

機関番号：11301

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20540452

研究課題名（和文）ペルム紀末大量絶滅後の放散虫の爆発的進化の実体解明

研究課題名（英文）Research on the explosive evolution history of Radiolaria after the end Permian Mass extinction

研究代表者

鈴木 紀毅（SUZUKI NORITOSHI）

東北大学・大学院理学研究科・助教

研究者番号：60312542

研究成果の概要（和文）：放散虫のNassellaria目の爆発的出現過程を探るため、ペルム紀後期～三畳紀中期の放散虫と地球化学的変遷を調べた。現在の海で反映する塔状Nassellariaの先祖はTriassocampe属系統であり、4～5系統に分岐進化したのち、Corum属などの各属の祖先となった。ペルム紀後期では放散虫に顕著な絶滅事変は起きていないが、群集構造は大変化した。地球化学分析からはペルム紀後期から三畳紀中期にはまだ知られざる重要な環境変動が隠されていることが確実となった。

研究成果の概要（英文）：This research focused the explosive evolutionary history of radiolarian Nassellaria from the late Permian to the middle Triassic with geochemical evidences. Multisegmented Nassellaria, one of the diversified Radiolaria in the present ocean, was originated from the Triassocampe-lineage, and they diversified three or four major sub-lineages, and each lineage evolved to new genera like the genus Corum. In the late Permian, no serious mass extinction signals were recognized in radiolarian fauna, but significant unstable faunal shift was recognized. These events do not correspond to our geochemical data at this time, suggesting the presence of unknown but important paleoceanographic events in this geologic interval.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

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：系統・進化・多様性・三畳紀

1. 研究開始当初の背景

放散虫の進化史でもっとも大きな絶滅・出現事変は、ペルム紀末期から中期三畳紀にかけて生じている。ペルム紀末期に古生代型放散虫が絶滅後、500万年間は放散虫生産量は回復せず（Early Triassic Chert Gap）、オレネキアン期—アンジアン期に中生代型放

散虫は急速に発展をとげた。その様子は「カンブリア紀爆発」にも似ているとも言われる。

2. 研究の目的

本研究は、中生代型放散虫が急速に種分化した前期—中期三畳紀に焦点をあて、なぜ爆発的な種分化をしたのか、どのように

種分化現象が収束していったのかを明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

微生物学的・有機地球化学的手法による。

4. 研究成果

(1) 多節 Nassellaria の種多様性の研究

岐阜県犬山の丹波—美濃—足尾帯の下部・中部三畳系を調査し、層序が整然としている5セクションほどを選定、単層ごとの柱状図作成とサンプリングを行った。急速な種分化と多様化の収束をしたとされる Nassellaira 目に属する、Triassocampe 属を約 20 試料についてすべての個体、約 3,000 個体をもとに、既知種を5種を識別したが、4~6割の個体は未命名種であり、その形態種区分の整理を行った。Triassocampe 属は100ほどの形態種に区分されるが、年代的連続性や形態の時間的連続性を追跡してところ、最終的には10種ほどに整理された。

(2) Triassocampe 属の生物生産量の研究

Triassocampe 属の繁栄の度合いを知るために、試料 1g あたりの含有量を 10 試料程度について検討した。Anisian の始まりから中期 Anisian くらいまでの間で、1000 個体/g から 1 万個体/g へと全体として増加していることがわかった。とくに急激な増加をする層準では Triassocampe 属の個体数が増える傾向が認められた。

検討対象をこの時期の塔状 Nassellaria に拡げて、産出量の定量的な変動を解析した。それらの成果をあわせると、塔状 Nassellaria の種数は前期—中期 Anisian に、それらの属数は後期 Ladinian—前期 Carnian で急増する時期があることが判明した。塔状 Nassellaria の産出量については、種数が安定している後期 Anisian 以降に顕著になることが明らかとなった。この結果から、ペルム紀末大量絶滅からの回復期は、種分化が進んだ Anisian、放散期は属が出現した後期 Ladinian~前期 Carnian という2段階に塔状 Nassellaria の多様性回復が行われたことが解明された。

(3) 形態変化の時代変遷の研究

3年目は、Triassocampe 属の種数や個体数変動を定量的に検討し、個体数頻度が激増する層準に限って Triassocampe 属の殻節の長さが異様に長い個体が増えることを突き止めた。中生代の Nassellaria 全属の殻節の長さをデータベースから調べたところ、殻節の長さが 35 micron 高を超える属はないことが判明し、前期—中期三畳紀にみられる「殻節が異様に長い個体」の存在は、Nassellaria

進化史上では特異な現象であることが初めて突き止められた。さらに、単層ごとの放散虫解析からその増加は突然起こることが明らかになった。

(4) 属の進化系統の推定

「殻節が異様に長い個体」が減少する Ladinian 後期では Cornum 属の進化出現などの放散が起きることが具体的に判明した。この現象は研究地域であるパンサラッサ海の外洋域ばかりか、西テーチス海域でも識別され、無機地球化学分析をはじめた。

(5) 放散虫の2段階多様化の前史の研究

放散虫の2段階多様化の前史としての前期三畳紀の層序記録について検討した。産出量が少ない前期三畳紀について、あらたに桃太郎神社セクション下部のコノドント層序の検討を行った。岩相層序もあわせて総合的に判断すると、従来 Induan に及ぶとされていたこのセクションは Olenekian の範囲に留まることが判明した。さらに、ニュージーランド・アローロックスの下部三畳系の検討も進めた。同定できる放散虫は得られなかったが、Olenekian の中で、コノドントが一斉に多様化する層準が見つかり、放散虫に先んじてコノドントが多様化したことが判明した。食物網の上位者と思われるコノドントが先に多様化したのは、興味深い。

前期—中期三畳紀の外洋環境研究の標準層序として、愛知県・犬山の桃太郎神社セクションが用いられる。我々が検討してきたセクションと岩相層序と比較すると、この桃太郎神社セクションの年代層序に疑念が生じた。そこで、このセクションのコノドント化石層序を検討したところ、これまでであるとされた前期三畳紀は実は中期三畳紀であることが分かり、ここをもちいて議論されてきた前期—中期三畳紀の海洋環境について、すべて年代がずれていたことが判明した。

(6) 有機地球化学的手法による環境変化の解明

化石だけでは読み取れない現象については、有機地球化学的手法でその原因を探った。放散虫多様化前史にあたる Olenekian 後期で dibenthothiophene、高 S/C 比、高濃度有機炭素濃集が分析結果で明らかとなり、放散虫の生産量が著しく低い時期は、貧酸素な深海となっていたと解釈された。これらの検証を経て、あらたな課題として、後期ペルム紀と中期三畳紀の放散虫の多様性と比較した。

(7) 新規セクションの開拓

連携研究者の山北により、北部北上山地の調査が行われ、石炭紀から三畳紀の連続層序があることがコノドント化石の検討から判

明した。また、この前期—中期三畳紀の多様化現象の外洋生物学的位置づけを地質年代のなかで明らかにするため、後期ペルム紀から中期三畳紀までの全体的な放散虫変動や地球化学的変動もあわせて検討をした。

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 11 件)

1. Nishikane Y, Kaiho K., Takahashi S, Henderson CM, Suzuki N., Kanno M., 2011, Guadalupian-Lopingian boundary (Permian) in a pelagic sequence from Panthalassa recognized by integrated conodont and radiolarian biostratigraphy. *Marine Micropaleontology*. 78, 84-95. 査読あり.
2. Horii RS, Yamakita S., Ikehara M, Kodama K, Takemura A, Kamata Y, Suzuki N., Takahashi S, Sporli KB, Grant-Mackie JA., 2011, Early Triassic (Induan) Radiolaria and carbon-isotope ratios of a deep-sea sequence from Waiheke Island, North Island, New Zealand. *Palaeoworld*. 20, 査読あり.
3. Takahashi S, Kaiho K., Oba M, Kakegawa T., 2010, Smooth negative shift of organic-carbon isotope ratios at an end-Permian mass extinction horizon in central pelagic Panthalassa. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 292, 532-539. 査読あり.
4. 相田吉昭・鈴木紀毅・大金 薫・酒井豊三郎, 2009, 現世および中生代放散虫の両極分布. *化石*, no. 85, 27-44. 査読あり.
5. Takahashi S, Oba M, Kaiho K., Yamakita S., 2009, Panthalassic oceanic anoxia at the end of the Early Triassic: a cause of delay in the recovery of life after the end-Permian mass extinction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 274, 189-195. 査読あり.
6. Oba M, Nakamura M, Fukuda Y, Katabuchi M, Takahashi S, Haikawa M, Kaiho K., 2009, Benzohopanes and diaromatic 8(14)-secohopanooids in some Late Permian carbonates. *Geochemical Journal*, 43, 29-35. 査読あり.
7. Horii R, Yamakita S., 2009, Late Triassic phaeodarian Radiolaria from the Northern Chichibu Belt, Shikoku, Japan. *Paleontological Research* 13, 53-63. 査読あり.
8. 高橋 聡, 山北 聡, 鈴木紀毅, 海保邦夫,

永広昌之, 2009, ペルム紀末大量絶滅事変: 北部北上帯で確認されたペルム紀/三畳紀境界層の意義. *岩手の地学*. 39, 3-11. 査読無し.

9. Kaiho K., Chen ZQ, Sawada K, 2009, Possible causes for a negative shift in the stable carbon isotope ratio before, during and after the end-Permian mass extinction in Meishan, South China. *Australian Journal of Earth Sciences*. 56, 799-808. 査読あり.
10. Takahashi S, Yamakita S., Suzuki N., Kaiho K. and Ehiro, M., 2009, High organic carbon content and a decrease in radiolarians at the end of the Permian in a newly discovered continuous pelagic section: a coincidence? *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 271, 1-12. [doi:10.1016/j.palaeo.2008.08.016]. 査読あり.
11. 永広昌之・山北 聡・高橋 聡・鈴木紀毅, 2008, 安家一久慈地域の北部北上帯ジュラ紀付加体. *地質学雑誌*, 114(supplement), 121-139. 査読あり.

[学会発表] (計 33 件)

1. 西金祐一郎, 海保邦夫, 高橋 聡, 鈴木紀毅, 菅野瑞穂; 日本の深海チャート相におけるペルム紀グアダルピアン/ロピンギアン境界の設定と炭素同位対比変動; MRC2011 in Sendai (微古生物学リファレンスセンター研究集会); 2011年3月4日; 東北大学(宮城県)
2. 菅野瑞穂, 西金祐一郎, 鈴木紀毅, 高橋 聡, 海保邦夫; 放散虫 *Albaillellaria* 目と *Latentifistularia* 目にみられるペルム紀グアダルピアン/ロピンギアン境界近傍における群集変動; MRC2011 in Sendai (微古生物学リファレンスセンター研究集会); 2011年3月3日; 東北大学(宮城).
3. 山北 聡, 堀 利栄, 相田吉昭, 竹村厚司, 小玉一人, 池原 実, 鎌田祥仁, 鈴木紀毅, 高橋 聡, Spörli KB, Grant-Mackie JA; ニュージーランド, ワイヘケ島の海洋底シーケンスにおけるペルム紀/三畳紀境界の検討その1: コノドント生層序; 日本古生物学会第160回例会; 2011年1月29日; 高知大学(高知県)
4. 堀 利栄, 小玉一人, 池原 実, 山北 聡, 相田吉昭, 竹村厚司, 鎌田祥仁, 鈴木紀毅, 高橋 聡, Spörli KB, Grant-Mackie JA; ニュージーランド, ワイヘケ島の海洋底シーケンスにおけるペルム紀/三畳紀境界の検討その2: 炭素同位対比変動および放散虫化石(予報); 日本古生物学会第160回例会; 2011年1月29日; 高知大学(高

- 知県)
5. Saito R, Ariyoshi S, Oba M, Kaiho K., Takahashi, S; Biogeochemical evidence for anoxic oceans from the Lower Triassic in Chaohu, Anhui province, China; 第 28 回日本有機地球化学会シンポジウム; 2010 年 8 月 5 日; 石油資源開発株式会社 長岡鉱業所 (新潟県)
 6. 伊藤幸佑, 海保邦夫, 大庭雅寛, 高橋 聡; 堆積有機分子から見た中国黄芝山セクションにおけるペルム紀/三疊紀境界近傍の海洋環境変動; 第 28 回日本有機地球化学会シンポジウム; 2010 年 8 月 5 日; 石油資源開発株式会社 長岡鉱業所 (新潟県)
 7. 山北 聡, 松本鉄平, 前山堯之, 竹村厚司, 小森はる奈, 相田吉昭, 酒井豊三郎, 藤口匠吾, 堀 利栄, 小玉一人, 鎌田祥仁, 鈴木紀毅, 高橋 聡, 池田昌之, Spörl, KB, Campbell HJ; ニュージーランド, アローロックス Oruatemanu 層の Olenekian コノドント生層序; 日本古生物学会創立 75 周年記念行事および 2010 年年会; 2010 年 6 月 13 日; 筑波大学 (茨城県)
 8. 菅野瑞穂, 西金佑一郎, 鈴木紀毅, 高橋 聡, 海保邦夫; 郡上八幡セクションの中・上部ペルム系放射虫層序の再検討—G/L 境界の認定に向けて—; 日本古生物学会創立 75 周年記念行事および 2010 年年会; 2010 年 6 月 13 日; 筑波大学 (茨城県)
 9. 西金佑一郎, 海保邦夫, 高橋聡, 鈴木紀毅, 菅野瑞穂; 日本の深海チャート相におけるペルム紀 Guadalupian-Lopingian 境界の設定と炭素同位体比変動; 日本古生物学会創立 75 周年記念行事および 2010 年年会; 2010 年 6 月 13 日; 筑波大学 (茨城県)
 10. 山北 聡, 高橋 聡, 小嶋 智; 犬山桃太郎神社セクション下部の珪質粘土岩のコノドントによる時代決定; 日本古生物学会創立 75 周年記念行事および 2010 年年会; 2010 年 6 月 13 日; 筑波大学 (茨城県)
 11. 小川和広, 鈴木紀毅; 多節 Nassellaira の殻節長の重要性: Triassic *deweveri* と *T. scalaris* を例にして; 日本古生物学会創立 75 周年記念行事および 2010 年年会; 2010 年 6 月 12 日 筑波大学 (茨城県)
 12. Takahashi S, Kaiho K., Oba M, Kakegawa T; A smooth negative shift of organic-carbon isotope ratios at an end-Permian mass extinction horizon in central pelagic Panthalassa; International Conference of Geobiology; 2010 年 6 月 3 日; 中華人民共和国 (武漢)
 13. Kaiho K., Oba M, Takahashi S, Fukuda Y, Koga S, Chen ZQ, Yamakita S; An abrupt decrease in atmospheric oxygen by massive release of hydrogen sulfide during the end-Permian mass extinction; International Conference of Geobiology; 2010 年 6 月 3 日; 中華人民共和国 (武漢)
 14. 小川和広, 鈴木紀毅, 高橋 聡; 中期・後期三疊紀における塔状 Nassellaria (放射虫) の多様性変化と産出量変動; 日本古生物学会; 2010 年 1 月 30 日; 琵琶湖博物館 (滋賀)
 15. 堀 利栄, 小玉一人, 池原 実, 山北 聡, 相田吉昭, 酒井豊三郎, 竹村厚司, 鎌田祥仁, 鈴木紀毅, 高橋 聡, Spörl KB; ニュージーランド深海堆積物における三疊紀古世海洋環境イベントの解析; 高知大学海洋コア共同利用発表会; 2010 年 1 月 6 日; 東京大学海洋研究所 (東京)
 16. 高橋 聡, 海保邦夫, 渡辺隆広, 掛川 武, 大庭 雅寛; ペルム紀末大量絶滅時のパンサラッサ海遠洋域における硫化物硫黄同位体比変動; 日本地球化学会; 2009 年 9 月 16 日; 広島大学 (広島)
 17. 海保邦夫, 古賀聖治, 大庭雅寛, 高橋聡, 福田良彦; ペルム紀末大量絶滅時の硫化水素の大量放出に伴う大気酸素濃度の急減; 日本地球化学会; 2009 年 9 月 15 日; 広島大学 (広島)
 18. Takemura A, Aono R, Takemura S, Yamakita S, Kamata Y, Aita Y, Sakai T, Hori RS, Sakakibara M, Suzuki N, Takahashi S, Kodama K., Spörl KB, Campbell HJ; Induan (Lower Triassic) radiolarian fauna from Arrow Rocks, Northland, New Zealand. InterRad 12 (The 12th Meeting of the International Association of Radiolarian Paleontologists); 2009 年 9 月 14 日; 南京古生物研究所 (中華人民共和国・南京)
 19. Hori RS, Yamakita S, Ikehara M, Kodama K, Aita Y, Sakai T, Takemura A, Kamata Y, Suzuki N, Takahashi S, Spörl KR, Grant-Mackie J; Lower Triassic (Induan) radiolarian fossils and C-isotope excursion of a deep-sea sequence from Waiheke Island, Northland, New Zealand; 2009 年 9 月 14 日; 南京古生物研究所 (中華人民共和国・南京)
 20. 相田吉昭, 堀 利栄, 高橋 聡, K Bernhard Spörl, 山北 聡; ニュージーランド北島, ラキノ島より産出した中～後期三疊紀放射虫およびコノドント化石; 日本地質学会; 2009 年 9 月 4 日; 岡山大学 (岡山)
 21. 山北 聡; 南部秩父帯両神山ナップの再検討; 日本地質学会; 2009 年 9 月 4 日; 岡山大学 (岡山)
 22. 山北 聡, 永広昌之; 北部北上帯葛巻一釜石垂帯中の中・上部三疊系緑色岩—チャ

- ートシーケンスの岩相層序およびコノドント生層序; 日本古生物学会; 2009年6月27日; 千葉大学 (千葉)
23. 小川和広, 鈴木紀毅, 高橋 聡; 中期三疊紀における Triassocampe 属 (Nassellaria 目) の形態変化と産出量変動; 日本古生物学会; 2009年6月27日; 千葉大学 (千葉)
24. Takahashi S, Kaiho K, Oba M, Kakegawa T; Weak photic-zone euxinia at the end of the Permian in central pelagic Panthalassa as recorded in marine organic carbon isotopes; Goldschmidt; 2009年6月22日; スイス国・ダボス
25. 遠藤 溪, 永広昌之, 鈴木紀毅, 高橋 聡; 岩手県久慈市安家森一小国地域における, 北部北上帯ジュラ紀付加体の構造層序; 日本地球惑星科学連合; 2009年5月17日; 国際会議場 (幕張)
26. 高橋 聡, 大庭雅寛, 海保邦夫, 山北聡, 坂田 将; 遠洋域深海相前期三疊紀/中期三疊紀境界層から抽出された有機分子化石; 日本地球惑星科学連合; 2009年5月17日; 国際会議場 (幕張)
27. 小川和広・鈴木紀毅・高橋 聡; 中期三疊紀における塔状 Nassellaria 目 Triassocampe 属の生産量変化; 第10回放散虫研究集会 (山口); 2009年3月21日; 山口大学 (山口)
28. 堀利栄・山北聡・池原 実・小玉一人・相田吉昭・酒井豊三郎・竹村厚司・鎌田祥仁・鈴木紀毅・Sporli, K. B.・Grant-Mackie, J. A.; ニュージーランド, ワイヘケ島における三疊紀最前期放散虫化石と有機炭素同位体比; 第10回放散虫研究集会 (山口); 2009年3月21日; 山口大学 (山口).
29. 高橋 聡・山北聡・鈴木紀毅・海保邦夫・大庭雅寛・掛川 武・永広昌之; 北部北上帯の遠洋成深海相ペルム紀/三疊紀境界層セクションにみられるペルム紀末の放散虫の減少と有機炭素量の増加; 日本地質学会第115年学術大会 (秋田大); 2008年9月22日; 山口大学 (山口).
30. 山北聡・永広昌之・高橋 聡・鈴木紀毅; 北部北上帯大鳥層の石炭系~ジュラ系連続層序; 日本地質学会第115年学術大会 (秋田大); 2008年9月21日; 山口大学 (山口).
31. 山北聡・永広昌之・高橋 聡・鈴木紀毅; 北部北上帯大鳥層のチャートから産出した後期石炭紀・前期ペルム紀コノドント化石; 日本古生物学会 2008年年会 (仙台市); 2008年7月5日; 東北大学 (仙台).
32. 高橋 聡・海保邦夫・山北聡・鈴木紀毅・大庭雅寛・掛川 武・永広昌之; パンサラッサ海遠洋域におけるペルム紀末~

三疊紀前期の海洋環境変動; 日本古生物学会 2008年年会 (仙台市); 2008年7月5日; 東北大 (仙台).

33. 山北聡・堀 利栄・相田吉昭・酒井豊三郎・竹村厚司・児玉一人・鎌田祥仁・鈴木紀毅. Sporli, K.B.・Grant-Mackie, J.A.; ニュージーランド, ワイヘケ島下部~中部三疊系海洋底シーケンスのコノドント層序とアローロックス Oruatemanu 層との岩相層序比較; 日本古生物学会 2008年年会 (仙台市); 2008年7月5日; 東北大 (仙台).

[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0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

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木 紀毅 (SUZUKI NORITOSHI)
東北大学・大学院理学研究科・助教
研究者番号: 60312542

(2) 研究分担者

なし. ()
研究者番号:

(3) 連携研究者

海保 邦夫 (KAIHO KUNIO)
東北大学・大学院理学研究科・教授
研究者番号: 00143082
山北 聡 (YAMAKITA SATOSHI)
宮崎大学・教育文化学部・准教授
研究者番号: 80210342