

演示 これだけは見せたい化石

1 目的

地球と生物の歴史の単元で、各時代の代表的な化石について簡単な紹介をしながら実物を見せ触れさせることで、古生物を実感させ、より興味を持たせる。

2 準備するもの

化石：下記 8 種

その他：星砂（お土産用のもので十分）、シダ植物、イチヨウの若木の葉、果物（種あり）

先カンブリア時代	古生代	中生代	新生代
ストロマトライト	三葉虫 フズリナ シダ植物	アンモナイト 裸子植物	ヌンムリテス 被子植物

3 実習の内容

簡単な発問と各化石に関する簡単な説明を行う。説明は各化石 2～3 分程度ですませて、実物の化石を次々と生徒に回覧する。本物の化石に触れることが一番大事である。

以下、各化石を見せる際のポイントと展開例（T は発問例、S は期待される生徒の回答）、解説を示す。

(1) ストロマトライト (Stromatolite)

●ポイント

- ・シアノバクテリアによって作られた縞状の構造を持つ岩石であること。
- ・シアノバクテリアの出現により地球の大気の組成が変化（酸素が多い）したこと。

●展開例

T：地球の大気の特徴づける気体は何ですか？

S：酸素

T：なぜ、地球の大気には酸素が多く含まれているのですか？

S：植物の光合成による

T：最初の光合成生物はなんという名前ですか？

S：シアノバクテリア

※ すぐに答えられないようであれば、地球カレンダーで確認させる

《解説》

コレニア (Collenia) ともいう。シアノバクテリア (ラン藻) などの光合成生物の分泌物が泥などの堆積物を取り込みながら形成された石灰岩。断面には細かな縞状構造や同心円構造が認められる (図 1)。現生のシアノバクテリア (コロニーを形成) の写真などを準備し、太古の地球の浅海にもこのような風景が広がっていたことをイメージさせたい。

彼らの光合成によって、地球の大気は二酸化炭素が多い組成から酸素の多い組成へと変わっていった。光合成生物の出現から大気中の酸素分圧が現在のレベルになるまでには、20 億年以上かかっている。豊富な酸素の存在により上空にはオゾン層が形成され、生物の陸上進出も可能となった。まさに、現在の地球大気をつくった生物の化石である。



図 1 ストロマトライト

(2) 三葉虫 (Trilobite)

●ポイント

- ・古生代の代表的な示準化石。海棲無脊椎動物で節足動物に分類され、外骨格を持つ。名前の由来は化石の形が縦に3つの部分に分かれているからである。
- ・Phacops (ファコプス) など眼が発達した仲間の化石で、複眼の様子も是非観察させたい。

●展開例

T : 古生代の代表的な示準化石は知っていますか？

S : 三葉虫

※ 中学で学習している。すぐに答えられなくても、化石を見せれば名前は知っている。

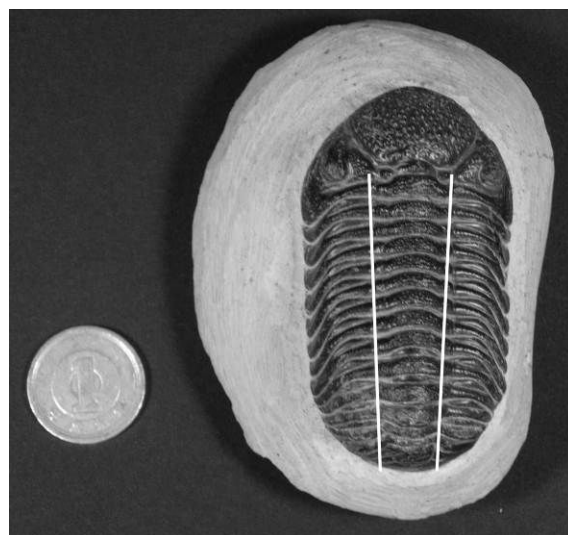


図2 三葉虫

《解説》

古生代を代表する海棲節足動物。カンブリア紀初めに出現し、カンブリア紀後期～オルドビス紀に最も栄え、ペルム紀末に絶滅した。まさに、古生代を代表する化石である。

化石の形が縦に3つに分かれる(中央の中軸とその両側の側葉: 図2)ことから「3つ(tri)の部分(=葉: lobe)の石(-ite): トリロバイト」と名付けられた。体の構造は、頭部、胸部、尾板に分かれている。頭部の中央には盛り上がった頭鞍(とうあん)があり、その両側に眼がある。眼は退化してしまっているものもあるが、Phacopsなどの眼が発達した仲間では、複眼を観察することもできる。脱落した外皮の化石が数多く見つかったので、脱皮して成長していたことがわかる。

世界各地から産出しているが、地域によって種類は異なる。カンブリア紀の地層は日本には分布せず、オルドビス～デボン紀の地層の分布もごく限られているため、日本産の三葉虫化石は数が少ない。

(3) フズリナ (Fusulina)

●ポイント

- ・単細胞生物で石灰質の殻を持つ微生物の化石。
- ・古生代後期の示準化石で、進化の速度が速いので地層の詳細な対比に使われる。
- ・フズリナは絶滅したが、その仲間は現在も生息している。

●展開例

星砂を見せながら

T : これは、なんだかわかりますか？

S : 星の砂、星砂

T : 星の砂は、実は有孔虫(ゆうこうちゅう)

という生物の死骸です。有孔虫は石灰質の

殻を持ったアメーバの仲間です。殻の表面に孔がたくさん開いているので、有孔虫といいます。

星の砂は、死んでしまった殻が海岸に打ち寄せられたものなのです。これから見せる化石は、古生代に繁栄したフズリナという有孔虫の仲間の化石です。

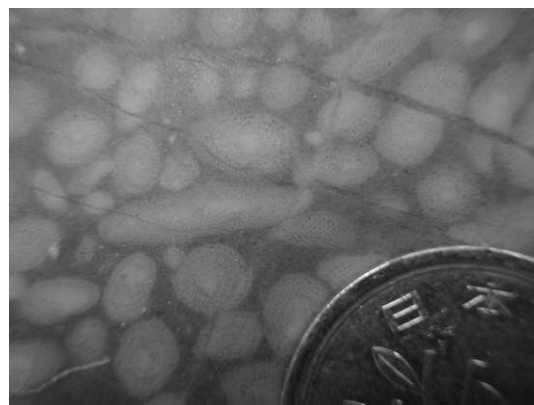


図3 フズリナ

《解説》

石炭紀～ペルム紀に繁栄した大型有孔虫。細長いラグビーボールのような形状で、昔の機織りで使われた道具の紡錘に似ていることから紡錘虫とも呼ばれる。栃木県葛生地方では、風化して出たフズリナを「米粒石」と呼ぶ。殻の中は小さな部屋に分かれており、軟体部はアメーバ状に変形できる。殻の表面にある穴から細長く仮足を伸ばして生活していたと考えられている。(現生有孔虫との比較による)

進化とともに石灰質の殻は大型化し、数cmに達するものもあらわれた。大型化とともに構造も複雑化した。短期間に約 5000 種に分化し、オーストラリア・南極大陸を除くほとんど全ての大陸から産出するため、古生代後期の地層の詳細な対比に使われる重要な示準化石となっている。日本でも古生代後期の地層から多く見つかっており、埼玉県では秩父中生層から産出する。

フズリナは絶滅したが、有孔虫の仲間は現在も生息している。沖縄など土産物として売られている「星砂」は、有孔虫の殻が海岸に打ち寄せられたものである。星砂は手に入りやすいので、準備してフズリナの化石と一緒に観察させたい。ルーペなどで拡大すると星砂（殻）の表面に多数の孔が開いているのがわかる。

(4) シダ植物

●ポイント

- ・陸上生活ができるようになった最初の植物である。
- ・陸上生活を可能にするためには、体の構造を変化させる（特に維管束）必要があった。
- ・受精には水を必要とするため、湿った場所に繁栄している。

●展開例

シダを見せる

T : シダ植物は、どんなところに生えていますか？

S : 日陰やジメジメしたところ

T : 何故、ジメジメしたところに生えているのでしょうか？

S : …ジメジメが好きだから

T : シダ植物が湿った場所を好むのには、ちゃんと理由があります。最初の生物は、どこで誕生しましたか？

S : 海の中

T : 動物も植物も海の中で誕生しました。陸上ではないのはどうしてでしょう？

S : 紫外線が降り注いでいたから

T : シダ植物は、最初に上陸した植物です。陸上生活をするためには、体の構造を変化させる必要があります。根や茎や葉はすべて陸上生活に必要な構造なのです。これから見せる化石は、古生代のシダ植物の茎（幹）の表面です。

《解説》

植物の進化は動物より少し先行しており、古生代／中生代／新生代の時代区分とはややずれるが、古生代を代表する植物はシダ植物である。

シダ植物の体は「根・茎・葉」で構成される。根は土壌より水分や栄養分を吸収し、茎は根と葉の間で水や栄養分を運び、葉は大気中の二酸化炭素を吸収し光合成をするための器官である。これらの器官を発達させることで、植物は陸上生活を可能にした。

シダ植物は、胞子で増える世代と受精を行う世代を繰り返しながら繁殖をおこなう。受精では精子が泳いで卵に達する必要があるため、精子が泳ぐための環境（水）が必要となる。シダ植物が湿った場所に繁栄しているのは、このような理由による。

シルル紀後期に上陸した最初のシダ植物はクックソニアといい、体のつくりは茎と胞子のうだけであった。石炭紀に入るとリンボク（Lepidodendron）、フウインボク（Sigillaria）、ロボク（Calamites）などの木質の茎を持つ大木化した木生シダが繁栄し、地球最初の森林を形成した。世界の主要な石炭はこの時期に形成されたものが多い。リンボクの幹の表面には、種子植物とは異なり、葉の落ちた跡が鱗状の特徴的な葉印として見られる（図4）。この葉印がうろこに似ているため、鱗木（りんぼく）という名が付いた。

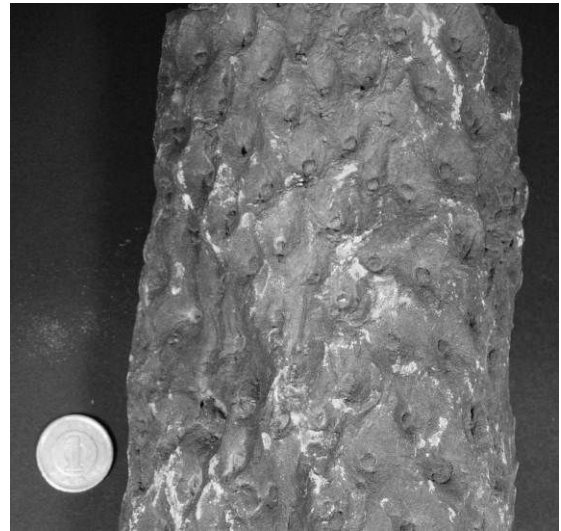


図4 リンボク

(5) アンモナイト (Ammonite)

●ポイント

- ・巻き貝のように見えるが、イカやタコの仲間である頭足類に分類される。
- ・アンモナイトの仲間でも現在も生息しているのは、オウムガイである。
- ・古生物の情報は、化石化の過程で失われる部分が多いので、現在生息している生物から推測する（例：軟体部）。

●展開例

T：アンモナイトは何の仲間か知っていますか？

S：貝、カタツムリ

※ アンモナイトが中生代の示準化石であることは中学で学習している。化石を見れば、すぐに名前はでてくると思われる。

T：形は巻き貝によく似ていますが、アンモナイトは貝ではありません。

※ オウムガイの写真があれば見せる

（インターネットを使って「オウムガイ 画像」で検索すると沢山ヒットする）

T：アンモナイトの仲間でも現在も生きているのがオウムガイです。殻から足が沢山でていて、イカみたいですね。ところで、イカとタコって似ていると思いませんか？

S：イカは足が10本でタコは足が8本です！

T：足の本数は違いますが、どちらも頭から足が生えているように見えませんか？

※ お菓子のパッケージに描かれているイカやタコのイラストを見せると効果的

T：イカやタコのような体のつくりをしている生物の仲間を頭足類（とうそくゐい）といいます。オウムガイもアンモナイトも巻き貝のように見えますが、頭足類に分類されイカやタコの仲間です。

《解説》

古生代から中生代にかけて繁栄した海棲軟体動物。巻き貝のように見えるがイカやタコと同じ頭足類に分類され、東南アジア～オセアニアの海に残っているオウムガイ（Nautilus）が最も近縁である。アンモナイトはデボン紀にオウムガイの仲間から分かれて出現し、古生代末とトリアス紀末に2回絶滅しそうになったが生き残った。ジュラ紀～白亜紀に三度目の繁栄をしたが中生代末に完全に絶滅した。

アンモナイトの名前の由来は、殻の形が古代エジプトの太陽神アモンの角に似ていることによる（「アモン（ammon）の石（-ite）」）。殻の表面をはがすと殻と隔壁の接する部分が縫合線（ほうごうせん）として見られ、アンモナイトの分類基準の一つとなっている。縫合線の形は古生代では単純であるが、時代とともに複雑になっていった。複雑な縫合線の模様が菊の葉の形に似ていることから、中国や日本では「菊石」と呼ばれる。

アンモナイトの軟体部の化石は見つかっていないが、殻の外形や構造がオウムガイによく似ているので、軟体部もオウムガイに似たものだったと考えられる。オウムガイは住房とよばれる一番外側の部屋に、イカに似た多数の触手を持つ軟体部が入っている。殻の奥は隔壁によって気房とよばれるたくさんの部屋に分かれ、酸素・窒素・二酸化炭素などのガスが詰まっている。住房に近い部屋には海水に近い成分のカaramel液が入っている。隔壁の中央には連室細管と呼ばれる直径1mmほどの細い管が通っていて、この細管で各部屋のカaramel液を抜き出して浮力を調節している。アンモナイトの断面にも連室細管を見ることができる（図5）。

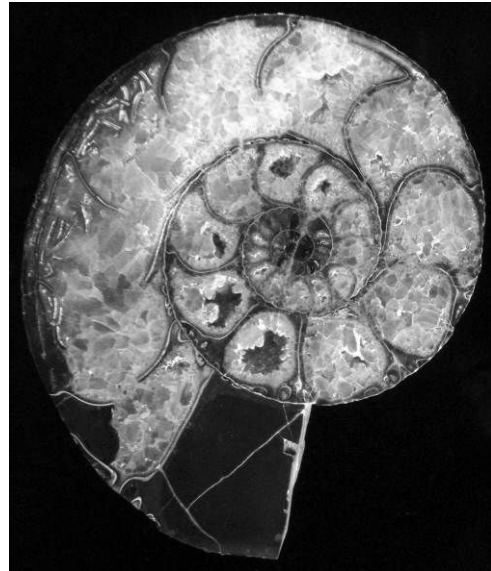


図5 アンモナイト

(6) 裸子植物

●ポイント

- ・ 古生代に出現、中生代に繁栄した。（植物の出現は、時代区分とずれている）
- ・ 受精に水を必要としないので、乾燥した内陸へと生息範囲を広げることができた。
- ・ 種皮（種の皮）は乾燥などの外部環境から内部の胚を守り、胚乳は発芽のための栄養となる。

●展開例

イチヨウの葉を見せながら

T：イチヨウの種は何とよばれるか知っていますか？

S：ギンナン

T：ギンナンはイチヨウの実ではなく種です。悪臭を放つ実のような部分は、果実ではなく外皮です。イチヨウのように種が果実に覆われていない植物を裸子植物と言います。現在は、イチヨウやマツなど少しの種類しか見ることができませんが、中生代には裸子植物が繁栄していました。

《解説》

裸子植物は、デボン紀に現れて石炭紀以降繁栄し、中生代の陸上植物の中心となった。主なものとして、ソテツ、イチヨウ、球果類（「まつぼっくり」をつくる仲間）が挙げられる。裸子植物は花を咲かせる。花には雄花と雌花があり、花粉を使って受精を行う。花粉は柱頭（めしべの先端）に受粉すると花粉管を発芽させる。花粉管の中を精子（精細胞）が移動するので、シダ植物のように受精に水を必要としない。受精卵は胚（幼植物）の段階で休眠し、まわりに胚乳を蓄えて種子を形成する。花粉と種子が、乾燥した環境での繁殖を可能にした。

中生代の裸子植物化石の入手は難しいので、代わりにイチヨウの若木の葉を観察させるとよい。イチヨウはトリアス紀から白亜紀にかけて最も繁栄し、その葉は初め二叉状であったが、次第に融合し掌状になり、さらに扇状と変形していった。イチヨウの若木の葉は、完全に融合していない掌形をしていて、中生代の化石によく似ている（図6）。日本ではイチヨウは珍しくない存在だが、ヨーロッパでは現生のイチヨウは存在せず化石として発見されているだけであった。1690年に来日したドイツ人医師のケンペルが、日本にイチヨウが現存しているのを見つけて報告し、ダーウィンが「生きている化石」という語をイチヨウに初めて使った。生きている化石と言われた日本のイチヨウも昔中国から移入してきたものである。現在、生き残っているイチヨウは一種（*Ginkgo biloba*）のみである。学名の *Ginkgo* はイチヨウの漢字「銀杏」の音読み「ぎんきょう」を誤植したものといわれている。



図6 イチヨウ

(7) ヌンムリテス（貨幣石：Nummulites）

●ポイント

- ・ 有孔虫の仲間だが、古第三紀の示準化石である。（フズリナは古生代、ヌンムリテスは古第三紀、星砂は現生の有孔虫の殻である）
- ・ フズリナは紡錘型だったが、ヌンムリテスは平べったい形をしている。

●展開例

T：さっき見せた、フズリナは何という生物の仲間だったか覚えていますか？

S：有孔虫

T：フズリナはいつの時代の示準化石でしたか？



図7 ヌンムリテス

S：古生代

T：星砂も有孔虫でしたね。星形の殻を持っている有孔虫は、現在も暖かい海の中で生きています。同じ有孔虫の仲間であっても、ある時代に繁栄して絶滅してしまったものもあるし、今も生きているものもいるのですね。次に見せる化石も、有孔虫の仲間の化石です。これも、絶滅してしまいました。だから現在は生きていません。

《解説》

古第三紀の大型有孔虫。直径数cmの薄べったい円形の殻の大きさと形が硬貨とよく似ることから貨幣石と呼ばれる。有孔虫は有性生殖を行う有性世代と、無性生殖を行う無性世代とがあり、世代交代を行う。貨幣石と呼ばれる大型の化石は無性世代のもので、殻は大きい为中心にある最初の部屋（初房）が小さい（数十 μm ）ので微球型と呼ばれる。一方、有性世代の化石は小型で、殻は小さいが初房は大きい（1mm程度）ので頭球（けんきゅう）型と呼ばれる。

古第三紀暁新世に現れ、比較的短期間のうちに進化して多くの種に分かれたので、重要な示準化石であるが世界各地の暖海堆積物のみが多産する。特に地中海周辺の始新世～漸新世では非常に個体数が多く、ほとんど貨幣石の殻だけからなる石灰岩も知られる。エジプトのピラミッドはこの石灰岩を切り出して建造されている。

(8) 被子植物

●ポイント

- ・より確実に子孫を残し生息範囲を広げるために、植物は花や果実を発達させた。
- ・生物はみな子孫を残し生息範囲を広げようとしている。

●展開例

果物を見せる

T：裸子植物は種がむき出しになっている植物ですが、種が果実を守られている植物もあります。このような植物は何と言いますか？

S：被子植物

T：どうして被子植物は、種を果実で守っているのでしょうか？

S：果実は動物に食べられて消化されにくい種は糞と

して排出される。動物はこの間動くので、植物は動けなくても生息範囲を広げることができる。

T：そうですね。果実は確実に生息範囲を広げる植物の戦略なのかもしれません。

さらに、果物をつける植物は、きれいな花を咲かせます。花の蜜に引き寄せられて、たくさんの虫が集まります。虫が花の間を行き来することで、花粉が運ばれます。植物が意志を持っているわけではありませんが、確実に子孫を残すために体の構造や生殖方法を工夫していることがわかります。

《解説》

被子植物は、白亜紀以降急速に生息域を広げ、現在まで繁栄している。裸子植物と比べると、被子植物の花は大きくて目立ち、蜜を分泌するものもある。蜜を求めて昆虫などが集まり、花粉が雌しべに付きやすくなる。不正確ではあるが、「“きれいな”花で引き寄せた昆虫に花粉を運ばせ、種子をつくる植物」とするとわかりやすい。ミツバチやハナアブ、ガ、チョウなど花に集まる昆虫の化石も被子植物が繁栄を始めた白亜紀以降に現れる。種子のもととなる胚珠は雌しべの基にある子房の中に包まれていて、子房は糖分などを蓄えて果実となる。果実にひかれて鳥類や哺乳類などの大型動物も集まり、種子の散布に大きな役割を果たす。現在の被子植物の繁栄は、このようなしたたかな戦略によるものなのかもしれない。

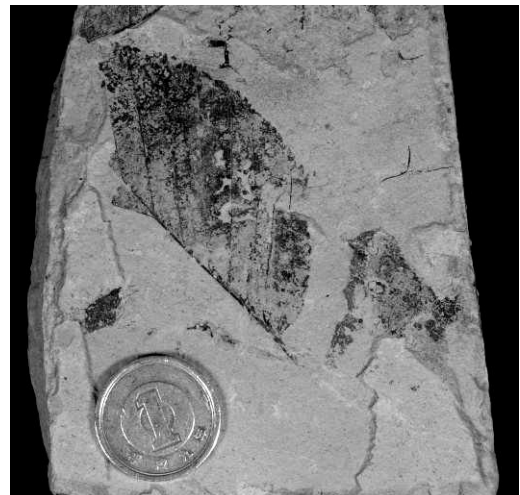


図8 被子植物

4 中学校までの既習事項

地層の単元において示準化石・示相化石について学習している。ただし、個々の化石について詳しく触れてはいない。

5 実習間のつながり

この演示では各化石の紹介を行うのみなので、各地質時代の出来事などに関しては『地球カレンダー』で確認する。また、脊椎動物については『脊椎動物の進化』で改めて取り上げる。

6 補足（標本の入手法・参考文献）

●化石標本の入手法

化石標本の充実している学校は問題ないが、標本がない学校では化石を入手する必要がある。化石の入手方法について、簡単に紹介しておく。

(1) 購入する

① 地質系学会の大会での販売や化石鉱物フェア

自分の目で確かめて購入できる。業者が特売的に扱っている標本が何種類かある。少しずつ買い集めていくと、かなり安く標本を揃えることができる。

② 理科教材を扱う業者

手軽に注文できる反面、カタログ注文なので、手元に届いたものが思ったより状態の良くない場合があり、割高である。

③ 博物館などのショップ

一般的にはかなり割高なのであまりお勧めしない。

④ 土産物屋

ときどき掘り出し物がある（星砂、オウムガイの殻など）。

⑤ 木の葉化石園

栃木県那須塩原市にある施設。木の葉石の原石を購入することができる。電話注文でき、5個入りで500円程度である。原石を割って被子植物の化石を取り出す実習ができ、運が良ければ昆虫の化石が見つかることもある。

(2) 自分で採集する

巡検案内書などを頼りにして、標本を採集することは可能であるが、慣れていないと化石があっても分からない場合が多い。また、万が一見つけたとしても採集方法がわからず、無駄足になる可能性が高いので、化石採集に慣れていて現地に詳しい人と一緒に行くことを勧める。

化石の産地は限られている上に授業で使えるような状態のよい化石を採集するのはなかなか難しい。それでも買い揃えられた標本の中に自分が採ってきた化石があると、愛着もわき授業の話題にもしやすい。

手軽に採集できる場所として「いわき市アンモナイトセンター」の体験発掘を紹介する。実際に発掘できる時間は30～40分ほどで、展示館で見られるような立派なアンモナイトの採集は難しいが、イノセラムスなら十分採集できる。

●石灰岩のエッチング

フズリナやサンゴなど石灰岩中の化石の構造をよく見せたい場合には、希塩酸によるエッチングをする。化石内部の構造が見える面を選んで研磨し平らにしたあと、0.4mol/Lの希塩酸に7～10分程度浸すと、軽い凹凸が付き構造がよりはっきりと見えるようになる。

ただし、長時間浸しすぎると炭酸カルシウムが溶けすぎてしまい、全体にだるい印象になってしまうので注意が必要である。

●主な参考文献等

- 「新版地学事典」(1996) 地学団体研究会編. 平凡社
「FOSSILS—The Key to the Past」(1982) Fortey, R 著. 大英博物館
「無脊椎動物群の海」(1984) 赤木三郎・清水大吉郎・中井 均著. 双書地球の歴史 2. 共立出版
「大森林の時代」(1984) 井本伸廣・清水大吉郎・武蔵野實著. 双書地球の歴史 4. 共立出版
「恐竜の王国」徳岡隆夫・武井 朔(1985). 双書地球の歴史 5. 共立出版
「哺乳類の時代」(1985) 小林巖雄・吉村尚久・吉谷昭彦・小沢幸重著. 双書地球の歴史 6. 共立出版
「オウムガイの謎」(1987) 小島郁生・加藤 秀著. 筑摩書房
「自然史と生物分類」(1984) 小島郁生編. 現代総合科学教育大系別巻 1. 講談社
「歴史の生き証人」(1987) 亀井節夫・秋山雅彦編. 日本の自然 1. 平凡社

木の葉化石園 <http://www.konohaisi.jp/>

いわき市アンモナイトセンター <http://www.ammonite-center.jp/>