

## 短報 (Short Article)

茨城県ひたちなか市の上部白亜系那珂湊層群礫合層から産出した  
生痕化石 *Archaeozostera*\*村田一弘<sup>1</sup>・松尾武祥<sup>1</sup>・加藤太一<sup>1</sup>

(2024 年 12 月 6 日受理)

A Trace Fossil *Archaeozostera* Discovered from the Isoai Formation  
of the Upper Cretaceous Nakaminato Group in Hitachinaka City,  
Ibaraki Prefecture, Japan\*Kazuhiro MURATA<sup>1</sup>, Takeyoshi MATSUO<sup>1</sup> and Taichi KATO<sup>1</sup>

(Accepted December 6, 2024)

## Abstract

A trace fossil *Archaeozostera* (INM-4-19436) was discovered in a turbiditic sandstone block derived from the Upper Cretaceous lower Maastrichtian Isoai Formation, Nakaminato Group distributed along the Pacific coast in Hitachinaka City, Ibaraki Prefecture, Japan. The specimen of *Archaeozostera* treated here consists of eight tunnels filled with black muddy sediments. Comparative analysis in morphology and mode of occurrence between the Nakaminato specimen and the complete specimens of *Archaeozostera* occurring in the Upper Cretaceous Izumi Group strongly suggests that the Nakaminato *Archaeozostera* consists only of the eight radial tunnels (RT) but is an incomplete specimen in morphology. This is the first occurrence record of *Archaeozostera* from the Nakaminato Group. It indicates that the *Archaeozostera*-producing animal inhabited in not only the Izumi but also the Nakaminato basins.

**Key words:** *Archaeozostera*, trace fossil, Isoai Formation, Nakaminato Group, Upper Cretaceous, Ibaraki, Japan

## はじめに

生痕化石 *Archaeozostera* は、西南日本の中央構造線北側に分布する上部白亜系和泉層群から多産することが古くから知られている (例えば, 郡場・三木, 1931; 棚部, 1972; 甲藤, 1977; 徳橋・両角, 1983; ザイラッハー, 2001; 宮田ほか, 2012; 菊池・小竹, 2013; Kotake *et al.*,

2016; 平澤, 2020)。この生痕化石はかつて植物化石として記載され、形態的特徴および推定された堆積環境からアマモ科の祖先として解釈され、“コダイアマモ” という和名も与えられた (郡場・三木, 1931)。しかし 1980 年以降、葉の折れ曲がりが見られないなど保存状態が良すぎることで、植物としての組織が見られないこと、葉と考えられた部位が黒色の泥質物で構

\* 化石の発掘調査はミュージアムパーク茨城県自然博物館の重点研究の一環として実施された。化石の分類および比較検討は創造的調査研究として実施された。

<sup>1</sup> 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).

成されていること、産出する地層の堆積環境が深海の海底扇状地であるといった理由から、この化石は植物ではなく生痕化石である可能性が指摘されるようになった（例えば、那須, 1983; Kuo *et al.*, 1989; Fu, 1991; ザイラッハー, 2001）。近年、Kotake *et al.* (2016) は *Archaeozostera* の全体の形態を復元するとともに、それが定住生活を採用する内在型デトリタス食者によって、形成された生痕化石であることを明らかにした。

このように、*Archaeozostera* の正体が解明されつつある一方、その産出地域および時代が極めて限られていること理由は全く分かっていない。これまで *Archaeozostera* のほとんどは和泉層群および宇和島層群から産出しており（例えば、Koriba and Miki, 1958; 棚部, 1972; 徳橋・両角, 1983; 宮田ほか, 2012; 平澤, 2020）、他には樺太（サハリン）の白亜系と北海道の蝦夷層群からわずかな報告例が知られているに過ぎない（例えば、大石, 1931; 大石・松本, 1937）。一方、上部白亜系以外では、糸魚川（1981）と杉浦・柴田（1984）が愛知県の中部中新統師崎層群から、そして Kotake *et al.* (2016) がスペインの古第三系始新統からの産出を報告しているのみである。これらの事実は *Archaeozostera* 形成者がより広範な地域および時代に生息していた可能性を強く示唆するものの、その検証のためにはより多くの地域と地層から *Archaeozostera* を発見することが必要である。

著者らは、茨城県ひたちなか市の大洗県立自然公園の第2種特別地域内に露出する上部白亜系那珂湊層群から生痕化石 *Archaeozostera* (INM-4-19436; 以下、本標本) を発見した。本標本是那珂湊層群から初めての発見である。本稿では、那珂湊層群 *Archaeozostera* の産出層準、形態、産状を記載し、産出の意義を述べる。

### 生痕化石の記載

#### 標本番号

INM-4-19436（所蔵：ミュージアムパーク茨城県自然博物館）。

#### 採取地点

茨城県ひたちなか市の太平洋岸（図1）。

#### 産出層準

本研究で扱った *Archaeozostera* は、那珂湊層群磯合層が露出する海岸で見つかった。砂岩転石（大きさは約 20 cm × 40 cm × 30 cm）中に含まれていた（図1）。

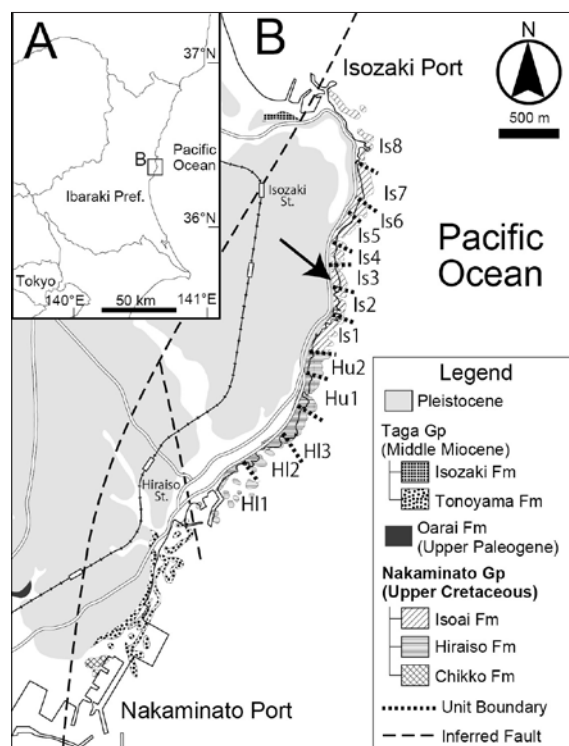


図1. 調査位置 (A) と調査地域付近の地質図 (B)。B の矢印は、本研究で検討した生痕化石 *Archaeozostera* を含む砂岩ブロックの採取地点を示す。地質図は坂本ほか (1972) および Masukawa and Ando (2018) を改変。HI 1~3, Hu 1~2, Is 1~8 は岩相層序ユニットを示す。略称: Fm, 層; Gp, 層群; Pref, 県; St, 駅。

**Fig. 1.** Index map (A) and geological map (B) of the study area. Arrow in B indicates the sampling location of the trace fossil *Archaeozostera*-bearing sandstone block examined herein. Geological map is modified from Sakamoto *et al.* (1972) and Masukawa and Ando (2018). HI 1–3, Hu 1–2, and Is 1–8 indicate the lithostratigraphic unit. Abbreviations: Fm, Formation; Gp, Group; Pref, Prefecture; St, Station.

磯合層は、タービダイト砂岩が卓越する砂岩泥岩互層を主体とし、しばしば厚いタービダイト砂岩を挟在する。安藤 (2006) によれば、磯合層は深海底に形成された海底扇状地の堆積物と解釈されている。磯合層は8つの岩相層序ユニット (Is1 ~ Is8) に区分されており (田中 1970)、本標本を含む転石の採取地点付近には、岩相層序ユニット Is2 上部から Is3 下部までが露出する (図1B, 2)。

*Archaeozostera* を含む転石は、級化構造を示す2枚のタービダイト砂岩 (Tr-1, Tr-2) によって構成されている (図3)。Tr-2 の基底面は、Tr-1 の層理面に対して 10° 度以下の角度で斜交している。この転石で認められる岩相の特徴は、岩相層序ユニット Is3 下部に挟在するタービダイト砂岩層のそれに極めて酷似している

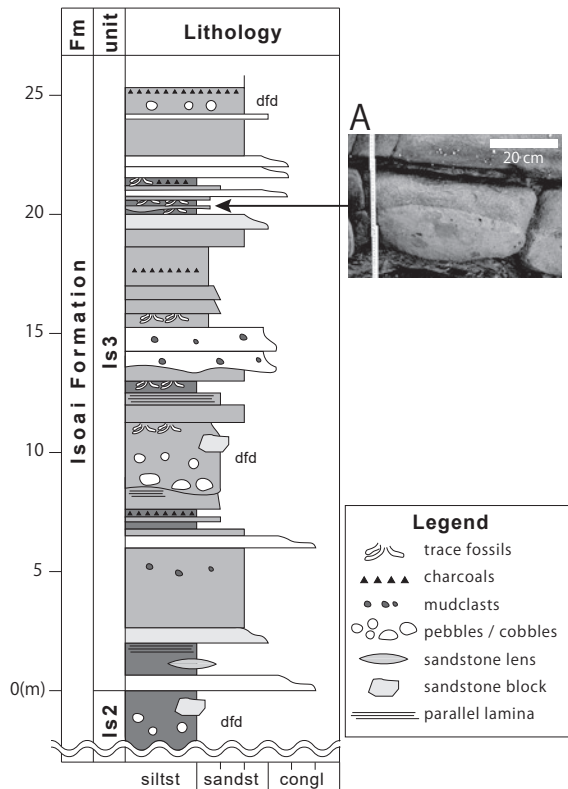


図2. 礫合層下部の地質柱状図。加藤ほか(2022)を改変。矢印は本研究で検討した生痕化石 *Archaeozostera* を含む砂岩ブロックの推定産出層準(A)を示す。略称: congl, 礫岩; dfd, 土石流堆積物; Fm, 層; sandst, 砂岩; siltst, シルト岩。

Fig. 2. Columnar section of the lower part of the Isoai Formation distributed in the study area. Modified from Kato *et al.* (2022). Arrow indicates the inferred stratigraphic horizon (A) for the trace fossil *Archaeozostera*-bearing block examined in this paper. Abbreviations: congl, conglomerate; dfd, debris flow deposit; Fm, Formation; sandst, sandstone; siltst, siltstone.

(図2)。したがって、本標本の産出層準は、礫合層の岩相層序ユニット Is3 下部と考えられる。岩相層序ユニット Is3 は、海底土石流堆積物や、スランプ性褶曲が認められる海底地すべり堆積物を含むことから、物理的に不安定な海底環境であったことが推定される。なお、岩相層序ユニット Is3 の地質年代は、産出するアンモナイト類(例えば, *Didymoceras awajiensis*)やイノセラムス類(例えば, *Inoceramus (Endocostea) shikotanensis*)、そして砂岩に含まれるジルコンの U-Pb 年代などから、マーストリヒチアン階の最下部であると推定されている(Masukawa and Ando, 2018)。

#### トンネルの形態および充填物

本標本は、放射状に配列した8本のトンネル(T1~T8)で構成されている(図4)。それぞれのトンネルは



図3. *Archaeozostera* が発見されたタービダイト砂岩ブロックの断面。T1~7: *Archaeozostera* のトンネル断面, Tr-1 と Tr-2: タービダイト砂岩の単層。スケールバーは 10 cm。

Fig. 3. Cross-sectional view of the *Archaeozostera*-bearing sandstone block of turbidite origin. T1-7: the radial tunnels of *Archaeozostera*. Tr-1 and Tr-2: turbidite sandstone. Scale bar is 10 cm.

ほぼ直線状、またはわずかに湾曲している。これらのうち、T1 と T2, T3~T7 の一部は重なっている。これらトンネルの最大幅はどれも 20 mm 前後で(表1)、厚みは 1 mm 程度である。これらの中で最も長いトンネルは T7 で、その長さは約 20 cm である。また、湾曲度合いを確認できる中で最も湾曲が弱く、直線状であるのも T7 である。

トンネルは、母岩と異なる黒色の泥物質で充填されており、メニスカス構造や糞便起源のペレットは見られない。母岩とトンネルの境界に裏うちのような構造物は認められない。

#### 産状

本標本は、2枚のタービダイト砂岩(Tr-1, Tr-2)のほぼ境界面付近に存在し、破断面より上位側ブロックの下面(図4A)と下位側ブロックの上面(図4B)で識別される。この生痕化石を構成するトンネルの平坦面は、層理面に対してほぼ平行である。

破断面とタービダイトの境界面は起伏があって一部斜交しており、図4では破線の上側が Tr-2、下側が Tr-1 になっている。T7 の一部が Tr-2 基底の礫層部中にも見られることを別にすれば、全てのトンネルは Tr-1 最上部の砂岩部で認められる。

## 議 論

### 1. 和泉層群産 *Archaeozostera* との比較

本標本は、放射状に配列する複数のトンネルが認め

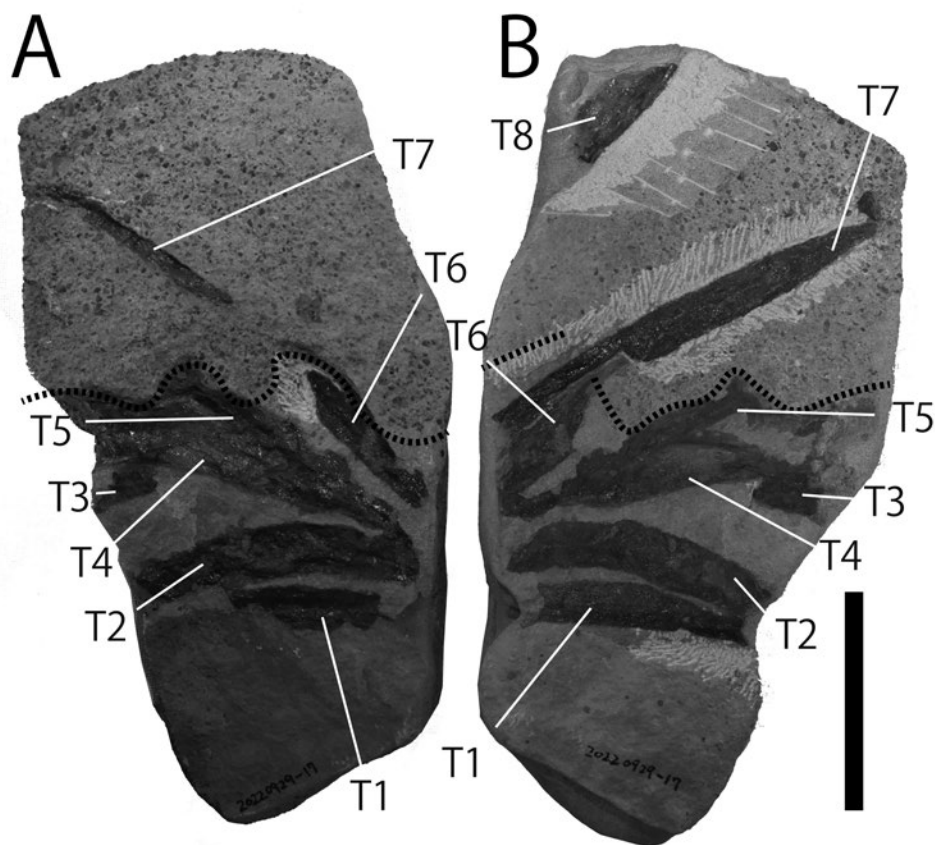


図 4. 那珂湊層群産 *Archaeozostera* (INM-4-19436) A: 上位側ブロックの下面. B: 下位側ブロックの上面. T1~T8: トンネルの番号. 破線: Tr-1 と Tr-2 の境界. スケールバーは 10 cm.

Fig. 4. *Archaeozostera* specimen (INM-4-19436) from the Nakaminato Group. A: Bottom surface of the upper block. B: Top surface of the lower block. T1-T8: tunnel numbers. Broken lines: the boundary between Tr-1 and Tr-2. Scale bar is 10 cm.

表 1. トンネルの最大幅.

Table 1. Maximum tunnel width.

トンネル	最大幅 (mm)
T1	21
T2	25
T3	19
T4	23
T5	17+
T6	20+
T7	20
T8	25

られるものの、それらの基部と先端部は保存されておらず、全体の形態は不明である。しかし、本標本のトンネルの形態や配列、充填物、産状の特徴は、和泉層群産 *Archaeozostera* のそれらと概ね一致する。

Kotake *et al.* (2016) は、徳島県鳴門市に分布する和泉層群坂東谷層から産出した *Archaeozostera* の保存良好な標本に基づき *Archaeozostera* の全体像を明らかに

した。そして、形態と産状の違いから完全標本を異なる 3 つのステージ（ステージ I ~ III）に区分できることを示した。放射状に配列したトンネル同士が重なり合う特徴や、一部のトンネルがほぼ直線状に伸びる特徴はステージ III に限って見られることから、本標本は Kotake *et al.* (2016) が定義した *Archaeozostera* のステージ III の放射状トンネル (RT) に相当すると考えられる。

## 2. 那珂湊層群における *Archaeozostera* の産出意義

那珂湊層群は、堆積相や産出するアンモナイトなどの軟体動物化石の類似性から、和泉層群の東方延長であると考えられている（例えば、田中, 1970, 1986; 安藤, 2006; Masukawa and Ando, 2018; 長谷川ほか, 2019）。それらに加えて近年では、脊椎動物化石についてもスッポン科（加藤ほか, 2019）やサメ類の *Squalicorax* 属（加藤ほか, 2020）が両層群に共通して産出することが報告されている。



本研究により、和泉層群から多産する生痕化石 *Archaeozostera* が、那珂湊層群からも産出することが初めて判明した。この事実は、*Archaeozostera* を形成した底生動物が、那珂湊層群が堆積した当時の海底にも生息していたことを示している。

和泉層群と那珂湊層群からは、上記のとおり共通する生物の体化石が発見されてきたが、今回新たに、共通の生痕化石 *Archaeozostera* が産出したことで、それぞれの地層が堆積した当時の生態系や環境の類似性が高かったことを支持する新たな知見が得られた。

また、本稿で扱った *Archaeozostera* 標本は、那珂湊層群においては *Hitachia nakaminatoensis* (Hatai and Noda, 1972) に次いで2番目に報告される生痕化石属であり、特に礫合層においては初めて属レベルで分類が検討された生痕化石となった。那珂湊層群における生痕化石の調査・検討を進めることは、硬組織を持たない動物を含めた当時の底生動物群集全体に関する知見を蓄積することにつながる。このような多面的な基礎データの蓄積は、後期白亜紀の北西太平洋域における海洋生態系に関する理解を深めることに資すると考えられる。

## 謝 辞

那珂湊層群の調査においては、茨城大学名誉教授の安藤寿男博士、同大学卒業生の増川玄哉氏をはじめとして、多くの方々のご支援をいただいた。茨城県県民生活環境部環境政策課の皆様には、発掘調査の許可取得においてご高配をいただいた。大阪市立自然史博物館の西野 萌学芸員には、コダイアマモの標本調査にあたり多大なご協力をいただいた。2名の査読者には多くの有意義な助言をいただき、本稿の質を大幅に改善することができた。本研究にご協力いただいた皆様に厚く御礼申し上げる。

## 引用文献

安藤寿男. 2006. 関東平野東端の太平洋岸に分布する銚子層群・那珂湊層群・大洗層の地質学的位置づけ. 地質学雑誌, 112 (1): 847–897.

Fu, S. 1991. Funktion, Verhalten und Einteilung fucoider und lophocotenilder Lebensspuren, Courier Forschungsinstitut Senkenberg. *Senkenbergische Naturforschende Gesellschaft Frankfurt a. M.*, 1–79.

長谷川遼・磯崎行雄・堤 之恭. 2019. 破片化した過去の前弧堆積盆地—関東・南東北に散在する和泉層群延長の白亜系・古第三系砂岩—. 地学雑誌, 129 (1): 49–70.

Hatai, K. and H. Noda. 1972. A fossil worm trail from the Upper Cretaceous Nakaminato Formation, Ibaraki prefecture. *Transactions and proceedings of the Palaeontological Society of Japan New Series*, (88): 458–461.

平澤 聡. 2020. 上部ジュラ系九頭竜層群有峰層（富山県南東部）から産出したメニスカス状後方充填構造を持つ化石棲管（補遺）—生痕化石 *Archaeozostera* Koriba and Miki, 1958（“コダイアマモ” 郡場・三木, 1931）との比較. 富山県科学博物館研究報告, (44): 73–82.

糸魚川淳二. 1981. 東海の化石. 243 pp., 中日新聞社.

加藤太一・蘭田哲平・宮田真也・河野重範・安藤寿男. 2019. 茨城県ひたちなか市の上部白亜系那珂湊層群から産出した大型すっぽん類化石とその産出意義. 茨城県自然博物館研究報告, (22): 31–36.

加藤太一・宮田真也・河野重範・奥村よほ子・高野朋子・蘭田哲平・大倉正敏・高桑祐司・安藤寿男. 2020. 茨城県ひたちなか市の上部白亜系那珂湊層群から産出したサメ類の歯化石. 化石研究会会誌, 53 (1): 18–28.

菊池一輝・小竹信宏. 2013. 徳島県北部島田島に分布する和泉層群坂東谷層の地質と生痕化石 *Archaeozostera* の産出層準の堆積環境. 地質学雑誌, 119: 613–629.

郡場 寛・三木 茂. 1931. 白亜紀和泉砂岩の化石コダイアマモ（新種）に関する考察. 地球, 15 (3): 165–204.

Koriba, K. and S. Miki. 1958. *Archeozostera*, a new genus from Upper Cretaceous in Japan, *The Palaeobotanist*, 7 (1-2): 107–113.

Kotake, N., K. Kikuchi, K. Ishiwata, Y. Tsujino, K. Nakao and N. Furukawa. 2016. First clear evidence that *Archaeozostera* is not an ancestor of Zosteracean sea-grass but a trace fossil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 454: 12–14.

甲藤次郎. 1977. 四万十帯あらかると—化石の墓場“古城山”と中筋構造体. 地質ニュース, (279): 30–39.

Kuo, J., K. Seto, H. Izumi and K. Aoki. 1989. Notes on *Archaeozostera* in relation to the Zosteraceae. *Aquatic Biology*, 34: 317–329.

Masukawa, G. and H. Ando. 2018. Late Campanian-early Maastrichtian heteromorph-dominated ammonoid assemblages of the Nakaminato Group, central Honshu, Japan: biostratigraphic and paleontological implications. *Cretaceous Research*, 91: 362–381.

宮田隆夫・安 鉉善・猪川千晶. 2012. 和泉山脈西端部：和泉層群と中央構造線. 地質雑誌, 118: 37–52.

那須孝悌. 1983. コダイアマモ—生痕化石の背景—. *Nature Study*, 29: 15–19.

大石三郎. 1931. 北海道におけるコダイアマモ (*Archaeozostera*) および *Sigillaria* 様印象の発見に就いて. 東京地学協会記事, (514): 53–56.

大石三郎・松本達郎. 1937. 樺太氣屯川・保惠川間の地質. 地質学雑誌, 44: 1087–1097.

ザイラッハー・アドルフ. 2001. 化石芸術 古代生物の造形美. 74 pp., 化石芸術展実行委員会.

坂本 亨・田中啓策・曾屋龍典・野間泰二・松野久也.  
1972. 那珂湊地域の地質 地域地質研究報告 (5 万分の 1  
地質図幅). 94 pp., 地質調査所.  
杉浦正己・柴田博. 1984. 佐久島の化石 (海岸の転石を調  
査して). 45 pp., 愛知県幡豆郡一色町.  
棚部一成. 1972. 宇和島地方の白亜紀層. 地質学雑誌,  
78: 177-190.  
田中啓策. 1970. 茨城県那珂湊海岸の上部白亜紀タービタ

イト層. 地調月報, 21: 579-593.  
田中啓策. 1986. 第 1 章 中・古生界, 1.5 日立地域とその  
周辺, (4) 那珂湊地域の中生界. 日本の地質「関東地方」  
編集委員会. 日本の地質 3 関東地方. pp. 74-76, 共立出  
版.  
徳橋秀一・両角芳郎. 1983. 和泉層群におけるコダイアマ  
モの分布と産状. 地質ニュース, (347): 15-27.

#### (要 旨)

村田一弘・松尾武祥・加藤太一. 茨城県ひたちなか市の上部白亜系那珂湊層群礫合層から産出した生痕化石 *Archaeozostera*. 茨城県自然博物館研究報告 第 28 号 (2025) pp. 53-58.

茨城県ひたちなか市の太平洋岸に分布する那珂湊層群礫合層 (上部白亜系下部マーストリヒチアン階) に由来するタービダイト砂岩ブロックから, 生痕化石 *Archaeozostera* (INM-4-19436) が発見された. これは, 黒色で微細な泥質の堆積物で満たされた 8 本のトンネルで構成されている. 那珂湊標本と上部白亜紀和泉層群に分布する *Archaeozostera* 完全標本との形態・出現様式の比較解析から, 那珂湊産 *Archaeozostera* は 8 本の放射状トンネル (RT) のみからなり, 形態的には不完全な標本であることが強く示唆された. 那珂湊層群から *Archaeozostera* が産出したのは初めてであり, 後期白亜紀において *Archaeozostera* 形成者が和泉層群だけではなく那珂湊層群が堆積した場所にも生息していたことが示された.

(キーワード): *Archaeozostera*, 生痕化石, 礫合層, 那珂湊層群, 上部白亜系, 茨城, 日本.