化石研究会会誌　　Journal of Fossil Research, Vol. 43(1), 2-9(2010)

［特集・原著］

豊橋市自然史博物館にみる無脊椎動物化石の復元

松岡敬二*

Restoration of Invertebrate fossils in Toyohashi Museum of Natural History

MATSUOKA, Keiji*

Abstract

Innovative renovation of displays of invertebrate fossils was for the Paleozoic and Mesozoic Halls of Toyohashi Museum of Natural History in 2005 and 2008. Fossils, replicas, restoration models, computer graphics and hands-on exhibits are given for some selected organisms among the Ediacara and Burgess Faunas. The motion of *Pseudogygites canadensis*, an Ordovician trilobite is shown in computer graphics. The restoration model of fusulinid, *Neoschwagerina craticulifera*, those of radiolarians *Entactinia* cf. *parapycnoclada* and *Neoalbaillella ornithoformis*, and those of an alatoconchid bivalve *Shikamaia* sp., and a pleurotomariid gastropod "*Bathrotomaria*" *yokoyama* are exhibited. The Paleozoic giant dragonfly *Meganeura* are exhibited using a figure, a restoring model and a computer graphics. The blattaria model is played the gap on the wall. The soft body of Jurassic ammonite *Titanites giganteus* is restored to showing its sluggish movement by computer graphics. The locomotion of *Mesolimulus walchi* is recreated on the floor in the Mesozoic Hall by reference to behavior of living allies.

Key words: Paleozoic, Mesozoic, invertebrate fossils, restoration, computer graphics, hands-on exhibits, Toyohashi Museum of Natural History

キーワード：古生代，中生代，無脊椎動物化石，復元，コンピュータグラフィックス，ハンズ・オン展示，豊橋市自然史博物館

1．はじめに

国内外の自然史系博物館には，化石や古生物のレプリカ，模型，絵画，映像，ジオラマ（diorama）などによる地質時代の古生物に関する展示物がある．博物館の展示物は，各時代に古生物が生息していた事実や，それらがどのような生活をしていたかを伝える手段として重要なものである．なかでも，絶滅した古生物の復元展示は，生きていた時の軟組織や外骨格の形態や色が再現されているものも多く，さらに研究を一段すすめて，それらの生態や生息環境を研究する資料にもなっている．欧米の博物館では，古くから膨大な標本数とともに，専属画家による絶滅した恐竜や大型動物などの復元画が展示室を興味深く，活気あるものにしてきた．たとえば，アメリカ　シカゴのフィールド自然史博物館のチャールズ・ナイト（Charles R. Knight）の絵（ローマー，1981）は有名であり，古くから無脊椎動物より脊椎動物が主体をなしてきている．

今回，豊橋市自然史博物館の古生代展示室(506m^2)と中生代展示室・エドモントサウルス展示室(794m^2)の展示改装に関連した新旧の展示物や，特別企画展に際して製作した無脊椎動物化石の復元について紹介する．

2．主な無脊椎動物復元展示の経過

1988年５月１日に開館した豊橋市自然史博物館は，

2010年３月９日受付，2010年５月19日受理

＊〒441－3147　豊橋市大岩町字大穴１－238　豊橋市自然史博物館
Toyohashi Museum of Natural History, 1-238 Oana, Oiwa-cho, Toyohashi City, Aichi Prefecture 441-3147, Japan

古生代展示室（1988－2003年）の面積264m^2，中生代展示室（1988－2007年）570m^{2}であった．古生代展示室は，「カンブリア紀初期の海の景観」，「オルドビス紀の海の景観」，「デボン紀の海の景観」，「石炭紀の水辺の景観」，「二畳紀乾燥高地の景観」のジオラマが主体をなし，57点の化石を展示してあった（豊橋市自然史博物館，1988，1989，1996）．約５億年前の海を再現した「カンブリア紀初期の海の景観」には，太陽光の降り注ぐ浅い海に棲む古杯類，クラゲ類，貝類，腕足類，三葉虫類，ウミエラ類などが配置されていた（図１）．「オルドビス紀の海の景観」にはサンゴ類，腕足類，オルソセラス類，三葉虫類，ウミユリ類，魚類が展示され，来館者が水中内に入った様に導線が設定されていた．「デボン紀の海の景観」にはサンゴ類，三葉虫類，ウミユリ類，ダンクルオステウスなどの魚類と照明演出があった．「石炭紀の水辺の景観」には，森林を背景にゴキブリ類，トンボ類，両生類（エリオプス，セイムリア）の模型が復元されていた．中生代展示室には，「初期ハ虫類の世界」，「ジュラ紀の海」，「白亜紀の陸の景観」のジオラマがあり，「ジュラ紀の海」には来館者が海中に入っていく設定になっており，長頸竜に噛まれたアンモナイトと遊泳中のアンモナイトの復元模型が展示されていた（豊橋市自然史博物館，1988，1989，1996）．標本（化石，レプリカ）の展示点数は82点であった．

1992年４月29日に自然史博物館と動物園，遊園地が合体して豊橋総合動植物公園として開園した．平成４年に竣工した特別企画展示室（658m^2）は，臨場感にあふれる巨大スクリーン（縦13m，横18m）を有するダイナビジョンシアターとして利用ができ，1992年12月19日より上映を開始した．番組の中にはバージェス動物群 Burgess Fauna のターリーモンスターなどが登場する「ディノプラネット Dinoplanet」を1998年，2001年，2004年に上映した．

第４次豊橋市総合計画（2001－2010年）において，自然史博物館の整備充実事業が「文化環境の整備」に位置づけられ，古生代展示室から新生代展示室までの展示改装の基本計画を策定した．本総合計画期間内においては，増築を伴う古生代展示室，中生代展示室の展示改装が終了した．これにより，博物館の面積は開館当初の3,587m^{2}から6,984m^{2}に拡張された．

３．改装後の新展示室の無脊椎動物の復元

先カンブリア時代末から古生代カンブリア紀の化石研究は，1980年後半から飛躍的に進んだ（Bengtson ed., 1994; Briggs *et al*., 1994; McMenamin, 1998; Schopf, 1999）．展示改装された古生代展示室（2004年）は，化石，レプリカ，復元拡大模型，映像，解説パネル，景観復元画，ハンズ・オン展示（hands-on exhibits）等の展示物よりなり，低いところは子供向けの展示，高いところは大人向けの展示をした「二段展示」で構成されている．子供向け部分には，４コマ漫画解説，景観復元画，ハンズ・オン展示を中心に配置してある．「二段展示」についてのアンケート結果

図１　豊橋市自然史博物館の旧古生代展示室「カンブリア紀初期の海の景観」ジオラマ．

は，93.1%が大変良い，ないし，良いの評価であった（豊橋市自然史博物館，2005）．エディアカラ動物群 Ediacara Fauna とバージェス動物群の生態系の違いについては，それぞれの動物の復元模型を加えたハンズ・オン展示で紹介されている（図２）．この展示は，Seilacher（1999）の両動物群を比較した図を参考に製作されたものである．エディアカラ動物群には，藻類状の微生物に覆われた海底面上に *Charniodiscus*，*Dickinsonia*，*Nemiana* が生活している．この海では食う食われる関係がない世界（garden of Ediacara）であったとされ，ヴェンド生物 Vendobionta として区分されることもある（Seilacher，1992）．バージェス動物群は，海底の堆積物に潜り生活しているデトリタス食性の動物と捕食動物から構成されている．また，エディアカラ動物群の *Spriggia*，*Charniodiscus*，*Dickinsonia*，*Nemiana*，*Cyclomedusa*，*Parvancorina*，*Tribrachidium* とバージェス動物群の *Anomalocaris*（図３），*Ottoia*，*Hallucigenia*，*Canadaspis*，*Pikaia*，*Wiwaxia*，*Marrella*，*Sanctacaris*，*Olenoides*，*Leanchoilia*，*Yohoia*，*Burgessia*，*Opabinia* を CG（computer graphics）画像で３次元的に形態を復元している．

カンブリア紀初期のバージェス動物群の化石は，チャールズ・ウォルコット（Charles D. Wolcott）による1909年秋の発見に遡る．発見場所は，カナダのブリティッシュ・コロンビア州東端の崖である．発見されている化石は，100～200m の水深の平坦な柔らかい泥底に生息していたものが，海底地すべりにより，泥と共に運ばれ，急激に酸素の少ない環境下に埋積されたものと考えられている（Morris and Whittington，1985）．バージェス動物群は軟体生物をはじめ，硬組織をもつ生物の軟組織が化石として保存されているラガステッテン（Lagerstätten）の例である．ラガステッテンの化石は，『Wonderful Life』（Gould，1989）の見事な復元画の資料となり，古生物の復元に必要な軟体部の情報を提供していることがわかる．また，カンブリア紀前期には現代型の生物の基本的な分類群が出現し，生命の大爆発（Cambrian explosion）にたとえられ博物館には生物の歴史を紹介する上で大変重要な展示物となっている．

豊橋市自然史博物館では1991年に開催した第５回特別企画展「よみがえる古生代の生きものたち」において，バージェス動物群について紹介した（松岡，1991）．特別企画展を開催するにあたっては京都大学に保管されていたバージェス動物群の化石を借用した．これは，京都大学教授であった故中村新太郎教授が外遊中の1936年に採集したものである（京都大学自然史博物館設立推進委員会，1991）．エディアカラ動物群およびバージェス動物群を紹介する「生命の大爆発」の映像は，NHK により1994年頃制作された素材が使用されている．映像とアノマロカリスの復元模型の形状の差異は，後者が中国雲南省で新しく発見された全身の化石の情報（Hou *et al*., 1995）によりそれらが制作された．

20世紀のはじめ，三葉虫類の復元は精度が増していた．Haeckel（1904）は，『Kunstformen der Natur』において見事に三葉虫の触角，付属肢が描かれていた．初期の日本の古生物学の教科書である『古生物学』（横山，1906）でも，それらがほぼ正確に紹介されている．バージェス動物群の *Olenoides serratus* やドイツのデボン紀前期のフンスリュック頁岩の *Triarthrus eatoni* からは，触角や付属肢の保存された

図２　エディアカラ動物群とバージェス動物群の比較ハンズ・オン展示．

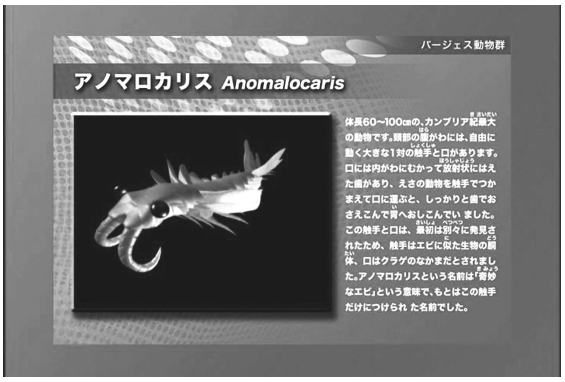

図３　アノマロカリスの復元 CG 画像．

化石も知られている（Whittington，1985；Levi-Setti，1993）．このように，古くから保存良好な化石の蓄積により三葉虫類復元は高い精度で行われている．新古生代展示室の「節足動物」コーナーには，旧古生代展示室の「三葉虫」コーナーにあった三葉虫の化石および形態復元からさらに進めて，体のつくりや体の曲がり方のハンズ・オン展示に加えて，行動復元展示への挑戦をしている（図４a，b）．この行動復元の三葉虫はカナダのオルドビス紀の *Pseudogygites canadensis*（＝*P. latimarginatus*）である．約53×46cm の板状の黒色頁岩（Whithy Formation）には，９個体（体長約６cm）のクチクラからなる外骨格が保存されている．付属肢や触角の情報が加われば，体色以外の情報は完成に近い保存状態である．三葉虫の行動は，生痕化石により解明されてきている．海底表面を移動した痕跡は *Diplichnites* isp.，畝掘様の海底を掘った痕跡は *Cruziana* isp.，海底に体を埋めた休憩痕は *Rusophycus* isp.とされている（Bromley，1990）．*Pseudogygites* の行動復元は，「よみがえる三葉虫」として CG 画像で再現している（図５）．CG 画像に関連して三葉虫類の生痕化石である *Cruziana* を展示している．

古生代の示準化石であるフズリナの分類は，殻の内部構造が同定の重要な基準とされる．*Neoschwagerina craticulifera* の約167倍に拡大した復元模型は，副隔壁など微細な内部構造も透明ポリエステル樹脂で再現してある．放散虫 *Entactinia* cf. *parapycnoclada* の拡大模型は透明で，*Neoalbaillella ornithoformis* はアクリル樹脂で白色に着色し，珪質の殻の質感を出している（松岡ほか，1992）．実際の放散虫の大きさは0.1～0.01 mm である．「原生生物」コーナーでは，現生の海洋浮遊生活者にある仮足（pseudopodium）の表現は不可欠であるが，1991年に製作した骨格模型を改変せずに使用した．

「軟体動物」コーナーのシカマイア *Shikamaia* は，

a：旧古生代展示室「三葉虫」コーナー．

b：新古生代展示室「節足動物」コーナー．

図４a，b　豊橋市自然史博物館の旧・新古生代展示室の三葉虫展示．

Shikamaia akasakaensis を模式種とし（Ozaki，1968），ペルム紀のテチス海に棲んでいた Alatoconchidae に属する大型二枚貝である（Yancey and Boyd，1983）．岐阜県本巣郡根尾村の舟伏山石灰岩から採集された *Shikamaia akasakaensis* の標本に基づき，製作された殻長60cm の実物大模型（松岡ほか，1992）と新規の模型を展示している．根尾の模型は，左右の殻の接合部分にある外套膜をシリコンで表現した．古生代展示室改装時に製作した新規のシカマイア模型は，岐阜県大垣市の赤坂金生山から産出した *Shikamaia* sp.に基づき，復元模型を製作した．この模型は，十分に成長した個体のものでは，海底に付着する足糸，殻の外側に露出している外套膜が表現されている．シカマイアの外套膜は，サンゴ礁の海に生息するシャコガイ類 Tridacnidae のように共生藻類による光合成が行われ，その栄養分も利用することで殻が大型化するという考えに基づくものである（松岡ほか，2005）．同コーナーの赤坂石灰岩からのオキナエビス“*Bathrotomaria*” *yokoyamai* は，殻表面の彫刻は残存するが，軟体および殻の色は保存されていない．軟体部分の復元のため，志摩マリンランドで飼育展示されているテラマチオキナエビス *Pleurotomaria teramachii* などの現生のオキナエビス類の情報を参考にした．しかし，殻や軟体部の色は観覧者の想像が発揮できるように白色模型を製作した（図６）．

「大森林の形成」のコーナーは，旧古生代展示室の「石炭紀の水辺の景観」のジオラマ（図７）を発展させ，リンボク *Lepidodendron* の立ち木模型のあるオープン型ジオラマとなり，石炭紀からペルム紀の陸上の無脊椎動物化石の３種を配置している．メガネウラ *Meganeura* sp.は，復元模型（図８），復元図，床面へのシルエット，および「ディメトロドンの世界」コーナーで飛翔する姿を映像で紹介している．ゴキブリ化石（アメリカ産の *Eucaenus* sp.とフランス産の“*Etoblattiana*” *gaudryi*）の傍に，壁側のボタンを押すとゴキブリの復元模型（図９）が現れる演出展示がある．

旧中生代展示室には，「ジュラ紀の海」のジオラマと頭足類とアンモナイトの進化を化石と模型で展示していた（豊橋市自然史博物館，1988，1989，1996）．「ジュラ紀の海」のアンモナイト *Perisphinctes* sp.の復元模型は触手が多く，頭部に頭巾があった（図10）．アンモナイト類の腕（触手）の数についての明白な化石証拠はないが，書籍等での復元図には８本（松岡・松岡，2000），10本（鹿間，1949；池辺，1952；Larson *et al*.，1997），多数（早坂，1940；Erwin，1993）のものがある．ドイツ　バイエルン州にあるバンベルク自然博物館のジオラマ「ジュラ紀の海」では，アンモナイトの腕は８本，ベレムナイトは10本の模型がある．同じ頭足類のベレムナイト *Acanthoteuthis speciosa* やイカ *Leptoteuthis gigas* では腕の保存された標本が知られているが，アンモナイトの腕は保存されていない（Frickhinger，1994）．この差は腕の筋肉構造など軟組織の違いによるのかもしれない．ドイツ　バーデン・ヴュルテンベルク州にあるアーレン原始世界博物館（Urweltmuseum Aalen）から発売されたアンモナイトの模型２種は，腕が10本である．アンモナイト類は，系統的にイカ類に近いと考えられており，５対の腕を持っていたと考えられている（重田，2001）．「アンモナイトってなんだろう」のコーナーでは，イギリス　ドーセット（ジュラ紀）産の *Titanites giganteus* は，赤外線センサーに反応して，復元した腕10本，漏斗，頭部部分，稲妻型の殻の色を映像により標本に投影されるように演出している（図11）．

ドイツ　ゾルンホーヘン産のジュラ紀のカブトガニ *Mesolimulus walchi* の行動を復元する展示は，若齢の

図５　*Pseudogygites canadensis* の行動復元 CG 画像．

図６　“*Bathrotomaria*” *yokoyamai* の復元模型．

カブトガニの残した連続した足跡を残す板状の化石標本が基となっている．これは移動痕の最前部に体化石があり，死の行跡を示す原地性の化石であり，死の行軍“death march”として知られているものである（Seilacher *et al*., 1985）．保存されている移動痕の化石（*Kouphichnium* isp.）は，足跡の形状や尾剣の引きずり痕などを識別することができる．岡山県笠岡市のカブトガニ博物館観察池でのカブトガニ *Tachypleus tridentatus* の水中と干潮時の行動痕みると，干潮時には甲羅の外縁の跡が見られる（図12）．ゾルンホーヘンの化石には，甲羅の引きずり痕はなく，ラグーン（潟湖）の水中で，海底をぐるぐると旋回をしながら，徐々に体力が衰え，力尽きてそのまま死んだことがわかる（図13）．カブトガニの動きの映像は，予想される移動時間よりも短縮して表現してある．アメリカ　イリノイ州の石炭紀のカブトガニの2種（*Euproops danae, Palaeolimulus* sp.）の標本は，古生代展示室の「節足動物」コーナーに展示されている．さらにカブトガニ類の現生種の生態や系統の映像，発生段階のアクリル樹脂封入標本，乾燥標本などがあり，カブトガニ類の進化や古生態に関して，来館者は展示室を越えて複数の展示物を関連づけてカブトガニ類について新たな発見ができる工夫がされている．この展示は，「複合交差型展示」と呼ばれ（松岡，2008），古生物の復元についてもさらに別の角度から探求できるヒントを与える．

図７　豊橋市自然史博物館の旧古生代展示室「石炭紀の水辺の景観」のジオラマ．

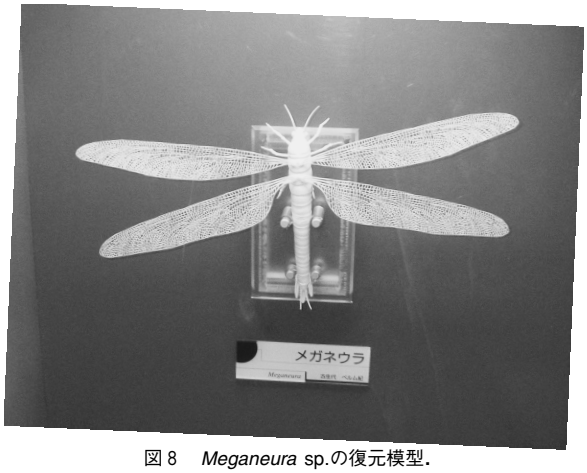

図８　*Meganeura* sp.の復元模型．

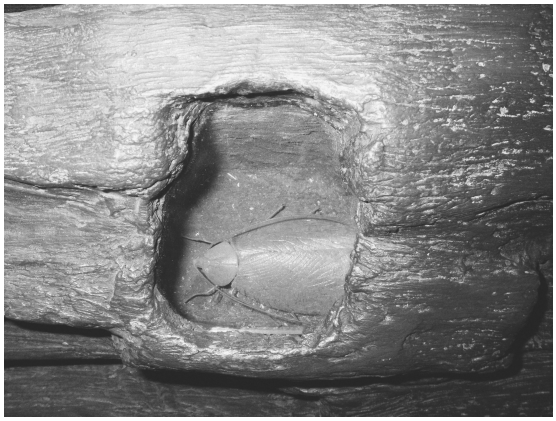

図９　ゴキブリの復元模型．

図10　豊橋市自然史博物館旧中生代展示室のアンモナイトの復元模型.

図11　*Titanites giganteus* の生体復元 CG 画像.

図12　笠岡市立カブトガニ博物館観察池のカブトガニの移動痕（惣路紀通氏提供）.

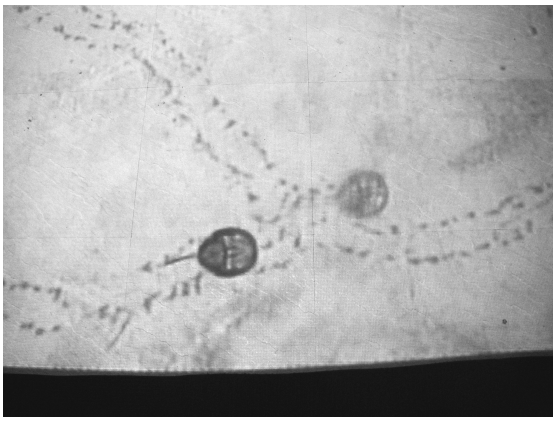

図13　豊橋市自然史博物館の *Mesolimulus walchi* の行動復元 CG 画像.

4．まとめ

豊橋市自然史博物館の古生代・中生代展示室や特別企画展の展示物として製作した無脊椎動物化石の復元について紹介した.

古生代展示室のエディアカラ動物群とバージェス動物群に関する主要な改善点は,次のようなものである. CG画像やハンズ・オン展示，復元模型の新規導入である．三葉虫 *Pseudogygites canadensis* は CG 画像を使い個体および行動の映像復元，フズリナ *Neoschwagerina craticulifera*，放散虫 *Entactinia* cf. *parapycnoclada* と *Neoalbaillella ornithoformis*，シカマイア *Shikamaia akasakaensis* と *Shikamaia* sp.は復元模型がある．オキナエビス“*Bathrotomaria*”*yokoyamai* は，殻と軟体部が白色の復元模型がある．メガネウラ *Meganeura* sp. は復元模型，復元画，映像，ゴキブリは復元模型が現れる演出展示がある.

一方，中生代展示室では，アンモナイト *Titanites giganteus* の軟体部を標本に投影して復元する展示物が目新しい．カブトガニ *Mesolimulus walchi* は映像で“死の行軍”の様子を復元している.

博物館の復元展示は，古生物をわかりやすい姿で紹介し，探究心を刺激する．しかし，個々の種について同じレベルの学術的な成果に統一することは難しく，製作時期や入場者の様々な学問的水準をできるだけ広く満足させることも必要である．また，製作方法および展示の目的により，各種が同等な精度で復元されていないのが現状である.

謝辞

本論文執筆にあたりご指導をいただいた豊橋市自然史博物館前館長の故柴田博博士，京都大学総合博物館長の大野照文教授，カブトガニの生態写真を提供していただいた笠岡市立カブトガニ博物館の惣路紀通氏,

メガネウラの模型製作で情報の提供していただいた北九州市立自然史歴史博物館の上田恭一郎博士にお礼申し上げる．

引用文献

Bengtson, S. ed.(1994) *Early Life on Earth*. Nobel Symposium No.84. Columbia University Press, New York, 630pp.

Briggs, D.E.G., Erwin, D.H. and Collier, F. J.(1994) *The Fossils of the Burgess Shale*. Smithsonian Institution Press, Washington and London, 238pp.

Bromley, R.G.(1990) *Trace Fossils*. Biology and Taphonomy. Unwin Hyman, London, 280pp.

Erwin, D.H.(1993) *The Great Paleozoic Crisis. Life and Death in the Permian*. Columbia University Press, New York, 327pp.

Frickhinger, K.A.(1994) *The Fossils of Solnhofen*, Goldschneck-Verlag, Korb, 336pp.

Gould, S.J.(1989) *Wonderful Life. The Burgess Shale and the Nature of History*. W.W. Norton & Company, New York, 347pp.

Haeckel, E.(1904) *Kunstformen der Natur*.

早坂一郎（1940）化石の世界．誠文堂新光社，東京，306頁．

Hou, Xian-guang, Bergström, J. and Ahlberg, P.(1995) Anomalocaris and other large animals in the Lower Cambrian Chengjiang fauna of southwest China. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* **117**, 163-183.

池辺展生（1952）貝の化石．福村出版，東京，122頁．

京都大学自然史博物館設立推進委員会（1991）京都大学自然史資料・標本展の記録．平成2年度京都大学教育研究学内特別経費による研究報告，65頁．

Larson, N.L., Jorgensen, S.D., Farrar, R.A. and Larson, P.(1997) *Ammonites and the other Cephalopods of the Pierre Seaway identification guide*. Geoscience Press, Tucson, Arizona. 148pp.

Levi-Sett, R.(1993) *Trilobites*. 2nd Edn. The University of Chicago Press, Chicago and London, 342pp.

松岡敬二（1991）第5回特別企画展「よみがえる古生代の生きものたち」解説書．豊橋市自然史博物館，豊橋，72頁．

松岡敬二（2008）展示改装に導入した「複合交差型展示」．日本展示学会誌 **46**，32-33．

松岡敬二・松岡孝子（2000）進化のかるた．奥野かるた店，東京．

松岡敬二・大野照文・川上紳一・近藤洋介（2005）シカマイアの復元模型．豊橋市自然史博研報 **15**，35-38．

松岡敬二・杉山和弘・大野照文（1992）古生代の古生物復元模型について．豊橋市自然史博研報 **2**，53-56．

McMenamin, M.A.S.(1998) *The Garden of Ediacara*. Columbia University Press, New York. 295pp.

Morris, S.C. and Whittington, H.B.(1985) Fossils of the Burgess Shale. A National Treasure in Yoho National Park, British Columbia. *Geol. Surv. Canada, Miscellaneous Rep.* **43**, 1-31.

Ozaki, K.(1968) Problematical fossils from the Permian limestone of Akasaka, Gifu Prefecture. *Yokohama Kokuritsu Daigaku Sci. Rep.(Sec.2), Biol. Geol.Sci.* **14**, 27-33.

アルフレッド・S．ローマー，川島誠一郎訳（1981）脊椎動物の歴史．どうぶつ社，東京，633頁．

Schopf, J.W.(1999) *Cradle of Life. The Discovery of Earth's Earliest Fossils*. Princeton University Press, Princeton and Oxford, 367pp.

Seilacher, A.(1992) Vendobionta and psammocorallia: Lost constructions of Precambrian evolution. *Jour. Geol. Soc. London* **149**, 607-613.

Seilacher, A.(1999) Ediacaran Biota. In: Singer, R.(ed) *Encyclopedia of Paleontology*, Vol.1, pp.391-397, Fitzroy Dearborn Publishers, Chicago.

Seilacher, A., Reif, W.E. and Westphal, F.(1985) Sedimentological, ecological and temporal patterns of fossil Lagerstätten. *Phil. Trans. R. Soc. London* **B 311**, 5-23.

重田康成（2001）アンモナイト学　絶滅動物の知・形・美．東海大学出版会，東京．155頁．

鹿間時夫（1949）古生物譚（前編）．日本鑛物趣味の會，京都，228頁．

豊橋市自然史博物館（1988）豊橋市自然史博物館展示案内．豊橋市自然史博物館，豊橋，56頁．

豊橋市自然史博物館（1989）豊橋市自然史博物館年報第1号．豊橋市自然史博物館，豊橋，39頁．

豊橋市自然史博物館（1996）豊橋市自然史博物館総合案内．豊橋市自然史博物館，豊橋，87頁．

豊橋市自然史博物館（2005）豊橋市自然史博物館年報第17号．豊橋市自然史博物館，豊橋．51頁．

Whittington, H.B.(1985) *The Burgess Shale*. Yale University Press, New Haven and London, 151pp.

Yancey, T.E. and Boyd, D.W.(1983) Revision of the Alatocnchidae: A remarkable family of Permian bivalves. *Palaeontology* **26**, 497-520.

横山又次郎（1906）古生物学．冨山房，東京，472頁．