

2005年度（後期）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

**研究課題名** 鳥巢型石灰岩の Sr 同位体比から見たジュラ紀末期炭酸塩イベントの検討  
**氏名** 狩野 彰宏  
**所属(職名)** 広島大学大学院理学研究科 (助教授)  
**研究期間** 平成 18 年 1 月 10 日～1 月 14 日  
**共同研究分担者組織** 海洋研究開発機構研究員 谷水 雅治  
 マリンワークジャパンOD科学技術課 松岡 淳

### 研究目的

“鳥巢型石灰岩”と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の総称である。石灰岩体の年代は、付随する泥岩中の放散虫化石群集などから、その多くが Tithonian～Berriasian であることが示されてきた。

しかし、四国西部の鳥巢層群や高知県東部の南海層群などでは複数の層準に石灰岩体が発達する。従来の生層序の精度ではこれらの各岩体の年代対比に限界があった。ジュラ紀後期～白亜紀前期の日本列島各地に分布する石灰岩体の形成には海水準変動などの汎世界的プロセスが大きく関わっているものと考えられる。このことを議論するうえで、まず重要になるのは各岩体の年代の決定である。そこで私たちは、Sr 同位体層序学の鳥巢式石灰岩への適応を試みた。

### 利用・研究実施内容

上記の目的のために、私たちは相馬中村層群の小池石灰岩、鳥巢層群谷地層の石灰岩、南海層群美良布層の石灰岩から 27 試料を採集した。これらの試料から Sr を分離し、その溶液から  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  安定同位体比を測定した。分析試料には初生的な Sr 同位体比をよく保存している腕足類・層孔虫などを中心を選択した。測定にあたっては当センターに設置されてある表面電離型質量分析計 (TORITON) を使用した。なお、使用期間は 1 月 10 日～14 日までの計 5 日間であった。

#### 《結果と考察》

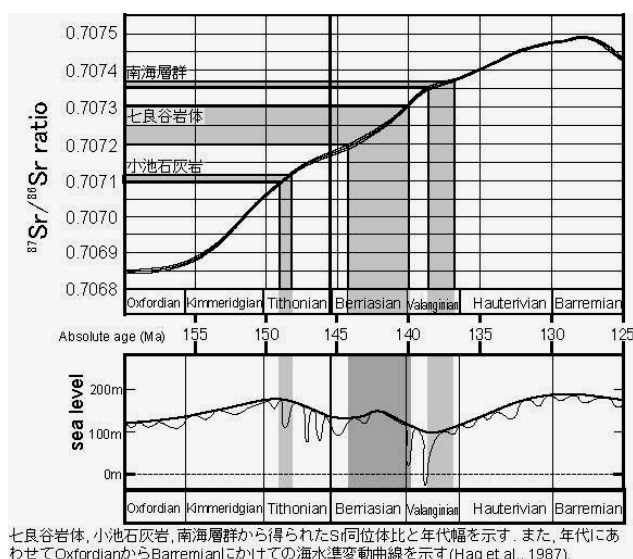
得られた Sr 同位体比をジュラ紀後期～白亜紀前期の標準曲線 (LOWES Look-up Table Version 4: 08/03) に投影して年代を推定する。

鳥巢層群、七良谷岩体の年代は白亜紀前期の Berriasian 中期～Vallanginian 最初期 (145.4～140.1Ma) である。この年代幅は従来の放散虫生層序に基づく年代幅よりも狭く、より精度が高いといえる。また、小池石灰岩については Tithonian 前期、南海層群の石灰岩体は Valanginian であると推測される (下図参照)。特に七良谷岩体と小池石灰岩はそれぞれ海水準の高い時期に対応する。このことから、鳥巢式石灰岩の堆積過程には海水準変動が大きく関わっていた可能性が高いと考えられる。

ただしこの結果については、同じ層準から得られた試料の Sr 同位体比にもばらつきがあること、南海層群からは腕足類が得られていないなどの問題点もある。今後はさらに均一に試料の採取を行い、年代に関する議論を深めていきたい。

#### 《最後に》

海洋開発研究機構の谷水雅治氏、マリンワークジャパンの松岡淳氏、永石一弥氏には機械操作の指導をはじめとして、貴センター滞在の際には多くの便宜を図っていただきました。ここに記して感謝申し上げます。



**研究課題名** 太古代の海底表層環境と現世熱水系の関係  
**氏名** 清川 昌一  
**所属(職名)** 九州大学地球惑星科学部門 (講師)  
**研究期間** 平成 17 年 10 月 8 日～平成 17 年 10 月 11 日  
平成 17 年 10 月 14 日～平成 17 年 10 月 22 日  
平成 17 年 10 月 31 日～平成 17 年 11 月 11 日  
**共同研究分担者組織** 茨城大学教育学部助教授 伊藤 孝  
九州大学地球惑星助手 北島 富美雄  
高知大学海洋コア総合研究センター助手 池原 実

## 研究目的

熱水系に伴う太古代の断面(無酸素海洋事例: Marble Bar, Dixon Island) 太古代での代表的な熱水循環環境と生物生息場の対比を行う。1) 詳細な鏡下(偏光顕微鏡・電顕)での観察から生物生息場所の決定。2) レーザーラマンによる炭素物質・変成作用の推定・流体含有物からの温度圧力3) 熱水系における炭素物質同位体組成により、生物起源の絞込み。詳細な地質断面の明らかなサンプルから、焦点を定めた高精度分析で精度の高い海底断面の復元を行う。また、現世海底断面(酸化的海洋例:Fuan de Fuca)についても比較検討を行う予定である。

また、熱水系の温度推定を行うために、1) レーザーラマンによる低温変成作用のスタンダードづくり(四万十帯におけるキタン反射率で求めたサンプルより、求める。)2) 流体包有物測定を行い、熱水系の温度を調べる。

## 利用・研究実施内容

本申請研究において、太古代熱水系に分布する黒色チャート層中の有機物含有量、その炭素同位体比を主に測定し、32 億年前の表層環境の解明をおこなった。また、現世の熱水系についても比較研究を行っている。以下に、その結果を示す。

1) 炭素同位体・TOC 分析:200 個に及ぶ黒色チャートについての TOC, その炭素同位体比分析を行った。測定物は 32 億年前のピルバラ・デキソンアイランド層に分布する黒色チャート, 35 億年前のマーブルバーチャートである。特に、デキソンアイランド層については 7kmにおよぶ当時の海底における側方変化に注目して測定を行った。その結果、デキソンアイランド層でもっとも厚い黒色チャート層を含む DXB 地域にて TOC が高く、炭素同位体比( $\delta^{13}C$ )が軽い値をもつことが明らかになってきた。つまり、熱水系は熱水噴出の盛んな場所と活発でない場所に地域差があり、その変化がチャート層中に残ることが明らかになった。本項目については、高下ほか(印刷中)によってまとめている。

2) 熱履歴測定:上記の地層についての熱水の変成温度を明らかにするために、流体包有物加熱冷却装置を用いた。ピーク幅の分析により、黒色チャート物質は 150-200 度の温度履歴があることが明らかになった。これらの結果は、ISC 国際堆積学会福岡にて口頭発表を行った。

3) 現世の熱水系:鹿児島県指宿市うなぎ池にてピストンコアによりサンプルを取得し、このサンプルの解析を行った。うなぎ池では深いところにて(水深 25m, 8m×4 本)をとり、半割されたコアのデジタルイメージ撮影, X線 CT スキャンなどの非破壊計測を行った。その後、スミアスライド観察を行い、コア内の地層は1)年層を示す部分, 2)火山岩凝灰岩層から上方細粒化による一連の層序を残す部分, 3)火山活動にともなう塊状火山岩片を多く含む部分に区分される、ことが明らかになった。特に、火山岩凝灰岩が堆積した地層は、火山角礫岩上に白色の弾力性のある伸状に珪藻マットが繰り返す。これらの研究は、二宮(卒論 2006 年度)により行われており、現在進行中である。

[今後にむけて]

太古代の研究については、すでにアフリカバーバートン帯にて同年代の黒色チャートを取得しており、これらとの対比研究を行う予定である。また、2007 年度ピルバラデキソンアイランド層のボーリングコアの取得を予定しており、より新鮮なサンプルについて詳細な TOC や同位体比などの研究を行う予定である。また、現世の熱水系である、うなぎ池および薩摩硫黄島の熱水系堆積物について、同様に炭素同位体比分析、鉄沈殿物の分析および地層化学マッピングを行い、現世の特に鉄の沈殿物を伴う熱水系でどのような堆積作用が起こっているか明らかにし、太古代の海底との対比を行っていく予定である。

**研究課題名** 愛媛県宇和海御荘湾・北灘湾における海底環境変遷  
**氏名** 天野 敦子  
**所属(職名)** 愛媛大学大学院理工学研究科(大学院生)  
**研究期間** 平成 17年 12月 12日 ~ 平成 17年 12月 19日  
平成 18年 3月 27日~平成 18年 3月 31日  
**共同研究分担者組織** 愛媛大学環境科学研究センター教授 井内 美郎  
学生 3名

## 研究目的

産業革命以降、化石燃料の消費が近年の温暖化の大きな原因の一つになっているように、人為的活動は地球環境変動の要因の一つといえる。特に沿岸域は陸域と海域が接する場所で、生態系においても人間の産業活動においても生産性が高く重要な場所である。この沿岸域の堆積物から環境変遷を復元しその変化の原因を議論することは、環境保全や将来の開発に対する環境アセスメントなどの基礎資料になると考えられる。

本研究は沿岸域とその後背地との関係、特に碎屑物と有機物の供給量の変化について着目しておこなう。具体的には全有機炭素、全窒素、全硫黄濃度と堆積速度から、有機物の供給量の変化と、底質の酸化的還元的環境変化が推測できる。また粒度変化から水理環境や碎屑物供給の変化が推測できる。そして地形図から得られた土地利用情報と比較することによって、後背地の変化と海底環境の変化を結びつけることができる。

本研究で用いる柱状試料は、現在から過去約 100~200 年程度の歴史を保存している。また、歴史的な歴史資料から過去の開発や土地利用の変化をさらに遡ることができる。この解析期間の重複する過去約 200 年間の海底環境変化と土地利用の変化の関係が詳細になると考えている。

## 利用・研究実施内容

2005年 12月 12日~19日の間と 2006年 3月 27日~31日の間で愛媛県御荘湾全域の有機物フラックスを見積もるために、海底堆積物 337 試料について CNS 元素分析装置 (ThermoFinnigan Flash EA1112) を用いて全有機炭素 (TOC)、全窒素 (TN)、全硫黄 (TS) 濃度の測定を行った。今回測定した御荘湾試料は、湾内における 6 本の柱状試料である。柱状試料同士の水平的な変化は、表層試料の TOC 濃度分布などとよく一致しており、湾奥部河口付近ほど TOC、TN 濃度は高く、C/N 比も高い。河口から流入する陸上有機物が多く堆積していること示していると考えられる。また TS 濃度は河口ではやや高いが、全体的に 1.0~0.2%の間を変化している。TOC 濃度と TS 濃度比の C/S 比は底質の酸化還元環境、または淡水海水の影響の指標となる。河口から湾中央のコアにおいて 1800 年後半頃に TS 濃度は減少、C/S 比は増加し、淡水の影響、つまり河川水の影響が強くなったことを示している。またこの河川水の影響の増加は、クロジェン様物質組成比からも示唆される。これは、約 1800~1880 年の間に河口付近で行われた干拓事業が大きく関係していると考えられる。つまり、干拓に伴い河口が移動することによって、海域での河川水の影響が強くなったと考えられる。

今後、鉛 210 法を用いた堆積速度結果とあわせてフラックスを見積もり、その変化と歴史的記録の変化とを比較し御荘湾内の底質環境変遷について議論していく予定である。

研究課題名 北海道東部に分布する上部白亜系～古第三系根室層群の古地磁気層序  
氏名 荷福 洸  
所属(職名) 京都大学大学院理学研究科(大学院生)  
研究期間 平成18年2月6日～平成18年2月24日  
共同研究分担者組織 なし

## 研究目的

本研究では、古地磁気層序学的手法によって白亜系～古第三系根室層群の仙鳳趾層の詳細な時代対比をおこなうことを目的とする。

根室層群仙鳳趾層は北太平洋地域で堆積した白亜系マストリヒチアン階として現在露出している数少ない連続層序のひとつである。本研究で根室層群仙鳳趾層の詳細な時代対比をおこなうことで、根室層群仙鳳趾層が今後白亜紀マストリヒチアン期の北太平洋地域における生物相・古環境の詳細な変動を復元する研究をおこなううえでの重要なセクションとなることが期待できる。

## 利用・研究実施内容

根室層群仙鳳趾層(層厚約1300m)から採取した試料の堆積残留磁化の測定を行った。試料の採取は計44地点からおこない、測定に用いた試料の数は計230点である。測定にもちいた試料のうち20地点(172サンプル)については定方位ドリルコアによって、16地点(58サンプル)については定方位ブロックによって試料を採取した。

測定には、2G Enterprises社製の超伝導磁力計SRM Model 755RおよびModel 760を使用した。また、測定に際して各サンプルに対して段階交流消磁および段階熱消磁をおこなった。交流消磁をおこなう際に使用した機器は夏原技研製の交流消磁装置DEM-95および2G Enterprises社製の自動交流消磁装置Model 2G600であり、熱消磁をおこなう際に使用した機器は夏原技研製の熱消磁装置TDS-1である。

以上の測定の結果および前年度におこなった研究結果を総合して、根室層群仙鳳趾層の古地磁気層序について考察をおこなった。最終的に議論にもちいたのは、仙鳳趾層の71地点から採取した401点の試料からのデータである。その結果、仙鳳趾層の最下部の層準を逆磁極性(S1-)、下部から中部にかけての層準を正極磁性(S1+)、上部の層準を逆磁極性(S2-)、最上部の層準を正磁極性(S2+)とそれぞれ解釈した。

仙鳳趾層の最上部の層準からはZone CC26を示す石灰質ナンノ化石群集(*Nephrolithus frequens*など)の産出が報告されている(Okada et al., 1987)。Zone CC26はクロン C30n 半ばからクロン C29r 半ばに対比されていることから(Bralower et al., 1995)、S2+帯はクロン C30n に対比されると推定される。また、仙鳳趾層は連続的に堆積した地層であることから、S1-帯～S2+帯はそれぞれC31r～C30nにそれぞれ対比されると推定される。また、仙鳳趾層下部からはアンモノイド化石*Pachydiscus flexuosus*が産出するが(成瀬ほか, 2000)、*Pachydiscus flexuosus*は北太平洋地域のマストリヒチアン階下半に広く分布しており、上記の推定とは矛盾しない。

本研究の結果、根室層群仙鳳趾層は上部マストリヒチアン階に対比され、その堆積年代は約69Ma～約66Maにおよぶと推定される。また、仙鳳趾層は白亜系/第三系境界をふくまないことが示唆された。

**研究課題名** 四国周辺の更新統の古地磁気学的研究  
**氏名** 榊原 正幸  
**所属(職名)** 愛媛大学理工学研究科(教授)  
**研究期間** 平成18年3月27日 ~ 平成18年3月29日  
**共同研究分担者組織** 学生2人

### 研究目的

四国地方, 特に香川県高松市周辺および愛媛県大洲市周辺に広く分布する更新統の古地磁気学的研究を行ない, それら堆積物の層序学的対比および広域テフラの対比を明らかにすることを目的とする。

### 利用・研究実施内容

初生的残留磁化の極性にもとづく磁気層序学の重要性は, 磁化極性区分の境界, すなわち初生磁化方位の逆転層準が, 岩相や堆積環境にかかわらず, 汎世界的な同時時間面を規定するという点にある。また, 広域に堆積する広域テフラも明瞭な同時時間面として重要な役割を果たしている。特に, 近年, 四国地方周辺の陸域および海域からは更新統の広域火山灰層の存在が報告され, 西日本における更新統の対比と編年の研究に格段の進展をもたらすと予想される。

さて, それぞれの広域テフラは同一の磁化極性, あるいは調和的な磁化方位を持つと期待され, いくつかの火山灰層については残留磁化の極性が地域間の対比の根拠とされている。さらに広域テフラ周辺の細粒堆積物は, 未だ磁化極性が判定されておらず, 磁化極性の反転層準との層位関係がほとんど明確にされていない。

今回の研究では, 大洲市富士山東側に分布する更新世中期および坂出沖のボーリングコアの粘土層を中心に約20試料の残留磁化の極性を測定した。その結果, 得られた残留磁化極性のデータは極めて信頼度が高いことが明らかになった。特に, 坂出コアでは, ブリュヌ/マツヤマ地磁気境界と判断される磁場の反転が認められた。また, 富士山の第四系に関しても, 挟在するテフラ層から推定される地質年代と調和的な極性データが得られた。

これらの成果については, 学会発表および学会誌で公表する予定である。

研究課題名 オフィオライト構成岩類の Sr・Nd 同位体地球化学的研究  
氏名 佐野 栄  
所属(職名) 愛媛大学教育学部(助教授)  
研究期間 平成 18 年 3 月 22 日 ~ 平成 18 年 3 月 24 日  
共同研究分担者組織 愛媛大学理学部教授 榊原 正幸

### 研究目的

申請者らはこれまで、Sr・Nd 同位体組成に基づき、オフィオライトや付加体中の緑色岩の起源に関する議論やテクトニックセッティングの推定をおこなってきた。それにより地表にのし上げている過去の海洋地域における火成岩類について様々な火成活動および構造場の議論を行うことができた。本研究計画では、これまでの研究手法に従い、四国秩父帯から最近みつかった液相不混和現象を示す玄武岩(緑色岩)について、Sr・Nd 同位体組成に基づく、起源物質の議論および形成過程の考察をおこなう。本研究を行うことにより、玄武岩質マグマの組成多様性の過程を新しい視点から議論することができる。

### 利用・研究実施内容

四国秩父帯には、様々な規模の緑色岩体が分布する。愛媛県肱川周辺および高知県柳谷村周辺では、球顆状の優白質オセリを伴う玄武岩質岩石が産出する。本研究では、このオセリとその基質の起源について、Nd 同位体的検討を試みた。オセリと基質の地球化学的特徴に基づくと、この球顆状組織が玄武岩質マグマからの液相不混和によって形成されたことが期待される。試料は、前期のコアセンター共同利用プログラムで Sr 同位体比を求めた試料について Nd 同位体比を測定した。オセリと基質を慎重に分離し微粉碎した試料 15 個を混酸で分解後、RE Resin で希土類元素を分離し、さらに  $\alpha$ -HIBA を用いて Nd を単離した。

表面電離型質量分析装置 TRITON で Nd 同位体比を測定した。測定したオセリおよび基質の Nd 同位体比は肱川地域の試料で 0.51265 から 0.51284 (現在値)、そのうちの多くは 0.51282 前後の一定の組成を示す。一方柳谷村地域の試料は肱川地域の岩石と比較して低い値で、0.51265 から 0.51272 の値を示す。あらかじめ ICP-MS により定量した Sm と Nd 濃度比から年代補正をして、初生値を検討すると、その  $\epsilon$  Nd(T) は、肱川地域の試料でほぼ 4、柳谷村地域の試料で 2 前後の、地域ごとに均質な値を示すことが明らかとなった。以上の Nd 同位体組成の結果から、オセリと基質は、地域ごとに固有の同一起源マグマに由来すると考えられる。これまでに得られている Sr 同位体組成、主要・微量元素組成、岩石組織等の情報をも併せて岩石の球顆形成過程を総合的に検討すると、オセリはある種の初生的玄武岩組成のマグマから液相不混和現象により分離したと考えるのが現時点では最も考えやすい。

**研究課題名** 初期続成作用に伴う海底堆積物の磁気的変化 -IODP, Expedition 303, 大西洋海底堆積物を例にして-

**氏名** 川村 紀子

**所属(職名)** 京都大学大学院人間・環境学研究科(大学院生)

**研究期間** 平成18年3月13日 ~ 平成18年3月14日

**共同研究分担者組織** なし

### 研究目的

本申請研究は、海底堆積物中の磁性鉱物の埋没続成の変化過程の解明を目的とする。海底堆積物の表層部では、微生物の新陳代謝が間隙水中に含まれる溶存物質、埋没された有機物、硫化物などのエネルギー供給物質に依存して起こる。この結果、様々な鉱物が晶出・溶解し、堆積物中に保持される情報は取捨選択される。磁気的情報の主要な担い手である磁鉄鉱( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )は、高溶存酸素濃度の海水中において酸化されて変質し、微生物の活動により還元されて急速に溶解する。このような初期続成作用の過程を経て、海底堆積物の磁気特性は容易に変化してしまう。

磁性鉱物の埋没続成の変化過程の研究の重要性・必要性は、海底堆積物の地球磁場変動を記録する能力や、古環境の記録媒体としての能力評価において認識される。しかし磁性鉱物の酸化環境下での変化過程・条件についての研究は Smirnov and Tarduno, 2000 など数例しかない。本申請研究は、磁鉄鉱の酸化、つまりマグヘマイト( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ )化による海底堆積物の磁気特性変化を詳細に明らかにすることで、埋没続成過程での磁性鉱物の振る舞いを理解することを目的とする。

### 利用・研究実施内容

IODP Expedition 303 において北大西洋の海底下 140m 付近から得られた約 5mg の 2 つの試料の測定を行なった。試料の周辺の雰囲気を変化させて、熱磁気分析を行なった。分析には、MPMS (Magnetic Property Measurement System) を用いた。測定の結果、磁鉄鉱に特徴的な磁気転移点(フェルベール点: 120K) が明瞭に認められた。よって試料中には、磁鉄鉱が含まれていること、またその表面はマグヘマイト化されていないこと (Torii, 1997) が明らかとなった。これは、堆積埋没に伴って堆積物中が還元化する過程において、マグヘマイトが選択的に溶解した可能性を示している。



研究課題名 日本陸域テフラ中のローム層の形成過程  
氏名 横尾 頼子  
所属(職名) 同志社大学工学部環境システム学科(専任講師)  
研究期間 平成18年3月23日 ~ 平成18年3月26日  
共同研究分担者組織 なし

### 研究目的

日本各地に分布するテフラ起源の黒ぼく土壌の Sr 同位体組成を用いて、日本陸域へのアジア大陸からの広域風送塵の同定およびその影響を調べることを目的とする。これまでの海底堆積物研究で得られたデータおよび今後地球掘削計画によって得られるデータと本研究で得られる陸域堆積物のデータを比較することにより、古環境変動および海・陸域生態系への広域風送塵の影響をより詳細に読みとることができると期待される。

### 利用・研究実施内容

日本各地の火山灰土壌の Sr 同位体比測定を行った。試料は同志社大学工学部において、メノウ乳鉢で粉砕後、100mg をテフロンボトルに秤量し、 $\text{HNO}_3\text{-HClO}_4\text{-HF}$  混酸で分解し、陽イオン交換樹脂で Sr を精製単離した。精製した Sr は、W フィラメント上に Ta 溶液で塗布し、高知大学海洋コア総合研究センターに設置されている表面電離型質量分析装置 (Thermo 製: TRITON) を用いて、同位体分析を行った。標準試料として使用した NISTSRM-987 ( $\text{SrCO}_3$ ) の値は、本研究の測定を通して、 $0.7102467 \pm 0.0000046$  ( $n=5$ ) であった。

日本に広く分布する黒ぼく土は、アロフェンを主体とするアロフェン黒ぼく土と 2:1 型粘土鉱物を主体とする非アロフェン黒ぼく土に分類される。非アロフェン黒ぼく土の成因については、これまでの研究から年間降水量、土壌酸度、有機物蓄積、広域風送塵の流入などの様々な要因が関与すると考えられている。本研究では黒ぼく土の母材の起源および形成過程について調べるために、Sr 同位体を適用した。陸域物質循環への影響も考えるために、黒ぼく土壌を 10% 過酸化水素水で溶出した溶出液 (土壌有機物) を分析した。アロフェン黒ぼく土の土壌有機物成分の  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  比は母材の火山噴出物を反映して、比較的狭く低い範囲の値を示した。このことは、黒ぼく土中の有機物成分の Sr (Ca) は塩基性火山噴出母材に起因することを示唆している。一方、非アロフェン黒ぼく土の土壌有機物成分はアロフェン黒ぼく土よりも高い Sr 同位体比を示し、日本各地の降水の値に近い。非アロフェン黒ぼく土を構成する 2:1 型粘土鉱物は塩基成分が少なく、土壌水と交換しやすい有機物成分の Sr (Ca) は大気 (降水や広域風送塵の可溶性成分) に起因することを示している。

これらの結果を日本地球惑星科学連合 2006 年大会にて「アロフェン黒ぼく土および非アロフェン黒ぼく土の有機物成分・珪酸塩鉱物の Sr 同位体組成」として発表した。

## 研究課題名 南北両半球中高緯度コアの高精度対比研究

氏名 阿波根 直一

所属(職名) 北海道大学大学院理学研究院(助教授)

研究期間 平成17年11月14日 ~ 平成17年11月16日

共同研究分担者組織 JAMSTEC/IORGC 原田 尚美

学生1名

### 研究目的

北西太平洋・日本周辺海域ならびに南東太平洋・チリ周辺海域において、申請者らが研究船「みらい」航海で採取したピストンコアを用いて、完新世～融氷期における気候変動の南北両半球の位相差を高精度に求めることにより、Bipolar Seesaw 仮説の検証を目指すのが本研究の最終目標である。

上記の目的を達成するためには、高精度・高スループットで有孔虫殻の安定同位体比を測定することが必須であり、高知大・海洋コア総合研究センターに設置されている炭酸塩自動前処理装置付きの安定同位体比質量分析計を用いた分析を計画している。

当該年度はフィジビリティースタディーとして、標準試料計測や副標準試料計測を中心に行い、既に申請者らが取得済みのデータとの整合性の確認ならびに試験サンプルによる分析を実施することとした。

### 利用・研究実施内容

今回の実験では、安定同位体分析の測定結果の整合性をはかるために、標準試料として米国標準技術局(National Institute of Standards and Technology)が配布したNIST-19(marble)について、 $\delta 180$ を $-2.20\text{‰}$ vpdb、 $\delta 13C$ を $+1.95\text{‰}$ vpdbを定義として、同じくNIST-18(carbonatite)、および国際原子力機関の配布する大理石標準試料 C-1 について申請者らが粉末化し調整した実験用副標準について分析を実施した。

分析には、高知大学海洋コア総合研究センターに設置されたThermo Finnigan MAT 253 質量分析計および同装置用の炭酸塩自動前処理装置(通称:Kiel デバイス)を用いた。また、使用したレファレンス・ガスについては、Thermo 社が独自にCO<sub>2</sub>(工業用)をボトルしたリフィル・タンクのものを使用した。また、分析装置の設定条件詳細については、高知大学側で設定した条件を今回はそのまま使用した。

結果について、簡単に述べる。

NBS-19を用いた分析の繰返し再現性(標準偏差)は実働約4日間の装置稼働期間内で $\delta 180$ は0.04‰以内、 $\delta 13C$ は0.02‰以内であり、短期間における繰返し再現性としては十分に信頼できる結果であった。一方、上述のようにNIST-19を基準として補正した場合、NIST-18の値が $\delta 180$ で $-22.94\text{‰}$ 、 $\delta 13C$ で $-5.065\text{‰}$ となり、IAEAによるNIST-18の推奨値と分析再現性の範囲内で一致していることが明らかとなった。これにより、通常のルーチン分析においては、イオンソース内のミキシング効果は補正する必要はないものと判断された。また、申請者らが調整したC-1粉末試料について、コアセンターにおける測定結果は $\delta 180$ で $-2.40 \pm 0.06\text{‰}$ 、 $\delta 13C$ が $+2.47 \pm 0.02\text{‰}$ (n=5)であり、申請者らがJAMSTEC むつ研究所のMAT252により分析した結果と再現性の範囲で一致している事が明らかにされた。

このことから、高知コアセンターのMAT253による分析結果とJAMSTEC むつ研究所のMAT252で得られた既存データについては、相互に特別な補正なく比較できる事が明らかとなり、今後の高精度分析研究を行ううえで十分な結果を得たと判断された。

このことから、次回の申請を行い、実際のコア試料から産出した有孔虫化石を、各層準で連続測定を行う予定である。

**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(助教授)  
**研究期間** 平成17年11月10日～平成17年11月25日  
平成18年2月13日～平成18年2月24日  
**共同研究分担者組織** 高知大学海洋コア総合研究センター教授 小玉 一人  
学生1人

## 研究目的

本研究はIODP(統合国際深海掘削計画)第306航海で、北大西洋中央部のアゾレス諸島北方(SiteU1312)とGardar Drift(Site U1314)において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行った。

## 利用・研究実施内容

平成17年10月から平成18年3月にかけて、延べ5週間に渡りコアセンターに滞在し、IODP第306航海のSiteU1314で採取されたコア試料のうち、約40本のUチャンネル試料について、超伝導磁力計を用いて古地磁気測定を行った。

各Uチャンネル試料の測定においては、まず自然残留磁化(NRM)の段階交流消磁実験を行った。消磁レベルは0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80(mT)とした。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。その際の消磁レベルは0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60(mT)とした。また、等温残留磁化(IRM)についても、ARMと同様の実験を試みたが、試料の磁化強度が大きすぎて測定できなかった。IRM測定については現在検討中である。

自然残留磁化の段階交流消磁実験の結果、付着した二次磁化は約30mTの交流磁場で消磁され、ザイダーベルト図で原点に向かう、安定な初生磁化が求まったと考えられる。また、本研究で得られたOlduvaiイベントの終端時の偏角・伏角の変化を、Mazaud and Channell(1999)が北大西洋のODP Site983のコア試料から得た変化と比べると、両者は調和的であることが明らかになった。

研究課題名 底生有孔虫を用いた北部フィリピン海の海洋環境変動史  
氏名 大村 誠  
所属(職名) 高知女子大学(教授)  
研究期間 平成17年10月1日 ~ 平成18年2月27日  
共同研究分担者組織 学生1名

## 研究目的

海洋底コアの底生有孔虫を用いて、海洋古環境の変遷を明かにしようとする試みは、大西洋を中心に行われ、その結果、氷期と間氷期では、深層水の循環が大きく異なることが指摘された。

日本周辺海域におけるこれまでの研究をみると、日本海や北西太平洋から採取されたコアを用いて微化石の種組成解析や有孔虫殻の酸素・炭素同位体比の解析結果から、最終氷期から後氷期にかけての海洋古環境の復元がかなり明らかにされている(大場ほか, 1984; Chinzei et al., 1987; Oba et al., 1991; Ujiie, et al., 1991; 尾田・獄本, 1992; 大場・安田, 1992)。

本研究では、メタンハイドレートの分布を明らかにするために掘削された東海沖のコアを用いて、詳細な底生有孔虫群集解析をおこない、それらの変遷の解析から中・深層水循環の履歴を明らかにする。さらに、これまでの結果と合わせて、氷期から後氷期における北部フィリピン海の中・深層水循環像を復元していくことを目的とする。

## 利用・研究実施内容

コアからサンプリングした試料は、水洗処理を行い、分割後、主に双眼実体顕微鏡を用いて、検鏡作業を行った。

その結果、45層準の底生有孔虫を拾い出し、分類・同定した。それらの内、最大の値が3%以上の産出があった種は以下の種で、これらを優勢種とした。

*Bolivinita quadrilatera*, *Brizalina pacifica*, *Bulimina aculeata*, *Bulimina arazanensis*, *Cassidulina laevigata*, *Cassidulina* spp., *Globobulimina* spp., *Hoeglundina elegans*, *Melonis barleeanus*, *Melonis pompilioides*, *Rutherfordoides mexicana*, *Uvigerina hispida*, *Uvigerina peregrina*, *Uvigerina hispidocoata*, unilocular

底生有孔虫の群集解析により、東海沖の T6-FC22 コアにおける海洋環境変遷について、以下の結論を導き出した。

1) 有機物供給に関しては、12.65~23.21mbsf 間で、氷期特有の海洋表層の生物生産が高まり、海底への有機物供給が増加したことをしめしていた。

2) 酸素環境に関して、12.65~23.21mbsf の間において、典型的な貧酸素種である *Brizalina pacifica*, *Globobulimina* 及び、*Rutherfordoides mexicana* が多産し、海洋表層の生物生産が高まったことによって、海底への有機物が増加。その有機物の分解に酸素が使われたため、海底の酸素環境が悪かったことを示唆した。また、層準の中間付近では酸素環境が改善され、それ以前に比べ良好となった。これは亜間氷期的な傾向である。次に、酸素の改善が見られた過渡期を経て 4.11~6.90mbsf では、*Hoeglundina elegans*, *Uvigerina hispida*, *Uvigerina hispidocoata*, unilocular が多産し、循環の変動が大きかったことを示し、海底の酸素環境が悪くなったと考えられる。ただ下位(12.65~23.21mbsf)に比べると酸素環境の状態はやや良好であったと考えられる。

**研究課題名** ODP Leg 208 に記録された暁新世/始新世境界温暖化イベントの詳細解析  
**氏名** 長谷川 卓  
**所属(職名)** 金沢大学大学院自然科学研究科(助教授)  
**研究期間** 平成18年2月27日 ~ 平成18年3月2日  
**共同研究分担者組織** 学生1名

### 研究目的

ODP Leg 208 は暁新世/始新世温暖化極大イベント(PETM)を深度トランゼクトで掘削し、5 サイト料をほぼ連続的に得た。申請者はこの航海に乗船し、非常に良好な分析用試料を得た。バイオマーカー等植物の炭素同位体比を求め、それを無機炭酸の炭素同位体比と比較することでメタンハイドレートメタンの大気海洋系への放出が陸域環境にどのような影響を与えたかを理解すること、そして海洋環のように関係しているかを明らかにすることを目的とする。

有機物抽出後の炭酸塩の炭素・酸素同位体比を測定したい。そのデータは詳細な年代キャリブレーション、詳細な国際対比を可能にする。また、海洋表層と植物体がどの程度炭素同位体的にカップリングしていたのかを評価することで、陸域の温暖・湿潤などを評価したい。

### 利用・研究実施内容

平成18年2月28日から3月2日までの3日間、池原実氏の指導により、無機化学実験室/質量分析計室設置の安定同位体質量分析計(マイクロマス社製・炭酸塩自動処理装置付き)および有機地球化学実験室・分析室に設置のクーロメーター(炭酸カルシウム含有量測定)を用いて炭酸カルシウム試料の全岩分析を行った。

試料は、ODP Leg 208-1263A-14H, 208-1263A-33H および 34X の各コアから採集されたもので、暁新世/始新世温暖化極大イベント(PETM)の相当層準である。2月28日は有機地球化学実験室において試料準備を行い、3月1日に標準試料も含めて計28測定(11試料2回測定+標準試料)、3月2日に計47測定(21試料2回測定+標準試料)の炭素・酸素同位体比の分析を行った。また、3月1日にはクーロメーターによる検量線作成と、試料分析も行った。

同位体比分析に際しては、バイアルのリークや試料量が不十分(恐らく反応が終了せず)のため、6測定で結果を出すことができなかったが、残りの測定は良好に行われ、予想された結果を得ることができた。結果を出すことができなかった試料の再測定は、現在池原氏に依頼中である。

これらの結果は、別途海外の研究者との共同研究により分析する予定(今秋)となっている個別有機分子の炭素同位体比分析結果と総合して議論を行う予定である。今回得た結果はそれまで公表する予定はない。

**研究課題名** 有孔虫殻内部の有機物の古海洋プロキシとしての応用可能性  
**氏名** 長谷川 卓  
**所属(職名)** 金沢大学大学院自然科学研究科 (助教授)  
**研究期間** 平成 18 年 2 月 27 日 ~ 平成 18 年 3 月 2 日  
**共同研究分担者組織** 学生 1 名

### 研究目的

海底の有機物の炭素同位体比をバルク測定すると、陸上植物などに由来するものと植物プランクトンの混合物を測定することになる。また堆積後の分解プロセスによって、同位体比が変化してしまい、表層の炭素同位体比変動を読むことは難しいであろう。底生有孔虫の殻内の有機物は、植物プランクトンを選択的に材料として使い、殻に閉じ込められた時点で周囲の環境から隔離されるため、分解による同位体比変化の影響も受けにくいと考えられる。有孔虫殻の有機炭素同位体比は海洋表層のプロキシである(少なくとも全岩分析よりは)可能性が高い。

本研究では有孔虫殻内部の有機物を抽出し、炭素同位体比を分析するまでのプロセスを確立し、実際の役割を果たすかどうかを検証する。

### 利用・研究実施内容

平成 18 年 2 月 28 日から 3 月 2 日までの 3 日間、申請者である長谷川卓が本課題研究の受け入れ担当となっていた池原実氏を訪問した。試料(KH-92-1, St. 5-box core から拾い出され、同定済みの浮遊性有孔虫試料、100~300 個体を 1 試料とし、合計 11 試料)を持参し、有機物の炭素同位体比分析方法について議論した。有機地球化学実験室・分析室に設置の元素分析装置直結型質量分析装置を用いて分析を行う予定であったが、訪問直前に金沢大学で有機物含有量を分析した結果に関して池原氏と議論したところ、持参した試料について同装置を用いた分析を行うには試料量が少なすぎ、再現可能なデータが得られない危険性があることが判明したため、分析を中止した(同試料はその後、北海道大学の地球環境科学研究院で微量インレットを用いて分析された)。更に池原氏と打ち合わせを行った結果、元素分析装置直結型質量分析装置を用いた分析は簡単であり、装置も広く普及しているため、プロキシとしてこの手法を普及させるためには同分析装置を用いた分析成果を出していく必要があることで意見が一致した。そして当時申請中であった本課題の継続が認められれば、平成 18 年度前期に試料量を増やした上で分析を行うこととした。

その後、3 月に課題採択結果が通知され、本課題は継続課題として採択された(06A017)。

**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)** 大東文化大学文学部教育学科 (助教授)  
**研究期間** 平成 18 年 3 月 20 日 ~ 平成 18 年 3 月 24 日  
**共同研究分担者組織** 産業技術総合研究所主任研究員 森尻 理恵  
東洋大学教授 上野 直子  
目白自由学園教諭 荻島 智子

## 研究目的

旧石油公団が採取した南極周辺海域の海底コアが、産業総合研究所に移管され、共同研究の対象となることになった。申請者らはこれら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。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る。また、それらの結果を北極地域やバイカル湖、北大西洋のデータなどと比較検討をおこなうことによって、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を目的とする。

## 利用・研究実施内容

昨年度の研究により、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。このことを明らかにするためには、堆積物内の磁性鉱物の判定が必要である。そのため、今年度は、磁気物性研究を中心とした研究を行った。上述のコアでは、古地磁気層序を基準として、古地球磁場強度を用いた対比が可能だった。普通、このような粒度変化の大きい大陸縁辺部の堆積物は古地球磁場強度検出には不向きである。しかし、対比可能となった原因のひとつには、南極大陸縁辺部特有の氷床起原堆積物の粒度組成の構成が起因している可能性がある。この点を明らかにするために、17年度前半は堆積物の粒度分析を行った。

上記の堆積物の粒度分析の結果と、岩石磁気特性の変動の結果を比較するためには、堆積物中の磁性鉱物の特定が重要である。というのも、岩石磁気特性の変動の要因は、粒度変化と鉱物変化の双方が考えられるからである。今回、春の測定では、磁性鉱物特にマグネタイトのもっとも確実な検証方法であるMPMSによる低温等温残留磁化熱磁化分析をおこなった。

研究方法としては、岩石磁気特性変動が顕著な層準の試料を選択し、乾燥したものから少量取り出し、MPMSを測定した。測定条件は、主として、10Kに温度を下げ、1Tの磁場をかけた後、磁場を0に戻し、その時点で得た残留磁化の変化を、温度を室温に戻すまで測定するという方法で、マグネタイト検出の手段として、もっとも多く用いられる手法である。この間、120K付近で顕著な曲線の屈曲(フェルウェイ点)が認められれば、試料にマグネタイトが含まれることになる。測定の割合は、2K/分か3K/分で行った。

測定の結果、ほぼすべての試料でマグネタイトが含まれることが確認できた。また、マグヘマイト化に試料によって差があることも確認できた。これらの結果は、前回までの結果とあわせて、2005年5月の惑星科学連合同学会で、ポスター発表をおこなった。

研究課題名 準安定な硫化鉱物の磁性とバイオミネラリゼーション  
氏名 新妻 祥子  
所属(職名) 東北大学 大学院理学研究科 (COE フェロー)  
研究期間 平成 17 年 11 月 9 日 ~ 平成 18 年 2 月 17 日  
共同研究分担者組織 なし

## 研究目的

申請者は、22 億年以前の岩石中に含まれる準安定な硫化鉱物の岩石磁気学的な特徴を調べ、生物がつくった鉱物の特定を行っている。強磁性のグレイガイト ( $\text{Fe}_3\text{S}_4$ ) は、準安定な硫化鉱物の一つである。現世のグレイガイトは、制御型または誘導型のバイオミネラリゼーションで生成されることが知られている。誘導型のバイオミネラリゼーションによって生成されるグレイガイトは、堆積物中での硫酸還元菌の代謝による黄鉄鉱化作用 ( $\text{FeS} \rightarrow \text{FeS}_2$ ) の中間生成物として出現する。また、堆積物の続成作用では無機的な化学反応によってできる黄鉄鉱の中間生成物としてのグレイガイトも存在する。しかし、続成作用を受けて堆積岩中に保存された後も風化することなく保存されている例は珍しいため、オーストラリアで採取した新鮮なコア試料を厳選して用いる。

## 利用・研究実施内容

西オーストラリア、ピルバラ地塊に産する 27.7 億年のマウントロー玄武岩に狭在する有機炭素と硫化鉱物に富んだ太古代の海洋堆積物 (黒色頁岩) を用いて研究を行った。2004 年度のコアセンター共同利用の研究で、熱消磁後の残留磁化測定によるブロッキング温度とキュリー点の測定により、黒色頁岩の磁性は、強磁性の硫化鉱物が担っていることが明らかになっている。

今年度は、磁気ヒステリシスの測定を中心に行った。この結果を、残留保持力/保持力を縦軸に、飽和残留磁化/飽和磁化を横軸にとり Day plot として表示し、産状による磁区構造の違いを調べた。その結果、黒色頁岩中に自生した硫化鉱物ノジュールは、Day plot での単磁区領域に、ノジュールを含まない黒色頁岩も単磁区一疑似単磁区の領域に良く集中することが明らかになった。一方、黒色頁岩と互層する石英質砂岩に含まれる砕屑性の磁硫鉄鉱は疑似単磁区一多磁区の領域にプロットされる。砕屑性の磁硫鉄鉱は、Dekkers (1988) の磁硫鉄鉱よりも残留保持力/保持力の値が大きく 1.3 程度である。また、自生の硫化鉱物は、Roberts (1995) のグレイガイトの報告よりも、残留保持力/保持力の値が小さく 1.1~1.6 程度を示す。このように、磁気ヒステリシスの測定を行い残留保持力/保持力と飽和残留磁化/飽和磁化を比較することで、砕屑性の磁硫鉄鉱と自生の硫化鉱物は、区別できる。また、既存の強磁性硫化鉱物とは異なるトレンドを示すことも明らかになった。

さらに硫化鉱物の薄片試料に磁区観察用磁性コロイド液 (シグマハイケミカル A-07) を滴下し、磁区観察も行った。この結果、砕屑性の磁硫鉄鉱は、常温でフェリ磁性の単斜晶系磁硫鉄鉱 ( $\text{Fe}_7\text{S}_8$ ) にコロイドが付着し、常温で反磁性の六方晶系磁硫鉄鉱 ( $\text{Fe}_9\text{S}_{10} + \text{Fe}_7\text{S}_8$ ) にはコロイドが付着しなかった。単斜晶系磁硫鉄鉱の部分には、規則正しい磁区構造が観察され、数 100 $\mu\text{m}$  程度の多磁区粒子であることが観察された。一方、黒色頁岩中に自生した硫化鉱物は、数 cm のノジュール内部に、単斜晶系磁硫鉄鉱と黄鉄鉱、黄銅鉱、ペントランダイトが混在し、単斜晶系磁硫鉄鉱とペントランダイトの周辺にコロイドが付着する。コロイドは数  $\mu\text{m}$  程度の領域ごとに不規則に付着している。このような構造がヒステリシス測定で単磁区を示す結果と対応している。今後、FORC (first-order-reversal-curve) のデータ解析も併せて、単磁区同士の相互作用なども検討していく予定である。

新妻祥子・掛川武・長瀬敏郎・根建心具, 西オーストラリア・マウントロー玄武岩に挟在する堆積岩中の準安定な硫化鉱物の重要性, 日本地球惑星科学連合 2006 年大会, B131-004.



研究課題名 南房総に分布する新第三系海成層の酸素同位体層序

氏名 岡田 誠

所属(職名) 茨城大学理学部(助教授)

研究期間 平成17年11月21日 ~ 平成18年12月2日

共同研究分担者組織 学生2名

研究目的

本研究では、千倉層群布良層および南朝夷層における酸素同位体比変動を明らかにすることにより、これまで欠如していた太平洋西岸海域における3Ma付近の海洋環境変動に関するデータを提供することを目的とする。また本研究で用いる堆積層は通常の深海底堆積物と比較して堆積速度が10倍程度速いことから、従来の研究では得られなかった短周期変動(〜数百年)をとらえることが可能である。したがって氷床コアで見られるD-Oサイクルのような千年オーダーの変動が、この時代にどのように現れていたかについても明らかになることが期待される。

利用・研究実施内容

測定試料:

千倉層群布良層において、層厚約3m間隔で計116層準から岩石試料を採取し、石灰質の有孔虫殻を抽出した。抽出された有孔虫は、ほとんどが底生有孔虫であった。116層準のうち、94層準において同位体測定に十分な量の有孔虫殻が抽出され、そのうち19層準からは、*Uvigerina hispidacostata*が、84層準からは、*Uvigerina probosuidea*が同位体測定用有孔虫種として抽出された。

同位体測定の実施:

平成17年11月28日から1週間の間、コアセンターの質量分析計 IsoPrime を使用し、岩石試料から抽出した底生有孔虫殻の酸素・炭素同位体比分析を行った。1測定あたりには測定に必要なガス量である約100mlを確保するため、2〜5個体用いた。

布良層における酸素同位体層序の構築は、既に得られている古地磁気測定の結果(斎藤・他, 1997)を基準にして、ODP Site 846 による酸素同位体記録

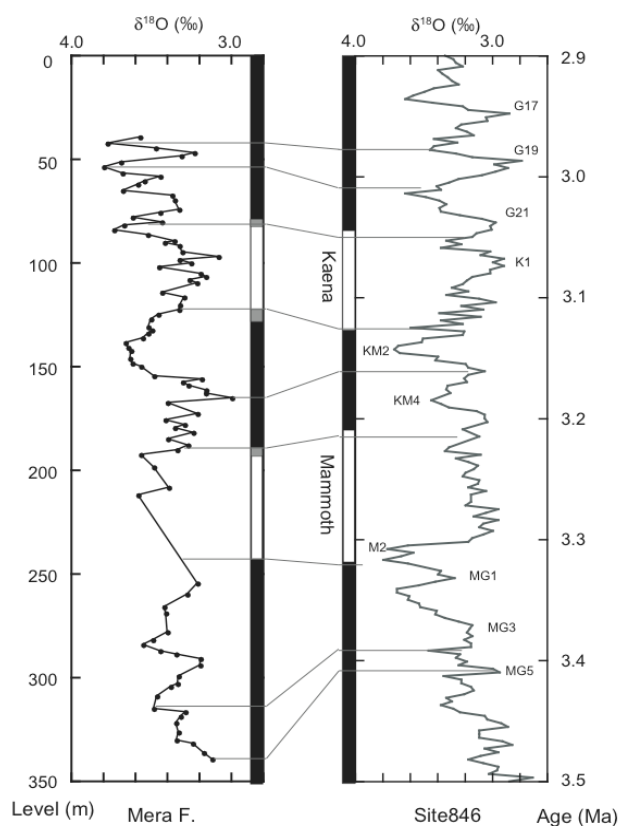
(Shackleton et al., 1995; Lisiecki and Raymo, 2005) と対比することで行った。その結果、今回の試料採取層準は、酸素同位体ステージのG18〜M6の間、約40万年間であることがわかった。

参考文献

Lisiecki, L. E. and Raymo, M. E., 2005, A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic  $\delta^{18}O$  records. *Paleoceanography*, 20, PA1003, doi:10.1029/2004PA001071.

斎藤敬二・岡田 誠・亀尾浩二・小竹信宏, 1997, 房総半島南端千倉層群の古地磁気層序. *日本地質学会第104年学術大会講演要旨*

Shackleton, N. J., Hall, M. A. and Pate, D., 1995, Pliocene stable isotope stratigraphy of site 846. *Proc. Ocean Drill. Program Sci. Results*, 138, 337-355.



研究課題名 イメージングプレートを用いた堆積物中黄砂年縞の自然放射線二次元分布測定  
氏名 杉原 誠  
所属(職名) 東北大学環境科学研究科(大学院生)  
研究期間 平成17年10月1日～平成17年10月7日  
共同研究分担者組織 東北大学環境科学研究科教授 土屋範芳

## 研究目的

堆積物を計測する非破壊分析法の中には様々な種類があるが、その中に堆積物中の自然放射線を用いる方法がある。ところが現状では低分解能もしくは微小領域でしか計測できないことが多い。イメージングプレート(IP)は現在存在する放射線分布計測装置の中で極めて分解能の高い部類に入り、かつ広範囲に渡って計測が可能である。有効な非破壊分析堆積構造推定法になる可能性があるものの、IPを堆積物に応用した例は無い。

本研究ではIPの堆積物測定への応用可能性を考える。まず堆積物の放射線量分布を取得する。その結果をコアの岩相、堆積物年代などと比較検討を行い、また他の堆積物計測装置のデータ結果と比較し、堆積物に対する放射線量の物理的な意味を考察する。

また、予備実験として当研究室で層状放射線源層厚さとその放射線分布の検量線の作成を行った。この検量線を実際のコアで得られた放射線像に適用することで、肉眼観察や他の非破壊計測法では分かりづらい層状の堆積層の位置や厚さを推測する。薄い堆積層を形成すると推定されるものに、例えば黄砂がある。黄砂量は各時代の降雨量・乾燥度・風量・風向を反映していると考えられ、アジア気候変遷の理解を行う上で有効な指標である。IPによる計測法が確立されれば、新たな非破壊による精密堆積物測定が実現するはずである。

## 利用・研究実施内容

### ・IPによる海洋堆積物の測定

BAS-MSを用いて7本の海洋堆積物に対して計12回の露光を行い、BAS-2500で読み出しを行ってそれぞれの放射線像を取得した。また同コアについてコア連続画像撮影装置でデジタル画像の撮影を行った。

### ・CT, MSCL, NGLによる同堆積物の測定

CTスキャナーを用いて計4本のコアについて計測を行った。  
また、MSCL(Multi Sensor Core Logger)を用いてIPで計測したコアの中から5本を計測し、同様に付属のNGL(Natural Gamma Logger)を用い4本のコアを計測した。

### ・IPの堆積物計測装置としての評価

堆積物コアの岩相と放射線量分布を比較し、岩相による放射線量の変動を評価した。また、CTスキャナーによる計測の結果と放射線量分布を比較し、その相関を比較することで放射線量の密度依存性の評価を行った。同様にMSCL, NGLの結果とも比較し、P波速度、帯磁率、電気伝導度などとの関係を考察した。

放射線量分布のピークが出ている場所に関して、事前に作成した放射線源層厚さ-放射線量分布の検量線を用いてそのピークの存在する堆積層の厚さ評価を行った。

**研究課題名** 海洋底構成物質の磁性の基礎的研究  
**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17年10月1日～平成18年3月31日  
**共同研究分担者組織** 学生3名

### 研究目的

海洋底堆積物の磁性は、堆積物の年代推定および堆積環境や起源地域の研究にとって重要な情報源である。その様な情報は堆積物中の磁性鉱物によって担われており、磁性鉱物は碎屑粒子として供給されるか生物起源も含めた自成鉱物として堆積物中に存在している。従って海底堆積物の磁性研究のためには、その中に含まれている各種の磁性鉱物についての基礎的な研究が不可欠である。これまでの研究で基本的なことは理解されている鉱物も多いが、まだ十分に研究されていない鉱物も多い。申請の研究は海底堆積物や海底火山岩中に含まれている磁性鉱物、あるいは堆積物や火山岩についての基礎的研究を網羅的に行っていくことを目的としている。

### 研究実施内容およびその成果

平成17年度前期は、上記のテーマのもとで以下の2種類の研究を行ってきた。1つは、グレイガイトやマグヘマイトなどの化学的に不安定な磁性鉱物の磁気的な性質をより詳しく研究することである。その目的のために、熱磁化曲線、磁化率の温度変化、ヒステリシス測定などを行った。今期は主に熱磁気天秤の特性の評価、とくに温度キャリブレーションを行った。また、グレイガイト試料を用いて空気中加熱実験を行い、その結果と岡山理科大のMPMS ovenを用いたヘリウム雰囲気中での加熱との比較に力を入れて行った。しかし、試料に不均質性が有る可能性が見つかり、目下試料の再調整からやり直すことを計画している。

2番目のテーマは、東部赤道太平洋堆積物の研究である。2003年にKH03航海において採取された3本のピストンコア試料(HY04PC, HY06PC, HY08BPC)から得られたU-channel試料を用いて、まずcryogenic magnetometerによるpass-through測定を行った。その結果、3本のコアには堆積速度と磁気的な特性に大きな差があることが判明した。そこで、堆積速度がもっとも速く、また岩相変化も激しいHY04PCから7ccのキューブ試料を再採取し、ARM, IRM, 含水比などを測定した。その結果、各種の色インデックス、バルク密度、含水比、初磁化率、ARM磁化率、SIRM, HIRM, S-0.3T, ARM/kなどは同期して変化することが分かった。さらに、単に磁性鉱物の含有量が変化するだけでなく、磁性鉱物の種類や平均粒径も大きく変化することが分かった。赤道太平洋のような深海底で、なぜこのような大きな堆積環境が変化するのか、今後さらに詳しく研究していきたい。

**研究課題名**            **アジアモンスーン域の古地磁気・環境磁気**  
**氏名**                    兵頭政幸  
**所属(職名)**          神戸大学 内海域環境教育研究センター (教授)  
**研究期間**              平成17年10月1日～平成18年3月31日  
**共同研究分担者組織**  学生4名

### 研究目的

南西インド洋モンスーン、東アジアモンスーンなどアジアモンスーン域の堆積物を磁気分析し、モンスーンの発達と地域の環境応答を解明する。また、人類をはじめとする生物の進化と拡散の問題に環境、年代などの制約を与える。さらに、将来の古地磁気年代法への応用を視野に入れて、詳細な古地磁気変動の復元も行う。

平成17年度後期は、地磁気エクスカージョン、地磁気永年変化を調べることを目的に、アデン湾の海底堆積物コアと兵庫県北部大沼湿原の定方位掘削コアの古地磁気測定を中心に実験を行う。

### 利用・研究実施内容

平成17年10月25日～29日および平成18年1月30日～2月3日までの2回センターを利用した。いずれも古地磁気実験室の設備を使って実験を行った。

自然残留磁化の分析はアデン湾堆積物コア GOA6 のキューブ試料 260 個、兵庫県北部大沼湿原のボーリングコアのキューブ試料 376 個について行った。すべての試料について段階交流消磁を行い残留磁化を測定した。一部の試料について、磁性鉱物の種類と磁区構造の同定とを目的として、磁気天秤、VSM、MPMS を使って分析を行った。

結果は、アデン湾のコアから、ラシャン (約4万年前)、ジャマイカ (21-22万年前) 両エクスカージョンに相当する逆転を見つけた。これらの発見は海洋酸素同位体比データによる同コアの年代スケールの信頼度を上げる結果となった。また、約4m以深では主成分分析によって特徴的磁化成分が計算できた試料はまれであったが、これは磁化強度が非常に弱いと思われる。大沼湿原のコアについては、コア B3 の10m以深の試料は深い伏角が卓越しており、コアリング時に獲得した人工的磁化に汚染されている可能性が高いことがわかった。

17年度前期の実験に係る学会発表等は以下のとおりである。

#### 学会発表

上嶋優子, 兵頭政幸, 金枝敏克, 松浦秀治, 近藤恵, 竹下欣宏, Fachroel Aziz, 熊井久雄「中部ジャワ・サンギランのM-B地磁気逆転境界」日本地質学会. 京都. 2005年9月18-20日.

金枝敏克, 兵頭政幸, 上嶋優子, 松浦秀治, 近藤恵, 竹下欣宏, Fachroel Aziz, 熊井久雄「ジャワ島サンギランにおける鮮新、更新統の環境磁気学的研究」地球電磁気・地球惑星圏学会. 京都. 2005年9月28日-10月1日.

#### 論文

Hyodo, M., Biswas, D.K., Noda, T., Tomioka, N., Mishima, T., Itota, C., and Sato, H., 2006. Millennial to submillennial-scale features of the Matuyama-Brunhes geomagnetic polarity transition from Osaka Bay, southwestern Japan, *J. Geophys. Res.*, 111, B02103, doi10.1029/2004JB003584.

研究課題名 北海道東部に分布する上部白亜系～古第三系根室層群の炭素同位体比層序  
氏名 荷福 洸  
所属(職名) 京都大学大学院理学研究科(大学院生)  
研究期間 平成18年2月8日～平成18年2月10日  
共同研究分担者組織 なし

### 研究目的

本研究では、北太平洋地域の白亜紀マストリヒチアン期における大気-海洋系の炭素安定同位体比変動を復元することを目的とする。

北太平洋地域においては白亜紀マストリヒチアン階の連続層序が数少ないため、特に後期マストリヒチアン期における詳細な炭素安定同位体比変動はあまり明らかになっていなかった。そのため、白亜系～古第三系根室層群のマストリヒチアン階を研究対象として、後期マストリヒチアン期における高解像度での炭素安定同位体比変動の復元を目指す。

### 利用・研究実施内容

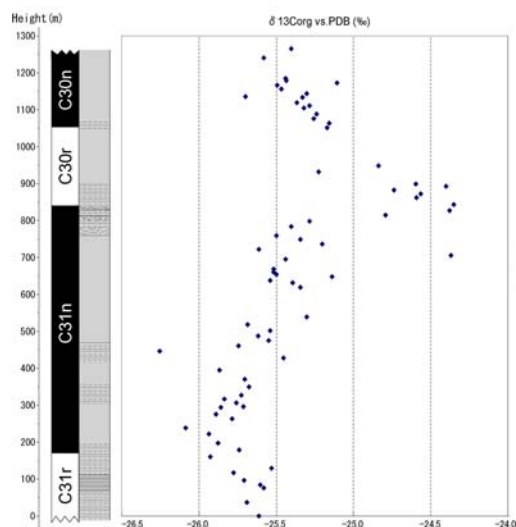
白亜系～古第三系根室層群のマストリヒチアン階仙鳳趾層から採取した泥岩試料に含まれる有機物の炭素安定同位体比を測定した。

根室層群仙鳳趾層は約1300mの層厚をもち、半遠洋性泥岩が卓越する地層である。仙鳳趾層は堆積相解析によって海底斜面下部において堆積した地層であると推定される。測定にもちいた試料は仙鳳趾層の72地点から採取した。試料を採取した層準の層位間隔は2～104mで、平均間隔は約18mである。

泥岩試料には塩酸処理をおこない試料中に含まれる炭酸塩を除去したのち、試料の $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ ・TOC・TNの測定をおこなった。測定には高知大学海洋コア総合研究センターに設置してあるThermoFinnigan社製FlashEA 1112, ConFlo III, DELTA Plus Advantageを使用した。

測定した試料の $\delta^{13}\text{C}$ は-26.1‰～-24.4‰の間の値を示した。仙鳳趾層の古地磁気層序学的研究の結果と総合すると、 $\delta^{13}\text{C}$ の変動曲線はC31r/31nの境界直上において小さい負のシフト(～0.6‰; -25.5‰→-26.1‰)を示し、その後約-25.4‰まで徐々に増加する。そしてC31n/30rの境界直下からC30rにかけて～1‰の正のスパイクを示す(-25.4‰→-24.4‰)。

本研究で明らかになったC31n/30rにおける炭素安定同位体比の正のスパイクは、グローバルな環境変動によって引き起こされた可能性がある。他地域においては上記のような正のスパイクは認められないが、それは他地域における研究では炭素安定同位体比変動の分解能が比較的低いためであると考えられる。もしくは、本地域における正のスパイクは何らかの地域的な要因によって引き起こされている可能性もある。



**研究課題名** 海底堆積物を用いた放射性同位体  $^{10}\text{Be}$  分布の解明

氏名 永井 尚生

所属(職名) 日本大学文理学部化学科 (教授)

研究期間 平成 18 年 3 月 17 日 ~ 平成 18 年 3 月 24 日

共同研究分担者組織 学生 2 名

**研究目的**

本研究は、海底堆積物中の  $^{10}\text{Be}$  を測定し、過去数十万年間の  $^{10}\text{Be}$  生成速度の変動・宇宙線強度の変動及び海底への  $^{10}\text{Be}$  フラックスについての知見を得ることを目的とする。試料は、東京大学海洋研究所白鳳丸 KH00-3, KH03-1 (太平洋) 及び KH04-5 (南極海) 航海で採取された海底堆積物 (表層から 30 cm) を 1cm ごとに切ったものを用いる。今までの研究で、西部北太平洋における  $^{10}\text{Be}$  濃度およびフラックスの分布のデータを得ることができた。しかし、 $^{10}\text{Be}$  濃度、フラックスの分布を決める要因は明らかになっていない。そこで今回の実験では、堆積物の粒度分布を調べ、粒度と  $^{10}\text{Be}$  濃度との相関性を考察する。

**利用・研究実施内容**

1) 物性測定実験室において、ペンタピクノメータを用いて東京大学海洋研究所白鳳丸 KH03-1 (2003 年)、KH04-5 (2004 年) 次航海においてマルチプルコアラーで採取した海底堆積物約 200 試料の乾燥密度測定を行った。測定試料は 110°C で一晩乾燥させ、70 mL スチロール棒瓶に保存したものを用いた。試料の乾燥は、大部分の試料に関しては、日本大学文理学部において行い、一部の試料については物性測定実験室で行った。ブランク試料の測定から保存用棒瓶の密度は平均 0.97 g/cm<sup>3</sup> であり、今回測定した堆積物試料の密度は 2.0-3.2 g/cm<sup>3</sup> であった。

2) レーザ回折式粒度分布測定装置を用いて KH00-3 (2000 年) で採取した海底堆積物約 210 試料の粒度分析を行った。50 mL の遠沈管に試料を極少量と分散剤としてヘキサメタリン酸ナトリウムを適量加えよく攪拌させ測定試料とした。求められた粒度分布 (体積%) を全体の相対粒子量と粒子径から平均粒度を求めたところ、4.4 - 55  $\mu\text{m}$  の範囲であった。中国大陸に近いところは粒度が大きく、大陸から離れにつれ粒度が減少していく傾向が見られたが、粒度分布と  $^{10}\text{Be}$  濃度との明確な相関は見られなかった。

3) 東部太平洋 (KH03-1) と南極海 (KH04-5) の海底堆積物試料に関して、主成分のレベルを知るために、XRF 分析法を用いて主成分分析を行った。試料は 110°C 一晩乾燥させたものを磁性ろつぼに移し、950°C 3 時間乾燥させた後、試料 0.5 g と四ほう酸リチウム 5.0 g を白金ろつぼに入れ、Rigaku ビードサンプラーを用いてビードの作成を行った。作製したビードを XRF 分析装置にセットし、主成分元素分析を行った。その結果、東部太平洋の試料は、炭酸質が豊富で CaO が 55-80% となった。南極海の試料は、ケイ質、炭酸質堆積物が主であった。

研究課題名 日本海堆積物コア中のタングステン濃度の変動解析—新規な古海洋プロキシとしての W/Mo 比の追及

氏名 宗林 由樹, 照井 大介

所属(職名) 京都大学化学研究所(教授), 京都大学大学院理学研究科(大学院生)

研究期間 平成 18 年 2 月 20 日 ~ 平成 18 年 2 月 22 日

共同研究分担者組織 なし

### 研究目的

6 族のタングステンとモリブデンは, どちらも海水中に  $WO_4^{2-}$ ,  $MoO_4^{2-}$  として存在し, 多くの点で化学的に似ているが, 海洋環境においては挙動が大きく異なる特異的な元素対である. Mo/W 比は, 地殻中では 3 だが, 海水中では 1800 にもなる. これは, 酸化的な海水中での含水鉄酸化物やマンガン酸化物によるタングステンの除去が関係していると考えられる. 一方, 還元的な海底熱水中では Mo/W 比は 0.04~84 である. この原因として, モリブデンは海底熱水中から硫化物として沈殿するが, 一方タングステンはほとんど沈殿せず, さらに熱水中では岩石から溶出するため高濃度となることが挙げられる. これらの事実より, 還元的な環境下で堆積した堆積物中の Mo/W 比は, 酸化的環境下で堆積した堆積物中の比よりも大きな値を取ることが考えられる. 従って, 堆積物中の Mo/W 比は新規な古海洋プロキシとして有用であると期待される.

### 利用・研究実施内容

堆積物標準物質をマイクロ波分解装置で酸分解し, ICP-AES, ICP-MS に導入できる様に一度その溶液を乾固した後, 再び  $HNO_3$  水溶液に溶解させて測定したところ, 堆積物中主要成分については測定値と保証値の良い一致が見られた. しかし, Mo, W を含む微量成分については溶液中の濃度が非常に薄く, また様々な干渉が見られたため, ICP-MS による堆積物の酸溶液の直接測定は困難であることがわかった. そこで, キレート樹脂の TSK-8HQ を用いたカラムで主要成分と Mo, W を分離する方法を考えた.

まず, TSK-8HQ を合成し, それを用いて作ったカラムで主要成分の除去条件の検討を行った. 主要成分として Fe, Al, Ca を数十 ppm ずつ含み, Mo, W を 0.5 ppm 含む  $HNO_3$  溶液を調整し,  $HNO_3$  の濃度を変えて実験を行ったところ, pH~1 で主要成分を効果的に除去しつつ, ほぼ定量的に捕集出来た. また, 2M  $NH_3$  溶液で溶離することで Mo, W 共にほぼ定量的に回収出来た. この溶出液中の上記主要成分濃度は元の  $10^4$  倍程度に希釈されていた.

堆積物標準物質の保証値から計算される実際の Mo, W と同じレベルの濃度の  $HNO_3$  溶液を調整し, 上の条件で回収実験を行った. 主要成分を共存させない条件で回収実験をしたところ, Mo, W 共に良好な回収率を得られたが, 上記と同じ濃度で主要成分を共存させた場合, W の回収率の低下が見られた. これについては現在検討中である.

海洋コア総合研究センターにおいては, 平成 18 年 2 月 20 日から 22 日にかけて滞在し, その間に "IWANAI No. 3" のコアサンプルを採取した. 採取にはフッ素樹脂製のスパチュラを用い, 表面を削り取ってから内部を湿重量で約 2 g 程度ずつ採取した. コアサンプルは約 10 cm 間隔で採取し, 加えて色が変わる部分の前後でも採取し, 最終的に 99 サンプルと, 基礎検討用に削り取ったコアサンプルの表面も採取した.

これら採取した堆積物サンプルは, 乾燥方法, 粉碎方法の検討の後, 微量成分については現在開発中の手法に従ってマイクロ波分解装置による酸分解, カラムによる主要成分からの分離を行って ICP-MS で測定し, 主要成分については ICP-AES での測定の他に, 海洋コア総合研究センターの蛍光 X 線分析装置で測定する予定である.

研究課題名 北太平洋亜寒帯域における植物プランクトン群集変化と海洋環境  
氏名 張 勁  
所属(職名) 富山大学理工学研究部生物圏環境科学科(助教授)  
研究期間 平成18年1月11日～平成18年1月14日  
共同研究分担者組織 学生3名

## 研究目的

海洋のCO<sub>2</sub>吸収量は、年間22±4億トンと見積もられている。この値は海水中のクロロフィルa量から算出されており、植物プランクトンの群集組成やサイズの影響を考慮していないため、不正確である。特に、生物生産の高い亜寒帯域においては、この観点が重要である。従来の植物プランクトン観察の多くは光学顕微鏡による10μm以上の有殻類が対象であった。近年の電子顕微鏡(2μm以上の有殻類対象)の普及により、亜寒帯域でパルマ藻(2μm)、円石藻(4μm)、小型珪藻(4-5μm)の小型種の動態(存在量と季節の関係)が報告され、小型種がこの海域で主要な構成種であることが分かってきた。しかし、調査対象域は日本近海に限られており、小型種の生息要因についても分かっていない。植物プランクトンの大型種(数十μm以上)に代わって小型種(数μm以下)が優占すると、物質循環やCO<sub>2</sub>吸収量・炭素貯蔵量に影響する可能性が高い。本研究では、日本の東方約2778kmの165°E測線上における7月と10月の植物プランクトン分布とその変動メカニズムの解明を目的とする。

## 利用・研究実施内容

北太平洋亜寒帯域の165°Eと165°Wの測線上36~50°N間(2003-2005年7月,2003年10月)の海水試料を採取した。また、植物プランクトンの細胞数計数は、SEMを用い、珪藻(円心目)、珪藻(羽状目)、円石藻、パルマ藻、渦鞭毛藻、珪質鞭毛藻の6グループに分類し、300細胞を計数してその割合を示した。

その結果、165°E上35-50°Nは3つの海域(亜熱帯域・移行領域・亜寒帯域)に分けられ、その植物プランクトン群集組成も海域ごとに異なり、各海域内でさらに細かな違いが現れた。また、全測点表層栄養塩濃度(Si, N, P)をみると、亜寒帯域・移行領域で高く、亜熱帯域で低かった。しかし、観測時の栄養塩濃度は、現存する植物プランクトンが消費した後のものである。そこで、亜寒帯域の水深150m付近に存在する水温1-2°Cの層(中冷水)の栄養塩濃度を冬季栄養塩濃度と仮定し、冬季から7月までの仮定栄養塩消費量および消費量比を計算した。その結果、優占する植物プランクトンと栄養塩消費量比の関連性から以下の分布要因が見出された。

- (1) 亜熱帯域南限では、7月に栄養塩濃度が低かったため7月に円石藻が分布し、その状態(低栄養塩濃度、円石藻分布)が10月に継続した。
- (2) 亜熱帯域北限では、7月の栄養塩濃度は低かったが、7月に栄養塩要求の高い大型珪藻が存在し、栄養塩供給があったと考えられた。しかし、10月になるとその供給はなくなり、低栄養塩のため、円石藻が分布した。
- (3) 移行領域および亜寒帯域では、7月の大型珪藻分布の有無が10月の円石藻分布に影響すると考えられた。栄養塩要求の高い大型珪藻が存在すると、栄養塩が速やかに消費されるため、10月に円石藻が分布したと考察した。ただ、10月の栄養塩は残存しており、この仮説の真偽はわからなかった。
- (4) 珪藻の栄養塩消費Si/Nは通常時1.2±0.2と報告されている。今回、一部の海域において栄養塩消費Si/Nがこれよりも低く、その理由として、パルマ藻(2μm)による消費が影響したと考えられた。パルマ藻は、培養に成功していないため、その栄養塩要求は不明な点が多かった。しかし、本結果よりパルマ藻の消費は、Siに対してNの消費が高いと示唆された。



**研究課題名** インド洋モンスーンの発達史と人類進化の解明  
**氏名** 玉木 賢策  
**所属(職名)** 東京大学大学院工学系研究科(教授)  
**研究期間** 平成17年10月17日 ~ 平成17年11月2日  
平成17年11月30日 ~ 平成18年12月16日  
平成18年1月10日 ~ 平成18年1月19日  
**共同研究分担者組織** 学生1名

### 研究目的

本研究の目的は、アデン湾において採取された3本の海底堆積物コア(GOA4, GOA5, GOA6)の解析を通して、東アフリカ・アラビア海域の過去のモンスーン変動を解明し、同時に3本のコアの解析結果を比較・検討することにより、アデン湾の内湾～外湾におけるモンスーンの影響の地域差についても検討することである。

### 利用・研究実施内容

本研究では、GOA4に関して以下の分析を行った。

#### ・乾燥・湿潤重量の測定

コア保管庫に保存されていたキューブサンプル(269試料)の重量を測定した(湿潤重量)。その後、真空乾燥機を用いて凍結乾燥させ、乾燥重量を測定した。また、63 $\mu$ mのメッシュを用いて試料を洗浄し、ドライオーブンで乾燥後、重量を測定した。

#### ・酸素同位体比の測定

処理した269個のキューブサンプルのうちの138個について、実体顕微鏡を用いて浮遊性有孔虫*Globigerinoides ruber*をピックアップ(1試料につき20個体)し、IsoPrimeを用いて酸素同位体比を測定した。

以上の分析結果に加え、MSCLによる3本のコアの物性解析結果と、GOA5, GOA6に関する酸素同位体比の測定結果、それらを用いて算出したそれぞれのコアの帯磁率、堆積速度などの値によって3本のコアの違いを比較・検討した。

その結果、以下のような結論が得られた。

- ・ 堆積速度と物性値の比較より、アデン湾域において、内湾(GOA4, GOA5)では氷期に発達する北東モンスーンの影響が強く、外湾(GOA6)では間氷期に発達する南西モンスーンの影響が強いという、過去の研究例を支持する結果が得られた。
- ・ 内湾から外湾に向かうにつれて堆積速度が増加するということが分かった。
- ・ アラビア海において確認されていたMIS3におけるモンスーンの影響の増加が、アデン湾域においても確認された。
- ・ 過去から現在にかけて、モンスーンの軌道や強度が変化し、アデン湾に対するモンスーンの影響が増大している可能性があることが分かった。