

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.ehime-u.ac.jp/~grc/>

## 目 次

- ◆ センター長挨拶
- ◆ センター構成
- ◆ NEWS&EVENTS:
  - 土屋教授に「若手科学者賞」授与
  - 入船センター長に「客員(名誉)教授称号」授与
  - 「創石実験室」完成
  - 「BOTCHAN-6000」始動
  - GRCの新体制
  - GRC-BGI ワークショップ
  - G-COE2008年度若手成果発表会
  - 第1回G-COE・若手の会(YESA)ワークショップ開催
  - 国際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
- ◆ 最新の研究紹介:
  - 一次圧カスケールとして利用可能な MgO の P-V-T 状態方程式の決定
- ◆ センター機器紹介⑯:
  - 6000トン駆動マルチアンビル装置 (BOTCHAN-6000)

◆ センター長あいさつ ◆

入船 徹男



この1か月余りでドイツ・中国・アメリカを訪れ、それぞれ初めての研究室を訪問する機会がありました。中国では、交流協定を結びつつある武漢の中国地質大学を訪れ、1日で学内ツアー・講演会・客員教授授与式・研究室の会合・学生との懇談・学長との

夕食会と、分刻みの強行スケジュールでした。

人口1千万を数える武漢は、高層ビルと古くからの農村が混在する、中国有数の都市です。あちこちで建設されている巨大ビル群と、一部ゴーストタウン化している古くからの居住区のコントラストが著しく、この国のダイナミックな変貌の一端をリアルタイムで垣間見ることができました。

中国地質大学は、広大なキャンパスと4万4千人の学生を擁し、名前とは裏腹に多数の学部からなる総合大学です。特に、中国科学アカデミー会員でもある Jin 教授の率いる協定先の研究施設は、国家重点実験室(日本のCOEのようなもの)に選ばれ、活発な研究活動をすすめています。アメリカなどに長期滞在経験のあるスタッフも少なくなく、実験室や分析室には欧米の雰囲気を感じました。また、中国の多くの大学がそうであるように、学生は全員キャンパス内の寮で生活を共にし、教職員もその多くがキャンパス内の高層住宅に住んでいます。

今回の訪問で、地球深部科学分野ではまだまだ日本が先行していると感じました。しかし10年後、いや5年後はどうなっているかわかりません。訪れた地球科学部や研究施設では、事務体制や技術職員の充実などの点で欧米のシステムをうまく取り入れており、教員が教育・研究に専念できる環境を整えつつあります。これに対して、独法化したとはいえ様々な制約のある日本の大学の現状に、改めて大きな危惧を感じました。同時期に訪問したドイツ・アメリカの一流大学はもとより、このままでは中国の大学にも追いこされるのは時間の問題かもしれません。

自動車業界など日本企業が通ってきた道を、遅ればせながら国立大学も歩みはじめています。我が国の大学のグローバル化に際して、教育・研究の質が大事だとするのは大学構成員の共通認識の

はずです。問題は、そのためにいかに教育研究に専念できる環境を保障するか。こういうことをまじめに考えだすと、自分自身の状況は悪化する一方であると知りつつ、少しでも何とかしたいと思う昨今です。

## ◆ センターの構成 ◆

(H21. 4. 1現在)

### ❖ 地球深部物質構造動態解析部門

入舩徹男 (教授)  
西山宣正 (准教授) (H21. 4～)  
大藤弘明 (助教)  
丹下慶範 (助教) (H21. 4～)  
川添貴章 (COE研究員)  
Steeve Gréaux (COE研究員)

### ❖ 地球物質物性計測部門

井上 徹 (教授) (H21. 4～)  
松影香子 (准教授 (COE))  
木村正樹 (助教)  
助 教 (21年度中採用予定)  
河野義生 (COE助教) (H21. 4～)  
山田明寛 (COE研究員)

### ❖ 量子ビーム応用部門

平井寿子 (教授 (COE)) (H21. 4～)  
藤野清志 (教授 (COE)) (H21. 4～)  
桑山靖弘 (助教) (H21. 4～)  
町田真一 (COE研究員) (H21. 4～)

### ❖ 地球深部活動数値解析部門

土屋卓久 (教授) (H21. 4～)  
亀山真典 (准教授)  
石河孝洋 (助教) (H21. 4～)  
臼井佑介 (COE研究員)

### ❖ 上級研究員センター連携部門

土屋 旬 (上級研究員 (GRC関連))  
西原 遊 (上級研究員 (GRC関連))  
Dirk SPENGLER (PD研究員 (GRC関連)) (H21. 3～)  
公 募 中 (PD研究員 (GRC関連))

### ❖ 教育研究高度化支援室分室

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 (技術員) (H21. 4～)  
河田重栄 (技術補佐員) (H21. 2～)  
矢野春佳 (研究支援推進員) (H21. 4～)

### ❖ 客員部門

客員教授 角谷 均 (住友電気工業 (株)  
エレクトロクス・材料研究所スパシヤリスト)  
客員教授 Yanbin Wang (シカゴ大学放射  
高圧地球科学コンソーシアム主  
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 (ニューヨーク州立  
大学ストニーブルック校鉱物物  
性研究施設特任教授)  
客員准教授 鍵 裕之 (東京大学大学院理  
学系研究科准教授)  
客員准教授 舟越賢一 ((財) 高輝度光科学  
研究センター利用促進部門副  
主幹研究員)

### ❖ GRC研究員

大野一郎 (理工学研究科教授)  
川寄智佑 (理工学研究科教授)  
榊原正幸 (理工学研究科教授)  
山本明彦 (理工学研究科教授)  
森 寛志 (理工学研究科准教授)  
湊崎員弘 (理工学研究科教授)  
小西健介 (理工学研究科准教授)  
山田幾也 (理工学研究科助教)  
田中寿郎 (理工学研究科教授)  
野村信福 (理工学研究科教授)  
平岡耕一 (理工学研究科准教授)  
山下 浩 (理工学研究科准教授)  
八木秀次 (理工学研究科准教授)  
豊田洋通 (理工学研究科准教授)  
松下正史 (理工学研究科助教)  
佐野 栄 (教育学部教授)

### ❖ GRC客員研究員

遊佐 斉 (物質・材料研究機構物質ラボ主  
幹研究員)  
鍵 裕之 (東京大学大学院理学系研究科准  
教授)  
平賀岳彦 (東京大学地震研究所助教)  
川本竜彦 (京都大学大学院理学研究科助教)

大高 理 (大阪大学大学院理学研究科准教授)  
 重森啓介 (大阪大学レーザーエネルギー学研究センター准教授)  
 角谷 均 (住友電気工業(株) エレクトロクス・材料研究所スペシャリスト)  
 肥後祐司 ((財)高輝度光科学研究センター利用促進部門研究員)  
 浦川 啓 (岡山大学理学部准教授)  
 山崎大輔 (岡山大学地球物質科学研究センター准教授)  
 安東淳一 (広島大学大学院理学研究科助教)  
 中久喜伴益 (広島大学大学院理学研究科助教)  
 片山郁夫 (広島大学大学院理学研究科助教)  
 中田正夫 (九州大学大学院理学研究院教授)  
 加藤 工 (九州大学大学院理学研究院教授)  
 金嶋 聰 (九州大学大学院理学研究院教授)  
 巨海玄道 (九州大学大学院理学研究院教授)  
 吉岡祥一 (九州大学大学院理学研究院准教授)  
 久保友明 (九州大学大学院理学研究院准教授)  
 赤松 直 (高知大学教育学部准教授)  
 本田理恵 (高知大学理学部准教授)  
 Fabrice Brunet (フランス国立科学研究センター (CNRS) 研究員)  
 Jennifer Kung (台湾国立成功大学地球科学研准教授)

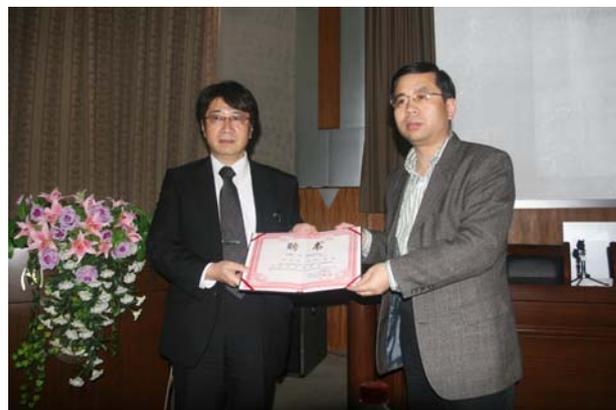
❖ 事務室

研究拠点事務室 (3F)  
 日野さゆり (TL)  
 外山廣子 (再雇用事務補佐員) (H21.4~)  
 加藤智恵子 (事務補佐員)  
 安藤華奈子 (事務補佐員)  
 田中規志 (事務補佐員)  
 COE事務室 (4F)  
 小野由紀子 (事務補佐員)  
 宮本菜津子 (事務補佐員)  
 大熊 知 (事務補佐員)

学者賞」を受賞し、4月14日に東京でおこなわれた表彰式に出席しました。同賞は萌芽的な研究、独創的視点に立った研究等、高度な研究開発能力を示す顕著な研究業績をあげた40歳未満の若手研究者を対象としたもので、我が国のすべての研究分野の若手研究者の中から受賞者が決定されます。今回の受賞は同教授の「第一原理シミュレーションによる地球下部マントル物質の研究」に関する業績が高く評価されたものであり、今後も鉱物物性理論および関連分野における世界をリードする研究の展開が期待されます。



❖ 入船センター長に「客員(名誉)教授称号」授与



GRC の入船センター長に中国武漢にある中国地質大学 (China University of Geoscience) から客員(名誉)教授号が授与され、4月14日に授与式典と講演会が開催されました。同大学は学生数4万4千人、理学・工学・文学・法学・教育学・哲学などの学部を有する総合大学です。GRC は同大学の地質形成・鉱物資源国家重点実験施設(現在教授44名・研究員22名・修士課程院生68名・博士課程院生43名)と、学術協定を締結しつづあります。入船センター長は、式典と講演会に先立

NEWS & EVENTS

❖ 土屋教授に「若手科学者賞」授与

GRCの土屋卓久教授は文部科学大臣表彰「若手科

ち、Zhang 同大学長や同施設の Jin 教授など、大学首脳陣との会食に招待され、今後の人材交流等について意見交換をおこないました。

#### ❖ 「創石実験室」完成

ともにグローバル COE に選出されている、GRC および CMES (沿岸環境科学研究センター) 関係研究室がある総合研究棟の増築分が 3 月末に完成し、学長・各理事をはじめとする多くの関係者に対し、3 月 30 日に披露されました。増築分には GRC や CMES などの事務室、共通ゼミ室・会議室とともに、2 階に主に CMES 関係の、また 1 階に GRC 関係の実験室などが設置されています。1 階には“BOTCHAN”が設置されるとともに、焼結ダイヤモンドを用いた超高压発生用の“MADONNA” (Multianvil Device ON Newer Applications) も設置予定で、創石実験室 (SOSEKI LAB) と命名されました。創石実験室では、新しい貴重な“石”が、超高压・高温下で合成されることが期待されます。



#### ❖ 「BOTCHAN-6000」始動

現時点で世界最大となる、6000トン駆動マルチアンビル装置 (BOTCHAN-6000) が3月末に完成し、既に大型の試料部を用いた15万気圧程度の圧力発生を確認しました。最終的には1cm級のナノ多結晶ダイヤモンド (NPD=ヒメダイヤ) の合成や、高压相多結晶焼結体・大型単結晶合成など、最高25万気圧、3000℃程度の圧力温度条件下での大容量高压合成を目指します。また地球科学のみならず、材料科学や物理学・化学などの関連分野との学際的共同研究にも供する予定です。なお本装置は、愛媛大学の支援に基づき、GRCと新居浜市の住友重機テクノフォートとの共同開発により実現されま

した。BOTCHANは“Beyond Observable Toughness and Conceivable Hardness of Artificial Nano-diamond”の略で、人工ナノダイヤモンドの強度と硬さを越える新物質の合成を目指すという意味が込められています。

#### ❖ GRCの新体制

GRCは平成21年度4月1日より、従来の3部門に加えて「量子ビーム応用部門」を設置し、新たに4つの常設部門へと拡充をおこないました。この部門では、放射光・中性子・電子線などの「量子ビーム」と、ダイヤモンドアンビル装置を組み合わせた新たな研究の展開をめざしています。更に、上級研究員センター連携部門・客員部門を加え、6つの部門からなる新体制に移行しました。加えて教育研究高度化支援室 (分室) やCOE支援室の設置により、より高度な教育・研究の支援や実験技術の開発・支援等をおこなうことを目指しています。また、実際の教育・研究やセミナーは、部門横断的な7つのフレキシブルな小グループによりおこなうとともに、GRC設立以来230回を数える全体の「ジオダイナミクスセミナー」は、現在英語でおこなわれています。

#### ❖ GRC-BGIワークショップ

GRCでは、バイロイト大学 (ドイツ) 内に設置されているバイエルン地球科学研究所 (BGI) との共催により、2研究所間のワークショップ「GRC-BGI Workshop on Deep Earth Mineralogy」を開催します。会議は6月17日-19日の3日間にわたり、バイロイト郊外の旧宮殿「エルミタージュ」内の会議室において、主に両者の若手研究者・博士課程学生を中心とした研究発表会を予定しています。GRCでは同様のワークショップを、これまでに北京において北京大学ITAG (2004) と、またアルゴンヌにあるシカゴ大学GSECARS (2007) と開催しています。本ワークショップでは、若手研究者を中心とした相互交流と人脈づくりをおこなう契機とするとともに、海外の先進的拠点における研究環境や教育・支援システム等を学び、よりグローバルな研究教育拠点作りを目指すのも目的の1つです。

#### ❖ GRC関連若手成果発表会

GRCでは3月16日に、愛媛大学において関連若

手研究者の成果発表会をおこないました。午前中はG-COE 関連の研究者および博士課程学生が発表をおこなうとともに、来年度の研究費申請の審査をあわせて実施しました。午後からは上級研究員センター研究員や、G-COE 連携先の若手研究者の成果発表会をおこない、夜は地球科学がご専門の小松学長の任期終了慰労を兼ねたパーティーを、道後のホテルで開催しました。発表会とパーティーには、G-COE 海外連携先のニューヨーク州立大からも、Bob Liebermann 教授に参加頂きました。

#### ❖ 第1回G-COE・若手の会 (YESA) ワークショップ開催

2009年1月22～23日の2日間、愛媛大学地球深部ダイナミクスセンターにおいてグローバルCOE若手の会 (YESA) の第一回ワークショップを開催しました。沈み込み帯を大きなキーワードとして企画した本ワークショップでは、静岡大学・東京大学・東京工業大学・東北大学・名古屋大学・広島大学・海洋研究開発機構・National Central University・愛媛大学GRCの若手研究者 (U35) 21名により、記載岩石学・実験岩石学・地震学などの観測にもとづいた沈み込み帯における水輸送やプレート運動・マントル流動に関する発表がおこなわれました。両日ともに30名を越える参加者によって専門分野を横断した活発な議論がくり広げられ、隣接分野若手研究者間の交流・親睦が深められました。

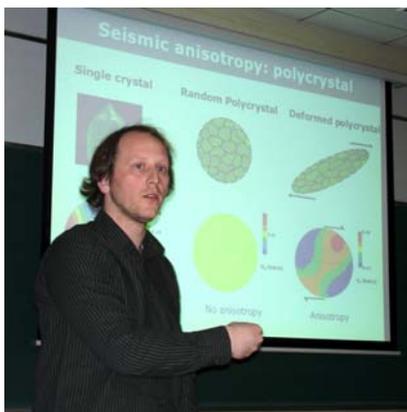
#### ❖ 国際フロンティアセミナー

##### 第22回

“Experimental investigation of plastic properties of high pressure minerals”

講演者：Prof. Sébastien Merkel  
(CNRS-Université Lille1-LSPES)

日時：2009年1月20日 17:00-18:00



##### 第23回

“Effects of Hydration on the elastic properties of transition zone minerals”

講演者：Prof. Steven D. Jacobsen (Department of Earth and planetary Sciences, Northwestern University)

日時：2009年3月3日 16:00-17:00



##### 第24回

“Laboratory-based Interpretation of Upper-mantle Seismic Tomograms: Progress and Prospects”

講演者：Prof. Ian Jackson (Research School of Earth Sciences, Australian National University)

日時：2009年3月3日 17:00-18:00

##### 第25回

“Some Remaining Problems in the Mantle”

講演者：Prof. Craig R. Bina (Department of Earth and planetary Sciences, Northwestern University)

日時：2009年3月4日 17:00-18:00

##### 第26回

“Experimental constraints on the chemistry and physical state of the terrestrial planetary cores”

講演者：Dr. Yingwei Fei (Geophysical Laboratory, Carnegie Institution of Washington)

日時：2009年5月14日 17:00-18:00

#### ◆ 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)

- 5月
- 5/22 “High pressure neutron experiments in ISIS and ILL”  
小松一生 (東京大学大学院理学系研究科特任講師)  
transmitting efficiency of pyrophyllite gaskets”  
Leiming Fang (愛媛大学博士1年)  
2009. 1. 23
- 5/29 “Relaxation of MgSiO<sub>3</sub> glass”  
山田明寛 (グローバル COE 研究員, GRC)
- 6月
- 6/5 “Spin state of ferric iron in Mg- perovskite up to 200 GPa by X-ray emission spectroscopy”  
藤野清志 (グローバル COE 教授, GRC)
- 6/12 “High pressure properties of gas hydrates and their implications on icy planets and their moons”  
平井寿子 (グローバル COE 教授, GRC)
- 6/26 “Elastic wave velocity measurement under the melting temperatures of mantle materials”  
河野義生 (グローバル COE 研究員, GRC)
- 7月
- 7/3 “First principles studies on high pressure ice polymorphs”  
土屋 旬 (愛媛大学上級研究員センター上級研究員 (GRC 関連))
- 7/10 “Intermolecular interactions in gas hydrates examined by changes in crystal structures and vibration modes and its implication for their stabilities under high pressure”  
町田真一 (グローバル COE 研究員, GRC)
- 7/17 “Pressure generation using sintered diamond anvils in multianvil apparatus and primary pressure scales”  
丹下慶範 (GRC 教員)
- 7/24 “Seismic anisotropy in the lowermost mantle modeled by the calculation for polycrystal”  
臼井佑介 (グローバル COE 研究員, GRC)
- 8月
- 8/8 “Break down products of synthesized majorite and its implication for geodynamics”  
Dirk Spengler (愛媛大学上級研究員センターPD (GRC 関連))
- 第221回 “Phase equilibrium and structural properties of Ca-rich garnets at high-pressure and high-temperature”  
Steeve Greaux (グローバル COE 研究員, GRC) 2009. 1. 30
- 第222回 「第一原理計算による下部マントル鉱物の融解関係 ～ 核-マントル境界における部分融解の可能性について～」  
八幡直也 (愛媛大学修士1年)  
「高温、高圧条件下における FeAlO<sub>3</sub> の関係」  
和田光平 (愛媛大学修士1年)  
2009. 2. 6
- 第223回 「 $\gamma$ Fe の高温状態方程式とスピン転移の可能性」  
西原 遊 (愛媛大学上級研究員センター上級研究員 (GRC 関連)) 2009. 2. 20
- 第224回 「ポストペロブスカイトの物性科学」  
大串研也 (東京大学物性研究所)  
2009. 2. 27
- 第225回 「先端技術で見る地震学的 CMB 構造」  
竹内 希 (東京大学地震研究所)  
2009. 3. 6
- 第226回 「マントルウェッジかんらん岩の結晶方位異方性と地震波特性」  
道林克禎 (静岡大学理学部地球科学科)  
2009. 3. 13
- 第227回 「大陸下のマントルと水」  
松影香子 (G-COE 准教授, GRC)  
2009. 3. 27
- 第228回 “Exploration of crystal structures of iron by free energy surface trekking”  
石河孝洋 (GRC 教員) 2009. 4. 17
- 第229回 “Phase relations of iron alloys at high pressure and high temperature: Implications for the structure and composition of the Earth’s core”  
桑山靖弘 (GRC 教員) 2009. 4. 24
- 第230回 “Experimental study on the graphite-diamond phase transition-Influence of local stress state and crystallinity of graphite”  
大藤弘明 (GRC 教員) 2009. 5. 8
- ❖ 過去の講演
- 第220回 「ナノ多結晶ダイヤモンドの生成温度圧力下限と大型化」  
磯部太志 (愛媛大学修士1年)  
“Effect of densification on pressure-

## ◆ 新人紹介 ◆

**藤野 清志**  
(教授(COE))



この4月に北大から来ました藤野です。実は私は31年前の1978年に、当時出来たばかりの当理学部地球科学科の助手として赴任し、その後15年間愛媛大学に勤めておりましたので、今回の赴任は何か里帰りの感じがします。

私は今回このような形でGRCの一員になったことを、大変喜んでおります。その理由は、第一にはもちろん先に述べたように、この地が私にとって研究者としての歩みを始めた思い出の地であることによりますが、そのほかにもいくつか理由があります。まずは前回のGRCニュースレターに書かれていますが、センター長である入船さんが、東大や京大のような大きな旧帝大に比べれば小さなこの愛媛大学という‘地方大学’で、GRCを世界的な研究センターのひとつにしようとしていることです。1地方大学でそうした目的を達成するのは、非常に困難なことであろうと思います。しかしそれだけに、これは非常に大きな価値のある挑戦的な目的でもあると思います。どうやら入船さんはそのような大変な目的を、本気でやろうとしているように見受けられます。そうした目標に共鳴し、そのためにともに努力することは、研究者として大いにやりがいのあることであり、また大きな喜びでもあります。さらなる理由としては、私はこの3月に北大を定年退職しましたが、定年前のこの数年間と言うもの、学会や大学の行政的な仕事に追われ、研究の現場からは遠ざかっておりました。そのため研究へのフラストレーションがたまっており、是非また研究の現場に戻りたいと思っておりました。幸い、COE教授と言うのは、

行政や授業、お金の心配をすることなく、プロジェクトの研究に専念することになっております。こんな立場になれることは、私にとってこの上ない喜びです(入船さん、すいません)。こうした喜びと、GRCを世界的なセンターの1つにしたいとの意気込みで、今後若い人たちとともに研究したいと思います。

では、このGRCで私は具体的に何をやったらよいかと言う点については、まだ考えがまとまっていません。これから新しいことがどれだけ出来るだろうかと言う点については、なかなか厳しいものがあるでしょう。この点は今後必死に模索するとして、当面私に一番求められていることは、これまでに私が蓄えてきた鉱物学や結晶学、熱力学と言った基礎的な研究手法と、鉱物合成や電子顕微鏡等の実験技術を若い人たちにしっかりと継承し、研究の活路をどう切り開いてきたかの経験を伝えることだろうと思います。と同時に、逆に若い人たちから、新しい研究の方向や最新の計算法、パソコン・通信技術などを教わることで、研究者間の相互理解を深め、GRCの活性化につなげることはないかと思っています。そしてこのことを、GRCを取り巻く連携の輪にまで広げることだと思っています。

これまで私は研究者として、東大、愛媛大、北大と、それぞれ十数年ずつ過ごし、今回再び愛媛大に戻ってきました。こうした形で環境をがらりと変えることは、研究者にとっては大変よい刺激になることを実感しています。このことを是非、GRCのさらなる発展に生かしたいと思います。

**平井 寿子**  
(教授(COE))



4月1日に赴任いたしました。筑波大学地球科学研究科で学位をとり、東工大応用セラミックス

研究所、筑波大学地球進化専攻を経て、GRC にきました。私はもともと熊本の出身ですので、松山の気候や食べ物（味付け）、方言が子供のころに慣れ親しんだものと似ており、懐かしくまた心地よく感じています。また、松山は程よい規模の町で、文化と歴史の豊かなところで、すっかり気に入っています。

東工大では衝撃高圧実験と回収試料の電子顕微鏡観察とを組み合わせ、黒鉛や  $C_{60}$  フラーレンのダイヤモンド転換機構の研究を行いました。筑波大学に移り、 $C_{60}$  と同じクラスレート物質群であるメタンハイドレートをはじめとするガスハイドレートの研究に着手しました。メタンハイドレートは燃える氷として次世代のエネルギー資源として期待される一方、地球温暖化物質となる危険性も持っており、地球環境・資源問題と直接かかわる物質です。また、惑星科学においても、いくつかの氷惑星や衛星の主要な構成成分と考えられています。そのころガスハイドレートの資源利用を目的とした物性や探査に関する研究は進められていましたが、ガスハイドレートの基礎物性や高圧挙動の研究はほとんど未開拓でした。そこで私は、ダイヤモンドアンビルセルを用いた高圧実験を開始し、メタンハイドレートの1万気圧以上の挙動を世界で初めて報告しました。固体メタンやエタンは、水の氷に次いで宇宙氷の代表ですが、これらの高温高圧実験を行い、海王星・天王星内部構造を推定する研究も行っています。また、地球深部物質と水やメタン、水素流体との反応に関する研究も進めています。地球マントルや核を構成する物質の高温高圧実験や理論計算は近年目を見張る進展をとげていますが、宇宙の主要な構成成分である、氷やハイドレートの高圧物性を実験的に明らかにし、これらを基礎として惑星・衛星の内部構造や進化を理解しようという研究はこれから進展していくと考えられます。GRC ではこのような研究を行い（少し異色かもしれませんが）、若い学生諸君にこの分野の研究の種まきができればと思っています。もちろん、ダイヤモンド合成や超硬物質にも興味津々で、東工大以来の炭素にける情熱も変わりません。

ところで、私は若いころから「ひと研究 5~10年、研究は5~10年を一区切りとして、展開させていかなければならない」と考えていました。もちろん研究の視点や根幹に一貫性は必要だと思いますが。私の場合、幸か不幸か、アカデミックポジションに就くまで8年という長い期間があり

（その間、無機材研の研究生や民間の研究所でつなぎ）、その後東工大に8年、筑波大に12年いました。だいたい10年土のペースで展開させてきました。同じ場所で、じっくりという考え方もありますが、研究と意欲をリフレッシュさせて、新たな展開を図ることは必要なことだと思います。ここには若くて意欲的なポストドクの方が大勢いらっしゃいますので、彼らの今後を期待しています。

石河 孝洋  
(助教)



2009年1月からPDとして上級研究員センターに、そしてこの4月から助教としてGRCに着任することになりました石河と申します。一昨年度まで大阪大学基礎工学研究科に在籍しており、2008年3月に博士号を取得しました。その後、関西大学システム理工学部にてPDとして籍を置かせていただきながら、およそ半年間イタリア・トリエステの国際理論物理学センター、The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics (ICTP)において研究を行った後、今回の赴任へと至りました。

私は物性物理科学が専門分野であり、地球科学に関しては素人ですが、これまで理論高圧物性の研究を行っていたので、GRCで行われている研究には比較的なじみやすいと感じております。これまで行ってきた研究を簡単に紹介させていただきますと、実験データや経験的パラメータを使わずに物質の電子状態を求めることができる第一原理計算を用いて、物質が高圧下で示す物性変化・構造変化をコンピュータの中で予測していくというのが主な仕事となっております。具体的には、①リンを中心とする高圧下単体元素で観測されている変調構造出現のメカニズムの解明、②カルシウムにおける圧力誘起超伝導の研究、③高温・高圧下結晶構造探索のための効率的アルゴリ

ズムの開発、という3つを中心に研究を進めてきました。

物性物理科学分野では、基礎研究の色が強い高压研究は非常に重要であると認識されてはおりますが、新機能材料の開発といった工業面での応用に直接結び付けるのが難しいために、積極的に高压研究を行おうとするグループは年々少なくなってきました。そのため私のように第一原理計算で高压物性の研究を行っている同世代の研究者は国内ではほとんどおらず肩身の狭い思いをしてきました…。しかし、地球科学分野ではそのような制約に悩まされることなく、私のこれまで培ってきた経験・知識を存分に活かすことができる場であると考えており、GRCで行うこれからの研究を非常に楽しみにしております。地球規模で起きるマクロな現象を第一原理計算によりミクロスコピックにどこまで解き明かすことができるのかを追求し、実験の方々とは意見交換させていただくことで、独創的な個性溢れる研究を行っていきたくと考えております。そういうわけで今後ともよろしく申し上げます。

桑山 靖弘

(助教)



今年度から、本センターの助教として赴任しました桑山です。私はこれまで、レーザー加熱ダイヤモンドアンビルセルという超高压高温発生装置を用いて、地球深部に相当する高压高温状態を実験室で再現し、地球の内部に存在すると思われる物質の構造や物性を探る研究を行ってきました。

地球深部は、深さと共に圧力・温度が上昇する高压高温の世界です。特に、地球の中心にある固体の金属核(内核)は、圧力330~364万気圧・温度5000℃以上という超高压高温下にあります。また、その外側にある熔融鉄でできた外核の最上部でも、その圧力は135万気圧に達します。このよ

うな超高压高温条件は、愛媛大学でおなじみのマルチアンビルプレスでは発生させることができません。そこで、このような非常に高い圧力・温度条件下での物質の振る舞いを調べるためには、より高い圧力を発生させることのできる装置が必要です。ダイヤモンドアンビルセル高压高温発生装置は、最も硬い物質であるダイヤモンドをアンビル材として使用し、試料の大きさもマルチアンビルプレスの10分の1以下と小さくすることにより、100万気圧を超えるような超高压の発生が可能です。さらに、ダイヤモンドは様々な波長の光を通すため、加圧した試料に高出力の赤外レーザーを照射することによって、高压下の試料を加熱することができます。この装置は、現在最も高压かつ高温を発生しうる装置ですが、数年前まではこの装置を用いても、レーザー加熱時の装置の変形などのために、200万気圧以上での高温実験は不可能だと考えられていました。そこで、私は博士論文研究を通して、アンビル形状の最適化や加圧加熱技術の向上などに取り組んできました。その結果、現在では300万気圧2000度の圧力・温度条件の発生が可能になり、地球の中心まであともう一歩のところまで来ています。

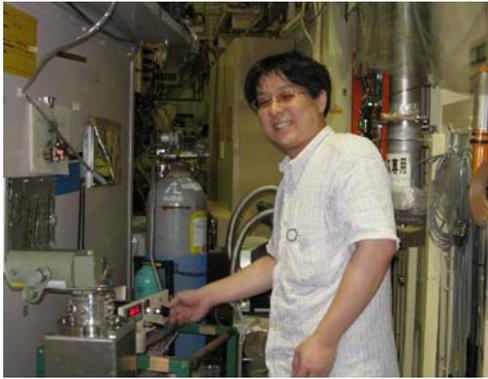
私は、「地球の中心にどのような物質があるのか?」「地球の内部の構造はどうなっているのか?」「46億年の地球の歴史を通して地球内部でどのような活動が起こってきたのか?」などを明らかにしたくて、高压実験の研究室の門を叩きました。現在は主に、これらを知る上で最も基礎的な情報となる、地球の内部物質(特に地球の核を作る鉄合金)の相平衡関係を調べる研究をしています。本センターでは、引き続き地球の中心を目指してさらなる技術改良に取り組みたいですと思っています。さらに、この技術を用いて地球の核の物質学を明らかにし、核からみた地球の歴史とダイナミクスの理解に貢献できるように研究を行っていきたくと考えております。どうぞよろしくお願いいたします。

町田 真一

(COE 研究員)

本年度4月から、本センターで研究をさせていただくことになりました町田真一です。私はこれまで、DACを用いたガスハイドレートの高圧研究を行ってきました。

ガスハイドレートとは、水分子が水素結合によ



りケージや氷のフレームワークを作り、その空隙中にガス分子を内包した固体結晶であり、物質科学の分野では特異的な性質が見られる物質として興味を持たれています。その中で、メタンハイドレートや水素ハイドレートは外惑星や氷衛星などの天体の主要な構成成分として、惑星科学的にも重要な物質であると考えられています。しかしながら、その基礎物性は解明されていない点が多く残されている物質であり、特に高圧研究は少なく、従来メタンハイドレートは1万気圧以上では存続しないとされていました。修士研究では放射光のX線を用いた評価によって、メタンハイドレートの高圧構造が、少なくとも80万気圧まで存在することを明らかにしました。室温下で、高圧までメタンハイドレートが存在することが明らかになったことにより、タイタンなどの氷衛星中やそれより大きいサイズの氷天体内部に、メタンハイドレートが安定に存在できることを示しました。また、レーザー加熱を用いたメタンハイドレートの高圧高温実験を行い、天王星や海王星などの氷惑星の、氷層最上部ではメタンや水は、メタンハイドレートとして存在できず、高温高圧流体として存在している可能性を示しました。

高圧実験により、メタンハイドレートは非常に高圧まで存続することが明らかとなりましたが、他の多くのガスハイドレートは低圧で分解してしまいます。メタンハイドレートと同様に、高圧まで存在することが明らかとなっているガスハイドレートは、水素ハイドレートのみであり、メタンハイドレートおよび水素ハイドレートの構造内では高圧安定性を保証する特異的な相互作用が働いていることが予測されます。その相互作用を実験的にとらえるため、分光学的手法とX線回折実験とを用いた研究を、博士研究より行っています。メタンハイドレートでは、15から20万気圧付近で、フレームワーク内で自由回転をしていたゲストメタン分子が配向の秩序化を起こすことが明らか

かとなり、これにより新たな分子化相互作用が起こることが示唆されました。また、メタンハイドレート、水素ハイドレートともに、35~40万気圧付近で、フレームワークの水分子に水素結合対称化が起きることが示されました。対称化によりフレームワークが強固なものになり、また、新たな相互作用がゲスト-ホスト間で生じ、これらのことがハイドレートの高圧での安定性をもたらしているものと解釈されました。

ガスハイドレート内の相互作用は、種々の要素が働き合いそれらがバランスを取っていると考えられ、高圧下ではさらにこれらの要素が変化すると期待されます。今後は、これらの要素を分離し、個々の要素を定量化して議論することを目的として研究を行いたいと考えています。また、これらの研究により氷天体の進化や内部構造の推定に寄与する情報を得ていきたいと考えています。



My passion for hard rock geology developed on field trips from Berlin (Germany) to the Alps and the Scandinavian Caledonides where I discovered the beauty of metamorphic minerals and textures.

After my graduation in Potsdam (Germany) on HP gneisses from western Norway, I moved to Utrecht (The Netherlands) to start a Ph.D. study on Norwegian UHP metamorphic peridotites.

These mantle fragments preserve two major histories, an early history in the lithospheric mantle that is related to the stabilisation of

the earliest cratons on Earth, and a late tectonic history that brought fragments of the lithospheric mantle towards the surface.

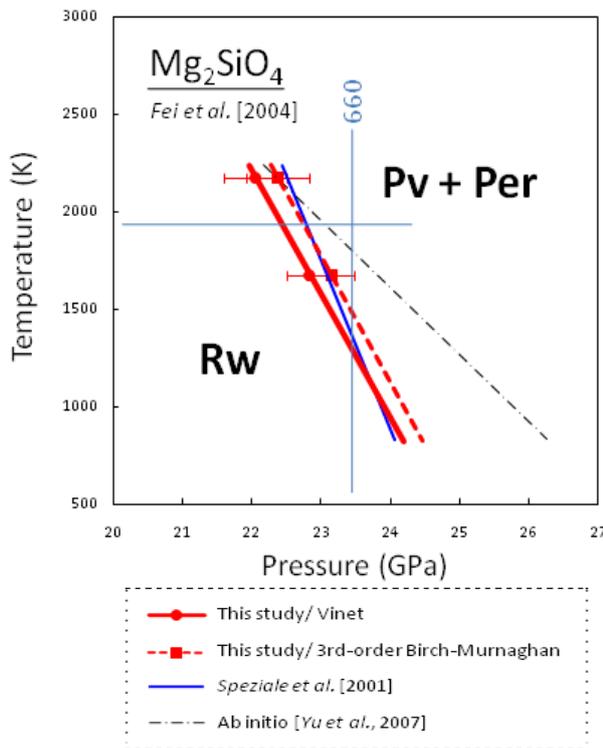
I continued with a similar study of UHP metamorphic peridotites from China during a JSPS fellowship at Kyoto University.

In March I started at GRC with a new project in which I will generate my own “mantle rocks”. This study aims at the potential of upwelling mantle to cargo recycled material from the mantle transition zone.



最新の研究紹介

一次圧力スケールとして利用可能な MgO の P-V-T 状態方程式の決定



放射光を利用した高温高压その場観察実験では、内部標準物質の P-V-T 状態方程式が圧力スケールとして利用される。MgO は単純な結晶構造を持つと同時に幅広い P-T 安定領域を持つため、その P-V-T 状態方程式は高温高压実験における圧力スケールの有力な候補であるとされている。

近年 MgO 圧力スケールとして、Speziale et al. [2001] によって提案された状態方程式が圧力スケールとして広く使用されている。しかしながら彼

らの状態方程式には、一気圧の熱膨張を再現しない、室温の P-V 関係が二次的な圧力スケールであるルビースケールによって決定されているため大きな不確実性をもつ、という問題が存在する。そこでわれわれは、Speziale et al. の MgO スケールが持つ問題点を克服すべく、圧力スケールに依存しない既報の実験データ群を統合的に解析し、第一次的な圧力スケールとして適格な MgO の P-V-T 状態方程式決定を試みた。

解析には、圧力スケールを用いずに測定された、一気圧における熱膨張データ ( $P_0$ -V-T)、一気圧高温における断熱体積弾性率 ( $K_S$ ) データ ( $P_0$ -V-T- $K_S$ )、室温高压下における  $K_S$  データ (V-T $_0$ - $K_S$ )、衝撃圧縮データ (P-V- $E_H$ ) の、四種の実験データ群を使用した。ここで衝撃圧縮データにおける圧力値は、衝撃圧縮過程における質量・運動量・エネルギー保存の仮定から導き出されるもので、既存の圧力スケールには依存しない。

全実験データを、Grüneisen パラメーター ( $\gamma$ ) の体積依存性を表す関数として  $\gamma = \gamma_0 \{1 + a[(V/V_0)^b - 1]\}$  という形式を新たに仮定し、Mie-Grüneisen-Debye 方程式にもとづき同時に解析した結果、すべての実験データを測定誤差の範囲内で再現する状態方程式を決定することができた。その状態方程式は他の圧力スケールに一切依存せず、MgO 自身の物性データのみから決定されている。したがって、本研究によって決定された状態方程式には、個々の実験データが持つ不確実性しか含まれておらず、その不確実性は最小限に抑えられている。今回解析を行った温度圧力条件は 1atm-200 GPa, 300-4000 K という広範囲にわたり、地球深部物質、特にマントル物質の実験的研究へ大きな貢献をすることが期待される。本研究で得られた MgO 圧力スケールを用いて、Mg<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> リングウツタイトの MgSiO<sub>3</sub> ペロブスカイト + MgO への分解反応の相転移圧力 [Fei et al., 2004] を再計算すると、実際の地球に相当する 1900 K において、22.5-22.8 GPa、深さに直すと 637-644 km という結果が得られた。それぞれについて実験誤差は ±0.4 GPa, 10 km と見積もられる。この結果は地震学的に観察される 660 km 地震波速度不連続面と一致しない。地球上部マントル-下部マントル境界を規定する 660 km 不連続面は、地球内部の温度、化学組成、水の存在などを議論する上で欠かせない、重要な観測事実である。今後は本研究で得られた一次圧力スケールにもとづく精密な実験的研究と地震学的観測事実の詳細な比較から、660

km 不連続面に関する理解がより深まるものと考えられる。(丹下慶範)

◆ センター機器紹介 (15) ◆

**BOTCHAN-6000**



このほどGRCの入っている総合研究棟に隣接して増築された4階建ての建物に、現存するマルチアンビル装置としてはバイエルン地球科学研究所(パイロイト)や岡山大学(三朝)の5000トン装置を凌ぎ、世界最大となる6000トン駆動マルチアンビル装置(BOTCHAN-6000)が完成しました。既に15万程度の圧力下で、大型ナノ多結晶ダイヤモンド(ヒメダイヤ)の合成などが開始されています。BOTCHANは“Beyond Observable Toughness and Conceivable Hardness of Artificial Nano-diamond”の略で、人工ナノダイヤモンドの強度と硬さを越える新物質の合成を目指すという意味が込められています。

ガイドブロックは、GRCのORANGE-1000に導入されている分割柱型をスケールアップしたもので、6000トンの耐荷重に設計されています。第一段アンビルトップ(通称“座布団”)の交換により、一辺52mm、65mm、75mmの立方体アンビルを加圧できるように考えられています。また、第2段アンビルも、本装置用に新たに開発された、大型化が可能でかつ高い硬度・靱性を確保した新しいタングステンカーバイド材を用いています。当面、52mmアンビルで試運転をおこない、夏頃からは65mm角のアンビルを利用し、より大容量の試料容積を確保することを目指しています。

これらの2種類のアンビルを用いて3000~4500トン程度の荷重で、径6-8mm程度のヒメダイヤの

合成を試みるとともに、来年以降のフェーズでは6000トンの荷重能力をフルに生かし、1cm級の合成に挑戦する予定です。このような大型ヒメダイヤの合成により、大型ダイヤモンドアンビルセル(ドリッカマーセル)の開発をおこない、より高い圧力を大容量に実現する新たな装置の実現を目指します。これにより、近くJ-PARCにおいて建設が予定されている、高圧中性子ビームラインにおける新たな装置が提供できるものと考えられます。

マルチアンビル装置としては、現存のパイロイトや三朝の5000トン装置に加え、過去には大阪大学の15000トン、名古屋大学の10000トンプレスなどが存在しました。しかし、これらの装置はいずれも3000~4000トン程度以下の荷重で用いられており、これを超える荷重下での大容量超高压実験は世界的にも未知の領域です。BOTCHAN-6000では、最新のテクノロジーを利用して、ガイドブロックのサイズ・形状や材質の最適化、また第2段アンビルの厳選などをおこなっており、20~25GPa程度の圧力範囲で試料の大型化(数mm~1cm程度)を可能にしたいと思います。

またBOTCHAN-6000では単にヒメダイヤの合成だけではなく、その大容量を利用して弾性波速度など物性測定用多結晶体の合成、高压相転移試料の大量合成、大型単結晶の育成などを目指します。また地球科学以外でも、新しい超伝導物質や超硬物質の合成など、材料科学や物理学・化学などの関連分野との学際的共同研究にも供する予定です。本装置の導入において御尽力いただいた、小松正幸前愛媛大学学長はじめ各理事等執行部各位、また本装置の設計と製作においてご協力いただいた住友重機テクノフット田渡正史部長はじめ、関係者の皆様にこの場をお借りしてお礼申し上げます。(文責 入船徹男)

編集後記:この数か月で、GRCメンバーが大幅に増えました。エントロピーも増えましたが、エネルギーも大きくアップし、今後は楽しみです。

(T. I., Y. M., T. O.)