

インドネシア国

インドネシア国  
用水路対応型小水力発電システム導入  
による電力不足解消を目指す  
案件化調査  
業務完了報告書

平成 28 年 10 月

(2016 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

水機工業株式会社 (代表企業)  
株式会社シキノハイテック・株式会社北陸精機  
株式会社タイワ精機 (共同企業体)

国内
JR (先)
16-115



## 目 次

巻頭写真	2
略語表	7
図表リスト	8
要約	12
はじめに（調査概要）	18
<b>第1章 対象国・地域の現状</b>	<b>25</b>
1-1 対象国・地域の政治・社会経済状況	25
1-2 対象国・対象地域の対象分野における開発課題	36
1-3 対象国・地域の対象分野における開発計画、関連計画	43
1-4 対象国・地域の対象分野における ODA 事業の先行事例及び他ドナー事業の分析	48
1-5 対象国・地域のビジネス環境の分析	51
<b>第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針</b>	<b>57</b>
2-1 提案企業及び活用が見込まれる製品・技術の特徴	57
2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ	68
2-3 提案企業の海外進出による我が国地域経済への貢献	70
<b>第3章 活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性検討結果</b>	<b>74</b>
3-1 製品・技術の検証活動（紹介、試用など）	74
3-2 製品・技術の現地適合性検証	78
3-3 製品・技術のニーズの確認	90
3-4 製品・技術と開発課題との整合性及び有効性	98
<b>第4章 ODA 案件化の具体的提案</b>	<b>106</b>
4-1 ODA 案件概要	106
4-2 具体的な普及・実証計画及び開発効果	106
4-3 他 ODA 案件との連携の可能性	124
4-4 ODA 案件形成における課題と対応策	124
4-5 環境社会配慮のかかる対応	124
<b>第5章 ビジネス展開の具体的計画</b>	<b>127</b>
5-1 市場分析結果	127
5-2 想定する事業計画及び開発効果	130
5-3 事業展開におけるリスクと対策	138

## 巻頭写真



ジャティルウィ村 棚田



ジャティルウィ村 棚田



Site 2-1 現地調査



Site 2-3 現地調査



Site 5 現地調査



Site 7 現地調査



無電化 お寺 1



無電化 お寺 2



無電化 レストハウス



農道



電化施設



無電化集会所



無電化住宅



無電化住宅の明かり



地元説明会



地元説明会



地元説明会



地元説明会



バリ州知事面談（タバナン県庁にて）



在デンパサール日本総領事館訪問



中央政府（内務省）協議



IBEKA トゥリ・ムンプニ代表との意見交換



タバナン県 意見交換



スバック長 スタマ氏との意見交換



スバック組合長 合同説明会



ジャティルウィ村民 合同説明会



インドネシア政府文部科学省文化局  
意見交換



インドネシア政府省エネルギー鉱物資源  
意見交換



## 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
GDB	Gross Domestic Product	国民総生産
HGB	Hak Guna Banguna	建設権
IDR	Indonesian Rupiah	インドネシア ルピア
IEA	International Energy Agency	国際エネルギー機関
IMB	Izin Mendirikan Bangunan	建設許可
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
MEMR	The Ministry of energy and mineral resources	エネルギー・鉱物資源省
O&M	Operation & maintenance	運用管理・保守
ODA	Official development assistance	政府開発援助
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
PT	Perseroan Terbatas	株式会社
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
SP/PMA	Surat Persetujuan Penanaman Modal Asing	投資承認通知書
SPC	Special purpose company	特別目的会社
USD	United States Dollar	米ドル
UUG	Undang-Undang Ganaauan	公害法許可

## 図表リスト

図 1-1	インドネシアの実質GDP成長率の推移	28
図 1-2	高所得および中間所得層の推移の比較	29
図 1-3	貧困線、貧困率の推移	29
図 1-4	ジャテルウィ村の位置	30
図 1-5	世界遺産位置図	33
図 1-6	ジャティルウィ村のスバック組織図	34
図 1-7	スバックの年間活動サイクル	36
図 1-8	エネルギー生産量の推移	39
図 1-9	全 33 州の電化率	40
図 1-10	インドネシアにおけるエネルギー開発戦略	40
図 1-11	インドネシアの成長シナリオ(1)	41
図 1-12	インドネシアの成長シナリオ(2)	42
図 1-13	新エネ及び再生可能エネルギーの供給量の推移 (想定)	42
図 1-14	エネルギー政策の概観	45
図 1-15	電源構成の実績とベストミックス目標値	47
図 1-16	エネルギー鉱物資源省による電力需要の見通し	48
図 1-17	2016 年と 2025 年時点での PLN の地域別電力販売量予測	48
図 1-18	操業開始での手続きフロー	56
図 2-1	提案製品構造図 JICA 調査団作成	62
図 2-2	提案水車 形式選定表 (水機工業提供資料)	62
図 2-3	提案水車 カタログ (1/4)	63
図 2-4	提案水車 カタログ (2/4)	64
図 2-5	提案水車 カタログ (3/4)	65
図 2-6	提案水車 カタログ (4/4)	65
図 2-7	水車特徴説明図 (1)	67
図 2-8	水車特徴説明図 (2)	68
図 3-1	現地適合性検証	80
図 3-2	調査全体図	81
図 3-3	サイト位置図	82
図 3-4	開放周流形水車 参考図	83
図 3-5	らせん水車 参考図	83
図 3-6	プロペラ型水車 参考図	83
図 3-7	抽出したサイト位置図	86
図 3-8	発電システム構成図	87
図 3-9	電気を供給したい施設 (スバックへの調査)	88
図 3-10	維持管理に関する概要	89
図 3-11	電気を供給したい施設 (スバックへの調査)	93

図 3-12	小水力発電のニーズ割合	94
図 3-13	棚田を保全するためのスバックの意識調査	94
図 3-14	小水力発電の電力への支払意欲（広域対象）	95
図 3-15	小水力発電の電力への支払金額（広域対象）	95
図 3-16	誰が小水力発電プラントを運営すべきかについての回答者の意見	96
図 3-17	テンペイの組織構成	97
図 3-18	スバックの組織構成	97
図 3-19	会計担当者によるテンペイ Umaduwi の出納台帳	98
図 3-20	小水力発電の電力への支払意欲（Umaduwi・Umakayu）	98
図 3-21	観光地に関する各種料金および駐車料金	100
図 3-22	各サイト別：必要負荷量と発電規模	101
図 3-23	開発課題に対する開発効果	102
図 3-24	集会所での会議内容	103
図 3-25	電化による集会所の活用頻度（月当り）	104
図 3-26	左 赤米の梱包（1,000g）、右 赤米茶の梱包ラベル（500g）	105
図 4-1	エネルギー・鉱物資源省構成図	109
図 4-2	再生可能エネルギー・省エネ総局構成図	109
図 4-3	普及・実証事業のカウンターパート機関	110
図 4-4	コンソーシアム体制	116
図 4-5	パイロットサイト位置図	117
図 4-6	発電システム構成図	119
図 4-7	普及・実証事業実施体制図（導入時）	120
図 4-8	普及・実証事業実施体制図（運営時）	122
図 4-9	湧水の分布図（出典：バリ島の水文地形特性：島野安雄）	125
図 5-1	湧水の分布図（出典：バリ島の水文地形特性：島野安雄）	129
図 5-2	水機工業小水力システムの将来ビジネスモデル	134
図 5-3	現地企業との連携ビジネスモデル	137
表 1-1	インドネシアの主な国勢項目	27
表 1-2	2013年の年代別ジャティルウィ村人口	31
表 1-3	2013年の性別人口変動	32
表 1-4	2013年の教育レベルをもとにしたジャティルウィ村人口	32
表 1-5	構成要素	34
表 1-6	スバックの農耕儀礼	37
表 1-7	インドネシアの資源量	38
表 1-8	再生可能エネルギーに関する取組	41
表 1-9	ジャティルウィ村を訪問した旅行者（2010～2014）	44
表 1-10	クラッシュプログラム	49
表 1-11	クラッシュプログラムの概要	49
表 1-12	他ドナーの動向	52

表 1-13	投資禁止事業リスト	53
表 1-14	発電事業に関するネガティブリスト	54
表 1-15	税務上のリスク	58
表 2-1	適用範囲	62
表 2-2	発電設備形式 コスト比較表	66
表 2-3	競合他社製品との比較表	68
表 3-1	地元に対する説明会	76
表 3-2	行政機関に対する説明 (その 1)	77
表 3-3	行政機関に対する説明 (その 2)	77
表 3-4	本邦受入活動内容 (その 1)	78
表 3-5	本邦受入活動内容 (その 2)	79
表 3-6	現地調査内容一覧表	81
表 3-7	形式別水車効率	83
表 3-8	発電ポテンシャル調査結果表	84
表 3-9	サイト抽出結果一覧表	85
表 3-10	機器構成・機器仕様一覧	88
表 3-11	インドネシア政府金融機関	93
表 3-12	ジャティルウィ村を訪問した旅行者(2010-2014)	99
表 4-1	PDM (プロジェクト・デザイン・マトリクス)	110
表 4-2	パイロットサイト諸元等一覧表	117
表 4-3	実施体制 (日本サイド)	119
表 4-4	実施体制 (インドネシアサイド)	120
表 4-5	普及・実証事業実施工程表	121
表 5-1	2009 バリ州の県別水田面積	130
表 5-2	土地利用形態別面積 (2005 年)	131
表 5-3	設置可能箇所数の推定	131
表 5-4	水機工業の事業戦略	133
表 5-5	事業化スケジュール	136
写真 2-1	提案水車製品	59
写真 2-2	導入実績 (富山県富山市内 常西用水土地改良区西番小水力発電施設 : 可動式開放型胸掛け式水車)	70
写真 2-3	開放型水車導入地点における現地視察会の様子	71
写真 2-4	欧州 (チェコ) 水車メーカーへの海外視察	72
写真 2-5	スーダン技術員への技術指導	72
写真 3-1	落差高計測状況	81
写真 3-2	断面計測状況	81
写真 3-3	会社正面写真	91
写真 3-4	製作機械	91
写真 3-5	協議写真	91

写真 3-6	実績写真	91
写真 3-7	工場内写真	91
写真 4-1	会計担当者によるテンペイ Umaduwi の出納台帳	123

## 要約

### 第1章 対象国の現状

インドネシアの電力開発は国の発展のための大きな制約となっており、発電計画に関する以下の戦略がある。化石燃料を含め、80%の電力開発が必要となっている。遠隔地や島嶼部では小水力や太陽光による電力開発が期待されている。

インドネシア国営電力公社（PLN）は、再生可能エネルギーに関する開発計画を以下のとおり策定している。小水力発電は発電源の中でも、目標値の大きいものとなっている。

表1-1 再生可能エネルギーに関する取組

発電源	概要	2022年までの 開発目標値
小水力発電	地方の電力需要を満たすため、またPLNのグリッドに電力を供給するために、民間セクターによる小水力の開発を奨励している。	1,480MW
風力発電	インドネシアにおける風力発電のポテンシャルが限られているため、風力発電の開発はポテンシャルのある地域に限られる。	280MW
バイオマス	PLNがバイオマス供給を管理できる場合は、PLNがバイオマス発電所を建設する考えである。	363MW
海洋エネルギー	海洋エネルギーのポテンシャルが大きいと見積もられている一方で、海洋電力プラントの技術及び経済性は不明である。よって、PLNは研究・開発プロジェクトとして小規模の試用テストを行う計画である。	28MW
バイオ燃料	バイオ燃料マーケットの準備度合いによるが、入手可能であればPLNはバイオ燃料を活用する用意がある。	4,815 千キロリッター
太陽光発電	特に遠隔地や孤立した地域の電化率向上のためPLNは1000箇所/島において太陽光発電プラントを開発する計画である。	634MWp

出典：アジア低炭素発展に向けたビジネス支援サイト

<http://lowcarbon-asia.org/business/needs/indonesia/system.html>

バリ州政府は、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、バリ州全体の郡/県政府、民間、非政府組織、プカラムン村、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「トゥィリ・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。

## 第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

水機工業（株）（以下、水機工業）の提案製品は、小落差の用水路や河川を利用した小水力発電装置として開発された水車である。水量によって水車部分を上下に移動できるので、水位に併せて効率的な発電ができることが最大の特徴である。すなわち、流量変動の大きい用水路・河川においても、安定的に効率の良い発電が可能である。また、水機工業では、提案製品水車以外にも螺旋水車・インライン水車などをラインナップしており、現地状況（地形・水路・落差・流量）に応じた適合水車の提案が可能である。以下に本水車の特長を整理して示す。

- ① 用水路特化型（最大発電量 0.03kW～30kW 程度）：
 

設置対象水路に対して、水車をそのまま設置可能で、土木構造物の改変がほとんど必要ない。
- ② 水量調整機能付き：
 

流量調整ゲートにより、流量の少ない場合においても効率的な発電が可能。一般的な開放型水車と比較して高効率である。
- ③ ゴミの影響最小化：
 

水路に流下してくるゴミの影響をほとんど受けない構造（ゴミを下流へ流す。水車羽根先端はゴム製で流下物の噛込を防止するため、構造上ゴミによるつまり現象は生じない。）。
- ④ 優れる経済性：
 

コストパフォーマンスに優れる。水車単体で国内販売価格 60 万円/kW 程度。インドネシア仕様への変更によりさらなるコストダウンが可能。
- ⑤ 洪水時対応型（リフトアップ機能）：
 

水路内に設置するため、固定タイプは河積阻害になるが、リフトアップ機能により回避が可能。水車の維持管理も容易である。
- ⑥ 豊富なラインナップ：
 

0.5kW～30 kW まで、設置場所毎に利用可能な水量・流量によって、適用水車の選定や台数の増減によりシステムの出力をカスタマイズできる。
- ⑦ 現地化への対応：
 

水車の構造は簡単で、途上国での生産が可能（現地移転可能）

水機工業が提案する製品は、他の製品と比較して総合的に優位性が高く、インドネシア共和国の抱える未電化地域の電化を推進するとともに、電化地域においては供給量増加による生活改善を図り、インフラの欠如や貧困といった課題を解決し得る製品である。本製品はタバナン県やスバックが希望する街路灯や教育施設（保育所等）、レストラン、宿泊施設、集会所などの各施設への電力供給が可能である。また、昼夜を問わず発電が可能なることから蓄電バッテリーなどを併用すると高出力の電動工具や電気製品などが場所・時間を問わず使用可能となる。さらに、高出力の発電サイトが特定され、発電出力を上げることで、将来的には、あらゆる電気設備の導入が可能となり、更なる生活環境の改善や地域経済活動の活性化が期待される。

途上国に対する水機工業の貢献姿勢・意欲としては、NGO での活動を介して、発展途上国における貧困の解決に資するものを提供したいとの考えを持っており、途上国の技術員を受け入れ、研修活動により技術移転を進めたいと考えている。

また、富山市と連携して国連が掲げる世界全体における普遍的なエネルギーへのアクセスの達成に向けて意欲的に取り組んでいきたい。

### 第3章 活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

全 10 サイトの発電適地において、発電した電力負荷施設（現地周辺の施設状況および地元ヒアリング）を考慮して、維持管理性（水車・水路）および施工性を鑑み、水車設置の候補地としてのサイト抽出を行った。水車設置の適地となるサイトは、主に用水系統となる全 4 サイトを選定した。

#### 3-1 サイト 2-1、サイト 2-3 選定理由

テンペイ Umaduwi に位置するサイト 2-1、サイト 2-3 は、用水系統に従属し安定した用水量が見込まれる。本用水系統の落差高は 1m 未満から 2.5m 程度の落差を有し、常時発電出力としては、 $P_t=0.40\text{kW}$ （サイト 2-1）、 $0.15\text{kW}$ （サイト 2-3）程度が見込まれる。発電サイトとなる各地点の電力供給先（想定負荷）は、現地の周辺施設状況および地元要望を鑑みて以下を想定している。

発電する電力は、「お寺（寺院）」や併設する「集会所」と街灯へ供給し、主に照明として電力を使用し、住民生活およびスバックの活動の向上が期待できる。また、ナイトツアー用のライトアップ電源として活用することで、観光事業の展開（観光収入増加）が期待できる。

従来、夜間の施設の活用は執り行われていないが、あらたな電力供給（照明）とともに農民生活に影響を与えるトリ・ヒタ・カラナ（精神的・社会的・環境的）の 3 つの領域に関連する儀式への影響が期待できる。宗教的教育の増強によるコミュニティ強化、共助システムの強化、宗教的つながり強化が期待でききるものと想定される。なお、あらたな電力供給（照明）とともに従来の作業時間にとらわれず柔軟な利用頻度の提供が可能となる。電気を供給することで会議の場の設定においてもパソコン機器等を利用しながら、議論が活発化できる可能性がある。また、将来的にサイト 2-3 最寄りのレストハウスが、スバック運営の共用施設となり、そこへ電力供給が可能となれば、観光客へのサービス向上にもつながり、観光収入の増加も期待できる。

#### 3-2 サイト 5 選定理由

テンペイ Umakayu に位置するサイト 5 は、山地斜面からの湧水により安定した水量が見込まれる。本系統は、急峻な地形特性を活かし 12m 程度の落差を有し、常時発電出力としては、 $P_t=4.94\text{kW}$  程度が見込まれる。発電サイトとなる各地点の電力供給先（想定負荷）は、現地の周辺施設状況および地元要望を鑑みて以下を想定している。

サイト 5 で発電する電力は、近傍にある共同作業所へ電力供給（照明）を行うことで、夜間の共同作業が可能となり、赤米梱包等の農業収益増加に繋がる作業の場の提供が可能とすることで、農業収益の増加が期待できる。また、ナイトツアー用のライトアップ電源として活用することで、観光事業の展開（観光収入増加）が期待できる。

#### 3-3 サイト 7 選定理由

テンペイ Telabahgede に位置するサイト 7 は、用水系統に従属し安定した用水量が見込まれる。本



用水系統の落差高は 2.5m 程度の落差を有し、常時発電出力としては、 $P_t=0.16\text{kW}$  程度が見込まれる。発電サイトとなる各地点の電力供給先（想定負荷）は、現地の周辺施設状況および地元要望を鑑みて以下を想定している。

サイト 7 で発電する電力は、ジャティルウィ村を象徴する「スバック石碑」周辺を照らす照明およびトレッキングコースの街灯として電力を使用する。従来、「スバック石碑」周辺では、地元農民による現地農産物の販売等（市場的広場）として昼間、利用されているが、あらたに電力供給（照明）を行うことで、地元住民・観光客を対象とした農産物販売による農業収益の増加やナイトツアーが期待できる。また、ジャティルウィ村を象徴する「スバック石碑」周辺が照らさせることで、ジャティルウィ村全体の PR 効果が期待できる。教育の場や共同維持管理施設などとしての活用も可能である。

#### 第 4 章 ODA 案件化の具体的提案

本調査で提案する ODA 案件としては、「普及・実証事業」が最適と考える。水機工業の小水力発電システムは、インドネシアの開発課題であるエネルギー問題や CO2 削減の気候変動対策における緩和策の両面において貢献できる製品であり、地方の電化が遅れている地域への独立分散型電源として有効である。提案技術の用水路対応型水車は、構造が簡単で現地化可能な製品でありコスト競争力に比較優位性があり、かつ、小規模な落差からでも適用可能なため、米作が盛んで用水路が発達している現地には適用範囲は大きな広がりが見込まれる。

小水力発電システム活用に関心のあるスバックのような水利組合や村落などが、それぞれの役割に応じ活用できる仕組みの構築が望ましく、当初の段階では行政機関の支援を必要とするが、将来は自立展開できる可能性があり、この点において普及・実証事業はまさに小水力発電システムの普及促進要件に合致している。

本邦受入活動において実際に現物を視察する機会を得た関係者からは、一様に高い評価を得ており、かつ、その利用範囲を拡張したいという意向が伝えられている。より大きな出力を得られる適所を探し、発電した電気を精米機や電動工具に活用したいなどの要望があり、関心を持つ様々な機関に、視察していただき、その評価が広まり、さらなる拡大が見込まれるなど、普及・実証事業は理想的な仕組みであるといえる。今回の案件化調査で、インドネシア国バリ州タバナン県ジャティルウィ村でのパイロットサイトは探索済で、ポテンシャル調査も完了している。調査結果をもとにした概略のシステム構成設計を終えており、普及・実証事業採択後に詳細設計が可能なレベルになっている。

本調査の結果、当初課題と考えられていた世界遺産区域内での事業実施や許認可に関しては問題ないとの結論を得られており、次のステップである普及・実証事業の形成に関しては、大きな課題は無いと言える。実証の中で、地域の開発課題に対して提案製品が貢献できるとの検証を的確に行う必要がある。また、地域の独立分散型電源として、提案製品が広く普及（バリ島からインドネシア全土へ）していくための枠組みの構築が必要である。

##### （1）農村地域における基礎インフラである電力が不足

###### （ア）当該地域の課題

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、バリ州・タバナン県の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。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状況である。具体的には基礎インフラである電

力が常時不足することによる、農業生産力の伸び悩み、若者の域外への流出（魅力的な地域への移住）が直接的な開発課題として存在している。この結果、伝統的な水利施設を維持管理するスバックの弱体化につながりつつある。また、スバックの弱体化による世界遺産登録の解除が懸念されることから、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。

#### （イ）製品・技術と課題解決との整合性

電力セクターによる農村地域への電力供給整備には、明らかに時間がかかる。現地での電力ニーズが高く、電力確保に対する地元住民の負担意思もあることから、ベースロード電源として運用が可能であり、独立分散型電源として最も有効的である棚田の用水路（小規模落差・安定水量）を利用した小水力発電による電力確保が現地状況・ニーズにマッチしている。

水機工業が提案する製品は、他の製品と比較して総合的に優位性が高く、インドネシア共和国の抱える未電化地域の電化を推進するとともに、電化地域においては供給量増加による生活改善を図り、インフラの欠如や貧困といった課題を解決し得る製品である。

#### （ウ）製品・技術と開発課題との有効性

独立分散型電源によるあらたな電力供給は、用水路の保全を担うスバックシステムの脆弱性をカバーし、伝統的農耕システムを維持する農夫の安定した収入確保を図るなど、農村地域の生活コミュニティ改善効果が期待できる。当地区において農耕収入以外のあらたな付加価値を生む唯一の収入資源は、世界遺産である棚田・スバックシステムの観光資源である。電力供給により世界遺産に訪れる観光客のエコツーリズムによる新たな観光サービスを提供し、基礎的インフラである水路整備・維持補修や公共空間・施設の夜間照明の整備など、農業と観光の両立化を図る整備を行うことで、世界遺産である棚田・スバックシステムの保全を行うことが可能となる。

発達した用水路があるインドネシアでは、水機工業の提案製品は、適合性が高く、土木工事を最小限に抑制できること、現地化により生産コストを抑制できることから、多点導入の可能性が高く、農村部のオフグリッド対策として有効であると考えられる。

# インドネシア共和国 用水路対応型小水力発電システム導入による

## 電力不足解消を目指す案件化調査

### 企業・サイト概要

- 提案企業：水機工業株式会社(代表企業)、株式会社シキノハイテック、株式会社北陸精機、株式会社タイワ精機(共同企業体)
- 提案企業所在地：富山県富山市
- サイト：インドネシア共和国バリ州タバナン県ジャヤティルウィ村
- カウンターパート機関：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



■ 小水力発電システム

### インドネシア国の開発課題

- 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、PLNIによる電力供給の増強整備の計画がない。
- 農村地域の近代化に不可欠な基礎的インフラである電気が不足し、持続可能な成長の障害になっている。

### 水機工業の技術・製品

- 流量によって、タービン装置を上下移動でき、水位にあわせた効率的な発電ができる。
- 構造が簡単であり、メンテナンスも容易である。
- 水車の羽等の機材は現地調達品と組み合わせることができ、技術用水路の発達した地域では、最小限の土木工事で設置可能である。
- 維持管理が容易で、技術指導により住民参加型の運営管理が可能である。
- コスト競争力があり、用水路の発達した地域で多点導入が可能である。

### 調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

#### ■ ODA事業：「普及・実証事業」

- ・対象地域であるタバナン県ジャヤティルウィ村において、独立分散型の用水路対応型小水力発電の実証を行い、有効性の確認と実証後の導入モデルが確立される。
- 期待される効果
  - ・用水路を活用した小水力発電設備の実証。
  - ・対象地域の住民によって電力の活用方法を確立し、農村地域の独立分散型電源としての運営計画を策定する。
  - ・普及展開スキームの運営維持管理マニュアルを策定する。
  - ・地域連携コンソーシアムを組成し、普及導入モデルを構築する。
  - ・提案企業の海外ビジネスモデルを構築する。

### 日本の中小企業のビジネス展開

- インドネシア共和国が進める再生可能エネルギー導入促進プログラムへの位置付けによるインドネシア全土への展開
- 提案企業の技術・製品がインドネシア共和国政府の認定を得て、用水路を活用する小水力発電に最適であることが広く周知され、現地の技術移転による現地化を進め、将来設立する合弁会社をベースに発電機の販売拡大を図る。

## はじめに（調査概要）

### （１）本調査の背景

水機工業と連携する外部人材の富山市（環境未来都市（2011年選定）：森雅志富山市長）が、2014年1月にバリ州タバナン県において、環境未来都市プロジェクトをPRしたところ、未電化地域の電化を推進するとともに、電化地域においては供給量増加による生活改善を図るために「小水力発電システムを活用した電力供給」の実施について、タバナン県知事からオファーがあり、同年3月にはタバナン県からの招聘を受け、富山市と共同企業体と共に現地を訪れ、当該事業実施に関しての協力協定（MOU）を締結した。このことを受けて、スバック（農業用水管理組織）や地元住民からは、事業化に向けた要望や協力についての嘆願書が提出されている。また、インドネシア政府（内務省）からの期待も大きく、関税免除や許可申請等の迅速対応などについての書簡がタバナン県に届いている。なお、これらの実施協力についてタバナン県から安倍首相及びインドネシア国大統領に協力依頼の書簡が、2014年11月29日付けで送付されている。

このように JICA の援助方針とインドネシア共和国に対する我が国の援助の基本方針にも合致する小水力発電事業の取り組みは今後も推進されることが考えられ、対象地区であるジャティルウィ村の世界遺産を維持していくためにもこの事業は合致しているため用水路対応型小水力発電システムの導入を検討していくこととなった。

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であり、バリ島への電力供給は、優先順位が低い計画となっている。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。バリ州政府は、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、バリ州全体の郡／県政府、民間、非政府組織、プカラムン村、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ている。

対象地域のあるタバナン県は、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。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、スバックシステムの脆弱性を問題として認識している（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。

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。

### （２）本調査の目的

水機工業の小水力発電システムは、インドネシアの開発課題であるエネルギー問題や CO2 削減の気候変動対策における緩和策の両面において貢献できる製品であり、地方の電化が遅れている地域への独立分散型電源として有効である。提案技術の用水路対応型水車は、構造が簡単で現地化可能な製品でありコスト競争力に比較優位性があり、かつ、小規模な落差からでも適用可能なため、米作が盛んで用水路が発達している現地には適用範囲は大きな広がりが見込まれる。

従来、農耕が主産業であった未電化地域人口比率の高いインドネシア農村部（バリ州タバナン県）

に対し、棚田郡の発達した用水路に独立分散型の再生可能エネルギーである用水路対応型小水力発電システムの導入を図ることで、未電化地域の電化を推進するとともに、電化地域においては供給量増加による生活改善を目指すことを目的とする。

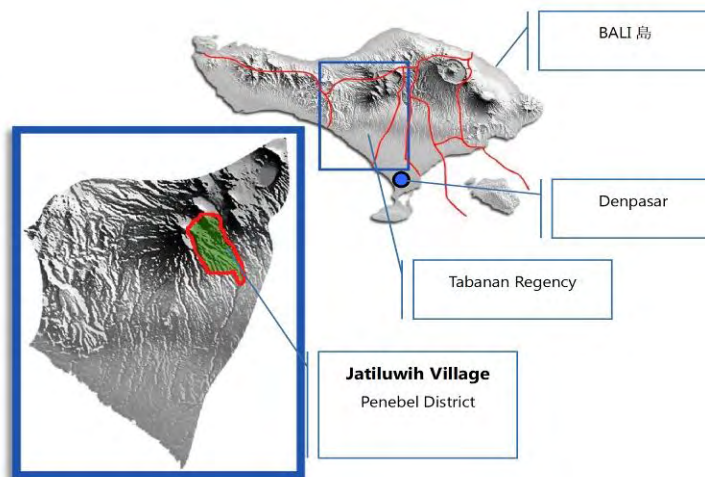
ジャティルウィ村においては、PLN による電力供給設備の増強整備計画が現時点で無いことから、地域の近代化には不可欠な基礎的インフラである電気が不足し、発展の制約となっている。具体的には基礎インフラである電力が常時不足することによる、農業生産力の伸び悩み、若者の域外への流出（魅力的な地域への移住）が直接的な開発課題として存在している。この結果、伝統的な水利施設を維持管理するスバックの弱体化につながりつつある。さらに、ジャティルウィ村が 2012 年に世界遺産に登録されたことを契機に外部からの観光入り込み者数が急増していることにより、地域資源のオーバーユースやゴミの増加が顕在化しつつある。これらのことから、このままの状況が続けば、棚田の維持管理の不良や耕作放棄地などの荒廃により、世界遺産としての登録解除の可能性が地域の懸念事項としてある。

本調査では、水機工業の小水力発電システムの優位性（コスト面、性能面、維持管理面）を現地で認知・理解していただくこと、及び導入コストを捻出するために、バリ州タバナン県ジャティルウィ村のパイロットサイトの発電適地の特定に関する発電ポテンシャル調査を複数箇所実施する。

また、小水力発電システムの導入により安定した電気の供給を図り、未電化の共用施設や夜間の商業活動及びコミュニティ活動が実現されるなど生活環境が改善されることが期待できるが、世界遺産である棚田の保全に寄与するスバックの抱える現状と今後の課題を明らかにし、小水力発電システム導入に期待される効果を検証する。本発電設備の活用に関心のあるスバックのような水利組合や村落などが、それぞれの役割に応じ活用できる仕組みの構築が望ましいが、当初の段階では行政機関の支援が必要とされるため、カウンターパートと協力しながら、将来的に自立展開できることを目的とした調査を実施する。

### （3）調査対象地

調査対象地であるジャティルウィ村は、バリ州、タバナン県、プナベル郡にある。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。プヌブル郡の中心から約 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。



## 団員リスト

従事者名	担当業務	所属先
1. 野村 幸三	業務主任/総括	水機工業株式会社
2. 大野 吉俊	関係者ヒアリング調査	水機工業株式会社
3. 窪田 剛志	発電ポテンシャル調査(機械)	水機工業株式会社
4. 岡野 直人	発電ポテンシャル調査(電気)	水機工業株式会社
5. 中村 博	国内・情報分析・検討	水機工業株式会社
6. 今牧 秀人	国内・経理担当	水機工業株式会社
7. 古川 卓哉	代表企業支援	シキノハイテック
8. 谷口 貞夫	代表企業支援	北陸精機
9. 高井 芳樹	代表企業支援	タイワ精機
10. 阿曾 克司	チーフアドバイザー	新日本コンサルタント
11. 佐藤 真一	現地調査・発電計画(電気)	新日本コンサルタント
12. 升方 祐輔	現地調査・発電計画・現地協力企業調査	新日本コンサルタント
13. 大門 健一	発電計画(建設)	新日本コンサルタント
14. 篠島 清隆	発電計画(水理)	新日本コンサルタント
15. 鳥越 謙一郎	現地調査・発電計画(水理)	新日本コンサルタント
16. 田野中 新	市場調査・分析	三菱総合研究所
17. 高島由布子	市場調査・分析	三菱総合研究所
18. 高田 興真	政府機関調整窓口	富山市

## 現地調査工程

### 【第1回現地調査工程：Aグループ】

平成27年11月23日（月）～平成27年12月9日（水）実施

日程	訪問先
11月24日（火）	インドネシア政府統計資料センター
	タバナン県
11月25日（水）	タバナン県
	エネルギー鉱省大臣直轄チーム
	富山県人会
11月26日（木）	地元企業4社訪問
11月27日（金）	JICA インドネシア事務所
	PLN
11月28日（土）	スバック水利組合長
11月29日（日）	調査団合同会議
11月30日（月）	スバック水利組合長
	エカ元県知事訪問
	JICA インドネシア事務所
	タバナン県 522 年創立記念式典
12月1日（火）	地元説明会
	タバナン県 県知事・行政長官と打合せ
	PLN
12月2日（水）	在デンパサール総領事館
12月3日（木）	バリ州地域開発局
	バリ州パステイカ知事
12月4日（金）	Contained energy コマン氏
	ウダヤナ大学
	PLN
12月5日（土）	調査団合同会議
12月7日（月）	金融機関（三菱 UFJ 銀行）
	内務省
12月8日（火）	JICA
	日本大使館
	金融機関（IIF）

【第1回現地調査工程：Bグループ】

平成27年11月27日（金）～平成27年12月9日（水）実施

日程	訪問先
11月28日（土）	スバック水利組合長
11月29日（日）	調査団合同会議
11月30日（月）	ジャティルウィ村全体調査
12月1日（火）	地元説明会
	現地調査
12月2日（水）	サイト調査（site1, 2）
12月3日（木）	サイト調査（site3, 4, 6）
12月4日（金）	サイト調査（site5, 7, 8）
12月5日（土）	調査団合同会議
12月6日（日）	ジャティルウィ村水源視察
	スバック博物館
12月7日（月）	民間企業（土木工事、電気工事）
	関西 ENG.

【第2回現地調査工程】

平成28年1月10日（日）～平成28年1月20日（水）実施

日程	訪問先
1月11日（月）	IBEKA
1月12日（火）	タバナン県
1月13日（水）	スバック水利組合長
	ジャティルウィ村有力サイト調査
	歓迎会
1月14日（木）	地元説明会
	ワークショップ
	パンダワ湖視察
1月15日（金）	タバナン県本邦受入活動説明会
1月16日（土）	調査団合同調整会議
1月17日（日）	タバナン県
1月18日（月）	文部科学省文化局
	工業省
	エネルギー・鉱物資源省
1月19日（火）	内務省
	IBEKA
	JICA
	金融機関



【第3回現地調査工程】

平成28年2月3日（水）～平成28年2月12日（金）実施

日程	訪問先
2月4日（木）	タバナン県
	協力企業訪問
2月5日（金）	バリ州
	文部科学省文化局、タバナン県、スバックと現地協議
2月6日（土）	スバック水利組合長
2月7日（日）	スバック水利組合長
2月8日（月）	エネルギー・鉱物資源省大臣直轄タスクチーム
	IBEKA
2月9日（火）	調査団協議
2月10日（水）	内務省
	文部科学省文化局

【第4回現地調査工程】

平成28年4月18日（月）～平成28年4月23日（土）実施

日程	訪問先
4月19日（火）	JICA
	IBEKA
4月20日（水）	タバナン県
	ジャティルウィ村 スバック（IBEKA 現地調査同行）
4月21日（木）	ジャティルウィ村 スバック（IBEKA 現地調査同行）
4月22日（金）	ジャティルウィ村 スバック（IBEKA 現地調査同行）

【第5回現地調査工程】

平成28年6月15日（水）～平成28年7月3日（日）実施

日程	訪問先
6月16日（木）	通訳打合せ
6月17日（金）	タバナン県
6月18日（土）	スバック組合長 設置候補箇所視察
6月21日（火）	文部科学省文化局
	内務省
	IBEKA
6月22日（水）	JICA
	エネルギー・鉱物資源省
	エネルギー・鉱物資源省大臣直轄チーム
6月23日（木）	バリ州
6月24日（金）	ウダヤナ大学

6月25日(土)	スバック地元住民説明会
6月27日(月)	スバック組合長
	PLN
6月28日(火)	タバナン県エカ県知事訪問
	地元企業2社訪問
6月29日(水)	ジャティルウィ村
6月30日(木)	在デンパサール総領事館

**【第6回現地調査工程】**

平成28年8月1日(月)～平成28年8月7日(日)実施

日程	訪問先
8月2日(火)	エネルギー鉱物資源省 官房秘書ダダン氏訪問
8月4日(木)	ジャティルウィ村 スバック組合長
8月5日(金)	タバナン県

## 第1章 対象国・地域の現状

### 1-1 対象国・地域の政治・社会経済状況

#### 1-1-1 インドネシアの状況

##### (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、世界最大の島嶼を抱える。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1.03%（2010～2015年予想）、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。広大な国土と石油、石炭、天然ガス等、豊富な天然資源に恵まれている。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2.55億人（2015年、インドネシア政府統計）
国土面積	約189万平方キロメートル（日本の約5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1,017万人：2015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	8,885億ドル（2014年、世銀統計）
名目GDP/人	3,377.1ドル（2015年、インドネシア政府統計）
経済成長率	4.8%（実質、2015年、インドネシア政府統計）
通貨	1ドル=13,192ルピア（2016年5月2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

##### (2) 政治・経済状況

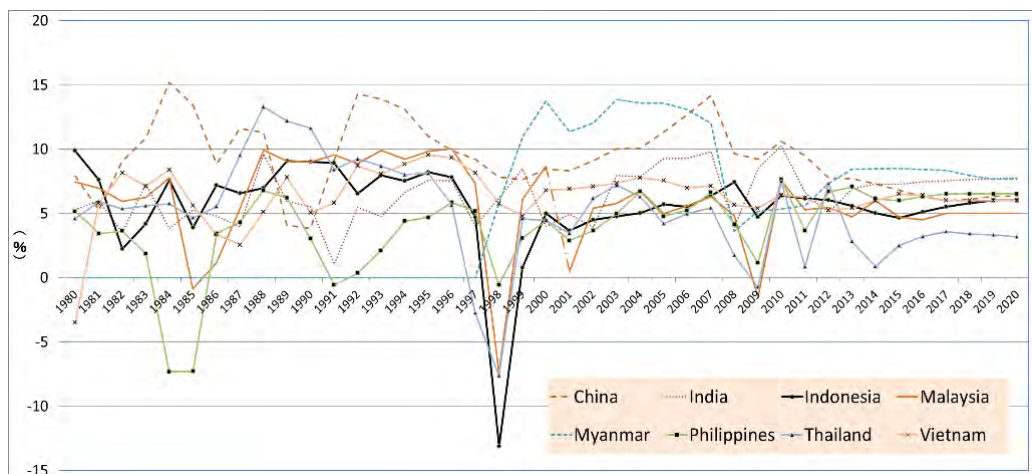
###### (ア) 政治状況

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これ、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をもたらし年平均7%の成長をもたらした。1960年代以降の経済成長率の推移は下図に示すとおりである。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6.2%、2011年は6.5%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、2020年には6%を回復する見通しが示されている。



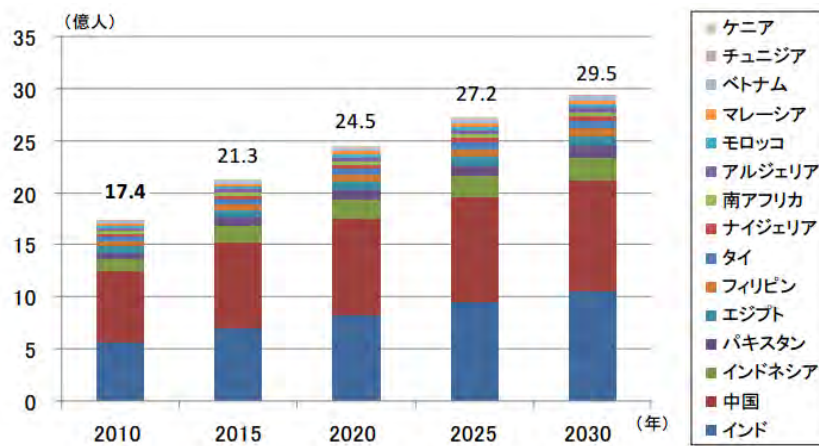
出典：World Economic Outlook Database, 2015 Oct, IMF

図 1-1 インドネシアの実質GDP成長率の推移

**(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。

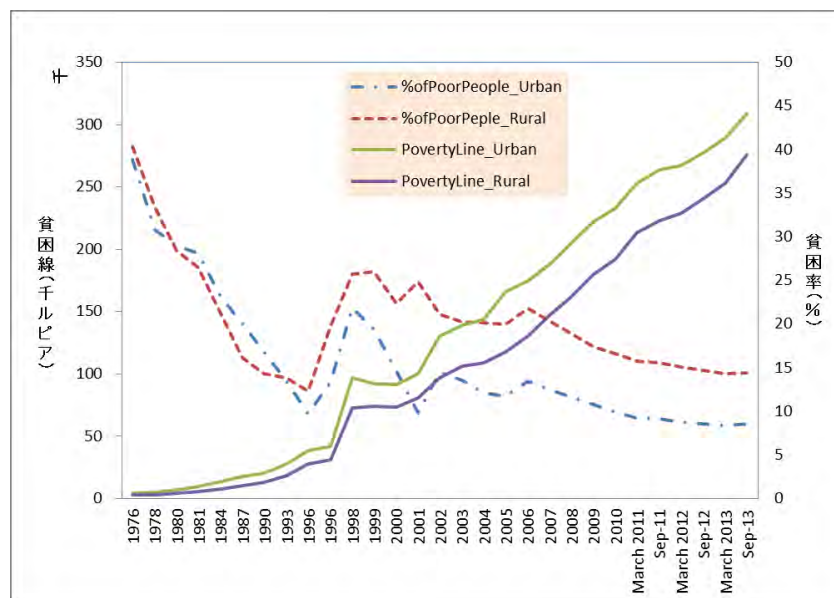


出典：経済産業省：平成23年度アジア産業基盤強化等事業  
 (新中間層獲得戦略に関する基礎的調査) 調査報告書

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

## 1-1-2 調査対象地域（バリ州タバナン県ジャテルウィ地区）の状況

### （1）概要（地理含む）

#### （ア）地理

ジャテルウィ村は、バリ州、タバナン県、プナベル郡にある。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。プヌブル郡の中心から約 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ザールまでは 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ルウィ村となる。面積は 22.22 km<sup>2</sup> 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。

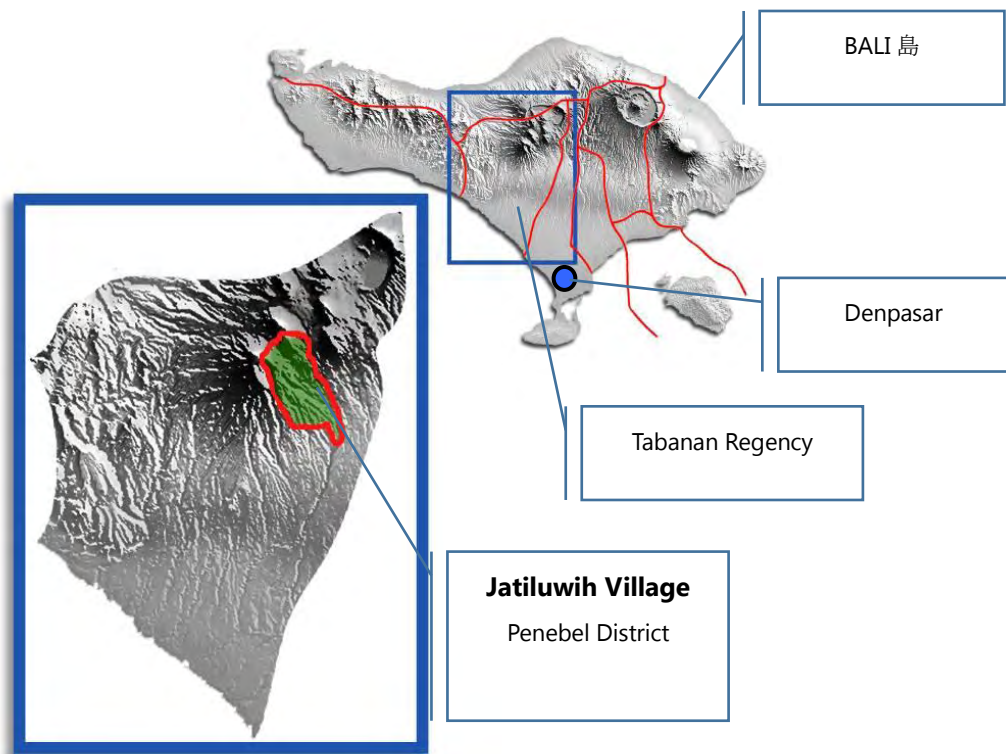


図 1-4 ジャテルウィ村の位置

#### （イ）統治機構

ジャテ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。広さは 22.33 km<sup>2</sup>あり、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

表 1-3 2013 年の性別人口変動

性別	出産	死亡	移動	
			入	出
男性	10	3	19	3
女性	4	7	8	2
Total	14	10	27	5

2014 年のデータによると、ジャティルウィ村の多数(40.32%)は一度も学校に行ったことがないという。多くの子供を学校に通わせるように支援するため、親たちにより 2013 年に 2 つの幼稚園が設立された。しかしながらジャティルウィ村には小学校しかないため、中学校に通うためには隣村の Senganan まで行かなくてはならない。高校となると地区の首都である Penebel になる。高等教育(大学)のためにはタバナンかデンパザールもしくはバリ以外の大学に行かなくてはならない。人口の 9.8%だけが修了証書や学士(またはそれ以上)の学位を持っている。

表 1-4 2013 年の教育レベルをもとにしたジャティルウィ村人口

No.	教育レベル	人数	パーセンテージ
1.	就学前教育/幼稚園	190	7.03
2.	小学校もしくはそれ同等	653	24.18
3.	中学校もしくはそれ同等	250	9.26
4.	高校もしくはそれ同等	254	9.40
5.	修了証書	149	5.52
6.	大学/学士号	116	4.29
7.	学校へ行ったことがない	1,089	40.32
合計		2,071	100.00

出典 : Jatiluwih Monograph Data, 2014

2013 年、占有率に基づくジャティルウィ村の人口構成は以下のとおりである。

- ① 159 人(人口の 5.89%)が政府/サービス業で働いている,
- ② 5 人(0.22%)が運送業で働いている
- ③ 1,688 人(62.49%)が農家として働いている
- ④ 118 人(4.37%)が畜産で働いている
- ⑤ 126 人が農園で働いている
- ⑥ 61 人(2.26%)が業者として働いている
- ⑦ 6 人が(0.28%)が産業をしている

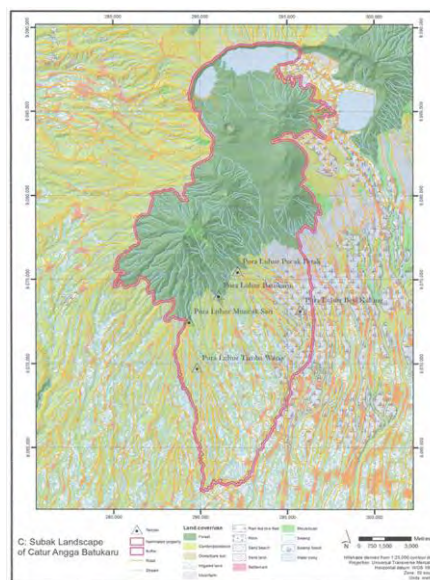


## (2) UNESCO 世界文化遺産

「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。

(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。

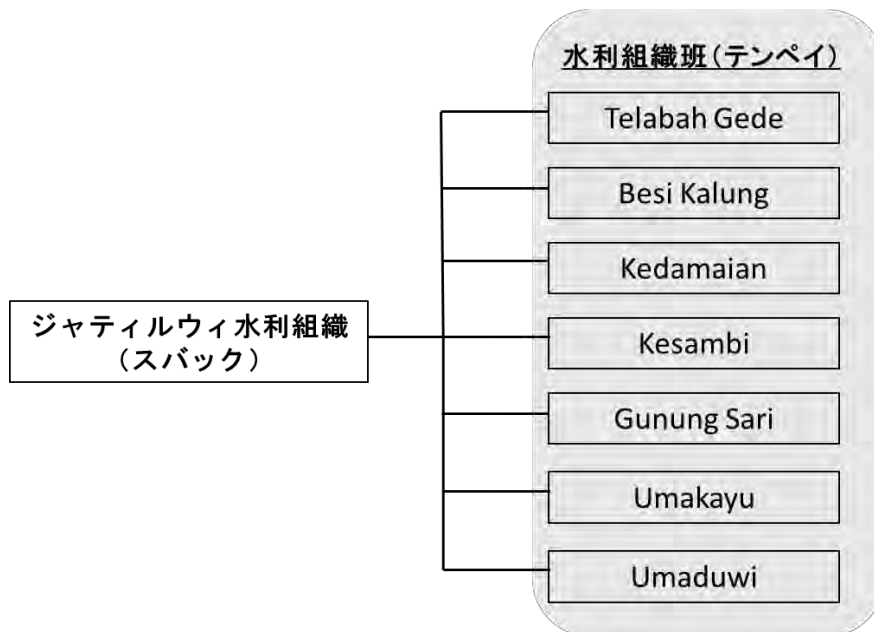


図 1-6 ジャティルウィ村のスバック組織図

構成メンバー数や規模等を下表に示す。

表 1-5 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	110 members	113 acres	4573 ㊦
テンペイ Besi Kalung	55 members	48 acres	1942 ㊦
テンペイ Kedamaian	60 members	56 acres	2266 ㊦
テンペイ Kesambi	43 members	11 acres	445 ㊦
テンペイ Gunungsari	57 members	37 acres	1497 ㊦
テンペイ Umakayu	37 members	36 acres	1456 ㊦
テンペイ Umaduwi	40 members	21.7 ha	2170 ㊦
合計	402 members		14,349 ㊦

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 年当たり 5,000Rp 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ガ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。

## (4) 生活状況

### (ア) 営農活動状況

ジャティルウィ村の主な産業は農業である。バリ州都のデンパサール市の中心部から 47km

に位置し、タバナン県の中心部からでも 30km 近く離れているため、養鶏舎を除くと雇用先はほとんどなく、農業以外に見るべき産業はない。村役場に勤める公務員と小学校の教員を除くと、大半が農民で、兼業もほとんどない。農業は水田稲作が中心で、バリの在来品種である赤米が栽培されており、赤米の収穫後は収量品種 IR64 が作付けされ、二期作が行われている。赤米は雨季に田植えをし、田植えから収穫まで 150 日かかる。高収量品種は乾季に田植えをし、田植えから収穫まで 105 日である。

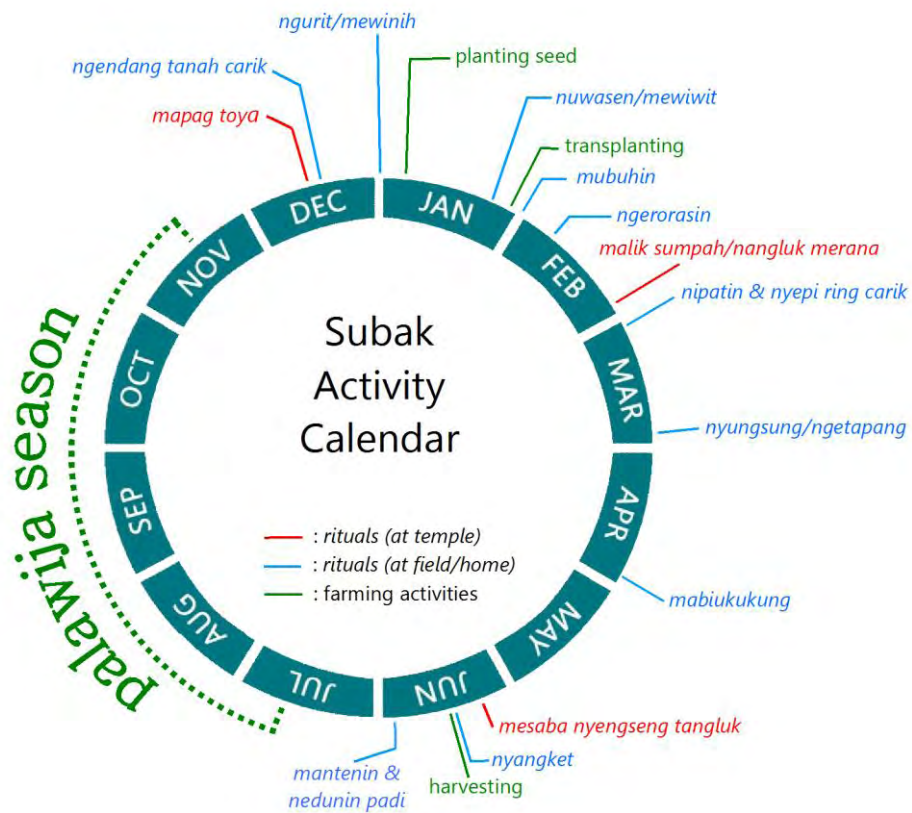
営農区域の棚田は無電化状態で、棚田へのアクセス道路には全く街灯はなく、夜間の通行は困難であるため、作業時間の制約を受けている。

(a) 年間活動サイクル

典型的な年間のサイクルは以下のダイアグラムに示すとおりである。バリ人は伝統的に独自の暦と計算方法を用いており、下のダイアグラムは、年ごと場所ごとに異なる可能性のある厳密な時間の近似値を示している。

たとえば、種まきのや植え替えの開始はスバック/テンペイによって異なり、メインの取水場所に最も近い最上部のスバック/テンペイ が最初に開始し、より低い場所にあるスバック/テンペイ が順番にそれに続く。高度が低いほうが米は早く成長、成熟、完熟するが、収穫時期はほぼ同時である。

palawija の時期には農夫は、トウモロコシ、野菜、豆類、もしくは、成長に時間のかからない新種の米など、さまざまな作物を植える。



出典：調査に基づき JICA 調査団作成

図 1-7 スバックの年間活動サイクル

(b) 1日のタイムサイクル

典型的な1日のタイムサイクルは以下のとおりである。

- 7時～12時・・・作業時間
- 12時～15時・・・休憩時間
- 15時～16時・・・作業時間

(イ) 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 1-6 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. Nyungsi/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 nyengsi 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

## 1-2 対象国・対象地域の対象分野における開発課題

### 1-2-1 対象国の対象分野における開発課題

#### (1) エネルギー資源

インドネシアは天然資源に恵まれ、自国で多くの資源を生産している。表 1-7 に資源量を示す。

表 1-7 インドネシアの資源量

	総埋蔵量	確認埋蔵量 (A)	年間生産量 (B)	可採年数 (A/B)
石油 (10 億バレル)	56.6	7.99	0.346	23
天然ガス (兆・標準立方フィート)	334.5	159.64	2.9	55
石炭 (10 億トン)	104.8	20.98	0.254	83

出典：エネルギー鉱物資源省 Country Report: Theme: latest policy and regulation on electric power of World Energy June 2013

インドネシアでは自国で石油の生産が可能でアジア唯一の OPEC 加盟国であったが、国内需要が増加し、2004 年石油の純輸入国に転じたことから、2008 年に OPEC を脱退した。インドネシア中央統計局によると、2018 年にも世界最大の石油製品輸入国となる見込みである (2013 年 9 月 30 日じゃかるた新聞, <http://www.jakartashimbun.com/free/detail/13647.html>)。

「平成 25 年度国際即戦力育成インターンシップ事業インドネシアの電力事情報告書」によれば、以下の事項が記されている。

- ・資源の枯渇に対処する必要性から、脱石油がエネルギー政策の優先課題となっている。
- ・天然ガスは、脱石油が目指されているにもかかわらず石炭に比べその生産量は伸びていない。小さなガス田が点在していることやガスに関するインフラ (パイプライン、貯蔵施設等) が不足していることに起因する。
- ・2012 年からは発電燃料を確保するため LNG の国内消費を始め、また、2013 年 12 月にはインドネシアの国有石油会社プルタミナが 2018 年から 20 年の契約で年間 80 万トン米シェニエール・エナジーから LNG の輸入を始め、国内消費を優先し、輸出を減らす方針である。
- ・石炭に関しては、2000 年代初頭からの大規模な石炭探査と生産により、石炭の利用は急速に拡大している。2012 年には 2.4 億石油換算トン (世界生産量の約 6.2%) と 10 年間で約 4 倍となった。現在インドネシアは世界第 5 位の石炭生産国であり、国内の石炭生産の 75% が輸出されている。PLN の予測によると、2020 年には 1 億 3000 万トンに達する見通しである。
- ・インドネシアは資源の豊富な国といわれているが、今後の電力需要の増加を考慮すると埋蔵が確認されている資源量は決して豊富とはいえない。また、化石燃料価格を低く抑えるために多額の補助金が拠出されており、再生可能エネルギー開発が遅れている一因となっている。

図 1-8 にインドネシアのエネルギー生産量の推移を示す。国際エネルギー機関 (IEA) のエネルギー統計によると、2010 年におけるエネルギー生産量は約 3.8 億石油換算トンとなっており、これは 2004 年の 2.6 億石油換算トンの約 1.5 倍、約 1.2 億石油換算トン増加している。

これは主に、石炭・泥炭の生産量の増加のためであるが、燃焼系の再生可能エネルギーの生産量についても約 2.8 倍と大幅に増加している。内訳は、2004 年に石炭・泥炭 31%、原油 22%、天然ガス 25%、再生可能エネルギー（燃焼系・非燃焼系合計）22%であったものから、2010 年には石炭・泥炭 49%、原油 13%、天然ガス 20%、再生可能エネルギー（燃焼系・非燃焼系合計）18%となっている。石炭・泥炭がこの間に 18 ポイントと大幅に増加し、一方原油は 9 ポイント減となっている。

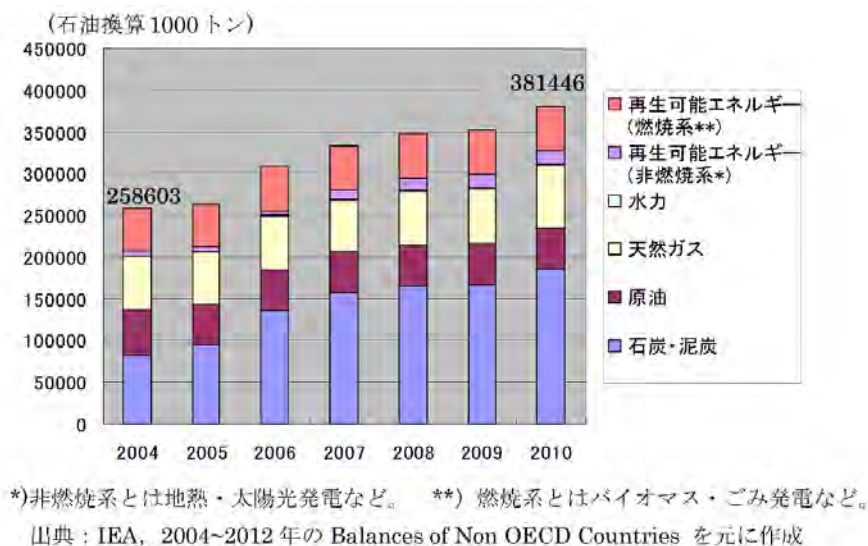


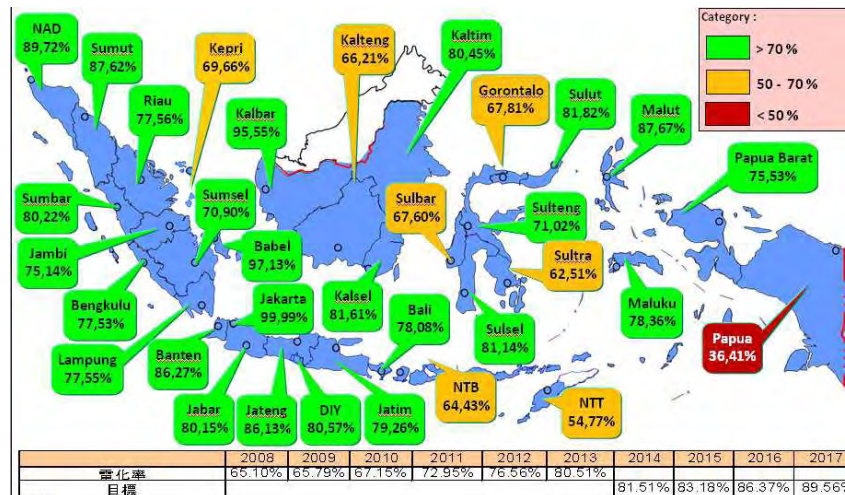
図 1-8 エネルギー生産量の推移

## (2) 電化率

インドネシア共和国全 33 州の電化率を図 1-9 に示した。ここからわかるように州毎の電化率にはバラツキがある。電化率が 60%に満たない地域は、インドネシア共和国東部に集中しており、Sultra (62.51%)、Gorontalo (67.81%)、NTB (64.43%)、NTT (54.77%)、Papua (36.41%) である。これらの地域は島嶼部を多く抱えている、数十世帯の村が偏在しているなどの理由により送電網の整備が困難な地域となっている。調査対象地区は、電化率 78.08%の Bali に含まれるが、州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州全体の電化率より小さい。農村地域の電化率向上を推進していくことが国・州が抱える課題である。

インドネシア政府は経済成長のスピードを維持する安定的な電力供給体制を構築するとともに、地方電化にも注力している。これまでは国土を構成する 5 島（スマトラ島、ジャワ島、カリマンタン島、スラウェシ島、パプアニューギニア島）の中でもジャワ島を中心に開発が進展してきた。結果、人口一極集中によるジャカルタ及び周辺地域の環境悪化が引き起されており、国家一体となった均衡かつ持続可能な成長が必須であるとしている。

エネルギー鉱物資源省によると 2013 年で電化率は 80.51%となっている。一方で、パプアや NTT（東ヌサトゥンガラ）は未だ低い値となっている。こういった地域では電力消費地が小さく点在しており、電力の大消費地へつながる送電線からも離れていることが多く、開発が後回しにされてきた。インドネシアの広大な面積、莫大な人口という特徴を反映していると考えられる。



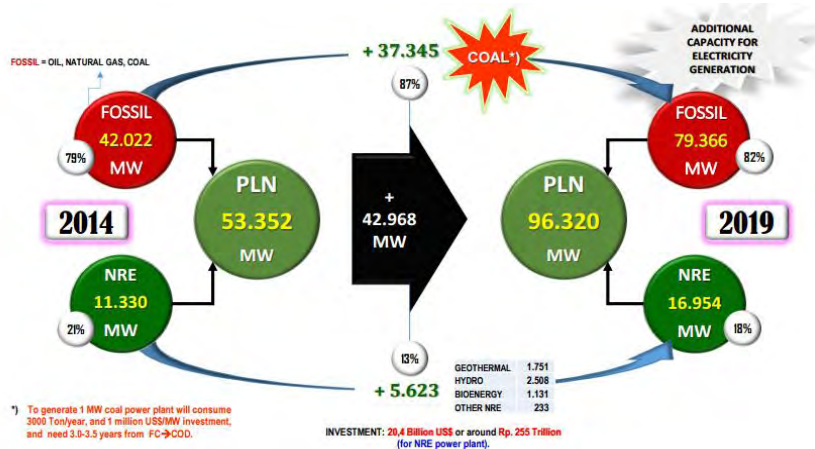
出典：MEMR講演資料「最近の電力事情」2014年1月

図 1-9 全33州の電化率

2009 年の新電力法では地方電化について、中央政府及び地方政府が地方電化の責務を負うことになり、電化事業は公営企業・民間企業・協同組合などに解放されている。公営企業、民間企業、協同組合などが実施できないときは、政府は PLN に実施を委任することが義務付けられるとしている。2031 年までの政府の電化計画があり、政府は全国の未開発地域、僻地等での地方電化率を向上し、社会開発を促進する構えである。国家電化率目標は、2020 年までに 99%としている。インドネシアは国土が広く、全地域を送電線でカバーするのは困難である。今後の電化率向上のためには送電線の延長とともに、オフグリッド・マイクログリッドでの開発が必要と考えられる。そのような小規模発電という点で、電化率向上に対する再生可能エネルギーへの期待は大きい。

(3) 再生エネルギー

インドネシアの電力開発は国の発展のための大きな制約となっており、発電計画に関する以下の戦略がある。化石燃料を含め、80%の電力開発が必要となっている。遠隔地や島嶼部では小水力や太陽光による電力開発が期待されている。



出典：CCAP資料 <http://ccap.org/assets/Ida-Finahari-Indonesia-Renewable-Energy-.pdf>

図 1-10 インドネシアにおけるエネルギー開発戦略



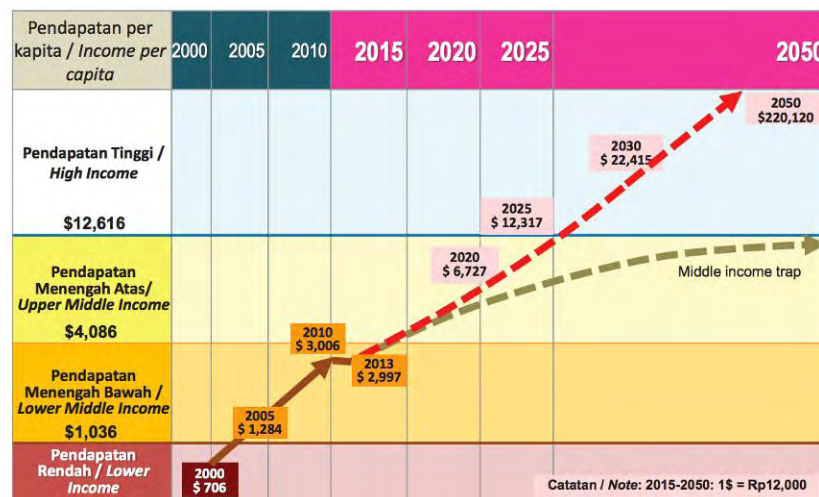
インドネシア国営電力公社（PLN）は、再生可能エネルギーに関する開発計画を以下のとおり策定している。小水力発電は発電源の中でも、目標値の大きいものとなっている。

表 1-8 再生可能エネルギーに関する取組

発電源	概要	2022年までの 開発目標値
小水力発電	地方の電力需要を満たすため、またPLNのグリッドに電力を供給するために、民間セクターによる小水力の開発を奨励している。	1,480MW
風力発電	インドネシアにおける風力発電のポテンシャルが限られているため、風力発電の開発はポテンシャルのある地域に限られる。	280MW
バイオマス	PLNがバイオマス供給を管理できる場合は、PLNがバイオマス発電所を建設する考えである。	363MW
海洋エネルギー	海洋エネルギーのポテンシャルが大きいと見積もられている一方で、海洋電力プラントの技術及び経済性は不明である。よって、PLNは研究・開発プロジェクトとして小規模の試用テストを行う計画である。	28MW
バイオ燃料	バイオ燃料マーケットの準備度合いによるが、入手可能であればPLNはバイオ燃料を活用する用意がある。	4,815 千キロリッター
太陽光発電	特に遠隔地や孤立した地域の電化率向上のためPLNは1000箇所/島において太陽光発電プラントを開発する計画である。	634MW

出典：アジア低炭素発展に向けたビジネス支援サイト

<http://lowcarbon-asia.org/business/needs/indonesia/system.html>

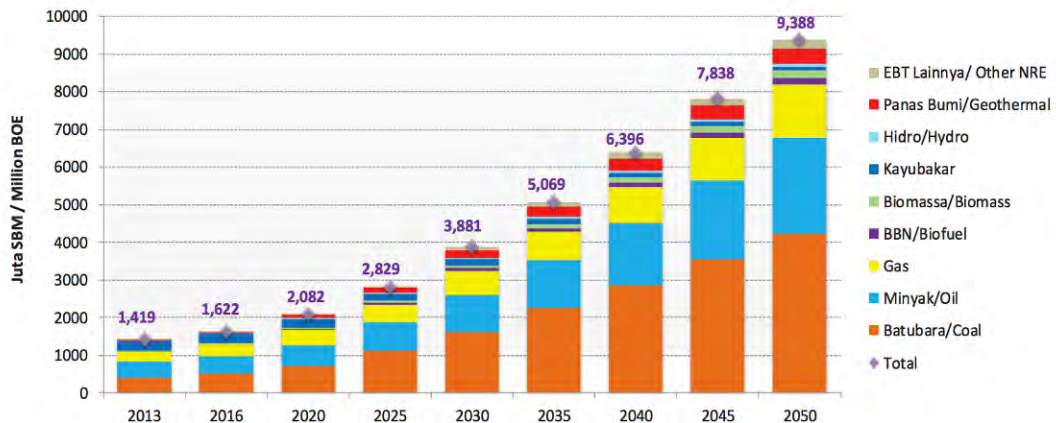


Sumber : CDIEMR (2014) dan asumsi sendiri /  
Source : CDIEMR (2014) and own assumption

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

図 1-11 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。

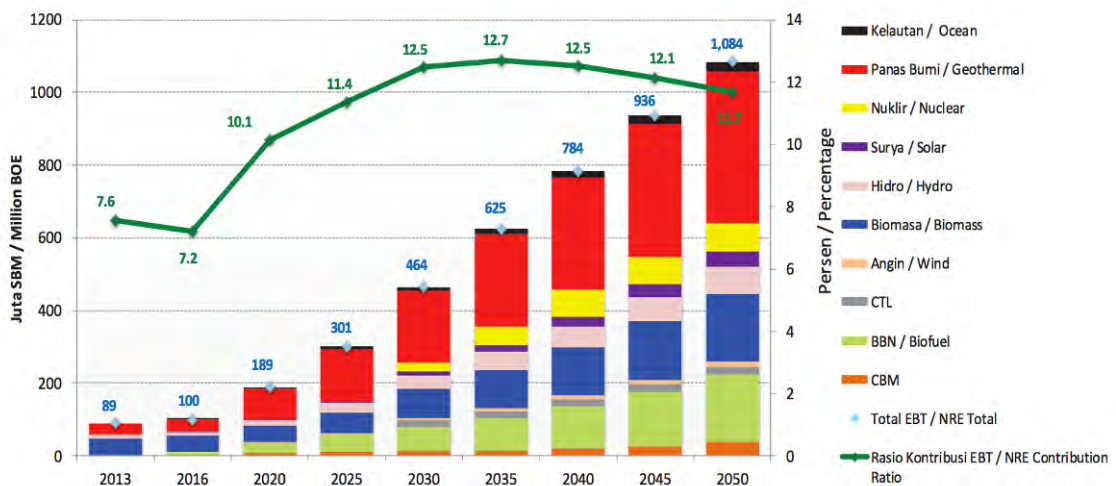


出典：「Indonesia Energy Outlook 2015」, Agency for Assessment and application of technology

注：縦軸の BOE=石油換算バレル≒6. 1GJ

図 1-12 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 1-13 新エネ及び再生可能エネルギーの供給量の推移 (想定)

## 1-2-2 対象地域の対象分野における開発課題

### (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5,633km<sup>2</sup>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込み数は増加の傾向にあり、年間300万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。バリ島の電化率は78.08%（2013年実績）、都市部94.0%に対し、農村部32.0%（2007年データ（IEA（2009年）資料より））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30%とどまり、本事業の対象地区である

ジャテルウィ村においては街灯の整備率はほぼ 0%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ユースやゴミの増加が顕在化しつつある。従来への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。

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 1-9 ジャティルウィ村を訪問した旅行者 (2010～2014)

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

出典 : Diparda Provinsi Bali, 2015

表 1-9 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 4 年で 4.5 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。

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も「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、棚田の保全を維持したい。
  - ⇒ 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。

### 1-3 対象国・地域の対象分野における開発計画、関連計画

#### 1-3-1 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：「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 1-14 エネルギー政策の概観

#### （1）国家エネルギー政策（KEN : Kebijakan Energi Nasional : National Energy Policy） 2003-2020（2004 年）

2004 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、2020 年までの目標を掲げている。

##### （ア）目標

- ・ 2020 年までに電化率 90%（2013 年現在の電化率は 80.51%）
- ・ 2020 年までに大規模水力を除いた再生可能エネルギーのシェア 5%以上

- ・ エネルギー強度（単位 GDP のエネルギー消費量，Energy Intensity）でのエネルギー消費量を毎年 1%低減
- ・ 国内資源の利用拡大と国内人材の活用による海外エネルギー源への依存度低減

#### （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

#### （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、目的と目的
- ・ 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

#### （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・資金調達背策、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。”

#### （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者は、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 の計画を計画として策定するということは、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。”

#### （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	26.38%	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」

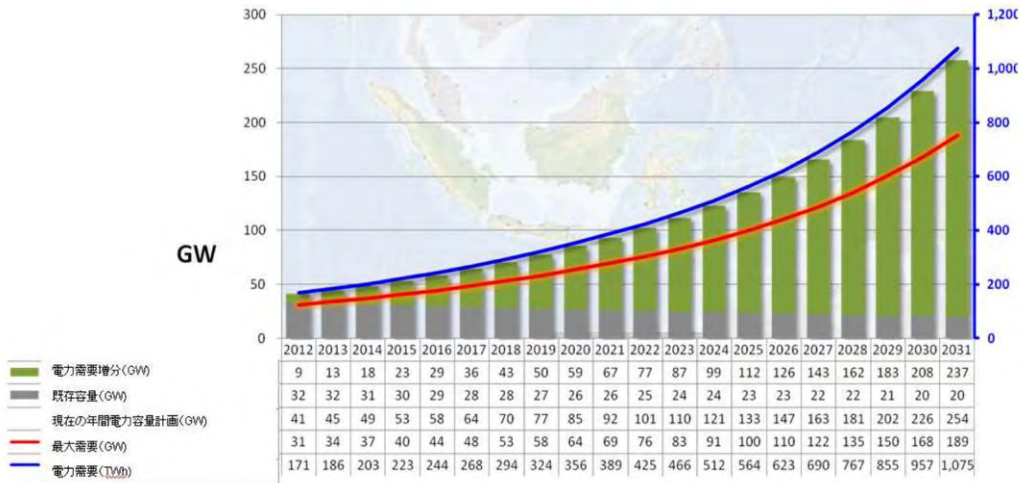
[http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat\\_detail.php?Title\\_No=14-02-06-02](http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=14-02-06-02)

図 1-15 電源構成の実績とベストミックス目標値

#### （6）電力セクターの現状と課題、今後の開発計画

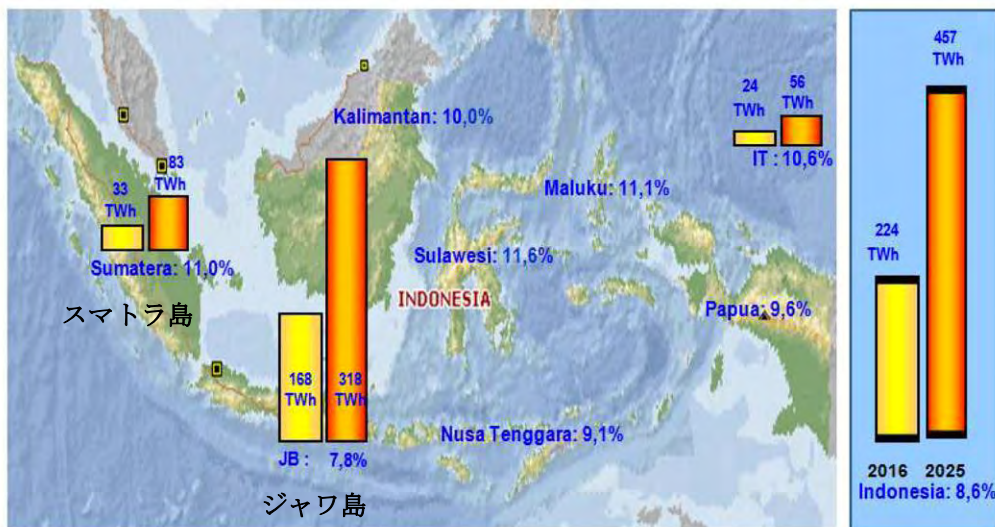
##### （ア）今後の電力需要

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 1-16 エネルギー鉱物資源省による電力需要の見通し

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 1-17 2016 年と 2025 年時点での PLN の地域別電力販売量予測

### (イ) 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

<ul style="list-style-type: none"> <li>● 第一次クラッシュプログラム 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。</li> <li>● 第二次クラッシュプログラム 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。</li> <li>● 第二次クラッシュプログラム改訂 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。</li> </ul>
--

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

### 1-3-2 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「トゥイリ・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。

### 1-3-3 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）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できた。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について検討する必要がある。

## 1-4 対象国・地域の対象分野における ODA 事業の先行事例及び他ドナー事業の分析

### 1-4-1 日本のインドネシアに対する ODA 方針

#### （1）援助の基本方針（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援助方針」にまとめられている。重点分野（中目標）の（イ）において、不均衡の是正と安全な社会づくりへの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の更なる経済成長に重点を置きつつ、均衡のとれた発展と、アジア地域及び国際社会の課題への対応能力向上を支援する。共同体の設立に向かう ASEAN の中核国であるとともに、アジア地域における経済活動の重要な拠点であり、資源国である同国への支援を通じて同国との連携と互惠的関係を深化・拡大することにより、同国のみならず、我が国を含むアジア地域及び国際社会の安定と繁栄に寄与する。

#### （2）重点分野（中目標）

##### （ア）更なる経済成長への支援

民間セクター主導の経済成長の加速化を図るため、ジャカルタ首都圏を中心にインフラ整備支援やアジア地域の経済連携の深化も踏まえた各種規制・制度の改善支援等を実施することにより、ビジネス・投資環境の改善を図ると同時に、高等人材の育成支援等を行う。

**(イ) 不均衡の是正と安全な社会造りへの支援**

国内格差を是正し、均衡のとれた発展と安全な社会の構築に寄与するため、主要な交通・物流網等の整備や地方の拠点都市圏の整備等国内の連結性（コネクティビティ）強化に向けた支援、地方開発のための制度・組織の改善支援及び防災・災害対策支援等を行う。

**(ウ) アジア地域及び国際社会の課題への対応能力向上のための支援**

アジア地域の抱える海上安全やテロ、感染症等の問題や、環境保全・気候変動等の地球規模課題への対応能力や援助国（ドナー）としての能力の向上に寄与するための支援等を行う。

**1-4-2 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 21 件であり、そのうち有償資金協力が 18 件、無償資金協力が 3 件、技術協力はゼロである。これまでの ODA 案件としては、No. 7 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 ヶ年計画（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。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。

1-4-3 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 1-12 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	他方韓国の事例では、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・ディジジョンズ、北電総合設計株式会社

## 1-5 対象国・地域のビジネス環境の分析

### 1-5-1 インドネシア国でのビジネス環境

#### (1) 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 1-13 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、トクサフエン	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 1-14 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	
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」

## (2) 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。

### (ア) 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

### (イ) 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。権利の種類としては以下に示すものがある。

[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 (HMHH)、[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) の 11 種類。

[1]～[6] は国の許可が必要だが、[7]～[11]は当事者間で権利の移転・取得が可能である。上記の内、「事業権」は国家に属する農地を賃借して開発する権利。期間は最長 35 年認められ、更新も可能である。「建設権」は土地の上に建物を建設・保有する権利。期間は通常 25～30 年、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。期間は最長 25 年でさらに更新が認められる。

### (3) 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<sup>1</sup>、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

### (4) 投資形態

#### (ア) 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駐在員事務所の設立、②現地法人の設立、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の設立である。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。

#### (イ) インドネシアの会社形態

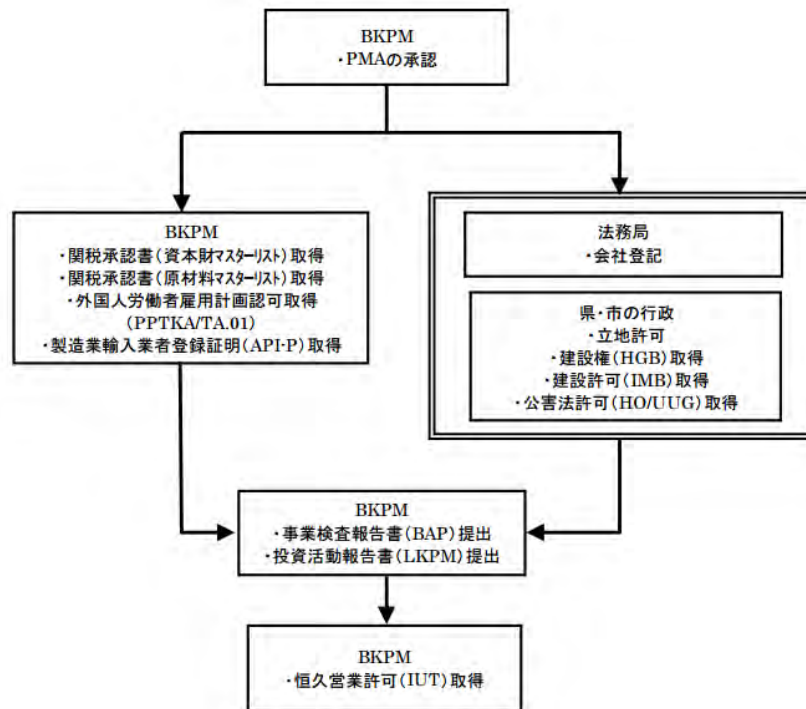
インドネシアの会社の形態には、3 種類ある。

<sup>1</sup> 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」)。

- 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）

**(5) 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, 2012年4月

図 1-18 操業開始での手続きフロー

**(ア) 投資認可の取得**

投資調整庁（BKPM）に対して外国投資（PMA）認可申請を行い、認可を得る必要がある。

**(イ) 会社登記**

投資承認通知書（SP/PMA）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.）であることが条件付けられる。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。

**(ウ) 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（BKPM D）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（2009年政令第24号）。

#### （エ）資本財（設備・機械）、原材料の輸入関税免除申請

PM企業は、資本財、原材料の申請書、マスターリスト（Model 1 IV A/B）に以下のものを添付し、政府が輸入審査業務を委託しているスコフィンド社（PT. Sucofindo）、あるいはBKPM、BKPMDに提出する。

#### （オ）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。

#### （カ）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）または州投資調整局（BKPMD）に、恒久営業許可（IUT）を申請し、取得することが必要になる。

### 1-5-2 資本金に対する規制

#### （1）資本金に対する規制

外国企業の設立に関しては、2012年1月の投資調整庁（BKPM）のガイドラインにより、製造業と非製造業の区別なく、以下の金額が定められている。

- ・「投資総額：100億ルピア（約8,700万円）以上」
- ・「資本金：30億ルピア（約2,600万円）以上」

さらに、2013年4月8日付けの投資調整庁長官規定2013年第5号「投資許認可・非許認可の指針と手順に関する規定」では以下の条件が明記されている。

- ・「土地建物を除く投資額の合計が、100億ルピアあるいは米ドル相当額以上」
- ・「引当資本と払込資本は同額であり、25億ルピアあるいは米ドル相当額以上」

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

#### （2）資金調達

一般に資金調達方法として、増資による調達、借入れによる調達（金銭貸借、社債の発行）が考えられる。借入れの場合、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87,000円）、遅延の場合は10万ルピア/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 1-15 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

## 第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

### 2-1 提案企業及び活用が見込まれる製品・技術の特徴

#### 2-1-1 提案製品の概要

##### (1) 製品・技術の概要

水機工業の提案製品は、小落差の用水路や河川を利用した小水力発電装置として開発された水車である。水量によって水車部分を上下に移動できるので、水位に併せて効率的な発電ができることが最大の特徴である。すなわち、流量変動の大きい用水路・河川においても、安定的に効率の良い発電が可能である。また、水機工業では、提案製品水車以外にも螺旋水車・インライン水車などをラインナップしており、現地状況（地形・水路・落差・流量）に応じた適合水車の提案が可能である。

以下に本水車の特長を整理して示す。



写真 2-1 提案水車製品

##### ①用水路特化型（最大発電量 0.03kW～30kW 程度）：

設置対象水路に対して、水車をそのまま設置可能で、土木構造物の改変がほとんど必要ない。

##### ②水量調整機能付き：

流量調整ゲートにより、流量の少ない場合においても効率的な発電が可能。一般的な開放型水車と比較して高効率である。

##### ③ゴミの影響最小化：

水路に流下してくるゴミの影響をほとんど受けない構造である。（ゴミを下流へ流す。水車羽根先端はゴム製で流下物の噛込を防止するため、構造上ゴミによるつまり現象は生じない。）

##### ④優れる経済性：

コストパフォーマンスに優れる。水車単体で国内販売価格 60 万円/kW 程度である。インドネシア仕様への変更によりさらなるコストダウンが可能である。

##### ⑤洪水時対応型（リフトアップ機能）：

水路内に設置するため、固定タイプは河積阻害になるが、リフトアップ機能により回避が可能である。水車の維持管理も容易である。

⑥豊富なラインアップ：

0.5kW～30 kW まで、設置場所毎に利用可能な水量・流量によって、適用水車の選定や台数の増減によりシステムの出力をカスタマイズできる。

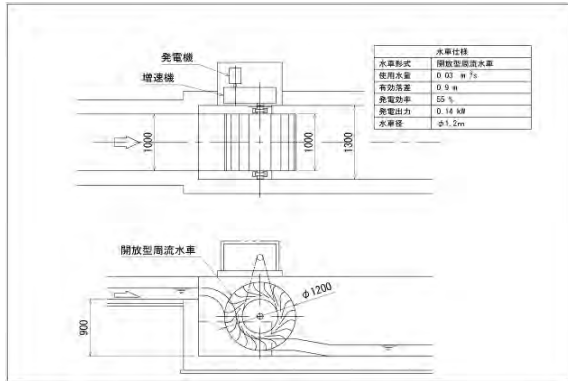
⑦現地化への対応：

水車の構造は簡単で、途上国での生産が可能である。(現地移転可能)

(2) 提案製品の位置付け

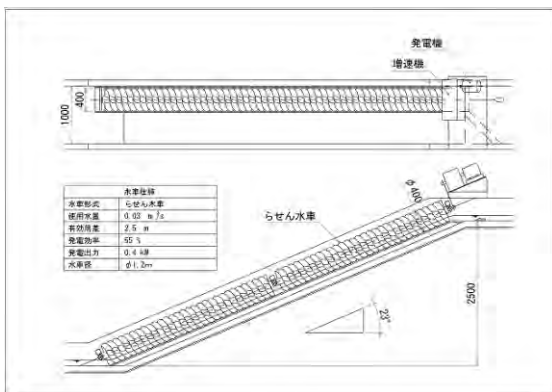
【開放周流径水車（可動式胸掛け水車）】

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。



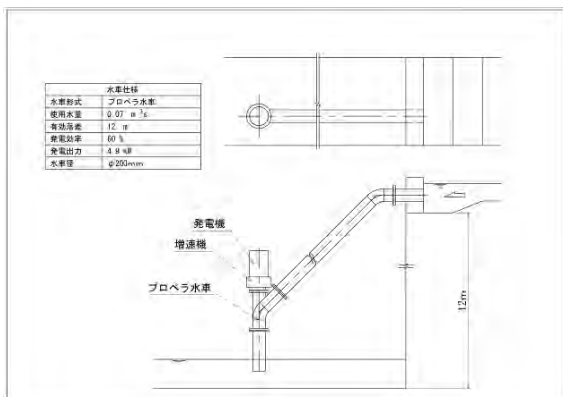
【らせん水車】

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。



【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。低落差、大流量に適用される。



### 可動式胸掛け水車

水車が上下に動き流量変動に対応し、緊急時は上昇し水路を阻害しない高機能水車

除塵機不要 通水したままメンテナンス バイパス水路不要

口径	500 ~ 3000mm	出力	0.5 ~ 50kw
流量	0.04 ~ 4.0 m <sup>3</sup> /s	有効落差	0.5 ~ 3.0m

### らせん水車

開放方式で簡易的な構造、低落差、大流量が可能な景観の良い水車

ゴミの影響が少ない 維持管理が容易 耐久性が高い

スクリーン径	1000 ~ 2000mm	出力	1 ~ 30kw
流量	0.2 ~ 2.0 m <sup>3</sup> /s	有効落差	1.0 ~ 3.0m

### プロペラ水車

配管ラインに接続可能なコンパクトな水車、サイホン方式でも使用可能

低落差でも可能 インライン接続可 省スペース

口径	200 ~ 2000mm	出力	1 ~ 400kw
流量	0.07 ~ 8.0 m <sup>3</sup> /s	有効落差	2.0 ~ 20.0m

(3) 製品の機能・技術の特徴

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。

※図 2-1 (右図) 参照

表 2-1 適用範囲

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

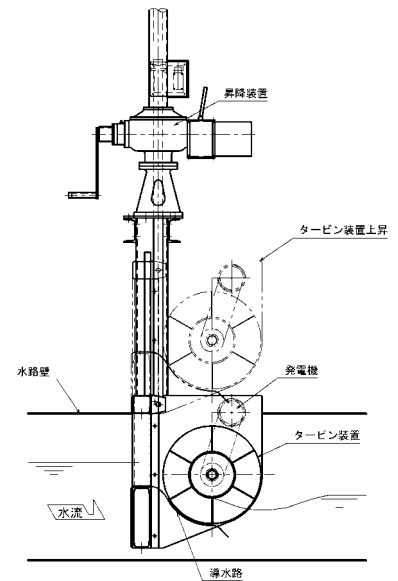


図 2-1 提案製品構造図  
JICA 調査団作成

標準水車形式選定表

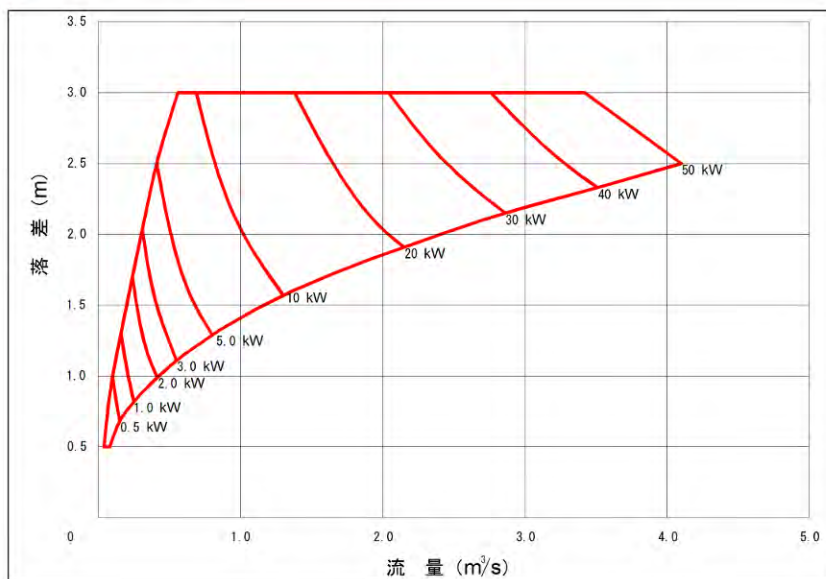


図 2-2 提案水車 形式選定表 (水機工業提供資料)

(ア) 発電効率

提案水車の発電効率は、35%~65%の間にあり、一般的な開放型水車の効率(通常 40%~50%)と比較して高効率な発電が可能である。特に流量が 1.0m<sup>3</sup>/s~2.5m<sup>3</sup>/s の間では、60%以上を確保可能である。

(イ) 小水力発電装置 (開放型周流水車)

# 小水力発電装置

- ・低落差での発電
- ・既設水路を利用した設置方式
- ・水車のメンテナンスが容易



## 電力利用例

- ・水門運転用電源
- ・管理灯・防犯灯
- ・農業施設管理電源
- ・買電用 等



水機工業株式会社

図 2-3 提案水車 カタログ (1/4)










特 徴 ・ 仕 様		
	<p><b>高効率電動巻上機</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・洪水時上昇</li> <li>・上昇時水路全開放</li> </ul> <p><b>水 車</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・洪水時上昇</li> <li>・ゴミ噛みしにくい</li> <li>・回転が滑らか</li> </ul>	
	<p><b>水位調整ゲート</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・洪水時上昇</li> <li>・自動水位調整</li> </ul> <p><b>ベルト駆動</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・メンテナンスフリー</li> <li>・音が静か</li> <li>・回転が滑らか</li> </ul>	
	<p><b>水位計</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・洪水位感知</li> <li>・水位調整運転</li> </ul> <p><b>操作盤</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・自動制御</li> <li>・遠方監視装置</li> <li>・遠隔操作装置</li> </ul>	
	<p><b>バッテリー</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・巻上機用電源</li> <li>・その他電源利用</li> </ul> <p><b>LEDライト等</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・防犯灯、管理灯</li> <li>・売電</li> <li>・農業施設管理電源</li> </ul>	
施 工		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バイパス水路不要             <ul style="list-style-type: none"> <li>・・・水車が上昇し水路が全開放されます</li> </ul> </li> <li>・躯体工事不要             <ul style="list-style-type: none"> <li>・・・水車ガイドを貼付式にしています</li> </ul> </li> <li>・施工期間短縮             <ul style="list-style-type: none"> <li>・・・水車、水位調整ゲートを一体式にしています</li> </ul> </li> </ul>	

図 2-4 提案水車 カタログ (2/4)



概略図

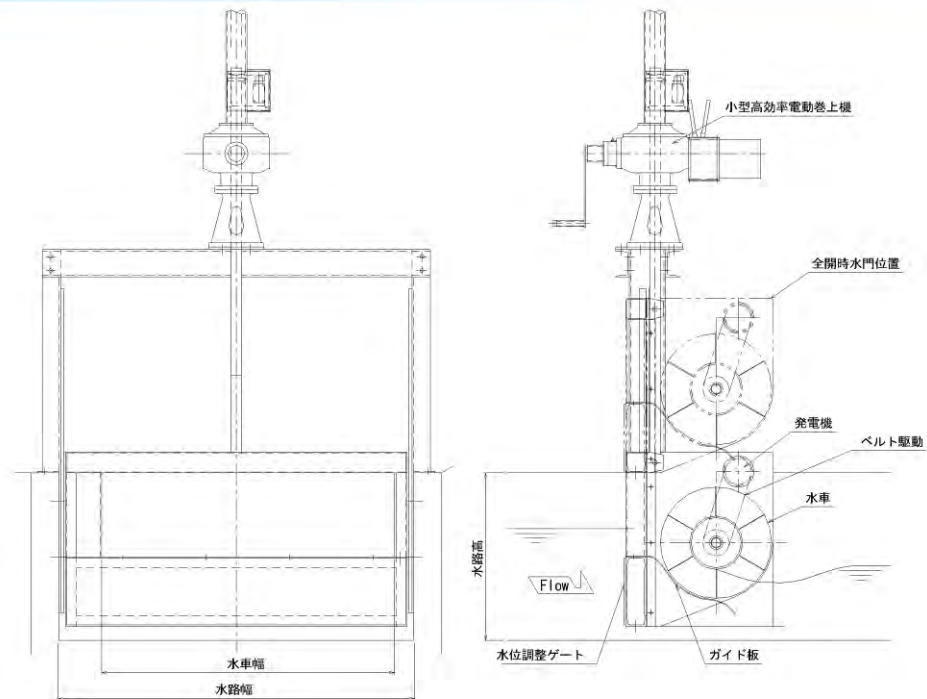


図 2-5 提案水車 カタログ (3/4)

製品ラインアップ

落差 [m]	水量 [m <sup>3</sup> /s]	水車幅 [m]	水車径 [m]	出力 [kw]
0.25	0.03	0.50	0.30	0.03
0.25	0.05	1.00	0.30	0.06
0.25	0.08	1.50	0.30	0.09
0.25	0.10	2.00	0.30	0.12
0.25	0.13	2.50	0.30	0.15
0.50	0.04	0.50	0.60	0.10
0.50	0.08	1.00	0.60	0.20
0.50	0.12	1.50	0.60	0.29
0.50	0.16	2.00	0.60	0.39
0.50	0.20	2.50	0.60	0.49
1.00	0.10	0.50	1.20	0.49
1.00	0.20	1.00	1.20	0.98
1.00	0.30	1.50	1.20	1.47
1.00	0.40	2.00	1.20	1.96
1.00	0.50	2.50	1.20	2.45
1.50	0.20	0.50	1.80	1.47
1.50	0.40	1.00	1.80	2.94
1.50	0.60	1.50	1.80	4.41
1.50	0.80	2.00	1.80	5.88
1.50	1.00	2.50	1.80	7.35
2.00	0.30	0.50	2.40	2.94
2.00	0.60	1.00	2.40	5.88
2.00	0.90	1.50	2.40	8.82
2.00	1.20	2.00	2.40	11.76
2.00	1.50	2.50	2.40	14.70

注記 : 上記以外の仕様に対しても、対応いたします。  
 : 発電機等の仕様により、出力の変動があります。

当社は長年培った知恵と技術を生かし、各種設計・製作・施工からメンテナンスまでお客様の要望にお応えします。

図 2-6 提案水車 カタログ (4/4)

## 2-1-2 提案製品の比較優位性

### (1) 競合他社製品との比較

#### (ア) 再生可能エネルギーにおける小水力発電の特徴

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。

また、小水力発電は、他の発電方式と比較して建設時・運転時のCO2排出量が極めて少ない。一方、短所とすれば水の落差と流量がある場所に設置が限定されることや、水の使用に對しての利害関係者の同意が必要であることである。

表 2-2 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 当り発電量が多く1kWh 当り建設コスト（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。

(イ) 競合他社製品との比較（水機工業の水車の特徴）

(a) 水車が上昇・下降する（特許出願中）

- 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。

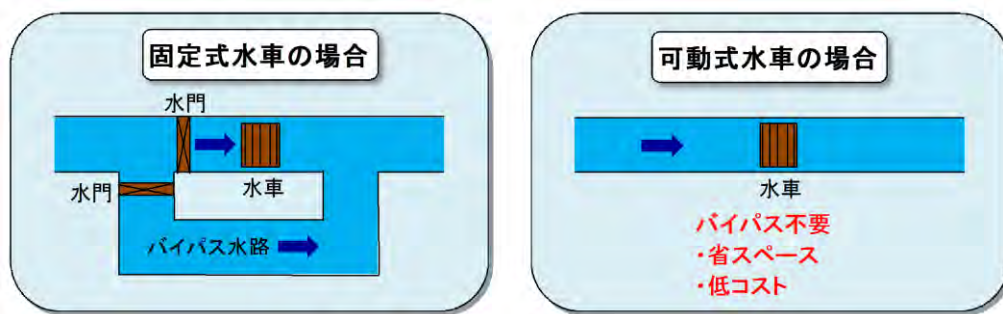


図 2-7 水車特徴説明図 (1)

(b) 特殊形状の水位調整ゲート（特許出願中）

- 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 特殊形状により水の流れを滑らかにし、発電効率を向上させる。

(c) 水車、水位調整ゲート一体ユニット

- ① 水車、水位調整ゲートを一体ユニットとし、現場での施工期間が短縮できる。
- ② 工場にて仮組立、試運転を行うので、安定した品質を確保できる。

(d) ゴミ絡みにくい形式

- ① 開放型水車はゴミ絡みにくい構造となっており、発電出力の低下、水車の損傷を低減させる。

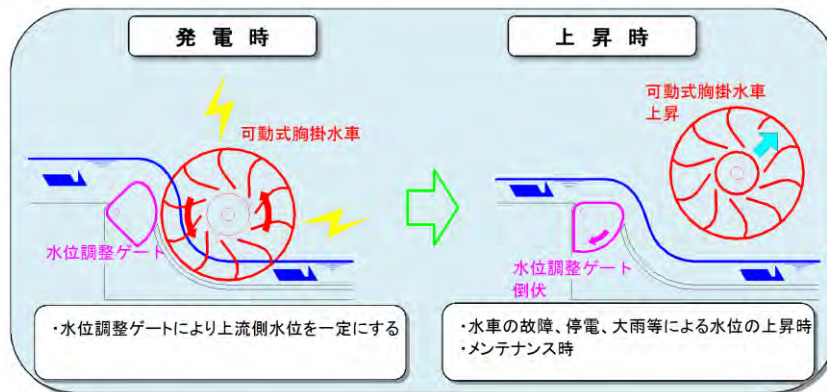


図 2-8 水車特徴説明図 (2)

表 2-3 競合他社製品との比較表

水車形式	開放型水車 他社製品比較		
	水機工業：胸掛け式水車	A社：側方開放型オープンクロスフロー水車	B社：縦軸スクリーウ水車
写真・参考図			
特徴	水車の中間から水を掛け、水の重量と衝動の両方の力で回転し発電を行う。 水車に昇降機能がついており、発電停止時は水車が上昇し、水路が開放されるため、流水に影響を与えないため、既設水路にそのまま設置することができる。	上流から流れてきた水は、水車上部の羽根に力を与え、水車内部に取り込まれた後、下流側へ排出される際に水車下部の羽根に再度力を与える。流量の変化への対応能力が高く、比較的大きな流量を取り込むことが可能である。 導水ゲートの位置を上下、前後に調節することで、流況に適した効率的な運用が可能である。また、導水ゲートの設定によって水車に取り込む水量を制御することができる。	本水車は、用水路の上下流の高低差を利用し、用水の重力で発電水車を回し、同期発電機を用いて発電を行っている。 水車の羽根がスクリーウのような、らせん状をなして、水を効率よく羽根に当ててトルクに変換するため、低水量・低落差の場所への設置に適している水車である。
適用範囲	・出力：0.1～50kW程度 ・落差：0.5～3.0m程度 ・流量：0.05～3.0m <sup>3</sup> /s程度	・出力：2.0～20.0kW ・落差：0.1～10m ・流量：0.1～10m <sup>3</sup> /s	・出力：50kW以下 ・落差：1～5m (ドラフト管を使用すれば5m以上も可) ・流量：0.2～3.0m <sup>3</sup> /s
使用水量	2.0m <sup>3</sup> /s	2.0m <sup>3</sup> /s	2.0m <sup>3</sup> /s
有効落差	2.0m	2.0m	2.0m
発電効率	60%	50%	61%
発電出力	24kW	20kW	24kW
年間発電量	210,240kWh	175,200kWh	210,240kWh
機械電気設備費	35,000千円	60,000千円	30,000千円
経済性	kWh当り建設単価：166円/kWh kW当り建設単価：1,458千円/kW	kWh当り建設単価：342円/kWh kW当り建設単価：3,000千円/kW	kWh当り建設単価：143円/kWh kW当り建設単価：1,250千円/kW

(2) 製品・技術の価格

標準的な日本の水車単体価格は100万円/kW程度のkW当り建設単価であるが、水機工業の国内販売価格は、水車単体で60万円/kW、発電機40万円/kW、送電整備で50万円/システム程度で、1システムあたり約150万円程度のkW当り建設単価となる。高効率型昇降装置等の高機能が附属しての価格であるため、従来型手動昇降装置等と組み合わせることにより更なるコストダウンが可能であり、現時点では水車単体で40万円/kW程度まで、コストダウンが可能である。また、水車の羽、発電機、その他の機材は現地調達製品で構成が可能である。このことから、ODA以降の自立展開時には現地製作が十分に可能であり、水車単体で20万円/kW以下で製作できる。

2-1-3 提案製品の特許・実績

(1) 製品・技術における特許

リフトアップ機能や流量調整機能による高効率化の部分で特許を申請中

- ① 発明の名所：小水力発電装置
- ② 技術分野：本発明は小水力発電用の水力タービン装置及びこれを用いた発電装置に関する。

(21) 出願番号 特願2013-162835 (P2013-162835) (22) 出願日 平成25年8月6日 (2013. 8. 6)	(71) 出願人 501126478 水機工業株式会社 富山県富山市黒崎172番地 (74) 代理人 100114074 弁理士 大谷 嘉一 (72) 発明者 野村 幸三 富山県富山市黒崎172番地 水機工業株式会社内 Fターム(参考) 3H072 AA13 BB07 BB08 CC01 CC06 CC44 CC71
---	---

「公開特許公報 抜粋」

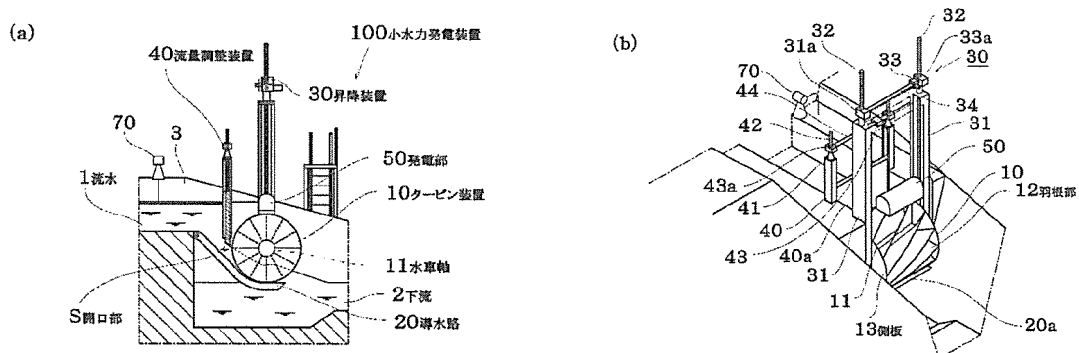
③ 要約

【課題】

構造が簡単で小水力を有効に活用でき、操業安定性に優れた小水力発電装置の提供を目的とする。

【解決手段】

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下流側が下になるように傾斜した導水路と、当該タービン装置を上下移動させるための昇降装置を備えたことを特徴とする。



## (2) 国内外の販売実績

主な水力発電関連の実績

- ・常西用水土地改良区西番小水力発電施設(可動式開放型胸掛け式水車)
- ・庄川沿岸用水土地改良区連合中野放水路発電所庄川町庄小水力発電施設整備
- ・庄川沿岸用水土地改良区連合高瀬小水力発電施設整備(水圧管路)
- ・利賀村小規模水力発電施設(水車、永久磁石式同期発電機、パワーコンディショナー盤)
- ・富山県企業局小矢部川第二発電所打尾川支水路自動除塵機設置(前面降下背面掻き上げ式)
- ・富山県企業局小矢部川第二発電所太美ダム自動除塵機設置(定置式レーキ往復型)
- ・富山県企業局県営大長谷第五発電所取水設備(連動ラック式電動ローラーゲート)
- ・富山県企業局大長谷第三発電所ダムゲート電動化(取水ロゲート)



写真 2-2 導入実績(富山県富山市内 常西用水土地改良区西番小水力発電施設  
: 可動式開放型胸掛け式水車)

## 2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

### 2-2-1 水機工業の現状と国内マーケットの現況

水機工業が本社を置く富山県は、国内屈指の包蔵水力を誇る地形・気候に恵まれた県である。水機工業は、この自然を利活用したエネルギー開発を積極的にとりくみ、水力を含む、太陽光、風力発電設備の導入施工やバイオマス発電の研究開発を企業研究として取り組んでいる。このような自然エネルギーを活用した再生可能エネルギーのなかで、富山県を含む北陸地方は、急峻な扇状地系の特徴を活かした小水力発電の計画に適した河川・用水路網と豊富な水量を多く有していることから、小水力発電装置のマーケット市場としては有望なエリアである。現在、北陸における小水力発電の普及促進を図る一貫として、県・各市町や各土地改良区などをはじめとする公共団体が小水力発電の本格導入に向けて積極的に取り組んでいる現状にある。

このような背景のなか、特に、農業用水路を活用した開放型水車の実機及びモデル機に対する弊社への見学申し込みや、水車機器に関する問い合わせが数多く寄せられている状況にあり、実導入に向けての適地調査や水車設計を水機工業でも積極的に対応している。

しかし、現状、小型の小水力発電設備の導入には、エンドユーザーの建設コスト予算や事業採算性の観点から、初期導入コスト面での課題が多いことから、適地での条件にあった低コストの小水力発電設備の研究開発が不可欠である。水機工業では、より効率の良い発電量を賄うため、水車・発電機の総合効率の向上や、初期コスト縮減と維持管理費縮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開発に取り組んでいる。



写真 2-3 開放型水車導入地点における現地視察会の様子

#### 2-2-2 海外事業展開の位置付け

水機工業は、将来的な経営の安定化・拡大を図る方法として、海外展開に向けた本事業を起点とすることを目的の一つとしている。案件化調査における現地調査結果および市場規模の推定から、販路の拡大を目的とした海外事業展開の可能性は十分であることが確認された。

今後の普及・実証事業を通して、技術移転による現地化でのコスト縮減化を実証することにより、バリ州およびインドネシアでの普及展開による市場・販路拡大を図り、これをもって ASEAN 全体への展開を狙う海外ビジネス展開戦略を掴むことで、今後の事業経営の成長戦略の基礎と位置付けている。

また、水機工業の海外事業展開におけるの対象国および自国への貢献姿勢として、国連が掲げる世界全体における普遍的なエネルギーへのアクセスの達成に向けて、富山市と連携し発展途上国における再生可能エネルギー普及に向けての課題解決に資するものを提供する富山県企業として貢献していく。

#### 2-2-3 これまでの海外での活動状況

水機工業では、これまで発展途上国のライフライン構築のために必要な日本の技術を提供するため、NGO 活動を介して途上国（南スーダン）より技術員を招き、さく井工事の機械運転技術の指導を行うとともに、現地へ渡航し、さく井候補地の適地調査を行うなど、多くの技術指導を行ってきた。

また、日本国内での更なる小水力発電設備の普及促進を図る目的で、マーケットが成熟しているヨーロッパの水力発電水車メーカーへ渡航視察を行い海外企業との提携を行うなど、海外技術の導入やマーケティングの普及拡大への活動を積極的に行っている。



写真 2-4 欧州（チェコ）水車メーカーへの  
海外視察



写真 2-5 スーダン技術員への技術指導

## 2-3 提案企業の海外進出による我が国地域経済への貢献

### 2-3-1 想定される我が国地元経済への貢献・地域活性化への貢献

#### （１）地方自治体との連携・貢献実績（地方経済振興政策への貢献等）

水機工業は、富山市環境未来都市計画に位置付けられているプロジェクト（「再生可能エネルギーを活用した富山型農村活性化モデルの国際展開」プロジェクト）にメンバーとして参加しており、プロジェクトの事業化に向けて検討を進めたことが、当提案に結びついている。

＊プロジェクトチームメンバー：(株)水機工業、(株)北陸精機、ユニオン産業(株)、(株)新日本コンサルタント、(株)シキノハイテック、(株)タイワ精機、富山県立中央農業高等学校、富山高等専門学校

#### （２）経済団体等との連携・貢献実績（経済連合会、商工会議所等）

① 富山市環境未来都市計画を推進するため、産民学の有識者等で構成する「アドバイザーグループ」や「推進協議会」において、環境未来都市に関する助言や提言などの支援を受けている。（北陸経済連合会部長、北陸経済研究所理事長、富山商工会議所会頭、富山県菓業連合会会長等が参画）

② 提案企業の一つであるタイワ精機の代表者は、長年、富山経済同友会の役員として、地域経済団体との連携を図っている。

#### （３）日本政府、省庁の取組みに合致（総合特区の認定、省庁の地域活性化関連施策での受賞、認定等）

当提案は、富山市がエネルギー効率改善都市に選定された下記の取組に合致している。

① 環境未来都市（平成23年12月選定）：環境及び超高齢化等に対応した成功事例を創出し、その成功事例を国内外に普及展開することを通じて、新産業の創出や地域活性化など、持続可能な経済社会構造を実現するもの。富山市においては、コンパクトシティ戦略と地域特性を活かした小水力発電などの各種プロジェクトが評価され、選定された。



- ② エネルギー効率改善都市（平成26年9月選定）：富山市の「環境未来都市」や「環境モデル都市」として取り組んできた実績や本提案プロジェクトが評価され、国際連合のSE4ALL(万人のための持続可能なエネルギー)における「エネルギー効率改善都市」に、国内で唯一選定された。

#### (4) 大学/研究機関等との連携・貢献実績

- ① 富山市環境未来都市計画を推進する「アドバイザーグループ」や「推進協議会」において、大学関係者がメンバーとして参画しているほか、本計画に位置付けられる各種プロジェクトにおいても大学その他の学識経験者が加わり、環境未来都市に関する助言や共同研究により連携を図っている。（富山県立大学長、富山大学長など大学関係者が参画）

#### (5) 産業集積(クラスター)等との関連

- ① 途上国のニーズに即した新事業領域への展開は、ものづくり業界内における海外進出や新たな需要の取込を促しており、クラスター全体の活性化が図られる。
- ② 富山県に集積する小水力発電関連の技術開発業者である北陸精機の先行進出や水機工業の用水路対応型水車の海外展開をきっかけに、国内の市場性の低さから一転して海外市場への期待・関心が高まることが想定され、クラスター内の研究開発や事業化に向けた取組の活性化が見込まれる。
- ③ 国家プロジェクトである環境未来都市プロジェクトにおいて産学官民連携によるまちづくりの成功例を創出することで、再生エネルギー業界のセクショナリズムの壁を越えた連携が生まれ、また、新たなクラスター形成が促されることを見込む。

#### (6) 上記の他、地元の経済・地域活性化への貢献実績

- ① 水機工業は、もともと水門工事を主力とした会社であり、保有する技術ともものづくり力を活かし、市の地域特性である豊富な水を活用した小水力発電分野への拡大展開において、地域雇用の創出に貢献している。
- ② 水機工業が設置した小水力発電について、児童の環境教育の面や県内外からの視察など観光資源としても活用されており、交流人口の増加など地域経済の活性化にも貢献している。

### 2-3-2 本調査で検討する ODA 案件化及び海外展開を実施することで見込まれる地元経済・地域活性化への貢献

#### (1) 事業実施による国内の雇用創出、新規開拓、新規開発

- ① 再生可能エネルギー分野を水機工業の新事業領域として確立し、地域雇用の創出に貢献を見込む。

- ② 途上国への国際貢献と新産業による海外進出を実現することで、地域産業のグローバル化に寄与し、成長著しい海外の活力を地域に取り込むことで、地域活性化への貢献拡大を見込む。
- ③ 海外でローコストかつ現地生産が可能な製品を開発するには、国内での研究・開発が必須であり、新規事業として社内に新たな組織を設立し、専属の従業員の雇用が必要である。
- ④ 海外での実績は、環境や地形的条件によっては国内で採用できる製品のモデル事業にもなり得るので、国内での事業展開として営業的要素が十分にある。
- ⑤ 富山市の環境未来都市プロジェクトにおけるまちづくりの成功事例として国内外から注目されるモデルを確立することで、交流人口の増加につながるなど地域活性化に貢献する。

## (2) 事業実施による国内関連企業の売上増

- ① 途上国のニーズに即した新事業領域への展開は、ものづくり業界内における海外進出や新たな需要の取り込みを促しており、国内関連企業の活性化が相乗効果として現れ、各企業の売上増も期待できる。
- ② 富山県に集積する小水力発電関連の技術開発業者がである北陸精機の先行進出や水機工業の用水路対応型水車の海外展開をきっかけに、国内の市場性の低さから一転して海外市場への期待・関心を高めることが想定され、国内の関連企業における研究開発や事業化に向けた取り組みの活性化が見込まれる。

## (3) 事業実施による新たなパートナーとの連携及び連携強化（地方自治体、経済団体、大学/研究機関等、各地中小企業支援関係機関等）雇用創出・地域活性化への貢献

- ① 国家プロジェクトである環境未来都市プロジェクト（再生可能エネルギーを活用した富山型農村活性化モデルの国際展開）において、本提案が産学官民連携によるシンボリックな成功例として周知されれば、パートナー企業の参画による新規事業の創出が見込まれ、雇用創出や地域活性化に結びつくことが想定される。
- ② 地元用水管理団体（土地改良区等）に事業実施のPRを行い、事業主体としての海外展開の可能性について議論し、小水力発電計画への投資を促す。
- ③ 国家プロジェクトである環境未来都市プロジェクトにおいて産学官連携によるまちづくりの成功事例を創出することで、業界だけでなく国家間をも越える新たな連携を生み出し、より高度な産学官連携の実現が見込まれる。

**(4) 上記の他、事業実施による国内地元経済への裨益**

- ① 富山県はその地域特性から全国有数の小水力発電関連技術開発業者の集積地であり、水機工業が開発した用水路対応型水車が注目され、拡販されれば、業界の活性化につながる。
- ② 当提案が実現し、成功事例として国内外へ周知されれば、他の再生可能エネルギー分野においても参入しやすくなり、地域経済の活性化につながる。
- ③ 当提案により、電化が普及すれば、国内の電化製品市場において輸出拡大する動きが生まれ、ビジネスチャンス創出の可能性はある。

## 第3章 活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性検討結果

### 3-1 製品・技術の検証活動（紹介、試用など）

本案件化調査においては、地元説明会や本邦受入活動を通して製品・技術の検証活動を行った。

#### 3-1-1 説明会等による技術の紹介

ジャティルウィ村の地元に対して行った説明会を、表 3-1 に整理する。計 5 回の説明会を実施し、第 1 回目と 2 回目にアンケートを実施、第 4 回の説明会のあと、IBEKA により地元住民に対してヒアリングを行った。

表 3-1 地元に対する説明会

回数	日時	参加人数	対象範囲	説明内容	アンケートの実施
第1回	12月1日	約15名	スバック長 地元住民	<ul style="list-style-type: none"> <li>製品概要説明</li> <li>基礎的情報に関するアンケート</li> <li>調査内容の説明</li> <li>JICA 事業の説明</li> </ul>	有
第2回	1月14日	約35名	スバック長 地元住民	<ul style="list-style-type: none"> <li>ポテンシャル調査結果報告</li> <li>発電計画の説明</li> <li>電化に対するアンケート</li> </ul>	有
第3回	2月6日	約10名	スバック長	<ul style="list-style-type: none"> <li>将来ビジネスモデルに関しての説明</li> <li>本邦受入活動説明</li> <li>アンケート回収、意見交換</li> </ul>	無
第4回	4月20日	約20名	スバック長 地元住民	<ul style="list-style-type: none"> <li>ヒアリング調査内容説明（IBEKA）</li> <li>事業概要説明（パイロットサイト）</li> </ul>	無
第5回	6月25日	30名	地元住民	<ul style="list-style-type: none"> <li>パイロットサイト計画説明</li> <li>開発効果、維持管理に関する協議</li> </ul>	無

また、行政機関に対しては、製品ビデオ等を用いて紹介を行った次ページの表 3-2、3-3 に示す。

表 3-2 行政機関に対する説明（その 1）

行政機関	回数	日時	参加人数	説明内容
文部科学省 文化局	第2回	1月18日	約10名	・調査内容説明 ・製品概要説明
	第3回	2月10日	約5名	・調査結果の説明 ・世界文化遺産での小水力発電システム設置にかかる協議
	第5回	6月21日	約10名	・パイロットサイト事業説明 ・事業実施への理解、協力要請 ・世界文化遺産での許認可に関する協議
内務省	第1回	12月7日	約10名	・事業調査概略説明 ・水車製品の説明
	第2回	1月19日	約10名	・中央政府窓口に関する協議
	第5回	6月21日	約10名	・中央政府窓口に関する協議
エネルギー 鉱物資源省	第2回	1月18日	約15名	・中央政府窓口、カウンターパートに関する協議
	第5回	6月22日	約10名	・調査結果の説明 ・将来的初期投資確認
エネ鉱省 大臣直轄 チーム	第1回	11月25日	約10名	・調査内容説明 ・製品概要説明
	第3回	2月8日	約5名	・バリ州再生エネルギー100%プランの整合性
	第5回	6月22日	約10名	・普及展開に関する意見交換
PLN	第1回	11月27日	約5名	・バリ州の電力事情聴取
	第5回	6月27日	約5名	・CSR活動補助金について意見交換

表 3-3 行政機関に対する説明（その 2）

行政機関	回数	日時	参加人数	説明内容
バリ州	第1回	12月3日	約10名	・許認可事務やエネルギー政策の聴取 ・事業概要の説明及び事業推進に関する支援依頼
	第3回	2月5日	約10名	・「クリーンアンドグリーン計画」位置付けに関する協議
	第5回	6月23日	約10名	・調査結果報告 ・普及展開に関する意見交換 ・「クリーンアンドグリーン計画」位置付けに関する協議
タバナン県	第1回	11月24日	約10名	・調査内容説明
		11月25日		・製品概要説明
		12月1日		・許認可、申請手続きに関する協議 ・本邦受入活動について意見交換 ・必要手続きや支援制度を協議
	第2回	1月12日	約10名	・前回調査結果報告
		1月15日		・パイロットサイト候補地、電力用途に関する協議 ・許認可、申請手続きに関する協議 ・本邦受け入れ活動に関する協議
第3回	2月4日	約10名	・中央政府窓口に関する協議 ・本邦受け入れ活動に関する協議	
第4回	4月20日	約5名	・IBEKA現地調査に関する協議	
第5回	6月17日 6月28日	約10名	・調査結果報告 ・タバナン県知事、副知事面談 ・運営体制に関する協議 ・中央政府窓口に関する協議 ・普及実証事業の今後のスケジュール	

### 3-1-2 本邦受入活動による紹介

#### (1) 目的

本邦受入活動では、用水路対応型の水車実機（発電稼働中）の視察や発電状況を実感してもらうとともに、維持管理の説明などを行い、インドネシア現地での設置をイメージしてもらう。また、富山県内小水力発電施設、関連企業への視察を行い、自国導入への理解を深めてもらう。タバナン県には富山市のまちづくりや環境施策についての意見交換の場を設定し、スバック関係者には、水機工業の工場において、水車製作やメンテナンスなど実機に対する理解を深めてもらい、技術移転やコストについての議論を行った。

#### (2) 活動概要

活動概要について、表 3-4、3-5 に示す。

表 3-4 本邦受入活動内容（その1）

本邦受け入れ活動 2016年2月21日～2016年2月27日		
参加者リスト(氏名(Mr./Ms.)、所属、役職)		
1. Mr. I Komang Gede Sanjaya	タバナン県副知事	5. Mr. I Wayan Yasa
2. Mr. I Nyoman Wirna Ariwangsa	タバナン県行政長官	6. Mr. I Nengah Kartika
3. Mr. I Wayan Miarsana	タバナン県秘書	7. Mr. I Nyoman Utama
4. Mr. I Nyoman Budana	タバナン県農業部長	スバック組合長
日時	訪問先	活動内容
2月22日	富山市役所	富山市長表敬訪問。事業の進捗状況やタバナン県との協力体制について確認。
	富山市中心市街地	とやまライトレール(LRT)に乗り、環境未来都市である富山市中心市街地を視察。環境未来都市としての街づくりについて理解を深めた。
2月23日	水機工業株式会社	水機工業株式会社小矢部工場内を視察見学。タバナン県の用水路に設置したい水車と同種の実物水車等を見学し、水車の特徴であるリフトアップ機構やゴミへの対応が可能な水車であることを説明。
	平沢川水力発電所	砂防堰堤を利用した小水力発電所で、用水路対応型の発電システムより規模の大きい導入管路タイプを視察し、実際に発電している状況を確認した。
2月24日	株式会社ニュース (水機工業 農業研究部門)	水機工業の農業研究部門である工場を視察。樹木等の産廃物を堆肥化処理(リサイクル)しており、その処分過程を見学した。合鴨農法によるコメ作りも行っており、その説明も受けた。
	株式会社 タイワ精機	精米機製造工場を視察。精米機の仕組みについて詳しく説明を受け、実際に精米をしている様子を視察した。

表 3-5 本邦受入活動内容（その 2）

日時	訪問先	活動内容
2月25日	常西公園 小水力発電所	富山市が環境負荷の小さい低炭素社会の実現を目指し、再生可能エネルギーの普及・拡大に向けたモデルとなるよう日本有数の急流河川である常願寺川を水源とする常西合口用水に設置した小水力発電所を視察。
	西番 小水力発電所	常西用水土地改良区が管理する小水力発電所で水車が実際に動いているところを視察。故障や停電、水位の上昇などを自動的に感知し水車を上昇させることができ、水路を断水することなくメンテナンスを行うことができるという説明を受けた。
	常西用水 土地改良区	土地改良区の目的である農業経営に必要な用水量の確保と、用排水路の維持管理の取り組みについてや、再生可能エネルギーの活用として、土地改良区の農業用水を利用した小水力発電事業への取り組みの経緯についても話を伺った。
	意見交換会	タバナン県訪問団側と調査団の両方で課題が何か議論し合い、将来構想についてお互いに理解を深めた。
2月26日	外務省	外務省表敬訪問。西浦地球環境課長より、国連サミットで紹介された本プロジェクトが着実に推進されていることは喜ばしく、日本政府としても支援していきたいと述べられていた。また、このプロジェクトを実現させ、日本とインドネシアの友好を図りたいとも述べていた。
	JICA本部	はじめに内島課長よりJICA事業の説明があり、その後開発課題や実現に向けての協議を行った。タバナン県訪問団からは棚田の治安維持や若者の村離れを止め、村の活性化にも繋がるのでは非水車を設置して欲しいとの要望を伝えた。

### （3）受け入れ結果

#### （ア）本邦受入活動の結果・課題（目標の達成状況、成果、改善点等）

現地に水車を設置した場合、地域・地元で水車発電システムの管理・メンテナンスを今後どのように実施していくかということが課題だったが、提案水車はメンテナンスが容易であるということを訪問団は理解することができた。このメンテナンス内容であれば村の住民でも運営していくことができると認識し、水車設置についてより一層理解を深めてもらうことができた。

#### （イ）参加者の意欲・受講態度、理解度

本邦受入活動で視察した現場でも真剣に話を聞いており、日本の技術の素晴らしさを取り入れたいという思いが伝わってきた。富山とバリの地理状況や雰囲気など近いところがあると感じられていて、富山での技術をバリでも活かしたいとの意欲を示していた。

#### （ウ）本邦受入活動の成果を生かした今後の活動計画

富山で実際に水車を視察し、発電している状況を経験したことで、インドネシアでも設置することは可能ということをお互いの共通認識で持つことができた。今後は現地インドネシアで製作できるか、メンテナンスを住民で維持していくことができるのかということ第三

者のインドネシア人による踏み込んだ調査（NGO IBEKA による調査）が必要である。また、普及に向けたビジネス展開についても調査し構築していく必要がある。

### 3-2 製品・技術の現地適合性検証

製品・技術の現地適合性検証として、実施した項目をフローとして図 3-1 に示す。

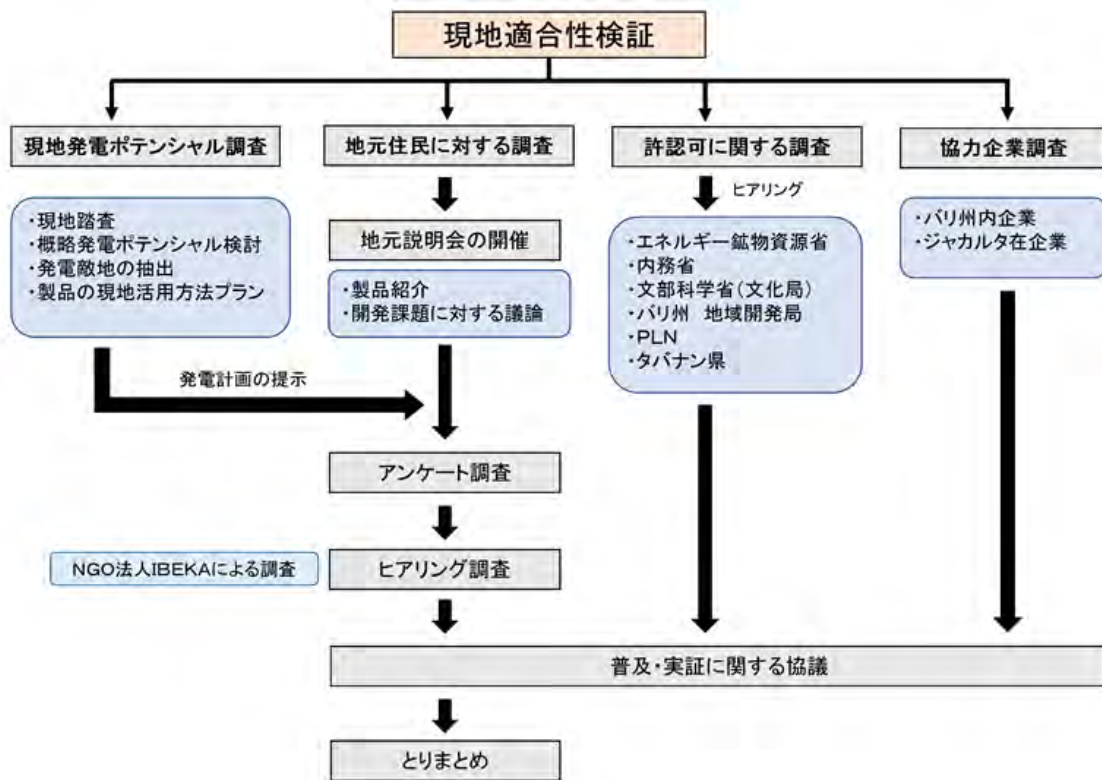


図 3-1 現地適合性検証

#### 3-2-1 現地発電ポテンシャル調査

現地発電ポテンシャル調査として、ジャティルウィ村を対象に、流量の安定している灌漑用水路の落差工をピックアップし、そこにおいて発電機器設置にかかわる、流量、落差、必要な土木工事の規模、運搬・据付機械のアクセス、ロケーション、季別の流量変動状況の把握（既存資料調査、定期観測の実施）等を実施した。また、その結果をもとに、概略の発電ポテンシャル検討を実施し、地元住民に対して製品の現地活用方法に関するプランを策定し、パイロット候補地の抽出・提示を行った。

##### (1) 現地調査

現地調査として、現地踏査、測量・計測、ヒアリングを実施した。表 3-6 に現地調査内容一覧表を示す。



表 3-6 現地調査内容一覧表

調査項目	調査内容
現地踏査	【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）を行う。
測量・計測	【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、水路断面の簡易計測を行った上で、流下水深計測・流速計測を行い、流下流量の観測を行う。 【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・計測する。
ヒアリング	【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う。・環境配慮に関する協議・インドネシア国内電力事情、電力計画・本邦受入活動

JICA 調査団作成

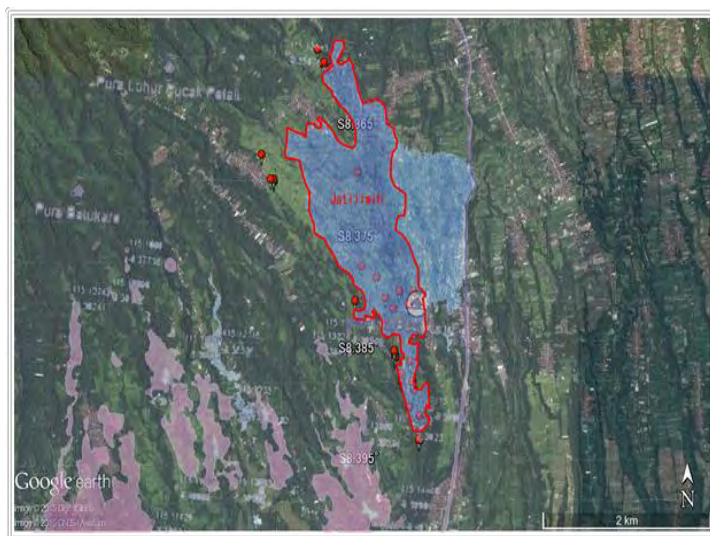


写真 3-1 落差高計測状況



写真 3-2 断面計測状況

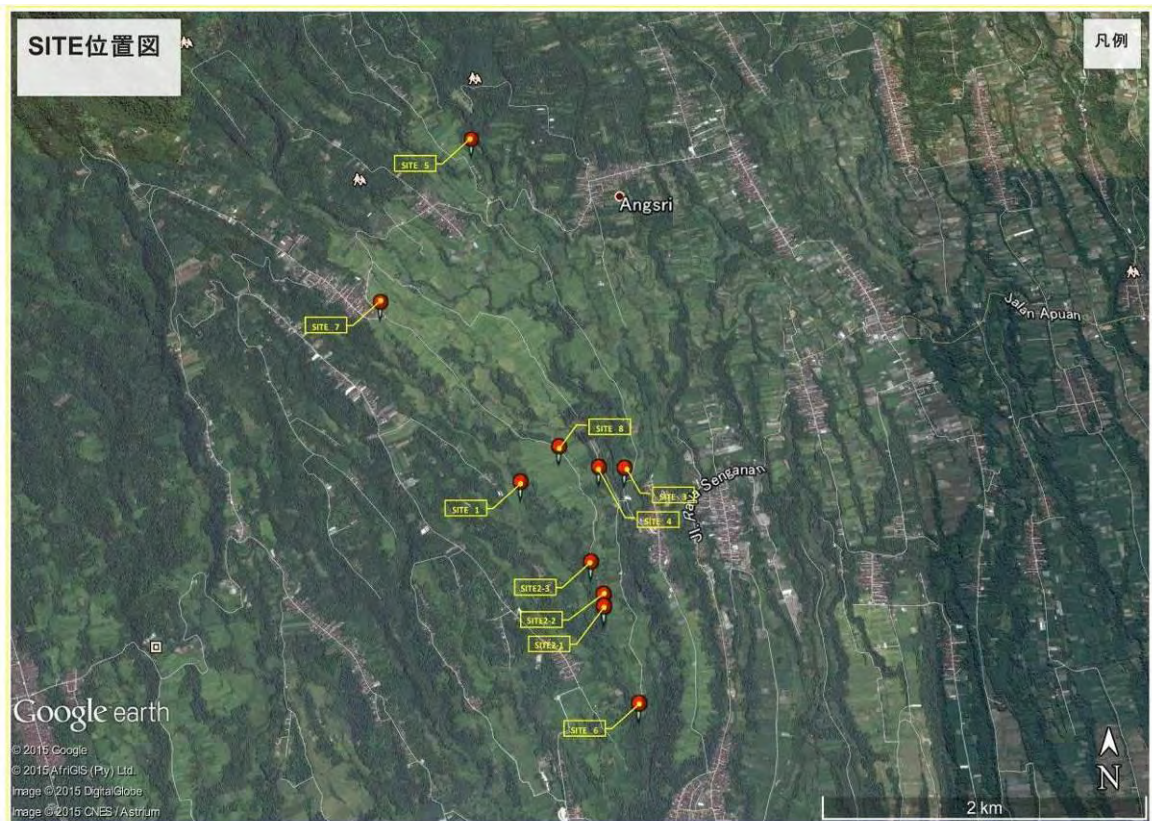
図 3-2 にタバナン県ジャティルウィ村の調査全体図を示す。



JICA 調査団作成

図 3-2 調査全体図

ジャティルウィ村における発電候補地となる対象水路の水路系統（用水・排水）および水路構造を調査した。小水力発電の運転においては流量の握が重要で、水車設置の観点から既存の水路構造（天然河岸・人口河岸）を各サイトにおいて調査した。全 10 サイト（図 3-3 参照）調査した中で、水路系統が“用水”である水路構造はコンクリート造の人工河岸となっているが、水路系統が“排水”である水路構造は土水路等の天然河岸となっている。用水系統の水路は水量管理がスバック管理のもと丁寧に行われており、水路維持の観点からも管理通路が水路沿いに整備されているなど水力発電設備の運転管理・維持管理の面で有利な条件が整っている。排水系統となる水路は、谷あい狭窄部などのアクセス条件が悪い地形条件下にあり、降雨の排水により転石・流木・草木等が流出する状況にあった。



JICA 調査団作成

図 3-3 サイト位置図

## (2) 概略発電ポテンシャル検討

### (ア) 発電電力量の算出

#### (a) 発電出力の計算

発電出力は、発電使用水量、落差、水車及び発電機の機械効率から下式により求める。

$$P = 9.8 \times Q \times H \times \eta$$

P : 発電出力 (kW)

Q : 発電使用水量 (m<sup>3</sup>/s)

H : 有効落差 (m)

η : 水車及び発電機の機械効率 (%)

なお、現地に適合させる水車選定に関しては、現地の水路状況（水路断面・水路縦断・落差・水量）に応じて選定し、各水車の水車及び発電機の機械効率（%）は以下に示す。

表 3-7 形式別水車効率

水車形式	水車効率 (%)
プロペラ型水車	60%
らせん水車	55%
開放周流形水車	55%

JICA 調査団作成

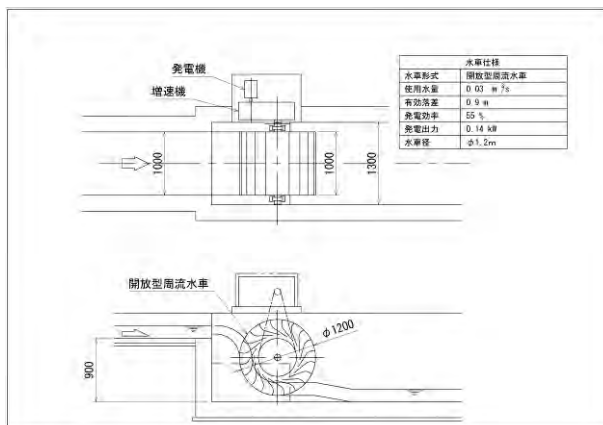


図 3-4 開放周流形水車 参考図

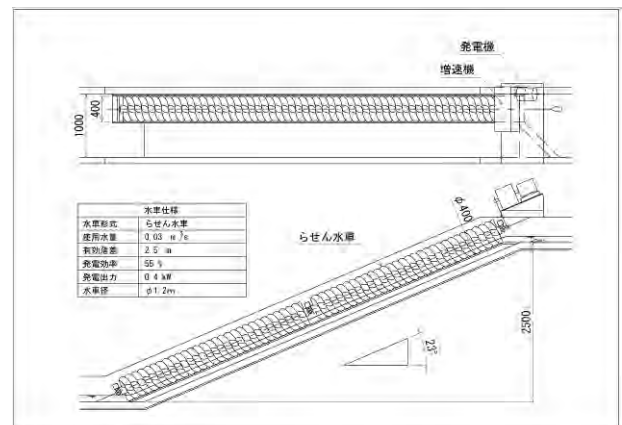


図 3-5 らせん水車 参考図

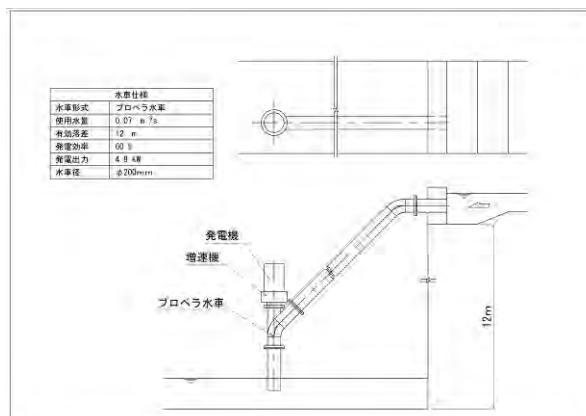


図 3-6 プロペラ型水車 参考図

(イ) 発生電力量の計算

発生電力量は、時間当たり出力の総和であり下式により求める。

① 年間可能発電電力量  $E = \Sigma (P \times 24 \text{ 時間})$

E : 年間発生電力量(kWh)

P : 各日の発電出力(kW)

② 設備利用率 年間可能発電電力量 ÷ (最大発電出力 × 8,760 時間/年)

(ウ) 有効電力量の計算

有効電力量は、発電所の事故停止、補修停止及び余剰を考慮したもので、年間可能発電電力量に平均利用率を乗じて算定する。平均利用率は 95.0% (想定) とする。

調査を実施した全 10 サイトの発電適地における水路状況および発電ポテンシャルを表 3-8 に一覧で示す。いずれも普及・実証事業において確認が必要となる。

表 3-8 発電ポテンシャル調査結果表

Site No.	サイト状況	水路系統	水路構造	見込み流況				発電ポテンシャル					
				Qmin 低水	Q 豊水	Qminと仮定 常時使用水量	H 落差	P=9.8*Qmin*H 常時理論水力	採用 水車 効率 η %	Pt=P*η % 常時発電出力 kW	EE 年間可能 発電量 kWh/y	EE*95% 有効発電量 kWh/y	
				m3/s	m3/s	m3/s	m	kW					
1		排水	天然	0.013		0.01	9.0	1.1	プロペラ形水車	60%	0.7	6,027	5,725
2-1		用水	人工	0.030		0.03	2.5	0.7	ラセン水車	55%	0.4	3,541	3,364
2-2		用水	人工	0.030		0.03	2.7	0.8	ラセン水車	55%	0.4	3,825	3,633
2-3		用水	人工	0.030		0.03	0.9	0.3	開放周流形水車	55%	0.1	1,275	1,211
3		排水	天然	0.018		0.018	7.0	1.2	プロペラ形水車	60%	0.7	6,490	6,166
4		排水	天然	0.036		0.036	5.6	2.0	プロペラ形水車	60%	1.2	10,384	9,865
5		湧水	天然	0.070		0.07	12.0	8.2	プロペラ形水車	60%	4.9	43,267	41,104
6		用水流末 (排水)	人工	0.040		0.04	6.0	2.4	プロペラ形水車	60%	1.4	12,362	11,744
7		用水	人工	0.012		0.012	2.5	0.3	開放周流形水車	55%	0.2	1,416	1,346
8		用水	人工	0.026		0.026	0.9	0.2	開放周流形水車	55%	0.1	1,105	1,050

出典：調査に基づき JICA 調査団作成

(エ) 発電適地の抽出

全 10 サイトの発電適地において、発電した電力負荷施設（現地周辺の施設状況および地元ヒアリング）を考慮して、維持管理性（水車・水路）および施工性を鑑み、水車設置の候補地としてのサイト抽出を行った（表 3-9 参照）。水車設置の適地となるサイトは、主に用水系統となる全 4 サイトを選定した。次ページに図 3-7 に抽出したサイト位置図を示す。

表 3-9 サイト抽出結果一覧表

Site No.	サイト状況	水路系統	水路構造	維持管理性	周辺負荷施設	施工性	総合評価 サイト抽出
1		排水	天然	枯葉等のゴミが多いので除塵が必要。沈砂池に利用できそうな凹部あり。	△ 【現況】 負荷施設候補なし 【要望】 谷の上にある集落などへの街灯	△ 樹木が生い茂る急勾配の谷間にあるため、アクセスは悪い	× 排水系統であるため、流量が不安定であり、除塵等の維持管理が困難である。
2-1		用水	人工	スパックにより、畦や水路の維持管理がされている。	○ 【現況】 近傍200m付近のスパック寺院。 【要望】 お寺への電力供給。地元要望が強い。	◎ 農道に面している	◎ 用水系統であり、安定した流量が見込める。また、近傍に地元要望の高い負荷施設が隣接しており、サイト候補として有力である。
2-2		用水	人工	スパックにより、畦や水路の維持管理がされている。	○ 【現況】 負荷施設なし 【要望】 付近の農道への街灯設置など	○ 農道に面している	○ 用水系統であり、安定した流量が見込める。サイト2-3の電力量を補充する地点として、可能性のあるサイト候補地である。
2-3		用水	人工	スパックにより、畦や水路の維持管理がされている。	○ 【現況】 近傍200m付近のスパック集会所。 【要望】 スパック集会所への電力供給。地元要望が強い。	◎ 農道に面している	◎ 用水系統であり、安定した流量が見込める。また、近傍に地元要望の高い負荷施設が隣接している。サイト2-1の電力量を補充する有力なサイト候補地である。
3		排水	天然	枯葉等のゴミが多いので除塵が必要である。	△ 【現況】 負荷施設候補なし 【要望】 農道の街灯など	○ 農道の裏手にある	△ 排水系統であるため、流量の不安定が懸念され、除塵等の維持管理が困難であるが、発電ポテンシャルが高いサイト候補地である。
4		排水	天然	転石、流木(竹)、草木などのゴミが多い	× 【現況】 付近には要望のある付加施設が存在しない。 【要望】 特になし	× 村道の裏手にあるが、樹木が生い茂りアクセスは悪い。	△ 排水系統であるため、流量が不安定であり、除塵等の維持管理が困難である。
5		湧水	天然	落ち葉等のゴミがあるが、除塵可能な程度。	○ 【現況】 観光名所の滝付近にある東屋 【要望】 近傍にある観光名所の滝までの灯りと、滝付近にある東屋の灯り。	◎ 観光地への通路だが、急勾配の斜面に位置する	◎ 湧水の安定した流量が見込めるが、民地であるため地権者との交渉が必要である。
6		用水流末(排水)	人工	スパックにより、畦や水路の維持管理がされている。	○ 【現況】 無電化住宅1棟 【要望】 農道の街灯など	○ 農道に面している	○ 用水系統の最流末であり、安定した流量が見込める。また、農道の折り返し地点であり、要望の高い街灯への電力供給の主要サイト候補として有力である。
7		用水	人工	スパックにより、水路の維持管理がされている。	○ 【現況】 ジャティルウィ石碑(日中、土産市場として利用) 【要望】 石碑のライトアップと市場への電力供給。	◎ 主要道路に面している。	◎ 用水系統であり、安定した流量が見込める。また、近傍に地元要望の高い負荷施設が隣接しており、サイト候補として有力である。
8		用水	人工	スパックにより、畦や水路の維持管理がされている。	○ 【現況】 付近のスパック寺院 【要望】 お寺への電力供給。	○ 農道に面している	○ 用水系統であり、安定した流量が見込める。また、近傍に地元要望の高い負荷施設が隣接しており、サイト候補として有力である。

「総合評価-サイト抽出」欄のサイト候補地において、◎地点を有力サイトとして抽出。

出典：調査に基づき JICA 調査団作成

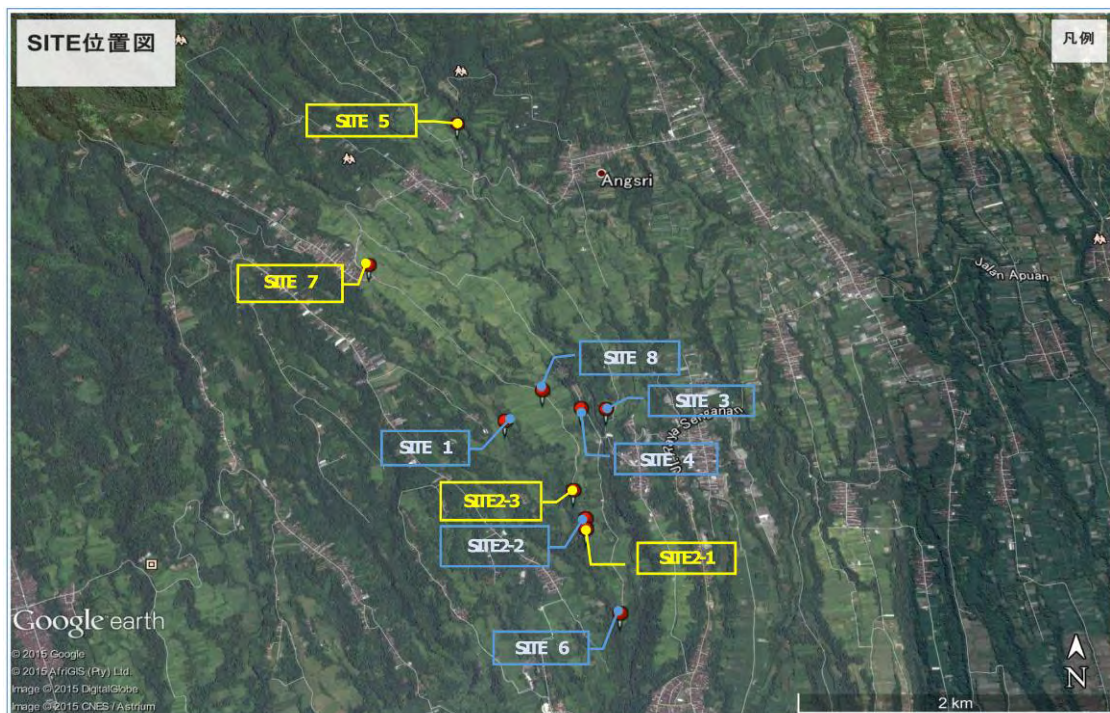


図 3-7 抽出したサイト位置図

**(a) サイト 2-1、サイト 2-3 選定理由と電気供給に期待される効果**

テンペイ Umaduwi に位置するサイト 2-1、サイト 2-3 は、用水系統に従属し安定した用水量が見込まれる。本用水系統の落差高は 1m 未満から 2.5m 程度の落差を有し、常時発電出力としては、 $P_t=0.40\text{kW}$  (サイト 2-1)、 $0.15\text{kW}$  (サイト 2-3) 程度が見込まれる。発電サイトとなる各地点の電力供給先 (想定負荷) は、現地の周辺施設状況および地元要望を鑑みて以下を想定している。発電する電力は、街灯や「お寺 (寺院)」、併設する「集会所」へ供給し、主に照明として電力を使用し、住民生活およびスバックの活動の向上が期待できる。また、ナイトツアー用のライトアップ電源として活用することで、観光事業の展開 (観光収入増加) が期待できる。

なお、あらたな電力供給 (照明) とともに従来の作業時間にとらわれず柔軟な利用頻度の提供が可能となる。電気を供給することで、集会場での会議の場においてもパソコン機器等を利用しながら、議論が活発化できる可能性がある。

**(b) サイト 5 選定理由と電気供給に期待される効果**

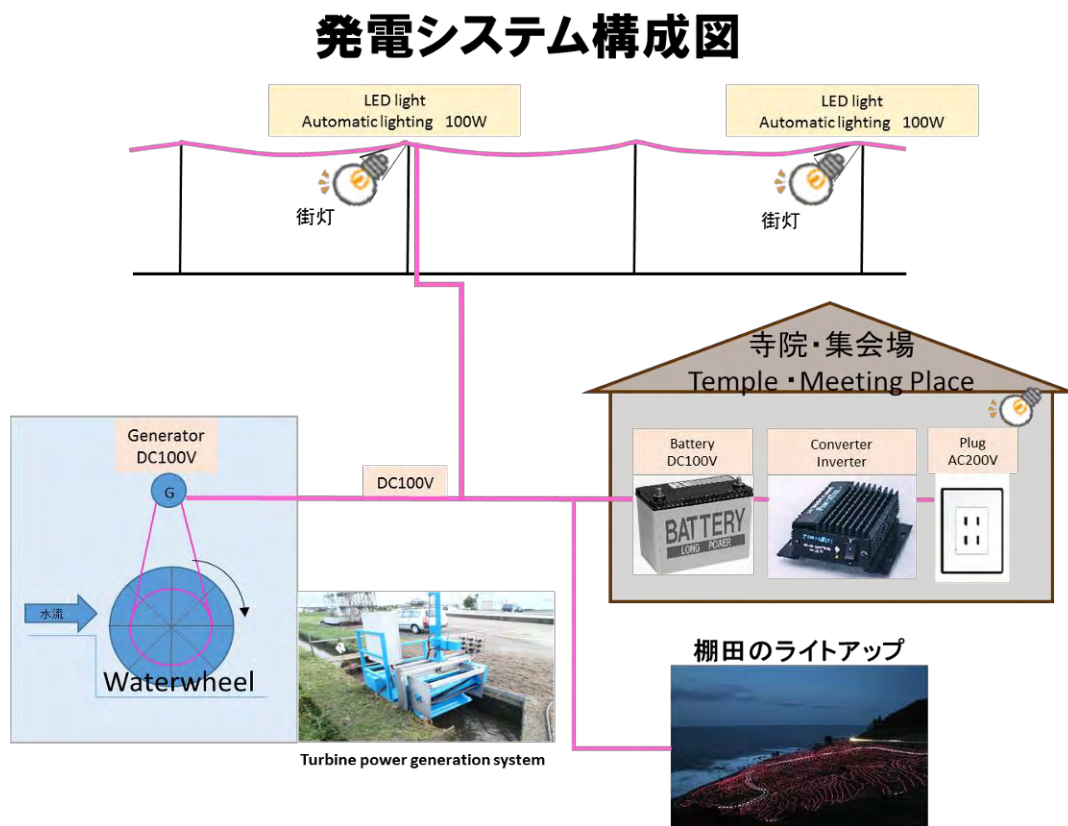
テンペイ Umakayu に位置するサイト 5 は、山地斜面からの湧水により安定した水量が見込まれる。本系統は、急峻な地形特性を活かし 12m 程度の落差を有し、常時発電出力としては、 $P_t=4.94\text{kW}$  程度が見込まれる。発電サイトとなる各地点の電力供給先 (想定負荷) は、現地の周辺施設状況および地元要望を鑑みて以下を想定している。サイト 5 で発電する電力は、街灯および近傍にある共同作業所へ電力供給 (照明) を行うことで、夜間の共同作業が可能となり、赤米梱包等の農業収益増加に繋がる作業の場の提供が可能となることで、農業収益の増加が期待できる。また、ナイトツアー用のライトアップ電源として活用することで、観光事業の展開 (観光収入増加) が期待できる。

(c) サイト7 選定理由と電気供給に期待される効果

テンペイ Telabahgede に位置するサイト7は、用水系統に従属し安定した用水量が見込まれる。本用水系統の落差高は2.5m程度の落差を有し、常時発電出力としては、Pt=0.16kW程度が見込まれる。発電サイトとなる各地点の電力供給先（想定負荷）は、現地の周辺施設状況および地元要望を鑑みて以下を想定している。サイト7で発電する電力は、ジャティルウィ村を象徴する「スバック石碑」周辺を照らす照明およびトレッキングコースの街灯として電力を使用する。あらたに電力供給（照明）を行うことで、地元住民・観光客を対象とした農産物販売による農業収益の増加やナイトツアーが期待できる。また、ジャティルウィ村を象徴する「スバック石碑」周辺が照らさせることで、ジャティルウィ村全体のPR効果が期待できる。教育の場や共同維持管理施設などとしての活用も可能である。

(3) 製品の現地活用方法のプラン

水車発電設備により発電した電力（直流 DC）は、サイト近傍の寺院・集会所や街灯などの負荷施設へ供給し、インバータを交わしたうえで一般家電製品等が使用可能な電力（交流 AC）として供給する。図 3-8 に発電システム構成図を示す。また、表 3-10 に、機器構成・機器仕様一覧を示す。



出典：JICA 調査団作成

図 3-8 発電システム構成図

表 3-10 機器構成・機器仕様一覧

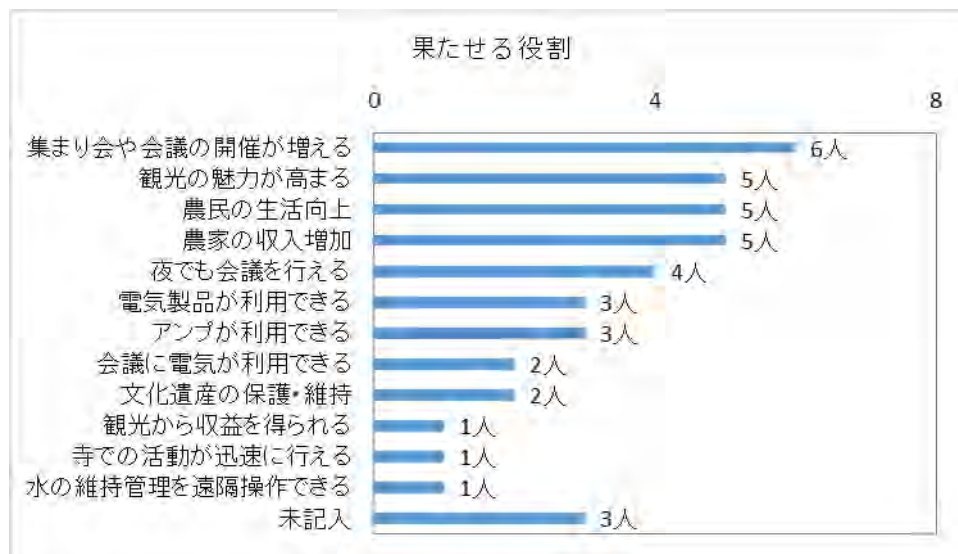
機 器	形式・仕様
発電機	永久磁石式発電機 回転数 00RPM・電圧 100V・出力 1~10kW・3相・整流器（平滑コンデンサ）
配線	CV5.5sq 3c
バッテリー	55D23L 12V N=9 個、仕様可能電力 650W×8h
電圧計	30V 用
コンバータ	カー電源用コンバータ DC12→AC200V 容量 500W

### 3-2-2 地元に対するアンケート調査およびヒアリング調査

本事業の小水力発電設備導入に際しての現地ニーズの確認や適合性、導入効果に関して、地元住民に対してアンケートを行った。また、普及・実証事業をにらみ、設置予定箇所に関連するスバックのテンペイ住民に対して、ヒアリングを実施した。農業や観光へのスバック/テンペイの意識、さらに現地が抱える課題・問題に関して、スバックの地域社会の目標や恩恵の成果に影響する要因を深く調査する目的で、これらを実施しており、ヒアリングに関しては、現地 NGO 法人である IBEKA による調査を実施した。

#### (1) アンケート調査

地元住民に対するアンケート調査では、スバック/テンペイメンバーが望む「お寺」「集会所」に電力供給が行われることにより、スバックの活動が活発化することが期待できるとの回答があった。また、農業と観光の両立に向けてスバックがどのような役割を担えるかについての意識調査では、いずれもスバック/テンペイメンバーが集う施設であるため、夜間の会議開催や会議増加によりスバックメンバーとして各自の役割を担う意識が確認できた。



出典：調査に基づき JICA 調査団作成

図 3-9 電気を供給したい施設（スバックへの調査）



また、導入される小水力発電設備の運営管理においてもテンペイが主体的に行うことがよいとの半数以上の意見があり、スバック/テンペイが本事業に積極的に関わっていく姿勢が確認できた。図 3-10 に維持管理に関する概要を示す。

**水車整備計画書**

年次(年目)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	備考	
①日常点検(使用時点検)	毎日	毎日	毎日	毎日	毎日	毎日	毎日	毎日	毎日	毎日	毎日	毎日	毎日	毎日	毎日	毎日	毎日	毎日	毎日	毎日	毎日	使用時毎とする
②定期点検(月点検)	11回	11回	11回	11回	11回	11回	11回	11回	11回	11回	11回	11回	11回	11回	11回	11回	11回	11回	11回	11回	11回	③、④、⑤の点検を行わない月は月点検を行う
③定期点検(1年毎整備)	○	○	○	○		○	○	○	○		○	○	○	○		○	○	○	○	○		
④分解点検(5年毎整備)					○											○						
⑤オーバーホール(10年目整備)										○												

※ 20年後総合的な設備の診断を行い、継続もしくは更新を判断する。

**水車整備概要**

		点検項目	備考
①日常点検(使用時点検)	全般	・ゴミ詰りの有無 ・異音、異常振動の有無 ・出力の状態の確認	スバック
②定期点検(月点検)	水車部	・水車羽根部損傷の有無 ・ボルトの緩みの確認 ・駆動部の給油状況及び給油	スバック
	電気設備部	・バッテリー液の確認 ・出力の状態の確認 ・発熱等の確認	スバック 地元メンテナンス会社
③定期点検(1年毎整備)	水車部	②の点検項目＋ ・チェーンの伸び、摩耗量の測定 ・水車羽根摩耗量の測定	・塗装状況の確認 ・駆動部摩耗状況 ・軸受部温度測定
	電気設備部	・動作確認 ・絶縁抵抗の測定	・発電機温度測定
④分解点検(5年毎整備)		②、③の点検・整備項目＋ ・水車分解点検 ・増速機分解点検	・軸受交換 ・補修塗装 地元メンテナンス会社
⑤オーバーホール(10年目整備)		②、③、④の点検・整備項目＋ ・発電機交換もしくは分解整備	地元メンテナンス会社

出典：JICA 調査団作成

図 3-10 維持管理に関する概要

**(2) ヒアリング調査**

IBEKA による調査では、直接的な受益者として小水力発電設備の導入を予定している 2 つのテンペイ Umaduwi とテンペイ Umakayu に焦点をあて、ヒアリングを行った。ヒアリングは、2 つのテンペイの組合員を対象に実施し、テンペイ Umaduwi (全 40 名のうち 16 名)、テンペイ Umakayu (全 37 名のうち 15 名) の意見を確認することができた。

有力発電サイトであるサイト 2-1、サイト 2-3 が位置するテンペイ Umaduwi では、当該地区に小水力発電設備が設置され、発電によって得られる電力が bedugul 寺院や集会所の照明に利用する計画に対して非常に賛同的であった。また、導入される小水力発電設備の運営管理においてもテンペイが主体的に行うことがよいとの半数以上の意見があり、スバック/テンペイが本事業に積極的に関わっていく姿勢が確認できた。

一方、有力発電サイトであるサイト 5 が位置するテンペイ Umakayu では、本事業の概要がテンペイに広く浸透していない状況であったが、テンペイ Umaduwi での電力供給や利用方法を説明すると本計画に対して賛同的な意見が確認できた。テンペイ Umaduwi でも従来は、夜間に寺院で会合が実施することができなかったが、照明があれば夜間に会合を開くことができるなど

賛同的な意見が確認できた。両方のテンペイのインタビューを行った全 31 名のほとんどが、小水力発電設備の設置について賛同的であり、テンペイに属するメンバーとして、共助的に取り組む前向きな姿勢であることが確認できた。

地域で担う小水力発電の運営を持続可能なものにするためには、地域の共助組織がその役割と機能を果たす必要がある。ジャティルウィ村でのスバック/テンペイがその共助組織として機能することが十分に確認できた。これは、従来からスバック/テンペイが Awig-Awig/pararem の履行により流域と水路の保全を行ってきたことに他ならない。

### 3-2-3 許認可に関するヒアリング調査

#### (1) タバナン県

水車設置に関する許認可事務については建設部、道路への配線は建設部と村が担当しており、申請については手紙で位置図等を示した計画概要を提出すれば良いとのことで、届け出レベルの対応とのことであった。水車設置時の電柱の許認可については、村長とスバック組合長の許可が必要だが、申請様式はないことを確認した。また、水車の維持管理に関しては、村とスバックに一任する意向である。

将来的にスバックが電気料金等を徴収し、収益事業を行うことにしているが、この際の県への申請手続きは必要ないことを確認した。

#### (2) インドネシア政府 エネルギー鉱物資源省

ODA である普及・実証事業について、JICA とインドネシア政府での窓口に関して協議を行い、窓口を担当するとの結果となった。出力が非常に小さいので、事業に関してはエネルギー鉱物資源省の管轄外になり、今回のプロジェクトの小水力発電の設置許可についてはタバナン県が窓口になる。

#### (3) インドネシア政府 教育文化省文化局

本調査の教育文化省文化局との初回協議において、世界文化遺産内での小水力発電装置設置について問題がないか現地において検証したいと依頼があり、第 2 回の渡航において、現地での現地水車設置候補地について同行視察を行った。その結果、教育文化省文化局の見解として問題はなく、許認可事務についてはタバナン県で完結する。局長からは、ユネスコに報告する必要があるため、当該プロジェクトによるスバックへの効果、棚田保全との関係を問われた。また、事業化については特に問題はないと見解であった。

### 3-2-4 協力企業調査

将来のビジネス展開における現地協力企業の調査を行った。

#### (1) DANA LUHUR (地元製鉄工場)

将来的にバリで製品化した場合、いくらで製作できるかなどヒアリングした。水車の羽の部分のみであるが、製作期間は約 1 か月、約 7 万円できるとのことであった。この工場は現在、車の部品やポンプなどあらゆる機械を修理している会社である。水機工業としては、製作機器もそろっているし、能力的には対応可能な会社と判断した。なお、この企業はタバナン県からの紹介であり、タバナン県ミアルサナ県知事秘書、ブダナ農業部長も同行。

(2) JOKRO (地元製鉄企業)

11月にジャカルタで訪問した企業の系列店で、将来的にバリで製品化した場合、いくらで製作できるかなどヒアリングした。作業用の機械が揃っており、十分に対応可能である。

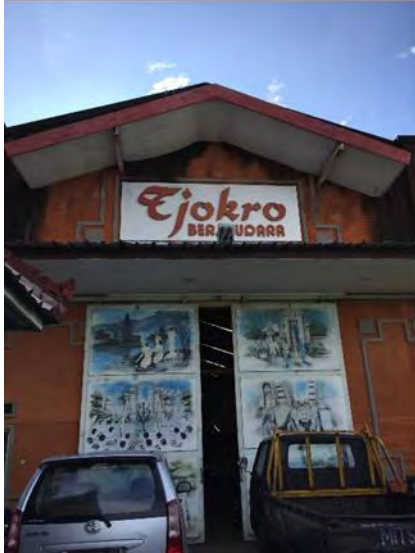


写真 3-3 会社正面写真



写真 3-4 製作機械

(3) MANUNBELL BALI (地元製鉄企業)

将来、地元で小水力を製作できる企業をタバナン県から紹介をうけ、訪問した。企業社長からはパプア等、電気がない地域に電力を供給するため、過去に小水力発電設備を製作したことがある企業であった。

製作費は10万円/KWで発電機を含めると約15万円程度で可能とのこと。製作期間は1週間とのことであった。ブダナ農業部長が同行したこともあり、社長からも好印象であった。



写真 3-5 協議写真

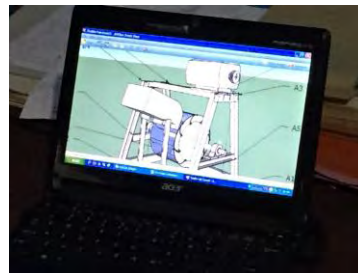


写真 3-6 実績図面



写真 3-7 工場内写真

### 3-3 製品・技術のニーズの確認

#### 3-3-1 行政機関等のニーズ調査結果

##### (1) タバナン県

本調査を通して、普及・実証事業のパイロットサイトとして、有力サイト 10 箇所のうち、タバナン県の希望するサイトは 2-1、2-3、7 の 3 箇所を希望している。また、電力の用途として、県としては、街灯整備率向上を図る道路・歩道への街灯設置の要望があった。

その他、電力供給による副次的効果として、蓄電電力の使用方法として、ランタン、電動草刈機、揚水ポンプが候補として挙がっていたが、ランタンがいいのではないかとの見解があった。寺や集会場の照明は、祭事だけでなく、赤米茶の生産にも使用できれば地元にとって良いのではとの見解もあった。

##### (2) バリ州

バリ州での普及展開に向けて、「クリーンアンドグリーン計画」に本事業を位置付けることができる。普及・実証事業を通して、技術を認識しながら、具体的なアクションへつなげる予定である。

##### (3) インドネシア政府 エネルギー・鉱物資源省

エネルギー・鉱物資源省では、遠隔地や島嶼部では小水力や太陽光による電力開発として、オフグリッドの地方電化推進に取り組んでおり、推進支援に向けた予算を約 80 億円確保している。

##### (4) インドネシア政府 教育文化省文化局

2016 年 10 月にワールドフューチャーフォーラムという自然環境フォーラムがバリで開催されるので、それまでに 1 基でいいので設置してほしいとの要望があった。

##### (5) 銀行他金融機関

資金調達に関して、邦銀関連を中心にヒアリングを行った。インフラへの投資はプロジェクトの内容が固まった段階での説明が必要で、ある程度の規模の大きさが必要と回答であった。表 3-1 にインドネシア政府関連の金融機関を記載する。

#### 【訪問先】

- ① バンク オブ ネガラ (北陸銀行出向者)
- ② IIF (インフラストラクチャーファイナンス : SMBC)
- ③ 東京三菱 UFJ 銀行 (インドネシア ジャカルタ支店)

表 3-11 インドネシア政府金融機関

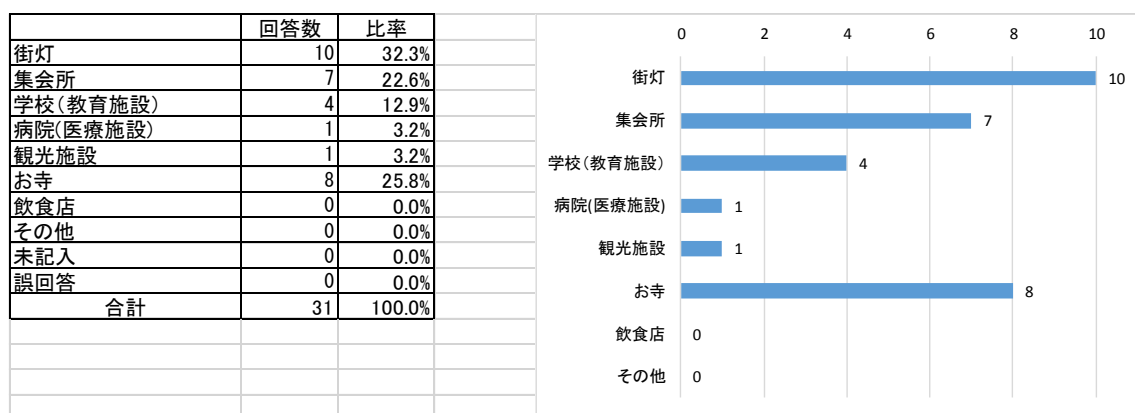
機関名	概要
Sarana Multi Infrastruktur (SMI)	インドネシア財務省の 100%子会社で、同国のインフラプロジェクト向けに融資等を実施。
インドネシア インフラストラクチャー ファイナンス (IIF)	SMI、国際金融公社、アジア開発銀行及びドイツ投資開発公社の共同出資により設立された政府系金融会社で、インフラ整備開発に関するファイナンス供与や財務アドバイザー業務を行う。インフラボンド（ルピア建）を発行。三井住友銀行から出資を受けている。
インドネシア インフラストラクチャーギャランティファンド (IIGF)	インドネシアの政府保証機関であり、官民連携事業に対し政府保証を供与。契約不履行、金銭債務の不履行に対して発動。競争入札案件が対象。
Pusat Investasi Pemerintah (PIP)	インドネシア投資庁。官民連携事業への投融資を行い、投融資のためのリボルビングファンド、地熱ファンド、不動産ファンド等を保有する。

出所：インドネシア財務省

### 3-3-2 地元アンケートおよびヒアリングによる確認

#### (1) アンケートによるニーズの確認

スパックのテンペイ長を対象とした調査では、各地区の既存施設において電力供給を優先させたい施設についてのアンケートを実施した。集計結果（図 3-11）では、「街灯」32.3%に次いで「お寺」25.8%、「集会所」22.6%となりスパック/テンペイメンバーが共用で利用する施設への電力供給を強く望んでいることが確認できた。

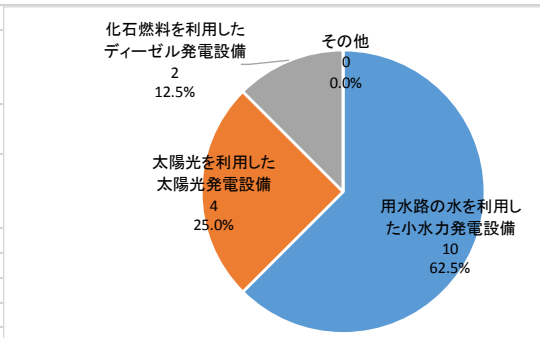


出典：調査に基づき JICA 調査団作成

図 3-11 電気を供給したい施設（スパックへの調査）

また、本調査においてジャティルウィ村での地元説明会を開催した中で、本事業説明および製品・技術の特徴を説明し、ヒアリング・アンケート形式にて製品導入地区のニーズ確認を行った。ジャティルウィ村において、新しく電力供給を行う発電設備としては、本地区の最たる特長である棚田水路を利用した小水力発電設備の導入が最も適しているとの現地ニーズの見解を得た。

	回答数	比率
用水路の水を利用した小水力発電設備	10	62.5%
太陽光を利用した太陽光発電設備	4	25.0%
化石燃料を利用したディーゼル発電設備	2	12.5%
その他	0	0.0%
未記入	0	0.0%
誤回答	0	0.0%
合計	16	100.0%



出典：調査に基づき JICA 調査団作成

図 3-12 小水力発電のニーズ割合

提案製品である棚田水路を利用した小水力発電設備を中心とした計画が、持続可能な発電システムとして、スバック/テンペイの地域社会にどのような力を与え、彼らが直面している問題や課題に取り組むために必要な能力・技術を身につけることが重要である。世界遺産である棚田を保全するためにスバックが貢献できる意識アンケートによる調査においても、田圃の保全とトリ・ヒタ・カラナの思想的文化を尊重していくスバックの使命意識が高いことが確認できた。

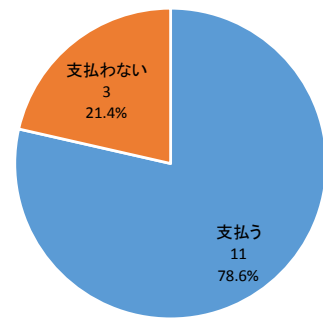


出典：調査に基づき JICA 調査団作成

図 3-13 棚田を保全するためのスバックの意識調査

また、アンケート（有効回答 16 名）結果（図 3-14）を鑑みても、共用施設への電力供給に対する発電設備運営協力金への毎月の支払い意欲が確認できた。

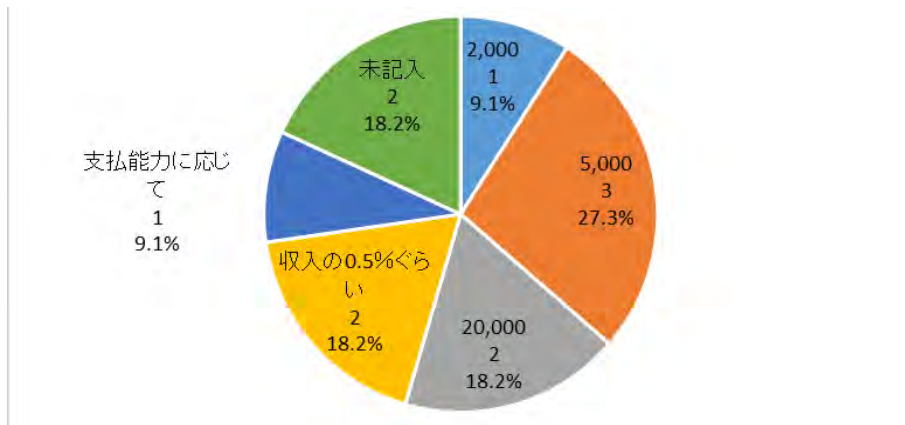
	回答数	比率
支払う	11	68.8%
支払わない	3	18.8%
未記入	2	12.5%
誤回答	0	0.0%
合計	16	100.0%



出典：調査に基づき JICA 調査団作成

図 3-14 小水力発電の電力への支払意欲 (広域対象)

また、支払い意欲を示したメンバーへの毎月の支払金額を調査した結果 (図 3-15) では、毎月 IDR20,000 以下の割合が過半数程度を占める結果として確認できた。



出典：調査に基づき JICA 調査団作成

図 3-15 小水力発電の電力への支払金額 (広域対象)

(2) ヒアリングによる確認

(ア) 組織能力に関する調査

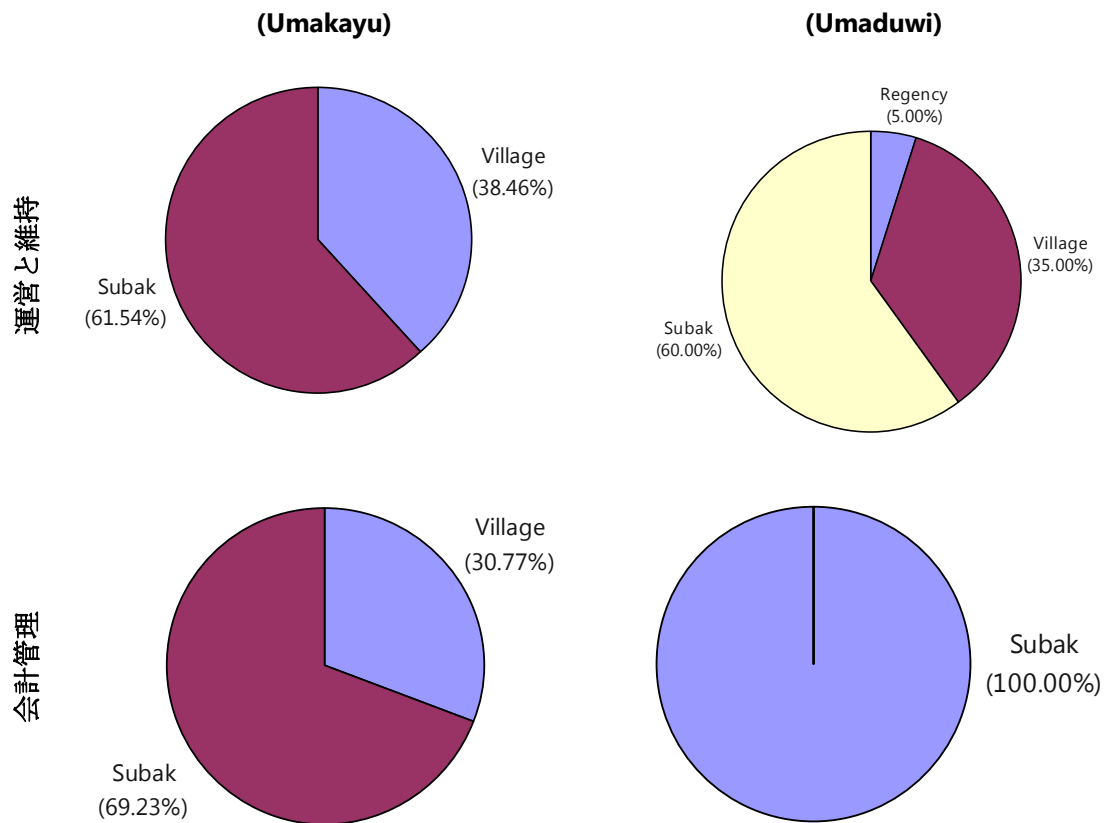
パイロットサイトとして抽出した地点の直接の受益者となるテンペイは、Umakayu と Umaduwi である。

各テンペイとそのメンバーは、小水力発電設備を保有することで、電力供給の恩恵を受け、継続的な発電設備の運営管理を行っていく必要がある。本調査では、発電設備の運営管理を行っていくテンペイのメンバーに対して「運営と維持」「会計管理」に関する意識調査と組織的能力に関する調査を行った。

(a) 運営・会計管理に関するテンペイ意識調査

各テンペイメンバーの回答によると、極めてシンプルな提案水車 (小水力発電設備) の構造であれば、現状の知識でも、回答者の約 6 割程度 (Umakayu : 61.54%, Umaduwiand : 60%) が、発電設備の技術的な「運営・維持」をテンペイメンバーで実施できるとの見解であった。一方で残り約 4 割程度のテンペイメンバーは、村 (自治体) が安全な選択だと

考えており、Umaduwi の回答者の 5%は県政府に対処させたほうがいいとの意見がみられた。発電プラントの「会計管理」については、Umaduwi のすべての回答者はスバックがその任にあたるべきだとして一致しているが、Umakayu では、スバックが会計管理を行うべきとの意見回答者は、69.23%にすぎない。残り約 3 割のメンバーは、村（自治体）にその役割を任せたいと回答している。



出典：調査に基づき JICA 調査団作成

図 3-16 誰が小水力発電プラントを運営すべきかについての回答者の意見

(b) 組織的な技術的能力

発電設備の運営においては、スバック/テンペイが運営主体となる場合、発電設備を適切に稼働させる技術的な維持管理能力に加えて、維持管理に係る維持管理費用のすべてを扱える会計能力が必要である。

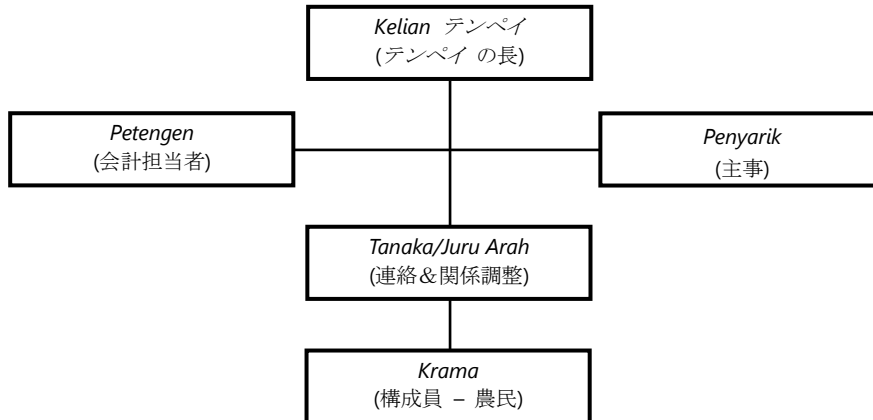
ここでは、現状のスバック/テンペイの組織的な会計能力に関して調査を実施した。

① スバック/テンペイの組織構成

テンペイという組織が、発電設備の運営において継続的に運営する能力を有しているかが重要である。この事業を継続的な実行するためには、スバック/テンペイに運営する権限をもたせた運営組織とする必要がある。しかし、スバックとテンペイの組織構造

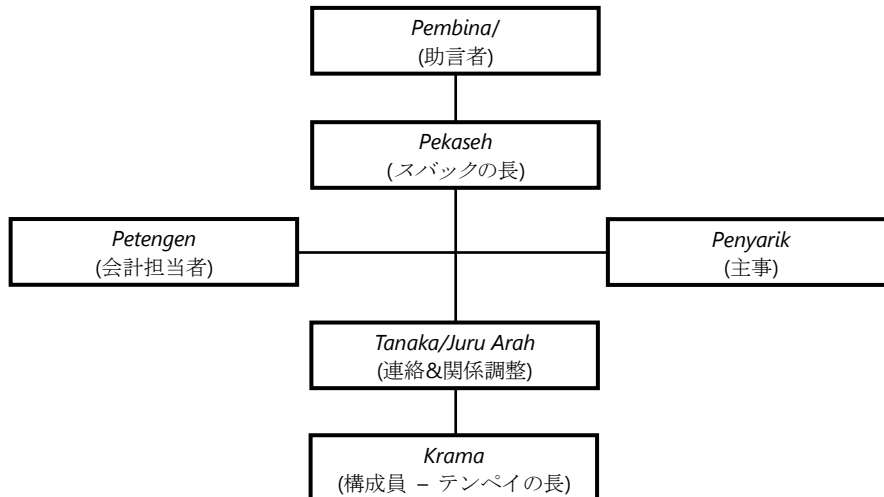


は—adat（慣習）および伝統と非常に強く結びついているので運営組織に adat（慣習）が深く関わっていくことになる。



JICA 調査団作成

図 3-17 テンペイの組織構成



JICA 調査団作成

図 3-18 スバックの組織構成

本事業で実施する小水力発電設備は、一連の慣習的な規制やさまざまな儀式を通じてスバックが管理している水を利用するため、スバックの権限をもって運営すべきである。

② スバック/テンペイの会計能力

現状、テンペイの会計担当者は、月ごとの現金受取り、現金支払い、そしてその収支を記録した出納台帳（図 3-19）により、テンペイの会計管理を行っている。この出納台帳による会計管理は、小水力発電設備の稼働における会計面を管理するツールとしては適切であり、テンペイの会計能力に問題ないことを示唆している。しかし、小水力発電設備の適切な維持管理を行うためには、発電設備の稼働を鑑みて、各部材の耐用年数に応じた交換部品等の補修費、維持管理に係る人件費など、会計上の維持管理プランの予算計画を行う必要がある。このため、発電設備への初期投資や維持管理に要する費用な

ど、テンペイの経営管理に関して、出資メンバーの支払い意欲、毎月の支払い能力についてコンセンサスを得る必要がある。

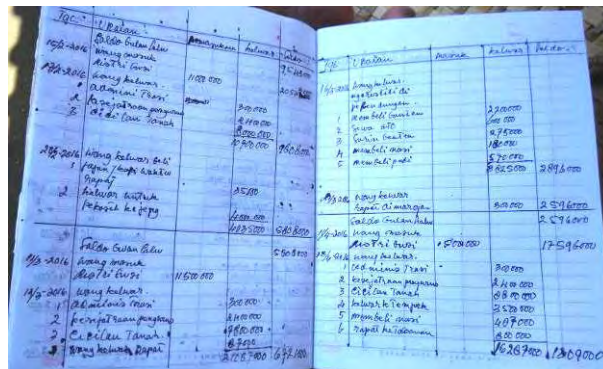
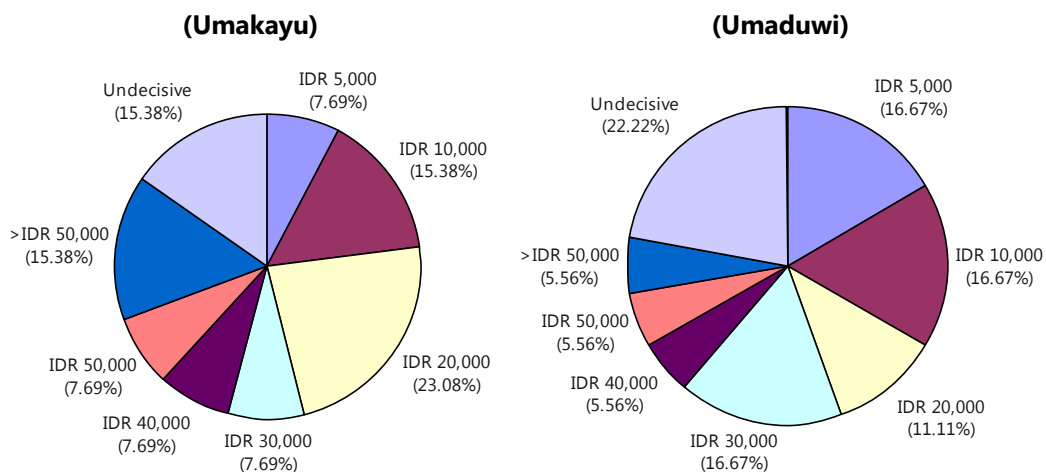


図 3-19 会計担当者によるテンペイ Umaduwi の出納台帳

(イ) 小水力発電の電力への支払い意欲

本調査では、パイロットサイトとして選定した水車発電設備導入の受益者となる2つのテンペイを対象とした「支払意欲」に関する調査を実施した。Umakayuの調査結果では、各個人でテンペイへの支払いに毎月 IDR20,000 を寄付するとした回答者が最大割合 23.08%を占めた。この額は、一般家庭で支払っている平均的な電気料金の約半分の額に相当する。一方、Umaduwiの調査結果では、Umakayuに比して小額の支払いを選択する傾向にあったが、自分たちが共同で利用する寺院や周囲の通路の照明への支払い意欲を確認できた。UmakayuおよびUmaduwiのテンペイにおいて、毎月 IDR20,000 以下の支払い意欲を示すメンバーは、約半数の割合を占めることから、あらたな電力供給設備の運営への協力の意欲が確認できた。



出典：調査に基づき JICA 調査団作成

図 3-20 小水力発電の電力への支払意欲 (Umaduwi・Umakayu)

(ウ) 資金・年間費用の調達方法

(a) 運営協力金

発電電力の受益者となるスバック組合員から、運営協力金として 5,000RP/月/組合員をあらたに徴収することで資金調達を賄うことを想定する。運営協力金は、小水力発電システムの初期導入費、維持管理、修繕業務などに充てる。また、運営協力金は、棚田水路整備にも充て小水力発電システムの発電効率を高め、電力量増加を図るとともに、棚田全体の保全に寄与するもの想定される。

(b) 観光収入

これまでのジャティルウィ村の主要産業であった従来の農業だけでは、現金収入に限界がある状況である。このような背景のなか、世界遺産登録に伴う観光客増加が、ジャティルウィ村の住民にとって観光があらたな産業の収入源として可能性を見出している。ジャティルウィ村の住民の中には、観光客を対象とした食事や飲料を提供する小規模商店、ATV レンタルといった事業を開始する企業家も現れている。

現在ジャティルウィ村では Badan Pengelola (経営母体) が、観光収入として入村する観光客から入場料や駐車料金を徴収している。この他、ジャティルウィ村で営業する企業(事業家)から清掃・警備料金や観光関連のアクティビティ料金を徴収している。スバックも Badan Pengelola (経営母体) に属する団体の一部であり、Badan Pengelola (経営母体) を通じて観光収入としての追加収入を得ている。

2012年の世界遺産登録後の旅行者数の増加率は著しく、ジャティルウィ村への観光客増加により、スバックへの観光収入として追加収入の増加を得ている。また、従来からの地方政府から配分される通常資金に加えて得られる観光収入のすべてが、主に儀式や灌漑の維持管理に費やされている。すなわち、観光客への入村料として徴収している観光収入が、スバックの会計収入の増加に繋がり、棚田の保全に寄与していることから、今後の観光収入の増加は、資金・年間費用の調達を賄う目的において重要な資金調達の要素である。表 3-12 にジャティルウィ村を訪問した旅行者数(2010-2014)と増加率を示す。

表 3-12 ジャティルウィ村を訪問した旅行者(2010-2014)

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

出展: Diparda Provinsi Bali, 2015

RETRIBUSI TEMPAT REKREASI DAN PARKIR	観光地に関する各種料金および駐車料金
<p>Berdasarkan Keputusan Ketua Umum Badan Pengelola Daya Tarik Wisata Jatiluwih No. 02 Tahun 2014, maka Retribusi Tempat Rekreasi dan Parkir di Wilayah Daya Tarik Wisata Jatiluwih ditetapkan sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Tiket Masuk                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- WNA Dewasa : Rp 20.000</li> <li>- WNA Anak-Anak : Rp 15.000</li> <li>- WNI Dewasa : Rp 10.000</li> <li>- WNI Anak : Rp 5.000</li> </ul> </li> <li>Karcis Parkir                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Roda 6 : Rp 10.000</li> <li>- Roda 4 : Rp 5.000</li> <li>- Roda 2 : Rp 2.000</li> </ul> </li> <li>Lain-Lain                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Shooting Film Asing : Rp 5.000.000</li> <li>- Shooting Film Domestik : Rp 3.000.000</li> <li>- Foto Prewedding Asing : Rp 300.000</li> <li>- Foto Prewedding Domestik : Rp 100.000</li> <li>- Foto Komersial : Rp 500.000</li> <li>- Perkemahan Sekolah : Rp 100.000/hari</li> <li>- Perkemahan Wisata : Rp 250.000/hari</li> <li>- Bersepeda : Rp 5.000</li> <li>- Kebersihan Warung : Rp 1.000/hari</li> <li>- Kebersihan Rumah Makan/ : Rp 5.000/hari</li> </ul> </li> </ol> <p>Restoran Demikian disampaikan, atas perhatian &amp; kerjasamanya diucapkan terima kasih</p> <p style="text-align: right;">Jatiluwih, 31 Maret 2014 Ketua Umum Badan Pengelola DTW Jatiluwih ttd (Ni Putu Eka Wiryastuti)</p>	<p>ジャティルウィ観光管理運営組織の総長決定2014年第2号に基づき、観光地における各種料金および駐車料金を以下のように決定した。(全ての料金はインドネシアの通貨単位、ルピア (Rp) で表記される。1円は約Rp103 2014年12月現在)。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>入場料                     <ul style="list-style-type: none"> <li>-外国人 (大人) : Rp 20,000</li> <li>-外国人 (子ども) : Rp 15,000</li> <li>-インドネシア人 (大人) : Rp 10,000</li> <li>-インドネシア人 (子ども) : Rp 5,000</li> </ul> </li> <li>駐車料金                     <ul style="list-style-type: none"> <li>-6 輪車 : Rp 10,000</li> <li>-4 輪車 : Rp 5,000</li> <li>-2 輪車 : Rp 2,000</li> </ul> </li> <li>その他                     <ul style="list-style-type: none"> <li>-外国人による映画撮影 : Rp 5,000,000</li> <li>-インドネシア人による映画撮影 : Rp 3,000,000</li> <li>-外国人のプレウェディング撮影 : Rp 300,000</li> <li>-インドネシア人のプレウェディング撮影 : Rp 100,000</li> <li>-商業用の写真撮影 : Rp 500,000</li> <li>-学校のキャンプ : Rp 100,000(1日)</li> <li>-観光用のキャンプ : Rp 250,000(1日)</li> <li>-サイクリング : Rp 5,000</li> <li>-屋台のゴミ代 : Rp 1,000(1日)</li> <li>-レストランのゴミ代 : Rp 5,000(1日)</li> </ul> </li> </ol> <p>各種料金のお知らせは以上です。ご協力ありがとうございます。</p> <p style="text-align: right;">ジャティルウィ2014年3月31日 ジャティルウィ観光管理運営組織 総長 (ニ・プトウ・エカ・ウイリヤストウティ)</p>

出典：「世界遺産と観光振興」より、「ジャティルウィ村観光管理運営組織」が定めた各種料金  
図 3-21 観光地に関する各種料金および駐車料金

### 3-4 製品・技術と開発課題との整合性及び有効性

#### 3-4-1 対象区域の開発課題

##### (1) タバナン県は基礎インフラである電力が不足

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 30%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 0%となっている。

#### 3-4-2 製品・技術と開発課題との整合性

電力セクターによる農村地域への電力供給整備には、明らかに時間がかかる。現地での電力ニーズが高く、電力確保に対する地元住民の負担意思もあることから、ベースロード電源として運用が可能であり、独立分散型電源として最も有効的である棚田の用水路 (小規模落差・安定水量) を利用した小水力発電による電力確保が現地状況・ニーズにマッチしている。

水機工業が提案する製品は、他の製品と比較して総合的に優位性が高く、インドネシア共和国の抱える未電化地域の電化を推進するとともに、電化地域においては供給量増加による生活改善を図り、インフラの欠如や貧困といった課題を解決し得る製品である。

本製品はタバナン県やスバックが希望する街路灯や教育施設 (保育所等)、お寺、集会所など

の各施設への PLN の系統に依存することなく、独立分散型電源としての電力供給が可能である。また、昼夜を問わず発電が可能なることから蓄電バッテリーなどを併用すると高出力の電動工具や電気製品などが場所・時間を問わず使用可能となる。さらに、高出力の発電サイトが特定され、発電出力を上げることで、将来的には、あらゆる電気設備の導入が可能となり、更なる生活環境の改善や地域経済活動の活性化が期待される。

電力供給を必要とする負荷施設（LED 照明）に対して、各パイロットサイトの発電ポテンシャル（常時発電出力 kW・年間有効発電量 kWh/y）は、必要負荷量をカバーできる電力規模である。各パイロットサイトの必要負荷量と発電規模を図 3-22 に示す。





Site No.	サイト状況	水路系統	水路構造	見込み流況				発電ポテンシャル				対応可能負荷量			
				Qmin	Q	Qminと仮定	H	P=9.8*Qmin*H	採用	採用	Pt=P*η %	EE	EE*95%	寺院・集会所	街灯
				低水	豊水	常時使用水量	落差	常時理論水力	水車	水車	常時発電出力	年間可能	有効発電量	LED照明	LED照明
m3/s	m3/s	m3/s	m	kW	η %	kW	kWh/y	kWh/y	350kWh/y	292kWh/y					
2-1		用水	人工	0.030		0.03	2.5	0.7	ラセン水車	55%	0.4	3,541	3,364	1棟	10灯
2-3		用水	人工	0.030		0.03	0.9	0.3	開放型流形水車	55%	0.1	1,275	1,211	1棟	03灯
5		湧水	天然	0.070		0.07	12.0	8.2	プロペラ形水車	60%	4.9	43,267	41,104	2棟	138灯
7		用水	人工	0.012		0.012	2.5	0.3	開放型流形水車	55%	0.2	1,416	1,346	1棟	03灯

図 3-22 各サイト別：必要負荷量と発電規模

### 3-4-3 製品・技術と開発課題との有効性

独立分散型電源によるあらたな電力供給は、用水路の保全を担うスバックシステムの脆弱性をカバーし、伝統的農耕システムを維持する農夫の安定した収入確保を図るなど、農村地域の生活コミュニティ改善効果が期待できる。当地区において農耕収入以外のあらたな付加価値を生む唯一の収入資源は、世界遺産である棚田・スバックシステムの観光資源である。電力供給により世界遺産に訪れる観光客のエコツーリズムによる新たな観光サービスを提供し、基礎的インフラである水路整備・維持補修や公共空間・施設の夜間照明の整備など、農業と観光の両立化を図る整備を行うことで、世界遺産である棚田・スバックシステムの保全を行うことが可能となる。

発達した用水路があるインドネシアでは、水機工業の提案製品は、適合性が高く、土木工事を最小限に抑制できること、現地化により生産コストを抑制できることから、多点導入の可能性が高く、農村部のオフグリッド対策として有効であると考えられる。

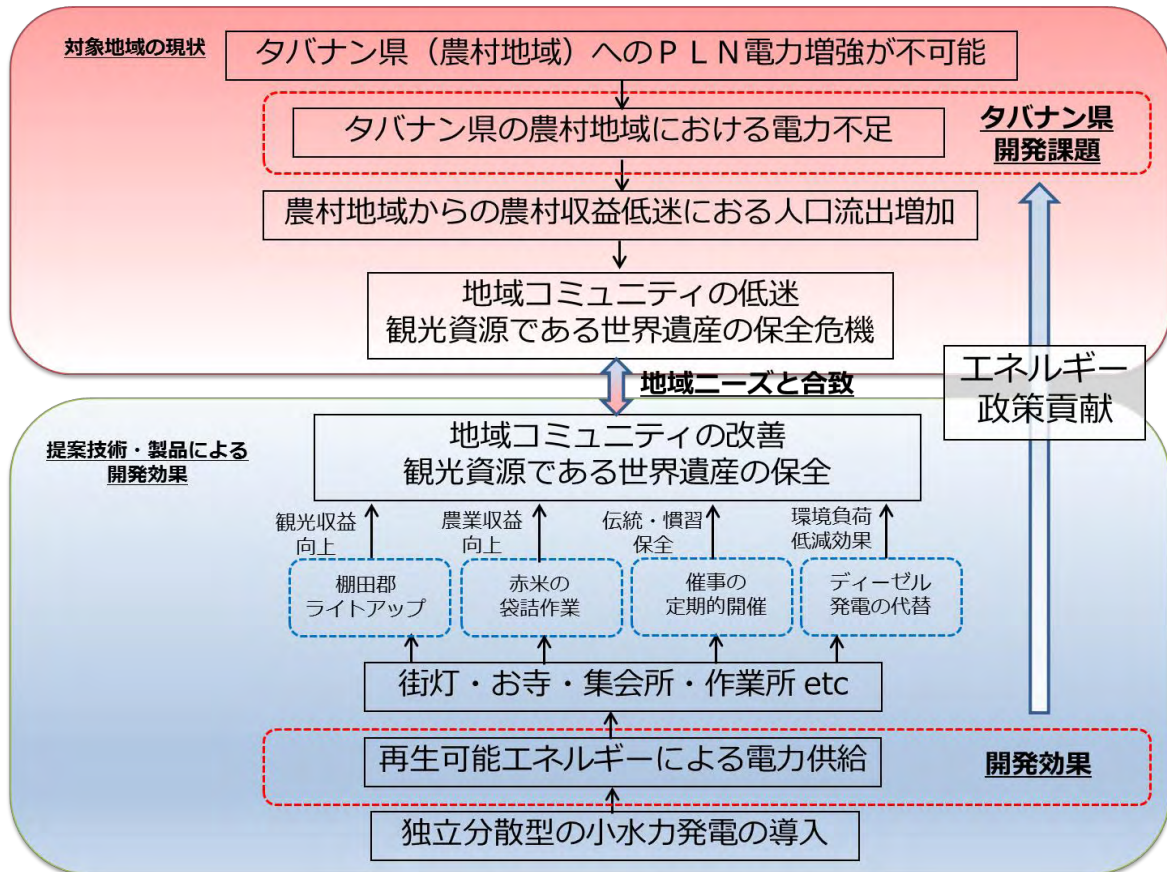


図 3-23 開発課題に対する開発効果

### 3-4-4 電力供給による仮説効果検証

提案する水機工業の製品・技術である水車は、前述の特長から、世界遺産内にあるジャティルウィ村の発達した用水路には適しており、大きな開発課題解決への足掛かりとなる電力不足解消に寄与するものと考えられる。ここでは電力不足解消することがどのようなアクションにつながり、開発課題の解決につながるかを仮説として記載する。

#### (1) 地域コミュニティの改善

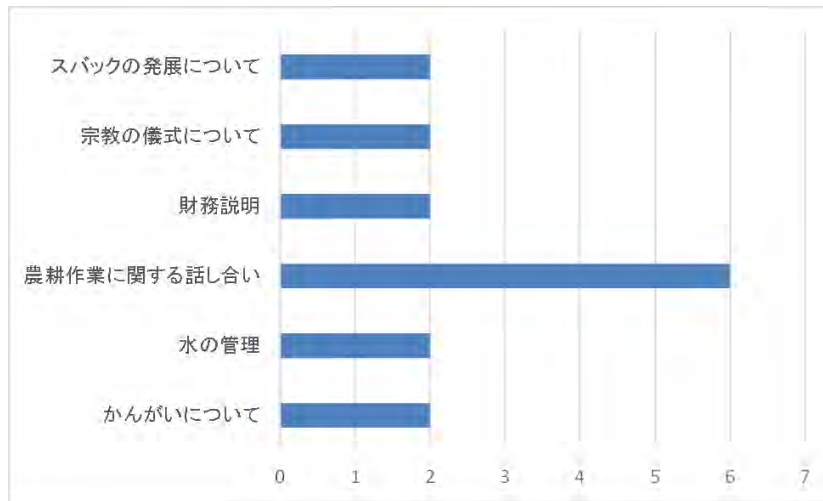
##### (ア) 集会所への電気の供給

##### (a) 検証仮説

- ・スパック共助システム強化に向けての集会所の活用頻度の増加

##### (b) 検証結果

現状、集会所では全体の約 90%のテンペイが定期的に会議・会合を実施しており、会議・会合で議論される内容は、図 3-24 に示すように主に農耕作業に関する話し合いが多いとの調査結果を得た。



出典：調査に基づき JICA 調査団作成

図 3-24 集会所での会議内容

一般的に、各テンペイにおいて会議の頻度は、下記に起因する主題ある場合に多くなると予想される。

- ① テンペイメンバーの日常闘争や問題に関連する明確な議論する主題がある場合
- ② テンペイメンバーで議論できる範囲での主題である場合
- ③ 会議を行うことで問題解決につながる事ができると判断した場合

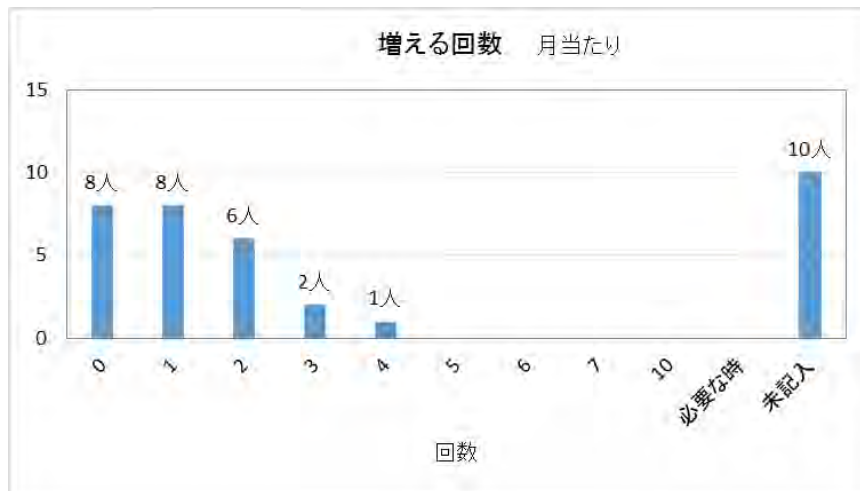
集会所へ夜間の照明を提供することは、これらの会議により多くの便宜を作ることができる。例えば、夜間に会議を招集することで、従来の限られた昼間の会議の時間（約 2 時間程度）を農耕作業に充てるなど柔軟な時間提供を行うことができる。また、電力供給により電気を利用する道具や機器が利用可能となり、より充実した議論の一助になる。

今回、ヒアリングを行った 2 つのテンペイ（Umakayu : 37 と Umaduwi : 40）の組合人数を考慮すると、簡易なサウンドシステムは、集会規模的にあまりに役に立たないかもしれ

ないが、スライド/ビデオ/プロジェクターセット等の PC 機器は、会議でより多く使用できる。

集会所の電化に伴い活用頻度が増える回数を調査した結果、月当たり、日当たり活用頻度が共に増加する結果が得られた。すでにジャティルウィ村が直面している農業と観光の問題のことを考慮すると、スバック/テンペイで議論すべきことはたくさんある。行政機関が、ジャティルウィ村の将来に対して様々な決定を行う際には、地域の adat（慣習）の役割が依然として必要である。Pekaseh（プカセ）あるいは他の関係者は、各テンペイへ問題や議論を提起することで、集会所は会議の場としてより重要な施設となり、施設の電化を通じてスバック/テンペイの共助システム強化が図れることが期待できる。

開発効果として、集会場等コミュニティの共有施設に対する電化が図られることで、集会等のコミュニティ関連事業が活性化することが期待される。また、夜間にコミュニティ関連事業を行うことが可能となり、日中の労働時間が増加することによって収入増加に繋がるといった副次効果も想定される。普及・実証事業において、その他の付加的効果を検証する。



出典：調査に基づき JICA 調査団作成

図 3-25 電化による集会所の活用頻度（月当たり）

## (2) 農業面での改善効果

### (ア) 作業所への電気の供給

#### (a) 検証仮説

- ・作業所でのお土産の袋詰め・祭事用のお供え物など、共同作業の実施
- ・ジャティルウィ村のブランド米としての赤米の生産性向上と販売促進による農業収入の向上

#### (b) 検証結果

2013 年の農業人口調査で、Penebel 地区では、14.25%の農民は生産した全ての米を販売しており、49.31%の農民は生産したうちの一部を販売している。残る 36.44%は農民自身の消費となっている。ヒアリング回答者から集めたデータをもとに、Umakayu では 13 人の回答者のうち 5 人だけ (38.46%) はお米を一部販売しており、Umadawi のケースでは、



18 人のうち 11 人となっている。2 つのテンペイの数合わせると、彼らの米の一部を販売しているのは、平均 49.79%であった。彼らによると、現金収入が必要な時に米を販売している。

ジャティルウィ村で米の梱包を行う企業は、小規模運営の 1 企業だけである。また、梱包する赤米は、1-2ha の圃場からのみ収穫している程度である。このため、現状、赤米の梱包や加工処理は、連続生産できる体制にはなく、少数メンバーの追加収入としての内職規模での生産である。Pkasih によると、赤米の梱包や加工処理を連続生産するためには、他の村 (Catur Angga Batukaru ecological unit の中の全てのスパックや村) から赤米の供給が必要となる。また、赤米の梱包や加工は、小規模な作業スペースで実施することができることから、簡単な資材や施設を使うことで作業所の設置は容易である。Umakayu および Umaduwi の両テンペイが、加工・生産に利用できる赤米は、1 日に約 95.83 kg (Umakayu) -104Kg (Umaduwi) である (1 年 12 ヶ月で 1 か月のうち 25 日作業すると仮定して)。作業所へ電力供給を行い共同作業による梱包・加工に従事し、梱包した赤米を現在の価格 (IDR15,000/250g) で観光客向けのお土産として販売できれば、月額 IDR143,745,000 (テンペイ Umakayu : 37) ~IDR155,400,000 (テンペイ Umaduwi : 40) の収入を産み出せる可能性がある。

また、赤米をお土産として販売するスキームも重要である。Umaduwi では、観光活動としてエコツーリズム活動を実行しており、観光パッケージの一部として観光客へ赤米を販売するスキームを有している。一方、Umakayu では、エコツーリズム活動 (Suranadi グループ) の運営が停止して以来、唯一の販売方法として、小さな店やカフェでの販売に限定されている。Umakayu においてエコツーリズム活動が活発になれば、Umakayu のテンペイ全てのメンバーに利益をもたらすことが可能になる。



図 3-26 左 赤米の梱包 (1,000g)、右 赤米茶の梱包ラベル (500g)

#### (4) 環境面での改善効果

##### (ア) 従来発電 (ディーゼル発電) との導入コスト低減効果

###### (a) 検証仮説

集会場において、村民の集会開催時など照明器具が必要な際にはディーゼル発電機をレンタルして電力としている。小水力発電の導入によって、レンタル費用の削減が見込まれる。

(b) 定量的評価

■7-テンペイ組合員より協力金を毎月一定額徴収することで水車発電設備の投資回収が可能

■水車発電設備のトータル導入コスト比（20年間）において、経済的導入効果が高い

【条件】

- ・発電設備を導入する施設は、7-テンペイにつき4施設を想定する。
- ・集会は1週間に1回開催されると想定する。
- ・ディーゼル電気のレンタル料は5,000円/回+燃料費3,000円(事前調査にてヒアリング)
- ・調査対象地域：ジャティルウィ村の7-テンペイ当りの組合員数 約400組合員

発電サイト 1箇所あたり1kWシステムの導入

- ・水車発電設備(1kWシステム)：=70万円/kW(材工)

$$C = \text{水車 } 20 \text{ 万円/kW} + \text{発電機 } 5 \text{ 万円/kW} + \text{制御配線システム } 20 \text{ 万円}$$

$$= 45 \text{ 万円/kW} + 25 \text{ 万円/システム (設置工事費)}$$

- ・協力金として毎月一定額5,000Rp(50円)を組合員/7テンペイから徴収する

【設備投資費の積算】

- ・ディーゼル発電機の年間レンタル費用

$$\{ \text{発電機 } 5,000 \text{ (円/回)} + \text{燃料費 } 3,000 \text{ (円/)} \} \times 4 \text{ 回/月} \times 12 \text{ ヶ月} \times 4 \text{ (施設)} = 1,536,000 \text{ 円/年}$$

- ・水車導入費(1kWシステム/基)

$$700,000 \text{ (円/kW)} \times 1 \text{ (kW)} + 100,000 \text{ (円/技術指導費)} \times 4 \text{ (箇所)} = 3,200,000 \text{ 円/4基}$$

- ・水車発電機の維持管理費(20年間)

$$1,675,000 \text{ 円/基/10年間} \times 4 \text{ (基)} \times 20 \text{ 年間/10年間} = 13,400,000 \text{ 円/20年間}$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	10年間計	単位:千円
年点検費	50	50	100	50	50	100	50	50	100	100	50	100	50	50	100	1,050	
交換部品費			65			65			65	300		65			65	625	

1,675 1基あたり

【設備投資回収年】

- ・協力金、償却年数算出

組合員全員(400人)から毎月50円徴収した場合

$$3,200,000 \text{ 円} / (400 \text{ 人} \times 50 \text{ 円} \times 12 \text{ ヶ月}) \approx 13 \text{ 年}$$

水車導入費(1kWシステム)は、概ね13年目で回収可能と試算

【発電システムのトータル導入コスト】

水車発電設備(N=4)の標準耐用年数20年間でのトータルコストを試算する。

- ・ディーゼル発電機による運用費用

$$\Sigma C = 1,536 \text{ 千円/年} \times 20 \text{ 年間} = 30,720 \text{ 千円/20年間}$$

- ・水車発電機導入による運用費:

$$\Sigma C = 3,200 \text{ 千円 (初期コスト)} + 13,400 \text{ 千円 (維持管理費)} = 16,600 \text{ 千円/20年間}$$

水車発電設備の初期導入コストと維持管理費が必要となるものの、20年間のトータル導入コスト比は、1.8倍(30,720千円/16,600千円)となり、水車発電設備の導入効果が非常に高いと想定される。

(イ) 従来発電（ディーゼル発電）との環境負荷低減効果

(a) 検証仮説

小水力発電は、地域住民のランニングコスト等の負担の少ない電源といえる。石油製品を燃料とする従来の発電システムの代替となり、CO<sub>2</sub>の排出量の削減効果がある。

(b) 定量的評価

CO<sub>2</sub> 排出量の削減効果 2,759 kg-CO<sub>2</sub> (1kW システム当り)

【条件】

- ・ 1kW の年間発生電力量 =  $1\text{kW} \times 24 \text{時間} \times 365 \text{日} \times 0.5$  (総合効率) = 4,380kWh
- ・ 実排出係数 = 0.630 (平成 25 年北陸電力(株)数値を参照)
- ・ 調査対象地域 : 水車発電設備 (1kW/システム) 1 サイト当り

【積算】

$$1 \text{ (kW)} \times 4,380 \text{ (kW/h)} \times 0.630 = 2,759 \text{ kg-CO}_2$$

## 第4章 ODA 案件化の具体的提案

### 4-1 ODA 案件概要

本調査で提案する ODA 案件としては、「普及・実証事業」が最適と考える。水機工業の小水力発電システムは、インドネシアの開発課題であるエネルギー問題や CO2 削減の気候変動対策における緩和策の両面において貢献できる製品であり、地方の電化が遅れている地域への独立分散型電源として有効である。

水機工業の提案製品は、用水路を利用した小水力発電装置として開発された水車である。小規模な落差からでも適用可能なため、米作が盛んで用水路が発達している現地には適用範囲は大きな広がりが見込まれる。

バリ州タバナン県は、富山県における地域特性と類似（豊富な水、発達した農業用水など）しており、富山で培った水機工業の小水力発電製品・技術の適合性は極めて高いと見える。小水力発電システム活用に関心のあるスバックのような水利組合や村落などが、それぞれの役割に応じ活用できる仕組みの構築が望ましく、当初の段階では行政機関の支援を必要とするが、将来は自立展開できる可能性があり、この点において普及・実証事業はまさに小水力発電システムの普及促進要件に合致している。

本案件化調査における本邦受入活動では、実際に小水力発電システムを視察する機会を得た関係者からは、一様に高い評価を得ており、かつ、その利用範囲を拡張したいという意向が伝えられている。より大きな出力を得られる適所を探し、発電した電気を精米機や電動工具に活用したいなどの要望があり、普及・実証事業において関心を持つ様々な機関に、稼働システムを視察していただき、理解を深め、評価が広まり、さらなる拡大が見込まれるなどのスパイラルアップへ向けて、普及・実証事業は理想的な仕組みであるといえる。

今回の案件化調査で、インドネシア国バリ州タバナン県ジャティルウィ村でのパイロットサイトは探索済みで、ポテンシャル調査も完了している。調査結果をもとにした概略のシステム構成設計を終えており、普及・実証事業採択後に詳細設計が可能なレベルになっている。

### 4-2 具体的な普及・実証計画及び開発効果

#### 4-2-1 普及・実証事業の枠組み

普及・実証事業における G to G のインドネシア政府としての窓口は、案件化調査において中央政府機関（内務省、エネルギー・鉱物資源省、公共事業省、教育文化省）との協議により、最終的にエネルギー・鉱物資源省再生可能エネルギー省エネ総局との内示を受けた。窓口機関は、普及実証事業実施の承認・資機材等の国内受け入れ・設置装置の財産登録を、JICA と契約後に実施する。

窓口機関は、

- ① 普及・実証事業実施の承認
- ② 資機材等の国内受け入れ
- ③ 設置装置の財産登録

を、JICA と契約後に実施する。

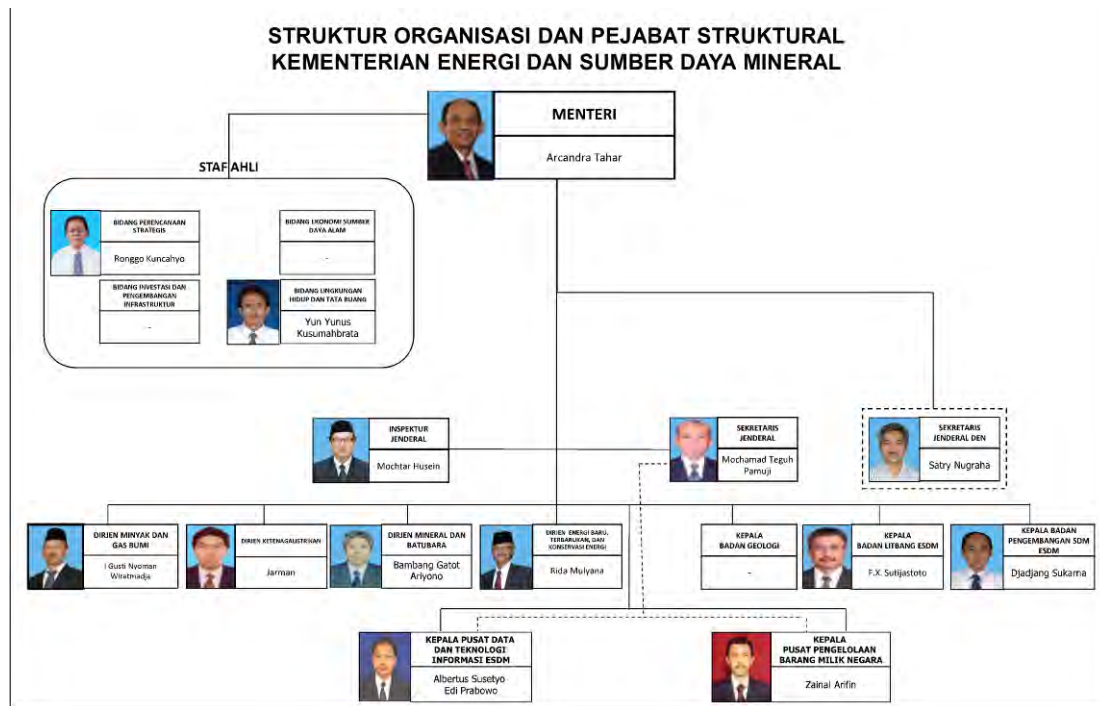


図 4-1 エネルギー・鉱物資源省構成図

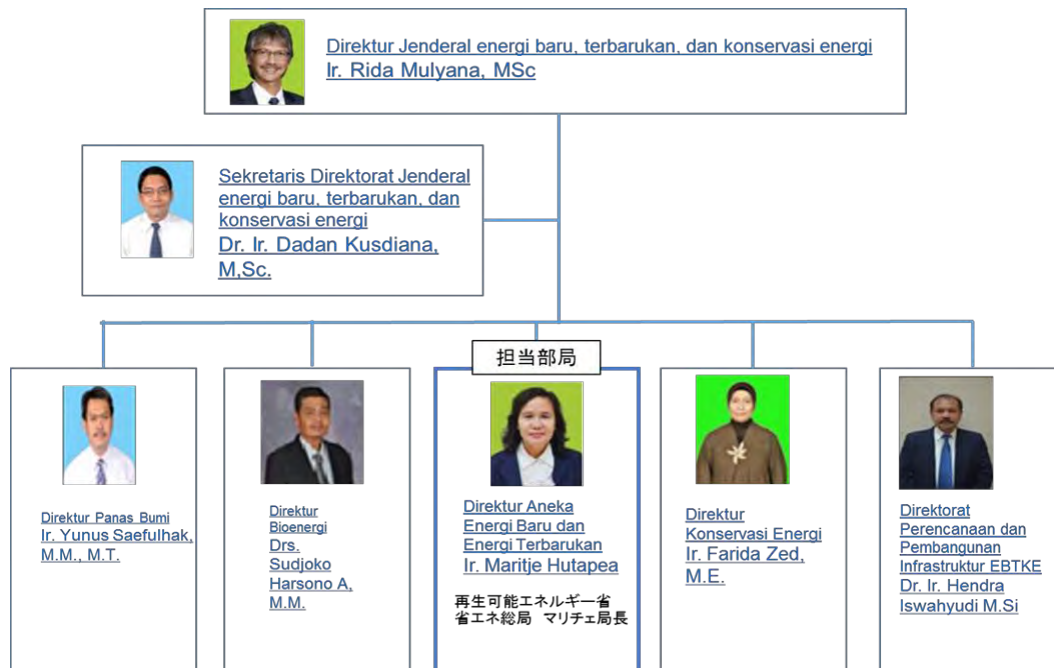


図 4-2 再生可能エネルギー・省エネ総局構成図

また、普及・実証事業の実施機関は、パイロットサイトのあるタバナン県農業部となった。タバナン県は、本調査の外部人材の富山市とプロジェクトに関する協定 (MOU) を締結しており、本邦受入活動を通して理解を深め、普及・実証事業においても継続的な協力を表明している。この他、現地協力企業や地元の大学なども協力の移行を示している。図 4-3 に普及・実証事業における枠組みを示す。

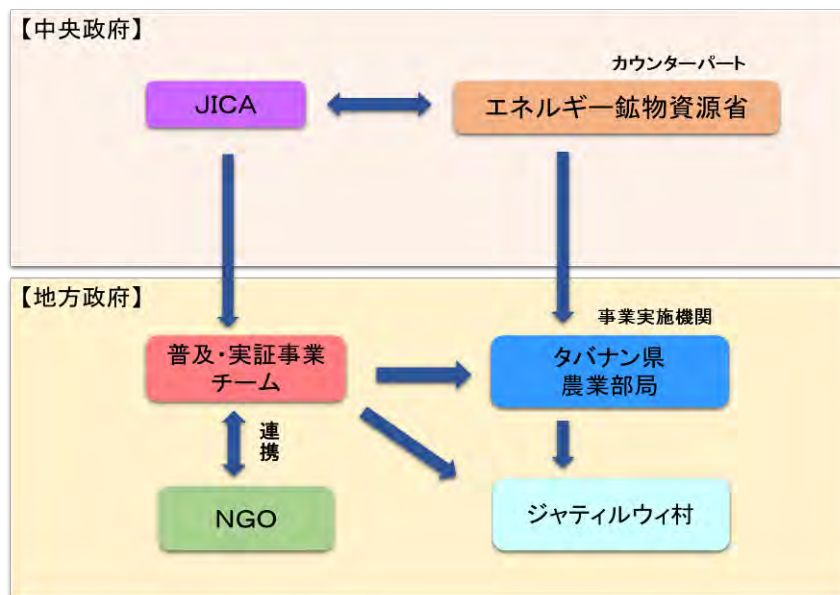


図 4-3 普及・実証事業のカウンターパート機関

#### 4-2-2 普及・実証内容

##### (1) 実証事業対象地域

インドネシア国バリ州タバナン県プナベル郡ジャティルウィ村

##### (2) 事業の目的

本事業では、農耕が主産業であった未電化地域人口比率の高いインドネシア農村部（バリ州タバナン県ジャティルウィ地区）に対し、棚田郡の発達した用水路に水機工業提案の小水力発電システムの導入を図ることで電力不足を解消し、タバナン県の基礎的インフラ整備の促進を図る。独立分散型の用水路対応型小水力発電の実証を行い、有効性の確認と実証後の導入モデルが確立することで、普及・実証事業終了までに、用水路を活用した小水力発電が年間を通して安定的に可能であることが確認され、バリ州における産官学の地域連携コンソーシアム（自治体、村落、大学）を組成し、実証後の普及導入モデルが確立されることを目的とする。本事業のプロジェクト・デザイン・マトリクス（PDM）を表 4-1 に示す。

表 4-1 PDM（プロジェクト・デザイン・マトリクス）

事業名：「イ」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

対象地域：インドネシア国バリ州タバナン県プナベル郡ジャティルウィ村

実施期間：2017年4月から2019年4月まで

受益者層：ジャティルウィ村住民 562 名

プロジェクト要約 (Narrative Summary)	指標 (Objectively Verifiable Indicators)	指標データ入手手段 (Means of Verification)	外部条件 (Important Assumptions)
<p><b>プロジェクト目標 (Project Purpose)</b></p> <p>対象地域(バリ州タバナン県プナベル郡ジャティルウィ村)において、独立分散型の用水路対応型小水力発電の実証を行い、有効性の確認と実証後の導入モデルが確立される。</p>	<p>プロジェクト終了までに</p> <p>1) 用水路を活用した小水力発電が年間を通して安定的に可能であることが確認される。</p> <p>2) バリ州における産官学の地域連携コンソーシアム(自治体、村落、大学)を組成し、実証後の普及導入モデルが確立される。</p>	<p>1) 発電電力の出力データ</p> <p>2) 普及展開を目標とした産官学のコンソーシアム協議</p>	<p>・極端な渇水現象</p> <p>・類似品の普及</p> <p>・会社法制</p> <p>・外資規制</p> <p>・商習慣に基づく不調</p>
<p><b>成果(Output)</b></p> <p>1) 用水路を活用した小水力発電設備の実証。</p> <p>2) 対象地域の住民によって電力の活用方法を確立し、農村地域の独立分散型電源としての運営計画を策定する。</p> <p>3) 普及展開スキームの運営維持管理マニュアルを策定する。</p> <p>4) 地域連携コンソーシアムを組成し、普及導入モデルを構築する。</p> <p>5) 提案企業の海外ビジネスモデルを構築する。</p>	<p>1) 箇所毎の発電システム(発電・蓄電)の正常稼働・発電の実証。</p> <p>2) 母体となる運営組織を形成し、維持管理に関する運営計画を策定する。</p> <p>3) 運営維持管理マニュアルが策定される。</p> <p>4) 普及導入モデルの構築。</p> <p>5) 地域連携コンソーシアムに基づく普及導入モデルをベースにして、インドネシア国内での普及ビジネスモデルを構築する。</p>	<p>1) 発電電力の出力データ</p> <p>2) 管理母体の運営計画書</p> <p>3) 運営維持管理マニュアル</p> <p>4) 産官学の合意文書</p> <p>5) 提案企業の普及導入事業計画書</p>	<p>・土地に関する権利</p> <p>・水利に関する権利</p>

活動(Activities)	投入(Input)		前提条件
<p>1) 用水路を活用した小水力発電設備の実証。</p> <p>1.1 設置サイトの測量</p> <p>1.2 各所の発電設計</p> <p>1.3 各種申請</p> <p>1.4 現地導入モデルの製作</p> <p>1.5 輸送・搬入</p> <p>1.6 設置据え付け</p> <p>1.7 発電の実証</p> <p>2) 対象地域の住民によって電力の活用方法を確立し、農村地域の独立分散型電源としての運営計画を策定する。</p> <p>2.1 農村地域における電気活用に関する協議検討。</p> <p>2.2 発電設備の運営維持管理（設備・会計）組織を形成し、普及モデルとなる運営計画を策定する。</p> <p>2.3 電力不足解消による生活コミュニティ改善への効果検証を実施する。</p> <p>3) 普及展開スキームの運営維持管理マニュアルを策定する。</p> <p>3.1 運営維持管理に関わるマニュアルを作成する。</p> <p>4) 地域連携コンソーシアムを組成し、普及導入モデルを構築する。</p>	<p><b>【日本側 (Japanese Side)】</b></p> <p>〈人的投入〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・短期専門家</li> <li>発電計画</li> <li>詳細設計</li> <li>現場施工管理</li> <li>業務調整</li> <li>試運転</li> <li>維持管理</li> </ul> <p>コンソーシアムファシリテーター</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・長期専門家</li> <li>チーフアドバイザー</li> <li>行政間調整窓口</li> </ul> <p>〈資機材〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・用水路対応型水車</li> <li>・発電機</li> <li>・配線</li> <li>・バッテリー</li> <li>・LED 照明器具</li> <li>・配管</li> <li>・機器梱包輸送費</li> </ul> <p>〈必要経費〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・プロジェクト活動経費</li> <li>・現場事務所経費</li> <li>・車両借り上げ経費</li> <li>・アシスタント/通訳</li> <li>・研修実施費用</li> <li>・マニュアル等文書作成にかかわる費用</li> <li>・コンソーシアム等開催経費</li> </ul>	<p><b>【現地側 (Indonesia Side)】</b></p> <p>〈人的投入〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・カウンターパート</li> </ul> <p>エネルギー鉱物資源省</p> <p>バリ州政府</p> <p>タバナン県政府</p> <p>スバック</p> <p>現地協力企業</p> <p>〈必要経費〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・プロジェクト活動経費</li> <li>・設置工事一部実施経費</li> <li>・盗難防止対策</li> <li>・土地権利</li> <li>・水利権</li> </ul>	<p>(Pre-condition)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ PLN の農村部への電力整備計画が当分の間整備されない</li> <li>・ 対象サイトにおけるプロジェクト実施に際して関係政府および地域住民は賛成である。</li> <li>・ 中央政府、州政府、県政府の関係担当者、対象サイトの地元代表者、維持管理の研修対象者が継続的にプロジェクトに参画する。</li> <li>・ プロジェクトに関する申請は、支障なく完了する。</li> </ul>



<p>4.1 地域連携コンソーシアムを組成する</p> <p>4.2 コンソーシアムの開催と協議を実施する。</p> <p>4.3 導入支援補助メニューの構成や資金調達協議を実施する。</p> <p>4.4 普及導入モデルを構築する。</p> <p>5) 提案企業の海外ビジネスモデルを構築する。</p> <p>5.1 提案企業製品のインドネシア国内での普及拡販となるビジネスモデルを構築する。</p>	<p>〈研修〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本邦受入活動経費</li> </ul>		
--	--	--	--

**(3) 期待される成果**

本事業実施による期待される成果を以下に箇条書きで示す。

**【実証活動】**

**(ア) 成果 - 1 : 用水路を活用した小水力発電設備の稼働が実証される。**

- ① 箇所毎の発電システム（発電・蓄電）を導入設置し、正常稼働運転が実証され、電力供給による裨益効果が実証される。

**(イ) 成果 - 2 : 対象地域の住民によって電力の活用方法を確立し、農村地域の独立分散型電源としての運営計画が策定される。**

- ① 受益者層となる農村地域の村やスバック等の構成組織によって電力活用計画が策定される。
- ② 農村地域の独立分散型電源としての維持管理方法（設備管理・会計管理）が確立される。

**(ウ) 成果 - 3 : 運営維持管理マニュアルを策定する。**

- ① 地域連携コンソーシアムに基づいて、普及展開スキームの運営維持管理マニュアルが策定される

**【普及活動】**

**(エ) 成果 - 4 : 普及導入モデルが確立される。**

- ① 州県等の自治体と村落・スバック等と運営方法に関する合意が得られ、普及導入モデルとなる産官学の地域連携コンソーシアムが組成される。

(オ) 成果 - 5 : 提案企業の海外ビジネスモデルが構築される。

- ① 普及・実証事業で確立した普及導入モデルをベースに、提案企業製品のインドネシア国内での広域的な普及拡販となるビジネスモデルが構築される。

(4) 事業実施方針及び具体的な事業内容・実施方法

(ア) 事業実施の基本方針

普及・実証事業では、各パイロットサイトの発電ポテンシャルおよび水路構造に応じた水機工業の製品を導入して、街灯およびライトアップ、共有施設である集会所・お寺などのコミュニティ活動や経済活動の活性化を図るための施設へ、電力を供給・利用する。これを通して、導入水車の効果と便益評価などにより、導入効果を実証し、地域の開発課題の解決への貢献を確認・測定する。

本実証事業は、世界遺産区域内のスパックの理解をすでに得ているが、小水力発電システムの実機を設置することにより、さらにシステムへの理解を深め、ジャティルウィ村以外への小水力発電システムの普及展開の役割を担う。また、バリ州及びインドネシア政府がこのシステムの有効性を認知すれば、普及促進の支援プログラムの活用や有償資金協力（円借款）などによる他地域への展開の可能性が膨らむことになる。

一般的に小規模な小水力発電は維持管理に問題があつて、一度故障すると、修理せずに作動しなくなるものが多いと言われている。普及・実証事業では、このような問題を乗り越えるために、設置、維持管理、修理の技術者育成を活動内容に含め、将来の自立運営への礎となる枠組みを構築する。

(イ) 事業実施の方法（各活動内容）

(a) 成果 - 1 に係る活動：用水路を活用した小水力発電設備の実証

- ① 設置サイトの測量  
導入前の調査として、設置場所の測量を実施する。また、供給先の確認、配線ルートなど周辺環境の調査を実施する。
- ② 各所の発電設計  
現地調査結果をもとに、日本国内の水機工業内で詳細設計を行う。
- ③ 各種申請  
実施した設計図を基に、各種申請書類を作成し、現地関係機関に申請を実施する。
- ④ 現地導入モデルの製作  
設計をもとに日本国内で現地仕様の提案製品を製造する。
- ⑤ 輸送・搬入  
提案製品を日本国内陸送ののち大阪港から、ジャカルタ港へ海上輸送し、通関手続きを経て、現地運送業者がジャワ島を陸送し、バリ島へフェリーにて輸送し、設置場所へ搬入する。水機工業技術者による検品後、機材の組み立て・設置作業を行う。また、水車製作予定の地元協力企業および地元維持管理チームと協働する。
- ⑥ 設置据え付け  
設置作業は地元建設業の協力を得て実施する。

- ⑦ 発電の実証
- 動作テスト、試運転（耐久テスト、データ収集、製品・機材の調整）
  - 導入検証（実証期間を通じた製品・機材導入による裨益効果データ収集・分析）
- (b) 成果 - 2に係る活動：対象地域の住民によって電力の活用方法を確立し、農村地域の独立分散型電源としての運営計画を策定する。
- ① 農村地域における電気活用に関する協議検討
- 対象地域の受益者層において、用水路を活用する小水力発電の発電電力に関する活用方法が議論され、裨益配分に関する協議検討が実施される。
- ② 発電設備の運営維持管理（設備・会計）組織を形成し、普及モデルとなる運営計画を策定する。
- 水利組合であるスバックが運営維持管理の実質的母体となるように、行政機関である村およびタバナン県の指導のもと運営組織を形成し、提案企業からの設備維持管理に関する技術教育（研修・指導）を伝承しながら、独立分散型電源の運営計画が策定される。
- 事業着手時に、運営維持管理に係る必要な役割を明確にし、維持管理者複数名および会計管理者複数名の要員計画を立案し、スバック構成員を基本とした組織構成を具体化する。これらの組織要員に対して、事業期間中に、本邦受入活動および実機導入時から、水機工業が指導にあたる。会計管理に関しては、従来のテンペイの出納台帳を基本に、水車の導入・運営に関する予算計画・キャッシュフローの仕組みを直接指導することで能力開発を行う。継続的に運営されるように、交代制度の設定や交代要員の選定含めて、普及・実証内で実施する。
- ③ 電力不足解消による生活コミュニティ改善への効果検証を実施する。
- ・電力供給による観光収入向上への定量的な効果検証
  - ・電力供給による農業収益向上への定量的な効果検証
  - ・スバック伝統・慣習文化への寄与効果検証
- (c) 成果 - 3に係る活動：普及展開スキームの運営維持管理マニュアルを策定する。
- ① 運営維持管理に関わるマニュアルを作成する。
- 現地で実施する運営維持管理に関わるマニュアルを水機工業が作成する。策定したマニュアルは、インドネシア語へ翻訳したうえで、広域的な普及展開に向けたスキームとするために、現地協力企業および関連スバックへ配布する。
- (d) 成果 - 4に係る活動：普及導入モデルを確立する。
- ① 地域連携コンソーシアムの組成
- 本事業実施後の普及展開をにらみ、産官学の地域連携コンソーシアムを組成する。地域連携コンソーシアムは、普及・実証事業後のバリ州・インドネシア国への自発的な普及展開に向けた行政窓口・行政支援内容を具体化する役割を担い、主に委員会方式での運営を予定している。また、組成する構成員組織には、案件化調査段階にて了解を得ている。

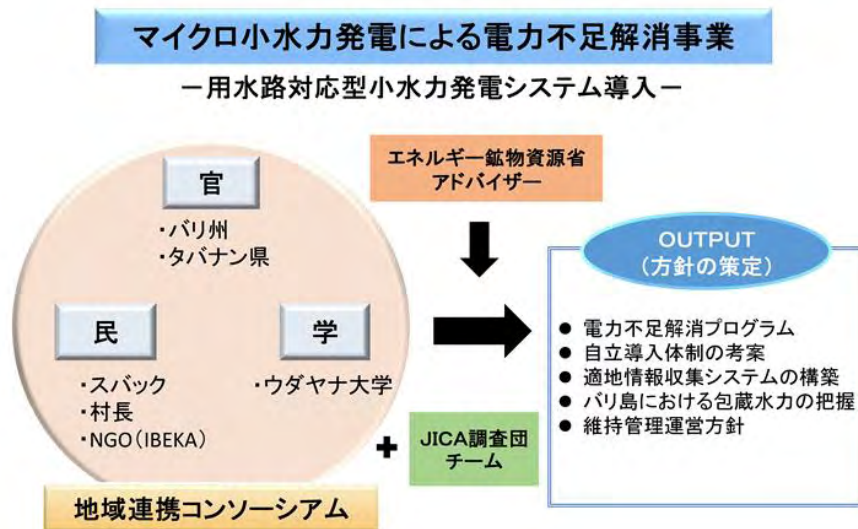


図 4-4 コンソーシアム体制

② コンソーシアムの開催と協議の実施

実証期間中に複数回開催し、電力不足解消プログラム、自立導入体制の考案、適地情報収集システムの構築、バリ島における包蔵水力の把握、維持管理運営方針などについて、議論する。

③ 導入支援補助メニューの構成や資金調達協議

小水力発電の普及展開における導入支援補助メニューの検討やそのほか資金調達（小水力ファンドの組成）に関する協議を実施する。

④ 普及導入モデルの構築

行政サイドにおいて適地情報を集約し、段階的整備の基礎データとする。また、導入に関する行政相談窓口を設けるなど、小水力発電の普及展開における普及導入モデルを構築する。

(e) 成果 - 5 に係る活動：提案企業の海外ビジネスモデルを構築する。

① 提案企業製品のインドネシア国内での普及拡販となるビジネスモデルを構築する。

普及・実証事業で確立した地域連携コンソーシアムに基づく普及導入モデルをベースにして、当該地域の実情に応じた運営計画と運営維持管理マニュアルを策定することで広域的な普及展開スキームが構築され、提案企業のインドネシア国内での普及ビジネスモデルを構築する。

エネルギー鉱物資源省：普及・実証事業カウンターパート、全般的なアドバイザー

バリ州：バリ島全体への展開に関する情報提供、普及展開の支援・窓口

タバナン県：普及・実証事業実施機関、タバナン県導入モデルの構築

ウダヤナ大学：技術的なアドバイス

スバック、村長：自立運営に向けた体制構築、維持管理マニュアル

NGO (IBEKA)：ファシリテーター他

(5) 機材設置場所及び必要条件

案件化調査の結果、対象区域のジャテルウイ村において、発電可能なサイトは 10 か所確認できている。そのうち普及・実証事業のパイロットサイトとして、以下の4サイトを抽出した。



図 4-5 パイロットサイト位置図

表 4-2 パイロットサイト諸元等一覧表

サイト名	Site2-1	Site2-3	Site5	Site7
具体的な場所	ジャテルウイ村 ウマドゥイ地内	ジャテルウイ村 ウマドゥイ地内	ジャテルウイ村 ウマカユ地内	ジャテルウイ村 テラバジェド地内
設置場所 所有者/合意	スバック管理地 合意有	スバック管理地 合意有	スバック管理地 合意有	スバック管理地 合意有
許認可	タバナン県に申請	タバナン県に申請	タバナン県に申請	タバナン県に申請
現地写真				
スペック	Q=0.03m <sup>3</sup> /s H=2.5m Pt=0.40kW	Q=0.03m <sup>3</sup> /s H=0.9m Pt=0.15kW	Q=0.07m <sup>3</sup> /s H=12.0m Pt=4.94kW	Q=0.012m <sup>3</sup> /s H=2.5m Pt=0.16kW

#### (ア) サイト 2-1、サイト 2-3 選定理由と電気供給に期待される効果

テンペイ Umaduwi に位置するサイト 2-1、サイト 2-3 は、用水系統に従属し安定した用水量が見込まれる。本用水系統の落差高は 1m 未満から 2.5m 程度の落差を有し、常時発電出力としては、 $P_t=0.40\text{kW}$  (サイト 2-1)、 $0.15\text{kW}$  (サイト 2-3) 程度が見込まれる。発電する電力は、街灯や「お寺 (寺院)」、併設する「集会所」へ供給し、主に照明として電力を使用し、住民生活およびスバックの活動の向上が期待できる。また、ナイトツアー用のライトアップ電源として活用することで、観光事業の展開 (観光収入増加) が期待できる。

#### (イ) サイト 5 選定理由と電気供給に期待される効果

テンペイ Umakayu に位置するサイト 5 は、山地斜面からの湧水により安定した水量が見込まれる。本系統は、急峻な地形特性を活かし 12m 程度の落差を有し、常時発電出力としては、 $P_t=4.94\text{kW}$  程度が見込まれる。発電する電力は、街灯および近傍にある共同作業所へ電力供給 (照明) を行うことで、夜間の共同作業が可能となり、赤米梱包等の農業収益増加に繋がる作業の場の提供が可能となる。また、ナイトツアー用のライトアップ電源として活用する。

#### (ウ) サイト 7 選定理由と電気供給に期待される効果

テンペイ Telabahgede に位置するサイト 7 は、用水系統に従属し安定した用水量が見込まれる。本用水系統の落差高は 2.5m 程度の落差を有し、常時発電出力としては、 $P_t=0.16\text{kW}$  程度が見込まれる。発電する電力は、ジャティルウィ村を象徴する「スバック石碑」周辺を照らす照明および街灯として電力を使用する。あらたに電力供給 (照明) を行うことで、地元住民・観光客を対象とした農産物販売による農業収益の増加やナイトツアーが期待できる。また、ジャティルウィ村を象徴する「スバック石碑」周辺が照らさせることで、ジャティルウィ村全体の PR 効果が期待できる。

#### (エ) 導入システム構成図

今回の提案水車は、出力が小さく、本体および構成機材はコンパクトである。土木工事を必要とせず既存の水路を活用する。配電線を電柱建立による架線式ではなく、景観に配慮した地中埋設方式を採用する予定である。埋設箇所は舗装無しの農道の側部を人力による掘削で埋設する。発電システム設置予定箇所は、農道から車によるアクセス可能で、搬入に関して支障がないことを確認済である。また、スバックが管理する道路・水路を活用することから、用地取得・自発的住民移転は発生しないことを確認済である。

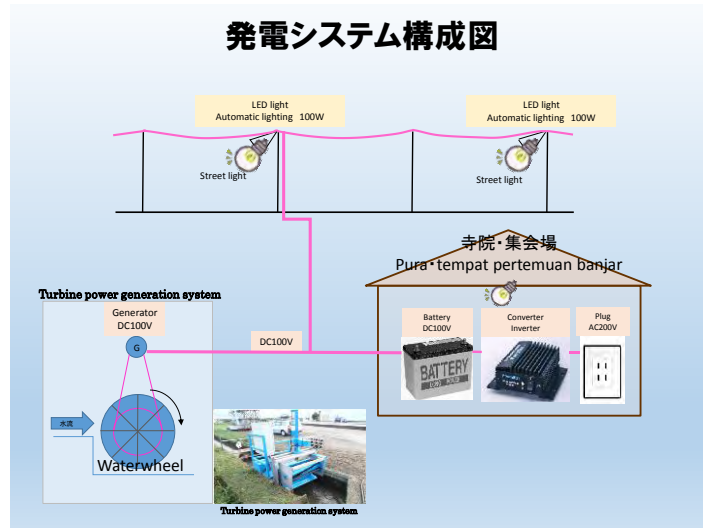


図 4-6 発電システム構成図

許認可については、調査の結果、以下のようになっている。

- ① 水利用に関する申請： ジャティルウィ村 ⇒ タバナン県
- ② 道路への構造物設置申請： スバック ⇒ ジャティルウィ村
- ③ 世界文化遺産内事業申請： ジャティルウィ村 ⇒ 文部科学省

(6) 実施企業および実施体制

普及・実証事業の実施体制を以下に示す。

(ア) 日本サイド

表 4-3 実施体制（日本サイド）

提案企業（製品）：水機工業、外部人材：富山市・新日本コンサルタント

役割	企業名	担当業務
提案企業	代表企業 水機工業	調査設計（機械・電気）・製作・据付・監理・維持管理
		発電設備運転調整・技術指導
		運営計画・普及展開
		ビジネスモデル
外部人材	チーフ アドバイザー 新日本 コンサルタント	調査設計（土木）・監理・各種申請
		運営計画・普及展開・導入支援
		コンソーシアム運営支援
—	富山市	行政機関窓口・許認可事務、コンソーシアム形成

(イ) インドネシアサイド

インドネシア国窓口カウンターパート：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

事業実施機関：タバナン県（窓口：農業部）

地元関係者：スバック長、村長他、協力者：NGO（IBEKA）、ウダヤナ大学

地元協力企業：DANA LUHUR、MANUNBELL BALI、JOKRO

表 4-4 実施体制（インドネシアサイド）

役割	担当名称	担当業務
インドネシア国窓口 カウンターパート	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	普及・実証事業実施の承認
		資機材等の国内受け入れ
		設置装置の財産登録
カウンターパート 事業実施機関	タバナン県 (窓口：農業部)	許認可申請、地元調整
地元関係者	内務省、教育文化省、 バリ州、在デンパサール日本 総領事館、NGO (IBEKA)、ウ ダヤナ大学	コンソーシアム形成
地元協力企業	DANA LUHUR、MANUNBELL BALI、 JOKRO	技術研修を通じた普及展開・ ビジネスモデル

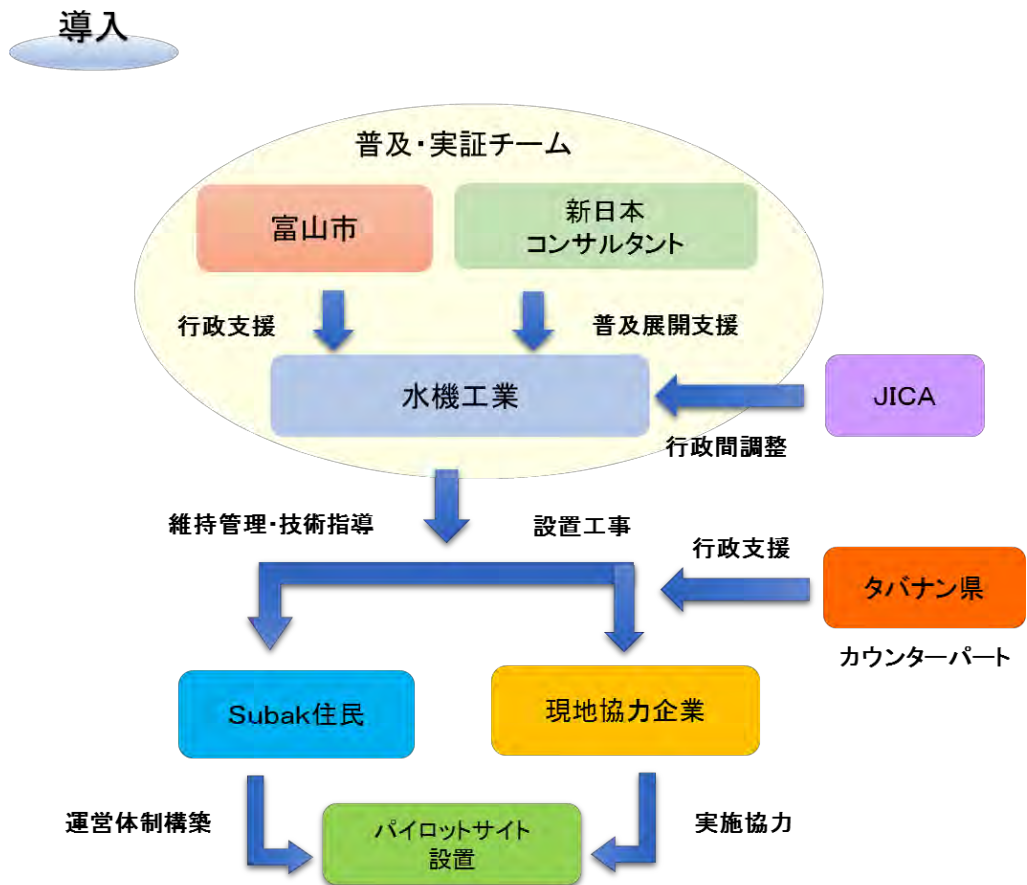


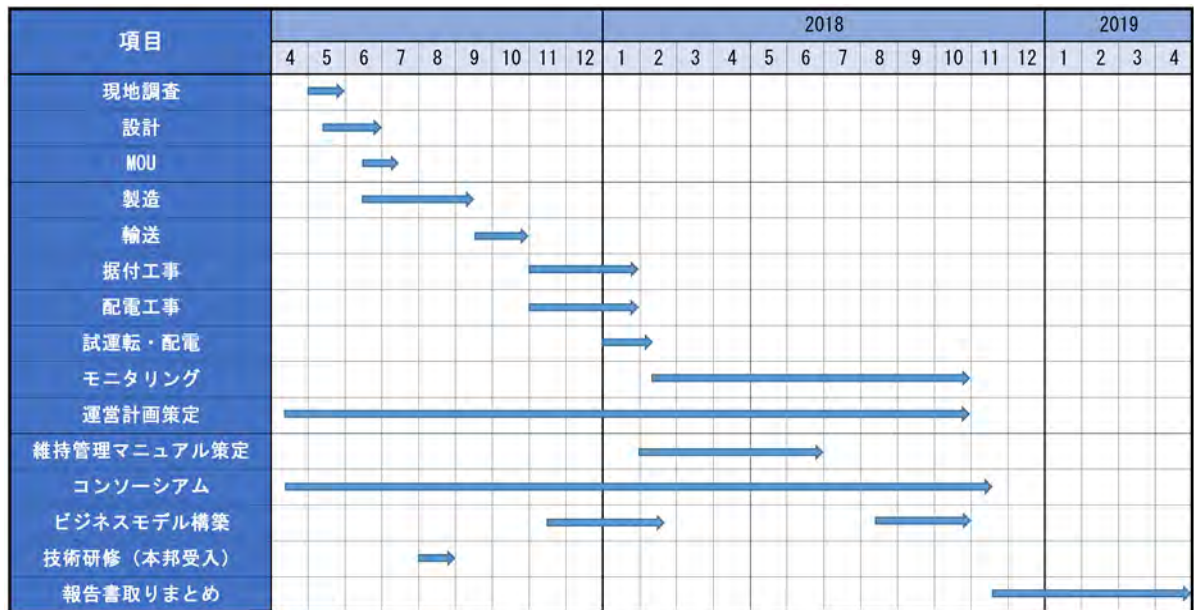
図 4-7 普及・実証事業実施体制図（導入時）



### (7) 実施工程

以下に実施工程表を示す。

表 4-5 普及・実証事業実施工程表



### (8) 概算事業費

以下に概算事業費を示す。

① 小水力発電システム

機器 1 式の設計・製造費 (原価) とインドネシアまでの輸送費 (関税込)  
 単価 7,000,000 円 (セット) 4セット 28,000,000 円

② 技術指導にかかる費用

水機工業社員の渡航費、日当宿泊費 (2人~3人)  
 単価 350,000 円/回 40回 14,000,000 円

③ 機器の動作・耐久性確認、改良にかかる技術経費

単価 1,000,000 円/回 5回 5,000,000 円

④ プロジェクト運営、事業運営などにかかるコンサルティング費

(渡航費、日当宿泊費、国内作業費)  
 3,000,000 円/人月 10人月 30,000,000 円

⑤ プロジェクト運営支援にかかる現地パートナー企業への外注費 (通訳料込)

400,000 円/月 20月 8,000,000 円

⑥ 機器の設置、保守管理にかかる現地協力企業への外注費

80,000 円/式 100 式 8,000,000 円

⑦ 現地での車両借り上げ費

10,000 円/台・日 400 台・日 4,000,000 円

合計 97,000,000 円

本プロジェクトの実施に際して、現時点では以下のようなコスト分担を想定している。JICA 規定に沿って、採択後見直しを実施する予定である。

(9) 事業実施後の機材の維持管理

事業実施後、機材等については、現地カウンターパートであるタバナン県に譲与となるが、発電設備の運営・維持管理の実務は、スバック/テンペイが主体となる。ただし、スバックは水利組合であることから、行政機関であるジャティルウィ村が監督機関としてスバックの上位に位置する。

スバックには、発電設備を適切に稼働させる技術的な維持管理能力に加えて、維持管理に係る維持管理費用のすべてを扱える会計能力が必要である。

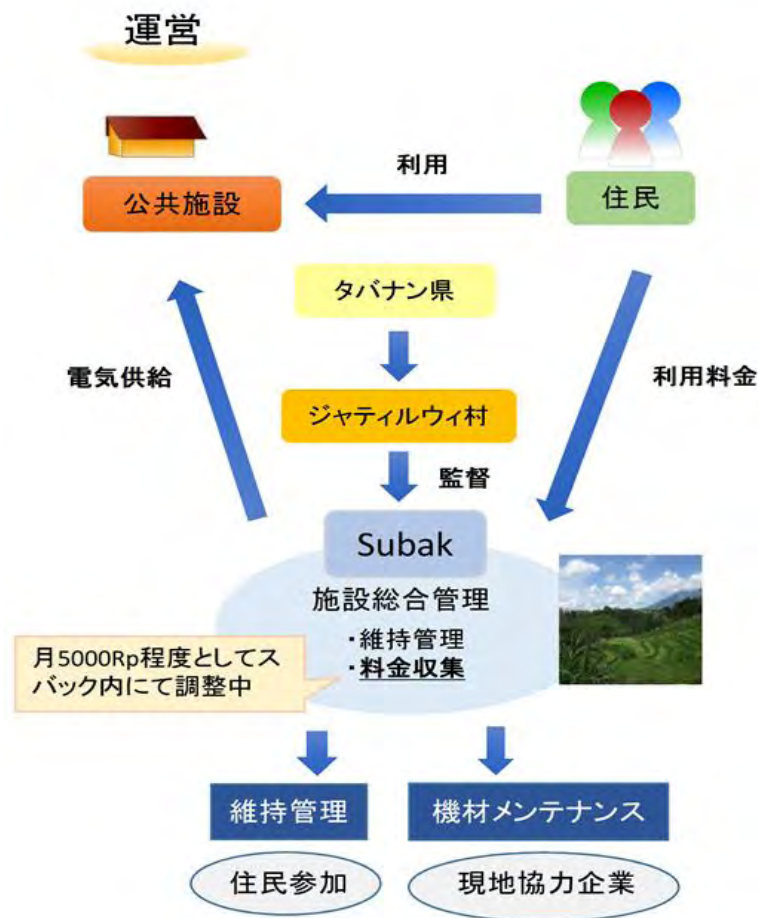


図 4-8 普及・実証事業実施体制図（運営時）

現状、テンペイの会計担当者は、月ごとの現金受取り、現金支払い、そしてその収支を記録した出納台帳（写真 4-1）により、テンペイの会計管理を行っている。この出納台帳による会計管理は、小水力発電設備の稼働における会計面を管理するツールとしては適切であり、テンペイの会計能力に問題ないことを示唆している。実際の小水力発電設備の適切な維持管理では、発電設備の稼働を実証し、各部材の耐用年数に応じた交換部品等の補修費、維持管理に係る人件費など、会計上の維持管理プランの予算計画を行う必要がある。

水車 1 基当りに適切な運用を行う維持管理費として 10 年間当り「年点検費：1,050 千円」「交換部品費：625 千円」とし、合計維持管理費：1,675 千円/10 年間を想定している。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	10年間計	
年点検費	50	50	100	50	50	100	50	50	100	100	50	100	50	50	100	1,050	単位：千円
交換部品費			65			65			65	300		65			65	625	
																1,675	1基あたり



写真 4-1 会計担当者によるテンペイ Umaduwi の出納台帳

発電電力の受益者となるスバック組合員から、運営協力金として 5,000RP/月/組合員をあらたに徴収することで資金調達を賄うことを想定する。運営協力金は、小水力発電システムの初期導入費、維持管理、修繕業務などに充てる。また、運営協力金は、棚田水路整備にも充て小水力発電システムの発電効率を高め、電力量増加を図るとともに、棚田全体の保全に寄与するもの想定される。

水車導入費用となる初期コスト以外にも、長期的な予算計画の中で、維持管理費（年点検費・交換部品費）を受益者であるスバック組合員から運営協力金として徴収しながらの資金運営が必要となる。

【水車 1 基当りの導入・維持の資金運営】

■総導入費：2,375,000/kW/システム/10 年間

- ・初期導入費：700,000/kW/システム
- ・維持管理費：1,675,000/10 年間

■調達・運用資金

- ・年間調達資金：237,500/年（2,375 千円/10 年間）
- ・資金調達規模：50 円/月/組合員（=237,500 円÷400 人÷12 ヶ月）

(10) これまでの準備状況

(ア) 行政機関等との協議

(a) タバナン県

タバナン県は案件化調査実施前より、富山市とプロジェクトに関する協力の MOU を締

結しており、行政長官より必要な手続き等に関して全面的に支援するとの意見があった。案件化調査においては、タバナン県（行政長官、県知事秘書、農業部長）は、内務省・エネルギー鉱物資源省・教育文化省文化局などの中央政府協議にはすべて同行し、地元協議の設定・進行などを行っている。また本邦受入活動においては、タバナン県副知事、行政長官、県知事秘書が参加した。今後の普及・実証事業においても、設備の受け入れのカウンターパートを担うことを了承している。

普及・実証事業後の展開に関して、特に水車の初期投資は、県・州・国の村への補助金を活用予定であり、県の補助金は、村からスバックに流し、使途に関しては、村からのプロポーザルにて判断する。国の補助は、プロポーザルもなく、直接村に補助し、使途については報告のみで良いとのことである。

水車設置に関する許認可事務については建設部、道路への配線は建設部と村が担当しており、申請については手紙で位置図等を示した計画概要を提出すれば良いとのこと、届け出レベルの対応とのことであった。水車設置時の電柱の許認可については、村長とスバック組合長の許可が必要だが、申請様式はないことを確認した。また、水車の維持管理に関しては、村とスバックに一任する意向である。将来的にスバックが電気料金等を徴収し、収益事業を行うことにしているが、この際の県への申請手続きは必要ないことを確認した。

#### (b) バリ州

バリ州とは、普及・実証事業後の広域展開においての支援について協議を行った。バリ州地域開発部長との意見交換の際、バリ州の「クリーンアンドグリーン計画」に位置付けできないかを申し入れ協議を行った。地域開発部長は、本プロジェクトに大変興味があり、バリ州に普及展開することを応援し、今後「クリーンアンドグリーン計画」に位置付けることができるので、引き続き協議をしていくとのことを確認した。普及・実証事業を通して、技術を認識しながら、具体的なアクションへつなげる予定である。

#### (c) エネルギー鉱物資源省

エネルギー鉱物資源省では、地方電化の推進支援に向けた予算を約 80 億円確保しており、普及・実証事業後の小水力発電設置に向けた初期投資に活用できそうである。これに関しては、普及・実証事業の中で、検討していく予定である。

#### (d) 教育文化省文化局

本調査の文部科学省文化局との初回協議において、世界文化遺産内での小水力発電装置設置について問題がないか現地において検証したいと依頼があり、第 2 回の渡航において、現地での現地水車設置候補地について同行視察を行った。その結果、文部科学省文化局の見解として問題はなく、許認可事務についてはタバナン県で完結する。局長からは、ユネスコに報告する必要があるため、当該プロジェクトによるスバックへの効果、棚田保全との関係を問われた。また、事業化については特に問題はないと見解であった。

### (11) 本事業のリスクとその対応

#### (ア) 資金計画に関わるリスク

本事業では ODA 事業として日本国の資金により事業を実施することから、初期コストの資金調達リスクは、少ないと思われる。運営段階では住民より料金収集することにより、維持管理費を捻出するスキームを想定しているため、今後、住民における話し合いにより、料金設定を行う必要があり、住民への裨益の均等な配分等により、適切な料金設定になるように留意が必要である。すでに普及・実証事業における料金収集に関してはスバック内で協議が行われており、支払い意思等の確認と事業への協力は合意している。

**(イ) 制度変更等によるリスク**

本事業における許認可申請は、申請のみでよく、県が受け入れ窓口で本プロジェクトはスムーズに進むものと想定している。また、制度が変更された場合においても、周辺への影響は大きくなく事業実施への支障は顕在化しないと想定される。

**(ウ) 環境急変によるリスク**

本事業の実施機関であるタバナン県は、2015 年に知事選挙を終えており、富山市と協定を締結した時点での体制は維持されている。また、担当行政官の任期はあるものの複数名での対応を継続しており、大きな体制変更は普及・実証事業期間内にはないものと想定される。また、中央政府のカウンターパートであるエネルギー・鉱物資源省の内閣改造に伴う組閣人事において大臣が交代したが、政府の電力に関する方針は変更なく、行政官の変更後も継続されている。また、本事業はオフグリッド地域の電力不足解消であることから、PLN による整備が実施されれば環境は急変するが、当面は整備計画がなく、環境変化はないものと想定される。降水量が減少することによる流量変動リスクはあるものの、対象区域の用水路は上流にあるカルデラ湖の豊富な水がめより供給される伏流水を活用していることから、比較的安定している。



図 4-9 湧水の分布図（出典：バリ島の水文地形特性：島野安雄）

**(エ) 環境社会配慮に関するリスク**

対象地域のジャティルウィ村は世界遺産内であるが、「イ」国の文部科学省を介して、ユネスコの了解は取得済みで、プロテクションエリアに指定されていないことから事業実施に関してのリスクはないものと想定している。

また、プロジェクトに関して、中央政府、州政府、県政府の関係者、対象サイトの住民、

ウダヤナ大学等の賛成同意を得ており、事業反対などのリスクはほとんどない状況である。

#### 4-3 他 ODA 案件との連携の可能性

インドネシア共和国に対する我が国の援助方針の基本方針に「アジア地域及び国際社会の課題への対応能力向上への支援」が示されており、重点分野にはインフラ整備支援をはじめとする「更なる経済成長への支援」、国内格差の是正、地方開発など「不均衡の是正と安全な社会造りへの支援」、環境保全等の地球規模の課題への対応など「アジア地域及び国際社会の課題への対応能力向上のための支援」が明示されており、本事業の目的である「再生可能エネルギー導入による地域コミュニティ改善」は、これらに合致している。そのため、本事業は他の ODA 案件との連携の可能性は十分にある。特に、バリ島では急速に進む観光化と伝統的な生活とのアンバランスによる課題が多く顕在化してきており、日本の経験などが生かせる可能性がある。

インドネシアは、再生可能エネルギーの導入促進を図っており、本事業の展開も支援の可能性があり、この分野に関する間接的な ODA 案件との連携の可能性はある。

#### 4-4 ODA 案件形成における課題と対応策

本調査の結果、当初課題と考えられていた世界遺産区域内での事業実施や許認可に関しては問題ないとの結論を得ており、次のステップである普及・実証事業の形成に関しては、大きな課題は無いと言える。実証の中で、地域の開発課題に対して提案製品が貢献できるとの検証を的確に行う必要がある。また、地域の独立分散型電源として、提案製品が広く普及（バリ島からインドネシア全土へ）していくための枠組みの構築が必要である。

#### 4-5 環境社会配慮のかかる対応

本調査は、調査対象区域が世界遺産に指定されている域内となることから、カテゴリ-B に分類されており、JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づく対応が必要で、慎重に対応し、関係機関の協力と理解を得ながら、行う必要があったが、提案製品である小水力発電の設置は、電力の供給による住民の生活の質の向上および棚田の保全に繋がるものであり、また、設置予定箇所は現状を改変することなく設置可能で、環境保護の度合いの低い場所であることから、関係機関である教育文化省の了承は得ている。

##### 4-5-1 現地での調査結果

(1) 当該地域の課題解決には電力供給が必須である。

(ア) 当該地域の課題

一般家庭への PLN からの配電はあるものの文化的な生活には不十分である実態が調査の結果分かった。また、世界遺産登録後の急速な観光化により、若者の農業離れが顕在化し、これまで守られてきた伝統的農業の収益低下と伴い、担い手不足による世界遺産登録の原資である棚田の保全に悪影響が懸念されている。

### (イ) 電力供給による課題解決への期待

上記の課題に対して、伝統的慣習を守ってきたスバックを中心とした地域の組織は、電力供給による近代化を取り入れつつ、これを活用することにより、伝統的慣習の強化や農業の収益構造の改良により、観光化との両立を図り、世界遺産登録の根源ではある棚田や伝統を未来にわたり保全して行きたいと考えている。

### (2) 提案製品である水力発電機の導入が電力供給の代替案のない唯一の方策である。

PLNの整備増強計画の無い地域（グリッド延伸はできない。）であることから、電力供給は独立分散型であることが必要である。独立分散型の電源としては、小水力発電、太陽光発電、ディーゼル発電が考えられるが、再生可能エネルギーであることを基本とし、以下の項目の比較を行い、結論として提案の小水力発電が本区域では唯一の方法として選定される。

#### (ア) コスト

提案製品は他発電オプションと比較し、初期投資コストは中位で、燃料費はかからず、耐用年数も20年以上と長く、現地の技術レベルで維持管理が可能のため、相対的に維持管理費が最も低く抑えられることから、地域住民による持続可能な利用が可能となる唯一のソースである。

#### (イ) 用地取得

提案製品は既存の水路に設置するため新たな用地取得は不要である。水路の設置には水利許可の申請が必要であるが、当該地域であるタバナン県と富山市は協力協定（MOU）を締結しており、当該地域のステークホルダーであるスバック（農業用水管理組織）からは嘆願書が提出されており問題なく水利許可の取得が可能と考えられる。他方、他発電オプションは用地取得が必要となる可能性が高い。

#### (ウ) 電力供給・発電容量

他発電オプションの発電容量は提案製品と比して大きいものの、提案製品により当該地域で必要としている電力量の供給は可能であり、また、他発電オプションと比較して24時間安定した電力供給が可能であるのは提案製品のみである。

### (3) 環境に対する影響が重大ではない。

本事業実施の影響範囲は、極めて限定的である。今回の提案水車は、出力が小さく、本体および構成機材はコンパクトである。土木工事を必要とせず既存の水路を活用する。配電線を電柱建立による架線式ではなく、景観に配慮した地中埋設方式を採用する予定である。埋設箇所は舗装無しの農道の側部を人力による掘削で埋設する。また、発電システム設置予定箇所は、農道から車によるアクセスが可能で、通行可能の確認済である。スバックが管理する道路・水路を活用することから、用地取得・自発的住民移転は発生しないことを確認済である。

#### (ア) 自然環境への影響

提案製品は、水流をせき止めて発電するものではないため、水量・水質への影響は想定されない。また、再生可能エネルギーであり、環境への負荷がない。

#### (イ) 棚田の景観

当該地域は世界遺産に登録されている棚田を有する地域であることから、機材の設置する景観への影響は重要である。他発電オプションは棚田の景観を阻害するものであるが、提案製品である水力発電機は、水路に設置されること、既に当該地域に存在する水門に類似した構造物であることから、提案製品のみが棚田の景観を損なう可能性が著しく低く、景観が保全される。

#### 4-5-2 そのほか項目への対応

- (1) 政府が法令等により自然保護や文化遺産保護のために特に指定した地域(以下「同地域」)以外の地域において、実施可能な代替案が存在しないこと。
  - ・対象区域全体が世界遺産区域内であり、地域以外での代替案は存在しない。
- (2) 同地域における開発行為が、相手国の国内法上認められること。
  - ・土地の改変を伴わない事業で開発行為に該当しない。タバナン県で確認、了承済。同じくバリ州地域開発局、エネルギー鉱物資源省、教育文化省にも確認済。
- (3) プロジェクトの実施機関等が、同地域に関する法律や条例、保護区の管理計画等を遵守すること。
  - ・プロジェクト実施機関がタバナン県であり、また、現地の協力者として、スバック等の体制で実施する。このため、同地域に関する法律や条例、保護区の管理計画等を遵守することとなる。
- (4) プロジェクトの実施機関等が、同地域の管理責任機関、その周辺の地域コミュニティ、及びその他適切なステークホルダーと協議し、事業実施について合意が得られていること。
  - ・すでに合意しており、事業実施の具体的な協力内容についても協議済である。
- (5) 同地域がその保全の目的に従って効果的に管理されるために、プロジェクトの実施機関等が、必要に応じて、追加プログラムを実施すること。
  - ・インドネシア側のプロジェクトのC/Pは、エネルギー鉱物資源省で、タバナン県庁(農業部、公共事業部、地域計画開発局)は事業実施機関となる。協力機関として内務省、バリ州政府を想定していることから、必要に応じて追加プログラムを実施する協力体制が整っている。



## 第5章 ビジネス展開の具体的計画

「非公開部分につき非表示」