

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

国立大学法人 愛媛大学

TEL: 089-927-8197 (代表)

FAX: 089-927-8167

http://www.grc.ehime-u.ac.jp/

EHIME UNIVERSITY



目 次

- ◆ センター長挨拶
- ◆ センター構成
- NEWS & EVENTS:

グレオ研究員らがCaPvの音速測定に成功 土屋旬准教授がMSAフェローに選出 国際NPDシンポジウム(STNPD-2019)開催 第2回GRCイメージコンテスト結果発表 第6回PRIUSシンポジウム開催

- 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. 18
- ◆ 最新の研究紹介
- 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 月に発行する予定がいつもながら時期を逸してしまいましたが、新年おめでとうございます。本年も GRC 及び PRIUS をよろしくお願いいたします。

2月は卒論・修論その他の締切りを控え、学生も教員も大忙しです。寒さも手伝い血圧マックスの時期ですが、今年もなんとか無事終了してほっと一息。地球深部科学と超高圧科学関連分野での先端的研究に加え、共同利用・共同研究拠点としての様々な仕事がある中で、教員をはじめとしたGRC スタッフは、教育・人材育成面でも大きく貢献しています。

本年度私が担当した2名の卒論生も熱心に実験 に取り組み、それぞれ面白い結果をだしてくれま した。ナノ多結晶ダイヤモンド(ヒメダイヤ)や、ナノ多結晶ガーネットに続き、ここ数年は超高圧を利用した新しいモノづくりに取り組んでおり、これに関連する卒論テーマも増えています。独自の超高圧合成法を用いて、結晶粒子の大きさを100 ナノメートル以下にすることにより、透明度の高い多結晶体「透明ナノセラミックス」ができることがわかり、様々な物質の透明ナノセラミックス化を試みています。

今年の卒論生の一人が取り組んだのが、ヒスイのナノセラミックス化。ヒスイは日本鉱物科学会により、2016年に日本の国石に選ばれています。綺麗な緑色の宝石として有名ですが、普通は多結晶体で透明度は高くありません。これをナノサイズの多結晶体にすれば、透明のヒスイができるはず。また国石に選ばれたばかりで、タイムリーで目を惹くだろうという、単純(不純?)な動機によりこのテーマを考えました。

研究の過程で予期せず赤いヒスイができるなど 紆余曲折があり、卒業研究では厳密な意味でのナ ノ多結晶化には至りませんでしたが、当初めざし たような透明度の高い「準ナノ多結晶透明ヒスイ」 ができました(写真)。それがどうしたと言われそ うですが、綺麗なものができると素直に嬉しいも のです。ヒスイは割れにくいこと(高靱性)で知 られており、ひょっとしたら面白い新材料につな がるかもしれません。GRC に SOSEKI Lab(創石ラ ボ)を設置した目的は、地球に学びつつ新たな石、 つまり宝石・新材料を創りだすことにあります。

この4月から卒論生となる予定の3回生の1人は、ヒスイと同じ輝石の仲間である「透輝石」のナノ多結晶体づくりに取り組んでいます。このテーマを考えたのは、彼女が岐阜県関市の出身で、ここには有名な透輝石の産地である洞戸鉱山があるのがその理由の一つ。ヒスイと同じく、かなりいい加減な理由ですが、こんなこともモチベーションを上げる重要なポイントです。実際、この学生さんは既に合成実験を何度かおこない、予期せぬ結果も得て研究にハマりつつあります。

「ヒメダイヤ」や「ヒメガーネット」など、宝 石づくりの研究室というイメージが定着したせい か、最近研究室の女子学生の割合が増えてきました。ちょうど卒論・修論の山場にさしかかる 14 日は、研究室の机はチョコレートの山(?)。2 月は血圧上昇に加えて、血糖値もマックスに至る季節となっています。

宝石づくりとはいえ、必ずしも趣味や実益に走っているわけではなく、これらの新物質を利用して国内外の30近いグループと共同研究を進めています。その成果を持ち寄った「第1回国際ヒメダイヤシポジウム」が、近く松山で開催されます。今年も学生さんや若手と一緒に、楽しみながら新しい研究の展開と成果の発信ができればと考えています。

→ センターの構成 →

......

(H31.2.1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)

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)

木村友亮 (学振特別研究員)

桑原秀治 (学振特別研究員)

門林宏和(学振特別研究員)

坪川祐美子(学振特別研究員)

❖ 数值計算部門

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)

河野義生(准教授) (H30.7.1-)

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)

❖ 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)

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

系研究科客員共同研究員)

客員教授 舟越賢一 (CROSS中性子科学セ

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

技術創成研究院特任准教授)

❖ 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)

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)

八城めぐみ(研究補助員)

→ NEWS & EVENTS →

❖ グレオ研究員らが CaPv の音速測定に成功

GRC のスティーブ・グレオ (Steeve Gréaux) 研研究員と入舩徹男教授らと、高輝度光科学研究センター、滋賀県立大学の研究者からなるグループは、放射光 X 線を利用したその場観察実験と超

音波測定実験の組み合わせにより、マントル中の 主要な高圧型鉱物である CaSiO₃ ペロブスカイト (CaPv) の弾性波速度の測定に成功し、研究成果 を 2019 年 1 月 10 日発行のネイチャーにおいて発 表しました。



グレオ研究員らは新たな手法に基づき、深さ 660 km 不連続面に対応する圧力温度条件下で、 CaPv の弾性波速度測定を直接測定することに成 功し、これが従来予想されていたよりも、はるか に遅い弾性波速度を示すことを示しました。沈み 込むプレート構成物質のうち、玄武岩からなる海 洋地殻物質は、マントル深部条件下では CaPv を 20-30%含むことが知られています。今回の実験結 果から、このような玄武岩質の物質は、周囲のマ ントルに比べて弾性波速度が大きく低下すること がわかりました。近年北アメリカなどの下の 660 km 不連続面直下において、地震波速度が低下する 領域が発見され、この付近で生成する可能性があ るマグマの影響であると解釈されています。しか し本研究は、この低速度領域が、この付近に存在 する沈み込んだ海洋地殻に由来する、玄武岩質の 物質により説明可能なことを示しました。

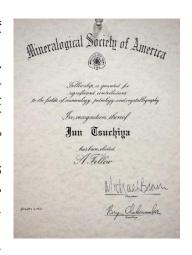
尚、本研究の概要はネイチャー誌の News & Views でも紹介されました。また、著名な科学ニュース雑 誌 "Discover"や "Phys.org"においても本論文 に関する記事が掲載され、国際的にも反響を呼ん でいます。

【論文】

Gréaux, S., Irifune, T., Higo, Y., Tange, Y., Arimoto, T., Liu Z. and Yamada, A., Sound velocity of CaSiO₃ perovskite suggests the presence of basaltic crust in the lower mantle, Nature, 565, 218-221, 10.1038/s41586-018-0816-5, 2019.

土屋旬准教授が MSA フェローに選出

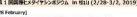
GRC の土屋旬准教授が、アメリカ鉱物学会 (Mineralogical Society of America, MSA) の 2018 年度フェローに選出されました。MSA は 100 年前の1919年に設立され、アメリカを中心に世界 各国に会員を有する鉱物科学分野の国際的学会組 織です。フェローの称号は鉱物科学関連分野にお ける顕著な研究業績 を有する研究者で、 同学会全体の 0.5%以 下の会員に授与され ます。土屋旬准教授 は、地球深部条件下 での鉱物中の水素や 水の挙動に関する、 第一原理計算に基づ く理論的研究におい て、国際的に優れた 業績を挙げているこ とが高く評価された ものです。



[MSA website] http://www.minsocam.org/

国際 NPD シンポジウム (STNPD-2019) 開催

International symposium in Matsuyama on Science and Technology of Nano-Polycrystalline Diamond 第1回国際ヒメダイヤシンボジウム in 松山 (2/28-3/2, 2019)



-15:50 Break & Po

50-17:40 Features and physical properties
YMOTE: Yanbin Wang (GSECARS, Univ. Chicago)
sutom Mashimo (Inst. Pulsed Power Sci., Kumamoto Univ.)
troaki Offuji (GRC, Ehime Univ.)
umitaro Ishikawa (Fac. Eng. & GRC, Ehime Univ.)
umitaro Ishikawa (Fac. Eng. & GRC, Ehime Univ.)

17:40-18:20 Lab tou

30-10:00 Applications to ultrahigh pressure (EYNOTE: Takehiko Yagi (GCRC, Univ. Tokyo) Takeshi Sakai (GRC, Ehime Univ.) Katsuya Shimizu (KYOKUGEN, Osaka Univ.)





10:30-12:00 Applications to X-ray spectrosco; KEYNOTE: Max Wilke (Inst. Earth & Environ., Nacki Ishmetsu (Fec. Sci., Hroshima Univ.) Saari Kawaguchi (JASRI, Shring-8) Christele Sanloup (IMPMC, Sorbonne Univ.)

00-10:30 New ideas and other application CEYNOTE: Yoshio Kono (GRC, Ehime Univ.) Guillaume Morard (CNRS) Norimasa Ozaki (Fac. Eng., Osaka Univ.) M. Satish-Kumar (Fac. Sci., Niigata Univ.) KEYNOTE: Yos





GRC では、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国際シン ポジウム (Science and Technology of Nano-Polycrystalline Diamond, STNPD-2019) を開催し ます。NPD ユーザーに限らず、今後 NPD の利用を 考えている方、関連超硬物質・ナノ多結晶体など の合成や特性評価などに携わっておられる方の参 加を期待します。

日時:2019年2月28日(木)-3月2日(土) 場 所 : 愛媛大学理学部構内総合研究棟 I 4F 共

通会議室

参加費:無料 定 員 :60 名程度

共 催 : 愛媛大学先進超高圧科学研究拠点・新学

術領域研究「核ーマントル共進化」技術

開発班

案内 HP: http://www.grc.ehime-u.ac.jp/Archives

/4350

【プログラム】 [28 February] 13:30-15:00

1. Synthesis of NPD and related materials

(Chair: H. Ohfuji)

KEYNOTE: Tetsuo Irifune (GRC)

Masayuki Nishi (GRC)

Nico A. Gaida (Nagoya Univ.)

Norimasa Nishiyama (Tokyo Inst. Tech.)

15:00-15:50 Break & Poster

15:50-17:40

2. Features and physical properties (Chair:

N. Nishiyama)

KEYNOTE: Yanbin Wang (Univ. Chicago)

Tsutomu Mashimo (Kumamoto Univ.)

Hiroaki Ohfuji (GRC)

Angelika Rosa (ESRF)

Fumitaro Ishikawa (Fac. Eng. & GRC)

17:40-18:20 Lab tour

18:30-20:30 Banquet

[1 March]

8:30-10:00

3. Applications to ultrahigh pressure generation (Chair: Y. Wang)

KEYNOTE: Takehiko Yagi (Univ. Tokyo)

Takeshi Sakai (GRC)

Katsuya Shimizu (Osaka Univ.)

Florent Occelli (CEA)

10:00-10:30 Break

10:30-12:00

4. Applications to X-ray spectroscopy under pressure (Chair: Y. Kono)

KEYNOTE: Max Wilke (Univ. Potsdam)

Naoki Ishimatsu (Hiroshima Univ.)

Saori Kawaguchi (SPring-8)

Christele Sanloup (IMPMC)

12:00-13:00 Lunch

13:00-14:10

Applications to other high-pressure

studies (Chair: N. Ishimatsu) KEYNOTE: Yoshio Takano (NIMS)

Longjian Xie (Univ. Bayreuth)

Hiroshi Fukui (Univ. Hyogo Pref.)

14:10-15:00 Break & Poster

15:00-18:30 A visit to Matsuyama castle hill.

19:00- Unofficial dinner

[2 March]

9:00-10:30

6. New ideas and other applications (Chair:

S. Pascarelli)

KEYNOTE: Yoshio Kono (GRC)

Guillaume Morard (CNRS)

Norimasa Ozaki (Osaka Univ.)

M. Satish-Kumar (Niigata Univ.)

10:30-11:50

7. Discussion and future perspectives

(Chair: T. Irifune)

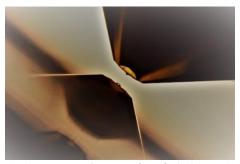
KEYNOTE: Sakura Pascarelli (ESRF)

Discussion

12:00-17:30 Excursion

◆ 第2回GRCイメージコンテスト結果発表

第2回GRCイメージコンテストに対して、18件の 作品がGRC関係者やPRIUS利用者から寄せられ、12 月17-19日の3日間に渡り、GRC構成員による投票 をおこないました。この結果、6名8作品が受賞作 品に選出され、12月20日のGRC忘年会にて発表さ れるとともに、授賞式・副賞のGRCオリジナルT シャツが授与されました。受賞作品、及び応募作 品の一部は、今後GRCホームページのトップペー ジを飾る予定です。来年度も開催予定ですので、 ぜひご応募ください!



☆第1位作品 2段式DAC 武田良介(大阪大学)

【受賞者とタイトル】

第2位 踊るヒメダイヤ 入舩徹男(GRC)

第3位 地底探查装置 入舩徹男(GRC)

第4位 みかんでGRC 川村英彰(愛媛大学 M1)

第5位 荒野の2段式DAC 武田良介(大阪大学)

第6位 透明セラミックス? 大藤弘明(GRC)

第6位 テラパスカルへの挑戦 境毅(GRC)

第8位 Hopper Diamond 福田玲(愛媛大学 D1)

受賞作品は、GRC HPよりご覧下さい。

(http://www.grc.ehime-u.ac.jp/archives/4511)

❖ 第6回 PRIUS シンポジウム開催

2019年2月27日(水)~28日(木)に先進超高 圧科学研究拠点(PRIUS)の共同利用・共同研究の成 果報告会を兼ねた「第6回 PRIUS シンポジウム」を開催します。これまで共同利用・共同研究の実績のない方のご参加も歓迎します。

日程:2019年2月27日(水)12:50~ 2019年2月28日(木)12:00

場所:愛媛大学総合研究棟 I 4F 階共通会議室

参加費:無料

詳細はGRC HP をご覧下さい。

(http://www.grc.ehime-u.ac.jp/prius/ Priussymposium)

......

❖ 今後の予定(詳細はHPをご参照下さい)

2月

2/22 "Metal-silicate partitioning of carbon in a magma ocean: Implications for the distribution of carbon in the Earth" Dr. Hideharu Kuwahara (JSPS postdoctoral fellow, GRC)

4月

4/12 "Sound velocities of Al,Fe-bearing bridgmanite in the Earth's lower mantle"

Dr. Steeve Gréaux (WPI Postdoctoral fellow, GRC)

4/26 "Elasticity of Fe-Si alloy" Dr. Taku Tsuchiya (Professor, GRC)

5月

5/10 "Diamonds? In ultra-high-pressure metamorphic rocks"

Dr. Hiroaki Ohfuji (Professor, GRC)

❖ 過去の講演

第507回 "Shear localization in peridotites and the occurrence of intermediate earthquakes" Dr. Tomohiro Ohuchi (Lecturer, GRC)

Dr. Tomohiro Ohuchi (Lecturer, GRC) 2018.11.30

第 508 回 "First-principles study of iron diffusion properties with implications to inner core plasticity"

Dr. Sebastian Ritterbex (Postdoctoral

第 509回 "Trial to realize semiconducting diamond using high pressure and high

fellow, GRC)

temperature technique"

Dr. Fumitaro Ishikawa (Associate Professor, Faculty of Engineering, GRC) 2018.1.25

第510回 "The effect of water on the elastic properties of ringwoodite at high P and T condition"

Dr. Wei Sun (WPI Postdoctoral fellow, GRC) 2019.2.1

第 511 回"In situ experimental study of eclogite - COH system at the upper mantle conditions"

Dr. Nadezda Chertkova (Postdoctoral fellow, GRC) 2019.2.15

→ 新人紹介 →

.......





2018年5月に発足した超高圧材料科学部門准教授(工学部と兼任)を務めている松下正史です。自己紹介の前に超高圧材料科学部門の紹介をさせてください。本部門はGRCの高圧関連技術を広く材料研究に展開することを目的に設置されました。今回の部門設立で、GRCは「材料研究の中で高圧を利用した研究技術はどう活かせるか?」という方向に地に足をつけて取り組む運びとなります。折しも、高圧学会の年次大会である高圧討論会に材料科学のセッション、シンポジウムが初めて開催されたのが、2017年11月の第58回大会(名古屋大学)です。その半年後の設立となり、高圧科学の材料科学へのチャレンジを超高圧の全国共同利用研究拠点としてアシストする方向に向かえばよいと思っております。

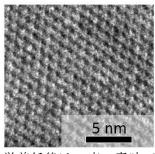
材料研究を「社会で役に立つ機能を持つ物質の合成、あるいは機能発現のメカニズムの研究」と大学の研究としては狭義に括って考えてみます。そうすると、GRC が得意とする高圧場での研究は、1 気圧の現実からは相当に遠い世界の話で面白い現象が見つかっても、それがなんだ!と言われて

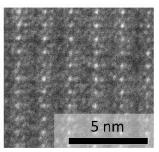
2019. 1. 11

しまいそうですが、圧力で状態を変える(壊す) テクニックを持つことで、1 気圧の現実がどのように築かれたのか、何とリンクしているのかを知ることができます。また、圧力の壁で隠れた世界をラボで引っ張り出すことは、材料の新たな可能性を示すことできます。実用可能な材料研究につながるヒントを見落とすことなく拾い上げ、社会に還元可能な成果につながるよう研究していきたいと考えております。

以降、私の研究歴を述べます。2000 年度、岡山大学の修士課程に入学した私は、高圧・強磁場・低温の複合極限環境場での磁化測定装置の開発に携わりました.パルス強磁場かつ低温下で使える小型のドリッカマー型高圧セルの開発で修士論文を書いた後、博士課程では,遍歴電子系強磁性体の磁気体積効果を研究しました。大雑把に言いますと、「金属中の流れる電子のスピンは何故そろうのか?」という"問い"に対するいくつかのモデルを、圧力(言い換えれば原子間距離)と磁気秩序の相関を通じて検証するといった内容です。この"問い"は物性物理でのスピン秩序形成についての課題であると共に、材料研究の面では低熱膨材や磁歪材料のメカニズムについての基礎研究になります。

2004年3月に学位を取得した後は日立電線㈱に 就職しました。ここでは通信機器に使う材料の開 発に携わりました。電磁気特性だけでなく、屈曲 特性や密着性など機械特性が複合的に絡んだ材料 研究の経験で、所謂 "学問の垣根"を越えて随分 と視野が広がるとともに、大学とは劇的に異なる 環境に身を置くことで、研究の価値に対する多様 性を認識することができました。2006年4月に本

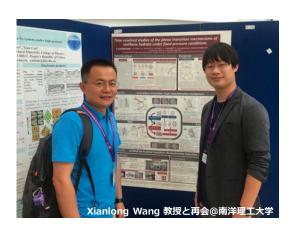




学着任後は、広い意味で機械に関する材料研究に携わってまいりました。最近の研究テーマは、層状の長周期超格子をもつ物質の探索です。新奇な層状の長周期超格子を探索し、その変形特性や、層間の interaction による電磁気特性を研究しています。図は最近、常圧で合成に成功したマグネシム合金中の新奇な長周期超格子の高解像透過電顕像(左は[0001]、右は[11(-)00]入射)です。この長周期超格子は高圧での発見がきっかけで、1気圧でのプロセスでの合成に辿り着きました。本学着任から13年が経ちましたが、気を新たにGRCでの出会いを期待しながら研究を進めていきたいと考えております。

→ 海外出張・国際会議報告

❖ The 9th Asian Conference on High Pressure Research (ACHPR9) 参加報告



2018年9月30日から10月3日にかけてシンガ ポールの南洋理工大学で開催された The 9th Asian Conference on High Pressure Research (ACHPR9) に参加してきました。ACHPR は、2年毎 に場所を変えて開催されており、アジアのみなら ず、ヨーロッパ、アメリカなど世界中から毎回150 人程度が参加しています。会議のトピックスとし ては、高圧力科学に関係した物質・材料科学、地 球惑星科学など多岐にわたりますが、今回の会議 では地球惑星科学に関連する発表は少なく、物質・ 材料開発についての発表が大半を占めていました。 その中でも、超伝導体や水素化物についての発表 は、私自身が水素関連物質の高圧物性に関する研 究を行っていること、また来年度から物質・材料 研究機構でお世話になることからも刺激を受ける ものであり、本会議で得た情報は、これからの研 究対象を地球惑星科学から物質・材料科学にまで 広げるにあたり有益なものとなりました。

本会議で私は、メタンハイドレートの高圧相転 移メカニズムについて発表を行いました。一般に メタンハイドレートといえば日本近海における産 出試験のニュースなどから、次世代のエネルギー 資源として注目されている物質かと思います。こ のメタンハイドレートは、従来の研究から圧力誘 起で多様な結晶構造へ構造相転移することが明ら かにされており、その高圧安定性から氷惑星や衛 星の主要な構成物質として氷天体内部に存在する 可能性が報告されています。しかしながら、各相 間の相転移メカニズムについては、ガスハイドレー ト特有の特異な転移メカニズムの存在が示唆され ているにも関わらず未解明のままでした。そこで 我々は、時分割 X 線回折と時分割ラマン分光を用 い、フレームワークを構成する水分子と構造中に 内包されるメタン分子の相転移時の挙動を調べる ことにより、相転移メカニズムの解明を試みまし た。その結果、sI 相から sH 相への相転移はケー ジ組み換えメカニズム、sH 相から filled ice Ih 相への相転移はゲージ構造の崩壊を伴う再構築メ

カニズムにより起こることが明らかとなりました (Kadobayashi et al., 2017)。発表会場では、普段 のコミュニティとは異なる視点をもつ研究者から 質問やコメントをいただくことができ、彼らとの 議論や交流を通して、物質・材料開発分野においても新たなコネクションを得ることができました。

国際会議といえば、開催国の文化を肌で感じる ことも一つの楽しみだと思います。本会議が行わ れたシンガポールは、マレーシアから分離・独立 後、目覚ましい発展を遂げてきた多民族国家です。 何よりも食べることが大好きな私は、この活気あ る国の食文化を体験するべく、まず各駅前で見か ける屋台店に挑戦しました。いかにも!というシ ンガポールマダムから海南鶏飯を購入して食べて みたところ、これが予想以上に美味しく、この時 はこんな美味しい食事が数百円で買えるならシン ガポールにも住めるぞ!! と感動していました。 しかし、このチャレンジ精神が後に悲劇を招くの です。翌日、南洋理工大学の食堂にいくつかある 店の一つで意気揚々と魚料理を試したところ、見 事に食あたりをしてしまい、楽しみにしていたバ ンケットを逃してしまいました。(今思えば、その 店は周囲の店にはあった衛生状態の評価証が掲示 されておらず、一抹の不安を感じるには十分な雰 囲気でした...)このような酷い目にも遭いました が、この経験も海外では大学内であろうと気を抜 いてはいけないという良い教訓となりました。会 議の最終日には、なんとか体調も回復し、かの有 名なマーライオンなどの観光も行えたので、結果 としては ACHPR9 での学術的な交流はもとより、ト ラブルも含めシンガポールという国から今後の研 究活動の糧となる多くの経験を得ることができま した。(門林宏和)

❖ Magmatism of the Earth and related strategic metal deposits 2018 参加報告

昨年の9月4日から8日にかけて、ロシアのモスクワで開催された国際会議「Magmatism of the Earth and related strategic metal deposits 2018」に参加してきました。今回の日本からの参加者はGRCから5名、広島大学から1名、東京大学から2名の総勢8名でした。開催地であるモスクワはロシアの首都で、ヨーロッパにおいて最も人口の多い世界有数の都市として有名です。日本よりもかなり高緯度に位置する地域であるため、9月に入ると残暑厳しい日本とは対照的に冷え込むのではないかと少々警戒して現地へ向かいましたが、実際は朝晩を除いてはそれほど冷え込むことはなく、加えて湿度も低いためにとても過ごしやすい気候でした。

会議では研究テーマごとのセッションに分かれて多数の口頭発表とポスター発表が行われました。 私はTheoretical and experimental modeling of mantle processes and mineral associations と いうセッションにおいて、「Decomposition of magnesite in the presence of reduced C-H-O fluid under upper mantle conditions」というタ イトルで口頭発表を行いました。マグネサイト (MgCO₃) は下部マントル条件に該当する高温高圧 条件下においても安定である最も普遍的な炭酸塩 鉱物として知られており、地球規模の炭素循環に おいて、沈み込む海洋プレートに沿って地球の表 層部から深部へと炭素を運搬するリザーバーとし ての役割を担っていると考えられています。同時 に沈み込み帯においては流体の存在が軽元素の地 球規模の循環において重要であると考えられてい ますが、この流体は純粋な水ではなく、C-H-O流 体と呼ばれるメタンや二酸化炭素、水素などであ ると予想されています。私は還元的な C-H-0 流体 が共存する場合、高温高圧下におけるマグネサイ トの安定性がどのように変化するのかを実験的に 検討してきました。その結果、還元的な C-H-0 流 体と共存する場合、マグネサイトは 800℃程度の 低温条件下(10-17 GPa)においてペリクレース (MgO) とダイヤモンドへと分解することが明らか となりました。この結果は炭素の地球深部循環の メカニズムを解明する重要な手掛かりになると期 待されます。



今回の学会は私にとって初めての学会発表かつ、初めての英語での口頭発表であったために、発表はなんとか形にまとめたものの、質疑応答の際には上手くコミュニケーションが取れずに苦労し、ややほろ苦い学会デビューとなってしまいました。しかし、関連分野の研究を行っている研究者の方々から多くの有益なご指摘・アドバイスをいただくことができ、英語によるコミュニケーションをでき、英語によるコミュニケーションをとる機会も多く、学会後も連絡を取り合えるような異国の友人ができたことは大変貴重な経験であったと感じます。

会参加後には、巡検のためサンクトペテルブルクへ移動し、途中、様々な博物館の見学も行いました。サンクトペテルブルクがかつて首都として栄華を極めた頃の美術品など数々の収蔵品はどれも目を見張る素晴らしさでしたが、個人的に一番印象的であったのは Chernyshev Museum of

Geology に展示されていたロシア全土から集められた鉱物標本と、鉱物と宝石を用いて制作された巨大なロシア地図でした。非常に広大な国土を有し、鉱業を含めた地球科学が自国を支える重要な学問であることをロシアが認識していることを強く感じさせるスケールの大きさで、さほど鉱産資源に恵まれない日本とのお国柄の違いを実感できました。

最後に、今回このような貴重な機会を提供して下さった大藤先生、入舩先生、並びに参加するにあたって様々なサポートをしていただいた皆様に、この場をお借りして御礼申し上げます。この経験を糧として今後も邁進していきたいと思います。(川村英彰(M1))

→ インターンシップ報告

 \Leftrightarrow High-pressure synthesis of the cubic pyrochlores $R_2Mn_2O_7$ and $R_2V_2O_7$

Qi Cui (D2) • Ning-ning Wang (D1) (Chinese Academy of Sciences)





We are PhD students from the Key Laboratory of Extreme Conditions Physics, Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences. Thanks for the support from PRIUS, we had an opportunity to visit GRC for a two-week collaborative study aiming to synthesize some ferromagnetic pyrochlores $R_2Mn_2O_7$ and $R_2V_2O_7$ (R = Rare earth elements) under high-pressure and high-temperature (HPHT) conditions.

In our previous study, we found that the cubic pyrochlore ${\rm Er_2Mn_2O_7}$ exhibits a large and reversible magnetocaloric effect (MCE) near its second-order ferromagnetic (FM) transition due to a simultaneous FM ordering of rare-earth ${\rm Er^{3^+}}$ and transition-metal ${\rm Mn^{4^+}}$ localized moments [Physical Review Materials (2017) 1, 064408]. Since ${\rm Er_2Mn_2O_7}$ is a representative example of the FM pyrochlore oxides ${\rm R_2Mn_2O_7}$, it is of great interest to evaluate MCE of other members of this family and even extend to the related ${\rm R_2V_2O_7}$ family. Because of the relatively small ionic radii

of Mn^{4+} and V^{4+} ions, most members of $R_2Mn_2O_7$ and $R_2V_2O_7$ pyrochlores can only be stabilized under HPHT conditions. After some preliminary experiments under 10 GPa, however, we found that several samples such as $(Gd/Tb)_2(Mn/V)_2O_7$ cannot be obtained in our laboratory. We thus applied for a joint collaborative project through PRIUS in order to utilize the advanced high-pressure facilities in GRC, Ehime University.

During our two-week visit, we carried out a total of six HPHT experiments, trying to synthesize three new pyrochlore oxides $Gd_2Mn_2O_7$ and $R_2V_2O_7$ (R = Tb, Dy), under various pressures from 12 to 20 GPa, and temperatures from 1400 to 1800 °C, by using the Multianvil apparatus (Orange-1000 and Orange-2000). These experiments in GRC were under the guidance of Prof. Irifune and Dr. Shinmei with the great assistance from Dr. Youmo Zhou and Dr. Chaowen Xu. Among the six experiments, five of them were successfully completed. Although we did not obtained phase-pure samples according to the X-ray diffraction (XRD), the presence of pyrochlore phase in the XRD indicates that it is possible to synthesize single pyrochlore phase under higher pressure or temperature conditions. These experimental results thus provide important guidelines for future study. More importantly, we have gained a lot of experience on preparing the sample assembly and using the multianvil technique. We look forward to visiting GRC again in the near future.

→ ALUMNI レポート⑪ →

......

❖ 北海道大学

名誉教授 藤野清志



私は2012年に北海道大学を定年退職後、入舩氏のお誘いにより GRC に特任教授として赴任し、3年間を過ごしました。その3年間を過ごしたあと、

妻の故郷でもある松山を終の棲家とすることにしました。これまで ALUMNI を書かれている方々のほとんどは、GRC で過ごした後の新たな活躍の場の事を書かれてますが、私の場合は GRC を研究の最後の場とした者のその後、と言うことで書かせていただきます。

と言っても、私の現在の生活パターンは、以前 とさほど変わってません。特任教授としてのデュー ティーがなくなったあと、引き続き客員教授や年 1回の集中講義「結晶鉱物学」を担当する傍ら、 進行途中の共同研究の実験や電顕操作の教育や使 用マニュアル執筆のボランティア活動、ゼミへの 参加等で、週に 1、2 回は GRC に顔を出していま す。また、関係する学会にも、相変わらず参加し ています。とは言え、大学に顔を出している時の 緊張感は、以前とはだいぶ違います。学生指導の 忙しさや研究費獲得の心配をすることもなく(もっ ともこれは GRC に来てからそうですが)、己の好奇 心のむくままに過ごしています。また研究以外の 時間の過ごし方も、若い方々とは違います。私の 場合は、余暇に野菜作りを始めました(写真の背 景)。自分でもこれほどのめり込むとは思ってな かったのですが、野菜の種作りから始まって、発 芽、苗の育成、収穫まで、30坪ほどの畑で汗水を 流します。これらの過程は実験科学者にはかなり なじみの過程でもあり、実験科学者が退職後野菜 作りに励む例が多いのは、そのためかもしれません。

ここで改めて、GRC について振り返ってみたいと思います。現在 GRC が地方大学にありながら地球惑星科学・高圧関係の研究所として抜きん出た存在であり、世界的にもトップを争う存在であることは、論を俟ちません。そうなった要因の第1に、入舩センター長の類稀なる構想力と指導力があることも、確かでしょう。同時に全国の有能な若手が GRC に集って切磋琢磨し、中には再び新たな地で活躍する、と言う新陳代謝が活発なことも、GRC を高いレベルに保っている要因だと思います。

しかしここで少し GRC を取り巻くまわりの状況 を見てみると、楽観はしていられないように思い ます。 GRC は今の所予算も潤沢であり、人員構成 も日本の中では恵まれていると思います。しかし 大学・研究所をめぐる環境を全国的に見てみると、 10年近く前から「選択と集中」による「競争的・ 重点的資源配分」政策が進行し、基礎科学分野の すそ野の研究条件が厳しくなってきているように 思います。競争的な科研費等は増えているかもし れませんが、基本的な研究の財政基盤である大学 の運営交付金は、長期にわたって確実に減少を続 けています。ノーベル賞受賞者が出たときだけは 研究者をたたえる政府も、基礎研究への基盤経費 の減少を改めようとしているようには見えません。 こうした基盤的研究資金の減少は、かって私が勤 めていた北海道大学のような旧帝大クラスでも厳 しいものとなっています。こうした競争的雰囲気 の中、研究者は自分の研究がいかに優れているか

の宣伝に努めざるを得ません。以前のように、「ボーと研究してる(ように見える)」ことが許されない雰囲気が生まれてきているように思います。こうした傾向が次世代の新たな研究の芽を摘むことにならないか、非常に心配です。私と同様な年配の研究者の中には、こうした雰囲気になかなかなじめない者もおりますが、こうした状況は若い皆さんにとっても決して無縁ではないでしょう。今後の皆さんの健闘と活躍を、見守りたいと思います。

❖ University of Houston 客員研究員 Zhihua Xiong



I worked at Geodynamics Research Center (GRC) as a postdoctoral researcher from August 2015 to April 2018. During my stay at GRC, I mainly learn about the potassium, helium and argon partitioning between liquid iron alloys and silicate melt at high pressure, to investigate the possibility of the Earth's core as the reservoir for them. All the partitioning behaviors are predicted using the theoretical method, which can estimate the partitioning coefficients as well as the mechanisms that determine their partitioning behaviors. The calculations are quite challenging, but finally, some very interesting results are obtained with help of Taku-sensei.

Half of a year has already passed since my left from Japan. Writing this article brings lot of wonderful memories back to me. Major part of life at Matsuyama is working at office, therefore, the first thing comes to my mind is that GRC offers me with such an almost perfect condition that I can concentrate on my research, I feel quite peaceful when stay in the office. In addition, GRC provides me many opportunities to communicate with scientists world-wide, which benefit me a lot. Last but not least, people here are very nice, creating very friendly atmosphere I really miss. I hope we can meet somewhere again in the near future, by then; we can sit down,

talk, discuss and laugh like we used to do. Another important part of life at Matsuyama is time spent together with my sweet friends: days we go to the Dogo-onsen and castle, join Hanami party, see fireworks show, try so many nice restaurants or cook by ourselves, and so on, making my free time full of fun.

Now I am staying at University of Houston, conducting research in learning about the isotopic characters of Hawaii OIB. We are trying to figure out the possible sources that are responsible for, and associated geochemical processes that contribute to, the isotopic signatures of Hawaii OIB. The whole project just start, anyone interest in this topic, please contact me at zhihuaxiong. ca@gmail.com.

→ 最新の研究紹介 →

................

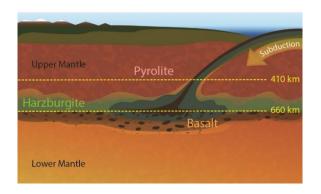
❖ Laboratory measurements of Sound velocity of CaSiO₃ perovskite and implications for the deep mantle mineralogy

Laboratory measurements of sound velocities of minerals under high-pressure provides window into the Earth's deep interior by a direct comparison with the speed of seismic waves passing through the materials constituting mantle. Using the such techniques, we were successful in measuring of the sound wave properties CaSiO₂ perovskite (CaPv), an important mineral of the mantle, which constitutes 7-10 vol% of the pyrolitic mantle and up to 30 vol% of subducted basaltic rocks below ~560 km depth.

The cubic form of CaPv, which is likely to be present in the mantle, is however only stable at high pressure and temperature conditions. and therefore there are no sample available to carry out measurements. To get around this difficulty, we used a CaSiO₃ glass rod, to synthesize CaPv high pressure then subjected pressurized CaPv sample to synchrotron X-rays and ultrasonic wave measurements at pressures of up to 23 gigapascals and temperatures of up to 1,700 kelvin, conditions similar to found in the lowermost transition region (MTR), at depths greater than 600 kilometers.

The results showed that ultrasonic waves, in particular S-waves travel slower through

cubic CaPv compared to the former theoretical predictions. This result refutes previous hypotheses that proposed exsolution of CaPv in pyrolite, a hypothetical rock equivalent to a mixture of peridotite and mid-ocean ridge basalts (MORB), could explain the high seismic profiles at the bottom of the MTR, hence suggesting the presence of different lithologies such as those transported by the subducted slab to the bottom of the MTR.



However this also implies that basaltic lower velocities rocks have even pyrolite and therefore cannot explain the high seismic velocities of the lowermost MTR along a mantle geotherm, a conclusion reached by Kono et al. in 2011 on the basis of velocity measurements on MORB aggregates. The presence of harzburgite components, which constitutes the main part of the subducted then appear as the only viable alternative to explain seismic observations at depths of 520 to 660 km, as formerly suggested by Irifune et al. in 2008.

subducted oceanic crust, constitutes the remaining part of the slab, is likely to sink into the uppermost lower mantle where it can explain the magnitude of the reduction of shear velocity below 660 km depth such as observed beneath North America. The presence of basalt at depths 660 to 800 km have long been proposed on the basis of the density relation between MORB, pyrolite harzburgite, but they were measurements of sound velocities that allowed to confirm this hypothesis by a direct comparison with seismic observations.

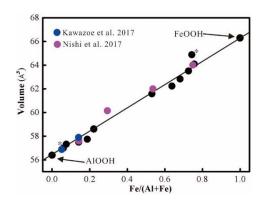
Incidentally, this model is well consistent with the recent discovery, in 2018, of CaPv in a natural diamond, which provides evidence for the presence of oceanic crust material in the uppermost lower mantle. It is also compatible with global-scale geodynamics calculations that predicted basalt enrichment

beneath 660 km would stabilize the subducted slab in this region. CaPv, which was once called "invisible" in the lower mantle as this phase was predicted to have velocities similar to those of the most abundant mineral (MgSiO₃ perovskite or bridgmanite) in fact holds velocities substantially lower than those of bridgmanite at depths 660--800 km, which should greatly contribute in tracing the existence and recycling of the former oceanic crust in the Earth's lower mantle. (Steeve Gréaux)

 \clubsuit Solubility behavior of $\delta\text{-AloOH}$ and $\epsilon\text{-FeOOH}$ at high pressures: Implication for water transports into the deep lower manrtle and early Mars' interior

Water plays an important role in the Earth's interior, which affects the physical and chemical properties of the surroundings, for instance, melting temperature, melt composition and phase relations. The natural occurrence of A100H and Fe00H are common oxyhydroxides at Earth's surface, which has been shown to transport hydrogen to the deep mantle. CaCl₂-type δ -AlOOH and ϵ -FeOOH form solid solution at high pressures, however, study for solubility behavior of this binary system is limited. Here we determine the phase relations in AlOOH and FeOOH binary system at 15-25 GPa and 700-1200°C. The analysis of XRD patterns and unit cell volume of quenched samples show that δ -AlOOH and ϵ -FeOOH form partial solid solutions over wide pressure and temperature ranges. We found that binary eutectic diagram is formed without dehydration or melting below 1200 °C

at 20 GPa. We also noticed that the change in Al and Fe content in solid solution were more influenced by temperature than pressure. Thus, temperature seems to play a bigger role for partitioning of Al and Fe between δ -AlOOH and ϵ -FeOOH at least up to 40 GPa. On the other hand, the dehydration temperatures of both δ - and ϵ -phases likely increase with increasing pressure because these phases were observed at 1240°C and 40 GPa in the previous study. Our results suggest that CaCl2-type hydroxides subducted into the deep mantle form solid solution over a wide composition ranges and it carries a certain amount of hydrogen to deeper regions. As on Fe-rich Mars, some evidences have shown that water once existed on Mars surface. AlOOH and FeOOH present in hydrous crust may tectonically embedded and subducted into the deep interior. δ -A100H and ε-FeOOH solid solution is expected to transport hydrogen to the Earth's lower mantle and even to Fe-rich Martian core in the cold subduction region, broadening our knowledge to model geodynamic process associate with deep water cycle in the Earth and Mars. (Chaowen XU (D1))

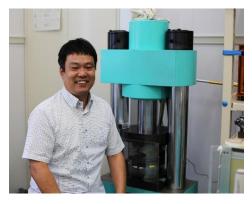


共同利用・共同研究拠点(PRIUS)

◆ PRIUS 利用者の声

私たちの研究グループでは高温高圧法を用いた 新規機能性材料の合成を行っています。最近は特 に新規水素化物の合成研究を進めております。水 素化物は水素貯蔵をはじめとして高温超伝導、光 速イオン伝導、ヒドリド伝導など、多様な機能性を 有する材料です。私たちは大型放射光施設SPring-8 において量子科学技術研究開発機構の所有する専 用ビームラインBL14B1に設置された高温高圧装置 を利用して、金属が水素化する際に引き起こされ る金属格子の膨張や構造変化を「見ながら」物質 探索を進めています。放射光X線その場観察は物質 探索において非常に有効で、実際に多数の新規水 素化物を合成することに成功しています。

新規水素化物の合成に成功すると、次はその物性を評価することになります。結晶構造は最も重要な情報の一つですが、放射光X線を用いるだけでは結晶中水素原子の位置を決定することはできません。そこで重水素化物を合成し、中性子回折法によって得られたデータをもとに構造精密化を行い、水素原子位置を含めた結晶構造を調べていま



す陽器PARCに性もにた来困強加設のよ子飛増たは難を速」とは、強躍加、測と

されていた試料量でも中性子回折実験が可能となってきています。しかし、私たちの所有する180トンプレスで合成した試料では、まだ結晶構造精密化は困難な状況です。

そこで入舩先生、井上先生、新名先生にご指導いただき、PRIUSの設備利用型共同研究により重水素化物の大量合成の実験を行わせていただきました。3000トンプレスを使用した二回の高圧実験で無事に目的とする重水素化物の合成に成功し、中性子回折測定を行うことができました。PRIUSの高度な技術と装置群、および、先生方の丁寧なご指導のおかげと感謝しております。水素化物研究は今後もさらに活発になると期待しております。中性子に限らず大量試料の合成のニーズはますます増えてくると思います。今後ともどうぞよろしくお願いします。(量子科学技術研究開発機構)上席研究員 齋藤寛之)

◆ PRIUS 利用者の声

I first heard about PRIUS back in 2012, when Sakura Pascarelli (scientist in charge of the dispersive X-ray absorption beamline European Synchrotron Radiation the Facility, Grenoble, France) told me that Professor T. Irifune was planning to create it at the GRC. Sakura informed me that this program would offer the opportunity to have access to nano-polycrystalline diamond anvils synthesized at GRC. I was very interested, as these anvils offer the possibility to record X-ray absorption spectra of samples compressed in diamond anvil cells with no parasitic signal due to the anvils.

At that time I was struggling to interpret the X-ray diffraction signal of a new compound synthesized under high pressure, and I needed some additional data to evidence a new bonding that may have been formed. Professor Irifune sent us anvils with geometry adapted to this compound and I could characterize it under 80 GPa with X-ray absorption spectroscopy at the Xenon k-edge (around 34 keV), an energy which is not

accessible with conventional single crystal diamond anvils. This way we show could that xenon oxides formed under this pressure, and they were later shown to be stable with ab initio calculations

(Dewaele et al. 2016a). I also noticed the good



mechanical behavior of these anvils, which did not break even after use under high load.

Later, I applied for another support by PRIUS and got new anvils for a project on Zirconium pressure-induced phase transformation studied with time-resolved X-ray absorption spectroscopy (Dewaele et al. 2016b). This research would not have been possible without nano-polycrystalline diamond anvils.

I am grateful to Professor Irifune and to the scientific staff at GRC for establishing and sustaining the PRIUS program, which provides a major service to the high pressure community worldwide.

(References)

- A. Dewaele, N. Worth, C. J. Pickard, R. J. Needs, S. Pascarelli, O. Mathon, M. Mezouar and T. Irifune, Synthesis and stability of xenon oxides $\rm Xe_2O_5$ and $\rm Xe_3O_2$ under pressure, Nat. Chem. 8, 784, 2016
- A. Dewaele, R. André, F. Occelli, O. Mathon, S. Pascarelli, T. Irifune and P. Loubeyre, The $\alpha \to \omega$ phase transformation in zirconium followed with ms-scale timeresolved X-ray absorption spectroscopy, High Press. Res. 36, 237-249, 2016

(Agnès Dewaele, scientist at Commissariat à l'Energie Atomique, Arpajon, France)

編集後記:2号続いた16ページのニュースレター 特大号、諸般の事情によりまた12ページに戻りま した(T. I. & Y. M.)。