

平成30年度 小学5年生理科報告書

STEM 教員 辻本 和雄

(主務校：明郷小学校，兼務校：岐阜小学校)

はじめに

過去の年度において、それぞれの目標を設定し、その目標を考慮しながら、理科授業を報告してきた。たとえば、

- ・平成 27 年度 理科授業に厚みを出す
- ・平成 28 年度 「なぜ」で始まる理科授業
- ・平成 29 年度 単元の前・後の導入・展開の工夫

などであった。

なお、25 年度と平成 26 年度は、ちょっと面白い実験とクラブ活動との融合を、それぞれ報告した。そこで、本年度は次のような目標を設定した。

目標

本年度（平成 30 年度）は「**教えやすい理科**」を目標にします。

「教えやすい理科」とは、単にテクニカルなこと（方法）だけを意味しません。勿論、テレビに映した電子教科書や黒板に写した教科書の字句は「あり」です。でも、それだけの理科に留まらないようにすることです。もし、何か教科書を超えたところにあるとすれば、それは成長する教科書です。それを開拓してみようと考えています。言い換えれば、理科はバーチャルな世界だけではありませんから、物を観察したり、物を使って実験したり、考えたものをつくってみたりします。基本が変わらなければ、教科書に拘ることはありません。ちょっとしたことを教科書に加えると、子どもたちに理科の基本がわかり、指導する方にも楽しみが出てきます。まさに理科も成長しています。

ここまで来て、その気持ちは分かるが、教科書をもれなく教えるだけでも精一杯ということもあるでしょう。ところが、よく考えてみてください。理科は基本に「なぜ」があります。単元をみてみましょう。なぜ、理科に天気に関係あるのでしょうか、なぜ、理科に魚に関係あるのでしょうか、なぜ、理科に電磁石に関係あるのでしょうか、と自問自答してみてください。単元題目は自然科学の一部です。自然のどこから単元が出てくるのでしょうか。これを説明して単元に入ると、単元の立つ位置がはっきりしてきます。これは教える方と共に子どもたちにも大切な源になります。そこで、大きく自然科学をみて、個別の単元に入ります。

例えば、天気の単元では、宇宙に地球があり、地球の 3/10 が陸地です。地球は太陽の周りをまわりながら地球自身も回っています。地球が西から東へ一回転すると一日になります。地球上にある雲も、地球の回転よりは遅いですが、一日で、およそ西から東へ 1000km 近く移動します。さて、天気は……。

大→小と考えると、個々の小は大の一部ですから大を捉えておくと小の位置関係が分かります。春の頃の天気はおよそ西から東へと変わります。これは暗記することでしょうか。考えれば出てきます。地球が西から東へ回っているからです。考えるに、基本に立ち返ることです。しかし、暗記しておくとも便利です。受験用の暗記物でもありませんが、まとめとし

て「憶えておくこと」です。憶えておけば、先へ早く進めます。それでも分からないときには、基本に戻って考えれば出てきます。「憶えておくこと」には2種類あります。まとめとして憶えることと基本として憶えておくことです。もっと大切なのは「憶えておくこと」から「考え出すこと」です。特に基本から個々の事柄を導き出すことです。

理科は、まず事実があります。それが起こった理由があります。理由の中に規則性があります。その規則性を使うと、どうなるかを予想できます。発見→(理由や規則性)→予想に進む理科は楽しいでしょう。子どもたちと一緒に成長する理科を示しましょう。時によっては、教科書にないことも教えておくと、考え方や基本 (contents)がはつきりとして、将来、子どもたちが経験する事象の理由を考える際に役立つと思われま。基本や基礎の重要性を鑑みて、教科書にないことでも、敢えて取り込んでいきましょう。

小学校の先生は全教科を一人で熟されるのですから、全教科が得意ということはほとんどありません。国語や社会など文系といわれる教科を得意とする先生の中には、理科が苦手という先生が多いことがあります。ところが、理科の得意な先生の中でも、電気分野はあまり得意ではないという方もおられます。ということは、理科は教えるのが難しいということになります。この原因は単元が多分野に亘ることにあるようです。それなら、拡がりをもって、より深く教えようとするのが浮かびますが、これは至難なことです。深掘りができないとすると、拡がりだけになります。これでは、内容に変化味がなくて、子どもたちに好奇心や探究心を抱かせることが難しくなります。

ところで、専門家と言われる人は専門の外側の分野は知らないと言われることがあります。しかし、普通の人よりも専門外のことにも長けておられます。なぜか。一つのことを専門とすると、周辺部も分野となるような融合が起こるからです。融合と融合が重なると、さらに拡がりをもちます。つまり、専門性という深さを増すと、拡がりに深さを伴うことになるのでしよう。

小学校の理科を教えることは博物学者に通じる。別に、博物学者にならなくてもいいのです。お座成りのマニュアルに従った理科ではなく、単元を超えた融合や教科を超えた融合を加えるだけで理科が違ってきます。これは、教え方の熱意 (passion)が子どもたちに伝わると、子どもたちが理科を学ぶことに熱意を持ちます。決められた枠から一歩踏み出す冒険が、理科内容のより深い理解へフィードバックできると期待されます。

他の教科と違って、理科は準備に時間がかかります。これをどのように克服するかは、先生の授業始動にも影響します。容易に始動できる一つの方法は、単元別の実験器具分類です。多くの小学校では、器具ごとに分別されていて、理科実験の準備のためにそれぞれの器具を集めて回ることになります。これでは探し回らただけで疲労します。単元別分類をすると時間

短縮できます。しかし、例えば、試験管を4年生で使い、6年生でも使います。時期が重なることもあります。時間節約のため、4年生用と6年生用の試験管を分けておくことで乗り切ります。つまり融通をしないことです。勿論、初期投資の費用が嵩みます。

また、理科実験の後始末です。そのままにしておくと、汚れが取れない、器具が壊れるようなことが起こりかねません。例えば、石灰水のガラス容器内放置はガラスに白く汚れが残る、容易にブラシでは落とせません。このような処理は酸を使うことです。ちょっとした後始末のやり方で快適に整理ができますので、随時記載しておこうと考えています。

理科授業の流れは、通常、単元の終わりには、まとめをします。その後、試験で終わりとなります。教科書には「理科のひろば」が用意されています。これを取り入れた応用問題や発展実験をして、子どもたちに応用力 (skill) を高めることは、学習の上で大切なことで、この深掘りによって、子どもたちは学習の自信を持たせることになるかと期待できます。「理科のひろば」の映像や記事を読むことだけで済ませず。積極的に展開をはかるのが、本年度の目標にもします。

教科書について、「教科書に準拠しながら教科書を少し超える」と考えます。

これは矛盾するような表現ですが、意味するところは一貫しています。すなわち、範囲を超えても、原理や基本に立ち返って基礎を理解させ、基礎からの応用力を子どもたちに付けさせるのが根幹 (root and branch (stem)) にあります。大切なことは理科指導の考え方・姿勢です。事象→基礎→応用の流れの重要性に取り組みます。これに関連したことは、勿論、「基礎から応用」という意味の言葉で、指導要領にも書かれています。指導する側にとっては、教科書の内容を含みながら、もっと基礎的なことを教え、応用が利くようにするのが目標です。

これは、行うのが良いか迷ったのですが、基本だけはどの子も乗り越えて欲しいという気持ちがあります。そこで、「憶えておくこと」をつくり、まとめの後や区切りで確認することにしました。これは丸暗記をしておき、試験に出てくれば、すらすら書くためです。しかし、本来、「憶えておくこと」は、憶えておくだけでなく、その応用をするためです。それをやろうとする子は「憶えておくこと」から、どう展開するか、が問題になります。それには体験や他の似たことを思い出させて、関連付けを練習させます。これを単なる受験教育と言われるかもしれません。それでも、できないよりもできる方が良いと割り切っています。ただ、この評価は後日になります。

成長する教科書の「組み込み」について

組み込みというのは、教科書にある記述を、深掘りしたり、発展・基礎を求める際に、作業程度をレベル化しました。表にしてまとめました。詳細には、その都度、書き加えました。

写真は自分が撮ったものを使いますが、WEBで紹介されたもので許諾がなくても利用可能なものはアドレスを明示して使いました。イラストも対応は同じです。なお、許諾が要るものは許可を得ますが、公開はしません。

写真のプレゼンには Power Point (PPT) を使います。動画はムービーメーカーで作成し、上映には OS に付属している WMP (Windows Media Player) を使えるようにしました。また、WEB アクセスできるようにアドレス組み込みをしました。このような PPT 作成は比較的簡単ですが、動画編集は少しやり方が込み入っています。それでも敢えて行ったのは、子どもたちは動画に人気がありますからです。従って、動画作成を行うかどうかは時間と習熟の兼ね合いでしょう。最低限、上手く電子教科書の動画をとり入れることで示すことができます。

なお、全記載は一人称になっていますが、多くの先生方の授業を補助したり、参観したりしたとき、上手いやり方・考え方だと知ったものを一人称表現しています。従って、必ずしも語り手は一人ではありませんことを書き添えておきます。

単元と時期

教科書の単元を物・化・生・地に分けると、分野と単元番号は次の関係になっています。物理学：9, 10, 化学：7, 生物学：2, 3, 4, 8, 地学：1, 5, 6です。頁数から、極端に小さく扱われている分野はありません。理科は自然を対象としている教科なので、季節に対応する必要があります。特に生物学と地学の季節依存性が高いので、前半に配置されています。

その結果、単元とおよその時期は下記の表で、構成されています。指導するに当たって単元を入れ替えると機会が合わないこともあります。ただ、「5. 台風と天気の変化」の単元は8月に台風が来ることがあり、「4. 花から実へ」と入れ替えることもあります。この判断はヘチマの生育具合と台風の動きに注目して行うことになります。ヘチマの開花時期と台風進路を考慮して、単元入れ替えで、問題ない年がありました。

| | |
|--------------|-------------|
| 1. 天気の変化 | 4月中旬～5月上旬 |
| 2. 植物の発芽と成長 | 5月上旬～6月中旬 |
| 3. 魚のたんじょう | 6月中旬～7月中旬 |
| (夏休み) | |
| 4. 花から実へ | 9月中旬～9月下旬 |
| 5. 台風と天気の変化 | 9月下旬～10月上旬 |
| 6. 流れる水のはたらき | 10月上旬～11月中旬 |
| 7. 物のとけ方 | 11月中旬～12月下旬 |
| (冬休み) | |
| 8. 人のたんじょう | 1月中旬～1月下旬 |
| 9. 電流がうみ出す力 | 1月下旬～2月下旬 |
| 10. ふりこのきまり | 2月下旬～3月下旬 |

1. 天気の変化

【導入質問】

P4-5にある2つの写真を比べてください。運動会の写真ですね。自然のようすが変わっているところを教えてください。そのことから天気がどのように変わるか予想してください。予想が言えなくてもみんなで予想します。「右」は右写真を、「左」は左写真をそれぞれ意味します。

【答とコメント】

- ・空（左は晴れているが、右は雲が多く黒くなっている）∴これから雨になると思う。
- ・色（左は明るい様子だが、右は暗くなっている。土の色も違う）∴これから雨になると思う。湿ってくると土が黒くなるから。
- ・風（左は風がなく、右は風が出ていることが旗の揺れ方でわかる）これから天気が変わると思う。風が吹くと雲の動きが速くなるから。
- ・西から曇ってきた（影を見ると、校舎の方へあるので運動場は校舎の南にある。空は西の空を表しているから、西の空が曇ってきたとわかる）これから雨になると思う。西の黒い雲がこちらへ来るから。

7項目ほど答えてくれたが、まとめて上記の4項目にした。また、予想を言えなかった子ども皆と一緒に考えた。どうも天気の変わり方は雲の動きと同じと思えた。

今、みんなは理科を勉強するときに、大切なことを言ってくれました。先生から拍手を送りたいと思います。『よく観察して、予想しました。その理由も発表できました。』それらのことが大切なことでしたから。

「なぜなぜ」遊び

なぜ、天気は変わるのか ⇒ 雲が動くから

なぜ、雲が動くのか ⇒ 風が吹くから

なぜ風が吹くのか ⇒ ?

1-1. 雲と天気

天気が変わるのは雲が動くから、ということはわかった。それでは、雲について調べようか。雲は皆、同じかな。違う。どこが違うのか。

形、大きさ、数や量、色、動きがそれぞれ違う。

全部まとめて「雲のようす」といいます。それでは、「雲のようす」は天気の変化と関係あるだろう。くわしく調べてみようか。

【問題】 教科書通り

雲のようすと天気の変化には、関係があるのだろうか。

「雲が動くから天気は変化する」のはわかった。

【問】自分の経験から、どんなとき、雲が出てきて天気が変わった経験を話してください。

【返答】外で遊んでいた時、急に曇ってきてすごい雨に降られたことがあった。夏のこと。

【問】どんな雲だった？

【返答】黒い雲だったように思う。

【観察1】

これから雲のようすと天気の変化を観察します。

- ・「変化」を観察するのですから、違った時刻で雲と天気をみます。
- ・1回だけではありません。2回します。例えば、朝と昼です。どの観察も、同じ観察場所、同じ方角で行います。時刻だけが違います。

【注意】太陽を直接見ない。急に雨が降ったり、風が吹いたりすることがあるので、安全に観察する。

【持って行く物】プリント、筆記用具、方位磁針、たんけんバッグ、帽子

【絵の描き方】図画ではないので、場所が分かる建物、山などを入れる。雲の大きさが分かるように形を書くが、塗りつぶさない。雲の動きが速いときには、見た時の形を描く。

【コメント】

- ・大まかな時刻（20分毎に）を伝える。実際、観察は20分ほどだったので、中間の時刻だけ伝えた。
- ・デジカメ写真 全部の方向を広角で撮影しておいた。これは記録のためであって、子どもたちには見せなかった。子どもたちの絵があるから。記録は、状況と天気を将来、利用するためです。

【結果】

- ・各班代表1名の絵を実物投影機で見せた。
コメント：どの絵も特長を捉えて、素晴らしいところを紹介して、それぞれに、拍手をした。方角、周囲の建物や山、雲の形など、個性が出ている。絵が苦手そうな子でも、何とか雲を表そうとしていることがわかる子には特に褒めた。何度も「理科の絵は図画工作とは違います」と言った。「今日は雲の絵ですから雲を描くことが大切です」
- ・時間による変化については、全日快晴に近かったため、このときは、フォローできなかった。翌日も晴れのち曇り、そのあとは全日雨であった。上手く天候を合わせて授業をする

のは困難であった。(工夫：天気情報を集めて、授業時間に合わせることが考えられるが、これは担任ができる技です。もし、2回を同日にするなら、午前の早い授業なら昼休みに、午後の授業なら中休みを使うことが考えられます。しかし、いずれも休み時間を使うので問題もある。) 結果として、1-3日後の天気と比較した。ウェザーニュースのライブカメラの画像を使って天気の変化を示した。アドレス：<https://weathernews.jp/livecam/>

【観察によってわかったこと】

- ・観察の結果、わかったことは、西北や東北を含めた北の方にある雲は右側移動（東または北東へ移動）していた。
- ・風が強かった。雲の形が速く変わった。大きな雲は見られなかった。

【コメント】

天気を理科に合わせることができない。理科を天気に合わせしかないと割り切っておく。凡そ春の天気は3-4日の周期で変わるので、1週間の中で、高い確率で、雨になるときが1回はある。理想的には天気の悪化の前を捉えるとよい。この程度に考えて、頃を見計らうが、鷹揚に構えて、有効な授業にした。

【まとめ】 教科書通り

- ・雲の形や量は、時こくによって変わります。
- ・雲のようすが変わると、天気が変わることがあります。

【音読】

「まとめを書いた人は、立ってまとめを聞こえるように読んでください。読んだ後も立っててください」こんなやり方をするのは、ノートに書かずに話をしている子どもがある時に始めたことです。結構、有効な手段でした。勿論、まとめで行いましたが、重要だと考えた時に、問題のところでも音読したこともありました。

【憶えておくこと】

- ・ 天気の変化 ⇔ 雲の動き : 時間が関係する。
- ・ 雲には、形, 量, 動きがある。 : 観察する時こくが関係する。
- ・ 雲の動き ← 上空の風の方向 ← 地球は西から東へ回っている

【理科のひろば】

天気のことわざを調べてみよう

小・中学生のための学習教材の部屋

知識の泉

に記載があります。

アドレス：<http://www7a.biglobe.ne.jp/~gakusyuu/kantenbouki/tenkikotowaza.htm>

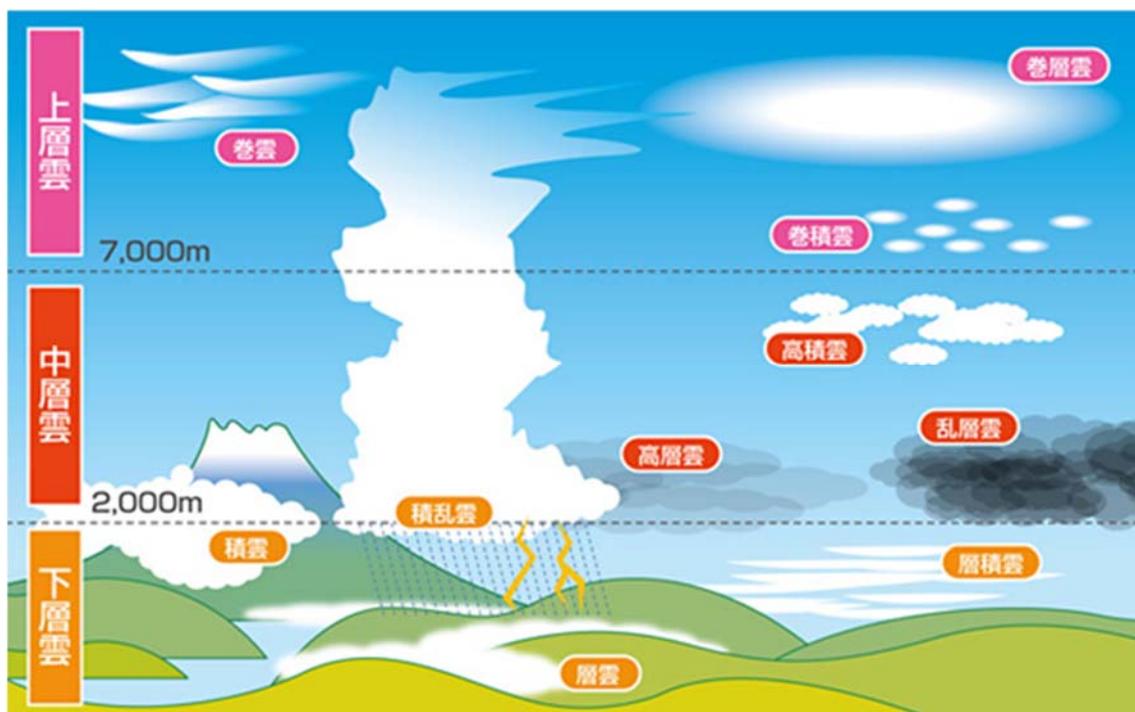
| | | |
|---|----------------------|---------------------|
| あ | ・朝焼けは雨 | ・朝にじは雨 |
| | ・雨がえるがなくと雨 | ・朝ざりは日中晴れ |
| | ・アリの行列を見たら雨 | ・朝 霜（しも）が降りないときは雨 |
| う | ・ウンカのもちつきは雨 | ・うろこ雲は雨 |
| か | ・鐘（かね）の音がよく聞こえると雨 | ・カバシらがたつと雨 |
| く | ・くしが通りにくい時は雨 | ・雲が北西に流れると雨近し |
| | ・雲が南東に流れると晴れ | ・雲があつくなるのは雨 |
| | ・黒い雲が出ると雨 | |
| け | ・煙がまっすぐ立ち上ると晴れ、なびくと雨 | ・煙が東になびくと晴れ |
| さ | ・さば雲は雨 | |
| し | ・霜おれは雨 | ・霜の降りたときは晴れ |
| せ | ・セミがなきやむと雨 | |
| そ | ・早朝あたたかいときは雨 | |
| た | ・太陽がかさをかさぶると雨 | |
| つ | ・ツバメが低く飛ぶと雨 | |
| と | ・とんぼが低く飛ぶと雨 | |
| な | ・波雲（なみぐも）は雨 | |
| ね | ・猫が顔を洗うと雨 | |
| は | ・春のやまじは雨しらす（愛媛県） | ・はこべの花が閉じると雨 |
| ひ | ・日がさ、月がさは雨のきざし | ・飛行機雲が立つ時は雨が近い |
| ふ | ・富士山がかさをかぶれば雨 | ・冬あたたかいときは雨 |
| ほ | ・星がちらちらすると雨 | |
| も | ・もののひびきがよく聞こえるときは雨 | |
| | | |
| や | ・山が近く見えれば雨が降る | ・山が青く見えると晴れ、白く見えると雨 |
| | ・山ツバメが多くでれば雨 | |
| ゆ | ・夕焼けは晴れ | ・夕にじは晴れ |
| れ | ・レンズ雲は雨 | |

適当にピックアップして示した中に、「猫が顔を洗うと雨」を知っていた子がいました。自作の「アスファルトが黒くなると雨」と示したとき、意外と関心が高かった。お年寄りに聞くと、岐阜のことわざを教えてもらえるかもしれませんね。

【理科のひろば】

いろいろな雲と雨 <http://www.yonden.co.jp/life/kids/museum/science/weather/003-p02.html>

雲は上層雲・中層雲・下層雲の3つに分けられます。それらは7000m以上、2000-7000m、2000m以下に分かれます。



雲と雨とのおよその時間関係は下表の通り。

| | |
|-----------------|---|
| 巻積雲 (けんせきうん) | 全体的に薄く、ウロコのように細かくイワシ雲とも呼ばれています。1~2日後に雨を降らせることがあります。 |
| 巻層雲 (けんそうん) | 空を広くおおむ白いベール状の雲で数時間後に雨を降らせたりします。 |
| 巻雲 (けんうん) | 春と秋空によく現れ、風が強い日にきれいな形を描いています。天気が崩(くず)れる前兆(ぜんちょう)であることも多いです。 |
| 高積雲 (こうせきうん) | ヒツジ雲とも呼ばれ、巻積雲と同じようにウロコ状に見えます。 |
| 高層雲 (こうそうん) | 太陽や月の形をぼやかす灰色の雲。おぼろ雲とも呼ばれ、すぐに雨を降らせます。 |
| 乱層雲 (らんそうん) | 暗い灰色の雲で、雨雲と呼ばれています。弱い雨や雪を長く降らせたりします。 |
| 積乱雲 (せきらんうん) | 入道雲とも呼ばれ、主に低い場所で発生しますが、高さが10kmを超えることもあり集中豪雨(ごうう)やたくさん雪を降らせたり、雷を起こします。 |
| 積雲 (せきうん) | モクモクと盛り上がった雲で積雲が大きくなると積乱雲(入道雲)になります。夏の晴れた日に、ぽっかりと浮かんだ姿を見ることができるでしょう。 |
| 層雲 (そうん) | 霧のような雲で、山の中腹など、主に低い場所にできます。 |
| 層積雲 (そうせきうん) | 空の低いところのできる雲。暗色の雲が、大きな固まりか長いうねになって横に広がっています。 |

【工夫】 雲のプレゼンテーション

テレビで写真を見せて、これは巻雲、これは高積雲、というような説明よりも、教科書などにあるカラー写真をコピー・マグネットシートして、黒板にはる方が子どもたちは興味を示しました。代表的な雲として、教科書にある雲の内、けん雲、高積雲、らんそう雲と積乱雲の4つのネット写真を順不同にして黒板にはりました。そこで、名前当てをしてもらいました。

「自分の見たことがある雲の形を思い出してください。それを黒板に大体の形を描いて発表してください。」3人同時に描いてもらいました。積乱雲、巻雲が印象的だったようでした。

【話題】 形を変える積乱雲

積乱雲は発生すると発達して、30分～1時間程度で場所を限って雨が降ることがあります。とくに、重なると、集中ごう雨、ゲリラごう雨、たつまきなどが起き、増水や山くずれのような被害を出すことがあります。

- ・2017年7月6日に福岡県、大分県において起きた「線状降水帯」は連続した積乱雲の発生が帯状になってごう雨を降らすものでした。

動画解説：<https://www.youtube.com/watch?v=fZsofQyJ1V4>

- ・また、2017年8月22日に愛知県では「スーパーセル」という巨大な積乱雲が発生して、ごう雨と落雷があった。この動画をYoutubeから紹介した。

<https://www.youtube.com/watch?v=HA5kLP4n710>

1-2. 天気予想

これから後の天気予想をする。どのようにして予想するのか。

明日の天気は雨か雨が降らないかどちらかです、というではありません。もう少し天気予報が当たるようにしたいのです。予報が当たるためには、天気のうつり変わりに何か「くりかえし」があり、それを見つけると、次に雨のなるのは何日後になる、と予言できそうですね。「くりかえし」は雨でもよいし、晴れでもよいのです。もう少し「くりかえし」を理科の言葉で言うと「きまり」（規則性）になります。

【問題】 教科書通り

天気の変化のしかたには、きまりのようなものがあるのだろうか。

【考え方】 上記の問題に対する

「変化」という言葉には「変わる」という意味があります。「変わる」というのはある事柄が、時間がたつとちがってくることです。どのように変わったかをみるには、前と後でくらべるとわかります。時間だけを変えてみることです。時間がたってもかわらないものは、時間の前後で同じにします。

もう少し分かりやすくしましょう。次の2つの絵を見てください。山は動きません。雲は形を変えて左から右へ動いています。時間がたっても変わらないもの、時間がたつと変わるものがあります。変わらないものを、いつも、もとにしてくらべます。



【計画しよう】

「くりかえし」や規則性を見つけるため、気象情報を集める。

気象情報は、新聞やインターネットから得ます。朝の新聞には前日の18時の気象情報（雲画像と天気図）が書かれている。気象庁のホームページには10分ごとの雲画像や1時間ごとのアメダスが示されています。

【新聞やインターネット気象情報】

新聞をとっている家庭が少なくなってくるが、平均して2/3の家庭は購読している。数日間「天気情報」を切りぬきさせて、発表するのはよい。

また、インターネットはほとんど情報を取り入れることができる家庭が多い。授業では、気象庁のHPから、雲画像、アメダスを調べ、ライブカメラでは、ウェザーニュースにあ

る画像をみた。しかし、テレビの天気予報は数日間の記録が難しいので適さない。

【考えよう】

集めた資料（新聞切りぬき、インターネットの情報印刷）を数日間分を実物投影機で示した。時間的に調整できないときには、教科書の p12-13 の資料を使った。

【コメント】 p12-13 の資料について

この資料の配置について、縦方向が時間（日にち）、横方向が気象情報種類となっている。通常、時間軸を横にとる。これを縦にとっていると理解しにくい。なぜ、軸とりを逆にしたのであろうか。推測するに、教科書の見栄えのためであろう。即ち、日にち数5コマを横にとると、情報種類数6コマは縦となり、縦長になる。見開き2ページに収めると各コマが小さくなるからであろう。

したがって、教えるときに次の点に注意をした。最初に、日にちを2度、縦に読み流す。次に、雲画像を日にちに従って、縦に見ていく。アメダスについても縦に見ていく。そうすると次の情報である天気の変化が、雲画像とアメダスに合わせて、読み取れる。そこで、雲画像に戻って、雲は日にちが変わると、地図の左から右へ動くことがわかる。アメダスについても、雨が雲の動きと同じように、西から東に、降る場所が変わる。天気も西から東へ変わっていくことが分かる。今度は場所を決めて、福岡、大阪、東京にいるとき、天気はどのように変化するかをみる。岐阜は大阪より200km東にあり、東京まで400km西にありますので、大阪の天気は参考になります。なお、福岡—大阪間は600kmです。雲の移動速度が20-30km/hとしますと、福岡、大阪、東京で1日ずつ雲が移動することになります。4月22日の大阪の天気は雨、前日の4月21日の福岡の天気はくもりでした。4月23日の大阪の天気は晴れ、前日の福岡の天気は晴れでした。ここで、福岡、大阪、東京の天気をななめに見ます。つまり、4月21日福岡、4月22日大阪、4月23日東京と見ると、くもりまたは雨にいずれもなります。4月22日福岡、4月23日大阪、4月24日東京とみるといずれも晴れです。その結果、大阪の天気は1日前の福岡の天気、東京の天気は1日前の大阪の天気になりそうです。このことを使えば、岐阜の天気は大阪の天気近くに、福岡の1日前の天気に近いと予想できます。

【まとめ】 教科書通り

- 春のころの日本付近では、雲はおよそ西から東へ動いていきます。
- 天気も、雲の動きにつれて、およそ西の方から変わっていきます。

【理科のひろば】

天気の変化と季節

つゆ（梅雨） 6-7月ごろ、春のころの天気は気温が低く、雨が西から東へ数日ごとに移動します。ところが、夏になると気温が高くなり、晴れの日が続きます。その間のころは北の冷たい空気（春の天気空気）と南の暑い空気（夏の天気空気）がぶつかりあって、雲ができやすく、雨をふらすことが多くなります。これが「つゆ」です。

夏 南の暑い空気が日本付近をおおいます。天気は晴れの暑い日が続きますが、暖められた場所から水蒸気が発生し、上の方で冷やされて、積乱雲のような雲ができて、にわか雨（夕立）がふります。

秋 春のころの天気と同じに西から東へ雲が移動し、天気も西から東へ変わります。夏から秋には日本の遠い南の方で発生した台風が日本付近に来ることがあります。

冬 日本の西北で冷たい空気ができ、日本海側では雪がふることがあります。

季節によって天気がちがうのですが、暖かい空気と冷たい空気のぶつかるころ雲の帯ができます。この帯が北へ上がったたり、南にさがったりして、暖かくなったり寒くなったりします。帯が日本付近にとどまっていると、天気が悪くなり、雨になる日が多くなります。

ここで、天気図における停滞前線を説明することができますが、中学校で習うことですから、言葉には触れないようにしました。ただ、停滞前線を示す雲画像に雲の帯があります。なぜこの雲の帯ができるか話をしました。大切なことは、4年生で習った暖かい空気は上へ、冷たい空気は下に動くこと、暖められた空気が冷やされると水の小さな「つぶ」ができることは話しました。理科室で実験したこととよく似たことが、地球上でも起こっています。

【問題】 教科書通り

わたしたちにも、天気を予想することができるだろうか。

【観察3】 情報収集

手段： インターネット、新聞、ライブカメラ

何の情報： 雲画像、アメダス、今の写真、(風の方向、気温、湿度)

インターネットのアドレス

気象庁のHP：<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>

デジタル台風：<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>

ウェザーニュースのライブカメラ：<https://weathernews.jp/livecam/>

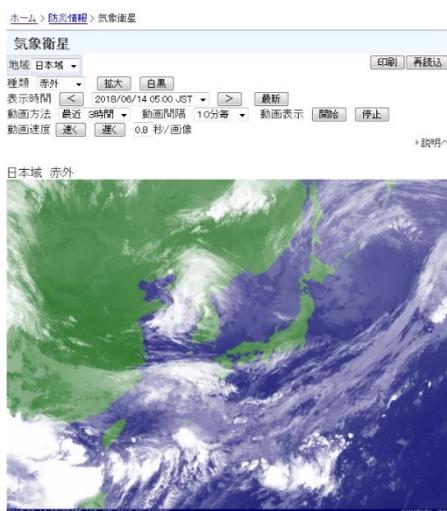
【インターネットの利用の仕方】

気象庁のHP



図のようなHPが現れる。

雲画像を得るには、



気象庁の HP>画面中央の項目の中>気象衛星
10分毎を選択する。

気象衛星画面の項目中央>カラーをクリック

アメダスを得るには、



気象庁の HP の項目中央>アメダスを選択する。

アメダス画面項目>下から 2 行目の要素選択 >降水量を選択する。

動画の表示

雲画像の画面項目>動画方法>最新の 12 時間, 30 分毎>動画表示の開始をクリックする。

アメダス降水量の画面項目>動画表示, 動画開始をクリックする。最新の 48 時間が表示される。

気象庁の HP では、雲画像は 24 時間前からの情報が得られる。アメダスは 48 時間前からの情報が得られる。しかし、授業では 1 週間前の画像が要る場合がある。雲画像情報は 1979 年から一月毎の動画情報が得られる。アメダスは昨年までしか情報がありません。

雲画像に関して、最近 1 週間の動画を得るには今月または今月と先月の情報を「デジタル台風」から得る。動画再生は WMP (Windows Media Player という OS に付属している動画ソフト) を用いる。ただ、動画は速く、今月分すべて上映される。

【今月の雲画像動画の取り込み方法】



デジタル台風の HP を立ち上げる。

右カラムの中段に
気象衛星画像 (地域) の右に
日本周辺 (KML) の「日本周辺」をクリックする。

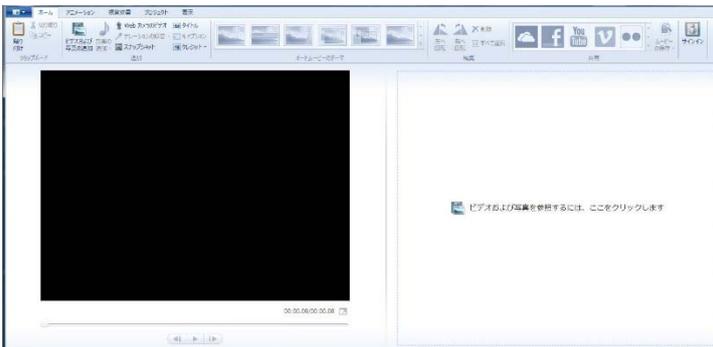


ダウンロード ライブラリに雲画像動画が表示される。2018-06 のようなファイルをデスクトップへ移動する。

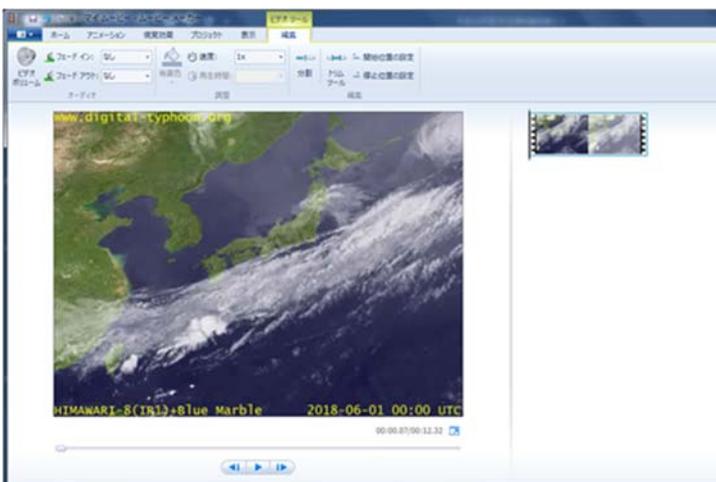
このファイルをダブルクリックすると、自動的に WMP が起動して上映される。

ここまで、雲画像 WMV の簡単な上映方法を示しました。画像を編集するのは少し複雑です。例えば、必要な部分だけ画像をトリミングする、画像送りを遅くする、それには OS にあるソフトの ムービーメーカー を使います。

まず、ムービーメーカーを実行すると、下のように画面が現れます。



右のカラムの「ここをクリック」というところをクリックすると、編集する動画をアップします。すると、下のような画面となります。



メニューバーのところにある、ビデオツール>編集を開くと、速度 0.125 に変更
トリムツール 開始、終了を設定すると適当に調整できます。

ライブカメラによる天気情報

ウェザーニュースは全国のライブカメラで雲のようすが画像としてわかります。
岐阜県のWEBカメラでの画像を示しますと、

お天気カメラ
現在の画像 これまでの動き

全国 > 中部

ライブカメラ Ch. 使い方

| | | | | |
|-----|----|----|-----|----|
| 全国 | | | | |
| 北海道 | 道央 | 道南 | 道北 | 道東 |
| 東北 | 青森 | 岩手 | 秋田 | 宮城 |
| | 山形 | 福島 | | |
| 関東 | 茨城 | 栃木 | 群馬 | 埼玉 |
| | 千葉 | 東京 | 神奈川 | 伊豆 |
| 中部 | 山梨 | 長野 | 新潟 | 富山 |
| | 石川 | 福井 | 静岡 | 愛知 |
| | 岐阜 | | | |
| 近畿 | 三重 | 滋賀 | 京都 | 大阪 |
| | 兵庫 | 奈良 | 和歌山 | |
| 中国 | 岡山 | 広島 | 鳥取 | 島根 |
| | 山口 | | | |
| 四国 | 徳島 | 香川 | 愛媛 | 高知 |
| 九州 | 福岡 | 佐賀 | 長崎 | 大分 |
| | 熊本 | 宮崎 | 鹿児島 | |
| 沖縄 | | | | |

6カ所の現在の状況が分かります。なお、岐阜市内には現在設置されていません。

【準備の難易・製作時間】

理科はいつも準備と後片付けに労力を注ぎます。しかし、実験の好きな子どもは多いので、やり甲斐があるでしょう。教科書に合わせて実験・観察を進めるのは普通ですが、何か添えることで、「なぜ」を深掘りでき、応用力の基礎を与えて、より高度な問題を解決できるようになると期待できます。何を添えるか、それには準備の難易さと製作時間の多少の差があります。添えることを「組み込み」としますと、その「組み込み」の難易・時間の差をレベル1～5で表すようにしました。下に「組み込み」表を示します。組み込み程度のレベルが高いほど効果が大きという傾向はありますが、レベル1でも十分であることもあります。適宜チャレンジしてください。

| テーマ | 頁 | 組み込みレベル1 | 組み込みレベル2 | 組み込みレベル3 | 組み込みレベル4 | 組み込みレベル5 | |
|------------|-------|---------------------------|---|---|--|---|--|
| 天気の変化 | 4～5 | 雲のようす以外、風、日 蔭などを加える | | | | | |
| 雲と天気 | 6～9 | 雲の動き＝天気の変化、 雲の動きは西から東へ | なぜ、雲は動くのか、風 はなぜ西から東へ吹くの か、偏西風の説明 PPTを作成して使う | | | | |
| ひ 天気とことわざ | 8 | | | | | | |
| ひ いろいろな雲と雨 | 9 | 雲の写真4種類を印刷後 黒板で表示 | 雲クイズ | | スーパーセルや線状降水 帯などの動画をテレビで 紹介する。Youtube画像 を交換して、MVPで映像 をみる。 | | |
| ひ 最近の積乱雲 | 9 | | | | | | |
| 天気の予想 | 10～16 | | 今の日本周辺の雲画像、 アメダス、ライブカメラ の映像をテレビで示す | | 気象庁やデジタル台風の 動画を編集してテレビで 示す | 最近、一週間の雲画像・ アメダス・ライブカメラ を保管して編集してテレ ビで示す | |
| ひ 天気の変化と季節 | 14 | | | 梅雨前線、秋雨前線、冬 の気団、夏の気団、暖か い空気と冷たい空気の接 触⇒前線 | | | |
| 雲の動く速さ | 16 | | 雲は約時速30kmで西から 東へ進む、1日約800km進 むと計算できる。昨日福 岡にあった雲は強岐卓に 来ることになる。 | | | | |
| | | ひ は理科のひろばを示す。 | | | | | |

2. 植物の発芽と成長

【概観】

少し自然をみることから始めてみました。自然には、陸、海があり、その中には生物がすんでいます。生物は生き続けているように見えますが、子どもを残していくわけです。ホウセンカの花をみると、ずーっと咲いているわけではなく、実の中にタネ（種子）を残します。その種子から来年また新しいホウセンカが出てきます。このようにして、今ある生物は「いのち」の「受けつぎ」をしています。世界にはいろいろな生物がいますね。

【導入質問】

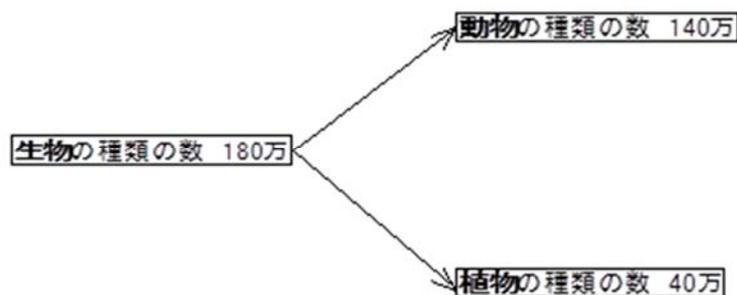
これから、生物について調べていきますが、一体、どんな種類がいるか、言ってみてください。まず、人間、犬、猫、蝶、ダニ、魚、木、草、……。そのような種類を大きく分けると動物と植物があります。人間は1種類ですが、蝶にはたくさん種類があります。アゲハ、モンシロチョウ、というように。木にもサクラ、イチョウ、のようにたくさん種類があります。そうすると、世界で生物は一体、何種類ほどあるのでしょうか。

【子どもたちの回答】

1000, 1万, 1000万, 1億……。いろいろな数が出てきますね。

【今まで分かっていること】

2009年までに生物の種類の数調べられたところ、動物の種類数は140万でした。植物はそれより少なく、40万でした。二つを合すると生物の種類数になりますが、180万種類ほどいます。



これは、国際自然保護連合というところが調べた数です。

そのWEBページ：http://www.iucn.jp/protection/species/redlist_table.html

たくさんの種類の生物がいるようですが、絶滅してもういなくなった生物もあります。そうですね。ニホンオオカミは絶滅しました。子どもがいなくなったのですね。しかし、今いる生物は子どもを残していったのです。どのようにして子どもを残していったか、その「しかた」を調べましょう。この単元では、「植物の発芽と成長」について調べます。

【問題提起】 教科書記載

春になると、植物の種子が芽を出して成長していくのは、どうしてでしょうか。

最初にこの設問をすることは、この単元の基本となります。この回答を子どもたちから得るのは大変意味のあることです。答え（応答）が得られないときに、冬に芽を出ますか、自然にはない空のビンの中で芽は出ますか、種子が芽を出して日が当たらないようにすると、成長するでしょうか、など発芽・成長できない状況を思い浮かべるようなヒントを与えました。すると、触発されたように答えが出てきました。

回答例： 暖かくなると、元気になるから； 寒いところおっているから； 太陽が出ている時間が長くなるから； 雪のような冷たい水がかからないから； 地球が回っているから； など。最後の答えは、太陽の周りを地球がまわっていること、四季を意味していました。

【大切にしたこと】

- 自然現象に対して「なぜ」という疑問を子どもたちに持たせたこと。
- その理由を自由に発想させたこと。
- 非論理的な答えでも関連付けて答えにしたこと。
- 「なぜ」に盛り上がる雰囲気をつくったこと。
- 理由に関係したことを板書したこと。

【お話】

ここに1個の豆があります。煮て食べれば1個だけですからお腹がふくれません。では、たくさん食べるためにはどうしますか。そうです。植えて育てれば、いいのです。では上手に芽を出して、大きく成長させるには、どのようにすればよいでしょう。

この話に子どもたちの乗り方： これは、クラスによって違いがありました。上手く乗ってくれる子としらっとしているクラスの子がいました。何とか、種子の発芽と成長に結びつくことができればよいのですが、飽食の時代には適さない話なのかもしれません。

【今まで育てた植物を挙げてみましょう】

チューリップ、ホウセンカ、アサガオ、ヘチマ、ジャガイモ、トマト、ワタ、……。

【育てるときにどのようにしましたか】

水やりをした、日光が当たる場所においた、肥料をあたえた。

植物の発芽と成長にあたり、子どもたちに、身近にある草木から導入する方法は適切でしょう。どのようにして芽を出したか、どのようにしたら大きく育ったか、思い出すことで始まります。上手くいったことを思い出すのもいいのですが、上手くいかなかったことも思い出し、その時の状況（場所、水やり、肥料など）の何が上手くいかなかったかの原因を検討することも、上手く発芽したり成長したりするためには、大きなヒントになります。

【言葉の使い方】 タネと種子

今まで、「タネ」という言葉を使ってきましたが、理科の言葉として「種子」（しゅし）を使います。

もちろん、同じ物をいいます。たとえば、ヘチマの種子を植えます、インゲンマメの種子の中をみると、のように使います。ただし、日頃の話などには、タネまきをやろう、というようにタネという言葉を使うことがあります。

【言葉の使い方】 発芽

種子が芽を出すことをいいます。これは理科の言葉です。憶えておきましょう。日頃の話では、タネが芽を出す、ということがあります。春に木の枝から新芽が出ることは違えます。新芽は新しい葉が出ることをいいます。発芽は種子から芽を出すことを言います。

では、どのようにすると、発芽させることができるのか、考えてみましょう。1年生の時にアサガオの種子をまきました。その後どのようにしましたか。水やりをしました。日が当たるようにして暖かくしました。それらを思い出しましょう。

2-1. 種子が発芽する条件

種子（タネ）を植えた時に水をやったなあ。春に植えた。発芽するときには、水と暖かさが必要と思います。

【問題】 教科書記載

種子が発芽するためには、何が必要なのだろうか。

【考える】

「必要」条件というのは「なければならない」という意味です。たとえば、「人間が生きていくためには食べ物が必要です」「人間が生活するためには水が必要です」。これらは必要ですが、ないと生きていけないからです。ところが、「人間が生きていくためには、ケータイが必要です」といえば、何かおかしいですね。ケータイがなくても生きていけるからです。「なくてはならない」は「なくてもよい」と明らかにちがいます。

【予想しよう】

水、暖かさ（適度な温度）が必要ということはわかりますが、他にあったかなあ。土や肥料とか日光が必要かなあ。そうだ、空気がないと生き物は生きていけない。空気も必要な条件だろう。なお、教科書には「適当」としている。後に「適度」との違いについて記載する。

今あがった発芽の条件を書き出しましょう。

水、適度な温度、土、肥料、日光、空気

ここで、少し考えてみましょう。

水： 水がないと生物は生きていけませんね。発芽も同じはずです。

適度な温度： 雪が降る冬の間には発芽しません。熱いお湯の中で発芽はしません。暑くもなく寒くもないところで発芽するでしょう。

土： 目に見える植物は皆、土の上で育っています。発芽するときには土の中でしょうか。水さえあればコンクリートの上でも発芽します。実験ではだっし綿の上で行います。すると、土は、発芽には関係なさそうです。

肥料： 植物を育てるには肥料をあたえるのは必要です。ところが発芽には肥料は必要でしょうか。コンクリートの上でもだっし綿の上でも、水さえあれば発芽するでしょう。ということは肥料は発芽には必要ないことになります。

日光： 真っ暗なところでは、植物は育ちません。でも、発芽はするのでしょうか。そういえば、土の中に種子をまきます。土の中は暗いはずですが。その暗い所では種子は発芽しますね。すると、日光は発芽の必要な条件ではないのでしょうか。

空気： 空気のない場所はどこでしょう。宇宙？ 宇宙では水はすぐ蒸発してしまいます。丈夫な箱の中に種子を入れて水はありますが、空気がないようにできないかなあ。一層のこと水の中に沈めてしまえばどうかなあ。池の中に入れた種子が発芽して、池の表面に草が池をおおい、花が一面に咲くことはありません。

【大切な検討】

条件が出そろったところで、それぞれを条件に入れてよいかどうか考えます。つまり、余分な条件を考えているのではないか、それを検討するのが、「必要条件の洗い出し」です。洗い出しには、「なくても発芽するのではないか」「あってもなくても発芽には関係ないか」と考える、または、なくても発芽した経験例を思い出すことです。

【計画しよう】

1. 水が必要か： 水のない状態、水がある状態のつくり方は、脱し綿を湿らせるか湿らせないか、の実験をする。
2. 適度な温度が必要か： 極端に高いまたは低い温度では生物は活動できない。普通季節の冬の時期とまわりの温度で実験する。冬の温度は冷蔵庫の中の温度なので冷蔵庫

の温度で実験する。

3. 空気： 空気のない状態は宇宙ですか，理科室で実験するにはどうすればいいでしょうか。水の中につければ空気がないようにできますね。実験は水の中と空気中でしめらせた脱し綿の上で違いを見る実験ができますね。

これらの実験を整理すると，下表のようになります。場所が明るい所と暗い所があるのは，冷蔵庫を使うときに，冷蔵庫の中は暗いので，まわりの温度の実験も暗くして，同じ条件にするためです。

| | 水 | | 適度な温度 | | 空気 | | 場所 |
|-------|---|---|-------|---|----|---|-----|
| 水 | ○ | × | ○ | | ○ | | 明るい |
| 適度な温度 | ○ | | ○ | × | ○ | | 明るい |
| 空気 | ○ | | ○ | | ○ | × | 暗い |

【条件に合った実験の数】： この表を横方向である行で見ます。水，適度な温度，空気のどれか一つが「×」（ない）けれども他はすべて「○」（ある）になっています。一つの行で2つの実験をすることになります。第1行（水がある・ない）の場合に2つ実験をします。第2行（適度な温度である・ない）の場合に2つ実験をします。第3行（空気がある・ない）の場合も2つ実験をします。合計で6つ実験をすることになります。これらは場所が全部違う場合です。

ところが，第1行の「○」と第2行の「○」場所も「明るい」となって，同じです。たしかめてみると，水：ある，適度な温度：ある，空気：ある，場所：明るい というように，どれも同じですね。同じ実験は一つでよいので， $6 - 1 = 5$ ということから，5つの実験をします。

【実験1】 教科書記載

発芽に必要な条件を調べましょう。結果を予想しよう。

水：「あたえる」「あたえない」

温度：「まわりの空気の温度と同じ」「温度を低くする」

※日光当たり方も同じにする

空気：「ふれている」「ふれないようにする」

【結果】 発芽しないのは、

水を与えない、冷蔵庫の中に入れた種子、空気にふれていない、条件であった。

【こんなことが起こると】

水を与えているにも関わらず、発芽しない。なぜか？ 考えられる理由として、①市販の種子の中に最低の発芽率が示されている。ほとんどの種子は最低でも70%の発芽率である。用いた種子が偶々発芽しないインゲンマメであった。②発芽しなかった豆を見ると小さく、他の豆より白っぽく見えた。③水を多くしたため、水没している。空気の不足のため発芽しなかった。

空気にふれないようにしたが、発芽した。なぜか？ インゲンマメを水の中に入れると膨潤し（ふやけ）ます。このとき、うす皮が破れて胚芽が見えます。これを発芽とみることがありますが、発芽した種子と比較すると、ほとんど成長していないので発芽しなかったと判断できます。

【ちょっと聞かれると】

イネの種子は水の中で発芽する。空気がないのに発芽すると思われる。この判断は性急です。基本的に、種子の発芽には酸素（空気）が必要です。では、なぜイネは水の中でも発芽するのでしょうか。酸素は水にわずかに溶けることができます。魚はその酸素を使っています。イネも水中の酸素を使っています。イネは魚と同じだと理解するのは良いのですが、では、インゲンマメはどうして水中の酸素を使って発芽しないのか疑問が出てきます。インゲンマメはたくさんの酸素を必要としますが、イネは水中にある酸素でも発芽できます。同じ植物なのにどうしてでしょうか。それは植物の持っている性質ということですが、その性質はどうして分かるのでしょうか。詳しく知るのには遺伝子のレベルまで立ち入らなければ説明は困難でしょうが、生態をみると少しは分かりますね。イネの種子はモミガラで包まれています。水田に落ちたモミ（イネの種子）は自然に育ちますね。水田には水が張られていて、その水の中にイネの種子が落ちて発芽できるのです。そのように育つように、イネのからだができている。ところが、インゲンマメは水田ではできません。インゲンマメの種子は水田ではなく、土の上に落ちて発芽するのですね。一般的に言えば、種子が発芽するのは、それが育つ環境に合わせているということになります。

【こんなこともある：光発芽】

発芽には日光は必要ではない。本当に必要でないと言えるのだろうか。「日光：ある・ない」の実験の結果、どちらでも発芽したという結果を得た。その結果、インゲンマメのような大きな種子では、日光は発芽には関係しないらしい。しかし、種類によって植物は日光によって発芽するものもある。たとえば、レタスの種子は光発芽する。このとき、赤色光で刺激されると発芽する。これにはフィトクロムという色素がはたらくのです。種子をまく前、

種子に電灯で光を照らす風景を見たことがあるかもしれません。ただ、これらのことは、大学での生物学レベルの話です。したがって、こんな光発芽の植物があると教える必要はありません。

【コメント： 失敗実験はない】

以上の例外は、矛盾した結果が表れたときに、正しいことは何かを知っておくために詳しく考察しました。

子どもたちの実験結果が教科書と違っていた場合、深く追求するには時間がかかるので、「わからない」とか「憶測で答える」ことをしないようにします。よく考えると、自然界、特に生物関係には、生物多様性を示すため、はっきりした答えを出せない例外がしばしばあります。大多数が「あるきまり」に従うときにはじめて、規則・法則として示せます。これが教科書に出ていることです。もし規則・法則に従わない結果が出てきたとき、「それはやり方がおかしい」と言うことや、曖昧なことを認めるのは、理科ではありません。つまり、その実験条件が違っていると、教科書に合わない結果が得られるのは当然、と認識することです。そこで、詳細に実験条件を見直す、再現性を確かめる、ことによって予想外の結果が得られた原因を追究します。回り道のようなのですが、教科書の実験条件設定を幅広く理解するためには良い機会になります。「実験に失敗はない」「ある条件を変えるだけで教科書と違った結果になったという発見ができた」と捉えることができます。

【言葉の使い方】 適度と適当

「適当」は一般的には「でたらめ、いい加減」といったよくない意味で使うことが多い傾向にあります。しかし、「ふさわしい、程度がちょうどよい」という意味合いで用いられることもあります。

「適度」は「程度がちょうどよい、ほどよい度合」という意味であり、「過度ではない、極端ではない」という意味で使われます。

どちらの語句でも、温度に対して使うことができますが、「適当」な温度といえ、いい加減な、その人に任せて決めればよいと誤解する人が出ても否定できないこととなります。それに対して、「適度」は程度がちょうどよい、極端な温度でないことを意味していて、かなり使い方が限定されます。理科の言葉を使うときには、人によって大きく違うことを避けねばなりません。ある先生が「適度」を使うようにいわれました。この先生の考え方は言葉の使い方が一義的になることでした。

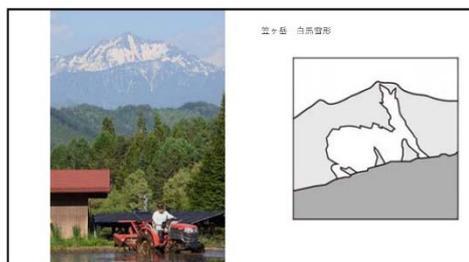
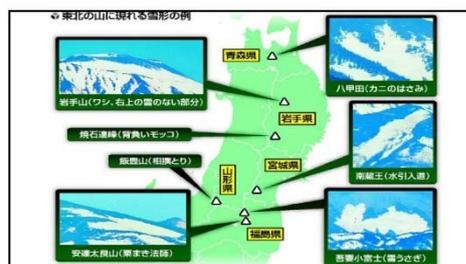
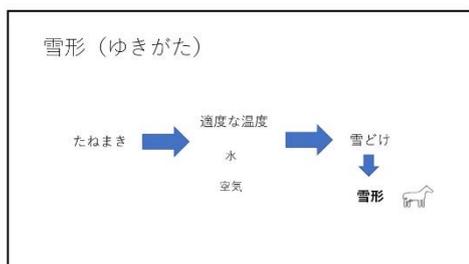
【まとめ】 教科書記載

種子が発芽するためには、水、適当な温度、空気が必要です。

【理科のひろば】 たねまきの時期を知る方法

雪形： 山に積もった雪が解け始めた時に黒い山肌と白い雪によって形づくられるもよう
です。

なわしろサクラ： なわしろづくりの時を知るには、田んぼの近くの桜が咲く頃になる。
このPPTを作成し、子どもたちに雪山の写真を見せ、雪形を想像する。これには色々な見方
があることを知るのに、良い機会である。理科の見方にも通じるという意図もあった。



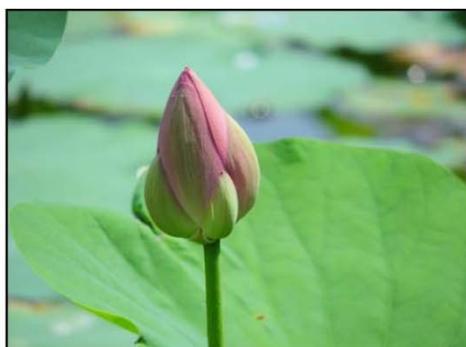
なわしろのサクラ

米づくりのため、いつ、たんぼに水をはるか、
サクラのさくころに水をはります。
岐阜県にはこんなサクラがあります。



【理科のひろば】 2000年のねむりから目覚めた種子

大賀ハスは千葉市検見川の落合遺跡で発掘された、ハスの実を2000年以上の年月を経て発芽した。これに成功したのが大賀一郎博士であったので、大賀ハスと名付けられた。2000年眠っても発芽3条件に合えば発芽しました。この発芽・成長したハスの種子や根茎を使って増やし、全国に大賀ハスが広がりました。岐阜県には羽島市が古くからレンコンの産地なので、市制25周年、新幹線岐阜羽島駅開設15周年を記念して植栽されました。



2-2. 種子の発芽と養分

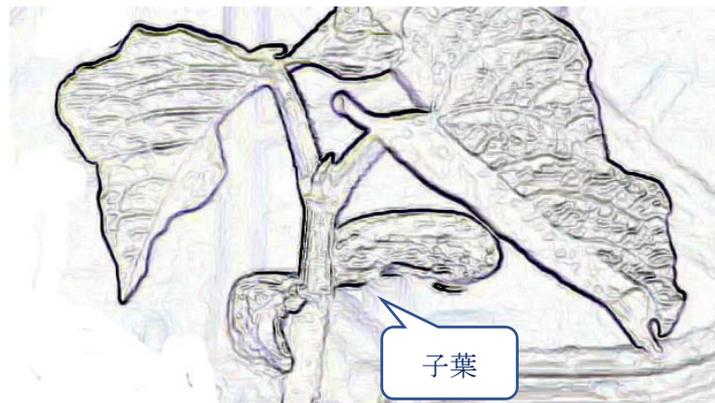
【問題提起】

種子が発芽するには、水、適度な温度、空気が必要なことが分かりました。発芽したインゲンマメを観て、2種類の葉があると気が付きますね。これらは子葉と本葉（ほんよう、ほんばという読み方は双葉（ふたば）に対していう言葉です）です。時間が経つと子葉はしわができ小さくなりますが、本葉は数をまし大きくなります。肥料を与えてないのに、なぜ成長するのでしょうか。どこからエネルギーをもらってくるのでしょうか。

【問題】 教科書記載

子葉は、発芽するときに、何かはたらきをしているのだろうか。

子葉の形は、種子のように丸くなっている。この部分が小さくなり、しわが出てくるようになる。これをどのように考えますか。全体として始めからエネルギーが同じだと考えると、子葉にあるエネルギーを使って、本葉やくきが大きくなってきたように見える。



そこで、仮説（かせつ）をたてよう。仮説と言ってもあり得ることを想像することです。エネルギーの元である養分を考えます。養分は人の場合は食べ物を食べて養分を得ています。動いて食べ物を得ることができない植物は子葉に養分をためておき、成長して本葉が大きくなるまでそれを使うことを考えました。生まれた赤ん坊がいきなりコンビニへ行って食べ物を買って食べるわけではありませんね。植物もよく似ています。いきなり肥料を吸収して大きくなる訳ではありません。子葉にたくわえた養分を使うのです。

それでは、養分というのは何でしょうか。サトウですか。サトウを使いたいのですが、たくわえているときに、水にとけてなくなるかもしれません。サトウがつながって、水に簡単には溶けなくしたのがあります。それが「でんぷん」です。植物はでんぷんを少しずつ切つてサトウのようなものにして、エネルギーとして使うのです。養分というのはでんぷんということがわかりましたね。

子葉にはでんぷんがあり、本葉やくきが大きくなるのは子葉のでんぷんを使っていると

いうストーリーを仮説とします。

では、本当に、子葉にあるでんぷんが使われて、徐々にでんぷんが少なくなるのでしょうか。これを調べるには、子葉にあるでんぷんが多いか少なくなるかを調べればよいことになりそうです。ここで、ヨウ素—でんぷん反応を使います。

【実験 2】 教科書記載

発芽する前と後の使用を調べましょう。

1. 水にひたしてやわらかくした種子を切り、ヨウ素液にひたす。
2. 発芽してしばらくたった子葉を切り、ヨウ素液にひたす。

【コメント】 なぜ、ヨウ素液はでんぷんと反応して、青むらさき色になるのでしょうか。

でんぷんはらせん状になった分子です。このらせん形の内側には水は入りにくい形になっています。ヨウ素は水にとけにくいのでこの内側に入ってきます。まるで、ネジの中心にヨウ素がならんでいるような形になります。色は青むらさき色です。色が濃くなれば黒く見えることがあります。黒色ではありません。ところで、ヨウ素は水にとけないのに、どうして、ヨウ素液（水溶液）になっているのでしょうか。これには、仕掛けがあります。ヨウ素とヨウ化カリウムを 1 : 1 で混ぜ合わせると水にとけるようになります。つまり、ヨウ化カリウムというものが必要なのです。ヨウ素とヨウ化カリウムが合わさると三ヨウ化物イオン (I_3^-) となり、水にとけます。ヨウ素液というのは、 KI_3 となって水にとけているものを言います。

【コメント】 ヨウ素液の濃度（こさ）

通常、市販されているヨウ素液は 0.05 mol/L です。うすいヨウ素液は 10 倍から 15 倍にうすめた溶液です。うすい溶液を作ると反応に 10 分ほど時間がかかります。濃い溶液は数秒以内で終わります。この場合、黒く見えます。なお、作り置きヨウ素液は濃度が薄くなりますので、使用しない方が良いでしょう。保管には褐色ビンを用います。透明なビンを使うと、ヨウ素の黄色が消えることがあります。結論として、前日にヨウ素液をつくるのが理想です。バットにヨウ素液をいれおおいをするときに、アルミホイルを使うことをしないように。アルミとヨウ素が反応してアルミが黒くなるだけでなく、穴が開くこともあります。代わりにラップを使います。

【コメント】 種子の切り方

種子を前日に水につけておきます。1, 2 時間前に水にひたしたものは、上手く切れないだけでなく、すべて指をケガすることがあります。なお、カッターナイフを使うように教科書は書かれていますが、実際にはハサミを使いました。また、種子を切るのではなく、胚芽を縦に割るようにして、二つに分けると種子の中の形がよく分かります。2 つに分けた種子を後に使います。

【結果】 教科書記載

ヨウ素液にひたすと発芽する前の種子は、青むらさき色に変化しましたが、発芽してしばらくたった子葉は、あまり変化しませんでした。

【コメント】 ヨウ素—でんぷん反応で示される色は「青むらさき色」であって、黒色ではありません。黒色に見えるのはヨウ素液の濃度が高いためです。0.05mol/Lの溶液を15倍希釈し、10分ほどで「青むらさき色」を示します。

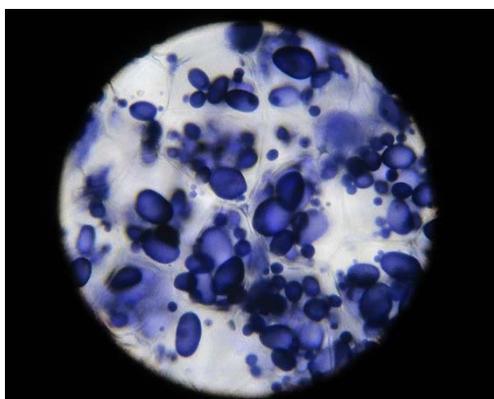
種子を横に切るのは種子断面の細胞が露出するために、反応しやすいためです。切らずに皮をむいた種子にヨウ素液を反応させたものはほとんど反応せず、表面で液をはじきます。

【考えよう】 ヨウ素液を使って、でんぷんがあるかどうか調べました。種子の状態では子葉にでんぷんはあるが、発芽してしばらくたった子葉はしわしわの緑色になり、でんぷんはほとんど見られませんでした。でんぷんは養分です。種子が発芽して、大きくなるために、養分を使ったと考えられます。

【まとめ】 教科書記載

- ・ 種子の中には、でんぷんがふくまれています。
- ・ 種子の中のでんぷんは、発芽するときの養分として使われます。

【たしかめる】 ヨウ素液とでんぷんの反応で「青むらさき色」が見られる。黒く見えるものもけんび鏡で見ると青むらさき色に観察できる。このため、ジャガイモのでんぷんを観察してみる。ジャガイモを厚さ0.04mmにスライスするため、マイクロトームを使った。マイクロトームを使わず、できるだけ薄くスライスできるかどうか試してみた。わずかに斜めになるが極めて薄くすることができた。薄片をスライドガラスにのせ、0.01mol/Lのヨウ素液を1滴加えてからカバーガラスでおおった。薄片が厚くなるとカバーガラスが全体をおおうことができないのでスキ間が生じるため、うまく観察できないことがある。



観察したジャガイモのでんぷんの色は、青むらさき色であった。でんぷんの顆粒（かりゆ

う)によって、濃さは違う。なお、前の日に用意したスライドガラスの上の薄片にヨウ素液をたらししても同様に観察できることが分かった。

2-3. 植物が成長する条件

【問題提起】

発芽して、子葉にある養分を使ってしまうと、植物はどこから養分をとるのでしょうか。動物は動いて食べ物をとって食べることができます。ところが、植物は自分で動くことができません。養分はどこからとるのでしょうか。土から？ でも肥料をやらない、雑草は育っていますね。どうも自分でつくっているような気がする？ 本当に、水、空気、光を使って自分でつくるのでしょうか。

【問題】 教科書記載

植物が発芽した後、大きく成長していくためには、水のほかに、何が必要なのだろうか。

【予想】 大きく成長する必要条件を子どもたちに聞いてみた。適度な温度、空気も必要。土が必要。光や肥料が必要と思う。虫などの動物が必要な気がする。落ち葉がいると思う。

【条件の検討】

- ・適度な温度や空気……発芽の時に必要だった条件は水とともに必要です。大きく成長するための条件に加えないとします。
- ・土……発芽の実験ではだし綿を使いましたが、養分がないパーミキュライトを使いますので、土は必要になりません。ただ、土にふくまれている養分が必要ということは大切なことです。
- ・日光と肥料……2つの条件を調べてみます。
- ・虫などの動物……動物がいなくても植物は大きく成長します。ただ、受粉のときには必要になります。
- ・落ち葉……落ち葉には養分がふくまれています。この代わりに肥料を使います。

【実験計画】 植物が大きく成長するための必要条件として、日光と肥料について、実験を計画してみます。

| | 日光 | | 肥料 | |
|----|----|----|----|----|
| 日光 | あり | なし | あり | |
| 肥料 | あり | | あり | なし |

【検討】 全部で4つの実験をすることになります。しかし、日光あり、肥料ありの実験が重複しています。これを一つにまとめると、全部で3つの実験をすればよいことになりま

す。

同じ条件にするため、日光のあり、なしの実験では、肥料の入った水を同じ量だけあたえます。肥料のあり、なしの実験では、同じ日当たりにおきますが、肥料なしには肥料ありの肥料水と同量の水だけをあたえます。

【実験 3】 教科書記載

植物が成長する条件を調べましょう。

【コメント】

- ・ 日光をあてない実験の中で、おおいをする設定がある。この実験において、二重におおいをするが、大抵はダンボール箱に入れるかかぶせて実験をしている。厳密に空気の流通をよくするには二重のおおいをしなければならない。そのためには内側のおおいを角材やブロックで持ち上げて横から空気が入るようにする。外側のおおいは上と三方を遮蔽し空いた一方向を壁に向けるようにする。
- ・ 《注意》 肥料と成長の関係を調べる実験は時間がかかるので、並行して進めるのがよい。一般には、2～3週間で、肥料「あり・なし」の差が出てくるとされている。しかし、1ヶ月近くかかったこともあるが、2週間ほどで枯れてしまったこともある。
- ・ この実験の頃には、雨になることが多い。ダンボール箱でおおいをしたものはぬれることがある。このため、ダンボール箱にラップをまくことや、ビニールのおおいが必要です。なお、水をやる量も変わってくるので、厳密には、どの実験も透明ビニールのおおいをする必要があります。
- ・ 肥料について、濃度が高いと枯れてしまう。キットを使うときに肥料濃度の記載がない。ハイポネックスは 1000 倍に薄めるとされている。なお、固形肥料を根の近くにおいて、水のみを与える方法でも枯れることが多かった。

【結果】 教科書記載

- A. 日光と成長 一週間で、日光を当てない方 (㊶) の葉が黄色くなった。葉の数も日光を当てた場合 (㊵) に比べて少なかった。
- B. 肥料と成長 3週間後に比較した結果、肥料を与えなかった場合 (㊸) には、葉の数が少なかった。

【まとめ】

- ・ 植物を日光に当てると、よく成長します。
- ・ 植物に肥料をあたえると、よく成長します。

【理科のひろば】

トマトの実をたくさん実らせるために

「植物工場」という言葉があります。養液（ようえき）栽培をおこない、肥料をコンピュータコントロールして与えます。日光を利用するか電灯を使う場合もあります。つまり、植物の成長に光と肥料を人工的にあたえると、野菜が必要な時に収穫することができる工場のようなものです。

これを子どもたちに紹介する意味は2つあります。最初に、植物が大きく成長するためには日光と肥料が必要であるので、条件を整えば野菜を人工的につくることができます。もう一つは人工的にするには電気を使うことです。光を照らし、肥料水をコントロールするために、電気を使うのです。自然なところで野菜をつくと、電気入りません。ところが、電気を使うと、必要な時いつでも野菜を手にすることができます。どちらが良いか、経済的な問題以外に、自然界では不作のことがあります、植物工場ではその心配はありません。

【憶えておくこと】

- 種子が発芽する3つの必要条件（一つでも欠けると発芽しない）
 - ◇ 水
 - ◇ 適度な温度
 - ◇ 空気
- 発芽や発芽後しばらくの成長に養分はどこから
 - ◇ 子葉にある「でんぷん」 ⇒ 使うと少なくなる
 - ◇ でんぷんがあるか調べる ⇒ ヨウ素液 ⇒ ある場合には「青むらさき色」
- 植物が大きく成長する2つの条件
 - ◇ 日光
 - ◇ 肥料

※このとき、水、適度な温度、空気の3条件はすでにあるものとする。
- 実験で大切なこと： 1つだけ条件を変え、ほかの条件は同じにする。

| テーマ | 頁 | 組み込みレベル1 | 組み込みレベル2 | 組み込みレベル3 | 組み込みレベル4 | 組み込みレベル5 |
|---------------------|-------|--|--|--|-------------------------------|-----------------------------|
| 植物の発芽と成長 | 18～19 | 生物種の数 | | | | |
| 種子が発芽する条件 | 20～24 | なぜ春になると種子は発芽するのでしょうか | 必要条件であるかどうかの判断「なければならぬ」と「あってもなくてもよい」の例を出して確認する | | イネの種子の発芽は水の中で行う。空気がなくても発芽するのか | こんなこともある光発芽。(赤色光でフィトクロムが働く) |
| ひ たねまきの時期を知る方法 | 25 | | 雪形となわしろサクラの写真が入ったPPTを作成して使う | | | |
| ひ 2000年のねむりから目覚めた種子 | 26 | 電子教科書の動画を使う | 岐阜羽島にある大賀ハスのPPTを作成 | | | |
| 種子の発芽と養分 | 27～28 | | | ヨウ素液とでんぷんの反応では黒ではなく青むらさき色であることをけんび鏡で示す | | |
| 幼根や幼芽とヨウ素液 | 28 | タテ割りの種子にヨウ素液をかけると幼根や幼芽は変色しない | | | | |
| ひ 種子の中の養分の利用 | 29 | 種子の中にはでんぷんや油を含んでいるものがある。ヨウ素液でひまわりの種子を調べる | | | | |
| | | ひ は理科のひろばを示す。 | | | | |

3. 魚のたんじょう

植物は種子が成長して実となりまた種子をあたえます。動物の場合どうでしょうか。動物の代表にメダカを考えてみましょう。メダカが増えるためには、たまごを生んで育っていきますね。植物の種子，動物のたまご，全然違うものようですが，生まれて成長していくのはどちらも同じです。

【質問】

- ところで，メダカのたまごは何から生まれるのでしょうか。
 - ✧ メスのメダカから生まれます。
- それではオスは必要ないですか。
 - ✧ 必要ですね。メスとオスがいて，たまごをメスが生むのです。動物はほとんどメスとオスがいますね。
- どうしてメスばかりということがないのでしょうか？
 - ✧ メスばかりでできた子がいたとすると，その子はまわりのようすが急に変わると，生きていけなくなります。生き続けるためには，強いものを残すことを生物が長い間，かかって考えだしました。それがメスとオスをつくる方法です。今いる生物は皆強いものとして生きているものです。
- ✓ 例外もある
 - ところが，メスばかりで子どもを残す生物もあります。その一つがミジンコです。ミジンコはメスばかりです。その子もメスです。オスがいないかと思うと，います。気温が低くなったり，乾燥してくると，メスがオスを生みます。このオスがメスと出会うとメスがたまごをうみます。このたまごは耐久卵（たいきゅうらん）といって，寒さや乾燥に強い「たまご」です。他のたまごは寒さや乾燥に弱いのでなくなってしまいますが，耐久卵は生き続けることができます。耐久卵は40年間もたまごのまま生きてたという記事があります。動物にメスとオスがいて，長い間，生き続けてきた間に，考え出した生き続けるやり方なのです。

3-1. メダカを飼う

メダカにはメスとオスがいます。メダカの形を見てメスかオスかを定めることができますか。メスとオスとは体の特ちょうがあります。教科書の写真を見て，メスとオスの違いを見つけましょう。

- ・オス……せびれに切れこみがある，しりびれが平行四辺形である，おびれが細長い。
- ・メス……せびれに切れこみがない，しりびれの後ろが短い，はらがふくれている。

【観察】 およいでいるメダカを観察して、メス・オスを決めよう。

【コメント】 観察用のフラット観察槽が市販されています。内側の幅 2, 3, 4.5 cm (それぞれ 2,500, 980, 1800 円) がありますが、百貨店で内側の幅 4.8 cm のアクリルのケースが売られています。いずれの観察槽を使う場合にも、観察時間を 15 分以内にします。これはメダカにストレスを加える限界近い時間です。幅 2 cm の水槽は観察しやすいのですが、メダカがUターンできないので、さらに強いストレスが加わることになるでしょう。

【コメント】 子どもたちの観察結果は必ずしも班で一致しないことがありました。もう一度、班ごとに話し合っただけで結果を統一しました。この話し合いで、判定の仕方を習熟することに意味があると考えました。また、自分の判断を正当化することや、相手の判断根拠を理解するのは、理科を勉強する上で欠かせないものです。これは理科に限ったことではありませんので、機会がある度にディスカッションをこれからも進めます。

【計画しよう】 教科書記載

メダカがたまごをうむようにするには、どのように飼えばよいかを考えて話し合ひましょう。

【コメント】

《問いかけ》 「メダカの飼い方」を考えてみましょう。最近、自然にいるメダカを見ることはほとんどなくなりました。家で飼っている人もいますか。メダカはホームセンターのペットショップで見ることがありますね。メダカは理科室にもいます。理科室のメダカの水槽を見て、店などにある水槽と何か違っていませんか。何が違うのでしょうか？

《回答》 水の色が違う、理科室の水槽は緑ですが、店の水槽は透明です。店の水槽はエアポンプで空気を送っているが、理科室の水槽は空気を送っていない。

《状況説明》 理科室のメダカはエサを 1 週間あげなくても元気です。教科書にある水槽では、毎日 2-3 回エサをあたえます。理科室の水槽は明るいところにありますが、ほとんど日光が当たりません。また、温度は部屋の温度によって変わります。ところが、店の水槽は温度を 20℃以上にしてあります。どちらの水槽でも、メダカは生きています。

《問いかけ》 メダカが育っていくには、どんな環境が良いのでしょうか。それに似た環境をつくってみましょう。

自然と似ている点： 水草がある。小石や土がある。明るいところがある。水は自然に近い。えさをあたえる。

【コメント】 理科室の水槽が緑色になっている。これをコケという子がいた。確かに、ミズゴケという水生植物はある。しかし、ミズゴケは目に見える大きさの植物であって、水槽の緑色の植物とは違う。水槽の植物は「藻」や「藻類」といわれるものです。どのように区別するか。コケといわれるものは陸上にある物がほとんどですが、藻は水の中にあります。水の中にあるコケはミズゴケ類といい、その数は少ない。ここでは、「コケ」と「藻」は違うことを知っておきましょう。

《メダカの飼育》

水とえさは自然にないので、飼うためには、あたえる必要があります。

飼う水に、水道水を使うときには、くみおきの水を使います。理由は水道水には塩素殺菌剤（えんそさっきんざい）を使っているためです。これを除くには、曝気（ばっき）といって、2、3日間空気を通すやり方であるエアレーションをするか、中和塩を加えます。くみおきの水はそのまま1週間ほどおいておけば曝気できます。ただ、カビがはえないためには、日光に当たるところにおきましょう。そうすればカビの生えることを防げます。[メダカには酸素が必要⇒空気を吹き込む、水草と光を入れる]

受精： メスのたまごはそのままでは育ちません。オスの精子が必要です。オスがメスからみあって、オスが白い精子をメスのたまごにかけるようにして、受精します。受精したたまごを「受精卵」と言います。

たまごをうんだら： メダカは夜明けにたまごをうみますが、うみつけるのは朝です。自然界では水草や産卵床（さんらんしょう）などにつけます。朝早く、水槽の中の水草や産卵床を調べましょう。たまごを見つけた日を書きます。生まれたところのたまごは固いので、軽く指でつまむことができます。紙の上でネバネバを転がしてとり、水道水に入れておけば1週間～10日ほどで子メダカになります。（孵化（ふか）といいます）孵化後は別の水槽に入れて育てます。大きなメダカとは一緒にしないように気をつけます。1.5 cm以下の子メダカは大きなメダカに食べられます。

【参考】 産卵床について 市販の産卵床はおおよそ¥300/個の値段です。これを自作することもできます。材料は百均で、ナイロンたわしと中空のパイプ保護材（プールステイック）を求めることができます。つくり方はネットで紹介されています。

3-2. たまごの変化

【問題提起】 メダカのたまごはどのように育つのか考えましょう。

【考え】 教科書記載

- たまごの中に目に見えない小さなメダカがいて、だんだん大きくなる。

- たまごの形が変わってメダカの中からになる。

【コメント】

たまごを想像するということでは、にわたりのたまごを思い浮かべる子どもが多い。生卵の黄身には「ひよこ」の形は見られない。このことから、おそらく前者はありえないだろう。たまごのカラーはそのままなので、後者の「たまごの形が変わってメダカの中からになる」ということは考え難い。

他に考えられることとして、たまごの中で変化して、にわとりもメダカも形ができてくると考えられますね。この変化は、大きさが変わるのではなく、形ができてくるように想像できます。形が見えないものから形が現れるとすると、どのような変化がたまごの中に起こるのか、それが問題です。

【問題】 教科書記載

メダカのたまごは、どのように育つのだろうか。

【観察1】 メダカのたまごの変化を観察しましょう。

【コメント】

- **受精卵の準備**： 理科の時間に、受精卵が孵化するまで、9日間のすべてのたまごを準備することは不可能に近いことです。特に、受精後1時間以内のたまごは早朝のため、採集するのが難しいでしょう。午前の早い時にメスがたまごを保持したままの状態のものがあれば、その日のたまごとして使えます。受精後数時間のたまごを観察することができれば、細胞分裂の様子を観察できる絶好のチャンスです。2日目～5日目の状態をけんび鏡観察することが可能でしょう。けんび鏡観察中に孵化することがありました。そのことを考慮して、ペトリ皿あたり2つ以上のたまごを入れておくといよいでしょう。なお、孵化して時間が経たないたまごは一個ずつ指ではさみ、紙の上でぬめりを取ります。消毒のためにうすいメチレンブルーを使うと未受精卵を識別できます。
- **ペトリ皿とかいぼうけんび鏡**： たまごを観察するための準備には、たまごを水の入れたペトリ皿（シャーレ）に入れますが、ペトリ皿の縁が高いため、かいぼうけんび鏡のアームがつかえて、焦点を合わせにくいことがあります。特に倍率が20倍のときには難しいでしょう。ペトリ皿のかわりに時計皿を用いるとこの難点を克服できます。

【形とはたらき】 メダカのたまごの中は時間と共に変化します。

あわのようなものは、養分となる油滴（植物極）です。これは受精したところでは細かく分散していますが、体ができてくるとまとまり、一つになります。

油滴のかまとまりと反対側の細長いところ（動物極）がメダカの体になる部分です。この部分は半分ずつに分裂（減数分裂）して体になる部分をつくっていきます。

発達しやすいからだの部分があります。たまごができてから2日目に目ができてきます。

5日目には心臓ができてきます。7日目には血管が見えてきます。

たまごから発達の程度をみるには、目→心臓→血管という順序をみると時間経過がわかりやすくなります。

【子どもからの質問】 たまごのどの段階でメスカオスカわかりますか。

【回答】 こんな質問をされると困ります。ネットで調べることから始めます。得られた結果から、たまごの段階では性別を決めることはできません。では、子メダカではわかりますか、といわれると、これも難しい。かなり大きくなってからなら、親と同じように形からわかります。(グッピーなら1ヶ月程度) また、水温などの条件によって性転換することもあるという研究もあります。(長濱嘉考博士の研究)

子どもたちは容赦がない。殊に、本質的な質問をされると、いい加減に答えられません。こんな時、「正しいことを調査する。現在わかっているところを明らかにする。分かりやすい言葉で伝える。」こんな当たり前のことを丁寧にやっておくことで乗り切りました。

【子メダカを観察しよう】 親のメダカと子メダカの大きな違いは何でしょうか。

【観察結果の発表】

- 体全体がとう明である。
- はらにふくらみがある。
- 大きさが小さく、長さ5mmほどである。
 - ☆ 尾(腹の膨らみから尾びれの先まで)の長さがどう体(口の先から腹の膨らみまで)の長さの2倍ある。親メダカの尾はどう体とほぼ同じ。

これらの観察結果に「なぜ」という疑問が出てくる。なぜ、体がとう明なのだろうか。なぜ、はらにふくらみがあるのだろうか。なぜ、子メダカの尾が長いのだろうか。ここで、2番目の「なぜ」に対して考えよう。

【なぜだろう】 「かえったばかりのメダカの子どもには、はらに養分の入ったふくろがあるので、2、3日何も食べません」これは「なぜ」だろう。おそらく、えさをとって養分を得る消化器官(しょうかきかん)がまだできていないと考えられます。3日もたつと、はらのふくらみが小さくなります。口の大きさに合ったえさを食べることができる。はらのふくらみは、養分をためておくところだろうと想像できます。思い出してください。これはインゲンマメの子葉と似ていますね。

【まとめ】 [教科書記載](#)

- 受精すると、たまごの中で、少しずつメダカの体ができてきます。やがて、たまごのまくを破って、メダカの子どもがかえります。
- たまごの中には養分があり、たまごの中では、メダカの子どもは、その養分を使って、育っていきます。

【「膜」と「殻】 膜は生体膜のように柔らかいものでできていますが、殻はたまごの殻と同じで、固いものを指します。語感的には殻を破ってメダカが出てくるイメージがありますが、たまごの内部と外部を分ける柔らかいものなので、これは膜です。

【ペトリ皿とシャーレ】 指しているものは同じ物です。教科書には「ペトリ皿」と書かれています。では「シャーレ」を使わないかといえば、こちらの方がよく使われます。元々どちらもドイツに関係していて、ペトリは人名で、ドイツ細菌学者 Julius Richard Petri に由来しています。培養のために考え出したガラス皿が「ペトリ皿」です。「シャーレ」はドイツ語 Schale を指し、その意味は鉢、皿です。「ペトリ皿」や「シャーレ」を英語では Petri dish といい、Schale を使わないようです。これは小文字で書いた schale には頁岩、泥板岩という意味があり、S を大文字にするか s を小文字にするかで、意味が違い混同することがあります。Petri dish なら petri dish と書いても意味する物は一つになります。ところが、日本語では「ペトリ皿」というよりも「シャーレ」の方が端的で分かりやすいので多用されます。なお、カタログにはシャーレ（ペトリ皿）と書かれていて、主流はシャーレなのでしょう。

【子どもからの質問】 メダカは何年くらい生きていますか。この答えは意味があるものなので、書いておきます。

自然の中でのメダカは1~1.5年生きます。ところが、理科室のメダカは3年前に生まれたメダカがいます。報告によると5年も、かっているメダカがまだ生きています。なぜ、自然の中では寿命が短いのでしょうか。その答えは一つではないでしょう。しかし、よくあることですが、自然では、メダカを食べる動物がいますので、メダカは食べられます。しかし、飼っているメダカは他の動物に食べられることはありません。えさも適当にもらえます。水もきれいになります。同じことが動物園の動物にもいえます。自然にいる動物よりも動物園の動物の方が長生きします。

3-3. 魚の食べ物

水槽のメダカはエサをやらなければならないですが、自然のメダカはえさをやりません。「なぜ」でしょうか。

【子どもたちの答え】 コケを食べている。水草を食べている。昆虫を食べている。微生物を食べている。泥（どろ）を食べている。

【理科室の水槽】 理科室のメダカは緑色の「藻」があります。水草もあります。えさを1週間～2週間に1回与えていて、2～3年も生きています。この緑色の物に秘密がありそうですね。これは小さな植物の藻です。

【参考】 水の中に住む小さな生き物（プランクトン）を採集するには、池がよいが、その頃に田植えのために準備された水田にはプランクトンが多い。百均で白いポリの柄杓と500mLのペットボトルを準備する。農薬を使わない池やたんぼには小さな生き物が多い。長い間使っている水槽のガラス壁面には、緑色の部分が付いていて、それをスライドガラスでこそげ採る。また、小学校によっては長い間水がある池があるが、そこにはプランクトンが多い。

【話題を変える】 メダカは、自然や緑の水槽の中では、小さな生き物を食べているようですね。それを観察したいのですが、何を使いますか。そうです。それはけんび鏡です。たまごの観察には、かいぼうけんび鏡を使いましたが、もっと大きく見たいので、けんび鏡を使います。

【けんび鏡の使い方】

小さな生き物をけんび鏡でみるために、プレパラートのつくり方やけんび鏡の使い方をおぼえましょう。

PPTでプレパラートのつくり方とけんび鏡の使い方を知りましょう。



倍率

• 倍率 = 接眼レンズの倍率 × 対物レンズの倍率

• たとえば、
 接眼レンズ 10 倍
 対物レンズ 4 倍
 倍率は $10 \times 4 = 40$ 倍

接眼レンズ 10 倍
 対物レンズ 10 倍
 倍率は $10 \times 10 = 100$ 倍

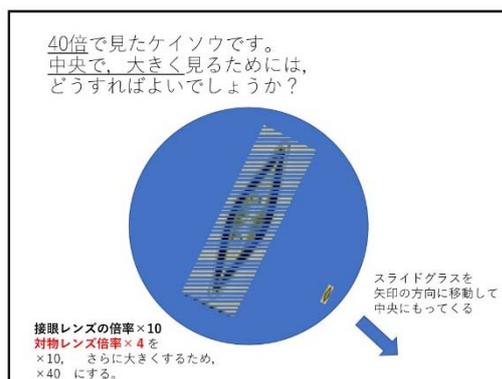


使い方の注意

1. けんび鏡をのせる台は、振動のない、水平であること
2. 反射鏡に日光を当てない
3. レンズを指でさわらない
4. 接眼レンズに目をつけない
5. 対物レンズをプレパラートに当てない
6. 対物レンズを低倍率から高倍率に変える

プレパラートのつくり方

- スライドガラスの上に、みる物をのせる
 - やわらかい物はスライスしてのせる
 - 水の中にある物は、1てき とってのせる
- カバーガラスをみる物にかぶせる
 - スライスはできるだけすくして、カバーガラスでおおう
 - 水にカバーガラスをおおう場合はしをつけて、たおすようにカバーする



メダカのすむ水の中には小さな生き物がいます。この小さな生き物は目では見えないものもあります。それをメダカは食べています。どんなものを食べているか、けんび鏡で見てください。

まず、40倍で見えるミジンコとボルボックスを見てください。これは目でも簡単に見ることができますね。動いているのがミジンコです。まるい緑色の物がボルボックスです。ミジンコは動物です。ボルボックスは植物です。

- 緑色の物 ⇒ 植物プランクトン
- 色のない物 ⇒ 動くもの ⇒ 動物プランクトン

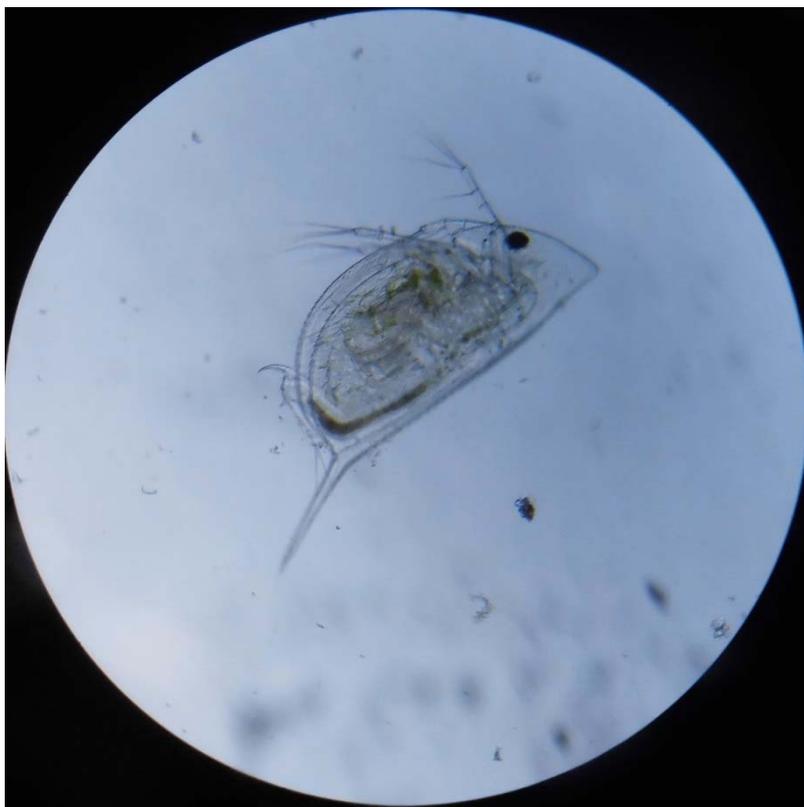
けんび鏡の倍率を100倍にして、スライドガラスを少し移動しながら観察すると、ワムシ、ゾウリムシ、ミカヅキモが見つかることがあります。それよりも小さいツヅミモ、クンショウモ、ツヅミモ、イカダモ、ツリガネムシ、を見つけることがあれば、倍率を400倍にして観察します。このとき、観察する範囲が小さくなり暗くなります。また、横から見ながらできるだけ対物レンズを近づけてから見るようにします。400倍で見える小さな生物は40倍で見える大きな物の近くにいることが多いので、何もいないところを観察するよりは見つけやすくなります。

けんび鏡で見つけた小さな生き物の絵を描くことも大切です。どのような構造になっているかが重要なのですが、デジカメで撮る写真とは異なり、重要な所を詳しく表現できます。つまり、余分な所を書かないことです。外形、内部の目立つところを少し、くわしく書きます。色をぬることも忘れないように。

【ピントとフォーカス】 けんび鏡観察でボケているときに、焦点を合わす必要があります。この時、「ピント」を合わすという言葉をよく使います。ピントという言葉は英語ではありません。オランダ語の brandpunt からきていますが、punt の発音のみが聞こえ、「ぶんと」と「ピント」になったのでしょうか。英語で pint と言えば、パイントと解釈し、0.473 リットルを意味し、ペットボトル1本分や大きな缶ビール1個分を想像します。英語でも日本語でも分かるのは「フォーカス」です。ところが、日本語ではピントが優勢で、ピンボケ、ジャスピン、ピント合わせなどのようにピントがよく使われます。理科としては国際的な通用を鑑みて「フォーカス」を推奨します。

【けんび鏡観察した画像のデジカメ写真を撮る】 デジカメを使い、けんび鏡で見た小さな生物の写真を撮ることはできるのでしょうか。手持ちのデジカメを使って、けんび鏡で見たものをとるのは可能です。ただ、カメラの機能にマクロ撮影ができるとあれば可能です。☉や花印のマークを選択すればマクロ撮影可能にカメラを調整できます。接写の距離は最近接で ≤ 1 cmになりますので、接眼レンズ近くで撮影可能です。

デジカメ CASIO EXLIM で撮影したものです。(上：×40, 下：×400)



【まとめ】 教科書記載

- 池や川などの水の中には、いろいろな小さな生き物が生きています。
- メダカなどの魚は、水の中の小さな生き物を食べて、生きています。

【理科のひろば】 野生のメダカを守る

野生のメダカを守るには、メダカが住むことができる自然を残すことが大切になります。自然はバランスの上に成り立っているからです。

自然環境については、6年生理科で学びますが、ここでは、子どもたちに「自然のバランス」の例をあげながら説明しました。

考えてみましょう。もし、自然のバランスがくずれるとしますとどんなことが起こるでしょうか。一つの動物の種類だけが数多くなると、それが餌とする動物が少なくなります。えさとなった動物が少なくなるので、その動物がえさとしていた植物は食べられなくなり、逆に増えていきます。ところが、完全にえさとされた動物がいなくなると、その動物をえさとしていた動物は食べるものがなくなり、その数を減らし、その種が保てなくなります。今までにいなくなった種類の動物や植物は絶滅種としてリストに書かれています。それが動植物のレッドリストです。ある種の生物が増えるとバランスがくずれる例は他にもあります。生命力の強い外来種の動植物を入れると自然のバランスはくずれてしまいます。その結果、今までいた動植物である在来種がいなくなり、ひどい場合には、在来種がなくなることすらあります。

それでは、自然にいる動植物を人工的に育てて、自然に戻してやればよいと思うことがあります。これは絶対やってはならないことです。自然からとってきた生物の子どもを増やして自然に戻すと、その生物は環境が違い、生きていけないだけでなく、戻した場所が自然環境のバランスをくずすことになります。また、自然の中で、絶えずえさやり続けると、えさをもらった動物だけが増えてバランスをくずします。これも「環境破壊」になります。

では、何もしないのが自然なのでしょうか。自然がバランスをくずすこともあります。たとえば、大雨によってがけがくずれて、池に泥水が入り水生植物が生き続けていけなくなることがあります。これに対して、がけのくずれを補修することとともに、清水を送るようにします。泥水を取り除くことは実際には難しいでしょう。自然による環境バランスのくずれは自然によって戻すのが基本ですが、さらにバランスがくずれることを防ぎます。

【憶えておくこと】

- メダカにはメスとオスがいて、オスの精子がメスの卵子に結びつくことを受精という。
- 受精卵はあわ⇒からだの形⇒目⇒心臓⇒血管の形が見えて子メダカになる。
- 子メダカは養分をはらに持っている。生まれて2,3日たつと小さな生き物を食べる。

| テーマ | 頁 | 組み込みレベル1 | 組み込みレベル2 | 組み込みレベル3 | 組み込みレベル4 | 組み込みレベル5 |
|------------------|--------|---|---|------------------------------------|---|----------|
| 魚のたんじょう | 36～37 | | なぜメスとオスがある。 強いモノが生き残ることを長い間に生物が考え出した | | | |
| メスとオスの形と受精 | 38, 40 | メダカの受精のビデオを見て、受精の時にオスの背びれと尻びれがメスを抱き込むようにしていることを観る。形とはたらしきの関係を学ぶ | | | | |
| メダカの飼育 | 39 | | | 自然に近い理科室の飼育しているメダカとペットショップのメダカとの比較 | | |
| たまごの変化 | 41～44 | | | | 成長段階にあるたまごを集めて、かいほうけんび鏡で観察する。産卵のため、水温・えさ・産卵床の準備 | |
| 魚の食べ物 | 45～47 | | けんび鏡の使い方のPPT作成 | | プランクトンの育成、ミジンコの採集 | |
| ひ 野生のメダカを守る 用 | 48 | ビデオをみて、野生のメダカを守るために、私たちができていることをみんなで考える | | | | |

【参考】

《小さな生き物とプランクトン》

プランクトンは浮遊生物といい、水中や水面に漂って生活している生物です。では水底に付いている生物はベントスという底生生物です。プランクトンとは区別されています。メダカは浮遊であろうが、底生であろうが、小さな生き物を食べています。従って、小さな生き物＝プランクトンとするのは厳密には違います。メダカはプランクトンだけでなく、付着した底生生物（ベントス）も食べています。従って、「水の中にいる小さな生き物」をメダカはえさにしています。なお、けんび鏡で見る小さな生き物は「淡水プランクトン」です。この場合は、小さな生き物＝プランクトンです。淡水プランクトンの図解ハンドブック*がありますので、子どもたちが見つけたプランクトンの名前を調べるときに使います。

*）一瀬 諭，若林徹哉，「やさしい日本の淡水プランクトン」合同出版，改訂版4刷，（2013）ISBN978-4-7726-0438-3 定価 1,800.-+税 フリガナもあります。

《メダカの種類》

教科書に出ているヒメダカは突然変異でできたメダカです。元々はクロメダカです。これらの他に、白メダカのようなものいます。その種類数は数十にもなります。実験・観察にはヒメダカを使いますが、生産**匹数が少ない時にはクロメダカを代用しました。これらをペットショップで買うと 20 円／匹です。なお、産卵のことを考えると 10～20 匹ぐらいを大きな水槽で飼うことが必要になります。

**）メダカは金魚のえさとして生産されています。産地は愛知県弥富市にあり、金魚の生産地にもなっています。

4. 花から実へ

インゲンマメの種子を植えると発芽して成長しました。やがて花が咲きます。どんな花でしょうか。実験に使ったインゲンマメを育てていただいたものの写真です。白い花がさくのですね。その後、どのようにして豆になるのでしょうか。「花から実へ」どのように変化していくのか調べましょう。



インゲンマメの花です



大きく成長したインゲンマメ

思い出してください。4年生の時にヘチマを育てましたね。発芽して成長すると、黄色の花がさいて大きなヘチマの実ができました。今、畑に花や実もできています。このように大きく成長するためには、何が必要だったのでしょうか。

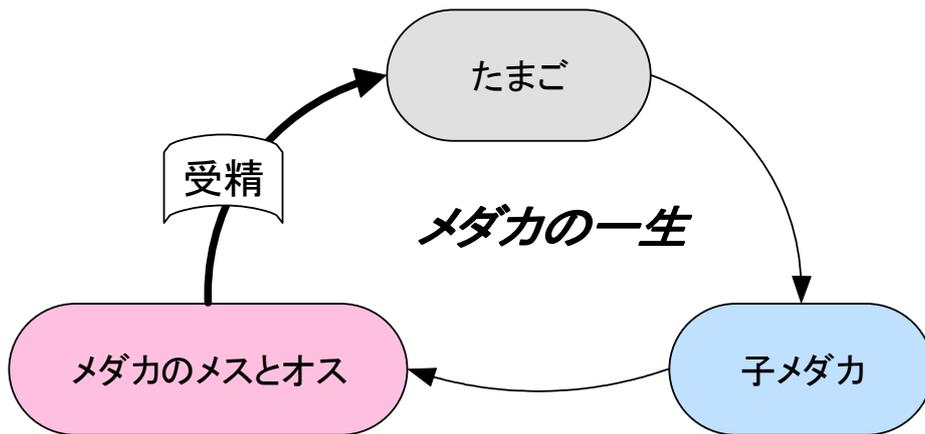
そうです。日光と肥料です。もちろん、水も必要です。日光が当たる場所に植えました。それでは肥料や水はどこからやってくるのでしょうか。今年の夏は大変暑い日が続きました。水やりをしましたか。肥料をあたえましたか。校務員の先生が気をつけながら、水やり、肥料の追加をしていただきました。

5月にまいた種子が発芽するには2、3週間かかりました。小さな子葉から枝や本葉（ほんよう）が出て、「つる」まで現れたのは6月の終わりごろでした。それが夏休みの終わるころにはこんなに大きくなりました。



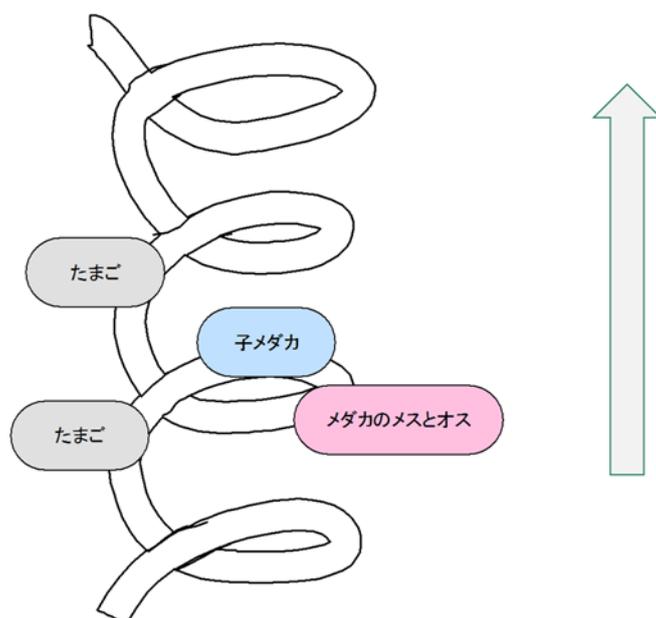
「ヘチマのおばな」と「ヘチマの実」

夏休み前に、メダカのたんじょうをみました。メスのたまごにオスの精子が結びついて受精卵ができ、そのたまごから子メダカがたんじょうしました。子メダカは大きくなってメスやオスのメダカになります。そのメダカのメスとオスから受精卵ができてきます。たまごから、また子メダカがかえります。この「メダカの一生」をサイクルで表しますと、図のようになります。

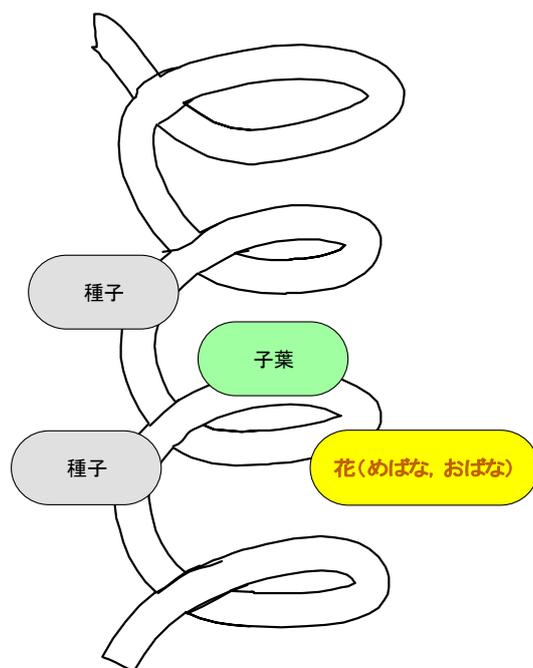


新しく生まれた「たまご」は、前のたまごとちがいます。人でいうと、おじいさんとおばあさんからお父さんとお母さんが生まれ、みなさんはお父さんとお母さんから生まれました。動物のたんじょうはくりかえして、新しい子が出てくるのです。

これを図にしますと、ネジのような「らせん」で示せます。



それでは、植物であるヘチマの場合はどうでしょうか？ メダカと同じように「らせん」でみましょう。たまごのかわりに種子です。子メダカのかわりに子葉です。メダカの子メダカとオスのかわりに花のめばなとおばなです。



メダカとヘチマは動物と植物でちがうのですが、生命をつなぐやり方は同じです。メダカのめすとおすは受精してたまごをうみます。ところが、ヘチマのめばなとおばなからどのようにして実ができるのでしょうか。おばなからめばなに動くことができません。そこで、植物は考えました。おばなからめばなへ動く昆虫（動物）にやってもらう。

3-1. 花のつくり

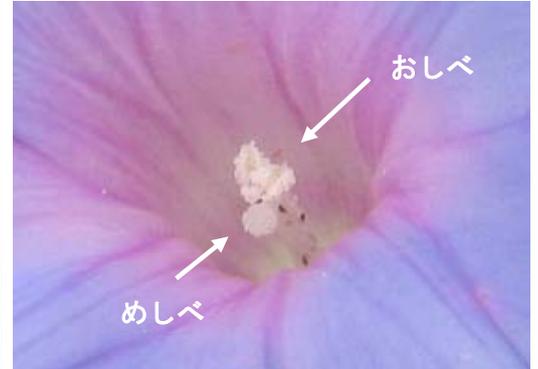
【問題】教科書記載

ヘチマやアサガオの花は、どのようなつくりをしているだろうか。

【観察1】

花のつくりをヘチマとアサガオについて調べましょう。ヘチマにはめばなとおばながあります。数はおばなの方がめばなよりも多いのですが、花びらやがくはにえています。ヘチマのめばな、おばなとアサガオの花びら、がく、めしべやおしべをスケッチしましょう。





実際に、畑に出てへちまとアサガオの花をスケッチするとき、気を付けることは、

- ① 花びらの形と数
- ② がくの形と数
- ③ めしべやおしべの形（長さ、太さ）

※ くわしくみるとときには虫めがねを使います。虫めがねで太陽を見てはいけません。

【質問】

- ・なぜ花の中央にめしべやおしべがあるのでしょうか。
- ・なぜ花の中央はへこんでいるのでしょうか。

【考えられること】

これは昆虫などが見て分かりやすいようにするためです。みつのあるところを少しへこまして色を変えて場所を示します。みつを取りにくる昆虫が、めしべやおしべにさわると「花粉」がつき、花粉をつけている昆虫はめばなに花粉がつきます。つまり、昆虫に分かりやすくして花粉を運んでもらうためです。

【めしべとおしべの絵】

へちまのめしべ、へちまのおしべ、アサガオのめしべ、アサガオのおしべの絵をそれぞれ書きましたね。これから自分が書いた絵を表してもらいます。ただし、絵ではありません。

【表現】

黒板にヘチマのめしべとおしべ，アサガオのめしべとおしべの合計4か所が示されています。ここで，自分の観察したことを「言葉」で表したものをそれぞれの黒板のか所を書いてください。たとえば，……のような形，……みたいな，……の感じがする，……ににている，など自分の表現で良いのです。

【書かれた表現例】

ヘチマのめしべ： フワフワした，キノコみたいな，など

ヘチマのおしべ： ポテトチップスのような，のうみそみたいな，など

アサガオのめしべ： わたあめににている，ツブツブのついた丸，など

アサガオのおしべ： お米のような，キノコににた形，など

これらの表現に対して，一つずつ読みながら，形を子どもたちと一緒に想像した。

【コメント】

観察したことを絵で表すと，物を正確に描くことに熱中したり，いい加減に書きなぐるよう場合もあります。しかし，自分の描いた絵を大切にしたい気持ちから，自分の描いた絵を言葉による表現をしてもらいました。発表しない子もいましたが，その子らは，発表の表現に関心を持って聞いていました。理科における観察は正確さを求めるため，写真を撮る，精密に描写する，なぞる，など行うことが多くあります。これは単なる「細密描写」であって表現につながりません。子どもたちは自分の経験から類似性を連想します。このことは撮影よりも「大切な心のカメラ」です。さらに，とらえた姿を他の人に言葉で表現して，相手に伝えるのです。そこで，表現共有が得られました。ヘチマのおしべの表現に「ポテトチップスみたい」と出たとき，「は一あ，言える言える」と，聞いている子どもたちは同意していました。

Active Learning (アクティブ ラーニング) とか *Communications* (コミュニケーション) とか，往々にして，概念先行や後付をしたがることがあります。

それに対して，「自分で描く，自分の言葉で表現する，他の子の感覚を共有する」という普通のことをしました。すると，子どもたちは，先生も一緒になって盛り上がりました。結果として，「自分の理科とみんなの理科」を楽しむことになりました。

【理科の言葉のまとめ】

花びら，がく，めしべとおしべ

【形の説明】 特に，ヘチマのめしべはがくの下まであります。

なぜか。めしべのがくのしたには実になる部分，これを「子房」という，があります。この子房を含めてめしべになります。アサガオの場合，めしべの下の方がタマネギのように球形になっています。この球形の部分が子房です。ヘチマのめしべは，がくの上にある

部分が、がくの下にあるふくらみまでつながっています。これをたしかめるため、めしべをタテに切った図が教科書にのっています。めしべは花びらにあるところからくきの方に続いていますね。

ヘチマのおしべには粉のようなものがついていました。この黄色の粉はヘチマの「花粉」です。花粉は生きています。どんな形をしているのでしょうか。そこで質問です。

【質問】 これから、花粉を調べたいと思います。

問 花粉はどんな形ですか。

子供 粉の形。

問 いや、一つずつの「つぶ」はどんな形をしていると思いますか。教えてください。

子供 丸、三角、楕円、細長い、ヘチマの種のような、おむすびみたいな、などなど。

問 花粉は小さいです。何で見ますか。

子供 けんび鏡。

問 次の時間にけんび鏡を使います。使ったことがありますね。

子供 はい。

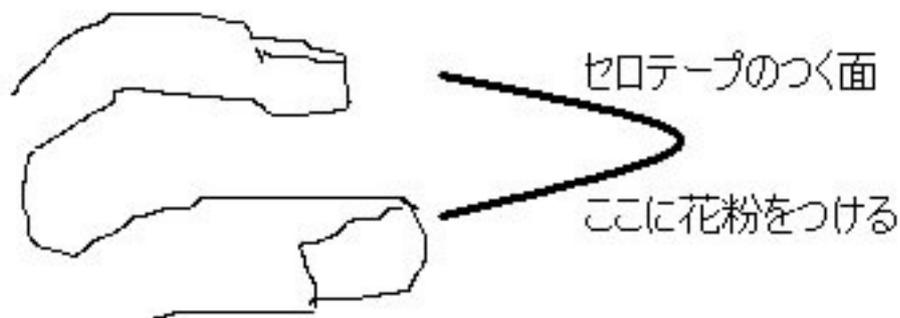
問 注意することを思い出してください。

子供 はい。

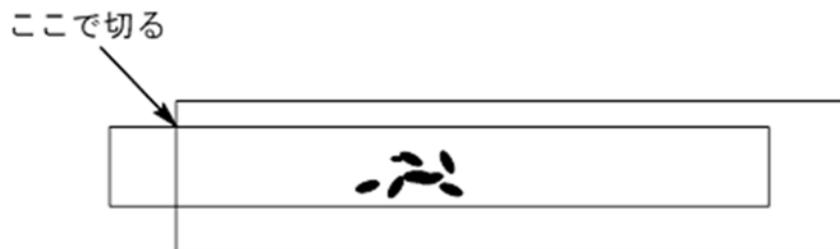
【観察1つづき】

けんび鏡観察するために、プレパラートづくりをします。カバーガラスを使わない方法でつくります。花粉をセロテープにつけてカバーガラスの代わりにします。

花粉のとり方は、セロテープを図のように、親指と人差し指にセロテープをつく面を外側にします。セロテープを切るときに、花粉をつける所を指でさわらないようにします。



スライドガラスに花粉つきセロテープをはるには、たて向きにはるのがよいでしょう。はったセロテープの長さがスライドガラスより大きい時には、はみ出た部分を切ります。



観察した結果，図をノートに書きましょう。色がついている場合には色鉛筆で色を付けましょう。

けんび鏡写真（400倍） 左：ヘチマの花粉， 右：アサガオの花粉



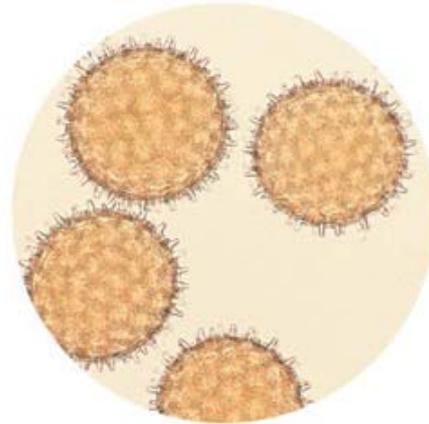
一方，教科書の写真は下記のようにです。

両方の違いを言ってもらいましょう。自分たちの見たものについて，言ってください。

1. ヘチマの花粉の色は，実際に見た色は黄色，黄緑色，うす緑色でした。
2. ヘチマの花粉の筋が1本，3本でした。
3. アサガオの花粉には色がついていませんでした。
4. アサガオの花粉には，丸の中に黒い点があった。



ヘチマの花粉(約200倍)



アサガオの花粉(約200倍)

【コメント】 何度見てもアサガオの花粉には色がついていません。教科書の色は着色したものでしょうか。もし、後から着色したなら、そのように記載するべきでしょう。また、倍率もちがいます。子どもたちには、自分たちが観察したものを憶えておくように言いました。というのは、理科を学ぶには先ず「事実」を大切にすることですから。

【考えよう】 教科書記載

花粉は、花が実になるときに何かはたらきをしているのか、考えましょう。

【子どもたちの答え】 子どもたちの答えに花粉は栄養(養分)があるからという理由が出されました。この答えに対して、どのように対処されますか。子どもたちの答えに反論するのは容易ではありませんね。

【コメント】

花粉は栄養を持つという意見に対して、そうではないことを話します。

《前置き》 先ず、花粉のはたらきについて考えてみましょう。これをメダカの受精と比較して考えてみます。おすのメダカの精子がめすの卵(卵子)の中に入るらんらんしことが「受精」ですね。受精した「たまご」は大きくなり、子メダカがでできました。受精しなかった「たまご」は成長せず、カビが生えてきました。メダカの精子は小さく、多くあり、水の中では「にごった」ように見えます。たまご1コに対して精子は何百何千とあるわけです。

ヘチマの場合はどうでしょう。ここでもメダカと同じようなことが起こっています。おばなにある多くの花粉(メダカのときの精子)がめばなのめしべ(メダカのときのたまご)について「受粉」します。

では、受粉すると、子メダカと同じように、種子になるのでしょうか。そこは、もう少し複雑です。

花粉がめしべにつくと、花粉管（かふんかん）を出して、めしべのもとにある「子房（しぼう）」に到着します。そこで「受精」します。このときに、受粉でなくて受精です。これはメダカの受精と同じです。

「子房」が「たまご」に相当します。この子房が大きくなって実や種子になります。この花粉管がのびるようすはビデオにあります。このことを中学になると詳しく習います。まとめると、花粉は精子と同じはたらきをするのです。

《花粉が栄養？の答え》 子どもたちの答えにありました、花粉が栄養になることについて、考えてみましょう。もし花粉に栄養があるとすると、花粉をつけると、葉や花は大きくなるのでしょうか。大きくなりませんね。でも、花粉はめしべにだけ栄養としてはたらくことが考えられます。ところが、花粉の量は、栄養になるほどには多くなく、わずかで使うとなくなります。しかし、受粉しためしべは大きくなります。花粉が養分となるというのは少し変ですね。それでは肥料に花粉を入れるとめしべは大きくなるのでしょうか。なりません。結局、花粉のはたらきは養分ではありません。

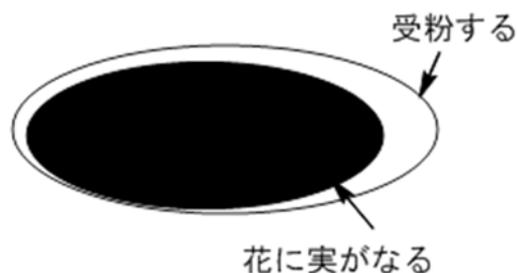
4-2. 花粉のはたらき

【問題】 教科書記載

花が実になるためには、受粉が必要なのだろうか。

【問題をつかもう】

花が実になるためには、「受粉」が必要ということは、言いかえると、「受粉しなければ、花は実にならない」ということになります。



この論理を子どもたちに教えるのは大切と考えます。上図で示しますように、「花が実になるためには、受粉がなければならぬ」ことになります。つまり、「花が実になる」範囲が「受粉すること」の内側にあります。

他の「たとえ」で考えてみましょう。「ある生物が人間であるならば、それは動物である」というのを考えてみましょう。人間が内側、動物がその外側のわくになります。そこには、「含む、含まれない」の関係があります。

もう一つ同じような「たとえ」があります。「小学生ならば、人間である」＝「人間で

なければ、小学生でない」この二つのことはまったく同じことを言っています。後の「」で言った「人間でない」というのは人間の外側のことをいっています。人間の中にいる小学生は、もちろん、人間の外側にはいません。

これらの関係は初めに言いかえたことと同じです。花の実と受粉の関係を詳しく言えば、「花に実がなる」は「受粉」の内側にありますので、「受粉しない」という受粉の外側のことは「花が実になる」が「受粉」の内側にあるので、起こりません。

では、応用をしてもらいましょう。世界には色々な人がいます。考え方も色々です。ある人が、「生物が動物であるならば、それは人間である」といいました。これはおかしいですね。でも笑っていては、認めたということです。そうではないと説明（反論）しましょう。どのように、それはおかしいと説明（反論）しますか？「動物の範囲の内側に人間がありますが、人間の外側に動物がいます。だから人間だったら動物と言えますが、動物なら人間であるといつも言えません」といってみてもすぐに分かりませんね。では、もっといい反論をしましょう。これは簡単です。「猫は動物ですが、人間ではありません」といえばいいのです。「猫は例外だ」といわれたらどうしますか。「犬は動物ですが、人間ではありません」と言いましょう。国際化の中で、論理的におかしいことを言われても、必ず論理的に反論できるようにしておきましょう。まあまあでは、済まさないのが世界の人々と長く仲良くなるためです。

【計画しよう】

「受粉しなければ、花が実にならない」ことを実験すればよいのです。比べるのですから、一つは受粉して、もう一つは受粉しないものをつくります。このとき、他の条件は同じにしておきます。大切なことは、条件は一つだけ変え、他は同じ条件にする、ことです。

【準備と流れ】

- ① 次の日に咲きそうな、つぼみのめばなを2つ以上みつける。
- ② 紙のふくろとモール、レジふくろ（雨にかからないようにするため）をめばなにかぶせて、モールでしばる。

【実験1】

1. 次の日にさきそうなヘチマのめばなのつぼみを2つ選んで、ふくろをかぶせる。
2. 花がさいたら、⑦のめしべの先に花粉をつける。（④はふくろをかぶせたままにしておく）
3. 花がしぼんだ後にふくろをとり（ふくろをかぶせたままでもよい）、2～3週間後に様子を調べて、記録する。

【結果】

受粉させたものは実がなり，受粉させなかったものには実がならなかった。



左：受粉しためばな



右：受粉しなかつためばな



この実験は，受粉しためばなと受粉しなかつためばなを，3週間以上前につくって，生育結果を見たものです。

【コメント】 実験方法について

単元の初めに予め受粉させた物と受粉させなかった物を準備しておくことが要点の一つです。へちまのめばなの成長には2週間以上，時間がかかるからです。

実験では，3週間成長させました。予め，雨が降ることを想定して，紙の袋とレジ袋を用意し，二重袋にしました。すなわち，中の紙袋はセロテープで止めた，その外側はレジ袋をかぶせて，モールでゆるくしばり，雨水が紙袋にかからないようにしました。紙袋はキッチンペーパーをセロテープではり合せたものと普通の紙ふうとう（A4より

大きいもの) を使いました。

ふくろの使用結果： キッチンペーパーの場合、空気の流通は良いが、実が大きくなって実が飛び出ました。紙ふうとうの場合、空気の流通は悪いのですが、大きさは適していました。

この実験は時間がかかるので、結果の観察が1週間では顕著な差を見出すことができませんでした。難しさはさらにあります。明日に開花するであろう、めばなを最低2つ(輪) 見つけることです。めばなはおばなより少ない(花の1割以下) のので、予め、小さなつぼみのときに、見つけて、モールで印をつけるとよさそうです。また、めばなが咲く位置は高いところが多いことと、めばなの数は、水やり、気温、日照、肥料の条件にも関係します。長期的には、夏休みの間、ヘチマの世話が成否に影響します。今年は台風21号でヘチマ柵が倒れることがありましたが、柵を起こして立て直せばかなり復旧できました。

【コメント】

メダカの実験とヘチマの実験を比較すると、受精と受粉の意味が、「生命のつながり」において、大切なことが分かります。これは、単元をわたる考察になりますが、是非とも子どもたちに伝えておきたいことです。

受精と受粉の後、子メダカと実が現れる時間を比較すると、10日と20日と差がありました。この差を動物と植物の違いと凡そ言えそうです。しかし、子メダカが成長して受精して産卵する日数は、ヘチマの種子から実ができるまでの日数と、比較すると、大きな差はなく、ヘチマの方が速いといえそうです。

【コメントの発展】

動物と植物の成長の速さを比較するため、子メダカの成長を観察し続けることも、生物教育には意味があることになりそうですね。

【種子と実の関係】ヘチマの実は大きく長いので分かりますね。種子は実の中にある黒色をしていますのでよく分かります。ところが、ヒマワリの実はどのようでしょうか。実がなく種子ばかりに見えます。ところが、この種子とみえる部分は枯れた覆いがあるようですね。この覆いが実なのです。かわいた実ですので、モモやリンゴとはちがいますね。さて、クリの実はどれでしょうか。クリのとげのあるところは皮です。その中にあるのが実になるのですが、固い皮(鬼皮と渋皮)が実になります。美味しく食べるところが種子です。クルミも同じです。固いところが実です。食べるところは種子です。

【理科のひろば】 花粉のいろいろな運ばれ方

電子教科書にある動画は風媒花や虫媒花があります。また、イチゴ栽培については動画が重複しているところがあります。

ハチドリやコウモリによる鳥媒花等を含めた TED の動画は綺麗な構成になっています。前半のナレーターは英語なので省略して、後半だけの映像を上映すると良いでしょう。なお、アドレスは下記のとおりです。

https://www.ted.com/talks/louie_schwartzberg_the_hidden_beauty_of_pollination

また、編集はムービーメーカーを使えば簡単ですが、

<http://www.jaist.ac.jp/~tujimoto/hasshin/shouriken.html>

の中で、「・植物は考えた（改訂）」にありますのでご利用ください。

【覚えておくこと】

- 花の形と名前を覚えておく
 - ◇ 花びら
 - ◇ がく
 - ◇ めしべ, おしべ
- けんび鏡の使い方
 - ◇ 名前を憶える。 接眼レンズ, つつ, 対物レンズ, レボルバー, 調節ネジ, アーム, ステージ, クリップ, 反しや鏡, 台
 - ◇ プレパラートのつくり方
 - ◇ 日光が当たらない明るいところ, 水平なところ, プレパラートをおいてクリップでとめる, 真横から見ながら, 対物レンズを最小にしてプレパラートに近づける, 調節ネジをまわして対物レンズをはなしながらフォーカスを合わせる。
 - ◇ プレパラートの動かし方は見える像の動かしたい方向の逆の方向に動かす。
- 花粉のはたらき
 - ◇ 花が実になるためには, 受粉が必要です。 《同じこと》 受粉しなければ, 花が実にならない。
 - ◇ メダカと比べて, おしべの花粉 ⇒ おすの精子, めしべ ⇒ めすのたまご, 受粉 ⇒ 受精
- 《再掲》 実験で大切なこと: 1つだけ条件を変え, ほかの条件は同じにする。

| テーマ | 頁 | 組み込みレベル1 | 組み込みレベル2 | 組み込みレベル3 | 組み込みレベル4 | 組み込みレベル5 |
|-------------------|-------|---|---|--|------------------------------------|----------|
| 花のつくり | 54～55 | | 花の形は色々ある。水野瑞夫先生の図と写真を紹介する | | | |
| 花粉の顕微鏡による観察 | 55～56 | ① けんび鏡の操作法をPPTから習熟する。 ② セロテープを利用した花粉のプレパラートのつくり方 | | | | |
| 受粉後の花粉のふりま | 56 | | | 受粉後の花粉のはたらきを、花粉管伸長の動画で示す | | |
| 受粉は、花が実になるための必要条件 | 57～58 | | 例を使って必要条件の意味を理解する | | 花粉はめしべにとつて養分となる、に対する論理的な否定を述べる | |
| アサガオの実ができるための受粉実験 | 58 | | | | アサガオは自家受粉をするのだろうか？ これを調べた小学生の研究を紹介 | |
| 種子と実の関係 | 58 | | モモとクリの種子と実はどこかわかりますか。クリの実は茶色の皮と渋皮です。食べているのは種子です | | | |
| ひ 花粉の運ばれ方 | 59 | TEDによる受粉の動画を上映する | | 花の受粉とメダカの受精は生命のつながりにおいて共通していることをPPTで示す | | |

5. 台風と天気の変化

今年、台風が日本へ上陸して、被害を出すことが多い年でした。特に、台風12号、21号、24号、25号は風水害を各地に出しました。では、台風について知っていることを言ってください。知っていることは、自分が体験したこと、テレビやネットで見たりしたこと、天気情報など、台風に関係することなら何でもいいです。2種類に分けます。一つは台風自身に関する事、他の一つは台風災害に関する事です。

【台風に関する事のまとめ】

- ・日本の南でできる。
- ・台風はずができ目がある。
- ・中心ほど風が強い。
- ・高い波がでる。
- ・台風の進路は、最初西方に、北緯20-30°で東方に進む。

【台風による災害のまとめ】

- ・強い風によって……建物がこわれる。(木が倒れて)電線が切れ、停電する。信号機が倒れて交通渋滞する。高波によって海岸がけずれられる。
- ・大雨によって……洪水が起こる。増水・浸水する。土砂くずれが起こる。橋が流される。水がついて車が動かなくなる。

【コメント】 台風の単元の導入方法は色々考えられる。たとえば、

- ・近頃あった台風の情報を示す。
- ・デジタル教科書の動画を使う。
- ・台風について知っていることを話しあう。

子どもらが関係するように、台風について知っていることを列挙する導入を選択した。この導入を使ったのは、教科書には出ていない表現や着眼点があることが期待されるからです。身近な事柄から、台風を捉えるのは、親近感からものとも考えられます。これが切っ掛けになって台風についてもっと知りたくなれば楽しく学べますね。なお、災害については後ほど現れるので、先に台風自身を取り上げました。

子どもたちの回答の中に、台風には目があると云った子がいました。それに対して、「目」はぎょろぎょろ動いていたのかと聞く子がいた。台風の目と云った子は、おそらく、雲画像を見ると目のように見え、それを台風の目とテレビでも言っていたことを思い出して云ったのであろう。目の動きは目が回っているように見えたのでしょうか。ここにも、台風の動きに子どもたちは関心があることを示していました。動画をできるだけ多く取り入れるようにしました。

5-1. 台風の動きと天気の変化

【問題をつかもう】

台風はどのようにして発生し、どのように動いて、なくなるのでしょうか。

台風には生物と同じように、台風の一生があります。しかし、わたしたちに関係するのは日本へ来た台風だけです。今年は台風がたくさん日本へ来ましたが、台風が発生した数はずっと多く、現在のところ **25** になりそうです。

では、日本にきた台風の動きから見ましょう。見るのは雲画像の変化ですが、アメダスもあわせると雨量の変化も分かります。

【問題】 教科書記載

台風はどのように動くのだろうか。また、台風の動き方によって、天気は、どのように変わるのだろうか。

教科書 64-65 ページにある雲画像とアメダスは 2004 年の台風 16 号です。今年、台風 21 号は日本にきて大きな災害を与えたのでよく憶えているでしょう。この動きもふりかえてみましょう。

【コメント】

今年のように台風が本土上陸した年に、過去（14 年前）の台風を採り上げると古い事のように受け取られることもあります。しかし、これを例として、台風の動きの一般性を捉え、そこでの規則性が今年の台風にも当てはまると持って行くのが良いでしょう。その規則性は何か、似ているところを、台風の進路（動き）、強風と一時的な大雨からみていきましょう。たとえば、台風の動きに注目すると、進路の規則性を推定できます。台風がもたらす大雨は台風の近くにみられます。雲画像とアメダス雨量情報を中心に台風の様子を表現してみましょう。

ここで、危惧が生じます。一つの例をあげて一般化するのは、偶然起こったかもしれないので危険な推論だと思われます。これに対して、「仮説形成論理」というプロセスをとる意味があります。「仮説形成論理」という難しい言葉でなく、「他でも同じことが起こっているのではないか」という考えです。しかし、一つの台風だけで規則性を見つけるのは難しいので、2つの台風を持ってきて、共通性（似ているところ）をとらえるとイメージがでてきます。そこで、最近の台風を追加して共通性を捉えるやり方をしましょう。初めから、子どもたちに、台風とはこんなものだと言って、憶えてしまう理科にせず、事実や過去のデータから、何が言えるかと考える理科にしたいものです。

【何が言えるか】 1つの現象を見て何が言えるか考えます。

- ・進路図（経路）を描くことで言えること ⇒ 台風は日本の南の海で発生し、初めは西（北西）に進み、北緯 20～30° で北に進路を変えたのち、東（北東）へ進むこと
- ・台風には目がある写真や動画を見て言えること ⇒ 台風の形はうずの形をして、うずは反時計回りに回転しながら進むこと
- ・台風の位置が近いとアメダスより雨量が多いこと ⇒ 台風の目に近いほど強い雨がふるが、離れていても雨が降ること、日本海側に比べて太平洋側で強く雨がふること

【まとめ】教科書記載

- 台風は、日本の南の方で発生し、その多くは、初めは西の方へ動き、やがて北や東の方へ動きます。
- 台風が近づくと、強い風がふいたり、短い時間に大雨がふったりするなど、天気のように大きく変わることがあります。

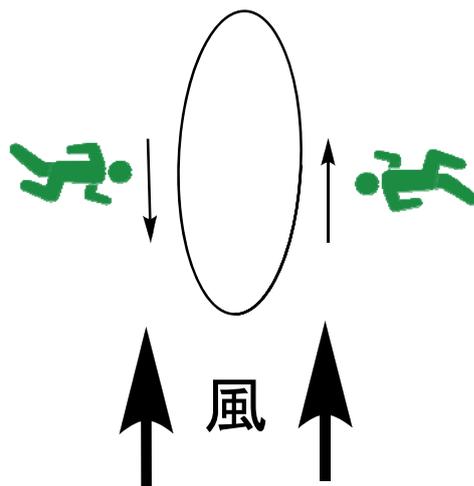
【これで台風を終わってしまうのか】

1. 今年、日本に上陸した台風 21 号に関して、**パラパラ画**を作って進路を調べました。パラパラ画のつくり方は別途記載しましたが、手順は、①データはデジタル台風（国立情報学研究所）から入手し、②Windows にある「ムービーメーカー」（ソフトの名前）を利用して、スナップショットをとり、③エクセルに張り付けた。
⇒ このパラパラ画をみて、台風は南の海上で発生して、西へ、やがて北から東へ向かうことをみました。これは教科書にある 200416 号と似た進み方をしたことが分かった。日本へ来た他の台風も同じような経路をとります。ということは、まとめに書かれた「西→北→東」の進路は、日本に来たどの台風でも言えそうと思えますね。（これが日本に来る台風のきまりになりそうです：仮説）
2. 台風の番号について： P66 に月毎の台風進路が記載されています。一年に台風が発生する数は約 30（記録にある数は 14～39）です。被害の大きかった台風 21 号（台風チェビー）はなぜ、21 号なのですか、台風 1 号ってありますか、という質問がありました。
⇒ 今年 1 月 3 日に第 1 号が発生しましたが、1 日でなくなり日本へ来ませんでした。毎年 1 月 1 日（元旦）から最初に発生した台風を 1 号にします。台風は熱帯低気圧が発

達したものです。風速 17m/秒（だいたい時速 60km ですから、少し速い車のぐらいの速さ）以上になると台風とします。

3. 【理科のひろば】 台風の進む方向の右側は強風、左側はあまり強くない風がふきます。岐阜市にいますと、西の滋賀県を通る台風は強い風をふきよせますが、東の長野県を通る台風の風はそれほど強くふきません。なぜでしょうか。

⇒ 運動場のトラック（一周回るところ）を反時計回りに回るとしましょう。図のようにトラックを上から見ると、下の方から風がふいていきますとき、右側を走る時には風を受けて速く走れますが、左側では風を正面から受けるのでおそくなります。これは台風の進む方向の右側では風は強く、左側ではそれほど強く風はふきません。台風の進路が風の強さに関係している



ので、台風が近づいているときには予想進路に注目しましょう。（66 ページ）

4. なぜ、台風は日本の南の海でできるのですか？

⇒ これは 4 年生の時の理科「もののあたたまり方」を思い出すと理由が出てくるでしょう。赤道付近、水があたたまると、水蒸気……と考えると思いつきましたか。
熱帯で海水があたたまると → 水蒸気となって蒸発する → 高い山では気温が低い → 冷やされると湯気（雲）になる → 冷たくなった空気は下へ行く → あたためられた空気といっしょになる → くりかえしによって雲の輪が大きくなる：台風

5. 台風の進路について、なぜ、初め西へ行くのでしょうか、なぜ、途中で曲がるのでしょうか、なぜ、その後、東へ行くのでしょうか。

⇒ 台風が動くのは風のため、という意見がありました。その通りです。風によって台風は動きます。すると、赤道近くでは東から西へ風がふいているのでしょうか。はい、たしかに「貿易風」という風がふいています。ところが、日本の上空では、西から東へ風がふいています。これを「へん西風」と言います。二つの風がぶつかりあって風が来ないところがあります。そこが台風の曲がり角です。（北緯 20～30°）。

※ なぜ、貿易風とへん西風が入れ代るのですか。

⇒ こんな質問に答えるのは難し過ぎます。高校の地理には出てきます「中緯度高圧帯」というのがあります。これは赤道近くであたためられた空気が中緯度の 20～30° でおりにてきます。この時、南に戻

る方は西向きの風になり、貿易風です。北へ行く風もあり、それがへん西風です。このとき、コリオリの力が働きます。この力で風向が西（貿易風）や東（へん西風）にそれぞれなります。（もちろん、こんなことを答える必要がありません、高校地理で習うことですから）

6. 台風には速さがあります。1日でどのくらい移動するのでしょうか。

⇒ 台風の速度は時速 20～50km です。少し遅い車が走る速さです。すると、1日で 480～1200km 進むこととなります。およそ時速 35km とすると、福岡—岐阜間 760km を1日で動きます。台風が岐阜へ来るのは台風の進む方向が重要です。気象庁の台風情報を見て、今後の進路と速度から何時間後にどこまで来るか予想することができますね。

5-2. わたしたちのくらしと災害

台風の被害は、強い風や大雨によります。どんな被害があり、それは強風か大雨のどちらによるかを言ってください。

《子どもたちの答え》

- ・強い風による被害……家がこわれる。看板が飛んで窓などがこわれる。農作物が枝から実が落ちてダメになる。交通機関が止まる。電線が切れて停電になる。信号機が止まって通行できなくなる。高波によって海岸がこわされる。
- ・大雨による被害……がけくずれで、建物が土砂でうまる。こう水・浸水で家の中に水が入ってくる。増水で橋が流される。農作物が水びたしになる、川の増水で線路が流されて列車がとまる。

これらの答えはほとんどテレビの情報によるものです。新聞の写真やWEBの動画なども見た子もいました。しかし、日本へ来る台風が授業のときまでに来なかったときには、必然的に情報が少なくなります。その時の用意として、教科書の写真とともに、過去にあった台風災害に関するPPT（WEBに掲載してあります）を使うと便利でしょう。

被害が出る前に防災すると心配が減ります。防災は知っておくことと練習や訓練をすることです。理科では知っておくことを勉強します。

防災は家の中ですることと地域ですることがあります。

家の中ですることには、台風が来ると考えられる1週間ほど前からしておくことと台風が来る前にすることがあります。

地域ですることには、ハザードマップをたしかめること、防災訓練に参加することなどがあります。

家の中でやる台風に対する防災
台風が近づく前



台風が近づいてきたら

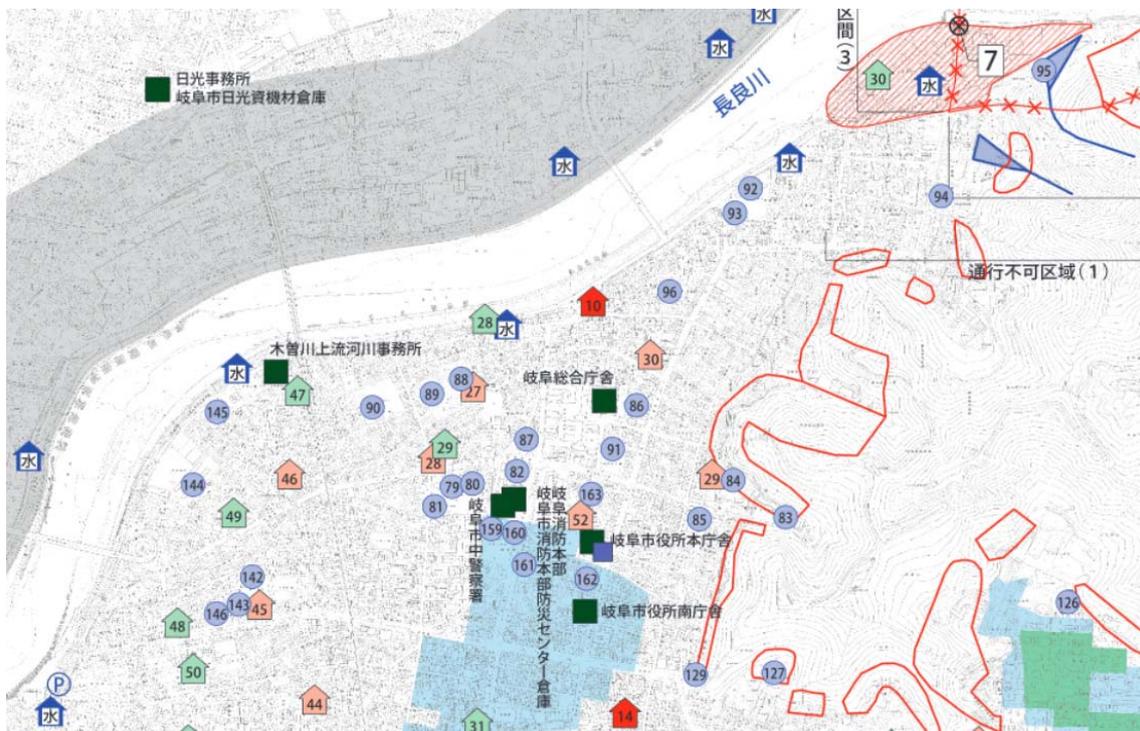


大変，キケンなこと



地域ですること

ハザードマップ (岐阜市)



岐阜市のハザードマップは2種類あります。洪水と地震の2種類です。例えば洪水のハザードマップでは、小学校単位で避難する場所が記されています。小中学校や公民館は避難場所になっていることが多いので、確かめておくようにしましょう。

地域防災訓練：こう水に備えた「土のう」づくりやひなんの練習・訓練をする。交通機関が止まるので、情報を入力し、家族への連絡をする。

【覚えておくこと】

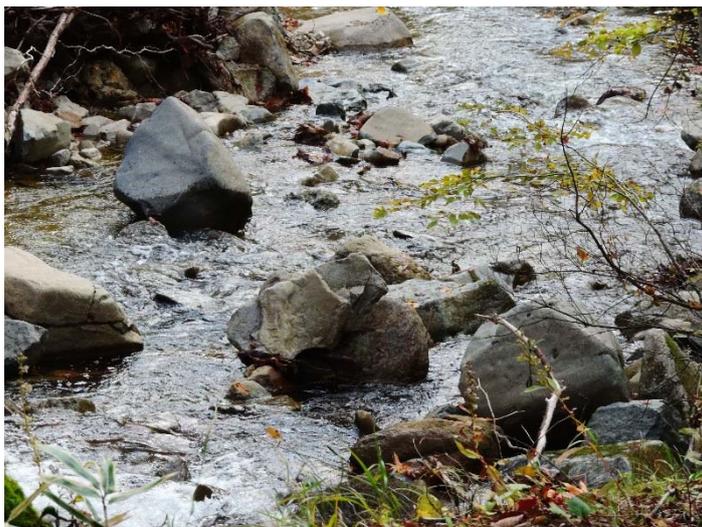
- 台風について
 - 発生場所 日本のはるか南の海上で発生する
 - 進路 西へ動き、北緯20-30°で北へ進み、やがて東の方へ動く
 - 形 うずまきになって、中央に「目」がある
 - 起こること 強い風と急な大雨がある
 - 災害と防災について
 - 災害 風：家がこわれる、電線が切れて停電になる、高波で海岸がけずられる
大雨：洪水・浸水が起こる、がけくずれ、土石流
 - 防災 家の中：排水溝の掃除、防災グッズ、窓などを材木でおおう、
植木鉢を室内へ、家族会議、水の確保
- 5 地域防災：地域での防災活動に参加、
ハザードマップで避難経路を確認する

| テーマ | 頁 | 組み込みレベル1 | 組み込みレベル2 | 組み込みレベル3 | 組み込みレベル4 | 組み込みレベル5 |
|-----------------------|-------|--|--|---|----------|--|
| 台風について知っていることを話す | 62～63 | 強風, 大雨, 災害, 時期, 経験, 気象情報など項目に分類 | | | | |
| 台風の動きとパラパラ画 | 64～65 | WEBにある台風パラパラ画を印刷して製作する | | | | 最新の台風雲画像をデジタル台風から取得して、ムービーメーカーで編集, エクセルで貼り付けてパラパラ画を作成 |
| なぜ台風は動き西から北, ついで東になるか | 64～65 | | | 北緯25°より南では貿易風が西へふき, 北では偏西風が東へふいていることを地図を使って説明する | | |
| 台風の発生 | 66 | | 水を暖めると水蒸気となつて上がっていく。空の上に行くとき冷やされて雲(湯気)になる。冷たい空気は下へ動くときまた暖められて上へ行く。この繰り返しで台風になる | | | |
| 寒い時の台風はどうしている | 66 | 台風は暖かいところで発達しますが, 冷たい空気や海水にありと寒えます。冬近くになると北から冷たい空気が日本におりてくるので台風は日本へは来ません | | | | |
| ひ 台風のしくみ | 66 | | 台風は反時計回りのうずまきになっていきます。台風が上へ進むと右側では追い風になり風は強くなり, 左側では向かい風になりますゆるくなります | | | なぜ, 台風のうずまきは反時計回りになっているのでしょうか。ボールの下を右へ移動すると反時計回りに回るとのコリオリの力を示す |
| 台風災害 | 67 | WEBに掲載したPPTを使って台風災害をみる(高圧線が倒れるなど) | | | | |
| 台風に対する防災 | 67 | WEBに掲載したPPTを使って, 家の中, 地域での台風の防災を考える | | | | |
| | | ひ は理科のひろばを示す。 | | | | |

6. 流れる水のはたらき

【導入】 2枚の写真を使って、山の中の川と平地の川に関して、流れの速さ、川はば、石の大きさ、川や土地のようすを比較する。写真は教科書 p70-71 を使っても良いが、手持ちの長良川の写真を使うと身近に思えます。参考写真は長良川の山の中と平地です。

写真（右） 長良川の支流である吉田川の上流（山の中）



写真（左） 長良川にかかる金華橋の下にある川原（平地）

何が分かったでしょうか。

1. 山の中では川はばがせまいが、平地では川はばが広い
2. 山の中では流れが速いが、平地ではゆるやか（おそい）
3. 山の中では角ばった岩や大きい石があるが、平地では小さな丸い石が多い
4. 山の中ではかたむきが大きいが、平地ではかたむきが小さい
5. 山の中では水の量は少ないが、平地ではその量は多い

6-1. 川と川原の石

【問題】 教科書記載

流れる場所によって、川と川原の石のようすには、どのようなちがいがあるだろうか。

表にまとめる。

| | 川はば | 土地のかたむき | 石のようす | 水の流れる速さ |
|--------------------|------------------|---------------|-------------------------|----------------|
| 山の中 | せまい 川岸ががけ | 大きい | 角ばっている 大きい | 速い |
| 平地に流 れ出たあ たり | 山の中より広い 川原がある | 山の中よりも小 さい | まるみがある 山の中よりも小 さい | 山の中よりもゆ るやか |
| 平地 | たいへん広い 広い川原 | 小さい | まるくて小さい 砂もある | ゆっくり（おそ い） |

個々に憶えることではなく、因果関係から考え出すようにしたい。たとえば、

山の中ではどうなるでしょうか。次の図のような順番が考えられますね。



山の中は平地より土地のかたむきが大きいので、水の流れは速くなります。流れが速くなると、一ヶ所に集まるので、川はばはせまくなります。これは「谷」ですね。川はばがせ

まいところを川が流れるので、谷は深くなり、がけができます。流れが速くなるので、小さな石や砂は流されます。残っているのは大きな、角ばった石です。

「山の中では土地のかたむきが大きい」ということから、順番に出てきますね。つまり、山の中の川はどんな様子ですかと言われると、山は高いので土地のかたむきが大きいと、先ず想像してください。あとは「連想ゲーム」です。

では、平地の川はどんなようすでしょうか。これは応用問題です。考え方は似ています。土地のかたむきから始めて、順番に図をつくりましょう。



土地のかたむきが小さいので、流れがゆるやかです。流れがゆるやかなので川はばが広くなります。広い川原ができます。川原の石は運ばれてきた石がぶつかり合うので、まるくて小さな石になります。

【まとめ】の代わりに、【作文で表現】をやります。

ここでキーワードを挙げますので、全てを使って、川のようにすについて、文章を作ってください。

Keywords: 山の中、土地のかたむき、流れ、川はば、石の大きさと形

文章の組み立ては、……だから○○○○、というように、理由を言って「川ようすは……になる」と表せばよろしいです。やってみれば、難しくはありません。練習です。できあがった文章は「大切な自分の理科」という宝物なのです。

【理科のひろば】

すがたを変える石

石は転がったり、石と石がぶつかったりして角がとれて丸くなります。ぶつかるなら平らな面も同じです。なぜ角がとれるのでしょうか。理由を考えてください。これに答えるには、こんな経験があるでしょう。砂に手をつくともあまりもぐりませんが、同じ力で指先を砂に立てるとかなりもぐります。とがった先には力がより強く加わります。つまり、角には力が加わって角がとれます。角がとれていくようすを実験でたしかめましょう。

【発展実験】 石が丸くなるモデル実験

1. 2 cm角の立方体に切ったオアシスを1個何もせずにとっておく。
2. 残り5個のオアシスを、半分ほどの水が入った蓋付きビンの中に入れる。
3. 蓋をしてから10回ふって1個オアシスを取り出す。
4. さらに10回振り1個、20回で1個、最後に50回振って終了する。

この結果をならべてスケッチし、角が丸くなったことを確かめます。辺の部分も角がとれ丸くなり、最後には球形近くなります。その直径は2 cmより少し短くなりました。

【結果の写真表示】



6-2. 流れる水のはたらき

【問題】 教科書記載

流れる場所によって、川や川岸のようすがちがうのは、どうしてだろうか。

山の中と平地では、川や川原のようすがちがうのはどうしてだろうか。山の中では、土地のかたむきが大きい、平地では土地のかたむきは小さい。これを砂山に利用したモデル実験をしましょう。

【実験1】

運動場の砂場で連山をつくり、班毎に水を流してスケッチをさせた。特に注意する点は土地のかたむきが大きな砂山から下がり始めるところと、土地のかたむきが小さな流れ落ちる先のところ、流れの速さを調べるため、木くずを流れに入れた。

水の流し方は大切です。一度に大量の水を流すと土が掘れて分からなくなります。また、あまり少なくちよつとずつ流すと水がしみ込んで川筋ができないこととなります。最初は少し多めに流して、川筋ができてから水の量を少なくして連続して流すようにする。

【結果】

1. 土地のかたむきが大きい流し始めのところは、流れが速く、土が掘れ、地面がけずられた。
2. 土地のかたむきが小さな流れの先では、流れがおそく、運ばれてきた土が積もった。

さらに、流れのはばはかたむきが大きいところではせまく、かたむきが小さなところで広がった。流れがおそくなったところでは筋が二本に分かれることも観察した。

【コメント】

1. 全員参加で水を流した。同じ状態ができず、それぞれ流れの筋がちがっていた。これに対して、大きな砂山をつくり流れを長くして、全員か2グループで観察するやり方もある。この方法は子どもたちの参加意識が少なくなる欠点があります。しかし、流れのようすが色々なところで見ることができる利点もあります。去年は両方とも示しました。
2. 一つ班の流れを例にして、しん食、運ばん、たい積のことばを室外で簡単に説明するのよ。というのは、理科の学習は教室の中だけでなく、野外でもできることを知るためと、写真や絵ではなく、現物で示すためです。

3. 流れの先が2本に分かれるのはなぜか。これを観察した班があった。大変良く観察していた。理由について考えた。子どもの中で、流れの先に運ばんされてきた土砂が積もって流れを止めるため、と答えた子がいた。2つに分かれることの原因を説明できたのは素晴らしかった。

【まとめ】

- 流れる水には、地面をけずったり、土や石を運んだり、流されてきた土や石を積もらせたりするはたらきがあります。
 - 地面をけずるはたらき しん食
 - 土や石を運ぶはたらき 運ばん
 - 土や石を積もらせるはたらき たい積

- 土地のかたむきが大きいところ しん食 と 運ばん
土地のかたむきが小さいところ たい積

流れる場所によって、土地のようすがちがうことがわかります。

【問題】 教科書記載

流れる水のはたらきは、どのようなときに大きくなるのだろうか。

【予想】

- しん食や運ばんが大きくなるのは流れが速くなる時です。
- 運ばんされる土や石の量が多くなると、たい積する量も多くなります。
- かたむきは同じとすれば、水の量を多くすると、流れは速くなります。
これを理科室で実験するには、土や砂でかたむきをつくって水の量を変えて（少ない場合と多い場合）調べることができます。

【土と砂の準備】 土と砂の比率を7：3に配合する。予め水で湿らしておく。かたむきをつくった後に、少し押して固めておく。

【実験2】

1. シャ面づくり
2. せんじょうビン1つ
3. せんじょうビン2つ同時に

【観察結果】

1. 水の量が少ない時，地面のけずられ方は小さい。運ばれる土や砂の量が少ない。たい積した土の量は少なかった。
2. 水の量が多い時，けずられ方は大きい。運ばれる土や砂の量が多い。たい積した土の量は多かった。
3. 曲がっているところでは，外側の流れが速く，地面けずられ方が内側のけずられ方より大きい。内側の流れはおそく，土が川原のようにたい積していた。水の量が多いと見やすくなる。

結局，水の量が多くなると，流れが速くなるので，水の流れのはたらきの中で，しん食と運搬が大きくなります。これらを図にまとめると下図のようになります。



流れを早くするには，「土地のかたむきを大きくすること」と「水の量を多くすること」があります。台風などの大雨が降ると，水の量が多くなり，かたむきが大きい山の中では流れが非常に速くなります。流れた小石や砂によって，岩や石が，けずられたり，運ばれます。

【流れが曲がっているとき】

流れが曲がっていると，外側は流れが速く，内側は流れがおそい。なぜ，このようになるのでしょうか。体育の行進を考えよう。曲がる時，内側の方はゆっくりとまわります。外側の方は速く回ります。川の流れも同じです。

速く流れると，しん食されます。土砂や石は先の方へ運ばれます。ゆるやかに流れると砂や土はたい積されます。川が曲がっている外側はしん食されてがけがけずられ，底は深くなります。内側は浅くなり，石やすながたい積します。川原もできますね。



【川が二つに分かれるとき】

運ばれてきた石や砂は平地の広がったところにたい積します。水の流れて運ばれてきた石や砂が流れの先に積もります。このようになると、積もった石や砂で流れが先へ行けなくなります。そこで、流れが二つに分かれます。このようなことは平地でよく見かけます。(扇状地) 海の近くでは、三角形で見られるので、三角州といいます。



【実験のコメント】

- 二つのせんじょうビンを使うと同じところに水を入れられないことが発生します。そこで、一点に集中できるように、ペットボトルのキャップの内側に集中するようにすれば、流量を調整できました。
- せんじょうビンの底を上げると水を出し出すことが容易になると、子どもたちはそのようにします。せんじょうビンのノズルは容器内の下まで、達しています。このため、底を上げないようにすると、上手く水を出せません。
- 流路は予めSまたはC字に曲げておく方が良いでしょう。自然につくことは期待できません。

【考えよう】

実際の川では、大雨の前、大雨のとき、大雨の後で、川の様子は変化します。大雨で川の水がふえて川原が大きく変わります。運搬されてきた砂や石がたい積したり、川原の石が運ばんされてようすが大きく変わります。(教科書の写真)

指導書に増水時の川の様子の映像があれば提示するとよい、と書かれています。今年、2018年7月7日に豪雨があり、上流で異常な降雨がありました。下流の忠節橋では警戒する水位が5m01cmまで達し、長良にある陸閘は閉められました。翌日の増水のビデオを撮影したので、子どもたちに見せました。



忠節橋下を増水した流れ



川岸が増水した跡を残す

動画はネットで得ることができる。

<http://www.jaist.ac.jp/~tujimoto/hasshin/shouriken/freshet180708.MOV>

【参考】

データベースに関して：

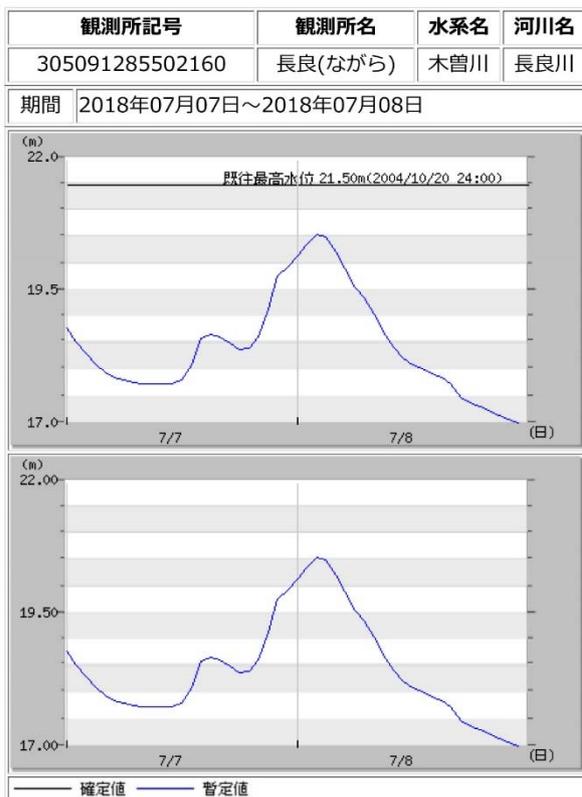
長良川の水位に関して、国土交通省のデータベースの水文水質データベースから、木曾川>長良川>長良 OR 忠節どちらかの水位を検索することができる。

<https://www5.river.go.jp/>

例えば、2018年7月7日～8日と2004年10月20日～21日の水位データでは長良と忠節で観測した水位を示す。

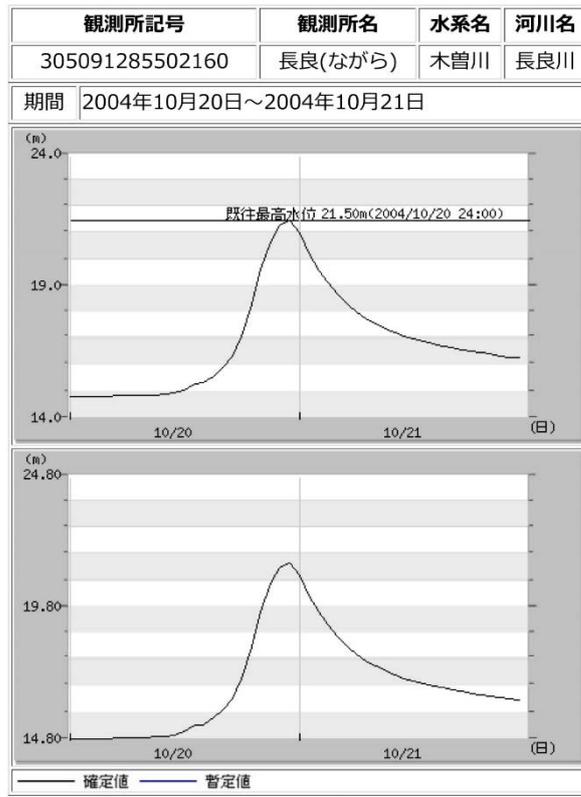
長良での観測データ（右は観測以来の最高水位）

時刻水位図



既往最高水位はDB登録データから検索されたもので、観測開

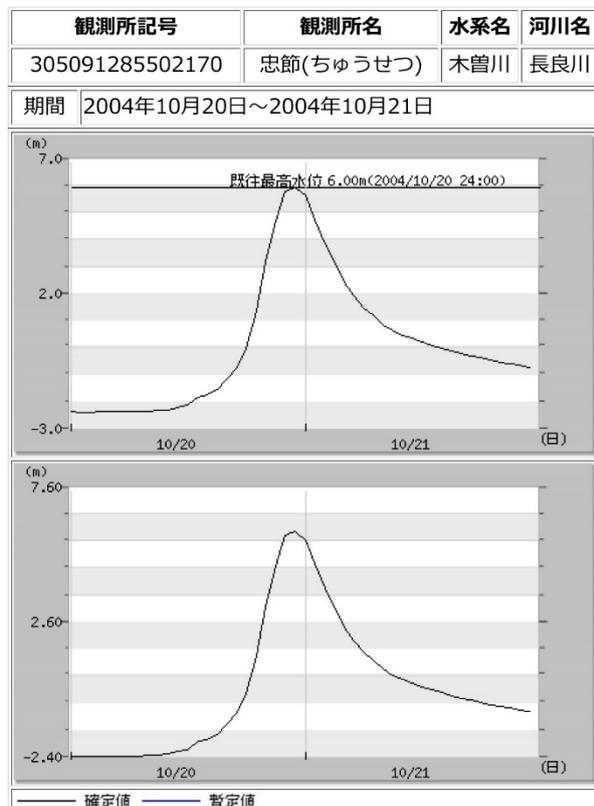
時刻水位図



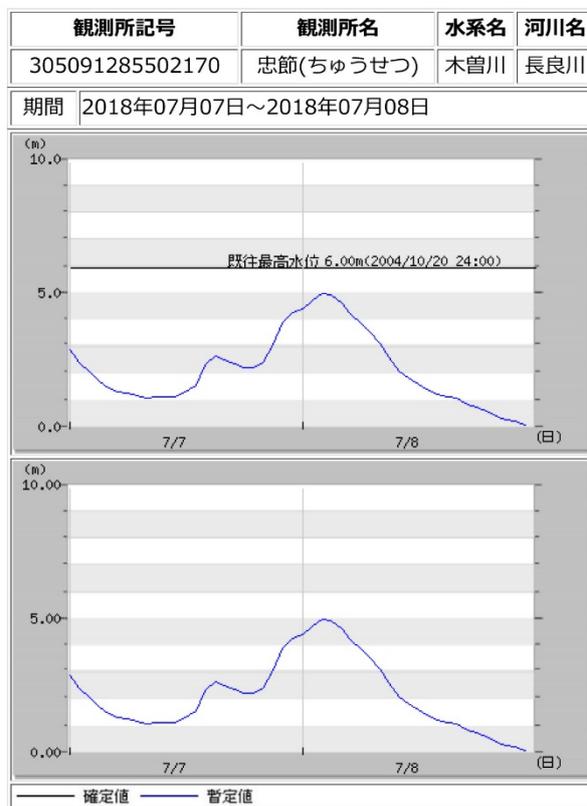
既往最高水位はDB登録データから検索されたもので、観測開

忠節での観測データ（右は観測以来の最高水位）

時刻水位図



時刻水位図



【コメント】

日頃、見慣れていた長良川が梅雨明け頃に異常な増水をして、14年ぶりに陸開が閉められましたので、教科書にあるだけのことでなく、身の回りの地域の水の流れを知る機会になりました。

異常な自然現象はいつも起こるわけではなく、その時で起こる一時的なことです。機会を捉えて、学習の資料としたり、地域研究の題材とすることができます。もう少し拡張すれば、社会科学習とも重なることもあります。総合学習に組み入れたい理科になります。

【まとめ】

- 流れる水の量が多くなると、水の流れが速くなり、しん食と運搬するはたらきがおおきくなります。
- つゆや台風で、川の水がふえて流れる水のはたらきが大きくなると土地のようすが大きく変わります。

6-3. わたしたちのくらしと災害

大雨がふったり、長く雨が降り続けると、一時に川の水はふえ、流れが速くなりますので、災害が発生しやすくなります。ではどのような災害が起こるのでしょうか。考えられる災害はあるのでしょうか。

【問題をつかもう】

子どもたちに意見： こう水、しん水、土砂くずれ、家がこわれる、流される、橋が流される、道路がこわれる、堤防がこわれる、電気がとまる

【直接と間接】

「電気がとまる」は電柱が破壊したため通電しなくなったことが原因であるので、大雨によって電柱が立っている場所がくずれて電柱が倒れる。これによって電線が切れて電気が来なくなったという結果につながる。これは間接になる。

【原因と結果】

原因があるから結果が出てくるのですが、結果を見て原因を調べるのが理科です。災害（水害）は結果です。原因は大雨です。大雨がふると必ず災害が起こるという訳ではありません。原因から結果に至るまでの道筋が調べられています。

原因 ⇒ 道筋 ⇒ 結果

【参考】

土石流のビデオ上映について 実際、急な大雨によって水の流れが速くなり、川にある大きな石ですら転がり落ちる。この様子を国土交通省のビデオでみることができる。たとえば、長野県の本曾川滑川の土石流（3.8MB, 51 秒）や、岐阜県の神通川水系白谷の土石流（10.5MB, 90 秒）がある。

http://www.mlit.go.jp/river/sabo/movie/dosekiryu_kisogawa.wmv

http://www.mlit.go.jp/river/sabo/movie/dosekiryu_shiratani.wmv

なお、これらのビデオを上映するに当たり、岩が落下する衝撃がありますので、見たくない人は見ないようにしてくださいと断りを入るようになりました。

【考えよう】 川の水による災害を防ぐためには、どのようにするかを考えます。

1. 身の回り

- 防災グッズ
- テレビやネットを通じて災害情報を得る（雨量情報、ライブカメラ、地域放送など）
- ハザードマップをたしかめる。

2. 日ごろの地域

- 水防（防災）訓練に参加する。
 - 洪水が起こりそうなところの見学
3. 地方や国などがおこなうこと
- 洪水が起こらないように、てい防をコンクリートで強くする。
 - ダムをつくって一度に川の水が流れないようにする。
 - ブロックを入れて浸食を防ぐ。
 - 土石流が一度に流れないように、さ防ダムをつくる。

【ハザードマップ】

岐阜市の洪水ハザードマップをネットからとることができます。

長良川右岸（下流に向かって右側の地域） 38MB

<http://www.city.gifu.lg.jp/secure/13842/new%20nagara-ugan.pdf>

長良川左岸 36MB

<http://www.city.gifu.lg.jp/secure/13842/new%20nagara-sagan.pdf>

【特記】

2018年7月7日には梅雨前線の停滞によって、異常な降水量がありました。このため、岡山県倉敷市真備町では小田川の堤防決壊によって住民地が浸水し、大きな被害をもたらした。

6-4. 川の観察

長良川の流れが曲がって、川原のあるところで、川の流れを写生した。川の流れを示す、川の形、川原のようす、流れの速いところと遅いところ、ブロック、川原の石の形と大きさ、を絵の中に書き入れます。

【理科のひろば】

川と人のかかわり

岐阜県の羽島市や海津市に揖斐川、長良川、木曾川が合流しています。三川公園には輪中の歴史と文化があります。川の氾濫によって流れが変わることもありますが、豊かな農業地域でもあります。

生き物がすみやすい川

カワゲラウォッチングで、長良川の清流を見ました。コンクリートで固めるだけでなく生き物がすみやすい川を自然の石を利用します試みもあります。

常願寺川が日本海へ流れる

常願寺川と立山

常願寺川は富山市の北へ流れる
高低差2600m、長さ56km：急な地形
(木曾川は2446m、229kmとゆるやか)
水源は飛騨山脈、立山の弥陀ヶ原もある

注目するところ

- 川の水量
- 川のはば
- 石
- ダム
- 水源





この PPT はつくってあります。利用可能です。

【覚えておくこと】

- 山の中 → 土地のかたむきが大きい → 水の流が速い → けずられる（しん食），土砂がながされる（運ぱん） → 大きな角ばった岩や石が多い
- 平地 → 土地のかたむきが小さい → 水の流がゆるやか → 土砂がたい積される → 小さな丸い石やすなが多い
- 曲がっているところでは，外側の流が速い → しん食，深さがある
内側の流がゆるやか → たい積
- 水の量が多くなる → 流が速い → しん食，運ぱんが起こる
- 大雨による災害 こう水，てい防破壊，橋が流される
- 水の防災 てい防を強くする，ダム，さ防ダム，ブロック

| テーマ | 頁 | 組み込みレベル1 | 組み込みレベル2 | 組み込みレベル3 | 組み込みレベル4 | 組み込みレベル5 |
|------------------------|-------|---|---|--|---|----------|
| 写真を見て言葉で川のようすを表現する | 70~71 | 石の形と大きさ、川はば、流れの速さ、周辺のようす | | | | |
| 写真を見て川と川原の石の関係を調べる | 72~76 | 30cmの定規があるの で、およその長さを数 値表現をする。流れの 速さを推測して、石と の関係を言う | | | | |
| 石の形の実験 | 76 | | 生け花に使うオアシス を利用した実験。なぜ 丸くなるのか⇒角に力 がかかると | | | |
| 山の中、平地の川のよ うす（論理） | 77~78 | | | 土地のかたむき⇒流れ の速さ⇒しん食、運ば ん、たい積⇒石の形と 大きさ | | |
| 水の量と水のはたらき （論理） | 79~82 | | | 流れる水の量が多くな る⇒流れが速い⇒しん 食、運ばんのはたらき が大きくなる⇒土地の ようすが変化する | | |
| わたしたちのくらしと 災害 | 83~85 | | | | 最近の水害のビデオを 上映する。土石流の動 画を上映する | |
| 川の観察 | 86 | 金華橋下の川原や忠節 橋下の川原で、流れの 速さ、石の形と大き さ、ブロック、を観 察・写生する | | | | |
| ひ 川と人とのかかわり、生き物がすみやすい川 | 87 | | | | 揖斐川町徳山ダムや海 津市にある木曾三川公 園での輪中文化につい て調査・写真紹介など 資料を利用する | |
| ひ は理科のひろばを示す。 | | | | | | |

7. 物のとけ方

【単元の目標】

- 食塩が水に溶ける現象に興味をもたせる。「ふしぎだねえ。とけると見えなくなる」
- 「溶ける」「溶けない」を小麦粉と砂糖を使って見せ、「どうしてちがうんだろう」
- 「溶ける」と物の形が見えなくなる。なくなったのであろうか。
「重量（質量）不変則」を示す。即ち、物は溶けてもなくなるらない
- 物が溶ける量には限度がある。 証明： 限度がないとすると、1滴の水にビン一杯の食塩がとけることになる。これはあり得ない。従って限度がある。論理的証明
溶解度は溶かす物によって違いがある。
- 溶解度は温度に関係することもある。物によって温度に対する溶解度の違いがある。
- この決りを使って、溶けた物を取り出す。水の蒸発によってとけた物を取り出すことができる。物の形（結晶形状）が物によって異なることを観察する。

【子どもたちの疑問】

1. 溶けるという現象に対する「なぜ」という疑問が出てくる。小麦粉は溶けないのに「なぜ」砂糖は溶けるのか。
2. 溶ける限度が「なぜ」あるのだろうか。
3. 「なぜ」温度が上がると溶けやすくなるのだろうか。

これらの疑問は科学の本質についているが、正しく答えることは難しい。だから、「どうしてかな」と言って済まさないことが、科学の目を養う上で大切です。

一つの方法として、物は、目には見えないほど小さな「つぶ」が集まって見えている、ことを前提として回答します。

- ① 水と物の「つぶ」との「結びつき」が大きいか小さいかで「溶ける」「溶けない」が決まることを示します。「似た物はお互いに溶かし合う」という経験則もありますが、「つぶ」が似ているか似ていないかをどのようにして分かるのか、という質問が出ることもありますが。「つぶ」の絵を描いてそれに手を付け、物によって水と手を結べないこともあります。「つぶ」の形は分子やイオンという形になり、中学生以上で絵ならうことですので、期待してください。
- ② 指導書には飽和水溶液のイメージが書かれています。これを利用します。皆座れるには、椅子の数を多くするか、人数を減らせばよいことが分かります。
- ③ 温度が高くなると「つぶ」のかたまりは動きが激しくなります。激しくなると、小さな「つぶ」となって水と結びやすくなります。その結果、溶けやすくなります。数人が組み合っていると他の人は中に入れません。温度が上がるということは、組み合った数人がバラバラになり他の人と手を結ぶことができるようになります。

【思い出そう】

4年生では、水を熱すると沸騰して水蒸気となり蒸発してビーカーの水が減った。水蒸気は部屋の温度でもできた。

これと物のとけ方とは直接関係しないが、物は温度との関わりがあることを示唆する上で使うことができる。

【導入実験】

お茶パックに食塩を入れ、水の中でつると、食塩がとけて濃度差によって縞模様や簾のように見えます。この現象をシュリーレン現象といいます。均一に見えている液体や気体の濃度差や密度差が屈折率の差で現れて見えることをいいます。例えば、陽炎（かげろう）のように見える現象があります。

【大切なこと】

この実験において、子どもたちは驚きを示しますが、重要なことは、食塩の「つぶ」が水にとけて少なくなったことです。少なくなった食塩は水と混じり、とけたということです。食塩が水にとけると見えなくなります。とけた水は元の水とは違います。なぜなら、とけた水には食塩が入っていますが、元の水には食塩が入っていませんから。さとうも同じです。さとう水は元の水とは違います。

食塩が水にとける ⇒ 食塩水ができる = 元の水とはちがう = 食塩＋水

7-1. 物が水にとけるとき

【活動】

- ① 虫めがねで食塩の「つぶ」を観察する。
- ② 指で一つまみとり、2Lのペットボトルの水にパラパラと入れて食塩の「つぶ」がどのようなになるかを観察する。
- ③ 100mLのビーカーに50mLほどの水を入れ、計量スプーン1ばいの食塩を入れてガラスぼうでまぜて食塩をとかす。

【コメント】

食塩の「つぶ」が水にとけるようすを観察できる。この観察から物がとけるのは、水と混じって物が見えなくなることがわかった。ここで、なぜ、見えなくなるのか、考える。おそらく、子どもたちからの答えは「とけるから」と出てくるだろう。とけるときに食塩の「つぶ」をよく見ると「段々小さくなる」ことが観察できる。すると、大変小さくなると食塩の「つぶ」はもっと小さくなって見えなくなるほど小さくなります。しかし、消えてなくなる

ことはありません。これが大切なことです。目には見えないが、大変小さな「つぶ」というのは何でしょうか。「最小のつぶ」は「分子」や「イオン」というものです。分子やイオンがお互いに集まると目に見えるようになります。それが「物の「つぶ」」です。

【モデル】

目に見える食塩の「つぶ」を大きなサイコロです。これは目に見えない「つぶ」の小さなサイコロからできています。食塩の「つぶ」が水にとけると、少しずつ小さなサイコロがとれていきます。最後に目に見えない小さなサイコロばかりになります。

図1. 大きなサイコロから小さなサイコロがとけてはなれます。

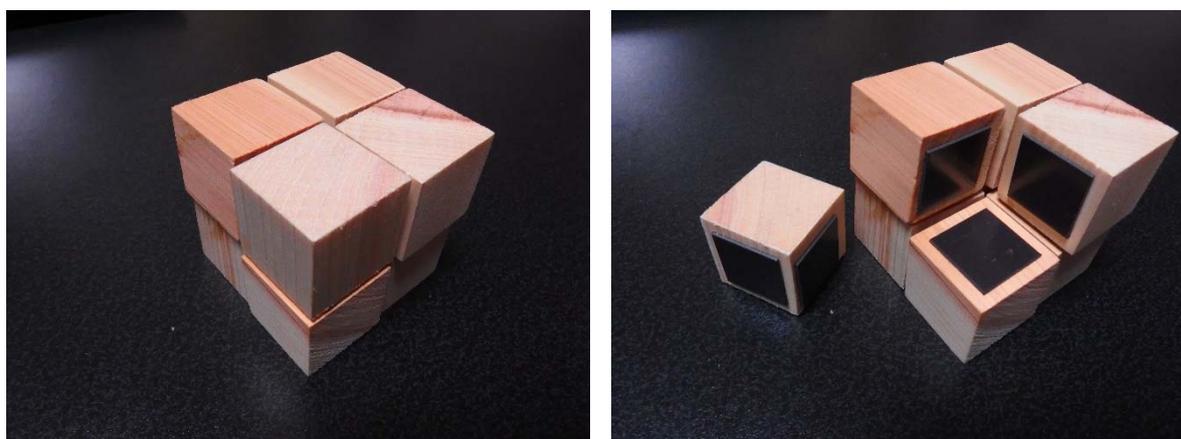
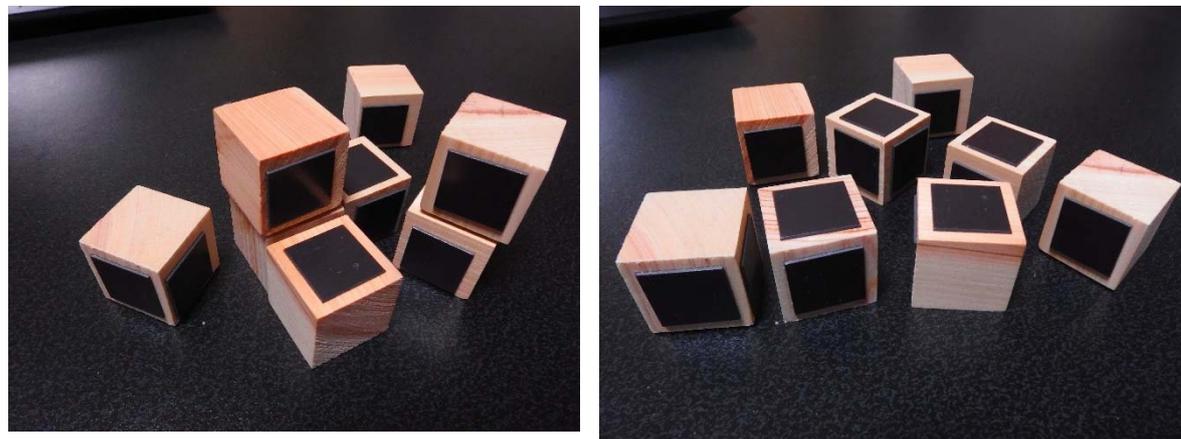


図2. 小さなサイコロの数がふえ、すべて小さなサイコロになります。



このサイコロは黒いところがある面（黒面）と何もない面（白面）があります。小さなサイコロには黒面3と白面3がとなり同士になるようになっています。黒面と黒面は磁石でつきます。水が段々なくなると黒面同士がついていきます。最後に白面だけの大きなサイコロができます。

ゆっくりと水がなくなると少しずつ小さなサイコロ同士がむすびつき、大きなサイコロに成長していきます。「とける」ということと「もとの形になる」ということは、行き来を水の量によって決めることができます。

【コメント】 長い筒の演示実験

透明な大きな筒（6, 7 cm φ, 長さ 110 cmの片方にゴム栓をして、水を入れる装置が紹介されています。これの上に食塩の「つぶ」を少し入れると落下しながらとけるようすが見られます。しかし角度によって見えないことがあります。黒い紙より薄い青色か黄色の紙を背景にすると見やすくなります。また、懐中電灯で照らすとよく分かりますが通過が一瞬なので見逃すことがあります。直進性の良い LED 懐中電灯を筒の上から照らすと見やすくなります。食塩の量にもよりますが、10 回ほど繰り返して演示できますので、濃度が上がって溶けなくなる心配はありません。

【考えよう】

とけるということを食塩以外に、さとうや小麦粉（片栗粉）で調べてみよう。さとうはとけてすきとおって見えます。食塩のときと同じようです。ところが、小麦粉は全くとけません。向こうが見えません。では、うすくすればとけるかもしれませんね。それでも少しにごっています。明らかに小麦粉はとけません。

【発展】 とけない、小さな「つぶ」をレーザーでみる。

では、もっとうすくすると、とけることもあるのでは、と考えられます。小麦粉はとけることがある心配があります。そこで、レーザーポインターを使って、小さな「つぶ」を見ることができるか調べましょう。実験すると確かにレーザー光線のすじが見えますね。水だけでレーザーを当ててみるとすじは見えません。レーザー光線を使って小さな「つぶ」が見えるときには物とはけていません。

【まとめ】

物が水にとけるのは、物の「つぶ」が小さくなってひろがり、すき通って見えることを言います。

理科の言葉 物が水にとけた液を**水よう液**といいます。

【問題】 教科書記載

物は、水にとけると、なくなってしまうのだろうか。

【予想しよう】 うまく導入しよう

もし子どもの中に「見えないからなくなってしまった」と言う子がいたときに、「ある」と証明する必要があります。3年生では物の形を変えても重さは変わらない実験をしました。では、とけると見えなくなったときは形が大変小さくなったことになります。目には見えな

いほど小さくなくても「あり」ます。「ある」から重さは元のままです。重さを測れば、なくなったかどうか実験で確かめることができますね。

【実験計画】

とかず前ととかした後の重さを比べます。

変えるもの：食塩の形，すなわち，目に見えるようすからとかして見えないようすに変える。

変えないもの：水，水の入れ物，食塩の入れ物，ガラス棒やふた，電子スケールとそれをおく場所

【実験1】

- とかず前，全体の重さをはかる
- とかした後，全体の重さをはかる

【結果】

食塩やミョウバンを水にとかしても全体の重さは変わらなかった。

【まとめ】 教科書記載

- 物は，水にとけても，重さは変わりません。
- 物は，水にとけて見えなくなっても，なくなっていない。

【考察】

3年生のときに習ったことをもう一度思い出そう。

物は形や姿を変えても，重さは変わりません。見えなくなっても形が変わっただけです。これを，「重さが変わらない」法則といいます。

7-2. 物が水にとける量

【問題提起】

物が水にとけることはわかりました。では，いくらでも水にとけるのでしょうか。例えば，1滴の水にびん1ばいの食塩はとけるのでしょうか。とけませんね。限りがありそうですね。

【問題】 教科書記載

物が水にとける量には，限りがあるのだろうか。

【実験計画】

実験の流れは，決まった水の量をはかりとり，少ない決まった量の物を水にくわえてとかし，とけ残りが出るまで調べてとけた物の回数を記録する。

【実験操作】

- 水の量をはかりとる： **メスシリンダー**を使う。P164に使い方があります。
 - 水平な台に置く。

➤ 50mL の目もりより少し下のところまで、水を入れる。

➤ 真横から液面を見てスポイトで水を入れて液面 50mL に合わせる。

《注意》メスシリンダーで液面をみると、内壁のところ、液面が上がっています。これは表面張力によるためです。メニスカスと呼ばれますが、子どもたちにこれを説明すると混乱する子もいますのでしない方がよいでしょう。読み取りは液面でおこないますが、液に近い下の線になります。

- 食塩を計量スプーン 2.5mL ですり切り 1 ぱいずつ水に入れてとかします。最初に水の温度をはかっておきます。すり切り 1 ぱいの重さは約 2.5 g です。

➤ すり切りするとき、割りばしの中央近くで行います。端を使うと正確になりません。

➤ 食塩を山もりにしてすり切ります。少ないと穴埋めをしたり、振ってならすことをしません。

《注意》 食塩はサラサラの物を使います。粒度がまちまちであったり、湿っている物を使いません。湿っている物ではすり切りで少なくなります。

《注意》 かきまぜる時、ガラス棒の先で物をつつかない。ビーカーの底はガラス棒の力に弱い。ビーカーは熱には強いが力には弱いガラスでつくられています。

➤ とけたかどうかの判定はとけ方によってちがいます。比較的速くとける場合、ほんの少し見えてもとけたと判定してよいでしょう。しかし、とけ方がおそくなった場合、さらに 2 分ほどまぜてもとけなければとけなかったと判定します。

- ミョウバンでも同じことを行う。

【コメント】

上手なかきまぜ方： ビーカーを少し斜めにして、物が底にくるのをかきまぜる。回すようにかきまぜるが、時々逆回しをする。こぼさない程度、速く回す。

【結果】 食塩 6－7 はい

ミョウバン 2 はい

水の温度 19°C

【まとめ】 教科書記載

- 決まった量の水に物がとける良には、限りがあります。
- 物によって、水にとける量にはちがいががあります。

【考察】

室温において、食塩は良くとけるが、ミョウバンは食塩ほどとけない。物によってとける限りがちがうことが分かった。

なぜ、食塩とミョウバンではとけ方に差があるのか。分子やイオンから、これに答えることは不可能に近い。理科年表には溶解度が記されています。従って、とけ方の差は、物の性質として理解します。ただ、このような質問の発想は本質的で大変良いといえます。

【参考引用】

理科年表 2018 (国立天文台編纂, 丸善出版株式会社) p523-524

塩化ナトリウムとミョウバンの水に対する溶解度 (100g の水に溶解する物の重量 g)

| 物 | 0℃ | 20℃ | 40℃ | 60℃ | 80℃ | 100℃ |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 塩化ナトリウム | 26.28 | 26.38 | 26.65 | 27.05 | 27.54 | 28.2 |
| ミョウバン | 3.0 | 5.9 | 11.70 | 24.75 | 71.0 | 119.0 |

⑨ 教科書にある溶解度曲線 (p105) は水 50mL (50g として) 書かれているので, この表の重量の 1/2 になります。

【問題をつかもう】

もっとたくさんの食塩やミョウバンを水にとかすには, どうすればよいでしょうか。

【コメント】

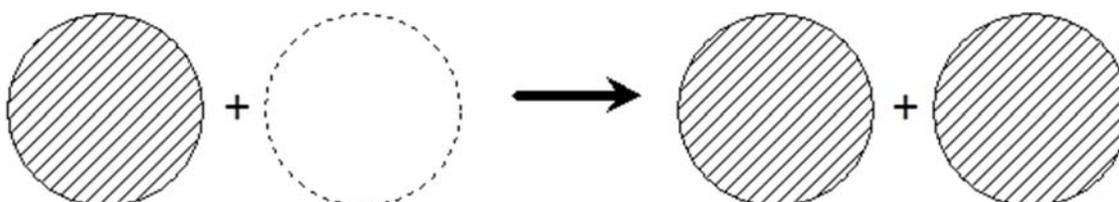
この問いかけはこれから進める水の量をふやすことや温度上げることに対する実験への誘導となっています。しかし, 誘導通りとはいかない答えも出てきます。例えば, 「よくかきまぜる」とか「つぶがもっと細かい物を使う」のような答えです。これらの答えを無視しない方が良いでしょう。真面に答えるには, 超音波洗浄機を使ってとかすとか乳鉢と乳棒を使って「つぶ」をすって小さくしてとかす, 方法があります。それでも限りがあります。ここでは, 日常することで考えてみてくださいと道を正すようにすることもできます。

【問題】 教科書記載

水の量をふやすと, 物が水にとける量はどうなるのだろうか。

【予想】

もし, 水の量が 2 倍になると, 今とけている物の量と同じだけ余分にとけることとなります。これを図で表すと下図のようになります。



斜線の入った○は物をとける限り水にとかしたものを示します。矢印の左側について点線の○は水だけでまだ物をとかしていません。矢印の右側について, 点線の○は物にとける限り入れたものです。すると水の量を二倍にするととける物の量も 2 倍を限りに

とかすことができます。では3倍の水の量にすると、3倍の物の量が限りまでとけま
す、と考えることができます。

【実験3】

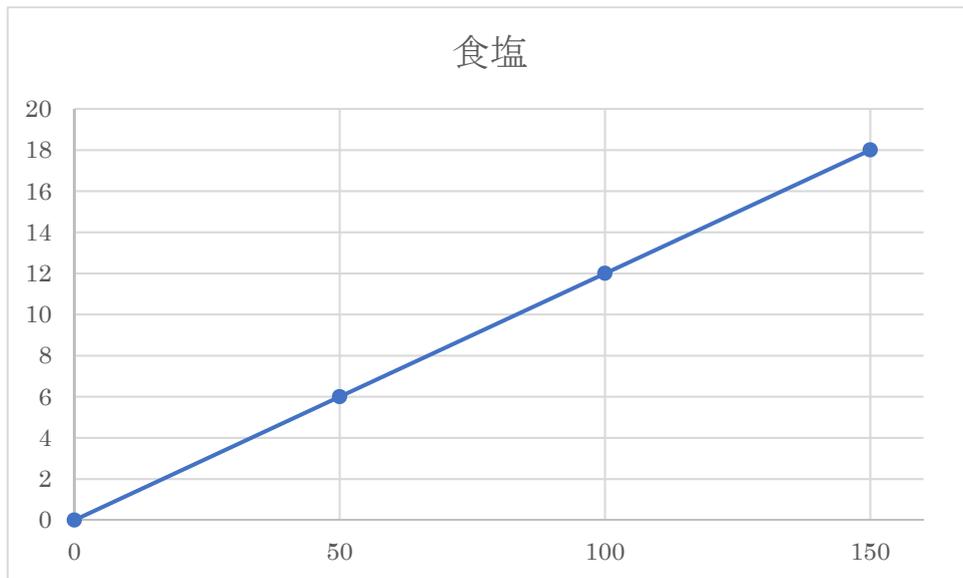
1. メスシリンダーで100mLと150mLの水をはかりとり、それぞれ、200mLのビーカ
ーと300mLのビーカーに入れる。
(ア) 水100mL ⇒ ビーカー200mL に入れる。
(イ) 水150mL ⇒ ビーカー300mL に入れる。
2. 食塩を計量スプーンで、すり切り1ばいずつ、はかりとった水100mLと水150mL
にそれぞれ入れて、かきまぜてとかし、何ばいまでとけるか「正の字」を書いて記録
する。
(ア) 水100mLに対して50mLの水にとけたはい数を最初に加える。
(イ) 水150mLに対して50mLの水にとけたはい数の2倍の量を最初に加える。
判定：とけ残りが出たはい数より1少ないはい数がとける限界の量になります。
3. ミョウバンでも同じようにして何ばいとけるか調べて記録する。
ミョウバンは食塩よりとけにくいので、実験時間がかからない。

【気をつけること】

- ☆ 完全に溶解することを確認するために、ごみまでとかそうとする子がいることがあ
る。わずかな残りがある場合にはさらに1ばい加えてよいと指示をする。
- ☆ 反対に、かなりとけ残りがあるのに、1ばいを加える子もいることがある。気付いた
時のはい数を限界とし、加えることを終了させる。
- ☆ かきまぜ方がゆっくりする子と速く回してこぼす子がいる。上手なかきまぜ方を示す
と良い。なお、少しこぼれると水を追加する子がいるので追加しないように注意す
る。およそ1割以上こぼした場合はやり直しをする。
- ☆ 時間配分を考えておく。最初に加えるはい数は100mLの水には50mLの水にとけた
はい数から始める、また、150mLの水には50mLにとけた物のはい数の2倍量から
始める。混同を避けるため食塩の実験が終わってから、ミョウバンの順に行く。1時
限(45分)で行うことができる。しかし、少しでもトラブルがあると時間内に収まら
ないこともあります。食塩で1時限、ミョウバンと結果・考察・まとめで1時限と配
分することも可能です。終わらないときに、中途半端にしないことも必要です。

【結果】

- 食塩の場合、教科書の結果を使うと、50mL：6ばい、100mL：12ばい、150mL：
18ばいになりました。これを折れ線グラフにすると、



【考察】

小学校理科において、折れ線グラフから単純な比例関係を理解すると現象を把握するための発展学習となる。教科書のように、棒グラフとすると、比例関係を説明し難い。50mLの水には6はいの食塩がとける限界です。もし、水を25mLにすると、水の量は50mLの半分になります。食塩も半分になるので、 $6 \div 2 = 3$ となり、3ばいとけるのが限界と計算でき、予想することができます。もし75mLの水にとける食塩の限界の量は？と聞かれれば、75は50の1.5倍だから、 $6 \times 1.5 = 9$ となり、9はいがとける限界量になります。

【まとめ】

水の量をふやすと、物が水にとける量も、「比例して」、ふえます。

【問題】 教科書記載

水の温度を上げると、物が水にとける量は、どうなるのだろうか。

【問題をつかもう】 生活において、さとうは温めるとよく水にとけると分かっている。では食塩やミョウバンなどは、同じだろうか。ちがうだろうか。

【実験計画】

- すべて水 50mLにする
- 食塩、ミョウバンをそれぞれ 2.5mL 計量スプーンですり切り
- 水の温度は 40℃と 60℃それぞれ調べる

| | | | |
|-------|----------|------|------|
| | 20°C | 40°C | 60°C |
| 食塩 | 前の実験のはい数 | | |
| ミョウバン | 前の実験のはい数 | | |

全体を表にして、行う実験の目標を明らかにしました。

教科書では 40°Cの実験と 60°Cの実験を別々の日に行うようになっていますが、組合せを変えて、食塩の 40°Cと 60°Cを同じ日に行い、ミョウバンは別の日に 40°Cと 60°Cを行うようにしました。両者には長所短所があります。どちらを採用するかは状況に依ります。

| 方法 | 日 | 温度 | 食塩 | ミョウバン |
|-----|-----|------|----|-------|
| 教科書 | 第1日 | 40°C | ○ | ○ |
| | 第2日 | 60°C | ○ | ○ |
| 変形法 | 第1日 | 40°C | ○ | × |
| | | 60°C | ○ | × |
| | 第2日 | 40°C | × | ○ |
| | | 60°C | × | ○ |

教科書：温度を一つだけ（40°Cか60°C）で行える。食塩とミョウバンが混在する。

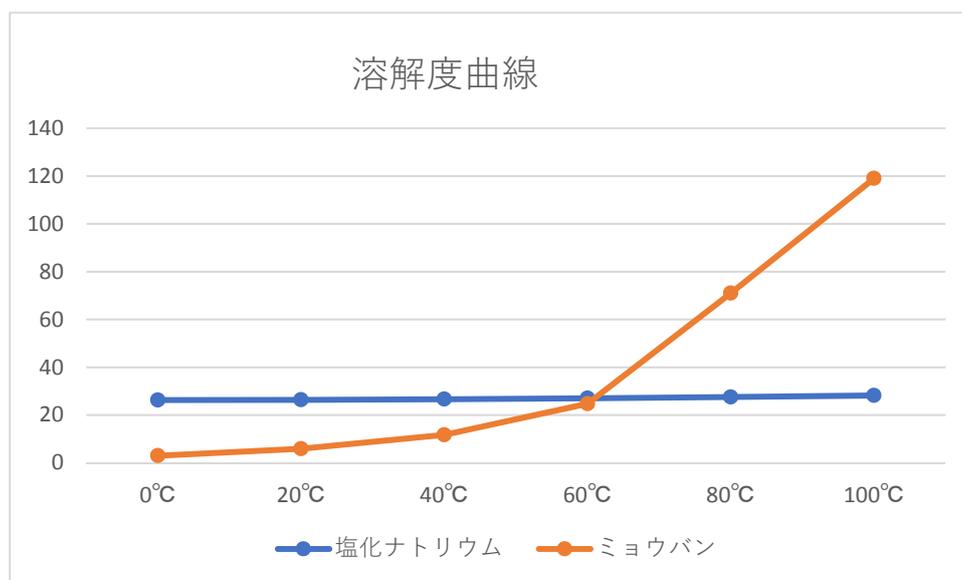
変形法：物を一つだけ（食塩かミョウバン）で行える。温度制御が複雑になる。

【実験4と実験5の時間短縮方法】

- 40°Cまたは60°Cの水を予め、50mLずつ用意しておく。メスシリンダーでの採取を省略する。
- 20°Cの食塩がとける限界より、1はい少ないところまで、一度に加えてとかす。20°Cのミョウバンがとける限界のはい数を予め一度に加えてとかす。
- お湯の温度は、40°Cの場合60°C近くに、60°Cの場合には80°C近くに。60°C用のお湯が60°C近くまで冷めた場合、40°C用に使う。
- ミョウバンの場合、少し残った水よう液をあたためてから、かきまぜる。
- お湯であたためる際、浸した状態でも軽くかきまぜる。なお、かきまぜながら温度をはかってはならない。

【考えよう】

水の温度と物がとける量には関係があります。さとうは温度を上げるとよくとけますことは日常のこととしてよく知っています。ところが、食塩は違います。すると物のとけ方は物によって違いがあると考えられます。結果として、食塩が水にとける量は温度にほとんど関係しませんが、ミョウバンは大きく関係します。



【物の溶解性】 似て非なる物

なぜ、物のとけ方に食塩とミョウバンが小学校の理科に登場するのでしょうか。考えてみたことがありますか。

二つの物は同じ無機塩（むきえん）です。ところが、溶解度の温度依存性に関しては大きな差があります。このグラフをみると、食塩とミョウバンの溶解度曲線は全く違った形を示しています。ミョウバンは温度依存性が高く、食塩は温度にほとんど依存しないことが分かります。水を温めて物を溶かすだけでこのような差が出てくるのです。物は似ていても性質を調べると、大差があると分かるのです。これが教科書に登場する理由の一つなのでしょう。

【まとめ】 教科書記載

- 食塩は、水の温度を上げても、とける量は、ほとんど変わりません。
- ミョウバンは水の温度を上げると、とける量がふえます。
- 水の温度を上げた時の、物が水にとける量の変化は、とがす物によってちがいます。

7-3. 水にとけた物を取り出す

【問題をつかもう】

1. 温めたミョウバンの水よう液を冷やすとミョウバンが出てきました。物を温めて冷やすと物を取り出すことができるのだろうか。
2. また、物が水にとけて見えなくなりました。なくなつてはいません。見えないほど小さな「つぶ」になって水の中にひろがっています。物が水にとける限界があります。もし、限界よりも水の量になりますと、物は水にとけずに形となって見えてきます。すると、水を少なくすると、物が見えるようになると考えられます。

【問題】 教科書記載

水溶液を冷やすと、とけている物を取り出すことができるのだろうか。

【実験6】

基本的には、温めた飽和水よう液を冷やして結晶が出るかどうかを確かめる実験です。しかし、結晶は水よう液が汚れていると結晶が出にくいことがある。このため、目に見えるゴミ類を除くため、ろ過を行う。

【ろ過の実験上の注意】

- ろ紙を四半分に折るとされるが、四半分目のろ紙は丁度重ねるのではなく、少しずつ折るようにする。ろうとの拡がり具合が拡がっていることが多い。このため、四半分より広い方を使うため、四半分目はずらして折るのである。
 - また、ろ紙は水でぬらしておくように書かれているが、できるだけ少ない水を使う。ろ過する液で湿らすこともする。
 - ガラス棒は水よう液を添わして入れるために使うので、ガラス棒でろ紙をつつかないようにする。ろ紙は水を含んだ状態ではやぶれやすい。
 - ろ過された液はろうとの細い管の中からビーカーへ注入される。このとき滴下することなく、ビーカーの内側をつたわらして入れる。そのため、ろうとの足の長い方を内側につける。
1. 温められたミョウバンの飽和水よう液と食塩の水よう液を濾過する。
 2. ろ過した液をそれぞれ氷水で冷やして、結果を記録する。

【実験準備上の注意】

冷やして食塩やミョウバンの固体が現れるためには、温めてもとけ残りがある水よう液を用いる。

先に示した溶解度を参考にすれば、40℃のとけ残り水よう液 50mLを0℃まで冷やしたときに現れる物の「つぶ」は食塩 0.18 g，ミョウバン 4.3 g と計算されます。実際には室温にもよるが、ろ過のときに冷えるので計算量の $\frac{2}{3}$ ~ $\frac{1}{2}$ になると予想されます。また、ろ紙をぬらすために水を少なくする。さらに、以前の実験で回収した物を用いると、「つぶ」ができにくいことがあります。新しい物を使うことが薦められます。

【まとめ】 教科書記載

- 水の温度を上げてミョウバンをたくさんとかした水溶液を冷やすと、とけていたミョウバンをとり出すことができます。
- 食塩の水よう液を冷やしても、とけている食塩はほとんどとり出すことができません。

【問題をつかもう】

先に考えたように、水よう液の水だけを少なくしていくと物がだんだんとけにくくなり、物の「つぶ」が見えてきます。すべての水をじょう発させると物だけになります。それを見ることができそうですね。

【問題】 教科書記載

水よう液の水をじょう発させても、とけている物を取り出すことができるのだろうか。

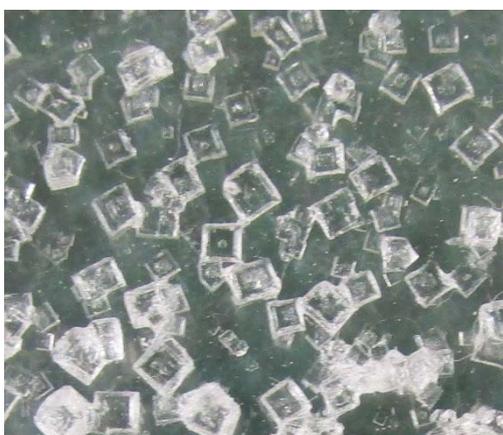
【実験7】

1. じょう発皿に食塩の水よう液やミョウバンの水よう液をそれぞれ入れる。
2. コンロで加熱して食塩やミョウバンをとり出す。
3. ペトリ皿に食塩やミョウバンの水よう液をとる。
4. 水を自然に蒸発させて食塩やミョウバンの形を調べる。

【結果とまとめ】

- 水よう液の水をじょう発させると、水にとけていたものを取り出すことができます。
- とり出した物の形がじょう発の方法によってちがうことを確認します。

し然に水をじょう発させて得られた食塩（左）とミョウバン（右）の形



食塩の「つぶ」の形は正方形が見られ、ミョウバンの形は六角形が見られた。

【ちょっとした問題】

食塩とミョウバンの濃い水よう液がある。見た目はどちらが食塩かミョウバンかわかりません。味を調べないで、区別する方法を考えなさい。

【考えられる答え】

1. 水よう液を冷やして「つぶ」が出てきた方がミョウバンである。
2. し然に水をじょう発させて現れた「つぶ」の形が正方形であるのは食塩，六角形であるのはミョウバンと区別できる。
3. じょう発皿で水をじょう発するとき，白い「つぶ」がはじけるのが食塩であり，目玉やきの白みのようにひろがるのがミョウバンである。

【コメント】

今まで、実験・観察したことから、区別をする方法を考え出すのがねらいです。単に絵を描いて終わりにせず、観察したことを対比して理解することも理科では重要です。

答え1のように、食塩は冷やしても「つぶ」が出にくいですが、ミョウバンは出やすいことに基づいています。「濃い」と書かれているので上手くいくように思えますが、水の温度が10℃近くするときには、上手くいかないかもしれません。せいぜい温度差が10℃であった場合、冷やして50mLの水よう液の中に「つぶ」として見えるミョウバンの量は最大0.7g程度です。従って、ある程度水よう液を温めて水をじょう発させることが必要です。これを答えに加えることは、実際、実験をした子なら発想できます。

【憶えておくこと】

- ・ 物をとけてもなくなる。目では見えないだけです。
証明⇒ **物をとけても重さは変わらない。**
- ・ 物がとける量には限りがある。
関係⇒ **物がとける限りの量は水の量に比例する。**
- ・ **温度を上げると**、水にとける量は、
 - ・ 食塩の場合、ほとんど変わらない。
 - ・ ミョウバンの場合、ふえる。

➤ 応用⇒ 高い温度で限りまでとかされたミョウバン水よう液を冷やすと、ミョウバンの「つぶ」が出てくる。食塩の場合、ほとんど出てこない。
- ・ ろ過のし方の注意すること：
 - ◇ ガラス棒をそわせて水よう液を注ぐ。
 - ◇ ろうとの足が長い方をビーカーの内側につける。
- ・ 水よう液の水をじょう発させる
 - じょう発皿で水をじょう発させると、とけていた物を取り出すことができる。
 - し然に水をじょう発させると形がある「つぶ」を取り出すことができる。

| テーマ | 頁 | 組み込みレベル1 | 組み込みレベル2 | 組み込みレベル3 | 組み込みレベル4 | 組み込みレベル5 |
|------------------|---------|--|---|-------------------------------|--|--|
| シュリーレン現象 | 90~92 | お茶パック, 食塩, ダブルクリップ, 割りばし, 500mLビーカー | 透明な塩ビ管 (長さ1mほど) 蓋のゴム栓, パックに黄色の画用紙 | | | |
| シュリーレン現象2 | 93 | | | | | |
| 「つぶ」がとけるモード | 93 | 100円シヨップ: 立方体木片8個, マグ ネットシート | | レーザーポインターを使用するが, 照射方向を厳重に注意する | | |
| チンダル現象 | 93 | | | | | |
| 質量不変則 | 94~96 | ・電子スケール (3,000円ほど) を使い, デジタル表示化 ・100円シヨップ: ネジ ふたつきガラス瓶 | | | | |
| 飽和水溶液 | 97~104 | 席取りゲーム | | | | |
| 恒温槽 | 101~104 | | 発泡スチロールの蓋付き箱を使う。カップめんの保温は優れない | | | |
| 溶解度曲線 | 104~105 | 棒グラフより折れ線グラフを使うと溶解度の傾向がつかみやすい。班の平均値をとらず, 班ごとの傾向を調べる | | | | |
| とけた物をとり出す | 106~110 | | | | | なぜ, 自然蒸発すると「つぶ」に物の形が現れるのか, 物の濃度勾配ができるという説明 |
| ひ モールに食塩の「つぶ」 | 111 | | とけ残りが出る熱い食塩水よう液を用意して, 糸でぶら下げたモールに1日で「つぶ」がつく | | | |
| ひ ミョウバンの大きな結晶づくり | 111 | | | | 小さなミョウバンの結晶をピンセットではさみ, 熱した細いエナメル線を通す。40℃の飽和ミョウバン水よう液につり下げ, 40℃のお湯が入ったポリスチロール箱の中でゆっくりに冷やし結晶を育てる | |

ひ は理科のひろばを示す。

8. 人のたんじょう

人がたんじょうするのは、他の動物のたんじょうとちがうのだろうか。同じとすると、どこが同じなのだろうか。

今までメダカのたんじょうを学びました。もちろん、水の中にいるメダカと地上にいる人間のたんじょうのし方はちがいますね。ところが、メダカはめすとおすといっしょにいないと子メダカはたんじょうしませんでした。人も女性と男性がいっしょにいないと子どもはたんじょうしません。人のたんじょうのし方をくわしく調べましょう。その中に、メダカのたんじょうと人のたんじょうの共通したところを見つけましょう。

【単元の導入】

- ・ 弟や妹がいる子どもに、弟や妹がうまれたときのことを家族に聞いて発表しよう。
- ・ 子メダカがうまれるために、どのようなことを観察したか思い出そう。
- ・ 動物のたんじょうを見た経験がある場合にはそのようすを発表しよう。

8-1. 人の生命のたんじょう

メダカのたんじょうのときに、めすの卵（らん）におすの精子が結びついたときに、受精卵ができました。受精卵の中で目ができ、体ができ、心ぞうが動くのを見ました。そして、からをやぶって子メダカがたんじょうしました。

人の場合には、女性の体内でつくられた卵（卵子）と男性の体内でつくられた精子が結びつくことを「受精」といいます。人もメダカも受精に関しては同じなのですね。これはほとんどすべての動物に共通することなのです。

では、なぜ、このように、女性やめすだけでなく、おすが必要となったのでしょうか。受精などしなくても子どもをつくれる方がもっと効率良いのではないのでしょうか。

【考えられること】

その理由を考えることは大変難しい問題ですが、一つ言えることは、「クローン」をつくることは、環境の変化に弱く、絶滅することが起こるということです。クローンというのは、親と全く同じものをつくるということです。人間という動物が絶滅しないこと、メダカという魚が絶滅しないこと、そのために、動物を含めた生物が考え出した方法が「受精」です。

【問題をつかもう】

人の場合、受精卵は女性の体内にある子宮の中で子どもに育ってから生まれます。

【問題】

人の子どもは、母親の子宮の中で、どのように育って、うまれてくるのだろうか。

【調査】

- ・インターネット，図鑑や教科書で調べる（p118-119）
- ・養護の先生に聞く
- ・模型を調べる。ポスターにまとめる

<グラフを描く>

- ・ 子宮の中の子どもの身長をはかって，横軸に週，縦軸に身長をプロットする。
（今回，これを使いませんでした。変化量が体重よりも少ない）
- ・ 子宮中の子どもの体重を縦軸，横軸に週をとり，プロットする。
（今回これを使います。特に変化量に注目します）

いずれの方法でも基本的にプロットするのは子どもたちの中にはできない子もいる。そのため，予め，プロットしたグラフを配布し，滑らかな線で結ぶようにしました。ここで定規を使わないことが大切です。というのは，急に体重が増えることはないからです。



※ 数値は，教科書にある受精後の週と体重の値を使いました。

<体重の増加に注目しよう>

4週目で0.01g, 8週目で1gということは、4週間で100倍増えたことになります。16週目で140gということは8週間で140倍になりました。その後24週目で800gです。16週間で5.7倍になりました。この増え方を調べると、受精後8週間で、非常に急な体重増加をします。

<子宮の中の子どもの育つ意外な変化>

- 4週で心臓ができる。メダカと比べて心臓が早くできる。
- 8週で体重1gだが、目や耳ができ、手や足の形がはっきりする。目が顔の横にできる。耳も首のところにできる。体を動かし始める。
- 16週で女性か男性かを区別できる。体の形がはっきりする。
- 24週で目や口を開けるようすが報告されています。

<母親の子宮の中のようす>

- たいばん……母親から運ばれてきた養分と子どもから運ばれてきたいらなくなった物を交換する
- へそのお……子どもはへそのおを通して、母親から養分などをとり入れ、いらなくなった物をかえず
- 羊水……外からの力に子どもを守るためや子宮の中で体を滑らかに動かすために必要です。

【考えよう】

生命の不思議さやすばらしさなど感じたことを発表する。

子どもたちから出てきた質問や疑問など

- 目を開けるか
【調査結果】20週で目を開けたり閉じたりしたという報告があります。24週というのが平均ですが、30週近くということもあるそうです。なぜ、目を開ける必要があるのかについては答えがありません。
- クッションが必要なのでは
【考察】羊水がクッションの役目をしています。羊水はただの水ではありません。99%は水ですが、1%は体の中にある成分からなりたっています。
- 双子のときはどうなるか
【調査結果】一卵性と二卵性があり、たいばんを共有するかどうかで決まります。一卵性の場合、同じ性の双子となりますが、二卵性の場合、男女の区別はありません。
- へそのおは最後にどうなるのか

【調査結果】 うまれてから赤ちゃんについているへそのおは自然に取れます。それを箱に入れてもっているのが昔は習慣でした。

- 耳は聞こえるのか

【調査結果】 受精後 20–25 週で感覚器官ができます。耳が聞こえるのもその頃です。

- どうして形ができるのか

この質問はかなり難しい。胎児の形態形成について述べなければならない。

- 酸素はどのようにとるのか

【前述】 へそのおを通して酸素は運ばれる。

- 呼吸はできるのか

【前述】 まだ肺で呼吸はできません。へそのおを通して酸素を取り入れます。

- ゲノムはすぐにできているのか

遺伝子として受精の段階ですでに受け継がれます。どの段階でどの遺伝子が関与しているかは難しい問題です。特に形と遺伝子の関係はまだまだ分からないことがたくさんあります。

- 手足はいつできるのか

【前述】 8 週で形がはっきりします。

- 口はあけているのか

【前述】 24 週で口を開けた報告があります。

- 人はなぜお腹の中からうまれるのか

人以外に、お腹からうまれてくる動物は胎生（たいせい）といい、3000 種類以上あります。受精が体内で行われる受精卵が外の危険に合わない利点があります。

- どのようにして頭からうまれるのか

結果として、頭から生まれるのはスムーズになり、ひっかかりが少なくなります

- 暗いか、ひまか

母親の胎内は暗いでしょう。大きくなるためにひまではありませんね。

【憶えておくこと】

キーワードをつないで文章にする。 Kw : 卵子, 精子, 受精, 受精卵, 子宮

調べる方法: インターネット, 養護の先生や母親, 図鑑や教科書, 人体もけい

成長: 受精後, 4 週 (心ぞう, 0.01g), 8 週 (目や耳, 手足の形, 1g), 16 週 (女性男性の区別, 140g) 24 週 (活発に動く, 800g), 36 週 (回転できない, 2700g, 38 週でうまれる)

母親の子宮の中のような: へそのお (養分やいらなくなった物をたいばんへ行き来) たいばん (養分といらなくなった物を交かん) 羊水 (外の力をやわらげる)

| テーマ | 頁 | 組み込みレベル1 | 組み込みレベル2 | 組み込みレベル3 | 組み込みレベル4 | 組み込みレベル5 |
|---------------|---------|--|--------------------------|----------------------------|-----------------------------------|----------|
| 人、動物、植物の受精の比較 | 114～115 | | | | めすとおす、めしべとおしべ、なぜ性が必要となったか | |
| 植物の受精、花粉管の成長 | 115 | | | 花粉管の成長により胚珠のところで受精するピデオをみる | | |
| 子どもの育ち方 | 118～119 | | すでにプロットしたグラフ用紙に滑らかな曲線で結ぶ | | 横軸：週、縦軸：体重、グラフ用紙にプロットして滑らかな曲線でむすぶ | |
| 体重の実感 | 119 | 6年生のててここで使うよりも約10kgをもつこととで赤ちやんの重さを実感する | | | | |
| 母親の子宮の中のように | 120 | たいばん、へそのお、羊水の場所とはたらしき | | | | |

9. 電流がうみ出す力

この単元では電磁石を学ぶ。

1. 電磁石の性質 電磁石と磁石のちがいは何か。なぜ、コイルに電流を流すと電磁石になるのか。
2. 電磁石の強さ 電磁石を強くするにはどうすればよいのだろうか。電磁石の構成から考えて、導線の重なり、電流の強さ（電気の量の多さ）にどのように関係しているのだろうか。

思い出そう：

- 3年 「じしゃくにつけよう」 磁石にはN極とS極があり、N極と違った磁石のS極は引き合うが、同じ極どうしは退け合う。
- 4年 「電気のはたらき」 かん電池の＋極と－極の向きを変えるとモーターの回る向きも変わる。2つの電池のつなぎ方には直列と並列がある。

9-1. 電磁石の性質

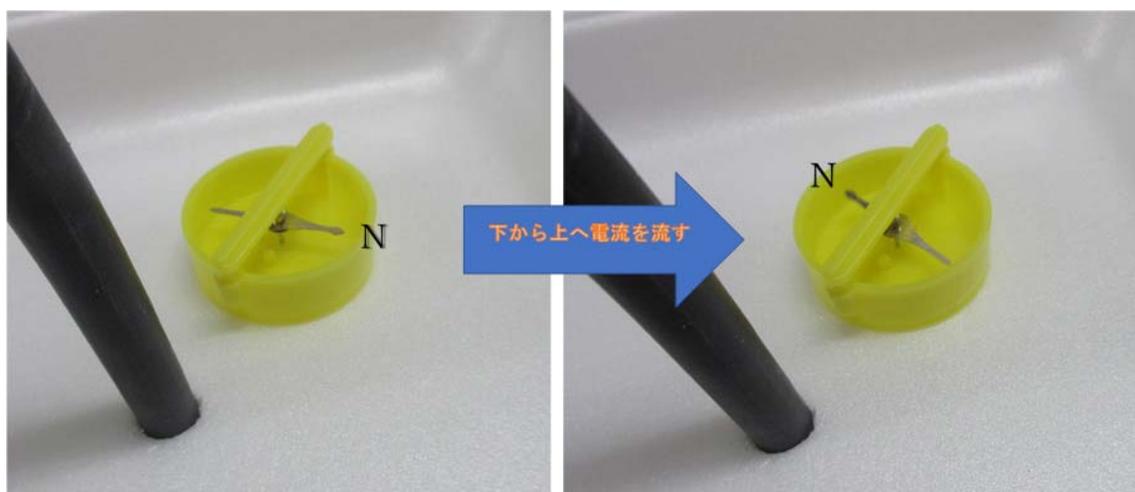
【問題】 コイルに鉄しんを入れ、電流を流すと、電磁石ができる。

【疑問・質問】 なぜコイルに電流を流すと磁石ができるのですか。

【回答】 この質問に答えるには次の実験をする。

まず、エルステッドが200年前に発見した実験を再現してみる。すなわち、導線に電流を流すと方位磁針が動くという発見です。この実験を計画してみる。同様な実験はNHK for Schoolにも実験があります。

【実験】 太い導線を厚紙に通して、下から上へ、電源装置を使って3秒間ほど断続的に電流を流す。この時、電源装置の電池2個のボタン：3V使用し、豆球を使う場合には3V用を用いるが、乾電池2個直列にする。厚紙またはポリスチレントレイの上に方位磁針を乗せ、電流を流したとき、方位磁針が回転するよう、方位磁針を設置する。電流



を流さないときには、方位磁針は北を向くが、流したとき導線の回りに右ネジ向きに磁界ができる。すなわち、右手の親指を上に向け4本の指を握ると、それらの指先の方向へ磁界ができるので、導線の右側が北とすると、導線の向こう側に方位磁針を置くように設置する。

電流を下から上へ流す。方位磁針のN極は北である右から、発生した磁界によって、左へ回転する。あたかも、磁石のN極を手前右から方位磁針に近づけたような動きをすることが分かる。発生した電磁力は導線の中心から離れると急に弱くなるように見える。

【コメント】 右ネジの法則

さて、ここに出てきた「右ネジの法則」は中学で出てくるので、小学校で教えることになっていません。では、なぜ「右ネジの法則」を使いましたのでしょうか。この理由は、子どもから「導線をまいたコイルに電流を流すと、なぜ、磁石になるのですか？」という質問があったからです。

確かに、直径3cmほどのコイルに電流を流すだけで、鉄心なしで、クリップがコイルに吸い付きます。さて、「鉄心のあるコイルに電流を流すと磁石ができる」ことを、訳も知らずに憶えておくことになっています。それでよいのでしょうか。子どもの質問に真面に答えることは、小学校理科教育において間違っているのでしょうか。実際に、「右ネジの法則」を知っておく方が、数多くの電磁気の場面で使えることです。それを憶えておく方が、電磁石の丸呑みより応用範囲が広いでしょう。基礎という観点から実験を通じて子どもたちの質問に答える工夫をしました。

【問題をつかもう】

導線に電流を流すと導線の周り磁石ができる。

そこで、こんなことを皆でやってみた。席を立ちます。右手の親指を立て、4本の指を握って腕を伸ばす。そうしながら、親指を水平に向けます。その場を中心に親指の方向へ体を回します。元の位置に一周します。同じ動作をもう一度しますが、4本の指がいつも上の方に向いていることを確認してください。

親指に方向に電流が流れます。回りますといつも上向きに磁場ができます。つまり導線を輪にすると輪に垂直に磁石ができるのです。つまり、コイルの中を通過して磁石ができるのです。

それでは、なぜ、鉄心を入れるのでしょうか。

物は大変小さな磁石を持っている物があります。特に鉄は小さな磁石を持っています。その小さな磁石は色々な方向に向いていますので、全体としては磁石になっていません。ところが、磁界に入れますと、小さな磁石が皆磁界の方向へ向きます。磁界は見えません

が鉄心は見えます。それがコイルに電流が流れると鉄心が磁石として見る事ができるのです。

それでは、磁石と電磁石の違いはどこにあるのでしょうか。

あります。電流を通じなくても磁石のはたらきをするのが、3年生で使っていた「磁石」です。電磁石は電流を流さないと磁石になりません。磁石はN極とS極があります。電磁石にもN極とS極がありそうです。

【問題】 教科書記載

電磁石には、どんな性質があるのだろうか。

【実験計画】 電磁石をつくるには何が必要か、を考える。

材料： 鉄心の入ったコイル，導線，かん電池，電池ケース，スイッチ，

測定するためには，検流計，方位磁針×2，鉄のクリップ×10ほど

回路： (電池の+極) →スイッチ→コイル→検流計→(元の電池の-極)：一周回路

置き方： 方位磁針はコイルの両端に一つずつおく

【実験1】 教科書記載

1. 電磁石と乾電池，スイッチを使って回路をつくり，電流を流して，電磁石を鉄に近づける。
2. 検流計の入った回路に電流を流す。

【結果】 教科書記載

- 回路に電流を流したときだけ，電磁石のはしに鉄がついた。
- 回路に電流を流すと，電磁石の両端においた方位磁針のはりは一定の向きで止まりました。
- 乾電池の向きを変えると方位磁針のはりのさす向きが反対になりました。

【まとめ】 実験結果と同じ

9-2. 電磁石の強さ

【問題】 電磁石を強くするには，どうすればよいのだろうか。

【考える】 手がかり：材料の中で導線をまいたコイルと電池の数を変えることができる。では，コイルを変えらるとなると，導線のまき数；電池を変えらるということは，電池の数を変えることが考えられる。

【予想】

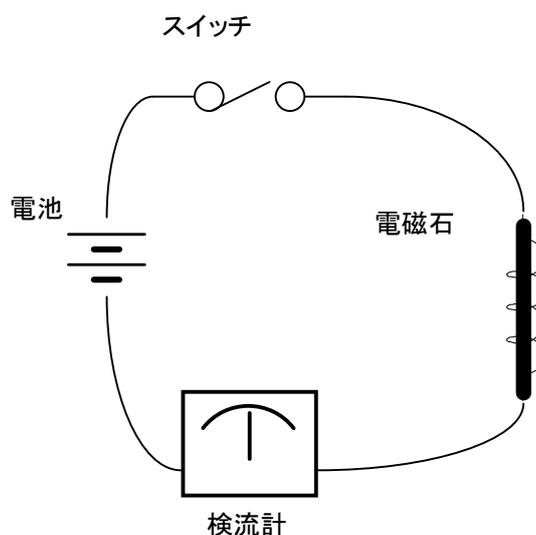
- 導線のまき数をふやすということは、導線の**重なり**をふやすということなので、おそらく、出来た電磁石はまき数の少ない物より強い物になるであろう。
- 電池の数を増やすということは**電気の量**がふえるので、電流が強くなるであろう。電流が強くなると電磁石はつよくなるであろう。
- 他にも、導線の太さを大きくする； 鉄心の太さを大きくする、ことが考えられる。

上の二つの項目について、調べることにする。従って、導線の太さや鉄心の太さは同じにしておきます。

【実験計画】

- 電磁石の回路に**検流計**を入れる
- 電磁石の強さを調べるために **10 個以上のクリップやくぎ**を用意する
- 導線の**まき数**を調べるためにまき数のちがう 2 つのコイルを準備する
- 電気の量を調べるために**乾電池 2 個の直列回路**を準備する

【回路を組む】



【回路のチェック】

- 電池のプラスから出た電流が、スイッチ、電磁石、検流計を経て電池のマイナスに至る。これを指先で指しながら確認するようにする。
- 検流計に流れる電流は最大 5 A になるので、切り替えスイッチを 5 A または電磁石に合わず。検流計の代わりに（直流）電流計を使う場合、プラス側は赤色の端子に接続して使うことができる。ただ、注意することは絶えず電流の向きを確認後に電流を流すことである。

【実験 2】

1. 電流の強さを変えた時の電磁石の強さを調べて、記録する。
2. 導線のまき数を変えた時の電磁石強さを調べて、記録する。

【結果の例】

電流の強さを変える

| かん電池の数 | 電流の強さ | つりあげたクリップ数 |
|--------|-------|------------|
| 1 個 | 1.2 A | 11 |
| 直列 2 個 | 2.0 A | 19 |

導線のまき数を変える

| 導線のまき数 | 電流の強さ | つりあげたクリップ数 |
|--------|-------|------------|
| 100 回 | 1.2 A | 11 |
| 200 回 | 1.2 A | 20 |

おおよその数値を比べると次のようなことが言える。

- かん電池の数を 2 倍にすると、電流の強さはほぼ 2 倍になり、つりあげたクリップ数もほぼ 2 倍になる。
- 導線のまき数を 2 倍にすると、電流の値は変わらないが、つりあげたクリップ数はほぼ 2 倍になる。

【考察と疑問そして考え方】

- 「電流の強さが大きくなれば電磁石の強さも大きくなる」この関係は比例関係のような気がする。これは理解しやすい。ここでは、電流の強さは「電気の量」の大きさと同じになる。
- しかし、「導線のまき数を多くしても電流の強さは変わらない」のに、電磁石の強さは大きくなる。どうしてか。

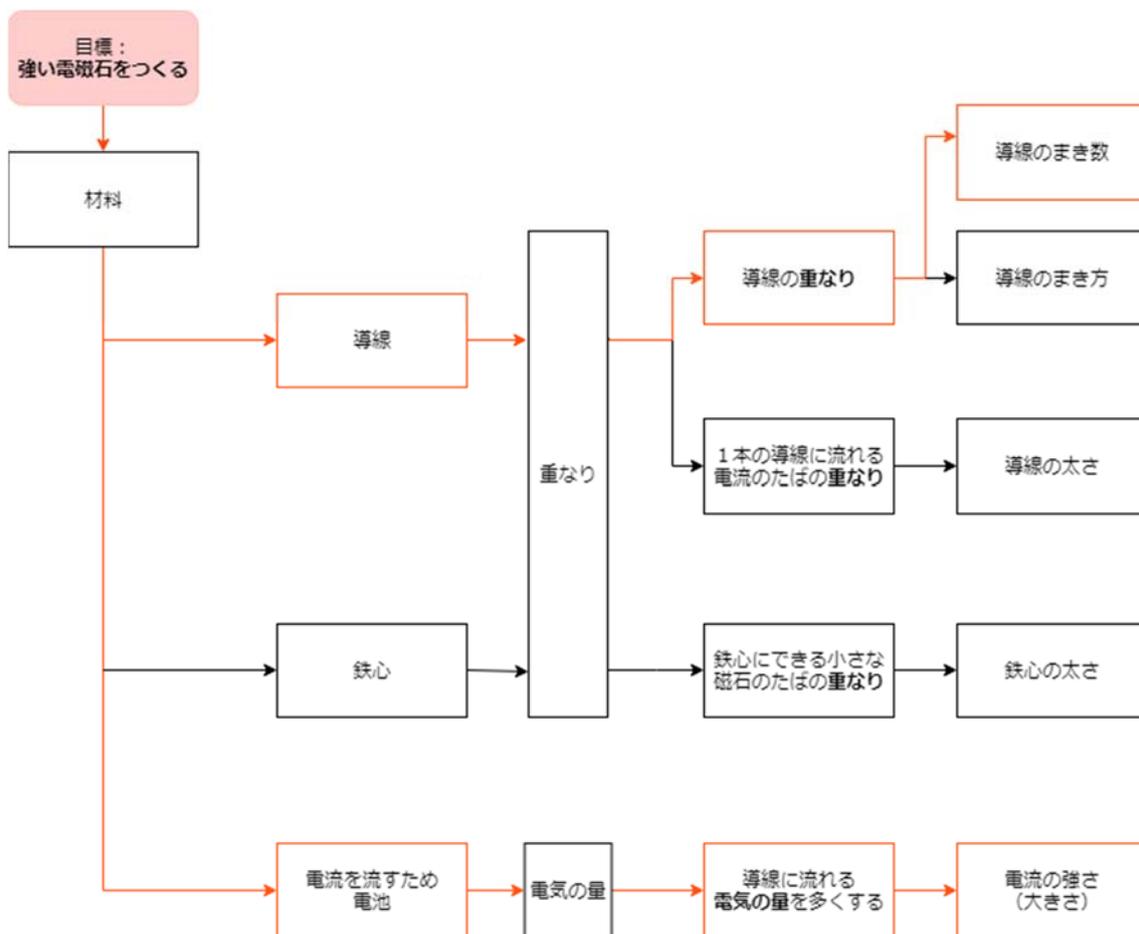
後者に対して、導線は同じ長さですから、同じだけ電流の強さになるのですから。導線のまき数はまき数 1 の時の磁石の強さを基準にすると、100 回まきのコイルは 100 倍、200 回まきコイルでは 200 倍に磁石は強くなります。つまり、導線の「重なり」が重要なのです。

【まとめ】

強い電磁石をつくるためには、

- 導線のまき数を多くする。
- 電流の強さを大きくする。

導線の太さや鉄心の太さまで考えると、目標とする強い電磁石をつくるためには、下記のフローチャートが書ける。なお、赤色のところは教科書に出てきたところです。



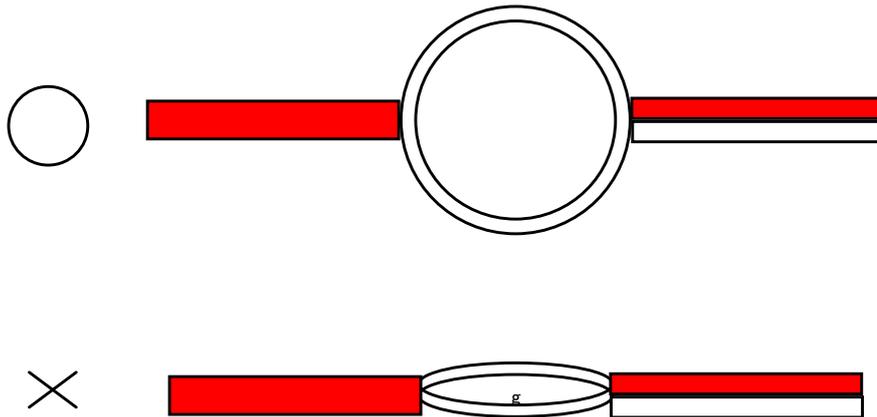
【説明しよう】 導線をつぎ足してコイルをつくと用いた導線の長さが違うことになるので、まき数と導線の長さの2つを変えたので、比較しようがない。つぎ足した長さの導線と同じ長さの導線を100回まきにもつぎ足せば同一条件となる。

【気付いたこと】 子どもたちはついだところが上手くつけていないので良くないとか、たとえつなげても、ついだところがふくらむので、導線にならない、という意見があった。これは、接触抵抗という意味では厳密には正しいが、ここでは導線の長さが違う方が抵抗が違ってくる。この方が電流差が出てくる。

9-3. 電磁石を利用した物

おもちゃづくりの中で、「鉄心のないモーター」が最も興味深い。キットの中にも部品が入っているので利用した。

【製作のコツ】



- 直線部分の右側上半分だけエナメルを紙やすりではがす際、円形のコイルを立てて、はがす。下図のように、円形のコイルを机に置いて上からはがしではなりません。
- 直線部分を曲げないようにします。
- 回転せずに、小さく震えるようになる時には、少しだけ指でついて回すと回転始めます。

経験的に、成功する子どもたちの数は、クラスの1/3~3/4でした。中には、1回でも回ったことがあるのが96%以上になったこともありました。また、回った子がまだの子の支援するのがよいでしょう。

【フローチャートによる理解】

論理的な理解を図で分かるためには、フローチャートが役立つと考え、新しく試みました。

1. プログラム学習のように、条件文を Yes, No で表記するやり方は理解し難いようでした。そのため、条件は設定するが目標へのフローを顕示するやり方をとりました。
2. また、内容のまとめを教科書に合わせ、電磁石を強くする2つの手法に分けました。考え方を「重なり」と「電気の量」に基礎概念に集約しました。この概念は、導線の太さや鉄心の太さにも応用できる特徴があります。

以下、「憶えておくこと」をフローチャートにして、流れの先を隠して逐次示しました。

| テーマ | 頁 | 組み込みレベル1 | 組み込みレベル2 | 組み込みレベル3 | 組み込みレベル4 | 組み込みレベル5 |
|------------|---------|---|--|--|--------------------------|--|
| 導入実験 | 126~127 | 右手親指を立て残り4本を握って磁気の方向とする。親指が流れるように自分が回転してもいつも磁石は上に向く。電磁石ができる | 導線を4cmφに20回ほど巻いたコイルに電源装置で3Vにして電流を流すと磁石ができる | | エルステッドの実験再現, 右ネジの法則演示 | |
| 電磁石の性質 | 128 | 電磁石と磁石の向きを示す | | | 魚つり機を利用する | |
| 電気回路のチェック | 129 | 回路を組んだのに電磁石にならないとき, 接点不良のことが多い。回路ができていないか指差してチェックする | 方位磁針を鉄心に近づけ過ぎると電流を流さないときも鉄心に向く。少し離すこと | | | |
| クリップの数 | 130 | クリップの数は鉄心につき方によって変わる | | | | |
| 電磁石のN極, S極 | 130 | | | 電磁石のN極, S極は導線の向き方によって決まる。右ネジの法則を適用してN極を示す | | |
| なぜ鉄心を用いるか | 128-130 | | | | | 鉄は強磁性体です。小さな磁石が鉄にはばらばらにありますが, アルミニウムや銅にはありません。この小さな磁石があるかないかによって違いが出ます |
| 電磁石を強くする | 132-134 | | | 「導線の重なり」と「電気の量」を考えると, まき数と電流の強さ(電池の数)を大きくすることに至る | フローチャートを使ってまとめる | |
| 電磁石を利用した物 | 136-137 | 鉄拾い機とゆらゆら子ウウの製作は比較的簡単 | モーターの製作には上半分のエナメルをはがす作業が難しい子もいる | | | |
| フローチャートの利用 | 134 | | | | 単元のまとめとしてフローチャートを使って説明する | |

10. ふりこのきまり

【導入】

「ふりこ」に関係ありそうな物にはどんなものがあるのかな。

メトロノーム、ブランコ、振り子（ふりこ）時計、遊園地のバイキング
ボーリングの球投げや釣鐘のつき棒は1回のみで止めますのでふりこにしません。

それらの特徴は何だろうか。

時間がたつと元のところにもどってくる。

両端で止まるようになる。

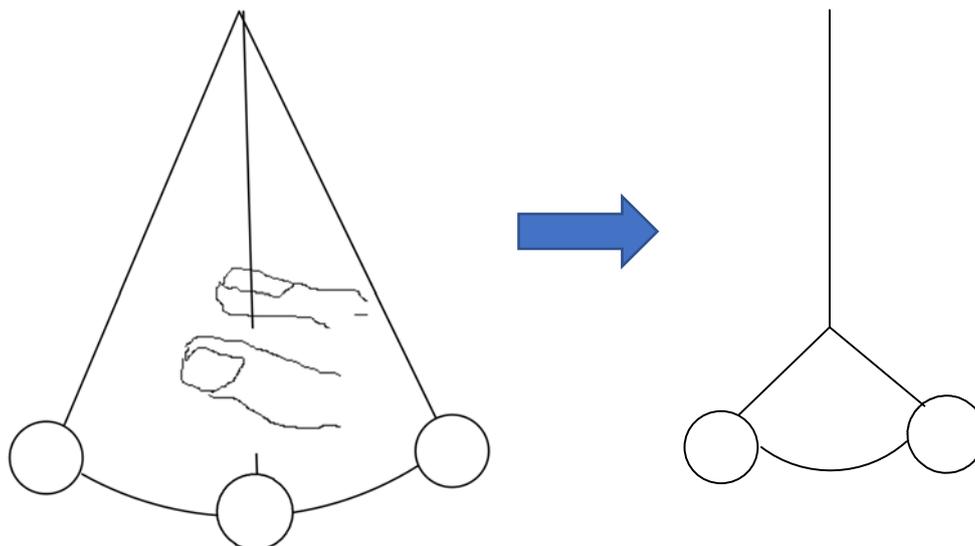
何度も同じ運動をくりかえす。

「ふしぎだね」 どうして、こんなことがくりかえして起こるのだろうか。

高さを見ると、端ではふりこのおもりが一番高く、止まったようになります。ところが、ふれの半分のところが一番低く、一番速く動きます。「と、とん、とととと、とん、と。みんなでこの調子をまねしてみましよう。」音楽の指揮のような感じがしましたか。バネのような動きにも似ていますね。

止まっているところから先へ進むとおさえるような力がかかり、離れると元にもどそうとする力がはたらくようにみえます。これのくりかえしで動くのですね。ふりこの運動は「行って帰ってくる」動きです。この往復時間が同じなのです。

この往復時間について、次の実験を見てください。



【演示】 ゆれているふりこの中間より下のところをつまむ。ふりこの往復時間が速くなるように見える。離すと元の往復時間にもどる。

「この実験で何が分かったでしょうか。」

そうです。ふりこの長さが短くなると1往復の時間が短くなることがわかりましたね。反対に、振り子の長さを長くすると、1往復の時間は長くなることがわかりました。

ふりこをつくっている物には、他にも「おもり」や「ふれはば」があります。おもりを重い物にかえてやってみましょう。1往復時間は変わりましたか。ちょっとおそくなった？ いやいや速くなった。よくわからない。ではふれはばをかえてみましょう。少し速くなったように見えた？ これもはっきりしない。

やはり、もっと正確に時間をはかってみたくになりますね。

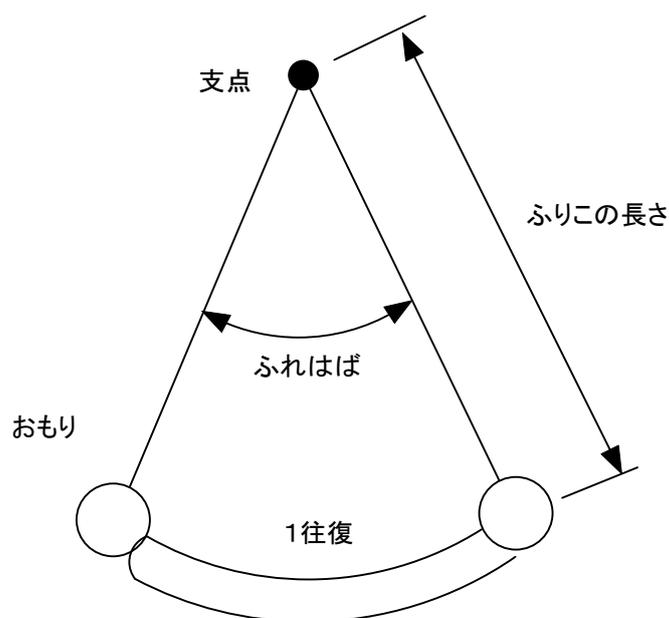
10-1. ふりこの1往復する時間

メトロノームの音を聞いて、リズムをつかむことができましたね。今よりも速くしてみましょう。このおもりを下げ、支点近くにしてみます。1往復する時間はおもりが支点からの長さが長いほど長くなります。長さを短くすると時間も短くなりますね。

【問題】 教科書記載

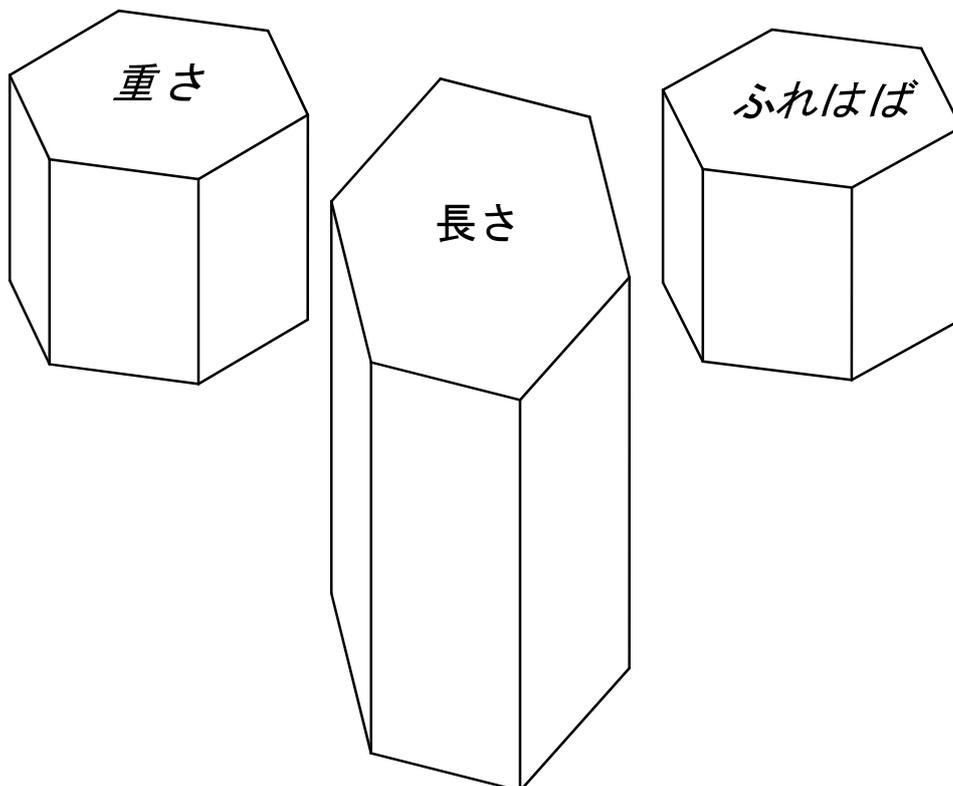
ふりこの1往復する時間は、何によって変わるのだろうか。

【理科の言葉】



【調べる長さ・重さ・大きさを考える】

ふりこの1往復する長さは、それぞれの部品に関係していると考えられます。そこで、ふりこの長さ、おもりの重さ、ふれはばの角度を調べると、どのように関係しているか、関係ないかが分かりますね。



上の図に示したのは長さを変え、重さやふれはばを変えない条件で調べることを表しています。「3つの条件を調べるには、1つだけ条件を変え、他の2つの条件は変えない」ということを今まで学んできましたね。ふりこの場合も同じことをします。これを表にしますと、

| 調べる条件 | ふりこの長さ | おもりの重さ | ふれはばの角度 |
|---------|--------|--------|---------|
| ふりこの長さ | 変える | 変えない | 変えない |
| おもりの重さ | 変えない | 変える | 変えない |
| ふれはばの角度 | 変えない | 変えない | 変える |

調べる条件と変えない条件を表でみておくと、実験の時に便利です。

【予想しよう】

演示実験で見たように、どうも長さには関係していそうです。あまりよく分からなかった重さやふれはばについては微妙です。差があってもその差は小さいと予想します。

【実験計画】

ふりこのおもり，糸，角度板，支える物，ストップウォッチ，物差し，平均値を計算するための電卓

装置を組み立てるには，スタンドを使い，支点をぶらさげるぼうの下にする。角度板はぼうの下につける。

【実験1】

ふりこの長さを変えて，ふりこの1往復する時間を調べましょう。

- 1往復する時間を正確に求めるため，10往復する時間を調べます。
- 長さを調べるため，25 cm，50 cm，75 cmにして，それぞれ3回ずつ調べます。
- ただし，おもりの重さ=10g，ふれはば=20度を変えません。

次の表に，実験で調べた時間を書き入れた後，平均を計算する。

| 調べる長さ | 1回目 | 2回目 | 3回目 | 3回の平均 | 1往復の平均 |
|-------|-----|-----|-----|-------|--------|
| 25 cm | | | | | |
| 50 cm | | | | | |
| 75 cm | | | | | |

【コメント】 大変な誤り！！

問題点： なぜ，上の表では，3回の実験に対して10回平均の時間を表に書き入れないのだろうか。

理由： 指導書には実験ごとに平均を計算して表に書き入れるようにされています。教科書にも，1往復する時間を3回調べる，と書かれています。計測するのは10往復の時間です。実験結果をそのまま書かずに，教科書等では，10回平均を記載するとしています。このようなやり方は，**実験ノートの記載と計算処理後の記載を混同しています**。

実験した結果をそのまま記載することは，実験の再現性のためには大切なことです。単純な操作であっても計算は計算です。計算は実験結果ではありません。実験結果と結果処理を一緒にするのは理科ではありません。

【実験2】 教科書記載

おもりの重さを変えて、ふりこの1往復する時間を調べましょう。

- 1往復する時間を正確に求めるため、10往復する時間を調べます。
- 重さを調べるため、おもりの重さを10g、20g、30gにして、それぞれ3回ずつ調べます。
- ただし、ふりこの長さ=25cm、ふれはば=20度を変えません。

【素朴な疑問】

長さを変えた時、25cm、50cm、75cmを使いました。重さを調べる時には、長さを25cmにしますが、なぜ、50cmや75cmのときも調べないのですか。

【素朴な答え】

勿論、調べることができます。50cmや75cmでも調べる意味を考えてください。長さとおもりの重さの関係あるのでしょうか。考えましょう。糸自体の重さは軽いのでほとんど関係ないとしめすと、おもりの重さとふりこの長さとは関係なさそうです。そこで、どれか代表して調べればよさそうと考えられますね。では、なぜ、25cmを代表にしたのでしょうか。それは、前の測定で分かったことですが、10往復の時間が10秒になりました。1往復の時間が1秒というのは大変分かりやすいですね。

おもりの重さ：10g、20g、30gを調べます。ふりこの長さ=25cm、ふれはば=20度次に表を示します。

| 調べる重さ | 1回目 | 2回目 | 3回目 | 3回の平均 | 1往復の平均 |
|-------|-----|-----|-----|-------|--------|
| 10g | | | | | |
| 20g | | | | | |
| 30g | | | | | |

【実験3】 教科書記載

ふれはばを変えて、ふりこの1往復する時間を調べましょう。

- 1往復する時間を正確に求めるため、10往復する時間を調べます。
- ふれはばを調べるため、ふれはばを20度、40度、60度にして、それぞれ3回ずつ調べます。
- ただし、ふりこの長さ=25cm、おもりの重さ=10gを変えません。

【またまた素朴な疑問】

ふりこの長さとおもりの重さを同じにしてもふれはばを大きくするとおもりは長い長さを動くので時間がかかりそうに思えます。いやいや、それだけ速く動くので変わらないのではないでしょう。もっと正確に調べれば分かるかもしれないだろう。

ふれはばを 20 度, 40 度, 60 度に変えて調べます。

ふりこの長さ=25 cm, おもりの重さ=10g は変わりません。

| 調べるふれはば | 1 回目 | 2 回目 | 3 回目 | 3 回の平均 | 1 往復の平均 |
|---------|------|------|------|--------|---------|
| 20° | | | | | |
| 40° | | | | | |
| 60° | | | | | |

【平均について】

1 往復する時間が 1.0, 1.0, 1.1 の 3 回の平均は $(1.0+1.0+1.1) \div 3=1.0$ (1.03 となりますが, 小数点以下第 2 位を四捨五入して 1.0) となります。

【実験結果とまとめ】

全班の平均を調べてみると, 1 往復する時間は, 次のようになりました。

| 調べた長さ | 1往復の平均時間 (秒) | 同じにする条件： おもりの 重さ とふれはば |
|---------|--------------|--|
| 25cm | 1.0 | 10gと20° |
| 50cm | 1.4 | 10gと20° |
| 75cm | 1.7 | 10gと20° |
| | | |
| 調べた重さ | 1往復の平均時間 (秒) | 同じにする条件： ふりこの 長さ とふれはば |
| 10g | 1.0 | 25cmと20° |
| 20g | 1.0 | 25cmと20° |
| 30g | 1.0 | 25cmと20° |
| | | |
| 調べたふれはば | 1往復の平均時間 (秒) | 同じにする条件： ふりこの 長さ とおもりの 重さ |
| 20° | 1.0 | 25cmと10g |
| 40° | 1.0 | 25cmと10g |
| 60° | 1.0 | 25cmと10g |

【考えられること】

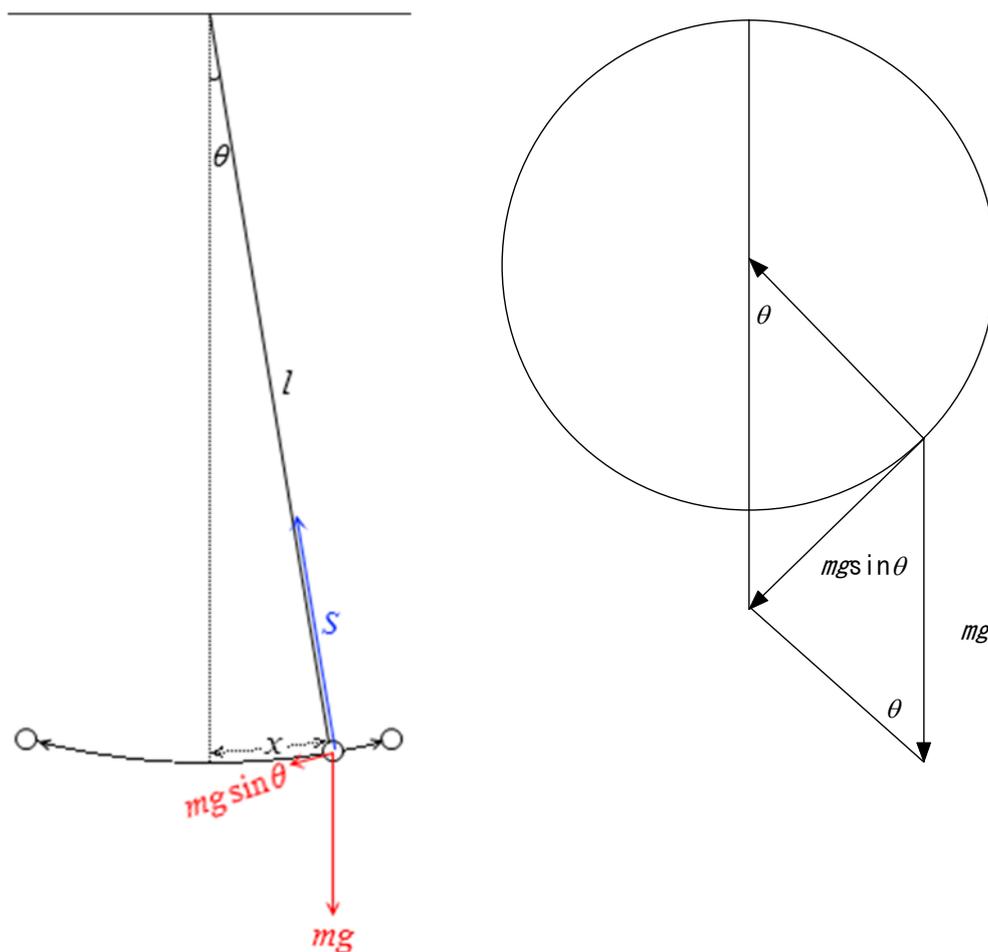
次のことがいえそうです。すなわち、仮説を想像します。(一般的に言えること)

「ふりこの長さが長くなると、1往復する時間も長くなり、短くなると時間も短くなります。これはおもりの重さやふれはばには関係しません」

【ちょっと難しいこと】

ふりこは物理の力学に関する課題の一つです。力学には運動方程式を使って運動を解析することができます。しかし、この方程式を解くことは数学の微分方程式を解くことになり決して単純ではありません。それでも、運動方程式を立てることは可能です。そして、運動方程式を立てるための原理をとり出すことも難しいことではありません。

単純なふりこの場合を考えましょう。本当に単純ですよ。下図の中に力の向きが矢印で示されています。



ここでの力のバランスは重力で下向きにはたらく力があります。それを支えるため上の左に寄った所へ向く力がはたらきます。おもりは左の方へ力を受けて運動します。その力を F とします。

力がかかると物は力を受けて運動します。動きは速度の変化で表せます。

$$ma = F$$

ここで、 m は質量、 a は加速度です。物を動かす時に、力をかけますが、重い物は動かすのは力が要ります。また、物が動くときに動きの変化が力のかけ方によって違いますね。この力が質量と加速度に掛け算となるというのがニュートンの運動方程式です。

ふりこの場合、次のような方程式を解けばよいことになります。

$$ma = F = -mg \sin \theta$$

これを解くことはありません。それは別の問題ですから。その解を下に示します。

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

これはこれで解としては意味がありますが、実験には使えません。そこで、実際に l を m 単位で表しますと、

$$\frac{\pi}{\sqrt{9.8}} = 1.00$$

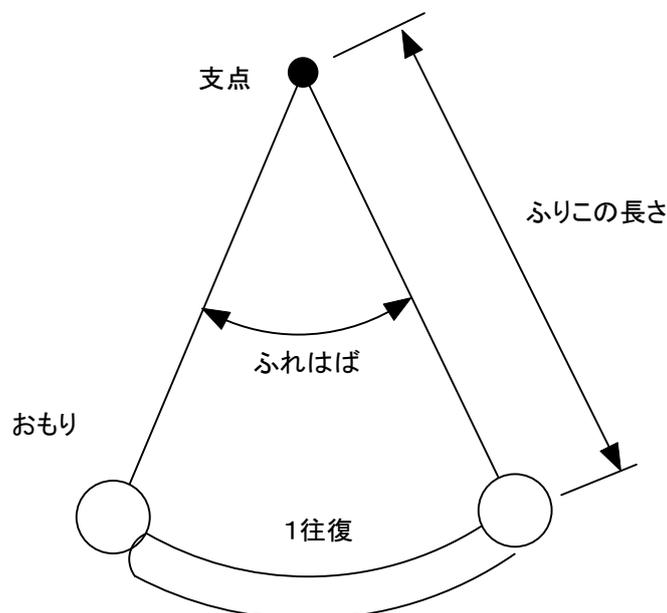
ですから、

$$T = 2\sqrt{l}$$

になり、簡単に計算することができます。 $l=0.25m$ のとき、 $T=1$ となります。これは子どもたちの実験でも 1.0 秒という値が得られましたことと一致します。この知識を使えば、長さ 1 m であれば 1 往復する時間は 2 秒になると言えます。子どもたちの中にはこの実験をして歓声をあげた子がいました。

【覚えておくこと】

- ふりこの言葉



- ふりこの1往復する時間は、ふりこの長さが長くなると長くなり、短くなると短くなる。
- ふりこの1往復する時間は、おもりの重さやふれはばには関係しない。
- ふりこの長さはおもりの重心です。
- 3回の平均は3回の合計を3でわる。小数第2位を四捨五入する。
- 1.0を1と書かない。
 - 1.0は小数第2位をした数を示すから。
- 正確に求めるため、10往復の時間を調べる。
 - 1往復より正確になるから。

説明 1往復する時間が1.0秒であるが、1往復で調べた時1.1秒と、0.1秒多くなった。しかし、10往復なら10.1秒で0.1秒多くなった。1往復する時間は10.1となり、小数第2位を四捨五入すると、1.0秒となります。どちらも0.1秒多くなるけれども、10往復なら1往復する時間を、1往復で1往復する時間より正確に求めることができます。

| テーマ | 頁 | 組み込みレベル1 | 組み込みレベル2 | 組み込みレベル3 | 組み込みレベル4 | 組み込みレベル5 |
|-------------------|---------|---------------------------------------|---|----------|----------|--|
| 導入実験 | 140~141 | おもりを糸でつるしたふりこを揺らして下の方をつまんで揺らしたり離したりする | | | | |
| ふりこの1往復する時間調べる3条件 | 142~144 | 装置をつくる。班の分担を決め、分担の練習をする | 3つの条件を考え出して一覧表を示す。3つの条件同士はお互いに関係しないことを説明する。 | | | |
| ふりこの長さ | 145 | 支点からおもりの重心までの長さをはかる | 重心の説明 | | | |
| おもりの重さ | 146 | 重心の説明と重りのかげ方 | | | | |
| ふれはば | 147 | ふれはばは左右の間の角度である注意 | | | | |
| データ整理 | 148-149 | 平均の記載と有効数字の意味 | | | | ふりこの運動方程式の理解。なぜ、長さが25cmの倍数になっているかを理解する |

エピローグ

基礎を作り上げることは大変難しいことですが、さらに発展させていくことはもっと難しいことです。深く知って、浅く広く教えるということができれば時間内に理科を教えることは達成できます。しかし、それでは同じパターンになって、子どもたちに好奇心や興味を持たせるには十分ではありません。そこで、単元の一つほど、教科書と関係した実験やショーをすると子どもたちのくいつきがちがいます。

単元に関連したテーマはサイエンスショーやクラブで行うことがあります。その例を少々あげますと、下表に示すようなものがあります。

| 番号 | テーマ | 関連単元 | 目的, 原理 | 学年 |
|----|----------------|-----------------------|---------------|-------|
| 1 | コインの選別機 | じしゃくにつく物 | 磁石の性質 | 3年 |
| 2 | 音で模様 | 新しく導入される単元 | 音と波 | 3年 |
| 3 | ボンボン船 | 空気のあたたまり方 | 空気の膨張 | 4年 |
| 4 | 空気砲 | とじこめた空気 | 空気のかたまり | 4年 |
| 5 | 浮沈子 | とじこめた空気 | 体積と浮力 | 4年 |
| 6 | クリップモーター | 電磁石を利用した物 | 電磁気 | 5年 |
| 7 | 単極モーター, リニモ | 電磁石を利用した物 | 電磁気, フレミングの左手 | 5年 |
| 8 | 魚釣り | 電磁石の性質 | 電気と磁気 | 5年 |
| 9 | 顕微鏡(花粉の観察) | 花粉のはたらき | 花粉の形 | 5年 |
| 10 | 顕微鏡(ミジンコの観察) | 魚の食べ物(6年へ移動) | 動物プランクトン | 5年 |
| 11 | 二重ふりこ | ふりこのきまり | ふりこ | 5年 |
| 12 | 顕微鏡(結晶の形, 火山灰) | 水にとけた物をとり出す 大地のつくり | 偏光フィルムを使った顕微鏡 | 5, 6年 |
| 13 | フェノールフタレイン | 水溶液のなかま分け | 酸・アルカリ | 6年 |

これらのテーマの中には、新たに購入する物もありますが、百均で間に合うものがほとんどです。「理科のひろば」には単元にあった物づくりがありますが、理科や科学クラブには、授業にはとらわれない、おもしろいものがあげられています。それらの中に少し工夫をすれば授業に使えるものがあります。

日頃、ちょっと気をつけて物を見ていますと、いろいろテーマが出てくるものでしょう。自分だけのテーマ集をつくるのも楽しみなことになりますね。

理科の単元に関係する自然現象が起こることがあります。

日食, 月食, 台風, 風水害, 公害, 異常発生, 大雪, 冷害, 地震, 津波, 希少生物などこれらをタイムリーに写真を含む動画で示すことは、子どもたちにとって印象深い物になります。単元や学年が違っても、少しの時間で提示するができ、意義があります。

平成30年7月8日午前0時過ぎに長良川橋にある陸閘(りっこう)が14年ぶりに閉鎖された。忠節橋では午前2時ごろ洪水が起こる水位があと30cmとなった。避難警報が同時に出された。この貴重な経験は理科や社会科に関わりがあり、教材として利用できる。

授業で子どもたちは板書をノートに写すことに一生懸命になります。また、学習ノートの印刷物（A4紙に裏表印刷した物）に書き込みをする。ノートを使わない。このような状況では、理科を記憶の問題とされてしまいます。今年度は教科書より自分のノートを重要視しました。「分からないところがあれば、ノートを見なさい」と言ってきました。また、学習ノートをコピーしてノートに貼るようにしました。

- まとめは教科書を板書せずに **Keywords** をあげて、自分でまとめを書くことにしました。自分が書いたものを発表して、他の人が書いたものを聞いて補充をさせました。

子どもたちが文章をつくる時に、大小関係、前後関係、因果関係、などの論理を図示しました。

- 論理を示すために、フローチャート作成し、これによって言いたいことを的確に言えるようにしました。

子どもたちは、**Keywords** と論理で文章をつくることに集中させました。しかし、これでも表現できない子どもがいました。そこで、

- 「自分が表現したいことを絵で表す」ことをしました。特に、観察したことは写真で示さず、子どもたちの絵を投影して示しました。絵の優れたところ、言いたいことと注目した点について、話し合いました。

「なぜ、……なのか」と質問し続ける → 理由をいう

その先に原点を見つける。正しい理由であることを論理的に説明する。

誰もが納得できるか議論する。

非論理的なことを言って → 反論を子どもたちがする。

笑って済ませば非論理を認めることになる。

要は、

「分かりやすい理科」が「難しい理科」になったなら、それだけ理科に対する造詣が深くなったと言えます。

振り返れば最初の歩み出しがあり、一つずつの足跡が厚みに変わりました。ここに、新しい理科が現れました。

さらに、子どもたちと一緒に「不思議」に挑戦していきましょう。