

## 事業事前評価表

国際協力機構社会基盤部  
資源・エネルギーグループ

### 1. 案件名（国名）

国名： タジキスタン共和国（タジキスタン）

案件名：（和名）地中熱利用による脱炭素型熱エネルギー供給システムの構築  
（英名）Project for the Development of Decarbonized Heat Energy Supply System using Ground Heat Source

### 2. 事業の背景と必要性

（1）当該国におけるエネルギーセクターの開発の現状・課題及び本事業の位置付け

タジキスタンの国土の 93%は山岳地帯（半分は標高 3,000m 以上）であり、豊富な水資源に恵まれている。同国の 2018 年の総発電容量 5,722MW<sup>1</sup>のうち、水力発電の設備容量が 4,941MW<sup>1</sup> を占めており、電力需要の 9 割が水力発電により賄われている。12 月から 2 月にかけては平均気温が零度以下になり、暖房の需要が高い時期となるが、冬季には雪解け水の減少と流域河川の凍結による出水率の低下により発電量が減少する。同国は石油・天然ガス等のエネルギー資源に乏しいため、暖房で需要が増加し河川の流量が低下する冬季は地方・農村部を中心に電力不足となっていた。発電設備の改善やウズベキスタンからの天然ガスの輸出再開等により、首都ドゥシャンベでの電力供給は安定したが、地方・農村部のエネルギーアクセスは未だ限定的である。ソ連時代には、同国の豊富な石炭（埋蔵量 4 億トン）を活用し、暖房用として小型石炭ボイラが学校や病院に設置（約 960 ヲ所）された。しかしながら、石炭の環境負荷を軽減する観点から、豊富な地下水や地中熱等未利用エネルギーを開発し利用する必要性が高まっている。熱エネルギーへの需要が高い同国において、年中温度が一定である地下水や地盤を熱源とし利用することで、熱エネルギー供給や省エネ効果、CO2 排出量削減等が期待されている。

タジキスタン政府は「国家開発戦略（2016-2030）」において、国内消費と経済成長を社会的、経済的、環境的に持続可能な方法で促進するために、信頼性が高く、十分な量かつ適正価格のエネルギーを提供することをエネルギー安全保障上の重要政策のひとつとして掲げている。地中熱の利用はこれに貢献し得るものであるが、同国の地中熱研究は、ソ連から独立以後は予算の問題もあり停滞している。地下水の広域解析・研究を通して、地中熱利用ポテンシャルを明らかにすることにより、環境負荷の低いエネルギーである地中熱利用促進、普及を図る必要性は高い。

<sup>1</sup> タジキスタン国電力セクター情報収集・確認調査（電力計画）業務完了報告書（2019 年 1 月）

このような状況下、タジキスタン政府は、同国のエネルギー政策でも重要な位置付けにある持続可能なエネルギー源の開発に貢献する地中熱を利用し、脱炭素型熱エネルギー供給システムの構築を目指して、2020年9月に本事業を JICA に対し要請した。

(2) エネルギーセクターに対する我が国及び JICA の協力量針等と本事業の位置付け、課題別事業戦略における本事業の位置づけ

対タジキスタン共和国国別開発協力量針（平成30年9月）では、安定的な経済活動の阻害要因である不安定な電力供給改善のため、電力分野の支援を実施することを重点分野（中目標）としている。

また、対タジキスタン共和国 JICA 国別分析ペーパー（2018年8月）では、重点分野「経済・産業開発基盤の整備」の開発課題に「エネルギー供給の安定化」を掲げている。安定的な経済活動を阻害する電力供給の改善を図るべく、特に首都ドゥシャンベを中心とした電力需要の高い都市部において、無償資金協力「ドゥシャンベ変電所整備計画」（2017年）により、変電所の更新・新設を図ってきた。また、タジキスタン政府が地球温暖化対策への取組として進める、温室効果ガスの排出削減のための化石燃料の削減、太陽光発電を利用したクリーンエネルギーの導入拡大の支援を目的に、無償資金協力「太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画」（2010年）も行った。今後は、本事業のような、季節・天候に左右されないクリーンなエネルギー開発及び利用促進に関する協力を行い、気候変動対策に加えて安定供給にも寄与することが望ましい。

更に、JICA はグローバル・アジェンダ「資源・エネルギー」により、エネルギーの低・脱炭素化を効果的に推進するための戦略作り、協力プログラム・案件形成、革新的な協力手法の検討等を重点的に進めている。また、各開発課題と気候変動気候変動対策の推進を両立させたコベネフィット型の気候変動対策を推進している。本事業はタジキスタンの再生可能エネルギーの開発及び利用拡大により、低炭素化に貢献するものである。

本事業は、豊富な地下水資源を基盤とした地中熱利用冷暖房システムの導入により、同国の地下水資源の活用やエネルギーアクセス問題の解決、CO2削減に寄与するものであることから、持続可能な開発目標（SDGs）の目標7「すべての人々の、安価かつ信頼できる持続可能な近代的エネルギーへのアクセスを確保する」、目標13「気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる」に資するものである。

(3) 他の援助機関の対応

タジキスタン政府は、CASA1000 プロジェクト（Central Asia South Asia Electricity Transmission and Trade Project）に参画しており、夏季の電力余剰国（タジキスタンとキルギス）から、電力需要不足国（アフガニスタンとパキスタ

ン)に 1,300MW の電力を輸出することを計画している。同プロジェクトは、世界銀行 (WB) や米国国際開発庁 (USAID) 等の複数の国際金融機関等が支援を行っている。

なお、本事業に関連するエネルギー水資源省 (以下、「MEWR」という。) など関係機関について、地中熱利用促進・普及といった分野・領域における他ドナーの協力はない。

### 3. 事業概要

#### (1) 事業目的

本事業は、タジキスタンの首都であるドゥシャンベ市において、地中熱ヒートポンプ (以下、「GSHP」という。) システムの開発に関する CIDSNT 職員の人材育成、デモプラントの設置・運転、GSHP システム導入のための制度設計を行うことにより、GSHP の普及のためのタジキスタンモデルの確立を図り、もって脱炭素化に貢献する GSHP の実用化・普及に資するものである。

#### (2) プロジェクトサイト／対象地域名

首都ドゥシャンベ (人口約 86 万人、面積約 125km<sup>2</sup>)

#### (3) 本事業の受益者 (ターゲットグループ)

直接受益者：CIDSNT 職員、ドゥシャンベ市の公的施設に設置する GSHP システムの利用者

最終受益者：タジキスタンの国民 (約 970 万人、2019 年)

#### (4) 総事業費 (日本側)：3 億円

#### (5) 事業実施期間

2022 年 5 月～2027 年 4 月を予定 (計 5 年)

#### (6) 相手国実施機関

タジキスタン共和国科学アカデミー科学・新技術開発センター

(Center for Innovation Development of Science and New Technologies of the National Academy of the Sciences of Tajikistan: CIDSNT)

#### (7) 国内協力機関

秋田大学(研究代表機関)、産業技術総合研究所、北海道大学、筑波大学、東北公益文科大学

#### (8) 投入 (インプット)

##### 1) 日本側

① 在外研究員派遣 (資源政策、地下水文学、地球資源システム工学、地質学、地中熱利用工学、経済学等)

② 招へい外国研究員受け入れ：

長期：GSHP ポテンシャルマップ作成、地下水水質分析、GSHP 技術、リモートセンシング、エネルギー資源工学、エネルギー経済学、公共政策

短期: GSHP ポテンシャルマップ作成、イオンクロマトグラフィー及び ICP-MS を用いた化学分析、GSHP 技術、マルチモーダル計測技術、コミュニティ・デベロップメント、資金調達

- ③ 機材供与: GSHP システム、データサーバー、データロギングシステム、GIS ソフトウェア、他

## 2) タジキスタン国側

- ① カウンターパートの配置

プロジェクトチーム: CIDSNT、MEWR、保健・社会保護省(以下、「MHSP」という。)、教育科学省(以下、「MES」という。)、ドシャンベ市

プロジェクトチームに、商業協働組合 "Khakimi"、科学研究所 "TojikNIIGiM"、エネルギー研究所を加えて、GSHP システム導入のための制度設計タスクフォースを設ける。

- ② 案件実施のためのサービスや施設、現地経費の提供

専門家の執務スペース(CIDSNT 内)、プロジェクトに必要な情報・データ等

- (9) 他事業、他開発協力機関等との連携・役割分担

## 1) 我が国の援助活動

特になし

## 2) 他の開発協力機関等の援助活動

地中熱利用における他援助機関等の支援はない。また、本プロジェクトの実施機関および関係機関への他ドナーによる重複事業等はない。

- (10) 環境社会配慮・横断的事項・ジェンダー分類

## 1) 環境社会配慮

- ① カテゴリ分類: C

- ② カテゴリ分類の根拠:

「国際協力機構環境配慮ガイドライン」(2010年4月公布)上、環境への望ましくない影響は最小限であると判断されるため、カテゴリ C に該当する。

## 2) 横断的事項

・本事業を通じて温室効果ガスの排出抑制が見込まれるため、気候変動対策(緩和策)に資する。本事業を通じた気候変動緩和策を詳細計画策定調査にて検討した結果、既設の石炭ボイラを GSHP に交換した場合、GSHP の対象面積(100m<sup>2</sup>)あたり約 17 tCO<sub>2</sub>/year の削減効果が期待できる。

・同国は 2017 年の「国が決定する貢献草案(Intended Nationally Determined Contribution: INDC<sup>2</sup>)」を 2021 年 10 月更新し NDC<sup>3</sup> として UNFCCC へ提

<sup>2</sup> タジキスタン INDC (2017)

<https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Tajikistan%20First/INDC-TJK%20final%20ENG.pdf>

<sup>3</sup> [https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Tajikistan%20First/NDC\\_TAJIKISTAN\\_ENG.pdf](https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Tajikistan%20First/NDC_TAJIKISTAN_ENG.pdf)

出し、2030年までに1990年を基準としたGHG排出量の60-70%（外部支援を考慮する際には50-60%）に抑えることを目標とし、その対策として再生可能エネルギーの促進が挙げられていることから、本事業はNDCと整合している。

3) ジェンダー分類：

【ジェンダー案件】「GI(S) ジェンダー活動統合案件」

<活動内容/分類理由> 本事業へ参加するCIDSNT職員の男女比が4:1であることを確認しており、本邦研修等女性研究者の積極的な参加を促す方針に即す取り組みを予定しているため。

(11) その他特記事項

特になし

#### 4. 事業の枠組み

(1) 上位目標：

高性能な乾燥地帯対応かつ脱炭素化に貢献するGSHPが実用化・普及する。

指標及び目標値：

指標1：プロジェクトで育成されたCIDSNT職員の南部ボフタル市のポテンシャルマップを独自に作成する(クロブ市、ホジャンド市など他市の水文地質学データの収集・整理を含む)。

指標2：GSHPシステムが国際的な支援や民間投資によって、学校、病院その他の公的施設に導入される(1ヶ所以上)。

指標3：タジキスタン政府においてGSHPシステム導入のための資金スキームが制度化される。

(2) プロジェクト目標：

乾燥地帯対応型地中熱ヒートポンプの普及のためのタジキスタンモデルが確立する。

指標及び目標値：

指標1：ドシャンベ市の地下水流動データ、地下水質データを含む詳細なGSHPポテンシャルマップが作成される(最小規模150km<sup>2</sup>)。

指標2：高性能なGSHPシステム(CPO: heating 4.0+ /Cooling 5.0+)が稼働する。

指標3：人工ニューラルネットワーク(以下「ANN」という。)を活用した広範囲のGSHPポテンシャルマップ(範囲：5000km<sup>2</sup>)のプロトタイプが作成される。

指標4：日本とタジキスタンを結ぶ遠隔GHSP制御システムが稼働する。

指標5：GSHP普及のための法制度が提案される。

(3) 成果

成果 1 : CIDSNT のカウンターパートの GSHP ポテンシャルマップおよび GSHP システムの開発に係る能力が育成される。

成果 2 : デモプラントが長期的に稼働する。

成果 3 : GSHP システム導入のための制度設計が完成する。

(4) 主な活動 :

1.1 地温プロファイル、地下水位測定と水質分析を行う(100 カ所の井戸)。

1.2 水門地質データに基づいた地下水流動・熱輸送モデルを構築し地下水流動系を解明する。

1.3 GIS と人工知能(GAN)を利用した広範囲の GSHP ポテンシャルマップ(500m メッシュ)を作成する。

1.4 ドシャンベの地下水流動を加味したポテンシャルマップを作成する。

2.1 2 つの異なるサイトを選定しデモプラントとして GSHP システムを設置し、必要機材・資材を調達する。

2.2 掘削による揚水試験と熱応答試験を実施する(1 サイトにつき最低 2 ヶ所についてポンプテストと熱応答試験を実施)。

2.3 それぞれのサイトで GSHP システムの構築と稼働を行い、AI を活用した最適なヒーティング・クーリングシステムを構築する。

2.4 エネルギー効率と環境パフォーマンスに関するマルチモーダル計測を行う。

2.5 高性能な GSHP システムを開発し、維持管理に関する指導を行う。

3.1 制度設計タスクフォースを結成する。

3.2 コミュニティ開発と地下水利用に関する社会生態学的評価を実施する。

3.3 GHGs 排出を含む地中熱システム設置と操業コスト(誤差±10%)の経済学的評価を行う。

3.4 資金スキームを開発する。

3.5 地中熱システムの産業化による雇用創出の分析を行う(誤差±10%)。

3.6 地中熱利用の促進案を作成する(新電気料金体系、補助制度、GSSHP 導入許認可制度等)。

3.7 社会実装に向けたロードマップとアクションプランを策定する。

## 5. 前提条件・外部条件

(1) 前提条件

- 経済評価のための関連データがオープンソースあるいはタジキスタンの関連機関から入手できること

(2) 外部条件

- 対象サイトの水利用者組合の理解と協力が得られること、また、デモサイトでの GSHP 設置前のデータが得られること
- GSHP 設置サイトに高速インターネット環境があること
- GSHP 設置サイトにおいて安定的な電力供給が得られること
- GSHP 設置サイトにおいて、掘削とポンプ稼働について周辺住民の理解と協力が得られること
- タジキスタン政府と金融機関から GSHP 普及のための協力が得られること
- タジキスタン政府のエネルギー・環境政策が大きく変更されないこと

## 6. 過去の類似案件の教訓と本事業への適用

地球規模課題対応 国際科学技術協力 (SATREPS) インドネシア国「バイオマス廃棄物の流動接触分解ガス化・液体燃料生産モデルシステムの開発プロジェクト」の終了時評価調査報告書 (2019 年 6 月) より以下の教訓を得ている。

・プラントの建設に係る免税措置の手続き等については、事前に関係者間で対応策を検討し合意することで遅れや不都合が生じないように努めることが求められる。SATREPS 事業では相手国における免税資格を有していない日本の研究機関がしばしば機材調達を行うことを考慮しておく必要がある。

・相手国パートナー機関のプロジェクトに対するオーナーシップを醸成することは日本の研究機関にとって非常に重要であり、特に SATREPS 事業において研究活動の持続性を確かなものとするためには不可欠である。

本事業においても機材調達に係る手続きに留意し、活動の遅延が生じないように努める。また、プロジェクト終了後の社会実装を念頭に、プロジェクト開始段階からタジキスタン側実施機関のオーナーシップを醸成できるよう共同作業を通じて技術移転を行いつつ、日本側とタジキスタン側との役割分担に配慮しながら共同研究を行う。

## 7. 評価結果

本事業は、当国の開発課題・開発政策並びに我が国及び JICA の協力量針・分析に合致し、地中熱利用の推進を通じて脱炭素化に資するものであり、SDGs ゴール目標 7「すべての人々の、安価かつ信頼できる持続可能な近代的エネルギーへのアクセスを確保する」、目標 13「気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる」に貢献すると考えられることから、事業の実施を支援する必要性は高い。

## 8. 今後の評価計画

- (1) 今後の評価に用いる主な指標
  4. のとおり。
- (2) 今後の評価スケジュール

事業開始 2 年半後	中間レビュー
事業終了半年前	終了時評価
事業終了 3 年後	事後評価

以 上