ	○指導の工夫　◇評価（方法）
1　水酸化ナトリウム水溶液にうすい塩酸を加える様子を見る。（一斉）	2	○水酸化ナトリウム水溶液に塩酸を加えます。 	○ＢＴＢ溶液の色は変わらなくても液中に変化があることに気付かせるため，アルカリ性のまま変わらない量の塩酸を加えた。
2　本時のパフォーマンス課題を聞く。（一斉）	3	【パフォーマンス課題】 あなたは中学３年生です。水酸化ナトリウム水溶液にうすい塩酸を混ぜたときのＢＴＢ溶液の色を観察し，なぜその色になったのか，液中のイオンの様子を明らかにして説明してください。さらに，その後の液中の様子についても説明を行い，中和はどこからどこまでなのかを明らかにしてください。イオンの単元について理解が難しいと思っている友だちが「なるほど，そういうことだったのか！」と納得するような説明になるよう考えてください。	
3　パフォーマンス課題について考える。（個人→ペア→全体→個人）	35	○二つの水溶液を混ぜる前の様子と混ぜた後の様子を，イオンのモデルを使ってペアで説明してください。  ○さらに塩酸を加えていくと，さらにどんな変化が起こると考えられますか。  ○中和はどこからどこまでなのかワークシートにまとめてください。	○すべての生徒が思考しやすくするため，表はイオン式裏は原子の記号になっているマグネットモデルを用いて思考させた。 ○すべてのペアが説明できる状態にするため，ランダムに発表者を決めた。 **○意見を積極的に述べ合わせるためペアでボードを用いて話し合わせた。【協同】** ◇水酸化ナトリウム水溶液に塩酸を混ぜたとき，水溶液中でどんなことが起きているのかイオンのモデルを用いてペアで説明し合い，中和が始まったときと終わったときのモデルを正しく表現することができる。（パフォーマンス課題）
4　中性になった水溶液から塩化ナトリウムの結晶が出てくるか調べる。（ペア）	10	○中性になった水溶液を一滴スライドガラスに取り，顕微鏡で見てみましょう。 	○自分たちが話し合ったことに対する目に見える手掛かりを示すため，顕微鏡を用いて結晶を観察させた。

④ ルーブリック

A	B	C
中和の始まりがいつなのかを正しく見いだし，中和の始めと終わりを正しいモデルで表すことができる。	中性のときのモデルを正しく表すことができる。	中性のときのモデルを正しく表すことができていない。

⑤ 授業研究の視点

○本質的な問いを，学習者が問わざるを得ないようなシナリオを設定してパフォーマンス課題を作ることができていたか。また，そのルーブリックは生徒の実態と比較し，適切であったか。

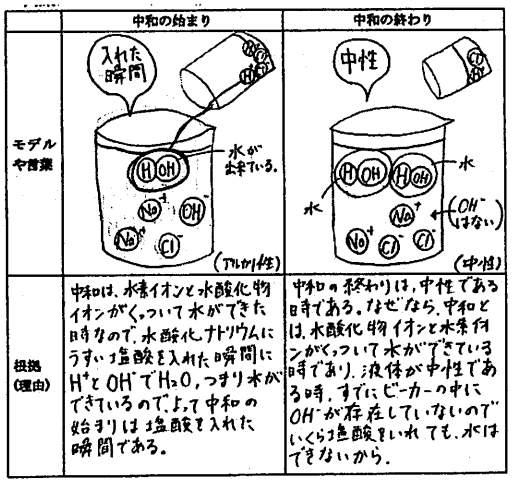
○生徒は，水溶液中の様子を説明する活動の中で，論理的に思考し表現する力を発揮することができていたか。

イ 生徒の学びの実際

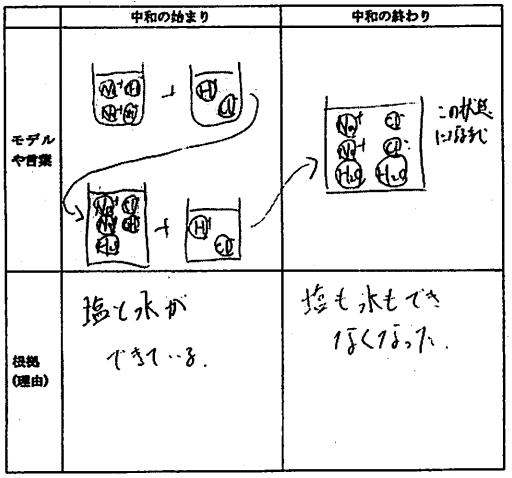
パフォーマンス課題に対するルーブリックを基に生徒の学びを分析すると，生徒37名中，Aは32名，Bは5名，Cは0名であった。生徒の学びの例を以下に示す。

評価Aの生徒のワークシートの例

〔生徒ア〕

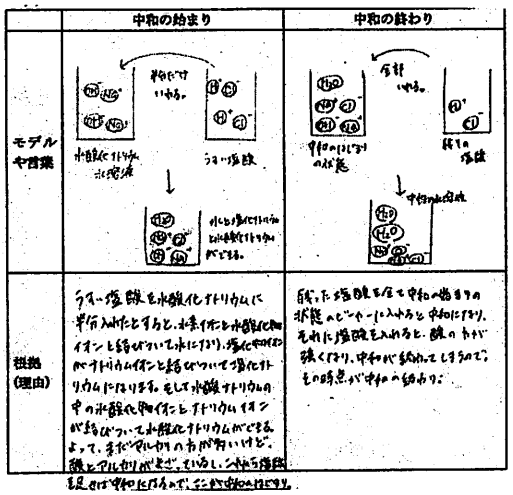


〔生徒イ〕

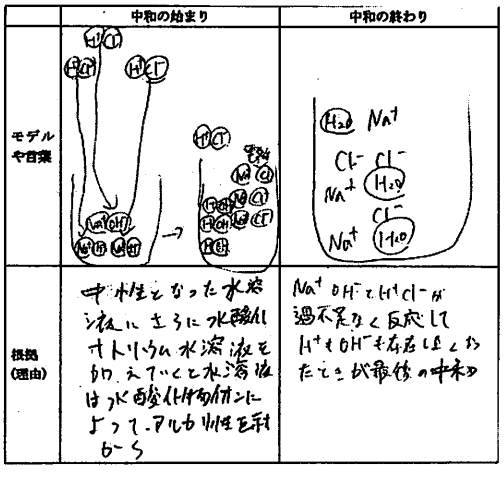


評価Bの生徒のワークシートの例

〔生徒ウ〕



〔生徒エ〕



ウ 考 察

(ア) 生徒の学びの分析より

パフォーマンス課題に対する生徒のワークシートの記述を評価した。前述のとおり，生徒は全体としてよく理解し，中和がどこからどこまでなのか，多くの生徒が正しく説明することができた。これには，一つはペア学習の効果，二つは繰り返しの効果があったと思われる。

ペア学習の効果はさらに二つの効果に分けられる。一つは，ペアは４人組による小集団学習とは異なり，必ず相手の話に耳を傾け，積極的に話合いに参加する必要があるという点である。二つ目は，分かりにくいことをそのままにせず，相手に聞きやすいという効果である。

繰り返しの効果とは，まず初めにペアで互いに現象が起きた根拠について分析し，自分なりに解釈したことを互いに話し合う必要がある。次に，複数のペアが説明するのを聞いたり，時には全体の場で自らが説明を行ったりする。このようにして，同じ現象についての解釈を繰り返し聞くことで，自分の考えと比べ，自分の考えを再構成するといった効果があると思われる。

以上のような効果から，パフォーマンス課題の内容について，多くの生徒が正しく説明することができたと考えられる。例えば（生徒ア）がその一例である。しかしながら，（生徒イ）のような記述もあった。本ルーブリックの視点から言えば，中和の始まり及び終わりについて正しいモデルを書くことはできている。しかも，（生徒イ）と話してみると，本反応について生徒自身がよく理解していることが分かった。しかし，パフォーマンス課題の中の「イオンの単元について理解が難しいと思っている友だちが納得するような説明」についての記述は不十分である。このように，生徒のワークシートを実際に評価する段階で，ルーブリック作成の難しさを再認識した。ルーブリック作りには，生徒の実態に応じた再構成が必要であると感じられた。

評価Ｂの生徒も，全体的によく記述していた。（生徒ウ）はモデルから，ほとんど正しい理解ができているが，「中和の終わり」の根拠の欄に，さらに塩酸を加えたときの話を書いている。また，（生徒エ）は，中和の始まりがいつなのかについて，記述がなされていない。これらの生徒のワークシートを評価したうえで，次時に再度中和はどこからどこまでなのか生徒と共に話合いを行い，多かった誤りについても説明を行った。

以上のような生徒の実態から，ルーブリックを以下のように変えてみた。

A	B	C
中和の始まりと終わりについて，現象と根拠について，相手に分かるように正しく表すことができる。	中和の始まりと終わりについて，現象と根拠を正しく表すことができる。	中和の始まりと終わりについて，モデルを正しくかくことができていない。

(イ) 授業研究の視点から

○本質的な問いを，学習者が問わざるを得ないようなシナリオを設定してパフォーマンス課題を作ることができていたか。また，そのルーブリックは生徒の実態と比較し，適切であったか。

パフォーマンス課題についてまだ実践が少ないため，どのようなシナリオが適切かについては今後実践を重ねる中で検討していきたい。授業を参観された先生から，そのヒントにつながるようなご意見をいただいた。「イオン概念を学習するのはなぜ必要なのか，または有用性があるのか，身近な現象や処理を用いて紹介（あるいは題材化）できればシナリオにすることができたのではないでしょうか。」つまり，「学習者が問わざるを得ないシナリオ」となっていたかどうかは課題がある。本質的な問いとの結び付きはあったと考えるが，生徒の中で，そのパフォーマンス課題に取り組むべき必要性があったかと言えば疑問が残る。しかしながら，理科の特性上，目の前に提示できる現象とパフォーマンス課題がかけ離れることに対しては，私自身違和感がある。（例えば「あなたは科学者です」というようなシナリオである。）生徒が実際に行う観察・実験と

リンクするようなシナリオの在り方について検討していきたいと考える。生徒の問題意識とパフォーマンス課題との間に重なりがあれば，生徒の意欲付けにもつながるのではないか。

○生徒は，水溶液中の様子を説明する活動の中で，論理的に思考し表現する力を発揮することができていたか。

参観された先生から，次のようなご意見をいただいた。「イオンの基礎はよく理解できていたと思います。ホワイトボードとマグネット（表裏）は，説明のために非常に役立っていた。中和している理由（根拠），問答ゲームでいうと『それはどういうことから分かるのですか』に対してモデルできちんと説明できて，現象では「色」と「塩」で説明することができたらよかったです。」つまり，モデルを正しく動かし，書く活動についてもある程度適切な記述ができていたが，ペア活動では，「これが」というように，こそあど言葉を用いた説明が多かったようである。問答ゲームでも大切にしている主語について，「水素イオンが」や「塩化物イオンは」等というように，主語を明らかにさせることで，説明する側，説明を聞く側の理解も一層高まると思われる。そのためにもチェックカードのようなものを用いて相互評価させるなど，互いの表現がよりよいものになるような手立てが必要である。

4　成果と課題

本研究の成果と課題について，「研究の内容と方法」の３点から振り返ることとする。

(1)　自己と対話する生徒について

現象をイオンのモデルを用いて説明する活動を繰り返し行ったことにより，生徒の微視的なものの見方は高まってきたように感じられる。生徒の単元末の感想にも，「見えないものを理解するのがおもしろかった」や，「今までやったことがあるような実験を別の視点で見られた」といったものがあった。今後は，生徒が成長や学びの過程を実感できるような自己評価の在り方や相互評価の在り方を探っていきたい。さらに，他の単元においても，根拠を明らかにして自分の考えを述べる機会を増やしていきたい。

(2)　他者と対話する生徒について

主にペア学習を中心として，現象を説明し合う活動を繰り返し行ったことで，徐々に現象の仕組みについて理解を深めていったように思われる。生徒の単元末の感想は次のようであった。「ホワイトボードとマグネットを使っての説明を班や隣の人と協力して行うことで，より理解を深められた。」「最初は全く分からなかったが，特に，ボードと磁石を使ってモデルで表すとよく分かった。説明されるより，自分で説明する方がより考えることができ，理解が深まった。」

逆向き設計，パフォーマンス課題等を意識するようになって，特に未来を生きる生徒にとって本単元の内容にどのような意味があるのか考えるようになってきた。今後もより広い意味合いで，「きょうどう」の精神を発揮する学び合いを捉えて実践を重ねていきたい。

(3)　自然と対話する生徒について

単元の冒頭で，身近な水溶液の電気伝導性を調べさせたり，身近な材料を用いて備長炭電池や11円電池を作らせたりした。生徒の単元末の感想は次のようであった。「この学習で一番学んでよかったと思うのは電池の作り方です。これで無人島に行っても大丈夫になりました。」「身近な現象（例えば酸性雨など）とも関連付けて考えてみるとよりおもしろいなと感じることもでき良かったと思います。」身近な現象に出合わせることで，生徒が単元の事物・現象を身近に感じられたようである。今後も教材の開発を工夫していきたい。さらに，ＥＳＤの視点から，自分にできることを考え行動する生徒の姿を単元に応じて探っていきたい。

第３章　おわりに

理科の研究において定義した「持続可能な社会を支える資質・能力」である「問題解決力」について，次の二つの点から省察したい。

１　生徒の問題解決力を高める

（その１）では，特に「問題の把握」の場面で身近な現象を取り入れることによって，生徒一人一人に「なぜだろう？」と疑問をもたせることができるので，次の「問題の追究」へとつながるということが分かった。さらに，問題の追究の大前提として，基礎基本が確実に定着していることが必要であり，基礎基本の定着が不十分であると，説明や図示の仕方に誤りが生じ，問題の解決にたどり着くことが困難になることが明らかとなった。

（その２）では，生徒の主体的な問題解決を行わせるためには，生徒自らが課題を設定し活動することが大切となるが，課題の選定について，生徒の実態に即したものとなるよう工夫が必要であることが明らかとなった。また，論理的な思考が形だけにならないような工夫が必要であるということが分かった。

（その３）では，同じような思考活動をパターン化して行ったことにより，思考のツールの一つとしてモデルを用いることができ，興味の高まりや，思考の深まりも見られた。今後は，生徒が自己の成長や学びの過程を実感できるような評価の在り方を探っていくことが課題である。

これらのことから，身近な現象の提示により問題を引き出し，生徒と共に課題を作り，論理的思考を高めながら考えを「つなぐ」ことができる生徒を育成していくことが重要であると考える。なお，パフォーマンス課題に対するルーブリックについては，実践の度に見直しを行うことが必要と考える。

２　「きょうどう」の精神を発揮する学び合いの一層の充実を図る

（その１）では，ペア学習を用いたことにより，互いに協力して観察したり話合ったりする場面を多く見ることができた。

（その２）では，コミュニケーションボードを用いて小集団で互いに課題解決を図ることで，やや難解な課題に対しても，断片的に考えを述べ合うことによって徐々に考えをつなぎ合わせ，組み立てていく姿を見ることができた。

（その３）では，ペア学習を中心として現象を説明し合う活動を繰り返し行ったことで，徐々に現象の仕組みについて理解を深める姿が見られた。

「きょうどう」の精神を発揮する学び合いを行うことで，生徒が主体的に課題解決に参加したり，相手に分かりやすく説明しようとしたり，根気強く説明しようとしたりする場面を多く見ることができた。今後も，すべての生徒の考えを出し合い，つないでいくことができるよう，話し方や聞き方のスキルが高まるような指導を探っていくこととする。

参考文献

西岡加名恵（2016）「『資質・能力』を育てるパフォーマンス評価　アクティブ・ラーニングをどう充実させるか」明治図書出版
西岡加名恵（2008）「『逆向き設計』で確かな学力を保障する」明治図書出版
三森ゆりか（2013）「大学生・社会人のための言語技術トレーニング」大修館書店
国立教育政策研究所（2016）「国研ライブラリー　資質・能力〔理論編〕」東洋館出版