

発表日：平成29年2月8日(水)

都道府県名：高知県

学校名：香美市立鏡野中学校

校種：中学校

教科・科目等名：理科

研究主題

科学的な思考力・表現力を育成する学習
指導の工夫・改善

～科学的に探究する学習活動を通して、
メタ認知を促進させ、課題解決する力を高
める学習指導の事例開発～

高知県 香美市立鏡野中学校

香美市立鏡野中学校

香美市には、一級河川が流れ、広大な森林と豊かな自然がある。



全校生徒 382名(14クラス) 市内では最大の公立中学校
校区の小学校は5校

部活動も盛んで、全校生徒のほとんどが何らかの部に所属している。

研究開始時(2年前)の生徒の状況

平成27年度全国学力・学習状況調査

生徒質問紙より(肯定的回答の割合%) 【関心・意欲の見取り】

	項目	自校	全国
①	自然の中で遊んだことや自然観察をしたことがある。	72.0	75.7
②	理科の授業で学習したことを普段の生活の中で活用できないか考える。	40.2	47.0
③	理科の授業で学習したことは、将来、社会に出たときに役に立つと思う。	52.3	54.6
④	将来、理科や科学技術に関する職業に就きたいと思う。	14.3	23.5

平成27年度全国学力・学習状況調査

生徒質問紙より(肯定的回答の割合%)【思考・表現の見取り】

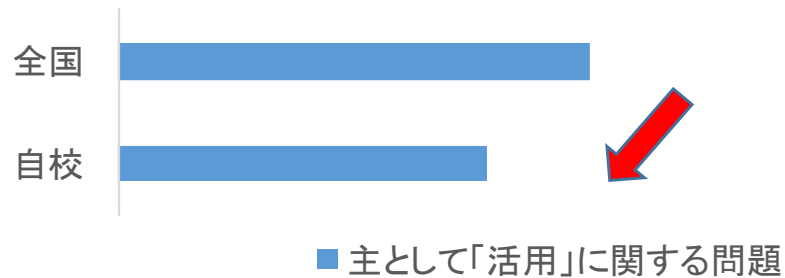
	項目	自校	全国
①	理科の授業で、自分の考えや考察を周りの人に説明したり発表したりしている。	27.2	38.3
②	理科の授業で、観察や実験の結果をもとに考察している。	53.0	67.3
③	理科の授業で、観察や実験の進め方や考え方が間違っていないかを振り返って考えている。	43.2	54.9

平成27年度全国学力・学習状況調査結果 より

主として「知識」に関する問題



主として「活用」に関する問題



- ・理科や科学的な事物・現象に対する意識があまり高くない。
- ・科学的な思考力・表現力に課題がある。
- ・基礎・基本的な内容の定着状況に課題がある。

1年目の主な研究内容

- ① 観察・実験を計画する学習活動の充実
- ② 生徒一人一人の考えを広げ深める協働的な学習の在り方
- ③ 科学的な言葉や概念を用いた思考, 表現活動の充実

研究1年目の課題

- ◆導入の場面で、興味付けが十分できていなかった。また、個人思考の場面で生徒への手立てが十分でなかった。
- ◆記述内容からは、課題に正対した分析・解釈の記述はまだまだ不十分である。
- ◆科学的な思考力・表現力の高まりや変容の見取りが不十分であった。
- ◆各調査結果から課題解決の過程における見通しを立てたり、振り返ったりする活動に課題が見られた。

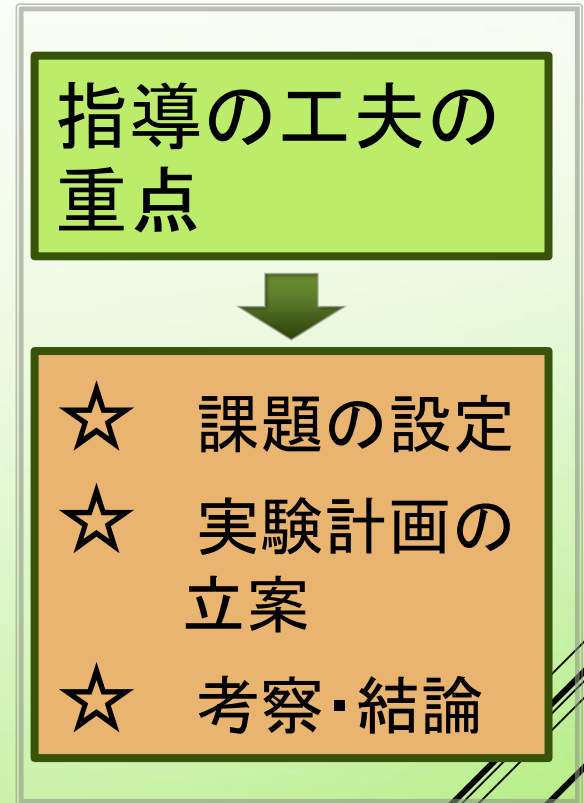
平成28年度の研究仮説(2年目)

メタ認知を促進するための学習指導事例を開発し、実践することで、生徒のメタ認知を促進し、学習意欲の高まり及び科学的な思考力・表現力を育成する。

平成28年度の取組

- ① 観察・実験の結果を予想や仮説と照らし合わせ、分析・解釈し課題に正対した考察を記述できるように指導を継続する。
- ② 生徒が主体的・協働的に課題を解決する過程で、メタ認知を促進することのできる学習指導事例を開発する。
- ③ ①・②の検証として
 - ・メタ認知と学習意欲を測定する質問紙を準備し調査を行う。
 - ・生徒の記述内容をルーブリック評価する。

学習指導事例の工夫・開発 探究の過程



実践例

事例①

「第3学年(6)化学変化とイオン
イ 酸・アルカリとイオン」

工夫点

- 課題の設定
- 考察

課題の設定のための工夫

不思議・認知的葛藤を生み出す事象を
提示



水酸化バリウム水溶液に硫酸を混ぜていくと電球の明かりが弱くなり、やがて消え、再び電球が明るくなる様子を提示する。



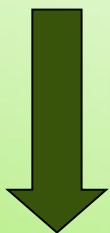
課題の設定のための工夫

生徒の気付き・疑問を共有し問題を見いだす

生徒の反応 ……

- (電気が消えたときが中和ではないか？)
- (混合したときから中和は起こっている…？)
- (イオンが無くなったのでは？)

・既習内容から中和・イオン・電流に着目させる



- ・水溶液中で起こった化学変化は何だろうか？
- ・水溶液中で変化した物は何だろうか？
- ・イオンの何が変化したのだろうか？

課題

「水酸化バリウム水溶液と硫酸の中和反応における
水溶液中のイオンの数はどのように変化しているだろうか」

と設定した

考察のための工夫

① 考察の視点をしっかりと見合わせる 〈課題と正対させる〉

- ・電流の大きさの変化を現すグラフを使ってイオンの量の変化を考えさせる



② 個人思考 → グループで共有・討議

- ・水溶液中のイオンを具体物を使って説明
(ホワイトボードやイオンモデルの活用)



③ 全体で討議・共有

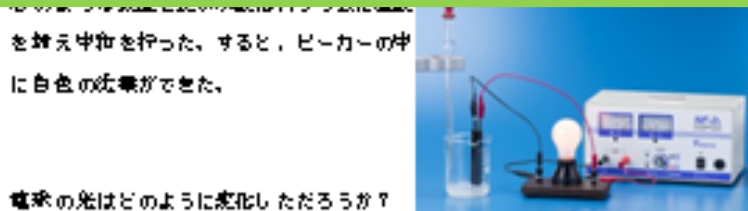
- (ホワイトボードやイオンモデルの活用)

事例 ①

第3学年 「水溶液のなかのイオンの数は、どのように変化しているだろうか？」

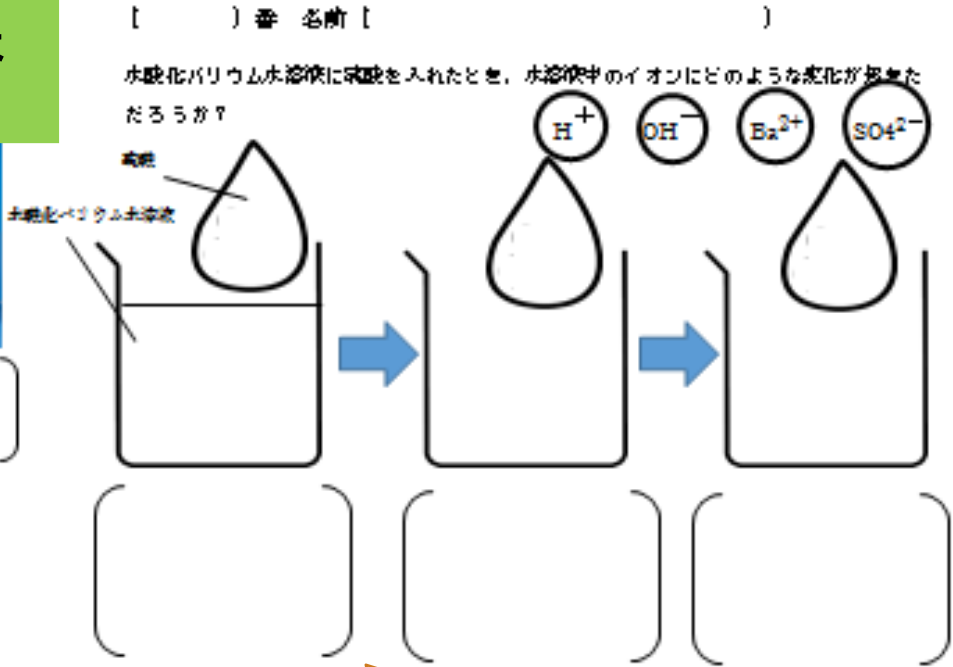
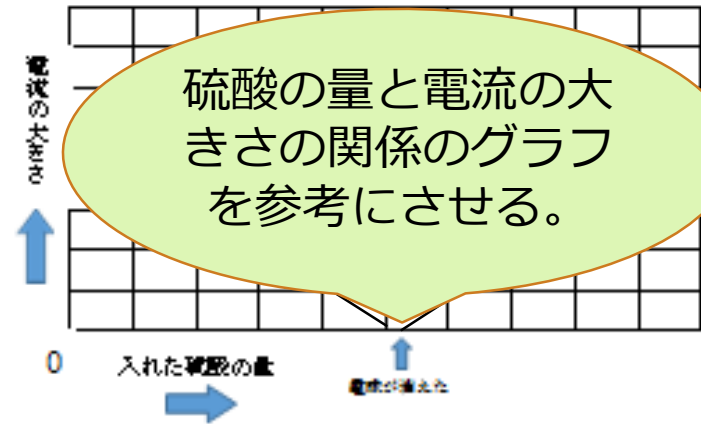
課題

・水溶液のなかのイオンの数は、どのように変化しているのだろうか？



[]

電球の光の変化から電流はどのように変化しただろうか？

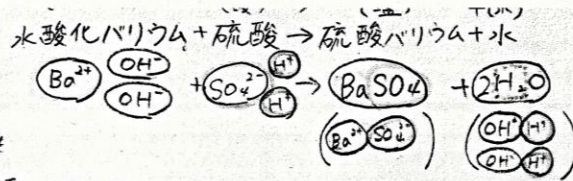


言葉で表現してみよう

[]

中和反応を原子・分子・イオンモデルで考え、説明する。

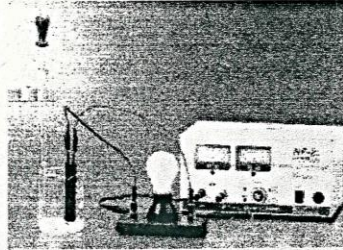
ワークシート記入例



アルカリ性 酸性
水酸化バリウムと硫酸の中和

課題：水溶液のなかで、イオンはどのように変化しているだろうか？

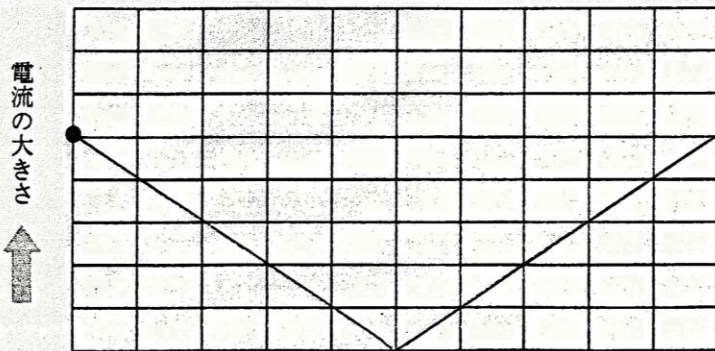
右のような装置を使い水酸化バリウムに硫酸を加え中和を行った。すると、ビーカーの中に白色の沈澱ができた。



電球の光はどのように変化しただろうか？

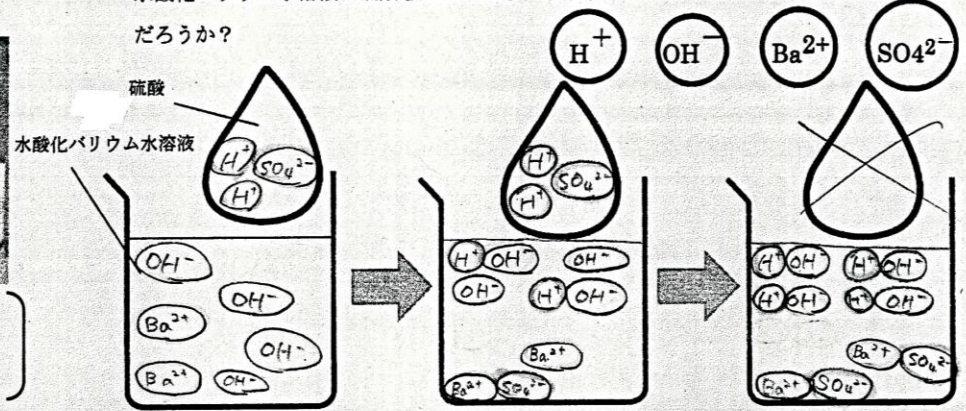
「だんだん暗くなり、消えてしまったが、さらに硫酸を加えていくとまた光り、明るくなっていった。」

電球の光の変化から電流はどのように変化しただろうか？



0 入れた硫酸の量 電球が消えた

水酸化バリウム水溶液に硫酸を入れたとき、水溶液中のイオンにどのような変化が起きただろうか？



水酸化バリウム水溶液に硫酸を加えると... (電流0) → 水(H₂O)の分子が... (電流Δ) → 水の分子が少なくなり、硫酸バリウムの分子ができる! (電流×)

言葉で表現してみよう

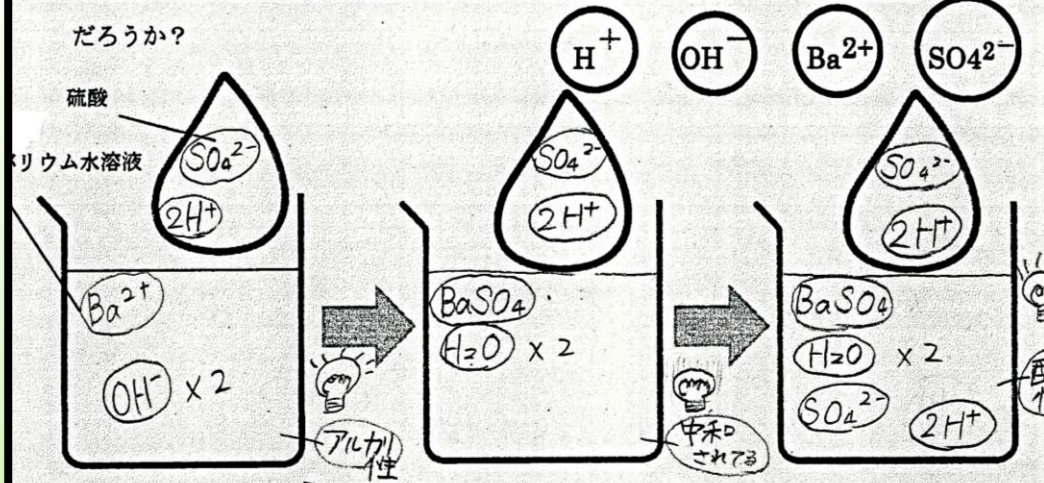
アルカリ性の水酸化バリウム水溶液に、酸性の硫酸を加えると、中和が行われ、水(H₂O)と塩(硫酸バリウム: BaSO₄)ができる。硫酸バリウムは水溶液中に自沈となり、あらわれる。また、水酸化バリウム水溶液に硫酸を少しずつ加えていくと、アルカリ性から中性、さらには酸性になり、電流を流すと硫酸の量により、電流の大きさが変化する。

考察の様子

水酸化バリウム水溶液に硫酸を入れたとき、水溶液中のイオンにどのような変化が起きた
だろうか？

水酸化バリウム水溶液に硫酸を入れるとどのような変化が起るだろうか？
(イオンモデルを使って考えよう)

水酸化バリウム水溶液に硫酸を入れたとき、水溶液中のイオンにどのような変化が起きた
だろうか？



水酸化バリウム水溶液に硫酸を加えると、 Ba^{2+} と SO_4^{2-} が、 OH^- と H^+ がくっつく。

水酸化バリウム水溶液と硫酸を合わせると中和され、中性の水溶液になる。

中性の水溶液に硫酸を加えると、水溶液は酸性になり、また電流が流れた。

言葉で表現してみよう

水酸化バリウム水溶液（アルカリ性）に硫酸（酸性）を加えると、中和され中性の水溶液（水と硫酸化バリウムの白沈）ができる。中性の水溶液に更に硫酸（酸性）を加えると、酸を帯びた水溶液ができ、電流が再度流れるようになる。

Handwritten notes and diagrams on the right side of the page:

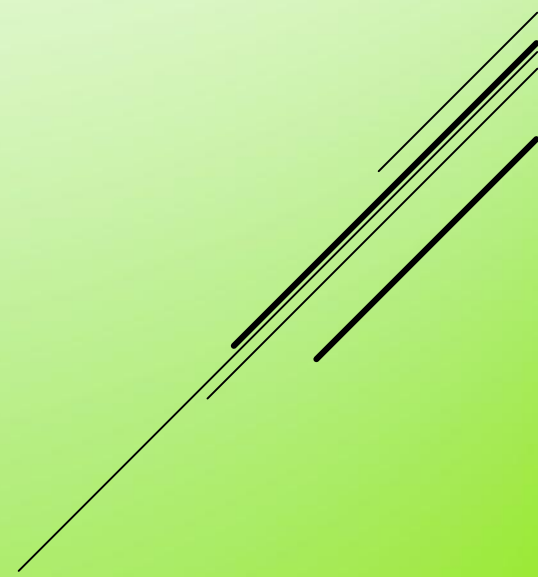
- Diagram showing a dropper with SO_4^{2-} and H^+ ions.
- Diagram showing a beaker with SO_4^{2-} and H^+ ions.
- Text: "なる、 H^- より、 SO_4^{2-} よりくっつくため。"
- Text: "硫酸を加えると、くっつく。"
- Text: "酸性"
- Text: "電解質中和して..."
- Text: "と、硫酸バリウム"
- Text: "りうん"
- Text: "す"ちゃんとおさげい"
- Text: "と酸性"

事例②

「第1学年（1）植物の生活と種類
イ 植物の体のつくりと働き」

工夫点

- 実験計画
の立案



実験計画の立案のための工夫

課題 「植物は呼吸しているのか」

予想とその理由

実験の計画(個人思考)

実験計画の立案におけるポイント

○既習内容の活用

- ・光合成の実験方法についての振り返り(中学1年)
- ・植物のからだのはたらきについての振り返り(小学校6年)

○結果の見通しをもたせる

- ・予想と照らし合わせながら考えさせる

実験計画の立案のための工夫

実験の計画(グループ思考)

- ① 最初の実験方法
 - ・ 個人で持ち寄った計画案をグループで検討し、実験計画を立てる。(ホワイトボードに記入)
- ② 全体での共有
 - ・ グループ毎に自分たちで考えた実験方法を説明し交流する。
- ③ 最初考えた実験方法を修正
 - ・ **他のグループの情報を基に修正する。**



修正した実験方法で実験をする

事例 ②

第1学年 「植物は呼吸しているのだろうか」

中1理科ワークシート ()組()番 氏名()

?

予想

自分の考え (理由をつけて)

根拠に基づいた予想を行う。

課題

・植物は呼吸をしているのだろうか？

準備物

個人で、実験方法、準備物、予想される結果を図や文章で書く。

修正した実験方法 (図や文章でかこう)

班で修正し、実験計画を行う。(ホワイトボードの活用)

実験結果 (図や表を使ってまとめ)

実験を行い、結果の整理・解釈をする。

考察 (結果からわかったこと)

考察を行い、まとめ (振り返り) を行う。

まとめ

ワークシート記入例

中1理科ワークシート

修正した実験方法 (図や文章でかこう)

ふくろを3つ用意。もやしを入れる。

準備物

中1理科ワークシート

? 植物も呼吸しているのだろうか。

予想

自分の考え (理由をつけて)

している。
二酸化炭素を吸い、酸素を出しているから。

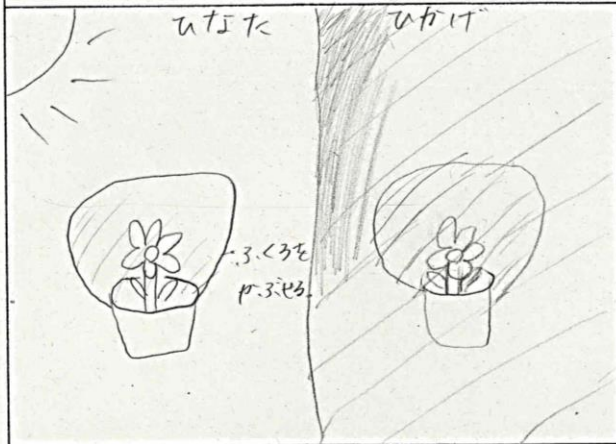
課題

植物は呼吸しているのだろうか。調べる方法を考えよう。

最初の実験方法 (図や文章でかこう)

調べる条件

日光に当てるか。



準備物

植物×2
気体検知管
袋×2

予想される結果

日光に当てたら、二酸化炭素を吸い、酸素を出す。
日光に当てなかったら、酸素を吸い、二酸化炭素を出す。

修正した実験方法 (図や文章でかこう)

- ① 植物に袋にかぶせ、酸素を入れる。
- ② 気体検知管で、酸素の割合を調べる。
- ③ 暗いところと明るいところに植物を置いておく。
- ④ 数時間後、気体検知管で酸素の割合を調べる。

準備物

植物×2
酸素
検知管×4
ビニール袋×2

酸素の割合が減り、二酸化炭素が増えていたら、呼吸していることになる。

実験結果 (図や表を使ってまとめよう)

③ 暗いところに置いた植物が呼吸する。

実験前		実験後	
		ひなた	ひかげ
O ₂	12.6	O ₂ 12.1	O ₂ 5
CO ₂	0.10	CO ₂ 0.12	CO ₂ 0.12

考察 (結果からわかったこと、考えられること)

どちらも、酸素が減り、二酸化炭素が増えていたが、ひかげに置いた方が、変化が激しかった。
→もしかして、どちらも呼吸している!!
→でも、ひかげの袋でしか、実験前に測っていないから、かも?!

まとめ

植物も1日中呼吸している。

実験計画(各班)

- ① 光合成をするかしないか。
・ 気体検知管で調べる。

ふくろ
光を
る。

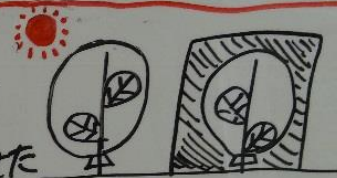
- ① 封じふくろの中の酸素と二酸化炭素の割合
を気体検知管を使って調べる

- ②
③
④

調べる条件 ① 植物あり、なし
② 光あり、なし

- ① 植物にふくろを被せ、
密ふうする。

- ② 光を当てる方と、箱を被せた
ものを用意する。



- ③ 2~3時間後、ふくろの中に気体検知管を入れ、
割合を調べる。

二酸化炭素が多くなっている場合は、
呼吸をしているということが分かる。



3班

研究の検証

質問紙による調査

- メタ認知
- 学習意欲
- 実験方略

ルーブリック評価

- 科学的思考力・表現力

* 別添資料参照

メタ認知を測定する項目

メタ認知的認知

- 項目1 私は、理科の勉強で、自分の興味があることを、より深く学ぶ方法を知っています。
- 項目2 私は、理科の勉強で、新しく学んだことを、自分なりに整理する方法を知っています。
- 項目3 私は、理科の勉強は、どのような段取りで行えば、効率的に進むのかを知っています。
- 項目4 私は、理科の問題を解くとき、自分なりにうまく解く方法を知っています。

モニタリング

- 項目5 私は、理科の授業で新しいことを学んでいるとき、どれくらい理解できているのか、確認するようにしています。
- 項目6 私は、理科の問題を解くとき、どのような知識が必要なのかを考えるようにしています。
- 項目7 私は、理科の問題を解いている最中に、正しく解けているのか、こまめに確認するようにしています。
- 項目8 私は、理科の問題が解けなかったとき、なぜ解けなかったのか、その理由を考えるようにしています。

コントロール

- 項目9 私は、理科の勉強をより深く理解するために、絵や図表を使うようにしています。
- 項目10 私は、理科の授業で、分からないところがあれば、一人では考えず、先生や友達に聞くようにしています。
- 項目11 私は、理科の問題を解く前に、問題文を良く読み、理解してから解くようにしています。
- 項目12 私は、理科のテストがあるとき、事前に計画を立ててから勉強を進めるようにしています。

**得点は、（全く当てはまらない1～非常によく当てはまる6）
以上の6件法で行い、評価値をそのままの得点とした。**

学習意欲を測定する項目

成功期待

- 項目1 私は、集中して実験に取り組むことができます。
- 項目2 私は、難しいと感じる実験でも進んで取り組むことができます。
- 項目3 私は、実験をすると決めたら、すごくがんばることができます。
- 項目4 私は、実験操作を間違えない自信があります。

内発的価値

- 項目5 私は、実験をすることが好きです。
- 項目6 私は、実験は楽しいと思います。
- 項目7 私は、実験はおもしろいと思います。
- 項目8 私は、実験をすることはつまらないと思います。

獲得・利用価値

- 項目9 私は、実験ができるようになることは、私の将来に役に立つと思います。
- 項目10 私は、実験がうまくできなくても、将来困ることはないと思います。
- 項目11 私は、実験で身についたことが、ほかの教科の学習にも役に立つと思います。
- 項目12 私は、実験で得た知識は、普段の生活でも役に立つと思います。

**得点は、（全く当てはまらない1～非常によく当てはまる6）
以上の6件法で行い、評価値をそのままの得点とした。**

実験方略を測定する項目

意味理解的方略

- 項目1 私は、実験結果のまとめ方を工夫するようにしています。
- 項目2 私は、予想と照らし合わせながら考察するようにしています。
- 項目3 私は、今まで習ったことと結びつけながら考察するようにしています。
- 項目4 私は、実験中に気づいたことをメモするようにしています。

反復的方略

- 項目5 私は、実験が成功するまで何度も繰り返すようにしています。
- 項目6 私は、予想通りの結果になるまで、同じ実験操作を繰り返すようにしています。
- 項目7 私は、実験操作がうまくできるまで何度も繰り返すようにしています。

**得点は、（全く当てはまらない1～非常によく当てはまる6）
以上の6件法で行い、評価値をそのままの得点とした。**

事例①のルーブリックの準備

第3学年の評価に用いたルーブリックの表

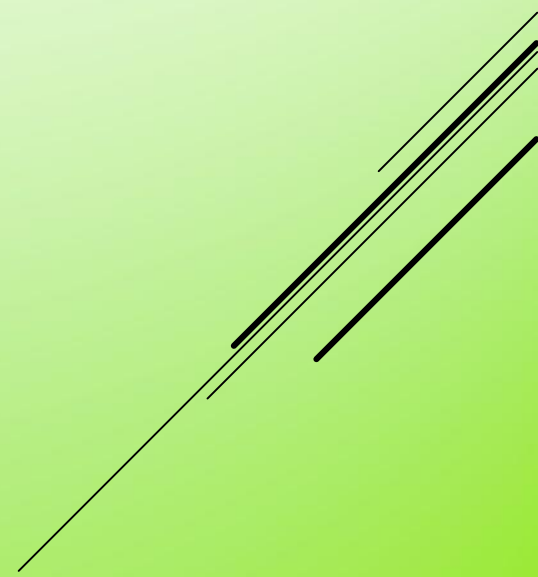
活動項目	得点	採点基準
イオンモデル	2	水酸化バリウムや硫酸をイオンの数を正しくイオンモデルを記入され、アルカリ性・中性・酸性が記入されている。かつ、文章でもビーカーの中の様子を表現している。
	1	イオンモデルは記入されているが水酸化バリウムや硫酸などのイオンの数が合っていないが、アルカリ性・中性・酸性は記入されている。かつビーカーの状況に応じた文章を記入できている。
	0	<ul style="list-style-type: none">・イオンモデルが記入されていない。・文章も記入できていない。書いていることがまとはずれである。
考察	3	電流が流れている状態（アルカリ性）から中和したことによって、イオンがなくなり電流が流れなくなった。さらに硫酸を入れることで水溶液が酸性になり電流が流れだすことを説明している。
	2	電流が流れる状態から中和して電流が流れなくなったことや、さらに硫酸を入れることで、電流が流れたことは記入できているが、イオンの数やイオンにふれることができていない。
	1	電流が流れている状態やイオンの数に注目して書くことは出来ているが文章で記入できていない。
	0	無記入 上記以外の解答

事例②のルーブリックの準備

第1学年の評価に用いたルーブリックの表

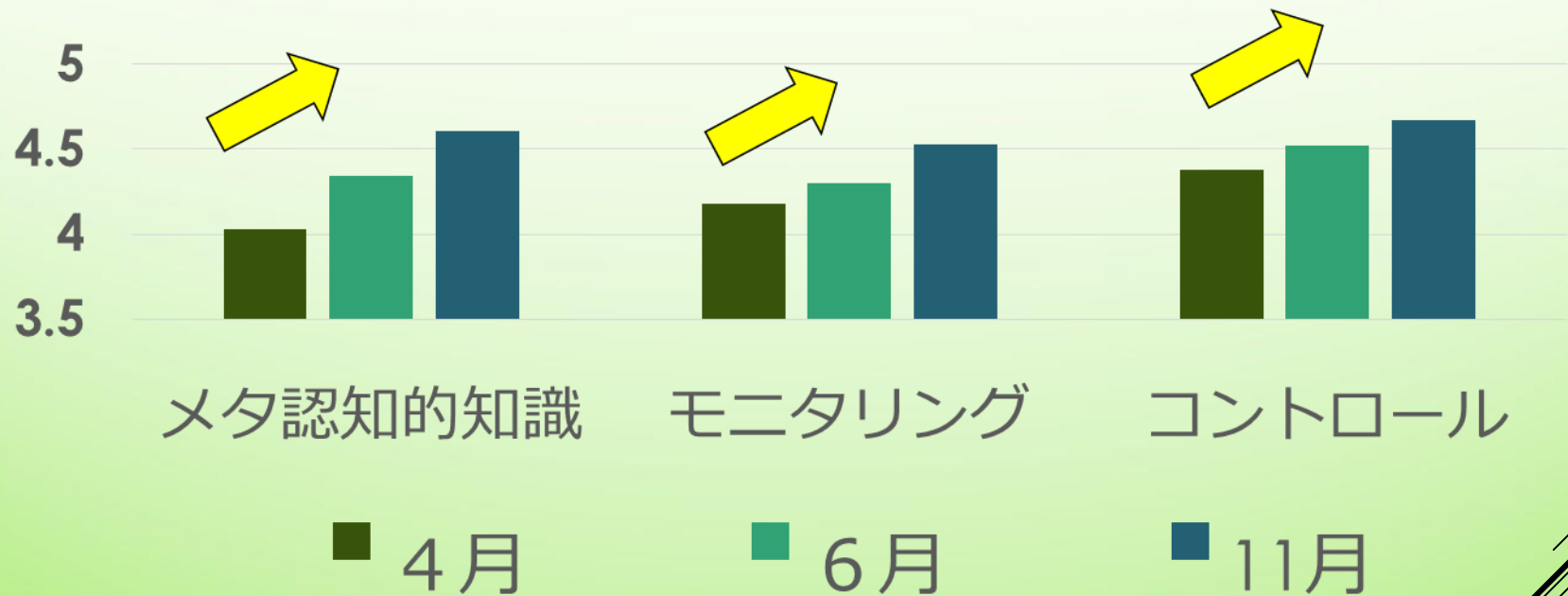
評価項目	得点	採点基準
予想	2	理由が書けている。
	1	理由が誤っているか、理由を書いていない。
	0	無記入
実験方法	2	的確な実験方法を記述している。
	1	調べるための実験方法を記入している。
	0	調べることができない実験方法および無記入である。
考察	3	結果をもとに課題に正対した考察となっている。
	2	結果をもとに考察しているが、根拠が不十分である。
	1	結果や結論のみを記入している。
	0	無記入 上記以外の解答

結果と考察



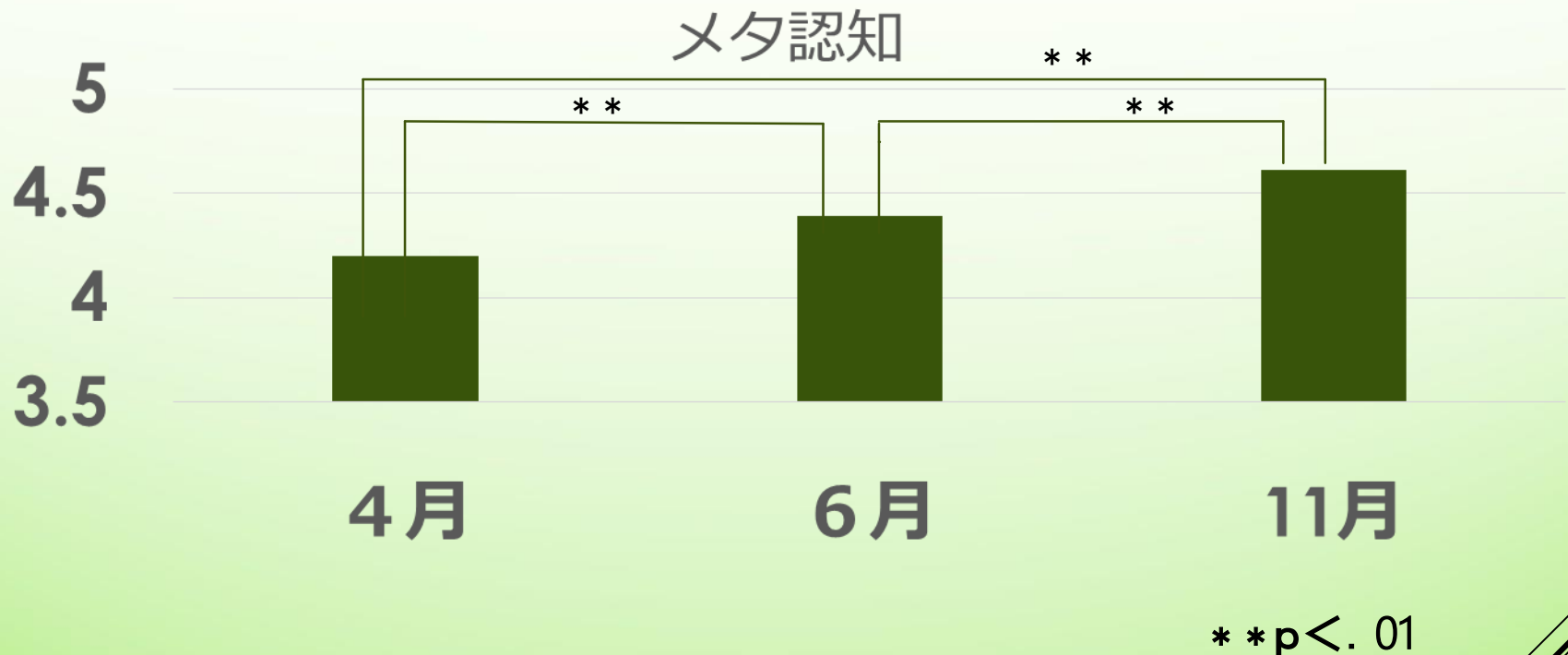
- メタ認知の変容 -

メタ認知の測定結果 ①



学習指導を工夫した授業を継続することで、「メタ認知的知識」「モニタリング」「コントロール」とも向上してきた。

メタ認知の測定結果②



メタ認知全体を見ても4月，6月，11月と有意に高くなった。

メタ認知活性化の考察

「課題の設定」や「実験計画の立案」、「考察・結論」の工夫



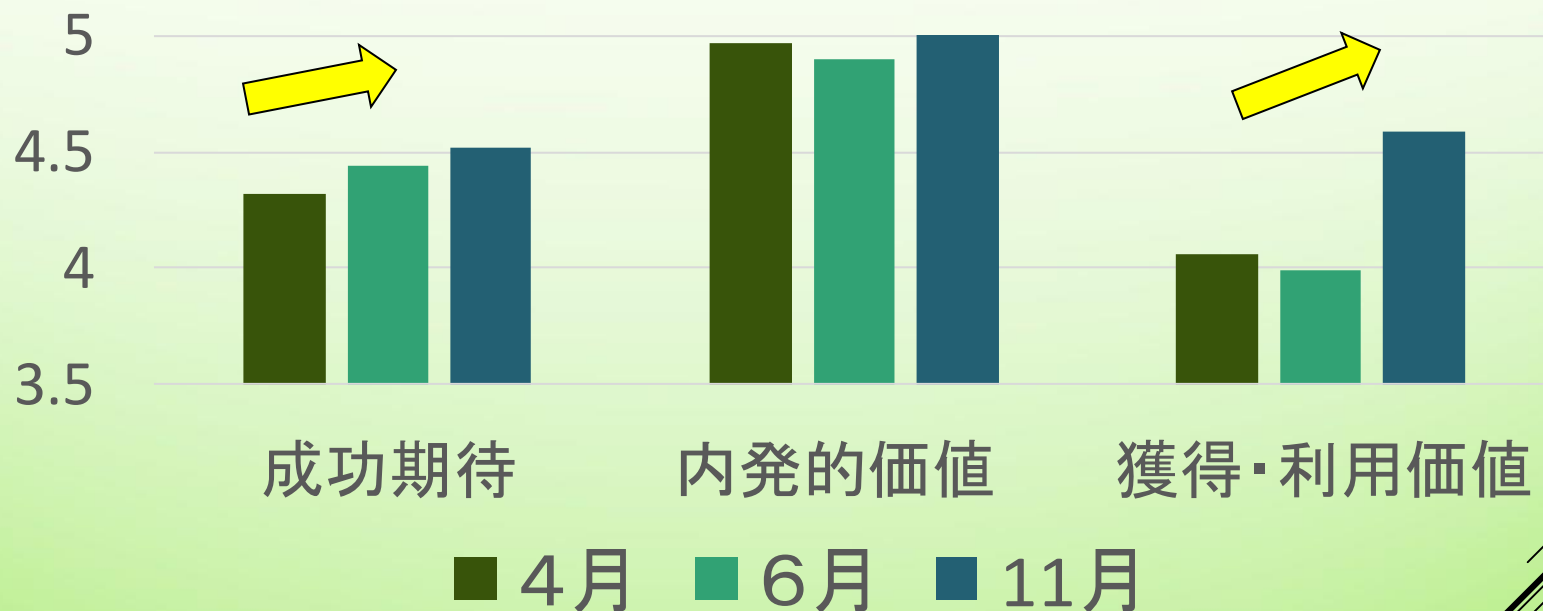
- ・生徒がどのようにすれば効果的に学習が進むのかの見通しがもてた。
- ・問題解決をするために、どのような知識が必要なのかを考えることができた。
- ・他者の意見を聞いて自分の考えを修正したりすることで、より確かな考えをもてた。



メタ認知が活性化された

— 学習意欲の変容 —

学習意欲の測定結果



学習指導を工夫した授業を継続することで、「成功期待」「獲得・利用価値」は高まった。

学習意欲の考察

「課題の設定」や「実験計画の立案」、「考察・結論」の工夫



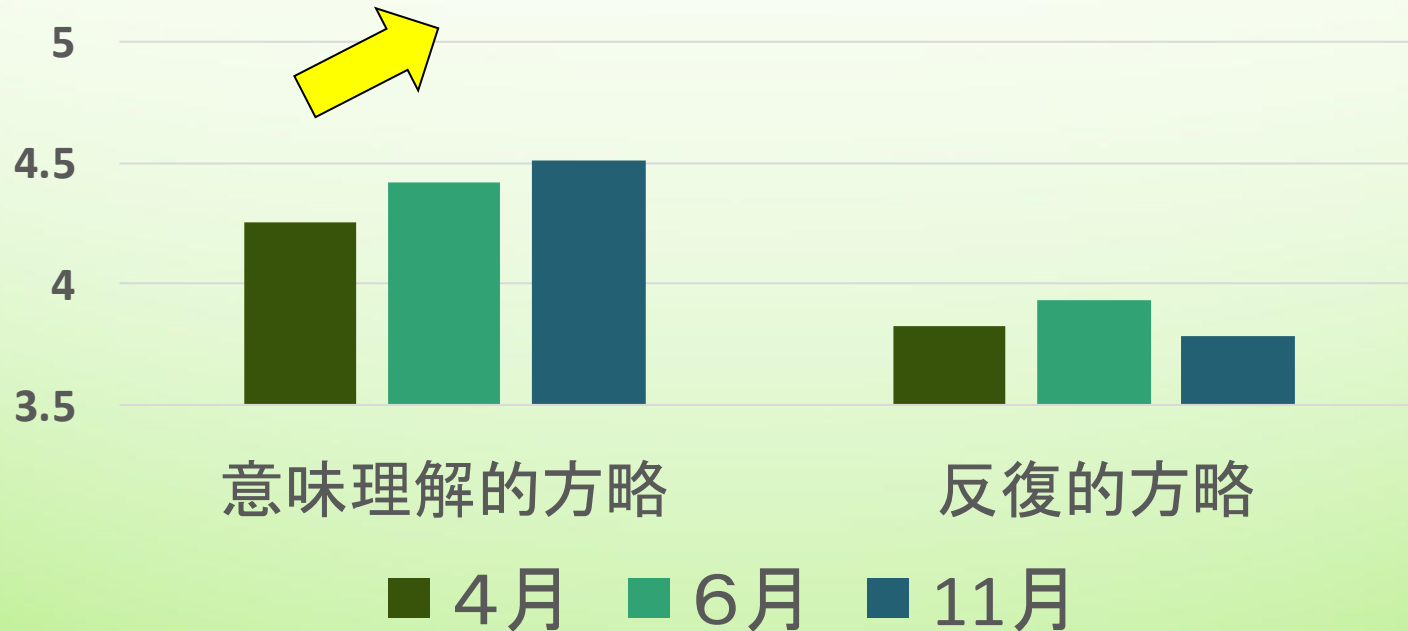
- ・生徒の「やればできる」といった成功期待を高めることができた。
- ・学習が実生活や他の教科に役立つことを実感させることができた。



学習意欲が高まった

— 実験方略の変容 —

実験方略の測定結果



学習指導を工夫した授業を継続することで、「意味理解的方略」が高まった。一方、「反復的方略」は変化がなかった

実験方略の考察

「課題の設定」や「実験計画の立案」、「考察・結論」の工夫



- ・結果を予想と照らし合わせながら考察することができるようになった。
- ・既習内容と結び付けながら、考察することができるようになった。



課題解決における見通しと振り返りができるようになった。

ー ルーブリックの得点率 ー

ルーブリックの得点率【%】



ルーブリックの得点率は、1学期に比べ2学期には上昇した。

ルーブリック評価の考察

「課題の設定」や「実験計画の立案」、「考察・結論」の工夫



根拠をもって、課題に正対した予想や考察が記述できるようになってきたことが、ルーブリックにより評価できた。



科学的な思考力・表現力の高まりが見とれた。

本研究の成果

- 学習指導を工夫することで、メタ認知を促進するができた。
- 生徒のメタ認知を促進することで、学習意欲の向上につながった。
- メタ認知を促進するための学習指導を行うことで、課題解決における見通しと振り返りができるようになった。
- 根拠をもって、課題に正対した予想や考察が記述できるようになってきたことで、科学的な思考力・表現力が高まった。

本研究の課題

○メタ認知をさらに促進するために、探究の過程で、これまでの工夫点に加えて、学習の振り返りに重点をおいた学習指導を研究する必要がある。

○科学的な思考力・表現力をさらに育成するために、探究におけるそれぞれの学習過程で、見通しと振り返りを必要に応じて繰り返し指導していく必要がある。

今後の取組

○今後もメタ認知を促進する学習指導を継続していく。これまでの工夫点に加えて、探究の過程で振り返りに重点をおき、理科を生活に結び付けたり将来に役立てたりする場面を設ける学習指導を研究する。

○ 科学的な思考力・表現力をさらに育成するために、探究におけるそれぞれの学習過程で、見通しと振り返りを必要に応じて繰り返す指導方法を研究する。

○ ルーブリック評価については、比較・分析しやすいように項目内容を統一するなど、更に研究を進めていく。

ご清聴

ありがとうございました。

