

中学校理科「動物の分類」への データベース利用について

学校教育研究センター 長瀬久明
 ” 正司和彦
 大学院学校教育研究科 松原秀夫

マイコン用データベースを、生徒が能動的な学習活動を行うための道具として応用した。中学校理科「動物の分類」の単元を応用例として取り上げた。まずこの単元の目標である動物界の多様性と斉一性に基づく動物の分類について、多くの生徒は十分に理解することが困難であることを述べた。続いて、生徒がリレーショナル・データベースを柔軟な辞書として利用するための、表および検索プログラムの構成法を示した。次に、授業において生徒が能動的に動物の分類について理解できるように、教師がこのデータベースシステムを用いるための指導計画とワークシートを示した。

キーワード：リレーショナル・データベース、動物の分類、指導計画、ワークシート

1 まえがき

本研究は市販のマイコン用リレーショナル型データベース（RDB）を活用して、生徒が発見的な学習活動を行うためのシステムを開発したものである。中学校理科「動物の分類」を例に、具体的なシステム構成を提示している。

カード型データベースに比べてRDBは格段に豊富な検索機能を有している。それにもかかわらず、表形式というデータ構造の単純さのために、ネットワーク型データベースよりも取り扱いやすいシステムである。本研究においては、生徒が学習の中で必要とする情報を迅速に検索・提供できる道具として上記のRDBの特長を活用した。

2 「動物の分類」について

2.1 生活経験から離れた学習の限界

中学校理科・第2分野単元「動物の種類とつくり」において、生徒は動物のそれぞれの特徴についての基礎的な知識を得るとともに、つくりや生活を調べたり、分類をしたりする際の着眼点と手順などの手法を学習する。この単元の指導目標は、動物をいろいろな観点に基づいて、幾つかのなかまに分けられること、また、そのように分類していくことにより、「動物の世界についての関心を高め理解を深めていくための基礎をつくる」こと、「個々の動物の理解を深めるとともに、動物界を概観することにも役立つことなどを認識させる」ことが挙げられている。

しかし、現状の一斉授業による学習形態では、動物の類縁関係による分類は天下りの的に示される場合が多く、生徒はその分類の観点を確立した知識として受け入れ、いくつかの事例によって確かめる程度の学習活動にとどまることが多い。そのため、多くの中学生は学習後においても、主として自らの生活経験に基づいた視点によって動物を見ており、単元の目標が中学生の認識と結びついていないと思われる。

2.2 単元の内容とRDBの利用

我々は日常生活において特に意識しなくても、動物の種類と分類について多くの情報を得ている。例えば、サメは魚類であるが、クジラやイルカは魚類ではなく哺乳類であること、オオカミはイヌ科の動物であるがイヌとオオカミは違う種類であること、ヒトはサル仲間から進化したことなどである。しかし、こうした情報の多くは動物の分類として体系化されず与えられる。また、個々の情報はそれぞれ単独に散在している。我々はこのような情報の大半を個々人の生活経験に基づく動物観として受容している。

また、今後の科学の進歩によって、深海に住む動物に未知の種が発見されることやバイオテクノロジーによって新種の生物が誕生することなどが容易に想像される。こうした新しい情報を正しく理解するためには、生物学的な立場での望ましい生物観が必要となる。

一方、進化の過程についても、その道すじや分岐は事実が連続した道すじとして示されているものではない。断続的に散在する事実としての化石、相同、痕跡器官などからの推測に頼る面が少なくない。同様に、分類においても、生物進化に基づいた化石や絶滅種などからその類縁関係を推測し、系統的に近縁のものをまとめる分類法に努めている。

このように「動物の分類」の背景にある情報は煩雑かつ大部になり、流動的な情報でもあるため、中学生向けの資料集には載せにくいのが、マイコン・データベースには容易に取り込むことができる。また、RDBはデータの表示、並べ換え、検索、計算など、加工・編集することができるシステムである。このようなマイコンの利点により、生徒が生成的な文化活動への参加を体験できるような学習活動を実現できる可能性がある。

3 生活経験に基づいた学習へのアプローチ

3.1 生徒の認識と学習の展開

中学校では、生物の分類について専門的な知識を生徒が身につけることを求めているわけではない。そのため、動物については、セキツイ動物と無セキツイ動物に、さらにセキツイ動物を魚類・両生類・ハ虫類・鳥類・哺乳類に分け、それぞれの特徴を学習する程度であり、生物の進化についても、生物の歴史における移り変わりとして、また生物の環境への適応として少し示す程度である。

中学生に動植物の特徴を理解させることは実物を観察させること、生徒の経験を整理させることによって可能である。しかし、生物の歴史を数億年・数万年の単位でみることや化石を生物の歴史の証拠として位置づけることは、彼らの学習段階から言っても難しく、どうしても教え込みとなってしまふ。さらに、動植物の種類とその特徴を学習することから、生物の斉一性、進化、生命の連続性へと学習を発展させていくことは、彼らの持つ時間の尺度からでは、どうしても無理があると言える。つまり、彼らの生活経験と結びつく形で生物の斉一性や進化、生命の連続性と言った高次の概念を使って、生物界を概観することを理解させることは、従来の学習指導では不十分である。

3.2 生活経験への働きかけ

子供たちはその成長の過程における経験をもとに、例えば、動物を獣、鳥、虫と、植物を木、花、草といったように、日常的なカテゴリーや自分なりのカテゴリーによって生物を分類している。こうした生徒の生物観や分類の観点は、感覚的で曖昧なものであり論理性にかけ、一貫した観点で生物をとらえていない。従来の学習指導では生徒のこのような状態のところへ、一方的に教科書で学問的な分類の観点を与え、すでに学問的に分類された動物のグループについてその特

徴を学習していた。そのため、生徒にとって、教科書の分類の観点は、今までに自分がもっていた分類の観点とは別な存在となっている。生徒は与えられた分類の観点を新しい知識として受け入れるはするが、そうした分類の観点から自分自身の生物観を変化させるまで考えを深めてはいかない。

そこで、生徒が多くの情報の中から自分の生活経験と結びついたものを選び、それらを使って学習を進めることができたり、生徒がいろいろな情報を調べながら、自分なりに分類したり、検討したりすることで、自らの生物観を生物学的な見方と整合させていくことが必要となる。

RDBは、生徒が必要な情報を検索したり、必要に応じて加工・編集したりできる。したがって生徒各自の生活経験に結びついた学習活動を支援する道具として活用できる。

3.3 生徒ひとりひとりへの対応とマイコン

授業において教師が、生徒ひとりひとりの分類の観点をそれぞれ整理することはできない。そこで、授業ではクラスの最大公約数的な観点のみを扱うことになる。そのため、生徒各自にとっては、十分に考えなくてはいけないはずの自分なりの観点が抜けたり、逆にもともと考えなくてよいはずの他の生徒の観点について考えさせられたりすることになる。また、分類の観点を決定するルールについても、クラスの最大公約数的な観点から導こうとするため、結論は教科書の解釈を受け入れることでまとめられてしまう。

しかし、マイコンを利用すれば、ひとり対一台の対話形式とすることができ、十分と言えないまでも生徒各自が自分の分類の観点を整理することや分類の観点を決定するルールを発見することなどを支援できる。

4 リレーショナル型データベース (RDB) の学習利用

4.1 RDBの機能と学習利用

近年、RDBはビジネス界においてデータの蓄積と分類・検索に広く用いられている。その基本機能は(1)選択、(2)射影、(3)結合の3つである。

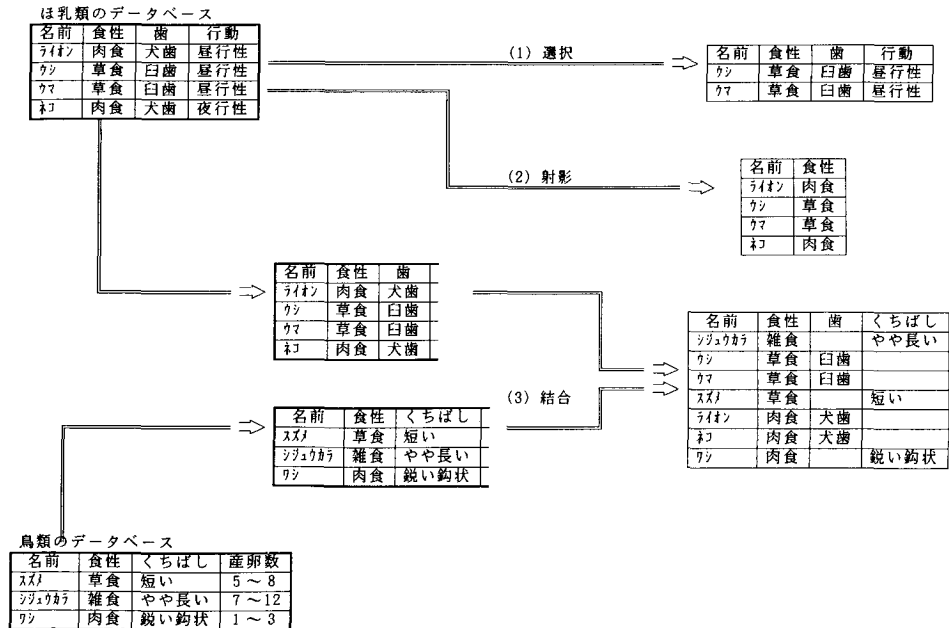


図1 RDBの基本機能

このようにRDBは、散在するデータを関連があるファイルごとにまとめておき、必要に応じてファイル間のデータの関係を定義することでさまざまなデータの表示、並べ換え、検索、計算など、加工・編集することができるシステムである。

このRDBを生徒が学習の道具として利用する方法として、次の3つの利用方法が考えられる。

- ① 新しい知識を得る道具としての利用
- ② 思考をまとめる道具としての利用
- ③ 新しい観点を獲得する道具としての利用

この3つの利用方法を学習活動にあてはめれば、調べる・確かめる・より深く知るといった活動になる。

4.2 RDBの授業における役割

マイコンを単に教材の提示機として使うとき、従来の考え方で授業を設計したとしても特に問題はない。しかし、授業にマイコンを学習活動の道具として使おうとするとき、従来の授業設計の考え方だけでは生徒の活動を十分に考慮した授業を展開することは難しい。

RDBを操作することは、それ自体が思考の表現であり。また、RDBの機能を使ってデータを加工・編集することは、データを解釈し、評価し、さらに、そうした過程を通して思考を深めていくことでもある。RDBのこうした側面を十分に考慮した上で授業過程に位置づけなくては、RDBによって授業自体が教師の指導計画とは異質のものになってしまう。そのため、教師のねらいと全く別の方向に授業が展開したりすることも考えられる。

そこで、授業設計の段階において単元の学習目標や授業時の行動目標などから、RDBを使う必要性とその目的を明確にし、授業展開や学習活動の流れをどのように構成するかなどを十分に考慮しておく必要がある。

5 RDBの設計

5.1 データベースの設計

データベースの設計には、次の3段階からなる手順が必要である。

- ① 既存のデータの分析
- ② 必要なデータの見直し
- ③ 属性の間の関係付け

(1) 既存のデータの分析

授業でデータベースを使用するにあたって、どのような資料が必要かを書き出す。このとき、どんなことを目標にどのような学習をさせたいのかを十分検討し、そのために必要な情報を明らかにする。

(2) 必要なデータの見直し

生徒の状況などから、データの形式や表現を生徒が理解し易いようにしたり、生徒の思考を混乱させないようにするなど配慮する。また、生徒の思考法などから、データベースに記録する情報が生徒の要求をある程度満たすようにもする。

(3) 属性の間の関係付け

生徒がデータベースにどのような問い合わせをするか予想し、それらの問い合わせに応じられるようにする。また、教材構造などから重要な属性とそうでない属性とを明らかにし、生徒がのちにそうした属性について理解し易いように配慮する。

5.2 プログラムの設計

生徒がコマンドを使って直接モードで、データベースに問い合わせるなどの操作をすることは

困難でもあり、学習の目的から言ってその必要もない。そこで、プログラムファイルを使ってそうした操作を自動化しておく。このプログラムに要求される機能には次のものがある。

- ① 生徒の質問を受け入れる。
- ② データベースを検索し、質問に対して適切な情報を提供する。

これらのプログラムは、次のように構造化できる。

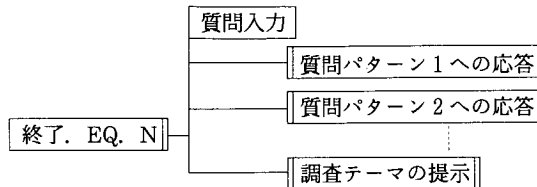


図2 プログラムのPAD図

5.3 ワークシートの作成

ワークシートの作成にあたって、次のような点に気がつけた。

- ・課題やワークシートなどは各生徒が学習を組織しやすいようにする。
- ・データの構造を教材構造に合わせるなど、生徒に理解し易くする。
- ・ワークシートは生徒の思考過程がわかるように工夫する。
- ・生徒が日頃の授業と同じ思考方法で学習できる。
- ・課題は、おおまかな学習の流れを作る程度のものにする。
(生徒が自由に思考出来るように)
- ・課題は、生徒がどのような活動をすればよいか分かりやすいものにする。
- ・課題と課題の間につながりをもたせる。
(思考の流れが途切れたり、飛躍しない。)
- ・生徒の思考の過程が記録できる。
(生徒の思考過程が読み取れるようにも配慮する。)

6 授業試案

6.1 単元とねらい

単元：中学校理科第2分野「動物の世界」

単元のねらい：

- ・生物の多様性と斉一性について理解する。
- ・生物の進化の考え方を理解する。
- ・生命の連続性について理解する。

6.2 授業の構成

従来の授業形態（一斉授業）で動物の種類とその特徴について学習したのち、RDBにより動物の分類の学習をはじめ。RDBによる学習は2つの部分に分かれており、途中で従来の授業形態で「動物の進化」についての学習をはさむ。RDBによる学習は、第1の部分で分類の観点を使った分類操作と分類の観点の共通性について学習し、第2の部分で生命の連続性について単元の学習をまとめる。指導計画を表1に、RDBによる学習の過程とそのねらいを表2に示す。

表1 指導計画

| 区分 | 指導事項 | 指導内容 | 時数 |
|----|--------------------------------|---|----|
| 1 | 動物の生活 | 動物の食性の違いによる体のつくり，運動の違いなどに関心をもたせる。 | 2 |
| 2 | 動物の種類と特徴 (分類の観点) | いろいろな動物の生活とからだのしくみから，動物の多様性，環境への適応や分類の観点について認識させる。 | 8 |
| 3 | 動物の分類 (観点決定のための視点) * RDB | RDBの操作説明 ステップ1 セキツイ動物の分類の観点を確認させる。 ステップ2 分類の観点が決定される背景について注目させる | 1 |
| 4 | セキツイ動物の歴史 | ステップ3 セキツイ動物の歴史について認識させる。 | 1 |
| 5 | 分類の観点と生物の系統性 * RDB | ステップ4 分類の観点について検討させることにより，生物の系統的な分類に気づかせ，生物の進化，生物の斉一性，生命の連続性の理解を深めさせる。 | 1 |

表2 学習の過程とそのねらい

| ステップ | 学習活動 | ねらい |
|------|---|--------------------|
| 1 | 20ほどの動物をなにかま分けする分類の観点の記入・修正 データを検索する | 分類の観点を明確にする |
| 2 | 分類の観点の列挙・整理 ステップ1の観点と同じ分け方になる別の観点を探す 観点の背景の共通性を抽出する データを検索する | 分類の観点を決定するルールを見つける |
| 3 | 各観点の背景について考察する 一斉授業（動物の進化について） | 動物界を概観する |
| 4 | 特徴の比較（検索・結合する） 類縁関係（相違点と共通点）について調べる。 グループ化の意味を検討・再考する 分類のための視点の適正化 | 斉一性・連続性を理解する |

表2の各ステップにおいて次の学習効果が期待される。

- ・ステップ1：分類の操作をととして、分類の観点をより具体的にとらえる。
- ・ステップ2：分類の観点について知識を広げる。
- ・ステップ3：生物の歴史を理解できる。
- ・ステップ4：分類が生物を理解するのに役立つことを知る。

6.3 データベースの構成

(1) 資料からデータベースへ

中学校理科副教材の理科資料集，理科便覧，理科表や理科基本用語集などのセキツイ動物と水とのかかわり，セキツイ動物の特徴と種類といったような資料をもとに体温の変化，心臓のつくり，体表（皮膚），運動，生活場所，ふえ方（受精，卵のつくり，子の産み方，子育て……）などの項目を選び，表形式にまとめる。このとき，次のようなことに注意し項目を選ぶ。

- ・生徒が動物の特徴としてイメージしやすいものを選ぶ。
- ・あまり専門的になる用語は避ける。

（中学校段階で学習する用語は，上位学年で習うものでも多少なら使う。）

- ・項目数は教科書などにあるセキツイ動物の特徴より多くする。

表3. セキツイ動物の種類と特徴

| 項目 | 呼吸方法 | 体温 | ・・・ | 事例 |
|-----|------|----|-----|---------|
| 哺乳類 | 肺呼吸 | 恒温 | | イヌ，・・・ |
| 鳥類 | 肺呼吸 | 恒温 | | スズメ，・・・ |
| ・・・ | | | | |

(2) データの構造

データの構造は，各テーブルにおいて共通する項目ができるだけ多くなるように，また，ある項目についてまとめ易くなるようにと考慮し，分類表の系統にしたがう。分類表の系統と同じにすることで，次のような利点がある。

- ・データの構造は，動物の分類表の界－門－綱－目－科－……と必要に応じてテーブルを構築していくことができる。
- ・界－門－綱－目－科－……の各テーブルにおいて，上位と下位のテーブルをつなぐ項目を設定しておくこと，テーブル間でのデータの重複を少なくできる。

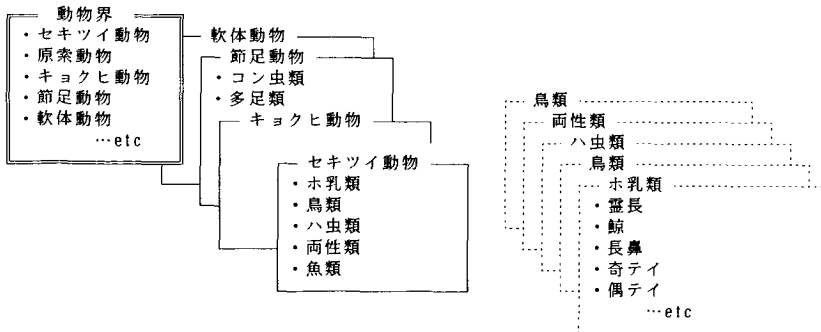


図3 データの構造

(3) 生徒の質問の受け入れと応答

生徒の質問の受け入れは、次のようなパターンが考えられる。質問のパターンはあらかじめプログラムで作っておき、〔 〕内にキーワードを入れるようにしておく。

a : どんな〔哺乳類〕がいますか。

b : 〔哺乳類〕は〔肺呼吸〕ですか。

c : 〔タイ〕は〔肺呼吸〕ですか。

d : 〔タイ〕について教えてください。

e : 〔タイ〕の〔呼吸方法〕は？

f : 〔肺呼吸〕とはどんな〔呼吸方法〕ですか。

また、質問への応答は次に示すように、該当するデータをテーブルから引き出して表示する。

a : どんな〔哺乳類〕がいますか。

⇒〔イヌ, ネコ……〕がいます。

| | 呼吸方法 | 体温 | ・・・ | 事例 |
|-----|------|----|-----|----------|
| 哺乳類 | 肺呼吸 | 恒温 | | イヌ, ・・・ |
| 鳥類 | 肺呼吸 | 恒温 | | スズメ, ・・・ |
| ・・・ | | | | |

図4 セキツイ動物のテーブル

d : 〔ウマ〕について教えてください。

⇒生活場所は〔陸上〕です。

食性は〔草食〕です。

………

| | 生活場所 | 食性 | ・・・ | 事例 |
|-----|------|------|-----|---------------|
| ウマ | 陸上 | 草食 | | ウマ, ロバ, ・・・ |
| クジラ | 海中 | オキアミ | | シロナガスクジラ, ・・・ |
| ・・・ | | | | |

図5 ホ乳類のテーブル

6.4 学習課題とワークシート

(1) 学習課題

生徒が具体的に学習活動を組織し易いように、上述の4つのステップの各段階に合わせ、次のような課題を用意し、RDBを使って検索や分類操作をさせる。

課題1 : セキツイ動物を分類するときの分類の観点を分類する手順にしたがって書きなさい。

(ステップ1)

課題2 : 課題1で書いた分類の観点と分け方が同じになる別の観点がありますか。同じ分け方になるものがあれば、その観点を比較して、同じ分け方になる理由を書きなさい。

(ステップ2)

課題3 : セキツイ動物の分類をするとき、分類の観点を選んだり、その順序を決めたりするルー

動物の分類

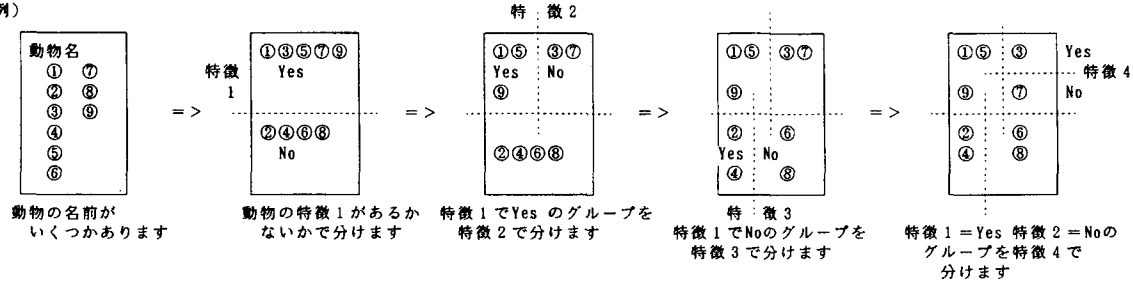
1 年 組 番 : 名前

作業①: 下の28の動物を(例)のようにして、それぞれの特徴によって順に大きいグループから小さいグループに分けていって下さい。このとき、グループ分けに使った特徴は必ず記入して下さい。

※注意1: よく分からない動物やその特徴などについて調べたいときは、データベースを使って下さい。データベースで調べものはメモの欄に記入しておくこと。

※注意2: グループ分けした動物が自分の思っているとおりかどうか、データベースを使って必ず確認して下さい。

(例)



| | | | | | | | | |
|---|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----|---------|
| イモリ, イルカ, ウシ, サケ, ウマ, サメ, カメ, サンショウウオ, カメレオン, シカ, カモノハシ, ダチョウ, カンガルー, チンパンジー, キジ, トノサマガエル, クジラ, ネズミ, コアラ, バク, コイ, ハリモグラ, ゴリラ, ペンギン, マムシ, ヤツメウナギ, ワニ, | ==> | 特徴1 () | ==> | 特徴2 () | ==> | 特徴3 () | ==> | 特徴4 () |
|---|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----|---------|

動物の分類へのデータベース利用

図6 動物の分類のワークシート(1)

動物の分類

1 年 組 番 : 名前

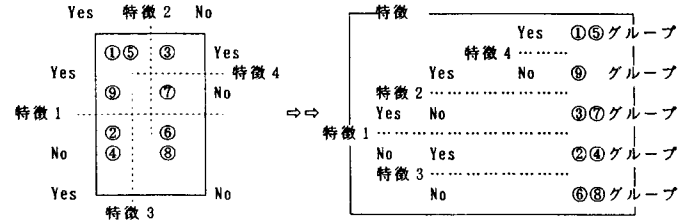
作業：作業①でグループ分けするときに調べたことをメモの欄に記録しなさい。

作業③：作業①でグループ分けした手順とそのときに使った特徴を（例）に習って整理しなさい。

◎ メモ

| 動物の種類や名前 | 特 徴 | 調べたこと・分かったこと |
|----------|-----|--------------|
| | | |

(例)



| | |
|-----|----|
| 記入欄 | 特徴 |
| | |

メモ

図7 動物の分類のワークシート(2)

ルはどのようなものか見つけなさい。(ステップ4)

(2) ワークシート

既に、生徒は動物の種類とその特徴について学習を終えているので、分類が固定的な分け方になるのを避けるため、自由度のある分割ができるように配慮した。また、具体的な作業が分からない生徒への示唆として、分割例も示すことにした。図6、図7のようなワークシートを用意した。

6.5 学習の流れ

(1) ステップ1

課題1：28の動物をそれぞれの特徴によって、まず大きいグループに分け、順次小さいグループに分けていく。

活動：RDBの機能を使ってデータを検索し、動物について情報を確かめたり分類を行ったりしながら、分類の手順や観点を明確にしていく。

- ・順序を見やすく並べてみる

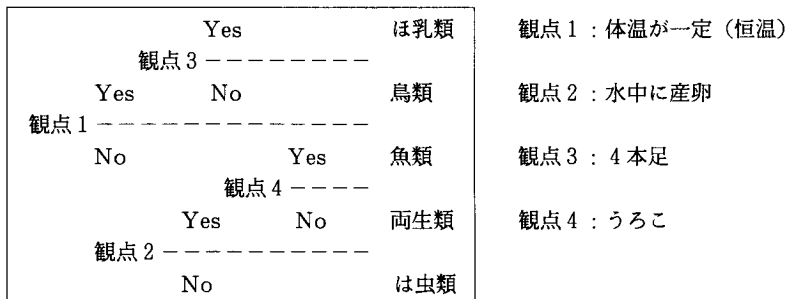


図8 ステップ1の学習活動

(2) ステップ2

課題2：ステップ1の観点と分け方が同じになる別な観点を探す。

活動：グループ分けした動物の特徴を比較検討しながら、分け方が同じになる観点を探す。同じ分け方になる観点をまとめ、その背景にあるものについて考察する。さらに、分類の観点を決定するルールについて考える。

- ・観点をまとめる

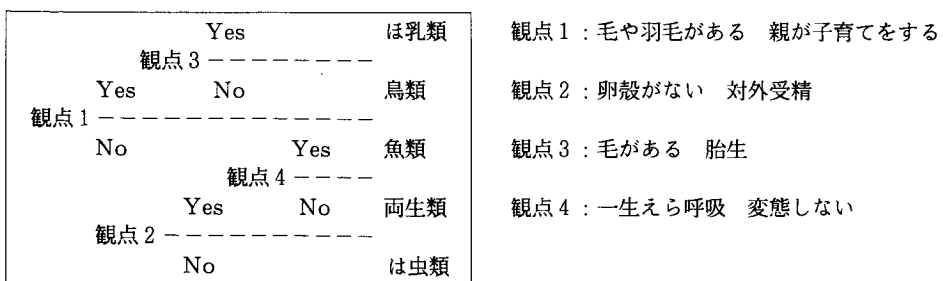


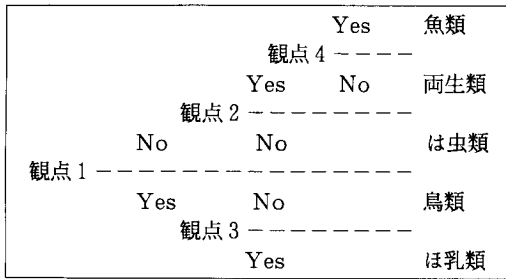
図9 ステップ2の学習活動

(3) ステップ3

一斉授業：動物の世界の移り変わり，環境への適応，進化について学習する。

活動：種類や時間を越えた視点から，分類の観点を見直す。進化の過程の順に観点を並べ換える。

- 進化の順に並べられる



- 観点4：うろこ
一生えら呼吸
変態しない
- 観点2：水中に産卵
卵殻がない
体外受精
- 観点1：体温が恒温
毛や羽毛がある
親が子育てをする
- 観点3：4本足
毛がある
胎生

図10 ステップ3の学習活動

(4) ステップ4

課題3：セキツイ動物を分類するとき，分類の観点や手順を決めるルールはどのようなものか。

活動：進化の過程の順にグループをならべ，グループの特徴について，共通点や相違点を見る。グループ間の類縁関係について考える。

- 表にまとめる

| | 卵生 胎生 | 水中 陸上 産卵 | 卵殻 有無 | 体外 体内 受精 | 呼吸 | 変温 恒温 | 毛 羽毛 有無 | 子育て | あし |
|-----|----------|----------------|----------|----------------|------|----------|---------------|-----|-----|
| 魚類 | 卵 | 水中 | 無 | 外 | えら | 変温 | 無 | 無 | 無 |
| 両生類 | 卵 | 水中 | 無 | 外 | えら→肺 | 変温 | 無 | 無 | 無→4 |
| は虫類 | 卵 | 陸上 | 有 | 内 | 肺 | 変温 | 無 | 無 | 4本 |
| 鳥類 | 卵 | 陸上 | 有 | 内 | 肺 | 恒温 | 羽毛 | 有 | 4本 |
| ほ乳類 | 胎 | | | 内 | 肺 | 恒温 | 毛 | 有 | 4本 |

図11 ステップ4の学習活動

7 あとがき

本研究では，RDBの情報検索機能を学習の道具として生徒が授業において活用する一方法を示した。RDBのデータ構造とワークシートの形式を示し，授業におけるRDBの位置づけと役割を授業試案として考察した。次の段階では，授業の設計を行い，実践的な学習活動の中にこのシステムを使用してゆく。

参考文献

松原秀夫・長瀬久明・正司和彦（1988）中学校理科「動物の分類」におけるコンピュータ・データベースの利用，教育工学関連学協会連合第2回全国大会講演論文集，pp. 159-160.

Application of a Database to the Learning of the Classification of Animals

Hisaaki Nagase, Kazuhiko Showji and Hideo Matsubara

In this paper relational database was applied to aid students' learning of biological classification in classroom of junior high school. Relational database was used as a tool for active learning activities. Our finding as follows: First, we suggested that it seem quite difficult for students to understand the rules to classify a variety of animals though the goal in the learning unit was to master the classification rules. Second, several classification tables were constructed for animals, and diagrams were presented for retrieval programs which were useful to students who might be able to use database software as if it was a flexible dictionary. Third, an instructional plan and worksheets for the plan were shown to improve teachers' teaching. These materials have been developed to be used in class so as students actively understood rules to classify a variety of animals.

Key words: relational database, classification of animals, instructional plan, worksheets