高等学校における「総合的な学習の時間」（環境科学）の学習指導案

上西一郎　中西敏昭　田先崇志
（兵庫教育大学）（兵庫県立神戸甲北高等学校）（兵庫県立香寺高等学校）

筆者らは，高等学校学習指導要領（平成11年3月）に示された「総合的な学習の時間」のひとつの学習科目「環境科学」（筆者命名）について，新しい教育課程の編成とその試行についての継続的研究を続けている。新科目「環境科学」の教育課程の編成に際しては，生徒の実態，地域の実態や社会の要請等と教育目的・教育内容・教育方法が整合するよう，長期にわたり十分な実践を重ねてきた。1年生又は2年生のどちらかの選択履修科目に設定し，配当時間は週あたり2単位時間としている。環境科学的な実験観察を中心にすえ，体験活動重視の学習指導法を実践し考察してきた。本論は，「環境科学」について，毎時又は数時間に渡る具体的な学習指導案の事例を取り上げ，授業実践の参考資料となることを目指している。

キーワード：総合的な学習の時間，学習指導案，環境科学の研究法，タンポポの生育環境，酸性雨，ごみ処理

上西　一郎：兵庫教育大学学校教育研究センター・助教授，〒673-1421　兵庫県加東郡社町山国2007-109
E-mail: Uenishi@ceser.hyogo-u.ac.jp
中西　敏昭：兵庫県立神戸甲北高等学校・教諭，〒651-1144　神戸市北区山田町大脇台9-1
E-mail: aki-tosi@mx2.wt.tiki.ne.jp
田先　崇志：兵庫県立香寺高等学校・教諭，〒679-2163　兵庫県神崎郡香寺町土師547

Teaching Programs for a New Integrated Study Subject "Environmental Science" in High Schools

Ichiro Uenishi, Tosiaki Nakanishi, and Takashi Tasaki
(Hyogo University of Teacher Education)(Kobekohoku High School)(Kodera High School)

The purpose of this study is to examine and implement a new subject called environmental science in high schools. A new course of study for upper Secondary Schools was officially announced on March, 1999 by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. This course of study will be in effect on 1 April ,2003. It is hoped that the new integrated study subjects will be designed and introduced in high schools on 1 April 2003. The authors discussed, programmed and described the teaching programs in detail. Experiments suitable as investigations were carried out for the lessons on the new subject.

Key Words : environmental education, teaching plan, adaptaions between two dandelions, acid rain, litter problem

Ichiro Uenishi is an Associate Professor of Center for School Education Research, Hyogo University of Teacher Education. Yashiro 2007-109, Katoh, Hyogo 673-1421 Japan. E-mail: Uenishi@ceser.hyogo-u.ac.jp
Tosiaki Nakanishi is a teacher of Kobekohoku High School. Owakidai 9-1, Kitaku, Kobe 651-1144 Japan
E-mail: aki-tosi@mx2.wt.tiki.ne.jp
Takashi Tasaki is a teacher of Kodera High School. Haji 547, Kodera, Kanzaki, Hyogo 679-2163 Japan

1 はじめに

「高等学校学習指導要領（平成11年３月告示）に，『総合的な学習の時間』において各学校は，地域や学校，生徒の実態等に応じて，横断的・総合的な学習や生徒の興味・関心等に基づく学習等，創意工夫を生かした学習活動を行う」と規定されている。

筆者らは，上記の高等学校学習指導要領の「総合的な学習の時間」の１つの科目として，理科を核にしつつ，横断的な複数の教科（数学科や公民科等）の内容・活動にからむ問題を解決する新科目を構想した。それを「環境科学」と名付けその教育課程の編成を試みている。この「環境科学」は高等学校１年次又は２年次に履修する科目で，週あたり２単位時間，１年間実施される教科と条件設定し，９個の主題からなる新教育課程を編成した。本論は，この「環境科学」の各主題に関する毎時又は数時間分の「学習指導案」の数例を取り上げ，将来各地の高等学校での「総合的な学習の時間」授業実施の際の参考資料となることを願っている。

2 「総合的な学習の時間」の科目「環境科学」の学習指導案の作成経過

前述のように，「環境科学」は高校生１，２年生に週あたり２単位時間を配当し，通年学習する科目として教育課程を編成した。

「環境科学」の年間学習指導計画表の作成には，実施年度　実施学年，実施学級，単位数，指導者，教材，学習内容，学習方法等に関する解説が必要である。そのために，以下に示す内容の「環境科学」年間指導計画表を，担当者間で協議し作成した。

第１表　学習指導案の形式

「環境科学」学習指導計画案（略案）

（１）実施年度　平成１５年予定
（２）実施学年　○○高等学校１又は２学年
（３）実施学級　○組～○組
（４）指導者　教諭　○○○○，教諭　○○○○

生徒の活動	教師の働きかけ	予想される反応と対応

その際，学習指導案の書式は，「教育実習の新たな展開」有吉英樹・長澤憲保編著ミネルヴァ書房刊の85頁を参考にし，第１表の形式にした。

作成した学習指導案は４種類で，各時間の主題は，以下の４例である。各主題とも，「課題設定のしかた」，「調査研究の方法」，「研究のまとめ方」，「研究発表の仕方」等について，高等学校学習指導要領に示されている「総合的学習の時間」に関する記載を満たすよう配慮した。４例の各「主題」は次の通りである。

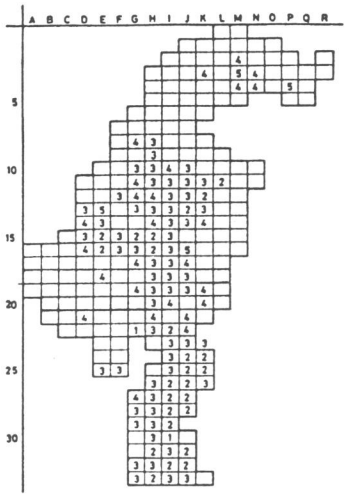
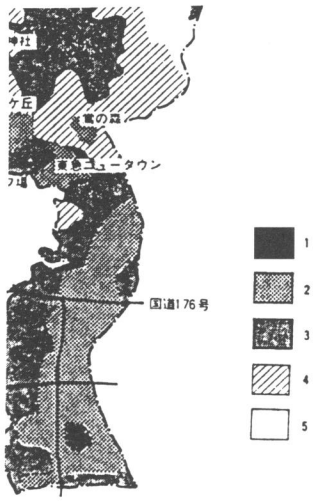
例１：「自然環境調査法とそのまとめかた」
例２：「ニホンタンポポとセイヨウタンポポの分布環境の調査とそのまとめかた」
例３：「酸性雨調査法とそのまとめかた」
例４：「ごみ処理とダイオキシン発生問題の検討」

3．環境科学学習指導案例

（１）　総合的な学習の時間「環境科学」学習指導案　例１

年月日　平成○○年○○月○○日
学　校　兵庫県立○○高等学校
学年組　第２学年○組
校　時　第○　校時
場　所　生物教室
授業者　○○○○

1　単元名　「環境科学の学習法」(1)
2　単元設定の理由　略
3　単元目標　略
4　単元指導計画　略
5　本時の主題　「自然環境調査法とそのまとめかた」
6　本時の目標　略

生徒の活動	教師の働きかけ	予想される反応と対応
1　前時の内容を想起する。	1　前時を学習内容を思い出させる。	＊　調査前の準備段階で「昆虫などの存在状態」を表す，「表現」を発表させ，生徒間で相互評価させる。 例（ア，たくさんいる　イ，少しいる　ウ，いなくなった　エ，もとからいない）
2　「自然環境調査法」の例がいえる。	2　兵庫県環境○○協会から，○市の「カタツムリ・アシナガバチ・ススキの平均存在率を求めて欲しい。」との依頼があったことを知らせる。	＊　存在場所の表示に，「地域メッシュ」（第１図）等が使われることを紹介する。
3　各種の調査法をあげることが出来る。	3　どのような調査方法があるのか考えさせる。	＊　存在状態の表現法として「数値化」する方法が有効であることを助言する。（①３種ともほとんど，あるいは全くいない②特別な場所しかいない③ひどく減少していていないこともある④相当減少しているが，いる⑤３種ともほぼいる）
4　個別に調査法の特徴を説明できる。	4　このような調査に生徒が協力するときの準備や問題点を話し合わせる。	＊　これらを各メッシュの自然度に換算（自然度１～５と表示する）し，地域メッシュ上に表現させる。
5　個々の調査の持つ問題点が指摘できる。	5　第１図は“集めた”ものを“まとめた”のであり，これをもとにして，地形図の実際に合うような表現（第２図）に変えさせる。	 第１図
6　第１図から「等自然度域」（第２図）を描くことができる。	 第２図	＊　アンケートによる動植物（カタツムリ・アシナガバチ・ススキ）から求めた自然度(2) ＊　サンプル密度が低い場合は特に回答の信頼性が問題になることを指摘する。
7　再び個々の調査の持つ問題点が指摘できる。	6　第２図ではじめて“よみとる”及び“伝える”ことができた。しかし，“みかけない”ということは必ずしも“いない”ということではないことを説明する。	＊「アンケートの取り方，集計の仕方や結果の表し方において，不備が見逃されていることが度々あるのではなかろうか。」
8　資料「実証的研究の方法」の要点を箇条書きできる。(5)	7　自然環境調査とそのまとめかたに関連した資料プリントを配布し，その要点を箇条書きさせ，提出させる。	＊　資料プリント　　調査内容・方法 調査内容・方法 方法の選択 科学においては，ある物理量を測定する適切な方法は…中略…… しかし，小学校低学年など描画能力が未発達な学習者の場合はこのような調査は不可能である。
9　次時の予定が言える。		

資料

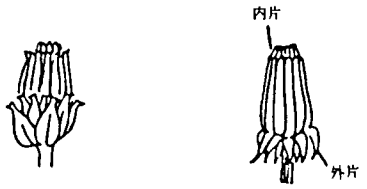
（1） 高等学校における「総合的な学習の時間」の1科目「環境科学」の教育課程の新編成とその試行研究，p.140，上西一郎・田先崇志・中西敏昭，「学校教育学研究」第12巻，兵庫教育大学学校教育研究センター，(2000.2.10.)
（2） 川西市自然環境基礎資料編，「川西市自然環境調査報告書」(1976)
（3） 川西市自然環境基礎資料編，「川西市自然環境調査報告書」(1976)
（4） 兵庫県立川西緑台高等学校，「学校における調査の研究」，長谷川太一・中西敏昭，昭和50,51年度統計教育研究指定の報告，pp. 1 ～3 (1976)
（5） 「実証的教育研究の技法」，p.24，西川 純，大学教育出版 (1999.1.10)

（2） 総合的な学習の時間「環境科学」学習指導案 例2

総合的な学習の時間「環境科学」学習指導案

年月日 平成○○年○○月○○日
学 校 兵庫県立○○高等学校
学年組 第2学年○組
校 時 第○～○校時（連続2時間）
場 所 生物教室
授業者 ○○○○

1 単元名 「自然環境の調査法」(1)
2 略
3 略
4 略
5 本時の主題 「ニホンタンポポとセイヨウタンポポの分布環境の調査法とそのまとめ方」
6 本時の目標 略
7 本時の指導計画

生徒の活動	教師の働きかけ	予想される反応と対応
1 「タンポポの分布と生育環境の調査法」が説明できる。 2 2種のタンポポの特徴を説明できる。 3 メッシュ図を使ってデータの表示ができる。	1 前時の学習内容（自然環境調査法）を想起させる。 2 ニホンタンポポとセイヨウタンポポ分布と生育環境調査をしてみよう。この調査の準備や問題点を話し合わせる。 3 調査方法を説明する。 ① メッシュ地図上にタンポポの採集場所を赤で採集番号とともに記入する。 ② 採集したタンポポをラベルに挟んで提出させる。 ③ タンポポの種類を確認した後，返還されたラベルのデータをマークカードにマークする。	＊ 自然環境の調査方法・内容に関する1分間スピーチ ＊ ニホンタンポポとセイヨウタンポポの区別法を図示する。(第1図)  ニホンタンポポ セイヨウタンポポ 第1図

4　いろいろな生育環境におけるタンポポの存在率を計算できる。

4　存在率の計算法を説明する。（ニホンタンポポの生えていたメッシュ数（混在も含む）をタンポポが生育していた全メッシュ数で割り，%表示したものをニホンタンポポの存在率と定義することを知らせる。）

＊　標準メッシュ（昭和48年行政管理庁）を細分し，縦×横（約450m×約600m）のメッシュをつくる。

5　存在率のデータを解釈できる。

5　「もし，公園を空き地にしたら2種のタンポポは，増加・減少の判断は→から難しいが，セイヨウタンポポでは矢が↗となっていることから，95 ～ 99%の信頼度で増加すると考えられる。」と解釈できることを説明する。(2)

＊　メッシュの「画像処理プログラム」（作成者：中西敏昭）

6　マークカードの各桁の意味が説明できる。（例：メッシュのX軸は1，2桁を使って，03なら0と3を鉛筆で塗りつぶすと良い。）

＊　マークカード記入用環境番号を設定する。
01寺・神社・城 02池 03工場 04公園・川 07学校 08ゴルフ場 09駐車場 10住宅 11道路 12庭 13森林 14空き地・広場 15野原 16花壇 17芝生 18線路 19掘 20街路樹の下 21墓 22水路 23荒れ地 24病院 25土手 26畦道

＊　マークカード（10桁の振り分け）

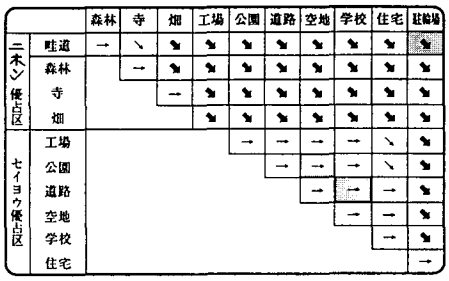
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X軸		Y軸		種類	環境		自然度	混在	寄与度
03		20		2	13		5	2	4

第2図

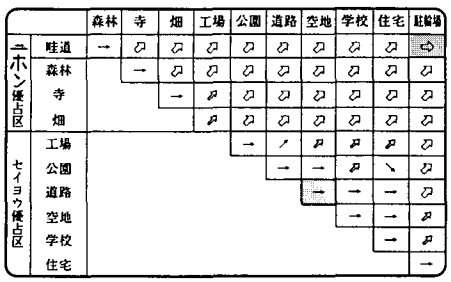
＊　第2図の表示内容

X軸：メッシュの横軸番号
Y軸：メッシュの縦軸番号
種類：カンサイ＝1　セイヨウ＝2　シロバナ＝3　ブタナ＝4
環境：上記の環境番号参照
自然度：5段階（5自然度非常にある…1自然度全く無い）
混在：（2種類ある時は1，1種類の時は2）
寄与度：環境が人間生活に寄与する度合い。5段階。

ニホンタンポポ



セイヨウタンポポ



第3図

＊　第3図において，畦道と駐車場をクロスすると，カンサイタンポポでは矢が↘，セイヨウタンポポでは矢が↗となっている。これは，「もし，畦道を駐車場にするとカンサイタンポポが100%の信頼度で減少し，セイヨウタンポポが100の信頼度で増加する」ということを表している。

8　次時の予定

注

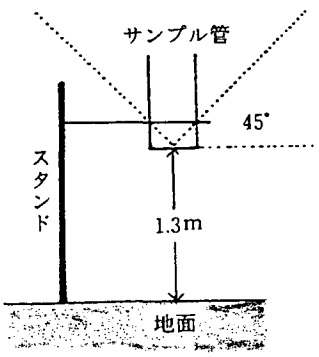
（1）　高等学校における「総合的な学習の時間」の1科目「環境科学」の教育課程の新編成とその試行研究，p. 140，上西一郎・田崎崇志・中西敏昭，「学校教育学研究」第12巻，兵庫教育大学学校教育研究センター，(2000. 2. 10.)
（2）「フィールド学習」理論と方法，pp. 136～143，野上智行・岸本　浩，明治図書
（3）　環境指標としてのタンポポの分布の多変量統計解析，中西敏昭・長谷川太一・谷村　潔，兵庫生物第9巻4号，pp.241 ～244，兵庫県生物学会（1988. 1.）

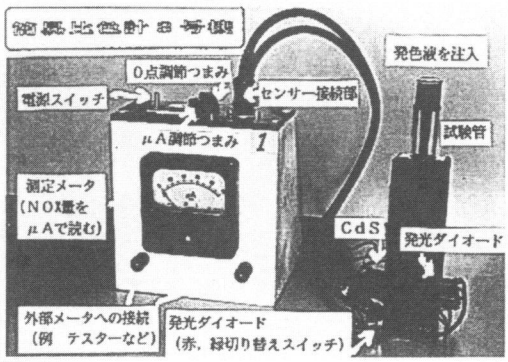
（3）　総合的な学習の時間「環境科学」学習指導案　例3

総合的な学習の時間「環境科学」学習指導案

年月日　平成○○年○○月○○日
学　校　兵庫県立○○高等学校
学年組　第2学年○組
校　時　第○　校時
場　所　化学教室
授業者　○○○○

1　単元名　「水質調査・雨水調査」(1)
2　単元設定の理由　略
3　単元目標　略
4　単元指導計画　略
5　本時の主題　「酸性雨調査法とそのまとめ方」
6　本時の目標　略
7　本時の指導計画

生徒の活動	教師の働きかけ	予想される反応と対応
1　前時の内容を想起する。酸性雨調査の目的が説明できる。 2　酸性雨の試料を集める方法及びその注意点が言える。 3　測定のためにサンプル管を第1図のように置く理由が言える。 4　pHメータ，導電率計の正しい使用法が説明できる。 5　pH計・導電率計を使って，できるだけ早く測定することができる。 6　酸性雨調査用紙の記入法について説明できる。 7　酸性雨測定実験における，測定上の留意点が言える。 8　簡易比色計の機能・測定原理及び使用法について説明できる	1　前時を学習内容（酸性雨調査の目的pHの意味・計器によるpHの求め方）を思い出させる。 2　酸性雨調査実験法の説明をする。 ①試料を集めるサンプル管の固定法を図示する。 ②100mlビーカ2個に水道水，清涼飲料水等をいれ，pHメータ，導電率計による測定法を説明する。 ③酸性雨記録用紙の記入上の注意について説明する。 ④X,Y軸番号をメッシュ地図で確認する。 ⑤雨を採取した年月日・時間帯を記入する。 酸性雨調査紙　X　Y 生徒番号　氏名　年　組　番 1994年度　0時　午後　午前　18時　6時　12時 ①②③④　採取月日　時間 ①家の庭　②マンション　③その他（具体的に）　場所 ①大雨　②普通　③小雨　④霧　⑤台風　状態 測定場所の地図（同じ測定場所のときは初回のみ）　採取量 mm　導電率 μS　pH 第2図　酸性雨記録紙 3　第3図の簡易比色計（製作者 上西一郎・中西敏昭）の測定機能・測定原理及び使用法について説明・実演する。	＊　実験器具（pHメータ，導電率計，デジタル温度計，サンプル管）一式を教卓上に準備し，実験法を説明する。 ＊　サンプル管の取り付け位置についての留意点  第1図 ・跳ね返りの水を防ぐために必ず地上1.3メートル以上の位置にサンプル管を置く。 ・しぶきを避けるため，コンクリートや鉄板などの上には置かない。 ・仰角45°に障害物のない場所にサンプル管を置く。 ・身近なpH試験紙とpH計のデータを比較させる。 ・導電率計の測定単位の表示が機種によってはmSとμSになっていることに注意させる。

9　簡易比色計を使って液体の濃度等の測定が出来る。	 第3図　簡易比色計 (3)	＊　測定上の留意点 (2) ① pHだけでなく導電率を測るのは，雨に含まれている汚染物質の量を調べるためである。 ② pH（7.0）でも，導電率が高ければ，酸性雨の原因物質である硝酸イオン，硫酸イオンが多く含まれていると考えられる。 ③導電率が10μS／cm以下という低い雨では，様々な原因でpHが低くなることがあり，誤って酸性雨と判断することを防ぐことが出来る。 ④ pHが5～6付近では，導電率は小さく，pHが高くても低くても導電率は大きくなる。 ⑤低い場合は硫酸イオン，硝酸イオンが多くなり，高い場合は，カルシウムイオン，ナトリウムイオンなどの陽イオンが増加するためである。 ⑥導電率の低い雨はきれいな雨である。
10　酸性雨の学習は地球環境学習の再重要課題のひとつであることが説明できる。	4　酸性雨の定義，酸性雨の影響，酸性雨の原因，長期にわたる測定結果の報告例などについて，図書館等の資料による調査研究課題を与える。	
11　本時の学習の要点を口頭発表できる。		

注

（1）　高等学校における「総合的な学習の時間」の1科目「環境科学」の教育課程の新編成とその試行研究，p.140，上西一郎・田先崇志・中西敏昭，「学校教育学研究」第12巻，兵庫教育大学学校教育研究センター，(2000.2.10.)

（2）　NOx・酸性雨の調査を通しての環境教育，p.53，中西敏昭，「遺伝」Vol.54No.11 裳華房（2000.11.）

（3）　『環境・ぼくたち・未来』p.40，中西敏昭・阪口正樹　保育社，保育社（2002.3.）

（4）　総合的な学習の時間「環境科学」学習指導案　例4

総合的な学習の時間「環境科学」学習指導案

年月日　平成○○年○○月○○日
学　校　兵庫県立○○高等学校
学年組　第2学年○組
校　時　第○　校時
場　所　ホームルーム教室
授業者　○○○○

1　単元名　「大気汚染・ごみ処理」(1)
2　単元設定の理由　略
3　単元目標　略
4　単元指導計画　略
5　本時の目標　「ごみ処理とダイオキシンの研究とそのまとめ方」
6　本時の指導計画

生徒の活動	教師の働きかけ	予想される反応と対応
1　前時の内容を想起する。	1　前時を学習内容を思い出させる。	
2　学級を3班に分け，普通教室のごみ，校内食堂のごみ，通学路のごみを別々に集めさせる。	2　班毎に，ごみの分別法を発表させる。 ①可燃ごみか不燃ごみか。 ②リサイクルが可能かどうか ③金属か非金属か。 ④個人がごみ処理できるか，ごみ収集車に収集してもらえるか。	＊　生徒に，「自分の居住地のごみ処理方式，ごみ収集の約束事，ごみ処理代金，リサイクル法など，各自が独自に調査しておく。」ような課題を授業の2週間前までに与えておく。
	3　ごみと資源の違いについて話し合わせる。 ①ごみ資源化のために制定された法律にどんなものがあるか。 ②テレビ，冷蔵庫，洗濯機，エヤコンには，どのようなごみ処理手続きが必要か。標準的なごみ処理料金はいくらくらいか。	＊　生徒が収集してくる資料・情報の例 ①地域のごみ収集カレンダーを書き写してくる。(生ごみの収集曜日，荒ごみの収集日，アルミかん，ガラスびんなどリサイクル可能なごみの収集日) ②生ごみ堆肥（コンポスト）化容器購入助成申請の受付・・・・申請用紙，申込用紙，案内ちらし ③燃えるごみの出し方について・・・・
3　ダイオキシンを発生させる可能性の高い塩化ビニル製品の見分け方を確かめる。	4　ガスバーナーで銅線を加熱し，その先をラップにこすりつける。先に溶けたラップがついた銅線を，再びガスバーナーにかざすと，緑色の銅特有の炎色反応が観測されれば，ラップ等にダイオキシンの元の塩化物が含まれている事が分かる。	・燃えるごみは，町指定の袋か市販の袋に町指定のステッカーを貼って出してください。 ・ルールを守ってごみを出しましょう。 ④最近目立つ悪い例 ・黒い袋に入れている。中身が確認できません。透明か半透明の袋を使ってください。 ・段ボールに入れてある。パッカー車のプレス機に挟まりやすい。
4　ごみ問題に対する意識・関心を高め，関連知識を深める。	5　ジュース缶には，アルミ缶とスチール缶の2種がある。2種類の缶の長所・短所について書籍やインターネットで調べる課題を出す。	・収集日以外の日に出されている。美観や衛生上好ましくない。 ＊　実験器具（ガスバーナー，銅線）(3)
	6　不法投棄の新聞記事やニュース等を話題にして，ごみ問題についての生徒の意識を高める。	＊　ごみ問題に対して，自然科学に基づいた思考を深めているか。
5　プリント教材「生ごみ発電で“一石数鳥”」	7　資料プリントを読ませる。	＊　ふつうは焼却処分される生ごみからガスや電気を作り出し，二酸化炭素やダイオキシンの発生を大幅に減らせる，画期的なごみ処理施設の試運転が始まった。
6　ビデオを教材視聴し知識・理解を深める。	8　「ごみ焼却とダイオキシンの発生」(2)に関するビデオ教材を見せる。	
7　ごみ問題を通じて身近な環境に興味関心を抱くようになる。	9　本時の学習内容をノート又はレポートの形にまとめ提出させる。	

注

（1）高等学校における「総合的な学習の時間」の1科目「環境科学」の教育課程の新編成とその試行研究，p.140，上西一郎・田先崇志・中西敏昭，「学校教育学研究」第12巻，兵庫教育大学学校教育研究センター，(2000.2.10.)

（2）ＮＨＫ番組「たったひとつの地球」録画テープ

（3）『環境・ぼくたち・未来』p.90，中西敏昭，阪口正樹，保育社，(2002.3.)

4　おわりに

本論で示した高等学校「総合的な学習の時間」の新科目「環境科学」の教育課程の新編成及び毎時の学習指導案集は，3人の高等学校理科教師による平均10年前後の試行研究をまとめたものである。「環境科学」の各校での授業実施に際しては，生徒の実態，地域の実態や教材準備の都合等を勘案し，各高等学校の実態に合わせて，教育課程の一部として取捨選択されることを筆者らは望んでいる。

謝辞

本研究の一部は，科学研究費（B）1988年（研究者：中西敏昭），関西自然保護機構1982年，上月研究財団1993年，日本生命財団2000年，科学研究費（B）課題番号08907062,（研究者：田先崇志）及び科学研究費（B）課題番号11907066,（研究者：田先崇志）による研究助成を受けてなされた。また，本研究は兵庫県立兵庫高等学校，兵庫県立神戸甲北高等学校，兵庫県立香寺高等学校の理科教師の協力及び兵庫県立兵庫高等学校生物クラブ生徒の協力によってなされた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

兵庫教育大学学校教育研究センター：学校教育学研究第12巻2000年，pp.139〜148高等学校における「総合的な学習の時間」の1科目「環境科学」の教育課程の新編成とその試行研究

（2001.7.31 受稿，2001.9.17 受理）