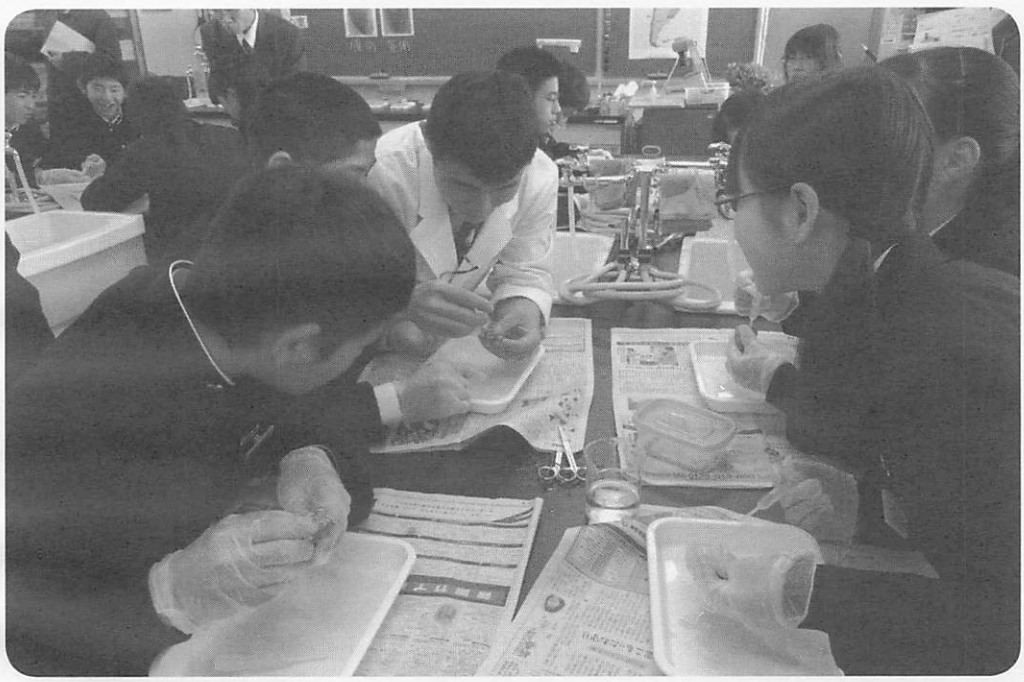
理科

教科領域研究テーマ

【すべての生徒が主体的に学ぶ理科学習の展開

―仲間との学び合いを通して―】



理　科

すべての生徒が主体的に学ぶ理科学習の展開

―仲間との学び合いを通して―

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　中村　依子，向　　平和，日詰　雅博
熊谷　隆至，大橋　淳史

第１章　はじめに

１　研究テーマの設定理由について

３か年研究の１・２年次では，「すべての生徒が主体的に学ぶ理科学習の展開―仲間との学び合いを通して―」というテーマのもと，探究的な学習活動を行ってきた。その結果，すべての生徒が主体的に学ぶ理科学習を展開するために，①身近な事象を扱う教材・教具を工夫して使用すること，②集団の関わり合いの中で，個の学びが生かされる授業展開や手立て，支援の在り方を追究する必要があること，③生徒に内在する力を引き出し伸ばすための手立て（しかけ）が必要であること，④すべての生徒が話合いに参加できる手段が必要であること，⑤自尊感情向上のため，自分自身の変容が分かる相互評価が必要であることなどが明らかになった。これらの課題は本校の「望ましい子ども像」とも合致しており，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。

２　研究内容と方法

(1)　生徒の実態

単元の実践前にアンケートを実施し，生徒の実態を把握し実践後との比較を行う。

(2)　目標及び評価規準の設定

すべての生徒が主体的に学ぶ理科学習に関して，目標及び評価規準を設定する。

(3)　授業実践上の工夫

ア　探究意欲を継続させる学習課題の設定

生徒が「やってみたい」「知りたい」と知的好奇心を喚起・継続する焦点化，具現化した身近な学習課題を設定する。学習課題を設定する際にも指導の工夫を加える。

イ　主体的な学びを引き出すための指導の工夫

全ての生徒が主体的に参加できる学習活動を展開する。研究授業だけでなく，日頃の授業においても，主体的な学びを意識した授業を展開する。

ウ　習得した知識や技能を活用し，科学的な思考力を養う学習活動の展開

観察，実験の結果を分析し，解釈し，判断する学習活動を展開させる。

エ　教材・教具の開発

全ての生徒が主体的に理科学習に参加できるよう，教材・教具を工夫する。

オ　生徒の思考の変容や成長を実感させるような評価

生徒の思考の変容や成長を実感させるような評価について研究する。

※　研究テーマ設定の理由の所で触れた①～⑤の課題を意識しながら，ア～オの実践を行った。

(4)　授業等の実践

大学研究パートナーに，「授業構想→指導案作成→授業観察→研究の成果のまとめ」等，あらゆる場面での協力を依頼し，授業の進め方や実験方法等，工夫しながら授業を実践する。

(5)　評価

研究全体として，上記(3)にあげるア～オの評価を，授業観察者からの意見や生徒に対するアンケート等から読み取り，次時，次単元での指導に工夫を加えていく。

第２章　研究の実際

研究（その１）

「動物のからだのつくりとはたらき」の実践より

（実践者）岡本　慎次

１　本単元の概要

(1)　単元目標

観　　点	目　　標
自然事象への 関心・意欲・態度	動物のからだのつくりとはたらき，動物のなかまに関する事象に関心をもち，意欲的にそれらを探究することを通して，自然環境を保全し生命を尊重しようとする。
科学的な思考・表現	動物に関する事象のなかに問題を見いだし，それを解決する実験・観察を通して，事象の生じる要因やしくみを分析的・総合的に考察して科学的に問題を解決していく。
観察・実験の技能	動物に関する実験・観察を行い，見いだした規則性や自らの考えをレポートにまとめたり，発表したりする表現力を身に付ける。
自然事象についての 知識・理解	動物のからだのつくりとはたらきを関連付けてとらえたり，動物の種類やその生活についての認識を深めたりすることを通して，動物のからだのはたらきやしくみについて総合的に理解する。

(2)　本単元と研究テーマの関わり

ア　本単元について

本単元は，身近な動物などについての観察・実験を通して，生物の調べ方の基礎を身に付けさせるとともに，動物のからだのつくりとはたらきを理解させ，動物の生活と種類についての認識を深めることを，主なねらいとしている。また，身近な動物を使用し，探究する意欲を高めることができる観察が多く，仲間との学び合いを通して主体的に学習するのに適した単元だと考えられる。また，既習した事項を活用し再度確認できる学習を取り入れることで，生徒の主体性を高めることができる。

イ　指導の工夫について

本単元の指導にあたっては，まず学習した内容が日常生活と結びつくように，身近な動物を教材として用いながら，日常生活と関連付けていくことを大切にした。また，観察に使用する器具の操作や観察の仕方などの技能の習得に重点をおいて指導した。器具の操作や技能が不十分であるために正しい観察ができず，共通点や相違点などを見だせない。そのことが，科学的な思考が深まらない要因にならないよう，器具の操作の指導は十分に時間をかけ，操作技能の向上に努めた。

発問や指示はできるだけ分かりやすい言葉で短く示した。思考が必要な場面では，生徒の実態に合わせヒントを与えるなど，思考が途切れてしまうことのないように配慮した。

本時は，生徒一人一人が既習事項を想起しながら，観察していけるように一人一実験をすることで既習事項の再構築をねらいとした。ヒトの心臓とつくりが類似しているニワトリの心臓を用いた。

身近な食材を利用することで，嫌悪感をなくし生徒が主体的に観察に取り組めるようにした。そして，既習事項を再構築できるような資料の提示やワークシートへの記録方法の工夫を行った。

ウ　指導計画（全16時間）

学習内容・題材	◇ 評　価　規　準　（観　点）	時間
消化と吸収	◇動物が生きるためには，食物を外界から取り入れなければならないことを確認し，それらが体内に取り込まれる仕組について，調べている。（関心・意欲・態度） ◇食物に含まれている主な成分として，有機物（炭水化物，タンパク質，脂肪）と無機物があげられることを，例をあげて説明できる。また，ヒトの消化にかかわる器官と消化のしくみ，消化液と消化酵素のはたらきについて説明できる。（知識・理解）	5
呼吸のはたらき	◇生物は，生命活動に必要なエネルギーをどのように得ているのか調べている。（関心・意欲・態度） ◇養分が使われる場が全身の細胞であること，及びそのときに酸素が必要なことを理解する。（科学的な思考・表現） ◇肺胞でのガス交換や動脈血，静脈血について説明できる。（知識･理解）	2
血液の循環	◇血液が養分や酸素，二酸化炭素などを運ぶしくみについて調べている。（関心・意欲・態度） ◇体循環と肺循環を理解し，血液の循環について，肺や小腸などの各器官のはたらきと関連付けて考察できる。（科学的な思考・表現） ◇心臓は血液を循環させるためのポンプであること，及び心臓のつくりと動き方について説明できる。また，動脈と静脈について説明できる。（知識・理解）	3
	◇ニワトリの心臓のつくりを主体的に調べることができる。（観察・実験の技能） ◇既習事項を活かし，ヒトの心臓とニワトリの心臓の共通点を説明できる。（科学的な思考・表現）	2 本時その1
排出のしくみ	◇じん臓のはたらきについて，関心をもって調べている。（関心・意欲・態度） ◇消化器官，肺，心臓，じん臓，肝臓などの器官のはたらきを関連付けて総合的に説明することができる。（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一連のしくみを説明できる。（知識・理解）	1
刺激と反応	◇動物の受け取る刺激の種類について発表している。（関心･意欲･態度） ◇身近な動物を例に，動物の刺激の受容と行動の関連について説明できる。（科学的な思考・表現） ◇外からの刺激に対する反応を調べることができる。（観察・実験の技能）	3

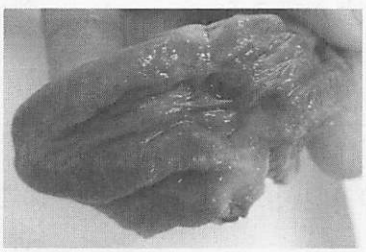
2　研究の実際

(1)　ねらい

○身近な食材であるニワトリの心臓を用いることで，主体的に観察することができる。

○既習事項を活かし，解剖・観察を通してニワトリの心臓も血液を決まった方向に流すはたらきとその流れが２つあることに気付き，心臓のつくりやはたらきについて再確認できる。

(2) 展　開（2時間）

学習過程（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　既習事項の確認をし，課題を把握する。 （一斉→個）	5	○心臓のはたらきは何か。 ・血液をからだに流すポンプのはたらきをしている。 ○ヒトの心臓には，流れる道筋が２つあるがどんな流れか。 ・体循環，肺循環 ヒトの心臓とニワトリの心臓は同じなのだろうか。	○本時の課題に迫るために，ヒトの心臓の模式図を貼った。 
2　方法を説明する。 （一斉）	5	○必要な器具を確認した。 ○手順を説明した。 ○諸注意を確認した。 ○気分が悪くなったときの対応，刃物の使い方の注意を聞いた。	○分かり易く指示を徹底させるために，写真や図を使用した。 
3　解剖と観察を行う。 （小集団→個）	25	○解剖と観察を始めさせた。 ○血管を探させた。 ○血管からスポイドで水を入れ，流れる道筋を確認させた。  ・この血管から水を入れると，この血管に水が出る。 ・反対から入れると水が流れない。など ○心臓の中はどうなっているか見させた。 	○安全に解剖を行うためにはさみを安全に留意しながら使っているかどうか確認してまわった。 **○水の流れる道筋を確認するため，色付きコードで印をつけさせた。** **【協同】**  ○体循環と肺循環を確認するために，心室横断面のか心臓縦断面をつくらせた。
4　心臓のスタンプ作りを行う。（小集団）	15	○心室横断面と心臓縦断面をつくり，スタンプ法で記録させた。 ・肉厚部分があるので，ここが左心室だ。 ・ここが左心室なので，こちらの流れが体循環だ。など ○４つの部屋をヒントに心臓のつくりを探らせた。	○断面のスケッチは時間がかかり，正確でないため，スタンプ方法を用いて記録させた。 ◇それぞれが意欲的に観察や解剖に参加しているか。【机間観察】

5　観察の結果をまとめる。 （小集団）	10	○ヒトの心臓と同じだった点及び違っていた点をまとめさせた。	○個々のワークシートに記入することで再確認させた。
6　各班の話合いと発表をする。（全体）	30	○班での話合いをさせた。 ○各班の発表をさせた。 ・小さいニワトリの心臓でも，血液が決まった方向に流れることに驚いた。 ・ニワトリの心臓にも二つの流れ（体循環・肺循環）があることがわかった。 ・ヒトの心臓より小さいが２心房２心室と同じつくりであることがわかった。など	**○仲間との学び合いを行わせるために，コミュニケーションボードにまとめさせた。　【協同】**
7　まとめをする。 （一斉→個）	10	○ワークシートに考察・感想を記入させた。 ・左心室の部屋の壁がほかの３つの部屋の壁に比べ，本当に肉厚であることが再確認できた。 ・教科書で見るより実物を解剖，観察して心臓の巧みさに驚いた。など	◇今まで学習した心臓のつくりやはたらきをさらに深め，心臓のつくりを再確認できたか。 【発言，ワークシート】

３　考察

本時は，ヒトの心臓のつくりとはたらきを学習した後での授業であったため，既習事項の再確認ができ，更にトリの心臓のつくりがヒトの心臓とよく似ていることも感じていた。

トリの心臓は，身近に食べられている食材のため，生徒の観察時に嫌悪感もなく，生徒が主体的に授業に取り組む姿が見られた。また，観察に使用する器具の操作や観察の仕方などの技能の習得に重点をおいて指導したり，今回のようにワークシートへの記入をスタンプ法で行ったりしたことで，観察がスムーズに進み，結果をまとめる時間の確保につながり，個々の観察のまとめにゆとりができた。

班での仲間とのかかわりでは，観察の時から分かった生徒が困っている生徒にアドバイスをするなどの姿が見られた。また，話合いの場面では，既習事項の観察であったためか，個々の観察のまとめがしっかりかけているため，個々の意見をしっかりもって話合いに望めていた。

以上のことより，既習事項の再構築が，生徒の自主性を高め仲間とのかかわり（協同）の精神を発揮する学びになった。

４　今後の研究の方向性

○すべての生徒が主体的に学ぶためには，やはり生徒にとって身近な自然の事象を扱う教材教具の工夫が大切である。また，できれば一人一実験が好ましい。

○既習事項を想起させながら，実物の教材を取り入れることで五感を使って観察でき，生徒の意欲の高まり，主体的な活動につながった。このことが，仲間とのかかわりに大きく影響しているように感じた。

○生徒への手立てと支援の在り方が不十分だと，すべての生徒が主体的に学ぶには，至らないことが分かった。集団の学び合いの中で，個の学びが活かされる授業展開や手立て，支援の在り方を追究する必要がある。

研究（その２）

「植物の世界」の実践より

（実践者）辻井　　修

１　本単元の概要

(1)　単元目標

観　　点	目　　標
自然事象への興味・関心・意欲	生物の観察，植物のからだのつくりとはたらき，植物の仲間に関する事物・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，生命を尊重し，自然環境の保全に寄与しようとする。
科学的な思考・表現	生物の観察，植物のからだのつくりとはたらき，植物の仲間に関する事物・現象の中に問題を見いだし，目的意識を持って観察，実験などを行い，事象や結果を分析して解釈し，自らの考えを表現している。
実験，観察の技能	生物の観察，植物のからだのつくりとはたらき，植物の仲間に関する事物・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。
自然事象についての知識・理解	観察や実験などを行い，植物のからだのつくりとはたらき，植物の仲間に関する事物･現象について基本的な概念，多様性や規則性を理解し，知識を身に付けている。

(2)　本単元と研究テーマとの関わり

ア　生徒について

これまでに生徒は，小学校５年では花にはおしべやめしべがあり受粉によって種子ができること，小学校６年では葉に光が当たるとデンプンができること，植物のからだには水の通り道があり，根から吸い上げられた水が蒸散により葉から出ていくこと等を学習している。生徒アンケートでは小学校での既習内容についてはほぼ全員が覚えていると答えていたが，茎の中の水の通り道がかけた生徒は40名中６名，葉脈には平行なものや網目状のもの，根の形にはいろいろな種類があること等については１割程度しか理解していなかった。

松山市内に在住している生徒に限らず，豊かな自然が失われつつあるなかで，生徒たちが直接自然にふれ合う機会は一段と少なくなっている。だからといって，生徒たちが自然への興味・関心を失っている訳ではない。話合い活動においては，まだまだ深まりは見られないが，自然のことを話し合う活動に，興味・関心が高い生徒も多い。

イ　単元について

本単元では，身近な植物についての観察，実験を通して，生物の調べ方の基礎を身に付けさせるとともに，植物のからだのつくりとはたらき，植物の種類について理解し，生物の多様性や共通性についての認識を深めさせるのがねらいである。

また，植物のからだのつくりや生活に見られる多様性や共通性は，様々な自然環境に適応した結果であり，その多様性や共通性をまとめ，導き出すためには，「きょうどう」の精神を発揮した話合い活動が適していると考えている。

ウ　指導について

単元全体を通して，より多くの植物を直接観察する機会を設け，植物のからだのつくりの多様性に興味・関心を持たせた。その上で，植物のからだのつくりや生活に見られる多様性は様々な自然環境に適応した結果であり，その多様性の中から見いだされる共通性によって体系的に分類できることを，話合い活動を通して気付かせた。

本時の学習課題「タマネギの根・茎・葉はどこか」では，既習内容を基に身近な植物であるタマネギの断面を観察し，根･茎･葉はどこにあるのか，その理由を説明する話合い活動を行った。理由を明確にすることで話合い活動を活性化させ，学習課題に迫っていった。

評価については，コミュニケーションボード，ワークシートの記述内容を中心に，なぜそのように考えたのかを見取った。また，まとめで感想を書かせる際には，他の植物のつくりにも興味を持てたか見取った。

エ　研究の過程と本時へのつながり

これまでの研究の過程で，課題として挙がった①～⑤の内容（第１章はじめに　１研究テーマ設定の理由で記載）については，本時だけの実践でなく，単元全体での実践を試みた。本時での実践内容を具体的に挙げると以下の通りである。「①身近な事象を扱う教材・教具を工夫して使用する必要性」については，身近な植物の代表としてタマネギを使用した。「②集団の関わり合いの中で，個の学びが生かされる授業展開や手立て，支援の在り方を追究する必要性」「④すべての生徒が話合いに参加できる手段の必要性」については，生徒自らが課題を設定し，タマネギの断面から根・茎・葉を予想することで，活発な話合い活動【協同】を期待し，その予想をした際の理由（根拠）を手がかりとして，考察の場面においても話合い活動【協同】の活性化を図っていった。「③生徒に内在する力を引き出し伸ばすための手立て（しかけ）の必要性」については，考察の場面で葉と根が付いたタマネギを各班に配付し，話合い活動【協同】の活性化につなげた。「⑤自尊感情向上のため，自分自身の変容が分かる相互評価の必要性」については，相互評価を本実践に組み入れることはできなかったが，感想などで，次時への関心・意欲等を見取った。

(3)　指導計画（全25時間）

学習内容	◇　評　価　規　準　（観　点）	時間
○身近な生物の観察	○校庭などの生物の観察を行い，生物に対する興味・関心を高めることができる。（関心・意欲・態度） ○顕微鏡やルーペの使い方，スケッチの仕方など，生物の調べ方の基礎を身に付けている。（実験，観察の技能）	4
○花のつくりとはたらき	○いろいろな植物の花のつくりの観察を行い，花のつくりの基本的な特徴を見いだすとともに，それらを花のはたらきと関連付けて捉えることができる。（科学的な思考・表現） ○花のつくりとはたらきについて，基本的な概念や規則性を理解し，知識を身に付けている。（知識・理解）	5
○根，茎，葉のつくりとはたらき	○根・茎・葉のつくりの観察を行い，根・茎・葉のつくりの基本的な特徴を見いだすとともに，それらを根・茎・葉のはたらきと関連付けて捉えることでできる。（科学的な思考・表現） ○根・茎・葉のつくりとはたらきについて，基本的な概念や規則性を理解し，知識を身に付けている。（知識・理解）	10 本時 その8
○植物の分類	○植物のからだのつくりの共通点や相違点をもとに，植物を分類できることや，種子植物と種子をつくらない植物との違い等について基本的な概念や規則性を理解し，知識を身に付けている。（知識・理解）	6

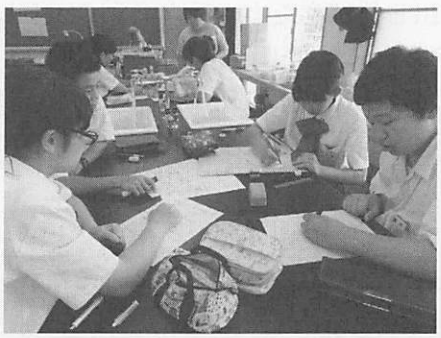
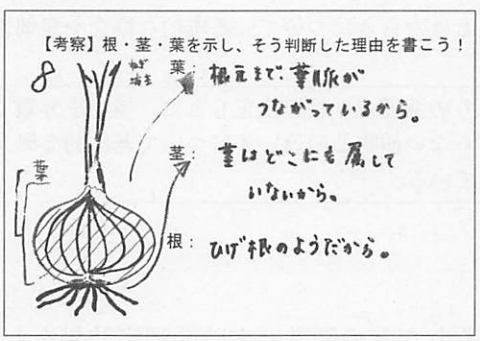
２　研究の実際（17／25時間）

(1)　ねらい

○今まで学習した植物のからだのつくりなどの知識と本時の観察結果をもとに，タマネギのつくりについて話し合い，考察することができる。

(2)　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　既習内容を確認する。	3	○根・茎・葉にはどんな特徴があったか。 • 根：主根，側根，ひげ根，茎から生えている。地中にある。水分や肥料分を吸収する。 • 茎：根が生えている。葉が生えている。水分や養分の通り道である。 • 葉：葉脈，葉緑体がある。茎から生えている。光合成をする。光が当たると緑色になる。	○既習内容の確認後，どのようなつくりになっているのか知りたいという好奇心を喚起することで，課題の設定につなげるためにタマネギを見せた。

2　学習課題を設定する。 （一斉）	2	タマネギの根・茎・葉はどこか。	
3　予想する。 **【協同】** （個人） （小集団） （全体）	10	○タマネギの根・茎・葉を予想させる。 ○予想をした理由も一緒に書かせる。 ・タマネギの下から根が出ているはずだ。 ・タマネギの上に葉が出ているところを見たことがあるから，食べている所は茎だ。	**○考察する際の手がかりとするために，理由付きの予想を立てさせ，その内容を班で話し合わせた。【協同】**
4　観察する。 （小集団）	10	○観察する。 ・普通のタマネギだ。根が生えているぞ。 ○どうすれば根・茎・葉が分かるかな。 ・中を見てみたい。・包丁が欲しい。	○けが等を防止するために安全面の指導を入れた。
		 予想している様子	 観察・考察している様子
5　考察する。 **【協同】** （小集団） （全体）	15	○断面を見て，考察する。 ○考察する際に考えて欲しいことを伝える。 1．根・茎・葉にはどんな特徴があったか。 2．理由付きの予想の内容を確認する。 ・芯の部分から根が生えているぞ。 ・芯の部分から出ている部分には平行脈があるので葉だ。 ・芯の部分が茎かな。	**○話合い活動を活性化させるために，葉と根が付いたタマネギを配付し，根・茎・葉を確認できたら，その根拠となる理由を話し合わせた。【協同】** ◇コミュニケーションボードに，考察の結果とそのように考えた理由が書けているか。（記述内容の分析）
		 【考察】根・茎・葉を示し、そう判断した理由を書こう！ 葉：根元まで葉脈がつながっているから。 茎：葉はどこにも属していないから。 根：ひげ根のようだから。 コミュニケーションボードの内容	
6　まとめる。 （全体）	10	○コミュニケーションボードの内容を確認する。代表的な意見に触れ，その部分をＯＨＣで確かめていった。 ・根も葉も芯の部分から出ているから，芯の部分が茎だ。 ○野菜は特殊ではあるが，花の咲く植物には必ず根・茎・葉があることを伝える。	

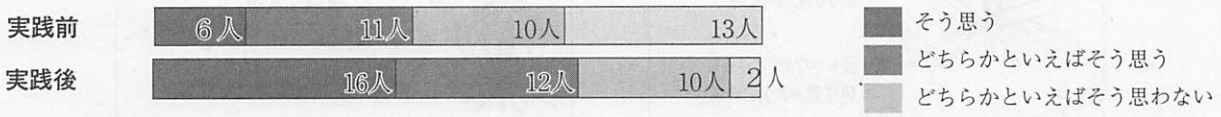
3　考察

本年度の研究の重点(1)(2)と，第１章の２(3)授業実践上の工夫のア～オを関連させて考察する。

(1)　研究の重点　「育てる」から「育つ」への教師の指導観の転換

能動的な学び（自ら学び取ること）に着目した取組としては，「ア　探究意欲を継続させる学習課題の設定」と「イ　主体的な学びを引き出すための指導の工夫」で実践した。

「ア　探究意欲を継続させる学習課題の設定」では，探究意欲を継続させるために，単元全体を通して生徒自らが学習課題を設定する場面を多く設けた。この取組で自立の力を育むことができると考えた。アンケート結果と生徒からの感想を下に記す。



自分たちが考えた学習課題は，課題を最後まで追究できる学習課題でしたか。
（１年Ａ組　男子20名　女子20名）

〈生徒の感想〉

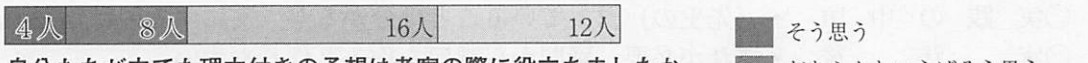
○実践のはじめの頃
- 課題と言われても何を言ったらいいのか分からない。
- 難しすぎるので教科書を見たら課題が載っていた。（教科書は見ないように指導している。）
- 疑問に思っていることが課題ですか？

○実践の中頃
- （先生の）言っていることは分かるが，文にするのは難しい。
- 具体的に調べることが分からない課題があった。

○実践後
- 課題をつくるのも慣れが必要。
- 実験などから出てきた疑問から課題を作ると作りやすい。
- うまく課題ができたときは分かりやすかった。作りやすかった。
- 自分たちが課題を作った方がやる気がでる。

上のアンケート結果から，まず生徒自らが課題を設定することによって，課題を最後まで追究しようとする意欲を喚起することができたと言える。しかし，生徒の感想にもあるように，生徒自らが課題を設定するためには，生徒自身が課題を設定する練習を積むこともさることながら，教師自身の力量が大きく影響していることが分かる。その意味で実験などから出てきた疑問から，その疑問の解決を促すような課題を設定すると作りやすいという生徒の意見は，今後の取組の方向性を探るための大きなヒントになると思われる。

次に「イ　主体的な学びを引き出すための指導の工夫」では，「理由付きの予想を立てる」「実験方法を考える」の２つの実践を行った。「理由付きの予想を立てる」では，その予想した理由を考察する際の手がかりとし，考察の場面での主体的な学びを引き出すために実践した。「実験方法を考える」では，生徒自らが実験方法を考えることにより，学習課題を最後まで探究する意欲を持続させようと考えた。どちらの取組も自立の力を育むことができると考えた。まず「理由付きの予想を立てる」についてアンケートの結果，生徒の感想は以下の通りである。



自分たちが立てた理由付きの予想は考察の際に役立ちましたか。
（１年Ａ組　男子20名　女子20名）

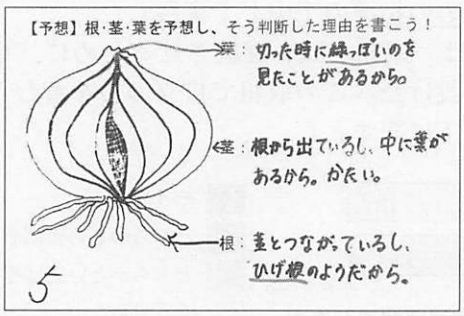


他の班の理由付きの予想は考察の際に役立ちましたか。
（１年Ａ組　男子20名　女子20名）

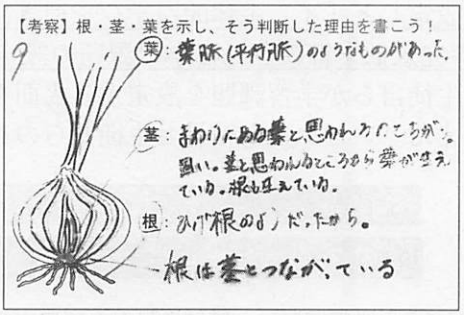
〈生徒の感想〉
- 自分たちの班では予想しても理由が思い浮かばなかった。
- 予想していることと実際のタマネギは違っていてあまり役立たなかった。

・友だちの班はよい意見を出していたので，使わせてもらった。

アンケートと生徒の感想から，班で理由付きの予想を立てようとしても，うまく立てられない様子が伺える。学級全体で理由付きの予想を共有することで，より効果的に考察の際の手がかりにすることができた。



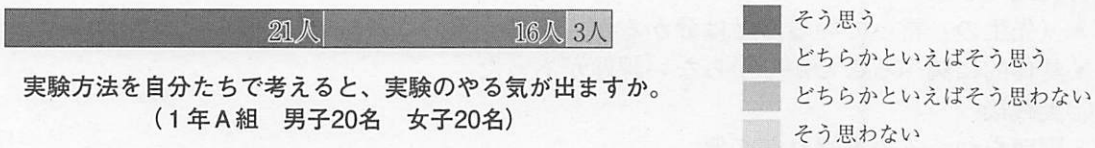
他の班の参考になった予想



考察の結果

なお，考察結果のコミュニケーションボードを見てみると，観察結果と既習内容から分析・解釈し，平行脈があるから葉，ひげ根があるから根，根と葉がつながっているところが茎という考察を行うことができており，「ウ　習得した知識や技能を活用し，科学的な思考力を養う学習活動の展開」についても，目標をほぼ達成できているのではないかと思われる。

次に「実験方法を考える」について，アンケートの結果，生徒の感想は以下の通りである。



実験方法を自分たちで考えると、実験のやる気が出ますか。
（１年Ａ組　男子20名　女子20名）

〈生徒の感想〉

・実際に早く観察・実験してみたいから。
・簡単な実験だったら，だいたい分かるのでやってみたい。
・実験しながら，合っているかどうか不安。正しい方法で正しい結果が知りたい。

アンケートと生徒の感想から，おおむね実験を自分たちで考えた方が主体的に実験に取り組むことができるという結果が出ているが，中には正しい結果を知るために教科書通りの実験をやりたいという生徒がいることも分かった。このことから主体的な実験活動を行うには，実験方法を考えるような実験を中心に据えつつも，教科書や実験書に載っている実験をしっかりやりきるような活動も必要であると思われる。

(2)　研究の重点　自尊感情を醸成する学びの積み重ね

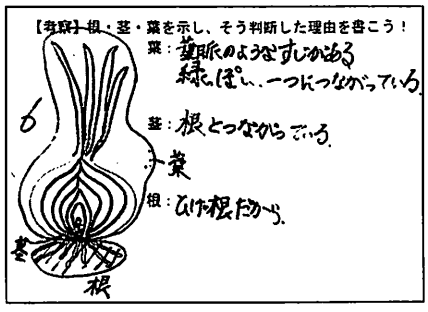
まず，これまでの附属学校園での研究実践で明らかになってきた，「人は自尊感情が醸成されるほど，自信を持って行動したり，進んで努力できたりする」ことについてであるが，これは，前記の「自ら学習課題を設定」することについての生徒の感想からも見て取れる。特に自尊感情の醸成と関連がありそうな感想をあげると以下の通りである。

○実践のはじめの頃　・課題と言われても何を言ったらいいのか分からない。
○実践の中頃　・（先生の）言っていることは分かるが，文にするのは難しい。
○実践後　・慣れが必要。疑問から課題を作ると作りやすい。
・うまく課題ができたときは分かりやすかった。作りやすかった。

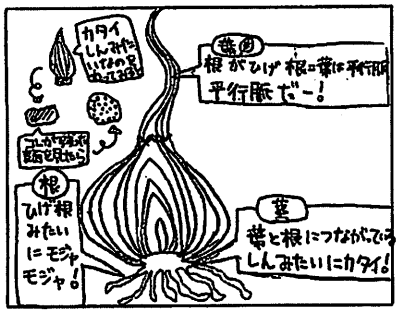
上記の感想からは，実践の後半にかけて自信をもって課題を設定することができるようになってきたことが分かる。このことは「実験方法を考える」についても同様に言え，経験を重ねるごとに，自信を持って実験方法を考える姿が見受けられた。ただ，これらの活動は「きょうどう」の精神を発揮する学びの中でなされた訳ではないので，回を重ね，訓練を重ねることによっても自尊感情は醸成できると考える。

次に，本実践で行った「協同」の学びであるが，単元全体を通して，予想と考察の場面で主に

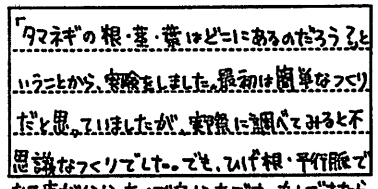
小集団活動の形をとって行った。考察の段階で行われた「協同」の学びについては，各班で違いは見られたものの，コミュニケーションボード→ワークシートと進むに従って，考察の内容が分かりやすい具体的な内容に深化しているものが多く，その意味では自信を持って考察することができるようになったのではないかと考える。また，実験後の感想では，タマネギ以外の植物の根・茎・葉についても調べてみたいという，次の学習への意欲を示す感想もあり，自尊感情が醸成された際に見られる「進んで努力できる」という部分に該当すると考えられる。



コミュニケーションボードの内容



ワークシートの内容



生徒の感想

4　研究の成果と課題

(1)　成果と課題

ア　生徒自らが課題を設定することによって，課題を最後まで追究しようとする意欲を喚起することができた。ただし，課題を設定する際には，実験などから出てきた疑問の解決を促すような課題を設定させる等，指導の工夫が必要であることが分かった。

イ　理由付きの予想を立てることによって，考察する際の最初の手がかりを提供することができた。理由付きの予想は各班だけでは内容が薄くなるので，学級全体で共有した方がよい。

ウ　生徒自らが実験方法を考えることによって，生徒の主体的な実験活動を導き出すことができた。ただし，教科書などにある実験を忠実に再現し，基本的な知識を得たいと考えている生徒への対応も忘れてはいけない。

エ　単元全体を通して，生徒自らが課題を設定したり，実験方法を考えたりする活動を何回も続けることによっても，自尊感情は醸成されると考えられる。

オ　考察の場面で行った「協同」の学びでは，考察内容の深化が見られた。コミュニケーションボード→ワークシートとまとめが進むにつれ，書いている内容が具体的なものになっていき，このことは自尊感情が醸成されたときに見られる「自信を持って行動」につながるものであると思われる。

カ　実験後の感想では，タマネギ以外の植物についても調べてみたいという感想が多くあり，これは自尊感情が醸成されたときに見られる「進んで努力できる」につながるものであると思われる。

(2)　本校の研究の重点との関連

ア　(1)のアイウについては，研究の重点『「育てる」から「育つ」への指導観の転換』の中の，能動的な学びに着目した実践で，主に自立の力を育むことを目的として行い，本実践の中では効果があることが確認できた。

イ　(1)のエオカについては，研究の重点『自尊感情を醸成する学びの積み重ね』の中の，これまでの附属学校園での研究実践で明らかになってきた「人は自尊感情が醸成されるほど，自信をもって行動したり，進んで努力できたりする」という部分を，本実践の中の「協同」の学びの中で見取ることができた。

(3)　最後に

ア　本研究では「すべて生徒が主体的に学ぶ理科学習」を目指して３年間研究を続けてきたが，研究の序盤で出てきた学習課題の重要性については，本実践においても２人の生徒が最後まで追究に値する課題ではなかったと答えている。この事実をしっかり受け止め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）

「化学変化と原子・分子」の実践より

（実践者）森山由香里

１　本単元の概要

(1)　単元目標

観　点	目　標
自然事象への 関心・意欲・態度	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，事象を日常生活との関わりで見ようとする。
科学的な思考・表現	事物・現象の中に問題を見いだし，目的意識を持って観察，実験などを行い，事象や結果を分析して解釈し，自らの考えを的確に表現することができる。
実験・観察の技能	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る。
自然事象についての 知識・理解	観察や実験などを通して，事物・現象についての基本的な概念や原理・法則を理解し，知識を身に付ける。

(2)　本単元と研究テーマの関わり

ア　本単元について

本単元「化学変化と原子・分子」では，巨視的な現象である化学変化を捉えさせ，微視的なミクロの世界へと誘い，小学校理科をはじめとしてこれまで構築してきた粒子概念をより確かなものにしていくことがねらいである。粒子の存在，粒子の結合，粒子の保存性，粒子の持つエネルギーに対する見方をより高めていくことを目指している。

「微視的なものの見方」と「巨視的なものの見方」は，相互に高まり合うものと考える。そこで，この２点にアプローチし，生徒一人一人が主体的な学習者として育つ単元構成を目指した。そして，単元後半において，学び合いの学習の場面及び協働的な学習の場面をつくり出し，主体的な学習者どうしが互いに学び合うことで，生徒一人一人の粒子概念がより確かなものとして構築されることをねらい，本単元を設定した。

イ　指導の工夫について

生徒の自立と共生の力が育つことを目指し，以下のような指導の工夫を行うこととした。自立の力を育むと，生徒の「主体性」が育ち，共生の力を育むと「きょうどうの精神」がより有機的に発揮されると考えた。

（手立て１）自分の言葉が並ぶワークシートの工夫【主体性】	自立の力を育む
（手立て２）実験方法の話合い【主体性】	
（手立て３）ミクロの世界への誘い【主体性】	
（手立て４）日常生活との結び付き【主体性】	
（手立て５）学び合いの学習の場面の設定【協同】	共生の力を育む
（手立て６）協働的な学習の場面の設定【協働】	

上記（手立て１～４）を通して，生徒が化学変化を身近なものとして捉え，探究的に観察・実験を行うことを目指した。そして，本校の望ましい子ども像の①「真理を求める探究心を持って，物事を多面的・多角的に考察し，その学びを楽しもうとする」生徒が育つことをねらった。

また，（手立て５）の協同を意識した学び合いを通して，他者と共に課題解決を行わせ，学び合わせることで，学習内容の確実な習得を目指した。さらに，（手立て６）の協働的な学習の場面を設定することで，習得した内容を活用し，より充実した探究的な学習が成立することをねらった。

ウ　指導計画（全34時間）

学習内容	◇ 評　価　規　準（観　点）	時間
物質の成り立ち	◇モデルを用いて，原子や分子の考え方を説明できる。（思考・表現） ◇加熱実験の基礎を身に付け，実験を安全に正しく行い，結果を記録できる。（技能） ◇原子や分子，単体と化合物について，理解している。（知識・理解）	8
物質どうしの化学変化	◇物質が結び付いて別の物質ができることに興味を持つ。（関心・意欲・態度） ◇右辺と左辺の原子の種類と数が等しくなることに注目して化学反応式を作ることができる。（思考・表現） ◇鉄と硫黄の混合物を熱してできた物質の性質を調べることができる。（技能） ◇原子・分子のモデルを使って化学変化を表すことができる。（知識・理解）	8
酸素が関わる化学変化	◇日本古来の製鉄や現代の製鉄に興味を持つ。（関心・意欲・態度） ◇酸化銅が還元される方法を原子・分子のモデルを用いて予想できる。（思考・表現） ◇酸化銅の還元の実験を手順にしたがって行うことができる。（技能） ◇原子･分子のモデルを用いて酸化還元は同時に起こることを説明できる。（知識･理解）	6
化学変化と物質の質量	◇化学変化の前後の質量について興味を持って調べている。（関心・意欲・態度） ◇結果のグラフから，ある質量の金属と化合する酸素の質量の関係の規則性を見いだすことができる。（思考・表現） ◇金属を熱して反応前後の質量を正しく測定し，表にまとめることができる。（技能） ◇化合物ができるとき，一定の割合で化合することを説明できる。（知識・理解）	8
化学変化とその利用	◇化学変化と私たちの暮らしとのつながりについて関心を持ち，今までの学習を基に考えている。（関心・意欲・態度） ◇化学かいろを正しい手順で作ることができる。（技能） ◇発熱反応と吸熱反応について例を挙げて説明できる。（知識・理解）	4 本時 その 2・3

2　研究の実際

(1)　（手立て１）自分の言葉が並ぶワークシートの工夫【主体性】

ワークシートの形式をできるだけノートに近い形式にした。また，生徒が自分の言葉で考察を書くことを重視し，考察した内容を全体で話し合うことは行っても，黒板にはあまり記述しないように心掛けた。図１は，第１時「酸化銀の分解」における生徒Ａのワークシートである。

生徒が「結果」，「考察」及び「結論」を書き分けることができるよう，単元の初めの段階のワークシートには，補助的な言葉を加えた。生徒が書いた結果や考察について，机間指導を行いながら，形成的評価を行った。

結果　どんな現象が起こったかな？
考察　結果から言えることは何かな？
結論　（まとめ）「課題」に対する「結論」

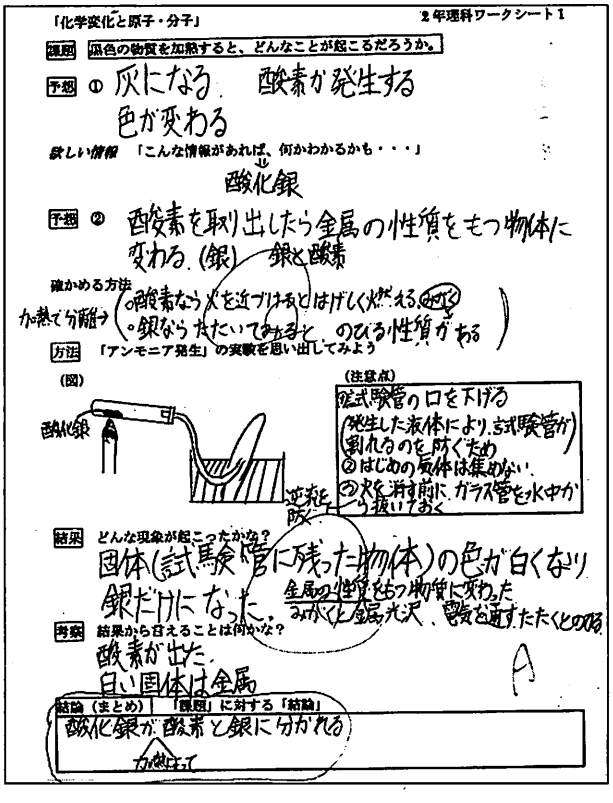


図１　酸化銀の分解のワークシート

特に，本単元は第２学年理科のスタートでもある。そこで，理科の学習を通して，科学的なものの見方や考え方を養う観点でワークシートを作成した。なお，酸化銀の分解は，物質名を手がかりに何という物質に分解するのか予想しやすいため，第１時の実験として選択した。

(2) （手立て２）実験方法の話合い【主体性】

実験方法を生徒とともに話し合いながら計画していくよう心掛けた。最終的には，教科書の方法と同様の実験になることも多かったが，できるだけ生徒に投げかけて実験方法を考えさせ，生徒と教師の協働性を重視して実験方法を話し合いながら考えていくようにした。

その際，ワークシートに実験方法の図があっては，共に計画する実験という意味合いが小さくなってしまう。実験方法の図はできるだけ生徒の手でかかせるようにした。

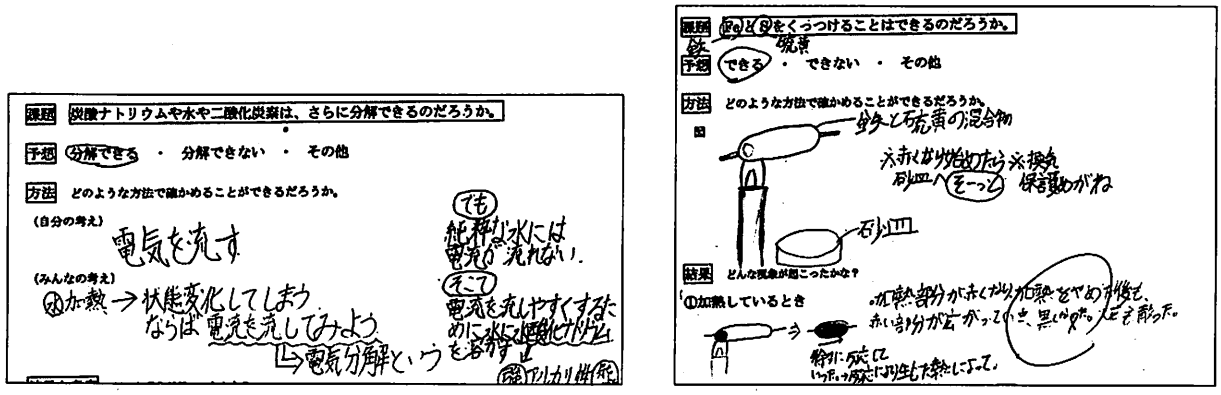


図２　水の電気分解のワークシート（左）及び鉄と硫黄の化合のワークシート（右）

(3) （手立て３）ミクロの世界への誘い【主体性】

水の電気分解の実験で，これ以上分解できない物質があることに気付かせ，原子について教えた。生徒にとって，原子の記号との出合いは新鮮であり，ある生徒にとっては喜びであるが，ある生徒にとっては，英単語を覚えるときのような困難さを伴う。生徒が原子をイメージしやすくなるよう，さらには，原子について親しみを持てるよう心がけた。

【ミクロの世界へ生徒を誘うための具体策】
- 物質をどんどんどんどんどんどんどんどん小さくするとどうなるか話し合わせた。
- 教科書の図を用いて，銀も粒の集まりであることを知らせた。
- ルーペを用いて，教科書等の写真も点の集合体であることに気付かせた。
- ドルトンの考えを伝え，原子の三つの性質を知らせた。
- 原子の大きさや，１円硬貨１個のアルミニウム原子の数を知らせた。
- 原子を記号で表せることを伝え，原子の記号を紹介した。
- 原子の記号の覚え方を紹介した。
- メンデレーエフを紹介し，周期表の一部を記入させた。
- 『スイヘイリーベ～魔法の呪文～』（NHK Eテレ「エレメントハンター」エンディングテーマ作詞：アッシュポテト／作曲・編曲：柿島伸次）を紹介し，歌わせた。
- 『The elements song in Japanese』（作詞･作曲:トム・レーラー／日本語訳:トーマス・ハワード・リクテンスタイン）を動画で紹介した。

上記は，どれも特別な実践ではないが，できるだけ，生徒が原子に親しみを持てるよう意識して，楽しい授業を心がけた。次時にも歌を聞きたがったり，家で聞いて覚えたりした生徒もいた。原子の記号については，何度か小テストを実施し，すべての生徒が確実に書けるようになるまで練習させた。

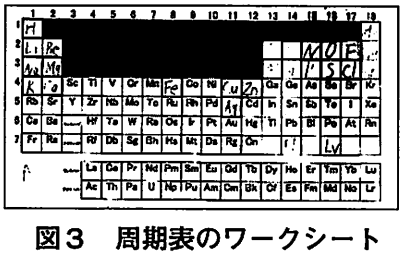


図３　周期表のワークシート

⑷ （手立て４）日常生活との結び付き【主体性】

化学変化をできるだけ日常生活と結び付けて考えることができるよう心がけた。カルメ焼き作りは，炭酸水素ナトリウムの熱分解を学習した後に行わせた。自分たちで何度か繰り返してカルメ焼きを作らせ，うまく作るこつを探らせた。

還元の授業の導入では，初めに新居浜市の銅鉱石を見せ，次のような話をした。「身の回りのどんなところに金属が使われていますか。（金属に触れさせる）そう。もはや金属は，私たちの生活に欠かせないものですね。（中略）でも，私たちは大気の底で暮らしています。大気中には酸素があるので，実は，多くの金属は酸素と化合した形で地球上に存在するのです。人々は，そこから金属をどのようにして取り出してきたのだと思いますか。」と問いかけ，映画「もののけ姫」（宮崎駿監督）の一部を視聴させた。たたら場では，砂鉄を取り木炭を得るために，山を削り，木を切る。そして，たたら場で女性たちがふいごを踏んでいる。生徒たちに感想を話し合わせ，酸化物から金属を得る方法があることに気付かせるとともに，金属を取り出すためには多くのエネルギーを必要とする場合があることに気付かせた。

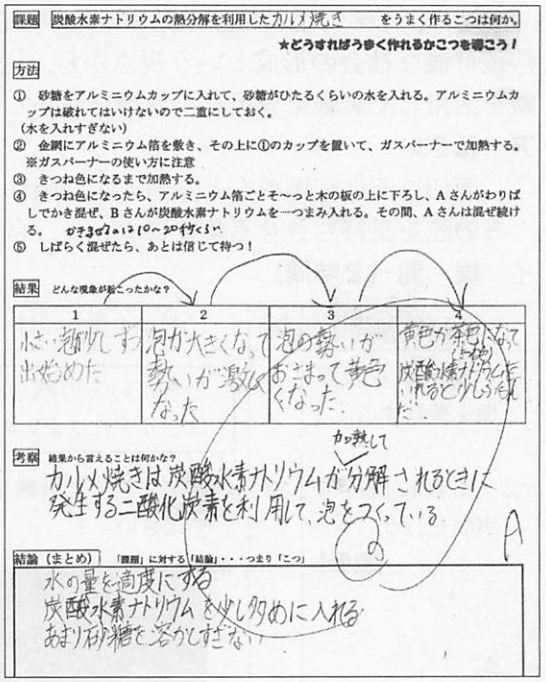

課題　炭酸水素ナトリウムの熱分解を利用したカルメ焼き　をうまく作るこつは何か。
★どうすればうまく作れるかこつを導こう！
方法
① 砂糖をアルミニウムカップに入れて、砂糖がひたるくらいの水を入れる。アルミニウムカップは破れてはいけないので二重にしておく。（水を入れすぎない）
② 金網にアルミニウム箔を敷き、その上に①のカップを置いて、ガスバーナーで加熱する。※ガスバーナーの使い方に注意
③ きつね色になるまで加熱する。
④ きつね色になったら、アルミニウム箔ごとそ～っと木の板の上に下ろし、Aさんがわりばしでかき混ぜ、Bさんが炭酸水素ナトリウムを一つまみ入れる。その間、Aさんは混ぜ続ける。　かきまぜる時間10～20秒くらい
⑤ しばらく混ぜたら、あとは信じて待つ！
結果　どんな現象が起こったかな？
1　小さい泡が出始めた
2　泡が大きくなって勢いが激しくなった
3　泡のふくらみがおさまって黄色くなった
4　黄色が茶色になって炭酸水素ナトリウムが分解されるときに発生する二酸化炭素が少しうもれだ。
考察　結果から言えることは何かな？
カルメ焼きは炭酸水素ナトリウムが分解されるときに発生する二酸化炭素を利用して、泡をつくっている。
結論（まとめ）　「課題」に対する「結論」・・・つまり「こつ」
水の量を適度にする
炭酸水素ナトリウムを少し多めに入れる
あまり砂糖を溶かしすぎない

図４　カルメ焼きのワークシート

⑸ （手立て５）学び合いの学習の場面の設定【協同】

化学反応式の作り方をすべての生徒に習得させることを目指し，学び合いを行わせた。初めに，鉄と硫黄の化合を化学反応式で表す方法を一斉に習得させた。その際，「言葉」，「モデル」，「化学式を用いた式（化学反応式）」で，段階的に表すようにさせた。化学反応式を作るときのきまりについて確認させ，「水素と酸素を混ぜて燃やすと水ができる」ときの化学反応式を班による学び合いにより考えさせた。図５は，そのときの様子である。ホワイトボードとマグネットを用いて，化学変化をモデルで表している。左辺と右辺の原子の種類と数が等しくなるよう，班で話し合う姿が見られた。班員全員が説明できることを条件とし，できたら，教師のところに来させ，指名した１名に説明をさせ，説明ができたら合格とし，班番号を書いた黒板の表に○印を記入し，次の課題を考えさせた。こうした学び合いによる化学反応式の習得は，２時間行わせた。生徒は，協力して課題解決を行った。全員が説明できるよう，分かる生徒が分かりにくい生徒に教える姿も多く見られた。



図５　学び合いの様子

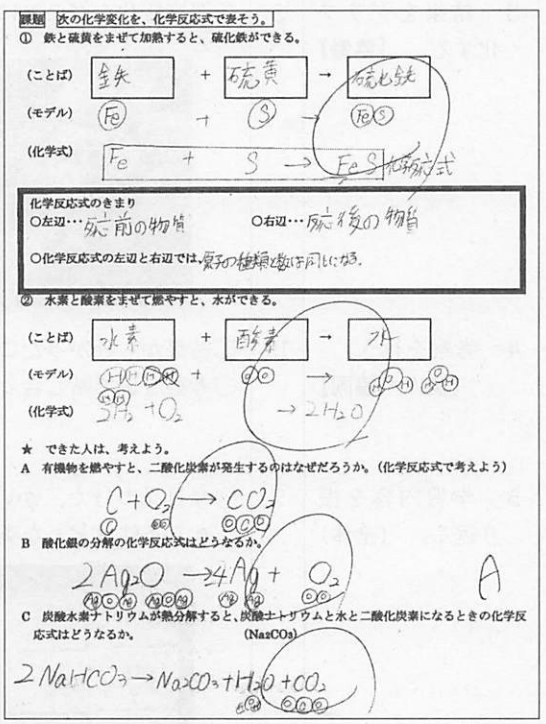

課題　次の化学変化を、化学反応式で表そう。
① 鉄と硫黄をまぜて加熱すると、硫化鉄ができる。
（ことば）　鉄 ＋ 硫黄 → 硫化鉄
（モデル）　Fe ＋ S → FeS
（化学式）　Fe ＋ S → FeS　化学反応式
化学反応式のきまり
○左辺…反応前の物質　　○右辺…反応後の物質
○化学反応式の左辺と右辺では、原子の種類と数は同じになる。
② 水素と酸素をまぜて燃やすと、水ができる。
（ことば）　水素 ＋ 酸素 → 水
（モデル）　＋ →
（化学式）　$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$
★ できた人は、考えよう。
A 有機物を燃やすと、二酸化炭素が発生するのはなぜだろうか。（化学反応式で考えよう）
$C + O_2 \rightarrow CO_2$
B 酸化銀の分解の化学反応式はどうなるか。
$2Ag_2O \rightarrow 4Ag + O_2$　A
C 炭酸水素ナトリウムが熱分解すると、炭酸ナトリウムと水と二酸化炭素になるときの化学反応式はどうなるか。　(Na_2CO_3)
$2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$

図６　化学反応式のワークシート

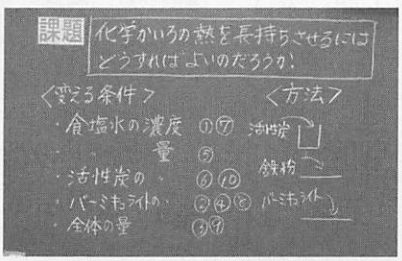
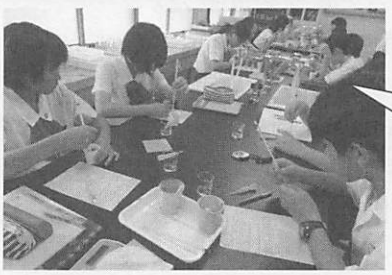
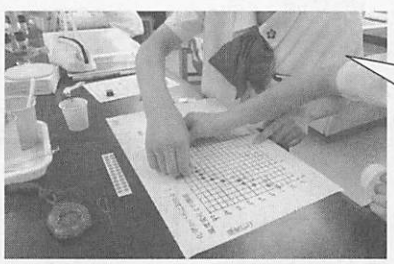
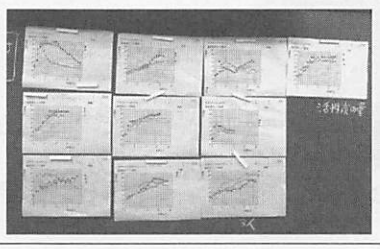
(6) （手立て６）協働的な学習の場面の設定【協働】

本時は，化学変化と発熱の関係について，生活に身近な化学かいろを基に考えさせた。その際，持続可能な社会の形成という視点から，「長持ちするかいろ」について追究させた。習得した知識を活用して実験を分担し，協働を活かした学びによって問題解決できればと考えた。

ア　ねらい

○　適切な条件制御のもと，一人ずつ条件を変えて実験を行い，結果を分析・解釈し，化学かいろの熱を長持ちさせる条件について，自分たちなりの結論を出す。

イ　展　開（２時間）

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　前時からの課題を確認する。	2	化学かいろの熱を長持ちさせるにはどうすればよいのだろうか。	
2　計画に沿って実験を行う。**【協働】**	23	○前時に立てた計画を基に実験を行ってください。  	○どの班も確実に実験をスタートできるようにするため，前時の終わりに各班の実験計画を見取り，食塩水，活性炭，鉄粉等の条件を確認した。食塩水は，５％，10％，15％，20％を用意した。 **○一人一実験できるよう簡易な道具を用意し，分担して実験できるようにした。【協働】** 色分けした簡易な容器を用いることで，実験準備をスムーズに行い考察の時間を確保できるよう心がけた。
3　結果をグラフ化する。**【協働】**	5	○温度変化をグラフに表してください。 	ワークシートに個人の結果のグラフをかかせた後，条件ごとにシールの色を変えて，一枚のグラフ用紙に結果を表現させた。
4　考察を行う。**【個人→協同】**	15	○結果から分かったことは何ですか。 ○考察を班で話し合ってください。	○生徒一人一人の理解を確かなものにし，自分の考えに自信を持たせるため，個人で考えさせた後，班で考察を話し合わせた。
5　学習内容を振り返る。（全体）	5	○今日見つけた，かいろの熱を長持ちさせる条件はどんな条件ですか。 	◇かいろの熱を長持ちさせる条件について，結果を適切に分析・解釈し，自分の言葉で結論を述べることができたか。（観察・ワークシート） 各班の温度変化の結果

ウ　次時について

次時に，考察の続きを行わせた。生徒は各班で活発に話し合い考察を行っていたが，大きく二つの課題が浮き彫りとなった。

（課題１）　実験結果が多様なものになり，全体で「かいろの熱を長持ちさせる方法」を探ることは困難となった。

（課題２）「熱を長持ちさせる」という課題の捉えが難しく，最高温度に着目するのか，温度が維持できた時間に着目するのかが不明瞭となった。

課題１については，全体での考察が難しかったので，各班の結果から自分の班の考察を行わせた。課題２については，生徒の考察を見ると，生徒によって捉え方にずれが生じていた。

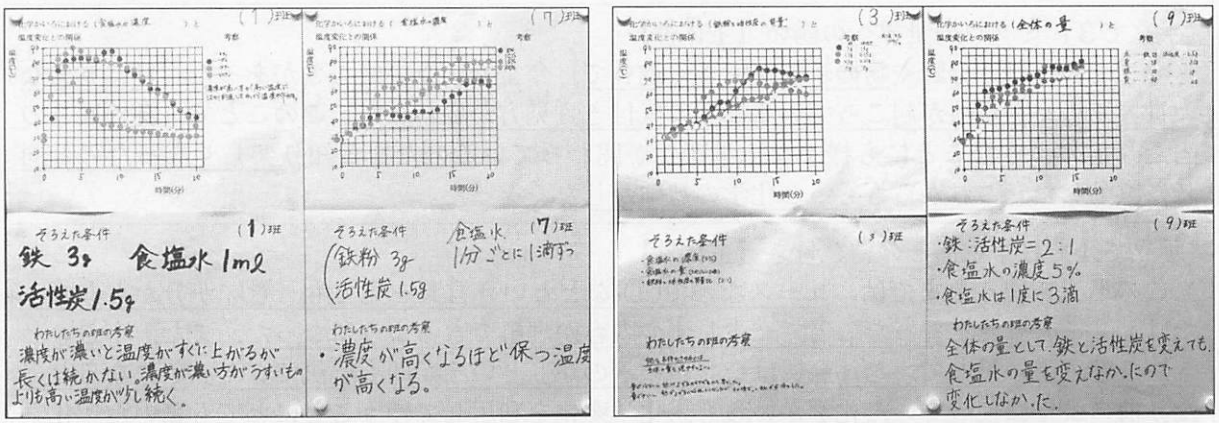


図７　左の二つの班は，食塩水の濃度を変えて実験を行った。
右の二つの班は，全体の量を変えて実験を行った。（質量比は同じ）

３　考　察

(1)　生徒の意識調査から

生徒（40名）に対してアンケートを行った。「主体的に理科を学んでいると思いますか」に対して，約97%の生徒が「とてもそう思う」「ややそう思う」と答えている。理由は，「自分たちで実験の方法を考えて実行しているから」「実験やまとめをだいたい自分たちできちんと行っているから」等であった。

「かいろの実験のとき，主体的に学んだのか協働的に学んだのか，あなたはどちらだと思いますか」という質問を行い，矢印の中で段階的に表させた。すると，「主体的に学んだ」側が約17%，理由としては，「班の中で役割を決めて自分で活動に取り組んだから。班の人とは違うことをしたから」「工夫したらいいと思うところを探し，どのような工夫をしたらいいのかと考えたりしたから」等であった。「協働的に学んだ」側が約69%，理由としては，「班ごとに条件を変えて，その結果をクラス全員で見て長持ちさせる方法を考えたり，班員それぞれ条件を変えて，その結果を班でまとめたり，皆少なくとも４人以上では一緒に考えまとめたので，協働的に近いと思いました」「実験の計画を皆で話し合ったのはもちろん，実験中も一人一人違う条件でやったので，班全員の力がなければできない学習だったと思います。また，その結果を持ち寄って，クラスで一つの答えを導き出したことも協働的な学びにつながったと思います」が挙げられた。真ん中が約14%，理由は「班の人と協力して行った作業もあったし，自ら進んで行った作業もあったから」であった。

(2)　単元末に行った生徒の自己評価から

単元末に行った生徒の自己評価の記述の中に，手立て１～６に関する記述がいくつかあったので，次に記す。

（手立て１）自分の言葉が並ぶワークシートの工夫【主体性】

僕は今まで，何か実験をしたら，なぜそうなるのかということを確かめずに，何となく暗記していただけで，根拠も考察もあまりありませんでした。今回学んだことを生かして，今まで小学校とかでやった実験を思い出して根拠を考え直してみたり，身の回りの原子や分子についてもっと調べたりしていきたいです。そして，これから授業で実験などをすることがあれば，しっかり根拠と考察を考えたいと思います。

（手立て２）実験方法の話合い【主体性】

心に残っているのは，かいろの温度を保つためにはどうすればよいかを班のみんなで考え挑戦したことです。自分たちで実験の方法から考えるのがとてもやる気が出ました。物質が何からできているのかが分かると，日常生活が楽しくなるし，不思議に思うことが増えました。

（手立て３）ミクロの世界への誘い【主体性】

今までの理科と分野や物の単位が大きく違って，今までにない楽しさがあった。目に見えない世界で様々な現象が起こっていることに気付き，見方が変わった。このことで，身の回りの当たり前のようなことにも様々な化学変化が関わっているのだなと知り楽しくなったのと同時に感動した。これからももっと化学の勉強がしたくなった。

（手立て４）日常生活との結び付き【主体性】

この単元を習う前まではニュースなどでCO_2などという言葉を見ても，意味が分からなかったけど，この単元を習ったことで，少しずつ内容が理解できるようになった。また，小さいときから不思議に思っていた「金属はなぜ錆びるのか」という疑問も解決できた。冬になると当たり前のように使っていた化学かいろも，化学変化を利用して使うことにとても驚いた。化学変化は身の回りの様々なところで起こっていることに興味を持てた。

（手立て５）学び合いの学習の場面の設定【協同】

僕は実験が好きなので，実験が多いこの単元が好きでした。でも，だんだん難しくなっていくと化学式や化学反応式がよくわからなくなって，あまり好きではなくなってしまいました。でも，家で勉強したり，班の人に教えてもらったりしてだんだんわかりはじめ，「なるほど」と思うことが多くなり，最後は最初よりもこの単元を好きになることができました。これからもっと難しくなっていくと思うけど，友だちや先生に教えてもらい楽しく授業をしていきたいです。

（手立て６）協働的な学習の場面の設定【協働】

特に，かいろ作りのところでは，自分たちでそろえることを決めたりして，自分たち独自の実験ができたことが良かったです。僕はもとから，原子分子のことが好きで，知識として知っていたことはたくさんあったけど，実験したことがなかったので，次からも実験を多く取り入れた授業をお願いします。

４　研究の成果と課題

(1)　成　果

本実践において，生徒が主体的に学ぶ理科学習を実現するため，手立て１～４を重視して授業を行ってきた。その成果として，生徒が楽しく本単元を学習する姿に多く出会うことができた。生徒の自己評価に，「目に見える現象から，目に見えない世界でどんなことが起こったのか予測していくのが楽しかったし，なるほどと思うことがたくさんあった。」というものがあった。目に見えない世界で起こっていることを推測することで，目に見える現象に意味付けができたり，より深く理解できたりした部分があったと考える。また，「ホワイトボードとマジックと磁石を使って１個１個丁寧に考えていったこと」が楽しかったという生徒もいた。学び合いの学習の場面で仲間と協力しながら課題解決していく過程におもしろさを感じたものと思われる。

生徒の言葉で考察を書かせるのには，初め多くの時間が必要であった。次第に，より短時間で

考察を書くことができるようになってきた。実験方法も生徒たちとの話合いで考えていくことができるようになってきた。昨年度からの研究で，一人一実験を単元のどこかで取り入れることの有効性を述べたが，本実践においても生徒の意欲を高めるうえで有効であった。

(2) 課　題

すべての生徒が主体的に学ぶ理科学習の展開を目指しているなか，かいろの実験について，４段階評価でほとんどの生徒が「おもしろかった」と答えているが，１名の生徒が，「あまりおもしろくなかった」と答えた。理由は，「あまりよく分からなかったので楽しくなかった」と述べている。この生徒は理科が苦手なわけではなく，「化学変化のこと，原子記号や分子の記号が分かって覚えたときはおもしろかった」と述べており，「難しかったり，おもしろくなかったりしたことは何ですか」という問いには「それはあまりなかった」と答えている。

協働的な学習の場面を意識して実践を行ったが，下記のような課題があったと考えられる。

ア　学習課題の質をどうするか

「温度が上がるかいろ」であれば分かりやすいが，「熱が長持ちするかいろ」という視点は実験するうえでも考察するうえでも難しかった。実際のかいろでは，温度が上がりすぎるとやけどのおそれがあり，温度を上げることより，長時間一定温度を保つことの方が重要であると考えられたので，本課題を設定した。しかし，追究の難しい課題となってしまった。昨年度までの研究同様，「ステップ感のある課題」を設定することが重要だという結論は変わらない。形成的評価を生かして生徒の実態をより的確につかみ，生徒と共に学習課題を設定していけるようにしていきたいと考える。

イ　どこまで生徒に任せきるのか

生徒の主体性を重視すれば，実験方法が多岐にわたることがある。今回の実践では，変える条件として５つの条件が出てきたが，その中の「全体の量」というのは結果が何に由来するのかはっきりしないので，再考させるべきであった。また，同じ条件で複数の班が実験を行ったが，その際，条件制御の仕方を統一しておくと，より深い考察に結び付いたものと思われる。一人ならば何度も繰り返し行う必要がある実験を，仲間と共に取り組むことにより，一度で様々な条件による実験の結果を得ることができれば，「きょうどう」の精神を発揮する学びに通じるものと考える。どの学習活動でどこまで生徒主体で任せきるのか，そのバランスが大切である。

ウ　今後追求していきたい協働的な学習の場面のデザイン

今後追求していきたい協働的な学習の場面は，次のとおりである。

まず，第一に，ステップ感のある課題の設定についてである。すべての生徒にとって，すぐにはわからないけれども，協力して考えれば解決可能な課題を設定する。その際，これまでの実践から，身近な課題や意外性のある（矛盾を含む）課題などが，生徒の追究心をかき立てる効果がある。

次に，実験計画を生徒主体で行うことである。自分で考えた実験なら，生徒も目的意識を持って意欲的に課題解決を行うことができる。その際，最後の考察のことを考え，どこまで生徒に任せきるのかその線引きを行う必要がある。それが指導者の仕掛けであると考える。

さらに，生徒の手で考察を行わせることについて，個人のワークシートや班でのコミュニケーションボードだけでなく，いかにして全体としての考察を導くのかについて課題がある。限られた50分間の授業時間内で実験後に考察を行い，全体として話し合う方法について，その手法と評価方法を考えていきたい。

なお，この協働的な学習については，特に，生徒の主体性が高まった場面（単元の終末など）において設定することが効果的であると考える。単元の学習を通して生徒一人一人の主体性を高め生徒が主体的な学習者になっている方が，協働がうまく機能し，より深い学びへとつながるものと考える。今回は「化学変化と原子・分子」で実践を行ったが，他の単元においても生徒が協働的かつ主体的に学び合い高め合えるような理科学習の在り方を探っていくこととする。

第３章　おわりに

ここでは，各実践研究の研究の成果と課題に関する記述についてまとめていく。

研究（その１）では，すべての生徒が主体的に学ぶためには，生徒にとって身近な自然の事象を扱う教材・教具の工夫が大切であり，できれば一人一実験が望ましいことが分かった。また既習事項を想起させながら，実物の教材を五感を使って観察することによって，生徒の意欲の高まり，主体的な活動を引き出すことができた。しかし，生徒への手立てと支援の在り方が不十分であると，すべての生徒が主体的に学ぶには至らないことが分かった。

研究（その２）では，生徒自らが課題を設定したり，実験方法を考えたりする活動によって，生徒の主体的な活動を引き出すことができた。この活動は自立の力の育成に効果があった。

次に考察の際の最初の手がかりを提供するために行った「課題に対する理由付きの予想」については，各班の予想だけでは内容が薄くなるので，学級全体で共有した方がよいことが分かった。予想を共有した結果，一部の班の予想を手がかりとして考察の活動を活発にすることができた。この考察の活動では協同の学びが成立し，その意味では自尊感情が醸成されたと考えている。

最後に単元全体を通して，生徒自らが課題を設定したり，実験方法を考えたり，協同の学びが成立する考察を行ったりする活動は，その経験が増えるほど，自信をもって活動することができるようになることが分かった。このことは自尊感情が醸成されたときに見られる「自信をもって行動する」につながる成果であると考えている。

研究（その３）では，成果として「自分の言葉が並ぶワークシートの工夫」「実験方法の話合い」「ミクロの世界への誘い」「日常生活との結び付き」を重視して授業を行った結果，生徒が主体的に学習する姿を多く見取ることができた。また学び合いの学習の場面で，仲間と協力しながら課題解決をする楽しさに気付く生徒も数多くいた。そして一人一実験は，本実践においても生徒の意欲を高める上で有効であった。

課題としては，学習課題の質をどうするかとどこまで生徒に任せきるのかの２つが上げられている。その上で実験計画や考察を生徒主体で行わせ，班だけでなく全体としての考察をきちんと導き出すことが大切であることを，今後，追求していきたい協働的な学習として指摘している。この協働的な学習については，生徒の主体性が高まった場面（単元の終末）において設定することが効果的で，生徒が主体的な学習者になっている方が，協働がうまく機能し，より深い学びへとつながると指摘している。

研究（その１）（その２）（その３）で得られた知見をもとに，これからも研究を続け，さらなる教師力の向上を目指していきたい。

参考文献

田代直幸・山口晃弘（2015）「９つの視点でアクティブ・ラーニング」東洋館出版社
水落芳明・阿部隆幸（2014）「成功する『学び合い』はここが違う！」学事出版
露木和男・田中千尋（2014）「理科・一瞬の授業」不昧堂出版
市川伸一（2012）「教えて考えさせる授業」図書文化
川村康文・長南幸安・秋吉弘幸・三浦和彦（2011）「魅力ある理科教育」オーム社