

児童の動物概念の育成のための指導法について（その1）

石川 英雄*・木谷 要治**

A Study on the methods to lead the Formation of Concepts
about Animal in Elementary School Science

Hideo ISHIKAWA and Yohji KITANI

論文要旨

本研究の目的は児童の動物概念を育成するための具体的指導事例を提示することである。わが国の昆虫教材では伝統的にモンシロチョウが取り上げられてきたが、環境の変化や観察のしやすさなどの点から3年でアゲハとカブトムシを教材とした。4年ではこれまでほとんど教材化されたことのない野鳥を教材とした。その春の単元ではツバメを中心においた。また、冬の単元では校庭におとずれる数種類の野鳥の観察を取り上げた。5年では、成長と連続の概念を重視する立場から、従来欠けていた孵化後のメダカが成熟するまでの観察を取り入れた。6年では、人体と魚の比較観察を通して動物体の構造と機能及び、それらの多様性と同一性について学習できるようにした。

また、児童自身が観察した生物を独自の図鑑としてファイルできる生物図鑑シートや、身の回りの生物を観察するための野外観察シートを開発し、理科の指導時間以外にも生物概念を豊かなものにできるようにした。

はじめに

理科教育のもっとも重要な目標は、自然界の事物現象についての学習を通し、自然と人間とのかかわり合いを理解させることにより、児童が円満な人格を形成する過程を支援することにある。また、現在は科学技術が日進月歩のようであり、更に加速している。そのような時代に生きる児童は科学技術について理解するだけでなく、よりよい未来のために創造する能力を持たなければならない。そのような能力は児童自らが自然界の謎を解明しようとすることによって育てることができる。それこそ理科教育の領域である。

児童の身の回りには、多様な情報があふれている。動物についてのそれも例外ではない。テレビは毎日、地球上の様々な動物の生態を鮮明な画像で映し出す。また、動物園などで多くの動物を実際に観察することもできる。しかし、何をもって動物であると定義するか

*横浜市立東品濃小学校

**教育学部理科教育教室

については曖昧であったり、十分でない定義を用いることが多い。その原因のひとつとして、児童が動物概念を形成する過程で適切な教育を受ける機会がないことを指摘することができる。

本論文では、小学校で動物概念を形成するための具体的な指導方法の開発についての考察を行う。

第1章 生物単元指導の原則

本章では生物を教材として扱う際に、教師が留意すべき点について考察する。大別して児童の基本的科学概念形成・科学の方法の獲得、情意面への配慮などの点について述べる。

第1節 基本的科学概念形成

ここでは、教材化を図る場合にどのような視点を持つかについてのべる。

第1項 多様性と同一性

多様性と同一性の概念は科学概念の基礎である。また、中尾は¹⁾「人間だけでなく、動物の中にもなんらかの分類能力がある。分類するということは、すべて生物に固有に備わった能力である。」として分類を生物の基本的な能力としている。しかし、これまでわが国の理科教育では重要視されてこなかった。それには生物の分類体系暗記を中心とした過去の分類学習の弊害が背景にあったと考えられる。そこで、分類の基準を考えさせ、それにしたがって事物を分類するという立場をとるようにした。そこで、各学年に多様性と同一性の概念形成をねらった分類の教材を配置した。

また、生活科の導入で身近な生物についての教師の知識が必要とされるようになった。これは、多様性と同一性概念形成にとって有効なことである。小学校で理科を担当する教師とどの程度の種数を最低限知っておく必要があるかを話し合ったことがある。その際、初任者レベルの目安として、植物ならば草本各季節10種、木本10種、動物ならば鳥10種、その他脊椎10種、昆虫10種、その他無脊椎動物10種、程度ではないかということになった。教員経験を重ねるにつれ近縁種の共通性を体系的に学習すれば身の回りのおおまかな生物相をとらえられるようになる。菅野²⁾によれば横浜市港北区妙蓮寺周辺に既知の野生種が1054種確認されている。更に、調査が不十分な夜行性動物、土壌動物、小型昆虫、シダ、キノコ、コケ類を含むと1500種を越えるとしている。妙蓮寺周辺には流水域がないのでそれを含むと更に100から200種が増加するとしている。横浜のような都市部環境においても先に示した目安その程度の種数ならば「豊かな自然」がなくとも十分に学習可能である²⁾。

第2項 自己保存

動物が独立栄養であること、また消化・吸収といったその機能は理解する上で多くの知識を必要とし、小学校レベルでは難しい内容といえる。そこで動物が捕食者であることの観察を3年から繰り返して指導するようにした。

呼吸について新小学校学習指導要領では4年の人体の内容で取り上げるが、単位時間あたりの呼吸数や脈拍を計測するのに無理があるので6年の動物単元でもう一度取り上げた。

第3項 成長と連続

成長と連続概念では特に生活史に重点をおくようにした。

・生活史の重要性

現行の指導では4年で昆虫の成長、5年でメダカの発生をとりあげている。しかしいずれもライフサイクルの断面を指導しているに過ぎない。本章3年の指導計画を立案する際に3年児童に予備的な調査を行ったが、その際にライフサイクルを時間の経過との関係にとらえられない児童が多くいた。つまり、去年のカブトムシの幼虫と今年の成虫がどのような関係にあるのか、親が生んだ卵はいつ成虫になるのかなどについて正しく答えることが児童にとっては難しいものである。これは、時系列の概念が十分に形成されていないことによると考えられる。そこで、本章では3、4、5の各学年で生活史を扱う内容を設けた。3年の昆虫単元を例に挙げると次の図表のようになる。

表1-1 生活史を取り上げた指導計画と展開例の一部
 小学校3年動物単元指導計画 「昆虫の育ち方と体のつくり」ver.2
 ねらい(行動目標)

第十時 命は続く	<ul style="list-style-type: none"> ・今年の幼虫は、去年の秋に卵から生まれ育ったものであることを指摘できる。 ・今年生まれた卵は、来年の夏に成虫になることを説明できる。
-------------	---

次ページに本時の展開例としてワークシートを示す。第十時に至るまでに幼虫から成虫になるまで飼育を続けた後にこのNo.10の内容を取り上げる。シートに対応したカードに卵・幼虫・さなぎ・成虫の各ステージが4組印刷してある。まず、児童はシートを読みながらカードを切り抜く。そして、切り抜いたものを当てはまる場所にはりつける。そこまでに観察してきたことをまとめ、それから「いまかっているカブトムシのたまごはいつカブトムシになりますか。」との問いで、類推をするようにしてある。また、自分の成長や誕生と関係づけるために「あなたのいのちはだれからつづいていますか。」という問いを設けてある。

第4項 生態系の基礎

生態系に関する学問は自然科学、社会科学など総合的な知識を要求される。したがって小学校のレベルからその基礎を学ぶ必要がある。

他の生物概念では個体レベルを中心に扱うが、生態系は集団レベルをあつかう。ここでは、捕食-被捕食の関係を中心に自然界には生産者と消費者があることを指導する。3年では腐植食のカブトムシの幼虫や草食の蝶の幼虫など昆虫がいること、4年では、ツバメのような肉食性や、ヒヨドリのように雑食をするものがあることを扱う。5年にそれを発展させた形で、閉鎖系の食物連鎖を扱う内容を設けた。

3年理科ワークシート こんちゅうの育て方

10 いのちをつつく

2. 氏名.....

わたしたちはカブトムシをよう虫から育てました。では、よう虫はどこからきたのでしょうか。じつは、よう虫はたまごから生まれたのです。では、たまごはどこからきたのでしょうか。まよ年の夏にカブトムシがうんだのです。では、そのカブトムシはどこからきたのでしょうか。

1 各の表にしりょうの絵を切りぬいてたまご、よう虫、さなぎ、カブトムシのとれかをいれて、去年のカブトムシはどこからきたか考えなさい。

.....

2 このように、いのちは昔から今へ、そして未来へとつながっています。あなたのいのちはどこからつづいていきますか。

.....

3 今知っているカブトムシのたまごは、いつかおなじじになりませんか。

.....

カブトムシのいのちのつながり

あいているところに絵をはり、()の中のことばをいれろ。

1年生の夏 2年生の夏 3年生の夏

→()→(よう虫)→()→(カブトムシ)→(たまご)

3年生の夏 3年生の夏

←()→(さなぎ)→()→()→()

4年生の夏

←()→(カブトムシ)→()→(よう虫)→

しりょう ワークシート10(いのちをつつく)用

2. 氏名.....

切りぬいてワークシートの各手帖にはりかえよう。

図1-1 3年昆虫の育て方での成長と連続の展開例

第2節 科学の方法

「児童は、自然の事象に接したとき、「なぜか」「どうしてか」と疑問を持ちそれを解決しようとする。そして、児童はいろいろな技能や思考をともなって問題を解決していく。」⁴⁾といわれるように、児童にとって探求の技法(科学の方法)を身につけることは現代の社会を生きていく上で重要なことである。本章の内容では科学の方法のうち分類と観察を中心に指導するようにした。

第1項 分類

分類の重要性は本節第1項で述べた。わが国では分類を取り上げた内容がきわめて少ない。特に、小学校では現行の4年昆虫単元で足の数を基準にクモ類と昆虫類を分類するというものだけである。そこで、英国で開発されたナフィールド生物から作られた BIOLOGY

FOR THE INDIVIDUAL BOOK と CASE プロジェクトが開発した THINKING SCIENCE の中にみられる分類教材を検討し教材化への参考にする。

・ BIOLOGY FOR THE INDIVIDUAL BOOK 1⁵⁾の分類教材

このカリキュラムは英国の中等レベルの約80校での実践をもとに、ナフィールド生物の中からトピックを選びつくられたものである。その内容は、Nuffield Re-sources for Learning Project で独自に開発された物である。BIOLOGY INDIVIDUAL BOOK 1はそのひとつである。この本のタイトルは「Sorting Animals and Plants into Groupes」となっており、動植物の分類学習の内容である。全体の構成は次表の目次のようなのである。

BOOK 1は1巻の全体が分類学習のためのものである。内容の大きな特徴として、科学の方法として分類を取り上げようとしていることをあげることができる。例として、最初に取り上げた内容を検討する。

表5-1-2 BIOLOGY FOR THE INDIVIDUAL BOOK 1の目次

1 生物を集まりに分ける	5 そのほかの分類方法
2 仲間わけの練習	6 生物の命名法
3 哺乳類ってなんだろう	7 分類に集合を使う
4 動物や植物の名前の探し方	8 森や地面の小動物を調べる

図に示したように、まず分類する基準を考えさせる学習をはじめに持ってきている。様々な切手を示し、それぞれに共通点があるかを探索させる。次に、並び替えをしたものについてその基準を問うようになっている。この分類の方法は BOOK 1 全体を通して用いられている。

比較のためにわが国の中学校理科教科書⁶⁾を例にあげると、生物学的な系統分類を指導することが中心となっていることがわかる。

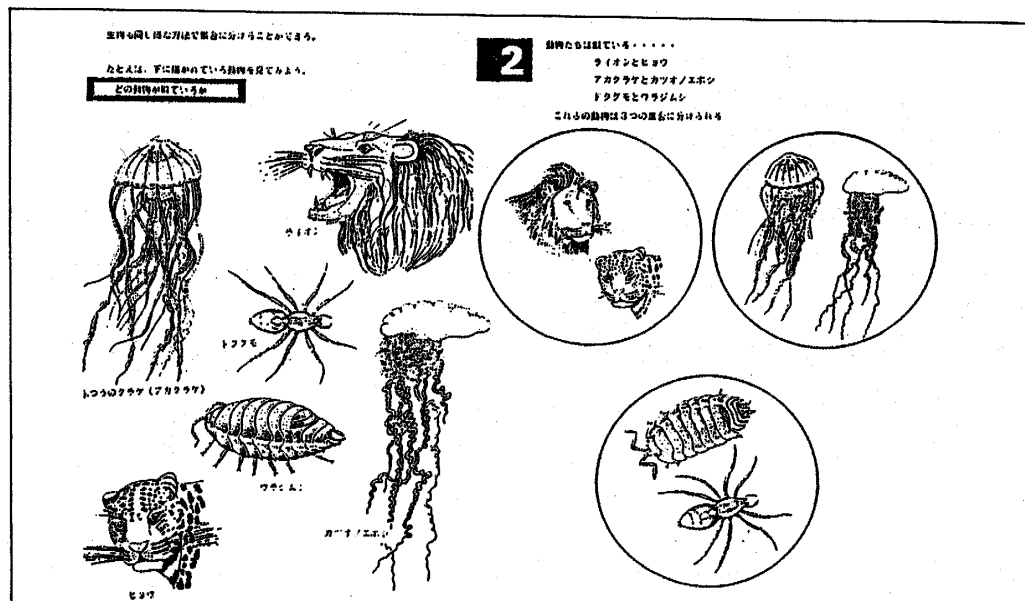


図1-2 BIOLOGY FOR THE INDIVIDUAL BOOK 1 1-1 生物を集まりに分ける

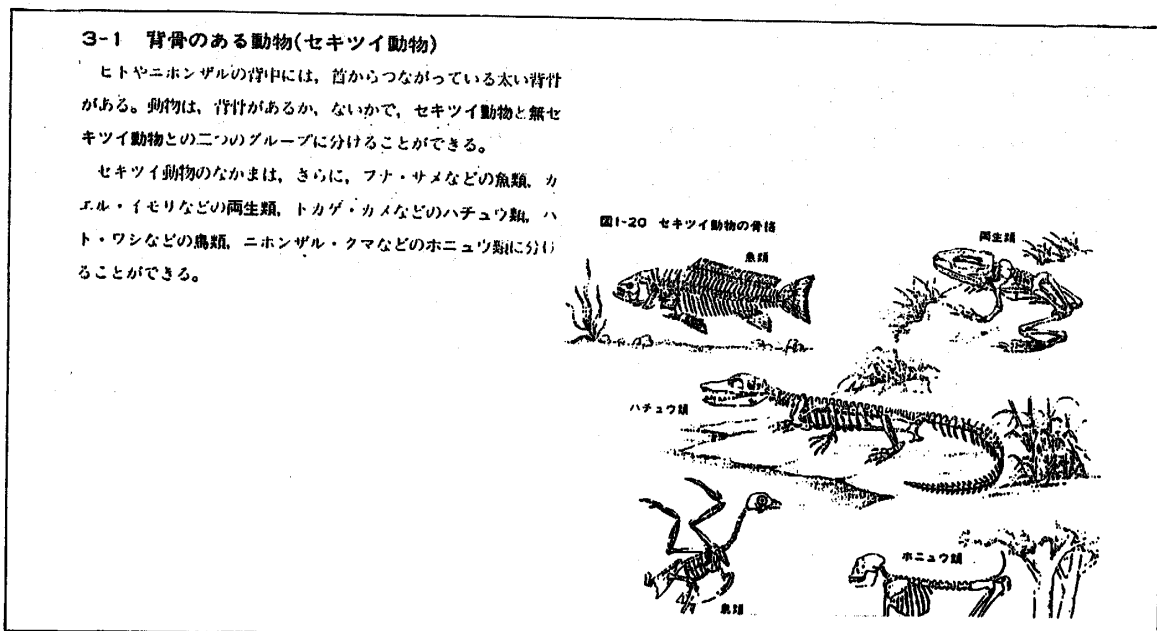


図1-2 わが国の分類教材の例 (中学校理科2分野上 動物の種類とその生活)

・ THINKING SCIENCE⁹⁾の分類教材

このカリキュラムは1989年に英国のロンドン大学にある Cognitive Acceleration through science education (CASE)プロジェクトが開発した物である。中心となるねらいはプロジェクトの名前にもあるとおり、理科教育によって認知能力の獲得を促進することである。指導対象年齢は12才から15才で日本の小学校6年生から中学生程度である。

CASEでは認知能力を発達させる理論的な根拠として学習の転移と認知の衝突をあげている。この考え方は、次表の4つの指導計画立案原則に反映されている。

表1-3 THINKING SCIENCEの指導計画立案に関する原則

- ① 導入を具体的思考レベルから始める。
- ② 認知の衝突(cognitive conflict)を起こす場面を設ける。
- ③ 橋渡し学習(bridging)を設ける。
- ④ メタ認知学習を取り入れる。

教材内容は30の活動で構成され、それぞれがピアジェの形式的操作のシエマ(変数、比例、補償、確率、相関分類、形式的モデル、複合変数、平衡など)から取り上げられている。それぞれのシエマについていろいろな場面を設けて指導するようになっている。分類についてはNo.21とNo.22でとりあげられている。(No.21, 22の生徒用ワークシートとワークカードは資料11にあり。)

No.21分類には6項目の活動があり、Teachers guide⁹⁾に示された指導過程は次のとおりである。

Thinking Science 学習活動21分類 指導過程

〈目的〉 分類するためには、その目的を決めなければならない。目的によってどんな

特徴を分類基準として選ぶか決まる。目的にうまく合わなければ、別の基準を選ばなければならない。ここでは分類のいろいろな側面を強調し問題解決に使えるように刷ることがねらいである。また、柔軟性と問題のオープンエンドの性質を理解することも大切にしたい。大切な用語は分類と特徴である。

〈指導の手順〉 「1. 生きているものと生きていないもの」から始め、「2. 考えてみよう」を最後にする他は、どんな順序でもよい。

1. 生きているものと生きていないもの

互いの分類結果を見せあって比べさせる。そのようにすると仲間わけのやり方を意識するようになる。討論によって意見の相違点が明らかになったら、教師が要約してやる。ときにはこどものミスコンセプションが明らかになることがあるが、それは後ほど取り扱うようにすればよい。

生物の特徴を提示する必要はない。特徴の多くは討論する中で子ども達から出るだろう。目標はこれらの特徴を教えることではなく、仲間わけする際に特徴をどの様を選ぶのか、その特徴がすべてのものに有るか無いかを探すことにある。最後に、類包摂関係の問題を導入してあるが、学習活動22でもう1度取り上げる。

2. はい回る虫

ワークカードAの図は「拡大・縮小」の活動と関係があるが触れなくともよい。ただし、下の法の図ほど小さいことは知らせておくともよい。

図で示した虫の生物学的な特徴を強調しないで、分類に役立てるための特徴を同定する能力を強調したい。類似点には節のある足、触覚等がある。相違点には足の数や体節の数、体のもよう、羽などがある。

3. 薬品の分類

この活動の分類基準には、視覚的特徴(色など)と機能的特徴(可溶性)の二つがある。これら二つが同時に一つの集合と下位集合に使われる。aの表は二つの相違点を同時に使って4つのグループを作るものである。これは相関関係の活動に似ている。

4. 食品棚

実生活で分類がいかに有用であるかを知らせるのがねらいである。選ばれる特徴はどの様に分類したいかによってことなる。最高の分類法はなく、状況にあったやり方を考えさせる。

5. 大きい動物の分類

ここでも動物学的分類基準が大切ではない。ワークカードの図やそれらの動物の習性、食性などについての知識から、特徴を探ることが大切である。選んだ特徴をすべての動物に矛盾なくあてはめる。観察の事実の特徴を使ったり、分類目的が違うためにいくつかの異なる回答があり、優劣があるだろう。

これは、討論による発展的活動が中心であり、ワークシートには書き込むスペースをとっていない。これは家庭学習にしてもよい。

6. 考えてみよう

こどもの回答を利用して、分類の難易の条件を明らかにする。生徒が挙げる主な点は、

次の通りである。

- ① 身近なものほど分類しやすい。理科では身近でないものが多い。
- ② 目に見える特徴を使った分類が易しい。しかし、時には機能的特徴や抽象的特徴の方が有用な場合もある。例えば、動物の習性或薬品の反応のように。
- ③ 分類基準の選択は分類目的によって決まる。
- ④ 多くの類似点を持ったグループほど、なんらかの意味を持つ下位グループに分類できる。無作意に選んだ基準は複雑すぎて利用できない。
- ⑤ 3a の様な表は同じ仲間を2つの相違点で4つに分けることができる。

ここでも分類基準の選び方が強調され、それを問題解決に使用できるようにすることがねらいになっている。

6の①の指摘に身近なものほど分類しやすいという指摘がある。未知の物よりも慣れ親しんでいるものの方が特徴をとらえやすいためと考えられる。また、単なる暗記学習に終わらぬように、伏見らが「分類すること意味づけが与えられると植物分野の勉強の嫌いなものも分類を扱った学習自体に積極的に取り組むようになる」¹⁰⁾と指摘するように分類の意味について考えさせる活動を取り入れる必要がある。

6年の分類教材は、No.21の2, 3の活動を参考に作成した。

第2項 観 察

観察は、自然の事象を探求するとき最も基本的でしかもあらゆる場で使われる技法である¹¹⁾といわれる。動物の多様性同一性に気づくのも観察によってである。

・五感を使った観察

従来から五感を使った観察の重要性についての指摘¹²⁾があった。しかし、児童に観察させる多くの場合は視覚のみを用いた活動が多かった。

新小学校学習指導要領を見てもその傾向があらわれている。小学校指導書理科編¹³⁾の各学年の動物の内容では、視覚を使った観察のみである。そのことが端的に表されているのが同書の3年昆虫の内容に「昆虫の観察においては、虫眼鏡なども必要に応じて使用し、細かい部分を拡大することによって、新しい事実を発見し、それぞれの特徴を絵や文で記録できるようにする。」のように示されている。虫眼鏡を用いた観察は否定しないが、肉眼で観察できることをより重視すべきである。細かい部分の観察より、生物体の全体をまず観察できるようにすべきである。

J.M.スミスは生物学のすすめ¹⁴⁾のなかで「生物体全体の性質はその部分部分についての知識から説明できない」として、全体論的な立場を持つことの重要性について述べている。生物を細分化して理解しようとしても生物の全体像はつかめない。小学校レベルの児童には生物全体の観察を五感をフルに働かせて観察させる活動が重要である。

5感のうち、味覚と臭覚は植物単元に中心をおくこととし、動物単元では視覚、聴覚、触覚を重視することとした。

視 覚 (観察の視点を明示する)

教師による観察の指示は「……のようすを観察しなさい。」という形で行われることが多

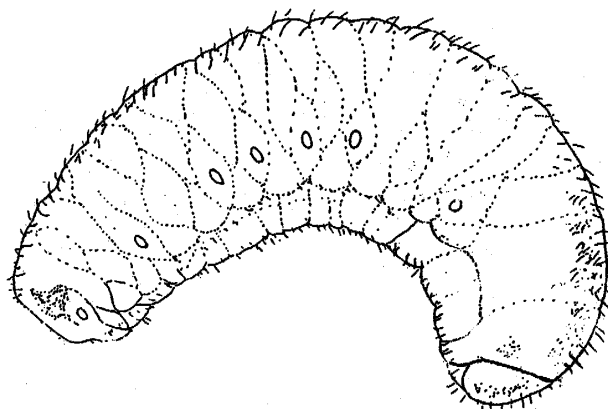
い。文部省指導書の記述も同様の形である。しかし、ようすという言葉は曖昧で幅が広ことを指している。そのため、児童は何を観察すべきなのかとまどうことが多い。

図5-3は3年昆虫単元のカブトムシの幼虫を観察させる内容である。実物の幼虫と図を比較観察させ、「足りないところ」という視点を与えて観察させる内容である。

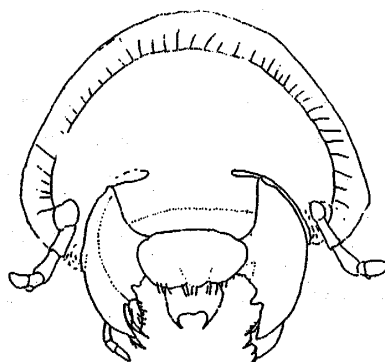
ここでは、足に注目させるねらいがあったので、足の部分を省いてある。また、頭部や気門に気づかせるためそれらの一部も省いてある。

絵に足りないことがいくつかあります。本物をルーペで観察してそれをさがしましょう。見つかったら絵にかきいれなさい。

〈よこからみたところ〉



〈あたまとくちのかたち〉



・よう虫の口の形は次のどれを食べるときに便利にみえますか。

○をつけなさい。

- () はちみつのようにみずのようなもの
- () キャンディのようになめるもの
- () かじってたべるかたいもの
- () 一口でのみこむもの

図1-4 視覚による観察の指示の例

聴 覚 (聞きなしによる音の観察記録)

現行の小学校学習指導要領では鳴く虫の観察が2年にあった。そこで、生物の出す音についての観察をすることができた。新小学校学習指導要領ではその内容が削除になり、生物の出す音についての観察を行う内容は無い。しかし、耳を済ましてその音を聞き記録することは2点の大きな意味がある。一つは観察技能そのものである。もう一点は集中力を養う効果があることである。それは音を聞く際には声を出すことが邪魔になるので、聞くことだけに意識を集中するためである。

また、音(鳴き声)の記録は野鳥の観察で行われている「聞きなし」を用いた。聞きなしとは「鳥の声を、人間の言葉におきかえること。リズムや音色を似せる」¹⁵⁾ことである。この方法を野鳥だけでなくセミの鳴き声の観察にも用いた。また、鳴き声を言葉におきかえるだけでなく、自分の聞こえ方を口で言わせその音(おん)を文字で記録させることも試みた。それは、3年児童にヒヨドリを鳴き声をたずねたとき児童の一人一人が異なった音で答えた。例えば、ある児童は「ピーピー」で、また他の児童は「ギャーギャー」で、また図鑑の記載のように「ピーヨ、ピーヨ」と聞こえる児童もあるという具合である。各自の聞こえ方でヒヨドリを同定できればよいので、それぞれの聞こえ方で記録させるようにした。図1-5で「(2)④どんな声で鳴いていますか。聞こえたように書きなさい。」としたのがその1例である。

・他面的な観察

図1-5は4年季節と生き物(冬)でヒヨドリの観察を行う内容である。ここでは、ヒヨドリの外部形態だけでなく、声、餌、歩き方を観察する。また、フンを観察することで冬の野鳥がどのような食性なのかを類推することができる。このような多面的な観察を通して多様性と同一性の指導を行うようにする。

年 季節と生き物<冬> _____ 年 月 日 ()

鳥をよぼう (3)-a _____ 次に来る鳥

4年 組 番 名前 _____

スズメの次に来る鳥を調べましょう。

(用意するもの) □色えんぴつ □鳥のずかん

(やりかた)

(1) 下の絵を番号に書いてある色でぬる。ぬれたらずかんで名前を調べる。

鳥の名 _____

- ①に番号の色をぬる
- ②ぬれたらずかんで名前を調べる
- ③ずかんを見ながら、ていねいに色ぬりをして図を上げる

① どの場所でえさを食べていますか。○をつけなさい。

() えさ台 () 地面 () コップ
() 木のえさ台 () はり盆

② どんなえさを食べていますか。 ○をつけなさい。

() あぶらみ () オレンジジュース () ミカン
() リンゴ () パンくず () 木の实

③ 歩き方は下のどれですか。○をつけなさい。

() 右、左、右、左(ヒトのふつう歩き) ← ← ← ←
() 両足ビョンビョン(キョんシー歩き) ← ← ← ←
() 片足ケンケン ← ← ← ←

④ どんな声で鳴いていますか。聞こえたように書きなさい。

本鳴いていなかったときは「鳴かなかった」と書く。

⑤ フン(うんち)の色と中に入っているものを書きなさい。

--	--	--	--

図1-5 五感を用いたヒヨドリの観察

第3節 情意面への配慮

生物教材の場合、情意面への配慮を慎重におこなう必要がある。特に、動物嫌いの児童にどの様に対応すれば良いのか、また生命尊重をどの様に指導すれば良いのか、の2点は生物教材に独特なものである。

第1項 動物嫌いの児童教員への配慮

嫌われる動物の代表として、クモ¹⁶⁾¹⁷⁾、ミミズ¹⁸⁾、へび¹⁹⁾を取り上げ、それらの研究者が嫌われるわけについてどのような意見を持っているかということと、それについてどの様に対応したらよいか述べているか、また、精神科医の立場²⁰⁾からの示唆を表にまとめた。いずれも、詳しい観察によってその動物の理解を深めることから、親しみを持つことができるようになることを指摘している。特に、精神科医のなだいなだの同一化についての指摘は動物嫌いの児童への指導法となる。まず、食べること、動くこと、育つことなどの観察を通し自分との動物としての同一性に気づかせるなどして、徐々に恐怖感やいわれのない嫌悪感を取り除く方法をとることが望ましいと考えられる。

表1-4 クモなどが嫌われる理由と対応の例

	嫌われるわけ	それについての意見と解決法
クモ	足が多い 毛むくじやら 毒がある・気味悪い	クモの世界をできるだけ詳しくいろいろな角度から眺めて誤解を解き理解し、見直す。
ミミズ	形と動きがへびや回虫に似ている。	知られていないミミズの自然界での仕事を理解する。
へび	毒がある 正体不明の気味悪い存在	より科学的な目で眺め、その実態を知ればやみくもに忌み嫌うことも少なくなる。
精神科医の立場	(クモについて) 足が多くある 足が変なところから生える 足が男の手のように毛むくじやら。	原因は人の同一化傾向にある。 自我の確立段階で、同一化を繰り返し、動物の世界を常に擬人化してきている。 (女性のクモ嫌いの治療法) 動物がいかに関心を持って自分の卵や子供を守ろうとするか見せ、自分を母親の役割を通じて、クモに同一化させる。

しかし、過度の同一視は生物を客観的に理解することの妨げになることを日高は動物行動学者のローレンツなどの例を挙げて述べている²¹⁾。

第2章 指導計画作成上の基本方針

平成4年度から完全実施される新小学校学習指導要領は法的な拘束力を持つようになった。従って、教育研究も現場で用いるものを作ろうとすれば指導要領にそった内容にせざるを得ない。本章の研究も新小学校学習指導要領の内容の範囲で行った。

また、指導計画作成上の基本方針として以下の項目をおいた。

第1節 行動目標で目標を明示する

行動目標は、「ある知識や概念を理解すれば、なんらかの行動をとることができるはずである。その行動を目標として記述する」²²⁾ことである。小学校学習指導要領の内容の()の部分は、(2)昆虫を探したり育てたりして、成長の過程や体のつくりを調べることができるようにする。のように、行動目標に近いかたちで目標を示している。しかし、調べることができるのような言葉は範囲が広く行動目標にはなじまないものである。行動目標では、指導する人によって解釈に相違がおきかないような言葉を用いる必要がある。22)の文献には行動目標に用いられる用語として、説明する・書く・描く・選ぶ・例を挙げる・測定する・伝達する・記録する・組み立てる・栽培する・予測する・推論する・分類する・演示する、を挙げている。ここでは、それらの用語に加え、指摘する・推理する・準備するなどを用いた。

No・表題	ねらい (行動目標)	基本的科学概念	科学の方法
No.1 いろいろな虫	<ul style="list-style-type: none"> ・ 花壇に集まる蝶類を観察し、いろいろな種類があることを指摘できる。 ・ チョウが花の蜜を吸っているところを観察しそれが採餌であることを指摘できる。 ・ チョウが葉に産みつけた物を観察し、それが卵であることを形態などから推理できる。 	多様性と同一性 自己保存 生殖	観察 推理
No.2 アゲハのたまごをさがそう	<ul style="list-style-type: none"> ・ アゲハの卵を観察し、色や形を記録できる。 ・ アゲハの卵の表面をルーペを使って詳しく観察し表面の様子を指摘できる。 	成長	観察・記録
No.3 卵の形と色	<ul style="list-style-type: none"> ・ 卵の経日変化を観察し、色の変化を記録できる。 	成長	観察・記録

図2-1 指導計画にみられる行動目標の例

第2節 本時毎のワークシート化

指導計画は本時毎にワークシート化した。ワークシートを初めて開発し普及させたのはESS理科である²³⁾といわれている。ESS以外にも諸外国の多くのプロジェクトは展開をワークシートで示している²⁴⁾ことがある。本項ではワークシート化する利点について述べる。

第1項 教師の立場からのワークシートの利点

- ・本時の全体像が把握できる

授業のねらいを明確にしなければ、ワークシートの学習活動を書くことができない。したがって、ワークシートの学習活動を見れば、本時でどのような活動が行われるか一目でわかる。理科を教えることに不慣れな教員や初任者でも、ワークシートを読み事前に児童と同じ活動をしておくことで探求活動を指導することが可能である。

- ・授業研究の資料となる

実際に授業で用いたワークシートでも、児童の反応や他の研究者の分析などにより、改訂を要する場合がある。次々と改善を加えることで、よりよいものにしていくことができる。また、自分の担当する児童の実態に即した表記をおこなうことも可能である。

- ・形成的評価を即座に行うことができる

ワークシートには児童が記録する欄を設けてある。机間巡視をしながら、児童がワークシートに記録したことを見れば、個々の児童の理解度や学習のペースを詳しく把握することができる。そして、その場で即時に個々の児童にあった指導をすることが可能である。また、教師の発問の意図と児童の受け止め方の間の違いを見つけることができ、同じ様な傾向の児童に教師の意図を正確に伝えることができる。

- ・伝達者からディレクターへ

THINKING SCIENCE[®]の指導法上の留意点に、教師の役割は授業の演出者(director)になること、という項目がある。教師は教え込むのではなく、授業の準備や机間巡視での指導、個々の児童の質問に答える、学習のまとめ段階の討論で司会の役をおこなうようにする。

第2項 児童の立場からのワークシートの利点

- ・指示が明確

学年が上になるほど、教師の発問や指示が難解で複雑なものになる。児童は各自の体調や周囲の状況で、常に教師を注視しているわけではなく、しばしば発問や指示を聞き逃す。それらがわからなくては、学習に取り組むことはできない。ワークシートならば、自分のペースで学習を進めることができる。また、わからない発問などについて、その意味を教師にたずねるのも容易である。

- ・各自が活動できる

学校現場で今日の課題作りという活動が盛んに行われている。授業の冒頭の導入部分で本時の学習についての課題を作る話し合い活動である。多くの場合、それに参加できるのはクラスの一部で、課題ととして取り上げられる意見をいう児童は更に少ない。

課題について話し合いをするより、実験や観察をした結果について討論する方が重要である。また、話し合いに参加できなくとも自分の五感と思考を使った学習をしたい意欲を持つ児童は多い。そのような児童はワークシートによる実験や観察は行うことができる。このように、ワークシートは各自の自分なりの探求活動を保証することができる。

- ・個別の指導を受けやすい

教師の立場が伝達者からディレクターへと変化することにより、児童は個別の指導を受

けることが可能になる。従来の一斉指導では質問することで授業が中断するため、疑問を教師にたずねることが難しい。しかし、ワークシート学習では質問は個別に行われるため授業を中断させることがない。

第3節 遊びの要素を取り入れる

科学の探求は人間が生得的に持っている知的な好奇心を充足するために行われる。稲垣らは、人間の知的な好奇心について「他の高等動物と違って、より深い理解（意味）を持つところに特徴がある。」としている。また、そのような知的な好奇心を生み出す背景として、学び手の余裕のある情報処理能力の状態と自分の好むやり方で好む時間取り組める状況が必要であるとしている²⁵⁾。教師の立場では、児童の知的な好奇心を誘発するような場面を設けてやるのが考えられる。教材内容の研究を深めることは当然であるが、そのほかに遊びの要素を取り入れることが考えられる。遊びの要素により学習を活性化し、知的な好奇心を満足させることができることを牧田²⁶⁾が報告している。本研究では6年人体解剖モデルの自作キット、5年メダカの育ち方12面サイコロ、3年昆虫の迷路のパズルを作成した。

第3章 各学年の指導計画と展開

第1節 3年動物単元指導計画「昆虫の育ち方と体のつくり」ver.1

——アゲハチョウを中心素材として——

第1項 単元について

3年の児童は、外界に積極的に働きかけるようになり生活空間が低学年児と比較すると格段に広がる。身の回りにすむ生物にも興味を示し、網を持ち出して昆虫や魚、蛙などを追い始める。この時期に昆虫を素材とした単元を計画するのは、適当であると考えられる。しかし、この指導要領の目標には、指導計画を作成する上でいくつかの疑問点がある。

一つは、昆虫の育ち方について完全変態と不完全変態とがあることを比較観察させ、児童に理解させる事である。完全変態とは、昆虫の変態の一形式で、後胚発生においてさなぎという特殊な時期を経過して成虫に達する現象である。これは、チョウ類や甲虫類などの高等な昆虫にみられるものである。不完全変態はさなぎを経過しないで成虫に達する現象である。これには、トンボ類やゴキブリ類など原始的形質を持った昆虫にみられる。これらについての説明を加えることは、小学校児童にはきわめて難しい。昆虫の進化の過程の理解が必要であるからである。このことが、昆虫の多様性の理解をねらったものであるならば、あまり意味の無いことであるといえる。なぜなら、昆虫ほど多様性に富む動物群は他に見あたらない。多様な昆虫社会そのものの観察をさせることの方がはるかに多様性について指導できる。発生の多様性のみをとらえさせることがねらいとなるなら、ここで学習したことが、どの単元と関連を持つだろうか。それほど完全、不完全ということは昆虫のみの例外的なことであり、少なくとも小学校で指導する必要はない。むしろ昆虫は変態する、という事に重点を置くべきであろう。

二点目は、完全変態と不完全変態のために、児童は多種の昆虫を飼育しなければならな

いということである。昆虫の飼育には細心の注意が必要である。細心の注意がなければ、小さな生命を粗末に殺してしまうことになる。それでは、生命の尊厳への配慮を欠くことになりかねない。例えば、1頭のアゲハチョウが成虫になるには、70cmのキンカン鉢植えを全て食べつくしても足りない。それほどの餌を確保し、毎日2回は葉を取り替えねばならない。これは、児童にとっても、指導者にとってもかなりの負担である。不完全変態類から、ライフサイクルの観察できる素材として挙げられるものには、チャバネゴキブリ、カマキリ類、があげられる。トンボ類はヤゴの観察ができるが、夏に発生しヤゴで越冬するため観察がしにくい。また、生き餌しか食べないのもヤゴの飼育を難しくする一因である。それらの問題点の解決方法として、クラスで飼育する昆虫を分担することが考えられる。しかし、3年生の児童は、自分の物のみに興味関心があり、他の人の物と比較することは苦手である。また、直接経験の重視を述べている指導要領に即さないといえるだろう。

3点目は、昆虫の定義である。指導要領における昆虫の定義は頭、胸、腹に分かれる、であるが、このことによって昆虫類を他の動物と分別するには昆虫についてかなりの知識を持たなければならない。実際に、ヒトも頭、胸、腹に分かれるから昆虫かと質問した児童がいた。また、甲虫類の胸部と腹部の区別は、腹部や胸部についての定義を知らなければ不可能である。昆虫の定義を6本足とすれば、児童にとっては最も理解しやすく、分類操作で使いやすい定義である。

1 基本的科学概念

生物概念構造表(1)をもとにこの単元を分析すると、

- ・多様性と同一性……形態の多様性と同一性
- ・自己保存……栄養・行動
- ・成長と連続……生活環

の三つが中心となる。この中で、本単元において最も指導の重点を置きたいのは、成長と連続である。成虫の産んだ卵から幼虫を経て成虫になる、というサイクルを生物が繰り返し行っていることを観察を通して学習する。次は構造と機能であるがここでは構造が中心になる。足が6本であることが昆虫の定義であることを発見し、さらにその定義を使ってそれまで、ムシとしてとらえていた動物について昆虫という言葉で定義できるようにする。この学習は、多様性と同一性の概念と密接な関係がある。概念の内包を豊にしと外縁を広げる活動となる。また、飼育の活動を通し小さな生物にも生命があることを実感してとらえさせたい。そこで、自然を愛する豊かな心情を育みたい。

2 科学の方法

この単元では分類、観察記録、飼育、操作的定義がある。

・分類

- ・身の回りの動物を足の数の特徴で昆虫とそうでないものに分類できる。

・観察記録

- ・アゲハの卵を観察し、色と形を記録できる。
- ・卵の日をおっての変化を観察し、色を記録できる。
- ・ルーペを使って、生まれたばかりの幼虫の体表の様子を観察し、色やとげを記録で

きる。

- ・ 5令幼虫を観察し、足の数と位置など体のつくりを記録できる。
- ・ さなぎの日をおっての色の変化を観察し記録できる。
- ・ 羽化した成虫の足の数などを観察し図に簡単なスケッチで記録できる。

・飼育

- ・ 5令幼虫から羽化するまで、継続的な飼育ができる。

・操作的定義

- ・ 卵を生むのが雌であると定義できる。
- ・ 数種類の昆虫を観察し、足が6本の虫を昆虫であると定義できる。

第2項 単元目標

- ①アゲハの卵を観察し、大きさ、形、いろを指摘できる。
- ②卵から幼虫が生まれることを指摘できる。
- ③幼虫が育つ様子を観察し、その過程を説明できる。
- ④5令幼虫の飼育ができる。
- ⑤幼虫—さなぎ—成虫の過程を観察しその順序を説明できる。
- ⑥成虫の体のつくりを観察し、足や羽の数を指摘できる。
- ⑦6本の虫を昆虫と操作的に定義できる。
- ⑧6本足の定義を使って昆虫とそうでないものを分類できる。
- ⑨形態的な特徴で昆虫を分類できる。

第3項 指導計画

(表3-1 参照)

第4項 素材について

昆虫の成長を扱う単元で明治以来、多く用いられてきたのはモンシロチョウであった。現行、新小学校学習指導要領とも取り上げる種名についての指摘は指導書の中にみられないが、ほとんどの教科書では資料で示すようにモンシロチョウを中心に指導するようになっている。

しかし、最近では農薬の使用で病害虫を徹底的に防除するためモンシロチョウの卵や幼虫をさがすことが難しくなってきた。都市環境ではそれに代わってアゲハ類が簡単に卵を採取でき、飼育もたやすくできる²⁷⁾。

アゲハをこの単元に使うことの利点については文献28に詳しい。利点は、

- ・ 卵を探しやすい。(卵の黄色と葉の緑のコントラストが強いため)
- ・ 食草のミカン科の木が庭木に多い。
- ・ 幼虫が大きくなるので観察しやすい。
- ・ 幼虫を刺激すると肉角を出し威嚇行動をするので、動物ととらえやすい。
- ・ 成虫が大きく美しいので、飼育の甲斐がある。

などが挙げられる。

表3-1 3年「昆虫の育ち方と体のつくり」ver.1 指導計画表

No・表題	ねらい (行動目標)	基本的科学概念	科学の方法
No.1 いろいろな虫	<ul style="list-style-type: none"> 花壇に集まる蝶類を観察し、いろいろな種類があることを指摘できる。 チョウが花の蜜を吸っているところを観察しそれが採餌であることを指摘できる。 チョウが葉に産みつけた物を観察し、それが卵であることを形態などから推理できる。 	多様性と同一性 自己保存 生殖	観察 推理
No.2 アゲハのたまごをさがそう	<ul style="list-style-type: none"> アゲハの卵を観察し、色や形を記録できる。 アゲハの卵の表面をルーペを使って詳しく観察し表面の様子を指摘できる。 	成長	観察・記録
No.3 卵の形と色	<ul style="list-style-type: none"> 卵の経日変化を観察し、色の変化を記録できる。 	成長	観察・記録
No.4 たまごから生れた!	<ul style="list-style-type: none"> 卵から生れたばかりの幼虫を観察し、体色やとげの様子を図に記録できる。 卵の経日変化の観察から、孵化までにかかる日数を指摘できる。 	成長	観察・記録
No.5 大きくなった茶色の幼虫	<ul style="list-style-type: none"> 茶色の幼虫を観察し、体長を測定できる。 成長を示した図と体長から、何令幼虫であるかを指摘できる。 幼虫が小鳥のふんと似ていることを観察し、擬態で捕食を免れていることを推理できる。 	成長 食物連鎖	観察 測定 推理
No.6 緑色の幼虫を育てる	<ul style="list-style-type: none"> 5令幼虫を飼育する準備ができる。 アゲハの親がミカンの葉に卵を生んだわけを推理できる。 	成長	飼育 推理
No.7 緑色の幼虫を調べる(1)	<ul style="list-style-type: none"> 5令幼虫を観察し足や複眼の位置と数を指摘記録できる。 肉角を刺激し、それが生存に果たす役割を推理できる。 	多様性と同一性 自己保存	観察・記録 推理
No.8 緑色の幼虫を調べる(2)	<ul style="list-style-type: none"> 幼虫がミカンの葉を食べる様子を観察し、顎の動きを指摘できる。 幼虫がふんをする様子を観察し、肛門の位置とふんの形と色を記録できる。 	栄養	観察・記録
No.9 幼虫が動かなくなる	<ul style="list-style-type: none"> 幼虫の経日変化を観察し、さなぎになることを指摘できる。 	成長	観察・記録

No.10 大空へ飛べ、 わたしのアゲハ	・羽化した幼虫を観察し足や触覚の数を指摘できる。 ・羽化した幼虫を外へ逃すことができる。	成長 多様性と同一性	観察・記録
No.11 昆虫ってどんな虫	・5種類の幼虫を観察して足の数を数えることができる。 ・足の数が6本の虫を昆虫と定義することができる。	多様性と同一性	観察 操作的定義
No.12 昆虫の仲間わけ	・身の回りの昆虫を、形態的な特徴でチョウ、トンボ、バッタ、甲虫の仲間分類できる。	多様性と同一性	分類

3年のカブトムシを取り上げ展開と、4年以上の指導計画については次の機会に（その2）として報告する。

資料ワークシート例

3年理科ワークシート こんちゅうのそだちかた
 年 月 日
 3年組 番 名前.....

No. 1 いろいろなチョウ

春になると、花だんや校庭の花にいろいろなチョウがやって来る。

1 下のチョウの図に、やじるしのとおり色をぬりましょう。



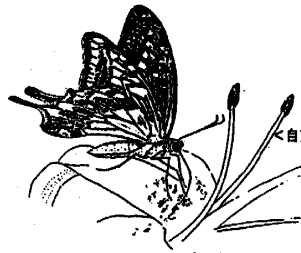
2 きょうかしよや、ずかんを見て色ぬりをしたチョウの名前をしるべしよ。上の()に名前を書き入れなさい。

3 かだんや校庭でチョウさがしをしましょう。みつけたチョウの名前を書きなさい。

4 チョウのようすをくわしくかんざつしましょう。

①下の図は何をしているところでしょう。

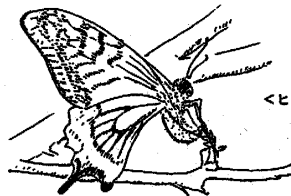
<体のどこを使っていますか>



<自分でいうと、何をしているところですか>

②つぎの図は何をしているところ。

<体のどこを使っていますか>



<ヒトでいうと、何をしているところですか>

★考えよう：ヒトに男子と女子がいるように、チョウのなかまにも男と女があります。ヒトがいの男のことをオス、女のことをメスといいます。たまごをうむのはどちらのしごとでしょう。.....オス.....メス.....

4年 季節と生き物<冬> 年 月 日 ()

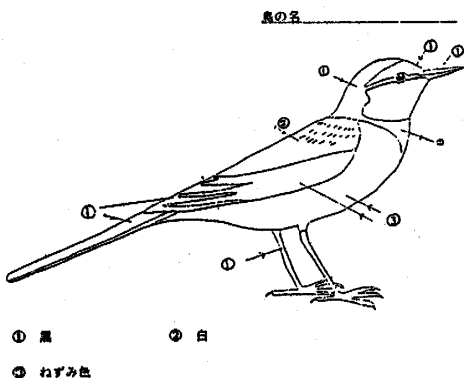
鳥をよぼう (3)-d
.....次に来る鳥.....
4年 調査名

次に来る鳥を調べましょう。

(用意するもの) 口色えんぴつ

(やりかた)

(1) 下の絵の色めりをして、図鑑で名前を調べよう。



(2) 動いているようすをくわしく観察しよう。

① どの場所でえさを食べていますか。○をつけなさい。

- () えさ台 () 地面 () コップ
() 木のえさ台 () はり盆

② どんなえさを食べていますか。○をつけなさい。

- () あふみ () オレンジジュース () ミカン
() リンゴ () パンくず () 木の实

③ 歩き方は下のどれですか。○をつけなさい。

- () 右、左、右、左(ヒトのふつう歩き) ← → ← →
() 両足ピョンピョン(キョウシー歩き) → → → →
() ケンケン ← ← ← ←

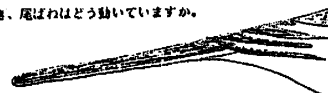
④ どんな声で鳴いていますか。聞こえたように書きなさい。

*聴いていなかったときは「聴かなかった」と書く。

⑤ 地面におりたとき、尾ばねはどう動いていますか。

○をつけなさい。

- () 上・下 () 右・左



4年 冬の野鳥単元ワークシート

家のまわりの動物たち

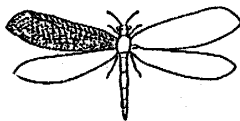
年 月 日
午前・午後 時 ころ

隠は深い・アリジゴク

縁側の下をのぞいてみよう。ちやわんのような穴がいくつもあいていることがある。穴の中にすんでいるのは、ウスバカゲロウの幼虫でアリジゴクとよばれている。

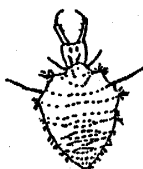


アリジゴクの虫



ウスバカゲロウ

1 土をどけて中のアリジゴクを観察しよう。



大きなごてで巣に落ちてきたアリをくわえて食べる。



2 あり地獄の巣はどんな場所に多いか調べる。

・建物の東西南北のどこに多いか調べる。

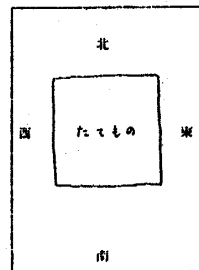
(神社、寺が調べやすい。)

アリジゴクの巣があった場所を左の図に点で記録する。記録を終えたら下の表にまとめる。

(アリジゴクの巣がある方向)

東 西 南 北

.....



3 調べた場所は、雨が当たりやすい場所だったか。

3 観察したことから考えよう

ウスバカゲロウは、人間が建物をたてるよりはるか昔から地球上で生活してきた。建物のないときはどんな場所を巣を作ったと考えられるだろう。

.....

野外観察ワークシート