

生きかたとし ての生物学習 指導要領試案

研究速報

no.18

「CBS 研究速報」を改題しました

小学校第1学年から高校第3学年までの12年間で「生物学習の道すじ」を発見する

2016年4月27日

特集 動物学習指導(具体編)

「動物世界とその歴史」についての学習をどのように指導すればよいか

これはつぎのno.19 特集 動物学習指導(基礎編)と対になっています

小学校1年生から高校3年生までの12年の間に、学校で「動物世界とその歴史」についての学習をどのように指導すればよいかを考えてみました。

この指導は、子ども・若者が、学んだことを生活の中での動物世界とのかかわりについて、つぎのことが実現できるための方法・手段にできるようになることを目的にしています。

1. 人間行為の基本原理に基づきながら動物とのかかわりを通じて人間的にゆたかになるための方法・手段をうみ出すことのできる基礎を身につける
2. 学校や地域など身のまわり、日本国内、地球でのつぎのようなことに気づき注目できる
 - ①動物世界に発生した異変
 - ②人間(自分)と動物世界とのかかわりに発生した異変
 - ③動物世界とのかかわりを、大きく変えようとしている人たちがいること
3. 上の2の①～③について、人間行為の基本原理からみて問題となることを発見できる
4. 上の2で発見した問題を解決するための目標、方法、手段を明らかにする
5. 上の4で明らかにした方法、手段を利用し、問題解決に取り組むことができる

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 yoshihiro_hanamigawa@yahoo.co.jp)

はじめに

1. なぜ動物について学習を指導するのか

なぜ動物についての学習を指導するのでしょうか。それはつぎの2つのためであると考えています。

- ①子ども・若者が自分自身を知るために
- ②子ども・若者が自分がかかわる相手を知るために

私たち人間自身は動物ですから、自分が動物であることを知らないで、どう生きるかを見定めることができません。また人間は他の動物をふくむ生物世界とかかわって生きています。いわば、動物をふくむ他の生物は、人間にとって生活条件となっています。そのかかわる相手を知らないと、どうかかわれば生きていけるかがわかりません。

しかしこれだけでは不十分です。どうしても‘動物とどうかかわればよいか’というものの基本を知らなければなりません。自分がかかわる相手の動物について知ることは欠かせませんが、それだけでなく、これまでの人間(わたし)と相手である動物とのかかわりがわからないと、これからのかかわりかたを生み出すことはできません。

2. 動物とは

動物とは、他給栄養生物の1種で、運動し、環境から捕食した食物を体内で消化して栄養物質を獲得する生物と、それにそこから分かれて運動しなくなった生物、捕食消化をしなくなった生物を合わせた生物群です。この地球上には、3つの生物世界があり、動物以外のつぎの①～⑤の5種類の生物がいます。

- 生物世界1 ①化学合成細菌と、それを栄養源として獲得している②他給栄養細菌
- 生物世界2 ③光合成細菌と、それを栄養源として獲得している②他給栄養細菌
- 生物世界3 ④植物と、それを栄養源として獲得している②他給栄養細菌、⑤菌類(コウボ・カビ・キノコ、ヘンケイキンなど)、



図1 からだのつくりの基本と栄養物質の獲得にしかたからみた各生物の特徴

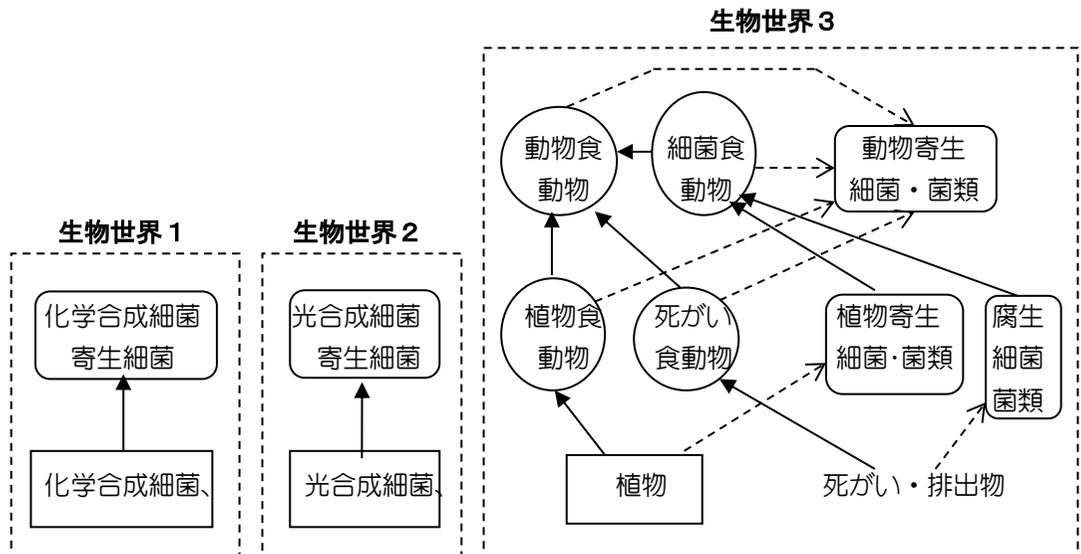


図 2 食物連鎖の原形

矢印の方向は、栄養物質の移動する方向 ———▶ : 捕食 - - - -> : 寄生

これらの生物とくらべると、動物であることがどういふことであるかがわかります。動物は、この中の①化学合成細菌を生産者としている生物世界と、④植物を生産者としている生物世界の両方で他給栄養生物として存在しています。はじめは、植物を生産者とする生物世界の中で出現し、その後ごく一部が、化学合成細菌を生産者とする生物世界へ移り住んだものがあります。

3. 動物について何が明らかになればよいか

動物がどのような物であるか、つぎのような視点から明らかにしたいと考えています。

1. どれが動物か
2. 動物は、植物、菌類(カビ・キノコ・コウボ、ヘンケイキンなど)、細菌とともに同じ生きものである
3. 動物はほかの生きものたちがう独自の生きかたをしている
(それを、からだと他の生物、環境との関係から明らかにする)
4. 動物は、それぞれによってちがう独自の生きかたをし、たがいに関係して生存している
5. 動物はほかの生きものとはちがう独自の世界を生み出し、歴史的にずっと発展してきた
6. 動物はほかの生物に害を与えながらも助けられて生きている。またほかの生物の生存を助けている
7. 動物も他の生きものと同じように物質から成り立っている。動物が生きているというのはひとつの物質変化である

4. 「動物学習指導計画案」

私たちが今考えています『学習指導要領「人間(わたし)と生物世界試案』では、動物そのものについての学習の指導の中心は、第1学年から第8学年前半までの8年半においています。‘人間(わたし)と動物世界とのかかわり’については、第8学年後半から第10学年までの2年半かけて指導するように計画しています。また動物についての学習の中には、高度の知識・考え方を必要とするものがありますので、それらについては第8学年後半以降においても学習できるように指導するようにしています。

ここに『研究速報 no. 18』として提示しました「動物学習指導計画案」は、第8学年前半までの、動物世界とその歴史を知る学習の指導のための計画の具体案です(表1)。このような指導法を、どのように考えてうみ出したか、その基礎となることは、つぎのno. 19で「基礎編」として示したいと思います。

学習指導計画の基本

私たちが作成しました『学習指導要領「人間(わたし)と生物世界試案』は、具体的な指導法として、12年間の学習期間に26の学習指導単位(単元ともいわれる)を設けて、その学習指導単位ごとにまとまりある学習ができるように指導法を考えました。

この12年学習指導計画案は、子ども・若者の学習の進展にともなって発生する新たな学習要求や指導上の課題に対応して5つの階梯*を設定しました。

まず12年間で3つの大階梯に分けました。はじめの大階梯Ⅰでは、子どもたちが学び嫌い、学校嫌いにならないように、楽しく学び、学ぶことの大切さを感じることを学習指導の目的にします。最後の大階梯Ⅲは、学習の完成期として、自立的に生きていくための基礎として自分で大事なことを学べるようになることを目標としました。そしてその前の大階梯Ⅱは、そのための基礎を身につける指導をすることにしました。この大階梯Ⅱは、長い年月かけて学習指導する時期ですから、3つの中小の階梯に分けました。

中階梯Ⅱ-2では、若者が望んでいる自分の生き方を探る、悩んでいることを解決する、自分の将来を展望することと密接に結びついた学習ができるよう指導します。

その前の中階梯Ⅱ-1では、子どもたちが一番望んでいる、自分のまわりにある、あるいははるか遠くの見慣れない、変わったあるいはめずらしいものに、あるいは身近なものの中の気づかなかった魅力ある世界について学びながら、自分を育てていく時期の学習を指導することにしました。そして、第4学年後半ころになりますと、見える世界から、それを基礎に見えない世界に目を向け、しっかりととらえることのできるようになりますので、これを小階梯Ⅱ-1bとして、ものごとの本質、ものごととものごとの相互関係、法則性、歴史性などについて学習できるように指導します。その前の小階梯Ⅱ-1aでは、見える世界をできるだけ多くのことをとらえる、学習の多様さが実現できるよう指導し

		表1 「人間(わたし)と動物世界」学習指導計画における系統性				
		ver.2				
大階段	中・小階段	学年	a1. 動物が主題になっている	a2. 動物も他の生物も主題になっている	b1. 動物以外の生物が主題になっている	b2. 人間と生物世界
Ⅲ (完成期)		12	11・12sr. 模擬本学び「自分づくりと学校・地域づくりの生物的基礎の確立」(60)			
		11				
Ⅱ (基礎期)	中Ⅱ-2 (基礎期Ⅱ-2)	10				10b. 生活と生物観・生物学(7)
		10				10hr. 人権の生物的基礎(10)
		10				10mh. 健康と保健衛生、医療の生物的基礎(13)
		9				9oi. 職業・産業としての生物世界とのかわり(12)
		9				9fp. 食糧問題と人口問題(10)
		9				9w. 野生世界、農村、都市(8)
		8				「8ho. 人間性の起原」(20)
	中Ⅱ-1 (基礎期Ⅱ-1)	8		「8b. 生物世界とその形成過程」(10)		
	(基礎期Ⅱ-1)	7	「7a. 動物世界とその形成過程」(15)			
		7		「7rd. 生物の持続と繁殖・死亡」(15)		
	小Ⅱ-1b	6			「6ph. 植物世界とその形成過程」(6)	
		6			「6fb. 菌類と細菌類」(6)	
		6				「6bp. わたしのからだと個性」(18)
5				「5tp. 草と木」(10)		
5			「5mb. 微生物世界」(6)			
5		「5m. 哺乳類世界」(14)				
4				「4pl. 身の回りの植物のからだと生活」(10)		
小Ⅱ-1a	4	「4dc. イヌとネコ、…」(5)				
	3	「3dc. イヌとネコ、…」(10)	4ep. 絶滅生物と現在の生物とのつながり(5)			
	3		「3cg. 栽培・飼育と生物の生育・繁殖」(15)			
	2	2ea. 大昔の動物(3)				
	2		2pc. 生物の親子(6)			
		2			「2mb. わたしのからだ」(6)	
Ⅰ 初歩期		2	2bbs. 友だちと一緒に、生物とかかわり楽しみながら学ぶ(15)			
		1	1bbs. 友だちと一緒に、生物とかかわり楽しみながら学ぶ(30)			

たいと考えています。

*:階梯とは、普通大きな目的を達成するための行動を長い期間にわたって進める場合に、その途中で目的達成するための具体的な目標をいくつか段階的に定め、その目標に到達する行動のしかたを明確にして行動するために定めたものです。指導計画としては具体的な目標とそこへ到達するための方策、方法・手段を明確にすることが望まれます。

大階梯Ⅰ(初歩期)

指導が適切でないと、指導との関係で学ぶこと、意図的に学ぶ行為に違和感が生まれ、そうした生活に圧迫感をもち、学ぶことを嫌い、学校嫌いになるおそれがあります。そこで、この時期の子どもの学校生活を、学ぶ楽しさを感じとり、学ぶことが自分にとって大事なことを知り、意図的に学ぶことを自分の生活の中に組み入れることを目的とした時期としました。

大階梯Ⅱ(基礎期)

指導が適切で、学び嫌い、学校嫌いがなく、学ぶことの楽しさと大事さを感じるようになること、学ぶことに意欲的になります。しかし、何を学びたいかはほとんどわかりません。これは当然のことで、人間はだれでも、未知の世界に対して興味をもち知りたいたいと思いたいますが、具体的に何が知りたいのかはわかりません。それを発掘するのが指導の一番の役割です。

大階梯Ⅱ(基礎期)は、もっとも長く9年半基礎学習をすることになります。その基礎学習というのは、自分で自立的に学べるようになる、また本格的な学びが実現できる基礎を身につけることです。‘世の中はこのように成り立っているから、このようにはたらきかければ、自分にとっても他の人にとっても、生物にとってもいいほうに変化する’ということのおよそがわかる学びを指導する時期です。

人間と動物世界との関係では、動物世界はこのように成り立っているから、このようにはたらきかければ、このように変わるということのおよそがわかる学びをする時期です。それは、現実の動物世界を知ることであり、過去における人間の動物世界のかかわりの中で、何が成功し、何が失敗であったかを知ることです。そして、大階梯Ⅲ(完成期)における自分で学び自分ではたらきかけ、自分が身につけた、動物世界についての見かた、考えた動物世界とのかかわりかたが正当のものであるかどうかを検証し、誤っているものを修正し、自分で自立的に学ぶことができるようになることを目標にしています。

中階梯Ⅱ-1(基礎期前半)

基礎期の前半である中階梯Ⅱ-1は、動物世界とその歴史をしっかりととらえる学びができることに重点をおいて指導できるようにしてあります。基礎期後半である中階梯Ⅱ-2は‘人間と動物世界とのかかわりとその歴史’を具体的に学びながら、これからの動物世界とのかかわりの展望を明確にするための基礎を固める時期です。この2つの中階梯の境界は、第8学年(中学2年生)半ば頃とみています。それは、この頃つまり子ども期から若者期に転換する頃になりますと、若者の関心が自分のこと、自分の将来のこと、

身近な交流の濃密な人とのかかわりかた、あるいはこれらと直接関係が深い社会の動きに、悩みがともないながら強い関心をもつようになります。現実の生活の中で直接関係がうすい動物や自然については、一部の人を除いて関心がうすれます。ですから、こうした若者期に入る前の、動物や自然に対して関心がうすれていない時期に、動物世界とその歴史をそのものとしてとらえる学びに重点をおくことにしました。そして中階梯Ⅱ-2 に転換したら、若者の関心が高まる、健康、成長、社会的な問題に重点をおいた学習を指導する方向に変更します。中階梯Ⅱ-2 では、生物学習指導全体として、人間(自分)の健康維持や、農業・漁業など産業・職業としての生物とのかかわり、あるいは環境保全と生物多様性保全、人間性の生物的基盤である「動物であること」、人口問題と食料問題など、人間と動物とのかかわりについての重要な社会的課題を主な学習指導の課題にしています。その一方で、第8学年まででは身につけることが困難な、高度の知識と考え方を必要とする動物世界についての学習を指導課題としています。

中階梯Ⅱ-1 は、2つの小階梯に分割されていますが、これは、9歳、第4学年ころになりますと、自己を意識的に見つめるという自覚が生まれ、ものごとの相互関係、法則性、本質、歴史性など、感覚ではとらえられないことについて、感覚と知覚でとらえたものを基盤にしてとらえることができ、またそうしたことに強い関心をもつようになります。これは個人によってちがいますし、生活や環境のちがいによって年齢的なずれがありますが、動物学習にとっては非常に重要な転換点であると思っています。この時期を境に、前半の小階梯Ⅱ-1a では、感覚でとらえたことをできるだけ正確に認識するとともに、個別的であってもさまざまな動物の、からだのしくみ・はたらきや生活のしかたを認識することに重点をおくことにしています。教室の中にさまざまな小動物を飼育し、それらのからだや生活やその変化に日常的に目を向けることに配慮し、校庭には動物飼育のための施設やさまざまな動物が生息できる多様な環境を用意することが必要ですし、地域に生息している動物に目を向けることも重要な意味をもっています。これには、学校の人たちの理解をえて、学校の学習環境をこうした点から大きく抜本的に改善することも考えねばならないと思っています。さらには、他の地域や動物園、博物館、植物園、研究施設で飼育している動物の観察に留意しなければならないと考えますし、各種の図鑑、本、映像・写真も充実させる必要があります。

後半の小階梯Ⅱ-1b では、動物とその存在のしかたの本質的なこと、法則性、歴史性、動物的なことがらの相互関係をとらえる学びに重点をおいて指導するようにしたいと考えています。

動物学習指導の基本となる視点

動物学習と生物学習を重ねる

動物学習の中で、動物がどういう物であるかをきちんと理解するための視点として2

つのことを考えてみました。1つは、動物であることと生きものであることを重ね合わせながらとらえることです。とくに動物学習の最初のころは、この視点は動物学習の大事な基礎となる見方になります。

2つ目のことは、その生物としての特徴を視点にして、さまざまな動物を比較して、その共通点を明らかにして同じ動物であることを確認しながら、ちがった動物であることを明らかにするという見方を視点としようというものです。またその視点から動物以外の生物をとらえ、生物として共通しながら、動物とはちがうことを見つけていくという視点です。

なぜそのように考えたか、それは、子どもだけでなく一般の人も、特別のことがないかぎり、人間、自分の中に生きているということを感じとって、生きものとはどういう物かという見方をつくり上げます。そして、生物の中で人間にもっとも近いものとして、あるいは似ているものとして動物がいますから、自分に感じたことが動物にみられれば、動物も生きているというように理解します。植物に‘生きている’を感覚的にとらえることはむずかしいし、ましてキノコ、カビ、コウボ、細菌類を見て、感覚的に生きものにとらえるのは、ほとんどできないことだと思います。ですから、初期の動物学習は、生物学の初歩と重ねて展開できるように指導する必要があります。動物も植物も生物であり、生物としてどこが共通しているか、どこがちがうかを、簡単に見つけるのはたいへんむずかしいことです。それよりも、イヌとサカナ、トリのちがいのほうがとらえやすいと思います。

その意味では、植物も生物であるにとらえる見方が成立する時というのは、植物学習の最初の大事な節目であると同時に、生物学にとっても大きな飛躍が生まれる大事な節目になります。その前段においては、ネコやイヌも動物からトリも動物、ヘビも動物、カエルも動物、サカナも動物、昆虫やエビ・カニも動物というとらえかたが成立できるように、それを基礎にそれらの動物が生物であるというとらえかたが、ものの見方の飛躍という点から見て大事な基礎になると思います。

生物とは

‘生物とは何か’を、他の物体と比べて厳密に定義しますと、つぎのようになります。

環境との対応関係において自己保存的、自己更新的、自己発展的物質代謝を進めている物質系を生物という。

これを、見てわかる生物らしさで言い換えますと、

生まれ、ほかの生物や環境とかかわりながら育ち、おとなになったら卵または子を産んで育て、やがて死ぬが、子が生き残って成長し、再び卵か子を産むということを代々つなげている物

ということになります。

定義を分解しながら説明しますと、まず‘生物とは物質系である’ということがもっとも基本となります。物質系の「系」というのは‘複数のものが相互に関連して全体的

にまとまっているもの’ という意味です。単なる物質の離合集散ではなく、相互に関係したまとまった物のことを言います。その意味では、石、塩、土、水とかわらないものです。生物も 1 つの物体なのです。しかし、ただの物体ではありません。‘物質代謝を進めている物質系’ です。「物質代謝」というのは、物質の分解と合成をくりかえし、からだの内部と外との間でいろいろな物質をとり入れ、棄てているということのくり返しのことをいいます。そして、「自己保存」とは‘自分で自分を消滅させることなく維持している’ ということです。「自己更新」とは、‘古いものが消滅し新しいものが生まれるということ」を自分で行なっている’ という意味です。「自己発展」とは進化のことです。進化によって生物世界は、大昔にくらべてさまざまな生物が共存し、それが、年月が経過するほどに複雑に多様になっていくということです。

ただ自己保存といっても、まわりの環境と無関係に行なっているのではありませんから、‘環境との対応関係において’ としています。すべての物は、孤立して存在しているものはありません。必ずまわりのものとかかわりあって存在しています。このように分解して生物の定義を解釈しますと、動物は、“ほかの生物または死がい」を食物として捕えて食べ、息をし、体内で消化して栄養物質にし利用しながら、不要のものを排出し、成長し卵・子を産み・・・’ と同じことになります。動物のこの生物としての特徴を視点にして、こうした特徴をイヌやネコで確認しながら、イヌとネコではこの状態のどこがちがうかということから、動物として共通しながら、ちがいがわかってきます。

これを植物に当てはめてみますと、食物をとり入れるというところはちがひ、になりますが、‘生まれ、育ち、子孫をつくり、死んでも、こうしたことを繰り返し続けていく’ というところは同じです。ちがうのは、食べ物を食べることをしないで自分で合成すること、卵・子のかわりが種子をつくることです。成長することも同じです。そして動物も植物も、親から子へ、子から孫へと受継がれるのも同じです。これが‘生きている’ ということです。

動物学習の指導の具体的な展開

この第 1 学年から第 8 学年前半までの「動物世界とその歴史」についての学習指導計画案は、つぎのような構成になっています。

大階梯 I

第 1 学年 1・2bbs.友だちと一緒に、生物とかかわり、楽しく学ぶ<前半>(30 時間)

第 2 学年前半 1・2bbs.友だちと一緒に、生物とかかわり、楽しく学ぶ<後半>(15 時間)

大階梯 II 中階梯 II-1

小階梯 II-1a

第 2 学年後半 2mb.わたしのからだ(6 時間)

2pc.生物の親子(6 時間)

2ea.大昔の動物(3 時間)

第 3 学年 3cg.栽培・飼育と生物の生育・繁殖(15 時間)

3ep.絶滅生物と現在の生物とのつながり(5 時間)

3・4dc.イヌ・ネコ・・・・・・〈前半〉(10 時間)

第 4 学年前半 3・4dc.イヌ・ネコ・・・・・・〈後半〉(5 時間)

小階梯Ⅱ-1b

第 4 学年後半 4i.昆虫世界(15 時間)

4pl.身のまわりの植物のからだと生活(10 時間)

第 5 学年 5m.哺乳類世界(14 時間)

5mb.微小生物世界(6 時間)

5tp.草と木(10 時間)

第 6 学年 6bp.わたしのからだと個性(18 時間)

6fb.菌類と細菌類(6 時間)

6ph.植物世界とその形成過程(6 時間)

第 7 学年 7rd.生物の持続と繁殖・死亡(15 時間)

7a.動物世界とその形成過程(15 時間)

第 8 学年前半 8b.生物世界とその形成過程(10 時間)

大階梯 1

1・2bbs. 友だちと一緒に、生物とかかわり、楽しく学ぶ

①入学したばかりの子どもたちは、指導が適切でないと、意図的に学ぶ行為に違和感が生まれ、そうした生活に圧迫感をもち、学ぶことを嫌い、学校嫌いになるおそれがあります。そこで、この時期の子どもの学校生活を、学ぶ楽しさを感じとり、学ぶことが自分にとって大事なことを知り、意図的に学ぶことを自分の生活の中に組み入れることを目的とした時期としました。

②方法として遊び^{*1}を通じて学び^{*2}、動物について知る、動物とのかかわりかたを身につけることを指導します。

*1: 「遊び」を「楽しむことを目的とした行為」と定義する

*2: 子どもにとっては、楽しむことが目的ですが、人間は、意図的に学ぼうとしなくても、遊ぶなど実働すれば必ずそこに学び(自己変革過程)がともないます。したがって、子どもたちの遊びが、楽しく、しかも動物について知ることやかかわりかたの基礎を身につける上で欠かせないものを用意する必要があります

③子どもの環境の中にさまざまな動物を組み入れる

教室の中の動物、校庭の動物、地域の動物、絵本や映像、お話しの中の動物

④動物とのかかわりについて子どもの行動を生み出す

さまざまな環境の中でいろいろな動物を探す、飼育する、採集する、標本をつくる、それについて知ったこと、感じたことをお互いに話す、発表する、動物になったつもりで行動する、模型をつくる、絵を描く、ものがたりをつくる、先生、父母、地域の人と話す・交流する

⑤むやみに殺さない。絶滅する*おそれがある動物に注目して見守る。

*: この判断は子どもの基準による。これは少ないから取ったり殺したりしないと決める。

⑥危険な動物、毒をもった虫など有害な動物を知る、自分が好きな動物を決めるなど動物の存在を自分の立場から意味づける。

大階段 2 中階段 2-1

小階段 2-1a

「2mb. わたしのからだ」と「2pc. 生物の親子」

「2mb. わたしのからだ」という学習指導単位における学習指導は、表題のとおり、学ぶ子どもが、自分のからだがどのようになっているかを知ることが目的にしています。しかし、この学習は、同時に動物のからだについて、また生物のからだについて知っていく上での1つの基礎になります。

この学習は、子どもの「わたしのからだ」ですから、子どもが自分のからだについて知りたいことをわかるようになれば成功ということになります。ただそのためには、子どもが自分のからだについて知りたいことを自分でひき出す手がかりだけは提供する必要があります。

私たちが考えていますのは2つあります。1つは、子どもたちが、子からおとな、それから年寄りまでの一生の変化過程の上で、自分のからだのどの位置にあるかということを知る手がかりです。第2は、からだの内部に目を向ける何かの手がかりをみせることです。たとえば食べたものがどうなったか、どのようにしてウンコやおしっこができるのかというようなことです。消化器官がよいのではないかと考えています。からだの中の、外から見えないところに大事なことがおきているというところに目を向ける学習を導き出したいと考えています。

「2pc. 生物の親子」のいちばんのねらいは、子から親までの成長の過程を学ぶことだけでなく、また子どもについての学習だけにとどまっていません。動物・植物の子どもとおとなのちがいを比較し、親と子の関係を知るところにあります。いろいろな動物・植物に目を向けるというのも重視していることです。動物でいえば、ゾウリムシのような非細胞性(単細胞)動物のおとなと子、ミミズのおとなと子、ダンゴムシのおとなと子、

昆虫のおとなと子、魚類のおとなと子、カエルのおとなと子、鳥のおとなと子、けもののおとなと子などの具体的な例となります。また卵で生まれ出るものは、卵・子・おとな、幼生(幼虫)の段階があるものは、卵・幼生・子・おとなをくらべるということを指導の基本にしたいと考えています。

2ea. 大昔の動物

この「2ea. 大昔の動物」の学習指導単位での指導は、つぎの2つのことを、子どもたちが自分の頭の中で描くことができれば、目的が達成されたとみております。

①大昔の地球には、今いる動物とくらべて動物として同じであるが、ちがいがいろいろある動物が生活していた。

②それらは、ある時期滅んでしまって、今は生きていない。

指導のしかたとしては、つぎのことを重点にしたいと考えています。

1.骨格や身体、化石、生活の跡、遺留物など、そこから想像して描かれた大昔の動物の絵と文章を読んで学びとるよう指導する。

2.大昔のどのような動物を選ぶか。

a.食べ物・生活環境・敵となる動物のちがいがはっきりわかるものを選ぶ。

b.現在いるものと食べ物・生活環境が似ているものを選ぶ。

c.現在いるものとはまったくちがうものを選ぶ。

具体的にはつぎのように進めたらよいのではないかと考えています。

a.マンモスを例に。ロシアの土の中から、こんな動物の骨が見つかった。なんという動物の骨だろうか。その後、凍った土の中から、この動物の骨とともに、くさりかけた毛皮やからだの一部が見つかった。そこから、研究者が想像してつぎのような絵を描いた

b.化石人類を例に。アフリカの岩石の中からこんな動物の骨が石のようなものになっているのが見つかった。研究者は、これからこの動物の頭がどのようなようだったか想像して絵に描いた

c.チラノサウルスを例に。アメリカの沙漠の岩石の中から、下のような動物の骨が石のようなものになったものが見つかった。これをもとに想像してこの動物の絵を描いた

d.プテラノドン为例に。大昔に生活していた動物の化石である。空を飛んでいたと考えられている。

e.魚竜を例に。これも大昔の動物の化石であるが、これからこの動物が海に生活していたものであることがわかった。:

3cf. 栽培・飼育と生育・繁殖

「栽培・飼育と生育・繁殖」というこの学習指導単位は、子どもたちが飼育、栽培している動物や植物が、「生まれ」、「生育し」、「おとなになり」、「子どもを産み」、死ぬが、「その子どもがまた生育して大人になる」という生物の基本的な特徴である自己保存

性・自己更新性を実際に観察してとらえることを、学習指導の目的にしています。まず生きものであると思っている動物でそのことを確認します。そして、その‘生まれ、育ち、おとなになって子を産み、その子が育ち・・・’ということが続いているものが「生きもの(生物)」であることを、子どもたち自身が定義することを目的にしています。それから同じことが植物でもみられることを発見し、植物も生物であることを確信することを目的にしています。種子をまく、発芽して育つ、花が咲き種子をつくる。その種子がまた発芽して育つというところを観察します。そして、「2mb. わたしのからだ」や「2pc. 生物の親子」の学習では、見て判別できていた動物・植物の場合の、「子ども」と「おとな」の区別を、‘動物や植物のおとなとは、卵や子、種子を産めるもの、子どもはまだそれができないもの’ というように、概念として定着できるようにします。種子が植物の幼い子どもであることも観察・思考を通じて確認できることを目標にしています。

飼育、栽培は、育てやすいもの、子、種子を産む様子をしっかりと観察できるものを選ぶ必要がありますが、また野外で採集してきたものも飼育、栽培して、同じことが観察できるようにしたいと思っています。

また、飼育・栽培することが、そうした動物・植物の一生をおくるのに欠かせない条件を整えることから、飼育・栽培している動物・植物の立場に立って確認できるようにすることをはっきりとつかむことを期待しています。またこうしたことと併行させて、人がはたらきかけないで、自然のままにするとどのようになるかを、継続観察することも行なうことにします。

また映像、絵本、読み物を通じて学ぶことも欠かせません。具体的な指導の手段としてつぎのようなことが考えられます。

- 1.校庭に観察園を設けて、a.作物を栽培して観察する b.観察園の作物に随伴する植物・動物を観察する
- 2.校庭の観察園以外の場所に、継続観察する場所を決めて観察する。栽培・飼育というような特別に保護のための管理はしない。
- 3.教室に水槽、プランタ、飼育箱を置き、水生動植物、作物、昆虫など小型動物を飼育・栽培し、観察する。
- 4.観察の基本手段として、どの植物も葉・茎・根、花からできていて、種子は花で形成されること、植物の種類によっては、地中部が冬を越し、翌年そこから発芽することを確かめる。
- 5.観察園では、夏のおわり、あるいは秋に収穫した後、そのまま放置して管理を一切行なわない部分と秋から翌春にかけての作物栽培の準備する部分に分ける。
 - a.春から夏にかけて生育した植物はつぎの時季に注意
 - ①花を咲かせ種子をつくる時季 ②枯れる時季
 - b.冬越しする植物はつぎの時季に注意
 - ①芽生えの時季 ②ロゼットの生育時季
 - ③ロゼット葉が冬の厳しさで枯れる時季
 - ④冬越ししてから直立茎を伸ばす時季

6. 観察園における作物栽培は、農耕学習の一環としてではなく、植物学習の一環としての手段であるから、植物の生活の観察のための手段として施肥・散水・除草などを一切行わない、あるいは生活をとらえるための実験的手段として行なうのにとどめる。

7. 栽培にあたっては、可能なかぎり苗植えからではなく、播種から始める。

3ep. 絶滅生物と現在の生物とのつながり

現在生活している生物は、過去の生物のあるものが祖先になり、それが変化して出現しました。そうした歴史的過程をとらえるにあたっての基礎として、「現在の生物—祖先の生物」関係をとらえる学習を指導します。

学習指導にあたってつぎの2つを手段の基本とします。

- 1.異なるが、基本になるところでたがいに共通している生物を選ぶ。
- 2.大昔、昔、現在というように、大昔と現在の生物の歴史的に中間に位置している生物(昔の生物)を並べ、大昔から現在までの変化過程に目をむけて学べるようにする。

その学習指導の具体例を提示します。

- ①マンモスとゾウは、からだが似ているので、同じなかまの動物です。しかし、マンモスは大昔に生活していて、絶滅して今はいません。ゾウはマンモスが滅んだあと出現した動物で、今も生活しています。
- ②サーベルタイガーとトラは、からだが似ているので、同じなかまの動物です。しかし、サーベルタイガーは大昔に生活していて、今は絶滅して生きていません。トラはサーベルタイガーが滅んだあと出現した動物で、今も生活しています。
- ③始祖鳥という動物が大昔いました。今は滅んで生きていません。トリに似ていますが、大昔の空を飛んでいた大型爬虫類に似ているところもあります。始祖鳥は、飛行爬虫類とトリとの中間にいた動物です。この3種の動物が「は虫類→始祖鳥→鳥類」という「祖先—子孫」関係にあることを確認する。

3・4dc. イヌ・ネコ・・・

3 学年後半・4 学年前半という学齢

生物学習にとって3学年は、‘見てさわって聞いてかいで’という直接感覚でとらえることを確実にでき、主要なものはことばによって意識化し、それをつかってつぎの学習を進めることのできる時期にあると考えております。4年生後半から始まる見えるものから見えないものを採り出すという学習の基礎づくりの時期でもあります。動物についてのわずかな概念を駆使して多様な世界に入り込んで、動物の異同をゆたかにとらえられるようにすることが指導上の核心と考えています。

4つの指導目的

この「学習指導単位」は、つぎの4つのことを目的として学習指導します。

- ①イヌ・ネコのほか、トリとサカナ、さらにはトカゲ・カエルの学習の指導を通じて脊椎動物とはどのような動物であるかを明らかにする学習の実現
- ②目など感覚でしっかりとらえ、とらえたことの中の、これからの学習にとって主要な手段となることならについてはことばで意識化する学習の実現
- ③学んだことをつぎの学習の方法・手段として利用して検証する学習の実現
- ④ものごとをとらえるもっとも基本となる同じか・ちがうかを区別する見方を確立するための分類の学習の実現

脊椎動物の学習の進め方

脊椎動物は、脊椎骨をもっている動物です。学習する各動物が、脊椎骨をもっている点では同じ動物でありながら、それぞれによってちがうことを脊椎骨のちがいから判断していくことを基本的な指導方法とします。

- a. 外形から、からだは頭、胴、尾から成り立っていることをとらえ、合わせてそれぞれが脊椎骨のちがいとの関係を明らかにする学習を指導します。多くのものではそのほかに足があることを確かめ、足が単なる体表から出た突起であるかどうかを、骨の有無と足の歩く・走るという動作に役立つ器官としてみる視点で判別することができるよう指導します。
- b. 頭とは、目など主要な感覚器官があり、そのそばに脳と口があり、行動の場合にからだの前方に位置しているものをいうことを学ぶことを指導します。
- c. 胴とは、内臓がおさまっているところで、尾とは胴につらなる肛門より後部のものをいうことを確認できることを指導します。
- d. からだの外形、内部のようす、骨格との関係をとらえ、その‘同じ・ちがう’が主として動物としての行動のしかた、捕食のしかたの‘同じ・ちがう’と関係していることに気づき、同じであることとちがうことを明らかにできるよう指導します。

分類による学習の重視

いろいろなものごとをちがいで分けるだけでなく、同じであることによってまとめるという方法を「分類」といっています。普通ちがいはわかるのですが、同じであることを気づくことは少し難しく、‘ちがう・同じ’がわかっても、どの程度ちがうか、どの程度同じかという「ちがい・同じ」の程度を見分けるのはさらに難しくなります。これが分類による学習の一番基本になることです。

この学習指導では、さまざまな動物を比較して共通したところとちがうところを明らかにする、ということを学習の基本にして指導します。この場合、「二分法」という方法を重視しています。いろいろちがうものをいろいろに分けるのではなく、まず2つに分

ける方法です。これによってたくさんのちがいがあった場合に、そのちがいのうちもっとも重要なちがいで分けねばなりません。しかし、これは非常に難しいことです。そこで、この年齢に子どもたちには、つぎのような順序で分類するように指導します。

①イヌとサカナの骨格を比較し、どこがちがうかはっきりさせる

②つづいて、ネコの骨格をイヌ・サカナの骨格と比べて、ネコをイヌのほうに入れるか、サカナのほうに入れるかを考える

③そして、どうしてネコをイヌのほうに入れたのか、考えをはっきりさせる

分類法の基本単位は、このように3つのものをまず2つに分け、2つになったほうをさらに2つに分けるという方法です。ネコとサカナは、脊椎骨があるという点では共通していますが、足のある・なしのちがいで分類できます。それは地表を歩行するか、水中を泳ぐかの生活環境と行動のしかたのちがいと関連しています。

イヌをネコと同じほうに入れたところで、つぎにトリのからだについて調べ、それから、ネコ・イヌとサカナに分けたどちらに入れるかの比較をします。ネコ・イヌのほうに入れた後、イヌと一緒にするか、ネコと一緒にするか、あるいはイヌ・ネコとは別のものにするかが学習の焦点となります。

ここまで学習が進んだところで、動物園・水族館に行き、ネコ・イヌ群、トリ群、サカナ群を探します。動物園で見たものが、この3つの群の中のどれかを判別する学習はさらに高度な分類となりますので、その後で、無脊椎動物が載っていない脊椎動物だけの図鑑、絵本にある動物をすべて3つに分類する学習へと進むように指導します。この時、この3つの群とはちがう別の動物群があるかどうかを調べる学習を指導します。その中でトカゲ・カエルをどう分類するかや、オットセイやクジラをどこに入れるかが問題になります。

これらの学習における分類は、それぞれの動物の特徴をからだと生活のしかた(行動・捕食のしかた・生活環境を中心に)との関係に焦点をあてて明らかにする方法になっていますが、分類することも学習目的にすることも指導の上で大事なことです。

脊椎動物の学習のために必要なことば・概念

1. 外形

頭：目など主要な感覚器官があり、近くに脳と口があるところ

胸：内臓がおさまっているところ

尾：肛門より後方のところ

足：主として歩行に役立つもの(骨があるものが足、ないものは足とは言わない)

ひれ：サカナの場合、肛門からおひれがついているねもとまでが尾、先がひれ。しかし、クジラではひれのなかに骨が入っている

2. 骨格

脊椎骨：からだの内部にあって硬く丈夫であり関節でつながっていて、筋肉との協同でからだの支え、運動に役立っている器官

- 頭骨・背骨・尾骨の区別。ほかに腰骨・肩骨・足骨がある動物がいる
3. 顎・歯、とげ突起・肋骨、関節
 4. 脊椎動物
 5. 内臓 消化器官、心臓、呼吸器官など

小階段 2-1b

4i. 昆虫世界

4 学年という学齢

この学習指導単位で昆虫世界についての学習を指導するにあたって、まず第1に明確にしておかなければならないことは、4 学年という学齢が、子どもの成長にとって非常に重要な時期であることを知っておく必要があることです。その重要さの上で、この「4i. 昆虫世界」という学習指導単位を設定しました。

その重要さというのは、この時期の子どもの成長を全体的にみますと、自己確立の意識化の出発の時期であることです。もちろん子どもは幼い頃から自分というものについていろいろ思い、考えをめぐらせています。しかし、ここが1つの重要な節目であるというところに、学習指導上留意しなければならないと思っています。学習指導との関係で具体的に述べますと、この時期になりますと、自然について感覚でとらえたことをきちんと認識するだけでなく、それとの関係で、感覚ではとらえることができない、あるいは難しい、ものごとの本質、あるいは一般的な法則性、ものごととものごとの相互関係、あるいは歴史性といったことを認識できる年齢になったという時期であり、そうした認識に関心を強め、人間性確立にとって重要な転換点にあるということが出来ます。

なぜ4 学年で昆虫学習か

その重要な学齢の子どもたちに、なぜ「昆虫世界」という学習を指導するのか。それは、この時期に、生物学習に欠かせない範疇^{はんちゆう}(カテゴリー)と概念を確立するために必要な基礎を築くための知的活動が楽しくできるのではないかと思っているからです。

そのような時期の学習に昆虫を選んだのは、つぎのような理由からです。

1. からだがい小さいことから、一部のものを除けば、子どもたちに危害を加える心配がありません
2. 個々の昆虫の昆虫としての特殊性と昆虫世界全体としての多様性、しかも昆虫としての共通点と相互にみられる相違点を、実際の観察を通じて、子どもがもっていた考えを検証しながら発展させることができます。このことによって論理的な思考と実物の観察とを組み合わせた学習が実現できます。
3. 昆虫研究者の数、多様さは、他の生物群の研究領域と比べて格段に進んでいて、子どもの学習に耐えるだけの研究成果がみられます。

4. からだが小さいことによって、観察にあたって取り扱いが子どもでも可能です。

5. 体制が複雑ですが、からだ全体・附属肢とも体節構造をもっていることによって、比較する基準が目でとらえることが確実です。

また、合わせて生物世界の中で重要な位置にある昆虫とその世界の実態をとらえさせ、以後の動物学習を飛躍的に発展させるきっかけにしたいと考えるからです。

昆虫学習の指導の目的

1. 昆虫についての学習指導の具体的な課題はつぎの3つです。
 1. 昆虫類の多様さとそれが進化的分化の結果であることを明らかにする
 2. 「からだ」と「生活のしかた」、「環境」・「食物連鎖の中で位置」の相互関係の中で昆虫は生存し、そこにみられる多様さが、たがいに競争することなく共存していることと結びついていることを明らかにする
 3. 「地域自然史」探究の第1歩を築く

昆虫についての基本となる学習を指導する

1. 昆虫のからだと生活に注目する

3種の昆虫を採集してきて次の点に着目して、どれも昆虫であること、また昆虫としてちがうことを「3dc. イヌ・ネコ……」で身につけた二分法に基づいて明らかにします。

- a. 口器に注目し、そこから食物、獲得のしかたのちがいを予想しながら、それを図鑑など書物によって確かめる。
- b. 翅の似ている点、ちがう点に着目して、飛び方の共通点、相違点を明らかにする
- c. 肢の似ている点、ちがう点に着目して、歩き方の共通点、相違点を明らかにする
- d. 図鑑など書物にみられる昆虫類の分類から、何を基準にしているかを学ぶ
- e. 卵、幼虫、子虫、成虫のからだと食物、生活場所のちがいに着目して、昆虫の一生のなかで、すみわけて親子間の競争も避けられていることを学ぶ

2. ちがいと同じに目を向ける

それらの昆虫が、昆虫として基本が共通しながら、それぞれの昆虫によって異なる面があり、昆虫世界は全体として多様である。

3. 生活のちがいに共存を読みとる

各昆虫の生活のちがいは、共存の基礎となっている。

4. 進化に目を向ける

各昆虫は、基本は共通しながら、からだも生活のしかたもちがい、多様になっているのは、進化(系統性と適応放散)がもとになっている。

5. 発育過程に目を向ける発育過程と変態について

すべての多細胞生物の発育は、[受精卵]—[胚(胎児は胎生動物だけにみられる特殊段階)]—[成体(子—親)]という過程をとります。しかし、成体のからだが大きく複雑な動

物の中には、卵が小さく、成体にならない内に栄養物質がなくなり、発育の途中で成体とはちがったからだでちがった生活をするものになる。これが幼生(幼虫)です。成育過程の各段階のからだと生活のしかたのちがいに目を向けますと、発育過程につきのような節目が見られます。

1.親からもらった栄養物質で生活している

1-1.からだ^が細胞に分かれていない：受精卵

1-2.からだ^がたくさんの細胞から成り立ち、発育を進める：胚

2.親からもらった栄養物質がなくなって、自分で栄養物質を獲得しながら生活する：幼生(幼虫)

2-1.成体とはちがったからだ・生活のしかたで生活しながら、発育を進めている

2-2.成体と同じからだ・生活のしかたになった

2-2a.親よりもからだ^が小さく、繁殖ができない：子(子虫)

2-2b.からだ^が完熟し、繁殖ができる：親(親虫)

6. 変態

幼虫から成虫へと、からだ・生活のしかたが転換することを「^{へんたい}変態」という。昆虫には変態するものが多い。中にはその中間に「さなぎ」という時期を経て成虫になるものがある。

指導の進め方の具体例

1. トンボ類のどれかとコガネムシ類のどれかを採取してきて、その生活とからだを幼虫と成虫の両方で比較する
2. アブラムシの生活のしかたに注目する
 - a. いろいろな植物を調べ、そこに着生生活しているいろいろなアブラムシを探す
 - ①昆虫かどうか調べる
 - ②翅はあるか どんな翅か
 - ③食物を食べる口先はどうなっているか
 - b. 採集してきて教室の中で飼育して、毎日飼育箱を掃除しながら観察する。
 - c. からだを双眼実体顕微鏡で観察して調べる
からだの内部にはいろいろな大きさ、形の、生まれる前の子がいる
 - d. カメムシ、セミ、アメンボ、アブラムシ、タガメ、カイガラムシは、動物として大事なところが全部共通しているので、研究者は同じなかまとみています。
 - ①何が共通しているのだろう。
 - ②しかし、食べる物はちがう。カメムシ、セミ、アメンボ、アブラムシ、タガメ、カイガラムシのそれぞれは何を食物としているか
 - ③生活場所、環境もちがう
3. 昆虫は種類が多い。いろいろな昆虫を採取してきて、からだ、生活のしかた 生活場

所などを調べ、一覧表をつくってまとめる

4. チョウ・ガのなかまを、ミノムシから調べる

①ミノムシの生活とからだ

何を食べて生きているのか

みのはどのようにしてつくるのか

ミノムシは成虫か幼虫か

②チョウの死がいを探してきて、翅についている粉のようなものを落として、顕微鏡で観察する。

粉のようなものを全部落とすと、翅はどのようになるか

③チョウ・ガの成虫のからだの特徴を観察して調べる。とくにえさを食べる口はどうなっているか

④チョウ・ガの成虫は全部花の蜜を食べ物にしているのだろうか

⑤チョウ・ガの幼虫は全部植物の葉を食べているのだろうか。

⑥ガの類には、有毒物質を体表につけているものがあるので、前もって図鑑や絵本で、調べておこう。ケアシドクガ、イラガ、チャドクガなどいろいろいる。

5. ハチのなかまをしらべる

①ミツバチは、植物の花にとまり、蜜や花粉を食べ物として集め、巣に運びます。

昆虫は、花を咲かせる植物が出現する前に現われました。花を咲かせる植物が出現する前の時代、

ミツバチはどのようにして食べ物を集めていたのでしょうか。

②ハチ類はすべて針を刺して、毒液を注入するのだろうか。

選択肢 1 すべてのハチが刺す 2 ハチの中には刺さないものがある 3 その他

③アリには翅がないが昆虫だろうか

6. シミ類という昆虫

昆虫でありながら、翅がない。ノミなどのようにあったものが退化したのではない。

7. 昆虫が進化の過程で分化してきたあとを描いてみる

地域の昆虫世界を明らかにする学習を指導する

調査班をつくり、地域に出て昆虫を採集し、その昆虫が何という名の昆虫で、何類か予想してその結果と、採集した場所について、1 個体ごとにつぎのことを「ちいきこんちゅうせかい地域昆虫世界

ちょうさきそしりょうきろくひょう調査基礎資料記録票」に記録します。

1. 調査活動をする

イ. 生活場所の位置

採集した場所が、地域の中のどの位置か、地図の上に印をつけます。

ロ. 生活環境 1

①陸地か水中か ②水面か水中か ③地表か地中か ④地表から離れるか(空中か) ⑤植物体の中、体表 ⑥動物の体内 体表

ハ. 生活環境 2

- ①海 ②池・湖・沼 ③川 ④一時的な水たまり ④森林 ⑤草原 ⑥低木林 ⑦植物まばら地帯 ⑧無植物地帯 ⑨その他

二. 生活環境 3

- ①水田 ②畑 ③田畑の周囲(畦道) ④家の庭 ⑤家の周辺 ⑥家の中 ⑦その他

2. 調査結果の記録

採集した昆虫の名前、所属している群を確かめ、からだ・生活のしかたを調べる調べた結果は、「**地域昆虫世界調査基礎資料記録票**」に記録します。

- a. 観察でわかったこと b. 観察と本の両方でわかったこと c. 本でわかったこと

ホ. 翅

- ①翅はない ②翅は2枚あるか ③翅は4枚あるか ④飛ぶのに役立つ翅は2枚

ハ. 移動のしかた

- ①移動しない ②肢で歩くだけ ③歩くほかに飛び ④歩くほかにはねる ⑤はう

ト. 食物

- ①植物の生体 ②植物の死体 ③動物の生体 ④動物の死体 ⑤動物の排出物
⑥その他

チ. 食物の得かた

- ①そのままのみ込む ②くだいてのみ込む ③なめ・けつりのみ込む
④吸い込む ⑤その他

リ. 子孫の産み方

- ①卵を産む ②子を産む ③幼虫・子に食物を供給する
④幼虫・子に食物を供給する

ヌ. 昆虫の生育段階のどの時期か

- ①卵 ②幼虫 ③さなぎ ④子虫 ⑤成虫

発表会「地域の昆虫世界」

1. 地域の昆虫世界について調べたことを発表します。

- ①知ったことを学校のほかの人たちに
②父母、保護者に
③地域の人たちに
④お世話になった昆虫の研究者など

に報告して、みんなに知ってもらい、意見や助言をいただきます。

2. 調べた結果のまとめかたは、いろいろあります。

- ①地域を、それぞれの人が住んでいる場所、あるいは所属している町内会、自治会ごとに分けて、その区域ごとにどのような昆虫がいるかまとめます。
②林、草原、田んぼ、畑、池、川、住宅地、商店街など環境のちがいで区域に分け、その区域ごとに

「地域昆虫世界調査基礎資料記録票」

調査した日：2016 年 月 日

昆虫の名まえ
属している 群

4. 地図に記録した生活場所の位置の番号

--

1. 生活場所の環境(どれかを○で囲む)

<p>ロ. 生活環境 1</p> <p>①陸地か水中か ②水面か水中か ③地表か地中か ④地表から離れるか(空中か) ⑤植物体の中、体表 ⑥動物の体内 体表</p> <p>ハ. 生活環境 2</p> <p>① 海 ②池・湖・沼 ③川 ④一時的な水たまり ④森林 ⑤草原 ⑥低木林 ⑦植物まばら地帯 ⑧無植物地帯 ⑨その他</p> <p>ニ. 生活環境 3</p> <p>①水田 ②畑 ③田畑の周囲(畦道) ④家の庭 ⑤家の周辺 ⑥家の中 ⑦その他</p>
--

2. からだ・生活のしかたの特徴(どれかを○で囲む)

<p>ホ. 翅 ①翅はない ②翅は2枚あるか ③翅は4枚あるか ④飛ぶのに役立つ翅は2枚</p> <p>ヘ. 移動のしかた</p> <p>①移動しない ②肢で歩くだけ ③歩くほかに飛ぶ ④歩くほかにはねる ⑤はう</p> <p>ト. 食物</p> <p>①植物の生体 ②植物の死体 ③動物の生体 ④動物の死体 ⑤動物の排出物 ⑥その他</p> <p>チ. 食物の得かた</p> <p>①そのままのみ込む ②くだいてのみ込む ③なめ・けづりのみ込む ④吸い込む ⑤その他</p> <p>リ. 子孫の産み方</p> <p>①卵を産む ②子を産む ③幼虫・子に食物を供給する ④幼虫・子に食物を供給する</p> <p>ヌ. 昆虫の生育段階のどの時期か</p> <p>①卵 ②幼虫 ③さなぎ ④子虫 ⑤成虫</p>

調査した人の名前

--

どのような昆虫がいるかをまとめます。

③昆虫の種類ごとに、どの区域にみられるかをまとめます。

3. 地域の昆虫世界が、どのように感じたか、思ったことをはっきりさせます。

①好きな昆虫がいた、きれいな昆虫がいた こわい昆虫がいたなど

②すばらしいと思ったか、失望したかなど

③その他、調べてみて気づいたこと、うれしかったこと、困ったことなど

4. 地域の昆虫世界がどのようなものであればいいという、期待すること、希望を述べます。

5. “地域の環境がこうなれば、もっといろいろな昆虫が住めるようになる”ということについて意見を述べます。

5m. 哺乳類世界

はじめに

私たちは、2012年にこの『研究速報』（当時は『CBS 研究速報』という表題であった）の no. 5 で、「5m. 哺乳類世界」という学習指導単位において哺乳類についての学習をどのように指導するかについて、指導方法の具体化したものとして授業書と附属資料を発表しました。しかし、その授業書をつくった指導にあたっての考え方については明確にしていませんでした。そこで、あらためて動物学習指導の一環として「哺乳類世界」学習指導の基本となることを、ここで明確にしておきたいと思います。

‘なぜ子どもたちは哺乳類世界について学習する必要があるのでしょうか’。その1つの理由をつぎのように考えます。

ヒトは、サル類のあるものを祖先にして変化して生まれた動物です。ヒトになるにあたって、サル類の中のあるもの、チンパンジー・ボノボとは進化的にまだ分かれていなかったころのものももっていたからだ、生活のしかたをもとにして変化して行き着いたところがヒトであったとみることができます。しかしヒトは、このようにサル類から生まれながらサル類としての生活をやめた動物です。ヒトの祖先は、森林の中の半樹上半地表生活をしていて、それはサル類的生活の1つでしたが、サバンナに移住してその生活をやめた動物です。また、そうした生活、それに見合うからだができるにあたって、かかわっていた環境も他の動物も、森林とそこに生活していたサル類とはちがったものでした。ですから、ヒトのヒトらしい生活、からだをとらえるには、サル類の1員であるとみながらも、哺乳動物の1員とみたほうがよいと考えました。サル類からヒトへの変化の過程を、栄養物質の獲得という視点からみますと、植物食を中心としたサル類時代から、サバンナ地表生活の中で植物食・死がい食を経て、植物食・哺乳動物生食の採集狩猟生活を確立した時にヒト類(ホモ属)になったとみることができます。ここに哺乳動物について知る重要な意味があると思います。

第2の理由は、動物世界の多様性をみた場合に、哺乳類世界が大きな位置を占めてい

ることです。哺乳類は、ほかの動物群とは異なった独自の存在のしかたをしています。また哺乳動物がいなくなったら、動物世界は大きく変化するにちがいありません。私たち人間を環境としてとりまいている動物世界の中で、他の動物群も重要な位置を占めていますが、哺乳類はほかの動物群とは大きくちがった位置にあります。

哺乳類とは

哺乳類とはどのような動物か、古生物学者には、頭骨の下顎の骨が1つになり、爬虫類時代に下顎の骨を形成していた他の骨片が顎から離れ、耳小骨などに変化した時点から哺乳類になったと見る人がいます。それは、は虫類の中の進化的な分化として重視できても、そうした骨格の一部の変化だけで、哺乳類的なからだと生活のしかたが確立したわけではありません。からだと生活のしかたのさまざまな変化が統合して1つのからだ・生活のしかたが確立した時に、現在の哺乳類世界の原形ができたとみるべきでしょう。それらの特徴をあげますとつぎのようになります。

1. 肢が胴体の下から地表に対して垂直に伸びている
2. 体表が密な毛で被われている
3. 恒温性である
4. 脳が発達して、運動と内部環境恒常性維持の器官の調節が進んでいる
5. 子を哺乳する
6. 下顎骨が1つである
7. 歯が分化している

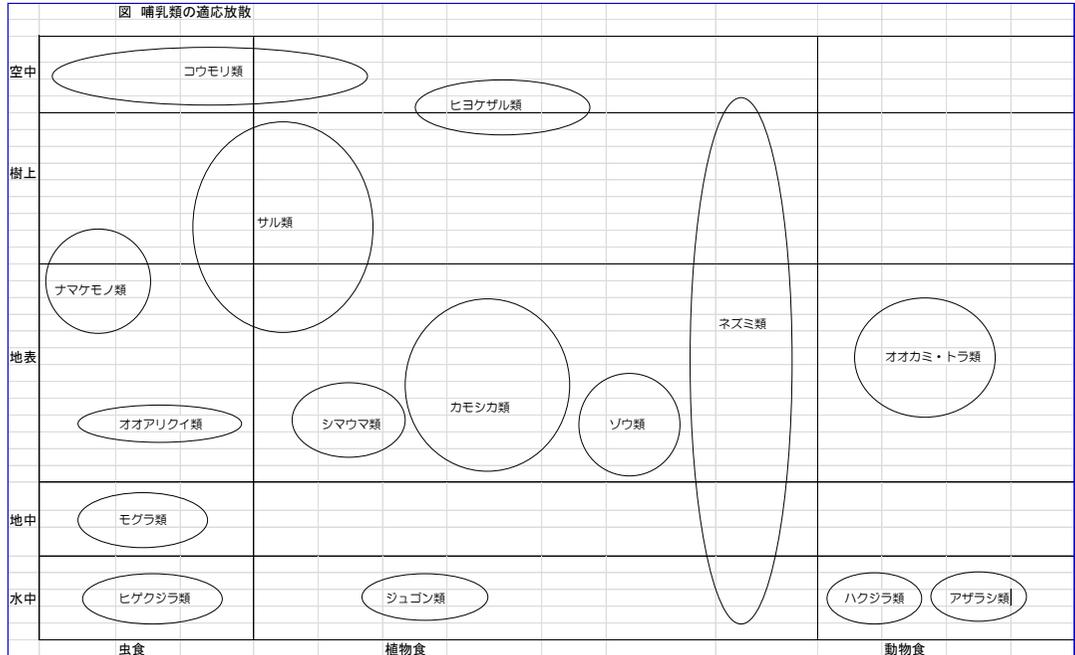
これらが、哺乳類が地球表面全体に分布を広げていった時に、その分布拡大を他の動物によって妨げられなかったことの基盤になりました。それらの分布拡大にともなって生まれた多様性を生活環境のちがいからみますと、図のようになります。そして地球上全体に分布を拡大していく中で、それぞれの環境のちがい、栄養源としてとらえる生物のちがいによって、これらの特徴は、それらのちがいに対応して大きく変化し多様になっていきました。たとえば、肢についてみますと、コウモリ類のように飛ぶ生活を身につけたものは、前肢が変化して翼になりました。サル類は、森林樹上生活をするようになってそのからだの原形ができあがり、前肢、後肢ともに枝をつかむようになりました。クジラ類やヒレアシ類のように水中生活するようになったものは、尾や肢が水をかくひれに変化しました。

哺乳類学習を指導する視点

1. からだと生活のしかたと生態的地位との対応関係

動物にかぎらず、すべての生物の生きている様子をとらえるために欠かせない視点があります。それを哺乳類世界についてみますと、子どもたちが各哺乳動物にみられるからだと生活のしかた、生活している場所の環境とそこでの生態的地位(とくに何を食物

とし、どのように捕食するか。どのような動物にどのように捕食されているか)との対応関係によって生存できることを明らかにすることを指導の重要な目的の1つにしています。



2. 哺乳類世界の多様性に目を向ける

哺乳動物のこうしたからだと生活のしかた、生活している場所の環境とそこでの生態的地位の間にみられる対応関係は、各動物によってちがいます。生活環境とのちがいが基盤になり、その中でとくに陸地生活しているものは、栄養源として何を捕食するかのちがいによって異なります。たとえば、サル類でいえば、哺乳類世界全体の中では、樹上生活・植物食を主としているという生態的地位を得、サル類の内部では、森林生活者とサバンナ生活者のちがい、主要な行動域(地表・樹上・樹冠部)のちがいや、行動のしかた(枝渡り・樹上歩き・地表疾走)と前足(親指の退化の有無など)・後ろ足との対応関係から適応放散が細部にまで浸透しています。またイヌ・ネコ類は、地表生活・食性のちがいから、哺乳類世界全体の中での生態的地位を明確にし、その内部における適応放散については、熱帯から北極圏まで地理的に分散してすみわけていることなどに目を向ける、あるいはサバンナ生活しているネコ科動物のからだの大きさと狩猟する動物の大きさの対応関係などについての学習も指導するように考えています。これらのちがいの総和として哺乳類全体の多様性になっています。

3. 哺乳類世界の形成

恐竜など大型爬虫類が減った地球上の動物世界の大激変に遭遇しましたが、その後を引き継いだのは、生き残った小中型爬虫類でもなく鳥類でもなく、中生代のはじめには虫類から派生して出現した哺乳動物でした。哺乳類は、大型は虫類が形成してた生態的地位が一度空白になったあとに、分布を拡大して適応放散し、哺乳類世界を形成しました。

指導の具体的な展開の例

2012 年発行の『CBS 研究速報』no. 5 で示しました授業書では、コウモリ類から授業をはじめるとしていましたが、ここではサル類から進める具体例を示すことにします。これも、哺乳類の中の主な分類群を順にとり上げて学習指導していくという方針をとっています。ただし、このように個々の分類群の個別的な特徴に目を向けながらも、それに留めなくて、前後でとり上げたものについて、からだ全体、とくに四肢、口器などを中心に「からだ—生活のしかた—環境・生態的地位」関係を比較することによって哺乳類の多様性と分化をとらえられるように指導することにしました。たとえば、最初のゴリラの学習では、ゴリラとヒトのからだの比較をしますし、つぎのライオンの学習では、ライオンとゴリラのからだを比較して、「からだ—生活のしかた—環境・生態的地位」関係のちがいを明確にするというようにしています。そして、最後に哺乳類全体として生活環境と栄養源とする生物のちがいを多様性をまとめることを中心にしています(これらについては、この研究速報の前号(『研究速報』no. 17)で示しました、進化学習の指導についての考え方を踏襲しています)。

1) ゴリラの生活とからだ

a. ゴリラの生活

- ①ゴリラは、アフリカの森林に生活している。
- ②おもに地表を歩き、植物の葉や柔らかい茎を採って食べる。時に樹上に移動することもある。
西アフリカのゴリラの中には、樹上生活が主で、地表におりることが少ないものもある。
- ③1 頭のおとなのおすと数頭のおとなのめすと子どもで集団生活している
- ④ゴリラを捕らえて食べる動物はいない。またライオンやゾウは草原に生活しているので、ゴリラとライオン・ゾウと出会うことはない。
- ⑤ゴリラは、葉食であり、果実食よりも栄養価の低い食物をとることになり、多食となった。そのことによって胴体が大型化し、からだ全体が大きくなった。そのことによって、植物食でありながら、他の動物に食われるということがなくなった。
- ⑥ゴリラにとってもっとも恐ろしいのは、人間である。野生動物の狩猟をスポーツにして殺したり、畑や工場、家などを作るために、ゴリラが生活している森林を焼き払ったりしてきた。ゴリラは、絶滅の危機にある。
- ⑦日本にはゴリラの研究や保護のために活動している人がいる。

b. ゴリラのからだ(ゴリラのからだをヒトのからだと比較して明らかにする)

- ①全身と骨格をヒトのからだと比較する

前足が長く、後ろ足が短い(ヒトは腕が短く、足が長い)

斜め立ち姿勢、変則四足歩行(ヒトは直立姿勢二足歩行)

②頭骨を比較する

脳頭蓋が小さい、眉上突起の発達、口先が出ていて「おとがい」がない

③ゴリラの後ろ足とヒトの足を比較する。ゴリラの前足とヒトの手を比較する

2) ライオンの生活とからだ

a. ライオンの生活

①ライオンは、草原でほかの哺乳動物を捕らえて食べ、生活している。

②自分のからだよりも大きい動物を捕らえる場合には、集団で共同して捕らえる。

③ライオンは複数のおとなのめすと子どもが一緒になった集団で生活している。これにおとなおすがついている場合もある。ライオンのおとなのおすは、単独か、おすだけの集団で生活しているものが多い。

④子ども以外は、他の動物食哺乳動物に襲われることはない

b. ライオンのからだ

①ライオンとゴリラの、全身、その骨格、頭骨、前足・後ろ足を比較する

3) 大昔アメリカ大陸にいたウマ

a. ウマの生活

①ウマは、草原で生活している大型の哺乳類で、同じなかまのシマウマを例にその生活のしかたを調べる。

b. ウマのからだ

①ウマの全身、その骨格、足、頭骨をライオンと比較する

c. ウマのからだと生活のしかたの変化

その祖先にあたる哺乳類動物が変化を続けて、現在のよう動物になりました。

①アメリカ大陸に現在生活しているウマは、ヨーロッパなどから人間が移入したものです

②大昔には、アメリカ大陸にウマが生活していましたが、今は絶滅して生活していません

③大昔のアメリカ大陸のウマは、時代とともにからだが変わり生活のしかたも変化した

④アメリカの生物学者が、大昔に生活していたウマの骨格の化石を発掘して、古いものから新しいものまで順に並べたら、どうい変化をしてきたかがわかった。またそのようなからだの変化は、生活環境の変化、食物とする植物の変化と対応していた

⑤ウマがその祖先から変化していったのとは別に、同じ祖先動物から分かれて、ロバや、現在アフリカ大陸やアジア大陸のシマウマはその 1 種である

⑥ウマの祖先がどのような動物であったかはわかったが、その祖先動物の祖先にあたる動物はどのようなものであったか

4) ヒトのからだの起原

①ヒトは、オナシザル(ヒトニザル)類の中のあるものを祖先になって、何回もさまざまな変化を重ねる中で生まれた。

②その変化の途中の段階の骨の化石が発見されている。その化石を順に並べると、変化のあとがわ

かる。

③同じ祖先から生まれながら、途中で別の変化をして、オナシザル類のままのものもあった。

④祖先から変化して人類になったが、ヒトにならずに滅んだものもいる

5) コウモリ

a. コウモリの生活

b. コウモリのからだを、ライオン・ウマのからだと比較する

c. コウモリ類には、主として日中活発に活動し、果実を主食にする大型なもの、夕暮れ・朝未明に活動し、虫を主食にした小型のものがある。日中活動するものは大きな目があるが、夕暮れなどに活動するものは目が退化し、音波を発信しその反射した音を感じる特殊な感覚器官が発達している

6) 哺乳動物の適応放散

ネズミ類、ゾウ類、クジラ類などのほかに、からだも生活のしかたもいろいろちがうものがある。それらの動物の生活場所と主な食物の2つから、それぞれの哺乳動物の特徴を明らかにし、哺乳動物世界全体の中で、それぞれの動物がどのような位置にいるかを明らかにする。

7) 哺乳動物とは

哺乳動物には、ゴリラ、ライオン、ウマ類、ヒト、コウモリ類、ネズミ類、ゾウ類、クジラ類などさまざまなものがある。研究者は、それらの動物すべてに共通した性質を明らかにし、哺乳類として同じなかまに入れて、昆虫やトカゲ類などとは区別している。コウモリと鳥類は飛行するという点で似ているが、別のなかまである。クジラと魚類は水中を遊泳している点では似ているが別のなかまである。ライオンやゴリラなど哺乳動物は、たがいにちがうところがあるが、基本になるところで同じだからである。どこに基本的な共通点があるのだろうか。

8) クジラの出現した過程を調べる

9) ネズミ類の適応放散を調べる

①家ねずみの、ハツカネズミ、クマネズミ、ドブネズミの3種は、人間が出現して人間世界をつくって生活するようになった時、そこに移り住むようになったネズミ類です。この3種は、たがいに生活のしかた、生活環境が微妙にちがいで、競争することなく共存しています。

②野ねずみに、アカネズミとヒメネズミというネズミがいます。たがいに生活のしかた、生活環境を別にして共存しています。

③ネズミ類という動物群は、非常にたくさんの種類の動物が属しています。リスもそうですし、ビーバーやムササビもそうです。

10) サル類の適応放散と共存

11) カモノハシ類、カンガルー類、有胎盤類の比較

カモノハシ類、カンガルー類、有胎盤類の3群は、早い時期にたがいに分化しましたが、カンガルー類と有胎盤類の適応放散の類似と相違を明らかにして、適応放散の過程について考える指導をします。

12) 動物園・自然史博物館・東京上野の科学博物館に行って、哺乳類の適応放散について、各自で研究課題を決めて調べ、その成果をまとめて研究発表会で報告する。

5mb. 微小生物世界

はじめに

1. これから「^{びしょう}微小生物世界」の調査をします。「小」は‘小さい’、「微」は‘非常に小さい’という意味です。ですから、微小生物世界とは、‘非常に小さい生物から成り立っている世界’という意味です。昆虫とか哺乳類とか、草や木というような特定の特徴をもった生物に対する呼び名ではなく、動物や植物、その他の生物の中で、微小なものをまとめてこのように呼んでいます。人間の立場から大きさに注目して名付けた生物世界です。

私たちが普通小さい生物と思っているものは、昆虫のアリだと思います。ですから、目安としてアリよりも小さい生物で、目で見えるけれども、なんという生物かわからない生物と、目には絶対見えない生物とを合わせたものを「微小生物」と呼ぶことにします。

2. 目ではよくわからないもの、目では見えないものを、大きく見えるようにする道具があります。二年生の時に、虫めがねを利用しました。それよりももっと大きく見えるようにする道具として「^{けんびきょう}顕微鏡」という道具があります。学校には、2種類のものがあります。

一つは、これから利用する「^{そうがんじつたい}双眼実体顕微鏡」です。もう一つは、ただ顕微鏡といっているものです。

3. 非常に小さな生物の集まりですが、1つの世界をつくっています。

指導の目的

1. 双眼実体顕微鏡や顕微鏡を使って観察し、微小生物世界とは、どのような生物の集まりかを確認する学習を指導します。

a. 動物はいますか。植物はいますか。その他の生物がいますか。

b. 動物にはどのようなものがいますか。

①哺乳類はいますか ②脊椎動物はいますか ③昆虫はいますか ④クモの仲間はいますか
⑤カニやエビの仲間はいますか ⑥ダンゴムシと似た動物はいますか ⑦これらとはちがった動物はいますか、どのような動物がいますかする学習を指導します

2. 微小生物は、どのようなところで、どのような生活しているか、図鑑その他の本に書かれていることを手がかりに調べる

a. どのようにして栄養物質として得ているか

- b. つぎの点からほかの生物との関係を明らかにする
- ①大きな動物に食べられる
 - ②大きな動物の体内に入って寄生する
 - ③微小ながら、大型の植物、動物、菌類とのつながりから1つの生物世界をつくっている
3. 大きな生物のからだがたくさん細胞からできていることを観察します。

指導方法

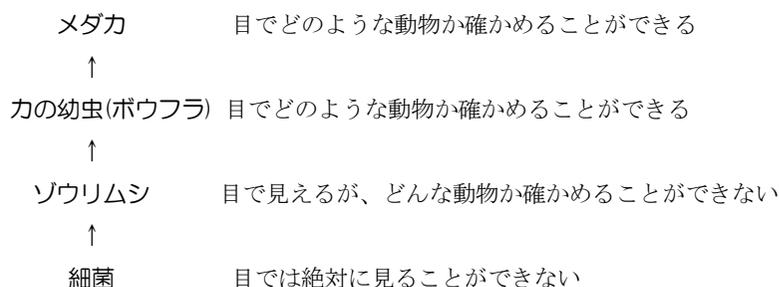
1. 微小な生物を探す

- a. 教室で水生生物を飼育している水槽の中に、微小生物は生活していますか
- b. 休耕田の水と泥を採取して、微小生物が生活しているかどうか調べます。
- ①水と泥をピーカーのような透明な容器の中に入れて、微小生物がいるかどうか調べます。
 - ②水をシャーレに移して、双眼実体顕微鏡で観察します。どのような生物が生活しているかを調べます。

2. ゾウリムシ

つぎのようなお話を聞いたことがあります。ゾウリムシが、水中の生物世界の中でどのような位置にいるか、わかります。

お墓の花いけにたまっていた水の中をのぞいたら、カの子のボウフラがたくさんいました。ボウフラは何を食べて生きているのだろうかと思って、その水を全部とり出して、ピーカーに入れて持ち帰りました。それから、虫めがねで観察していたら、ボウフラがゾウリムシらしいものを食べていることがわかりました。池の中では、つぎのように食べる・食べられるの関係になっています。



ゾウリムシが何を食べているかは、長時間かけないと観察できないので、いろいろな本や研究論文で調べていましたら、細菌を食べているということがわかりました。またボウフラは、水たまりや池ではメダカなど小さな魚に食べられていることもわかりました。

そこで、これらの生物どうしを「食べる—食べられる」関係を、図に描いてみましたら、下のようになりました(↑は、食べられるほうから食べるほうへの食べ物の移動の方向)。

3. 校庭の土があるところに行き、“ここなら絶対に微小生物がいる”と思ったところの土を採取してきて、微小生物がいるかどうか調べます(見つけれないようでしたら、林の土を採取してきて、調べることにします)。

①土をプラスチックのシートにあけて広げ、明るいところで探す。小さな虫のようなものが土の中から出て動き出すものがいたら、それは微小土壤動物びしょうどじょうどうぶつです。

②逃げないうちに急いで、それを吸虫管きゅうちゅうかんで採集してピンの中に入れてみましょう。

③採集したものをシャーレに移して、

④どういう動物か、分類します。よくわからなければ、昆虫図鑑、土壤動物図鑑をつかって調べましょう。

⑤気に入った動物が観察できたら、絵にくわしく描きます。

3. 細胞を見つける

a. 微小生物だけでなく、からだが大きな生物でも、からだの細かいところを調べるには、顕微鏡がつかわれます。水草の葉を顕微鏡で観察しよう。からだが微小なふくろのようなものがたがいに接着してできていることがわかります。この小さなふくろのようなものを細胞さいぼうとっています。

b. 水草だけでなく、人間もライオンも、草や木も、大きい生物は、みな細胞がたがいに結合してからだできています。「多細胞生物」とっています。

c. ゾウリムシや細菌のように微小な生物は、からだは細胞の集まりではありません。正確には「非細胞性生物」といいますが、「単細胞生物」ということばが普通つかわれています。

6bp. わたしのからだと個性

はじめに—「わたしのからだと個性」とは

この「6bp. わたしのからだと個性」は、表題のとおり、学ぶ子ともが、自分のからだはどのようなになっているかを知ることと、自分のからだは自分の「自分らしさ」であり、ほかの人にはない大事な個性であることを自覚することを目的にしています。また健康な生活をおくるにはどうしたらよいかと考えるための基礎となることを学ぶための指導を考えています。第2学年の「2mb. わたしのからだ」、第8学年の「8ho. 人間性の起原」、第10学年の「10mh. 健康と保健衛生、医療の生物学的基礎」、第11学年の「11hr. 人権の生物学的基礎」との連携の中で、人間の生き方の生物学的基礎について学べるように指導することにしています。しかし、これは、また同時に動物のからだについて、また生物のか

らだについて学んでいく上での 1 つの基礎を身に付けるよう指導します。

このことは、2 学年の後半で学習する「2mb. わたしのからだ」でも述べていることですが、また主題が子どもの「わたしのからだ」ですから、子どもが自分のからだについて知りたいことをわかるようになれば成功ということになります。ただそのためには、子どもが自分のからだについて知りたいことを自分でひき出す手がかりだけは提供する必要があります。

しかし、2 学年と 6 学年という年齢のちがいは、学習指導の主題が共通するところがあっても、6 学年にはとくに留意しておかなければならない課題があります。それは、この 6 学年という年齢の子どもを、人間にとってもっとも重大なことである「死亡率」からみますと、一生のうちでもっとも低い年齢であり、これから歳を重ねるにつれて死亡率が高まっていくという時期です。またこの年代では不慮の事故による死亡が高いのですが、以後の死亡原因は自死による死亡が多くなります。しかも自死の理由の中で学校問題と健康上の問題が多いことが明らかにされています。ですから、ただ自分のからだについて知るということだけでなく、これから発生するであろう、こうした問題を、学習指導の課題として取り組む必要があります。単に「わたしのからだ」ではなく、1 人の人間として生きていく上での自信をもつ、自分に誇りをもつ、自己肯定感の形成を主要な課題と考え、「わたしのからだと個性」としました。

‘成長過程を追う’ ことから始める

この学習指導は、ヒトのからだの成長過程を追うというところから出発させることにして、つぎのことに重点をおきたいと考えています。

1. 10 歳という年齢は、人の一生の中のどのような時期にあたるのか
 - a. 年齢別死亡率と死亡原因からとらえる
 - b. からだの外形の変化だけでなく、はたらきの変化に焦点をあてる
2. 受精卵から成人になるまでの成長過程で、たとえば「何時から尿するようになるか」、「心臓は何時から動き出すか」、「酸素の吸収は何時から始まるか」、「栄養物質は何時から必要になるのか」、「脳のはたらきは何時から始まるか」など、からだのかたち、作りをはたらきとの関係でとらえていくように指導することにしています。
3. 子の生まれてくる時両親はどのような思いでそれを待ち受けたかなどについても紹介します。
4. 遺伝的にみてどの人もちがう、個性をもっています。卵と精子の受精による親から子へ遺伝子が渡る、遺伝子が順序よくはたらきからだが形成されていく過程を見ていくところから、からだについて学習を始めます。‘遺伝子が伝わる’では、1 卵性双生児を除けば 1 人として同じ遺伝子をもった人はいない、みんなちがうヒトが生まれるということが生物的に仕組まれていること、1 卵性双生児といえども育つ過程で遺伝子のはたらきかたのちがいで、たがいにちがう人間になっていくこと、薬物や放射線、あるいはウ

ウイルスなどが原因して成長の途中で遺伝子のはたらきに支障があると障がいが発生することがあることなどを明らかにしていくように指導することにしています。

5. 親になるために何を心がけるかも学習指導の内容と考えています。

動物のからだの学習指導

個々の細胞からからだ全体まで 1 人の人間として生きていく上で、からだがどのようなはたらきによって支えられているか、それら個々のはたらきが相互に関連しながら全体としてどのように統合されて‘人間が生きる’ことが実現されているかに注目する。

1. からだのつくりとはたらきの統合

この「わたしのからだと個性」という学習指導単位での指導は、動物とりわけ哺乳動物のからだについて明らかにすることを 1 つの目的にしています。とくにからだの内部構造を中心にしていきます。3 学年の「3・4dc. イヌ・ネコ、・・・」では脊椎動物のからだについての学習を指導し、内部構造は骨格と筋肉に限られていますし、5 学年の「5m. 哺乳類世界」でも、各哺乳動物の骨格、外形、内蔵諸機関の比較が中心になっています。

この学習指導単位での指導は、つぎのことを重点にして進められるように指導する予定です。

- ①運動系と内部環境系の相互関係とその調整に焦点をあてて、からだのつくりとはたらきを全体的に統合され、生活と密接な関係があることに目を向ける
- ②内部環境系とそのはたらきの調整に焦点をあてる
 - a.血液など体液は、細胞にとっての環境であり、内部環境という
 - b.内部環境には、それ自体を調整するはたらきはない。呼吸器官、排出器官など内臓諸器官が神経系、内分泌系により調整されて内部環境の恒常性を維持している。内部環境の恒常性維持は、「内部感覚—神経系—内分泌系—内臓諸器官」という関係のなかで進められる
- ③運動は「感覚器官—神経系—運動器官」という関係の中で調整される
- ④ヒトのからだは、3 つの異なる方式で体外から侵入する微小有毒物、有毒生物を防いでいる

2. 運動系と内部環境系の協調

行動を開始しますと、心臓の拍動は激しくなり、呼吸運動も激しくなります。こうして血液には大量の酸素分子が速やかに送り込まれ、血液ははげしく循環して筋肉などに大量の栄養物質と酸素分子を送ります。これは、筋肉が活発に収縮し始め、血液中の酸素分子が急激に減少し二酸化炭素がふえたことを感じて脳に連絡し、脳から神経を通じて、あるいは内分泌系からのホルモンの分泌によって心臓、横隔膜や胸郭筋に連絡されるからです。狩猟が終わり、筋肉の収縮がおだやかになると、そのことが感じとられて脳に連絡され、別の神経やホルモンによって心臓などに調整の連絡がされて動きがおだやかになります。

3. 運動の調整

運動を進める筋肉の収縮具合の調整は二重にされています。1つは、目など遠隔刺激感覚器*が環境と自分のからだとの位置関係の変化によって運動がどの程度の速さで進んでいるかをとらえ、脳に連絡され、それに基づいて筋肉に指令が出されるというシステムです。もう一つは、筋肉と腱(けん、筋肉と骨をつないでいるもの)に筋肉の収縮している強さと縮み具合を感じる2種類の感覚器があり、とらえた結果は脳に連絡され、脳はそれをもとに筋肉に収縮の強さと縮み具合を調整するようになっています。

*: 遠隔刺激感覚器とは相手のものに直接ふれなくても、遠くからその存在をとらえることのできる感覚器のことです。視覚器のほかに聴覚器、嗅覚器があります。これに対して味覚、触覚は、直接ふれないと感じとることができないので、「接触刺激感覚器」と呼ばれています。しかし、嗅覚器は、相手のものの一部が直接ふれて感じる器官になっています。

4. 内部環境系恒常性の調整

内部環境である血液など体液には、人体の各細胞が必要とする酸素分子など必要物質をつくるはたらきはありません。酸素分子は、呼吸器官の肺が入ってきた空気の中のを吸収して血液に渡します。栄養物質は消化器官や貯蔵器官が血液中に渡します。筋肉細胞などが栄養物質を分解してエネルギーをとり出し、発生した二酸化炭素やアンモニアは濃度が高くなりますと有毒になり、「老廃物」といっています。細胞で発生したこうした老廃物はすぐに血液など内部環境に渡され、二酸化炭素の多くは肺から体外に排出されます。アンモニアと残りの二酸化炭素は肝臓で結合して尿素となり、血液にもどされて腎臓などの排出器官によって体外に棄てられます。血液中の酸素分子運搬に重要なはたらきをしている赤血球も、血管や心臓ではつくられず、骨の内部にある造血細胞によってつくられ血液中に供給されます。ウイルスなど有毒物が血液内に入りますと、リンパ球など免疫細胞がはたらいて無毒にしたり破壊したりしますが、その免疫細胞も骨の内部にある造血細胞でもとになる細胞が合成され、それが体内でいくつものに分化して血液に供給されます。

5. 有毒物質・生物の防御

ヒトのからだの表面は皮膚に被われ、物質や生物体の侵入を防ぐ物質を分泌しています。また皮膚が傷ついて内部細胞が裸出したり血液が出たりした場合には、血液のかたまりをつくり、傷口を被います。「かさぶた」と言っています。しかし、呼吸器官や消化器官などは、外部からの異物の侵入を防ぐことができませんが、そうしたところでは、そうした異物を破壊したり、のみ込んで消化したりして無毒にしてしまう免疫細胞がリンパ液など内部環境から送られていて、はたらいています。また内部環境からおくられてきた粘液物質で異物を取り囲み、体内に入らない内に棄てるはたらきもします。風邪を引いた時の鼻汁や痰はそうした異物、病原を粘液が包んだものです。しかしそれでも防御できず血液内に入り、そこからさまざまな細胞に入り込むものがありますが、それらについては血液やリンパ液などの内部環境内にある免疫細胞がはたらきます。外部か

らの異物の侵入による害作用は、このように三重の防御系によって防がれています。

7ah. 動物世界とその形成過程

1. 動物学習をまとめます

この学習指導単位における指導の目的は、子どもたちの動物学習のまとめにあります。子どもたちが、現在の動物全体と個々がどのように存在しているかということと、それらが最初の動物からどのような進化的歴史過程のなかでどのように出現したかということとを明らかにすることを目的としています。「7ah. 動物世界とその形成過程」という題はそういうことを意味しています。

2. まず無骨格動物学習の指導から

動物学習のまとめは、これまでの6学年までの学習の成果をまとめるだけでは達成できません。その準備段階ともいべき学習の指導をしておかなければなりません。それは2つあります。1つは、最初の動物がどのようなものであったかということです。2つ目に、多細胞動物の中の骨格をもっていない動物群についての学習の指導です。骨格とは、固い丈夫な器官で、筋肉との共同で運動に役立っています。そのため節にわかれていて関節でつながっています。殻とのちがいは、殻は運動に役立たないで、外敵に対する防御やからだの支えに役立っている器官です。骨格も防御や支えに役立つものに変わったものがあります。脳を保護している頭骨はその例です。顎の支柱になって大きく固いものをかみ砕くのに役立っています。

この骨格のない動物群は、からだのからだの基本構造が単純ですから、昆虫や哺乳動物など骨格をもった動物とくらべて劣っているようにみえます。しかし、そう考えるのは誤りであって、単純であることが重要な基盤となって多様な生活を展開しています。たとえばその中の1群である線虫類は、現在知られているものだけで1万種おり、未知のもの種類数が想定されていますが、なんと100万種もいるというのです。

これらの動物は、私たち人間からみれば、驚くほど変わったもののようにみえますから、そのことによってかえって動物世界の多様さを知ることになります。頭がない動物であるとか、肛門がない動物であるとか、栄養状態のよい環境では自分のからだを細かく分裂させて、分裂してできた小片1つひとつが1つの個体になって殖える動物がいます。また動物らしい、運動して捕食する生活のしかたを棄てて、固着生活や寄生生活、あるいは浮遊生活をするようになった動物がたくさんいます。それは、体制を複雑にしていった動物に対して、単純なままであった動物が、それとは別の独自の多様さをうみ出した生き方を知ることができます。そのことによって子どもたちの動物観をゆたかにしていくことになると期待しています。

3. 動物をみる視点を明確にします

どのようにすれば動物世界の全体像をえがくことができるのでしょうか。つぎのような視点を考えてみました。

1. 現在どのように生きているか

1a. どのようなからだをしているか

1a-1. 基本構造はどうなっているか

1a-2. 生活と直接結びついているからだのつくりはどのようなものであるか

1a-2a. 栄養物質獲得の器官はどうなっているか

1a-2b. 行動のしかたに関係した器官はどうなっているか (運動生活・浮遊生活・固着生活)

1b. 他のもの・他の生物とどのように関係しているか

1b-1. どのような生物世界にいるか

1b-2. どのような生物とどのような関係をもっているか

2. 歴史的にどのように出現し、変化してきたか

2a. 祖先とのつながっているか

2b. どのように分かれて別の動物になったか

4. 動物のからだの基本構造

4-1. 動物をからだの基本構造を進化の中で出現してきた順から分類して、そこからそれぞれの動物のちがいを明らかにしますと、つぎのような分類が可能です。

a. 非細胞性 (単細胞) 動物

a1. 単独で生活している動物

a2. 群体をつくっている動物

A. 細胞性 (多細胞) 動物

A1. 神経系がなく、生活をからだ全体で統合する性質がない動物

からだをつくっている細胞は、はたらきを捕食に関するものと固着に関するものに専門化している。成体になるとすべて固着生活。

A2. 神経系があり、生活を体全体で統合する性質がある動物

b. 頭と尾の区別がない (神経系・感覚器は特定の位置に集中していない) 動物

B. 脳があり頭と尾の区別がある (遠隔刺激感覚器と脳のあるほうを先頭に行動する) 動物

B1. 肛門がない動物

B2. 肛門があり、食物を捕える器官と糞を排出する器官が別になった動物

c. 筋肉だけで運動する動物

C. 筋肉と骨格の共同で運動する動物

4-2. 動物世界全体の構造から分類してみた場合のちがいを

a. 非細胞性 (単細胞) 動物

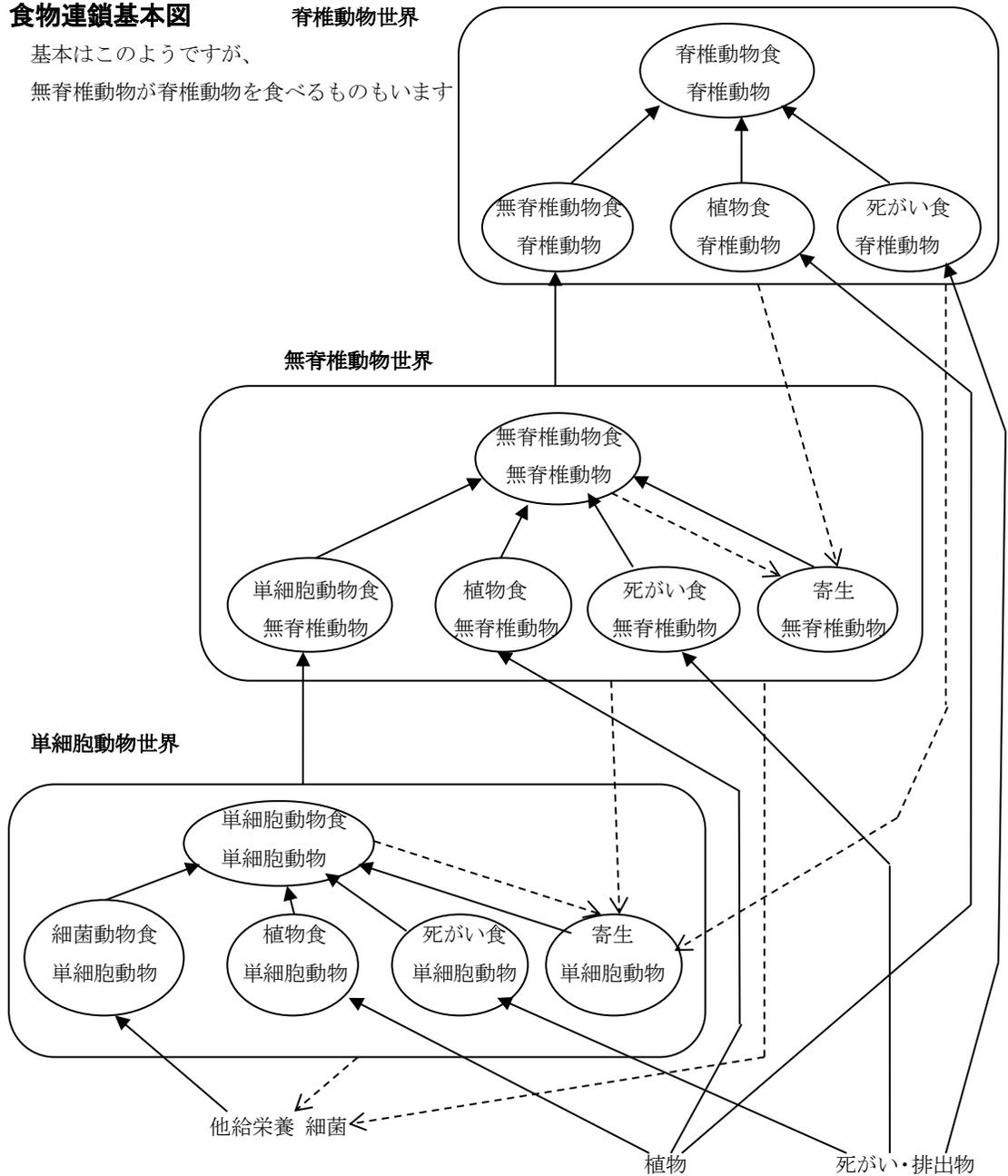
A. 細胞性 (多細胞) 動物

A1. 無脊椎動物 A2. 脊椎動物

5. 動物世界の基本構造—2つの食物連鎖(捕食連鎖と寄生連鎖)

食物連鎖基本図

基本はこのようなですが、
無脊椎動物が脊椎動物を食べるものもいます



→ 捕食連鎖 - - - -> 寄生連鎖、 矢印の方向は栄養物質の移動方向

動物世界を形成している各動物の相互関係を、栄養物質の獲得のしかたからみますと、動物が身につけている栄養物質の獲得のしかたが、捕食によるものと寄生によるものの2つがありますから、食物連鎖には、「捕食する—捕食される」という捕食連鎖と、「寄生する—寄生される」という寄生連鎖の2つがあります。

捕食連鎖

動物世界を捕食連鎖からみますと、単細胞動物は、脊椎動物と「捕食する—捕食される」という関係がありません。ライオンは動物食ですが、ゾウリムシなど単細胞動物を食べることはありません。食べたヌーの消化器官の中には単細胞動物が生活していますから、単細胞動物を栄養源としていないと断定することはできませんが、ライオンのからだは、ヌーのような大型哺乳動物を食べるのに対応したものであって、単細胞動物を食べるようなからだをしていません。しかし、単細胞動物と無脊椎動物との間には、捕食連鎖の関係があります。「微小生物世界」で指導しましたように、カの幼虫であるボウフラはゾウリムシなどをえさにしています。しかし、無脊椎動物の中で単細胞動物を食べる動物は「単細胞食」の動物に限られていて、大部分の動物は、植物とほかの無脊椎動物を栄養源とし、そのほかに死がい・排出物を食べるものが出て、独自の食物連鎖による世界を形成しています。同様に、脊椎動物と無脊椎動物の関係も、捕食連鎖でつながっているものは脊椎動物の中の通称「虫食」といわれている無脊椎動物を食べるものだけです。多くは植物と他の脊椎動物を栄養源としてとらえ、それに死がい・排出物を栄養源としている動物を加えて、独自の食物連鎖による世界を形成しています。

単細胞動物世界と無脊椎動物世界、それと脊椎動物世界の3つは、たがいになかば独立して別々の世界を形成しています。

寄生連鎖

これに対して、寄生連鎖は、小型の動物が大型の動物の体内に入ったり体表に付着したりして成り立つことから、そうした区別なくみられます。これは先に出現した小型動物の生活のしかたの独自性とみることができます。

6. 動物の進化してきたあとを学ぶための視点

1. 最初の動物がどのようなからだをし、どのような生活をしてきたか、現生の動物から類推します
2. 最初の動物を祖先にして変化してさまざまな動物が出現した後を追跡する。その変化のしかたは、からだの大きさとしくみの複雑さを増すものと、からだに大きな変化はなかったものがあるが、どれもその祖先であった動物から分化し、それぞれが独自の生活を展開していることを学びます。
3. こうして、動物はたがいにからが異なり、異なる生活のしかたをするようになり、また異なる環境の場所に移住して広がり、共存のしかたが発達しました。

- a. からだが大型化、複雑化してすばやく運動するようになったものは、動物食のもの

のは、食物連鎖の食う側に位置し、小さいものは食われる側に位置しているが、植物食の大型の動物は、一般的に小型の動物食に食われることはない。

b. こうした食物連鎖は、さまざまな角度からとらえる必要があります。

- ①それぞれの動物ごとにとらえて、その動物の他の動物との結びつきをとらえる
- ②食われにくさから食物連鎖をとらえる
- ③栄養物質の移動からとらえる

7. 動物が進化してきたあと

1. 最初の動物

a. 最初の動物は、多種類いました。それらはまとめると4種の「前^{まへ}べん毛虫」、「後ろべん毛虫」、「繊^{せん}毛虫」、「アメーバ」になります。それらのからだと生活のしかたに目を向けることにします。これらの動物がどのようなからだをし、どのような生活のしかたをしているかを、実物や図鑑などの本の写真、図、記述、動画を手がかりに調べよう。まず図または写真をみて、つぎのことをからだの形から推定し、それから記述や動画で確かめてみよう。

- ①からだはどのように移動するのだろうか
- ②どのように栄養物質を獲得するのだろうか（捕食生活か寄生生活か）
- ③ほかの動物に捕食されるだろうか（曇の花いけのボウフラはゾウリムシを食べていた）
- ④不要物や余分な水を捨てる「収縮胞」があるもの、捕えたえものを消化する「食胞」、生殖に中心にはたらいっている「核」を確認する

最初の動物は、それぞれ祖先となる生物がちがいますが、どれも単細胞生物で、からだは微小です*。

*主なものの体長はつぎのようです。

ゾウリムシ(せん毛虫) : 0.09mm~0.15mm、アメーバ(アメーバ) : 0.001~0.1mm、

トリパノゾーマ(前べん毛虫) : 0.01~0.07mm、えりべん毛虫(後ろべん毛虫) : 0.01mm

b. 前べん毛虫は、6年生の時に植物について学習で知ったトリパノゾーマがその例です。長いべん毛がからだの先端にあって、それで泳ぎます。カのような昆虫やヒトに寄生するものが多く、病原虫として恐れられているものもあります。ミドリムシも、この前べん毛虫を祖先として出現したものですが、光合成をしますので、動物から外します。また植物ともちがいます。「植動物」といいますか。時に植物のように生活し、時に動物のように生活するからです。

後ろべん毛虫は、からだの後端にべん毛があって、これで水中を泳ぎます。

繊毛虫は、からだの表面に短い毛がたくさんあって、それで泳ぎます。ゾウリムシは、

繊毛が 3500 本あるそうです。

アメーバは、からだを変形させて移動します。アメーバ運動といわれています。

2. 多細胞動物の祖先

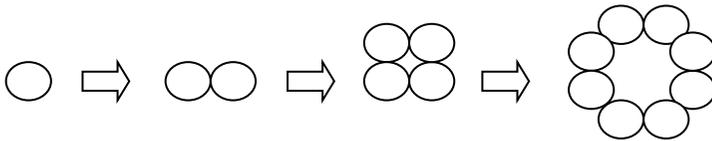
これら 4 種の動物のほとんどは、大きく変化することはありませんでしたが、小さな変化をくり返しながらか、現在まで生き続けているものがあります。

その中の「後ろべん毛虫」のあるものが祖先になって多細胞動物が出現し、大きな変化をくりかえし今日まで生存しているものに、ヒト、トンボなどがいます。そう考える根拠の 1 つは、動物の精子が後ろべん毛虫と同じように、からだの後端にべん毛があって、それで泳ぐことです。もう 1 つの根拠は、後ろべん毛虫の中のえりべん毛虫が、多細胞動物のカイメンのえり細胞によく似ていることです。

多細胞動物は大型化して単細胞動物に対して食う側に位置しましたが、それによって単細胞動物が減びることはありませんでした。単細胞動物の中には多細胞動物の体内に寄生して独自の生活をするようになったものも多くいます。

3. 多細胞動物の出現のしかた

多細胞動物の出現は、多細胞植物の出現と同じように、分裂によって生まれた単細胞動物のからだ離れず、接着したままつぎの分裂をくりかえし、「群体」というたくさんの個体の接着集団ができたことがきっかけとなりました。



単細胞動物から多細胞動物が出現した歴史的過程は、受精卵から成体になるまでの発育過程を根拠にして考えられています。受精卵から発育して成体になるまでの過程をみますと、受精卵が分裂して多くの細胞に分かれていき、やがてそのたくさんの細胞がからだの表面に移動して、ゴムまりのような中が空洞になった状態になります。さらに発育が進みますと、表面の細胞集団の一部がもう一方の細胞集団の内側に裏打ちするように陥入します。これで細胞集団が内外の 2 層になります。クラゲやカイメンのからだの基本構造はこうしたものです。

この発育過程の進行から考えますと、単細胞動物から多細胞動物への進化の最初は、分裂によってできた多くのからだながたがいに接着して、単細胞動物の群体になったとみることができます。群体になった動物は、接着するからだの数が多くなるにつれて、群体全体は大きいのに、運動のしかたは各個体のべん毛で行なっていましたから、泳ぐことが難しくなって海の底に沈んで岩に固着する生活(固着生活動物)をするようになったと思われます。自分のからだを動かさず、べん毛で水を動かし、その水の流れとともに

近付いてきた微小生物やその死がい捕食して栄養物質にしていたようです。

4. 最初に出現した多細胞動物

その後、えさを捕えるものと生殖を行なうものというように分かれて、それぞれが専門的なはたらきを行なうようになりました。これが、多細胞動物への変化の最初です。群体全体が1つの個体となり、それまで個体であったものはその部分となりました。これを「細胞」と呼んでいます。べん毛を残したえり細胞が捕食の専門の細胞となりました。その後も動物としてのはたらきをさらに専門化した動物がつぎつぎに現われ、それに対応してからだの構造が複雑になりましたが、その逆もありました。からだの複雑になり、それにとまってはたらきが専門分化したという変化です。

その専門化は2つの異なる方向への専門化でした。1つは、岩に接着するのに専門化したものが現われ、それらの細胞は、べん毛がなくなりました。固着動物として生活していく上で欠かせないはたらきを専門化し、他の細胞が専門的に行なうはたらきは退化しました。現在のカイメンは、その頃の動物と大きく変わることなく、変化を小さいままにして今日まで生きのびてきた動物です。もう1つは、細胞全体が筋肉のように柔軟性がある丈夫な細胞が生まれました。それによって近付いてきた生物やその死がいをえものとしてからだ全体で捕え、からだ全体で消化する動物が現われました。大きな生物も食物して捕えることができるようになりました。現在のクラゲの仲間の中には、このころに出現した動物と比べてからだが大きく変わることなく、今日まで生きのびているものがあります。

その後あらたな変化がありました。はじめはまだ固着したままでしたが、そのなかで筋肉質の細胞が共同してはたらき、からだを移動するものが現われました。これがクラゲの祖先です。カイメンは、1つひとつの細胞が別々にえものを捕食していますから、小さいものしか捕えられません。また神経系がありません。クラゲには神経系がありますが、脳はありません。また、肛門がないので、消化できなかったものは口からはき出します。

5. 頭がある動物の出現

その後、クラゲの仲間の中のあるもののからだに奇妙な変化が現われました。からだの中に、生活に役立たないが、害にもならない細胞集団ができた動物が出現したことです。クラゲのからだの基本構造は2つの細胞群から成り立っていますから、この奇妙な動物のからだの基本構造は、3つの細胞群からできたことになりました。またこの3つの細胞群からからだができている動物の出現は、別々の動物を祖先にして2種類現われたのです。これ以後、動物の進化は、2つの別々の道を進みました。

このように発生の途中で3つの細胞群をもったことは、やがてからだの専門化がさらに進んだ動物を生み出す基礎になりました。動物の中に、からだの一端の目など外の様子を感じとる感覚器官の近くに、多くの神経細胞が集中し、行動を統一的に調整するようになりました。脳の出現です。そして、感覚器官と脳のあるほうを先頭にして行動す

る動物が出現しました。頭とは、感覚が集中し脳のあるからだの先頭です。頭の反対側は尾です。頭と尾の区別がある動物の出現です。からだが細長くなりました。

頭と尾の区別のある動物の中でもっとも単純なからだをしているのは、山間の泉のある水たまりなどにみられるプラナリアや海に生活しているヒラムシです。まだ肛門がありません。食物のうち消化できなかったものは、口から排出します。口は、からだのどこにあると思いますか。前ですか、尾のほうですか。図鑑などの本の写真や図、動画で、プラナリアやヒラムシがどのような動物か調べよう。プラナリアやヒラムシのなかまからは、その後ミミズや、タコ・イカ、昆虫やエビ・カニ類、魚類など、からだが大きく、すばやく行動する動物が出現してきました。一方からだの基本構造が単純で小さな動物の中には、そうした新しく出現した大型で複雑な動物の体内に入って寄生生活するものにも変わるものが出てきました。現在でもヒトの腸に寄生することがあるサナダムシという動物がいます。図鑑などの本でどのような動物か調べよう。

6. 肛門ができた動物

センチュウという動物がいます。肛門ができた最初のほうの動物の子孫です。肛門ができて、口の位置が変わりました。脳・感覚器官がある前のほうに移動しました。口が脳・感覚器官の近くに移動したことは、動物が生きていく上で何か適したことがあるのでしょうか。センチュウには、移動・捕食生活するもののほかに、寄生生活するものもいます。図鑑その他本で、センチュウという動物がどのような動物か、からだ、生活のしかた、生活場所などについて調べよう。

7. 体節構造をした動物—ミミズの仲間

ミミズ、ゴカイ、ヒルの仲間を環形動物かんけいとっています。からだからだが環節かんせつに分かれた構造をしている動物です。環節を伸ばしたり縮めたり、固くしたりやわらかくしたりして、からだ全体を伸び縮みさせて行動をします。ミミズがどのような動物か、図鑑などの本、写真、動画などで調べよう。移動のしかた、からだの内部も節に分かれています。海に生活しているゴカイの仲間には、固着生活をしているものがあります。ヒルの仲間は吸血するものもいます。ゴカイの仲間、ヒルの仲間についても図鑑などで調べよう。

8. アサリ、イカの仲間—環節構造を退化させた動物

アサリやイカの仲間を軟体動物なんたいとっています。ミミズなどと祖先を同じにした動物と言われているが、からだ・生活のしかたは大きくちがいます。環節のある動物を祖先にして出現したようですが、途中で環節構造を退化させ、筋肉だけで独自の行動のしかたと殻でからだを保護するという生活のしかたを身につけました。そのため、活発に行動をするものが少なく、多くは沿岸をはって行動するようになりました。アサリ、ハマグリなどの二枚貝は砂中に身をかくしています。サザエなどの巻貝も動きが鈍く、ヒザラガイのなかまは移動しないわけではないのですが、固着に近い生活をしています。

これらは、ほぼ同じ時代に出現したほかの動物との関係の中で身につけたからだであり、生活のしかただと考えられます。その中で、タコ・イカのなかまは殻が退化し、からだが大形化して筋肉が発達して活発に行動するという生活のしかたを身につけた動物です。陸上生活している軟体動物もいます。ナメクジ、カタツムリがそうです。軟体動物とはどのような動物か。図鑑その他の本、動画などによって調べよう。

9. 外骨格をもった動物—^{せつそく}節足動物

ムカデ、クモ、ゲジ、ミジンコ・エビ・カニ、コンチュウは、ミミズのなかま(環形動物)と似た体節構造がみられます。しかし、動物の生活のしかたからみて、からだに大きなちがひがあります。それはからだの胴体も肢も外骨格があることです。外側に骨があって、内部に筋肉があり、骨格と筋肉の共同により関節運動という運動のしかたを身につけたことです。これらはまとめて節足動物と呼んでいます。ミミズのなかま(環形動物)とコンチュウのなかま(節足動物)は、からだの節に分かれているという点で似たところがありますが、両方は早い時代に別々の方向に変化し、節足動物は、環形動物を祖先にして現われたのではないといわれています。しかし、くわしいことはまだわかっていません。

10. ^{せきつい}脊椎動物の祖先

ナメクジウオという名の動物がいます。ナメクジとはちがいます。またサカナでもありません。からだのなかに^{せきさく}脊索という細長い棒状の細胞群がある動物です。ヒトやサカナなど脊椎動物の脊椎骨は、この脊索をもとにしてできたといわれています。ですから、ナメクジウオは現在生きている動物ですから、脊椎動物の直接の祖先ではありませんが、大昔いたナメクジウオに似た動物が脊椎動物の祖先として考えられています。

ナメクジウオと同じように脊索をもった動物がほかにもいます。ただし、固着生活をしているホヤという動物は、脊索が幼生時代にはありますが、成体になると退化します。浮遊生活しているウミダルという動物も幼生時代にはありますが、成体になると退化します。オタマゴヤという動物は成体になっても残っていますが、動物生活にとって重要なはたらきはしていないようです。脊索という細胞群は、害にならない細胞群でしたから、出現してから長い年月、特別のはたらきに役立つことはなく子孫に受継がれました。その後成体になると退化する動物が出現したわけです。

脊索をもった動物、脊索動物とはどのようなからだで、どのような生活をしているか、調べよう。

11. 動物世界系統図を描く

つぎのことに注意して、これまで調べてきた動物を中心に、動物世界が進化してきたあとを、系統図を描いて表わしてみよう。

- ①最初に出現した動物は単細胞動物で主なものは4種

- ②その中で、後ろべん毛虫から多細胞動物が出現した
- ③最初に出現した多細胞動物は、途中で固着生活するようになった。からだの基本構造は、2つの細胞群からできている。
- ④その後筋肉細胞ができ運動生活をするようになった動物が祖先になって、大きくからだを変え、生活のしかたを大きく変えた動物が出現した
- ⑤運動生活を取り戻した動物の中の 2 種類の動物に、3 つめの細胞群ができるものが現われて、それ以後の進化の過程は、2つに分かれた。片方の中でからだのつくりが大きく変化した動物が昆虫などの節足動物であり、その途中の段階で大きな変化をとめた動物もある
- ⑥もう片方の動物群の中で、からだがもっとも大きく変化した動物は、ヒトやトリなどの脊椎動物で、大きな変化を途中でとめた動物がある。

「8bh. 生物世界とその形成過程」における動物学習指導

はじめに—「8bh. 生物世界とその形成過程」における動物学習指導

1 「8bh. 生物世界とその形成過程」における学習指導は、つぎの4つのことを目的にしています。

- ①現在の生物世界の原形が、いつごろ、どのようにできたかを、子どもたちが明らかにすること
- ②上の①で明らかにしたことと、これまでの1学年から7学年までに生物世界について明らかにしたことを結びつけて、生物世界の全体像とその現在までの形成過程を明らかにすること
- ③現在の生物世界が、どのような生物がどのように関係し合って成り立っているかを明らかにすること
- ④子どもたちが生活している地域における生物世界がどのように成り立っているか、地球全体の生物世界とどこが共通し、どこがちがうかを明らかにすること

この目的を達成するために、子どもたちが明らかにしたことを、文章、図や表や絵、あるいは映像を手段にして表現し、父母、地域の人たち、生物学の専門家などに発表することを目標とします。

2 この学習指導単位における動物学習指導は、上の1で提示しました目的・目標に基づく学習指導の一環として、子どもたちがつぎの2つのことを実現できるように進めます。

a. 最初の動物(原生動物)がどのように出現したかを、子どもたちが明らかにすること

b. 多細胞動物が出現するまでの、初期動物世界がどのようなものであったかを明らかにすること
げんざいの生物世界の原形が具体的にどのようなものか、この報告書の最初の「はじめに」の図1(p. 1)と図2(p. 2)に示してあります。最初の動物は、この生物世界の1員であり、それがどのような動物であったかは、「7ah, 動物世界とその形成過程」で示してありますように、4種の単細胞動物です。ですから、上に掲げました2つの学習指導課題のうちのaは、具体的には、この4種の単細胞動物がどのように出現したかということになります。またbの学習課題は、この報告書のp. 2に示しました図2の中の生物世界の中の動物の位置についての

学習の指導になります。

最初の動物とその世界の成立過程

1 最初の動物の出現

動物は、菌類とともに生物世界の中ではもっともおくれて出現しました。動物が出現する前に、他給栄養細菌、化学合成細菌、光合成細菌、原核植物は出現していました (p. 1、図 1)。またこれらの生物とはちがうもっと原始的な生物は、これらの生物が出現する以前から存在していました。

動物の出現のきっかけになったのは、生物世界の中で発生した 2 つのできごとです。1 つは、それまで生活していた生物がもっている生体外膜 (生物体のまわりを囲んでいるリン脂質から成り立っている膜) とはちがう生体外膜をもった生物が出現したことです。もう 1 つは、酸素呼吸生物の出現です。

動物の生活のしかたの特徴は、運動し、捕食によって栄養物質を獲得することを生活の基本にしていることにあります。運動には多量のエネルギーが発生する物質反応が不可欠です。それを可能にしたのは酸素呼吸です。しかし、酸素はさまざまな物質と反応しますと、多量のエネルギーが瞬時に発生し、それが生物体内でおれば、生物は破壊されます。そうではなく生物に重大な影響を与えることなく、エネルギーを少しずつ徐々に発生させる物質反応を実現させた生物が出現したのです。それば、べん毛のような運動器官の根元に、エネルギーを大量に供給する専門器官であるミトコンドリアが取り囲む生物が出現して実現しました。それが最初の動物です。

この最初の動物の出現のきっかけになったのは、2 つの重要な変化があったことです。1 つは、生物体のまわりを包んでいる生体外膜がそれ以前のものとはちがったものに変化したことです。ほかの生物にのみ込まれても、消化されないしっかりとした生体外膜をもった生物の出現です。しかもその生物は酸素呼吸ができる生物であったことです。その生物が、他の生物にのみ込まれても消化されず、のみ込んだ生物の体内にそのまま存在し続けました。これが最初の変化です。つづいてそのまま居続けて、のみ込んだほうの生物から栄養物質をもらう寄生生物になります。たぶんそういう段階を経て、その後ののみ込まれたほうの生物にものみ込んだほうの生物にも大きな変化がおこり、のみ込んだ生物とのみ込まれた生物が 1 つの生物体になりました。その時、のみ込まれた酸素呼吸生物は、ミトコンドリアに変化しました。運動捕食生活をするようになった生物が最初の動物です。そのミトコンドリアは、すでにふれましたように、のみ込んだ生物のべん毛の根元に集中してべん毛が必要とするエネルギー源をすぐに供給できるようになりました。この 2 つの生物体が合体して生まれた新たな生物が最初の動物であると考えられています。

最初に出現した動物は 4 種類

このような、「のみ込み→寄生→合体」という変化をとげて生まれた動物は、ほかにも

ありました。酸素呼吸生物をのみ込んだほうの生物がちがう生物で、同じような変化過程を経て動物になったものが、もう 2 種類いたようです。1 つは、後に体表全体に短い毛ができて、その合同の動きで運動するようになったものです。せん毛虫とっています。ゾウリムシはこの動物の子孫です。もう 1 つは、体表の毛が消失し、からだの変形によって運動するようになった動物です。アメーバとよばれています。

「のみ込み」を出発にして動物以外の生物も出現しました。運動捕食生活ではなく、ほかの生物や死がいなどに付着し、あるいは内部に入って、寄生生活をするようになった生物です。これが菌類です。

原生動物のその後の変化—初期動物世界

最初の動物は、いつまでもそのまま生き続けることなく、変化して生活のしかたを変えて現在まで生き続けているものもいます。その一方で途中で死滅したものもいます。

変化して新しい動物になったものはいろいろありますが、1 つは、からだ大型化し、運動が活発になり、ほかの動物を捕えて食べるものが現われました。逆にそうした大型の動物の体内に入り込み、寄生生活するようになった動物もいます。これらの動物が出現してきたことによって、食べられる側にいた他給栄養細菌の中に、動物の体表に付着したり、体内に入ったりして寄生生活するものが出現しました。動物とほぼ同じ時期に出現した最初の菌類もそうした寄生生活が実現できて出現しました。