GRC News Letter 2018.6.10 No.51

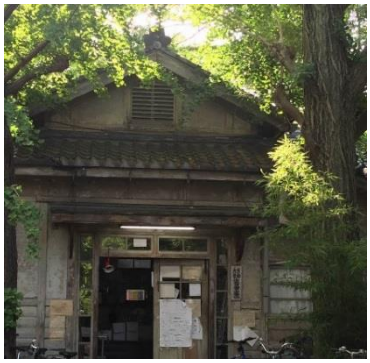
国立大学法人　愛媛大学
地球深部ダイナミクス研究センター
〒790-8577　松山市文京町2-5
TEL：089-927-8197（代表）
FAX：089-927-8167
http://www.grc.ehime-u.ac.jp/

目　次

- センター長挨拶
- センター構成
- NEWS＆EVENTS:
  - GRCに超高圧材料科学部門を設置
  - 野村助教が井上リサーチアウォードを受賞
  - 木村研究員が阪大近藤賞を受賞
  - Nature誌のN&V欄に解説記事
  - GRC・新学術領域研究共催公開講演会開催
  - 平成29年度新学術国際シンポジウム開催
  - GRC第1回NPDワークショップ開催
  - フロンティアセミナー
- ジオダイナミクスセミナー
- 新人紹介
- 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.16
- 最新の研究紹介
- センター機器紹介
- 先進超高圧科学研究拠点（PRIUS）

センター長あいさつ

入舩　徹男



1月、5月、9月の年3回発行することにしている本ニュースレター、発行予定の5月中～下旬に渡る国内出張のため、お届けするのが遅くなってしまいました。金沢でのセラミックス協会関連会議での講演に始まり、幕張での5日間に渡る恒例の地球惑星科学連合（JpGU）大会、京都での国立大学附置研所長会議への出席と、四国から北陸～関東～関西を巡る長い旅でした。

2日間に渡る所長会議では、もっぱら国際共同利用・共同研究拠点の公募が主な話題で、文科省研究振興局長や、研究機関課長の講演と質疑応答に多くの時間が割かれました。GRCが運用する「先進超高圧研究拠点（PRIUS）」も応募することになると思いますが、全国約80の拠点のうち、採択されるのはたった6拠点程度。出さないわけにもいかないし、こんな割のあわない募集のため研究者が膨大な申請書や資料準備に時間を費やすのは無駄ではないかという声が、あちこちで漏れ聞こえました。

会議2日目は朝10時開始だったので、京都駅近辺のホテルから京大まで、早朝散歩を楽しみました。七条から鴨川沿いを丸太町通りまで、その後熊野神社を経て東一条の京大正門付近まで1時間あまり。ニュースにもなったタテ看のない正門は初めて見ましたが、すっきりはしているものの、多少物足らなさも感じました。

吉田山に登る気力も時間もなかったのでそのまま引き返し、旧教養部に隣接した吉田寮の様子をチェック。学生時代にお金がなくなると、ここの食堂でお世話になりました。一食100円のワンコインと、当時としても格安でしたが、おかずはたいてい薄いハムのフライ2枚。味噌汁はほとんど何も入っていないので、大鍋をかき混ぜて、浮かんでくるわずかな具をすくいとるテクニックが必要でした。

当時の京大、特に教養部では学生運動がまだまだ盛んでした。ほとんど毎週のように授業を潰してクラス討論会（クラ討）に変え、自治会の運営や大学当局との交渉をめぐり、激しい議論が交わされました。吉田寮の中にも色々な派に属する学生がいましたが、不思議と寮の中では揉めることもなく、寮外の学生も安心して（？）利用することができました。

当時から壊れそうな建物だったので、さすがに既になくなっているかと思ったら、一部は当時のままでした。特に食堂部分は京大で最古の100年以上前の建物で、学生が色々無茶したにも関わらず、とり壊すことはできなかったとか。今でも日

本最古の学生寮として、学生（だけではない？）が住んでいるようです。真偽のほどは定かではありませんが、中ではニワトリやヤギ、またオーストラリア原産のエミューを飼っており、コンパの際には鍋の具にするとの噂も。

とりわけ法人化以来変化が激しい大学ですが、変わらぬ部分があるのは少しほっとしました。冒頭に述べた JpGU 恒例の GRC ブースでは、たまたま私が店番していると、教養時代同じクラスだった卒業生が訪ねてきてくれました。「群れない」ことをよしとする京大では、これまでクラス会を開くこともなかったので卒業以来の再会でしたが、当時のクラ討仲間も今では某大手新聞社の論説委員だとか。しばし当時の話題で盛り上がりました。

大学を卒業して 40 年あまり。私もとりあえずの退職まで 2 年を切り、そろそろ GRC の新しい方向に筋道をつける時期にきたと感じています。つきましては、今回の国際共共拠点化を含めいくつかの選択肢を想定し、GRC の更なる発展のための方策を模索しています。一方で、GRC が 20 年近くにわたり培ってきた伝統や人材も大切にし、「卒業生」が訪れてもほっとできるような場を提供できればと考えています。

センターの構成

（H30.5.1現在）

❖ 超高圧合成部門

入舩徹男（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）
Nadezda Chertkova（特定研究員）
Wei Sun　（WPI研究員）
有本岳史（特定研究員）
Youmo Zhou（特定研究員）
近藤　望（特定研究員）（H30.4.1-）
木村友亮（学振特別研究員）
桑原秀治（学振特別研究員）（H30.4.1-）
門林宏和（学振特別研究員）（H30.4.1-）
坪川祐美子（学振特別研究員）（H30.4.1-）

❖ 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）
Sebastian Ritterbex（特定研究員）

❖ 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）

❖ 超高圧材料科学部門（H30.4.1-）

内藤　俊雄（教　授：理工学研究科兼任）
石川史太郎（准教授：理工学研究科兼任）
松下　正史（准教授：理工学研究科兼任）
山本　貴　（准教授：理工学研究科兼任
（4名共にH30.5.1-）

❖ 教育研究高度化支援室（連携部門）

入舩徹男（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）
河田重栄（技術補佐員）
林　諒輔（技術補佐員）
内山直美（技術補佐員）
白石千容（研究補助員）

❖ 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
田窪　光　（副課長）
和田まどか（事務職員）（H30.4.1-）
宮本菜津子（事務補佐員）
上田瑠美　（研究補助員）
大西梨紗　（事務補佐員）（H30.5.1-）

NEWS＆EVENTS

❖ GRCに超高圧材料科学部門を設置

GRCでは、全学のGRC改組検討委員会の検討結果を基に、4月1日付で超高圧材料科学部門を設置しました。同部門の設置は愛媛大学の中期目標・計画における、①先端研究センターの強化、②超高圧を利用した物質科学分野の発展、③リサーチユニット（RU）制度の設置などの重要な取り組みに沿ったものであり、高い評価を受けてアドバンストリサーチユニット(ARU)にも認定された、「超高圧材料科学RU」を基盤とするものです。超高圧材料科学部門では、同RUで中心的な役割を果たしてきた松下正史（理工学研究科工学系准教授）、石川史太郎（同准教授）、内藤俊雄（理工学研究科理学系教授）、山本貴（同准教授）の各氏に、5月1日付で兼任教員として所属いただくとともに、今後順次関連分野の教員を加えることにより、材料科学分野を中心とした新たな学際的研究を推進します。

❖ 野村助教が井上リサーチアウォードを受賞

GRCの野村龍一助教が公益財団法人井上科学振興財団の井上リサーチアウォードを受賞し、2018年2月2日（金）東京で行なわれた贈呈式に出席しました。

井上科学振興財団は、1984年に文部大臣の設立許可を得て発足された財団で、同賞は自然科学の基礎的研究で優れた業績を挙げ、更に開拓的発展を目指す若手研究者の独創性と自立を支援することを目的とし、毎年4人以内に贈呈されています。第10回目の今回、野村助教が地球科学分野で初めての受賞であり、受賞タイトルは「新しい超高圧変形実験装置による地球中心核ダイナミクス解明への挑戦」です。（参考HP：井上科学振興財団https://www.inoue-zaidan.or.jp/）

❖ 木村研究員が阪大近藤賞を受賞

GRCの木村友亮日本学術振興会特別研究員が、レーザー科学分野における国際賞である大阪大学近藤賞を受賞し、2018年5月9日(水)に京都府にある関西光科学研究所での授賞式に参加しました。

近藤賞はレーザー工学、光量子ビーム科学、高エネルギー密度科学、レーザー核融合科学および関連するレーザー科学分野において、優れた成果を上げた若手研究者の業績を表彰することにより、研究者の意欲の向上と当分野の発展を促すことを目的として、2007年度より大阪大学の賞として設けられました。近年のレーザー科学分野における著しいグローバル化の状況を鑑みて、同賞は今年度から国際的かつ学際的に活躍している海外を含めた優秀な若手科学者に送られる国際賞に変わり、木村研究員を含めて2人が選ばれました。受賞タイトルは「両側CO_2レーザー加熱システムを用いたMgOの高圧融点決定」です。

木村研究員は、入船教授を受け入れ教員としてGRCに所属していますが、現在はスイス連邦工科大学チューリッヒ校(ETH)に長期滞在して研究をすすめています。

❖ Nature誌のN&V欄に解説記事

研究成果についての解説記事が、GRCの入船徹男センター長と大内智弘講師により執筆され、Nature誌3月15日号のNews & Views欄に掲載されました。

対象とした論文では、プレートの下のマントル（アセノスフィア）の地震波の減衰に見られる“柔らかさ”（非弾性的性質）が、従来の主要な説である水の影響ではなく、酸素雰囲気(酸化的な状態)によるものと結論づけています。この結果は、マントルのダイナミクスや地震の発生メカニズム、また地球深部における水の存在や循環にも、重要な影響を及ぼす可能性があります。

GRCでは大内講師らを中心に、マントルの主要構成物質であるかんらん石のマントルの高温・高圧力下での流動や破壊、またそれらに対する水の影響などの研究にも取り組んでおり、最近もNature Geoscience誌に重要な成果を発表するなど、上記の研究と関連した先端的研究を推進しています。（参考HP：Nature News & Views：https://www.nature.com/articles/d41586-018-02828-y）

❖ GRC・新学術領域研究共催公開講演会開催

新学術領域研究「核-マントル共進化」と同「スロー地震学」、愛媛大学GRCの三者の共催による一般公開講演会「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」が、2018 年 3 月 25 日（日）愛媛大学南加記念ホールにて開催されました。講演会では、「核 - マントル共進化」の領域長を務める土屋卓久 GRC 教授、計画研究の班長の鈴木勝彦 JAMSTEC 上席研究員、また「スロー地震学」領域長である小原一成東京大学地震研究所長が、それぞれ物理、化学、地震学に基づく地球内部の研究成果について、一般向けに講演を行いました。（詳細：http://core-mantle.jp/archives/3485）

❖ 平成 29 年度新学術国際シンポジウム開催

2018 年 3 月 26 日（月）～29 日（木）に愛媛大学南加記念ホールにおいて平成 29 年度国際シンポジウム（兼成果発表会）を開催しました。会場前の桜が舞う中、招待講演者 9 名・領域関係者 78 名の総勢 87 名（うち海外からの参加者 9 名・アメリカ、イタリア、スイス、オーストラリア、フランス・学生 11 名）が参加し、口頭 40 件、ポスター 31 件の発表があり、ポスターセッションでは二日にわたるコアタイムで活発な意見交換がなされました。懇親会では、道後の地ビールが振る舞われ、和やかな雰囲気の中、研究者同士の交流を深めました。（詳細 HP: http://core-mantle.jp/archives/3389）

❖ GRC 第 1 回 NPD ワークショップ開催

2018 年 2 月 28 日（水）～3 月 1 日（木）に、共同利用共同研究拠点「先進超高圧科学研究拠点(PRIUS)」及び新学術領域研究「核ーマントル共進化」技術開発班の共催による、ナノ多結晶ダイヤモンド（NPD=ヒメダイヤ）の超高圧科学への応用に関するワークショップを愛媛大学にて開催しました。

GRC で開発された NPD は、現在様々な分野への応用がすすめられ、多くの先進的な研究成果があがっています。第 1 回目のワークショップは、NPD 及び関連物質の超高圧科学・技術への応用について、国内の超高圧科学分野における主要な NPD ユーザー等を招いて現状を紹介いただくとともに、今後の課題についても議論する貴重な機会となりました。（詳細 HP：http://www.grc.ehime-u.ac.jp/archives/3245）

❖ 国際フロンティアセミナー

第68回

“Geodynamic mechanisms for the preservation of large-scale primordial heterogeneity in the Earth’s mantle”
講演者：Dr. Maxim D. Ballmer (ETH Zurich, ELSI)
日時：2018年1月29日（月）16：30-18：00

第69回

“Binary phase relations between ringwoodite and bridgmanite + ferropericlase: implication for sharpness of the 660-km discontinuity”
講演者：Prof. Tomoo Katsura (BGI, Univ. Bayreuth)
日時：2018年2月23日（金）16：30-18：00

第70回

“Recent Advancements in multi-anvil high-pressure science”
講演者：Prof. Yanbin Wang (Univ. Chicago)

日時：2018年3月22日（木）16：30-18：00

第71回

“Magma genesis in Hawaii plume: melting experiments on basalt/peridotite layered sample up to 8 GPa”
講演者：Prof. Eiichi Takahashi (Chinese Academy of Sciences)
日時：2018年5月16日（水）16：30-18：00

第72回

“Experimental Discovery of Superionic Water with dynamic compression”
講演者：Dr. Marius Millot (Lawrence Livermore National Laboratory)
日時：2018年5月25日（金）16：30-18：00

第73回

“Silicon abundance in the Earth’s core constrained by a multi-technique approach”
講演者：Dr. Daniele Antonangeli (Sorbonne Univ.)
日時：2018年5月28日（月）16：30-18：00

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）

６月

6/8 “High-pressure and temperature stability of methane hydrate in H_2O-CH_4-NH_3 system”
Dr. Hirokazu Kadobayashi (Postdoctoral Researcher, JSPS, GRC)

6/15 “Thermal equation of state of $MgSiO_4H_2$ phase H determined by in situ X-ray diffraction and a multianvil apparatus”
Dr. Masayuki Nishi (Lecturer, GRC)

6/29 “Crystallographic preferred orientation of $MnGeO_3$ perovskite: An experimental study using a D111-type guide block”
Dr. Yu Nishihara (Associate Professor, GRC)

７月

7/6 “Effects of iron on lattice thermal conductivity of lower mantle minerals from first principles”
Dr. Haruhiko Dekura (Lecture, GRC)

7/13 “Melting phase relation of Fe-bearing PhD up to the uppermost lower mantle and transportation of H_2O to the deep Earth”
Chaowen Xu (Ph.D. student, GRC)

7/20 《GD seminar 500回記念（予定）》
“Optical and mechanical properties of nano-polycrystlline ceramics synthesized under ultra-high pressure: Toward science and technology of “transparent nano-ceramics””
Dr. Tetsuo Irifune (Professor, ELSI-ES, GRC)

7/27 “Combined in situ X-ray diffraction and electrical resistance measurements of pressure-induced phase transition and metallization in ZnTe, ZnS, GaAs, and GaP”
Dr. Takehiro Kunimoto (Postdoctoral Researcher, GRC)

❖ 過去の講演

第 487回 “In situ optical studies using externally heated lever type diamond anvil cell”
Dr. Nadezda Chertkova (Postdoctoral Reseacher, GRC) 2018.1.19

第 488回“In situ optical studies using externally heated lever type diamond anvil cell”
Dr. Nadezda Chertkova (Postdoctoral Reseacher, GRC) 2018.1.19

第 489 回“Liquid metal-silicate partitioning of carbon in a shallow hydrous magma ocean: Implications for the distribution of carbon in the Earth during core formation”
Dr. Hideharu Kuwahara (Postdoctoral Reseacher, GRC) 2018.2.2

第 490 回“Stability of Fe_2O_3 in the lower mantle”
Dr. Takeshi Arimoto (Postdoctoral Reseacher, GRC) 2018.2.9

第 491 回“High-P,T elasticity of iron-light element alloys”
Dr. Taku Tsuchiya (Professor, ELSI-ES, GRC) 2018.4.13

第 492 回“Understanding the origin of carbonado, an enigmatic polycrystalline diamond, through analysis of primary nano-inclusions”
Dr. Hiroaki Ohfuji (Professor, GRC) 2018.4.27

第 493 回“First principles investigation of the high-pressure behavior of the FeOOH-AlOOH-phase H ($MgSiO_4H_2$) system”
Dr. Jun Tsuchiya (Associate Professor, ELSI-ES, GRC) 2018.5.11

第 494 回“Sintering of olivine aggregates and pyroxene aggregates with grain size of submicron-scale”
Dr. Yumiko Tsubokawa (Postdoctoral Researcher, JSPS, GRC) 2018.6.1

新人紹介

近藤　望
（特定研究員）

この春から愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター(GRC)の特定研究員として着任しました、近藤望です。私は高校まで東京におり、大学学部から博士号取得まで京都、そして研究員として愛媛と、西へ西へとやってきました。性分なのか、

どうにも関東より西の気風が好ましく、松山もとても過ごしやすく感じています。私はもともと大学には文系入学したのですが、学部二回生の後期で理系へと転向し、地球科学の道に踏み出すこととなりました。幼少時から、自分の外側にある「地球」というものがよくわからない不安感があり、自分の足元にある地面や地球全体がどうやってできたのかを知りたい、という思いがずっとありました。それが、大学の全般教育科目で地球科学の講義を受けたことをきっかけに、地球の成り立ち、初期地球における物質分化の研究へ進むことに繋がったのだと思っています。

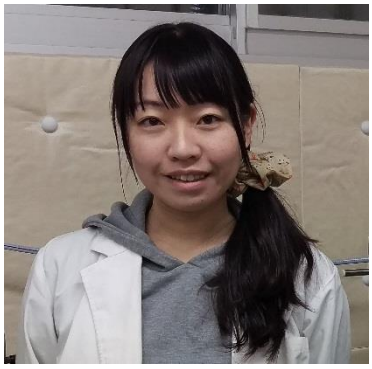
私はこれまでの研究で、冥王代(40-46 億年前)におけるケイ酸塩部分（マントル＋地殻）の分化に焦点を当ててきました。地球の歴史を遡るほど天然試料が少なくなるため、古い時代ほど当時の様子を探ることは難しくなります。特に、冥王代については岩石の記録がありません。冥王代唯一の遺物として 40-44 億年前のジルコン鉱物がこれまでに見つかっており、この冥王代ジルコンの化学分析が精力的に行われてきましたが、冥王代におけるケイ酸塩分化の実態は明らかにされてきませんでした。なぜなら、ケイ酸塩分化の実態を理解するには、未分化マントルの融解条件や生成したマグマ（あるいは地殻）の主成分元素組成を知る必要がありますが、これらの情報は冥王代ジルコンの化学分析からは得られなかったためです。

そこで私は、冥王代以降の火成岩中の ^{124}Nd 同位体比から、冥王代における未分化マントルの融解条件を制約しました。そして、この融解条件に基づいて未分化マントル組成の高圧融解実験を行い、液相の主成分元素組成を決定し、さらにこの主成分元素組成から、液相の密度や粘性を推定しました。その結果、この液相は Mg にたいへん富んだコマチアイト質と呼ばれる組成を持つこと、また液相の密度・粘性ともにマントルカンラン岩より低くなることがわかりました。したがって、冥王代に未分化マントルが融解して生成されたマグマはマントル中を上昇して、コマチアイト質の一次地殻を形成していたと考えられます。さらに、この一次地殻の含水と再融解が冥王代ジルコンの微量元素組成・同位体比から示唆されているため、含水したコマチアイト組成の融解実験を行い、液相の主成分元素組成を決定しました。その結果、液相の組成は Mg に富んだ苦鉄質となることがわかりました。そして、液相の密度・粘性ともに冥王代のリソスフェアよりも小さくなるため、冥王代

の一次地殻の再融解で生成されたマグマは苦鉄質な二次地殻を形成していたと考えられます。

今後の研究では、冥王代ジルコンの晶出過程とそのソースとなった液相の主成分元素組成を融解実験から制約し、未分化マントルの融解から地殻の形成、そして地殻の進化とジルコンの晶出まで系統的に説明するような冥王代におけるケイ酸塩分化のモデルを立てることを計画しています。また、初期地球における物質分化の一つとして、核形成後の下部マントルにおけるケイ酸塩―金属相―硫化物相の分化に焦点を当て、この分化がマントルの化学組成に与えたであろう影響を明らかにすることを計画しています。初期地球における物質分化は制約条件が少なく、取り組むのが難しい分野ではありますが、独創性と克己心を持って、GRC で新しく面白い研究をしていきたいと思っています。今後とも、どうぞよろしくお願いいたします。

坪川祐美子
（学振特別研究員）



４月から日本学術振興会の特別研究員としてお世話になっております、坪川祐美子と申します。私は３月まで横浜国立大学にて、石川正弘教授のご指導のもと研究を行ってきました。私は卒業研究では、大陸衝突帯における変成作用について南極の変成岩類から岩石学的な研究を、修士研究からは岩石物性実験での基礎となる試料を得るため、下部地殻・マントル鉱物の細粒緻密な多結晶体の焼結に取り組んできました。また博士研究では、得られた鉱物多結晶体の粒径・組織の変化や物性についての理解を進めるため、焼結した多結晶体を実験試料として用いて高温下での粒成長実験や弾性波速度測定実験を行ってきました。

ここで、私がこれまで主に取り組んできました細粒な鉱物多結晶体の焼結について、もう少しだけ詳しくお話させていただきます。私は特に、ミクロン・サブミクロンレベルの微細粒子とその物性に興味を持っています。それは、剪断集中帯などで起こる岩石の結晶細粒化の結果生じた特に数ミクロン以下となる非常に細粒な粒子は、元の状態とは異なる特異な性質（超塑性など）を発現する可能性があるからです。私は、このように非常に細粒な粒子からなる多結晶体を実験室で得るため、まず焼結の原料となる天然鉱物のナノ粉末の準備に取り組みました。具体的には、下部地殻・マントルの主要鉱物である輝石やかんらん石の単結晶について、ビーズミルを用いた冷却式の粉砕とその粉砕条件（回転数や時間、試料と溶媒の量など）の精査を行うことで、天然鉱物のナノパウダー化に成功しました。また、得られた天然鉱物のナノ粉末を用いて最適な焼結条件（温度・保持時間など）を検討することにより、ミクロン・サブミクロンレベルの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。

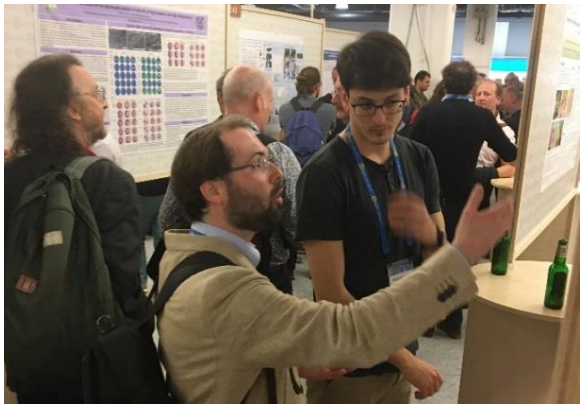
４月からこちらの愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センターでは、このような微細粒子の挙動とその物性について、高圧変形・破壊実験の分野から明らかにしたいと考えています。現在はパーツ作りなどを教えて頂きながら、変形実験の準備を進めております。特に、これまで私はピストンシリンダー型の実験装置を扱った経験しかありませんでしたので、鉱物多結晶体の焼結のために先日用いた川井型マルチアンビル装置の実験パーツ類の大きさや発生圧力など、これまでとの違いを改めて新鮮に感じながら日々を過ごしています。ここで、3 月に博士課程を修了し改めて振り返ってみると、当初私が地学の分野に興味を持ったのは、地震や火山といった大規模な地質活動に何か漠然とした魅力を感じたからでした。しかしながら進学を続け研究を進めていくと、観察対象はどんどん細かいもの細かいものへと変わり、変成岩の数 mm レベルの粒子から焼結体のマイクロレベルへ、そして昨年度は PRIUS の制度を利用し GRC に設置されている透過型顕微鏡（TEM）を使用することで、注目する観察対象はナノレベルまで小さな領域となりました。単純な発想ではありますが、地震など大規模な地質現象のプロセスを制約しているのが、マイクロや時にはナノレベルの非常に細かい粒子である場合があるかもしれないということは、私にとってとても面白さを感じることの一つです。

こちらの GRC では、世界最高峰の実験装置・実験技術と国内外の最先端を担う研究者の方々による研究を、間近に感じる機会を得ることができ非常に嬉しく思います。今後とも、ご指導ご鞭撻のほどどうぞよろしくお願い致します。

海外出張・国際会議報告

❖ EGU General Assembly 2018

The European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2018 took place from April 8-13 in Vienna and brought together scientists from all over the world to present and discuss their work covering all subjects

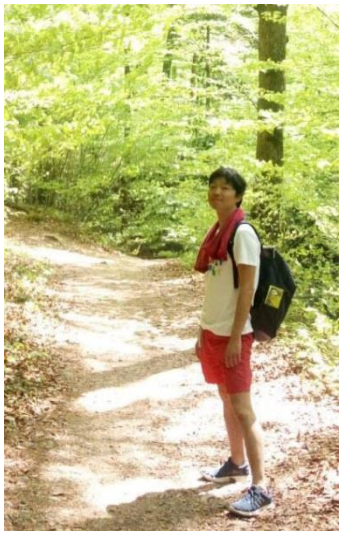


related to Earth and planetary sciences.

Being invited to this year's EGU meeting, I presented our latest results on diffusion properties of high-pressure phases in deep planetary interiors as obtained by ab-initio calculations and further I discussed some rheological implications regarding plastic deformation. Constraining the rheological properties of the constituent minerals is essential to understanding the dynamics of planetary interiors. In particular, I discussed how high-pressure phase transitions may alter mantle rheology in super-Earths, based on a recent published paper in Icarus (DOI:10.1016/j.icarus.2017.12.020). The latter has been a collaboration with Takafumi Harada and Taku Tsuchiya. Besides oral presentations, the EGU provides us the opportunity to present scientific work by so-called PICO (Presenting Interactive Content) presentations. This type of presentation combines the advantages of both oral and poster presentations. In the PICO session dedicated to the Earth's core structure, dynamics and evolution, I presented our work on vacancy diffusion in hcp iron and the role of light elements in extrinsic diffusion mechanisms in iron alloys under inner core conditions.

Besides showing the work I have been conducting in the TMPG-group at GRC, I have had the chance to meet and discuss with lots of geoscientists as with my former PhD supervisor and colleague from Lille University, Patrick Cordier and Sébastien Merkel, other mineral physicists as Jennifer Jackson, Shun-ichiro Karato and Razvan Caracas, geodynamicists as Andréa Tommasi, Maxim Ballmer and Marine Lasbleis and seismologists as Hrvoje Tkalčić and Barbara Romanowicz and with many others of the more than 15,000 scientists from over more than 100 countries who participated in this year's General Assembly. Together with the cultural richness and beauty of Vienna in spring time as well as with the wonderful weather we had, I can only say that I experienced a very nice and inspiring week amongst fellow geoscientists. (Sebastian Ritterbex)

❖ スイス連邦工科大学チューリッヒ校滞在



2018年1月から日本学術振興会の海外渡航支援を受けてスイス連邦工科大学チューリッヒ(ETH Zurich)に滞在しています。この大学はレントゲンやアインシュタインなどが学んだ、世界有数の工科大学であり、世界各国から多くの人が学びにくる国際的な教育研究機関でもあります。私はここで、愛媛大学で開発した CO_2 レーザーを用いた加熱手法をブリルアン-ラマン散乱分光計測に導入し、アンモニアと水の惑星内部温度圧力環境下における新しい相探索と弾性特性決定を目的とした実験的研究を推進しています。滞在してからこの新しい計測システムの開発に着手しており、現在も順調にセットアップを進めています。お世話になっている実験鉱物物理学研究室(Experimental mineral physics)は昨年からスタートしたばかりで、私が現地に到着した当時は実験室にはまっさらで大きな光学テーブルが並んでいるだけでした。一から計測システムを立ち上げる作業は新しい部屋のインテリアを考える時と似ていて新鮮な気持ちになります。研究室メンバーそれぞれが互いにアイディアを出し合いながらとてもいい雰囲気で作業を進められています。分光計測に用いる励起レーザーの出力はこれまでの3倍に増強され、さらにブリルアン散乱で用いるファブリーペロー干渉計はノイズを軽減する除振システムが改良されるなど、各所で重要なアップグレードが施されています。すでに分光システムの基本的な立ち上げは完了しており、テスト試料のデータ取得にも成功しています。データ取得にかかる時間がこれまでの数10分の1に短縮され、1分もかからずに綺麗なスペクトルが得られた瞬間は、それまでの作業の疲労感が吹き飛ぶ感動が押し寄せてきて、ほっとすると同時にこれから行う実験への期待感が込み上げました。作業内容についてご指導して下さった教授と共にこの感動を分かち合えたことはとてもいい経験として印象に残っています。

チューリッヒは約3割が外国人というスイス最

大の国際都市です。500 年程前に建築された教会などが今も残る街並みはまさに中世のヨーロッパを舞台にした映画のように美しく、かつ古い建物がチューリッヒ湖や周囲の山々にうまく溶け込んだ歴史ある街です。冬であればマイナス 20 度を下回る日も少なくないため、外出が億劫になることも多かったのですが、春を迎えた今は丘を散策したり、湖畔を散歩するのが休日の楽しみになっています。日本と違って日曜日はほとんど全てのお店が閉店になることもあってか、スイスの人々も自然溢れる公園に出かけるようで、バーベキューや日光浴を楽しむ人たちによく出会います。このように、今では落ち着いて充実した日々を過ごせていますが、心穏やかな生活になるまでいつくか乗り越えないといけないハードルがありました。特にチューリッヒで住むアパートを決めるのは外国人である私にとっては非常に困難でした。チューリッヒの住宅は大家さんが借主を選ぶシステムになっており、借りたい人は代理店を通して申請します。人気の空きアパートには見学のために 100 人を超える希望者が部屋に一斉に押し寄せることもあり、ドイツ語が話せない外国人の私は契約するまでに何十件も申請書を応募しました。今では何とかいい家に巡り会うことができて、週末には家の庭で食事するのがささやかな楽しみになっています。

スイスといえば酪農が盛んでチーズが有名な印象がありますが、ミルクチョコレート発祥の地でもあり、市内には老舗のチョコレート屋さんが多く見受けられます。魅力的なスイーツの店々に目移りしていると知らない間にソフトクリームを手に持っていたりするので、日本に帰国した時には皆様に気づいてもらえるようこれからは食べ過ぎに注意が必要です。(木村友亮)

インターンシップ報告

❖ Phase equilibria and volatile speciation of a subducted oceanic crust under lower mantle conditions

Lorenzo Monaco (Rome University)

I have been in Matsuyama from the 3rd to 31st of March: that was the first time I've been in Japan and outside of Europe as well. I had an incredible time in Matsuyama! People are extremely kind and the city is wonderful: I believe I'll never forget Dogo Park and the Castle.

During my stay at the GRC, I had been working on several multianvil experiments, both with the 2000-tons split-sphere ORANGE press and the D-DIA MADONNA II press. Experiments aimed to synthetize transition zone (TZ) and lower mantle (LM) phases (i.e. majorite, NAL and CF phase), determine their phase relations and constrain the oxygen fugacity of the system. Thanks to this incredible experience, I had the opportunity to meet scientists from different countries and research fields, expand my knowledge on topics I poorly knew about and work along incredible people.

I am extremely thankful to T. Irifune-sensei, Ehime University and my supervisor V. Stagno for this incredible experience and opportunity. I also feel lucky to have worked alongside beautiful and kind people in the HP-HT lab, as Steeve, who helped me with my experiments, and the other guys, Nishi-san, Sung-san, Arimoto-san (I am afraid I can't remember the name of all of them): thank you all for helping me during my permanence. I really hope to meet you again.

Arigatou Gozaimashita!

❖ Synthesis of molybdenum borides with variable components under high pressure

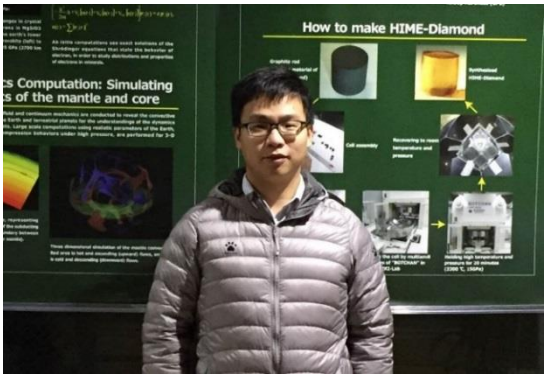
Hu Tang (D3, HPSTAR, China)

I have come here (GRC) for four times including this time. GRC is a very great laboratory for high-pressure experiments because of its comprehensive experimental facilities. Of course, Matsuyama undoubtedly is a nice and comfortable city, especially in the spring of the cherry blossoms. Since I visited GRC in Dec. 2016, my skills in high-pressure have been fundamentally improved. So, I am very grateful to Irifune-sensei, Shinmei-sensei, Yashiro-san, Zhou-san, Xu-san and Sun-san, et al. for their help.

During the GRC time, our research focuses on synthesizing new transition-metals boride of WBx and MoBx under high-pressure and high-temperature (HPHT). In the Mo-B binary phase diagram, molybdenum borides have five known compositions: Mo_2B, MoB, MoB_2, Mo_2B_5, and MoB_4.

However, experimental synthesis of high borides has not been realized. In system of high-boron, boron atoms display very complex three-dimensional arrays. It is also expected that higher boron-contained compounds may have a great hardness by forming short and strong covalent bonds.

A series of experiments were performed by using 14/8 and 10/4 cell assemblies in 1000-tons and 2000-tons multi-anvil press equipment in GRC. Mixed monoplasmatic Mo and B powders (1:8) were used as starting materials for the synthesis of high-borides MoBx by a process of fast chemical reaction under HPHT. The chemical composition and microstructure were preliminarily studied by employing micro-focus x-ray diffractometer (MF-XRD) and field emission scanning electron microscopy (FE-SEM), which suggests large-sized (～100-200 μm) MoBx single crystals with variable components was obtained. Subsequently, we obtained micro samples from single crystals by using focused ion beam (FIB) and collected the single crystal XRD data.



The XRD results indicate a known MoB_2 and unidentified MoBx. Energy dispersive spectrum (EDS) analysis suggests the unidentified MoBx is a high-boron molybdenum boride. The Vickers hardness and elastic modulus of synthesized MoBx single crystals were tested by nanoindentation technique: 26.6±1.5 GPa and 418.1±17.8 GPa for MoB_2, 34.6±1.5 GPa and 667.8±30.9 GPa for high-boron MoBx, respectively. Improvement of the hardness and elastic modulus may be due to stronger B-B bonds. However, the crystal structure of new synthesized high-boron MoBx have been not identified. So, we will understand the crystal structure of new synthesized high-boron MoBx in next step and establish a correlation among materials composition, mechanical properties, bonding controlling and electrical properties, combining with theoretical calculation.

❖ Exploration of new transition-metal chalcogenides

Zhen Chen (D1, HPSTAR, China)

I come to the very beautiful city, Matsuyama, for the first time from 1 March to 30 March 2018. The city is so fascinating, especially in the season of Cherry blossom, which gives me a deeply good impression. In addition, GRC is a great and professional laboratory. It covers a series of comprehensive experimental facilities from basic machining tools to advanced characterization equipment. More importantly, everything there is running so well and orderly and there are very nice people and knowlegdeable researchers. I am very glad to have the opportunity to study here and complete our experiments. During this time, I really learn a lot including various tools and design of a suitable cell assembly, which will help me in future work.

Our research this time mainly focuses on exploration of new transition-metal chalcogenides with unprecedented structures and chemical compositions. Transition metal chalcogenides are useful material for their immensely applications because of their special chemical and physical properties. For example, MoS_2 have been used as catalysts for the hydrodesulfurization of petroleum, secondary battery cathodes, and novel solid lubricants for reducing wear in circumstances. Beyond these practical considerations, the binary transition metal chalcogenides are of particular interest due to their diverse electronic properties, e.g., charge density waves, quantum size effects, and unconventional superconductivity. In the past several decades, some certain transition metal chalcogenides with high sulfur or selenium to transition metal ratios have been described. However, both the sulfur-rich phases and the selenium-rich compounds are often thermally labile with respect to the loss of sulfur so that they are not amenable

to high temperature recrystallization techniques. On the other hand, such species are not readily crystallized, that is, they are compounds in the form of amorphous state and indeed, all sulfur-rich and selenium-rich phases synthesized to date are amorphous. Static high pressure technique provides a chance for synthesizing new sulfur-rich (selenium-rich) transition-metal chalcogenides in the form of crystalline state or with higher sulfur (selenium) to metal ratios.

We have performed a series of high pressure experiments using 14/8 and 10/4 cell assemblies in 1000-tons and 2000-tons split sphere multi-anvil press equipments. The obtained products were subsequently characterized by scanning electron microscope (SEM) with energy dispersive X-ray spectoro-metry (EDX). These results reveal that the large-sized MoS_3 and $ReSe_5$ crystals can be synthesized by a process of fast chemical reaction under high pressure and high temperature, which also help the subsequent tests of physical and chemical properties.

I am very grateful to Irifune-sensei, Shinmei-sensei, Yashiro-san, Xu-san, Sun-san, Zhou-san, Kuwahara-san for their help in this period. My stay and work in GRC was very successful and productive in such a friendly and smooth research atmosphere.

ALUMNI レポート⑯

❖ MPI, Stony Brook University
Postdoctoral Associate, Nao Cai

Nearly three years have passed since my graduation from Geodynamics Research Center (GRC) on Sept. 2015, and I still remember the excitements when I received the offer from Irifune-sensei and GRC, and when I first arrived at Matsuyama. I joined GRC as a three-year Ph.D. student on Sept. 2012. That was when I started my study and research on the field of deep Earth mineralogy under the supervision of Prof. Toru Inoue. During that period Inoue-sensei offered me patiences and professions in every aspects, which enabled me to adapt the fresh life here so quickly, not only in terms of study at GRC, but also the lifestyle in Japan. My study project was the behavior of hydrous minerals under high pressure and temperature conditions related to the deep Earth. I focused on the dense hydrous magnesium silicates (DHMS) in the $MgO-Al_2O_3-SiO_2-H_2O$ (MASH) system, which led me to the discovering of a new high pressure hydrous phases (23 Å phase), and to the fulfillment of my PhD thesis. I also gained lots of scientific thoughts through the group meetings and GRC seminars and got the great opportunities to meet seniors and peers with same research interests at JpGU, AGU and other conferences.

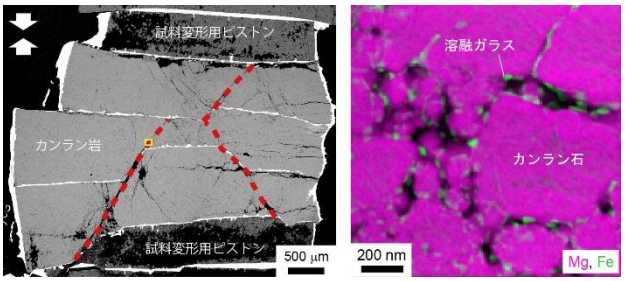
After the graduation I came to Mineral Physics Institute at Stony Brook University as a Postdoctoral Associate, to continue my research in the high-pressure field. Here I have the opportunities to further broaden my research interests to the sound velocities and elasticities of minerals and materials under extreme conditions through the collaboration with my PI Professor Baosheng Li. The ultrasonic techniques and the active thoughts here furthered my understandings on the physical and chemical structure of deep Earth, and have leaded me to a new area that is very different to what I have led at GRC.

Those memories of three-year life as a Ph.D. student in Matsuyama are still fresh as they happened just yesterday, and I am really happy that I was once a member of GRC. I will always be grateful to those GRC people that have helped me and smiled at me. Hope we can all meet again soon.

最新の研究紹介

❖ 実験で探る深発地震の発生メカニズム

私達が住む地表のプレート(厚さ約 60 キロメートル) はゆっくりと流れるマントルに浮いているため、マントルの流れと一緒にプレートも移動します。プレート同士が衝突したり、地下深くへ沈



み込む過程で地震が発生します。稍深発地震及び深発地震はそれぞれ深さ 50～300 km 及び 300 km 以深のプレート内部で発生する地震です。地表付近で起きる浅い地震の発生原因は既存の断層がすべることですが、深さ 50 km 以深では圧力が高いために断層すべりは阻害されてしまいます。そのため、稍深発・深発地震の発生原因は単なる断層すべりでは説明がつきません。これまで、地球深部水の存在や高圧力によるカンラン石（プレートの主要構成鉱物）の結晶構造変化が断層すべりを引き起こして稍深発地震及び深発地震に至っているのではないか、とする仮説が支持されてきました。しかし、これらの仮説を実験的に証明することは容易ではありません。深さ 50 km 以深に相当する高圧力（1.5 万気圧以上）下において岩石試料を変形・破壊させるのには高度な技術が要求される上、岩石試料内に断層が形成される過程にて発生する“ミニ人工地震”（専門用語でアコースティック・エミッションと呼ばれる音波のこと）を測定するにはさらに高度な技術が要求されます。その技術の実用化に成功しているのは世界中でも２グループ（英国の研究グループ及びフランス・米国の国際共同研究グループ）に限られていました。

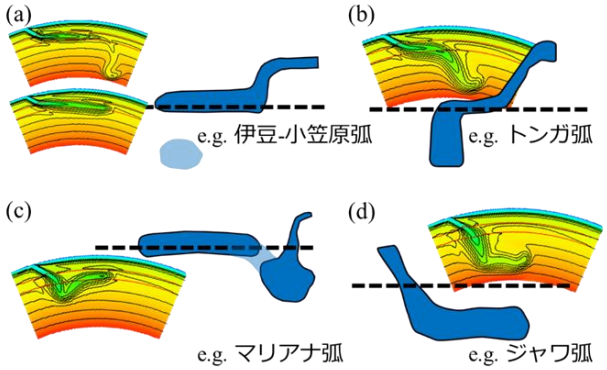
そのような状況の中、私は産業技術総合研究所の雷氏の協力を得ながら、高圧力下における『アコースティック・エミッション』測定のための技術開発を進めてきました。その結果、深さ 50 km 以深のプレート内の温度圧力条件下においてアコースティック・エミッションを測定することが可能となりました。この測定技術は大型放射光施設 SPring-8 の高温高圧ビームラインにおいて放射光実験技術と組み合わせることもできます。強力な放射光を用いることで、高温高圧下にて岩石試料中に断層が形成される様子を“その場”で観察したり、試料にかかる応力を測定することが可能です。稍深発地震が特に多発する深さ 50～100 km のプレート内部に相当する温度圧力条件下（600－900℃、1.5－3 万気圧）でカンラン岩の変形実験を行ったところ、カンラン岩が比較的速い変形をする際に限り、変形のエネルギーが岩石の脆弱層（微細鉱物粒子からなる）に局所集中し、瞬間的にその部分が 1840℃もの非常に高い温度に達することで岩石が溶融し（図）、それに伴う岩石強度低下の結果として断層形成に至ることが明らかとなりました。このような現象は理論的に予測されていたほか、天然の岩石には地震の際に生じた溶融の痕跡であるシュードタキライトも多く見つかっています。これらの先行研究との一致は、変形エネルギーが一部に集中して岩石が溶融することで稍深発地震が発生するとする今回の実験結果の正当性を裏付けています。

しかし、深発地震発生の謎に実験的に迫っていくには、未だに技術的な壁があります。深さ 300 km 以深に位置する深発地震発生場の圧力（> 10 万気圧）にて岩石試料を変形させるには、その試料のサイズは直径及び長さが 1mm 程度の円柱となってしまいます。これは、より高い圧力を発生させることと引き換えに試料サイズが小さくならざるを得ないためです。そのような微細な試料から発生するアコースティック・エミッションは非常に微弱であるため、検出は困難を極めます。今後も技術開発を継続して行っていくことで、この技術的課題を克服するとともに、実験を通して深発地震の発生メカニズムの謎を解明していくことを目指します。（大内智博）

❖ 数値シミュレーションによるスラブの挙動解明

近年の地震波トモグラフィー研究（例えば Fukao and Obayashi, 2013）により、沈み込むプレート（スラブ）は沈み込み帯ごとに異なる描像を示すことが明らかにされている。その例として深さ 660 km 付近の上部-下部マントル境界で水平に横たわり停滞するもの（いわゆる「スタグナントスラブ」）や境界を突き抜け下部マントルにまで到達するものなどが挙げられる。さらに、同一スラブの沈み込みについても、伊豆・小笠原弧では水平に横たわるスラブ形態が観測される一方、マリアナ弧では下部マントルに崩落するスラブ形態が観測されるなどスラブ形態の弧に沿った変遷が確認されている。そこで本研究では、2 次元円環状モデルを用いた系統的な数値シミュレーションにより、多様なスラブの挙動の再現とそれらの発現する条件の調査を行った。また、再現できたスラブ挙動を地震波トモグラフィーによる観測と比較することによって、スタグナントスラブの形成や崩落について議論した。

本研究では外径 6400 km、内径 4400 km の 2 次元円環の 8 分の 1 に相当するモデル領域内におい



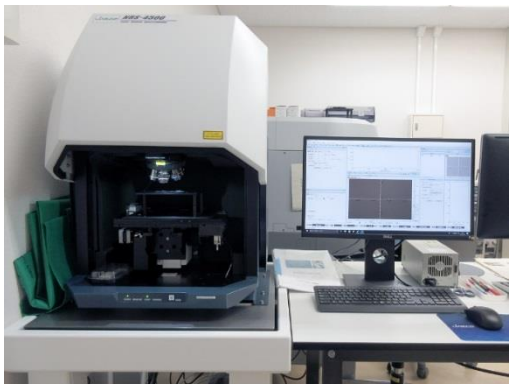
て、冷たいスラブの沈み込みと海溝後退の動きによって駆動されるマントル物質の熱対流を考える。地表面では「海溝」より左側に海洋プレート、右側に大陸プレートを設置し、それぞれに速度を与えて運動させる。海洋プレートの沈み込みは、最大深さ 400 km まで「海溝」から右斜め下方に延びる「流路」に沿って低温の流体を流し込むことによってモデル化している。ここでは、負のクラペイロン勾配・上部-下部マントル間の粘性ジャンプ・海洋プレートの速度・大陸プレートの速度を変更パラメータとして系統的なシミュレーションを行い、各条件下でのスラブの挙動を調べた。海溝後退速度については、時間的に不変であると仮定する場合と時間変化を仮定する場合の両方を考慮した。

変更パラメータを幅広く変化させ、系統的なシミュレーションを行った結果、変更パラメータの組み合わせによって、地震波トモグラフィーで観測されるスラブの多様さを十分網羅しうる様々なスラブ形態の再現に成功した。発現したスラブの挙動は（i）下部マントルへ即座に「貫入」、(ii) 660 km 付近で「蓄積」、(iii) 660 km 上に「浮揚」、(iv) 660 km 付近で水平に横たわるように「停滞」、(v) 660 km 付近で「停滞」し下部マントルへ「崩落」の 5 タイプに分類でき、このうち、観測されるスタグナントスラブの特徴をよく再現するタイプは（iv）と（v）であった。スラブの停滞から崩落に至る挙動に注目すると、海溝後退速度が時間的に不変であるという仮定のもとでは、下部マントルへの崩落を経験しないもの（図 a)、もしくは、スラブの先端から下部マントルへ崩落するもの（図 b）が再現できた。地震波トモグラフィーによる観測結果と比較すると、前者は伊豆-小笠原弧、後者はトンガ弧で観測されるスラブ形態に類似している。さらに、海溝後退速度に時間変化を仮定した場合には、スタグナントスラブの折れ曲がり部分からの下部マントルへの崩落（図 c）やスラブ崩落後の 660 km 以深での停滞（図 d）など、海溝後退速度が時間的に不変であると仮定した場合にはみられなかったスタグナントスラブの崩落様式が再現できた。このうち前者はマリアナ弧、後者はジャワ弧で観測されるスラブ形態をうまく説明できる。

本研究の結果より、海溝後退の有無やその速度の時間変化が、スタグナントスラブが形成されるかどうか、さらにはスタグナントスラブが下部マントルへどう崩落するかを支配する最も重要な役割をもつ可能性が示唆される。（土田真愛（D1））

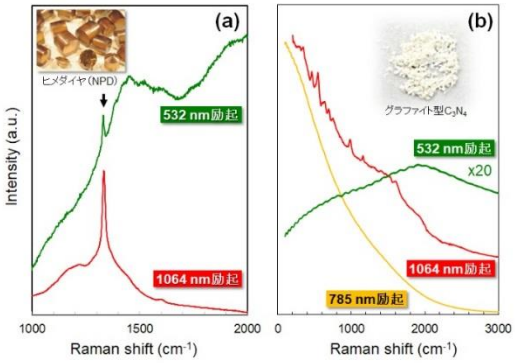
センター機器紹介

❖ 顕微近赤外レーザーラマン分光装置



この 3 月、近赤外レーザー（λ=1064 nm）を励起光に備えた新しい顕微ラマン分光装置（日本分光（株）製 NRS-4500）が導入されました。GRC にはすでに 2 台のラマン分光装置（日本分光（株）製 NRS-5100、PHOTON Design 製 RSM 800）があり、高圧実験の回収試料の相同定をはじめダイヤモンドアンビルセル（DAC）実験の圧力測定やその場観察などに利用していますが、これらはいずれも励起光として緑色の可視レーザー（λ=532 nm）を備えたものでした（RSM 800 はさらに青色レーザー（λ=473 nm）
も装備）。

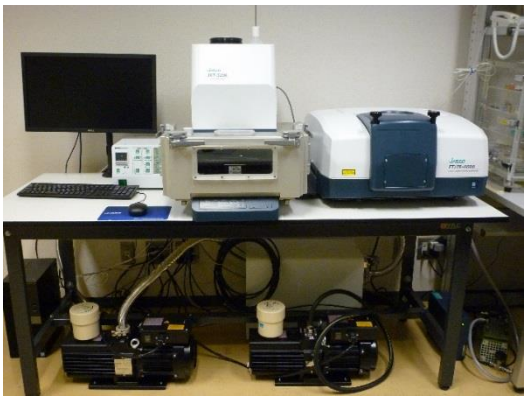
ラマン分光分析では、単色レーザーを試料に照射し，試料から得られるラマン散乱光（試料を構成する分子の振動によって振動数が変化した光）を検出しますが、このラマン散乱光は極めて微弱（レイリー散乱光の約 10^{-6} 倍）なため、レーザー照射によって試料自身が蛍光を発するような場合は、明瞭なラマンスペクトル（ピーク）が得られないこともあります。例えば、GRC で発明されたナノ多結晶ダイヤモンド（NPD、通称“ヒメダイヤ”）は 600 nm 付近にブロードなピークを持つ強い蛍光を発するため、532 nm レーザー励起で得られるラマンスペクトルは蛍光の影響でバックグ
ラウンドが高波数側に向かって大きく上昇し、ダイヤモンドに特有の 1332 cm^{-1} のピークも小さくなってしまいます（図 a)。これを今回導入した 1064 nm レーザーを備えた本装置で測定すると、NPD に特有の蛍光が抑えられ、ダイヤモンドのピークも明瞭に観察されます。従って、ピーク半値幅を



利用して NPD の粒径評価を行う際にも有効で、NPD のさらなる高品質化を進める上でも重要な装置です。

もちろん、近赤外レーザー励起による恩恵は NPD に限らず、通常の緑色レーザー励起では蛍光が発生してしまうような試料の測定に威力を発揮します。図 b に熱溶媒合成によって得られたグラファイト型 C_3N_4（高圧実験の出発物質）の異なる励起光によって得られたラマンスペクトルの例を示します。通常の 532 nm レーザーではブロードな蛍光に入射光の干渉（？）がのったスペクトルが検出されるだけで試料由来の明瞭なピークは観察されませんが、1064 nm レーザーでは明瞭なピークが多数観察されます（ベースラインを引けばこれらのピークはより明確になります）。このように、ラマン分光測定では、試料によって適した励起光を選択することが重要であることが分かります。さらに本装置は、高速ラマンイメージング（QRI）機能も備えており、数万ポイントに及ぶ広域におけるラマンマッピング分析も可能で，実験回収試料の評価や DAC 実験など、幅広い応用が期待されます。（大藤 弘明）

❖ 顕微赤外分光装置



当センターではこれまで長らく使用されてきた顕微赤外分光装置を更新し、2018 年 3 月に日本分光社製の全真空型顕微赤外分光装置（IRT-5200EUO）を導入しました。

赤外分光分析は、試料に赤外光を照射し試料中を透過または試料表面を反射する光量を測定し、そのスペクトルから試料中の原子の結合状態を調べたり物質の同定を行ったりする分析法です。通常、コンピューターと組み合わせた干渉計を用いるフーリエ変換分光法が利用され、短時間で高精度の赤外スペクトルを得ることができます。また、顕微鏡と組み合わせて用いることで微小試料の分析や二次元マッピングを行うことが可能です。これまで当センターでは、顕微赤外分光装置を主に実験回収試料の両面研磨薄片を用いた含水量の測定などに用いてきましたが、当センターの従来の装置を含む一般的な赤外分光装置では、光源から照射された赤外光が干渉計を通り試料を透過・反射し最終的に検出器に到達するまでの全ての光路上に空気が存在します。このため空気中の水蒸気や二酸化炭素に由来するスペクトルが試料由来のものに重畳し、これが測定の質を落とす原因となってきました。

今回導入した装置は、干渉計としてマイケルソン干渉計を使用し、顕微鏡を用いず本体のみで測定する場合は DLaTGS（L-アラニンドープ硫酸三グリシン）検出器により 7800～350 cm^{-1} の波数範囲で測定可能であるとともに、顕微鏡と組み合わせた測定では MCT（HgCdTe）検出器により 7800～600 cm^{-1} で測定可能です。顕微鏡を用いない測定は、検出器の冷却が不要なため簡便で、KBr ペレット法による粉末試料の測定などに適しています。いっぽう、顕微測定は高圧実験の回収試料などの微小試料の局所分析や二次元マッピングなどの空間分解能が要求される分析に適しています。

本装置の最大の特徴は、光源から検出器までの全光路を真空下に置くことができることです。専用の真空コントロールユニットを備えており、これを用いて装置各部の真空排気を自動制御することができます。この真空システムを利用することにより、これまでノイズとして混入していた水蒸気や二酸化炭素のスペクトルは無視できるほど低減し、純粋に試料に由来するスペクトルが高精度で測定できます。これまでは 3000 cm^{-1} 台の波数領域に出現する水蒸気由来のノイズが測定試料中の水酸基(OH)由来のピークに重畳し、低含水量試料における正確な含水量測定を阻んでいましたが、今後はこの問題から解放されると期待されます。さらに本装置の顕微鏡部は十分な作動距離を持っているので、ダイヤモンドアンビルセル（DAC）設置用のアダプターと組みることにより、DAC 中で加圧された試料に赤外光を照射しそのスペクトルを得ることが可能です。これにより高圧下の試料の赤外スペクトルやその圧力変化を測定することなどができ、減圧回収された試料の測定からは得られない重要な情報を得られる可能性があります。このように多くの新しい特徴を備えた本装置は、より多くのユーザーの有用な研究ツールとなることが期待されます。（西原遊）

共同利用・共同研究拠点（PRIUS）

❖ PRIUS 利用者の声

ダイヤモンドアンビルセル（DAC）はメガバールを上回る超高圧力を発生できますが、この DAC の中に電極を導入できれば、地球中心圧力下での電気抵抗測定や、内熱式ヒーターによる試料加熱が可能となり、さらに魅力的な実験が可能となります。我々は、DAC のアンビル自体にホウ素ドープダイヤモンドの電極をパターニングすることで、通常の DAC と同様にアンビルとガスケットだけの構成で、さらに電極も付いているという新しい DAC を開発しました。この電極を形成するアンビルとして、GRC で合成された NPD を活用しています。

DACで試料を加圧しながら電気抵抗を測定する場合、よく用いられる白金などの電極は圧力印加によって変形してしまいます。これによって、実験中に電極が切れたり、電極同士が短絡するなどの失敗が起こります。さらに、DACの試料空間は微小ですので、試料への電極付けには熟練した技術が要求され、実験の敷居が非常に高くなってしまいます。そこで我々は、世界で最も硬い電極材料として、高濃度のホウ素ドープダイヤモンドに着目しました。電子線リソグラフィーを用いて平板NPDの表面に電極形状のマスクを作製し、気相合成によって高濃度ホウ素ドープダイヤモンドを成膜することで、NPD上にダイヤモンドの電極を形成しました。このようにして作製したダイヤモンド電極は、NPDアンビルが割れてしまうまで何度も繰り返し使うことができます。さらに、ホウ素を含まないダイヤモンドを用いて、電極とガスケットの間の絶縁層もダイヤモンド化することに成功しました。この装置で鉄系超伝導体FeSeに疑似的な一軸圧力を印加したところ、従来より高い超伝導転移温度の観測に成功しました。これを発表した Applied Physics Expressでは、エディターピックアップに選出していただきました。

最近では、入舩先生、境先生、野村先生らのご指導により、開発したDACで100 GPaを超える圧力の発生に成功しました。これにより、超高圧力下での新規超伝導体を発見することができました（応用物理学会誌6月号に掲載予定）。今後は、100 GPa以上の圧力領域での新規超伝導探索を目指して、さらにPRIUSを活用させていただきたいと思います。（物質・材料研究機構 D3 松本凌）

❖ PRIUS 利用者の声

I'm Longjian Xie, a PhD student at Institute for Planetary Materials, Okayama University. I am interested in generating ultra-high temperature (>3300 K) in the Kawai type multi anvil apparatus to measure the physical properties of silicate melts at deep magma ocean conditions. Boron-doped diamond(BDD) is the best material to reach this goal, because it is electrical conductive, and extremely refractory. However, it is extremely difficult to shape BDD due to its hardness as a diamond. One of the solutions is to grind the BDD into powder by using nano-polycrystalline diamond (NPD) mortar and then mold BDD powder into a heater shape inside an octahedral pressure medium. To conduct the procedure, I applied the joint research to PRIUS, to grind BDD in NPD mortar. Owing to the collaboration, I succeeded to generate temperature as high as ～4000 K by means of the BDD powder heater.

I believe BDD is also a promising candidate for anvil material because of its high electrical conductivity and hardness. I would like to continue the joint research to synthesize large block nano-polycrystalline BDD. The use of the Micro-Vickers hardness tester would be helpful to evaluate the hardness of BDD blocks.

I have visited GRC several times. The hospitality and professionalism are extremely helpful to make my visit fruitful and memorable. I would express special thanks to Prof. T. Irifune, Dr. T. Shinmei, and Dr. T. Kunimoto for their help during my stay in GRC. (Okayama Univ., D2, (JSPS-DC), Longjian Xie)

先進超高圧科学研究拠点
PRIUS

編集後記：記事の量を読み間違えて、通常の 12 ページでは収まりきれなくなりました。中途半端な空間ができてしまいましたが、本ニュースレター刊行 50 回、GRC 教員・研究員・大学院生による「ジオダイナミクス（GD）セミナー」500 回、さらに世界トップレベルの研究者による「国際フロンティアセミナー」70 回（やや中途半端ですが）記念特大号としてお届けいたします。

GRC では本ニュースレターによる情報発信とともに、センター外にオープンにしたこれらのセミナー等を通じて、センター内外の先端的・学際的研究活動の活性化と、国際的な人材育成にも努めています。

（T.I. & Y.M.）