

## 理科・環境教育助成 成果報告書

第 2 回 期間：2004 年 11 月～2005 年 10 月

氏名：市川 由香 所属：横須賀市立浦賀中学校

課題名：1. ミラクルフルーツに含まれる味を変える物質の体験とその栽培  
2. 生徒が自然環境への関心を高め、環境問題についての理解を深められるような授業の年間カリキュラム作成

### 1. 課題の主旨

地球温暖化、オゾン層の破壊、環境ホルモンなど、環境問題がマスメディアなどで報道され、情報として実生活に入ってきているが、それを体験的な活動の中で学習することは子供達にとって課題が大きすぎる。また、周囲の自然環境を見回してみると、生徒たちが日常生活の中で動物を飼った経験はあっても、自然環境の中で動植物に触れる機会は減ってきているように思われる。

環境教育を行うにあたって理科においてはまさに環境教育を推進すべき教科であるが、必修教科の時間内のみでは、生徒が環境への理解を深め、環境の保全やよりよい環境の創造のために主体的に行動する実践的な態度や資質、能力を育成するのは難しい。

そこで、2004年度は3年選択理科において、前半は生物領域の『自然と人間－生物の生活とつながり』の単元で年間カリキュラムを作成し、実践したメダカを取り巻く環境についての学習を（10月に神中理横須賀大会で授業公開）、後半は日産科学財団からの援助によりミラクルフルーツ不思議体験と自然環境の調べ方についての学習を行った。さらに、2005年度は2年選択理科において前年度に引き続き、ミラクルフルーツの体験を行うとともに、身近なもののささやかな再生活動（石鹼作り・紙すき）などを通して、生徒が自然環境への関心を高め、地球上で起こっているさまざまな環境問題に気づき、自然環境との関わり方を主体的に考えられる生徒の育成を目指し、授業の年間カリキュラム作成を試みた。

### 2. 活動状況

2004年度3年選択理科年間カリキュラム

	授業内容	授業 時数
1	選択理科ガイダンス・コンセプトマップの書き方	1
2	第1回コンセプトマップづくり	1
3	葉脈標本作り	1
4	ダンゴムシとワラジムシの観察	1
5	ミジンコの観察	1

6	メダカの観察	1
7	メダカの卵の観察	1
8	モノアラ貝の観察	1
9	メダカの習性を探る実験&発表	4
10	プレテスト「長期間、生物が成育できる環境を調べる」(学習前)の実施	1
11	メダカを閉鎖環境で長期間飼育するための条件を考える(飼育計画の構築)	1
12	バイオスフェアづくり(&4週間の教室での観察)	1
13	分解者の存在を調べる実験方法を考える&第2回コンセプトマップづくり	1
14	微生物の存在とはたらきを調べるフィルムケースを利用した寒天培地の実験	2
15	バイオスフェアに関する疑問点を調べるための実験を考える	1
16	バイオスフェアに関する疑問点を調べるための実験	1
17	バイオスフェアの観察・実験でわかったことのまとめ&発表	1
18	生物どうしのつり合いについての学習・学習後のプレテスト	1
19	第3回コンセプトマップづくり・学習後のテスト	1
20	研究テーマ設定(第2回バイオスフェアづくり or 調べたいことの研究)	1
21	研究&発表	2
22	ミラクルフルーツ体験	1
23	酸・アルカリについて	1
24	ムラサキキャベツによる指示薬づくり	1
25	パンジーによる指示薬づくり&万能pH試験紙による水溶液のpH測定	1
26	地球環境問題(酸性雨)についての学習	1
27	アンケート実施	1

## 2005年度2年選択理科年間カリキュラム

	授業内容	授業 時数
1	選択理科ガイダンス	1
2	葉脈標本作り	2
3	気孔の観察	1
4	維管束の観察	2
5	ダンゴムシとワラジムシの観察(双眼実体顕微鏡の使い方)	1
6	ミジンコの観察	1
7	モノアラ貝の観察	1
8	メダカの卵の観察	1
9	味覚について・ミラクルフルーツ体験	2

10	酸・アルカリについて	1
11	ムラサキキャベツによる指示薬づくり	2
12	万能pH試験紙によるいろいろな水溶液のpH測定	2
13	石鹼作り	1
14	石鹼によるろうそく作り	2
15	牛乳パック・古新聞・野草から紙を作ろう	5
16	マツの葉の気孔で大気の汚れをチェックしよう	1
17	効き水・地球環境問題についての学習	1
18	ペットボトルを使って、水をきれいにしよう	2
19	もめん豆腐と絹ごし豆腐をつくろう	2
20	べっこうあめをつくろう	1
21	カルメ焼きをつくろう	1
22	電気パンをつくろう	1
23	万華鏡のしくみを考えよう&アンケート実施	1

#### ①葉脈標本作り・気孔・維管束の観察について

生物のからだの精巧さに目を向けさせるため、葉脈標本作りを行い、葉脈を木部と師部に分け、ラミネートをしてしおり作りを行った。1回目は持参した葉肉の厚い葉に挑戦し、2回目は校内に植わっていて、ほぼ確実に葉脈作りに成功するヒイラギで挑戦させた。気孔の観察では、まず葉の裏の表皮のはがしやすいもので観察し、次に液体絆創膏を用いて、葉の裏の表皮をはがしにくいさまざまな植物の気孔のようすも観察させた。維管束の観察については、ボルトと高ナット利用の簡易ミトクロームを用意し、薄い切片を作りやすくした。また、固定染色液にサフラニン+ファスト緑を使用した。

#### ②ダンゴムシ&ワラジムシ・ミジンコ・モノアラ貝・メダカの卵の観察について

ダンゴムシ&ワラジムシの観察を通して、双眼実体顕微鏡の操作方法や観察およびスケッチのし方を確認させた。また、身近な生物をじっくり観察し、小さな生物の生命の営みを感じさせる目的で、オオカナダモ・ウィローモス・ミジンコ・モノアラ貝・メダカの卵などの水槽内の生物の観察を中心に行った。植物については葉緑体等の細胞の様子を、動物については心臓や血管等のようすを観察させた。

#### ③ミラクルフルーツ体験について

大学時代、卒論で研究し、かねてから生徒たちにも体験させたかった『ミラクルフルーツ体験』（ミラクルフルーツの実を口に含むことによって酸っぱいものを甘く感じる体験）をさせた。まず、アスコルビン酸（ビタミンC）、クエン酸の味見をし、ミラクルフルーツを口に含んだ後、もう一度味見をさせた。また、レモン、トマト、ヨーグルト、梅干しなど様々な酸味のある食物を食した。次に、ミニ科学者になったつもりで、『なぜ、ミラクルフルーツを口に含み、酸っぱいものを口に含むと甘く感じられるのか。』を考え、発表させた。また、体験した後の種子を土に埋め、成長を観察した。

《ミラクルフルーツ体験の授業で使用したワークシート》

## ミラクルフルーツに含まれる《ミラクリン》の効用を体験する

体験日： 2005. 6. . ( ) 2年( )組( )番 氏( )

### 【ミラクルフルーツについて】

この植物は、ガーナからコンゴにかけて海岸の低木林あるいは林の縁に添って自生する西アフリカ固有の植物で、しばしば住家の周りにも植えられています。3メートル位までに成長する常緑低木で、生長はきわめて遅いです。原産地の開花は5～6月と9～10月の2回ですが、日本での温室栽培(20℃以上)では年間を通じて次々と開花結実します。果実は長楕円形か卵型で長さ2cm、直径1cmくらいの多肉質の果で、赤熟し、中に1個の種子があります。

この果実はすっぱいものを甘くする不思議な働きを持っています。果実の赤い皮を除き、白い果肉を口に含み舌の全面に行きわたるように2～3分転がします。その後、すっぱいものを味わうとそれが甘味に変わってしまいます。

アフリカの原住民は、以前よりすっぱいやし酒を飲む前やトウモロコシの発酵パンを食べる前に、甘味をつける目的でこの実を食べる習わしがありました。この果実を、奇跡の果実(miracle fruit ミラクルフルーツ)または魔法のベリーと呼んでいます。

### 【ミラクルフルーツの体験の仕方】

ミラクルフルーツを口に含み、皮を取って、白い果肉を舌全体に触るように1～2分よ～くなめます。その後、レモンなど、すっぱいものを食べてみましょう。

### 【ミラクルフルーツをなめた後の味覚はどう変わりましたか？】

1. ミラクルフルーツの実の味
2. レモン
3. 梅干

4. トマト
5. アスコルビン酸・クエン酸

【なぜ、ミラクルフルーツを口に含むとすっぱいものが甘く感じられるのか、考えてみましょう。】

【今日の授業の感想】

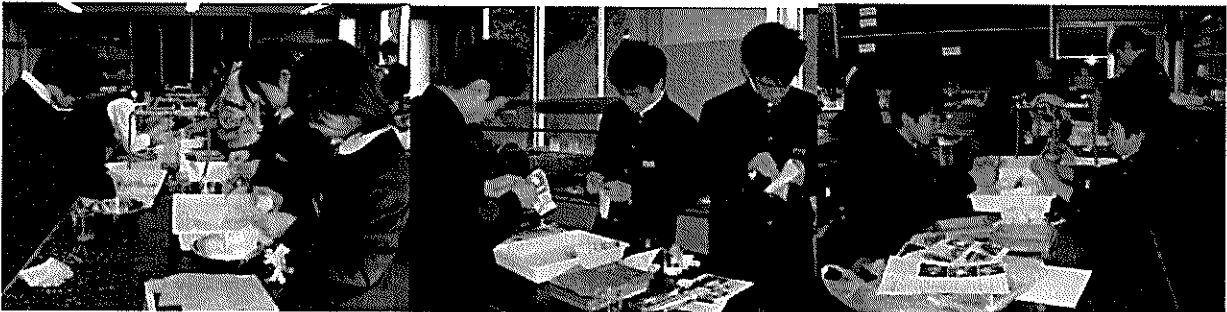
#### ④酸・アルカリ・地球環境問題について

環境問題を認識するためには実際に自分の身のまわりの自然環境を調べる必要がある。また、それを調べる手だてとして酸・アルカリやpHの基礎概念やイオンの存在を習得する必要があると考え、2004年度は水酸化ナトリウムと塩酸でpH1～14の水溶液を作らせ、身近な教材としてムラサキキャベツとパンジーを用いて、pHの基礎概念を学習した。2005年度については、さらに身の回りの水溶液のpHをムラサキキャベツや万能試験紙を使って調べたり、『4. 5%穀物酢を何倍に薄めることによってpH7に近づけることができるか』を研究することによって、pHの基礎概念を習得させ、酸性雨の学習につなげた。

#### ⑤石けんづくり、ろうそくづくり・紙すきについて

日頃、ごみとして捨てている廃油を利用した石けんづくり、また、手作り石けんによるろうそく作り、牛乳パック・新聞紙や野草による紙すき（ためすき法・流しすき法）等、身近なものからのささやかな再生活動を通して、生徒が自然環境への関心を高め、地球上で起こっているさまざまな環境問題をより身近に感じるきっかけになればと思い、教材として取り上げた。

### 《紙すきの活動風景》



(1 1 月末日までにカリキュラム 1 5 の 2 時間目まで実施)

### 3. 結果

#### ①葉脈標本作り・気孔、維管束の観察について

葉脈標本作りでは葉脈の美しさに気づき、できた標本を大事に持ち帰るものが多かった。1 回目に失敗した生徒は 2 回目に丁寧に作り、全員が標本作りをすることができた。色々な葉に挑戦する生徒もいた。また、葉脈にも水分の通り道である木部と養分の通り道である師部が分かれていることに、驚く生徒が多かった。

#### 《葉脈標本作り・生徒の感想》

- ・ 意外に難しかった。葉脈はすごくきれいですぐやぶけてしまうほどやわらかかった。最初は全然うまくできなくてショックだったけど、やるにつれてうまくなったからよかった。難しかった。
- ・ いつも見られない細かい葉脈が見られた！緑の葉の中に入っている！とっても楽しかった。ツバキを失敗したので、もう一度挑戦したいです。
- ・ すごくきれいだった。葉肉をはがした後もまた 1 枚はがれた。道管の通っているところがよくわかった。
- ・ 葉の皮がきれいにとれた。道管と師管は分かれなかったと思っていたがきれいにはがれてびっくりした。
- ・ 煮すぎということもあったかもしれないけれど、1 回目のツバキより 2 回目のヒイラギの方が葉肉がとりやすかった。私たち人間の皮膚を溶かしてしまうほどの水酸化ナトリウムを使うということで、最初は全部がドロドロに溶けてしまうのでは？と思っていたけど、実際やってみるとたたくまではあまり形がくずれなくてびっくり。成功したときは、葉脈って少し丈夫だなとも思いました。きれいにはがれたときは何となくうれしかったです。

#### 《気孔の観察・生徒の感想》

- ・ 葉によって少しずつ気孔の形が違った。気孔が口みたいでおもしろかった。
- ・ いっぱいスケッチした。いっぱい調べられたのですごくよかった。観察するのが楽しい。
- ・ 見ていて気持ち悪くなったが楽しかった。薄皮をとるのにハマってしまい、あまり観察できなかった。液体絆創膏をつけるとすごく取りやすくなった。
- ・ 気孔が数え切れないほどあった。気孔は一度見たことはあったけど、今回もう一度観察して、また

一ついい勉強をしたなと思った。

- ・ 天気がよい時は気孔は口を開いているのかなあ。(今日はよくないから閉じていました。)

#### 《維管束の観察・生徒の感想》

- ・ 維管束の色が2つに分かれて、道管と師管の違いがよくわかった。双子葉類と単子葉類の維管束の違いも、教科書で見るときよりもわかりやすかった。
- ・ 自分で切った茎に色をつけて見れたのでとてもよかった。もっといろいろなものも見てみたいと思った。
- ・ 普通に見たら、ほとんど何も見えなかったのが、拡大して見えた時は驚きました。
- ・ 切り方が下手で丸く切れなかったけど、拡大したら見えました！！色がちゃんと見分けられて茎全体に穴が開いていました。すごく楽しかった。染色して水につけたらくるくる回った。イヌムギはチチコグサよりも動きが遅かった。

#### ②ダンゴムシ&ワラジムシ・ミジンコ・モノアラ貝・メダカの卵の観察について

ダンゴムシはどこにでもいる身近な動物であるが、触れない生徒が多いことに驚いた。1時間、気持ち悪がりながら観察する生徒もいたが、『観察しているうちに、かわいくなりました。』と報告してくる生徒もいた。ミジンコ・メダカの卵の観察では毛細血管の中を流れる血液の様子や心臓の動きが確認できた生徒が多く、気持ち悪がる生徒もいたが、生命の存在を強く感じた生徒も多かった。

#### 《ダンゴムシ&ワラジムシの観察・生徒の感想》

- ・ 気持ち悪かったけど、少しは慣れた。
- ・ ダンゴムシを初めて双眼実体顕微鏡で見て、とてもリアルに見れた。
- ・ 両方のムシを見ていたら、いろんな動きをしておもしろかった。
- ・ ダンゴムシとワラジムシは見た感じが同じだったけど、詳しく観察してみると、違うところがけっこうあった。

#### 《ミジンコの観察・生徒の感想》

- ・ 初めてあんなにきれいに見えました。すごく心臓がはげしかった。
- ・ あんなに小さいのにピクピク動いていてすごかった。
- ・ 1年生の時に観察したミジンコと違っていました。いろいろなミジンコがいることを発見しました。観察できてよかったです。
- ・ 1年の時にミジンコの観察はしたけれど、また今回、もう1度観察して、改めてどんな生物なのかわかった。心臓もしっかり動いていて、こんなに小さな生物なのにすごいなと思った。
- ・ やっぱり見てみると気持ち悪い。スケッチがうまくできませんでした。細かいところをもっと丁寧に描けるようにしたいです。心臓やあし？が動いていました。

#### 《モノアラガイの観察・生徒の感想》

- ・ このカイは生きがよくて？観察するのが大変でした。心臓のあるところが黒っぽくて見づらかったです。ドクドクと人間と同じように動いていました。
- ・ 目があり、よく見るとけっこう可愛かった。こうらの模様など、細かい様子について学べた。

### 《メダカの卵の観察・生徒の感想》

- ・ 人間と同じようにあちらこちらに血管がある。やはり、メダカ独特の目の大きさが印象に残った。でも、生き物を観察すると、どうしても気持ち悪いですね。
- ・ 小さい卵だけど心臓や血管がちゃんとあった。これからもっと育ったら、もっとメダカの形になるのか、調べてみたいと思いました。
- ・ すごく小さな卵なのに、よく中にいられるなあと思いました。、卵のとき、中で動いていると、「ワッ」とか「キモイ」とか思うけど、血液の流れも速く、これも1つの命なんだと思いました。この子が元気に生まれて育ってくれればいいなあと思います。
- ・ 卵の回りの毛が卵どうしをくっつきやすくしているんだなあと思った。血液は赤というイメージが強いけど、白っぽかった。ゆっくりゆっくり流れていた。

### ③ミラクルフルーツ体験について

自然の不思議に驚いていた生徒が多かった。発育が非常に遅い上に10℃以下では枯れてしまうなど、扱いにくい植物だが、暖かい時期には自分達が体験した種子を植えて、教室で育てさせた。実がなるまでに5年かかるので、来年度以降は教師側で栽培し、5年後に実がなることを期待したい。

#### 《生徒の感想》

- ・ いつも酸っぱくて食べられないレモンが、グレープフルーツみたいに甘くなったのが一番すごいと思った。トマトは甘すぎておいしくなかった。すごい変化でとてもびっくりした。
- ・ テレビで見たときに、食べたいと思っていました。それで、食べることができてよかったです。ミラクルフルーツを食べて、トマトを食べたときが一番甘かったです。レモンもとてもおいしかったです。体験できてうれしいです。また、やりたいです。今日の授業はとても楽しかったです。
- ・ 私は酸っぱいのが苦手なのでレモンをちょっとこわがっていたんですけど、ミラクルフルーツを食べた後、レモンを食べたら、レモンシャーベットみたいな味がして、びっくりしました。
- ・ ミラクルフルーツの話は1回、小学校の先生が話していたけど、もう2度と食べたくない！！レモン好きだけど、全く味が変わっちゃった。

### ④酸・アルカリ・地球環境問題について

ムラサキキャベツとパンジーに含まれるアントシアンはリトマス紙やBTB液よりもより細かく酸性度・アルカリ性を調べることができ、中学校でpHを理解するためにはよい教材であると考えられる。しかし、中性付近ではほとんど同じ色（紫色）になってしまうので、いろいろな水溶液のpHを調べるためにユニバーサル万能試験紙を使用した。今後、酸性雨の酸性度の測定につなげられると思う。

2005年度については2年生での実施だったので、イオンの理解は難しいと考え、身の回りの酸性物質とアルカリ性物質を認識させた。また、それを実際に薄めさせて、どのくらい薄めると、川に流しても生態系に影響を与えないかを考えさせたが、生徒たちにとって、濃度自体が理解しにくい概念であり、もっと時間をかけて、カリキュラムを組んだほうがよかったと考える。



## 《生徒の感想》

- ・ 紫キャベツの色がじょじょに変わって行ってきれいだったです。
- ・ pHを上げるのにすごくたくさんのお水で薄めないといけないことがわかった。pH3からpH4まで上げるのにすごく苦労した。
- ・ かなり薄めたけど、なかなかpH6にすることができなかった。相当薄めないとならない。とてもむずかしかったです。
- ・ 酢を中性にするにはかなりの水が必要だった。これだけ中性にするのが大変だと、酸性雨を中性にするにはどれだけ大変だろう？

## ⑤石けんづくり、ろうそく作り、紙すきについて

石けんづくり、ろうそく作り、牛乳パック・新聞紙や野草による紙すきは製造過程が理解しやすく、簡単につくることができる。紙作りは年賀状の時期も考えて、11月後半に設定した。ものづくりは生徒たちも楽しそうで、石けんを入れる容器や、ろうそくの色、紙に入れる落ち葉等、それぞれ工夫しながら活動に取り組んでいた。(紙の原料をすく木の枠は時間的な制約から、教師が作成した。)

## 《石けん作り・生徒の感想》

- ・ 初めて手作り石けんを作りました。けっこう難しかったけれど、廃油とオルトケイ酸ナトリウムなどを加え、混ぜると石けんができる！なんてすごい！！
- ・ 汚い油から石けんができたのはびっくりだった。
- ・ 白いつぶつぶがなくなるまで頑張っておきませた。疲れたけど、楽しかった。
- ・ 1回目振りすぎて容器に入れ替える前にスライムみたいになってしまったけれど、2回目はちゃんとできた。でも、次の週に見たら、油が上に分離していた。その油を捨てたら、下に何となく石けんみたいなものがあったからよかった。

## 《ろうそく作り・生徒の感想》

- ・ クレヨンで色をつけたがとてもきれいに混ざり、とてもかわいいろうそくができた。石けん→ろうそくと、すべて手作りでできたのがとても良かったと思う。
- ・ 石けんとお酢を混ぜたら、すさまじく臭くてとてもつらかった。でも、おもしろかった。
- ・ においがきつかったが、ネチョネチョしたものがろうだとは思ってしなかった。とてもおもしろかった。ろうそくはきれいに固まったので、火がつくか楽しみだ。
- ・ 家の石けんを使ってみたくと思った。後で、何で石けんにお酢を加えるとろうになるのか気になった。

## 《紙すき・生徒の感想》

- ・ 紙をミキサーで細かくした後にできた水は紙の感じがしなかった。かわかすと固まったのですごくいいと思った。
- ・ (1回目)牛乳パックのポリエチレンをはがす作業は結構大変で、面倒な作業だった。次回はミキサーを使っていよいよ紙作りです。(2回目)紙が1枚完成しました。うまく行ってよかったです。
- ・ 牛乳パックが大きすぎてミキサーがなかなか回らなかった。牛乳パックのポリエチレンをはがす作

業は意外に難しかった。ためすき法は難しかった。うすいところと厚いところができてしまった。流しすき法は成功したいと思った。

- ・ 私達がいつも飲んでいる牛乳パックがまた紙になるのは知っていたけれど、実際に自分でやってみると、リサイクルって本当にすごいと思った。次回はためすき法と流しすき法の違いを考えながらやりたいと思う。

#### 4. 今後の課題と発展

動物の観察ではダンゴムシを気持ち悪がってさわることのできない生徒も多く、自然環境をより理解するためにはまず、自然に触れる機会を増やし、その中での生物のつながりを学ぶ必要性を感じた。日常から、学級内等で生物を飼い、自然環境を自然に意識できるような学習環境があることが望ましい。

また、実際に自分の身のまわりの環境を調べ、環境問題を認識するためにはそれを調べる手だてとして酸・アルカリやpHの基礎概念やイオンの存在、COD・BODによる水質検査方法等を習得する必要があると考える。

週1時間の授業でカリキュラムを組む上での問題点として、「思考の連続性」がある。教師が問題提起をし、生徒一人ひとりが研究課題を見だし、予想を立て、実験観察を行うには50分内で行うのは難しい。また、時間短縮のために教師側で準備・片付けをしなければならないことも多い。生徒の主体性を重視するためには50分の中で生徒をどう活動させるか、生徒の思考を1週間後の（または2週間後）の授業にどうつなげていくかが、課題である。

今後は、引き続き生徒が環境教育へより関心を持ち、理解し、主体的に行動していくような授業のカリキュラムを他の単元や教材において検討し、環境教育をさらに推進していきたい。

#### 5. 発表論文、投稿記事及び当財団へのご意見など

2004年度の研究については、『2004年度横須賀市環境教育研究会研究報告』で報告させていただきました。ミラクルフルーツとの出会いは大学時代で、それ以来私にとって、この不思議な体験を授業で生徒たちに体験させることは長年の夢でした。今回、助成金をいただき、授業でミラクルフルーツを扱うことができ、貴財団には大変感謝しております。

当初の予定では、10℃以下では生育できないミラクルフルーツ用の温室を購入する予定でしたが、ミラクルフルーツの発育が大変遅く、授業中に栽培をさせるには教材としては適さないと判断し、新たなカリキュラムを作成いたしました。（現在、栽培中の苗はまだ小さいため、自宅の室内で育てております。）

選択授業を選択する生徒が115名（2005年度）いるので、援助をいただいたことによって学校の予算だけではできない実験に取り組んだり、生徒一人ひとりが個々に実験に取り組めるように実験試料や実験道具を用意することができ、生徒の学習意欲をより高めることにつながったと感じております。

来年度以降、さらに年間カリキュラムを検討し、環境教育の推進を心掛けていきたいと思っております。  
本当にありがとうございました。

〈参考文献〉

中学校 理科2分野上 教師用指導書（大日本図書）

新・科学の実験 紙をつくる（少年写真新聞社）

理科指導大百科 第1集（少年写真新聞社）

理科指導大百科 第2集（少年写真新聞社）

理科指導大百科 ベストヒット集（少年写真新聞社）