

令和 5 年 6 月 26 日現在

機関番号：82626

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K14568

研究課題名（和文）前弧テクトニクス解明に向けたテフラと石灰質ナノ化石による堆積盆間の高精度層序対比

研究課題名（英文）Stratigraphic correlation using tephra beds and calcareous nannofossil bioevents for understanding forearc tectonics

研究代表者

宇都宮 正志（Utsunomiya, Masayuki）

国立研究開発法人産業技術総合研究所・地質調査総合センター・主任研究員

研究者番号：10738313

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：南関東には後期新生代にプレート沈み込みと付加作用のもとで複数の堆積盆が発達した。本研究ではテフラ層の記載と化学分析、及び石灰質ナノ化石層序の高精度化によって、前弧域の堆積盆内及び堆積盆間の層序対比を行った。その結果、前弧海盆が東西に分化する過程で320万年前の海底地すべりが生じ、「黒滝不整合」の形成に寄与したことが明らかとなった。また千倉層群と上総層群の約230万年～200万年前の年代区間でテフラ層の対比を行い、海溝斜面盆と前弧海盆が安定して成長し続けたことが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

国内でも最も人口密度が高い地域の一つである南関東の基盤は後期新生代の前弧域で堆積した堆積層から成る。それらの地層は陸上に露出して直接特徴と年代を調査することが可能である。地質学的な時間スケールの堆積速度の変化や構造運動、不整合の形成との関係を明らかにすることで、しばしば大規模な地震被害に見舞われてきた南関東がどのような構造運動の元に発達してきたのかを理解することにつながる。また海底地すべり堆積物の研究から活動的な海底斜面の長期的な安定性を理解する上で知見が得られると期待される。

研究成果の概要（英文）：Forearc sedimentary basins developed in the southern Kanto region during the Late Cenozoic under the influence of plate subduction and collision tectonics. In this study, tephra and calcareous nannofossil are utilized to correlate geotectonic events between sedimentary basins. The detailed tephro- and calcareous nannofossil biostratigraphy were established from the upper Miura Group to the lower Kazusaa Group. As results, an erosional surface covered by submarine landslide deposits and pebbly sandstone layers was recognized just below the upper limit of the Mammoth reverse subcronozone (3.2 Ma), which can be recognized as a marker event indicating that the forearc basin was segmented east to west by the growth of local uplift zones. In addition, the tephra beds were correlated between the Chikura and Kazusa groups in the age interval of about 2.3 to 2.0 Ma.

研究分野：地質学

キーワード：石灰質ナノ化石 テフラ 不整合 層序 海底地すべり

### 1. 研究開始当初の背景

南関東地域にはプレートの沈み込みと付加作用のもとで、異なる地質学的背景を持つ堆積盆が約500万～50万年前に発達した。すなわち、付加体上に発達した海溝斜面盆堆積物(千倉層群と豊房層群)と前弧海盆堆積物(三浦層群と上総層群)である。これらの地層は微化石や古地磁気、テフラなどを用いた層序の構築と時間面追跡が可能であることから、堆積学・古環境学・構造地質学などの分野で多くの先行研究があり、近年では熊野海盆など現世前弧海盆の陸上アナログとしても重要視されている。

各堆積盆の記録からプレートの沈みこみと付加テクトニクスの実像を明らかにするためには、堆積盆の成長様式や応力場の変化のタイミングや前後関係などを精度よく検証する必要がある。各堆積盆にはテクトニクスとの関係で重要な地質現象である不整合(前弧海盆の「黒滝不整合」)や断層活動と応力場の変遷、大規模な海底地すべりの痕跡が認められきた。しかし、これらの層序学的な実態と年代の前後関係は十分に明らかにされていなかった。

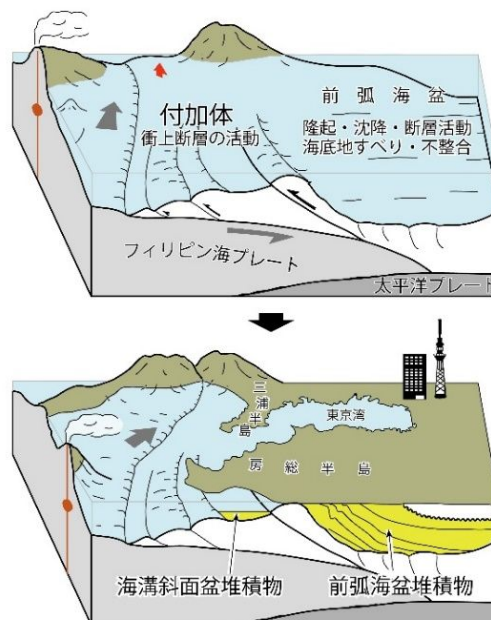


図1 南関東における堆積盆発達概念図

### 2. 研究の目的

上総層群のテフラ層の層位や火山ガラスの元素組成のデータが近年蓄積されつつあり(田村ほか, 2019; 宇都宮ほか, 2019 など), 離れた地域間で時間面対比を行う条件が整ってきた。一方、層位が異なるが類似した特徴を持つテフラ層を区別するためには古地磁気層序や微化石層序などで層位を明確にすることも必要である。石灰質ナノ化石は信頼性の高い示準化石の一つとして古環境復元や石油・天然ガス資源開発などに幅広く用いられている。種の出現・絶滅イベントは他の層序学的手法(古地磁気極性, 放射性同位体, 氷期/間氷期の周期性など)と組み合わせることで年代指標として利用されている。本課題では石灰質ナノ化石層序とテフラ層序に基づいて、堆積盆内の海底地すべりや不整合などのイベントの年代を推定することと、堆積盆間の層序対比を行うことを目的に研究を実施した。石灰質ナノ化石については従来年代指標として注目されてこなかった分類群の形態や産出頻度の層位変化から新たな年代指標としての利用可能性についても検討した。

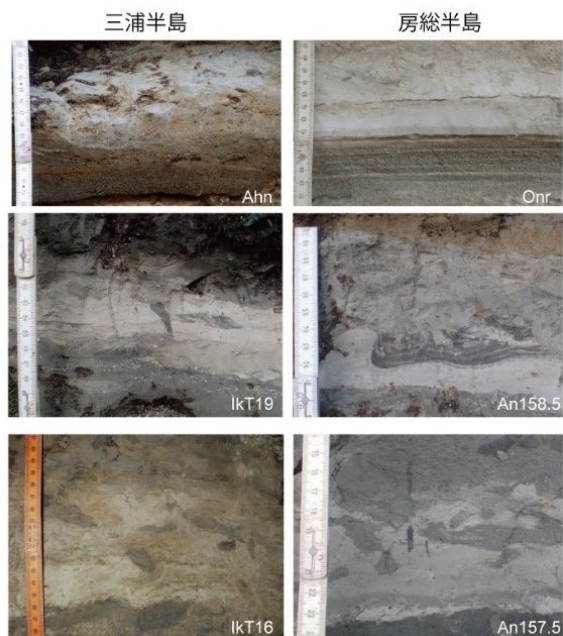


図2 三浦 房総半島間に対比された三浦層群と上総層群のテフラ層の露頭写真

### 3. 研究の方法

房総半島を中心として海溝斜面盆堆積物や前弧海盆堆積物が露出する地域の層序学的調査を行い、連続的な柱状図の作成や石灰質ナノ化石用の泥質岩試料およびテフラ層の試料を採取した。テフラ層は粒径や構成鉱物および火山ガラスの形態記載を行って地域的な層序対比に用い

ることができる鍵層を認定した。細粒ガラス質火山灰層については光学顕微鏡による火山ガラスの形態と重鉍物組成の検討を行った後、火山ガラスの屈折率やエネルギー分散型 X 線分析による主要元素分析および LA-ICP 質量分析法を用いた微量成分分析を専門分析機関に依頼した。石灰質ナノ化石は産総研に設置されている偏光顕微鏡 ( オリンパス BX53 ) および電子顕微鏡 ( 日本電子 JSM-6390LV ) を用いて形態観察や産出頻度の層位変化を明らかにした。種の出現イベントの同時性を検証するために南関東のみならず遠洋域の堆積物コア試料も活用した。

#### 4. 研究成果

##### 4. 1. 前弧海盆の分化: 「黒滝不整合」の層序学的実態と年代

三浦層群上部から上総層群下部でテフラ層の特徴を検討した結果、逗子層最上部 ( 三浦半島 ) のテフラ層 Ng が清澄層 ( 房総半島 ) の Ky25 に対比可能であることが明らかとなった。また池子層 ( 三浦半島 ) に挟在する 2 枚のテフラ層 IkT16 と 19 が安野層 ( 房総半島 ) の 2 枚のテフラ層 An157.5 と 158.5 に対比されることが明らかになり ( 図 2 ), それがいずれも先行研究 ( Haneda and Okada, 2019 ) で認定されている Mammoth 逆磁極帯上限 ( 320 万年前 ) 付近に挟在することと整合的である。さらに、浦郷層 ( 三浦半島 ) のテフラ層 Ahn が黒滝層 ( 房総半島 ) の Onr に対比可能であることも明らかとなり、石灰質ナノ化石 CN12b 帯に位置することによって裏付けられた。安野層最上部と池子層下部には層理面にほぼ平行な侵食面が存在し、層厚数 10 cm の不淘汰な砂礫岩層や、凝灰質砂岩や泥岩などからなる海底地すべり堆積物 ( 最大層厚 60 m ) に覆われる。この侵食面を境に、三浦半島や房総半島東部では清澄層最上部から安野層の大部分 ( 450 から 320 万年前 ) に相当する層準が欠如していると考えられる。上総層群の層厚変化を考慮すると、隆起帯の成長により前弧海盆が東西に分化する過程で、320 万年前に海底地すべりが生じ、その後上総層群が下位層へオンラップすることで「黒滝不整合」が形成されたと考えられる ( 図 3: [Utsunomiya et al., 2023](#) ) 。

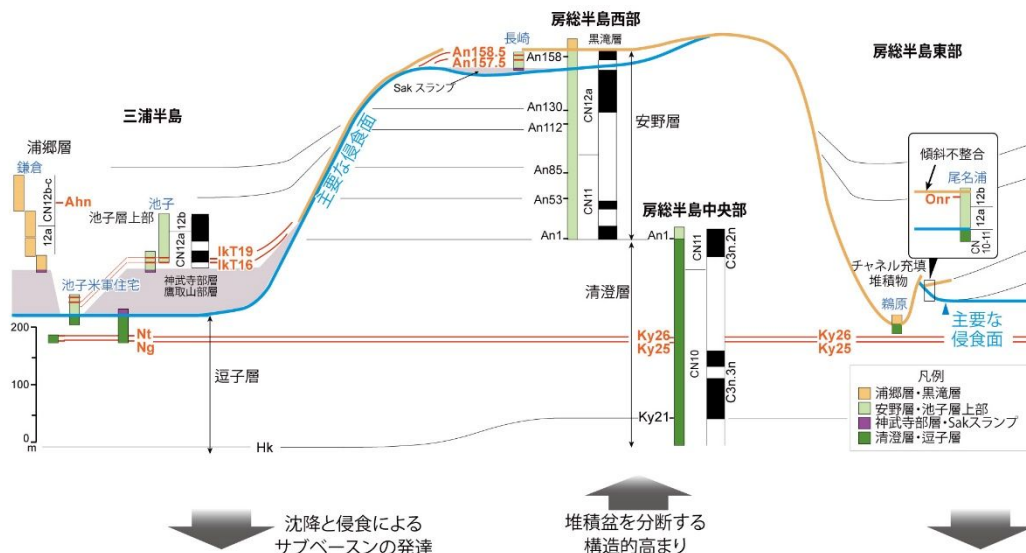


図 3 南関東の前弧海盆堆積物 ( 三浦層群と上総層群 ) における層序モデル ( [Utsunomiya et al., 2023](#) )

##### 4. 2. 海溝斜面盆堆積物と前弧海盆堆積物の層序対比

前弧海盆 ( 上総層群 ) と海溝陸側斜面堆積物 ( 千倉層群 ) はテクトニックな背景の異なる近接した堆積盆である。南海トラフ沿いの前弧海盆、特に熊野海盆周辺で見られるような前弧海盆の地層の傾動と海溝陸側斜面堆積盆の形成は、付加体の成長を担う衝上断層の発達により説明されている ( Moore et al., 2015 など ) 。上総層群と千倉層群の比較はこうした検討をする上で重要である。そこで千倉層群と上総層群の約 230 万年 ~ 200 万年前の年代区間で複数枚のテフラ層の対比を行い、上総層群下部の古地磁気層序を構築し、既存のテフラ層との層位関係を明らかにした。その結果、上総層群下部と千倉層群畑層中に挟在するテフラ層の顕微鏡観察及び化学組成の分析により、両層群間で計 8 枚のテフラ層を対比することが出来た。これらのテフラ対比は古地磁気層序や既存の生層序と調和的である。以上の成果は古地磁気層序の結果と合わせて共著論文として公表した ( [小西ほか, 印刷中](#) ) 。本研究により房総半島地域では両堆積盆が安定して成長

し続けたことが示唆された。今後、両堆積盆の発達と付加体の成長に関する研究を進めるために重要な層序学的知見を提供することができた。

#### 4.3. 石灰質ナノ化石層序の高精度化

本課題を進める中で、後背地から流入し再堆積した古い年代の石灰質ナノ化石が確認された。こうした化石は堆積物重力流や海底地すべりの起源を知る上では有用だが (Utsunomiya, 2018 など)、地層の堆積年代推定には不都合である。こうした場合、産出範囲の下限 (出現) が最も若い種が堆積年代の制約に用いられる。しかし、鮮新世～更新世の年代指標の多くは、種の産出上限 (絶滅) を利用したものであり、個体の大型化を利用した年代指標を除くと、種の産出下限 (出現) の年代はほとんど明らかにされおらず、年代推定をする上で大きな制約となった。

そこで、これまで注目されていなかった種の産出下限 (出現) を年代指標として用いるための予察的な研究を実施した。南関東に加えて、大西洋やインド洋の堆積層も含めて、同属の 800 個体以上を電子顕微鏡下で詳細に観察し、特徴的な形態を抽出した。その結果、これまで記載されていなかった絶滅種を発見し、その絶滅種から現生種 (*Umbilicosphaera sibogae* と *U. foliosa*) へと種分化した際の形態変化とその年代を明らかにした (図 4: [Utsunomiya et al., 2021](#))。この成果は出現年代を年代指標とする第一歩となったが、若手研究ではさらなる展開が困難であったことから、新たに研究課題として立案し継続中である (国際共同研究強化 A, 21KK0248)。

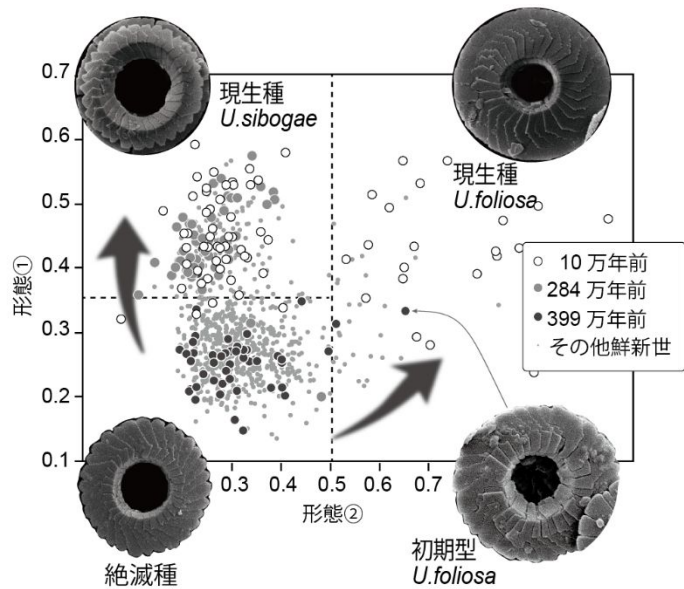


図 4 鮮新世の絶滅種 (未記載種) を認識し、現生種 *U. sibogae* と *U. foliosa* への進化 (太矢印) を 2 つの形態パラメータで示した (Utsunomiya et al., 2021)。

#### 引用論文

- Haneda Y, Okada M (2019) Pliocene integrated chronostratigraphy from the Anno Formation, Awa group, Boso Peninsula, central Japan, and its paleoceanographic implications. *Progress in Earth and Planetary Science* 6:6.
- 小西拓海・宇都宮正志・岡田 誠・田村糸子 (印刷中) 古地磁気層序とテフラ層序に基づく房総半島南部の下部更新統千倉層群と同半島東部の上総層群の対比。地質学雑誌。
- Moore GF, Boston BB, Strasser M, Underwood MB, Ratliff RA (2015) Evolution of tectono-sedimentary systems in the Kumano Basin, Nankai trough forearc. *Marine and Petroleum Geology* 67, 604–616
- 田村糸子・水野清秀・宇都宮正志・中嶋輝允・山崎晴雄 (2019): 房総半島に分布する上総層群の広域テフラ-特に上総層群下部におけるテフラ層序と新たな対比-。地質学雑誌 125, 23–39。
- Utsunomiya M (2018) Distribution, age, and origin of a submarine landslide deposit in the Pleistocene Kiwada formation, forearc basin fill on the Boso Peninsula, east-central Japan: constraints from tephro- and biostratigraphy. *Island Arc*, 27, e12254.
- 宇都宮正志・水野清秀・田村糸子 (2019): 下部更新統上総層群黄和田層下部～中部に挟まれるテフラ層の層位と特徴。地質調査研究報告, 70, 373-441.
- Utsunomiya, M., Hagino, K., Tanaka, Y. (2021) Speciation of extant *Umbilicosphaera* (Prymnesiophyceae) during the Pliocene. *Marine Micropaleontology* 169, 102037.
- Utsunomiya, M., Tamura, I., Nozaki, A., Nakajima, T. (2023) Basin-wide erosion and segmentation of the Plio-Pleistocene forearc basin in central Japan revealed by tephro- and biostratigraphy. *Progress in Earth and Planetary Science*, 10:25.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Utsunomiya M., Hagino K., Tanaka Y.	4. 巻 169
2. 論文標題 Speciation of extant Umbilicosphaera (Prymnesiophyceae) during the Pliocene	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Marine Micropaleontology	6. 最初と最後の頁 102037
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.marmicro.2021.102037	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Utsunomiya M., Tamura I., Nozaki A., Nakajima T.	4. 巻 10
2. 論文標題 Basin-wide erosion and segmentation of the Plio-Pleistocene forearc basin in central Japan revealed by tephro- and biostratigraphy	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 25
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s40645-023-00558-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 小西拓海・宇都宮正志・岡田 誠・田村糸子	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 古地磁気層序とテフラ層序に基づく房総半島南部の下部更新統千倉層群と同半島東部の上総層群の対比	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 地質学雑誌	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 宇都宮正志，田村糸子，野崎篤
2. 発表標題 東京湾周辺の前弧海盆堆積物を繋ぐ鮮新世の指標テフラと海底地すべりによる地層の欠如
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宇都宮正志
2. 発表標題 微化石・テフラに基づく南関東の前弧海盆堆積物の層序学的実態
3. 学会等名 日本古生物学会第170回例会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宇都宮正志, 田村糸子, 野崎篤, 中嶋輝允
2. 発表標題 南関東の前弧海盆の分化と海底地すべり: 鮮新世の指標テフラと生層序による年代制約
3. 学会等名 地質学会第129年学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masayuki Utsunomiya, Toshihiro Kogure
2. 発表標題 Morphological and crystallographic variation of coccoliths in Umbilicosphaera (Calcidiscaceae) lineage
3. 学会等名 18 th International Nannoplankton Association Meeting (国際学会)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------