

事業事前評価表

国際協力機構南アジア部南アジア第一課

1. 基本情報

国名：インド

案件名：トゥルガ揚水発電所建設事業（第一期）

Project for the Construction of Turga Pumped Storage (I)

L/A 調印日：2018 年 11 月 2 日

2. 事業の背景と必要性

（１） 当該国における電力セクターの開発の現状・課題及び本事業の位置付け
インドでは、近年の急速な経済成長に伴いエネルギー消費が増加を続けており、中国、アメリカに次いで世界第 3 位の電力消費国となっている（出典：International Energy Agency「Atlas of Energy 2015」）。インド全体の電力需給は、2016 年度実績値で 0.7%の供給量不足（需要量 1,142,929GWh に対し供給量 1,135,334GWh）、1.6%のピーク時供給能力不足（需要 159,542MW に対し供給能力 156,934MW）であり、2015 年度（供給量不足 2.1%、ピーク時供給能力不足 3.2%）に比べて改善傾向にあるものの、依然として供給不足である（出典：インド中央電力庁「Load Generation Balance Report」）。また、インド政府は、エネルギーのバランスを保ち安定的な電力供給を確保するための電源多様化、高効率な電源活用、二酸化炭素排出量削減、持続可能性を高めるための手段の一つとして再生可能エネルギーの導入・活用を掲げている。インド新・再生可能エネルギー省は「再生可能エネルギー175GW 計画」を打ち立て、2019 年度までに 100GW、2022 年度までに 175GW の再生可能エネルギーを導入することを目標としている。

インド東部に位置する西ベンガル州は全国第 4 位の人口約 9 千万人を擁し、電力消費量においてインドで 10 番目に大きい州で、エネルギー消費の約 4.38%を占めている。電力供給量は需要に対して 0.3%の不足（2016 年度）となっているものの、全国平均（0.7%）に比べ比較的安定している。しかしながら、国内第 6 位の経済規模を有する同州は更なる経済発展と電力需要増が予測されており、2015 年度から 2019 年度にかけてピーク需要と必要な発電量は、それぞれ 7,544MW、52,358GWh から 11,172MW、62,926GWh へと増大していくことが見込まれているため、更なる供給能力の整備が必要である（出典：インド電力省、西ベンガル州電力局「Power for All – West Bengal」）。

また、州政府は 2012 年に再生可能エネルギー政策を制定し、再生可能エネルギー発電容量を 2022 年までに 2,706MW へ拡大することを目標とした。その後、2014 年には「再生可能エネルギー175GW 計画」の一貫で、西ベンガル州は 2022

年までに再生可能エネルギー発電容量を 5,386MW 導入するという目標を課せられた。一方、太陽光発電の出力は天候などの影響で大きく変動するため、短期的な需給バランスが崩れると周波数が適正值を超え、電気の安定供給（質の確保）に問題が生じることに繋がる。かかる状況下、電力需要の増加及び再生可能エネルギーの比率増加に伴い、供給される電力の品質を保持するために必要な調整電源の整備が喫緊の課題である。この課題に対応するには、電力供給の調節を容易に行うことができる揚水発電が適した形態であり、インド中央電力庁が 2016 年に発表した電源開発計画（案）では、再生可能エネルギーの増加が見込まれる状況下において、揚水発電は系統安定化やピーク時電力供給に大きく寄与する電源として、その発電所数を増加させる必要性があると述べられている。

トウルガ揚水発電所建設事業（以下、「本事業」という。）は、ピーク時電力供給力及び系統安定化対策の強化により、西ベンガル州内及び当該地域系統の安定的な電力供給に資する取組みとして位置付けられている。

（２）電力セクターに対する我が国及び JICA の協力方針等と本事業の位置付け
対インド国別開発協力方針（2016 年 3 月）において、「産業競争力の強化」として、電力の安定供給のための電源の多様化等が重点分野として掲げられている。また、対インド JICA 国別分析ペーパー（2018 年 3 月）においても、急速に進む都市化への対応及び生産性の高い産業の育成のためのインフラ整備の重要性について分析しており、本事業はこれら方針、分析に合致する。加えて、第 9 回日印エネルギー政策対話（2018 年 5 月）では、再生可能エネルギー推進のロードマップを明確なものとするため、可変速揚水発電設置に対する両国の協力関係を推進していくことなどを述べた「日印エネルギー転換協力計画」が立ち上げられた。本事業は、可変速揚水発電を推進するものであり、この方針にも合致するものである。インド電力セクターに対しては 2018 年 9 月時点で 80 件、計 1 兆 2,431 億円の円借款承諾実績がある。西ベンガル州電力セクターに対しては、過去 3 期にわたり「プルリア揚水発電所建設事業（承諾額合計 621 億円）」に対して円借款供与を行い、同州の電力供給の安定・拡大に貢献している。

本事業は、SDGs ゴール 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の確保」に貢献すると考えられる。

（３）他の援助機関の対応

世界銀行はメガラヤ州やアッサム州を含む北東州の送配電網増強事業に対し支援を実施している。また、アジア開発銀行はアッサム州に対し電力セクター強化を支援しているほか、送配電網の整備、水力発電、エネルギー効率化等の面で支援を実施している。

3. 事業概要

(1) 事業目的

本事業は、インド東部西ベンガル州プルリア郡において、揚水発電所(定速揚水機 2 台、可変速揚水機 2 台)を建設することにより、ピーク時電力供給力及び系統安定化対策の強化を図り、もって同州の経済発展及び生活水準の向上に寄与するもの。

(2) プロジェクトサイト／対象地域名

西ベンガル州プルリア郡（州人口 9,127 万人（2011）、州面積 88,752 km²）

(2) 事業内容

- 1) 土木工事：上池ダム（ロックフィルダム）、下池ダム（コンクリート式重力ダム）、放水路、発電所の施工等
- 2) 水門・鉄管工事：水圧鉄管、水圧鉄管分岐管の施工等
- 3) 電気機器設備工事：定速揚水機（250MW）2 台、可変速揚水機（250MW）2 台、交流変圧器 1 台の建設・据え付け等
- 4) 送電線設備工事：400kV 送電線の建設等（実施機関負担により実施）
- 5) 準備工事：メインアクセスロード、アクセストンネルの整備等（一部実施機関負担により実施）
- 6) コンサルティング・サービス（基本設計、詳細設計、入札補助、施工監理、組織能力強化等）

(4) 総事業費

112,134 百万円（うち、円借款対象額：81,018 百万円、今次借款額：29,442 百万円）

(5) 事業実施期間

2018 年 10 月～2028 年 11 月を予定（計 122 カ月）。全ての発電機の試運転完了時（2027 年 5 月予定）をもって事業完成とする。

(6) 事業実施体制

- 1) 借入人：インド大統領（President of India）
- 2) 保証人：なし
- 3) 事業実施機関：西ベンガル州配電公社（West Bengal State Electricity Distribution Company Limited。以下「WBSEDCL」という。）
- 4) 運営・維持管理機関：WBSEDCL

(7) 他事業、他援助機関等との連携・役割分担

1) 我が国の援助活動

JICA は 1994 年から 3 期に亘って「プルリア揚水発電所建設事業」（2008 年事業完了）を支援しており、本事業はこれらの事業と相互補完的に同州の

電力供給量の安定・拡大に貢献するもの。

2) 他援助機関等の援助活動

特になし。

(8) 環境社会配慮・貧困削減・社会開発

1) 環境社会配慮

① カテゴリ分類：A

② カテゴリ分類の根拠

本事業は、「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2010 年 4 月公布）に掲げる電力セクター及び影響を及ぼしやすい特性に該当するため。

③ 環境許認可

環境影響評価（EIA）報告書は、WBSEDCL により 2016 年 4 月に作成され、インド国環境法（Environmental Impact Assessment Notification, 2006）に基づき環境森林省（Ministry of Environment, Forest & Climate Change）から 2018 年 7 月に環境クリアランスを取得済み。森林伐採許可（森林クリアランス）は 2018 年 4 月に取得済み。

④ 汚染対策

工事中は、工事サイトや労働者キャンプからの排水や掘削土の廃棄処分が発生するため、沈澱池の設置等の排水処理や、掘削土の工事中の再利用を講じた上で工事サイト周辺に廃棄処分される予定。

⑤ 自然環境面

事業対象地域は、国立公園等の影響を受けやすい地域又はその周辺に該当しない。農作物の収穫期に一時的に個体若しくは小集団のアジアゾウが出現することが確認されているが、主要な生息地には該当しない。本事業では、アジアゾウが事業対象地に出現した場合、アジアゾウを傷つけることなく、クラッカーや松明を使用し事業対象地の外に誘導する方針である。また、アジアゾウの出現情報は、コントラクターが集約し、地域森林官事務所（Local Ranger Office）への連絡を一元化するために、プルリア郡森林局、地域住民、コントラクターから成るステークホルダー委員会を設置することとなっている。さらに 241ha の森林伐採が予定されているが、JICA ガイドラインが規定する原生林、熱帯の自然林に該当せず、同面積の代替植林が州政府森林局の管理の下実施されることで、影響は低減される。

⑥ 社会環境面

本事業は、揚水発電所及び関連施設に 292 ha、送電線 ROW・鉄塔基部に 7.8ha の用地を必要とするが、そのうち 285 ha は公有地であり、14.8 ha が私有地である。私有地は土取り場として利用される可能性があるが、

利用する場合はリース契約が交わされ、用地取得は発生しない。一方、公有地の一部で数世帯が農耕を行っているため、インド国内法及び JICA ガイドラインに沿って生計回復支援策が提供される予定。

⑦ その他・モニタリング

環境管理計画及び環境モニタリング計画に基づき、工事中は、コンサルタントの監理の下、コントラクターが水質、廃棄物、生態系、生計等についてモニタリングを実施する。供用時は、WBSEDCL が水質、事故等についてモニタリングを実施する。

2) 横断的事項

感染症対策：本事業に従事する多数の労働者は単身居住することが想定され、HIV 感染リスクが高いものと考えられるため、HIV 予防活動の計画を策定し、コントラクターに対して同計画に則った対策を義務付ける。

3) ジェンダー分類：

【対象外】「(GI) ジェンダー主流化ニーズ調査・分析案件」

＜活動内容/分類理由＞

本事業では、協力準備調査にてジェンダー主流化ニーズが調査されたものの、ジェンダー平等や女性のエンパワメントに資する具体的な取組みを実施するに至らなかったため、「ジェンダー主流化ニーズ調査・分析案件」に分類する。

(9) その他特記事項

特になし。

4. 事業効果

(1) 定量的効果

1) アウトカム（運用・効果指標）

指標名	基準値 (2018 年度実績値)	目標値 (2029 年) 【事業完成 2 年後】
(1) 運用指標		
稼働時間		
・揚水 (時間 / 年)	-	2,466
・発電 (時間 / 年)	-	1,825
出力変化速度 (% / 分)	-	100 ^{*1}
(2) 効果指標		
西ベンガル州発電容量 (MW)	16,318 ^{*2}	17,318
最大出力 (MW)	-	1,000
送電端電力量 (GWh / 年)	-	1,803

*1 出力変化速度が速いほど、電力需要に合わせて迅速に供給量を調整することが可能。

参考) 火力発電所(石炭、石油)、 1~3% / 1 分

火力発電所(天然ガス)、 1~8.3% / 1 分

*2 実施機関提供の資料による。

(2) 定性的効果

- ・ 州内電力供給安定化
- ・ インフラ環境改善による投資促進
- ・ 西ベンガル州の経済発展および生活水準の向上

(3) 内部収益率

以下の前提に基づき、本事業の経済的内部収益率(EIRR)は32.1%、財務的内部収益率(FIRR)は9.4%となる。

【EIRR】

費用：事業費、運営維持管理費(いずれも税金を除く)

便益：代替材(本事業と同等の電力を供給しうるコンバインドサイクル発電プラントの事業費、運営・維持管理費)の節減

プロジェクト・ライフ：44 年

【FIRR】

費用：事業費、運営維持管理費

便益：売電収入

プロジェクト・ライフ：44 年

5. 前提条件・外部条件

(1) 前提条件

特になし。

(2) 外部条件

特になし。

6. 過去の類似案件の教訓と本事業への適用

インド「ウミアム水力発電所改修事業」の事後評価結果(評価年度 2006 年)等では、実施機関内の発電・送電・配電の部門間、また、発電所の運転部門と維持管理部門間の人事異動が頻繁に行われ、専門性を有する人材の育成が困難であったことから、発電所に勤務する技術者に対する研修の実施等を通して、発電所における知識・ノウハウの中長期的維持及び人材の適切な育成を図るべきとの教訓を得ている。本事業では、核となる人材の人事異動を最小限とすること、また、コンサルタント契約において設計、建設管理、調達管理等の技術移転を実施し、また、コントラクター契約において、可変式揚水発電機の運転操作や維持管理に関する技術指導を含め、効果的な発電所の運転に資するよう

実施機関と合意している。また、事業実施機関の人事部門が年度計画として各階層のレベルに合わせた研修プログラムを構築し、目標参加者数と実績をモニタリングすることとしている。

本事業と同じ実施機関の行った「プルリア揚水発電所建設事業」の事後評価結果（評価年度 2016 年）等では、森林クリアランスの取得の遅れが工期の遅れにつながったことが報告されているが、本事業においては森林クリアランスがすでに取得されており、問題はない。また、同事業において、実施機関とコントラクターとの間で工事代金の調整価格算出方法に関して齟齬が生じ、支払いについての係争が起こったことがコントラクターより報告されている。工事代金の調整価格算出方法に関しては、当時、標準入札書類がなく、契約書において工事代金の調整価格算出方法が曖昧になっていたことが要因としてあげられるが、現在は、国際競争入札においては JICA にて作成した標準入札書類の使用が義務付けられ、JICA が同意を行うこととなっており、契約書における片務的条件や曖昧な条件を排除できるよう取り組みを行っている。

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、ピーク時電力供給力及び系統安定化対策の強化を通じて同州の経済発展及び生活水準の向上に資するものであり、SDGs ゴール 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の確保」に貢献すると考えられることから、本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指標
 - 4. (1) ～ (3) のとおり。
- (2) 今後の評価スケジュール
 - 事後評価 事業完成 2 年後

以 上