

## 令和4年度 日独共同大学院プログラム 事後評価資料

### 1. 概要

|                     |                                                                                                                          |    |           |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------|
| 領域                  | 数物系科学                                                                                                                    | 分科 | 地球惑星科学    |
|                     |                                                                                                                          | 細目 | 岩石・鉱物・鉱床学 |
| プロジェクト名             | (和文) 地球深部揮発性元素循環研究に関する日独共同大学院プログラム<br>(英文) Japanese-German Graduate Externship for Research on Deep Earth Volatile Cycle |    |           |
| 実施期間                | 平成 28 年 4 月 1 日 ～ 令和 4 年 3 月 31 日 ( 72 か月)                                                                               |    |           |
| 日本側実施機関名            | 東北大学大学院理学研究科                                                                                                             |    |           |
| コーディネーター<br>所属・職・氏名 | 東北大学大学院理学研究科・教授・中村美千彦                                                                                                    |    |           |
| 構成員数                | 教員等 37 名、 大学院生 56 名                                                                                                      |    |           |
| ドイツ側実施機関名           | バイロイト大学                                                                                                                  |    |           |
| コーディネーター<br>所属・職・氏名 | 大学院数学自然科学研究科・教授・Daniel J. FROST                                                                                          |    |           |
| 構成員数                | 教員等 22 名、 大学院生 39 名                                                                                                      |    |           |

## 2. 目標

全期間を通じたプロジェクト実施目標とその達成度について記載してください。(2頁以内)

### ○全期間を通じたプロジェクト実施目標

過去 30 年間、地球内部の研究は、超高压発生技術と地震波トモグラフィ・MT 法による内部観測技術を両輪として大きく発展し、最近では専門細分化の段階を経て、統合の段階へと入りつつある。システム科学としての本来の地球科学の目的を高い次元で達成するためには、広い分野の研究者が有機的に連携することが常に必要とされている。この過程で、多くの研究領域に共通して明らかになって来たことは、惑星地球を特徴づける「揮発性成分」(C, H, O, N, S, Cl, F, などとその化合物)が「鍵」となる役割を果たしているということである。そこで、本プログラムでは、揮発性元素の循環を共通項とすることで、地球科学の広い分野を効果的に連携させ、さらに惑星科学へとシームレスに接続した「地球を丸ごと考える」大学院教育・研究を実施することを目指す。

地球惑星科学は物理・化学・生物を基礎とした学際科学であり、幅広い研究手法を活用している。そのため、それぞれの技術が発展し先鋭化してくることで、一人の研究者が幅広い先端的手法をカバーすることがだんだん難しくなっている。固体地球分野に限っても、もはや一つの専攻レベルでは、オールラウンドな研究体制を敷くのは難しい。このような状況にあたり、本プログラムによって、世界トップレベルの研究機関をパートナーとし、研究教育スタッフの層を厚くし、深さと広さを兼ね備えた強力な体制を構築する。本プログラムは、東北大学のスーパーグローバル大学創成支援事業の要である国際共同大学院（環境・地球科学分野）の中核として位置付けられ、理学研究科における教育課程の整備を行い、大学本部からの支援を得て実施する。

### ○目標に対する達成度

- ☒ 目標は想定以上に達成された。
- ☐ 目標は想定どおり達成された。
- ☐ 目標はある程度達成された。
- ☐ 目標はほとんど達成されなかった。

#### 【理由】

バイロイト大学と理学研究科との間で学術交流協定および博士学生共同指導についての MOU を締結し、世界最先端の共同研究・共同指導を実施して地球深部揮発性元素循環の研究を発展・深化させ、その成果を Nature Communication, Scientific Reports 誌を始めとする一流国際誌に発表することができた。また日本側 10 名、ドイツ側 10 名の学生が、個別に Individual Cotutelle Agreement を交わし、東北大学高等大学院機構の質保証体制の下で、令和 4 年 5 月時点でそれぞれ 4, 7 名がジョイントリー・スーパーバイズド・ディグリー (JSD) を取得予定である。なお本年度 6 月に 1 名のバイロイト大学生が、9 月・3 月に計 3 名の東北大学生が JSD を取得する見込みで、さらに現在在籍中の D2 以下の 2 名の東北大博士課程学生も JSD 取得を目指しており、継続的な共同指導体制が確立された。

日独共同大学院プログラムが牽引役となって環境・地球科学国際共同大学院 GP-EES が設置され、継続的な国際教育体制の構築は、世界 13 大学とのダブルディグリーまたは JSD の MOU 締結に波及し、国際シンポジウムや Qualifying Examination 等でのシナジー効果を生むこととなった。これにより日独プログラム学生は、揮発性元素循環を軸としつつさらに格段に「地球を丸ごと考える」教育・研究を実施することができた。JSD 取得学生以外のプログラム学生も毎年開催の国際ワークショップや講義などの共同課程への参加により、幅広く本プログラムによる教育効果を得ることができた。国際ワークショップはプログラム期間終了後の令和 4 年度 (6 月) にも開催し、今後も継続することが確実となっている。これらの成果により、日独プログラム担当教員は GP-EES として令和 2 年度の東北大学総長教育賞を受賞した。

### 3. 教育研究交流の意義

これまでの交流を通じての成果を「共同課程の整備」、「継続的協力関係」、及び「教育研究効果」の観点から記載してください。(3頁以内)

#### ○共同課程の整備

バイロイト大学との共同課程は、環境・地球科学国際共同大学院プログラム（GP-EES）の設置により本学の大学院改革全体の中に位置付けて整備することができた。またこれをモデルとして、他の海外連携大学との共同教育体制が整備されるという波及効果も生まれた。東北大学では指定国立大学構想において学際・国際・産学共創に基づく高度なグローバル人材を育成する特徴ある学位プログラムの全学的展開を行う教育改革を強力に推進することを目指しており、その実現にも貢献することができた。日独プログラムの実施期間と重なる第3期中期計画では「学位プログラム推進機構」の強化・拡大と「高等大学院機構」の設置（令和3年4月）が行われ、同機構の下で、大学院学生に対する教育、キャリア形成支援及び学修・研究専念環境の整備を行うことができた。

「高等大学院機構」による学位プログラムの全学的な質保証制度の下、GP-EESの学位審査は、所属する専攻による審査との二段階で行った。英語による発表と質疑応答が海外連携大学の教員を含む審査会により行い、国際的に通用する博士人材であるかを審査することとした。本プログラム修了者の学位記（和文・英文併記）には、国際共同大学院プログラムを修了した旨を付記することとした【右図：学位記に付された JSD Certificate の例】。



Tohoku University  
Graduate School of Science  
and  
University of Bayreuth  
Certify that  
Fumiya Maeda



successfully completed the program for jointly supervised Ph.D. students between  
Graduate School of Science, Tohoku University  
and  
University of Bayreuth.  
Upon completion of this jointly supervised program, the degree of doctor of philosophy  
(Science) was conferred by Tohoku University on 27 March 2019.  
27 March 2019

Professor Masahiro Terada  
Dean, Graduate School of Science  
Tohoku University

Professor Stefan Leible  
President  
University of Bayreuth

バイロイト大学を含む連携校との共同教育・学位指導を行う東北大学環境・地球科学国際共同大学院プログラム

（GP-EES）は、博士課程前期・後期一貫課程（修士2年から4年間）とし、大学院生の博士後期課程進学を支援してきた【右図】。国際的な環境・地球科学分野の教育を実現するために、各専攻で通常履修する科目に加えて、国際・学際研究力涵養プログラムと専攻・国境横断型コアプログラムを実施することとした。国際・学際研究力涵養プログラムでは、環境・地球科学の基礎から応用を英語で講義する環境・地球科学基礎講義Ⅰ、Ⅱ、環境・地球科学特殊講義Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの5科目（9単位）の講義を行うものである。専攻・国境横断型コアプログラムでは、特に専攻横断型での実施を意識した環境・地球科学実践科目を開講し、バイロイト大学など海外連携機関大学院生も交えたスクールの自主的な企画や参加、野外巡検などを行う（環境・地球科学



など海外連携機関大学院生も交えたスクールの自主的な企画や参加、野外巡検などを行う（環境・地球科学

実践演習Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ)。また、環境・地球科学特別実験Ⅰとして海外連携機関でのインターンシップ研修を原則として6か月以上行うことを義務付けている。以上により、本大学院の目指す先端研究力、学際展開能力、コミュニケーション能力、リーダーシップを身に付ける課程を整えることができた【下図】。

博士課程前期及び後期修了時に学生の質を保証するためのQE (Qualifying Examination)は、海外の大学・研究機関の研究者も含めて英語による面接を中心に行うことで、研究能力に加え、グローバルに活躍できる能力のある学生であることを保証することとした。本プログラムを修了したスーパードクターは、日本国内に限らず海外において、研究職の獲得を目指す能力を身に付けることを目指した。なお、パイロイト大学を含む海外の大学からこのプログラムに参加する学生には、東北大学で環境・地球科学特別実験Ⅱとして6か月以上滞在し研究することを義務付けた(単位数は各国の事情に配慮し等価的に3単位に相当する単位とする)。パイロイト大学との博士学生共同指導のMOUではJSDの取得には3か月の滞在を義務付け、GP-EESとしては基本的に6か月の滞在を要求した。なおコロナ禍の影響を受けた学生については、インターネット会議等による遠隔指導の時間をこの期間に含めることができるものとした。以上のように、質の保証と継続性を伴う共同教育課程を整備することができた。

| 科目                  | 強化能力                            |                      |        |                   |
|---------------------|---------------------------------|----------------------|--------|-------------------|
|                     | 先端研究力                           |                      | 学際展開能力 | コミュニケーション・リーダーシップ |
| 国際・学際研究力<br>涵養プログラム | 講義<br>(連携先教員・外国人<br>教員による講義を含む) | 環境・地球科学<br>基礎講義Ⅰ、Ⅱ   | ○      |                   |
|                     |                                 | 環境・地球科学<br>特殊講義Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ | ○      | ○                 |
|                     | 実験<br>(海外滞在研究)                  | 環境・地球科学<br>特別実験Ⅰ、(Ⅱ) | ○      |                   |
| 専攻・国境横断型<br>コアプログラム | 演習<br>(スクール・巡検・自<br>主企画セミナー等)   | 環境・地球科学<br>実践演習Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ | ○      | ○                 |

### ○継続的協力関係

日独共同大学院プログラムの開始当初から、受託期間終了後にも継続可能なパイロイト大学との協力関係を構築することを念頭に、**独自財源**によりGP-EESの体制整備を行った。実際、受託期間が終了した令和4年度6月にも、国際シンポジウムEarth Sea and Sky-VIIをハイブリッドで開催し、パイロイト大学のCatherine McGAMMON AD, Gerd STEINLE-NEUMANN AOR, Nobuyoshi MIYAJIMA AORらがオンラインでQEやセミナー、ポスターセッションに参加予定である。また令和4年度現在も、東北大学の博士後期課程に在籍する複数の学生が、引き続きパイロイト大とのJSD取得を前提に国際共同指導を受ける予定である。プログラム学生は、概算要求経費や総長裁量経費によるGP-EES予算で今後も継続的に長期派遣を行うことができる。教員は、これらの経費の他、共同研究に拘る外部資金によって渡航をする。さらにこのような協力関係を継続するために、GP-EESでは**専任の外国人教授1名、助教1名、事務職員1名**を雇用し、また理学研究科内に**国際共同大学院支援事務室を設置**して理学研究科教育事務部のバックアップを受けて運営を行っている。

GP-EESでは、日独プログラムを構成した理学研究科地学専攻・地球物理学専攻に加え、さらに環境科学研究科先進社会環境学専攻・先端環境創成学専攻を参画専攻とし、より発展的な協力関係を構築できるようになった。また令和4年度には、パイロイト大学のTomoo Katsura教授による集中講義が予定されている。同教授には東北大学の**客員教授**として引き続き東北大学との共同研究および大学院教育にコミット頂く予定である。さらに、大谷栄治名誉教授(令和2年度まで理学研究科学術研究員)は、2016年2月にパイロイト大学からDistinguished Affiliated Professorの称号を授与され、両大学の緊密な共同研究関係の構築に貢献してい

る。また 2017 年 10 月には、ドイツのアレクサンダー・フォン・フンボルト財団から Humboldt Research Award を授与され、バイロイト大学に延べ 1 年間の研究滞在する資金を獲得している。

## ○教育研究効果 成果

**【主要な研究成果】** 日独プログラムによって、東北大とバイロイト大との共同研究なしには生まれなかった研究成果が得られ、地球深部揮発性元素循環研究が大きく発展した。たとえば東北大に蓄積された岩石組織学とバイロイト大の高圧実験技術の融合研究の成果として、沈み込み帯における多成分系流体の分布と移動経路が明らかにされ、沈み込んだ水の収支に関する“Missing fluid”問題に対する解が示された (Nature Communications)。また電気比抵抗の観測値から、楔形マントルに含まれる流体量を求めることができるようになった。さらに、地球深部に持ち込まれた水の効果によって、下部マントル最上部にマグマが存在する可能性が示された (Scientific Reports)。

**【新たな融合領域研究の創出】** 上記に加え、東北大の X 線 CT 技術とバイロイト大の数値モデリング技術の結合や東北大の変成岩岩石学とバイロイト大の透過電子顕微鏡鉱物学の融合による、沈み込み帯ダイナミクス研究、東北大の高温高圧実験とバイロイト大の第一原理計算の協力による鉱物物理学研究などの新たな融合領域研究が創出されている。

**【受賞】** 本プログラム日本側参加学生は、学会における優秀発表賞等 23 件（うち国際学会 14 件）、東北大学総長賞・青葉理學振興会賞・黒田チカ賞等 8 件を受賞し、その活動が高く評価されている。

**【JSPS 特別研究員 (DC) への採択】** 本プログラム参加学生（留学生を除く有資格者 47 名）のうち 16 名が日本学術振興会特別研究員 (DC) に採択されており、採択率は 34%と本学の平均を大幅に上回っている。

**【修了生の進路等】** 本プログラム参加学生の主な進路は、国内外の大学・研究機関等の常勤研究員 8 名（東北大・学習院大・産総研・NEDO・原子力規制庁等）、博士研究員 19 名（バイロイト大、スイス工科大、広州大、東京大、京都大、東京農工大、産総研、JAMSTEC 等）であり（令和 4 年 3 月時点）、今後、国際的に活躍が期待される人材を多数育成できた。民間企業にも 9 名が就職している。日独プログラム参加学生のインタビューでは、文化的にも異なる海外大学での研究経験について、極めて高い評価が得られている。

**【著名国際誌への活動紹介の掲載】** 本プログラムの活動を紹介する記事が、国際的な地球化学・鉱物学関連学会の情報誌 Elements（購読学会数 18, 会員数 108 ヶ国 17,000 人以上, <https://www.geochemsoc.org/publications>)において紹介され、国際的に広く周知された。

**【共同学位の授与】** これまでに東北大 4 名、バイロイト大 7 名が JSD を取得し、なお R4 年度中に東北大 3 名、バイロイト大 1 名が取得見込みである。

**【派遣・受入】** 東北大から延べ学生 49 名、教員 40 名を派遣し、バイロイト大から延べ学生 31 名、教員 28 名を受け入れ、博士研究や共同課程を実施することができた。

### 【共同ワークショップ等の開催】

日本側で 6 回、ドイツ側で 2 回計 8 回を開催し、延べ日本側 342 名、ドイツ側 162 名の参加者を得た。なお地球惑星科学連合大会でも、コーディネーターがコンビナーとして毎年関連セッションを開催した。

**【巡検の実施】** 地球惑星科学の特性を考慮し、日独両国が異なるテクトニックセッティングに立地することを生かした野外巡検を国際ワークショップ等の機会に際して実施した。ドイツでは ボヘミア地塊北西部 Münchberg エクロジャイト岩体、Windischeschenbach 大陸科学掘削 (KTB) サイト、ネルトリンゲン・リース隕石孔、日本では東北津波被災地・富士火山・蔵王火山、さらに GP-EES 連携校であるハワイ大学の協力を得てバイロイト大学生を引率し、ハワイ諸島への巡検を行った。欧州からは地球の反対側となるハワイ諸島への巡検は、バイロイト大学生にとっても得難い経験となった。

#### 4. 今後の展望

今後、日本側大学とドイツ側大学との共同教育研究活動を持続的に展開していく上での将来展望について記載してください。

【MOUの更新】パイロイト大学と理学研究科との学術交流協定に基づく博士学生共同指導に関するMOUは5年更新となっており、すでに2021年4月に第二期目に入った。

【教育課程上の位置づけ】環境・地球科学国際共同大学院プログラムGP-EESは、理学研究科、環境科学研究科の参画専攻の履修内規および学生便覧に記載されており正規の教育課程として位置づけられている。

【活動財源の確保】「〇共同課程の整備」欄に記載した通り、パイロイト大学はGP-EESの連携校となっており、学生・教員の派遣や受け入れを含む共同教育研究には、GP-EES経費（概算要求事項および総長裁量経費「国際共同学位取得支援制度」）が使用できる。またこれまで日本学生支援機構の海外留学支援制度（協定派遣・協定受入）に継続的に採択されており、東北大学生のドイツ滞在費、およびパイロイト大学生が日本に滞在した場合の滞在費の補助財源を確保してきたので、今後もこれを継続申請する。パイロイトおよび仙台に連続した8日間以上滞在した場合の同経費による支援額は月額8万円である。理学研究科地学専攻・地球物理学専攻は、令和元年度に採択された東北大学変動地球共生学卓越大学院プログラムの参画専攻であり、卓越大学院に所属する学生は、同プログラムの海外研修経費により派遣を行うこともできる。

【人的・事務的支援体制】GP-EESでは、世界トップレベルの専任外国人教授1名、専任助教1名、専任事務職員1名を雇用しており、パイロイト大との国際共同学位の取得を目指す学生の指導やQE審査、派遣・受け入れの支援を担当する。理学研究科には、GP-EESを含む4つの国際共同大学院を支援する事務室が設置されており、スケールメリットを生かした支援を行う体制が整っている。

【国際ワークショップの実施】GP-EESでは国際ワークショップ“Earth Sea and Sky (ESS)”を毎年1回実施しており、令和4年度6月には第7回目を行う予定である。本ワークショップでは、毎年パイロイト大から講師やQE審査委員が参加し、両大学間でJSDを目指す東北大学生、パイロイト大学生も研究発表を行ってきた。ESSは今後も毎年開催する予定である。

【ニューノーマル時代での国際共同研究指導】COVIDにより、教育研究活動の様々な面でのオンライン化が加速した。ESSも令和3年度はオンラインで、令和4年度はハイブリッドで実施してノウハウを蓄積した。これにより、コロナ禍の先にあるニューノーマル社会においては、派遣・招聘による対面での人間関係構築とオンラインによるコミュニケーションの維持継続を効果的に組み合わせるための準備が整った。

【学位プログラムと国際共同研究・教育の定着】理学研究科・環境科学研究科で博士後期課程に進学する学生は、適切な学位プログラムに所属することが定着している。パイロイト大特有の学位審査に必要な手続きに対する教員の理解も浸透し、毎年慣例化した国際共同学位審査には、セミナーの一部として学部4年生およびすべての大学院生を参加させ、国際的な場で博士研究を行う意識を涵養している。地球深部科学、揮発性元素循環に関する地球惑星科学を志す学生にとって、同分野の著名な研究者を多数擁し世界最先端の研究を行っているパイロイト大学は魅力的な渡航先となっている。コロナ禍の影響は受けたものの、ドイツに長期滞在して世界各地からパイロイト大に集まる学生との人脈の構築は得難いものとしての認識が広がっており、感染収束の状況を見ながら派遣を拡大していく予定である。指導教員も、博士学生の研究テーマを考えるにあたり、パイロイト大との共同指導は有力な選択肢となっており、専攻のスタッフや設備が拡張したような意識で研究教育を展開できるようになっている。

【新たな国際共同研究教育事業への発展】日独共同大学院プログラムで構築した資産を活かし、今後、国際共同研究・教育に拘わる各種の外部資金に適切なタイミングで応募することも検討していく。

## 5. 国際協働・プロジェクト実施の状況

### (1) 分野及びプロジェクトの深化・発展

全期間を通じたプロジェクト実施目標を踏まえ、ドイツとの交流を通して、対象となる分野及びプロジェクトがどのようにして深化・発展したか記載してください。

バイロイト大学は、地球深部条件下における物質科学において世界最高レベルの研究手法を備えており、東北大学の幅広い研究対象との融合により揮発性元素循環研究が深化・発展した。例えば、東北大の岩石組織学との融合により、楔形マントル条件での  $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O-CI}$  系流体の分布と移動経路が明らかとなり、沈み込み帯での水の収支に関する“Missing fluid”問題への解答が得られた (Huang et al., 2019, **Nature Communications**; 2020, **Earth and Planetary Science Letters**)。またバイロイト大の高温高压下での電気比抵抗その場測定技術との連携により、楔形マントルの電気比抵抗の地球物理学的観測値から岩石粒間に存在する流体の存在量を見積もることが可能となった (Huang et al., 2020b)。さらに地球深部に持ち込まれた水の効果によって下部マントル最上部にマグマが存在する可能性が示された (Nakajima et al., 2019, **Scientific Reports**)。バイロイト大の透過型電子顕微鏡による結晶化学的研究手法 (Miyajima AR) は、高温高压実験による合成物質に加え、日本が立地する沈み込み帯での岩石の研究に取り入れられ、岩石の変形や変成作用の理解が深化した (Fukushima et al., 2021; Sawa et al., 2021)。放射光メスバウワーの世界的権威である McCAMMON AD との共同研究により、地球深部物質中の鉄の電子スピン状態が解明された (Maeda et al., 2017)。熱力学に深い造詣を持つ Frost 教授との共同研究により、地球深部物質の安定条件の理解が進展した (Yuan et al., 2018)。東北大の二次イオン質量分析技術でバイロイト大の超高压実験産物を解析し、地球深部でのマグマへの炭素の溶解度が明らかとなった (Yoshioka et al., 2019)。バイロイト大の超高压下での単結晶育成技術の導入により、地球深部での含水鉱物の物性が明らかとなった (Kawazoe et al., 2017; Ohira et al., 2019)。バイロイト大との鉱物学的研究は、月のレゴリス研究へも発展した (Satta et al., 2022)。

### (2) コーディネーター及び参加教員の取組状況

日本側コーディネーター及び参加教員は当該プロジェクトを適切に実施したかどうか、日本側コーディネーターや参加教員等の取組状況に触れながら記載してください。

日本側コーディネーターの中村は、ドイツ側コーディネーターの FROST 教授と緊密に連携して、学術交流協定および博士学生共同指導の MOU を締結するとともに、プログラムの採択決定以降、継続的に両大学のプログラム参加教員から相互に博士学生の共同指導研究テーマの提案を引き出し、個々の学生の具体的な研究計画や海外派遣計画の立案、Individual Cotutelle Agreement の締結を推進した。また毎年 1~2 回、各約 1~3 週間程度バイロイト大に滞在して、FROST 教授や、中心メンバーである KEPPLER 教授、KATSURA 教授、McCAMMON AD、RUBIE 名誉教授、GOLABEK 教授、STEINLE-NEUMANN AOR、MIYAJIMA AOR らと地球深部揮発性元素循環の研究動向の分析や、プログラム運営に関する打ち合わせを行った。さらに中村は環境・地球科学国際共同大学院の副プログラム長として制度設計・財源確保・組織整備を行った。また共同セミナー・野外巡検を企画・実施した。

コーディネーターを含む日本側教員は、のべ 40 回（うちコーディネーターは計 7 回）、バイロイト大学を訪問・滞在し、日本から派遣している東北大学生および共同指導しているバイロイト大学生の研究指導、ドイツ側教員との研究指導の相談、将来の共同研究指導テーマの検討、講演の実施とセミナーへの参加、ワークショップや巡検への参加、自身の共同研究などを行った。同時に、バイロイト大の DFG IRTG (International Research Training Group) 学生を受け入れ、セミナーの実施や研究指導を行った。以上の共同指導の結果として、両大学学生の合計 11 回の国際共同学位審査を実施し、さらに令和 4 年度中に 3 回を実施予定である。審査会には、東北大・バイロイト大からそれぞれ審査委員として 2 名以上の教員が参加している。以上のように日本側コーディネーター及び参加教員は当該プロジェクトを適切に実施した。

## (3)教育研究環境の整備

プロジェクトの目的を達成するにあたって必要な施設設備、及び経済的負担の軽減措置等、日本側大学における組織的な取組状況について記載してください。

日本における日独双方の博士学生の研究に必要な施設設備（実験設備、オンライン対応を含む教室設備の整備等）は、GP-EES 経費（概算要求事項、年間約 5600 万円）の一部を活用して適切に整備した。またこれとは別に、日本学生支援機構による海外留学支援制度（協定派遣）に応募して採択され、学生の長期滞在費の一部を補填するとともに、日独プログラム学生の継続的な確保に資するため、学部、博士前期課程の段階で海外派遣を行い、国際的な環境で大学院研究を行うための動機付けを図った。

GP-EES では、国内外の優秀な学生を獲得し、主体的に独創的な研究を計画・実践させ、国際的に活躍する博士人材を養成するため、選抜されたプログラム生に対して RA 給与や海外研修経費などの経済的サポートを行ってきた。後期課程のプログラム学生（JSPS 特別研究員以外）には月額 20 万円の教育研究支援経費を総長裁量経費から、JSPS 特別研究員学生 DC には月額 5 万円程度の RA 経費を概算要求経費から支給し、経済的にも教育研究に専念できる環境を整えた。また前期課程（M2）では月額 13～15 万円の RA 経費を概算要求経費から支給し、博士前後期一貫の学位プログラムへの進学を奨励している。

令和 3 年度からは、GP-EES 学生は JST 次世代研究者挑戦的研究プログラムにも所属し、研究費等の支援を得ているが、前記 GP-EES による経済支援は本学独自の学位プログラム運営体制のもと、概算要求事項（RA 経費）や総長裁量経費 国際共同学位支援制度（教育研究支援経費）により実施しているものであり、JST 挑戦的研究プログラムの実施期間後にも継続される予定である。

## (4)経費の合理性

経費が適切に執行されたかを記載してください。

本プログラムの経費は、理学研究科経理係の管理下により適切に執行された。

日本側学生・教員の国内旅費・外国旅費（ワークショップへの他機関研究者の招へい旅費含む）に、2016～2019 年度は、プロジェクト実施経費の 96～83%（規定 80%以上）、2020 年度には 57%（コロナ特例の規定内）を使用し、他は日本開催ワークショップの開催経費や、プログラム学生の博士研究に必要な実験用消耗品などの購入等に使用した。業務委託手数料は、本プログラムの実施に必要な事務補佐員雇用費、事務消耗品の購入等に使用した。

なお COVID の影響によりドイツへの派遣が困難となったため、最終年度の令和 2 年度からプロジェクト実施経費 12,741,940 円を令和 3 年度に繰り越したが、コロナ禍が終息せず、結局大部分の 11,700,424 円を返還した。

## 6. 活動実績

### (1) 共同課程

実施した「共同課程」について概略を記載してください。

|   |        |                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |                                    |
|---|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------|
| 1 | 科目名等   | 環境・地球科学特殊講義 I                                                                                                                                                                                                                                                           | 提供期間 | 平成 28 年 7 月, 平成 29 年 1 月 (内 4 日間)  |
|   | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                    | 単位数  | 2                                  |
|   | 概要     | 地球深部物質を理解する上で最も重要な基礎となる化学熱力学、相平衡論、状態方程式等についての講義が行われ、高温高压実験の理論的基礎が補強された。またそれに関する地球内部の先端的な諸問題が議論された。講義は英語 (FROST 教授)・英日バイリンガル (KATSURA 教授) により行われ、日本人学生の英語力強化も意図された。評価はレポート提出により行われた。                                                                                     |      |                                    |
| 2 | 科目名等   | 環境・地球科学特別実験 I                                                                                                                                                                                                                                                           | 提供期間 | 平成 28 年 4 月～                       |
|   | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                    | 単位数  | 2                                  |
|   | 概要     | 本プログラム参加学生が、バイロイト大学において原則 6 か月 (最低 3 か月) 以上の研究を行った場合、博士課題研究の単位に加えて本単位を与えるものであり、今年度から、バイロイト大への派遣と、その準備の研究が開始された。研究内容は、高温高压実験、実験産物や天然含水鉱物の透過型電子顕微鏡観察、海底火山試料の分光測定、バイロイト大共同指導教員との議論など、揮発性元素循環に関わる幅広いものである。                                                                  |      |                                    |
| 3 | 科目名等   | 環境・地球科学実践演習 I                                                                                                                                                                                                                                                           | 提供期間 | 平成 28 年 10 月～平成 28 年 10 月 (内 4 日間) |
|   | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                    | 単位数  | 2                                  |
|   | 概要     | 火山砕屑物薄片試料の偏光顕微鏡観察による記載岩石学の実習。世界各地の典型的な 18 試料を厳選し、マグマの種類と成因、揮発性成分の脱ガスなどの火山噴火過程、堆積過程などについて議論を行った。すべての試料について、それぞれ参加者全員分の薄片が用意され、参加大学院生は、まず試料に関する一切の情報を与えられずに顕微鏡観察を行ってから、それぞれの観察結果に基づき、上記についての意見を英語で表明し、議論をした上で講義を行うことにより、鉱物鑑定力、岩石組織観察力、火砕物の生成過程に関する知識と論理的考察力を格段に深めることができた。 |      |                                    |
| 4 | 科目名等   | IRTG ワークショップ                                                                                                                                                                                                                                                            | 提供期間 | 平成 28 年 9 月～平成 28 年 9 月 (内 2 日間)   |
|   | 提供した大学 | バイロイト大学                                                                                                                                                                                                                                                                 | 単位数  | 1                                  |
|   | 概要     | バイロイト大学・東北大学の教員に加え、クレモンフェラン大 (仏)・オルレアン大 (仏)・パリ大 (仏)・チューリッヒ工科大 (スイス) 等、バイロイト大学が招聘した世界トップレベル研究者による、地球深部揮発性元素循環に関する多角的な研究分野のレクチャーが開講された。広い分野の大学院生を対象としたレベル設定により、専門がやや離れた大学院生にもわかりやすい講義が行われた。                                                                               |      |                                    |
| 5 | 科目名等   | フィールドトリップ                                                                                                                                                                                                                                                               | 提供期間 | 平成 28 年 9 月～平成 28 年 9 月 (内 1 日間)   |
|   | 提供した大学 | バイロイト大学                                                                                                                                                                                                                                                                 | 単位数  | 1                                  |
|   | 概要     | Wirsberg から Weissenbach までの約 3 km の見学コース、および Weissenbach から Weissenstein までの約 3 km のコースを歩きながら、ボヘミア地塊北西部の Münchberger 片麻岩体の藍閃石エクロジャイトの見学を行った。東北大学の学生は、沈み込み帯とは異なるテクトニックセッティングに産するエクロジャイト岩体の形成史・上昇過程について学ぶとともに、世界各地から参加した研究者・大学院生と野外討論を行うことができた。                           |      |                                    |

|    |        |                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                        |
|----|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------|
| 6  | 科目名等   | 環境・地球科学特殊講義Ⅰ                                                                                                                                                                                                                                                       | 提供期間 | 平成29年6月～平成30年2月（内8日間）  |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                               | 単位数  | 2                      |
|    | 概要     | 揮発性元素の地球循環を理解するために、最新の研究成果を含めた講義を英語または英日バイリンガルで行った。大学院生は、対話形式の講義を通じて、またドイツ側の学生も同時に受講することで、先端研究力だけでなく、コミュニケーション能力を獲得することができたと期待される。各大学院生が最初に受講した内容に本単位を割り振っている。                                                                                                     |      |                        |
| 7  | 科目名等   | 環境・地球科学特殊講義Ⅱ                                                                                                                                                                                                                                                       | 提供期間 | 平成29年6月～平成30年2月（内8日間）  |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                               | 単位数  | 2                      |
|    | 概要     | 揮発性元素の地球循環を理解するために、最新の研究成果を含めた講義を英語または英日バイリンガルで行った。大学院生は、対話形式の講義を通じて、またドイツ側の学生も同時に受講することで、先端研究力だけでなく、コミュニケーション能力を獲得することができたと期待される。各大学院生が二番目に受講した内容に本単位を割り振っている。                                                                                                    |      |                        |
| 8  | 科目名等   | 環境・地球科学特殊講義Ⅲ                                                                                                                                                                                                                                                       | 提供期間 | 平成29年6月～平成30年2月（内8日間）  |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                               | 単位数  | 2                      |
|    | 概要     | 揮発性元素の地球循環を理解するために、最新の研究成果を含めた講義を英語または英日バイリンガルで行った。大学院生は、対話形式の講義を通じて、またドイツ側の学生も同時に受講することで、先端研究力だけでなく、コミュニケーション能力を獲得することができたと期待される。各大学院生が三番目に受講した内容に本単位を割り振っている。                                                                                                    |      |                        |
| 9  | 科目名等   | 環境・地球科学実践演習Ⅰ                                                                                                                                                                                                                                                       | 提供期間 | 平成29年5月～平成30年2月（内15日間） |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                               | 単位数  | 2                      |
|    | 概要     | (1) バイロイト大教員との蔵王火山への野外巡検、(2) ドイツ西部・アイフェル火山での野外調査・地質巡検、(3) Parkstein 火山とドイツ大陸深部掘削プロジェクトの掘削サイトへの巡検、(4) 実験ショートコース を行った。これらの活動の中で、各大学院生が最初に受講した内容に本単位が割り振られる。大学院生は事前準備や行動計画の策定に参加し、「現場に強い」「独自の一次データを取得する」実践力・応用力を身に付けるとともに、日独両国の大学院生の相互理解を深め、研究者としての将来の人的ネットワークを構築した。  |      |                        |
| 10 | 科目名等   | 環境・地球科学実践演習Ⅱ                                                                                                                                                                                                                                                       | 提供期間 | 平成29年5月～平成30年2月（内15日間） |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                               | 単位数  | 2                      |
|    | 概要     | (1) バイロイト大教員との蔵王火山への野外巡検、(2) ドイツ西部・アイフェル火山での野外調査・地質巡検、(3) Parkstein 火山とドイツ大陸深部掘削プロジェクトの掘削サイトへの巡検、(4) 実験ショートコース を行った。これらの活動の中で、各大学院生が二番目に受講した内容に本単位が割り振られる。大学院生は事前準備や行動計画の策定に参加し、「現場に強い」「独自の一次データを取得する」実践力・応用力を身に付けるとともに、日独両国の大学院生の相互理解を深め、研究者としての将来の人的ネットワークを構築した。 |      |                        |

|    |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |                                  |
|----|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------|
| 11 | 科目名等   | 環境・地球科学実践演習Ⅲ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 提供期間 | 平成 29 年 5 月～平成 30 年 2 月（内 15 日間） |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 単位数  | 2                                |
|    | 概要     | (1)パイロイト大教員との蔵王火山への野外巡検、(2)ドイツ西部・アイフェル火山での野外調査・地質巡検、(3)Parkstein 火山とドイツ大陸深部掘削プロジェクトの掘削サイトへの巡検、(4)実験ショートコース を行った。これらの活動の中で、各大学院生が三番目に受講した内容に本単位が割り振られる。大学院生は事前準備や行動計画の策定に参加し、「現場に強い」「独自の一次データを取得する」実践力・応用力を身に付けるとともに、日独両国の大学院生の相互理解を深め、研究者としての将来の人的ネットワークを構築した。                                                                    |      |                                  |
| 12 | 科目名等   | 環境・地球科学特別実験Ⅰ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 提供期間 | 平成 29 年 4 月～平成 30 年 3 月          |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 単位数  | 2                                |
|    | 概要     | 東北大学生がパイロイト大において博士研究を行った。博士課程在籍期間にのべ3か月以上の場合に単位となり、環境・地球科学国際共同大学院によるジョイントリー・スーパーバイズド・ディグリーを付与する主要な要件となる。大学院生は、東北大およびパイロイト大双方の指導教員と緊密に議論しながら研究を遂行した。多くは日本では実施できない研究課題であると同時に、学生には研究を遂行する上での考え方や環境の相異などについても貴重な知見を獲得してもらうことができた。また研究により得られた結果は、本プログラム開催のワークショップにおいて日独双方の教員と議論を深め、さらに国内外の学会・シンポジウム等の機会にも発表し、投稿論文・博士論文の作成につなげることができた。 |      |                                  |
| 13 | 科目名等   | 環境・地球科学特別実験Ⅱ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 提供期間 | 平成 30 年 3 月～平成 30 年 3 月（内 22 日間） |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 単位数  | 2                                |
|    | 概要     | 東北大において、パイロイト大の学生が揮発性元素循環に関する博士課程研究をのべ3か月以上実施する科目であり、IRTG の Research Visit に対応する単位である。日本の立地条件を生かした、島弧火山岩に含まれる斑晶メルト包有物の化学分析や、多孔質岩石の浸透率の数値シミュレーションコード検証のためのアナログ実験を開始することができた。大学院生は日独双方の指導教員と来日前から緊密に議論し、準備をした上で本研究を開始した。東北大側の本プログラム学生との共同研究にもなっている。ドイツでは実施できない研究課題であると同時に、研究を遂行する上での考え方や環境の相異などについても貴重な知見を獲得してもらうことができた。            |      |                                  |
| 14 | 科目名等   | IRTG ワークショップ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 提供期間 | 平成 29 年 9 月 14 日～15 日（2 日間）      |
|    | 提供した大学 | パイロイト大学                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 単位数  | 1（12 時間あたり）                      |
|    | 概要     | パイロイト大・東北大の教員が参加し、地球深部揮発性元素循環に関する日独双方の博士課程学生の研究成果発表をセミナー形式で行った。大学院生は、指導教員以外の教員から多くの質問・コメントを得ることができた。特に日本から派遣した学生は、極めて多国籍の、様々なバックグラウンドを持つ博士学生が一堂に会して研究発表を行うという、通常とは異なるセミナーを経験すると同時に、環境は異なっても科学研究において共通して重要となる要素を身に付けることができたと思われる。コーヒブレイクや昼食・夕食時にも、教員や他大学学生との交流を行い、人的ネットワークの形成にも役立った。                                               |      |                                  |
| 15 | 科目名等   | フィールドトリップ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 提供期間 | 平成 29 年 9 月 15 日（1 日間）           |
|    | 提供した大学 | パイロイト大学                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 単位数  | 1（12 時間あたり）                      |

|    |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |                                  |
|----|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------|
|    | 概要     | バイロイト大からほど近い Parkstein 火山への野外巡検において、ライン地溝帯の地史を学ぶとともに、開析された火山の浅部構造（岩頸）を詳細に観察することができた。また、ドイツ大陸深部掘削プロジェクトの掘削サイトの見学を行い、資料や保存されている掘削コアの見学を通じて、9 km を超える大深度大陸掘削の成果を学ぶことができた。                                                                                                                                                        |      |                                  |
| 16 | 科目名等   | 環境・地球科学特殊講義 I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 提供期間 | 平成 30 年 8 月～平成 31 年 3 月（内 5 日間）  |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 単位数  | 2                                |
|    | 概要     | 揮発性元素の地球循環を理解するために、本年度は(1)地球のマントルの大構造とダイナミクス、およびそれに対する揮発性元素の役割、(2)地球深部の揮発性成分の存在量と存在形態(3)地球内部ダイナミクスの数値モデリング などについて、最新の研究成果を含めた講義を英語で行うことができた。大学院生は、対話形式の講義を通じて、またドイツ側の学生も同時に受講することで、先端研究力だけでなく、コミュニケーション能力を獲得することができた。(1)の講義では、大学院生は事前に課題論文を割り当てられ、その内容の紹介とそれに基づく議論を英語でおこなった。本講義は毎年、内容を変えて継続実施しており、各大学院生が最初に受講した場合に本単位を割り振った。  |      |                                  |
| 17 | 科目名等   | 環境・地球科学特殊講義 II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 提供期間 | 平成 30 年 8 月～平成 31 年 3 月（内 5 日間）  |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 単位数  | 2                                |
|    | 概要     | 揮発性元素の地球循環を理解するために、本年度は(1)地球のマントルの大構造とダイナミクス、およびそれに対する揮発性元素の役割、(2)地球深部の揮発性成分の存在量と存在形態(3)地球内部ダイナミクスの数値モデリング などについて、最新の研究成果を含めた講義を英語で行うことができた。大学院生は、対話形式の講義を通じて、またドイツ側の学生も同時に受講することで、先端研究力だけでなく、コミュニケーション能力を獲得することができた。(1)の講義では、大学院生は事前に課題論文を割り当てられ、その内容の紹介とそれに基づく議論を英語でおこなった。本講義は毎年、内容を変えて継続実施しており、各大学院生が二番目に受講した場合に本単位を割り振った。 |      |                                  |
| 18 | 科目名等   | 環境・地球科学特殊講義 III                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 提供期間 | 平成 30 年 8 月～平成 31 年 3 月（内 5 日間）  |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 単位数  | 2                                |
|    | 概要     | 揮発性元素の地球循環を理解するために、本年度は(1)地球のマントルの大構造とダイナミクス、およびそれに対する揮発性元素の役割、(2)地球深部の揮発性成分の存在量と存在形態(3)地球内部ダイナミクスの数値モデリング などについて、最新の研究成果を含めた講義を英語で行うことができた。大学院生は、対話形式の講義を通じて、またドイツ側の学生も同時に受講することで、先端研究力だけでなく、コミュニケーション能力を獲得することができた。(1)の講義では、大学院生は事前に課題論文を割り当てられ、その内容の紹介とそれに基づく議論を英語でおこなった。本講義は毎年、内容を変えて継続実施しており、各大学院生が三番目に受講した場合に本単位を割り振った。 |      |                                  |
| 19 | 科目名等   | 環境・地球科学実践演習 I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 提供期間 | 平成 30 年 7 月～平成 31 年 2 月（内 10 日間） |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 単位数  | 2                                |
|    | 概要     | 専攻・国境横断型コアプログラムの科目として、(1)EBSD ショートコースにおいて、結晶学の基礎から近年急速に普及している EBSD（後方散乱電子回折法）の地球惑星科学における応用までの実習を、また(2) DMG ショートコースにおいて、幅広い高圧実験および実験産物の分析法に関する実習を、それぞれ行うことがで                                                                                                                                                                   |      |                                  |

|    |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |                                  |
|----|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------|
|    |        | きた。受講学生は、これらの中から最初に受講した内容に本単位を割り振った。いずれも、参加する大学院生は、主体的に、事前準備や行動計画の策定を行い、「現場に強い」「独自の一次データを取得する」実践力・応用力を身に付けるとともに、日独両国の大学院生の相互理解を深め、研究者としての将来の人的ネットワーク構築に資することができた。                                                                                                                                                                                |      |                                  |
| 20 | 科目名等   | 環境・地球科学実践演習Ⅱ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 提供期間 | 平成 30 年 7 月～平成 31 年 2 月（内 10 日間） |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 単位数  | 2                                |
|    | 概要     | 専攻・国境横断型コアプログラムの科目として、(1)EBSD ショートコースにおいて、結晶学の基礎から近年急速に普及している EBSD（後方散乱電子回折法）の地球惑星科学における応用までの実習を、また(2) DMG ショートコースにおいて、幅広い高圧実験および実験産物の分析法に関する実習を、それぞれ行うことができた。受講学生は、これらの中から二番目に受講した内容に本単位を割り振った。いずれも、参加する大学院生は、主体的に、事前準備や行動計画の策定を行い、「現場に強い」「独自の一次データを取得する」実践力・応用力を身に付けるとともに、日独両国の大学院生の相互理解を深め、研究者としての将来の人的ネットワーク構築に資することができた。                    |      |                                  |
| 21 | 科目名等   | 環境・地球科学実践演習Ⅲ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 提供期間 | 平成 30 年 7 月～平成 31 年 2 月（内 10 日間） |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 単位数  | 2                                |
|    | 概要     | 専攻・国境横断型コアプログラムの科目として、(1)EBSD ショートコースにおいて、結晶学の基礎から近年急速に普及している EBSD（後方散乱電子回折法）の地球惑星科学における応用までの実習を、また(2) DMG ショートコースにおいて、幅広い高圧実験および実験産物の分析法に関する実習を、それぞれ行うことができた。受講学生は、これらの中から三番目に受講した内容に本単位を割り振った。いずれも、参加する大学院生は、主体的に、事前準備や行動計画の策定を行い、「現場に強い」「独自の一次データを取得する」実践力・応用力を身に付けるとともに、日独両国の大学院生の相互理解を深め、研究者としての将来の人的ネットワーク構築に資することができた。                    |      |                                  |
| 22 | 科目名等   | 環境・地球科学特別実験Ⅰ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 提供期間 | 平成 30 年 4 月～平成 31 年 3 月          |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 単位数  | 2                                |
|    | 概要     | 東北大学生がパイロイト大において博士研究を行った。博士課程在籍期間にのべ 3 か月以上の博士研究を行った場合に単位となり、環境・地球科学国際共同大学院プログラムによるジョイントリー・スーパーバイズド・ディグリーを付与する主要な要件となる。大学院生は、東北大およびパイロイト大双方の指導教員と緊密に議論しながら研究を遂行した。多くは日本では実施できない研究課題であると同時に、学生には研究を遂行する上での考え方や環境の相異などについても貴重な知見を獲得してもらうことができた。また研究により得られた結果は、本プログラム開催のワークショップにおいて日独双方の教員と議論を深め、さらに国内外の学会・シンポジウム等の機会にも発表し、投稿論文・博士論文の作成につなげることができた。 |      |                                  |
| 23 | 科目名等   | 環境・地球科学特別実験Ⅱ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 提供期間 | 平成 30 年 4 月～平成 31 年 3 月          |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 単位数  | 2                                |
|    | 概要     | 東北大において、パイロイト大学の学生が博士課程研究をのべ 3 か月以上実施する科目であり、IRTG の Research Visit の読み替え対象となる単位である。放射光施設を利用した超高圧実験、日本の立地条件を生かした、島弧火山岩に含まれ                                                                                                                                                                                                                        |      |                                  |

|    |        |                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |                                  |
|----|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------|
|    |        | る斑晶メルト包有物の化学分析や、火山碎屑物石基の超高倍率分析、多孔質岩石の浸透率の数値シミュレーションコード検証のためのアナログ実験などを行うことができた。大学院生は日独双方の指導教員と来日前から緊密に議論し、準備をした上で本研究を開始した。ドイツでは実施できない研究課題であると同時に、研究を遂行する上での考え方や環境の相異などについても貴重な知見を獲得してもらうことができた。                                                                          |      |                                  |
| 24 | 科目名等   | 環境・地球科学特殊講義Ⅰ                                                                                                                                                                                                                                                            | 提供期間 | 令和元年6月4日；令和2年1月9日～令和2年1月10日（3日間） |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                    | 単位数  | 2                                |
|    | 概要     | 揮発性元素の循環を理解するために、(1)地球内部における揮発性元素の存在量と化学種に影響を与える地球内部の酸化還元状態 (2)地球深部の揮発性成分の存在量と、その核・マントルダイナミクスに与える影響(3)高圧下の鉱物物性に関する第一原理計算 などについて、最新の研究成果を含めた講義を英語で行った。大学院生は、対話形式の講義を通じて、またドイツ側の学生も同時に受講することで、先端研究力だけでなく、コミュニケーション能力を獲得することができた。上記(1)～(3)の中から、各大学院生が最初に受講した内容に本単位を割り振った。  |      |                                  |
| 25 | 科目名等   | 環境・地球科学特殊講義Ⅱ                                                                                                                                                                                                                                                            | 提供期間 | 令和元年6月4日；令和2年1月9日～令和2年1月10日（3日間） |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                    | 単位数  | 2                                |
|    | 概要     | 揮発性元素の循環を理解するために、(1)地球内部における揮発性元素の存在量と化学種に影響を与える地球内部の酸化還元状態 (2)地球深部の揮発性成分の存在量と、その核・マントルダイナミクスに与える影響(3)高圧下の鉱物物性に関する第一原理計算 などについて、最新の研究成果を含めた講義を英語で行った。大学院生は、対話形式の講義を通じて、またドイツ側の学生も同時に受講することで、先端研究力だけでなく、コミュニケーション能力を獲得することができた。上記(1)～(3)の中から、各大学院生が二番目に受講した内容に本単位を割り振った。 |      |                                  |
| 26 | 科目名等   | 環境・地球科学特殊講義Ⅲ                                                                                                                                                                                                                                                            | 提供期間 | 令和元年6月4日；令和2年1月9日～令和2年1月10日（3日間） |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                    | 単位数  | 2                                |
|    | 概要     | 揮発性元素の循環を理解するために、(1)地球内部における揮発性元素の存在量と化学種に影響を与える地球内部の酸化還元状態 (2)地球深部の揮発性成分の存在量と、その核・マントルダイナミクスに与える影響(3)高圧下の鉱物物性に関する第一原理計算 などについて、最新の研究成果を含めた講義を英語で行った。大学院生は、対話形式の講義を通じて、またドイツ側の学生も同時に受講することで、先端研究力だけでなく、コミュニケーション能力を獲得することができた。上記(1)～(3)の中から、各大学院生が三番目に受講した内容に本単位を割り振った。 |      |                                  |
| 27 | 科目名等   | 環境・地球科学実践実習Ⅰ                                                                                                                                                                                                                                                            | 提供期間 | 平成31年4月～令和2年3月                   |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                    | 単位数  | 2                                |
|    | 概要     | 専攻・国境横断型コアプログラムの科目として、(1)海外フィールドへの野外調査・地質巡検への参加、(2)海外大型放射光施設での実験、(3)大学院生による自主的活動の企画・運営・参加 などの活動の中から、各大学院生が一番目に受講                                                                                                                                                        |      |                                  |

|    |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |                        |
|----|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------|
|    |        | した内容に本単位を割り振った。いずれも、参加する大学院生は、主体的に事前準備や行動計画の策定を行い、「現場に強い」「独自の一次データを取得する」実践力・応用力を身に付けるとともに、日独両国の大学院生の相互理解を深め、研究者としての将来の人的ネットワーク構築に資することができた。上記(1)～(3)の中から、各大学院生が最初に受講した内容に本単位を割り振った。                                                                                                                        |      |                        |
| 28 | 科目名等   | 環境・地球科学実践演習 II                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 提供期間 | 平成 31 年 4 月～令和 2 年 3 月 |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 単位数  | 2                      |
|    | 概要     | 専攻・国境横断型コアプログラムの科目として、(1)海外フィールドへの野外調査・地質巡検への参加、(2)海外大型放射光施設での実験、(3)大学院生による自主的活動の企画・運営・参加 などの活動の中から、各大学院生が一番目に受講した内容に本単位を割り振った。いずれも、参加する大学院生は、主体的に事前準備や行動計画の策定を行い、「現場に強い」「独自の一次データを取得する」実践力・応用力を身に付けるとともに、日独両国の大学院生の相互理解を深め、研究者としての将来の人的ネットワーク構築に資することができた。上記(1)～(3)の中から、各大学院生が二番目に受講した内容に本単位を割り振った。       |      |                        |
| 29 | 科目名等   | 環境・地球科学実践演習 III                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 提供期間 | 平成 31 年 4 月～令和 2 年 3 月 |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 単位数  | 2                      |
|    | 概要     | 専攻・国境横断型コアプログラムの科目として、(1)海外フィールドへの野外調査・地質巡検への参加、(2)海外大型放射光施設での実験、(3)大学院生による自主的活動の企画・運営・参加 などの活動の中から、各大学院生が一番目に受講した内容に本単位を割り振った。いずれも、参加する大学院生は、主体的に事前準備や行動計画の策定を行い、「現場に強い」「独自の一次データを取得する」実践力・応用力を身に付けるとともに、日独両国の大学院生の相互理解を深め、研究者としての将来の人的ネットワーク構築に資することができた。上記(1)～(3)の中から、各大学院生が三番目に受講した内容に本単位を割り振った。       |      |                        |
| 30 | 科目名等   | 環境・地球科学特別実験 I                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 提供期間 | 平成 31 年 4 月～令和 2 年 3 月 |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 単位数  | 2                      |
|    | 概要     | 東北大学生がバイロイト大学において、博士課程在籍期間にのべ3か月以上の博士研究を行った場合の単位で、環境・地球科学国際共同大学院プログラムによるJSDを付与する主要な要件とした。研究課題は、東北大学の教員が用意した候補をもとに、大学院生は教員と相談の上、その詳細を決定した。実験や分析は大学院生が実施し、バイロイト大教員の指導も受けた。研究により得られた結果は、翌年以降のシンポジウムやスクールの機会に発表し、バイロイト大学生と議論を行うとともに、博士論文の作成につなげることができた。                                                        |      |                        |
| 31 | 科目名等   | 環境・地球科学特別実験 II                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 提供期間 | 平成 31 年 4 月～令和 2 年 3 月 |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 単位数  | 2                      |
|    | 概要     | 東北大において、バイロイト大学の学生が博士課程研究をのべ3か月以上実施する科目であり、IRTGのResearch Visitの読み替え対象となる単位である。含水鉱物の脱水分解反応を調べるための超高压実験、窒素循環モデル構築のための高温高压実験、島弧火山岩に含まれる斑晶メルト包有物の化学分析や、火山碎屑物石基の超高倍率分析、NAM 鉱物の結晶化学的性質の解析、などを行うことができた。大学院生は日独双方の指導教員と来日前から緊密に議論し、準備をした上で本研究を開始した。日本側教員の強みや、日本の立地条件・設備を生かした研究課題であると同時に、研究を遂行する上での考え方や環境の相異などについても |      |                        |

|    |        |                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |                                             |
|----|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------|
|    |        | 貴重な知見を獲得してもらうことができた。                                                                                                                                                                                                                                                          |      |                                             |
| 32 | 科目名等   | 環境・地球科学特殊講義Ⅰ                                                                                                                                                                                                                                                                  | 提供期間 | 令和2年11月～令和2年12月（内6日間）、令和3年10月～令和4年2月（内13日間） |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                          | 単位数  | 2                                           |
|    | 概要     | 揮発性元素の地球循環を理解するために、(1)マントル・核における揮発性元素の移動論、地球内部と大気海洋との揮発性元素の授受 (2)地球深部の揮発性成分の存在量と、その核・マントルダイナミクスに与える影響(3)地球外物質に含まれる揮発性成分の特徴などについて、最新の研究成果を含めた講義を英語で行うことができた。大学院生は、対話形式の講義を通じて、またドイツ側の学生も同時に受講することで、先端研究力だけでなく、コミュニケーション能力を獲得することができた。上記(1)～(3)の中から、各大学院生が最初に受講した内容に本単位を割り振った。  |      |                                             |
| 33 | 科目名等   | 環境・地球科学特殊講義Ⅱ                                                                                                                                                                                                                                                                  | 提供期間 | 令和2年11月～令和2年12月（内6日間）、令和3年10月～令和4年2月（内13日間） |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                          | 単位数  | 2                                           |
|    | 概要     | 揮発性元素の地球循環を理解するために、(1)マントル・核における揮発性元素の移動論、地球内部と大気海洋との揮発性元素の授受 (2)地球深部の揮発性成分の存在量と、その核・マントルダイナミクスに与える影響(3)地球外物質に含まれる揮発性成分の特徴などについて、最新の研究成果を含めた講義を英語で行うことができた。大学院生は、対話形式の講義を通じて、またドイツ側の学生も同時に受講することで、先端研究力だけでなく、コミュニケーション能力を獲得することができた。上記(1)～(3)の中から、各大学院生が二番目に受講した内容に本単位を割り振った。 |      |                                             |
| 34 | 科目名等   | 環境・地球科学特殊講義Ⅲ                                                                                                                                                                                                                                                                  | 提供期間 | 令和2年11月～令和2年12月（内6日間）、令和3年10月～令和4年2月（内13日間） |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                          | 単位数  | 1                                           |
|    | 概要     | 揮発性元素の地球循環を理解するために、(1)マントル・核における揮発性元素の移動論、地球内部と大気海洋との揮発性元素の授受 (2)地球深部の揮発性成分の存在量と、その核・マントルダイナミクスに与える影響(3)地球外物質に含まれる揮発性成分の特徴などについて、最新の研究成果を含めた講義を英語で行うことができた。大学院生は、対話形式の講義を通じて、またドイツ側の学生も同時に受講することで、先端研究力だけでなく、コミュニケーション能力を獲得することができた。上記(1)～(3)の中から、各大学院生が三番目に受講した内容に本単位を割り振った。 |      |                                             |
| 35 | 科目名等   | 環境・地球科学実践演習Ⅰ                                                                                                                                                                                                                                                                  | 提供期間 | 令和2年4月～令和4年3月                               |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                          | 単位数  | 2                                           |
|    | 概要     | 専攻・国境横断型コアプログラムの科目として、大学院生による自主的なオンラインセミナーを実施した。参加した各大学院生が一番目に受講した内容に本単位                                                                                                                                                                                                      |      |                                             |

|    |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |               |
|----|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------|
|    |        | を割り振った。学生のほかに、発表する学生の専門分野以外のプログラム担当教員が1名陪席し、専門分野の異なる研究者にも研究の意義や目的を英語でわかりやすく伝えることを意識させるとともに、分野外の研究者の視点から適宜アドバイスやコメントを行った。                                                                                                                                                                |      |               |
| 36 | 科目名等   | 環境・地球科学実践演習 II                                                                                                                                                                                                                                                                          | 提供期間 | 令和2年4月～令和4年3月 |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 単位数  | 2             |
|    | 概要     | 専攻・国境横断型コアプログラムの科目として、大学院生による自主的なオンラインセミナーを実施した。参加した各大学院生が一番目に受講した内容に本単位を割り振った。学生のほかに、発表する学生の専門分野以外のプログラム担当教員が1名陪席し、専門分野の異なる研究者にも研究の意義や目的を英語でわかりやすく伝えることを意識させるとともに、分野外の研究者の視点から適宜アドバイスやコメントを行った。                                                                                        |      |               |
| 37 | 科目名等   | 環境・地球科学実践演習 III                                                                                                                                                                                                                                                                         | 提供期間 | 令和2年4月～令和4年3月 |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 単位数  | 2             |
|    | 概要     | 専攻・国境横断型コアプログラムの科目として、大学院生による自主的なオンラインセミナーを実施した。参加した各大学院生が一番目に受講した内容に本単位を割り振った。学生のほかに、発表する学生の専門分野以外のプログラム担当教員が1名陪席し、専門分野の異なる研究者にも研究の意義や目的を英語でわかりやすく伝えることを意識させるとともに、分野外の研究者の視点から適宜アドバイスやコメントを行った。                                                                                        |      |               |
| 38 | 科目名等   | 環境・地球科学特別実験 I                                                                                                                                                                                                                                                                           | 提供期間 | 令和2年4月～令和4年3月 |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 単位数  | 2             |
|    | 概要     | 東北大学生がバイロイト大学において、博士課程在籍期間にのべ3か月以上の博士研究を行った場合に単位となり、環境・地球科学国際共同大学院プログラムによるJSDを付与する主要な要件である。本該当年度は、COVID-19の影響により一部をオンライン指導に切り替えた。研究課題は、東北大学の教員が用意した候補をもとに、大学院生は教員と相談の上、その詳細を決定した。実験や分析の実施にあたってはバイロイト大教員の指導を受けることができた。研究により得られた成果は、共同セミナーの機会に発表し、バイロイト大教員・学生と議論を行うことができ、また博士論文の作成につながった。 |      |               |
| 39 | 科目名等   | 環境・地球科学特別実験 II                                                                                                                                                                                                                                                                          | 提供期間 | 令和2年4月～令和4年3月 |
|    | 提供した大学 | 東北大学                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 単位数  | 2             |
|    | 概要     | 東北大においてバイロイト大学の学生が揮発性元素循環に関する博士課程研究をのべ3か月以上実施する、IRTGのResearch Visitに対応する単位である。本該当年度は、COVID-19の影響により一部をオンライン指導に切り替えた。研究課題は、バイロイト大学の教員が候補を用意し、大学院生はそこから選択し、東北大教員とも相談の上、詳細を決定した。実験や分析の実施にあたっては、東北大教員も指導を行った。研究により得られた成果は、共同セミナーの機会に発表し、バイロイト大教員・学生と議論を行うことができ、また博士論文の作成につながった。             |      |               |

※ 記載欄が足りない場合には、適宜追加してください。

## (2) 研究発表

教員等・大学院生が本プロジェクトの成果として実施期間中に発表した主な論文等(本事業名が明記されているもの)を記載してください。参加教員等・大学院生の氏名にはアンダーラインを付してください。また、ドイツ側の参加者との共著論文には、文頭の番号に○印を付してください。

## ①学術雑誌等(紀要・論文集等も含む)に発表した論文

・査読がある場合、印刷済み及び採録決定済みのものに限る。査読中・投稿中のものは除く。また「査読」欄に○印を付す。

| 整理番号 | 著者名、発表論文名、学会誌名、発表年月巻号等                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 査読 | 相手国名<br>(共著の場合) |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------|
| ①    | F. Maeda, S. Kamada, E. Ohtani, N. Hirao, T. Mitsui, R. Masuda, M. Miyahara, and C. McCammon, Spin State and Electronic Environment of Iron in Basaltic Glass in the Lower Mantle. American Mineralogist, 102, 2106–2112, (2017).                                                                       | ○  | ドイツ             |
| ②    | T. Kawazoe, I. Ohira, T. Ishii, T. Boffa-Ballan, C. McCammon, A. Suzuki, and E. Ohtani, Single crystal synthesis of $\delta$ -(Al,Fe)OOH. American Mineralogist, 102, 1953–1956, (2017)                                                                                                                 | ○  | ドイツ             |
| ③    | L. Yuan, E. Ohtani, Y. Shibazaki, S. Ozawa, Z. Jin, A. Suzuki, and D. Frost, The Stability of Anhydrous Phase B, $\text{Mg}_{14}\text{Si}_5\text{O}_{24}$ , at Mantle Transition Zone Conditions. Phys. Chem. Min., 45, 523–531, (2018).                                                                | ○  | ドイツ             |
| 4    | L. Yuan, E. Ohtani, D. Ikuta, S. Kamada, J. Tsuchiya, H. Naohisa, Y. Ohishi, and A. Suzuki, Chemical Reactions Between Fe and $\text{H}_2\text{O}$ up to Megabar Pressures and Implications for Water Storage in the Earth's Mantle and Core. Geophysical Research Letters 45 (3), 1330–1338, (2018).   | ○  |                 |
| ⑤    | T. Yoshioka, D. Nakashima, T. Nakamura, S. Shcheka, and H. Keppler, Carbon Solubility in Silicate Melts in Equilibrium with a CO–CO <sub>2</sub> Gas Phase and Graphite. Geochimica et Cosmochimica Acta, 259, 129–143, (2019).                                                                         | ○  | ドイツ             |
| ⑥    | A. Nakajima, T. Sakamaki, T. Kawazoe, and A. Suzuki, Hydrous Magnesium-rich Magma Genesis at the top of the Lower Mantle. Scientific Reports, 9, 7420, (2019).                                                                                                                                          | ○  | ドイツ             |
| ⑦    | I. Ohira, J.M. Jackson, N.V. Solomatova, W. Sturhahn, G.J. Finkelstein, S. Kamada, T. Kawazoe, F. Maeda, N. Hirao, S. Nakano, T.S. Toellner, A. Suzuki, and E. Ohtani, Compressional Behavior and Spin State of $\delta$ -(Al,Fe) OOH at High Pressures. American Mineralogist, 104, 1273–1284, (2019). | ○  | ドイツ             |
| ⑧    | Y. Huang, T. Nakatani, M. Nakamura, and C. McCammon, Saline Aqueous Fluid Circulation in Mantle Wedge Inferred from Olivine Wetting Properties. Nature Communications 10, Art. No.:5557, (2019).                                                                                                        | ○  | ドイツ             |
| 9    | W. P. Hsieh, T. Ishii, K. H. Chao, J. Tsuchiya, F. Deschamps, and E. Ohtani, Spin Transition of Iron in $\delta$ -(Al,Fe)OOH Induces Thermal Anomalies in Earth's Lower Mantle. Geophysical Research Letters, 47, e2020 GL087036, (2020).                                                               | ○  |                 |
| ⑩    | E. Koemets, L. Yuan, E. Bykova, K. Glazyrin, E. Ohtani, and L. Dubrovinsky, Interaction Between FeOOH and NaCl at Extreme Conditions: Synthesis of Novel $\text{Na}_2\text{FeCl}_4\text{OH}_x$ Compound. Minerals 10 (1), 51, (2020).                                                                   | ○  | ドイツ             |
| ⑪    | E. Marzotto, W. P. Hsieh, T. Ishii, K. H. Chao, G. J. Golabek, M. Thielmann, and E. Ohtani, Effect of Water on Lattice Thermal Conductivity of Ringwoodite and its Implications for the Thermal Evolution of Descending Slabs. Geophysical Research Letters 47 (13), e2020GL087607, (2020).             | ○  | ドイツ             |
| ⑫    | T. Tsujimori, R. Fukushima, and N. Miyajima, Reappraisal of Natural Omphacite: To See World in a Nanoscale Domain. BGI Annual Report 2019, 79–81, (2020). ※紀要、査読無し                                                                                                                                      |    | ドイツ             |
| ⑬    | P. Eichheimer, M. Thielmann, W. Fujita, G. J. Golabek, M. Nakamura, S. Okumura, T. Nakatani, and M. O. Kottwitz, Combined Numerical and Experimental Study of Microstructure and permeability in Porous Granular Media. Solid Earth, vol. 11, 1079–1095, (2020).                                        | ○  | ドイツ             |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |     |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|
| ㉒  | <u>L. Yuan</u> , <u>G. Steinle-Neumann</u> , and <u>A. Suzuki</u> , Structure and Density of H <sub>2</sub> O-rich Mg <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> Melts at High Pressure from ab initio Simulations. <i>Journal of Geophysical Research</i> , 125, e2020JB020365, (2020).                                                                                                                                                                                                                                                                | ○ | ドイツ |
| ㉓  | <u>Y. Huang</u> , <u>T. Nakatani</u> , <u>M. Nakamura</u> , and <u>C. McCammon</u> , Experimental Constraint on Grain-scale Fluid Connectivity in Subduction Zones. <i>Earth and Planetary Science Letters</i> , 552, 15 (2020a).                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ○ | ドイツ |
| ㉔  | <u>Y. Huang</u> , <u>H. Guo</u> , <u>T. Nakatani</u> , <u>K. Uesugi</u> , <u>M. Nakamura</u> , and <u>H. Keppler</u> , Electrical Conductivity in a Texturally Equilibrated Fluid-Bearing Forsterite Aggregate at 800 °C and 1 GPa: Implications for the High Electrical Conductivity Anomalies in Mantle Wedges. <i>Journal of Geophysical Research: solid earth</i> , under review. Preprint, (2020b).                                                                                                                                   | ○ | ドイツ |
| ㉕  | <u>E. Koemets</u> , <u>T. Fedotenko</u> , <u>S. Khandarkhaeva</u> , <u>M. Bykov</u> , <u>E. Bykova</u> , <u>M. Thielmann</u> , <u>S. Chariton</u> , <u>G. Aprilis</u> , <u>I. Koemets</u> , <u>K. Glazyrin</u> , <u>H. P. Liermann</u> , <u>M. Hanfland</u> , <u>E. Ohtani</u> , <u>N. Dubrovinskaia</u> , <u>C. McCammon</u> , and <u>L. Dubrovinsky</u> , Chemical Stability of FeOOH at High Pressure and Temperature, and Oxygen Recycling in Early Earth History. <i>European Journal of Inorganic Chemistry</i> , 3048–3053, (2021). | ○ | ドイツ |
| 18 | <u>Y. Ito</u> , <u>O. Ikeda</u> , <u>R. Ban</u> , <u>T. Kubota</u> , <u>T. Sakamaki</u> , <u>T. Kuribayashi</u> , and <u>A. Suzuki</u> , Phase Transitions of ScOOH under High Pressure. <i>High Pressure Research</i> , 41, 275–289, (2021).                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ○ |     |
| 19 | <u>R. Fukushima</u> , <u>T. Tsujimori</u> , <u>S. Aoki</u> , and <u>K. Aoki</u> , Trace-element Zoning Patterns in Porphyroblastic Garnets in Low-T Eclogites: Parameter Optimization of the Diffusion-Limited REE-uptake Model. <i>Island Arc</i> , 30, e12394, (2021).                                                                                                                                                                                                                                                                   | ○ |     |
| ㉖  | <u>R. Fukushima</u> , <u>T. Tsujimori</u> , and <u>N. Miyajima</u> , Various Antiphase Domains in Garnet-Hosted Omphacite in Low-Temperature Eclogite: A FIB-TEM Study on Heterogeneous Ordering Processes. <i>American Mineralogist</i> , 106, 1596–1605, (2021).                                                                                                                                                                                                                                                                         | ○ | ドイツ |
| ㉗  | <u>R. Fukushima</u> , <u>T. Tsujimori</u> , and <u>N. Miyajima</u> , Revising Estimates of Antiphase Domain Size in Eclogite-Facies Omphacites. <i>BGI Annual Report 2020</i> , 126–127, (2021).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   | ドイツ |
| 22 | <u>S. Sakai</u> , <u>N. Hirano</u> , <u>Y. Dilek</u> , <u>S. Machida</u> , <u>K. Yasukawa</u> , and <u>Y. Kato</u> , Tokoro Belt (NE Hokkaido): an Exhumed, Jurassic – Early Cretaceous seamount in the Late Cretaceous accretionary Prism of Northern Japan. <i>Geological Magazine</i> 158, 72–83, (2021).                                                                                                                                                                                                                               | ○ |     |
| ㉘  | <u>I. Ohira</u> , <u>J.M. Jackson</u> , <u>W. Sturhahn</u> , <u>G.J. Finkelstein</u> , <u>T. Kawazoe</u> , <u>T.S. Soellner</u> , <u>A. Suzuki</u> , and <u>E. Ohtani</u> , The Influence of $\delta$ -(Al, Fe) OOH on Seismic Heterogeneities in Earth's Lower Mantle. <i>Scientific Reports</i> , 11, 12036, (2021).                                                                                                                                                                                                                     | ○ | ドイツ |
| 24 | <u>S. Sawa</u> , <u>J. Muto</u> , <u>N. Miyajima</u> , <u>R. Shiraishi</u> , <u>M. Kido</u> , and <u>H. Nagahama</u> , Strain Localization Bands in Fine-Grained Aggregates of Germanate Olivine and Pyroxene Deformed by a Griggs Type Apparatus. <i>International journal of rock mechanics and mining sciences</i> , 144, 104812, (2021).                                                                                                                                                                                               | ○ |     |
| 25 | <u>N. Takahashi</u> , <u>T. Tsujimori</u> , <u>S. Kamada</u> , and <u>M. Nakamura</u> , In-situ Raman Spectroscopic Analysis of Dissolved Silica Structures in Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> and NaOH Solutions at High Pressure and Temperature. <i>Contributions to Mineralogy and Petrology</i> , 177, 36, (2022).                                                                                                                                                                                                                    | ○ |     |
| ㉙  | <u>N. Satta</u> , <u>M. Miyahara</u> , <u>S. Ozawa</u> , <u>H. Marquardt</u> , <u>M. Nishijima</u> , <u>T. Arai</u> , and <u>E. Ohtani</u> , Apollo 15 regolith breccia provides first natural evidence for olivine incongruent melting. <i>American Mineralogist</i> , in press, (2022).                                                                                                                                                                                                                                                  | ○ | ドイツ |
| ㉚  | <u>M. Matsuoka</u> , <u>T. Nakamura</u> , <u>N. Miyajima</u> , <u>T. Hiroi</u> , <u>N. Imae</u> , and <u>A. Yamaguchi</u> , Spectral and Malteration Process of Naturally-Heated Carbonaceous Chondrites. <i>Geochimica et Cosmochimica Acta</i> , 316, 150–167, (2020).                                                                                                                                                                                                                                                                   | ○ | ドイツ |
| 28 | <u>Y. Ito</u> , <u>O. Ikeda</u> , <u>R. Ban</u> , <u>T. Kubota</u> , <u>T. Sakamaki</u> , <u>T. Kuribayashi</u> , and <u>A. Suzuki</u> , In-situ X-Ray Diffraction Study of Phase Transitions in ScOOH. <i>Photon Factory Activity Report 2021</i> , 39, (2022).                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |     |

|    |                                                                                                                                                                                             |     |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 29 | R. Fukushima, <u>T. Tsujimori</u> , and <u>N. Miyajima</u> , Nanoscale Cation-Diffusion Modeling in Garnet-Hosted Omphacite: A Preliminary result. BGI Annual Report 2021. 132-134, (2022). | ドイツ |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

## ②国際会議における発表

・著者名(参加教員等を含む全員の氏名を、論文等と同一の順番で記載すること)、発表題名、発表した学会名、開催場所、論文等の番号、発表年月日等を記載すること。発表者に○印を付すこと。

・査読がある場合、「査読」欄に○印を付す。

| 整理番号 | 著者名、発表題名、学会名、開催場所、口頭・ポスター等の形式、論文等の番号、発表年月日等                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 査読 | 相手国名<br>(共同発表の場合) |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------|
| ①    | <u>OI. Ohira</u> , <u>T. Kawazoe</u> , <u>T. Ishii</u> , <u>T. B. Ballaran</u> , <u>C. McCammon</u> , <u>A. Suzuki</u> , and <u>E. Ohtani</u> , Single Crystal Synthesis of $\delta$ -(Al,Fe)OOH Using Multi-anvil Apparatus, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, Chiba, Japan, Oral, May 20-25, 2017.                                                                                                                                                                   |    | ドイツ               |
| ②    | <u>OI. Ohira</u> , <u>J. M. Jackson</u> , <u>W. Sturhahn</u> , <u>G. J. Finkelstein</u> , <u>S. Kamada</u> , <u>T. Kawazoe</u> , <u>F. Maeda</u> , <u>N. Hirao</u> , <u>S. Nakano</u> , <u>A. Suzuki</u> , and <u>E. Ohtani</u> , Compressional Behavior of $\delta$ -(Al, Fe)OOH to Lower Mantle Pressures, 55th EHPRG Meeting, Poznan, Poland, Oral, Sept. 3-8, 2017.                                                                                           |    | ドイツ、アメリカ合衆国       |
| ③    | <u>OI. Ohira</u> , <u>S. Kamada</u> , <u>J. M. Jackson</u> , <u>W. Sturhahn</u> , <u>G. J. Finkelstein</u> , <u>T. Kawazoe</u> , <u>F. Maeda</u> , <u>N. Hirao</u> , <u>S. Nakano</u> , <u>A. Suzuki</u> , and <u>E. Ohtani</u> , Compressional Behavior of $\delta$ -(Al, Fe)OOH to Lower Mantle Pressures, High-Pressure Mineral Physics Seminar (HPMPS-9), Saint Malo, France, Poster, Sep 24-28, 2017.                                                        |    | ドイツ、アメリカ合衆国       |
| ④    | <u>OM. Matsuoka</u> , <u>T. Nakamura</u> , <u>N. Miyajima</u> , <u>N. Imae</u> , <u>A. Yamaguchi</u> , and <u>H. Kojima</u> , Spectral and Mineralogical Properties of Dehydrated Carbonaceous Chondrites, The 8th Symposium on Polar Science, Tokyo, Japan, Oral, Dec. 6, 2017 .                                                                                                                                                                                 |    | ドイツ               |
| 5    | <u>OL. Yuan</u> , <u>E. Ohtani</u> , <u>D. Ikuta</u> , <u>S. Kamada</u> , <u>J. Tsuchiya</u> , <u>N. Hirao</u> , <u>Y. Ohishi</u> , and <u>A. Suzuki</u> , Chemical Reactions between Fe and H <sub>2</sub> O Up to Megabar Pressures and Implications for Water Storage in the Earth's Mantle and Core, JpGU2018, Chiba, Japan, Poster, May 20-24, 2018.                                                                                                         |    |                   |
| ⑥    | <u>OW. Fujita</u> , <u>P. Eichheimer</u> , <u>M. Thielmann</u> , <u>A. Popov</u> , <u>G. J. Golabek</u> , and <u>B. Kaus</u> , Permeability Benchmark Using 3D Numerical Modelling, JpGU2018, Chiba, Japan, Poster, May 20-24, 2018.                                                                                                                                                                                                                              |    | ドイツ               |
| ⑦    | <u>OY. Huang</u> , <u>T. Nakatani</u> , <u>M. Nakamura</u> , and <u>C. McCammon</u> , Experimental Constraints on the Dihedral Angle between Olivine and Multicomponent Aqueous Fluids in the Upper Mantle Conditions, JpGU2018, Chiba, Japan, Oral, May 20-24, 2018.                                                                                                                                                                                             |    | ドイツ               |
| ⑧    | <u>OF. Maeda</u> , <u>S. Kamada</u> , <u>N. Miyajima</u> , <u>S. Petitgirard</u> , <u>N. Hirao</u> , <u>C. McCammon</u> , <u>D. J. Frost</u> , <u>T. Sakamaki</u> , and <u>A. Suzuki</u> , Stability of MgCO <sub>3</sub> in Fe-rich Hydrous Lower Mantle. Earth, Sea and Sky III: International Joint Graduate Program Workshop in Earth and Environmental Sciences, Tohoku Univ., Sendai, Japan, Poster, May 27-29, 2018.                                       |    | ドイツ               |
| 9    | <u>OK. Goto</u> and <u>A. Suzuki</u> , The Melting Behavior in Albite-Brine System at 1.5 GPa : the Effect of NaCl on Melting Temperature, Earth, Sea and Sky III: International Joint Graduate Program Workshop in Earth and Environmental Sciences, Tohoku Univ., Sendai, Japan, Poster, May 27-29, 2018.                                                                                                                                                       |    |                   |
| ⑩    | <u>OW. Fujita</u> , <u>P. Eichheimer</u> , <u>M. Thielmann</u> , <u>A. Popov</u> , <u>G. J. Golabek</u> , <u>B. Kaus</u> , <u>M. Nakamura</u> , and <u>K. Uesugi</u> , Permeability Benchmark Using 3D Modelling and Quantification of Intergranular Fluids Connectivity in Synthetic Quartzite, Earth, Sea and Sky III: International Joint Graduate Program Workshop in Earth and Environmental Sciences, Tohoku Univ., Sendai, Japan, Poster, May 27-29, 2018. |    | ドイツ               |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |     |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----|
| ①  | ○Y. Huang, T. Nakatani, M. Nakamura, and C. McCammon, Experimental Constraints on the Dihedral Angles in the System of Olivine–Multicomponent Aqueous Fluids at 800–1100°C and 1–4 GPa, Earth, Sea and Sky III: International Joint Graduate Program Workshop in Earth and Environmental Sciences, Tohoku Univ., Sendai, Japan, Poster, May 27–29, 2018. |  | ドイツ |
| 12 | ○N. Araya, M. Nakamura, S. Okumura, A. Yasuda, D. Miki, M. Iguchi, and N. Geshi, Very Shallow Magma Storage at the Sakurajima Volcano, Earth, Sea and Sky III: International Joint Graduate Program Workshop in Earth and Environmental Sciences, Tohoku Univ., Sendai, Japan, Poster, May 27–29, 2018.                                                  |  |     |
| ③  | ○L. Yuan, G. Steinle–Neumann, E. Ohtani, and A. Suzuki, Compressibility and structure of hydrous silicate melts from first–principles, Earth, Sea and Sky III: International Joint Graduate Program Workshop in Earth and Environmental Sciences, Tohoku Univ., Sendai, Japan, Poster, May 27–29, 2018.                                                  |  | ドイツ |
| ④  | ○F. Maeda, S. Kamada, N. Miyajima, N. Hirao, S. Kawaguchi, S. Petitgirard, C. McCammon, D.J. Frost, T. Sakamaki, and A. Suzuki, Stability of MgCO <sub>3</sub> Under the H <sub>2</sub> O and Fe–Rich Lower Mantle Conditions, The 59th High Pressure Conference of Japan, Okayama, Oral, November 26–28, Okayama, 2018.                                 |  | ドイツ |
| 15 | ○N. Hirano, and S. Machida, Shipboard Scientific Party KS–18–9, Directly Ascending Asthenospheric Melt Erupted Atop Outer Rise: the Preliminary Report of Cruise KS–18–09, R/V Shinsei, AGU Fall Meeting 2018, Washington D.C., USA, Poster, December 10–14, 2018.                                                                                       |  |     |
| ⑥  | ○T. Yutani, P. Condamine, Y. Sato, C. A. McCammon, N. Hirano, and D. J. Frost, An Experimental Study on the Genesis of Petit–Spot Lavas, AGU Fall Meeting 2018, Washington D.C., USA, Poster, December 10–14, 2018.                                                                                                                                      |  | ドイツ |
| ⑦  | ○Y. Huang, T. Nakatani, M. Nakamura, and C. Mccammon, Shallow Fluid Circulation in Mantle Wedge Inferred from the Dihedral Angle Between Olivine and NaCl–Bearing Aqueous Fluid System, AGU annual meeting, Washington D.C, American, Poster, December 10–14, 2018.                                                                                      |  | ドイツ |
| ⑧  | ○Y. Huang, T. Nakatani, M. Nakamura, and C. Mccammon, Experimental Constraints on the Dihedral Angle in Olivine–H <sub>2</sub> O–CO <sub>2</sub> System in Subduction Zones, EGU annual meeting, Vienna, Austria, Oral, April 7–12, 2019.                                                                                                                |  | ドイツ |
| ⑨  | ○Y. Huang, T. Nakatani, M. Nakamura, and C. Mccammon, Experimental Constraints on the Dihedral Angle in Olivine–H <sub>2</sub> O–NaCl System in Subduction Zones, JPGU annual meeting, Makuhari, Japan, Oral, May 26–30, 2019.                                                                                                                           |  | ドイツ |
| ⑩  | ○S. Sawa, J. Muto, N. Miyajima, and H. Nagahama, Grain Size Dependency of Olivine–Spinel Phase Transformational Mechanism Responsible for Deep–focus Earthquakes, JpGU 2019, Chiba, Japan, Poster, May 26–30, 2019.                                                                                                                                      |  | ドイツ |
| ⑪  | ○Y. Huang, T. Nakatani, M. Nakamura, and C. Mccammon, Experimental Constraints on the Dihedral Angle in Olivine–H <sub>2</sub> O–CO <sub>2</sub> System in Subduction Zones, JSPS Japanese–German graduate externship International Workshop on “Volatile Cycles”, Tokyo, Japan, May 31–June 1, 2019.                                                    |  | ドイツ |
| ⑫  | ○Y. Huang, T. Nakatani, M. Nakamura, and C. Mccammon, Shallow Fluid Circulation in Mantle Wedge Inferred from the Dihedral Angle Between Olivine and NaCl–Bearing Aqueous Fluid System. Earth, Sea and Sky five Workshop, Sendai, Japan, Poster, June 2–4, 2019.                                                                                         |  | ドイツ |
| ⑬  | ○S. Sawa, J. Muto, N. Miyajima, and H. Nagahama, Grain Size Dependency of Olivine–Spinel Phase Transformational Mechanism Responsible for Deep–focus Earthquakes, Earth, Sea and Sky V, Miyagi, Japan, Poster, June 2–4, 2019.                                                                                                                           |  | ドイツ |
| 24 | ○Y. Katsuragi, N. Hirano, K. Shimizu, R. Fidel, O. Jeffrey, T. Yutani, Geochemical variations of the asthenosphere inferred from the geochemistry of petit–spot lavas in the NW Pacific plate, JpGU 2019, Chiba, Japan, Poster, May 26–30, 2019.                                                                                                         |  |     |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----|
| 25 | OL. Yuan, E. Ohtani, X. Wu, S. Huang, D. Ikuta, T. Sakamaki, S. Kamada, H. Fukui, S. Tsutsui, H. Uchiyama, D. Ishikawa, N. Hirao, and A. Q. R. Baron, Ultralow-velocity zones possibly explained by light element-enriched iron compounds, Japan Geoscience Union Meeting 2019, Chiba, Japan, Oral, 26-30 May 2019.                 |  |     |
| 26 | OL. Yuan, E. Ohtani, X. Wu, S. Huang, D. Ikuta, T. Sakamaki, S. Kamada, H. Fukui, S. Tsutsui, H. Uchiyama, D. Ishikawa, N. Hirao, and A. Baron, Fe2O3 post-perovskite as a candidate phase for ultralow-velocity zones, European Geosciences Union Meeting 2019, Vienna, Austria, Oral, 7-12 April, 2019.                           |  |     |
| 27 | OS. Sawa, J. Muto, N. Miyajima, and H. Nagahama, Grain Size Dependency of Ge-Olivine/Spinel on Phase Transformational Faulting Mechanism for Deep-focus Earthquakes, GeoMünster, Münster, Germany, oral, September 22-25, 2019.                                                                                                     |  | ドイツ |
| 28 | OS. Sawa, N. Miyajima, J. Muto, and H. Nagahama, Grain Size Dependency of the Phase Transformational Faulting Mechanism Responsible for Deep-Focus Earthquakes, AGU fall meeting, San Francisco and celebrate our Centennial, poster, December 9-13, 2019.                                                                          |  | ドイツ |
| 29 | OR. Fukushima, T. Tsujimori, N. Miyajima, and K. Aoki, An Integrated Study of Prograde-Zoned Garnets in Low-Temperature Eclogites: Reappraisal of Omphacite Antiphase Domain Geospeedometry and New Insights in Fluid-Induced Metamorphic Crystal Growths, JpGU-AGU Joint Meeting 2020, online, Poster, SMP38-21, 12-16 July, 2020. |  | ドイツ |
| 30 | OY. Huang, T. Nakatani, M. Nakamura, and C. Mccammon, Experimental Constraint on Grain-Scale Fluid Connectivity in Subduction Zones, JpGU-AGU Joint Meeting 2020, online, Oral, 12-16 July, 2020.                                                                                                                                   |  | ドイツ |
| 31 | OR. Fukushima, T. Tsujimori, and N. Miyajima, Arious Antiphase Domains in Garnet-Hosted Omphacite in Low-Temperature Eclogite: A FIB-TEM Study on Heterogeneous Ordering Processes, Earth, Sea and Sky VI: International Joint Graduate Program Workshop in Earth and Environmental Sciences, online, Poster, 7-11 June, 2021.      |  | ドイツ |
| 32 | OR. Fukushima, T. Tsujimori, and M. Miyajima. Toward an Understanding of Fluid-Induced Growth of Oscillatory-Zoned Garnets in Group-C Eclogites: Temporal Constraints from Nanoscale Cation-Diffusion Modeling, Japan Geoscience Union Meeting 2022, online, oral, S-IT18, 23 May, 2022.                                            |  | ドイツ |

### ③国内会議・シンポジウム等における発表

・②と同様に記載してください。

| 整理番号 | 著者名、発表題名、学会名、開催場所、口頭・ポスター等の形式、論文等の番号、発表年月日等                                                                                                    | 査読 | 相手国名<br>(共同発表の場合) |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------|
| 1    | 平野直人・油谷拓・桂木悠希・Oalman Jeffrey・Rodriguez Fidel, アセノスフェア組成の探究: 新青丸 KS-18-9 航海による「直プチ」調査. 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 幕張メッセ, 千葉市, 口頭, 2019 年 5 月 26-30 日. |    |                   |

### ④図書

| 整理番号 | 著者名、著書名、出版社名、刊行年月日等 | 相手国名(共著の場合) |
|------|---------------------|-------------|
| 1    |                     |             |
| 2    |                     |             |
| 3    |                     |             |

## (3) 共同セミナー

|    |       |                                                                                              |                                       |
|----|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1  | セミナー名 | 独立行政法人日本学術振興会 日独共同大学院プログラム・キックオフシンポジウム                                                       |                                       |
|    | 開催期間  | 平成 28 年 7 月 3 日～平成 28 年 7 月 6 日                                                              |                                       |
|    | 開催場所  | 東北大学 青葉山キャンパス 工学部中央棟 2 階 大会議室                                                                |                                       |
|    | 参加者数  | 日本側                                                                                          | 合計 38 名(教員等 15 名、大学院学生 13 名、その他 10 名) |
| 2  | セミナー名 | ドイツ側                                                                                         | 合計 32 名(教員等 13 名、大学院学生 11 名、その他 8 名)  |
|    |       | ドイツ研究振興協会 IRTG-独立行政法人日本学術振興会 日独共同大学院プログラム<br>ジョイントワークショップ「地球深部揮発性元素循環」                       |                                       |
|    |       | 平成 28 年 9 月 28 日～平成 28 年 9 月 29 日                                                            |                                       |
|    |       | 開催場所 バイロイト大学 building AI, H3                                                                 |                                       |
| 3  | セミナー名 | 日本側                                                                                          | 合計 5 名(教員等 2 名、大学院学生 3 名)             |
|    |       | ドイツ側                                                                                         | 合計 37 名(教員等 15 名、大学院学生 15 名、その他 7 名)  |
|    |       | 東北大学環境・地球科学国際共同大学院・独立行政法人日本学術振興会日独共同大学<br>院プログラム共催「地球・海・空-Ⅱ:環境・地球科学国際共同大学院ワークショップ」           |                                       |
|    |       | 平成 29 年 5 月 28 日～平成 29 年 5 月 30 日                                                            |                                       |
| 4  | セミナー名 | 開催場所 東北大学理学研究科                                                                               |                                       |
|    |       | 日本側                                                                                          | 合計 43 名(教員等 14 名、大学院学生 10 名、その他 19 名) |
|    |       | ドイツ側                                                                                         | 合計 3 名(教員等 2 名、大学院学生 1 名)             |
|    |       | 独立行政法人日本学術振興会日独共同大学院プログラム「地球惑星揮発性元素に関する<br>博士学生セミナー」                                         |                                       |
| 5  | セミナー名 | 平成 29 年 9 月 14 日～平成 29 年 9 月 15 日                                                            |                                       |
|    |       | 開催場所 バイロイト大学                                                                                 |                                       |
|    |       | 日本側                                                                                          | 合計 7 名(教員等 1 名、大学院学生 6 名)             |
|    |       | ドイツ側                                                                                         | 合計 32 名(教員等 10 名、大学院学生 13 名、その他 9 名)  |
| 6  | セミナー名 | 東北大学環境・地球科学国際共同大学院・独立行政法人日本学術振興会日独共同大学<br>院プログラム共催「地球・海・空:環境・地球科学国際共同大学院ワークショップ-Ⅲ」           |                                       |
|    |       | 平成 30 年 5 月 27 日～平成 30 年 5 月 29 日                                                            |                                       |
|    |       | 開催場所 東北大学理学研究科                                                                               |                                       |
|    |       | 日本側                                                                                          | 合計 56 名(教員等 7 名、大学院生 12 名、その他 37 名)   |
| 7  | セミナー名 | ドイツ側                                                                                         | 合計 5 名(教員等 2 名、大学院生 3 名)              |
|    |       | 日本学術振興会・日独共同大学院プログラム国際ワークショップ「揮発性元素循環」                                                       |                                       |
|    |       | 令和元年 5 月 31 日～令和元年 6 月 1 日                                                                   |                                       |
|    |       | 開催場所 東北大学 東京分室・ステーションコンファレンス                                                                 |                                       |
| 8  | セミナー名 | 日本側                                                                                          | 合計 24 名(教員等 9 名、大学院生 11 名、その他 4 名)    |
|    |       | ドイツ側                                                                                         | 合計 23 名(教員等 4 名、大学院生 15 名、その他 4 名)    |
|    |       | 東北大学環境・地球科学国際共同大学院・独立行政法人日本学術振興会日独共同大学<br>院プログラム共催「地球・海・空:環境・地球科学国際共同大学院ワークショップ-V」           |                                       |
|    |       | 令和元年 6 月 3 日～令和元年 6 月 4 日                                                                    |                                       |
| 9  | セミナー名 | 開催場所 東北大学理学研究科                                                                               |                                       |
|    |       | 日本側                                                                                          | 合計 66 名(教員等 18 名、大学院生 9 名、その他 39 名)   |
|    |       | ドイツ側                                                                                         | 合計 11 名(教員等 3 名、大学院生 8 名)             |
|    |       | 東北大学環境・地球科学国際共同大学院・独立行政法人日本学術振興会日独共同大学<br>院プログラム共催「地球・海・空-VI:環境・地球科学国際共同大学院プログラムワークショ<br>ップ」 |                                       |
| 10 | セミナー名 | 令和 3 年 6 月 7 日～ 11 日                                                                         |                                       |
|    |       | 開催場所 オンライン                                                                                   |                                       |

|      |      |                                       |
|------|------|---------------------------------------|
| 参加者数 | 日本側  | 合計 103 名(教員等 12 名、大学院生 11 名、その他 80 名) |
|      | ドイツ側 | 合計 19 名(教員等 5 名、大学院生 9 名、その他 5 名)     |

※ 記載欄が足りない場合には、適宜枠を追加して記載してください。

## (4)派遣・受入実績

本事業で経費を負担した派遣及び受入の人数を記載してください。

(名)

|                    | 派遣数(日本→ドイツ) |      |    | 受入数(ドイツ→日本) |      |    |
|--------------------|-------------|------|----|-------------|------|----|
|                    | 教員等         | 大学院生 | 合計 | 教員等         | 大学院生 | 合計 |
| 平成 28 年度           | 12          | 13   | 25 | 14          | 6    | 20 |
| 平成 29 年度           | 9           | 13   | 22 | 3           | 2    | 5  |
| 平成 30 年度           | 10          | 11   | 21 | 6           | 6    | 12 |
| 平成 31 年度<br>/令和元年度 | 9           | 11   | 20 | 5           | 17   | 22 |
| 令和 2 年度            | 0           | 0    | 0  | 0           | 0    | 0  |
| 令和 3 年度            | 0           | 1    | 1  | 0           | 0    | 0  |