

平成 22 年 6 月 17 日現在

研究種目：基盤研究（c）  
 研究期間：2007～2009  
 課題番号：19500720  
 研究課題名（和文）サイエンストレールの整備とその教材化に関する実践的研究—屋外での教員養成  
 研究課題名（英文）Improvement of science trail as a teaching material for teacher training.  
 研究代表者  
 田幡憲一（TABATA KENICHI）  
 宮城教育大学・教育学研究科・教授  
 研究者番号：00236720

## 研究成果の概要（和文）：

宮城教育大学内に設置したバタフライガーデン、タナゴの飼育池、教材植物見本園などを中心として、教員を目指す学生あるいは、現職教員の教育のための「サイエンストレール」とすることを目的に統一的に整備するとともに、基礎的資料を収集した。

また、サイエンストレールを活用して、教員を目指す大学生、現職教員等を対象とした教育活動を行い、教材を実践的に作成した。

## 研究成果の概要（英文）：

We have a butterfly garden, ponds for reservation of *Acheilognathus tabira*, and a botanical garden of plants for teaching materials, in the campus of Miyagi university of education.

We improved these facilities (named “science trail”) for the purpose of teacher training and made a fundamental study of it. On the basis of the study, we developed teaching materials for teacher training practically.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：理科教育・技術科教育・家庭科教育・環境教育・教員養成・教師教育・飼育・栽培

## 1. 研究開始当初の背景

TIMSS や PISA などの国際的な調査の結果、日本の子どもたちが比較的高い理科に係る学力を有することが明らかになった一方、

「理科が好きである」と答える率が低いなど、理科学習への態度に問題があることが示された。

子どもたちの学びは、自ら学び続けること

の意義と喜びを知る教員によって支えられる。一方、理科に係る学習内容は1980年代から現在まで削減の一途をたどってきた。子どもたちの理科離れが、顕在化した1995年の中学生がすでに教壇に立っている。

一方、宮城教育大学では近年、外部資金を得て教材植物花壇やバタフライガーデン、希少生物であるタナゴ（アカヒレタビラ）の保全を目的とした池などが、屋外に設置されるようになった。

## 2. 研究の目的

上記教材植物見本園、バタフライガーデン、タナゴ保全池を活用して、教師教育における理科及び理科に関連した分野の学習に資するものとし、屋外での教員養成を行うことが、今後の日本の理科教育にとって有効な活動であると考え、これらの整備、基礎資料の収集、教材の実践的な開発を、目的とした。

## 3. 研究の方法

### (1)教材植物見本園とバタフライガーデンの接続

教材植物見本園とバタフライガーデンの間の通路の脇に30m×2mほどの空き地があり、ここを整備して連続したサイエンストレールとした。

- (2)アカヒレタビラの保護池を整備した。
- (3)教材としての基礎資料を収集する。
- (4)教員養成に係る教材を実践的に作成した。

## 4. 研究成果

### (1)「バタフライガーデン」、「ミツバチガーデン」の活用

2つのフィールド体験施設を整備し、講義と観察・実験・実習とを連動させながら、体験型教育方法の検証に取り組んだ。

#### 1)チョウの活用

本学キャンパスに設置した「バタフライガーデン」に訪れるチョウの生態調査（ルートセンサス調査）を、毎年4月～11月の期間に週1回の頻度で実施した。その結果、2007年に48種、2008年に47種、2009年に46種のチョウが観察された。特に、ブッドレアの花による誘引効果がきわめて大きかった。ブッドレアは、成長が早い、暑さ・寒さ・乾燥に強い、繁殖力が旺盛である（種子数が多く発芽率も高い、挿し木で増える等）、昆虫等の食害が少ない（サポニン等の有毒成分を含むため）といった特性があるため、栽培が容易であり、多忙な学校現場でチョウ類を誘引し観察するためには極めて有用な植物である。しかしながら、ブッドレアのもつこれらの特性は、野生化して周辺地域の生態系を攪乱する危険性が高いことをも示唆している。今後、バタフライガーデンの普及に伴いブッドレアの野生化問題が顕在化する恐れもあり、確

実に管理できる場所で、細心の注意を払いながら、責任をもった栽培活動を行うことの必要性を啓蒙していくことが不可欠である。以上の成果を活用して、パンフレット作成やQRコード教材等を作成し、バタフライガーデンを活用した幼稚園、小学生、大学生、現職教員向け体験的環境学習の実践を行った。

#### 2)ニホンミツバチの活用

本学キャンパスに設置した「ミツバチガーデン」でニホンミツバチを飼育し、学生教育への導入を試みた。ニホンミツバチは、下北半島（青森県）から奄美大島（鹿児島県）まで広く分布する日本在来のミツバチである。蜂蜜や蜜蝋を私たちに提供してくれるばかりでなく、生態系の中で花粉媒介者（ポリネーター）という重要な働きを担い、また、環境指標生物としても注目されている。ガラス壁を通して巣の内部が観察できる観察用巣箱を自作し、ニホンミツバチの行動観察を行ったり、少人数の講義や実験では、ハチミツの収穫、蜜蝋を利用したキャンドルやハンドクリーム作りを行ったりした。安全の確保を含めてまだ検討の余地はあるものの、ニホンミツバチの視点から食や農を見つめ直したり、地域生態系への理解を深めたりすることができることから、ニホンミツバチのもつ環境教育教材としての可能性を確認することができた。

#### (2) タナゴ保全池の活用

主にビオトープ池、水生動物との関係から、大学キャンパスの自然教材園化とそれらの施設に依拠した環境教育活動を実践した。

##### 1)大学キャンパス自然教材園の施設整備

まず、宮城教育大学内に地域の希少淡水魚類であるアカヒレタビラを保全するためのビオトープ池（8x6x1.5m）を設置した。また、同大学内および大学附属学校園に同じくアカヒレタビラ保全のためのビオトープ池2基（2.6x1.3x0.7m）を新設した。後者の2基のビオトープは、従来の学校ビオトープ池の欠点であったメンテナンスの煩雑さを解消し、管理者である教員の負担を軽減するため、①バルブ設置による換水の簡便化（富栄養度の調節）および②角形水槽状構造による上部からの観察の容易さといった機能強化を図った。つまり、本ビオトープ池開発のコンセプトは、飼育管理が容易な室内水槽の機能をそのまま大型化して野外に設置することにある。

##### 2)ビオトープ池のメンテナンス法の開発ならびに飼育活動の実践

現在、上記の3基のビオトープ池ではタナゴ類であるアカヒレタビラ、タナゴ類の産卵母貝である淡水二枚貝類の飼育試験を行っている。従って今後の課題は、ビオトープ内でこれらの生物の生息環境を長期間かつロー

メンテナンスで維持することが中心となる。そこで本研究では、①水質の維持管理、および②他の生物の管理について、適切な方法を検討した。

①水質の維持管理については、本ビオトープ池の水源である降水のpHを周年にわたってモニターした。その結果、仙台の降水は殆どがpH4台の酸性雨であったが、ビオトープ池の底部に緩衝材としての砂泥を一定割合で敷設することによって池の中のpHを概ね中性に保つことに成功した。また、秋には落葉等によってBODが高い値となったが、底面のバルブによって排水を行うことで、BODを低下させることが可能なことが明らかとなった。

②一方、上記のビオトープ池には、キャンパス内に生息するヤマアカガエルなどは虫類や、ヤンマ類などのトンボ類などの生物が進入した。特に、カエル類は、特段の外敵が居ないビオトープ池では産卵後にオタマジャクシが高密度で生息し、溶存酸素量の低下に繋がることと判明した。ただし、オタマジャクシによる直接的な個体間作用の影響は見られなかったことから、エアレーションなどによって溶存酸素を高めることができれば、多くの生物がビオトープ内で共存できることも示唆された。

### 3) ビオトープ教材園を活用した教育活動

上記のビオトープ池は、今後、地域の小～高等学校等に設置されるビオトープのモデルとなることが期待される。また、宮城教育大学と大学付属学校園に設置されたビオトープは、仙台のシンボリック的河川である広瀬川を挟み、兩岸に位置している。広瀬川に近接する宮城教育大学としては、広瀬川やその集水域と言った広域の自然環境のあり方にも責任を果たすことが大切である。そこで、上記のビオトープなどのキャンパス内の自然教材園を核とし、それらからの雨水の浸透水による広域の水循環や、河川を核とした都市のあり方についても学習会を開催した。

### (3) 教材植物見本園の運営、および展示植物の栽培法の研究

宮城教育大学のサイエンストレールの一部である教材植物見本園を、3年間運営してきた。教材植物としては、主に小学校生活と理科の教科書に掲載されている植物から選び、ホウセンカやアサガオ・ヒマワリなどの夏の草花、ミニトマトなどの夏の野菜、パンジー・菜の花などの春の草花など、30種類以上の植物を季節毎に展示した。草花・野菜は、学生とともに全て種子から育て、教員養成系の学生が毎日通るメインストリート脇に栽培し、苗から開花・収穫までの植物の変化を気軽に観察できるようにした。各植物には種類と品種名を示したラベルを付けた。将来教

師になる学生から、周年、教材植物を目にすることで、植物に興味・親しみを持てるようになったとの声をもらっている。

教材植物に対する学生の興味を引き出すため、いくつかの企画展示も行った。草丈や花の色・形が異なる十数品種のヒマワリの展示、花器の形態や開花時期（日長反応の限界日長）が異なる7品種のアサガオ、またバケツ栽培した世界各地のイネ品種の展示は、植物の多様性を学生に認識してもらうのに役だった。また、キャベツやブロッコリ・ケールなどの7種類のアブラナ科野菜を長期栽培し、バーナリゼーションにより抽だいさせた花器の展示では、植物の分類における花器構造の重要性を学生に直接感じてもらうことができた。さらに、50kgを超えるジャンボカボチャの展示や、ヒョウタンを細工したヒョウタンランプの展示は、学生が教壇に立った際の植物教材のヒントとなるであろう。

今回、教材植物を展示した場所は、学生が頻繁に通ることを主眼に選んだため、専用の畑や花壇ではなかった。栽培学習を始めたい小中学校の中にも、圃場が無い・狭い学校が少なくないと思われる。今回は、そのような条件でも、教材植物を手軽に育てることのできる栽培方法の研究も行った。前述のバケツイネやペットボトルイネは、日本の主要作物であるイネを身近で栽培できる方法である。ペットボトルイネについては、十分な生育を確保するためには2Lの大型ボトルが必要であり、栽培管理の労力や地温・水温変化を小さくする意味から、水を張ったコンテナなどの容器に並べておくと良いことがわかった。土嚢袋などを用いる作物の袋栽培は、夏の大型作物も栽培することができ、草丈2m近いトマトの展示やジャガイモ・サツマイモの栽培に適用可能であった。特に、イモ類の栽培では、収穫期に手軽に根部（地上部と根・イモ部の関係）を観察する手法として便利であった。また、土を用いない栽培：水耕栽培も試みた。家庭用の小型の水耕装置も販売されているが、学校現場で“ものづくり教育”と組み合わせて実践できるペットボトルを用いた水耕装置作成を行い、リーフレタスを栽培した。学生とともに、屋外に展示できる数タイプの装置を試作したが、風によって揺動するつり下げ型容が最も生育が良く、液面の攪拌により根に供給される酸素量が増加することに由来すると推察された。その他、狭い面積でカボチャなどの大型作物を育てられるアーチ式栽培、固い地面の上で根が伸長する容積を確保する波板栽培なども、見本園で実践した。これらの栽培方法は、栽培環境の整っていない小中学校で栽培学習を実践する際、有用な栽培法であると考えられた。

### (4) サイエンストレールと屋内をつなぐ

サイエンストレールで栽培したタマネギを用いて、食用タマネギの根、茎、葉を考える教師教育教材を開発した。

植物のからだは、根、茎、葉からなることは、小学校3年生で学習する内容である。けれども、小学校学習指導要領には、係る学習を、夏生、一年生の双子葉植物を用いて指導するよう、内容の取り扱いに記されている。一方、単子葉植物では茎が大変短く、それと認識することが難しいものも多い。

本研究では、サイエンストレールを活用した観察と、教室での観察をつなぐとともに、改めて植物の根、茎、葉を学生に考えさせることを目的とし、マーケットにて購入できる食用タマネギを用いて、根、茎、葉を判別する学習を指導するプログラムを作成した。

タマネギは、短い茎を主な可食部分である鱗葉が囲み、茎の下部が根につながる植物である。

タマネギは日常的になじみの深い野菜であるが、上記の構造をそれと認識して観察した経験のある学生（現職教員を含む）は、これまで3年間指導した経験では皆無であった。

このギャップを利用して、食用のタマネギの根、茎、葉を考えることにより、根、茎、葉の性質を改めて考えることを目的とした教材である。

授業の流れは以下のとおりである。

- ① タマネギの根を通る断面図を予想して描かせる。(茎の部分を描かない学生が多い。)
- ② タマネギの断面を観察、スケッチさせ、予想と比較させる。(グループワークと教員の指導言で茎の部分を、茎とは認識しないで、描けるようになる。)
- ③ スケッチに根、茎、葉と予想される部分を記入させる。(全体が根と記入する者、褐変した外部と接する鱗葉のみを葉と記入する者、などこの時点では茎の部分を茎と認識できない者が多い。)
- ④ 根、茎、葉の性質を「形態」「機能」「発生過程」の別に整理した表を作成させる。
- ⑤ 作成した表と照合し、改めてタマネギの根、茎、葉を判別させる。(茎や葉は根から出ていること、茎は軸状であること、葉には表裏があること、などから本来の根、茎、葉を判別できるようになる。)
- ⑥ サイエンストレールで栽培中の葉がついたタマネギの断面を観察させ、鱗葉が地上に露出した葉と連続していることを学習させる。(この学習により納得が得られる。)
- ⑦ キャベツなどの野菜の根、茎、葉を

考える。(学習の一般化)。

以上の学習を指導することにより、食用にする野菜を植物のひとつとして認識させ、植物の根、茎、葉について改めて考えさせることができた。

この授業プログラムは、現職教員の興味を引き、教職大学院に在籍する現職派遣学生に、「学校における実習」の一環として、中学生を対象として授業実践をさせることができた、附属中学校における公開授業研究会で授業実践を行うことができた、など、汎用性の高いものである。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計12件)

- ① 西川和重、小川綾乃、小野あずさ、鈴木美佐子、田幡憲一、岡正明、齋藤千映美、棟方有宗、溝田浩二、桜(ソメイヨシノ)の染色性、宮城教育大学環境教育紀要、査読有り、12巻、2010、pp.103-107、
- ② 溝田浩二、遠藤洋次郎、宮城教育大学バタフライガーデンを利用した小学生向け体験的環境学習の実践、宮城教育大学環境教育紀要、査読有り、11巻、2009、pp.17-24、
- ③ 棟方有宗、上嶋勇輝、攝待尚子、田幡憲一、仙台産アカヒレタビラの保全に向けた環境教育教材の開発と実践、宮城教育大学環境教育紀要、査読有り、10巻、2007、pp.23-31、

[学会発表] (計11件)

- ① 千葉俊秀、田幡憲一、タマネギのつくりを追究するー科学的な知識や概念を活用する中学校理科授業、第88回日本生物教育学会、2010年1月10日、東北工業大学(仙台市)
- ② 上嶋勇輝、棟方有宗、アカヒレタビラの産卵行動と人工増殖法、第78回日本動物学会、2007年9月23日、弘前大学(弘前市)
- ③ 溝田浩二、岡正明、齋藤千映美、鶴川義弘、見上一幸、宮城教育大学に設置したバタフライガーデンの現状と課題、日本環境教育学会第18回全国大会、2007年5月26日、鳥取環境大学(鳥取市)

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

田幡憲一 (TABATA KENICHI)

宮城教育大学・教育学研究科・教授

研究者番号：00236720

(2)研究分担者

棟方有宗 (MUNAKATA ARIMUNE)  
宮城教育大学・教育学部・准教授  
研究者番号：10361213

岡 正明 (OKA MASA AKI)  
宮城教育大学・教育学部・教授  
研究者番号：50292355

溝田浩二 (MIZOTA KOUJI)  
宮城教育大学・環境教育実践研究センター・准教授

研究者番号：00333914

齋藤千映美 (SAITO CHIEMI)  
宮城教育大学・環境教育実践研究センター・教授

研究者番号：20312689

西川重一 (NISHIKAWA SHIGEKAZU)  
宮城教育大学・教育学部・教授  
研究者番号：30400477

