

## 自主的な探究心を育む「化石」の指導

愛知教育大学附属高等学校 細山 光也  
愛知教育大学地学教室 藤堂 幸子

### 1. はじめに

地学という学問領域は、自然現象の法則性を明らかにする自然化学の中でも、時間的・空間的なスケールがけたはずれに大きく、実験をすることが不可能な場合が多い。したがって、生徒には、物理や化学においての実験にあたる自然現象の観察や観測を行わせ、実際に経験することによって科学的なものの考え方を身につけさせ、その結果にもとづいて総合的な判断をする力を身につけさせることが必要となる。

宮本ほか(1977)<sup>1)</sup>によれば、地学の目的は、「数多くの対象についてそれを総合的に探究し、これらの世界の変遷を明らかにするとともに、自然現象を支配する法則を見出し、今後の人類の発展に寄与することである」と定義されている。

地学を学ばせる目標には、

- ・自然現象に対して関心を深めること
- ・主として観察を通じて自然現象を考察し、処理する能力を養うこと
- ・自然現象に関する基本的な事実や原理・法則などに対する理解を深めること

などがあり、ものごとをある一定の立場に偏った見方をするのではなく、いろいろな角度から見ることのできる態度を養うことが重要であると考えられる。

このことについて、野々山ほか(1992)<sup>2)</sup>は、理科教育本来の姿である、「自らの疑問を解決するという能動的な学習場面」を取り戻すために「心の文化」の育成が必要であると考え、生活理想の自己確認、問題解決能力、基礎・基本の確立、を柱とした理科教育の実践報告を行っている。

この内容についての地球の歴史分野での研究報告としては、例えば、細山(1992)<sup>3)</sup>があるが、この報告では、一般に手に入りにくい化石を扱うこ

とを避け、愛知県下ならばどこでも入手が容易な礫質堆積物を取り扱っている。しかし、生徒の興味・関心を引きつける力においては、化石に優るものはない。そこで筆者らは、上記の条件を満たす地球の歴史分野の教材の一つとして、「化石」の指導モジュールを開発し、平成4年度の愛知教育大学附属高等学校の理科Iの授業の中での展開を試みた。

このモジュールは、平成六年度から施行される新高等学校学習指導要領<sup>4)</sup>で重要とされている探究活動・課題研究の例となるよう、綜合理科および地学I A、地学I B、地学IIの目標にも合致した内容とした。

なお、資料のうち、補助プリントNo1、No2「有孔虫の種類」は大江(1990)<sup>5)</sup>、No3「地質時代と古環境」は浅野(1970)<sup>6)</sup>を使用して作成した。

### 2. 指導内容

(1)日時 平成4年6月

(2)場所 地学教室(第1時、第2時)  
生物教室(第3時)

(3)学年 第1学年

#### (4)使用教材

教科書 数研出版 改訂版 高等学校理科I  
物理・地学編

副教材 第1学習社 新編 地学図解  
数研出版 地学学習ノート

地学プリント

ser. A 07「化石」

ser. A 08「微化石から古環境を探る」

補助プリント

No1, No2「有孔虫の種類」

No3「地質時代と古環境」

## 準備

シーラカンスの実物大の図（魚拓）  
化石標本およびレプリカ  
イチョウ（葉）、フウ（葉、球果）  
砂岩（知多半島師崎層群）  
砂岩を粉碎したもの  
紙箱用紙、キムワイブ  
ルーペ、アルマイト碗、鉄乳鉢  
シャーレ、顕微鏡

## (5) 単元 化石

### (6) 単元について

#### a. 単元のねらい

地球の誕生から今日までの長い歴史は、そのほとんどが「化石」と呼ばれるものによって明らかにされている。ではその化石とは、いったいどのようなものなのであろうか。

「化石」というと一般的には生物の遺骸が石のようになったもの、と思われていることが多いが、実際は遺骸そのものだけでなく、その生物の住んでいた巣穴、足跡、フンなど生物が存在していた形跡を表すものすべてを「化石」といい、また必ずしも石のようになったものばかりでなく、氷づけのマンモス、琥珀中の昆虫のようなやわらかい部分をもつものもあることをこの単元において理解させる。

化石は生物の存在の痕跡である一方、その生物が死んだ時点から岩石、砂、泥のような無機質なものと同様に、風化、侵食、運搬作用を受け、堆積物として地層の一部を形成することを示す。これはただ化石が生物の生存を表す痕跡というだけでなく、地球の歴史を知る上で重要な役割を化石に与えることになる。その役割とは、1つめに生物の進化過程を表すこと、2つめにその生物が生存していた古環境を表すこと、3つめに化石を産出する地層の堆積した時代、および不連続な地層の時代的関連を表すことの3つがあり、化石を調べることによりこれらのことが明らかにされ、地球の歴史が人間の手で復元されてきた、ということを理解させる。

また、自分の手で化石を取り出し、古環境を考

察する探究活動を実際に行うことによって、地球の歴史がどのように復元されるのかを体験させ、科学のおもしろさ、地学への興味・関心を育生する。

#### b. 本校の教育課程との関連

本校では1年次に理科Ⅰの一分野として地学領域を全員が履修し、その後理系を除いて地学を選択することはできない。このことを十分に考慮して学習を進められるよう留意する。

#### c. 系統的に見た位置

中学校においては、化石は生物の遺体やあとかたであり、過去の自然環境を知る手がかりになることを学習している。化石そのものに関する学習は行われておらず、化石そのものを扱うのは本単元が初めてである。他の地学分野との関連は、地層の対比を行う際に、特徴的な化石を使用して地層の新旧関係などの時代的関連を明らかにする、という前述の化石の役割のうち3つめにあげたものが使われている。また地質時代の区分は、生物の進化により行われており、生物の進化を知るにはもちろん化石が必要になる。

地球の過去に関するできごとは、そのほとんどすべてが化石から明らかにされており、化石はいろいろな角度から検討され、地球の歴史を知るよい道標となっているのである。

### (7) 指導計画（3時間完了）

- |                  |     |
|------------------|-----|
| a. 化石とは          | 1時間 |
| b. 微化石から古環境を考察する | 2時間 |

### (8) 指導目標

#### a. 第1時「化石とは」

科学的探究活動を行うにあたって、地球の過去を探る一つの方法として化石を扱うために、化石とは何かを正確に把握し、その役割を理解させることが本時の目標である。

化石とは、生物の遺骸そのものだけでなく、生物の生存していた痕跡をも含み、役割として以下の3つがあげられることを理解させる。

A. 古い時代のものから新しい時代のものへ生

物の進化を知ることができる。

B. 現生の生物と対比して、化石となった生物が生存していた当時の古環境を知ることができる。

C. 化石の産出した地層の時代を決定したり、不連続な地層の時代的關係を明らかにすることができる。

**b. 第2時「微化石から古環境を考察する－①」**

上記の化石の役割のうち、B. の「古環境を考察できる」、C. の「地層の堆積した時代を決定できる」を実際に生徒により深く理解させるために微化石を取りあげる。微化石は大型化石を産出しないような地層にも含まれていること、個体数が多いため統計的に処理することができ、時代決定や古環境を明らかにする上で有効なことを理解させる。

微化石を使用するのは、大型化石と違い一般的に触れる機会はないが、堆積岩中から自分の手で容易に化石を取り出す活動ができるからである。今回は微化石の中でも比較的処理・鑑定の簡単な有孔虫化石を使用することにした。

大型化石ならば露頭から探し出すということに相当する、微化石を室内において堆積物中（堆積岩中）から分離する作業を行うことにより、実際に化石を自分の手で探し出すことも体験させる。

**c. 第3時「微化石から古環境を考察する－②」**

第2時において砂岩から分離した有孔虫化石を顕微鏡で観察し、補助プリントの化石写真と比較して種類を鑑定させる。また種類別に個体数を数えて組成を求め、補助プリントの資料にもとづいて試料とした砂岩の堆積した海の古環境を考えさせ、地質時代を決定させる。

地学分野では、時間的空間的なスケールが大きく、現象を定性的にしか扱えない場合が多いが、今回の実習により客観的なデータを基に古環境、地質時代を考察できることを体験させる。地学分野においても定量的に扱える場合があることを理解させ、単元のまとめとする。

**(9)指導過程**

**a. 第1時「化石とは」**

時間	学 習 内 容	指導上の留意点
挨拶 2 (2)	・指導者と挨拶をする。	・生徒が授業を受ける体勢になっているか確認する。 ・生徒の出欠を確認する。 ・指導者の方を向いていない生徒には注意をする。
導入 5 (7)	・化石とは何かを考える。  ・次の発問の答えを考える。 「どんなものを化石と言うのか説明してください。」	・シーラカンスの魚拓を見せ、化石の証拠から大昔に生存していたとわかっていた魚が、現在にも生存していることが発見されて大騒ぎになったということから化石という言葉を出さきっかけにする。 ・プリントser. A07を配布する。 ・生徒を指名して答えさせる。
展開 1  10 (17)	・化石とは何かを正確に把握する 発問「恐竜の足跡は化石だと思うか思わないか」その理由とともに考える。 板書 化石とは古生物の遺骸や生存の痕跡が地層中に保存されたもの ・恐竜の足跡は恐竜という生物が生存した痕跡であるから化石であるということがわかる。 ・プリントの問題を解く。  ・プリントの問題を解くことにより、化石とは必ずしも石のようになったものばかりでなく、生存の痕跡として巣穴の化石、糞や卵の化石などもあることを理解する。	・生徒を指名して答えさせる。 ・生徒の答えから、どんなものを化石というのかをまとめめる。 ・板書の重要箇所アンダーラインを引いてチェックさせる。 ・生徒を指名し、板書を見て判断するように注意して答えさせる。 ・プリントの問題④は地層中に残された波の跡、⑤は地層に残された古生物の巣穴の跡、⑥は古代のシダが岩石中に残されたものと説明する。
展開 2 5 (22)	・化石のできかたを理解する。 ※生物（この場合翼竜）が死に、堆積物のたまりやすい場所（海、湖など）で腐ってゆき、遺骸の上に堆積物がたまって、生物の軟組織は腐り硬組織だけが残り化石となる。	・プリントの図に沿って説明する。 ・残るのは硬組織ばかりでない場合もあることをつけ加える。
展開 3	・化石の役割を理解する。 板書 1. 生物の進化がわかる 2. 古環境がわかる 示相化石 3. 地層が堆積した時代がわかる 示準化石	・2.の示相化石、3.の示準化石は説明の後に板書に追加する。

細山, 藤堂: 自主的な探究心を育む「化石」の指導

	<p>例 恐竜…中生代 三葉虫…古生代</p> <p>1.化石を古いものから新しいものへと並べることによって、生物の進化過程を説明できる。 2.現在の生物と比較することによって化石になった生物が死んだ当時の古環境を知ることができる。 3.地球の歴史は大きく4つに分けられ、それらは生物の進化によって分けられており、各時代に特有の生物がいることを説明する。</p>	<p>・地球の歴史は古い方から先カンブリア時代、古生代中生代、新生代に分けられていることを確認させる。</p>
10 (32)		
展開 4	<p>・化石を観察・スケッチする。 配布される化石(1セット) 古生代:三葉虫(ワリア)、ワリア 中生代:アンモナイト 新生代:ビカア(ワリア)、ワリアなど</p> <p>・スケッチの注意 ・なるべく丁寧に ・線は二重にならないように ・影はつけないか点描 ・スケールを入れる</p>	<p>・机ごとの4人に1セットずつ配布し、好きなものを選んでスケッチするよう指示する。 ・ワリアをスケッチする場合はルーペを使い、1つを詳細に観察するよう指示する。 ・スケッチの作業がはかどるよう机間巡視をし、指示説明する。</p>
13 (45)	<p>・スケッチした化石の名前・時代を地学図解で調べる。</p>	<p>・資料として地学図解p.64～p.73を指示する。</p>
まとめ	<p>・本時のまとめとして、化石の定義、役割の確認をする。</p> <p>・次時の予告 ※実際に化石を使って古環境を調べる。</p>	<p>・次時とのつながりが得られるよう留意する。 ・プリントは各自完成させて次時に提出するよう指示する。 ・本時学習した内容を使うことを強調する。</p>
5 (50)		

5 (7)	<p>・今回は2.3.について、実際に化石を取り出し、古環境および化石の含まれる地層の堆積した時代を考察することを知る。</p>	<p>・1.については、機会を改めて学習することを告げる</p>
展開 1	<p>・微化石とはどのようなものであるかを理解する。 ※化石には肉眼で確認できる大型のもの(貝、骨など)の他に、肉眼では見えないようなもの(微化石)がある。 ・微化石にはどんなものがあるかを確認する。 ・大型化石と同じく硬組織が残りのことを理解する。 ・微化石を分析することにより、古環境、微化石の含まれる地層が堆積した時代が明らかにされることを理解する。 ・今回実習の対象となる微化石である有孔虫がどんな生物であるかを理解する。 ※有孔虫はアメーバと同じ原生動物の仲間であり、石灰質の殻をもっている。</p>	<p>・プリントser.A08を配布する。 ・地学図解p.64～p.65を開くよう指示する。 ・微化石は地層中に大量に含まれているため、統計的な分析ができることを強調する。 ・有孔虫は微化石の中でも処理、鑑定が比較的容易であることを説明する。</p>
5 (12)		
展開 2	<p>・有孔虫化石が含まれていると思われる砂岩(知多半島師崎層群)を観察し、肉眼では有孔虫の存在がわからないことを確認する。 ・実習の手順を確認する。</p> <p>・砂岩から有孔虫化石を分離する処理を行う。 ※プリントの[手順①～⑥]に従う。 ※実習は二人一組で行うので一人人が試料を取りに行っている間にもう一人が試料乾燥用の箱を作っておき氏名を記入する。 ※不明な点は指導者に随時質問する。 ・処理した試料を乾燥させる。 ※時間を見計らって処理を打ち切り、試料を入れた箱を指定された場所(地学室後ろの机上)に置いて乾燥させる。</p>	<p>・砂岩を机ごとに配布する ・プリントを見るよう指示して説明を加える。 ・時間の関係上砂岩の粉碎はあらかじめ行っておき、使用した器具を教卓に置いて示す。 ・机間巡視をして質問に答える。 ・授業の残り時間を告げる</p>
33 (45)		
まとめ	<p>・次時の実習で行うことを確認する。 ※乾燥した試料から顕微鏡を使用して有孔虫化石の鑑定および統計的処理を行い、古環境および砂岩(師崎層群)の堆積した時代を推定する。 ・プリントser.A07を提出する。</p>	<p>・顕微鏡を使用するため次時は生物室で行うことを指示する。 ・処理が不十分と思われる者は、放課後処理を続けてもよいことを告げる ・プリントを回収する。</p>
5 (50)		

b. 第2時「微化石から古環境を考察する-①」

時間	学習内容	指導上の留意点
挨拶 2 (2)	<p>・指導者と挨拶をする。</p>	<p>・生徒が授業を受ける体勢になっているか確認する。 ・生徒の出欠を確認する。 ・指導者の方を向いていない生徒には注意をする。</p>
導入	<p>・通学路の途中にあるイチョウ、フウは化石として産出する「生きた化石」であることを理解する。 ・発問「化石とは何か」「化石の役割」に答える。</p> <p>板書 1.生物の進化がわかる 2.古環境がわかる 3.地層が堆積した時代がわかる</p>	<p>・イチョウの葉およびフウの葉、球果を机ごとに配布しておく。 ・生徒を指名して答えさせ答えを板書する。 ・板書は確認のためのものであり特に書き写す必要のないことを告げ前時のプリントser.A07で確認させる。</p>

c. 第3時「微化石から古環境を考察する－②」

時間	学 習 内 容	指導上の留意点
挨拶 2 (2)	・指導者と挨拶をする。	・生徒が授業を受ける体勢になっているか確認する。 ・生徒の出欠を確認する。 ・指導者の方を向いていない生徒には注意をする。
導入 3 (5)	・本時の実習で行うことを確認する。 ※乾燥した試料から顕微鏡を使用して有孔虫化石の鑑定および統計的処理を行い、古環境および砂岩（師崎層群）の堆積した時代を推定する。	・補助プリントNo.1～No.3を配布する。 ・前時に配布したプリントser. A08 および補助プリントNo.1～No.3を見るよう指示する。
展開 1 10 (15)	・本時の実習の手順を確認する。 ※前時のプリントser. A08 および補助プリントNo.1～No.3を見て確認する。  ・顕微鏡は二人で1台使用。 ・顕微鏡の使い方の確認。 ・顕微鏡は低倍率(7×4)で観察する。 ・シャーレに試料を入れすぎると重なって観察しにくい。 ・有孔虫化石の種類は補助プリントNo.1, No.2の番号で記入すればよい。 ・個体数は200個ちょうどにすると計算が簡単。	・実習に移る前に必要事項をすべて指示しておく。
展開 2 30 (45)	・有孔虫化石の鑑定および統計的処理、古環境および砂岩（師崎層群）の堆積した時代の推定。 ※顕微鏡を組み立てる。 ※プリントの【手順⑦～⑨】に従う。 ※不明な点は指導者に随時質問する。 ・かたづけ。 ※時間を見計らって実習を打ち切り、器具のかたづけをする。	・乾燥した試料はあらかじめ生物室に運んでおき、教卓に並べておく。  ・机間巡視をして質問に答える。 ・授業の残り時間を告げる
まとめ 5 (50)	・化石の単元のまとめをする。 ※重要事項の確認。  【化石の定義】 化石とは古生物の遺骸や生存の痕跡が地層中に保存されたもの 【化石の役割】 1.生物の進化がわかる 2.古環境がわかる 3.地層が堆積した時代がわかる	・作業をやめて指導者の方を向くよう指示する。 ・プリントは各自完成させて次時に提出するよう指示する。

3. 文献

- 1) 宮本正太郎・中沢圭二・山本龍三郎 新課程 解明地学 I 文英堂 1977 pp.480
- 2) 野々山清・長谷川充・村田可奈子・加藤宏明・細山光也 生徒の自己変革を促す理科教育の試み——探究活動による主体的判断力の育成—— 愛知教育大学附属高等学校研究紀要, Vol.19,1992 pp.29-49
- 3) 細山光也 名古屋市東部滝ノ水地域に産出する火山岩礫を使った探究活動・課題研究——ありふれた礫質堆積物から地史を復元させる試み—— 愛知教育大学附属高等学校研究紀要, Vol.19,1992 pp.145-152
- 4) 文部省 高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編 実教出版 1989 pp.286
- 5) 大江文雄 知多半島先端を構成する中新統師崎層群豊浜累層からの有孔虫・貝形類化石 愛知県教育センター研究紀要 理科特集, Vol.26.1990 pp.55-68
- 6) 浅野 清 微古生物学上巻 朝倉書店 1970 pp.282

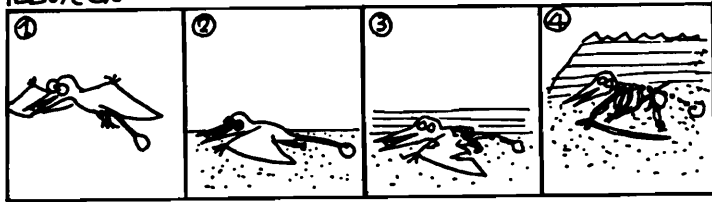
# 化石

## 1. 化石とは

次における中で化石はどれでしょう

- ① 水アゲマリス
- ② 飛竜の骨
- ③ 三葉虫の形が残った石
- ④ 蚕の跡
- ⑤ 古生物の巣穴
- ⑥ 古代のラダ

## 2. 化石の作り方



## 3. 化石の役割

- 1.
- 2.
- 3.

## 4. 化石を観察し、スケッチしてみよう

スケッチした化石の名称・時代を調べてみよう

細山、藤堂：自主的な探究心を育て「化石」の指導

1年 組 番 \_\_\_\_\_

# 微化石 から古環境を探る

地学プリント setA 08

微化石(有孔虫)を分析して 古環境を考察してみよう。

使用器具

プラマイト 碗・鉄乳鉢・鉄線棒・チャール・顕微鏡

手順

 <p>① 鉄乳鉢 鉄線棒 砂岩 砂岩を細かく砕く。 すりませない!</p>	 <p>② P.L.M.T. 砕いた砂岩をプラスチック容器に入れ、水をたたくぐらい入れる</p>	 <p>③ 砂を指でよくよくよくよく洗い落とす。</p>	 <p>④ 10分静置 もみつぶしたら水を勢いよく入れ、10分間静置して上澄(泥水)を静かに捨てる</p>
 <p>⑤ 有孔虫 砂粒 泥 有孔虫と砂粒は、泥にふくついているので③④を繰り返して、有孔虫と砂を完全に分離する</p>	 <p>⑥ モウアアを敷く。 10枚の上澄が透明になるようになったら、上澄を捨て、作っておいた箱に移し、充分乾燥させる。</p>	 <p>⑦ 乾燥した砂粒と有孔虫をチャールに移し、顕微鏡の低倍率で観察する。</p>	 <p>⑧ 200x プリントを参考に有孔虫の種類を調べ、個体数を20個以上数える</p>
 <p>紙を用意 箱の作り方</p>	 <p>箱を作る 5cm四方あればOK</p>	 <p>箱にはキムアアをしく</p>	 <p>⑨ この砂岩が堆積した時代、環境を考察する</p>

## 実験記録

観察した有孔虫化石の種類別個体数、含有率、時代、環境

種類									
個体数									
含率%									
時代									
環境									

種類									
個体数									
含有率%									
時代									
環境									

観察した種類数 \_\_\_\_\_ 個体数合計 \_\_\_\_\_

推定された砂岩の時代、古環境とその理由 \_\_\_\_\_

時代	環境
理由	

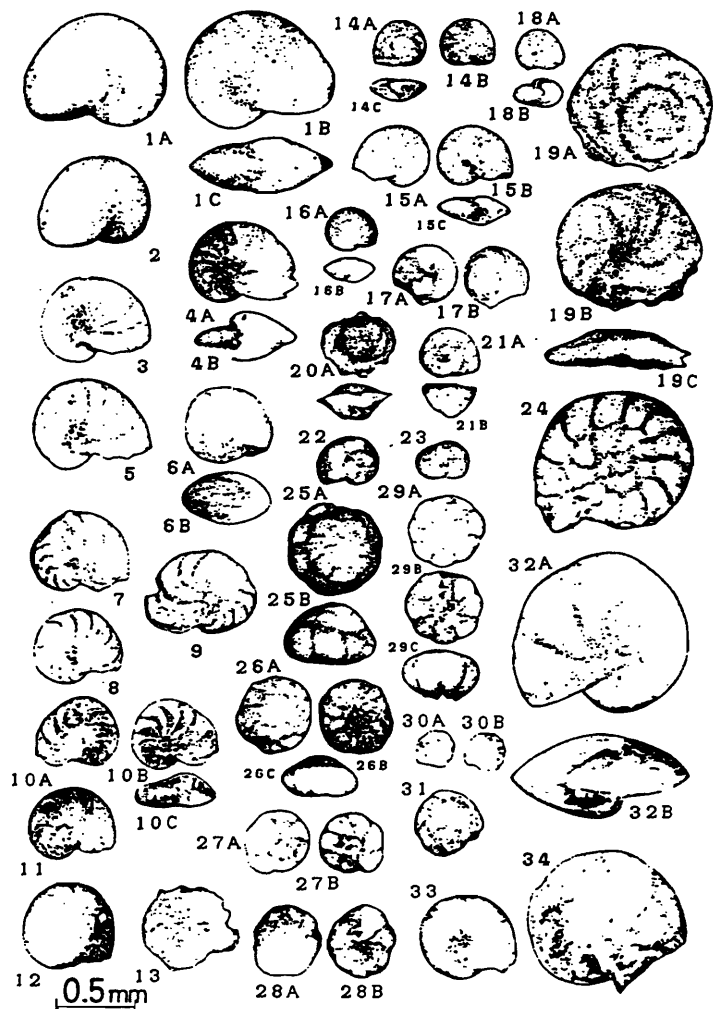
1年 \_\_\_\_\_ 組 \_\_\_\_\_ 番 \_\_\_\_\_

有孔虫の種類

No 1.

- 1A-B-C, 2. *Nanion japonicus* ASANO
- 3, 4A-B, 5. *Nanion kidoharaense* R. KUWA
- 6A-B. *Elphidium*
- 7, 8, 9. *Hanzawaia nipponica* ASANO
- 10A-B-C, 11. *Hanzawaia tangoensis* ASANO
- 12. *Cibicides*
- 13. *Cibicides*
- 14A-B-C. *Cibicides subhaidingerii* PARR
- 15A-B-C. *Anomalina glabrata* CUSHMAN
- 16A-B. *Gyroldina*
- 17A-B. *Gen*
- 18A-B. *Pullenia*
- 19A-B. *Discorbis*
- 20A-B. *Eponides*
- 21A-B. *Eponides subpraecinctus* ASANO
- 22. *Eponides*
- 23. *Baggina notbensis* ASANO
- 24. *Rotalia tachigiensis* UCHID
- 25A-B. *Rotalia inflata*
- 26A-B-C. *Rotalia*
- 27A-B. *Rotalia nipponica*
- 28A-B-C. *Rotalia*
- 29A-B-C. *Rotalia japonica*
- 30A-B. *Rotalia*
- 31. *Pseudoeponides*
- 32A-B, 33. *Lenticulina rotulata* LAMARCK
- 34. *Cassidulina yabei* ASANO
- 35-36. *Marginulina sendaiensis* ASANO
- 37. *Marginulina*
- 38. *Marginulina*
- 39, 40A-B. *Marginulina*
- 41. *Marginulina*
- 42. *Marginulina*
- 43. *Martinotiella crassa* KAIHO
- 44. *Nodosaria*
- 45. *Nodosaria pyrula* d'ORBIGNY
- 46, 47. *Dentalina subsoluta*
- 48. *Dentalina*
- 49~53. *Dentalina*
- 54. *Dentalina*
- 55. *Dentalina*
- 56, 57, 58. *Dentalina*

- 59, 60, 61, 62. *Lagenodosaria*
- 63, 64. *Lagenodosaria*
- 65, 66, 67. *Lagenodosaria hokushimaensis*
- 68-69, 70. *Vaginulina yoshihamaensis*
- 71. *Vaginulina*
- 72, 73. *Uvigerina*
- 74. *Uvigerina*
- 75. *Uvigerina*
- 76~80. *Uvigerina excellens*
- 81. *Uvigerina secundoensis*
- 82. *Uvigerina*
- 83, 84, 85. *Nodosaria*
- 86. *Bulimina*
- 87A-B. *Textularia*
- 88, 89. *Bathysiphon*
- 90. *Gaudryina yabei*
- 91A-B-C. *Guttulina*
- 92. *Guttulina*
- 93. *Guttulina*
- 94. *Lagena costata*
- 95. *Gen*
- 96~99. *Brizalia acelora*
- 100. *Cassidulina pacifica*
- 101. *?Miogypsina*
- 102. *Gen*
- 103, 104, 105. *Quinqueloculina subrotunda*
- 106. *Purgo*
- 107, 108, 109. *Quinqueloculina*
- 110. *Globigrinoides diminutus*
- 111. *Globigrinoides sicanius*
- 112. *Globigrinoides saccilifar*
- 113. *Globoquadrina dehiscentis*
- 114. *Globorotalia peripheroronda*



細山、藤堂：自主的な探究心を育む「化石」の指導