

平成16年度（第48回）
岩手県教育研究発表会発表資料

理 科

自然の事物・現象について理解を深める
理科の学習展開に関する研究
－日常生活と関連付けた教材開発を中心に－

研究協力校

岩手県立花巻北高等学校
花巻市立花巻北中学校

研究協力員

岩手県立盛岡第三高等学校 教諭 城守 寛
岩手県立一関第一高等学校 教諭 加藤 忠樹
岩手県立不来方高等学校 教諭 木戸脇 直

平成17年2月9日
岩手県立総合教育センター
科学産業教育室
神部謙二
高橋和夫
菅原尚志
関向正俊

目 次

I	研究の目的	1
II	研究仮説	1
III	研究の年次計画	1
IV	研究の内容と方法	1
	1 研究の内容	1
	2 研究の方法	1
	3 研究協力校	1
V	研究結果の分析と考察	1
	1 自然の事物・現象について理解を深める理科の学習展開に関する基本的な考え方	1
	2 物理領域における教材開発及び学習展開	3
	(1) 教材開発のねらい及び開発教材一覧	3
	(2) 開発教材	3
	(3) 開発教材を生かした学習展開例	5
	3 化学領域における教材開発及び学習展開	6
	(1) 「浄水モデル」を用いたコロイド溶液の学習	6
	4 生物領域における教材開発及び学習展開	10
	(1) 炭素繊維人工藻のメダカ水槽への導入	10
	(2) 定型文を用いた実験レポートの書き方の指導を通じた 高等学校理科での論理思考力の育成	12
	(3) その他の教材開発及び学習展開	13
	5 中学校理科「地球と宇宙」における教材開発及び学習展開	14
	(1) 身近な素材を活用した太陽観察装置「へりおすだ」	14
VI	研究のまとめ	18
	1 研究の成果	18
	2 今後の課題	18
	おわりに	18
	【引用文献】	18
	【参考文献】	19

I 研究の目的

学習指導要領の理科では、自然に対する関心や探究心を高め、観察、実験などを行い、科学的に探究する能力と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方を育て、科学的な自然観を育成することを目標としている。そのために、自然体験や日常生活との関連を図った学習及び自然環境と人間とのかかわりなどの学習を一層重視することが求められている。

しかし、実際に授業で取り上げられる教材では、日常生活との関連を図ったものが十分ではなく、児童生徒が自然環境と人間生活とのかかわりを実感し関心や意欲を高め、自然の事物・現象についての理解が深まるまで機能していないと考える。

このような現状を改善するには、日常生活の中で科学的な見方や考え方を育てる上で重要と思われる事物・現象を選び、それを教材化し、開発した教材の活用方法を明らかにする必要がある。

そこで、この研究は、日常生活と関連付けた教材開発を通して、自然の事物・現象について理解を深める理科の学習の進め方を明らかにし、理科の学習指導の改善に役立てようとするものである。

II 研究仮説

理科の学習において、日常生活と関連付けた教材を開発し、それを生かした学習を展開すれば、児童生徒は、自然と人間生活とのかかわりを実感し、関心や意欲を高め、自然の事物・現象についての理解を深めることができるであろう。

III 研究の年次計画

この研究は、平成15年度から平成16年度にわたる2年次研究である。

第1年次（平成15年度）

自然の事物・現象について理解を深める理科の学習展開に関する基本的な考え方の検討、日常生活と関連付けた教材の開発と検討

第2年次（平成16年度）

日常生活と関連付けた教材の開発及び授業実践による理科の学習展開と開発教材の有効性についての検討、研究のまとめ

IV 研究の内容と方法

1 研究の内容

- (1) 自然の事物・現象について理解を深める学習展開に関する基本的な考え方の検討
- (2) 日常生活と関連付けた教材の開発と検討
- (3) 開発した教材を用いた授業実践とその結果の検討
- (4) 自然の事物・現象について理解を深める理科の学習展開に関する研究のまとめ

2 研究の方法

- (1) 文献法
- (2) 質問紙法
- (3) 野外調査法
- (4) テスト法
- (5) 授業実践

3 研究協力校

岩手県立花巻北高等学校
花巻市立花巻北中学校

V 研究結果の分析と考察

1 自然の事物・現象について理解を深める理科の学習展開に関する基本的な考え方

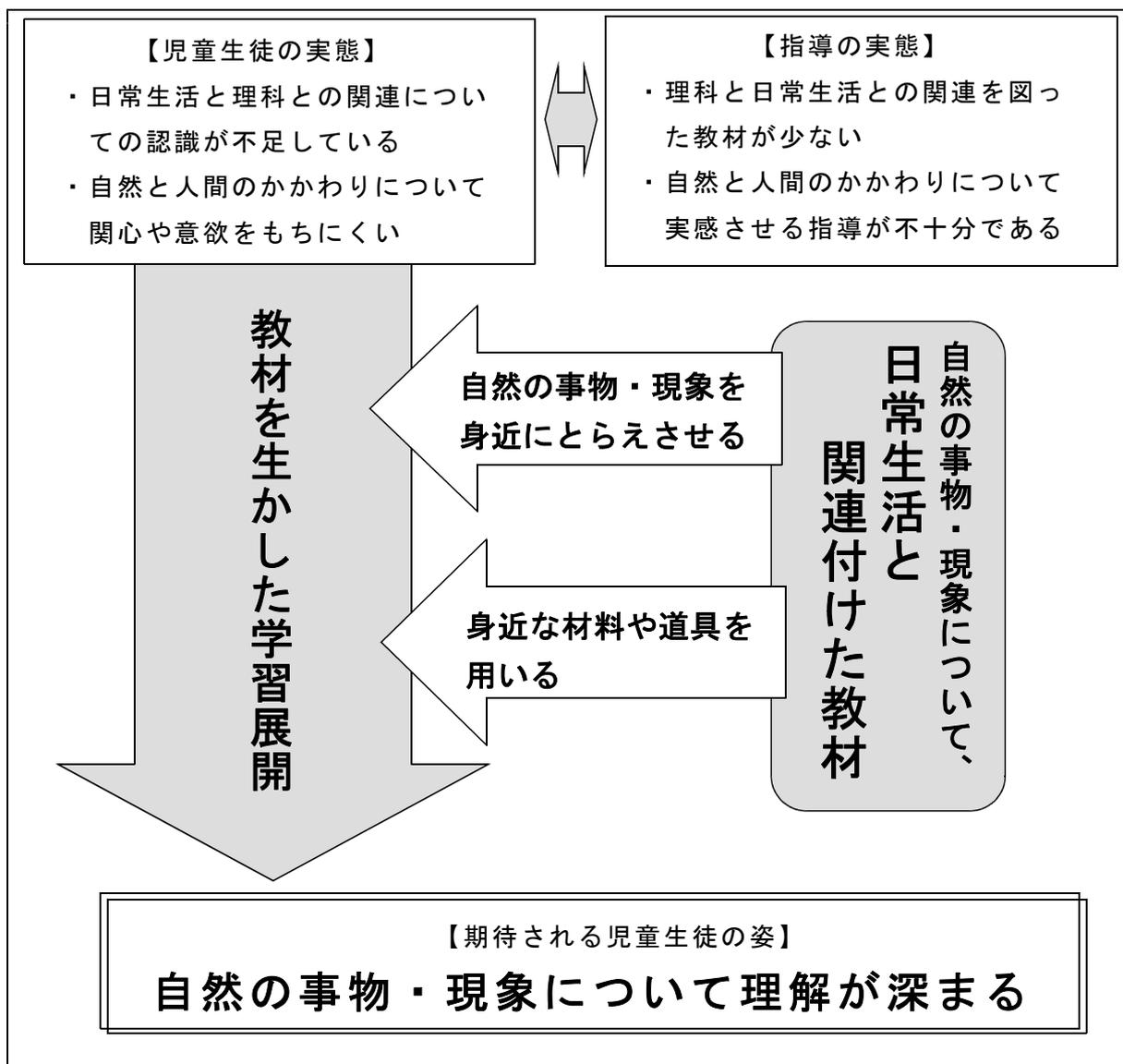
本研究の主題にある「自然の事物・現象について理解を深める」ことは、「科学的に探究する能力と態度を育てる」こと、「科学的な見方や考え方を育て、科学的な自然観を養う」ことと

もに、小・中・高等学校の学習指導要領に共通した理科の目標である。これらの目標は、自然に対する関心や探究心を高め、見通しや目的意識をもって観察や実験などを行うことによって、相互に関連しあいながら達成されていくものである。

特に、「自然の事物・現象について理解を深める」という目標を達成するためには、児童生徒に自然の事物・現象を日常生活とのかかわりにおいて実感させることが肝要である。なぜなら、自然の事物・現象を自らの日常生活の中に発見し身近に感じさせることが、自ら学ぶ意欲を高めさせ、自然を主体的に学習しようとする態度を身に付けさせることにつながると考えるからである。また、観察や実験などにおいては、児童生徒が日常生活の中で身近に感じている材料や道具を使った簡易な装置やモデルを用いることが重要である。それは、複雑な装置や操作を排除することが、観察や実験などに取り組む児童生徒の目的意識を明確にし、知的好奇心や探究心を喚起することにつながると考えるからである。

以上のことから、「自然の事物・現象を身近にとらえさせる教材」と「身近な材料や道具を用いた教材」を開発し、学習指導の中に適切に配置すれば、自然の事物・現象について理解を深めることができるものとする。このような教材を具体的に開発し、かつ、その開発教材の有効な活用法を提供することが本研究のねらいである。

基本的な考え方に基づく基本構想図を【図1】に示す。



【図1】基本構想図

2 物理領域における教材開発及び学習展開

(1) 教材開発のねらい及び開発教材一覧

日常生活と関連付けた教材開発のねらいは、虹のように日常の身近な自然現象をモデル的に再現することと、日常よく使う身近な材料を用いることである。また、教材製作においては、児童生徒が実感を伴って自然現象を理解できるように、できるだけ簡易な装置にすることが重要と考える。

物理領域で開発した教材は次のとおりである。

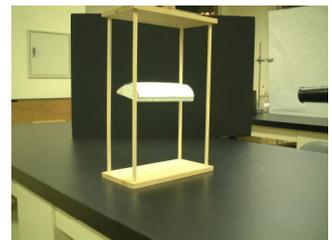
- ①翼の揚力確認模型
- ②水波の速度測定装置
- ③巨大プリズム、巨大虹シート、丸底フラスコを用いた丸い虹
- ④LEDを用いた光の三原色組み合わせキット、懐中電灯を用いたカラーシャドウ
- ⑤空き箱を用いた簡易分光器(波長測定用目盛り付き)、筒型簡易分光器
- ⑥光の全反射実験装置
- ⑦撮影用ピンホールカメラ、透視型ピンホールカメラ
- ⑧ブレッドボードを用いた電子工作(光通信送信機2種類、受信機、モノラルアンプ、水位センサー 他)

(2) 開発教材

ア 翼の揚力確認模型

あの重い飛行機はどうして空を飛ぶことができるのだろうかという疑問を抱いたことがある人は多いと思う。推進力について理解したとしても、どうして浮き上がるのか、また浮いていられるのか不思議にさえ思う人も少なくない。推進力については、細長い風船を飛ばすなどして理解させることができるが、揚力を理解させるには翼の模型が必要になる。【図2】は、発泡スチロールで作った翼にブローで風を吹きかけたとき、揚力により翼が宙に浮いている図である。

揚力そのものは学習指導要領では取り上げられないが、誰でも抱く疑問に答えるために、発展教材として力学分野の「力のはたらき」のところで提示したい。



【図2】翼の揚力確認模型

イ 水波の速度測定装置

水波は深いところでは速く、浅いところでは遅く伝わることが知られている。それを実験室で、簡単に測定できる装置が【図3】である。細長い水槽に水を入れ、約60cmの間隔に水位センサーを2個置く。水波が伝わってきてセンサー部分が水に触れるとブザーが鳴るようにしてある。その2カ所のブザーの音の時間間隔を測定することにより水波の速度を求めることができる。また、水深を変えながら測定することにより、水の深さと水波の速度の関係が求められる。



【図3】水波の速度測定装置

なお、ブザーの代わりに電流センサーを用い、インターフェイスを介してコンピュータで測定することもできる。

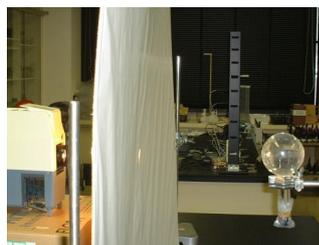
ウ 丸底フラスコを用いた丸い虹

虹は多数の水滴がつくる自然現象であり、普通はアーチ状に見られる（【図4】は虹シートで作られた虹）。【図5】は丸い虹を作るための装置である。直径3cm程度の穴を通してスライドプロジェクターの光を水で満たした丸底フラスコに当てる。そのときに見られる丸い虹が【図6】である。同心円上の虹が二つ見られ、外側が主虹、内側が副虹で、色の配列は逆になっていることがわかる。丸底フラスコを用いる利点は、副虹が見られることと、【図7】のように、レーザー光線と薄い石けん水を入れた丸底フラスコを用いることで光の屈折や反射の

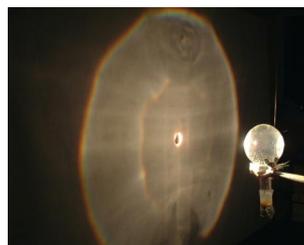
仕方が分かることである。主虹の場合、レーザー光線はフラスコで、屈折・反射・屈折して進み、副虹の場合は、屈折・反射・反射・屈折とフラスコ内で2回反射して進む。いずれも屈折の際、波長による屈折率の違いから光の分散が起こる。



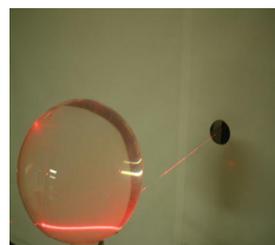
【図4】虹シート



【図5】装置全体



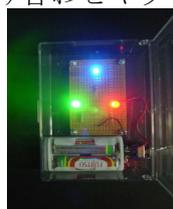
【図6】丸い虹



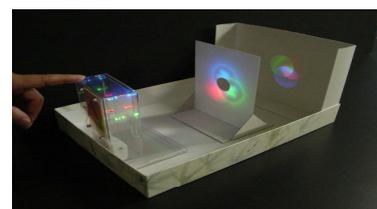
【図7】光の進み方

エ 発光ダイオード(LED)を用いた光の三原色組み合わせキット

赤・緑・青を光の三原色という。この三色の組合せで様々な色を作ることができる。例えば、この三色が同じ強さでスクリーンに当たるとそこは白くなり、赤と緑が混ざると黄色になる。このような原理はカラーテレビなどに応用されている。



【図8】発光装置



【図9】三原色組み合わせキット

【図8】は、赤・緑・青の三色の超高輝度発光ダイオードを用いて色の組み合わせができる発光装置である。【図9】は、空き箱を利用して作った三原色組み合わせキットで、三色の発光ダイオードから出た光がスリットを通り、スクリーンで組み合わせる。

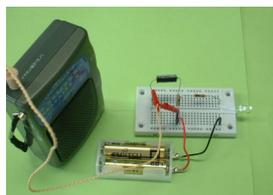
オ ブレッドボードを用いた電子工作

電子回路や電子工作というとなかなか難しいという声がよく聞かれる。回路図は、試験問題のためにあり、日常生活とかけ離れた存在であると思っている生徒さえいる。

そこで、電子回路をもっと身近なものにし、制作も簡単にでき、ダイオードやトランジスタ、IC等のはたらきが分かるようにと、ブレッドボードを用いた電子工作に取り組んでいるので、そのうちのいくつかを紹介したい。

(ア) 光通信発信機

最近では光ファイバーを用いた光通信や光通信ネットワークなどという言葉をよく耳にするようになった。【図10】はわずかな部品で手軽にできる光通信発信機である。発光ダイオード、電解コンデンサー及び2個の抵抗で作った装置で音の信号を送ることができる。ラジオからの音声信号をのせた光が発光ダイオードから発せられ、その信号を光電池でキャッチし(【図11】)、クリスタルイヤホンで聴くことができる。また、クリスタルイヤホンの代わりに、アンプ付きスピーカーを用いるとみんなで聴くことができる。



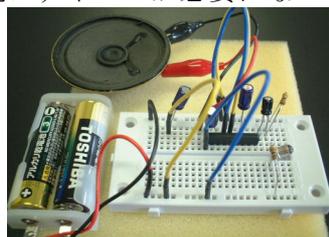
【図10】光通信発信機



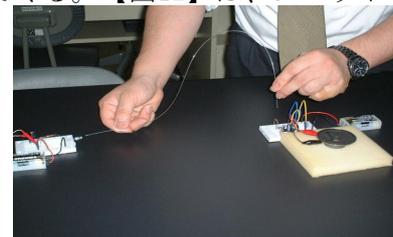
【図11】受信機

(イ) 光ファイバーと受信機を用いた光通信

【図10】の光通信送信機では、遠くまで光が届かないので離れると受信できなくなる。そこで、遠くまで光を送るために光ファイバーが必要になってくる。【図12】は、ブレッドボード上に製作した受信機である。これを用いると長い光ファイバーさえあればどこまでも光で音の信号を伝えることができる。【図13】は光ファイバーを用いた光通信の実験の様子である。



【図12】光通信受信機



【図13】光ファイバーを用いた光通信

(3) 開発教材を生かした学習展開例

ア 研究授業の概要（高等学校1学年1クラス41名、平成15年度岩手県教育研究発表会で実施）

研究授業の大きなねらいは、上記の光通信発信機を実際に生徒に作ってもらい、その装置で実験をすることにより、光で音という情報を伝達できることを理解することにある。それにより、高度な科学技術と思われがちな光通信をより日常生活と関連付けて理解できるものと思われる。

【表1】は、光の伝わり方と光の利用に関する学習展開例であるが、実験を主体に構成している。このような構成により、生徒は感動と実感を伴って授業内容を理解したものである。

【表1】学習展開例

段階	学習内容	指導上の留意点	準備等
導入 5分	・波とは何かを確認する（導入実験） ウェーブマシンの波 水波 音波	・振動が周囲に伝わっていくことを理解させる。	ウェーブマシン OHP、浅い水槽 スクリーン コンピュータ 液晶プロジェクター ScienceWorkshop
展開 40分	・光は何が振動して伝わるのか学習する 静電気がつくる電界の説明 磁石がつくる磁界の説明 電流がつくる磁界の説明	・電界と磁界が組み合わさって振動しながら伝わっていくことを理解させる。 ・光は電波やX線と同じ電波の一種であることを理解させる。	塩ビ管、ティッシュペーパー ビニールテープ 磁石、クリップ 導線、ラジカセ スピーカー、コイル
	・光の示す現象 光の直進（カラーシャドウ） 光の屈折と反射 光の全反射	・光は波動としての現象を示すことを演示実験で示す。	3色光源装置 レーザー光源装置 アクリルの水槽 光ファイバー
	・電子工作 PowerPointによる説明 製作 光通信の実験	・電子工作はスライドを用いて製作手順を示しながら行う。 ・製作終了後、グループごとに光通信の実験を行う。	コンピュータ 液晶プロジェクター ラジオ、光電池 ブレッドボード他 電子工作セット
まとめ 5分	・まとめの実験 光通信装置（発信機、受信機）と光ファイバーを用いた実験	・光ファイバーは通信の手段としていろいろなところに使われていることを示す。	光通信装置（発信機、受信機） 長い光ファイバー

イ 生徒の感想から

- ・いろいろな実験があつてとても楽しかったです。最後に自分で実際につなげた光通信もうまくできたのでよかったです。
- ・今日は久々にいろいろな実験をして楽しかったです。それに光ファイバーという言葉はよく聞くけれど、光が情報伝達と関係があることに、驚きました。光で、海外とも通信ができるのは本当にすごいと思いました。光がもっといろいろなことに活用されればいいなあと思います。
- ・実験が多くとても分かりやすかったです。口だけで説明されるよりも実際にやってみることで実感できて良かったです。光によって音まで伝えることができるのには驚きました。
- ・今日の授業では、普段身近に使っているもののしくみが分かった。今まで何となく使っていたものが、こんなにもすごいくみであることが分かった。
- ・今日は、ダイオードとかを使って光が音となっていくというのがよく分かりました。授業は、いろんな楽しい実験をすることができたのでよかったですし、とても勉強になりました。

3 化学領域における教材開発及び学習展開

(1) 「浄水モデル」を用いたコロイド溶液の学習

ア 教材開発のねらい

コロイド溶液の特性を決定付ける要因は二つあり、一つはコロイド粒子の大きさ、もう一つはコロイド粒子の帯電である。チンダル現象は前者の要因による特性の一つであり、凝析は後者の要因による特性の一つである。この凝析について、教科書などでは、「浄水場では、河川から取り入れた濁水に硫酸アルミニウムを添加して、コロイド粒子となっている粘土を凝析によって除去している」ことが話題として取り上げられることが多いが、実際に実験がなされることは少ない。生徒にとって、水道水は最も身近な物質の一つである。自然の河川水などが浄水場において浄化され個々の家庭に配水されていることは、小学校の社会科などを通して学習しており、浄水場を見学している生徒も多い。したがって、コロイド溶液の性質を用いて、実際に浄水の過程を実験できる教材を開発し授業に取り入れれば、生徒の興味・関心を引き出し、学習意欲を高めることができると考えた。また、コロイド粒子とその凝析について、実感を伴った理解ができるものと期待できる。

イ 教材の概要

【図14】は開発教材である。その概要を述べる。

(ア) 試料溶液（粘土のコロイド溶液）

有機物をあまり含んでいない粘土質の土を葉さじ10杯分（約60g）とり、精製水1ℓを加えてよく攪拌する。その後、2週間放置して粗い粒子を沈殿させ、その上澄み液を試料溶液（粘土のコロイド溶液）とした。

(イ) 凝集剤

硫酸アルミニウム水溶液を用いた。硫酸アルミニウムは近年まで日本の浄水場で最も一般的に用いられていた凝集剤である。試料溶液を効率よく凝析させるための硫酸アルミニウム水溶液の濃度を検討した結果、【図15】に示すように、0.1mol/ℓの場合が最も早く凝集し、凝集剤として最も有効であることが分かった。

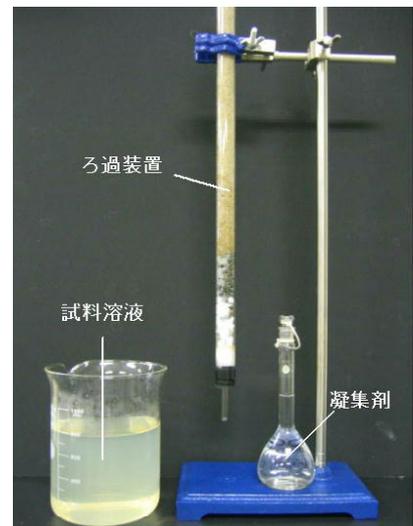
(ウ) ろ過装置

ろ過装置として、長さ50cmのアクリルパイプの中に、ろ過砂とろ過砂利をつめたものを製作した。製作に用いた材料は、次のとおりである。

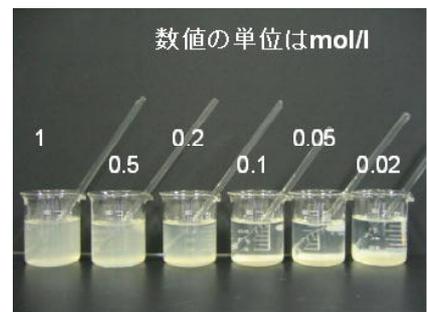
- ・アクリルパイプ（外径21mm、内径18mm）
- ・ろ過砂：珪砂（建築・土木・水質ろ過用）
- ・ろ過砂利：大磯砂（金魚水槽用）および玉砂利（金魚水槽用）

これらは、すべてホームセンターで入手できる。

ろ過砂利は、更に次のように三つに分けた。大磯砂をろ過砂利(a)、玉砂利のうち、7.5mmのふるいを通したものをろ過砂利(b)、通過しなかったものをろ過砂利(c)とし、ろ層構造は、【表2】のとおりとした。また、ろ過された水の流出口に当たるアクリルパイプの下部には、4号ゴム栓に直径6mm、長さ約8mmのガラス管を通したものを取り付け、ろ材の流出を防ぐために脱脂綿をつめた。ろ過砂、ろ過砂利ともに水でよく洗ってから次頁【図16】のようにアクリルパイプに充填した。



【図14】 開発教材「浄水モデル」



【図15】 濃度による凝析能の違いの実験

【表2】 ろ過層の構造

層	粒径 [mm]	層の厚さ [cm]
ろ過砂	0.5 ~ 1	30
ろ過砂利(a)	2 ~ 5	5
ろ過砂利(b)	5 ~ 7.5	2.5
ろ過砂利(c)	7.5 ~ 10	2.5

ウ 教材を用いた実験

(ア) 試料溶液のチンダル現象

試料溶液約80mlの入ったビーカーに横からレーザー光をあて、チンダル現象を観察する。【図17】のように試料溶液はチンダル現象を示す。

(イ) 凝集剤による凝析と上澄み液のチンダル現象

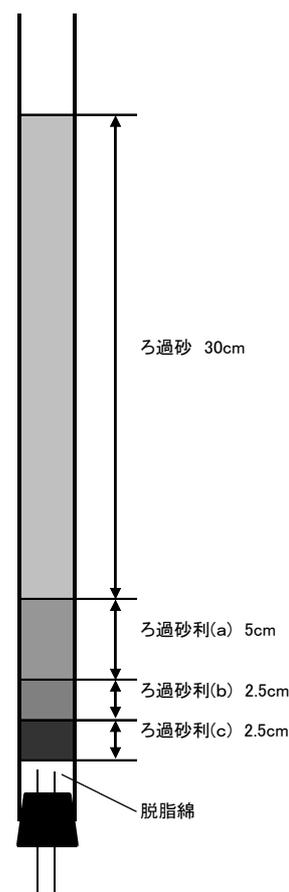
試料溶液に凝集剤を駒込ピペットで5ml加え、ガラス棒で約1分間よくかき混ぜる。その後、10～20分間静置し、その間コロイド粒子が凝集して沈殿する様子を観察する。凝集剤を加え攪拌するとすぐに凝集が起こり始め、溶液中に綿状の塊がたくさんできる。これらは、次第に沈降し10～20分間では沈殿するが、溶液の濁りは完全には消えずに残る。この上澄み液だけを別のビーカーにとり、横からレーザー光をあてチンダル現象を観察する。

【図18】のように上澄み液はチンダル現象を明瞭に示す。

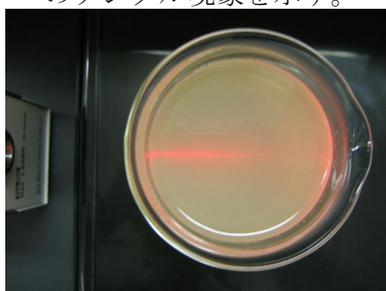
(ウ) ろ過と流出液のチンダル現象

ろ過装置をスタンドに固定する。その下に、流出液を受けるビーカーを置き、(イ)の上澄み液をろ過装置の上部から少しずつ静かに注ぎ入れる。何回かに分けて溶液すべてを注ぎ込み、流出液を観察する。ほぼ流出したら、流出液に横からレーザー光をあて、チンダル現象を観察する。ろ過により液の濁りはほとんど消える。見た目の上では、水道水や精製水と変わらない透明度となる。

【図19】のように流出液はチンダル現象をわずかに示す。水道水及び精製水と比較してみると、水道水も同じ程度のチンダル現象を示す。



【図16】ろ過装置の構造



【図17】試料溶液のチンダル現象



【図18】凝析後の上澄み液のチンダル現象



【図19】ろ過流出液のチンダル現象

エ 授業実践の概要（高等学校2学年1クラス36名、平成16年10月24日実施）

(ア) 開発教材を生かした学習展開

この教材は、日常生活と関連の深い水道水を取り上げたので、コロイド溶液の学習の導入段階に用いるのが最も効果的であると考えた。教科書では、コロイド溶液を定義してから具体的な例を挙げることが多い。また、教科書の実験に用いるコロイド溶液は、水酸化鉄(III)のようなあまり身近でない物質であることも多い。そのため、生徒のコロイド溶液に対する関心や意欲が高まらない状態で学習が進んでいく可能性がある。

そこで、本実践では、生徒にまず最初に濁水を提示し、これと食塩水などの真の溶液との違いを考えさせたり、チンダル現象を演示してその原因を考えさせたりした。そうして濁水に対する関心や学習意欲を高めた後に、コロイド溶液を定義し、その性質の一つである凝析について、水道水を作る浄水の過程を実験に導入する学習展開を行った。

(イ) 実践計画

授業実践の実践計画を【図20】に示す。図中の網掛けは、開発教材の使用場面を示す。

	指導過程	指導上の留意点
第一時 (50分)	教材(濁水)の提示	<ul style="list-style-type: none"> ・教材を提示し「泥水は長時間静置しても濁っている理由」を思考させる ・「いろいろな溶液にレーザー光を当てたときに起こる現象」を観察させる(15分) ・「チンダル現象」→「コロイド粒子」→「コロイド溶液」→「帯電」の順で理解させる
	↓	
	演示実験(チンダル現象)	
第二時 (50分)	説明(コロイドの定義)	<ul style="list-style-type: none"> ・写真をスクリーンで提示し「浄水場で行っていることは何か」を確認させる ・教材を用いて、濁水を浄化する実験を行わせる(25分) ・「電解質によるコロイド粒子の凝集と沈殿＝凝析」を理解させる
	↓	
	説明(浄水システム)	
	生徒実験(浄水システム)	
	↓	
	説明(凝析のしくみ)	

【図20】 実践計画

オ 授業実践の様子

【図21】は2時間目の浄水システムの実験において、試料溶液に凝集剤を加えた後、粘土のコロイド粒子が凝集、沈殿していくのを生徒たちが観察している様子である。2週間経っても沈殿せず分散していた粘土のコロイド粒子がみるみる凝集、沈殿していくのを見て、驚きや感嘆の声をあげていた。



【図21】 凝析の観察の様子

【図22】は同じく2時間目の浄水システムの実験において、凝析後の上澄み液をろ過装置に通した後、流出してくる液をビーカーに受けて観察している様子である。生徒たちは、この後流出液にレーザー光を当ててみてチンダル現象が弱まっているのを確認して、濁水が浄化されていくことを実感として捉えていたようであった。

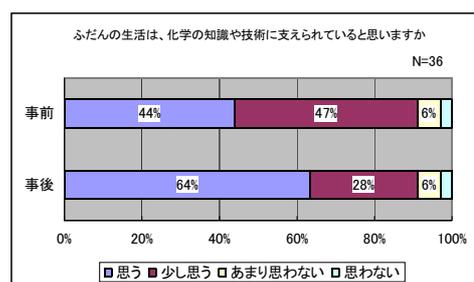


【図22】 ろ過の実験の様子

カ 実践結果の分析と考察

(ア) 化学と人間生活とのかかわりの実感について

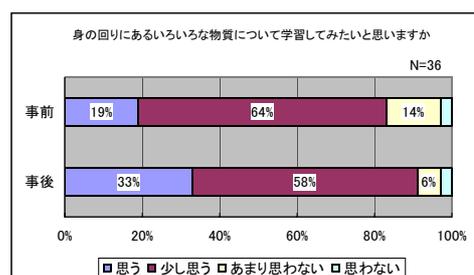
【図23】は、「ふだんの生活は、化学の知識や技術に支えられていると思うか」の問いに対する事前・事後アンケートの結果である。事前・事後とも90%以上の生徒が肯定的な回答をしているものの、事前アンケートの別の質問（資9ページの質問2参照）によると、普段の生活の中で化学の学習内容とのかかわりを実感している生徒は53%に過ぎなかった。



【図23】 化学と人間生活のかかわりについて

(イ) 化学の学習に対する関心や意欲について

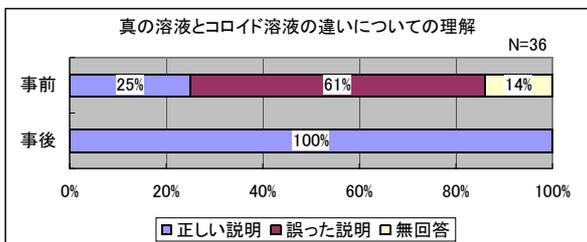
【図24】は、「身の回りにあるいろいろな物質について学習してみたいと思うか」の問いに対する事前・事後アンケートの結果である。事後では90%以上の生徒が肯定的な回答をしており、事後アンケートの別の質問（資11ページの質問8, 9参照）では、80%以上の生徒が水の浄化やコロイド溶液についてもっと深く学習したいと回答している。このことから、多くの生徒が授業を通して化学の学習に対する関心や意欲を高めたことがうかがわれる。



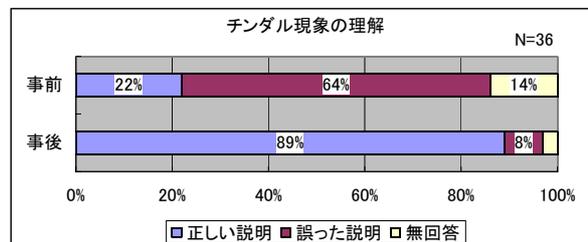
【図24】 化学の学習に対する関心や意欲について

(ウ) 自然の事物・現象についての理解

【図25】と【図26】は、「真の溶液とコロイド溶液の違い」と「チンダル現象」についての事前・事後に行った記述式テストの結果をまとめたものである。授業前と授業後と比較すると、授業前に5名（全体の14%）ずついた無回答の生徒がそれぞれ0人、1人と減るとともに、正答率はそれぞれ25%から100%へ、22%から89%へと大きく変化し、事後には高い正答率を示した。また、次項(エ)の開発教材への有用感や、(オ)の生徒の感想の記述からも、今回の授業を通してコロイド溶液についての理解が深まったものと分析できる。



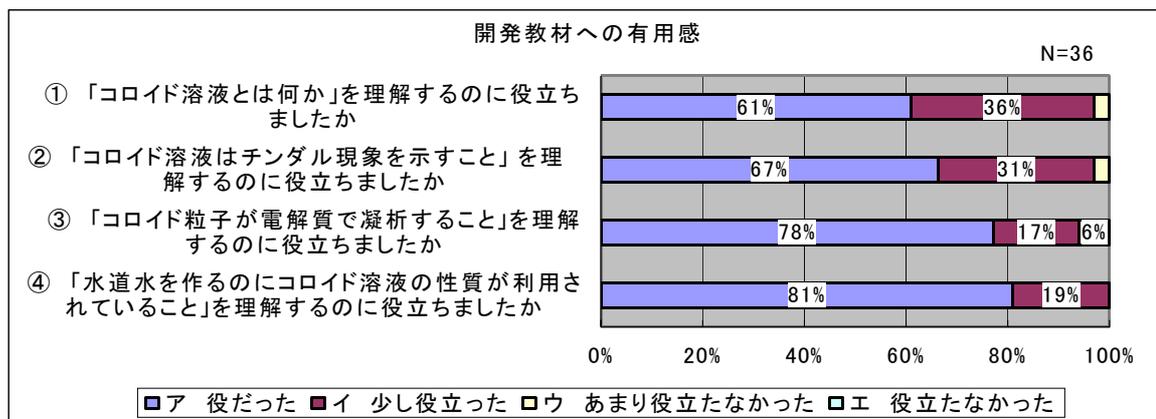
【図25】 真の溶液とコロイド溶液の違いについての理解



【図26】 チンダル現象についての理解

(エ) 開発教材への有用感

開発教材への有用感に関する事後アンケートの結果を【図27】に示す。ほとんど全ての生徒が「コロイド溶液の定義」、「チンダル現象」、「凝析」について理解するのに開発教材は有用であったと回答した。また、「コロイド溶液の性質が水道水をつくることに利用されている」ことについては、全員が開発教材の有用性を支持した。有用であった理由については、「身近なものをメインにした実験だからとてもよかった」や「実際の浄水をうまく再現できていて良かった」などを挙げる生徒がいた。さらに、次項(オ) 生徒の感想からも、コロイド溶液の性質を理解するのにこの教材が有用であると感じたことが読みとれる。



【図27】 開発教材への有用感

(オ) 生徒の感想から

- ・ 普段何も考えずに使っていた水道水にたくさんの工夫がされていて驚いた。化学の技術に感心した。
- ・ 普段、なにげなくすごしている生活の中にも化学が関係していることが分かって良かったです。光の道すじが見えることを「チンダル現象」というのをはじめて知ったけれども、水道水をつくるのにコロイド粒子をちんでんさせる薬品を入れることを知っておどろきました。新しい発見があってとても良かったです。
- ・ コロイド粒子について、大きさ、性質などを少しでもわかって楽しかった。大学に行ったら、たくさん実験を行ってより深い理解を求めていきたいと思えます。
- ・ ふだん池がにごったり、川がにごったりしているのを見ていてもそれがなぜか？などと考えたこともなくうすうすらとか分かっていなかったが、コロイドのことを勉強していろいろと分かった。
- ・ コロイドの話は教科書の上でしか知らなかったの、今回の実験でとても身近に感じた。これからの生活で見る水溶液とか、洗剤とかが身近に感じられるような気がするし、ちゃんと光が通るのか、チンダル現象を起こすのかを確かめてみたい気がする。
- ・ 暗闇で光の筋が見えるのがコロイド粒子が関係しているということで、身近なことはすべて化学が関係していると思ひ、少し感動した。
- ・ 普段あまり気にならないところにこんな発見があるのだと驚かされました。
- ・ 何げに思っていたことが実は奥が深いと思った。
- ・ 水道水の作り方はこうなっているんだと目の前で見て面白かった。

4 生物領域における教材開発及び学習展開

(1) 炭素繊維人工藻のメダカ水槽への導入

ア メダカの教材としての重要性

メダカは小・中・高等学校理科の重要な実験材料である。また、その飼育体験を通して生命の尊厳を身をもって学習できる最適な教材の一つでもある。

イ 人工藻の特性

小島(2003)によると、炭素繊維のもつ光音響効果（光を音に変換する）により、光が当たったときに発生する音波が、魚類や微生物（細菌類、菌類）を集める性質があるとされる。

ウ メダカ水槽への導入のねらい

(ア) 水質浄化作用

人工藻に微生物（分解者）が固着し、水中の有機物を分解することによる。

(イ) 確実で容易なメダカ増殖法の確立

人工藻に魚類が産卵するので採卵が確実になる。

エ 衣装ケースを用いた確認実験

【図28】のように、25リットル衣装ケース×8、それぞれにヒメダカ雌雄2対、合計32個体を飼育した。

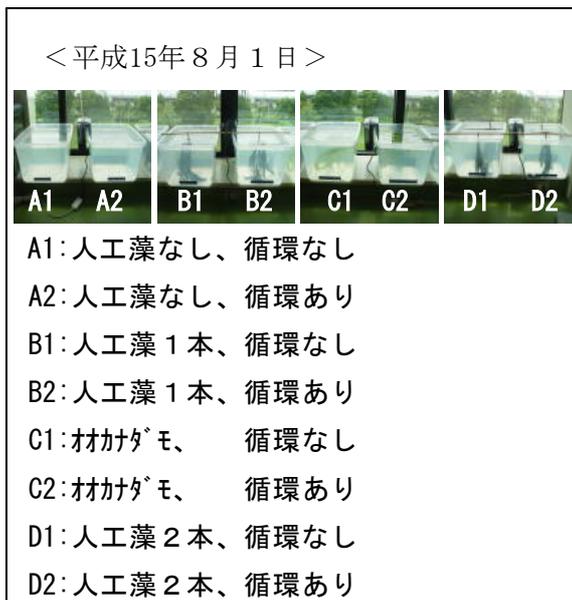
オ 実験結果

(ア) 水質浄化作用について

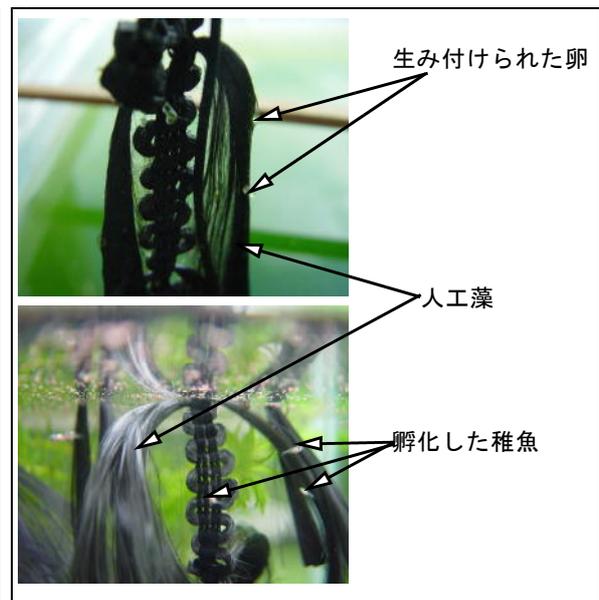
平成15年8月1日より12月22日まで15週間にわたってA1(人工藻なし)、B1(人工藻1本)、D1(人工藻2本)のCOD、NH₄、pHを計測し、次頁【図30】～【図32】の結果を得た。それらの結果を検討したところ、人工藻の水質浄化に関する有意性を認めることはできなかった。

(イ) 確実で容易なメダカ増殖法の確立について

8月中旬より【図29】のように、多くの産卵が認められ500個体を超える孵化に成功した。平成16年度には、産卵された人工藻ごと取り出して別の水槽に移し孵化を待ち、同時にもとの水槽には新しい人工藻を入れることを春から秋にかけて4回繰り返した。その結果、個体数は1000を超え、現在飼育中である。

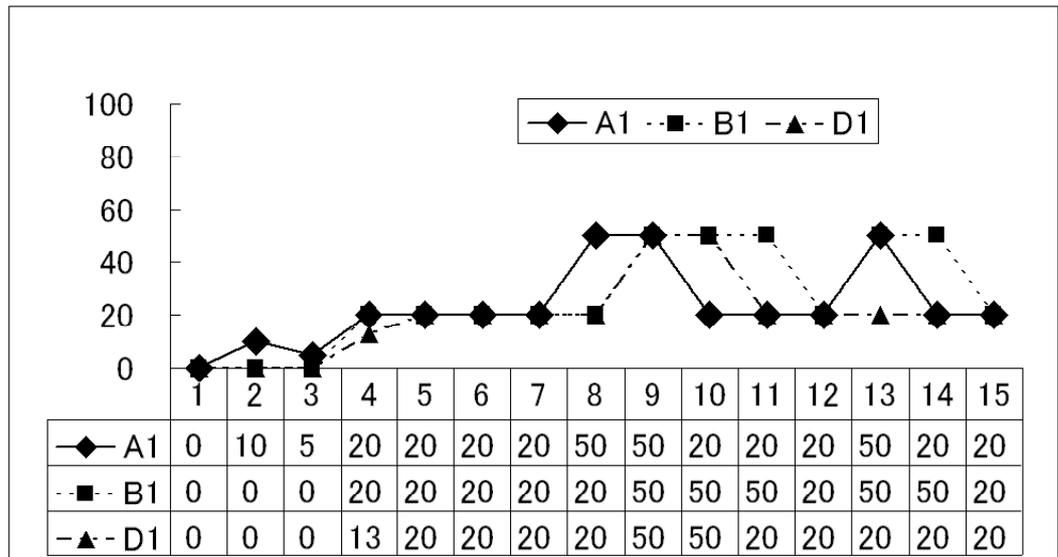


【図28】 衣装ケースを用いたねらいを確認する実験



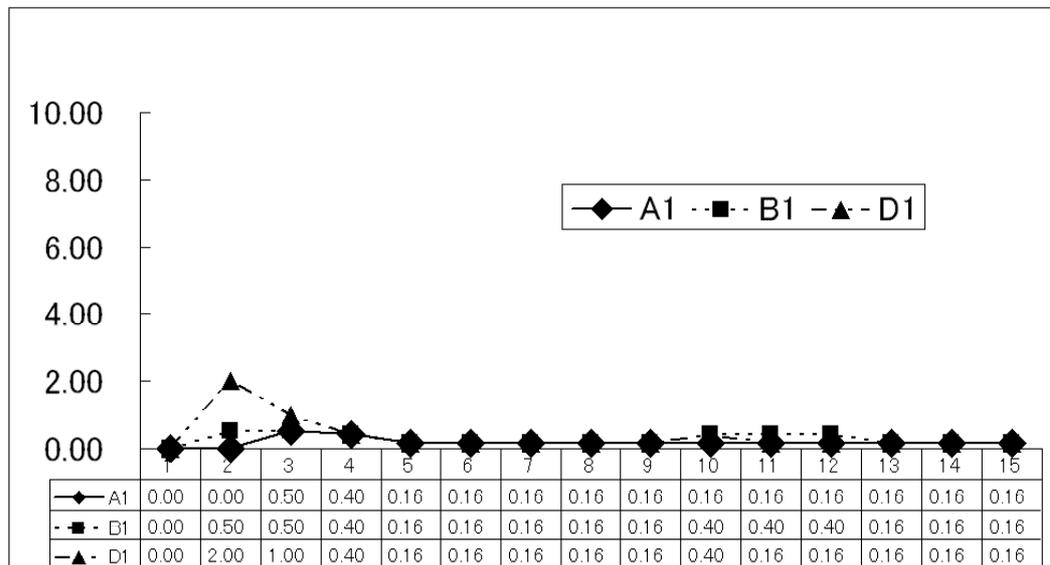
【図29】 炭素繊維人工藻とメダカ

COD



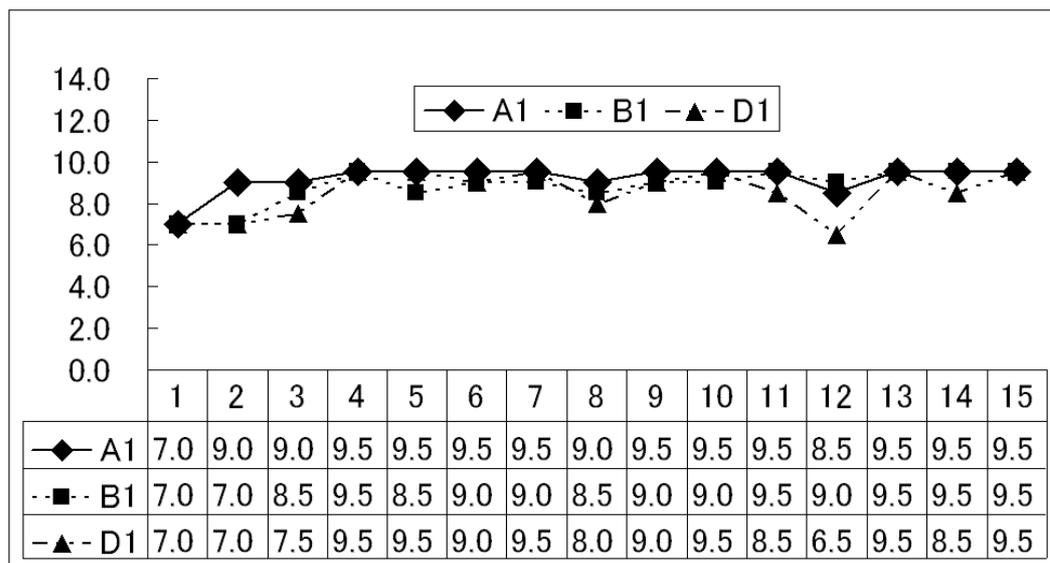
【図30】 A1(人工藻なし)、B1(人工藻1本)、D1(人工藻2本)についてのCODの変化(15週間)

NH₄



【図31】 A1(人工藻なし)、B1(人工藻1本)、D1(人工藻2本)についてのNH₄の変化(15週間)

pH



【図32】 A1(人工藻なし)、B1(人工藻1本)、D1(人工藻2本)についてのpHの変化(15週間)

(2) 定型文を用いた実験レポートの書き方の指導を通した高等学校理科での論理思考力の育成

ア はじめに

結果と考察の定型文は、松原(1999)が開発したもので、実験レポートの書き方の指導の際、使用することによって、論理的思考力の育成に有効であるとされるものである。

イ 結果と考察の定型文

結果の定型文：「～（操作）したら、・・・（結果）になった」

考察の定型文：「～（結果）から、・・・（結論）と考えた。その理由は・・・（根拠）だからである」

ウ 授業実践の対象

県立久慈高等学校 3 学年126名、県立盛岡第三高等学校 2 学年119名、県立高田高等学校 2 学年35名、県立山田高等学校 2・3 学年48名、県立伊保内高等学校 2 学年19名

エ 実験項目

同一生徒で、定型文を与える前と後での比較検討が容易にできる「だ液のはたらき」に関するワークシート及び質問紙を作成した。

すなわち、最初に行うデンプンの検出反応のレポート作成時には定型文を与えずに、続いて 2 番目に行うマルトースの検出反応時には定型文を与えて記述させ、定型文指導の「あり」「なし」での比較ができるような仕組みにしたものである。

オ ワークシートおよび質問紙

【図33】には、定型文を与えない、【図34】には定型文を与えたワークシートを、次頁【図35】には質問紙を示した。

だ液による消化のはたらき (1)

【目的】
デンプンに対するだ液のはたらきを調べる

【準備】
デンプン溶液(水30mlに0.1gの割合でデンプンを加え、加熱して溶かしたもの) スポイト(3)
白い紙 (A4) スライドガラス 脱脂綿 だ液 試験管(2) ビーカー 40℃の湯
ヨウ素液 (これをデンプン溶液に滴下すると青紫色になる)

【操作】
① 図1のように、試験管Aにはデンプン溶液だけを、試験管Bにはデンプン溶液とだ液を入れ、10分間、40℃のお湯につける。
注意) だ液は、うがいたあと、しばらく脱脂綿を口にふくみ、それをしぼってとる。
② 図2のように、試験管A・Bの液を白い紙に上のスライドガラスにとり、ヨウ素液を1滴ずつたらして反応を見る。

年 組 番 班 氏 名

【図33】 定型文を与えないワークシート

だ液による消化のはたらき (2)

【目的】
デンプンに対するだ液のはたらきを調べる

【準備】
デンプン溶液(水30mlに0.1gの割合でデンプンを加え、加熱して溶かしたもの)
脱脂綿 試験管(2) ビーカー 40℃の湯 試験管はさみ ガンバーナー スポイト 沸騰石
ベネジクト液 (これを麦芽糖<マルトース>に加熱すると赤褐色の沈殿ができる。デンプンに加え加熱しても赤褐色の沈殿ができない)

【操作】
① 図1のように、試験管Aにはデンプン溶液だけを、試験管Bにはデンプン溶液とだ液を入れ、10分間、40℃のお湯につける。
注意) だ液は、うがいたあと、しばらく脱脂綿を口にふくみ、それをしぼってとる。
② 図2のように、Aの試験管にベネジクト液を1ml加えて熱し、色の変化を見る。つづいて、Bの試験管についても、同様に行う。

以下、AとBについて、それぞれ書きなさい

【結果】

【考察】

【感想】

【参考】
【結果】と【考察】の記述は次の定型文を参考にして書くことよ。
結果の定型文
操作の要点も含め過去形を書く。
「～（操作）したら、・・・（結果）になった」
考察の定型文
理由も含めて書く。
「～（結果）から、・・・（結論）と考えた。その理由は・・・（根拠）だからである。」

年 組 番 班 氏 名

【図34】 定型文を与えたワークシート

カ 授業実践の分析と考察

(ア) 論理的思考力を育成するための定型文指導の有効性について

2種類のワークシートの分析をした。

その結果、「結果」の文字数が定型文を示す前に対して示した後では、11.7文字から25.3文字へ、「考察」の文字数が、21.7文字から48.7文字へいずれも増加した。

また、筋道立てた文表現は、結果、考察のいずれでも飛躍的に向上した。

(イ) 論理的思考力を育成するための定型文指導の改善について

アンケート項目の中の④の「実験の内容がよくわかった／わからなかった」＝「理解」（とする、以下同様）を目的変数にとり、その他の項目①の「今回の実験はおもしろかった／つまらなかった」＝「興味」、②の「実験の操作はやさしかった／難しかった」＝「操作」、①の

① 今回の実験は	おもしろかった	1	2	3	4	5	つまらなかった
② 実験の操作は	やさしかった	1	2	3	4	5	難しかった
③ 化学反応は	よく観察できた	1	2	3	4	5	観察できなかった
④ 実験の内容が	よくわかった	1	2	3	4	5	わからなかった
⑤ 実験には	進んで取り組んだ	1	2	3	4	5	仕方なくやった
⑥ プリントの結果や考察は	よく書けた	1	2	3	4	5	全然書けなかった
(定型文を習う前)							
⑦ プリントの結果や考察は	よく書けた	1	2	3	4	5	全然書けなかった
(定型文を習った後)							

☆ 以前は、考察とはどのようなものと思っていましたか。

☆ 定型文があると考察は書きやすいですか

☆ それはなぜですか

☆ 定型文を習う前とあとの自分の考察を比べてみて感じたことを書いてください。

☆ その他

調査日 平成 年 月 日 年 組 番 氏名

【図35】質問紙

化学反応はよく観察できた／観察できなかった」＝「観察」、⑤の「実験には進んで取り組んだ／仕方なくやった」＝「意欲」、⑥の「定型文を習う前プリントの結果や考察はよく書けた／全然書けなかった」＝「事前記述」、⑦の「定型文を習った後プリントの結果や考察はよく書けた／全然書けなかった」＝「事後記述」の6つを説明変数としてCS分析(Customer Satisfaction分析)を行った。その結果、「定型文を習った後プリントの結果や考察はよく書けた／全然書けなかった」＝「事後記述」が改善度が高いことがわかった。すなわち、定型文指導は現時点では不十分であることが明らかになった。

(注) 詳細は、高等学校理科における論理的思考力の育成に関する研究 平成16年度(第48回)岩手県教育研究会発表会 参照

(3) その他の教材開発及び学習展開

ア いわてEDネット電子地図学習システムを用いた環境マップ

地図学習システムから得られる地域地図をを白地図として利用し、河川水路の状況、植物・動物分布等をレイヤー的に描き入れ、同時にデジタルカメラで撮影した画像も挿入し、地域マップに仕上げた。

イ 簡単にできる携帯レーウエンフック型顕微鏡

ビーズ玉(レンズ)、栓付き紙パックの栓(調節ねじ)、エッペンドルフチューブの蓋(載物台)、ゴム栓、携帯用LED電灯(光源)を利用した顕微鏡を作成した。

ウ 体細胞分裂顕微鏡標本の作成の工夫

茶こしを利用した標本作製シリーズを構築した。

エ 容易にできる酵素反応の定量実験

化学変化に伴う質量の変化を電子天秤で測定した。

5 中学校理科「地球と宇宙」における教材開発及び学習展開

(1) 身近な素材を活用した太陽観察装置「へりおすだ」

ア 開発のねらい

太陽は生命活動を根底から支えている莫大なエネルギー源であり、日常生活との関連がもっとも深い天体である。その莫大なエネルギー源である太陽の特徴を学習する上で、太陽黒点の継続的観察は太陽の活発な活動を推察するためにも欠かせないものである。しかし、望遠鏡の台数の問題や、安全面への配慮、望遠鏡の調整、操作等の技術的問題と時間の確保、気象条件等の自然条件的制約もあり、生徒一人一人が継続的な黒点観察を行うにはほど遠い現状となっている。

そこで、天体望遠鏡を使わず、太陽の莫大なエネルギーを実感しながら太陽黒点の継続観察ができ、身近な素材を活用して製作できる太陽観察装置の開発に取り組んだ。

イ 装置の概要

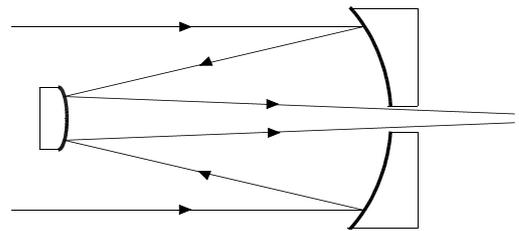
対物レンズと凸面鏡を利用し、太陽遮蔽板に太陽像を投影させる太陽観察装置を開発した。

カセグレン式反射望遠鏡は放物面鏡からの光を小さな凸双曲面鏡（副鏡）で反射し、主鏡にあけた穴から外に導くもので、コンパクトでありながら長い焦点距離を得ることができる（【図36】）。

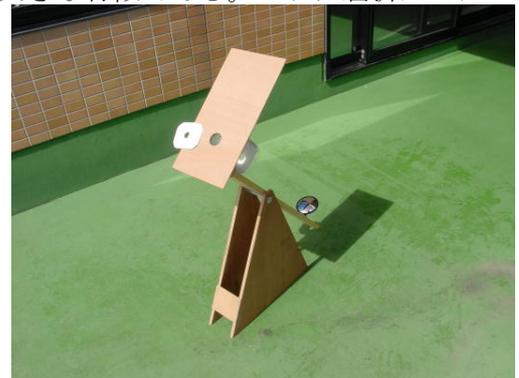
本装置には、放物面鏡の代わりに凸レンズ、凸双曲面鏡（副鏡）の代わりに凸面鏡を用いていることが大きな特徴である。いわば屈折カセグレン式とでもいえるしくみを取り入れている。このことにより、カセグレン式反射望遠鏡同様にコンパクトでありながら長い焦点距離を得ることができ、短い距離で大きな太陽投影像を映し出すことが可能となった。このしくみは最近、太陽黒点観察用に販売されたソーラースコープ（フランス製2万円程度）にも用いられており、簡易に観測できる点で天文ファンの注目を集めている。これに対して身近な材料で、しかも安価に製作できるように試みたのが本装置である（【図37】）。

凸レンズには老眼鏡のレンズ（凸メニスカスレンズ）、凸面鏡にカー用品として販売されているミラーを使用している。老眼鏡は最近の100円ショップでハードコート仕様でよく見える高機能レンズが販売されており、本装置の対物レンズ（ $D = +1.5$ で焦点距離が約667mm）に使用した。凸面鏡にはカー用品店で「車内全体がぐるっと見渡せる！超広角ミラー」として販売されている700円ほどのミラー（曲率半径 $R = 120\text{mm} \pm 10\%$ ）を使用した。これにより本装置は、最大口径40mmで焦点距離667mmの対物レンズと焦点距離-60mmの凸面鏡を組み合わせ、合成焦点距離約8000mm（約8m）の光学系を実現している。太陽は焦点距離のおよそ1/100程度の大きさに結像するので、投影される太陽像は約80mmの大きさになる。性能においては凸面鏡が裏面鏡であるためガラス表面でも光が反射しピントが甘くなるなど、製品化された望遠鏡とは比べものにならないものの、生徒が黒点の存在を確認し、記録するには十分な性能である。

また、太陽の光を前板スクリーンに結像させて観察するためにより安全に、しかも複数の生徒が同時に太陽の観察ができる。さらに、【図38】のように熱量測定装置を対物レンズの焦点付近に設置し、一定時間の上昇温度を測定することにより、地表面に届いている太陽放射エネルギーの量（日射量）について考察させることも可能である。



【図36】カセグレン式反射望遠鏡のしくみ



【図37】太陽観察装置「へりおすだ1号」

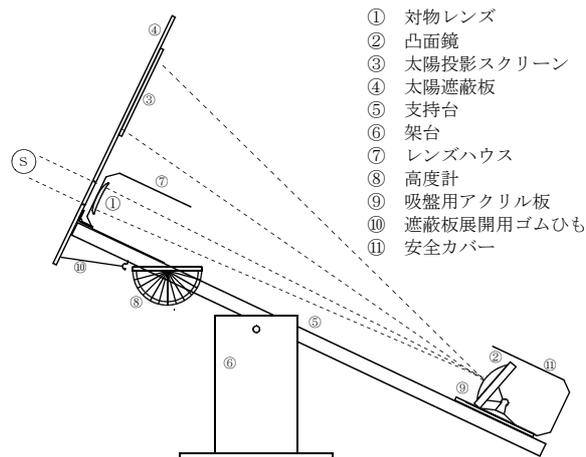


【図38】熱量測定装置

ウ 使用方法

(ア) 組み立てと取り付け (【図39】参照)

- ④の太陽遮蔽板をおこし、⑩の遮蔽板展開用ゴムひもをフックにかけ固定する。
- ⑦のレンズハウスを輪ゴムで固定する。
- ⑨の吸盤用亚克力板に凸面鏡を吸盤で固定する。その際、凸面鏡を対物レンズ側にできるだけ向けるように固定する。
- ⑧の高度計(分度器)の中心をピンで留める。
- 凸面鏡を安全カバーで覆う
- 観察に使用する机(生徒机で可)にC型クランプで固定する。



【図39】装置の全体

(イ) 太陽黒点の観察 (【図40~42】参照)

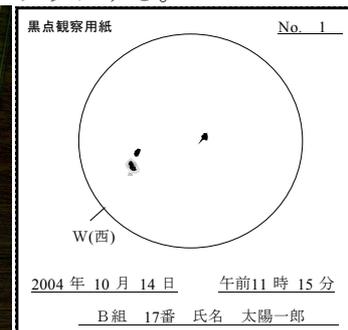
- 対物レンズで集めた太陽光が凸面鏡にあたるように支持台の方向を調整する。さらに、太陽投影スクリーンに像が映るように凸面鏡の角度も微調整する。
- レンズハウスを前後させスクリーンに映る像がシャープになるようピントを調整する。
- さらに、像をシャープにさせるため太陽遮蔽板前面の「絞り」を降ろす。(少し暗くはなるが、黒点の観察がしやすくなる。)
- 太陽投影スクリーンに観察用紙を挿入する。太陽の移動方向(西)を確認し、観察用紙に方位W(西)を記入する。
- 細察田紙に太陽像を合わせ、黒点の位置を確認し、すばやくスケッチする。



【図40】観察の様子



【図41】確認できた黒点

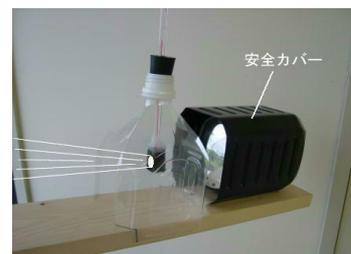


【図42】黒点観察用紙記入例

(ウ) 太陽放射エネルギー量の測定 (【図43】参照)

※ 熱量測定装置の温度は、あらかじめ気温と同じ温度にしておく。

- 熱量測定装置を凸面鏡前面に取り付け、下を輪ゴムで留める。
- 太陽遮蔽板前面の「絞り」を降ろす。(これにより、光を集める面積がちょうど 8 cm^2)
- 実験前の水温を測定し、記録する。
- 対物レンズで集めた光を水が入った黒塗りのタレビンに当て、ストップウォッチで計測を始める。



【図43】装着した熱量測定装置

- 太陽の動きに合わせて光がそれないように微調整しながら、3分間当て続ける。
- 3分経過したならば、光が当たらないようにそらし、水温を測定する。光を当てなくとも水温が上昇している場合は、そのまま上昇するまで放置し、上昇が止まった時の水温を測定する。
- 高度計から太陽の高度を読み取り、記録用紙に記入する。
 - 照射時間とその間の温度上昇量から1分間の熱量を求める。さらにレンズの受光面積から、 1 cm^2 あたりの熱量(日射量)求めることができる。
 - さらに発展的な観測として、太陽高度と日射量の関係を調べることも可能である。

エ 授業実践の概要（中学校3学年1クラス36名 実施期間 平成16年10月12日～26日）

(ア) 教材を生かした学習展開

本教材の特徴の一つが太陽放射エネルギー量の測定が簡易にできる点である。それを生かした学習展開として測定した太陽放射エネルギー量と4人家族が使う平均的な電力使用量とを比較することにより、「1分野内容(7)科学技術と人間」で取り扱うエネルギー資源としての太陽光の可能性について考察させることとした。教材を生かしたこの学習展開により、生徒は太陽エネルギーの大きさを日常生活と関連付けて具体的に理解することができると考えた。

(イ) 実践計画

教材を生かした学習展開を具体化した授業の実践計画を下表【表2】に示す。

【表2】実践計画

学 習 内 容	時 数	学 習 活 動
1 太陽表面の観察	1	<ul style="list-style-type: none"> 天体望遠鏡及び太陽観察装置のしくみと使い方の説明を聞く 太陽表面の観察をする 太陽から受け取る熱量を測定する
2 開発教材「太陽観察装置」による太陽表面の継続観察	0.5 昼休み 放課後	<ul style="list-style-type: none"> 太陽表面を観察し、黒点の移動の様子を確認する 太陽から受け取る熱量を再度、測定する
3 太陽の特徴	1	<ul style="list-style-type: none"> (天候がよければ)天体望遠鏡を使って太陽を再度、確認する 太陽表面の観察結果からわかることを考える 太陽の表面や内部のようすについての説明を聞く
4 太陽から放出されたエネルギーが地球にあたる影響	1	<ul style="list-style-type: none"> 太陽から受け取る熱量の測定結果を発表する 4人家族が使う平均的な電力使用量を熱量換算し、測定した太陽放射エネルギー量と比較する 太陽が地球に及ぼす影響についての説明を聞く エネルギー資源としての太陽光の可能性について考える

オ 授業実践の様子

【図44】は装置のしくみと使い方の説明を受けた後、理科室前のベランダに設置した装置で班毎に黒点を観察している様子である。微妙なピント合わせに苦労しながらも自らの手で調節し、映し出した太陽の姿に歓声を上げる姿も見られた。【図45】は凸面鏡前面に取り付けた熱量測定装置を使い、ストップウォッチを片手に3分間の上昇温度を測定している場面である。また、【図46】は教室前ベランダに置いた装置を用いて継続観察を行っている場面である。操作を積極的に行う生徒とそうでない生徒が見られたものの、望遠鏡1台での観察よりははるかに一人あたりの操作の機会は増えていたと思われる。



【図44】観察の様子1



【図45】観察の様子2



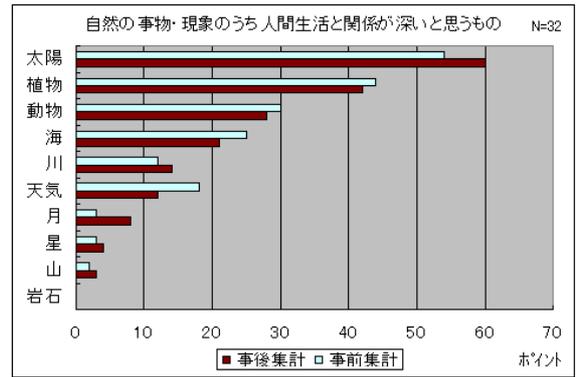
【図46】継続観察の様子

カ 実践結果の分析と考察

(ア) 自然（太陽）と人間生活とのかかわりを実感すること

【図47】は、「自然の事物・現象のうち、人間生活と関係が深いと思う順番に3つ選んで記入」の問いに対して事前・事後アンケートの結果である。はじめから太陽の学習をするということもあり、事前の段階で太陽を意識した解答が多かった。

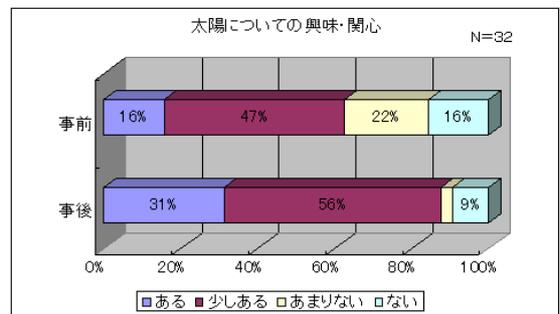
しかし、事後ではさらにその記入数と順位が上がり、他の項目に比べてもさらにポイント数が上昇した。このことから、実践を通して生徒の多くは、太陽と人間生活とのかかわりについてさらに実感を深めることができたと考える。



※1番目の記入を3点、2番目2点、3番目1点として集計した
【図47】自然（太陽）と人間生活とのかかわり

(イ) 自然の事物・現象（太陽）に対する関心や意欲の高まり

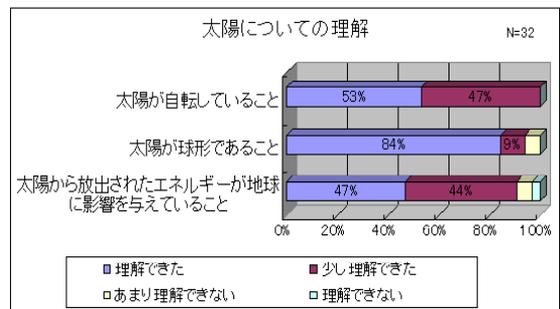
【図48】は「太陽についての興味・関心はあるか」の問いに対する事前・事後アンケートの結果である。事前から60%近くの生徒が太陽に対しての興味・関心を示す中で、事後では肯定的な回答をした生徒が90%以上となった。さらに、「太陽の核融合反応について詳しく調べてみたい」「黒点の移動の様子をさらに調べてみたい」などの記述も多数見られ、意欲の高まりを確認することができた。



【図48】太陽についての興味・関心

(ウ) 自然の事物・現象（太陽）についての理解

【図49】は「太陽の自転」「太陽が球形であること」「太陽エネルギーの地球への影響」の理解についてのアンケート結果である。いずれの項目も自己評価として理解できたと考えている生徒が90%を超える結果となった。それを裏付けるように、事後に行った「確かめの問題」においても全体の正答率は83%を示した。このことから太陽についての理解は深まったものとする。

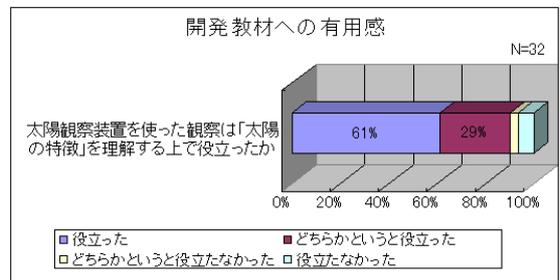


【図49】太陽についての理解

(エ) 開発教材への有用感

【図50】は開発教材への有用感についてのアンケート結果の一部である。開発教材を使った観察が「太陽の特徴」を理解する上で役立ったと回答している生徒が90%に達しており、多くの生徒が有用感を強く抱いたことわかる。

また、その理由として「黒点の移動する様子がよくわかったから」をあげる生徒が多数いた。さらに、次項(オ)の生徒の感想からも、教材に対して有用感を感じたことが読み取れる。



【図50】開発教材への有用感

反面、「操作面」において不満を訴える生徒も複数みられ今後の教材改善点としての課題が明らかとなった。

(オ) 生徒の感想から

【観察】

- 黒点の観察がしっかりできた。(9名)
- 目では観察できないものが見えた。(6名)
- 太陽の様子がよくわかった。(2名)
- 安全に見ることができた。

- 黒点の移動の様子がよくわかった。(8名)
- 太陽の進む方向がわかった。(2名)
- 熱量なども調べることができた。(2名)
- △黒点をもっとはっきりみたい。

【操作】

- 簡単に使える、使いやすかった。(3名)
- 使い方がわからない。(3名)
- ピント合わせが難しい。(2名)

- いやだった太陽の観察もとても使いやすくて便利だったので観察しやすかった。
- 壊れやすい。(2名)
- ちょっと使いにくい。

【その他】

- 楽しかった。(3名)
- 少し感動した。
- 黒点が2つあってびっくりした。黒点があることを初めて知ることができた。
- △時間がなくてあまり調べていないことが残念。(2名)

- よく見える。
- こんなものもあるんだなと感心した。
- 装置を使わないよりはるかにいいと感じた。
- とても勉強になった、これからも頑張っていきたい。

キ 開発教材についての教師アンケートから

他クラスにおいても同様に開発教材を用いた授業を研究協力校の教科担任にも行ってもらい、意識調査を行った。その結果は以下のとおりである。

【授業を通して】

- 「自然の事物・現象と人間生活との関わりの実感」「太陽への興味・関心」「太陽の特徴の理解」について生徒のプラスの変容が見られた

【開発教材を使ってみて】

- 開発教材を用いることによって「太陽黒点の移動の様子」を生徒に確かめさせることができた
- 手軽に太陽を観察させることができたことはすばらしかった
- 生徒にもどんどん使わせられる点が良かった
- 日食をはっきりと観察できた
- 開発教材を用いて「太陽から受け取る熱量」を生徒に測定させることが十分にできなかった
- 分度器(高度計)がはずれやすい
- レンズの精度をあげる(黒点をもっとよく見せたい)
- 焦点の合わせやすくなる工夫

【開発教材の有用性について】

- 太陽観察装置を使った観察は「太陽の特徴」を生徒に理解させる上で役立った

理由
・なかなか観察させられないものを、全員に容易に観察させることができた。実際にやってみることほど、理解を深めることができるものはないと思う
・黒点とその動きを実際に観察する機会を多くの生徒がもつことができた
・さらに深めるためにはビデオ等を使わざるを得ないことはしかたのないことと考える

VI 研究のまとめ

1 研究の成果

この研究は、日常生活と関連付けた教材開発を通して、自然の事物・現象について理解を深める理科の学習の進め方を明らかにし、理科の学習指導の改善に役立てようとするものである。

2年次にわたる研究の成果として、次の2点があげられる。

- ① 自然の事物・現象について理解を深める理科の学習展開に関する基本的な考え方をまとめることができた。
- ② 基本的な考え方に基づいて、自然の事物・現象を身近にとらえさせる教材と身近な材料や道具を用いた教材あわせて計21種類の教材を開発することができた。

研究の完結年度である今年度は、研究協力校と連携をとりながら、開発教材を用いた授業実践を行った。授業実践を通して明らかになったことは次の2点である。

- ① 浄水モデルを用いたコロイド溶液の学習を展開することにより、生徒はコロイドという事物・現象を日常生活とのかかわりの中で実感し、関心や意欲を高め、コロイドの存在や性質について理解を深めることができた。
- ② 太陽観察装置を用いた学習展開により、生徒は太陽という自然の事物・現象を日常生活とのかかわりの中で実感し、関心や意欲を高め、太陽の特徴についての理解を深めることができた。

このように、開発した教材を授業実践により、生徒が変容する様子を確認することができた。以上のことから、本研究で開発した教材及び学習展開は、理科の学習指導において十分有効で

あることが確かめられた。

2 今後の課題

今後は、本研究で開発した教材に改良を加え、教材としての質及び量をより一層充実させて生きたい。また、開発した教材を各種研修講座で有効に活用し、理科の学習指導の改善に役立てていきたいと考える。

おわりに

この研究を進めるに当たり、ご協力いただきました研究協力校の先生方、生徒の皆さんに心からお礼を申し上げます。また、研究協力員としてご協力いただきました先生方に感謝申し上げます。

【引用文献】

- 1) 文部省(1999),『高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編』, 大日本図書
- 2) 文部省(1999),『中学校学習指導要領解説 理科編』, 大日本図書
- 3) 小島昭(2003),「炭素繊維による水質浄化と藻場形成の最近の進歩」,『繊維と工業 Vol. 59, No. 6』, 繊維学会
- 4) 松原静郎(1999),『中等科学教育における生徒の思考力育成に関する研究報告』, 国立教育研究所
- 5) 中高下亨, 前原俊信, 永田邦生, 荒森圭子(2002), 「中学校天体学習に関する一考察」, 『理科 教育学研究Vol. 43No. 2, pp. 35』
- 6) 西川勝士(1988), 「天体の指導に関する教具の開発ー星座の年周運動モデル実験器の製作ー」, 『広島市教育センター研究紀要, Vol. 8, pp. 131-160』

引用Webページ

- 7) 宇都宮市上下水道局 上水道 水道水のできるまで
<http://www.city.utsunomiya.tochigi.jp/suidou/page/haisui/mizu/start.htm>

【参考文献】

- 1) 愛知・岐阜・三重物理サークル(2002), 「いきいき物理わくわく実験 改訂版1」, 日本評論社
- 2) 愛知・岐阜・三重物理サークル(2002), 「いきいき物理わくわく実験 改訂版2」, 日本評論社
- 3) 「青少年のための科学の祭典」東京大会実行委員会(1993), 『'93 青少年のための科学の祭典 ガイドブック』, 日本科学技術振興財団
- 4) 丹保憲仁, 小笠原紘一(1985), 『浄水の技術』, 技報堂出版
- 5) 玉虫文一ら(1971), 『岩波理化学辞典第3版』, 岩波書店
- 6) 北原文雄(1984), 『コロイドの話』, 培風館
- 7) 荒井健太・佐川演司・小島昭(2002), 「炭素繊維を用いた県立自然公園内の“南湖”の水質浄化」, 『用水と排水 Vol. 44, No11』, 産業用水調査会
- 8) 永田信一(2002), 「図解レンズがわかる本」, 日本実業出版社
- 9) 平林茂人(1999), 「天体望遠鏡クラブ」, 誠文堂新光社
- 10) 川口雅也編(2004), 「月刊星ナビ2004年5月号」, 株式会社アストロアーツ, pp. 104-105

補充資料

目 次

化学領域における補充資料

【資料1】学習指導案	資1
【資料2】学習プリント	資3
【資料3】テスト問題（事前・事後）	資8
【資料4】アンケート（事前）	資9
【資料5】アンケート（事後）	資10

中学校理科「地球と宇宙」における補充資料

【資料1】太陽の熱量測定記録用紙	資12
【資料2】黒点観察用紙	資13
【資料3】単位時間の指導と評価の計画表	資14
【資料4】学習プリント1	資16
【資料5】学習プリント2	資17
【資料6】確かめの問題	資18
【資料7】アンケート（事前）	資19
【資料8】アンケート（事後）	資20
【資料9】アンケート（教師用）	資22

化学領域における補充資料

【資料1】学習指導案

第1時の学習指導案

- 1 指導単元 コロイド溶液とその性質（1／2時）
- 2 指導目標 チンダル現象の観察を行い、コロイド溶液の定義を理解する。
- 3 展 開

段階	指 導 内 容	指導上の留意点	使用教材
導 入 10分	1 教材（濁水）の提示	○教材を提示し「泥水は長時間静置しても濁っている理由」を思考させる ・泥水を見せ「これは何か？」 ・「静置してどれくらいできれいになるか？」と問い、考えさせた後、2週間後と2ヶ月後の濁水を見せる ・濁水とふつうの水溶液の違いを考えさせる	○濁水 ○食塩水、砂糖水
展 開 35分	2 演示実験（チンダル現象）	○「いろいろな水溶液にレーザー光を当てたときに起こる現象」を観察させる ・レーザー光は強い光であることを説明し、直接目に入れないことを注意する ・空気中や純水中ではレーザー光の進路が見えないことを確認させる ・光の進路が見える水溶液と見えない水溶液の違いを考えさせる	○各種水溶液 ・食塩 ・砂糖 ・硫酸銅(Ⅱ) ・塩化鉄(Ⅲ) ・デンプン ・ゼラチン ・セッケン ○レーザー光発生装置
	3 説明（コロイドの定義）	○「チンダル現象」→「コロイド粒子」→「コロイド溶液」→「帯電」の順で理解させる ・チンダル現象についてスクリーンの図を用いて説明する ・コロイド粒子についてスクリーンの図を用いて説明する ・コロイド溶液について身近な例をあげて説明する ・コロイドの帯電について説明する	○学習プリント ○機器 ・パソコン ・プロジェクタ ・スクリーン
ま と め 5分	4 本時のまとめと次時の予告	○本時のまとめとして、学習プリントを記入させる ○次時はコロイド溶液の性質について、実験を行いながら学習することを予告する	○学習プリント

第2時の学習指導案

- 1 指導単元 コロイド溶液の性質 (2 / 2時)
- 2 指導目標 濁水の凝析とろ過の実験を行い、コロイド溶液の性質を理解する。
- 3 展 開

段階	指 導 内 容	指導上の留意点	使用教材
導 入 10分	1 説明 (浄水システム)	○写真や図を提示し「浄水場で行っていることは何か」を確認させる ・地域の浄水場の写真をスクリーンで提示する ・浄水のシステムは凝集→沈殿→ろ過であることを図をスクリーンで説明する	○機器 ・パソコン ・プロジェクタ ・スクリーン
展 開 35分	2 生徒実験 (浄水システム)	○教材を用いて、濁水を浄化する実験を行わせる ・1つの班4名×10班の編成とする ・実験器具の確認を行い、実験の手順を説明する ・協力して実験を進めるよう指示する ①濁水のチンダル現象を確認させる ②凝集剤を加え、凝集・沈殿の様子を観察させる ③凝集後の上澄み液のチンダル現象を確認させる ④凝集後の上澄み液をろ過させ、流出液の様子を観察させる ⑤流出液のチンダル現象を観察させる	○浄水モデル ・濁水 ・凝集剤 ・ろ過装置
	3 説明 (凝析のしくみ)	○「電解質によるコロイド粒子の凝集と沈殿＝凝析」を理解させる ・コロイド粒子の帯電についてスクリーンの図を用いて説明する ・コロイド粒子の凝析についてスクリーンの図を用いて説明する	○学習プリント ○機器 ・パソコン ・プロジェクタ ・スクリーン
ま と め 5分	4 本時のまとめと次時の予告	○本時のまとめとして、学習プリントを記入させる ○次時はコロイド溶液の性質について、さらに掘り下げて学ぶことを予告する	○学習プリント

コロイド溶液とその性質

1 コロイド溶液とは何か

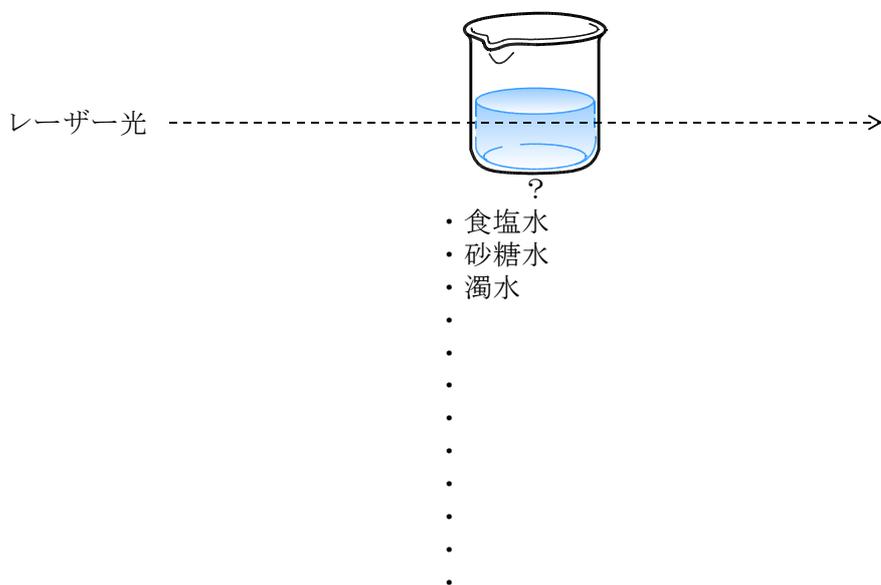
(1) 泥水（濁水）の観察

泥水は、食塩水や砂糖水と何かが違う。

(2) いろいろな溶液に強い光を当ててみる実験

いろいろな溶液にレーザー光を当て、観察する。

注意：レーザー光を直接目に入れないこと。失明の危険がある。



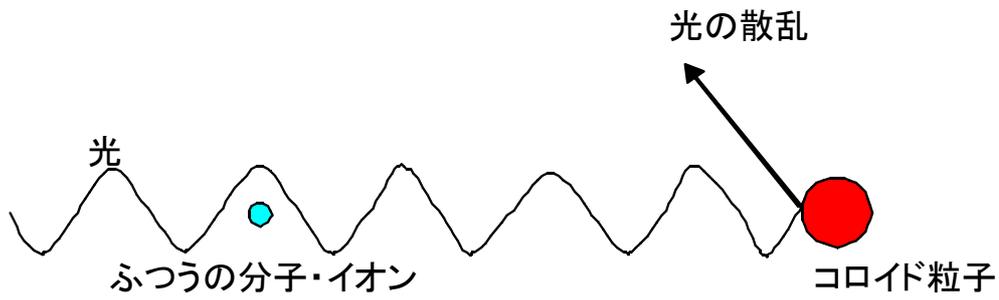


図 チンダル現象の説明

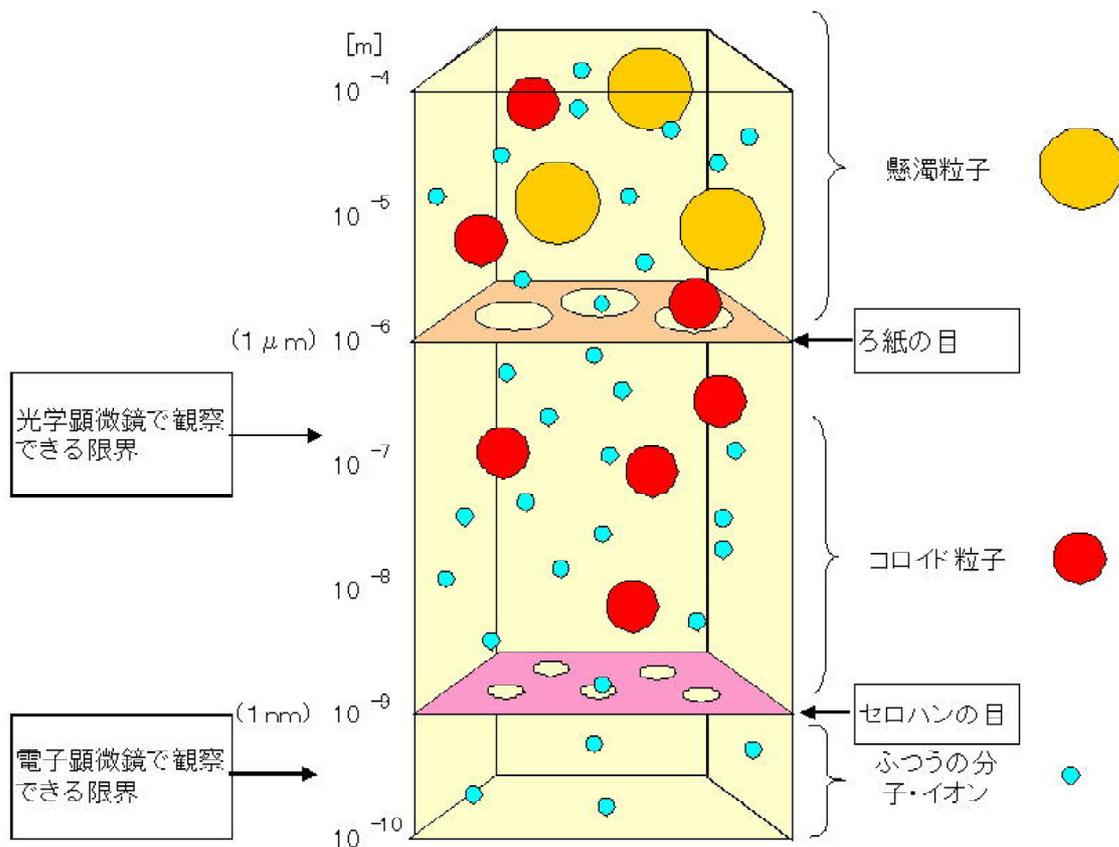


図 コロイド粒子の大きさ

(3) まとめ

● 濁水 =

● コロイド溶液 = が液体中に分散している状態。

● コロイド粒子 = 直径が ~ m程度の大きさの粒子

コロイド粒子は の目を通過し、 の目を通過しない。

- ※ 分子コロイド …
- ※ 会合コロイド …
- ※ 粒子コロイド …

● コロイド溶液に強い光を当てると、コロイド粒子が光を散乱し、光の進路が光って見える。
=

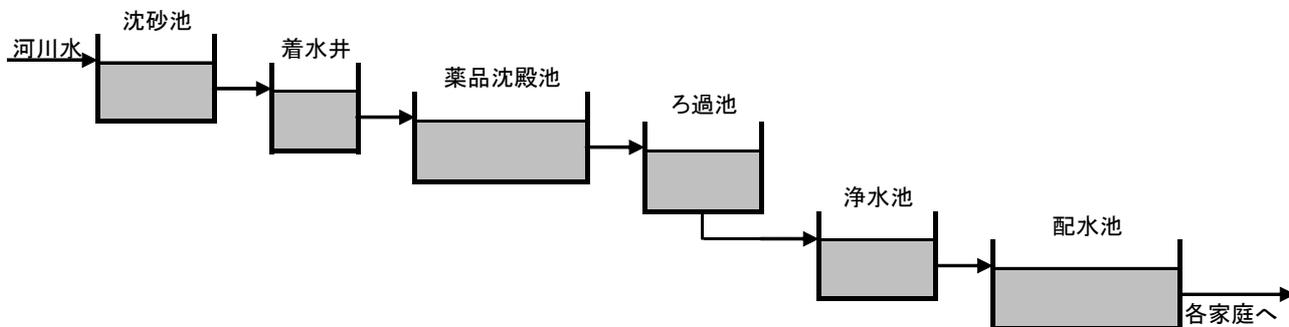
		分散媒		
		気体	液体 (コロイド溶液)	固体
分散質	気体	×	ビールの泡 (水中に空気の微細な粒)	マシュマロ (菓子の中に小さな空気の粒)
	液体	霧 (空気中に水滴)	マヨネーズ (水中に油の粒)	ゼリー (ゼラチン中に小さな水の粒)
	固体	煙 (空気中に固体微粒子)	墨汁 (水中に炭素の粒)	サファイヤ (酸化アルミ中に酸化チタン)

図 身近なコロイド

2 コロイド溶液の性質

(1) 浄水場の見学

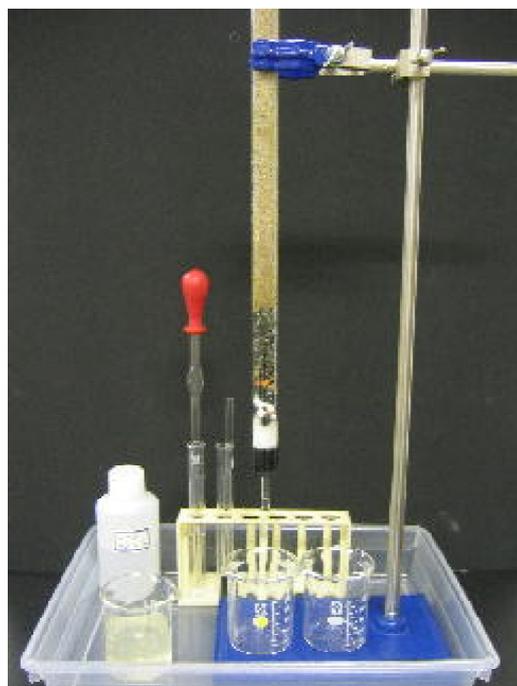
浄水場では、どのようにして水の濁りを除いているか。



(2) 濁水を浄化する実験

『浄水モデル』を用いて、濁水中の濁りを取り除く実験を行う。そのとき、粘土のコロイド粒子の変化を観察する。

- ① 濁水のチンダル現象を確認
- ② 濁水に凝集剤（硫酸アルミニウム水溶液）を5ml加えて、1分間攪拌する。その後10分間静置する。
- ③ ②の上澄み液を別のビーカーにとり、濁りの程度を目で確認し、さらにチンダル現象を調べる。
- ④ ③の溶液を砂の層に通してろ過する。出てきた溶液の濁りの程度を目で確認し、さらにチンダル現象を調べる。



浄水モデル

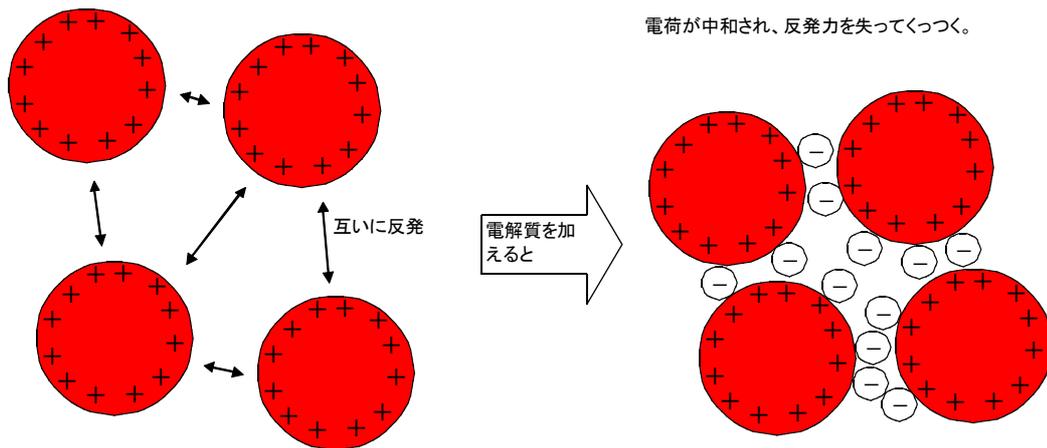


図 コロイド粒子の帯電と凝析

(3) まとめ

- コロイド粒子が安定して分散している (=簡単に沈殿しない) 理由

= コロイド粒子が し、反発し合っているから

※ 正コロイド … $\text{Fe}(\text{OH})_3$ のコロイド など

※ 負コロイド … 粘土、デンプン など

- コロイド粒子の帯電は、 電気泳動 の実験で確かめられる。

- コロイド溶液に少量の を加えると、コロイド粒子が凝集して沈殿する。

=

- 凝析とは、コロイドのもつ電荷が、それと反対符号の電荷をもつイオンによって電氣的に中和され、反発力を失ってくっつき (凝集)、大きく重くなって沈殿すること。

※ イオンの価数が大きいほど凝析の効果が大きいことがわかっている。

【資料3】テスト問題（事前・事後）

化学問題（事前・事後）

年 組 番 氏名

次の1～3の問いに答えなさい。

- 1 食塩水や砂糖水などの無色透明な水溶液と、セッケン水、デンプン水溶液、ゼラチン水溶液などの少し濁った水溶液の違いは何か。説明しなさい。

- 2 暗い映画館の中で、映写機からスクリーンに向かう光の筋がはっきりと見えたり、霧の日に、自動車のライトの光の筋がくっきりと見えるのはなぜか。説明しなさい。

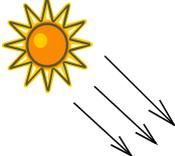
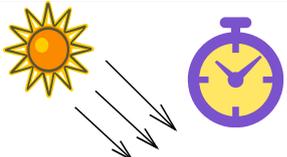
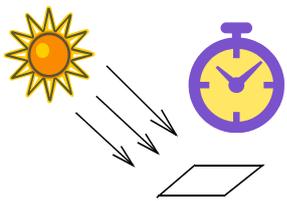
- 3 川が海に注ぐ河口には三角州ができることがある。この三角州のでき方について説明しなさい。

【資料1】太陽の熱量測定記録用紙

太陽の熱量測定記録用紙

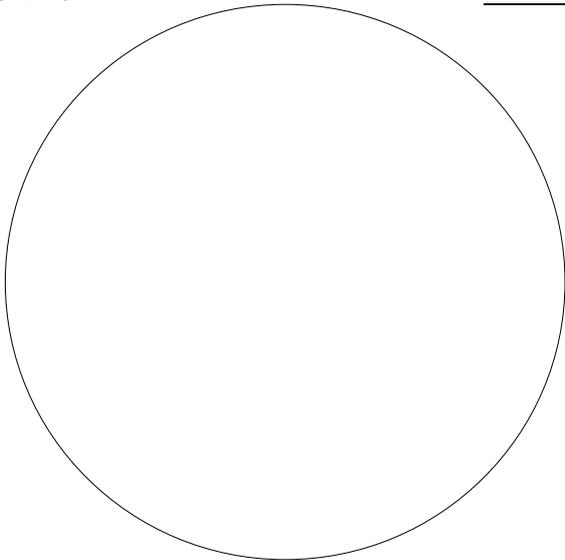
No. 1

3年 組 番氏名

測定時刻		2004 年		10 月 14 日		午前10:30	
太陽高度		40 °					
水の量		4 g		集めた光の面積		8 c m ²	
		(絞りをつけたレンズの面積)					
水 温	測定開始	26.5 °C		3分後	31.9 °C		
	変化した温度	5.4 °C					
太陽から受けた熱量(cal)		水の量 [g] × 変化した温度 [°C]					
4 [g] × () [°C]		= () [cal]					
太陽から受けた1分間あたりの熱量 [cal / 分]		太陽から受けた熱量 [cal] ÷ 時間 [分]					
() [cal] ÷ 3 [分]		= () [cal / 分]					
太陽から受けた1分間で1 c m ² あたりの熱量 [cal / c m ² · 分]		太陽から受けた1分間あたりの熱量 [cal / 分] ÷ 集めた光の面積 [c m ²]					
() [cal / 分] ÷ 8 [c m ²]		= () [cal / c m ² · 分]					

【資料2】黒点観察用紙

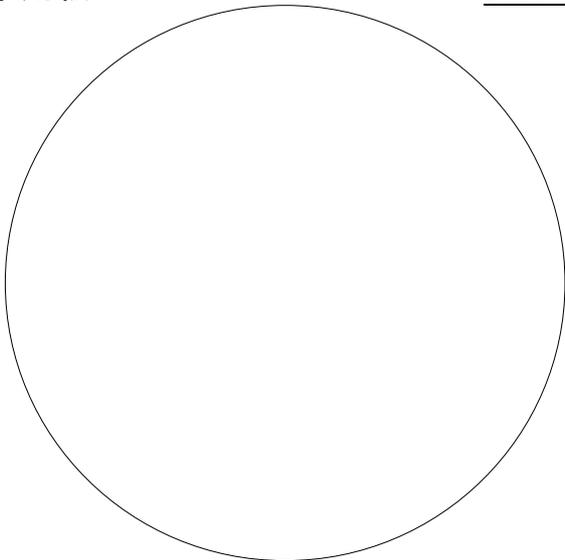
黒点観察用紙 No. _____



_____ 年 月 日 _____ 時 分

_____ 組 番氏名

黒点観察用紙 No. _____



_____ 年 月 日 _____ 時 分

_____ 組 番氏名

【資料3】単位時間の指導と評価の計画表

単元名「太陽系の天体（太陽の特徴）」（1／2時）

- 1 目標 太陽表面の観察を行い、その観察結果から太陽の特徴について考えることができる。
- 2 展開 (▲は評価規準に達しなかった生徒、◎は評価規準に達した生徒への指導を示す)

段階	学習内容及び学習活動	主な教材		予想される生徒の反応など			指導上の留意点及び評価結果に応じた指導
		判断する具体的状況例					
		時期	場面	対象	具体的な評価方法 (手段及び用具)	記録方法	
導入	1 黒点の観察方法 ・天体望遠鏡を使った黒点観察の方法を確認する。 ・黒点観察記録用紙の整理 ・観察記録を台紙に貼り付ける。	・P C、プロジェクタ(OHP) ・天体望遠鏡		・黒点というんだったな。 ・動いているのが西だったな。			▲(技1)観察記録が的確にできない生徒には、レンズのゴミと黒点の見分け方、方位のあわせ方を後日、再度指導する。
	【技1-B】観察を安全に行い、観察記録用紙に太陽の西を見極め、黒点を記録することができる。						
10	・本時の学習課題を確認する。	・太陽黒点観察用紙 ・黒点観察例					
	太陽黒点の観察結果からどんなことがわかるか。						
展開	・わかったことを記入する。 ・黒点の写真を見て黒点が移動していることを確認する。	黒点写真		・黒点の位置が変わっている。 ・太陽は自転している。・東から西に自転している。・自転は約1ヶ月。			・疑問点、感想も記入するよう指導する。 ▲(思1)指摘できない生徒にはボール等の具体物を用いて再度説明する。
	2 太陽の自転、形 ・黒点が移動していることからわかることを考え、発表する。 ・周辺部の黒点の様子を写真で確認する。 ・周辺部の黒点の様子からわかることを考え、発表する。 ・太陽の自転・形についてまとめる。 ・黒点の移動の様子を動画で見る。	・周辺部黒点写真 ・ボールなど		・周辺にいくとなぜつぶれているんだろう？ ・球形			
開	3 太陽の大きさや地球との距離 ・太陽の大きさ、地球との距離について説明を聞く。	黒点動画 ・半径70cmの円板 ・ビー玉		・黒点は地球ほどの大きさがあるのか。 ・月と比べて、すごく離れているんだな。			・具体物を用いて大きさや距離について説明する。
	4 太陽の表面のようすや内部 ・自ら光と熱を放出している太陽の表面のようすや内部についての説明を聞く。 ○太陽の表面温度と黒点の温度 ○プロミネンスとコロナ(フレア、太陽風、磁気嵐) ○太陽の内部	・紙板書 ・各動画		・どうして太陽はこんなに温度が高いのだろう。 ・黒点は温度が低いのか。 ・太陽は活発に活動しているんだな。			
3	5 確認テスト ・確認テスト「確かめの問題」に取り組む。 ・一斉に自己採点する。	・確かめの問題					▲(知1)7割に満たない生徒には同じプリント配付し、次時までの提出を求める。
	【知1-B】以下の問題の正答率7割以上 太陽の表面のようすを示した図の空欄に適語を記入することができる。						
本時		一部生徒		観察 発言分析		授業後、記録用紙を点検して評価記録簿に	
		生徒全員		ペーパーテスト		評価記録簿に	
本時							
		生徒全員		ペーパーテスト		評価記録簿に	
終末	6 次時の学習内容について確認する。			・こんどは、太陽が地球に及ぼす影響について学習するのだな。 ・実験した結果を忘れずにもってこなければ。			

観点別評価の進め方

観点	本時に関わる 評価規準【方法及び用具】	判断する具体的状況例	おおむね満足できる状況であると判断する具体的状況例 【 -B】	十分満足できる状況であると判断する具体的状況例 【 -A】
		科学的な思考	【思1】太陽黒点の移動や形の変化をから太陽の特徴(自転、球形)を指摘することができる。【発言分析、ペーパーテスト】	【思1-B】黒点が東から西に移動していることから太陽の自転を指摘できる。または、黒点が周辺部では扁平していることから太陽が球体であることを指摘できる。
技能表現	【技1】天体望遠鏡を操作し、太陽の黒点の観察を行うことができる。【行動観察、観察記録用紙】	【技1-B】観察を安全に行い、観察記録用紙に太陽の西を見極め、黒点を記録することができる。	【技1-A】黒点の数の変化や周辺部の黒点の形のちがいに注目して記録している。または、感想の中で黒点の数の変化は太陽の自転が原因であることにふれている。	
知識理解	【知1】太陽の特徴(表面のようす、自ら光と熱を放出していること)を説明できる。【ペーパーテスト】	【知1-B】以下の問題の正答率7割以上 ・太陽の表面のようすを示した図の空欄に適語を記入することができる。	【知1-A】以下の問題の正答率9割以上 ・太陽の表面のようすを示した図の空欄に適語を記入することができる。	

【資料3】単位時間の指導と評価の計画表

単元名「太陽系の天体（太陽の特徴）」（2／2時）

- 1 目標 太陽から放出されたエネルギーが地球にあたる影響について考えるとともに、身近で利用可能なエネルギーとしてとらえることができる。
 2 展開 ▲は評価規準に達しなかった生徒、◎は評価規準に達した生徒への指導を示す

段階	学習内容及び学習活動	主な教材		予想される生徒の反応など			指導上の留意点及び評価結果に応じた指導
		判断する具体的状況例					
		時期	場面	対象	具体的な評価方法 (手段及び用具)	記録方法	
導入 5	1 前時の復習 ・本時の学習課題を確認する。	・紙板書		・黒点、コロナ、プロミネンスなどがあつたな。 ・太陽表面の温度は6000℃だったな。			
	太陽から受け取るエネルギー（熱量）はどれくらいか						
	2 太陽から受け取るエネルギー（熱量） ・実験結果から地表が太陽から受け取る熱量を計算で求める。 ・太陽から地球にくる放射エネルギーの大きさと地表が太陽から受け取るエネルギーの大きさについて知る。	・太陽の熱量測定記録用紙		・計算がめんどくさいな。			・OHPを使い、計算の手順を丁寧に説明する。
		・説明図		・1cm ² あたり1分間で約1calなのか。たいしたことないな。 ・半分しか地表に届いていないのか。			
	3 皆既日食による気温の変化 ・もし、太陽の光が届かなくなったらどうなるか予想する。 ・皆既日食の温度変化についてグラフを作成する。 ・もし、太陽がそのままかくされ続けたらどうなるか考え、発表する。	・皆既日食動画 ・学習プリント1 (気温変化グラフ)		・グラフ、どこに点を打てば良いのか。 ・気温が急に下がっているぞ。			・グラフの書き方の机間指導を行う。 ▲(思2) グラフの温度変化に注目させる。
【思2-B】太陽がかくされ続けた場合、地球上の環境が変化することや、生物に影響があることを記述できる。							
展開 40	4 太陽活動の影響 ・もし、太陽の活動が不活発になったらどうなるのか予想する。 ・太陽の活動は一定不変か？考える。 ・黒点の出現数と太陽の活動の関係について知る。	本時	記入、発表中	生徒全員	学習プリント、発言分析	内容を分析し、評価記録簿に	▲(知2) ヒントとして利用例の画像を1つ提示する。
		事後		生徒全員	ペーパーテスト	評価記録簿に	
	・黒点数の変化グラフ		・太陽の活動が弱まったらどうしよう				
	5 太陽エネルギーと日常生活との関連 ・もし、太陽エネルギーを利用したとすればどれくらいの電力料金の節約になるか予想する。 ・標準的な家庭で使う1ヶ月の電力量の熱量換算と70坪の土地で受け取る太陽の熱量と比較する。 ・身近で太陽エネルギーを利用している例を考え、発表する。 ・太陽エネルギーを利用している例を確認する。 (ペットボトルを利用した太陽熱温水器やソーラークーラーなど)	・学習プリント2 (電力量と太陽エネルギー)		【知2-B】身近で太陽エネルギーを利用している具体例を記述することができる。			
		本時	記入、発表中	生徒全員	学習プリント、発言分析	内容を分析し、評価記録簿に	
6 本時のまとめ ・太陽が地球に与える影響についてのまとめを聞く。	事後		生徒全員	ペーパーテスト	評価記録簿に		
終末 5	7 次時の学習内容について確認する。	・利用例の写真 ・黒塗りペットボトル		・天日干し・物干し・太陽光発電・太陽熱温水器・ソーラークーラー			

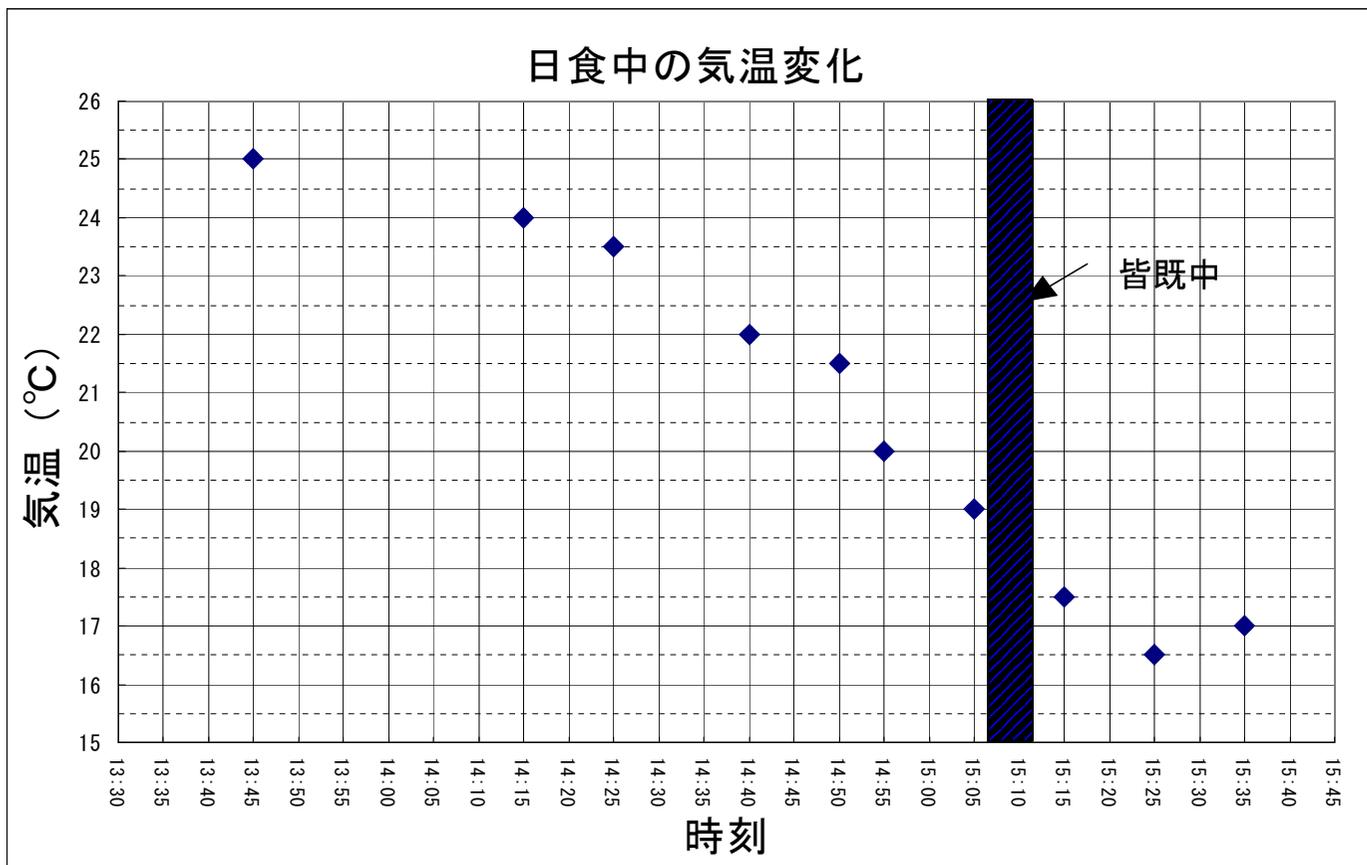
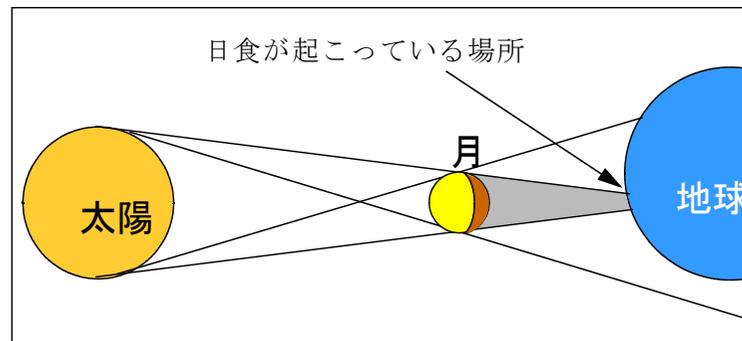
観点別評価の進め方

観点	本時に関わる 評価規準【方法及び用具】	判断する具体的状況例	おおむね満足できる状況であると判断する具体的状況例 【-B】	十分満足できる状況であると判断する具体的状況例 【-A】
科学的な思考	【思2】太陽からのエネルギーと地球上の環境や生物への影響などを考えることができる。[学習プリント：本時、ペーパーテスト：後日]		【思2-B】太陽がかくされ続けた場合、地球上の環境が変化することや、生物に影響があることを記述できる。	【思2-A】太陽がかくされ続けた場合、地球上の環境が変化することや、生物に影響があることを気温の低下や植物への影響などに言及しより具体的な記述ができる。
知識理解	【知2】太陽エネルギーが有望なエネルギー資源であることを指摘できる。[学習プリント：本時、ペーパーテスト：後日]		【知2-B】身近で太陽エネルギーを利用している具体例を記述することができる。	【知2-A】身近で太陽エネルギーを利用している複数の具体例を記述することができる。

皆既日食で気温はどうなるのだろう

日食のしくみ

月が地球の周りを公転している間に、太陽、月、地球の順番に一直線に並ぶ時があります。このとき地球から見て、太陽と月が重なり、太陽が月に隠され欠けて見えます。これが日食です。そのとき月が太陽より大きく見えるか小さく見えるかによって皆既日食や金環日食となるわけです。

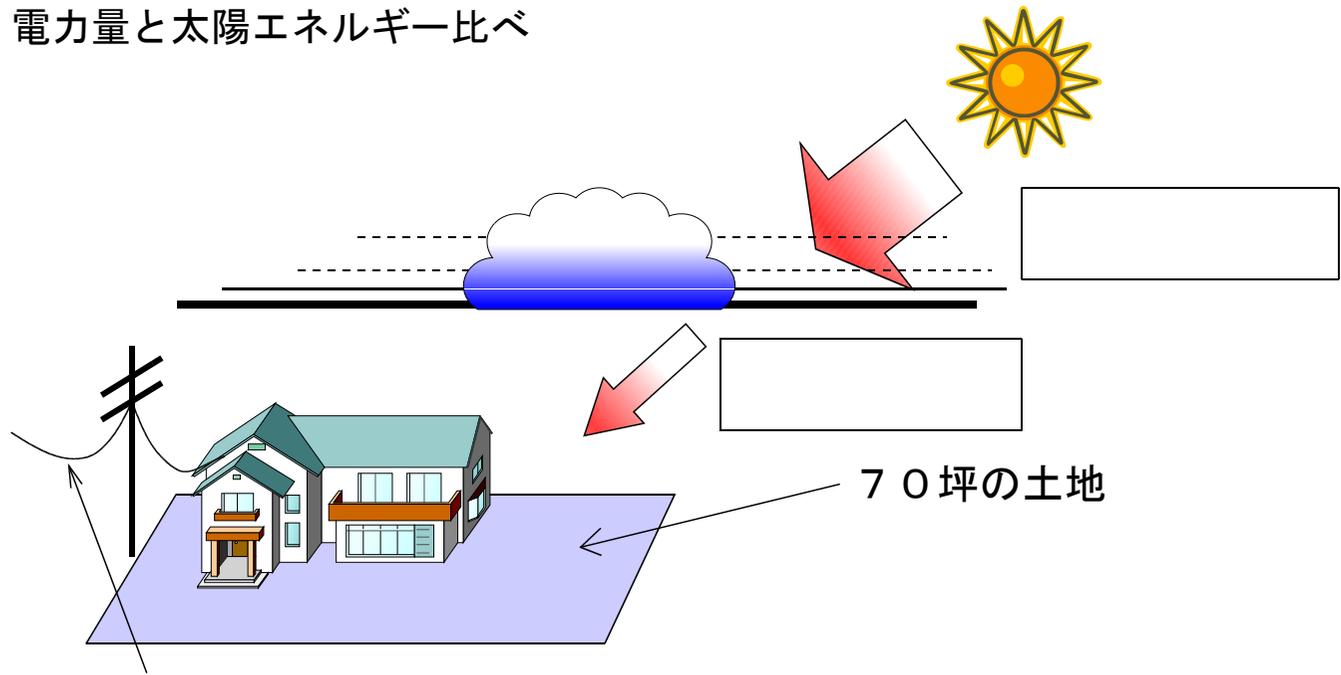


グラフからわかること

もし、太陽がこのまま月にかくされ続けたらどんなことが起こるだろうか。

参考データ アフリカ・ザンビアでの日蝕(2001.6.21) <http://piuforte2.at.infoseek.co.jp/>より

電力量と太陽エネルギー比べ



1ヶ月の電力量は・・・

オール電化で・・・

身近で太陽エネルギーを利用している例

感想

太陽系の天体 確かめの問題

【1】 図1のように、望遠鏡の投影板上の観察記録用紙に太陽の像を投影して、数日間にわたり、その表面を観察したものが図2である。これについて(1)～(5)の各問に答えなさい。



(1) 望遠鏡を使って太陽を観察するときに、絶対してはならないことは何か。簡単に述べなさい。

[]

(2) 今回の観察では、観察記録用紙を投影板上にクリップで固定するとき、記録用紙を置く向きはどのように決めたか。次のア～エから1つ選び記号で答えなさい。

- ア その場所の東西南北に記録用紙の東西南北をあわせる
- イ 太陽投影板の形にあわせる
- ウ 太陽の移動する方向に記録用紙の西をあわせる
- エ 真上の方向に記録用紙の北をあわせる

[]

(3) 太陽表面に見える黒いしみのような部分を何というか。言葉で答えなさい。

[]

(4) (3)の黒いしみのような部分がなぜ、黒く見えるのか。理由を簡単に述べなさい。

[]

(5) 太陽の表面の観察から、次のA、Bの結果が得られた。このことから太陽についていえることを下の~~~~~~~~~からそれぞれ1つ選んで記号で答えなさい。

観測結果A：黒いしみの形は、周辺部ほどつぶれて見える。

[]

観測結果B：黒いしみは毎日少しずつ決まった方向へ移動している。

[]

- | | |
|------------------|--------------|
| ア 太陽はかたい岩石できている | イ 太陽は公転している |
| ウ 太陽は球形である | エ 太陽は気体できている |
| オ 太陽の表面はでこぼこしている | カ 太陽は自転している |

【2】 右の図は太陽の表面の様子を模式的に示したものである。次の問に答えなさい。

(1) 図中①の炎状の現象を何というか。言葉で答えなさい。

[]

(2) 図中②の黒いしみのような部分の温度はおよそ何℃か。

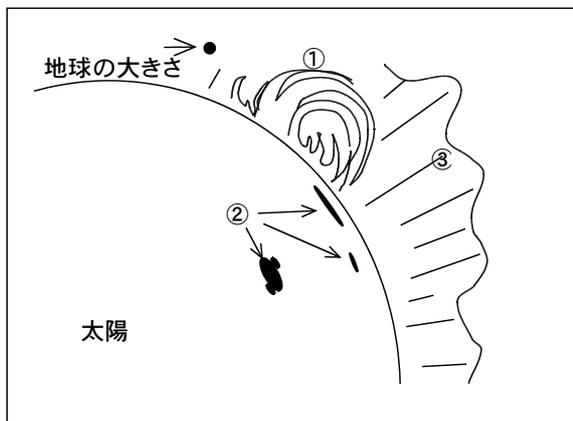
[およそ ℃]

(3) 太陽の表面温度はおよそ何℃か。

[およそ ℃]

(4) 図中の●印は太陽の大きさに対しての地球の大きさを示している。太陽の直径は、地球の直径の約何倍か。

[約 倍]



(5) 図中③は、皆既日食の際に観察することができる高温のガス層である。このガス層の名前を言葉で書きなさい。

[]

思考 技能 知識

[]

[]

[]

[]

[]

[]

[]

[]

[]

[]

[]

[]

[]

