

理科の見方・考え方を働かせ、科学的に探究していく理科学習のあり方  
～見通しをもって実験に取り組むための【思考セット】の工夫～



2018年8月28日

— 目 次 —

I. 研究主題・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P 1

II. 主題設定の理由・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P 1～2

III. 主題にせまる生徒のイメージ・・・・・・・・・・・・ P 2

IV. 研究の仮説・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P 2

V. 研究計画・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P 3

VI. 研究の実際

    i. 佐倉市学習状況調査の分析・・・・・・・・・・・・ P 3

    ii. 【思考セット】の検討・・・・・・・・・・・・ P 4～5

    iii. 【フローチャート】を用いた授業の実践  
        ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P 6

VII. 成果と課題・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P 7

VIII. 参考文献・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P 7

IX. 資料・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P 8～10

## I. 研究主題

理科の見方・考え方を働かせ、科学的に探究していく理科学習のあり方  
～見通しをもって実験に取り組むための【思考セット】の工夫～

## II. 主題設定の理由

昨年、新たに公示された中学校学習指導要領における理科の教科の目標には、目指すべき三つの柱が示されている。そのうちの一つに、

(2) 観察、実験などを行い、科学的に探究する力を養う。

とある。昨年度まで第一部会では『進んで問題解決をする力が育つ理科教育』というテーマで研究を行ってきた。その中で、理科の学習の中で疑問に思ったことを子どもが主体的に解決していく力を育む手段を研究し、3時間の問題解決型授業展開“3ライズ”を提案した。この研究では「生徒の意欲・関心」と「授業計画」を主な対象とし、それらを改善するための方法を工夫してきた。今年度からは「生徒の思考力・判断力・表現力」と「授業での言語活動」を主な対象として研究を進めていくとともに、小学校理科部会とも連携して取り組んでいく。

指導要領にはさらに、以下のような記述がある。

科学的に探究する力を育成するに当たっては、自然の事物・現象の中に問題を見出し、見通しをもって観察、実験などを行い、得られた結果を分析して解釈するなどの活動を行うことが重要である。

この部分に注目して、特に「見通しをもって観察、実験などを行う」ために、生徒の活動の中の“結果の予想”と“方法の工夫”を大切にさせたい。理科に限らず、生徒が自らの力で課題を解決していく過程において、予想に基づく行動の工夫は欠かせないスキルである。理科の実験活動を通して、この力を磨いていけるよう研究を進めていきたい。

また、佐倉市内の小中学生（小学4年生と中学2年生）を対象に昨年度の1月に行われた『佐倉市学習状況調査』の調査結果からも根拠に基づいた思考が重要であることがわかった。中学2年生への様々なアンケート結果のうち、二つの項目を取り上げる。（図1，2）

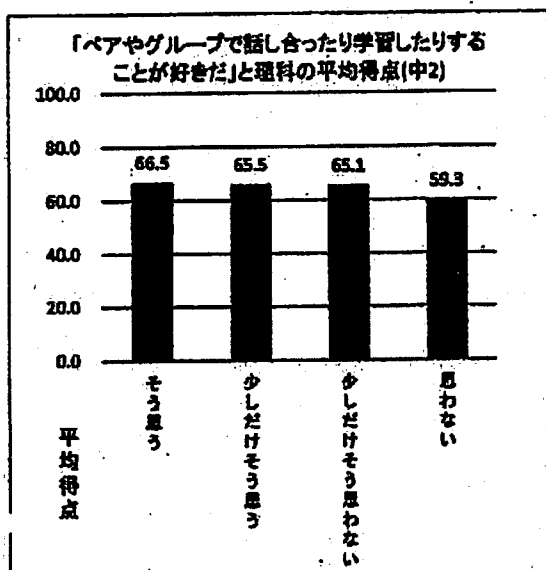


図1. 話し合い活動と得点の関係

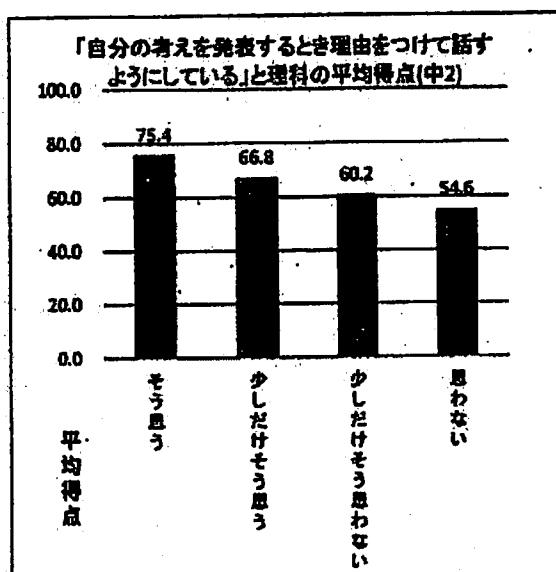


図2. 理由を話すかと得点の関係

図1のグラフから、「グループ等で話し合う活動が好きか」は得点に大きな差をもたらさないことがわかる。理科室で授業を行うと、自然とグループごとに会話生まれ、教師側も話し合わせている感覚を得やすい。しかし、話し合いのルールや方向性がはっきりしないと、わかる生徒の知識を聞くだけの場になってしまい、ともするとただのおしゃべりの時間にもなりかねない。一方、図2のグラフからは、「理由をつけて考えを発表しているか」が得点に大きな差をもたらしていることがわかる。これらから、「グループでただ話し合うだけでなく、理由をつけて自分の考えを発表すること」が生徒の学力向上のために必要であると言える。ただ何となく実験をやらされているのではなく、根拠に基づいた予想(=見通し)をもとに実験を行うことが重要だと考え、本研究主題を設定した。

### Ⅲ. 主題にせまる生徒のイメージ

- ◎①学習課題に対して、結果を予想して実験方法を工夫する生徒
- ◎②既習事項や生活体験をもとに、根拠のある予想を立てる生徒
- ◎③話し合い活動を通して、予想や実験の方法を修正できる生徒

### Ⅳ. 研究の仮説

- ・様々な思考の仕方や道具(=【思考セット】:大型ホワイトボード・フローチャートなど)を与えることで、根拠に基づいた予想を組み立てることができるであろう。
  - ・グループで話し合い、予想をもとに実験方法を工夫することで、見通しをもって実験に取り組むことができるであろう。
- ◎予想段階において、【思考セット】を用いた対話的な活動を促すことで、子どもの科学的な探求力を養うことができるであろう。

## V. 研究計画

年度	内容
平成30年度 (1年目)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○佐倉市学習状況調査のアンケート結果の分析。</li> <li>○研究員集会を開き、研究の方向性を決める。 ☆フローチャートの工夫。 ☆第1学年化学分野での実践の検討。</li> <li>○展開例の作成と授業実践。</li> <li>○指導案の作成。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○印教研での提案。研究の方向性の改善。</li> <li>○授業の実践・反省。指導案の改善。</li> <li>○教員・生徒対象のアンケートの実施・分析。 (予想について、話し合い活動について等)</li> <li>○研究員集会で今後の研究について再検討する。</li> </ul>
〇〇元年 (2年目)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○予想段階の授業展開をさらに工夫する。</li> <li>○様々な事例や思考ツールの研究。</li> <li>○改善した指導案の実践・反省。</li> <li>○新たな単元の指導案の作成・実践・改善。</li> </ul>
〇〇2年度 (3年目)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○事後調査の実施・分析。</li> <li>○研究全体の評価。成果と課題の振り返り。</li> <li>○研究のまとめ。</li> </ul>

## VI. 研究の実際

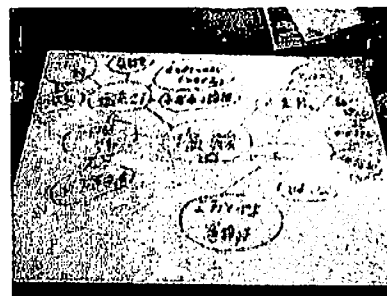
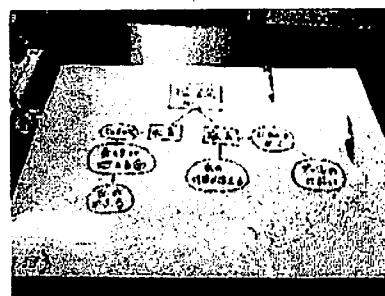
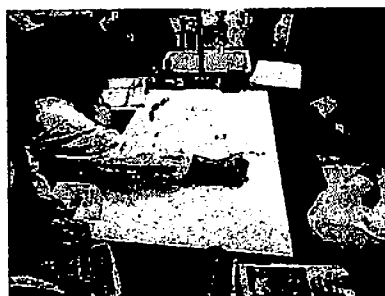
### VI-i. 佐倉市学習状況調査の分析

主題設定の理由でも書いたように、今年度は佐倉市学習状況調査の結果をもとにして研究の方向性を話し合ってきた。この調査は佐倉市内の全小中学校が対象になっているので、地域等による偏りなく生徒の実態を知ることができた。しかし、これだけでは研究の拠り所となる資料としては不十分なので、第一部会の先生方・生徒を対象にしたアンケート調査を二学期以降に行い、生徒の実態の把握に努めたい。同時に、生徒の変容をどのように捉え、評価していくのかを検討していく。

## VI-ii. 【思考セット】の検討

### 【思考セット①大型ホワイトボード】

「硬質塩ビ板」という素材のものをホームセンターで購入し、授業の中で生徒が使えるように改良したものを使用する。ホワイトボードのように書いたり消したりでき、理科室の机いっぱいの大きさなので誰からも見やすい。予想をもとに実験の手順を組み立てる場面で使用し、それをもとに実験を行う。様々な単元・場面で活用できるよう工夫していきたい。



### 【思考セット②フローチャート】

今回の学習指導要領の改訂で話題になっている『プログラミング的思考』を助けるためのツールの一つが「フローチャート」である。理科の授業の中で、予想や方法を組み立てる段階において大切にさせたい考え方は ①条件を制御すること ②原因と結果の関係を考えること である。フローチャートを用いることで、操作に対する結果の予想が明確になり、実験手順もわかりやすくなる。「こうしたとき、AならばB、AでないならばBでない。」のようにシンプルな論理を重ねていくことで思考を深めることができる。さらに、グループで話し合う時間をつくることで、自分の予想を強化したり、修正したりすることができる。また、フローチャートをたどるように結果を整理すると、結論をまとめるのが苦手な生徒でも、文章化しやすくなるようである。

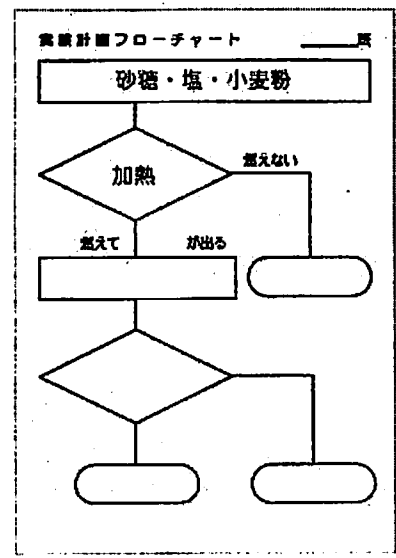
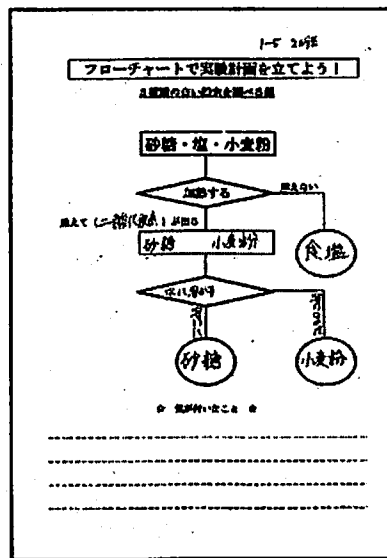
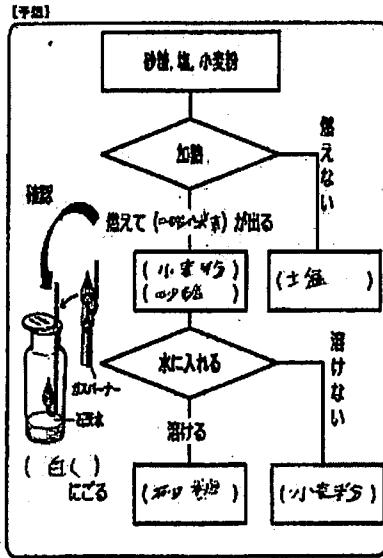


《実際に授業で使用したフローチャート》

<志津中学校>

<酒々井中学校>

<佐倉東中学校>

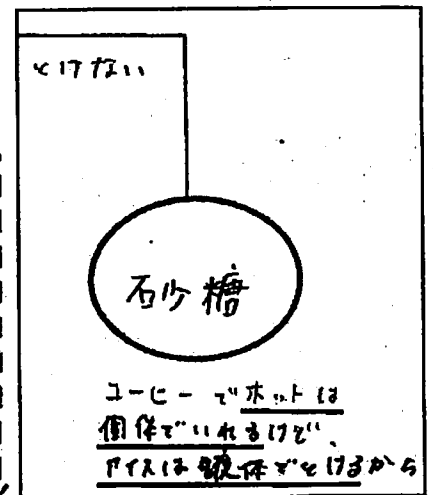


単元の導入段階では操作方法をあらかじめ教師が指定してしまってもよいと考える。まずは「フローチャート」というツールの使い方を確認し、学びが深まっていくとともに生徒が考える部分を増やしていけるとよい。終章にたどり着くころには、生徒が主体となって実験を計画し、実践できるようにさせたい。

《生徒の考えの様子》

<生活体験をもとにした予想>

考察  
この結果から、植物の汁の用途は糖をためておくためと考えた。小麦粉は小麦、砂糖はさとうきびの根茎からできているから。塩は、海の水と蒸発させて作っているから糖と同じの用途ではないかと考えた。  
これにより、Bは小麦粉、砂糖は土皿ということが分かる。AとCの違いは、水に入れたとき、溶けた方、溶けなかったことだ。Aは固まっていたので溶けなかった。Cは溶けていた。



<シンプルな結論>

考察  
Aは、水に入れると溶けなかった(白くにごる)ことから、小麦粉だと考えた。  
Bは加熱したとき、溶けた。砂糖だと考えた。  
Cは加熱したとき、溶けた。砂糖だと考えた。  
砂糖は水に入れたため、砂糖だと考えた。

## VI-iii. 【思考セット②フローチャート】を用いた授業の実践

<展開例1：フローチャートの導入>

単 元 身の回りの物質

本時の目標 ・フローチャートを用いて実験の手順を整理し、それに沿って予想を立てられる。  
 ・話し合い活動を通して、予想や実験方法を改善できる。

本時の展開

時配	学習内容と学習活動	指導・支援 【評価】	資料
導入 10分	<p>1. 既習事項の確認と演示 「ものの性質を調べるとき、どのような方法がありましたか？」 →もの(※有機物)が燃えると二酸化炭素が出ることを、割り箸・集気びん・石灰水で演示する。</p> <p>2. 白い粉の提示 「この3つの白い粉は小麦粉・食塩・砂糖です。しかし、見た目ではどれがどれか判断するのは難しいです。」 「見分けるには、どのような方法があるでしょうか？」</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>小学生のときの学習内容や生活体験からできるだけ多くのことを想起させる。【関心・意欲】</li> <li>今後の学習の流れを見通して、ここでは物質の燃焼と二酸化炭素の関係を確認する。</li> <li>生徒の豊かな発想を多く引き出したい。</li> <li>理科の授業ではできないこともあるので注意する。 (なめる、食べるなど)</li> </ul>	小麦粉 食塩 砂糖
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">                     学習課題 論理的思考で白い粉の正体を見破ろう！                 </div>			
展開 ① 15分	<p>3. フローチャートの活用 フローチャートの使い方の説明→ 「フローチャートに沿って実験の手順を組み立ててみましょう。」</p> <p>4. 班での話し合い 「次に、班で話し合い、結果を予想しながら実験の手順を改善していきましょう。」</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>生徒の実態に応じて、フローチャートの自由度を工夫する。</li> <li>方法と結果のつながりを意識しながら組み立てさせる。【技能】</li> <li>班の全員が自分の考えを語れるとよい。その際、理由や根拠を明らかにして話せるとよい。 【関心・表現】</li> </ul>	プリント 配布
展開 ② 20分	<p>5. 実験 「話し合った手順に沿って、実験を行きましょう。」</p> <p>6. 結果のまとめ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実験の順番を守らせ、結果を確認してから次の実験に進むように見守る。【技能】</li> </ul>	生徒の実験方法に応じて、器具を用意する。
まとめ 5分	<p>7. 結論 「3つの白い粉の正体は？」</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>時間があれば、各班の結論を発表させる。【思考・表現】</li> </ul>	



## VII. ○成果と●課題

### [生徒の実態把握]

○佐倉市学習状況調査の分析を通して、佐倉市の生徒全体の課題を発見することができた。

- 研究の方向性が定まったので、改めてアンケートを作成し、酒々井中学校を含めた部会全体のより詳細な実態把握に努める。

### [大型ホワイトボードの活用]

○市販のホワイトボードよりも大きく、ラミネートして作るものよりも丈夫である。理科室の机いっぱいには設置でき、ホワイトボードと同じような書き味である。実験の手順を記録して理科室の横・後ろに掛けておけば、操作手順をすぐに確認でき、こまかな気づきをその都度記入することもできる。

- ホームセンターで簡単に入手できるが、保管場所を決めておかないと変形してしまったり、劣化してしまったりする。また、1枚1500円程度の単価で、グループの数だけそろえても1万円を超えてしまう。
- 時間をまたいで実験を行うとき、他のクラスと進度が同じだと、同時に使うことができない。クラス数分買おうと思うと、さらに費用がかかってしまう。写真データとして記録しておくような工夫が必要である。

### [フローチャートの活用]

○非常にシンプルに物事を整理できるツールである。論理的思考力(プログラミング的思考力)を育むための導入として様々な場面で活用できる。

- 既習事項をもとに考える場合はよいが、生活体験をもとに予想を立てる場合、そもそも生徒が記憶していた知識が間違っていることがある。「AならばB」の前提に誤りがある場合、いくら実験方法や手順を工夫しても正しい結論にはたどり着けない。教師の声かけや、話し合い活動でどこまで修正させるのか、どのように修正させるのか検討が必要である。

### [全体を通して]

○研究の1年目として、様々な先生方と協議して方向性を決めることができた。

- 【思考セット】を使って満足するのではなく、その効果を検証するための方法を考えていく。また、他の思考ツールに関する研究を進め、生徒がより主体的で対話的な学びを深めていくように工夫していきたい。

## VIII. 参考文献

- i) 文部科学省『中学校学習指導要領解説 理科編』, 大日本図書, 2017
- ii) 『平成29年改訂 中学校教育課程実践講座 理科』, 小林辰至, 株式会社ぎょうせい, 2017
- iii) 『プログラミング教育 導入の前に知っておきたい思考のアイデア』  
著: 黒上晴夫・堀田龍也, 小学館, 2017

## IX. 資料

次のページから、実際に授業で使用したプリントを添付する。

学習課題: 3種類の白い粉末(砂糖、食塩、小麦粉)は、どのような方法で区別できるだろうか?

実験方法

①調べたいものを燃焼さじにとって加熱する



②物質が燃えたら燃焼さじを集気びんに入れる。火が消えたらとり出す。石灰水を入れ、ふたをして振り、石灰水の変化を調べる。



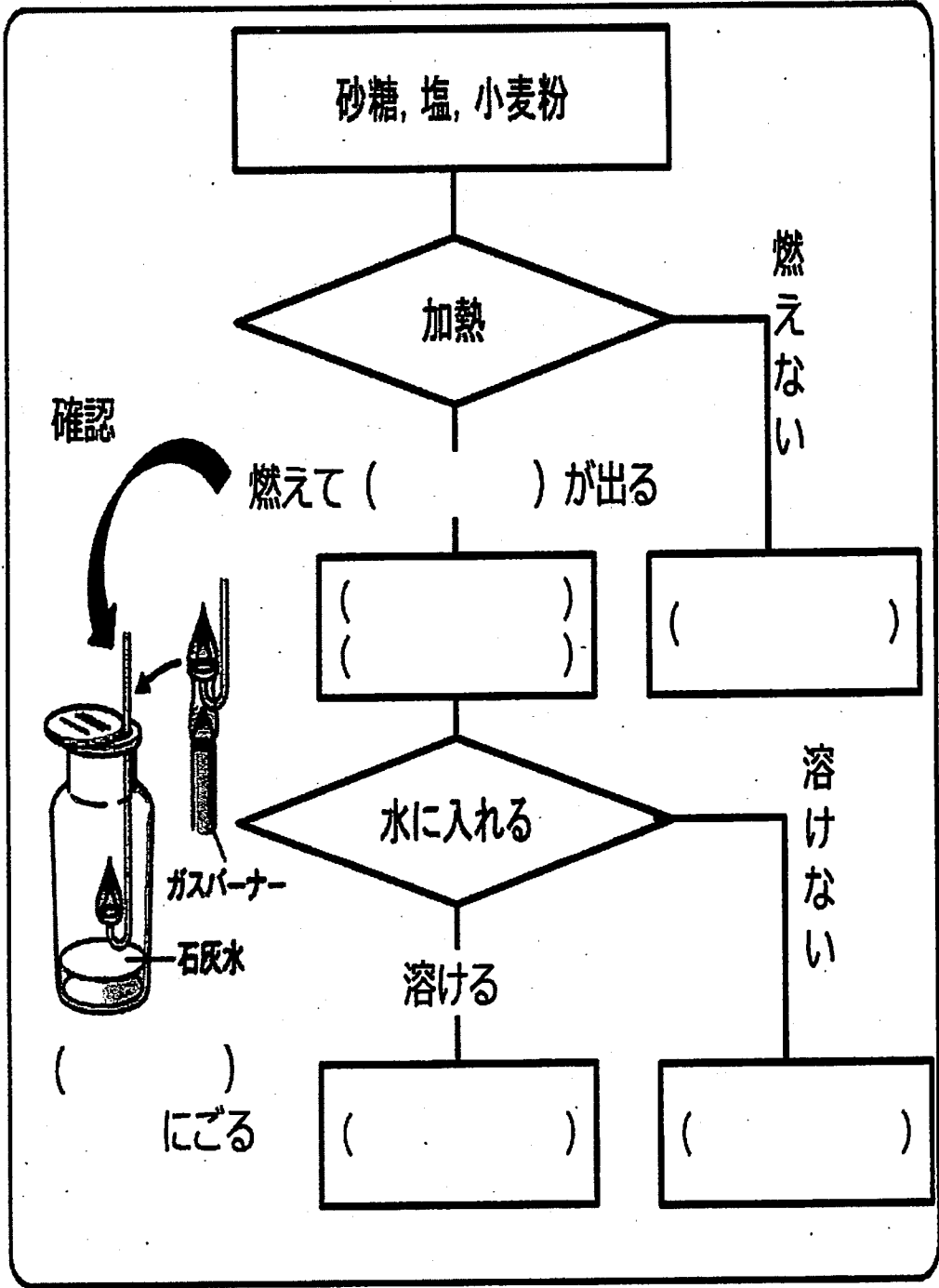
実験結果

調べる方法	A	B	C
加熱したときの変化			
石灰水の変化			
水に入れる			
結果から考えた物質名			

考察

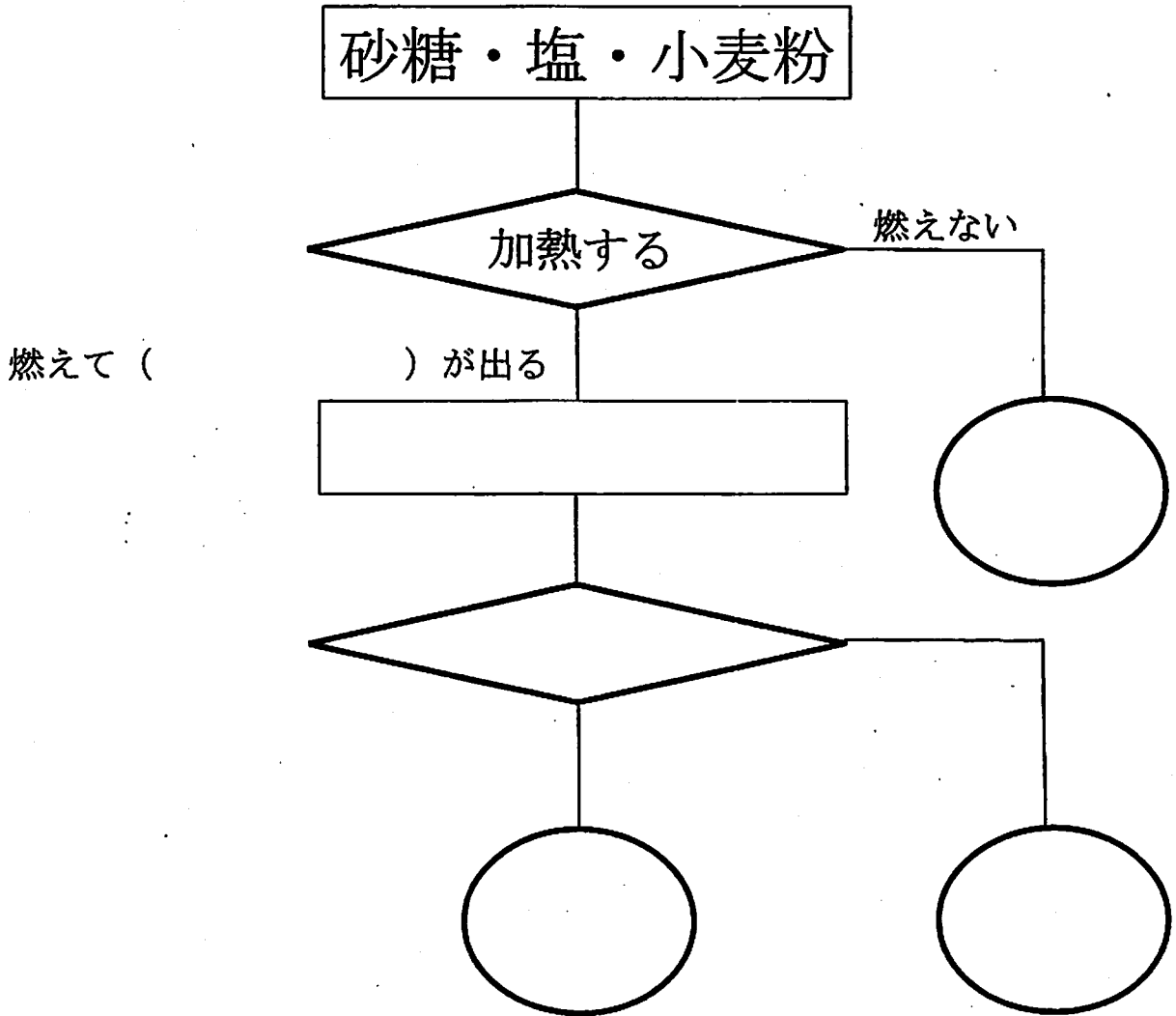
(Empty dashed box for student observations and conclusions)

【予想】



フローチャートで実験計画を立てよう！

3種類の白い粉末を調べる編



☆ その他調べる方法を考えてみよう ☆

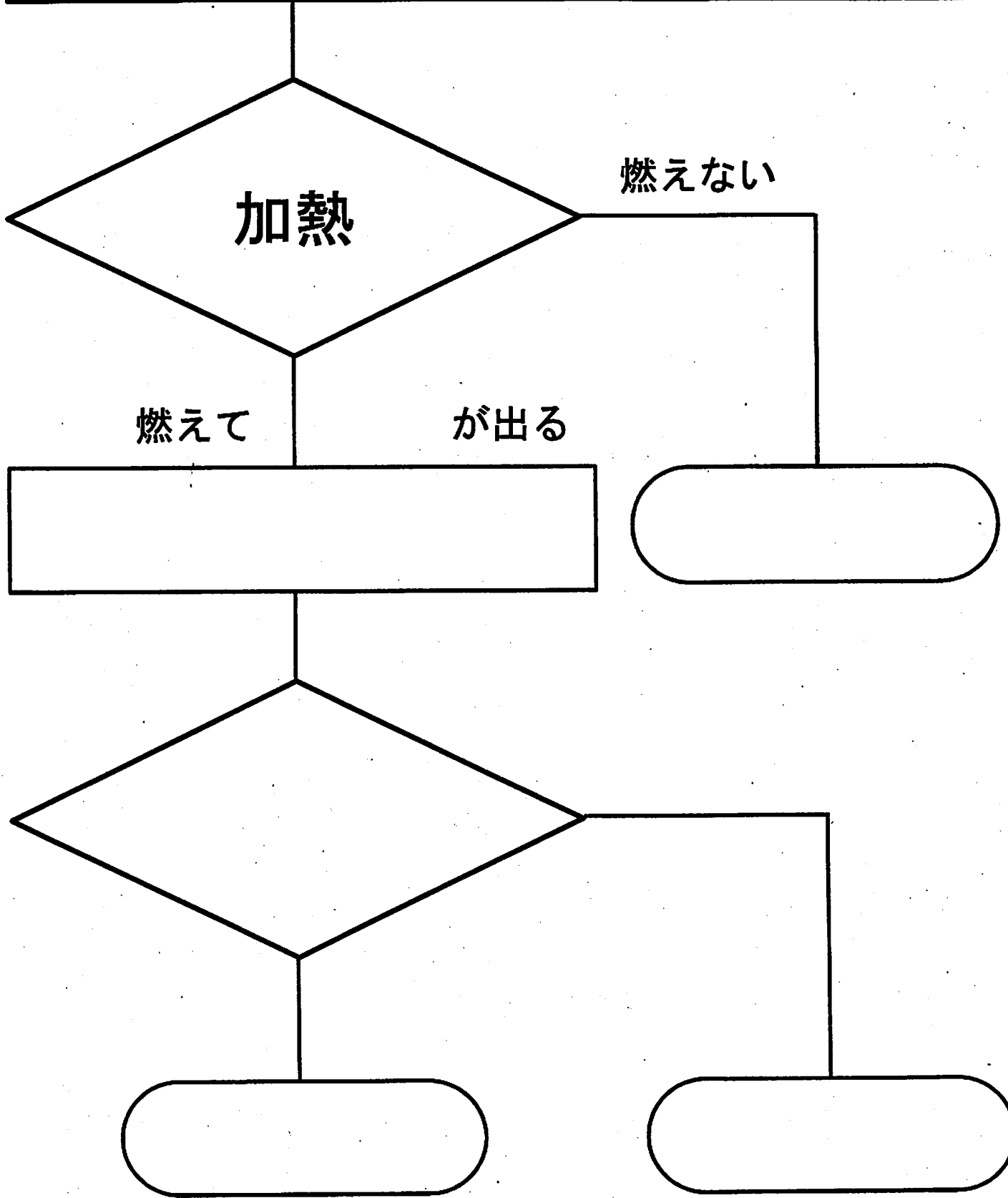
-----

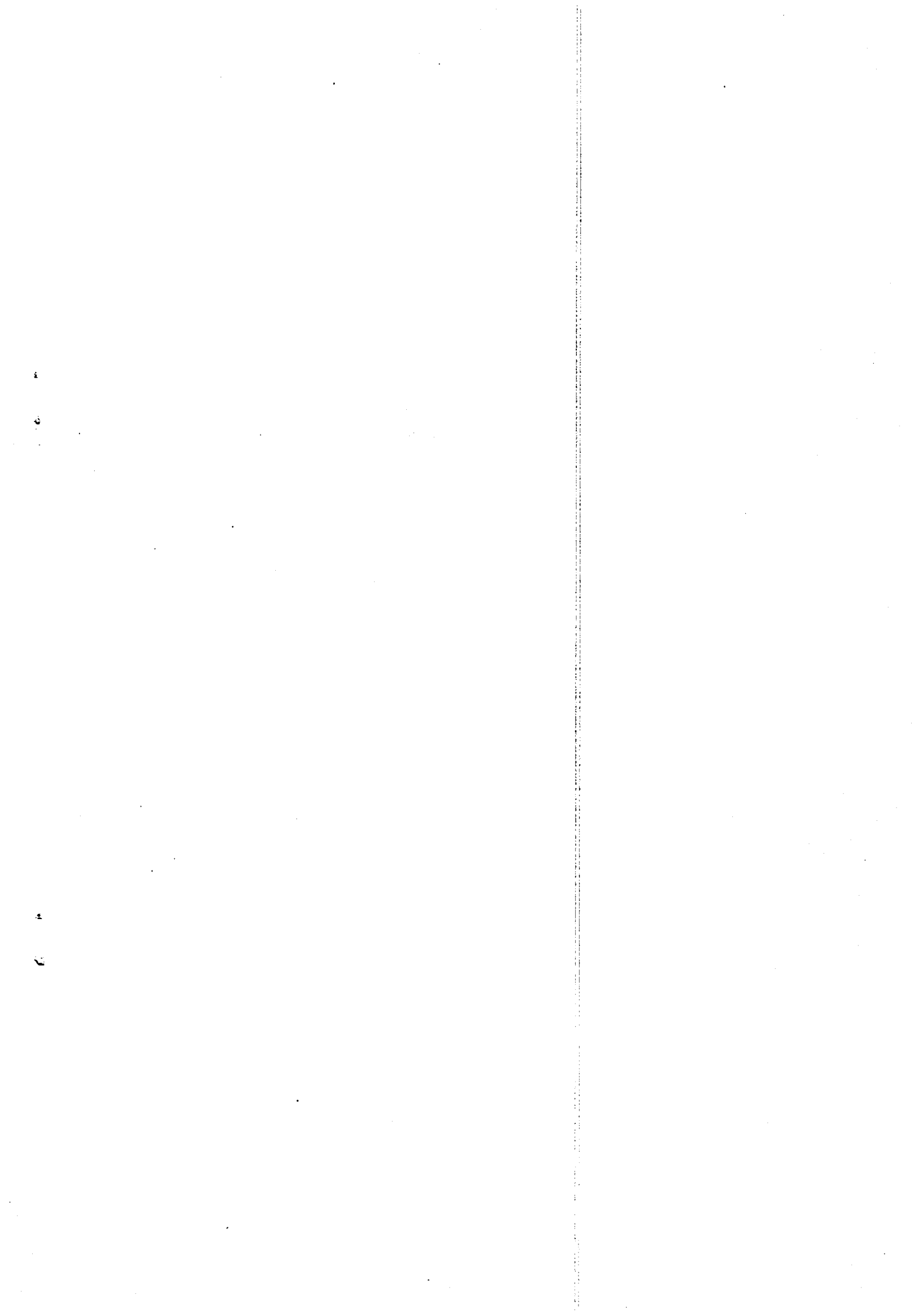
-----

-----

-----

砂糖・塩・小麦粉



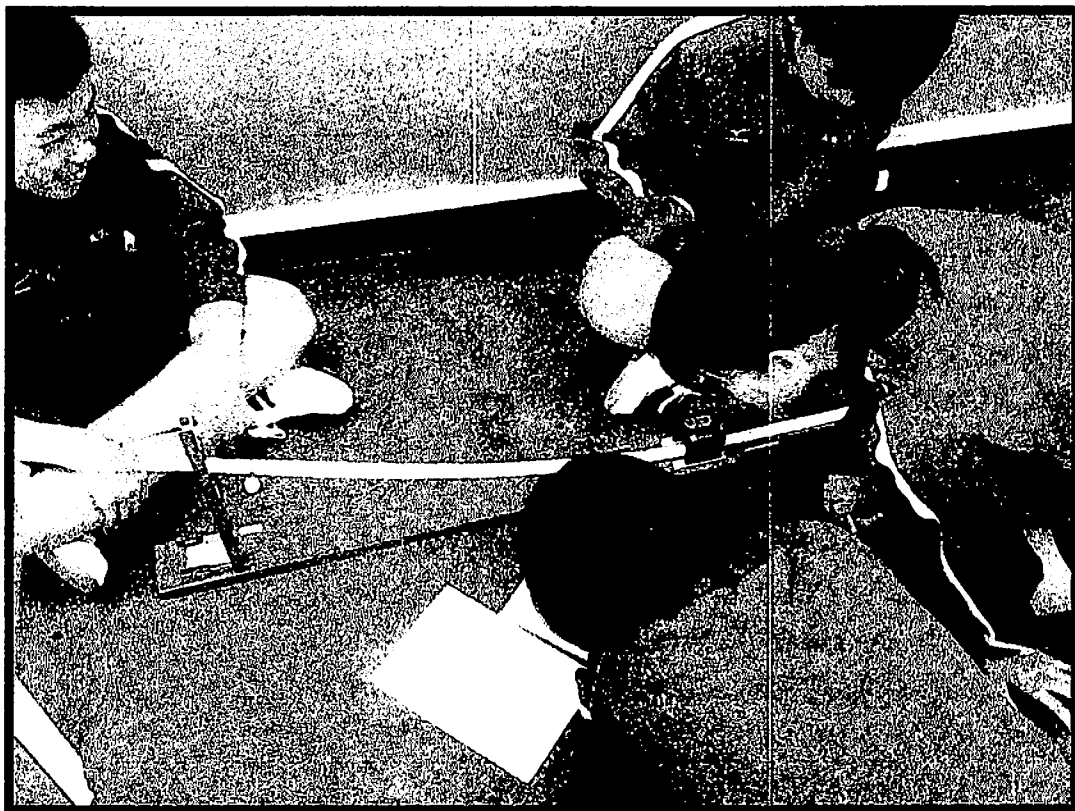


# 第68次 印旛地区教育研究集会

## 第2部会理科研究部(中学校)

### 自ら解決する力を伸ばす理科学習

～4QSを用いた仮設の設定にかかわる指導を通して～



期日：平成30年8月28日（火）

会場：成田市立成田小学校

発表者：栄町立栄中学校 渋谷 明彦

## 1. 研究主題

自らを解決する力を伸ばす理科学習

(—4QS を用いた仮説の設定にかかわる指導を通して—)

## 2. 主題設定の理由

### (1) 学習指導要領より

学習指導要領では、自ら問題を解決する力の育成について、次のように示されている。

科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、生徒が目的意識を持って観察・実験を主体的に行うとともに、観察・実験の結果を考察し表現するなどの学習活動を一層重視する。

探究的活動の実践と問題解決能力の育成をはかるためには、生徒自らが「自然事象から見出した疑問に対して予想や仮説を持つこと」と「それらをもとにして観察実験などの計画や方法を考え、予想や仮説を検証すること」の重要性が指摘されている。

### (2) 新学習指導要領より

新学習指導要領では、理科の目標を次のように示している。

自然の事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しを持って観察・実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力を次の通りに育成することを目指す。

- ①自然の事物・現象についての理解を深め、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本的な技能を身につけるようにする。
- ②観察、実験などを行い、科学的に探究する力を養う。
- ③自然の事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする態度を養う。

目標3本柱の一つ、「②観察、実験などを行い、科学的に探究する力を養う」では、自然の事物・現象の中に問題を見だし、見通しを持って観察、実験などを行い、得られた結果を分析して解釈するなどの活動を行うことが重要である。その際、

第1学年：自然の事物・現象に進んで関わり、それらの中から問題を見いだす活動

第2学年：解決する方法を立案し、その結果を分析して解釈する活動

第3学年：探究の過程を振り返る活動

などに重点を置き、3年間を通じて科学的に探究する力の育成を図らなければならない。

また、内容の取扱いの中で、次のように示されている。

指導に当たっては、生徒が学習の見通しを立てたり学習したことを振り返ったりする活動を計画的に取り入れるように工夫すること

学習の見通しを立てたり学習したことを振り返ったりする活動により、主体的に学ぼうとする態度を育てることは、生徒の学習意欲の向上に資すると考えられる。

### (3) 主題設定の理由

そこで、問題解決の過程に予想や仮説を形成させる局面を明確に位置づけるために、4QS における推論の過程を学習に導入することが有用な手段であると考えた。よって、児童・生徒に自ら仮説を設定させる指導の方法とそれを具体化した「4QS 仮説設定シート」を授業に取り入れることが、児童・生徒が自ら問題を解決する力を伸ばす学習指導につながると考え、本主題を設定した。

### (4) 副題の意味

#### ① 4QS (フォークス) とは

The Four Question Strategy の略である。これは直線的な順序性のある4つの問いについてグループで討論しながらテーマやそれに関する変数を洗い出したり、それぞれの変数をどのように測定するのかなどについて討論しながら仮説を設定したりするブレン・ストーミングである。

#### ② 4QS の仮説設定シートと授業の流れ

STEP1: テーマをかく。

STEP2: テーマに影響を及ぼす変数を単語で羅列する。

STEP3: STEP2 で挙げた変数を実験の条件としてどのように変化させるのかを具体的に考えさせる。

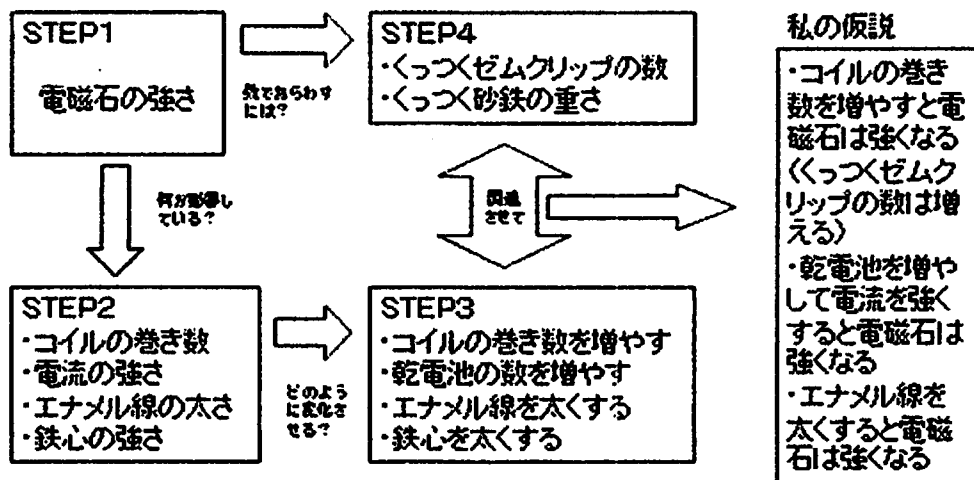
STEP4: STEP1 で挙げたテーマを数量としてあらわす方法を考えさせる。



自分の仮説を立てる。

#### ③ 例

問題: 電磁石の強さを調えるには、どのようにしたらよいのだろうか



### 3. 研究仮説

4QS の仮説設定シートをもとに STEP1~STEP4 をやることで、自ら問題を解決する力を伸ばすことができるだろう。

4QS の仮説設定シートを用いて指導をすることで

- ・子供同士の話し合いが活発化し、仮説を立てられる。
- ・仮説に基づいた検証方法を考え、実験を計画することができる。
- ・実験結果をもとに仮説の検証を行い、仮説に真偽を判断することができる。

以上の力につながり、児童・生徒は自ら問題を解決することができるようになると思う。

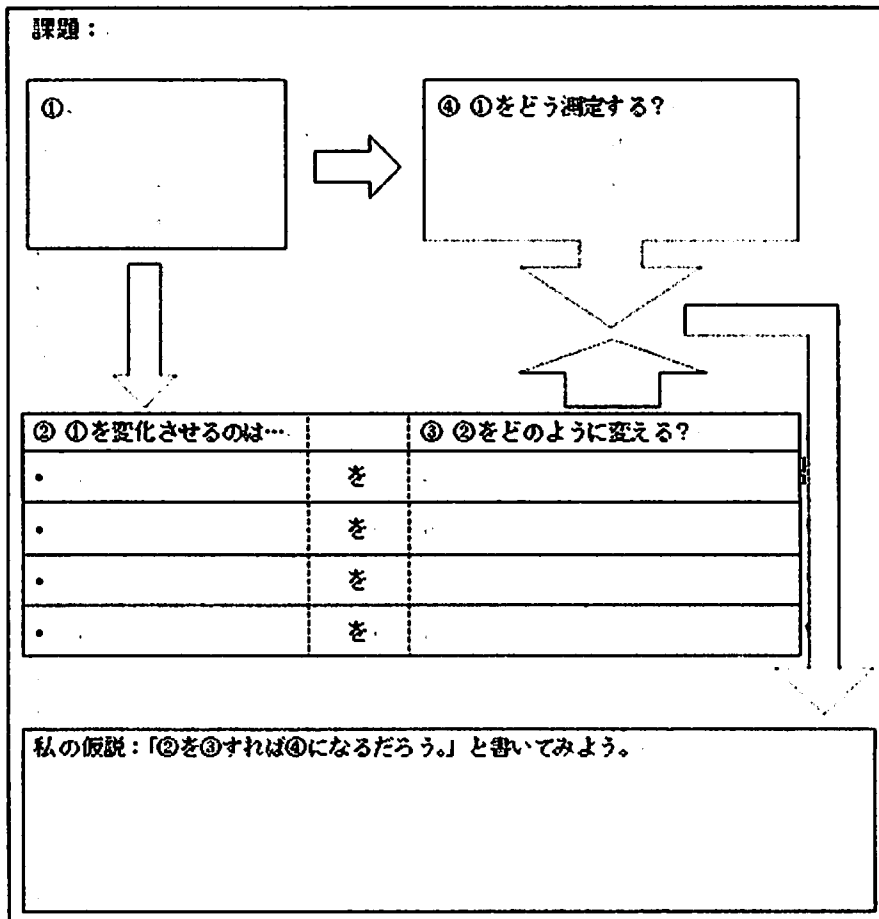


#### 4. 研究計画

<p>平成 28 年度</p> <p>4QS を導入するにあたっての、生徒・教師アンケートの実施</p> <p>4QS 適用が可能な実験における提示案・評価案の作成</p> <p>4QS を用いた授業実践</p>												
<p>平成 29 年度</p> <p>(1) 4QS の適用が可能な観察・実験の授業プランと 4QS 仮説設定シートの作成をする。</p> <p>(2) 生徒がどれだけ予想して実験に取り組む力があるか、アンケートを行う。(6 月)</p>												
<p>平成 30 年度</p> <p>(1) 4QS を取り入れた授業を数回行い、予想や仮説を立てる力をはぐくむ。</p> <p>(2) 前年度と同種のアンケートを行い生徒の変容をはかる。</p> <p>生徒・教師の実態調査と評価</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1 年生</th> <th>3 年生</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4 月</td> <td>意識調査アンケートを実施</td> <td>意識調査アンケートを実施 4 Q S 「力の合成」</td> </tr> <tr> <td>5 月 ～6 月</td> <td>4 Q S 「蒸散」</td> <td>4 Q S 「斜面を下る台車の運動」 4 Q S 「エネルギーの大きさ」</td> </tr> <tr> <td>7 月</td> <td>意識調査アンケートを実施</td> <td>意識調査アンケートを実施</td> </tr> </tbody> </table> <p>研究のまとめ</p>		1 年生	3 年生	4 月	意識調査アンケートを実施	意識調査アンケートを実施 4 Q S 「力の合成」	5 月 ～6 月	4 Q S 「蒸散」	4 Q S 「斜面を下る台車の運動」 4 Q S 「エネルギーの大きさ」	7 月	意識調査アンケートを実施	意識調査アンケートを実施
	1 年生	3 年生										
4 月	意識調査アンケートを実施	意識調査アンケートを実施 4 Q S 「力の合成」										
5 月 ～6 月	4 Q S 「蒸散」	4 Q S 「斜面を下る台車の運動」 4 Q S 「エネルギーの大きさ」										
7 月	意識調査アンケートを実施	意識調査アンケートを実施										

#### 5. 今年度の研究

(1) 4 Q S 仮説設定シートの改良。



4 Q S 仮説設定シートを取り扱う際にSTEP 2 (変化する要因) とSTEP 3 (変数をどのように変えるか) が混合させて、文章として書けるようにした。さらに、①～④の記載から、仮説が書けるように矢印と説明して示した。

また、4 Q S 仮説設定シートにおいて、書く内容を説明したシートを各学校に配布して、4 Q S を実践してもらった。(P.4 参照)

(2) アンケート

下記のアンケートを4月、7月に実施し、生徒の意識を調査した。

# 理科 実験に関する意識調査アンケート (生徒用)

Q1. 実験を行う際に、予想を立てて実験を行っているか。

10回中、だいたい何回くらい予想を立てているか、回数の記入をお願いします。

回くらい
------

Q2. 予想を立てることは必要だと思うか。(記号に○を付けてください)

A: とても必要だと思う B: 少し必要だと思う C: あまり必要性を感じない D: 全く必要ではない

Q3. 問2でそのように答えた理由を教えてください。

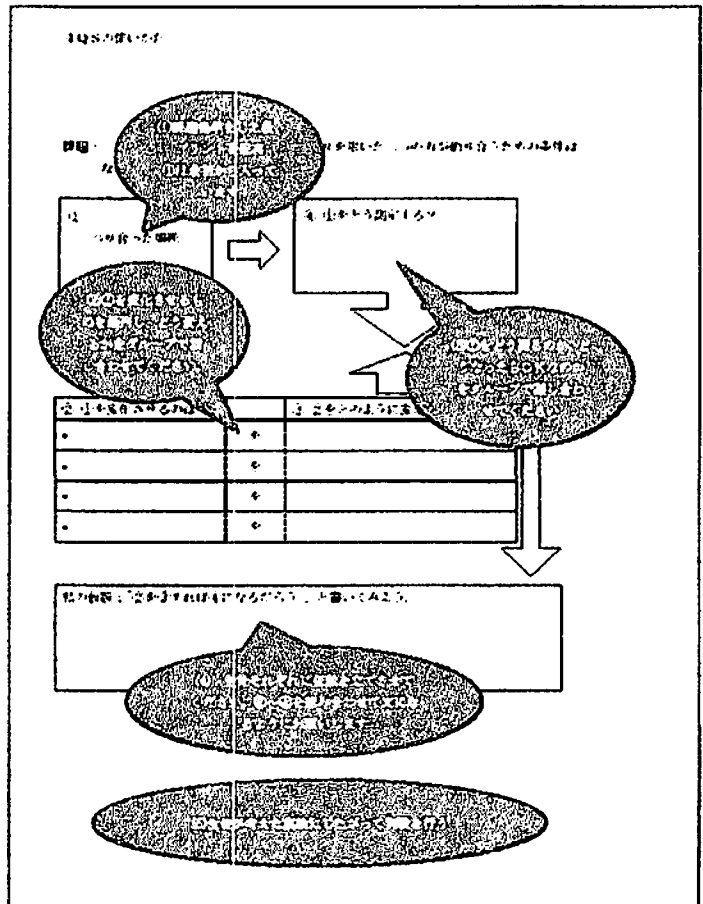
Q4. 何を知るための実験なのかわかって実験しているか。(記号に○を付けてください)

A: 毎回わかって実験している B: だいたいわかって実験している  
C: あまりわからないまま実験している D: 全くわからないまま実験している

集計用紙

FAX送信票													
送付年月日	平成30年 月 日												
宛先	〒町立 中学校 渋谷 明彦 宛												
件名	2部会理科アンケートについて												
枚数	送信票をふくめて1枚												
送付者	所属	中学校											
	担当者												
	電話番号												
【印字事項】													
( 事柄・事柄 ) アンケート結果 学年( 年 ) 人数( 人 )													
Q1	0回	1回	2回	3回	4回	5回	6回	7回	8回	9回	10回		
Q2	A			B			C			D			
Q3	実験の見通しが立つから必要 …… 人												
	より理解が深まるから必要 …… 人												
	考えを確かめられるから必要 …… 人												
	わかっているから不必要 …… 人												
	時間がないから不必要 …… 人												
	意味がないから不必要 …… 人												
	その他( ) …… 人												
その他( ) …… 人													
Q4	A			B			C			D			
事後アンケート		A			B			C					
町立中学校 FAX 0476-95-6585													

先生方への説明用紙



(3) アンケート結果

栄中学校 1年	事前	事後
Q 1. 実験を行う際に、予想を立てて実験を行っているか。		
Q 2. 予想を立てることは必要だと思うか。		
Q 4. 何を知るための実験なのかかわかって実験しているか。		

栄中学校 3年	事前	事後
Q 1. 実験を行う際に、予想を立てて実験を行っているか。		
Q 2. 予想を立てることは必要だと思うか。		
Q 4. 何を知るための実験なのかかわかって実験しているか。		

遠山中学校 1年	事前	事後
Q 1. 実験を行う際に、予想を立てて実験を行っているか。		
Q 2. 予想を立てることは必要だと思うか。		
Q 4. 何を知るための実験なのかわかって実験しているか。		

遠山中学校 3年	事前	事後
Q 1. 実験を行う際に、予想を立てて実験を行っているか。		
Q 2. 予想を立てることは必要だと思うか。		
Q 4. 何を知るための実験なのかわかって実験しているか。		

公津の杜中学校 3年	事前	事後
Q 1. 実験を行う際に、予想を立てて実験を行っているか。		
Q 2. 予想を立てることは必要だと思うか。		
Q 4. 何を知るための実験なのかわかって実験しているか。		

玉造中学校 3年	事前	事後
Q 1. 実験を行う際に、予想を立てて実験を行っているか。		
Q 2. 予想を立てることは必要だと思うか。		
Q 4. 何を知るための実験なのかわかって実験しているか。		

成田中学校3年	事前	事後
Q1. 実験を行う際に、予想を立てて実験を行っているか。		
Q2. 予想を立てることは必要だと思うか。		
Q4. 何を知るための実験なのかわかって実験しているか。		

#### アンケート結果からの考察

- ・1年生のアンケートで、予想は必要性だと感じる生徒や、実験目的を理解して取り組んでいると感じる生徒が少なくなっている。中学校に入って最初における実験で4QSを1回だけ扱い、難しいと感じたのだと考えられる。
- ・Q1より、概ねの学校において予想を立てて実験に取り組む生徒が多くなった。特に、遠山中学校や公津の杜中学校では「予想を立てて実験を行う回数が10回中5回未満」と感じる生徒が減り、多くの生徒が予想を立てて実験に取り組んでいる。
- ・Q2より、どの学校でも「実験において予想が不要」と感じる生徒が少なくなった。特に、栄中学校や公津の杜中学校、玉造中学校など多くの学校で「実験で予想を立てることが必要」と感じる生徒が多くなった。また、「実験で予想を立てることが必要」という理由は「実験の見通しが立つ」、「理解が深まる」、「実験が楽しくなる」など学校により様々だったが、「実験における予想は、考察を書けないから必要ない」という生徒が「考察を書きやすくなるから必要」という変容が見られた。
- ・Q4より、「目的を理解して実験に取り組んでいる」と感じる生徒が増えた。少しずつ難しくなっていく授業の中で、「毎回目的を理解している」という生徒が少なくなっている学校もある。しかし、「全く目的がわからない」という生徒が少なくなっており、よい変容を感じる。

(4) 4 Q S 授業実践

1年 蒸散の量を比べる 本時の指導 (2時間)

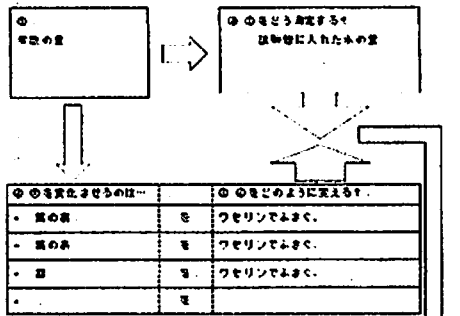
目標

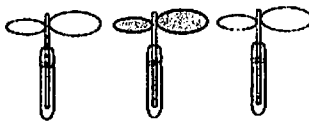
○蒸散の量の違いはどこにあるのか、予想・仮説をもとに実験方法を考えることができる。

(思考・表現)

○蒸散の量の違いについて、仮説を持って実験に取り組むことができる。(観察・実験の技能)

展開

時配	学習内容と学習活動	指導・支援 ○評価	資料										
5	<p>1. 本時のめあてを確認する。</p> <p>これまでの復習</p> <p>葉の裏の表皮細胞から気孔を確認した。</p> <p>根から吸い上げられた水が、水蒸気として体外に放出される現象を蒸散という。</p>												
<p>植物のどこから水がたくさん出ていくのだろうか</p>													
35	<p>2. 予想や仮説を立てる。</p> <p>STEP 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>調べることのテーマを書く</li> <li>蒸散の量</li> </ul> <p>STEP 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>蒸散の量に関わる場所はどこか</li> <li>葉の表</li> <li>葉の裏</li> <li>茎</li> <li>葉の枚数、大きさ</li> </ul> <p>STEP 3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>STEP 2をどう変える?</li> <li>ワセリンで塞ぐ</li> <li>セロテープで塞ぐ</li> <li>葉の多い枝と少ない枝</li> </ul> <p>STEP 4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>蒸散の量はどう測る?</li> <li>試験管に入れた水の量</li> </ul> <p>私の仮説</p> <p>例: 葉の裏や表、茎をワセリンで塞げば、試験管の水の量に変化があるだろう。その違いから気孔がどこにあるかわかるだろう。</p>	<p>4 Q S 仮説設定シート</p> <p>ワークシートの枠にこだわらず、意見をださせる。</p> <p>課題: 植物のどこから水がたくさん出ていくのだろうか。</p>  <table border="1" data-bbox="826 1321 1244 1456"> <thead> <tr> <th>①を測定させるのは…</th> <th>②をどのように変える?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>・ 葉の表</td> <td>○ ワセリンでふさぐ。</td> </tr> <tr> <td>・ 葉の裏</td> <td>○ ワセリンでふさぐ。</td> </tr> <tr> <td>・ 茎</td> <td>○ ワセリンでふさぐ。</td> </tr> <tr> <td>・</td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table> <p>①の仮説: 「①を②するは③になるだろう。」と書いてみよう。 葉の裏や表、茎をワセリンで塞げば、試験管の水の量に変化があるだろう。その違いから気孔がどこにあるかわかるだろう。</p> <p>○蒸散の量の違いはどこにあるのか、予想・仮説をもとに実験方法を考えることができる。(思考・表現)</p>	①を測定させるのは…	②をどのように変える?	・ 葉の表	○ ワセリンでふさぐ。	・ 葉の裏	○ ワセリンでふさぐ。	・ 茎	○ ワセリンでふさぐ。	・	○	4 Q S 仮説設定シート
①を測定させるのは…	②をどのように変える?												
・ 葉の表	○ ワセリンでふさぐ。												
・ 葉の裏	○ ワセリンでふさぐ。												
・ 茎	○ ワセリンでふさぐ。												
・	○												

10	<p>3. 観察や実験の方法を考える。          仮説に基づいた実験方法を考える。          例：葉の枚数、大きさをそろえた枝を複数用意する。①なにもしない ②葉の表 ③葉の裏 にワセリンを塗り、蒸散の量を調べる。</p>	<p>同じにする事柄（葉の枚数、大きさ、水の量）は何か、何を变えるのかを確認する。</p>	
20	<p>4. 予想や仮説に基づいて、実験を行う          実験          蒸散の量を比べる</p>  <p>①仮説で考えたように条件を固定する。          ②装置を作る          ③測定する</p>	<p>水面に油を注ぎ、水面からの蒸発を防がせる。          ○蒸散の量の違いについて、仮説を持って実験に取り組むことができる。(観察・実験の技能)</p>	
20	<p>5. 結果を整理し、考察する。          ・実験結果をもとに蒸散の量を表にまとめる。</p>	<p>水がどれだけ減少したのか、mmやmlなど数値として記録させる。</p>	
10	<p>6. まとめをする          ・蒸散の量は葉の裏が最も多い。          (気孔が最も多い、葉が多いほど蒸散の量が多くなる。)          ・蒸散はどの部分からも行われる。</p>	<p>各班の意見をまとめて共通理解とする。</p>	



#### 実践してみでの考察

- ・1年生で4QSを扱うのはこれが初めてだったが、考える項目が明確化され、全体として仮説を立てられる生徒が多かった。また、仮説を立てるのが難しいと感じる生徒も、話し合いの中で仮説を持ち、見直しを持って実験に取り組むことができた。(P.11④参照)



①

問題：植物のどこから水がたくさん出ていくのだろうか

① 蒸散の量

② ①をどう測定する？  
 ①の蒸散量に7セリをかける。  
 ②が7セリで1へろがしびる。  
 水の同じ量

③ ①がわかる場所は...

・葉の裏	+	④をどうする？
・葉の裏	+	④に7セリをかける
・葉の裏	+	④に7セリをかける
・葉の裏	+	葉の裏に7セリ
・葉の裏	+	

④ ②をどうする？  
 ④に7セリをかける  
 ④に7セリをかける  
 葉の裏に7セリ

私の仮説：「②を④すれば③になるだろう。」と書いてみよう。  
 葉の裏に7セリをかける。④に7セリをかける。④に7セリをかける。  
 葉の裏の蒸散の量を7セリで測ろう。  
 葉の裏に7セリをかける。④に7セリをかける。④に7セリをかける。  
 葉の裏の蒸散の量を7セリで測ろう。  
 葉の裏に7セリをかける。④に7セリをかける。④に7セリをかける。  
 葉の裏の蒸散の量を7セリで測ろう。

自己評価アンケート  
 話し合いに積極的に参加できた  
 (  できた  ややできた  あまりできなかった  できなかった )  
 話し合いから仮説を立てることができた  
 (  できた  ややできた  あまりできなかった  できなかった )

②

問題：植物のどこから水がたくさん出ていくのだろうか

① 蒸散の量

② ①をどう測定する？  
 ①の蒸散量に7セリをかける。  
 ②が7セリで1へろがしびる。  
 水の同じ量

③ ①がわかる場所は...

・葉の裏	+	④をどうする？
・葉の裏	+	④に7セリをかける
・葉の裏	+	④に7セリをかける
・葉の裏	+	葉の裏に7セリ
・葉の裏	+	

④ ②をどうする？  
 ④に7セリをかける  
 ④に7セリをかける  
 葉の裏に7セリ

私の仮説：「②を④すれば③になるだろう。」と書いてみよう。  
 葉の裏に7セリをかける。④に7セリをかける。④に7セリをかける。  
 葉の裏の蒸散の量を7セリで測ろう。  
 葉の裏に7セリをかける。④に7セリをかける。④に7セリをかける。  
 葉の裏の蒸散の量を7セリで測ろう。  
 葉の裏に7セリをかける。④に7セリをかける。④に7セリをかける。  
 葉の裏の蒸散の量を7セリで測ろう。

自己評価アンケート  
 話し合いに積極的に参加できた  
 (  できた  ややできた  あまりできなかった  できなかった )  
 話し合いから仮説を立てることができた  
 (  できた  ややできた  あまりできなかった  できなかった )

明日の授業で、植物の水の蒸散の量を測ろうとしよう。  
 植物の水の蒸散の量を測ろうとしよう。

③

問題：植物のどこから水がたくさん出ていくのだろうか

① 蒸散の量

② ①をどう測定する？  
 ①の蒸散量に7セリをかける。  
 ②が7セリで1へろがしびる。  
 水の同じ量

③ ①がわかる場所は...

・葉の裏	+	④をどうする？
・葉の裏	+	④に7セリをかける
・葉の裏	+	④に7セリをかける
・葉の裏	+	葉の裏に7セリ
・葉の裏	+	

④ ②をどうする？  
 ④に7セリをかける  
 ④に7セリをかける  
 葉の裏に7セリ

私の仮説：「②を④すれば③になるだろう。」と書いてみよう。  
 葉の裏に7セリをかける。④に7セリをかける。④に7セリをかける。  
 葉の裏の蒸散の量を7セリで測ろう。  
 葉の裏に7セリをかける。④に7セリをかける。④に7セリをかける。  
 葉の裏の蒸散の量を7セリで測ろう。  
 葉の裏に7セリをかける。④に7セリをかける。④に7セリをかける。  
 葉の裏の蒸散の量を7セリで測ろう。

自己評価アンケート  
 話し合いに積極的に参加できた  
 (  できた  ややできた  あまりできなかった  できなかった )  
 話し合いから仮説を立てることができた  
 (  できた  ややできた  あまりできなかった  できなかった )

明日の授業で、植物の水の蒸散の量を測ろうとしよう。  
 植物の水の蒸散の量を測ろうとしよう。

④

問題：植物のどこから水がたくさん出ていくのだろうか

① 蒸散の量

② ①をどう測定する？  
 ①の蒸散量に7セリをかける。  
 ②が7セリで1へろがしびる。  
 水の同じ量

③ ①がわかる場所は...

・葉の裏	+	④をどうする？
・葉の裏	+	④に7セリをかける
・葉の裏	+	④に7セリをかける
・葉の裏	+	葉の裏に7セリ
・葉の裏	+	

④ ②をどうする？  
 ④に7セリをかける  
 ④に7セリをかける  
 葉の裏に7セリ

私の仮説：「②を④すれば③になるだろう。」と書いてみよう。  
 葉の裏に7セリをかける。④に7セリをかける。④に7セリをかける。  
 葉の裏の蒸散の量を7セリで測ろう。  
 葉の裏に7セリをかける。④に7セリをかける。④に7セリをかける。  
 葉の裏の蒸散の量を7セリで測ろう。  
 葉の裏に7セリをかける。④に7セリをかける。④に7セリをかける。  
 葉の裏の蒸散の量を7セリで測ろう。

自己評価アンケート  
 話し合いに積極的に参加できた  
 (  できた  ややできた  あまりできなかった  できなかった )  
 話し合いから仮説を立てることができた  
 (  できた  ややできた  あまりできなかった  できなかった )

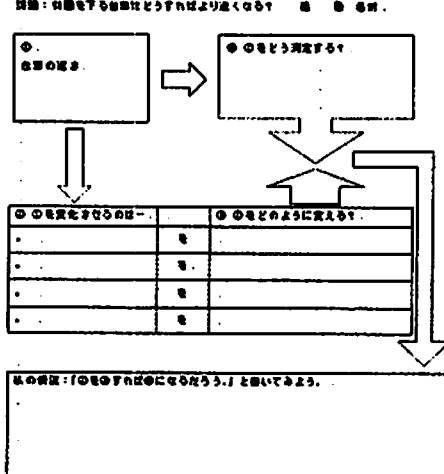
感想  
 今日のはじめの話し合いで植物の水の蒸散の量を測ろうとしようという仮説を立てることができた。とても楽しかった。でも明日の授業で植物の水の蒸散の量を測ろうとしよう。


3年-1 斜面を下る台車の運動 本時の指導 (2時間)

目標

- ・斜面を下る台車の運動について、仮説を持って調べる方法を考え、表現できる。  
(科学的な思考・表現)
- ・斜面を下る台車の運動について、仮説を持って実験に取り組むことができる。(観察・実験の技能)

展開

時配	学習内容と学習活動	指導・支援 ○評価	資料
5	<p>1. 本時のめあてを確認する。</p> <p>これまでの復習 記録タイマーの使い方</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・速さにより打点間隔も変わる</li> <li>・速さが速いほど打点間隔は大きくなる</li> </ul>	<p>直線の運動は記録タイマーで調べることができることを確認する。</p>	
<p>斜面を下る台車はどうすればより速くなる？</p>			
35	<p>2. 予想や仮説を立てる。</p> <p>STEP 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・調べることのテーマを書く 台車の速さ</li> </ul> <p>STEP 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・台車の速さを変化させるのは 台車の質量 斜面の角度</li> </ul> <p>STEP 3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・STEP 2をどう変える？ 台車の質量を大きくする 斜面の角度を大きくする</li> </ul> <p>STEP 4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・台車の速さはどう測る？ 記録タイマーの打点間隔</li> </ul> <p>私の仮説</p> <p>例：台車の質量を大きくすれば記録タイマーの打点間隔は大きくなるだろう。 斜面の角度を大きくすれば記録タイマーの打点間隔は大きくなるだろう。</p>	<p>4 Q S 仮説設定シートを用いて生徒たちに話し合いを行わせる。</p> <p>ワークシートの枠にこだわらず、意見をださせる。</p>  <p>○斜面を下る台車の運動について、仮説を持って調べる方法を考え、表現できる。(科学的な思考・表現)</p>	<p>4 Q S 仮説設定シート</p>
10	<p>3. 観察や実験の方法を考える。</p> <p>仮説に基づいた実験方法を考える。</p> <p>例：台車の質量が大きい時と小さい時の速度の変化を比べる。 斜面の角度が大きい時と小さい時の速度の変化を比べる。</p>	<p>同じにする事柄 (斜面の角度や台車の質量など) は何か、何を变えるのかを確認して実験に取り組ませる。</p>	

20	<p>4. 予想や仮説に基づいて、実験を行う 実験 斜面を下る台車の運動</p> <p>①仮説で考えたように条件を固定する。 ②台車の運動を記録タイマーで記録する。</p>  <p>③条件を変えて②と同様に調べる。 ④記録したテープを5打点ずつ切って並べ、テープの長さを測る。</p>	<p>※台車の運動を行う際にはスペースに余裕を持たせるようにする。 斜面が台車の運動方向以外には傾かないよう注意する。 記録タイマーのテープが引っかかり、折れたり、ねじれたりしないように注意する。 ○斜面を下る台車の運動について、仮説を持って実験に取り組むことができる。(観察・実験の技能)</p>	
20	<p>5. 結果を整理し、考察する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実験結果をもとに経過時間ごとの速さを表にまとめる。</li> <li>・0.1秒ごとのテープの長さを測り、比例関係にあることを確かめる。</li> </ul>	<p>5打点ごとにテープが切れているか、机間指導を行う。</p>	
10	<p>6. まとめをする</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・斜面を下る台車の速さは、時間とともにしだいに増加する。</li> <li>・速さの増え方は一定。</li> <li>・斜面の角度を大きくすると速さの増え方は大きくなる。</li> <li>・台車の質量を大きくしても速さの増え方は変わらない。</li> </ul>	<p>演示実験で斜面に加わる力はどこでも一定であることを確認する。</p>	

仮説設定シート

栄中学校

①

課題：斜面を下る台車はどうすれば速くなる？

① 台車の速さ → ② ①をどう測定する？  
記録タイマーの打点間隔が  
大きくなる

①を変化させるのは…	②をどのように変える？
・ 重さ	を 重くする
・ 台車	を 変える
・ 斜面	を 高くする

私の仮説：「②を①すれば②になるだろう。」と書いてみよう。  
台車と重さ以外は記録タイマーの打点間隔が  
大きくなる

自己評価  
話し合いが積極的に行われた  
(  できた ) ややできた (  あまりできなかった ) (  できなかった )  
話し合いから仮説を立てることができた  
(  できた ) ややできた (  あまりできなかった ) (  できなかった )

②

課題：斜面を下る台車はどうすれば速くなる？

① 台車の速さ → ② ①をどう測定する？  
記録テープを台車の後につけて  
打点間隔を測れる

①を変化させるのは…	②をどのように変える？
・ 斜面の角度	を 急にする
・ 斜面の長さ	を 長くする
・ 台車の重さ	を 重くする
・ 台車	を 変える

私の仮説：「②を①すれば②になるだろう。」と書いてみよう。  
斜面の角度を急にすれば台車の速さが速くなるだろう。  
台車の重さを重くすれば台車の速さが速くなるだろう。

自己評価  
話し合いが積極的に行われた  
(  できた ) ややできた (  あまりできなかった ) (  できなかった )  
話し合いから仮説を立てることができた  
(  できた ) ややできた (  あまりできなかった ) (  できなかった )

公津の杜中学校

①

課題：斜面を下る台車はどうすれば速くなる？

① 台車の速さ → ② ①をどう測定する？  
記録タイマー

①を変化させるのは…	②をどのように変える？
・ 斜面の長さ	を 長くする
・ 台車	を 変える
・ 斜面の重さ	を 軽くする

私の仮説：「②を①すれば②になるだろう。」と書いてみよう。  
斜面の長さや台車の重さは記録タイマーの打点間隔が  
大きくなる

②

課題：斜面を下る台車はどうすれば速くなる？

① 台車の速さを速くする → ② ①をどう測定する？  
記録タイマー  
ストップボタン

①を変化させるのは…	②をどのように変える？
・ 斜面の角度	を 大きくする
・ 斜面の長さ・台車	を 長くする (油をまく)
・ 台車	を 重くする

私の仮説：「②を①すれば②になるだろう。」と書いてみよう。  
斜面の角度・斜面の長さ・台車は記録タイマーで記録したテープの打点間隔が小さくなるだろう。

成田中学校

Aさん

問題：斜面を下る台車はどうすれば速くなる？

① 台車の速さ → ② ①をどう測定する？  
時間をはかり、スタートの時刻：時間  
をいじり速さを測る

② ①を変化させるのは…	③ ②をどのように変える？
・ 傾斜	を 急にする。
・ はねるものにぶつかる	を つける。
・ 油を塗る	を ぬって 摩擦を減らす
・	を

私の仮説：「②を③すれば①になるだろう。」と書いてみよう。

Bさん

問題：斜面を下る台車はどうすれば速くなる？

① 台車の速さ → ② ①をどう測定する？  
・ 時計で時間を測る。傾斜が急いのか、ゆるいのか、距離は同じにする。

② ①を変化させるのは…	③ ②をどのように変える？
・ 傾斜の角度	を 急にする
・ 斜面の長さ	を 長くする
・ 台車	を 重くする
・	を

私の仮説：「②を③すれば①になるだろう。」と書いてみよう。

Cさん

問題：斜面を下る台車はどうすれば速くなる？

① 台車の速さ → ② ①をどう測定する？  
地点Aをスタート、地点Bから地点Aまでの時間を測る。

② ①を変化させるのは…	③ ②をどのように変える？
・ 傾斜	を 急にする
・ 傾斜	を 長くする
・ 台車	を 重くする
・ 重力	を 重くする

私の仮説：「②を③すれば①になるだろう。」と書いてみよう。  
傾斜を急にすれば斜面に摩擦が少なくなる、斜面に油を塗ると速くなる。

Dさん

問題：斜面を下る台車はどうすれば速くなる？

① 台車の速さ → ② ①をどう測定する？  
・ 1mを台車につけて、時間を測る。

② ①を変化させるのは…	③ ②をどのように変える？
・ 台車	を 重くする
・ 斜面の角度	を 大きくする
・ 斜面	を 長くする
・ 重力	を 強く する

私の仮説：「②を③すれば①になるだろう。」と書いてみよう。  
台車を重くすれば、下に落ちる力が強くなり、速くなる。傾斜が急いほど、下に落ちる力が大きく、速くなる。

実践してみたの考察

- ・ 栄中学校 3年生では仮説設定シートを使った授業は2回目で、仮説までスムーズに書ける生徒が多かった。また、話し合いの中で、「斜面の摩擦を減らす」や「後ろから風を送る」など様々な意見が見られた。
- ・ 成田中学校ではAさん、Bさんのように仮説が書けない生徒もいた。また、仮説の数も少ないが、次のエネルギーのワークシートとあわせて変容が比較できるように掲載した。(P.20 参照)

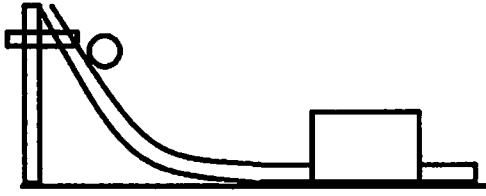
3年—2 力学的エネルギー 本時の指導 (2時間)

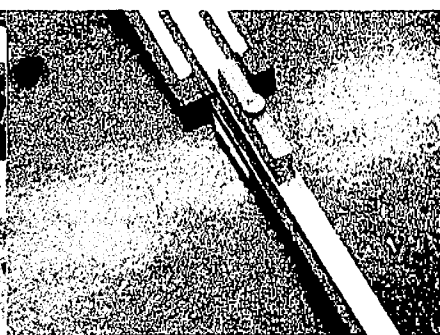
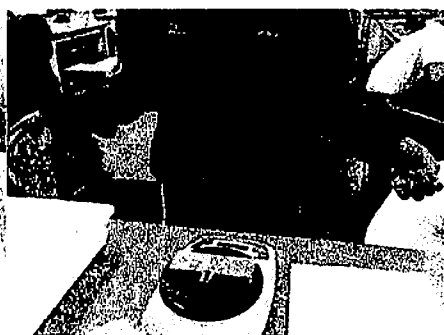
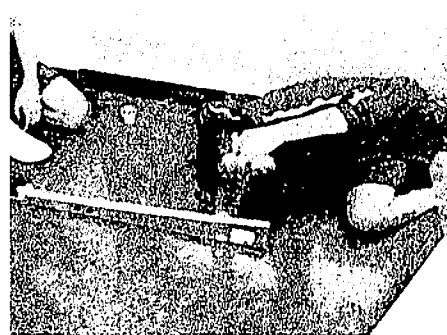
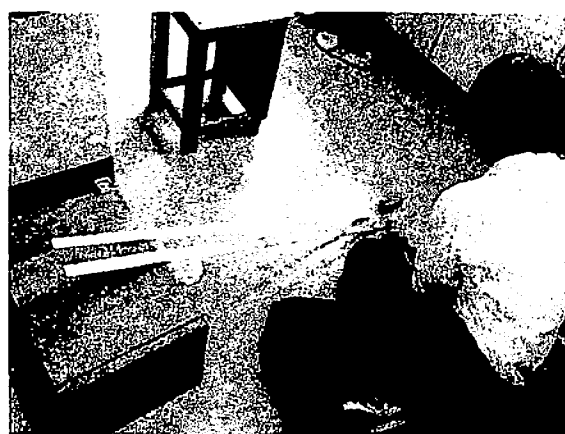
目標

- ・力学的エネルギーについて、仮説を持って調べる方法を考え、表現できる。(科学的な思考・表現)
- ・力学的エネルギーについて、仮説を持って実験に取り組むことができる。(観察・実験の技能)

展開

時配	学習内容と学習活動	指導・支援 ○評価	資料										
5	<p>7. 本時のめあてを確認する。</p> <p>これまでの復習</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・物体の持っているエネルギーが大きいほど、仕事をする能力は大きい。</li> <li>・高いところにある物体が持つエネルギーを位置エネルギーという。</li> </ul> <p>発問: 運動している物体はエネルギーを持っているか?</p> <p>生徒の予想: 持っている</p> <p>確認: 運動している物体が持つエネルギーを運動エネルギーという。</p>	<p>「エネルギー」＝「力」とならないよう、エネルギーのはたらきとして物を動かしたり変形したりすることがあることを強調する。</p>											
<p>斜面を下る球を木片にぶつけたときに発生するエネルギーはどうしたら大きくなるだろう？</p>													
35	<p>8. 予想や仮説を立てる。</p> <p>STEP 1</p> <p>調べることのテーマを書く</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・エネルギー</li> </ul> <p>STEP 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・エネルギーを変化させるのは 玉の重さ 高さ 速さ 斜面の角度 距離</li> </ul> <p>STEP 3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・STEP 2をどう変える? 玉の重さを重くする 玉の高さを高くする 玉の速度を速くする 斜面の角度を高くする 斜面の距離を伸ばす</li> </ul> <p>STEP 4</p> <p>木片の移動距離でエネルギーの大きさを測る</p>	<p>4 Q S 仮説設定シートを用いて生徒に話し合いを行わせる</p> <p>課題: 斜面を下る球を木片にぶつけたときに発生するエネルギーはどうしたら大きくなるだろう？</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>◎を変化させるのは…</th> <th>◎をどのように変える？</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>・</td> <td>を</td> </tr> <tr> <td>・</td> <td>を</td> </tr> <tr> <td>・</td> <td>を</td> </tr> <tr> <td>・</td> <td>を</td> </tr> </tbody> </table> <p>私の仮説: 「◎をすれば◎になるだろう。」と書いてみよう。</p>	◎を変化させるのは…	◎をどのように変える？	・	を	・	を	・	を	・	を	4 Q S 仮説設定シート
◎を変化させるのは…	◎をどのように変える？												
・	を												
・	を												
・	を												
・	を												
10	<p>9. 観察や実験の方法を考える。</p> <p>仮説に基づいた実験方法を考える。</p> <p>例: 玉の速度が速い時と遅い時の木片の移動距離を比べる</p>	<p>同じにする事柄 (玉の質量や高さ) は何か、何を变えるのかを確認させる。</p> <p>○力学的エネルギーについて、仮説を持って調べる方法を考え、表現できる。(科学的な思考・表現)</p>											

25	<p>10. 予想や仮説に基づいて、実験を行う 実験 斜面を下る玉のエネルギー</p>  <p>①仮説で考えたように条件を固定する ②球をぶつけたときの木片の移動距離を測る。 ③条件を変えて②と同じように調べる。</p>	<p>何度も条件を変えて実験をさせて、規則性が見出せるようにする。</p> <p>○力学的エネルギーについて、仮説を持つて実験に取り組むことができる。(観察・実験の技能)</p>	
10	<p>11. 結果を整理し、考察する。 実験で得たデータを表またはグラフにする。</p>	<p>えられたデータに規則性はあるのか考えさせる。</p>	
15	<p>12. まとめをする</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・玉の質量を倍にすると、エネルギーは倍になる。</li> <li>・玉の速度が速いほど、エネルギーは大きくなる</li> <li>・斜面の長さや角度を大きくしても高さが変わらなければエネルギーは変わらない。</li> </ul>	<p>班ごとに発表させ、どんな実験をするとどのような結果になったのか確認させる。</p> <p>運動エネルギーと位置エネルギーの性質について一つ一つまとめ、混同しないようにする。</p>	



仮説設定シート

栄中学校

①

課題：斜面を下る球を木片につけたときに発生するエネルギーはどうしたら大きくなるだろう？

① エネルギー

④ ①をどう測定する？  
木片の動いた距離を測る。

② ①を変化させるのは…	③ ②をどのように変える？
・ 斜面	を 急にする
・ 球	を 重くする
・ 斜面	を 長くする
・ 高さ	を 高く

私の仮説：「②を③すれば④になるだろう。」と書いてみよう。  
う。斜面を急にすればエネルギーは大きくなるだろう。

自己評価アンケート

話し合いに積極的に参加できた  
(  できた    ややできた    あまりできなかった    できなかった )

話し合いから仮説を立てることができた  
(  できた    ややできた    あまりできなかった    できなかった )

仮説をもとに実験を考えよう

どんなふうに行うか

① 高さを変える

必要なもの  
・ 球 (軽い物と重い物)  
・ 斜面 (L-16)  
・ 木片  
・ 定規

結果

	低い (15cm)	高い (25cm)	軽い (10g)	重い (40g)
距離	12.0 cm	16.0 cm	2.0 cm	16.0 cm

高さ 20cm  
長さ 14.0cm

考察

① 斜面の高さを高くした方が木片は速く動いた。  
② 球の重さや斜面の高さを高くすればエネルギーは大きくなる。

③ 10gの球だと2.0cm、40gの球だと16.0cm木片が動いた。球の質量を大きくすれば木片は大きく動く。

④ 15cm = 12cm  
20cm = 14cm  
25cm = 16cm  
5cm上げると2cm長く動く

比例の関係

②

課題：斜面を下る球を木片につけたときに発生するエネルギーはどうしたら大きくなるだろう？

① エネルギー

④ ①をどう測定する？  
物体が動いた距離

② ①を変化させるのは…	③ ②をどのように変える？
・ 斜面	を 急にする
・ 距離	を 長くする
・	を
・	を

私の仮説：「②を③すれば④になるだろう。」と書いてみよう。  
う。斜面を急にする、距離を長くすればエネルギーは大きくなるだろう。

自己評価アンケート

話し合いに積極的に参加できた  
(  できた    ややできた    あまりできなかった    できなかった )

話し合いから仮説を立てることができた  
(  できた    ややできた    あまりできなかった    できなかった )

仮説をもとに実験を考えよう

どんなふうに行うか

① 斜面を 1/4 や 1/2 場合と 急な場合と作る

② 球の重さや斜面の高さを一定にして、斜面の長さや球の重さを変える

必要なもの  
・ 斜面  
・ 球  
・ 定規

結果

①	斜面 (1/4)	斜面 (1/2)	球 (10g)	球 (40g)
急 (30°)	1.77	6.5cm	1.330	1.5cm
急 (45°)	0.72	0.25cm	1.364	8cm
一番緩やかな	0.71	0.5cm		

考察

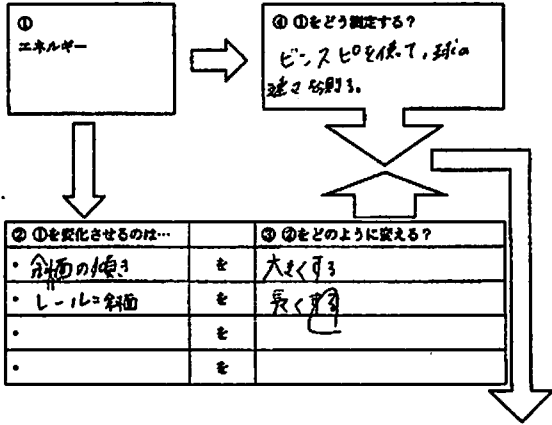
① 距離が2倍になるとエネルギーも2倍になる。

② 斜面を急にするとエネルギーの大きさは大きくなる。

③ 球の重さが重くなるとエネルギーの大きさは大きくなる。距離とエネルギーの大きさは比例している。



課題：斜面を下る球を木片にぶつけたときに発生するエネルギーはどうしたら大きくなるだろう？



私の仮説：「②を③すれば①になるだろう。」と書いてみよう。  
 う 斜面の傾きを大きくするとエネルギーが大きくなるだろう。 高さが高くなるエネルギーが大きくなるだろう。

自己評価アンケート  
 話し合いに積極的に参加できた  
 ( できた ややできた あまりできなかった できなかった )  
 話し合いから仮説を立てることができた  
 ( できた ややできた あまりできなかった できなかった )

仮説をもとに実験を考えよう

どんなふうに行うか  
 ビンスピロレールの真下に設置し、球の速さを測る。速いほうがエネルギーが大きい。木片の動く速さも調べる。

1枚目 高さ (高さ) 斜面の長さ  
 ・必要なもの  
 球、レール、ビンスピロ

結果	15°	30°	45°
15°	187.8	16.4	
18°	189.2	15	
187.6	16	188.5	17
188.5	17	188.5	16
186.4	19	187.3	17
186.5	16	187.3	15
		220.7	25
		225.4	25
		227.9	25
		225.2	30
		224.1	25
		231.1	24
		230.6	24
		233.8	24
		239.0	30
		232.1	25

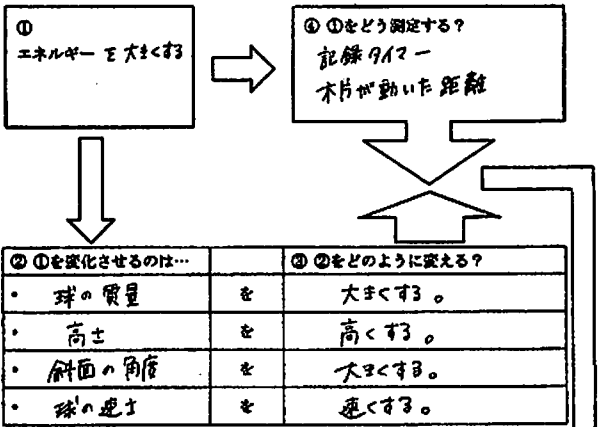
258.9  
25.7

考慮 148.1, 10.3  
 5°  
 149.2 10 148.7 10  
 147.4 10 150.6 11  
 148.2 11 148.2 10  
 145.7 10 145.5 10  
 146.2 11 147.3 10

① 球がカーブしているから、斜面と垂直になると、速さと木片の動く距離は増加し、エネルギーが大きくなる。

公津の杜中学校

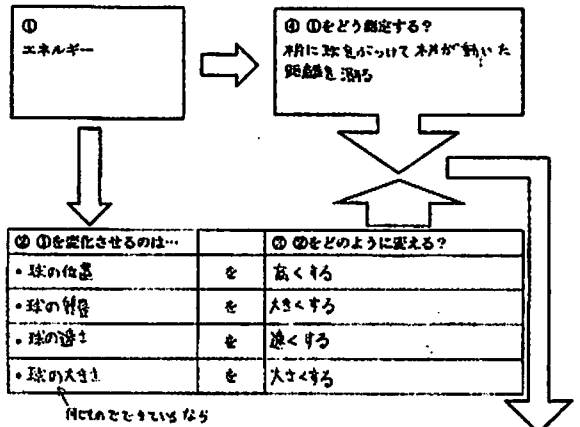
課題：斜面を下る球を木片にぶつけたときに発生するエネルギーはどうしたら大きくなるだろう？



私の仮説：「②を③すれば①になるだろう。」と書いてみよう。  
 う 球の質量を大きくすればエネルギーは大きくなるだろう。

下総みどり学園

課題：斜面を下る球を木片にぶつけたときに発生するエネルギーはどうしたら大きくなるだろう？



私の仮説：「②を③すれば①になるだろう。」と書いてみよう。  
 う 球の速さを遅くすれば、エネルギーは小さくなり、木片の移動距離は大きくなるだろう。

Aさん

課題：斜面を下る球を木片にぶつけたときに発生するエネルギーはどうしたら大きくなるだろう？

① エネルギー  
木片がぶつかる、動いた。

② ①をどう測定する？  
軌道の距離を測る。

③ ①を変化させるのは…	④ ②をどのように変える？
・ 球の重さ	を 変える。
・ 球の質量	を 大きくする。
・ 斜面の長さ	を 長くする。
・ 斜面の角度	を 急にする。
・ 木片の材質	を 粘る (粘着性)。

私の仮説：「③を④すれば②になるだろう。」と書いてみよう。  
 ・ 球を重くして、長くすれば、斜面が長くなる。  
 ・ 球の質量を大きくすれば、斜面が長くなる。  
 ・ 斜面の角度を急にして、斜面が長くなる。  
 ・ 木片の材質を粘る、粘着性のあるものにする。

Bさん

課題：斜面を下る球を木片にぶつけたときに発生するエネルギーはどうしたら大きくなるだろう？

① エネルギー

② ①をどう測定する？  
球がぶつかった木片が動いた距離を測る。

③ ①を変化させるのは…	④ ②をどのように変える？
・ 球	を 重くする。
・ 斜面の長さ	を 長くする。
・ 斜面の角度	を 急にする。
・ 球の速度	を 大きくする。

私の仮説：「③を④すれば②になるだろう。」と書いてみよう。  
 ・ 球を重くして、長くすれば、木片が大きく動くだろう。  
 ・ 斜面を長くして、角度を急にして、球は木片が大きく動くだろう。

Cさん

課題：斜面を下る球を木片にぶつけたときに発生するエネルギーはどうしたら大きくなるだろう？

① エネルギー

② ①をどう測定する？  
ビーズを動かした木片の長さ、木片の移動距離、高さの差を測定する。

③ ①を変化させるのは…	④ ②をどのように変える？
・ ビーズを動かした高さ	を 高くする。
・ ビーズの質量	を 重くする。
・ ビーズを動かした高さ、木片までの距離	を 短くする。
・ レールの角度	を 急にする。

私の仮説：「③を④すれば②になるだろう。」と書いてみよう。  
 ・ ビーズを動かした高さを高くすれば、斜面の傾斜角度が急になる。(A)  
 ・ ビーズの質量を重くすれば、木片の移動距離が大きくなる。(B)  
 ・ ビーズを動かした高さを高くすれば、木片の移動距離が大きくなる。(C)  
 ・ レールの角度を急にする。(D) 木片の移動距離が大きくなる。(E)

Dさん

課題：斜面を下る球を木片にぶつけたときに発生するエネルギーはどうしたら大きくなるだろう？

① エネルギー

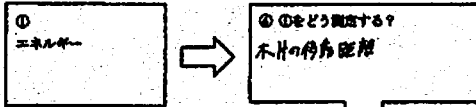
② ①をどう測定する？  
球がぶつかった木片の移動距離、高さの差を測定する。

③ ①を変化させるのは…	④ ②をどのように変える？
・ ビーズの高さを高くする	を 高くする。
・ ビーズの質量	を 重くする。
・ ビーズの高さを高くする	を 高くする。
・ ビーズの高さを高くする	を 高くする。

私の仮説：「③を④すれば②になるだろう。」と書いてみよう。  
 ・ ビーズの高さを高くすれば、斜面の傾斜角度が急になる。(A)  
 ・ ビーズの質量を重くすれば、木片の移動距離が大きくなる。(B)  
 ・ ビーズの高さを高くすれば、木片の移動距離が大きくなる。(C)  
 ・ ビーズの高さを高くすれば、木片の移動距離が大きくなる。(D)

①

問題：斜面を下る球を木片につけたときに発生するエネルギーはどうしたら大きくなるだろう？



③ ①を変化させるのは...	④ ②をどのように変える？
・ 球	を 重くする
・ 斜面の傾度	を 大きくする
・	を
・	を

仮説：①を②に比例する。③を④に比例する。  
 ③の仮説：①を②に比例する。③を④に比例する。  
 ④の仮説：①を②に比例する。③を④に比例する。  
 ⑤の仮説：①を②に比例する。③を④に比例する。

3年理科 運動とエネルギー (No. 9-1)

学習課題

斜面を下る球を木片につけたときに発生するエネルギーはどうしたら大きくなるだろうか

実験方法

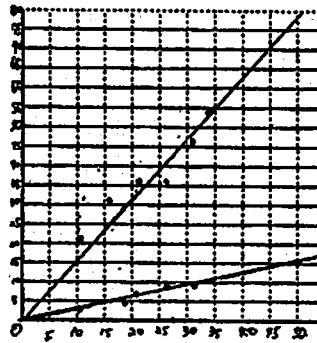
斜面の傾度 球の半径  $r = 30\text{mm}$

変化させるもの 斜面の傾度

結果

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均
31g	40.8	46.5	49.3	44.2	44.5	45.06
	1.91	1.71	1.70	1.71	1.73	1.712
27g	44.7	38.1	38.9	38.1	38.1	38.58
	1.67	1.65	1.63	1.65	1.65	1.649
23g	33.1	35.6	35.9	38.7	35.8	35.71
	1.57	1.57	1.55	1.59	1.57	1.562
17g	31.4	27.1	27.9	32.9	27.6	27.78
	1.34	1.30	1.30	1.34	1.33	1.321
12g	21.3	20.7	21.1	22	20.1	21.04
	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15

グラフ



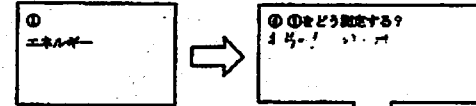
この実験からいえること

高さが高いほど  
 木片を遠くまで  
 移動させることができる。  
 高さが低いほど  
 位置エネルギーが小さい  
 グラフの傾度が  
 大きいほど高さが  
 低い木片を遠くまで  
 移動させることができる。  
 球の質量は位置エネルギーに  
 関係しない。

斜面の高さ

②

問題：斜面を下る球を木片につけたときに発生するエネルギーはどうしたら大きくなるだろう？



③ ①を変化させるのは...	④ ②をどのように変える？
・ 球の半径	を 重くする
・ 斜面の傾度	を 大きくする
・	を
・	を

仮説：①を②に比例する。③を④に比例する。  
 ③の仮説：①を②に比例する。③を④に比例する。  
 ④の仮説：①を②に比例する。③を④に比例する。

学習課題

斜面を下る球を木片につけたときに発生するエネルギーはどうしたら大きくなるだろうか

実験方法

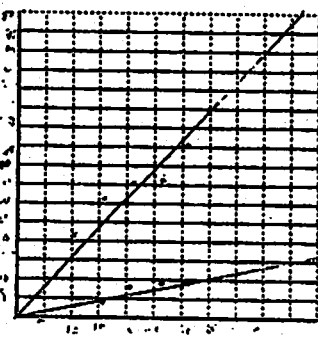
斜面の傾度を一定にして球の半径を大きくする。

変化させるもの 斜面の傾度

結果

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均
31g	40.8	46.5	44.2	44.2	44.5	45.06
	1.91	1.71	1.70	1.71	1.73	1.712
27g	44.7	38.1	38.9	38.1	38.1	38.58
	1.67	1.65	1.63	1.65	1.65	1.649
23g	33.1	35.6	35.9	38.7	35.8	35.71
	1.57	1.57	1.55	1.59	1.57	1.562
17g	31.4	27.1	27.9	32.9	27.6	27.78
	1.34	1.30	1.30	1.34	1.33	1.321
12g	21.3	20.7	21.1	22	20.1	21.04
	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15

グラフ



この実験からいえること

斜面の傾度を一定にして  
 球の半径を大きくすると  
 木片の移動距離が長くなる。  
 傾度の傾度が大きいほど  
 位置エネルギーが大きい。  
 傾度の傾度が小さいほど  
 位置エネルギーが小さい。  
 この実験で斜面の  
 傾度を一定にして  
 球の半径を大きく  
 すると

斜面の高さ

問題：斜面を下る球を木片にぶつけたときに発生するエネルギーはどうしたら大きくなるだろう？

① エネルギー → ② ①をどう測定する？  
球の移動距離  
φ = 1cm

② ①を変化させるのは... ③ ②をどのように変える？

・ 斜面の角度	を	高くする
・ 球	を	(100%) 変える
・ 球の移動距離	を	長くする
・ 木片	を	長くする

私の仮説：「②を③すれば①になるだろう」と書いてみよう。  
 ・ 斜面の角度を高くすれば、球の移動距離が長くなる。  
 ・ 球の移動距離を長くすれば、球の移動距離が長くなる。  
 ・ 球の移動距離を長くすれば、球の移動距離が長くなる。  
 ・ 球の移動距離を長くすれば、球の移動距離が長くなる。

1. 斜面の角度を高くする
2. 木片の長さを長くする

学習課題  
斜面を下る球を木片にぶつけたときに発生するエネルギーはどうしたら大きくなるだろうか

実験方法  
変化させるもの 木片の長さ

結果

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均
φ1	28.8g	37.3cm	36	35	35	36.36cm
φ2	32.6g	33cm	32	31	32.7	32.7cm
φ3	37.9g	23cm	21.7	23	23	22.8cm
φ4	27.3g	18.5cm	18.8	18.8	18.3	18.98cm
φ5	50.6g	17.5cm	15.4	16	15.4	15.94cm

グラフ

この実験からいえること  
木片の長さを長くすると、球の移動距離は短くなる。これは、斜面の角度が小さくなるため、球の移動距離が短くなるからである。

※玉造中学校③について

木片の質量を変えてしまったために木片の移動距離がエネルギーの増加を示さない実験を行った班である。グラフも考察も間違っているが、この後の話し合いの中で条件設定が変わってしまったことがわかり、仕事＝質量×移動距離であることから仮説の設定が間違っていることに気づくことができた。

実践してみてもの考察

- ・ 4QSに慣れて、多くの仮説がみられた。また、そこから検証方法を考え、実験に取り組むことができた。特に成田中学校では、斜面を下る運動の時に仮説まで書けなかった生徒も仮説を書き、実験方法まで考えられるようになった。(P.15 とあわせて参照)
- ・ 考察において、「木片の移動距離が増えた」だけでなく、エネルギーの増加に結び付けて考察している生徒が多く見られた。仮説設定シートの中で①→④のつながりが視覚化されているため、何を調べるための測定化を意識できたと考えられる。
- ・ 実験において、「予想は必要ない」と考えていた生徒も考えを持って実験に取り組むことができた。玉造中学校の①、②の生徒は事後アンケートの結果において「予想は必要である」「何を目的として実験に取り組んでいるかわかっている」と感じていた。

## 6. 成果と課題

### (1) 成果

- ・ 4 Q S 仮説設定シートを用いることで、思考の過程が見えるようになった。それにより、生徒が「結果が出た」だけでなく、結果から考察を導きやすくなった。→仮説の真偽を判断することができた。
- ・ 4 Q S を用いた授業を複数回行うことで、予想を立てて実験を行う生徒や、予想を立てることが必要と感じている生徒、目的を持って実験に取り組める生徒が増えた。また、慣れにともない話し合いが活発になる様子が見られた。
- ・ 4 Q S を用いると様々な意見から実験をすることができ、クラス全体でまとめたときに一つの事象に対して複数の角度から考察することができた。
- ・ 4 Q S 仮説設定シートを用いることで仮説を立て、そこから生徒自身が検証方法を考え、実験することができた。

以上の結果から、「4QS 仮説設定シート」を授業に取り入れることで、児童・生徒が自ら問題を解決する力を伸ばすことができたと考える。

- ・ 今回の研究において、アンケートに協力していただいた7校、4 Q S を実践していただいた6校など、多くの学校の協力が得られた。前年度アンケートに協力していただいた学校と合わせると 13 校になる。二部会に協力体制ができた。

### (2) 課題

- ・ 4 Q S を用いた授業は時数が多く必要になり、複数回実施しにくいという意見があった
- ・ 4 Q S は生徒が慣れるまでに時間がかかる。慣れていないと話し合いが活発になるが、慣れていないときや十分な知識がない時に何をしたいのかわからない生徒が多く出た。また、1年生では仮説設定シートに慣れないと予想を立てるのが難しいと感じる生徒もいた。
- ・ 教員にも 4 Q S を扱う経験が必要だった。一つに事象に対して、検証方法が多くある実験では、その授業で教えたいことにまとまらない時があった。実験を行う際に固定しなければいけないものを事前によく考えておく必要がある。
- ・ 4 Q S は生徒自身が考えた検証方法で実験を行う為、実験器具などの準備がより多く必要になる。理論では可能だが、道具がないのでできないという実験が出てしまうことがある。

# 研究協力

※敬称略

## 栄町立栄中学校

- ・並木 敏
- ・渋谷 明彦
- ・三宅 寛人

## 成田市立成田中学校

- ・酒井 理成
- ・林 宏樹

## 成田市立遠山中学校

- ・関 良堂
- ・齊藤 温

## 成田市立玉造中学校

- ・伊東 由美

## 成田市立公津の杜中学校

- ・阿部 哲
- ・原田 美菜

## 成田市立下総みどり学園

- ・山崎 学

## 富里市立富里北中学校

- ・小野 哲
- ・加藤 翔太

事前事後のアンケートの集計、ワークシートのコピーなど発表に向け、多くの支援をしていただきありがとうございました。今後ともご指導よろしくお願ひします。