

平成19年度（通年）高知大学海洋コア総合研究センター

---

# 全国共同利用研究報告書

採択番号 07A001, 07B001

研究課題名 安芸陸上コアリング試料（唐ノ浜層群穴内層）の古地磁気学的・岩石磁気学的研究

氏名 鳥居 雅之  
所属（職名） 岡山理科大学 総合情報学部 生物地球システム学科（教授）  
研究期間 平成19年4月24日－平成19年4月27日  
平成19年5月8日－平成19年5月17日  
平成19年6月27日－平成19年7月3日  
平成19年10月3日－平成19年10月10日  
平成20年2月22日－平成20年2月23日  
共同研究分担者組織 学生4名

### 【研究目的】

堆積物コア試料の古地磁気学的研究は、地球磁場変動を明らかにする方法として極めて優れている。そのためには、連続的に堆積し、年代推定が可能な堆積物試料が必要である。2006年より小玉教授によって遂行されている安芸陸上コアリングで得られた試料（ANA-1）は、深海堆積物にくらべればかなり粗粒であるにも関わらず、すばらしい結果を提出した。この結果を強化するために、2007年3月に新しく掘削されたANA-2について小玉教授の指導の下に追加の測定を行うことを計画した。この研究により鮮新世における地磁気逆転の詳細な解析と、それにもとづく穴内層の古地磁気層序の確立が第1の目的である。さらに、浅海性の粗粒な堆積物の示す自然残留磁化の評価を行いたいと考えている。

### 【利用・研究実施内容】

2007年2月に採取されたANA-2は、ANA-1より深い地層を目指して、86mのコア試料の回収に成功した。これから、72本のU-channel試料を作成し、パススルー型磁力計を用いて、13段階の交流消磁を行いながら1cmごとに測定した。測定した層準は6900に及ぶ。全ての層準のデータについてザイダーベルト図を作成し、安定な磁化方位を抽出した。なお、安定な磁化方位の認定には、1層準のデータだけでなく、前後5層準のデータを重ね合わせて抽出レベルを決定するという新しい方法を試みた。これにより、安定磁化方位の認定がより客観的になったと考えている。

ANA-2では、7回の明瞭な極性逆転が認められた。この極性パターンと岩相をANA-1と対比した結果、ANA-2はANA-1の約40m下位までをカバーしていることが分かった。また、標準の地磁気極性逆転タイムスケールと対比した結果、ANA-1の結果も合わせて、穴内層はマツヤマクロンの最下部からガウスクロン下部までにはほぼ対比できることが分かった。ただし、まだ検討は必要である。

採択番号 07A002, 07B002

究課題名 太古代・原生代の海底環境の変遷

氏名 清川 昌一  
所属(職名) 九州大学 大学院理学府 地球惑星科学専攻 (講師)  
研究期間 平成19年4月9日－平成19年4月13日  
平成19年10月29日－平成19年11月5日  
平成19年11月5日－平成19年11月7日  
平成19年11月27日－平成19年11月30日  
平成20年1月9日－平成20年1月12日  
平成20年1月24日－平成20年1月31日  
平成20年3月25日－平成20年3月30日  
共同研究分担者組織 池原 実 (高知大学 海洋コア総合研究センター 准教授)  
山口 耕生 (IFREE 研究員)  
北島 富美雄 (九州大学 大学院理学府 地球惑星科学専攻助教)  
伊藤 孝 (茨城大学 教育学部 准教授)  
他 学生8名

#### 【研究目的】

この海底表層断面では、熱水循環が著しい基盤岩上に黒色チャート・縞状鉄鉱層 (BIF) が堆積することを明らかにした (Kiyokawa *et al.*, 2006). この黒色チャート・縞状鉄鉱層 (BCB) シーケンスは他の太古代の地層でも見られることから、当時の海底に普遍に存在する可能性がある。そこで我々は、様々な研究手法を用いて太古代～原生代の海底表層断面を明らかにすることを、研究目標として設定した。これにより、太古代～原生代の海底表層堆積物や直下の基盤岩類が保存している当時の(1)熱水循環状態に関する情報はもとより、(2)海洋の酸化/還元状態や(3)初期生命の生息状態、(4)大気－海洋表層環境、などに関する重要な情報が得られることが期待される (e.g., Nisbet, 2001).

#### 【利用・研究実施内容】

- 1) アフリカバーバートン帯中の熱水系黒色チャート・縞状鉄鉱層  
炭素濃度測定を行い、ピルバラで測定されているものに類似する値が得られた。つまり、当時の海洋表層部は広い範囲でシアノバクテリアが活動する環境であったことが示唆される。
- 2) オーストラリアピルバラグリーンストーン帯中の黒色チャート・縞状鉄鉱層  
特に2007年夏に行うボーリング掘削 (DXCL) の試料解析を3回にわけておこなった。特に、1mコア記載を中心に、後半は分析用試料のサンプリングをおこなった。DXサイトとCLサイトのコアでは岩相が大きく異なり、DXサイトでは黒色頁岩・黒色チャート・黄鉄鉱が細かなラミナをなして分布することがあきらかになった。CLサイトは20cmぐらいの地層が上方細粒化して分布し、ラミナをとまなう流れのある環境で堆積したことが明らかになった。
- 3) 薩摩硫黄島鉄酸化物沈殿物・ウナギ池黒色頁岩  
鉄沈殿物の記載をおこない、火山灰層から鉄物質へ徐々に変化するサイクルが明らかになった。特に、非常に細かで、球状 (5ミクロン径) の炭酸塩物質も規則的に発見された。その成因を考察中である。

採択番号 07A003, 07B003

研究課題名 深海サンゴ礁堆積物へのストロンチウム安定同位体層序学の適用

氏名 狩野 彰宏  
所属(職名) 広島大学 理学研究科 地球惑星システム学専攻 (准教授)  
研究期間 平成19年7月16日－平成19年7月27日  
平成20年2月18日－平成20年2月27日  
共同研究分担者組織 石川 剛志 (海洋開発研究機構 研究員)  
村山 雅史 (高知大学 海洋コア総合研究センター 准教授)  
他 学生2名

### 【研究目的】

鳥巢式石灰岩は秩父累帯南帯を中心に発達する上部ジュラ系～下部白亜系の石灰岩体である。岩体の多くはマウンド状の形態を示し、その発達様式は深海サンゴ礁と類似していると指摘されている。今まで、鳥巢式石灰岩の年代論はアンモナイトや放射虫などの示準化石に基づいて行われてきたが、化石帯の分解能では個々の石灰岩体の年代差を確かめることができなかった。炭酸塩マウンドの発達過程を議論するうえで、重要なのは各岩体の堆積年代の決定である。たとえば、深海サンゴ礁マウンドでは海水準が低下した時期に堆積間隙が認められた。

このように、炭酸塩マウンドの形成には海水準変動が大きく影響する。しかし、鳥巢式石灰岩の形成に関して、その多くは前弧域で堆積したため、むしろ地域的なテクトニックイベントの影響等も想定されなければならない。

そこで、私たちは鳥巢式石灰岩にSr同位体層序を適用することで、複数の石灰岩体の堆積年代の決定を試みた。本研究では新しく、鳥巢層群相当層の3つのセクションを研究対象とした。

### 【利用・研究実施内容】

本研究では石灰岩より産出した化石試料の粉末からカラム・クロマトグラフィーでSrを分離し、のちに乾固させ、表面電離型質量分析計で $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比を測定し、その値を汎世界的なSr同位体比変動曲線 (LOWES Look-up Table Version 4: 08/03) に投影して、化石試料が産出した石灰岩の堆積年代を推定した。

本研究では、11個の化石試料から年代対比に有効な $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比を得ることができた。

それによると、相馬中村層群の小池石灰岩の上部層準の堆積年代はジュラ紀後期のTithonian前期 (148.9-147.75Ma) である。一方、南海層群、白石岩体の中部層準から上部層準の年代は、白亜紀前期のHauterivian (136.1-131.85Ma) である。また、今井谷層群の中津川石灰岩の3つのセクションから年代を得ることができた。中津川石灰岩体の堆積年代はジュラ紀最後期のTithonian後期から白亜紀最前期のBerriasian後期 (147.5-140.6Ma) にまたがっていると推測される。

従来の研究データと照らし合わせると、四国地域の鳥巢式石灰岩はジュラ紀後期のTithonian前期から白亜紀前期のBerriasian後期までに集中していることが分かった。従来、鳥巢層群相当層の堆積年代は生層序からKimmeridgian～Valanginianとされてきたが (Matsuoka, 1992), Sr同位体年代の結果は、鳥巢式石灰岩の堆積期間がより短期間に集中していたことを示唆する。

採択番号 07A004, 07B004

研究課題名 北大西洋海底掘削コア試料の古地磁気・岩石磁気研究

氏名 大野 正夫  
所属(職名) 九州大学 大学院 比較社会文化研究院 (准教授)  
研究期間 平成19年7月9日－平成19年7月20日  
平成19年11月19日－平成19年11月29日  
共同研究分担者組織 学生1名

#### 【研究目的】

本研究はIODP(統合国際深海掘削計画)第306航海で採取された堆積物コア試料の岩石磁気・古地磁気研究により、過去数百万年間の地球磁場変動や古環境変動を明らかにすることを目的としている。

地球磁場変動の研究では、地磁気エクスカージョンや地磁気逆転時の磁場の振る舞い、地磁気の方角・強度の永年変化など、過去数百万年間の地球磁場変動の解明に大きく貢献することが期待される。また北大西洋海域は氷床・海洋・大気の相互作用による気候変動に関して重要な役割を果たしてきたと考えられており、このコア試料の古環境変動の研究から、グローバルな環境変動のメカニズムの解明が期待される。

#### 【利用・研究実施内容】

平成19年7月9日から7月20日、および平成19年11月19日から11月29日の間、コア総合研究センターにおいて古地磁気・岩石磁気測定実験を行った。実験に用いた試料はIODP第306航海のSite-U1314で採取されたコア試料である。古地磁気測定においては、まず自然残留磁化(NRM)の段階交流消磁実験を行い、その後、直流磁場0.1mT(交流磁場80mT)下でUチャンネル試料に非履歴性残留磁化(ARM)を獲得させ、そのARMの交流消磁測定を行った。また、熱磁気分析および磁気ヒステリシスの測定を振動試料磁力計(一部は磁気天秤)で行った。

これらのデータを解析した結果、約2.7~1.6Maの地球磁場について以下のことが明らかになった。地球磁場の強度変動に、いわゆる‘asymmetric saw-tooth pattern’は見られなかったが、逆転時に強度が平均値の1/4~1/20程度に低下することと、逆転前後では強度が緩やかな減少と急激な増大を示す非対称な形状が見られた。また、相対地球磁場強度変動(NRM/ARM)のスペクトル解析の結果、100kyr周期にパワーが見られた。41kyr周期の環境変動が卓越するこの期間において100kyr周期のパワーが見られたということは、地球磁場強度変動に100kyr周期が卓越する可能性を示唆するものと考えられる。

採択番号 07A005, 07B020

研究課題名 高知県横倉山産のコノドント化石と天然アパタイト結晶との関連性に関する分析的  
的研究

氏名 三島 弘幸  
所属(職名) 高知学園短期大学 医療衛生学科 歯科衛生専攻 (教授)  
研究期間 平成19年7月25日－平成19年8月10日  
平成19年12月26日－平成20年2月18日  
平成20年3月31日  
共同研究分担者組織 笥 光夫 (明海大学 歯学部 講師)  
安井 敏夫 (横倉山自然の森博物館 副館長)

#### 【研究目的】

コノドントは口腔内の捕食器官という説が改めて見直されている。サケの稚魚に似ており、沿岸から浅海に生息していたとされている。頭部先端近くにコノドント器官があり、噛み切りの機能をもち、表面に微細な擦痕が見られ、組織的にはエナメル質と象牙質あるいは骨が存在する。コノドントは生体鉱物の起源を探る上で、重要な試料である。近年生体アパタイト結晶は天然に産するヒドロキシアパタイトとは、微量元素の成分に差が見られるとの報告がある。しかし、精密な解析はなされていない。顕微レーザーラマン分光装置あるいはEPMAは微細な領域の極微量分析に有効である。コノドントの生体アパタイト結晶と天然のヒドロキシアパタイト結晶との関連性を検索することを目的とする。

#### 【利用・研究実施内容】

顕微レーザーラマン分光装置において、機器の調整に手間取り、なかなかデータが得られなかった。biological apatite結晶の成分である $\text{PO}_4^{3-}$ において、一部のピーク ( $970\text{cm}^{-1}$ のピーク) を検出した。しかし他のピークの検出はできなかった。その原因を次年度に検討していきたい。また $\text{CO}_3^{2-}$ のピークが検出できず、この点もさらに検索していきたい。EPMAにおいてはCaとP、微量元素として、Fが検出された。内層と外層で、Fの含有量に差が認められた。外層が内層に比較し、F含有量が多かった。それ以外の微量元素が検出していない。今後さらに分析点を増やし、また試料数を増加して、検討を加えたい。Ca/P 比は $1.74 \pm 0.06$ であった。Fは $3.92 \pm 0.22$  weight%であった。以上の結果から、コノドント化石の硬組織の結晶はfluorapatiteと考察される。また、内層は組織構造から、骨様象牙質、あるいは細管を持つ真正象牙質であり、外層はこれまで報告されていたエナメル質ではなく、エナメロイドと考察した。

採択番号 07A006, 07B005

研究課題名 南海トラフ沈み込み帯の冷湧水域における堆積物の物性と自然放射線の研究

氏名 芦 寿一郎

所属(職名) 東京大学大学院 新領域創成科学研究科 自然環境学専攻 (准教授)

研究期間 平成19年4月23日－平成19年4月25日

共同研究分担者組織 村山 雅史 (高知大学 海洋コア総合研究センター 准教授)

#### 【研究目的】

地震発生帯掘削が開始されている熊野沖南海トラフにおいて「しんかい6500」および自航式深海海底サンプル採取システムを用いた試料採取をこれまで行ってきた。目的は断層の活動履歴の解明と湧出流体の起源に関わる情報の取得である。これまでに、分岐断層近傍の柱状採泥によって、断層の活動によるとみられる崖錐性堆積物と半遠洋性堆積物の互層、および海底面にはバライトからなるチムニーの発達を確認できた。これにより、分岐断層の繰り返しの活動とメタンを含んだ流体の活発な湧出が明らかとなった。海底面に分布する崖錐性堆積物中に含まれる自生のバライト、あるいはチムニーの破片の研究によって、流体流出と断層活動のより詳細な関係が明らかにできると考える。

#### 【利用・研究実施内容】

YK06-03「しんかい6500」の第944潜航では、熊野沖南海トラフの巨大分岐断層の断層崖基部の小平坦面よりバライトチムニーを採取した。チムニーの周囲には、バクテリアマット、チューブワームが存在し、活発な湧水が推定された。堆積層中のバリウムは、間隙流体に溶けて移動し、硫酸の存在する海底付近において析出する。硫酸がメタンの酸化によって消費される深度はメタンフラックスに応じて決まる。すなわち、海底面上でバライトが析出している状況は、この地点のメタンフラックスが非常に大きいことを示す。また、堆積物の間隙水を用いた化学分析でも高いメタンフラックスの結果が得られている。さらに、崖錐の不安定な斜面にチムニーが存在することは、それが短時間に成長したことを示唆する。バライトチムニーは高さが50cmで、切断面の観察では、厚さ数ミリ程度の鱗片状の結晶が同心円状に取り巻く形態を示している。鱗片状の部分は、ミリメートルサイズの空隙が多数存在しており、全体に非常に空隙率が高い。同心円状のこの構造はチムニーの成長を示すものであるとみられるため、本研究では、中心部から壁面に向かう成長に関する情報を得るため、ガンマ線スペクトロメトリーにより生成年代の変化を見積もった。試料は、チムニーの中部および上部で、中心から外側に向かってそれぞれ3個、2個の試料を採取し、内部から外部へ向かっての変化を求めた。測定結果では、内側から外側への系統的な変化は認められなかった。この結果は、チムニーが短時間で形成されたため、内側と外側の値が測定誤差内であったことを示唆する。この付近の以前の調査ではガンマ線の高異常が見られた。これは堆積層中のバライトの碎屑物による可能性が高い。バライトは、ラジウムを固溶体として選択的に含有するためである。もともとチムニーとして発達したバライト結晶が地滑り等の崩壊によって破壊され堆積層中に分散したか、地層中で自生結晶として存在するか、しているのであろう。このようなバライト濃集層の垂直的な分布をみるため、チムニー採取点近傍のピストンコア試料の自然ガンマ線測定をコアロガーで測定した。約3mのコアでは、特に高ガンマ線以上を示す箇所は認められなかった。ピストンコア採泥では、表層部分が欠落することが多いため、バライトの碎屑物を多く含む層を逃している可能性が高い。また、深部はメタン湧出のため、分解し浅部へ移動するため濃集層が存在しなかったものと解釈される。

採択番号 07A007, 07B006

研究課題名 微生物変質様組織を伴う付加体緑色岩中の炭酸塩鉱物における炭素同位体比および  
その起源

氏名 富山 雄太  
所属(職名) 愛媛大学大学院 理工学研究科 博士前期課程2年  
研究期間 平成19年9月25日－平成19年9月28日  
平成19年12月4日－平成19年12月8日  
共同研究分担者組織 榊原 正幸 (愛媛大学 大学院 理工学研究科 教授)  
池原 実 (高知大学 海洋コア総合研究センター 准教授)  
他 学生1名

### 【研究目的】

ODPおよびDSDPの成果によって、海洋底の玄武岩層に生息していた微生物群集の存在が明らかになりつつある。微生物による微生物-水-岩石相互作用は玄武岩質ガラスを変質し、特徴的な形態を示す微生物変質組織を形成している。一方、陸上のオフィオライトからも再結晶化した微生物変質組織が発見されている。以上のことから、海洋地殻では微生物が広範な生物圏を形成していると予想されている。

本研究では、北海道常呂帯のジュラ紀海山の付加体から発見された微生物変質様組織について、それに伴って産する炭酸塩鉱物の炭素同位体比を測定し、その起源について検討する。本研究の成果により過去の海底下微生物の活動を明らかにすることができると考えられる。また、本研究は現世の海底下微生物圏の解明にも寄与することができると予想される。

### 【利用・研究実施内容】

本研究では、北海道東部、常呂帯仁頃層群中の変玄武岩に含まれる発泡孔および脈を充填する炭酸塩鉱物をマイクロドリルで削り、炭酸塩鉱物粉末を約100試料作成した。分析機器は高知大学海洋コア総合研究センターに設置してある安定同位体質量分析計 (IsoPrime) を使用した。

同位体比測定の結果、 $\delta^{13}\text{C}$ の値は、 $-1.0\sim 3.0\text{‰}$ の範囲に集中した。一方、微生物変質によるとされる粒状組織が観察された岩石からは、 $\delta^{13}\text{C}$ が $-4.0\text{‰}$ 以下の炭素同位体比が検出された。このような炭素同位体比は、仁頃層群緑色岩の一部はバクテリア起源の炭素同位体比を保存していると考えられる。また、海洋炭酸塩 ( $-1.0\sim 1.0\text{‰}$ ) の値を超える正の炭素同位体比は、付加体中でのアーキアの活動を示唆している可能性がある。

一方、仁頃層群は海山起源の付加体であるために石灰岩を多く含むため、変成作用時の脱炭酸ガス反応によって、それらの石灰岩から海洋炭酸塩起源の二酸化炭素が放出され、多くの試料において炭素同位体変質が生じたと考えられる。その結果、本来、微生物変質によるとされる $\delta^{13}\text{C}$ の負の値は消失されたと考えられる。

今後は、更なるデータを出して、学会発表および学会誌で公表する予定である。



採択番号 07A008, 07B007

研究課題名 北西太平洋 北海道羽幌地域における後期白亜紀のミランコビッチサイクルについての基礎的研究

氏名 富永 嘉人  
所属(職名) 金沢大学大学院 自然科学研究科 博士後期課程1年  
研究期間 平成19年5月30日－平成19年6月8日  
平成19年9月25日－平成19年9月29日  
平成19年11月26日－平成19年12月1日  
平成19年12月10日－平成19年12月22日  
共同研究分担者組織 守屋 和佳 (金沢大学 自然科学研究科 PD)  
他 学生4名

#### 【研究目的】

ミランコビッチサイクルは過去数千万年に渡り基本的に不変であるにもかかわらず、地質学的な記録によると、これに対する気候システムの応答様式が地質時代の変遷と共に大きく変化している。極域に氷床が存在せず、非常に温暖な白亜紀においてもこのサイクルは、堆積速度が遅い炭酸塩プラットフォームにおいて岩相にその周期性が明瞭に観察され、炭素・酸素安定同位体比や化石の群集組成変化などとの関連性が数多くの研究によって検証されている。しかし、同様な周期性が堆積環境が大きく異なる場所、違う海域においても存在していたのか、あるとすればどのように記録されるのかについてはまだ十分に理解されていない。その予察研究の位置付けに当たる、北海道蝦夷層群の白亜紀の前弧海盆堆積物に、ミランコビッチサイクルが記録されているのか、されるとすれば、北西太平洋におけるミランコビッチサイクルへの気候の応答様式は北大西洋やテチス海域とどのように異なるのか、を理解する上で重要な位置付けにある。

#### 【利用・研究実施内容】

2007年9月26日－12月22日にかけて元素分析計オンライン質量分析計(EA-IRMS)によって上部白亜系蝦夷層群の堆積物試料を測定した。その他測定したものは、L-Histidine, BLK (Sn), Sul, SCS, TPAである。現在の成果としては、得られた炭素同位体比変動は、白亜紀の年代層序区分でいくとC/T境界付近～middle Turonianにかけてである。C/T境界付近に関しては、2.5m間隔という非常に高精度な同位体比変動を明らかにすることにより、これまで年代層序区分の基準となっていた欧米との詳細な対比が可能であることが認められ、200m/Maという非常に堆積速度の速い蝦夷層群のポテンシャルを十分に発揮させることが可能になった。この結果を用いて、欧米と日本の有孔虫群集の違いやラミナの発達様式から、C/T境界付近で起こった汎世界的な海洋イベント(OAE2)間での無酸素水塊の発達様式は異なるとの結論を得た。しかし、ミランコビッチサイクルスケールの変動を議論するには、試料間隔が大きく、またこれまでの研究からも非常に複雑な変動を示すことがわかっているため、議論するまでには至らなかった。

また、Middle Turonianにおける炭素同位体比変動においては1m間隔での値を測定した。Middle Turonianにおける堆積速度はこれまでの研究から300m/Maとされているため、約3000年間隔での値を見ていることになるため、ミランコビッチサイクルスケールの変動を議論するに耐えうるが、対象範囲が広いため、測定試料数が膨大であり、まだ、結論を得るには至っていない。予察的な見地から言えば、どうやら、炭素同位体比変動には周期性がみられるようである。そのため、今後、同位体比の測定数を増やし、周期解析を行うことで、具体的な周期の変動を確認する予定である。

採択番号 07A011, 07B008

研究課題名 南極周辺海域で採取された堆積物による古環境解析

氏名 中井 睦美  
所属(職名) 大東文化大学(准教授)  
研究期間 平成19年4月17日－平成19年4月20日  
共同研究分担者組織 森尻 理恵(産業技術総合研究所 主任研究員)  
上野 直子(東洋大学 教授)

#### 【研究目的】

申請者らは、旧石油公団が採取した南極周辺海域の海底コアのうち代表的なコアについて古地球磁場強度を用いた対比をおこない、岩石磁気学的手法を用いた第四紀中後期の南極氷床の消長についての解析をおこなってきた。引き続き解析するコアは南極大陸周辺ほぼ全域を網羅しており、大量なデータを対比することによって、南極大陸周辺の総合的な古環境解析が可能であり、第四紀のグローバルな気候変動に関する南極氷床の役割が明らかになることが期待される。

今までの研究により、コアの一部のウィルクスランド沖のコアについては、数本のコアで明瞭な帯磁率変化と連動した岩石磁気パラメーター値の変化が見られた。この変化は、陸源物質の量の増減と対応すると予想され、氷床変動をとらえていると期待される。今期はさらに岩石磁気特性の変動が磁性鉱物の酸化状態の変動とどういった関係にあるかについて、より詳細な検討を行いたい。

#### 【利用・研究実施内容】

1. ウィルクスランドのコアについては、粒度分析の結果、岩石磁気特性の変動と堆積物の粒径の変動(特に数～数十 $\mu$ の細粒部分の変動)に明確な関係が見られ、従来、経験的に用いられていた岩石磁気特性から堆積物の粒度組成変動を推定するという手法に、良い情報を与えることができた。これらの変動が、氷床変動の結果であることを確定するために、現在、同コアについて、珪藻化石分析を進めつつある。この結果をまとめて、今年度中に論文をまとめる予定である。また、現在、IODPのJRによるウィルクスランド沖の掘削研究航海に岩石物性研究者として希望をだしており、参加できた場合には、中新世から第四紀の氷床はつつについて、この研究を基にして、継続する予定である。中途段階の内容については、平成19年7月イタリアペルーで開かれたIUGGで発表している(Correlation between particle size distribution and rock-magnetic parameters of the marine sediments from off Wilkesland, East Antarctica)。
2. クィーンモードランドのコアに就いては、ブリュンヌクロンの中に磁気イクスカーションの可能性のある古地磁気変動を確認しており、その結果については、平成20年4月本コアセンターで開催された南極・南大洋における第四紀の古気候・古海洋変動ワークショップにて発表している(南極クィーンモードランド沖コア(石油公団「南極地域石油天然ガス基礎地質調査」)PC602, PC603の岩石磁気の意味すること)。

採択番号 07A014, 07B037

研究課題名 マンガン団塊の鉛同位体比の高精度測定による古海洋循環の解明

氏名 天川 裕史  
所属(職名) 東京大学 海洋研究所 先端海洋システム研究センター (准教授)  
研究期間 平成19年7月21日－平成19年7月26日  
平成20年2月24日－平成20年2月29日  
共同研究分担者組織 他 学生1名

### 【研究目的】

研究目的：マンガン団塊およびマンガンクラストは深海底において形成されるマンガンの酸化物ないし水酸化物を主成分とする化学的な沈殿物であり，樹木に類似した層状構造を有することから過去の海洋環境の復元を行うことに適した試料である。本研究ではマンガンクラスト中の鉛(Pb)の同位体比測定をマルチコレクター型ICP質量分析計(MC-ICPMS)と二次イオン質量分析計(SIMS)を併用し行い，古海洋環境の復元を行うことを目的とする。

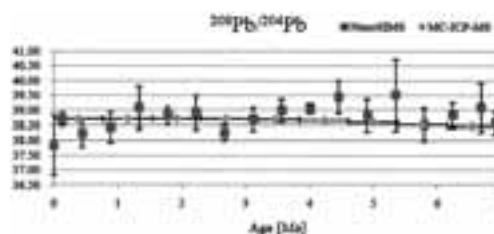
期待される成果：マンガン団塊およびマンガンクラストを用いた同種の研究は幾つか散見されるが，本研究で研究対象とする北西太平洋の試料を用いた研究例は極めて少ない。また，精度の点ではいささか劣るものの分析スポットを絞り高時間分解のデータを取得することが可能なSIMSによるPb同位体比の測定を行い，そのデータをMC-ICPMSのデータと突き合わせることでSIMSのデータの信頼性を評価することが可能となる。これによってひいては，高時間分解能且つ信頼性のある海洋におけるPb同位体比変動曲線の構築を行うことも可能となる。

### 【利用・研究実施内容】

試料として用いたのは北西太平洋で採取されたマンガンクラストと，Pb同位体比の報告値が存在する粉末状のマンガン団塊試料(3種類)である。マンガンクラスト試料に関してはマイクロドリリングによって計9点サンプリングを行い粉末状の試料を得た。粉末状の試料を酸で溶解した後，イオン交換樹脂でPbの分離精製を行い，海洋コア総合研究センターに設置されているMC-ICPMS(Neptune)を用い同位体比( $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ， $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ， $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ )の測定を行った。

マンガン団塊の3試料(JMn-1, VM18-T120, Nod-A-1)に関しては，従来の報告値とほぼ同じ結果を得た。これは，分離精製を含めた分析手法は極めて信頼のおけるレベルにあることを意味する。

右に，MC-ICPMSによる北西太平洋のマンガンクラストの分析結果を，東京大学海洋研究所に設置されているNanoSIMSによる分析結果と併せて示す( $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ のみ，横軸は年代)。NanoSIMSの分析結果は誤差範囲内で概ねMC-ICPMSの結果と一致した。しかし現時点ではNanoSIMSの個々のデータの誤差は大きく，詳細な議論を行うには精度が十分とは言い難い。従ってNanoSIMSの測定精度の一層の向上が今後の課題である。



採択番号 07A016, 07B009

研究課題名 IODP Expedition 310で得られたタヒチ化石サンゴの骨格記録に基づいた南太平洋における過去約2万年間の海洋環境変動復元

氏名 浅海 竜司  
所属(職名) 東北大学大学院 理学研究科 地球物理学専攻  
(日本学術振興会特別研究員)  
研究期間 平成19年7月4日－平成19年7月14日  
共同研究分担者組織 花輪 公雄(東北大学大学院 理学研究科 教授)  
井龍 康文(名古屋大学大学院 環境学研究科 教授)  
山田 務(東北大学大学院 理学研究科 助教)

**【研究目的】**

本申請の研究課題は、2005年度にIODP Expedition 310航海においてタヒチ島周辺の浅海域から得られたサンゴ化石の骨格試料の生物学的情報(骨格の成長量や密度)や地球化学的情報(酸素・炭素同位体比)を抽出し、南太平洋における過去約2万年間の海洋環境変遷史を復元することを目的としている。これによって、最終氷期最盛期(LGM)から現在までの古水温と古塩分の変動プロフィールが様々なタイムスケールで抽出されると期待される。IODP Expedition 310航海の目的は、(1)過去約2万年間の海水準変動曲線を高精度で復元し、LGMにおける海水準や融氷パルスの時期や規模を正確に見積もること、(2)古水温・古塩分の変動および数年スケールの気候変動を復元すること、(3)海水準の上昇がサンゴ礁やサンゴ礁生態系に与える影響を明らかにすることであり、本研究によって得られる結果は、上記(2)の目的を達成する上で不可欠なデータとなる。さらに、化石サンゴ骨格から復元される古水温変動データを海水準変動データと併せることで、融氷パルスの履歴がより詳細に解明されるとともに、海洋環境変動に応答するサンゴ礁形成のモデリングがより詳細に構築されると期待される。本航海は、深海掘削計画史上初めて浅海域のサンゴ礁堆積物を対象としており、本研究およびこの航海によって得られる成果は、古海洋学や古気候学をはじめとする地球科学の諸分野に新たな知見をもたらす、深海地球ドリリング計画の今後の発展に貢献すると期待される。

**【利用・研究実施内容】**

上記の目的を達成するためには、過去の海水の酸素同位体比(あるいは塩分)や温度を復元することが必要であり、そのためには、それらの指標となる炭酸塩生物殻(本研究の場合ではサンゴ骨格)の酸素同位体比を抽出することが不可欠である。特に、LGM以降の海水準変動に起因する海水の酸素同位体比(塩分)の変動の復元には、サンゴ骨格の酸素同位体比記録は有用な指標となる。そこで、本研究は、その重要な指標となる酸素同位体比の記録を高時間分解能で得るために、高知大学海洋コア総合研究センターの安定同位体質量分析計(MAT253)および炭酸塩自動精製装置(Kiel III)を使用して、タヒチ島周辺海域から得られたサンゴ化石の酸素および炭素同位体比を測定した。試料は、XRD分析およびSEM観察によって続成作用を被っていないと判断された骨格部位を選定し、成長方向に沿って0.5mm間隔で採取した粉末試料(約0.1mg)を測定した。その結果、得られた酸素および炭素同位体比の時系列データの時間分解能は1週間～3週間に相当すること、それぞれのデータは明瞭な季節変化を示し、酸素同位体比の変化には数年スケールの変化も認められることがわかった。また、データの値や波形から、分析対象とした試料は続成作用による影響を被っていないことが再確認され、酸素同位体比は後氷期の水温と塩分を反映した変化を示している可能性が高いことがわかった。今後、水温のプロキシであるSr/Caの分析値と併せて解析し、依頼しているウラン系列年代の値が得られれば、LGMから現在にかけての水温と塩分の時間変化や季節性の変化を定量的に復元することができると期待される。

採択番号 07A018, 07B010

研究課題名 希土類元素の安定同位体分別と放射起源同位体変動による地球化学サイクルの研究

氏名 田中 剛

所属(職名) 名古屋大学 環境学研究科 (教授)

研究期間 平成19年7月4日－平成19年7月12日

平成19年11月21日－平成19年11月30日

平成20年3月10日－平成20年3月20日

共同研究分担者組織 学生2名

### 【研究目的】

希土類元素存在度パターンは、地球惑星科学の研究全体で広く重用される地球化学的ツールの一つである。希土類元素存在度パターンの解析により、マグマ作用であるいは水圏で何が起こったか?について概略の地球惑星科学的情報を読み取る事が出来る。次はいつ事が起こったか?であるが、これは希土類元素存在度パターン (Sm/Nd比) に $^{147}\text{Sm}$ - $^{143}\text{Nd}$ 放射壊変系を併用する事により読み取る事が可能になった。さらに望まれるのは、酸化・還元で代表されるどのような環境場で起こったか?についての情報である。ユーロピウムは3価の希土類元素の中で唯一2価をとる。2価の存在状態は、ユーロピウム異常として記録されている。サマリウムの同位体分別度を(若木・田中, 2005質量分析学会同位体比部会), 2価をとり得るユーロピウムの同位体分別度と比較する事により、いわゆるユーロピウム異常が生じた環境(例えば、マグマ中か水圏内か、など)を特定する。この一連の同位体的研究の組み合わせにより、希土類元素存在度パターンにみられる変化が、1)いつ、2)どのような環境下で、3)何が起こったかを示しているのか、を総合的に読み取る事が可能となる。

### 【利用・研究実施内容】

本研究では、DS法に加え同位体比測定時にも質量分別補正を行うことで、同位体比分析の高精度化を達成した。質量分析計による同位体比測定時には、分析計内で質量分別が生じるため、測定結果は時間とともに系統的に変化する。高精度の測定結果を得るためには、測定中の質量分別の補正は不可欠である。本研究では、測定時に $^{147}\text{Sm}/^{154}\text{Sm}$ 比の測定中の平均値を使用した内部補正を導入した。この補正によって、測定された同位体比は(真の値から)任意の質量分別( $\alpha$ )を受けた値を示す。次に、DS法によって、質量分別を受けた測定値から、機器的な質量分別の補正された同位体比が求められる。

Table 1. Samarium isotopic composition of Sm reagent.

	$^{144}\text{Sm}/^{150}\text{Sm}$	$^{147}\text{Sm}/^{150}\text{Sm}$	$^{148}\text{Sm}/^{150}\text{Sm}$	$^{149}\text{Sm}/^{150}\text{Sm}$	$^{152}\text{Sm}/^{150}\text{Sm}$	$^{154}\text{Sm}/^{150}\text{Sm}$
q=1.7 (n=8)	0.41595±13	2.03049±31	1.52251±16	1.87220±10	3.62542±37	3.08665±63
q=2.0 (n=8)	0.41605±6	2.03072±15	1.52262±7	1.87227±5	3.62515±18	3.08620±30
q=4.0 (n=8)	0.41612±8	2.03091±19	1.52271±9	1.87232±6	3.62493±22	3.08581±38

Quoted errors are 1SD of the repeated measurements.

3種類のサンプルスパイク混合物より求められたSm同位体比をそれぞれTable1に示す。それぞれの混合物に対して、DS法解析には同じサンプルデータ (n=8) を使用した。測定的外部精度は、q = 1.7, 2.0, 4.0に対してそれぞれ、0.05 ‰/a.m.u., 0.03 ‰/a.m.u.および0.03 ‰/a.m.u. (1SD) である。混合係数q = 1.7の試料では測定的外部精度がやや悪いが、これは誤差伝播モデリングによって得られた誤差拡大率の傾向と調和的である。実際には、事前に試料のSm含有率を定量することで、試料-スパイク混合係数はコントロール可能である。

採択番号 07A019, 07B011

研究課題名 中央海嶺の枕状溶岩の磁氣的性質

氏名 福間 浩司  
所属(職名) 同志社大学 理工学部 (准教授)  
研究期間 平成19年4月4日 - 平成19年4月6日  
共同研究分担者組織 なし

#### 【研究目的】

中央海嶺で生成された枕状溶岩は海洋の地磁気異常の担い手であると考えられ磁氣的性質が詳しく調べられてきたばかりでなく、そのガラス状の外皮は過去の地球磁場強度を求めるための試料としてしばしば用いられてきた。枕状溶岩の磁氣的性質は、ガラス質の表面から内部の結晶質の部分に向かうに従い大きく変化することが知られているが、従来この変化は粒径に依存した磁性鉱物の変質の程度の違いによって説明されてきた [e.g., Kent and Gee, 1994]。しかしながら、最近では加熱中の変質や磁歪の効果に基づき、従来の説明に対する反論も提出されている。今回、南インド洋中央海嶺付近で採取されたブロック状の枕状溶岩を用いて表面から内部に向かっての様々な磁氣的性質の変化の詳細な測定を行い、キュリー点より高いアンブロッキング温度や飽和残留磁化/飽和磁化比が0.5を超えるなどの興味深い現象の背景を明らかにしたい。また、測定された磁氣的性質を基に、過去の地磁気強度測定には余り用いられて来なかった枕状溶岩の結晶質の部分についてもその適否の可能性を探りたいと考えている。

#### 【利用・研究実施内容】

南西インド洋海嶺でしんかい6500 (YK98-07航海) によって採取された無斑晶質の枕状玄武岩を用いた。表面に平行に 2.0~2.5 mm厚の薄い板状の試料を作成した。熱磁気分析では、表面から5 mm程度までのガラス質の部分では常磁性のカーブのみが見られ、5 mm以深の結晶質ではチタノマグネタイト/マグヘマイトが見られる。最大磁場 1 T で測定した場合、飽和残留磁化/飽和磁化比は結晶質最上部で最大となり、0.5を超える値を示した。しかし、最大磁場 5 T で測定すると飽和残留磁化/飽和磁化比は全て0.5以下になった。試料振動型磁力計を用いて測定した飽和残留磁化の温度依存性から求めたアンブロッキング温度は全ての試料においてキュリー点より高く、加熱・冷却後は明らかに磁氣的性質が変化するが、加熱による変質はアンブロッキング温度 (~300°C) より高い温度で起こる。

今回得た枕状玄武岩の表面から内部への磁氣的性質の変化は、これまでに報告された変化とよく一致している。しかしながら、飽和残留磁化/飽和磁化比が0.5以下であり300°C程度のアンブロッキング温度をもつ結晶質最上部では、一軸異方性をもつ単磁区のチタノマグネタイト/マグヘマイトが磁化を担っていることが明らかになった。しかも加熱による変質が起きる温度はアンブロッキング温度より高いため、結晶質最上部は強磁性鉱物の含有量が極めて少ないガラス質の部分に代わり古地磁気強度を求めるために適した試料であると考えられる。

採択番号 07A021, 07B019

研究課題名 最終氷期以降の地球温暖化プロセスの解明

氏名 大串 健一  
所属(職名) 神戸大学 人間発達環境学研究科 (准教授)  
研究期間 平成20年9月13日－平成20年9月15日  
平成20年12月10日－平成20年12月14日  
共同研究分担者組織 学生2名

#### 【研究目的】

本研究では、北太平洋における数十年から数百年スケールの海洋環境変遷を理解するため、北海道南方沖から採取した海底コアを解析する。海洋表層環境及び海底環境の変遷を理解するため、底生有孔虫と浮遊性有孔虫の酸素同位体比を解析する。過去の地球温暖化時における短周期変動を理解するため、最終氷期末の地球温暖化する時期から完新世中期の気候最良期における高解像度の環境変動を復元する。水深780mから採取した海底コアを解析する。この水深は北太平洋中層水の変動を捉えるのに適しているが、これまで親潮域のこの水深において良質な古環境データは取得されてこなかった。

期待される成果：これまで申請者が行ってきた研究 (Ohkushi *et al.* 2003, QSR) と今回得られるデータを統合することで、親潮域における表層水や北太平洋中層水の鉛直方向の水塊変化を捉えることができるであろう。地球温暖化に伴って北太平洋中層水の変動の時間スケールや深度の変化が解明できると期待される。

#### 【利用・研究実施内容】

苫小牧沖海底コアPC1および下北半島沖海底コアPC18について有孔虫の酸素・炭素同位体比を分析した。その結果、PC1については最終退氷期から完新世にかけての同位体比変動を得ることに成功した。酸素同位体比は底生と浮遊性ともにヤングドリラスイベントを記録していた。したがって、約1000年間の寒冷化の影響が北太平洋中層にまで及んでいたことが明らかとなった。PC18については、完新世前期から完新世中期にかけての変動が明らかとなった。浮遊性有孔虫の同位体変動は完新世中期に大きく変化することが観察された。しかし、両コアともに年代モデルの構築や更なる同位体分析の追加により、高解像度の同位体変動曲線を得ることを必要とする。このため、次年度においても分析を予定している。

採択番号 07A022, 07B012

研究課題名 東部地中海における超高塩分湖 (Medee Lake) の形成発達史とそのテクトニクス背景

氏名 朝日 博史  
所属(職名) 東京大学 海洋研究所海洋底科学部門  
日本財団新世紀を拓く深海科学リーダーシッププログラム  
(教務補佐員)  
研究期間 平成19年4月23日－平成19年4月26日  
平成19年8月9日－平成19年8月11日  
平成20年1月26日－平成20年1月28日  
共同研究分担者組織 徳山 英一 (東京大学 海洋研究所 教授)  
池原 実 (高知大学 海洋コア総合研究センター 准教授)

#### 【研究目的】

地中海東部には、世界的にみても稀な塩分30%を超える超高塩分の塩湖が存在する。この塩水湖は、地中深くに存在する岩塩層を通過した間隙水が、周囲のテクトニクス的地殻運動によって海洋底に押し出されることによって形成されたと考えられている。現在まで、その高い塩分による観測の難しさから、このような高塩分水下における堆積過程およびその内容物に関する研究は全く行われていない。本研究申請では、白鳳丸KH-06-04航海にて地中海塩湖において、NSS (Navigatable Sampling System)を用いた遠隔操作によるピンポイント柱状堆積物試料の捕集に世界で初めて成功した。また、塩湖近傍に分布する泥火山地帯から同様に柱状堆積物を捕集することにも成功した。これらの柱状堆積物試料から、1)塩湖堆積物を構成する化石群集や構成要素の変遷から、塩湖堆積物の特異性を明らかにし、2)近傍の泥火山堆積物中に含まれる、泥岩の年代測定から、塩湖発達に関連する周囲のテクトニクス背景を明らかにする。両者の知見から、世界的にみてもまれな超高塩分水の生成過程を明らかにされることが期待される。

#### 【利用・研究実施内容】

塩分30%以上の超高塩分水を有する塩湖の発達史を明らかにするためには、捕集された柱状堆積物の基本的な物性データが有益な情報を与えてくれる。本申請では、塩湖で得られた柱状堆積物試料の、CT観察、Multi Sensor Core Logger (MSCL)、分光測色計をもちいた堆積物の物性/色の堆積物鉛直方向の変化を把握することができた。その結果、塩湖で採取された柱状堆積物は、コア上部の一部を除いて、有孔虫や石灰質ナノプランクトンなどの生物化石で構成される石灰質軟泥であることが明らかとなった。反面、コアの上部15cmほどは、明らかに堆積物の色が灰色であり、超高塩分水によって堆積物が続生作用を受けていると考えられる。また、それより下部の石灰質軟泥のなかにも明瞭な10～数十センチの色の互層が確認された。一般に堆積物の明暗互層は、生物生産量の変遷と関連があることが多いため、これらの明暗互層は過去の地中海東部における生物生産の変遷を記録している可能性が高い。塩湖の試料を用いた古環境解析が、現在進行中であり、そのうちの一部は既に国内学会にて発表済みである。

塩湖の近傍で得られた泥火山で採取された柱状堆積物コアに関しては、今回の全国共同利用にて、コアの半裁が行われた。半裁された堆積物には、海洋底深部から泥火山の噴出によって運ばれてきたと思われる泥岩が多数確認された。これらの泥岩に含まれる微化石層序から、泥火山活動の正確な深度を見積もることが可能となる。

塩湖およびその近傍の泥火山にて採取された柱状堆積物の精密な分析から、塩湖発達史が解明される予定である。



採択番号 07A023, 07B013

研究課題名 87Sr/86Sr同位体比を用いたベーリング海に於ける大陸氷床崩壊による海水中への淡水流入量の復元

氏名 朝日 博史  
所属(職名) 東京大学 海洋研究所 海洋底科学部門  
日本財団新世紀を拓く深海科学リーダーシッププログラム  
(教務補佐員)  
研究期間 平成20年1月21日－平成20年2月4日  
共同研究分担者組織 岡崎 祐典(海洋研究開発機構 研究員)  
石川 剛(海洋研究開発機構 研究員)

### 【研究目的】

最終氷期から後氷期にかけての最も特異な全球イベントの一つに融氷イベント(Melt Water Pulse Event: MWP)が挙げられる。この融氷イベントによるパルス上の海洋への淡水流入は高緯度域における急激な気候変化を促したと考えられている。このような急激な変化は、大西洋、南極周縁部、北部太平洋、オホーツク海で認められており、特に太平洋北半球高緯度域においては、著しい炭酸カルシウムの保存度の上昇を傍証として、淡水流入による深層水循環の変化が指摘されている。このような海域における当時の高時間解像度の氷床発達解析/復元を行うことは、高緯度域における氷床融解と気候変動の関連性を調べる上で有益な情報を与えてくれる。

本研究申請では上記の課題を解明するために、浮遊性有孔虫殻に保存された同位体情報の融氷期における変化を用いた、大陸地殻と海水中のSr同位体比差を傍証として、その値と北部太平洋(ベーリング海)における浮遊性有孔虫酸素/炭素同位体比変動と対比させることによって、正確な大陸氷床の融解量の定量的な議論が初めて可能になる。

### 【利用・研究実施内容】

今回の申請研究では、融氷期ベーリング海における氷床発達史を議論するために、本研究海域で卓越している浮遊性有孔虫*N. pachyderma*, *G. umbilicata*の2種の同位体比記録から、氷床発達史を議論した。これら有孔虫の殻に保存された同位体比組成は、それらが生産/生息していた当時の環境情報を克明に記録している。今年度の共同利用では、これら同位体比のうち、酸素/炭素同位体比の測定を行った。複数種の浮遊性有孔虫殻を測定対象として選択したのは、これらの浮遊性有孔虫は、それぞれの適性水深/季節があるためである。複数種の同位体比データを用いることにより、氷床融解に伴った環境変化をより多角的に議論することが可能となった。

海洋コア総合研究センターにおける同位体比測定の結果、最終氷期から現在にかけて、酸素同位体比は全球的な温暖傾向に伴って約2‰変動していることが明らかとなった。従来までの北太平洋亜寒帯域における同様の研究で明瞭に確認されなかった、Yonger Dryas紀をベーリング海において秋にのみ卓越する*G. umbilicata*の酸素同位体比に初めて確認することができた。また本種の酸素同位体比は特徴的な3000年周期を有しており、酸素同位体比ステージ3から続くBond Cycleと関連した変動を現在までベーリング海は有していると言える。これらの知見は、北太平洋亜寒帯域全般における融氷イベントと環境変化を語る上で非常に有益な情報を与えてくれると考えられる。

Sr同位体比測定に関しては測定に十分なSrを選定することができなかつたため、氷床量の変化を表す酸素同位体比測定の実施になってしまった。今後、より多くの有孔虫試料を拾いだし、Sr元素の収集によって、より詳細な氷床発達の歴史の議論が可能となる。