



国立大学法人 愛媛大学
地球深部ダイナミクス研究センター
〒790-8577 松山市文京町2-5
TEL : 089-927-8197 (代表)
FAX : 089-927-8167
<http://www.grc.ehime-u.ac.jp/>

目 次

- ◆ センター長挨拶
- ◆ センター構成
- ◆ NEWS & EVENTS:
 - GRCの研究活動をAGU-TVが紹介
 - 「ヒメダイヤ乳鉢」を用いた研究成果発表
 - 木村研究員らが高圧討論会で受賞
 - 大藤教授と境講師に鉱物科学会賞・奨励賞
 - GRC学生2名が研究発表優秀賞を受賞
 - 入船センター長が「愛媛新聞賞」受賞
 - 「ピラミッドダイヤ」応用物理学会で受賞
 - 第1回GRCフォトコンテストを開催
 - 第5回PRIUSシンポジウム開催(2/27-28)
 - 新学術成果発表会・国際シンポジウム開催
- ◆ ジオダイナミクスセミナー
- ◆ 海外出張・国際会議報告
- ◆ インターンシップ報告
- ◆ ALUMNIレポート No. 15
- ◆ 最新の研究紹介
- ☐ 先進超高压科学研究拠点 (PRIUS)

➡ センター長あいさつ ➡

入船 徹男



新年おめでとうございます。

とはいえ今年も、私ごとながら過去最悪の正月でした。東京にいる娘が双子を連れて帰省したのはいいのですが、29日にこのうち1人が、続けてもう1人も

大量にミルクを吐きました。2人とも元気だったのであまり気に留めていなかったのですが、そのまま関西の義実家に移動した娘が大晦日の朝か

ら嘔吐を繰り返しているとの連絡。

どうしたのかなと思いつつ息子夫婦の家で正月の準備をしていると、私も家内も突然吐き気を催し、急遽年越しイベントを取りやめて自宅に戻りそのままダウン。紅白を見るどころではなく、元日の朝までともに10回以上嘔吐を繰り返しました。結局元日は絶食で、2日も食べ物が喉をとおらず、息子の嫁さんが準備してくれたおせち料理も、ほとんど箸をつけずじまいでした。おかげで正月にしては珍しく体重2キロ減でしたが…。

医者をしている息子の見立てはウイルス性胃腸炎で、多分ノロウイルスだろうとのこと。感染源は最初に嘔吐した生後7か月の孫の可能性が強いそうで、娘が滞在した義実家でもやはり同様の事態が発生し、両家にとって散々な正月でした。

そんな中での嬉しいニュースは、愛媛新聞賞をいただいたことでした。元日の同新聞に特集がでるとのことでしたが、残念ながらその日は一歩も外にでられず、記事を見ることもできませんでした。それでも5日の授与式までには回復し、なんとかこれに出席することができました。

同賞は社会、経済、文化の3つの部門で受賞者が選ばれるそうですが、私は社会部門の受賞者とのこと。いわば社会面での地域貢献が認められたということになります。松山に来てもうすぐ30年。これまで様々な場所での講演会や、プレスリリース・一般向け書籍の執筆等を通じた情報発信を意識的に心がけてきましたが、このような形で地域・社会貢献が評価されたことは、専門分野での研究成果の評価にも増して嬉しく感じています。

授与式に出席された愛媛県知事の祝辞ではヒメダイヤについて触れていただくとともに、松山市長にはGRCの高圧装置名がBOTCHAN、MADONNA、ORANGE等であり、実験室の名前がSOSEKI(創石)ラボであることを、そのいわれも含めてご紹介いただきました。いずれも思いつきでつけた名前ですが、これらの名称自体も選考の上で評価いただいたようです。

本ニュースレターも、GRCの研究成果や活動できるだけ平易に情報発信することを心掛けています。GRC設立以来年3回の発行ペースを守って

いますが、本号でちょうど50号目となります。これまですべての号で私が挨拶文を書き、ニュースの取り纏めや構成を考えてきましたが、一方でGRCスタッフや「卒業生」、またPRIUSユーザー等外部の皆様にも、記事の提供やチェックなどを通じて大変お世話になりました。

紙媒体が時代遅れとなりつつある昨今ですが、本ニュースレターには少なからぬ熱心な読者がいます。このうち何人かの方からは、毎回のように忌憚のないご感想やご意見をお寄せいただいております。発行以来50回の節目を迎えた新年にあたり、気持ちを新たに特色ある研究活動に邁進するとともに、その成果の社会への発信を更に心掛けたいと思います。本年もよろしくお願いいたします。

◆ センターの構成 ◆

(H30. 1. 1現在)

❖ 超高圧合成部門

入船徹男 (教授)
大藤弘明 (教授)
大内智博 (講師)
西 真之 (講師)
野村龍一 (助教)
Steeve Gréaux (WPI上級研究員)
國本健広 (特定研究員)
小島洋平 (特定研究員)
Nadezda Chertkova (特別研究員)
Wei Sun (WPI研究員)
桑原秀治 (特定研究員)
有本岳史 (特定研究員)
Youmo Zhou (特定研究員)
木村友亮 (学振特別研究員)

❖ 数値計算部門

土屋卓久 (教授)
亀山真典 (教授)
土屋 旬 (准教授)
出倉春彦 (講師)
Zhihua Xiong (特定研究員)
Sebastian Ritterbex (特定研究員)
白石千容 (研究補助員)

❖ 物性測定部門

井上 徹 (教授：広島大学兼任)
西原 遊 (准教授)
境 毅 (講師)
木村正樹 (助教)

❖ 教育研究高度化支援室 (連携部門)

入船徹男 (室長)
山田 朗 (リサーチアドミニストレーター)
新名 亨 (ラボマネージャー)

目島由紀子 (技術専門職員)
林 諒輔 (技術員)
河田重栄 (技術補佐員)
内山直美 (技術補佐員)

❖ 客員部門

客員教授 Yanbin Wang (シカゴ大学GSECARS主任研究員)
客員教授 Ian Jackson (オーストラリア国立大学地球科学研究所教授)
客員教授 Baosheng Li (ストニーブルック大学鉱物物性研究施設特任教授/高圧実験室長)
客員教授 鍵 裕之 (東京大学大学院理学系研究科教授)
客員教授 八木健彦 (東京大学大学院理学系研究科特任研究員)
客員教授 舟越賢一 (CROSS東海事業センター利用研究促進部門次長)
客員教授 平井寿子 (立正大学地球環境科学部特任教授)
客員准教授 丹下慶範 ((公財)高輝度光科学研究センター利用促進部門研究員)
客員准教授 西山宣正 (東京工業大学科学技術創成研究院准教授)

❖ GRC研究員・GRC客員研究員

※GRC研究員・GRC客員研究員はPRIUS設置に伴い、委嘱を休止しています。

❖ 事務

研究支援課・研究拠点第2チーム
猪野周宣 (副課長)
田窪 光 (チームリーダー)
村上鋼次 (事務補佐員)
宮本菜津子 (事務補佐員)
兵頭恵理 (研究補助員)
八城めぐみ (研究補助員)
長野絵理 (事務補佐員)
上田瑠美 (研究補助員)

◆ NEWS&EVENTS ◆

❖ GRCの研究活動をAGU-TVが紹介

平成29年12月11～15日にニューオリンズで開催されたアメリカ地球物理学連合 (AGU) 年会において、地球科学の各分野の代表的な研究所を紹介する試み (AGU-TV: In-Depth Report) がおこなわれました。日本からは唯一GRCがとりあげられ、研究活動の様子が愛媛大学や松山の紹介とともに、会場内の大スクリーンや市内の主要ホテルで放映さ

れました。



AGUは世界の140か国に会員を持つ地球科学分野の学会で、その年会には2万人を超える参加者があり、毎年開催されている会議としては全ての学術分野で世界最大とされています。

AGUでは今年の年会において、会場の様子や各国の研究所等の動画による配信（AGU-TV）を開始しました。In-Depth Reportでは、世界各国から地球科学の様々な分野から25の代表的研究所等が選ばれ、年会中の会場や主要ホテルにおいてそれぞれ5～7分程度の動画として放映されました。このうちアジア・オセアニアからは5つの研究機関が選ばれ、シドニー大学・連邦科学産業研究機構（オーストラリア）、韓国海洋研究所（韓国）、インド理工科大学気候変動研究センター（インド）とともに、日本からはGRCが地球深部科学分野の研究所として紹介されました。

尚これらの動画はGRCのHPで御覧になれます。

◆ 「ヒメダイヤモンド乳鉢」を用いた研究成果発表



GRCでは超高硬度ナノ多結晶ダイヤモンド（ヒメダイヤ）の開発に成功して以来、その様々な分野への応用をすすめています。その一環として、入船GRCセンター長らはヒメダイヤを用いた世界で最も硬い乳鉢と乳棒を作製しました。このたびこれを用いた最初の研究成果が、アメリカ物理学会のRev. Sci. Instrum. 誌に発表されました。本研究はヒメダイヤ乳鉢と乳棒で粉碎した半導体ダイヤモンドを用いることにより、超高压下で従来にない高い温度を発生できることを示したものであり、ヒメダイヤ利用の新たな可能性を示すもので

す。

今回の研究は、岡山大学惑星物質研究所の米田明准教授、謝龍剣大学院生（JSPS特別研究員）らにより、GRCの山田明寛研究員（現滋賀県立大助教）らが開発した手法を改良することにより従来の限界を大きく打破する4000K程度の高圧発生を実現したものです。岡山大のグループは、合成ボロンドープダイヤモンドを粉末化し、これを充填することによりヒーターとしての機能を持たせることを考案しました。しかし、ボロンドープダイヤモンドは極めて硬いため、通常の乳鉢では粉末化することができません。そこで、ヒメダイヤ製の世界最硬乳鉢と乳棒を利用することによりこの問題を克服し、SPring-8における実験を行った結果、上記のような超高温の発生を確認しました。

◆ 木村研究員らが高圧討論会で受賞



日本高圧力学会が主催する第58回高圧討論会で、GRCの木村友亮JSPS研究員が同学会奨励賞を、また柿澤翔さん（理工学研究科D2）が高圧討論会ポスター賞を受賞しました。

日本高圧力学会は1959年から毎年開催されている高圧討論会の活動を背景に、1989年に「高圧力下の科学と技術及びこれと密接に関連した分野に興味を持つ研究者、技術者相互の連絡を通じ、高圧力に関する科学および技術の研究と応用を促進することを目的」として設立されました。

同学会では毎年2名以下の若手研究者に対して奨励賞を授与していますが、その1人として木村研究員が受賞者に選ばれました。木村研究員は、11月8日～10日の3日間に渡り名古屋大学で開催された、同学会の主催する高圧討論会の総会における受賞式で、9月より同学会会長を務める入船徹男センター長から賞状と副賞が贈呈されるとともに、受賞記念講演を行いました。

また同討論会ポスター賞にエントリーされた52件のポスター発表のうち、5名の発表者がポスター賞を受賞しましたが、その1人としてGRCと広島大学で研究をすすめている、愛媛大学理工学研究科博士後期課程2年の柿澤翔さん（井上徹GRC兼務教授指導）が選ばれ、懇親会で賞状と副賞が入船会長から授与されました。

❖ 大藤教授と境講師に鉱物科学会賞・奨励賞



GRCの大藤弘明教授と境毅講師が、日本鉱物科学会のそれぞれ学会賞と研究奨励賞を受賞し、9月

12-14日に愛媛大学で開催された同学会 2017 年度大会総会において受賞講演を行いました。

日本鉱物科学会は、ともに長い歴史を持つ日本鉱物学会（1955年設立）と日本岩石鉱物鉱床学会（1928年設立）が統合され、2007年に設立されました。2016年からは一般社団法人化され、会員約1000名が野外調査、実験、分析、数値計算など様々な手法を用いて、地球や惑星を構成する鉱物や岩石の構造・特性や成因などの解明を目指しています。

2017年度の同学会大会は、9月12日から14日の3日間に渡りGRC教員を中心とする実行委員会（委員長：入船徹男センター長）のもと、愛媛大学理学部講義棟及び南加記念ホールで開催されました。関連他学会と日程が重複したために例年に比べ参加者は300名弱とやや少なめでしたが、南加記念ホールで開催された初日の総会において、大藤教授への学会賞、ならびに、境講師への研究奨励賞の授賞式が行われ、引き続きそれぞれ受賞講演を行いました。なお、大藤教授の受賞タイトルは「ナノマイクロ領域における鉱物の結晶化・組織化メカニズムに関する研究」、境講師の受賞タイトルは「マルチメガバル領域における鉱物高圧相の状態方程式の研究」です。

❖ GRC 学生 2 名が研究発表優秀賞を受賞



上記の日本鉱物科学会年會中に口頭発表・ポスター発表を行った学生に対して10名の審査員による審査が行われ、優秀な

発表を行った4名が研究発表優秀賞に選出されました。このうち2名（門林宏和さん、柿澤翔さん）がGRCで研究をすすめる大学院理学研究科博士課程の学生でした。門林さんは大藤教授の指導のもと「C-H-O系における氷惑星内部条件下でのダイヤモンド生成条件の解明」の発表を行い、柿澤さんは井上徹教授（広島大とのクロスアポイントメント）・栗林貴弘東北大准教授の指導のもと「Alに富むSuperhydrous phase Bの単結晶構造解析」の発表を行いました。両者には同学会の

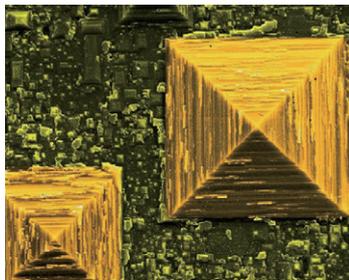
最終日に南加記念ホールで行われたクロージングセレモニーで、土山明同学会長より賞状が授与されました。

❖ 入船センター長が愛媛新聞賞を受賞



愛媛新聞賞は、愛媛の社会・経済の発展や文化振興に貢献した個人・団体に愛媛新聞社から贈られる賞で、第66回にあたる今年の受賞者として入船GRCセンター長が選ばれました（社会部門）。受賞者の業績は1月1日付けの同新聞紙上で紹介されるとともに、1月5日に同賞及び愛媛新聞スポーツ賞の授与式が、中村時広愛媛県知事・野志克仁松山市長・大橋裕一愛媛大学長などの出席のもと、全日空ホテルで行なわれました。他の愛媛新聞賞受賞者は、石崎汽船会長の一色昭造氏（経済部門）と、人形浄瑠璃文楽人間国宝の吉田和生氏（文化部門）です。

❖ 「ピラミッドダイヤ」応用物理学会で受賞



平成29年9月5日～9月8日に福岡国際センターで開催された第78回応用物理学会秋季学術講演会中に行われた第10回JSAPフォト&イラストコンテストにおいて、

愛媛大理工学研究科の福田玲さん（博士前期2年）、山本直也さん（博士前期1年）、石川史太郎准教授、松下正史准教授、GRCの大藤弘明教授、新名亨ラボマネージャー、入船徹男教授らで応募した作品「ピラミッドダイヤ」が優秀賞を受賞しました。

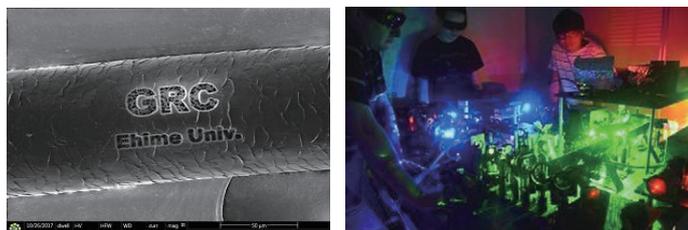
同作品は、工学部とGRCで取り組む高温・高圧合成ダイヤモンドの半導体材料応用研究を行う際に、意図せず偶然発生したエピタキシャル成長と呼ばれる結晶合成現象によって出来上がったマイクロスケールのピラミッド構造に注目したものです。学会参加者の投票によって決定される同コンテストにおいて、優れた芸術作品として今回の受賞に至りました。

出来上がったピラミッド構造を持つダイヤモンドは、非常に高純度な単結晶ダイヤモンドであることがわかっており、構造の美しさだけでなく、

電子材料や、固く鋭くとがった構造材料としての応用も期待されます。

❖ 第1回 GRC フォトコンテストを開催

GRC の広報活動やホームページでの情報発信のため、GRC 広報委員会（土屋旬委員長）主催の第1回 GRC フォトコンテストが開催されました。委員による第一次選考に選ばれた 14 作品に対して、GRC 構成員の投票により下記が受賞作品として選出されました。受賞者には 12 月 26 日に開催された GRC 忘年会において、GRC オリジナル T シャツと副賞（ヒメダイヤリング、BOTCHAN ぬいぐるみ、センター長サイン入り著書 X 2、地球惑星専攻工芸オリジナルグッズ）各 1 点が贈られました。なお受賞作品は、一部を除き GRC ホームページのトップページを飾っています。下記は一位に輝いた境講師の作品「GRC on Hair」と木村研究員の作品「カラフルレーザー」です。



❖ 第5回 PRIUS シンポジウム開催 (2/27-28)

2018 年 2 月 27-28 日に、本拠点の共同利用・共同研究の成果報告会を兼ねた“第5回 PRIUS シンポジウム”を開催いたします。本拠点で共同利用・共同研究をされていない方々のご参加も歓迎いたしますので、このシンポジウムを機会に、今後本拠点での共同利用・共同研究を基にした超高压科学研究の推進にご協力いただければ幸いです。

また本シンポジウムに続き翌日の 3 月 1 日午前にかけて、同会場にてナノ多結晶ダイヤモンド (NPD) 及び関連物質の合成・特性・応用に関するワークショップを開催予定です。興味のある方はぜひ続けてご参加ください。

日程：2018 年 2 月 27 日～28 日

場所：愛媛大学総合研究棟 I 4F 共通会議室

詳細：GRC HP (<http://www.grc.ehime-u.ac.jp/prius/priussyposium>)

❖ 新学術成果発表会・国際シンポジウム開催

2018 年 3 月 26-29 日に、新学術領域研究「核マントルの相互作用と共進化」平成 29 年度成果発表会および国際シンポジウムを開催いたします。

(29 日は GRC ラボツアー&松山散策)

また、2017 年 9 月 17 日に悪天候のため中止になりました一般公開講演会「物理で明かす地球の深

部・化学でひも解く地球の歴史・地震で探る日本の地下」を、成果発表会前日の 3 月 25 日 (日) に同じ会場にて開催予定です。

日程：2018 年 3 月 26 日～29 日

場所：愛媛大学南加記念ホール

詳細：新学術「核マントル共進化」HP

(<http://core-mantle.jp/archives/3389>)

◆ ジオダイナミクスセミナー ◆

❖ 今後の予定 (詳細はHPをご参照下さい)

1 月

1/19 “In situ optical studies using externally heated lever type diamond anvil cell”
Dr. Nadezda Chertkova (Postdoctoral Researcher, GRC)

1/26 “High-P, T elasticity of iron-light element alloys”
Dr. Taku Tsuchiya (Professor, ELSI-ES, GRC)

2 月

2/2 “Liquid metal-silicate partitioning of light elements: Implications for planetary cores and atmospheres”
Dr. Hideharu Kuwahara (Postdoctoral Researcher, GRC)

2/9 “High temperature generation using Kawai type multianvil apparatus with sintered diamond anvils and stability of iron oxide in the lower mantle”
Dr. Takeshi Arimoto (Postdoctoral Researcher, GRC)

2/16 “Metastable phase relations in the mantle transition region”
Dr. Masayuki Nishi (Assistant Professor, GRC)

4 月

4/13 “Understanding the origin of carbonado, an enigmatic polycrystalline diamond, through analysis of primary nano-inclusions”
Dr. Hiroaki Ohfuji (Professor, GRC)

4/20 “First principles investigations of hydrous phases in Earth’s interior”
Dr. Jun Tsuchiya (Associate Professor, ELSI-ES, GRC)

❖ 過去の講演

- 第 478 回 “Melting experiments of Earth’s lower mantle minerals in binary systems”
Dr. Youmo Zhou (Postdoctoral Researcher, GRC) 2017. 10. 6
- 第 479 回 “Numerical simulations on the formation and avalanche of stagnant slabs”
Ms. Mana Tsuchida (Msc student, GRC) 2017. 10. 13
- “The effect of sulfur on carbon solubility and partitioning in the alloy-silicate systems: Implication for core-mantle fractionation of carbon and sulfur during accretion of Earth”
Dr. Kyusei Tsuno (Lab Manager, Rice Univ.) 2017. 10. 13
- 第 480 回 “Point defects in iron at inner core conditions”
Dr. Sebastian Ritterbex (Postdoctoral Researcher, GRC) 2017. 10. 20
- 第 481 回 “Relationship between Al substitution mechanism and the physico-chemical properties of Al-bearing anhydrous bridgmanites”
Mr. Masamichi Noda (Msc student, GRC) 2017. 10. 27
- “CPO of the experimentally deformed coesite at high pressure”
Mr. Shunta Doi (Msc student, GRC) 2017. 10. 27
- 第 482 回 “Sound velocity measurements on wadsleyite at mantle transition zone P and T conditions”
Dr. Wei Sun (Postdoctoral Researcher, ELSI-ES, GRC) 2017. 11. 17
- 第 483 回 “Numerical studies on the flow structures of the 3-D thermal convection of rotating fluids”
Mr. Fumito Miura (Msc student, GRC) 2017. 11. 24
- “Experimental study on the stability of magnesite in the presence of H₂O-rich C-H-O fluid under high pressure and high temperature”
Mr. Takashi Miyamoto (Msc student, GRC) 2017. 11. 24
- 第 484 回 “Ab initio predictions of K, He and Ar partitioning between silicate melt and liquid iron under high pressure”
Dr. Zhihua Xiong (Postdoctoral Researcher, GRC) 2017. 12. 1
- 第 485 回 “In situ X ray observations of crystallization of grossular glass under high pressure and high temperature”

- Mr. Daisuke Furuta (Msc student, GRC) 2017. 12. 8
- “Mineralogical study of micro-inclusions in olivine in pallasite meteorite”
Ms. Yoshie Takayama (Msc student, GRC) 2017. 12. 8
- 第 486 回 “Thermo-elastic properties of Al-bearing hydrous bridgmanite”
Mr. Sho Kakizawa (PhD student, GRC) 2017. 12. 22



▼ 海外出張・国際会議報告 ▼

❖ AGU Fall Meeting 2017



2017 年 12 月 11 日～15 日に開催された、アメリカ地球物理学連合 2017 年秋季年会 (American Geophysical Union Fall meeting 2017) に参加しました。本学会は地球惑星科学分野で最大規模の国際学会であり、最近では毎年 2 万人を超える研究者が集まります。本学会の開催地は例年サンフランシスコなのですが、今回はニューオーリンズでの開催となりました。GRC からは大学院生 2 名を含む、計 7 名が参加し、それぞれの研究成果を発表しました。

ニューオーリンズは、ルイジアナ州の南に位置し、ミシシッピ川に面しています。メキシコ湾に通じる重要な港湾都市で、ジャズ発祥の地として音楽でも有名な街です。中心街を歩くとあちらこちらから音楽や歌声が響き、立ち止まって何度も聞き入ってしまいました。食事も特徴的で、アメリカ南部の郷土料理であるケイジャン料理や、名産の牡蠣をはじめとした海産物は多くのレストランで食べることができました。初めて食べたワニも予想外においしく、滞在中の食事は非常に充実したものでした。

今回私はマントル鉱物の高圧相転移に関するセッションで、含水鉱物の相転移についての招待講演を依頼されました。発表が初日の朝ということもあり、飛行機内ではいつも以上に真面目にスライドの修正に励んでおりました。すると、あれでもないこれでもないというスライド修正に苦戦している私を見かねた隣の AGU 参加者が、なんと私のス

ライド修正を手伝ってくれるという少し恥ずかしいハプニングが起きました。このように思いがけない形でスライドの完成度を上げ、初日の朝には無事に発表を終えることができ、残りの数日間は気楽に他の発表を聴講することができました。



今回、特に印象に残ったのは、地球内部の揮発性成分についてのセッションです。特に下部マントルの水や炭素の存在形態についての発表が口頭・ポスター共に多くみられました。私の最近の研究対象と重なることもあり、多くの研究者と有意義な議論ができました。

本ニュースレターの他の記事にもある通り、本学会では今年から「AGU-TV」という企画が始まりました。GRC もこれに参画し、研究紹介の映像が会場や周辺のホテルで放映されました。私は初日の朝に、一度だけ GRC パートの映像に遭遇しましたが、その後残念ながら放映に気付くことはありませんでした。会場で目的のパートにたまたま遭遇するにはそこそこの運が必要なようでした。AGU-TV では、他にも世界各地の魅力的な研究所が紹介されているので、ご興味のある方はネット動画でご覧ください。(西真之)

❖ ネバダ州立大学ラスベガス校長期出張

7月18日から11月1日まで、アメリカのネバダ州立大学ラスベガス校に共同研究のために滞在してきました。共同研究者の Ashkan Salamat 助教は CO₂ レーザーを用いた高温高圧実験の専門家で、彼と新しい光学実験計測のための装置開発を目的とした共同研究を行ってきました。ネバダ大学では HiPSEC (High Pressure Science and Engineering Center) と呼ばれる高圧力科学をキーワードにした大型プロジェクトを駆動力にして、地球惑星科学、実験物理、材料科学、理論物理、化学など多岐にわたる研究者達が協力して学際的研究を推進しています。この研究分野間の連携は教育にも反映しており、週に1度行われるサイエンスカフェと称する学生を含めた論文輪読会は大変印象に残るものでした。各研究分野におけるホットピックをテーマに、様々なバックグラウンドからその研究の重要性について話し合うと共に、データを正しく解釈するために必要な基本的知識を丁寧に復習した上でその研究の論旨の信憑性を活発に議論しあうのです。実験と理論、両方のアプローチの中で問題となっている点を各所指摘しつつ、その研究の主張を学生の意見も交えながら批判する場面に出くわした時は、教員の研究に対する姿勢が見え隠れしてとても刺激的でした。闊達に意見を交わす雰囲気は私のセミナー発表の

時も同様で、立場に関係なく率直なコメントをたくさんいただくことができて大変有意義に感じました。

ネバダ大学の実験室には CO₂ レーザー加熱システムがあり、これからこのシステムに分析ツールが導入され始めるところでした。熱輻射スペクトル計測だけでなく、可視光レーザーを使った様々な分光システムが設置される複合システムになる予定で、非常に充実した加熱実験が行えるように感じました。私もこのセットアップに向けた議論に参加し、熱輻射計測で知られる温度決定の不確定性の問題など、温度の決定精度を向上するための意見交換をしました。滞在期間中にアメリカの放射光施設であるアルゴンヌ国立研究所を訪れる機会があり、高圧実験向けのビームラインに設置された CO₂ レーザー加熱システムを見学しました。一般的によく用いられる YAG レーザーでは加熱できないような透明物質の加熱中の X 線構造解析を行うことができ、実際にその実験の様子も見ることができました。これらの実験と議論を通して、レーザー加熱実験の新たな可能性を考える機会を得ただけでなく、地球科学はもちろん、固体物性物理学と材料科学の重要性を改めて理解することができました。

ラスベガスはカジノやエンターテイメントであふれた街として有名ですが、グランドキャニオンやアンテロープキャニオンなど、少し足を伸ばせば大自然を感じられる国立公園がたくさんあります。私も休日にはグランドキャニオンに行って夕陽が赤く染める溪谷の壮大な景色を観てきました。



車で片道おおよそ 5 時間かけて見に行くのですが、30 分も走れば赤土の大地が広がっていて、ラスベガスが砂漠の真ん中にあることを気づかされます。溪谷ではコロラド川の侵食によって作られた柵のない断崖の真上を散策でき、(かつてないスリルを感じると共に) 岩肌を間近で観ることができて感動しました。ラスベガスといえば滞在期間中に銃乱射事件が起きたことで話題に上がりましたが、幸い私を含めて身の回りの知り合いも特に被害はないようでした。しかしながら、身の危険を回避するために事件発生後は外出を控えるようになったことはいまでもありません。そういう意味でも海外で生活することの大変さを改めて認識した体験となりました。無事、日本に到着した時の安

堵感はいつも以上で、美味しく日本食をいただける喜びを妻と分かち合いました。(木村友亮)

◆ インターンシップ報告 ◆

❖ Interaction between sediment and peridotite

Aleksandra Bendeliani (B4, Moscow State University)



This was my first stay and work in Japan from 9 August to 19 September 2017 and I had an excellent experience in the study of new techniques, which will greatly help me in the future works.

The main objective of our research is experimental study of the interaction between model sediment (similar to GLOSS [Plank and Langmuir, 1998]) and peridotite. A series of experiments were performed using 8/3, 10/4, 18/11 cell assembly using 1000-, 2000-, 3000-tons split-sphere multi-anvil press, at 7 to 24 GPa and temperatures 800-1600°C.

Preliminary trial series of experiments were performed on a toroidal anvil- with-hole apparatus at the Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry, Russian Academy of Sciences with the same starting compositions at 7 GPa and temperatures 1000-1600 °C . Thus, the experimental study of the interaction between GLOSS and peridotite under the conditions of partial melting in the lower mantle was the main aim of the study at the GRC. We observed a conjugate change in compositions of minerals from different zones of experimental samples. In these runs, we simulated substrates that are enriched in various degrees in sodium and aluminum upon interaction between GLOSS and peridotite. At high temperatures (near 1600 °C) such interaction can lead to the formation of

melts, which can potentially serve as the parental for mantle magmatic eclogite. In such melts we can observe enrichment of pyroxene in the jadeite component.

I am very grateful to Tetsuo Irifune, Toru Shinmei and Ekaterina Sirotkina for their help in the study of the experimental technique. My stay in GRC was very interesting and productive because of the friendly atmosphere in the research group of high-pressure lab.

◆ ALUMNI レポート⑮ ◆

❖ 東京工業大学地球生命研究所

研究員 市川浩樹



私は、2017年4月から東京工業大学地球生命研究所(ELSI)の研究員として働いています。GRCでは、2009年5月から、2017年3月までの長期にわたりポスドク研究員を務めさせていただきました。前半はグローバルCOE関連の研究員、後半はELSIの愛媛大学サテライトの研究員として、お世話になりました。

地球生命研究所は、地球の起源と生命の起源の二つを大きなテーマにしています。このような大きなテーマの中で、私はマグマオーシャンにおける諸過程のモデリングといった地球の起源を目指した研究に従事しています。ELSIでは、外国人研究者が多く、ほとんどのセミナーが英語で行われています。また、地球科学と、生命の起源に関する科学との連携を重視しており、単なる役割分担による共同研究だけでなく、既存分野の垣根を超えた研究を促進するために、オープンな雰囲気重視しているようです。セミナー室はガラス張り、外から部屋の中が自由に見えるようになっており、会議の内容や出席者を廊下から眺めることができます。普段の研究ディスカッションも建物内の共有スペースで行われることが多く、オープンな雰囲気を保つことに一役買っています。また、大学の潤沢(?)な予算による各種コンピュータソフトのダウンロードサービスや論文の掲載料補

助などが充実しており、研究に打ち込める環境が整備されています。さらに建物内部の掃除は業者が受け持っていて、隅々まで綺麗にしています。世界の優秀な研究者を呼び込むためには、そういうサービスが必要という考えなのでしょうか。

一方で、個人的な不満点としては、東京という土地柄のため、徒歩による気分転換があまり楽しくないことが挙げられます。外を歩くときは人とぶつからないように歩く必要があります。個人的には座っているよりも、歩いている時の方が頭の整理ができることが多いので、人口密度が高くなく、身近に城山や御幸寺山のある愛媛大学の周辺環境は素晴らしいものでした。

ELSI では、私が GRC に赴任する前から取り組んでいる地球のマグマオーシャンの研究に再び本格的に取り組んでおり、地球形成過程での元素分配過程の解明がテーマです。大気・マントル・コア間で、各元素がどのように分配されるかを解明することが私の大きな目標です。生命の起源との関連がある原始的な地球表層環境を考察するためには、大気に関する言及は外せません。大気(宇宙に散逸した元素も含む)+マントル(地殻を含む)+コアの合計の平均組成が地球材料物質の平均組成と一致するわけですが、地球材料物質の平均組成もよくわかっておらず、したがって、マグマオーシャンの組成もよくわかりません。それらを明らかにするためには、地球内部の地震波等の観測データ、高圧での弾性波速度の実験および理論計算結果、各隕石の組成、高温高圧状態における各元素の分配に関するデータ、その他もろもろのデータを総合的に解析する必要があります。こつこつと作業をこなすしかないと思っています。最近では月日が経つのが早く感じられ、子供の成長の速さを見て自分も頑張らなければと思う日々です。GRC にも度々、お邪魔する機会があると思いますので、今後ともどうぞよろしくお願いいたします。

❖ ノースウエスタン大学地球惑星科学科 教授 Craig Bina



Many years have passed since I spent six wonderful months as a visiting professor at GRC during 2005. I have returned to visit

often (e.g., Western Japan Joint Meeting 2007, G-COE Frontier Seminar 2009, G-COE/TANDEM Symposium 2013, Mantle-Core Workshop 2015), but not as often as I would like! As well as chances to encounter new science and old friends, there are always opportunities to revisit some of my favorite places. The quaint old Oku-Dōgo Jungle-onsen baths have transformed into the lovely Ichiyu-no-mori Suimei-no-yu, but the fine views down into the Ishite-gawa river gorge remain unchanged. Walking from Taisan-ji up through the forest of Kyōgamori to the hilltop Okunoin, before descending to the shore at Takahama, the views of Gogoshima island and the Setonaikai sea seem only to grow more spectacular. My longtime favorite yakitori-ya Hagure has closed, but this sad loss provides a reason to go exploring anew.

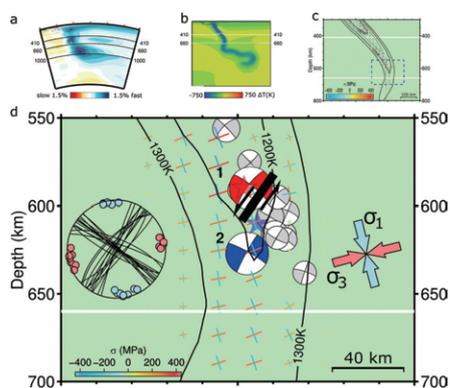
Meanwhile, back at Northwestern University, just north of Chicago, I have been asked to serve in various administrative positions, including associate dean for research and graduate studies, interim department chair, and acting dean of the graduate school, but now I am free again to be a regular professor. Through it all I've continued to pursue interdisciplinary research at the intersection of petrology, mineral physics, seismology, and geodynamics.

With my Northwestern colleague Steve Jacobsen and his students, I collaborate on studies of hydrous phases. We encouraged our Ph.D. student Joshua Townsend to visit GRC, where he established a fruitful collaboration with Prof. Jun Tsuchiya calculating properties of hydrous bridgmanite and postperovskite phases. With our postdoctoral fellows, we have investigated thermal transport properties of hydrous mantle phases, and we've begun to study synthetic ultrahard materials.

Together with GRC alumnus Yanbin Wang (University of Chicago) and his student, I've helped to interpret seismic structures beneath China in terms of slab mineralogy, and with Przemek Dera (University of Hawaii) and his student, I've helped to interpret the behavior of garnet and metastable pyroxene phases at high pressures, including a diopside polymorph showing evidence of penta-coordinated silicon.

Much of my recent research has focused on detailed modeling of subduction processes, often with my colleague Hana Čížková at

Charles University in Prague (Czech Republic). In a series of EPSL papers we have been investigating the various factors that control slab rollback, buckling, and stagnation in simple subduction scenarios; how this behavior changes (producing trench advance) in double-subduction regimes such as in the Philippine Sea; how rheological structure affects slab descent into the lower mantle; and how slabs respond to collisional scenarios. In each case, we have found petrological factors (e.g., glide and dehydration in crustal serpentines, post-olivine phase-transition Clapeyron slopes) to exert primary controls on dynamical behavior. A particularly enjoyable interdisciplinary study was our recent work (Scientific Reports 2017) combining detailed seismological analysis of a pair of deep South American earthquakes with stress fields derived from a model of slab geodynamics in order to evaluate potential petrological mechanisms of seismogenesis.



In other current activities, I've been asked to serve as acting chief instructor for the Zanshinkan aikidō dōjō at Northwestern University and to continue serving for another term on the JpGU editorial board of Progress in Earth and Planetary Science. Most recently I have enjoyed serving as the AGU solid-Earth representative on the Program Committee for the first JpGU-AGU Joint Meeting in 2017. As the committee was co-chaired by GRC's own director, Professor Irifune, this also afforded an opportunity to share stories of Ehime-ken over a pleasant izakaya meal.

I certainly hope that the future holds many more visits to Matsuyama.

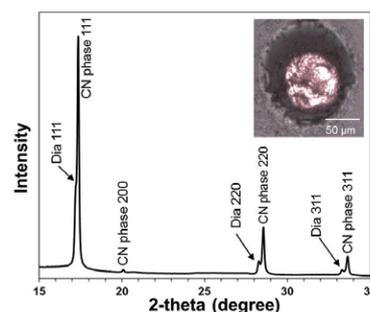


最新の研究紹介

❖ ダイヤモンド近縁構造を持つ窒化炭素相の合成

物質科学において超硬度材料は主要なメインテーマのひとつであり、立方晶窒化ホウ素をはじめとした様々な材料が開発、合成されている。一般にダイヤモンドは天然で最も硬い物質であると知られているが、近年ではこれを超える硬度を持つ材料の開発が特に進んでいる。中でも窒化炭素はダイヤモンドを凌ぐ体積弾性率を有することが第一原理的に予測されている (Liu & Cohen, 1989)。現在まで CVD 法や衝撃圧縮法、静的圧縮法などによるさまざまな実験的合成が試みられてきたが、依然として「夢の物質」のままである。

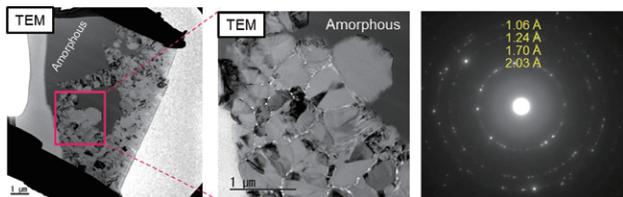
1 気圧下ではグラファイト型窒化炭素がエネルギー的に最も安定な構造とされ、超硬度窒化炭素相の出発物質の有力候補とされてきた。このグラファイト



型窒化炭素については、前述の出発物質としての用途だけでなく、光触媒や半導体としての応用が期待されるため、その合成手法について数多くの報告がなされている。しかし、FT-IR などの分析からそのほとんどが水素を含むものとなっており、実際それを出発物質に用いた実験では、広い高温高压領域で C_2N_2X ($X=NH, CH_2$) の組成を持つ C-N-H 3成分系の化合物が安定であることがわかっている (Kojima & Ohfuji, 2013)。このように、出発物質に水素を含む限り、含水素窒化炭素相は広い温度圧力領域および化学組成において安定である可能性が高い。最近になって、グラファイトと液体窒素を高温高压環境下において直接反応させることで、直方晶構造を持つ純粋な窒化炭素相が世界で初めて合成された (Stavrou et al., 2016) が、残念ながら同相は常圧には回収不可能であった。材料科学への応用を踏まえた場合、常圧へ回収可能な相であることは非常に重要である。そこで、本研究では水素を含まない出発物質であるテトラシアノエチレン (TCNE、組成式: C_6N_4) を用いて、DAC 中で超硬度かつ減圧回収可能な新規窒化炭素相の合成を目指した。

TCNE は 13 GPa より高压条件では重合化によりアモルファス化し、光学的にも不透明となるため、レーザー吸収体は用いずまた圧媒体も用いていない。SPring-8 および Photon Factory 放射光ビームラインによるその場 X 線観察の結果、50 GPa 以下の圧力条件では出発物質である TCNE はレーザー加熱中にダイヤモンドと窒素に分解した。一方で、53 GPa における加熱中に瞬間的に温度が上昇する「フラッシュ」が起き、直後の X 線回折パタ

ーンにおいてダイヤモンドと複数の新規相由来と考えられるピークが出現した。この相は1気圧へ減圧回収が可能であり、回収後のX線回折パターンから、得られた新規相はダイヤモンド近縁構造を持つ面心立方晶構造で、 $a = 3.5124(2) \text{ \AA}$ の格子定数を持つことがわかった。回収された試料はクロスセクションポリッシャーを用いて試料断面を切り出し、FIBを用いてTEM観察用薄膜を作製した。TEMによる微細組織観察の結果、新規相は粒径数百nmの粒子から構成され、そのほぼすべてで双晶が見られた。電子線回折による逆格子パターンから候補となる空間群が5つのF格子に絞られたが、それらは消滅則が全て等しくATEMによる更なる絞り込みは難しい。また、STEM-EDSによるCN比定量分析結果から、新規相のCN比がおよそ3:2であることがわかり、このような比を持つ相は出発物質であるTCNEを除けば理論および実験報告においてもなされていない。今後は理論計算を含めた構造調査を検討している。また、非静水圧下ではあるが、新規相の体積の減圧挙動とダイヤモンドの体積の減圧挙動を比べると、ほぼ同様の傾向を示したことから、今回得られた新規相はダイヤモンドに匹敵する硬度を持っていることが期待される。(小島洋平)



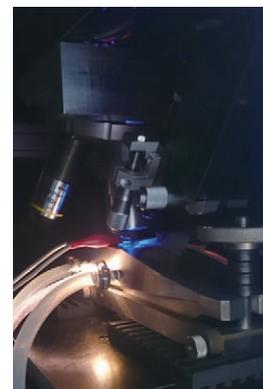
❖ Development of an externally heated lever-type diamond anvil cell

Recent advances in high-temperature and high-pressure technology give an opportunity to observe and analyze fluids, melts and minerals in situ, directly at the pressure and temperature conditions of interest. Diamond anvil cell technique, which provides optical and spectroscopic access to the sample through transparent diamond anvils, is widely used for this purpose. In this work, we designed an external heating system, which is compatible with a lever type diamond anvil cell (Whale cell) and suitable for

experiments at simultaneous high temperatures and high pressures. An external metal wire heater was placed in the central part of the diamond anvil cell and provided effective heating of the metal gasket, containing sample, while the temperature of the backside of diamond anvils was kept low enough to avoid their graphitization. Temperatures exceeding 850°C at pressures above 6 GPa were achieved with this heating system without any substantial damage to the anvils.

This new externally heated diamond anvil cell was successfully applied for in situ Raman spectroscopy and visual observations of C-O-H samples under upper mantle conditions. It can also be used for in situ infrared spectroscopic measurements. In the studied system, stability of the solid phases was confirmed at high pressures and drastic changes of their spectroscopic features were observed with increasing temperature.

Our future work will aim to further extend experimental pressure and temperature conditions by replacing the single-crystal diamond anvils with nano-polycrystalline diamond anvils. Nano-polycrystalline diamonds show an order of magnitude lower thermal conductivity (Ohfuji et al., 2010), which will reduce the heat transfer from the culet to the table of the diamond anvils and the risk of graphitization at high temperatures. On the other hand, nano-polycrystalline diamonds show higher resistance to thermal stress at high pressures (Sumiya and Harano, 2012), and their application will ensure constant pressure generation without breakage at the highest experimental conditions.



(Nadezda Chertkova)

共同利用・共同研究拠点 (PRIUS)

❖ PRIUS利用者の声

I'm Denis Mikhailenko, I am PhD at V.S.

Sobolev Institute of Geology and Mineralogy of the Russian Academy of Science (Laboratory of theoretical and experimental study of

high-pressure mineral formation).

Origin of diamond and graphite in mantle xenoliths from kimberlite pipe is the main theme of my study. Graphite- and diamondiferous mantle rocks attracts particular interest because the diamond crystallization conditions in eclogites are still under discussion. Moreover, I study another UHP geological object such as Kokchetav massif (Northern Kazakhstan).

I started joint research with GRC in several important topics: (i) study of carbon polymorphs (diamond and graphite) from UHP kyanite gneisses; (ii) investigation of intergrowths of diamond-graphite in K-bearing tourmaline; (iii) study of carbon polymorphs in zircon, (iv) study of moussanite inclusions in graphite from kimberlite pipe Udachnaya and (v) study of mineral inclusions in diamond from different geological environments. I use unique new FEI-SCIOS FIB system and new TEM for our research purpose. These studies will help to understand the processes of diamond and graphite crystallization in UHPM rocks. Unique devise and nice motivating environments in GRC provide opportunities for productive results of research. I got excellent data for future publication.

This is my third visit to Japan and I enjoy stay in Matsuyama, because it is very quiet and spiritual place. Hospitality and professionalism on the part of the PRIUS and GRC made my staying in Matsuyama very fruitful and memorable. Special thanks to Professor Hiroaki Ohfuji, who supervised my research and director of GRC Tetsuo Irifune. (V. S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy of the Russian Academy of Science PhD student Denis Mikhailenko)



❖ PRIUS 利用者の声



私は現在、マントル鉱物の細粒多結晶体の焼結と、その高温高压下での弾性波速度測定を行っています。そして、多結晶体の微細組織観察のため、愛媛大学GRCに設置されている透過型顕微鏡(TEM)を使用させて頂いています。

剪断集中帯では岩石の結晶細粒化が起こり、その結果断層岩を構成する粒子はミクロンレベルに至る場合があります。特に数ミクロンといった非常に細粒な粒子は特異な性質(超塑性など)を発現する可能性があり、私はこれまでの研究においてこのような断層岩の粒径を再現した多結晶体を得るため、マントル鉱物(かんらん石・単斜輝石)のナノ粉砕とミクロン~サブミクロン粒径の鉱物多結晶体の焼結に取り組んできました。具体的には、ビーズミルを用いた非常に回転速度の速い(1700 rpm)粉砕を行い、かつ粉砕の条件(試料の量、ボールの量や径)を精査することで、鉱物単結晶を約100 nmまで粉砕することに成功しました。また得られた鉱物のナノ粉末を用いて高温・大気圧下で焼結を行うことで、非常に細粒かつ緻密な鉱物多結晶体を得ることができました。最近では、得られたミクロン~サブミクロン粒径の単斜輝石多結晶体の物性測定のため、高温高压条件下での弾性波速度測定実験に取り組んでいます。焼結で得られた極細粒な鉱物多結晶体の粒径や組織を評価するためには、SEMに加えてTEMを用いたナノ領域における組織観察が重要です。私は今年度3回のGRCへの訪問を通して、個々の粒子の電子回折のパターンや原子配列の観察などから、得られた多結晶体の結晶性について詳細な観察を行うことができました。このようにして研究を進められるのは、PRIUSに受け入れて頂いた先生方やスタッフの方々のおかげです。そして、試料準備から顕微鏡の操作まで、丁寧にご指導頂き感謝申し上げます。今後とも引き続き、どうぞよろしくお願い致します。(横浜国立大学 D3 坪川祐美子)

.....
編集後記: ちょうど50号目となるNLをお届けします。今後ともGRCをよろしくお願いいたします。
(T. I. & M. Y.)
.....