

平成27-31年度 文部科学省 科学研究費助成事業  
新学術領域研究

# 核-マントルの相互作用と共進化 ～統合的地球深部科学の創成～

## CoreMantle evolution

02-09 各研究班の研究トピック

02-03 地球深部での固体の流動変形をさぐる  
～D111型ガイドブロックの導入～

04-05 超高压発生装置“ダイヤモンドアンビルセル”  
～地球内部の全元素分配決定にむけて～

06-07 日本島弧地殻のウラン・トリウム濃度推定にむけて  
～捕獲岩の地球化学的研究～

08-09 地球ニュートリノはどこから来た？  
～新型検出器の開発にむけて～

10-13 イベント報告

14 受賞

15 新人紹介・その他トピック

16 国際交流・編集後記



西原 遊

愛媛大学  
地球深部ダイナミクス  
研究センター

## 地球深部での固体の流動変形をさぐる

マントル対流という言葉を目にしたことがあるという人は多いのではないのでしょうか？地球内部のマントルでは地質学的な長い時間をかけて物質が対流しています。対流とは、流体の流れによって熱が伝えられる現象です。地球マントルは大部分が固体岩石ですが、1000°Cを越える高い温度のため地質学的な長い時間の中では流体として振舞います（図1）。マントルの内側にあり地球の中心に位置する核はさらに高い温度にあり、この核の持つ熱を原動力としてマントルの対流が起こっています。このマントル対流により、地球は数十億年の時間をかけて徐々に冷えていっています。また、マントル対流の存在によって、地表と地球深部の間で物質のやり取りが起こってきたと考えられています。こういったことから、マントル対流は地球の歴史の鍵を握る重要な現象の一つです。いっぽう、核の内側半分にあたる固体金属の内核には、地震波速度異方性といって、地震波の伝わる速度が南北方向と赤道方向で大きく異なる不思議な特徴を持っていることが明らかになっています。この地震波速度異方性が生じている原因の一つの可能性として、内核での固体金属の流動変形が挙げられています。

このような地球内部での固体の流動変形を正確に理解するために、本新学術領域研究の A01-1 ダイナミクス班では、新しく「D111 型ガイドブロック」を導入して、実験的研究を進めることを計画しています。

D111 型ガイドブロックは、物質の流動変形実験を高い圧力で行うための装置の一部です。これを使うことにより、地球の下部マントルに相当するような高温高圧下の変形実験を実現できると期待されています。図2にこのガイドブロックを用いた D111 型高圧変形実験装置（以下では簡単に「D111 型装置」と呼ぶ）の概念図を示します。装置名に付けられている「D111」とは、変形を意味する英語 Deformation の頭文字「D」と図2の右部に示されるような圧縮・変形の方法を表現する専門用語「[111] 方向」の「111」を組み合わせたものです。D111 型装置は川井型マルチアンビル装置（以下「川井型装置」と呼ぶ）を変形実験用に改良したものに当たります。川井型装置では、試料を中心に収めた正八面体型の圧力媒体を 8 個のアンビルで取り囲み、全体を 8 方向から同じ力で圧縮することで高い圧力を発生させます。圧力媒体は主にセラミックス、アンビルは超硬合金など

の高硬度材料でできています。いっぽうの D111 型装置では、川井型装置の仕組みにより高圧を発生させたい一方で、さらに向かい合った一対のアンビルを独立して動かすことで、高圧力を保ったまま試料を変形させます。圧力媒体の内部に発熱体を組み込んでおくことで、地球深部のような高温高圧力下での実験が可能になります。一般的に川井型装置を使った高温高圧実験では、数多くのセラミックス製の部品を高精度で作成し正確に組み立てる必要があります。慣れていない人には難しく実験の成功率は高くないものです。D111 型装置を使った実験では、高温高圧を発生させたい一方でさらに試料を変形させる必要があることから、より注意深い準備・操作が必要です。最近のわれわれの典型的な実験では、図2の右端に示されている圧力媒体の一边の長さが 7mm、その中心に配置される試料が 0.5mm です。図では省略されていますが、さらに試料を効率的に変形させるための硬いピストン、変形の量を計測するためのひずみマーカーを試料周辺に正確に配置する必要もあります。この実験の難易度の高さを想像いただければと思います。

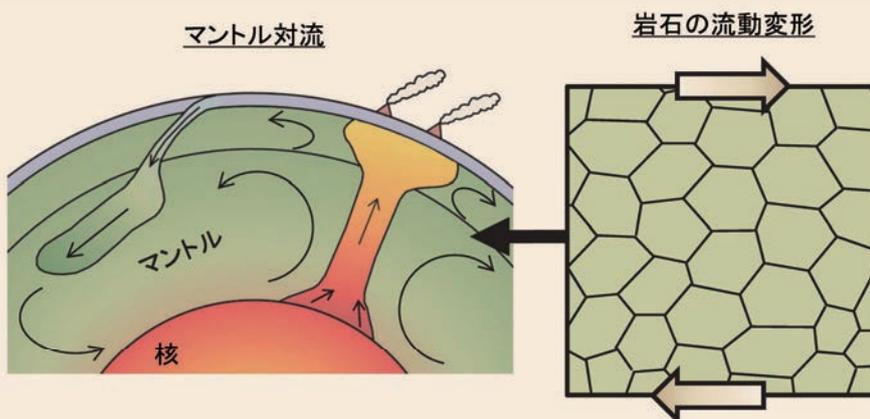
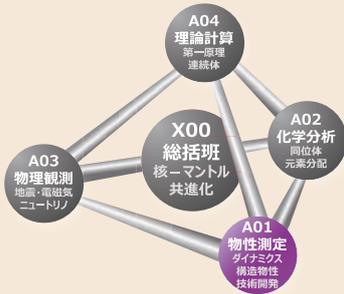


図1. マントル対流。

研究項目トピック



## 研究項目A01: 物性測定

核とマントルの構造と運動を支配する鉱物学的・物質科学的実験データを、地球深部に相当する高温高压条件のもとで実験的に収集します

### ～D111 型ガイドブロックの導入～

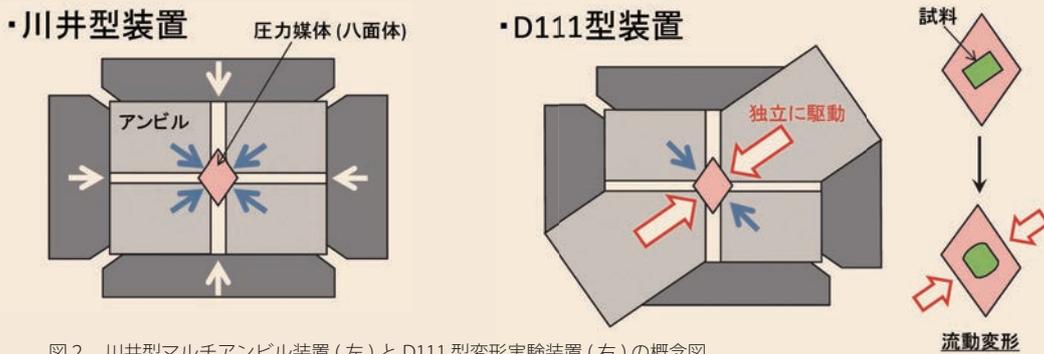


図2. 川井型マルチアンビル装置 (左) と D111 型変形実験装置 (右) の概念図。

D111 型装置のアイデアはわれわれ独自のものではなく、近年、イギリス・アメリカの合同グループが考案し実用化を進めてきたものです。そのグループの中心人物の一人がイギリスのユニバーシティ・カレッジ・ロンドン (UCL) の David Dobson 教授です。2016 年 8～9 月にわれわれは、Dobson 教授の研究室に滞在し、実際に D111 型装置を使った実験を行う機会を得ることができました。私は岡山大学の Xu Fang さんとともに約 2 週間滞在し、また、九州大学の久保友明さんと岡山大学の芳野極さんが短期間滞在して実験に参加しました。初めて使う装置でわからないことばかりなので、Dobson 教授、Simon Hunt 研究員らに全面的に助けをもらいながらの実験でした (図3)。実験開始当初は、ブローアウトと呼ばれる、圧力媒体の爆発的な噴き出しが起る失敗ばかりで苦労しましたが、原因を追求しながら実験をくり返すことで、滞在期間の終盤にやっとねらい通りの実験に成功しました。失敗続きで苦労はしましたが、原因究明のために様々な試行錯誤をしたおかげで、装置の仕組みや問題点について深く理解することができました。すべての実験に成功するよりも価値の

ある経験が出来たとすら思えます (負け惜しみも入っていますが)。

Dobson 教授の実験室の一部は、昔は X 線回折の法則で知られるブラッグ父子の父ウィリアム・ヘンリー・ブラッグの実験室だった部屋で、ブラッグの残した装置もまだ残っているようでした。ケンブリッジ大やオックスフォード大に比べれば新しい大学ではあるのですが、UCL の学問の伝統の重みを感じました。また、多くの古い装置が捨てられずに残されている様子は、古いものを大事にするイギリス人の性格を表しているように思いました。ちなみに、UCL はイギリスの首都ロンドンの中心部にあり、研究室から大英博物館までは徒歩 10 分、その他の多くの観光名所にもアクセスがよく、実験の合間に出かける楽しみがありました。Dobson 教授には、イギリスの名物料理フィッシュ & チップスのレストラン、アイリッシュパブなどに招待してもらい、それほど長くはない滞在中で実験・研究以外の面でも楽しく過ごしました。

UCL での実験の経験そして Dobson 教授らからももらったアドバイスは、日本で D111 型ガイドブロックを作成するにあたって大いに役に立っています。2016 年 12 月現在、D111 型ガイドブロッ

クは工場で作成中ですが、2017 年からはテスト実験がスタートできる予定です。この装置を使って、UCL の装置では困難だった地球下部マントルの温度圧力下での変形実験が実現できることを期待しています。

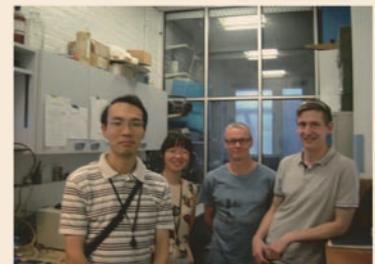


図3. UCL に滞在中の写真。(上) D111 型装置の実験準備中、(下) 実験室で記念撮影、左から筆者、Xu Fang さん、D. Dobson 教授、S. Hunt 研究員。



館野 繁彦

岡山大学  
惑星物質研究所

## 超高压発生装置 “ダイヤモンドアンビルセル”

「地球の中は何があるのだろうか?」というシンプルな疑問は、1864年のジュール・ヴェルヌ著「地球中心への旅」へさかのぼります。何度か映画化もされているのでご存知の方も多いでしょう。主人公らはアイスランドにある火山に行きその火口から地球中心を目指すという冒険小説です。ここに描かれているような大空洞や大型生物の生息は、残念ながら実際の地球内部にはなさそうですが、地球深部への興味は今も私たちを駆り立てています。1970年からロシアのコラ半島で行われた掘削では19年かけて深度12kmまで到達しました。現在は海洋研究開発機構の地球深部探査船「ちきゅう」がマントルを目指しています。図1に示すように地球中心までは6400kmあるので、これでもごく表層までしか到達できていないこととなります。人類は今や42,000,000kmかなたにある小惑星からサンプルを直接持ち帰る技術を持っていますが、たった10km深部の岩石をも直接採取することはできません。地球内部はまだ未知の世界なのです。一方で、我々は縦横無尽に伝搬する地震波を使って地球内部を直接観測することはできますし、観測で得られた事実を実験で検証することができます。地球深部相当の極限環境を再現する高温高压実験です。ここでは、ダイヤモンドアンビルセル(DAC)という高压発生装置について紹介します。

DACを用いた実験では、図2にあるように0.15カラットほどの単結晶ダイヤモンドを2つ用います。宝石用よりも不純物が少なく包有物も皆無である極めて高品質なダイヤモンドです。先端は試料を載せるために平坦にカットしてあります。これをキュレットといいます。ここに荷重が加えられることで試料に圧力がかけられます。発生可能

圧力はこのキュレットの面積で決まるので、目的に応じて使い分けます。直径0.6mm(600μm)のものから、地球中心の圧力発生(365万気圧)のためには0.03mm(30μm)のものを 사용합니다。人の髪の毛が直径約60μmですので、それよりも小さいこととなります。これらが手のひらサイズ(直径5センチ、厚み3センチ)のDACにセットされます。ダイヤモンドを用いる利点は、その耐久性(世界一硬い物質)に加え、紫外-可視-赤外とあらゆる波長の光に対して透明であることが挙げられます。特に可視光が使えることは大変有用です。つまりダイヤモンドを通して高压下の試料を直接顕微鏡で見ることができるのです。さらに近赤外レーザーを照射すれば試料を加熱することができ、地球内部相当の高温環境も再現可能ですし、X線を照射すれば結晶構造や弾性波速度をはじめとする、物質が持つあらゆる情報を得られます。

高压下の試料を観察できる簡単な例として、図3に水の高圧実験の例を紹介いたします。DAC内部にある金属製の試料室に水道水を充填します。次に加圧用のネジをひねって高圧力をかけると水の中に結晶が現れます。室温(25度)

で行っている実験ですが、これは氷です。この現象を相転移といいます。図3左下のグラフは温度圧力に応じた相変化を示したもの(状態図)です。“氷1”という氷が普段目にする氷です。この図の矢印の方向に温度一定のもとで圧力をかけることで、“氷6相”という氷に相転移することが目視で観察できたわけです。状態図からも分かるように、高压ほど氷が溶けて水になる温度は上がり、大気圧下では冷凍庫に入れないとできない氷も、高压力下ではずっと高温まで氷のままです。

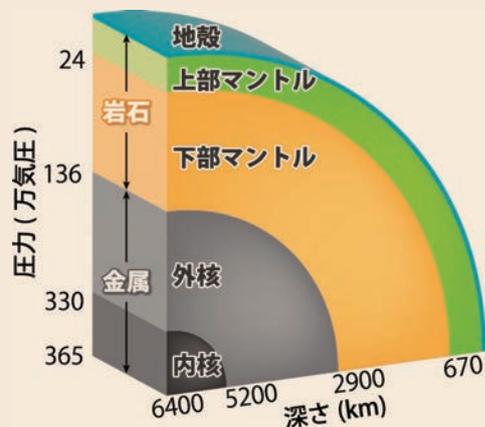
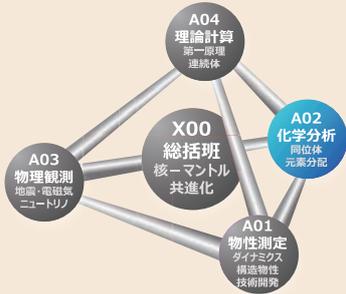


図1. 地球の断面図。



図2. ダイヤモンドアンビルセル(DAC)とその中にセットされているダイヤモンド。

研究項目トピック



## 研究項目A02: 化学分析

マントル由来物質や高压合成試料の微小領域分析により、核-マントル間の元素分配や同位体分別を制約します

# ～地球内部の全元素分配決定に向けて～

従って、天王星や海王星といった巨大水惑星内部にある氷は数千度の熱い氷です。状態図には様々な番号のついた氷が記されています。これは結晶構造が異なる氷を表し、それぞれ固有の安定領域を持ちます。このように高压力環境下では、物質は相転移を起こし、その結晶構造を変化させます。高压力の印加は他にも物質に様々な物理的・化学的性質の変化を引き起こします。

DAC 実験における試料サイズはとても小さいので、そこで何が起きているのかを観察するためには、特別な分析方法が必要です。代表的な手法がX線をを使った手法です。兵庫県にある大型放射光施設 SPring-8 では世界最高輝度の X 線を使って様々な分析が可能です。図 4 はビームライン BL10XU の光学ハッチ内部 (実験室) の写真です。このビームラインでは主に X 線回折法を使って、超高压高温下における物質の結晶構造を決定することができます。この実験室で私達は地球中心の温度圧力条件を世界で初めて再現するとともに、内核を構成する鉄の結晶構造を世

界で初めて決定しました。

前に述べたように、地球を構成する物質のうち私達が手にすることができるのは、表層のごく一部の地質試料のみです。したがって地球全体が何でできているのか、言い換えると地球全体の化学組成については全くといって良いほど分かっていません。一方で太陽の化学組成は太陽大気のスเปクトル分光分析によりかなりよく決まっています。太陽は太陽系全体の質量の 99.87% を占めることを考えると、太陽系の元素組成がすでに分かっていると言えます。残りの質量はたった 0.13% で、これが地球を含めた惑星・小惑星になります。ごくわずかですが、これが太陽系の成り立ち、惑星形成過程の理解には欠かせない情報になります。図 1 に示したように地球は層構造をなしていますが、地球誕生後にはほぼ均質でしたが、まず重い金属鉄が分離し核を作り、一方岩石圏では様々な火成活動が起こり化学的に分化した結果、この姿に至っています。この間、各元素はそれぞれ的好みに応じて岩石からなる地殻・マ

ントル、金属からなる核へと思い思いの場所に移っていきました。さらに岩石圏では 4000 種を超える鉱物へと分配されます。中心核は金属鉄でできていますが、じつは 10% ほどの軽元素が入っているとされています。これらの元素の所在を明らかにするためには、化学組成分析が有効です。そこで、地球内部を構成する候補となる物質を高温高压にさらし、大気圧にもどした試料に対し、走査型電子顕微鏡、透過型電子顕微鏡、誘導結合プラズマ質量分析装置、二次イオン質量分析装置など様々な分析装置を駆使することで、様々な元素を対象に化学分析を行っています。これらを駆使することで、地球内部のどこにどれくらいの元素があるのかを知ることができます。近年、高温高压発生技術や分析技術がともに目覚ましく発展し、いよいよこの問題に取り組む技術的な基盤が整いつつあります。地球がどのように誕生し、その原材料物質は一体何か。地球の成り立ちについて次々に新しい発見が生まれるでしょう。

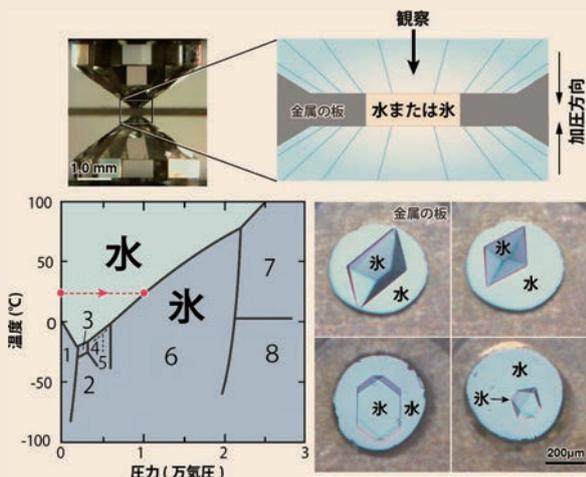


図 3. 水の高圧実験。金属で作られた試料室に水を充填し、室温下で高压をかける (左下状態図の赤矢印) と、水と氷の単結晶が共存している様子を観察することができる。

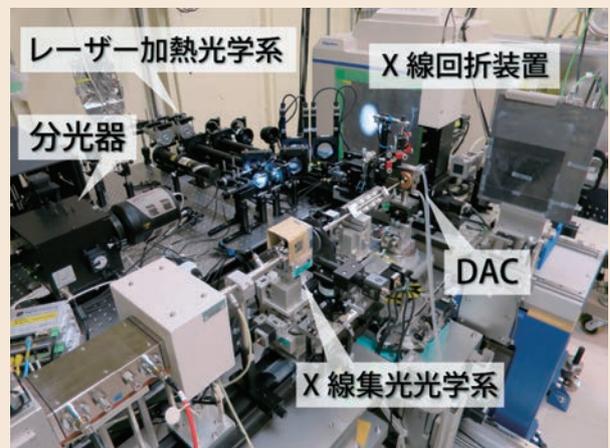


図 4. 大型放射光施設 SPring-8 のビームライン (BL10XU)。地球内部の高温高压環境を再現した状態で、物質の結晶構造を決定することができる。



飯塚 毅

東京大学大学院  
理学系研究科



上木 賢太

東京大学  
地震研究所



## 日本島弧地殻のウラン・トリウム濃度推定に向けて

ウランとトリウムは太陽系の 0.01% にも満たない化学成分ですが、その放射性崩壊時に多量のエネルギーを放出するため、惑星の重要な熱源となります。したがって、地球の熱進化を解明するためには、地球内部のウラン・トリウム量を精確に決定する必要があります。しかし、我々が直接入手できる地球内部物質は、地殻及びマントル最上部の岩石だけであり、地球深部のウラン・トリウム量を決定することは困難です。そこでこれまで、『難揮発性の元素（ウランやトリウムを含む）の相対濃度については、地球全体と太陽で等しい』という仮定のもと、太陽組成を反映するコンドライト隕石<sup>注</sup>から地球内部のウラン・トリウムなどの元素存在量が推定されてきました。しかし、この仮定の妥当性の検証は十分になされておらず、ウラン・トリウム推定量の確かさも不明です。さらに、地

球の集積や核形成の時期の推定にも上記の仮定は置かれており、その仮定の確かさを評価することは地球科学において非常に重要です。

近年、地球内部のウラン・トリウム崩壊時に放出される地球ニュートリノを観測することで、その存在量を推定する試みがなされています（詳細原理は、8~9 ページの研究紹介を参照）。この方法では、上記の仮定を置かずウラン・トリウム量を推定することができます。しかし、地球ニュートリノから地球内部のウラン・トリウム量を推定するためには解決すべき課題があります。それは、検出器周辺の地殻に由来するニュートリノのフラックスを決定することです。ニュートリノの検出確率は生成場所が近いほど高く、地殻はウラン・トリウムを高濃度含みます。したがって、地球の大部分を占めるマントル由来の地球ニュートリノフラッ

クスを決定し、地球全体のウラン・トリウム量を決定するには、まず地殻由来のニュートリノフラックスを決める必要があるのです。そこで我々の研究班では、検出器 KamLAND による地殻由来ニュートリノのフラックス決定に二つの方法で取り組んでいます。一つは、岩石学・地球化学・地球物理学を組み合わせることで日本島弧地殻のウラン・トリウム濃度を推定するもので、もう一つはニュートリノ検出器を改良し到来方向を検知可能にするというものです。以下に前者の研究について紹介します（後者については 8~9 ページの研究紹介を参照）。

注) コンドライト隕石：コンドラールと呼ばれる数 mm の球粒を含む石質隕石で、太陽系初期に形成されてから溶融を一度も経験していない原始的な隕石。

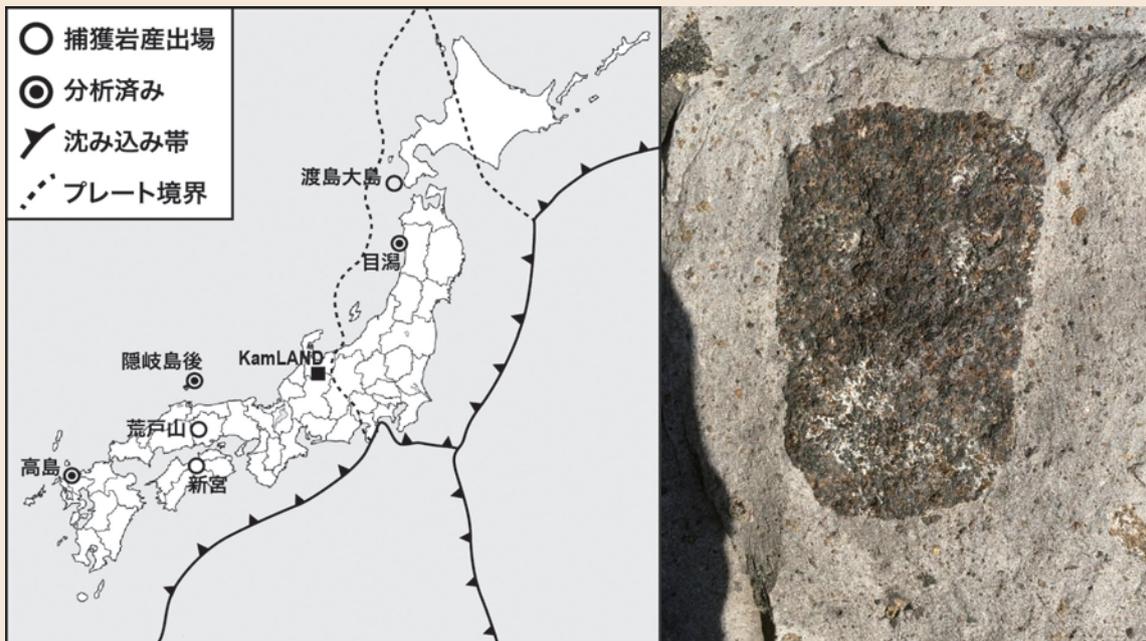


図1. 深部地殻・マントル起源の捕獲岩産出地域と捕獲岩の写真。捕獲岩のサイズは、長径 20 cm ほど。

研究項目トピック

長尾 潤

東京大学大学院  
理学系研究科



研究項目A03:物理観測

地震・電磁気・地球ニュートリノの観測技術を駆使し、核とマントルにおける物質の移動と変形などに関する実証データを取得します

~捕獲岩の地球化学的研究~

日本島弧地殻の厚さは 30~40 km あり、その表層部の組成は良く分かっていますが、地殻全体の組成については不確かです。これは、深部地殻の岩石を入手することが難しいためです。掘削で到達できる深さは約 10 km で、島弧地殻の半分にも達しません。しかし、深部地殻やその下のマントルの岩石は、捕獲岩として局所的に産出します。捕獲岩は、地下深部からマグマが噴出する際にマグマの通り道で取り込まれて表層まで運ばれた岩石です(図1)。我々はこれまでに、東北日本から南西日本に渡る複数箇所において、約 200 個の捕獲岩を採取し、その化学組成を分析してきました。その結果が図2で横軸に二酸化ケイ素濃度、縦軸にウラン濃度とトリウム濃度をとって示されています。図中には先行研究で報告された、表層に存在する火山岩の分析結果も比較のため示しています。この図から、捕獲岩の多くは火山岩よりも二酸化ケイ素・ウラン・トリウム濃度共に低い傾向を示すことが分かります。このことは、深部地殻岩石の方が表層地殻岩石に比べ、マフィックで(ケイ素に乏しくマグネシウムや鉄に富み)高い密度をもち、ウラン・トリウム濃度が低いことを示します。一方、捕獲岩が産出する地域は局所的で日本海側に偏っているため、他の地域の深部地殻のウラン・トリウム濃度を直接測定することはできません。

そこで現在我々は、岩石学・地球化学データを地震波データと併せることで、日本島弧地殻全体のウラン・トリウム濃度を決定しようと試みています。地震波が岩石中を伝わる速度は岩石の化学組成と鉱物組み合わせによって変わるため、地震波速度を調べれば日本島弧地殻を構成する岩石種を推定でき

ます。一方、地震波速度に影響を与えるのはケイ素・マグネシウム・鉄のような主要元素組成なので、地震波データからウラン・トリウムなどの微量元素組成を直接制約することはできません。そこで、先述した方法で入手できる地殻構成岩石について系統的に微量元素を測定し、それぞれの岩石種のウラン・トリウム濃度の分布を調べ、その結果と地震波データから調べられた岩相分布を組み合わせることにあります。この方法で日本島弧地殻内のウラン・トリウムの濃度分布を推定でき

ば、地殻由来ニュートリノのフラックスを計算でき、ひいてはマントル及び地球全体のウラン・トリウム濃度を推定できます。さらに、隕石から推定された結果と地球ニュートリノからの推定結果を比較することで、上記の仮定の妥当性を検証することが初めて可能となります。この様に、岩石学・地球化学・地球物理学・素粒子物理学という様々な分野の研究を統合して新しい学術研究を進めることで、地球科学における根本的な問題である地球の化学組成やその起源に迫りつつあります。

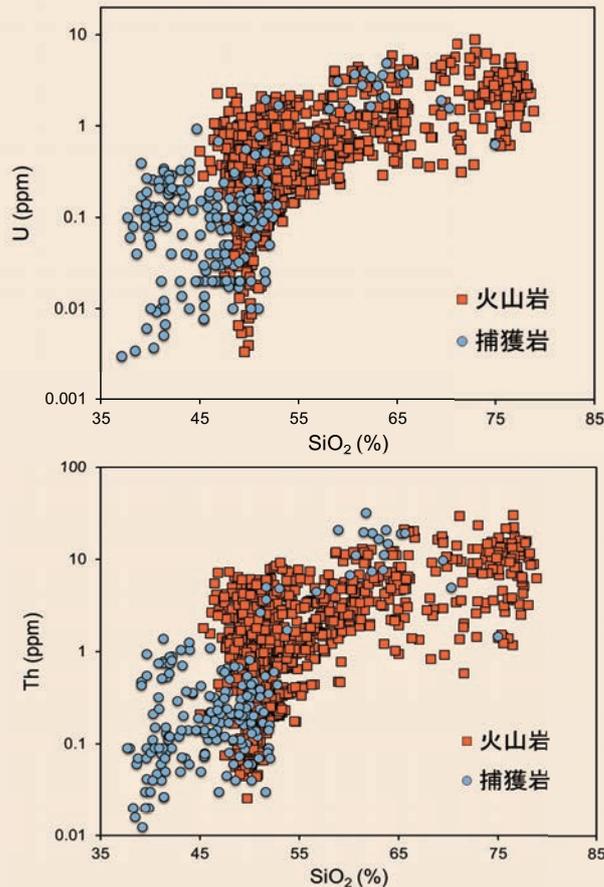


図2. 日本島弧の火山岩と捕獲岩の二酸化ケイ素、ウラン、トリウム濃度。  
10000 ppm (parts per million: 百万分率) は 1% に相当。



白旗 豊

東北大学  
ニュートリノ科学研究センター

## 地球ニュートリノはどっから来た？

ニュートリノとは、物質を作っている最小単位である素粒子の一種です。ニュートリノの性質を調べる研究は60年程前から始まり、最近では“ニュートリノ振動”の観測により質量を持っていることを証明した、梶田隆章さんがノーベル賞を受賞しました。私たちの周りにはたくさんのニュートリノで満ちていますが、電荷がなく質量も非常に軽いいため、他の物質と減多に反応せず、通り抜けていってしまいます。このような性質を利用することで、地球内部のウランやトリウムなどの放射性元素の崩壊により放出される地球ニュートリノの観測から、地球深部にある放射性物質の存在量や分布を直接観測することが出来るようになります。放射性元素の崩壊で生成される熱は地磁気生成やマントル対流、地震や噴火の原因であり、地球のダイナミクスを理解する上で大変重要であるため、地球ニュートリノ観測という新たな手法に期待が高まっています。

地球ニュートリノの測定では、陽子とニュートリノの衝突によって放出される陽電子と中性子を利用します。それを検出する為の装置の一つが液体シンチレータ検出器です。これは、放射線がエネルギーを落とすと蛍光を発する液体と、微弱な光を検出するセンサー

で構成されています。旧神岡鉱山（岐阜県飛騨市）の地下1000メートルにある世界最大の液体シンチレータ検出器KamLANDは、2005年に世界で初めて地球ニュートリノを観測しました。厚い岩盤で観測に邪魔な信号を遮断し、ニュートリノがごく稀に反応する際に発する微弱光を約2000本の光センサーで検出します。光の量と発光の頻度は、地球内部放射性元素の種類と崩壊頻度に対応させることが出来るため、これまで蓄積した10年余りのデータを使って地球全体の放射性物質量やその比を観測することが出来るようになってきました。

地球内部の放射性元素の多くは、主に地上に近い地殻に含まれていますが、より深部のマントルにも微量に含まれています。地球ニュートリノの到来方向を観測出来れば、図1の地球ニュートリノの天底角分布に見られるように、横からは地殻由来、真下からはマントル由来という区別をつけることが出来るため、地球内部の放射性元素の分布を知ることが出来ます。しかし、これまでの液体シンチレータを用いた観測手法では原理的に地球ニュートリノの到来方向を観測することが出来ません。液体シンチレータ検出器では、放出された陽電子と液体シンチレータ内を飛

行する中性子が陽子に捕獲された際に放出されるガンマ線のエネルギーを捉えることでニュートリノを観測しています（図2:左）。放出された直後の中性子は反電子ニュートリノの到来方向の情報を保持していますが、陽子に捕獲されるまでに液体シンチレータ内を長時間飛行することと、放出されるガンマ線が長距離飛行することで発光点がぼやけるために、到来方向の情報を失ってしまいます。この問題を解決するために、液体シンチレータ内にリチウムを添加することを考えました（図2:右）。リチウムは陽子よりも中性子を捉えやすく、その場で発光するアルファ線と三重水素を放出します。そのため、陽電子の発光点とアルファ線・三重水素の発光点をベクトルで結ぶことで、到来方向が推定出来ます。

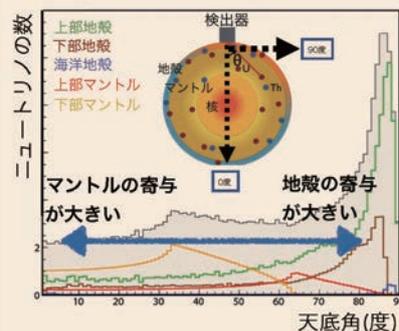


図1. 地球ニュートリノの天底角分布

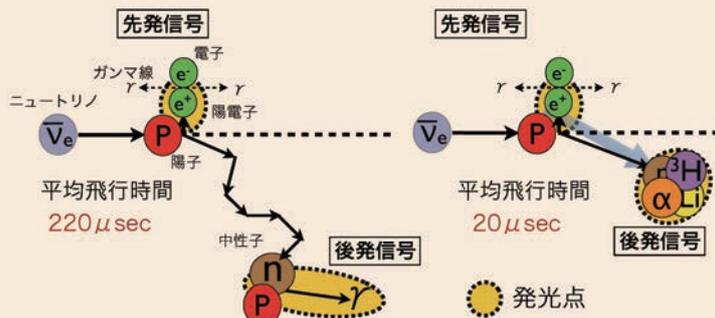


図2. 左が従来、右がリチウムを液体シンチレータ内に添加させた時の測定方法

研究項目トピック



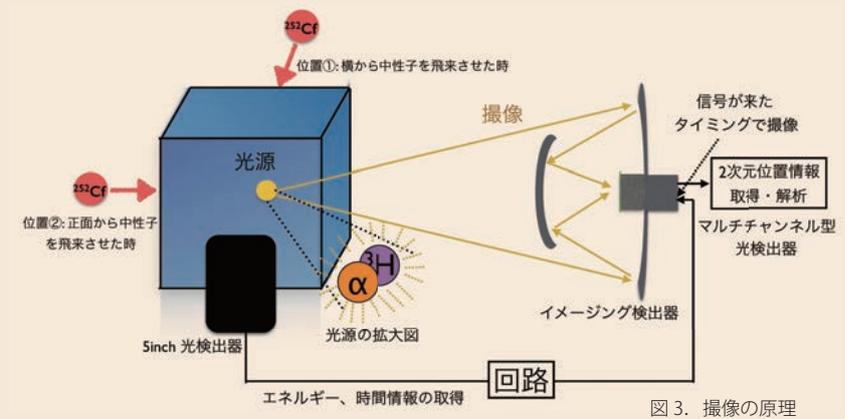
## 研究項目A03: 物理観測

地震・電磁気・地球ニュートリノの観測技術を駆使し、核とマントルにおける物質の移動と変形などに関する実証データを取得します

### ～新型検出器の開発に向けて～

到来方向測定を行うためには、リチウムを添加した液体シンチレータ (LiLS) の開発と、発光点の位置を高い分解能で特定出来る光学系の開発が必要となってきます。LiLS の作成手法や構成については既に仕様が決まっているため、現在は光学系の開発を行っています。私たちは、30 リットルサイズの LiLS とプロトタイプイメージング検出器 (光学系と光検出器を組み合わせたもので発光点の撮像装置) を作成して、地球ニュートリノの疑似信号となるアルファ線・三重水素の発光の撮像試験を行いました。

撮像の原理は図 3 のようになっており、二枚一組の鏡を利用して光を集光して位置決定を行います。撮像試験では、中心に LiLS、中心から 1m の位置にイメージング検出器、すぐそばには 5 インチ (約 13 cm) の光検出器を配置しています。横から中性子を飛来させた時 (位置①) と正面から中性子を飛来させた時 (位置②) で撮像に違いが見えるか確認するために、二通りの位置に中性子線源 (カリホルニウム線源) を配置して測定を行いました (それぞれの測定は同時にではなく別々に行っています)。アルファ線と三重水素を統計的に



撮像した結果を図 4 に示します。これはイメージング検出器側から LiLS 内のアルファ線と三重水素の発光点を 2次元で見た時の強度マップとなっています。位置①と位置②の撮像結果から、横から中性子が飛来する場合と正面から中性子が飛来する場合で、アルファ線と三重水素の発生場所の違いが見取れ、撮像試験に成功していることがわかります。今回の撮像試験により、微弱な発光であるため撮像をすることが難しかった地球ニュートリノの疑似信号を、プロトタイプ検出器を用いて撮像することが可能であることがわかりました。

今後は、イメージング検出器の数を増やし発光点の三次元撮像技術を確立し、中性子線源を用いて到来方向測定の実験を行います。これは、中性子と陽子の散乱による発光とエネルギーを失った中性子がリチウムにより捕獲された際に生じる発光を利用することにより中性子の到来方向を測定し、LiLS とイメージング検出器の組み合わせで粒子の到来方向測定が可能かどうかを検証するための実験です。その後、ニュートリノ線源を用いてニュートリノの到来方向測定を行うことにより、到来方向感度を持った新たな検出器の完成を目指します。

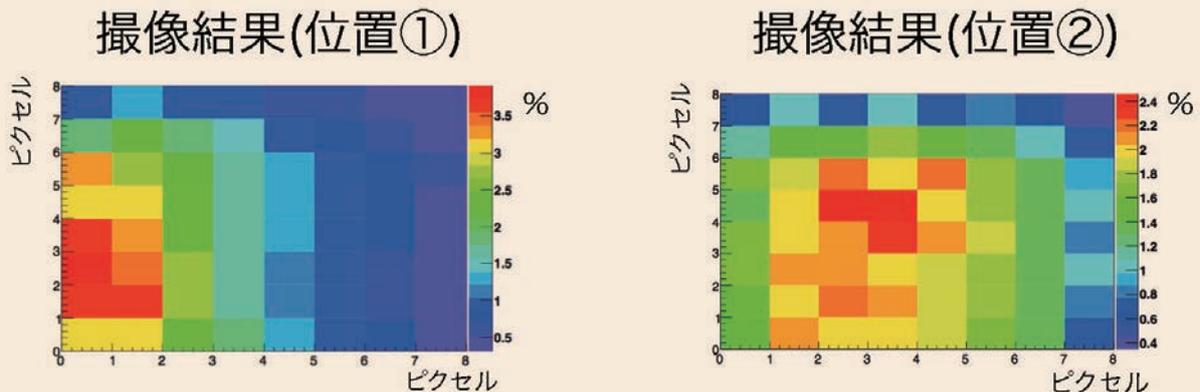


図 4. 後発信号の撮像結果。赤い色ほど信号が強く、青い色ほど信号が弱い。

## 第1回ウインタースクール

2017年1月9～12日にかけて、群馬県吾妻郡草津町の中沢ビレッジにおいて、「地球深部における原初物質の起源および進化」と題した、新学術領域研究「核マントル共進化」第1回ウインタースクールを開催しました (<http://core-mantle.jp/archives/1943>)。講師に William McDonough 教授 (メリーランド大学)、Jie (Jackie) Li 教授 (ミシガン大学)、Edward Garnero 教授 (アリゾナ州立大学)、Paul Tackley 教授 (スイス連邦工科大学) をお迎えし、それぞれ、地球化学、鉱物物理学、地震学、計算地球科学の講義をしていただきました。5ヶ国14の大学等から総勢約40名の大学院生、博士研究員ならびに講師たちが集いました。

三連休の最終日の正午に品川駅に集合し、チャーターをした中型バスに乗り2時間半かけて草津に向かいました。車中では草津白根山付近の地質やこれから浸かる温泉がなぜ強酸性なのかについての解説が桑山博士 (東京大学) からありました。最初は緊張で神妙にしていた学生たちも、外の風景などを話題にしつつ、着く頃には少しずつ打ち解けてきたようです。雪のため少し到着が遅れたので、宿に到着し、受講登録、部屋割りおよびチェックインを済ませると、学生たちは息つく間もなく、講義室で15分の無記名プレテストを受けることになりました。プレテストは McDonough 教授の発案で、学生たちが異なる専門性を持っているために、背景知識を測る目的で行われました。その結果はすぐに4人の講師陣によって吟味され、翌日からの講義の調整に生かされました。そして、プレテストに引き続いて McDonough 教授による地球化学の1コマ(80分)を行いました。夕食時には、新学術領域研究代表の土屋教授 (愛媛大学) から挨拶があり、このウインタースクールが次世代の研究を担う若手の成長の場となることへの期待が込められていました。その後、自由参加の懇親会が行われ、積極的に互いに自己紹介をしている学生がたくさんいて、たくましく感じました。

二日目の午前中は McDonough 教授による地球化学2コマ、午後は Li 教授による鉱物物理学3コマ、三日目は Garnero 教授による地震学3コマ、四日目の午前中は Tackley 教授による計算

地球科学3コマの講義がありました。1コマ目は背景の異なる学生向けの導入、2・3コマ目は最先端の話題を含めた発展的な講義内容でした。それぞれの講師による、学生の集中力を維持して理解を深めるための工夫に感銘を受けました。学生たちは (私の予想に反して) 積極的に質問をしていました。自分の専門分野に関しては議論を促すような質問を、専門分野以外に関してもなるほどとなるような質問をしていました。

夕食後の二日目と三日目の夜は、講義とは別の部屋でポスター発表が行われました。二日目は1時間半と時間を区切り、参加者全員に上位3ポスターの投票をしてもらいました。三日目は思う存分議論をしてもらうように、基本的に時間を区切りませんでした。しかしながら、運営側の予想に反して、両日も夜が更けても、ポスターの前で発表し合い、熱く議論を続ける学生および若手研究者の姿がありました。その様子を見て、今回参加してくれた若手の今後がとても楽しみになりました。

三日目の午後は自由行動時間で、中には議論を続けている人もいましたが、草津散策やホテル付属の温泉・温水プール・スキー場などを各々で楽しんだようです。海外から来た学生たちは既に仲良くなった日本人の学生たちと一緒に草津の温泉街などに行き、湯畑や湯もみの風景に感動したことを私に話してくれました。

最終日の予定が詰まっているために、変則的に三日目の夜にウインタースクールの修了式およびポスター賞の授与式が行われました。まず、ポスター

賞の発表が行われ、京都大学の近藤望さん、東京大学の鈴木裕輝さん、東北大学の前田郁也さん、ミシガン大学の Junjie Dong さんの4人に対して表彰が行われました。続いて、参加者に対する修了証の授与、最後に、土屋教授から4人の講師陣に対するお礼の言葉および記念品の贈呈が行われました。

最終日は東京で通勤ラッシュに巻き込まれないために、Tackley 教授の講義の直後の午後2時にホテルを出発しました。帰りのバスでは、皆疲れ果てて静かなのではないかと思っていましたが、すっかり打ち解けたようで、ずっとなりの人と議論したり、東京の夜景について解説し合っていました。ある程度順調に車が流れていたために品川駅に午後6時、時間通り着くことが出来ました。



## イベント

運営側としては、様々な不手際に対して反省しきりですが、病気や怪我などの大きな問題が起きなかったこと、そしてほぼスケジュール通りにウインタースクールを執り行えたことに安堵しています。私たちが学生の時にあったらよかったと思える講師陣による学びの場が提供できたのではないかと、

少しうらやましく思っています。また、私のような年長の研究者にも、分野外のことを系統的に再勉強する絶好の機会となりました。今回参加してくれた学生の中から次世代の固体地球科学をリードする人材が生まれたら望外の喜びです。最後に、このウインタースクールの企画運営を支えてくださった多く

の方、特に愛媛大学 GRC の白石千容さんおよび東京大学の鈴木裕輝君にウインタースクール実行委員を代表して感謝いたします。

ウインタースクール実行委員長  
河合 研志 (東京大学)

## 第1回ウインタースクールに参加して ～参加者の方々～

## 近藤 望 (京都大学)

今回のウインタースクールは雪の降る草津で開かれましたが、朝から夕方までは貴重な講義に漬かり、晩は雪景色のなか温泉に浸かる、というすばらしい環境でした。国内外から参加したさまざまな研究分野の方々と、和やかな雰囲気の中で講義を聴き、活発に

質問や議論をすることができて、とても充実した3泊4日となりました。

4つの講義の背景には共通して、地球の深部が現在どんなすがたをしており、約46億年前の地球誕生時からどのように変化してきたのか、という問いがありました。そして、地球深部からやってきた物質や伝わってきた地震波を分析してわかることと、実験やシミュレー

ション計算から推定される地球深部の様子や動き、とを組み合わせることで、このむずかしい問題に挑戦できる、ということが強く印象付けられました。より広い視野で研究に精進しよう、と決意も新たに京都に戻ることができ、またこのような機会があればぜひ参加したいと思いました。

## 前田 郁也 (東北大学)

地球内部環境について、体系的かつ短期集中的に学べる機会は今までにないものでした。これまで研究を進めてきたにもかかわらず、実はわかっていた部分などに気づかされることなく、今後自らの研究戦略を考えるうえでも大変参考になりました。著名

な講師の方々による授業ということで、緊張して臨みましたが、実際には学会や大学の講義よりも堅い雰囲気はなく、とても楽しませていただきました。むしろ、自由に発言をし、ときにクッキーが飛び交う授業風景には親近感すら覚えました。地球科学のあれこれだけでなく、学問を身近に感じられるようにする工夫も、本スクールで学ばせてい

ただいたように思います。なにより、冬の草津は素晴らしかったです。朝も夜も雪の舞う露天風呂を楽しめ、もうしばらく風呂に入らなくても良いような気さえしました。ウインタースクール開催のために尽力くださった皆様には、感謝の念を禁じえません。

## 鈴木 裕輝 (東京大学)

今回ウインタースクールに参加して二つのことが印象的でした。

一つは、「原始的な地球深部リザーバの起源と進化」のテーマのもとに、分野が異なる一流研究者の講義や最先端の研究成果に触れたことです。自分の研究の位置付けやこれからの研究について考える大きなきっかけになったと

考えています。

もう一つ印象に残ったことは、同世代の各国の仲間と出会い、お互いの研究内容や近況について報告しあったことです。様々な分野の学生が集まった中で、互いの研究や研究ヴィジョンを議論した時間は、私にとって実りあるものでした。雪が降る露天風呂に浸かりながら話をしたのは特に印象的でした。草津からの帰りのバスや大学に戻っ

てからも、一緒に参加した学生同士で議論が続いていたり、コラボレーションの可能性を探っていたり、とウインタースクールによって自分たちの意識が変わったことに気づきました。

このウインタースクールでできたつながりを活かして研究を進めていけることが楽しみです。貴重な機会をありがとうございました。



**Junjie Dong (ミシガン大学)**

2017年「コアマントル共進化」ウインタースクールにおいて、いくつもの分野からなる講義が用意されていたことに深く感銘を受けました。日が経つにつれて徐々に明らかになってきたのですが、ウインタースクールは、私

を含め、学生の参加者が地球科学の様々な分野に触れ、深く理解するための素晴らしい機会を与えてくれました。私の専門分野である鉱物物理学の若い研究者に会うだけでなく、地震学や地球内部物理学のような異なる分野の方々にも接する機会をいただきました。おかげで、地球深部の研究という大きな

課題の輪郭をより鮮明にイメージすることができました。さらに博士課程の大学院生、若手研究者、ベテラン研究者というちょっと微妙な組合せの参加者が一同に会することで、幅広い視点や話題がこのウインタースクールで追求できるようになったのだと思います。

**第1回ウインタースクールに参加して ～講師の方々～**

**William McDonough (メリーランド大学)**



素晴らしい四日間で、多くの新しい友を作り、多くの新しい科学を学び、心地よい温泉を楽しんだことでしょう。講義の前に3ページにわたる無記名の

プレテストを行いました。その結果をみて講師側は、国際色豊かな若い科学者たちが物理や化学を中心に学んできたものもいれば、地質学を中心に学んできたものもいるという背景を確認しました。講師たちは、学生たちとの対話を通じて、講義のレベルを調整するように努めました。参加者全員が夕方のポスター発表を楽しみました。ポスター会場は一箇所に集約され、多様性に富んだ研究が学生や博士研究員によってなされていることを一度に知ることができました。

講師の一人として、私もウインタースクールを大いに楽しみました。講義の準備の際に、自分の専門分野についてより多くの事柄を学びなおしました。講義を始めるとすぐに、学生たちの専門分野の違いや言葉の壁を考慮しなければならぬため、講義のスピードを遅くする必要性に気づきました。学生

さんからの質問を受けて、特に時間を割いて掘り下げたり議論を深めたりする話題がいくつもありました。講義の中で、何人かの学生にとって、私自身の経験（例えば、宇宙飛行士が月の石を集めるところをテレビの生中継で見ていたことなど）が歴史の教科書の中の出来事に過ぎないと知った時、思わず微笑まざるを得ませんでした！夕食時には学生と科学のことを楽しく語ることができたと同時に、彼らの将来に対する課題や希望を知ることができました。この集まりの雰囲気はとても暖かく（温泉のせいではありませんよ）、学生と講師陣が心地よく会話を楽しめるように配慮され、友好的でくつろいだ場を提供してくれました。また、やりましょう。ただし、もう少し日程を伸ばして、知識を消化する時間をいただけたらと思います。帰宅して床につき、起きたら12時間も経ってました！

**Edward Garnero (アリゾナ州立大学)**



まずは、ウインタースクールに僕を呼んでくれて、大変ありがとう。学生たちにいろんな分野の知識をよく消化できるように噛み砕いて伝えることは、

大きな仕事だよ。今後の課題は、今回学んだ知識を主要なテーマ（リザーバー）に結びつけることかな。そういう意味では僕にとってもとても良い機会でした。参加した学生たちの専門分野が多岐にわたっていることに、とても興奮したよ。みんな、お互いから学び合い、数いる講師陣から学び、講師陣もまた学ぶことができるのだから。この学校形式がとても刺激的だったことに気づいたよ。それに、この環境は都会から遠く離れているので、深く没頭できてとってもいいね。美しい自然のおかげで、全然息苦しくないし、退屈することなんてなかったよ！会場のいたるところ、こういう環境があるから科学の会話に役に立つし、得した気分になるんだな。予備テストはとっても明快で役に立ったよ。おかげで講義資料をトピックごとにまとめることができました。僕の講義で取り上げた課題

の目標に直接狙いを絞った予備テストの質問が（個々の基本的な概念に狙いを絞るよりは）、次回どれくらい役立つか僕にはわかるよ。同じようなテストは講義の最後にやってもいいかもね。学生さんたちはみんな講義に没頭していたね。とても興奮する経験だったよ。



イベント

## A02 「化学分析」 合同研究集会

2016年10月21日から23日にかけて、京都教育文化センターおよび京都大学を会場にして、研究項目 A02 化学分析の同位体班と元素分配班の合同研究集会が開催されました。総勢 20 名を超え

る参加者が集まり、核-マントル相互作用の化学的な実態解明に向けて様々な視点から行われている研究の進展状況が報告されました。集会二日日には、京都三大祭のひとつである「時代祭」

が行われていましたが、参加者は、時代祭の行列には目もくれず、活発で有意義な議論を楽しんでいました。



## 東北大学・知のフォーラム 国際ワークショップ Neutrino Research and Thermal Evolution of the Earth

東北大学・知のフォーラムの一環として、2016年10月25日-27日に東北大学で国際ワークショップが開かれました。素粒子ニュートリノを地球内部を調べる道具として利用するという、

素粒子物理と地球科学の垣根を超えた研究テーマについて、国内外からの約30名の参加者による最新結果の発表と活発な議論が行われました。A03-2 ニュートリノ班のみならず、A03-1 地震・

電磁気班、A04 理論計算班からも参加があり、異なる道具を持つ研究分野が互いに理解を深める貴重な機会でした。今後の研究の展開が期待されます。



## The 2016 international conference on the Earth's Deep Interior in Wuhan

2016年11月4日～6日にかけて、中国武漢にて、計画研究 A01-3 技術開発班の入船徹男教授が組織委員となっている国際シンポジウム「The 2016 international conference on the Earth's

Deep Interior」(本領域が公式スポンサーとして支援)が開催されました。本領域からは約10名のメンバーが参加しました。各セッションで本領域メンバーが最新の研究成果を報告した他、11月5

日に行われた懇親会を通して、中国を中心とした各国の研究者との交流を深めました。



## 日本鉱物科学会研究奨励賞

坂巻 竜也 [東北大学大学院理学研究科, 公募研究B01代表]

東北大学大学院理学研究科地学専攻の坂巻竜也助教(公募研究 B01 代表)が日本鉱物科学会研究奨励賞を受賞され、授賞式が2016年9月24日に日本鉱物科学会2016年年会において行われました。

日本鉱物科学会研究奨励賞は、鉱物科学およびその関連分野において顕著な研究業績をあげた37歳以下の若手の

会員に贈られます。受賞となった研究対象は「地球惑星深部環境におけるマグマの物性と構造に関する研究」です。この受賞は放射光 X 線を用いた先端的な高温高压実験を主な手段としたマグマの物性と構造に関する研究、加えて実験結果に基づいて地球および月内部の不均質構造を説明するモデルを提唱してきたことが評価されました。



授賞挨拶を行う坂巻助教

## 日本高压力学会奨励賞

野村 龍一 [愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター, A02-1同位体班]

2016年10月26日～29日に筑波大学で開催された日本高压力学会主催の第57回高压討論会において、愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センターの野村龍一研究員(現在特任助教)(A02-1同位体班)が、同学会から奨励賞を受賞しました。

この賞は、日本高压力学会より高压力の科学・技術の進歩に貢献した新進

気鋭の若手研究者に贈られるものです。野村研究員の受賞タイトルは「ダイヤモンドアンビル装置を用いた地球深部物質の先端的研究」です。この受賞は、野村研究員による地球マントル深部の温度圧力条件での実験に基づいた地球の形成と化学進化の先端的研究などが評価されたものです。



授賞式での野村研究員

## フランス・ロレーヌ大学名誉博士号授与

佐野 有司 [東京大学大気海洋研究所, A02-1同位体班]

東京大学大気海洋研究所の佐野有司教授(A02-1同位体班)が、2016年9月、フランスのロレーヌ大学より名誉博士号を授与されました。ロレーヌ大学は、フランス北東部の主要都市ナンシーにある国立大学で、学術・文化等の向上に対して功績があると認められる者に対し、毎年文系1名・理系1名に名誉博士号を授与しています。

今回、佐野教授は、ロレーヌ大学理学部のベルナード・マーティー教授との20年以上にわたる揮発性元素の同位体地球化学に関する共同研究とその成果、ならびにロレーヌ大学大学院生の研究指導などへの協力が評価され、アジア人として初の名誉博士号の授与となりました。



ロレーヌ大学での授与式の様子(右から四人目が佐野教授)

## ほかの受賞

The 17th international conference on high pressure in semiconductor physics & workshop on high-pressure study on superconducting Best poster award

渡辺真央さん(東京大学修士課程2年) "Structural incorporation of MgCl<sub>2</sub> into ice VII at room temperature"

日本地球化学会第63回年会 若手発表賞

藤本千賀子さん(東京大学博士課程1年) "室温高压下におけるアラニンからのオリゴペプチド生成とそのメカニズム"

第57回高压討論会 ポスター賞

田中遼介さん(東北大学博士前期課程1年) "高压下における FeO の音速測定"

Core Mantle coevolution

New members

新メンバー

## 飯塚 理子 特任助教

計画研究A01-2 構造物性班

2016年12月1日より、東京大学大学院理学系研究科 地殻化学実験施設の特任助教に着任しました。同研究室に大学院生として在籍していた時は、水酸化物を対象に圧力誘起相転移に伴う水素結合の変化についての研究を行い、さらに高圧装置の開発・改良も手がけました。その後、愛媛大学の学振PDとしてドイツのバイエルン地球科学研究所 (BGI) に長期滞在し、大型6軸高圧プレスを使って含水鉱物の変形実験を行

いました。最近では、J-PARCの超高圧中性子回折装置 (PLANET) を使って鉄-ケイ酸塩-水系の中性子その場観察を行い、地球の核-マントル分化過程への水素の影響を明らかにしました。本プロジェクトでは、レーザー加熱とダイヤモンドアンビルセルを組み合わせた高温高圧実験から、地球形成初期における軽元素の振舞いを解明したいと考えています。



Core Mantle coevolution

Miscellaneous

その他トピック

## X線吸収分光法特集号の発行 (High Pressure Research)

X線吸収分光法 (X-ray Absorption Spectroscopy, XAS) は、結晶や非晶質物質の電子状態や局所構造を探る重要な分析方法であり、地球深部での鉱物・マグマの構造や原子の価数を知る上でも重要な情報をもたらします。2016年9月、放射光 X 線を用いた超高圧下での XAS の最新研究に関する特集号が、高圧科学分野の国際学術誌「High

Pressure Research」においてオンライン出版されました。同特集号では、世界三大放射光施設である ESRF (フランス)・APS (米国)・SPring-8 (日本) の当該分野の代表的研究者各 1 名が編集者を務めました。SPring-8 関係者として、広島大学の石松直樹助教 (A01-3 技術開発班) が編集を担当しました。高圧 XAS 実験においては、愛媛大学

GRCの入船徹男教授 (A01-3 技術開発班) が開発したナノ多結晶ダイヤモンド (NPD=ヒメダイヤ) が、アンビル材として重要であることが知られています。本特集号の 20 編の論文の多くにおいてもヒメダイヤが使われており、このうち 5 編の論文に入船教授が共著者として参画しています。

High Pressure Research, Special Issue: Frontiers of High Pressure X-ray Absorption Spectroscopy, vol. 36(3), 2016, 領域関係者の論文

Frontiers of high pressure X-ray absorption spectroscopy, S. Pascarelli, D. Haskel and N. Ishimatsu

The  $\alpha \rightarrow \omega$  phase transformation in zirconium followed with ms-scale time-resolved X-ray absorption spectroscopy, A. Dewaele, R. André, F. Occelli, O. Mathon, S. Pascarelli, T. Irifune and P. Loubeyre

Probing the local, electronic and magnetic structure of matter under extreme conditions of temperature and pressure, R. Torchio, S. Boccato, V. Cerantola, G. Morard, T. Irifune and I. Kantor

In situ characterization of liquid network structures at high pressure and temperature using X-ray absorption spectroscopy coupled with the Paris-Edinburgh press, A. D. Rosa, J. Pohlentz, D. de Grouchy, B. Cochain, Y. Kono, S. Pasternak, O. Mathon, T. Irifune and M. Wilke

Application of nano-polycrystalline diamond anvils to X-ray absorption spectroscopy under high pressure, N. Ishimatsu, N. Kawamura, M. Mizumaki, H. Maruyama, H. Sumiya and T. Irifune

Pressure-induced valence change toward the QCP in 4f-electron compounds determined by X-ray absorption spectroscopy, K. Matsubayashi, N. Kawamura, M. Mizumaki and N. Ishimatsu

Combined X-ray absorption and X-ray diffraction under high pressure, J.-P. Itié, A. Polian, F. Baudelet, C. Mocuta, D. Thiaudière, E. Fonda and T. Irifune

## 第55回玉城嘉十郎教授記念学術講演会で領域紹介

2016年12月6日(火)に京都大学益川ホールにおいて、京都大学理学部と財団法人湯川記念財団の主催で第55回玉城嘉十郎教授記念学術講演会が行われました。本会は、京都大学理学部において理論物理学を講じられた玉城嘉十郎教授を記念した公開学術講演会

で、湯川秀樹先生、朝永振一郎先生が講師を務め1969年に開催された第1回から続く長い歴史があります。第55回目の今回は、一明らかにされる太陽系と地球深部の固体物質-という題目のもと、土屋卓久領域代表と京都大学の土山明教授がそれぞれ地球深部の物質と

太陽系の物質について最新の研究成果を交えて紹介を行いました。学内外から多数の参加者があり、地球深部の物質や運動について大変多くの質問がありました。

## 国際セミナー

“Carbon-bearing magmas and material transport in the deep Earth's mantle”

Konstantin Litasov 教授 (ノボシビルスク州立大学)、11/17、愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター

“Experimental investigation into the fate of subducted carbonates and origin of super-deep diamonds”

Jie Li 教授 (ミシガン大学)、1/13、愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター

“Thermo-chemical-tectonic evolution of terrestrial planets: the key influence of magmatism”

Paul J. Tackley 教授 (チューリッヒ工科大学)、1/16、愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター



Tackley 教授による国際セミナー

## 海外研究者受け入れ

- 唐戸俊一郎 (イェール大、教授)、10/17-10/19、愛媛大  
 Konstantin Litasov (ノボシビルスク州立大、教授)、10/1-11/29、愛媛大  
 Edward Garnero (アリゾナ州立大、教授)、1/4-1/12、ウインタースクール (以下WS)・東京大  
 Junjie Dong (ミシガン大、大学院生)、1/5-1/15、WS・東京大・愛媛大  
 Jack van Driel (ユニヴァーシティ・カレッジ・ロンドン、大学院生)、1/5-1/19、WS・東京大・東京工業大  
 Jie Li (ミシガン大、教授)、1/5-1/31、WS・東京大・愛媛大  
 Scott A. Wipperfurth (メリーランド大、大学院生)、1/6-1/13、WS・東京大  
 Daniela Bolrão (チューリッヒ工科大学、大学院生)、1/6-1/14、WS・東京大  
 Jana Schierjott (チューリッヒ工科大学、大学院生)、1/6-1/15、WS・東京大  
 Vojtech Patocka (プラハ・カレル大、大学院生)、1/6-1/16、WS・東京大  
 Daniel Frost (カリフォルニア大バークレー校、大学院生)、1/7-1/13、WS

Paul J. Tackley (チューリッヒ工科大、教授)、1/8-1/19、WS・東京大・愛媛大

William McDonough (メリーランド大、教授)、1/9-1/12、WS  
 Elizabeth Thompson (シカゴ大、大学院生)、6/14-8/24、1/17-4/17、愛媛大

## 海外派遣

中国武漢

(The 2016 international conference on the Earth's Deep Interior)  
 入船徹男、出倉春彦、野村龍一、新名亨、山田朗 (愛媛大)、M. Sarish-Kumar (新潟大)、鍵裕之、山根峻 (東京大)、鈴木昭夫 (東北大)、中川貴司 (海洋研究開発機構)、山崎大輔、芳野極 (岡山大)、11/4-11/7

中国科学院固体物理研究所

出倉春彦 (愛媛大)、11/7-11/25

ユニヴァーシティ・カレッジ・ロンドン

Fang Xu (岡山大)、11/14-12/2

## 海外派遣成果報告

派遣者：出倉春彦 (愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター講師)

派遣先：中国科学院固体物理研究所

2016年11月7日から11月25日までの19日間にわたって中国科学院固体物理研究所に滞りました。滞在中は本派遣の受入研究者の王賢龍教授と共に、下部マントル構成鉱物の高温・高圧下における電子の状態や原子の振動特性に関する理論的研究を行いました。派遣先では、現地の研究者との交流をはかるための研究セミナーを開く機会にも恵まれました。セミナー中はもとよりセミナー後も彼等から固体物理学の視点からの質問・コメントを多くいただくことができ、理論計算班での私の分担研究活動にそれらを活かすことができました。今後も同研究所との学術的交流を継続することにより、当該分担研究の基礎物理学的な見識がさらに深まること期待されます。



中国科学院固体物理研究所でセミナー発表中の筆者

今号のニュースレターでは、新学術領域「核-マントル共進化 (略称)」で行われている研究の中で用いられる技術に関する記事が多くなりました。世界最先端の研究を行うためには、用いる技術にも世界最先端レベルが必要

とされることがしばしばです。そこでは、その技術を必要とする側と技術を開発する側の区別はなく、誰もが、世界第一線の研究者であり世界第一線の技術者でもあるのです。そんな「研究の現場」の雰囲気や、少しでも読者の皆

さんに分かっていただけたら幸いです。

(編集：田中聡、小木曾哲、西原遊、舟越賢一、西真之、野村龍一、渡辺寛子、土屋旬、山田朗)

平成27-31年度 文部科学省 科学研究費助成事業 新学術領域研究

核-マントルの相互作用と共進化～統合的地球深部科学の創成～

事務局 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター 〒790-8577 愛媛県松山市文京町2-5

Tel: 089-927-8165 E-mail: contact@core-mantle.jp Home Page: http://core-mantle.jp/