

インドネシア国

エネルギー・鉱物資源省

再生可能エネルギー・省エネ総局 再生エネルギー協力局

インドネシア国
用水路対応型小水力発電システムに
よる農村地域の電力不足解消に向けた
普及・実証事業

業務完了報告書

令和元年5月

2019年

独立行政法人

国際協力機構（JICA）

水機工業株式会社

民連
JR (P)
19-048

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

- ・本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- ・利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び受託企業は、いかなる責任も負いかねます。

<Notes and Disclaimers>

- ・ This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.
- ・ Neither JICA nor the trust corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

目次

巻頭写真	i
略語表	v
地図	vi
図表番号	vii
案件概要	x
要約	xi
1. 事業の背景	1
(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認	1
① 事業実施国の政治・経済の概況	1
② 対象分野における開発課題	10
③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度	20
④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析	26
(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要	37
2. 普及・実証事業の概要	42
(1) 事業の目的	42
(2) 期待される成果	42
(3) 事業の実施方法・作業工程	42
(4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）	45
(5) 事業実施体制	46
(6) 事業実施国政府機関の概要	47
3. 普及・実証事業の実績	48
(1) 活動項目毎の結果	48
(2) 事業目的の達成状況	80
(3) 開発課題解決の観点から見た貢献	81
(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献	81
(5) 環境社会配慮	82
(6) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について	82
(7) 今後の課題と対応策	83
4. 本事業実施後のビジネス展開計画	86
(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定	86
① マーケット分析（競合製品及び代替製品の分析を含む）	86
② ビジネス展開の仕組み	88
③ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール	88
④ ビジネス展開可能性の評価	88
(2) 想定されるリスクと対応	88
(3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果	88
(4) 本事業から得られた教訓と提言	88
添付資料	90

巻頭写真

小水力発電システム竣工写真（2017年10月撮影）



SITE 2-1



SITE 2-3



SITE 5



SITE 7



街灯 日中の様子



街灯 夜間点灯の様子

各種活動狀況



測量業務 (2017年4月)



起工式・地鎮祭 (2017年5月)



土木工事 (2017年5月)



本邦受入技術研修 (2017年6月)



電線埋設工事 (2017年8月)



水車据付工事 (2017年9月)



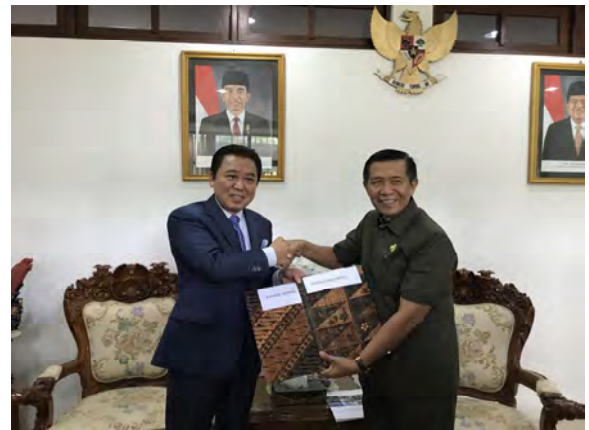
実行委員会（2017年9月）



水車使用方法の講習（2017年11月）



完成セレモニー（2017年11月）



富山市とバリ州との協力協定調印式
（2017年11月）



富山市とウダヤナ大学との協力協定
調印式（2017年11月）



実行委員会（2018年5月）



ブラタン湖候補地現地視察
(2018年9月)



バドゥン県普及展開協議 (2018年9月)



バドゥン県候補地現地視察
(2018年11月)



バドゥン県候補地現地視察
(2019年2月)



最終実行委員会 (2019年2月)



機材譲渡締結 (2019年3月)

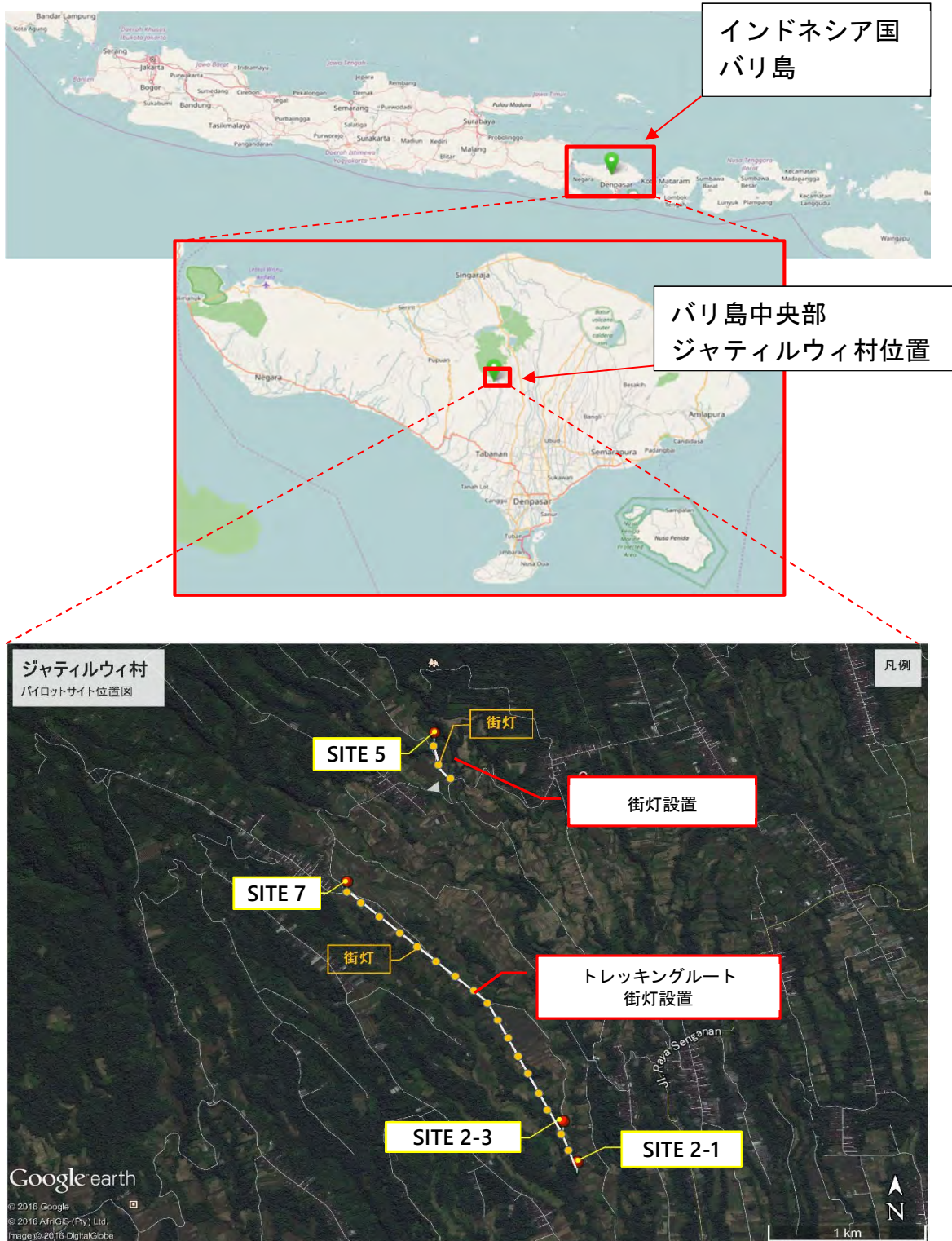
略語表

略語	正式名称	日本語
ASEAN	Association of South-East Asian Nations	東南アジア諸国連合
BKPM	Badan Koordinasi Penanaman Modal	インドネシア投資調整庁
BKPMD	Regional Capital Investment Coordination Board	州投資調整局
ESDM	Ministry of Energy and Mineral Resources	エネルギー鉱物資源省
FIT	Feed in Tariff	固定価格買取制度
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
HGB	Hak Guna Banguna	建設権
IMB	Izin Mendirikan Bangunan	建設許可
IMF	International Money Fund	国際通貨基金
IMTA	Ijin Mempekerjakan Tenaga Kerja Asing	外国人労働者雇用許可
IPP	Independent power producer	独立発電事業者
IUT	Izin Usaha Tetap	恒久営業許可
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan international Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
KEN	Kebijakan Energi Nasional: National Energy Policy	国家エネルギー政策
MOU	Memorandum of Understanding	覚書
NGO	Non-Governmental Organization	非政府組織
NIK	Nomor Induk Kepabeian	通関基本番号
NPWP	Nomor Pokok Wajib Pajak	納税者番号
ODA	Official development assistance	政府開発援助
OPEC	Organization of Petroleum Exporting Countries	石油輸出国機構
PTSP	Pelayanan Terpadu Satu Pintu	ワンストップサービス
PIUKU	Pemegang Izin Usaha Ketenagalistrikan untuk Kepentingan Umum	公共向け電力事業許可保持者
PKUK	Pemegang Kuasa Usaha Ketenagalistrikan	電力事業権限保持者
PLN	Perusahaan Listrik Negara	国有電力会社
PMA	Penanaman Modal Asing	外国投資企業
PPA	Power Purchase Agreement	電力販売契約
PT	Perseroan Terbatas	株式会社
RPJM	Rencana Pembangunan Jangka Menengah	中期開発計画
RPTKA	Rencana Penempatan Tenaga Kerja Asing	外国人雇用計画書
RUEN	Rencana Umum Energi Nasional	国家エネルギー総合計画
RUKN	Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional	国家電力総合計画
RUPTL	Rencana Usaha Penyediaan tenaga Listrik	電力供給事業計画
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural	国際連合教育科学文化機関

	Organization	
UUG	Undang-Undang Ganaauan	公害法許可

地図

インドネシア国バリ州タバナン県ジャティルウィ村内



図表番号

図 1-1	インドネシアの実質GDP成長率の推移	2
図 1-2	高所得および中間所得層の推移の比較	3
図 1-3	貧困線、貧困率の推移	3
図 1-4	ジャティルウィ村の位置	4
図 1-5	世界遺産位置図	6
図 1-6	ジャティルウィ村のスパック組織図	8
図 1-7	インドネシアの石油生産量と消費量	12
図 1-8	インドネシアのガス生産量と消費量	13
図 1-9	PLN 発電電力量（2016 年、単位 GWh）	14
図 1-10	IPP および自家発電からの PLN 購入電力量（2016 年、単位 GWh）	14
図 1-11	インドネシア国の電化率の伸び	15
図 1-12	インドネシア国における再生可能エネルギー比率の推移	16
図 1-13	インドネシアの成長シナリオ(1)	17
図 1-14	インドネシアの成長シナリオ(2)	17
図 1-15	新エネ及び再生可能エネルギーの供給量の推移（想定）	18
図 1-16	インドネシア国エネルギー政策の概観	20
図 1-17	エネルギー鉱物資源省による電力需要の見通し	22
図 1-18	2016 年と 2025 年時点での PLN の地域別電力販売量予測	23
図 1-19	電源構成の実績とベストミックス目標値	23
図 1-20	会社設立手続き	33
図 2-1	事業実施体制図	47
図 2-2	カウンターパート決定に関するレター	47
図 3-1	水車設計図例（SITE7）	49
図 3-2	許可確認レター（左：道路占用、右：水利権）	50
図 3-3	水車の製作風景	50
図 3-4	コンテナでの輸送	51
図 3-5	発電実績トレンドグラフ	54
図 3-6	小水力発電システム配置図	55
図 3-7	SITE-2 設備位置図	56
図 3-8	蓄電池盤・街灯 設備状況	56
図 3-9	SITE-5 設備位置図	57
図 3-10	蓄電池盤・街灯 設備状況	57
図 3-11	SITE-7 設備位置図	58
図 3-12	蓄電池盤・街灯 整備状況	58
図 3-13	小水力発電システム運営組織図	59
図 3-14	ジャティルウィ観光管理組合の運営管理体制図	60
図 3-15	発電施設管理キャッシュフロー	60
図 3-16	操作方法説明書（一部抜粋）	63

図 3-17	現地での技術研修.....	63
図 3-18	日常点検表	66
図 3-19	点検記録表（一部抜粋）	67
図 3-21	アンケート調査用紙	68
図 3-21	小水力発電設備導入による環境変化	69
図 3-22	小水力発電設備の利活用	70
図 3-23	小水力発電設備の管理運用での心配	71
図 3-24	小水力発電設備の普及展開への負担意識	72
図 3-25	バリ州知事からの実行委員会メンバー任命書	74
図 3-26	プロポーザル提出資料	76
図 3-27	バリ州との協力協定書	77
図 3-28	ウダヤナ大学との協力協定書	78
図 3-29	普及導入モデル 概念図	78
図 3-30	小水力発電システム導入候補地（右：養魚施設 左：発電所）	79
図 3-31	教育文化省からの推薦状	82
図 4-1	湧水の分布図（出典：バリ島の水文地形特性：島野安雄）	86
表 1-1	インドネシアの主な国勢項目	1
表 1-2	2013 年の年代別ジャティルウィ村人口	5
表 1-3	ジャティルウィ村を訪問した旅行者（2010～2016）	7
表 1-4	ジャティルウィ村スバックの構成要素	8
表 1-5	スバックの農耕儀礼	9
表 1-6	PLN の販売電力量（単位:TW h）	10
表 1-7	ジャワ・バリにおける発電設備容量と負荷	11
表 1-8	2015 年のエネルギー種別ごとの想定発電量（単位:GW h）	11
表 1-9	PLN の再生可能エネルギー導入計画（年間新規導入量）	16
表 1-10	クラッシュプログラム	24
表 1-11	クラッシュプログラムの概要	24
表 1-12	ODA 案件実績一覧	27
表 1-13	他ドナーの動向	29
表 1-14	投資禁止事業リスト	30
表 1-15	発電事業に関するネガティブリスト	31
表 1-16	土地に関する権利の種別	31
表 1-17	資本財の輸入関税免除申請に必要な添付書類一覧	34
表 1-18	税務上のリスク	36
表 3-1	測量調査項目及び調査内容	48
表 3-2	水車スペックと設置場所等の概要	49
表 3-3	輸送状況	51
表 3-4	現地再委託内容	52
表 3-5	水車据え付け工事日程	53

表 3-6	本邦受入活動（行政関係者）の実績スケジュール.....	61
表 3-7	本邦受入活動（技術者）の実績スケジュール.....	62
表 3-8	維持管理マニュアル概要.....	64
表 3-9	保安規定の概要.....	64
表 3-10	保安業務内容.....	65
表 3-11	アンケート調査概要.....	68
表 3-12	実行委員会メンバー.....	74
表 3-13	実行委員会実施結果.....	75
表 4-1	発電設備形式 コスト比較表.....	87

インドネシア 水路対応型小水力発電システムによる 農村地域の電力不足解消に向けた普及・実証事業 水機工業株式会社(富山県)

インドネシア

インドネシア国の開発ニーズ

- ▶ インドネシアでは近年電力不足が深刻化しており、特に都心から離れた農村部ではPLN(国営電力会社)による電力供給の増強整備の計画がない。
- ▶ タバナン県には未電化地域が存在し、電化された地域においても生活に必要な電気が全く足りず、電力不足といった基本インフラの欠如を解消し、県の街灯整備計画を推進し、県民の生活環境の改善を図りたいという強い要望がある。

普及・実証事業の内容

- ▶ 地元住民との協働による技術指導を行いながら、水路対応型小水力発電システムの水車を設置据付し、発電の実証を行う。
- ▶ スバック(バリの伝統的な水利組合)において持続的に維持管理を行う自立運営組織を設置し、水車導入による裨益効果の検証、また維持管理マニュアルを作成する。
- ▶ 現地の政府機関、大学などからなる実行委員会を設置し、普及導入モデルの検証、海外ビジネスモデルを構築する。

提案企業の技術・製品



水路対応型小水力発電システム

- ▶ 水位変動に応じて流量調整する昇降機能により、高効率で安定した発電が可能である。また、除塵・メンテナンス作業が容易であり維持管理性に優れる。
- ▶ 既存水路をそのまま活用できるため、環境への影響負荷が少ない。
- ▶ 24時間発電が可能であり設備利用率が高い。

事業概要

相手国実施機関: エネルギー・鉱物資源省 再生可能エネルギー・省エネ総局 再生エネルギー協力局
事業期間: 2017年4月～2019年7月
事業サイト: インドネシア国バリ州タバナン県ジャティルウィ村

インドネシア国側に見込まれる成果

- ▶ 水路対応型小水力発電システムが現地で正常稼働し、街灯への電力供給を行うことで製品の性能が実証される。
- ▶ スバックにおいて自立運営組織による、持続的に生活環境の改善に資するシステムが検証され、持続可能な普及導入モデルが提案される。
- ▶ 広域で本システムが導入されることで、インドネシア国の課題である農村部の電力不足解消にも貢献する。

日本企業側の成果

現状

- ▶ 初期コストと維持管理コスト削減を狙った水車構造のシンプル化・高耐久性を図った小水力発電システムの研究に取り組んでいる。
- ▶ 国内では自治体向けなどに導入実績がある。

今後

- ▶ 現地企業への技術移転による製品の現地化によってコスト削減に取り組む。
- ▶ 導入普及モデルに基づき、バリ州およびインドネシア国内のオフグリッド電源が必要な自治体や水路を管理している水利組合などに対して、B to Gの形態で広く普及展開を図る。

要約

I. 提案事業の概要	
案件名	インドネシア国 用水路対応型小水力発電システムによる農村地域の電力不足解消に向けた普及・実証事業 (Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Eliminating Power Shortage in Rural Area by Flume-adaptive Small Hydroelectric System)
事業実施地	インドネシア国バリ州タバナン県
相手国 政府関係機関	エネルギー鉱物資源省 再生可能エネルギー・省エネ総局 再生エネルギー協力局
事業実施期間	2017年4月～2019年7月
契約金額	99,971千円(税込)
事業の目的	バリ州タバナン県ジャティルウィ村において、用水路対応型小水力発電システムの活用、地域住民への技術研修の実施により、地域住民が自立的に維持管理可能な電力の運営システムを構築する。また、本システムの他地域への展開を可能とする普及導入モデルを提案する。
事業の実施方針	<p>●基本方針</p> <p>① インドネシア共和国の文化・宗教を尊重し、慎重に遂行する。</p> <p>② タバナン県を事業実施機関とし、協働で本事業を実施する。</p> <p>③ 事業実施においては、地域の開発課題解決を主眼に、住民と密なコミュニケーションを心掛け、理解を得たうえで実施する。</p> <p>④ JICA および総領事館、日本国大使館と連絡を密にし、実施する。</p> <p>⑤ バリ州およびエネルギー鉱物資源省との関係を良好に保ち、普及展開への基礎を構築する。</p> <p>●実施方法</p> <p>【成果1にかかる活動】</p> <p>1-1 水車・街灯の設置サイトの測量・設計</p> <p>1-2 水車の水利権及び街灯の道路許可申請</p> <p>1-3 水車の製作（製作過程での研修実施も含む）</p> <p>1-4 機材の輸送・搬入</p> <p>1-5 機材の設置据付（地元住民との協働による技術指導の実施）</p> <p>1-6 小水力発電の実証実験</p> <p>【成果2にかかる活動】</p> <p>2-1 小水力発電システム運営組織の設置</p> <p>2-2 小水力発電システム運営計画の策定</p> <p>2-3 本邦受入による技術研修および事例の視察</p> <p>2-4 水車導入による裨益効果の検証</p> <p>2-5 地元住民の設置の協働、維持管理の実践による技術研修の実施</p>

	<p>2-6 水車の維持管理マニュアルの作成</p> <p>【成果3に係る活動】</p> <p>3-1 地域連携コンソーシアムの設置、協議の開催</p> <p>3-2 普及導入モデルの検証</p> <p>3-3 海外ビジネスモデルの構築、およびインドネシアでの普及展開計画の策定</p>
実績	<p>1. 普及・実証活動</p> <p>タバナン県ジャティルウィ村にて小水力発電システムを導入する4サイトの調査測量を踏まえ、水機工業にて設備の詳細設計と水車発電設備の製作を行った後、現地への必要資機材の輸送搬入を行った。また、現地施工では、小水力発電システムの運営組織を担うスバック（バリの伝統的な水利組織）が、設置工事（土木工事・電気工事・据付工事）に一連で関わることで、様々な管理技術を習得把握する必要があった。このため、現地状況に精通しているスバックに関連工事を現地再委託し、水機工業が監理のもと協同実施した。工事最終工程で、小水力発電システムの動作確認・調整試験を行ったうえで、全4サイトに小水力発電システムの正常な稼働運転を確認した（水車4基、街灯200本）。正常稼働運転が確認されたことをうけ、2017年11月27日完成セレモニー及び起電式が執り行われた。</p> <p>ジャティルウィ村では、持続可能な水車発電設備の運用を行うため、スバックを中心とした運営組織を設置した。運営組織に必要な運営資金は、構成世帯から運営協力金（5,000Rp/月）を徴収し、この運営資金を維持管理資金に充当し、小水力発電システムおよび運営組織の運営・管理を行う体制を構築した。</p> <p>また、運営組織が掌る業務内容の理解促進を図るため、小水力発電システムの保安業務に係る維持管理マニュアルを策定し、運営組織内で維持管理に係る業務分掌や人員配置を決定した。これにより、スバック組織で持続可能な管理が可能となった。</p> <p>本事業では、小水力発電の普及展開に向けた行政窓口であり、財政確保等の協力体制構築を協議する実行委員会を設置した。実行委員会はバリ州を事務局とし、タバナン県、スバック、ウダヤナ大学、富山市で構成した。今後のバリ州内の普及導入の促進に向け、本事業で導入したサイトへの視察や、他県への導入可能性に向けた現地視察を実施した。実行委員会メンバーへのアンケートでは、小水力発電システムのメリットを理解し、新規導入を希望する自治体が数多くあったことが確認でき、このうちバドゥン県では次年度の導入を目指し、県予算確保のため具体的な候補地の選定と水機工業からの企画提案書の受入れを行った。</p>

	<p>2. ビジネス展開</p> <p>本事業を通じて、富山市とバリ州等の行政間で協力協定が結ばれ、小水力発電システムの普及展開に向けた協力を得られる連携関係が構築された。実行委員会を通じて、今後も継続的にバリ州が各自治体からサイト候補地に係る情報を一元集約する行政機関窓口を担うこととなり、普及導入モデルが確立した。これにより、開発可能な地点情報が集約・開示されることで、小水力発電システム導入への市場背景が広がった。</p> <p>水機工業は、小水力発電システムのプロモーションやインドネシア国内での市場調査、更には水機工業の自社製品・技術を紹介する活動を行う為、バリ州に外国商事駐在員事務所を設置する予定である。また、外国商事駐在員事務所設立に向け、現地での人材雇用活動も積極的に実施している。現地で採用した人材には、水車製作・メンテナンスに係るサービス提供を行えるよう育成を行っていく意向である。</p>
課題	<p>1. 実証・普及活動</p> <p>小水力発電システムの維持管理を担務する管理組織を設立し、据付、運転試験時に操作方法説明書を基に、実機を用いて管理担当者に維持管理研修を実施している。また、保安規定や点検記録（日常点検・定期点検）を示した維持管理マニュアルを提示し、定期的な技術研修を実践しているが、今後の持続性のある普及活動には、管理組織と管理担当者が、自立的・継続的に技術研鑽を図っていくことが重要である。</p> <p>2. ビジネス展開計画</p> <p>水機工業の小水力発電システムの普及展開には、現地企業との技術提携を図り、現地生産化が不可欠である。水機工業は、技術提携を図る現地企業の選定を行い、設置導入に至る検討過程の情報・技術を共有しながら協力することで合意している。今後、水機工業の有する特許技術も含め、技術供与・ライセンス生産の項目やライセンス料に関して調整協議を継続していく必要がある。</p> <p>水機工業の小水力発電システムは、水車の羽根部材以外の個別部品は汎用品であるが、主要パーツとなる羽根部材の特殊製作技術は、早期に知的財産の出願と登録を行い、海外進出に伴うリスク回避を行う。また、国内特許等は、現地企業との技術ライセンス契約の締結を行う等、水機工業が手掛ける高品質・高性能を誇るブランド製品として認知度を高め、粗悪な類似品へのリスクと価格競争に陥るリスクへの対応を行う必要がある。</p> <p>小水力発電システムの導入には、水車の設計・製作過程だけでなく、一定期間の流量観測や環境影響等の調査期間、設計期間、契約期間、施工期間を要し、計画着手から完工まで1～数年かかるのが通例</p>

	<p>である。このため、技術提携を行う現地企業と協同で営業受注体制を構築し、新規開発案件に着手しても水車発電機の販売に至るまでの期間は、事業資金繰りが安定するには相応の年数や案件数が必要となることも想定される。小水力発電システムを主事業としながらも、水機工業と現地企業の安定した投資回収を維持するために、水機工業の本業である水門事業の技術を活かした他事業の受注を行っていく必要がある。</p>
事業後の展開	<p>インドネシア国では農村部の電力不足は依然として続いており、オフグリッドで独立分散型の小水力発電システムに係る期待も大きい。</p> <p>当面は、外国商事駐在員事務所としてインドネシア国内での市場調査や人材育成を主事業としながらも、将来的には、導入コストの削減を図るため、現地生産化を行う現地合弁会社の設立を目指したいとしている。また、本事業を通じて、行政機関との協力・支援体制が得られたなかで、「B to G」形態を基本としながら、更なる普及販売方法を展開するため「B to B」のビジネスに繋がる企業事業計画を立案する予定である。</p>
今後のスケジュール	<p>本普及実証事業を通じて、現地行政機関とのネットワークが形成されている背景をベースに、バリ州内に駐在員事務所を配することで、市場調査を5ヵ年計画で実施する予定である。市場調査で得られるサイト候補地に関する情報は未知数であるが、事業性評価まで踏み込んだポテンシャル調査と技術検討を実施することで、実装可能な有力サイト候補地までの選定を行っていく予定である。また、市場調査期間の当初段階で現地企業との技術提携を締結し、技術供与を行いながら次期サイト候補地へ導入する水車発電設備の現地生産化を実施する。</p> <p>当初5ヵ年の事業目標は、安定した受注・生産体制の構築と現地雇用の人材育成を強化することである。安定した受注環境と現地人材の技術環境が整った段階で、更なる生産能力の向上を図る目的で、現地合弁会社設立に向けて準備段階に入ることを想定している。</p>
II. 提案企業の概要	
企業名	水機工業株式会社
企業所在地	富山県富山市黒崎172
設立年月日	1967年9月22日
業種	製造業
主要事業・製品	鋼構造物(一般水門、ダム用水門、転倒堰、ゴム堰、各種橋梁、水管橋、除塵機、噴水施設等)、河川水利用の消雪機械装置、ポンプ設備、ミニ発電設備、バイオ関連事業等に関する設計・製作・施工業務
資本金	(2017年4月時点) 40,000千円
売上高	13億円
従業員数	47名

1. 事業の背景

(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認

① 事業実施国の政治・経済の概況

1.1 インドネシアの状況

1.1.1 国勢情報

インドネシア共和国（略称、インドネシア）は、東南アジア南部に位置する共和制国家で、首都はジャワ島にあるジャカルタである。赤道に沿って1万8,110の大小の島から成り立ち、世界最多の島嶼を抱える。主要な島は、ジャワ島、スマトラ島、カリマンタン島（マレーシアではボルネオ島と呼ぶ）、スラウェシ島、パプア島の5島で、総面積の90%以上を占める。人口は約2.6億人で世界第4位、人口増加率は1.1%（2016年）、国民の85%以上はイスラム教徒であり、世界最大のイスラム人口国である。ASEAN諸国の中でも安定した経済成長を続けており、近年の経済成長率は、内需主導型経済政策の結果、年率平均4~6%で推移している。表1-1に主な国勢項目を示す。

表 1-1 インドネシアの主な国勢項目

項目	内容
人口	約2.58億人（2017年、インドネシア政府統計）
国土面積	約191万平方キロメートル（日本の約5.1倍）
年間降水量	1706.2ミリメートル
気候	熱帯性気候（5~10月：乾季、11~4月：雨季）
首都	ジャカルタ（人口1,047万人：2016年、インドネシア政府統計）
公用語	インドネシア語
宗教	イスラム教88.1%、キリスト教9.3%（プロテスタント6.1%、カトリック3.2%）、ヒンズー教1.8%、仏教0.6%、儒教0.1%、その他0.1%
民族	大半がマレー系（ジャワ、スンダ等約300種族）
名目GDP	9,320億ドル（2016年、世銀統計）
名目GDP/人	3,876ドル（2017年、インドネシア政府統計）
経済成長率	5.1%（実質、2017年、インドネシア政府統計）
通貨	1ドル=13,776ルピア（2018年3月26日、インドネシア中央銀行）

出典：外務省及びJETROホームページ

1.1.2 政治・経済状況

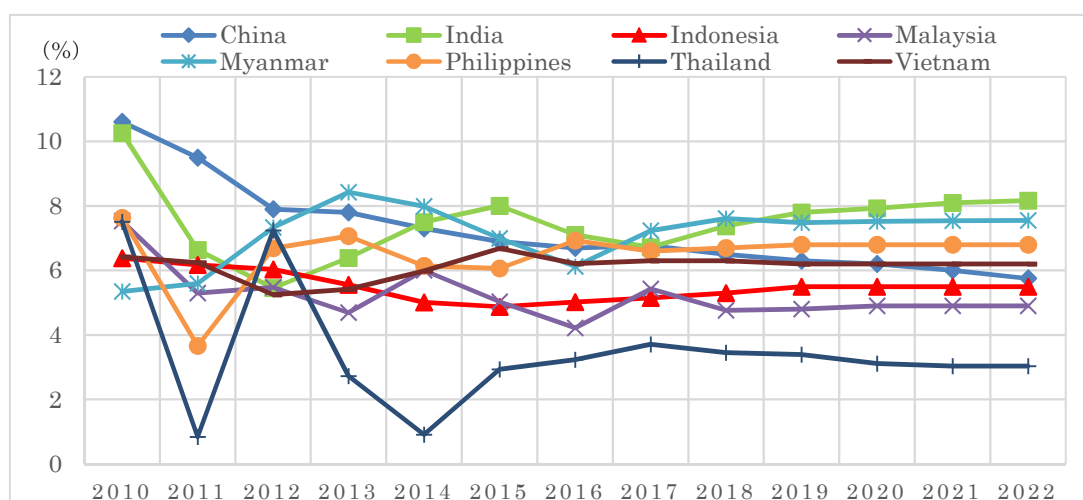
(ア) 政治状況

多民族国家でありながら、政治的には連邦制ではなく中央集権的な単一国家である。1997年には、アジア通貨危機により経済状態が悪化したため、翌1998年5月にジャカルタ暴動が起り、約30年間続いたスハルト政権が崩壊した。そのため当時は、政治が一時的な不安定に陥ったが、経済の立直りは早く、それ以後は民主化・分権化が進み政治は比較的安定している。2014年には、議会選挙、大統領選挙が行われ、ユドヨノ大統領（Susilo Bambang

Yudhoyono) に代わり、ジョコ・ウィドド大統領 (Joko Widodo) となった。国益を重視した独立かつ能動的な全方位外交で、この外交理念に基づき、ASEAN を重視した地域外交、国際的な課題への対応に積極的に取り組んでいる。地方行政は、主に 34 州 (Province: ジャカルタ首都特別州を含む 5 特別州を含む) に区分され、州政府が担っている。スハルト政権崩壊後、地方分権化が大きく進んでいる。

(イ) 経済状況

スカルノ政権末期 1960 年代中頃は、政治・経済が混乱し経済成長率は低迷していたが、1967 年からのスハルト政権は開発の時代となり年平均 7%の成長をもたらした。1997 年のアジア通貨危機後、政府は IMF との合意に基づき、銀行部門と企業部門を中心に経済構造改革を断行し、政治社会情勢及び金融の安定化、個人消費の拡大を背景として、2005 年以降の経済成長率は、世界金融・経済危機の影響を受けた 2009 年を除き、5%後半～6%台という比較的高い成長率を達成した。堅調な内需、石炭・パーム油等の資源・一次産品の輸出が牽引し、2010 年は 6.3%、2011 年は 6.1%の成長率を達成した。2013 年は輸出の低迷、投資の伸びの鈍化により 6%を下回った。2015 年は 5%を下回っている。見通しとしては、IMF の推計によれば、徐々に持ち直し、2019 年～2022 年までには 5.5%へ回復する見通しが示されている。



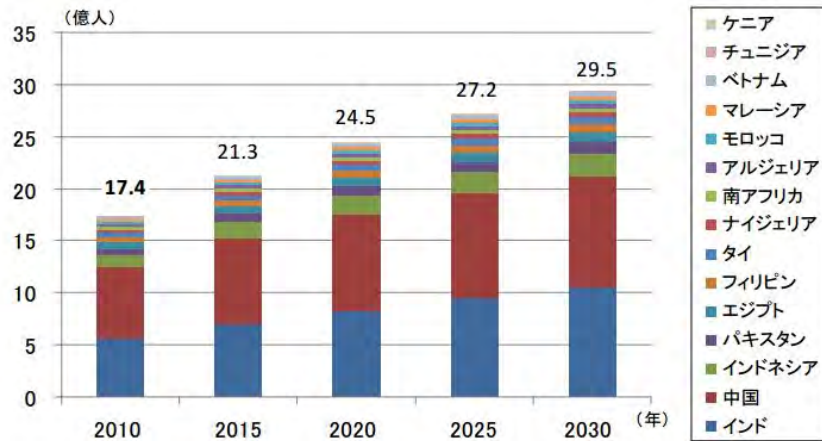
出典：World Economic Outlook Database, 2017 Oct, IMF

図 1-1 インドネシアの実質 GDP 成長率の推移

1.1.3 生活状況

(ア) 所得水準

経済産業省：平成 23 年度アジア産業基盤強化等事業（新中間層獲得戦略に関する基礎的調査）調査報告書によると、中国、ASEAN、インド等のアジア諸国及びケニア等のアフリカ諸国に対する所得の推移によれば、インドネシアは、インド、中国について、高所得および中間所得層の多い国となっている。

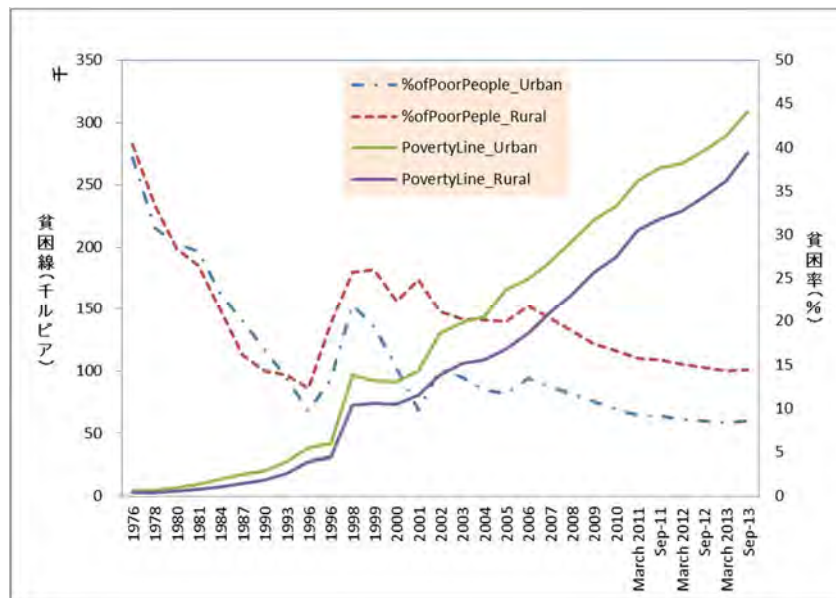


出典：経済産業省：平成23年度アジア産業基盤強化等事業
 (新中間層獲得戦略に関する基礎的調査) 調査報告書

図 1-2 高所得および中間所得層の推移の比較

(イ) 貧困率

貧困については、インドネシア中央統計庁から貧困線および貧困線以下の状況にある層の人口割合に関するデータが示されている。貧困線は、「1人1日2100カロリー相当の食料と生活必需品を得るのに必要な支出額」と定義されている。2013年の貧困線は都市部では29万ルピア(約2,500円)、地方部では25万ルピア(約2,200円)でそのレベル以下の人口割合(貧困率)は都市部、地方部でそれぞれ9%、15%である。ワールドファクトブック(CIA)の世界162ヶ国の貧困率ランキングでは、インドネシアは11.7%で137位に位置する。日本は16%で120位、世界平均は29.4%となっている。



出典：インドネシア中央統計庁

図 1-3 貧困線、貧困率の推移

1.2 事業対象地域（バリ州タバナン県ジャテルウィ地区）の状況

1.2.1 概要（地理含む）

（ア）地理

事業対象地域であるジャティルウィ村は、バリ州、タバナン県にある。タバナン県の県庁所在地、タバナン市から約 26 キロ、車で約 50 分の距離にある。ジャティルウィ村はバツカル山の南東斜面に位置し、海拔 685m、平均気温は 26～29℃である。中心地から約 14 キロ離れており、車で 30 分程度の距離にある。クタ地区にあるホテルからは車で 2 時間程かかり、狭い道路や上り坂を通過する必要がある。

ジャティルウィ村からタバナン県の首都まではおよそ 27km で、バリ州の首都であるデンパサルまでは 48km である。車もしくは公共交通機関で行くことができる。自家用車の場合 4 つのルートがあり、うち 2 つはタバナンを通過し (Tabanan- Penebel- Wongaya Gede- Jatiluwih と Tabanan-Penebel- Senganan- Jatiluwih)、他 2 つは Mengwi を通過する (Mengwi- Marga- Senganan- Jatiluwih と Mengwi- Pucung- Senganan- Jatiluwih)。公共交通機関を利用する場合はミニバスで Penebel と Senganan を通り終点がジャティルウィ村となる。面積は 22.22 km² で、Penebel 地区の約 15.7%、タバナン県の約 2.7% を占めている。土地のたった 10% だけが比較的平地である。

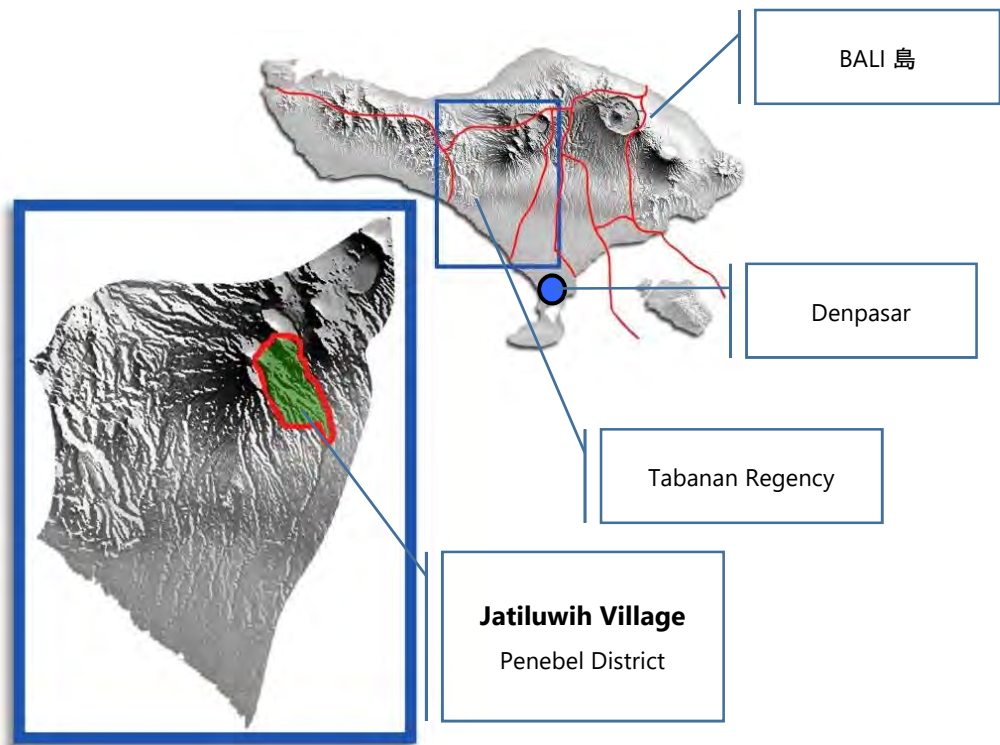


図 1-4 ジャティルウィ村の位置

（イ）統治機構

ジャティルウィ村はバリ州タバナン県 Penebel 地区管理下の 18 ある村の中のひとつである。以下の 4 つの地域と接している。

北側：国有林 南側：Babahan 村
 東側：Senganan 村 西側：Wongaya Gede 村

バリの他の村と同様に、村の管理は長年の伝統に基づいた慣習的な集りである Desa Pakraman と公的な行政村としての用語である Desa Dinas の 2 重構造となっている。この 2 つの構造の間には正式な関係はなく、Desa Pakraman がコミュニティの宗教的事柄を扱うのに対して、Desa Dinas は国家の官僚制度に基づいた正式な行政事務を行う。両方のリーダーは 5 年ごとにコミュニティのメンバーたちから選挙で選ばれる。

ジャティルウィ村では Desa Pakraman Jatiluwih と Desa Pakraman Gunung Sari の 2 つの Desa Pakraman がある。Desa Dinas Jatiluwih は 8 つの Banjar Dinas (行政のサブ村集団) で構成されている。

1. Banjar Dinas Kesambi
2. Banjar Dinas Kesambahan Kaja
3. Banjar Dinas Kesambahan Kelod
4. Banjar Dinas Jatiluwih Kangin
5. Banjar Dinas Jatiluwih Kawan
6. Banjar Dinas Gunungsari Desa
7. Banjar Dinas Gunungsari Umakayu
8. Banjar Dinas Gunungsari Kelod

(ウ) 人口

2014 年のデータ (2015 年インドネシア中央統計庁 Kabupaten Tabanan) によると、ジャティルウィ村の総人口は 2,808 人 (男性 1,393 人、女性 1,415 人) である。ジャティルウィ村の世帯数は 938 で一世帯の平均人数は 3 人である。詳細な人口データは 2013 年からとなる。

表 1-2 2013 年の年代別ジャティルウィ村人口

No.	年代	性別		合計
		男性	女性	
1.	0-3	20	25	45
2.	4-6	23	37	60
3.	7-12	128	181	309
4.	13-15	105	110	215
5.	16-18	77	99	176
6.	19<	941	955	1896
Total		1,294	1,407	2,701

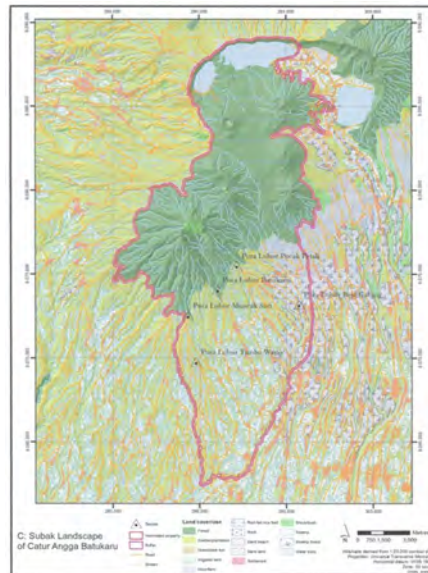
出典：BPS Kabupaten Tabanan 2014

1.2.2 UNESCO 世界文化遺産

「バリ州の文化的景観」(Cultural Landscape of Bali Province)の名で2007年1月18日に世界遺産の暫定リストに記載され、その月の31日に正式な推薦書が世界遺産センターに提出された。2008年に審議された際には、文化的景観としてスバックと結びつきの深い資産をより適切に選定することを求められ、「登録延期」と決議されたが、指摘を踏まえてインドネシア当局は名称を「バリ州の文化的景観：トリ・ヒタ・カラナの哲学を表現したスバック・システム」と修正し、2011年に推薦書を再提出した。それを踏まえた2012年の世界遺産委員会の審議で、登録が認められた。

世界文化遺産の構成要素は、棚田とその灌漑施設、およびスバックと不可分の存在である寺院群から構成されており、以下の5件に分類されている。

構成要素：ウルン・ダヌ・バトゥール寺院、バトゥール湖、ペクリサン川流域のスバック景観、バトゥカル山のスバック景観、タマン・アユン寺院。



出典：現地スバックより入手

図 1-5 世界遺産位置図

世界遺産登録に当たっては、スバックの価値も評価要素の一つとして評価されたわけであるが、UNESCO は、以下のような問題を認識している（世界遺産委員会、2015年）。これらへの対応が十分でなければ、登録が解除される懸念もある。

- ・スバック・システムにおける脆弱性
- ・伝統的農耕システムに対するサポートならびに農夫が土地に定住することができるような便益の欠如
- ・スバック・システムを下支えする水資源を保護するための景観環境の保護
- ・開発圧力：レストランやホテルなど観光に関連する施設等の開発（外資などによる）
- ・管理計画を実行する機能的なガバナンスシステムの欠如

タバナン県は、観光資源である世界遺産登録の維持を図るため、従来の伝統を重んじた、景観・環境に配慮されたバランスの良い農村地域の経済発展を望んでいる。

近年のジャティルウィ村の世界遺産登録により観光資源としての認知度が高まった結果、登録前と比べ外国人観光客が大幅に増加してきている環境の変化が挙げられる。

表 1-3 ジャティルウィ村を訪問した旅行者 (2010~2016)

年	旅行者数 (人)	増加分 (%)
2010	36,342	—
2011	44,058	21.23
2012	97,909	122.23
2013	101,560	3.73
2014	165,158	62.62
2015	138,943	-15.87
2016	179,890	29.47

出典：調査に基づき JICA 調査団作成

表 1-3 はジャティルウィ村を訪れた観光客数の推移である。データからは、世界遺産の登録の 2012 年にジャティルウィ村を訪れる観光客数が大幅に増加したことが分かる。世界遺産の登録以前の 2010 年と比較すると 6 年で 4.9 倍に増加している。ジャティルウィ村を訪れる観光客は欧米人が最も多く、日本人はまだ少ないが、年々増加している。

1.2.3 スバック

(ア) 組織

スバック (バリ語：スバック) とは、バリ島に見られる伝統的な水利組織であり、バリ州地方条例 No. 02/PD/DPRD/1972 はスバックに法的地位を与え、“ひとつの灌漑エリアにおける水の供給範囲において、ずっと前に設立され土地所有の組織として発展し続けてきた社会・農業・宗教的な性質の慣習法団体”と定義されている。

タバナン県知事は、2012 年度県知事規則第 27 号を通し、チャトゥール アンガ バトゥカウ地域を永久的水田 (2,428 ヘクタール) として制定し、支持している。チャトゥール アンガ バトゥカウ地域には 20 のスバックが存在する。

今回の水車設置対象区域には、ジャティルウィ水利組織 (スバック in Jatiluwih) がある。また、ジャティルウィ水利組織の下には、下位の 7 つの水利組織があり、行政上は、ジャティルウィ水利組織の班 (テンペイ) に位置づけられる。

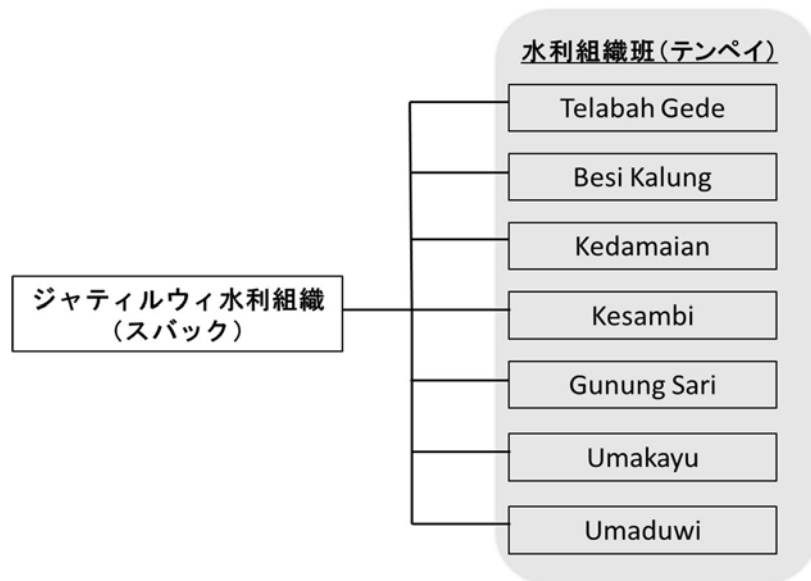


図 1-6 ジャティルウィ村のスバック組織図

スバックの組織ごと構成メンバー数や規模等を下表に示す。

表 1-4 ジャティルウィ村スバックの構成要素

Jatiluwih テンペイ名	構成メンバー数	管理面積	管理面積 (㊦)
テンペイ Telabah Gede	127 members	113 acres	4168 ㊦
テンペイ Besi Kalung	94 members	38 acres	1538 ㊦
テンペイ Kedamaian	40 members	56 acres	2266 ㊦
テンペイ Kesambi	37 members	11 acres	445 ㊦
テンペイ Gunungsari	104 members	37 acres	1497 ㊦
テンペイ Umakayu	46 members	36 acres	1456 ㊦
テンペイ Umaduwi	56 members	21.7 ha	2170 ㊦
合計	504 members		13,542 ㊦

出典：調査に基づき JICA 調査団作成

(イ) スバックの歴史

スバック(スバック)は、Sukawana の碑文より 8 世紀から続いているものだと推測される。一方、Bebetin の碑文からはバリの灌漑システムは 9 世紀から始まったと見受けられる。

スバック・システムは農業地、とくに数世紀前からバリの社会として知られていた灌漑地で社会組織としての機能をはたしており、Anak Wungsu 王が統治を行っていた西暦 1071 年からスバック・システムは発展してきた。スバック・システムについて書かれた碑文のひとつに” Kasuwakan” という言葉が記されている。これは水の供給とスバックのメンバーが組織の運営が円滑に進むように厳守すべきルールを整える役割をしている。また、このシステムは灌漑の専門的業界だけでなく国際的に有名な灌漑管理制度であり、スバック構想の範囲は” トリ・ヒタ・カラナ” と呼ばれるスバック原理の中にある。

(ウ) スバックの規則

農地耕作に関わる各スバック内のルールは、各スバック内の話し合いで決定される“Awig-Awig”で定められている。“Awig-Awig”には、各スバックの収益・分配構成に関しても定められており、農地耕作面積に応じた課金徴収システムがとられている。ただし、“Awig-Awig”のルールでは、課金徴収することだけを定め、課金額の設定などは、“Pararem”と云われる各スバック内で独自のルールを定めている。

ジャティルウィ村のスバックにおいては、スバック内の予算構成において、1ヘクタール当たり5,000Rp（約40円）の課金徴収を行っているが、稲刈り後、余剰予算はスバック構成員に分配還元を行っている。共同作業はスバック単位で行われ、用水路の清掃は7つのスバックごとに別々に行う。いつ、何回やるかは水の量やゴミの量といったその時々で各スバック長が決定する。出席できない場合は罰金を科せられ、基本的に全員参加となっている。

伝統的にスバック/テンペイは、トリ・ヒタ・カラナ思想に基づき、そのすべての儀式を農耕活動の周囲に集中させる傾向がある。小水力発電設備もその枠組みに適合している可能性があるが、その判断は、adatの決定領域である。スバックの下部組織として、テンペイはスバックによって定められる方針や規制に従わなければならない。

ジャティルウィ村が属するチャトゥーアングバトゥカウ地域のスバック組合（全20スバックから構成）フォーラムのAwig-Awigには、スバックメンバーの義務として下記の記載がある。

- ① 各スバックは、世界文化遺産としてのスバック管理計画に従い、遂行する義務がある。
- ② 各スバックは、土地の用途変更（機能移転）からスバックを保持する義務がある。
- ③ 各スバックは、森林地域を源とする水利機能の保全を行う義務がある。
- ④ 各メンバーは、パルヒャンガン（ヒンズー信仰と人類調和）の概念に沿った宗教活動を遂行する義務がある。
- ⑤ 各スバックは、本フォーラム「Awig-Awig」に従い、共同合意した各事項について、誠実に遂行する義務がある。

(エ) 祭事

農作業に関わる農耕儀礼として以下に示すものがある。スバックの運営を理解する上で重要な事項である。

新種の米を育てることにした場合、関連儀式は基本的に同じである。生育期間が短くなるため、儀式によっては除外されるものもある。

表 1-5 スバックの農耕儀礼

1. Mapag Toya	水の利用を乞う祈り
2. Mungkah Pratiwi (ngendag)	象徴的な稲田での作業の開始
3. Ngurit utawi mewinih	種をまく前の儀式
4. Nuasin utawi mewiwit	実生の植え替え前の儀式
5. Mubuhin	植え替え終了後の儀式
6. Ngerorasin	植え替えの12日後の儀式

7. Malik sumpah/nangluk merana	植え替えの1ヶ月（35～42日）後 害虫からの保護を乞う祈り
8. Nipatin	植え替えの1ヶ月と7（42日）日後； 悪いエネルギーを中和する短い祈り
9. Nyepi ring carik	Nipatinの後の断食で、屋外で夜通し過ごす
10. Nyungsung/utawi ngiseh/ngetapang	植え替え後の毎月2日の儀式； 良好な成長を祈る
11. Mabiuk Kukung	植え替えの3ヶ月（105日）後（開花期の直前）の儀 式；良好な成長を祈る
12. Mesaba nyengseng tangluk	植え替えの4ヶ月（150日）後収穫期近くの儀式； 良好な成長を祈る
13. Nyangket/panen	収穫の儀式；dewa nini に特別に提供する
14. Mantenin	収穫物を納屋（jineng）に運び込む儀式
15. Nedunan padi	米を納屋に収めて3日目の儀式；長期にわたる納屋 での保存を祈る儀式で、納屋から少量の米を取り出 すことに象徴される

出典：調査に基づき JICA 調査団作成

② 対象分野における開発課題

1.1 対象国の対象分野における開発課題

1.1.1 電力事情

インドネシア国の電力需要は急速に成長をし続けており、2010年から2014年までの国営電力会社 PT PLN (Prrsero) の販売電力量は平均 8.1%ずつ成長している。景気が回復した2012年の需要は、前年比で10%増加するなど、実質経済成長率を上回る伸びとなる年も少なくない。

伸び続ける需要に対して発電設備の開発状況は芳しくなく、設備容量の伸びよりも需要の伸びが大きく、ジャワ・バリ全体の負荷率は、77%～80%と高い数字で推移している。

表 1-6 PLN の販売電力量（単位：TWh）

Region	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Rate 2010-2014
Indonesia	145.7	156.3	172.2	185.7	196.4	200.4	
Growth (%)	9.4	7.3	10.2	7.8	5.9	2.0	8.1
Java-Bali	113.4	120.8	132.1	142.1	149.4	150.5	
Growth (%)	8.9	6.5	9.3	7.6	5.1	0.8	7.5
Sumatera	19.7	21.5	24.2	25.8	27.6	29.3	
Growth (%)	11.6	9.3	12.6	6.4	7.3	6.2	9.4
Kalimantan	5.1	5.7	6.4	7.0	7.7	8.3	
Growth (%)	10.3	10.1	12.9	9.6	10.8	6.6	10.7

Sulawesi	5.1	5.6	6.4	7.3	7.7	8.1	
Growth (%)	10.7	11.0	13.7	13.3	6.3	5.1	11.0
Maluku, Papua & Nusa Tenggara	2.4	2.7	3.1	3.6	3.9	4.2	
Growth (%)	10.7	13.0	16.1	13.8	11.1	7.4	12.9

出典：経済産業省（平成 27 年度エネルギー需給緩和型インフラ・システム普及等促進事業 インドネシアにおけるガスタービン・コンバインド・サイクル発電設備建設事業に係る事業実施可能性調査）

表 1-7 ジャワ・バリにおける発電設備容量と負荷

	単位	2010	2011	2012	2013	2014	2015
総容量	Unit	23,206	26,664	30,525	32,394	33,824	34,434
有効電力	MW	21,596	23,865	28,722	30,095	31,377	31,987
最大負荷	MW	18,100	19,739	21,237	22,567	23,900	24,296
最大負荷の伸び率	%	5.6	5.2	9.1	7.5	5.9	1.6
負荷率	%	79.5	77.8	78.2	79.2	78.4	79.2

出典：経済産業省（平成 27 年度エネルギー需給緩和型インフラ・システム普及等促進事業 インドネシアにおけるガスタービン・コンバインド・サイクル発電設備建設事業に係る事業実施可能性調査）

また、インドネシアの電源構成は、以下の表のとおり、全体の発電量 252,702GWh のうちジャワ・バリでの発電量が 70%以上を占めていることから、電源開発を注力すべき地域はジャワ・バリにあると言える。

表 1-8 2015 年のエネルギー種別ごとの想定発電量（単位：GWh）

	Indonesia	Java-Bali	Sumatera	Easten Indonesia
Diesel	24,004	4,436	9,922	9,646
Fuel oil	4,834	1,874	1,509	1,451
Gas	52,140	39,479	9,761	2,900
LNG	10,465	10,360	104	—
Coal	135,264	115,155	11,824	8,285
Hydro	14,502	7,476	4,399	2,627
Solar	4	—	—	4
Biomass	37	—	37	—
Geothermal	10,694	9,224	878	591
Import	758	—	—	758
Total	252,702	188,005	38,436	26,261

出典：経済産業省（平成 27 年度エネルギー需給緩和型インフラ・システム普及等促進事業 インドネシアにおけるガスタービン・コンバインド・サイクル発電設備建設事業に係る事業実施可能性調査）

インドネシア国のエネルギー戦略は、National Energy Policy (KEN:Kebijakan Energi Nasional) という国家エネルギー政策にて制定されており、本指針の中では電源の多様化、

環境持続性、国内エネルギー資源の最大限活用が強調されている。KENは2014年に改正されており、2025年までに全体の380Mtoe (Million ton of oil equivalent 石油換算トン) に対して、石油(25%)、ガス(22%)、石炭(30%)、再生可能エネルギー(23%)という目標値が設定されている。その背景として、現状のインドネシアの電源構成比は、化石燃料由来の電源比率が非常に高く、再生可能エネルギーは低い水準となっている。化石燃料由来の電源は環境負荷が非常に高いことから、他電源へのシフトが急務の課題となっている。

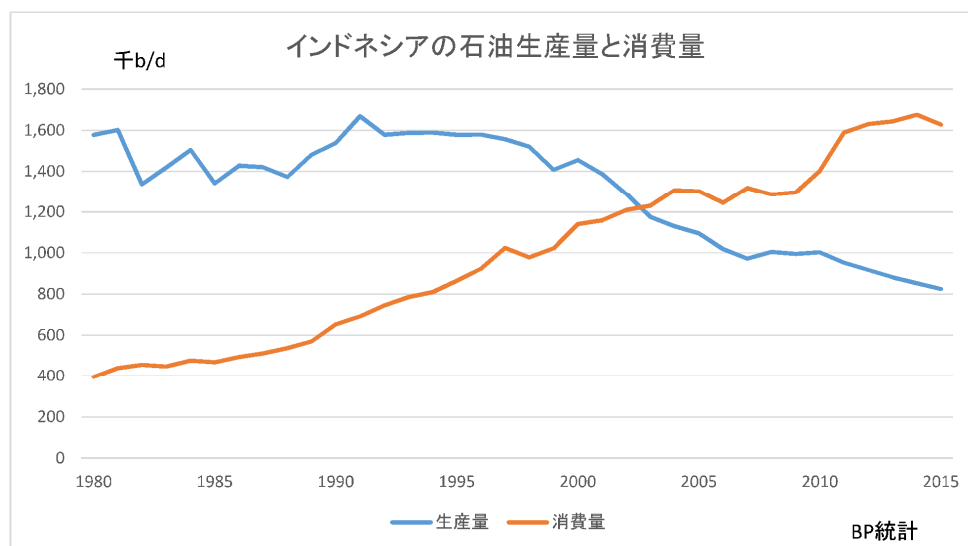
1.1.2 エネルギー資源事情

インドネシアは国内の石油・ガス生産が衰退を迎えており、1990年の160万b/dの生産をピークに石油生産量は減少しており、2015年は80万b/d強である。

一方で石油・ガス消費量は引き続き上昇基調を示し、石油製品需要160万b/dを記録しており、石油の国外依存度が約50%に迫る。加えて国内の精製所は大規模なもので6ヶ所(能力120万b/d)、精製量は90万b/d弱のため、国内需要量はその45%を中東のサウジアラビアや隣国マレーシア等からガソリンや軽油等として輸入して満たしており、石油産油国から消費国へと転換している。

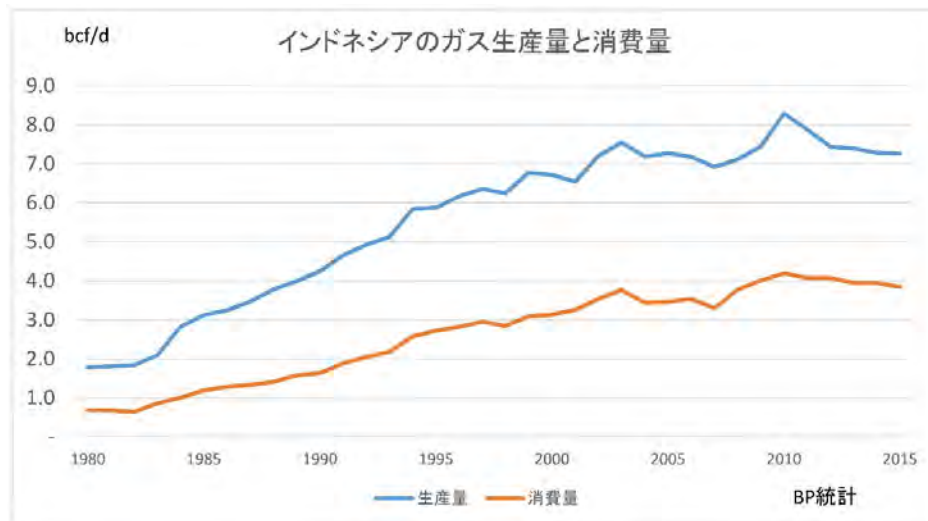
インドネシア政府は、国内油・ガス開発の促進だけでなく、輸入原油向けの製油所建設、国内のガス輸送インフラや貯蔵施設を急速に増設していくと同時に、経済成長を支えるガス・石油供給体制の構築を目指している。

あわせて、石油収入を補助金に回す産油国のエネルギー供給構造から脱し、国営石油会社のPertaminaを中核に据えたエネルギー安全保障を確立させて、輸入国としてのエネルギー供給体制を強化していこうとしている。



出典：JOGMEC 石油・天然ガス資源情報 消費国インドネシアへの転換

図 1-7 インドネシアの石油生産量と消費量



出典：JOGMEC 石油・天然ガス資源情報 消費国インドネシアへの転換
 図 1-8 インドネシアのガス生産量と消費量

主要エネルギー源の各事情は以下のとおりである。

① 石炭

2013年に発行されたインドネシアのエネルギー・経済統計要覧によると、インドネシアの石炭資源量は、スマトラ島とカリマンタン島を中心に1194億トン（スマトラ島632トン、カリマンタン558億トン、その他の地域4億トン）であり、そのうち石炭埋蔵量は290億トンであるとされている。今後数年間の生産量は国内、国際市場の増加するニーズに合わせて増加し、石炭埋蔵量が新たに確認できない場合は、約75年で枯渇すると予想されている。

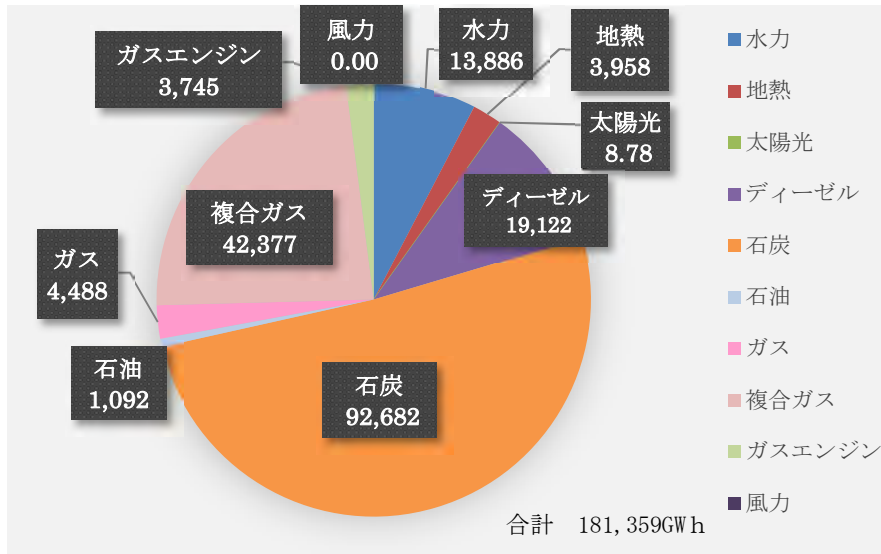
② 石油

インドネシアは産油国として発展してきたが、石油の生産量が低下し、2008年には石油輸出国機構（OPEC）を脱退している。生産国から消費国となり、発電に関しては重油、軽油ともに減らしていく傾向にある。しかしながら、インドネシアは2015年12月にOPECに再加盟し、原油供給のアクセスを確保するとともに、他の消費国とのパイプを強化することで、エネルギーセクターに向けた投資をひきつけることを狙っている。

③天然ガス

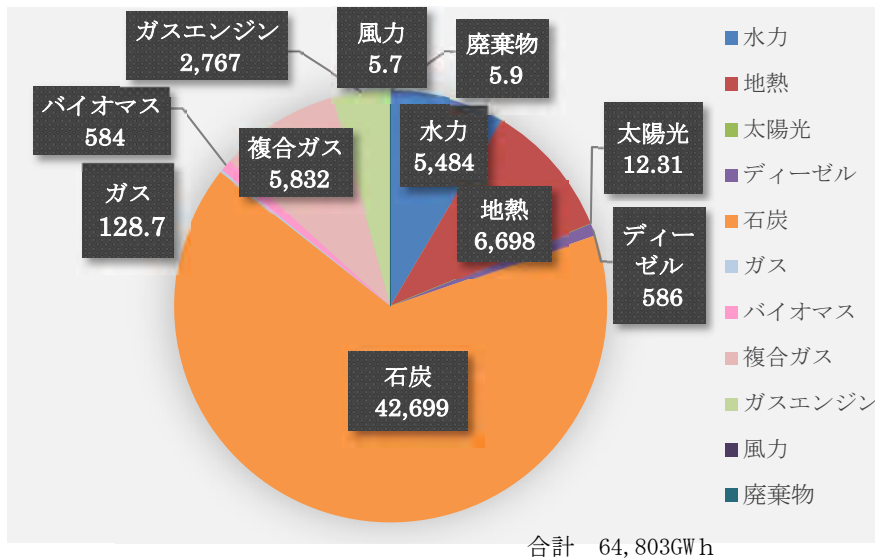
インドネシアは世界最大規模の天然ガス埋蔵量を保有している。埋蔵量は150.7TCFと推定されており、年間のガス生産量は、2012年には3.17TCFに達した。新たに天然ガス埋蔵量が確認できない場合は、47年で枯渇すると予想されている。近年国内の発電向け天然ガスの需要に対して供給が不足し、PLNはガスの産出国でありながら海外からガスを輸入することも視野に入れている。

インドネシアにおける2016年の電力需給状況について、PLNによる発電電力量を図1-9に示した。また、PLNがIPPや自家発電から購入した電力量を図1-10に示した。電力供給側からみると、2016年においては計248,611GWhの電力が供給されたことになる。



出典：Handbook of Energy Economic Statistic of Indonesia 2017

図 1-9 PLN 発電電力量 (2016 年、単位 GWh)



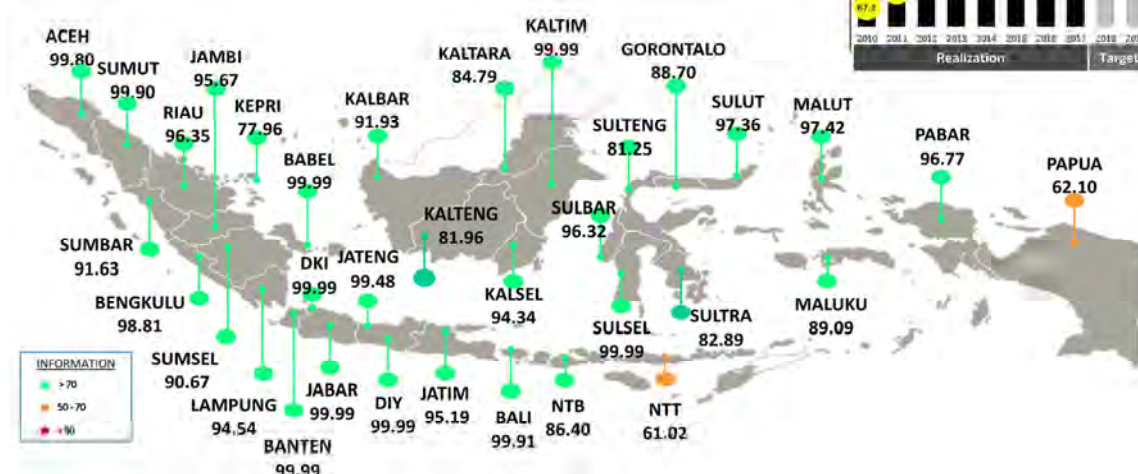
出典：Handbook of Energy Economic Statistic of Indonesia 2017

図 1-10 IPP および自家発電からの PLN 購入電力量 (2016 年、単位 GWh)

1.1.3 電化率

インドネシアの電化率が、2017 年時点で 95.35%に達し、目標の 92.75%を上回ったと発表した。インドネシアの電化率は、14 年 84.4%、15 年 88.3%、16 年 91.16%と年々拡大している。18 年は 97.5%、19 年は 99.0%が目標。17 年の電化率について、70%に届かなかったのはパプア州と東ヌサトゥンガラ州だけで、パプア州は 62.10%、東ヌサトゥンガラ州は 61.02%だった。18 年目標の 97.5%については、国営電力 PLN と民間の独立系発電事業者 (IPP) による全国の発電設備容量を 3500 万キロワット追加する政府プログラムが進行しているため、達成を確信している。

“Several Areas Still Shortage of Electricity Infrastructure”



出典：Ministry of Energy and Mineral Resources 「Keynote Speech」

図 1-11 インドネシア国の電化率の伸び

本事業対象地区のバリ州は、電化率 99.91%であるが、その中でも電化された地域は都市部に偏在しており、概して地方の農村地域は地域全体の電化率より小さく、農村地域の電化率向上を推進していくことが国・州が抱える課題とされている。

村落部での電力開発は、国家予算からの資金拠出により村落の電化を進めるために、政府が PLN に指示している。電力総局と PLN は、エネルギー・鉱物資源省の 2010-2014 年中期開発計画 (RPJM) に即して、村落部の電力開発について、以下の方針を掲げている。

- ・ 国家予算による小規模火力発電とマイクロ水力発電からの送電を補助するための配電網の敷設
- ・ まだ電化されていない新旧の村落、特に遠隔地や国境付近の村落の電化。
- ・ 漁村や遠隔地を対象に安価な電力・節電プログラムを実施し、電化率向上を加速化する。

また、インドネシア政府が PLN に対して示した大統領令 2010 年第 4 号には、新エネルギーと再生可能エネルギーを最大限に利用する政策が打ち出されている。この方針に沿って PLN は、地熱と水力の開発を優先的に進める。

<参考> PT PLN 電力供給事業計画 2012-2021

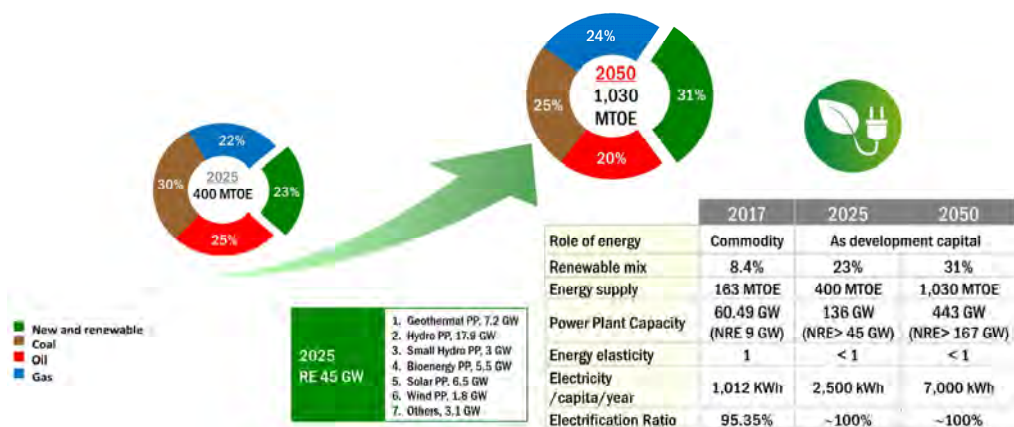
1.1.4 再生エネルギー

インドネシアでは、増大する電力需要を賄うため、過去数年に渡り石炭並びに石油火力を含む火力発電を中心とした電源開発が行われてきた。石炭火力発電による新規電源開発を模索するも、近年の環境意識の高まりから石炭火力中心の電源開発に見直しが求められた。

国のエネルギーミックス (電源構成) に占める再生可能エネルギーの比率が、2017 年 11 月末時点で 12.52%と 17 年度補正予算で設定した目標 11.96%を上回ったことを明らかにした。12.52%の内訳は、水力が 7.27%、地熱が 5%、その他が 0.25%。国家エネルギー基本計画 (RUEN) で、電源構成に占める再生可能エネルギーの比率を 2025 年には 23%とする目標を

立てている。エネルギー・鉱物資源省の報告によると、再生可能エネルギー発電の内訳は、水力が 17.9GW、小水力が 3GW、地熱が 7.2GW、太陽光が 6.5GW、バイオエネルギーが 5.5GW、風力が 1.8GW、その他が 3.1GW に設定されている。また、2050 年には再生可能エネルギーの比率を 31%にまで引き上げる目標を掲げている。

Target Energy Mix on 2025 - 2050



出典：Ministry of Energy and Mineral Resources 「Keynote Speech」

図 1-12 インドネシア国における再生可能エネルギー比率の推移

政府は、国内の電力開発において「電力の確保」「供給地域の均等化」「リーズナブルな料金設定」の三つに注力していることを示した上で、四つ目として「再生可能エネルギーの利用」を加え、再生可能エネルギーによる発電にも注力している。

2015 年に公表された RUEN のドラフト版 (RUKN2015-2034 Draft) は、2025 年までに総発電量に占める新・再生可能エネルギーのシェアを 25%に引き上げる計画を立てている。

国営電力会社 PLN の最新電力供給事業計画「RUPTL2016-2025」では、表 1-9 に示すように、再生可能エネルギーの導入計画が策定された。

表 1-9 PLN の再生可能エネルギー導入計画（年間新規導入量）

	単位	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	合計
地熱発電	MW	85	350	320	590	580	450	340	935	1,250	1,250	6,150
水力発電	MW	45	57	175	1,405	147	330	639	2,322	2,031	5,950	13,100
小水力発電	MW	32	78	115	292	81	86	196	26	257	201	1,365
太陽光発電	MWp	26	122	70	50	118	11	10	17	10	10	444
風力発電	MW	-	70	190	165	195	10	-	5	-	5	640
バイオマス・廃棄物発電	MW	125	142	135	11	21	11	-	21	15	6	488
海洋エネルギー発電	MW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
発電用バイオ燃料利用量	1000 kL	812	594	365	261	230	170	173	179	189	191	3165
合計	MW	312	819	1,005	2,513	1,142	898	1,185	3,326	3,563	7,422	22,186

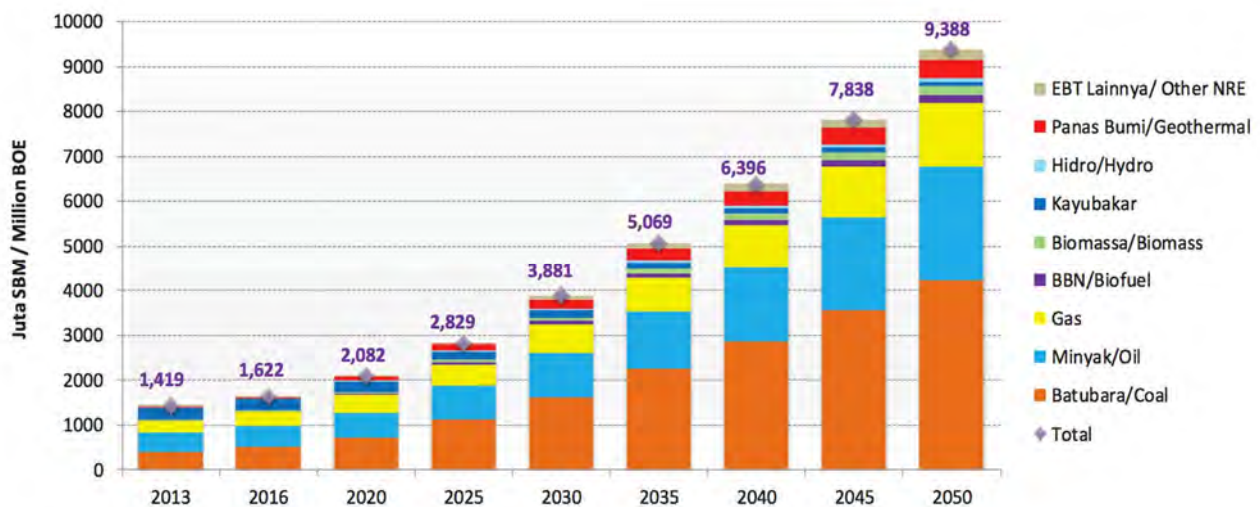
出典：平成 28 年度国際エネルギー使用合理化等対策事業（インドネシアにおける省エネルギー・再生可能エネルギー政策分析調査）：PLN（2016）RUPTL2016-2025



Sumber : CDIEMR (2014) dan asumsi sendiri /
 Source : CDIEMR (2014) and own assumption

出典：「Indonesia Energy Outlook 2015」, Agency for Assessment and application of technology
 図 1-13 インドネシアの成長シナリオ (1)

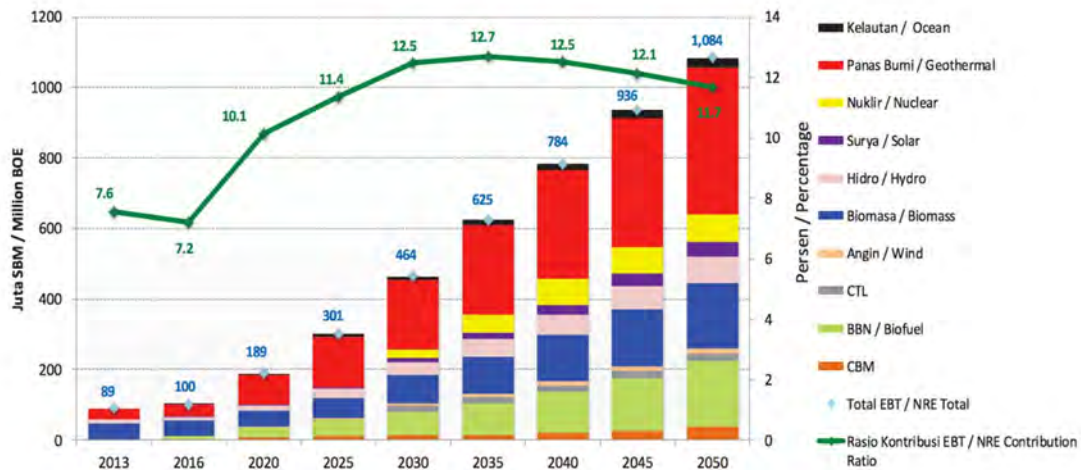
国の成長に伴い、エネルギー消費も大幅な伸びが見込まれる。「Indonesia Energy Outlook 2015」によれば、一次エネルギー供給量の見込みを下図のように想定している。



出典：「Indonesia Energy Outlook 2015」, Agency for Assessment and application of technology
 注：縦軸の BOE=石油換算バレル≒6.1GJ

図 1-14 インドネシアの成長シナリオ (2)

一方で、2004年に石油純輸入国になった際石油価格が高騰したことから石油依存度を低下させることが課題となっている。その手段の一つとなる再生可能エネルギーについては、下図のように2025年には全体の約1割超を占めることが期待されている。



出典：「Indonesia Energy Outlook 2015」, Agency for Assessment and application of technology

図 1-15 新エネ及び再生可能エネルギーの供給量の推移 (想定)

1.2 対象地域の対象分野における開発課題

1.2.1 農村地域における基礎インフラである電力が不足

国レベルでは PLN による計画供給エリアの大半はジャワ島であり、農村地域への電力供給は長期の時間を要すると考えられる。農村地域の現地住民へのインタビューでも、「土地を離れ生活環境の充実した都市部へ転出したい、子息は地元ではなく都市部で就職して欲しい」という声があった。

農村地域に必要な生活インフラも、電力確保優先という声が多いなど、電力確保が農村地域の発展の鍵となっている。これらの農村地域への電力確保という課題に対して、バリ州・タバナン県の電力確保への取り組みと農村地域（ジャティルウィ村）が抱える現場の課題を以下に記載する。

(ア) バリ州・タバナン県

対象地域であるバリ州のバリ島は、面積は 5,633km²で、島の北部を東西に火山脈が走り、バリ・ヒンドゥーにおいて信仰の山とされるアグン山（標高 3,142 m）やキンタマーニ高原で知られるバトゥール山（標高 1,717 m）など多くの火山を有している。この火山帯の活動により、バリ島の土壌はきわめて肥沃なものとなってきたと同時に、時に人々に災害をもたらしてきた。そして、バリ島の南部では、火山脈に位置するブラタン湖などの湖水からの流れが下流域に向かって分岐している。その分岐と水量は古来より計算通りに案配されてきたものであり、スパックと呼ばれる伝統的な水利組織によって 21 世紀初頭までその自然環境と共に維持されている。そして、この水系によって島の南側全体が緑にあふれる土地になっている。バリの村落の大半は、一部の都市地域を除けば農村であり、土地の農業利用率が極めて高い。農業は水耕農作が中心であり、とりわけ、棚田で知られるバリ島中南部の斜面一帯では、上にみたように年間を通じて安定した水の供給がなされ、二期作から三期作が可能となっている。

一方で、急速に観光化が進んでおり、テロの影響等があったもののその後持ち直し、現在では観光客の入り込み数は増加の傾向にあり、年間 1000 万人以上がバリ島を訪れる世界有数

のリゾート地となっている。これに伴い観光地域での電力消費量も大幅に増加している。国レベルの PLN による電力供給計画では、供給エリアの大半はジャワ島・バリ島であるが、バリ島への電力供給は、海底ケーブルでの供給で、これを増強するにはコスト的な課題が多い。そのため、非再生可能エネルギーの使用の節約、また、環境汚染の軽減を図る一環として、小水力発電、バイオマス発電、風力発電、太陽光発電などのような再生可能エネルギーを活用する必要がある。

バリ州においては、観光地域への電力供給が優先されており、農村地域の電化は電化率の改善は進んでいるものの、地元住民に対するアンケート・ヒアリングの結果からも、充足度は極めて低いレベルである。

対象地域であるタバナン県は、未電化地域が存在し、電化された各戸においても 450W～900W 程度の契約で頻繁に停電が起こるなど電力が不足しており、夜間を中心に社会的行動が制限されている。このことからタバナン県では、タバナン県条例第 24 条に電化促進計画を掲げるとともに、県条例 9 条では、中期開発総合計画の総合政策・地域開発プログラムにエネルギー資源の確保を位置付けている。しかしながら、将来にわたり PLN による電力供給設備の増強計画が農村地域に対しては整備されていないため、基礎的インフラとしての電化が一向に進まないのが現状である。一例として、タバナン県の管理道路に対する街灯整備計画などの進捗はわずか 32%にとどまり、本事業の対象地区であるジャティルウィ村においては街灯の整備率はほぼ 2%となっている。

また、タバナン県は、2012 年「バリ州の文化的景観：トリ・ヒタ・カラナの哲学を表現したスバック・システム」登録の世界遺産を有している。当該地区が世界遺産に登録されたことを契機に外部からの観光入り込み者数が急増しているが、タバナン県の産業構造が、伝統的な農業を主な財源とした歳入構造であるため、農村部への電化を含むあらたな社会インフラ整備への投資が財政的に実施できない課題がある。

(イ) ジャティルウィ村

対象地域となる農村地域のタバナン県ジャティルウィ村においては、PLN による電力供給設備の増強整備計画が現時点では無く、農村地域の近代化には不可欠な基礎的インフラである電気が不足していることが開発課題として挙げられる。さらに、当該地区が世界遺産に登録されたことを契機に外部からの観光入り込み者数が急増しており、地域資源のオーバークースやゴミの増加が顕在化しつつある。従来 of 慣習に基づく農村生活の基盤となる棚田・スバック・システムの保全は、世界遺産の登録維持を図るうえで重要な要因であり、この実現のためにも、電力需給の環境変化に対応した農村地域への再生可能エネルギーによる電力供給を行うことが喫緊の課題である。

農村地域を代表するジャティルウィ村が抱える現状の課題に対して地元スバック関係は、以下の基本的な対応方針を示している。

【課題と対応方針】

・電力不足

⇒ スバックとしては、基本的なライフラインである電気の供給状況を改善したいと考えている。電気の供給は、PLN の新たな整備増強計画がこの地域では準備されていないことから、オフグリッドの独立分散型が必要とされる。

⇒ 当該地区を含むバリ州においては、再生可能エネルギー導入促進が進めていることから、ジャティルウィ村の豊富な用水を活用する「小水力発電」が有望技術として示唆される。

- ・世界遺産の登録維持（棚田の保全）

⇒ 世界遺産登録前の状況への単純な原点回帰ではなく、新たな技術の導入による近代化が必要。ここに住む人々が豊かな生活を送りたい。

- ・当該地区の生活環境や魅力の向上により、流出した若者のUターンを促し、村で生活を営む担い手を確保し、棚田の保全維持

⇒ 新たな技術の導入により農業の収益力向上や観光との共存による所得の増加に繋げたい。

③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度

1.1 インドネシア国のエネルギー政策

インドネシアのエネルギー政策については、下図に示すような計画がある。国家エネルギー政策（KEN）、国家エネルギー総合計画（RUEN）が政策レベル、国家電力総合計画（RUKN）と電力供給事業計画（RUPTL）が事業レベルの計画である。



出典：調査団にて作成

図 1-16 インドネシア国エネルギー政策の概観

1.1.1 国家エネルギー政策

KEN (Kebijakan Energi Nasional: National Energy Policy (Government Regulation No. 79/2014))

2014 年の KEN では「国益を満たすエネルギー供給の保障」をビジョンとし、「エネルギー供給能力の向上」、「エネルギー生産の最適化」、「省エネルギー」を主要政策とし、2025 年までの目標を掲げている。

(ア) 目標

- ① エネルギー弾性値（エネルギー消費の伸び/経済成長率）：経済成長目標に合うよう、2025

年に弾性値を1以下とする。

- ② エネルギー原単位 (GDP 当たりのエネルギー使用量) : 2025 年までに年 1% で改善させる。
- ③ 電化率 : 2015 年に 85%、2020 年には 100% に近づける。
- ④ 家庭用ガスの使用率 : 2015 年に 85% とする。
- ⑤ 一次エネルギーに占める新・再生可能エネルギーの割合 : 2025 年までに 23%、2050 年までに 31% に引き上げる。

(イ) 主要政策

- ・ 国家開発と人口増加に見合うエネルギー供給の強化
- ・ 最適で経済的なエネルギーミックスを実現するためのエネルギーの多様化
- ・ 省エネルギーの推進

1.1.2 国家エネルギー総合計画 (RUEN)

国家エネルギー総合計画は、国、州、地域レベルでのエネルギー管理計画である。以下の内容が記載される。RUEN は RUKN 策定後に策定される。

- ・ エネルギーに関する現状の将来の見込み
- ・ エネルギー確保のビジョン、ミッション
- ・ エネルギー管理に関する政策、戦略、制度、手段やエネルギー開発プログラム

1.1.3 国家電力総合計画 (RUKN)

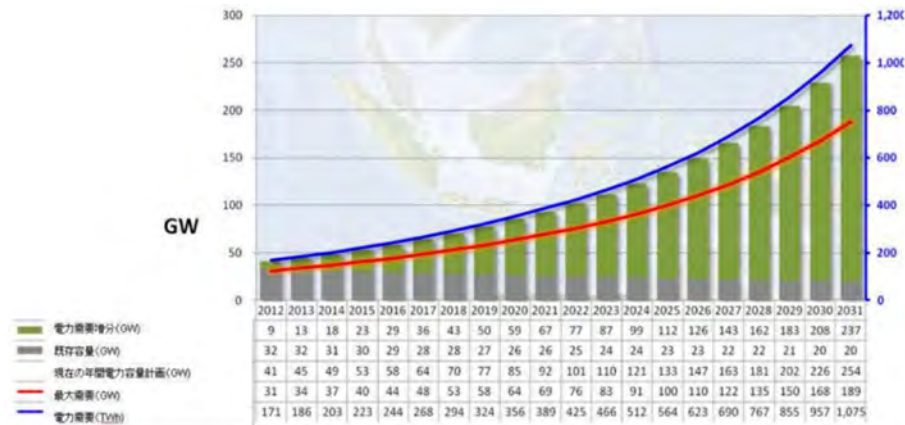
エネルギー鉱物資源省 (MEMR) が策定するもので、国の電力総合計画に相当する。需要予測、1 次エネルギー、電力計画、所要資金などについて記載されている。計画期間は 20 年間。

国家電力総合計画 (RUKN) の策定背景として以下の記述がある。

“電力需給予測、投資・資金調達施策、発電用の一次エネルギー源や、新・再生可能エネルギーの利用政策などを盛り込んだ、統合的な電力総合計画とされている。RUKN は、政府、地方政府、電力事業権限保持者 (PKUK)、公共向け電力事業許可保持者 (PIUKU) が今後の電力セクターの開発を行っていくうえでのレファレンスとして定められたものである。地元、国家、地域、世界レベルでの戦略的な環境の変化の中で、RUKN の役割はますます重要なものとなっている。

また、電力セクターへの民間の参加の増加がますます期待されている中、本 RUKN により、PKUK が実施するプロジェクトや、他者との協力により実施する予定のプロジェクトの設定について明確化することが可能である。社会のダイナミズム、特にマクロ経済の変化が電力需要レベルの変化に大きな影響を有している。こういう状況に留意し、RUKN は毎年見直すことでレファレンスとして引き続き利用に耐えうるものとしている。RUKN は 20 年間の計画として策定されている。電力に関する法律 1985 年 15 号と、電力の供給と利用に関する政令 1989 年 10 号及び 2 回にわたり改正され、その最終改正である政令 2006 年 26 号に基づき、事業地域を有する全ての電力供給事業者は、RUKN をレファレンスとして、各事業地域において電力供給総合計画 (RUPTL) を策定する義務を有している。”

インドネシアにおける電力需要の見通しは下図に示すとおりであり、2022 年には設備容量が 100GW を超える。



出典：「平成 25 年度国際即戦力インターンシップ事業
インドネシアの電力事業 報告書」 島本和明、平成 26 年 2 月

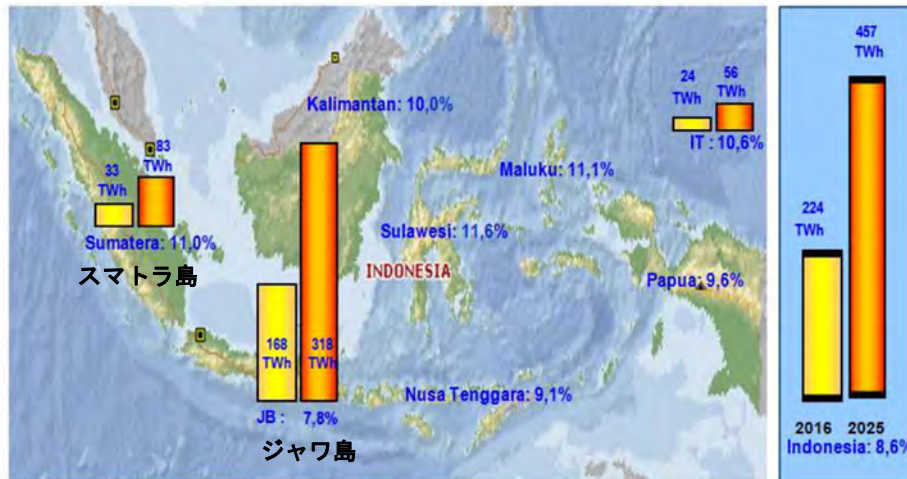
図 1-17 エネルギー鉱物資源省による電力需要の見通し

1.1.4 電力供給事業計画 (RUPTL)

RUPTL は、電力の供給と利用に関する政令 1989 年第 10 号、2 度の改正を経て現行は同政令 2006 年第 26 号の指令により制定されたものであり、同政令第 5 条 1、2 項は、「事業地域を有する事業体は、国家電力総合計画 (RUKN) に基づいて電力供給事業計画を作成しなければならない」と規定している。国有電力会社 (PLN) が策定主体で計画期間は 10 年である。同計画文書の背景として、以下の記述がある。

“インドネシア電力株式会社 PT PLN (以下 PLN) は、電力会社として長期にわたる準備を要するプロジェクトの計画と実行を手掛けており、そのためには電力システム開発の長期計画が必要である。このように電力プロジェクトには長期の準備期間が必要になることを踏まえ、PLN では長期的な電力システム開発計画、つまり 10 年間の計画が必要とされている。長期的な電力システム開発計画は、PLN が効率的に投資を計画する上でも必要なものである。つまり、不適切な計画に基づいた不適当な電力プロジェクトを行わないためである。長期的な有用性を視野に入れて、電力事業への投資を決定することが重要である。この目的のために、PLN は 10 年スパンの計画書を策定した。これがすなわち「電力供給事業計画 (RUPTL)」である。RUPTL は、PLN の今後 10 年間の電力システムを開発するための最良の指針であり、計画の範囲に基づき、戦略的に目標を達成するために策定された。これを通じて、企業の投資効率を損なう恐れのある RUPTL 以外の電力プロジェクトを回避することが可能になる。この RUPTL の計画を文書として策定するという事は、電力部門における法規制を遵守するという、PLN 内部の要請に基づくものでもある。”

PLN の電力供給事業計画 (RUPTL) によれば、下図に示すように電力需要のほとんどはジャワ島によるものであることがわかる。インドネシアは 13,000 を超える島を有しており地方電化が進んでいない。



出典：PLN 電力供給事業計画（RUPTL）2016-2025 版
注：％は年平均伸び率

図 1-18 2016 年と 2025 年時点での PLN の地域別電力販売量予測

1.1.5 エネルギー・鉱物資源省ビジョン 25/25（2010）

ビジョン 25/25 は 2010 年、再生可能エネルギー導入をより強化する目的で、エネルギー・鉱物資源省が組織再編（再生可能エネルギー導入に関する部署を新設）を行い、独自に発表した計画である。2006 年の大統領令で 2025 年までに 15%としていた新再生可能エネルギーの割合を、25%に大幅に上方修正した。また、2025 年のエネルギー消費を、何の対策も講じなかった場合（約 33 億石油換算トン）と比べ、省エネとエネルギー多様化により 15.6%低減する（5 億 1300 万石油換算トン）こととしている。

2011年現状		国家エネルギー政策に関する大統領令 2006年5号 2025年目標値(%)		ビジョン25/25 2025年目標値(%)	
天然ガス	21.90%	天然ガス	30%	天然ガス	23%
石炭	26.33%	石炭	33%	石炭	22%
石油	46.93%	石油	20%	石油	30%
新・再生可能エネルギー	4.79%	新・再生可能エネルギー	17%	新・再生可能エネルギー	25%

(バイオ燃料5%、地熱5%、原子力・バイオマス・風力・太陽光・小型水力等5%、液化石炭2%)

出典：「インドネシアの国情およびエネルギー事情」
http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=14-02-06-02

図 1-19 電源構成の実績とベストミックス目標値

1.1.6 クラッシュプログラム

インドネシアでは、急成長する電力需要への対応と石油依存の低減を目指し、非石油燃料発電所の電源開発を加速させる 2 つの開発プログラムを「クラッシュプログラム」と名づけ、大統領令により推進している。

表 1-10 クラッシュプログラム

	第一次クラッシュプログラム	第二次クラッシュプログラム(当初)
開発計画年	2006-2009	2010-2014
開発方式	PLN100%	PLN 44%(422 万 kW) IPP 56%(531 万 kW)
電源開発量	約 10,000MW 内訳：ジャワ・バリ 6,900MW その他 3,100MW	約 10,000MW 内訳：ジャワ・バリ 5,070MW その他 4,452MW
背景(目的)	・緊急電源開発(ジャワ・バリ中心) ・脱石油政策	・緊急電源開発 ・電源の多様化 ・再生可能エネルギーの導入
電源種別	石炭 100%	・再生可能エネルギー 54% 内訳：地熱 41%,水力 13% ・化石燃料 46% 内訳：石炭 36%, ガス 1%, CC 9%
法的根拠	大統領令 (No.71/2006)	大統領令 (No.4/2010)
開発所要資金	電源：80 億 US\$	電源：160 億 US\$ 送電設備：4 億 US\$

出典：「平成 25 年度国際即戦力インターンシップ事業
インドネシアの電力事業 報告書」島本和明、平成 26 年 2 月

表 1-11 クラッシュプログラムの概要

<p>● 第一次クラッシュプログラム</p> <p>迅速性を重視し、技術基準を満たしていれば最先端技術は必要とせず、最低価格を提示した企業に落札への際優先権を与えるとの当時の PLN の方針により、中国企業の落札が多くなった。しかし金融危機などの影響で中国からの資金調達面で問題が発生したり、中国の業者による工期遅延があったりしたため、2009 年中に運転を開始した発電所は Labuan 発電所 1 号機 (32 万 kW) の 1 ユニットのみ。また、既に運転を開始した発電所も設備不良による事故停止が頻発している。</p> <p>● 第二次クラッシュプログラム</p> <p>温暖化ガス排出と石炭輸送インフラ整備の問題がクローズアップされたため、第 582 次計画では電源の多様化を図り、地熱(計画の約 4 割を占める)や水力等再生可能エネルギーの開発に重点を置き、IPP による開発を全体の 55.7%まで導入するといった特徴がある。</p> <p>● 第二次クラッシュプログラム改訂</p> <p>第二次クラッシュプログラムでも政府保証がつかず資金手当の目処が立たないなど、多くのプロジェクトの進行に遅れが生じ、また、そのいくつかはガス供給不足や地熱発電所の開発準備不足などの理由により開発が中止された。第二次クラッシュプログラムは 2012 年 1 月、2013 年 8 月に見直しがされており、開発容量が約 18,000MW に拡大されている。また、水力に特化した第 3 次クラッシュプログラムも検討されているが公表時期は未定である。</p>
--

出典：「平成 25 年度国際即戦力インターンシップ事業
インドネシアの電力事業 報告書」島本和明、平成 26 年 2 月

1.1.7 固定価格買取制度 (FIT 制度)

インドネシアの電力不足は、首都であるジャカルタを除くインドネシア全土において課題であり、小水力発電は電源開発という観点だけでなく、分散型の再生可能エネルギーの普及、及び発電コストの高いディーゼル発電への依存度を下げるという点からも、有効な手段の一つであり、政府としても政策により普及の後押しをしている。現在、10MW以下の小水力発電は PLN と売電価格の交渉を行う必要はなく、固定価格での 20 年間の長期買取が可能になる FIT 制度がエネルギー鉱物資源省から導入されている。FIT 制度は、国有企業、公営企業、民間事業者、協同組合、及び NGO による電力供給を許可している 2009 年電力法に基づいている。

2012 年エネルギー鉱物資源省は、省令 No. 04/2012 によって、再生可能エネルギーの固定価格買取制度を定め、再生可能エネルギーの開発促進を図った。さらに 2014 年 5 月に省令 No. 12/2014 で、小水力部分のみ改定し、PLN に出力 10MW 以下の小水力発電事業者からの固定価格での買電を義務づけている。この政令で、発電事業の実施に必要な手続き、必要書類、許認可、許認可者、および必要期間等を明確にした。買い取り価格の上昇や手続きの明確化によって、多数の小水力案件が事業申請されている。

エネルギー鉱物資源省省令 No. 22/ (2014 年 8 月) では、インドネシア政府が、多目的ダムや灌漑用水路を利用した小水力プロジェクトにも固定価格買取制度を適用するとの改定を行った。(しかしながらこれらのプロジェクトには低い電気料金が適用される)

固定価格買取制度の主要な特徴は以下のとおりである。

① 物価補正がない

固定価格買取制度は、上に規定された価格はいかなる物価補正も適用されないと明示している。この規定により、売電契約において物価補正や指標連動等の価格変動契約をすることを禁じている。この制限に従うと、PLN が公表している買電契約は価格変動の適用できないことになる。

② 送電にかかる責任

固定価格買取制度では、開発費用に PLN のグリッドと発電所をつなぐ送電線の建設費を考慮することが求められている。したがって、近隣のグリッドに近い水力発電所は極めてコスト競争力があることになる。一方、送電線が長い場合には、土地収用にかかるリスクやコスト面での競争力に課題があることも考えられる。

③ 経過措置

この新規制が有効になる前に小水力発電について合意された価格は、エネルギー鉱物資源省省令 (No. 04/2012) によって規定される。しかしながら、発電所が運転開始等の段階になった場合、価格は上方修正される可能性がある。この場合は、事業者がまずエネルギー鉱物資源省からの発電事業者としての指定を受けなければならない。この売電価格の上方修正は、PLN と事業者との合意に基づいてなされることになるが、省令に記載されている価格(電圧、発電所場所をパラメータとして調整される)を上限に決められることになり、新価格は、固定となり売電契約に規定されることになる。そして PPA 契約期間中、有効となる。価格調整のプロセスは事業者が水力発電者として指定された日から営業日で 90 日以内に終了しなければならない。また、調整された価格は、大臣の許可事項になる。

1.2 地域（バリ州政府）のエネルギー政策

2020年までに二酸化炭素の排出量を26%低減させるというインドネシア共和国政府のコミットメントに対する継続的措置として、バリ州政府は、バリ州全体の郡／県政府、民間、非政府組織、プカラマン村、学校、大学及びバリ社会全体と協力・提携し、「バリ・グリーン・プロビンス／緑豊かなバリ州」を目指したプログラムを考案した。本プログラムは、幸福のために必要な「トリ・ヒタ・カラナ／人-自然-神の調和」の原理・価値観に沿ったクリーンで、健全、快適な、不朽の、そして美に溢れるバリ地域の生活環境の創造を目的としている。これに関するポケットブックでは、緑豊かなバリ州を目指す背景、目的、政策及び戦略を掲載するのみではなく、同時に、バリ・グリーン・プロビンスの工程表（ロード・マップ）が掲載されている。

この「バリ・グリーン・プロビンス」を実現するためには、社会（市民）の文化的要因（姿勢・行動）こそが、社会、事業・産業界、そして政府といったあらゆる側面からの注目・関心を得るべき重要な要素になっている。つまり、全ての社会構成員が、認識・自覚、及びコミットメントを持ち、意欲的、そして継続的な役割を果たしていく義務があるということの意味している。

1.3 ジャティルウィ地区の開発課題への基本的な対応方針

1.3.1 小水力発電による電力確保

電力セクターによる電力供給整備には、明らかに時間がかかる。現地ジャティルウィ村の住民（スバック）へのインタビュー調査によると、電力確保ニーズが高いこと、電力確保に対する地元住民の追加支払いへの負担意思があることを確認している。このことから、住民自らが電力確保を担う組織を組成し、地元が管理する水路を利用した小水力発電システムを導入・維持管理・運営する方策が有望である。ただし、電力量自体が当面大きくないことから、適切な利用用途を選定すること、計画的に規模を拡大すること、また、技術的なサポートに関しても、水車、発電機、送電線など、提案企業である水機工業の継続的な関わり方が重要である。

④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析

1.1 開発協力方針

1.1.1 我が国のODAの基本方針（大目標）

日本のインドネシアに対する ODA の方針は、「対インドネシア共和国国別開発協力方針」にまとめられている。重点分野（中目標）の（イ）において、均衡ある発展を通じた安全で公正な社会の実現に向けた支援が掲げられている。長い友好関係を有する戦略的パートナーであるインドネシアは ASEAN 唯一の G20 メンバー国であり、同国の経済発展は、我が国が東南アジア地域の国々とともに発展していくという観点からも、重要性は極めて高い。

インドネシアの均衡ある発展を実現するため、質の高いインフラ整備等を通じた国際競争力の向上や、地域間格差の是正を図り安全で公正な社会の実現に向けた支援を行うことは、我が国を含むアジア地域の安定と発展に寄与する。

1.1.2 重点分野（中目標）

（ア）国際競争力の向上に向けた支援

グローバル化が進むインドネシア経済において、民間企業の国際競争力向上を通じた経済成長を実現するため、交通・物流・エネルギー・通信網等の質の高いインフラの整備や、各種規制・制度の改善支援などを通じたビジネス・投資環境の整備並びに人材育成を支援する。

（イ）均衡ある発展を通じた安全で公正な社会の実現に向けた支援

安全で公正な社会を実現するため、生活の質の向上に向けて、大都市だけでなく、地方の開発を支援するとともに、防災対策等の行政機能の向上を支援する。

（ウ）アジア地域及び国際社会の課題への対応能力向上に向けた支援

アジア地域及び国際社会の課題でもある気候変動並びに環境保全対策を支援するとともに、海上安全やテロ対策、感染症問題への対応能力、さらに、援助国（ドナー）としての能力向上を支援する。

1.2 対象国対象分野における ODA 事業

インドネシアで過去に実施された/現在も実施中の資源・エネルギーに関するプロジェクトとして、資源・エネルギー分野の ODA 事業は 31 件であり、そのうち有償資金協力が 24 件、無償資金協力が 3 件、技術協力は 4 件である。

過去に実施済み又、実施中の案件は表 1-12 の以下のとおりである。

表 1-12 ODA 案件実績一覧

番号	事業形態	期間/締結年月	プロジェクト名
1	有償	2015 年	ジャワ・スマトラ連系送電線事業（2）
2	有償	2011 年	ルムットバライ地熱発電事業
3	有償	2005 年	ウルブル地熱発電所建設事業
4	有償	2004 年	タンジュンプリオク火力発電所拡張事業
5	有償	2004 年	ラヘンドン地熱発電所拡張事業
6	有償	2003 年	ムアラカラン火力発電所ガス化事業
7	有償	2003 年	ムアラタワル・ガス火力発電所拡張事業
8	有償	2003 年	南スマトラ・西ジャワガスパイプライン建設事業
9	有償	1998 年	ジャワ・バリ系統基幹送電線建設事業（3）
10	有償	1998 年	タラハン石炭火力発電事業
11	有償	1996 年	シパンシハポラス水力発電事業（2）
12	有償	1996 年	ジャワ・バリ系統基幹送電線建設事業（2）
13	有償	1996 年	地方電化事業（2）
14	有償	1996 年	多目的ダム発電事業
15	有償	1995 年	シパンシハポラス水力発電所及び関連送電線建設事業

16	有償	1995年	ジャワ・バリ系統基幹送電線建設事業（1）
17	有償	1994年	バンジャルマシン石炭火力発電所建設事業
18	有償	1994年	ビリビリ多目的ダム建設事業（2）
19	有償	1994年	ルヌン水力発電及び関連送電線建設事業（3）
20	有償	1993年	ルヌン水力発電及び関連送電線建設事業（2）
21	有償	1992年	ビリビリ多目的ダム建設事業（2）
22	有償	1991年	ルヌン水力発電及び関連送電線建設事業（1）
23	有償	1990年	ビリビリ多目的ダム建設事業（1）
24	有償	1989年	ダイヤコロット発電機器修理センター修復事業
25	無償	2004年	グレシック火力発電所3・4号機改修計画
26	無償	1999年	グレシック火力発電所1・2号機改修計画（第2期）
27	無償	1999年	グレシック火力発電所1・2号機改修計画（第1期）
28	技協	2015年～ 2020年	インドネシアにおける地熱発電の大幅促進を目指した蒸気スポット検出と持続的資源利用の技術開発プロジェクト
29	技協	2014年～ 2018年	地熱開発における中期的な促進制度設計支援プロジェクト
30	技協	2014年～ 2019年	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
31	技協	2013年～ 2018年	統合バイオリファイナリー研究拠点構築プロジェクト

出典：JICA ODA 見える化サイト

これまでのODA案件としては、No.13の「地方電化事業(2)」が、無電化村の電化という視点で関連性が強いと言える。当該事業が計画された当時の国家開発5ヵ年計画（1994～1998年）では、未電化村の電化による住民の生活水準の向上および地域間格差の是正を掲げており、開発目標に沿った電化事業が実施されていた。わが国は第1期事業において村落の電化や地方都市へのディーゼル発電機の設置、小水力発電所の建設などを支援したが、本事業（第2期）では、対象村落における配電網整備やディーゼル発電機の建設を支援した。これにより対象地域における電力供給状態の改善を図り、貧困削減への対応強化および地方の開発に寄与した。

しかしながら、未電化村を主対象とする本事業の特性により、フルコスト・リカバリーは困難である。政府は地方分権化政策および新電力事業法下における地方電化の新しい枠組みを明確にしたうえで、PLNの財務状況に十分留意し、PLNの財務的困難を克服するため、受益者、地方政府、PLNの間で適切なコスト分担を図る必要があると提言されている。

本プロジェクトでは、用水路を活用した小水力発電システムを提案しており、同様のスキームによる資金協力やシステム導入の際に参考となるものと考えられる。

1.3 他ドナー事業の分析

インドネシアにおける再生可能エネルギーの電源開発に関する他ドナーの動向は下記のとおりである。

表 1-13 他ドナーの動向

国や機関	動向
アメリカ合衆国	Sustainable Energy for Remote Indonesia Grids (SERIG)を通じてインドネシアにおける再生可能エネルギー分野へ USD1.2 百万ドルの投資意向を示しており、インドネシア政府と当該事業における協働を計画している。また、アメリカ合衆国開発庁 (USAID) も国家開発計画庁 (BAPPENAS) と再生可能エネルギーに Millenium Challenge Corporation の Green Prosperity Project として USD332 百万ドルの投資を行う協定に 2012 年に合意している。
ドイツ連邦共和国	2011 年に開かれたドイツ-インドネシア再生可能エネルギー会議では、ドイツ企業 8 社 (EnBW AG, Ribelga Deutschland GmbH, Schnell Motoren AG, Suma GmbH, Consulectra GmbH, Maxxtec AG, Putmeister Solid Pumps GmbH, Pto2 Anlagentechnik GmbH) が参加しており、当該分野への新規投資に高い関心があることがうかがえる。
中華人民共和国	国有企業である中国電力投資集団が中国系セメント大手企業と約 170 億ドルを投資し、北カリマンタンにて複数の水力発電所 (合計 7GW) の建設を行うことを 2013 年 5 月に公表するなど、積極的な参入が図られている。
大韓民国	韓国の事例では、国有電力会社の韓国中部発電が、カリマンタンに 284MW の水力発電所 (Muara Juloi 水力発電プロジェクト) 開発を行っており、2013 年 4 月に PLN と MOU を締結している。
アジア開発銀行 (ADB)	日系企業が地場エネルギー会社、米系プラントメーカーと組み北スマトラにて開発しているサルーラ地熱発電プロジェクト (330MW) へのローン 2 億 5 千万ドルの拠出、東インドネシア、西パプアにおける水力発電の増強プロジェクト (3 案件) に対する技術支援補助金 2 百万ドルの拠出を予定している他、Java-Bali グリッドの 500kV 送電線 220 km、及び変電所の建設事業、並びにマレーシアの水力発電所からの電力供給を可能とする、西カリマンタンにおける送電線 145 km の敷設事業へのローン 4,950 万ドルの供与等について、2013 年に承認をしている。
国際金融公社 (IFC)	IFC は再生可能エネルギーの開発を支援するため、インドネシア地場、及び外資系プライベートエクイティへの出資を行っている他、2013 年に風力 IPP 開発のサポートを行うことを表明している。

出典：「インドネシア国スマトラ島及びスラウェシ島における小水力発電事業準備調査報告書」平成 26 年 2 月、株式会社インダストリアル・ディシジョンズ、北電総合設計株式会社

また、中華人民共和国では、インドネシア政府が推進する、3,500 万キロワットの電源開発事業のうち、中国の独立発電事業者 (IPP) が 36% 相当の案件に投資することなどが盛り込まれた。覚書には、3,500 万キロワットの電源開発事業について、中国企業が全事業の 3% 相当で、発電所の EPC (設計・調達・建設) 分野に投資することも表明されている。

1.4 対象国・地域のビジネス環境の分析

1.4.1 インドネシア国でのビジネス環境

(ア) ネガティブリスト（参入規制）、外資規制

2016年5月12日付大統領令2016年第44号において、投資が禁止されている業種が以下に示す表のとおり定められている。これらは外国資本、国内資本ともに適用される。

表 1-14 投資禁止事業リスト

No.	禁止事業	分野
1	大麻の栽培	農業
2	ワシントン条約（CITES）付属書 1 に記載された魚類の捕獲	林業
3	沈没船の積載物に由来する貴重品の引き揚げ	海洋漁業
4	建材/石灰/カルシウム、アクアリウム、土産/装飾品用の自然からの珊瑚礁/珊瑚及び、天然の生きた珊瑚或いは死んだ珊瑚（recentdeath coral）の利用（採取）	海洋漁業
5	水銀処理を行う塩素アルカリ製造産業	工業
6	農薬の有効成分材料産業：ジクロロジフェニルトリクロロエタン（DDT）、アルドリン、エンドリン、ディルドリン、クロルデン、ヘプタクロル、マイレックス、トクサフェン	工業
7	工業用化学剤産業及びオゾン破壊物質産業：ポリエンカビフェニル（PCB）、ヘキサクロロベンゼン等以下略	工業
8	化学兵器としての化学剤の利用に関する法律 2008 年第 9 号の添付書類 I に記載の化学兵器会議表 1 に掲げる化学物質産業	工業
9	アルコールを含有する酒類産業	工業
10	アルコールを含有する飲料産業：ワイン	工業
11	麦芽を含有する飲料産業	運輸
12	陸上旅客ターミナルの実施と運営	運輸
13	原動機付車両計量の実施と運営	運輸
14	船舶航行支援通信/設備と船舶交通情報システム（VTIS）	運輸
15	航空ナビゲーションサービスの実施	運輸
16	原動機付車両形式試験の運営	運輸
17	無線周波数及び衛星軌道の監視基地の管理と実施	情報通信技術
18	政府系博物館	教育文化
19	歴史・古代遺跡（寺院、王宮、石碑、遺跡、古代建造物など）	教育文化
20	賭博/カジノ	観光・創造経済

出典：2016年5月12日付大統領規程2016年第44号（JETRO 訳）

発電事業に関連する事業については、下表のような制限がある。

表 1-15 発電事業に関するネガティブリスト

No.	事業分野	条件
142	1MW 未満の発電	内資 100%
143	小規模発電 (1-10MW)	外資最高 49%
144	10MW 以下の地熱発電	外資最高 67%
145	10MW 超の発電	外資最高 95% (官民協力の枠組みにおける特権期間中の場合、最高 100%)
146	送電	外資最高 95% (官民協力の枠組みにおける特権期間中の場合、最高 100%)
147	配電	外資最高 95% (官民協力の枠組みにおける特権期間中の場合、最高 100%)
148	電力設備分野のコンサルティング	外資最高 95%
149	電力供給設備にかかる電力設備建設・据付	外資最高 95%
150	高圧/超高圧電力利用設備にかかる電力設備建設・据付	外資最高 49%
151	低圧/中圧電力利用設備にかかる電力設備建設・据付	内資 100%
152	電力設備の運転・保守	外資最高 95%
153	高圧/超高圧電力供給設備或いは電力利用設備にかかる電力設備の検査・試験	外資最高 49%
154	低圧/中圧電力供給設備或いは電力利用設備にかかる電力設備の検査・試験	内資 100%

出典：「投資分野において閉鎖されている事業分野及び条件付きで開放されている事業分野リストに関する大統領規程 2016 年第 44 号添付書類」(JETRO 訳)

(イ) 土地所有、利用、収用に関する法律

土地所有権はインドネシア国民(個人)にのみ認められている。法人は所有権に代わる権利を得たうえで、工場を建てる等して操業することができる。

a) 関係法令

- ・1960 年政令第 5 号「土地基本法」
- ・1997 年 7 月 8 日付政令第 24 号

b) 土地に関する権利

土地基本法の規定により、インドネシア全国土の最高管理権は国家に属している。このため、個人や企業は土地の権利を国の許可を取得した上で保有する形態をとっている。権利として以下に示す 11 種類がある。

表 1-16 土地に関する権利の種類別

種別	取得
[1] 所有権 (HM)、[2] 事業権 (HGU)、[3] 建設権 (HGB)、[4] 利用権 (HP)、[5] 開墾権 (HMT)、[6] 森林産出物採取権 (HMH)	国の許可が必要

[7] 賃借権 (HS)、[8] 小作権 (HUBH)、[9] 土地質権 (HG)、[10] 滞在権 (HM)、[11] 農地賃借権 (HSTB)	当事者間で権利の移転・取得が可能
---	------------------

出典：JETRO（外国企業の土地所有の可否）

上記の内、「事業権」は国家に属する農地を貸借して開発する権利である。期間は最長 35 年認められ、最大で 20 年延長することができる。「建設権」は土地の上に建物を建設・保有する権利である。期間は最大 30 年間延長ことができ、必要な場合は地方政府に申請して更新できる。「利用権」は国家ないし個人に属する土地を一定の期間、開発、利用する権利である。期間は最長 25 年の期限で与えられ、さらに土地が特定の目的に使用されている限り、最大 20 年の更新が認められる。

（ウ）労働に関する法律

インドネシアにおける外国人の労働については、2003 年 3 月 25 日付法律第 13 号（労働法）、2014 年 7 月 10 日付大統領令 2014 年第 72 号により以下の規定がある。

- ・労働移住大臣等の許可が必要
- ・特定の職務および期間に限られ、役職規定や能力基準を遵守すること
- ・インドネシア人の雇用を優先することが大原則としつつ、インドネシア人が担うことができない特定の役職に限り、特定の期間、外国人を雇用することができる
- ・外国人の雇用には以下が必要
 - ① 外国人雇用計画書（RPTKA）の策定と承認
 - ② 外国人労働許可（IMTA）の取得
 - ③ 外国人が有する技術及び専門性を移転し外国人の後継となるインドネシア人の指名（コミサリス¹、取締役として就労予定の外国人を除く）
 - ④ ③の後継インドネシア人への技術と専門性の移転を目的とした教育訓練の実施

また、2015 年 10 月 23 日付労働大臣規定 2015 年第 35 号によって、インドネシアで雇用される外国人労働者は次の要件を満たすことが義務付けられている。

- ① 就労予定の役職要件に応じた学歴を有していること（コミサリス、取締役として就労予定の外国人を除く）
- ② 就労予定の役職に従った能力証明および/あるいは少なくとも 5 年間の就業経験を有する（コミサリス、取締役として就労予定の外国人を除く）
- ③ インドネシア人労働者、特に外国人の後継となるインドネシア人に専門知識の移転を契約する準備がある（インドネシア人労働者も役職に見合った教育的バックグラウンドを有すること）
- ④ 納税者番号を有する（就労期間が 6 ヶ月を超えた外国人の場合）

¹ Komisariss。取締役会による会社経営を監督するとともに、取締役会による会社経営に対して助言を与えるという役割を担っている（JETRO「ビジネス法規ガイドブック」）。

- ⑤ インドネシア法人の保険会社の保険に加入している
- ⑥ 国家社会保障に加入している（就労期間が6ヶ月を超えた外国人の場合）

(エ) 投資形態

a) 進出形態

外国企業がインドネシアへ投資する事業形態としては、①駐在員事務所設立、②現地法人設立、の2つに限られる。金融機関などの一部業種を除き、支店での進出は認められていない。

また、営業活動や投資優遇措置が限定されるため、駐在員事務所による設立は少なく、外資企業による進出のほとんどは現地法人設立である。内資100%の場合でない限り、現地法人は、外国投資企業（PMA：Penanaman Modal Asing）に分類され、株式会社（PT.）であることが条件付けられる。

b) インドネシアの会社形態

インドネシアの会社の形態には、3種類ある。

- ① 出資者すべてが出資した金額を限度とした有限責任を負う会社（株式会社、Perseroan Terbatas：PT.）
- ② 出資した金額を限度とした有限責任を負う出資者と無限責任を負う出資者から構成される会社（Perseroan Komanditer、合資会社）
- ③ 無限責任を負う出資者だけから構成される会社（Perseroan Firma、合名会社）

(オ) 許認可、進出手続き

インドネシアに進出し操業を開始するまでの主な手続きのフローは以下の図 1-20 のとおりである。



出典：「インドネシアの投資環境」株式会社国際協力銀行, 2017年8月

図 1-20 会社設立手続き

a) 投資認可の取得

投資に関する各省庁の許認可権限を投資調整庁（BKPM）に集中させ、各種申請から許認可発行までのプロセスを一カ所に集約するワンストップサービス（PTSP）という政策がある。この中央政府レベルのサービスは 2015 年 1 月に正式にスタートした。22 の省庁や関連機関が権限移譲を実施しており、主な例として、外国投資企業（PMA）の工業許可、外国投資を含む商業関係の許認可などが挙げられる。これにより許認可に要する期間が短縮された。なお、地方政府（州・県・市）レベルでの各種許認可についてもワンストップサービスを導入する方針がしめされているが、まだ完全な実施には至っていない。

b) 会社登記

投資原則許可が発行された後、法務局へ会社登記の申請を行う。外資により設立される現地法人は、外国投資企業（PMA : Penanaman Modal Asing）に分類され、株式会社（PT.）であることが義務付けられる。PMA 企業の認可期間は、法的に設立された後 30 年間であるが、この期間内に投資家が追加投資（事業の拡大）を行えば、新たに 30 年間延長される。認可期間は、さらに 30 年間の再延長を受けることもできる。

(カ) 土地の利用と建設許可の取得

国家土地庁の地方事務所、あるいは州投資調整局（BKPMMD）に申請し、建設権（HGB）、公害法許可（UUG、迷惑支障法や妨害法と呼ばれることもある）を取得する。

さらに、建設許可（IMB）を公共事業省の地方事務所で取得する。工業団地に入居する場合、一般的には当該工業団地の管理会社を通じて土地の利用に関する手続きを行うことが多いため、通常これらの手続きは不要であることが多い。なお、工場は工業団地に建設する必要がある（2015 年政令第 142 号）。

(キ) 資本財（設備・機械）、原材料の輸入関税免除申請

PMA 企業は、資本財、原材料の申請書に、以下の表 1-17 のものを添付し、BKPM に提出する。

表 1-17 資本財の輸入関税免除申請に必要な添付書類一覧

1	設立証書およびその後の変更並びにその許可
2	投資原則許可の写し
3	機械のリスト
4	納税者番号（NPWP）の写し
5	通関基本番号（NIK）または通関基本番号申請の受領書
6	製造業輸入業者登録証明（API-P）の写し
7	製造工程のフローチャート
8	生産能力見積り
9	備品配置図
10	技術パンフレット文献
11	関係当局からの推薦状
12	投資活動報告（LKPM）提出の受領書
13	委任状

出典：「インドネシアの投資環境」株式会社国際協力銀行、2017 年 8 月

(ク) 外国人労働者雇用許可の取得

外資系企業は、原則としてインドネシア人労働者を雇用する義務があり、インドネシア人では遂行できない管理職や専門職に限り、外国人の雇用が認められている。

(ケ) 恒久営業許可の申請

工場の建設が完了し、商業生産を開始する前の時点で、PMA 企業は、投資調整庁（BKPM）に、恒久営業許可（IUT）を申請し、取得することが必要になる。

1.5 資本金に対する規制

1.5.1 資本金に対する規制

外国投資の資本金等にかかる規制は、インドネシア投資調整庁長官規定 2015 年第 14 号で製造業や非製造業の区別はなく、以下の条件を満たすよう定められている。

- ・「土地建物を除く投資額の合計が、100 億ルピア（約 8,000 万円）以上」
- ・「引受資本金と払込資本金は同額で、25 億ルピア（約 2,000 万円）以上」

また、各株主の出資金額は、1,000 万ルピア（約 80,000 円）以上としなくてはならない。これらの最低資本金の払込は、投資原則許可（IP）取得から原則 1 年以内に行わなければならないが、期限内に最低資本金額に到達しない場合でも、申請があればさらに 1 年間の猶予が与えられる。

<参考> 「インドネシアの投資環境」株式会社国際協力銀行、2017 年 8 月

また、大統領令 1994 年第 20 号により、外資 100%での会社設立が初めて認められたが、事業開始後 15 年以内に持ち株の一部をインドネシアの個人または法人に譲渡することが義務づけられた。2007 年の新投資法では、資本委譲義務は課されていないが、新投資法公布前に設立許可を取得した会社は資本委譲義務を負う。

<参考> 「インドネシア経済の基礎知識」、塚田学・藤江秀樹編、JETRO、2014. 1

1.5.2 資金調達

現地に進出している日系企業は、現地通貨（ルピア）または外貨（ドル、円）を民間地場銀行、国営商業銀行、外国銀行支店、外資系合弁等から借り入れることが出来る。主な資金調達先として、親会社からの出資や親会社またはグループ会社からの借入（親子ローン、CMS）が挙げられる。また、2014 年 10 月にインドネシアでは一般事業法人の外貨建対外債務規制が通達されており、一定基準に該当する場合はインドネシア中央銀行への報告と外貨建債務のヘッジ等を義務付けられることとなった。

<参考>

「インドネシアの投資環境」株式会社国際協力銀行、2017 年 8 月

一般に資金調達方法として、増資による調達、借り入れによる調達（金銭貸借、社債の発行）が考えられる。借り入れの場合、借入先が親会社の関係会社の場合は次のような注意が必要となる。

インドネシアにある子会社が海外の親会社から借り入れを行う場合、ローンアグリーメントを締結し円建てまたは米ドルで行う。この場合の利息設定については、利率が高すぎる場合はインドネシアでの利益が過大に日本へ移転することになり、インドネシアの税務当局か

ら利率の妥当性について指摘を受ける可能性がある。また、利率が低すぎる場合、日本の親会社が適切な利息を受け取っていないとして、インドネシアに対する寄付金として指摘される場合がある。このため、利息設定に当たっては、日本の市場金利より高く、インドネシアの市場金利より低い設定が適切とされている。

海外からの借り入れを行う場合は、インドネシア中央銀行に対して、報告義務がある。金額の多寡にかかわらず借り入れ資金の引き出しに関する情報と借り入れ内容を、毎月報告する必要がある、怠った場合には1,000万ルピア（約80,000円）、遅延の場合は10万ルピア（約800円）/日の罰金が課される。

<参考>

「インドネシアの投資・M&A・会社法・会計税務・労務」、久野康成公認会計士事務所、(株)東京コンサルティングファーム、2014年9月

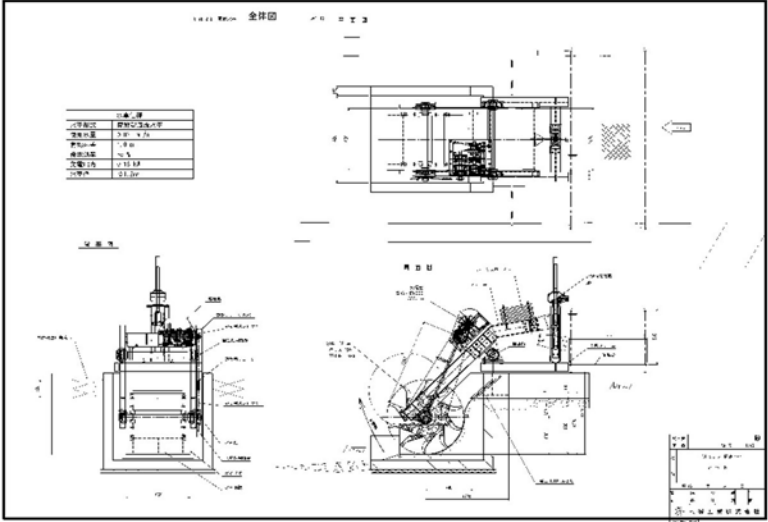


以下、表 1-18 では現地に拠点を設けてビジネスをする場合の税務リスクについて整理する。

表 1-18 税務上のリスク

事務所の位置づけ	税務上のリスク
駐在員事務所を設置する場合	駐在員事務所の営業が禁止されていることから所得は発生しない。ただし、PE（恒久的施設）と認定される場合は課税されることがある。
支店を設置する場合	発生した利益について課税される。税引き後利益を送金する場合、送金額の10%が源泉税として課せられる。税引き後利益をインドネシアの法人へ資本参加する場合免除の対象になる。
現地法人を設置する場合	インドネシアの内国法人となるため、インドネシアおよび他の国で発生した所得に対して25%の税率が適用される。他国での所得について二重課税となる場合は、外国税額控除の規定により調整される。

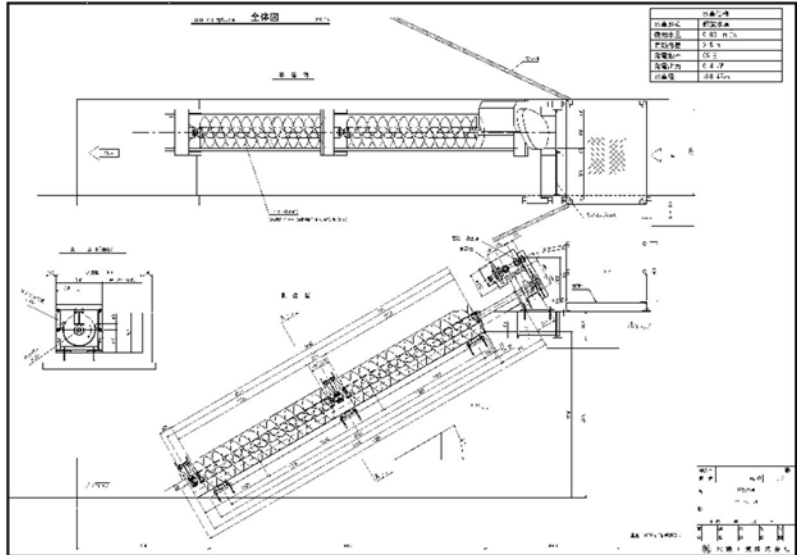
出所：「インドネシアの投資・M&A・会社法・会計税務・労務」、久野康成公認会計士事務所、(株)東京コンサルティングファーム、2014年9月

(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要

<p>名称</p>	<p>用水路対応型小水力発電システム</p>											
<p>スペック (仕様)</p>	<p>【開放型周流水車 (可動式胸掛け水車)】 羽根車の外周に水流を当てることによって回転させる。構造上ゴミの影響が少なく流量変動に対応できる特徴を持つ。</p>  <table border="1" data-bbox="630 560 762 638"> <tr> <td>型式</td> <td>開放型周流水車</td> </tr> <tr> <td>有効落差</td> <td>0.3 - 2.5 m</td> </tr> <tr> <td>発電容量</td> <td>0.1 - 0.5 kW</td> </tr> <tr> <td>発電効率</td> <td>55%</td> </tr> <tr> <td>水車径</td> <td>Φ1.2 - 2.5 m</td> </tr> </table>		型式	開放型周流水車	有効落差	0.3 - 2.5 m	発電容量	0.1 - 0.5 kW	発電効率	55%	水車径	Φ1.2 - 2.5 m
型式	開放型周流水車											
有効落差	0.3 - 2.5 m											
発電容量	0.1 - 0.5 kW											
発電効率	55%											
水車径	Φ1.2 - 2.5 m											
<p>【SITE2-3】 水車仕様</p>												
	<p>使用水量</p>	<p>0.03 m³/s</p>										
	<p>有効落差</p>	<p>1.0 m</p>										
	<p>発電効率</p>	<p>55%</p>										
	<p>発電出力</p>	<p>0.16kw</p>										
	<p>水車径</p>	<p>Φ1.2m</p>										
<p>【SITE7】 水車仕様</p>												
	<p>使用水量</p>	<p>0.014 m³/s</p>										
	<p>有効落差</p>	<p>2.1 m</p>										
	<p>発電効率</p>	<p>55%</p>										
	<p>発電出力</p>	<p>0.16kw</p>										
	<p>水車径</p>	<p>Φ2.5m</p>										

【らせん水車】

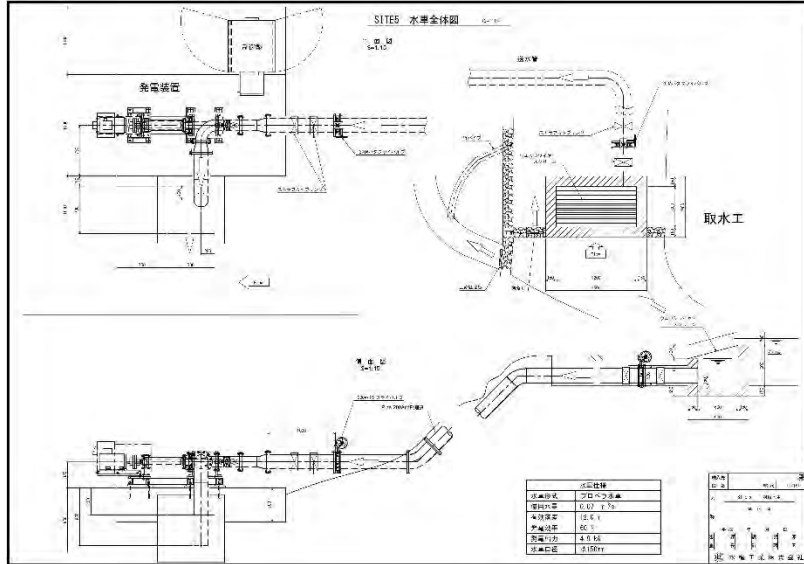
らせん状の羽根に水が流入することにより回転力を与える水車で、耐久性も高く、ゴミの影響が少ない。



【SITE2-1】	水車仕様	
	使用水量	0.03 m ³ /s
	有効落差	2.5m
	発電効率	55%
	発電出力	0.4kw
	水車径	φ0.47m

【プロペラ水車】

管路から流入し翼形のランナーブレードを通過し回転力を与える。
サイフォン方式でも使用される。高落差、大流量に適用される。



【SITE5】	水車仕様	
	使用水量	0.07 m ³ /s
	有効落差	12.0 m
	発電効率	60%
	発電出力	4.9kw
	水車径	Φ150 mm

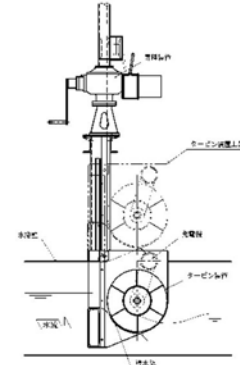
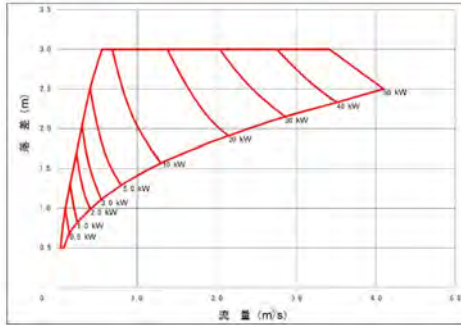
特徴

本小水力発電装置は、水流に対して直交する方向に回転軸を有するタービン装置と、水流をタービン装置に誘導する為の下流側が下になるように傾斜した導水路と、タービン装置を上下方向に移動させるための昇降装置を備えた構造である。

【適用範囲】

落差	流量	水車幅	水車径	出力
0.25m ~ 2.50m	0.03m ³ /s ~ 2.5m ³ /s	0.50m ~ 3.00m	0.3m ~ 3.0m	0.03kW ~ 30kW

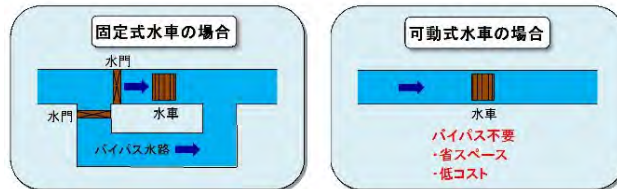
標準水車形式選定表



競合他社製品と比べて比較優位性

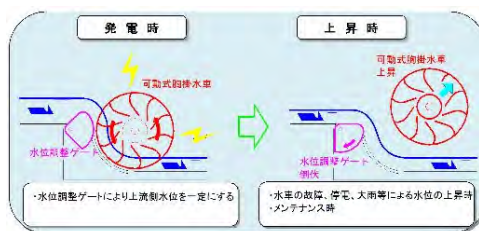
(a) 水車が上昇・下降する (特許権取得)

- ① 水車の故障、停電、大雨等による水位の上昇を感知し、水車を上昇させ危険を回避する。
- ② 水車を上げて水路に水を流したままメンテナンスを行え、維持管理性に優れている。
- ③ 水車を上下させ出力調整を行え、幅広い流量に対応できる。
- ④ 固定式の水車の場合、非常時・メンテナンス時を考慮し、バイパス水路を必要とするが、本水車はバイパス水路を必要としないため施設の省スペース化、低コスト化に貢献できる。



(b) 特殊形状の水位調整ゲート (特許権取得)

- ① 水車の故障、停電、大雨等による水位の上昇を感知し、自動的に調整ゲートを倒伏させ危険を回避する。
- ② 水位調整ゲートにより上流側水位を一定に保つため、低流量時の発電出力をアップさせる。
- ③ 特殊形状により水流を滑らかにし、発電効率を向上させる。



国内外の販売実績	<p>■国内：販売件数：3件 主要取引先：地方自治体・民間団体 ・H17年度：南砺市利賀村（溪流取水） 水車、永久磁石式同期発電機、パワーコンディショナー盤 ・H26年度：常西用水土地改良区（農業用水） 可動式開放型胸掛け式水車 出力 30kw ・H28年度：富山市 環境政策課（農業用水） 可動式開放型胸掛け式水車 出力 40w</p> <p>■海外：販売件数：1件 ・マレーシア国ジョホール州保健環境教育情報評議会 ハイブリッド型発電施設（河川） フロート式水車 出力 40w + 太陽光パネル 出力 1.6kw</p>
サイズ	<p>■水車幅：0.50m～3.00m ■水車径：0.3m～3.0m</p>
設置場所	インドネシア国 バリ州タバナン県ジャティルウィ村
今回提案する機材の数量	<p>【全体数量】 水車単体（4基）、発電機（4基）、蓄電池盤（3面） 配電施設（LED照明：200灯、電線 L=4,825m）</p> <p>【サイト別内訳】</p> <p>■SITE2-1・SITE2-3：水車単体（0.4kW・0.16kW）、発電機（1.0kW×2）、蓄電池盤（1面）、配電施設（LED照明：81灯） ■SITE5：水車単体（4.9kW）、発電機（10.0kW）、蓄電池盤（1面）、配電施設（LED照明：58灯） ■SITE7：水車単体（0.16kW）、発電機（1.0kW）、蓄電池盤（1面）、配電施設（LED照明：61灯）</p>
価格	<p>■1台（1式）当たりの製造原価（水車単体・発電機・蓄電制御盤含） ・SITE2-1（螺旋式水車）、SITE2-3（開放型周流水車）：8,499,730円 ・SITE5（羽根車回転式水車）：5,743,080円 ・SITE7（開放型周流水車）：6,043,304円</p> <p>■1台（1式）当たりの販売価格（水車単体・発電機・蓄電制御盤含） ・SITE2-1（螺旋式水車）、SITE2-3（開放型周流水車）：21,800,000円 ・SITE5（羽根車回転式水車）：13,500,000円（管路含） ・SITE7（開放型周流水車）：13,000,000円</p> <p>■本事業での機材費総額（蓄電設備含む）（輸送・関税等含む） ・35,621千円</p>

2. 普及・実証事業の概要

(1) 事業の目的

バリ州タバナン県ジャティルウィ村において、既存の用水路網を利用した用水路対応型小水力発電システムの活用、地域住民への小水力発電設備に関する技術研修の実施により、地域住民が自立的に維持管理可能な電力の運営システムを構築する。また、本システムの他地域への展開を可能とする普及導入モデルを提案する。

- ① 小水力発電システムの導入を実証し、その優位性、有用性を広く（住民、行政機関）認知してもらうこと。
- ② 本システムが将来に亘って地域に根付くように、タバナン県と地域住民と協力し、技術者育成を促進し、維持管理手法の確立をもって、持続的に生活環境の改善に資するシステムを構築すること。
- ③ 本事業の実証をもとに普及導入モデルを確立し、水機工業の新規市場として取り込むこと。

(2) 期待される成果

- ① 成果1．用水路対応型小水力発電システムが現地で正常稼働し、街灯への電力供給を行うことで製品の性能が実証される。
- ② 成果2．スバック（バリの伝統的な水利組織）において、自立運営組織による持続的に生活環境の改善に資するシステムが検証される。
- ③ 成果3．用水路対応型小水力発電システムの持続可能な普及導入モデルが提案される。

(3) 事業の実施方法・作業工程

水車機材の設置の際には、水機工業社員の指導のもとスバック組合員と協働で土木工事・据付作業に取り掛かり、試運転調整を実施したうえで、予定通り2017年11月27日に完成セレモニーを行うことが出来た。

発電システム運営組織となるスバック構成メンバーへの技術研修を通じて持続可能な現地の組織体制が確立された。

また、行政組織を主体とした実行委員会開催によりバリ州内の各自治体への情報共有が図られ、今後の普及導入に期待が得られる結果となった。

以下に作業工程表（計画および実績）を示す。

作業内容	2017年度												
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
1. 用水路対応型の小水力発電システム（4台）が現地で正常稼働し、街灯への電力供給を行うことで製品の性能が実証される。													
1.1 水車・街灯の設置サイトの測量・設計	現地	.....										
	国内	.....										
1.2 水車の水利権及び街灯の道路許可申請	現地	...											
	国内	...											
1.3 水車の製作	現地												
	国内	.....	.....								
1.4 機材の輸送・搬入	現地	.....		.....	.....				
	国内	.....		.....	.....				
1.5 機材の設置据付	現地		...		.....	.....			
	国内				.....	.....					
1.6 小水力発電の実証実験	現地								.....		.....
	国内								.....		.....
2. スパックにおける自立運営組織による、持続的に生活環境の改善に資するシステムが検証される。													
2.1 小水力発電システム運営組織の設置	現地		...							.....
	国内		.....							.....
2.2 小水力発電システム運営計画の策定	現地			.....	.....	.....					.....	.....	.....
	国内	.....		.....	.....	.....				.....	.....	.....	.....
2.3 本邦受入による技術研修及び事例視察	現地			.....								
	国内			.....								
2.4 水車導入による裨益効果の検証	現地					.....				.....		.....	.....
	国内					.....				.....		.....	.....
2.5 地元住民の設置の協働、維持管理の実践による技術研修の実施	現地	.....					.....	.....				.....	.....
	国内	.....					.....	.....				.....	.....
2.6 水車の維持管理マニュアルの作成	現地				.....				.....		.....		.....
	国内				.....				.....		.....		.....
3. 用水路対応型小水力発電システムの持続可能な普及導入モデルが提案される。													
3.1 地域連携コンソーシアムの設置、協議の開催	現地		.....		.....		.....		.....	.....		.....	.....
	国内	.....		.....		.....		.....	.....		.....	.....	.....
3.2 普及導入モデルの構築	現地								.....	.....		.....	.....
	国内								.....	.....		.....	.....
3.3 海外ビジネスモデルの構築、およびインドネシアでの普及展開計画の策定	現地								.....	.....		.....	.....
	国内								.....	.....		.....	.....

現地作業（予定） 現地作業（実績） ——
 国内作業（予定） 国内作業（実績） ——

作業内容	2018年度												2019年度			
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
1. 用水路対応型の小水力発電システム（4台）が現地で正常稼働し、街灯への電力供給を行うことで製品の性能が実証される。																
1.1 水車・街灯の設置サイトの測量・設計	現地															
	国内															
1.2 水車の水利権及び街灯の道路許可申請	現地															
	国内															
1.3 水車の製作	現地															
	国内															
1.4 機材の輸送・搬入	現地															
	国内															
1.5 機材の設置据付	現地															
	国内															
1.6 小水力発電の実証実験	現地															
	国内															
2. スバックにおける自立運営組織による、持続的に生活環境の改善に資するシステムが検証される。																
2.1 小水力発電システム運営組織の設置	現地															
	国内															
2.2 小水力発電システム運営計画の策定	現地															
	国内															
2.3 本邦受入による技術研修及び事例視察	現地															
	国内															
2.4 水車導入による裨益効果の検証	現地															
	国内															
2.5 地元住民の設置の協働、維持管理の実践による技術研修の実施	現地															
	国内															
2.6 水車の維持管理マニュアルの作成	現地															
	国内															
3. 用水路対応型小水力発電システムの持続可能な普及導入モデルが提案される。																
3.1 地域連携コンソーシアムの設置、協議の開催	現地															
	国内															
3.2 普及導入モデルの構築	現地															
	国内															
3.3 海外ビジネスモデルの構築、およびインドネシアでの普及展開計画の策定	現地															
	国内															

現地作業（予定） 現地作業（実績）
 国内作業（予定） 国内作業（実績）



(4) 投入 (要員、機材、事業実施国側投入、その他)

1.1 投入要員

機材等の輸送の荷受人が決まらず、予定よりも輸送が遅れたことによって土木工事や機材・水車据付工事の進捗にも遅れが生じた。また、各 SITE の工事を同時期に行ってほしいと現地から要望があった。これらに対応するため、追加渡航や要員追加を行い、予定通り水車据付工事が完了した。

【要員計画表】

担当	氏名	所属	予定	2017年												2018年												2019年				合計		
				4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	現地	国内				
総括	野村 幸三	水機工業	予定				1					1	1																			1.93	0.15	
			実績	2	5	0	0	11	9			15	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	6	10				3.60	0.85	
工事管理、運営計画、普及展開計画	野村 直人	水機工業	予定		2	12				37	34	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4.13	0.50
			実績	2	30	0	0	0	57	25			10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.07	0.70
機械分野担当・申請、据付工事、稼働実証、維持管理計画	窪田 剛志	水機工業	予定	1	2	12	4			62																							2.47	1.00
			実績	3	23	2	4	0			48	5																						2.73	1.75
電気分野担当・配電計画・工事、稼働実証、維持管理計画	岡野 直人	水機工業	予定			2				11							2																1.07	0.20
			実績			2	2	1			25			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.83	1.00
設計・製作担当、据付工事、稼働実証	森井 洋有	水機工業	予定	1	1	1	1							1																			0.40	0.85
			実績	3	10	2	1				21																							1.07	0.85
現地主不施工指導	奥原 佳弘	水機工業	予定		2																												0.23	0.10
			実績	2	23																													1.20	0.10
運営計画、普及展開計画	大野 吉俊	水機工業	予定	1	1	1	1	1				7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.57	0.65
			実績	1	0	0							7	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.23	0.95
水車据付工事	大井 茂	水機工業	予定																														0.00	0.00
			実績																															0.40	0.00
水車据付工事	宮崎 武	水機工業	予定																														0.00	0.00
			実績																															0.40	0.00
水車据付工事	大井 順弘	水機工業	予定																														0.00	0.00
			実績																															0.40	0.00
機器試運転調整	坪田 雅治	水機工業	予定																														0.00	0.00
			実績																															0.23	0.65
経理・金融担当 普及展開計画	今牧 秀人	水機工業	予定									1		1											2							0.00	0.20	
			実績																														0.00	0.00
チーフアドバイザー	同曾 克司	新日本コンサルタント	予定	1	1	2				1	1	1	1																				1.20	0.45
			実績		1																													0.00	0.05
普及導入モデル検討・ビジネスプラン検討	大門 健一	新日本コンサルタント	予定	1							1	2	4		1		3	1	0	0	1											0.87	1.25	
			実績	3	14	0																											0.47	0.25
運営計画	遠木 健	新日本コンサルタント	予定	1	7	5				7	2			2																		0.47	1.00	
			実績	0	9	9	0	2	14	8	0	0	2	10	5	1																	1.07	1.65
発電設計(土木)、維持管理マニュアル作成	升方 祐輔	新日本コンサルタント	予定	6			4																									0.23	0.75	
			実績	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1			1							10	1	7		9	1.27	1.05	
申請書作成、機具効果ヒアリング・検証	岸 裕子	新日本コンサルタント	予定	9			3							6																		0.23	0.50	
			実績	9			0	1	0	0	0	21	0	2	1	2	0			2										4		0.77	1.20	
資金調達モデル構築	芳尾 航	新日本コンサルタント	予定									1	1																			0.57	0.25	
			実績																														0.00	0.00
行政機関窓口・コンサルシウム調整(実証・普及導入モデル確立)	高田 真真	富山市	予定	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2.93	0.95
			実績	19	14	1	0	11	1	14	5	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	10	5.00	0.95
行政機関窓口・コンサルシウム調整(運営計画・維持管理)	石黒 健一	富山市	予定	1																													2.53	0.00
			実績																															0.00	0.00
行政機関窓口・コンサルシウム調整(運営計画・維持管理)	浅野 哲平	富山市	予定	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.00	0.95
			実績	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.47	0.55
行政機関窓口・コンサルシウム調整(運営計画・維持管理)	若林 政之	富山市	予定																														0.00	0.00
			実績																															0.00	0.40
受注企業 人・月計(予定) 10.80 3.45 受注企業 人・月計(実績) 17.16 6.65 外部人材 人・月計(予定) 9.03 6.10 外部人材 人・月計(実績) 9.05 6.10 人・月計(予定) 19.83 9.55 人・月計(実績) 26.21 12.75																																		

現地作業 予定 (白黒) 実績 (黒)
 国内作業 予定 (白) 実績 (グレー)

1.2 資機材リスト

	機材名	型番	数量	納入年月	設置先
1	小水力発電システム	SITE2-1	1	2017年9月	ジャティルウィ村
2	小水力発電システム	SITE2-3	1	2017年9月	ジャティルウィ村
3	小水力発電システム	SITE5	1	2017年9月	ジャティルウィ村
4	小水力発電システム	SITE7	1	2017年9月	ジャティルウィ村
5	街灯	—	150	2017年10月	ジャティルウィ村
			50	2019年2月	ジャティルウィ村

1.3 事業実施国政府機関側の投入

エネルギー鉱物資源省およびバリ州、タバナン県は、本事業実施にかかる負担事項について、本事業実施にかかるM/Mにおいて、以下のとおり合意した。

- a) 本事業を円滑に実施するために、水機工業に協力して事業を進める。
- b) 本事業の製品が効果的に運用、維持管理されるようにバリ州とタバナン県と調整をする。
- c) 本事業実施期間中、製品を設置するための土地を確保すること。
- d) 地図や写真など調査に関係する情報を提供すること。

(5) 事業実施体制

① 提案法人の支援体制

現地に適合した小水力発電システムとするため、発電や工事計画などのノウハウが豊富な新日本コンサルタントが外部人材として支援した。また、行政機関との交渉には不可欠な支援者として富山市が外部人材として支援した。同市はこれまで環境未来都市プロジェクトの推進プロセスにおいてタバナン県（現地カウンターパート）と極めて良好な関係を築いている。

② 現地での支援体制

本事業のカウンターパートであるエネルギー鉱物資源省は、インドネシア国内の資源・エネルギー全般を管轄しており、インドネシア国内への再生可能エネルギーの普及展開をはかるため協働し事業を推進した。また、事業実施機関として、事業対象地域であるタバナン県からは、地元住民との調整や政府関係者との連絡調整等スムーズに事業展開を進めていくための協力を得た。また、バリ州内、インドネシア国内への普及展開のため設置した実行委員会（業務計画立案段階名称「地域連携コンソーシアム」より設立時に改称）においては、バリ州が議長や委員会メンバーとして参加し、普及展開支援機関として支援を得た。

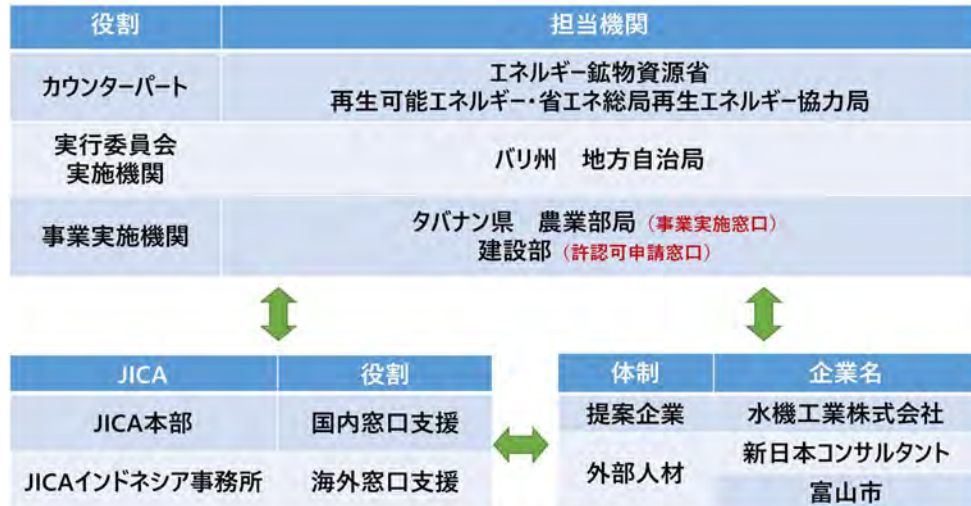


図 2-1 事業実施体制図

(6) 事業実施国政府機関の概要

【機関名】 エネルギー・鉱物資源省 再生可能エネルギー・省エネ総局 再生エネルギー協力局

【機関基礎情報（所轄省庁等名、事業内容、体制の概要）】

エネルギー・鉱物資源省は、資源・エネルギー分野全般を管轄しており、電力総局、再生可能エネルギー省エネ総局、石油ガス総局、鉱物石炭総局で構成されている。本事業のカウンターパートである再生可能エネルギー・省エネ総局は、2010 年度に新・再生可能エネルギーの開発および省エネルギーの促進のために、旧電力・エネルギー利用総局から独立して設置された。

【選定理由】

国の電化計画及びエネルギー政策を所管しているのがエネルギー・鉱物資源省であり、中でも再生可能エネルギー・省エネ総局 再生エネルギー協力局は、本プロジェクトの方向性と同一の政策を展開していることから、カウンターパートに選定した。また、内務省からはエネルギー・鉱物資源省の選定にあたり、多大なる協力を得た。さらに、関係する教育文化省や財務省、国家官房などあらゆる機関に関しても、エネルギー・鉱物資源省とともに協力するよう通知が出ており、普及展開に向けて他の機関とも有効な関係を築いている。



(左：エネ鉱省、右：内務省)

図 2-2 カウンターパート決定に関するレター

3. 普及・実証事業の実績

(1) 活動項目毎の結果

【成果1にかかる活動】

成果1 用水路対応型の小水力発電システム(4台)が現地で正常稼働し、街灯への電力供給を行うことで製品の性能を実証する。

1.1 水車・街灯の設置サイトの測量・調査(2017年4月~5月)

1.1.1 水車・街灯の設置サイトの測量・調査



水車を設置する4サイトにおいて、以下の通り現地調査、測量、流量観測を実施した。また、用水管理状況の把握のため、水路管理者やスバックに対し、ヒアリングを行った。

表 3-1 測量調査項目及び調査内容

調査項目	調査内容
現地踏査	<p>【水車設置対象水路の状況把握】 水車設置予定の各サイトにおいて、対象水路を含めた周辺状況の全体把握(水路構造、磨耗損傷状況、水路断面・落差、流況、水路堆砂状況、灌漑用水使用状況、周辺土地利用状況)を行った。</p>
測量・計測	<p>【SITE2-1、SITE2-3の測量】 水車据付部の用水路、及びその周辺、街灯設置部分延長2,200mの地形測量</p> <p>【SITE5の測量】 水車据付部の用水路、及びその周辺、街灯設置部分延長1,300mの地形測量</p> <p>【SITE7の測量】 水車据付部の用水路、及びその周辺、街灯設置部分延長1,500mの地形測量</p> <p>【対象水路の流量観測】 水路の一連区間内において流量観測可能な断面を抽出し、水路断面を簡易に計測した上で、流下水深計測・流速計測及び流下流量の観測を行った。</p> <p>【水車設置可能な地点抽出および水路構造の計測】 水路の一連区間内において、水車設置可能な落差を有する地点抽出を行い、水路の流入断面・落差高の計測を行う。併せて水路の躯体構造寸法を測量・計測した。</p>
ヒアリング	<p>【水路管理者・受益者ヒアリング】 対象水路の用水管理状況および期別流量(水位)変動状況、除塵状況等に関して、水路管理者や受益者へのヒアリングを行った。</p>

調査に基づき、各サイトにおいて適用する水車の種類（水車構造）及び発電スペックを決定し、以下の通り整理した。

表 3-2 水車スペックと設置場所等の概要

サイト名	Site 2-1	Site 2-3	Site 5	Site 7
具体的な場所	ジャティルウィ村 ウマデュイ地内	ジャティルウィ村 ウマデュイ地内	ジャティルウィ村 ウマカユ地内	ジャティルウィ村 タラバゲデ地内
集落世帯数	40	40	37	110
使用水源/施設	パンダワ湖伏流水 用水路落差工			
適用水車	らせん水車	開放周流形水車	プロペラ水車	開放周流形水車
設置場所 所有者/合意	スバック管理地であり、スバックと合意済			
許認可	水車はタバナン県、電灯はジャティルウィ村に申請			
現地写真				
スペック	Q=0.03m ³ /s H=2.5m Pt=0.40kW	Q=0.03m ³ /s H=1.0m Pt=0.16kW	Q=0.07m ³ /s H=12.0m Pt=4.90kW	Q=0.014m ³ /s H=2.1m Pt=0.16kW
街灯設置数	街灯 81 灯		街灯 58 灯	街灯 61 灯
設置工事	スバック組合員との協働			
維持管理・運営	スバックによる運営組織			

1.1.2 水車・街灯の設置サイトの機械・電気・土木施設の詳細設計

現地調査をもとに、全4サイトの水車、電気配線、水車据付部、街灯設置個所の土木施設の
詳細設計を行った。設計の詳細については添付資料1のとおりである。

各サイトの施設設計では、用水路形態（形状・落差）および最適使用水量の設定を行った
うえで、現地に適応した高効率の水車形式の選定を行う必要がある。本事業サイトでは現地
調査の結果、水機工業がラインナップする
3種類の水車形式を選定した。

選定した水車形式に基づき、機電設備の
設計を行うとともに、土木躯体設計では水
理計算および据付荷重や調達資材の許容
応力に基づき据付水路の詳細設計を行っ
た。また、発電電力量と想定負荷量に基づ
き街灯設置区間の路線設定及び電気配線
工事に絡む詳細設計を行った。

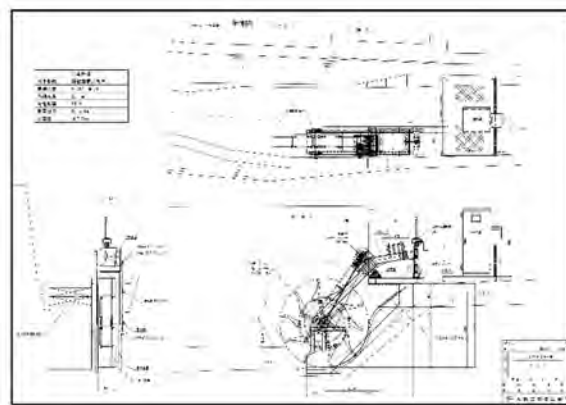


図 3-1 水車設計図例 (SITE7)

1.2 水車の水利権及び街灯の道路許可申請（2017年4月～5月）

水車設置に係る水利権の許認可事務についてはタバナン県、街灯設置に係る道路占用許可はジャティルウィ村が担当している。前項で作成した設計図を基に、水利権及び街灯の道路使用許可における許認可の申請書類を作成し、タバナン県、ジャティルウィ村との協議・申請手続きを行った。

水利権の許可申請は2017年4月27日付でタバナン県へ申請し、計画を確認のうえ、許可を得た。また、道路占用の許可申請は2017年5月5日付でジャティルウィ村へ申請し、計画を確認のうえ、許可を得た。



図 3-2 許可確認レター（左：道路占用、右：水利権）

1.3 水車の製作（2017年5月～7月）

水機工業小矢部工場にて、以下の水車、操作盤や街灯等の関連設備を製作した。

SITE2-1：らせん水車

SITE2-3：開放周流形水車

SITE5：プロペラ水車

SITE7：開放周流形水車

現地での測量調査結果を踏まえ、採用形式水車の試作機を事前に製作し、出力特性等の性能確認を行ったうえで、現地設置する水車の本機製作を行った。また、本機の製作工程においては、製作過程の製作・組立・メンテナンスを実習する目的で、技術者の本邦受入れ（活動2.3）時に工場講習を行い、技術研修を実施した。



図 3-3 水車の製作風景

1.4 機材の輸送・搬入（2017年6月～9月）

製作した水車設備は、水機工業の工場出荷検査を受けた後、分解・梱包して輸送コンテナに積み込み、富山新港からインドネシア国ジャワ島・スラバヤ港へ海上輸送した。スラバヤ港到着後、入国審査・通関手続きを受けた。その後、バリ島・デンパサールへ海上輸送し、デンパサール到着後、陸送にて現地まで運んだ。荷下ろし場所からは、工事日程に合わせて必要資機材を現場に搬入した。

輸送にあたっては、ESDMをはじめ、内務省、バリ州、タバナン県などの現地政府には、税関、荷揚げ等の円滑な進捗に多大なる協力をいただいた。

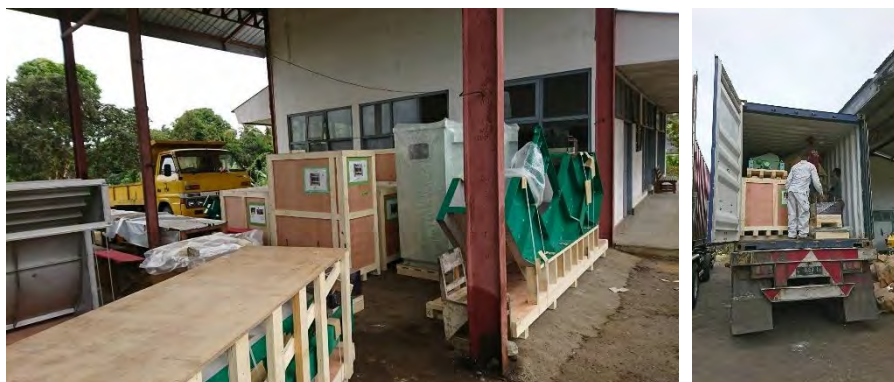


図 3-4 コンテナでの輸送

なお、本事業では工事及び製作工程上の理由で以下の通り 2 回に分けて輸送を行った。土木・電気工事のために必要な資機材を 1 回目に輸送し、1 回目輸送時点で製作中であった水車を 2 回目で輸送した。なお、本事業で用いる電源ケーブル（3 芯・2 芯ケーブル）は、当初は日本国内にて調達し現地へ搬入する予定であったが、日本規格の電源ケーブルが輸入品目規制に該当したため、現地での調達に変更した。

表 3-3 輸送状況

回数	輸送時期	主な輸送品目
1 回目	2017 年 7 月富山発 2017 年 8 月スラバヤ着	街灯機器 200 セット（本体、電球等）、FEP 管
2 回目	2017 年 8 月富山発 2017 年 9 月スラバヤ着	水車設備本体、操作盤等の関連資機材（4 サイト分）

1.5 機材の設置据付

1.5.1 スバックへの現地再委託

本事業では、小水力発電システムの稼働後、スバックを中心とした現地運営組織によって水車発電設備の維持管理・運営を担っていくこととなった。

従前から棚田の保全に係る水路・農道等の改修・補修などの土木工事は、現地の水利組織であるスバックが担っている。今後、新たに設置する水車発電設備の運営組織を担うスバックが設置工事（土木工事・電気工事・据付工事）に一連で関わることで、水車発電設備のメカニズムや電気ケーブルの配線状況、水路の保全・維持管理に係る様々な管理技術を習得把

握してもらう必要があった。

このため、棚田周辺の現地状況（用排水系統・作付用地・地権者・管理区域等）に精通しているスバックに関連工事を一括委託することにより、工事進捗の円滑化と工事費縮減が可能であった。また、直接、工事实施に携わることで、現地要員への技術研修と発電設備管理への意識啓蒙を兼ねることができるため、土木工事の委託先としてスバックを選定し、現地再委託を行うこととした。

表 3-4 現地再委託内容

委託項目	工事内容
基礎、用水路等の土木工事	<ul style="list-style-type: none"> ・型枠工（土木資材調達も含む） ・コンクリート工（土木資材調達も含む）
電気工事	<ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">・人力掘削工 <li style="width: 50%;">・配管敷設工 <li style="width: 50%;">・入線工 <li style="width: 50%;">・街灯器具設置工 <li style="width: 50%;">・結線工 <li style="width: 50%;">・人力埋戻し工 <li style="width: 50%;">・水車周辺配線工 <li style="width: 50%;">・配管工 <li style="width: 50%;">・操作盤取付工
水車据付	<ul style="list-style-type: none"> ・水車据付工

1.5.2 基礎工事の実施（2017年5月～2017年7月）

水機工業の技術指導・施工監理の下、スバックに土木工事資材（型枠・コンクリート）調達および土木作業を再委託し、水車を設置する用水路等の土木工事、基礎工事および付帯する電気工事を行った。スバックとの現地再委託業務は4月28日に業務契約を締結し、工事着手前に全体工事工程や資材手配・要員手配・施工手順等を打ち合わせたうえ、工程管理・安全管理に配慮しながら作業を実施した。

水車の設置に向けた土木工事を始めるにあたり、現地の風習に合わせた形での起工式・地鎮祭が2017年5月9日に執り行われ、タバナン県知事をはじめとする多数の関係者が参列のもと、工事の安全を祈願した。

1.5.3 水車据付け工事、電気工事の実施（2017年7月～2017年10月）

水車据付け工事は、据付技術を要することから水機工業技術者が技術管理のもと実施した。併せて電気工事（街灯設置工事等）を実施し水車発電設備と負荷（街灯）設備が一連稼働となる小水力発電システムを整備した。これら一連の工事は、現地人材への技術指導を兼ね、水機工業の技術者が指導監督しながらスバックと協働で実施した。

小水力発電システム稼働は、確認検査を終え完了し、街灯も全200本設置完了した。

表 3-5 水車据え付け工事日程

	2017年7月			8月			9月			10月			11月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
SITE 2-1	街灯設置準備						電線埋設	機器・水車架台設置・電線管理設	機器設置・調整				試運転調整		
SITE 2-3	街灯設置準備					電線埋設		水車架台設置・電線管理設	機器・設置・調整	操作盤設置			試運転調整		
SITE 5	配管製作	配管据付							機器設置・調整	操作盤設置			試運転調整		
		電線埋設													操作制御盤上屋
SITE 7	街灯設置準備				電線埋設		電線埋設ランプ設置	水車架台・機器設置	機器設置・調整	操作盤設置			試運転調整		
全体	打合せ	電線購入		2回目輸送				荷卸し・機器運搬			寺院等関連施設配線				説明会

1.6 小水力発電の実証実験（2017年11月以降モニタリングを継続）

本小水力発電システムは、昼間に発電した電力は蓄電し、夜間に発電している電力と蓄電した電力を合わせて街灯に使用している。水車据付完了後、持続的に電力を発電していくため、小水力発電システム稼働の試運転による動作確認・調整を行った。小水力発電システムの起動・停止動作や故障表示への対応などは、運用面での技術指導も兼ねて、地元協力企業やスバック等からの維持管理メンバーと協働実施した。

動作テスト、耐久テスト、データ収集、製品・機材の調整、街灯の点灯、蓄電設備の稼働状況を確認し、発電・蓄電・点灯システムとして機能し、問題ないことを確認の上、完成検査を行った。

また、発電のモニタリングを行い、1年間の集計グラフを以下に示す。この集計結果から、安定して発電していることが確認された。

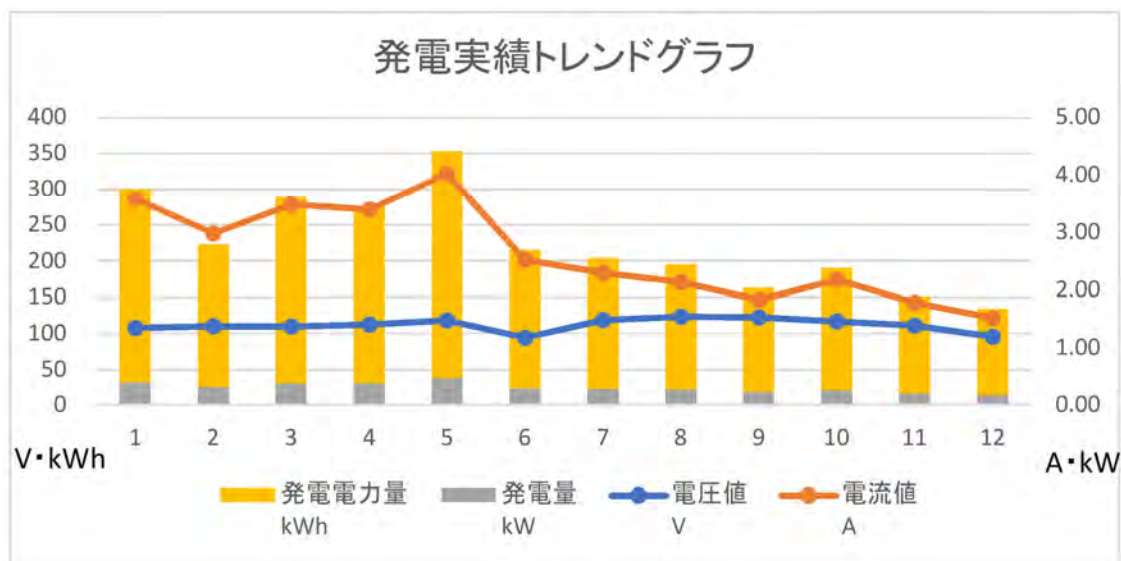


図 3-5 発電実績トレンドグラフ

1.7 完成セレモニーと起電式の開催 (2017年11月27日)

小水力発電システムの完成を祝し、タバナン県の主催による完成セレモニー及び起電式が、2017年11月27日にジャティルウィ村内にて行われた。

インドネシア側からは、エネルギー・鉱物資源省再生可能エネルギー総局長のマリチェ氏、内務省地方支援・協力推進総局長スギアルト氏、同国際協力局長ネルソン氏、タバナン県エカ知事等が参列された。日本側からは、在デンパサール総領事館の千葉総領事、JICAインドネシア事務所安藤所長、JICA北陸支部仁田所長、富山市森市長、本事業関係者等が参列した。

式典では、タバナン県エカ知事から本事業に関する感謝の意が述べられ、富山市森市長からは、この小水力発電システムがバリ州、インドネシア全土に普及展開していくことを期待していると述べられた。また、式典の中で起電式が行われ、小水力発電システムの稼働を参列者で確認した。

1.8 小水力発電システムの系統整理 (2018年2月)

稼働した小水力発電システムの接続系統、設備設置状況等を整理した。主要設備の全体の配置及び接続系統、設置設備数を下記に示す。



図 3-6 小水力発電システム配置図

【SITE2-1、2-3】



図 3-7 SITE-2 設備位置図

Site2-1, 2-3	
主な設備	設置数
水車	2 基
蓄電池盤	1 基
街灯 (LED)	81 本

【蓄電池盤】



【街灯】



図 3-8 蓄電池盤・街灯 設備状況

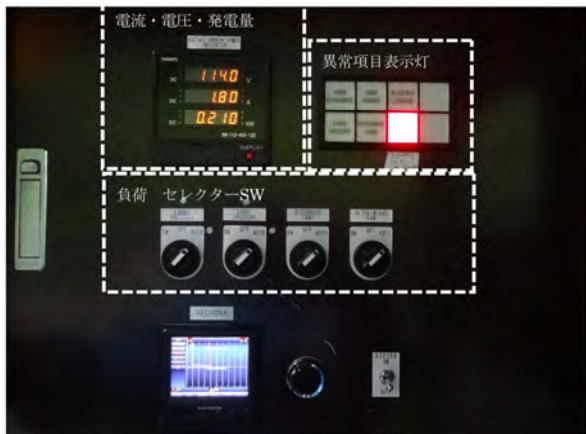
【SITE5】



図 3-9 SITE-5 設備位置図

Site5	
主な設備	設置数
水車	1 基
蓄電池盤	1 基
街灯 (LED)	58 本

【蓄電池盤】



【街灯】



図 3-10 蓄電池盤・街灯 設備状況

【SITE7】



図 3-11 SITE-7 設備位置図

Site7	
主な設備	設置数
水車	1 基
蓄電池盤	1 基
街灯 (LED)	61 本

【蓄電池盤】



【蓄電池盤を保護する上屋】



【街灯】



図 3-12 蓄電池盤・街灯 整備状況

【成果2にかかる活動】

成果2 スバックにおいて、自立運営組織による持続的に生活環境の改善に資するシステムを検証する。

2.1 小水力発電システム運営組織の設置（2017年5月～）

小水力発電システムを持続的に運営・管理していくため、運営組織の設置が必要となる。既存の現水利組織のスバックがその役割を担うことが適切であると考へ、小水力発電システムを持続的に運用・維持管理を行うため、スバックに対し運営組織設置の必要性を伝える説明会を実施してきた。運営組織の主な役割としては、施設の総合的な運転保守管理と、事業収支に関わる運営協力金の集金管理やメンテナンス費用の管理が挙げられる。

スバックと協議を行い、維持管理に必要な維持管理資金は、スバックに属する各世帯から運営協力金として徴収してもらい、これらの運営協力金を自主財源として、維持管理資金若しくは投資積立資金に充当する財源としていく考へを伝え

た。運営協力金の徴収に関しては、スバック組合員をはじめ、タバナン県、ジャティルウィ村、観光管理組合において協議され、本事業で設置した小水力発電システム導入によってもたらされる公共性の高い街灯は、営農・観光の面でも公益性が広く受益効果として捉えることができ、全世帯が受益者として享受できることを丁寧に説明した。この結果、7つのテンペイに居住する約500世帯から運営協力金として月5,000ルピア（約40円）を徴収することになった。また、この資金をベースとし、定期点検や保全修理を着実に実施できるよう説明を行った。

この小水力発電システムの保安業務を担務する管理組織は、ジャティルウィ観光名所の全体を運営する観光管理組合の既存組織の中で、その他事業を遂行する事業部（DIV. USAHA LAIN）に位置づけられることになった。

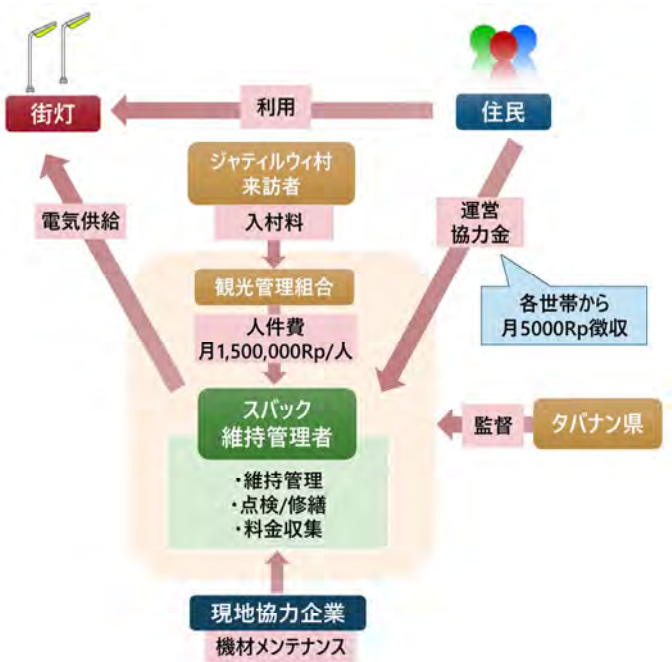


図 3-13 小水力発電システム運営組織図

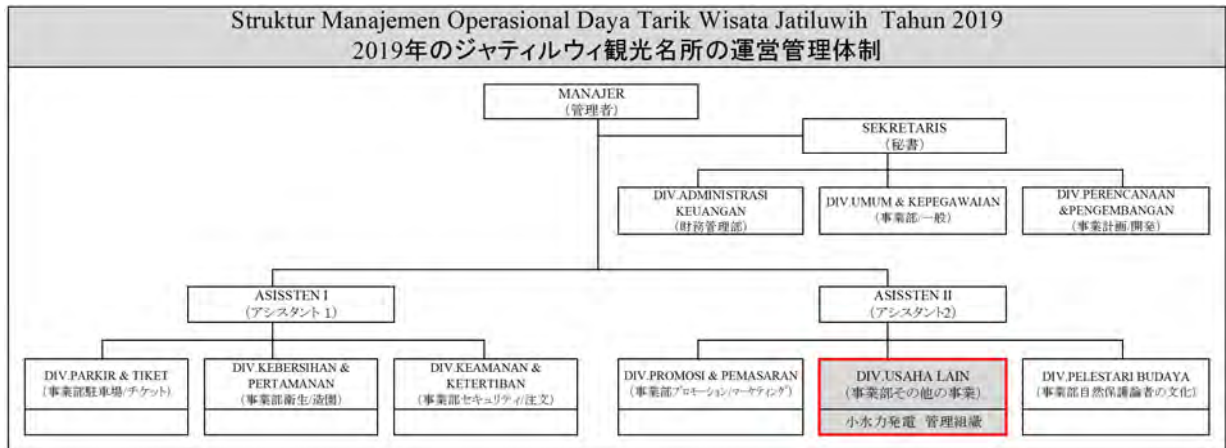


図 3-14 ジャティルウィ観光管理組合の運営管理体制図

施設の総合的な運転保守管理について、小水力発電システムの保安管理を担う保安規定を定め、基本的なメンテナンスや日常的な点検は、スバック組合員の中から事業部に配属する「電気主任技術者」「水路主任技術者」を任命し、この維持管理者が主体的に継続的な保安業務を遂行する体制を構築した。

2.2 小水力発電システム運営計画の策定（2017年9月～）

上記 2.1 で挙げたスバックの運営協力金や、ジャティルウィ村観光管理組合の運営管理体制（技術管理・会計管理）をベースとして、小水力発電の維持管理に必要な事業収支計画（運営キャッシュフロー）を提案した。この提案を基に、スバック主体で資金計画を立案し、自立的な運営・管理組織を維持していく。

発電施設キャッシュフロー【評価期間20年】

(単位：千円)

年度	発電施設の収支計画				発電施設 建設後の収支計画						収入相当額	総計	差額	備考	
	建設費 （小水力）	初期投資 （小水力）	自己負担額	実費-収 対協会の 累計	運営協力金 （スバック）	収入（収益）	支出（維持管理費）	維持費	人件費	合計					収入相当額	総計	差額
	①	②=①×10%	③=①×0%	④	⑤	⑥	⑦=⑥-⑧	⑨	⑩	⑪=⑨+⑩	⑫=⑪-⑬	⑭	⑮	⑯	
建設期前	30,000	3,000	0	0											建設期間：1年度 △自己収入
1				0	300	540	840	2	540	542	298	298	△ 298	1	発電所建設費回収年数
2				0	300	540	840	2	540	542	298	298	△ 596	2	運用開始後 1年
3				0	300	540	840	2	540	542	298	894	△ 894	3	
4				0	300	540	840	2	540	542	298	1,192	△ 1,192	4	
5				0	300	540	840	2	540	542	298	1,490	△ 1,490	5	
6				0	300	540	840	2	540	542	298	1,788	△ 1,788	6	
7				0	300	540	840	2	540	542	298	2,086	△ 2,086	7	
8				0	300	540	840	2	540	542	298	2,384	△ 2,384	8	
9				0	300	540	840	2	540	542	298	2,682	△ 2,682	9	
10				0	300	540	840	2	540	542	298	2,980	△ 2,980	10	
11				0	300	540	840	2	540	542	298	3,278	△ 3,278	11	
12				0	300	540	840	2	540	542	298	3,576	△ 3,576	12	
13				0	300	540	840	2	540	542	298	3,874	△ 3,874	13	
14				0	300	540	840	2	540	542	298	4,172	△ 4,172	14	
15				0	300	540	840	2	540	542	298	4,470	△ 4,470	15	
16				0	300	540	840	2	540	542	298	4,768	△ 4,768	16	
17				0	300	540	840	2	540	542	298	5,066	△ 5,066	17	
18				0	300	540	840	2	540	542	298	5,364	△ 5,364	18	
19				0	300	540	840	2	540	542	298	5,662	△ 5,662	19	
20				0	300	540	840	2	540	542	298	5,960	△ 5,960	20	発電所耐用年数20年
21				0	300	540	840	2	540	542	298	6,258	△ 6,258	21	

費用対効果（補助額を除く）	
項目	費用
建設費（負担額）	0 千円
年間維持管理費	542 千円/年
10年目、20年目	640 千円/年
運営協力金	300 千円/年
観光管理組合	540 千円/年
標準耐用年数	30 年
発電価格（C）	11,036 千円
収益（B）	16,800 千円
費用対効果（B/C）	1.52

キャッシュフロー算定条件	
収入（収益）	支出（維持管理費）
スバック構成世帯からの運営協力金（年間）	300,000
観光管理組合からの収入（年間）	540,000
修繕費（年間）	2,000
人件費（年間）	540,000

※20年間投資額（建設費+維持管理費）
 ※20年間収益（運営協力金+観光管理組合収入）
 ※収益（B）-発電価格（C）=内部留保額 5,764千円（改善サイトへの投資）

図 3-15 発電施設管理キャッシュフロー

スバックと調整した結果、運営組織の技術的な部分を担当する維持管理者については、本邦受け入れや現地での工事に従事した人員がその責にあたるよう決定し、電気／機械保管担当者として2名、土木水路保安担当者として1名を専任することとした。

また、維持管理者の人件費に係る費用については、ジャティルウィ村の入村料を管理している観光管理組合から捻出し、一人当たり月1,500,000Rp（約12,000円）支払われることとなった。なお、水車の視察に来る来訪者が水車設置以降約450人と増加しており、来訪者や観光客が増えていることでジャティルウィ村に入る入村料は増収している。

維持管理に係る費用については、スバック組合員500世帯からの運営協力金（一世帯あたり月5,000ルピア（約40円））の中から賄うこととする。

2.3 本邦受入による技術研修及び事例視察（2017年6月～2017年7月）

行政関係者と水車の維持管理を担う技術者の2グループに分けて本邦受入活動を実施した。本邦受入活動の詳細については添付資料4のとおりである。

2.3.1 事例視察（行政関係者向け）

行政関係者8名（内務省、エネルギー・鉱物資源省、バリ州、タバナン県の行政関係者）に対し、用水路対応型の水車実機の視察、発電状況や電力供給状況、環境未来都市の取り組みなどの見学を行い、意見交換等を通じて相互理解を深め、普及展開を促進することを目的として本邦受け入れ活動を実施した。（7日間）

事業全体に対する理解度が深まり、また富山市の環境政策について幅広く認知を得たことで、事業遂行や協力関係に良好な影響が生まれた。

表 3-6 本邦受入活動（行政関係者）の実績スケジュール

日程	場所	活動内容
7/2(日)	入国、移動	来日
7/3(月)	水機工業（株）	設置予定の水車や街灯の実機見学 現地土木工事状況の説明
	（株）ニュース	水機工業の農業研究部門にて、有機農法やたい肥 処理技術等見学
	（株）タイワ精機	精米機製造工場見学
7/4(火)	エコタウン	環境未来都市の廃棄物リサイクルの取り組みにつ いて講習、見学
	富山市営農サポートセンター	再生可能エネルギーを活用した農業の取り組みを 見学
	富山市役所	富山市長表敬訪問
	富山市内	歓迎レセプション
7/5(水)	富山市山田植物工場	温泉熱を活用した植物の栽培現場等見学
7/6(木)	富山市中心市街地	環境未来都市富山市の中心市街地を視察
	意見交換会	視察の感想、今後の事業実施における課題、事業 の進め方等について意見交換
7/7(金)	外務省	堀江地球環境問題担当大使へ表敬訪問

	JICA 本部	表敬訪問
7/8(土)	帰国便出発	出国

2.3.2 事例視察（技術者向け）

技術者 5 名（スバック長、テンペイ、現地企業）に対し、水機工業（小矢部工場）において水車設備の構造や発電原理講習により、発電システムの基礎を学んだうえで、実機を用いた分解・組立・メンテナンス実習を行い、今後の現地での運用・維持管理を見据えた基本的な技術を学んだ。また、富山県内で導入されている小水力発電事例を見学し、発電原理やシステムへの理解を深めると同時に、発電事業運営主体となっている常西用水土地改良区で運用・維持管理方法について説明を受け、運営主体として取り組む課題への理解を深めた。この他、富山市がすすめる環境未来都市に関する施設見学では、再生可能エネルギーと農業への取り組みを紹介し、ジャティルウィの現状課題（農業とエネルギーの相互発展）への適応性について理解を深めた。（12 日間）

水車の原理から分解組立までの一連のプロセスについて理解を深めて頂き、水車据え付け工事や設置後の維持管理に対して有効な学習を行うことができた。

表 3-7 本邦受入活動（技術者）の実績スケジュール

日程	場所	活動内容
6/19(月)	入国、JICA 本部	来日、表敬訪問
6/20(火)	水機工業小矢部工場	工作機械実習
	(株)フジタ、Factory Art Museum	水車製作協力会社の工場見学
6/21(水)	水機工業小矢部工場	構造原理、発電原理講習
	常西用水土地改良区見学	小水力発電の実機見学、運用・維持管理視察
6/22(木)	水機工業小矢部工場	らせん水車構造講習、分解整備実習
		らせん水車分解整備実習
6/23(金)	水機工業小矢部工場	開放型水車構造講習、分解整備実習
	子撫川ダム、子撫川浄水場	小水力発電事例見学
6/24(土)	水機工業小矢部工場	インライン水車構造講習、分解整備実習
	水機工業小矢部工場	インライン水車分解整備実習、メンテナンス講習
6/25(日)	終日休暇	
6/26(月)	富山市営農サポートセンター	再生可能エネルギーを活用した農業の取り組みを見学
	(株) ニュース	水機工業の農業研究部門にて、有機農法やたい肥化処理技術等見学
6/27(火)	出し平発電所	水力発電事例見学、発電原理について学習
6/28(水)	(株) タイワ精機	精米機製造工場見学
	山田植物工場	温泉熱を活用した植物の栽培現場等見学
	富山市中心市街地	環境未来都市富山市の中心市街地を視察
6/29(木)	富山市役所	富山市環境部長表敬訪問
	意見交換会	視察の感想、今後の事業実施における課題、維持管理における役割について意見交換及びアンケートを実施した。
6/30(金)	帰国便出発	出国

2.4 地元住民の設置の協働、維持管理の実践による技術研修の実施（2017年5月～）

水車等の機材設置工事時の協働、水車稼働後の維持管理の実践を行うことにより、技術研修を図り、自立的に管理していくため技術伝達を図った。

まず水車設置の際には、水機工業が現場管理を通じて技術伝達を行い、水車の構造原理やどのように水車が稼働するのかを実際に目で見て把握してもらうことで、水車に対する知識をつけることができた。

水車設置完了後は、小水力発電システムを安全に運用していくため、発電システムの運転操作に係る技術研修を行った。技術研修では、小水力発電システムの操作方法説明書をもとに、運転・停止の基本操作や異常時の対処方法などの現地での技術研修を実施した。この技術研修は、水車を設置したテンペイに属する各スバック組合員達が自立管理を行うための技術研鑽に繋がった。

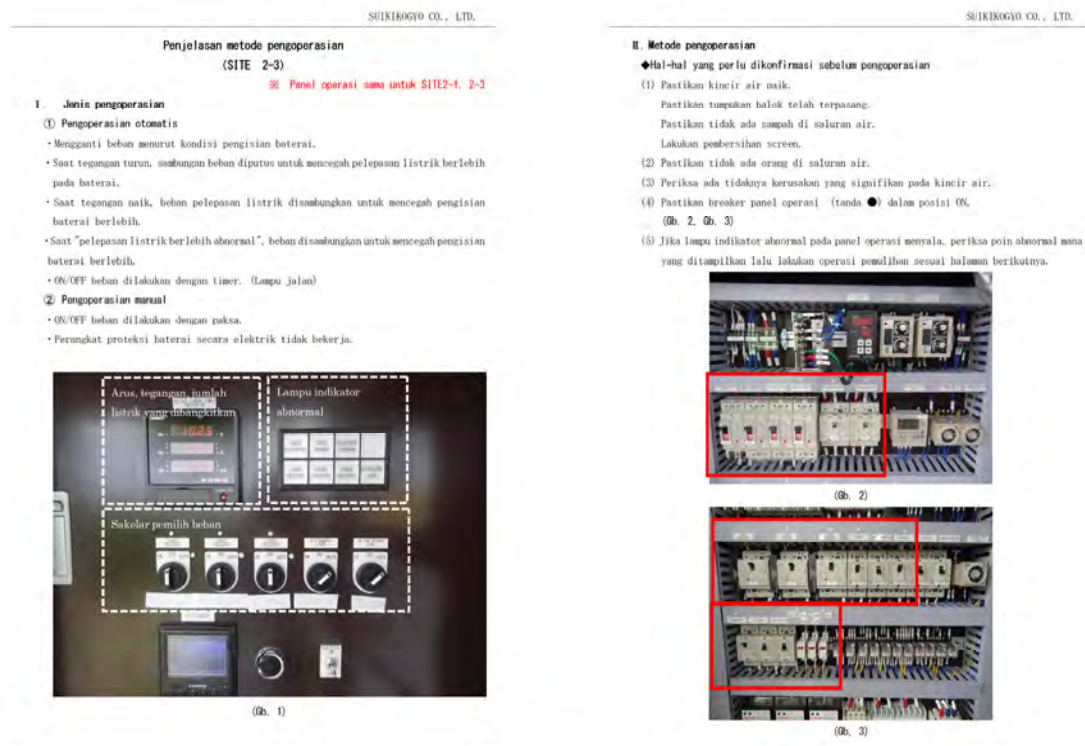


図 3-16 操作方法説明書（一部抜粋）



図 3-17 現地での技術研修

2.5 水車の維持管理マニュアルの作成（2017年7月～）

運営計画に基づく維持管理規定や組織体制を整理し、日本国内における小水力発電システムの維持管理事例を参考として現地の実情に合わせた維持管理マニュアル（案）を作成し、2018年1月にスバックへ提示した。現地での工事や本邦受け入れ活動を通じて取得した意見を基に、管理組織の維持管理体制・管理内容・発電諸元（出力・流量・落差・水路構造）等について明示している。維持管理マニュアル（案）の内容を施設管理者に確認して、理解し難い内容は調整し、施設管理者が理解でき、今後も継続して使用できるよう修正したものを維持管理マニュアルの最終案として提示した。主な記載項目は以下の通りである。

表 3-8 維持管理マニュアル概要

項目	記載内容（現時点の提示案）
保安規定	<ul style="list-style-type: none"> ・事業者、管理者、技術者等の役割を規定し、責任範囲を明示 ・工事、保守の計画時に必要な手続きを規定 ・教育体制、災害対策、記録体制など、基本的な維持管理に関する仕組みを明示
組織表	<ul style="list-style-type: none"> ・総括管理者、技術担当の組織図、職務分掌を規定 ・必要に応じ外部委託や代務者を配置
点検記録	<ul style="list-style-type: none"> ・施設の維持管理に必要な点検項目を明記 ・装置ごとの点検、整備項目を整理し、チェックする内容、頻度、点検結果の判定方法等を整理 ・本記録に記入しながら点検することで、漏れのない定期点検が容易に実施でき、また記録として保存することでトレンドの管理が可能

2.5.1 保安規定の概要

本事業内で、小水力発電設備の運営事業者が統括管理する保安業務に係る保安規定のベースを提示し、管理組織が掌る業務内容の理解促進を図った。その内容は、電気設備の保安業務に従事する電気主任技術者や、土木設備の保安業務に従事する水路主任技術者等、維持管理に係る業務分掌や人員を定義したものである。

表 3-9 保安規定の概要

保安業務の管理体制	
保安業務の組織	<p>小水力発電設備の工事、維持及び運用に関する責任の所在と指揮及び連絡系統を明確にするため、工事、維持及び運用に関する保安業務を遂行する組織構成は次に定めるものとする。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 運営事業者であるスバックが保安業務を総括管理する。 2. 電気主任技術者および水路主任技術者は、この規程に基づく保安監督の業務を的確に遂行するため選任する。 3. 保安業務を円滑に遂行するための指揮及び連絡は定められた系統に基づき実施する。

電気主任技術者の役割	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電気主任技術者は、小水力発電設備の工事、維持及び運用に関する保安監督の業務を遂行しなければならない。 2. 電気主任技術者は、この規程を遵守し、小水力発電設備の工事、維持及び運用に関する保安の監督の職務を行わなければならない。
保安教育	
保安教育	スバックは運営組織として、保安に携わる従業者に対し、水力発電設備の保安に関し必要な知識及び技能の教育を行わなければならない。
運転又は操作	
運転又は操作等	<p>小水力発電設備の運転又は操作の基準は、次のとおりとする。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 小水力発電設備の操作は、「操作方法説明書」および「取扱説明書」等に沿って行う。 2. 事故その他異常時における指揮統及び連絡は、定められた系統に基づき実施する。 3. 指揮及び連絡系統は、小水力発電設備の見やすい場所に掲示しておくものとする。
記録	
記録	小水力発電設備の工事、維持及び運用に関する記録は、点検記録表に記録し、これを必要な期間保存するものとする。

保安規定に定める電気主任技術者、水路主任技術者の保安業務は以下のとおりである。

表 3-10 保安業務内容

	電気設備保安業務内容		土木設備保安業務内容
電気主任技術者	<ul style="list-style-type: none"> ・ 運転 ・ 巡視点検 ・ 保全修理 ・ 工事 ・ 保安教育、技能教育 ・ 点検記録 ・ その他 	水路主任技術者	<ul style="list-style-type: none"> ・ 巡視点検 ・ 保全修理 ・ 工事 ・ 保安教育、技能教育 ・ 点検記録 ・ その他

2.5.2 点検記録表の概要

小水力発電システムの持続的な運転を行うためには、日常点検が重要である。このため、保安業務に従事する担当者には、小水力発電システムの「点検項目」「点検箇所」「点検内容」の指導を行い、日常点検状況を点検記録表に記録・管理を行うことを指導した。運転開始後は、この点検および記録を管理組織で継続的に行っている。

1) 日常点検表

点検日 2019. 月 日

点検項目	点検箇所	点検内容		
			有	無
過放電	制御盤・操作面 SITE2-1 } 共用 SITE2-3 }	異常ランプの点灯		
過充電		〃		
漏電		〃		
発電量		異常な発電量		
異常音・異常振動	水車羽根部	異常な音や振動		
	発電機、チェーン部			
ゴミ	水車羽根近辺	ゴミの巻付き		
	角落し部	ゴミの滞留		
損傷	全般	変形及び脱落部品		
汚れ	全般	ひどい汚れ		

図 3-18 日常点検表

①点検方法

- ・ 目視及び聴覚にて行うこと
- ・ 運転中の触診は危険なので行わないこと
- ・ 異常が確認された場合、異常処置方法に基づいて処置を行うこと

②異常処置方法

(異常処置時には、水車が勝手に廻らないように点検時開閉機にて上部に上げること)

a) 「過放電」ランプが点灯時

点灯条件：バッテリー電圧低で負荷遮断している

処置方法：発電機停止中は、NFB1～3 切とする

発電が異常に少ない状態なので、点検・確認すること

b) 「過充電」ランプが点灯時

点灯条件：バッテリー電圧高で放電抵抗入になっている

処置方法：発電機出力が過大のため、出力を下げる必要がある

水車を上げる又は余水吐の角落しを低くすること

c) 「漏電」ランプが点灯時

点灯条件：負荷に漏電が発生し、漏電ブレーカーが遮断している

処置方法：負荷側のメガチェックを行い、漏電部の除去を行うこと

d) 異常音又は異常な振動が発生した場合

1. 点検時、開閉機にて水車を上部へあげる
2. 余水吐水路側の角落しを外す（水車羽根に水があたらないこと）
3. 水車羽根部のボルトの欠落、又は弛みの有無をチェックする
4. 水車羽根部とガイド板（底部及び側面）との緩衝の有無をチェックする
5. 駆動チェーンのたるみが大きくなりすぎていないかチェックする

e) ごみの巻付や滞留が発生した場合

1. 点検時、開閉機にて水車を上部へあげる
2. ゴミの除去を行う

f) 設備に損傷（変形又は脱落部分）が発生した場合

1. 点検時、開閉機にて水車を上部へあげる
2. 余水吐水路側の角落しを外す（水車羽根に水があたらないこと）
3. 修繕が完了するまでは運転を控えること
4. 運転再開時は、運転状態に問題ないかしばらく確認運転をすること

g) 発電量が異常な場合

1. 水量が異常でないか確認すること
2. 異常が少ない場合は、処置方法の d、f、e の状態になっていないか確認する

h) 汚れが著しい場合

1. 緊急度はないものの、設備の保安上、清掃すること
尚、安全上、発電はしない状態にて実施すること

点検を行う際は、下図の点検記録表を用いて実施することを指導した。なお、水車設置から 10 年目と 20 年目には部品の修繕を行うこととした。

点検記録表		点検日		年 月 日						
*1 重要機器…○	*2 機能上著しく影響あり…a	*3 機能上影響なし…b	*4 点検時	*5 洪水時のみ…(洪水)	*6 地震時のみ…(地震)	*7 落雷時のみ…(雷)	*8 G:良好あるいは異常なし N:異常(要処置(保全整備)) 内容の実施なし ※表考化に関しては、総合的評価結果から対策の必要なものをNとし、必要に応じて計測記録を残す。			
*1 トレンド管理をすることがある…○		*2 点検条件… 発電、停止 断水		*3 緊急: 発電運転中 停止: 水車を上げる 断水: 水路の流水を止める		*4 整備 A:調整, N:交換, U:補給				
*3 点検 E:目視, M:測定, H:触診・指触 S:聴診・聴覚, D:動作確認, W:分解										
施設名	SITE 2-3 開放水車		1/10	設備名	水車(羽根,軸,フレーム,ガイド板)		1/3			
設備に要求される機能		用水の水を受けて確実に回転すること								
装置区分	点検・整備		点検 *3				判定方法	点検結果	備考	
	*1 重要機器	*2 機能上著しく影響ありに対する	*4 トレンド管理	*5 点検条件	定期	不定期				*6 臨時
全般	b	清掃状況	汚れ	停止	E	E	(洪水)	E	ひどい汚れが無いこと	
	c		ごみ	停止	E	E	(洪水)	E	ごみが付着していないこと	
	a	振動		発電	H	H	(洪水) (地震)	H	異常な振動が無いこと	水路水深記録
	a	騒音		発電	S	S	(洪水) (地震)	S	異常音が無いこと	水路水深記録
水車構造部	○	羽根	変形	停止	E	E	(洪水) (地震)	E	変形が無いこと	
			損傷	停止	E	E	(洪水) (地震)	E	損傷が無いこと	
			摩耗	停止	—	M	—	—	—	摩耗量 1mm以内のこと	板厚3.5mm以上
	○	側板・内胴	塗装の損傷・劣化	停止	E	E	(洪水)	E	損傷,ふくれ,亀裂,剝離,白亜化,発錆が無いこと	
			変形	停止	E	E	(地震)	E	変形が無いこと	
			損傷	停止	E	E	(洪水) (地震)	E	損傷が無いこと	
c		塗装の損傷・劣化	停止	—	E	(洪水)	E	損傷,ふくれ,亀裂,剝離,白亜化,発錆が無いこと	外側面のみ	

図 3-19 点検記録表（一部抜粋）

2.6 水車導入による裨益効果の検証（2017年11月～）

各テンペイに所属するスバック組合員を対象に、水車設置直後（1回目：2018年1月）と水車設置約1カ年経過後（2回目：2019年1月）に、計2回のアンケート調査を実施した。アンケート回答は、スバックの全面協力を得、回答者数は1回目：86名、2回目：98名であった。

アンケート調査は、水車や街灯を持続的に使用してもらうため、本事業の効果把握や、今後の管理運用・普及展開に向けてジャティルウィ村の住民の意見を把握することを目的に実施した。調査概要は下表の通りである。

表 3-11 アンケート調査概要

調査項目	調査内容
属性	所属するテンペイ（1回目86名、2回目98名 回答）
効果把握	水車設置後、調査時点の状況 <ul style="list-style-type: none"> ・水車や街灯設置による自分の生活や村の変化 ・街灯が設置された寺や集会所の利用状況の変化 ・今後の活用方法の考え 等
管理運用	・水車、街灯、電気設備を長く使うために心配なこと
普及展開	・今後の新たな水車の設置意向 ・新たな水車の設置目的
その他	・小水力発電システムに関する問い合わせ状況

The image shows a survey form with the following text (translated from Indonesian):

Survei ini merupakan bagian dari usaha untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat Desa Jatiwir. Kami ingin mengetahui pendapat para warga Desa Jatiwir tentang manfaat dan kerugian, pengoperasian, pemeliharaan dan penggunaan energi listrik di Desa Jatiwir, serta bagaimana dapat digunakan dengan lebih baik untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat Desa Jatiwir. Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan ini, kami mohon bantuan dan kerjasama Bapak/Ibu sebagai warga Desa Jatiwir.

Survei ini akan dilaksanakan pada tanggal 10 Mei 2018 di Desa Jatiwir, Kecamatan Jatiwir, Kabupaten Karangasem, Bali.

Pertanyaan 1. Seberapa sering dan banyak energi listrik yang digunakan?

Jawab: _____

Pertanyaan 2. Apakah ada perubahan dalam kehidupan Anda setelah memasang energi listrik dengan adanya tenaga listrik? Jika ya, apakah ada perubahan di Desa Jatiwir?

Jawab: _____

Pertanyaan 3. Apakah ada perubahan dalam kehidupan Anda setelah memasang energi listrik dengan adanya tenaga listrik? Jika ya, apakah ada perubahan di Desa Jatiwir?

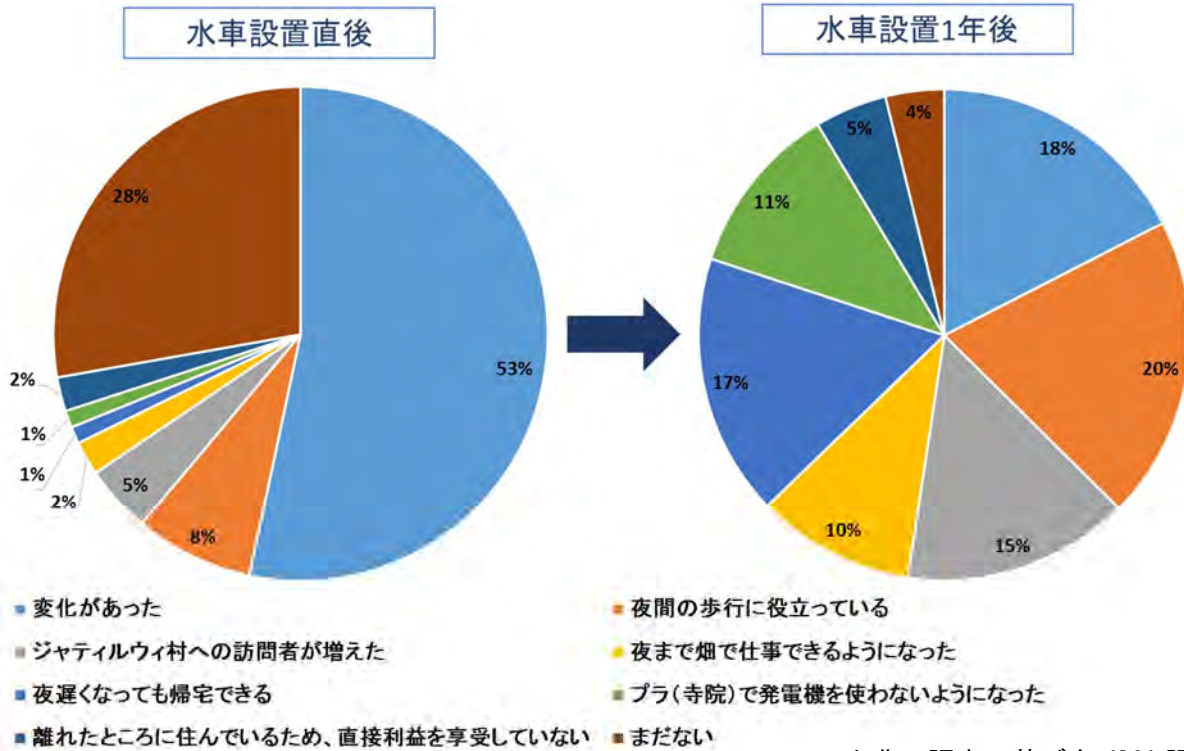
Jawab: _____

図 3-21 アンケート調査用紙

2.6.1 効果把握に関するアンケート結果

設 問：水車の設置により、自分や村民の生活に変化はありましたか？
また、ジャティルウィ村における変化はありましたか？

【アンケート集計結果】



出典：調査に基づき JICA 調査団作成

図 3-21 小水力発電設備導入による環境変化

【考察】

水車設置直後の回答では、受益者の感ずる変化に関して「まだない」の回答が28%を占めていたが、水車設置1年後には4%に減少している。このことから、本事業で設置した小水力発電システムを通じて、個人・村民の生活環境の変化やジャティルウィ村の社会環境の変化があったと考察できる。また、「変化があった」の回答が53%から18%に減少している点に関しては、設置直後は何らかの変化があったと漠然と変化を感じていたが、夜間の歩行に役立つ等、実際に水車設置による受益を得たことで、より具体的な変化を実感できたと考察される。この変化の具体的内容については、街灯設置による「夜間の行動が改善される」や「従来のディーゼル発電機を使用しなくなった」の回答がポイント上昇しており、水車導入による生活環境の改善が図られている効果が確認できる。

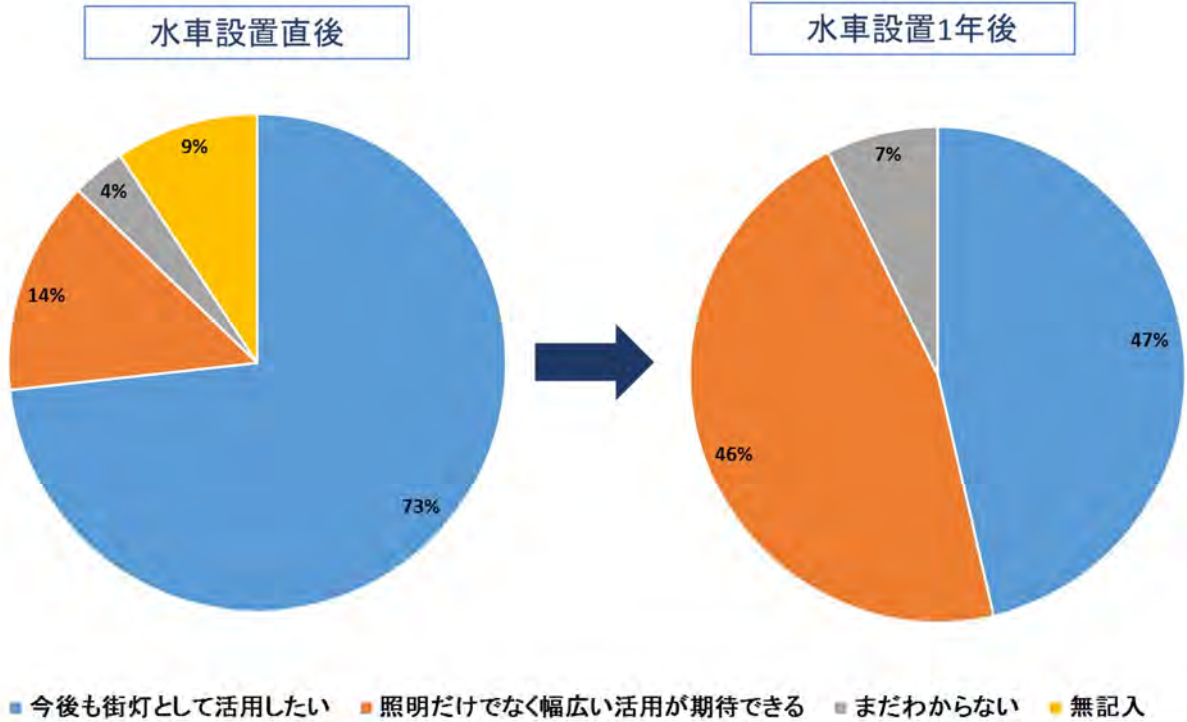
実機稼働後のアンケート調査の意見によると、農道に街灯を設置したことによって夜間の道が明るくなり、遅い時間でも帰宅することが可能になったこと、今まで夕方まで切り上げていた仕事が夜まで行えるようになったこと等、水車の導入に対する肯定的な意見が多数見られた。

また、夜間の景観が良くなり観光客の訪問者数が増加した等「ジャティルウィ村への訪問

者が増えた」の回答が 5%から 15%に増加しており、ジャティルウィ村への入村者数の増加にも大きく寄与しているものと考察できる。

設 問：今回設置した水車や街灯は、今後どのように活用していきたいですか？

【アンケート集計結果】



出典：調査に基づき JICA 調査団作成

図 3-22 小水力発電設備の利活用

【考察】

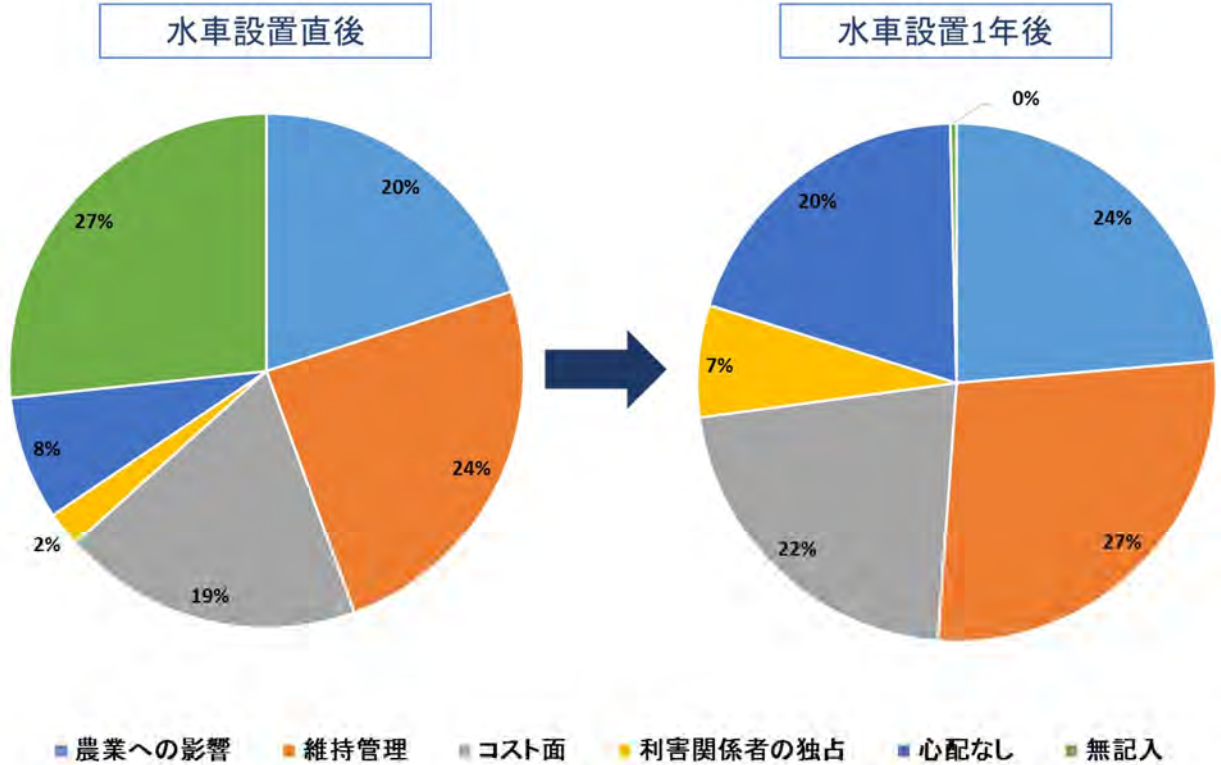
水車設置 1 年後の回答では、発電した電気利用に関して「街灯照明以外にも幅広く電気の活用を期待できる」の回答が 46%確認できた。これは、農村地域の更なる電力供給の期待を示唆する回答である。PLN の新たな電力供給が準備されていない農村地域において、オフグリッドの独立分散型である小水力発電システム導入が今後も有効であると考察できる。

また、今後の電力の使用については街灯の設置、集会所や寺への電灯の設置等、公共施設への電力供給を望む意見が多いことが明らかになった。これらの意見を踏まえ、今後の普及活動においても公共性のあるものへの電力供給が望ましいと考えている。

2.6.2 管理運用に関するアンケート結果

設 問：今後、水車や街灯、電気設備を長く使うために、心配なことはありますか？

【アンケート集計結果】



出典：調査に基づき JICA 調査団作成

図 3-23 小水力発電設備の管理運用での心配

【考察】

水車設置 1 年後の回答では、導入した小水力発電設備や街灯の利用に関して「心配なし」の回答が 8%から 20%の増加している。一方で、「維持管理」に関する心配が改善していない。これは、小水力発電設備の限られたメンテナンス技術者や運転操作者を対象に、維持管理に関する技術研修や本邦受入での技術実習を実施したためである。一般の受益者には、管理組織による継続的な維持管理の実践を通じて、不安解消が図られるものと期待する。また、「農業への影響」を心配している点に関しては、観光客が増加することで、水田や農作業場にも観光客が出入りするのではないかと心配しており、それによって農作業にも影響がでるのではないかと心配する意見が見られた。現状、観光客増加による農作業への具体的な支障はないが、今後、長期的な視点で、観光客のモラルが重要である。「コスト面」に関する心配が改善していない事由に関しては、長期的な維持管理に係る費用が現時点で明確な数値として現れていないからと想定される。本事業内で運営協力金や維持管理に係る人件費などを基に算出したキャッシュフローを用いて、今後必要とされる費用の説明を行ったが、この算出した費用で持続的に維持管理できるのか心配している意見があることは理解しうる点である。今後は運営していく維持管理者が維持管理に係る費用を管理していき、実際の収支につ

いて運営協力金を徴収している住民に対して報告していくよう依頼している。これにより、小水力発電設備の長期的な維持管理コストの透明化が図られていくと考察できる。

2.6.3 普及展開に関するアンケート結果

設 問：街灯やその他電気の利用ができる場所を増やすため、今後も新たな水車を設置したいですか？

【アンケート集計結果】

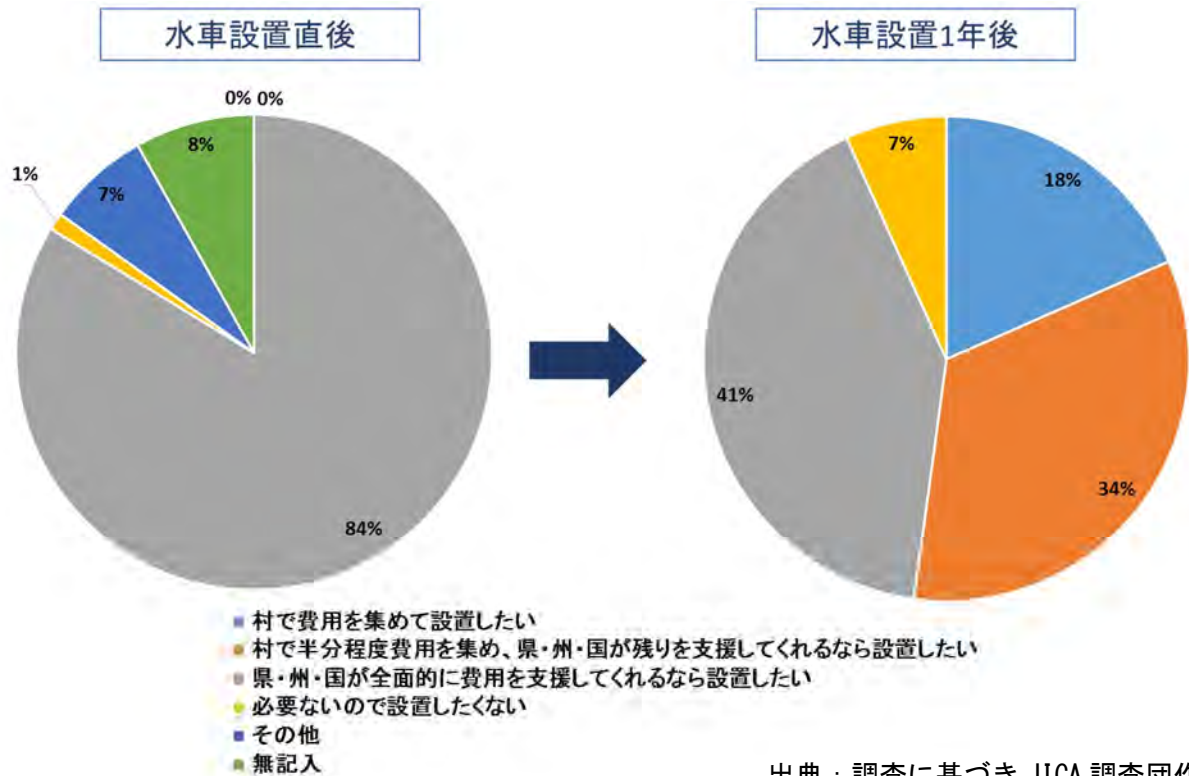


図 3-24 小水力発電設備の普及展開への負担意識

【考察】

今後、小水力発電設備の普及展開を図るうえで、新規に導入するコスト調達に対して、受益者が投資の負担意識を持つことが重要となる。水車設置直後の回答では、「村全額負担」もしくは「行政補助 50%負担+村負担 50%」での新規の設置意思は 0%であった。これに比較して水車設置 1 年後の回答では「村全額負担」18%、「行政補助 50%負担+村負担 50%」34%と負担意識が変化している。この結果、受益者が投資負担を行い導入促進に前向き回答が過半数 52%となっている。

本事業での電力供給は、公共性の高い街灯に利用したことで、周辺的生活環境や地域の社会環境の変化が良好に地域還元された効果であると考察できる。この良好な環境変化に伴い、受益者負担の意識が向上したと推測される。

2.6.4 住民アンケート検証結果まとめ

これらの住民に対するアンケート結果から、以下の通りまとめることができる。

- ・生活環境の変化やジャティルウィ村の社会環境の変化を住民が実感している
- ・小水力発電システムを導入し、街灯を据付たことで住民の生活環境が改善されている
- ・小水力発電システム導入に対して肯定的な意見が多数みられる
- ・ジャティルウィ村への入村者数が増加している
- ・農村地域においてオフグリッドの独立分散型である小水力発電システムの導入は有効である
- ・住民が分け隔てなく受益できるようにするため、公共性のあるものへの電力供給が望ましい
- ・生活環境が実感できることで、今後新たに増設する際の投資負担意識が醸成する

上記のことから、本事業で導入した小水力発電システムは、生活環境の改善が図られ、その地域に居住する住民にとって有用性の高いものであり、尚且 PLN の電力供給が準備されていない地域においてもオフグリッドの独立分散型のシステムであるため、他の農村地域へ普及する電力供給として相応しいシステムであることが実証された。

【成果3にかかると活動】

成果3 用水路対応型小水力発電システムの持続可能な普及導入モデルを提案する。

3.1 実行委員会の設置、協議の開催（2017年5月～）

3.1.1 実行委員会の設置

バリ州、タバナン県、スバック、ウダヤナ大学、富山市で構成する実行委員会（業務計画時名称：地域連携コンソーシアム 実行委員会設立時に改称）を設置した。実行委員会構成員は以下の通りで、各回の必要に応じて、バリ州内の自治体関係者等も参加している。バリ州より富山市へ、実行委員会委員任命書が発行されている。

実行委員会は、普及・実証事業後のバリ州・インドネシア国への普及展開に向けた行政窓口、財政支援、許認可申請等の協力体制を具体化する役割を担うものである。

バリ州が事務局として主導し、委員会方式で運営を実施した。

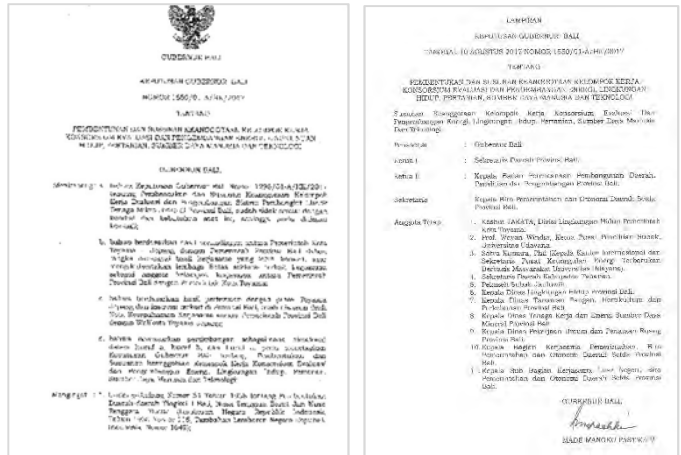


図3-25 バリ州知事からの実行委員会メンバー任命書

表3-12 実行委員会メンバー

委員メンバー	
1	Koshin Takata, Divisi Lingkungan Hidup Pemerintah Kota Toyama.
2	Prof. Wayan Windia, Ketua Pusat Penelitian Subak, Universitas Udayana.
3	Satya Kumara, Phd (Kepala Kantor Internasional dan Sekretaris Pusat Keunggulan Energi Terbarukan Berbasis masyarakat Universitas Udayana).
4	Sekretaris Daerah Kabupaten Tabanan.
5	Pekaseh Subak.
6	Kepala Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Bali.
7	Kepala Dinas Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan Provinsi Bali.
8	Kepala Dinas Tenaga Kerja dan Energi Sumber Daya Mineral Provinsi Bali.
9	Kepala Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Bali.
10	Kepala Bagian Kerjasama Pemerintahan, Biro Pemerintahan dan Otonomi Daerah Setda Provinsi Bali.
11	Kepala Sub Bagian Kerjasama Luar Negeri, Biro Pemerintahan dan Otonomi Daerah Setda Provinsi Bali.

3.1.2 実行委員会開催と協議の実施

実行委員会は全7回開催した。その中で、本事業を通じて実証する小水力発電システムの導入状況について適時報告し、本システムの導入効果について理解を深めてもらった。全7回執り行われた実行委員会の実施概要は以下の通りである。

表 3-13 実行委員会実施結果

回	時期	実施目的	実施内容
第1回	2017/5/29	・実行委員会組成	<ul style="list-style-type: none"> ・会議進行、メンバー選定等について、バリ州が主導することで合意 ・「実行委員会」形式とすることで事後調整 ・事務担当者によるWG開催が提案された
WG	2017/7		<ul style="list-style-type: none"> ・実行委員会の参加メンバー調整《バリ州6組織、タバナン県、ウダヤナ大学、スバック、富山市》 ・バリ州からの任命書発行に関する協議 ・完成セレモニー関連協議 ・ジャティルウィ・スバックの組合が設立
第2回	2017/9/27	<ul style="list-style-type: none"> ・工事進行状況確認及び本邦受入報告 ・環境保全、安全確保の取り組み ・水車の活用、効果、管理運営計画の議論 	<ul style="list-style-type: none"> ・本邦受入の報告 ・工事進行状況説明動画の放映 ・水車設置の影響について検討 ・実行委員会体制の確認
WG	2017/10		<ul style="list-style-type: none"> ・完成セレモニーについて ・運営、維持管理について
	2017/11/27	・完成セレモニー（起電式）の実施	・完成セレモニー（起電式）
第3回	2017/12/5	<ul style="list-style-type: none"> ・関係者による水車視察及び意見交換 	<ul style="list-style-type: none"> ・設置済みの水車視察（実行委員会メンバーにて実施） ・設置据付終了、起電式等の報告 ・現地視察を行っての意見交換
第4回	2018/2/1	・自治体関係者への小水力発電システムの説明	<ul style="list-style-type: none"> ・現地自治体関係者へ小水力発電システムの特徴を説明 ・今後の開発希望やシステム導入候補地について検討依頼
WG	2018/3	・現地視察	・クルンクン県、ギヤニアル県の視察
第5回	2018/5/14	・バリ州内自治体への他地点ポテンシャルサイトヒアリング	<ul style="list-style-type: none"> ・各自治体へのアンケート調査 ・他地点ポテンシャルサイト情報確認
第6回	2018/11/20	・設置候補地現地視察	・バドゥン県設置候補地視察
第7回	2019/2/7	<ul style="list-style-type: none"> ・バドゥン県小水力発電設備導入の可能性に関する協議 ・各成果の最終報告 	<ul style="list-style-type: none"> ・バドゥン県へプロポーザル資料提出後の状況確認 ・バドゥン県事業予算確保の確認 ・成果最終報告

第3回の実行委員会では、実行委員会関係者による本事業で設置した小水力発電システムの現地視察を行い、水機工業の導入水車の特徴や電力需要の可能性について理解を深めてもらった。実機の視察を行った際、実行委員会メンバーからは、農業用水を利用した小水力発電システムは、環境にも優しく農業用水利用に悪影響を与えないことに関心を示し、これまでバリ州内での再生可能エネルギー導入が実質的に普及していない課題があるなか、本事業

をきっかけにバリ州内に普及されれば、バリ州の再生可能エネルギー計画にも合致し、非常に良い効果になるという意見があがった。

第5回実行委員会では、バリ州全土の自治体に対し小水力発電システムの設置適地情報の意見を収集するためにアンケートを実施し、各自治体において本システムの導入の可能性について確認を行った。

【参加自治体】

バンリ県、ブレレン県、タバナン県、ジュンブラナ県、ギヤニアル県、
バドゥン県、カランガスム県、クルンクン県、デンパサール市 計9自治体

アンケートの結果、多くの自治体が本システムの導入について肯定的な意見であることが確認された。中でもバドゥン県は導入に対し積極的な意欲をもっていた。

バドゥン県からの要望もあり、第6回実行委員会では、バドゥン県の有力サイト候補地の視察・ポテンシャル調査を実施した。

現地視察概要は以下の通りである。

【現地視察調査（流量測定）】



候補地のポテンシャル調査を実施し、次年度の事業予算を確保するため、調査データを基にバドゥン県へプロポーザル資料を提出した。

【バドゥン県提出プロポーザル資料】

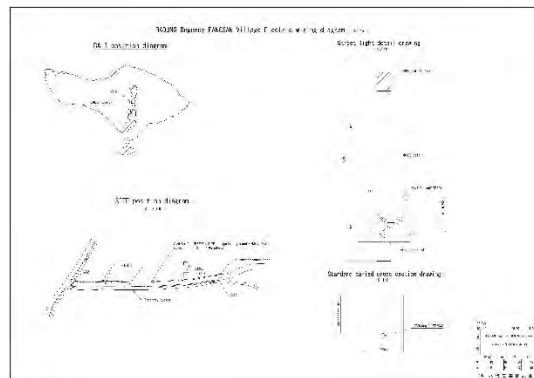
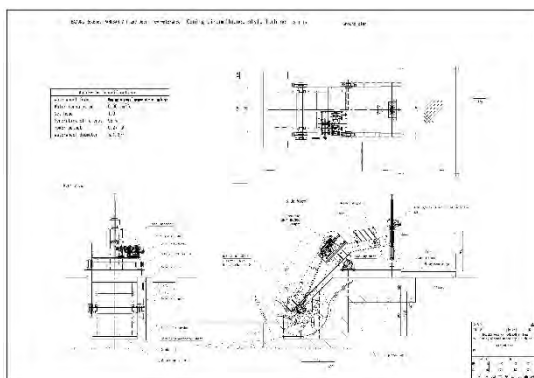


図 3-26 プロポーザル提出資料

第7回（最終）実行委員会では、これまでの事業概要を説明し、本事業における活動成果を報告した。これまでの事業を振り返り出席者からも本事業に対しての以下の意見をいただいた。

■ジャティルウィ村スバック長

街灯が設置されたことによって、農業の仕事に従事できる時間が延び、とてもありがたい。夜も灯りがついていることで夜9時頃までトレッキングをする観光客も増えている。この他、学生が水車を視察するために訪問する機会が増えており、バリ島内にとどまらず、他の地域からも多くの学生が水車の視察に訪れるようになり、教育面においても大変良い影響が出ている。

■タバナン県

日本の技術移転がきちんと執り行われたことで、地元の住民による維持管理や保守点検を行う組織が組成されたことが大変良かった。

■バリ州

環境・教育・観光にとってとても良い影響を与える事業であり、これからも楽しみである。今後はバリ州内への小水力発電システムの普及導入に向け、バリ州が各自治体から候補サイト情報等を集約する行政機関窓口を担うこととなった。

3.2 現地政府等との協力体制構築（2017年11月）

3.2.1 バリ州と富山市の協力協定締結

バリ州と富山市は、環境分野等に関し協力関係をより促進することを目的として、2017年11月28日に、バリ州のプスティカ知事及び富山市の森市長が参加のうえ、協力協定調印式を執り行った。

その初めの協力事業として、本プロジェクトのバリ州内への普及展開を検討する実行委員会の事務局をバリ州が担うこととなり、その開催・運営に多大な協力を得ることができた。

なお、富山市は、本プロジェクトを環境未来都市計画の「再生可能エネルギーを活用した農村活性化モデルの国際展開プロジェクト」として位置づけており、今後も再生可能エネルギーを活用した農村活性化モデルのバリ州内での普及展開に関し、バリ州と連携協力し支援していく。



図 3-27 バリ州との協力協定書

3.2.2 ウダヤナ大学協力協定調印式

2017年11月28日に、インドネシア国立ウダヤナ大学と富山市との協力協定調印式がウダヤナ大学校舎で行われ、2者間の協力協定が締結された。協定締結の署名は、ウダヤナ大学のラカ・スデウィ学長、富山市の森市長により行われた。

本事業に対する実行委員会における助言等の協力だけでなく、本事業を広くPRしてもらうものである。また、現地企業とともに小水力発電の技術を研究・調査しバリ州内の普及展開を図っていくことを目指す。なお、この協力協定が基となり、ウダヤナ大学の卒業生を研修生として水機工業で受入ることとなった。



図 3-28 ウダヤナ大学との協力協定書

3.3 普及導入モデルの構築（2017年5月～）

インドネシア国では、小水力発電等の再生可能エネルギー導入事業に対する国等からの補助金制度を創出するというシステムはなく、現状では中央政府から各自治体へ地方予算を割り当てており、その地方予算の中から小水力発電事業への事業費を捻出してもらうよう働きかける方が現実的である。そのため、各自治体へ本システムの事業費を予算化するため、サイト候補地のポテンシャル調査を踏まえた小水力発電システムの導入に関する技術提案のプロモーション活動を行い、そこから公共事業で発注したものを受注するというスキームを構築することとした。バリ州内における小水力発電システムの普及展開のため、実行委員会を通じてバリ州内の各自治体に本システムを提案したところ、複数の自治体が関心を示した。特に本事業で設置したジャティルウィ村と同様の地形や環境を持つ自治体からは特に強い関心を示されていた。関心を示したバドゥン県に対し、次期導入サイト候補地のポテンシャル調査を実施した。この調査結果をもとに、バドゥン県では次年度予算での導入を目指し、県予算確保のため具体的候補地の選定を行い、水機工業からの企画提案書の受入れを行った。バドゥン県内にはサイト候補地の可能性となる取水堰堤が20箇所程度あると情報を得ている。実行委員会では、今後のバリ州内の普及導入の促進に向け、バリ州が各自治体からサイト情報等の行政機関窓口を担うこととなった。本事業の実行委員会を通じて、バリ州内のサイト候補地に係る情報を一元集約する行政側の継続的な普及導入モデルが確立した。

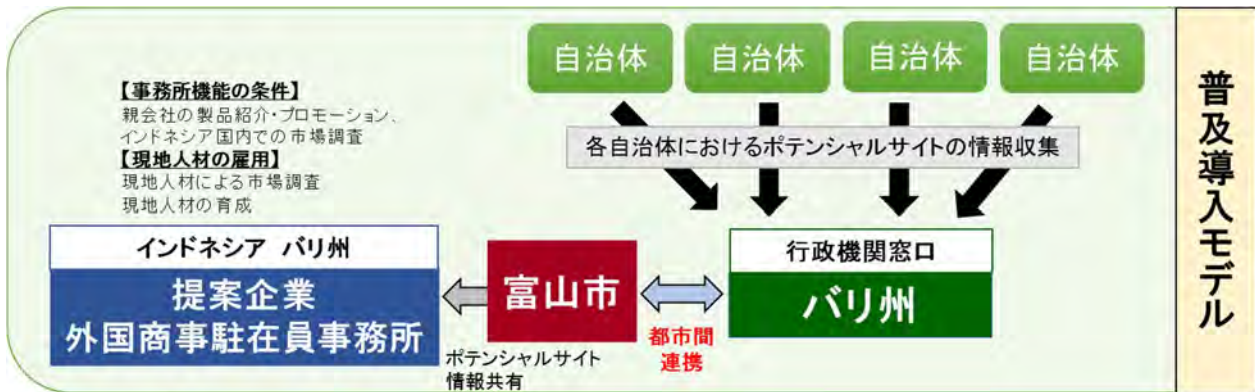


図 3-29 普及導入モデル 概念図

また、小水力発電システム導入に関心のある民間企業や団体からも養魚施設の水路落差や民間発電事業の発電所の使用水量を利用し導入できないかと問い合わせがきている。このように各自治体や民間企業・団体から依頼や関心を示されていることから、初期の市場性は十分に見込まれると考えている。



図 3-30 小水力発電システム導入候補地（右：養魚施設 左：発電所）

3.4 海外ビジネスモデルの構築およびインドネシアでの普及展開計画の策定（2017年8月～）

普及導入モデルをベースとして、水機工業のビジネス展開計画とあわせ、インドネシアにおける普及展開計画を策定した。

本事業で行った調査の結果、水機工業は小水力発電システムの計画、製造を主業務として、現地企業との技術提携を検討している。この現地企業は、タバナン県に拠点を持つ鉄鋼製品等の製造企業であり、水車を製作するための機材を持ち、一定の技術力を有していると判断した。本邦受け入れ時には、技術者メンバーの一員として来日しており、水機工業の技術実習に参加した他、本事業で設置した水車据付工事の際も視察確認しており、本事業に関する技術を習得している企業である。この現地企業は、現在個人企業（UD：Usaha Dagang）として運営をおこなっているため、公共工事を受注できる入札参加資格を得るため、株式会社のPT（Perseroan Terbatas）に格上げ申請を行う予定である。

水機工業は、小水力発電システムのプロモーションやインドネシア国内での市場調査、更には水機工業の自社製品・技術を紹介する活動を行う為、バリ州に外国商事駐在員事務所を設置する予定である。また、外国商事駐在員事務所設立に向け、現地での人材雇用活動も積極的に実施しており、外部人材の富山市と協力協定を締結したウダヤナ大学の卒業生を水機工業の研修生として採用予定であり、現地での採用人材には、水車製作・メンテナンスに係るサービス提供を行う人材の育成を行っていく意向である。

インドネシアに海外企業が外国商事駐在員事務所を設立する場合の活動機能と重要事項に関して以下に示す。

■外国商事駐在員事務所（KP3A：Kantor Perwakilan Perusahaan Perdagangan Asing）

【活動機能】
● インドネシアの企業やユーザーに対し、親会社の製品の紹介とプロモーション、宣伝ならびに情報または使用法および輸入方法を提供
● 親会社の製品をインドネシア国内で販売するための市場調査の実施と調査

- (インドネシア国内の会社を指名した) 海外の親会社が必要とする品物の市場調査、ならびにインドネシアの会社への輸出条件に関する情報提供
- 親会社が輸出目的で指名した、インドネシア国内の会社を代表して契約を締結

【重要事項】

- KP3A は、入札や契約署名、請求の決済など、貿易活動や販売取引を行うことは禁じられている
- KP3A は、インドネシア国内の州都、県/市都に設立すること
- KP3A はオフィスビルまたはタワー内で開設する必要がある
- 代表執行役が外国人の場合は、インドネシアに滞在し、働くための一時滞在許可証 (KITAS) と労働許可が必要である
- KP3A で就労する外国人は、大卒以上あるいは大卒相当で、且つその分野で少なくとも 3 年の経験があること
- 外国人労働者 1 人に対して、インドネシア人労働者 3 人の割合で雇用義務がある

(2) 事業目的の達成状況

成果 1 について

小水力発電システムが設置され、発電や街灯の点灯など、システムが正常に稼働することを確認した。

成果 2 について

運営組織が設立され、運営・維持管理に係る各種マニュアルを提供した。また、持続可能な維持管理に必要な収支計画も提示した。裨益効果については、地元住民にアンケートを行い、街灯を設置したことによって以前より農業の仕事が長くできるようになったことや、ジャティルウィ村へ入村者数の増加など、様々な有益を得たことが確認できた。

成果 3 について

バリ州を事務局とした実行委員会を設置し、小水力発電システムの普及展開に向けた行政窓口、財源の確保等の協力体制の構築に関して協議を行った。また、今後のバリ州内での普及展開を見据え、実行委員会メンバー (タバナン県、スバック、ウダヤナ大学、富山市) による本事業で導入したサイトへ現地視察を行い、小水力発電システムについて理解を深めてもらった。

また、実行委員会では、バリ州内 9 つの自治体へ導入可能性についてアンケートを行い、導入を希望する自治体が多くあることを確認した。このうち、バドゥン県では、本システムを導入するために必要な県の事業予算を確保するため、具体的なポテンシャルサイトの視察を行い、提案企業である水機工業からの企画提案書を取得した。このように、バリ州を通じ、州内の開発可能地点情報を集約されることによって、小水力発電システム導入の市場背景が広がった。

インドネシアでのビジネス展開として、水機工業は小水力発電システムのプロモーションやインドネシア国内での市場調査、更には水機工業の自社製品・技術を紹介する活動を行うため、バリ州に外国商事駐在員事務所を設置する予定である。

(3) 開発課題解決の観点から見た貢献

小水力発電システムは、用水路の発達した地域の独立分散型電源として無電化地域への電力供給源に適しており、初期コストを抑制できれば、普及する可能性が高いと想定している。本事業において小水力発電システムが4基設置導入されたことで、バリ州をはじめとする用水管理者・事業の許認可権者に対して導入効果が周知され、用水路の発達した農村地域の電力不足を解消できる電源として、その優位性・有効性が広く認知されてきている。今後もさらに小水力発電システムの公益性が認知されることによって、独立分散型の再生可能エネルギー導入の促進に伴い、広域的に普及すると考えている。また、小水力発電による独立分散型電源の電力供給は、バリ島では初めての事業であり、更に世界文化遺産のフィールド内で実証されたため、その開発効果への期待度は高い。

(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

水機工業の既存事業を海外へ拡大する目的としては、新規市場の開拓と生産コストの削減を図り、安定した企業経営を目指すことである。しかしながら、海外進出によって安定した企業利益を得るためには、相応の期間が必要であると認識している。

一方で、本普及・実証事業への取り組みは、国内での広報・報道を通じ、小水力発電導入に関心のある複数者から問い合わせが来ており、国内事業での販売促進に効果が現れてきている。

日本国内の再生可能エネルギーのうち、小水力発電の導入量はFIT以降も太陽光発電に比して低い状況にある。このひとつの要因として、水車・発電機はオーダーメイドのため、設備費用が高額となるが故に事業採算性を悪化させ事業化の障壁となっていることが挙げられる。

この要因課題を解決する方策として、日本国内メーカーの水車発電機の既製品化・量産化を図ることでのコストダウンが挙げられる。インドネシア国での小水力発電システムの導入地点が多数開発されれば、水車発電機の市場拡大へと繋がる。これにより、水車発電機の既製品化・量産化により製作コストダウン化が図られることで、安価な小水力発電システムの国内普及が可能となる。ひいては日本国の小水力発電の導入促進に寄与し、再生可能エネルギーの普及を通じた地方経済・地域活性化へ繋がることが期待できる。

さらに、富山市の環境未来都市政策に合致して実施されている本事業が遂行されることにより、富山市内に拠点を持つ中小企業の海外進出におけるモデル事例となり、海外進出が促進され、市内の企業活動が活性化されることが期待される。

(5) 環境社会配慮

① 事業実施前の状況

対象区域は2012年にUNESCO世界文化遺産に登録され、本事業では指定地域内の用水路に小水力発電機材が設置されることから、景観等の保護目的達成のための配慮が必要であるため、複数回、世界遺産管理を担う教育文化省との協議および現地視察を行った。

② 事業実施国の環境社会配慮法制度・組織

本事業における水車設置に関する環境影響評価報告書については、タバナン県に確認したところ、規模が小さいため国内法上作成が義務付けられていないとのことであった。また、小水力発電システムの設置は、設置予定箇所の現状を改変することなく設置可能で、生態系への影響及び世界遺産の価値への影響は想定されず、電力供給による住民生活の質の向上および棚田の保全に繋がるものであると確認され、UNESCOの承認を得た事業実施推薦状を教育文化省より取得した。



図 3-31 教育文化省からの推薦状

③ 事業実施上の環境及び社会への影響

用水路の工事においては、現状を保全しながら必要以上の土木工事は行わなわないよう配慮した。また、水車設置による生態系や周辺環境への影響はないことを確認した。

水車本体は、タバナン県やスバックと協議を行い現地の要望を踏まえ、水車本体の色を現地の田園景観になじむ緑系の色に塗装した。操作盤を保護する屋根も、周辺と調和するデザインで整備し、景観への配慮を行った。また、本事業では土木構造物の改変はほとんどなく、既存の用水路を利用するため、流量・水質も変わらず環境影響は最小限であった。

プロジェクトに関しては、中央政府、州政府、県政府の関係者、対象サイトの住民、対象区域で研究活動を実施しているウダヤナ大学等の賛成同意を得ている。

④ 環境社会配慮結果

本事業実施期間中の2017年12月末に教育文化省へレポートを提出し、進捗状況を説明した結果、景観等に対する問題はないと了承を得た。また、2018年8月には、教育文化省によって水車設置後の視察を実施され、特段指摘事項はなく、引き続き環境に負荷がかからないよう維持管理していくよう伝えられた。

(6) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について

インドネシア国は、2014年に国家エネルギー政策(KEN)を策定し、その中で、2025年までに再生可能エネルギーを6%から23%へ、2050年までには31%に増加させる目標が定められている。

また、地方の農村地域の電化率は地域全体の電化率より小さく、農村地域の電化率向上を推進していくことは国が抱える課題とされている。

本事業で導入した小水力発電システムは既存の用水路に設置可能であり、地方の農村地域にも導入できることから、これらの目標達成や課題解決に寄与するものであり、今後も普及導入が推進されると考えられる。

バリ州には、引き続き本システムの普及展開に向けた行政窓口を担ってもらい、バリ州内の各自治体からの開発可能な地点情報を集約することで、関心のある自治体へ本システムの導入

を促進し、広域的に小水力発電システムの導入を図ることで、バリ州の掲げる再生可能エネルギーの導入推進政策にも寄与していくことになる。

また、事業実施機関のタバナン県が本事業で導入した運営組織に対して引き続き行政支援を行うことにより、同運営組織が用水路対応型小水力発電システムを持続的に維持管理することが見込まれる。その結果、ジャティルウィ村での本事業がモデルケースとなり、タバナン県内の他の農村地域、更には他県へもアピールできるものと期待される。

(7) 今後の課題と対応策

本事業実施を通じて判明したこれまでの小水力発電導入に対する課題と、今後本システムを導入する際の対応策の提言を記載する。

1. 「開発地点情報」に関する項目

課題：小水力発電の新規導入に繋がる開発候補地に関する情報が少なかった。

対応策：今まで用水路に設置する小水力発電導入の事例がなかったため、各自治体が導入の可能性のある開発地点情報を把握できていなかった。本事業を実施したことにより、小水力発電が認識されるようになったこと、またバリ州が州内の各自治体からの開発候補地に関する情報を一元集約することになり、窓口が明確化されたことで、各自治体においても情報を提供し易くなった。この普及展開に繋がる開発地点情報を継続的に一元集約し、情報開示を行うことで、自治体のみならず民間事業の参入による小水力開発が進展すると考えられる。

2. 「事業実施体制」に関する項目

課題：新規の小水力発電設備の導入の際、事業資金の調達方法とあわせて事業実施体制（資金調達者・運営者）を明確にする必要がある。

対応策：次期開発候補としてスバックが管理する農業用水を利用した小水力発電設備導入が挙げられており、自治体が資金調達者となって事業予算化に取り組んでいる。また、導入された小水力発電設備は、農業用水を管理するスバックが運営していく予定である。公共性の高い農業用水を利用する小水力発電事業にあっては、このような公設民営方式の事業実施体制が適していると考えられる。

3. 「導入計画」に関する項目

課題：開発候補地の現地状況に即した流量設定・ルート検討・水車選定を行い、概略コストも含めた発電ポテンシャルを把握した導入計画を立案する必要がある。これらの導入計画を立案する機関・人材の確保が必要である。

対応策：水機工業は、バリ州内に駐在員事務所を設立する方針である。これらの導入計画に関するプロモーション活動を行うことで、市場把握にも繋げることが可能である。

4. 「事業性評価」に関する項目

課題：小水力発電設備の導入判断には、適切な事業性評価（B/C 評価 or IRR 評価）を行い、最終的な投資判断を行う必要がある。

対応策：本事業において、事業性評価を行う発電施設管理キャッシュフローの標準様式を提案

した。本普及実証事業で得られた実勢の維持管理費（人件費・備品材）を参考指標に、次期候補地の導入計画とあわせて事業性評価を適切に行う提案が可能である。

5. 「計画・設計」に関する項目

課題：小水力発電設備の設置には、現地状況や発電規模に応じて測量調査や土木施設設計などの調査計画・設計が必要となり、専門人材の確保が課題である。

対応策：水機工業の小水力発電システムの場合、最小限の既存農業用水路の改変で据付設置が可能であるため、専門人材を確保せずとも技術対応が可能である。しかし、高度な技術対応が必要な場合には専門人材へ外部委託することなども考えられる。

6. 「維持管理」に関する項目

課題：小水力発電設備の維持管理を担務する管理組織を設立し、管理担当者への技術研修を実践しているが、これらの技術研修を自立的に継続実施することが重要である。

対応策：水車発電設備の維持管理については、据付、運転試験時に実機を用いて操作方法説明書を基に研修を実施している。あわせて保安規定や点検記録（日常点検・定期点検）を示した維持管理マニュアルを提示した。このマニュアルをベースに点検記録を残すことで、維持管理に係る継続性は持続できると考えている。

7. 「不可抗力」に関する項目

課題：雨季には、農村地域の用排水路や街路で土砂崩落等の損傷が見られることもあり、上流で土砂崩落があれば、小水力発電システムの発電量にも影響が出る。

対応策：農業用水路の補修維持は、従前と同様にスバックが行うことになる。本事業で設置した小水力発電設備導入をきっかけに受益者となるテンペイから運営協力金を徴収することになった。これら運営協力金による収入を、発電量を維持する水車発電設備を含む農業用水路の補修維持に充当することは可能である。

8. 「人材育成」に関する項目

課題：小水力発電設備の導入には、設計・施工企業の機械・電気・土木の専門技術が必要となる。これらの専門性に対応できる技術者育成とあわせて、運営者側の維持管理に関するメンテナンス技術者の育成も必要である。

対応策：水機工業は、バリ州内に駐在員事務所を設立する予定であり、ウダヤナ大学の卒業生を現地雇用し、雇用人材への設計・施工・メンテナンスに関する技術教育等の人材育成を実践する方針である。将来的に現地雇用された人材により、小水力発電導入に関する技術対応が可能となれば、運用者へのメンテナンス技術の伝承も可能となる。

9. 「普及展開」に関する項目

課題：バリ州内での小水力発電設備の新規導入を図るうえで、上記の「開発地点情報」「導入計画」「事業性評価」「事業実施体制」「計画・設計」で挙げられた課題を越えて初めて設置導入に至るため、相当の時間を要することが想定される。また、水機工業の水車発電設備の普及展開には初期コストを削減するため、現地企業との技術提携を図り、

現地生産化することが不可欠である。

対応策：水機工業は、技術提携を図る現地企業の選定を行っており、水機工業の有する特許技術も含め、技術供与・ライセンス生産の項目やライセンス料に関して調整協議中である。また、技術提携を図る現地企業とは、設置導入に至る検討過程の情報・技術を共有しながら協力することで合意している。バリ州内における小水力発電導入の裾野拡大に向けて、双方企業が連携することで普及展開の可能性は十分に期待できる。

4. 本事業実施後のビジネス展開計画

(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定

① マーケット分析（競合製品及び代替製品の分析を含む）

富山市とバリ州やタバナン県の行政間で協力協定が結ばれたことで、今後も普及展開に大きな協力を得られることが想定される。すでにバリ州内の複数自治体からバリ州を通じて、開発可能な地点情報を得ている。バリ州内には本事業と同様の地形や農村環境を持つ箇所も多く存在しており、本事業により無電化地域における小水力発電システムの様々な優位性が周知されていることで、当面の案件形成につながる見込みである。また、自治体のみならず、民間企業からも設置希望の打診をいくつか受けており、導入先も幅広く展開されることが予想される。

また、バリ島における水田は、伝統的なスバックによる管理によって用水路は適切な状態に保たれており、雨期・乾期はあるものの、水量も安定的に流れていることが分かった。また、バリ島において水田が発達した地域は、地形的な特徴があることで用水の流量は伏流水によって安定している。図 4-1 にバリ島の湧水の分布図を示す。「バリ島の水文地形特性：島野安雄」によると、中央部南側の標高 500m 付近に湧水の分布が多く、それより低いところで水田が発達している。これらのことから、バリ州内には小水力発電に必要な流量および落差があり、独立分散型の小水力発電設備の適用が期待できる。



図 4-1 湧水の分布図（出典：バリ島の水文地形特性：島野安雄）

行政機関、民間企業等へのヒアリングの結果、水機工業が製造する用水路対応型の水車については、現在のところバリ島内には競合相手が存在しないということが分かっている。しかしながら、水車自体は比較的簡単な構造であることから、類似品が出回る可能性も想定される。実際に、安価な外国製の水車が導入されているという情報もある。

水機工業としては、導入計画から水路に合わせたオーダーメイドの水車製造、メンテナンスまでを一式で取り扱うことで、品質や信頼性の高さをしっかりとアピールしながら、ブランド力を構築することでシェア獲得を目指す予定である。

インドネシア全体では電化は進んできているが、農村地域には現在も未電化地域が存在しており、電力不足状態の改善までにはまだ時間がかかる。必要最低限の生活をするために、電力を求める需要は増えており、オフグリッドで独立分散型の再生可能エネルギーの導入促進も期待できることから、市場は引き続き拡大するものと考えられる。

また、小水力発電の長所として、昼夜安定した発電が可能で、太陽光発電や風力発電のように天候に左右されない再生可能エネルギーのベースロード電源として位置付けられている発電方式である。また、小水力発電は、発電能力に対する実際の発電量（設備利用率）が高く、小さな出力(kW)で発電量を賄うことができる。発電方式ごとの一般的な設備利用率は、太陽光発電では平均 12%、風力発電では約 20~30%に対して小水力発電の設備利用率は平均 60%であり、太陽光発電の約 5 倍に相当する。用水路を活用した小水力発電は、用水量をコントロールすることで、設備利用率を 100%まで向上させることができ、24 時間 365 日発電可能なベースロード電源として運用が可能である。

表 4-1 発電設備形式 コスト比較表

発電設備	小水力発電 (提案水車)	太陽光発電	風力発電 (陸上)
設備利用率 %	60% (100%)	12%	20%
1kW 当り発電量 kWh	5,256kWh (8,760kWh)	1,051kWh	1,752kWh
1kW 当り建設コスト 円/kW	150 万円/kW ※1	36.4 万円/kW ※2	125 万円/kW ※3
1kWh 当り建設コスト 円/kWh	285 円/kWh (171 円/kWh)	346 円/kWh	713 円/kWh

※1：提案水車 国内市場見積価格

※2：10kW 未満資本費（調達価格等算定委員会：H27.2）

※3：20kW 未満資本費（調達価格等算定委員会：H27.2）

独立分散型としての再生可能エネルギーの発電設備のなかで、小水力発電設備となる提案製品は、他の発電設備（太陽光発電、風力発電）の建設コスト（太陽光発電 36.4 万円/kW、風量発電 125 万円/kW）と比較すると高価であるが、小水力発電は 1kW 当りの発電量が多く 1kWh 当りの建設コスト（円/kWh）では、最も安価な発電設備である。今後、提案水車の現地生産化による建設コスト縮減となれば、更なる 1kWh 当りの建設コストの縮減が可能となり、再生可能エネルギーの普及促進に寄与できる設備であると確信している。

また、小水力発電は、現地の気候（日射量・風速）に左右されることのない安定した発電が 24 時間可能であることから、棚田用水路が発達し、流量・落差が確保できる用水路網地域では、周辺環境・景観へのインパクトが少なく、安定的な電力供給が可能なベースロード電源として最も適している発電設備である。

② ビジネス展開の仕組み

非公開

③ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール

非公開

④ ビジネス展開可能性の評価

非公開

(2) 想定されるリスクと対応

非公開

(3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果

非公開

(4) 本事業から得られた教訓と提言

① 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓

本普及実証事業で実施した小水力発電システム導入には、水利権者となる水利組織（スバック）や地権者の事業への理解が不可欠であった。案件化調査の段階から小水力発電への理解を深めるため、地元説明会を幾度と行ってきていたが、普及実証事業では工事着手に向けて地元説明会を開催したうえで施工への協力を仰いだ。この協力依頼に対して、地域住民（スバック組合員）は、土木工事・水車発電機据付工事・電気配線工事まで一貫した施工協力を行ってくれた。技術指導も兼ねた施工を協同で行うことで、現場で相互のコミュニケーションが深まり、これから小水力発電を運用していく地域住民の意識啓発と技術力向上にも繋がった。事業を円滑に進めていくためには、関係各所との密なコミュニケーションを図ることが重要である。

また、資機材の輸送に関して、契約時は免税措置を利用し、日系の輸送業者にて機材等を輸送する予定で見積りを取得していたが、免税措置の手続きに相当程度の日数を要することが判明したため、工事工程の進捗に支障がでることから、免税措置を受けないこととした。免税措置を受けない場合、現地にて荷受人を充当する必要があることから、現地で輸入ライセンスを持つ荷受人を探す必要が生じた。しかし、水車の機材等を引き受けることができるライセンスを保有する荷受人が現地にあまりいなかったため、探しだすことに時間を要し、工事進捗にも影響がでることとなった。それぞれ輸送する機材等に合致するライセンスを保有する荷受人を探すことは労力がかかり、比較対象ができるほどの人数を見つけ出すことも難しいため、輸送費用価格の比較もできにくい状況になることが想定される。輸送を検討する際は、時間的な余裕をもち取り組むことを推奨する。

② JICA や政府関係機関に向けた提言

小水力発電システムの普及にあたっては、初期投資をいかに抑えるかが大きなポイントである。我が国では、水利組織等の公益的組織が事業主体となる再生可能エネルギー導入に対して、国庫予算による補助金支援制度（国庫負担 50%）がある。この補助金制度の導入により小水力発電所

の計画・建設が一機に加速した。

インドネシア国や州政府等からの補助金支援制度があれば、小水力発電を含む再生可能エネルギー全体の普及展開への後押しとなり、インドネシア国の開発課題解決にさらに貢献することが可能となる。

添付資料

非公開

Renewable Energy and Energy Conservation Directorate
General of New, Renewable Energy and Energy
Conservation, Ministry of Energy and Mineral Resources

Summary Report

Indonesia

Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Eliminating Power Shortage in Rural Area by Flume-Adaptive Small Hydroelectric System

March 2019

Japan International Cooperation Agency

Suikikogyo Co., Ltd.

1. BACKGROUND

Electricity shortage has become a serious problem in today's Indonesia. Although as a national-level response, PLN has been providing electricity in a planned manner, the majority of the planned provision area is limited to the island of Java. Also, it is assumed that it will take a long time to lay out the plan to develop the infrastructure for the provision of electricity to rural areas.

As securing the provision of electricity is the key to the development of rural areas, many voices are calling for the prioritization of electricity security in building the vital infrastructure for rural areas as well.

In Bali province, the provision of electricity to tourism areas is given priority. Therefore, although the improvement of electrification ratio in rural areas is progressing, the result of questionnaires/interviews of local residents has shown that the satisfaction level is very low.

In Tabanan regency, which is the target area of this project, non-electrified areas still exist. Even in electrified households, electricity shortages frequently occur for those with 450W to 900W contracts, thus making social activities restricted mainly at night. For this reason, in Tabanan regency, the Electrification Promotion Plan is listed in Article 24 of the Tabanan Regency Regulation, while at the same time, Article 9 of the Regency Regulation has positioned the securing of energy resources in the Comprehensive Policy and Regional Development Program of the Comprehensive Mid-Term Development Plan. However, PLN has no future plans to enhance the infrastructure to improve electricity provision to rural areas, thus resulting in no progress at all in electrification as essential infrastructure.

Also, at the moment, PLN has no plans to improve or build electricity provisioning facilities. For this reason, one of the issues relating to development is the lack of electricity, which is a fundamental infrastructure indispensable for the modernization of rural areas.

The Subak of Jatiluwih village in Tabanan regency hopes to improve the situation of electricity provision which is the essential lifeline of rural areas. Since PLN has not prepared a new infrastructure enhancement plan in this area, they need an off-grid decentralized independent source of electricity. As Bali province promotes the introduction of renewable energy, "small hydroelectric power generation" utilizing the plentiful water of Jatiluwih Village is proposed as a promising technology.

2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME'S TECHNOLOGIES

(1) Purpose

Verify the operation system of electric power that local residents can maintain and manage in a self-sustaining way by implementing technical training for local residents in Jatiluwih Village, Tabanan Regency, Bali. In addition, propose a dissemination introduction model which will be able to develop this system to other areas in Bali.

(2) Activities

Through the implementation of this project, the following three output are expected:

Output 1: Demonstrate the flume-adaptive small hydroelectric system through providing power for street lights

【Activities pertaining to Output 1】

- 1-1 Measuring/Survey for the installation site of the water wheel and street light.
- 1-2 Application for water right of the water wheel and road permission of the street light
- 1-3 Manufacture of water wheel (include the training on the process of manufacture)
- 1-4 Transportation/Import of the Product
- 1-5 Installation of the Product at the survey site
- 1-6 Demonstration of power generation

Output 2: Verify the operational system for hydroelectric system that is maintained and managed by local residents in a self-sustaining way

【Activities pertaining to Output 2】

- 2-1 Installation of operating organization for the hydroelectric system
- 2-2 Formulation of the operation plan
- 2-3 Conduct technical training about hydroelectric system and site visit for case study in Japan
- 2-4 Verification of beneficial effect by introduction of water wheel
- 2-5 Implementation of technical training through the cooperation with local residents for installation and the practice of maintenance and management
- 2-6 Create the manual of maintenance of water wheel

Output 3: Propose dissemination introduction model of the hydroelectric system

【Activities pertaining to Output 3】

- 3-1 Installation of regional cooperation consortium and hold conferences
- 3-2 Verification of the dissemination introduction model
- 3-3 Build an overseas business model and proposal of diffusion development plan for overseas strategy

(3) Information of Product/ Technology to be Provided

The products installed for this project are as follows:

[Overall Quantity]

Waterwheel unit (4 units), generator (4 units), storage battery panel (3 sides)


Power distribution facilities


(LED lighting: 200 units, Extension of wire cable L=4,825m)

[Installed Waterwheels]

◆ Open flow waterwheel (movable breastshot waterwheel)


This type of waterwheel is rotated by intercepting the water current on the outer circumference of the impeller. It has a characteristic where its structure is relatively unaffected by garbage and can deal with discharge fluctuation.

[SITE2-3]	Waterwheel Specifications	
	Water usage	0.03 m ³ /s
	Net head	1.0 m
	Power generation efficiency	55%
	Power output	0.16kW
	Waterwheel diameter	ø1.2m

[SITE7]	Waterwheel Specifications	
	Water usage	0.014 m ³ /s
	Net head	2.1 m
	Power generation efficiency	55%
	Power output	0.16kW
	Waterwheel diameter	ø2.5m


◆ Spiral waterwheel

A type of waterwheel where a rotational force is produced by intercepting the incoming water flow with its spiral blades. It has high durability and relatively unaffected by garbage.

[SITE2-1]	Waterwheel Specifications	
	Water usage	0.03 m ³ /s
	Net head	2.5m
	Power generation efficiency	55%
	Power output	0.4kW
	Waterwheel diameter	ø0.47m

◆ Propeller waterwheel

A type of waterwheel where a rotational force is produced by letting the incoming water from the channel to flow through its feather-shaped runner blades. Can also be used with siphon method. Applicable in places with low head and high discharge.

[SITE5]	Waterwheel Specifications	
	Water usage	0.07 m ³ /s
	Net head	12.0 m
	Power generation efficiency	60%
	Power output	4.9kW
	Waterwheel diameter	ø150mm

(4) Counterpart Organization

[Name of Organization] Directorate of Renewable Energy and Energy Conservation,
Directorate General of New, Renewable Energy and Energy Conservation,
Ministry of Energy and Mineral Resources

The Ministry of Energy and Mineral Resources has jurisdiction over all sectors relating to resources and energy. This ministry is comprised of the Directorate General of Electricity, the Directorate General of New Renewable Energy and Energy Conservation, the Directorate of Oil and Gas, and the Directorate General of Mineral and Coal. The counterpart of this project is the Directorate General of New Renewable Energy and Energy Conservation, which was established separately from the former Directorate General of Electricity and Energy Utilization in 2010 to promote the development of new and renewable energy and energy conservation.

(5) Target Area and Beneficiaries

Jatiluwi Village, Tabanan Regency, Bali Province, Indonesia

(6) Duration

From April 2017 to July 2019

(7) Progress Schedule

The installation of waterwheel machinery was started with civil engineering and installation work with the collaboration of Subak members under the guidance of Suikikogyo employees and finished off with trial run and adjustment. As a result, we were able to do a completion ceremony as planned on November 27, 2017.

Then, we have established a sustainable local organization structure through technical training for the members of the Subak, which is the organization that will manage the generator system.

In addition, by holding an executive committee led by government agencies, we have managed to share information with local governments within Bali, which resulted in expectations for further dissemination and adoptions in the future.

Shown below is the work schedule (plan and achievement).

Work contents		2017											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1. Demonstrating the performance of flume-adaptive small hydroelectric systems (4 units) by normal operation of the product and provision of electricity for streetlights on the site.													
1.1 On-site measurement and design process for placement of waterwheel and streetlights	Local		.....									
	domestic		.....									
1.2 Applications for water rights for the waterwheel and roadside permits for the streetlight	Local		...										
	domestic		...										
1.3 Production of waterwheels	Local		.....									
	domestic		.....									
1.4 Machinery transportation and haulage	Local		.....		.....	.....			
	domestic		.....		.....	.....			
1.5 Implementation of waterwheel installation work	Local		...		.....	.....	.....	.....
	domestic		...		.....	.....	.....	.....
1.6 Small hydroelectric generator verification experiment	Local								.....			.....
	domestic								.....			.....
2. Verification of a system that will contribute to sustainable improvement of the living environment through an independent operational organization by Subak													
2.1 Establishment of small hydroelectric system operation organization	Local		...							.....
	domestic		...							.....
2.2 Formulation of small hydroelectric system operation plan	Local		...		.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	domestic		...		.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2.3 Technical training and case observation by dispatching trainees and officials to Japan	Local				.....							
	domestic				.....							
2.4 Verification of the beneficial effect from the introduction of waterwheels	Local					.....				.....		.....	.....
	domestic					.....				.....		.....	.....
2.5 Collaborative work with local residents and implementation of technical training through practicing maintenance management	Local		.....					.....	.....	.....		.....	.....
	domestic		.....					.....	.....	.....		.....	.....
2.6 Composing a maintenance manual for the waterwheel	Local					.....						.....	.....
	domestic					.....						.....	.....
3. Proposal of a model for sustainable dissemination and implementation of flume-adaptive small hydroelectric system			1st		WG		2nd		3rd		4th		
3.1 Establishment of executive committee and hold the meetings	Local		.....		.....		.....		.....		.....		.....
	domestic		.....		.....		.....		.....		.....		.....
3.2 Devising the dissemination and implementation model	Local								.....	.....	.....	.....	.....
	domestic								.....	.....	.....	.....	.....
3.3 Construction of overseas business model and formulation of dissemination plan in Indonesia	Local								.....	.....	.....	.....	.....
	domestic								.....	.....	.....	.....	.....

Local work (Plan) Local work (Result) ———
Domestic work (Plan) Domestic work (Result) ———

Work contents		2018												2019				
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	
		1. Demonstrating the performance of flume-adaptive small hydroelectric systems (4 units) by normal operation of the product and provision of electricity for streetlights on the site.																
1.1 On site measurement and design process for placement of waterwheel and streetlights	Local																	
	domestic																	
1.2 Applications for water rights for the waterwheel and roadside permits for the streetlight	Local																	
	domestic																	
1.3 Production of waterwheels	Local																	
	domestic																	
1.4 Machinery transportation and haulage	Local																	
	domestic																	
1.5 Implementation of waterwheel installation work	Local																	
	domestic																	
1.6 Small hydroelectric generator verification experiment	Local																	
	domestic																	
2. Verification of a system that will contribute to sustainable improvement of the living environment through an independent operational organization by Subak																		
2.1 Establishment of small hydroelectric system operation organization	Local																	
	domestic																	
2.2 Formulation of small hydroelectric system operation plan	Local																	
	domestic																	
2.3 Technical training and case observation by dispatching trainees and officials to Japan	Local																	
	domestic																	
2.4 Verification of the beneficial effect from the introduction of waterwheels	Local																	
	domestic																	
2.5 Collaborative work with local residents and implementation of technical training through practicing maintenance management	Local																	
	domestic																	
2.6 Composing a maintenance manual for the waterwheel	Local																	
	domestic																	
3. Proposal of a model for sustainable dissemination and implementation of flume-adaptive small hydroelectric system																		
3.1 Establishment of executive committee and hold the meetings	Local																	
	domestic																	
3.2 Devising the dissemination and implementation model	Local																	
	domestic																	
3.3 Construction of overseas business model and formulation of dissemination plan in Indonesia	Local																	
	domestic																	

Local work (Plan) Local work (Result) —

Domestic work (Plan) Domestic work (Result) —

(9) Implementation System

In order to adapt the small hydroelectric system to the locality, we had external support from NiX Co., Ltd., which has rich know-how on subjects such as power generation and construction plan. We also had another external supporting from Toyama city, who acted as an indispensable supporter for negotiations with government agencies. Toyama city has a very good relationship with the Tabanan regency (the local counterpart) in the promotion of the environment-friendly future city project.

In addition, the Ministry of Energy and Mineral Resources, which is the counterpart of this project, has jurisdiction over all sectors of resources and energy in Indonesia, and we are working together with them to promote the dissemination of renewable energy domestically in Indonesia. As the project executor, we are also cooperating with Tabanan regency, which is a target area for the project, in order to facilitate the smooth deployment of the project, such as coordination with local residents and also with government officials. Also, officials from the Bali provincial government is participating in the executive committee as its chairperson and members to promote the dissemination within Bali province as well as within Indonesia. This way, they provide support as the supporting organization for the dissemination.

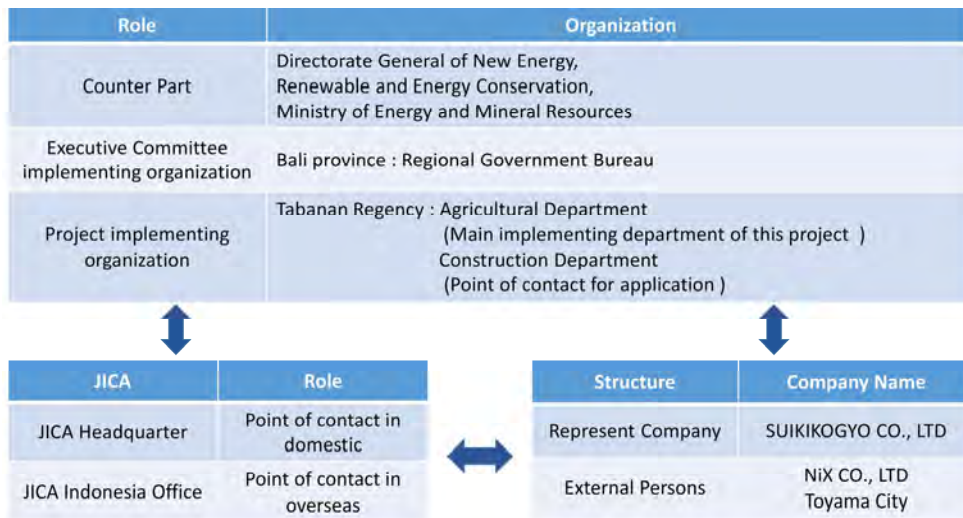


Figure-1 Implementation organization chart

3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY

(1) Outputs and Outcomes of the Survey





Output 1: Demonstrate the flume-adaptive small hydroelectric system through providing power for street lights.

1.1 On-site measurement and design process for placement of waterwheel and streetlights

On-site survey, measurement and discharge observation were carried out at all four sites where waterwheels are installed. In addition, we conducted interviews with irrigation administrators and the Subak to find out about the water management situation.

Based on these surveys, the suitable type of waterwheel (waterwheel structure) and generator specifications for each site were determined and organized as follows.

Table-1 Waterwheel Specifications and Overview of Installation Locations

Site name	Site 2-1	Site 2-3	Site 5	Site 7
Specific Location	Within Tempek Umaduwi, Jatiluwih Village	Within Tempek Umaduwi, Jatiluwih Village	Within Tempek Umakayu, Jatiluwih Village	Within Tempek Telabah Gede, Jatiluwih Village
Number of Household	40	40	37	110
Water source/facilities used	Pandawa Lake underground stream, irrigation channel drop structure			
Waterwheel type	Spiral waterwheel	Open flow waterwheel	Propeller waterwheel	Open flow waterwheel
Place of installation Ownership/Consent	Administered by the Subak, consented by the Subak			
Permits	Waterwheel: applied through Tabanan regency. Streetlights: applied through Jatiluwih village			
On-site photos				
Specifications	Q=0.03m ³ /s H=2.5m Pt=0.40kW	Q=0.03m ³ /s H=0.9m Pt=0.15kW	Q=0.07m ³ /s H=12.0m Pt=4.94kW	Q=0.012m ³ /s H=2.5m Pt=0.16kW
Number of installed streetlights	81 lights		58 lights	61 lights
Installation work	Through collaboration with the Subak members			
Maintenance and operation	Organized by the Subak			

1.2 Detailed design on machinery, electricity, and civil construction for waterwheel and streetlight installation sites

Detailed design of waterwheels, wirings, waterwheel mounts and civil construction of each individual streetlight location at all four sites were carried out based on the on-site survey. In designing the facility of each site, it is necessary to select a high-efficiency waterwheel type adapted to the locality after setting the flume configuration (shape and head) and optimum water usage. From the result of the on-site survey, Suikikogyo selected three types of waterwheel for the sites of this project.

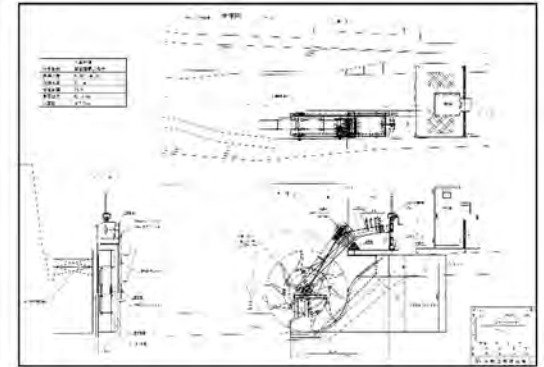


Figure-2 Waterwheel design drawing example (SITE7)

The design for electromechanical facilities was based on the selected waterwheel type, and for the civil construction design we laid out the detailed design of the channel where the waterwheel would be mounted based on the hydraulic calculations and the allowable stress of the mounting load and procured materials. We also laid out a detailed design for the wiring route of the streetlight installation section and the electrical wiring construction based on the watt-hour amount of generated electricity and the assumed load amount.

1.3 Applications for water rights for the waterwheel and roadside permits for the streetlights

Tabanan regency is responsible for processing the permit for water rights in relation to the installation of waterwheels, while Jatiluwih village is responsible for processing the permit for road occupation in relation to the installation of streetlights. Based on the design drawing that we have created, we prepared the application documents for water rights and road usage permit for streetlights and conducted consultation and file the application with Tabanan regency and Jatiluwih village.



Figure-3 Permits

Application for the water right permit was filed to Tabanan regency on April 27, 2017, and the permit was obtained after they confirmed the design. Application for the road occupation permit was filed to Jatiluwih village on May 5, 2017, and the permit was obtained after they confirmed the plan.

1.4 Production of waterwheels

The following waterwheels and related equipment such as control panels were manufactured at Suikikogyo's Oyabe Factory.

- SITE 2-1: Spiral waterwheel, SITE 2-3 and SITE 7: Open flow waterwheel,
- SITE 5: Propeller waterwheel

Based on the results of the on-site survey, prototypes of the waterwheel type to be adopted were prepared in advance, and checks were made to their performance such as output characteristics. After that, the actual production of the waterwheel to be installed on-site was commenced. During the manufacturing process of the actual machinery, we welcomed the engineers sent to Japan and conducted a factory workshop and technical training for them (Activity 2.3) for the purpose of practicing the manufacturing process from production, assembly, and maintenance.

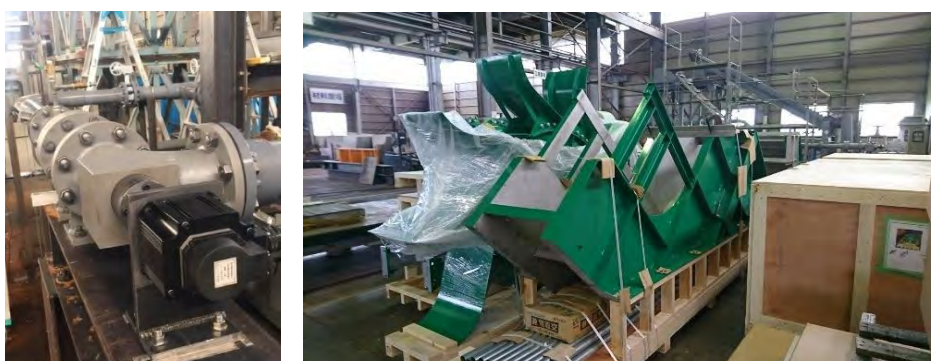


Figure-4 Waterwheel production scenery

1.5 Machinery transportation and haulage

The produced waterwheel equipment was shipped by sea from Toyama New Port to the Port of Surabaya in Java island, Indonesia. After arriving at Surabaya Port, the equipment underwent the immigration check and customs procedures and then shipped to Denpasar, Bali via the sea. After arriving in Denpasar, the equipment was brought to the site by land transportation. In regard to the transportation, we received tremendous cooperation from the local government, namely the Ministry of Energy and Mineral Resources, the Ministry of Home Affairs, Bali Province and Tabanan Province, thus enabling for smooth custom and unloading process.

1.6 Local re-subcontract to the Subak

In this project, it was decided that, after the small hydroelectric system has become operational, the responsibility for the maintenance and operation of the waterwheel power generation facility will be handled by a local operation organization with the Subak as its core.

The Subak, the local irrigation association, has long been responsible for civil engineering work relating to the maintenance of terraced paddy fields, such as renovation and repair of waterways, farm roads, etc. For this reason, it was possible to smooth the construction progress and reduce the construction cost by subcontracting the entire related works to the Subak which is familiar with the local conditions around the terraced paddy fields (irrigation and drainage system, farming lands, landowners, administrative division, etc.). Also, it was necessary for the Subak, who will be responsible for the operation, to learn and be knowledgeable about various management techniques pertaining to the mechanism of waterwheel power generation facilities, wiring of electric cables, as well as preservation and maintenance of waterways, by engaging in every part of the on-site installation work (construction work, electrical work, equipment mounting work).

By allowing the Subak to directly engage in construction work, we were able to simultaneously conduct technical training for local staff and raising awareness of power generation facility management. For that reason, we selected the Subak as the subcontractor for civil engineering, electrical, and installation works, and entered into a business contract with them on April 28, 2017. The construction work was commenced after discussing the entire construction process and procedure in advance, while also giving considerations to process control and safety management.

1.7 Implementation of waterwheel installation work and electrical work

The waterwheel installation work was carried out under technical supervision by engineers of Suikikogyo due to the necessity of installation technology. In addition, electrical work (street light installation work, etc.) was implemented in tandem, thus building a small hydroelectric system in which the waterwheel power generation facility and the load facility (streetlight) are operated as a set. These series of construction work were implemented in cooperation with the Subak under the guidance and supervision by engineers of Suikikogyo, which also served as technical guidance for local human resources. After checking the operation of the small hydroelectric system, we have confirmed that it was operational without problems, and 200 streetlights were installed as well.

Table2 Waterwheel installation work schedule

	2017														
	July			August			September			October			November		
	Early	Mid	Late	Early	Mid	Late	Early	Mid	Late	Early	Mid	Late	Early	Mid	Late
SITE 2-1	Preparation for streetlight installation						Burial of electric cables	Installation of equipment and waterwheel mount, burial of electrical conduit	Installation and adjustment of equipment	Trial operation and adjustment					
SITE 2-3	Preparation for streetlight installation					Burial of electric cables	Installation of waterwheel mount, burial of electrical conduit	Installation and adjustment of equipment	Installation of control panel	Trial operation and adjustment					
SITE 5	Production of pipelines	Installation of pipelines						Installation and adjustment of equipment	Installation of control panel	Trial operation and adjustment					
		Burial of electric cables													Control panel shed
			Water diversion work												
SITE 7	Preparation for streetlight installation					Burial of electric cables	Burial of electric cables	Installation of waterwheel mount and equipment	Installation and adjustment of equipment	Installation of control panel	Trial operation and adjustment				
Overall	Discussion/ meeting			Second transportation				Unloading and transportation of equipment		Wiring of related facilities such as temples					Information session
	Purchase of electric cables														

1.8 Small hydroelectric generator verification experiment

In this small hydroelectric system, electricity generated during the daytime is stored, and the stored electricity is then used for the streetlights together with the electricity generated at night. After the completion of the waterwheel installation, we conducted trial operation to confirm that small hydroelectric system is operational and made adjustments so that it is able to generate electric power continuously. Activation and deactivation of the waterwheel power generation system and error response are implemented together with maintenance personnel from local partner companies and the Subak, in tandem with technical guidance on the operational aspect.

We have performed an operation test, durability test, data collection, adjustment of products/equipment, activating streetlights, and confirmation of the operational condition of power storage equipment. Then, after confirming that it functions as a power generation/storage battery/lighting system, completion inspection was carried out.

1.9 Completion and activation ceremony

In celebration of the completion of the small hydroelectric system, a completion and activation ceremony organized by the Tabanan regency was held in Jatiluwih village on November 27, 2017.

From the Indonesian side, the event was attended by Ms. Maritje, the Director of Various New and Renewable Energy from the Ministry of Energy and Mineral Resources; Mr.

Sugiarto, the Director of Deconcentration and Cooperation from the Ministry of Home Affairs; Mr. Nelson, the Head of Cooperation Facilitation Center from the Ministry of Home Affairs; and Ms. Eka, the Regent of Tabanan. From the Japanese side, the event was attended by Mr. Chiba, the Consul General of Japan in Denpasar; Mr. Ando, the Chief Representative of JICA Indonesia; Mr. Nitta, the Director of JICA Hokuriku; Mr. Mori, the Mayor of Toyama; and other participants of this project.

In the ceremony, the Regent of Tabanan, Ms. Eka, expressed her appreciation for this project, while the Mayor of Toyama City, Mr. Mori, stated his expectation for the dissemination of small hydroelectric system all over Bali and Indonesia. In addition, an activation ceremony was held in the ceremony, in which the participants confirmed that the small hydroelectric system is operational.

1.10 Routing arrangement of the small hydroelectric system

Shown below are the connection routes and the placement of equipment as arranged for the small hydroelectric system.

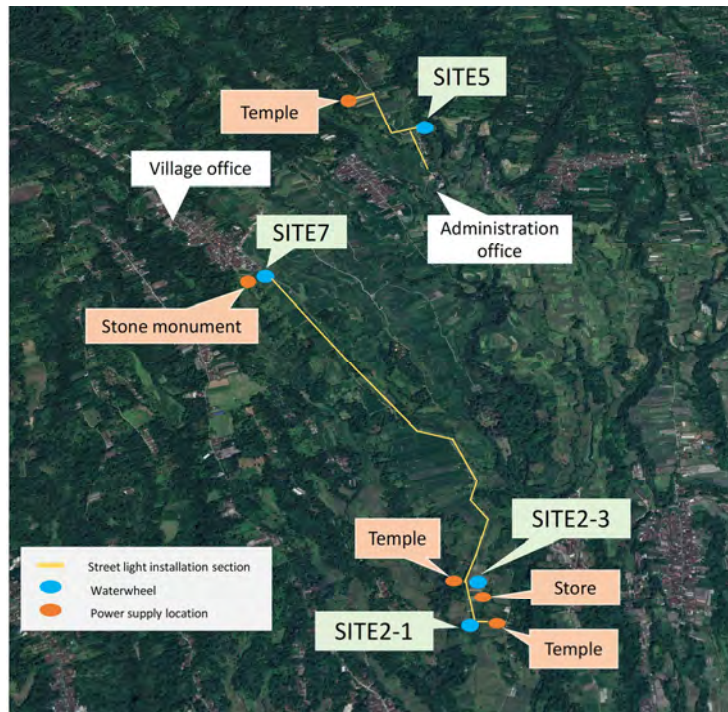


Figure-5 Small hydroelectric system placement map

Output 2: Verify the operational system for hydroelectric system that is maintained and managed by local residents in a self-sustaining way

2.1 Establishment of small hydroelectric system operation organization

Since it is necessary to have a sustainable management organization for the operation of the small hydroelectric system, it was judged that it is appropriate for the Subak, the existing irrigation association, to handle this role. For this reason, we held a briefing session with the Subak explaining the necessity of establishing an operational organization in order to maintain and manage the waterwheel for sustainable operation. As a result, an operational organization was established with the Subak of Jatiluwih village at its core.

The main roles of the operational organization are general operation and maintenance of the facility, as well as administrative duties relating to project income and expenditure, such as managing the collection system for operational cooperation fee and managing the cost of maintenance.

In regard to general operation and maintenance of the facility, basic maintenance and daily inspection are carried out by Subak members. Safety regulation was established for the safety management of the small hydroelectric system and an "chief electrical engineer" and "chief flume engineer" were appointed from among the Subak members, and a system to carry out sustainable security duties was established.

Maintenance funds necessary for managing the operation are collected from each household belonging to the Subak in the form of operational cooperation fee of Rp 5,000/month per household. With this operational cooperation fee as an independent financial source, this fund is managed by the Subak as a source of funding to be used for operating funds or investment reserve funds.

Group discussions regarding the collection of operational cooperation fee were held with the Subak members, the regency, village, and Tourism Management Association. They recognized that public streetlights, which are brought about by the adoption of the small hydroelectric system established by this project, are beneficial for the public in terms of farming and tourism. As a result of carefully explaining what all households can enjoy as beneficiaries, revenue in the form of operational cooperation fee can be expected from about 500 households from seven Tempeks. We explained that with this fund as the foundation, regular inspection and maintenance repair could be steadily implemented. In addition, visitors and tourists who come to visit the waterwheels have increased to about 450 people since their installation, and there is an increase in revenue from the entry fee for entering Jatiluwih village. This entry fee is managed by the Tourism Management Association, and it is a part of a scheme in which the Tourism Management Association pays Rp 15,000/month as labor expense to the personnel responsible for maintaining and managing the waterwheel. With operational cooperation fund and revenue from the entry fee as the foundation, tour inspection and waterwheel maintenance expenses are managed with an accounting system.

On the basis of the above-mentioned operating system plan (technical control and accounting management), we have proposed a project income and expenditure plan (project cashflow) that is necessary for the operation of the electric power station. Based on that, we have laid out a financial plan with the Subak as the main entity and maintain an independent operational organization.

2.2 Formulation of small hydroelectric system operation plan

We have presented a (draft of) maintenance management manual based on the safety preservation regulations pertaining to protection duties to be supervised by the enterprise operating the small hydroelectric power equipment within this project, and also made an effort to promote understanding of the work content to be handled by the operating organization. The contents of this manual define the division of duties and personnel related to maintenance, such as Chief Electrical Engineer engaging in the preservation of electrical equipment and Chief Flume Engineer engaging in the preservation of civil engineering equipment. As a result of coordination with the Subak, we have reached a decision regarding the facility manager in charge of the technical part of the operating organization, in which those who have received training in Japan and engaged in the on-site construction work will assume the responsibility, and thus we appointed two PICs for electrical/machinery preservation and one PIC for civil construction and flume preservation.

2.3 Technical training and case observation by dispatching trainees and officials to Japan (June to July 2017)

We have carried out the hosting of visitors to Japan, in which they are divided into two groups: government officials and engineers who will be responsible for the maintenance of waterwheels.

① Case observation (for government officials)

We have carried out the hosting of visitors to Japan with 8 government officials (from the Ministry of Home Affairs, the Ministry of Energy and Mineral Resources, Bali Provincial Government, and Tabanan Regency) as participants. The purpose of this visit is to deepen mutual understanding through exchanging opinions and to promote dissemination and deployment. Activities of this visit consisted of tours to observe actual flume-adapted waterwheel machinery, conditions pertaining to power generation and electricity provision, as well as efforts to build the environment-friendly future city. (7 days)

By allowing the participants to deepen their understanding of the project as a whole and to recognize the environmental policies of Toyama city widely, this visit has brought a positive impact on the execution of the project as well as our cooperative relationship.

② Case observation (for engineers)

With 5 engineers (Subak chief and from Tempeks and local companies) as participants, the visitors were given training on the fundamental techniques aimed at future on-site operation and maintenance, in which they learned about the basics of power generator system through a workshop held at Suikikogyo (Oyabe factory) about the structure of waterwheel equipment and principles of power generation, and practiced on the disassembly, assembly, and maintenance using the actual machinery. In addition, they also participated in a tour to observe small power generators that had been introduced in Toyama prefecture, in order to deepen their understanding about the principles of power generation and its system, as well as receiving explanation about operational and maintenance method used by Josai Yosui LID, a power generation operator entity, in order to deepen their understanding on the issues to be tackled by an operator entity. (12 days)

We were able to provide effective training for the installation of waterwheels and the maintenance after installation by giving a deep understanding of the entire process starting from the principles of waterwheel and ending with disassembly and reassembly.

2.4 Verification of the beneficial effect from the introduction of waterwheels

After a certain period of time has passed since the waterwheel is operational, we conducted a questionnaire survey on both the operating organization and local residents.

The questionnaire survey was conducted with the aim of finding out about the effect of this project and the opinions of the residents of Jatiluwih village toward future management and dissemination so that these waterwheels and streetlights can be used in a sustainable manner.

According to the opinions obtained from the questionnaire survey, there were many positive opinions regarding the introduction of waterwheels. Some of these opinions are as follows: By placing streetlights on farm roads, the road at night became bright, and it became possible to go home late. Jobs that previously must be finished before the sun sets now can be continued to the night. The view at night is improved, and the number of tourists has increased. In addition, it became clear that there are many opinions regarding the future use of electricity, where many are wishing for the provision of electricity to public facilities, such as installation of streetlights, and also installation of lightings at meeting places and temples. Based on these opinions, we believe that, for future dissemination activities, the provision of electricity to public locations is desirable.

2.5 Collaborative work with local residents and implementation of technical training through practicing maintenance management

We have given our efforts on the technical training and the transfer of technology to enable self-sustainable management, through implementing cooperation at the time of machinery installation work and practical training on the maintenance after the waterwheel is operational. Although the machinery installation work was re-subcontracted to the Subak, Suikikogyo has conducted the transfer of technology through providing on-site supervision and guidance so that basic maintenance of the waterwheel could be carried out. As a result, facility managers are conducting periodic inspections, and there has been no particular failure and continues to operate since the waterwheels began their operation.

In addition, we provided operating instructions and maintenance manuals (described later) for the waterwheels and transferred our maintenance techniques based on these materials. By using these instructions and manuals, we have made it possible for local engineers to solve unclear problems by themselves, and so that the operation organization is able to initiatively implement the maintenance management.

2.6 Composing a maintenance manual for the waterwheel

We organized the maintenance regulations and the organizational structure based on the operation plan and drafted a maintenance manual tailored to local circumstances with references to the maintenance cases of Japan's small hydroelectric system and presented these to the Subak in January 2018. The maintenance structure, management particulars, and generator specifications (output, discharge, head, channel structure) of the operating organization are specified based on the opinions obtained from on-site construction work and training activities in Japan. We asked facility managers to check the contents of the maintenance manual draft, and adjusted contents which are difficult to understand. Then the draft was revised so that facility managers could understand it and can continue to be used in the future. This revised version was then presented as the final maintenance manual.

Output 3: Proposal of a model for sustainable dissemination and implementation of flume-adaptive small hydroelectric system.

3.1 Establishment of executive committee and hold the meetings

An executive committee was established, which is consisted of Bali Provincial Government, Tabanan Regency, the Subak, Udayana University, and Toyama City. Officials from various local governments in the province of Bali may also participate in the Executive Committee as necessary for each occasion. Appointment letters for this Executive Committee are issued by the Bali provincial government and sent to Toyama city.

The Executive Committee plays a role of concretizing cooperative systems such as administrative contacts, financial support, licensing applications, etc., for dissemination to the entire Bali province and other Indonesian regions after this project.

The Bali Provincial Government leads the Executive Committee as its secretariat and manages it as a committee.

The Executive Committee has convened seven times in total. During its meetings, we have timely reported on the implementation status of the small hydroelectric system verified through this project and gave members a deeper understanding of the effect of the adoption of this system. Also, the members of the Executive Committee have made several on-site inspections to the small hydroelectric system installed in this project, thus deepening their understanding of the characteristics of the waterwheels adopted in this project and the potential for electric power demand. During the visit, members of the Executive Committee have expressed their interest in the fact that the small hydroelectric system using agricultural water is environmentally friendly and does not adversely affect the use of agricultural water. There is a continuous problem that the introduction of renewable energy within Bali

province is not so popular so far. However, there are some opinions that this system is consistent with the Renewable Energy Plan of Bali province and if this project triggers the dissemination of the system within Bali province, it would be highly effective.

Also, at the 5th Meeting of Executive Committee, we have gathered advisory opinions on the suitable installation location for the small hydroelectric system to various administrative regions throughout Bali and confirmed the possibility of introducing this system to each region. As a result, we have confirmed that many of the local governments have positive opinions on the introduction of this system. Among them, Badung regency is very proactive in voicing their intent to introduce the system. The necessary expenses related to the installation of the hydroelectric power system will be spent on the public budget from the state, province, and regency level.

Table-3 Executive Committee Implementation Results

Session	Date	Purpose	Contents
1st	May 29, 2017	<ul style="list-style-type: none"> ● Formation of Executive Committee 	<ul style="list-style-type: none"> ● Consensus for the agenda of the meeting and selection of members as led by Bali province ● Ex post facto coordination for making this in the form of “executive committee” ● Administrative PIC made a proposal for a WG session
WG	Jul 2017		<ul style="list-style-type: none"> ● Executive Committee participant coordination (6 organizations from Bali province, Tabanan regency, Udayana University, Subak, and Toyama city) ● Appointment letter is issued by the Bali provincial government ● Group discussion in relation to the completion ceremony ● Establishment of Jatiluwih Subak Association
2nd	Sep 27, 2017	<ul style="list-style-type: none"> ● Confirmation of the status of construction progress and report on the activity in Japan ● Efforts for environmental conservation and ensuring safety ● Deliberations on the utilization of waterwheels, their effects, and management operation plan 	<ul style="list-style-type: none"> ● Report on activity in Japan ● Showing of a video explaining the status of construction progress ● Examination of the effects of waterwheel installation ● Confirmation on the Executive Committee structure
WG	Oct 2017		<ul style="list-style-type: none"> ● About the completion ceremony ● About the management of operation and maintenance
	Nov 27, 2017	<ul style="list-style-type: none"> ● Implementation of the completion (and activation) ceremony 	<ul style="list-style-type: none"> ● The completion (and activation) ceremony
3rd	Dec 5, 2017	<ul style="list-style-type: none"> ● Waterwheel inspection by participants and exchange of opinions 	<ul style="list-style-type: none"> ● Inspection on the already installed waterwheels (conducted by members of the Executive Committee) ● Reports on the completion of installation, the activation ceremony, etc.

			<ul style="list-style-type: none"> ● Exchange of opinions after on-site inspection
4th	Feb 1, 2018	<ul style="list-style-type: none"> ● Explanation of the small hydroelectric system to local government officials 	<ul style="list-style-type: none"> ● Giving explanation to local government officials about characteristics of small hydroelectric system ● Request for consideration of future development and candidate locations for introduction of the system
WG	Mar 2018	<ul style="list-style-type: none"> ● On-site inspection 	<ul style="list-style-type: none"> ● Inspection to Klungkung and Gianyar regencies
5th	May 14, 2018	<ul style="list-style-type: none"> ● Interviewing local government officials from regions within Bali to find information about other potential locations 	<ul style="list-style-type: none"> ● Questionnaire survey to each local government ● Checking the information about other potential locations
6th	Nov 20, 2018	<ul style="list-style-type: none"> ● On-site inspection to candidates for installation location 	<ul style="list-style-type: none"> ● Inspection to installation location candidate in Badung regency
7th	Feb 7, 2019	<ul style="list-style-type: none"> ● Group discussion concerning the possibility of introducing the small hydroelectric system to Badung regency ● Final report on each output 	<ul style="list-style-type: none"> ● Checking the review status of Badung regency after submitting the proposal ● Confirming that the budget for the project in Badung regency has been secured ● Final report on the output

One of the conditions for establishing the Executive Committee is a cooperation agreement between Bali province and Toyama city. Therefore, on November 28, 2017, a cooperation agreement between Bali province and Toyama city was concluded at the Bali Governor's office. Other than with the Bali provincial government, Toyama city also concluded a cooperation agreement with the State University of Udayana, in which they agree to not only cooperate with the Executive Committee on this project, but also publicize this project widely and aims to study and research the small hydroelectric power generation technology and to promote the dissemination within Bali province.

3.2 Devising the dissemination and implementation model

In Indonesia, there is no system in place to shore up subsidies from the national government for projects to introduce renewable energy such as small hydroelectric power generation. At present, since the central government allocates local budgets to local governments, it is more realistic to encourage project funding for small hydroelectric projects to be raised from the local budget. Therefore, in order to budget the project cost of this system to each local government, we implemented technical proposal on introduction of small hydroelectric system based on the potential investigation of candidate site, and we decided to construct a scheme to receive orders in public works.

In order to disseminate the small hydroelectric system in Bali province, we pitched this system to each local government in Bali through the Executive Committee, and multiple local governments had shown their interest. Particularly strong interest was shown by local governments having the same topography and environment as Jatiluwih village. As such, since local governments have expressed their requests and interests, we believe that initial marketability is fully expectable.

3.3 Construction of overseas business model and formulation of dissemination plan in Indonesia

With the dissemination and implementation model as our basis, we developed a dissemination plan for Indonesia together with Suikikogyo's business development plan.

As a result of the survey conducted in this project, Suikikogyo is considering a technical partnership with a local company with the planning and manufacturing of small hydroelectric system as the main business. This local company is a steel product manufacturing company based in Tabanan regency. This company possesses the equipment to produce waterwheels, thus judged to have satisfied a certain level of technical capabilities. Representatives from the company came to Japan as a member of the engineers' group during the training program to participate in the technical practice workshop at Suikikogyo, and they also observed the installation of waterwheels in this project. Therefore, this company has acquired the skills related to this project. As this local company currently operates as a private company (UD: Usaha Dagang), they plan to apply to upgrade to a joint-stock company (PT: Perseroan Terbatas) in order to obtain tender participation qualification so that they can receive orders for public works.

Suikikogyo intends to establish a foreign representative office in Bali in order to promote small hydroelectric system and to conduct market research in Indonesia, and also introduce Suikikogyo products and technologies. In addition, in establishing our foreign representative office, we will be proactive to recruit local employees. By recruiting local employees, we intend to train human resources who will provide services related to waterwheel production and maintenance.

4.1 Achievement of Project Purpose

In regard to Output 1

A small hydroelectric system was installed, and the system, namely power generators and streetlights, is confirmed to be operating normally.

In regard to Output 2

A management association was established, and we have provided various manuals pertaining to operation and maintenance. We also presented an income and expenditure plan that is necessary for sustainable maintenance. As for the beneficial effect, from the result of the questionnaire to local residents, it was confirmed that various benefits were obtained, such as thanks to the installation of streetlights, agricultural work can be longer than before, and the number of visitors to Jatiluwih village has increased.

In regard to Output 3

We have established an Executive Committee with Bali province as the secretariat, and we have negotiated for the establishment of a cooperative framework for the dissemination of small hydroelectric systems, such as administrative contacts and securing financial sources. Also, in anticipation of future dissemination in the Bali province, members of the Executive Committee (Tabanan regency, Subak, Udayana University, Toyama city) have visited the sites where this project was introduced, in order to deepen their understanding of the small hydroelectric system.

The Executive Committee also conducted questionnaires on the possibility of introduction to nine localities in Bali province and confirmed that there are many local governments who wish to adopt the system. Among them, Badung regency has allowed us to conduct a detailed potential site inspection, and they have obtained a project proposal from Suikikogyo, so that they can secure the local budget necessary for the project to introduce this system. As such, we have expanded the market for small hydroelectric system by collecting information on several sites in Bali province, which has a high potential for development.

In order to develop our business in Indonesia, Suikikogyo intends to establish a foreign representative office in Bali in order to promote small hydroelectric system and to conduct market research in Indonesia, and also introduce Suikikogyo products and technologies.

5.1 Contribution from the viewpoint of solving development issues

- ① As this system is a decentralized independent power source in an area where there is a well-developed irrigation system, it is suitable as a source to supply electricity to a non-electrified area. If the initial cost can be suppressed, it is assumed that the possibility of dissemination is high. With the introduction of four small hydroelectric systems in this project, the effect of introduction has become known to the water administrators and permit-issuing authorities such as Bali province. Now, there is a wide recognition that the small hydroelectric system is superior and effective as a power source capable of solving power shortage in rural areas with well-developed irrigation system. We are assuming that, in the future, as the benefits of the small hydroelectric system become more widely known to the public, the adoption of decentralized independent renewable energy will disseminate to wider regions. In addition, this provision of electricity by a decentralized independent power source in the form of small hydroelectric generators is the first project of its kind in Bali. Therefore, there is a high expectation for its development effect to be proven further within the field of world cultural heritage.
- ② We hope and expect that local production and expansion of production of the proposed waterwheels will lead an increase in local employment and contribute to economic revitalization.

(2) Self-reliant and Continual Activities to be Conducted by Counterpart Organization

In 2014, the Indonesian government formulated the National Energy Policy (KEN), with the goal of increasing renewable energy from 6% to 23% by 2025 and 31% by 2050.

In addition, since the electrification rate of rural areas in remote regions is lower than the electrification rate of the entire nation, pushing for the improvement of the electrification rate in rural areas is regarded as an issue waiting to be solved by the nation.

In response to these targets and issues, we believe that the small hydroelectric system introduced in this project can contribute to the achievement of goals of KEN. Moreover, because it can be installed in an existing irrigation canal, it can be introduced to rural areas in remote regions, so it is in line with measures for these targets and issues. Therefore, we believe that it will lead to encouragement for further dissemination in the future.

The Bali provincial government will continue to assume the responsibility as the administrative contact for the dissemination of this system. By gathering the information on potential locations of each local government within Bali province, we can expect that this system will be introduced to interested local governments. By disseminating this system to a wider area, it will also contribute to the promotion of the renewable energy as encouraged by the Bali provincial government.

In addition, the Tabanan regency, which is the implementing agency of this project, will continue to provide administrative support to the operational organization of Jatiluwih village where small hydroelectric system was introduced. Due to this, we can expect the sustainable maintenance of small hydroelectric system by the operational organization of Jatiluwih village. As a result, this project in Jatiluwih village will be a model case, furthermore we can expect that it will be possible to appeal to other rural areas in Tabanan regency, and other regencies.

4. FUTURE PROSPECTS

(1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business

Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country

Since this project aimed to install a small hydroelectric system in the irrigation system within the designated area of World Cultural Heritage designated by UNESCO, it is necessary for this project to make considerations to the achievement of conservation purpose such as the landscape. For that reason, after repeated discussion with the Tabanan regency and the Subak, the color scheme of the installed waterwheels was made into green so that they adapt to the surrounding landscape, and the shed which protects the control panel is also built to be in harmony with the surroundings. With this in mind, we were able to install this system without ruining the existing landscape. We also submitted a report on the landscape and cultural considerations as requested by the Ministry of Education and Culture and UNESCO during this project period. After that, a UNESCO team visited the site, where they found no particular problem, and we were told to continue the maintenance so as not to put pressure on the environment.

By promoting the introduction of a small hydroelectric system with less environmental impact, we believe that we are not only contributed to the provision of electricity to rural areas and remote regions in Indonesia, but also contributed to the improvement of the renewable energy ratio, which is the current focus of the Indonesian national government.

(2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey

In disseminating the small hydroelectric system, how to suppress the initial investment is a major point of concern. In Japan, there is a subsidy support policy from the national budget (50% government subsidy) for the adoption of renewable energy where public interest parties such as irrigation associations are the project entity. The introduction of this subsidy policy has accelerated the planning and construction of small hydroelectric power stations.

If there is a subsidy support policy from the Indonesian national or provincial government, it will boost the dissemination of the entire renewable energy technology including small hydroelectric generators, and it will be possible to further contribute to solving the local development problem.

Indonesia

Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Eliminating Power Shortage in Rural Area by Flume-Adaptive Small Hydroelectric System SUIKIKOGYO CO., LTD. (Toyama, Japan)

Development Needs in Indonesia

- Electricity shortage has become a serious problem in today's Indonesia. Especially for the rural areas, PLN has no plans to enhance the infrastructure to improve electricity provision
- Tabanan Regency still has non electrified areas, and even in electrified areas, there is not enough electricity for daily living. To resolve this lack of basic infrastructure (electricity), it promotes the region's plans to implement streetlights, and to improve the lives of its residents

Content of the Survey

- Implement the compact hydro-electric power generation system for irrigation canals and verify its generation of electricity, while cooperating with and providing technical supervision to local residents.
- Establish an independent administrative organization within Subak (traditional Balinese irrigation association) for continuous maintenance and management.
- Verify the profits from the implementation of the hydroelectric system and create maintenance and management manual
- Organize an executive committee among local government organizations, universities, etc. to verify the dissemination and implementation model, and build an overseas business model

Technology and Product of the Proposing Company



flume-adaptive small hydroelectric system

- Effective and stable electricity generation possible through rising and dropping waterwheel function that controls amount of flow responding to change in water level. And it is easy to remove dust, maintain and manage.
- Low impact on environmental load, due to utilization existing irrigation canals.
- Possible to 24 hour generation, providing high equipment utilization

Survey Outline

Counterpart: Renewable Energy and Energy Conservation Directorate General of New, Renewable Energy and Energy Conservation, Ministry of Energy and Mineral Resources
 Period: April 2017 – July 2019
 Site: Jatluwih village, Tabanan Regency, Bali province, Republic of Indonesia

Expected Outcomes in Indonesia

- Performance of the hydro-electric power generation system will be verified by normal operation of the product and provision of electricity for street lights on the survey site.
- Verify the operation system of the electric power that contributes to improve the living environment of local residents, by the independent operation organization in Subak.
- Contribute to eliminate the shortage of electricity in rural areas in Indonesia by widespread dissemination of this system .

Outcome for the Japanese Company

- **Current Status**
 Aiming for reduction of initial cost and maintenance/management cost by simplifying the waterwheel structure and research on enhancing durability of compact hydro-electric power generation system.
 In Japan, there are achievements of introduction for municipalities.
- **Future**
 Tackle cost reduction by localization of the product and technology transfer to local companies.
 Based on the dissemination and implementation model, attempt B to G style dissemination and deployment towards municipalities that need off-grid power source, and irrigation associations that manage the canals, in Bali and Indonesia.