

原著論文

茨城県常陸大宮市野上の中新統玉川層からの
ステゴロフォドン属（長鼻目）頭蓋化石および
スッポン科（カメ目）肩甲骨化石の発見とその意義*

国府田良樹**、*** · 安藤寿男**** · 飯泉克典***, *****,
三枝春生*****, 小池 渉*****, 加藤太一*****, *****,
藺田哲平*****, 長谷川善和*****,

(2018年10月31日受理)

**Newly Found Well-preserved Cranium of *Stegolophodon pseudolatidens*
(Yabe, 1950) (Proboscidea, Stegodontidae) and Scapula of the Trionychidae
(Testudines) from the Miocene Tamagawa Formation in Hitachi-Omiya City,
Ibaraki Prefecture, and their Significance***

Yoshiki KODA **, ***, Hisao ANDO ****, Katsunori IIZUMI ***, *****,
Haruo SAEGUSA *****, Wataru KOIKE *****, Taichi KATO *****, *****,
Teppei SONODA *****, and Yoshikazu HASEGAWA *****,

(Accepted October 31, 2018)

Abstract

A well-preserved cranium of *Stegolophodon pseudolatidens* (Yabe, 1950) (Proboscidea, Stegodontidae) was found in the lower Miocene Tamagawa Formation in Hitachi-Omiya City, Ibaraki Prefecture. The cranium is in the best preserved state among *Stegolophodon* specimens known in Japan so far. During the preparation work, a right scapula of the Trionychidae (Testudines) was also found. The mode of occurrence shows the right side of the cranium facing upward with five molars and left and right incisors, suggesting transportation possibly by river flood flow and rapid burial within sandy sediments. The host-rock massive sandstone was heavily burrowed and bioturbated by benthic organisms, especially mud shrimp. A dark gray mudstone layer just above the fossil horizon, contains fossil leaf fragments of broad-leaved trees. Based on these lines of evidence, the sedimentary environment of the *Stegolophodon*-bearing layer seems to be tidal lowlands of a river mouth bar. In addition, the Arcid-Potamid Fauna as a subtropical tidal molluscan fauna and the Daijima-type flora as a warm-temperate to subtropical, deciduous dicot-dominated flora have been found nearby in the Tamagawa Formation. These suggest that *Stegolophodon* inhabited a warm temperate forest area facing a subtropical tideland.

Key words: Proboscidea, *Stegolophodon pseudolatidens*, cranium, Testudines, Trionychidae, scapula, Ibaraki, Hitachi-Omiya City, Miocene, Tamagawa Formation.

はじめに

茨城県北部の八溝山地（西側）と阿武隈山地（東側）に挟まれた地域は、棚倉構造線の南北性の横ずれ運動に伴い形成された棚倉堆積盆と呼ばれ、新第三紀中新世の陸成～海成層が厚く堆積し、久慈川層群と一括されている（大槻, 1975; 天野, 2008; 天野ほか, 2011 など）。この地域では、これまでに陸生大型哺乳類化石が幾つか見つかり、長鼻類の下顎骨（国府田ほか, 2003）や臼歯（Kamei and Kamiya, 1981）、およびシカ類の下顎骨が報告されている（Shikama and Omori, 1952）。また、最近では長鼻類やシカ類、鳥類の足跡化石も発見されている（小池ほか, 2007; 安藤ほか, 2010）。多様な動物相を育んだこの地域からは、保存状態の良い哺乳類骨格化石の追加標本の産出が待ち望まれていた。

2011年12月11日（日）、当時水戸葵陵高校2年生であった星加夢輝氏（当時ミュージアムパーク茨城県自然博物館のジュニア学芸員でもあった）が、茨城県常陸大宮市野上の新第三紀前期中新世の玉川層を調査中に、哺乳類と思われる化石を発見した。12月13日（火）、星加氏と、当時、茨城大学大学院博士後期課程3年生であった藺田が現地に行き、露頭下部の砂岩層の上面に長鼻類化石が露出していることが確認された。同日、連絡を受けた国府田と安藤により、これが保存状態の良い長鼻類ステゴロフォドンの頭蓋骨であることが判明した。そこで、12月15日（木）から16日（金）、ミュージアムパーク茨城県自然博物館と

茨城大学などによる合同発掘調査が実施された。

筆者らはこの化石のクリーニング作業と同時に近縁属との形態的特徴の比較や系統学的位置の推定を現在進めている。しかし、それらの分析結果に基づいた報告が可能になるにはまだ期間を要する。そのため、本研究では現時点で明らかになっている長鼻類の頭蓋化石の産状と産出の意義について報告する。筆者らは産出したこの長鼻類の頭蓋化石を産出地にちなんで「野上標本」と呼ぶこととする。

産出地および地質概説

茨城県常陸大宮市周辺では、西側の八溝山地と東側の阿武隈山地にはさまれた地域に新第三系中新統が分布している（斎藤, 1992）。大槻（1975）、斎藤（1992）、Noda *et al.*（1994）、天野（2008）によれば、茨城県久慈川と那珂川にはさまれた常陸大宮地域の中新統は、下位から1) 国長層、2) 小貝野層、3) 桜本層、4) 玉川層、5) 坂地層の5つに区分されている。1) 国長層は、礫岩、火山角礫岩、火山砂岩、凝灰質砂岩、浮石質凝灰岩などからなる陸成層、2) 小貝野層は浮石質凝灰岩からなる陸成層、3) 桜本層は、細粒砂岩、シルト岩、凝灰岩の互層からなる陸成層、4) 玉川層は粗粒砂岩、砂岩・礫岩の互層からなる海成層、そして5) 坂地層は砂質シルトからなる海成層である。

これまで、常陸大宮市からは *Stegolophodon pseudolatidens* の臼歯2個（京都大学理学部所蔵；北塩子A・B標本）が報告されている（Kamei and Kamiya,

*本研究は茨城県自然博物館総合調査の一部として実施された。

**神栖市歴史民俗資料館 〒314-0144 茨城県神栖市大野原4-8-5 (Kamisu Museum of History and Folklore, 4-8-5 Onohara, Kamisu, Ibaraki 314-0144, Japan).

***ミュージアムパーク茨城県自然博物館 研究協力員 〒306-0622 茨城県坂東市大崎700 (Ibaraki Nature Museum, 700 Osaki, Bando, Ibaraki 306-0622, Japan).

****茨城大学大学院理工学研究科 〒310-8512 茨城県水戸市文京2-1-1 (Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University, 2-1-1 Bunkyo, Mito 310-8512, Japan).

*****茨城大学理学部地球環境科学コース 〒310-8512 茨城県水戸市文京2-1-1 (Faculty of Science, Ibaraki University, 2-1-1 Bunkyo, Mito, Ibaraki 310-8512, Japan).

*****兵庫県立人と自然の博物館 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘6丁目 (Museum of Nature and Human Activities, Hyogo, 6 Yayoigaoka, Sanda, Hyogo 669-1546, Japan).

*****ミュージアムパーク茨城県自然博物館 〒306-0622 茨城県坂東市大崎700 (Ibaraki Nature Museum, 700 Osaki, Bando, Ibaraki 306-0622, Japan).

*****福井県立恐竜博物館 〒911-8601 福井県勝山市村岡町寺尾51-11 (Fukui Prefectural Dinosaur Museum, 51-11 Terao, Muroko, Katsuyama, Fukui 911-8601, Japan).

*****群馬県立自然史博物館 〒370-2345 群馬県富岡市上黒岩1674-1 (Gunma Museum of Nature History, 1674-1 Tomioka, Gunma 370-2345, Japan).



図 1. 化石産地の位置。地質図に化石産出地点を示したものの。地質図と貝化石群集産地分布は Noda *et al.* (1994) および野田 (2001) を斎藤ほか (1992) を参考に改編し、Kamei and Kamiya (1981), 国府田ほか (2003) のステゴロフォドン属化石産地を追記。

Fig. 1. Fossil locality map. Geological map and localities of molluscan fauna are modified from Noda *et al.* (1994), Noda (2001), and Saito *et al.* (1992), with the further *Stegolophodon* locality information of Kamei and Kamiya (1981) and Koda *et al.* (2003).

1981). また、城里町 (旧東茨城郡桂村) からは *Stegolophodon* sp. の左下顎骨 (INM-4-004570; 桂標本) が報告されている (国府田ほか, 2003). 北塩子 A・B 標本と桂標本の正確な産出地点は不明であるが、いずれもそれぞれ、常陸大宮市北塩子、城里町桂付近から産出している。Kamei and Kamiya (1981) では詳細な産地が示されていなかったが、図 1 の地質図では北塩子 A・B 標本の産出地点を記している (図 1 X₂)。これは、故大森昌衛氏 (麻布大学名誉教授) からの私信や、化石発見当時および Kamei and Kamiya (1981) 執筆当時の地形図、山方町史、関係者への取材などから推測した位置である。北塩子 A・B 標本の産出層準は、斎藤ほか (1992) によれば玉川層に対比され、野上標本の産出層準よりも 150 - 200 m 程下位に位置すると想定される。また、桂標本の産出地点は、国府田ほか (2003) による転石として化石が採集された位置を示す (図 1 X₃)。桂標本の産出層準は、玉川層に対比される浅川層中下部層とされている (斎藤ほか,

1992; 天野, 2008; 国府田ほか, 2003)。本研究で新たに報告する長鼻類化石は、常陸大宮市野上に露出する玉川層の下部から得られた (野田, 2001; 図 1 X₁)。産出地の露頭では、厚い凝灰質砂岩を主体とする厚さ 7.5 m の地層が露出し、下部の 1.5 m は凝灰質砂岩が卓越する砂岩と泥岩の互層になっている (図 2 岩相層序ユニット I - V)。長鼻類化石は露頭の基底部から約 70 cm 上位で、一組の砂岩 (下位 70 cm) と泥岩 (上位 30 cm) の砂岩部に含まれていた (図 2 岩相層序ユニット IV, 図 3A)。この砂岩は、斜交層理が発達する凝灰質 (火山灰・軽石粒を多く含む) 中粒砂からなり、直径 1 - 2 cm の *Ophiomorpha* に類似する管壁を持った、垂直性の巣穴生痕が散在的に多数含まれている。砂岩は生物活動によって攪乱された全体として不均質な岩相を示す (図 3B)。また、泥岩には植物の材破片や葉片が含まれていた (図 3C)。化石層の上位の厚い砂岩層 (5.5 m) は、斜交層理が顕著に発達し、軽石粒も多量に含まれている (図 3D, E)。この砂岩層の上限にも垂直性巣穴生痕が見られ、その上位に塊状泥岩が重なっているのが確認できる。

堆積相からは、化石含有層は河口に近い感潮河川域、特に河口干潟を含む氾濫原などの堆積環境が示唆される。玉川層の下部からは、門ノ沢型貝化石群のフネガイ・ウミニナ貝類群集 (Arcid-Portamid Fauna) が産出し (Noda *et al.*, 1994)、リュウキュウサルボウガイやビカリヤを中心とする、亜熱帯性気候のマングローブ林が発達する潮間帯付近の貝類化石群集として知られている (高橋, 2001)。

化石の発掘とクリーニング作業

2011 年 12 月 15 日 (木) から 16 日 (金) に行われた発掘作業では、以下の手順で作業を実施した。まず、発掘作業の前に現地の堆積相、層序を調査し、地質柱状図を作成した。次に、化石産状観察と写真撮影を行い、コンクリート打ち抜き針を使った手作業での簡易的なクリーニングを行い、化石の埋設状況を推定し、化石周辺の母岩の除去方法を検討した (図 4A)。さらに、削岩機で母岩の除去作業を実施した (図 4B)。大まかに母岩が除去された後、化石を破損なく運搬するために、化石周辺の砂岩ブロックごと石膏ジャケットで保護した。石膏ジャケットブロックの作製方法は、濡れた新聞紙で化石周辺の砂岩ブロックご

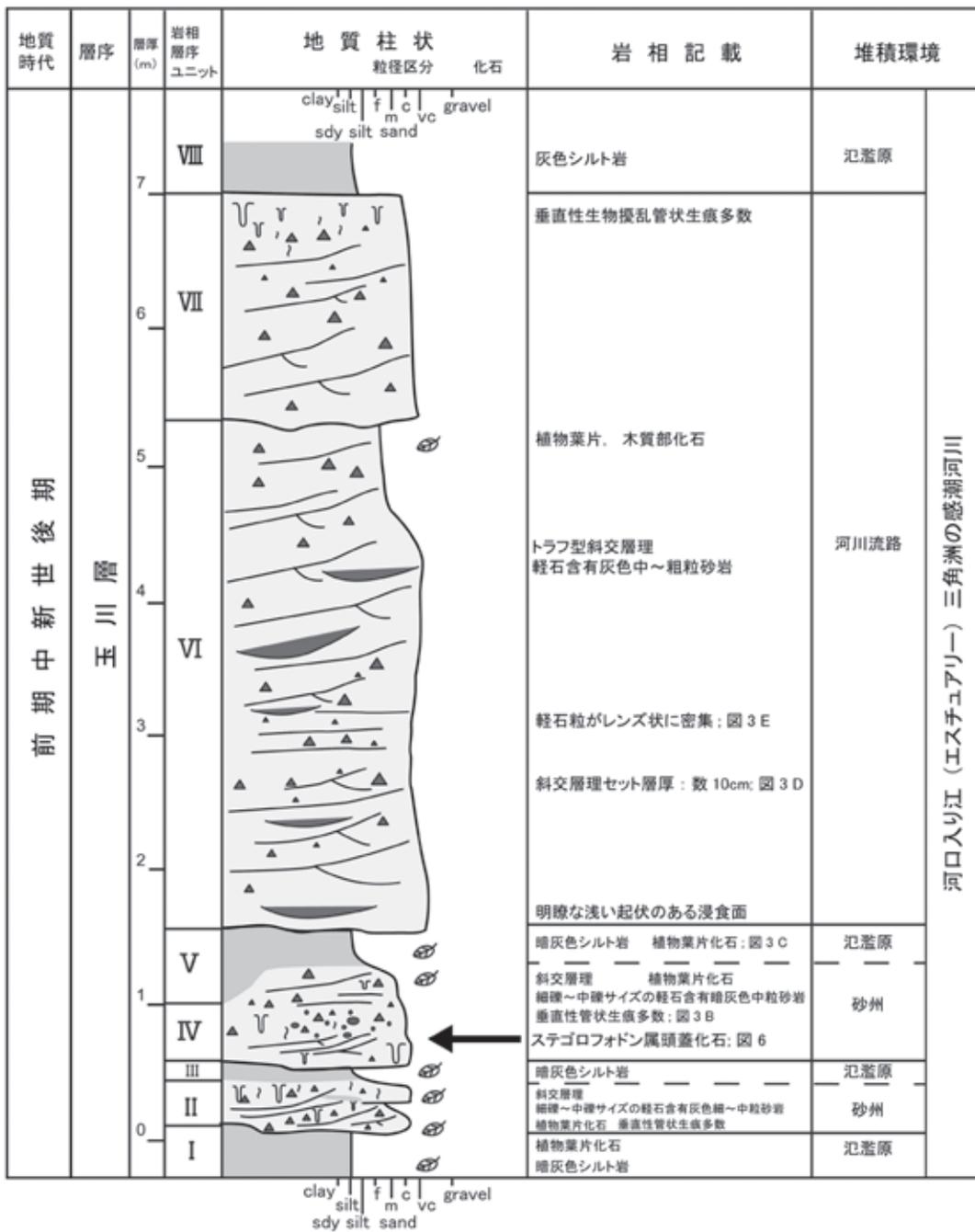


図 2. ステゴロフォドン属化石産地における地質柱状図.

Fig. 2. Geological columnar section at the fossil locality of *Stegolophodon*.

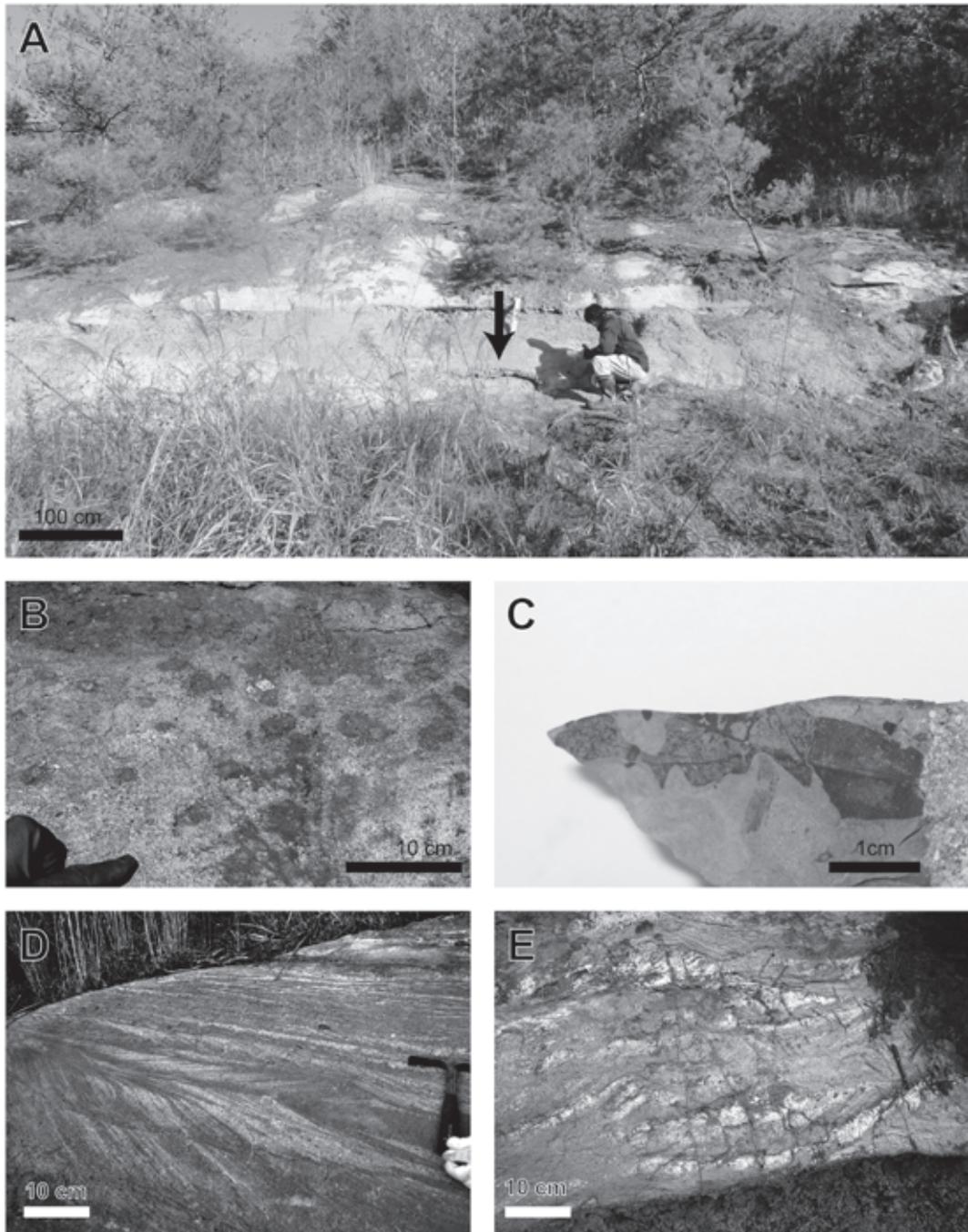


図3. ステゴロフォドン属化石産出地の露頭。A. 露頭全景。矢印は化石産出層準を示す。B. 砂岩の地層面上面に斑状模様として露出する、垂直性の生痕化石の密集部。C. ステゴロフォドン属化石層準直上の泥岩層から産した植物葉片化石。D. 岩相ユニットVI（図2）下部の軽石質中・粗粒砂岩。下半部は主に平板型でトラフ型を伴う斜交層理が発達し、上半部は平行層理が顕著である。E. 岩相ユニットVI上部の軽石質中・粗粒砂岩で、トラフ型斜交層理に軽石が密集するレンズ状部を含む。

Fig. 3. Outcrop photographs of the fossil locality. A. Overall view of the outcrop. Arrow marks the fossil horizon. B. A mottled bioturbation surface of sandstone with swarmed *Ophiomorpha*-like vertical burrows within the fossil horizon. C. Leaf fossils of a broad-leaved tree in a mudstone layer above the *Stegolophodon* horizon. D. Tuffaceous coarse- to medium-grained sandstone abundant in white to light gray pumice grains in the lithologic unit VI (Fig. 2). Primarily planar- and subordinately trough-type cross-stratification is well recognized in the lower half. Flat-stratification characterizes the upper half. E. Trough cross-stratified, coarse-grained tuffaceous sandstone bearing white to light gray pumice-swarmed lenses in the upper part of the lithologic unit VI.



図4. 発掘作業. 2011年12月15-16日に実施. A. 発掘作業の段取りを確認している様子. B. 削岩機を用いて化石周囲の母岩を除去している様子. C. 石膏ジャケットで化石を保護している様子. D. 化石を母岩から剥離し、運搬する様子.

Fig. 4. Excavation works at the fossil locality during 15-16, December, 2011. A. Preparatory meeting before excavation at the fossil locality. B. Excavation work by using a rock drill for removing the covering rocks of the fossil-bearing block. C. Protecting fossils with plaster covers. D. Peeling off the fossil-bearing block from host rocks and transporting the block.

と包埋し、その上からサイザル麻の繊維片を混入した石膏で覆った(図4C). その後、化石の下方に複数のたがねを打ち込み、石膏ジャケットブロックと母岩を切り離した. 石膏ジャケットブロックを反転させ、運搬するための木材を括り付けた(図4D). 6人がかりでこの石膏ジャケットブロックをトラックに積み込み、このブロックは、ミュージアムパーク茨城県自然博物館に運び込まれた.

2012年3月から約3年9か月をかけて国府田と飯泉が中心となり、石膏ジャケットブロック中の砂岩ブロックに含まれる頭蓋化石を取り出すクリーニングを行った. 採集したブロックは、頭蓋部と切歯部の2つに分かれている(図5A, B). まず、化石を保護している石膏ジャケットを除去した. 硬化した石膏は非常に堅牢なため、ディスクグラインダーを使用して少しずつ除去した(図5C). ハンマー、タガネ、コンクリート打ち抜き針などを使用して、化石の周辺の母岩を大まかに除去した(図5D). さらに圧縮空気を利用したクリーニングツールを使用して細かい部分の母岩の除

去を行った(図5E). クリーニングツール使用の際は、拡大鏡や双眼実体顕微鏡を使用しながら慎重に作業を実施した. クリーニング作業中に破損が危惧される部位については、ポリエチレングリコールによりその部位を保護しながら作業を行った(図5F; 古閑, 2009). ポリエチレングリコールは硬化するとある程度強度が確保されるが高温の湯で容易に溶けるため、クリーニングツール使用時の振動から化石の破損を防ぐことができ、繊細な部位のクリーニング作業には非常に有用であった. 6割ほどクリーニング作業が完了したのは2012年12月である(図5G). 2013年3月3日のクリーニング作業中に、左右切歯に接する状態で、発掘時には確認できなかったスッポン科の肩甲骨が発見された(図5H). その後、口蓋部分や後頭部、頭蓋内部の頭蓋底部には細心の注意を払ってクリーニングを実施した. 最終的にクリーニングが完了したのは2015年12月である. クリーニング済みの長鼻類の頭蓋化石とスッポン科の肩甲骨化石は、ミュージアムパーク茨城県自然博物館に登録、収蔵されている.

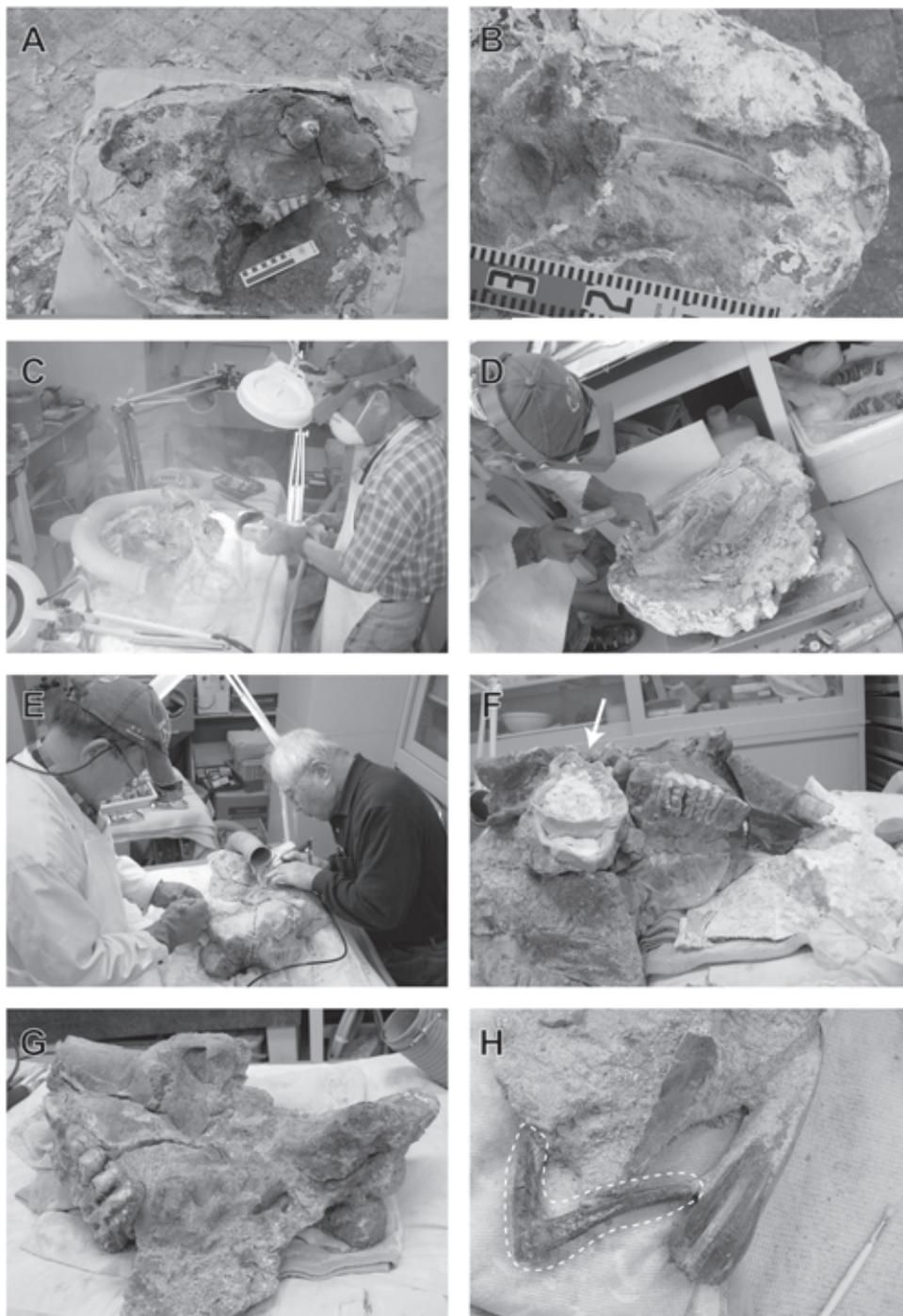


図5. 化石のクリーニング作業。A. ステゴロフォドン頭蓋部の石膏ジャケットを一部外したところ。B. ステゴロフォドン切歯部の石膏ジャケットを一部外したところ。C. ディスクグラインダーによる石膏ジャケットの切除作業。D. ハンマーとタガネによるクリーニング作業。E. 圧縮空気を利用したクリーニングツールによるクリーニング作業。F. ポリエチレングリコールにより化石の一部を保護しているところ。矢印は保護箇所を示す。G. ステゴロフォドン属頭蓋のクリーニング作業が6割ほど終了したところ。H. 切歯部のクリーニング作業中に産出したスッポン科の肩甲骨化石(点線で囲んだ箇所)。

Fig. 5. Preparation works at a laboratory in Ibaraki Nature Museum. A. Removal of a part of the plaster jacket covering the *Stegolophodon* cranium. B. Removal of a part of the plaster jacket covering a tusk of the *Stegolophodon* cranium. C. Removal of the plaster jacket by a disc grinder. D. Preparation work with a hammer and a burin. E. Preparation work with an air scriber run by compressed air. F. Protecting the fragile part of the *Stegolophodon* cranium with polyethylene glycol (area marked by the arrow). G. Preparation work of the *Stegolophodon* cranium approximately 60% complete. H. A scapula of Trionychidae (Testudines) found in the middle of the cranium-bearing block during preparation works (area circled by the broken line).

標本の記載

Order Proboscidea Illiger, 1811

Family Stegodontidae Osborn, 1918

Genus *Stegolophodon* Schlesinger, 1917

Stegolophodon pseudolatidens (Yabe, 1950)

(図版 1, a-d)

部位：頭蓋。

産出地点：茨城県常陸大宮市野上地内。

産出層準：玉川層 (Noda *et al.*, 1994)。

産出年月日：2011 年 12 月 16 日。

発見者：星加夢輝。

標本の所在：ミュージアムパーク茨城県自然博物館。

標本番号：INM-4-013853。

標本の名称：野上標本。

標本の記載：

本標本は保存状態の良い長鼻類の頭蓋化石であり、犬塚 (1977) の定義による計測値は、頭蓋最大長 535 mm、頭蓋高 385 mm である。咬耗度合が舌側と頬側ではほぼ等しい左右の第一、第二大白歯及び、遠位端まで歯冠形成が完了した未萌出の第三大白歯が植立している。その第三大白歯の白歯の萌出角度は急角度である。第一、第二大白歯の稜数は 4 稜で、咬頭は鈍頭歯型である。右切歯 (長さ 290 mm) および左切歯 (220 mm) も欠損なく保存されており、左右切歯外側面には先端から上顎体まで達するエナメルバンドが認められ、右切歯では長さ 230 mm、幅 43 mm、厚さ 2.5 mm におよぶ。左切歯は咬耗が進んでおり、右切歯よりも短い。頭蓋冠は大部分失われており頭蓋腔が露出しているが、左後眼窩突起右眼窩、大後頭穴、左後頭骨中位を通過する面よりも腹側は完全に保存されている。左後頭顆、頬骨弓の一部、外耳孔、眼窩下孔、関節窩、後鼻孔などが確認できる。

Order Testudines Batsch, 1788

Family Trionychidae Gray, 1825

(図版 2. a, b)

部位：右肩甲骨。

産出地点：茨城県常陸大宮市野上地内。

産出層準：玉川層 (Noda *et al.*, 1994)。

発見者：国府田良樹

産出年月日：2013 年 3 月 3 日。

標本の所在：ミュージアムパーク茨城県自然博物館。

標本番号：INM-4-014137。

標本の記載：

本標本はほぼ完全なカメ類の右肩甲骨である。関節窩より背側に伸びる肩甲突起 (scapular prong) と正中腹側に伸びる肩峰突起 (acromial process) が約 65 度の角度で交わり、全体としてやや鋭角な L 字型をなす。肩甲突起 (長さ 115 mm) は全体に腹側正中方向へ緩く湾曲し、先端から関節窩へ向かって断面がやより扁平に変化していく。肩峰突起 (保存部位の長さ 86 mm) は先端へ向かうほど扁平になる。先端はわずかに欠損するが、ほぼ完全であり、肩甲突起よりも短い。関節窩の凹みは浅く、後方には烏口骨との縫合面が認められる。

肩甲突起が肩峰突起よりも長いことや関節窩が浅いことは、甲羅が比較的扁平な淡水生のカメ類に共通して見られる特徴である (Walker, 1973)。さらに、肩甲突起と肩峰突起のなす角度が直角よりも明らかに小さいことや、肩甲突起が全体に腹側へ緩く湾曲し、その近位部が扁平になるといったスッポン科のカメ類に特有の形態的特徴が認められる (Meylan, 1987)。現生のスッポン科カメ類を参考にすると、生息時には甲長約 60 cm に達したと推定される。

化石包含層の堆積環境

岩相や堆積構造などの観察から、産出露頭の地層は、潮汐の影響を受ける海岸に近い河川 (感潮河川、もしくは河口入り江 (エスチュアリー) の三角洲) で堆積されたものと推定される (図 2)。中・上部の厚い砂岩は、河川の流路の堆積エネルギーが高い場所で、そして、長鼻類化石を含む下部の砂岩・泥岩互層部は、その河川の流路脇の低地 (海水の流入のある氾濫原) で形成されたものと考えられる。氾濫原では普段は泥が長期間にわたって沈積するが、洪水時には河道から砂質堆積物が溢れ出て広がるために、泥層の中に砂層が挟まって互層となる。

通常の河川堆積物には、生物の活動による生痕化石が残されることは稀だが、この砂岩泥岩互層中の砂岩には、底生生物の活動によって作られた直径 1 - 2 cm の、泥の壁 (1 - 2 mm) をもった地層面に対して垂直な円柱状の生痕化石が散在的ながら多く含まれる。これは生痕属 *Ophiomorpha* に類似し、洪水流による砂

層が堆積した後の氾濫原上の砂地に、泥で壁打ちされた垂直な穴を作って棲む動物（おそらく甲殻類）が一面に生息していたことを示している。これだけ多くの底生生物が生息できる環境として、栄養供給の多い河口入り江の氾濫原が砂質干潟をなしていた可能性が示唆される。

長鼻類化石の産状と堆積過程

長鼻類の頭蓋骨の内部は、骨組織が非常に粗い海綿状となっている。それが頭部の軽量化による頸部への負担軽減に役立っているが、死後に化石化の過程で脆く壊れやすくなる原因となる。そのため、長鼻類の頭蓋骨は化石として保存されにくく、希に発見されても、骨の埋没後の続成作用を含めた様々な地質学的過程の中で、欠損・破損してしまっていることが多い。

今回発見された長鼻類の頭蓋は、露頭面に向かって、鼻先を西方向に、頭頂部の左側面をほぼ下にして埋まっており、右側面が露頭の斜面に露出していた（図 6A）。右側面は一部欠損が見られるものの、ほぼ完全な吻部と切歯が保存された頭蓋である。欠損部は露出した後に風雨等によって削剥・風化されたものと考えられ、地層中では完全な状態で保存されていたものと推測される。確認されたのは頭蓋のみで、周囲から下顎骨やその他の骨格は見出されていない。死後、遺骸が定置した場所から少なからず運搬作用を受けていたが、壊れることなく堆積物中に埋没したと考えられる。それは長鼻類とは異なる生息環境のスッポン科の肩甲骨が共産したことから示唆される（図 6B）。化石包含層の堆積環境から、洪水時に河道から溢れ出た洪水流によって流されつつも、壊されることなく素早く砂質堆積物中に埋没したものと予想される。

化石包含層の地質時代

これまでに玉川層の下位にある小貝野層こがいの中に含まれる厚い軽石質凝灰岩からは、 17.3 ± 1.2 Ma の放射 (K-Ar) 年代が得られている（田切ほか，2008）。この小貝野層の凝灰岩に対比される、大子地域の北田気層きたたげ上部の大沢口凝灰岩部層では、16.7 Ma の K-Ar 年代が得られている（天野，2008；天野ほか，2011）。また、前期中新世後期から中期中新世の微化石層序研究の現況をとりまとめた最近の研究（例えば、安藤ほ

か，2011）によると、ピカリアを含む亜熱帯性貝化石群集の年代は 16.5 Ma より古いと見積もられるようになっている。したがって、こうした情報を総合し、玉川層最下部の長鼻類化石の包含層は前期中新世の末期（16.6 Ma 付近）と予想される。今回の化石産出層準から採取した凝灰質砂岩について、中期中新世初頭を示す FT（フィッション・トラック）年代測定値 15.9 ± 0.9 Ma（誤差は 1σ ）が得られているが（京都フィッション・トラック（株）測定）、この数値は先行研究との整合性が保たれているとは言えないため詳細については今後更なる検討が必要である。

化石産出の意義

産出した長鼻類の頭蓋化石の包含層は、玉川層下部で、その時代は前期中新世の末期（16.6 Ma 頃）と予想されることから、常陸大宮市野上の北東に近接した大子地域に分布する浅川層下部に対比される。浅川層下部層の堆積環境は玉川層最下部と同様に河川から三角州である（高橋，2001；天野ほか，2011）。クスノキ科やヤナギ科の植物化石が主に産出し、河畔の植生を反映したものとみなされている。さらにマンサク科の *Liquidambar miosinica* が多産している。これらの浅川層下部の植物化石組成からは暖温帯の特徴を示すとされている（永戸，2008）。頭蓋化石は河川などで長距離運搬された形跡がないことから、*Stegolophodon pseudolatidens* は暖温帯林が発達する河口入り江三角州、もしくはその近隣に生息していたことが示唆される。このことは、同時に *Stegolophodon pseudolatidens* が森林生だった可能性を示唆している。

現生種に繋がるゾウ科の繁栄は、咀嚼様式の変化に伴う臼歯の大型化・高歯冠化などの形態進化に密接に関わっているとされている。ステゴロフォドン属より原始的なゴンフォテリウム科の咀嚼様式は、下顎を上下方向に閉じた後、近心舌側方向に動かして食物を咀嚼する方法である。一方、より派生的なゾウ科では下顎を前方向に動かして食物を咀嚼する方法である（Maglio, 1973; Shoshani and Tassy, 1996; von Koenigswald, 2016）。これらの咀嚼様式の変化は、中新世末期の乾燥化による草原の拡大に伴って、長鼻類の食性がブラウザー型（木本葉・果実食；ゴンフォテリウム科）からグレイザー型（草本食；ゾウ科）に移行したことに起因すると推測されている（Cerling *et*

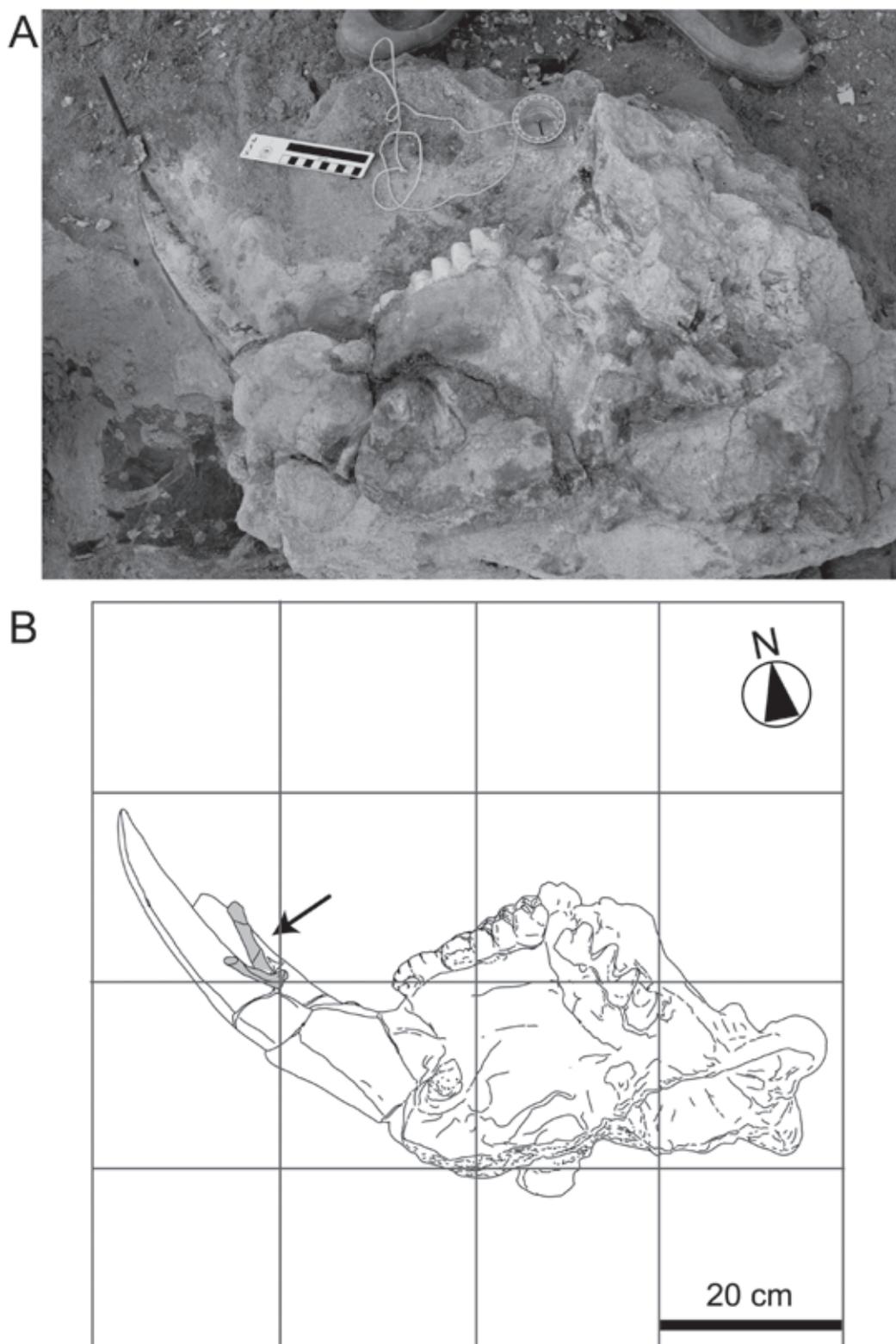


図 6. ステゴロフォドン属頭蓋化石とスッポン科右肩甲骨化石の産出状況。A. 露頭面の化石露出部。B. 化石産状の線画。矢印はスッポン科右肩甲骨化石の位置を示す。

Fig. 6. Mode of occurrence of a *Stegolophodon* cranium and a Trionychidae scapula on the upper sandstone surface gently oblique to the bedding. A. The upper sandstone surface before excavation at the fossil locality. B. Drawing of the mode of fossil occurrence of the *Stegolophodon* cranium. The arrow mark shows the co-occurring right Trionychidae (Testudines) scapula.

al., 1997).

今回産出した頭蓋化石は、臼歯の形態が4稜歯を基本とする鈍頭歯型で、ゴンフォテリウム科の特徴に近く、ゾウ科のように多稜歯化や高歯冠化していない。しかし、臼歯の萌出角度が急で、臼歯の咬耗度合は舌側と頬側でほぼ等しく、下顎窩が深いという特徴が観察される。これらの特徴から、本標本は *Stegolophodon* 属の中で、すでにゾウ科のように前方向に下顎を動かす咀嚼を行っていた可能性を示唆している。今後、この標本を用いたステゴロフォドン属の系統学的位置の推定や臼歯のマイクロウェアの観察（食物を咀嚼する際に臼歯表面のエナメル質にキズが生じ、その傷の方向を観察することで下顎の動きを推定することが可能）などにより、具体的な検証が可能になると期待される。

まとめ

棚倉堆積盆南部の下部中新統上部の砂岩層より、保存状態が極めて良好なステゴロフォドン属の頭蓋化石を発掘し、クリーニングを行った上で標本の簡潔な記載から *Stegolophodon pseudolatidens* と同定した。クリーニング作業の過程で見出したスッポン科の右肩甲骨についても記載した。化石産状と堆積相層序の観察や棚倉堆積盆における先行研究から、頭蓋化石は、暖温帯林が発達する河口入り江三角州周辺に生息していた個体が、死後河川の洪水流によって運搬され、砂質干潟をなす氾濫原にもたらされ、急速に砂質堆積物に埋没したと推測された。臼歯や頭蓋の形態観察から本種は *Stegolophodon* 属の中で、すでにゾウ科のように前方向に下顎を動かす咀嚼を行っていた可能性が示唆された。頭蓋標本は本報で発見されたステゴロフォドン属化石の中では、頭蓋部の形が復元できること、両切歯と臼歯列は完全であることなど、今後の研究を推進する上で極めて重要なものであることが判った。

謝 辞

本報告を行うにあたり、現地調査では、ミュージアムパーク茨城県自然博物館、茨城県教育委員会、常陸大宮市、常陸大宮市教育委員会、水戸葵稜高等学校、水戸グリーンカントリークラブ、菅谷 博氏、三次真一郎氏、家田典之氏、鴨志田篤二氏、後藤俊一氏

に化石発掘時多大なる協力を頂いた。地権者の海老根定夫氏には、発掘調査の許可と産出資料のミュージアムパーク茨城県自然博物館への収蔵に同意をいただいた。野上標本発見者の星加夢輝氏とご家族には本標本の重要性をご理解いただき、調査に全面的に協力いただいた。クリーニングおよびCT調査では、兵庫県立人と自然の博物館、九州国立博物館、今津節生博士、鳥越俊行氏、日本大学松戸歯学部特任教授の鈴木久仁博博士にご協力いただいた。産出時代のFT年代測定は、(株)京都フィッシュン・トラックに実施いただき、その年代値の意義について種々ご教示いただいた。常陸大宮市教育委員会にはその費用を負担していただいた。標本のレプリカ製作に当たっては、中馬洪治氏の協力をいただいた。

以上の方々および関係当局に厚くお礼申し上げます。

引用文献

- 天野一男. 2008. 3. 4. 3 棚倉地域. 日本地質学会(編), 日本地方地質誌3, 関東地方. pp. 206-214, 朝倉書店.
- 天野一男・松原典孝・及川敦美・滝本晴南・細井 淳. 2011. 棚倉断層の新第三紀テクトニクスと火山活動・堆積作用. 地質学雑誌, 117, 補遺: 69-87.
- 安藤寿男・小池 渉・国府田良樹・岡村喜明. 2010. 茨城県大子町滝倉の中新統浅川層から発見された大型哺乳類足跡化石群とその産状. 茨城県自然博物館研究報告, (13): 1-21.
- 安藤寿男・柳沢幸夫・小松原純子. 2011. 常磐地域の白亜系～新第三系と前弧盆堆積作用. 地質学雑誌, 117, 補遺: 49-67.
- Batsch, A. J. G. C. 1788. *Versuch einer Anleitung, zur Kenntniss und Geschichte der Thiere und Mineralien*. 528 pp., Akademische Buchhandlung, Jena.
- Cerling, T. E., J. M. Harris, B. J. MacFadden, M. G. Leakey, J. Quade, V. Eisenmann and J. R. Ehleringer. 1997. Global change through the Miocene / Pliocene boundary. *Nature*, 389: 153-158.
- Gray, J. E. 1825. A synopsis of the genera of reptiles and amphibia, with a description of some new species. *Annals of Philosophy*, 10(2):193-217.
- Illiger, C. D. 1811. *Prodromus systematis mammalium et avium: additis terminis zoographicis utriusque classis*. 301 pp., Salfeld, Berlin.
- 犬塚則久. 1977. 千葉県下総町猿山産のナウマンゾウ (*Palaeoloxodon naumanni*) の頭蓋について. 地質学雑誌, 83: 523-536.
- Kamei, T. and H. Kamiya. 1981. On the fossil teeth of *Stegolophodon pseudolatidens* (YABE) from the Miocene Bed of the Abukuma mountains. *Mem. Fac. Sci. Kyoto Univ., Ser. Geol., Mineral.*, 47 (2): 165-176.

- 国府田良樹・柳沢幸夫・長谷川善和・大塚裕之・相澤正夫. 2003. 茨城県桂村で発見された中期中新世 *Stegolophodon* 属 (長鼻類) の下顎骨化石. 地球科学, **57**: 49-59.
- 小池 渉・安藤寿男・国府田良樹・岡村喜明. 2007. 茨城県大子町の下部中新統北田気層より産出した哺乳類および鳥類足跡化石群の産状と標本. 茨城県自然博物館研究報告, (10): 21-44.
- 古閑公浩. 2009. ポリエチレングリコールを使用した脊椎動物化石のクリーニング法. 熊本地学会誌, (150): 2-7.
- Maglio, V. J. 1973. Origin and evolution of the Elephantidae. *Trans. Amer. Phil. Soc.*, **63**: 1-149.
- Meylan, P. A. 1987. The Phylogenetic relationships of soft-shelled turtles (Family Trionychidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, **186**: 1-101.
- 永戸秀雄. 2008. 茨城県大子地域における中新世植物化石群. 化石, (84): 37-46.
- Noda, H., Y. Kikuchi and A. Nikaido. 1994. Middle Miocene molluscan faunas from the Tamagawa Formation in Ibaraki Prefecture, northern Kanto, Japan - Arcid-Potamid fauna in the Tanakura Tectonic Zone. *Sci. Rep. Inst. Geosci. Univ. Tsukuba, Sec. B*, **15**: 81-102.
- 野田浩司. 2001. 1500 万年前茨城県は熱帯の海だった. 日本古生物学会普及資料, 39 pp.
- 大槻憲四郎. 1975. 棚倉破砕帯の地質構造. 東北大地質古生物研報, **76**: 1-71.
- Osborn, H. F. 1918. Equidae of the Oligocene, Miocene, and Pliocene of North America, iconographic type revision. *Mem. Amer. Mus. Nat. Hist., Ser. 2*, 217 pp.
- 斎藤登志雄. 1952. 茨城県久慈郡太田町附近に分布する第三紀層の層序に就いて【茨城県地質 I】. 茨城大学文理学部紀要 自然科学, **2**: 129-148.
- 斎藤登志雄・高橋治之・天野一男. 1992. 棚倉断層周辺新第三系地質図. 茨城大学理学部.
- Schlesinger, G., 1917. Die Mastodonten des K. K. Naturhistorischen Hofmuseums: morphologisch-phylogenetische untersuchungen. Denkschriften des K. K. Naturhistorischen Hofmuseums, *Geologisch-Paläontologische Reihe*, **1**: 1-230.
- Shikama, T. and M. Omori. 1952. Note on and occurrence of *Dicrocerus* in the Daigo Group of the Ibaraki Prefecture, Japan. *Proc. Japan Acad.*, **28**: 567-572.
- Shoshani, J. and P. Tassy. 1996: Summary, conclusions, and a glimpse into the future. In: Shoshani, J. and Tassy, P. (eds.). *The Proboscidea: Evolution and Palaeoecology of Elephants and their Relatives*. pp. 335-348, Oxford University Press, Oxford.
- 田切美智雄・青井亜紀子・笠井勝美・天野一男. 2008. 大子地域中新世火山岩類の化学組成と K-Ar 年代 - 大子地域と茂木地域に産する新第三紀火山岩類の組成・層序対比. 地質学雑誌, **114**: 300-313.
- 高橋宏和. 2001. 棚倉破砕帯の Arcid-Potamid 群集. 生物科学, **53**: 168-177.
- Tassy, P. 1996. Who is who among the proboscidea. In: Shoshani, J. and Tassy, P. (eds.). *The Proboscidea: Evolution and Palaeoecology of Elephants and their Relatives*. pp. 39-48, Oxford University Press, Oxford.
- von Koenigswald, W. 2016. The diversity of mastication patterns in Neogene and Quaternary *proboscideans*. *Palaeontogr. Abteil. A.*, **307**: 1-41.
- Walker, W. F., 1973. The Locomotor apparatus of Testudines. In: Gans, C. and Parsons, T. S. (eds.), *Biology of the Reptilia. 4 Morphology*. pp. 1-100, Academic Press, New York
- Yabe, H. 1950. Three alleged occurrence of *Stegolophodon latidens* (Clift) in Japan. *Proc. Japan Acad.*, **26** (9): 61-65.

(要 旨)

国府田良樹・安藤寿男・飯泉克典・三枝春生・小池 渉・加藤太一・菌田哲平・長谷川善和.
茨城県常陸大宮市野上の中新統玉川層からのステゴロフォドン属（長鼻目）頭蓋化石およびスッポン科（カメ目）肩甲骨化石の発見とその意義. 茨城県自然博物館研究報告 第21号 (2018)
pp. 1-15, pls. 1-2.

茨城県常陸大宮市野上に分布する下部中新統上部の玉川層の凝灰質砂岩から、保存状態が良好な *Stegolophodon pseudolatidens* (長鼻目, ステゴドン科) の頭蓋化石が発見された。その頭蓋化石は、これまで知られている日本産ステゴロフォドン属の最も保存のよい標本である。クリーニング作業中にスッポン科（カメ目）の右肩甲骨も発見された。頭蓋化石の産状は、頭蓋右側面を上向きにした状態で、産出時に5つの臼歯と左右の切歯が確認された。化石含有層は甲殻類の巣穴生痕が密集した塊状生物擾乱砂岩であり、直上の暗灰色泥岩層中には植物葉片、材片化石が含まれる。こうした化石の産状と岩相から、頭蓋化石は、河口砂質潮汐低地の堆積環境において、河川の洪水流により運搬され、急速に砂質堆積物に埋没したことが示唆される。化石産出地周辺に分布する玉川層の相当層準からはフネガイ-ウミニナ干潟貝類群集や台島型植物化石群の産出が報告されていることから、*Stegolophodon pseudolatidens* が、亜熱帯の干潟に面した温暖な森林域に生息していたことが推測される。

(キーワード): 長鼻目, *Stegolophodon pseudolatidens*, 頭蓋, カメ目, スッポン科, 肩甲骨, 茨城県常陸大宮市, 中新世, 玉川層.

補遺

Appendix

茨城県常陸大宮市野上産ステゴロフォドン属化石発見から「茨城県の化石」指定までの経緯

Brief history from discovering a *Stegolophodon* fossil at Nogami, Hitachi-Omiya City, Ibaraki Prefecture to designation as “Fossil of Ibaraki Prefecture”

報道機関への現地説明会

野上標本は、化石産状を現地で確認した時点で国内産ステゴロフォドン頭蓋化石としては屈指の発見であると判明した。そのため、確認翌日の2011年12月14日（水）には、茨城県教育庁へ野上標本に関する資料の提供を行った。確認翌々日の12月15日（木）午後1時半から化石発掘現場にて報道機関各社の取材記者への説明会を実施した（補遺図1A, B）。その結果、その日の夕方のテレビやラジオでのニュース放送や、16日（金）の新聞各紙（地方紙だけでなく全国紙でも）の朝刊、報道機関のホームページ等で、化石発見や発掘の様子や発見の意義について大きく報じられた。

化石標本の緊急公開

化石発見の報道の影響が非常に大きかったため、県民からの問い合わせが多く寄せられたことから、化石標本の緊急公開を行うこととなった。そのため、ステゴロフォドン頭蓋の様子が見えるよう取り急ぎクリーニングを行い、2012年1月2日（月）から1月27日（金）まで、ミュージアムパーク茨城県自然博物館企画展示室前にコーナーを設けて展示した。その初日には、除幕式を行い、来館者への説明も実施した（補遺図1C）。

常陸大宮市での市民説明会

ステゴロフォドン頭蓋化石の発見地である常陸大宮市では、発見の経緯を広く市民に報告する場として、2012年1月29日（日）に常陸大宮市文化センターで「古代ゾウ・ステゴロフォドン発掘調査市民説明会」が行われた（補遺図1D）。そして、同日から2月5日（日）まで、常陸大宮市歴史民俗資料館大宮館に特別展示コーナー（補遺図1E）が設けられた。また、2月21日（火）には、常陸大宮市緒川総合センターで開催された常陸大宮市教育振興大会において、発掘調査の成果を披瀝する場が設けられ、発見者の星加氏からも説明があった。

発見者の星加夢輝氏への茨城県教育委員会表彰

ステゴロフォドン頭蓋化石の発見を端緒として、その標本の調査・研究が長鼻類の進化史に新しい学術的情報をもたらすことが予想され、その経緯がミュージアムパーク茨城県自然博物館の展示・教育普及活動などに貢献することが期待された。これにより、星加夢輝氏は、2012年2月7日（火）、茨城県教育委員会の小野寺俊教育長から表彰を受けた（補遺図1F）。

茨城県庁での特別展示

多くの県民が訪れる茨城県庁2階の県民ホールの一 corner に特別展示コーナーが設置され、2012年2月7日（火）の開幕式では、ステゴロフォドン頭蓋化石の展示説明と星加夢輝氏からのコメントがあった。ここの公開は、同日より2月13日（月）まで1週間の日程で行われた（補遺図1G）。

「茨城県の石」の「茨城県の化石」に選定される

2016年5月10日、日本地質学会では、全国の都道府県を代表する岩石、鉱物、化石の各1点ずつをセットとして「県の石」として選定した。「茨城県の化石」としては、各方面からの推薦と選定委員会による審査の末、ステゴロフォドンが選ばれた（補遺図1H）。



補遺図 1. 茨城県常陸大宮市野上産ステゴロフォドン属化石発見から「茨城県の化石」指定までの経緯。

A. 化石産地における報道各社への現地説明会の様子。2011年12月15日。B. 発見者の星加夢輝氏とステゴロフォドン化石。現地説明会での発掘前。C. ミュージアムパーク茨城県自然博物館での緊急公開展示（2012年1月2～27日）。来館者説明会（1月2日）の状況。D. 常陸大宮市文化センターでの市民説明会（2012年1月29日）の状況。E. 常陸大宮市歴史民俗資料館大宮館での展示コーナー（2012年1月29日～2月5日）の状況。F. 発見者の星加夢輝氏への茨城県教育委員会表彰後の記念撮影（2012年2月7日）。G. 茨城県庁での特別展示（2012年2月7～13日）の開幕式（2月7日）の状況。H. ミュージアムパーク茨城県自然博物館の特別展示「茨城県の石」（茨城県の化石）。

Appendix Fig. 1. A. Field briefing at the fossil locality in Hitachi-Omiya City to news media reporters, 15, December, 2011. B. *Stegolophodon* fossil and a discoverer, Mr. Yumeki Hoshika before excavation at the fossil locality. C. Explanatory meeting at a special exhibition (2 to 27 January) of Ibaraki Nature Museum on 2, January, 2012. D. Civic briefing at the Cultural Center of Hitachi-Omiya City on 29, January, 2012. E. Special exhibition (29 January to 5 February, 2012) at Museum of History and Folklore, Hitachi-Omiya City. F. Group photo after a commendation ceremony for Mr. Yumeki Hoshika from the Ibaraki Prefectural Educational Committee on 7, February, 2012. G. Opening ceremony of a special exhibition (7 to 13 February) at Citizen Hall of Ibaraki Prefectural Government on 7, February, 2012. H. Special exhibition at Ibaraki Nature Museum on *Stegolophodon* specimen designated as “Fossil of Ibaraki Prefecture” by the Geological Society of Japan.

図版と説明

(2 図版)

Plates and Explanations

(2 plates)

図版 1 (Plate 1)

常陸大宮市野上産ステゴロフォドン属 (*Stegolophodon pseudolatidens*) の頭蓋標本 (INM-4-013853).

a. 左側面

b. 右側面

c. 前面

d. 腹側面

スケールは 10 cm.

The cranium of *Stegolophodon pseudolatidens* (INM-4-013853) from Hitachi-Omiya City.

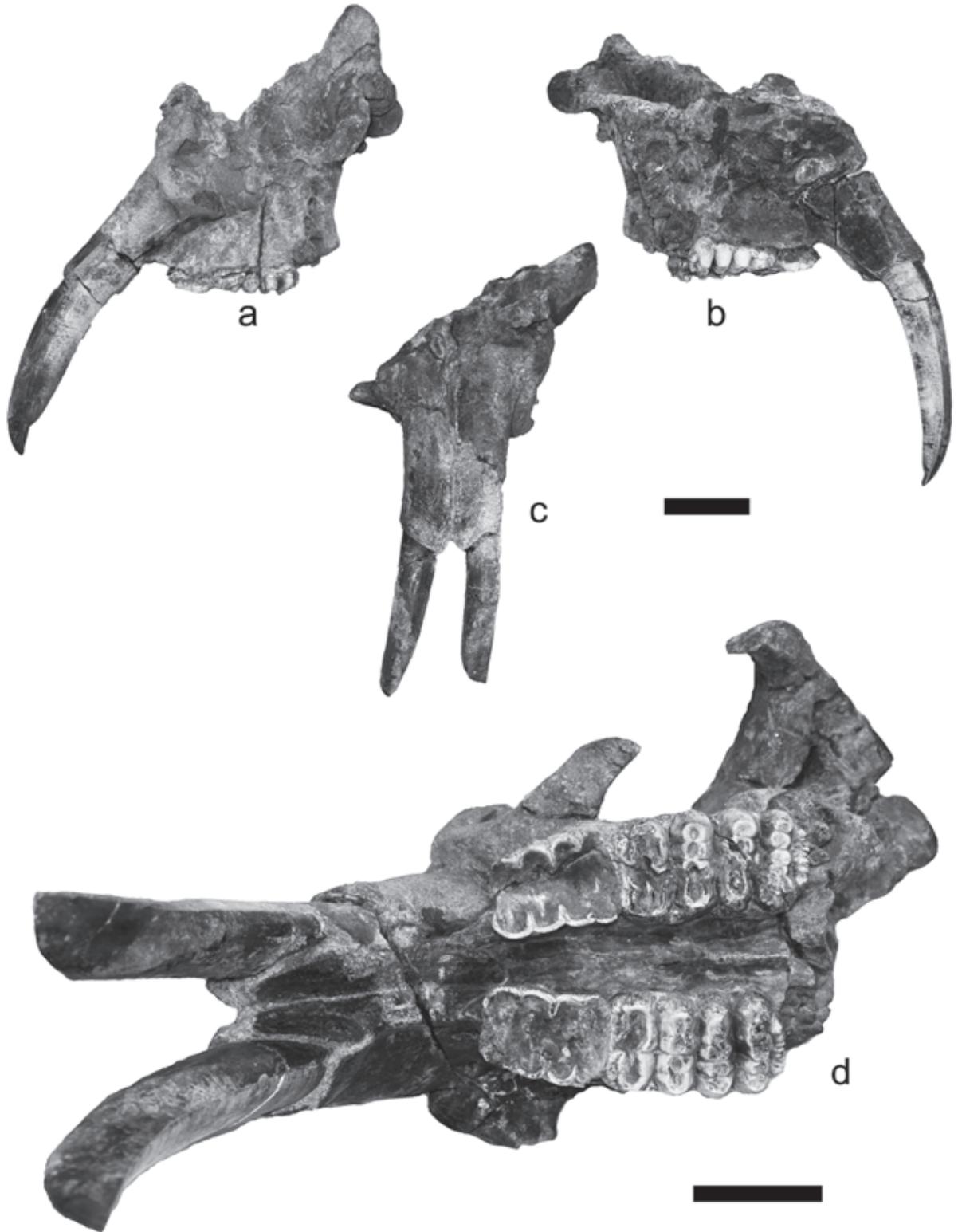
a. Left lateral view

b. Right lateral view

c. Anterior view

d. Ventral view

Scale bar: 10 cm.



図版 2 (Plate 2)

常陸大宮市野上産スッポン科の右肩甲骨標本 (INM-4-014137).

a. 前側面

b. 後内面

スケールは 5 cm.

The scapula of Trionychidae (Testudines) (INM-4-014137) from Hitachi-Omiya City.

a. Anterolateral view

b. Posteromedial view

Scale bar: 5 cm.

