

ソニー子ども科学教育プログラム
科学が好きな子どもを育てる教育計画



追究学習で科学が好きな子を育てる

千葉県安房郡千倉町
千倉町立健田小学校

校長 粕谷 栄俊

P T A 会長 石井 清之

第1章 追究が好きな子	1
1. はじめに	1
(1) 学校の概要	1
(2) 花と海と太陽の町	1
(3) 児童の実態	1
(4) 研究の経過	1
2. 科学が好きな子とは	1
(1) 科学が好きな子のとらえ	1
(2) 人間形成へのつながり	2
(3) 科学好きな子を育てなければならない背景	2
(4) 本校で力を入れる部分	2
第2章 これまでの実践	3
1. 研究方針	3
2. 科学的な見方・考え方を育てるには	3
(1) 今までの理科学習の実践から	3
(2) 児童の実態から(第5学年 21名)	3
3. 研究の目標	3
4. 仮説	4
5. 複数の単元を通して思考力を高める	4
(1) 単元構成について	4
(2) 学習方法について	4
6. 実践	5
(1) 単元について	5
(2) 単元計画の例	5
7. 実践の記録	6
(1) 発芽と養分	6
(2) 植物の成長と肥料・日光	7
(3) 天気の変化(1)	8
(4) 生命のたんじょう メダカのたんじょう or 人のたんじょう	9
(5) 植物の実や種子の作り方	10
(6) 植物の成長と肥料・日光 その2	10
8. これまでの研究のまとめ	11
(1) 研究の成果	11
(2) 今後の課題	12
第3章 科学の好きな子どもを育てるための授業の工夫と17年度計画	13
1. 17年度の方針	13
2. 目指す子ども像	13
3. 仮説	14
4. 繰り返して実験ができる時間の確保のための工夫	14
(1) 総合的な学習の時間との連携	14
(2) 日課表上の理科枠確保	15
(3) 繰り返し実験ができるようになるための手だて	15
5. 繰り返して試すことができる単元の計画	16
(1) 3年生 「じしゃくのふしぎをしらべよう」 離れていてもくっつく	16

(2) 4 年 生 「 変 身 す る 水 を 調 べ よ う 」 複 雑 に か ら む 現 象 を つ な ぐ	1 8
(3) 5 年 生 「 も の の と け 方 」 終 わ っ た と 思 っ た と こ ろ が 始 ま り	1 9
(4) 6 年 生 「 水 よ う 液 の 性 質 」 強 く な る は ず が 逆	2 1
(5) 科 学 的 な 態 度 と 人 間 形 成	2 3
6 . 評 価 の 計 画 - 子 ど も 達 特 有 の 動 き か ら -	2 3
(1) 子 ど も の 動 き か ら	2 3
(2) ノ ー ト 記 述 の 詳 し さ か ら	2 4
(3) 既 存 の 方 法 か ら	2 4
第 4 章 理 科 の 教 育 を 超 え た も の _____	2 5

追究学習で科学が好きな子を育てる

第1章 追究が好きな子

1. はじめに

(1) 学校の概要

南房総教育事務所管内の安房地区にあり、全校250余名、1学年40～50名程度で全10クラス。朝夷地区では一番規模が大きい。校舎建造からは40年以上が経過し、全棟平屋で特色があるが、理科室などの設備は古く、近く建て替え予定。



(2) 花と海と太陽の町



本校は、千葉県のほぼ南端に位置し「花と海と太陽の町」のキャッチコピーを掲げる千倉町の、中心街を含む学区に建つ。この学区は、過去の統廃合により、海沿いの漁師町気質と山間の農村気質の地区がある。学区は自然が豊かで、動植物の観察には事欠かない。

(3) 児童の実態

学区が大きいので、各地区の地域性が子どもたちにも見られ、活発な子どもからのんびりした子どもまで様々だが、概して素直である。理科実験には前向きに取り組もうとするが、操作だけで満足してしまい、得られたデータを元に自ら考えていくバイタリティがあまり見られない。

地区の自然が豊かなことから、動植物の様子はよく知っている。県標準の学力テストの実施結果では良好な成績を収めている。課題点は、考える力が他の観点に比べて相対的に低下していることである。

アンケートや会話によると、実験操作の楽しさから、「理科が好き」と答える子は8割以上いるが、実験後の考察が楽しいと感じる子は2割に満たない。更に、自分から課題を見つけて追究する姿勢を持つ子はほとんど見られない。今後の大きな課題となっている。

(4) 研究の経過

「確かな学力をつける指導法 ～算数科を通して～」

本年度を3年目とする算数科の研究を行っているが、出発点は「考える力」を高めることとしている。校内研修の研究テーマのベースは、思考力の向上である。思考力の強化は、単一教科で行えるものではなく、糸口として、研究焦点のはっきりした算数科が扱われている。これに並行して、理科でも科学的思考力を高めるための研究を行った。

2. 科学が好きな子とは

(1) 科学が好きな子のとらえ

本校で考える「科学が好きな子」とは、自然事象に対する追究をし、自分なりの結論に至ることが好きな子である。しかし、前述の通り、アンケートなどに「理科が好き」と書いても、考えて追究するのは嫌いな子が多く、この子たちの状態は「科学」が好きな子とは呼べない。我々は追究ができる子を育てていくべきである。

追究するということ

追究するということは、自分で「不思議」と思ったことに対して納得のいく説明が付けられるようになることである。しかも、誰でも検証できる説明であることが必要である。

もう少し細分化すると、不思議に思う事象に気が付く力、実験や観察の方法を見つける力、実験や観察をする力、データを取る力、データをまとめる力に分けられる。

小学生でねらう追究のレベル

様々な力は、理科を学習し始める3学年から指導を開始し、4年間かけて育成する。結果として、主体性と創造性を発揮し、自分で計画的に実験や観察をし、その中で見つけた新たな課題を更に追究できるレベルへの到達をねらいたい。さらに、磨かれた感性によって新たな不思議を発見し、課題 - 追究 - 考察 - 新課題 - 追究 - 考察と2サイクル以上できるようにしたい。

(2) 人間形成へのつながり

自然科学を追究することは、自然への畏敬の念を抱くことにつながる。自然のすばらしさ、豊かさ、仕組みの巧みさに気がつく、心豊かな人間の育成になる。また、追究していこうとする姿勢は、生涯教育の観点から見ても大切なことであり、追究をする姿勢は何にでも必要である。特に幸福を追求することに直結する。大人に何でも与えられ、追い求めることをせずに育つか、自ら追究する価値に気づき、理科で学んだ追究姿勢が身に付くかでは、生涯教育の基礎として人間形成に大きな差が出ることは明白である。

(3) 科学好きな子を育てなければならない背景

何年か指導を続けてきて、子供たちの間に点数がとれる子は偉いという雰囲気があることが気にかかっていた。保護者からも成績の良さは気にするが、その陰に隠れた人格形成については、あまり気が回らない様子が感じられることがある。

以前の日本において、成績がよいことは人格的にも優れていることとほぼ同義だった時代がある。教育が点数主義に傾く以前である。この名残が、いまだに日本人の中に根強く残っていて、子供たちの人格形成に悪影響を及ぼしている。我々はこの中であって、点数主義のみではない本来の学習の姿を取り戻し、学習を通して全人的に子供を育てていかねばならない。

また、日本は資源の乏しい国である。よって将来の幸福を維持していくには、科学技術立国の立場を維持していくことが大切である。しかし、国際的な学力調査を見ると、将来、理科的な仕事に就きたいとする子の割合が、調査国中最下位の辺りに位置している。これは早急に解決しなければならない事態である。

(4) 本校で力を入れる部分

子どもたちは、結果と同様に、方法も1つでなければならないという、暗黙の通念を持っている。これを打ち崩し、様々な手法で追究することに不安を感じないような子になって欲しい。更に、結果においては、考察、検証が終わるまでは自分のデータに自信を持ち、考察後には正しい事柄を素直に見つめられる態度も必要である。

テストで良い点を取ることが一番の目標であった指導法を素直に反省し、時間的に苦しくても、追究する過程を大切にしなければならぬ。それには総合的な学習の時間を発展的学習の時間に充てるなどして、工夫をしなければならぬ。時間の制約から、安直に実験結果や世の中で検証済みの事柄を教えることは厳に慎み、拙くても子どもたちが結論を出すところまで忍耐強く実践しなければ、科学が好きな子は育たないであろう。

特に、結果をまとめる部分において、科学的思考力の育成に力を入れ、そのために必要な実験や観察の技術は、きちんと習得できるように、指導すべきであると考えている。

第2章 これまでの実践

1. 研究方針

科学的な見方・考え方を育てる ～複数の単元を通して～

2. 科学的な見方・考え方を育てるには 今までのテーマ設定の理由

(1) 今までの理科学習の実践から

理科の楽しさとは何なのか。自然の不思議に触れることであったり、自然の謎を解き明かそうとすることであったり、真実を追究しようとするのであったりする。今まで子どもたちと理科を学習してきて、自然の不思議さに触れさせようとする試みは比較的力を入れてきたが、それでは食らいつきはするものの、進んで考えられないことが多かった。その原因は理科のスキル不足なのではないかと思われる。子どもたちは追究の準備は教師がすると思っていた。

題材が興味深ければ、子どもたちは飛びつくし、なぜだろうと思う。しかし、解決の方法が思い浮かばなければ、多くの子はそこで止まってしまう。理科の授業は、この止まった状態から「いかに解決への糸口を探るか」をもっと扱ってもよいと思う。

実際の授業ではそこで発表する子がいて、子ども達の力で解決したかのように流れるが、発表しなかった子は、教師の教え込みと同じ結果になっている。考える力のある子は、新しい考えを持ったり、今までの考えを組み替えたりして、たくさん発表をする。逆に、発表できない子は、「どうやって考えたらよいかわからない」場合が多いままである。だから、実験・観察はやり方を教わり、言われた通りにおこなうことになる。記憶力がよければテストの点は取れる。そのため、子どもの中には「実験は楽しい」という感覚だけが残ってしまう。しかしそれでは「理科」としてはつまらないであろう。

題材がすばらしいから子どもが考えようとする、という発想を転換し、考える力があるから題材のすばらしさに気づき、実験・観察の見通しが「スッ」と浮かんでくる、というスタンスで理科を学べる子どもを育てることはできないだろうか。自ら学ぶ力をつけるという視点に立って見ても、導入段階での教師の工夫、課題設定段階での支援の方法などの効果はもちろん認めるが、考える力は児童自身の内面に培われないかぎり、「理科離れ」の問題は解決できないのではないだろうか。

(2) 児童の実態から (第5学年 21名)

この学習の中で「は知っているか」と聞くと意欲的に答えるが、「なのは どうして?」と聞くと、答えが返ってこないことが多い。学級全体の傾向として、知識はたくさん持っていたが、その仕組みや理由がほとんど説明できなかった。具体的にどんな実験をおこなえばよいかを考えたり話し合おうとしても、どうすればよいのかがわからない児童が目立ち、誰かが考えてくれるだろうというような雰囲気になっていた。このような状況から自然に問題を考え、追究していけるようにしたい。

以上の理由から、主題を設定した。

3. 研究の目標

理科の基礎・基本である科学的な見方・考え方を身につけるための理科学習はどうあればよいかを、単元をつらぬいて探っていく。

科学的な見方とは、対象となる自然を見たときに、そのしくみを見ようとしたり、変化による違いを見つけたりすることである。科学的な考え方とは、科学的に見た対象物について、知識と

結びつけて解釈したり，根拠を持って推論したり，その推論を対かめる算段ができたりする力の中で，一般的に理解されているものである。予想を立て，実際に確かめ，結論を考察する流れは，理科独特である。

4．仮説

1つの単位にとどまらず，長い期間をかけて科学的な見方・考え方を養っていけば，課題をきちんとつかみ，自ら追究する力を持った子供になるだろう。

1つの単元に焦点を当て，考える力を伸ばす研究は行ってきた。しかし，成果としてはっきりと科学的な見方・考え方が高まったとは言い切れずに単元を終えてきた経緯がある。また，見方・考え方のような能力は，経験上，すぐに身に付くものとは考えにくい。それらを併せて考えると，いくつもの単元を通して，科学的な見方・考え方を伸ばす研究をしていく必要がある。

科学的な見方・考え方が育ってくれば，子ども達は提示した課題を自分のものとしてできたり，あるいは自分で課題を見つけられるようになっていたりするであろう。このような学習のプロセスを繰り返せば，自ら追及し，主体的に学習できる子どもに育っていくと考える。

5．複数の単元を通して思考力を高める

(1) 単元構成について

今まで以上に，実験の方法や結果を考える方法と時間を与えていけば，追究することの楽しさを味わうことができ，自然に自ら考えられるようになるのではないかという思いから，今までとは別のアプローチしてみようと考えた。

「生命のつながり(1, 2, 4)」の学習は第5学年の問題解決の能力である計画的に観察，実験をおこなえる能力，特に条件統一の考え方を育成する単元である。条件統一を考えて実験するものが続くので，子どもたちの科学的な考え方を養うのには都合がよい。

「生命のつながり(3)」は，前後の植物単元とは直接つながりはないが，生命のつながりを幅広く扱うものとして位置づけられていると考えている。よって，9月になってからの「実や種子のでき方」を学習する上でメダカや人と結びつけて考えられるようにする必要がある。

「生命のつながり」というつながりを意識すると，それぞれの単元が独立しているわけではなく，互いに連携しなくてはならない。それぞれの単元で出てきた学習事項を充分思い起こし，次の単元の学習につないでいく必要がある。この点，子どもたちは別々の単元であると思わないようにしたい。

2学期になると，「アサガオ」を扱う。インゲンマメでは種子のでき方を学習するには花が小さすぎることで，夏期休業中か，その前に花が咲いてしまい，学習のペースと合わないことからやむを得ない。しかし，子どもたちには，インゲンマメを育てているのにアサガオで花の仕組みを学習するということのつながりがわかりにくい。従って，インゲンマメの結実の仕組みにつながることを望ましい。

「天気の変化」は生命のつながりとは領域が違うが，科学的な見方・考え方を養うという趣旨で見れば，雲の動きをとらえて天気を予想するという，大切な思考のプロセスがある。

これらの単元で，長い期間をかけて科学的な見方・考え方を伸ばす支援の在り方を探る。

(2) 学習方法について

まず，考える力を伸ばすために，理由を考える場面を多くする。答えだけでなく，理由を問われることに慣れる必要があると考え，理科に限らず，どんな場面でも理由をつける練習を心がける。

次に、ただ理由をつけるだけでなく、次第に理由の付け方のコツを教えるようにする。考え方を教えると言ってもよい。特に、科学的に考える場合には、それなりの論拠が必要なため、説明になっていないものはもう一度問い直す。理由をつけることがうまくいかない子には、誘導的に質問し、答えた内容を書かせるようにし、さらに発表させて認めるようにして、練習を積んでいく。実験結果の考察場面でも自分の考えをノートに書くことは同様であるが、結果に即して的確な考え方ができるようにし、結果を覚えるだけにならないようにする。

また、学習の仕方を学ぶために、以下のような活動をどの単元でもおこなう。

必ず予想をノートに書く。

できる限り予想に対する理由を書かせる。

予想を発表し合い、理由の妥当性を話し合う。

実験・観察方法を考える。 実験・観察方法の吟味

実験・観察結果の一覧

考察とまとめ

理科の学習方法をノートの表紙裏に書かためていく。

6. 実践

(1) 単元について

大日本図書の教科書単元名で、4月から9月までの内容と考え方についての目標である。生長を成長と表記のまま

・生命のつながり(1) 発芽と養分

自分なりの予想を立て、条件を統一した実験方法を考える。

種子の中には発芽に必要な養分が蓄えられていることを推論できる。

・生命のつながり(2) 植物の成長と肥料・日光

自分なりの予想を立て、条件を統一した実験方法を考える。

・天気の変化(1)

数日間の記録から、雲の移り変わり方を考えることができる。

翌日の天気を予想できる。

・生命のつながり(2) 植物の成長と肥料・日光

成長の条件を、観察した植物の生長と結びつけて考えることができる。

・生命のつながり(3) 生命のたんじょう メダカのたんじょう or 人のたんじょう

卵の変化の観察記録から、発生に必要な養分が卵の中にあることが考えられる。

生命の連続性を考えることができる。

・生命のつながり(4) 植物の実や種子のでき方

おしべやめしべの観察を通して受粉と結実の仕組みを考えることができる。

(2) 単元計画の例

多くの単元を扱っているので、一例を挙げる。大まかな流れは、次章の各単元の項に記入。

生命のつながり(2) 植物の成長と肥料・日光

自分なりの予想を立て、条件を統一した実験方法を考える。

第1時 発芽実験のことをふまえて、インゲンマメを育てていくのに必要な条件を予想し、ノートに書く。書いた予想と、その理由を発表しあい、1つずつ検討する。

第2時 前時で出した条件を確かめるための実験方法を、グループで考え、決定する。必ずノートに記録する。

第3時 決定した実験の方法を発表し合い、他のグループとの違いを確認する。

第4時 グループで鉢を用意し、苗を植え替えて実験を始める。観察記録を書く。

生命のつながり(2) 植物の成長と肥料・日光

第5時 インゲンマメの観察をする。鉢同士の比較をしながら、観察記録をノートに書く。

第6時 インゲンマメの観察をする。鉢同士の比較をしながら、観察記録と実験の結果をノートに書く。

第7, 8時 観察記録と実験の結果を発表しあい、全員でまとめの仕方を相談する。

第9時 自分でノートにまとめをする。

7. 実践の記録

とにかく、様々な意見に理由をつける練習からスタートした。理由をつけるということは、答えた内容と、何か別のものを結びつける作業で、考える力の育成には欠かせないからである。

(1) 発芽と養分

課題把握 発芽の条件? 実験方法の確認 発芽実験 観察 結果の考察 生長の実験へ

課題把握

単元に入ると、「インゲンマメを育ててみたい」という意欲的な子が多く、短時間で課題をつかむことができた。

発芽の条件

予想には、[水][日光][空気][肥料][温度][土]が出てきた。

この時点では、あまり過去の種まきの経験を思い出しているとは言えなかった。今までの知識を並べただけで、科学的な根拠にまでは至らなかった。

実験方法

条件を1つ1つ変えるという方法を理解できた子は少し。他の子は呪文のように、「変える条件は1つ」と言っていた。

条件を順次試していくのではなく、一気に全ての条件を試していくやり方を選択した。この過程で、水と栄養の2つの条件が変わるから、土は使わないという結論になった。

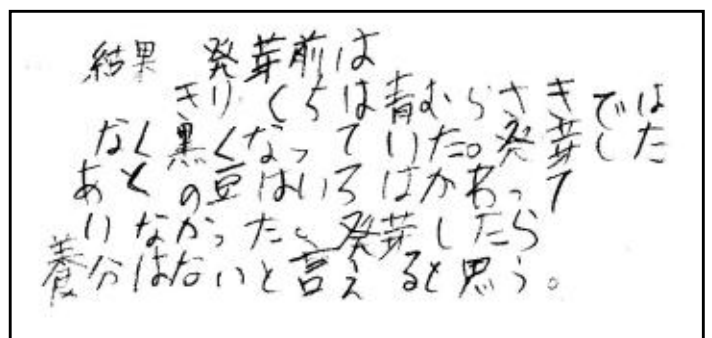
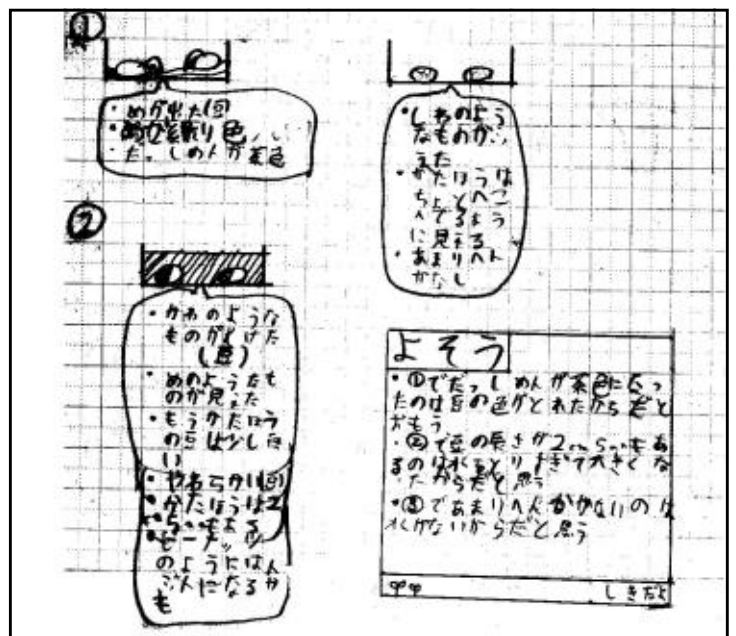
観察

「観察の仕方」として視点や方法をノートに書き込んだ。観察をするときには、どうしてその視点が大切なのかという理由をつけた。

観察文の中に、見つけたことと考えたことを必ず入れるようにした。

結果の考察

観察してわかったことを出し合い、比較することで結論を導いた。初めてだったので、まとめるまで大分時間がかかった。



日光がいないことは、土の中に蒔くことで納得でき、実験で導き出したことと既存の知識が結びついた。

発芽後の種に養分が残っているかを試す学習で、ノートに理由をつけてまとめが書けるようになってきた子がいる。

(2) 植物の成長と肥料・日光

課題把握 生長の条件? 実験方法の相談 準備・実験 観察 結果の考察

課題把握

いよいよ、インゲンマメの生長を観察していくということで、盛り上がっていた。

条件設定

子どもたちは発芽のときと同じ条件を出した。水でさえ、「一応確かめてみる」と言う。事実に基づいた結論を出そうとする子が数人出てきたことは、収穫であったと思う。

条件 [日光] [肥料] [空気] [温度] [水]

実験方法の相談

発芽のときは全員でおこなったので、今回はグループ学習を選んだ。

グループで5つの条件を調べるための実験方法を相談し、用意する鉢の条件を書き出した。共通する条件をまとめ、6鉢で実験することになった。

観察

グループで扱う実験の数が多く、観察に時間がかかった。分担が個別になっていたため、きちんと実験できている子と、そうではない子の差ができて比較にならなくなってきた。

それなのに、子どもたちは目の前の観察をするばかりで、本来の目的に即して比較観察をすることができなかった。

条件一覧のマトリックスを作った子がいた。P.10 参照



結果の考察ができない事態になった。子どもたちがグループ内で分担を決めて、分担外の面倒は見なかったためである。グループの鉢がおかしな状況にあることを知っていても世話をせず、担当の子に注意するだけであった。それでも担当の子が世話をせず、苗が枯れる例や、鉢の底に栓がしてあるために水がたまって根ぐされしたものなどが、各グループ合わせて数件に上り、実験を中断することになった。「グループの実験であるから、世話は全員で」と再三話してきたが、分担した子だけが世話をすればいいという考えが、理科の実験という目的があってもぬぐえなかった。学級内の係分担の指導が間違っていると、こんなところに余波が出る。我々は理科の研究だけをしていては、理科ができるようにはならない。しかし、この件でグループ活動の責任の所在を学ぶことができ、お互いにカバーし合って実験を進める態度が養われた(後述 P.11 参照)。

(3) 天気の変化(1)

天気の変化

課題把握 経験の発表 変化の特徴調べ 結果の考察

課題把握

「できるか」という問いに敏感。すぐムキになって、何にでもできると言う性格を利用。

経験発表

言い伝え、占いなどでできると言う。

科学的根拠は示せなかった。

天気予報番組があるので、自分で考える必要性を感じていなかった。

変化の特徴調べ

天気予報に出てくるデータは一通り挙がる。花粉情報など、天気予報には関係ない事柄が上がってきたため、「天気を予報する」という目的を考えていないことがわかる。

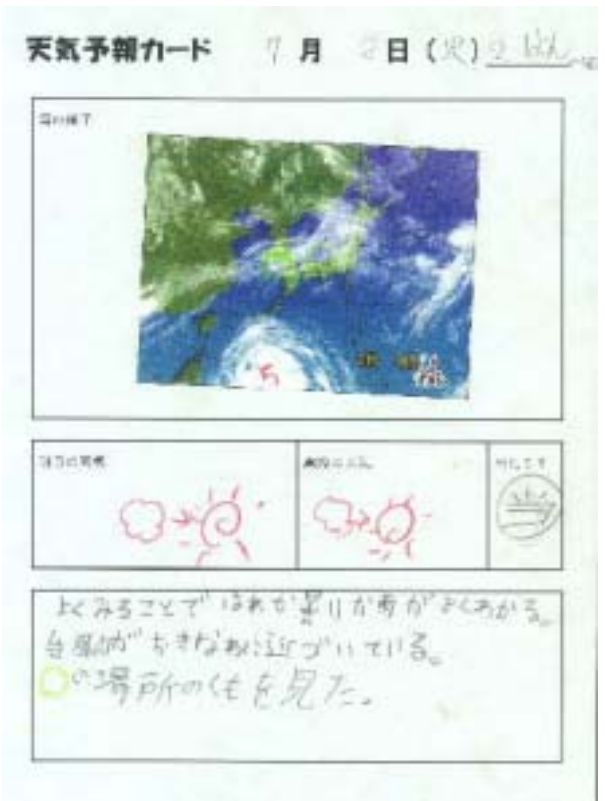
先生に教えてもらった事実を覚えるという理科のスタイルが浮き彫りになってきた。

結果の考察

動きについて何人もの子に発表させ、普遍性を見いださせた。経験がなく、規定の3倍以上の時間を取る。

日本付近の雲が動いていく方位は、4方位、8方位でも表せないことに気付いた。16方位を出してきた子があり、必然的に学習できた。

数枚の写真をつなぐ経験が生き、動画がスムーズに理解できた。



宿泊学習を機に、この学習を元にして天気予報を毎日してみることにした。1週間練習の後、昼の校内放送で発表することにした。このアイデアはこちらで紹介したところ、子どもたちが賛成した。毎日、インターネットで雲写真を見て予想する。この理科の日常化を進めることで、インターネットの操作などそのものには神経を使わなくなり、次第に雲の観察や予報活動に集中するようになった。日常化することで、思考の深化をねらうことができた。子どもたちには「はずれたらどうしよう」という不安もあったが、次第に自信を持っていった。2学期になっても進行中。雲の移動だけで予想している状況だが、今のところ7割が当たっている。

ここで用いる天気予報カードは、子どもたちと相談し、試行錯誤の上作った物を使っている。

気温の変化

課題把握 観察方法の相談 観察 結果の考察

課題把握

晴れた日は暑くて、雨の日は寒い。でも、雨でも暖かい日があるよ。

どうして2時に気温が一番高くなるの？

観察方法

百葉箱は見たことがないという。学校中を探して回ったが、なかったことが印象を深めた。前も、1時間ごとに調べたことがあるから、それでやればいい、と言う。

観察

音楽などの専科授業のあいだの測定はどうするか、事前に気がつき工夫をすることにした。何回かの測定で、記録用紙にも工夫を重ねて、みんながうまく記録できるようにした。

結果の考察

気温の変化の方はそれほど難しい考察はなかったが、2時が最高温度にならない日もあり、そちらの問題は残る。

(4) 生命のたんじょう メダカのたんじょう or 人のたんじょう

課題選択 観察・調査・記録 考察・まとめ

課題選択

メダカに人気が集まることなく、恥ずかしがらずに人のたんじょうを選択できた。

課題選択の理由がはっきりしてきた。

観察・調べ

卵を探すことは、普段からやっているのだから、すぐに見つけることができた。

毎日、観察をしながら変化を見つめることができた。

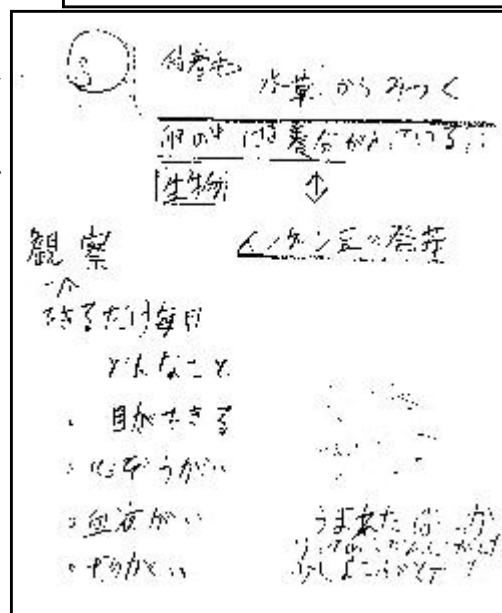
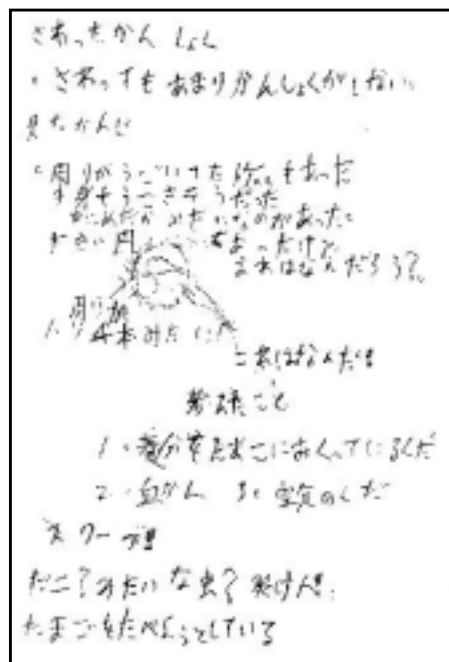
保健室から本を借りて調べた。教科書や資料集で調べることが後回しになっていたため、基本的なことをとばして、発展的な知識が集まってしまった。

考察

種のことをインゲンマメの赤ちゃんとして表現していたことから、共通性をつかんでいると判断できた。

知識が先行してしまっていて、生命の連続性まで考え切れていなかった。

選択学習であるので、やはり学習させづらい面がある。今回は、調べ班と観察班のように、教室の中を二分して活動をおこなった。「人」の調べ班は途中、図書室や保健室に資料を探しに出かけたので、忙しくなる面もあった。このような状況になると、深く思考をさせにくくなる。



(5) 植物の実や種子の作り方

種まき 課題把握 観察 予想(種子の作り方) 考察 実験 観察 調べ

課題把握

自由研究からつながっているため、雄花、雌花のことなどを発表済みで、花の構造に興味を持っていた。

観察

おしべの本数、おしべめしべの太さ、柱頭の様子、花粉のことまで観察できていた。

予想

「柱頭から栄養が降りてきて、実になる」という意見が大勢を占めた。
「花粉が柱頭について実ができる」ことを知っていた子が一人おり、意見対立になった。

実験

「花粉が柱頭について実ができるなら、花粉がなければ実ができないのでは？」というアイデアを思いついた。オシロイバナの



おしべとめしべはどれか？という疑問が自然にわいてきた。根元で特徴を見極められなければ、実験はできない。

たねの作り方

たねの作り方と花粉は関係あるか

花粉はどこに

① ~~おしべとめしべのやくと柱頭になると思う。~~

② おしべのやくについていると思う。

③ おしべからめしべに花粉をおくと思う

~~おしべの花がめしべのやくをしてる個でできておきたらそのおしべと関係ない~~

(6) 植物の成長と肥料・日光 その2

9月になり、1学期に中断した成長の条件を確かめる実験をもう一度始めた。中断したときに、実験結果が出ないこの場合はどうすべきかを話し合った結果である。発芽の部分は終わっていたので、発芽した苗からスタートした。結実の条件調べと平行して実施した。

実験の条件は、[空気]と[水]は1学期に失敗したときの結果から分かっているとして、除外された。この辺りは失敗していてもきちんと考えられていたことがわかる。確かめることになった条件は[日光][肥料][温度]の3つとなった。

実験用の鉢を用意するとき、子どもたちは条件統一をしなければならないことをきちんと覚えており、1つしか変えないことを念頭に準備をした。その中でもよい考え方をしていたのが右の図のようなマトリックスを作って条件統一を考えやすくしたものである。1学期の失敗例でまとめに使っていたものが、準備段階から用いられるようになり、ほかの子も取り入れるようになった。

	肥料	日光	温度
1	(X)	(X)	(O)
2	(O)	(X)	(O)
3	(O)	(O)	(O)
4	(O)	(O)	(O)
5	(X)	(O)	(O)
6	(X)	(X)	(X)

仕切り直した実験では、鉢の置き場は全員が知っているし、水やりはグループの物だけでなく、他のグループにまで及ぶようになった。台風の接近では、指

示をしなくても、気がついた子たちが全部の鉢を校舎内に收容した。実験を成功させるため...とばかりは言えないかもしれないが、インゲンマメの成長を見守る目が育ってきたことと、翌日の天気への関心が高まっていることは事実といえる。

アサガオの実験後、インゲンマメの花を見て、実ができているところに注目が集まり、歓声を上げたことは、インゲンマメとアサガオという異なった対象が「植物」という1つのくくりに収まったことを意味している。

インゲンマメの小さな実がまだ花びらをかぶっているときに見つけられた子は、インゲン豆の苗をもらいにきた。また、実が生長し、大きくなったことを発見するたびに、その様子をわざわざ鉢を持って見せにきた。この子たちは、当初理科が苦手で予想などがうまく書けなかったことがあったが、最近では、一番熱心に世話をしている。



8. これまでの研究のまとめ

(1) 研究の成果

1つの単位にとどまらず、長い期間をかけて科学的な見方・考え方を養ってきた成果は、花の作りや2回目のインゲンマメの生長実験のあたりで見えるようになってきた。偶然に2回目の実験をせざるを得ない事態になったが、これが、アサガオの花の作りを学んだあとに、インゲンマメを扱う形となり、インゲンマメを観察する目を鋭くしていた。その結果、子どもたちはインゲンマメの小さな実を発見することができ、その成長を見守るという課題を自然につかんだ。おそらく、ノート表紙裏に書いた「疑問を持つ」ことを意識していない。それほど自然に課題を持っているはずである。

子どもたちに、「よく見てごらん」などと言わなくても課題をつかめる状況が、半年経ってやっと訪れた。しかも、理科が苦手だった子の方が、その様子が顕著である。理科の方法がわかってきて、「発見をすることができた」という理科本来の「楽しさ」を実感できたためだと思われる。従って、科学的な見方・考え方を養っていけば、自然に興味・関心を持てるようになってくると言っても差し支えない。

このうち、科学的な見方のほうは、見方が鋭くなるために、主に課題設定に反映される。科学的に対象物を見られなければ、課題として成立しない。だから、課題設定を上手にさせるためには、科学的な見方を身につけさせておかなければならない。

対して、科学的な考え方のほうは、やはり予想や考察をするときの理由付けに成果が現れてくる。子ども達のノートに、まだ根拠があまり正しくないが、説得力のありそうな表現で理由が書かれるようになる。

また、観察カードなど、こちらで作ったものに対し、子どもたちから改訂要求が出るようになった。中身は小さな改訂だが、与えられたものではなく、自分たちで工夫をしていくという意識を持っていることが大きな進歩である。



アンケート結果から

この学習の前と現在の児童の意識をアンケートにより調査したところ、考えることが好きな児童は35%から65%に増え、逆に嫌いと答えた児童は45%から25%に減っている。また、考えることが嫌いと答えている児童も、考えることが大切なことであるとらえている。

(2) 今後の課題

子どもたちの見方・考え方は少しずつ成長してきているとはいえ、まだまだ育てていかなければならない。研究は一度まとめたが、さらなる成長を期待して手だてを向上させていかなければならない。

少し前に採った中間アンケートでは、考えることが好きな子の割合は少し悪くなっていた。科学的な見方・考え方を養う課程で、一時的に考えることが嫌いになった子が何人かいたことは仕方がないという考えもあるが、もう少しうまく力をつけてやれる方がよかった。

考えることに重点を置きすぎて、その元になっている事象から時間的に離れた日時に、考える場面を持ってしまった。考えることは、事象を前にして行う方がよいと感じる。

評価の方法は、話し合いの状況、実験・観察の様子、ノートの記事などを用いたが、ポートフォリオの活用など、子ども達の成長の過程を評価することとつなげていけるとよい。

科学の好きな子どもたち=追究のできる子どもたちは、まだうまく育っていない。それは追究できる技能や思考力は、かなり高度なレベルでのバランスが必要であるからで、そのバランスや結びつきが弱かったからだと考える。今年度は、実験と思考の分離が起きてしまった感がある。思考は思考、実験は実験になりがちだったため、今後はその点の改善をしなくてはならない。

資料

理科の勉強アンケート 番/名前

これは、成績にぜんぜん関係ありません。自分の気持ちに一番近いもの一つを選んで、でかこんでください。

1.

私は、理科室や教室でやる実験が

ア．とても好きだ	9
イ．少し好きだ	5
ウ．好きでもきらいでない	5
エ．少しきらいだ	1
オ．とてもきらいだ	0

ア．し、
イ．けれど、

植物や天気などの観察

ア．も
イ．は

ア．とても好き	7
イ．少し好き	5
ウ．好きでもきらいでもない	3
エ．少しきらい	4
オ．とてもきらい	1

です。

2..

私は、実験や観察をもとに、なぜそうなるのかやきまりを見つけるために、いろいろ考えていく

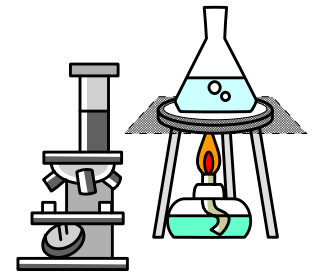
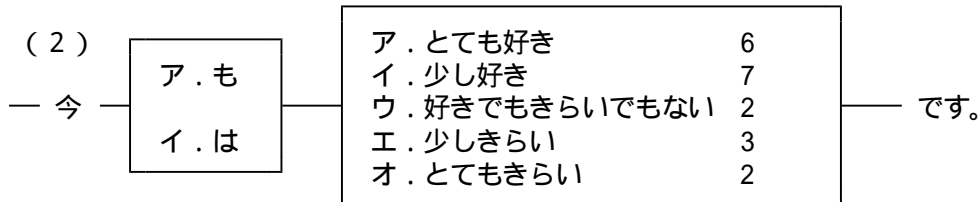
(1)

ことは、前

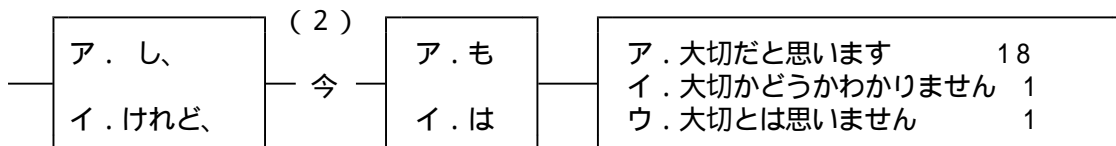
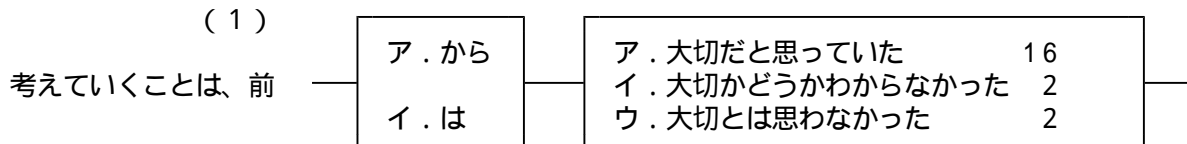
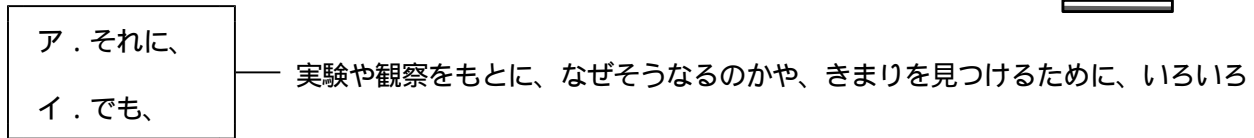
ア．から
イ．は

ア．とても好きだった	3
イ．少し好きだった	4
ウ．好きでもきらいでもなかった	4
エ．少しきらいだった	6
オ．とてもきらいだった	3

ア．し、
イ．けれど、



3.



第3章 科学の好きな子どもを育てるための授業の工夫と 17 年度計画

1. 17年度の方針

来年度の理科は、追究の方法の習得を大切にした授業の構築を目指すとともに、自分なりの考えを持ち、検証するプロセスを大切にした授業展開を行っていく。このことによって、追究することのできる子どもの育成を図る。科学の方法のうち、問題解決のための手法を重視する。

2. 目指す子ども像

自分の疑問を追究できる

支える力

- ・ 不思議だと思える。
- ・ 根拠のある予想が立てられる。
- ・ 自分で準備をして実験できる。わからないときは質問できる。
- ・ 結果から結論を導ける。推論をたてられる。
- ・ 予想と違った原因を追究できる
- ・ 新たな疑問が見つけれられる。
- ・ 生活と結びつけて考えることができる。

3. 仮説

やり直し，繰り返し実験ができる条件を整えれば，考える力が伸び，追求できる子どもが育つであろう

理科の学習では，様々な力をつけていきたい。特に，追究できる子どもの育成を目指すのに一番重視するのは考える力である。考える力が育っていれば，本当の意味で理科が好きになるはずである。現状では，時数の問題から，考察の部分にあまり多くの時間を割くことができず，悩みを抱える同僚の声を聞くことがある。

ではなぜ考える力を育むのに時間がかかるのか。考えるに足る材料がなかなかそろえられず，考えることが難しい状況で考察を試みることが多いからである。考える源になる材料があってこそ，多くのアイデアが浮かぶ。

では考える材料はどのようにそろえるのか。これは，子どもたちの手による実験や観察により，考察のもとになるきちんとしたデータが必要である。また，実験中にあれこれと自分なりに試したことも考察の材料になる。

子どもたちの手による実験・観察はとても時間がかかり，後に控える思考のための時間まで食いつぶしてしまう。そのため，実験だけで終わってしまうこともしばしばある。この原因は，実験に対する目的感の少なさであると思われるので，しっかりとした予想のもとに，目的を確認しつつ，実験や観察を行う。17年度は，繰り返して実験することで技能も高め，考える力を伸ばす。子どもたちが繰り返しを行う陰には，何らかの思考が働いているはずである。

4. 繰り返して実験ができる時間の確保のための工夫

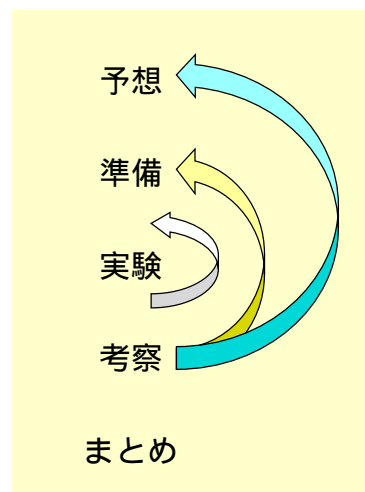
新指導要領になって，時数が減った以上に内容が精選され，ゆとりが持てるようになった。このゆとりの部分で，実験や観察を繰り返してできるようになったはずである。しかし，実際にはものづくりに時間がかかったり，技能の習得に時間がかかったりして思うように実験の繰り返しができない現状がある。

繰り返し，納得がいくまで実験を繰り返せることは，子どもたちが追求の喜びを感じるためには欠かせない。この繰り返しには，3種類考えられる。

- ・ 実験操作の繰り返し
- ・ 試行錯誤
- ・ 予想と結果の不一致による再検討のための繰り返し

これらの繰り返しを状況に応じて使い分けたいが，時間がそれを許さない。試行錯誤や，予想との不一致による再検討は，その課程の中で教科書や指導計画にはない実験の実施を子どもに許すのであるから当然である。

現状では，子どもたちは3年生の時から時間に追われていることが多く，自分の考えを試す場を十分に得られていないため，このように実験を繰り返しをすることに慣れていない。これをできるようにさせるには，どこかで時間をかけなければいけない。



(1) 総合的な学習の時間との連携

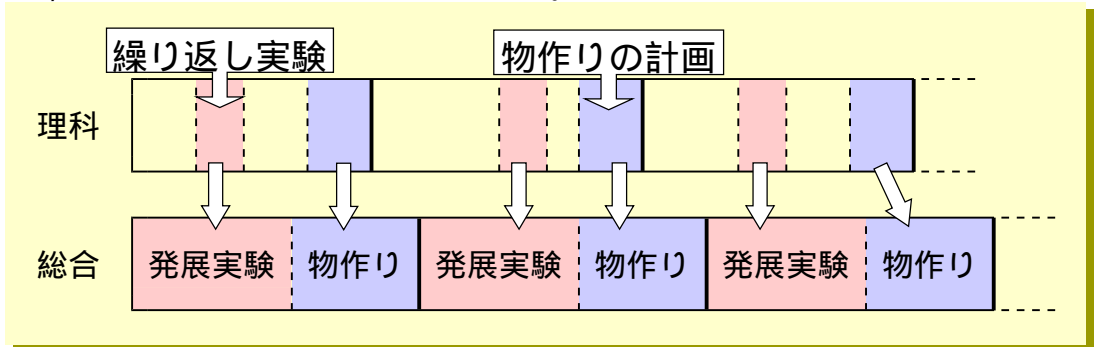
新指導要領が小改訂され，教科の発展的な学習のために総合的な学習の時間の活用ができるよ

うになった。そのため、

- ・ものづくりの発展的部分
- ・教科書にはない発展的な実験の繰り返し

を単元構成に盛り込み、総合的な学習の時間とリンクする。

単元の中の繰り返し実験は年間指導計画でも確保されているが、その範囲を超える分の実験については発展的な学習になるので、総合的な学習の時間とタイアップして取り組めることが望ましい。



また、ものづくりについては、理科の時間内で計画や準備を優先する。細かい作り込みや装飾などは、図工的要素も入ってくるので総合的な学習の時間として活動する。

このようにすることで、子どもたちの探究心は満たされると考えられる。

(2) 日課表上の理科枠確保

教職員加配による少人数指導やTTの実施のため、理科を2時間連続で確保することが難しい。1時間では実験や観察から考察まで導ききれず、知識の注入で終わってしまう可能性が非常に高くなる。また、準備や片づけが伴う実験の時間では、正味の活動時間は半減すると言ってよい。

このようなことにならないように、できるだけ2時間連続の授業展開ができるようにすることも、大切である。

(3) 繰り返し実験ができるようになるための手だて

時間的手だて

昨年度までの実践では、実験の時間と、まとめの時間を分けていた。時折、実験をしながら中断し、考える場面を設けていたが、一斉指導をする都合で、あまり多くなかった。

そこで来年度は、総合的な学習の時間とリンクして実験をする時間を確保する。そしてさらに、特別に一つの実験をじっくりと取り組む時間を作る。各学年とも、それに適した単元を選び、単元中に一度ぐらいに絞って実践する。

理念的な手だて

この特別な実験の時間は、事象を繰り返して実験するうちに、子どもたち自身で法則の発見などができるところを厳選する。教師が先導しなくても、自分で気づいていける実験はあまり多くない。逆に言えば、この時間を逃すと、子どもが自主的な実験をするのは難しくなる。

今までは様々なタイプの繰り返し実験を分類せず、ただ繰り返していたため、考え切ることができずに終わった場面があった。17年度は、試行錯誤や、予想との不一致による再検討は高次の段階として位置づけ、特に、繰り返しの実験のうちもっとも基本的な、操作の繰り返しになるような小単元に着目する。

その時間では、以下のことが実現できることが大切である。

- ・明らかにしたいことをはっきりとさせておく
- ・操作に習熟する
- ・記録方法に習熟し、難しくない

- ・現象がはっきり確認できる
- ・実験の誤差が少ない(あるいは気にならない)
- ・実験の失敗をすぐに修正できる

この時間の教師の動きは、起こっている事象についてなるべく説明しないで、子どもたちの気づきを待つことになる。

5. 繰り返して試すことができる単元の計画

本校の採用教科書は大日本図書で、以下の単元名などは教科書のものを使っている。標準的にはこの教科書に出てくる実験をトレースしていくが、繰り返しのために特化した実験を仕組んでいく。以下には、大単元を()数字で、小単元を 数字で表し、その中の特別に仕組む時間の実験を詳しく説明する。この実験は、理科として扱うことも、総合的な学習の時間に発展的な実験として扱うこともある。

(1) 3年生 「じしゃくのふしぎをしらべよう」 離れていてもくっつく

最初の小単元では、磁石につくものやつかないものを分ける。それらを比較してじしゃくの特徴を学ぶようになっている。しかし、磁石が釘やクリップなどを吸い付ける現象そのものをじっくりと実験・観察することは特に計画されていない。

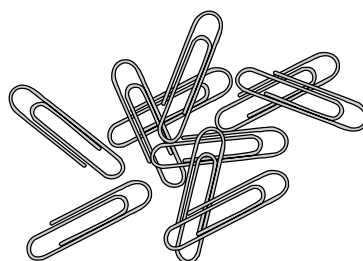
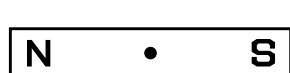
そこで、この部分の実験のために時間を割くことにする。

じしゃくにつくものは

右の実験は、ただ単に磁石と鉄がくっつくという現象を追うだけでは子どもたちが飽きる。「この2つの間に何が起きているのか」を、実験しながら観察できるようにする。

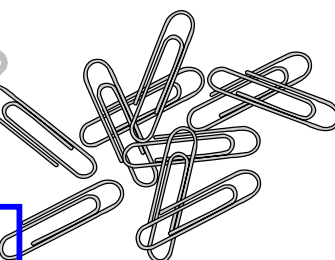
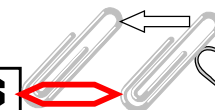
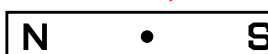
ただ、吸い付けるだけでは飽きていた子どもも、この実験を繰り返すうちに、1つのクリップが動く時と、2、3個同時に動くときの違いが出てくることに気づくはずである。

クリップ、画鋏などを磁石につける実験



磁石を近づけ、クリップが吸い付けられる様子を繰り返して実験する。

磁石を近づけていく



何cmでくっついた?

予想される繰り返し場面

理科を習い始めたばかりとはいえ、ねらっている思考力に相当する考えは持てるであろう。何かしら考えていれば、次のような比較をするための繰り返し実験が行われるはずである。

比較

- ・磁石にクリップが飛びつく時の、磁石とクリップの距離
- ・磁石をゆっくり近づけたときと、素早く近づけたときの磁石とクリップの距離
- ・横から近づけたときと、上から近づけたときの磁石とクリップの距離
- ・N極，S極による違い
- ・磁石とクリップの間に何かをはさんだときの、クリップの付き方

予想立て

- ・だいたいいつも、同じ距離でクリップがくっつくのではないか
- ・磁石が早く動いた方が、クリップとの距離が長い(短い)のではないか
- ・上から磁石が近づくと、クリップが床を滑らないから、距離が長い(短い)のではないか
- ・N極，S極では、違いがない(ある)のではないか
- ・磁石とクリップの間に何かをはさんだら、クリップはくっつかないのではないか

これらの予想を元に何度も繰り返すうちに、

- ・何cmの時にくっついたのか
- ・磁石を動かすスピードによる違いがあるのか
- ・上から近づけたらどうか
- ・近づけていって、途中から離していったらどうか
- ・N極，S極による違いがあるか
- ・磁石とクリップの間に紙をはさんだらくっつくか
- ・磁石とクリップの間に金属をはさんだらどうか

など、考えるであろうことがたくさんでてくるはずである。

これだけのことは、1，2度クリップをつけて考えられるものではない。やはり、1時間の活動として時間を保証する中で生まれてくるものである。昨年度までの取り組みから、このような体験なしでは「考える力」は育ちにくいと言える。

この実験でねらう思考力とは

- ・様々な事象を比べる。まず、その比較をすること自体が大切である。
- ・更にその違いから、操作と事象の結びつきについて仮説を立てるところに思考がある。
- ・立てた仮説に基づいてまた操作をし、結論を得た後、自分の考えを仮説から確認にする力。

繰り返し実験を行っている最中は、どんな予想を持っているのかを効率よく調べる方法がない。子供たちが実験に没頭しているとすれば、声をかけるのは気が引ける。つぶやきがある子ならば、それを拾って予想を垣間見ることができる。

中には、予想としておかしなものもあるかもしれないが、表現力の問題もあり得るので、3年生という学年を考慮し、とにかく繰り返しをさせる。

じしゃくのせいしつをしらべよう

じしゃくのはたらきをしらべよう

(2) 4年生 「変身する水を調べよう」 複雑にからむ現象をつなぐ

通常は、水を沸騰させ、温度の上がり方を調べたあと、湯気や泡に注目させる。湯気は、冷たいものを近づけて、何がつくかを観察させる。泡は水蒸気であることを教える。水蒸気は気体であることや、冷えると水に戻ることを教える。

しかし、4年生で重要な「関係づける」力を育てるのに、この実験について教えてしまうのではもったいない。

水の変身を調べよう

教科書で一番最初の実験は水を凍らせるものである。2番目に出てくるのが水の加熱になる。

この実験の時、4年生として観察できることは、

- ・水の減少
- ・泡の発生
- ・湯気の発生
- ・フラスコ内の水滴

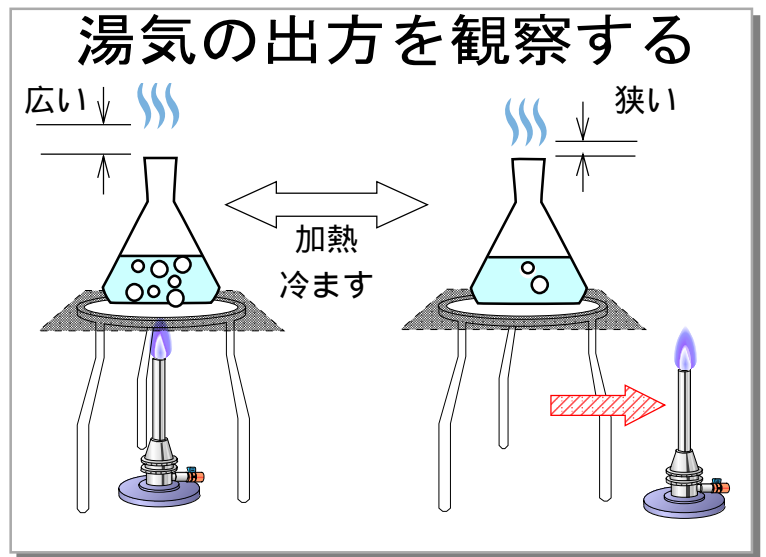
である。このうち、水滴と水の減少は関係づけて考えることができる。少し難しいが、湯気の発生と水の減少も結びつけて考えることはできそうである。しかし、泡の発生と、湯気の発生は結びつけて考えるのは難しい。ここで、十分予想させたのち、次の実験で繰り返しの手法を用いる。



水が加熱して沸騰させ、湯気が出る様子の観察は容易である。このとき、加熱をしているときとしていないときで、湯気の見える一番下とフラスコの距離に注目させる。ガスバーナーで加熱中はフラスコの口から少し上がったところから湯気が見え始める。加熱をやめると湯気の見える位置が低くなる。泡の出方の多少は一目瞭然なので、この2つが結びつかないか問う。

泡がたくさん出ているときはフラスコと湯気の間が広がることから、様々な予想が出させることが可能になる。

アルコールランプは火がついた状態で移動させることが危険なため、ガスバーナーを使う。



予想される繰り返し場面

この実験の場合はガスバーナーを三脚の下に入れたり出したりして、沸騰と自然冷却の繰り返しをすることが中心になる。

関係づけ

- ・水の減少とフラスコ内の水滴
- ・水の減少と湯気が出ること
- ・泡の多少と、フラスコと湯気の距離

予想立て

繰り返すことは単純な内容であるが、泡 = 空気という概念ができあがっている子ども達には、沸騰による気泡も空気と予想してしまう。この誤った予想を、繰り返しの実験を行うことで一つひとつ解決させたい。

- ・ 水が減ったのは、ヤカンの水が減るのと同じで、どこかに飛んでいってしまう
- ・ 湯気をさわると手がぬれる
- ・ 泡は空気できている
- ・ フラスコの中に水滴がついているから、減った分の水がそこにくっついた
- ・ 湯気はしめっているから、減った分の水は湯気になって飛んでいった
- ・ 水面と湯気の間には何も見えないけど、水は目に見えないものになって飛んでいった
- ・ 泡がたくさん出ているときは、目に見えないものもたくさん出ているから、泡は目に見えないものでできている

この実験でねらう思考力とは

4年生では関係づける力を重視する。1つの条件の違いから2つの事象の変化をとらえれば、その2つはつながりがあるという考え方を養う。この実験では、加熱をするかしないかという条件から、泡の多少と湯気の見え始める位置の上下という、2つの事象をとらえさせる。

- ・ フラスコの内壁に水滴がつくことと水の減少から、水が移動していることを結論づける。
- ・ 湯気の正体は比較的つかみやすいので、水の減少と湯気の関係も、水の移動として結論づける。
- ・ 水面から湯気までの間のフラスコ内に何も見えない部分があるが、湯気が出ていることから、水が見えない状態で移動していることに結びつける。
- ・ 水蒸気存在を押しさえた上で、泡の多少とフラスコと湯気の距離の多少を比較検討し、泡が水蒸気できていることに結びつける。

変身した水をさがそう

水のすがたと温度

(3) 5年生 「もののとけ方」 終わったと思ったところが始まり

生活体験の中から、様々なものが溶ける体験を思い出す。その中身を分類して、ものが溶ける(溶解)することを、混濁、融解と区別して押しさえ、実験を開始する。まずはじめに「質量保存の法則」について予想を立て、食塩を水に溶かすことで導入する。

5年生で学ぶ考え方は「条件統一」で、水温、水量、食塩の量のうち、何を変化させていくなかで、検証を進めるのが大切である。しかし一般的には、時間の都合でそれぞれの溶質につき一度しか実験せず終わる。溶解 - 析出のサイクルは繰り返し実験にちょうどよく、食塩やホウ酸の溶ける量の違いを学ぶだけでなく、溶けるという現象を理解するのに役立つはずである。

水溶液の重さ

水にとけるものの量

食塩を水に溶かしたときに限界があることは多くの子が予想する。しかし、そこで溶け残った

食塩は加熱によってさらに溶けるとも予想する。これは、砂糖を溶かした生活経験からくる予想である。しかし、予想とはうらはらに、食塩はそれほど溶けないという事実子ども達は驚きを感じるようである。そこに今度は、水には溶けにくい、温度を上げるとよく溶けるホウ酸を溶かす実験が入る。この素材の提示は教師の主導である。

この実験は必ず2時間連続で学習時間を確保する。

ホウ酸を水に溶かすとすぐに溶け残りができる。子ども達は今回こそと、温度を上げて砂糖のイメージを追うようである。予想通り、ホウ酸はどんどん溶けて、子ども達は楽しく記録をつけていく。

この単元では、ここからが繰り返し実験の始まりである。たくさんのホウ酸が溶けた水溶液の加熱をやめて、ノートにまとめを書いているあたりで、何人かの子がビーカーの中の変化に気づく。

ビーカーの中のホウ酸水溶液には膜が張ったように、水面にホウ酸が析出し始め、次いでビーカーの底や壁面にも白い結晶がみられるようになってくる。子ども達の中からごく自然に、これは何だろうという疑問がわいてくる。

予想される繰り返し場面

この状態から、再びアルコールランプで熱すると、膜や結晶がなくなっていく。結晶がなくなったら火を消す。この繰り返しをしているうちに、結晶がなくなっていくときにわずかながらシュリーレン現象がみられることに気づかせたい。ここに気づくまで繰り返しをさせたい。

条件統一

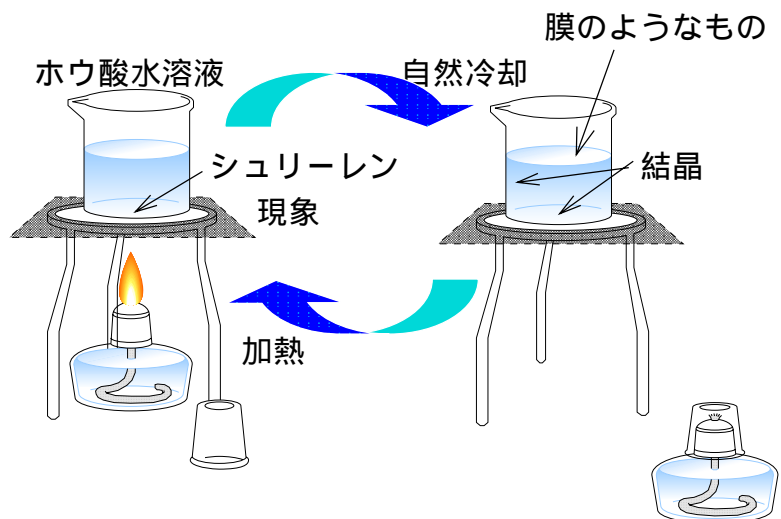
- ・溶かしたホウ酸の量は変わらない
- ・水の量も変えていない(蒸発分は少量であれば無視する)
- ・温度の変化だけで起きている現象
- ・温度の変化によって、溶かした物がよく溶けるようになる。
- ・水量を変えても溶ける量が変わるが、ここでは変えていない。

予想立て

結晶状の物を溶かした経験は豊富でも、溶かした物が析出してくる瞬間は、生活体験では滅多にない。だから、白い物が出てきたときに不思議に思い、追究する対象になる。

- ・白い物はカビか何か
- ・白い物はホウ酸

ホウ酸水溶液の加熱と冷却



- ・溶かしたときのホウ酸と形が違うからホウ酸ではない
- ・もう一度暖めるとなくなるから白い物はホウ酸
- ・温めたとき、「もやもや」が出てくるから、溶けているということで、白い物はホウ酸

この実験でねらう思考力とは

このような実験の繰り返しをしているときは、予想と検証がごく近くで起こり、区別が難しい。予想しているところから現象が見え、結果が出て新たな推論が生まれ、すぐに検証できるが、正しいとは限らない。そのために、子ども達にとっては没頭して考える時間になる。この中で、知っている現象を見つければ、解決の糸口になる。

- ・シュリーレン現象は、の小単元でものが溶けるときの「もやもや」として学習しているため、結晶がなくなっていく過程は溶けていることだと気づく。
- ・温度が高くなると溶けるということは、はじめに溶かしたときと同じ。
- ・何度繰り返しても、温かくなると溶け、冷えると出てくることから、出てきた物は溶かした物と同じホウ酸ということになる。

とがしたもののとり出し方

水のすがたと温度

(4) 6年生 「水よう液の性質」 強くなるはずが逆

身近な生活用品にある、「アルカリ性」「酸性」という表記から、液性について学習する。そのあとで、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の特徴を実験を通して明らかにしていく。

しかし、酸とアルカリはpHでいえば対極にあるもので、両者を混合することで酸性にもアルカリ性にもでき、繰り返しの実験ができる部分である。

6年生では主に、多面的な考え方を学ぶ。子ども達は、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を混ぜるとさらに強力になると考えることが多い。しかし、ちょうどよく混合することで両者の特徴が消え、別の物になることは中和の概念としても大切であり、子ども達の予想を裏切るにも大切な実験である。この予想に反する結果から、多面的な考えをする態度が養われる。

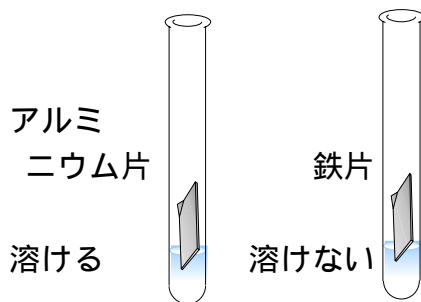
水よう液の区別

金属を溶かす水よう液

まずは、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液に、それぞれアルミ片と鉄片を入れて観察する。それぞれ、アルミニウム片は溶けるが、鉄片では異なる結果が出る。塩酸の方は酸化還元反応で、水酸化ナトリウムはナトリウムの置換反応で、反応は異なるが小学生ではそこまで深く追究しない。どちらも水素を発生することから、似たような反応であるとの誤解を持たせやすい。

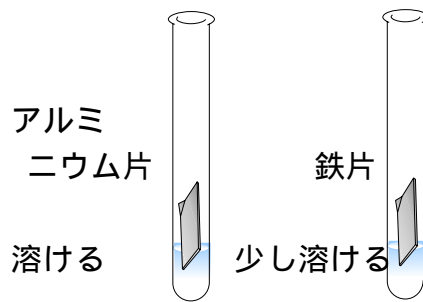
水酸化ナトリウム水溶液

水酸化ナトリウム水溶液



塩酸

塩酸



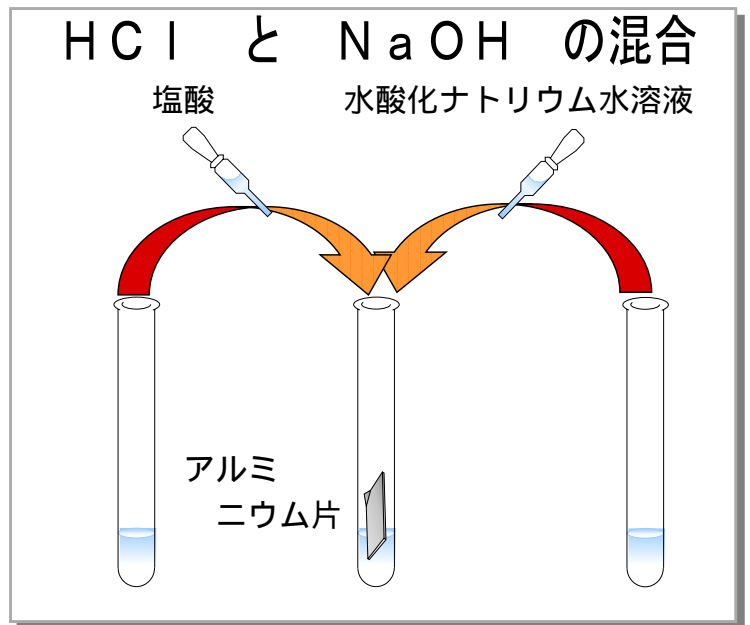
どちらも水素を発生することから、似たような反応であるとの誤解を持たせやすい。

予想される繰り返し場面

塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を同じ規定度で同量用意する。次に塩酸にアルミニウム片を入れて水素の泡が出てきたところで、少量ずつの水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えていく。そして、泡の出方を観察できるように、時間をかけて水酸化ナトリウム水溶液を入れる。

泡は次第に出なくなり、すべての水酸化ナトリウム水溶液を加えたところではほとんど泡が出なくなっている。これに更に水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと、再び泡が出始める。

この結果は予想を覆すもので、混ぜ方次第で金属が溶けたり溶けなかったりすることは、塩酸と水酸化ナトリウムについて改めて考え直しを迫る。



多面的思考

目の前で起こった現象は多くの子が説明が付きそうでつかない。だからこそ多面的な思考力を高めるのによい教材になっている。

- ・塩酸はアルミニウムを溶かす
- ・水酸化ナトリウム水溶液もアルミニウムを溶かす
- ・足せば強力になるはずだがそうではない
- ・中性の水にはアルミニウム片は溶けなかった
- ・片方の量が多ければ、その液体のせいでアルミニウムが溶ける
- ・酸性のものと、アルカリ性のものは、混ぜてお互いの力を打ち消しあう

予想立て

塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を混合していくと、強力に金属を溶かす液体ができるとほとんどの子が予想する。しかし、事実を見てなんとか自分の考えをすりあわせていこうとすれば、様々な予想を持ち、繰り返し実験をすることになるはずである。

- ・アルミニウムが溶けないのは、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を混ぜたら、別の液体になったからだろう
- ・泡は、水酸化ナトリウム水溶液を入れた分だけ少なくなるのだろう
- ・水酸化ナトリウム水溶液をたくさん入れれば、塩酸に勝って、また溶け出すだろう
- ・同じ量ずつ混ぜたから酸性とアルカリ性の中間の中性になったかもしれない
- ・すると pH が変わっているかもしれない
- ・初めは水酸化ナトリウム水溶液にして、あとで塩酸を加えていっても同じことになるだろう
- ・BTB 溶液を混ぜてやってみればわかりやすいかもしれない

この実験でねらう思考力とは

自分の予想に反した結果が出たときに、事実を素直に受け入れ、自分の考えを修正することは、非常に大切な能力であり、態度でもある。このとき、事象を多面的にとらえ、多くの証拠を得ることが、納得する上で大切である。ひとつの事象とひとつの考え方を結びつける一対一の対応では、都合のよい独善的な考えに陥りやすい。間違っていたことを気にせず、冷静に正しい判断を下す力が養われる。

気体がとけている水よう液

(5) 科学的な態度と人間形成

これまでの各学年の考える力を伸ばすことは、単に科学好きな子どもを育てるにとどまらず、科学的な手法を用いて問題解決を図っていかこうとする態度の育成でもある。これは、第一章で述べた人間形成につながっている。様々なケースから結論を考える態度を身に付けることは、多様な価値観の理解につながる。ひとつの事象からひとつの答えを導こうとするのは、間違いを犯す危険がある、ということを学ぶ場でもある。

6. 評価の計画 - 子ども達特有の動きから -

科学が好きな子になったのかどうかをどのように測定するか。

子どもたちの行動で、授業が楽しかったときの特有の動きがある。それは、授業後、話題はともかくとして寄ってきて話をしていく動きである。中には、授業を振り返って話す子どもももちろんいる。この動きを測定して変化を追えば、理科の学習が楽しかった子の推移がわかるのではないかと期待している。

また、ノート記述で、具体的な言葉の増減も追ってみたい。突き詰めるほど、言葉は豊かになっていくであろう。国語として表現力の成長分もあるが、「表現力は理科で磨かれる」という言葉があるように、追求の過程で言葉が多くなっていけば、子ども達の理解度や追究の気持ちが伺えるはずである。

今のところ、これらの方法は一度もデータ化したことがなく、いわゆる「教師の直感」の域である。来年度、データ化することで、貴重な資料になるとおもしろい。

(1) 子どもの動きから

小学校児童の特徴だと思われるが、「楽しいことは報告したい」という欲求が大きく現れる。昨日遊んで楽しかったこと、テレビの話題、ゲームの話題、友達の楽しげな行動など、子ども達の報告は日常茶飯事である。小学校のうちには、先生にほめてもらいたいとか、先生と楽しく過ごしたいという気持ちが大きく、給食の時、先生がどの班で食事をするかはかなりの大問題である。今まで、こうした子ども達の気持ちは、「関心・意欲・態度」としても測定したことがなかった。

これが、授業で活躍できたり、楽しい思いがあると、勉強があまり好きではない子ども達にとっては特別うれしく感じられ、普段の生活と同じように報告したいようだ。先ほどまで一緒に学習していたのに報告するほど、しゃべりたくなるし、さらに褒めてほしいようである。

この動きには個人差があり、授業が終わってすっ飛んでくる子や、ほかの子がひとしきり話し終わったタイミングをねらってくる子、昼休みにサッカーをしながら寄ってくる子など、様々である。

来年度はこのような中から，

- ・ 授業が終わったときには，話題に限らず寄ってきた子の数
- ・ 授業が終わってしばらくたった後は，授業の話題に触れた子の数
- ・ 授業についてのこちらからの問いかけに，3往復以上の会話が成立した子の数を集計し，その増減をデータ化する予定である。

この方法については，担任(教科担任)と子ども達の間関係の成り立ち具合に関わってくる。特に数の多少に違いが出ると思われる。しかし，単元を通して数ではなく「その変化の様子」を調べることで，ある程度授業に好感を持たかどうかがわかるはずである。

(2) ノート記述の詳しさから

ノート指導も，理科に限らず全教科的に重要な指導課題である。書くことが面倒な子は，ノルマ的に練習してもなかなかきれいに，表現力豊かに書くことができるようになっていかない。必要に迫られて初めて書く気になる。

理数系の教科は，ノートに書いたことを元に考える場面が多い。データをとる際にきちんと書いておかないと，後で考える材料として役立てにくい。このようなデータの整理方法は通常指導しているものであるが，子ども達が自分の課題として追究を行えば，自ずとデータに対する説明の言葉数が増える。また，実験の結果決まりを見つけるなど，大きな収穫があったときには，まとめを書くときにそれを詳しく書こうとする。ここでも言葉数が増加する。

この増加した言葉のうち，

- ・ 事象を表す言葉
- ・ 事象を形容する言葉

に注目してデータ化すれば，きちんと追究ができるようになってきたのか，つまり，科学が好きになっているのかが見えてくると思われる。

(3) 既存の方法から

第2章の最後で用いたアンケート法も併用する。第2章のものは，選択肢法に，自由記述法の要素を混ぜ，しかも短時間で書けるようにしたものである。

これに似たものには，いくつかのキーワードを指定して，それを用いて文章化させる方法があるが，これは書く時間も，集計にも時間がかかる。このようなアンケートを何度も使うには時間の問題が出てくる。テストではなくアンケートであるなら，時間がかからない方がよい。

次年度の方法は，アンケート文の途中に選択肢を置いて文章を完成させる。加えて，選択肢に続く助詞も選ぶことでスムーズな文になるようにする。この助詞の選択は子ども達の気持ちをとらえる上で有効である。

たとえば，

「今日の授業(は も)(おもしろかった つまらなかった)」

という文で，どのような組み合わせで選ぶかで，4パターンの子どもの気持ちが見えてくる。はじめは何気なく作ったアンケートであるが，あとで分析すると，助詞の使い方によってアンケート結果を肯定的にとらえられることに気がついた。

第4章 理科の教育を超えたもの - 終わりに

理科の教育を単に科学的知識の伝達ととらえて指導することは、ものの見方、考え方にも偏りをきたしかねないということが見えてきた。

科学的事象は、規則性があり、再現性がある。この普遍的なことを証明し、論ずるには多くの方法がある。このような見方に立った考え方ができるようになることは、自然科学にとどまらず、普遍的といわれること全般に対しての考え方が熟成されていくことにつながっているようだ。

ここに理科を超えた「ものを考える」という態度が養われ、自然を見る目はやがて周りのもの全てに通じ、生涯にわたって豊かな人間性を支える力となると思われる。

本論文を作成していくにあたり、単に理科にとどまらない、もっと大きな科学という目、さらに生きていく過程の様々な事柄に考えが及んだことは、我々教職員としての大きな財産となった。この財産を、次年度の子どもたちの学習に還元していきたいと考える。