

平成 17 年度温暖化対策クリーン開発メカニズム事業調
査

インドネシア国バンジャチャヤナ灌漑水路における
統合小水力開発基礎調査
報告書概要版

平成 18 年 3 月

中国電力株式会

インドネシア国 Banjarchayana 灌漑水路における統合小水力開発基礎調査報告書 概要版

(1) プロジェクト実施に係る基礎的要素

提案プロジェクトの概要と企画立案の背景

本プロジェクトは、中部ジャワ州スマラン市南西 80km に位置する Banjarnegara 県（図-1 参照）にある Banjarchayana 灌漑施設に点在する落差工の未利用落差及び灌漑用水の安定的な流量を利用し、小水力発電を行うものである。

この灌漑施設は、1912 年に旧オランダ統治下で建設されたものであり、1989 年に灌漑施設の上流端に建設されたムリチャダム / 貯水池の建設によって安定的な灌漑流量が確保されている。

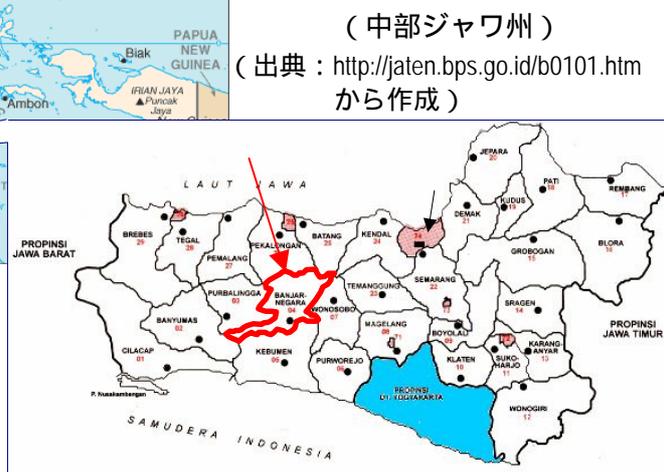
この灌漑水路の取水口部はダム式の小水力発電所（750kW）があるが、下流の落差工には、発電所は設けられていない。

本プロジェクトは、灌漑施設の未利用落差に着目して、これを電力に変換することで既存系統電力の使用量を削減するとともに、これに相当する化石燃料の使用量の削減を目的とするものである。環境面からみれば既存灌漑設備の落差工に、取水口～発電所～放水口の一連の設備を付加するのみであり、土地の改変はすべて既改変地であるわずかな土地の改変しか伴わず、環境にやさしい再生エネルギーの開発といえる。



（出典：<http://www.cia.gov/cia/publications/factbook/geos/id.html>）

図 - 1 インドネシア国 中部ジャワ州
Banjarnegara 県 位置図



（中部ジャワ州）

（出典：<http://jaten.bps.go.id/b0101.htm> から作成）

ホスト国の概要

インドネシアでは、その地形・気候特性から稲作が盛んで、灌漑施設が整備された地域では、2 期作、3 期作の水田耕作が行なわれているが、インドネシアの主要輸出品目の上位 10 品目に米はなく、その多くが食料国内自給用となっており、食料自給率確保の観点からも農業の位置付けは大変重要である。インドネシアの産業業態別労働人口からみると農林水産業従事者は、45%程度と高く、この実態を裏付けている。本プロジェクトサイトのジャワ島の面積は国土面積の 7%弱であるものの、稲作も収穫高の全国比率の 50%を超える。ジャワ島の地形特性は、いく

つかの火山を中心に山麓に丘陵地が広がっていることから水田耕作のために灌漑施設が発達している。

このような灌漑施設には数多くの落差工があるが、その目的は流水の減勢のみであり、エネルギーとしては有効利用されていない。今回のプロジェクトのように落差工の未利用エネルギーを小規模水力発電という形で活用することは、同じような未利用の落差工を有する灌漑施設への導入・展開の観点からも意義が大きく、インドネシア国の再生可能エネルギーによる持続可能な発展に貢献することになる。

インドネシアは現在、深刻な電力不足が発生していると言われている、灌漑水路の未利用落差を用いた小規模水力発電を開発・利用することが化石燃料を使用した既存系統電源の利用率の削減につながることから、実現可能な技術として期待されている。

ホスト国の CDM/JI 受入のクライテリアや DNA の設置状況など、CDM/JI に関する政策・状況
インドネシアは、1994 年 8 月に国連気候変動枠組条約 (UFCCC) を批准し、2004 年 12 月には京都議定書を批准した。DNA 組織は 2005 年 10 月に正式発足し、これによってインドネシアにおける CDM 体制が確立されたことになる。DNA 組織は、図 - 2 に示す構造で、環境省を中心として 9 関係省庁からなる CDM 国家委員会 (National Commission for CDM in Indonesia) がその役割を担っている。事務局 (Secretariat)、技術チーム (Technical Team) と必要に応じて設置される専門家グループ (Technical Advisor) やステークホルダー・フォーラム (Stakeholder Forum) の支援組織で提案プロジェクトの評価を行う。技術チームはプロジェクト評価の実行組織で、専門家グループあるいはステークホルダー・フォーラムによる意見を聞きながら、持続可能開発のための 4 つのカテゴリーに分類されたクライテリア及び指標 (表 - 1 参照) に基づき評価を行っている。

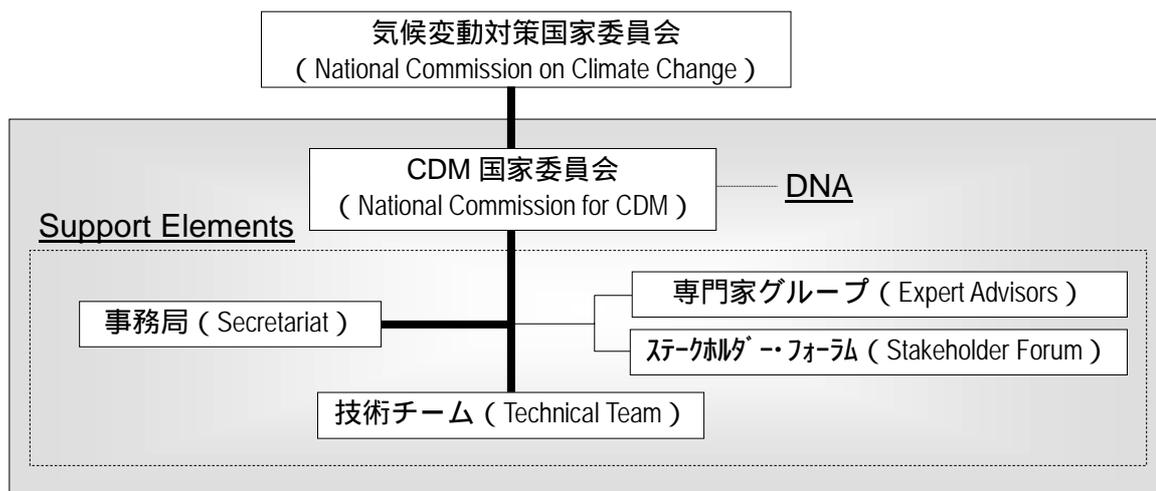


図 - 2 CDM プロジェクト評価体制

表 - 1 インドネシアの CDM クライテリアと指標

分類	クライテリア・指標	
環境の持続性	〔クライテリア〕	天然資源の保護あるいは多様性を実行の中での環境の持続性
	〔指標〕	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 地域のエコロジー機能の持続性が維持される ➢ 国・地方レベルの環境基準を超えない ➢ 遺伝子・種・生態系多様性が維持され、いかなる遺伝子汚染も許さない ➢ 既存の土地利用計画に従っている
	〔クライテリア〕	地域社会の健康と安全
	〔指標〕	<ul style="list-style-type: none"> ➢ いかなる健康リスクの負担を及ぼさない ➢ 職業安全衛生規則に従っている ➢ 事故発生予防，管理方策が文書で示されている
経済の持続性	〔クライテリア〕	地域社会の福祉
	〔指標〕	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 地域社会の収入減をもたらさない ➢ 地域住民の収入減インパクト可能性への対策が適切である ➢ 利害対立関係者間のいかなるレイオフ問題の取扱いについて既存の規制に則った合意がある ➢ 地域公共サービスを低下させない
社会の持続性	〔クライテリア〕	地域社会の参加
	〔指標〕	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 地域社会がプロジェクトに関してその実施者から相談を受けている ➢ 地域社会からのプロジェクトへのコメント・苦情が検討・回答されている
	〔クライテリア〕	地域社会の安定
	〔指標〕	➢ 地域社会間のいかなる対立も惹起しない
技術の持続性	〔クライテリア〕	技術移転
	〔指標〕	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 知識及び実施ノウハウの移転に関して，外国依存度が高まらない ➢ 試験的あるいは旧式の技術によらない ➢ 地域の技術の利用及び能力が強化されている

調査の実施体制（国内・ホスト国・その他）

調査の実施体制図及び主要な参加者を図 - 3 に示す。

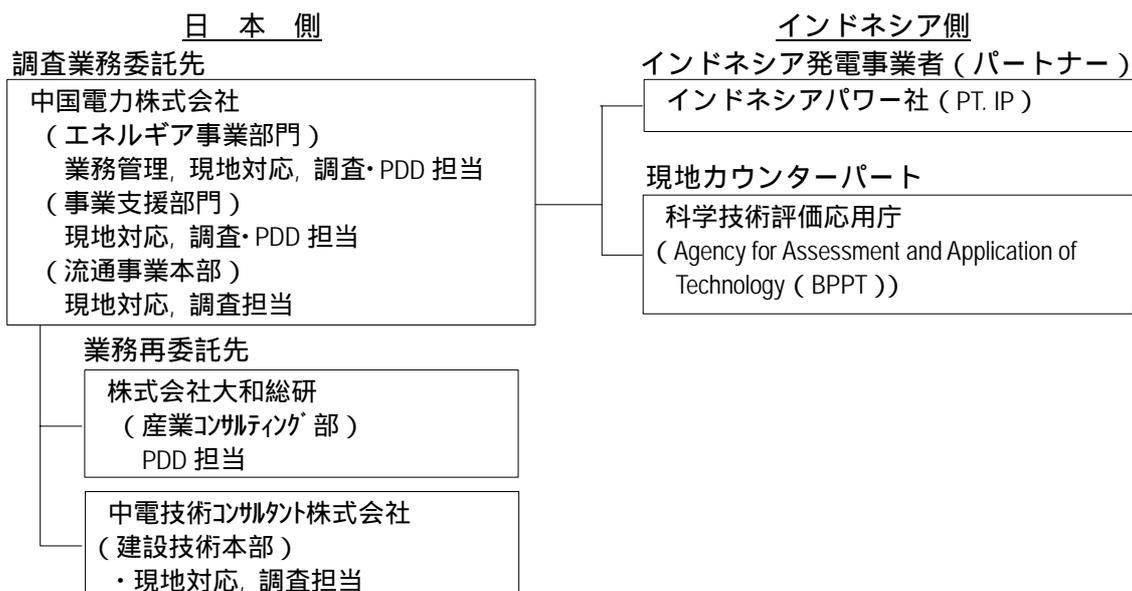


図 - 3 調査の実施体制

(2) プロジェクトの立案

プロジェクトの具体的内容

本プロジェクトでは、写真 - 1 に示すような発電可能な未利用落差を生じている灌漑施設の落差工を用いて、小規模水力発電を行う。発生した電力は、既存系統に連結して売電する。



写真 - 1 Banjarchayana 灌漑施設及び落差工

水力発電所を設置する対象として現地調査に基づく技術・経済的検討の結果 Banjarchayana 灌漑施設の中で 8 つの落差工 (図 - 4 参照) を選定した。

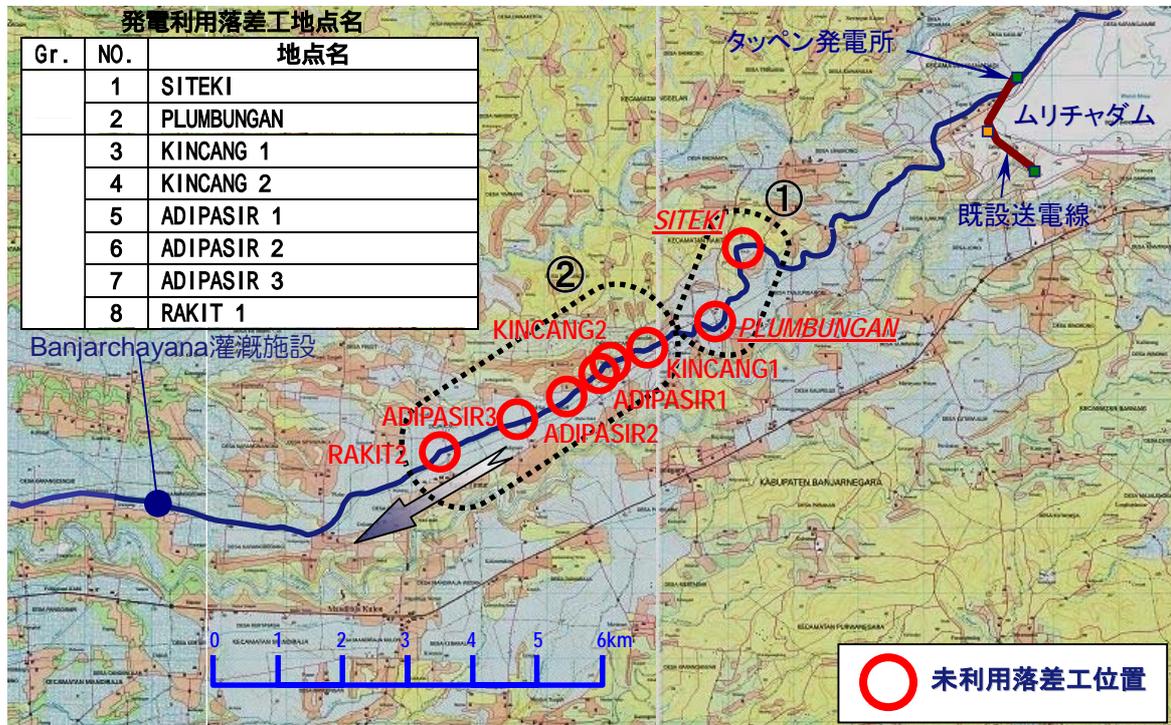


図 - 4 Banjarchayana 灌漑施設系統及び発電利用落差工位置図

各落差工は類似の形態であり、位置的にも近接していることから、計画の進捗度や地点特性に応じたバンドリング検討の結果、SITEKI 地点及び PLUMBUNGAN 地点を SITEKI & PLUMBUNGAN プロジェクト、それより下流の 6 地点（図 - 4 中の記号、各設備規模 0.5MW 以下）を 6 地点プロジェクトとしてバンドリングした。なお、SITEKI & PLUMBUNGAN プロジェクトの SITEKI 地点及び PLUMBUNGAN 地点は、基本調査が完了している地点であり、インドネシアパワー社が両地点を CDM プロジェクトとして先行開発したい意向を示したことから、この可能性を検討したところ下流 6 地点と切り離して先行開発することとした。

アディパシール 1 の落差工における小規模水力発電計画の概要を図 - 5 に示す。また、8 水力発電所の検討結果に基く、基本諸元を表 - 2 に示す。

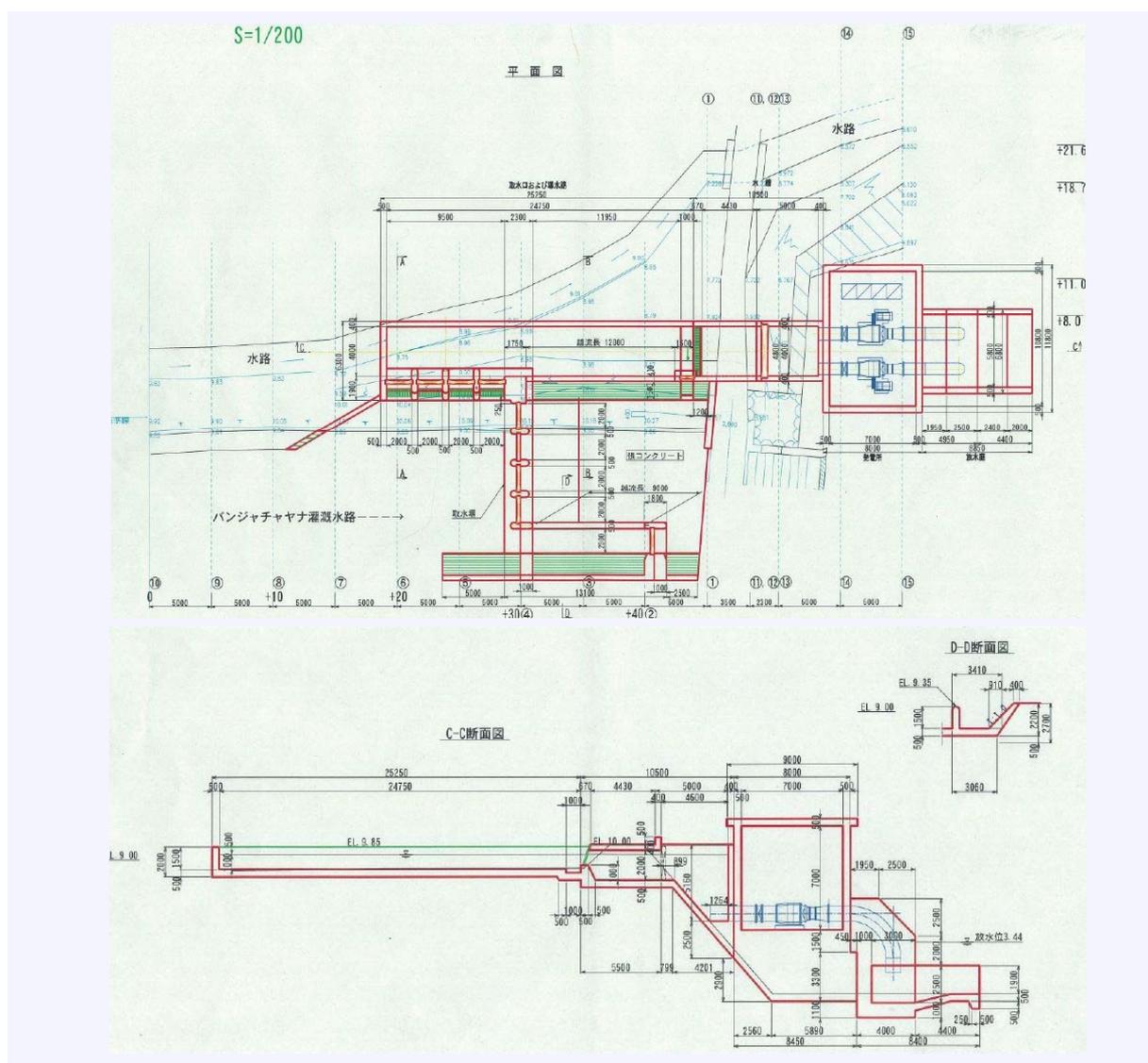


図 - 5 灌漑落差工における小規模水力発電設備

表 - 2 各発電設備の基本諸元

	地点名	P (kW)	Q (m ³ /sec)	He (m)	E (MWh)
SITEKI & PLUMBUNGAN プロジェクト	SITEKI	1,200	9.0	16.65	6,967
	PLMBUNGAN	1,600	9.6	19.93	11,662
6 地点プロ ジェクト	KINCANG1	205	5.9	4.83	1,530
	KINCANG2	229	6.1	5.19	1,704
	ADIPASIR1	234	6.2	5.27	1,714
	ADIPASIR2	176	5.6	4.39	1,311
	ADIPASIR2	261	6.2	5.77	1,910
	RAKIT2	250	6.2	5.57	1,762

プロジェクトのバウンダリー・ベースラインの設定・追加性の証明

プロジェクトのバウンダリー

現在計画中のプロジェクト活動で考えられうるプロジェクトバウンダリーは、各地点の取水設備、水槽、水圧管路、発電所、放水路である。

本プロジェクトのシステムバウンダリーは Java-Bali 系統で定義される。ベースラインは水力発電プロジェクトにより置き換えられる電力を供給する発電所の発電に伴う温暖化ガスの排出とする。

ベースラインの設定

本プロジェクトのような系統連系する発電設備容量 15MW 以下の小規模な再生可能エネルギー発電事業には、CDM 理事会で承認された簡易化された手法「小規模 CDM プロジェクトのための簡素化手続き附属書 B - 指定された小規模 CDM プロジェクトに関する簡素化されたベースライン及びモニタリング方法論」(以下、Appendix B)を用いることが可能であり、本調査で対象とする2つのプロジェクトには、「TYPE I 再生可能エネルギープロジェクト」(以下、Type I)の「I.D. 系統連系する再生可能エネルギー発電」(以下 I.D.)のベースライン及びモニタリング方法論(以下、AMS-I.D.)の7項を適用する。

追加性の証明

Appendix B の Attachment A では、その障壁のためにプロジェクトが実施されなかったであろう少なくとも一つの障壁が証明示される必要があるとされている。以下に投資面、技術面、その他の面からの障壁を示すことで、本プロジェクトの CDM スキームによる追加性を証明する。

【投資の障壁】

提案されたプロジェクトについては、小水力発電所のコスト競争力が低いこと、売電契約において設定される安い電気料金等により収益性が低く初期投資の回収におけるリスクが高いことから、投資の障壁が存在している。

【技術の障壁】

インドネシアでは一般的な発電技術である火力発電に関心が集中しており、小水力に関する十分なノウハウと実績がないため、小規模水力発電所は潜在力を持つにもかかわらず開発されないという技術の障壁が存在していると考えられる。

【その他の障壁】

Java-Bali系統では、至近10年間に灌漑水路の途中で運転された小水力プロジェクトがないため、流れ込み式小規模水力発電所は一般的事例ではなく、発電分野で普及していないという実情がある。

プロジェクトの実施によるGHG削減量及びリーケージ

ベースライン排出係数は、表-3に示す通り。透明で保守性のある方法により0.783t-CO₂/MWhとなる。

SITEKI & PLUMBUNGANプロジェクトの年間発電電力量は18,629MWh、削減される温暖化ガスは14,533t-CO₂eq/y、6地点プロジェクトの年間発電電力量は9,931MWh、削減される温暖化ガスは7,747t-CO₂eq/yであると想定される。

本調査で対象とする2つのプロジェクト活動は水力発電所を新設する計画であり、既存の設備に影響を与えないのでリーケージは考慮しない。

表-3 排出係数

排出係数	(t-CO ₂ /MWh)
Approximate operating margin	0.899
Build Margin	0.855
Approximate Operating Margin” と “ Build Margin ” の平均の排出係数	0.877
Weighted average emission	0.783

モニタリング計画

本調査で対象とする2つのプロジェクト活動のモニタリングは、AMS I.D. の9項に準じて、発電された電力量を電力メータにより計測することである。データは電力量計を使用して継続的に計測され、その電力量計は PLNの関連会社であるAgency for Electricity Problems (LMK)により毎年校正される。この方法は既設発電所の運用において実績があることから、品質管理・保証の体制は既に確立されているといえる。

なお、本調査で対象とする2つのプロジェクトにはリーケージは存在しないため、モニターされるべきデータはこのプロジェクトにより発電された電力量のみである。

環境影響 / その他の間接影響

本プロジェクトは、灌漑施設の途中の落差工を利用した水力発電所で、各発電所の発電規

模が 1.6MW ~ 0.2MW 程度と小規模であり，8 地点合計でも 5MW 以下である。

インドネシアでは，水力発電施設が「ダム高さ 15m」または「貯水面積 200ha」または「発電規模 50MW」の場合，環境影響評価（EIA）の実施が必要であるが，本プロジェクトはこれに該当しない。なお，「環境に対しある一定以上の影響を生じる可能性がある事業」については環境管理計画（UKL）及び環境モニタリング計画（UPL）の提出が義務付けられている。

本プロジェクトエリア周辺は灌漑施設が設置されている耕作地であり，中部ジャワ州環境管理局（BAPEDALA）からも「周辺地域に貴重植物の生息はない」との情報を得ている。灌漑用水の他用途への利用や減水などの問題もないことから，工事中の騒音・振動，周辺地域住民の安全確保などの対応を適切に行うことにより，環境影響の回避・軽減は可能である。

なお，先行開発の SITEKI 地点，PLUMBUNGAN 地点は既に，UKL，UPL が提出・審査・承認の一連の手続きは完了している。また，6 地点については，建設開始前に UKL，UPL を作成し提出・承認を得る予定である。

【UKL/UPL 記載内容】

- ・ 関係者から否定的なコメントはない。

利害関係者のコメント

利害関係者コメントの収集は，国内調査とインドネシア科学技術評価応用庁による事前の情報提供により利害関係者を選定し，政府機関（中央・地方），電力のオフテーカー，インドネシアの環境問題に詳しい NGO，地域住民に対して，インタビューやコンサルテーションを実施した。なお，先行する SITEKI & PLUMBUNGAN プロジェクトと 6 地点プロジェクトでは，進捗の差異により利害関係者の受け取り方も異なることから，対応も区分して実施した。

SITEKI & PLUMBUNGAN プロジェクト

既に承認済みの両地点の UKL，UPL には地元地域関係者のコメントが収集・添付されているが，追加調査として，今回の調査に併せてプロジェクト実施者として地元関係住民に対してプロジェクトに関するコンサルテーションを実施した。

【地元地域関係者へのインタビュー，コンサルテーション結果】

環境に関する否定的なコメントはなく，以下の要望も出された。

- ・ 地元村落は両水力開発を支持し，可能な限り早い時期の開発を望んでいる。
- ・ 新たな経済活動の創出により地方経済の活性化に貢献すると思われる。
- ・ 両水力開発に関して，開発地点周辺の地域開発，地域衛生・安全の向上に貢献すると考えられる。
- ・ 両地点開発は，地点周辺の水利用（特に漁業や農業）への影響はないと考えられる。

【地方政府機関や NGO へのインタビュー結果】

本プロジェクトで特に重要な位置付けである地方水資源管理局（BPSDA Serayu Ci tanduy）及び環境を広い視野で捉え活動している NGO（Pelangi）へのインタビューでは，再生可能エネルギーであり，環境負荷がほとんどない本プロジェクトに対し好意的なコメントのみ

が得られた。

統合6地点プロジェクト

先行する SITEKI & PLUMBUNGAN プロジェクトと同様のスキームとなる6地点の検討に当たっては、管内の地元関係者(Rakit 郡長), 地方水資源管理局(BPSDA Serayu Citanduy), NGO(Pelanggi) へのインタビューを実施した。いずれのパーティーからも「開発に期待する」といった好意的な意見が得られた。

(3) 事業化に向けて

プロジェクトの実施体制内・ホスト国)

本プロジェクトの実施体制図及び主要参加者の概要を図-6に示す。

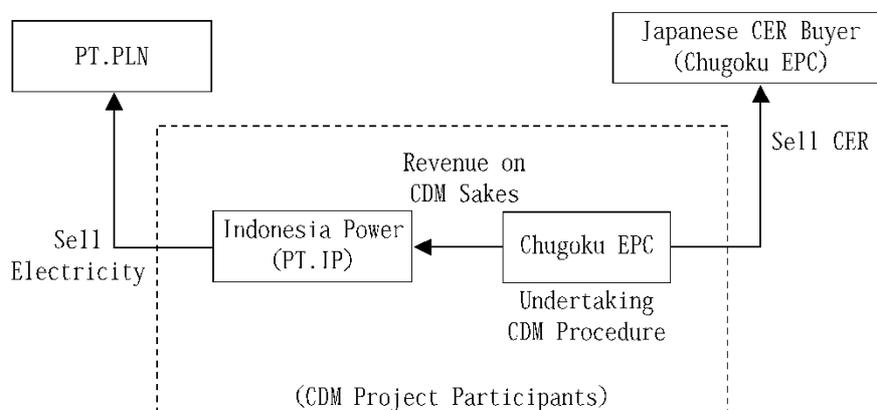


図-6 プロジェクトの実施体制

発電所建設・運営のために必要な投資及び人員配置は、原則としてインドネシア側が負担することになっており、本プロジェクトにおいてはインドネシアパワー社(PT. IP)が調達する計画である。一方、CDM スキームより発生する CO₂ クレジット(CER)の購入代金及び CDM 手続きにおいて必要となる経費は日本側が負担する。

なお、消費者への電力供給は、発電事業者であるインドネシアパワー社と国営発送電事業者である PLN 社(PT. PLN)との間で電力購入契約(PPA)を締結した後、PLN 社が行うこととなる。

プロジェクトの実施体積(国内・ホスト国)

インドネシアパワー社による具体的な資金調達方法は明らかとなっていない。

費用対効果(クレジット期間21年に対する)

経済性検討結果から、SITEKI & PLUMBUNGAN プロジェクトについては、CER 獲得を考慮することにより投資障壁をクリアできる可能性が高い。一方、6地点プロジェクトについては、現段階では CER を考慮しても投資可能レベルに到達しない。しかし、CER 獲得により経済性は着実に上昇しており、さらなるコストダウンや技術開発を実施できれば、投資障壁はクリアできる可能性がある。

具体的な事業化に向けての取組み・課題

プロジェクト実施に関して

SITEKI 地点及び PLUMBUNGAN 地点は、現在インドネシアパワー社が PT.PLN と電力売買契約（PPA）交渉を行っており、契約成立後に建設に着手する予定である。

下流 6 地点については、今後計画精度を高め CDM スキームを組み込むことにより、開発可能と判断された段階で、建設に向けた諸手続きを進める方向で検討中である。

なお、小規模水力開発であっても環境関連の UKL, UPL の作成・提出は必要であり、下流 6 地点の環境関連手続きは開発可能と判断された段階で、既に手続きが完了している SITEKI 地点及び PLUMBUNGAN 地点の状況を踏まえ実施していく必要がある。

CDM 手続きに関して

SITEKI 地点及び PLUMBUNGAN 地点については、本調査においてデスクレビューを実施したのち、PDD のバリデーションを行い、インドネシア国及び日本国承認の手続きを開始する。

インドネシア国との協議状況

SITEKI & PLUMBUNGAN プロジェクトについては、2005 年 9 月～11 月にかけて、カウンターパートである科学技術評価応用庁（BPPT）、インドネシアパワー社（PT. IP）をはじめ、DNA、環境省、地方水資源管理局、地方自治体及び地域住民との協議を実施した。その結果、いずれの関係者からも本プロジェクトについて理解が得られ、今後の展開にあたって大きな障害は認められない。

また、6 地点プロジェクトは開発方針、計画の基本的考え方、環境影響面などに関する協議を行った結果、本プロジェクトについても基本的な理解が得られた。本プロジェクト課題である経済性向上に向けたの取組みや開発可能と判断された場合の諸手続きなどを着実に実施していく必要がある。

(4) バリデーション/デターミネーション（本プロセスを行った場合）

バリデーション（デターミネーション）又は、デスクレビューの概要
該当しない

OE とのやりとり経過
該当しない