

テーマ 「思考力・表現力を高めるための教科指導のあり方」について

1. テーマ設定の理由

中央教育審議会の「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について（答申）」平成20年1月17日）を受けて、平成20年3月に新しい小学校及び中学校の指導要領が告示された。その答申では理科の課題として以下のことを指摘している。

- ①理科の学習に対する意欲は他の教科と比較して高いといえるが、それが大切だという意識が高くないという両者の乖離が課題である。また、国際的に見ると、我が国の子どもたちの理科の学習に対する意欲は低い状況が見られる。
- ②国民の科学に対する関心が低いことを踏まえ、理科教育については生涯にわたって、科学に関心をもち続けられるようにするという観点から、見直す必要があるのではないかと指摘がある。
- ③子どもの体験の状況については、過去に比べて、理科の学習の基盤となる自然体験、生活体験が乏しくなっている状況が見られる。
- ④教育課程実施状況調査において、過去同一問題の比較から全体としては上昇傾向が見られたものの、このつり合いや衝突、人体の構造や働き、物質の状態変化や化学変化における質量の保存、植物の生活と種類などの内容の基礎的な知識・理解が十分ではない状況がある。
- ⑤教育課程実施状況調査において、地層のでき方を推論する問題、意味付けや関係付けを伴う説明活動に関する問題、グラフを読み取り考察する問題、実験の途中経過を考察する問題などにおいて、科学的な思考力・表現力が十分ではない状況がある。また、PISA調査においては、「科学的証拠を用いること」に比べ、「科学的な疑問を認識すること」や「現象を科学的に説明すること」に課題が見られる。

上記の①に関しては、本校の生徒は自然の事物・現象に対する関心が教師の目から見て、割合高いと感じている。それというのも昨年度までの3年間、本校では次のような仮説を立てて、研究を行ってきたため、生徒の興味関心が割合高いと考えられるからである。その仮説とは、「自然の事物・現象に対する関心を高めることができれば、生徒の学習意欲を喚起させ、自らすすんで目的意識をもって主体的に観察や実験などを中心とした学習活動を行うようになる。さらに、自然の事物・現象に対しての理解が深まり、科学的な見方や考え方が身に付くはずである」というものである。つまり、授業の導入を工夫したり、興味や関心を高めるための教材・教具づくりをしてきた結果、以前にもまして生徒が実験や観察に前向きに取り組むようになったと考えられる。授業者としても、理科の授業で学習した内容は教室内だけの知識として完結するのではなく、学校外でも生きてはたらく力となって欲しいと考えている。

また、平成19年度からの2年間、本校では理科の授業が「習得」「活用」「探究」のいずれであるかを教師自身が意識して授業づくりを行ってきた。教師自身が授業のねらいを改めて意識することで、生徒に何を考えさせたいのか、教師主導の授業なのか、生徒の自主性・創造性に任せるのかをこれまで以上にはっきりさせることができた。授業のねらいを明らかにするために、授業の始めに「本時のねらい」や「今日のテーマ」を黒板等へ書き、生徒に伝えることを継続して行ってきた。そのため、生徒が何を目的とした授業であるかを把握することで、主体的に学ぼうとする意欲が高まった。

また、平成19年度から協同的な学びに着目して、集団の中で個性の伸長をはかることを目指してきた。さらに、「考えさせる」ことにこだわって授業実践も行ってきた。実験観察をただ行わせるのではなく、中教審の答申の⑤に関わって、自分なりの疑問や予想を大切にさせながら、実験に取り組みさせた。実験で得られた結果についても、レポートの考察をより充実させるために、考察する時間をできるだけたくさん

とったり、書き方の上手な生徒の模範的なレポートを紹介するようにした。そして、自分なりの考えを発表させたり、班内で意見交流をする機会を意図的に増やした。実験前には班で担当を決めさせてから活動させることもした。そのため班内の誰か1人だけがリードして、実験するということがほとんどなくなり、どの班員も考えながら実験をすることができた。また、常に予想と照らし合わせながら、そして、実験結果からどんなことが分かるのかを考えながら実験が行えた。これらの内容は中教審の答申の⑤で指摘されている内容に関係している。ここでは実験や観察を行えたとしても、そこから導き出される考えを上手く表現したり、どこに着目して良いか分からない生徒が多いとされている。しかし、本校の昨年度までの取り組みのように、自然の事物・現象に興味関心を持たせると、学習に対する意欲を高めつつ、授業のねらいを把握させ、じっくりと思考させたり、他者に分かるように表現させることを繰り返し行えば、「学びの質」が高まると考えられる。そこで本年度も「考えさせる」ことや「表現させる」ことを中心とした理科としての授業のあり方をテーマとして設定することにした。

2. 本年度の研究について

本年度、本校では全ての教科において、「言語活動の充実」や「協同的な学び」による学習に着目して、生徒に「豊かな学び」をさせることに力を入れて取り組んできた。つまり、考えを表現する過程で深く考える力を養わせたり、他者との関わりを持たせることで、自分の考えを深化させ新しい考え方に触れさせることができるというものである。平成20年1月の中教審の答申にもあるように、各教科等における言語活動の充実は、今回の学習指導要領の改訂において各教科等を貫く重要な視点である。国語科で培った能力を基本にして、知的活動（論理や思考）の基盤となる「言語の役割」の観点について、理科に関しては以下の例のようなことがらを充実させる必要性を挙げている。

- ・観察・実験や社会見学のレポートにおいて、視点を明確にして、観察したり見学したりした事象の差異点や共通点をとらえて記録・報告する（理科、社会等）
- ・比較や分類、関連付けといった考えるための技法、帰納的な考え方や演繹的な考え方などを活用して説明する（算数・数学、理科等）
- ・仮説を立てて観察・実験を行い、その結果を評価し、まとめて表現する（理科等）

言語活動を充実させることは、すなわち本年度の理科の研究課題である「思考力や表現力を高める」ことにつながると考えられる。思考力や表現力を高める授業をするということは、単に授業の中で教師から伝えられた情報を生徒が覚えていくという一方的な知識の授受ではなく、生徒自ら考え表現する過程で学習が定着するとともに、それらを活用できてはじめて生きてはたらく力を育むことができると考えられる。

そこで、本校における言語活動について、以下のようまとめた。

要素	題材や場面	つけたい力	工夫する点
記 録 述	・実験や観察時にレポートを作成 ・個人の興味関心に基づいた「自由研究」を作成	・科学的な思考力 ・表現力 ・知識及び技能	・レポートの書き方や表現方法について説明する
対 話	・生徒の興味に基づいた発展的な内容を扱う	・科学的な思考力	・ホワイトボードを活用しながら、グループで思考させる ・実物や視聴覚教材を用いる
説 明	・自然の事物や現象について、説明させる	・科学的な思考力 ・表現力	・図や模型を活用させる ・専門的な語彙を習得させる
要 約	・ワークシートに記入させるときに、ポイントをまとめさせる	・表現力	・ポイントを明確にする

伝 達	・実験や観察時、学習内容を伝え合わせる	・科学的な思考力 ・表現力	・班活動を重視した実験や観察を行う
発 表	・実験や観察時、考察した内容を学級全体に説明させる	・表現力	・他者に分かりやすく伝わるようにタブレットPCなどを活用する

3. 成果と課題

本年度は、生徒の思考力や表現力を高めるために、授業の中で言語活動を充実させることを念頭に置いて授業を行った。思考力を高めることと表現力を高めることは、どちらか一方だけを養わせるものではなく、どちらも相互に関連している。理科における言語活動とは、外に向けて表現するだけの活動ではなく、生徒個人の内側にある思考の過程も含まれていると本校では解釈している。つまり言語活動を充実させることは思考力や表現力を高めることにつながるのである。言語活動をより充実した活動にするためには、中学校3年間を見通した系統だった段取りをもとに実践する必要がある。例えば、1年生では、教師が一方的に教え込むだけでなく、まずは自分の考えや感じ方をしっかりと持たせるために、じっくりと事物や現象を観察させたり、実験の結果を考察させる時間をたっぷりと与えなければならない。その際、事物や現象を観察する視点を与えて、何を観るべきなのかも指導する必要がある。さらに日頃から自分の考えをレポート等書き表させることを何度も繰り返さなければいけない。そうしていくうちに自分の考えをうまく表現していくことに慣れていく。2年生では、協同的な学びという観点で、自分の考えをもとにして、他者と意見を交流することで、新しい考え方に触れたり、自分の考えを精錬させていく経験を多くさせたい。3年生はさらに発展して、自分のしっかりとした考えを、自ら進んで他者に分かりやすく説明する機会をたくさん持たせたい。また、相手を納得させるためには、自分自身がなぜそう考えたのかの科学的な根拠を明らかにしなければならず、それを全ての生徒が経験できるような機会を多く持つことで、生徒は適度な緊張感をもって集中して考えようとする。また、全ての学年で授業の導入を工夫したり、すぐに分かるような簡単な課題ではなく、じっくりと考えないと分からないような少し難しい発展的な内容の課題を与えることで、生徒は授業により前向きに取り組もうとする。さらに、表現力を高める方法として、レポートやワークシートに記述することに重点を置いた。しかし、単に書かせるだけではなく、例えばレポート等書くときに、頭の中にあるイメージを図として書き、それを解説する文章を数多く書かせる時間を持つことも大切だと考えられる。また、考えたことを表現して他者に伝える方法として、本校ではミニホワイトボードによる学習活動も随時行ってきた。ミニホワイトボードを使うと、4人の班で考えをすりあわせるときに、それぞれの意見を出しながら、書き込むことができ、書き込んだものをそのまま発表したり、他の班に説明するときを使用することができる。さらに、3年生では本年度新たに導入したタブレットPCを用いて、同様の活動を行った。タブレットPCの場合は、ミニホワイトボードの場合と違って、無線LANを活用すれば、小さな字で書いても、それぞれの机にあるPCの画面上にも同時に表示することができるので、せっかく書いた物が見えにくいということはない。どちらにせよ、言葉だけでなく、文字だけでもなく、図などを取り入れながら、発表や説明する方法を学年を問わずたくさん取り入れて授業を行ってきた。

上記のような考え方のもと、本年度さまざまな取り組みを各学年で行ってきた結果、以下の事柄が明らかになってきた。

- ・実験結果からわかることを考察させるときには、イメージ図で表しながらすると、考察させやすい。
- ・特に1年生の場合、いきなり考察させるよりは、少しずつヒントを与えてゆっくりと考えて書かせると比較的スムーズに考察できるようになる。
- ・考察したことを発言する機会を多くすることは、生徒自身が実験結果のもつ意味をきちんと理解できているのか確かめることになる。
- ・少し発展的な内容の問題解決型の授業をすることで、意欲的になり、班での意見交流が活発になる。
- ・言語活動を行う過程で、あいまいに理解していた専門的な語彙に気づくことができる。
- ・他の生徒から説明を受けるときに、「なぜ？」と聞くことを繰り返すことで、説明していた本人が科学的な根拠をもつように心がけるようになる。
- ・自分の考えを他者に説明することで、説明した本人が説明する前よりも深く理解できるようになる。

本年度取り組んだ結果、来年度の課題として挙げられるものは以下のようである。

- ・思考力を高めるための教材や課題をこれからも開発し続ける。
- ・実験や観察結果から得られた多くの情報から必要な科学的な根拠を丁寧に見つけださせる。
- ・レポートの考察の文章をただ多く書くのではなく、わかりやすくまとめて書けるようにさせる。
- ・班で考察したことを意見交流させる場面で、これまでの方法を踏襲しつつも新しい方法を考える。

実践1

1年生

授業者 清水 衣利子

① 題材名 物体がつりあうときの条件

② 題材について

力でものを動かすことや物には重さがあること、てこの規則性は小学校で学習している。この単元ではまず、静止している物体に力を働かせることで物体が変形したり、運動の様子が変化することを実際に用いて理解させた。そのときに、力を加える大きさによって物の変形する様子が異なることも説明した。また前時の授業で、おもりなどの物体には重力がはたらいており、その力がどの向きにどんな大きさではたらいているのかを図や具体例を用いて説明した。重力について理解させるときに、発展的な内容であるが、地球上と月上での質量と重さの違いについて学習した。さらにその際に、「質量」と「重さ」は全く別のものであることを頭に入れ、「重さ=力」であることをこの先の学習につなげた。今回は1つの物体に2つの力がはたらくと物体はどのように運動し、また2つの大きさと向きはどのようにになっているかを学ばせた。

③ 学習目標と評価基準

学習目標 評価規準	物体に力をはたらかせる観察・実験から、物体が変化するようすや力がつり合う時の条件を見いだすとともに、圧力と面積の関係などを日常と結び付けて理解する。
自然事象への 関心・意欲・態度	・2つの力のつり合いや性質に関する事象・現象に興味・関心をもち、意欲的に学習に取り組んでいる
科学的な思考	・2つの力の規則性や性質に関する観察・実験を通して、規則性や性質を見いだし説明できる
観察・実験	・身のまわりの物質についての実験を通して、物質の性質や変化の調べ方の基礎を身につけている
知識・理解	・身のまわりの物質に関する実験を通して、物質の状態変化やその性質について理解し、知識が身につけている

④ 学習計画

学習過程	学習の中心	言語活動の視点	観 点
いろいろな 力の世界 (13時間)	・力のはたらき		関 知
	・力の大きさとばねののび (2h)	実験の結果を考察させ、レポートを作成させる。	関 観 考
	・重力と質量		関 知
	・力の図示		知 考
	◎2力のつり合い	予想を立ててから実験し考察したものを発表する。	関 観 考
	・垂直抗力・摩擦力	矢印や図で表現できるようになる。	知 考
	・2力の合力	矢印や図で表現できるようになる。	知 考
	・大気圧の実験		関 知 考
	・圧力 (2h)	計算から値を求められるようになる。	知 考
	・大気圧と浮力 (2h)	実験から原理を考察できる。	関 観 考

⑤ 本時の目標

- ・物体に2力がはたらくとき、物体がどのように運動するかを理解する。
- ・2力のつり合いの条件を考察として書くことができる。

⑥ 本時の展開

学習活動	教師の指導	備考
<p>○演技実験を見る。</p> <p>○今日のめあてを確認する。</p> <p>○実験の予想をする。</p> <p>○実験の方法を聞く。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・それぞれの記号のところにばねはかりをかける。 ・糸がどのように動くかを確認し、ワークシートに図で記入する。 ・その時の左側と右側のばねはかりの大きさを測る。 <p>○結果からわかったことを考察に書く。</p> <p>○考察を発表する。</p> <p>○感想を書いて提出する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・2つの力をはたらかせて物体を静止させる。棒を使って静電気の力でシャボン玉を上下に浮かせる。または静止させる。 ・今日のめあてを書かす。 ・一つ例を出して図や文章を使って予想を立てさせる。 ・*自分で立てられていない場合はヒントを与える。 ・実験の方法を説明する。 ・*ばねはかりをかける所を間違えていないか、左側と右側のばねはかりをきちんと測定しているか、机間指導する。 ・結果を図で書かせる。 ・考察を書かせる。 ・*この際、3つの点をきちんと書けているか机間巡視する。少しずつヒントを与えながら全員が書けるようにする。 ・発表者が3つの点を理解できているかどうかを聞く。 	<p>シャボン玉 ストロー アルミホイル 棒 ばねはかり 厚紙 ししゅう糸 ワークシート 定規</p>

⑦ 結果と考察

今回の授業で工夫したところは2点ある。1つ目は導入で生徒にあつと驚かせ、今日の実験にうまくつないでいく所である。これはまず、授業の初めにプラスチックの棒をティッシュでこすって静電気を起こした状態にする。そのあとにシャボン玉を作ってその棒を下から近づける。するとシャボン玉とプラスチックの棒が反発してシャボン玉が逃げるように上にいく。逆に棒を遠ざけるとシャボン玉は重力に従って落下していく。シャボン玉が反発する力と重力のバランスを取るとシャボン玉を静止することができるので授業のめあてでもある、「2力がつりあう条件」として説明できた。導入で失敗した点はこの演技実験をする前に、生徒の一人が「静電気によってできる実験や」と発言した時に私としては原理も理解させずに驚かせたかったので、聞き流してしまったことである。他の先生方からもせっかく正しい発言をしているのに、もったいないと指摘された。

もう1つは予想や結果・考察を書くときに、少しずつヒントを与え、全員が自分の力で書けるようにした所である。まず実験をする前に私が実験方法を説明して「このあとどんな風に動くかなあ。一度自分で予想を図で書いてみよう」と言うと、どのクラスでも数人は書き始めたが、今までに図で書く練習を少ししかしていないので、過半数は何をどんな風に書けばよいのかわかっていなかった。そこで、時間を少しおいてから選択問題にしてみると、自分で想像して書くことができたり、書き方を理解できて自分なりに書いていた。結果を図で表現するときも予想と同じように書くことを伝えたと、今度は大多数が図で表せられていた。残りの数人は同じ班の生徒のレポートを参考にしながら、もしくは教えてもらいながらレ

ポートを作成していた。考察に関しては最初の5～7分程度、私は何も言わずに結果からわかることを書くように指示した。その後書けていない生徒が何人かいたので、まずは口頭でヒントを与えて、その数分後に大事な3つの点のキーワードを黒板に書くと最終的には自分で考察を書けるようになった。今までは考察と感想が混ざっている生徒が少数人数いたが、今回のレポートを見ると、きちんと区別して書けていた。

今回の授業は「力のはたらき」で1年の学習内容でも比較的難しい単元だった。「力」は目には見えないものなので、生徒の得意不得意が分かれてしまいがちである。だからこの授業をする前段階で身の回りに関することで力を加えるとどうなるかということを演技実験することで、力に関しての苦手意識をなくそうとした。しかし、力の単元の中でも今回の実験はシンプルすぎて逆に実験方法が理解しにくかったようだ。その理由に2つの原因が考えられる。1つめは決められた記号にばねばかりをかけて引っ張る方向までは理解できているが、引っ張った後、ばねばかりの向きを見ればよいのか、糸の向きを見ればよいのかがわかっていなかった。もうひとつは、実験方法には厚紙が動かないようになるまで引っ張ると書いてあるが、実際にどの時点で動かなくなるのか、どこまで引っ張ればいいのかほとんど生徒がわかっていなかった。人によって引っ張る強さは違ってくるので当然、班によってもばねばかりの数値は異なってくる。それが余計に生徒を困惑させた。

これらの改善策としては、まず予想の段階でばねばかりを引っ張ったときに、ばねばかりの向きを見るのではなく、糸の向きがどのように変化したかを観察することを強調して説明しておくことが大切だったように思う。次に糸の向きをわかりやすくするために、刺しゅう糸ではなく、タコ糸やそれ以上の太くてカラーな糸を使うと、実験結果がもう少しわかりやすかったし、途中で糸が切れることもなかっただろう。最後に、この実験からは左右のばねばかりの大きさが同じになることがねらいだったが、初めにどちらかのばねばかりの大きさを定めておき、もう一方がその大きさになるまでばねを引くようにすればスムーズに進んだように考える。しかし、その場合力の大きさは実験からは証明できない。私はこの実験から力の向き・大きさが等しいこと、力は一直線上にあることを気づかせたいと考えているので、次回から50分の授業の中でいかにこの3ポイントを生徒に理解させられるかが課題となっている。

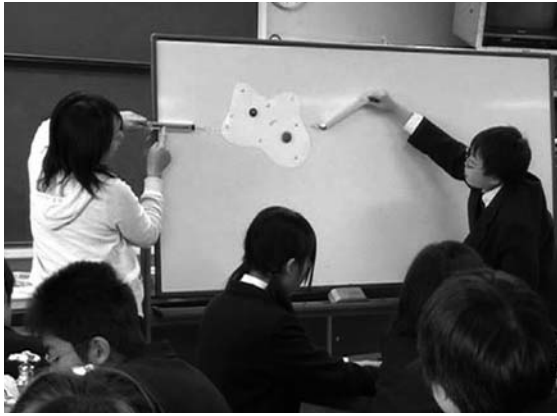
また、結果や考察の後になるべく多くの生徒に発言させることで、実験の結果が理解できているかを確かめさせることも大切なことだと感じた。

最後にこの授業をきっかけにこれから実験・観察では予想や結果において、文章だけでなく図を使って書くことで頭に描いているものを目に見える形で表現できるように取り組んでいきたい。そうすることで言語活動にも関連して学習できると考えている。

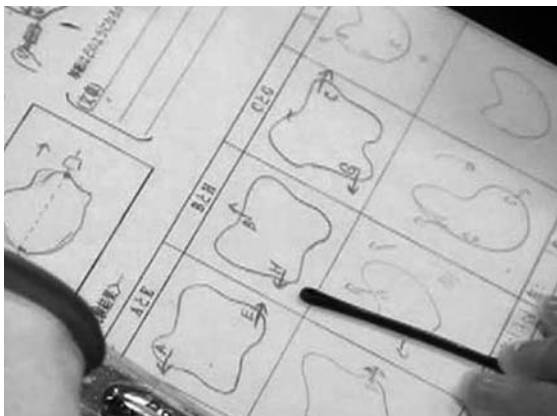
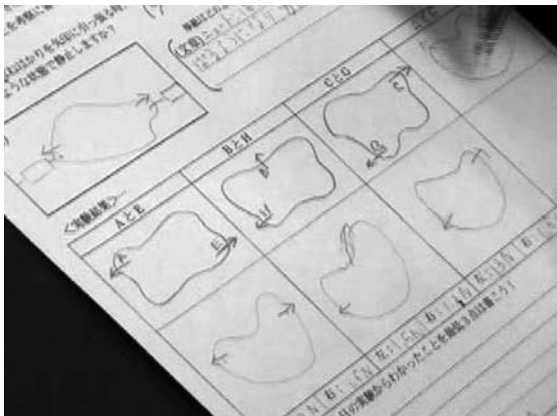
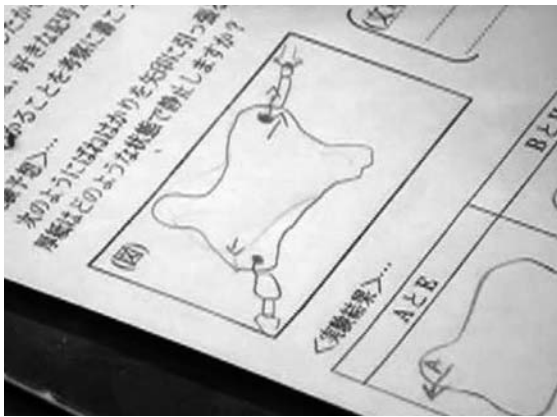
⑧ 資料

【班で活動している様子】





【授業で使ったワークシート（抜粋）】



① 題 材 動物のからだのはたらき (肺の動き方)

② 題材について

動物のからだは、筋肉を使うことによって動かすことができるということを生徒は概ね理解している。「心臓はどのようなしくみで全身に血液を送り出すか」と生徒に質問すると、「心臓の筋肉のはたらきによって血液を送り出している」という答えがすぐに返ってくる。それはさまざまなメディアや書籍等の情報から、生徒に知識が自然と身についているものと考えられる。しかし「筋肉のない肺は、どのようなしくみで、空気を出し入れしているか」という質問に対して即答できる生徒は非常に少ない。これは、肺の動き方についての情報が生徒に容易に入らないからであろう。また、肺も心臓と同じように筋肉でできていて、筋肉のはたらきによって酸素と二酸化炭素の交換を行っていると考えている生徒も多い。そこで、肺における心臓の動き方をペットボトルで作製した模型を使って理解を深めることにした。本校が使用している東京書籍の教科書には、肺の動き方は発展的な内容として扱われている。教科書に記載されている写真の通りの模型を作成し、生徒に持たせ実験を行った。下のゴムの膜を引っ張るとペットボトルの中の風船が膨らむことが簡単に確認できた。しかし、「中の風船がふくらむしくみを説明できるか」という質問に「できる」と答えた生徒は、156人中、わずか13人であった。ただ単にその現象を見るだけでは理解が深まらない。その現象を説明できてこそ知識が定着するものであると考え、意図的に「説明」という言語活動を授業に取り入れた。また、1年生時に学習した「大気圧」という言語を使って説明することを勧めた。

③ 学習目標と評価規準

学習の目標 評価規準	消化や呼吸、血液循環についての観察・実験を行い、動物のからだには必要な物質を取り入れて運搬し、不要な物質を排出するしくみがあることを、各器官のつくりと関連づけてとらえることができるようにする。
自然事象への 関心・意欲・態度	<ul style="list-style-type: none"> ・動物が生きるためには、食物を外界から取り入れなければならないことを確認し、それらを体内にとり込まれるしくみについて調べようとする。 ・消化酵素のはたらきについて興味をもち、調べようとする。 ・小腸で吸収された養分のゆくえと、その経路について調べようとする。 ・体内で発生した不要物のゆくえについて、興味・関心をもつ。
科学的な 思考・判断	<ul style="list-style-type: none"> ・デンプンが糖に変化することを、酵素の働きと関連づけて推定できる。 ・柔毛が無数にある理由を、効率的な養分の吸収と関連づけて説明できる。 ・肉食動物と草食動物の消化管のちがいを、その食生活と関連づけて考察できる。 ・養分が使われる場が全身の細胞であることおよび、その時に、酸素が必要なことを理解する。 ・肺の動き方について、模型を使って考察できる。 ・体循環と肺循環を理解し、血液循環について、肺や小腸などの各器官のはたらきと関連づけて考察できる。 ・消化器官、肺、心臓、腎臓、肝臓などの器官のはたらきを、関連づけて総合的に説明できる。
観察・実験の 技能・表現	<ul style="list-style-type: none"> ・だ液によって、デンプンが糖に分解されることを、実験により調べることができる。 ・メダカの尾びれなどを材料に、毛細血管やその中を流れる血球のようすを観察できる。 ・観察や実験のまとめをレポートにわかりやすく丁寧にまとめることができる。

自然事象についての知識・理解	<ul style="list-style-type: none"> ・主な栄養分を挙げることができる。 ・ヒトの消化系のつくりと、消化のしくみについて説明できる。 ・消化液と消化酵素のはたらきについて説明できる。 ・色々な消化酵素のはたらきにより、食物に含まれているそれぞれの成分が分解され、小腸の柔毛から吸収されることを説明できる。 ・肺胞でのガス交換や、肺の動き方について模型を使って説明できる。 ・血液や血液の成分、また血液のはたらきについて説明できる。 ・細胞の活動にともなうできた有害なアンモニアが排出される一連のしくみを説明できる。
----------------	--

④ 学習計画（単元構成表） 14時間（◎は本時で6時間目）

学習過程	学習の中心	言語活動の視点	観 点
食物をどのようにして体内にとり入れるか（4時間）	・歯のつくり		【関】【知】
	・消化		【知】
	・消化酵素のはたらき	・実験の結果を考察させ、レポートを作成させる	【考】【表】【知】
	・吸収		【知】
エネルギーをどのようにして得るか（6時間）	・肺による呼吸	・ワークシートに学習のポイントをまとめさせる	【考】【表】
	◎肺の動き方	・概念図と説明文を書かせて、説明させる	【関】【考】【表】
	・血液の循環	・ワークシートに学習のポイントをまとめさせる	【考】【表】
	・心臓の動き方		【知】
	・メダカの血液の流れの観察	・観察の結果を考察させ、レポートを作成させる	【考】【表】【知】
	・血液と細胞の呼吸	・ワークシートに学習のポイントをまとめさせる	【考】【表】
不要な物質をどのようにしてとり除くか（2時間）	・じん臓のつくりとはたらき	・ワークシートに学習のポイントをまとめさせる	【考】【表】
	・体内での物質の移動		【知】
単元のふりかえり（2時間）	・復習		【知】
	・まとめ		【関】【知】

⑤ 本時の目標

- ・模型を使いながら、肺の中に空気を取り入れるしくみを理解できる。
- ・肺の動き方を、概念図と説明文を使って表現できる。

⑥ 本時の展開

学習活動	教師の指導	備考
●前時の復習をする	○肺のつくりについて説明をする	P C プロジェクター
●肺の動き方について知る ・模型を使いながら、肺の動き方を確認する	○肺の動き方について説明する ・模型を各班（10班）に1つずつ配布する	模型 肺の図
●本時の学習課題を知る ・模型のしくみが説明できるようになる	○学習課題について説明する ・学習課題を提示する	ワークシート
●自分の考えをワークシートに記入する	○図と説明文を使って説明させる	
●班員と意見交流をする	○「大気圧」と「ペットボトル内の空気が押す力」という言葉を使って説明させる	ホワイトボード
●ホワイトボードに考えをまとめる	○見やすくまとめさせる	
●ホワイトボードを使って発表をする	○発表に対して、「なぜ？」という質問をなげかける	
●不正解の時は、再度考え直す	○他の班と交流させる	
●正解すれば、自分たちの考えをワークシートにまとめる	○より見やすくまとめさせる	
●本時のまとめをする	○簡潔にポイントを説明する ・ワークシートを回収する	

⑦ 結果と考察

2年生の理科の授業においても、昨年度から協同学習を積極的に取り入れ、問題解決的な学習を充実させてきた（資料1）。学習の内容によっては、学習塾や教科書等で予習しているために、あらかじめ答えがわかっていて、協同学習が成立しにくいという場面もあった。だから生徒の話し合い活動等を活性化させるために、できるだけ発展的な内容を授業に効果的に取り入れてきた（資料2）。言うまでもなく、理科の授業における協同学習は、理科の学力を向上させるために行っているわけである。しかし、2年生の生徒の実態を見ても、定期テストや実力テスト等の客観的なデータから、基礎的・基本的な知識及び技能という学力は確実に定着してきているものの、思考力・表現力・判断力については依然課題が残っているということがわかった。

本校理科の今年度の研究主題は、「思考力・表現力を高めるための教科指導のあり方」である。生徒の思考力や表現力といった学力を伸ばすために、いかに言語活動を充実させるかである。

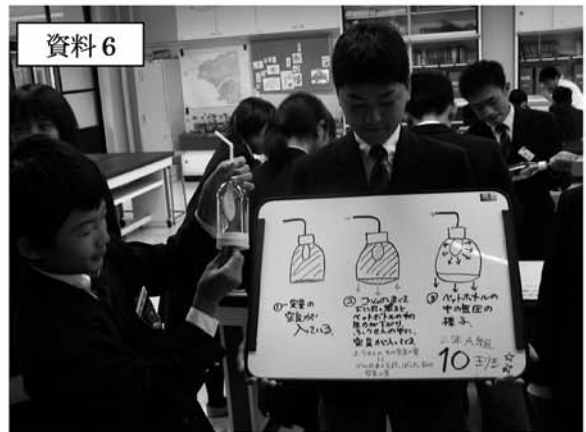
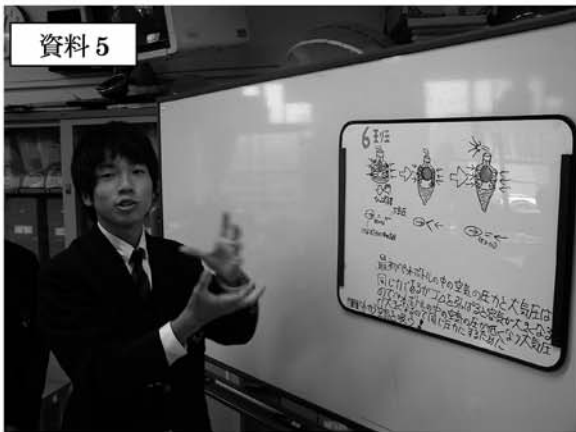
この4月からあらゆる単元においても問題解決的な学習を取り入れ、自分の考えを要約しながら記述するという場面や話し合いの場面、他者に説明する場面を多く設定してきた。また、他者に伝える場面では言葉だけによる説明ではなく、概念図や説明文を用いて表現するようにと働きかけてきた。

本実践は、単元「動物の世界」第2章「動物のからだのはたらき」で、10月に行ったものである。肺の動き方を学習する際に、前述した通り、ペットボトルで作製した模型を使うと、ほとんどの生徒は肺の動

き方がよく理解できたと感想を述べた。しかし、模型の動くしくみについては理解しにくいという生徒が多かった。そこで、「説明」という要素の言語活動を取り入れ、知識理解の定着と思考力・表現力の育成を図った。つまり、他者に説明できれば、たとえそれが生徒にとって難しい内容であったとしても、その内容についての理解は深まるであろう、ひいては科学的な思考力の向上につながるであろうと考えた。また、簡単な内容であれば、すぐに個人の力で説明ができてしまうが、難しい内容になればなるほど、他者とコミュニケーションを取りながら解決せざるをえない状況となる。その時には、自分の考えを相手にわかりやすく伝え、相手を納得させなければならない。そのような一連の過程の中で、他者からの様々な情報を自分の考えとすり合わせて深く考えることで思考力を高めたり、また自分で考えた事柄を図に表すことで、整理しながら相手にわかりやすく伝えるという表現力も高めていくことができるであろうと考えた。

今回の授業では、まず個人でワークシートに自分の考えを記入させた。このときにも、概念図を必ず描くようにと指示した。また、「大気圧」と「ペットボトル内の空気が押す力」という言葉も使用するようにと促した。理由は「ペットボトルの大気圧が・・・」というふうに、既習の「大気圧」や「気圧」という言葉をあいまいに使っている生徒が多かったからである。言語活動を行うことで、生徒に定着していない理科の専門的な語彙が明らかになることもわかった。次に、自分の考えを同じ班の班員と交流させ課題を班で解決させた（資料3）。そして、自分たちの考えに自信のある何人かの生徒に、他の班の人たちにも説明させた（資料4）。最後に、授業者（筆者）に対して丁寧に説明させた（資料5、資料6）。その際、「なぜ?」「どうして?」という言葉投げかけた。このことで、生徒は自分の考えを説明するときに、相手を理解させるための根拠を再び考えなければならない。このような質問を繰り返すことも、生徒の思考力や表現力を養うための有効な手だてであると考えている。

最後に、これらの実践を行った結果、生徒の思考力や表現力が確かに伸びてきているという感触を得ることができた。協同学習を行う場面でも、科学的な根拠をもとに意見交換をしながら考察することができるようになってきた。また、実験・観察の際に提出するレポートの考察の欄を見ても、より深く丁寧に考察し、記述できるようになった。また、概念図を用いてわかりやすくまとめることができるようになってきた。しかし、説明文を長々とかいてしまって字が小さくわかりにくい時もある。今後は「要約」という言語活動にも力を注ぎたい。1時間の授業の取り組みで、すぐに思考力や表現力が高まるとは考えられない。これらの日々の言語活動の実践が、生徒の思考力・判断力の育成に有効的であるということが見えてきた。繰り返すが、言語活動を充実させる一番の目的は、思考力、判断力、表現力等の学力を伸ばすためである。当然、その授業時間内にある一定のレベルまで到達できなかった班の生徒には、休み時間や放課後を利用して言語活動を取り入れた補習を行っている（資料7）。これらの取り組みの成果が、定期テストや実力テストの結果にも表れつつある。



① 題材 位置エネルギー

② 題材について

エネルギーの概念については、中学校1年生では光や音エネルギー、2年生では電気や熱エネルギーなどを取り扱っている。3年生では新たに力学的エネルギーを学習する。中学生にとってエネルギーの概念は漠然と理解できるが、直接その大きさを測定できるものではないため、反応の様子からその大小を判断するしかない。ましてや規則性については、普段の経験からは気付にくいのがエネルギーの概念である。

本時は力学的エネルギーを学習する初めての授業である。できるだけ簡単な実験を行い、実験をしながら規則性に気付かせ、自分の班のデータだけでなく他の班のデータを使いながらグラフを作成させたり、他者の意見を参考にすることで、生徒自身の考えを確かなものにさせていきたい。

今回は「落とした球でティッシュペーパーを破る」という実験をする。紙を破る実験では、「球の重さと高さは反比例する」。つまり、「重さ×高さ＝一定」である。この一定の値が「紙を破るのに必要なエネルギー」となり、「物体を高い位置に持ち上げたときの位置エネルギー」と等しい。すでに前時に「仕事」の概念を学習している。この「仕事」についてはこれまでの教科書では発展扱いであったが、新学習指導要領からは必修事項になった。「仕事＝物体にかかる力の大きさ×移動距離」という考え方を位置エネルギーより先に学習しておくことで、「位置エネルギー＝重さ×基準からの高さ」の考え方が理解しやすいと考えた。

本年度、本校では3年生の理科の授業においてタブレットPCを導入して、これまで何度か授業の中で使っている。今回も図や説明文を書かせて、クラスでの発表をさせることに使った。この時、無線LANの環境を使って、プロジェクターの投射だけでなく、すべてのPCの画面上にも発表者の画面を表示させるという工夫をした。こうすることで、発表の準備から発表の本番へのスムーズにつなげたいと考えた。

学習の目標 評価規準	エネルギーに興味を持ち、実験を通して規則性に気づき、他者に説明できるようになる。また、各エネルギーが相互に変換できることを理解できる。
自然事象への 関心・意欲・態度	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギーの規則性に興味をもち、進んで実験を行うことができる ・身のまわりのエネルギーがどのように変換されているか興味を持つ
科学的な思考	<ul style="list-style-type: none"> ・日常生活に見られる現象とエネルギーを結びつけて考えることができる ・実験結果からエネルギーに関する規則性に気付くことができる
観察・実験	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギーに関する実験方法を工夫して、結果をまとめることができる
知識・理解	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギーの規則性について説明できる ・数値を用いて、エネルギーの大きさを比較することができる

④ 学習計画（単元構成表） 全11時間（本時2時間目）

学習過程	学習の中心	言語活動の視点	観 点
エネルギー (11時間)	・仕事の定義		関 知
	◎位置エネルギー（落下）	・概念図と説明文を書かせて、説明させる	関 観 考
	・位置エネルギー 実験のまとめ		考 知
	・運動エネルギー	・実験の結果を考察させ、レポートを作成させる	観 考
	・力学的エネルギーの保存		関 知

	・仕事率		知 考
	・定滑車と動滑車の実験	・班で実験の仮説を立てた後に実験をさせる	関 観
	・仕事の原理	・課題を与えて、解決に向けて話し合わせる	関 観 知 考
	・いろいろなエネルギーと移り変わり (2 h)	・実験の原理を班で考えてノートにまとめさせる	関 観 考
	・同じエネルギーの比較		知 観

⑤ 本時の目標

- ・位置エネルギーは物体の「質量」と基準面からの「高さ」によって決まることがわかる
- ・位置エネルギーの概念を図と説明文を使って表すことができる

⑥ 本時の展開

学習活動	教師の指導	備 考
<p>●位置エネルギーという用語を知る (5分)</p> <p>・砲丸の糸を切るとどうなるか考える</p>	<p>○吊り下げた糸を切り、ベニヤ板を砲丸で壊す</p> <p>・高いところにある物体にはエネルギーが蓄えられている→それを位置エネルギーという</p> <p>・位置エネルギーは「重さ」と「高さ」が関係していることを伝える</p>	<p>ワークシートNo.21</p> <p>ベニヤ板、砲丸、糸はさみ、プラスチックの箱</p>
<p>●各班で本日の課題を確認し実験方法を理解する (3分)</p>	<p>○タブレットP Cで「本日の指令」を確認させる</p> <p>・無線LANを使って、「やのポケット」から「本日の指令2.txt」を読ませる。</p>	<p>タブレットP C(10)</p> <p>教師用P C</p> <p>無線LANルータ</p>
<p>●役割分担をする (1分)</p>	<p>○実験前に班内で役割分担をさせる</p> <p>・球落としと記録(1)、メジャー(1)、紙持ち(2)</p> <p>・3人班はメジャーをしながら、球落としと記録をさせる。</p>	
<p>●各班で実験をする (15分)</p> <p>・実験結果をワークシートに記入する</p>	<p>○実験をさせる</p> <p>・球については、さまざまな質量のものを用意し、実験前に2つずつ選び質量を測定させる</p> <p>・結果はワークシートに記録させる</p>	<p>ティッシュ</p> <p>測定用球(20)</p> <p>メジャー</p> <p>電子天秤(4)</p>
<p>●実験の結果を考察する (10分)</p>	<p>○実験の考察をさせる</p> <p>・各自で分かったことを文章と図をレポート用紙に書かせる</p> <p>・「Shared View」を使って、画面を共有化させる</p> <p>・タブレットP Cの「Windows Journal」に班で分かったことを書き込ませる</p> <p>・画面には班の結果を記入させる</p>	<p>タブレットP C</p> <p>プリンタ</p>

●各班で発表する (10分)	<ul style="list-style-type: none"> ・できた班は画面を印刷させる ○班の考えを発表させる <ul style="list-style-type: none"> ・発表者にはその場で発表させる ・10台のタブレットP Cとプロジェクタの画面に発表班が考えたものを映し出す ・各班の結果を基にグラフを書かせる 	タブレットP C 教師用P C プロジェクタ
●まとめ (3分)	<ul style="list-style-type: none"> ○グラフから分かることを読み取らせる <ul style="list-style-type: none"> ・「重さ」と「高さ」は反比例していることに気付かせる ・「位置エネルギー＝重さ×高さ」であることを伝える 	
●もう一度考察をする (3分)	<ul style="list-style-type: none"> ・授業を振り返って自分のレポート用紙にまとめさせる 	

⑦ 結果と考察

今回、位置エネルギーの大きさが重さや高さとどのような関係があるのかを考えさせるために、球を落としてティッシュペーパーを破るというシンプルな方法で実験を行った。生徒には実験の予想や見通しも立てさせやすかったようで、方法がわかりにくいという意見がほとんどなかっただけでなく、実験する時間が比較的短く済み、考察に時間をかけることができた。各班のデータを総合すると、重さと高さが反比例するきれいなグラフが得られた(参考資料1)。また、ティッシュペーパーを破るためには一定の大きさ以上のエネルギーが必要で、そのエネルギーはもともと球がもっていた位置エネルギーに由来すると考えられる。そこで、反比例の一般式($a = x y$)に当てはめると、球の位置エネルギー＝球の重さ×高さ($U = m g h$)という式の意味を理解させやすいように感じられた。

さて、授業の導入では、重い砲丸を高いところから落とし、下に置いたベニヤ板を割るという大きな音になる演示実験をした。重いものが高いところにあるというだけでエネルギーを持っているということがインパクトを与えながら伝えられた。生徒には重さの違い2つの球を落として、どれくらいの高さでティッシュペーパーが破れるのかをそれぞれの班で実験させた。ティッシュペーパーがたくさん使われてもったいない気もしたが、常々、実験道具はできるだけ手に入りやすく、安いもので行いたいと考えているのでこの方法を採用した。実験後の考察では、位置エネルギーが重さや高さとどのような関係があるのかに注目させて、自分たちの実験結果から分かることをレポートに書かせた。今回考察の時間を3回取ってその都度レポートの完成度を高めさせることにした。1回目の考察ではそれぞれの生徒が実験前に予想していた通り、「重いと破れやすい」「高いと破れやすい」ことを自分たちの客観的なデータから判断して書けていた。分かったことと自分たちの実験データをタブレットP Cの画面に書き込ませて(参考資料2)、無線LANを使いその場で画面を全員に見せながら発表させた。発表を聞いていた生徒には自分たちの考えと見比べさせると共に、それぞれの班のデータをレポート用紙にプロットさせてグラフ化させた。2回目の考察の時間では、作成したグラフを見て重さと高さは反比例することを気付かせてレポートに書き加えさせた。3回目の考察は授業時間の都合上できなかった。次の授業では他のクラスの方も含めて各班がタブレットP Cに書いたものを自由に見ることができるようにおき、10分ほど時間を与えて、それを見ながら個人レポートの完成度を高めさせた。今回、タブレットP Cを利用しなくても黒板等に結果を書かせて授業をすることもできたが、タブレットP Cではそれぞれ工夫を凝らして書かせることができ、発表するときもプロジェクターで大きな画面に映すだけでなく自分たちの机にある画面でもそれを見ることができ、さらに画面に書き込みながら説明できるので、クラスメイトが発表している内容をはっきりと理解できる利点がある。ただ、タブレットP Cは万能ではなく、研究会の当日、授業のはじめ教師用

パソコンと生徒用パソコンとのネットワーク上の不具合があり、無線LANを使って共有化がすぐにできなかった。このことが原因で予定していた「本日の指令」が配信できなかった（参考資料5）。「本日の指令」で実験方法を班ごとに読ませて実験させるスタイルではなく、プロジェクターで投影して、教師がある程度実験の説明をしながら実験させる従来のスタイルに戻した。急な対応であったため細かな実験のポイントが伝えきれなかったためか、少し実験結果の生じた誤差が大きくなってしまった。他のクラスでは順調に行えていたのでとても残念であった。

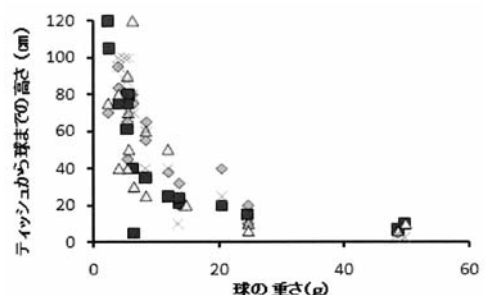
位置エネルギーの公式については、現在の教科書では発展扱いで、詳しく取り扱わなくても構わない所である。しかし、物理分野の面白さは数値で表すことで感じられる部分もある。単に定性的に運動の規則性などを確かめるのではなく、計算によって得られたものと、実際の物理現象が一致したときに感動を得られることも多い。特に、エネルギーに関しては、エネルギーそのものは直接測定できるものではなく、何らかの計算をして大きさを算出するものである。位置エネルギーに関わらず、様々なエネルギーを「J」という同じ単位で算出することで、その大きさを比べることも相互に変換して考えることもできる。エネルギーを詳しくこれから学ぶ第一歩として、数字にこだわる意義は大きいと考えている。

また、本年度の研究課題である思考力と表現力に関して、まずは「思考力を高める」ことについて述べる。今回の授業では、教師の説明の時間をできるだけ短くして、生徒が実験する時間や考察する時間をできるだけ長く取れるように工夫した。その1つがICT機器の利用である。タブレットPCで無線LANを利用して、各班に実験の方法やポイントを書いた「本日の指令」を配信した。そこに書かれている文章の意味を理解して、どのような実験であるのかを想像して、班で話しあわせながら実験させた。実験方法を詳しく時間をかけて教師が説明してしまうよりも、実験の手引きを見て、自分たちで考えさせる方が意欲的に実験を行えているように感じた。そして、実験する過程で一般的な法則性を見つけ出し、その予測をもとに、生徒は何度も実験を試行錯誤して繰り返し、できるだけ正確な実験結果を得ようとしていた。実験結果を予測しながら実験を行うことはとても重要なことである。単に実験結果を出すための作業として実験を行うのではなく、小さな考察を随時行いながら実験を行うことで、この後のレポートの考察がとて書きやすくなると考えられるからである。引き続いて「表現力を高める」ことについて述べる。今回の授業では、表現させる方法として、まずは自分自身のレポートに分かることを図とともに説明文を記述させた。書いたものを班で話し合わせて、タブレットPCの画面上にまとめて書かせた。そのときに2つの点に注意して書かせた。1つは班での実験結果を書くこと。これは各班で使用した2つの球の重さは全て異なるので、実験結果がそれぞれ異なるからである。また、自分たちの結果が全員にとって必要で認識されたときに一層意欲が増すようである。もう1つは図を使いながら説明文を書くことである。すると班それぞれに伝わりやすいように工夫して書けていた（参考資料2）。できるだけ指示は簡易であるほど、生徒の工夫する余地が多い方が表現力が高まると考えられる。さらにこの結果をもとにして、球の重さと破れるまでの高さをグラフ化させた。実験の段階から生徒達は球が重いほど、低くても破れやすいことを発見しており、グラフ化したときに、その規則性が表れて感動していた。考えていたことが目に見える形に表現できたときに、自分の考えが科学的に正しいものであることを確認でき、学んだことを定着させることができると考えられる。

今回、思考力や表現力を高めることを主眼に研究を行ってきたが、「考えながら実験させること」「表現すること自体に意味を持たせる」ことが大切であることがわかった。

●参考資料1 各班の実験データを集約したグラフ

右図は実験した結果をもとに各班で考察して発表用にタブレットPCで書きまとめたものである。生徒は各班の発表を聞きながら、データをワークシートに書き取り、グラフ用紙にプロットする。そして、「球の重さ」と「ティッシュから球までの高さ」が反比例していることをこのグラフから気づき、もう一度個人レポートの考察をまとめた。



●参考資料2 実験結果から分かることを班でまとめてタブレットPCに書き込んだもの

<p>1班 結果</p> <p>○ 2.4g ↓ 70cm 破</p> <p>考察</p> <p>高い戸外は鉄のやつ ついでに鉄のやつ 低い戸外は鉄のやつ ついでに鉄のやつ 鉄のやつ</p>	<p>3A 3班</p> <p>大判紙 50cm 小判紙 つぎは鉄のやつ つぎは鉄のやつ</p> <p>高さがあるやつ 鉄のやつ 鉄のやつ 鉄のやつ 鉄のやつ 鉄のやつ</p>	<p>4班 考察</p> <table border="1"> <tr> <td>球の重さ</td> <td>120g</td> <td>40g</td> </tr> <tr> <td>破れた高さ</td> <td>38cm</td> <td>95cm</td> </tr> </table> <p>・玉の重さが重いほど、破った高さが小さいことから玉の重さが重いほうがエネルギーが大きくなる事が分かる。 ・破った高さが高いと重さが小さいほうでも破れたことから高さが高いほうがエネルギーが大きくなる事が分かる。</p>	球の重さ	120g	40g	破れた高さ	38cm	95cm						
球の重さ	120g	40g												
破れた高さ	38cm	95cm												
<p>3B ティッシュが破れる高さを調べる8班</p> <p>重たい玉ほど鉄のやつ 破れやすい場所が中心が壊れやすい。 破れやすいスピードが出ていける。</p> <p>結果 小 6.4g 大 49.9g 50cm 10cm</p>	<p>3B 5班 高い戸外にあるエネルギー</p> <p>球の重さが大きいほど、ティッシュの破れる高さが低い。 球の重さが小さいほど、ティッシュの破れる高が高い。</p> <p>鉄のやつ 鉄のやつ</p>	<p>高い所にある鉄のエネルギーの役割は鉄のやつ 実験結果</p> <table border="1"> <tr> <td>球の重さ</td> <td>8.5</td> <td>5.5</td> </tr> <tr> <td>破れた高さ</td> <td>65</td> <td>75</td> </tr> </table> <p>玉の重さが重いほど 破れた高さは低くなる</p>	球の重さ	8.5	5.5	破れた高さ	65	75						
球の重さ	8.5	5.5												
破れた高さ	65	75												
<p>ティッシュが破れる高さ 3D 1班</p> <p>物が重い程 ティッシュが破れる高さが低くなる。 落ち高さが低いと破れにくくなる。</p> <p>鉄球 鉄球</p>	<p>玉の重さが重い程ティッシュを破れたときの玉のスタート位置が低く、軽い程ティッシュを破れたときの玉のスタート位置が高くなっている。</p> <table border="1"> <tr> <td>球の重さ</td> <td>6.2g</td> <td>2.4g</td> </tr> <tr> <td>破れた高さ</td> <td>40cm</td> <td>120cm</td> </tr> </table> <p>鉄のやつ 鉄のやつ</p>	球の重さ	6.2g	2.4g	破れた高さ	40cm	120cm	<p>D組 10班</p> <table border="1"> <tr> <td>重さ</td> <td>5.7g</td> <td>13.2g</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>100cm</td> <td>25cm</td> </tr> </table> <p>① 重たい玉ほど低い高さ ② 軽い玉ほど高い高さ ③ 鉄のやつ</p>	重さ	5.7g	13.2g	高さ	100cm	25cm
球の重さ	6.2g	2.4g												
破れた高さ	40cm	120cm												
重さ	5.7g	13.2g												
高さ	100cm	25cm												

●参考資料3 ワークシート

3年 理科 単2 高い所にあるエネルギー (教科書P64-65)

月 日 曜日 氏名 ()

●簡単な実験「砲丸に付いている糸を切るとどうなる？」

●実験「ティッシュが破れる高さ」 記された「割合」に従って実験を進めよう！
【役割分担】 ※名前を書きましよう。
① () ② () ③ () ④ ()

【自分たちの結果】

球の重さ (g)	g	g
破った高さ (cm)	cm	cm

【他の班の結果】 ※発表を聞いて、書き込みましよう。

	1班	2班	3班	4班	5班
重さ					
高さ					
	6班	7班	8班	9班	10班
重さ					
高さ					

破った高さ (cm)

球の重さ (g)

●参考資料4 レポート用紙 ~考察編~

理科レポート 高い所にあるエネルギー 月 日 曜日 氏名 ()

【提出用】 3年 () 班 () 番 氏名 ()

<考察> 今回の実験でどんなことがわかったかな？

文章だけでなく図なども使って書きましよう。
班で意見を話し合っで考えたことも、どんどんプラスして書き込みましよう。
考察するチャンスは3回あります。個人・班の活動一全体の発表一まとめ

<感想>

●参考資料5 生徒に配信した本日の指令

～本日の指令2～

「ティッシュが破れる高さを15分で調べなさい」

<内容>
重さの違う2つの球を使って、どれだけの高さから落とせば、ティッシュを破くのかを調べます。

・この指令を読みながら、すぐに行動を始めてください。
・ちょっともったいない実験なので、使ったティッシュは持って帰ってくださいね。

●役割分担をしましょう

①メジャーを持つ人 (1人)
②球を落として、高さを測って記録する人 (1人)
③ティッシュを向かい合って両手で持つ人 (2人)
※3人の班は「①と②を1人でしましょう」

●決まったら、全員立ちましょ

●準備をしましょう

①1人代表して前の教卓に行って、2つの球の重さを測って持って来ましょ。
②ティッシュ係の2人が向かい合って、ティッシュをピンと両手で引っ張りながら持ちましょ。
※この時、ティッシュの折れ目が自分の手と手の間にくるように持ちます。
③メジャーを伸ばして先をティッシュの先に合わせて、椅子の上に立って持ちます。

●球を落としましょ

①5cm刻みで高さを変えながら、ティッシュが破れる一番低い高さを見つけます。
※完全に突き抜けたときの高さを測ります。
②少しでも破れたら、次の新しいティッシュに交換です。

ここまで15分でましょ。

●早く終わったら、座って考察しましょ

①レポート用紙にわかったことを自分なりに考えて、「図」と「説明文」を使ってまとめましょ。
②班で相談して、タブレットPCに今回の実験で分かったことを書きましょ。
「Windows Jomall」に書き込みます。
※このとき、画面のどこかに自分たちの班の結果を表で書きましょ。

●参考資料6 授業の様子



