理科

教科領域研究テーマ
【科学的根拠に基づき判断する態度の育成】



理　科

科学的根拠に基づき判断する態度の育成

実　践　者　岡本　慎次，沖野　俊也，真木　大輔
愛媛大学研究パートナー　佐野　　栄，隅田　　学，向　　平和
山﨑　哲司

第１章　はじめに

３か年研究の１・２年次では，生徒に身に付けさせたい資質・能力として「問題解決力」を掲げ，その実現のため，「課題の解決に向け，自ら考え，見通しを持って行動する力が育つ理科学習の展開」をテーマに研究を進めた。その結果，①「自ら考える」ためには，問題の把握の場面で生徒の実態に応じた身近な現象を取り上げることが有効である。②「自ら考える」土台として基礎・基本が確実に生徒に定着していることが必要である。③仲間との学び合いが，全ての生徒が自ら考える姿勢を生むのに効果的である。④「見通しを持って行動する力」を高めるには，単元を通して同じような思考の流れを繰り返し行わせることで，次第に生徒たちも生き生きと活動でき，論理的思考が形だけに終わらず，よりよく使いこなせるものになる。以上のことが成果として見えた。

一方，本校生徒の実態として，自分の言葉で予想や考察を書ける生徒が多い。しかしながら，それが相手を納得させるものであるかというと課題がある。相手に分かりやすく伝え，相手を納得させるためには，「科学的な根拠」を示すことが重要であると考えた。さらに，「論理的に思考し表現する学び合い」についても，引き続きよりよい在り方を探っていきたいと考えた。

これらを受け，３年次研究ではこれらの課題を解決するために，２年次研究に引き続き，本テーマで研究を続けることにした。

私たち３名がどのように「科学的根拠に基づき判断する態度の育成」を目指したのか，**表１**に示す。

表１　理科における各個人研究テーマと実践を行った単元

	実践者	個人研究テーマ	学年	単元名
その１	岡本　慎次	得られた結果を分析して解釈するなど，科学的に探究する力と科学的根拠を基に表現する力の育成	３年	「酸，アルカリとイオン」
その２	沖野　俊也	知識や概念から予測し，科学的根拠により集団決定を行う学習展開 ―合意形成の手法を通して―	２年	「電流と磁界」
その３	真木　大輔	仲間との関わり合いの中で科学的根拠に基づいた思考力を養う指導の工夫	２年	「生物の変遷と進化」

以上のような個人研究テーマを基に，持続可能な社会を支える生徒の将来の姿に思いを馳せながら，資質・能力を高めるための研究を行った。

第２章　研究の実際

研究（その１）

得られた結果を分析して解釈するなど，科学的に探究する力と科学的根拠を基に表現する力の育成

（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，理科の見方・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，目的意識を持ち，自ら考え，見通しを持って判断する授業展開が重要だと考える。そこで本研究では，得られた結果を分析して解釈するなど，科学的に探究する力と科学的な根拠を基に表現する力が的確に判断する態度につながるものと考え，本研究テーマを設定した。

２　研究の内容と方法

(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構成される。問題の把握においては，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」を持たせる。問題の追究においては，その事象から得た「疑問」から「学習問題」を立て，生徒が持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。問題の解決においては，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)　積極的なグループ学習を図る，学び合いの場の充実

積極的なグループ学習を実現するため，個々の考えを持たせた上で，ペア・グループ学習ではコミュニケーションボードを活用し，効果的な仲間との学び合いの場では，ロイロノートを取り入れる。

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，探究心を持って学習に取り組めている（40名中40名）。また，観察・実験した結果を基に意見を出したり，話し合ったりする活動にも積極的に取り組む生徒（40名中26名）が多い。しかし，仲間の意見を参考に，自分の考えに見通しを持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，自分で意見や考えを十分発表できていない生徒（40名中５名）も少なからずいる。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。本単元においては，グループ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，「グループで課題を考えることに積極的に取り組んでいると思う」と答えた生徒が全員であった。しかしながら，「本単元が好きである」という生徒は６割強，「あまりそうは思わない」生徒が３割，「全くそう思わない」生徒が１割弱いる。理由として，「難しい」，「覚えることが多い」といった意見がある。一方で，本単元が好きと応えた生徒は，「見えない反応をモデルで考えるところが楽しい」，「分からなかった事が分かるようになる」等と述べている。

こうした生徒の実態を踏まえ，全ての生徒が観察・実験には意欲的に取り組めるため，既習事項を活用し，できるだけ身近な現象を取り入れることで，探究心を持たせるようにした。また，全ての生徒が意見を出せるように，個々の考えをしっかり持たせてからグループ学習を取り入れるようにし，生徒同士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，自ら考え見通しを持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

身近な事物・現象に対する不思議さや面白さに直接触れさせるようにし，日常生活に見られる現象と結びつけて，身近な現象に対する興味・関心を高めるようにしたい。

まず，日常生活との関わりが深く，直接体験が可能な現象を取り上げる。化学変化に関する観察・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させて調べようとする主体的な態度を身に付けさせたい。

本時は，塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和において，電気伝導性がどのようになっているかを説明する活動をさせる。これまで，電気分解や電池において，その反応が生じた原因をイオンのモデルを用いて説明する活動を行ってきた。そこで，その方法を活用させて，電流の変化についても考えさせる。その際，観察・実験やモデルを活用し，科学的に見る見方や考え方を養うことができ，化学変化に対する興味･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。また，話合い活動（「ペア→小集団（班）→全体」）を取り入れ，結果を基に説明するなど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 指導の実際

(ア) 逆向き設計を活用した指導計画　　単元名　酸，アルカリとイオン

第１段階：求められている結果

【研究テーマを踏まえた単元目標】

○化学変化についての観察・実験を通して，水溶液の電気伝導性や中和反応について理解させる。
○水溶液の電気伝導性や中和反応の事物・現象をイオンのモデルと関連付けてみる見方や考え方を養う。

【本質的な問い】

化学変化の仕組みについて，イオンがどのように関わっているのだろうか。

【永続的な理解】

自然環境に目を向けると，「水質汚染」･「土壌汚染」･「大気汚染」など，私たちの生活によって排出する物質が，自然破壊を起こし拡大させている。その原因の物質が，何であるかを突きとめようとすると原子レベルで事物・現象を捉えることが大切になってくる。そこで，中和の実験を行うことで，化学変化の仕組みを原子レベルで理解することで，事物・現象の仕組みを科学的に捉え，自然破壊について認識を深め，解決する力が身に付く。また，同時に生命を尊重する気持ちをも高めることができる。

【生徒は次のようなことができるようになる】

○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。
○実験結果を科学的に解釈し，結果から言えることを，原子・分子の考え方を用いて，他者に分かりやすく説明することができる。

【単元目標に必要な「論理的に思考し表現する力」】

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持ち，目的意識を持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，さらに次の課題に気付くことができる。

第２段階：評価のための証拠

【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ていったときの電流の変化を観察し，なぜそのようになったのか，液中のイオンの様子を明らかにし，イオンの単元が難しいと感じている友人に分かるように説明してください。また，説明内容が「なるほど，そういうことなのか。」と分かるようなモデルを使って書き表してください。

【パフォーマンス課題における評価規準】	【他の根拠】（評価方法等）
○電流の変化が，イオンの数と電気伝導性によるものであることを見いだし，分かりやすくモデルを使って説明できている。 ○電流の変化が，イオンの数と関係していることに気付き，モデルを使って中和と関係付けて説明している。 ○電流の変化が，イオンと関係していることに全く気付いていない。	○小集団の観察 ○ワークシートの記述 ○ノート，まとめノートの記述 ○アンケートにおける評価・記述

第３段階：学習計画（全27時間）

1	水溶液とイオン	８時間
2	化学変化と電池	７時間
3	酸，アルカリとイオン	９時間
4	パフォーマンス評価	２時間
5	単元別テスト	１時間

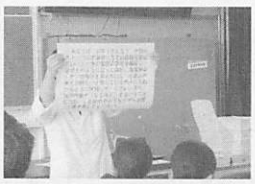
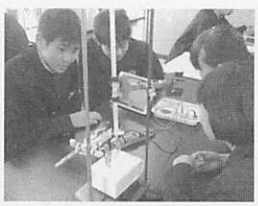
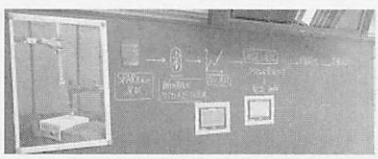
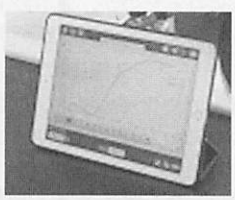
イ　本時の指導（26 ／ 27時間）

(ア)　主　題　水酸化ナトリウム水溶液に塩酸を混ぜていくと，電流の変化はどのようになるのだろうか。

(イ)　ねらい

イオンのモデルを用いてグループで話し合い，水素イオンと水酸化物イオンが結びついて水ができること，陰イオンと陽イオンが電離した状態で溶液中に存在することを踏まえて，電流が流れる大きさについて説明できる。

(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）
1　既習事項の復習をする。　（一斉）	3	○水酸化ナトリウム水溶液，うすい塩酸には，電流が流れることを確認する。 ○水酸化ナトリウム水溶液にうすい塩酸を混ぜると，中和が生じることを確認する。	○本時の内容を理解しやすくするために，既習事項を確認した。
2　本時の課題を聞く。　（一斉） 	2	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ていったときの電流の変化を観察し，なぜそのようになったのか，溶液中のイオンの様子を明らかにして説明してください。イオンの単元が難しいと感じている友人に分かるように説明してください。また，説明内容が「なるほど，そういうことなのか。」と分かるようなモデルを使って書き表してください。	
3　予想する。（個人） 	10	○水酸化ナトリウム水溶液にうすい塩酸を混ぜていったとき，電気伝導性はどのようになるのだろうか。 • うすい塩酸を加えていくとどんどん電流の大きさが小さくなる。 • 流れる電流は，小さくなるが０にはならない。 • 中性のとき一番流れる電流が小さくなり，再び酸性になって行くと電流の大きさが大きくなる。	○電気伝導性の意味が分かりにくい生徒のために，分かりやすく伝えた。 ○考えにくい生徒のために，水酸化ナトリウム水溶液とうすい塩酸を混ぜたときの反応に着目させて考えさせた。
4　教室を移動し，実験を行う。 （グループ） 	15	○実験方法と結果の記録と処理の説明を行う。 • センサの使用方法 • うすい塩酸の加え方 • 記録と処理（グラフ）の方法 	○実験の時間短縮のため，電流センサーを使って，記録作業とグラフ作成をＰＣに行わせた。 
5　教室を移動し，実験結果を基に課題について考える。 （個人→グループ） 	15	○実験結果を基にモデルを利用して考える。	○水溶液中でどのようなことが生じているか分かりやすくするため，イオンのモデルを用いてグループで話し合わせた。 ◇電流の流れる大きさについて，正しく書いたり，説明したりすることができる。 （観察・ワークシート）
6　本時の学びを振り返る。 （全体→個人）	5	○グループの考えを発表する。	○個々の考えを深めるため，ＩＣＴ機器を使って，グループで考えを共有させた。

(エ) ルーブリック

A	B	C
電流の変化が，イオンの数と電気伝導性によるものであることを見いだし，分かりやすくモデルを使って説明できている。	電流の変化が，イオンの数と関係していることに気付き，モデルを使って中和と関係付けて説明している。	電流の変化が，イオンと関係していることに全く気付いていない。

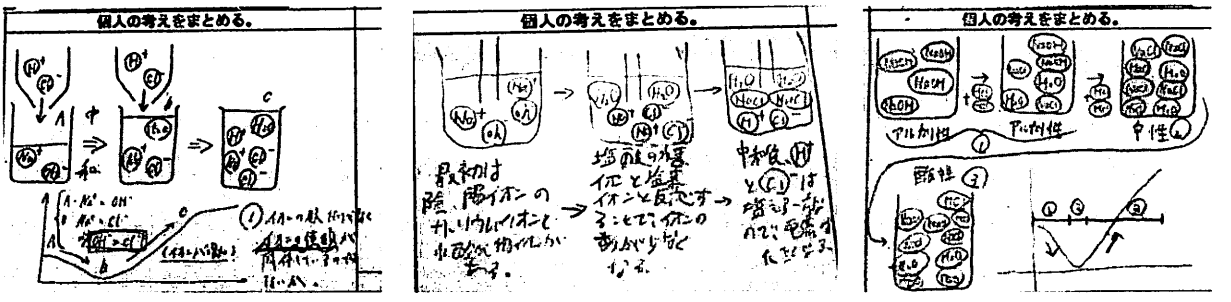
ウ 考 察

(ア) 生徒の学びの実際より

今回は，中和で沈殿を生じない水酸化ナトリウム水溶液とうすい塩酸を混ぜ合わせ，電流の変化を探らせた。生徒たちは，既習事項で電池のしくみについて，モデルを使って学習しているため，電流の変化が水溶液中のイオンと関係があることに容易に気付いていた。そのため，個々の考えをしっかり持てていた。しかし，イオンの数に注目しているにもかかわらず，中和が起こっているまで（中性まで）は，数に変化がないことに気付いていない生徒が多く見られた。その後，グループでの話合いを取り入れたことで，数の変化に気付きイオンの種類による電気伝導性（電流の流れやすさ）に気付いたグループがあった。個々の考えがしっかり持てることで，グループでの話合いに広がりと深まりが見られた。

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（**図1**）。モデルと図で正しく記入できている生徒（評価A）は全体の10%程で，正しく説明できないが，イオンの数から考えている生徒（評価B）は全体の80%程いた。残1割の生徒は，中和という反応は理解できているが，電流の変化になるとどこから考えていいか分からなくなっている生徒（評価C）がいた。

生徒の思考を考えると，電流の変化がイオンの数だけでなく，イオンの種類による電気伝導性と関係があることで広がりと深まりがあったように感じる。



評価A　　評価B　　評価C

図1　生徒のワークシート（パフォーマンス課題に対する解答）

(イ) 授業研究の視点から

参観された先生から，以下のようなご意見を頂いた。

○パフォーマンス課題について考えさせることは，科学的に探究する力と科学的な根拠を基に表現する力の育成に効果的であったか。

- 電流の変化が，水溶液中のイオンの数と関係があることに気付き，科学的（水と塩ができることと捉えて）に探究している生徒がほとんどであり，効果はあった。
- 根拠を基に表現するところでは，パフォーマンス課題の設定としては良かったものの，実際の解決の場面では根拠と結果が明らかになっていない生徒が多かった。その原因としては，イオンの種類によって電気の流れやすさに違いがある（電気伝導性）ことに気付かなかったことが挙げられる。

○グループで話し合ったり，全体の発表を聞いたりすることは，自分の考えを広げたり，深めたりすることにつながったか。

- 実験では，センサを利用しＰＣでグラフ処理をしたため，全班が同じ結果になり，実験操作による誤った結果は全くなかった。そのため，実験結果を基にしっかり思考できた。
- 全体の場でのロイロノートの活用が効果的であった。
- 生徒の中には，科学的な調査の結果を伝えただけで，終了してしまった生徒がいた。
- パフォーマンス課題としての結論に導く発問や電気伝導性に気付かせる発問が必要である。

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が見られた。これは，センサを用いてＰＣで結果を処理する方法が初めてであったことや既習事項から考えられる身近な現象の教材であり，現象を目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，個人で考える時間を確保し，その後グループ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。

全体の場の発表においては，ロイロノートで他のグループの考えを分かりやすく聞いたため，対話的な学びが充実し，多様な見方・考え方ができ，自分の考えを再構築でき，深い学びへとつながったように感じる。

問題の把握においては，今回のように既習事項から考えられる身近な現象を取り入れれば，「なぜだろう」という疑問を持たせることができ，次の問題の追究につながることが分かった。また，既習事項から考えた予想と実験結果が違うことで，学びに広がりや深まりが見られた。しかし，問題の追究においては，しっかりとした基礎・基本の定着（今回の授業では，電解質の物質，電池のしくみ，中和のモデル説明）が不十分だと，説明や図示の仕方に過ちや解決が明確でないことが生じ，最終の問題の解決にたどり着かないことも分かった。

今回の授業のように仲間と話し合う，ペア・グループ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，目的意識を持ち，自ら考え，見通しを持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）

知識や概念から予測し，科学的根拠により集団決定を行う学習展開

―合意形成の手法を通して―

（実践者）沖野　俊也

１　研究テーマ設定の理由

科学とは，仮説を立てて，その仮説が本当に正しいのかどうかを様々なデータや論理を使って検証する行為である。また，理科とは自然界の事物・現象を学ぶ教科である。したがって，理科での「持続可能な社会を支える資質・能力」とは，「自分が既に持っている知識を用いて予測し，実験・観察によってデータを集め，その結果から事物・現象について根拠を持って説明する力」だと考えた。この力を育むためには，まず身近な生活の中にある事物・現象に疑問を持ち，その疑問を解決していこうとする意欲が必要である。また，その疑問をよりよく解決していくためには，主体的で対話的な活動が必要であると考えた。そのため，個人で根拠のある意見を持ち，その意見を持ち寄って集団で練り上げていく過程を効果的に取り入れた授業作りを大切にしたいと思い，本研究テーマを設定した。

２　研究の内容及び方法

(1)　生徒が疑問を持つ導入や問題設定の工夫

主体的に学習に取り組ませる上で大切なのは，生徒自身が問題点に気付き，学習したいと思う気持ちを持たせることである。つまり入口が面白いと感じなければ，生徒は興味を持ちづらいと考えた。本実践対象学級の事前のアンケート結果では，７割の生徒が授業前に単元の予習を行っていた。そのため，次の２点を意識して問題の設定や導入の工夫を行った。一つ目は「習熟度に関係なく，興味を持つことができるテーマを設定すること」，二つ目は「生活の中で起こっていることや利用しているものを中心に考えるものを題材とすること」である。例えば，「エアコンの除湿機能の仕組みを考える」「星占いの星座はどのように決まっているのか」などである。このような問題を解決していくことが永続的な理解につながっていくと考えた。

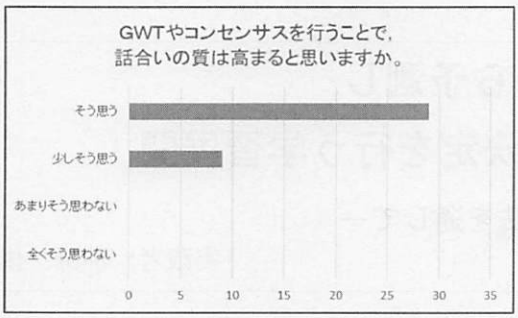
(2)　合意形成（コンセンサスゲーム）の手法を用いた効果的な話合いの場の設定

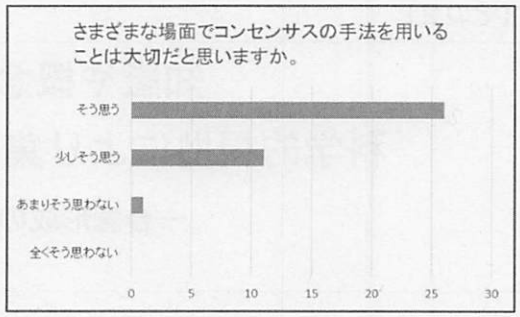
話合い活動を行っても，生徒は意見を出すだけで，意見を練り合うことを意識していない場合が見られた。そこで，話合い活動の基盤として学校現場や企業研修でよく使われているコンセンサスゲームの考え方（以下合意形成）を用いた。合意形成とは多様な利害関係者の意見の一致を図ること，特に議論などを通じて，関係者の根底にある多様な価値を顕在化させ，意思決定において相互の意見の一致を図る過程のことである。お互いに高め合う集団を形成するには，妥協ではなく対話による決定が重要である。合意形成を用いることにより，目的達成のための論理的な思考の重要性や，集団決定の大切さを学ばせることができると考えた。

３　研究の実際

(1)　生徒の実態

本校では２，３年生は学級のメンバーが変わらないため，２年間かけて学級作りを行った。横浜市学校ＧＷＴ研究会が出している「学校グループワーク・トレーニング」シリーズを利用し，「観る・聴く・伝える・まとめる」といったコミュニケーションの基礎力を向上させる目的のＧＷＴやＮＡＳＡ実習のようなコンセンサスゲームの手法を取り入れた学級活動を行ってきた。





資料１　コンセンサスについてのアンケート　10月実施（実施人数38名）

実際，いろいろな場面で個人の意見を尊重して話し合おうとする姿勢が見られた。**資料１**からもこのような学級活動は生徒にとって楽しく，意義のあることだと実感できる。また，取り組みやすい活動のため，どのような実態の学級に対しても効果があると考える。

⑵　論理的に思考し表現する力を高めるための工夫

科学的根拠に基づき判断する態度を育成するためには，科学的思考力を用いる場面を設定することが肝要である。科学的な現象に対して生徒は自分なりの概念を持っている。その知識から仮説を立て，その仮説を小集団で出し合い，合意形成を図ることで現象に対する興味・関心や現象を説明する表現力を高める活動を行った。また，観察・実験の方法を考える場面や結果から考察を行う場面でも合意形成を行い，思考力，判断力の高まりを目指した。

⑶　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　電流と磁界

第１段階：求められている結果	
【研究テーマを踏まえた単元目標】 ○電流と磁界の関係についての理解を深め，日常生活や社会と関連付けて探求するために必要な観察・実験等に関する基本的な技能を身に付け，科学的に探求する態度を高めることができる。 ○電流と磁界の関係についての観察・実験などについて今までに学習した知識等を用いて科学的に探求し，科学的根拠を基に他者と互いに議論を深めることができる。	
【本質的な問い】 電流と磁界にはどのような関係があり，自分たちの生活とどう関わっているのか。	
【永続的な理解】 現代の社会は電気エネルギーに支えられている。モーターを利用している電化製品は，磁界中のコイルに電流を流すことで力が働くことを利用している。また，私たちの生活で利用されている電気は，発電機などで誘導電流を発生させて交流として送られてくるものである。	
【生徒は次のようなことができるようになる】 ○電流が流れる導線やコイルのまわりには磁界が発生し，そのでき方には電流の向きによって規則性があることを説明できる。 ○モーターが回り続ける原理を図を用いて説明することができる。 ○発電機が発電する原理を説明することができる。 ○他者の意見と自分の意見を練り合い，一つの意見を構築していく態度を身に付ける。	
【単元目標に必要な「論理的に思考し表現する力」】 磁界中で磁界の中に入れたコイルに電流を流すとコイルは力を受けて動き出すこと，動き続けることを理解し，その仕組みがどのように身の回りで利用されているのか推測することができる。	
第２段階：評価のための証拠	
【パフォーマンス課題】 自分なりの手回し発電機（整流子付き）の設計図を作成してください。 ○発電する仕組みの説明も書くこと ○直流と交流の違いの視点から整流子の働きについても触れること	
【パフォーマンス課題における評価規準】 ○磁界の中で力を働かせることによって電流が流れることを分かりやすく説明できている。 ○発生した電流の向きについても考察できている。	**【他の根拠】（評価方法等）** ○小集団の観察 ○ワークシートの記述

第３段階：学習計画（全12時間）		
1	電流がつくる磁界	３時間
2	磁界から電流が受ける力とモーター	４時間
3	発電機の仕組み	２時間
4	直流と交流	１時間
5	パフォーマンステスト	１時間
6	単元別テスト	１時間

(イ) 学習計画２の指導（３／４時間）

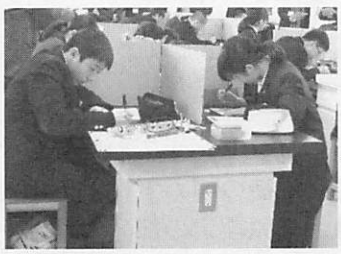
① 主　題　電流と磁石の働きで動き続ける仕組みを考えよう

② ねらい

○電流と磁石の働きで動き続ける仕組みを主体的に考えることができる。

○整流子があることによって何が起こっているのか班員と協力して説明することができる。

③ 展　開

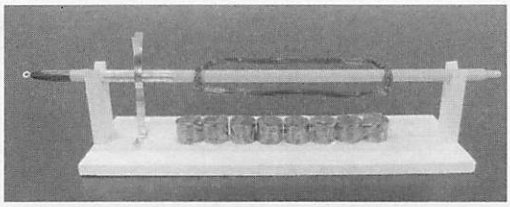
学習活動（形態）	時間	○教師の働きかけ　・生徒の反応	○指導の工夫　◇評価（方法）
1　問題を設定する。 （一斉→個人→ 小集団→全体）	15	○前時に学習した電気ブランコの動きは日常生活に利用しにくいですね。 ○どのような動きをすると利用できそうですか。 ・回り続ければよい。 ○この装置を回り続けるようにするためにはどこをどのようにしたらよいでしょうか。 ・難しい。 ・電流の向きか磁石の極が入れ替わればよいのではないか。 ○回り続けるモデルを見てみよう。何が違うのかな。 ・電気が送られている部分（整流子）に切れ目が入っている。	○前時の学習を想起しやすくするために90°しか回らないモデルを見せた。 ○回ることをイメージしやすくするために，水車や蒸気機関の写真を見せた。  ○問題設定を主体的にできるようにするため，整流子とブラシを備えたモデルを各班に見せた。
回転するモデルはどのような原理で回り続けるのだろうか。			
2　問題解決に取り組む。 （個人→小集団→ 全体） 	30	○問題の答えを自分たちの言葉で説明しよう。 ・回転する軸と電源からの線が接する部分が半円状になっている。そのため，電流の流れる向きが半分で切り替わり，導線にはたらく力の向きが常に同じになるために導線の輪が回り続ける。 ○早く答えを導き出すことができた班は，このモデルをより速くより強くするためにはどのような工夫をすればよいだろうか考えてみよう。 ・磁石の数を増やす。 ・コイルの巻き数を増やす。→でも重くなる。	◇自分なりの予想を説明することができている。 （ワークシート） **○現象を根拠を持って説明できるようにするために，個人の考えを一つにまとめる議論（コンセンサス）を行った。** ○コンセンサスをとる活動をサポートするために，机間指導を行った。 ○答えを導き出すのが困難な班には導きやすくするために，ヒントの提示をした。 ◇班で論理的な解答を出すことができている。 （ワークシート・ ホワイトボード）
3　本時の学習を振り返る。　（一斉）	5	○本時の学習を振り返ろう。 ○市販のモーターの中身はどのようになっているだろうか。次時に見てみよう。	○本時に使ったモデルがモーターの原理であることを伝えた。

イ　考　察

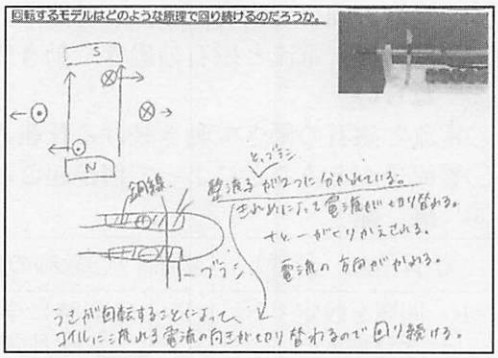
(ア)　生徒の学びの実際

本時は「電気ブランコの学習からその動きを動力として利用するにはどうすれば良いか」という問いから，「電流の流れる向きが変われば，力が働く向きが一方向になる」につなげ，「整流子とブラシによって電流が切り替わり動き続ける」ことに気付かせたい授業である。難しい問題であったが，回り続ける仕組みに興味を持つ生徒が多数いたことは成果であった。

教科書によく掲載されている自作モーターは，慣性を利用している整流子がないモーターである。そこで整流子とブラシを備えたモデルでモーターの仕組みの理解につなげた。目の前で実際に触れながら考察できるモデルのため，生徒は考えやすそうであった。また，今までのコンセンサスをとる活動では，「知識を持っている一人の意見に流される」という課題点もあったので，机間指導を行い，班内で疑問点を積極的に出していくようにサポートした。



資料２　自作モーターモデル



資料３　個人考察メモの例

(イ)　授業研究の視点から

参観された先生方から，次のようなご意見をいただいた。(成果○　課題●)

課題設定の流れとコンセンサスをとる活動は，生徒が主体的に考える活動を行うために有効であったか。

○　コンセンサスや教え合いによって生徒の課題意識が高いままであった。
○　生徒の諦めずに考える姿勢が見られた。日頃の取組の成果ではないかと感じた。
●　課題設定の部分で教師が説明しすぎていた。主体的に考えさせるのであれば，もっと疑問を生徒から出させ，議論させる流れが必要ではないか。

本時に使用した教具やコンセンサスをとる活動は，科学的根拠に基づき判断する態度の育成につながったか。

○　モーターモデルは生徒が興味を持ち，考えやすい教具であり，大変有効的であった。
○●　コンセンサスは多くの生徒が分かるようにするには有効であった。ただ，追究意欲のある生徒には適してないのではないか。
●　コンセンサスをとる活動は時間がかかるため，ヒント提示の工夫がもっと必要である。
●　コンセンサスや教え合いでは，常に教える側の生徒ができ，一方的になる可能性がある。

４　成果と課題

成果としては，学校全体の取組，学級活動の取組，教科の取組の流れが，本校の研究目標の実現につながったことが挙げられる。また，知識や概念に個人差は見られたが，知っている者が教え，知らない者は教わるといった活動が生徒の中でできていた。概念を一度崩して正しいものを築くために，予想や実験計画の段階で合意形成の手法をとることは有効であったと考える。学級においても時間をかけてしっかり練り合う雰囲気があり，お互いを尊重する支持的風土ができていた。

課題としては大きく三つある。一つ目はこのような実践が単発にならないように年間を通して学習課題を見直すことが必要であること。二つ目は論理的な思考力を高めるために，３年間を見越した段階的な共通の学級活動を行うことが必要となること。三つ目は参観された先生のご指摘の通り，更に生徒の主体的な活動にしていくためには，発問や教材の工夫が一層必要であることである。今後も課題を改善することに努め，授業研究を進めていきたい。

研究（その３）

仲間との関わり合いの中で
科学的根拠に基づいた思考力を養う指導の工夫

（実践者）真木　大輔

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，科学的根拠に基づいた思考力（問題や現象の背景の理解，データや情報を分析する能力，多面的かつ総合的なものの見方を重視した思考力）が欠かせない。そのような力を育てるために，仲間との学び合いを通して問題解決の過程（探究的な学習の過程）の習得が大切であると考えた。そこで，本研究では，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，将来，身近なところから行動を開始し，学びを実生活の変容へとつなげ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)　問題解決の過程を重視した授業実践

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。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。その他の単元においても，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。

(2)　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。さらに，生徒の深い学びにつなげるため，ICT活用の特性である「情報を整理・分析，表現できる」「双方向でやりとりできる」等を生かした，タブレット端末と授業支援アプリ「ロイロノート・スクール」を活用し，学習した内容を整理し学級全体で多様な見方・考え方を共有できるようにする。

３　研究の実際

(1)　生徒の実態

本学級の生徒（40名）は，学習に対する意欲があり，理科に関する興味・関心も高く，実験等には積極的に取り組むことができる（40名中40名）。その反面，実験結果の考察や，自分の考えをまとめ，発表するなどの表現活動を苦手とする生徒が多い（40名中14名）。この原因として，観察・実験において目の前で起こる科学的な事象に興味・関心が集中しすぎるために，そこから導き出すべき法則や規則性等の発見という，理科の中で最も重要な科学的思考につなげられないことが原因と考えられる。

このような生徒の状況を踏まえて，観察・実験の目的を明確にし，生徒自身がそこから何を考え，何を学ぶのかを具体的に感じられるように授業を展開する。また，生徒の「なぜ？どうして？」という素朴な疑問から生徒どうしの学び合いが始まり，より高次な考える力の育成を図りたい。

(2)　論理的に思考し表現する力を高めるための工夫

指導に当たっては，生徒の論理的思考力・表現力を高め，主体的に問題解決にあたることができるよう，次の２点について工夫を行う。一つ目は，身近で比較的容易に観察できる動物や，地域で親しまれている近隣の動物園施設を利用することである。生徒にとって心理的に身近なもの，興味・関心が高い動物の観察や実験を取り入れることで，主体性を高める。二つ目は，科学的な根拠を明らかにしながら自分の考えを伝える機会を設定することである。具体的には，それぞれ

の班で観察する標本を異なるものにし，自分たちが観察したことを他の班に伝えるジグソー学習を設定した。仲間と関わり合いの中でＩＣＴの活用，問答ゲームの手法を生かして対話的な学びを充実させ，まとめたことを的確に表現する力を育んでいきたい。

⑶　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　生物の変遷と進化（２年）

第１段階：求められている結果		
【研究テーマを踏まえた単元目標】 ○現存の生物及び化石の比較などを基に，現存の生物は過去の生物が変化して生じてきたものであることを体のつくりと関連付けて理解する。 ○様々な動物の比較から分析・解釈を行い，生物の変遷について理解する。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意欲と態度を育てる。		
【本質的な問い】 生活環境によって動物は，体のつくりや働きをどのように適応させてきたのか。		
【永続的な理解】 生物は不変のものではなく，共通祖先から長大な年月の間に次第に変化して現生の複雑で多様な生物が生じたということが，過去の膨大な資料から分かっている。生物は，生活の場によりよく適応するよう体のつくりや働きを進化させてきた。形や働きが異なるが，元は同じ器官であったと考えられる相同器官やクジラに見られる痕跡的な骨からも進化が実際に起きたことが示されている。逆に捉えるといろいろな動物の比較から，共通点，相違点について分析して解釈し，生物が進化してきたことを理解し，生物を環境や時間的なつながりで捉えることができる。		
【生徒は次のようなことができるようになる】 ○現存の生物は過去の生物が変化して生じてきたものであることを，体のつくりと関連付けて理解することができる。 ○いろいろな動物の比較から，共通点，相違点について分析して解釈し，他者の考えを聞いて自分の考えを照らし合わせ自分の考えを再構成できる。		
【単元目標に必要な「論理的に思考し表現する力」】 体のつくりなど動物の生活やその環境について，動物の観察の記録と資料に基づいて特徴を見いだし，自分の考えを，科学的根拠を基に筋道を立てて表現することができる。		
第２段階：評価のための証拠		
【パフォーマンス課題】 あなたは動物学者です。友人から未知の生物の骨格標本について教えてほしいと，持ち込みの相談を受けました。この生物の特徴，生息していた環境について，「なるほど，そういうことなのか。」と納得できるような証拠を示しながら，説明してください。		
【パフォーマンス課題における評価規準】 ○生活環境に適応していることに気付き，事実の特徴を捉えて，その事実に対する根拠を主張することができている。 ○相手の考えを自分の考えと比較しながら聞き，６Ｗ１Ｈを生かして質問することができている。	**【他の根拠】（評価方法等）** ○小集団の観察 ○ワークシートの記述 ○ノート，まとめノートの記述 ○アンケートにおける評価・記述	
第３段階：学習計画（全９時間）		
1	約40億年の間，時代とともに，生物の種類はどのように変化してきたのだろうか。	２時間
2	セキツイ動物の出現と進化は，どのようになっているのだろうか。	２時間
3	進化の証拠には，どのようなものがあるのだろうか。	２時間
4	動物の骨格標本から，生物の特徴，生息していた環境を類推する。	３時間

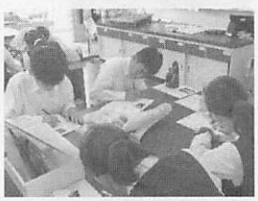
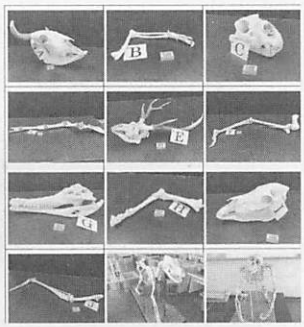
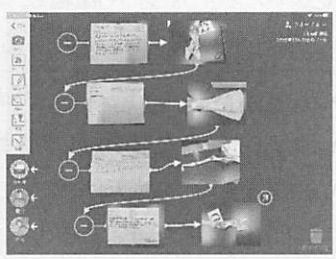
㋑　本時の指導（８・９／９時間）

①　主　題　動物の骨格標本から生きていた当時の姿を読み解こう

②　ねらい

○未知の骨格標本と動物観察の記録や資料を基に，他者と議論を深めて体のつくりの特徴を見いだし，その動物の生活や環境について，科学的根拠に基づいて説明することができる。

③ 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）
1　導入を行う。 （一斉） 	5	○この生物は，生きていた当時どのような姿であっただろうか。生物が備えている特徴の利点，生活環境をふまえて，根拠を示しながら説明してみよう。	○本時の内容を理解しやすくするために，チンパンジーの全身骨格標本を見せ，生物の特徴，生活環境を類推させた。
2　本時のパフォーマンス課題を聞く。　（一斉）	5	あなたは動物学者です。友人から未知の生物の骨格標本について教えてほしいと，持ち込みの相談を受けました。この生物の特徴，生息していた環境について，「なるほど，そういうことなのか。」と納得できるような証拠を示しながら，説明してください。	
3　課題について考える。 （個人→ペア→小集団） 	15	○生物の特徴，生活環境を考えるグループに分かれて調べてみよう。 頭骨標本５点，ウシ，ウマ，ライオン，ワニ，シカ 肢骨標本５点，ウシ，ウマ，ネコ，カンガルー，ダチョウ	○標本を班ごとに用意した。 
4　班ごとに中間発表を行う。 （小集団） 	20	○判断となる証拠を示しながら，特徴を説明しよう。 ○各班で話し合ったことや話題になったことなどを紹介しながら，解決の方法を話し合ってみよう。 ○話合い，共有した意見を基に，全体発表に向けた準備をしよう。	○ジグソーの手法でプレゼンを行い，質疑応答の時間をとり発表内容を深めさせた。 ◇根拠を明らかにして学んだことを説明することができたか。（ワークシート） ○クロストークを通して自分なりの考えを見直し，更によりよいものに修正，改善させるよう意識させた。
5　全体発表の準備を行う。 （小集団→個人）	5	○明日の発表に向けて，最終報告書を整理しよう。	○ロイロノートのプレゼン機能を使い，学習した内容を整理させ，見方・考え方を共有させた。
6　全体発表を行う。　（全体）	40	○自分たちのアピールポイントを話し合い，全員が発表できるようにしよう。	
7　本時の学びを振り返る。　（個人）	10	○学んだことは何ですか。 ・セキツイ動物の体の進化はパラリンピックの義足に応用できそうですね。	

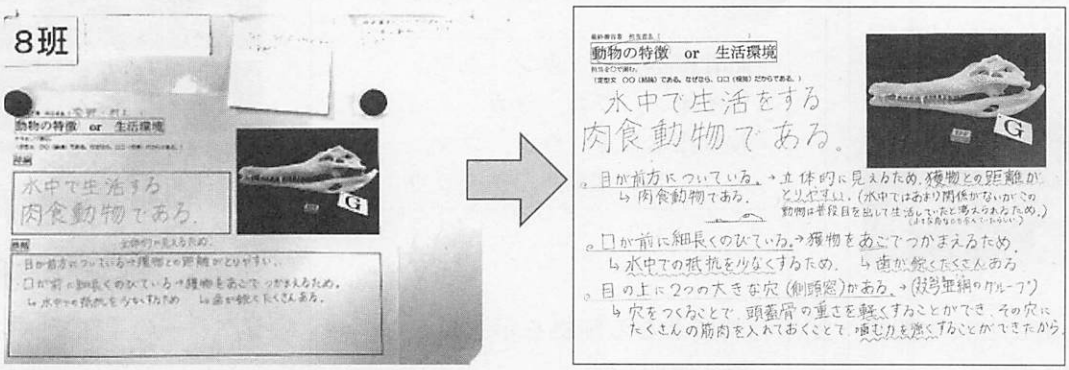
イ　考　察

(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。ルーブリックは以下のとおりである（**資料1**）。

A	B	C
生活環境に適応していることに気付き，現存の生物や過去の生物と比較したり，具体的な事象を挙げたりして主張することができる。	生活環境に適応していることに気付き，事実の特徴を捉えて，その事実に対する根拠を主張することができる。	事実を示し，その事実から何がわかるのか（根拠）を断片的にしか整理することができない。
中間報告書　　18人	19人	3人
最終報告書　　28人	12人	0人

資料1　ルーブリック



評価Bの中間報告書　　**評価Aになった最終報告書**

資料2　生徒のワークシート（パフォーマンス課題に対する解答）

中間報告書ではルーブリック評価のAの生徒が45％に対し，最終報告書では70％までに上昇した（**資料1・2**）。これは，質疑応答で答えられなかった「なぜ」という生徒の事象提示から抱いた疑問を出発点として，「知りたい」という問題解決の意識が高まったためと考えられる。

また，質疑応答を含めたプレゼン形式の発表を行うことにより，話合いが，知識の交換で終わることなく，他者との違いから学ぶことができる場になっていた。また，聞く側の生徒に6W1Hを意識させて問い直したり質問したりさせた。聞く側が問い直すことで話合いが活性化され，お互いの考えや理解が深めることにつながった。振り返りの文章からも，生徒間には依存の関係と違った，共に学ぼうとする協働的な関係がうかがえた。

参観された先生から，次のようなご意見をいただいた。

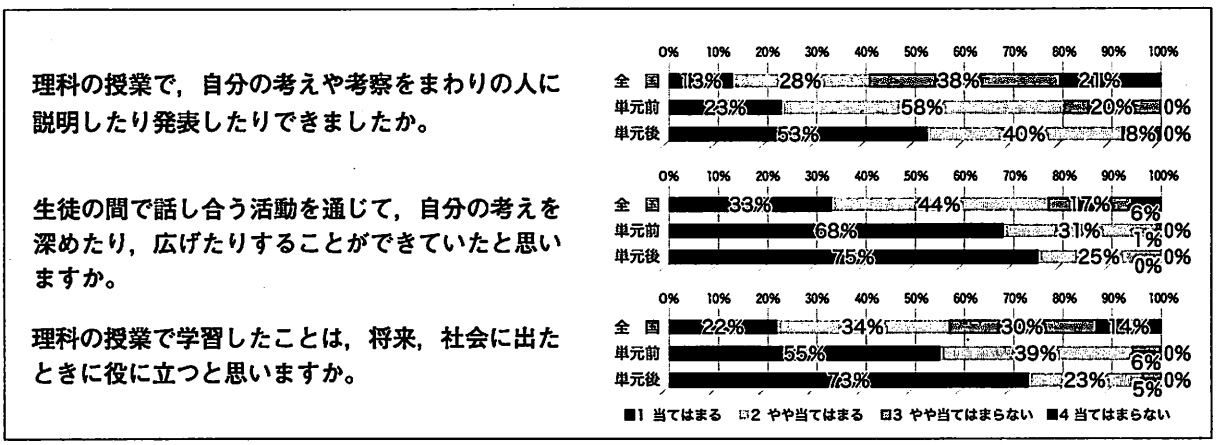
> ○パフォーマンス課題について考えさせることは，根拠を基に意見を述べ合うなど，生徒が論理的に思考し表現することに有効であったか。

- 小集団活動では，自分の考えを問答ゲームの手法やジェスチャーを交えて説明していた。
- 地域に身近な動物園の骨格標本から考えることは，生徒の探究心をくすぐるものであった。
- 根拠をいくつも列挙することは比較的できるが，そのことが論理的に思考につながっているか疑問に感じた。

4　成果と課題

単元終了後の生徒の感想である。

- 自分で考えて友達に説明するのは難しかった。しかし，どう言えば納得してもらえるか考えることで自分の中でも考えがまとまった気がする。他の人の意見を聞いて，疑問に思ったことを聞き，そこから話合いが深まるのがおもしろかった（**感想１**）。
- もう姿をなくしたものであっても，しっかりと観察することで見えてくるものがあるというのは，大変知的好奇心をくすぐるものであった。見えぬものへの欲求といろいろな視点から観察することは，現代社会を生き抜いていくために俯瞰的に物事を見ていくことにも活用できると感じた（**感想２**）。
- 情報の伝わり方は部活動にも応用できそうである。なぜなら，同じ動き（ステップワーク）を何回もすることで情報伝達も速くなるため，反復練習をすると一つ一つの動作が速くなるからである（ただし，上限はある）（**感想３**）。
- セキツイ動物の体の進化はパラリンピックへの義足にも応用できそうである。なぜなら，セキツイ動物の進化は，その環境下で適した骨格になるために進化してきている。それを参考に競技によってより機能を発揮できるように形態を変え，よりよい義足を開発をしていくことができるからである（**感想４**）。



資料３　生徒のアンケート集計結果（※全国は平成30年度全国学力・学習状況調査結果のデータである。）

課題の解決の過程において，ロイロノートで他のグループと結果や考察を交流したことで，「対話的な学び」が充実し，多様な見方・考え方を基に，思考の再構築を行うことで「深い学び」につながった。アンケート結果と生徒の感想からも，説明側，聞く側ともに，科学的な思考力や表現力を育んでいる様子がうかがわれる。科学的な概念を使用して考えたり説明したりすることは，科学的な思考力や表現力を育むことがわかる。自分の考えを説明するような表現活動に苦手意識を持っていた生徒も，継続してきたことで効果を実感しているようである（**資料３,感想１・２**）。

問題解決の過程を重視した授業実践（パフォーマンス課題）に取り組むことで，科学的な思考力・表現力だけにとどまらず，全員が説明できるようになることを目標にすることで思考が深まり，結果的に意欲面，理解面の深まりにもつながった。問題解決の過程を通して得た知識を，新たな課題の解決や自然事象の解釈に用いるなど，科学的な思考を働かせ，多様な見方・考え方で自分の考えを表現できる生徒も増えた（**感想３・４**）。

今後の課題として，更なる思考力・判断力・表現力の育成のために，実験データの分析や解釈する能力を高めたい。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

研究（その１）では，第３学年「酸，アルカリとイオン」において，友人の相談に答えるというパフォーマンス課題を基に実践を行った。中和における電気伝導性を生徒が実感を伴って思考を深められるようにするため，既習事項で使用した水酸化ナトリウム水溶液と塩酸を用いてセンサとＰＣで結果の処理をした。化学実験は結果にばらつきが生じやすく実験しにくいが，センサやＰＣを用いたことで結果に統一性が見られ，結果を共有した意欲的な問題解決につながった。また，仲間との話合いの場や全体の共有の場では，思考をしやすくするためコミュニケーションボードやイオンモデルを利用したり，ロイロノートを活用したりとＩＣＴやツールを効果的に用いた。

研究（その２）では，話合い活動の基盤として学校現場や企業研修でよく使われている合意形成の考え方を用いた。少数意見を大切にして，お互い根拠を持って一つの意見を作り上げていく活動を通して，対話的で深い学びを目指した。さまざまな場面で合意形成を意識してきたため，お互いを尊重する生徒の雰囲気ができた。第２学年「電流と磁界」における実践では，生徒が見て触れることができる自作モーターモデルを用い，モーターの仕組みの面白さを伝えるとともに，「なぜ回り続けるのか」という問題に対して合意形成を行う中で，科学的根拠に基づき判断する態度の育成を目指した。

研究（その３）では，第２学年「生物の変遷と進化」において，動物学者になって，未知の生物の骨格標本について持ち込みの相談に答えるというパフォーマンス課題を基に実践を行った。質疑応答を含めたプレゼン形式の発表を行うことにより，話合いは，知識の交換にとどまらず，他との違いから学ぶことができる場になっていた。また，聞く側の生徒に６Ｗ１Ｈを意識させて問い直したり質問したりさせたことで話合いが活性化され，お互いの考えや理解を深めさせることにつながった。また，ロイロノートで他のグループと結果や考察を交流したことで，「対話的な学び」が充実し，多様な見方・考え方を基に，思考の再構築を行うことで「深い学び」につながった。

教科全体として，研究テーマである「科学的根拠に基づき判断する態度の育成」に向け，合意形成を図る工夫やＩＣＴ機器の活用を行ったことにより，次のような生徒の変容が見られた。

○自分の意見を相手に納得させるためには「科学的な根拠」が必要であるという実感を持ち，科学的な根拠に着目して事象を判断することができた。その思考や表現については，合意形成の手法やＩＣＴの活用が生かされたよりよい表現として現れた。

○教科の本質に着目しつつ，自分の考えを論理的に伝えたり相手の考えを論理的に聞いたりする技術や姿勢が格段に向上した。ワークシートへの記述や活動中の話合いにおける表現が，科学的な根拠に基づく豊かな表現として現れた。

上記の成果や課題を踏まえ，今後更に持続可能な社会を支える資質・能力の育成に向けた研究実践を続けていきたい。

参考文献

財団法人　日本レクリエーション協会（1995）「新グループワーク・トレーニング」遊戯社
坂野公信（1994）「協力すれば何かが変わる」遊戯社
坂野公信（1989）「改訂　学校グループワーク・トレーニング」遊戯社
田代直幸　山口晃弘（2010）「発想が広がり思考が深まるこれからの理科授業―言語活動を重視した授業づくり」東洋館出版社