

国際科学技術共同研究推進事業  
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究領域「低炭素社会の実現に向けた高度エネルギーシステムに関する研究」  
研究課題名「熱発光地熱探査法による地熱探査と地熱貯留層の統合評価システム」  
採択年度：2017 年（平成 29 年度）/研究期間：5 年  
相手国名：エルサルバドル

令和元（2019）年度実施報告書

国際共同研究期間\*1

2018 年 6 月 15 日から 2023 年 6 月 14 日まで

JST 側研究期間\*2

2017 年 6 月 1 日から 2023 年 3 月 31 日まで

（正式契約移行日 2018(平成 30) 年 4 月 1 日）

\*1 R/D に基づいた協力期間（JICA ナレッジサイト等参照）

\*2 開始日=暫定契約開始日，終了日=JST との正式契約に定めた年度末

研究代表者： 東北大学 教授 土屋 範芳

# I. 国際共同研究の内容（公開）

## 1. 当初の研究計画に対する進捗状況

### (1) 研究の主なスケジュール

| 研究題目・活動                                   | 2017(H29)<br>年度<br>(10ヶ月) | 2018(H30)<br>年度                                          | 2019(R1)<br>年度 | 2020(R2)<br>年度 | 2021(R3)<br>年度 | 2022(R4)<br>年度<br>(12ヶ月) |
|-------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|
| (1) 研究題目 1<br>【熱発光地熱<br>探査法】              |                           |                                                          |                |                |                |                          |
| 1-1                                       |                           | 熱発光地熱探査法の特徴を確認する。<br>↔                                   |                |                |                |                          |
| 1-2                                       |                           | 研究対象地域で地熱探査調査を実施する。<br>↔ ↔ ↔ ↔                           | ↔ ↔            | ↔ ↔            | ↔ ↔            | *1                       |
| 1-3                                       |                           | 石英・および長石の熱発光地熱探査法を開発する。<br>↔ ↔ ↔ ↔ ↔ ↔ ↔ ↔               |                |                | *1             |                          |
| 1-4                                       |                           | 熱発光地熱探査法による現場調査を行う。<br>↔ ↔ ↔ ↔                           | ↔ ↔            | ↔ ↔            | ↔ ↔            | *1                       |
| 1-5                                       |                           | 熱発光地熱探査法と従来の探査手法を比較する。<br>↔ ↔                            | *1             |                |                |                          |
| 1-6                                       |                           | 現場調査で抽出される結果を用いてデータベースを構築する。<br>↔                        | ↔              | ↔              | ↔              | ↔                        |
| (2) 研究題目 2<br>【統合システム<br>地熱探査データ<br>解析技術】 |                           |                                                          |                |                |                |                          |
| 2-1                                       |                           | 抽出されるデータの解析のため、適切な IT ツールを特定する。<br>↔                     |                | *2             |                |                          |
| 2-2                                       |                           | 統計分析の手法を確立する。<br>↔ ↔                                     |                |                |                |                          |
| 2-3                                       |                           | QGIS をベースとした統合化システムを設計する。<br>↔ ↔ ↔                       |                |                |                |                          |
| 2-4                                       |                           | データ入力フォームを作成する。<br>↔ ↔ ↔                                 |                |                |                |                          |
| 2-5                                       |                           | 熱発光、地質、地球物理学、地球化学の地熱探査データを集積する。<br>↔ ↔ ↔ ↔               |                |                |                | *2                       |
| 2-6                                       |                           | データ解析技術にかかる説明マニュアルを策定する。<br>↔                            |                |                |                |                          |
| 2-7                                       |                           | データ解析技術から抽出されるデータと従来の手法で得られるデータを比較する。<br>↔ ↔ ↔ ↔ ↔ ↔ ↔ ↔ |                |                |                |                          |

|                                 |     |                                                              |  |  |  |  |
|---------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
| (3) 研究題目 3<br>【貯留層シミュレーション】     | 3-1 | 貯留層シミュレーションのための適切なソフトウェアを選定する。<br>↔ ↔ ↔ ↔ ↔                  |  |  |  |  |
|                                 | 3-2 | 試行的な貯留層シミュレーションを実施する。<br>↔ ↔ ↔ ↔ ↔                           |  |  |  |  |
|                                 | 3-3 | 適用可能な貯留層シミュレーション方法を開発する。<br>↔ ↔ ↔ ↔ ↔                        |  |  |  |  |
|                                 | 3-4 | 既に特性化された貯留層に同方法を適用する。<br>↔ ↔ ↔ ↔ ↔                           |  |  |  |  |
|                                 | 3-5 | 研究対象地域の地熱貯留層のパフォーマンスを評価する。<br>↔ ↔ ↔ ↔ ↔                      |  |  |  |  |
| (4) 研究題目 4<br>【スタッフの能力の強化・人材養成】 | 4-1 | エルサルバドルにおいて地熱ワークショップを開催する。<br>◆ ◆ ◆ ◆ ◆                      |  |  |  |  |
|                                 | 4-2 | 日本において熱発光地熱探査および貯留層評価に関する地熱スクール(3ヶ月短期コース)を開催する。<br>↔ ↔ ↔ ↔ ↔ |  |  |  |  |
|                                 | 4-3 | 論文発表に向けて、熱発光地熱探査および貯留層評価の結果や教訓をとりまとめる。<br>← . . . . . →      |  |  |  |  |

(スケジュール表記方法： 上段黒線が当初計画，下段赤線は見直し後変更計画を示す)

\*1 熱発光の主要ターゲットが長石となったことにより，測定技術の研究開発などの作業に時間を要することから期間を延長・拡大した。

\*2 LaGeo からの一部データ提供を受け、早めにデータ収集を開始。それに伴い、ツールも検討。

(2) プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)  
特になし。

## 2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

### (1) プロジェクト全体

本研究プロジェクトは、鉱物の熱発光現象を利用して、地熱徴候を鋭敏に検知し、既存の探査手法に比べて、安価にかつ広範囲の地熱徴候を把握でき、有望地域の絞り込みを行うもので、これに加えて、既存探査結果を含めて、GIS を基礎とした統合データ解析システムを構築し、熱水流動シミュレーション技術を開発し、地熱地域の資源量評価と貯留層評価を行うことを目的としている。さらに、これらの技術の基礎から応用までを展開でき

る人材養成を行っている。

2019 年度においては、以下の活動を行った。

- 地熱ワークショップ@エルサルバドル：2019 年 8 月 22 日から 27 日にかけてエルサルバドル大学で開催した地熱ワークショップ（講師 4 名・12 講義）には 4 日間で 31 名が参加した。参加者の年代は 20 代から 60 代まで幅広く、また、受講者は、学生からシニアクラスの教員まで幅広かった。人材養成のニーズが極めて高いこと、またそれに応えるワークショップであった。
- 地熱地質調査：2019 年 6 月 5～7 日に、Lago de Güija, Chinameca ならびに Conchagua 地域において、地表地質調査を実施した。また 8 月 20～21 日、28 日にかけてエルサルバドル北東部地域（Cacahuatique, Las Marias 周辺）、San Salvador 周辺での調査を行った。エルサルバドルは全土において治安が悪く、また JICA 規約による行動制約も課されている。共同研究先である、LaGeo の協力により、しっかりとした警備のもと調査を行い、安全上の大きなトラブルは生じなかった。



Chinameca 地熱地帯での地質調査



地熱ワークショップでの講義

（右：土屋教授、左：通訳）

- 地熱スクール@日本：エルサルバドルより  
6 名の研修生が来日し、2019 年 9 月 9 日から 12 月 7 日までの 3 か月間地熱スクールを開催した。フィールド調査、講義、実習を通して地質学、鉱物学、分析機器の操作・分析・管理方法、地熱貯留層探査について、それぞれが選択した専門コース（地質学・鉱物学・熱発光分野、地化学分野、物理探査・地熱貯留層シミュレーション）に分かれて学んだ。12 月 5 日には国内関係者を招いて成果報告会を開催し、研修生が成果を発表した。



偏光顕微鏡観察実習  
(東北大学, 地質・鉱物学・熱発光分野)



竜川（雫石川）での地質調査実習  
(岩手大学, 全員共通)



上の岱地熱発電所での地熱流体採取実習  
(Geo-E, 地質鉱物学熱発光分野, 地化学分野)



研修成果報告におけるディスカッション  
(FREA, 物理探査・地熱貯留層シミュレーション分野)



日本地熱学会学術講演会熊本大会  
ポスター発表



(鹿児島県) 山川地熱発電所見学

- 供与機材

2019 年 7 月 23 日に ICP-OES（Inductivity coupled plasma optical emission spectrometer・ICP 発光分光分析装置）がエルサルバドル大学に到着，9 月 6 日に設置された。8 月 27 日に試料作製キット，遊星ボールミル，手動プレス機も到着した。

2020 年 1 月 28 日に熱発光測定装置、3 月 6 日には XRF（蛍光 X 線分析装置）が到着，今後，運転調整を行う予定である（COVID-19 の影響により，作業中断中）。

尚，8 月 19 日にはエルサルバドル大学において，Manuel Joya 副学長，日本大使館樋口大使など多くの関係者が出席して機材贈与式が盛大に開催された。



エルサルバドル大学での機材贈与式  
（中央：土屋教授，Joya 副学長）

## (2) 研究題目 1 熱発光地熱探査法

### ① 研究題目 1 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

#### 1-1 熱発光地熱探査法の特徴の確認

地熱地帯での地表地熱徴候を確認し，熱発光探査法の有効性を確認した。（この項目は終了）

#### 1-2 研究対象地域で地熱探査調査

Ahuachapán, Berlín, San Vicente, Chinameca, Conchagua 地熱地帯の他，Santa Ana, Chalatenango, Morazán, La Unión 北部地域などの地表地質調査を行った。国内の主要な地熱地帯の概査は終了した。今後，試料の解析などを進めながらより詳細調査へと移行する。

#### 1-3 石英および長石の熱発光地熱探査法の開発

Ahuachapán ならびに Berlín 地熱地帯に分布する岩石は，石英を含有するものが極めて限られており，長石を含むものが主体であることが明らかとなった。このことを踏まえ，対象国の熱発光対象鉱物は石英だけでなく，長石類も対象とする必要がある。2019 年度は試料採取の他，長石の熱発光測定に関する検討・準備作業を進めた。2020 年度以降，試料採取とともに熱発光量等の測定を行う。

#### 1-4 熱発光地熱探査法による現場調査

Ahuachapán, Berlín, San Vicente, Chinameca, Conchagua の 5 地熱地帯，国内北部地域等で地質調査（概査）を実施した。2020 年度も，主要地熱地域の他，国内全地域をカバーする調査ならびに試料採取を進める。

#### 1-5 熱発光地熱探査法と従来の探査手法との比較

地表地質調査データに基づき，既存地熱探査データの提供を LaGeo に依頼し，2019 年度はその一部について提供を受けた。引き続き，データ提供を進めて，従来探査法との比較を含め，地熱探査データの統合化システムの構築を行う。

#### 1-6 現場調査で抽出される結果を用いてのデータベースの構築

既開発地域における地熱探査データについて調査、検討を行った。2019 年度以降、データベースのフォーマットおよび探査データの入力プロトコルの開発ならびに統一化を進めており、2020 年度以降も引き続き、作業を進める。

#### ② 研究題目 1 のカウンターパートへの技術移転の状況

2018 年度に引き続き、地表地熱調査方法の基礎を習得すると共に、岩石試料の処理、基礎的な観察・分析方法などについて技術移転を実施した。

#### ③ 研究題目 1 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

エルサルバドルに分布する火山岩類には、石英の含有がきわめてまれであることが判明した。各地熱地帯における地質調査ならびに岩石の化学分析を通じて、この特徴は、エルサルバドルの地質発達環境を強く反映したものであることがわかってきた。すなわち、石英含有量が当初予測よりきわめて限られることは、逆にエルサルバドルの地熱地帯の発達史に大きな制約を与えると同時に、探査や地熱貯留層の分布、特徴の抽出に大きな情報を与えることができると考えられる。

これらの地質的な特徴を明確に示して、エルサルバドルの地質発達史ならびに地熱地帯の発達史を編んだ文献はきわめて限定的であることが明らかとなった。本プロジェクトではこの点についても研究対象とし、2019 年度は岩石試料の分析、文献のレビュー並びにディスカッションを行い、取りまとめを行った。

#### ④ 研究題目 1 の研究のねらい（参考）

特になし

#### ⑤ 研究題目 1 の研究実施方法（参考）

特になし

### (3) 研究題目 2 【統合システム地熱探査データ解析技術】

#### ① 研究題目 2 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

##### 2-1 熱発光地熱探査法で抽出されるデータの解析

日本での調査ツール、IT ツールがそのまま適用できることが明らかとなったため、ほぼ所期の目的は達成した。

##### 2-2 統計分析の手法の確立

化学分析などのデータについて、多変量解析手法など統計解析方法の適用し、その有効性を明らかにした。今後、機械学習を応用した新たな手法の開発を進めるとともに、他地域の分析データの比較を行い、エルサルバドルの地熱地域の特徴を明らかにしていく。

### 2-3 QGIS をベースとした統合化システム設計

QGIS を利用した地熱探査データベースのプロトタイプは完成したが、QGIS ver.3 に対応したデータフォーマットならびに 3 次元化への対応を引き続き進める。

QGIS を利用した地熱探査データベースのプロトタイプは完成したが、QGIS のバージョンアップ (ver.2 から ver.3) に対応したデータフォーマットならびに 3 次元化への対応を進める。

### 2-4 データ入力フォームの作成

QGIS 上位バージョンに対応するデータ入力フォームを開発しているが、他の探査データのデータフォーマットを検討して、さらに汎用性を高める必要がある。

### 2-5 熱発光，地質，地球物理，地球化学の地熱探査データ集積

LaGeo より一部具体的なデータ開示がなされた。また文献調査を通じて特に地質，地化学データの収集を進めた。2020 年度も引き続きデータベースへの入力を進める。

### 2-6 データ解析技術にかかる説明マニュアル策定

現時点で入力フォーマットやプロトコルの開発段階であり、マニュアル整備は 2020 年度以降実施する。

## ② 研究題目 2 のカウンターパートへの技術移転の状況

地熱スクールなどの研修を通じて基礎技術，分析機器等の操作，管理技術については習得する機会を与えた。今後，実データが増えることにより手法の理解とシステムの充実が進むことが期待できる。

## ③ 研究題目 2 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

特になし

## ④ 研究題目 2 の研究のねらい（参考）

特になし

## ⑤ 研究題目 2 の研究実施方法（参考）

特になし

## (4) 研究題目 3 【貯留層シミュレーション】

### ① 研究題目 3 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

#### 3-1 貯留層シミュレーションのための適切なソフトウェアの選定

HYDROTHERM (アメリカ地質調査所 開発) を使用し、その有効性を明らかにした。2019 年度ではこれに加えて、TOUGHREACT, PetraSim など他のシミュレーターの適用性を検討する。さらに、熱発光モデルとのカップリングを行う

独自のシミュレーションソフトの開発を進める。

### 3-2 試行的な貯留層シミュレーションの実施

HYDROTHERM を用いて、日本の既存地熱地域の流動シミュレーションを行った。2019 年度はこのシミュレーションの精密化を進めるとともに、熱発光モデルとのカップリングおよび新たな地域への展開を進める。

### 3-3 適用可能な貯留層シミュレーション方法の開発

貯留層のパフォーマンスを評価する手法の開発を行った。2019 年度では熱発光挙動と貯留層の流動シミュレーションのカップリングから、地熱貯留層の発達過程を評価するシミュレーション方法を開発し、パラメータの精密化を進める。

### 3-4 既に特性化された貯留層に同方法の適用

日本の既存地熱貯留層に対して、地熱貯留層の発達過程を評価するシミュレーション手法の適用性を検討した。2019 年度ではこれをさらに進めて、地熱貯留層の発達過程ならびに持続可能な発電量のシミュレーションのケーススタディを行う。

### 3-5 研究対象地域の地熱貯留層のパフォーマンスの評価

日本の既存地熱貯留層については研究に着手し、一定の成果が得られているが、エルサルバドルについてはエルサルバドル全体での地熱地帯の特徴付けを進め、全体像と個別の地熱貯留層の特徴の双方を明らかにしていく。

## ② 研究題目 3 のカウンターパートへの技術移転の状況

さまざまなタイプの貯留層シミュレーターを扱える人材を養成し、地熱貯留層の特徴や性能を明らかにできる人材養成を進める。

## ③ 研究題目 3 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

特になし。

## ④ 研究題目 3 の研究のねらい（参考）

特になし。

## ⑤ 研究題目 3 の研究実施方法（参考）

特になし。

## (5) 研究題目 4【能力の強化・人材養成】

### ① 研究題目 4 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

#### 4-1 エルサルバドルにおける熱発光地熱探査および貯留層評価に関するワークショップの開催

前述の通り、2019 年は 8 月に実施した。

#### 4-2 日本における熱発光地熱探査および貯留層評価に関する地熱スクール（3 か月短期コース）の開催

前述の通り、2019 年 9～12 月に 3 ヶ月間実施した。2018 年度の研修生を再度招聘し（一部は新人）、各人の専門性に合わせて 3 グループ（地質・鉱物学・熱発光分野、地化学分野、物理探査・地熱貯留層シミュレーション分野）に分け、より高度な内容の研修を実施した。

#### 4-3 熱発光地熱探査および貯留層評価の結果や教訓のとりまとめ

2019 年度は日本地熱学会年会他で学会発表 93 件（口頭発表 48 件、ポスター発表 45 件）、論文 24 編（国内誌 1 編、国際誌 23 編）を公表した。また、資源素材学会（京都大学 9 月開催）企画講演「資源分野の国際貢献」では、「エルサルバドルにおける地熱開発促進と人材育成」と題して本 SATREPS プロジェクトにおける人材育成の紹介を行った。

COVID-19 の世界的な広まりから開催が不透明ではあるが 2020 年度も日本地球惑星連合研究会 (JpGU)、日本地熱学会、Geothermal Resources Council (USA) などの学会発表ならびに論文発表を積極的に進める。

留学生については 2019 年 10 月より東北大学大学院環境科学研究科修士課程、博士課程に各 1 名ずつの留学生を受け入れた。2020 年は 10 月より修士課程に 2 名の受け入れを計画している。



地熱スクール成果報告会 L. Mendoza



地熱スクール成果報告会 E. Moran



地熱スクール成果報告会 D. Martínez



地熱スクール成果報告会 S. Campos



地熱スクール成果報告会 J. Argueta



地熱スクール成果報告会 O. Aparicio



地熱スクール成果報告会集合写真

## ② 研究題目4のカウンターパートへの技術移転の状況

人材養成は順調に進んでいる。しかし専門知識、専門技術の移転には相応の時間が必要である。即席でないしっかりとした技術移転を進めていきたい。

## ③ 研究題目4の当初計画では想定されていなかった新たな展開

エルサルバドルの大学で地質系学部を有しているところはない。このことは自国で、地質研究者、地質技術者を養成できないことを意味している。また、地熱に関しても、きわめて限定的な教科内容のみが開講されているだけで、系統だった教育システムそのものがないことがわかった。すなわち、今後持続的に地熱技術者、地質技術者を養成するためには、その教育ができる教員の養成がまず必要である。特定の技術移転にとどまらず、地質や地熱に関する基礎から応用までを教授することができる人材の養成を先駆的に進める必要がある。幸い、共同研究先であるエルサルバドル大学はこのことの重要性和必要性に理解があり、若手の養成に加えて教育経験が豊富なシニアクラスの教員養成も同時並行的に進めることとする。

④ 研究題目4の研究のねらい（参考）

特になし。

⑤ 研究題目4の研究実施方法（参考）

特になし。

## II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し（公開）

プロジェクト2年で関係者との情報交換も進み、エルサルバドルが進めている地熱開発計画の概要が明らかとなるとともに、その問題点なども理解できるようになってきた。

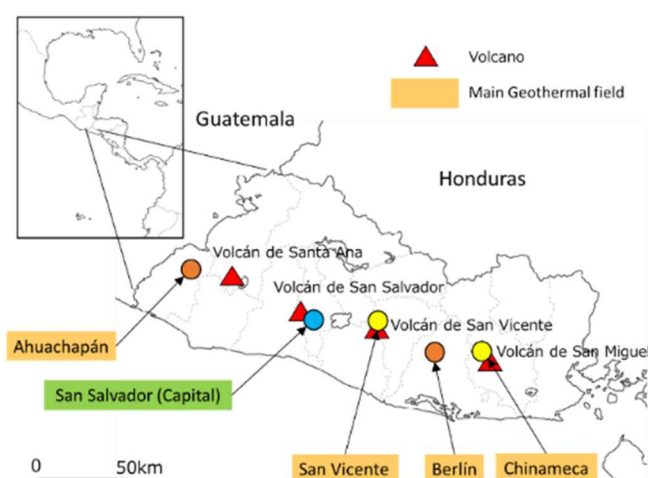
【既開発地域】

Ahuachapán (95MW) ,  
Berlín (109.2MW)

【開発予定地域（ポテンシャル）】

San Vicente (30MW) \*  
Chinameca (50MW) \*

\*Francisco et al., (2014)



これらの地熱地帯の開発は、詳細な地質モデルや地球物理モデルに基づいて持続的な開発を目指した設計を行う必要がある。将来予測には常に不確定要素が含まれており、操業にあたっては最新の知見を基に常にモデルを改良していくことが求められる。これらの問題点を解決し、プロジェクトの上位目標（上位目標：本プロジェクトで開発される技術により、エルサルバドルの地熱エネルギー利用が促進される）が達成されるためには、エルサルバドルの地質発達史や地質モデル、ならびに物理探査データに基づいた貯留層モデルを明確に示す必要がある。これらの基本的な地熱モデルに立脚して持続可能な開発目標を設定することにより、本プロジェクトの上位目標の到達を目指す必要があることが強く認識された。

さらに、エルサルバドルの大学には地質系学部を有しているところはない。このことは、自国で地質研究者、地熱技術者を養成できないことを意味している。一方、地熱開発会社である LaGeo には優秀な地質技術者、物探技術者がいることがわかったが、多くは外国で教育を受け、また多数の外国籍の技術者により支えられていることもわかってきた。本プロジェクトは熱発光地熱探査法とこれに関連する各種先端的探査技術の技術移転を当初目的としていたが、先端技術を支える基礎知識と技術教育も同時に進める必要があることが強く認識された。地質学、地球物理学の基礎に加えて、総合的な地熱エネルギー技術を教授できる人材の養成が重要である。共同研究先であるエルサルバドル大学はこのことの重要性和必要性を認識し、若手の養成

に加えて教育経験が豊富なシニアクラスの教員養成も同時並行的に進めることとし、2019 年度以降、若手とシニアの双方の教員の日本派遣(修士ならびに博士学生として東北大学に在籍)を決めている。

また、2019 年 2 月に大統領選挙が実施され、新たな大統領が選出された。政権を支えるブレーンらと協議を始め、エルサルバドルの新たなエネルギービジョンと地熱エネルギー開発の方向性についての議論を開始している。

### Ⅲ. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など (公開)

#### (1) プロジェクト全体

現地は治安の問題があり、行動する時間と場所に制約がある。現地では警備が必要、首都サンサルバドルからの日帰り調査となっているが、調査効率を向上については JICA 現地事務所と検討する。また、新型コロナウイルス問題が本プロジェクトの遂行に大きな影響を及ぼしている。日本ならびにエルサルバドル両国の事態の推移を注視し、安全かつ適切な行動を行うこととする。

#### (2) 研究題目 1 : 「熱発光地熱探査法」

- 地質概査調査が主要 4 地域 (Ahuachapán, Berlin, San Vicente, Chinameca) の他、南部 (Conchagua), 北部・東部 (Santa Ana, Chalatenango, Morazán, La Unión) で終了した。この結果を踏まえ、石英だけでなく長石も熱発光地熱探査法の対象とした。
- 2020 年度はまだカバーできていない Sonsonate, Chalatenango 東部地域などの調査をより精密に実施する。

#### (3) 研究題目 2 : 「統合システム地熱探査データ解析技術」

- 多変量解析などの統計解析手法を適用し、さらに地熱情報解析のための高度な手法を開発する。
- QGIS のバージョンアップ (ver.2 から ver.3) に対応したデータ形式と 3 次元解析を進める。

#### (4) 研究題目 3 : 「貯留層シミュレーション」

- 他の地熱貯留層シミュレーター (例: Thunderhead Engineering Consultants, Inc. による PetraSim, LBNL による TOUGHREACT) を適用して、地熱流体の熱伝達と流動を解析する。
- 地熱貯留層の発達過程を熱ルミネッセンス挙動と貯留層流動シミュレーションの組み合わせから評価するためのシミュレーション手法を開発する。

#### (5) 研究題目 4 : 「能力の強化・人材養成」

- エルサルバドルには地質学部がないため、能力開発の候補者は地質学と地熱工学に関

する知識が限られている。このことを克服するために、若手に加え、シニアに対しても人材養成の範囲を拡充し、幅広い人材養成を進める。

- 地熱スクールでは 2020 年以降も研修生を招き、各自の専門知識に合わせてより高度なコンテンツ研修を実施する。

#### IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

##### （1）成果展開事例

現時点ではなし。

##### （2）社会実装に向けた取り組み

- 6 月、LaGeo 社長に対してエルサルバドルにおけるエネルギー政策（地熱開発促進）に関するアイデア、本 SATREPS プロジェクトの内容についてプレゼンするとともに協力を要請した。

#### V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

11 月、エルサルバドル大学、国営地熱開発会社 LaGeo の要人を日本に招聘し、本プロジェクトの遂行への理解と協力を得ている。エルサルバドル大学とは学術交流協定の締結を行った。

エルサルバドルは基本的には親日的であることに加え、本プロジェクトの活動により、エルサルバドルの地熱開発には、日本の大学、研究所ならびに地熱開発会社の協力が不可欠であることの意識はかなり浸透してきていると考えている。

#### VI. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

#### VII. 投入実績【研究開始～現在の全期間】（非公開）

#### VIII. その他（非公開）

以上

# VI. 成果発表等

## (1) 論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

### ① 原著論文(相手国側研究チームとの共著)

| 年度 | 著者名, 論文名, 掲載誌名, 出版年, 巻数, 号数, はじめ～おわりのページ | DOIコード | 国内誌/<br>国際誌の別 | 発表済<br>/in press<br>/acceptedの別 | 特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、<br>特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。) |
|----|------------------------------------------|--------|---------------|---------------------------------|--------------------------------------------------|
|    |                                          |        |               |                                 |                                                  |
|    |                                          |        |               |                                 |                                                  |

論文数 0 件  
うち国内誌 0 件  
うち国際誌 0 件  
公開すべきでない論文 0 件

### ② 原著論文(上記①以外)

| 年度 | 著者名, 論文名, 掲載誌名, 出版年, 巻数, 号数, はじめ～おわりのページ                                                                                                                                                                                                    | DOIコード                               | 国内誌/<br>国際誌の別 | 発表済<br>/in press<br>/acceptedの別 | 特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、<br>特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。) |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------|---------------------------------|--------------------------------------------------|
| 30 | Oyanagi, R., Okamoto, A. and Tsuchiya, N.,<br>Multiple Kinetic Parameterization in a Reactive Transport Model Using<br>the Exchange Monte Carlo Method. Minerals, 8, 10.3390/min8120579                                                     | 10.3390/m<br>in8120579               | 国際誌           |                                 |                                                  |
| 30 | Dandar, O., Okamoto, A., Uno, M., Batsaikhan, U., Ulziiuren, B.,<br>Tsuchiya, N.; DRONE BRINGS NEW ADVANCE OF GEOLOGICAL<br>MAPPING IN MONGOLIA: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES.<br>Mongolian Geoscientist, 47, 53-57. 10.5564/mgs.v0i47.1063 | 10.5564/m<br>gs.v0i47.1<br>063       | 国際誌           |                                 |                                                  |
| 30 | 澤山憲吾, 土屋範芳, 秋田県大比立鉱山下流域の河川中垂鉛に関する鉱<br>山坑廃水の影響評価, Journal of MMIJ, 134, 46-52,<br>10.2473/journalofmmij.134.46                                                                                                                               | 10.2473/jo<br>urnalofmm<br>ij.134.46 | 国内誌           |                                 |                                                  |
| 30 | 岡田宏信, 大庭雅寛, 山田亮一, 土屋範芳, 苦鉄質砕石岩を用いた酸性<br>温泉水の中和に伴うレアメタルおよびヒ素, 鉛の挙動に関する基礎的研<br>究, Journal of MMIJ, 134, 53-59, 10.2473/journalofmmij.134.53                                                                                                   | 10.2473/jo<br>urnalofmm<br>ij.134.53 | 国内誌           |                                 |                                                  |
| 30 | Setiani, P., Watanabe, N., Sondari, R. R. and Tsuchiya, N.;<br>Mechanisms and kinetic model of hydrogen production in the<br>hydrothermal treatment of waste aluminum. Materials for Renewable<br>and Sustainable Energy, 7, 10.1007/s4024  | 10.1007/s<br>4024                    | 国際誌           |                                 |                                                  |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                |     |  |  |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----|--|--|
| 30 | Takeda, A., Nakao, A., Yamasaki, S., Tsuchiya, N; Distribution and Speciation of Bromine and Iodine in Volcanic Ash Soil Profiles<br>Distribution and Speciation of Bromine and Iodine in Volcanic Ash Soil Profiles. Soil Science Society of America Journal Soil Science Society of America Journal,10.2136/sssaj2018.01.0019                                   | 10.2136/sssaj2018.01.0019      | 国際誌 |  |  |
| 30 | Amaya, A., Hirano, N. and Tsuchiya, N.,<br>Thermal Prospection of Geothermal Reservoirs by Using Thermoluminescence of Quartz. Geothermal Resources Council Transactions,42.                                                                                                                                                                                      |                                | 国際誌 |  |  |
| R1 | Alviani, Vani Novita; Setiani, Putri; Uno, Masaoki; Oba, Masahiro; Hirano, Nobuo; Watanabe, Noriaki; Tsuchiya, Noriyoshi; Saishu, Hanae; Mechanisms and possible applications of the Al-H <sub>2</sub> O reaction under extreme pH and low hydrothermal temperatures. International Journal of Hydrogen Energy 44 57 29903–29921                                  | 10.1016/j.ijhydene.2019.09.152 | 国際誌 |  |  |
| R1 | Alviani, Vani Novita; Kosaka, Takuya; Uno, Masaoki; Oba, Masahiro; Hirano, Nobuo; Watanabe, Noriaki; Tsuchiya, Noriyoshi; Saishu, Hanae; Utilization of Geothermal Hot Spring Water for Hydrogen Production by Al-H <sub>2</sub> O Hydrothermal Reaction. Journal of the Geothermal Research Society of Japan 41 3 101-107                                        | doi.org/10.11367/grsj.41.101   | 国際誌 |  |  |
| R1 | Fajar F.; Yamada, Ryoichi; Uno, Masaoki; Okumura, Satoshi; Tsuchiya, Noriyoshi;<br>Evaluation of Caldera Hosted Geothermal Potential during Volcanism and Magmatism in Subduction System. NE Japan. Geofluids 2019 3031586                                                                                                                                        | 10.1155/2019/6053815           | 国際誌 |  |  |
| R1 | Dandar, Otgonbayar; Okamoto, Atsushi; Uno, Masaoki; Oyanagi, Ryosuke; Nagaya, Takayoshi; Burenjargal, Ulziiburen; Miyamoto, Tsuyoshi; Tsuchiya, Noriyoshi;<br>Formation of secondary olivine after orthopyroxene during hydration of mantle wedge: evidence from the Khantaishir Ophiolite, western Mongolia. Contributions to Mineralogy and Petrology 174 11 86 | 10.1007/s00410-019-1623-1      | 国際誌 |  |  |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                             |     |  |  |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----|--|--|
| R1 | Kameda, Jun; Uno, Masaaki; Conin, Marianne; Ujiie, Kohtaro; Hamada, Yohei; Kimura, Gaku;<br>Fault weakening caused by smectite swelling. Earth, Planets and Space 71 1 131                                                                                                                                                                 | 10.1186/s40623-019-1108-5                   | 国際誌 |  |  |
| R1 | Tsuyoshi Nohara; Tsuyoshi; Uno, Masaaki; Tsuchiya, Noriyoshi;<br>Enhancement of Permeability Activated by Supercritical Fluid Flow through Granite. Geofluids 2019 1–16                                                                                                                                                                    | 10.1155/2019/6053815                        | 国際誌 |  |  |
| R1 | Uno, Masaaki; Kirby, Stephen;<br>Evidence for multiple stages of serpentinization from the mantle through the crust in the Redwood City Serpentinite mélange along the San Andreas Fault in California. Lithos 334-335 276–292                                                                                                             | 10.1016/j.lithos.2019.02.005                | 国際誌 |  |  |
| R1 | Amagai, Takashi; Okamoto, Atsushi; Niibe, Takamasa; Hirano, Nobuo; Motomiya, Kenichi; Tsuchiya, Noriyoshi;<br>Silica nanoparticles produced by explosive flash vaporization during earthquakes. Scientific Reports 9 9738                                                                                                                  |                                             | 国際誌 |  |  |
| R1 | Wang Jiajie Wang, Jiajie; Watanabe Noriaki; Okamoto, Atsush; Nakamura, Kengo; Komai, Takeshi; Enhanced hydrogen production with carbon storage by olivine alteration in CO2-rich hydrothermal environments. Journal of CO2 Utilization 30 205-213                                                                                          | doi.org/10.1016/j.jcou.2019.02.008 IF 5.189 | 国際誌 |  |  |
| R1 | Wang Jiajie Wang, Jiajie; Watanabe Noriaki; Okamoto, Atsush; Nakamura, Kengo; Komai, Takeshi;<br>Acceleration of hydrogen production along water-olivine-CO2 reactions via high-temperature Fe(II) release. International Journal of Hydrogen Energy 44 23 11514-11524                                                                     | 10.1016/j.ijhydene.2019.03.119              | 国際誌 |  |  |
| R1 | Harigane Yumiko Harigane, Yumiko; Okamoto, Atsushi; Morishita, Tomoaki; Snow Jonathan E, Tamura, Atsushi; Yamashita, Hiroyuki; Michibayashi, Katsuyoshi; Ohara, Yasuhiko; Arai, Soji;<br>Trace element compositions of amphiboles in gabbro mylonites from the Godzilla Megamullion, Parece Vela Basin, Philippine Sea. Lithos 344 217-231 |                                             | 国際誌 |  |  |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                    |     |  |  |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----|--|--|
| R1 | Wang Jiajie Wang, Jiajie; Watanabe Noriaki; Okamoto, Atsush;<br>Nakamura, Kengo; Komai, Takeshi;<br>Pyroxene control of H2 production and carbon storage during water-<br>peridotite-CO2 hydrothermal reactions. International Journal of<br>Hydrogen Energy 44 49 26835-26847                                                                                                                  |                                                    | 国際誌 |  |  |
| R1 | Okamoto, Keisuke; Asanuma, H; Ishibashi, Takuya; Yamaya, Y;<br>Saishua, H; Yanagisawa, N; Mogi, T; Tsuchiya, N; Okamoto, Atsushi;<br>Naganawa, S; Ogawa, Yasuo; Ishitsuka, K; Fujimitsu, Y; Kitamura, K;<br>Kajiwara, Tatsuya; Horimoto, S; Shimada, K;<br>Geological and engineering features of developing ultra-high-<br>temperature geothermal systems in the world. Geothermics 82 268-271 |                                                    | 国際誌 |  |  |
| R1 | Okamoto, Atsushi; Fuse, Kazumasa; Shimizu, Hiroyuki; Ito, Takatoshi;<br>Impact of fluid pressure on failure mode in shear zones: numerical<br>simulation of en-echelon tensile fracturing and transition to shear.<br>Tectonophysics 774 228277                                                                                                                                                 | doi.org/10.<br>1016/j.tect<br>o.2019.22<br>8277    | 国際誌 |  |  |
| R1 | Oyanagi, Ryosuke; Okamoto, Atsushi, Tsuchiya, Noriyoshi;<br>Silica controls on hydration kinetics during serpentinization of olivine:<br>Insights from hydrothermal experiments and a reactive transport model.<br>Geochimica et Cosmochimica Acta 270 21-42                                                                                                                                    | doi.org/10.<br>1016/j.gca<br>.2019.11.0<br>17      | 国際誌 |  |  |
| R1 | Ryoichi Saito; Misato shishikura; Takashi Akatsuka; Tatsuya Kajiwara;<br>Nobuo Hirano; Noriyoshi Tsuchiya;<br>Thermoluminescence behaviors of quartz in the Miocene dacitic<br>pyroclastic and geothermal exploration in Tsunagi-hot<br>springs,Morioka,Northeast Japan. 日本地熱学会誌 41 1 15-26                                                                                                     | doi.org/10.<br>11367/grsj<br>.41.15                | 国際誌 |  |  |
| R1 | 山崎慎一 山崎慎一 講座：汎用機器を用いた土壌分析の現在 – 電磁波<br>を用いた分析 –2. 蛍光X線分析法による土壌中の多元素の同時ないし迅<br>速逐次分析 日本土壌肥料学雑誌 90 6 461-467                                                                                                                                                                                                                                                                                       | doi.org/10.<br>1016/j.ape<br>nergy.201<br>9.114306 | 国内誌 |  |  |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                      |     |  |  |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----|--|--|
| R1 | Watanabe, Noriaki; Saito, Kohei; Okamoto, Atsushi; Nakamura, Kengo, Ishibashi, Takuya; Saishu, Hanae; Komai, Takeshi; Tsuchiya, Noriyoshi; Stabilizing and enhancing permeability for sustainable and profitable energy extraction from superhot geothermal environments. Applied Energy 260 114306 |                                      | 国際誌 |  |  |
| R1 | Nagaya, Takayoshi; Okamoto, Atsushi; Oyanagi, Rosuke; Seto, Y; Miyake, Akira; Uno, Masaoki; Muto, Jun; Wallis, Simon; Talc CPO determined by improved EBSD procedure for sheet silicates: Implications for anisotropy at the slab-mantle interface due to Si-metasomatism. American Mineralogist    | Doi.org/10.2138/am-2020-7006         | 国際誌 |  |  |
| R1 | Ueki, Kenta; Kuwatani, Tatsu; Okamoto, Atsushi; Akaho, Shotaro, Iwamori, Hikaru; Thermodynamic modeling of hydrous-melt–olivine equilibrium using exhaustive variable selection. Physics of the Earth and Planetary Interiors                                                                       |                                      | 国際誌 |  |  |
| R1 | Kuwatani, Tatsu; Yoshida, Kenta; Ueki, Kenta; Oyanagi, Ryosuke; Uno, Masaoki; Akaho, Shotaro; Sparse isocon analysis: A data-driven approach for material transfer estimation. Chemical Geology 532 119345                                                                                          | 10.1016/j.chemgeo.2019.119345        | 国際誌 |  |  |
| R1 | Sho Takeyama; Kiyotoshi Sakaguchi; Noriaki Watanabe; Noriyoshi Tsuchiya; Mechanical Behavior and Permeability of Simulated Rock with Single Fracture under Brittle and Ductile Conditions. Journal of MMIJ 135 3 25-30                                                                              | doi.org/10.2473/journalofmmij.135.25 | 国際誌 |  |  |
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                      |     |  |  |

論文数 29 件  
うち国内誌 3 件  
うち国際誌 26 件  
公開すべきでない論文 0 件

③その他の著作物（相手国側研究チームとの共著）（総説、書籍など）

| 年度 | 著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年 |  | 出版物の<br>種類 | 発表済<br>/in press<br>/acceptedの別 | 特記事項 |
|----|-------------------------|--|------------|---------------------------------|------|
|    |                         |  |            |                                 |      |
|    |                         |  |            |                                 |      |
|    |                         |  |            |                                 |      |
|    |                         |  |            |                                 |      |
|    |                         |  |            |                                 |      |
|    |                         |  |            |                                 |      |
|    |                         |  |            |                                 |      |

著作物数 0 件  
公開すべきでない著作物 0 件

④その他の著作物（上記③以外）（総説、書籍など）

| 年度 | 著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ—おわりのページ |  | 出版物の<br>種類 | 発表済<br>/in press<br>/acceptedの別 | 特記事項 |
|----|------------------------------------|--|------------|---------------------------------|------|
|    |                                    |  |            |                                 |      |
|    |                                    |  |            |                                 |      |
|    |                                    |  |            |                                 |      |
|    |                                    |  |            |                                 |      |
|    |                                    |  |            |                                 |      |
|    |                                    |  |            |                                 |      |
|    |                                    |  |            |                                 |      |

著作物数 0 件  
公開すべきでない著作物 0 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

| 年度 | 研修コース概要（コース目的、対象、参加資格等）、研修実施数と修了者数 | 開発したテキスト・マニュアル類 | 特記事項 |
|----|------------------------------------|-----------------|------|
|    |                                    |                 |      |
|    |                                    |                 |      |
|    |                                    |                 |      |
|    |                                    |                 |      |

VI. 成果発表等

(2)学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

①学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

| 年度 | 国内/<br>国際の別 | 発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 招待講演<br>/口頭発表<br>/ポスター発表の別 |
|----|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 30 | 国内学会        | 土屋範芳, 山岸裕幸, 浅沼宏, 越谷信, 梶原竜哉, Erazo J., Campos S., Moran E., Argueta J., Martinez D.,<br>エルサルバドル共和国におけるSATREPSプロジェクト「熱発光地熱探査法による地熱探査と地熱貯留層の統合評価システム」の紹介, 日本地熱学会 平成30年東京大会11/14-16                                                                                                                                                                                                                             | ポスター発表                     |
| R1 | 国内学会        | Jonathan Mauricio Argueta Martínez, Erick Mauricio Moran Torres, Susan Elizabeth Campos de Orellana, Lesly Emidalia Mendoza Mejía, Noriyoshi Tsuchiya, Hiroyuki Yamagishi<br>エルサルバドル大学における地熱教育 Geothermal Education in University of El Salvador 日本地熱学会 (GRSJ) 令和元年熊本大会 11/20-22                                                                                                                            | ポスター発表                     |
| R1 | 国内学会        | Lesly Emidalia Mendoza Mejía, Susan Elizabeth Campos de Orellana, Jonathan Mauricio Argueta Martínez, Erick Mauricio Moran Torres, Noriyoshi Tsuchiya, Hiroyuki Yamagishi<br>エルサルバドル大学と東北大学の連携によるエルサルバドルの火山発達史の検証と地熱エネルギーの利用 Verification of Volcanic Evolution and Utilization of Geothermal Energy by Cooperation between University of El Salvador and Tohoku University 日本地熱学会 (GRSJ) 令和元年熊本大会 11/20-22 | ポスター発表                     |
| R1 | 国内学会        | Osmany René José Aparicio Monjarás, Diana Carolina Martínez Artiga, Noriyoshi Tsuchiya, Hiroyuki Yamagishi<br>エルサルバドルにおける地熱開発の現況 Current Status of Geothermal Development in El Salvador 日本地熱学会 (GRSJ) 令和元年熊本大会 11/20-22                                                                                                                                                                                    | ポスター発表                     |
|    |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                            |

|        |     |
|--------|-----|
| 招待講演   | 0 件 |
| 口頭発表   | 0 件 |
| ポスター発表 | 4 件 |

②学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

| 年度 | 国内/<br>国際の別 | 発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等                                                                                                                                                                                                          | 招待講演<br>/口頭発表<br>/ポスター発表の別 |
|----|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 30 | 国内学会        | 土屋範芳(招待講演)<br>超臨界地熱資源の地質モデルと実験岩石学的アプローチ, 日本地質学会 つくば特別大会 12月1日                                                                                                                                                                    | 招待講演                       |
| 30 | 国内学会        | 岡本敦, 天谷宇志, 大柳良介, Nurdiana Astin, 土屋範芳<br>超臨界条件の岩石-水相互作用と斜長石の溶解・析出, 日本地質学会12月2日つくば特別大会                                                                                                                                            | 口頭発表                       |
| 30 | 国際学会        | Atsushi Okamoto, Takashi Amagai, Nobuo Hirano, and Noriyoshi Tsuchiya<br>Silica nanoparticles produced by flash vaporization and their rapid diagenesis in hydrothermal fluids, European Geosciences Union General Assembly 2018 | 口頭発表                       |
| 30 | 国内学会        | 増田 俊太郎, Bahr Kyle, 土屋 範芳<br>地熱開発におけるステークホルダーネットワークの意見形成に関わるエージェントベースモデルによりパラメータ推定, 日本地熱学会 平成30年東京大会11月14日-16日                                                                                                                    | 口頭発表                       |
| 30 | 国内学会        | 岡本 敦, 大柳 良介, 天谷 宇志, 土屋 範芳<br>超臨界条件の水岩石相互作用の理解のための熱力学データ構築の試み, 日本地熱学会 平成30年東京大会11月14日-16日                                                                                                                                         | 口頭発表                       |
| 30 | 国内学会        | アマヤ アルバロ, 平野 伸夫, 土屋 範芳<br>HYDROTHERMIによる探査初期段階のTL探査データと数値地熱貯留層モデル, 日本地熱学会 平成30年東京大会11月14日-16日                                                                                                                                    | 口頭発表                       |
| 30 | 国内学会        | 岡野 広樹, 平野 伸夫, 土屋 範芳, 山谷 祐介, 曾 國軒, 小川 康雄<br>八幡平西部地域における熱発光による地熱探査および探査情報の統合化, 日本地熱学会 平成30年東京大会11月14日-16日                                                                                                                          | 口頭発表                       |
| 30 | 国内学会        | アマンダ F.F., 山田 亮一, 宇野 正起, 土屋 範芳<br>カルデラ堆積物中のメルト包有物を用いた水収支と地熱エネルギーポテンシャル評価, 日本地熱学会 平成30年東京大会11月14日-16日                                                                                                                             | 口頭発表                       |
| 30 | 国内学会        | 三浦 崇宏, 渡邊 則昭, 坂口 清敏, 後藤 遼太, 山根 宏太, 駒井 武, 土屋 範芳, 陳 友晴, 石橋 琢也<br>弾性波計測に基づく超臨界地熱環境における水圧破碎現象の特性評価, 日本地熱学会 平成30年東京大会11月14日-16日                                                                                                       | ポスター発表                     |
| 30 | 国内学会        | ゲリアグロリ, 土屋 範芳<br>斑岩銅鉱床中の超臨界流体の移動と反応 -モンゴル北部エルデネット, Cu-Mo鉱床-, 日本地熱学会 平成30年東京大会11月14日-16日                                                                                                                                          | 口頭発表                       |
| 30 | 国内学会        | 高木 健太, 平野 伸夫, 土屋 範芳<br>超臨界および亜臨界状態での減圧破碎による岩石の物理特性変化, 日本地熱学会 平成30年東京大会11月14日-16日                                                                                                                                                 | 口頭発表                       |

|    |      |                                                                                                                                                                                                                                                                               |        |
|----|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 30 | 国内学会 | 大島 悠太, 石川 慧, 平野 伸夫, 土屋 範芳 光散乱特性を応用した流体の臨界点の推定とその分子動力学的評価, 日本地熱学会 平成30年東京大会11月14日—16日                                                                                                                                                                                          | 口頭発表   |
| 30 | 国際学会 | Tsuchiya N, Energy System of Subduction Zone -Supercritical Geothermal Energy –, Goldschmids Boston 2018 1 August 12-17                                                                                                                                                       | ポスター発表 |
| R1 | 国内学会 | 山崎慎一・武田晃・木村和彦・土屋範芳<br>日本の土壌のランタノイド元素含量 日本土壌肥料学会 2019年大会 2019/04/09                                                                                                                                                                                                            | 口頭発表   |
| R1 | 国際学会 | Junta Yanai, Rota Hagiwara, Atushi Nakao, Shin-ichi Yamasaki<br>Total and available sulphur contents and thier determining factors of agricultural soils in Japan. International Conference on the Biochemistry of Trace Element 15th 2019/05/05                              | ポスター発表 |
| R1 | 国際学会 | Junta Yanai, Rota Hagiwara, Atushi Nakao, Shin-ichi Yamasaki<br>Total and available sulphur contents and thier determining factors of agricultural soils in Japan. The 15th International Conference on the Biochemistry of Trace Element (ICOBTE) Nanjing, China, 2019/05/05 | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | Jiajie Wang, Noriaki Watanabe, Atsushi Okamoto, Kengo Nakamura, Takeshi Komai<br>H2 production and CO2 storage during peridotite serpentinization under CO2-rich hydrothermal conditions: Influence of pyroxene 日本地球惑星科学連合（JpGU）2019年大会 2019/05/26                            | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | Otgonbayar Dandar, Atsushi Okamoto, Masaoki Uno, Noriyoshi Tsuchiya<br>Hydration and Ca-metasomatism in Mantle Wedge: An evidence from the Alag Khadny Accretionary Wedge, Western Mongolia 日本地球惑星科学連合（JpGU）2019年大会 2019/05/26                                                | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | Takamasa Niibe, Atsushi Okamoto, Takashi Amagai, Noriyoshi Tsuchiya<br>Contrasting silica precipitation via flash vaporization and fluid flow and possible effects on fault properties 日本地球惑星科学連合（JpGU）2019年大会 2019/05/26                                                     | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | 桑谷 立, 吉田 健太, 上木 賢太, 大柳 良介, 宇野 正起, 赤穂 昭太郎 全岩組成を用いた物質移動量のデータ駆動型解析 日本地球惑星科学連合（JpGU）2019年大会 2019/05/27                                                                                                                                                                            | ポスター発表 |
| R1 | 国内学会 | Kenta Satoh, Kengo Sawayama, Noriyoshi Tsuchiya 人工データを用いた機械学習による地球化学的データ処理および鉱山地域での重金属バックグラウンドを考慮した河川環境評価手法の提案 日本地球惑星科学連合（JpGU）2019年大会 2019/05/27                                                                                                                             | ポスター発表 |
| R1 | 国内学会 | Undarmaa Batsaikhan, Otgonbayar Dandar, Atsushi Okamoto, Masaoki Uno, Noriyoshi Tsuchiya Geochronology and petrochemistry of late Paleozoic magmatic rocks of the Mandakh area, Southeast Mongolia. 日本地球惑星科学連合（JpGU）2019年大会 2019/05/28                                        | ポスター発表 |
| R1 | 国内学会 | 宇野 正起, 笠原 久夢, 岡本 敦, 土屋 範芳 反応誘起応力による地殻応力発生と浸透率発展：MgO-H2O系での測定 日本地球惑星科学連合（JpGU）2019年大会 2019/05/28                                                                                                                                                                               | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | 吉田 一貴、清水 浩之、土屋 範芳、岡本 敦<br>Oman Drilling Project Phase 2 Science Party 層状はんれい岩の加水反応に起因したき裂形成に関する数値シミュレーション 日本地球惑星科学連合（JpGU）2019年大会 Poster 2019/05/28                                                                                                                           | ポスター発表 |
| R1 | 国内学会 | Undarmaa Batsaikhan Otgonbayar Dandar, Atsushi Okamoto, Masaoki Uno, Noriyoshi Tsuchiya The pressure-temperature path and mineral assemblage of the Khonichiin ovoo area, Southeastern Mongolia 日本地球惑星科学連合（JpGU）2019年大会 2019/05/29                                            | ポスター発表 |
| R1 | 国内学会 | 笠原久夢, 宇野正起, 岡本敦, 土屋範芳 Development of reaction-induced stress and permeability in MgO-H2O system 日本地球惑星科学連合（JpGU）2019年大会 2019/5/29                                                                                                                                             | ポスター発表 |
| R1 | 国内学会 | 根津勇介, 岡本敦, 平野伸夫, 宇野正起, 土屋範芳<br>Evolution of fluid chemistry during basalt-water and basalt-seawater interactions revealed by hydrothermal flow-through experiments 日本地球惑星科学連合（JpGU）2019年大会 2019/05/29                                                                         | ポスター発表 |
| R1 | 国内学会 | 杉沢直樹, 宇野正起, 土屋範芳<br>Elucidation of effective diffusion coefficient along grain boundaries by hydrothermal experiment using low porosity rocks 日本地球惑星科学連合（JpGU）2019年大会 2019/05/29                                                                                              | ポスター発表 |
| R1 | 国内学会 | A. Nurdiana, A. Okamoto, M. Uno, K. Yoshida, N. Tsuchiya, Porosity generation during feldspar replacement as the mark of potassium-rich supercritical fluids on the top of granitic intrusion 日本地球惑星科学連合（JpGU）2019年大会 2019/05/30                                              | ポスター発表 |

|    |      |                                                                                                                                                                                                                                                                              |        |
|----|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| R1 | 国内学会 | Diana Mindaleva, Masaoki Uno, Fumiko Higashino, Atsushi Okamoto, Noriyoshi Tsuchiya<br>Short fluid infiltration events in the low permeable metamorphic rocks triggered by crustal fracturing at amphibolite–granulite facies conditions 日本地球惑星科学連合（JpGU） 2019年大会 2019/05/30 | ポスター発表 |
| R1 | 国内学会 | Fajar F. Amanda, Ryoichi Yamada, Masaoki Uno, Satoshi Okumura, and Noriyoshi Tsuchiya<br>Evolution and total budget of fluid in granitic magma through magmatism and volcanism in subduction zone, NE Japan 日本地球惑星科学連合（JpGU） 2019年大会 2019/05/30                              | ポスター発表 |
| R1 | 国内学会 | Geri Agroli, Atsushi Okamoto, Noriyoshi Tsuchiya<br>Transport and Explosive Event of Supercritical Geofluid Revealed by Poprhyry Copper Deposit 日本地球惑星科学連合（JpGU） 2019年大会 2019/05/30                                                                                          | ポスター発表 |
| R1 | 国内学会 | Keishi Nunohara, Tseng Kuo Hsuan, Hiroki Okano, Yasuo Ogawa, Noriyoshi Tsuchiya<br>Preliminary report on geothermal structure revealed by geological and MT surveys around Akayumatasawa river in Sanzugawa caldera, NE Japan 日本地球惑星科学連合（JpGU） 2019/05/30                    | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | 宇野 正起, Diana Mindaleva, 土屋 範芳 岩石–水反応帯から見積もる地殻内の流体圧勾配と浸透率 日本地球惑星科学連合（JpGU） 2019年大会 2019/05/30                                                                                                                                                                                 | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | 岡野広樹、土屋範芳、平野伸夫 熱発光探査法を用いた栗駒北部地域(赤湯又)における地熱探査(予報) 日本地球惑星科学連合（JpGU） 2019年大会 2019/05/30                                                                                                                                                                                         | ポスター発表 |
| R1 | 国内学会 | 三浦崇宏・渡邊則昭・坂口清敏・後藤遼太・山根宏太・駒井武・陳友晴・石橋琢也・土屋範芳<br>弾性波計測に基づく超臨界地熱環境における水圧破碎現象の特性評価 日本地球惑星科学連合（JpGU） 2019年大会 2019/05/30                                                                                                                                                            | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | 土屋範芳<br>沈み込み帯における物質とエネルギー輸送としての超臨界地熱資源 日本地球惑星科学連合（JpGU） 2019年大会 2019 2019/05/30                                                                                                                                                                                              | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | 平野 伸夫・大島 悠太・岡本 敦・土屋 範芳 多成分溶液の光散乱現象を用いた臨界点決定方法の実験的研究 日本地球惑星科学連合（JpGU） 2019 2019/05/30                                                                                                                                                                                         | ポスター発表 |
| R1 | 国内学会 | Geri Agroli, Atsushi Okamoto, Noriyoshi Tsuchiya<br>Transport and Explosive Event of Supercritical Geofluid Revealed by Poprhyry Copper Deposit Earth, Sea and Sky V : International Joint Graduate Program Workshop in Earth and Environmental Sciences 2019年大会 2019/06/02  | ポスター発表 |
| R1 | 国内学会 | 武山詳, 坂口清敏, 渡邊則昭<br>高温環境下における岩石き裂の間隙水圧誘起すべり特性 資源・素材学会（MMIJ） 令和元年度春季大会 2019/06/14                                                                                                                                                                                              | ポスター発表 |
| R1 | 国内学会 | 山崎慎一・武田晃・木村和彦・土屋範芳<br>日本の土壌のランタノイド元素含量 日本土壌肥料学会 2019年度静岡大会 2019/09/03                                                                                                                                                                                                        | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | 竹中弘・牧野知之・菅野均志・木村和彦・山崎慎一・山口紀子・馬場浩司・中田均 水稻における土壌 Mn 可給性評価手法の検討 – カドミウム低吸収品種と通常品種の比較 – 日本土壌肥料学会 2019年度静岡大会 2019/09/03                                                                                                                                                           | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | Diana Mindaleva, Masaoki Uno, Atsushi Okamoto, Noriyoshi Tsuchiya<br>"CRUSTAL PERMEABILITY REVEALED BY METAMORPHIC PROCESSES AND RAPID INFILTRATION OF GEOFLUIDS" Geothermal Volcanology Workshop 2019/09/04                                                                 | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | 竹中弘・牧野知之・菅野均志・木村和彦・山崎慎一・山口紀子・馬場浩司・中田均 各種ケイ酸資材の溶出特性と玄米のヒ素・カドミウム低減効果 日本土壌肥料学会 2019年度静岡大会 2019/09/04                                                                                                                                                                            | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | Noriyoshi tsuchiya<br>Progress of Japan beyond brittle project - supercritical geothermal reservoir Geothermal Volcanology Workshop 2019/09/04                                                                                                                               | 口頭発表   |

|    |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |        |
|----|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| R1 | 国内学会 | 齊藤黎・牧野知之・菅野均志・木村和彦・山崎慎一・石川覚・阿部匡・中田均・太田黒駿・西川英輝 水稻における土壌Mn可給性評価手法の検討-カドミウム低吸収品種と通常品種の比較- 日本土壌肥料学会 2019年度静岡大会 2019/09/04                                                                                                                                                                                                                          | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | 佐藤憲太, 土屋範芳 化学組成を用いた津波堆積物判別のロジスティック回帰による特徴量抽出 日本地球化学会2019年会 2019/09/17                                                                                                                                                                                                                                                                          | ポスター発表 |
| R1 | 国内学会 | 笠原久夢, 宇野正起, 岡本敦, 土屋範芳<br>MgO - H <sub>2</sub> O 系における反応誘起破壊と透水率の時間発展 日本鉱物科学会（JAMS） 2019年年会 2019/09/20                                                                                                                                                                                                                                          | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | 土屋範芳<br>地殻の浸水性と付与される流体の量 日本鉱物科学会（JAMS） 2019年度福岡大会 2019/09/20                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | 根津勇介, 岡本敦, 平野伸夫, 宇野正起, 土屋範芳<br>超臨界流通式水熱実験による玄武岩 - 海水系における元素の選択的溶脱に伴う変質過程 日本鉱物科学会（JAMS） 2019年年会 2019/09/20                                                                                                                                                                                                                                      | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | Masaoki Uno<br>Fluid pressure gradients and permeability fluctuations estimated from metamorphic fluid-rock reaction zones International Joint Workshop on Slow Earthquakes, 2019/09/22                                                                                                                                                        | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | Diana Mindaleva, Masaoki Uno, Atsushi Okamoto, Noriyoshi Tsuchiya<br>Geological evidences of short fluid activity at crustal P-T conditions in the low permeable metamorphic rocks triggered by crustal fracturing. International Joint Workshop on Slow Earthquakes. 2019/09/23                                                               | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | 吉田一貴・清水浩之・岡本 敦・土屋範芳<br>海洋リソスフェアの蛇紋岩化作用に伴うき裂ネットワーク：数値モデリングと特徴量抽出 日本地質学会（JGS） 第126年学術大会 2019 Poster 2019/09/24                                                                                                                                                                                                                                   | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | 宇野正起, Mindaleva Diana, 土屋範芳<br>岩石-流体反応帯から見積もる地殻内の流体圧勾配・浸透率とその変動 日本地質学会（JGS） 第126年学術大会 2019 Oral 2019/09/25                                                                                                                                                                                                                                     | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | 山岸裕幸, 土屋範芳<br>エルサルバドルにおける地熱開発促進と人材育成 Promotion of Geothermal development and Capacity development in El Salvador 資源・素材学会（MMIJ） 資源・素材2019（京都） 2019/09/25                                                                                                                                                                                        | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | 新部貴理, 岡本敦, 土屋範芳 断層面におけるシリカ粒子の形成と運搬による流体圧変動に関する実験的検討 日本地質学会（JGS） 第126年学術大会 2019/09/25                                                                                                                                                                                                                                                           | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | 土屋範芳<br>機械学習を用いた地熱地域の温度構造推定手法の開発 資源・素材学会（MMIJ） 資源・素材 2019（京都） 2019/09/26                                                                                                                                                                                                                                                                       | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | 奈良郁子・松中哲也・山崎慎一・土屋範芳・渡邊隆広・山田和芳・安田喜憲 高精度年代測定に基づく小川原湖（青森県）の汽水湖化時期の特定 日本陸水学会 第84回大会 2019 2019/09/27                                                                                                                                                                                                                                                | 口頭発表   |
| R1 | 国際学会 | A. Nakao, S. Kataoka, S. Yamasaki, R. Wagai and J. Yanai<br>Elemental and mineralogical diversity of serpentinite soils in East and Southeast Asia 14th International Conference of the East and Southeast Asia Federation of Soil Science Societies (ESAFS) 2019/11/03                                                                        | 口頭発表   |
| R1 | 国際学会 | H. Takenaka, T. Makino, H. Kanno K. Kimura, S. Yamasaki, N. Yamaguchi, K. Baba, H. Nakada<br>Elution Characteristics of Various Silica Materials and Their Effects on the Mitigation of Arsenic and Cadmium in Rice Plant 14th International Conference of the East and Southeast Asia Federation of Soil Science Societies (ESAFS) 2019/11/03 | 口頭発表   |
| R1 | 国際学会 | 土屋範芳<br>Geothermal Energy — Science, Technology and Future — Anniversary Celebration International Forum on Earth, Energy, and the Environment 2019/11/11                                                                                                                                                                                      | 口頭発表   |
| R1 | 国際学会 | Diana Mindaleva, Masaoki Uno, Atsushi Okamoto, Noriyoshi Tsuchiya<br>Crustal permeability and timescales estimated from metamorphic fluid-rock reaction zones. 日本鉱物科学会（JAMS） 2019年大会 2019/11/20-22                                                                                                                                             | ポスター発表 |
| R1 | 国内学会 | F. F. Amanda, R. Yamada, M. Uno, and N. Tsuchiya<br>花崗岩-斑岩システムで観察される超臨界地熱貯留層のキャップロック構造 The Structure of Caprocks in Supercritical Geothermal Reservoir, Observed in a Granite-Porphyry System, NE Japan 日本地熱学会（GRSJ） 2019年熊本大会 2019 Poster 2019/11/20-22                                                                                       | ポスター発表 |

|    |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |        |
|----|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| R1 | 国内学会 | Geri Agroli, Atsushi Okamoto, Noriyoshi Tsuchiya<br>斑岩銅鉱床に認められる過圧超臨界流体による流体貫入の徴候 Indication of fluid injection by overpressurized-supercritical fluid revealed in the porphyry copper system 日本地熱学会 (GRSJ) 2019年熊本大会 2019/11/20-22                                                                | ポスター発表 |
| R1 | 国内学会 | 岡野広樹, 土屋範芳, 平野伸夫, 布原啓史<br>栗駒北部地域における鉱物の熱発光を用いた地熱探査, 日本地熱学会 (GRSJ) 2019年熊本大会 2019/11/20-22                                                                                                                                                                                                         | ポスター発表 |
| R1 | 国内学会 | 石井肇, 岡本敦, 土屋範芳<br>超臨界条件への溶存種の熱力学データの拡張と実験的検証 日本地熱学会 (GRSJ) 2019年熊本大会 2019 Poster Kumamoto 熊本 熊本県民交流会館 パレア P30 2019/11/20-22                                                                                                                                                                       | ポスター発表 |
| R1 | 国内学会 | 石橋 琢也, 富樫 聡, 宇野 正起<br>日本の地殻浸透率マップ作成に向けた基礎的検討 日本地熱学会 (GRSJ) 2019年熊本大会 2019/11/20-22                                                                                                                                                                                                                | ポスター発表 |
| R1 | 国内学会 | 平野伸夫, 高木健太, 土屋範芳<br>超臨界および亜臨界水の急減圧に伴う岩石破壊および物理特性変化 日本地熱学会 (GRSJ) 2019年熊本大会 2019/11/20-22                                                                                                                                                                                                          | ポスター発表 |
| R1 | 国内学会 | 浅沼宏, 土屋範芳, 長縄成美<br>超臨界地熱研究開発の現状 日本地熱学会 (GRSJ) 2019年熊本大会 2019/11/21                                                                                                                                                                                                                                | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | 吉田一貴・岡本敦・清水浩之・土屋範芳 オマーンオフィオライトの層状斑れい岩の加水反応と<br>き裂形成シミュレーション 東京大学大気海洋研究所共同研究集会 2019 2019/11/25                                                                                                                                                                                                     | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | 土屋範芳 アディロンダック山地、アパラチア山地の中間部での地熱開発を目的とした深部掘削<br>計画 An ICDP-sponsored Scientific Planning Workshop 2020/01/08                                                                                                                                                                                       | 口頭発表   |
| R1 | 国内学会 | Kazuki Yoshida, Atsushi Okamoto, Ryosuke Oyanagi, Hiroyuki Shimizu, Noriyoshi Tsuchiya<br>Formation of fracture network and permeability enhancement during olivine hydration within<br>oceanic lower crust International Conference on Ophiolites and the Oceanic Lithosphere 2020<br>2020/01/13 | 口頭発表   |
| R1 | 国際学会 | 土屋範芳 地域における新エネルギーの価値：日本の温泉地熱エネルギーのポテンシャルをど<br>う評価するか 日本とドイツのエネルギー転換 政策・認識・実践 国際ミニシンポジウム<br>2020 2020/02/17                                                                                                                                                                                        | 口頭発表   |
|    |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |        |

|        |    |   |
|--------|----|---|
| 招待講演   | 1  |   |
| 口頭発表   | 45 | 件 |
| ポスター発表 | 27 | 件 |
|        |    | 件 |

VI. 成果発表等

(3) 特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

①国内出願

|      | 出願番号 | 出願日 | 発明の名称 | 出願人 | 知的財産権の種類、出願国等 | 相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無 | 登録番号<br>(未登録は空欄) | 登録日<br>(未登録は空欄) | 出願特許の状況 | 関連する論文のDOI | 発明者 | 発明者<br>所属機関 | 関連する外国出願<br>※ |
|------|------|-----|-------|-----|---------------|-------------------------|------------------|-----------------|---------|------------|-----|-------------|---------------|
| No.1 | なし   |     |       |     |               |                         |                  |                 |         |            |     |             |               |
| No.2 |      |     |       |     |               |                         |                  |                 |         |            |     |             |               |
| No.3 |      |     |       |     |               |                         |                  |                 |         |            |     |             |               |

国内特許出願数0 件

公開すべきでない特許出願数0 件

②外国出願

|      | 出願番号 | 出願日 | 発明の名称 | 出願人 | 知的財産権の種類、出願国等 | 相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無 | 登録番号<br>(未登録は空欄) | 登録日<br>(未登録は空欄) | 出願特許の状況 | 関連する論文のDOI | 発明者 | 発明者<br>所属機関 | 関連する国内出願<br>※ |
|------|------|-----|-------|-----|---------------|-------------------------|------------------|-----------------|---------|------------|-----|-------------|---------------|
| No.1 | なし   |     |       |     |               |                         |                  |                 |         |            |     |             |               |
| No.2 |      |     |       |     |               |                         |                  |                 |         |            |     |             |               |
| No.3 |      |     |       |     |               |                         |                  |                 |         |            |     |             |               |

外国特許出願数0 件

公開すべきでない特許出願数0 件

# VI. 成果発表等

## (4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

### ① 受賞

| 年度 | 受賞日        | 賞の名称           | 業績名等<br>(「○○の開発」など)                | 受賞者  | 主催団体  | プロジェクトとの関係<br>(選択) | 特記事項 |
|----|------------|----------------|------------------------------------|------|-------|--------------------|------|
| R1 | 2019/10/25 | Victor de Sola | LaGeoにて毎年エルサルバドルの地熱発電に貢献した人物としての受賞 | 土屋範芳 | LaGeo | 1.当課題研究の成果である      |      |
|    |            |                |                                    |      |       |                    |      |
|    |            |                |                                    |      |       |                    |      |
|    |            |                |                                    |      |       |                    |      |

1 件

### ② マスコミ（新聞・TV等）報道

| 年度 | 掲載日      | 掲載媒体名     | タイトル/見出し等      | 掲載面                               | プロジェクトとの関係<br>(選択) | 特記事項                              |
|----|----------|-----------|----------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| 30 | 2019/3/3 | 河北新報      | 玉川温泉水から水素燃料    | 1面                                | 3.一部当課題研究の成果が含まれる  |                                   |
| 30 | 2018/8/5 | サイエンスZERO | 東北の地に知られざる資源あり | 2018年08月05日(日)<br>午後11:30～午後11:59 | 3.一部当課題研究の成果が含まれる  | 「力力々の“力”#6<br>超臨界地熱発電・<br>内視鏡A I」 |
|    |          |           |                |                                   |                    |                                   |
|    |          |           |                |                                   |                    |                                   |

2 件

## VI. 成果発表等

(5) ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】(公開)

### ① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

| 年度 | 開催日       | 名称                                                  | 場所<br>(開催国) | 参加人数<br>(相手国からの招聘者<br>数) | 公開/<br>非公開の別 | 概要                    |
|----|-----------|-----------------------------------------------------|-------------|--------------------------|--------------|-----------------------|
| 30 | 8/24-8/28 | Geothermal workshop                                 | エルサルバドル     | 32                       | 公開           |                       |
| 30 | 11/22     | Geothermal School 成果報告会                             | 日本          | 12                       | 公開           | セラヤンディア駐日エルサルバドル大使を含む |
| 30 | 11/26-27  | 15th International Symposium on Mineral Exploration | 日本          | 11                       | 公開           |                       |
| R1 | 8/22-8/27 | Geothermal workshop                                 | エルサルバドル     | 31                       | 公開           |                       |
| R1 | 12/5      | Geothermal School 成果報告会                             | 日本          | 6                        | 公開           |                       |
|    |           |                                                     |             |                          |              |                       |
|    |           |                                                     |             |                          |              |                       |
|    |           |                                                     |             |                          |              |                       |

5 件

### ② 合同調整委員会(JCC)開催記録 (開催日、議題、出席人数、協議概要等)

| 年度 | 開催日   | 議題              | 出席人数 | 概要                      |
|----|-------|-----------------|------|-------------------------|
| 30 | 11/22 | 2018年度活動報告 活動計画 | 17   | 仙台にて開催                  |
| R1 | 3/22  | 2019年度計画        | 16   | エルサルバドルにて開催             |
| R1 | 3/20  | 2020年活動計画       | 16   | 新型コロナウイルス感染症対策として渡航せず延期 |

3 件

# 成果目標シート

公開資料

|                  |                                                 |
|------------------|-------------------------------------------------|
| 研究課題名            | 熱発光地熱探査法による地熱探査と地熱貯留層の統合評価システム                  |
| 研究代表者名<br>(所属機関) | 土屋範芳<br>(東北大学 大学院環境科学研究科 教授)                    |
| 研究期間             | H29採択(平成29年6月1日～令和5年3月31日)                      |
| 相手国名／主要相手国研究機関   | エルサルバドル／エルサルバドル大学、LaGeo(国営地熱公社)                 |
| 関連するSDGs         | 目標7「すべての人々に手ごろで信頼でき、持続可能かつ近代的なエネルギーへのアクセスを確保する」 |

## 付随的成果

|                               |                                                                                                                                      |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 日本政府、社会、産業への貢献                | <ul style="list-style-type: none"> <li>・地球規模の気候変動枠組みへの活用</li> <li>・日本企業による成果の事業化</li> </ul>                                          |
| 科学技術の発展                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・地熱資源の精密評価</li> <li>・ラテンアメリカの地熱資源の評価技術</li> <li>・地殻熱流量と地球温暖化</li> </ul>                       |
| 知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・熱発光法の国際特許</li> <li>・新地熱探査法の国際標準化</li> <li>・LaGeoのラテンアメリカ進出に伴う熱発光探査法の推進</li> </ul>            |
| 世界で活躍できる日本人人材の育成              | <ul style="list-style-type: none"> <li>・日本人若手研究者・技術者の国際展開(エルサルバドルを中心としてラテンアメリカ全体へ)</li> </ul>                                        |
| 技術及び人的ネットワークの構築               | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ラテンアメリカの地熱技術者ネットワーク</li> <li>・ラテンアメリカの大学との連携</li> <li>・人材養成の中核組織</li> </ul>                  |
| 成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど) | <ul style="list-style-type: none"> <li>・熱発光地熱探査システムの導入</li> <li>・地熱貯留層評価シミュレーション・システムの導入</li> <li>・新地熱探査法のトレーニング・マニュアルの導入</li> </ul> |

## 上位目標

エルサルバドルの地熱エネルギー利用が促進される。  
1.本プロジェクトで開発される技術を適用し、XX以上の地熱候補地が検証される。

相手国での地熱開発への関心が高まり、新たな地熱開発計画が策定される。

## プロジェクト目標

- ・有望地域を確定するための効果的な方法論が開発され、地熱貯留層の性能や抽熱量が正確に設計される。
- ・1.熱発光探査法による探査面積が、従来の探査手法で開始当初に行われる探査面積のXX %以下となる。
- ・2.QGISデータベースの3次元可視化により、地熱貯留層の構造が明らかにされる

