

自然史系博物館を利用した脊椎動物の進化史の学習 —教員養成大学・学部における地学・生物教育改善の試み—

河村 愛* 河村 善也**

* 富山大学学術研究部教育学系

** 名誉教授

Learning of Vertebrate Evolution Using Natural History Museums: An Attempt to Improve Earth Science and Biology Education in Educational Universities and Faculties

Ai KAWAMURA* and Yoshinari KAWAMURA**

*Faculty of Education, University of Toyama, Toyama 930-8555, Japan

**Professor Emeritus of Aichi University of Education, Kariya 448-8542, Japan

I. はじめに

小・中学校や高等学校用の「学習指導要領解説（理科編または理数編）」（文部科学省，2018a, b；2019）では、「指導計画と内容の取扱い」の章で、理科の学習指導に「それぞれの地域にある博物館，科学学習センター，植物園，動物園，水族館，プラネタリウムなどの施設や設備を活用することが考えられる」とし，それらの積極的な利用が推奨されている。しかし，それらを訪れた経験が乏しく，それらについての知識も乏しい小・中学校や高等学校の教員に，それらの利用を単に呼びかけるだけでは，日常の多忙な業務の中で，教員がそれらを利用した学習を着想し，積極的に計画を立て，それを実践することは現実には難しいであろう。そこで，筆者らは教職に就く前の大学教育，特に卒業後に学生の多くが教職に就く教員養成大学・学部での教育で，それらの施設や設備の利用を授業に取り入れ，それらについての知識や経験を学生に与え，教員になってから，それらを積極的に利用する素地をつくることで，小・中学校や高等学校でそれらの利用が促進され，実物に即した理科教育の推進に役立つと考えた。上述の文部科学省（2018a, b；2019）に例示されている施設や設備のうち，教員養成大学・学部の地学・生物教育には，博物館（自然史系博物館）と動物園が特に適していると考えられるが，それらの施設で学べることは非常に多い。そこで筆者らは，その中で哺乳類を含む脊椎動物の進化史というテーマを中心に，それらの施設の利用を取り入れた授業を行ってきた。このテーマを中心にしたのは，(1)河村・河村(2014)

が指摘しているように，小・中学校の理科や高等学校の地学・生物の教科書に，脊椎動物の進化史に登場する恐竜や始祖鳥，マンモスなどの太古の脊椎動物が多く取り上げられていること，(2)自然史系博物館の多くでは展示の中心に太古の脊椎動物が据えられていて，そのようなテーマを学ぶのに自然史系博物館が非常に適した施設であること，(3)動物園ではそこで飼育・展示されている脊椎動物（主に哺乳類）を観察することによって，生きた動物からその進化を学ぶことができることが主な理由となっている。自然史系博物館と動物園のうち，後者については河村・河村（2019, 2021）が教員養成大学・学部の地学・生物教育の改善という観点から，そこで何をどのように学ぶかについて，またそこでの授業の実践例をまとめている。一方，自然史系博物館では脊椎動物の進化史を学べるだけでなく，地域の地学的現象や動植物，博物館のしくみや役割を学ぶことができる。そこで，本稿では自然史系博物館で何をどのように学べるのか，またこれまでにそれを利用して行った授業例を紹介する。

II. 授業で利用した博物館

筆者らは，富山大学の学部授業の「地球地域学巡検」と大学院授業の「地学特論演習」の一部として，また愛知教育大学の学部授業の「地学実験」や「地学野外実習」，「古生物学」，「古生物学演習」などと大学院授業の「古生物学特論演習」の一部に，自然史系博物館での実習を取り入れてきた。実習を行ったのは，表1にまとめた中部・近畿地方にある多くの博物館である。

表1 筆者らがこれまでに授業で利用した自然史系博物館。

●大規模館, ○小規模館, ◇大学博物館	
長野県	
○野尻湖ナウマンゾウ博物館	
○戸隠地質化石博物館	
岐阜県	
○瑞浪市化石博物館	
愛知県	
●豊橋市自然史博物館	
滋賀県	
○みなくち子どもの森自然館	
京都府	
◇京都大学総合博物館	
大阪府	
●大阪市立自然史博物館	
兵庫県	
●兵庫県立人と自然の博物館	

受講者は、主に理科専攻（愛知教育大学では地学専攻）の学生で、彼らが将来教員になってから博物館利用を積極的に行う動機づけになるよう、同じ学生が異なった特色をもった博物館を体験できるように同じ学生が受講する複数の授業に博物館を利用した実習を取り入れた。これら博物館で行った実習には、博物館の特色に合わせて、次の3つのタイプのものがある（図1）。

タイプ1の実習：野外実習あるいは巡検の一部として、実習地やその近くにある博物館の展示を見学するタイプで、授業の主体は野外での実習である。表1の小規模館や大学博物館での実習はこのタイプで、博物館での滞在は1～2時間程度である。小規模館では、その地域の地質や化石の展示があるほか、脊椎動物化石の展示があり、筆者らはそれらの詳しい説明を行った。たとえば、表1の瑞浪市化石博物館では、動物園では見られない絶滅哺乳類の束柱目の代表的な種類であるデスモスチルスとパレオパラドキシアの全身骨格のレプリカが展示されている。まだ十分に脊椎動物化石についての知識のない学生がこれらを見ると、「恐竜だ」という声が上がることがあるが、なぜこれが恐竜ではなく哺乳類なのかという素朴な疑問に全身骨格を見ながら答えておくのも、学生が将来教員になったときに役立つ経験になる。一方、京都大学総合博物館の展示は、この大学で行われてきた研究に関するもので、その中に脊椎動物化石に関するもの（たとえばナウマンゾウ）もある。河村・河村（2016）が述べているように、京都には世界文化遺産に登録された文化財が多数あり、学生が将来教員になって小・中学校や高等学校の修学旅行の引率で訪れる機会も少なくないので、学生が世界文化遺産の地学的背景を知っておくことは有意義なことで、筆者らはそれを知るために野外での実習を行ったが、その際にこの博物館の見学も実習に含めた。実際にこの博物館には、修学旅行生が訪

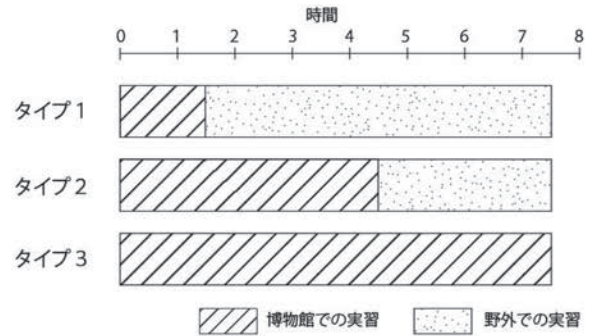


図1 自然史系博物館での3つのタイプの実習イメージ。時間は、1日の授業時間で休憩時間や昼食時間を、野外での実習の時間や博物館での実習の時間を含む。

れることもあるとのことである。

タイプ2の実習：泊りがけの野外実習の一部として行うことが多かったが、博物館を訪れた日の授業の主体は、博物館での実習である。大規模館（表1の大阪市立自然史博物館と兵庫県人と自然の博物館）での実習で、博物館での滞在は4～5時間程度である。これらの大規模館では、その地域の地質や化石の展示が多いだけでなく、脊椎動物化石の展示も非常に多いので、実習には多くの時間がかかるからである。展示の説明は筆者らが行ったが、さらに事前に依頼をして、当該博物館の学芸員の案内で収蔵庫、研究室、実験室、展示のための準備室、化石のクリーニング室、標本などの物品の搬入施設、標本作成や研究用の機器がある部屋などバックヤードの見学も行った。現職の学芸員から直接に話を聞くことができ、普段は見ることができないバックヤードの見学ができたことで、学生は博物館のしくみや役割についての理解を深めることができたはずである。

タイプ3の実習：野外での実習を伴わない博物館のみでの実習で、1日の4時限分の授業にあたる7～8時間を博物館に滞在して行うタイプの実習である。表1の大規模館のうち、豊橋市自然史博物館で実施した。なお、この博物館での実習は、タイプ3のものとは別の授業で、周辺の野外での実習と組み合わせてタイプ1の実習として行ったこともあり、そのほかに河村・河村（2019）がまとめているように、博物館と同じ敷地内にある動物園での実習と組み合わせて実施したこともあった。一般に大規模館では、大学の小規模な講義室や実験室のような部屋があり、それを使って大学と同様の講義が行えるが、豊橋市自然史博物館にも小・中学校や高等学校の理科室のような「学習室」があり（図2）、実習ではこの部屋で講義形式の説明を、展示室（たとえば図3）では化石・現生標本やレプリカの観察を行った（詳しくは後述する）。表1の大規模館の中で豊橋市自然史博物館を本稿のテーマの中心である脊椎動物の進化史の学習の場として選び、タイプ3の実習を行ったのは、次の理由による。(1) この博物



図2 豊橋市自然史博物館の「学習室」。30人まで収容できる。



図3 豊橋市自然史博物館の「中生代展示室」

館は地球の歴史を中心のテーマとした博物館であり、しかも脊椎動物化石に関する展示が充実している。筆者らの実習のテーマに最適であること、(2) 展示室が地球の歴史に合わせて、「古生代展示室」、「中生代展示室」、「新生代展示室」と分けられているので、脊椎動物の進化史のシナリオに合わせて展示室を順に巡ることで、「学習室」での講義形式の説明の流れを学生が理解しやすいこと、(3) 「学習室」と各展示室が接近していて、容易に往復ができること、(4) このタイプの実習は愛知教育大学の学生を対象に行い、この博物館が大学と同じ県内にあり交通アクセスが良いことから、受講する学生が容易にこの博物館に来られることなどである。

本稿では次に、豊橋市自然史博物館で行った脊椎動物の進化史を学ぶタイプ3の実習について(1) 実習の前に学んでおく必要がある基礎知識、(2) 実習の内容のもとになった参考図書、(3) 実際に行った実習の内容をまとめる。

III. 博物館で脊椎動物の進化史を学ぶ

1. 必要な基礎知識

自然史系博物館で、脊椎動物の進化史やその中に登場する太古の脊椎動物をテーマに実習を行う際には、博物館で実習に使える時間が限られていることから、動物園での実習の場合と同様、学生は事前に必要な基礎知識を学んでおく必要がある。一つの授業の一部を実習に当てる場合は、実習を授業の最後におき、その

前に大学の教室で行う複数回の授業で学生が基礎知識を学べるようにする。河村・河村(2019)は、動物園での実習に必要な基礎知識として、(1) 動物の分類と名称、(2) 脊椎動物の骨格の基本構造、(3) 地球史の時代区分、(4) 哺乳類の進化史の概要、(5) 動物地理区とその成立過程、(6) 骨や歯による種類の区別をあげている。そのうち(4)以外は、そのまま自然史系博物館での実習にも当てはまる。(4)の哺乳類の進化史の概要は、動物園で飼育・展示されている動物の多くが哺乳類だからで、自然史系博物館では哺乳類以外の脊椎動物の展示も多いので、ここでは(4)を、哺乳類を含む脊椎動物の進化史の概要とし、学生には以下のような内容を基礎知識として学ばせておく。

脊椎動物(分類学的には門または亜門の階級)は、コルバートほか(2004)の分類方式に従えば、無顎綱、棘魚綱、板皮綱、軟骨魚綱、硬骨魚綱、両生綱、爬虫綱、鳥綱、哺乳綱の9グループで構成される。各グループの内容やそれぞれの詳しい進化は、後述の博物館での化石の実物やレプリカの観察を伴う実習で学ぶことにするが、まずは各グループが地球史の中で、いつ出現し、いつ発展・繁栄をし、いつ衰退して遂には絶滅したのか、あるいはいつ出現や発展・繁栄があり、その後も繁栄が続いているのかを知ることで、脊椎動物進化の概要を把握する(コルバートほか、2004の図1-2参照)。このことは化石記録をこれらのグループに分け、地球史の時代ごとに各グループに含まれる種類数を数えて集計することで明らかになる。

具体的に、9グループのそれぞれについて見ると、顎のない最も原始的な脊椎動物である無顎綱は、カンブリア紀に現れ、シルル紀後期からデボン紀前期には、やや繁栄するが、デボン紀後期以降にはやや衰退し、ペルム紀末にほぼ絶滅した。無顎綱の化石記録は、その後はほぼ途絶えるが、ヤツメウナギなど現生のものがあるので、長い期間にわたって細々と生き残ってきたのであろう。古い型の魚類である棘魚綱と板皮綱はシルル紀後期に現れ、デボン紀後期に最も繁栄するが、その後は衰退し、ペルム紀の間にすべて絶滅した。新しい型の魚類で、その後に水域の支配者となる軟骨魚綱と硬骨魚綱は、デボン紀前期に現れる。その後、ペルム紀までは両者ともそれほど目立って繁栄はしないが、三畳紀以降の歴史には両者に著しい違いが生まれた。前者はペルム紀以前の状態がその後現在まであまり変わらないが、後者は三畳紀以降、時代とともに発展し続け、現在は繁栄の絶頂にある。最初の陸棲脊椎動物であり、これまでに述べたグループ(魚類)と違って前後肢をもつ両生綱はデボン紀後期に現れ、石炭紀に発展し、ペルム紀に最も繁栄した。その後は著しく衰退したが、現在まで生き残っている。完全な陸棲脊椎動物となった爬虫綱は、石炭紀後期に出現し、ペルム紀からジュラ紀にかけて著しく発展し、白亜紀には

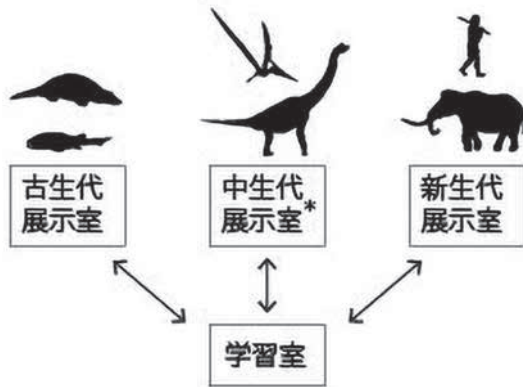


図4 豊橋市自然史博物館の「学習室」と古生代・中生代・新生代の各展示室を往復して行う脊椎動物の進化史の学習のイメージ。*この展示室に隣接する「自然史スクエア」(ティラノサウルスとトリケラトプスを展示)と「エドモントサウルス展示室」(この恐竜と関連する恐竜類も展示)の展示を含む。そのほか、「郷土の自然展示室」の展示も利用した。

最も繁栄したが、白亜紀末の大量絶滅でかなりの種類が消え去ったことにより、新生代に生き残ったものはかなり少なくなった。真の飛行を獲得した鳥綱はジュラ紀に出現し、白亜紀前期には少数であったが白亜紀後期から古第三紀初めに急激に発展して、現在は繁栄の絶頂にある。哺乳綱は種々の優れた特徴をもったグループで、鳥綱のように現在は繁栄の絶頂にあるが、その出現は三畳紀後期であり、ジュラ紀と白亜紀の非常に長い期間には少数者であった。哺乳綱が大発展するのは、白亜紀末の爬虫綱の大量絶滅のあとで、古第三紀初頭以降である。

2. 参考図書

化石の証拠にもとづいて脊椎動物の進化史や太古の脊椎動物を研究する分野は脊椎動物の古生物学(古脊椎動物学)と呼ばれるが、それに関する教科書は欧米で数多く出版されてきた。その代表的なものに、コルバート(1955, 1978), Romer(1966), Carroll(1988), コルバート・モラレス(1991), コルバートほか(2004), Benton(2014)などがある。これらのうち、アメリカの古生物学者のコルバート(Edwin Harris Colbert; 1905-2001)の著作は、50年近くにわたって改訂が繰り返され、出版が続けられてきた名著で、日本語にも翻訳されている。改訂に応じて、日本語版も改訂版が出版されているが、これらの日本語版は専門家による正確でわかりやすい翻訳であり、専門用語やそれぞれの種類の訳語も適切で、教員養成大学・学部の学生が脊椎動物の進化史や太古の脊椎動物を学ぶ上での参考図書に適している。ただし、内容が古くなった部分があるので、それらの大学・学部の教員が、これをもとに脊椎動物の進化史を解説する際には、必要に応じて新しいトピックも加えて説明するのがよいであろう。

コルバートのこの著作には、簡潔にまとめられた概要版(Colbert, 1983a)もあり、脊椎動物の進化史を手短かに知ることや、それに関する英語表現を学ぶのに適している。筆者らは教員養成系の大学院(修士課程)の学生の英文講読にこれを利用した。

3. 豊橋市自然史博物館での実習

この博物館でのタイプ3の実習は、愛知教育大学の主に地学専攻の学生を対象とした「古生物学」の授業の15回分のうち、最後の4回分を当てて休日に実施した。その4回分に当たる大学での授業は、その振り替えて休講とした。学生は大学の授業時間の開始の頃(9時)に博物館に集合し、一般の観覧者の見学終了時間(16時30分)まで実習を行い、終了後に博物館で解散した。受講者には、生物専攻の学生の一部が加わることもあったが、それを含めても総数は30名以下で、「学習室」に収容できる人数であった。実習は、前記のColbert(1983a)やコルバートほか(2004)のシナリオにしたがって、地球史の中で起った脊椎動物の進化を学ぶというもので、学習の方法は「学習室」でまず講義形式での説明を行い、区切りのよいところで教員と学生がいっしょに展示室へ移動し、化石標本やレプリカの観察を行った。特に大型の標本やレプリカでは、教員が指示棒やレーザーポインターを用いて観察のポイントを示した。観察が終わると全員が「学習室」に戻り、講義形式の説明を再開した。このような「学習室」と展示室の往復を繰り返して実習を進めた(図4)。その際に使用した展示室は、主に「古生代展示室」と「中生代展示室」(図3)と「新生代展示室」であるが、そのほかに現生脊椎動物やそれに関連する標本の観察には「郷土の自然展示室」を利用し、「中生代展示室」での観察を補足するために、それに隣接して恐竜類の実物標本やレプリカのある「エドモントサウルス展示室」や「自然史スクエア」も利用した。このような方法で実習を行うことによって、講義形式の説明の内容を、そのつど化石標本やレプリカで確認できるので、大学の教室のみで行う授業より学生の理解がはるかに深まることが期待できる。「学習室」では説明の要点を板書し、学生はそれをノートに書き写した。実習終了後にノートを提出させ、板書の内容がノートに書かれていれば基礎点を与え、それ以外に口頭の説明や展示室で観察したことが書かれていれば加点するという方法で、成績評価を行った。

次に実習の内容を脊椎動物進化のシナリオに沿って、順に説明するが、実習の際に進化史の各段階で観察した標本やレプリカについても簡単に触れる。

脊椎動物の起源:脊椎動物はナメクジウオ型の原索動物から進化したと考えられるが、脊椎動物の基本構造と現生ナメクジウオのそれとの共通点や相違点を「学習室」で学ぶ。一方、現生ナメクジウオの実物標

本は「郷土の自然展示室」にあるので、その観察も行う。

最初の脊椎動物：脊椎動物の9グループの中で最初に現れたのは、顎をもたない魚類の無顎綱で、その口は「吸い込み口」であり、いずれの種類も小型であった。無顎綱には古生代のものと、現生のヤツメウナギのような特殊な生活をする生き残りのものがあり、両者は体の形がまったく違う。特殊な生活や、古生代のものと異なった体形をもつことで生き残れたのであろう。「古生代展示室」では、この綱のピカイアなどの化石が観察できる。

顎の発生：脊椎動物が、古生代にも多数生息していた無脊椎動物に対して優位に立つことができたのは、顎の獲得という1回目の「革命的事件」が起きたからである。顎はもともと鰓（えら）を支えていた鰓弓という骨が変形し、ものを咬む装置に変化することによって生じた。顎を獲得した最初のグループが棘魚綱と板皮綱で、「古生代展示室」にはこれらの化石や模型がある。顎の獲得を説明するのによく用いられるアカントデス（棘魚綱）の化石や、顎の獲得でより硬いもの、大きいものが食べられるようになり、それを使って他の動物を攻撃することもできるようになって巨大化した板皮綱の模型（ダンクルオステウス）の展示もあり、そのほかにもこれらの綱のいくつかの種類がその展示室で観察できる。

魚類の多様化：デボン紀には、それ以前のものに加えて、軟骨魚綱と硬骨魚綱といった新しい型のグループが現れ、魚類の5綱がすべて出そろって、魚類の世界が多様になった。

新しい型の魚類：軟骨魚綱と硬骨魚綱は、体のつくりや進化のパターンが大きく異なり、互いに対照的なグループである。軟骨魚綱の体形は限られていて、それには基本的なものとして、サメ型のものやエイ型のものがある。この綱の最古のものはデボン紀のクラドゼラケで、これはまさしくサメ型の魚であることは「古生代展示室」にある模型を見ればわかる。エイ型のものが化石記録に現れるのは、ずっと後のジュラ紀以降のことである。硬骨魚綱は条鰭亜綱と肉鰭亜綱に分れるが、白亜紀以降で現在までの時代に特に大繁栄をして種類が非常に多いのは前者で、その体形もきわめて多様である。そのことは、「中生代展示室」などにある化石標本や、豊橋周辺の現在の海に生息する多様な魚類の標本（「郷土の自然展示室」にある）を見ればわかる。

脊椎動物の上陸：硬骨魚綱の中で肉鰭亜綱は、デボン紀に出現しているが、いつの時代も種類数や生息数が少ない少数者であった。しかし、そのメンバーから最初の陸棲脊椎動物の両生綱が進化したという点では、きわめて重要なグループである。そのメンバーというのは、デボン紀後期のエウステノプテロンで、その化石は「古生代展示室」で見られる。エウステノ

プテロンは鱗（ひれ）をもっているが、その子孫で同じデボン紀後期のイクチオステガは前後肢をもっており、これが最初の両生綱の動物である。イクチオステガは、前後肢を使って陸上で運動する最初の動物ということになる。脊椎動物の上陸、すなわちエウステノプテロンからイクチオステガへの移行は、「古生代展示室」で模型を使ってわかりやすく展示されている。この上陸を可能にした前後肢の獲得は、脊椎動物の進化史に起った2回目の「革命的事件」である。

両生綱の進化：両生綱は陸棲脊椎動物と言っても、一生に一度は産卵のために水辺に戻る必要があったので、完全に水辺から離れることはできなかった。石炭紀からペルム紀に栄えた両生綱については、その代表的な種類のエリオプスの全身骨格のレプリカや、その他の種類の頭骨のレプリカが「古生代展示室」にあって、それを観察してその骨格の特徴を知ることができる。一方、われわれが知っている両生綱は、カエル類がその代表であるが、現生のカエル類の骨格は「郷土の自然展示室」で見られる。カエル類は化石の記録から三畳紀に出現し、現在まで生きのびている両生綱の生き残りのグループの一つであることがわかっている。石炭紀やペルム紀の両生綱が陸棲脊椎動物の一般的な骨格の構造をもっているのに対して、カエル類の骨格はそれとは大きく異なっていることを、両者を比較して学ぶ。カエル類は、他と異なった体の構造や習性をもつことによって生きのびてきたグループであり、このような比較で典型的な両生綱の動物はカエル類ではなく、上記のエリオプスのような動物であることがわかる。

爬虫綱の出現：両生綱と爬虫綱の根本的な違いは、前者にはない羊膜卵を後者が産むことである。羊膜卵は乾燥に耐えられるので、それを獲得することで爬虫綱は陸地のどこへでも進出できるようになった。そのため羊膜卵の獲得は、3回目の「革命的事件」と見なされる。ところが卵は化石に残りにくいので、爬虫綱の出現がいつ起こったかを知るには、この違いは役立たない。一方、両生綱と爬虫綱の違いは骨格にも見られるので、化石に残る骨格の特徴で爬虫綱の出現を知ることができる。両者の骨格の違いは、「古生代展示室」にあるエリオプス（両生綱）とディメトロドン（爬虫綱）の全身骨格のレプリカを比べることで理解できる。

爬虫綱の大発展と大量絶滅：爬虫綱は出現後、すぐに多くのグループに分かれて進化した。そのうち、哺乳類型爬虫類は多くの種類のレプリカが「古生代展示室」に展示されている。上記のディメトロドンは、背中に「帆」がある特徴的な体型をもったペルム紀の哺乳類型爬虫類の動物で、そこでは全身骨格のレプリカを観察できる。Colbert (1983b) は、恐竜に間違えやすい動物の一つとしてあげているが、ディメトロドンがなぜ恐竜ではないのかを、「中生代展示室」などに

ある恐竜の標本やレプリカと比較して考えさせる。爬虫綱の中心をなすグループは主竜類で、その主要なメンバーには三畳紀から白亜紀に大発展をし、陸棲の中型～超大型動物となった恐竜類、脊椎動物で初めて真の飛行能力を獲得した翼竜類、このグループで唯一白亜紀末の大量絶滅を切り抜けて現在も生き残っているワニ類がある。恐竜類は竜盤類と鳥盤類という2つのグループからなり、その違いは「中生代展示室」などにある多くの全身骨格のレプリカや実物標本で観察できる。そこにあるティラノサウルスやユアンモサウルスなどは竜盤類、エドモントサウルスやトリケラトプスなどは鳥盤類である。ティラノサウルスなどを含むグループ（獣脚類）以外の竜盤類と鳥盤類のすべては植物食であり、恐竜類の中で肉食のものは全体として、けっして多くはなかった。翼竜類も「中生代展示室」で観察できるが、そのメンバーはすべて共通した翼の構造をもち、それは後述の鳥綱や哺乳綱のコウモリ類とは異なる。その違いも「中生代展示室」と「郷土の自然展示室」の化石のレプリカや現生標本で学ぶことができる。上記のように爬虫綱は完全な陸棲脊椎動物となったグループであるが、その中に海に戻ったものがあり、それは主竜類以外で三畳紀から白亜紀に大発展した海棲の爬虫綱の動物である。その代表的なものに「イルカ型」の魚竜類と「ネッシー型」のプレシオサウルス類（鰐竜類）があり、いずれも「中生代展示室」に標本やレプリカがある。Colbert (1983b) は、プレシオサウルス類も恐竜に間違えやすい動物の一つにあげているが、なぜ恐竜ではないのかを学生に考えさせる。白亜紀末に起きた大量絶滅では、あれほど栄えていた恐竜類、翼竜類、魚竜類、プレシオサウルス類が地球上から消え去った。この大量絶滅のときにも絶滅しなかった爬虫綱の主なものに、カメ類とヘビ・トカゲ類があり、それらの現生標本は「郷土の自然展示室」で見ることができる。

鳥綱：前肢が変化した翼と羽毛をもち、真の飛行をするグループで、恐竜類のうち、鳥盤類ではなく竜盤類のうちの肉食性の小型の種類から進化した。そのような祖先とのちの鳥綱の動物の中間的な特徴をもつジュラ紀中期のシツチョウ（始祖鳥）の化石はよく知られており、「中生代展示室」ではそのレプリカが観察できる。

哺乳綱の起源：哺乳綱の祖先は、前記の哺乳類型爬虫類の進歩した種類で、三畳紀後期にはそれから最初の哺乳綱の動物が現れた。河村・河村 (2019) が述べているように、中学校や高等学校の教科書にあげられている爬虫綱と哺乳綱を区別する特徴は、ほとんどが化石として保存されないものであるが、両者は骨格の特徴でも区別できる。哺乳類型の顎関節構造をもった動物が化石記録に最初に現れるのが三畳紀後期であるから、その時期に最初の哺乳綱の動物が出現したと考

えられる。

中生代にいた哺乳綱の動物：三畳紀後期に出現した哺乳綱の動物は、ジュラ紀と白亜紀に多くの種類に分れて進化した。そのことは河村・河村 (2019) の図2にわかりやすく示されている。それらはすべて陸棲の小型動物であった。このことは、哺乳綱よりやや早く三畳紀中期に現れた恐竜類がいち早く陸棲の中・大型動物の生態的地位を占めてしまい、哺乳綱が入り込める余地が、小型のものしかなかったことによるのであろう。それら多くの中生代の哺乳綱の中で、白亜紀には育児嚢をもつ有袋類と、胎盤をもつ有胎盤類が現れた。

胎盤をもつ哺乳綱の動物の大発展：白亜紀末の大量絶滅で爬虫綱の多くのグループが消え去ると、地球上の生態的地位に多くの空白が生じた。そこに入って大発展を遂げたのが有胎盤類で、古第三紀の初めにはその中に陸上、海中、空中のさまざまな生活に適応して、多様な種類が現れた。そのことも、河村・河村 (2019) の図2にわかりやすく表されている。多様な有胎盤類をわかりやすくまとめると、古い特徴を残した陸棲の小型の種類からなるグループ（「食虫目」）、真の飛行能力を獲得した小型動物のコウモリ類（翼手目）、前後肢に蹄（ひづめ）をもち植物食で陸棲の中・大型動物になったグループ（奇蹄目や偶蹄目など）、中・大型で陸棲の肉食動物になったグループ（食肉目の裂脚類）、陸棲で植物食の小型動物になったグループ（齧歯目と兎目）、南アメリカで他の大陸のものから隔離され進化した陸棲の中・大型のグループ（南蹄類や貧歯目などで多くは植物食）、海に進出し大型～超大型になったグループ（鯨目、海牛目、束柱目）、陸棲で植物食の大型動物になったグループ（長鼻目）、次に述べるサルグループ（霊長目）などとなる。これらで絶滅したものの標本やレプリカの多くは「新生代展示室」に、現生のものは「郷土の自然展示室」に数多く展示されている。

霊長目の進化と人類の起源：霊長目は、基本的には森林の樹上生活に適した果実食や雑食の中型動物で、そのような生活に適した体のつくりをもっている。古第三紀の初めに出現し、新第三紀に起きた草原の増加に伴って、草原で生活するものも現れた。人類は、そのように森林から草原に出てきたグループの一つで、森林に残ったゴリラやチンパンジーなどの類人猿とは、新第三紀に分化したと考えられる。「新生代展示室」には、人類の特徴がよくわかる人類化石のレプリカや人類進化の展示があり、それをもとに人類の起源を考えることができる。

人類の発展と第四紀の自然：人類が発展し、最終的に現在の状態に至ったのは第四紀のことである。その時代の人類の進化・発展やその背景となった第四紀の自然環境について、この実習のしめくりとして、「新

生代展示室」の展示で学ぶ。河村・河村（2018）がわかりやすくまとめているように、第四紀は地球史の中の特別な時代で、人類の時代、寒冷な氷河時代、環境激変の時代がその三大特徴である。その前の氷河時代は石炭紀後期からペルム紀前期であり、その時代の脊椎動物の世界は第四紀とまったく違っていった。陸生のもものでは、両生綱が発展した時代であり、爬虫綱が出現して間もない時代で、鳥綱や哺乳綱は存在しなかった。その後の時代に起った上記の恐竜の大繁栄、鳥綱や哺乳綱の出現、有胎盤類の大発展などの事件は、氷河時代と氷河時代間の非常に長い温暖期に起ったものである。

IV. まとめと今後の課題

小・中学校や高等学校理科の「学習指導要領解説」で積極的な利用が推奨されている施設・設備のうち、ここでは自然史系博物館を利用して教員養成大学・学部の学生を対象に、筆者らがこれまでにやってきた実習についてまとめた。そのような実習を行ったのは、それらの大学・学部の学生の多くが、卒業後に小・中学校や高等学校の教員になるので、自然史系博物館での実習の経験は、彼らが教員としてそのような施設を利用しようとする素地をつくることになると考えたからである。筆者らが中部・近畿地方の博物館で行ってきた実習には、野外での実習に付随した短時間のもの（タイプ1）、博物館と野外での実習がセットになっているが、博物館では展示を用いた学習とバックヤードの見学を行い、それに1日の実習時間の半分以上を当てるもの（タイプ2）、博物館に1日の実習時間のすべてを当て、脊椎動物の進化史を、講義形式の説明と標本・レプリカの観察の組み合わせで学ぶもの（タイプ3）がある。これらのうち、タイプ3の実習はそれに非常に適した施設である豊橋市自然史博物館で実施したが、そこでの実習に必要な基礎知識や参考図書をまとめたあとで、そこでの実習の具体的な方法や内容を詳しく説明した。

今後の課題として、タイプ3の実習は大阪市立自然史博物館や兵庫県立人と自然の博物館といった他の大規模な博物館でも実施は可能であるが、豊橋市自然史博物館のように時代順に展示室が分けられていて脊椎動物の進化史のシナリオに沿ってわかりやすく説明できるわけではないので、その展示に合わせた工夫が必要である。どのようにすればよいのかを、各博物館の展示の実情に合わせて検討してみたい。そのことで、豊橋市自然史博物館での実習と同様のものが、他でも可能になることを目指したい。このタイプの実習を実施しての問題点としては、内容が非常に多いので全体として時間が不足することがあげられる。講義形式の説明を行った「学習室」と展示室は近接していても、

そこを何度も往復すると、多人数になるほど時間のロスが多くなるので、ロスを少なくする工夫を考えてみたい。また、実習の最後の人類に関する部分は、われわれが生きている現在の世界をどう考えるかという意味で非常に重要であるが、特に時間不足になる傾向がある。この部分について十分な説明ができなかった場合は、たとえば「これまでに学んできた脊椎動物の進化史をもとに、人類の未来を考えてみよう」という発展的な課題を学生に与え、それについて各自の考えで作成したレポートを実習後に提出させ、それを成績評価に含めるという方法で補うことも考えられる。

謝辞

筆者らが教員養成大学・学部の教育の一環として行ってきた中部・近畿地方の自然史系博物館の実習では、各博物館の学芸員を含む多くの職員の方々に協力していただいた。特に豊橋市自然史博物館の安井謙介氏と吉川博章氏、大阪市立自然史博物館の樽野博幸氏と田中嘉寛氏、兵庫県立人と自然の博物館の鈴木武氏と三枝春生氏、みなくち子どもの森自然館の小西省吾氏にはお世話になった。ここにお名前をあげなかった方々も含め、それらの方々には感謝申し上げます。

文献

- Benton, M. J. (2014) *Vertebrate Palaeontology* (4th ed.). 468p., Wiley Blackwell.
- Carroll, R. L. (1988) *Vertebrate Paleontology and Evolution*, 698p., W. H. Freeman and Company.
- コルバート (Colbert), E. H. (田隅本生訳) (1955)「脊椎動物の進化」(第1版) 570p., 築地書館.
- コルバート, E. H. (田隅本生訳) (1978)「新版脊椎動物の進化」(第2版) 621p., 築地書館.
- Colbert, E. H. (1983a) *An Outline of Vertebrate Evolution*. 31p., Carolina Biological Supply Company.
- Colbert, E. H. (1983b) *Dinosaurs: An Illustrated History*. 224p., Hammond.
- コルバート, E. H., モラレス (Morales), M. (1991) (田隅本生・天野雅男・遠藤秀紀・小早川みどり・中島経夫・西尾香苗・林光武・安川雄一郎訳)「脊椎動物の進化」(第4版) 554p., 築地書館.
- コルバート, E. H., モラレス, M., ミンコフ (Minkoff), E. C. (田隅本生訳) (2004)「コルバート脊椎動物の進化」(第5版) 567p., 築地書館.
- 河村 愛・河村善也 (2014) 脊椎動物化石と地学・生物教育. 愛知教育大学研究報告 (自然科学編), vol.63, p.31-39.
- 河村 愛・河村善也 (2016) 京都で学ぶ地学と世界遺産—教員養成大学・学部における地学野外実習改善の試み—. 愛知教育大学研究報告 (自然科学編),

vol.65, p.29-36.

河村 愛・河村善也 (2018) 第四紀の環境変動と環境教育—地球史からの視点—. 愛知教育大学研究報告 (自然科学編), vol.67-I, p.23-30.

河村 愛・河村善也 (2019) 動物園で進化と地球史を学ぶ—教員養成大学・学部における地学・生物教育改善の試み—. 愛知教育大学研究報告 (自然科学編), vol.68, p.65-73.

河村 愛・河村善也 (2021) 動物園を利用した日本の自然の学習—教員養成大学・学部での理科・環境教育の一環として—. 愛知教育大学研究報告 (自然科学編), vol.70, p.72-80.

文部科学省 (2018a) 「小学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説 理科編」167p., 東洋館出版社.

文部科学省 (2018b) 「中学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説 理科編」183p., 学校図書.

文部科学省 (2019) 「高等学校学習指導要領 (平成30年告示) 解説 理科編 理数編」368p., 実教出版.

Romer, A. S. (1966) *Vertebrate Paleontology* (3rd ed.). 468p., University of Chicago Press.

(2021年9月24日受理)