

## 地熱発電技術研究開発事業「地熱貯留層探査技術」フェーズ2(追加解析)

### 仕様書

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構

#### 1. 件名

地熱発電技術研究開発事業「地熱貯留層探査技術」フェーズ2(追加解析)

#### 2. 目的

地熱発電技術研究開発事業「地熱貯留層探査技術」は、石油探査の分野にて発展の著しい弾性波探査を地熱探査に利用することにより、高精度な地熱貯留層構造の把握および可視化を目指す技術開発事業である。当事業は平成25年度に開始し、初年度は弾性波探査の適用における課題の抽出や最新処理技術を用いた既存データの再処理などの現況調査を実施した。平成25年度の調査に基づき、平成26年度から平成27年度の2年間を「地熱貯留層探査技術」フェーズ1と位置づけ、適用課題の解決や種々の検討を行うための実証用データの取得を目的とした調査を実施した。取得したデータについては、断層や断裂帯の詳細な把握に向けたデータ処理、解析、そして既存データとの対比を通じた解釈が行われた。種々の解析により、既存調査では把握されていない複雑な地質構造を示唆する速度構造が得られたほか、既存坑井で確認されている透水性の良い箇所にも断層や断裂帯を示唆する解析結果を得ており、当事業が目的とする地熱貯留層の可視化につながる良好な結果が得られている。

今回実施するフェーズ2(追加解析)は、フェーズ1で得られた成果について、地熱貯留層の空間的な分布の評価など、追加的な解析を実施し、地熱貯留層構造の推定精度向上につながる手法を検討するものである。

#### 3. 業務内容

フェーズ1で実施した3次元反射法弾性波探査データに対するコヒーレンシー解析により、地熱貯留層の候補となる断層や断裂帯を示唆する結果が得られた。これらの結果は、坑井等で確認されている透水性の良い地点とも整合している。当事業では、これらのデータの空間的な分布や解析値の定量的な評価を実施し、断層や断裂帯の把握の精度の向上を図る。また、フェーズ1における屈折トモグラフィーによって、実証地における複雑な速度構造が、重力探査データ等の解釈に影響を及ぼしていた可能性が示され、地熱地域における地質構造解釈に対する速度構造探査の寄与が期待されることから、反射法データを用いた高精度速度構造推定手法についても追加的な検討作業を行う。当事業における作業項目は以下の通り。

##### [1]アトリビュート解析/マルチアトリビュート解析

###### ① データのコンディショニング処理

弾性波探査データの波形解析においては、ノイズやフィルターなどによる人工的なノイズが混入することによって、誤った解析結果が算出される可能性がある。アトリビュート解析など、特殊

解析を行う上では、解析方法の特性に合わせた事前のデータコンディショニングが重要となる。マルチアトリビュート解析に最適なコンディショニング処理を適用し、解析精度の向上を図る。

#### ② アトリビュート解析

フェーズ1ではコヒーレンシー解析によって、地熱貯留層の候補となる断裂の候補を示す解析結果が得られている。このコヒーレンシー解析結果の空間的な分布についての定量的な評価を実施する。

#### ③ マルチアトリビュート解析

利用可能な検層データを利用し、マルチアトリビュート解析を実施し、岩相区分や疑似坑井などを作成し、地熱地帯の弾性波探査データの解釈作業への効果を評価する。

#### ④ デシメーションテスト

①～③で得られた結果について、山岳地域において想定される不規則な測線を抜き出して評価するデシメーションテストを実施し、測線デザインによる解析結果への影響を評価する。

### [2] 多種物理探査データとの総合解析

地熱地域では重力探査や電磁探査などが一般的に行われ、密度や比抵抗といった岩石物性の分布が推定される。一方、弾性波探査を適用することにより、地層境界や断層など、地質モデルを構築する際のフレームワークを得ることができる。こうした情報を相互に参照しあうことで、解析結果の確度が上がり、ひいては総合解釈の精度の向上を期待できる。当作業では、弾性波探査で得られた地質構造や速度構造を、多種物理探査データの解析結果や解釈に反映させ、地質構造モデルの精度向上につながる総合的な解析手法を検討する。

フェーズ1の実証試験地においては、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構が実施した地熱開発促進調査「辻之岳地域」にて MT 探査ならびに重力探査データの再解析が行われている。また、平成 27 年度に指宿市山川伏目地区において MT 探査が行われている。総合解析の対象は、これらのデータを対象とする。

### [3] 高精度速度構造推定手法の検証

フェーズ1では、不均質速度構造の推定法の検討として、実証試験地において仮定した速度構造モデルに対して、屈折トモグラフィーおよび Full Waveform Inversion (FWI) による速度構造推定精度が比較・検討されている。フェーズ1の中で屈折トモグラフィーが行われ、浅部の高速度異常などが検出されている。当作業では、実データを用いた FWI を試験し、解析結果の精度についての評価を与える。

### [4] その他の解析手法の検討

フェーズ 1 における 3 次元弾性波探査において試用した独立型の受振器は、定常的にデータを記録していることから、発振作業が行われていない間、自然地震等の受動的な波形を記録している。地震波干渉法は、異なる 2 点の受振点で波形が記録された場合、その相互相関から一方を発振点、他方を受振点とした場合の波形を合成する手法である。独立型の受振器の利用により、山岳地における受振点の確保は容易ではあるが、発振点の確保が難しくなる。地震波干渉法は発振点の確保

が難しい山岳地における発振点の補填の可能性が期待できる。当作業では、フェーズ 1 において取得された記録を利用し、地震波干渉法の山岳地域におけるデータ補間技術の可能性を検討する。

#### [5] 地熱地帯に適用可能な弾性波データ取得技術の現況調査

山岳地では交通アクセスに制約がある場合が少なくない。このような状況においても適用可能な弾性波データ取得技術の現況調査を実施する。また、地熱地帯での高温環境への耐性が高いとされる分布式光ファイバーDASシステムについても併せて調査を実施する。

それぞれの技術について、利点及び課題を含む技術内容、地熱及び他分野における適用場面・適用頻度について調査すること。また、可能であれば適用費用の調査も実施することが望ましい。

#### [6] ガイドブック

フェーズ1で作成した「地熱貯留層探査のための弾性波探査ガイドブック」は、フェーズ 2 の成果を追加することを前提にした構成になっている。フェーズ 2 の成果について追記する部分の原稿を加え、第 2 版を作成する。第 2 版の作成に際し、第 1 版の内容について修正が必要な場合は、機構と協議し、修正作業を行うこととする。

#### [7] 機構が指定する委員会・成果報告会等における報告

機構の指示の下、機構内に設置してある委員会等に対し進捗状況の報告等を行う(1~2 回程度)ほか、機構が主催する成果報告会等において進捗状況や成果を報告する。

## 4. 成果物

実施内容を取りまとめた年度成果報告書を作成し、以下を成果物として平成 29 年 3 月 31 日までに納品する。

- |                      |     |
|----------------------|-----|
| ・ ハードコピー             | 3 部 |
| ・ 報告書の内容の電子ファイル      | 3 部 |
| ・ 機構が指定する調査データ(デジタル) | 1 部 |

## 5. 契約期間

契約締結日～平成 29 年 3 月 31 日

## 6. 実施場所

委託先または機構が指定する場所とする。

## 7. 成果の普及

委託研究の成果は、機構の承認の下、適宜論文発表や学会発表などを行い、成果の普及に努めるものとする。

## 8. 環境物品等の調達推進について

国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律(平成12年法律第100号)第6条第1項の規定に基づき定められた環境物品等の調達の推進に関する基本方針(平成28年2月2日閣議決定)により、以下の項目に該当する場合は、該当する要件を満たすこと。

(1) 紙の資料を配布する場合は、適正部数の印刷、両面印刷等により、紙の使用量の削減が図られていること。また、紙の資料として配布される用紙が特定調達品目に該当する場合は、当該品目に係る判断の基準を満たすこと。

## 9. その他

- (1) 上記項目の内容以外で、他に必要と判断される事項がある場合は、幅広い観点で企画・提案すること。
- (2) 上記項目に係る業務全般を行うに際して、機構及びその他関係者と逐次協議しながら進めていくこと。
- (3) 本委託事業において解析したデータを、対象となった実証フィールドの操業者が自社における内部検討に使用したい場合、機構および委託先はこれを承諾すること。
- (4) 本委託事業により知り得た情報を機構ならびに実証フィールドの操業者の許可なく外部に漏らし又は他の目的に使用しないこと。
- (5) 本事業により発生した一切の著作権、著作物については、すべて機構に帰属させるものとし、著作人格権の行使は行わないものとする。
- (6) 委託先は、本委託研究に関する業務を、専門家として要求される注意と能力をもって実施すること。
- (7) 本委託研究は機構職員と緊密な協力の下で実施し、毎月の進捗報告の他に機構の要請に応じて報告を行うこと。
- (8) 仕様がない事項又は仕様について生じた疑義については、機構との協議の上で解決すること。

以上