

はじめに

愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター(GRC)を中心としたグローバル COE プログラム、「地球深部物質学拠点」が採択されてから、早くも2年近くが経過しました。本拠点では、独自の実験技術を有する超高圧実験分野と、最先端の研究活動を展開している第一原理計算分野を主体とし、地球深部物質学の国際的教育研究拠点を形成することを目指しています。21世紀 COE プログラムを経験していない本拠点では、採択が確定した平成20年度、および21年度を立ち上げ期と位置付け、教育研究体制・環境の整備や関連人事と人材募集などを集中的におこなないました。また一方で、これらと並行して様々な教育プログラムや、高度な研究活動を推進してきました。



採択はされたものの、想定外の低い充足率に加え、平成22年度からは「事業仕分け」の影響による経費の縮減により、予算面では厳しい状況にあります。しかしそのような状況の中でも、大型科研費など外部資金の獲得や愛媛大学の強力な支援により、当初の計画をすべて予定どおり遂行しています。また、当初の予定にはなかった新たなプログラムも加え、世界的拠点の形成が順調に実現されつつあることを実感しています。

拠点の中核であるGRCでは、この間3名のCOE教員の採用、また愛媛大学の措置による2名の助教の採用をおこない、教育研究体制の一層の強化を図りました。また、愛媛大学のテニュアトラック制度に基づく「上級研究員センター」において、GRC関連の上級研究員が2名採用され、GRC教員とともに研究・教育に携わっています。

一方で、国内外から6名の著名研究者が客員教授として委嘱され、従来からの16名の研究員(学内)、23名の客員研究員(学外)とともに、共同研究や教育にあたっています。また、本拠点の連携先である東京大学(理学部附属地殻化学実験施設)、高輝度光科学研究センター(JASRI 高圧地球科学分野)、ニューヨーク州立大学(鉱物物性研究施設)、および愛媛大学理工学研究科の地球科学系教員により、放射光実験や中性子実験などの量子ビームを応用した先端の実験技術や、幅広い地球科学関分野の技術研修なども行われています。

教育制度面では、愛媛大学理工学研究科にCOE特待生制度が設けられるとともに、平成21年度には留学生を対象とした「地球深部物質学特別コース」が設置され、本拠点の博士課程学生に対する強力な支援体制が整備されました。この結果、現時点でGRCに籍を置くDCは、採択時の4.5倍と大きく増加しています。またPDも2倍あまりに増加しました。これらの若手に対しては、地球深部物質学関連の研究プロジェクトに参加してもらい一方で、自立した研究を支援するためのプログラムを準備し、研究費の支給や関連海外研究機関への長・短期派遣をおこなっています。

これらのDC・PDが中心となり、本拠点では「若手の会」が組織され、独自にワークショップや勉強会などが開催されています。また、若手の会を中心に、学会セッションの提案がなされるなど、積極的な活動が展開されています。本拠点ではこのような若手の会の自主的な活動を、人的・経済的に強力に支援しています。また代表を事業推進委員会のメンバーに加え、その声を聞きながら事業を進めています。

一方、高度な教育研究活動を強力に支援するため、愛媛大学では平成20年度に「教育研究高度化支援室」を設置しました。GRCでは、教育研究高度化支援室において、博士号を有する「リサーチアドミニストレーター」と「ラボマネージャー」を常勤講師格で採用し、それぞれ先端的研究・教育の支援や、新しい実験技術の開発などに従事しています。教育研究高度化支援室では、これらの専任者を核としてCOEプログラムの高度な支援をおこなっていますが、このような支援体制は我が国ではほとんど例を見ないものでした。翌年の平成21年度には、文部科学省により「教育研究高度化のための支援体制整備事業」の募集が行われましたが、本支援室はこのような考えを先取りしたものといえるでしょう。

以上のような体制のもと、本拠点では(1)国際的研究者養成、(2)先端技術インターンシップ、(3)先進的研究者育成の3つの主要教育プログラムが実施されるとともに、平成21年度後期からは新たに(4)キャリアアッププログラムをスタートさせました。GRCなど、研究施設の構成員を主要事業担当者とする本

拠点では、育成対象の若手として DC とともに PD を重要視しています。現在 GRC では 22 名の DC・PD が在籍していますが、連携先も含めて、COE 期間内に計 50 名程度の若手研究者・技術者の育成を目指しています。

研究面では「地球深部水」、「下部マントル」、「中心核物質」、および「革新技術開発」を重要なキーワードとした先端的研究活動をすすめています。このような研究活動においては、拠点事業担当者がそれぞれ代表を務める「特別推進研究」、「新学術領域研究(計画研究)」、「学術創成研究」を始めとした大型科研費の研究推進グループがその中核を担っています。GRC 教員・若手研究者の科研費採択率は非常に高く、例えば平成 22 年度は、愛媛大学全体の科研費獲得総額の約 15% を、全教員数の 1% 程度にすぎない GRC 教員が獲得しています。

このような中、この間の 2 年間で約 170 編の原著論文、国内・国外会議での招待講演・発表など、計約 600 件の研究成果発表がなされています。平成 21 年度には若手国際賞や学会賞など 10 件の受賞者(うち若手 6 件)が本拠点において輩出し、これまでに拠点に在籍した 24 名の PD のうち、8 名が助教・講師等の職に就くなど、本拠点の教育研究における成果がすでに顕著に現われつつあります。

研究成果の公表は、専門的論文や会議での発表の他、ホームページおよび年 3 回発行している英文の COE ニュースレターにより、国内外に定期的に発信されています。また、学会展示ブース・公開講座・出張授業等に加え、平成 21 年度に完成した愛媛大学ミュージアムにおいて常設展示ブースを設け、地域への情報発信も積極的におこなっています。一方で、アジアにおける連携拠点の形成を目指し、本拠点を中心に日本・韓国・中国・台湾・オーストラリアなどの 26 の研究拠点をつなぐ新たなネットワーク(TANDEM)を立ち上げ、情報発信や相互の研究・人材交流を推進しています。更に GRC では、米国の連携組織(COMPRES)の中核であるニューヨーク州立大や、ヨーロッパの中核拠点であるバイエルン地球科学研究所(BGI)を初め、8 つの海外研究拠点と学術交流協定を結び、世界規模での情報発信・共同研究・人材交流を推進しています。

本拠点では、本年 3 月に中間成果発表会と外部評価会をおこないました。また、この機会に若手に対するアンケートを実施し、拠点の活動に対する率直な意見を聞きました。これらの結果は、資料として本報告書に添付してありますが、概ね高い評価と積極的なご意見をいただくとともに、今後の事業推進において参考にすべきご提案も多くいただきました。

新しく立ち上がった本拠点は、3 年目を迎えるこれからが正念場であると考えています。本報告書は、事業担当者がこれまでの拠点の活動を点検し、また拠点関係者、特に DC・PD を中心とした若手研究者においては、本プログラムの意義を再確認していただくための材料を提供することを目指しています。また、拠点外の関係者には、本拠点の現状と課題をご理解いただき、今後の活動に対して積極的なご意見をいただくための資料となれば幸いです。

冒頭にも述べましたように、本拠点では当初計画したほとんどすべてのプログラムが実行に移され、地球科学の先端を担う、世界レベルの特徴ある教育研究拠点が形成されつつあります。国際的にも本拠点には大きな注目が集まっており、拠点の中核である GRC を訪れ、共同研究や研修を希望する国内外の研究グループも急増しています。今後もこれまでに形成された教育研究基盤をもとに、地球深部物質学分野での人材育成・先端研究面において一層の成果をあげることを目指したいと思います。また、より広い地球科学および関連分野のコミュニティーとの連携を強め、学際的研究分野の創成と人材育成も視野に入れた、事業の新たな展開も期したいと思います。

最後になりましたが、本拠点の形成と発展において多大なご尽力とご支援をいただいた、柳澤康信学長・小松正幸前学長を始めとした愛媛大学関係者、また連携先の東京大学、高輝度光科学研究センター、ニューヨーク州立大学関係者の皆様には心よりお礼申し上げます。今後も引き続きご指導・ご鞭撻を賜るとともに、本拠点の活動に対して忌憚のないご意見をいただければ幸いです。

平成 22 年 6 月

グローバル COE プログラム「先進的実験と理論による地球深部物質学拠点」
拠点リーダー 入船 徹男

目次

1. 拠点概要	1
1-1 拠点形成の目的	1
1-2 人材育成の目標と活動計画	1
1-3 研究の目標と活動計画	3
1-4 連携先との関係	3
1-5 大学の支援体制と将来構想	4
2. 構成メンバーと体制	7
2-1 構成メンバー	7
2-2 運営体制	34
2-3 教育研究基盤整備	34
2-4 GRCの学術交流協定	35
2-5 アジアにおける地球深部物質学の連携組織 TANDEM	35
2-6 自己点検	37
3. 教育活動	39
3-1 大学院博士課程学生、PD研究員の状況	39
3-2 概要	40
3-3 国際的研究者養成プログラム	40
3-4 先端技術インターンシッププログラム	49
3-5 先導的研究者育成プログラム	50
3-6 キャリアアッププログラム	51
4. 研究活動	54
4-1 研究活動概要	54
4-2 研究グループの概要と成果	54
4-3 DC学生、PD研究員の研究紹介	77
5. 広報・アウトリーチ活動	87
6. 今後の課題	91
6-1 外部評価コメントならびに回答	94
6-2 若手研究員(博士課程、PD)へのアンケートと回答	104
7. 資料集	113
ニュースレター	巻末

1. 拠点概要

1-1. 拠点形成の目的

本グローバル COE プログラム「先進的実験と理論による地球深部物質学拠点」は、愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター(GRC)を中核拠点とし、独自の実験技術を有する超高压実験分野と、最先端の研究活動を展開している第一原理計算分野を主体とした、地球深部物質学の国際的教育研究拠点を形成するものである。本拠点では連携機関との共同により、放射光と中性子を活用した先端技術の開発能力を持つ人材育成を行うとともに、GRC の超高压実験基盤を活用し、物性科学・材料科学などの学際的研究者の育成も図る。研究面では「地球深部水」、「下部マントル」、「中心核物質」を主要なキーワードとした先端研究を推進するとともに、GRC が独自に生み出した世界最硬ナノ多結晶ダイヤモンド(ヒメダイヤ)の超高压実験への応用や、高温高压下での弾性波速度精密測定、また新たな第一原理計算手法など、地球深部物質学に関連した独自技術の開発も重視する。このような独自技術の開発と先端研究の推進過程を通じ、高度な技術開発能力と高いモチベーションとともに、豊かな構想力を持つ先導的研究者と先端的技術者研究者の育成を目指し、そのために必要な教育研究支援制度を導入するものである。

1-2. 人材育成の目標と活動計画

本拠点の人材育成対象は主に GRC を中心とした拠点メンバーが指導する DC と拠点に属する PD である。GRC では設立時から国際性(International)、革新性(Innovative)、学際性(Interdisciplinary)の3つの「I 言葉」をその教育・研究目標として掲げてきた。この理念を念頭におき、本拠点においては国際性とリーダーシップを身につけ、知の新世界の開拓をめざす高いモチベーションと能力を持った人材の育成を目標とする。また基礎科学の最前線にあって、科学技術の未来を創造できる豊かな構想力、夢を実現する強い実行力を持つ人材の育成も目指す。

拠点独自のプログラムとして、「国際的研究者養成プログラム」、「先端技術インターンシッププログラム」、「先導的研究者養成プログラム」が準備され、上記のメンバーおよび GRC と学術交流協定を締結している、8つの海外教育研究拠点を中心としたメンバーにより実行されている。さらに平成 21 年度後期からは新たに「キャリアアッププログラム」を加え、若手のキャリアパスを考慮した4つのプログラムを推進している。これらの教育に関しては、「教育研究高度化支援室」のリーサー・アドミニストレーターやラボマネージャーにより、留学生も含めて受講支援や技術指導など強力な支援体制を整えている。この結果、21 年度には DC など若手を中心に国内外の 10 件の賞を受賞し、これまでに 8 名の PD が助教・講師の職に就くなど、その成果は既



に顕著に現れつつある。

以下に本拠点で実施している4つの教育プログラムの概要を記す。

国際的研究者養成プログラム

海外での他流試合(「グローバルプレゼンテーション」)を重要なイベントと位置付け、学術交流協定締結先のドイツ・バイロイト大学において若手による口頭研究発表会を実施した(平成21年6月)。また、これに伴いヨーロッパでのいくつかの拠点を若手が訪問し、セミナーを開催するなどの「武者修行」を行った(6件)。平成22年度には、中国地質大学(武漢)にて同様の発表会を予定している。更に、世界トップレベルの研究者による「国際レクチャー」(3回)、「国際フロンティアセミナー」(18回)を実施するとともに、GRCの全体のセミナー(58回)を平成21年度から英語化した。このような英語による教育・研究の推進と支援のため、ネイティブ教員による英語クラスを開講(週1回程度)し、英語表現・プレゼンテーション・ディスカッション能力の向上を図っている。

先端技術インターンシッププログラム

本拠点の基盤的技術修得のために、集中的講義と実習を拠点内で行っている。平成21年度までに、放射光実験、量子ビームデータ解析、分析TEM、の3回のインターンシップを拠点メンバー(GRC・東大・JASRI)の指導のもと実施した。平成22年度は、海外連携先のSUNYのグループによる超音波測定に関する、また東京大学のグループによるデータ解析のアドバンスコースのインターンシップを予定している。また申請書の提出と評価に基づき、GRCの学術交流協定締結先など海外の研究拠点における長期・短期のインターンシップも実施している。

先導的研究者養成プログラム

研究企画力やリーダーシップと課題実行力を養成するため、若手自らのアイデアによる研究プロジェクト(「G-チャレンジ(若手独創研究支援)」)の公募を行っている。申請書の評価を経て、平成21年度までに合計19件のプロジェクトを採択した。また若手の会の自主的企画によるワークショップ(「若手ワークショップ」)が平成20、21年度に1回ずつ全国の関連分野の若手を集めて開催され、本プログラムで必要な支援を行った。加えて、大学院生の自主的運営による「新着論文紹介セミナー」(週1回程度開催)、及び本拠点で採用した地球深部物質学分野で修士号を有するネイティブの研究支援者による、英語論文や研究発表原稿等の添削指導「英語論文執筆演習」(基本的に毎日実施)を行っている。

キャリアアッププログラム(平成21年度後期より実施)

若手のキャリアアップを目指した「キャリアアップ公開講座」を新設し、拠点リーダーによるハイインパクトジャーナルへの論文の書き方や、GRC研究支援者による日本人の英語表現の特徴についての2つの講座を平成22年4月までに開催した。今後も拠点内外の著名研究者、企業研究者、英語をネイティブ言語とする担当者などによる講座を予定している。また、地球深部物質学の幅広い基盤技術の習得を目指し、理工学研究科およびGRCメンバーによる研修を実施する。これまでに、酸素雰囲気制御下での高温合成実験に関する研修を開催した。さらに、若手の教育能力の向上を目指した講義・実験授業の研修、及び実験系・数値系若手の双方が短期集中的に取り組む、同一の教科書的テキストの勉強会も実施している。

1-3. 研究の目標と活動計画

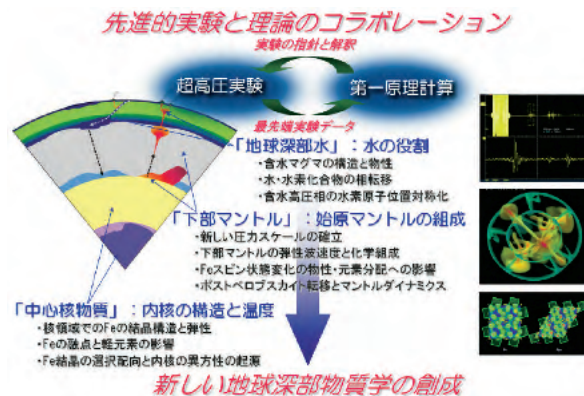
本拠点では地球深部物質学の最先端を切り開く研究プロジェクトと、革新的実験技術の開発を遂行するとともに、GRCの超高压技術と設備を利用した学際的研究プロジェクトも行う。

先端研究

「中心核物質」「下部マントル」「地球深部水」を主要なキーワードとし、また学際的研究も含めた10件程度の重点プロジェクトを、拠点メンバーおよび一部の若手研究者を中心に実施する。具体的テーマとして例えば、内核条件下でのFeの結晶構造と弾性、核-マントル境界領域の構造とダイナミクス、鉍物中のFeスピン状態変化の物性や元素分配への影響、下部マントル物質の弾性波速度と化学組成、絶対圧力スケールの確立、高温高压下での水の相転移、含水マグマの構造と物性、ヒメダイヤの大型化と良質化、ダイヤモンド関連新規超硬物質の合成などを想定している。

革新技術開発

ヒメダイヤの応用により、従来の超高压装置の圧力限界を打破する、全地球内部条件の実験室内での実現を目指す。また超音波と放射光実験による、下部マントル領域での弾性波速度精密測定技術の開発をおこなう。さらに自ら合成した大型ヒメダイヤや独自の実験技術を用い、従来の中性子実験用高压装置の限界をはるかに超える圧力発生と、中性子回折・イメージング実験を可能にする新しい高压装置の開発を行う。一方で数値計算分野においても、新たな第一原理計算の手法や、大規模地球ダイナミクス計算にかかわる手法・技術の開発をおこなう。



1-4. 連携先との関係

SPring-8の高輝度光科学研究センター(JASRI)事業担当者により、施設を利用した放射光インターンシップが行われ、特に留学生等の初心者教育において大きな効果があった。GRCの事業担当者らは、平成22年度から5年間SPring-8のパワーユーザに選定され、施設利用の優遇措置がなされるとともに、新規ユーザの教育においても重要な役割を果たしている。東京大学の事



業担当者とは、それぞれの特徴を生かして若手主体の共同研究や研究交流を推進するとともに、中性子実験を想定した量子ビームデータ解析インターンシップを実施した。平成 22 年度には海外連携先のニューヨーク州立大学(SUNY)の主催により、超音波測定インターンシップを予定しているが、同大学からは平成 22 年度 4 月に米国人の GRC 助教を採用し、英語教育においても大きな貢献をしている。

運営面では、東京大学・JASRI の担当者とはほぼ毎月執行部メンバーと会合を開くとともに、メール等を通じて意志疎通を図っている。海外連携拠点の担当者とは、主にメールによる連絡が中心であるが、インターネット回線を利用した TV 会議も併用して意見交換を行っている。

1-5. 大学の支援体制と将来構想

愛媛大学は、学長のリーダーシップの下、法人化を機に制定した「愛媛大学憲章」に基づき、教育と学術研究を主体とした「学生中心の大学」作りを進めるとともに、世界レベルの先端的研究を推進する強固な基盤を作り、人材育成と学術研究をもって地域社会の発展に貢献する「地域にあって輝く大学」を目指している。特に、「地域・環境・生命」を主題とする分野における世界レベルの先端的教育研究組織を育成することとし、先見性・創造性にすぐれた教員を学部横断的に組織した先端的研究センターを設置し、組織的・重点的支援を進めている。GRC を含むこれらのセンターへは、設置以来、国際的に卓越した教育研究拠点形成に向けた教育研究組織の改編、予算措置、定員、施設、研究室の重点配分による全学的支援に加え、学部から独立したスーパーサイエンス特別コース(SSC)や大学院特別コースの設置など、国内外の若手研究者育成のための最高水準の教育・研究指導を行う環境整備を行っている。

学内予算措置

留学生を対象とする「地球深部物質学特別コース」における入学料・授業料の不徴収および奨学金支給による支援制度(平成 21 年度より)や、地球進化学分野の院生を対象にした入学料・授業料を免除する「COE 特待生」制度(平成 20 年度より)を学内予算により新設し、優秀な博士課程学生の確保ならびに学生の就学支援の体制を整備している。また、平成 20 年度の学内特別予算によって大型設備(BOTCHAN-6000)を GRC に導入するなど重点的な基盤整備を行った。

教育研究組織の改編

GRC を含めた各先端研究センターを統括する「先端研究推進支援機構」を平成 18 年度に設置し、特色ある分野で世界レベルにある先端研究の推進・支援体制を強化した。「教育研究高度化支援室」を新設(平成 20 年度)し、博士号を持つ専門職(ラボマネージャー・リサーチアドミニストレーター各 1 名)を配置して技術・研究・教育支援体制を強化している。国内外からの優秀な若手研究者の確保と将来の優秀な専任教員育成を目的とした「上級研究員センター」(テニユアトラック)の新設(平成 20 年度)により、2 名の上級研究員が GRC を拠点と



して研究に従事し、将来、地球深部物質科学分野のリーダーになることが期待されている。

また、優れた研究者養成を目指した大学院再編に取り組む中で、理工学研究科地球進化学講座の学生を対象にした「COE 特待生」制度を平成 20 年度に、また、海外からの留学生を対象とした「地球深部物質学特別コース」を平成 21 年度に研究科に新設し、国内外の幅広い人材確保・育成体制を整備した。また、本学が目指す先端教育研究の拠点を恒久化するために、先端研究センターを核とした「生命環境科学独立研究科」(仮称)の設置に向けて準備を進めている。

施設・スペースの支援

施設・環境整備基本方針(グランドデザイン)、研究整備マスタープランを策定し、施設・スペースおよび設備の有効活用のための共有化やセンター化、施設の再編を行い、創出したスペースを大学院生の自習スペースなどとして整備し、さらに、大幅なスペースを先端研究センターには確保してきた。GRC には、超高压実験室などのための専用スペースを優先的に確保している。さらに平成 20 年度末の学内予算による総合研究棟増築分(632 平米)のうち約 158 平米を GRC に割り当て(創石ラボ)、本プログラム拠点の教員、ポストドク研究員等の増加に対応するとともに、将来の「生命環境科学独立研究科」設置に向けて施設面での支援を拡充した。

