

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)
研究課題別中間評価報告書

1. 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
(2018年8月～2023年8月)

2. 研究代表者

- 2.1. 日本側研究代表者：土屋 範芳 (東北大学 大学院 環境科学研究科長)
2.2. 相手国側研究代表者：エドガー アルマンド ペニャ フィゲロア
(エルサルバドル大学 工学・建築学部長)

3. 研究概要

本プロジェクトは、豊富な地熱資源を有し、国策として地熱発電を推進しているエルサルバドルを舞台に、研究代表者らが開発した「熱発光地熱探査法」を応用し、QGIS をベースとした統合化システムを開発する事により、現地の地熱開発の有望地域の絞り込みと地熱貯留層の性能や抽熱量が正確に設計することのできる技術を開発することをプロジェクト目標とする。さらに、開発された技術によってエルサルバドルの地熱エネルギー利用が促進される事を、上位目標としている。

相手国 (C/P) 研究機関は、同国唯一の国立大学であるエルサルバドル大学 (UES) および、国営地熱発電会社である LaGeo (ラヘオ) 社である。

また、以下の4つのコンポーネント (Outputs、研究題目) によって研究が実施されている：

- (1) 熱発光地熱探査法が展開・推進される
- (2) 地熱探査データ解析技術が開発される
- (3) 貯留層シミュレーションが整備される
- (4) 地熱開発に携わる UES 関係スタッフおよび LaGeo 技術者の能力が強化される

4. 評価結果

総合評価：A+

(所期の計画をやや上回る取り組みが行われ、大きな成果が期待できる)

COVID-19 パンデミックの影響により、相手国地熱地帯でのフィールドワーク、一部の研究機器の設置等に遅れが見られるものの、人材育成および研究面で当初計画を上回る成果が得られている。

熱発光法による探査対象物質として長石が可能となったこと、キレート剤を透水性改良に利用する可能性を得たことなど、地熱発電に関する科学的・工学的に優れた成果を挙げつつあると評価できる。また、エルサルバドルの地質の特徴に関する新たな科学的知見も得られている。

研究代表者の強いリーダーシップもあり、両国研究機関間の連携もよく、相手国から日本への留学、研修を通じて効果的な人材育成が行われつつあり、今後さらに大きな成果が期待できる。

パンデミックのもとでもこれだけ成果を上げていることは高く評価できるものであり期間を延長するなどして当初の予定通りの実質的な研究期間が確保できれば、更なる成果が期待できる。

4-1. 国際共同研究の進捗状況について

COVID-19 パンデミックの影響を受けて現地渡航や実証実験が困難になり、一部では当初計画から半年以上の遅れが見られるが、その状況下でも最大限の努力が払われ、各研究題目とも順調に進捗している。

相手国の事情に合わせ人材育成の強化を図った点、エルサルバドル特有の地質構造の解明にも取り組むことになった点、現地の鉱物に対応するため石英から長石に対象を変更した点など、研究計画に若干の新たな展開が生じている。

これらの新たな展開も含めて、学術的に優れた成果を挙げつつあり高く評価できる。熱発光法の感度向上等による地熱地帯で初の長石の熱発光の観測、キレート剤による地熱貯留層の浸透率向上、並びにエルサルバドルの地質学的特徴等、新たな工学的・科学的知見が得られている。地質調査法として、熱発光法が標準探査法の一つとして定着し、探査精度が増せば、技術的インパクトは高いと評価できる。

4-2. 国際共同研究の実施体制について

研究代表者が先頭に立ってワークショップ等を実施し、相手国との良好な信頼関係が構築されている。両国研究機関間の連携も非常に良く、特に UES と LaGeo の連携を強化した点を高く評価できる。

供与した研究機器は、日本人研究者による組み立て・初期調整が必要な一部の機器を除き、初期設定が完了し、相手国研究者へのオンライン研修も行われている。UES に設置された研究機器には UES だけでなく LaGeo も大きな期待を寄せている。これらの結果、研究費の執行、供与機材の有効活用の面で優れていると評価できる。

4-3. 科学技術の発展と今後の研究について

研究の方向性、実施体制は優れており、COVID-19 の影響を最小限に留めるためのオンライン

による研修・研究指導等も実施されている。大学での基盤的研究実績が乏しい相手国において貴重な人材開発を行っており、大きな成果を上げる可能性が高い。今後も継続を期待する。

地熱発電適地の探索精度の向上について、計画通りの成果が期待できる。また地質学に関する多くの知見が得られ、今後、エルサルバドルにおける地質・火山活動の特徴の解明など広範な研究成果、キレート剤による透水性改良効果などの技術開発にも期待できる。地熱貯留層の性能や抽熱可能量の推定（貯留層シュミレーション）は、より高い目標とも言えるが一定の貢献が期待できる。

国際共同研究の中で、日本人若手研究者が貴重な経験を積んでいる。パンデミックで渡航が困難な状況下でも、ワークショップや地熱スクールなどの開催を通じて、国際化に対応できる日本人の人材育成に貢献している。特に、LaGeoの協力で通常安全面で立ち入りが困難な地域においてフィールドワークできることは本プロジェクトの大きなメリットで、今後も、プロジェクトを通じた貴重な体験による人材育成が期待できる。

4-4. 持続的研究活動等への貢献の見込みについて

両国研究代表者間の信頼関係によって友好的な共同研究体制が構築され、留学や「地熱スクール」「ワークショップ」の研修による人的交流が活発に進められている。その結果、相手国研究機関のレベルアップに貢献しつつある点を高く評価できる。UESに大学院が常設されていないことによる研究レベルの問題、同国の困難な経済状況など、自立的・持続的な研究継続には不利な状況も有るが、持続的研究活動の基盤が整備されることに期待する。

地熱探査と地熱発電の国営事業体である LaGeo が参画しているため、研究成果の活用と政策等への反映が大いに期待でき、成果を基とした研究・利用活動が持続的に発展していく見込みがあると考えられる。地熱発電以外の分野の人々へも地質研究の成果を積極的にアピールできれば、それらの分野の社会実装も期待ができると考える。相手国研究機関（UES）の技術レベルを高めるため、プロジェクト終了後も連携が可能になるよう検討していただきたい。

5. 今後の課題・今後の研究者に対する要望事項

残りの国際共同研究期間で成果目標を達成するために、下記の要望事項を参考にして今後の進め方を検討していただきたい：

- プロジェクト目標をアップデートし、より具体的、定量的に示して欲しい。たとえば、プロジェクト終了までに、開発した技術により掘削の確度、探査の期間・経済性がどのように向上したかが明らかになることがのぞましい。このような一般の方にも理解しやすい指標があると技術のPRにもなると思う。
- 貯留層シミュレーションの全体像、シミュレーション内部の各サブシステムの精度も示して欲しい。

- 熱発光地熱探査法という独自技術を一層活かせるように、地熱探査データ統合システムや貯留層シミュレーションの部分にも独創的な成果を期待する。
- 熱発光法による探査を社会実装して、地熱可能地域での探査精度が向上し試掘本数の削減につなげるのが経済的成果と考えられる。現地での探査実績を期待したい。
- 内戦の痛手により学問の復興が遅れ、相手国に大学院がないなど困難な状況であるが、努力して相手国との共著論文を増やしていただきたい。そのような形で相手国側の学術・教育・研究基盤の底上げを図ることが重要である。ひとつの最先端研究分野だけでなく、学部教育、社会人教育などを含めて貢献できればいっそう喜ばしい（例えば、日本側研究機関がオンライン授業を提供するような仕組みなど）。それが見えるような形であれば、雑誌論文の数だけでなく、さらに高い評価につながると思う。
- エルサルバドル国内及び中南米の研究拠点としての組織・研究開発能力の向上も大きな課題である。交流を通じて成果を期待する。
- 研究体制において、本プロジェクトの研究成果および社会実装の可能性、相手国への貢献などを客観的に評価する役割の研究者が、研究チーム内に居ることが望ましい。

以上

成果目標シート(雛形:適宜変更してご利用ください)

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(所属機関)	土屋範芳 (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"> 地球規模の気候変動枠組みへの活用 日本企業による成果の事業化
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> 地熱資源の精密評価 ラテンアメリカの地熱資源の評価技術 地殻熱流量と地球温暖化
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"> 熱発光法の国際特許 新地熱探査法の国際標準化 LaGeoのラテンアメリカ進出に伴う熱発光探査法の推進
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> 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)
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> ラテンアメリカの地熱技術者ネットワーク ラテンアメリカの大学との連携 人材養成の中核組織
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"> 熱発光地熱探査システムの導入 地熱貯留層評価シミュレーション・システムの導入 新地熱探査法のトレーニング・マニュアルの導入

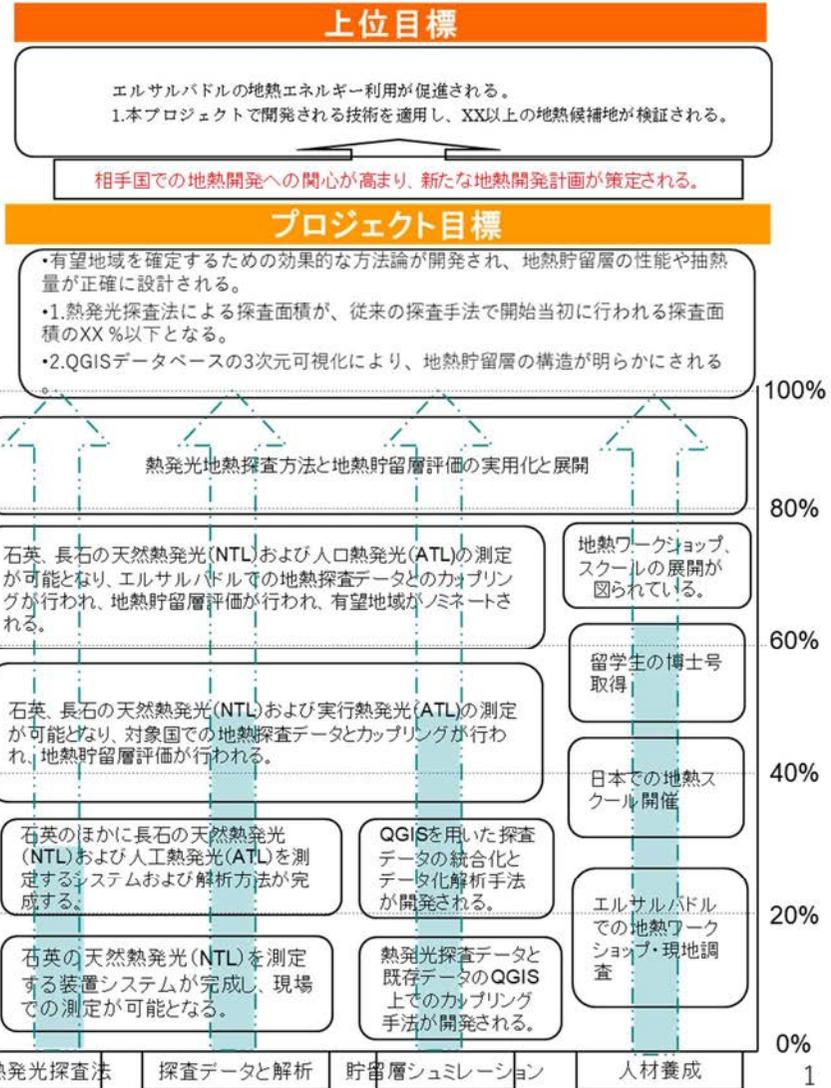


図1 成果目標シートと達成状況(2021年10月時点)