

平成 22 年 5 月 18 日現在

研究種目：基盤研究(B)
 研究期間：2006～2009
 課題番号：18340165
 研究課題名(和文) 白亜紀以降に起きた化学合成群集の進化の解明—メタン湧水場の地下構造に照らして
 研究課題名(英文) Evolution of chemosynthetic communities since the Cretaceous - with special reference to sub-bottom structure of methane-seepage habitats
 研究代表者
 延原 尊美 (NOBUHARA TAKAMI)
 静岡大学・教育学部・准教授
 研究者番号：30262843

研究成果の概要(和文)：深海底の化学合成群集は、湧水等に含まれるメタンや硫化水素を栄養源とする。化学合成群集は白亜紀以降、その分類構成を変化させたが、その原因は未詳である。本研究は、白亜紀および新生代の化石産地において、岩相や化石相の分布調査、安定同位体比等の分析を行い、湧水場の地下構造を復元した。その結果、新生代に大繁栄したシロウリガイ類は、他の分類群が利用しがたい不安定な湧水を利用していただことが明らかにされた。

研究成果の概要(英文)：Deep-sea chemosynthetic communities live on reduced substances such as methane and sulfide in vents and seeps. Chemosynthetic communities have changed their taxonomic composition since the Late Cretaceous, but its causes have not yet been clear. This study examines petrology and fossil occurrences with stable isotopic analyses to reconstruct the sub-bottom structure of methane-seepage habitats in the representative fossil sites in the Japanese Cretaceous and Cenozoic. The habitat reconstruction shows that vesicomyid bivalve can utilize the diffusive and unstable seepages, which are difficult to be colonized by other chemosynthetic taxa. This advantage maybe led to the burst flourish of vesicomyids after the Cretaceous.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	5,100,000	0	5,100,000
2007年度	4,200,000	1,260,000	5,460,000
2008年度	4,900,000	1,470,000	6,370,000
2009年度	600,000	180,000	780,000
年度			
総計	14,800,000	2,910,000	17,710,000

研究分野：古生物学

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：古生物学, 化学合成生態系, メタン湧水, 深海生物, 白亜紀, 新生代, 進化, 海洋生態

1. 研究開始当初の背景

深海の化学合成生態系は、表層域の環境変動の影響を受けにくく、その分類構成は時代

を通して安定で、遺存的要素が生存を続ける避難所として従来考えられてきた。しかしながら、1980～90年代になると、その群集構

成は白亜紀後期を境に大きく変化していることが明らかとなった。

例えば、優占的な大型無脊椎動物は、腕足類から二枚貝類に置き換わる。また、二枚貝類の中でもシロウリガイ類やシンカイヒバリガイ類のように現世の化学合成生態系を構成する主要グループは、新生代に入って放散する。しかしながら、その原因については、仮説すら立てられていない状況であった。

一方、現生の化学合成群集の研究においては、潜水調査船をもちいて詳細な生息環境の特性がとらえられており、シロウリガイ類は湧水の中心部ではなく縁辺部に生息している傾向が指摘されている。このことは、シロウリガイ類が他の分類群の利用しがたい縁辺部の不安定な湧水環境にうまく適応していることを示唆する。つまり、その繁栄の背景には、利用可能な湧水特性がほかの分類群よりも広いという事実があると考えられた。

このことを確認するためには、地質時代におけるメタン湧水場において、シロウリガイ類やそのほかの分類群がどのような特性の湧水を利用してきたのかを、それぞれの生息場の地下構造を復元しながら追跡する必要がある。しかしながら、そのような地下構造の復元や湧水特性に関する研究は、あまり行われてこなかったのが現状であった。

2. 研究の目的

本研究は、化学合成化石群集を産出する石灰岩において、岩相および化石相を詳細にマッピングし、化石産状の記載、岩石学的研究・地球化学的手法を組み合わせ、地質時代のメタン湧水場の地下構造、湧水特性、群集組成との対応を明らかにするものである。

(1) 巨大なメタン湧水性石灰岩体が発達する代表的な産地において、化学合成化石群集の生息場の地下構造を復元する。これらの復元をもとに、湧水の起源・経路・流量・持続過程を、地下での続成作用や生物の棲み込みなどとの相互作用の観点からモデル化する。

(2) 研究分担者や研究協力者が、それぞれ調査を進めている他地域のフィールドでの、化学合成化石群集について、分類構成、産出岩相、化石産状のデータを上記(1)のモデルと比較し、白亜紀以降のメタン湧水の挙動・地下構造の特性を明らかにし、それらが及ぼす群集構造への影響を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 巨大なメタン湧水性石灰岩体が発達する代表的産地として、白亜紀については高知県四万十市佐田地区を、新生代については長野県松本市北方の穴沢・赤怒田地区を、フィールド調査の対象とした。佐田地区には、上部

白亜系中村層のシルト岩に佐田石灰岩が、穴沢・赤怒田地区には、中部中新統別所層のシルト岩に穴沢石灰岩および赤怒田石灰岩が、それぞれ挟在する。双方の地域の石灰岩体ともに、陸棚斜面の泥底域に堆積しており、その規模も互いに類似している。

まず、岩相や化石相の変化を精密にマッピングするために、2千分の1の地形図をGPS測量によって作成した。作成は、測量業者に依頼し、露頭概況を精密にプロットした。完成した露頭分布図をもとに、露頭ごとに詳細な岩相・化石産状のスケッチを作成し、岩石および化石試料の採集を行った。

(2) 岩石試料に関しては、研磨断面を作成して、岩石組織を観察・記載した。代表的な鉱物相に関しては、岩石薄片の作成を行った。また、ルーターを用いて粉末試料を採取し、X線回折による鉱物種の同定、炭素・酸素安定同位体比およびバイオマーカーの分析を行った。これらを通して、各鉱物の晶出や破碎・流動のイベントの順序、その時の湧水の影響の有無を特定した。

(3) 化石試料に関しては、実体顕微鏡下で貝殻以外の部分に塩酸等を反応させて溶解させながら、ミニルーターやエアスクライバーを使用し、剖出作業を行った。なお、信州新町化石博物館や高知大学理学部に収蔵されている化石試料についても、検討を行った。

(4) 穴沢地区の石灰岩体に関しては、層理面に垂直に深さ約50mまでボーリングを行い、石灰岩体の地下への連続性を特定した。またコア試料中の岩相変化を記載し、露頭表面のそれらと比較した。さらに、代表的な岩相から、X線回折法や炭素・酸素安定同位体分析用の粉末試料を採取・分析し、各相におけるメタン湧水の影響の有無について検討した。

(5) 以上の作業を通して、佐田石灰岩および穴沢・赤怒田石灰岩について、岩体形成のプロセスを考察するとともに、地下構造—湧水様式—群集構造の関係をモデル化した。

(6) 研究代表者、研究分担者、研究協力者が、調査を行っている他地域のメタン湧水性石灰岩（北海道の白亜系および中新統、上越地域の中新統、掛川地域の鮮新—更新統など）について、各自のデータを上記の2つの石灰岩体と比較し、共通点や相違点を議論した。

4. 研究成果

(1) 高知県の白亜系佐田石灰岩の場合

① 規模: 長径数10m規模の大小石灰岩体が、周囲のシルト岩と漸移しつつ、断続的に発達して形成された複合岩体であることが判明

した。佐田石灰岩は、付加体中の異地性岩体ではなく、陸棚斜面の泥定域において自生的に形成されたことが明らかとなった。

②岩相：佐田石灰岩は以下の4つの岩相からなる。1) 泥質ミクライトとシート状の方解石脈とが厚さ1cm弱おきに互層する縞状石灰岩；2) 化学合成二枚貝“*Thyasira*” *hataii* および正体不明の管状化石“*Serpula*” sp. が多産する“*Thyasira* - “*Serpula*” 石灰岩；3) 塊状の貧化石石灰岩；4) 石灰質シルト岩である。研磨断面および岩石薄片による観察の結果、泥質堆積物が石灰化する過程において、流動・破碎作用を受けていることが判明した。なお、縞状石灰岩の方解石シート脈には、湧水性石灰岩に特有な逆ストロマタクティス様構造が認められた。

③化石群集および化石産状：剖出作業の結果、“*Thyasira*” *hataii* については、歯式や筋痕等の内面構造を初めて確認できた。本種は、白亜紀のハナシガイ類においては最大規模の殻サイズをもち、新生代のオウナガイ属への進化過程を解明する上で重要であり、属位等について、分類学的な検討を継続する必要がある。なお、ツキガイ科の *Myrtea*? sp., キヌタレガイ科の *Solemya* sp. など、化学合成二枚貝類が随伴する。

管状化石“*Serpula*” sp. については、管の外壁が多層剥離構造を示すなど、ハオリムシ類との共通点もあるが、殻内部に一連の隔壁を形成することがあるなど、相違点もあり、分類は不明である。産状観察の結果、急速埋積イベント直後に密生することなどから、高速堆積環境に適応した日和見主義者の生態を有することが示唆された。

④地球化学的手法による分析：X線回折法による分析の結果、泥質ミクライトおよびシート状脈ともに、方解石からなることがわかった。炭素・酸素同位体比はそれぞれ、 $-17.38 \sim -2.45\%$ 、 $-12.24 \sim -4.87\%$ で、湧水の影響を示す明瞭な値は得られなかった。これらの値には、続成作用による影響が関係していると思われる。バイオマーカーの分析においても、化学合成バクテリアの存在を示す指標は検出できなかったが、処理量が不足していたことによる可能性がある。今後、試料の量を増やし再分析する必要がある。

佐田石灰岩については、メタン湧水を指標する明瞭な地球化学的データを得られなかったが、群集構成やその化石産状や逆ストロマタクティス様構造の存在などから、メタン湧水によって形成された可能性が高いことが確認された。また、その堆積場は、しばしば急速堆積が生じるような陸棚斜面であっ

たこと、特定の湧水口が継続して開口する集中型ではなく、地下の堆積物が破碎・流動しながら湧水がしみ出す拡散型の湧水場であったことが示された。急速埋積があまり生じない安定期には“*Thyasira*”が卓越し、堆積速度が速い攪乱期には、“*Serpula*”が卓越することも示唆された。なお、佐田石灰岩中にはシロウリガイ類は認められなかった。

(2) 赤怒田・穴沢石灰岩体の場合

①規模：長径1m~20mのものまで様々な規模の石灰岩体が、走向方向に約400mにわたって、断続的に発達することがわかった。これらの石灰岩体は同時代に形成されたと示唆される。

②岩相：シルトが石灰化した泥質ミクライトを主体とするものの、炭酸塩細脈や幅30cm以上にわたる大規模な炭酸塩脈が発達することで特徴づけられる。基質である泥質堆積物は石灰化する前後に、破碎・流動を受けており、細脈は破碎礫や粒子間を充填する形で発達する。しかしながら、破碎・流動を受けた後に、半固結状態にある破碎礫が互いに癒着してしまい、細脈があまり発達しない場合もある。前者は高間隙水圧が持続的であった場合、後者は高間隙水圧による破碎・流動が起きたが一時的であった場合と考えられる。穴沢石灰岩体の最大露頭 AN00 地点では、下位から上位に向かって、癒着型のミクライトから細脈発達型のミクライトに岩相が変化する様子が観察された。また、最下部では、複数の小規模な石灰岩体が基質のシルト岩中に孤立しているが、上位にむかって互いに結合し、巨大な石灰岩体を形成していく様子も明らかとなった。

この地点の露頭基部からボーリング調査を行った結果、深度20.8mまで断続的に石灰岩が発達すること、癒着型と細脈型のミクライトが不規則に出現し、間隙水圧の高低が繰り返されたことが示された。

③化石群集および化石産状：二枚貝類・巻貝類あわせて23種が同定され、多様性の高い化学合成生態系の存在が示された。化石群集は、シロウリガイ類 *Adulomya uchimuraensis* で優占される群集と、シンカイヒバリガイ類“*Bathymodiolus*” *akanudaensis* が密集する群集とからなる。一般に、シロウリガイ類群集は、露頭全域で出現するのに対して、シンカイヒバリガイ類群集は、細脈が発達する層準にのみ出現する。例えば、穴沢石灰岩の最大露頭 AN00 地点においては、下位の癒着型ミクライトには、シロウリガイ類群集のみが、上位の細脈発達型からはシロウリガイ類群集とシンカイヒバリガイ類群集が産出する。

化石産状についても、この両群集は対照的

である。シロウリガイ類群集は、合弁率はそれほど高くなく20%~40%前後で、ほとんどは老成殻である。一方、シンカイヒバリガイ類群集は、合弁率が異常に高く60%~90%を示し、ほとんどは未成殻の小型個体である。

シンカイヒバリガイ類群集の化石産状を詳細に検討したところ、貝殻はランダムな方位で基質中に散在（一部、塊状密集）しており生息姿勢を保っていないこと、小規模な泥流に由来する赤茶色未固結シルトが基質中に貝殻とともに混入していることが示された。このことから、シンカイヒバリガイ類は成長途上において、生息場が崩壊し、急速埋積されたと考えられる。

④地球化学的手法による分析：X線回折法によって、ほぼすべての鉱物相は方解石で形成されていることが確認できた。炭素・酸素安定同位体比分析の結果、泥質ミクライト~細脈充填方解石の炭素同位体比は、-40%前後の値を示しており、どの層準においてもメタン湧水の影響があったことが示された。酸素同位体比については、全般に-5~-10%前後の値を示すが、湧水自体が高水温であったのか、続成作用による変質のためかは、今後検証を重ねて行く必要がある。

穴沢・赤怒田石灰岩については、流動・破碎構造がほぼすべての層準において顕著に発達すること、泥流堆積物と思われる「破碎礫を含むシルト岩」が頻繁に発達することから、泥火山的な地下流体の上昇と異常高間隙水圧が湧水起源と考えられる。

破碎礫同士が癒着した「癒着型ミクライト」と、破碎礫が脈中に浮いている「細脈発達型ミクライト」とが互層していることから、間隙水圧の変化が、石灰岩の発達中に繰り返されたものと思われる。

シロウリガイ類は癒着型・細脈発達型双方に群集を形成する一方、シンカイヒバリガイ類は細脈発達型の岩相分布域の近傍にしか出現しない。シロウリガイ類は半内生生活者であり、移動能力に長けていることから、他の固着性・定住性二枚貝が利用しがたい、不安定な湧水口を効果的に活用できたと考えられる。また、シロウリガイ類とシンカイヒバリガイ類の対照的な化石産状は、泥水が噴出するような環境下において、シロウリガイ類のみが埋積から脱出できたことが示唆される。

(3) 他地域の石灰岩体との比較

新生代の湧水性石灰岩において、シンカイヒバリガイ類化石を伴うものはまれである。数少ない例として、上越地域の中新統小萱層に挟在する黒岩石灰岩がある。この石灰岩は、赤怒田・穴沢石灰岩に匹敵するサイズを有し

ており、その岩相には細脈発達型のミクライトがしばしば見られる。固着性のシンカイヒバリガイ類にとって、安定した湧水口近傍に生息することが必要条件と思われる。

一方、シロウリガイ類化石は、赤怒田・穴沢石灰岩のような巨大な石灰岩体だけではなく、北海道の中新統望来層や、静岡県の新新-更新統土方層・満水層など、1~数m規模の石灰岩体にも優占種として産出する。これらの小規模石灰岩は、炭酸塩細脈が発達せず、主体鉱物もドロマイトである。その生息場は、浸みだし型の湧水場であったと考えられる。

(4) 白亜紀以降の化学合成群集の変革の背景

白亜系の佐田石灰岩、新生界中新統の赤怒田・穴沢石灰岩とともに、流動・破碎構造が顕著で泥水の噴出を伴うような活発な湧水活動が推定される。しかしながら、白亜紀の化学合成群集が内在性のオウナガイ類（あるいはツキガイ類）を主体としているのに対し、新生代の化学合成群集は、半内生生活者のシロウリガイ類が主体となっている。

赤怒田・穴沢石灰岩での産状観察や、その他の小規模石灰岩体での産出傾向を総合すると、シロウリガイ類は、弱い浸みだしのような拡散的な湧水から、湧水口が安定しない一時的な湧き出し、小規模な泥流が生じ急速埋積が起きるような噴出型湧水まで、さまざまな湧水環境を利用できることが示された。

「新生代に出現したシロウリガイ類が、現在までに大繁栄を遂げた」という現象の背景はこれまで明らかでなかったが、本研究では、上記のような古生態学的な観点から仮説を立て、シロウリガイ類の代表的な生息場の地下構造を復元して、初めてこれを検証した。

メタン湧水場の地下構造は、海洋調査においては、音響プロファイル等の物理探査や、湧水や間隙水の化学分析等によって明らかにされてきたが、岩石学的にどのような現象が地下で起きているのかについては目視できない。本研究で提供できる地下断面の情報は、そのような探査等では捕らえきれない数mm~数mオーダーでの物質現象を示している。メタン湧水の素過程は、地球の炭素循環にも大きく影響を与えることを考えると、本研究の補完する情報は、地球環境変動のプロセスの理解にも貢献すると考える。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計25件)

- ① 延原尊美, メタン湧水場の地下断面からシロウリガイ類繁栄の背景をさぐる. 生物の科学 遺伝, 64巻, 2010, 27-32. 査読無.
- ② 天野和孝, 日本産シロウリガイ類化石の分類と分布. 生物の科学 遺伝, 64巻, 2010, 33-38. 査読無.
- ③ ジェンキンズ ロバート, 化石から見た化

学合成生態系の進化史. 生物の科学 遺伝, 64 巻, 2010, 21-26. 査読無.

- ④ Amano, K., Jenkins, R.G., Aikawa, M. and Nobuhara, T., A Miocene chemosynthetic community from the Ogaya Formation in Joetsu: evidence for a depth-related ecologic structure among fossil seep communities in the Japan Sea back-arc basin. *Palaeogeography, Palaeoecology, Palaeoclimatology*, v. 286, 2010, 164-170. 査読有.
- ⑤ Amano, K. and Suzuki, A. Redescription of "*Calyptogena*" *shiretokensis* Uozumi (Bivalvia: Vesicomidae) from the Miocene Rusa Formation on the Shiretoko Peninsula, Eastern Hokkaido, Japan. *Venus (Malacological Society of Japan)*, v. 68, 2010., 165-171. 査読有.
- ⑥ Kaim, A., Bitner, M.A., Jenkins, R.G. and Hikida, Y., A monospecific assemblage of terebratulid brachiopods in the Upper Cretaceous seep deposits of Omagari, Hokkaido, Japan. *Acta Palaeontologica Polonica*, v. 55, 2010, 73-84. 査読有.
- ⑦ 延原尊美・大捕由貴, 長野県の中部中新統下部別所層に挟在するメタン湧水性石灰岩(穴沢石灰岩)のボーリングコア試料の岩相記載. 静岡大学地球科学研究報告, 36 号, 2009, 9-26. 査読無.
- ⑧ Kaim, A., Jenkins, R.G. and Hikida, Y., Gastropods from Late Cretaceous Omagari and Yasukawa hydrocarbon seep deposits in the Nakagawa area, Hokkaido, Japan. *Acta Palaeontologica Polonica*, v. 54, 2009, 463-490. 査読有.
- ⑨ 延原尊美・恩田大学・菊池直樹・近藤康生・松原 啓・天野和孝・ジェンキンズ ロバート・疋田吉識・間嶋隆一, 高知県四万十市の上部白亜系佐田石灰岩の岩相と化石群集. 化石, 84 号, 2008, 47-60. 査読有
- ⑩ Kiel, S., Amano, K. and Jenkins, R.G., Bivalves from Cretaceous cold-seep deposits on Hokkaido, Japan. *Acta Palaeontologica Polonica*, v. 53, 2008, 525-537. 査読有.
- ⑪ Amano, K., Jenkins, R.G., Kurihara, Y. and Kiel, S., A new genus for *Vesicomya inflata* Kanie & Nishida, a lucinid shell convergent with that of vesicomids, from Cretaceous strata of Hokkaido, Japan. *The Veliger*, v. 50, 2008, 255-262. 査読有.
- ⑫ Ishimura, T., Tsunogai, U., and Nakagawa, F., Grain-scale heterogeneity of the stable carbon and oxygen isotopic compositions in international standard

calcitic materials (NBS19, NBS18, IAEA-CO-1, and IAEA-CO-8). *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, v. 22, 2008, 1925-1932. 査読有.

- ⑬ Amano, K., Jenkins, R.G. and Hikida, Y., A new gigantic Nucinella (Bivalvia: Solemyoidea) from the Cretaceous cold-seep deposit in Hokkaido, northern Japan. *The Veliger*, v. 49, 2007, 84-90. 査読有
- ⑭ Amano, K. and Kiel, S., Fossil vesicomid bivalves from the North Pacific Region. *The Veliger*, v. 49, 2007, 270-293. 査読有.
- ⑮ Jenkins, R.G., Kaim, A. and Hikida, Y., Antiquity of the substrate choice among acmaeid limpets from late Cretaceous chemosynthesis-based communities. *Acta Palaeontologica Polonica*, v. 52, 2007, 369-373.

[学会発表] (計 27 件)

- ① 遠藤 恵・延原尊美, 長野県の中新統別所層より産するシンカイヒバリガイ類化石のタフオノミー. 日本古生物学会第 159 回例会, 2010.1.30, 滋賀県立琵琶湖博物館.
- ② Nobuhara, T., Ishimura, T., Ijiri, A. and Tsunogai, U., Comparative anatomy of seep carbonates in Japanese Neogene muddy slope facies: variation of subsurface structure of vesicomid bivalve habitats. 4th International Symposium on Chemosynthesis based Ecosystems, 2009.6.30. 万国津梁館(沖縄県名護市)
- ③ Amano, K. and Kiel, S., Taxonomy and distribution of fossil Vesicomidae (Bivalvia) in Japan. 4th International Symposium on Chemosynthesis based Ecosystems, 2009.6.30. 万国津梁館(沖縄県名護市)
- ④ Jenkins, R.G. and Kaim, A., (招待講演) A Cretaceous methane-seep dependent chemosynthesis-based ecosystems in Hokkaido, Japan. 4th International Symposium on Chemosynthesis based Ecosystems, 2009.6.30. 万国津梁館(沖縄県名護市)
- ⑤ Nobuhara, T. and Otori, Y., Methane-seep molluscan community controlled by subbottom structure in the Middle Miocene Bessho Formation central Japan. 日本地球惑星連合大会 2009 年大会, 2009.5.19, 幕張メッセ国際会議場.
- ⑥ 石村豊穂・角皆 潤・中川書子, 国際同位体標準炭酸塩の微小領域における均質性

評価—超高解像度環境解析に向けて. 日本地球惑星連合大会 2009年大会, 2009.5.19, 幕張メッセ国際会議場.

- ⑦ 天野和孝・ジェンキンス ロバート・相河美咲・延原尊美, 新潟県上越市柿崎区黒岩の中新統小萱層より産出した化学合成群集. 日本古生物学会第 158 回例会, 2009.1.31, 琉球大学.
- ⑧ 延原尊美・大捕由貴・白鳥史也, 長野県の中新統別所層に挟在するメタン湧水性穴沢石灰岩体の内部構造. 日本古生物学会第 158 回例会, 2009.1.31, 琉球大学.
- ⑨ Nobuhara, T., Comparative anatomy of seep carbonates in Japanese Neogene muddy slope facies: Light on vesicomid bivalve radiation. The 33rd International Geological Congress, Oslo, 2008.8.9, Norway Trade Fairs and Convention Centre, Lillesrom, Norway.
- ⑩ Nobuhara, T., Anatomy of methane-seep carbonate mounds in the lower Middle Miocene Bessho Formation, Nagano Prefecture, central Japan. 日本地球惑星科学連合 2008 年大会, 2008.5.27, 幕張メッセ国際会議場.
- ⑪ 天野和孝, 日本産シロウリガイ類の分類と時代的変遷. 日本古生物学会年会, 2008.7.6, 東北大学.
- ⑫ 延原尊美・今泉伊代・兼子知也・小池伯一・成田 健・天野和孝, 長野県の中新統別所層の冷湧水性石灰岩産ヒバリガイ様化石の産状と分類. 日本貝類学会創立 80 周年記念大会, 2008.4.12, 東京家政学院大学三番町キャンパス.
- ⑬ Amano, K., Kiel, S. and Jenkins, R.G., Thyasirid bivalves from the Cretaceous cold seep sites in Hokkaido. 日本古生物学会第 157 回例会, 2008.2.2, 宇都宮大学.
- ⑭ 天野和孝・Kiel, S., Fossil vesicomid bivalves from the North pacific region. 日本古生物学会 2007 年年会, 2007.7.1, 大阪市立大学.
- ⑮ 延原尊美, 白亜紀以降におきた化学合成群集の進化の背景をさぐる: 石灰岩体の内部構造に注目して. 日本地球惑星科学連合大会 2007 年大会, 2007.5.22, 幕張メッセ国際会議場.
- ⑯ 恩田大学・延原尊美・菊池直樹・近藤康生・天野和孝・ジェンキンス ロバート・疋田吉識・間嶋隆一, 高知県四万十市の上部白亜系佐田石灰岩の岩相および化石相. 日本地球惑星科学連合大会 2007 年大会, 2007.5.22, 幕張メッセ国際会議場.
- ⑰ 角皆 潤・山崎哲生・三枝俊介・中川書子・張 勁・竹内 章・蒲生俊敬, 日本海・上越沖海底で発見されたガスハイドレート塊露頭周辺海水中におけるメタンプルーム

の分布とメタン放出フラックス. 日本地球惑星科学連合 2007 年大会, 2007.5.21, 幕張メッセ国際会議場

6. 研究組織

(1) 研究代表者

- ・延原 尊美 (NOBUHARA TAKAMI)
静岡大学・教育学部・准教授
研究者番号: 30262843

(2) 研究分担者

- ・間嶋 隆一 (MAJIMA RYUICHI)
横浜国立大学・教育人間科学部・教授
研究者番号: 30202310
(H20→H21: 連携研究者)
- ・天野 和孝 (AMANO KAZUTAKA)
上越教育大学・学校教育学部・教授
研究者番号: 50159546
(H22: 連携研究者)
- ・近藤 康生 (KONDO YASUO)
高知大学・理学部・教授
研究者番号: 90192583
(H22: 連携研究者)
- ・佐々木 猛智 (SASAKI TAKETOMO)
東京大学・総合研究博物館・准教授
研究者番号: 70313195
(H22: 連携研究者)
- ・和田 秀樹 (WADA HIDEKI)
静岡大学・理学部・教授
研究者番号: 20126791
(H22: 連携研究者)
- ・角皆 潤 (TSUNOGAI URUMU)
北海道大学大学院・理学研究科・准教授
研究者番号: 50313367
(H22: 連携研究者)
- ・井尻 暁 (IJIRI AKIRA)
海洋研究開発機構・地球内部変動研究センター・ポストドクトラル研究員
研究者番号: 70374212
(H22: 連携研究者)
- ・石村 豊穂 (ISHIMURA TOYOHU)
産業技術総合研究所・地質情報研究部門・研究員
研究者番号: 80422012
(H19→H21: 研究分担者, H22: 連携研究者)
- ・ジェンキンス ロバート (JENKINS ROBERT, G.)
東京大学・海洋研究所・特任研究員
研究者番号: 10451824
(H19→H21: 研究分担者, H22: 連携研究者)