

III

理科教育研究グループ

わかりやすい授業づくりをめざして

－吹田市の子どもたちの現状をふまえて－

理科教育研究グループ

<研究員>

千里第一小学校	指導教諭	福島 太三
豊津第一小学校	教諭	鬼頭 孝雄
東山田小学校	教諭	西岡 孝
千里第二小学校	教諭	柳本 周治
南山田小学校	教諭	末永 淳子
第二中学校	教諭	須藤 渉
山田中学校	教諭	中野 辰晃
千里丘中学校	教諭	小栗栖 隆
竹見台中学校	教諭	三浦 幸紀
第一中学校	教諭	桂 弘子

目 次

1. はじめに	1
2. 小学校の子どもたちの現状	
～平成24年度全国学力・学習状況調査の結果から～	
(1) 設問の特徴	1
(2) 正答数分布の特徴	2
(3) 設問分類による分析	2
(4) 全国平均正答率よりも正答率が低い設問	3
(5) 正答率が低い設問	3
(6) まとめ	5
3. 中学校の子どもたちの現状	
～平成24年度全国学力・学習状況調査の結果から～	
(1) 全国平均正答率よりも正答率が低い設問	7
(2) 正答率が低い設問	7
(3) 設問の分析	9
(4) まとめ	18
4. わかりやすい授業づくりをめざして	
(1) 小学校教員アンケート調査結果から	19
(2) 中学校教員アンケート調査結果から	24
5. おわりに	31

1. はじめに

平成 24 年度は全国学力・学習状況調査で理科が実施され、吹田市の結果は全国平均をわずかに上回ったものの、正答率がかなり低い設問が見受けられ、学習指導上の課題が浮き彫りになりました。また、昨年度（平成 23 年度）実施した小学校教員対象の意識調査の結果から、実験の結果が教科書どおりにならないので指導に困っている教員が多いことがわかりました。子どもたちが理科の知識や観察・実験の技能を正しく身につけるためには、教員が観察・実験の内容や方法を正しく理解し、正確に行えることが必要です。教科書どおりの結果にならないなど、教員が指導に困っている現状をさらに調査し、改善策を研究することになりました。

一方、中学校では全国学力・学習状況調査において、全国平均と比べて低い結果となりました。また、中学校教員を対象に理科の授業、特に実験において困っていることなどを調査したところ、実験の方法や工夫よりも授業のあり方についての課題が多く見られました。中学校においては、教員の専門知識や技能を心配することはありませんが、子どもたちが理科に興味・関心をもって学習する態度を養うためには、わかりやすい、魅力ある授業が大切であり、今回は調査結果をもとに授業づくりについて研究しました。

2. 小学校の子どもたちの現状

～平成 24 年度全国学力・学習状況調査の結果から～

(1) 設問の特徴

今回の理科の学力調査の特徴は、図表や文章から読み取る設問が知識を問う設問より多いことです。2 (2) ア、イ、2 (3) 太郎、花子、3 (2)、4 (4)、3 (4) などであり、問題文に書かれている解答を読み取ることができるかどうかが問われています。言語活動の充実が各教科で問われていますが、その流れに沿った設問であり、PISA の科学的リテラシーの設問に近いといえます。この能力は、発信されている様々なデータから必要なことを読み取り、考えることができる能力です。当市では、全国平均よりもこれらの設問の正答率は高いのですが、満足出来る水準ではありませんでした。

また、全ての設問に共通する特徴として、設問の文章が長いことがあげられます。そのため、国語力が低い子どもにとっては難しいテストでした。このことは、全国学力調査の各都道府県別データにおいて、国語と算数の成績と理科の成績との相関係数を算出すると、算数よりも国語の方が高く、特に国語 B との相関が高いことからもうかがえます（表 1）。理科は、数式等で理解する側面と言語で理解する側面をあわせ持ちますが、小学生段階では数式で理解する単元は少なく、言語によって理解する単元が多くあります。知識を身に付けるだけでなく、自然現象を言語によって理解し考察していく必要があります。

表 1. 全国学力調査の理科の成績と国語・算数の成績との相関係数

教科	国語 A	国語 B	算数 A	算数 B
相関係数	0.85	0.87	0.80	0.79

(2) 正答数分布の特徴

吹田市の正答数分布の特徴は、下位層、中位下位層、中位上位層、上位層の4層に分かれることです。これらの層のうち、中位層を引き上げていくことが課題です。そのため、実験や観察をしっかりと行ったうえで、言語活動を充実させるとともに、考察する力を付けていく必要があります。また、下位層については、まず文章を読む力を付けていくことも必要です。

(3) 設問分類による分析

設問を様々な分類に分けて、吹田市の正答率の傾向を調べました。

① 学習した学年別分析

学習した学年別に分類すると、3年生の正答率が高く、4年生が最も低く、全国平均と同じ傾向でした。さらに、専科担当と学級担任が行っている場合とに分けて分析すると、新たな傾向が見られるかもしれません。

② 問題種類別分類

設問を作成者が分けている種類に従って分析すると、吹田市は全国平均と比較して「活用適用」の正答率があまり高くなりませんでした。これは、科学的な知識や技能を日常生活に当てはめる能力を見る設問であり、知識を体験に当てはめる力が弱いと言えます。現代では、機械がほとんど電子制御となっており、子どもはその仕組みにまで興味がわかないといえます。また、自然環境に恵まれない地域が多く、体験の中で自然事象に興味を持つことが少なく、正答率が高くなかったのかも知れません。さらに、結果から方法を検討する「活用改善」の正答率も同様で、科学的な現象に興味を持って理解するために取り組む機会が少ないと思われます。吹田市の子どもたちにこれらの能力を身に付けさせるために、実験・観察の機会を増やし、しっかりと考察させる指導が必要であります。

③ 領域別分析

設問を作成者が分けている4領域に分けて分類すると、全国平均と比較して、生命分野と物質分野があまり高くありませんでした。生命分野は、自然環境に影響される設問が多く、吹田市の子どもには答えにくい設問ではないでしょうか。物質分野は、水溶液の均一性や水の三態などの目に見えない内容が多く、理解するためには考察が必要です。電磁石の設問等のエネルギー分野は比較的实验がしやすい内容であり、地球分野は太陽の運行や気象に関する設問だったので、都市部でも体験することができる設問でした。

④ 問題形式別分析

選択式、短答式、記述式の順に正答率が下がります。これは、全国平均でも同様です。一方、無答率は選択式では全国平均よりも低いのですが、記述式では全国平均よりも高く、自信がない問題を避けたり、文章を書くことを嫌がったりする子どもが多いと思われます。

(4) 全国平均正答率よりも正答率が低い設問

正答率が全国平均よりも低いのが1(1)、2(5)だけであり、どちらも全国平均より若干低い結果でした。1(1)は正答率が高いので、あまり差が出なかったと考えられます。この設問は、氷砂糖を砕いた前後で質量に変化があるかどうかを問うものです。2(5)は、選択肢の正答率は全国平均よりも高いのですが、理由の記述が出来ていませんでした。これは受粉実験の設問であり、吹田市が使用している教科書では1学期に実験を行うことになっていますが、昨年度の春先の気温が低くカボチャで受粉実験ができた学校が少なかったようです。他市で使用している教科書のなかには、2学期にヘチマを使った実験をするものがあり、その差が出ているのかも知れません。

(5) 正答率が低い設問

全国平均正答率(60.9%)は、高い数値とはいえません。平均正答率は、70%以上を目指したいものです。誤答が多かった設問は、正答率を上げていく必要があります。

① 吹田市の正答率が低い設問

設問 4(5) 正答率 23.7%

天気の様子と気温の変化とを関係付けて、気温の変化を表したグラフを選び、選んだわけを書く。天気の様子と気温の変化の関係についてデータを基に分析して、その理由を記述できる。

正しいグラフを選択できたのは40%であった。曇りの日は、温度変化が小さいグラフとなります。設問では、影の様子から10時から正午までの時間帯だけ温度変化が小さいので、曇っていたとわかります。この理由を説明できなかった子どもは16%で、「曇っていた」ことを理解している子どもは4%でした。さらに、この設問を解くためには、「最高気温が2時ごろであること」、②「曇りのときの気温は上がりにくいこと」の2つを理解している必要があります。①を理解していない子どもが40%いました。今後は、グラフを利用して考察させていく必要があります。また、②を理解するために、途中で曇り出した時の気温変化を書かせたい。条件にあうような天候がなければ、設問のようなグラフを用意して考察させてもかまいません。

設問 2(5) 正答率 31.0%

スイカの受粉と結実の関係を調べる実験について、適切な実験方法を選び、選んだわけを書く。植物の受粉と結実の関係を調べる実験について、結果を基に方法を改善して、その理由を記述できる。

選択肢の正答率は全国平均よりも高いのですが、理由の記述は低い結果でした。選択肢を正答していない子どもは、受粉すれば実がなることは分かっているけれども、どのようにすれば、比較実験のために意図的に受粉を防ぐことができるのかを理解していなかったようです。そこで、間違えた実験方法を提示して訂正させるような指導も有効だと思われます。選択肢が正答できて、理由が書けない子どもは41.5%でした。先述のように、自然条件のため実験できなかった学校が多いと思われ、正答率が低いと考えられます。条件に合わせて単元を入れ替えたり、植物を選択したりする必要があります。また、分かっている理由を文章で書くことが苦手な子どものために、学習の中で理由や考えを書くように指導していく必要があります。

設問 4(1) 正答率 33.2%

方位磁針の適切な操作方法を選び、その時の太陽の方位を書く。方位磁針の適切な操作方法を身に付けている。

方位磁針の正しい使い方を選択できた子どもは40%でした。北側が白色、南側が黒色の針を選択した子どもも29%いました。方位磁針の針は北が赤色、南が無色か青である場合が多く、白黒印刷では赤がどちらか分からなかったのかもしれませんが。しかし、針の色の判別ができなくても、太陽が南の方位にあることを理解していると正答できます。なお、方位磁針の選択肢を正答して、方位を間違えていた子どもが7%いました。

設問 3(5) 正答率 45.2%

水の状態変化の説明として、当てはまる言葉を選ぶ。水は、温度によって状態が変化する性質を、物を動かす「エネルギーの見方」として適用できる。

「水は目に見えない オ（水蒸気）に変わります」「オ（水蒸気）が空気中で冷やされてカ（水）に変わった」という設問では、オの正答率は低いものの、湯気と水蒸気の混同が見られました。また、水蒸気を空気と間違えた子どももいて、湯気と水蒸気、水、空気の違いについて、しっかりと学習させる必要があります。

設問 3(4) 正答率 58.7%

電磁石の強さを変えるための実験条件を書く。電磁石の強さを変える要因について確かめる実験を、条件を制御しながら構想できる。

変える条件と変えない条件を問題文から抜き出す設問で、40%の子どもが問題文に2つの条件が出ていることを読み取れていません。正答した子どもは、変える条件が調べる条件であると理解しています。変える条件と変えない条件に分けて比較実験をすることは5年生から学習しますが、3年生から日向と日陰、ゴムや風の力などの単元で変える条件と変えない条件を教えていく必要があります。

設問 3(3) 正答率 58.7%

車の進行方向と電流の向きとを関係付けて考え、並列つなぎの適切なつなぎ方を選ぶ。並列つなぎについて、乾電池の向きと車の進行方向とを関係付けて、分析できる。

電池の直列と並列を理解し、また、電池の向きによってモーターの回転方向が変わることを理解していないと正答できません。直列と並列を混同している子どもは24%でした。また、直列は電池2本が縦に並んでいる図を習うため、設問のような図になると分からないのかも知れません。モーターの回転方向を間違える子どもは16%でした。電池の向きでモーターの回転方向が逆になることを理解できていません。

設問 4(3) 正答率 59.7%

「かげの観察記録」を基に、木の影の長さの変化を表したグラフを選ぶ。「かげの観察記録」を基に、木の影の長さの変化を表すグラフを分析できる。

影は正午ごろ一番短く朝と夕方には長くなることと、曇ると影が見られないことを理解していないと正答できません。実験を行う際に、影の動きを記録した後、懐中電灯で棒を照らして太陽の動きを確認させることで理解が深まると思われます。

② 正答率は低くないが、もう少し高い正答率がほしい設問

設問 3(2)

ゴムをねじる回数と車の進む距離の関係を示すグラフから、ゴムをねじる回数を選ぶ。ゴムをねじる回数についてグラフから分析して、予測することができる。

グラフの読み取り問題で、ねじる回数と進む距離の関係性を見つければ、正答できます。描いたグラフを見て関係性を考える必要がありますが、グラフから関係性を読み取る単元が少なく（気温、ヒョウタンの伸び、温度と溶解度の関係程度であり設問のように比例しない）、他教科と関連させて学習していきたい内容です。

設問 1(3)

砂糖水に溶けている氷砂糖の様子について、実験結果から適切な図を選び、選んだわけを書く。水に溶けている物の様子について、実験結果を基に自分の考えを改善して、その理由を記述できる。

水溶液は溶質が溶液の中で均一に溶けているものであることを理解していれば、正答できます。選択肢を正答できても、その理由が書けない子どもが 20%いて、学習の中で理由を考えさせる必要があります。

設問 2(1)

虫眼鏡の適切な操作方法を選ぶ。虫眼鏡の適切な操作方法を身に付けている。

虫眼鏡は直感的に操作できるので、使い方を 3 年生で指導した後、再度指導することは少ないと思われます。また、虫眼鏡で動かないものを見る時は、①目に虫眼鏡を近づけたままで対象物に近づき、虫眼鏡と目の距離はそのままで頭を動かしてピントを合わせると指導している場合（当市使用教科書）と、②対象物に虫眼鏡を近づけてから離してピントを合わせる（選択肢 4, NHK for school）の 2 通りの指導法があります。吹田市の子どもは、①で指導されていたので混乱したと思われます。

(6) まとめ

今回の調査では、図表や文章にかかっている答えを読み取る設問が多く、言語によって理論的に思考していく能力が問われています。これらの力は、将来さまざまな情報を理解し、自分なりの解釈をするために必要です。吹田市では、全国平均よりも読み取る力がありますが、十分とは言えない状況です。この読み取る力を向上させようとする、理科学習においても言語活動を重視していかなければなりません。

また、生活体験から答えを導き出す設問が苦手でした。中学年の授業では、生活の中で体験できることが多く含まれており、身近な自然事象を捉えて学習していくことが大切です。特に、自然環境が豊かでない地域では、意識して自然観察を行っていく必要があります。

さらに、知識を問う設問の正答率が高いのですが、理由を問われる設問では正答率が下がります。このため、授業において理由を考えさせる必要がありますが、知識の定着も大切であり、せっかく得た知識を忘れないように、スパイラル（前時の復習）で学習したり、前学年の復習をしたりする機会も必要です。小学校では少ないのですが、算数的な考え方で理解していく単元（電流、振り子、てこ、物の溶け方等）もあります。

言語化と同時に図表を使いながら理解を深めていくなど、非言語での思考力を高めていく必要もあります。

なお、国立教育政策研究所教育課程研究センター（N I E R）が言語活動を多く盛り込んだ授業アイデア例を出していますので、参考にしてください。

表 3. N I E R の授業提案アイデア集要約

<p>1 (3) 物の溶け方 (5年生)</p> <p>めあて提示 食塩水は水の中でどのようにとけているのだろうか。</p> <p>予想 言語活動 図と文章で表現。</p> <p>実験 1 水の入ったビーカーに着色食塩水を入れる。</p> <p>結果 1 2週間後には均一となり、1ヶ月後でも均一。</p> <p>考察 1 言語活動 疑問:赤い色と共に食塩も移動したかどうか。 実験方法:上、中、下の液を自然蒸発させる。</p> <p>実験 2 考察で考えた実験</p> <p>結果 2 言語活動 絵と文章で記す。</p> <p>考察 2 言語活動 同じ量の食塩が出たので、液全体に広がった。</p> <p>まとめ 食塩は、水の中で液全体に同じように広がってとけている。</p>	<p>3 (5) 水の姿 (4年生)</p> <p>実験① 水蒸気、湯気で回る風車</p> <p>感想 言語活動 勢いよく水蒸気が出る。</p> <p>めあて提示 1 水はどのように変化して風車を回しているか</p> <p>考察 言語活動 沸騰の泡は水蒸気で冷やされて湯気になる。 水蒸気になると体積が増え勢いよく回す。</p> <p>まとめ 水は温められると沸騰して見えない水蒸気になる。水蒸気や湯気が羽根に当たり風車を回す。</p> <p>めあて提示 2 水蒸気のはどこで使われているか</p> <p>調べ学習発表 言語活動 発電で使われる。 装置を工夫して明かりを付けたい。</p> <p>実験 2 発電しLEDをつける</p> <p>まとめる 言語活動</p>
--	---

2. 中学校の子どもたちの現状

～平成24年度全国学力・学習状況調査の結果から～

(1) 全国平均正答率よりも正答率が低い問題

全国平均正答率よりも正答率の低い問題について、次の表にまとめました。

設問番号	設問の概要	観点	領域 学年	問題の趣旨
2 (3) X	2つの実験結果から、電圧 2.0Vのときの、豆電球と発光ダイオードの消費する電力を比較して答える。	科学的な 思考・表現	電流 2	実験結果を分析し、豆電球と発光ダイオードの消費する電力を比較することができるかどうかをみる。
2 (6)	白熱電球とLED電球を、それぞれ1時間使用する場合に、消費する電力量の差を求める式を書き、電力量の差を求める。	自然事象 についての 知識・理解	電流 2	電力量を理解しているかどうかをみる。
2 (5)	白熱電球をLED電球に交換するときに、消費する電力量を減らすために最も効果がある場所を選び、その理由を説明する。	科学的な 思考・表現	電流 2	白熱電球をLED電球に交換しようとする場面において、電力量に関する知識を活用して、最も省エネの効果がある場所を考え、その根拠を説明することができるかどうかをみる。
2 (3) Y	2つの実験における豆電球と発光ダイオードの消費する電力から、白熱電球とLED電球の省エネの効果を考察し、LED電球の省エネの効果を答える。	科学的な 思考・表現	電流 2	実験結果の考察と「新聞に書かれていたLED電球の省エネの効果」を関連付けている場面において、電力に関する知識を活用して、LED電球の省エネの効果を考えることができるかどうかをみる。
3 (2)	地層観察の結果から、観察地における地層のつながり方を考察し、地層の傾いている方向を選ぶ。	科学的な 思考・表現	地層 1	観察地における地層の広がり方について、観察地の図と観察結果から分析して解釈し、地層の傾きを認識して、その傾きの方向を指摘することができるかどうかをみる。

(2) 正答率の低い問題

吹田市の正答率が低い問題について、次の表にまとめました。

設問番号	設問の概要	観点	領域 学年	問題の趣旨
2 (6)	白熱電球とLED電球を、それぞれ1時間使用する場合に、消費する電力量の差を求める式を書き、電力量の差を求める。	自然事象 についての 知識・理解	電流 2	電力量を理解しているかどうかをみる。
2 (2)	1つの回路で、2つの実験と同じ結果を得るための測定方法を説明する。	科学的な 思考・表現	電流 2	抵抗の直列つなぎ、並列つなぎ等の知識を活用し、他者の実験方法を検討し改善して、正しい実験方法を説明することができるかどうかをみる。
3 (3)	地層観察の結果から、過去の火山活動が活発だった時期の回数についての他者の考察を検討し、適切な回数を選び、その根拠を説明する。	科学的な 思考・表現	地層 1	火山や地層、堆積岩の知識を活用し、過去の火山活動が活発だった時期の回数についての他者の考察を検討し、根拠を示して改善した考察を説明することができるかどうかをみる。
3 (2)	地層観察の結果から、観察地における地層のつながり方を考察し、地層の傾いている方向を選ぶ。	科学的な 思考・表現	地層 1	観察地における地層の広がり方について、観察地の図と観察結果から分析して解釈し、地層の傾きを認識して、その傾きの方向を指摘することができるかどうかをみる。
1 (6)	チューリップの花が開く温度を明らかにするための追実験を計画するにあたり、実験結果の考察から設定する温度を答える。	科学的な 思考・表現	植物 1	「チューリップの花が開く温度を明らかにする」という追実験の目的のもと、実験結果の考察から花が開く温度を予想して適切に温度を設定し、追実験を計画することができるかどうかをみる。
4 (3)	実験結果から、食塩水の中で卵にはたらく浮力の大きさを求める式を書き、浮力の大きさを求める。	自然事象 についての 知識・理解	物質 1	浮力を理解しているかどうかをみる。
1 (2)	両生類であるカエルの特徴や成長に応じて飼育の環境を整えた理由を説明する。	科学的な 思考・表現	動物 2	動物を飼育する場面において、両生類の子と親の体のつくりと働きや生活場所に関する知識を活用して、カエルの特徴や成長に応じて飼育の環境を整えた理由を説明することができるかどうかをみる。

(3) 設問別の分析

(1)、(2)の設問別の分析について、国立教育政策研究所「平成24年度全国学力・学習状況調査【中学校】報告書」から抜粋しています。なお、(3)の百分率は、全国のものであります。

1 設問 (2)

動物を飼育する場面において、両生類の子と親の体のつくりと働きや生活場所に関する知識を活用して、カエルの特徴や成長に応じて飼育の環境を整えた理由を説明することができるかどうかをみる。

【分析結果と課題】

- 本設問では、動物を飼育するという日常生活の場面において、両生類の呼吸の仕方と生活場所に関する知識を、飼育の環境に関連付けて説明することが求められます。正答率は、38.5%です。両生類であるカエルの呼吸の仕方と生活場所の理解と、これらに関する知識を活用することに課題があります。
- 誤答（解答類型 2、3、9）の中には、「カエルの子が親になるまでの過程で、呼吸の仕方がえら呼吸から肺呼吸に変わり、陸上で生活できるようになる」ことについて理解していると考えられますが、次のように水中や陸上など生活場所を記述していない解答が見られます。

解答類型 2

「アマガエルは、子のときはえらで呼吸し水中で生活するが、親は肺で呼吸する」など

解答類型 3

「アマガエルは、子のときはえら呼吸だが、親になると肺呼吸で陸上で生活する」など

解答類型 9

「アマガエルは、子のときはえらで、親は肺で呼吸する」など

これらの解答をした生徒は、アマガエルの子が親になるまでの過程で、呼吸の仕方がえら呼吸から肺呼吸に変わり、陸上で生活できるようになる」ことについて理解しているものの、アマガエルの子と親のそれぞれについて、呼吸の仕方と生活場所とを関連付けて説明することができていません。また、解答類型 2、3、9の中には、両生類であるカエルの呼吸の仕方と生活場所について誤った理解をしていると考えられる解答があります。例えば、カエルの親については、「カエルの親は、水中ではえら呼吸し、陸上では肺呼吸をする」、「カエルの親は、皮膚呼吸し、陸上で生活する」という解答が見られます。

【学習指導に当たって】

- 動物の体のつくりと働きの特徴は、生活の仕方と深い関連があります。動物について指導する際は、それらに関連付けて理解させることが大切です。動物の体のつくりと働きの特徴について、子の生まれ方、呼吸の仕方、体温、体表の様子、生活場所などの観点を挙げ、魚類、両生類、爬虫類、鳥類、哺乳類のそれぞれについて、動物の特徴を表にまとめます。このとき、体のつくりと働きの特徴を生活の仕方と関連付けて説明できるよう指導し、断片的な知識の伝達に陥らないよう配慮が必要です。

- 本設問では、動物を飼育するという日常生活の場面において、両生類の呼吸の仕方と生活場所に関する知識を、飼育の環境に関連付けて説明することが求められます。そして、設問においては「アマガエルの子と親のそれぞれについて、呼吸の仕方と生活場所に関係させて書きなさい」とありますが、解答の中には子のときに水中で生活していることを省略して書くなど、問われている事柄を満たしていない解答をしたため正答にならないものがあります。指導に当たっては、例えば、カエルの子と親のそれぞれについて呼吸の仕方と生活場所とを対応させた表で整理してから文章化するなどの工夫が考えられます。

2 設問 (1)

電流計の読み方の技能を身に付けているかどうかをみる。

【分析結果と課題】

- 本設問では、電流計の一端子がどこにつながれているかを確認し、電流計の最小目盛りの $1/10$ まで読みとることが求められます。正答率は 45.4%であり、電流計の読み方の技能に課題があります。
- 誤答については、解答類型 2 の反応率は 24.8%です。これらの生徒は、電流計に接続されている端子の選択を考慮して電流計の針が示す値を読みとることは理解していると考えられますが、最小目盛りの $1/10$ まで読みとることに課題があります。また、解答類型 9 の反応率は 21.2%です。解答類型 9 において「22」、「2.2」という解答が見られます。これらを解答した生徒は、端子の接続の位置を考慮した読みとりができていないと考えられます。

【学習指導に当たって】

- 実験を適切に行うため、実験器具や計器を用いるときは、使用方法やデータの読みとり方を正しく身に付けることが大切です。指導に当たっては、電流回路の実験で電流計や電圧計の目盛りを読みとらせるときは、端子の選択によって読みとるべき数値が異なることを理解させ、最小目盛りの $1/10$ まで分量で読みとることを、指導することが大切です。実際に電流計、電圧計、抵抗などを用いて回路をつくらせて、抵抗にかかる電圧を変化させたときの電流の大きさを測定する実験を通して、生徒一人ひとりに電流計や電圧計の読み方の技能を身に付けさせることが考えられます。

2 設問 (2)

抵抗の直列つなぎ、並列つなぎなどに関する知識を活用して、他者の実験方法を検討し改善して、正しい実験方法を説明することができるかどうかをみる。

【分析結果と課題】

- 本設問では、抵抗の直列つなぎ、並列つなぎなどに関する知識を活用して、他者の実験方法を検討し改善して、正しい実験方法を説明することが求められます。正答率は 7.8%であり、根拠を示して、正しい実験方法を説明することに課題があります。
- 誤答については、解答類型 3 (実験の目的について誤った記述があり、並列について記述している) の反応率は 58.4%、解答類型 5 (並列についてのみ記述している) の反応率は 3.6%です。「並列につなぐ」と解答している反応率の合計は、正答である解答類

型1も含めると69.7%です。

- 本設問では、他者の考えにおける「同じ電流を流すために」（実験の目的）と「それらを直列につないで」（回路のつくりかた）の2つの内容を読みとり、それらを検討し改善する必要があります。解答類型3、5の生徒は、「それらを直列につないで」を「並列につなぐ」と改善はしたものの、並列つなぎと改善する根拠とを関連付けて理解できていないことなどが考えられます。特に、解答類型3において、「同じ電流を流すために」といった他者の意見における実験の目的をそのまま改善せずに答えた解答が多く見られます。また、「同じ電圧を流すために」と解答して理科の用語の正しい表現に課題があるもの、「異なる電流を流すために」といった実験の目的を適切に捉えていないものが見られます。

【学習指導に当たって】

- 観察・実験を行った後に、これらの結果を分析し解釈する学習活動、科学的な概念を使用して考えたり説明したりするなどの学習活動を充実し、科学的な思考力や表現力を育成することが大切です。指導に当たっては、実験を振り返ったり、実験の考察を検討したり、科学的な知識や概念に基づいて自分の考えを説明したりするなどの場面を設定することが考えられます。その際、科学的な知識や概念と根拠に基づき、自らの考えや他者の考えに対して、多面的、総合的に思考して、検討し改善できるように指導することが大切です。
- 本設問を使って授業を行うに当たっては、電流回路の学習において、直列回路や並列回路をつくり、それぞれの抵抗器に加わる電圧や流れる電流を測定し、これらの規則性を見だし電圧や電流についての理解を深めさせることが大切です。その際、例えば電流と電圧を川の水の流れや川の落差などに置きかえて考えさせることで、それぞれの理解を深め、知識の定着を図ることが考えられます。次に、豆電球や発光ダイオードの消費する電力に関する実験の結果を予想させることで、目的意識をもたせて探究的に実験を行わせることが考えられます。そして、グループで、その実験の結果をまとめて考察を行い、発表する場面を設定することが考えられます。その際、結論と根拠を整理して述べるように指導することが大切です。このように実験方法を検討したり改善したりする学習活動や、根拠に基づいて自分の考えを説明する学習活動を行うことで、科学的な思考力や表現力を育成することができると考えられます。

2 設問 (3) X

実験結果を分析し、豆電球と発光ダイオードの消費する電力を比較することができるかどうかをみる。

【分析結果と課題】

- 本設問では、電圧 2.0V のときの豆電球と発光ダイオードのモデル実験の結果を分析し、それぞれの消費する電力を比較することが求められます。正答率は 55.5%であり、実験結果を分析し、消費する電力を比較することに課題があります。
- 誤答については、発光ダイオードの方が「大きい」とした解答類型2の反応率が18.8%です。実験1、2の結果から、豆電球と発光ダイオードの消費する電力と電流・電圧との関係を理解できていなかったことが考えられます。

【学習指導に当たって】

- 実験結果の考察を行う際には、科学的な知識や概念と根拠に基づき、結果を分析し解釈して、説明することが大切です。その際、小学校で培った「比較したり、条件に目を向けたりする」などの能力を高めながら、実験結果を分析して解釈する能力の育成を図ることが大切です。
- 本設問を使って授業を行う際には、「消費する電力=電圧×電流」であることを理解し、その知識を活用して、実験結果を分析し解釈させることが大切です。
- 指導に当たっては、消費する電力の大きさの違いを実感できるような実験を行うことが大切です。電熱線の発熱量を調べる実験において、水の温度変化の大小関係を予想させたうえで実験を行い、結果を表やグラフにまとめ、分析して解釈し、発熱量が電力や時間に比例することを見いださせます。それに加えて、例えば、手回し発電機を使って、電力や電力量の大きさを体感し、電力量と時間の関係についての理解を深めさせることも考えられます。電流や電圧に関する基礎的・基本的な知識・技能を活用して、家庭での電気器具などについての電力や電力量に関する考察を行うことで、分析し解釈する能力を育成することができると考えられます。

2 設問 (3) Y

実験結果の考察と「新聞に書かれていた LED 電球の省エネの効果」を関連付けている場面において、電力に関する知識を活用して、LED 電球の省エネの効果を考えることができるかどうかをみる。

【分析結果と課題】

- 本設問では、実験結果の考察と「新聞に書かれていた LED 電球の省エネの効果」とを関連付けている場面において、電力に関する知識を活用して、LED 電球の省エネの効果を考えることが求められます。正答率は 84.8%であり、相当数の生徒ができています。

【学習指導に当たって】

- 本設問を使って授業を行う際には、豆電球と発光ダイオードが消費する電力を計算して比較した後、「新聞記事に書かれていた LED 電球の省エネの効果」と関連付けて考察するような場面を設定することが大切です。指導に当たっては、例えば、消費電力の表示器を用いて、明るさのほぼ等しい白熱電球と LED 電球の消費する電力を測定し、LED 電球の省エネの効果を確認させることが考えられます。そして、「省エネの効果」に関する新聞記事などを資料として提示することで、理科の知識が日常生活において活用されていることを生徒に実感させることなどが考えられます。

2 設問 (5)

白熱電球を LED 電球に交換しようとする場面において、電力量に関する知識を活用して、最も省エネの効果がある場所を考え、その根拠を説明することができるかどうかをみる。

【分析結果と課題】

- 本設問では、白熱電球を LED 電球に交換しようとする場面において、電力量に関する知識を活用して、最も省エネの効果がある場所を考え、その根拠を説明することが求め

られます。正答率は、60.0%です。電力量に関する知識を活用して、日常生活における課題の解決策を考え、その理由を科学的根拠に基づいて説明することに課題があります。

○ 誤答については、解答類型 6（選択肢：ア）、7（選択肢：イ）、8（選択肢：ウ）の反応率の合計は 29.1%です。これらの中には、自分の生活経験を基に、理由を記述しているものも見られます。また、解答類型 7（選択肢：イ）の反応率は 13.6%です。これらの中には、消費する電力量が、「使用回数」に依存すると誤って捉えたと考えられるものが見られます。

【学習指導に当たって】

- 自然事象への関心・意欲を高めるためにも、理科で習得した知識・技能を、日常生活や社会において活用できるようにすることが大切です。指導に当たっては、授業において自宅や学校などの白熱電球を利用している場所と使用している時間を調べ、どの場所の白熱電球を LED 電球に交換すれば、より消費する電力量を減らすことができ、省エネの効果がどうかを考えさせる場面を設定することが考えられます。これらのことを、生徒同士で話し合わせ、思考を深めさせることなどで、理科を学ぶことの意義や有用性を実感させ、理科に関する興味・関心を高められると考えられます。
- 本設問を使って授業を行う際には、消費する電力量を求める計算において、時間が独立変数（変化させる要因）になることに気付かせることが大切です。白熱電球が消費する電力は一定なので、消費する電力量は、独立変数である「使用する時間」に比例します。このため、「玄関の外」が、最も「使用する時間」が長いので、消費する電力量が最も大きくなることに気付かせることが重要です。このことを体験的に理解させる実験の例として、電熱線を用いて一定量の水の上昇する温度が、電力や時間とどのような関係があるのかを調べる実験が考えられます。電力を一定にしたときの時間と上昇した温度の関係と、時間を一定にしたときの電力と上昇した温度の関係を見いださせ、消費する電力量について考察させます。このとき、実験の結果をグラフ化する活動を取り入れることで、消費する電力量の理解を深めることができると考えられます。

2 設問 (6)

電力量を理解しているかどうかをみる。

【分析結果と課題】

- 本設問では、電力量を理解することが求められます。正答率は 11.5%であり、消費する電力量の理解に課題があります。
- 正答である解答類型 1 の反応率は 11.5%、誤答である解答類型 2（式は正しいが単位の換算の誤り）の反応率は 0.6%、解答類型 3（式は正しいが計算の誤り、あるいは答えが無解答）の反応率は 6.2%であり、「電力量の式を正しく立てること」についての反応率の合計は 18.3%です。
- 誤答については、解答類型 9 の反応率が 25.1%で、「60-9」、「60×9」等の解答が見られます。これらを解答した生徒は、電力量の理解していないことが考えられます。また、時間の単位を誤って計算している解答類型 4、5、6、7 の反応率を合わせると 16.2%です。これらの生徒は、時間の単位に秒を用いることを理解していないと考えられます。
- 解答類型 0（無解答）の反応率は、39.7%です。本設問と同様に、定量的な計算を問う化学領域の **4**（3）（浮力の計算）の解答類型 0（無解答）の反応率は 38.4%です。

【学習指導に当たって】

- 観察・実験においては、得られたデータを分析して解釈し、適切な結論を導くような経験をさせることが重要です。結論を導くに当たっては、科学的な根拠を踏まえ、論理的な思考に基づいて行うように指導する必要があります。そのためには、定性的な取扱いだけでなく定量的な取扱いをし、量的な関係を見いだすことが大切です。指導に当たっては、観察・実験に際して定量的に測定した結果を、表にまとめたり、数値を処理したり、グラフ化したりして、分析して解釈することで、規則性を見いださせることが大切です。内容によっては、規則性が式で表されることを理解させる。その際、中学校理科の3年間の学習を通して、さらに算数科や数学科の学習に配慮して計画的に指導することが大切です。次に観察・実験の結果を量的に扱ったり、その関係性をグラフや式で表したり、数値を処理したりするものの例を示します。

- 第1学年 力とばねの伸び、圧力、物質の密度、質量%濃度、初期微動継続時間
- 第2学年 電流・電圧と抵抗、電力、熱量、電力量、化学変化と物質の質量、湿度
- 第3学年 運動の速さ、仕事と仕事率

- 物理的な事物・現象に関して量的な関係を見いださせるためには、電力や電力量などの物理量の意味を理解させることが大切です。例えば、本設問で電力や電力量の意味を理解させるためには、電熱線に電流を流し、一定量の水の上昇した温度を調べるとき、温度の上昇が電力や電流を流す時間に関係があることについて実験を通して見いださせます。その結果を分析して解釈する中で、水の温度上昇は、電力と時間の積である電力量によることを理解させることが考えられます。その際、実験結果から見いだした式の意味をワークシートに書かせて表現し、実験のグループ内で、互いに説明し合い、思考を深める場面を設定することも考えられます。日常生活に電力量の知識を活用させる場面として、消費電力の表示器などを使って実際に電力量と時間の関係を調べることで、電力量に関して身近に感じさせる工夫も有効であると考えられます。また、電気料金は、電力量に応じて決まることを取り上げることも考えられます。このように授業の中で、日常生活や社会との関わりの中で、科学を学ぶ楽しさや有用性を実感しながら、生徒が自らの力で知識を獲得し、理解を深めて体系化していくようにすることが大切です。

3 設問 (2)

観察地における地層の広がり方について、観察地の図と観察結果から分析して解釈し、地層の傾きを認識して、その傾きの方向を指摘することができるかどうかをみる。

【分析結果と課題】

- 本設問では、観察地における地層の広がり方について、設問における指導者の説明と図1（観察する5つの露頭の場所を表した図）、図2（観察地のようすを表した図）、図3（それぞれの露頭のようすを表した図）から分析して解釈し、地層の傾きを認識して、その傾きの方向を指摘することが求められます。ここでは、「観察地においては断層やしゅう曲がなく、露頭cに見られる地層は水平であり、露頭a、b、d、e見られる地層はすべて東より西の方が低くなっている」と分析して解釈できる。正答率は31.5%であり、空間を認識し、地層の傾きの方向を指摘することに課題があります。
- 誤答については、解答類型4の反応率が32.0%である。この中には、地層の傾きにつ

いて東西の方向であるという認識はできているものの、傾きの方向を正しく認識できていない生徒がいることが考えられます。これは、東西の方位を理解していなかったり、東と西の方位を逆に理解していたりしていると考えられます。または、5つの露頭で囲まれた地面が水平であることを指導者の説明から読み取れていないため、地層が水平で、地面が西より東が低くなっていると誤って認識したと考えられます。

【学習指導に当たって】

- 地学的領域の学習においては、地層を空間的に捉え、重なり方や広がり方の規則性を見いだすことが必要です。地層の広がり方を空間的に捉える際は、幾つかの露頭を比較し、その地域に見られる特徴的な地層を使ってつながりを考察させる指導などが考えられます。
- 地層を空間的に捉えさせるには、観察結果であるスケッチや柱状図から、立体的にその地域の地層を再現したり、ボーリング調査の試料やその結果の資料をつなぎ合わせて地下の地層のつながりを考察させたりすることが考えられます。
- 地層観察においては、教師が観察した地層についてすべて解説するのではなく、本設問のように、地層に関する知識を活用して、分析し解釈したことを観察記録などの結果を根拠に他者に説明するなどの学習活動を行うことが大切です。
- 地層の観察に適した場所がない場合は、野外観察を校外学習に位置付けて行うなどの工夫が必要です。また、博物館などには、地域の地質などについて分かりやすく展示されているものが多いので、これらを有効に活用することも考えられる。可能な限り地域の自然を生かした野外観察など、実体験を重視した学習を取り入れることが大切です。なお、教材化に当たっては、教育センターや研究会などにおいて、地域の地質に関する学習プログラムなどの開発を進めることが考えられます。

3 設問 (3)

火山や地層、堆積岩の知識を活用し、過去の火山活動が活発だった時期の回数についての他者の考察を検討し、根拠を示して改善した考察を説明することができるかどうかをみる。

【分析結果と課題】

- 本設問では、火山や地層、堆積岩の知識を活用し、過去の火山活動が活発だった時期の回数に関する他者の考察を検討し、根拠を示して改善した考察を説明することが求められます。その際、凝灰岩層に関する知識を身に付けていることと、観察地におけるローム層が過去の火山活動が活発だった時期に堆積した地層であることについて、指導者の説明から読み取ることが必要です。正答率は11.3%であり、地層のつながりについて認識することと、他者の考察を検討し改善することに課題があります。
- 解答類型1（正答）と解答類型2（誤答）の反応率を合わせると14.3%である。これらを解答した生徒は、過去の火山活動が活発だった時期の回数を2回と選んでいます。ただし、解答類型2（反応率3.0%）の解答は、理由において、凝灰岩層については適切に記述していますが、ローム層に関する記述がありません。設問における男子生徒が述べているローム層に関する説明は正しいので、そのことを省略してしまったと考えられます。解答類型1、2の解答をした生徒は、地層のつながりを考え、4つの露頭に見られる凝灰岩層はつながった同一の地層であることを見いだしていると考えられます。

- 解答類型 2 を除いた誤答については、解答類型 3、4、5、6、7、8、9、0 の反応率を合わせると 85.7%です。解答類型 3、4 の反応率を合わせると 13.5%です。これらを解答した生徒は、回数を 2 回と選んだが、改善した考察を正しく書いていません。解答類型 3 の中には、露頭 a に 1 つのローム層と 1 つの凝灰岩層が見られるから 2 回を選んでいる解答があります。このように解答した生徒の中には、観察地の露頭に見られる地層はつながっているのに、火山活動により堆積した地層（ローム層、凝灰岩層）が一番多く観察できる露頭 a で説明したことが考えられます。このように考えた生徒は、地層のつながりを認識することができているが、説明が不十分です。また、解答類型 3 では、凝灰岩層が 2 つなので 2 回を選んでいる解答などが見られます。火山活動が活発だった時期の回数が 2 回以外の解答は、解答類型 5、6、7、8 である。解答類型 7（回数 4 回）の反応率は、19.8%です。ローム層を火山活動によるものと認識せず、凝灰岩層だけで考えている解答や凝灰岩層を 3 種類と認識しローム層と合わせて 4 回を選んでいる解答などがあります。解答類型 6（回数 3 回）の反応率は、17.7%です。ローム層を火山活動によるものと認識せず、凝灰岩層だけで考えている解答や凝灰岩層を 2 種類と認識しローム層と合わせて 3 回を選んでいる解答などがあります。解答類型 8（回数 6 回）の反応率は、15.4%です。凝灰岩層を 4 種類と認識し、ローム層と石灰岩層とを合わせて 6 回を選んでいる解答や 6 種類の地層が観察できることから 6 回を選んでいる解答、地層が 6 層以上からなっていることから 6 回を選んでいる解答などがあります。解答類型 5（回数 1 回）の反応率は、13.4%です。ローム層または凝灰岩層のどちらか 1 つが火山活動によるものと考えて 1 回を選んでいる解答などがあります。解答類型 1、2 以外（解答類型 3 の一部と解答類型 5 の一部を除く）の解答をした生徒は、地層のつながりについて認識することができていないと考えられます。また、これらの生徒の中には、それぞれの堆積岩の成因について理解していない生徒がいます。
- 一方、本設問では、過去の火山活動が活発だった時期の回数について、設問における男子生徒の考察を検討し、根拠を示して改善した考察を説明する必要があります。設問における指導者の説明「地層のつながりから考えてみましょう」を手掛かりに、男子生徒の考察を検討し改善します。男子生徒の考察を適切に検討し改善することができない理由として、「地層のつながりについて認識することができない」、「火山、地層、堆積岩などについて誤った理解をしている」、「火山や地層、堆積岩の知識を活用して、説明することができない」、「他者の考察に対して、多面的、総合的に考えることができない」などが考えられます。回数を選んでいるものの理由を記述していない解答は、解答類型 4 以外に解答類型 5、6、7、8 においても見られます。これらのことから、火山や地層、堆積岩の知識を活用し、過去の火山活動が活発だった時期の回数についての他者の考察を検討し、根拠を示して改善した考察を説明することに課題があります。

【学習指導に当たって】

- 地学的領域の学習においては、地層を空間的に捉え、重なり方や広がり方の規則性を見いだすことが必要です。地層の広がり方を空間的に捉える際には、いくつかの露頭を比較し、その地域に見られる特徴的な地層を使って地層のつながりを考察させる指導等が考えられます。
- 堆積岩に含まれる粒が丸みを帯びているものに対して、火山灰層や凝灰岩層に見られる粒は角張ったものが多く、火山噴出物によるものであると理解させる指導が大切です。

- 本設問では、露頭 a、b、d、e、f で見られる凝灰岩層は、断層がなく、つながった同一の地層と考えられます。それぞれの露頭の様子を図 3 で表しているが、地層のつながりを考えられていない生徒がいます。地層のつながりについて、観察地における過去の出来事などを考えさせるなどの指導を行うことが大切です。例えば、地層のつながりを考える際には、複数の柱状図などを使って、図と図の間の空間について考えさせる指導を行うことで、広大な空間を認識させ、離れていてもつながった同一の地層であるかどうかを十分に検討させることが大切です。
- 本設問のように、自らの考えや他者の考えについて、科学的な知識や概念と観察記録などの結果を根拠に、その妥当性などを検討することにより、多面的、総合的に思考し、必要に応じて自らの考えや他者の考えを改善する学習活動を導入することは、科学的な思考力や表現力を育成する上で大切です。本設問では、指導者が考察の誤りを指摘しているが、実際の学習場面では、考察が観察結果に対して適切かどうか、科学的な知識や概念に基づいて、多面的、総合的な思考により検討させることが大切です。そして、誤っている場合は、観察結果などの根拠に基づいて、考察を改善させます。
- 解答類型 2 は、回数を 2 回と選んでいるが、改善した考察においてローム層について触れていません。設問における男子生徒が述べているローム層に関する説明は正しいので、ローム層の説明を省略したと考えられます。理科において、考察を述べる際には、科学的な知識や概念と観察結果などの根拠に基づいて、必要な事柄を挙げて説明するように指導することが大切です。授業において、科学的な知識や概念を使って考えたり説明したりする際には、問われている事柄を整理してから表現するなどの指導をすることが考えられます。

4 設問 (3)

浮力を理解しているかどうかをみる。

【分析結果と課題】

- 本設問では、卵を空気中で、つるしてはかったときと食塩水の中に沈めではかったときの、ばねばかりの値を基に、卵に浮力がはたらいっていることを理解していることが求められます。正答率は 38.6% であり、浮力を理解することに課題があります。
- 解答類型 0 (無解答) の反応率は、38.4% です。本設問と同様に、定量的な計算を問う物理領域の 2 (6) (消費電力の計算) の解答類型 0 (無解答) の反応率は 39.7% です。
- 誤答については、解答類型 9 の反応率は 20.5% である。「 $0.58+0.02$ 」、「 $0.58\div 0.02$ 」、「 0.58×0.02 」などの解答が見られます。これらを解答した生徒は、浮力を理解していないと考えられます。

【学習指導に当たって】

- 観察・実験においては、定性的な取扱いだけではなく、観察・実験を通して量的な関係を見いだすことも大切です。指導に当たっては、観察・実験の結果を基に、浮力の存在を確かめることができるようにすることが大切です。例えば、本設問を使って浮力の存在を確かめるには、卵をばねばかりにつるして、空気中と、卵を食塩水の中に沈めではかったときのばねばかりの示す値を測定します。このとき、卵を食塩水の中に沈めではかったときのばねばかりの示す値が小さくなったことで、上向きの浮力がはたらいっていることを、実測値を基に理解させることが大切です。その際、実験を通して理解され

た浮力についてワークシートに書かせて表現させたり、グループ内で、互いに説明し合う場面を設定することも考えられます。理科において定量的な扱いをするときには、自然事象を理解したうえで、実験で得られた実測値を基にして表すことができるような指導が大切です。

(4) まとめ

全国学力・学習状況調査において、「観察・実験などにおいて、定量的な扱いをする」と、「日常生活や社会の特定の場面において、理科に関する基礎的・基本的な知識や技能を活用すること」、「基礎的・基本的な知識や技能を活用して、観察・実験の結果などを分析し解釈すること」、「基礎的・基本的な知識や技能を活用して、仮説を検証するための観察・実験を計画すること」、「基礎的・基本的な知識や技能を活用して、根拠をもとに、他者の計画や考察を検討し改善すること」に課題があることが分かりました。これらの課題を解決するため、学習指導においては、次の内容が大切です。

- ・生徒一人一人に、実験測定器具の読み方の技能を身に付けさせること。
- ・実験を振り返ったり、実験の考察を検討したり、科学的な知識や概念に基づいて自分の考えを説明したりするなどの場面を設定すること。
- ・科学的な知識や概念と根拠に基づき、自らの考えや他者の考えに対して、多面的、総合的に思考して、検討し改善できるように指導すること。
- ・グループで、その実験の結果をまとめて考察を行い、発表する場面を設定すること。その際、結論と根拠を整理して述べるように指導すること。
- ・知識を活用して、実験結果を分析し解釈させること。
- ・家庭での電気器具などについてのさまざまな量（電力や電力量など）に関する考察を行うことで、分析し解釈する能力を育成すること。
- ・さまざまな資料（「省エネの効果」に関する新聞記事など）を提示することで、理科の知識が日常生活において活用されていることを生徒に実感させること。
- ・自然事象への関心・意欲を高めるために、理科で習得した知識・技能を、日常生活や社会において活用できるようにすること。
- ・生徒同士で話し合わせ、思考を深めさせることなどで、理科を学ぶことの意義や有用性を実感させ、理科に関する興味・関心を高めること。
- ・観察・実験においては、得られたデータを分析して解釈し、適切な結論を導くような経験をさせること。結論を導くに当たっては、科学的な根拠を踏まえ、論理的な思考に基づいて行うように指導する必要があること。そのためには、定性的な取扱いだけでなく定量的な取扱いをし、量的な関係を見いだすこと。
- ・中学校理科の3年間の学習をとおして、さらに算数科や数学科の学習に配慮して計画的に指導すること。
- ・実験結果から見いだした式の意味をワークシートに書かせて表現し、実験のグループ内で、互いに説明し合い、思考を深める場面を設定すること。
- ・日常生活や社会との関わりの中で、科学を学ぶ楽しさや有用性を実感しながら、生徒が自らの力で知識を獲得し、理解を深めて体系化していくようにすること。

より具体的な授業などの工夫については、国立教育政策研究所の「全国学力・学習状況調査の調査問題を踏まえた授業アイデア例」に詳しく掲載されています。

4. わかりやすい授業づくりをめざして

(1) 小学校教員アンケート調査結果から

回収したアンケートの回答を同じ内容ごとにまとめて集計したところ、130種類に整理できました。そのなかで、実験の結果が教科書どおりにならないという回答は45種類ありました。他に、教科書の記述がわかりにくいことや、指導書をもう少し丁寧に記述してほしいこと、指導書の内容で専門性が高いため理解しにくいということ等の回答がありました。

このことから、実験の内容や方法を正しく理解し、実験を正確に行うためには、教科書と指導書をつなぐ手引書のようなものが必要であるということがわかりました。

科学的な原理についての回答が3件であり、1件は内容を理解されている方で指導書にも書かれていない内容であり、2件は内容把握が不十分な人であると思われました。電流（光電池や、新たに入ったコンデンサーやLEDについて）、磁力、熱膨張や相反する氷の体積膨張、化学反応（鉄が塩酸にとけて水酸化ナトリウムに溶けない）、ふりこの規則性の理由など疑問点がたくさん出てくるかと思いましたが、意外とあまり出てきませんでした。全体的な回答を見ていると、良く理解している人がいる半面、理解が不十分の人もいました。どのようになっているのか、また何故そうなるのかということが科学的な興味関心の中心であり、指導する教師が関心を持って各単元に取組みたいが、時間的に難しいようです。

実験結果が教科書どおりにならないという回答とそれ以外の実験で困ったことの回答の合計は54件で学年が上がるにつれて増えています。また、天候の影響を一番受けているのが5年生教材であり、1学期には生物単元が3個続いているため、どれも春先の気温が低いと実験ができません。他社の教科書では、最初に雲と天気の変化を学習し、2学期に花から実への学習を行うことになっています。この方が天候の影響を受けにくく、実験が可能になった時点で可能な単元を学習していくと良いと思われまます。一方、自然環境が悪いために観察出来ないのは3、4年生の単元でした。普段の生活の中でも自然と触れ合う機会が少ない環境であると思われまますので、ビオトープを作ることを含めて、工夫して生物と触れ合う機会を作っていく必要があります。

晴れていなければ実験や観察ができなかったり、月や星の観察のように夜間しか観察できず観察条件が合わなかったり、自然環境が豊かでなく生物の観察が難しかったりと、実験や観察が成立しない問題もあります。この場合、モデル実験や映像など代替手段を考える必要があります。特に生物の観察は、都心部の学校ほど自然に触れ合うことが少ないので、飼育や栽培を含めて工夫して進めていくといいでしょう。

実験器具が無かったり足らなかつたりしている回答も多くあり、購入するにしても予算を組んでももらえない場合があると思われまます。消耗品は依頼してから納品されるまで時間がかかることがあるので、計画的に購入する必要があります。手づくりで実験器具を作りたくても、ホームセンターなどでの購入が難しいときがあります。いずれにしても購入するか、近隣の学校に借りるしかありません。教師によってどの実験を子どもが行うかが異なり、転勤当初は特に注意が必要です。

今回は教科書に掲載されている実験に絞ってのアンケートでしたが、実際には教科書にはない実験やその方法の方がよく分かる場合もあり、これらの方法を集めれば参考になると思われまます。また、実験や観察だけでなく、授業の組み立てや発問についても考えていく必要がありますが、指導書にも書かれており、また、インターネットで授業案を入手できます。

授業組み立てや発問は子どもの状態に左右されるので、いくつかの指導案を参考に子どもの状態と器具などを考慮に入れながら検討する必要があります。

今回のアンケートで、実験方法の情報を提供してくれる人がいたのは予想外でした。吹田市の理科教育を良くしていきたいと考えておられるので、このような声を反映させる場が必要だと思いました。また、カイコに与える桑の葉を探している学校もあり、情報を発信できる場が必要です。今回のアンケートがそのためのスタートになればと考えています。

最後に、観察単元では学級担任でないと難しいとの指摘があり、実験単元では専科担当でないと準備できないとの指摘がありました。理科と他教科の違いは、実験や観察によって学習内容を理解していくところにあります。他教科でも学習内容を理解させるために様々な活動を準備していく必要があります。他教科で具体物等を使った子どもの活動を保証していくためには、実験や観察などの活動が教科書に書かれている理科よりも準備が大変であるかも知れません。学級担任は、子どもと一緒に学習を進めたり（教師も学んでいる姿勢を示すことができる）、最善の時期や状況において実験や観察ができるという良さがあります。何よりも子どもの状況を一番理解して授業を進めることができます。一方、理科専科教員はその教科について深く学べる利点があるので、一概にどちらが良いかは決められません。理科専科教員の時間的な制約は、学級担任に依頼していくなどの協働が必要となります。

実際に授業で困っている内容の回答があり、今後、校務なびの「知恵の泉」にアンケートの回答と、それに対するコメントをアップしていく予定です。

以下に、アンケート回答とそれに対するコメントの例を記載します。

3年生 光の性質 【はね返した日光の明るさとあたたかさ】

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">① 寒い時期なので、実験による暖かさの変化をとらえにくい。② 鏡なしの方が、鏡1枚よりもわずかに温度が高かった③ 気温が低く壁が冷たく、日光を当てても温度が上がらず逆に下がってしまった。④ 気温が低く20秒では変化が起こらなかった。実験で使う道具で調べても結果が分かりにくい。⑤ スタンド式の鏡がなかったので光を集めるのに苦労した。 |
|--|

教科書 p 86 のように、温度計に直接光を当てると、風などの影響で冷やされ温度が上がらないことがあります。教科書 p 87 のように段ボールを用いて実験を行うと差が出ますが、もし差が出にくいようなら、肉などが入っているプラスチックトレーの底に黒い紙を貼り、上側に温度計が入る穴をあけ、温度計を差し入れ、表面をサララップで覆って光を当てると温度が上昇します。（あまり光を集めすぎると熱くなりすぎ危険です。）

鏡なしの方が、鏡1枚よりもわずかに温度が上がったとのことですが、これは鏡なしで直射日光に当てた方の温度が高かったという意味ならばそのとおりで、鏡が光を100%反射するわけではないからです。直射日光と鏡の反射光を両方当てたものより、直射日光だけの温度が高いとすれば、先述の風の影響か、光が当たる角度の問題かも知れません。④の内容は、指導書にでていたペットボトルの水をあたためる実験なのか、p 86、87の実験なのかが分かりにくかったです。ペットボトルの水の実験は、晴れた日に外気温と同じ水温の水（1日ペットボトルに入れ日陰に放置した水）を使うと、差が出ると思います。一方、p 86、87の実験ならば前述のとおりです。⑤のスタンド式鏡ですが、なくても子ども3～4人でそれぞれ鏡を持って光を集めると、多少ずれても光が重なり合うので温度は上がります。

3年生 かげのでき方と太陽の光 【日向と日陰の地面の違い】

- ① 教科書のように日向と日陰の境目で比べると、暖かさ湿り具合に違いを感じなかった。ずっと日陰でないと教科書のように差が出ない。
- ② 10月開始で気温が低く、天候が不安定で正確な結果がでにくかった。夏前にできると温度差がしやすい。

日向と日陰の境目で地面を手で調べて暖かさを比べる実験では、指摘のように差が出にくい。影の位置が刻々と変わり、境目の所の日陰の場所は先ほどまで日向だった所で温度が上がっており、日陰となり温度が下がりきらないうちに手で確認していると差が出ないためだと思われます。（逆に日陰から日向になる場合もあります。）屋根などでおおわれた所や、影を作るもののすぐそばでは、影が大きく移動しないので、差が出るかも知れません。いずれにせよ湿り気は境目では分かりにくいでしょう。土よりもアスファルトの方が差は大きく出るので、手で調べるならば分かりやすいでしょう。

外気温よりも、天候の影響を受ける実験で、晴れの日に行わないと差が見られにくいです。

4年生 ものの温度とかさ 【温度による空気と水の体積変化比較】

- ① ちょうどよいゼリーを作るのに四苦八苦しした。

作るならば、ゼリーでなく寒天の方が固さの調節がはず簡単です。市販品ならば、「たらみ」の「ヨーグルトゼリー」が良いようです。（他にもあると思います。）なすびを5mm位に輪切りし、台所用洗剤を5%位に薄めた液に漬けてからガラス管で刺してセットし、あたためると飛び出します。

4年生 水の姿 【湯気や泡の正体】

- ① 沸騰させても、そんな風にはふくらまない。
- ② 湯気なのか判別しにくい。
- ③ 水蒸気が水に変わる変化がわかりにくい。
- ④ 水蒸気と湯気の違いがわからない。

ポリエチレンの袋は熱で破れてしまうことが多いです。ポリプロピレン（PP, OPP）の袋だと破れません。ただし少し固いので、厚すぎると冷えた時に元に戻らず、水が逆流してしまうので、薄い物を選びます。

水蒸気は水分子がバラバラの状態が存在するか、空気の分子（窒素分子、酸素分子）とバラバラで混ざっている状態です。つまり気体の状態の水です。水分子がバラバラなので目には見えません。一方湯気は水蒸気が空気中で集まって、大きな粒になっている状態です。つまり液体の水です。大きな粒と書きましたが、大きさは直径で $1\mu\text{m}$ 以上です。（ $1\mu\text{m}$ 以下では目には見えません。）水分子が直径約 3Å （オングストローム）位の大きさなので、約3000倍です。体積では約80億倍です。この位水分子が集まると湯気となって確認できます。

丸底フラスコに水を入れて沸騰させると、湯気はフラスコの口から少し離れた所に見えます。湯気とフラスコの口の間が水蒸気で満たされている部分です。（フラスコの中も水の上は水蒸気で満たされているので湯気は見えません。）水蒸気が空気中で冷やされて、空気に溶けられなくなって集まり湯気になります。教科書の説明が「水の中からさかんに出てくるあわは、水が目に見えない姿にかわったもので、水蒸気という。水蒸気は空気中で冷やされて、ふたたび

目に見える水の粒になる。この小さな水の粒が湯気である。湯気は空気中でふたたび水蒸気になり、目に見えなくなる。」となっているが、子どもたちはどのようなイメージを持つのだろうか。分子で理解すると「フラスコの中のお湯は水分子がたくさん集まっており、加熱して沸騰すると水の中から水分子が1つずつバラバラに分かれて、気体として出てくる。水の気体のことを水蒸気と呼ぶ。水分子はとても小さいので水蒸気のように1つずつバラバラな状態になると目に見えない。水蒸気が空気中で冷やされると、再び集まって粒になり目に見えるようになる。この目に見える粒を湯気と呼ぶ。湯気は水分子が集まっているので、お湯と同じように液体である。湯気は空気中で表面から水分子が1個ずつ空気と混じり合い、再びバラバラになって目に見えない水蒸気となる。」くどいかも知れませんが、図（指導書状態変化のモデル）を付ければこちらの方が理解できると思うのですが……。ちなみに、お湯の中の泡は水蒸気だから目に見えません。お湯の中にあるので、見えているだけです。（空気をポンプで水の中に送っても、泡が見えるのと同じです。）

目に見えないものは、無いと感じるか、空気と感じる子どもが多いと思います。実験から水蒸気の内容を入れることが大切です。

5年生 植物の発芽と成長 【水、空気、温度は発芽に必要なか】

- ① 発芽せず腐る（思うように発芽しない）。
- ② 水中に沈めていても発芽する。

インゲンマメは発芽温度が高く、低温が続くと発芽せずに腐ってしまうので、春先の気温が低いと発芽しません。あたたかい所において実験するしかありません。大豆だと発芽温度が低いので、気温が低くても実験が可能です。

教科書の写真では全く発芽していませんが、水中では少し発芽します。若干溶けている酸素を使って発芽しているので、少し発芽して腐ります。

イネ科の植物の多くは酸素が少しでも発芽し成長できるので、水中に入れても発芽します。

春先の気温が低いときは、発芽の実験、メダカの実験、花から実と全ての実験の開始が遅れて実験ができない場合があります。天気のを先に学習し、順次学習していくと、花から実の単元が来学期となりますが、現行よりも気候の影響が少なく実験出来ると思います。このようにする場合は、花から実の植物はカボチャよりヘチマやツルレイシの方が雌花の数が多く実験に適するかもしれません。花の咲く時期を遅らせるために、植えつけを遅らせた方が良いでしょう。複数の植物を用意しておかないと、実験できない場合があります。

5年生 もののとけ方

- ① 季節に左右され結晶が出ない場合がある。
- ② 食塩の結晶もでる。
- ③ 氷水で冷やしても、結晶が出るまでに1時間くらいかかる（冷蔵庫の利用）。
- ④ 初めての実験用具の操作と実験を同時にするには時間不足である。
- ⑤ 食塩がとけないような数字はまちがい。→意味が分からない
- ⑥ 時間割上、1日において実験することはできない。

教科書では、60℃の水にミョウバンや食塩を1gずつ溶かした液を使うので、初めから結晶が少し入っています。これでは子どもが混乱するので、新たに60℃の水で溶け残りが無い

ように溶かした水溶液を冷やして実験した方が良いでしょう。ただし、結晶が出るのに時間がかかるので、ラップ等をかけて次の日以降に実験する必要があります。水が蒸発してしまうと食塩の結晶が出てしまうので、ラップはしっかりとかけます。

ミョウバンは温度による溶解度の差が大きい物質なので、冷やすと結晶が出ます。一方、食塩は温度による溶解度の差が小さく冷やしても結晶が出にくいですが、高温の飽和溶液を冷却すると少しは結晶が析出します。(50 mLの水 20℃ 17.9 g、60℃ 18.5 g)

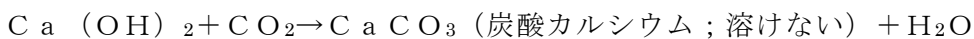
次に、析出した結晶をろ過し、ろ液に溶質が溶けていることを確認するために冷却して結晶を析出させる実験をしますが、11月～12月では外気温が低く、最初に析出した温度と、冷却した時の温度差が少なく、またミョウバンは過冷却(本来は析出するが、析出せずに溶けている)状態の時間が長いので、すぐには結晶は析出しません。単元を入れ替えて暖かい時期にすると、結晶が析出しやすくなります。析出しなければ、冷蔵庫等で数時間置いて見せると結晶が見えます。また、冷却して結晶を入れると析出しやすくなります。液の量は多い方が析出しやすいので、試験管のような少量では析出しにくいです。

これらの実験を2時間で行うと、考察する時間が取りにくいでしょう。この実験で温度が下がった時に何gの結晶が析出するかを理解させる必要があります。

6年生 水溶液の性質 【炭酸水に溶けているもの】

① 石灰水が白く濁らない

石灰水に二酸化炭素を吹きこむと、炭酸カルシウムができます。炭酸カルシウムは溶けないので白い沈殿となり、粒子が細かいので白く濁ったように見えます。この実験では二酸化炭素が多くて、炭酸カルシウムが炭酸水素カルシウムとなり溶けてしまいます。おそらく、二酸化炭素の入った試験管に石灰水を入れた瞬間は白く濁り、振ると透明になったと思います。子どもたちには起こった反応をそのまま教える方が良いでしょう。難しくければビーカーに移して石灰水を入れ続けると白く濁ります。



6年生 大地のつくりと変化 【地層のでき方】

- ① 石灰水が白く濁らない砂やれきを入れる割合が子どもにやらずと難しい。
- ② うまく層にならない。
- ③ 実験器具がそろっていない。

泥、砂、れきの割合は難しく、教師が事前に見やすい割合を確かめておいた方が良いでしょう。色のついた砂等が教材メーカーから販売されています。また、畑の土と砂場の土、小石を混ぜてもできます。層をきれいにするために分級(ふるいで大きさに分けること)すると良いと指導書に書かれていますが、ふるいがある学校が少ないと思います。

教科書には下から、れき、砂、泥の層ができた写真が載せてありますが、実際にはれきと砂が混じった層ができるとと思います。指導書には、粒の直径の2乗に比例する速さで沈むと書かれていますが、どの式から導き出したのか分かりませんでした。1Lメスシリンダーに水を満杯入れ、直径1cmと3cmのビー玉を上から落とすと若干1cmが遅くなるだけです。同じ実験を4×2×2cmの石と直径1cmのビー玉で比較すると、直径1cmのビー玉の方が小

さいのに明らかに速く沈みます。粒子径が小さい方が球形の粒子が多いので、砂とれきが同じ層にできて不思議ではありません。細長いれきばかりで、たまたま縦に落ちれば一番下の層に積もると思います。実際のれき岩も砂が混ざっています。泥はブラウン運動（水分子が不規則に運動し、ぶつかって起こる運動）に影響されゆっくりと沈降するようです。

堆積実験装置では、水を流して土砂を水槽に入れる時に時間差が出てしまい、流れるのが遅いれきが遅く水の中に入ることがあります。そこで、1Lメスシリンダーに水を1L入れ、上から混合した土砂を一気に入れた方がきれいな層が出来ます。2回繰り返すと、地層の重なりが見えます。堆積実験装置がなければ、2Lペットボトルの上から1/3あたりに切り込みを入れて、とい（50cm）を差し込むと手軽に作れます。

(2) 中学校教員アンケート調査結果から

中学校での実験の実態を調査するため、「実験内容についての質問」および「全般的な授業についての質問」についてのアンケート調査を行いました。

① 実験内容についての質問

学年 <領域>	観察・実験	A 実験の コツが分 からない	B 物や環 境が準 備でき ない
1年 <生物>	学校や学校のまわりの生物の観察	○	
	【観察】「水中の微小な生物を観察しよう」【操作】「顕微鏡の使い方」		●
	【やってみよう】「マツの花のつくりを調べてみよう」		○
	【実験】「葉の表と裏で蒸散の量を調べよう」	◎	
	【観察】「シダ植物とコケ植物を観察しよう」		●
	【やってみよう】「身のまわりの固体の密度を測定してみよう」	◎	
1年 <地学>	【観察】「火山噴出物を調べよう」		◎
	【観察】「火山灰や軽石にふくまれている粒を調べよう」		●
	【つくってみよう】「結晶」		○
	【実習】「地震の揺れの広がり方を調べよう」【実習】「地震計の記録から地面の揺れの伝わり方を調べよう」・兵庫県南部地震の震度分布		○
	【やってみよう】「柱状図から、地層の広がりを考えてみよう」	○	
	【やってみよう】「しゅう曲のモデルを観察してみよう」		◎
2年 <化学>	【やってみよう】「酸化銀を加熱してその成分を調べてみよう」		○
	【つくってみよう】「炭」「カルメ焼き」		○
	【実験2】「水を電気分解すると何が出来るか調べよう」	○	
	【やってみよう】「水の電気分解を原子のモデルで表してみよう」	○	
	【実験】「鉄と硫黄の混合物を加熱するとどうなるか調べよう」	◎	
	【実験】「銅を加熱したときの質量変化を調べよう」	◎	

学年 ＜領域＞	観察・実験	A 実験の コツが分 からない	B 物や環 境が準 備でき ない
2年 ＜生物＞	【観察】「メダカの尾びれの毛細血管を観察しよう」	○	●
	【やってみよう】「給油ポンプを使って心臓のはたらきを考えてみよう」		
	【やってみよう】「デンプンとブドウ糖の分子の大きさを比べてみよう」 「体に吸収された養分が何に使われるのか調べてみよう」 「生命を維持するはたらきをつなげて整理してみよう」		○
	【やってみよう】「ニワトリの手羽先で骨と筋肉のしくみを調べてみよう」	◎	●
	【実験】「無セキツイ動物の体のつくりや行動を調べよう」	○	◎
2年 ＜物理＞	【実験】「酵素の存在を調べよう」	○	
	【やってみよう】「電気をためて放電させてみよう」	○	
2年 ＜地学＞	【観測】「校内で気象観測をしよう」		○
	【やってみよう】「観測結果の図2から考察してみよう」		●
	【やってみよう】「高いところの気圧や雲の温度をはかってみよう」	◎	
	【実験】「雲ができるようすを調べよう」	○	◎
	【やってみよう】「陸と海のあたためり方のちがいを、モデルを使って調べてみよう」	○	
	【やってみよう】「高気圧や低気圧の移動について調べてみよう」		●
	【操作】「平行線のかき方」	●	
3年 ＜物理＞	【やってみよう】「いろいろな運動を探してみよう」	○	
	【実験】「記録タイマーで速さを調べよう」	○	
	【操作】「記録タイマーによる運動の記録のしかた」	○	
	【実験】「斜面を下る台車の運動を調べよう」	◎	
	【やってみよう】「物体が落下する運動を調べてみよう」	○	
	【やってみよう】「身のまわりの運動と力のはたらきを調べてみよう」	○	
	【やってみよう】「水ロケットを飛ばしてみよう」	○	●
	【実験】「動滑車を使った仕事を調べよう」	○	
	【やってみよう】「手回し発電機の回す速さを変えて、仕事率を計算してみよう」	○	
	【実験】「運動エネルギーの大きさと速さや質量の関係を調べよう」	○	
	【やってみよう】「斜面の運動をエネルギーの移り変わりで考えてみよう」	◎	
【やってみよう】「振り子の運動をエネルギーの移り変わりで考えてみよう」	○		

学年 ＜領域＞	観察・実験	A 実験の コツが分 からない	B 物や環 境が準 備でき ない
	【やってみよう】「いろいろな照明器具の明るさと温度と消費電力を調べてみよう」	○	
	【実験】「電線用カバーを使って球の運動を調べよう」		◎
	【つくってみよう】「ループコースター」	◎	●
3年 ＜生物＞	【観察】「細胞の大きさと核のようすを観察しよう」	●	
	【やってみよう】「細胞分裂のようすを考えながら順番に並べてみよう」	●	
	【観察】「セイロンベンケイを育てて観察しよう」	○	●
	【観察】「柱頭についた花粉がどうなっていくか調べよう」	●	
	【やってみよう】「孫の代の赤い花と白い花の株の比を調べてみよう」		○
	【実習】「孫の代への形質の伝わり方について考えよう」	○	
	【やってみよう】「遺伝子とDNAについて説明してみよう」	○	
	【やってみよう】「土の中の小動物を観察してみよう」	○	
	【実験】「土の中の微小な生物のはたらきを調べよう」	●	
3年 ＜化学＞	【やってみよう】「水道水に電流が流れるか調べてみよう」	○	
	【やってみよう】「水素と酸素から電気エネルギーをとり出してみよう」	○	
	【やってみよう】「pHを測定してみよう」	○	○
3年 ＜地学＞	【観察】「透明半球を使って太陽の1日の動きを調べよう」	◎	
	【やってみよう】「夜空に見える南と北の星の動きを調べてみよう」	○	
	【やってみよう】「天球儀を使ってみよう」	○	
	【実習】「四季の星座の移り変わりを調べよう」	○	
	【実験】「太陽の光のあたり方による温度変化を調べよう」	○	○
	【操作】「天体望遠鏡の使い方」	●	●
	【観察】「太陽の表面のようすを調べよう」	○	○
	【観察】「日没直後の月の位置と形を観察しよう」	○	
	【つくってみよう】「クレーター」	○	◎
		アナログ時計を使って太陽の位置から南の方角を確かめる	○
3年 ＜2分野＞	【調査】身近な自然環境について調べる	◎	
3年 ＜1分野＞	【やってみよう】「新素材の性質を調べてみよう」「情報の保存の技術について調べてみよう」	○	●
	【やってみよう】「持続可能な社会にする方法を調べてみよう」		○

※記号の意味 ●：選択率が20%以上、◎：選択率が15%以上～20%未満
○：選択率が10%以上～15%未満

※選択率が、10%未満の項目は省略しました。

※「C コツを知っている、吹田市内の場所を知っている」すべての項目で20%以上の選択率でした。

② 全般的な授業の方法についての質問

	選択率
ア 生徒が実験で騒がしくならない方法を知りたい。	42%
イ 実験の方法や手順をうまく説明する方法を知りたい。	35%
ウ 生徒に守らせる「実験のルール」を知りたい。	42%
エ 理科通信の出し方を知りたい。	23%
オ 理科の授業開きの方法を知りたい。	27%
カ ノート指導の方法を知りたい。	35%
キ 理科室の整理整頓の方法を知りたい。	50%
ク 春休みに準備しておくことを知りたい。	31%
ケ ICTを使うべき単元・タイミングを知りたい。	46%
コ ICTのどの教材（デジタルコンテンツなど）を使用したらよいか知りたい。	50%

<課題と分析>

- ・「A 実験のコツ（うまくいく方法）が分からない」、「B 物や環境が準備できない」の「10%以上の選択率」のあるものの割合が、30%を上回っており、選択率が高くなりました。
- ・一方で、「C コツを知っている、吹田市内の場所を知っている」のすべての項目で、選択率が、20%以上でした。これは、「全般的な授業の方法についての質問」でも同様です。このことは、AやBなどで困っていることがあっても、吹田市内で、うまくいく方法を知っている先生が必ずいることとなります。
- ・「実験・観察の項目」のA、Bの平均選択率は、全項目中5～10%でしたが、「生徒が実験で騒がしくならない方法を知りたい」など、「全般的な授業の方法についての質問」の平均選択率は、38%と高くなりました。このことは、実験方法などがわかっているにもかかわらず、それを授業で効果的に活用できていない先生がいるということを示しています。
- ・全国学力学習状況調査の結果、小学校はほぼすべての項目で全国平均点を上回っていたにもかかわらず、中学校では、多くの項目で平均点以下でした。
- ・吹田市には、課題と思っている先生がいる一方で、それらの課題を解決できる先生も必ずいるということです。本研究グループで行った研修、公開授業や研究会で、吹田市の理科の先生のネットワークを広げ、より多くの情報の共有化をはからなければなりません。

③ アンケート項目に対する回答

「全般的な授業の方法についての質問」で、選択率が高い項目について回答します。

【ウ 生徒に守らせる「実験のルール」を知りたい】について

最初の授業、最初の実験で、ルールや約束事を知らせることはとても重要です。それが、あやふやになってしまうと、思わぬ事故につながります。例えば、次の「理科室を使うときの約束ごと」を最初の授業で、口頭だけではなく、「理科通信」などの文書で知らせなければなりません。また、重要性を児童生徒がより理解できるよう、「学級通信」、「学年通信」などで他の先生に説明してもらうなど、協力してもらうことも必要です。

《理科室を使うときの約束ごと》

- ・実験中は、実験に関係のない話をしない。
- ・火や危険な薬品を使う実験は、必ず立って行い、いすは中にいれておく。
- ・火や危険な薬品を使う実験は、必ず安全メガネを着用する。
- ・ぞうきん、マッチの燃えさしいれ（空き缶）を机の上におく。ない場合は最初に取りに行く。
- ・班番号のある実験器具は、自分の班のものを必ず使う。
- ・棚の器具は、必ず元の位置に返す。もってきた人が、責任をもって元の場所に返す。
- ・実験後は、机の上をぬれ雑巾でふく。
- ・準備室は、立入禁止。
- ・万一器具をこわしてしまったら、すぐに先生に報告する。
- ・実験器具類をむやみにさわったり、持ち出したりしない。
- ・指示や注意をしているときはよく聞く。
- ・班内で注意し合う。
- ・教科書、ノートは机の下にしまう（机の上には、必要なものだけ）。
- ・他の班へは、許可された場合を除き、見に行かない。
- ・全国の過去の事故例（新聞記事とともに、特に真剣に児童生徒に説明します）
 - ◇爆発によるやけど・失明・けが
 - ◇塩酸、水酸化ナトリウムなどの薬品による事故
 - ◇ガラス破片による切り傷

これらを授業の最初に説明した上で、それでも「ルールを守らない児童生徒がいる」、「実験が騒がしくなる」ようなことがあれば、学年や管理職の先生に相談しなければなりません。騒がしいまま授業を続けてしまうと事故につながる場合があり、安全を確保できているとは言えません。

また、教師が事前に事故を防ぐために準備することをあげればきりはありませんが、例えば、「アンモニアの噴水実験」の場合を考えます。この実験で、教師が児童生徒の安全確保のために必ずしておかなければならないことは、「丸底フラスコ」の点検です。長期にわたって使用していると、見た目は大丈夫でも、劣化して割れやすくなっている場合があります。また、少しでも傷があると、外圧が加わる実験では、それに耐えきれず割れる可能性があります。万一割れた場合は、外圧との差が大きい分、ガラス片が飛び散ってとても危険です。「小さなひび」や「購入してからの年数」を確認しておく必要があります。この実験以外でも、アルコールを燃やして行うペットボトルロケットも注意が必要です。この

実験で使用するペットボトルは、炭酸用の圧力に耐えることができるペットボトルにしなければなりません。一般の清涼飲料水のペットボトルでは、内圧に耐えられず、これも大きな爆発をする可能性があります。また、炭酸用ペットボトルであっても、購入してから年数がかかなりたっていると、事故につながる可能性があります。他にもたくさんありますが、指導書や安全に実験をするための方法を説明した書籍などをよく読み、安全な実験を心掛けてください。

他にも、「ノート・プリント・レポート指導」、「ものの準備の仕方、管理方法」などありますが、研修が必要です。

【ケ ICTを使うべき単元・タイミングを知りたい】

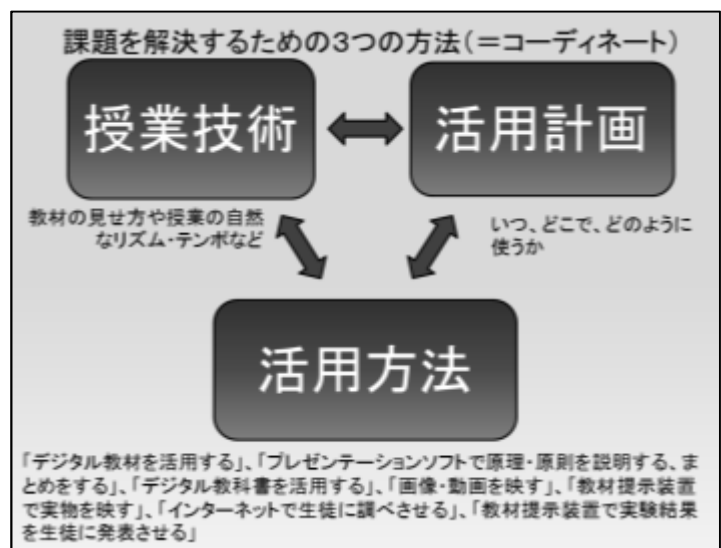
【コ ICTのどの教材を使用したらいいか知りたい】について

ケやコの課題を解決して、「ICTを効果的に活用したい」と誰もが思うことだと思えます。理科において、「効果的に活用している状態」とは、おおよそ次の質問に答えられる状態です。

「どのデジタル教材を使用したらいいか」、「どのタイミングで使用したら効果的か」、「ICTを使う割合はどれくらいか」、「ICTを使った導入の時に気をつけることは何か」、「ICTを実験の説明の時に使うか」、「発表活動の時どのように使うか」、「デジタル教科書は、毎回使うか」、「どこにスクリーンをセットするか」、「操作するときのコツはあるか」、「教材をどうやってつくるか」、「ICTを活用したときのノートは、どうしているか」

これらの課題を解決するために、次の3つのことが必要です。

- A ICTを活用するときの授業技術を身に着けること。
- B ICTの活用方法の種類を知ること。
- C ICTの活用計画を立てることの3つです。



【Aについて】

授業技術とは「教材の見せ方や授業の自然なリズム・テンポなど」のことです。よくある例として、よくできたデジタル教材で、いろんな操作をする形態のものがあります。そのたびに、授業者が下を見ています。これでは、生徒の集中力が持続しません。

【Bについて】

「ICTを使う」と言っても、いろいろな方法があります。それぞれの特性をまず知らなければなりません。

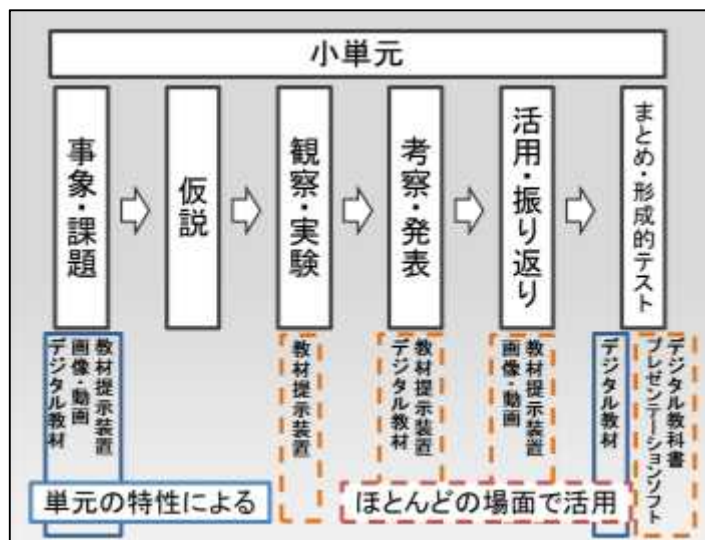
「デジタル教材を活用する」、「プレゼンテーションソフトで原理・原則を説明する、まとめをする」、「デジタル教科書を活用する」、「画像・動画を映す」、「教材提示装置で実物を

映す」、「インターネットで生徒に調べさせる」、「教材提示装置で実験結果を生徒に発表させる」などがあります。

【Cについて】

先ほどの課題を解決するために、どこでどのような方法、教材を使うかを一覧にしました（後述）。

一般的な理科の授業の流れは、次の図のようになります。また、ICTを使えるタイミングは、図下側の実線、点線のようにになります。活用しようと思えば、ほとんどの場合で活用可能です。大事なことは、「どこで使うか」というのではなく、「授業者がどのように授業を組み立てるか」ということです。単元全体を見渡して、「こういう力を身につけさせたいから、ここでこの教材を使う」という発想が必要です。「このようないい教材があるから、この教材に合わせる」と考える前に、授業者自身で授業を組み立てなければなりません。



次に、単元の特性を考えたいと思います。地学領域の「前線と天気の変化」の単元を考えます。この単元においては、「デジタル教材」や「画像・動画」を活用する場面が多くなります。活用できるデジタル教材として、前線の通過などの「シミュレーションソフト」があり、本単元の画像・動画も充実しています。年度当初に授業の組み立てを考えておけば、効果的にICTを活用できます。よくインターネットで調べさせるという活動がありますが、これは大単元に1回で十分です。どのタイミングでどのような教材が活用できるかをまとめた「ICT活用計画表」を、今後「知恵の泉」に掲載する予定です。

また、デジタル教材の選び方については、次のことがポイントとなります。

- ・生徒を前にして、限定された場面で、生徒が落ち着いた状態で授業できること。
- ・操作が簡単であること。
- ・授業用ノートもセットとなっていること（見せっぱなしで終わらない）。

次に、吹田市内でも活用する先生が多くなってきたプレゼンテーションソフトなどを用いた教材作成のポイントです。

- ・できるだけ日常生活の活用場面や観察・実験結果に結びつけるようにする。
- ・シンプルにつくる（基本的にクリックするだけ、ボタンを作らない→下向くこととなります）。
- ・使用するソフトウェアを統一する。

悪い例：プレゼンテーションソフト→エクセル→フラッシュ→ブラウザ→
→プレゼンソフト→フラッシュ→ブラウザ→メディアプレーヤー

- ・ノート指導も合わせて考える。
スクリーンイメージをそのままプリントへ反映させる（どこに書くかすぐにわかる）。
- ・アニメーションやフォントに凝りすぎない。

プレゼンテーションソフトを用いた教材として、次のようなものがあります。実際には、シンプルなアニメーションがあります。

実際に使ってみたいときは、教育センターに連絡してください。

<p>友達に説明するための文章を考えましょう。</p>	<p>水</p> <p>酸素原子</p> <p>水素原子</p> <p>水素原子</p> <p>水分子</p>	<p>銀の場合 (分子をつくらない場合)</p>
<p>水分子</p> <p>↓</p> <p>HOH → H₂O</p>		<p>空気中の水蒸気 (blue circle) 空気中の水滴 (red circle)</p> <p>まだ入ることのできる部分 (white circle)</p> <p>40°C 25粒</p> <p>30°C 16粒</p> <p>10°C 9粒</p> <p>16粒 - 9粒 = 7粒</p>

5. おわりに

小学校では、実験・観察についての課題をもっている教員が多く、実験・観察についての技術の向上が必要です。また、中学校においては、実験・観察についての課題は少ないが、実験中に騒がしくならないようにするなどの授業のあり方について課題が多く見られました。

小学校教科書の実験・観察の方法について実施したアンケート調査に対する解答や、中学校での授業の改善策は、ひとりでも多くの教員にご覧いただき、子どもたちにとってわかりやすい授業づくりに活かしていただきたいと思います。

詳しくは、校務なび（知恵の泉）を参照ください。