

# 児童の主体的な理科学習

—— 物質とエネルギー領域における「ものづくり活動」を通して ——

足利市立山辺小学校 加藤 美代子

## 1 はじめに

現行学習指導要領のもと、児童の興味・関心を原動力に、実験・観察を通して自然の事物や現象に触れさせ、児童が主体的に理科学習に取り組んでいけるよう励んできた。そこでは、児童の興味・関心が持続されるような、実験観察を授業の中にいかに組み込んでいくかが、極めて重要であると考えられる。

平成10年12月に告示された、小学校新指導要領の第4節理科を見ると、各学年目標の物質とエネルギー領域のところで、「……ものづくりをしたりする活動を通して、……性質や働きについての見方や考え方を養う。」と書かれている。理科においてもものづくり活動は、重要な活動であるので、これまでも多く行われてきたが、今回の改訂では、各学年の目標まで高めた扱いになっており、さらに重視されるようになった。

そこで、児童にとって身近な素材をもとに、物質とエネルギー領域における、「ものづくり活動」を通して、児童の主体的な理科学習に迫っていこうと考え、この研究主題を設定した。

## 2 研究の内容

### (1) 新学習指導要領におけるものづくり活動の位置づけ

表1に示すとおり、「ものづくり活動」は、学年目標の物質とエネルギー領域で、全学年を貫いて明記されている。

(表1) 新学習指導要領 各学年目標 (物質とエネルギー領域)

	3 年	4 年	5 年	6 年
対 象 現 象	光、電気及び磁石を働かせたときの現象を	空気や水、物の状態の変化及び電気による現象を	物のとけ方、てこ及び物の動きの変化を	水溶液、物の燃焼、電磁石の変化やその働きを
調 べ 方	比較しながら調べ	力、熱、電気の働きと関係付けながら調べ	それにかかわる条件に目を付けながら調べ	その要因と関係づけながら調べ
追究の仕方	見いだした問題を興味・関心をもって追究したり	見いだした問題を興味・関心をもって追究したり	見いだした問題を計画的に追究したり	見いだした問題を多面的に追究したり
ものづくり	ものづくりをしたりする活動を通して	ものづくりをしたりする活動を通して	ものづくりをしたりする活動を通して	ものづくりをしたりする活動を通して
目 標	光、電気及び磁石の性質についての見方考え方を養う。	物の性質や働きについての見方や考え方を養う。	物の変化の規則性についての見方や考え方を養う。	物の性質や働きについての見方や考え方を養う。

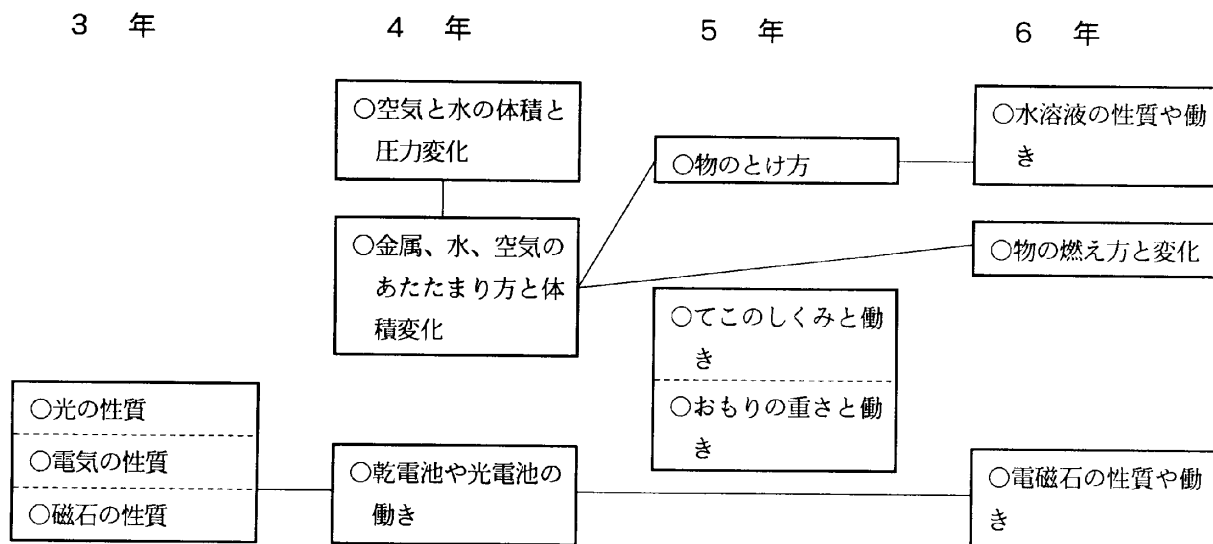
## (2) ものづくり活動の取り扱い種類

内容の取り扱いの項目を見ると、物質とエネルギー領域におけるものづくりの取り扱いについて具体的に次のように書かれている。

学 年	取 り 扱 い	
3年	3種類程度の	ものづくりを行うものとする。
4・5・6年	2種類程度の	

## (3) 物質とエネルギー領域の単元構成

新指導要領では、単元の系統はさほど強調されていない。物質とエネルギー領域においては単元全体が削除移行されたものはなく、従って、各学年3単元ずつの単元構成が考えられる。



## (4) 単元中でのものづくり活動場面

単元全体でものづくり活動を考えるとき、次のような過程や扱いが考えられる。

過 程	も の づ く り 活 動	児 童 ・ 教 師
導 入	a 改良や改善を加えながら、きまりを発見していくものづくり活動	教師発想 材料 場面設定
展 開	b 疑問や問題を解決するために児童が考えた実験装置づくり	
ま と め	c おもちゃや道具づくりなど単元のまとめや発展としての自由なものづくり活動	児童の自由な発想 設計図
総 合	d 総合的な学習の時間や自由研究など、他の領域やゆとりの時間などと関連し、弾力的に扱っていきける活動	

(5) 各学年のものづくり活動

- a 改良改善を加えながら、きまりを発見していくものづくり活動
- b 疑問や問題を解決する、児童の考えた、実験装置づくり活動
- c 単元の内容のまとめ発展としてのおもちゃや道具づくりなど自由なものづくり活動
- d 総合的な学習の時間や自由研究など他の領域やゆとりの時間などに関連して、弾力的に扱っていただけるものづくり活動

ア 3年ものづくり活動

前述の通り、3年は、3種類程度のものづくりを行うよう指示がある。しかし、新指導要領では、「音」の部分の指導内容が中学校へ統合され、また、「空気や水の性質」についても4年に移行して、現指導要領より単元数が減っている。

そこで、「光」・「電気」・「磁石」それぞれの単元で、1種類ずつのものづくり活動を計画していきたい。幸い、どの単元にも、単元のまとめや発展としてのおもちゃづくり活動が可能である。また、「電気」の単元のテスターについては、児童一人一人作ったテスターを使って、電気を通す物と通さない物を見つける活動を行うことができる。

単元におけるものづくり活動例（3年）

	光の性質	電気の性質	磁石の性質
3年	c光の性質を使ったおもちゃ ①手作り潜望鏡 ②手作り万華鏡 ③温水器	a電気を通すかどうか調べる道具 ① テスター  c明かりがついたり、音がなったりするおもちゃづくり ①イライラしちゃう輪 ②信号機 ③金属探知機	c磁石を使ったおもちゃづくり ①リニアローター

イ 4年ものづくり活動

前述の通り、4年は、2種類程度のものづくりを行うよう指示がある。新指導要領では、「てんびん」の内容が、5年の「てこ」の単元に移行統合され、新しく3年から「空気と水の体積と圧力変化」単元が移行してきた。しかし、金属、水および空気のあたたまり方と体積変化や乾電池や光電池の働きについての単元に変更はない。

4年における、a改良や改善を加えながら、きまりを発見していくものづくり活動としては、空気の体積変化と圧力のところの「空気でっぽうづくり」、乾電池や光電池の働きのところの電気自動車づくりやソーラーカーづくりなどが考えられる。また、b疑問や問題を解決する児童の考えた実験装置づくりとしては、「金属、水及び空気のあたたまり方と体積変化」の金属のあたたまり方、水のあたたまり方実験装置づくりが考えられる。また、すべての単元のまとめ発展として、おもちゃやもの作りが考えられる。

単元におけるものづくり活動例（4年）

	空気と水の体積と圧力の変化	金属、水及び空気のあたたまり方と体積変化	乾電池や光電池の働き
4年	a 空気の性質を利用したおもちゃづくり ①空気でっぽう	b 金属のあたたまり方を調べる実験装置  b 水のあたたまり方を調べる実験装置	a 乾電池とモーターを使ったおもちゃ ①電気自動車 a 光電池とモーターを使ったおもちゃ ②ソーラーカー
	c 空気と水の性質を利用したおもちゃや道具づくり ①よくとぶポンプ ②水ロケット	c 空気の性質を利用したおもちゃづくり ①ソーラーバルーン	c 光電池や乾電池を使って動くおもちゃづくり

ウ 5年のものづくり活動

前述の通り、5年には2種類のものづくり活動を行うよう指示がある。新指導要領では4年から「てんびん」の内容が移行してきている「物のとけ方」においては、水溶液の蒸発による物質の分離が中学校へ統合され、さらに、「てこのしくみと働き」においては、支点が力点・作用点の間にある、てこのみに限定した扱いになっている。また、新指導要領の特徴でもあるが、「物の動く様子」では、「振り子」と「物の衝突」のいずれか一つを選択学習する扱いになっている。

5年における、a改良や改善を加えながら、きまりを発見していくものづくり活動としては、「てこのしくみと働き」と「おもりの動きと働き」の単元で、それぞれ、【オリジナルてんびん】【オリジナル振り子】づくりが考えられ、児童自身が作った道具を使っての問題解決ができるよう計画できる。また、どの単元でもc単元のまとめ発展のもの作りとしてとして、【結晶づくり】、【てんびんづくり】、【おもりの働きで動くおもちゃ】などが考えられる。

単元におけるものづくり活動例（5年）

	物のとけ方	てこのしくみと働き	おもりの動きと働き
5年	c 宝石づくり ①ミョウバンの結晶 ②食塩の結晶 ③食べられる氷砂糖の結晶 ④モール使った塩のペンダントづくり	a オリジナルてんびんづくり  c いろいろなものを使ったてんびんづくり ①進化したオリジナルてんびん ②さおばかりづくり	a オリジナルふりこづくり  b ビースピを使った物の運動測定装置  c おもりの働きで動くおもちゃやゲームづくり

エ 6年のものづくり活動

前述の通り、6年生は2種類のものづくり活動を行うよう指示がある。新指導要領「物の燃え方と変化」での植物体の乾留は削除。「水溶液の性質や働き」における中和と、「電磁石の性質と働き」における金属の燃焼及び電流による発熱の違いは、中学校へ統合されている。

a改良や改善を加えながら、きまりを発見していくものづくり活動としては、「電磁石」の単元で考えられる。児童一人一人が基本となる電磁石をつくり、それをさらに強力な電磁石に変えていくために、電流の強さやコイルの巻き数を増やしていくことを考えていく。

また、すべての単元で、c単元のまとめや発展として【身近な植物を使った、酸・アルカリ試験液・試験紙づくり】、【電磁石を使ったおもちゃ】などのものづくり活動が考えられる。

単元におけるものづくり活動例（6年）

	水溶液の性質や働き	物の燃え方と変化	電磁石の性質や働き
6年	c身近な植物を使った、酸・アルカリ試験液試験紙づくり ①紫キャベツの葉 ②身近な植物の花 ③身近な素材を使って	bろうそくを燃やし続けることのできるペットボトルえんとつづくり cミニミニ炭づくり 木の枝を使って	a電磁石づくり  c電磁石を使ったおもちゃや道具づくり ①簡単モーター ②乾電池チェッカー ③キャッチャーゲーム

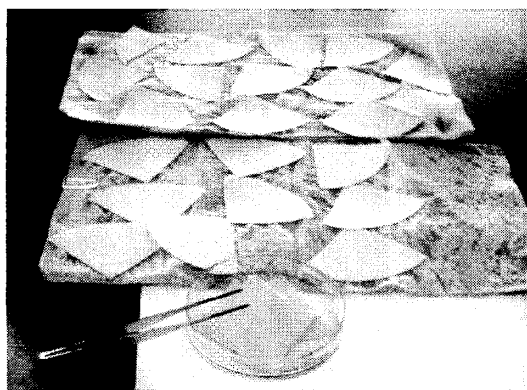
(6) ものづくり活動の実際

ア 身近な植物を使った酸・アルカリ指示薬

水溶液の仲間分けをする場合、いろいろな水溶液や水をリトマス紙につけて色の変わり方を調べることが多くの教科書で紹介されている。リトマス紙による水溶液の仲間分けをベースに、単元末に児童に親しみやすい、身の回りにある野菜や果物、花などから植物色素を抽出し、水溶液の酸性アルカリ性を調べる指示薬づくり活動が考えられる。

植物色素は、構造上、フラボノイド系、キサント系、カロチノイド系、クロロフィル系など多くの種類に分類される。野菜や果物、花の赤や紫などの鮮やかな色合いには、フラボノイド系のアントシアンという化合物のものが多く。アントシアンは、水で容易に抽出され、酸性側で赤、アルカリ側では、青から黄緑、黄色から山吹と変化する。教科書でも紹介されている紫キャベツのほか、パンジー（紫花）、コスモス（濃桃色）、ペニイモなど色調変化が鮮やかで、リトマス紙と同じような働きをする。児童の身近な植物の花、茎、葉、果皮、実等で作らせるとおもしろい。（表3）

水溶液のpH調整は、濃塩酸および水酸化ナトリウムの水溶液を希釈してpH1～pH13までの調整を行った。正確を期すため、最終的な調整は、pHメーターで確認しながら



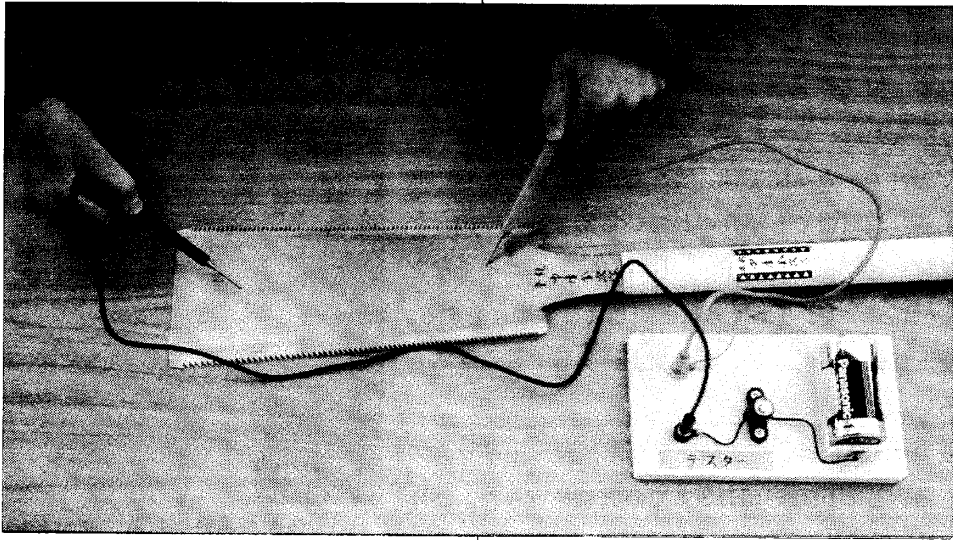
色素をろ紙にしみこませ乾燥させる

行った。色素の水溶液をろ紙にしみ込ませて乾燥し、これを使いやすい形に切って、試験紙の形で保存する。リトマス紙のように使いやすい。

(表3) pH値の違いによるいろいろな植物色素の色調変化

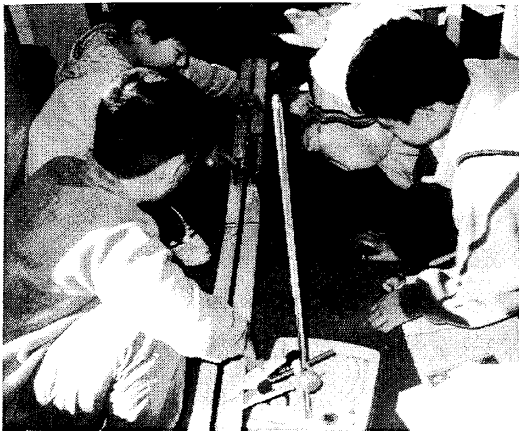
植物名	抽出液の色	酸性					中性	アルカリ性					
		pH1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
サザンカ	濃桃	薄橙			薄象牙色						黄	山吹	
トルコキキョウ	紫	濃桃	桃	薄桃						緑	黄	山吹	
サツマイモの皮	薄桃	薄桃			無色						薄緑	薄黄	山吹
クロマメ	薄茶色	暗赤色	朱色	薄茶色						茶色	褐色	茶色	
トウカエデ	薄赤茶色	薄赤	薄朱	薄赤茶色						黄緑	金茶色		
パンジー(紫花)	紫	濃赤紫		赤紫	紫	薄紫	青	緑青	青緑	緑	黄	山吹	
サルビア(赤花)	薄赤	濃橙		赤味がかった薄茶色						黄緑	山吹		
マリーゴールド(赤)	橙	赤橙色		橙色						黄緑	山吹		
ゼラニウム(赤花)	薄桃	赤	朱	薄桃		紫		黄緑		山吹			
コスモス(濃桃色)	紫	赤	濃桃	赤紫	紫		暗紫色		黄緑	黄色			
ヤツガシラの茎	暗赤色	赤	濃桃	桃	薄桃	薄茶	黄緑		山吹				
ナスの果皮	紫	赤	濃桃	桃	薄紫	青	緑		黄緑		黄		
ターメリック	黄	黄					山吹		朱	赤			
ムラサキキャベツ	青紫	赤		濃桃	赤紫	紫	青紫	緑青	青緑	緑	黄緑	黄	山吹
ベニイモ	薄紫	濃桃	桃	薄桃	薄紫		緑青		青緑	緑	黄緑	黄	山吹

イ そのほかのものづくり活動と特長

活動場面・学年・単元・ものづくり・写真	特長
<p>テスター 3年 電気の性質 a改良改善を加えながらきまりを発見していくものづくり活動</p> 	<p>電気を通すと、豆電球が点灯するテスター。バナナチップ端子を使い接触不良を起こすことなく、本格的なテスターの感覚が味わえる。</p>

ビースピで、ダイレクトに速さを測定して物の動きを調べよう 5年 物の動く様子

b 疑問や問題を解決するために児童が考えた実験装置づくり



今までは、速さの代わりにおもりの初めの位置（高さ）や坂の傾斜角と、おもりによって物が動いた距離との関係を調べていた。速度測定玩具「ビースピ」を使うことにより、直接速さを測定でき、写真3 ビースピ速さと物の動きとの関係を調べることができる。児童の発想を生かした実験が計写真4 ビースピを使っての実験画ができる。

右(四) おもりを斜面のものと比較して同じ高さから落とすと、斜面のものと比べて速く動く。これは、斜面のものが動きやすいためである。

実験 斜面の傾斜角を変えて、おもりの動きの様子を観察する。

速度を速くする。斜面の傾斜角を大きくする(20cm) (10cm)

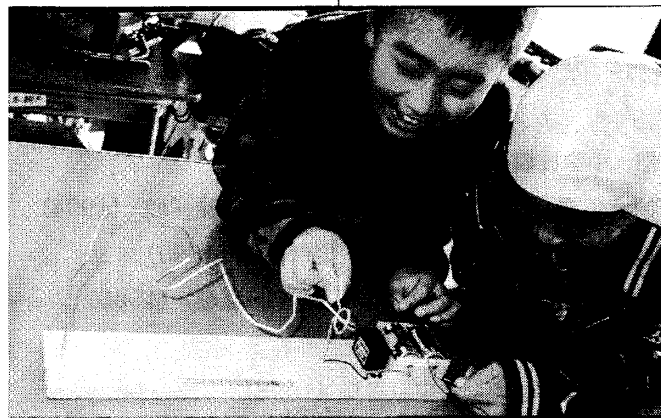
結果

高さ	傾斜角	時間	速度
1	10°	4.93	3.4
2	10°	4.48	7.9
3	10°	4.48	8.2
4	10°	4.43	8.2
5	10°	4.43	8.2
6	10°	4.43	8.2
7	10°	4.43	8.2
8	10°	4.43	8.2
9	10°	4.43	8.2
10	10°	4.43	8.2
平均値		3.30	8.23

電気の通り道のわかる、イライラしちゃう輪 3年電気の性質

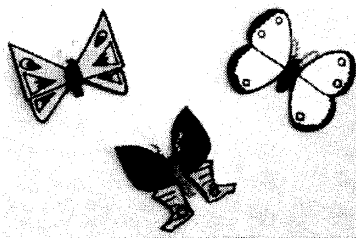
c 単元のまとめ発展としてのものづくり活動

アルミの輪がアルミの棒に触れ回路が閉じると、ブザーが鳴る。ゲームをしながら、回路の学習ができる。どこに電流が流れているかたどらせるなど、パフォーマンステストとしても利用できる。

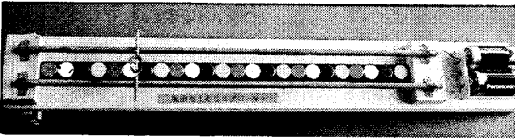
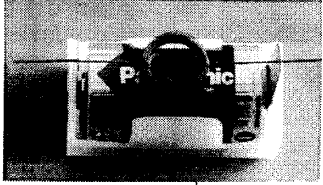
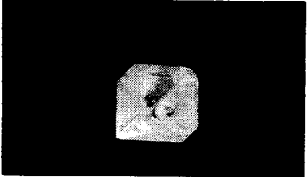


パタパタフライ 3年 磁石の性質

c 単元のまとめ 発展としてのものづくり活動



片面にN極・S極を縞状に並べた、2枚の板磁石の、異極は引き合い同極は退けあう磁石の性質を使ったおもちゃ。一方はチョウの羽の裏側に取り付け、他方を上下に動かすと、あたかもチョウのようにパタパタと羽ばたく。

<p>坂道も上るリニアローター</p> <p>○ 単元の導入の提示</p> 	<p>坂道もぐんぐん上る力強いリニアローター。コイルには竹串を通し、それに銅管をかぶせることにより太さが増し回転しやすくなる。一方の銅管には半分だけセロテープを貼る。</p>
<p>簡単らくらくモーター</p> <p>c 単元のまとめ発展としてのものづくり活動</p> <p>6年電磁石の性質や動き</p> 	<p>リード線などを使わず、乾電池ホルダーに銅板を差し込むだけで完成する、簡単モーター。フェライト磁石は、乾電池に直接に乗せておけばよい。</p>
<p>大きなミョウバン結晶づくり</p> <p>c 単元のまとめ発展としてのものづくり活動</p> <p>d 総合的な学習の時間や自由研究など弾力的に取り扱っていけるものづくり活動</p> 	<p>単結晶の大きさと、美しさに感動を与える。ミョウバンと釣り糸、容器と水という簡単な準備でよい。条件をどのように設定すると、大きなミョウバンが作れるのか児童に考えさせ、設計図代わりに実験計画書を作らせ、結晶づくりに向かわせるとよい。</p>

### 3 研究成果と課題

- 物質とエネルギー領域での、児童の主体的なものづくり活動の素材研究ができた。
- 実際の授業実践の中で、児童にあったものづくり活動の実践をさらに発展させていきたい。

#### 参考文献

- 文 部 省：学習指導要領 小学校編（1998）
- 全国理科教育センター研究協議会編：小学校理科教材の研究 東洋館（1994）
- 左巻健男：おもしろ実験もの作り完全マニュアル 東京書籍（1993）
- 「たのしい授業」編集委員会：ものづくりハンドブック（1～4巻）（1995）
- 浅岡文雄：愛知県教育センター研究紀要（1998）
- 左巻健男：たのしくわかる物理実験事典 東京書籍（1998）



## 評

子供たちの状況を見ると、映像や模型等による間接的な経験や疑似体験が増え、自然の事物現象に直接触れたり実際に自分の手で作ったりという機会が極端に少なくなっています。

また、学校においては、子供の「理科離れ」や「自然離れ」を心配する声も聞かれます。科学立国である我が国の科学技術の進歩と国土の自然環境の保護のためには、小学校から、自然事象への興味・関心を高め、子供が主体的に取り組めるような楽しい理科学習の展開を工夫することが大切であります。

このような状況の中で、本研究は、小学校理科のB区分（物質とエネルギー）において、単元の指導計画の中に「ものづくり活動」を位置付けることによって、子供たちの主体的な学習活動に迫ろうとした実践報告です。また、新学習指導要領の学年目標を詳しく分析したり内容や活動の系統性を把握したりして効果的に指導できるよう考えられています。

さらに、「ものづくり活動」を類型化して各学年ごとに活動例を示したり、6年生「身近な植物を使った酸・アルカリ指示薬」の実践例をまとめたりして、実際の学習指導に役立つ内容となっています。身近な素材や日用品等を用いた「ものづくり活動」を工夫することにより、子供たちは、主体的で楽しい理科学習に取り組めるようになるとともに、生活に密着した科学的な見方・考え方が養えるものと考えます。

本研究に示された「ものづくり活動」の例を参考にして単元全体の活動計画を工夫するとともに、活動内容や素材を各学校で更に工夫・改善することによって、子供たちの主体的な理科学習が促進できるものと期待します。