

CBS 研究速報 no.7

CBS とは A COURSE OF BIO-STUDY の略

小学校第1学年から高校第3学年までの12年間の「生物学習の道すじ」を意味する

2012年8月9日

特集 学習指導計画案 単元「7a.動物世界の形成過程」

* 「7a.動物世界の形成過程」とは、第7学年（中学1年）で「現在みられる動物世界がどのような歴史的過程の中で形成されたか」を主題にした学習指導単位である。7aのaはanimalの略である。この学習指導単位は、第6学年までの動物についての学習の成果をまとめながら、それを基礎にあらたな指導課題を加えて、動物についての学習指導に一つの上めくりとする。以後、動物世界について主題にした学習指導単位は設置しない。

学習指導単位「7a.動物世界の形成過程」の指導内容

目次

第1部 動物世界の初期進化

1. 刺胞動物しほう
2. 海綿動物かいめん
3. 原生動物とその起原
4. 後生動物への進化の二つの段階

第2部 動物世界のさらなる発展

5. 後生動物出現による動物世界の変化

6. 後生動物の進化の過程

第3部 動物世界の進化のあと

7. 動物世界の進化の節目に注目する
8. 進化における祖先と子孫のつながり
9. 新しい動物の出現は動物世界の構造を変える
10. 動物世界の進化の道すじを明らかにする

子どもと自然学会生物教育研究委員会

岩田好宏・杉山栄一・中谷治代・吉岡秀樹（連絡先 hyoshi141@hb.tp1.jp）

学習指導単位「7a. 動物世界の形成過程」

「7a. 動物世界の形成過程」とは、第7学年（中学1年）で「現在みられる動物世界がどのような歴史的過程の中で形成されたか」を主題にした学習指導単位である。7aのaはanimalの略である。この学習指導単位は、第6学年までの動物についての学習の成果をまとめながら、それを基礎にあらたな指導課題を加えて、動物についての学習指導に一つのしめくりとする。以後、動物世界について主題にした学習指導単位は設置しない。

1. 学習指導単位「7a. 動物世界の形成過程」の基本

1. この学習指導単位における指導目的は、子どもたちが、動物世界にみられる基本となることに目を向けながら、動物像の基本を確立することにある。これ以後動物を主題とした学習指導単位はない。

2. 動物世界にみられる基本とは、つぎの3点のように考える。

a. 動物とは、運動し捕食するという栄養摂取・行動という生活様式の基本から他の生物から区別されるものである。他の生活様式としては、植物のように光合成によって栄養摂取するものと、菌類（真菌類・細菌類）のように捕食することなく体外にある栄養物質をそのまま、あるいは体外において消化してから吸収するという生活様式がみられる。動物の運動には栄養摂取や襲ってくるものからの、あるいは環境の急変に対応しての逃避、防御にとつての手段としての意味があるから、瞬時の行動が必要となる場合が多くあり、それに対応して大量のエネルギーをすばやく発生する酸素呼吸が基礎としてある。

b. 動物は、最初に運動捕食生活するようになったものと、それを祖先としてそこから生まれたものをいう。その進化には分化がともなっていたから、当然のことながらそれぞれが異なる生活を展開することになり、生活要求を別にすることになり、競合が避けられ、共存することとなった。そのことによって全体として多様になった。そのため進化的に分化していく中で捕食・運動という生活様式を失い、寄生生活をするようになったものも多くいる。これも動物の一員としてみとめている。その意味では動物というとならえかたは、行動・栄養摂取という生活様式からだけでなく、歴史的系統性からの考慮がされている。

c. ところが、生物の中には捕食・運動という生活様式だけでなく、光合成生活という生活様式を合わせもつものもいる。ミドリムシがその具体的な例で、通常は運動・光合成生活をしているが、暗所で有機物の多い水域では、葉緑体を失って捕食生活を展開する。したがって、生物世界は、動物、植物、菌類・細菌類というように三分することができず、このほかに動物と植物の両方の生活を展開しているものがあることも認めねばならない。ミドリムシの場合は、原生動物が微小な藻類を捕食して出現したもので、微小藻類が葉緑体化しながらも捕食能力を保存していることから発生したという進化事実に起因している。

3. このようにみれば、この学習指導単位における子どもの動物像形成にあたっての指導の眼目にするものはつぎの4点である。

①動物には、運動し捕食して生活するという生活様式が基本として貫徹している

②と同時に、この生活様式はそれぞれの動物によって異なり、全体として多様な世界を形成している。

③その多様さは、それぞれの動物によってちがいがあながらも、運動・捕食を軸に、からだ、そこから生まれる生活様式と環境、その中の生態的地位との対応関係から生まれている。その多様性発現の

過程において運動・捕食という生活様式を失い、寄生生活するものも現われるが、それも動物の存在様式の多様さの一つの形態である。

④そうした動物としての生活様式の保存と変化は、進化的歴史の中で生まれたものである。

4. この生物学学習指導では、生物の分類法として五界説を採用しない。動物世界、植物世界、菌類世界という三界説を基本として、これではとらえきれないミドリムシ類や、炭素同化にあたっての水素供給物質として酸化水素（水）以外の物質（硫化水素など）を利用している光合成細菌類、化学合成細菌類は別の界として扱うという分類法を採用している。ただし、「7a. 動物世界の形成過程」における実際の学習指導にあっては、動物以外についてはほとんどふれていない。

2. 学習指導単位「7a. 動物世界の形成過程」の指導内容

学習指導単位「7a. 動物世界の形成過程」の指導内容は、つぎのような構成にした。

第1部 動物世界の初期進化

1. 刺胞動物^{しほう}

1. 刺胞動物とは
2. クラゲの成長過程（受精卵から成体まで）
3. 刺胞動物のからだと生活の特徴
4. 刺胞動物の適応放散

2. 海綿動物^{かいめん}

3. 原生動物

1. 原生動物とは
2. 原生動物は進化の中でどのように出現したか
3. ミドリムシは原生動物か植物か

4. 後生動物への進化の二つの段階

第2部 動物世界のさらなる発展

5. 後生動物出現による動物世界の変化
6. 後生動物の進化の過程

第3部 動物世界の進化のあと

7. 動物世界の進化の節目に注目する

8. 進化における祖先と子孫のつながり

1. 比較して似ているところとちがうところから進化のあとを知る
2. 進化のmissing link（ミッシング リンク、欠けている鎖の輪）を探す
3. シーラカンス
4. ネオピリーナの発見

5. 生活環境、生活のしかたが似ていると、ちがった動物を祖先にしても似てくる
6. 脊椎骨出現の歴史的過程
9. 新しい動物の出現は動物世界の構造を変える
10. 動物世界の進化の道すじを明らかにする

1. 第1部「動物世界の初期進化」

第1部の「動物世界の初期進化」では、動物世界の中で、もっとも原始的なものである、原生動物、海綿動物、刺胞動物の3種の動物について指導する。

刺胞動物と海綿動物については、これまで指導してきた動物に比べて大きくちがうものでありながら、動物であることを確認し、合わせて「動物」概観を定着させることを目的にしている。以後さまざまな動物が指導内容として提示するが、その都度、この概念を手がかりに動物であることを確認しながら、そこにみられる大きなちがいが、それぞれの動物にとってどのような意味があるか、またどのようにしてそうしたちがいが生じたのかという進化の指導に転換していく基礎にあたる場所である。

この3種のうち、刺胞動物を最初に指導する理由は三つある。一つは、刺胞動物は水族館など実際にみることができること、もう一つは日常的に見たり知ったりした動物と比較して大きくちがうが、共通しているところがみられることである。しかも、いずれも刺胞があり、それが生活の上で共通した手段となっているにもかかわらず、固着生活するもの、浮遊生活するものがいて、からだ、生活のしかたが多様であることが三つ目の理由である。刺胞動物の指導で動物概念を確認しながら、それぞれによって異なる個別的な特殊性に目を向けることによって、固着生活している海綿動物についても動物であることが確認できて、動物概念を定着させる意図がある。

また、この2種の動物の指導では、受精卵から始まって成体になるまでの成長（発生）過程を重視している。それは、からだと生活様式の対応関係、いいかえると、動物の場合には、生活様式はからだから生まれることを、動物の生活をとらえる基本を確認することに目的がある。からだがちがうことによって幼生と成体では異なる生活を展開することになる。その一方で成体になると、刺胞動物と海綿動物ではからだも生活のしかたも大きくちがいがながら、幼生段階では共通していることに目を向けさせるということも重視している。

原生動物の指導では、原生動物がどのような動物であるかということをとらえさせるほかに、原生と後生という二つの概念をはっきりとつかむことがねらいとしてある。実態（実体）と概念、ことばの関係を意識的に学ぶことを重視したものである。これにくわえて、動物の起原が多元であることを一つの主題にした。進化を考える上で、「ちがいが」ということの原因は、祖先がちがうか、祖先が同じであるが途中で分かれたかのどちらかである。

2. 第2部「動物世界のさらなる発展」

つぎの第2部では、多細胞のからだであるということが、後生動物にとってどのような意味をもっているかということと、後生動物が出現したことが動物世界全体からどのように意味をもつことになったか、それまで存在していた原生動物にとってどのような意味をもつことになったかということが主題である。それは、進化の中で、それまでとは異なる新しい生物が出現するということは、その生物の立場、他の生

物の立場、生物世界全体にとっての意味をもっているのか、そもそも進化ということが動物にとってどのような意味をもっているという、この指導単位のもっとも基本となる主題に直接かかわることである。

3. 第3部「動物世界の進化のあと」

第3部での指導の第1の主題は、この地球上にはどのような動物が存在するのかということ概観することである。この学習指導単位の最後で、土壌中の動物や水たまりに生活している動物を実際に採集して観察することによって、あるいは動物についての映像、書物を通じて知った、見慣れない動物を発見して、それが動物世界全体からみて、動物進化からみてどのような位置にあるかということ認識しながら、動物世界とはどのような世界なのか、人間世界とどうちがうかを知ることがねらいである。

自然科学の一つの使命は、自然は人間とどうちがうかということ明らかにすることにある（「自然は人間と同じである」というとらえかたからどう脱却できるかが基本となる）。それは、人間学の使命である「人間は自然の一員でありながら、特別の存在である」ということと対になっている。最後のまとめとして、子どもたち各自でそうしたことを考えさせたい。

ここでは、こうした学習に向けて、原生動物から一つひとつ進化上出現してきた動物の中で、進化の節目にあたる動物を取り上げて見てゆくことにしている。

こうした指導の中で、進化を、からだと生活様式の複雑さと、動物世界の多様性という二つから発展ととらえ、その段階に目を向けるということと、進化における各動物の相互のつながりと歴史的な分かれに注目するようにしている。

また、進化のあとを解く手段にも目を向けている。共通点と相違点から、「ミッシング リンク」という概念とそれに対応した古生物学との関係から進化をみるという生物学の方法を、一つの主題とした。

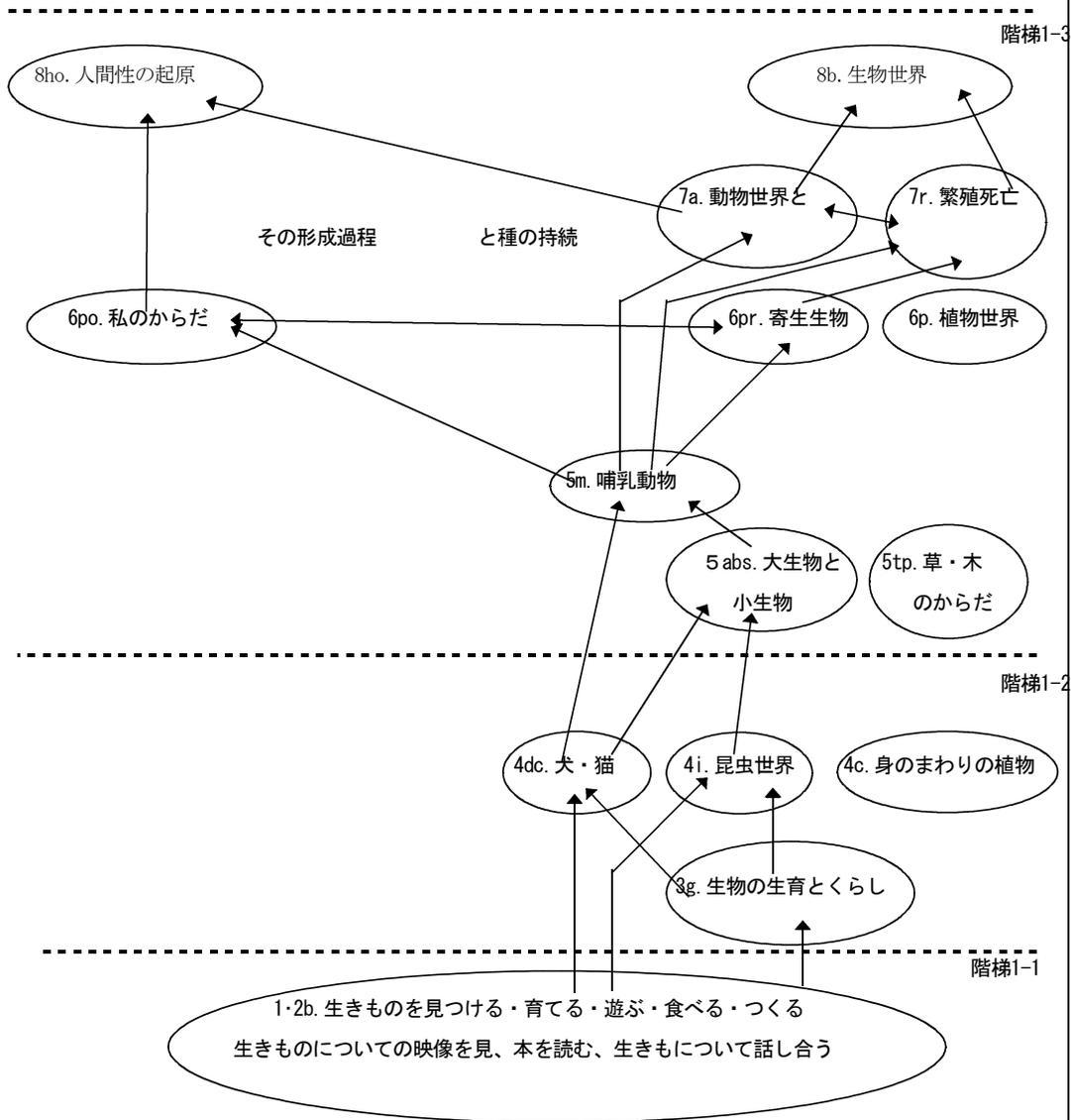
3. 学習指導単位「7a. 動物世界の形成過程」と他の生物についての学習指導単位との関係

この学習指導単位は、最初に述べたとおり、第6学年までの動物についての学習の成果をまとめる意味もふくまれていて、それを基礎にあらたな指導課題を加えて、動物についての学習指導に一つのしめくりとする。以後、動物世界について主題にした学習指導単位は設置しない。

この学習指導単位と他の学習指導単位の間には、子どもの学習過程から系統性と、学習の対象である「動物世界とその歴史」についてのさまざまな事象、法則性の二つの相互関係がある。動物についての学習指導に一つのしめくりとするためには、この相互関係を明確にし、指導できるよう配慮しなければならない。下の図は、そうしたことを配慮して考えた、各学習指導単位の主題の相互関係を示したものである。以下、この図の解説をしながら、動物にかかわる学習指導単位間の関係について述べることにする。

図 動物学習指導単位の主題の間の相互関係

1. 主として人間自身について 2. 主として人間と生物世界の関係 3. 主として生物世界について



1. 「6pr. 寄生物」における動物学習指導

この学習指導単位は、生物の生活様式の基本となる寄生生活を主題としており、生物界には、動物、植物のほかに、菌類（真菌類と細菌類）がいること、それがどのようなからだをし、どのような生活のしかたを身につけていて、他の生物とどのような関係を結んでいるかをとらえさせることを目的にしている。

この学習指導は、人間の寄生動物である、コウセツレットウジョウチュウから始める。どのような動物で、どのようなからだ・生活のしかたで、環境とどのような関係をもって生存しているか、それが人間にとってどのような意味をもった動物であるかということを主題にした学習指導を考えている。その指導の過程の中で、動物概念、動物とはどのような生物であるか、最終的な定着もねらいの一つとしている。動くことも捕食・消化することもしないのに、動物とされているのはどのような根拠によるかということを追及し、また捕食器官も運動器官も感覚器官もなく、生殖器官が非常に発達していることの、この動物にとっての意味を考えていく中で、それまで子どもたちがもっていた動物概念の修正して、「運動、捕食生活をしている生物と、進化の過程でそこから派生して他の生活のしかたを見つけた生物の全体」という捉え方を定着できるようにするものである。これには、進化の学習が必要であり、進化が生物にとってどのような意味をもっているか、その一端を学ばせることも指導課題としている。「7a. 動物世界の形成過程」では、これを基礎にさまざまな動物の、動物としての基本的な特徴と、それぞれの動物の個別的な特殊性をとらえさせ、その全体としての多様性と、これらの背景にある進化に注目して学ぶということを主題としている。

2. 「6po. 私のからだ」における動物学習指導

「6po. 私のからだ」は、人体学習の指導を主題としている。ヒトのからだの動物としての一般性と特殊性、とりわけ哺乳動物と他の脊椎動物とどうちがうかを、からだの構造と機能との関係に重点をおいて明らかにすることが指導の中心となる。それは、以後の動物学習指導における、動物をとらえる重要な基礎となる。そのため、「5m. 哺乳動物」で子どもたちが学んだ哺乳動物との比較、両生類のカエル、魚類のからだと生活のしかたとの関係、受精卵からはじまって成人になるまでのからだの成長過程を追う学習の指導を具体的に考えている。ここでは、「4i. 昆虫世界」で明確にした動物概念が重要な手段となる。

3. 「5m. 哺乳動物」における動物学習指導

この学習指導単位での指導の主題は、哺乳動物の動物としての特徴を、昆虫類との比較によって明らかにしながら、哺乳動物としての共通した特徴と各哺乳動物ごとに異なる特徴を明らかにし、それが進化の過程で形成されたこととする。また運動のしかたとしての骨と筋肉の共同による関節運動、外骨格と内骨格のちがいが、骨と殻のちがいにも目を向ける。これらについての学習を通じて、哺乳動物も昆虫類も共通して動物であることを確認することにしている。

同じ学年で指導することになっている「5abs. 大きな生物と小さな生物」は、生物のもつからだの大きさが、生物世界の中でのそれぞれの生物が占める位置（生態的地位）を見る場合の基本になること、各生物の種族維持が、種の具体的な存在のしかたとしての種個体群の個体数の増加と減少の調整の上で成り立っており、大きなからだの生物は、繁殖・死亡とも小さく、小さな生物は繁殖・死亡ともはげしく、それは卵から成体までの成長期間の長短に関係していることが主題となり、動物概念の定着を主要な課題にはし

ていない。動物概念の定着の補強としての役割を果たすことになる。

4. 「4i. 昆虫世界」における動物学習指導

この学習指導単位の主題は、昆虫がその環境としての自然とどのようにかかわって生存しているかということである。ここではつぎのことが具体的な指導課題となる。動物学習指導としては最初のまとまりあるものとなる。このことによって、これが「6pr. 寄生物」の動物学習の基本となり、さらに「7a. 動物世界の形成過程」という動物学習についての総括的指導の基礎になる。これらと第3学年までの、各動物ごとの個別学習、一般性と個別的特殊性に目を向ける学習の指導とが、動物学習指導の骨格となっている。

a. 昆虫も動物である

b. 昆虫が動物であるという場合の動物とはどのような特徴をもっていることか

c. 昆虫は他の動物と比べて、動物である点では共通しているが、動物としてのちがいがあある。それはどのようなものか（ミミズ、他の節足動物<クモ、エビ・ダンゴムシ、ムカデ>との比較で明らかにし、カブトガニについても学ぶようにする）

d. 昆虫にはどのようなものがあるか、その個別的特殊性とその総体としての多様性が、からだ・生活のしかた、環境（生態的地位）の相互関係の中で成り立っていること

e. そうした昆虫としての特徴、多様性を進化との関係で明らかにする

また、この学習指導単位では、原初的な段階での生物概念を、第3学年の「3g. 生物の生育とくらし」との関係で定着させたいと考えている。それはつぎのように考えている。

「生物は、生まれ成長し変化し、卵や子を産み、自分と自分のなかまが残っているもの」

4. 授業書「7a. 動物世界の形成過程」案

第1部 動物世界の初期進化

1. 刺胞動物

1. 刺胞動物とは

いろいろなクラゲ、サンゴ、イソギンチャク、ヒドラを合わせて刺胞動物と呼んでいる。からだの表面に刺胞細胞という細胞があり、刺を打ち込み毒液を注入するなどして、えものをとらえたり敵を撃退したりしている動物のなかまでである。

学習課題1 刺胞動物の1種であるクラゲは、コンチュウ、サカナ、カエル、トカゲ、ケモノ、ヒトと比べると、からだのつくりが大きくちがう。クラゲの映像をみた後で、

1-1. これまでの学習の中で「動物とはどのような生物か」、動物の定義を思い出して、それと照らし合わせて、クラゲは動物といえるだろうか。つぎのことを確かめながら確認しよう。

- えさを食べる口はあるのだろうか
- 不消化物である糞を捨てる肛門はあるだろうか。
- 運動するための筋肉はあるのだろうか
- 目やその他、えもの・敵を見つけたり、外の様子を感じとったりする感覚器官はあるのだろうか。

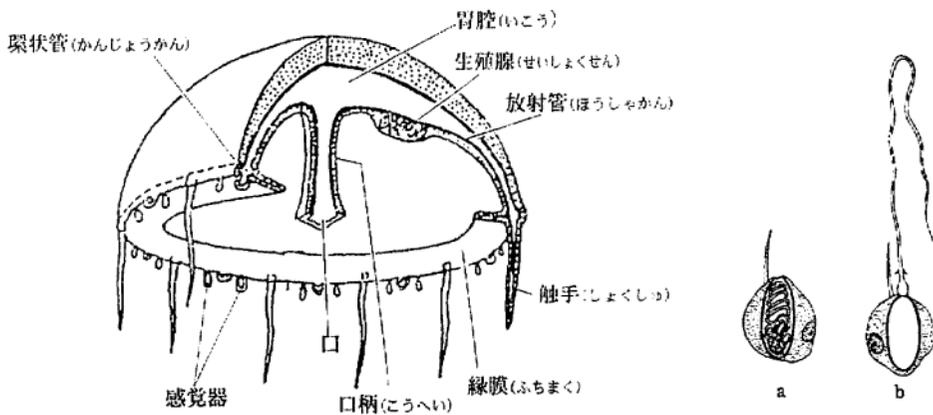


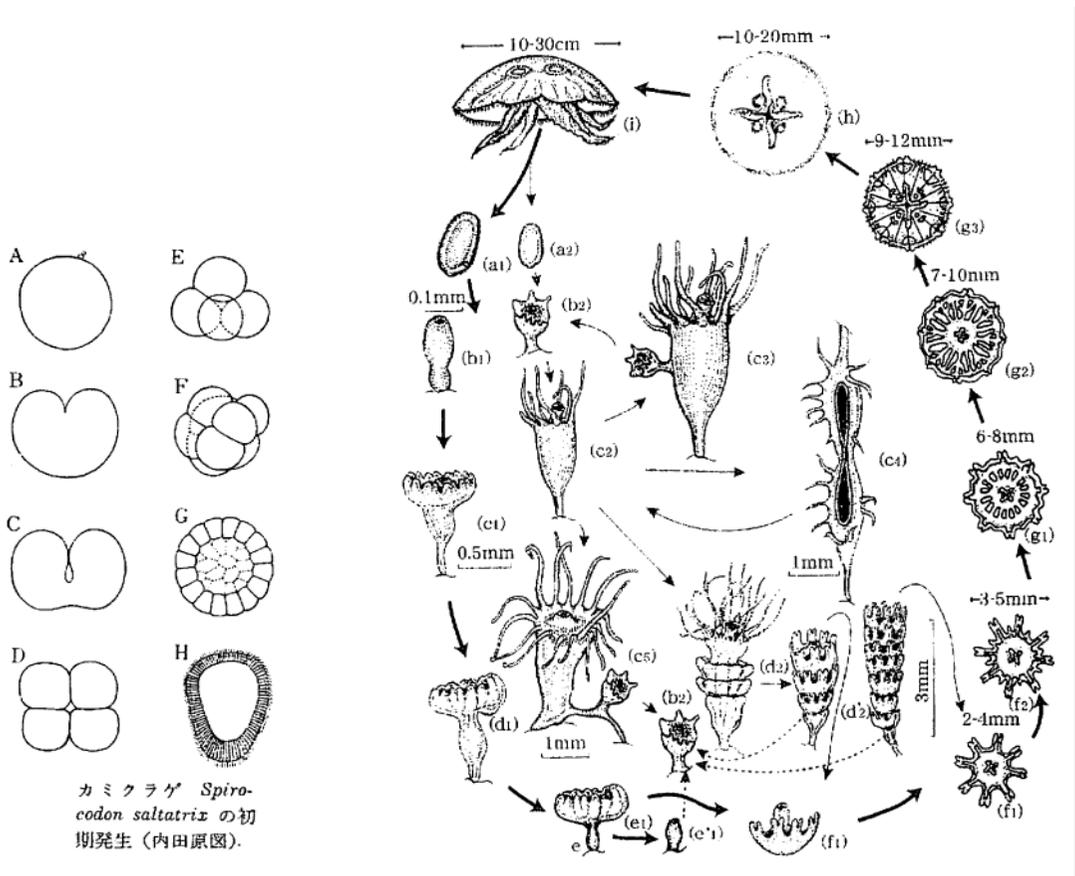
図 クラゲのからだ (西村、鈴木、1971年より)

2. クラゲの成長過程 (受精卵から成体まで)

1. クラゲも、ヒトと同じように、精子と卵が接合してできた受精卵から成長を始める。

つぎの二つの図のうち、左のものは、動物系統分類学の第2巻に掲載されているもので、内田亨さんという人が調べ、描いたものである。これは、カミクラゲというクラゲの受精卵 (A) から始まって、分裂

してからだがたくさんの細胞に分かれ、各細胞の鞭毛べんもうを動かして遊泳生活するようになった幼生（プラヌラといっている）までの図である。もう一つ（右）は、安田徹さんが書かれた『エチゼンクラゲとミズクラゲ—その正体と対策』という本に掲載されていたものである。ミズクラゲという別の種類のクラゲのプラヌラ（a1,a2）から始まって、それが遊泳生活をやめて岩などでの固着生活に移り（b1 から d2 まで）、それからクラゲのからだになって遊泳生活するようになって成体になるまで（f1 から i まで）の一生が描かれている。途中でからだだけが分裂して殖える（c3,c4,c5,d1,d2）。この二つの図をつなげると、受精卵から始まって成体のクラゲまでどのように成長するかがわかる。



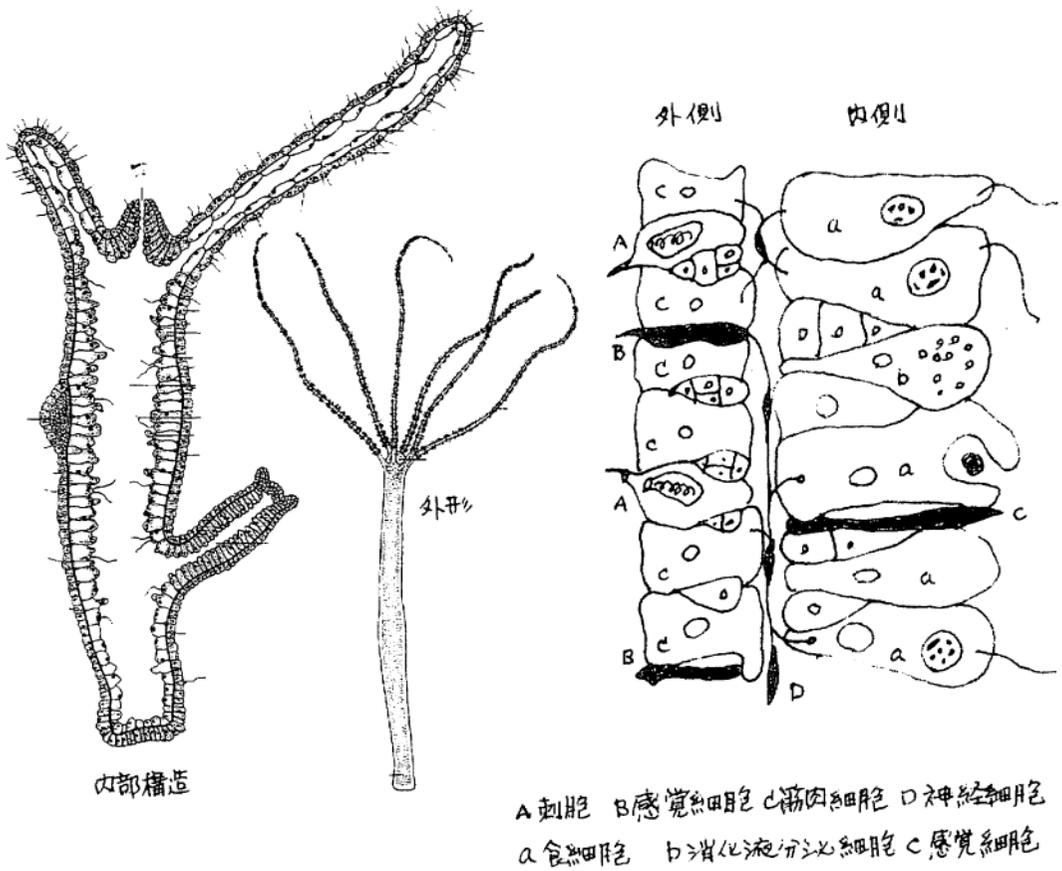
学習課題2 固着生活に変わったのは、何かわけがあるのだろうか。つぎの中にそれと思われるものがあったら、選んでください。

- 親からもらって卵の中に貯えていた栄養物質が少なくなったので、運動のようなエネルギーを大量にはげしく消費する生活ができなくなったから
- 鞭毛では、多細胞になって大きくなったからだを動かすことが難しくなったから
- 運動をやめることによってエネルギー消費を少なくし、つぎの分裂による繁殖にそなえるために
- 固着しても生活して生きていけるから
- その他

3. 刺胞動物のからだと生活の特徴

1. 固着生活に変化した時に重要な変化がもう二つみられる。一つは、からだをつくっている細胞の中に筋肉細胞ができたことである。これによりからだ全体に柔軟性がみられるようになった。筋肉細胞ができたことによって、大きなからだでも運動ができ、大きなものでものみ込むことができるようになった。
2. もう一つの変化は、細胞にさまざまなものが現われたことである。動物としての生活を支えるはたらきを専門分化し、そうした細胞のはたらきの協同によって大きなからだが生かせるようになった。

ヒドラの細胞分化



学習課題3 つぎの6種類の細胞は、下のはたらきを担当しているのだろうか。

神経細胞、食細胞、刺胞細胞、腺細胞、^{せん}感覚細胞、筋肉細胞

- | | |
|--------------------|---------------------------|
| ①からだの移動に役立つ細胞 | ⑦外の様子に対応してからだのはたらきを調整する細胞 |
| ②からだの変形に役立つ細胞 | ⑧えものを砕く細胞 |
| ③毒液を発射する細胞 | ⑨えものを体内に取り入れるのに役立つ細胞 |
| ④食物を取り入れて消化する細胞 | |
| ⑤消化液を分泌する細胞 | |
| ⑥外の様子、えもの・敵を見つける細胞 | |

3. 細胞の、こうしたさまざまな専門分化は、成長の過程で2段階に分かれて実現される。

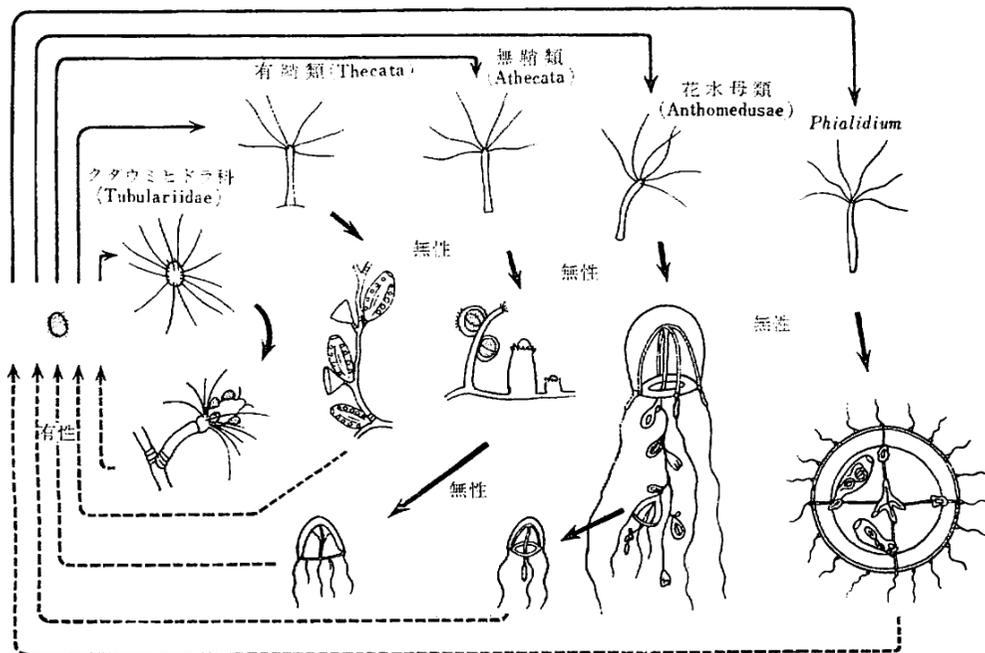
- 変化の第1段階→細胞の集団がからだの内と外の二つの細胞層に分かれる。
- 変化の第2段階→内外二つの細胞層が具体的なはたらきを進める細胞に変化する。

学習課題4 つぎの6種類の細胞は、内、外と内のどちらの細胞層から生まれたのだろうか。

神経細胞、食細胞、刺胞細胞、腺細胞、^{せん}感覚細胞、筋肉細胞

4. 刺胞動物の適応放散

1. つぎの図は、すでに紹介した本『動物系統分類学』に掲載されているもので、日本の内田亨さんが描いたものである。クラゲのなかまの受精卵から始まって成体までの一生から五つの群にまとめている。



各種ヒドロ虫類の生活史模式図 (内田原図)。

どのクラゲも細胞の鞭毛を動かしての運動生活をするプラナラとなり、つぎに固着生活に転換するまでと同じである。そこからさらに変化するものと、固着生活のままのものに分けられる。

学習課題5 映像や本からさまざまな刺胞動物についての情報をえて、それぞれの刺胞動物が、三つの生活様式のうち、どの様式で生活しているか、明らかにしよう。サンゴはどれだろうか。カツオノエボシはどれだろうか。エチゼンクラゲはどれだろうか。その他、いろいろな刺胞動物について調べてみよう。

- ①固着したままで生活するもの→
- ②運動しながら浮遊する生活に切り替えるもの→
- ③運動することなく浮遊するもの→

2. 海綿動物^{かいめん}

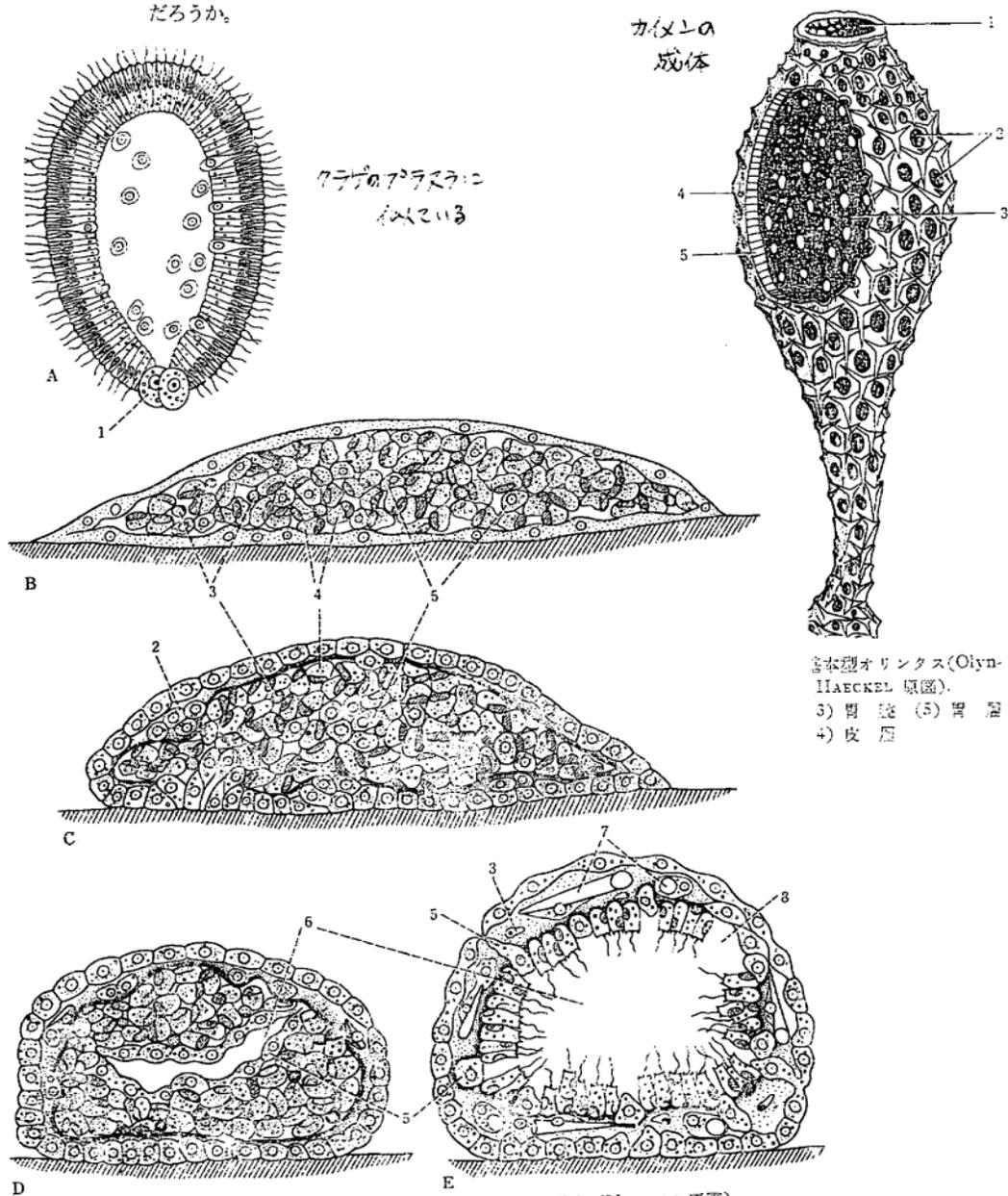
1. 海綿という動物がいる。成体になると岩などに固着して生活し、運動をしない。この動物も、その成長は受精卵から始まり、分裂によって細胞の数を増やしてからだが大きくなる。ある段階で一つひとつの細胞に鞭毛ができて、それを動かし泳ぎながら浮遊生活する（つぎの図のA）。

2. つぎの図は、『動物系統分類学』^{けいとうぶんるい}の第2巻に掲載されているもので、外国の研究者であったMinchinさんという人が描いたものである。受精卵から始まって、クラゲのプラナラに相当するところまでの変化は省略されている。この図は、エナガアミツボカイメンという海綿動物の1種についての成長過程を表わしたものである。鞭毛をもった細胞の中に、鞭毛を失い、からだの内部にある空洞に移動していく細胞がある。大きくなって、やがて岩などに固着する（図のB）。この段階になるとからだの内部にある細胞は、鞭毛をもったものともたないものが混じっている。外側の一層の細胞層はからだ全体を固めて固着させるはたらきをするようになる。図のDからEにかけて、内部に空洞ができ、その空洞を包むように鞭毛をもった細胞が並ぶようになる。このようにして海綿動物の原形ができていく。

3. 細胞の数がさらに多くなりからだが大きくなると、分裂によってできる細胞の中に鞭毛をもたないものが現われ、からだの中央の空洞の中にできてくる。そしてさらにはからだが大きくなると、その鞭毛のない細胞で岩などに固着して生活するようになる。その頃、鞭毛をもたない細胞がからだの外側に移動し、鞭毛をもった細胞を内側に包むようになる。海綿の成長の中でのからだのできかたは、内外二つの細胞層ができて、細胞が専門分化するというようには進まない。

学習課題1 海綿動物がどのようにたべものをとらえ、どのように消化するのか、本やインターネットで調べてみよう。

学習課題2 海綿動物の鞭毛をもたない細胞は、生きていく上で必要な栄養物質をどのように獲得するのだろうか。



基本型オリンクス(Olyn-HAECKEL 原図).
3) 胃腔 (5) 胃腔
4) 皮層

図 12 エナガアミツボカイメン *Leucosolenia Maassen* の発生 (MINCHIN 原図).

- | | | | | | |
|------------------------|----------|----------|--------|--|------------|
| A: 幼生 | | | | | |
| B: 他物につき扁平なアメーバ状となったもの | | | | | C~E: 幼生の変化 |
| (1) 原生細胞 | (3) 変形細胞 | (5) 小孔細胞 | (7) 骨片 | | |
| (2) 生骨細胞 | (4) 鞭毛細胞 | (6) 胃腔 | (8) 口 | | |

4. 海綿動物と刺胞動物は、最初に出現した動物ではなく、最初の動物を祖先にして、後から出現したので、後生動物こうせいとっている。最初に出現した動物は原生動物げんせいと呼ばれている。

5. 原生動物から後生動物への進化は、つぎの2段階を経て進行した。

①原生動物が分裂で殖えていく途中で、あたらしくできたからだがかたがいに離れず、接着したまま数を増やし、全体が大きくなった→原生動物の群体の段階

②個々のからださいぼうが全体の一部になって、全体が一つの個体になった。この部分一つひとつが細胞で、細胞は、個体が生きていく上で必要なはたらきを分担し、そのはたらきに対応して形、構造が別になった→後生動物の段階

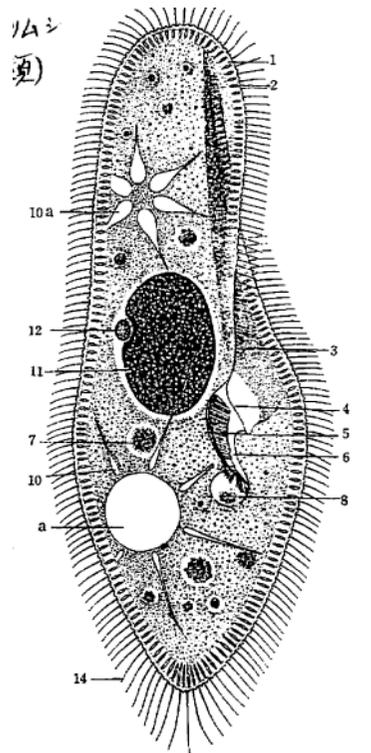
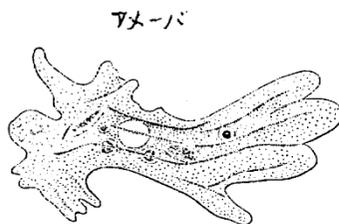
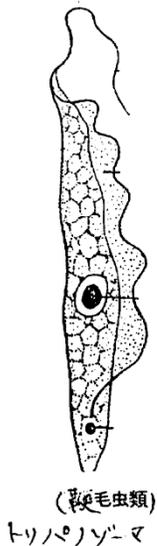
学習課題3 海綿動物と刺胞動物では、どちらが先に出現したと思いますか。

3. 原生動物

1. 原生動物とは

1. 現在生活している原生動物はたがいに大きなちがいがあ。運動のしかたからみると、つぎの三つものに分けることができる。

- ①長い1本の太い毛へんもう（鞭毛）で行動するもの：鞭毛虫類
- ②たくさんの短く細い毛せんもう（繊毛）で行動するもの：繊毛虫類
- ③からだを変形させて行動するもの：肉質類



学習課題 1 原生動物がどのようなものであるか、顕微鏡で実際に観察したり、映像や本を調べたりしてどのような動物なのかを調べてみよう。

2. 原生という語は、『広辞苑』という辞典の第四版によると、〈生じた時のままで進化または変化しないこと〉というように定義している。そうだとすると、原生動物は、〈最初に出現した時のままで進化も変化もしていない動物〉ということになる。

学習課題 2 トリパノゾーマやゾウリムシ、アメーバをこのように定義してよいだろうか。

- a. これら今生きている動物は最初に出現した時のままのものがあるから、よいと思う
- b. 動物が最初に出現したのは、10億年以上前のことで、その時から現在まで変化していないということとはありえないから、よくないと思う
- c. 最初に出現したものから変化していても、大きく変化していないものがあるから、よいと思う
- d. その他

2. 原生動物は進化の中でどのように出現したか

1. 原生動物は、地球上に最初に出現した生物ではない。原生動物が出現する前にほかの生物が出現していた。原生動物は、そのほかの生物を祖先にして生まれた。

学習課題 1 現在生きている原生動物は、たがいに大きくちがう。このことをどう考えたらよいだろうか。

- a. それぞれ別々の生物を祖先にして出現した
- b. もっとも単純なものが最初に出現して、ほかのものはそれから進化して生まれた
- c. その他

2. 動物は、つぎの二つの生活のしかたを身につけていることに特徴がある。

- ①すばやく運動する
- ②えさを捕らえて食べ体内で消化して栄養摂取する

学習課題 2 二つの特徴のうち、もっとも重要な、すばやく運動するということに焦点をあてて、原生動物がどのように出現したか、考えてみよう。

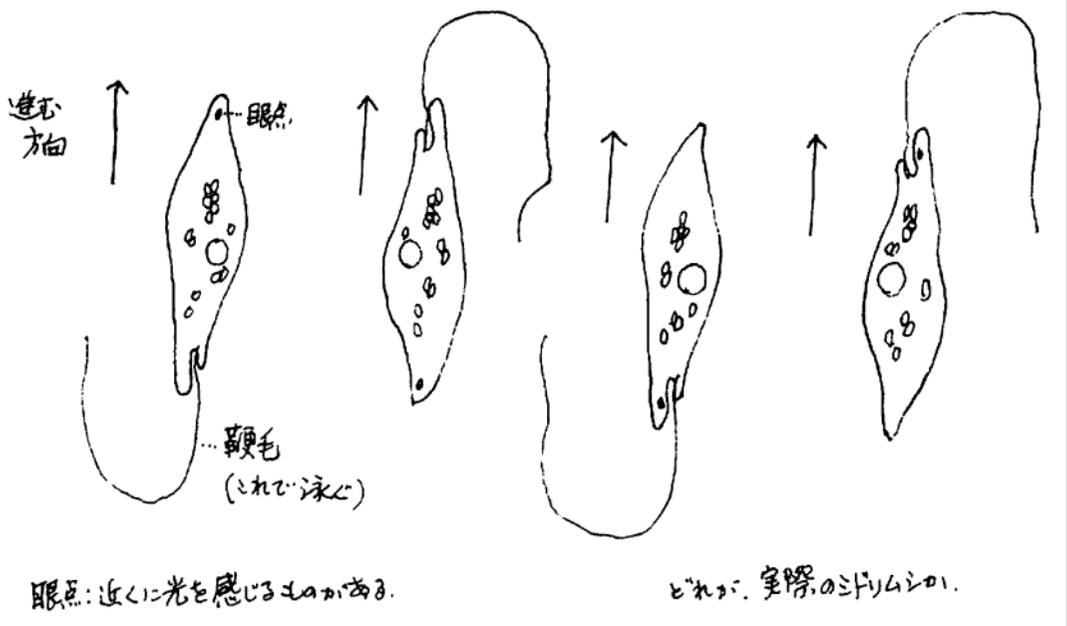
すばやく運動できるためには、運動に役立つものとすばやく運動のために必要な大量のエネルギーを供給できるものが体内になければならない。原生動物の祖先はこの二つの特徴両方はなかった。どのようにしてすばやく運動できるようになったのだろうか。

- a. 運動できる生物と大量のエネルギーを供給できる生物が合体して生まれた
- b. 初め運動できるようになり、それが大量のエネルギーを供給できるようになって生まれた
- c. 初め大量のエネルギーを供給できるものが現われ、それが運動できるようになって生まれた
- d. その他

3. ミドリムシは原生動物か植物か

1. ミドリムシという生物がいる。映像や本で、どのような生物か、調べてみよう。この生物は、鞭毛で泳ぎながら、光合成によって栄養物質を合成できる。また栄養物質の豊富な水の中の暗いところでは、光合成をしないで、捕食をして生活する。

学習課題4 ミドリムシは動物ではなく頭と尾の区別がないが、明るいほうに向けて行動するというように、運動の方向性ははっきりしている。つぎの図のうち、ミドリムシのからだはどれだろう。



学習課題5 ミドリムシは動物か、植物か。つぎの選択肢を参考に考えてみよう。

- a. 運動と光合成をしているので、動物であり植物
- b. 光合成しない時もあり捕食をしない時もあるので、動物、植物、どちらでもない
- c. 光合成している時は植物、捕食をしている時は動物
- d. 植物の中にも、クラミドモナスのように運動して光合成するものがあるから植物
- e. 光合成している時も捕食している時も運動しているから動物
- f. その他

2. ミドリムシは、進化の中で鞭毛をもった原生動物が微小な植物をのみ込んで生まれた。

学習課題6 ミドリムシは動物だろうか、植物だろうか。つぎの選択肢を参考に考えてみよう。

- a.のみ込んだほうが主体であるから動物
- b.いつもは光合成で生活しているのだから植物
- c.動物が植物をのみ込んだのだから、動物であり植物である
- d.動物と植物が合体したのだから、動物、植物、どちらともいえない
- e.その他

4. 後生動物への進化の二つの段階

1. 原生動物から後生動物への進化は、つぎの2段階を経て進行した。

- ①原生動物が分裂で殖えていく途中で、あたらしくできたからだがつがいにならず、接着したまま数を増やし、全体が大きくなった→原生動物の群体の段階
- ②個々のからだ全体の一部になって、全体が一つの個体になった。この部分になったものが細胞^{さいぼう}で、細胞にはいろいろものがあって、それらが、個体が生きていく上で必要なたらきを分担し、そのはたらきに対応して形構造が別になった→後生動物の段階

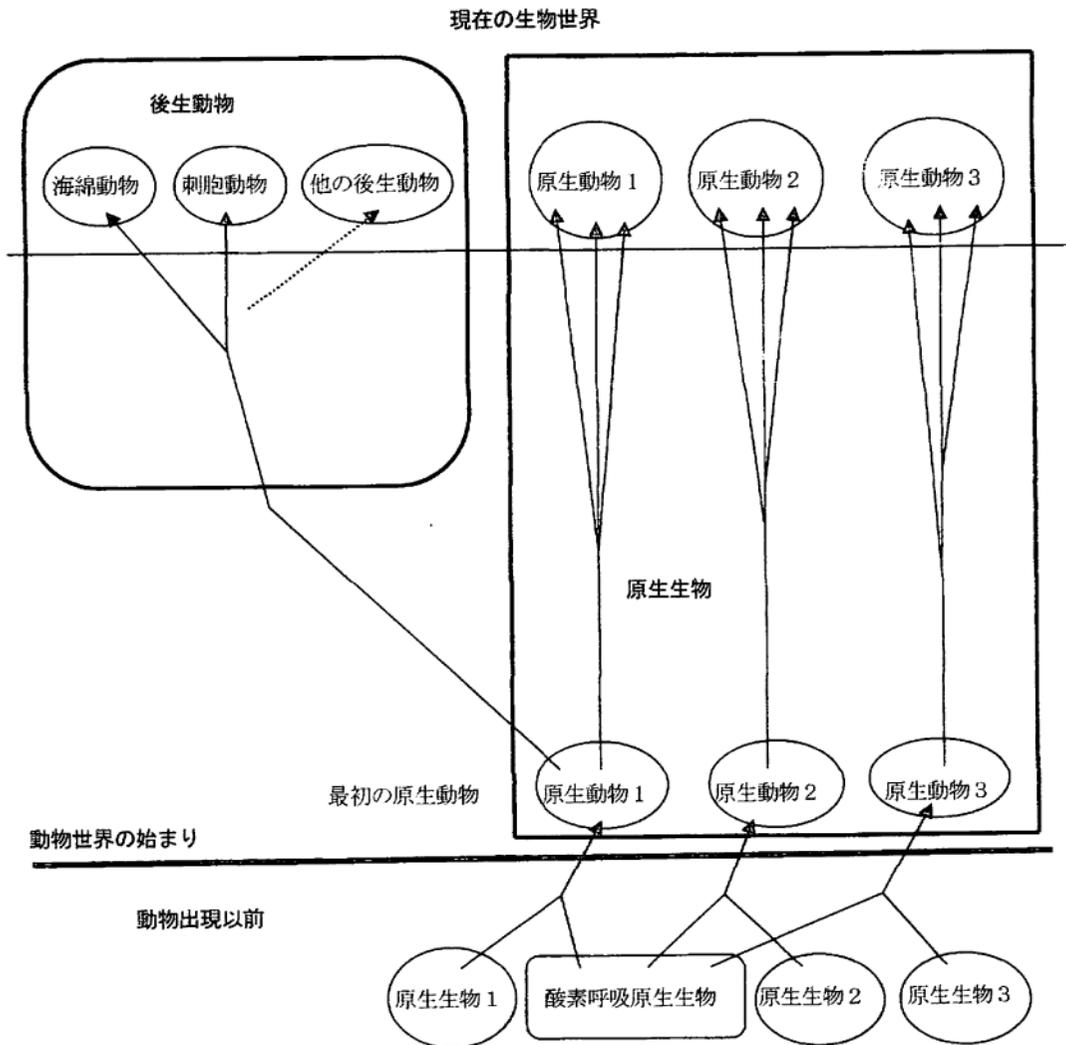
学習課題1 原生動物からどのようにして後生動物が生まれたか、クラゲやカイメンの成長過程を参考に、図に描いて、そこに説明文をつけて考えを表わしてみよう。

2. 後生動物は、からだがたくさん細胞から成り立っているという意味で、多細胞動物、細胞性動物という言い方ができる。細胞性を身につけたことによって、後生動物には、からだが大になる可能性がそなわった。大型になれば、ほかの動物にのみ込まれて食べられるということがなくなる。

学習課題2 後生動物は、細胞性を身につけたことによって、ほかに何か有利になったことはないのだろうか。ぎゃくに不利になったことはないのだろうか。

- ①有利になったことはほかにもある
- ②不利なことはない
- ③有利なことと不利なこと、両方ある
- ④その他

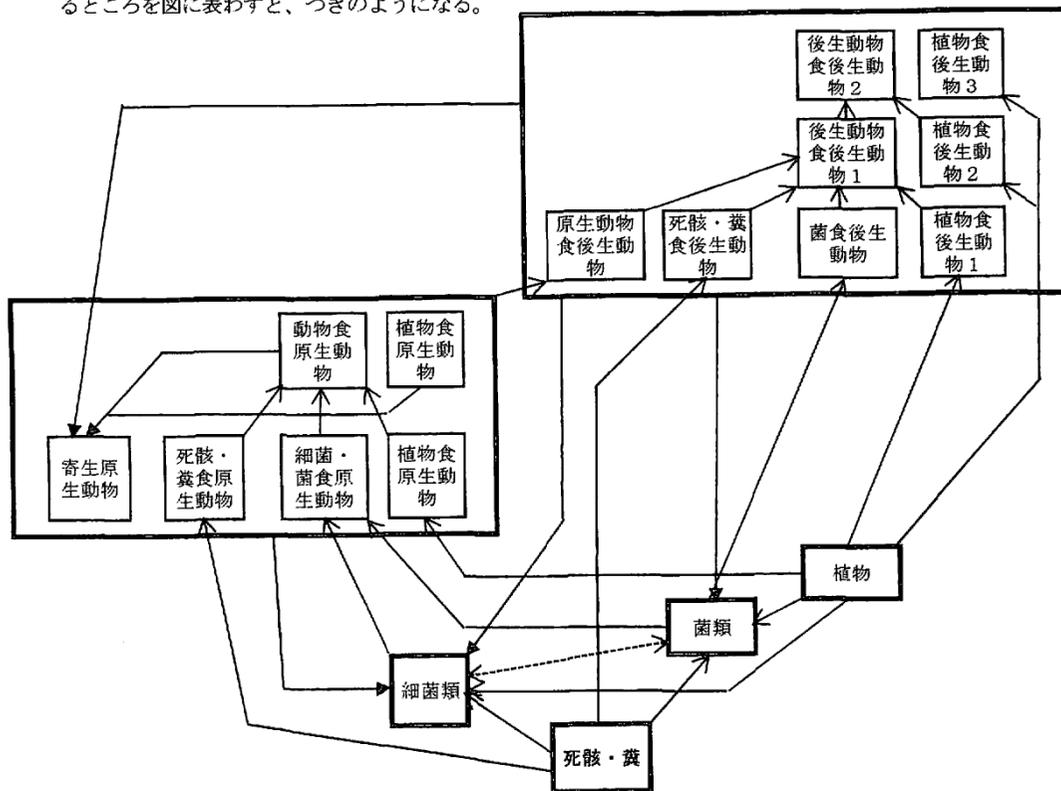
3. 後生動物は、原生動物の中の、ある特定のものが進化して生まれた。その特定な原生動物とは、トリパノゾーマのような鞭毛虫類である。初めは海綿動物のような固着生活だけのものであったが、刺胞動物のように筋肉細胞をもつものが現われ、それで運動したり大型のものをのみ込み食べて消化したりするものが出現した。筋肉細胞による運動と捕食が可能になって、他のさまざまな細胞の分化がみられるようになった。これ以後さらに進化して生まれた後生動物は、筋肉細胞をもった後生動物から生まれた。



第2部 動物世界のさらなる発展

5. 後生動物出現による動物世界の変化

1. 後生動物が現われて、動物世界は、それまでの原生動物だけの世界から大きく変化した。その基本になるところを図に表わすと、つぎようになる。



後生動物が加わった動物世界

学習課題 1 後生動物が出現して、動物世界はどのように変化したのだろうか。つぎのことの中で、明らかに誤りと思うものを消去して、残ったものを参考に考えてみよう。

- a. 原生動物の立場からみると、自分たちよりからだが大きく動きが速い動物が出現したのだから、絶滅の危機に陥った。
- b. 原生動物の立場からみると、自分たちよりからだが大きく動きが速い動物が出現したのだから、絶滅はしなかったが、生活のしかたが制限された
- c. からだの大きな動物が現われたので、そのからだの中に入って寄生生活するものが現われ、生活のしかたが多彩になった
- d. 原生動物の立場からみると、生活のしかたがちがう新しい動物が出現したのだから、動物世界は、いろいろな動物から成り立ち、多様になった。
- e. 原生動物だけでは生活のしかたが狭く、行き詰まりをみせていたが、動物世界が発展する^{きざ}兆しがみえた
- f. 動物世界を成り立たせている動物の相互の関係が複雑になった
- g. その他

6. 後生動物の進化

1. 海綿動物のようなものが最初の後生動物であるから、それから刺胞動物が出現したというのは、後生動物が出現してからの最初の大きな変化であった。刺胞動物の出現によって、動物進化はつぎのようなどころまで進展した。

- a. からだがたくさんの細胞で成り立っている
- b. からだをつくっている細胞の集団は2層に分かれ、それぞれから専門的なはたらきをする独自のかたち・構造をした細胞が出現した
- c. 筋肉細胞が出現し、その共同のはたらきで、多細胞の大きなからだが運動可能になった
- d. 大きな食べ物をのみ込み消化し、からだの隅々まで運搬し、各細胞に渡すことができた
- e. 環境の状態を感じ取るための専門的なはたらきをする感覚細胞（器官）ができた
- f. 神経細胞が生まれ、感覚細胞（器官）からの情報を筋肉細胞に調整しながら伝え、行動を調節できるようになった

2. そして、哺乳動物などはっきりわかることだが、それ以後の、今日までの進化の大きなできごとを調べて見ると、つぎのようになる。

- ① 脳などの神経の中心となるものができて、頭を先頭に行動するようになった
- ② 尿をつくり排出する専門の器官ができた
- ③ 血管と血液ができた
- ④ 第3の細胞層が生まれ、専門的なはたらきをする器官がいろいろできるようになった
- ⑤ 酸素をすばやく吸収し、二酸化炭素を排出する呼吸運動のために専門化した器官が現われた
- ⑥ 骨と筋肉による関節運動をする動物が出現したこと
- ⑦ 肛門ができて、口から食物を取り入れ、糞を肛門が排出するようになった
- ⑧ 陸上で生活できるようになった
- ⑨ 背骨（脊椎骨）が生まれ、中枢神経を保護し、筋肉との共同による関節運動をできるようになった

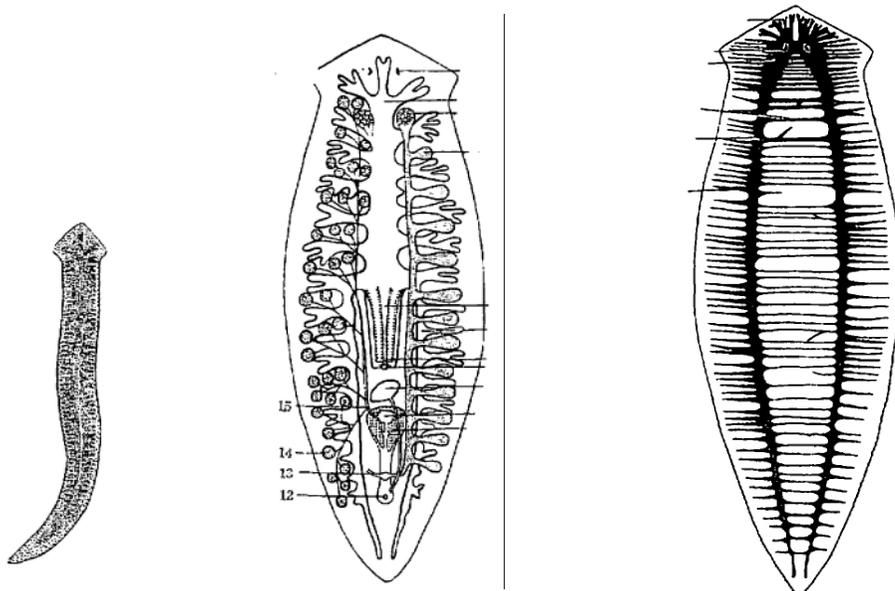
3. 現在生存している動物の中で、クラゲなどのつぎに現われたのはプラナリアなど扁形動物^{へんけい}である。このプラナリアは、つぎの特徴をもっている点で、クラゲなどより一段発展した動物とみることができる。

- ① 脳などの神経の中心となるものができて、頭を先頭に行動するようになった
- ② 尿をつくり排出する専門の器官ができた、
- ④ 第3の細胞層が生まれ、専門的なはたらきをする器官がいろいろできるようになった

学習課題 1 この三つの進んだ特徴は、たがいに関係しあって生まれたとみることにはできるだろうか。つぎの参考資料1, 2を参考にして考えてみよう。

- a. できる
- b. できない
- c. なんともいえない
- d. その他

参考資料1 プラナリアの外形と内部構造



プラナリアの外形

プラナリアの消化器官と生殖器官

プラナリアの神経系

プラナリアの消化器官を赤で着色して、肛門があるかどうか確かめよう。

参考資料2 第3の細胞層とは

2-1. 三つの細胞層からできる器官

表 三つの細胞層から形成される器官

	外胚葉 第1の細胞層	内胚葉 第2の細胞層	中胚葉 第3の細胞層
刺胞動物	刺胞・感覚細胞・筋肉細胞・神経細胞	食細胞・消化液分泌腺細胞・筋肉細胞	
脊椎動物	表皮・毛髪・爪・乳腺・汗腺・感覚器・目の水晶体・唾液腺・脳・脊髄・末梢神経	食道・胃・腸・肺・肝臓・甲状腺・膵臓・喉頭・耳管・気管・尿路・膀胱の大部分	体腔・筋肉・骨格・真皮・心臓・血管・血液・リンパ管・脾臓・腎臓・子宮・精巢

細胞層が一つ増えたことは、それだけさまざまな器官が生まれる可能性が生まれたということである。

2-2. 第3の細胞層の始まり

第3の細胞層の始まりは、良性の腫瘍のようなものの出現であった。大昔のある時、受精卵から成体になるまでの成長の途中で成長のしかたに異変がおきた。動物の生活にとってなんの役にも立たないが、害作用もしないという細胞群が出現した。その異変は、遺伝子の変異に原因があり、細胞群のかたまりの形成は、遺伝的に子に引き継がれ、さらに孫に、つぎの世代に受け継がれることになった。

参考資料3 関節運動とは

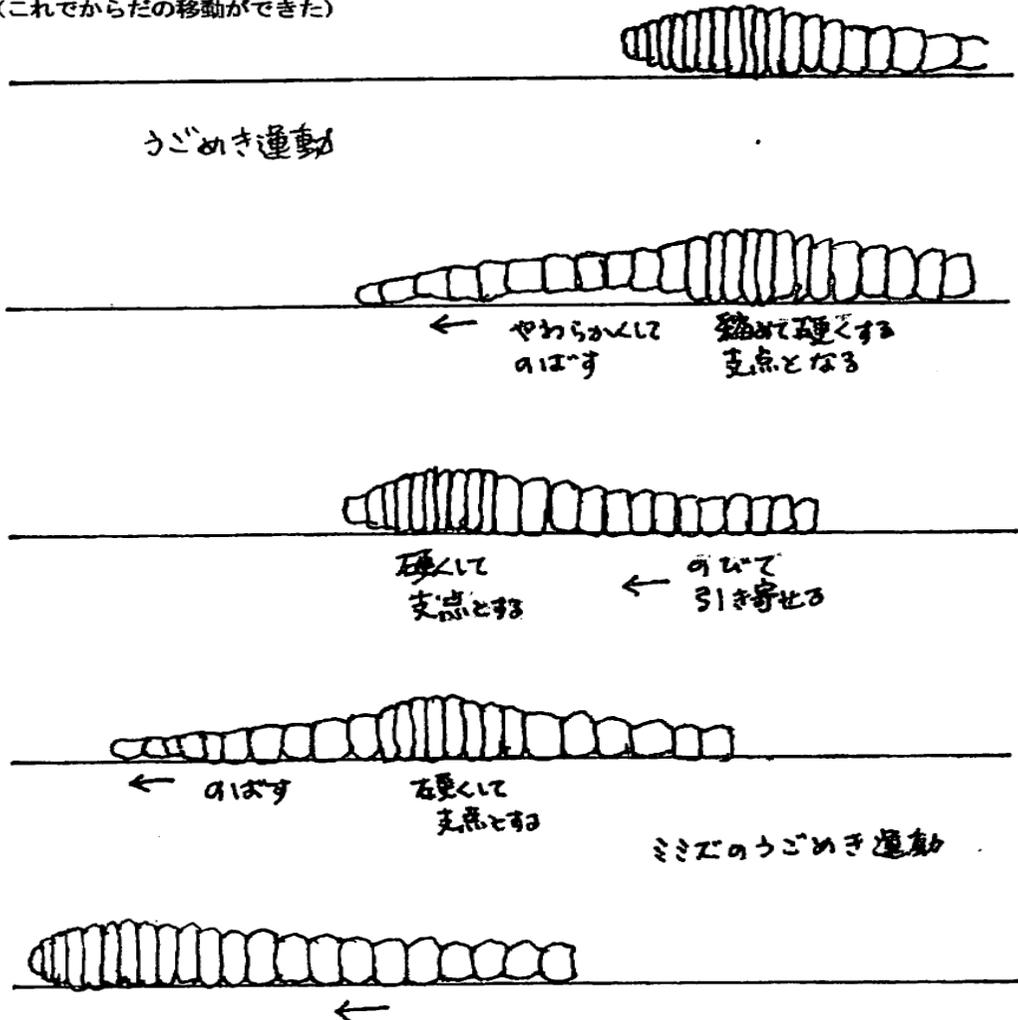
3-1. からだの移動の原理

①からだの硬いところが地表に接して支点となる。その前のやわらかい部分が前方に向けて伸びる

(ここまででは、まだ移動とはいえない。からだ伸びたにすぎない)

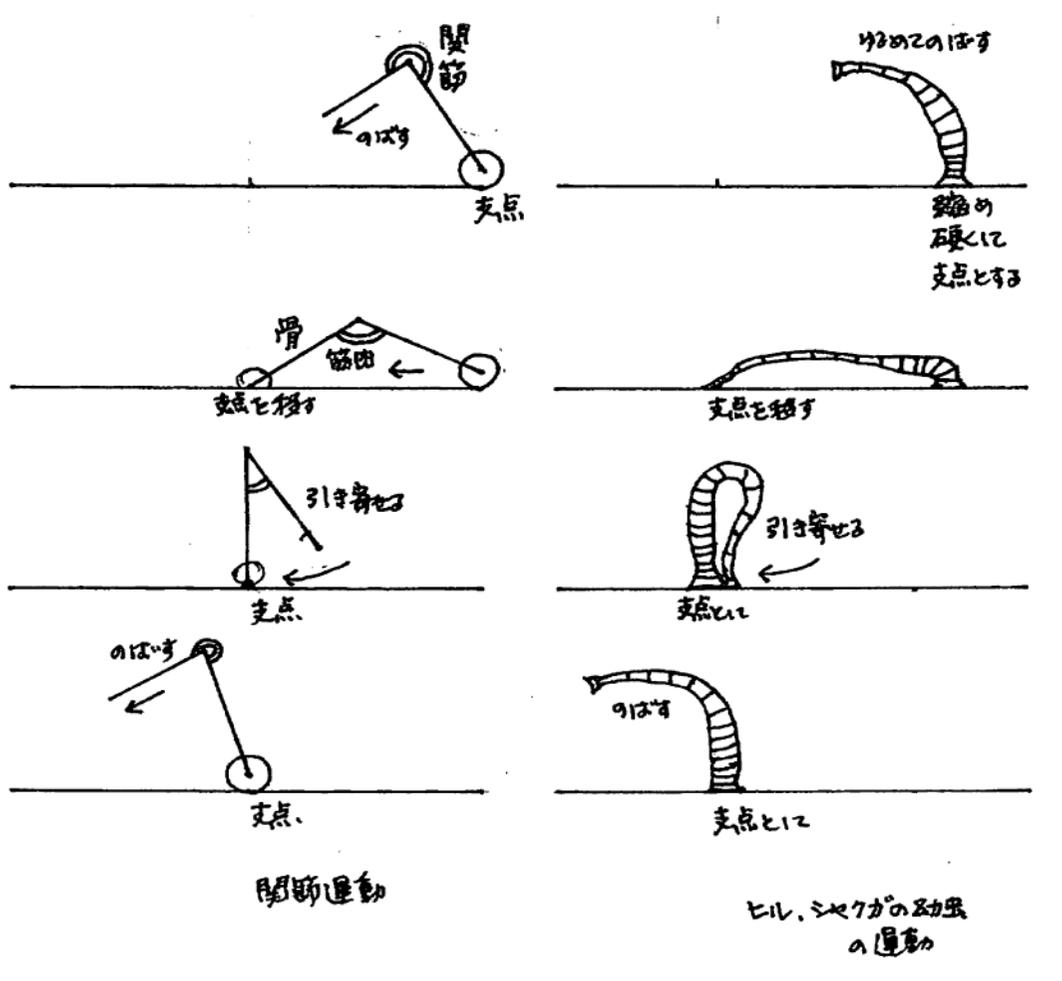
②前方に伸びた先端が硬く、支点となって後の部分を引き縮めて、からだをもとの長さに戻す

(これでからだの移動ができた)



3-2. 骨格と筋肉

筋肉のほかに、骨格ができて、運動の時の硬く支点となる部分が骨格、柔軟性がある伸びたり縮んだりする部分が筋肉というように専門化した。



参考資料4 内部環境系の進化

4-1. 内部環境とは

からだをつくっている細胞一つひとつにとっての環境のことである。からだの外の環境を外部環境というのに対して、からだの内部にあるので内部環境と言っている。

4-2. ヒトの場合の内部環境

- ① 細胞と細胞の間の隙間^{すきま}にある体液
- ② 体腔^{たいどう}などからだの中の空洞^{くうどう}とそのなかにある体液

- ③ 血管とそのなかを流れる血液
- ④ リンパ管とその中を流れるリンパ液

4-3. 内部環境のはたらき

- ①外部環境の悪影響を細胞が受けない、あるいは小さくする
- ②細胞がはたらく上で必要な物質などを供給してくれる
- ③細胞自体がつくった有害物質を外部環境へ排出する

学習課題 2 内部環境は運動がすばやい動物は、発達し、運動が鈍い動物は発達していないといえるか。

- a. いえる
- b. いえない (運動していない動物でも、循環系や呼吸器官をもっているものがある)
- c. どちらともいえない
- d. その他

第3部 動物世界の進化のあと

7. 動物世界の進化の節目に注目する

1. 動物進化は、おだやかに少しずつ進んでいく場合もあるが、また短い間に大きく変化してたくさんの種類の動物が出現する場合もある。しかもその時出現した多種類の動物が現在も生きつづけている場合もある。この進化の節目に注目して、動物世界の歴史がどのように展開されたかを考えよう。
2. 動物進化の主な節目はつぎのようなものではないか。

学習課題 1 つぎの中で、動物進化の大事な節目としては適当ではないと思うものがありますか。

- a. ある
- b. ない
- c. なんともしえない
- d. その他

- ①動物の出現 (トリパノゾーマ、ゾウリムシ、アメーバ、原生動物)
- ②多細胞化による後生動物が出現した (カイメン、海綿動物)
- ③2胚葉と筋肉細胞の形成 (クラゲ、サンゴ、刺胞動物)
- ④第3の細胞層が生まれて、専門的なはたらきをする器官がいろいろできる可能性が生まれた (プラナリア、扁形動物)
- ⑤脳などの神経の中心となるものができて、行動の方向性が確保された (プラナリア、扁形動物)
- ⑥尿をつくり排出する専門の器官ができた (プラナリア、扁形動物)
- ⑦肛門ができて、口から食物を取り入れ、糞を肛門が排出するようになった (ミミズ、環形動物)

- ⑧血管と血液からなる循環系が形成された（ミミズ、環形動物）
- ⑧酸素をすばやく吸収し、二酸化炭素を排出する呼吸運動のために専門化した器官が現われた（イカ、軟体動物）
- ⑨陸上で生活できるようになった
- ⑩骨と筋肉による関節運動かんせつをする動物が出現したこと（コンチュウ、エビ、ムカデ、クモ、ミジンコ、節足動物）
- ⑪背骨（脊椎骨）が生まれ、中枢神経を保護し、筋肉との共同による関節運動をできるようになった
（サカナ、カエル、トカゲ、トリ、ケモノ、脊椎動物）

3. 動物の歴史の中で、進化によって新しい動物が出現して、その動物が生き続けることができるというのは、その動物が他の動物と生きるか死ぬかの競争をすることなく、他の動物と共存を、ずっと長く続けているということである。それは、それだけその動物の生き方が、他の動物の生き方とちがうからである。もし生活のしかたが似ているならば、必ず競争がおきて、どちらかが滅んでしまう。

8. 進化における祖先と子孫のつながり

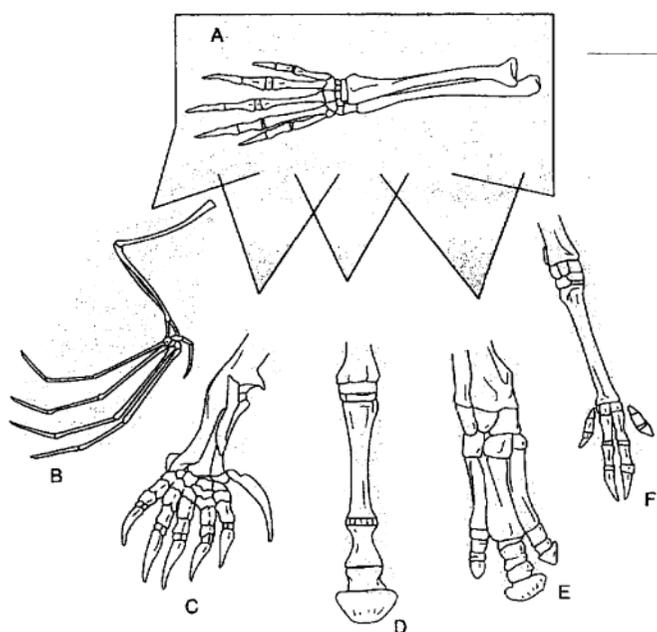
動物にかぎらず、生物の進化は、遠く昔、ある生物を祖先に、それが変化して別の生物になり新たな生活を展開するというように進行してきた。何も無いところから新しい生物が生まれることはない。

2. それは過去のできごとであり、人間はその場に立ち会っていたわけでないから、確実に実証することは難しい。方法として、現在生存している生物のからだや生活のしかた、過去の地層から発見される化石や生きた跡を手がかりにして推測していくほかない。

1. 比較して似ているところとちがうところから進化のあとを知る

1. その一つの方法として、動物や植物のからだや生き方を比較し、そのちがいと同じところを明らかにするという方法がある。共通しているところは、いろいろな動物に分かれる前の、祖先にあたる動物が身につけていた特徴であり、ちがうところは、その後いろいろな動物に適応放散する中で、ちがうものになった結果であるとみることができる。

2. つぎの図は、生物進化についてのアメリカの書物に掲載されていたものをもとにして、日本の高校用理科教科書が描きなおしたものである。5種類の哺乳動物がテンレックという動物と基本的に同じ動物を祖先にしてモグラなど他の動物が進化したという考えから描かれたものである。



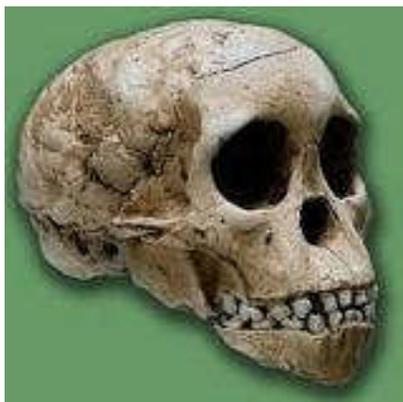
- A. マダガスカル産のテンレック(モグラのなかま)：哺乳類の前足としては最も原始的といわれている。ほかの哺乳類の前足は、これと似た前足を原形に変化したと考えられている。
- B. コウモリ：前足は翼になっている。
- C. モグラ：土中にトンネルを掘るのに適している。
- D. ウマ：中指だけ残して、ほかの4指は退化した。
- E. サイ：2指が退化している。
- F. シカ：中央の2指で着地する。
- 哺乳類の前足の進化**

学習課題 1 祖先型のテンレックからどのようにして5種の動物が進化して出現したか、図の説明を考えてみよう。

2. 進化のmissing link (ミッシング リンク、欠けている鎖の輪) を探す

1. 19世紀半ば過ぎ、イギリスの進化学者のチャールズ・ダーウィンは、「人間はサル類から生まれた」と考えて、それを『人間の由来』という本で発表した。この考えは、多くの^{ゆらい}人から強く批判された。その頃の大半の人は、人間は神によって創造されたものであり、人間と他の動物とはまったく別の存在であり、無縁であると信じていたからである。

2. ダーウィンは、また、その人間の祖先の^{はっしょう}発祥の地はアフリカであるとも予言した。人間の祖先となる動物とは、このサル類と人間をつなぐ中間にあるリンク(環)にあたる動物である。この人間の祖先がアフリカ大陸で誕生したという考えに刺激されて、それを実際に確かめようと調べ始めた人が、20世紀になって現われた。その中の一人であった、南アフリカの大学のレイモンド・ダート教授は、1924年南アフリカの石灰岩の碎石場で発見された化石をくわしく調べ、それが、サル類と人間をつなぐ「失われた鎖の環—ミッシング・リンク」であると考え、その化石に対して、「アウストラロピテクス・アフリカヌス」というラテン語の名をつけ、それが最初の人類の遺骨が化石化したものであるとみた。アウストラロは「南の」という意味、ピテクスは「サル」という意味、アフリカヌスは「アフリカの」という意味である。人類の祖先の化石と考えたが、それほどにサル類に近いからだの化石だったのである。



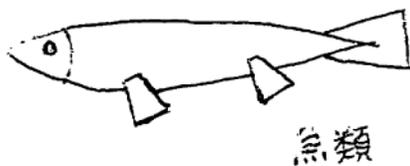
アウストラロピテクス・アフリカヌス
(ウィキペディアより)

子ども 頭蓋骨の複製

3. その後、人間の祖先の化石の発見調査は急速に進み、アウストラロピテクス・アフリカヌスと基本的に似ているものがアフリカの各地で発見され、人類発祥の地がアフリカ大陸の東部の大地溝帯であると考えられるようになった。これらをアウストラロピテクス類(猿人)と呼んでいるが、その中のどれかが失われた鎖の環—ミッシング・リンク(最初の人類)ということになるが、確定されていない。

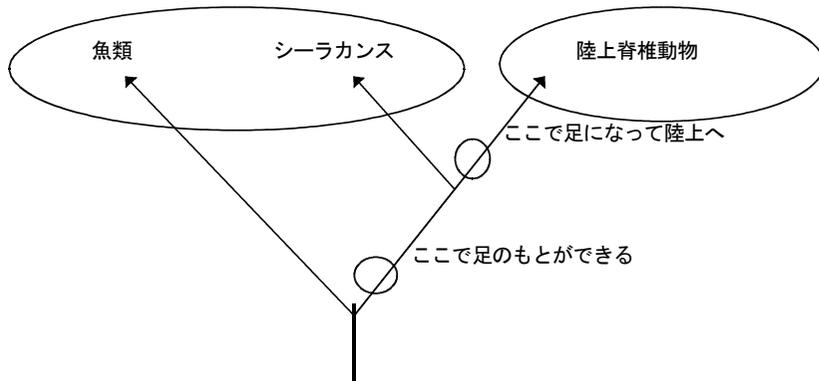
3. シーラカンス

1. 深海魚の1種であるシーラカンスも、動物進化のミッシング・リンクの一つである。それは、水中生活者の魚類から陸上生活者への進化の途中に位置している魚類で、初めは化石で確かめられていた。その生きている実物が、魚網の中に死体が発見され、さらには深海艇の開発によって、テレビカメラによって生きている姿が撮影されるようになった。



2. なぜシーラカンスを魚類と陸上脊椎動物とをつなぐリンクと考えたのだろうか。魚類は水中を^{ひれ}鳍によって泳ぎ、必要な酸素分子は鰓で水中から吸収されるのに対して、陸上動物は、足で地上を歩き、肺で空気中の酸素分子を取り入れる。ほかの多くの魚類では、泳ぐ器官である^{ひれ}鳍は直接胴体についているが、このシーラカンスは、^{ひれ}鳍が胴体から突き出た棒状のものについている。

3. ミッシング・リンクを、まだわからない陸上動物の直接の祖先とするならば、シーラカンスはミッシング・リンクとはいえない。現在も陸上動物とは別にシーラカンスとして存在しているものであり、魚類から陸上動物への進化のすじ道からみれば枝分かれしたものである。このことは、アウストラロピテクスについても、つぎのネオピリーナについてもいえることである。



4. ネオピリーナの発見

1. イカやタコ、あるいはアサリなど軟体動物は、ミミズ、ヒルなど環形動物を祖先に、変化して出現したと、あるいは共通の祖先となる動物から分かれて進化して別の動物になったとも考えられている。

その根拠となることは、一つは受精卵から始まる成長初期の分裂のしかたが似ていることである。二つめの根拠は、そのあとの、成体になる前の幼生の段階のからだに似ていることである。

しかし、この二つのことだけでは十分な根拠とはいえないという意見があったが、この深海貝類ネオピリーナの発見で確実なものになった。ネオピリーナに、環形動物のからだに共通する体節構造があったからである。

内田亨著
『動物系統の基礎』中山書店
(1962年)

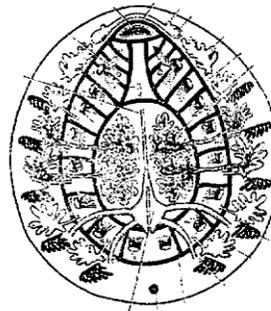


図 ネオピリーナのからだ

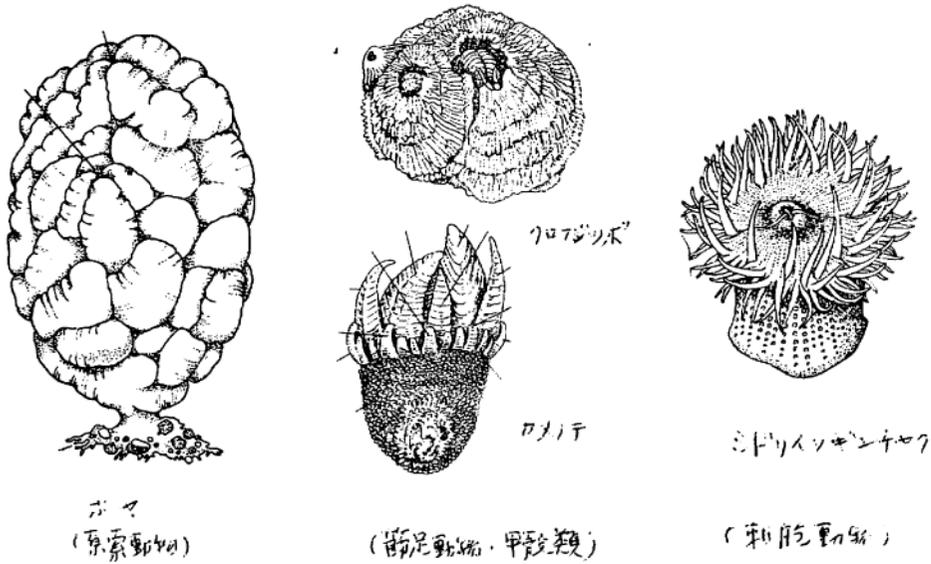
(LEMCHÉ & WINGSTRAND, 1959 より)

学習課題3 ネオピリーナのからだのどこに、進化の根拠となる両方の動物の共通点があるのだろうか。上のからだの図に示されているものから類推してみよう。

5. 生活環境、生活のしかたが似ていると、ちがった動物を祖先にしても似てくる

1. しかし、比較によって動物のからだの共通点と相違点をきちんと明らかにしたにもかかわらず、それを進化と関係付けて、進化の欠けた環をみつけるための解釈に狂いが出ると、大変な誤りが生まれてくる。

学習課題2 つぎの4種類のは、いずれも岩などに固着して生活している生物である。この中でどれが動物で、どれが植物、菌類か、推定してみよう。



ボマ→広島大学研究会『動物解剖図説』 その(他は)内田重信『動物系統分類図説』

6. 脊椎骨出現の歴史的過程

1. 脊椎動物のからだにみられる脊椎骨はつぎのような3段階を経て、歴史的に形成されたと推定できる。

- ①頭から尾の先端まで特別なはたらきをしないが、また有害でないという、棒状の細胞群ができた。背索せきさくといっている。
- ②カルシウムを貯蔵するというのははたらきに関して、そこに骨質の薄片ちんちやくが沈着するようになった
- ③骨質が背索のまわりを被うようになり、背索そのものが骨質化して、節に分かれ脊椎骨(背骨)になった

2. ①・②の段階でとどまった動物が今でもいる

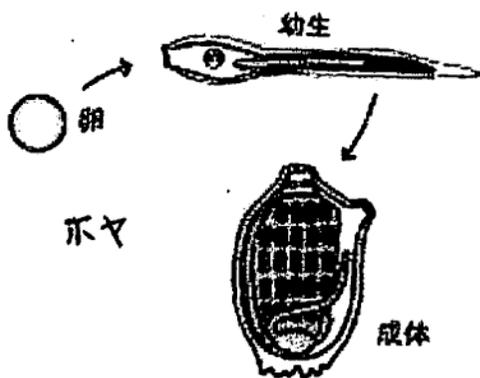
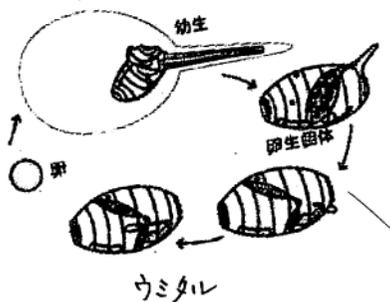
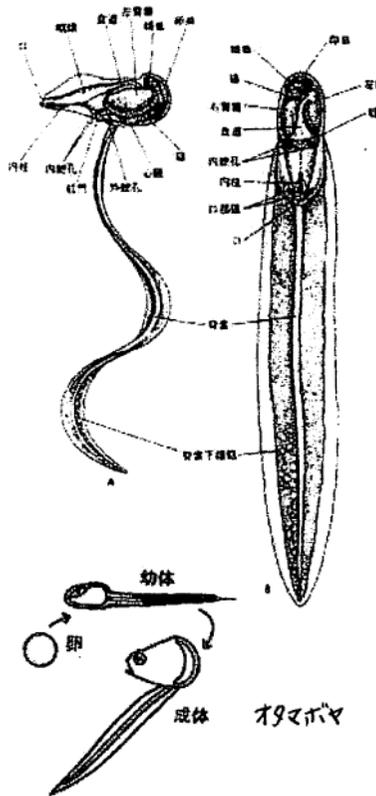
①の段階でとどまった動物が今でもいるもの

a. 硬くないがからだの支柱となっているもの

→ナメクジウオ(ナメクジではない。また魚類でもない)、オタマボヤ

b. 幼生の段階にはみられるが、成体になると退化するもの→ホヤ、サルパ

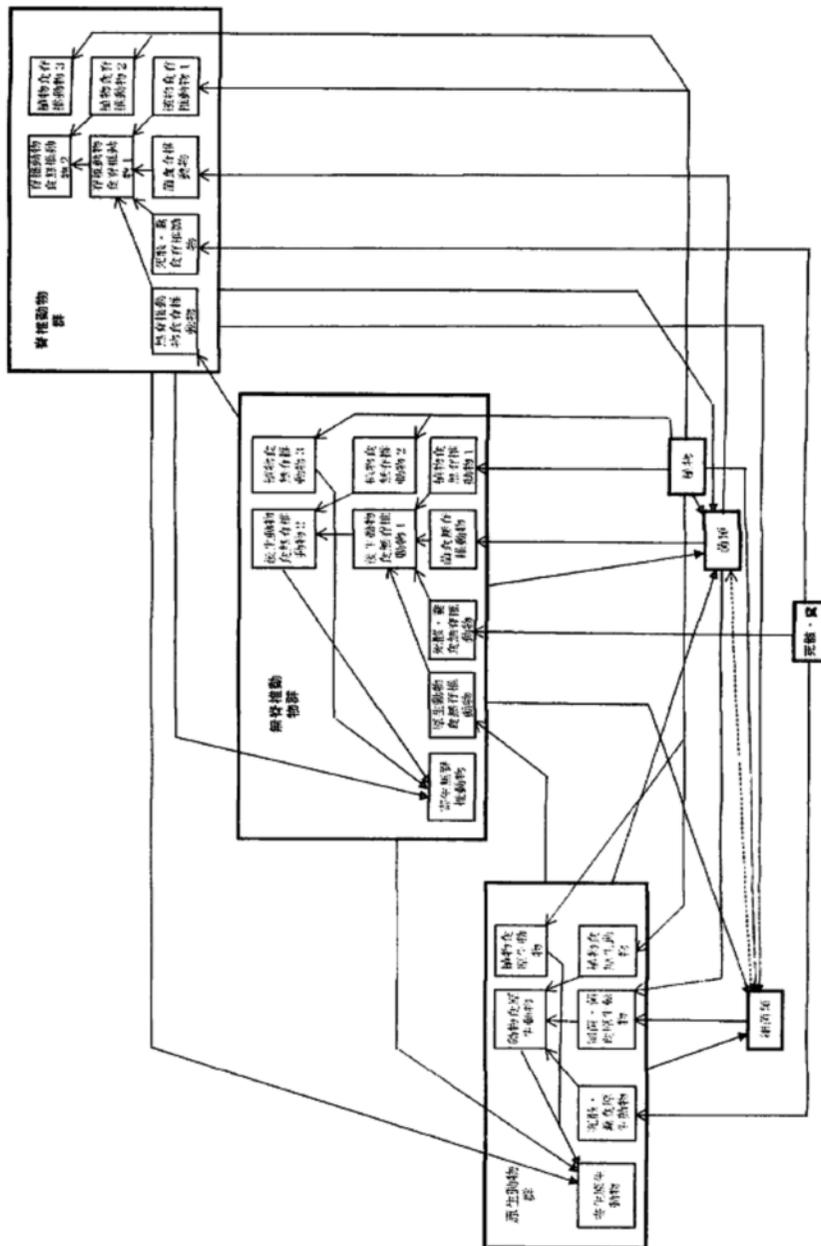
②の段階のものもある。ヤツメウナギやカワヤツメのような、円口類えんこうという魚類。



3種とも一生涯は幼生期に脊索がある。
(ウミタビ・ナヤより)

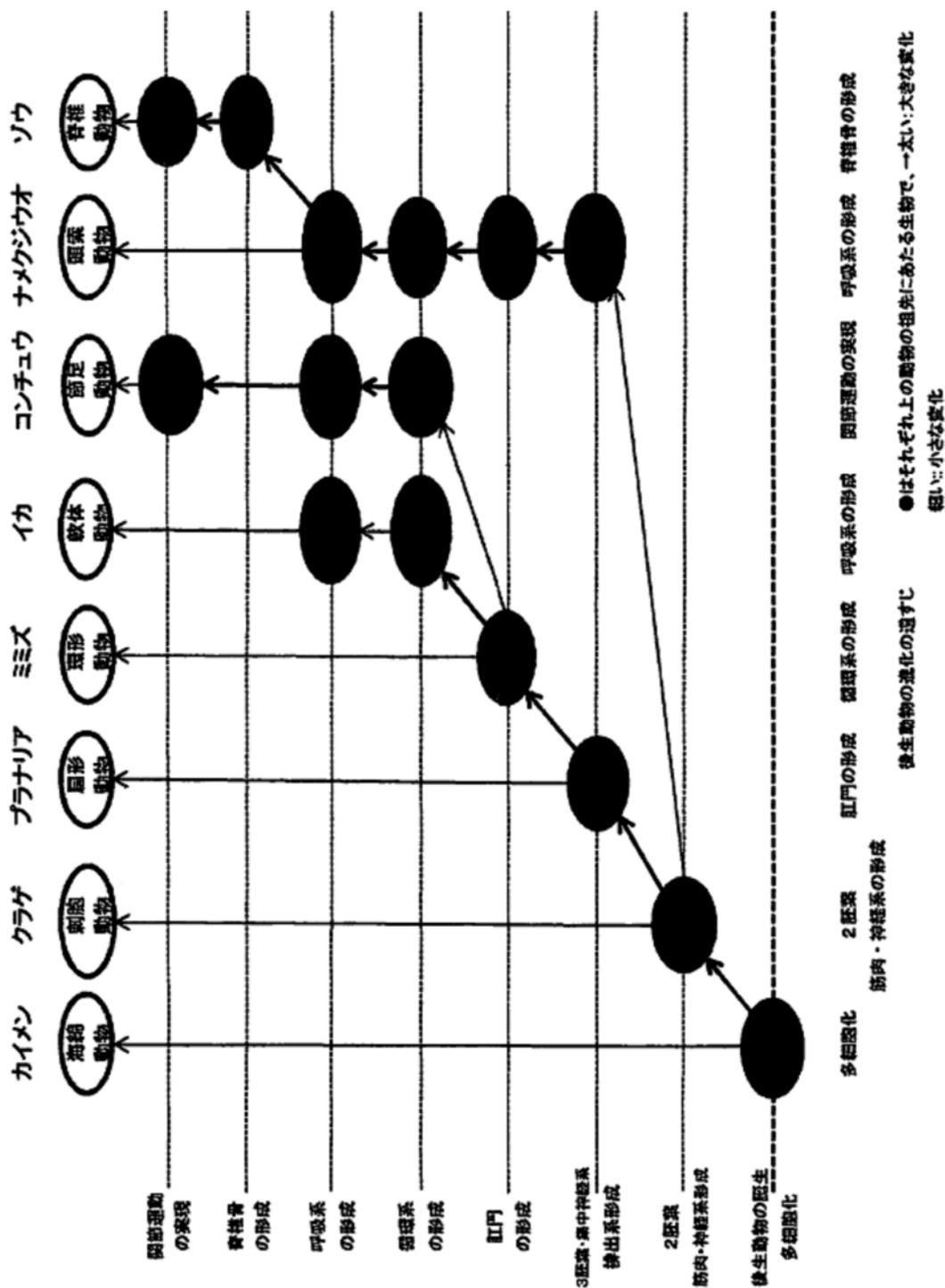
3. 頭索動物の1種であるナメクジウオも、無脊椎動物から脊椎動物への進化の途中にいた、脊椎動物の祖先という欠けた輪に相当するものと考えられている。その根拠は何だろうか。またヤツメウナギなど円口類は、このナメクジウオと他の脊椎動物の進化のリンクの一つとみられているが、その根拠は何だろうか。

動物進化は動物世界の構造を変える過程でもある。脊椎動物の出現によって動物世界が大改造された。



9. 動物世界の形成過程

学習課題 1 つぎの表などを利用して、原生动物の出現から始まって、脊椎動物、その中の哺乳動物や魚類など、昆虫やエビ類など節足動物の出現まで、全動物の進化のあとをできるだけわしく大きな紙を利用して描いてみよう。



- 1-1. 知っている動物の名をできるだけたくさん上げて、からだ・生活のしかたの複雑さと進化の道すじの分かれ目に気をつけて、図の中に書き入れよう。
- 1-2. 水族館を見学して、みられた動物や資料に出ている動物の名をできるだけたくさん上げて、からだ・生活のしかたの複雑さと進化の道すじの分かれ目に気をつけて、図の中に書き入れよう。
- 1-3. 水田、水たまり、池などには、目では見えない微小な生物がたくさん生活している。それらの生物を顕微鏡などを使って、動物、植物、菌類の三つに分けて、動物については名を調べて、からだ・生活のしかたの複雑さと進化の道すじの分かれ目に気をつけて、図の中に書き入れよう。
- 1-4. 絶滅した過去の動物についても、できるだけたくさん上げて、からだ・生活のしかたの複雑さと進化の道すじの分かれ目に気をつけて、図の中に書き入れよう。
- 1-5. 図が完成したら、動物世界の現在までの歴史について大事だと思うことをはっきりさせて、感想を交えながらできるだけ具体的にくわしく書くことにしよう。

学習課題 2 この「7a. 動物世界の形成過程」という主題の学習で学んだことから、進化とは動物世界のどのような変化と思うようになりましたか。

学習課題 3 動物世界というのは、人間社会とくらべてどうちがうのだろうか。思ったことをまとめておこう。

4. 「7a. 動物世界の形成過程」の基礎資料

基礎資料として、二つのものを付け加える。一つは、この学習指導単位をどのようなものにするかということを考える中で、「動物世界の形成過程」という動物進化をどのように理解したらよいかということについてのものである。

二つ目のものは、杉山栄一の中学校における動物についての授業実践にかかわるものである。動物学習の指導の基本にかかわるものである。

1. 動物世界の形成過程とは

1. 動物とは

1.動物とは、^{さんそ}酸素呼吸をし、^{ほしよく}運動・捕食を基本とする生活様式を身につけた真核生物と、それから派生して他の生活様式を身につけた生物をいう。他の生活様式を身につけた動物とは、イソギンチャクやカメノテのような固着生活しているもの、サルパのような浮遊生活しているもの、あるいはマラリアビョウゲンチュウやサナダムシのような寄生生活をしているものである。ミドリムシは、^{べん}毛虫類のあるものが植物のみ込み、運動しながら光合成生活しているもので、動物から派生したものにはちがいないが、主な生活様式が光合成生活を基本としている点で、植物とみることができるが、微生物や生物の小片が多く存在して暗いところでは捕食生活をするので、動物ということもできる。このように厳密に動物と限定することはできない。

2. 動物の起原

2.動物とその世界の起原は^{たげん}多元である。複数の祖先となる生物から、それぞれ別々に出現しながら、運動・捕食という基本となる生活様式を身につけて出現したという点では共通している。なぜ起原が多元であったか。それは動物の誕生が、複数の祖先の合体によって契機になっているからである。複数の生物の合体によって原核生物から真核生物への進化の一コマとして動物は生まれたからである。

3.運動という生物的エネルギーを瞬間的に多量に必要とする存在のしかたは、^{さんそ}酸素呼吸なしには実現できなかったであろう。したがって、動物出現にとって重要な条件となったのは、地球上にある濃度以上の酸素分子が存在したということである。第2に、そうした時代には、すでにさまざまな細菌類、植物が出現していたと考えることができる。動物の出現に先行して、^{さんそ}酸素呼吸植物、細菌類が存在していた。

4.原核生物から真核生物への進化は、一つの変化で実現できたのではなく、いくつかの重要な変化が組み合わせられて実現できたとみることができる。その一つは、^{さんそ}酸素呼吸が実現できた原核生物が他の原核生物の中に取り込まれてミトコンドリアになったことである。二つ目は、^{らかく}裸核から^{ひかく}被核への変化である。

3. 動物の起原が多元であること

5.動物の起原が多元であったことは、二つの原核生物の合体にあたって、受け入れるほうの生物が運動、捕食の形式の異なる複数のものがあつたからである。一つは体表に短い^{せんもう}多くの繊毛があり、それによって運動していたものであり、二つ目は太く長い^{べんもう}鞭毛を一つもっていて、それで運動していたものであり、三

つ目のものは、そうした毛を体表をもたず、体の変形によって運動していたものである。合体前の原核生物時代は、酸素呼吸をしていなかったから、これらの方法によって運動していたといっても、すばやく行動するということはなかった。酸素呼吸原核生物を受け入れ、それがミトコンドリアになることによって、酸素呼吸を基盤として活発な運動力を身につけたとみることができる。それぞれは、現在のゾウリムシなど繊毛虫類、トリパノゾーマなどの鞭毛虫類、アメーバ類の祖先である。これらの動物は、最初に出現した動物という意味の「原生動物」と言われている。

後に、多細胞動物が出現し、その体内に入り込んで寄生生活するものが現れた。その中には、トリパノゾーマのように運動機能が消えずに生活したものもあるが、捕食も運動もしなくなったものも現われた。寄生生活というのは、自分が入り込んだ生物が死亡すれば自体も死亡するので、不安定な生活のしかたである。そのために、一方では短い期間の中で数多く殖えるという繁殖のしかたを身につけて、生活の不安定さに対応した。

4. 多細胞動物の起原

6.多細胞動物は、これら 3 種の原生動物の中の鞭毛虫類のあるものを祖先にして出現した。多細胞動物の起原は一元である。多細胞動物とは、多くの細胞が集まって一つの個体となっている動物のことである。そのきっかけは、からだ分裂によって二つのからだになって殖えていく中で、二つになったものが分かれずにたがいに付着したことである。さらに分裂によって殖えてもたがいに分かれず、からだの数がふえて全体が大きくなるということが多細胞化の始まりであった。しかし、この段階では、多細胞動物というわけにはいかない。分かれてたがいに付いたもの一つひとつが 1 個の個体であり、全体はその寄り集まったもの、群体であった。植物のアオミドロがこうした形態をしているが、動物の中には、固着生活しているものでみられる。多個体群である。

7.こうした多個体群動物と多細胞動物のちがいは二つある。一つは、全体をつくっている個々が、一つの個体としては生きていけないように、全体に対して部分化することである。それは、別の言い方をすると、全体が動物として生きていくためにはたらきを完備していて、個々はその一部のはたらきかせず、そのはたらきについて専門化したということである。第2は、全体をつくっている個々がたがいに連携することである。たがいの助け合いによって全体が生き、個々が生きるということである。この半ば独立しているようにしていながら、部分化した個々のものが細胞であり、全体が一つの個体になったから、その個体は多細胞になったということになる。原生動物が細胞化していないので、非細胞性動物というのに対して、細胞性動物ということができる。

8. 多個体群動物の時は、全体をつくっている個体の数はあまり多くはなく、その集まった全体もあまり大きくはなかった。だから各個体のもっている鞭毛を動かして、その運動力で全体が動くという生活のしかたをしていた。運動はからだの大きさに比べて、さほど活発ではなかった。

ところが、群をつくっている個体の数が増え、全体が大きくなると、個々の個体の鞭毛の動きでは全体の群が移動するのが難しくなって、水底や岸辺に付着して固着生活に変わった。固着生活する内に、各個体は、岩などに付着する個体と鞭毛で水流をおこし、食べ物である微小生物を近寄らせて食べるものに分かれた。固着のためのものは、食べ物をとらえる個体から栄養物質を供給されないと生きていけないから、そこに個体間に連携ができた。こうして群体をつくっていた個々のものが、2種のものに分化して、

それぞれが水流をおこしてえさをとらえるものと固着するものへと、固着生活体として生きていく上でのはたらきが専門化した。これが多細胞（細胞性）動物の始まりである。

5. 海綿動物^{かいめん}

9. 現在みられる海綿動物は、この時のからだと生活のしかたをそのまま受け継ぎ、変わることなく生存している、細胞性動物としてはもっとも原始的な動物である。海綿動物の受精卵から成体になるまでの発生過程をみると、受精卵が最初の分裂によって二つに分かれた時は、二つとも同じものであるから、2 個体群であり、さらに分裂を重ねて数を増やし中で、各個体に鞭毛ができて、それで泳ぐようになる。この時もどれも同じ大きさで同じ形をし、どれも同じように、それぞれ独自に体外から必要なものを取り入れ、不要なものを外に出して生活しているから、他個体群である。これが、岩石に付着する頃になると、鞭毛をもったものともたないものに分離、もたないものが鞭毛をもったものを包むようになる。こうしてツボのようなかたちになり、内側が鞭毛をもったもの、外側が鞭毛をもたないものというように、二重になる。このような形になったところで多細胞動物となる。からだはいろいろなところに水が通り抜ける孔があり、外側からツボの内側に水が入り込み、それとともに入ってきた微小生物やその小片を取り入れて食べ物としている。

6. 刺胞動物^{しほう}

10. クラゲ・サンゴ・イソギンチャク・ヒドラなど刺胞動物も、多細胞化するまでの途中の段階は、海綿動物の場合と同じである。ミズクラゲを例にすると、受精卵は分裂を続けて多個体群になる。各個体は、ゴムマリのように中が空洞の球の回りに一列に並び、それぞれには鞭毛ができる。その鞭毛を動かし移動しながら捕食をして生活しているが、さらに分裂が進んで数を増し、全体が大きくなると鞭毛をもったものともたないものに分離、固着生活するようになる。

その後ですべてのものが鞭毛を失い、鞭毛に替わって体内に筋肉ができて、それだからを変形させたり動かしたりするようになる。各個はそれぞれ特殊化専門化して、個体としてのはたらきを分担するようになる。外界の様子を感じとる感覚細胞やその集まり、機械的消化やからだの動かし・変形に役立つ筋肉細胞、感覚細胞と筋肉細胞をつなぐ神経細胞ができて、外界の様子を感じとってそれに対応してなんらかの反応をする、あるいは行動するという系ができ、毒針を刺して他の動物を殺したりマヒさせたりする刺胞と呼ばれる細胞、生物体の小片を取り入れて細胞内消化をする消化細胞、消化液を分泌する腺細胞などができる。その後ヒドラのように固着生活をするもののほかに、クラゲのように運動生活をするものも現われた。

刺胞動物には、浮遊生活と固着生活をするものがある。筋肉によって運動するにしても潮流によって大きな行動をすることができないので浮遊生活者（プランクトン）である。固着生活者にも筋肉があるが、運動につながることはなく、逃避や食物の捕獲・消化に役立っている。

11. 海綿動物は、その祖先である鞭毛虫類の基本である「鞭毛を動かす」ということを生活様式を生み出す基本から外すことがないのに対して、刺胞動物は、鞭毛に替わって筋肉細胞を生活様式を生み出す基本にすえるようになったというところに、そのことによってふたたび運動生活を再現したという点で大きな違いがある。

7. 頭ができる

12.多細胞動物の出現の後の重要な進化の一つは、頭をもち運動の方向性がはっきりするようになった動物が出現したことである。頭とは、行動の先端に位置し、遠隔刺激感覚器官と神経系の中心と口が集中しているところであり、神経系は脳のような中心となる中枢神経とからだの末端まで分布し、感覚器官や運動器官のような作動器官と直接つながっている散在神経に分化する。頭の反対側が尾である。からだは前後に細長くなり、頭と尾を結ぶ中心線の左右が同じである左右相称の形態になる。その最初の動物はプラナリアやヒラムシのような扁形動物であるが、扁形動物では、口が先端近くにないので、完全な頭ができたとはいえない。口が感覚器官や中枢神経が集中している頭に位置するようになるのは、不消化物を排出する肛門ができて実現される。プラナリアまでは食物を取り入れる口と不消化物を排出する肛門の区別がなく、一つの口が両方のはたらきをしている。

8. 扁形動物

13.扁形動物の中には、コウガイビルのように陸上生活しているものがある。陸上動物としてはもっとも原始的なものである。陸上という環境変動の大きな場所で生活できるということは、不完全ながらであっても内部環境が生まれたことが関係しているとみることができる。ヒラムシやプラナリアにみられるように、行動がはっきりと統制されるようになり、方向性がしっかりしてきたということは、運動力そのものにも大きな発展があったということになる。縦走筋と環状筋というように筋細胞の配列の異なる二つ筋肉の共同によって蠕動運動が実現できたこともこれに対応している。そうした運動系の発達に対応してエネルギー取り出しの物質代謝がはげしくなると、そのために必要な酸素分子をすみやかに吸収するはたらきとともに、物質代謝の結果として不要・有害物が大量に発生し、速やかに排出するはたらきに対応しなければならなくなる。運動性の扁形動物には、エネルギー取り出しの物質代謝に必要な酸素分子の吸収については、肺のような特別の呼吸器官はなく、体表からの吸収によっているが、原始的ながら内部環境系が形成されるようになったとみることができる。それは、内部環境である体液をたくわえる役割をする体腔が不完全であるが、原腎管という不要・有害物を排出する器官ができていて、細胞の間隙にたまった排出物の混じった体液を吸い取り、管を通じて体表に向けて運び、その管が体表に口を開いて排出するようになっている。

細胞と細胞の間の隙間にたまっている体液が細胞にとっての環境（内部環境）であり、体液がためられている細胞間隙は、極めて未発達ではあり、体腔の役目をしている。これと内部環境を良好な状態に保つのに不要・有害物を排出している原腎管が結合したものが、扁形動物の「内部環境系」である。そうした未発達ではあるが、内部環境系の原始的なものが現われてきたことが、陸上生活を可能にしたとみることができる。

14.扁形動物は、その後運動様式と内部環境系が発達し、大型のからだをもった動物が進化の中で出現してくると、原生動物でみられたのと同じように、そうした動物に寄生するものが現われた。

9. からだの基本構造

15.扁形動物のからだには、刺胞動物や海綿動物とはもう一つ異なる特徴がある。それは、からだの基本構

造のちがいであり、刺胞動物、海綿動物のからだは二つの細胞層からできているのに対して、三つの細胞層から成り立っていることである。

16. 群体や多細胞動物のからだの基本構造をみると、個体の数が多くなった群体では、個体がソフトテニスの球のように、球状をしており、中はほとんど空洞となっていて、個体はその球状体の表面に並んだ層になっている。このことによって、各個体は、環境との関係が同じ条件になっている。ふくろという語は、2 通りのものがあり、口があって内部と外部との間の水やその他の物質の流通が閉ざされていないものと、群体のように口のないものがある。口のない、内部と外部との関係が閉ざされているふくろを胞^{ほう}という字をあてている。口のあるものについては囊^{のう}という字を使っている。海綿動物も刺胞動物も、からだの基本構造は囊状であり、その囊状のからだは、2 層の細胞層から成り立っている。海綿動物の場合は、内側の細胞層は鞭毛をもった細胞からなり、水流をおこし微小な生物や生物体の小片を取り入れて、細胞内で消化しており、外側の細胞層は、鞭毛をもった細胞を固定し、水底に固着する役割を果している。刺胞動物の場合、その外側の細胞層は、筋肉細胞が多く、その中に刺胞、感覚細胞が混じっている。内側の細胞層には、筋細胞のほかに、消化の役目をする食細胞、消化液を分泌する腺細胞があり、神経細胞は、これらの細胞をつないでいる。刺胞動物、海綿動物の基本構造は、2 細胞層からなる囊状体であるということができる。

17. 扁形動物は、このほかにもう一つの細胞層が 2 細胞層の囊状体の内部の空洞の中にあって、全体として三つの細胞層から成り立っている。しかし、この第 3 の細胞層は扁形動物では特別のはたらきが確認されていない。腫瘍^{しゅよう}と同じように、特別のはたらきと関係なくできた細胞群であり、また悪性腫瘍といわれているがんとは異なって、動物体の生存にとって害作用をするものではない。遺伝子そのものの変異あるいは遺伝子のはたらきの変調によって生まれ、それが遺伝的に継承されたとみることができる。こうして進化の一つのできごととして、2 細胞層の動物から 3 細胞層の動物が出現したとみることができる。扁形動物の内部環境は、内側の細胞層、第三の細胞層によって包まれえた空洞と、細胞層の隙間に体液がためられて形成されているとみることができる。

10. 動物進化の二つのすじ道

18. 扁形動物が出現したところで、動物進化は、大きな二つのすじ道ができた。というより、進化は単線的に進行してきたのではなく、いくつも枝分かれしてきた。それは幹から始まって枝の先端までの樹木の成長過程と似ている。つぎつぎに枝分けらしながら新しい動物が生まれてきている。そうしたことから、進化のあとを樹木の形態になぞえて「系統樹」ということがある。その進化の枝分かれの中には、その後多様な動物が現われずに今日まで生き延びているものや途中で滅んだものと、その後さまざまな動物が生まれて、現在の動物世界の中で重要な位置を占めるようになったというものもある。たとえば、最初の頃の多細胞動物である海綿動物と刺胞動物を比べると、海綿動物は現在もその原形と大きく変わることなく、からだの形・構造も、はたらきの複雑さも大きく変わったものはないが、刺胞動物の場合は、その筋肉で運動し消化するという生活様式は、その後の動物に受け継がれ、扁形動物や昆虫類、あるいは哺乳動物などが生まれた。その意味では、樹木に例えば、海綿動物の進化の系統は細い枝に相当し、刺胞動物の進化の系統は太い枝とみることができる。

19. 刺胞動物が出現して、それを祖先にして新しく生まれた動物は 3 群ある。一つは、刺胞動物の、刺胞を

もっていること、からだの基本形が 2 細胞性の囊状をしていること、神経系が中枢神経と末梢神経からなる集中神経ではないことという基本的な特徴を変えることなくそのまま受け継ぎ、部分的な変化をしながら多様になり、現在独自の世界を形成したものである。ほかの二つの動物群は、からだの基本構造が三細胞群からなり、神経系が集中神経系であるという特徴をもっているが、第 3 の細胞群のできかたにちがいがあ。二番目のものは、すでに紹介した扁形動物をふくむもので、その後変化したものもあるが、からだは細長く左右相称で、頭と尾の区別がある動物の出現である。この動物の 3 番目の細胞群は、外側の細胞層と内側の細胞層の境目にある特別の細胞が独自に増殖してできた細胞群である。扁形動物の場合、特別のはたらきに関係ないが、その後出現した動物は、この第 3 の細胞群をもとにしてさまざまな重要な器官が生まれた。この動物群に入るのは、ミミズなどの環形動物、イカ・タコ、アサリ・サザエなどの軟体動物、エビ・カニ、クモ、ムカデ、ハチ・チョウなどの節足動物などである。

20.3 番目のもう一つの動物も、からだの基本構造は 3 細胞群からできていて、神経系は集中神経系である。しかし、この動物群の 3 番目の細胞群のできかたが扁形動物などとはちがっている。2 層の細胞層のうち、内側の細胞層の一部が腫瘍のようにふくらんで生まれた。からだの基本構造としてはちがいがあないが、進化の中での出現のしかたにちがいがあるので、別々に出現したことになる。この動物群には、サカナ・イモリ・トカゲ・トリ・ケモノなどの脊椎動物、ホヤ・ナメクジウオなどの頭索動物、ナマコ・ウニ・ヒトデなどの棘皮動物が生まれた。

21. この動物群の中の、脊椎動物と頭索動物には、基本構造が 4 細胞群とみることもできる。2 層の細胞層から第 3 の細胞群ができるのと同じように、第 4 の細胞群ができたからである。この第 4 の細胞群は脊索と呼ばれているが、この細胞群は進化の中で出現してからしばらく特別のはたらきとは関係なかった。オタマボヤやナメクジウオではからだの支柱としての役割りを果すことになったが、幼生の時期だけみられて成体になるとホヤのように退化するものもある。

22. この第 4 の細胞群が、からだの構造とはたらきの上でも、基本構造の上でも重要な意味をもつようになったのは、脊椎動物が出現してからである。はじめは、現在のヤツメウナギのような円口類のように、そこに骨片が沈着するだけで、ナメクジウオなどと同じように支柱程度の役割りしか果さなかったが、魚類になって、脊索が骨化し、棘突起ができて筋肉と結合し、しかも関節に分かれ、筋肉との共同で関節運動をするようになり、支柱としても運動器官としても優れたはたらきをするようになってからである。脊椎骨の出現である。中枢神経の脳・脊髄もこの脊椎骨によって保護されるようになった。関節は頭部でもみられ、顎となって大きな動物を噛み砕くことができるものが現われた。

11. 三つの細胞群とは

22、出現したばかりの時には特別な役割りをしなかった第三細胞群は、その後具体的な重要なはたらきをする器官の中心になった。一つは内部環境系の形成である。血管も心臓も、体腔も内部環境である体液をたくわえ、からだ全体に循環させるはたらきをするもので、これらはこの第三細胞群によってつくられるようになった。血液そのものも第三細胞群からつくられる。また脊椎動物では、筋肉も骨もこの第三細胞群が変化してできるようになった。

23. 受精卵から始まって成体になるまでの成長過程をみると、分裂をくりかえして細胞の数を増やす過程で、できた細胞が移動し、そのことによってからだ全体と内部構造が変化し、成体に向けて成長が進んでいく。

そして、その過程で成体になった時に、どのようなはたらきをするどのような器官になるかが決定される。最初はおおまかな予定が決められ、さらに進むと細かく将来何になるかが決定されて、別の器官や細胞に変わることができなくなる。その第 1 段階が、二つの細胞群からなる嚢状体になる時であり、さらに第三細胞群ができるところでしっかりと決まる。脊椎動物では、第四細胞群の脊索のものは第三細胞群ができると同じ時期にできる。脊索は心臓にも筋肉にも目にも消化器官にもならない。脊椎骨になっていく。嚢状体の内側の細胞群は、消化器官や呼吸器官にはなるが、骨や筋肉、神経系にはならない。皮膚は外側の細胞群からできる。神経系も感覚器官も外側の細胞群からできる。

「動物たちの世界」の学習内容

□生物とは

→ **植物**…自分で有機物が合成できる（光合成する）生物

「植物の世界」（1年生で学習済み）

動物…自分で有機物を合成できないため他の生物を食べることによって取り入れ、自分の体にあった有機物に作り直したり、生きていくための必要なエネルギーを得ている生物

□動物として生きていくためにどのような体のしくみをもっているか

そのために

「動く」のが特徴

- { 食べるものをとらえる
- { 食べられないように逃げる

□どのように動物の世界を分けるか

□体のつくりと生活がどのように関連しているだろうか

- ライオンやチーターなどの肉食動物
- シマウマやヌーなどの草食動物

水中で生活する動物の場合

- 魚類
- クジラ、イルカ

空を飛べる動物の場合

- 鳥類
- コウモリ、ムササビ

その他（地中など）

- モグラ

（ポイント）生活場所やその動物の行動様式に適したつくりが見られる。

- ・目の付き方
- ・口、くちばしの形
- ・歯の有無や種類
（門歯・犬歯・臼歯）
- ・脚の有無
- ・体毛の有無
- ・体全体の形 など

【1】食べたものはどうなる？（消化器官のしくみ）
（ヒトの場合）

食べ物→口（物理的消化と化学的消化）→食道→胃→十二指腸→小腸→大腸→肛門

- ・食べ物（有機物）がどこでどのように分解され、吸収されるか。
- ・ヒトと他の生物との違い

【2】分解されて吸収された栄養分（有機物）はその後どうなる？（循環器のしくみ）

血液に溶けて全身に運ぶしくみ
（ヒトの場合）小腸→肝臓→心臓→肺→心臓→全身→心臓
（血液循環）

- ・血液の成分（赤血球、白血球、血小板、血しょう）
- ・血管の種類（動脈と静脈、毛細血管）
- ・心臓のつくり

【3】呼吸はどのようにしている？（呼吸器官のしくみ）

- ・気管と肺のしくみ

【4】不要になった物質はどのように捨てているか（排泄器官のしくみ）

- ・腎臓のしくみ

【5】骨格、筋肉、神経などを使った腕や足の動きは（運動器官のしくみ）

【6】外の世界の刺激（情報）を受けてどう行動（反応）する？
（感覚器官のしくみ）
・目、耳、鼻、舌、皮膚 → 五感（視覚）（聴覚）（臭覚）（味覚）（皮膚感覚）

動物の世界

- I 背骨のない動物・・・無せきつい動物
- II 背骨のある動物・・・せきつい動物（五つのグループ）
 - ①魚類 ②両生類 ③は虫類
 - ④鳥類 ⑤哺乳類

それぞれのグループの体の特徴、例を挙げられるようにしておこう。

1. 研究主題 身近な自然の事物、現象に興味を持ち、自然を探求する態度を育てる。

2. 単元名 動物の生活と種類

3. 単元について

(1) 単元観

中学校の生物分野は1年生で、「植物の生活と種類」を学習したあと、2年生で本単元を扱う。また3年生では動物と植物を総合的にとらえ細胞、生物のふえかた、遺伝、進化、生物世界の成り立ち（生態学）を学ぶことになる。本単元は「動物の体のつくりと働き」と「動物の仲間」の二つによって構成されている。大日本の教科書を見ると、最初の「動物の生活を観察しよう」ではカラフルな写真で6種類の動物が紹介されているが、学習の視点を明確にして、植物の生活との違いや動物の生活の特徴をとらえることが重要である。その後続く「動物の体のつくりと働き」の学習は、動物の世界の中でのヒトの位置づけがはっきりしないためヒトの体に見られる動物としての一般性とヒトの体のみに見られる特殊性を区別して把握することができない。調理した食べ物を食べているのはヒトのみであり、感覚器官も他の動物とは違った役割を持つようになってきた。また直立二足歩行もヒトのみに見られる特徴である。こういう部分に気づかせるような扱いも工夫したい。最後の「動物の仲間」では、来年度から脊椎動物だけとなり、無脊椎動物は「その存在を指摘する程度」の扱いになってしまう。これでは豊かな動物観を形成することはきわめて難しくなってくるが、今年は無せきつい動物まで扱えるので、それと対比しながら脊椎動物の特徴をより深く捉えさせたいと思う。

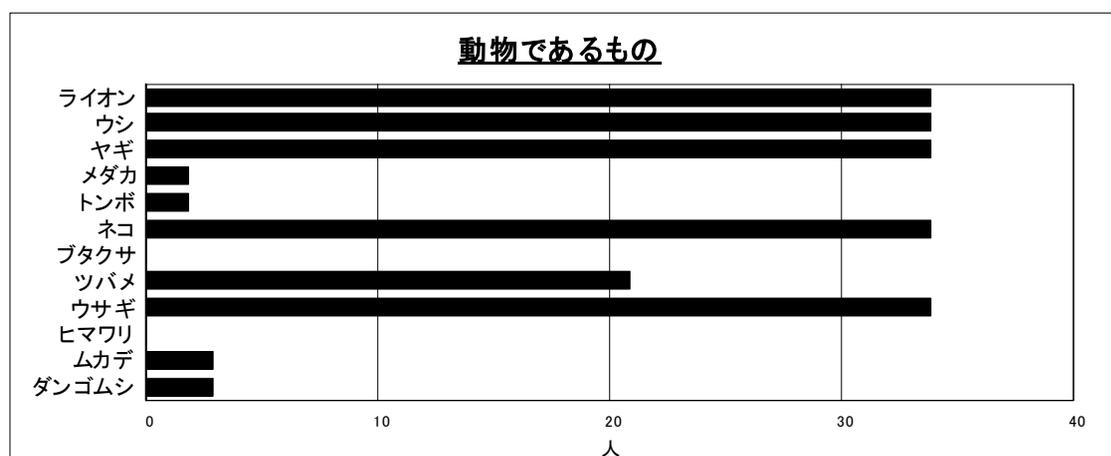
(2) 生徒の実態

男子22，女子17の学級である。4月以来の授業の様子から次のような点を指摘することができる。

- ・発表質問がほとんどなく、受け身の姿勢がつよい。(いろいろな要因が絡んでいると考えられ、理科通信で質問や感想を取り上げ、全体のものにする努力をしている)
- ・課題提示→自分の考え→実験や観察による情報収集→情報処理→結果の検討・吟味(分かったことや疑問点の整理)のような科学の思考プロセスを踏んで学習することができない。(そういう訓練がされていないと同時に国語的な力など学力低下が進んでいることを感じさせる)
- ・与えられたことはやろうとするが、発展性がない。(学力低下に加えて、日常生活体験不足が響いている気がする)

目下、理科に興味関心を持たせることを前面に出しながら、自分たちで学習していけるような学習のしかたの指導、学習集団の形成に力を注いでいる。

今回、2分野の学習に入る前に、レディネステストをしてみた(別紙参照)。問1の結果は次のようになった。



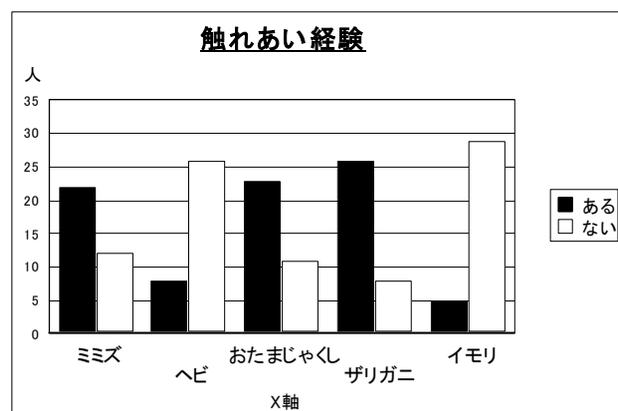
(調査人数34
5月31日)

動物=哺乳類ととらえている生徒が9割以上いる。私の調査ではここ10年変わっていないが、今年の生徒は特に誤

ったとらえ方している傾向が高い。このような結果が出てくるのは「動物とは何か」が一度も教えられていないからである。

生物との触れあい体験を聞いた問3の結果は下のグラフのようになった。

授業で使うイモリ、メダカはいずれも養魚場で購入したもので、地域の自然の中ではほとんど見られない。(佐倉市の自然環境保全調査 2000.3、他による)



(3) 指導観

教えることと観察から引き出すことをはっきりさせておく必要があると考える。教えることは教えて生物の世界を見ていかれるようにできればよい。そのために教師側はどのような教材を用意すればよいか、そこに教材研究や授業研究の意味がある。生徒の活動は

大事なことであるが、教えることを罪悪視するような教育観は正さないといけない。21世紀の子どもも生活体験だけからはアリストテレス的思考から抜け出すことはできない。

ここでは、動物とは何か分かり、すべての動物に従属栄養生物としての共通の性質が貫かれていると同時に、さまざまな環境に適応して生活している動物の多様性にも気づかせたい。それはたくさんの教材を扱えばよいのではなく、どの教材をどういう視点で扱うのかが鍵を握っているように思う。

4. 指導目標

◎身近な動物についての観察、実験を通して、動物の体のつくりと働きを理解させるとともに、動物の種類やその生活についての認識を深める。

- 【関心・意欲・態度】 ・動物の世界に興味を持ち、進んで調べようとする。
- 【科学的思考】 ・動物の体のつくりの特徴から生活との関連を推測できる。
- 【実験観察の技能】 ・観察などを通して目的に沿った情報を集めることができる。
・実験観察したことをレポートとしてまとめることができる。
- 【知識・理解】 ・動物の体のしくみと生活が密接に関連していることに気づく。
・動物の体のつくりと働きを理解する。
・動物の世界の分類を理解し、それぞれのグループの特徴を知る。

5. 指導計画

<p>I. 動物の生活と体のつくり(6)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 動物とは何か 2. ライオンの生活と体のつくり 3. ヌーの生活と体のつくり 4. 肉食動物と草食動物の体のつくりの違い 5. いろいろなほ乳類と体のつくり 6. イモリの生活と体のつくり (本時6/6) 	<p>【ねらい】 動物の体のつくりが肉食、草食などの食性や生活場所と関連していることに気づかせる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ライオンの生活、ヌーの生活 (VTR) ・目のつきかた、頭骨の違い、歯の違い ・足の有無など体のつくりの違い
<p>II. 動物の体のつくり(10)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. カエルとヒトの体 2. ブタの内臓 3. 消化器官のつくりと働き 	<p>【ねらい】 食べて生きていく動物の特徴がどう体のつくりによって成り立っているのかを体の中のつくりを中心に理解させる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・内臓の比較 ・ブタの内臓 (実物学習) ・消化器官

4. 唾液の働き 5. 消化と吸収 6. 血液循環と心臓 7. 排出器官とその働き 8. 骨格と運動 9. 感覚器官 10. 神経系のしくみと働き	・唾液の働き（実験） ・酵素 ・血液の成分 ・心臓、肺のつくり ・腎臓 ・骨格 ・目、耳、鼻のつくりと働き ・神経系
Ⅲ. 動物の仲間(6) 1. 魚類の特徴 2. 両生類とは虫類 3. 鳥類と哺乳類 4. いろいろな無せきつい動物 5. 動物の世界	【ねらい】 脊椎動物の分類の基準を知らせ、それぞれのグループの特徴を理解させる。 ・生活場所 ・呼吸のしかた ・皮膚の特徴 ・ふえかた ・子の育て方 ・体温 など ・昆虫の仲間 ・ミミズの生活（観察） ・動物の分類

6. 同和教育上の視点

*	本時の授業	本校の同和教育のめざす生徒像
A	班で協力して観察ができる。	③仲間と協力し、互いの個性を高め合う生徒
B	班の発表に耳を傾け、自分とは違った考えを認め合うと共に発表しあいながら考えを深めることができる。	②互いに違いを認め合う生徒
C	観察材料（動物）に対して誤った固定観念を持たずに接することができる。	①差別をしない、許さない生徒

7. 本時の指導計画

(1) 題材 イモリの生活と体のつくり

(2) 指導目標

- ・体のつくりと働きについてイモリの観察を通して把握することができる。
- ・学級集団として議論しあいながら、内容を深めていくことができる。
- ・ノートに観察記録をまとめることができる。

学習過程	内 容 と 活 動	指導及び支援の内容と評価	*	資料・用具
導入	1. イモリについて知っていることを出し合う。	○生活場所を中心に知っていることを出させる。 ☆見たこと、触ったこと、飼育経験の有無なども把握しておく。		
課題提示	2. 観察課題のポイントを聞く。	☆イモリの扱いについて簡単に触れる。(触った手で目などをこすらないように)		
	<p>イモリの行動のしかた、体の特徴を観察してみよう。</p> <p>(1) 水中での泳ぎ方</p> <ul style="list-style-type: none"> ・体のどの部分を使って泳いでいるか。メダカとの比較 <p>(2) 陸上での歩き方</p> <p>(3) 皮膚のようす(乾いているか湿っているか)(丈夫か弱そうか)</p> <p>(4) その他の体のつくり</p> <ul style="list-style-type: none"> ・目のつき方 ・足のつき方、位置 ・指のようすなど 			・観察材料(各班1匹)、 水槽、ルーペ
情報収集	3. 班毎に観察し、情報を集める。 情報をノートに記録する。	◎協力して観察できたか、結果を記録できたか 机間指導で把握する。 ○発表のしかたを工夫させる。	A C	
情報交換	4. 観察結果を発表して理解を深める。	○観察で気づいてほしいことを発問で補いながらまとめていく。 ◎他の班の人の発表に集中しているか、疑問・考えを出し合えるか。	B	・教材提示装置
情報の解釈	5. 「イモリは陸上、水中のどちらの生活に適しているか」 ・尾の役割 ・足の役割 ・目の位置など から言えることを考える。 ・疑問に思ったことを出し合う。	○両生類の特徴についてはまだ学習していないので、出てきた範囲でまとめておく。 ☆できれば比較のためにトカゲを用意しておく。 ○体のつくりをはたらきがここでも言えることに気づかせる。 (例) ひれのような尾		トカゲ(材料または写真)
まとめ・発展	6. イモリの体の特徴について ・分かったことをノートにまとめる。 ・「イモリと同じ仲間の動物は何だろうか。」カエルの体のつくりを考える。	○イモリも体のつくりが生活と関連していること。同じ両生類のカエルとは行動のしかたが大きく異なることに気づかせる。		カエル(材料または写真)