

平成19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

採択番号 07B014

研究課題名 台湾チェルンプ断層における炭素量変化の検出および微小変形組織の観察

氏名 廣野 哲朗
所属(職名) 大阪大学大学院 理学研究科 宇宙地球科学専攻 (准教授)
研究期間 平成20年3月3日－平成20年3月18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)
他 学生1名

【研究目的】

はじめに台湾集集地震の概要を説明する。1999年台湾集集地震(M7.6)では、台湾中軸部を南北に走るチェルンプ断層が約100kmにもわたり破壊され、多くの人命が失われ台湾史上最も大きな被害となった。震源は台湾中央部に位置する集集市地下約10kmで、地表での垂直変位は約2-6m、水平変位は約2-3mに達した。この地震性滑りは、北方に位置する台中市北東部でより大きな変位(垂直変位8-10m、水平変位7-9m)と加速度をもつ一方、地震波の短周期成分が失われるといった特異な特徴が認められた。台湾国内での密な地震波形情報や測地情報に基づく地下深部での断層面の滑り分布解析からも同様に、変位量と加速度が北側に向かって急激に増加したことが示された。この現象は地震時の断層面沿いの摩擦係数の低下を示唆していると考えられる。そのため、今回の地震時の滑り挙動を理解するためには、この摩擦係数低下のメカニズムを解明する必要がある。

この摩擦係数の推定において、炭素量や岩石微小組織は重要な情報と成る。特に、炭酸塩鉱物中の無機炭素量は、その鉱物の熱分解を示す指標と言える。そこで、本申請では、台湾チェルンプ断層およびその派生断層から採取した試料において、全炭素量と無機炭素量の測定および走査型電子顕微鏡による観察を計画している。

【利用・研究実施内容】

本研究では、1999年台湾集集地震時の震源断層であるチェルンプ断層に着目し、その断層内に含まれる炭酸塩鉱物の熱分解反応の反応速度式を決定、それをを用いた地震時の剪断応力および摩擦係数の推定を実施した。以下に、その詳細を記す。

まずIkehara *et al.* (2008, *Geochemical Journal*)にて、主断層における無機炭素量の減少が報告されており、その減少は炭酸塩鉱物の熱分解によると提案されている。Hirono *et al.* (2008, *GRL*)では、方解石の熱分解の反応速度式を過去の文献から引用し、測定された無機炭素量と整合的な剪断応力および摩擦係数の推定を行った。しかし、この推定にあたり、引用値を用いた速度論的解析は、実際の場を即していない見込みが強い。そのため、本研究では、断層近傍の母岩試料を用いて、600、650、700、750度にて等温加熱実験を含む反応速度式の決定を行った。その結果、チェルンプ断層での炭酸塩鉱物の熱分解は0次反応であり、その際の活性化エネルギーは 147kJ mol^{-1} 、Aパラメータは 1.15×10^{-4} と求められた。次に、この決定した反応速度式を用いて、集集地震の際の剪断応力の推定を行った。この推定には、断層の厚さ依存性が大きい、2cmとした場合、剪断応力は1.62MPa、摩擦係数は0.09と求められた。この結果を集集地震時の滑り挙動を考察する上で極めて大きな意義がある。

以上の研究成果については、以下に記すように、現在、論文として学術国際誌Tectonophysicsに投稿中である。

採択番号 07B015

研究課題名 沿岸堆積物コアを用いた、アジア大都市沿岸の金属汚染史に対する比較研究

氏名 細野 高啓

所属(職名) 秋田大学 工学資源学部 地球資源学科 (助教)

研究期間 平成19年10月27日－平成19年11月5日

共同研究分担者組織 佐藤 比奈子 (秋田大学 工学資源学部 技術専門職員)

【研究目的】

異なる発展段階にあるアジア大都市から得られた堆積物コアの重金属濃度情報を比較解析することにより各都市がおかれている汚染状況を相対評価する。この研究は重金属データ解析だけでなく、他の機関において年代、炭素・窒素濃度、各種同位体、経済・政治データも対応させて分析・解析を進めており、アジア環境汚染の総合評価を目指している。各国の汚染状況が比較検討により浮き彫りにできれば、沿岸汚染への対策の妥当性や必要性を評価する貴重な資料・情報を提供できると期待される。

【利用・研究実施内容】

今回、高知大学海洋コア総合研究センターのICPMSを用い、大阪、マニラ、ジャカルタ湾の三つの都市の湾で採取されたそれぞれ三つの鉛直堆積物コアを合計350試料分析し、各都市の重金属汚染プロファイルを作成した。亜鉛とカドミウムは地域的な濃度差が見られるのに対し、銅や鉛は広い湾内において地域による濃度差は顕著でなかった。このことから、前者が比較的地域的な汚染物質からの影響によること、逆に後者が大気由来など、比較的広域的な影響によることが明らかにされた。台湾大学の共同研究書が求めた堆積年代とあわせて検討すると、大阪湾の汚染は1960年頃から急激に始まり、1970年にピークを迎え、その後減少していることが明らかになった。一方、マニラとジャカルタにおいてはコンスタントな上昇傾向にあり、金属汚染による環境負荷が確実に進行していることが示された。しかし、相対的な汚染量を比較すると、大阪湾はマニラやジャカルタと比べ3～10倍汚染が大きく、ジャカルタはマニラと比較し、若干少ないことが示された。特に大阪における現在の濃度は現在発展段階にあるマニラやジャカルタと比較して3倍ほど濃度が高いことから、依然として多くの汚染物質が存在している事実が明らかとなった。

採択番号 07B016

研究課題名 KT07-11航海ピストンコア試料の古地磁気・環境磁気学的研究

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10月10日ー平成19年10月17日
共同研究分担者組織 小玉 一人 (高知大学 海洋コア総合研究センター 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】

日本の太平洋側の近海の海底堆積物の磁気的な研究を通じて、過去数十万年間の地磁気および環境変動を示すデータを蓄積することがこの研究の重要な目的である。このために、KT07-11航海によって採取された3地点からの試料 (EOS-1PC, -1MC-1; KUT-1PC, -1MC-1; SNT-1PC, -MC-1) の自然残留磁化測定と、各種岩石磁気学的パラメータの測定を行う。自然残留磁化方位に関するデータは、堆積層の年代推定に貢献できると考えられる。また、岩石磁気学的データは他の分析データとともに古環境変動を示すデータとなると期待される。

【利用・研究実施内容】

KUT-1PCは長さ514cm, EOS-1PCは450cm, SNT-1PCは108cmであり、十分な長さのあったKUT (南海トラフの陸側) とEOS (南海トラフの海側) の2本を主に分析した。各コアより連続的に採取したキューブ試料の自然残留磁化、初磁化率、ARM磁化率、等温残留磁化、低温磁気特性などの測定を行った。

大変興味深い結果として、これら2本のコアの示す岩石磁気学的特徴がまったく似ていないことである。まだ詳細な年代モデルができていないために、果たして同じ時代の地層をみているのかどうか分からないという問題はあるが、ほぼ同じ経度上で得られた試料にもかかわらず、EOSでは磁化率、ARM、SIRMなどが火山灰層以外ではあまり大きな変化を示していない。一方、KUTでは50cm以深で堆積環境の還元化を示唆する各種パラメータの特徴的減少が見られた。さらに、まだ理由の分からない変動も認められている。今後、年代モデルの確立とともに、このような問題を明らかにしていきたい。

採択番号 07B017

研究課題名 海洋無酸素事変（OAE）-2における有機地球化学的記録の超高解像度解析

氏名 根本 俊文
所属（職名） 金沢大学 自然科学研究科（大学院生）
研究期間 平成20年1月11日－平成20年1月25日
平成20年3月15日－平成20年3月25日
共同研究分担者組織 長谷川 卓（金沢大学 自然科学研究科 准教授）
守屋 和佳（金沢大学 自然科学研究科 PD）
他 学生2名

【研究目的】

本研究はOAE-2時期における気候の反応・変遷過程及びそれらを支配していた可能性のある軌道要素スケールもしくはそれ以下の規模の周期性の有無を知るため、北海道蝦夷層群のOAE-2相当層準において超高解像度でのバルク有機物炭素同位体比解析及び有機化合物の抽出・記載を行う。これらの層序学的な変動パターンを合わせて検討し、OAE-2発生時期にユーラシア大陸東端の環境はどのように反応していたのかを検討することを目的とする。

すでに昨年、同研究室の瀬尾によって約1万年間隔という非常に高解像度な $\delta^{13}\text{C}$ 曲線が報告され、欧米との対比が可能であることを報告している。つまりここでさらに高い時間解像度（およそ500年間隔）で試料を採取・分析を行うことによって、環境変動の進行速度の検討も行うことができ、欧米では非常に困難であったより短期的な議論を行うことが可能である。

【利用・研究実施内容】

北海道達布地域金尻沢で採取したOAE相当層準の泥岩（詳しくは泥岩中に含まれる有機物）について炭素同位体比の測定を行った。試料数は標準試料を含めて1・3月合わせて400試料である。泥岩試料は各試料3mg前後になるよう電子天秤を用いて秤量し、銀コンテナに詰めた後、酸処理をほどこした。試料乾燥後、銀コンテナを錫コンテナで包み、元素分析オンライン質量分析計Finnigan DELTA plus Advantage を用いて炭素同位体比の分析を行った。その結果、Paul *et al.* (1999)でも報告されている $\delta^{13}\text{C}$ 曲線の‘谷（B-notch）’の存在が本研究でも確認された。

今回の分析では $\delta^{13}\text{C}$ 曲線の‘谷（B-notch）’の後のプラト一部分が確認されなかったため、2008年に採取する予定である追加試料では $\delta^{13}\text{C}$ 曲線の‘谷（B-notch）’の後のプラト一部分が確認されることが期待される。

採択番号 07B018

研究課題名 コア掘削時に発生する二次磁化の付加およびピストンコアの変形と初期磁化率異方性への影響の評価

氏名 林田 明
所属(職名) 同志社大学 理工学部 (教授)
研究期間 平成19年12月25日 - 平成19年12月27日
共同研究分担者組織 福間 浩司 (同志社大学 工学部 准教授)
小玉 一人 (高知大学 海洋コア総合研究センター 教授)
他 学生2名

【研究目的】

Drilling-induced remanenceと呼ばれる磁化が掘削時に付加され残留磁化の伏角が鉛直方向に近くなる現象やAPCを含む多くのピストンコアの最上部の堆積物が伸張し初期磁化率の異方性に影響が現れる現象は海洋堆積物の古地磁気学の研究にとって重要な問題である。「ちきゅう」のピストンコア試料についてこれらの問題を検討することは、今後、IODPにおいて古地磁気学の研究を進めるうえでも必要な作業である。そこで、下北沖の「ちきゅう」慣熟航海(CK05-04)で採取されたコア(C9002A-1H to 3H, C9002B-1H to 5H)から採取したキューブ試料について、残留磁化と初期磁化率の異方性の測定を行い、掘削時の二次磁化およびコア堆積物の変形の評価を試みる。キューブ試料の磁気特性を船上の実験室で行われたハーフコアの残留磁化測定と交流消磁実験の結果と比較することにより、「ちきゅう」のコア試料の基本的な特性を確認することができる。

【利用・研究実施内容】

C9002A Hole A の深度0~26.2mとHole B の深度23.3~70.8mから約10cm間隔で採取されたキューブ試料について、Kappabridge (AGICO KLY-3S)を用いた初期磁化率とその異方性の測定を行った。また、超伝導磁力計(2G, 760R)を用いて自然残留磁化(NRM)の測定と段階交流消磁、非履歴残留磁化(ARM)の付加と測定を行った。これらの結果と船上でのスプリット・コアの測定結果を比較した。

半遠洋性の粘土質シルト堆積物に期待されるように、ほとんどの試料では磁気異方性楕円体の最大軸(Kmax)がほぼ水平に配列していた。しかし、一部にはKmax軸が鉛直方向に近い試料が存在し、コア採取時の堆積物の伸張の影響が表れている可能性が示唆された。その現象はコアの最上部(約40cm)に限られず、中部や下部にも認められた。

船上で測定されたNRMには5~10mTの交流消磁で磁化方位が大きく変化するデータが含まれている。この箇所のNRM強度は、磁性鉱物の含有量を示す他のパラメーターと調和的な変化を示さない。この原因としてDrilling-induced remanenceの影響が示唆される。20mTの消磁後の偏角はキューブ試料の結果とよく一致しているため、Drilling-induced remanenceは20mTの交流消磁で除去可能と判断される。

コアの中央部から採取したキューブ試料については、Kmax軸が鉛直方向に近くなっている箇所を除き、堆積物の伸張やDrilling-induced remanenceの影響は少ないと考えられる。ただし、Kmax軸が鉛直方向に近くなっている箇所ではキューブ試料においても伏角、偏角ともに大きな変動を示すところも存在する。これは、コアの変形が壁際に留まらず内部にまで及んだ可能性を示唆する。

採択番号 07B021

研究課題名 アイスランド溶岩の古地磁気・岩石磁気学的研究と地磁気永年変化

氏名 畠山 唯達
所属(職名) 岡山理科大学 情報処理センター (講師)
研究期間 平成19年11月20日－平成19年11月22日
平成20年3月10日－平成20年3月12日
共同研究分担者組織 河野 長 (東京工業大学 名誉教授)
田中 秀文 (高知大学 教育学部 教授)
山本 裕二 (高知大学 海洋コア総合研究センター 助教)

【研究目的】

我々はこれまで、高緯度域における地磁気永年変化の挙動を確認すべく、アイスランドで採取した試料についての古地磁気方位測定を行ってきた。本研究はそれを補完する目的で、岩石磁気測定を行うものである。海洋コア研究センターの振動磁力計 (VSM) および磁気天秤を用いて3種の岩石磁気学的測定 (磁気履歴, 熱磁気分析, およびFORCダイアグラムの作成) を行い, 残留磁化を保持する磁性鉱物の種類やサイズを同定することにより古地磁気方位記録の信頼性の検討を行った。

【利用・研究実施内容】

2007年度, 2度にわたるコアセンターでの実験で, 振動磁力計 (VSM) を用いて500試料のうち約140試料の磁気ヒステリシス曲線 (常温) を測定した。これですべての試料についての基本的な4磁気パラメータ (飽和磁化・飽和残留磁化・保持力・残留保持力) の測定が終了した。その結果をDay *et al.* (1977) に基づくダイアグラム上にプロットすると, 試料を採取した4地域のうちの今回の3地域 (Sudurdalur, Stortjarnir, Lundarhals) の試料では地域内で若干の違いはあるものの, ほとんどすべての試料で磁性鉱物 (マグネタイト) の主たる粒径分布は擬似単磁区粒子 (PSD) の領域に入った。これらの試料は古地磁気方位を求めるのに適したものであると考えられる。

また, いくつかの試料については, VSMおよび磁気天秤を用いた熱磁気分析とVSMによるFORCダイアグラム測定も行った。とくに熱磁気分析からは, 空气中 (ヘリウムガス流雰囲気下) での加熱冷却時における試料の磁気的な変質がわかった。これらの結果は, 今後, テリエ法および2段階過熱ショウ法を用いた古地磁気強度測定に適した試料 (実験室内再加熱に強いもの) を探すために活用する予定である。

今回の測定結果は, これまでの古地磁気方位測定の結果とあわせて, 今後論文にする予定である。学会発表などはそれに合わせてする予定。

採択番号 07B022

研究課題名 グレイガイトの熱磁気特性

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20年2月22日－平成20年2月23日

共同研究分担者組織 小玉 一人 (高知大学 海洋コア総合研究センター 教授)

【研究目的】

グレイガイトは強い磁性を示す鉄の硫化鉱物であり、とくに堆積物中の重要な自然残留磁化のキャリアーとして近年注目を集めている。申請者は台湾南西部の鮮新世浅海堆積層から得た純度の高いグレイガイト結晶を用いて基礎的な研究を行っている。グレイガイトの熱磁氣的ふるまいがより詳しく明らかになれば、堆積物の示す磁性の解釈をさらに厳密に行うことが可能になると期待している。

【利用・研究実施内容】

今年度は、グレイガイト試料の高温でのヒステリシス測定を行った。また、この測定の補助として、熱磁気天秤を用いた測定も行った。BNサンプルホルダーを用いたVSMによる高温測定は温度キャリブレーションが必要なため、そのための測定を行った。必要な温度補正は約50°Cであることが分かったが、さらなる再現実験が必要だろうと考えている。

高温ヒステリシス測定は、Mrs/Msの温度変化を観察するために行った。その結果は、Mrs/Msが急減する温度をキュリー点を考えると、約390°C (キャリブレーションの再検討が必要) となった。この温度は従来A. Robertsによって同じ下部古亭坑層から採取された試料について報告された330°Cよりかなり高い温度になっている。装置のキャリブレーションも含めて、さらなる実験が必要であることが分かった。

採択番号 07B023

研究課題名 房総半島に分布する鮮新～更新統の酸素同位体層序

氏名 岡田 誠

所属(職名) 茨城大学 理学部 (准教授)

研究期間 平成19年11月26日－平成19年12月1日

平成20年1月14日－平成20年1月19日

共同研究分担者組織 学生3名

【研究目的】

本研究では、房総半島の鮮新～更新統における酸素同位体比変動を明らかにすることにより、太平洋西岸海域における3Ma以降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：

千倉層群畑層において、層厚約3m間隔で計130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。130層準のうち、91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、31層準から *Uvigerina probosuidea* が、7層準から *Uvigerina hispidacostata* が、24層準から *Bolivinita quadrilatera*、1層準から *Cibicoides wuellerstorfi* が、15層準から *Bulimina striata* が、2層準から *Bulimina aculeate* 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19年11月26日からの5日間、および平成20年1月14日からの5日間の2回にわたり、コアセンターの質量分析計IsoPrimeを使用し、底生有孔虫殻の酸素・炭素同位体比分析を合計78測定行った。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。

測定結果および考察：

千倉層群畑層における既存の古地磁気層序から求められたOlduvai正磁極亜期の位置を基準として、今回得られた酸素同位体結果を、標準酸素同位体カーブであるLR04 (Lisiecki & Raymo, 2005) と比較することで、畑層における年代モデルを構築した。その結果、今回の測定層準は1.72～2.20Maの年代範囲であり、その間の平均堆積速度は68.6cm/kyrであることがわかった。

採択番号 07B024

研究課題名 白亜紀植物による炭素固定機構の解明

氏名 木原 孝
所属(職名) 千葉大学大学院 理学研究科 (大学院生)
研究期間 平成19年12月25日 - 平成19年12月28日
共同研究分担者組織 なし

【研究目的】

一般的にC4植物は新生代から出現したと考えられていますが、現在のC4植物は様々な植物の分類群において存在することから考えても、過去においてC4植物が普遍的に存在していた可能性があります。植物の内部構造の解剖学的観察によると、白亜紀前期のキカデオイデア類でC4植物に似たクランツ構造をもつ植物が存在していることが知られています。

そこで本研究では白亜紀前期の植物化石から炭素同位体を測定したいと考えます。測定された炭素同位体値を同時代の海洋の二酸化炭素や植物を採取した地層群全体、また各植物分類群の $\delta^{13}\text{C}$ を比較したときに、著しく異なる値を持つものが存在した場合、その植物がC3植物とは違う炭素固定機構をもつ可能性が高く、過去においてC4植物が存在していたという強い証拠となるはずで、その結果、C4植物というものが過去に普遍的に存在していた可能性が高まり、その起源や発達に関しての新たな可能性を示唆するものになるはずであると考えています。

【利用・研究実施内容】

植物化石および岩石の粉末試料120個の炭素同位体比を有機地球化学実験室のCHNS/O元素分析装置 (Flash EA1112), EA/IRMS (Elemental Analyzer-ConFlo III - DELTA plus Advantage) (ThermoFinnigan社製) を用いて測定しました。測定で使用した植物化石は銩子層群の海鹿島層、君ヶ浜層の両層から産出した約1億2500万年前のもので、シダ類が約70サンプル、ソテツ類が約10サンプル、そしてキカデオイデア類が約25サンプルであり、その他に岩石試料が4サンプルです。銩子層群から産出したキカデオイデア類の葉の構造に現在のC4型光合成回路をもつ植物と似た形質を持つものが存在するため今回の研究では銩子層群の植物化石を選んでいきます。銩子層群から産出する主要分類群を対象として、そのなかではシダ類がもっとも古い分類群で、キカデオイデア類とソテツ類は裸子植物であり両者は系統的に近く、シダ種子類という分類群から分岐したとされています。そのためこれら3つの分類群の炭素同位体比を測定してその値がどのようになるかを検討することにしました。試料は測定以外の処理を千葉大学で済まして、海洋コア総合研究センターでは試料を計量し、それを錫カップに入れて包んだものを測定装置に入れて測定を行うという作業をしました。測定は、はじめに各分類群から試料を1つずつ選んで、試料中にどれぐらい炭素が含まれているかを計測し、それを基に試料の量による誤差を少なくするため、各サンプルで測定する炭素量が等しくなるようにシダ類で0.250mg、ソテツ類とキカデオイデア類で0.050mgほどの分量を計量して包み、また8サンプルごとに標準試料と空の試料を設けて、なるべく異常が起こらないようにして行いました。試料の計量と錫カップに包む作業に1日を要し、測定は2日に分けてそれぞれ72サンプル、58サンプルずつ測定を行い、最後の日にそれらで得られたデータを整理する作業を行いました。測定結果はシダ類が $\delta^{13}\text{C}$ 値で約-26.4‰、ソテツ類が-25.8‰、そしてキカデオイデア類が約-26.4‰となりました。現生の植物ではC3回路とC4回路とでは炭素同位体比が $\delta^{13}\text{C}$ 値で約10‰の差がみられるので、今回測定した植物化石の炭素同位体比でも、過去の絶滅した植物であることを考慮しても何かしらの違いがみられるはずであると思いましたが、残念ながら著しい違いがみられないばかりか、ほとんど同じ値を示す結果となりました。しかしながら、今回の測定では各サンプルとも複数回の測定を行っていないので、結論を出すにはもっと試料を測定して、データを集める必要があると思われます。

採択番号 07B025

研究課題名 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19年3月27日～平成19年3月28日
共同研究分担者組織 なし

【研究目的】

本研究の対象である北海道東部・白糠丘陵地域の根室層群活平層は、白亜期最後期～古第三期前期にかけてほぼ連続的に堆積した地層である。活平層は北太平洋地域における白亜紀最後期～古第三期前期の環境変動等を考察する上で重要な研究対象となりうる。しかし一方で、活平層の正確な時代対比については十分明らかになっておらず、他地域のセクションとの詳細な対比には困難が伴うという問題があった。

そこで本研究では、根室層群活平層の正確な時代対比を目的として、北海道浦幌町茂川流布川のセクションについて古地磁気層序学的研究をおこなった。本研究によって活平層の古地磁気層序が確立されれば、他地域の上部白亜系マストリヒチアン階～古第三系ダニアン階との詳細な国際対比が可能になると期待される。

【利用・研究実施内容】

本研究では北海道浦幌町茂川流布川のセクションから採取された定方位ドリルコア試料をもちいて研究をおこなった。今回(平成19年度後期)の共同利用では、白亜系最上部に相当する層準から採取した試料から10点のパイロット試料(6層準)を選び、その残留磁化を測定して研究をおこなったセクションの試料が古地磁気層序学的研究に適しているかの評価をおこなった。

測定ではまず自然残留磁化(NRM)を測定し、その後段階交流消磁をおこない(2mT間隔)、各消磁段階における残留磁化を測定した。測定の結果、茂川流布川セクションの試料のNRMの磁化強度は $2 \times 10^{-6} \sim 6 \times 10^{-6} \text{ A/m}$ 程度であった。各試料ともNRM～14mT程度までの消磁範囲では磁化ベクトルの変化の挙動は安定であったが、16mT程度以上の消磁段階では挙動が不安定になった。磁化ベクトルの挙動が16mT程度以上の消磁段階で不安定になるため正確な議論はできないが、これらのパイロット試料の磁化成分は1つもしくは2つであると推定される。測定をおこなった6層準の試料の伏角は、下位から負、正、正、負、正、負の値を示した。ただし、16mT程度以上の消磁段階で磁化ベクトルの挙動が不安定になること、また根室層群の他のセクション(北海道厚岸湾西岸など)で測定されたデータから偏角が大きくなることから、今回測定した試料の採取層準における地磁気極性を結論づけることは現段階ではまだできない。今後は、熱消磁等を併用してさらに追加試料の測定をおこなうことで、検討をおこなっていく必要があると考えられる。

採択番号 07B026

研究課題名 下北沖CK06-06コアの微化石層序・酸素同位体層序にもとづく年代モデル構築

氏名 堂満 華子
所属(職名) 東北大学大学院 理学研究科 地学専攻 (客員研究者)
研究期間 平成19年10月29日ー平成19年11月15日
共同研究分担者組織 内田 淳一 (熊本大学大学院 自然科学研究科 研究員)
大金 薫 (東北大学 理学研究科 研究生)
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】

本研究では、地球深部探査船「ちきゅう」の下北沖慣熟航海において掘削されたCK06-06コア(C9001C)について、微化石層序学的ならびに酸素同位体層序学的研究を行い、CK06-06コアに年代モデルを作成することを目的とする。北西太平洋中高緯度域においては、これまで第四紀全体をカバーする酸素同位体層序は確立されていない。本研究では、約2000年の時間解像度で有孔虫の酸素同位体比分析を実施し、北西太平洋域の基準となる高精度な第四紀酸素同位体層序を初めて確立する。これに加えて微化石層序学的研究を実施することで、赤道域から北西太平洋中高緯度域にかけた化石基準面の時間的変異を高精度に明らかにする。

CK06-06コアに関しては、地球化学・地下微生物・古海洋各分野の様々な研究が今後予定されており、本研究による年代モデル構築は、これらすべての研究を遂行するうえで不可欠である。本研究による高精度な年代モデル構築によって、今後、北西太平洋親潮域の環境変動を高解像度で明らかにすることが期待される。

【利用・研究実施内容】

海洋コア総合研究センター所有の質量分析計IsoPrimeを利用し、C9001Cコアに含まれる底生有孔虫化石 *Uvigerina akitaensis* の殻の安定同位体比を測定した。C9001Cのコア5H~40Hの計237層準のうち、同位体測定に十分な個体数の *U. akitaensis* が抽出できた試料を対象に延べ236点の測定を実施し、そのうち226層準で有効な値を得ることができた。測定期間中の酸素同位体比の測定精度は0.05‰以下である。

C9001Cから抽出された底生有孔虫 *U. akitaensis* の酸素同位体比は2.8~4.8‰の範囲で変動し、その層的变化には氷期-間氷期サイクルに相当する周期的な変化が認められた。

C9001Cでは、年代を決定するうえで重要な微化石基準面が7つ認定されている。また噴出年代既知のテフラ層の挟在が確認されている。これらの中で、支笏第一テフラならびに石灰質ナノ化石 *Emiliania huxleyi* の初産出と *Pseudoemiliania lacunosa* の終産出は、酸素同位体ステージ (MIS) との関係が明らかになっていることから、これらをコントロールポイントとしてC9001Cの酸素同位体曲線を標準酸素同位体曲線 (LR04) と対比した。その結果、C9001Cの海底面下45m付近や155m付近、そして210m付近の層準で標準曲線には認められないスパイク状の変化が認められたものの、C9001Cの酸素同位体曲線と標準曲線とはおおむね調和的であり、C9001CコアにMIS 5~18に相当する可能性の高い14の酸素同位体ステージが認められた。

採択番号 07B029

研究課題名 ヒマラヤと日本の陸棚相三畳系に記録された炭素安定同位体比変遷

氏名 吉田 孝紀
所属(職名) 信州大学 理学部(准教授)
研究期間 平成20年3月13日ー平成20年3月17日
共同研究分担者組織 町山 栄章(海洋研究開発機構 高知コア研究所 サブリーダー)
他 学生1名

【研究目的】

目的

本研究は、ネパールヒマラヤと東北日本に分布する三畳紀初期の炭酸塩堆積物中の安定炭素同位体比を検討し、当時の中緯度帯における気候モード・炭素循環モードの時間的変遷データを得ることを目的とする。

期待される成果

下部三畳系では大きな炭素安定同位体比の負のエクスカージョンが検出される可能性がある。これと南中国や南極のデータを比較することで、地球規模での気候・炭素循環モードの変動を議論でき、三畳紀初頭の具体的な環境復元を可能とする。

【利用・研究実施内容】

ネパールヒマラヤのジョムソン地域から得られた下部～上部三畳系石灰岩約60サンプルと日本の北上山地に分布する三畳系泥質岩3サンプルについて、安定炭素・酸素同位体比分析を行った。分析は平成20年3月13ー17日に高知大学海洋コア総合研究センターのMAT253(無機地球化学実験室)を使用した。

その結果、ネパールヒマラヤの下部～中部三畳系石灰岩サンプルからはScythian(三畳紀前期)の層準において、同時にCarnian(三畳系後期)の層準において大きな炭素同位体比の変動を検出した。すでに実施していた泥質岩の化学組成データとあわせて検討すると、底質環境の酸化還元状態を表すプロキシの還元環境への変動が、上述の炭素同位体比の変動と呼応していると判断された。そのため、海底底層の酸化還元状態と炭素循環モードの変動が関連している可能性が見いだされた。

特にCarnianの安定炭素同位体比変動は3%程度の負のエクスカージョンを示し、この地域で得られたエクスカージョンとしては非常に大きい。現在、南テチス海の上部三畳系における炭素同位体比記録は非常に少なく、ネパールヒマラヤでは本研究が最初の成果となる。一方、北上山地のサンプルでは炭酸塩量が少なく、定量的なデータは得られなかった。ネパールヒマラヤの試料に関しては、三畳紀における炭素循環と海洋環境の変動の時間的・地理的広がり議論するための具体的視座をこの研究によって得ることができた。

採択番号 07B030

研究課題名 ネパールヒマラヤの下部三畳系石灰岩における化学組成と古地磁気ファブリック

氏名 吉田 孝紀

所属(職名) 信州大学 理学部(准教授)

研究期間 平成20年1月9日ー平成20年1月17日

共同研究分担者組織 町山 栄章(海洋研究開発機構 高知コア研究所 サブリーダー)
ゴータム・ピタンバー(北海道大学 理学研究科 特任准教授)

【研究目的】

目的

三畳紀初期は古生代の大量絶滅直後の時代であり、高温な気候条件と海洋環境の貧酸素・無酸素化が強く進行したとされる。

本研究は、ネパールヒマラヤの下部三畳系を対象に、この特異な堆積物を形成した三畳紀初期の古環境とその後の続成過程、さらには現世での元素移動について、堆積物の化学組成と古地磁気データを統合して、解析することを目的とする。

期待される成果

堆積物の古地磁気ファブリックと化学組成の複合的な検討によって、底質の酸化還元条件と底層水の水利条件の関連を検出でき、当時の特異な海洋条件と底層水との関連性が解明される可能性がある。また、古地磁気学的手法によって、堆積物の変成程度や変形履歴の情報を取得でき、変成・変形作用や風化作用に伴う化学的变化を評価することもできると考えられる。

【利用・研究実施内容】

ネパールヒマラヤのジョムソン地域から得られた下部～上部三畳系石灰岩約120サンプルについて、高知大学海洋コア総合研究センターのパススルー型磁力計測装置・熱消磁装置・パルス磁化器・スピナー磁力計・カップブリッジ(古地磁気・岩石磁気実験室)を使用して分析を行った。分析は平成20年1月9ー17日にかけて実施した。古地磁気測定の結果、初生的な残留磁化方位を検出することはできず、この地域の試料は弱い変成作用と強い深層風化を被っていることがわかった。

二次的な成分では、逆帯磁磁化を持つ試料が検出できたが、統計学的には有意ではなかった。正帯磁磁化を示す試料は、現在の地球磁場と比較して深い伏角を持ち、検討したすべてのセクションで見いだされた。これらの二次残留磁化成分は、すでに報告されているネパールヒマラヤの他地域のものと比較できる。

古地磁気ファブリックについては、試料の持つ異方性が非常に低く、変成作用や風化作用などによる後生的なオーバープリントによって不鮮明となっていると考えられる。また、この地域の試料の特徴として、マグヘマイトとゲータイトの存在があげられる。両者は深層風化によって生じた二次鉱物であり、酸化的な条件での天水の関連の元に進行したと考えられる。同時に行った化学分析からは、熱水の寄与は裏付けられなかった。

従って、このことはヒマラヤ地域の高い上昇速度と強い風化環境の影響を反映していると考えられる。そのため、堆積岩の元素組成を議論する際、地下環境の酸化還元状況に影響を受ける元素の扱いについて強い制限を設けることができたと考えられる。

採択番号 07B031

研究課題名 流動変形における転位及び動的再結晶の役割・流動変形のメカニズムの研究

氏名 隈 猛

所属(職名) 熊本大学大学院 自然科学研究科 理学専攻 地球環境科学コース
(大学院生)

研究期間 平成19年12月4日－平成19年12月7日
平成19年12月18日－平成19年12月21日

共同研究分担者組織 豊原 富士夫 (熊本大学大学院 自然科学研究科 講師)

【研究目的】

本研究では、地殻内部の塑性変形、特に褶曲の変形メカニズムを、転位の運動と動的再結晶の観点から研究する。その変形メカニズムを探るために、変成岩類に見られる微小褶曲などを薄片として観察する。

微小褶曲などの変形組織は、偏光顕微鏡下において光学的組織として観察される。分担者の豊原他が開発した試料作製法を用いて作製した試料では、薄片にエッチングを行う事で同一の薄片試料を偏光顕微鏡と微分干渉顕微鏡の両方で観察できるようになる。後者では、転位をエッチピット(エッチングされた孔)として見ることができ、偏光顕微鏡で観察した光学的組織のどこに、どのような転位組織が発達するかを観察できる。

本研究の特色は、光学、転位、動的再結晶の情報を同一の薄片試料から得ようとすることである。これら全ての情報を統一的に観察・解釈することにより、地殻内部で起こる変形メカニズムの解明へと繋がると考えている。

【利用・研究実施内容】

高知大学海洋コア総合研究センターのFE-SEMに取り付けてあるEBSDとCHANNEL 5のソフトウェアを用いて、微小褶曲している岩石薄片に見られる石英の結晶方位解析を行った。

現在までに解析を終えたのはエッチングしていた片麻岩薄片一つのみである。エッチングしていない薄片は研磨が足りなかったのか菊池パターンがうまく出なかったため解析が行えなかった。また、解析が行えた薄片でも、エッチングしていたためか、部分的に菊池パターンが出たり出なかったりしていたために完全なデータはとれなかった。データを取った場所は、褶曲軸近くや、褶曲翼部など8カ所であるが、場所によってデータ量に差が見られる。この点は、痕が更に改良が必要である。

信頼できると思われる方位解析データと微分干渉顕微鏡での転位、結晶粒界の観察をもとに、粒界を境にした石英粒子間の結晶方位差が小さいときは、エッチングによる粒界の腐食があまり進まず、結晶方位差が大きいときは腐食が進んでいるだろう事がわかった。また、Dauphiné双晶の境界は、エッチングでは殆ど表れないことがわかった。このことから、c軸の方位差がエッチングによる腐食のされやすさを反映していると考えられる。現在までの成果として最も大きいのは、EBSDによる結晶方位差がわかったことによって、偏光及び微分干渉顕微鏡下での粒界の組織のどれが高角粒界であり、どれが低角粒界であるかがかなり解析できたことである。これによって、光学的変形組織を形作る上で最も重要と考えられる動的再結晶作用に関する情報が得られる。今後更に解析を進めると共に、試料数を増やす必要があると考えている。

採択番号 07B033

研究課題名 氷期-間氷期サイクルに同期した大気CO₂濃度の変動要因の解明

氏名 加藤 泰浩

所属(職名) 東京大学大学院 工学系研究科 システム創成学専攻 (准教授)

研究期間 平成19年10月29日-平成19年11月5日

平成19年11月29日-平成19年12月13日

平成19年12月6日-平成19年12月20日

共同研究分担者組織 学生2名

【研究目的】

南極氷床コアのデータより、第四紀の氷期-間氷期サイクルに同期して、大気CO₂濃度が氷期に180-200ppm、間氷期に280ppmと大きく変動したことが明らかになってきた。この氷期-間氷期サイクルのタイムスケール(10⁴-10⁵年)における大気CO₂濃度の変動要因については解明されていないが、大陸地殻を構成するケイ酸塩鉱物の化学的風化がその要因の1つとして挙げられている。もし、こうした固体地球の応答が本当に起こっているのであれば、現在の大気CO₂濃度の増加による地球温暖化問題への対策を検討する際に非常に重要である。近年、ケイ酸塩鉱物の化学的風化強度の最も有効なプロキシとして、海水のOs同位体比組成が注目されている。我々は、南太平洋のLau海盆から採取された海底堆積物が過去50万年間の海水のOs同位体比組成変動を記録している可能性が高いことを突き止め、すでに試料を入手した。まずは、堆積物中に含まれる有孔虫殻の酸素同位体比を測定し、堆積年代を正確に決めなければならない。そして、これらの試料により、大気CO₂濃度変動に対する固体地球の応答を解明できれば、現在の温暖化問題の解決に大いに貢献できるはずである。

【利用・研究実施内容】

平成19年10月29日-平成19年11月5日および平成19年11月29日-平成19年12月13日において、村山雅史准教授と佐川拓也博士のご指導の下、以下の分析を行った。

まず、微化石処理で有孔虫の洗い出しを行い、乾燥機で半日乾燥した。次に、微化石画像処理室で250 μm~350 μmのサイズの*Globigerinoides ruber* (*G.ruber*)の化石を層準ごとに20個体ずつピックアップした。ピックアップした*G.ruber*の殻の化石をスライドガラスを用いて丁寧に割り、炭酸塩や硫化物などの二次鉱物をできる限り除去した。次に、無機地球化学実験室でメタノールと超純水を用いて*G.ruber*の殻の化石を超音波洗浄し、炭酸塩等の不純物を除去した。そして、乾燥した*G.ruber*の殻の化石60 μg~100 μgをバイアルに秤量した。同様に、NBS-19を標準試料として60 μg~100 μgをバイアルに秤量した。

以上の前処理をした後に、MAT253を用いて酸素同位体比を測定した。そして、得られた酸素同位体比の値から作成した変動曲線と標準曲線であるSPECMAPを比較した結果、解像度2500年の高精度で堆積年代を決定できた。本研究試料は47万年前~25万年前の間においてほぼ連続的に堆積したサンプルであることが判明し、氷期-間氷期サイクルに同期した大気CO₂濃度変動に対する固体地球の応答を解明するのに適した試料であると結論付けた。

採択番号 07B034

研究課題名 海底堆積物を用いた放射性同位体Be分布の解明

氏名 永井 尚生
所属(職名) 日本大学 文理学部 (教授)
研究期間 平成19年12月17日 - 平成19年12月20日
共同研究分担者組織 齋藤 敬 (日本大学 文理学部 化学科研究員)
他 学生2名

【研究目的】

長半減期放射性核種 ^{10}Be (半減期1.5Ma) は1950年代から海底堆積物中の分布について研究が行われており、過去1000万年程度までの年代測定等への応用が検討されてきたが、大気-海水-堆積物中のグローバルな分布或いはその間のフラックスについての定量的なデータが不足しているため、 ^{10}Be 年代等の応用手法が確立していない。本申請研究では、海底の表層堆積物中の放射性同位体 (^{10}Be) の濃度測定を中心とし、溶出実験、マンガノジュールの分析、土壌の分析などを行う。これらの結果については、同時期に研究船によって採取された大気や海水中のBe分布との比較を行い、同核種のグローバルな緯度分布や海水中の深度分布、海底へのフラックスを定量的に評価することを目的とする。これにより、Be同位体をトレーサーとしての実用性を高めることが可能となり、グローバルな物質循環の解明への寄与が期待される。

【利用・研究実施内容】

[利用・研究実施内容]

研究船白鳳丸KH-00-3, KH-03-1, KH-04-5次航海および淡青丸 KT-07-27次航海においてマルチプルコアラーにより採取した堆積物試料について、XRFによる主成分組成分析、レーザー粒度分布測定器による粒度分布測定、ペンタピクノメーターによる真密度測定を行った。

[得られた成果]

今回は主として、KH-03-1, KH-04-5, KT-07-27次航海において採取した試料について測定を行ったが、これらの試料についてのBe同位体 (^{10}Be , ^9Be) の測定は、現在進行中及び今後測定予定であるため、報告すべき成果は得られていない。今回再測定を行ったKH00-3試料(西部北太平洋日本-ハワイ間, 20-40°N) についてはBe同位体の測定がかなり進んでいる。その結果、この海域のRed Clayにおいては、 ^{10}Be 濃度が粒径分布に依存し、表面積に比例する傾向が見られた。堆積物中の ^{10}Be 濃度は大部分が $4\text{-}6 \times 10^9 \text{ atoms g}^{-1}$ であり、Red Clayの供給源と考えられる(中国)土壌の濃度(0.1-1)と比べ一桁高い。この差分は海水からの除去過程により供給されているが、堆積物中のBe同位体比 $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ から推定される付加された海水起源の $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ は、報告されている北太平洋深層の海水中の $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ と異なっていた。これについては、今後海水 ^{10}Be , ^9Be 鉛直分布測定を行い、その結果と併せて海水から堆積物への除去過程について検討を行う予定である。

採択番号 07B035

研究課題名 広見川流域からの四万十川本流への物質循環

氏名 松田 宗明
所属(職名) 愛媛大学 農学部 環境計測学 (助教)
研究期間 平成20年2月28日－平成20年2月29日
共同研究分担者組織 森田 昌敏 (愛媛大学 農学部 環境計測学 教授)
河野 公栄 (愛媛大学 農学部 環境計測学 准教授)
他 学生3名

【研究目的】

国内で、最後の清流と言われている四万十川の河川水質の悪化は、年々深刻になっている。特に各支流からの汚れが指摘されており、愛媛県側からの支流である広見川流域の浄化対策も求められている。

約30年余り前に広見川に天然鮎の遡上しなくなった原因について調査した経緯があるが、現在に至って明確な理由は不明である。本年度より南予地域活性化推進の1つとして、広見川河川環境の改善が提案され、多角的に方策を考える中の1つとして河川水中の化学物質等の挙動を研究するものである。

物質の挙動や収支バランス等を研究することにより、浄化対策の一助になるものと考えている。

【利用・研究実施内容】

[利用・研究実施内容]

河川水中の一般水質項目を含め、化学物質（農薬、トリクロサン等）の濃度測定することにより、その挙動や収支バランス等を調査することであるが、同時に懸濁粒子状物質の形状、粒度分布等のデータが不可欠であり、フロー式粒子像分析装置（Sysmex FPIA-2100）を使用する。

[得られた成果]

フロー式粒子像分析装置（Sysmex FPIA-2100）を使用予定であったが、機器が故障してしまい、今年度の利用については断念し、次年度に申請を再度行うことになった。

採択番号 07B036

研究課題名 海洋環境におけるメタンの地球化学的研究

氏名 中山 典子
所属(職名) 東京大学 海洋研究所 (助教)
研究期間 平成19年10月15日,
平成19年11月27日ー平成19年12月1日
平成20年3月4日ー平成20年3月8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】

メタンの炭素・水素安定同位体比は、地球表層の化学的、物理的、地質学的、生物学的過程を正確に理解するために役立つことがわかってきている。本研究は、これらをトレーサーとして冷湧水域における堆積物中の間隙水および海水中の溶存メタンの起源やその挙動、収支バランス等を明らかにし、これらの結果をもとに冷湧水の供給源や流入過程を考慮した物質循環について包括的な解析を行うことを目的とした。この目的を達成させるために、まず、測定精度が良く、かつ簡便に測定できる新たな連続フロー式同位体質量分析システムの構築を行う。本研究で得られた成果は、炭酸系の地球化学（特に海洋環境におけるメタンの収支）に大きく貢献することが期待できる。

【利用・研究実施内容】

上記研究目的を達成させるためには、第一に、高知大学海洋コア総合研究センター保有のGCC-MASS (DELTAplusXP) を使用し、これと水試料の前処理ラインであるガスクロマトシステムを連結した分析システムを構築し、測定精度がよく、かつ簡便にメタンの炭素・水素安定同位体比を測定できる新たな分析方法の確立を行う必要がある。そのためには、同重体による干渉や O_2 との反応によるイオン化室内での酸化物の生成を避けることが必要であり、水試料中の CH_4 ガスのみを同位対比質量分析計に導入することが好ましいと考えられる。今回新たに前処理真空ラインを製作し、この真空ライン内へ試料中の溶存ガスを導入して CO_2 、 N_2O 、 H_2O などの不純物を冷媒法により吸着除去した後、試料ガスをクロマトグラフィー装置に設けたキャピラリーカラム (PoraPLOT-Q) を使って他の物質と分離した。その後 $960^\circ C$ の酸化炉でメタンを燃焼させて質量分析計に導入して分析を行った結果、本研究目的を達成させるために必要な精度まで至ることができなかった。この主な原因について、 CO_2 、 N_2O 、 H_2O などの不純物の吸着除去がまだ十分でないことが考えられる。今後、さらなる精度向上のための前処理真空ラインの改善（主に不純物除去方法の再検討）という課題が残った。