学校教育と博物館

- 自然科学博物館の学校教育における役割 -

School Education and Museum -The Part of Natural History Museum in School Education -

> _E 野 八 惠* Yae **UENO**

1. はじめに

学校教育と博物館の協力関係については過去の博物館 研究の中に、すでに多くの諸賢のご意見が出されている。課の石田清一課長のご意見を要約して見ると 特に1964年、博物館研究第37巻3・4・5月号には 学校教育と博物館と云う特集が編成されている。この他 にも1956年、博・研・第29巻4号、1956年、博・ 研・第29巻9号、1960年、博・研・第33巻8号等 にも貴重なご意見が寄せられている。しかしこれら諸賢 の殆んどがあまりにも偉ら過ぎる文部省初等中等教育局 長とか自由民主党政務調査会長、日本社会党政策審議会 長,参議院文教委員長,衆議院文教委員会調査員,小。 中・高等学校の教師,博物館普及課長,教育委員長,地 方博物館学芸員etc,と云った方々でこの中の普及課長、 小・中・高等学校の教師、地方博物館の学芸員を除いて その殆んどの方が、教壇に立って実際に児童生徒を教え たり,又博物館で入館者の指導や教育プログラムを編成 し施行した事の無い方々であるため、立派なご意見を出 していられるにもかゝわらず、極めて抽象的で具体性を 持たないご意見が多い。したがってこれら諸先輩の意見 を実際に学校教育の中で実施するとどの様になるか、私 が国立科学博物館事業部普及課に在職し、実際に入館者 に対し陳列品の解説指導をしたり,教育プログラムを編 成した体験を基に小学校、中学校、高等学校の教科書お よび指導要領解説とを総合判断して学校理科教育と博物 館(自然史博物館)との協力関係の有り方は如何にある

べきか?を考えて見たいと思う。たくさんのご意見の中 から特に貴重なものとして旧国立科学博物館事業部普及

- 1. 博物館が理科教育の教材センターとしての役割を 果すよう努めること。
- 2. 移動展示,特別展示を小学校・中学校・高等学校 の理科教育に関係づけて企画実施するのも一つの方 法であること。
- 3. 博物館資料の学校教育における認識過程上での具 体的位置づけ。

即ち学習過程も認識過程の一部であるから、理科 教育に即して云えば理科教育の展開上における博物 館資料の位置づけである。具体から抽象へ、抽象か ら具体への途. その中で主として視覚に訴える博物 館資料とは、どの段階でどのような配慮がなされ、 秩序だてて与えたらよいか?特に物理.化学などと 云う高度の抽象を伴うものはどのような視覚資料で どのように学習過程の中に位置づけられるのだろう か? これらの事を真剣に取り組む必要があるので はなかろうか? どの博物館資料が児童の身心の発 達段階と相即して, どんな配慮のもとにどう与えた らより効果的か?は博物館人に課せられた大きな課 題である。と記されている。この中で3の解決が出 来れば2と1はおのずと出来て来るように思われる ので,前記の3の内容を検討してみたいと思う。理

連絡先 埼玉県川口市金山町 8-2-26 0482 - 24 - 2687

^{*} うえのやえ

考えて見たいと思う。

2. 学校理科教育上における博物館の活用

- 1. 視聴覚教育上の意義
- 2. 小学校理科教育上における博物館の活用について
- 3. 中学校理科教育上における博物館の活用について
- 4. 高等学校理科教育上における博物館の活用につい T

1. 視聴覚教育上の意義

人の知覚認識にはいくつかの種類と段階が有るだろ う。例えば

- A) 本を読んだり、文章、手紙などを読むことによっ て,形成する概念や知覚認識
- B) 絵や図を見たり,近年では、TVやスライド,映 画等を見ることによって音響とともに得る知覚認識
- C) 自分で実際に行い、体験することによって体得す るところの認識や概念

以上3つの段階を1人の人が実際に行った場合,それ ぞれの段階で得られるところの知覚認識が著るしく異る ことに気付くだろう。

例えば、現在のようにTVや映画も無く、物事を全部 文章とさし絵.わずかな写真からしか情報をキャッチ出 来なかった明治以前の日本人が、アメリカ渡行を試みた 場合を考えてみよう。

「アメリカ人は背が高く約1間程もあり、目は青 く髪の毛は金髪で英語を話す。食物は肉とパンを喰 べ,食事の時は包丁と熊手を使い,包丁で切りきざ み熊手に突刺して喰べる。一後略一」と云う説明文 のみを読んだ場合,実際とどれ程異った認識しか得 られないだろう? しかしこれにわずかでも絵や写 真や音が入り、アメリカ人の風貌、生活、会話の風 景を描いた絵や、フイルム、映画を見ればどれ程正 確な知識や認識となり新らしい概念を抱くことが出 来るだろうか? 更に今度は実際に自分でアメリカ を訪れて食事をしたり、洋風の衣、食、住を体験し アメリカ人に接して見ると、その理解、認識は、A Bの認識とは全く異ったものとなるであろう。

これは少し離れた例示、説明になって現代の200の 文明の中に育ち、早くから、TVや大人の社会にとけ込 んでいる学童、生徒にこの例を当てはめる事は出来ない

科教育と云っても、こゝでは主に生物を主体として かも知れないが、児童や学生が、自然の現象に対し殆ん ど白紙であり、実際に自分の目で確めた体験の少ない未 経験の認識や知覚しか持っていない人間と見なした場合、 学校における理科教育上において動物園や植物園などの 博物館相等施設や自然史科学博物館を利用することは、 児童生徒の認識をBCの知覚認識にまで深め、正確にす ることではなかろうか? 現代の幼児は就学以前に幼稚 園で絵本を見たり、家庭でのTVで、動植物については 何らかの相当の知識を得ている。しかし実物を見ること によって大きさや手ざわり、咆哮、行動、生活の状態を 観察することが出来,正確な認識を得るであろう。この ことは口でどんなに上手に真似して見せたり、話して見 せても実物を観察する程正確な知識や認識を持たせるこ とは出来ないであろう。又実物に接したり展示を見たり することによって、新たな興味や関心を起させ、理科の 勉強に意欲を湧かせることが出来るのではなかろうか? 更に中学校理科教育においては、現在見られる諸事象か ら長大な過去に逆のぼって過去の事柄を推測したり考察 し、時間の流れや空間的広がりの中に過去の事象を捕え なければならない。この場合、過去の生物を想定した模 型や,生物の進化と環境への適応の過程を示す展示を見 ながら考え、推測した方が、文章やわずかな絵と写真で 説明された教科書だけから理解し推測することによって 形成される概念や知覚認識よりも、はるかに正確な知覚 認識が得られどれ程正しい概念を形成出来るか計り知れ ない。また何億年と云う大古の生物の模型や化石を実際 に自分の目で確め、手で触れることの出来る興起心や関 心は、この年代の生徒の向学心をあおり立てずにはおか ないであろう。またこの事が生徒の一生をも左右する問 題となることを考える時、中学校理科教育上における博 物館の活用が、どれ程必要かつ重大なる意義をもつもの であるかは言を待たない。

2. 小学校理科教育上における博物館の活用

先ず理科教育目標には「小学校、中学校及び高等学校を 通して、自然を探究する能力及び態度の育成や自然科学 の基礎的,基本的な概念の形成が無理なく行われるよう にするため、特に児童生徒の心身の発達を考慮して内容 を基礎的、基本的な事柄に精通する」と記してあり、小 学校においては「自然の自物、現象についての直接経験 を重視し、自然を愛する豊かな心情を培うこと……を重 視する」として、低学年1.2年では「自然の事物、現象 について見たり、探したり、作ったり、育てたりする具 体的な行動を通して、基礎的な知識、技能の習得や自然 て、その目次も1学年では 1.はな 2.あさがおをそだ てよう 3.てんとうむしをさがそう 4.おゝきくなれ 5.かってみよう(むし) 6.あめ 7.つぼみをさがそう 8.いろみずをつくろう 9.はなのさいたあと 10.かざ ぐるまをつくろう 11.いしあつめ 12.きのは、きの みあつめ 13.うごくおもちゃをつくろう 14.かげを つくろう 15.こおりやゆき 16.じしゃくとすな

2学年では 1.たねをまこう 2.空気 3.すなと土 4. そだちかたを調べよう 5. とかしてみよう 6. 水の中 のいきものをさがそう 7.虫をさがそう 8.つぼみと花 9.虫をかってみよう 10.たねをとろう 11.日なたと 日かげ 12音を出してみよう 13.でんわごっこをし よう 14.まめでんきゅう 15.ふゆのくさや木 16. うごくおもちゃをつくろう と記してあり、児童は遊び を通して自然の事物現象に接しそれらに強い関心を持つ ようになって来ていて、目立った事物、現象について対 このような児童の発達を踏え、自然の事物現象について 見たり、探したり、育てたり、使ったり、するなどの活 動をさせながら生物に親しみ、自然に接する楽しさを味 わわせるようにする。またこれらの自物、現象にはたら きかける活動をさせながら,感覚や行動を通して自然を 全体的、直覚的に把握する児童の特性を生かし、事物、 現象の著しい特徴に気付かせるようにするのがねらいで ある。と記してある点から見ても1.2学年では極めて身 近な生物を直覚的に観察する事が主であるから、科学博 物館よりも動物園や植物園、花園などの博物館相等施設 の活用の方が有効である。そして実際に動物の形態,生 態、餌を食べる様子や鳴声を聞いたり、花や草木の種類 や形、におい、こんちゅうとの関係などを調べたりさせ る。又秋にはおちばあつめや、木の実拾いなどをして観 察したり、比較したりの教育を行う事に意義が見出され る。特に現代の児童は、TVの普及や幼稚園等で絵本等 を通して日常生活の中に身近かに見られない動物につい て何らかの知識を持っていても、それはあくまでも絵や TVで見て自分で描いている概念にしか過ぎないため、 動物園に行って実物を見る事によって実際の大きさや毛 並、触感、咆哮、動き等にも正確な認識を持たせること は視聴覚教育上から見て有意義である。もしこの学年の 児童の理科教育上に博物館を活用するならば、系統展示 よりも環境展示によって環境と生物の形態や生態を学ば せる方が有意義と思われる。例えばライオンを例に上げ れば、草原に住んでいて数頭の群をなして生活していて、等を行うと、この学年の児童、特に男児は驚喜するだろ

を調べる能力及び態度の育成が図れるようにする」とし 近くには、ヌーやシマウマなどの類の動物も見られると 云様であれば,アフリカの自然動物園と同等の効果が得 られよう。また自然動物園であれば実際の咆哮も聞くこ とが出来るし、肉を下げた車を走らせることによって、 ライオンが餌をねらう時の百獣の王たる貫録も十分に観 察出来、正しい認識を得させる上において有意義であろ う。この他にも児童向けに企画された磯の生物観察会な ども活用出来るだろう。

中・高学年(3.4.5.6年)では「生物とその環境」が とりあげられておりその内容は、自然のまゝの生物や飼 育・栽培の下での生物の活動,成長及び増え方の観察を 通して,生物の共通の特徴や生物と環境との関係などを 理解させることに重点を置いて構成すると記してあり、 (1)身近に見られる生物を探したり育てたりしながら、生 物の成長及び活動の様子を調べ、それが季節に関係があ ることを理解させるとともに,生物を愛護する態度を育 てる (2)植物の様子を調べ成長の様子は季節によって違 象を全体的,直覚的にとらえられるように成長している。 いがあることを理解させる。⑶動物の様子を調べ動物の 活動は季節によって違いがあることを理解させる。とあ り目次にも 1.アブラナ 2.きせつと生きもの」ようす(1) 3.じしゃく 4.きせつと生きもの」ようす(2) 5.天 気のかわりかた 6.風車を回そう 7.きせつと生きもの のようす(3) 8.光とかぶみ、虫めがね 9.きせつと生き もの ゝようす(4) 10.空気でっぽう 11.きせつと生き ものゝようす(s) と云うように季節と生物との観察が5 回にわたって取上げられており当然草や木の年輪、木の 芽立ちや紅葉,冬芽,花のつくり,動物の冬ごもり,冬 眠等の観察もなされる。したがってこの学年の児童・生 徒のために博物館での催物として「季節による展示会 | 特別展や観察会、おはなし会等を催す事は有効である。 例えば

春にはの両棲類を観察する会

- o シダやコケ類を観察する会
- 夏 ○爬虫類を観察する会
 - oソテツやヤシ植物を観察する会
- oリスの仲間を観察する会 秋
 - ○紅葉や木の実を観察する会
 - ○生物の冬ごもり
 - ○落葉と冬芽

などのプログラムを企画し、夏の爬虫類を観察する会 にはアマゾンのアナコンダやニシキヘビ、クロコダイル、 アリゲータなど日本では観察出来ないものまで、デパー トや民間での催事、水族館等を利用して見学会、観察会

うし、この観察会の直後に博物館で中生代の季候と恐竜 の話を行い、中生代は真夏のような気候が2億年近く続 いたので爬虫類が多種多様化して陸海空の地上全部を制 覇していたことや爬虫類の生態, 現生爬虫類の冬眼と恐 竜の滅亡などについての"恐竜のはなし"を設けてやれ ばこの学年の児童生徒は目を丸くして驚喜の中に中生代 における貴重な知識、気候(環境)と生物との適応関係 を児童なりに習得するだろう。春、秋、冬についても同 様なことが云える。そして地球上に春、夏、秋、冬の四 季が出来たのはいつ頃からか?古生代の気候と生物,中 生代の気候と生物、近生代の気候と生物等についても概 略的なこと位はふれて理解させ得るだろう。又地球が大 古から現在まで変化して来ている事も。高学年(5.6年 生)になれば興味を示すようになり、このことから学校 における理科の授業にも興味や異った反能が示されて来 る事が予期される。

4学年の目次には、いもの育ちかたの観察が3回も見 られ、こんちゅうを飼育して育ち方を観察するのが出て いることから博物館でも"セミの一生"についての話し をしたり昆虫の地下生活と地球の氷河期を乗り越えた虫 の知恵についての話をすると有効である。昆虫の変態の 観察だけに終らせず、少しずつ生命と環境との関係を示 す話をして行く。季節に即した博物館の展示については 早く博物館研究にも提唱されている。

5 学年では 1.メダカの育ちかた 2.たねの発芽 3. 植物の成長とかんきょう 4.植物のからだのつくりとは たらき 5.酸素と二酸化炭素 6 学年では 1.季節と気 温の変化(1) 2.地そう 3.植物どうしの関係 4.水よう 液の性質 5.実やたねのできかた 6.からだのつくりと はたらき 7.ほのおを調べる 8.季節と温度(2) 9.熱の 伝わりやすいもの 伝わりにくいもの 10.ものの体積 ・重さと温度 11.てこのはたらき 12.電じしゃくを 作る 調べる とありこゝでは1.動植物の発生と一生 2.動植物のからだのつくりとはたらき 3.植物生態系 4.地そう などがテーマとして取り上げられる。

カエルでも面白いと思う。卵から目、心臓、脊椎の出来 る様子、魚のようなオタマジャクシ、手足の出たオタマ ジャクシ,カエルを観察させ 1.全ての生物は卵,即ち1 ケの細胞から発生する 2.早い時期に卵の中に背骨が見 られること、3.カエルでも最初は魚と同じオタマジャク シの時代があることや、この時期は魚と同じような生活 でエラ呼吸をすること、5.カエルとなって地上を飛びは ねることが出来るようになると肺が出来て空気呼吸にか わることなどを観察させカエルの一生が,卵から魚と同 じオタマジャクシの時期を通って親と同じカエルに成長 することを学ばせることによって、体のつくりや働き方 が環境によって変ることを学ばせる良い例ではないかと 思う。こゝでは生命の神秘さや巧みさ,不思議さ,生物 が周囲の環境の変化に合せて自分の体の形を変えながら 生き延びて来たことの一端を理解させる事が出来、生命 の尊さを教えることが出来る。この時期に博物館を活用 して古生代後期の地球の変化,魚類から両棲類への変化, 進化の様子をも理解させるようにつなげて行くとより効 果的である。しかしこれは決して難かしく理論的に教え るのではなく、児童のもっている見聞や体験から理解出 来る程度にとゞめる。動物の増え方についても、魚、カ エル、ヘビ、ウサギでは異っていることを比較させたり 考えさせたりする。このように部分的、断片的な観察や 勉強であっても、博物館の展示を活用して展示室の見方 を教え、児童1人でも博物館を利用出来るように指導す る。この学年の児童のために森や林の出来かたと云うテ ーマの観察会を企画し,春,夏,秋,冬を通して観察さ せ、動植物の生態系の一端を学ばせると有効である。ま た地層の見学会や話は、最も博物館に適した企画である から、この時期の児童向けの催しを行い学校理科教育へ 協力を行うべきではなかろうか?

何と云ってもこの学年では自然を積極的に学び、探求 させたり問題を見出したり、追求したり、比較したりさ せながら,自然の不思議さ,生物と自然のからわり合い, その巧妙さ、を学ばせ自然の事象に、より深い興味を持 たせるように野外観察会や見学会、夏休みを利用した自 然に親しむ会、冬休み、春休みを利用して博物館で児童 向けの講習会や講演会を企画すべきではなかろうか?

小学校理科教育上において博物館を活用する場合,ま だ生命を進化の上から系統的に考えたり理解させること は困難であるが、部分的に現在のヘビと中生代の恐竜と 云う様に断片的に利用させ学ばせても有意義である。小 学校では直覚による観察が主として取り上げられている 動植物の発生にはメダカとナタネが取扱われているが、ためか、生命の進化の展示を見ていても低学年では着眼 点が細部に集中してしまい「ステゴザウルスの背にはど うしてあんな帆があるの?」と云った質問をしたり、オ キナエビスを見ても、その学術的意味よりも、貝の一部 に空いている2~3™位の小さな穴を見つけて「どうし てこんなところに穴があるのだろうか?」これを徹底的 に調べて、ツメタ貝が、ドリルの様な歯で穴をあけ、そ こからオキナエビスを喰べてしまったと云う事の方に大 きな興味を示してしまう有様である。5~6学年になる

と動植物の器官にも相当大きな関心を示し「カンガルー の腹には何故袋が有るのか?」と質問して来たり、その 説明をすると「先生カンガルーは二度お産するの?」と 疑問を持ち問かけて来たりする。このように生命や自然 の事象,現象に対する興味が旺盛になって来ているので、 引率の教師や学芸員が児童の知識、見聞の程度に合せて 指導すれば、小学校 5.6 学年位から博物館見学や資料の 活用も学校における理科教育上かなりの効果を持たらす ことが期待される。又中学校理科教育への導入としても この時期の博物館見学は意義あるものと云うことが出来 よう。この学年の児童では今まで学んで来た自然に対し て持てる知識の全てを活用して問題に取組んだり、説明 を聞こうとする真剣な態度が伺われるものである。しか し小学校では低学年から中・高学年まで系統展示を理解 させる事はなかなか困難であるから、動植物の種類や形、 色などについて多く見たり知る上での博物館の活用が有 意義ではないかと思われる。

3. 中学校理科教育上における博物館の活用

1) 中学校理科教育の目標

「観察実験などを通して自然を調べる能力と態度を育てるとともに自然の事物,現象についての理解を深め,自然と人間とのかゝわりについて認識させる」と全体の目標を定め,小学校で「理解を計り」とあったのに「理解を深め」としたのは単に事実の知識を網ら的に得させるのではなく,抽象化,一般化が図られ,応用のきく機能的な知識まで深められることを期待する。即ち知識が概念化され構造化されていかなければならない。しかし中学校低学年では具体的な事象に直接触れ自然に親しむことが必要であると記されている。

そして自然を調べることの意義や自然の開発や利用が 人間の生活や自然そのものにどのような影響を及ぼすか と云う洞察力や感受性を養う必要がある。そしてその根 底には自然を愛すると同時に自然を畏敬する心を養う配 慮がなされなくてはならないだろう。

更にこゝで概念の形成とは基本概念が完成されたものとして一方的に与えられるのではなく,生徒自ら作り出していくと云う意味である。生徒が自然をどのように認識し概念を形成していくか?ということについて一般的に云えば,先ず個々の特定の事象を経験する。その事象間に共通点を発見し,一つのまとまりとして他のまとまりと区別することが出来るようになると,それぞれの情報と情報との間に一つの体系が作られたことになる。事象と事象との間の要因分析によって事象間の関係が明ら

かにされるとその関係を示す新たな概念が生れる。と指示されており、内容的には

- 1) 「生物とそれを取り巻く自然の事物,現象の中に問題を見出し,自然を調べていく過程を通して規則性を発見したり,自然現象を説明したりする方法を習得させる!
- 2) 「観察や実験を通して,生物とそれを取り巻く自然の事物,現象にみられる多様性と共通性を認識させ, 事象の生じる要因や仕組みを分析すると共に自然界に 対する総合的な見方や考え方を養う」
- 3) 「観察や実験を通して自然界の事物や現象を動的に とらえ,現在見られる事実に基いて過去の様子を考察 させそれらの時間の長さや空間の広がりと関係付ける 見方や考え方を養う」
- 4) 自然界の事物,現象間の関連性や調和を考察させ, それらを人間の生存とのからわりを認識させて環境保 全に対する関心を高める。また生物現象の理解を深め て生命を尊重する態度を育てる」としてある。

1.2については自然を調べる態度の育成を目的として、 天体,気象,地殻,生物などの事物や現象を個別なもの として扱うのではなく,これらを生物を取り巻く環境と して総合的にとらえさせ,そこにひそむ規則性を探求さ せるところに特徴がある。とされているところから,これは小学校理科から続いて春夏秋冬の気温の変化や日常 の天候の変異が生物の生活や活動にどのような影響を与 えているか?生物の生活や,食物,活動,産卵や子を育 てる様子を観察したり,植物の生えている場所と種類,動物の種類と住んでいる場所や生活の仕方の違いを発見 させ,生物とそれを取り巻く環境条件を総合的に判断さ せる方法を習得させる事から,博物館で企画されている 観察会や見学会の利用が有意であろう。

3)については、1.2で生物とそれを取りまく環境の 諸条件を総合的に把握したその考えや判断を活用して自 然界の動的な把握と,過去における地球上の出来事につ いての考察の仕方,更にそれらを時間の流れと空間的広 がりに関係づけての見方,考え方の育成をねらいとする。 自然界に見られる事象には,極めて長い時間と広大な空 間の中で生起しているものが多い。したがって,それを 見た時点においては事象は静止していたり,何の変化も ないように見えることがあるが,時間的推移の中で事象 を追求したり,空間的な広がりを通して観察すると,そ こに変化や差異が発見され,事象の因果関係を明らかに する手がかりが得られる。「事象を動的にとらえる」こ とは時間的系列や空間的広がりの中で,あるいは両者の 関係の中で事象をとらえることの大切さを述べたもので ある。

この3の学習をするためには自然科学博物館における 生命の進化の展示の活用は不可欠であろう。例えば生命 が地球上に出現して現在に至るまでを考えて見ても 6億 年から10億年の時間の流れがある。この天文学的数字 の時間の観念を把握するだけでも困難であるにもからわ らず、その間に起復する幾多の地球の変動変化、これに 伴う生命の適応と進化を考える事は頭脳明析な大人でさ えもなかなか困難な事柄である。これを中学生に学習さ せるには何らかの具体的例示や、フイルムが無ければ、 たゞ文章的説明や、わずかの写真のみでは当てい正しい 概念の形成をする事は難かしい。学校の教科書や授業だ けでは単に平面的な知識に終ってしまうか、授業中に聞 いた事柄がたゞ暗記的に残っているか、右から左に抜け てしまうかであろう。この場合6~10億年の生物の進 化が一望に見られる科学博物館の陳列展示室において理 科教科書に沿った説明や解説がまされたり、進化や地球 の変動を示す映画フイルムが上映されたら,生物の進化 の基本的概念の形成にどれ程役立つか計り知れない。し かも進化の過程を示す過去の生物は現存せず化石として しか見られない。中学校理科教科書に出て来る化石生物 の名前を取り上げて見ても、ブロンドザウルス、ケラト ザウルス、二枚貝の化石、サメの歯の化石、シダの葉の 化石、は虫類の足跡、三葉虫、アンモナイト、マンモス、 藻類の化石、クサリサンゴ、フズリナ、シソチョウ、ス テゴザウルス、カッチュウ魚、ナウマン象、フクログマ、 カモノハシ、チンパンジー、ゴリラ、ピテカントロプス、 シナントロプス、ネアンデルタール人、クロマニヨン人 とたくさんの化石生物が見られる。しかし、その大きさ や形、色などは博物館における模型や化石でしか見るこ とが出来ない。これらを見たり、手で触れたりするだけ でも博物館を利用する価値があるのではなかろうか?し かも博物館ではこれらの化石や過去の生物の模型を使っ て進化を示す展示がなされているので学校における授業 内容の手がかりを把握させるためにより有意義である。 学校の教科書の内容に沿った学芸員や、教師による解説 がなされるならば完ぺきであるが、たゞ展示物が教科書 の何ページに出ているか?を生徒に思い出させるだけで もどれだけの興味を引出す事かわからない。示準化石と か地層についても、又大古からの地殻の変動についての 説明は特に重要であり、中学生の年代や婦人層の間では 生命の進化を地殻の変化と共に動的に考える事はなかな か困難であり、「自然は永久に変らないものである」と

云う様に固定した考え方をしている人がかなり多く80 %位の数字(入館者の中で)を示している。したがって 現在の様な山や川、木や草が大古から生えていて、チン パンジーも象も大古から変りなく地上に居たものと考え ている人が殆んどである。このため、古生代には現在の 様なアジア大陸もアフリカ大陸、アメリカ大陸、オース トラリア大陸等は無く一固りのゴンドワナ大陸であった こと。それが地球内部のマントル対流や海洋プレートの 変動,又海峰に出来る大量のゲンブ岩の作用などによっ て現在のような多くの大陸や島、地型に変化したこと即 ち大古からカレドニア造山活動、バリスカン造山活動、 アルプス造山活動等の大きな地殻変動により現在の地球 が出来上っていることや又パーミアン氷河期、ギュンツ 氷河期、ミンデル氷河期、リス氷河期、ブルム氷河期な ど多くの氷河期をくり返したり、地表をおそう気候の変 化によって現在の自然や生物の姿が見られること、更に 地球は現在も活動し続けており、未来に向っての一コマ であること、などを教えたり現在は第三氷河期と第四氷 河期の間氷期であること。更に着実に未来に向って変動 していることや地球の未来は如何なる姿となるか?を予 測させる事は、この学年の生徒には有効であり自然科学 に対する興味と希望を抱かせる大きなきっかけとなるで あろう。地球の変化を動的に把握させる事は、中学生や 婦人層の殆んどの人達にとって一種の認識革命であり、 ガリレーガリレオが地球の自動説を説いた時に一般の民 衆が受けたのと同じようなショックを受けるものであり、 自然科学を学ぶ上においての一大発見であることを筆者 の長年にわたる国立科学博物館における入館者に対して 行った陳列品解説の経験上から記します。

教科書に出て来る化石生物を活用して生命の進化を推察させるには,1.最初の生命は菌類藻類のような微細な単細胞生物から進化したものであること。現在も当時の多くの藻類の化石が見られることやこれらの古い化石の年代は放射性同位元素によって測定される事を実験させたりフズリナ等の微化石を拡大鏡によって観察させ大古の生物が化石となって残っている事に感動させる。次に2.カンプリア時代になって二枚貝やアンモナイトなどではじめ無数の軟体動物や三葉虫などの節足動物,サンゴなどの腔腸動物,棘皮動物等多くの無脊椎動物が現われていて,これらの化石として残っているものを観察させたり,三葉虫やカブトガニの模型を見せて,その大ささとり,三葉虫やカブトガニや節足動物と比較させる。これを見生のカブトガニや節足動物と比較させる。これらの中から脊椎動物に分化したと考えられるホヤの一生を学習させ,ホヤの一生のうちに,背索を生ずる発生の過

程を図示観さつさせる。(この点中学生に無理なようであれば高等学校理科の発生のところで取りあげてもよい。)

無脊椎動物から脊椎動物へ分化したものが最初の魚類であり、当初は脊椎が軟骨であったゝめにそれを保護するために硬い皮膚でおゝわれあたかも鎧冑をまとったような外観であったゝめにカッチュウ魚と呼ばれている。カッチュウ魚の種類と特徴を学ばせる。これらの魚類が真骨魚に進化して古生代は魚類時代と云われているように、現在我々が見ることの出来る魚の殆んどがこの時代に出現していることや、10cm~15cmもあるような大きなサメの歯の化石が見られ、サメの体長は歯の長さの約100倍と云われているところから古生代の海には15mも20mもある巨大なサメが泳いでいたことを想定させ、古生代の海の様子を想像させる。

更に現在見られる事実に基いて過去の様子を考察させ ると云う事を例示すると、例えばこの年代の生徒が最も 興味を示すところのシーラカンスに例をとれば、シーラ カンスは魚類と両棲類を結ぶ中間の生物として考えるこ とが出来るであろう。小学校でオタマジャクシの観察を することによって(1)この季節が 4.5 月春の終りから初夏 にかけてであったこと、(2)次に卵の孵化の観察により目 や心臓に次いで脊椎が出来ること。(3)オタマジャクシは 魚と同じ型態でありエラで呼吸していること。(4)次に手 足が出て来て尾が短かくなり手足を使って飛びはね陸上 で生活するようになると肺が出来る。そして初夏になる 事から考えて、(5)古生代の終りは、春のような気候から 夏へかけての様な地上での大巾な気候の変動が起ったこ と、即ち地上が乾燥期になり、各地の水溜りや池、谷、 川が干上り水が無くなり、今迄そこに住んでいた魚は他 へ移動するか地中深くもぐって代謝機能を落し空気呼吸 をする事によって生きのびねばならなかったこと又(6)他 の水の有る所に移動するためには自分の体を持ち上げて 歩かねばならなかった。そのためにヒレを使い陸上には い上ったゝめにヒレのつけ根が腕のように太くなったこ とや、シーラカンスはこのようにして一度陸上にはい上 ったが、後で再び水中へ帰り今も生きている有一の古生 代から中生代への進化の過程を示す生きた化石と云われ ている。時々アフリカ東海岸などでトロール船の網にか かって何度かニュースとなったことがあることなどにつ いて話す。シーラカンスのように海へ帰らず(7)陸上に上 って適応したものはヒレが取れて中の骨格が出て両棲類 の手や足となった。そのため魚のヒレのつけ根を解剖し てみると手足の指の骨格と同じ骨が見つかる(8)又淡水魚

の持っている浮袋を肺の代りに使って空気呼吸をし、そ れが後で肺に変化したこと。こゝから肺魚類と云う名前 がついていることなどについても話す。又この時期を乗 り越えるために陸上に上らず(9)地中深くもぐって代謝機 能を下げて生きのびた魚類にレピトシーレンと云う肺魚 がいて、これは胸ビレ,腹ビレが退化し糸のように細く なっていて皮膚から粘液を出して体を包んで空気呼吸を しながら休眠する。現在もアメリカのアマゾン川に生息 している。又オーストラリアのクィーンズランドの川に 住むネオセラトダスは酸素量の少ない泥水の中でも空気 呼吸をしてしのぐことが出来る。アフリカの中央部の熱 帯地方に住むプロトプテルスも加えて生きた化石(古生 代後期を生きのびた)と云われていて, 浮袋は導管で食 道と連絡し、内面には毛細血管が網状に集った多数の隆 起があり、これで肺と同じように空気呼吸を行うことが 出来る。と云うように(10)カエルの発生の季節から 古生代後期の地球表面の環境状態やオタマジャクシが、 カエルに変態する過程から魚類が陸上にはい上ったこと を推定させ、更に魚の浮袋が肺に変化した事を現在各地 に残っている肺魚類の話から類推させる。またヒレのつ け根の骨格と両棲類の手足の骨格が解剖学的に同じであ ること等から,現在の両生類の生態,型態,内部器官, 生活環境から古生代末期の魚類から両棲類への進化の一 コマを学ばせる様にする。この部分を徹底的に学ばせる 事により進化に対する学習方法がわかり, 両棲類から は虫類へ、は虫類からほ乳類への進化の過程と生物の環 境への適応の様子も類推させる事が出来よう。これも難 かしい既成概念を与えるのではなく、生徒がこれまで見 たり聞いたり学んだ知識を全部集中して事実や現象を判 断してその背景にある環境条件や法則を発見する事によ り喜びを得るように指導する。例えば中学生に「ヘビの 抜け殻を見たことがあるか?」とたずねてみる。田舎で あれば、大てい一度位見た経験を持っている。都会の生 徒で見た事の無い者には新めて見せる。そして魚にも鱗 があり、ヘビにもウロコがあるのにヘビだけが抜け変り 魚が抜け変らないのはどうしてかわかるか?と云う様な 疑問を投げかけ考えさせる。彼等の身近かな事柄である にもかゝわらずなかなか正しい解答は出て来ない。しか し今迄の持てる知識や体験を集中させてせい一杯考えた り判断する力を養い正解に到達する喜びを得させる。多 くの解答や質問も出るが、「魚の鱗は動物の真皮であり、 魚が成長するにしたがって鱗も成長する。しかしヘビの ウロコは真皮の上に張られた革質の粘膜であること。そ のために体が大きくなる度にヘビは脱皮しなければなら

ない」と云う正解を出し,更に両棲類は陸上に上っても 非常に乾燥し易い皮膚でしかないため水辺を離れて陸上 を奥地まで行くことが出来なかった。しかも次第に乾燥 して行く気候条件に適応する事が出来なかったので両棲 類の体の水分の蒸発を防ぐために真皮の上に革質の粘膜 を張り,それが体の動きによって小さく分れたのがは虫 類のウロコである。と云う様に説明し,なお真夏の炎天 下にカエルが煎餅のような姿になって干上って死んでい るのを見た事のある生徒であれば直ちにうなづける解答 となり,両棲類からは虫類へ進化した当時の生物を取り 巻く地球上の環境を推測させる事も出来,身近かな事象 から面白く興味を持たせながら過去の生物の進化と環境 への適応の様子を発見学習的に学ばせる事が出来る。

この他にも(1)現在のトクサやシダ植物と中生代のトクサやシダの化石との比較をさせ、中生代のシダの大木や繁茂の様子を推測させ地球上における当時のシダの森林の状態を想像させる。(2)これらシダ植物の化石には年輪があるか? などについて質問したり調べさせたりして年輪の無い事を発見させ当時の地球上には四季の変化が無かったことや春から初夏にかけての様な気候が長期間約1.5億年位も続き、シダ植物等の成育に適した季候であったゝめシダ植物が巨木に成長したり巨大なトクサ類が繁茂していたことを理解させたり想像させたりする。又植物ばかりでなく両棲類も2m以上もある様なイクチオステガ等が生息していたこと。当時の古生代後期から中生代にかけての地上は両棲類とシダやトクサ等の生物の全盛時代であったことを博物館の標本や模型を使ったり環境展示を見ることにより理解させ想像させる。

又中生代や近生代における気候と生物の進化、適応の 状態も同様にして学習させることが出来る。例えば、中 生代は現在の真夏のような気候が約 1億8000万年 近 くも続いたことやそのために両棲類の一部がは虫類 へと進化し、この真夏のような中生代の季候の変化に適 応した。そしては虫類になってはじめて水辺を離れて陸 地の奥まで進むことが出来るようになったことや体も革 質の粘膜を張って体の水分の蒸発を防いだばかりでなく 体を支えている手足も体重を垂直に支える事が出来るよ うに体の下へもぐって合理的に歩行出来るように進化し た。(両棲類では手足が体の横に出ているため腹を引ず って歩行していた。)このためは虫類は陸地の奥まで長 距離を歩くことが出来るようになり、卵も水辺でなく外 側を石灰質でおゝい産落され地熱や落葉の発酵熱により 孵化する事が出来更に幼児の成長のための栄養まで貯え る様に進化した。

中生代は夏のような気候が1億8000万年も続き,は 虫類の生存に適したために陸海空にわたり多種多様なは 虫類の分化進化が見られたことを教科書に出て来る,プロンドザウルス,ケラトザウルス,ステゴザウルス,は 虫類の足跡の化石,シソチョウ等について学ばせたり博物館の展示模型や骨の化石から当時の様子を推定させる。

例えば、ブロンドザウルスや当時のは虫類の足跡の化 石から推定して非常に巨大な体であり、現生のワニやト カゲ類に見られる四肢を持つていたことが考えられ.し かもその大きさが現生のものと比較にならぬ程巨大であ ったことを想定させる。ブロンドザウルスの大形のもの には20~30 mにも及ぶものが居たことや、手の指の 骨格が発達し指の骨と体の間に幕を張り、空中を滑空し ていたものや、水中に住み、カモのような口ばしや水か きを持っていたものが居ることを化石や文献などから想 像させる。更に食性も現生のは虫類は肉食性であるが、 中生代のブロンドザウルスのように草食性のもの、海中 に住んで魚類や海藻などを食べていたものもいることを 理解させ、現生のは虫類と異なる点をも比較させる。更 に形態上は現生のほ乳類とよく似た形態を有するもの、 中には角を持ったケラトザウルスや、背中に帆を持つス テゴザウルスのようなものも居るが、生態的には変温、 冷血動物であり卵生であったことから近生代に入り気候 の変化が起り地の温度が下り氷河時代になると適応出来 なくなり死滅せざるを得ない運命をたどったことを現生 のは虫類の冬眠などから推測させ、地中にもぐり得た種 類だけが生きのびていることを学ばせる。更に中生代の は虫類の一種から鳥類に分化して現在の鳥類に進化して いることを始祖鳥の化石によって理解させる。始祖鳥の模 型を現生の鳥類と比較させその違いを発見させる。クチ バシにするどい恐竜のような歯があること。翼に爪があ ることや尾骨が尾の先端まで延びていることなどは虫類 に近い特性を多く持っていて、は虫類と鳥類を結ぶ生物 であることを理解させ、鳥類の羽毛はは虫類の鱗の変化 したものである事に興味を抱かせたり始祖鳥が実際にど れ位の大きさの鳥であったか?などを化石や模型から推 定させる。又中生代の植物は、イチョウやソテツなどの 裸子植物とシダ植物のみで未だ梅,桃,桜のような被子 植物は出現していなかったことを教え当時の地上の森林、 植生の状態を想像させる。

中生代から近生代への気候の変化とは虫類からほ乳類 への進化の過程については教科書に取り上げられている カモノハシ(単穴類)フクログマのような有袋類,博物 館で剝製として見られるカンガルー,フクロオオカミ, フクロネズミ,フクロモモンガー,フクロネコ,フクロコアラ,フクロギツネ,フクロオポッサム,フクロモグラ,フクロアリクイなど多くの種類がいることを教え,その特性を学ばせる。

カモノハシについては、現在オーストラリアに生棲す るのみであるから,実物の剝製によってその大きさ形態 の特徴を観察させ、卵を生むと云うは虫類的、鳥類的特 性を持っていながら、生れた子供を母乳で育てると云う ほ乳類の特性をも持っている珍らしい動物である。しか も体温は変温と恆温の中間であり、オーストラリアと云 う比較的生棲し易い環境に住んでいては虫類とほ乳類を つなぐ有一の生きた化石と云われていることなどを学習 させる。有袋類については種族保存の方法が卵生から胎 生にかわる中間のもので、後獣下網有袋目に属するほ乳 動物で鉤爪を持つ原始的なほ乳類であること子は不完全の 状態で生れ、雌の下腹部にある育児嚢の中で乳を飲んで 育つ。普通カンガルーの妊娠期間は33日位で体長2.5 cm, 体重 1.39 ぐらいで生れ、(早産する)子はにおい によって育児囊まで体をくねらせてはい上り、その中の 乳頭に吸いつき。約235日間育児嚢の中にとどまってい るが、後半は顔を出したり外に出ることもあり、よく知 られているカンガルーの親子の風景が見られる。胎盤は 無いか、有っても不完全なため無胎盤類とも云われてい る。第三紀の初めにはヨーロッパその他に多く分布して いたが、現在では、オーストラリア、タスマニア、ニュ ーギニアとその付近の島々、北アメリカ、中央、南アメ リカに分布する。最小のものは、体長6~7㎝、尾長7 ~8㎝のチビフクロモモンガーなどから体長100~ 1.60 cm . 尾長 $80 \sim 110 \text{ cm}$ のアカカンガルーまでい る。などその種類の多種、多様性と共に、卵生から胎生 に変る過渡期の最初のほ乳類であるために、胎盤が無く 早期流産をするために大変な未熟児であり、生存に対え ないから母体内と同様の環境の育児嚢の中で育てられる ことやカモノハシよりも恆温性の真獣類に近い動物であ ることなどを学習させる。このように生命が進化する度 に個体の変化進化ばかりでなく、種族保存の方法も著る しく変化していることを最初の生命の発生の段階から反 省し学習させて見る。

- 1) 単細胞生物の場合は分裂による増殖
- 2) 菌類,藻類,シダ類は胞子による繁殖
- 3) 無脊椎動物は体外受精で水中に多数の産卵をする。 例えばタコ等の軟体動物では産卵数が約15万~20 万個位
- 4) 脊椎動物

- A、魚類も体外受精で水中に多くの卵を産む。タラ等では約200万~300万個,イワシでは約5万~8万個の卵を産卵する。しかしこれらの水中における体外受精のものはその幼時に大半が他の魚類の餌として食べられてしまい完全に生育するのはほんのわずか数十匹に過ぎないと云われていて著るしく非効率的である。
- B、両棲類の場合はヒキガエルで8000~14000 個の卵をゼラチン状の中に産み一番危険度の高い の発生の時期を親ガエルが見張りをして守って はいるため軟体動物や魚類よりも安全であるが, 天敵のヘビや大型の蛙によって食べられたり荒さ れたり危険度は大きい。
- C、は虫類,トカゲで約10個,卵の外側を石灰質の殻で保護し,太陽熱や地熱で孵化させ,殻の中には幼児が育つための栄養分まで貯えられている。 したがって両棲類よりも安全度が高く産卵数も少ない。
- D、鳥類のスズメでは4~8個,鳥類では卵を親鳥が腹にかゝえて体温でもって孵化させるためにより安全であり,卵はは虫類よりも頑丈な石灰殻でおゝわれ,中には幼児が完全に育つに必要な栄養が貯えられているために,は虫類より一段と安全であり効率的である。
- E、ほ乳類,犬,猫,豚の出産は3~20頭と数は多いが, 馬等では1頭である。胚の発生の時期を母体内で 過させ,親と同形態で出産し,母乳で育てられる ため危険度が少なく1頭ずつの出産で非常に効率 が高い。
- F、霊長類,生れてからの保護期間が馬や牛などよ りも長く,猿類に見られるような美しい母性愛が 有る。
- G、人,人になると生れてからの保護期間が他の生物と比較にならぬ程長く家族生活や社会生活を営む上に教育を施したり,そこには美しい親子の受ばかりでなく倫理や道徳と云った他の生物に見られない生活が有る。

このことから生命が進化すると共に個体の変化進化ばかりでなく,種族保存の方法も変化し進化して来ていること,そして非常に効率的になって来ていてより数少なく,完全に育てると云う方向をたどっている事に気付かせ更に,人と他の生物と同じ点,又明らかに異っている点についても考えさせる。この学習によって性に対する正しい認識の把握をさせることが出来るのではなかろう

か?

次にナウマンゾウについてはゾウの初期からの進化の大きいこと、メリテリウム・パレオロクソドン、ゴンホテリウム、ステゴテトラベロトン、エレファスと進化していて特に鼻、キバ、歯の変化進化の著るしい例として参考にさせる。ゾウの他に馬も良い例で最初エオヒップスと差にものが、急速に光と云われる猫か犬位の大きさだったものが、急速にルソヒップス、ミオヒップス、バラヒップス、メリキップス、バラヒップス、エピヒップス、スリオヒップス、エクウスなどの段階を経て現在の馬に進化したこと。特に四肢の進化変化の著るしいことを観察させ、このように草食動物が急速に進化したことから、近生代には豊かな草原が広がったことなどの背景にある自然条件などの考察、推察をもさせる。

チンパンジー、ゴリラ、ピテカントロプスシナントロ プス、ネアンデルタール人、クロマニョン人については 頭骨の変化進化の著るしいことを観察させ、他のは虫類 や、四肢歩行のほ乳類である犬や猫等と比較し前頭骨 (額)の発展、後頭骨の発展が著るしく頭骨が霊長類か ら人類になるにしたがって急げきに大きくなっている事 を観察させる、四ツ足歩行の中は頭に血液が充血してい るため脳の発達が遅れているが、直立歩行になって脳の 発達が急速に進んだことを推測させる。過去6~10億 年の間、生命は周囲の環境が変化する度に自分の形態を 変化させ進化させて、自然に適応して来ているが、人類 になって厳しい気候の変化、氷河期を火を発見し使用し 又動具を使用することによって適応し、他の生物とは著 るしく異った適応の仕方をしている事について気付かせ、 人間とエネルギー、科学技術の問題について考えさせる。 更に人間は野生の生物を家畜化したり、植物の栽培を行 なうことによって他の生物と比べ著じるしい進化をしたこと や、他の生物に見られない文字を書いたり特種の文化を もつようになったことなど、他の生物と異なる点につい ての考察をさぜる。

なお中学校における生物の学習は,小学校で学習した 断片的諸事象を時間的な流れや空間的な広がりの中で捕 え考えるだけで勢一杯ではないかと思われるため,生徒 の認識の度合や学習意欲に応じて指導し博物館資料によ る思考の展開を計るべきであり,個人差もあるため,中 学から高等学校にかけて,6年間の中に生命に関する基 本的な理解をこなし,その上で生命の進化,大自然の進 化変化上から派生する多くの問題解決学習に入ることが 出来るまで指導しなければならない。あまりにも膨大な 学習であるので,博物館の展示物の一品でも正確な知識 と身についた学習を続けることにより,次第に系統的,総合的判断が出来る様に指導して行く。なお以上から現在の自然全体,地球全体が何億,何十億年もかけて出来上った,かけ替えの無い自然史博物であることを教える時,今後の人類と地球の問題,環境問題,エネルギー問題等もおのずから解けて来るものである。

この他、動植物の分類についても博物館には標本や模 型も多いので、参考になる点が多い。学校理科教育にお いてこの時期程,博物館見学や,博物館での学校教師と 協力しながら行なわれる教科内容に沿った学習指導の必 要な時期は無いだろう。中学1年になったら一番最初に 博物館見学を実施し自由に教科書内容に出て来る化石生 物を見たり研究したりさせ、学校の授業中に博物館で見 たり調べたりした事が直ちに浮んで来るようにすると授 業内容が自然に結実して来る。これは単に生徒ばかりで なく中学校理科教師自身も、授業のために卒先して博物 館を活用すれば更に効果的である。筆者が長年入館者を 指導していてこの時期の生徒程博物館を見学させたり陳 列品の解説をして知識の吸収がよく興味を示して理解す る入館者は無かった。夏休みの宿題のために博物館見学 に来た生徒を指導して持ち帰らせると、担任の先生が、 「二学期の授業に使いたい!」と云って取り上げられた 話をよく聞いた。そして生徒を全員引卒して博物館見学 に来られたケースも多かった。

中学校理科教育では1年に1回以上博物館見学を必習 とし,更に夏休みの特別研究にも活用すれば,この時期 においては特に自然科学に対する認識の深まり方が異り 博物館を活用する生徒としない生徒の間には雲泥の差が ついて来るだろう。

4. 高等学校理科教育における博物館の活用

少し以前まで,生物の進化に関する探究,考察,およびそれから派生する生命の尊重や自然に対する驚異の念の函義,人と自然のかいわりや生態学,天然資源の活用の問題については,中学校理科の中で教えられていた。しかし現在では高等学校理科教育にまで延長されて取り入れられていて目次の中に見られる生命科学に関する部分だけを取り上げても

第3編 生命の連続と進化

1 細胞

細胞の構造と働き

- ア、生物と細胞
- イ、細胞の基本的構造と働き
- ウ、細胞と個体

細胞の増殖

- ア、体細胞分裂
- イ、減数分裂
- 2. 生殖と発生 生殖の方法
- ア、生命の連続
- イ、無性生殖
- ウ、有性生殖 動物の生殖
- ア、精子と卵の形成
- イ、動物の受性 動物の発生
- ア、卵割と 葉の形成
- イ、ウニの発生
- ウ、カエルの発生

植物の生殖

- ア、花粉と 裏の形成
- イ、植物の受粉と受精
- ウ、種子と果実の形成 問題

第3章 遺 伝

遺伝の法則

ア、親から子へ

イ、メンデルの実験

遺伝子と染色体

- ア、連鎖と組換え
- イ、染色体と伴性遺伝 遺伝と変異
- ア、変異
- イ、染色体突然変異
- ウ、遺伝子突然変異

第4章 進 化

生物進化のあしあと

- ア、化石と地質時代
- イ、地質時代の生物の変遷

進化の証拠

- ア、形態上の証拠
- イ、発生上の証拠
- ウ、分布上の証拠

進化のしくみ

- ア、進化のしくみのいろいろな説
- イ、進化のしくみの説明

問題

人と遺伝

第4編 自然の平衡

- 1. 地球の移動
- 2. 地球の形状
- 3. 地球の熱的つりあい

生態系と物質循環

- 1. 生態系の構造と機能
 - ア、生態系の構造
 - イ、生態系の機能

物質の循環とエネルギーの流れ

- 1. 生態系の物質循環
- 2. 生態系エネルギーの流れ間顆

第5編 人間と自然

人間生活と資源エネルギー

- 1. 資源とエネルギー
- 2. 資源の利用

ア、いろいろな資源

イ、化石燃料

3. エネルギーの利用

ア、太陽放射のエネルギー利用

- イ、原子核エネルギーの利用
- ウ、その他のエネルギー

人間生活と環境の変化

- 1. 人間生活と環境の変化
- 2. 環境破壊とその保全
 - ア、森林の破壊と保全
 - イ、都市の開発と環境の保全
- 3. 環境の汚染とその防止
 - ア、大気汚染とその防止
 - イ、水質の汚染とその防止
 - ウ、土の汚染とその防止
- 4. 環境保全のあり方

問題

実験

と云う様に生命の連続や進化,遺伝,生態系,生物と その環境の問題,エネルギー,資源問題など,博物館を 活用する事によりはるかに有意義となるテーマーが多く 見られる。

中学校理科の内容に続いてこの中でも特に生殖と発生, 進化,自然の平衡,人間と自然の項には博物館との関係 深い内容がもられている。 化石と地質時代の学習では,化石発掘の見学会などに 参加して化石がどんな地層にどのようにして見られるか ? 現場の観察と地層や化石の年代の測定,何の化石で あるか? 体のどの部分であるか? その生物の全体像 はどのような形態であったか? どのような所に住み, どのようなものを喰べ,どのような生活をしていたか? について測定したり,現生の生物と比較して仮説を立て たりして、全体像を組立て、行く。

地質時代の生物の変遷では、地層の見学会をすることにより古い地層から新らしい地層に至る各層から発見される化石の種類によって当時地上に生息していた生物や周囲の環境の様子を推測したり想像させる。こゝでは博物館で催されている地層や化石の見学会や講演会に参加したり、高校生向けの講演会が企画されるべきではなかろうか?

進化の証拠では、形態上の証拠としてウマやゾウの進 化を例に取り上げ、特にウマの足やゾウの歯について博 物館に保存されている化石を活用しながらその進化の過 程を探究させる。更に魚のヒレの中の骨格、両棲類の手 足の骨格、ニシキヘビの足の痕跡、ウマの前足、サルの 手、人の手足の骨格を比較させることにより生物の器官 はその使用の仕方によって様々な形態に変化しているが 元々同じ器官であり、使用の仕方や必要に応じて変形、 成長して行くラマルクの法則について探究させたり、生 物の進化を示す類と類をつなぐ化石生物についての学習 をさせる。例えば、脊索動物のホヤ、古生代の鎧冑魚、 魚類と両棲類をつなぐシーラカンスやイクチオステガ, 両棲類とは虫類をつなぐシームリア、は虫類と鳥類をつ なぐ始祖鳥、は虫類とほ乳類をつなぐカモノハシ、有袋 類、類人猿、ネアンデルタール人等についての形態生態 の探求や説明,解説を行ない理科に対する興味や向学心 を起させ、自ら進んで学問研究に取り組む態度を養う。

発生上の証拠については、小学校、中学校でメダカやカエルの発生についての観察がなされているため、高等学校でもカエルやニワトリの発生についての観察や実験を行ない、卵割や、目、心臓の出来る様子、脊椎が形成される様子やエラぶたの現われる様子、手足の形成、尾骨が短かくなって行く様子、成体となるまでを通して観察させ、発生の初期の段階が皆同じであることや、脊椎が出来たり、エラぶたが現われたり、手足が現われたりする段階を一通り通過して親と同じ種の成体になることから全ての個体発生が系統進化(系統発生)をくり返すことを学ばせ、博物館に所蔵してある各種の標本を利用し、ヘッケルの法則についての学習をさせる。(ヘッケ

ルの法則についての話はあまり生物学や進化についての 知識を持たない婦人層に生命の進化を理解させるのにも 最もわかり易いテーマーでもある。

分布上の証拠については,現在オーストラリア大陸に 住んでいる有袋類の化石が、アフリカの東海岸やインド 大陸の地層にも見られることや、アフリカ西海岸の地層 と化石やアメリカ東海岸の地層や化石が同じであること などを調べることにより、以前ゴンドワナ大陸として一 つの大陸であった時代に,生息していた生物が,その後 の地殻の変動によってオーストラリア大陸や、アメリカ、 アフリカ大陸に分離して、当時の生物を乗せたま」現在 の位置にまで移動して行ったこと。一方アフリカやイン ド大陸には、より進化したほ乳類のライオンやトラ等が 現われこれらが初期のほ乳類を喰滅ぼしたが、オースト ラリアにはトラやライオンのように、より進化した肉食 性のほ乳類が現われなかったので、多くの有袋類が当時 のまゝ現在でも生きのびていて、オーストラリアが生き た化石の宝庫と呼ばれている由縁でもある。と云うよう に化石の分布についての指導を行ない、これを例として 他の各所における化石生物の分布状態についても研究、 学習出来る事がかりとなるよう徹底的に学ばせる。博物 館に所蔵されている地層や化石の分布に関する映画やス ライドの上映し併用するとより効果的である。

進化のしくみのいろいろな説については,ダーウィンをはじめ,最近日進月歩で進んでいる遺伝子工学により新らしい進化についての学説や見方が出ている事などについて話し,難かしい遺伝子についての研究の一端をものぞかせる。

又近年では特に生態系の破壊による被害や環境汚染の 問題が深刻になっているので、自然の平衡、生態系と物 質循環、物質循環とエネルギーの流れ、大気や水質、土 壌汚染の問題、環境保全の有り方については単に一国の 問題としてではなく地球的規模において進んでいること、 例えば南米のアマゾンの森林の乱伐が進むと緑が失なわ れ部分的が砂漠化するだけでなく,今まで緑が太陽副射 熱を吸収していたのに反射する様になり、大気圏のバラ ンスをもこわし大巾な天候異変まで引起す事態となって 来て、世界的、地球的な問題となり、単に一国のみの問 題としてだけでは済されなくなって来ているこの環境破 壊の問題の大きさを考えさせ,一度破壊された自然を取 りもどすには莫大な費用と時間を要し困難であることか ら、学校でも早くから博物館などと協力して人間生活と 自然との調和、環境破壊防止についての基本的知識を得 させる様教育すべきではないか?

人間と資源問題は天然資源の開発利用において、早くから深いかゝわり合いをもち、特に人類が他の生物とは異った自然への適応が出来たのも、火(エネルギー)の発見とその利用にはじまり、現在までそのエネルギー源を石炭や石油に依存して来たが、これらの化石燃料も有限であり、少なくなって来ているところから今後の新らしいエネルギーの開発を行なわなければならない問題が目前に迫っていることを教え、現在では太陽輻熱の利用、原子核エネルギーの開発などについての研究が進められている途上であることについて、この問題の重大さられている途上であることについて、この問題の重大さを理解させ、さらに天然資源は全部有限であるから計画的に上手な使用がなされなければならないことについて考えさせる。

この他,最近の新らしい高等学校理科の中には物質交代とエネルギー交代,生体内化学反応と酸素,同化,異化,遺伝子と形質の発現,遺伝子の構造と複製,遺伝子と酸素などの生物化学的問題もかなり含まれており,これらは肉眼で見ることの出来ないミクロの世界の現象であるから理解しにくい。しかしこれらの研究について日本よりはるかに研究の進んでいるアメリカで制作された学校理科教育用のフイルムも,国立科学博物館にはたくさん所蔵されているので多いに活用して理解を深めたいものである。

生物と自然とのかゝわり合いを調べたり、現生の生物 から過去何億年も昔の生物や地球の状態を推察すること は、それだけでも夢が有って楽しい事である。しかしこ れはあくまでも一つの過程であり、その事によって生命 の連続や、生命の尊さ、神秘さを学んだり自然への畏敬 の念を函養したり、人間も自然の中の生物の一つである ことや、自然と人間の調和、環境の保全の有り方を学ん だり、地球の未来を予測したり、天然資源の活用等につ いての正しい知識を学ぶことによって初めて生物学を長 い間かけて学んで来た本来の目的に到達することが出来 たのではなかろうか,小学校から中学まで9年間かゝっ て、やっとこの目的に到達する事が出来る事から考えて も国立科学博物館では、1階の生物の進化の展示を見 るだけで詳細にも、また概略的にも学び取ることが出来 る簡潔さを持っていて一気にその問題解決学習にまでこ ぎつけ,生物学を学ぶことによって派生して来る多くの 問題についての取組が出来る。このような重宝さを学校 理科教育上にも、社会教育上においても大意に活用すべ きではあるまいか。

自然史科学博物館の中でも国立科学博物館は,資料の 数においても展示においても他の科学博物館と比較にな

らない程のものを有している上、進化の展示はそのまゝ 中学校および高等学校の理科教育に活用出来るにもから わらず,地元の中学校,高等学校(1時間内で来られる 範囲)でさえも未だ活発な活用がなされていない事は誠 に遺憾な事である。もっと活発に利用し学校の理科教育 上の認識の手がかりとなる様、学校の理科教師と協力し て中学校理科教育のカリキェラムの中に博物館 見学を義務 付けるべきではなかろうか?中学校1年に入学した4.5 月の中に1回、夏休みや、冬休みを利用したり、中学2 学年、3 学年に各々1回以上の自然科学博物館の見学 は、中学校における理科の内容を正しく認識する上にお いて不可欠である。また高等学校においても1.2.3年に 各々1回以上の自然科学博物館の見学は教科書の内容か ら見ても重要であり、博物館を活用して学校の授業を受 けた生徒と、見学しない生徒の差は、その認識の深さや 正確さにおいて雲泥の差がつくばかりでなく、理科に対 する興味や向学心を高める上においても比較にならない 大きな差となって現われる。「事実筆者が入館した中学」 高等学校の学生に対し「あなた方は生物の勉強が面白い ですか?」とたずねて、「全然面白くない!! 嫌いで仕 様が無い!!」と云う生徒の原因を探ってみると殆んどが 生物学、即ち学校の授業をたゞ暗記的に覚えようとして いて、生命の進化の自然史の大きな流れの中に学校の授 業や教科書の内容を位置付けたり、判断することの出来 ないでいる事が多い。そこでこれら生物学に興味を持た ない、学生、生徒を連れて陳列館で教科書内容を1つず つ説明し、意義や自然史上での位置付けと認識、何故生 物学を勉強するのか? その目的や問題解決学習を一緒 に学ぶとはじめて目覚めて、それをきっかけに生物の授 業に興味を示すようになった生徒が多く、学校の担当教 師からも御礼を云われる事が度々あった。博物館教育に おいては、日本よりはるかに先進国と云われているイギ リスやフランス、アメリカ、西ドイツでは早くから博物 館見学が学校教育のカリキュラムの中に義務付けられて いる。又日本でも、15年程前から「生命科学に関する 教育制度の再検討が必要である。特に高等学校以下にお ける生物学教育が、従来、単なる暗記課目として取扱わ れ、正しい科学教育が行なわれていないことについて十 分な反省を行ない生命科学教育の根本的な再検討を行な って、早急な対策を講ずる必要がある」 ―― 日本学術会 議編1970年以降の科学技術について — の中に強く小 中,高等学校における生命科学に関する新らしい教育の 検討が叫ばれているところからも日本でも、小、中、高 等学校の理科教育上における科学博物館の活用を欧米先

進国のようにカリキュラムの中に義務づけるべきではないか? |

現在日本における中学校および高等学校の理科教育に使用している教科書は都会でも地方でも殆んど同じであるため,これら理科教育の内容に合せた特別展示や移動展示を企画して,地方の中学校や高等学校の理科教師と緊密な連絡の上で,タイミングよく地方での移動展示を催すことは中央の国立科学博物館の学校理科教育上における重要な役割と云えるだろう。

現在日本各地に多くの博物館が林立してはいるが,未 だその資料の数や研究において国立科学博物館とは比較 にならないので,日本全国の中学校,高等学校における 理科教育のための催しや援助は,中央の国立博物館の大 きな役割であり,地方の博物館の今後の隆盛を促す意味 からも重要である。

更に筆者が気付いたことに、生物の進化を学ぶことに よって生命を尊重する態度や、博愛の心を函義する延長 線上の問題として、多くの国の教科書、例えばアメリカ のESSC、イギリスのナフィルド、ソヴィエットの教 科書等においては人種問題、人種差別の問題に関する考 え方の是正や人類平和の問題について記されているのが 見られる。これらの国々では、あえて教科書で取り上げ なければならない程人種問題が深刻な問題である証拠か も知れないし、日本人は単一民族で人種間の問題の難か しさが理解出来ないのかも知れない。しかし今後日本人 が広く国際社会に活躍し、多くの人種の中で色々な問題 を考えたり、取組んで行く上において考え方や判断の基 礎として生命の進化上から見た人間観や生命観を持つこ とは必要な条件となって来ているのではなかろうか? 現在では特にアフリカの飢餓問題や旱魃問題に対する考 え方や、6億年と云う長大な時間の流れに対し人生80 年と云う時間がどれ程短かいものであるか? 6億年を 365日(1年)に例えて換算させて見て、人生の短さ と尊さを実感として把握させることも大切ではないかと 思う。この認識のあるのと無いのとでは人生観も大きく 変って来るだろう。

未だ研究不足の点が多く目立ち書き足りないところばかりで,発表するには気遅れのする思いですが,一日も早く学校理科教育上において博物館の活用がなされることを願い,これを機に多くの関係者,学芸員の方々から貴重なご意見が出され,学校教育と博物館との協力体制が出来る様に,私の国立科学博物館における教育体験から学校教育と自然科学博物館の協力の有り方の一端を述べさせていたゞきました。

なおこの論文作成に当りご協力いたゞきました埼玉大 学博物館学研究室の新井重三先生および,文部省初等中 等教育局小学校課,奥井智久教科調査官に心から感謝の 意を表します。

 $P69 \sim 76_{\circ}$

31 用 文

. 生物の種類と生活、

石田清一、1964、理科教育と博物館、博物館研究、Vol37、ル4、Pl~2。 文 部 省、1978、各学年の目標及び内容、小学校指導書理科編、P16~91。

,1983,中学校理科の目標,中学校指導書理科編

,自然を調べる能力と態度の育成 , " $P11 \sim 13_{\circ}$

. 理科における、基本的な概念の形成、 // $P14 \sim 16_{\circ}$

 $P99 \sim 107_{\circ}$

,生物どうしのつながり,

, 地殻とその変動, $P107 \sim 115$

. 人間と自然. P116~121°

,理科の目標,高等学校学習指導要領解説 P3.

, " ,生物の性格。 P38. ,生物の目標, P390

,生物の内容とその取扱い. " $P40 \sim 46_{\circ}$

参 考 文

渡辺亜子、1978:アメリカにおける博物館ボランティア、博物館研究、Vol13、%89,P9~12。 新井重三、1956:各国における博物館の教育活動資料に接して、博物館研究、Vol29、44、P1~10。 Adam.T.R.他46名、1956:博物館の教育活動、 , Vo 129 , 16 9 , P13 ~ 337 ∘

大各茂他6名,1960:特集博物館の教育活動について、 , Vol33, 168, P1~13.

小野木三郎他6名,1960:座談会博物館と教育, , Vol42, M4, P10~18.

福田繁他18名、1964:特集学校教育と博物館、 . Vo 1 37 . M 3 . P 1~30. 石田清一他13名,1964:特集学校教育と博物館、 , Vo 1 37, M4, P1~28.

伊藤昇他14名、1964:特集学校教育と博物館、 , Vol37, 165, P1~20.

鈴木敦省 ・・・・・)著 , 1983:デューイの教育目的論 , 新教育原論 , P15~19。

岡本包治