様式 C-19

科学研究費補助金研究成果報告書

平成２１年６月３０日現在

研究種目：若手研究（B）
研究期間：2007～2008
課題番号：19740320
研究課題名（和文）　カンブリア紀の節足動物化石に残された光学器官の機能形態学的研究
研究課題名（英文）　Functional morphology of optical organs which are preserved in the Cambrian arthropods
研究代表者
田中　源吾(TANAKA GENGO)
群馬県立自然史博物館・学芸員

研究者番号：50437191

研究成果の概要：カンブリア紀の地層は日本に露出しておらず、海外調査に重点をおいて研究を行った。スウェーデン南部のカンブリア紀の地層が露出する地域を調査し、そこから眼の細部まで 3 次元的に保存された、三葉虫をはじめとした微小（1mm 未満）な節足動物化石を発見した。電子顕微鏡を用いた調査の結果、複眼やノープリウス眼様の眼、１つの単眼様の眼など、様々な眼をもった節足動物が古生代の初めのカンブリア紀にはすでに地球上に現れていたことが初めて明らかになった。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合　計
2007 年度	1,200,000	0	1,200,000
2008 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総　計	2,300,000	330,000	2,630,000

研究分野：数物系科学
科研費の分科・細目：地球惑星科学・層位・古生物学
キーワード：層位・古生物学、光スイッチ、節足動物、光学的古生物学、カンブリア紀

１．研究開始当初の背景

～カンブリア紀の生物爆発は眼の進化によって引き起こされたに違いない～

近年、英国の生物学者Andrew Parker氏は、カンブリア爆発の原因について一歩踏み込んだアイデア：「ライトスイッチ論」を提唱した（Parker 2003）。光のある環境下で、眼の急速な進化が捕食・被食の世界を作り出し、正のフィードバック作用によってエスカレーション的に硬い殻を持つ生物の形態的多様性を増大させたというものである。現在の自然界には、様々な生物の擬態や眼の多様性が普遍的に見られることからも分かるように、顕生代以降、光学器官の開発競争が生物の進化に重大な影響を及ぼし続けていることは明白な事実といえる。

それでは、地質時代の生物がどういった光学器官を発達させ、それらがどのように機能していたのかといった疑問につ

いて、具体的な解答は用意されているかと問われると、残念ながらノーである。バージェスやチェンジャン等、例外的に軟体部が保存されている化石でさえ、埋没後の圧密の影響を被っており、繊細で脆弱な光学器官の化石は一般に保存されていないからである（例えばConwey-Morris 1998; Hou *et al.* 2004）。

1980年代以降、スウェーデンの上部カンブリア系から保存の良い節足動物の化石が相次いで発見された（例えばWaloszek 2003）。これらの化石はリン酸塩交代によって、細部まで３次元的に保存されており、古生物学者の間で「オルステンタイプの保存状態を示す化石」と呼ばれている。しかし詳細な産地は不明であり、研究内容も体系学的なものに限られている。申請者はオルステンタイプの保存状態を示す化石ならば、光学器官が細部まで保存されており、機能形態学的に解析できるのではないかと思い立った。申請者は節足動物の眼の機能形態学を専門とし、成果を逐次、国際誌に報告している（Tanaka 2005, 2006）。一方で2003年以降、スウェーデンで野外調査を継続しており、オルステンタイプの保存状態を示す幾つかの化石産地を発見している（田中･鈴木 2005)。本年度の調査によって、遂に光学器官が保存された化石を多産する層準を突き止めることに成功した。

２．研究の目的

本研究の目的は、地質時代の生物がどういった光学器官を発達させ、それらの器官をどのように使用していたのかを明らかにすることである。

目的を達成するために、スウェーデン南部で上部カンブリア系の地質調査を実施し、オルステンタイプの保存状態を示す節足動物の化石が含まれる地層の詳細な記載と試料のサンプリングを行なう。化石の産状および堆積学的証拠に基づき、堆積環境を復元する。節足動物の光学器官の化石を実体顕微鏡下および電子顕微鏡下で観察し、各々の形態の記載を行なう。眼の化石については視野および解像度を割り出し、金属光沢を持つ殻については光の反射率を測定する。堆積環境と光学器官の機能の両面から、カンブリア紀の節足動物がどのような世界を視ていたか、光をどのように利用していたかといった、光学的視点から見た絶滅生物の古生態の復原を試みる。

３．研究の方法

平成１９年度

初年度は、野外調査を実施し、地層の詳細な記載を行なうとともに、岩石試料を採取して日本に輸送する。岩石試料から化石を抽出・同定し、含化石層については化石の産状や堆積相の特徴を立体的に把握して堆積環境の復元をめざす。

野外調査：申請者のこれまでの調査で保存の良い節足動物の化石が産出することが判明しているスウェーデン南部、VestergötlandのGumおよびRörsbergaに点在する小露頭を調査する。予察的な調査から、これらの露頭には層厚にして5m程度の上部カンブリア系Alum頁岩が露出し、三葉虫を主体としたリン酸塩化した節足動物の化石を含む石灰質ノジュール層を少なくとも4層準確認している。現場では数センチオーダーで堆積学的特徴や含まれる化石を綿密に調査し、柱状図を作成する。数十センチ間隔で層準ごとに岩石試料（産状・堆積相観察用のやや大きめの定方位試料および酸処理用の試料）を採取する。含化石ノジュール層については多めに試料を採集する。試料を郵便物専門のダンボールに梱包し日本に輸送する。これまでの調査の経験から、調査地に隣接し、宿泊設備やレンタカー会社および国際荷物を扱っている郵便局を完備しているLidköping市を調査の拠点とする。

化石の処理：帰国後、層準ごとに採取した岩石試料の処理を行なう。リン酸塩化

した節足動物の化石は一般に非常にもろいため、試料の処理には細心の注意を払う必要がある。本研究では申請者がレスター大学のSiveter教授に伝授して頂いた方法を採用する。石灰質な岩石については試料を数センチ角に砕き、水洗、乾燥の後、秤量する。5パーセントの酢酸を満たした密閉式のバケツに、16メッシュのふるいの下に200メッシュのふるいを連結させた2段式ふるいを沈める。16メッシュのふるいの上に秤量サンプルを静かに載せ、バケツの蓋をかぶせる。岩石が完全に溶けるまで（10日程度）バケツを静置する。岩石が溶けきったことを確認した後、ふるいをバケツから取り出し、ふるいごと乾燥器に入れて乾かす。乾燥後、ふるいごと実体顕微鏡のステージに載せ、ふるいの目の上に付着している残渣から、化石を拾い出す。頁岩試料についてはフッ酸処理をおこない、化石を抽出する。化石は層準ごとファゥナルスライドに保存し、文献を用いて化石の同定をおこなう。

産状の復原：リン酸塩化した化石を多く含むスラブについては岩石カッターで数センチ角に切断し、ガラス板上で研磨剤を用いて研磨する。Sutton（2001）を参考に、数十ミクロンオーダーで精確に研磨できる研磨器を作成し、連続切片を作成してゆく。その都度、光学顕微鏡に設置したデジタルカメラを用いて、高倍率で研磨面を撮影、保存する。連続した研磨断面の画像を、すでに購入済みの3次元可視化ソフト（AVS/Express）に読み込ませ立体構築する。コンピューター上で復原された化石の産状を様々な角度から観察する。

平成２０年度以降

二年目以降は、得られた節足動物の光学器官の化石について機能形態学的視点から分析し、これらカンブリア紀の生物の古生態を復原する。具体的な研究対象としては、現時点で申請者がこれまでに発見している、三葉虫および二枚貝様の殻を持つ甲殻類（フォスフェイトコピナ）の光学器官が挙げられる。研究の進展具合によっては節足動物の眼の詳細な形態の記載に専念する。

三葉虫の複眼：申請者はRörsbergaの石灰質ノジュール層より不完全ながら細部まで保存された三葉虫の複眼化石を発見している（図 1）。試料を大量に採取・処理することで、完全な複眼の化石が得られることはほぼ確実である。複眼の化石については、SEMでステージを傾けて撮影したステレオペア画像をもとに、個々のレンズ１つ１つにつき３つの点を定義し、三角測量の方法を用いて各点の３次元座標を取得する。互いに隣接する個々のレンズは多角形の境界を持つため（図 1）、多角形

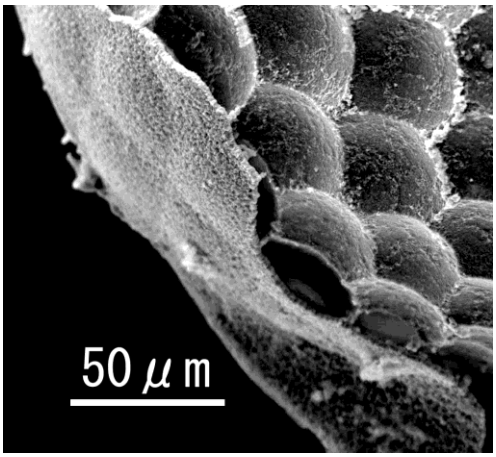


図 1　個々のレンズまで三次元的に保存された三葉虫 *Ctenopyge* sp. の複眼化石

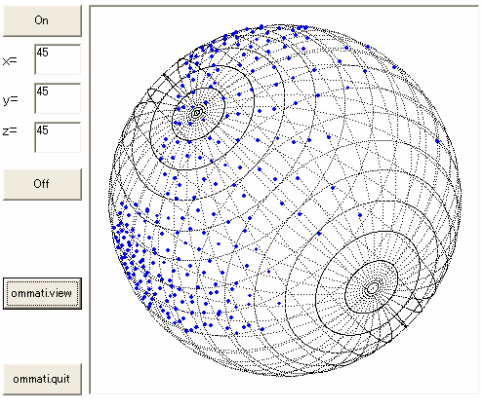


図 2　球面上に投影された白亜紀の十脚類の複眼化石の個々のレンズの光軸の方位（青色の点）。

の角（かど）を以って３点を定義できる。三葉虫の複眼の光軸は各個眼面に垂直であるので、レンズ表面の３点で面を定義すれば、面の法線ベクトルが定まり、それがレンズの光

軸方向となる。この一連のプロセスは、申請者が既に開発済みのプログラム上で行う。個々のレンズの光軸の方向を球面上に投影し、複眼の視野を見積もる（図 2）。個々のレンズの直径、および隣接する個眼のなす角度から、Snyder(1975)が提唱した解像度も計算する。

フォスフェイトコピナの構造色：フォスフェイトコピナは石灰質ノジュールより最も普遍的に産出する甲殻類である。彼らの殻はもともとリン酸塩質であったと考えられている（Müller 1979）。申請者は調査の過程で、極めて保存の良いフォスフェイトコピナを多産する層準を発見した。フォスフェイトコピナの殻は何れも白色光下で強い金属光沢を呈し（図 3）、水中下でもその輝きは失われなかった。SEM を用いた予備的な観察により、この金属光沢は表面に沈着した微細なリン酸塩の結晶による光反射ではなく、殻が数百ナノメートルの厚さの多くの層から成り立っていることから引き起こされる多層薄膜反射であることが推測された。光反射率を「特性マトリクス法」というプログラムを用いて計算し、実際の反射光をスペクトロメーターで測定し、計算値との整合性も検討する。

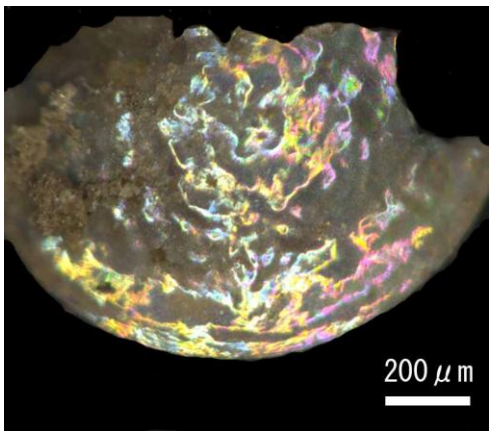


図 3　フォスフェイトコピナの殻表面に見られる金属光沢（白色光下で撮影）。

る。復原された光環境下で、フォスフェイトコピナの殻が光反射器としてどの位の性能を持っていたのか推定する。

４．研究成果

以下のような研究の成果があった。

I）野外調査および室内実験：2007 年 8 月 9 日から 8 月 29 日にかけて、スウェーデン南部、キンネキューレ南方に露出するカンブリア系の野外調査をおこなった。現地では、地域ごとに露頭柱状図や岩石試料のサンプリングをおこなったほか、これまでの申請者らの調査によって保存の良い節足動物の化石が産出することが判明している Gum、Rörsberga、Backeborg の各地域において、さらに詳細な地質調査をおこなった。具体的には１センチスケールでの詳細な露頭柱状図を作成し、全層準にわたる連続岩石試料を採集した。その結果、全層準にわたり、ミリメートルオーダーできめ細かな葉理が発達した黒色頁岩から構成されることがわかった。また露頭には部分的に硫黄が析出している箇所もあった。これらの事実から考えて、保存の良い節足動物は、大型の底棲生物による堆積物の攪拌がない、淀んだ貧酸素環境に堆積したと考えられる。しかしながら、幾つかの層準では、やや粗粒の堆積物がレンズ状に含まれていることから、時折、海底まで届



図 4：アグノスタスの殻の密集化石
中央の最も大きな標本は長径約 5㎜

くような微弱な水流があったものと考えられる。

さて、目的の保存の良い節足動物の化石は、露出している地層では最も下位に相当する、黒色頁岩層に挟まれた厚さ約 20㎝の石灰質ノジュール内の下部のゴマ粒状の黒色物質とアグノスタス（図４）という節足動物の殻

が互層した厚さにしてわずか５ cm 程の部分に密集していることがわかった。また、野外調査の結果、隣接地域の Trolmen では、同一層準においてアグノスタスの殻は確認できたものの、保存のよい節足動物の化石やゴマ粒状の物質は確認できなかった。この野外地

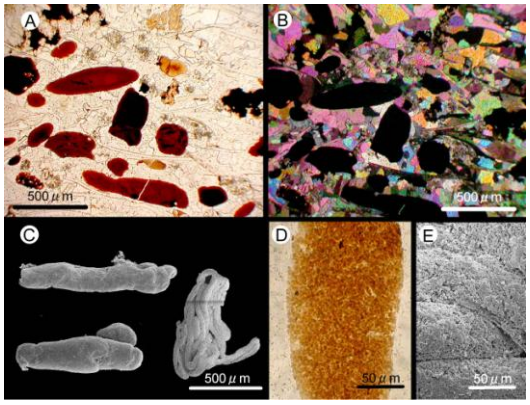


図５：保存の良い節足動物化石を含む石灰質ノジュールに含まれていたゴマ粒状の黒色物質の偏光顕微鏡（A,B,D）および電顕画像（C,E）

質調査によって、ゴマ粒状の黒色物質が化石の保存に何らかの方法で関わっていることが推察された。

そこで、岩石試料が日本に到着するのを待って、問題のゴマ粒状物質を含む岩石の室内処理に取り掛かった。岩石薄片を作成し、偏光顕微鏡観察をおこなった結果、ゴマ粒状物質は茶褐色の不定形を呈し、基質はアグノスタスの殻およびそこから晶出したと考えられるスパイリー・カルサイトで充填されていることが判明した（図５A）。クロスニコル下ではゴマ粒状物質は黒色塊状を呈し、明瞭な結晶構造は確認できなかった（図５B）。岩石を弱酸に１０日ほど浸し、石灰質な部分を溶かした後、残渣を光学顕微鏡下で観察したところ、溶け残った残渣は、大部分がゴマ粒状の物質から構成され、このゴマ粒状物質は様々なかたちを持つことが分かった（図５C）。ゴマ粒状物質の表面をさらに拡大して観察したところ、この物質は、細かな不定形のフラグメントの集合体であることが確認できた（図５D,E）。SEM-EDX 分析の結果、ゴマ粒状の黒色物質は、後方散乱電子像は標本間で多少異なるものの（図６A）、元素マッピングの結果から、周りの基質（カルシウムから構成される：図６C 参照）に比べて圧倒的にリンが濃集していることが判明した（図６B,E）。また、節足動物化石にも、表面あるいは内部にリンが濃集していることが確認できた（図６D）。現生の節足動物のクチクラの研究からこのリンがオリジナルなものであることは考えにくく、保存の良い化石は死後、速やかにリン酸塩鉱物によって交代されたと考えられる。ゴマ粒状物質については、リンが濃集していること、SEM および光顕観察から不定形をした粒状物質の集合であることから、フィーカル・ペレットであると考えられる。従って、リン酸塩鉱物によって交代された保存の良い節足動物化石を含む層準のみに大量に含まれるペレットが、化石をコーティングしたリンの供給源であると推測される。その後、アグノスタスの殻に由来すると考えられえるカルシウムによって、節足動物化石やゴマ粒状物質の速やかな石灰化が働いたために、厚密などの続成の影響からまぬがれ、生物の遺骸が眼を含め微細な構造までも３次元的に保存されたと考えられる。微細構造の保存状態から判断して、節足動物化石は現地性の可能性が高いが、ペレットの長軸が定向配列を示すことや、アグノスタスの殻が凸面を上にして保存されていることを考慮すると、生息場より流されてきた可能性も捨てきれない。いずれにしても、節足動物は生息

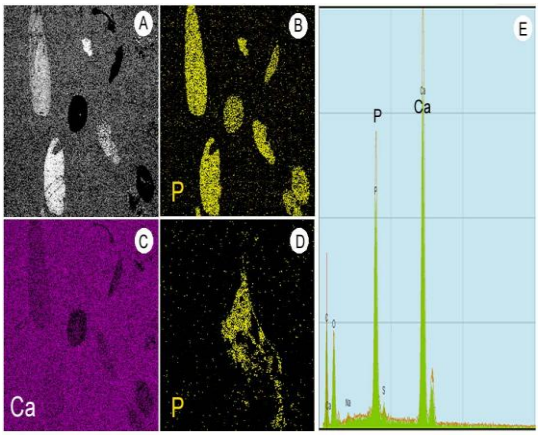


図６：ゴマ粒状物質（A-C）および節足動物化石（D）の元素マッピングとゴマ粒状物質に含まれる元素のピーク（E）
B-D では色の濃い部分ほど、それぞれの元素が濃集していることを示す

場所からそれほど遠くない場所で大量のペレットとともに埋没し、化石化したと考えられる（肥溜め保存）。

これまでの予察的な研究から、節足動物の化石は数マイクロメートルのオーダーで微細部分まで保存されているものの、化石自体は非常にもろいことが判明している。そこで、含化石試料の処理および化石の抽出にあたっては、最新の注意を払いながら実験をおこなった。具体的には、含化石試料を数センチ角に砕き、水洗・乾燥をおこなった。５パーセントの酢酸を満たした密閉式のバケツの中にふるいを沈め、ふるいの上で岩石試料を約１０日間かけて完全に脱灰させた。その後、ふるい上の残渣を静水中に浸し、酢酸を除去したのち、ふるいごと残渣を乾燥器で乾燥させた。残渣が完全に乾燥したのち、実体顕微鏡下で化石を抽出した。試料を脱灰させるのに約１０日間の標本静置を必要とすることから、１回の処理で大量に試料を処理するのが効率的である。そこで実験スペースや研究費等を考慮し、ふるいおよびバケツを３セット揃え３試料を同時に処理することにした。約５ヶ月かけて処理をおこない、これまでに三葉虫の複眼や微小な節足動物の化石を顕微鏡下で数百個体以上抽出した。抽出した化石のうち、フォスフェイトコピナと呼ばれる甲殻類の化石の殻（図７A,B,D,E）が大多数を占めた。ついで多く産出したのが図５C に示したコノドントの化石で、数は少ないものの、図７F に示したような微小な腕足類の化石も産出した。フォスフェイトコピナの殻に混ざって、８０グラムあたり数個体の頻度で、図８に示したような付属肢が保存された標本も産出した。フォスフェイトコピナは付属肢を図８A,B のように２枚の殻のなかに収めたような生き物で、ウミホタルに代表されるオストラコーダと呼ばれる微小な甲殻類の様な体制を備えていたことが分かる。殻の厚さは数十マイクロメートルと極めて薄いにもかかわらず、白色光下で、金属のような光沢を呈することが分かった（図８C）。またフォスフェイトコピナの化石は付属肢１本

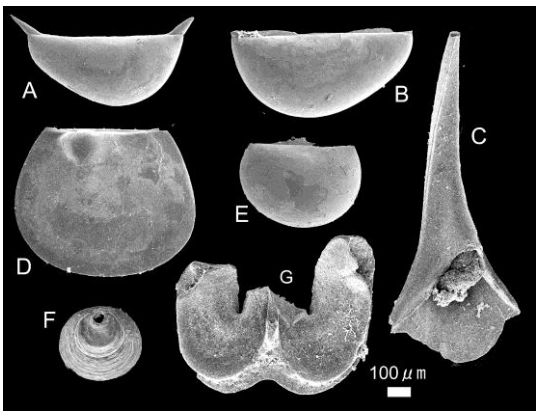


図７：カンブリア紀の岩石から抽出した化石（其の１）A,B,D,E はフォスフェイトコピナの殻，C はコノドント,F は腕足類の化石．G は正体不明の化石．

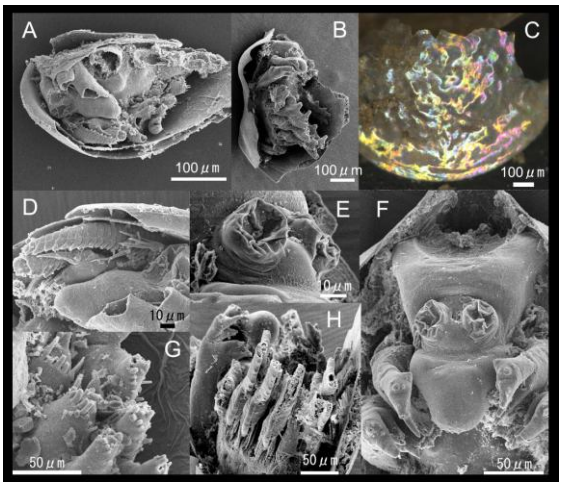


図８：カンブリア紀の岩石から抽出した化石（其の２）付属肢まで保存されたフォスフェイトコピナ（*Hesslandona unisulcata*）の化石．A, B; 一方の殻を取り除いたときに現れた付属肢を伴う動物体の化石．C; 光学顕微鏡下で白色光を照らしたときに観察された，金属光沢．D, G, H; ミクロンスケールで細部まで保存された付属肢．E, F;頭部前面に確認された１対の眼の化石．

１本の細かな節や、節の側面および末端から伸びる細かな剛毛まで数マイクロメートルオーダーで微細構造を保存していることがわかった（図８D,G,H）。中でも頭部には前方に向いた１対の眼が確認できた（図８E,F）。表面がしおれたようにつぶれていることから、水晶体様の細胞がおそらく内部にあり、その外側を薄い表皮細胞の膜が覆っていたと考えられる。フォスフェイトコピナの眼は外部形態的には現生の甲殻類に普遍的に発達しているノープリウス眼と類似している。

また、現生のカイアシ類に似たような甲殻類の化石も発見された（図９）。この化石は頭胸部が１枚のシールドで覆われており、そこから少なくとも７節からなる尾部が後方に伸びている。頭部を前方から観察すると１個の眼が観察された（図９B)。この眼の化石はフォスフェイトコピナと同様、しおれたようにつぶれており、おそらく内部に水晶体様の構造物があったものと推定される。さらに驚いたことに、尾部の内部において表皮を裏打ちしているとみられる細胞らしき構造が多数確認された（図９D)。従って、これらの節足動物の化石は体の内部の構造までも保存されている可能性がある。

このように、カンブリア紀の節足動物には、三葉虫にみられるような複眼だけでなく、ノープリウス眼を思わせる、１つ眼のものや２つ眼のものがいたことが化石事実から明らかになった。

II）光学器官の化石の機能形態学的研究：すでに申請者が構築している３次元座標計測プログラムを用いて、三葉虫の複眼化石をSEM観察し、３次元座標データを取得する予定であったが、所属機関の耐震移転工事に伴う電子顕微鏡（SEM）の廃棄にともない、SEM画像の撮影が不可能になってしまった。このため、これまで使用していたSEMを用いた３次元座標データの計測に必要なスタンダード（TEM用のグリッド）を用いた計測値のひずみ補正実験が不可能となり、研究が一次中断している。京都大学総合博物館にSEMの使用申請の許可を頂き、現在、博物館所有のSEM を用いたスタンダードの計測と三葉虫の複眼の３次元データ取得に取り掛かっている最中である。

III）カンブリア紀の節足動物の古生態学的な議論：本研究によって、保存の良い節足動物は、大型の底棲生物による堆積物の攪拌がない、淀んだ貧酸素環境の海底付近に生息していたと考えられる。他地域のこれまでの研究から浅海域に生息していたと考えられるアグノスタスやオレヌスといった節足動物の様々な脱皮段階の殻を多く産出することから、これら保存の良い節足動物の化石は、たとえば現在の閉鎖された内湾のような海域に生息していたと考えられる。さまざまな形態の眼を伴う節足動物がみられたことから判断して、光のある環境に生息していたことは間違いないと考えられる。生息場所については、採取してきた岩石試料の地球化学的な検討によって、さらに詳しく詰めてゆく必要がある。いずれにしても、本研究によってカンブリア紀には、すでに様々なかたちを持つ眼が節足動物という１グループの中でも既に進化していたことが化石証拠から明らかになった。

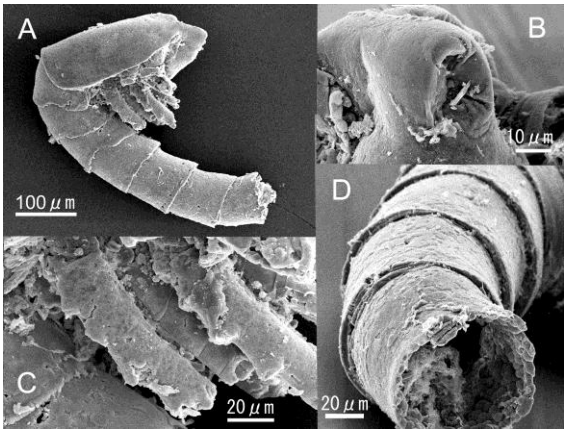


図９：カンブリア紀の岩石から抽出した化石（其の３）付属肢まで保存された甲殻類（*Skara minuta*）の化石．A，動物体を右側面から観察したところ．頭胸部を覆う大きなシールドから付属肢が出ており，尾部は多数の節から構成される．B,頭部を前方から観察したところ．１つの眼が確認できる．C，付属肢の密集部分．D，尾部を後方から観察したところ．内部壁面に表皮細胞らしき構造物が多数確認できる．

５．主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計１２件）

Gengo Tanaka, Recent benthonic ostracod assemblages as indicators of the Tsushima Warm Current in the southwestern Sea of Japan, Hydrobiologia, vol. 598, p. 271-284, 2008.（査読有）

Gengo Tanaka, Andrew Parker, David Siveter, Haruyoshi Maeda and Masumi Furutani, An exceptionally well-preserved Eocene dolichopodid fly eye: function and evolutionary significance, Proceedings of the Royal Society of London B, vol. 276, 1015-1019, 2009. （査読有）

Gengo Tanaka, Tomonari Kaji and Haruyoshi Maeda, Redescription of *Bradleya japonica* Benson, 1972 (Ostracoda) from the Sea of Japan and the significance of its shell shape from an optical point of view, Crustaceana, vol. 82, 1109-1118, 2009. （査読有）

Gengo Tanaka, Adaptive modifications of carapace outlines in the Cytheroidea (Ostracoda: Crustacea), Biological Journal of the Linnean Society, vol. 97, 810-821, 2009. （査読有）

Gengo Tanaka, David Siveter and Andrew Parker, The visual system and paleoecology of the Silurian ostracod *Primitiopsis planifrons*, Journal of Paleontology, vol. 83, 414-421, 2009. （査読有）

Gengo Tanaka and Shin-ichi Nomura, Late Miocene and Pliocene Ostracoda from the Shimajiri Group, Kume-jima Island, Japan: Biogeographical significance of the timing of the formation of back-arc basin (Okinawa Trough), Palaeogeograpgy, Palaeoclimatology, Palaeoecology, vol. 276, 56-68, 2009. （査読有）

田中源吾・野村律夫, 西南日本島根県中部中新統古江層から産出した介形虫化石群, 地質学雑誌, 115 巻, 261-265, 2009. （査読有）

Gengo Tanaka, Toshifumi Komatsu and Nguyen Duc Phong, Recent ostracod assemblages from the northeastern coast of Vietnam and the biogeographical significance of the euryhaline species, Micropaleontology, accepted. （査読有）

Gengo Tanaka, Robin Smith, David Siveter and Andrew Parker, Three-dimensionally preserved decapod larval compound eyes from the Cretaceous Santana Formation of Brazil, Zoological Science, accepted. （査読有）

Gengo Tanaka, Hideki Taniguchi, Haruyoshi Maeda and Shin-ichi Nomura, Original structural color preserved in an ancient leaf beetle, Geology, accepted. （査読有）

田中源吾・高岡巳直, 四国南西部, 愛媛県宇和島市九島地域に分布する白亜系「下部四万十層群」の地質と層序. 三笠市立博物館紀要, 13 号, p. 1-11. 2009. （査読無）

田中源吾・前田晴良, スウェーデン中南部, キンネキューレ地方の上部カンブリア系エイラム頁岩層の「オルステン型」化石鉱脈の産出層準. 三笠市立博物館紀要, 13 号, p. 13-20. 2009. （査読無）

〔学会発表〕（計１３件）

田中源吾・鈴木雄太郎・前田晴良, スウェーデン上部カンブリア系エイラム頁岩中に含まれる軟体部保存を示す節足動物化石とその光学器官の進化学的意義, 日本古生物学会 156 回例会, 徳島, 2007 年.

田中源吾，対馬海峡の表層堆積物から得られた現生オストラコーダ群，日本動物分類学会第 43 回大会，北九州，2007 年.

田中源吾，例外的に保存されたアシナガバエ（双翅類）の複眼化石の形態学的研究，日本古生物学会 2007 年年会， 大阪，2007 年.

田中源吾，Cytherocopina（介形虫類）の殻アウトラインにみられる系統的制約と適応的変異性，日本古生物学会 2007 年年会， 大阪，2007 年.

田中源吾，オストラコーダの殻の理論形態学，日本オストラコーダ研究会， 滋賀，2007 年.

田中源吾・鈴木雄太郎・前田晴良，スウェーデン上部カンブリア系エイラム頁岩中に含まれる軟体部保存を示す節足動物化石とその光学器官の進化学的意義， KAGI21 別府シンポジウム 2007，別府，2007 年.

田中源吾・野村真一・前田晴良，久米島の上部新生界島尻層群から産出したオストラコーダ化石群（予報）， KAGI21 別府シンポジウム 2007，別府，2007 年.

田中源吾・前田晴良，バルト琥珀中に包有されたアシナガバエ化石の眼の進化学的研究，KAGI21 別府シンポジウム 2007，別府，2007 年.

野村真一・田中源吾・前田晴良，久米島の上部新生界島尻層群から産出した岩礁性フジツボ・カメノテ化石（予報）， KAGI21 別府シンポジウム 2007，別府，2007 年.

Gengo Tanaka, The evolution in carapace outline of the Cytheroidea (Ostracoda, Crustacea)-its phylogenetic constraint and adaptive modification, 51 th Annual Meeting of the Palaeontological Association, Uppsala (Sweden), 2007.

田中源吾，例外的に保存された始新世のハエ化石の複眼の形態と機能， 地球惑星科学関連学会 2007 年合同大会，千葉，2007 年.

田中源吾・谷口秀樹・前田晴良・野村真一，日本産化石ハムシに保存された構造色，日本古生物学会 2008 年年会， 仙台，2008 年.

前田晴良・田中源吾・下林典正・大野照文，カンブリア紀の“汚物だめ”―Orsten 型化石鉱脈の保存の鍵―日本古生物学会 2008 年年会， 仙台，2008 年.

〔図書〕（計 0 件）
〔産業財産権〕
○出願状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計◇件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

http://www.gmnh.pref.gunma.jp/about/organization/arts/tanaka.html

http://www.core-orsten-research.de/00_memberimages.html

６．研究組織

(1)研究代表者

田中　源吾(TANAKA GENGO)
群馬県立自然史博物館・学芸員

研究者番号：50437191

(2)研究分担者

（　　）

研究者番号：

(3)連携研究者

（　　）

研究者番号：