

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:
 - グローバルCOEに採択
 - 大型科研費「特別推進研究」に採択
 - 第1, 第2回 G-COE (第19, 20回 GRC) 国際フロンティアセミナー
 - 第1回 G-COE (第7回GRC) 国際レクチャー
 - 第1回 G-COE (第4回GRC) 国際ワークショップ
 - AGUフェロー受賞式に出席
- ◆ ジオダイナミクスセミナー
- ◆ 新人紹介
- ◆ 国際会議報告
- ◆ 最新の研究紹介 :
 - マントル対流の大規模高速シミュレーションプログラムの開発

◆ センター長あいさつ ◆

入船 徹男



GRC を中心とした「地球深部物質学拠点」が、物理学・数学・地球科学分野における「グローバル COE」の一拠点として採択されました。つきましては、愛媛大学学長を始めご支援いただいた関係者の皆様には、この場をお借りして深くお礼申し上げます。今回初めて COE に採択さ

れた我々としては、何から手をつけるべきか多少混乱状態にありますが、今後申請に掲げた目標を達成すべく着実にプログラムを実行していきたいと思ひます。

我々のプログラムでは愛媛大学に基盤を置きつつ、連携を重視した拠点の形成をめざしたいと思ひます。G-COE の連携先である SPring-8、東大、ニューヨーク州立大はもとより、これまでに強い連携をもって研究・教育をすすめてきた国内外の多数の拠点とのネットワークづくりを推進し、アジアにおける地球深部科学関連分野の人材育成と研究交流の中核を担えるセンターとしての GRC の成長を期したいと考えます。

博士課程学生や若手研究員への教育プログラムの実施や研究環境の整備はもとより、これまでも GRC として実施してきた「国際レクチャー」、「国際フロンティアセミナー」、「国際ワークショップ」をより充実させ、世界水準を目指す若手の意識高揚をめざしたいと思ひます。レクチャーとしては今年 9 月にオーストラリア国立大地球科学研究所長の Brian Kennett 教授により、またフロンティアセミナーについてもほぼ隔月程度の割合で実施の予定です。

本プログラムで特に重要視したいのは「国際ワークショップ」です。これは研究テーマに沿った通常のワークショップではなく、諸外国の研究機関との連携関係の構築・強化と若手の人的交流を重視したもので、拠点では別名「グローバルプレゼンテーション」と称しています。今年はアジアにおけるネットワーク (The Asian Network in Deep Earth Mineralogy, TANDEM) 作りを念頭に、中国、韓国、台湾などの研究者とともに 11 月に松山で開催予定です。また、来年度は本拠点の目標の一つでもある、ヨーロッパにおける地球深部科学の拠点バイエルン地球科学研究所 (BGI) での開催を予

定しています。

四国の香川県多度津町には少林寺拳法の総本山があり、国内はもとより国外からも多くの修行者が訪れると聞きます。本 G-COE を一つの契機とし、同じ四国にある GRC が世界中から人が集まる地球深部物質学の総本山となることを目指し、教育研究の一層の高度化と環境整備・支援体制の強化を図りたいと思います。

◆センターの構成◆

(H20.9.1現在)

❖ 地球深部物質構造動態解析部門

入舩徹男（教 授）
井上 徹（准教授）
大藤弘明（助 教）
西山宣正（助 教）
丹下慶範（特定領域研究員）
川添貴章（研究機関研究員）（H20.8～）
新名 亨（GRC客員研究員, 東大特任研究員）
土屋 旬（学振特別研究員）
河野義生（学振特別研究員）
Steeve Greaux（学振外国人特別研究員）
目島由紀子（研究支援推進員）

❖ 地球深部活動数値解析部門

土屋卓久（准教授）
亀山真典（准教授）
山田 朗（助 教）
臼井佑介（研究機関研究員）

❖ 地球深部物性計測部門

花山洋一（教 授）
木村正樹（助 教）

❖ GRC研究員（学内）

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）
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）

野村信福（理工学研究科教授）
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）
村田健史（総合情報メディアセンター准教授）

❖ GRC客員研究員（学外）

藤野清志（北海道大学大学院理学研究科教授）
遊佐 斉（物質・材料研究機構物質研究所主幹研究員）
鍵 裕之（東京大学大学院理学系研究科准教授）
新名 亨（東京大学大学院理学系研究科特任研究員）
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）エレクトロニクス・材料研究所スペシャリスト）
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）
田島文子（広島大学大学院理学研究科教授）
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）
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）
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）
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）

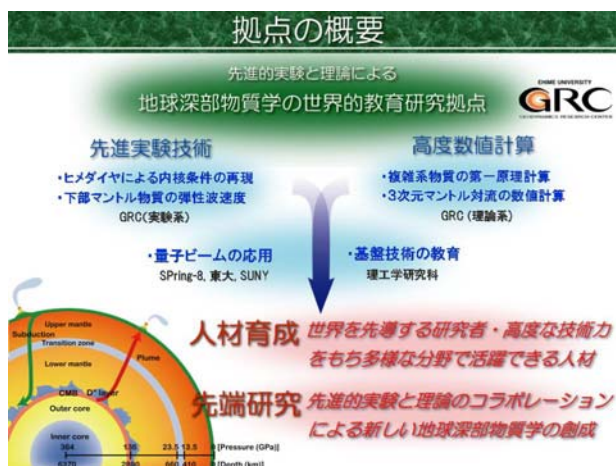
❖ 研究拠点担当

外山廣子（副課長）
小野由紀子（事務補佐員）
加藤智恵子（事務補佐員）
宮本菜津子（事務補佐員）（H20.8～）
安藤華奈子（事務補佐員）（H20.8～）
田中規志（事務補佐員）（H20.9～）
金光理乃（事務補佐員）（H20.9～）

NEWS & EVENTS

❖ グローバルCOEに採択

GRCを中心とし、愛媛大学理工学研究科・東大・SPRING-8・ニューヨーク州立大のメンバーが参加するグローバルCOE（「数学、物理学、地球科学」分野）の申請課題「先進的実験と理論による地球深部物質学拠点」（代表入舩センター長）が、昨年の沿岸環境科学研究センター（CMES）中心の申請に引き続き採択されました。四国地区では昨年に続き愛媛大学の申請が唯一の採択、また中・四国地方においても昨年同様2件のみが採択されました。また、地球科学関連分野では東北大学、神戸大学とともに3つの大学の申請が採択されています。GRCでは、これを機会に先端的研究の一層の展開とともに、若手研究者・博士課程学生の育成を更に推進し、アジアにおける地球深部物質学の世界的拠点の形成を目指します。



❖ 大型科研費「特別推進研究」に採択

入舩センター長を代表とするGRCの研究グループの申請「Fe系物質の超高圧下での挙動と最下部マントル～内核の物質科学」が、このたび文部科学省の科学研究費補助金「特別推進研究」に採択

されました。本研究ではGRCが中心となり開発された超高硬度ナノダイヤモンド（NPD=ヒメダイヤ）などを利用した超高圧実験と、分担者の土屋GRC准教授らが世界をリードしている第一原理計算に基づき、最下部マントルから地球中心核に至る物質の構造と性質を明らかにすることを目指したものです。なお特別推進研究は、特に重要度が高く少人数の研究組織に措置される文部科学省最高の科研費です。

❖ 第1, 第2回 G-COE（第19, 20回 GRC）国際フロンティアセミナー

“High-Pressure Neutron Scattering for Material- and Geo-Sciences”

講演者：Prof. Stefan Klotz
(University P&M Curie, Paris)

日時：2008年8月29日 17:00-18:00

場所：愛媛大学理学部講義棟 1F101 室

“Lithospheric Edges and Structures”

講演者：Prof. Brian Kennett（オーストラリア
国立大学地球科学研究所（RSES））

日時：2008年9月18日 17:00-18:00

場所：愛媛大学理学部講義棟 3F 302 室

問合わせ先：TEL 089-927-9645

irifune@dpc.ehime-u.ac.jp

詳細情報：http://www.ehime-u.ac.jp/~grc/

❖ 第1回 G-COE（第7回GRC）国際レクチャー

GRCではG-COEにおける教育プログラムの一環として、下記のようにオーストラリア国立大学地球科学研究所（RSES）のBrian Kennett教授による国際集中講義をおこないます。RSESの所長でもある同教授は、iasp91や ak135などの地震波速度構造モデルで著名であり、国際地球惑星内部物理学協会（IASPEI）会長などの要職を務めるとともに、Gutenberg賞をはじめ様々な国際賞を受賞しています。

“Imaging Earth Structure”

講演者：Prof. Brian Kennett（オーストラリア
国立大学地球科学研究所（RSES））

日時：2008年9月18日（13:00-16:00）

2008年9月19日（9:00-12:00）

場所：愛媛大学総合研究棟 I（理学部構内）
6F理学部会議室

1. Introduction
2. The major elements of Earth structure
3. Seismic Waves
4. Probing the interior of the Earth
5. Elements of Seismic Tomography
6. The global seismic wavefield
7. Global Seismic Tomography
8. The seismic wavefield to 40 deg
9. Regional Seismic Tomography
10. Tomography and Earth Dynamics

問い合わせ先：TEL 089-927-9645
irifune@dpc.ehime-u.ac.jp
詳細情報：http://www.ehime-u.ac.jp/~grc/

❖ 第1回 G-COE（第4回GRC）国際ワークショップ開催

GRC ではG-COE における教育プログラムの一環として、北京大学(2003)、愛媛大学(2006)、シカゴ大学 APS（2007）に続いて第4回目の国際ワークショップを下記の日程で開催します。今回のワークショップはアジアにおける地球深部物質学のネットワークづくりを目指し、GRC および G-COE メンバーを中心とした日本側と、中国における武漢大、北京大、台湾成功大などのアジアの拠点研究機関の合同による研究交流をおこなう予定です。詳細については今後 GRC の HP 等に掲載予定です。

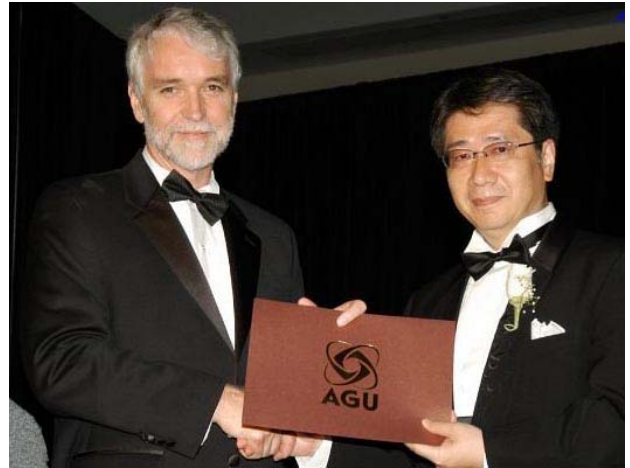
“Toward formation of The Asian Network in Deep Earth Mineralogy (TANDEM)”

日時：2008 年 11 月 23 日-25 日
場所：愛媛大学総合研究棟 I（理学部構内）
6F 理学部会議室
問い合わせ先：TEL 089-927-9645
irifune@dpc.ehime-u.ac.jp

❖ AGUフェロー受賞式に出席

世界中に5万人を超える会員を持つ地球科学最大の組織、アメリカ地球物理学連合（AGU）の2008年度フェローの受賞式が、同連合の合同会議（Joint Assembly）中の5月29日にフロリダのFort Lauderdaleでおこなわれました。本フェローは地球科学の様々な分野の会員1000人に対して1名以

下の割合で選出されます。地球深部物質科学分野ではミネソタ大学のR. M. Wentzcovitch教授と入船センター長が選出され、記念式典・写真撮影のあとレセプションと晩餐会がおこなわれました。なお、入船センター長は会議最終日のユニオンセッションにおいて招待講演をおこないました。



◆ 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）

10月

10/3 “First principles investigations of iron-bearing lower mantle”
土屋卓久（GRC教員）

10/10「MADONNAとDrickamer装置を用いた高圧下での変形実験」
西山宣正（GRC教員）

10/17「マルチアンビル装置のための圧力定点再考」
國本健広（愛媛大学博士3年）

10/31「地震学・鉱物学から推定するマントル遷移層の含水量・温度異常」
山田 朗（GRC 教員）

11月

11/7 「高温高圧下でのカンラン石・ウォズリアイトの変形実験」
川添貴章（GRC 研究機関研究員）

11/21「新奇ペロブスカイト型酸化物の高圧合成と電子物性評価」

山田幾也（愛媛大学大学院理工学研究科，
GRC 研究員）

11/28 「“地球深部水” プロジェクト」

井上 徹（GRC 教員）

12月

12/5 “Toward multi-phase, multi-component
simulations of mantle convection”

亀山真典（GRC 教員）

12/12 “Thermal structure in the lowermost
mantle inferred from short-period P-wave
reflections from the D” layer”

小早川麻衣（愛媛大学修士2年）

「PcP, PKiKP を用いた日本列島下における
CMB, ICB の構造推定」

柴田直秀（愛媛大学修士2年）

1月

1/9 「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_3 の関係
係」

和田光平（愛媛大学修士1年）

❖ 過去の講演

第197回 「IMS-array を用いた D”層反射波の検出
と Double crossing の検証」

小早川麻衣（愛媛大学修士1年）

「PcP, PKiKP 波を用いた日本列島周辺下
における CMB と ICB の構造推定」

柴田直秀（愛媛大学修士1年）

2008. 1. 25

第198回 “High-pressure and High-temperature
experimentation in the Ca-Al-Si-O
system”

Steeve Greaux（学振外国人特別研究
員）

2008. 2. 1

第199回 「日本産天然ダイヤモンドの成因解明に
向けて」

水上知行（日本学術振興会特別研究員
PD, 名古屋大学）

2008. 2. 21

第200回 「下部マントルでは鉄はなぜ3価が支配
的か？- FeAlO_3 置換が及ぼす Mg-ペロ

ブスカイトの安定性と物性への影響

-」

藤野清志（北海道大学大学院理学研究
院）

2008. 2. 29

第201回 「南極から見た地球深部のマントル異方
性構造」

臼井佑介（GRC 研究機関研究員）

2008. 4. 25

第202回 「50GPa 領域までのパイロライトの密度
変化と元素分配」

新名 亨（東京大学大学院理学系研究
科特任研究員，GRC 客員研究員）

2008. 5. 9

第203回 「高圧流体と混合特性」

花山洋一（GRC 教員）

2008. 5. 23

第204回 “Investigation of Fe-FeS phase diagram
and liquid structure at high pressure
and high temperature”

G. MORARD (ESRF, Grenoble, IMPMC,
Paris, FRANCE)

2008. 6. 13

第205回 「高密度流体中の高周波振動子による固
体の弾性波速度の測定と圧力・温度特
性」

木村正樹（GRC 教員）

2008. 6. 20

第206回 「地球内部科学における弾性波速度測定
研究の現状と愛媛大学グループの位置，
そしてその課題」

河野義生（学振特別研究員，GRC）

2008. 6. 27

第207回 「地球深部物質学拠点構想と重点課題」

入舩徹男（GRC 教員）

2008. 7. 4

第208回 「 MgSiO_3 - Al_2O_3 系におけるポストペロヴ
スカイト相転移」

土屋 旬（学振特別研究員，GRC）

2008. 7. 11

第209回 「MgO の P-V-T 状態の統一的な解析：高
温高圧実験における圧力スケール問題
の解決」

丹下慶範（GRC 特定領域研究員）

2008. 7. 18

第210回 「グラファイト-ダイヤモンド構造変化
における微細組織・構造観察」

大藤弘明（GRC 教員）

2008. 7. 25

.....

◆ 新人紹介 ◆

川添 貴章
(研究機関研究員)



(写真左)

本年度8月より研究機関研究員として着任しました川添貴章と申します(写真左)。よろしくお願いいたします。出身は愛媛県宇和島市吉田町で、高等学校を卒業するまで南予ですごしました。大学進学後、東北大学大学院(地球惑星物性学分野・大谷研究室)にて2006年3月に学位を取得しました。その後本研究センターに着任するまで、エール大学(地質学地球物理学科・唐戸研究室)にて博士研究員として研究を続けていました。

私は高温高压下におけるマントル・核物質の性質に関する実験的研究をととして、地球および地球型惑星のダイナミクス・進化について明らかにするために研究をしています。そのために主に以下の研究を行ってきました。

[1] 高温高压下でのウォズリアイト・カンラン石の変形特性

マントル鉱物の塑性流動に関する性質は、地球物理学的・地球化学的観測からマントルダイナミクス・地球進化を解明する上で重要です。しかしマントル遷移層の主要な構成鉱物であるウォズリアイトの変形特性やカンラン石の変形特性に与える圧力効果についての定量的な結果が有りませんでした。これは地下100 km以深の高圧かつ高温下において定量的な変形実験を行うことが困難であったためです。そのため回転ドリッカマー装置を用いて地下540 kmまでの温度圧力条件においてウォズリアイト・カンラン石の変形実験を行い、それらの塑性流動に関する性質のデータを取得しました。

[2] 熔融鉄と Mg-ペロブスカイトの反応と珪素・

酸素の熔融鉄への溶解度

地球中心核に含まれている軽元素としてどのような元素がどの程度含まれているかを明らかにすることは、地球深部の温度分布や地球磁場の成因を明らかにする上で重要です。そのため川井型装置を用いて地下800 kmの圧力にて、3040 Kまでの温度条件下で下部マントルを構成する鉱物である Mg-ペロブスカイトと熔融鉄間の珪素・酸素分配実験を行いました。それにより熔融鉄と Mg-ペロブスカイトが反応し、金属鉄に珪素と酸素が溶け込むことを明らかにしました。

私は以上の研究をととして高圧高温実験技術の開発を行ってきました。地球深部ダイナミクスを解明するための新たな知見を得るためには、この実験技術の開発という要素が必要不可欠です。アメリカでの研究や国際学会での交流をととして海外での研究の実情を見てきましたが、本研究センターを含めた国内の実験技術とその開発力は世界最高の水準にあります。この優位性を活かして超高圧実験部門の方々と協力しつつ、世界の追従のできない研究をしていきたいと考えます。さらに計算機実験・マントル対流シミュレーション・地球物理学的観測(地震波解析)の研究をされている方々との建設的な議論・協力をととして、地球深部ダイナミクスの実像を解明していきたいと思っています。また研究のことだけではなく、教員・研究員・学生・事務員の方々と楽しい日々を過ごしたいと考えています。よろしくお願いいたします。



◆ 国際会議報告 ◆

❖ EGU2008 に参加して

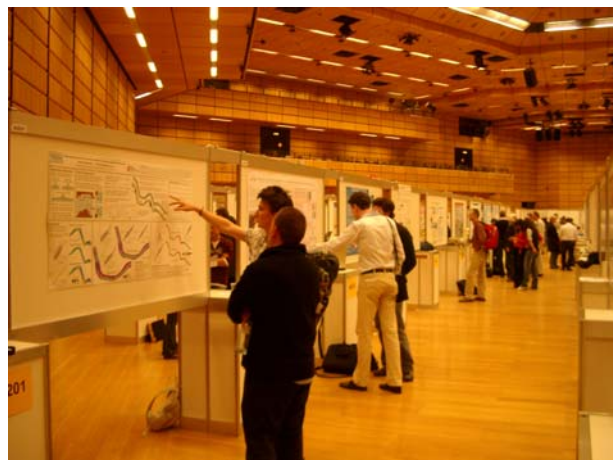


2008 年 4 月 13 日～18 日にかけて開催された European Geosciences Union, General Assembly 2008 (EGU2008) に参加してきました。場所はオーストリア、ウィーンという非常に美しい街での開催でした。今回、参加のきっかけとなったのは、その中の 1 つのセッション “Water in solids of the Earth’s crust and mantle: from the storage capacities to its influence on physical properties” というセッションに招待されたことによります。コンビナーは東北大学の太谷先生とフランスの Nathalie Bolfan-Casanova 博士でした。講演としては “Partitioning of water in mantle minerals” というタイトルで、最近我々研究室で行っている、マントル遷移層から下部マントルにかけての鉱物中の水の分配の話をしてきました。

EGU は よく ア メ リ カ の AGU (American Geophysical Union)、さらには日本の JPGU (日本地球惑星科学連合) と比較されます。それぞれが毎年行われている地球科学分野での大きな学会で、EGU は文字通りヨーロッパでの学会ですが、設立は 2002 年とまだ新しく、JPGU の 2005 年とさほど変わりません。(それ以前は European Geophysical Society (EGS) と the European Union of Geosciences (EUG) があり、これらが合併して出来たらしいです。) しかしながら、今回参加して、非常に大きな学会になっていることがわかりました。正確な参加人数はわかりませんが、5 千人以上の参加者はいたのではないかと思います。もともとの歴史からして、発表は「地質学」「岩石学」「地球化学」や「環境関係」が多かったようにみうけられ、私の属している「地球深部科学」分野の発表に限ってみればさほど多くはなかったですが。それでも、関係する分野のフランスやドイツの研究者、またアメリカからも何人か知っている研究者が来ており、彼らと久しぶりの交流をもてたことは、非常に有意義でした。

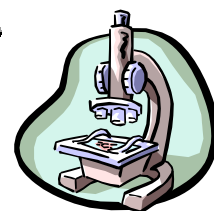
また、今回、EGU では冊子体のプログラムは配布されず、配布されたのは CD のみでした。無駄な紙媒体は作らないやり方はエコに敏感なヨーロッパらしいやり方だとは思いましたが、冊子体のプログラムがないのは、各セッションを広く聞きたいときに困りました。会場にはインターネットに繋がったパソコンがおいてあり、それを使って個人のプログラムを作るようにしてあり、私もこれを利用して自分個人のプログラムを作りましたが、これも結構時間がかかり、本当に自分の関係するセッションを印刷するにとどまってしまいました。

重たい冊子体を持たなくてすむのはメリットとは思いましたが、やはりコンパクトな冊子体があればよかったというのが率直な感想です。とはいえ、AGU とはまた違う EGU の雰囲気を味わえたことは、お国柄が見えてなかなか興味深いものがありました。(井上 徹)



最新の研究紹介

マントル対流の大規模高速 シミュレーションプログラ ムの開発



マントル対流という物理現象を理解する上で、数値シミュレーションが重要な役割を果たしていることはいうまでもない。近年の計算機の進歩を受けて、マントル対流の分野でも 3 次元モデルを用いた高度なシミュレーション研究がようやく可能になりつつある。特に大規模な 3 次元問題を対象としたシミュレーションプログラムは、マントルダイナミクスの理解をより一層深める上での基本的なツールである。本稿では、筆者らが中心となって開発を進めている、マントル対流の大規模 3 次元高速シミュレーションプログラムの概略とその特徴を紹介する。

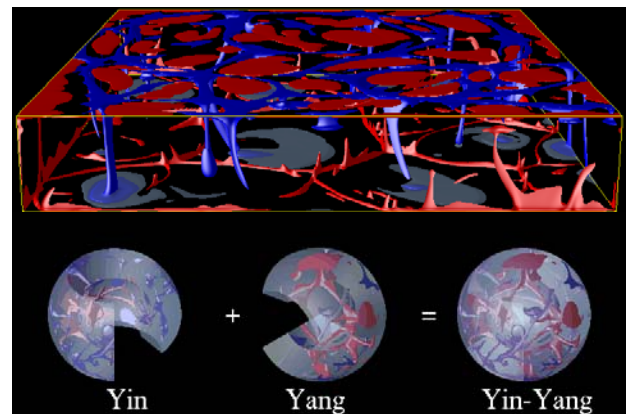
マントル対流の数値シミュレーションでは、高粘性かつ非圧縮の流体の速度場を求める部分が計算時間の 9 割以上を占めており、この部分の高速化は大規模な 3 次元数値シミュレーションの実現においてとりわけ重要である。加えて、マントル物質の粘性率は空間的に大きく変化することから、マントル対流の速度場を正確に求めることは非常に困難であった。そこで我々は、マントル対流の速度場を高速かつ精度よく計算する頑健な数値解法を新しく開発することからスタートした

(Kameyama et al., 2005; Kameyama, 2005)。新しい数値解法は、擬似圧縮性法と局所時間刻み法を組み合わせた反復解法であり、運動量と質量の保存則を同時に満たす速度場と圧力場を逐次的に求めていく。この方法は (i) マトリックスを構成する必要がないため使用メモリ量が少ない、(ii) 多重格子法との親和性が高い、(iii) ベクトル化・並列化が容易である、という優れた特徴を持っている。一方、多重格子法とは楕円型偏微分方程式の境界値問題を解く上で理論的に最高速の方法としてよく知られている。多重格子法を使った国産の3次元マントル対流プログラムは稀少で、特に球殻プログラムでは他に例がないことから、我々のプログラムは国内最速のものといっていよう。また多重格子法計算では大規模並列実行時における演算効率の低下が原理的に不可避ではあるものの、格子レベルに応じて領域分割パターンを変更することで性能の劣化をある程度抑制することができる。その結果、我々の手法は良好なスケーラビリティを示し、現実的な時間内で大規模3次元シミュレーションの実行を可能にすることができた。

さらに筆者らは最近、この手法を応用した3次元球殻領域内でのマントル対流シミュレーションを新たに開発した (Kameyama et al., 2008)。このプログラムの特徴は、球ジオメトリでの離散化にインヤン格子 (Kageyama and Sato, 2004) を用いていることである。インヤン格子とは球面上のキメラ格子の一種であり、二つの合同な要素格子を組み合わせることで球面全体を覆う。インヤン格子で用いる要素格子とは、通常の球座標格子における低緯度領域の一部のみを切り出したものである。要素格子に高緯度域が含まれないことから、インヤン格子には座標特異点がなく、格子間隔の極端な不均一さもない。特に後者は、時間刻みを規定するクーラン条件の緩和を通して、大規模かつ高分解能な時間発展シミュレーションの効率化に大きく寄与する。ただし球殻領域内での流れ場の求解においては、問題に内在する2つの不定性を明示的に除去する必要がある。その1つは非圧縮性流体であるが故に圧力に定数分の不定性があること、もう1つは速度場に剛体運動分の不定性があることである。そこで本プログラムでは、流れ場を解く多重格子法計算の各反復において、(i) 圧力の体積平均が不変、及び (ii) 速度場の剛体運動 (回転) 成分が 0、となるような積分拘束条件を課すことで克服した。このうち前者は、計算

領域全体でみた質量の保存が厳密に満たされることがと等価であり、曲線座標系を用いた多重格子法計算では特に制限補間演算子の設計にあたって十分配慮すべきである。またこうした積分拘束条件は、インヤン格子間の補間の際に混入する誤差の増大を抑え、ひいては流れ場を解く多重格子法計算の収束性を保つ上でも重要である。

この計算手法を用いた大規模3次元マントル対流シミュレーションの例 (Kameyama and Yuen, 2006; Kameyama et al., 2008) を図に示す。なおこの計算は箱型モデルでは $512 \times 512 \times 128$ メッシュ、球殻モデルでは $64 \times 96 \times 288 \times 2$ メッシュという、世界でも類を見ない大規模かつ高分解能のもとに行ったものである。筆者らは現在、このプログラムをより高度なマントルダイナミクス諸問題へ適用することを目指し、複雑な固相-固相転移の効果を取り入れたり、多成分系流体モデルを導入するなどの拡張を進めている。またこれと並行して、流れ場に特殊な境界条件を課す機能を付加したバージョンも開発中であり、このプログラムによってマントル遷移層における沈み込んだスラブの3次元的な挙動の解明を目指している。今後のさらなる発展にご期待いただきたい。(亀山真典)



筆者らが開発したプログラムによる3次元大規模マントル対流シミュレーションの一例。赤は周囲より高温の上昇域、青は周囲より低温の下降域を示す。

編集後記: 一年前には予想もしていなかったG-COEの採択で、今後GRC構成員の増加が見込まれます。あまり無理せず、目標に向かって一歩ずつ前進したいところです。(T. I & Y. M.)