

平成24年度政府開発援助
海外経済協力事業委託費による
「案件化調査」

ファイナル・レポート

フィリピン共和国・インドネシア共和国

新興国および太平洋の島国における”ソー
ラーハイブリッドシステム”（ディーゼル発
電と太陽光発電のミックスによる発電システ
ム）の普及に関する調査

平成25年3月
(2013年)

上野グリーンソリューションズ株式会社・
株式会社工業市場研究所 共同企業体

本調査報告書の内容は、外務省が委託して、上野グリーンソリューションズ株式会社・株式会社工業市場研究所共同企業体を実施した平成24年度政府開発援助海外経済協力事業委託費による案件化調査の結果を取りまとめたもので、外務省の公式見解を表わしたものではありません。

また、本報告書では、受託企業によるビジネスに支障を来す可能性があるとは判断される情報や外国政府等との信頼関係が損なわれる恐れがあるとは判断される情報については非公開としています。なお、企業情報については原則として2年後に公開予定です。

目次

巻頭写真.....	5
略語表	6
要旨	8
はじめに.....	13
調査の背景と目的	13
調査概要およびスケジュール	13
第1章：対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認.....	16
1-1. フィリピン	16
1-1-1. 対象国の政治・経済の概況.....	16
1-1-2. 対象国の対象分野における開発課題の現状	19
国内の電力産業事業について	19
管理機関	20
電力の需要と供給状況について.....	21
電力販売の平均価格について	22
電化への課題.....	23
現状について.....	24
1-1-3. 対象国の対象分野の関連計画、政策及び法制度.....	25
農村地域の電化拡大について	26
再生エネルギーの方針	27
1-1-4. 対象国の対象分野の ODA 事業の事例分析および他ドナーの分析	28
1-2. インドネシア	32
1-2-1. 対象国の政治・経済の概況.....	32
1-2-2. 対象国の対象分野における開発課題の現状	34
国内の電力産業事業について	34

電力の需要と供給状況について.....	35
電力販売の平均価格について	36
電化への課題.....	37
現状について.....	39
1-2-3. 対象国の対象分野の関連計画、政策及び法制度.....	41
農村地域の電化拡大について	42
再生エネルギーの方針	42
1-2-4. 対象国の対象分野のODA事業の事例分析および他ドナーの分析	45
第2章 製品・技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し.....	47
2-1. 共通.....	47
2-1-1. 提案企業及び活用が見込まれる技術の強み.....	47
業界分析、同業他社比較、類似技術の概況	49
2-1-2. 事業展開における海外進出の位置づけ	50
2-1-3. 提案企業の海外進出による地域経済への貢献	52
2-2 フィリピン.....	53
2-2-1. リスクへの対応.....	53
想定していたリスクへの対応結果.....	53
新たに顕在化したリスク及びその対応方法等.....	53
2-3. インドネシア	54
2-3-1. リスクへの対応.....	54
想定していたリスクへの対応結果.....	54
新たに顕在化したリスク及びその対応方法等.....	54
第3章： 提案製品・技術と当該開発課題の整合性.....	56
3-1. フィリピン.....	56
3-1-1. 提案製品・技術と当該開発課題の整合性.....	56
3-1-2. ODA 案件の実施による当該企業の事業展開に係る効果.....	62
3-2. インドネシア	64

3-2-1. 提案製品・技術と当該開発課題の整合性.....	64
3-2-2. ODA 案件の実施による当該企業の事業展開に係る効果.....	65
第4章 ODA 案件化の具体的提案.....	66
4-1. フィリピン.....	66
4-1-1. ODA 案件概要.....	66
活用可能な ODA スキーム.....	67
4-1-2. 具体的な協力内容及び開発効果.....	67
案件の目標・成果、投入、先方実施機関（カウンターパート機関）、実施体制及びスケジュール、協力概算金額.....	68
4-1-3. 他 ODA 案件との連携可能性.....	72
4-1-4. その他関連情報.....	73
我が国援助方針における位置付け.....	73
対象国におけるこれまでの ODA 事業との関連性.....	73
対象国関連機関との協議状況 等.....	76
4-2. インドネシア.....	77
4-2-1. ODA 案件概要.....	77
活用可能な ODA スキーム.....	77
4-2-2. 具体的な協力内容及び開発効果.....	78
案件の目標・成果、投入、先方実施機関（カウンターパート機関）、実施体制及びスケジュール、協力概算金額.....	78
4-2-3. 他 ODA 案件との連携可能性.....	83
4-2-4. その他関連情報.....	84
我が国援助方針における位置付け.....	84
対象国におけるこれまでの ODA 事業との関連性.....	84
対象国関連機関との協議状況 等.....	85
現地調査資料.....	86
フィリピン：写真.....	86

フィリピン：その他資料	95
ANNEX I	95
ANNEX II	96
インドネシア：ケーススタディ（現地調査）	100
ケーススタディ1：インドネシア・スンバ島	100
ケーススタディ2：北スラウェシ州・モリバグ	115

巻頭写真



エルニド・New Ibajay 村の村民にインタビュー



スンバ島にて地元住民と NGO との写真

略語表

略語	定義
AKELCO	Aklan Electric Cooperative
ARMM	Autonomous Region of Muslim Mindanao
AROPAD	Alliance of Romblon Poverty Alleviation Developmentalists, Inc.
ASEAN	Association of South-East Asian Nations
BANELCO	Bantayan Island Electric Cooperative
BAPPENAS	Badan Perencanaan dan Pembangunan Nasional (国家開発企画庁)
BFI	Boracay Foundation, Inc.
CEBECO	Cebu Electric Cooperative
CAR	Cordillera Administrative Region
GDP	Gross Domestic Products
DEN	Dewan Energy Nasional (国家エネルギー審議会)
DOE	Department of Energy
DU	Distribution Utilities
EC	Electric Cooperatives
EPIRA	Electric Power Industry Reform act
ERC	Energy Regulatory Commission
GENESYS	Global Environment and Nature Ecosystems Society Foundation
IFC	International Finance Corporation
IPP	Independent Power Producer
ME	Missionary Electrification
MEMR	Ministry of Energy and Mineral Resources
Meralco	Manila Electric Company
NCR	National Capital Region
NEDA	National Economic Development Authority
NEA	National Electrification Agency
NGCP	National Grid Corporation of the Philippines
NINAMC	Non-agricultural Multi-Purpose cooperative
MP3EI	The Master Plan for the Acceleration and Expansion of Economic Development of Indonesia
NPC (NAPOCOR)	National Power Corporation
OFW	Overseas Filipino Workers
OTEC	Ocean Thermal Energy Conversion
PALECO	Palawan Electric Cooperative
PAMATEC	Paris Manila Technology Corporation

PLN	Perusahaan Listrik Negara
PSALM	Power Sector Assets and Liabilities Management Corporation
PSP	Private Sector Participation
REC	Rural Electrical Cooperative
ROMBLON	Romblon Electric Cooperative
RUKN	Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (国家電力総合計画)
RUPTL	Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik (電力供給事業計画)
SAGR	Socially Acceptable Generation Rate
SEC	Security Exchange Commission
SIIG	Small Islands and Isolated Grids
TIELCO	Tablas Island Electric Cooperative
SPUG	Small Power Utilities Group
TCGR	True Cost of Generation Rate
TransCo	National Transmission Corporation
UGS	Uyeno Green Solutions
UNDP	United Nations Development Program
VRESCO	VMC Rural Electric Service Cooperative
WESM	Wholesale Electric Spot Market

要旨

フィリピン・インドネシアの経済とエネルギー需給

フィリピン・インドネシアをはじめとする新興国では、急激に拡大する経済の一方で、貧富の差の拡大が進んでいる。たとえばフィリピンでは、過去10年の経済成長率は、平均約5%を記録しており、さらに過去20年を遡ると、経済成長率がさらに伸びている。その一方で、貧困の問題は未だ解決に至っていない。人口のうち、約25%が貧困層であり、過去10年における貧困問題は改善されていないといわれている。

電力の面においても、2001年の電力産業の民営化と再編により、電力の発電、送電、配電の3つの役割に大きく分かれ、より効率的に電力供給ができるようになってきた。しかし、都市部と山間部および7000以上の離島などとの差は大きくなっており、今後のインフラ整備政策が重要な課題となっている。

この問題に対しては、国家の重要政策として位置付けられているが、人口増加によるエネルギー需要の増加への対応と、未電化地域の電化という2つの課題は未だに大きな問題として解決されていないまま残っている。

他方、インドネシアにおいても、豊富な天然資源や旺盛な直接投資の増加に伴い、6%台の高い経済成長率を達成している。同時に、急速な経済発展が社会インフラ整備の遅れをもたらし、経済格差の是正が大きな社会問題となっている。

電力の面では一部民営化が進んでいるものの、依然電力公社の影響力が大きく、財政事情のひっ迫もあり、離島地域の電化が遅れている要因となっている。また、政府から多額の補助金が拠出されているため、電気料金が非常に安く設定されていることが、更に電力公社の運営を厳しいものになっている。

また、ソーラーシステムは、電力公社も含めて様々な省庁や地方機関が推進しているため、それぞれが独自の基準で機器選定を進めているが、未電化地域の解消という課題は依然残されているばかりか、実際に導入されても良好に稼働できていないケースも見られる。

弊社が提案するエネルギーソリューションおよびビジネスモデルの概要

このような背景の中、弊社が提案するソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムは、ソーラーパネルとオフグリッドインバーターを中心機器として、バッテリーや既存の設備を最大限利用しつつ、最適なエネルギーミックスを実現するシステムである。特に、途上国の離島や未電化地域では、個人やコミュニティーでディーゼル発電機を持っていることも多いことから、それらを活用しつつ、今後長期で価格が上昇していくと思われるディーゼル発電機の使用量を最低限に減らすことができる。また、未電化地域や、十分な電力が

ない地域、電力料金が非常に高い地域などにおいて、コミュニティー単位での電力を供給するシステムであり、ディーゼル発電機よりも安定的かつコストを抑えて電力を提供する事ができる。

但し、弊社が重視するのはソーラー・ハイブリッドのシステム販売というハード面のみではなく、最適なシステムの設計から、システムの設置、メンテナンス、運営管理手法、モニタリング方法などの技術支援や伝承を含めたソフト面のサポートまでの「パッケージ化した電力ソリューション」を提供するものである。

ソーラーシステムは、そのサイズや設置場所の選択などにおいて非常に柔軟性があり、かつ年々コストパフォーマンスが高くなっており、また他の既存の化石燃料エネルギーに比べて環境に優しいというメリットがある。一方で、実際に設置済みの様々なソーラーシステムを見ると、設計上その性能を発揮できていないシステムや、メンテナンスが不十分なために出力が低下しているもの、運営管理が不足しているためメンテナンス費用の回収さえもできていないもの、モニターの警告を見逃したために停止してしまっているものなど様々な事例も見受けられる。こうした問題の多くは、ソフト面のサポートが十分になされていない事が原因である。今回現地視察において、上記の実態を、実際に運営している住民組織やそれを指導するNGO又は、関係する行政機関とともにそれらの運用状況を確認し、彼らの問題把握の方向性を検証できたことは重要である。住民の生活実態やニーズに合わせたシステムの提案やサポート体制の構築を実現しなければならない。

弊社としては、こうした技術およびノウハウを弊社の海外事業展開に結びつけることを目指している。経済と共にエネルギー需要の拡大が見込める新興国のマーケットの成長を事業機会と捉え、ハードとソフトの両方をパッケージ化して、途上国支援かつ事業化に結び付けたい。

但し、弊社の海外事業の基本方針は、①カントリーリスクの適正な評価をする、②地元根差した有力なパートナーを確保する、③未電化地域が多く、日射量の多い東南アジア地域の新興国にターゲットを絞って参入する、という3つの方針をもとに、事業展開を行う方針である。フィリピンにおいては、既に現地パートナーとの合弁事業子会社があり、よりきめの細かいサービスを提供できる体制にある。

また、弊社が本社を置く横浜では、横浜商工会議所や横浜市役所 Y-PORT 事業の支援をいただきながら、地元自治体や企業との交流や情報交換を進め、地域経済の活性化にもつなげることができるように努めていく。

提案する技術と各国の課題との整合性

弊社が提案するソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムは、実際に新興国が抱える2つのエネルギーに関する課題へ対応できると考える。一つは、未電化地域の電化であり、

特に離島の多いフィリピンやインドネシアでのニーズは大きい。二つ目は、電力の需要拡大への対応であり、ディーゼルや石炭などの化石燃料から環境にやさしいエネルギーへの代替として、またコスト上昇する燃料から安定的かつ安価なエネルギーへの代替としても貢献できる。

フィリピンにおいては、2020年までに未電化地域をなくすという目標があるが、離島が多いため既存の電力網をつなげることはほぼ不可能であり、コスト面からも時間軸からも、既存のエネルギー発電方法では達成が非常に難しい。その課題をソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムを導入する事で、必要なエリアに必要な容量のシステムを効率よく導入することが可能となる。

インドネシアでも同様に、未電化地域が残されているが、これまで比較的高い実績のあった小水力発電（以下、マイクロ hidro）は立地的制限を受ける為、今後は立地的な制限を受けず、ニーズに合わせたサイズで、拡張も可能なソーラーハイブリッドシステムが注目されている。

加えて、現地の事業パートナーと共に地域に根差したビジネスを展開し、システム設置地域へのシステムの詳細説明や、実際の運営チームの組成、システムの設計、メンテナンス体制の構築、モニタリング方法の伝授など、周辺住民およびその地域に根差した NGO や電気工事業者への技術の移転・支援をしながら、住民の自治組織にて最大限の能力発揮と長期間使用できるようなノウハウを提供する事で、途上国の貧困層の生活レベルの改善に貢献できる。

ODA 活用のスキームと具体案件

実際に当該システムを ODA のスキームとして進めていくには、システムと技術協力のハード・ソフト両面で ODA を活用し、短期的な目標としての未電化地域の電化と、持続可能な経済成長に資する電力の継続的な供給という中長期的なサポートを提供していくことが必要である。そして、最初のプロジェクトにて設置されたシステムをパイロットシステムとし、中央・地方の行政機関や、未電源地域の住民、地元工事業者、民間事業者などへの視察および教育の機会を設け、定期的なノウハウ供与の機会を設ける。また、地元自治体や NGO/NPO などのプロジェクトパートナーと組んで、デモンストレーションツールとして当該システムを各方面で利用してもらえよう見学機会やセミナーの開催などを行って、マーケティングしていきたい。この際に考えなければならないのは、最初から大規模な設備を導入するのではなく、比較的小型のシステムを導入し、長期間、「良好」に稼働させることを最初のプロジェクトの目標にすべきである。また、住民側がそのような発電設備に対して主体的な意識になっているかどうかや運用ノウハウを持ち得るかどうかを見極めることが重要である。初期の意識形成から主導するのは、困難が伴うため、受け皿としての住民組織があり、それをサポートする形で、プログラムの形成や実行が考えられる

べきである。その意味では、今回のプロジェクトが単にシステムの導入に終わるのでは大きな成果を期待できず、設計を含めた運用ノウハウの確立・伝達を目標に置く。

当該システムは、一義的には未電源地域の電化や電力料金の安定化という電力へのアクセシビリティの向上を目指す。電力の供給によって達成される生活の質の向上や、犯罪の低下、また電力の供給で冷蔵庫や産業機械が導入されることでもたらされる地域経済の活性化なども達成され、豊かな生活と貧富の格差是正に資すると考える。

ビジネス面でも、フィリピン・インドネシアの地理的背景より、送電網を国の隅々につなげることが現実面でも難しいため、ディーゼル発電機に頼った電化が推進されており、コスト面でソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムは競争力がある。そのため、既に当該システムに興味を持っている現地の民間企業も多数あり、パイロットシステムを利用して、普及させたい。特に電力料金をはじめとした電力供給体制やこれまでの経営資源を考えると、民間レベルでの販売に関しては、フィリピンが先行するものと考えられる。

なお、フィリピンの電力業者や電力組合、インドネシアの電力公社、加えて各自治政府も、それぞれのサービスエリアでの電化の責任が割り当てられており、そういった事業者や自治体とも積極的に事業を行っていききたい。その際には、無償資金協力などの形で地域全体を電化するプロジェクトとしても検討できると考える。

今回の調査を通じて、いくつかの具体的な導入可能案件を見つけることができたが、下記にその一部を説明する。

フィリピン：

パラワン島にある未電化地域であるバランガイ（集落）の一つにおいて、LGU(Local Government Unit)や地元 NGO と協力し、システム供与と技術協力を含めた ODA により、30kWp 程度のシステムを 3500 万円程度で設置して、1000 人程度の受益者となるプロジェクトである。これは、設置だけではなく、設計段階から、設置工事、事業運営、モニタリング、メンテナンスまでをパッケージとして、現地スタッフの教育とノウハウの移転を図る。

インドネシア：

これまでマイクロ hidro にて多数の実績を持つ、ある有力 NGO と組み、インドネシアの離島におけるソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムの導入を目指す。インドネシアでは、過去に設置されたソーラー施設が十分に稼働しておらず、ソーラーに対する信頼度が低い。そのため、小さなプロジェクトを無償資金協力のスキームを利用して導入しつつ、NGO へのノウハウの移転を図る。特に、メンテナンスや事業運営の方法は、NGO として小水力発電での実績もあり、ノウハウを受容する体制が整っていると考える。

案件化調査－フィリピン・インドネシア

新興国および太平洋の島国における”ソーラーハイブリッドシステム”(ディーゼル発電と太陽光発電のミックスによる発電システム)の普及に関する調査

企業・サイト概要

- 提案企業：上野グリーンソリューションズ株式会社・株式会社工業市場研究所共同企業体
- 提案企業所在地：神奈川県横浜市中区山下町46番地
- サイト・C/P機関：フィリピン/NGO・El Nido Foundation & インドネシア/NGO・IBEKA

フィリピン・インドネシア国の開発課題

フィリピン

- 多数の離島で電力網整備コスト上昇
- 未電化地域の電化
- 電力需要拡大による供給力強化

インドネシア

- 電力コストの費用回収の難しさ
- 未電化地域の電化
- 電力需要拡大による供給力強化

中小企業の技術・製品

ソーラー・ディーゼル・ハイブリッド

- ソーラーをプライマリー電源とした発電施設
- 様々な電源との共存が可能
- ソフト面のサポート
 - 最適な設計
 - 運営管理・メンテナンス
 - モニタリングと修理

企画書で提案されているODA事業及び期待される効果

- フィリピン未電源地域におけるシステムの供与と技術供与による中長期のサポート
- インドネシアの離島のディーゼル発電設備施設へのソーラーハイブリッド化
- それぞれ1000人程度の人口の電化と生活の質の向上

日本の中小企業のビジネス展開

- 初期プロジェクトをパイロット設備として、民間企業、電力会社などへの販売展開
- 設計、運営管理、メンテナンス、モニタリングなどのノウハウの供与



はじめに

当該レポートは、平成 24 年度政府開発援助海外経済協力事業委託費による案件化調査の一環として、「新興国および太平洋の島国における“ソーラーハイブリッドシステム”（ディーゼル発電とソーラー発電のミックスによる発電システム）の普及に関する調査」と題して、フィリピン・インドネシアにおける調査の結果を報告するものである。

調査の背景と目的

近年、急速に経済発展を続ける東南アジア各国ではあるが、そうした経済発展の中にも、貧富の差の拡大、犯罪の増加、環境問題の深刻化など大きな問題を抱えている。その一つの原因としては、基本的な生活を維持するために必要な電力供給がなされていないことや、供給源はあるが所得に対してあまりにも高価格な電力料金などにより、各国内でも都心部と非都心部とで差が出てしまっている。特に、フィリピンやインドネシアなどの多数の島々により構成されている国では、いまだに電化が進んでいない地域などが多数存在する。

そうした無電源地域および孤立した島々では、喫緊の課題として（１）電気のある生活の普及、および（２）既存のディーゼル等のエネルギーコストの高い地域ではより廉価な安定的な電力の供給が求められており、このような地域において、ディーゼル発電などの既存設備と新しいソーラー発電設備とのハイブリッドシステムの導入により、無電源地域の電化およびエネルギーコストの低下を実現する事で、ボトムオブピラミッドの底上げを図ることができるのではないかと考えており、今回の調査に至った。

また、当該調査を通じて、実際のニーズを吸い上げ、調査し、ODA などの外務省および JICA のスキームを通じた資金援助や技術援助へとつなげていくための機会とするべく調査を進めるものである。

調査概要およびスケジュール

調査の概要は、政府機関や各企業の本社等がそろうマニラ・ジャカルタでの調査を皮切りに、フィリピン・ボラカイ島およびその周辺、セブ島およびその周辺、パラワン島およびその周辺の地域を、インドネシアでは、東ヌサトゥンガラ州のスンバ島、北スラウェシ州のモリバグをそれぞれ訪問し、未電源地域、電力不足に悩む地域、また電化で生活環境が変わった地域の視察を行う事で、ソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムがどのように地域に貢献できるのかを調査・検証した。

当該調査の構成員

所属	氏名	担当業務
上野グリーンソリューションズ 株式会社	野村 昌弘	総括・調査（業務主任者）
	角田 章	技術指導・調査
	内藤 陽	進捗管理・調査・レポート
	大田 洋平	調査・レポート
株式会社工業市場研究所	日暮琢也	総括
	名取昌彦	品質・進捗管理、調査
	渡辺竜也	品質・進捗管理、調査
	中村正	プロジェクト管理、調査
	鈴木洋平	調査
	土岐啓道	調査

調査スケジュール

		2012年			2013年						
		12			1			2			
		初	中	下	初	中	下	初	中	下	
全体 Kick off		→									
フィリピン	国内での情報収集	→	→	→							
	取材先リストアップ	→	→	→							
	第1回現地調査(12月17日～)			→							
	報告会、今後の検討会			→							
	第2回現地調査(1月4日～)				→						
	第3回現地調査(1月14日～)					→					
	報告会、レポート検討会						→				
インドネシア	国内での情報収集	→	→	→							
	取材先リストアップ	→	→	→							
	第1回現地調査(12月15日～)		→	→							
	報告会、今後の検討会			→							
	第2回現地調査(1月14日～)					→					
	報告会、レポート検討会						→				

第 1 章：

対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認

1-1. フィリピン

1-1-1. 対象国の政治・経済の概況

フィリピンは、東南アジアに位置する群島から成る国であり、フィリピン海、南シナ海、ベトナムの東側に位置する（GPS 位置：13' 00" N, 122' 00" E）7,107 島で構成され、たくさんの東南アジアにある海域の上に存在する。（南シナ海、フィリピン海、スル海、セレベス海、ルソン海峡）。本国は主に 3 つの島グループから形成されており、（北から）ルソン、ビサヤ、ミンダナオとなっている。全面積は、300,000 平方キロメートルで 103,775,002 人（2012 年 7 月時点）が居住しており、結果、世界で 12 番目に人口密度の高い国である。主な抽出資源として、木材、石油、ニッケル、コバルト、銀、塩、銅がある。

「太平洋台風ベルト」、「環太平洋火山帯」下に位置し、台風と活火山による自然災害が頻繁に発生する。フィリピンは毎年、約 15 の台風と 6 つのサイクローンの被害を受け、火山による災害も多い。International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior によると、特に比較的メトロマニアに近いタール(Taal)山は再活動を始めていると言われており、近々噴火の可能性を示唆する声も出ている。本国最大の活火山であるマイヨン(Mayon)山は 2009 年に噴火、33,000 人以上が緊急避難した。他エリアでも歴史的に様々な火山活動が記録されている。

フィリピンは 80 州と 39 市からなる共和国であり、大統領を 6 年ごとに選出する。Benigno “Noynoy” Aquino III 氏は 2010 年 6 月 30 日より現大統領として就任中である。1987 年 2 月 11 日に定められた憲法が政治方針の基本的構想となっている。*

下記表に各政府機関とその役割を記している。州は主に地方的に分けられている（例：Region I は北ルソンと首都エリア（またはメトロマニラ））が、州からは代表者の選定は行っていない。

表 1.0 マニラの行政単位

政治的単位	概要
Province(州)	<ul style="list-style-type: none">● 第一の政治的管理単位● 2012 年時点では 80 州

	<ul style="list-style-type: none"> ● 州知事、副知事、地方議会 (<i>Sangguniang Panlalawigan</i>) が統治 ● 平均人口：110 万人 ● 中央値人口：70 万人
独立市	<ul style="list-style-type: none"> ● 州には入らないが高度に都市化した地域 ● 2012 年現在 38 市 ● Administered by Mayor, Vice-Mayor and <i>Sangguniang Panglungsod</i> (City Council)
Municipality (自治体)	<ul style="list-style-type: none"> ● 州に従属した地方政府 ● 2012 年現在 1,491 自治体 ● 町長、副町長、町議会 (<i>Sangguniang Bayan</i>) が統治 ● 平均人口：1 万 8000 人 ● 中央値人口：1 万 2000 人
Barangay (バラングイ)	<ul style="list-style-type: none"> ● 市および自治体に従属する政府 ● フィリピンの最小単位政府 ● 2012 年現在 42,028 バラングイ ● バラングイ長 <i>Punong Barangay</i> (Barangay Captain) およびバラングイ議会 <i>Sangguniang Barangay</i> ● 都市部と地方に分かれる ● 平均人口：都市部 2300 人、地方 1400 人 ● 中央値人口：都市部 2000 人、地方 1100 人
Sitio (シティオ)	<ul style="list-style-type: none"> ● バラングイの一部ではなく、非公式な集団 ● 遠隔地で地理的にバラングイの中心地から離れている場合が多い ● 2012 年現在およそ 116,000 のシティオが承認されている ● 典型的には、100-200 人程度の集団

出展：Philippine National Statistical Coordination Board 資料を基に作成

フィリピンは経済的に世界で 33 番目に位置し、2011 年度の GDP (購買力指数として) は \$39.1 億ドル。一方で、一人あたりの GDP は約 \$4,000 であり、世界で 162 位という位置付けとなっている。主な産業として、サービス業 (55.8%)、工業 (31.4%)、農業 (12.8%) となっており、約 40 百万人の労働人口で構成される。2011 年の失業率は約 7%。

過去 10 年の経済成長率は、毎年約 5% を記録しており、フィリピンの過去 20 年を遡って比較すると、大きく進歩している。2010 年は 7.6% の成長を遂げ、過去 30 年で一番大きな伸び率となった。2012 年始め 3 か月は見込以上の成長率である 6.4% を記録。この成長率は当時アジアで 2 番目となった。過去 2 年の経済面では、マクロ経済の安定性を保持し、原油

価格の高騰や世界的金融危機、また台風等の外的な影響を多大に受けたが、素早く立ち直る事ができた。OFW(Overseas Filipino Worker)による海外労働者の仕送りによる外貨取得の結果、フィリピンペソへの安定性、外貨準備金の保持を確立する事ができている。また、預貯金への金利は投資の利回りを上回っている。

このような様々な発展にも関わらず、貧困の問題は未だ解決に至っていない。人口のうち、約25%が貧困層として生活しており、過去10年に置いて貧困レベルは改善されていない。この問題を解決する要因としては、地方への人材と財務的サポートができる環境を整え、雇用を増やし経済を活性化する事が急務となっている。政府はビジネス環境とインフラの整備、官・民のパートナーシップの補強を優先的に進めていく事を目指している。また、アキノ内閣において、人材への投資、社会的救済の為の政策を取っている。

「健全な政府」の確立は国家にとって重要視する部分であり、現政府において、腐敗的政治の徹底排除を行い、貧困の救済や国内外からの投資環境を整え、より国内外からの出資を増やす様政策を進めている。*

このような問題や国の成長の為に2011～2016年までのアキノ大統領の政策として、大きく3点を下記の様に挙げている。

- ・ 現在の経済成長性の維持による、雇用機会の増大
- ・ 生活水準の向上：より良い教育、ヘルスケア、その他基本的な社会的サービスの提供。インフラ、貸付、土地、テクノロジー、その他生産的インプットへの平等なアクセス権。また良い政策・政府機関による競争の促進
- ・ 経済活動参加促進の為の、経済的弱者への社会的保護

2010年6月には、アキノ大統領による上記戦略的政策を基に、政治の透明性と信用度の向上、腐敗的政治の排除を公示した。

マクロ経済の問題は未だアキノ政府を悩ませている。未回収税金や地政的問題、エネルギー供給の輸入、OFWに頼る外貨取得は、今後経済成長率を抑える要因となりうる。

1-1-2. 対象国の対象分野における開発課題の現状

国内の電力産業事業について

2001年における電力産業再編により、電力発電、配電、供給の3つの役割に大きく産業が分かれた。

1987年以前まではNational Power Corporation (NPC-国家電力公社)と言われる国営企業による発電のみであったが、1987年のExecutive Order No. 215の発令以来、民間企業による発電も可能となってきたが、2001年の再編で民間企業からNPCに対し電力供給および販売が拡大してきた。

NPCの以前までの役割として、発電された電力を配電、大型需要家へは高圧電線により供給。また群島の電力配給を繋ぐインフラを整備した。電化産業リフォーム後も、実質的な投資家傘下の電力会社、特にManila Electric Company (MERALCO)や政府管轄下の電力会社、現地の電力組合など、一定組織による消費者への電力供給のスキームが一定的に確立した。

2001年には政府によるRepublic Act No. 9136またはElectric Power Industry Reform Act (EPIRA-電力産業改革法)が発令された。これは産業内での競争を高め、個人投資家の出資を推進し、産業の全体的な効率化により、消費者へ利益還元されることを目的としている。

EPIRAでは2つの大きなリフォームに取り組んでいる。(1)電力供給スキームの再構築、(2)国営企業の民営化。図1.0および1.1では、フィリピンでの電力産業の再構築について図で表している。EPIRAの詳細について後筆する。

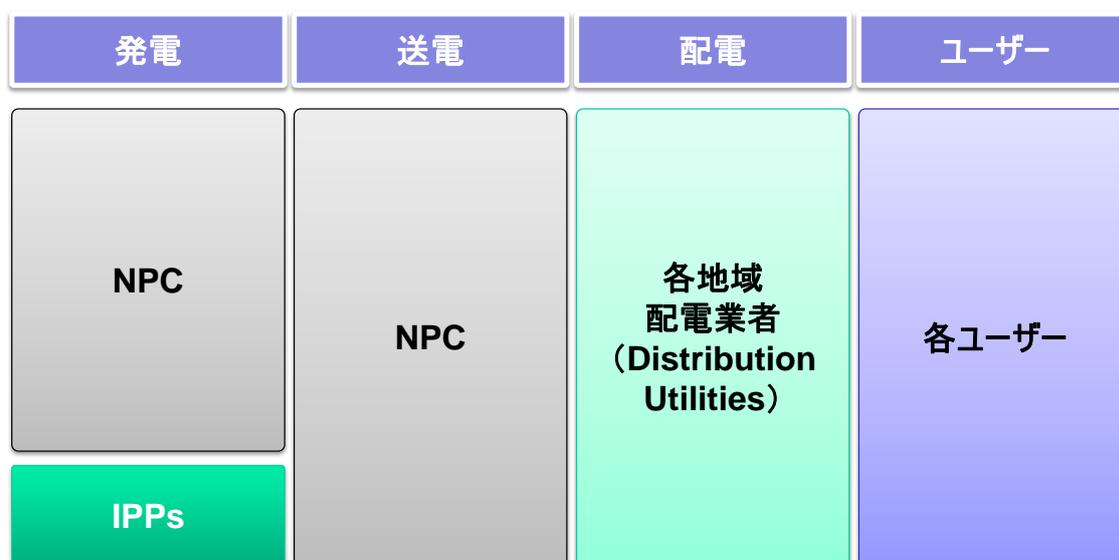


図 1.0 - EPIRA施行前の電力業界

出典：JICA「国家電力部門資産・負債管理公社ALM改善調査」事前調査報告書を基に作成

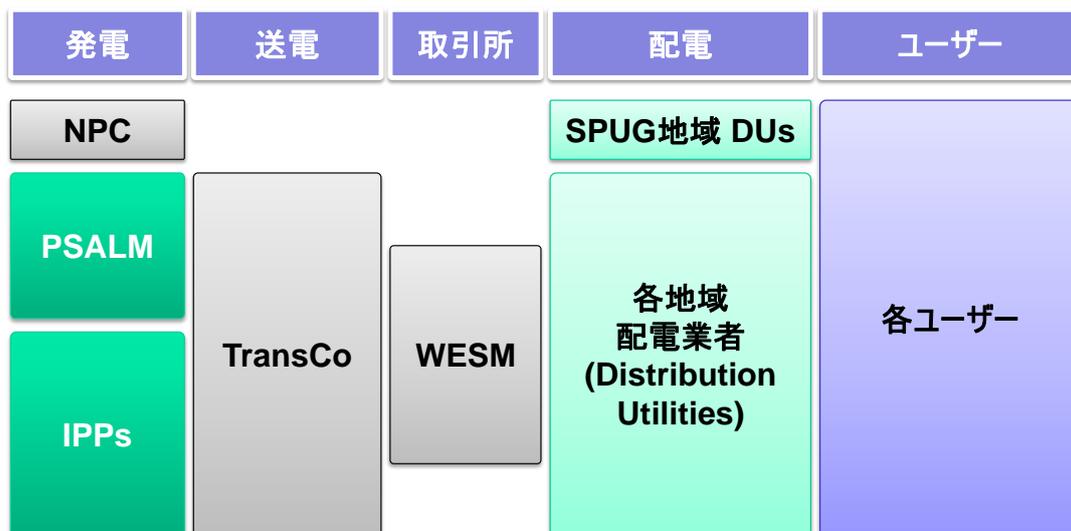


図 1.1 - EPIRA施工後の電力業界

出典：JICA「国家電力部門資産・負債管理公社ALM改善調査」事前調査報告書を基に作成

管理機関

電力産業においてポイントとなる管理機関は以下の通りである。

- ・ The Energy Regulatory Commission (ERC)は電力配電の価格設定を行っており、電力会社がコンプライアンス上健全な経営を行っているか管理している（発電・配電能力、財務体質、安全管理など）
- ・ The Department of Energy (DOE)は価格以外の面において電力産業を監視している。例として、EPIRAによる産業リフォームの進行上の管理等。
- ・ The National Electrification Agency (NEA)は、Registered Electric Cooperatives (RECs)等の電力組合の監視を行う
- ・ The Power Sector Assets and Liabilities Management Corporation (PSALM)は、国営企業であり、NAPOCORの民営化を施行する
- ・ The Congressional Power CommissionはEPIRAの導入を法律上観点から監視する役割を保有

電力の需要と供給状況について

図 1.2 では、グラフにてフィリピンでの電力需要と供給について示したものである。グラフ上、2013 年時点では 3 つのエリアにて電力の供給は十分行われているように見えるが、2020 年までの需要の拡大に補う大きな供給容量が必要と予測されている。

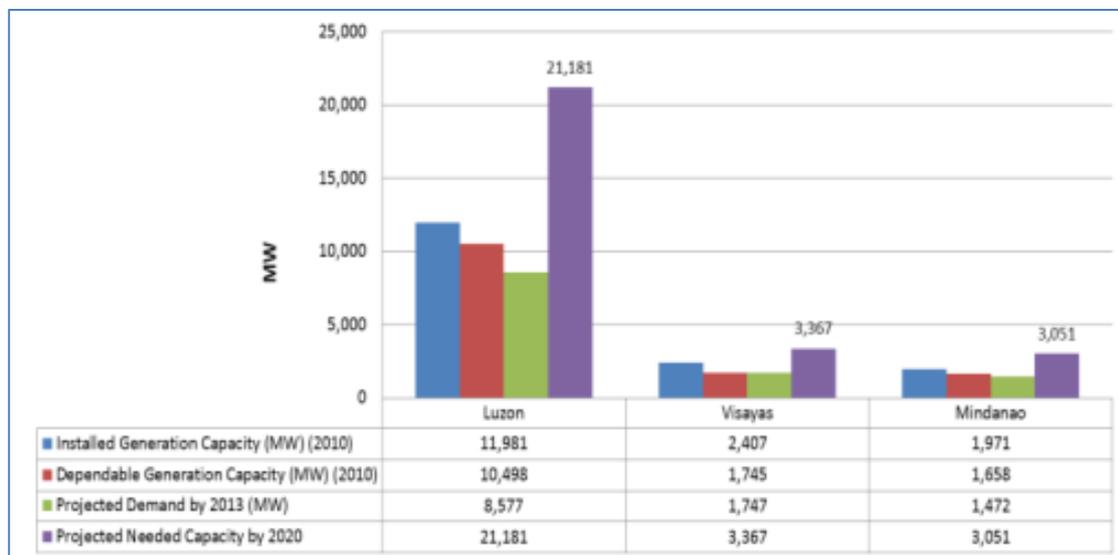


図 1.2 - フィリピンにおける電力供給

出典：Department of Energy 資料を基に作成

2009 年に発行された” The State of the Philippine Electric Industry” (Global Business Power Corporation) によると、今後のフィリピンでの電力状況について下記のポイントが予測される

- ・ ルゾン地域においては十分な電力供給がなされるとの見方。ルゾンエリアでは、今後 10 年で 3.86%程の電力需要増加率を踏まえる中、6,000-8,000MW の基本容量と、1,200MW の予備容量が必要。
- ・ ビサヤ地域についても、現状の電力供給は足りているが、今後 10 年で 6.87%の需要増加率において、基本容量で 720-960MW が確保されなければいけない。
- ・ ミンダナオ地域は、供給不足であり、水力発電が問題なく稼働している上で、720-1080MW の追加電力が、今後 10 年で需要増加率 4.56%を補う為に必要となる。

以上をまとめると、(1)既にいくつかのエリアで電力不足が確認されている事、(2)中長期的視点から、電力の予備容量の増加が必要な事、(3)化石燃料等、現状価格が他エネルギーより“低価格”だが、環境問題に抵触がある。従ってフィリピン全体の電力供給のわずか 0.01%であるソーラー発電に、今後期待がかかると思われる。

電力販売の平均価格について

下記図 1.4 は、過去十年での電力価格（電力組合による）の変動を表したグラフである。System Rate は消費者で支払われ、Power Rate は電力組合より発電会社等サプライヤーへ支払った価格となっている。図 1.3 ではエリアごと（地方、島）に分けた価格表示を行っている。2012年12月時点で、全国の平均電力価格は Php 7.21 となっている。（下記、National Electrification Agency より引用）

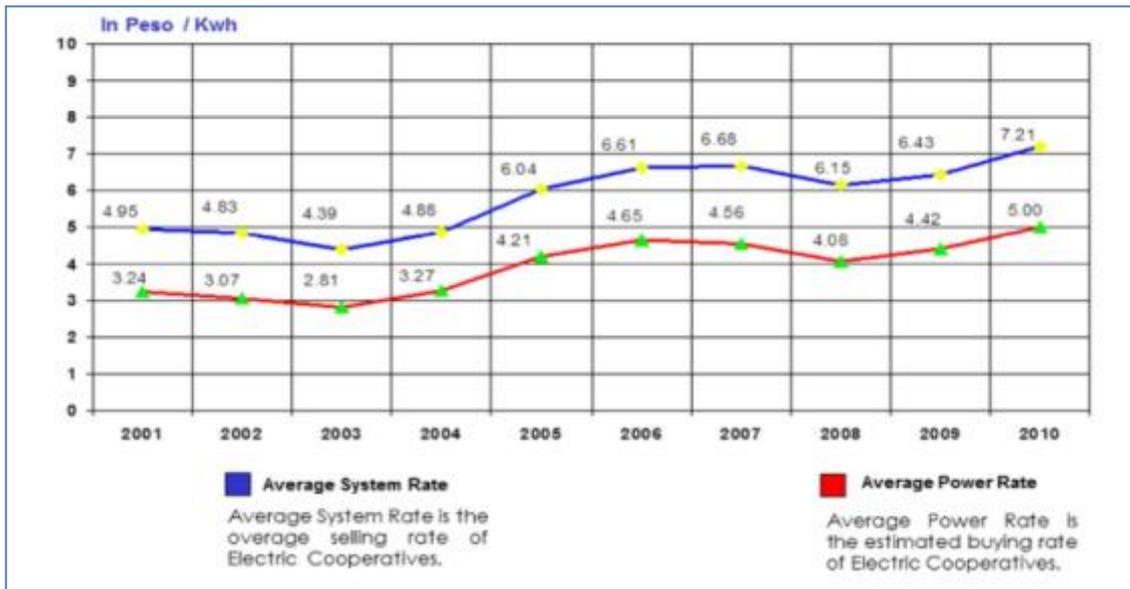


図 1.3 フィリピンにおける電力インフレ率(2000-2012)

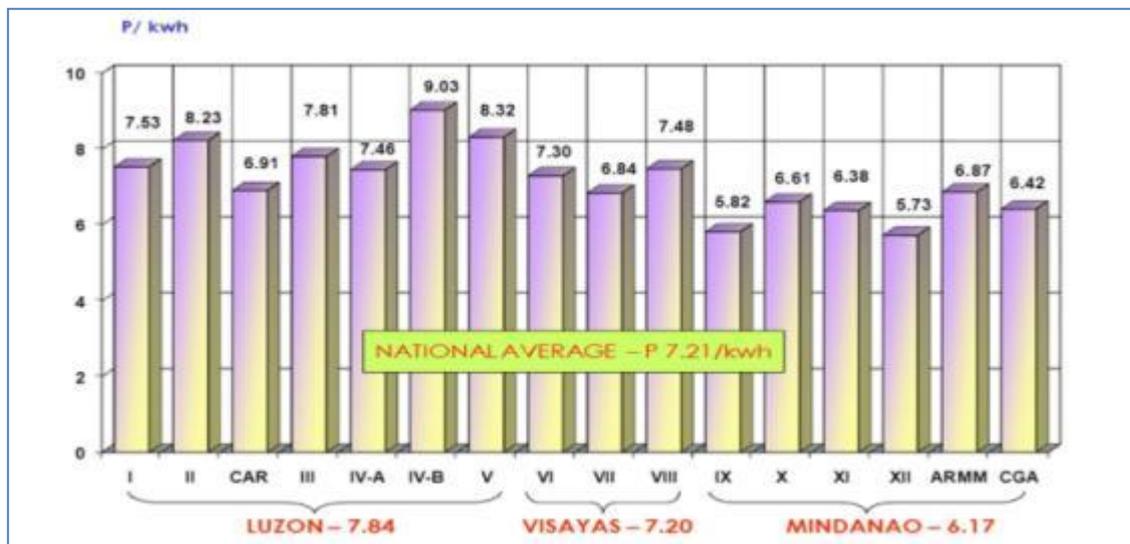


図 1.4 - 地域ごとの平均電力単価

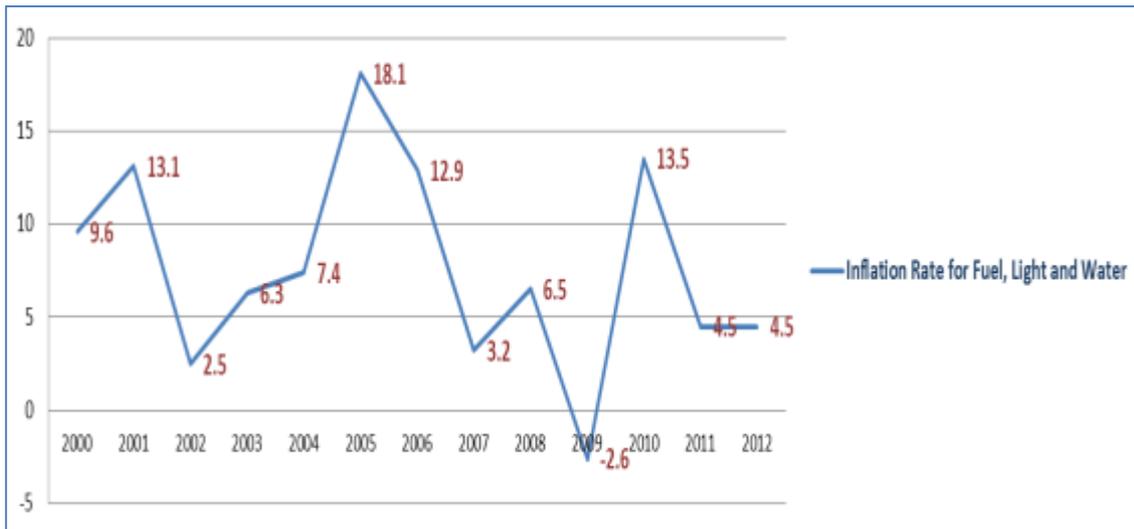


図 1.5 - 過去 10 年のインフレ推移

電化への課題

過去半世紀において様々な障害があったが、フィリピンは電力供給のネットワークを拡大。7,107 の群島のうち、2,800 は居住地であり、特に人口が集中しているエリアの地形は森林や山に囲われた地域が多く、インフラ整備が難しくなっている。また、地震、火山、台風等の自然災害も農村や小さな島々への供給を困難にしている。

フィリピン全土へのエネルギー供給政策は、1960 年代を境に進歩した。Carlos P. Garcia 前大統領政策の下、フィリピン全土の電化は国家の重要な政策の一つと捉えられた。それ以前までは、民営企業による発電・電力供給により商業化の進んだ地域への供給に集中していた。大きな転換として、政府は管理機能のみでなく、能動的産業デベロッパーとしての役割を担った。

フィリピン全土の電化は一元集中タイプではなく、それぞれの地域による独立した組織の電力供給が、より国の地形・気候に合った手法だという事は明らかであった。政府は Electrification Administration (EA) を設立し、電力供給のフランチャイズ、ローンの貸付、技術的サポートを行った。しかし、設立されたフランチャイズのメンテナンス・運営がしっかりと行われず、アメリカ合衆国のモデルケースである Rural Electric Cooperative (REC) 型へ変更せざるを得なくなった。Electric Cooperative は、民営、非営利、NGO の団体であり、消費者による運営がなされるが、The National Electrification Administration (NEA) が 1969 年に EA を引き継ぐ形で設立され、REC の設立・管理を行う形となった (Annex I 参照)

その後10年に渡り、NEAはRECシステムを確立させ、未開発エリアにおいて電力普及に力を注ぎ、1980年には、112のRECが設立させ、140万人の消費者へのサービス提供を行った。

しかし、その後NEAの技術支援や財務管理の形骸化が進み、1989年には実質的に機能消失した。改めてNEAの立て直しがされ電力普及が続き、1997年には、フィリピン全土の地方自治体（バラングアイ、シティオを除く）への電力供給100%を達成した。

現状について

現在、119のRECが運営されており、約4,400万人の消費者へ電力供給を行っている。民間企業によるメトロマニラでの電力供給を加えると、フィリピン全域での供給率は83-85%と見られている。

当面の政府が掲げている電化目標として、特に農村地域をターゲットとしており、より小さな無電化地域までの深堀（バラングアイからシティオまで）を狙いとされている。アロヨ前政権（2000-2010）の下、95%のバラングアイへの電力普及を達成し、現政権であるアキノ大統領は99%のバラングアイの電化達成を実行、シティオへの電力普及を目指し、毎年2億ペソをNEAプログラムへの予算割当てを決めている。

表 1.1 - 2010年末のバラングアイおよびシティオでの電化状況

STATUS OF ENERGIIZATION (Cumulative):

REGION	MUNICIPALITIES/CITIES		BARANGAYS			SITIOS/PUROKS				
	Coverage/ Served	%	Coverage	Energized/Completed		Coverage	Energized/Completed			
				2010	%		2008	2009	2010	%
A. Served by Electric Cooperatives:										
1 Region I	116	100	3,027	3,027	100.00	7,291	6,925	6,971	7,009	96
2 Region II	96	100	2,369	2,369	100.00	1,706	728	728	789	46
3 CAR	73	100	1,112	1,112	100.00	4,953	3,096	3,151	3,206	65
4 Region III	100	100	2,236	2,236	100.00	4,343	3,448	3,701	3,767	87
5 Region IV-A	71	100	1,946	1,945	99.95	4,676	3,243	3,574	4,045	87
6 Region IV-B	69	100	1,415	1,415	100.00	5,797	3,390	3,408	3,520	61
7 Region V	112	100	3,410	3,408	99.94	3,840	1,368	1,379	1,534	40
8 Region VI	132	100	3,870	3,869	99.97	9,918	5,892	5,988	6,173	62
9 Region VII	121	100	2,713	2,713	100.00	15,333	12,710	12,779	12,960	85
10 Region VIII	142	100	4,372	4,371	99.98	6,977	4,881	4,892	4,983	71
11 Region IX	72	100	1,865	1,865	100.00	8,177	5,229	5,239	5,261	64
12 Region X	85	100	1,843	1,843	100.00	7,272	4,754	4,819	5,016	69
13 Region XI	44	100	894	894	100.00	5,836	2,743	2,789	2,869	49
14 Region XII	55	100	1,226	1,224	99.84	7,723	2,819	3,530	3,580	46
15 ARMM	114	100	2,422	2,412	99.59	1,265	1,131	471	477	38
16 CARAGA	73	100	1,310	1,310	100.00	5,817	4,545	4,573	4,623	79
Total	1,475	100	36,030	36,013	99.95	100,924	66,902	67,992	69,812	69

出典：National Electrification Administration 2010

実に全地域の電化には、シティオへの電力普及を向上させて行くのが重要な課題となる。約 34,000 のシティオが未だ電力不足であるが、各シティオの電化普及において 50-110 万ペソの費用と 0.5 - 2km の配線が必要となる (NEA 2012) またコストとは別に、道路整備が行われていない地域での電力インフラの確立は困難である。

1-1-3. 対象国の対象分野の関連計画、政策及び法制度

2001 年 6 月 8 日、アロヨ前政権により調印された Electric Power Industry Reform Act of 2001 (RA 9136) (EPIRA)により、電力料金の引下げや供給の効率化の下、電力産業の活性化を目指した。

- ・ 消費者サイドの権限拡大
あらゆる発電事業者から、消費者は供給元を選択できる
- ・ 価格の引下げ
より効率的な発電を約束し、価格を引き下げる
- ・ 産業への参入
産業参入の規制緩和を行い、発電事業者間で競争を高め、結果、消費者が受益する
- ・ 信頼度の向上
環境、健康、安全の視点で発電事業者により良いものを求める
- ・ 発電と供給での自由競争
マーケット市場で、電力価格を競わせ、価格の引下げを推進する。結果、電力供給の長期契約やスポット市場 (Wholesale Electric Spot Market (WESM)) を活性化させる
- ・ 課税の細分化
電力価格を細分化し表示する事によって、どの発電・供給のプロセスで、どこにいくら課金されているか、より透明性を高く消費者に通知する

RA9136 によるリフォームとして 2 点挙げられる

- (1) 電力産業のリストラクチャリング
電力の発電・配電・供給とセクターごとに分けて再構築が行われ、独立した規制委員会が発足した
- (2) 国営電力企業の民営化
National Power Corporation (NPC) の民営化。個人投資家に対して電力発電・配電に伴う工場等の資産継承を行った

以上2点を注視し、競争を促進、産業の活性化を目的とし、結果的に価格の引下げに繋がると考えた。また市場での自由競争を確立させる為、“30%以上の電力容量または25%以上の発電容量を所有・運営またはコントロールする事を禁じる”など条項を定めた。

加えて、THE RENEWABLE ENERGY ACT of 2008 (R. A. No. 9513) にアロヨ前大統領が署名、再生エネルギーの導入を後押しするべく、全量買取制度 (Feed In Tarrif) が導入された。対象となる再生エネルギーは、地熱を始め、水力、バイオマス、風力、太陽光、潮力があげられており、各テクノロジーの現在のコストに合わせて買取価格が決定される事となった。

買取価格は再生可能エネルギー法に基づき設立された国家再生可能エネルギー審議会 (NREB) が提示し、ERC が承認するとされているが、2012年3月16日に NREB が買取価格を提示、その後7月27日に ERC により下記の金額が決定された。

表 1.2 再生可能エネルギー固定買取価格 (1キロワットアワー当たり)

種類	NREB 提示価格	ERC 提示価格
水力	6.15 ペソ	5.90 ペソ
バイオマス	7.00 ペソ	6.63 ペソ
水力	10.37 ペソ	8.53 ペソ
太陽光	17.95 ペソ	9.68 ペソ

当該価格とは、当初期待されていた価格とは程遠いものの、再生エネルギーの導入に向けてフィリピン全体として取り組んでいく事が決定されたことになり、今後あらゆる分野での再生エネルギーの導入が加速していくものと思われる。

農村地域の電化拡大について

エネルギー省によると、無電化の農村地域において、政府は電力供給による国民の生活水準の向上、基本的サービスのアクセスやインフラの拡大を目指した。特に農村・無電化地域での漁業、農業への社会経済的な需要供給を拡大した。

EPIRA 法令の第7章では特に農村部での電化促進を強調している。特に下記において、方針を固めた。

- ・ 2001年6月26日時点での電力組合への負債容赦
- ・ 会計上安定性を保つ為、電力組合を持株制または民間組合への変更を許容

- ・ 無電化地域開発の為、National Electrification Agency (NEA)を下記の方向性を持って権限委任
 - (a) 農村地域の電力組合の技術と財務状況の透明性の強化
 - (b) 電力組合の機能的強化の為、法令のレビューとアップデートを実行
- ・ 孤立した農村地域への別途電力供給の提供

EPIRA に置ける第7ルールでは、社会的役割として利益を生むと同時に、電力会社 (Distribution Utilities) は、フランチャイズ内による全土共通のサービス提供を求められた。ただし、

- ・ 電化を委託された電力会社が、できるだけサービス提供を行ったにも関わらず、バランガイを電化できなかった場合 EPIRA ルール 14 条 Section 1 に基づき、他の電力会社が介入し電化推進を行う。
- ・ また、EPIRA ルール 13 条にて、国営電力の一ユニットであった Small Power Utilities Group (SPUG) が、他電力会社では届かない電化エリアの普及を行った。

更に農村地域の電化を促進していくに当たり、政府は Expanded Rural Electrification Program (ER Program) を打ち出し、無電化地域、特にシティオ・居住者単位の電化促進に努めた。

ER Program の目標として、2008 年までにバランガイ地域の 100% 電化、そして 2017 年には、シティオや居住者への 90% の電力普及達成を掲げた。ER program チームが計画した重要なプロセスとして、民間企業の電力普及プログラムへの積極的参加を推進した。ソーラー発電など、過去の様々なプロジェクトが手掛けられては、長らく存続しなかった理由として、安定的なインフラ管理が行われなかった事が挙げられる。ER program はこの様な過去の教訓を活かし管理スキームを設定・実行していく事を目標としている。

再生エネルギーの方針

2008 年に Renewable Energy Act / Republic Act 9513 が発令され、豊富な再生可能エネルギー資源への積極的な投資の呼び込みが開始された。そのため、投資家・企業家へのインセンティブとして、再生エネルギー事業者への 7 年間の法人税優遇、付加価値税 (VAT) の免除、機材輸入時の関税の撤廃等を取入れた。

また、早急な再生エネルギー普及の為、各電力会社へある一定量の再生エネルギーを発電源として導入する事も要請しており、エネルギー省のウェブサイトによると 2013 年までには 9,147MW が再生エネルギーにより発電される見込みであり、これは 2002 年での 4,449MW

から大きな成長を予測している。また、追加発電源として、地熱(1,200MW)、水力(2,950MW)、風力(417MW)、太陽光・海洋・バイオマス等(131MW)の見込みがある。

1-1-4. 対象国の対象分野の ODA 事業の事例分析および他ドナーの分析

フィリピンでは過去に様々な分野の ODA が実施されているが、エネルギー分野での事例は、近年ではそれほど多くないが、様々な形で ODA を活用した援助を行ってきた。外務省ホームページに記載されている過去の実績に基づき、いくつかの例を検証する。

例えば、草の根・人間の安全保障無償資金協力では、2001年に水力による電化のプロジェクトが実施された。

G/C 締結日	分野	案件名	被供与団体名	団体の性格
2001年12月14日	民生環境	カリンガ州バルバラン郡パンティキアン村マイクロ水力電化計画	バルバラン郡	地方公共団体
2002年3月4日	民生環境	カリンガ州パシル郡カガルアン村マイクロ水力電化計画	パシル郡	地方公共団体

どちらのプロジェクトも、現在も十分機能しており、バルバラン群の施設は、2008年に PCARRD Highlights 2006 にて、レビューされているが、コミュニティーベースのプロジェクトプランニングと、実施、モニタリングは機能しているとの結果が出ており、単なるマイクロ水力発電設備の設置だけではなく、コミュニティーベースの運営組織の有用性が明らかとなっている。

そのほかにも、無償資金協力として、北部ルソン地方の未電源地域にて、マイクロ水力発電を利用した大型のプロジェクトが2007年に実施されているが、送電線の延長の難しいエリア等へのマイクログリッドの構築を通じて電化する案件である。いくつかの村落をまとめて電化するというプロジェクトであり、将来的に ODA を組成することが可能であると考ええる。

北部ルソン地方電化計画	
実施年度	平成 19 年
供与限度額	7.28 億円

<p>案件概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・本計画の内容 北部ルソン地方のカリンガ州の3地域（マリン1、マリン2、マルクサット）及びイフガオ州の2地域（カンブロ、リオ2）の5サイト10村落において、合計334キロワットの水力発電を導入することにより、約1,600世帯（人口約8,000人）において1世帯当たり200ワットの電化を常時可能とするため、導水路、発電機、放水路等からなる水力発電施設及び送電・配電設備（総延長約50キロメートル）の整備のために必要な資金を供与する。 ・本計画の必要性 フィリピンはその地理的制約から、電化率は70%程度にとどまっており、現在でも多くの人々が電気のない生活を余儀なくされている。これら未電化地域の多くは、山岳部や離島に散在しており、送電線の延長による電化は困難な状況にあることから、これまで、小・マイクロ水力発電やソーラー発電等の再生可能エネルギーを活用した独立電源の導入が促進されてきた。 今回要請のあった北部ルソン地域は急峻な山岳地帯であり、現在も500以上の村落（約6万世帯）が電化されていない。フィリピンエネルギー省はこれら村落の電化が地方電化計画を推進していく上での鍵であるとして、以前より河川が多く水力資源に富む同地域においてマイクロ水力を活用した電化に取り組んできたところである。 しかしながら、発電設備の設置台数が少ないことに加え、発電設備の品質に起因する故障の頻発や運営維持管理体制等の問題を抱えていることから、フィリピン政府は同地域の水力による電化に関し、水力発電設備及び送電・配電設備の整備に対する無償資金協力を我が国に要請したものである。
<p>裨益効果</p>	<p>地域住民が電気を利用した農具の導入等成型向上活動を行うことによる貧困削減、勉学環境の向上が期待できるほか、本計画がフィリピンにおける村落電化のモデルケースとなることが期待できる。</p>

加えて、ソーラーに限って考えると、同じく無償資金協力によって2009年に下記のようなプログラムが採用されている。現在の所このプロジェクトは完成していないが、当該案件は独立電源ではなく系統連系タイプではあるが、クリーンエネルギー推進の一環として、メガソーラーの設置を推進するプロジェクトであり、弊社が進めるソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムもよりクリーンなエネルギーとして、ディーゼルからの転換を進めるという意味では、目的は同じである。

<p>ソーラーを活用したクリーンエネルギー導入計画</p>	
<p>実施年度</p>	<p>平成21年</p>
<p>供与限度額</p>	<p>6.00億円</p>

案件概要	本計画は、メトロ・マニラ圏内のタギグ市において、系統連系型のソーラー発電装置を設置するとともに、同装置の運営・維持管理等に必要な技術的研修を実施し、フィリピン政府の省エネルギー・クリーンエネルギー化推進を支援する。
裨益効果	本計画の実施により、我が国の優れた環境関連技術がフィリピン政府をはじめとする関係機関、国民に広く紹介され、またフィリピン国内における火力発電用の化石燃料の消費量低減により、温室効果ガスの排出削減に貢献することが期待される。

さらに、技術協力という形で、地方の電化の際に必要な運営維持管理能力や、様々な課題の解決方法などを教えるためのプログラムの実施も行っている。

地方電化プロジェクト	
案件開始日	平成 16 年 6 月
案件終了予定日	平成 21 年 6 月
1. 要請背景	<p>フィリピンでの家屋電化率は7割程度にしか過ぎず、約250万世帯の人々が依然として電気の無い生活を送っている。これらの人々の多くは送配電線の届き難い山岳部や離島に散在しており、送配電線の延長による電化は困難な状況にある。再生可能エネルギーを利用した独立分散型電源はこうした状況に適切な電化手段として注目されている。今後の電化においては必然的に小規模の独立型・分散型の発電設備導入の比重が高くなるが、サステナビリティを確保するためには、安価かつ適正な技術へのアクセス、維持管理体制の整備、料金徴収体系の整備等が重要となる。本プロジェクトは、DOEの過去の事業に関する問題意識から、地域住民のニーズ、電力需要、運営維持管理能力、負担能力等を把握し、需要側の意志と能力に見合った形での事業実施を促進すること、著しい技術不足に起因する電力設備の不具合を事前回避すること、モニタリングおよび評価とフィードバックを行うメカニズムを構築すること、これにより電化の推進と持続性向上を図ることを上位目標とし、DOE、ANEC、LGU、NGOの能力向上のための活動を行うものである。04年度には延べ6名の専門家派遣（長期1名、短期5名）、本邦研修（2名）、測定機材の調達を行ない、水力発電及びソーラー発電技術、村落組織化を柱に、C/P及び地方電化関係者との協働による現地調</p>

	<p>査や技術移転を行うとともに、UNDP 等他ドナーとの連携促進を図ってきた。また、課題解決に効率的に取り組めるよう PDM の見直しを行っている。</p>
2. 協力活動内容	<p>1-1. 据付、運転及び維持管理にかかる訓練マニュアルの作成・普及及び訓練実施</p> <p>1-2. 利用者に対するマニュアルの作成・普及及び訓練実施</p> <p>1-3. プロジェクト評価、システム設計、据付、運転及び維持管理等にかかるガイドライン作成・普及</p> <p>1-4. 入札仕様書の品質確保のための技術標準の策定</p> <p>1-5. 不具合回避のためのモニタリング手法の確立</p> <p>1-6. 再生可能エネルギーによる電化村落のモニタリング及び評価</p> <p>1-7. 機材品質評価及び管理システムの導入</p> <p>1-8. 再生可能電化機材の製造・据付にかかる訓練</p> <p>2-1. 不具合発生時の組織間連絡体制構築（村落→LGU→DOE）</p> <p>2-2. 不具合解決のためのガイドライン策定</p> <p>2-3. 村落電化組合 (BAPA) の設立・運営のためのマニュアル策定</p> <p>2-4. 再生可能エネルギー電化に関する啓蒙活動</p> <p>2-5. 村落の電化受入体制構築支援（コミュニティー組織化、組織改善等）</p> <p>2-6. 「マイクロ水力技術センター設立による地方電化推進支援」（CeMTRE）に対する協力・支援</p>

上記のような水力や太陽光を使ったプロジェクトがこれまでフィリピンにおいて行われており、エネルギー分野での日本の ODA による貢献は小さくない。一方で、資金援助と技術援助を両面より提供しているプログラムはなく、現状の地方のエネルギーの利用法や、再生エネルギーの施設の運用方法を見ると、上記のようなノウハウが活用されていない場合が多々あるように思われる。

1-2. インドネシア

1-2-1. 対象国の政治・経済の概況

インドネシアは赤道をはさみ南北約 1,888km、東西約 5,110km にわたり大小 18,110 の島々からなる世界最大の島嶼国家である。その中でもジャワ島、スマトラ島、カリマンタン島（ボルネオ島）、スラウェシ島（セレベス）島が主要な島となっている。インドネシアの総面積は約 190 万km²であるが、これは日本の約 5 倍、ヨーロッパ全域と同じ面積に該当する。

また同国の総人口は約 2.3 億人で、中国、インド、米国に次いで世界第 4 位の人口を擁している。なお、総人口のうち約 60% がジャワ島に集中している。

表 1.3 インドネシアの基礎データ

人口	2 億 3,800 万人
面積	190 万 5000 平方キロメートル
公用語	インドネシア語
政治体制	立憲共和国制
民族構成	主要民族：ジャワ人、スンダ人、マレー系
宗教	イスラム教(88.6%)、キリスト教(8.9%)、ヒンズー教(1.7%)、仏教(0.6%)
名目 GDP	8,466 億ドル
1 人当たり GDP	3,542.9 ドル
経済成長率	6.5%
物価上昇率	3.8%
貿易総額	輸出：2,035.0 億ドル 輸入：1,774.4 億ドル
主要産業	製造業、農林水産業、商業・ホテル・飲食業、鋼業、他
為替レート	1 ドル=9,653 ルピア（2012 年 12 月 4 日、インドネシア中央銀行）

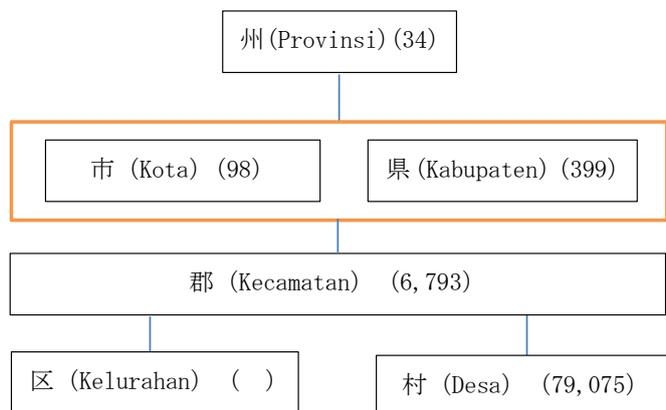
注) 外務省、JETRO(2011)、その他資料などを基に作成

■政治および行政について

インドネシアでは大統領（任期 5 年、最長 2 期 10 年）を元首とする立憲共和国制であり、現在は 2009 年の直接選挙で再選されたユドヨノ大統領である。

地方行政体制は、州を最上位の地方行政単位として、現在は 34 の州が設置されている。州は県・市の区域に分割され、それぞれが地方政府を有している。さらに州及び県・市とい

う地方政府の他に、地縁的・伝統的自治を行う村を設けており、また、県・市政府の内部機構の一部として、郡や区という単位が設定されている。



自治体国際化協会 (2009、p30) , Statistics Indonesia (2012) を基に作成

図 1.6 インドネシアの行政単位

州のトップとして州知事が存在し、州内における地方自治を担うとともに、中央政府の代理機関としての機能を有している。

県や市にはそれぞれ県知事 (Bupati) 及び市長 (Walikota) が配置されている。県・市はインドネシアの地方自治の主体であり、自らの行政区域における基礎的行政サービスを実施している。県と市の違いについては、農村部を主に管轄する地方政府を県、都市部を主に管轄する地方政府を市とそれぞれ称し、両者の間に基本的に制度的な差異はない。

村は、地域の固有性及び慣習に基づき、地域における各種事業を実行する権限を持つ共同体となっている。

■経済について

ここ数年のインドネシア経済は好調であり、世界から高い注目を集めている。インドネシアは、ASEAN 諸国の中でも輸出依存度が低いこともあり、実質 GDP 成長率は 2010 年および 2011 年は 6% 台を続けている。経済成長の主因としては、近年はや天然ガスなどの豊富な資源と一次産品の輸出に加え、対内直接投資の急増などによる内需拡大が挙げられる。

2011 年 5 月、インドネシア政府は更なる経済成長に向けて「インドネシア経済開発加速・拡大マスタープラン 2011～2025 年」(MP3EI) を発表し、2025 年までに世界における 10 大経済大国とすることを目標として掲げている。同プランは、大きく 3 つの要素で構成されている。

- (1) 6つのインドネシア経済回廊（IEDC）の推進
- (2) 経済回廊間や開発拠点間の連結性と国内と海外の連結性の向上
- (3) 各経済回廊における経済プログラムを実施するために人的資源・科学技術の強化

1-2-2. 対象国の対象分野における開発課題の現状

国内の電力産業事業について

電力事業を独占的に行う電力事業者として、インドネシア政府が100%出資するPLN（perusahaan Listrik Negara）とその子会社が重要な役割を担っている。

PLNの電力供給に関する事業認可は、2011年9月30日付のエネルギー鉱業資源大臣決定書No. 634 - 12/20/600. 3/2011にて決定され、PLNの事業地域はインドネシア共和国の全地域とされた。但し、政府が定めた国有企業や地方政府所有企業、民間企業、協同組合の事業地域は除外される。

現在、PLNの組織に合わせて、PLNの事業運営地域はインドネシア西部地域、インドネシア東部地域、およびジャワ・バリ地域の3つに分割している。

なお、各地域の発電・送電・配電、顧客サービスを行うときは記載通りである。

表1.4 各地域の主な発電・送電・配電、顧客サービスの体制>

部門	ジャワ・バリ地域	スマトラ地域	その他地域
発電	インドネシアパワー社 ジャワ・バリ社 IPP	北スマトラ発電 BU 南スマトラ発電 BU IPP	9地域支店（垂直東欧型） PT PLN BATAN PT PLN Tarakan
送電 給電	ジャワ・バリ 送電・給電センター (P3B JAWA Bali	ジャワ・バリ 送電・給電センター (P3B Sunmatra)	
配電、顧客	5配電事務所	7地域視点	

一方で、民間事業者への電力事業の開放も段階的に行われており、1992年からは発電部門にIPP制度が導入された。また、2009年9月には新たな電力の供給体制を定めた“新電力法”が国会で可決され、新規参入者の拡大が期待されている。

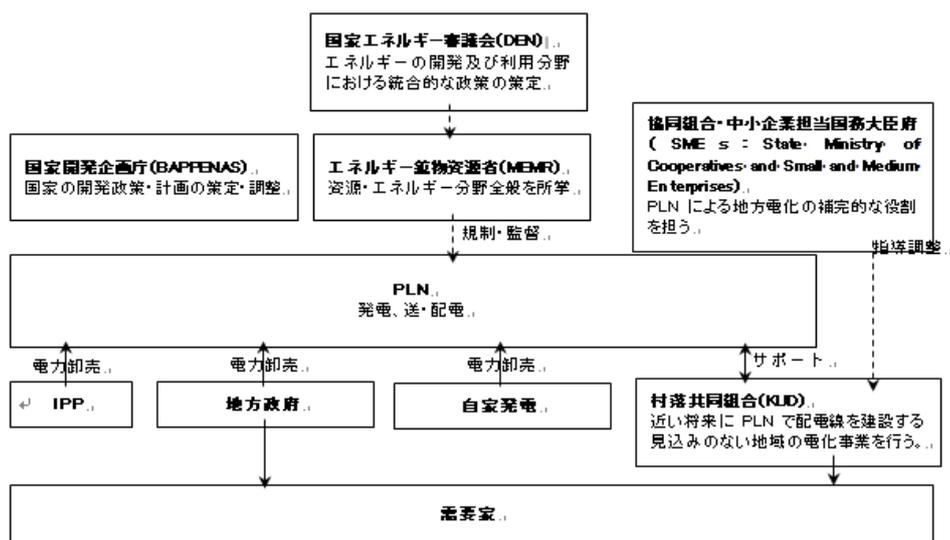


図1.7 管理機関

電力産業にかかわる行政組織は、エネルギー全般の開発・利用に関して全般的に政策を策定する国家エネルギー審議会（DEN）、国家全体の開発政策・計画の策定調整を担う国家開発企画庁（BAPPENAS）、資源エネルギー分野全般を掌握するエネルギー鉱物資源省（MEMR）、原子力発電に関する規制業務を行う原子力規制庁などがある。

電力の需要と供給状況について

表 1.5 経済成長率と電力需要の推移と予測

年	電化率%	経済成長率%	販売 TWh	合計最大需要 MW
2010		6.1	145.7	25.177
2011	71.9	6.2	162.4	27.792
2012	74.4	6.5	177.8	30.345
2013		7.2	193.4	32.856
2014		7.4	210.1	35.456
2015		6.9	227.6	38.361
2016		6.9	246.2	41.444
2017		6.9	264.6	44.496
2018		6.9	284.4	47.768
2019		6.9	305.7	51.301
2020	94.4	6.9	328.3	55.053

出展：RUPTL2010

インドネシアの国内電力需要は、経済成長を反映し増加傾向で推移している。一方で電力需要の伸びに対して、十分な電源整備が進んでいなかったため、2008年から2009年にかけては深刻な供給力不足となり、ジャワ・バリ地域を中心に計画停電が実施された。しかし、近年は遅れていた電源開発が進められたため、ジャワ・バリ系統では電力不足が解消されつつある。

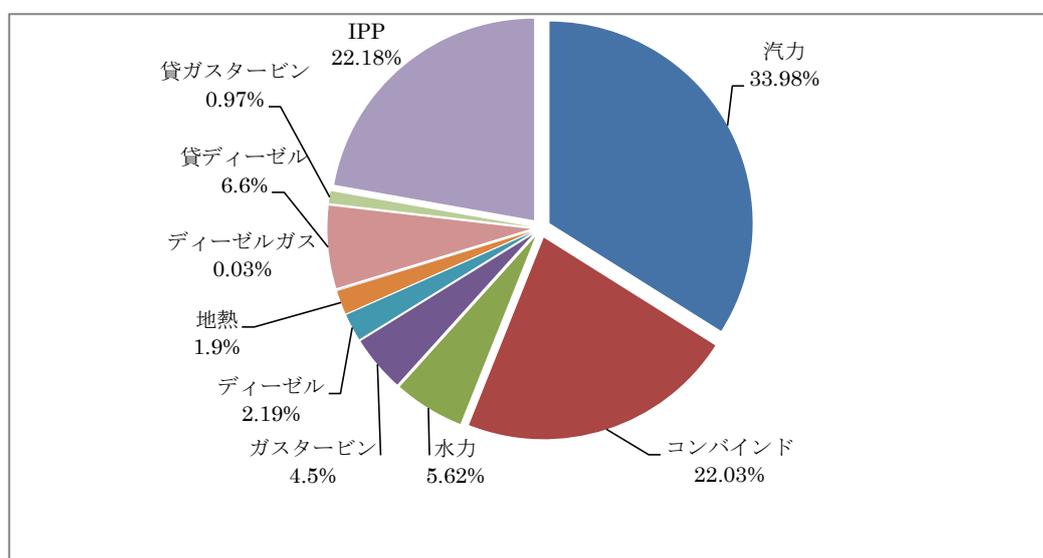


図 1.8 インドネシアの発電設備容量
出展： PLN Statistics 2011

PLN Statistics 2011によると、2011年時点でのインドネシアの発電設備容量は18万3,420GWhとなっており、汽力（石油火力、石炭火力、ガス焼き火力）の33.98%、コンバインドの22.03%で半分以上を占め、その他には水力、ガスタービン、ディーゼル、地熱などが挙げられる。

また、発電設備容量全体の約22%は、IPPの発電設備容量となっている。IPPにより発電された電力は、全量PLNが買い取ることになっている。但し、再生可能エネルギーを利用した発電（マイクロ hidro、地熱、バイオマス、風力、太陽光）、余剰電力、電力供給危機地域などへの供給では、入札を通さずに直接指名が可能となっている。

電力販売の平均価格について

1996年までの電力料金は7セント/kWh程度であったが、アジア通貨危機により2セント/kWh以下まで急落し、大きな逆ザヤが生じる現象となった。その後、2003年まで段階的な料金アップで推移し、7セント/kWh程度となった。

2010年7月には、7年ぶりに基本電気料金の値上げを実施(約10%)し、8セント/kWh(720ルピア/kWh)程度となった。

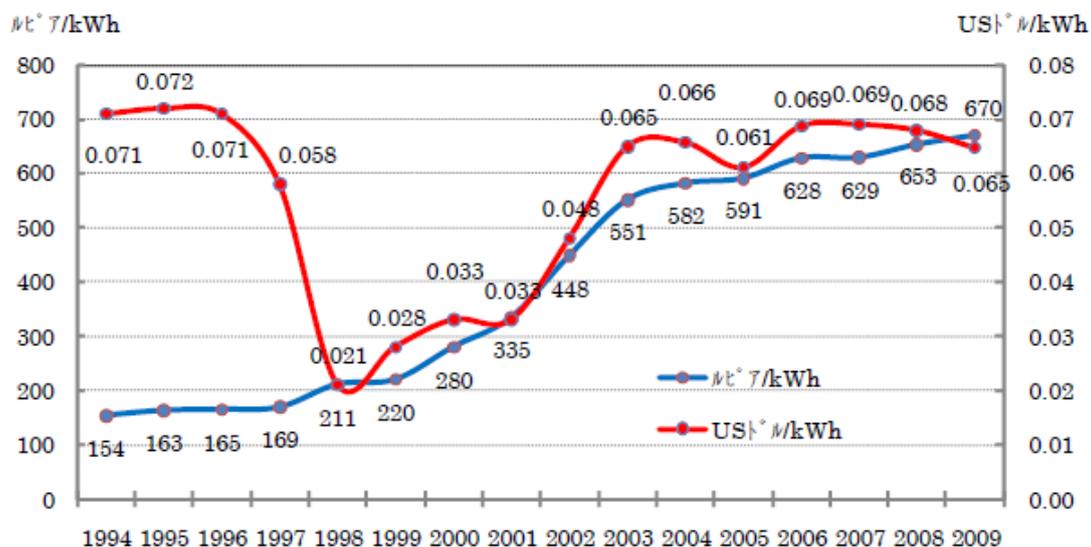


図 1.9 電力料金推移

出展: (社)海外電力調査会 電力国際協力センター 平成 22 年度 インドネシア電力事情調査

電化への課題

インドネシアでは、電化率の向上が国の重要な政策課題の1つとして掲げられており、首都圏を中心に電力開発を進めている。その一方で、離島や山間部のへき地などでは未電化の貧困地域を多く抱えるなどの問題もある。

インドネシアの主要4島で電化率を比較すると、ジャワ島やスマトラ島では70%~80%と高くなっているものの、スラウェシ島やカリマンタン島における電化率は50%~60%程度の箇所もある。依然として、中心部と周辺部間の電力インフラ整備具合には格差がある。



図 1.10 インドネシアの電化率状況

出展： インドネシア国際インフラ会議（2012年8月）

また、系統連系についても、主要都市の周辺のみで発達して、その周辺においては系統の整備は進んでおらず、特にカリマンタン島やスラウェシ島においては、都市間の系統も十分に進んでいない。

次にインドネシアにおいては、地域別発電設備に要求されるニーズが異なり、実際のマーケットへの進出を考える際には、地域別の市場環境について分析を加えなければならない。

- 人口密集地域であるジャワ島・スラウェシ島などにおいては、系統連携が張り巡され、山奥の一部など特殊な環境を除けば、電力の供給体制が整っている。但し、ここ数年6%台の経済成長が続いているため、電力供給が電力需要に追いついておらず、頻繁に停電が起きる事態にもなっている。インドネシア政府では、ジャワ島周辺の電力供給体制を整備するため、幾つかの大規模な発電所の建設プロジェクトを有している。当該地域においては投資回収が見込めることから、PLNも積極的に系統連携を進めており、未電化地域が限られている。
- カリマンタン島・スラウェシ島などでは、エネルギー基地であるバリクパパンや貿易交流の盛んなマカッサルなどの主要都市を中心に一部地域に系統連携がみられるものの、内陸部では無電化村が残されている。但し、これらの地域では森林が多く、川の水を利用したマイクロ hidro が主流となっている。マイクロ hidro は、ソーラー発電に比べてシンプルな構造であり、川の流れが一定していれば、深夜の電力供給も可能とされている。

現状の無電化村における電力供給は、昼間の時間帯における電力ニーズは少ないため夕方6時から9時頃までがピークとなっている。従って、水資源が豊富であればマイクロ hidro が利用されるケースが多い。しかし、ここ数年は上記の地域においても、水資源が限定されている地域ではソーラー発電など他の電力供給源の採用が進んでいる。

- 上記以外のヌサトゥンガラ諸島・マルク諸島をはじめとする離島地域においては、系統連携から遠く、また PLN の財政がひっ迫しているため、基本的には無電化のまま取り残されているところも多い。但し、離島地域における電化率の向上が大きな政策課題となっており、ソーラー発電の導入やディーゼル発電機の供与などの実例がある。いずれにせよ、大規模な発電設備による系統を連携させるのではなく、国の予算や外国政府の支援を受け、ソーラー発電を設置する試みが活発である。

現状について

前述した通り、近年の好調な経済成長を続ける一方で、インドネシアの国内電力需要は、経済成長を反映し増加傾向で推移している。また、電気料金も上昇傾向を続けている。

現在、2012年の総発電容量は4,100万kWで、2020年までに総発電容量を5,500万kWに引き上げる計画である。また、現在、経済成長のスピードを維持し安定的な電力供給体制を構築するため、2006年7月に開発容量1,000万kWで全て石炭火力の第1次クラッシュプログラム（開発計画年：2006-2009年）、2010年1月に開発容量約950万kW、地熱41.7%、石炭35.6%、水力12.6%、等の第2次クラッシュプログラム（開発計画年：2010-2014年）に取り組んでいる。しかし、第1次クラッシュプログラムは、20113年中で進捗率64%、全ての建設は2014年にずれ込む見通しである。

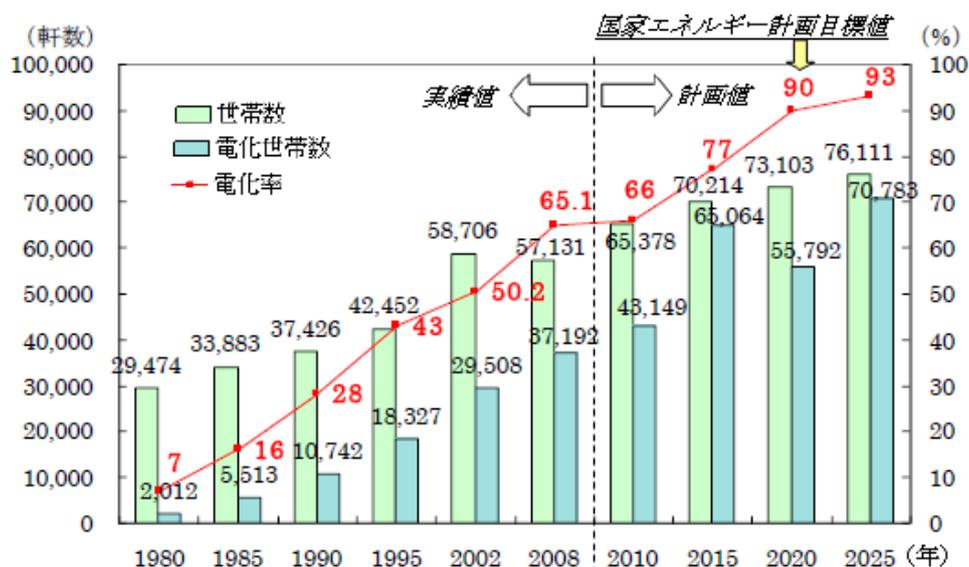


図 1.11 インドネシア電力計画目標値

出展: (社)海外電力調査会 電力国際協力センター 平成 22 年度 インドネシア電力事情調査

インドネシア政府では、中長期の電化率向上を掲げており、首都圏を中心に電力開発が進められている一方で、離島や山間部では未電化地域を多い。これは PLN の系統連携地域から離れていること、需要が各地に点在することなどから、電化が非効率でコストがかかるためなどが背景・要因となっており、電力事業が進んでいない状況である。事実、関係者へのヒアリングでは、PLN においては離島・地方の電化について、事業採算性への意識が強くなっている中で、集落が散在していて大規模な送電網などを整備しても採算性が見込めないために消極的との声も聞かれた。

さらに、PLN の経営が厳しいことも地方・離島における電力開発事業推進の妨げとなっている。その要因として、国が電力料金を低く設定しているために採算性が悪くなってしまっている。現行の電気料金は、2010 年の大統領令 (Peraturan Presiden No8 Tahun 2010) により改定され、同年 7 月より施行された。料金は基本的に、全国一律であり、顧客の種類別に設定されている。つまり、平均的な電気料金に比べて生産基本費用がかなり高いため、事業利益から拠出する内部資金に乏しいことから、PLN の経営環境が厳しくなっている。

上記の状況から、今後の 10 年間の電力開発では、PLN 独自の電力供給だけでは難しく、半分近い電力は民間企業による IPP からの供給が期待されている。今後、インドネシアの発電事業への民間企業の参入が拡大してくるものと予測されている。

さらに、非石油燃料発電所の開発プログラムとして「第二次クラッシュプログラム」も推進しており、地熱や水力などの再生可能エネルギーに重点を置き、ジャワ・バリ系統以外の電源開発も4割以上盛り込まれている点が特徴となっている。

農村地域の電化拡大について

従来地方電化も原則 PLN が実施するとされていたが、2009年の電力法により、中央政府・地方政府の責任のもと、公営企業・民間企業・共同組合などにも開放された。

地方における開発事業について重要な役割を果たしているのは組織として「KUD」が挙げられる。KUDは村落における自治体のような組織であり、電力整備事業含めて村落開発事業を幅広く担っている。

表 1.7 地方電化の方針

地域（オフグリッド）	地方電化の方針
PLN の既設系統近傍で、かつ人口密度が比較的高い地域	PLN の電力系統の延伸 PLN が実施
PLN の既設系統から遠方で、人口密度が比較的高い地域	地域単位の孤立系統からの供給 主に地方政府が中心となって実施
PLN の既設系統から遠方で、過疎地域	家屋単位での電力供給。マイクロ hidro や太陽光の導入など。地方政府が中心。

出展：(社)海外電力調査会 電力国際協力センター 平成 22 年度 インドネシア電力事情調査

村落部での電力開発は、国家予算からの資金拠出により村落の電化を進めるために、政府が PLN に要請したものである。まずはまだ電化率が低い州を優先する。電力総局（DJK）と PLN はエネルギー・鉱業資源省（ESDM）の 2010～2014 年中期開発計画に即して、村落部の電力開発について、2014 年までに電化率を 80%、電化村落を 98.9% に引き上げる方針を掲げている。

再生エネルギーの方針

インドネシアでは 2020 年までに温室効果ガス排出を BAU 比 26% 削減し、さらに 2025 年までに一次エネルギー消費に占める再生可能エネルギーの比率を 15% まで高めることを大統領令により定めている。

再生可能エネルギーを普及するための政策立案は、エネルギー鉱物資源省の再生可能エネルギー総局で担われている他、後発地域開発庁・水産海洋省・労働移住省をはじめ各州政府・各県がそれぞれ独自に進めている。

国家エネルギー政策に関する 2006 年第 5 号大統領に盛り込まれた新エネルギーおよび再生可能エネルギーの利用方針に沿って、PLN は地熱と水力の開発を優先的に進める方針である。これらの PLN の方針から RUPTL では、大規模な地熱発電所と小・中・大規模の水力発電所、ソーラー発電や風力、バイオマス、バイオ燃料、ガス化石炭（新エネルギー）による小規模な再生エネルギー発電の開発を計画している。そのほかにも、太陽熱発電や海流、海洋温度差発電（OTEC）、燃料電池の研究・開発も推進する。

このような再生可能エネルギーの利用は経済性を常に求めるわけではなく、遠隔地の住民に対して、早期に電力へアクセスする機会を与えたいという PLN の方針によるものである。

- ✓ 人口密度が高くなく村が散在しているような離島・山間部においては、コスト効率性から、PLN による大規模なインフラ整備が進んでいない中で、民間企業の有する小規模な電力技術、特に再生可能エネルギー技術へのニーズは高い。

第二次クラッシュプログラムに見られたとおり、インドネシア政府は再生可能エネルギーの開発に力を入れており、特に水力及び地熱について目標値を掲げている。

表 1.8 非化石エネルギーの開発量及びポテンシャル

発電種別	ポテンシャル量	既開発量	開発比率
水力	75.0GW	3,508MW	4.7%
小水力	500MW	84MW	16.8%
地熱	27.6GW	1,197MW	4.3%
バイオマス	49.8GW	445MW	0.9%
バイオガス	680MW	—	—
太陽光	1,200GW	12MW	0.001%
風力	9.3GW	1.1MW	0.01%

なお、インドネシア政府は再生可能エネルギー事業に対して優遇策を設けており、2010 年 1 月 29 日付の大蔵省令 2010 年第 24 号では、再生可能エネルギーを利用した発電事業に対する税制優遇措置を発表している。対象となる再生可能エネルギーは、地熱、風力、バイオ燃料、太陽光、水力、海流・海洋温度差などで、投資額の 30% を課税所得から控除、償却期間の短縮、機械・機器輸入時における付加価値税（VAT：Value-Added Tax）と輸入関税の免除などが規定された。

また、民間企業や協同組合などの団体が再生可能エネルギー事業を実施する場合には、エネルギー鉱物資源大臣令 2009 年第 31 号に基づき、PLN が買い取ることになっている。

なお、買取価格は地域によって格差があるものの、地熱発電が10～17セント/kwh、バイオガスは10～14セント/kwh、小規模水力発電は10～12セント/kwhで、近年の買取価格は徐々に引き上げられている。2013年1月現在、ソーラー発電の買取価格は公表されていないが、現地の新聞報道などによると、まもなくエネルギー鉱物資源省令として発表される予定で23～25セント/kwhになるものとみられている。

◇再生可能エネルギーの開発状況

RUPTL(2011)では、大規模な地熱発電所と小・中・大規模の水力発電所、ソーラー発電や風力、バイオマス、バイオ燃料、ガス化石炭(新エネルギー)による小規模な再生エネルギー発電の開発を計画している。そのほかにも、太陽熱発電や海流、海洋温度差発電、燃料電池の研究・開発も推進する。

水力発電については、PLNはマイクロハイドロの開発を推進しており、その地域の電力需要をまかなうと同時にPLN電力系統への供給も行う。

ソーラー発電については、送電系統から離れ、人口分布が地理的に非常に広範囲にわたり、アクセスが困難な遠隔地や国境付近の諸島、さらに遠い島嶼部、特にインドネシア東部地域の島嶼部の電化を目指す方針だ。このような再生可能エネルギーの利用は経済性を求めるわけではなく、遠隔地の住民に対してより早期に電力へアクセスする機会を与えるとともに、ディーゼル発電で利用されるはずの石油燃料の消費を削減すること、石油燃料の輸送費用が高い特定地域での生産基本費用を下げることを目標として掲げられている。

◇ソーラー発電の開発状況

近年の再生可能エネルギー推進の動きから、徐々に設置が進んでいる模様である。PLNは2012年から3年間で1000カ所の離島にソーラー発電を設置する計画だが、太陽光技術はまだ新しく、民間も投資に確信がないために、まずは2011年の1年間で100カ所に集中型の設備を設置する。その後2012年以降は民間からの投資を募り、1000カ所を対象を拡大する。

表 1.9 ソーラー発電設置個所及び発電規模

州	発電量
西カリマンタン	0.30Gwh
東カリマンタン	0.06Gwh
北スラウェシ	0.24Gwh
マルク	0.06Gwh
西ヌサテンガラ	0.19Gwh
東ヌサテンガラ	0.15Gwh

現状では、採算性が取れないために電力事業が進んでいない、人口が散在している離島や地方において、ODA を活用したソーラー発電の導入は、有効な援助手段と考えられる。

1-2-4. 対象国の対象分野のODA事業の事例分析および他ドナーの分析

インドネシアでは過去に様々な分野のODAが実施されているが、同国に対する再生可能エネルギー関連のODAでは、下表の通り、地熱および水力に実績が集まっている。但し、現在までのところ、同国に対するソーラー発電関連のODA案件の実績は少ない。

表 1.10 地熱関連

年度	案件名	形態
2011	地熱開発促進プログラム	有償
2009	ルムットバライ地熱発電計画	有償
2005	カモジャン地熱発電所拡張計画	有償
2004	ウルブル地熱発電所建設計画	有償
2003	ラヘンドン地熱発電所拡張事業	有償

表 1.11 水力関連

年度	案件名	形態
2005	アサハン第三水力発電所建設計画	有償
2004	アサハン第三水力発電所建設計画（調査・設計等のための役務（E/S））	有償
2010	シマナウ村及びバトゥ・バジヤンジャン村における小規模水力発電施設修復計画	無償：草の根

■水力関連の情報：IBEKAの小規模水力発電を通じた住民参加型開発の促進

インドネシアで著名なNGOであるIBEKAは、マイクロ hidroによる地域の電化率向上に取り組んでいる。IBEKAは、これまで日本の草の根・人間の安全保障無償資金協力などによる支援を受け、地域の社会基盤の強化に取り組んでいる。実績としては1996年に、西スマトラ州ソロック、シマナウ村でマイクロ hidroの建設を実施した。この支援を通じて、IBEKAは対象地域住民と協力し、マイクロ hidroの計画・建設、発電施設管理の研修も行った。そしてこのプロセスを通じて、村の住民は彼ら自身で発電施設を管理・運営できるようなノウハウを得ることができた。

我々は今回のプロジェクトで、上記のようなネットワークとノウハウを持つ IBEKA と、スンバ島の現地視察を行い、連携の強化に取り組み始めている。

■ ソーラー発電関連の情報：日立ハイテクノロジーズの経済産業省委託事業「ソーラー発電システムを組み合わせた浄水装置」

日立ハイテクノロジーズは、2010年8月から経済産業省を委託元とし、財団法人海外技術者研修協会を主幹事とする「貿易投資円滑化支援事業（実証事業）」として日立総合計画研究所とともに「インドネシア共和国 BOP 無電化村落におけるソーラー発電システムを組み合わせた浄水装置の実用化実証実験」を推進してきた。

本プロジェクトでは、現地企業 Sky-Energy 社のソーラー発電充電システムをヤマハ発動機の浄水装置と組み合わせ南スラウェシ州ベカイ村に設置、ソーラー発電により発電した電気で浄水装置を稼働させ、住民に飲用、生活用のきれいな水を提供した。また、この電気を携帯電話や畑のイノシシ除け用のバッテリー、電灯用バッテリーの充電等に提供し、村の電化に貢献してきた。さらに村落内に「水電気運営委員会」の設立を指導、住民によるシステムの自主運営体制構築に取り組んでいる。

第 2 章

製品・技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し

2-1. 共通

2-1-1. 提案企業及び活用が見込まれる技術の強み

(1) 検討中の製品・技術

弊社のソーラーハイブリッドは、ソーラーシステム、ディーゼル発電機およびバッテリーを組み合わせたハイブリッドシステムである。

下図に示した通り、通常のソーラーシステムであるソーラーパネル、DC-AC インバーター、ケーブル等に加え、バッテリー、チャージコントローラー、および必要な場合にはディーゼル発電機を追加で組み合わせた製品である。

一つのシステム構成例としては、7kW 程度のソーラーパネルを設置し、それを DC-AC 変換するとともに、バッテリーへの充填、冷蔵庫やライトなどの負荷側への電力供給、およびディーゼル発電機のコントロールを担う独立電源用のインバーターを整備し、ディープサイクル型バッテリーと、ディーゼル発電機等を合わせて設置する事ができる。

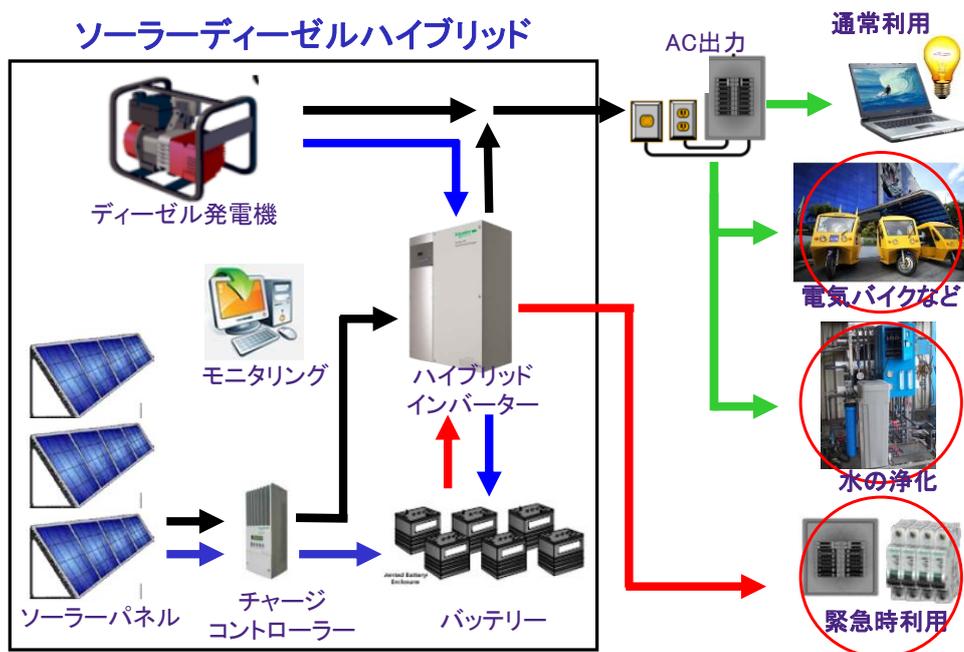


図 2.0 ソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムのコンセプト

(2) 製品・技術の強み

○製品・技術の強み①：最適化されたエネルギーマネジメント

ソーラーハイブリッドシステムは、新しい革新的な技術ではないものの、既存の製品や技術を活用できる“新しいコンセプト”の製品であると認識している。

当該システムは、既存のディーゼル発電機の電力と、ソーラーによって発電された電力、またバッテリーに充電された電力をコントロールし、昼間時間はソーラーの電力を中心に、夜間や雨天時にはバッテリーからの出力により電力供給を行う。またバッテリーの電力が足りない場合には、ディーゼル発電機を自動的に起動させて必要な電力を確保するシステムである。

また、各家庭やコミュニティの電力使用状況によって、そのサイズやシステム構成を弾力的に変えることが可能である。つまり、それぞれのニーズに合わせたシステムデザインを構築することで、安定的な電力供給と電力コストの抑制を実現できる

なお、当該イメージを、実際に必要な電力ニーズと、周辺地域の環境等を考慮したシンプルかつ、最適な構成を考えると、および当該システムの長期利用のための適切な管理に弊社の技術的な強みがある。

○製品・技術の強み②：既存の電力コストの低下

弊社製品の大きな特長は、高騰する軽油の使用量を大幅に減らすことができ、かつ電力コストを低下させることが可能である。一例として、下記のようなシステム構成であれば、軽油の使用量を最大91%もカットすることができるとともに、ディーゼル発電機のライフサイクルを大幅に伸ばすことが可能で、約5年程度で初期コストを回収することができる。

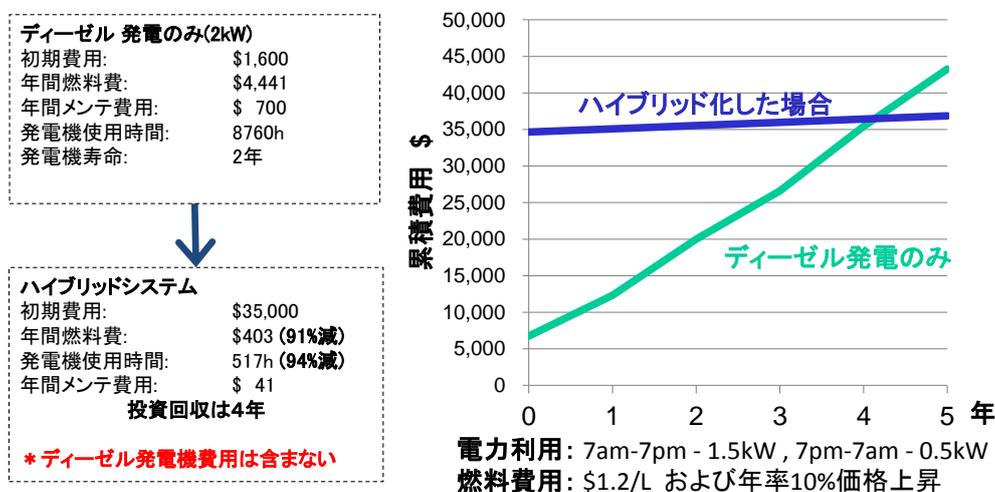


図 2.1 ディーゼル発電機とのコスト比較

○製品・技術の強み③：設計・運営・メンテナンスといったソフト面での強み

✓ 設計・設置

既存の登場国で利用されているソーラー設備を見ると最適なシステムを提案できていない企業が多く見受けられる。特に隔離された地域では、信頼のおけるシステム構成とデザインが重要であり、弊社では単なる単一システムの販売ではなく、周辺環境、ニーズに合わせて、システムサイズの確定、パネルの選定、バッテリー容量の確定までしっかりと設計できる。加えて、設置に際して、途上国の電気工事業者や土木工事業者との事業推進経験より、ローカルの工事業者等のマネジメント、コーチング、ノウハウ伝授などができる。

✓ 運営・管理のノウハウ

設置だけがソーラーの重要な部分ではなく、kWh単価の計算から、徴収金額の設定、住民組織による聴衆に必要な項目や、運営管理上の様々な課題の対応方法などをパッケージ化して提供できる。

✓ メンテナンスのノウハウ

ソーラーシステムの場合、他のシステムに比べてメンテナンスにかかる費用や時間は短いですが、メンテナンスの肝となる部分、また問題が起きた場合の対処法、長く利用するための方法も各業者だけではなく、運営組織、地域の電力運営会社など、カウンターパートとなる方々に伝授できる。

特に、日本のベストプラクティスと共に、途上国にありがちな問題（例えば、土ぼこりがひどい地域のクリーニングの方法や頻度、メンテナンスを実施すべき時間帯など）についても途上国での事業経験から培ったノウハウを提供できる。

加えて、弊社ではコンテナ式のパッケージにすることも可能で、すべてを20フィートのコンテナに収納することができ、物流面での優位性を確保する事も可能である。また設置の容易性も確保し、他社製品との差別化を図ることも可能である。

業界分析、同業他社比較、類似技術の概況

ソーラーシステムとディーゼルのハイブリッドは、弊社の技術ではなく、業界でも近年増えており新しいものではない。世界の途上国では、ソーラーシステムと既存のディーゼルを組み合わせたハイブリッドシステムはすでに一部で利用されており、特にアフリカや東南アジアでも導入されているケースがある。

2012年6月にドイツで開催された世界最大のソーラーの展示会である InterSolar でも、Rural Electrification と題して、ソーラーとその他の電力供給源を組み合わせたシステムを弊社ではのセクションがあり、そちらでは世界各国にあるメーカーは実験機等を展示していた。

ソーラーハイブリッドシステムにもいくつかの組み合わせがあり、ソーラーパネルとバッテリーのみの組み合わせから、ソーラーパネルにディーゼル、又は風力などを組み合わせたものなど多様であるが、システムの根幹となるのはパワーコントロールおよびパワーマネジメントの部分であり、こちらはインバーターメーカーが技術を握っている。

一方で、こうした多くの技術が出回っているが、実際にそれらの技術やシステムが多く導入されているかという点では数はまだ限られているのが現状である。また導入されている設備を見学しても、十分に機能していない場合も多々あるといわれている。

実際に、しっかりと需要と供給のバランスを予測したシステム容量のデザイン、適切な設置場所の選定、メンテナンス体制の確保などの面での不備があげられており、本来の機能を発揮していなかったり、すでに利用されていなくなっているなどがある。

そのため、弊社としてはシステムのみではなく、当該システムの導入にかかる周辺の業務全体をソリューションとして提供する事をビジネスモデルとしている。その周辺業務には、システム的设计、システム全体の詳細説明、当該システムのメンテナンス方法の教育、コミュニティー管理体制の確立、メンテナンスやシステム専門家の養成などが含まれており、より持続的なメンテナンス体制を確保する事で、地域経済の活性化とボトムオブピラミッド（BOP）のボトムアップに貢献すると考えている。

そのためには、地域に根差したサービス体制こそが重要であり、単にシステムの販売という面のみ主眼を置いた商品販売から、ソリューションプロバイダーとしてニーズ全体を拾い上げ、メーカー目線ではなく利用者目線でサービスを提供する事を目的とし、他社との差別化を図っている。

2-1-2. 事業展開における海外進出の位置づけ

日本と東南アジアでのエネルギー事情が大きく異なる中、日本のように安定的かつ十分な電力がある社会と、十分な電力がなくかつ不安定、又は電力が全くない地域における電力の供給の役割の大きな違いがある。

日本のような安定的な電力供給がある程度確保されている社会は、多くの場合ある程度の経済発展が達成されており、それゆえに基本インフラストラクチャーである電力がしっかりと整備されている。そのため、ソーラーシステムの導入は多くの場合、よりクリーンなエネルギーの導入を目的としたり、電力使用量の削減のための導入であったり、さらには電力買取制度を利用した投資に近い形で導入されており、既存の電力からの代替であることが多い。

一方で、フィリピンやインドネシアをはじめとした途上国でのソーラーシステムの意味は、既存の電力からの置き換えというよりは、より安定的な電力供給や、最低限のインフラの確保、またより安価な電力の導入で購買力の低い人々への電力供給の増加を担うなど、新たな市場の創造となる場合が多い。

また、途上国と先進国の違いは、人口の成長率と、経済成長率の面で大きく異なり、先進国では電力需要はある程度横ばいが想定される中で、途上国では年率数十パーセントとの成長が必要とされるなどにおいても異なっている。

そのような中で、弊社では国内の消費者へのニーズにこたえるべく、システム・インテグレーターとしてソーラーシステムの販売・設置・施工までを請け負っているが、海外での事業活動によって事業をさらに成長させていきたいと考える。

しかしながら、エネルギー政策は、国家の根幹にかかわる部分である事は言うまでもなく、フィリピンでは電力会社の民営化後は、エネルギー供給は地域ごとに認可制を取っており、各地域では電力会社および電力組合にその許可を与えている。また、インドネシアでは原則 PLN が電力共有の一義的責任を負っているため、PLN のプランに沿った形で事業展開の方針を決める必要がある。このような事業環境の中で、外国企業が一社で事業を成功に導ける可能性は非常に低いと考える。特に、中小企業にとっては大きなリスクであり、しっばいの可能性を大きく秘めた事業になりうる。

そのため、基本的な方針としては、下記の3点が事業展開におけるキーポイントになってくると考える。

1. カントリーリスクの正確な評価

各種規制に基づく外資規制、安全面等の評価、デフォルトリスクなど、その国固有のリスクをしっかりと分析する事が求められる。

2. 地元に根差した有力なパートナーの確保

特に東南アジアでの事業展開では、日本人の常識とは異なる商習慣などが存在していることも多く、海外マーケットへの参入に際して大手企業のような体制を組めない中小企業にとっては、地元の有力なパートナーの確保は至上命題である。

3. アジア地域

弊社のような中小企業の経営能力では、選択と集中によりターゲットを絞ること、またより物理的に近い地域での参入が好ましい。

以上のことから、海外進出は弊社にとって重要な課題であるが、地域の選定および市場評価をしっかりと行い、着実に展開していくという事を基本方針とする。

2-1-3. 提案企業の海外進出による地域経済への貢献

地域経済への貢献という側面においては、一義的に神奈川県や横浜市などの周辺地域経済への貢献という範囲で、弊社は横浜市の中区に本社を置き、1869年のグループ会社の創業より横浜市の経済発展と共に事業拡大を行ってきた。またソーラー事業を統括する上野グリーンソリューションズ株式会社も横浜市を本社として、日本およびアジアでのソーラー事業を手掛けている。継続的に、日本で培ったノウハウを海外に、海外で見つけたビジネスの芽を横浜地域に持ち帰る事もでき、継続的な成長をもとに地域に貢献できる。

加えて、横浜 Y-PORT 事業という、横浜の持つ資源・技術を活用し、目覚ましい発展を遂げる新興国等へ紹介し援助する国際技術協力（「Y-PORT 事業（Yokohama Partnership of Resources and Technologies）」）事業にも弊社として参画しており、途上国のみならず他の参画企業とのコラボレーションの機会や、横浜市が主催する会議等へ参画し、ソーラーハイブリッドについての説明や他の企業様への紹介なども行っている。

実際に、Y-PORT 等での発表や横浜市および横浜にいらっしゃる企業との様々な交流機会や情報交換の機会があるため、当該事業を通じたコラボレーションする機会なども広がっていく事が予想される。これまでも、発表会などを通じて、例えば上下水道ビジネスとのコラボや、バッテリー事業者との協議など、いくつも企業からのお声かけを頂いてきた。途上国に進出する際の多くの企業の課題であったり、販売している商品が電力を利用していたり、これからますます地元企業と情報交換また協力した体制を築いていく機会が増えると考えられる。

加えて、弊社社長が横浜商工会議所の会頭を歴任してきたこともあり、横浜市の企業や関係機関との様々な交流会を通じて、また実業を通じて横浜市また神奈川県の企業と協力して事業を行っていく機会がある。

2-2 フィリピン

2-2-1. リスクへの対応

想定していたリスクへの対応結果

海外で事業を行う際のリスクには様々なものがあるが、もっとも大きなリスクはカントリーリスクであり、このカントリーリスクを十分に把握する必要がある。特に、政府の安定性はビジネスを行う上で重要な判断材料になる。また、上記方針にも記載したが、企業文化や社会的背景などが日本とは異なるため、参入前に十分把握する必要がある。

上記2つのリスクを回避するためにも、信頼のできる現地パートナーを探すことが絶対条件であるが、現地パートナーとの合弁企業設立することにより、当該リスクの最小化を図っている。

一方、ビジネスリスクとしては、価格を含めた企業間競争があり、ソーラーパネルは近年コモディティ化しつつあるため、当該商品だけでは価格勝負のようになってしまいます。そのため、商品の競争力だけでなく、ビジネスモデル全体において提案する必要がある。より持続性の高く、より地域に根差した事業と共に、ノウハウの移転や教育までを念頭に置いた事業モデルとすることで、他社との差別化を図り対応した。

新たに顕在化したリスク及びその対応方法等

当該調査を通じて新たに顕在化したリスクはないが、今後実際にプロジェクトを進めていくに当たり、各地方に技術力のある工事業者やサービス業者のネットワークを構築できるかが重要になる。そのためにも、合弁パートナーやLGUなどを通じて、信頼のできる専門業者を探す必要がある。

2-3. インドネシア

2-3-1. リスクへの対応

想定していたリスクへの対応結果

現状、大きなリスクは見当たらないが、当該事業は常に商品の競争力だけでなく、ビジネスモデル全体において提案する必要がある。そうでない場合、コストのみが注目されてしまう一方で、持続性のないプロジェクトになってしまうリスクがあるため、より地域に根差した事業と共に、ノウハウの移転や教育までを念頭に置いた事業モデルとすることで、対応した。

新たに顕在化したリスク及びその対応方法等

当該システムに対しては、通常の市場から調達するために知的財産権に対するリスクは、また、環境面での問題については、化石燃料を使わない再生可能エネルギーであり、そもそも環境に対するリスクは存在しない。

エネルギーに関連した事業に対する外資規制などについては、当該事業は、インドネシア政府が決めるネガティブリストに該当する。同国では、当該事業を現地法人化した場合には外資の出資比率 95%と定められており、同様の形態の非エネルギー関連事業の 67%という外資比率より高く設定されている。これらについては、インドネシア政府は、自国の企業の育成を図る意味でも現在のところ外国資本をむしろ積極的に受け入れたいために、高めに設定している。このため、ネガティブリストによる規制は、当該事業推進に当たって、リスクになる可能性は少ない。

なお、インドネシアにおけるビジネス上のリスクについては、一般的に以下の 3 点があげられる。

- ① 事業活動に伴う規制の変更が突然発生する。
- ② 日本と異なる税制度と流動的な運用ルール
- ③ 高騰する賃上げと管理職クラスの人材確保などの労務問題

<事業活動に伴う規制の変更>

投資調整庁の新規投資に関わる最低投資金額が突然引き上げられるケースや、就労ビザの発給用件の規制が強化されるなど、ビジネスルールが突然変更になるケースがある。

<日本と異なる税制度と流動的な運用ルール>

もともと同国においては、税務署署員の裁量の大きさを指摘する声もあるが、近年は、本社へのロイヤリティの支払い額が全額否認されるケースが発生しており、注意を必要とする。

<高騰する賃上げと管理職クラスの人材確保のなどの労務問題>

経済の急速な発展の一方、経済格差が激しく、賃上げに対するニーズは高い。特に総務・人事・経理など管理部門のマネージャークラスの人材が枯渇しているといわれ、現地での採用を考える際に大きな課題とされる。また、今回調査期間においてもジャカルタでは、最低賃金の30%以上の上昇を要求したデモが国会議事堂前で繰り広げられていた。

上記の事業活動上のリスクは、インドネシアに進出する企業が直面するビジネス上のリスクである。インドネシアに進出を考える場合、これらのリスクは避けて通れない。上記リスクに適切な対応をするためには、同国のビジネス慣習・法規制・労働慣行・国民性などについて、熟知していなければならない。このため、同国への進出に当たっては、そのような現地の事情に対して様々なルートから正確な情報をとることが必要であり、その上でビジネス展開するには、現地の事情に精通した企業との提携を前提にしなければならないとの認識を持っている。

当初の計画通り、そのような提携候補先をいくつかピックアップしており、提携に向けて慎重に交渉を進めている。すでにフィリピンにおいては現地企業との緊密な提携によって事業活動を進めており、一定のビジネス成果を上げている。インドネシアにおいても、このような現地企業との緊密な提携によるビジネス展開により、上記の種々のリスクに対応することを考えている。

第 3 章：

提案製品・技術と当該開発課題の整合性

3-1. フィリピン

3-1-1. 提案製品・技術と当該開発課題の整合性

フィリピンの人口は 7000 を超える島々に点在しているため、電力会社による電気が届いていない地域がたくさんあり、通常そのような地域をオフグリッド地域と呼ぶ。一方で、群島という地形上、いわゆる「オフグリッド」地域はたくさんあるが、そのほかにも国の配電ネットワークでカバーしていない地域もたくさんあり、主要配電ネットワークで繋がっていない無電化地域もまたフィリピンでは「オフグリッド」の定義に入る。フィリピンは、大きく 3 つのエリア（ルゾン、ビサヤ、ミンダナオ）に分かれおり、ルゾンとビサヤ地域は海底ケーブルの高圧電線で結ばれており、グリッド（系統電線）地域とされるが、パラワン島やミンドロ島等は、オフグリッド地域に分類される。

現状の課題として、無電化地域や島々のオフグリッドエリアでは、発電価格が高く、同時に所得が低い（日給 PHP 100 程）。そのため財務的なサポートが必要であり、これらの地域での効率的な電力供給のスキーム整備の為、National Transmission Corporation (TransCo) では「特別電化普及活動地域 (Missionary Area)」として電化を進めている。



図 3.1 - フィリピンのグリッドネットワーク

主要の電力ネットワークから外れているこの特別電力普及活動地域であるが、いくつかのエリアでは国営電力会社の下、Small Power Utilities Group's (SPUG)により電力供給を受けている地域が存在する。2011年の終わり頃には、86か所の特別電力普及活動地域が317のSPUGより供給(合計463GWh)を受けていた。電源として、ディーゼル発電所(92か所)、水力発電所(1か所)、ハイブリッド風力発電所(1か所)があり、86か所の内訳は78の小型系統連携地域と8つの独立した小型系統連携地域(Small Islands and Isolated Grids (SIIGs))である。また、3,330のバラングイと192の市体、39の電力組合と3つの現地政府ユニットがこの特別電力普及活動地域として指定されており、国営電力企業と連携し電化を進められてきた。

電力供給の現実問題として、SPUGによる発電所は、発電安定性やコストパフォーマンスに課題が残り電力供給停止(停電)が頻繁に起こっていた。エネルギー省によると、発電所運営に係る費用は通常より高く、供給が滞る状況がある事を認識。原因としては燃料不足、発電機の停止、受給側のテクニカルな問題等があることに加え、大きな助成金で賄っている結果、国営電力会社への財務的負担は毎年かかっていた。

特別電化普及活動地域では、消費者は、**Socially Accepted Generation Rates (SAGR)**に基づいた電力料金を支払うが、この価格は常に実質電力価格(**True Cost of Generation Rate (TCGR-実質電力価格)**)を下回っている。差額は、フィリピン全土の消費者に分散・負担されているのが現状である。2008年12月のInternational Finance Corporation (IFC) paper¹によると、SPUGは年間約60億ペソの損失計上をしており、その内約20億ペソのみが助成金によりカバーされている。結果、この予算では十分な電化普及活動が行えないという事実が浮き彫りになった²。

下記の表3.1では、実質電力価格³とSAGR,の価格比較を行っている。

¹ Julie M. Bayking. International Finance Corporation.

[http://www.ifc.org/ifcext/psa.nsf/AttachmentsByTitle/Smartlesson_JBayking/\\$FILE/Smartlessons_PSPinOffGridAreas.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/psa.nsf/AttachmentsByTitle/Smartlesson_JBayking/$FILE/Smartlessons_PSPinOffGridAreas.pdf)

² “フィリピン: Small Power Utilities Group, Basilan”. International Finance Corporation.

[http://www.ifc.org/ifcext/psa.nsf/AttachmentsByTitle/PPPseries_SPUGBasilan/\\$FILE/CIA_PPPseries_SPUGBasilan.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/psa.nsf/AttachmentsByTitle/PPPseries_SPUGBasilan/$FILE/CIA_PPPseries_SPUGBasilan.pdf)

³ “Decision on ERC Case No. 2006-004 RC”. April 2011. Energy Regulatory Commission.

<http://www.erc.gov.ph/cgi-bin/issuances/files/Decision%20ERC%20Case%20No.%202006-004%20RC%20NPC-SPUG0001.pdf>

表 3.1 - 2009-2013 の NPC の実質電力価格

	島エリア	TCGR (PHP/kWh)	SAGR (PHP/kWh)	Effective Retail Rates ⁴ (PHP/kWh)
Occidental Mindoro	ルソン	7.2392	5.6404	6.5896
Oriental Mindoro	ルソン	11.716	5.6404	6.5896
Marinduque	ルソン	9.3434	5.6404	6.5896
Mainland Palawan	ルソン	7.0037	5.6404	6.5896
Catanduanes	ルソン	12.1221	5.6404	6.5896
Tablas	ルソン	14.5314	5.6404	6.5896
Romblon	ルソン	16.5637	5.6404	6.5896
Masbate	ルソン	10.7878	5.1167	6.0659
Other Luzon, Group 1	ルソン	23.148	4.8024	5.7516
Other Luzon, Group 2	ルソン	23.148	5.6404	6.5896
Bantayan	ビサヤ	17.0408	6.2553	7.4503
Camotes	ビサヤ	13.8061	6.2553	7.4503
Siquijor	ビサヤ	16.8925	6.2553	7.4503
Other Visayas	ビサヤ	36.3004	5.6404	6.8354
Tawi-Tawi	ミンダナオ	19.2343	5.1167	6.5807
Basilan	ミンダナオ	11.7087	5.1167	6.5807
Sulu	ミンダナオ	10.1718	5.1167	6.5807
Other Mindanao	ミンダナオ	22.4826	4.8024	6.2664
SPUG エリア全体の平均 (ERC Approved)		11.5248		

2004年2月12日に、エネルギー省は Department Circular No. DC 2004-01-001 が発行され、民間企業の特別電化普及活動地域への参入が許可された。また、EPIRA セクション 70 では、民間企業がカバーしきれない地域についても NPC-SPUG により特別電化普及地域での電化を進めていく事を重点視した。活動費用の算出方法として、発電コストの分散を行い、間接的消費者から回収を行った。また、その他 ODA 等の外的な財務サポートを得ながら進行してきた。

NPC-SPUG は、電力普及がある一定満たされた事を認識した地域については、該当地域のステータスを普及済地域を見なし、発電所の売却や民間企業の発電事業の参入など、国のサポートから独立させる形を取っている。

⁴ “SAGR & GRAM Effective Selling Rates Approved by the ERC (in P/kWh)”. <http://www.spug.ph/rates.asp>

民間企業にオープンになった普及地域は、下記表の通りとなっている。2004年12月にエネルギー省より募集された該当地域は「First Wave」というカテゴリーで呼ばれているが、First Waveの結果は、実に特別電化普及地域の80%を電化したという事で、本活動の大きな進歩とされている。続く表3.2では、61の「Second Wave」という民間企業参入可能地域のリストとなり、表3.3は、2011年後半から2012年前半にかけて新たにSPUGで認識された地域となる。

表 3.2 - 14 の「FIRST WAVE」地域

「First Wave」 SPUG 地域	
1. Occidental Mindoro	8. Tablas
2. Oriental Mindoro	9. Romblon
3. Marinduque	10. Camotes
4. Mainland Palawan	11. Siquijor
5. Catanduanes	12. Tawi-Tawi
6. Bantayan	13. Basilan
7. Masbate	14. Sulu

表 3.3 - 61 の「SECOND WAVE」の SPUG 地域

Other Luzon Group 1	Other Luzon Group 2	Other Visayas	Other Mindanao
1. Busuanga	1. Sibuyan	1. Guintarcan	1. Siasi
2. Ticao	2. Casiguran	2. Doong	2. Dinagat
3. Calayan	3. Kabugao	3. Gigantes	3. Kalamansig
4. Palanan	4. Rapu-Rapu	4. Caluya	4. Cag. de Tawi-Tawi
5. Lubuagan	5. Batan	5. Pilar	5. Balimbing
6. Patnanungan	6. Tingloy	6. Maripipi	6. Manuk Mankaw
7. Jomalig	7. Concepcion	7. Limasawa	7. West Simunul
8. Culion	8. San Jose	8. Zumarraga	8. Sibutu
9. Linapacan	9. Lubang	9. Tagapul-an	9. Sitangkai
10. Araceli	10. Polilio	10. Almagro	10. Tandubas
11. Balabac	11. Cuyo	11. Sto. Nino	11. Loreto
12. Cagayancillo	12. Sabtang	12. San Antonio	12. Hikdop
13. Agutaya	13. Itbayat	13. Capul	13. Abad Santos
14. Corcuera	14. Banton	14. San Vicente	14. Talicud
	15. Basco	15. Biri	15. Balut
			16. Ninoy Aquino

表 3.4 - 民間参入が許可された 11 の新たな SPUG 地域

SPUG の新たな地域	
Area	Island Group
Ginawayan, Masbate	Luzon
Guilongtongan, Masbate	Luzon
Nabuctot, Masbate	Luzon
Pena, Masbate	Luzon
Chico, Masbate	Luzon
Costa Rica, Almagro, Samar	Visayas
Lunang, Almagro, Samar	Visayas
Biasong, Almagro, Samar	Visayas
Cabungaan, Sto Nino, Samar	Visayas
Ilijian, Sto Nino, Samar	Visayas
Takut, Sto Nino, Samar	Visayas

実際に 2012 年 6 月の時点で、14 エリアの内、わずか 8 つのみ新たな民間電力会社からの応募があった。電力会社は以下の通り：Power One & Ormin Power (Oriental Mindoro), Palawan Power Generation & Delta (Mainland Palawan), Catanduanes Power generation & Sunwest Water & Electric in Catanduanes: Bantayan Island Power in Bantayan: & DMCI Masbate Power in Masbate. (下記表参照)

表 3.5 - “Missionary Areas(特別電化普及活動地域)” への民間参入状況

AREA	NEW POWER PROVIDER	INSTALLED CAPACITY
Oriental Mindoro	Power One	9 MW bunker-fired diesel
Oriental Mindoro	Ormin Power	6.4 MW bunker-fired diesel
Mainland Palawan	Palawan Power Generation	19 MW bunker-fired diesel
Mainland Palawan	Delta P	16 MW bunker-fired diesel
Catanduanes	Catanduanes Power Generation	3.6 MW bunker-fired diesel
Catanduanes	SunWest Water and Electric	3.6 MW hydro
Bantayan	Bantayan Island Power Corporation	8.3 MW bunker-fired diesel
Masbate	DMCI	24.4 MW bunker-fired diesel

このような状況の中、SPUG 地域の電化の検討を続けていくにあたり、以下のポイントが再認識された：

1. 特別電化普及活動地域の電化はある程度進められたが、コストが非常に高く、供給停止が頻繁に起こるなど、インフラ設備として十分に機能していない。
2. 電力価格が高く、国営電力会社への負担が大きい。長期的に見て、その他発電プラントへの影響が大きく問題が肥大化している。
3. また、普及後のエリアへの民間企業の参入が少なく、本質的な問題解決に至っていない地域が多い。
4. 参入を検討している民間の電力会社は、消費者からの大きな電力需要を期待しており、スケールメリットのサイズが割に合わないと考えており、結果に結びつかないケースが多い。また、これら企業も、多くの発電はディーゼルを発電源としており、ディーゼル供給・価格などの問題に直面している

これら問題がある中、弊社のディーゼル・ソーラーハイブリッドの技術は、他の技術では限界のあるような様々な地形に適応でき、運搬性能も高いうえ、経済性にも安定性にも大きなメリットがある。つまり、これら SPUG 及び、新規参入企業が運営している地域または無電化地域である 34,000 のシティオへの普及に際し、上記に挙げられたような様々な問題に解決するための一つの有益な手段となると考える。

バランガイ（人口 1,100～2,000）や、シティオ（人口 100～200）単位の普及は、一般家庭への普及の様な、60Wp 以下のソーラーパネル、チャージコントローラー、バッテリー、ライトのセットでの電化ではなく、太陽光発電とその他の発電機の組み合わせによる、より大きな電化で村全体への「マイクログリッド」の実現によって達成するべきである。また、フィリピンの様な特に雨の日が多い熱帯地域では、バッテリーのサイズを大型化したり、バックアップとしてディーゼル発電機を併用する事で、安定的電力の供給が行える。

弊社の現地調査の結果、現状、特別電化普及地域では主にディーゼル発電機がメインの電源となり、該当エリアへの電力普及を行っているが、供給は非常に不安定である。一方で、ディーゼル発電機と太陽光発電を組み合わせる事により、より安定的な電力供給が可能であり、弊社のソーラー・ディーゼル・ハイブリッド技術が大いに役立つと考える。特にディーゼルの消費や物流費を大きく軽減できる。また年々価格が下がっている太陽光発電システムにより、電化地域へ経済的ソリューションを提供できると考える。

日射量が高い熱帯性気候であるフィリピンにおいて、太陽光発電は最適なソリューションと言え、ハイブリッドインバーターが、ディーゼル発電機、周辺機器、太陽光パネルとの

調整を司り、発電需要供給に置いて効率的なバランスを保たせることができる。太陽が照っている日中ではディーゼル発電機を停止させたり抑制させたりすることで、二酸化炭素の発生を最小限に抑えることもできる。またソーラーハイブリッド技術の利点として、サイズの柔軟性があり、6-7kW以上のサイズであれば必要に応じて経済的に拡大可能である。一方で、実際に本ソリューションを推進するにあたり、以下注意点を挙げておく必要がある。

- **知識とデータによるギャップ**

多様なモデルケースでの電力普及に必要な知識やデータが、未だ不十分であり、効率的なインフラ投入が難しい。また、受電者側の経済的プロファイルや支払能力等、設備後のソフト面での対応への為の情報も必要であり、更に調査を進める必要がある

- **技術面でのギャップ**

長期的かつ安定的な電力供給を行う為には、様々な条件・環境に対応できるソリューションが必要であるが、ソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムの浸透・継承のスキームが未知数であり、更なる調査・検討が必要。

- **ネットワークとパートナーシップ**

インフラの設備後に消費者へしっかり電力が届くよう、運営者との強固な関係が必要である。長期的運営の観点より、再生エネルギー発電による革新的かつ企業運営マインドを持った運営者との連携が成功に導くポイントとなる。

- **ファイナンス**

ソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムを導入するにあたり、該当地域は何らかの形で、ファイナンス面でのサポートが必要になると考えられる。

上記のような課題を解決しながら、当該地域へのソーラーハイブリッドシステムの導入を検討していく事が必要であり、ODAによるサポートを通じて実施していく事が最も効果的と思われる。

3-1-2. ODA 案件の実施による当該企業の事業展開に係る効果

世界銀行によると、一般的に農村地域の電力普及は以下のような利点がある。

- ・ 電灯やテレビの使用にかかる電力価格の引下げ
- ・ 空気の清浄化、健康改善、知識向上、出生率のコントロール等
- ・ 家庭ビジネスへ長期的インパクトの提供
- ・ 環境保護

特に健康面の水準向上に関しては、下記ポイントに繋がる

- ・ 健康施設の改善
- ・ 料理・ライト・ヒーター使用時の石油燃料消費減による空気の洗浄化
- ・ テレビへのアクセスが増える為、健康への知識が向上
- ・ 知識向上によるより良い栄養管理や食料品の保存

テレビの視聴、コミュニティー活動の活性化、仕事時間の軽減や夜間への時間シフト、読書への時間増加など、特別電化普及地域において電力の普及は様々影響を及ぼすことが考えられる。これらは電力供給の下、活動時間が増加する結果であり、世界銀行によるとフィリピンでの電力普及後の国民の上記のような活動時間は1～2時間程増加していると確認されている。

教育面に置いての利点としても、

- (1) 電力機器や教師の数・水準増加による教育レベルの向上
- (2) 帰宅後の勉強時間の確保

のようなメリットが期待されている。

加えて、自営業者にもいくつものメリットがあり、主に電化による販売コストの削減が可能となる。また既存のビジネスに加え商品のバラエティー（冷たい飲み物の販売や冷蔵庫のスペース貸出など）を増やすことができ、生活水準の向上に資する。

3-2. インドネシア

3-2-1. 提案製品・技術と当該開発課題の整合性

地方における電化率は依然低い状況にあり、特に山間部や離島においては、電化が進んでいない。特に、人口密度が高くなく村が散在しているような箇所においては、コスト効率性の観点からインフラ整備が進んでいないと考えられ、そうした地域における民間の有する小さな電力技術、特に再生可能エネルギー技術へのニーズは高い。

更に、再生可能エネルギーの中では、最も実績が高いのは、川の流れを利用してタービンを回して発電を行うマイクロ hidro と呼ばれるもので、①一定の川の流れがあれば設置することが可能である。②構造がシンプルで複雑なシステムが必要ではなく、比較的メンテナンスし易い。③電力のピーク時である夜間においても蓄電システムを必要としない。などの利点があり、比較的使用実績が多い。しかしながら、逆に言えば、川の流れがなければ発電できない、特に渇水期において川の流れが極端に少なくなるようなケースもあり、設置においては立地的な制約を強く受ける。今後は、内陸部から離島部への未電化地域の電化を推進するためにもマイクロ hidro に替わる再生可能エネルギーが必要とされている。この点に関しては、風力、バイオマス、海洋エネルギーなども注目されており、幾つかの実証実験は行われているものの、効率性や技術開発上の問題から、実用化にはまだしばらくの時間的経緯が必要であると認識されている。

このような中で提案製品であるソーラーハイブリッドシステムは、比較的立地場所を選ばず、設置できる点に最大のメリットがあり、マイクロ hidro を設置できない場所において高い注目を集めている。

但し、これまで、システムの設計や運用面での問題もあり、稼働していないケースもある。装置導入時における適切な使用方法を利用者が理解し、メンテナンスに必要な料金を継続的に徴収できるシステムをつくるなどの運用上の組織を作り上げることが必要である。

東ジャワ州のある村では、90 世帯にソーラーシステムが導入されたものの、稼働しているのは、数か所に過ぎなく、その他は、設備が故障したまま、放置されている。導入から2年間は、ほぼ問題なく稼働していたが、3年目以降に故障が続出し、コンバーターの故障・ケーブルの切断、電球の切れなどが発生した。今回の視察したスンバ島で1998年に導入された太陽光システムでは、そもそも使用する機器と必要な機器類のバランスが悪く、システム自体が長期間の使用に耐えられないものであることが判明した。その結果が、故障の発生につながり、使用されていないシステムが存在する。

従って、これらの問題を解決するためには、以下の点が必要になる。

- 設計段階で、住民と意志疎通を行い、使用状況を踏まえながら適切な設計を行うこと
- 地域住民自身が自分たちに必要な機器システムであるという資産に対する強い意識を持つとともに、当該組織における運用ルール・料金徴収の仕組み・使用方法などにおいて明確な運用ルールを設定すること。

3-2-2. ODA 案件の実施による当該企業の事業展開に係る効果

電力の普及によるテレビの視聴、コミュニティー活動の活性化、健康面の水準向上、教育レベルの向上などについては、フィリピンの項目で記述した通りである。

ODA 案件実施による当該事業の展開に係る効果という観点からみると、インドネシアにおいては、ソーラー発電のニーズはかなり高いものの、電気料金が低く抑えられていることもあり、現段階では民間企業が単独で市場参入することは事実上、かなり困難である。

しかしながら、現段階で、ODA を活用でき、実基を運用することができれば、各自治体などに対して高いPR効果をもたらすことができる。但し、現在の市場においては、必ずしも太陽光システムは、高い効果をもたらすシステムばかりではなく、「すぐ壊れやすい」「稼働しない」というイメージもあり、実際に設置して動かなくなった地域からの評価は低い。そのため、現地に適したシステムの設計とその運営を支える運用主体との連携を強化し、長期期間に渡って、実用に耐えるような評価を得なければならない。日本のODAのみならず、インドネシア国内のさまざまな政府機関・地方政府などがソーラーシステムの導入を考えており、それらに対してのアプローチを行うに当たって、ODA 事業を通して、当該システムの有効性が実証できれば、事業展開上、確実に有利なポジショニングを獲得することは可能である。

第 4 章

ODA 案件化の具体的提案

今回の調査を終え、今後の ODA の利用を検討するに当たり、フィリピンおよびインドネシアの両国での導入の具体的な提案が考えられるが、事業展開可能性、マーケットの背景、また弊社の現状を考慮した場合、フィリピンに ODA の活用は一步進んだ対応が可能と考える。特に、既に現地企業との合弁企業であるソーラー関連の子会社あり、当該企業を通じてソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムのデザインから運営までのノウハウを現地子会社に伝えていく事でより現地に特化した細かなサービスの提供が可能である。

但し、両国共に基本的なニーズは同様であり、未電化地域が多数存在する事、電化地域でも電力不足の場所が多いことを考慮すると将来的な導入の可能性も含めて、下記に両国においての推進可能な ODA 案件の概要を詳説する。

4-1. フィリピン

4-1-1. ODA 案件概要

フィリピンにおいては、今回の調査を通じて大きく 3 つの地域・離島を回り、各地域においてそれぞれ ODA に繋がりうる案件が見受けられたが、フィリピンのソーラーに対する知識の現状を考慮すると、ステップごとに検討していく必要があると考える。

そこで中長期的なビジネス展開のシナリオについては、下記のステップで進めていきたい。

STEP 1： 特定の未電化地域を選定し、パイロット事業又はモデルケースとしてソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムの設備を設置し、デザインの重要性から運営管理の方法までのハードからソフトに至るノウハウの提供を行う。特に、ハード面だけでなく、ソフト面でのサポートが重要であり、無償資金協力と技術協力の両面をサポートできる ODA を選択して行く。

STEP 2： 上記モデルケースを活用し、ソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムの基本原理から運用方法に至るまでをワンパッケージ化する事で、民間事業としての採算性も提示し、電力利用が必須の産業分野（リゾート、農業、工業）での販売拡大を描く。

STEP 3： 上記、民間事業実績と共に、機が熟した際には「無償資金協力」の中でも特に「一般プロジェクト無償」、「コミュニティー開発支援無償」、「環境・気候変動対策無償」、又は「民間連携」などを利用して、Municipality (LGU) レベルでの電化および電力安定供給のための設備導入を検討する。

活用可能な ODA スキーム

活用可能な ODA のスキームとしては、主に無償資金協力と技術協力を組み合わせたプロジェクトとして推進したい。特に、モデルケースの設置から、運営管理までを一体で監修する形で、地元自治体、地元企業、受益者地域などへの十分な説明と、実際のシステムを利用したカスタマイズされた具体的な管理方法のノウハウを提供すべきであると考え。そのため、外務省および JICA のもとで実施される様々なスキームを利用してハードとソフトの両面の援助を実施できればと考える。

また、具体的には下記ようなスキームが検討できるが、

- 「草の根・人間の安全保障無償資金協力」
- 「無償資金協力」
- 「技術協力」

無償資金協力と技術協力の両面を対象とした援助が望ましい。特に、一つのモデルケースが完成すれば、その施設を利用して継続的な教育体制を構築することが可能になる。途上国での継続的な事業モデルの構築では、単発のセミナーではなく継続的かつ実践的な場が重要となり、長期的な面「技術協力」などソフトの面でのサポートが重要と考える。

4-1-2. 具体的な協力内容及び開発効果

今回の調査を通じて、現地の課題に対する対応としてソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムの技術の有効性と可能性も十分確認できたが、最も重要なポイントはソフト面でのサポートである事が判明した。ソーラー発電設備に限らず、風力、マイクロ hidro、ディーゼルなどの離島や未電源地域への設置で現状多くの問題を抱えているのは、当該設備の運営技術、料金徴収、メンテナンス技術であり、サステイナブルな状況とは程遠く、持ち込まれている技術や設備の設計や設置も非常に稚拙な状況であり、ソーラー設備でありながら影ができてしまうようなフェンスで覆われているなど、課題が多く散見された。

そのため協力の具体的な内容は、ハード面とソフト面の両面をサポートする内容とする。

表 4.0 サービス提供内容の例

ハード面	ソフト面
システムの基本設計	適切な用地の選定や出力シミュレーション
ニーズに合った適切な機器の設計	工事業者管理監督方法
プロキュアメント	運営管理組織の構成
設置工事アドバイス	料金徴収や住民自治の仕組み
	発電モニタリング方法
	モニタリング分析および問題発見方法
	定期メンテナンス方法

特に、これまで電力を利用してこなかった住民が、電力を利用するようになり、電力に対する対価を払うようになるという変化は、価値観の変化また非常に大きなパラダイムシフトが必要であり、住民自治による料金徴収などのソーラーシステムに関する知識以上のことが必要となる。一方で、当該変化なくしては事業の継続的な成功には結びつかない。

こういったケースも考慮し、第1章でも記載したが平成16年から21年にODAの技術協力事業を活用して実施されたDOE、ANEC、LGU、NGOの能力向上のプログラムの再活用も検討しつつ、継続的な技術移転の機会の提供や、粘り強くメンテナンスや運営方法についてのサポートを行っていく必要があると考える。

加えて、電化に際して住民自治による料金徴収などが成功している balan-gai もあり、そういった成功のモデルケースと、失敗しているケースの差を再度確認しつつ、より確実な方法を探っていく必要がある。特に、自治組織を一から作るよりも、 balan-gai 議会や、コミュニティーサービスなどの、既に住民により形成されている自治組織を活用する事で少しでもハードルを下げたいと考える。なぜなら、住民の自治組織の形成は、発電設備に対する意識の在り方や、リーダーの役割や運用ルールの規定などが必要となり、住民の生活に根ざしたものでなければならず、今回のプロジェクトでそこまで住民の意識レベル・生活行動を変革するのは簡単ではないためである。

案件の目標・成果、投入、先方実施機関（カウンターパート機関）、
実施体制及びスケジュール、協力概算金額

上記に記載の通り、ハード面およびソフト面でのソーラーの最適な設置からメンテナンス方法、管理運営方法までのノウハウの提供を現地に合ったスタイルで、継続的に実施する。

また、初期のプロジェクトでは、ソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムの導入を通じて、裨益コミュニティである balan-gai のみならず、当該地域を管轄する市町村や州、また近隣地域に実際のソーラー・ディーゼル・ハイブリッド施設とその運営管理体制について実感してもらい、未電源地域の電化で生活環境がどのように変化するのか等についても観察してもらう事を目的とする。

加えて、実際に導入したシステムをしっかりと運用するためには、現地の住民が、自分たちの資産をしっかりと認識し、正しい操作方法を理解し、メンテナンスを含め対応することが必要であるため、設備の保有者を明確化する事が重要である。

このため、地元の住民組織と連携する必要がある。電気設備を保有することに対する住民間の合意、必要なデータの収集、地元のポテンシャルの割出し、運営組織の構成、運用規定の策定、電気料金の決定など、未電化地域において、電化設備を運用するための共同体としてのルールが必要である。また、離島で暮らす住民は、公共料金に対する認識が低いケースもみられ、意識の醸成を含め、住民を強く指導する組織が必要である。

具体的な案件として下記のような可能性がある。

エルニド未電源 balan-gai の電化

案件目標	未電源地域にソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムを導入しミニグリッドを作ることで電化を進める
成果	<p>直接裨益者：200 世帯（1200 人程度）の電化 （但しシステムそのものは 300 世帯程度まで利用可能/又は電力使用量の増加(1.5 倍)にも対応）</p> <ul style="list-style-type: none"> - 生活の質の向上 犯罪の低下、飲料水の確保、衛生、食料品等の保存、学習用電気の確保 - 収入増加などの経済の活性化 農作物や漁獲物などの保存や加工などを通じた収入増加 <p>間接裨益者として、周辺コミュニティや地元 LGUs などが、地域経済の活性化によって恩恵を受けるとともに、他の地域への展開の足掛かりとすることが可能である</p>
投入	ソーラーパネル、ハイブリッドインバーター、チャージコントローラー、接続箱、DC ケーブル、AC ケーブル、バッテリー、架台、モニタリングシステム、分電盤
カウンターパート機関	El Nido Foundation / El Nido Municipality
実施体制	「弊社および現地子会社」と現地パートナーが中心となり業務を推進する。但し、弊社よりプロジェクトマネジャーおよび技術者を派遣し、プロジェクトの概要説明から、工事設置方法、モニタ

	<p>リング方法、住民自治に基づく料金徴収方法とメンテナンス方法を説明する。また、実際の設備のデザイン・プロキユアメント・工事業者との工事内容の調整・指示・監督をする。</p> <p>また、現地カウンターパートである「El Nido Foundation」への当該ノウハウの提供と、当該地域での工事体制の確立、ネットワーク作りを実施</p> <p>また、「El Nido Municipality」と協力し、周辺地域および電力組合との調整およびサポートについて話し合いを行う。</p>
実施スケジュール	<p>初期事業の場合は ODA を活用した場合のスケジュール</p> <p>2013 年度第 1 四半期：サイトの詳細確定/ODA への申請</p> <p>2013 年度第 2 四半期：該当地域および周辺地域への説明と調整</p> <p>2013 年度第 3 四半期：プロキユアメントおよび工事開始</p> <p>2013 年度第 4 四半期：工事完了/メンテナンス等のセミナー</p> <p>2014 年度通年：1 年間のモニタリングとメンテナンス状況確認</p>
協力概算金額	<p>合計金額：3,500 万円</p> <p>設備費用：合計 2,100 万円（30kW システム）</p> <p> パネル（30kWp 分）： 300 万円</p> <p> インバーター（30kWp 分）：400 万円</p> <p> 接続箱×3： 30 万円</p> <p> モニタリングシステム： 40 万円</p> <p> ケーブル： 100 万円</p> <p> チャージコントローラー： 60 万円</p> <p> バッテリー（1000Ah×10）：800 万円</p> <p> 設置架台（平置き）： 140 万円</p> <p> 分電盤： 30 万円</p> <p> ディーゼル発電機： 200 万円</p> <p>物流費用：200 万円（コンテナ 3-4 本分（国内・海外））</p> <p>工事費用：600 万円（現地工事業者 3 か月）</p> <p> 電気工事・土木工事各 300 万円</p> <p>技術指導：600 万円（3 名×各のべ 1 カ月（4 回渡航））</p>
導入効果	<p>導入効果は、未電源地域へのシステム導入であるため、当初利用していた場合の削減額等は提示できないが、仮にディーゼル発電機のみを利用して電化した場合との比較が可能である。</p> <p>通常 25kW～30kW のディーゼル発電機ではおよそ 6-7L/h の軽油を消費するため 1 日 12 時間電化した場合は、年間で下記のコストが発生する。</p> <p>初期導入費用</p> <p> ディーゼル発電機： 200 万円（初期費用）</p> <p> 軽油費用： 360 万円/年（120 円/L）で計算</p>

	<p>メンテナンス費用： 30万円程度(潤滑油、人件費他)</p> <p>当該コストと比較すると、ソーラーハイブリッドシステム分の追加費用はおよそ6-7年で回収できる資産となる。</p> <p>また、ソーラーそのものの耐用年数は通常20年で、バッテリーについても弊社が勧めるリフレッシュ方法であれば繰り返し再利用できるため、10-15年程度の寿命は見込める。加えて、インバーターも15年以上は耐用年数がある。一方、当該サイズのディーゼル発電機の寿命は2~3万時間であるため12時間利用した場合には、5~6年の寿命であることを考えると、ハイブリッド化でディーゼル発電機の寿命を大幅に伸ばすことが可能となる。</p>
リスクおよび対応	<p>電気供給に関するライセンス</p> <p>当該事業を実施した場合は、あくまでも受益者地域住民、LGU、またはLocal Power Cooperativeが資産の保有者かつ配電を行う事業者となるようにし、電力供給に関するライセンスについての問題をクリアにさせる。</p> <p>輸入関税</p> <p>輸入関税等に対応するため、現地にて調達可能な商品（バッテリーや架台、ディーゼル発電機等）は現地で調達し、現地生産されていないパネルやインバーター等を輸入する事で、リスクを回避する。</p>

具体的な実行のプロセスとしては、計画ステージより運営管理ステージまでを、様々な地元組織と連携しながら進めていく必要がある。

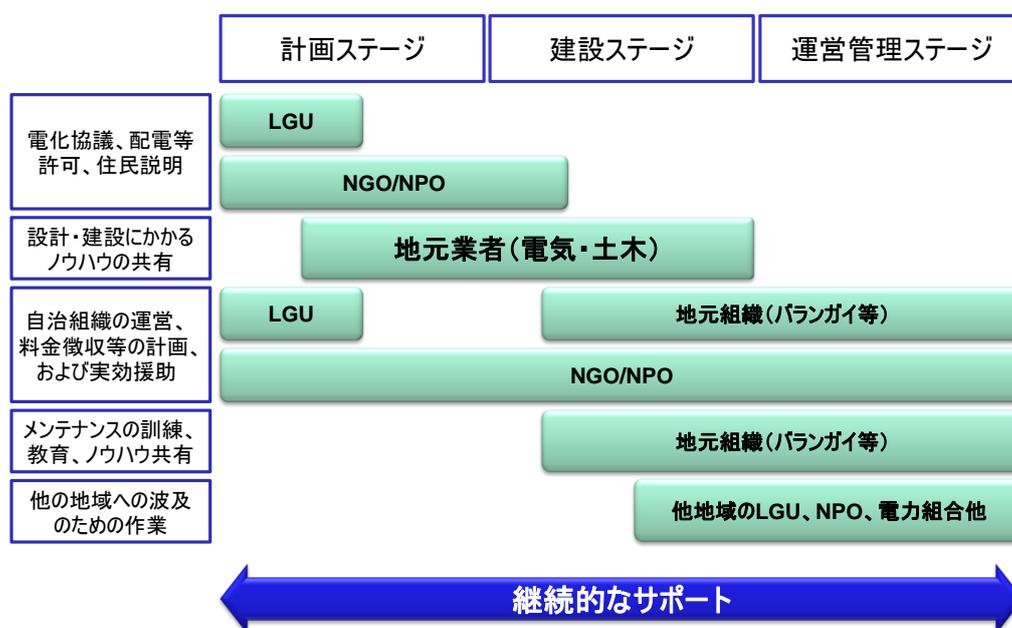


図 4.0 プロジェクト実行のプロセス

特に、上記のソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムは、各家庭への配電網は含まれていない。というのも、各家庭への配電門は具体的な距離を測る必要があるとともに、集合化しているバランガイと、比較的各家庭の距離が離れているバランガイでは大きく費用が異なるためである。

こういった各家庭への配電網については、各地域の電化の責任を担う、地元の LGU や、Power Cooperative、またフィリピン政府などのサポートが必要と考える。

4-1-3. 他 ODA 案件との連携可能性

未電源地域の電化は、電気供給が最終的な目的ではなく、電化により、犯罪の低下、飲料水の確保、衛生、食料品等の保存、学習用電気の確保などの生活の基本的な質の改善から、電化による農作物や漁獲物などの保存や加工などを通じた収入確保へとつながることが重要である。そのため、他の ODA 案件との連携は十分可能であると考ええる。

特に、実際の外務省主導する「草の根・人間の安全保障無償資金協力」などのプログラムでは、衛生や学習機会の提供などとのつながりを重視しているため、2010 年の実績でも村落のヘルスセンターの建設や、学校建設などへの補助をしている。それらの建物では基本的な機能としての電力のニーズがあり、当該案件へのソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムの導入によって、より当該施設の利便性が高まったり、や活用方法が広がったりしていくと考える。

また、大型の ODA 案件でも病院の設立や学校の建設などがあるが、そういった病院では必ずディーゼル発電機によるバックアップシステムがあり、そちらをソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムにすることが可能である。特に、ディーゼル発電機の調子がおかしい場合（しばらく使っていない場合、メンテナンスを怠っていると起動しない場合が多々ある）や、燃料の備蓄が少ない又ははない場合などには非常に有効なバックアップ手段となる。

そういう意味では、ソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムは非常に基本的なインフラの提供を主な目的としており、様々な ODA と絡めていくことが可能である。

4-1-4. その他関連情報

我が国援助方針における位置付け

2010年3月15日に「フィリピン共和国に対する円借款及び無償資金協力に関する書簡の交換」に際し、下記のようにフィリピンとの関係を示している。

フィリピンは、我が国と民主主義等の価値観を共有し、東南アジアにおいて中核的な役割を担う、我が国の重要なパートナー国の一つであり。我が国は、フィリピンの持続的経済成長、貧困層の自立支援や生活環境改善、人材育成等に関する分野を中心に支援を行っている。

その一環として、ソーラーエネルギーの導入等のクリーンエネルギーの推進を行っている。また、貧困層の自立支援などの生活環境改善など、弊社が進めるソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムによる未電化地域の電化は、我が国の援助方針における中心的な内容とマッチしている。

対象国におけるこれまでの ODA 事業との関連性

過去にフィリピンにおいては、ODA 事業として多数の事例があるが、その中でも下記の3案件は、今回提案するソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムの将来的な ODA の適用とも関連がある事業内容となっている。

北部ルソン地方電化計画

実施年度	平成 19 年
供与限度額	7.28 億円
案件概要	<ul style="list-style-type: none">・本計画の内容 北部ルソン地方のカリンガ州の3地域（マリン1、マリン2、マルクサット）及びイフガオ州の2地域（カンブロ、リオ2）の5サイト10村落において、合計334キロワットの水力発電を導入することにより、約1,600世帯（人口約8,000人）において1世帯当たり200ワットの電化を常時可能とするため、導水路、発電機、放水路等からなる水力発電施設及び送電・配電設備（総延長約50キロメートル）の整備のために必要な資金を供与する。・本計画の必要性 フィリピンはその地理的制約から、電化率は70%程度にとどまっており、現在でも多くの人々が電気のない生活を余儀なくされている。これら未電化地

	<p>域の多くは、山岳部や離島に散在しており、送電線の延長による電化は困難な状況にあることから、これまで、小・マイクロ水力発電や太陽光発電等の再生可能エネルギーを活用した独立電源の導入が促進されてきた。</p> <p>今回要請のあった北部ルソン地域は急峻な山岳地帯であり、現在も 500 以上の村落（約 6 万世帯）が電化されていない。フィリピンエネルギー省はこれら村落の電化が地方電化計画を推進していく上での鍵であるとして、以前より河川が多く水力資源に富む同地域においてマイクロ水力を活用した電化に取り組んできたところである。</p> <p>しかしながら、発電設備の設置台数が少ないことに加え、発電設備の品質に起因する故障の頻発や運営維持管理体制等の問題を抱えていることから、フィリピン政府は同地域の水力による電化に関し、水力発電設備及び送電・配電設備の整備に対する無償資金協力を我が国に要請したものである。</p>
裨益効果	<p>地域住民が電気を利用した農具の導入等成型向上活動を行うことによる貧困削減、勉学環境の向上が期待できるほか、本計画がフィリピンにおける村落電化のモデルケースとなることが期待できる。</p>

上記プロジェクトは、未電化地域の電化をマイクロ水力で実施する例であるが、今回提案する案件と抱える問題は同じであり、送電線の延長の難しいエリア等へのマイクログリッドの構築を通じて電化する案件である。上記案件もいくつかの村落をまとめて電化するというプロジェクトであり、将来的にいくつかの地域をまとめて電化するプロジェクトとして ODA を組成することが可能であると考え。当該案件のような電化プロジェクトの裨益効果は、ソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムでも同様であり、広範囲で導入をすることも可能である。

また下記案件は、独立電源ではなく系統連系タイプではあるが、クリーンエネルギー推進の一環として、メガソーラーの設置を推進するプロジェクトであり、弊社が進めるソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムも、よりクリーンなエネルギーとして、ディーゼルからの転換を進めるという意味では、目的は同じである。

太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画	
実施年度	平成 21 年
供与限度額	6.00 億円
案件概要	<p>本計画は、メトロマニラ圏内のタギグ市において、系統連系型の太陽光発電装置を設置するとともに、同装置の運営・維持管理等に必要な技術的研修を実施し、フィリピン政府の省エネルギー・クリーンエネルギー化推進を支援するものです。</p>

裨益効果	本計画の実施により、我が国の優れた環境関連技術がフィリピン政府をはじめとする関係機関、国民に広く紹介され、また、フィリピン国内における火力発電用の化石燃料の消費量低減により、温室効果ガスの排出削減に貢献することが期待されます。
------	---

また、下記の技術協力事業による地方電化プロジェクトでは、実際に設置から運用法までが実施されており、フィリピンにおける電化および継続的な運営を達成させるという意味で一石を投じている。こうした活動をより多くの地域で浸透させていくためにも、各地域の LGU や NGO などと協力し、単なるシステムの供給だけではなく、自立や学習の素地を育てていく活動が重要であると考えます。

地方電化プロジェクト	
案件開始日	平成 16 年 6 月
案件終了予定日	平成 21 年 6 月
1. 要請背景	<p>フィリピンでの家屋電化率は7割程度にしか過ぎず、約250万世帯の人々が依然として電気の無い生活を送っている。これらの人々の多くは送配電線の届き難い山岳部や離島に散在しており、送配電線の延長による電化は困難な状況にある。再生可能エネルギーを利用した独立分散型電源はこうした状況に適切な電化手段として注目されている。今後の電化においては必然的に小規模の独立型・分散型の発電設備導入の比重が高くなるが、サステナビリティを確保するためには、安価かつ適正な技術へのアクセス、維持管理体制の整備、料金徴収体系の整備等が重要となる。本プロジェクトは、DOEの過去の事業に関する問題意識から、地域住民のニーズ、電力需要、運営維持管理能力、負担能力等を把握し、需要側の意志と能力に見合った形での事業実施を促進すること、著しい技術不足に起因する電力設備の不具合を事前回避すること、モニタリングおよび評価とフィードバックを行うメカニズムを構築すること、これにより電化の推進と持続性向上を図ることを上位目標とし、DOE、ANEC、LGU、NGOの能力向上のための活動を行うものである。04年度には延べ6名の専門家派遣（長期1名、短期5名）、本邦研修（2名）、測定機材の調達を行ない、水力発電及び太陽光発電技術、村落組織化を柱に、C/P及び地方電化関係者との協働による現地調査や技術移転を行うとともに、UNDP 等他ドナーとの連携促進を</p>

	<p>図ってきた。また、課題解決に効率的に取り組めるよう PDM の見直しを行っている。</p>
2. 協力活動内容	<p>1-1. 据付、運転及び維持管理にかかる訓練マニュアルの作成・普及及び訓練実施</p> <p>1-2. 利用者に対するマニュアルの作成・普及及び訓練実施</p> <p>1-3. プロジェクト評価、システム設計、据付、運転及び維持管理等にかかるガイドライン作成・普及</p> <p>1-4. 入札仕様書の品質確保のための技術標準の策定</p> <p>1-5. 不具合回避のためのモニタリング手法の確立</p> <p>1-6. 再生可能エネルギーによる電化村落のモニタリング及び評価</p> <p>1-7. 機材品質評価及び管理システムの導入</p> <p>1-8. 再生可能電化機材の製造・据付にかかる訓練</p> <p>2-1. 不具合発生時の組織間連絡体制構築（村落→LGU→DOE）</p> <p>2-2. 不具合解決のためのガイドライン策定</p> <p>2-3. 村落電化組合（BAPA）の設立・運営のためのマニュアル策定</p> <p>2-4. 再生可能エネルギー電化に関する啓蒙活動</p> <p>2-5. 村落の電化受入体制構築支援（コミュニティー組織化、組織改善等）</p> <p>2-6. 「マイクロ水力技術センター設立による地方電化推進支援」（CeMTRE）に対する協力・支援</p>

対象国関連機関との協議状況 等

当該システムのプライマリーの導入先である、地方政府とは協議を開始しており、既にセブ市、マンダウエ市、エルニド市の市長及び担当機関とは協議を開始している。どの市長も、こうしたプロジェクトに関心を持っていただいております、協力の約束は取り付けている。

但し、より具体的な案件になった際に、さらに踏み込んだ行儀を行う事となっている。

4-2. インドネシア

4-2-1. ODA 案件概要

表 4.1 フェーズごとの活動概要

フェーズ	時期	活動概要
STEP. 1	2013 年	カウンターパートとの連携強化 ODA 選定地および詳細な現地ニーズの再確認
STEP. 2	2014 年～2015 年	実証実験の実施 (20KW 程度) 技術者の派遣

<STEP 1>

カウンターパート（例：NGO の IBEKA）との連携を強化し、選定候補地の再確認し、現地ニーズを的確に反映させる設計プランおよび運営方法を構築する。また、モデルケースとしてこれまでのシステムとの違いを明確化したうえで、システム設計、建設、運営管理方法、メンテナンス方法までのノウハウをパッケージ化する。

なお、ODA 候補地として優先度の高いところとしては、現在、KOMMANGI 村もしくはナツナ村など複数地を候補地として考えている。

<STEP 2>

この場合、特定地域のみ限定するよりも、広く受け入れ可能な団体に対して提案する。特にインドネシア政府の村落を支援するプログラムへの組み入れを模索する。

また既に離島の電化普及で実績を残しているマイクロ hidro の一部事例では、住民組織に対して継続的な技術研修が政府主導で行われている。マイクロ hidro の先事例を活かせるような離島地域（地方自治体）への導入を積極的に働きかける。

活用可能な ODA スキーム

活用可能な ODA のスキームとしては、下記の 2 つの大きな柱を検討したい。

- 「草の根・人間の安全保障無償資金協力」
- 「技術協力」

4-2-2. 具体的な協力内容及び開発効果

今回の調査を通じて、ソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムの技術の有効性と可能性も十分確認できたが、最も重要なポイントはソフト面でのサポートである事が判明した。ソーラー発電設備に限らず、風力、マイクロ hidro、ディーゼル発電機などの離島や未電源地域への設置で現状多くの問題を抱えているのは、当該設備の運営技術、料金徴収、メンテナンス技術であり、サステイナブルな状況とは程通り、また持ち込まれている技術や設備の設計や設置も非常に稚拙な状況であり、ソーラー設備でありながら影ができてしまうようなフェンスで覆われているなど、課題が多く散見された。

そのため具体的な内容は、ハード面とソフト面の両面をサポートする内容とする。

表 4.2 サービス提供内容の例

ハード面	ソフト面
システムの基本設計	適切な用地の選定や出力シミュレーション
ニーズに合った適切な機器の設計	工事業者管理監督方法
プロキュアメント	運営管理組織の構成
設置工事アドバイス	料金徴収や住民自治の仕組み
	発電モニタリング方法
	モニタリング分析および問題発見方法
	定期メンテナンス方法

なお、実際に導入したシステムをしっかりと運用するためには、現地の住民が、自分たちの資産をしっかりと認識し、正しい操作方法を理解し、メンテナンスを含め対応することが必要である。

このため、地元の住民組織と連携し、準備活動を行う必要がある。電気設備を保有することに対する住民間の合意、必要なデータの収集、地元のポテンシャルの割り出し、運営組織の構成、運用規定の策定、電気料金の決定など、未電化地域において、電化設備を運用するための共同体としてのルールが必要である。また、離島で暮らす住民は、公共料金に対する認識が低いケースもみられ、意識の醸成を含め、住民を強く指導する組織が必要である。

案件の目標・成果、投入、先方実施機関（カウンターパート機関）、
実施体制及びスケジュール、協力概算金額

上記に記載の通り、ハード面およびソフト面でのハイブリッドソーラーシステムの最適な設置からメンテナンス方法までのノウハウを現地にて実施する。

ハード面については、高品質・高耐久性・高信頼性・長寿命などの特長を有する日系製品を採用する。基幹部品の1つである太陽電池は、シリコン系ではなく、CIGS系太陽電池を想定している。CIGS系太陽電池の技術的優位性は、①シリコン系太陽電池と比較して製造時の環境負荷が低い、②影に対する強さ、③温度上昇に優れるなどの利点が挙げられる。

またソフト面（主に保守・メンテナンス）では、現地のニーズを把握すると共に、大手の太陽電池メーカーやシステム・インテグレーターには実現できない“小回り”の効いた“キメ細かい”“高付加価値”の保守・メンテナンスサービスを提供する。その実現においては、現地のローカル企業、NGO/NPOや地方自治体と実施体制を構築した上で、連携しながら進めていく。ODA またはビジネス展開していく上では、信頼できるカウンターパートの存在がかかせず、またそのようなパートナーの存在如何が事業の成否を分けると認識している。

- ローカル企業：既にフィリピンで実施しているように現地の信頼できる有力企業と包括的なパートナーシップを結びながら、事業展開する。
- NGO/NPO：ソーラー発電を含む再生可能エネルギー関連の草の根 ODA に実績を有する団体を選択することが重要と考えている。今回の調査活動を通じ、現地有力な NGO/NPO と知り合うことができ、その1つとして IBEKA の存在を挙げることができる。
- 上記の有力なカウンターパートとして挙げた IBEKA では、インドネシア国内で 30 件以上のマイクロ hidro の実績を有するため、さまざまな省庁や地方政府離島地域における再生可能エネルギーのマスタープラン作りの依頼を受けている。また、自らも離島地域からの要望を受け、マスタープラン作りを行っている。さらに彼ら自身、「住民の自治組織の必要性・ルール運用規定・料金徴収のシステムなどの運用主体の重要性については、再生可能エネルギー設備の運用を実現するためには必要欠くべからざるものである。」との認識にたっている。従って、草の根 ODA の選定、マスタープラン作成については、彼らのような NGO との協力関係を構築することによって、最適の場所を選定することができる。
- また弊社としては、現地 NGO の要請に対応するための体制を構築する必要があると考えている。具体的には、有力 NGO との緊密な協調関係を構築していくため、年に数回ほど訪問（1 回の訪問期間：1 週間程度）を予定している。現地の細かなニーズや要望などを把握しながらコミュニケーションを深めると共に、現地情報を国内にフィードバックし、弊社のサービスを充実させていく。

なお、IBEKA より「現在、ある県政府より依頼されて電化設備導入のマスタープランを作成しており、その中にマイクロ hidro とともに、ソーラー発電のプランを組み入れるべく調整をしている。」とのコメントがあった。今後、それらの案件が具体的になれば、有望な ODA 案件につながるものとする。

■「草の根・人間の安全保障無償資金協力」

今回の視察の範囲では下記の地域において、ODA 案件としての可能性がある。

- ✓ 場所：KOMMANGI 村（120 世帯にディーゼル発電で電気を供給）
- ✓ 現在、ディーゼル発電で夜間の 6：00 から 9：00 までの時間の電気を供給している。

25KW の発電設備に対して、年間経費合計 170 万円程度（※主に燃料代、メンテナンス・交換部品代）である。一方で収入は経費合計を大きく落ち込み、イニシャルばかりではなく、ランニング費用も助成金に依存している。

上記経費の負担を軽減するため、弊社のソーラーハイブリッドシステムの導入が効果的であると考えている。

このような事例に対して、当該システムを設置すると下記のようなシステムが可能になる。

案件目標	ソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムを導入しミニグリッドを作ることで電化を進める
成果	120 世帯（600 人程度）のハイブリッド化 （但しシステムそのものは 200 世帯程度まで利用可能/又は電力使用量の増加(1.5 倍)にも対応） - 生活の質の向上 犯罪の低下、飲料水の確保、衛生、食料品等の保存、学習用電気の確保 - 収入増加などの経済の活性化 農作物や漁獲物などの保存や加工などを通じた収入増加
投入	ソーラーパネル、ハイブリッドインバーター、チャージコントローラー、接続箱、DC ケーブル、AC ケーブル、バッテリー、架台、モニタリングシステム、分電盤
カウンターパート機関候補	NGO：IBEKA
実施体制	「弊社および現地子会社」と現地パートナーが中心となり業務を推進する。但し、弊社よりプロジェクトマネージャーおよび技術者を派遣し、プロジェクトの概要説明から、工事設置方法、モニタリング方法、住民自治に基づく料金徴収方法とメンテナンス方法を説明する。また、実際の設備のデザイン・プロキュアメント・工事業者との工事内容の調整・指示・監督をする。 また、現地カウンターパートである IBEKA へのノウハウの提供と、当該地域での工事体制の確立、ネットワーク作りを実施する。
実施スケジュール	初期事業の場合は ODA を活用した場合のスケジュール 2014 年度第 1 四半期：サイトの詳細確定/ODA への申請

	2014 年度第 2 四半期：該当地域および周辺地域への説明と調整 2014 年度第 3 四半期：プロキュアメントおよび工事開始 2014 年度第 4 四半期：工事完了/メンテナンス等のセミナー 2015 年度通年：1 年間のモニタリングとメンテナンス状況確認
協力概算金額	合計金額：990 万円 設備費用：合計 820 万円（20kW システム） パネル（20kWp 分）： 200 万円 インバーター（18kWp 分）：200 万円 接続箱×1： 10 万円 モニタリングシステム： 40 万円 ケーブル： 20 万円 チャージコントローラー： 50 万円 バッテリー（1000Ah×3）：200 万円 設置架台（平置き）： 100 万円 物流費用：70 万円（コンテナ 1 本分（国内・海外）） 工事費用：100 万円（現地工事業者 1 か月）

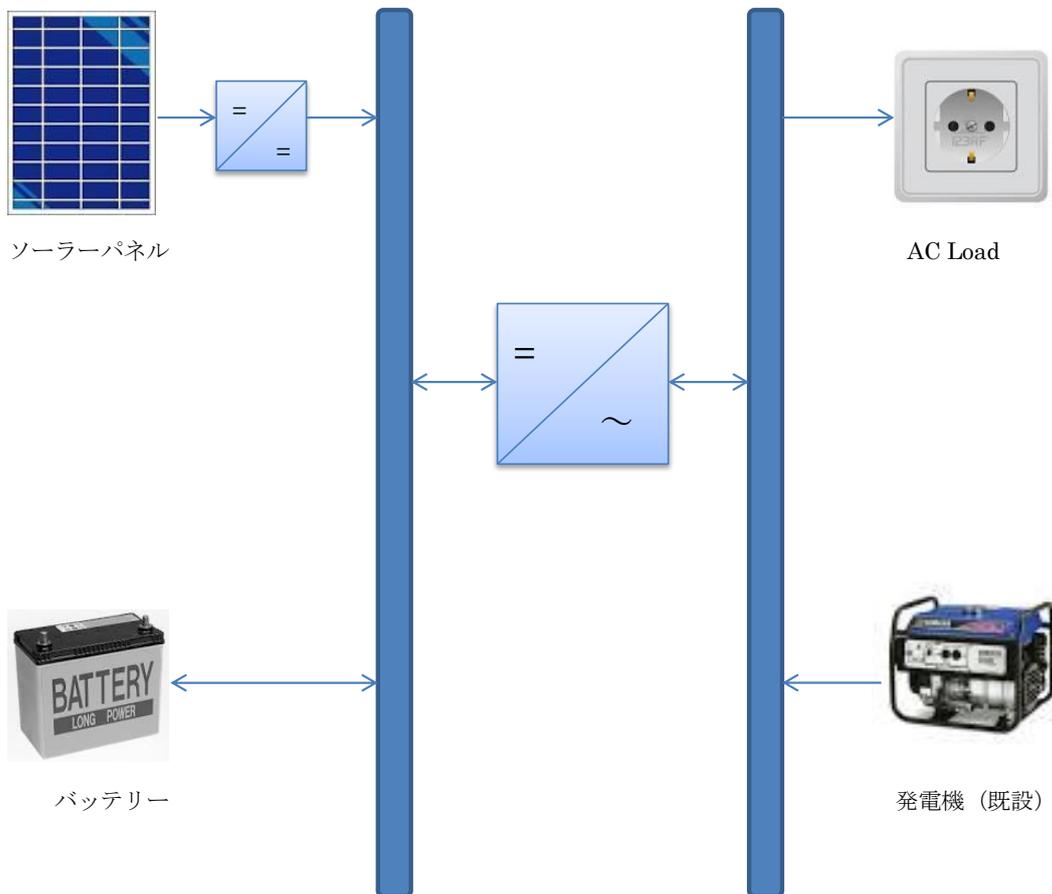


図 4.1 イメージ図

初期のプロジェクトでは、ソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムの導入を通じて、受益コミュニティであるバランガイのみならず、当該地域を管轄する市町村や州、また近隣地域に実際のソーラー・ディーゼル・ハイブリッドシステムとその運営管理体制について実感してもらい、未電源地域の電化で生活環境がどのように変化するのか等についても観察してもらう事を目的とする。

当該プロジェクトは、「草の根・人間の安全保障無償資金協力」などの少額の資金援助を利用して導入するため、1,000万円程度の資金で賄える範囲のシステムに合うコミュニティを選択し、実際に導入を進める事を考える。先方の実施機関としては現地のNGO/NPOの候補が決まっており、先方へのノウハウの提供や必要な製品の提供などをサポートしたい。

実施体制については、当該プロジェクトの主導がNGO/NPOや地方自治体となっているため、技術援助や製品提供サポートなどの面で協力し、2014年年末をめどに申請したいと考える。

従って、単にシステムの実基をモデルケースとして、村落に導入することを目的にするのではなく、実際の現地ニーズに的確に対応する中で現地ニーズに合致したシステムを選定するとともに、数多くの自治組織に対して指導を行っているNGOと連携し、技術者派遣を行いながら、単にシステムの販売ではなく、ソフトの移転を促すことにも重点を置くものである。つまり、当方としては、ただ単に草の根ODAのパートナーとして取り組むのではなく、彼らの最終的な目標である「技術の移転」「国産化」が実現できるように長期的視点で取り組むことを前面に出し、他社との差別化を図るものとする。

■技術協力

案件目標	当方の技術者の派遣・指導 及び 現地技術者の受入・研修
成果	<ul style="list-style-type: none"> ✓ カウンターパート（NGO、現地自治組織）における技術の習得。 ✓ 現地カウンターパートによる事業のマネジメント。 ✓ 現地の生活環境の向上、電気事業の現地化による雇用の創出。
投入	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 弊社の技術者数名を派遣：1年の間に、1カ月の滞在を3回実施する。 ✓ 現地の技術者数名を受入：1年の間に、1週間の滞在を2～3回実施する。
カウンターパート機関（候補）	<ul style="list-style-type: none"> ✓ NGO（IBEKA） ✓ 現地協同組合 ✓ 中央省庁の関連部署

実施体制	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 弊社が中心となり、業務を遂行する。 ✓ 弊社からの技術者の派遣については、現地の電力状況・社会構造を把握した上で、適切な技術者を選定し派遣する。 ✓ 現地の指導方法（現地の人による持続的な運営の実現を重視）についても弊社にて計画し、実施する。 ✓ 現地の技術者の受入に関しては、現地の社会構造を把握した上で、電気事業の現地化を効果的・効率的に遂行できる適切な技術者を選定する。 ✓ 技術指導方法についても弊社が計画し、現地の実態に沿うように実施する。
実施スケジュール	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 弊社の技術者数名を派遣：1年の間に、1カ月の滞在を3回実施する。 ✓ 現地の技術者数名を受入：1年の間に、1週間の滞在を2～3回実施する。

4-2-3. 他 ODA 案件との連携可能性

未電源地域の電化は、電気供給が最終的な目的ではなく、電化により、犯罪の低下、飲料水の確保、衛生、食料品等の保存、学習用電気の確保などの生活の基本的な質の改善から、電化による農作物や漁獲物などの保存や加工などを通じた収入確保へとつながることが重要である。そのため、他の ODA 案件との連携は十分可能である。

現在、インドネシアでは、小規模の発電設備や発電設備と浄水設備を組み合わせたシステムなど無電化地域に対する電気を供給するさまざまなプロジェクトがある。これらは日本のみならず、多くの国の開発支援の対象になっている。しかしながら、同国において未電化のまま取り残されている地域は、多く残されている。これは、インドネシアが広大な面積を持ち、しかも、18,000 以上もの島に囲まれているという地形上の特性が原因として考えられる。また、ジャワ島やスマトラ島などに人口が集中し、発展をしている地域とそれ以外の地域の経済格差が激しいという現状も未電化のまま取り残されている理由としてあげることができる。このような状況の中において、さまざまな形で行われたプロジェクトの実施状況や実施後の運営状況などの情報を共有化することは、今後、未電化地域に太陽光システムを検討する際に大きな示唆を与えるものである。それらの経験をもとにして地域において、最適の選択をすることが可能になる。また、浄水設備などが必要な地域においては、それらのシステムを利用するなど直接的に連携することも可能である。

また、比較的実績のあるマイクロ hidro は、住民の自治組織の運営状況などにおいて、モデルケースとなるものであり、ある意味ではマイクロ hidro での運営組織の運営ノウハウをうまく活用することがソーラーシステムの普及を促進するためのキーファクターになると考えられる。

4-2-4. その他関連情報

我が国援助方針における位置付け

日本のインドネシアに対する経済協力は、1954年の研修員受け入れに始まり、それ以降、日本のODAは、インドネシアの人材育成・経済社会インフラの整備などに大きく寄与してきた。累計ベースで見ると、我が国ODAの最大の受け取り国である。

インドネシアは、LNG、石炭などの資源や銅・ニッケルなどの鉱物資源の重要な供給源でもあり、資源確保の点からも重要であり、また、実質経済成長も安定的な成長を遂げており、2.4億円の人口とともに、我が国としても非常に有望な市場である。

このような状況の中で、インドネシアに対しては、①更なる経済成長の支援、②不均衡の是正と安全な社会造りへの支援、③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を、重点分野として位置づけている。今回の離島などにおけるソーラーシステムの導入は、特に②の「不均衡の是正と安全な社会造りへの支援」につながる。同国の電力供給の中心的役割を担う PLN が、財政的ひっ迫の中にあり、それでも離島地域における電化を強力に進めることを計画している中であって、それらを補完する形で、一部、未電化地域への電力供給に貢献することや技術協力を通して、広くそれらに対して正しい知識を持った技術者を育成することは、まさしく、重点分野として掲げる目標を達成する上で、非常に重要な位置づけを占めている。

対象国におけるこれまでの ODA 事業との関連性

1996年にIBEKAでは、日本政府からの草の根・人間の安全保障無償資金協力を受け、西スマトラ州ソロック、シマナウ村で小規模水力発電施設の建設を実施した。この支援を通じて、IBEKAでは、対象地域住民と協力し、小規模水力発電施設の計画・建設を行った。また、発電施設管理の研修も行い、この研修を通して村の住民は彼ら自身で発電施設を官営・運営できるようになっている。更に水を灌漑に利用したりしており、地域住民の生活向上に大きな役割を果たした。

また、同団体は、Kamangi村においても、日本のODAを利用し、揚水用のポンプをくみ上げるために太陽光システムを導入して良好な運用実績を示した、としている。すぐ近くの村に導入された別の発電設備が、設計そのものが不適切なところもあり、すぐに稼働できない状況になったことを考えると、それらの施設が適切に導入され、良好な運転状況を示した証左と言える。

これら対象国におけるこれまでの ODA の実績を充分、参考にしながら今回のプロジェクトを進めることが必要である。

対象国関連機関との協議状況 等

草の根 ODA を考える場合、NGO との協議・連携が必要になるが、彼ら自身、ソーラー発電設備そのものの実績が少ないことから、当該プロジェクトに対しては積極的な意向をみせており、第一回の調査の際にシステムの説明を行った後、視察地の日程の設定や実際にスンバ島への視察同行をしてもらった。再生可能エネルギーの普及による住民生活の向上を目的とする彼らにとって、太陽光システムは、重要な方法論の一つとして認識されている。また、日本の ODA に対する信頼も高くカウンターパートナーとしては適しているといえる。

インドネシア政府では、鉱物資源省がエネルギー関連の全般に渡ってイニシアチブをもっている。既にルギー鉱物資源省・地方電化課、再生可能エネルギー局などとの協議を通じ、当該製品のコンセプトは説明済みで、他の省庁の紹介や各種のアドバイスを頂いている。

また、それらの紹介により、海洋水産省・後進地域開発省などとも製品コンセプト・ビジネスモデルの説明を行い、現地視察の可能性などを協議した経緯がある。

今後具体的にプロジェクトを進めるに当たっては、PLN の施策の詳細や協働組合省などで進めている村落開発システムにおける技術支援プログラムなどへの働きかけなども必要になると思われ、更に緊密な協議が必要になるものと思われる。

現地調査資料

フィリピン：写真



カラバオ島での現地調査



TIELCO（電力組合）カラバオ島マネジャーとの面談



ボラカイ島 E-Trike (電気三輪バイク)



GENESYS オフィスにて



シパウェイ島発電設備（小学校横）



電力メーター



マンダウエ市長と面会



マンダウエ市で保有する電気ジプニー（乗合いバス）



マンダウエ商工会議所現会頭と前会頭と面会



セブ市長と面会



VECO（電力会社）と面会



エルニド財団にて



New Iba Jay 村で村人にインタビュー



New Iba Jay 村のソーラー施設（破損して出力低下）



New Ibayay 村のディーゼル発電機



New Ibayay 村 (破損パネル)



エルニドの市長と面談



エルニド発電所の破損したディーゼル発電機

国立電力普及機関

(THE NATIONAL ELECTRIFICATION ADMINISTRATION⁵)

歴史

国立電力普及機関 (The National Electrification Administration (NEA))は、1969年8月4日、Republic Act 3068発令により発足、その後1973年に法人化。40年に渡り、農村地域での電力普及活動を推進し、国の社会経済的成長を担ってきた。NEAは、技術・運用・ファイナンス面に置いて電力組合へサポートを行ってきた。

ビジョンと社会的使命

農村地域電化への取組み(Philippine Rural Electrification Program)の導入を実行。

NEAのビジョンとして「2020年までの全地域の電力普及」。ミッションは「社会的使命としての全地域電化、電力会社への技術・運用・ファイナンスによるサポートを行い、より競争力のある産業を目指す事」

電力産業リフォーム⁵セクション58の法令(2001年)において、政府はNEAに農村地域電力組合の技術・ファイナンスの強化の為にサポートを行う様、指令

首脳陣営

取締役:

Wilfred L. Billena

Edita S. Bueno (ex-officio member)

Joesph D. Khonghun

Jose Victor E. Lobrigo

Carlos Jericho L. Petilla (Chairman)

⁵ National Electrification Administration. www.nea.gov.ph

ANNEX II

NEA 管理下の電力組合

エリア	電力組合	本部
Region I	Ilocos Norte	Dingras
	Ilocos Sur	Santiago
	La Union	Aringay
	Pangasinan I	Bani
	Central Pangasinan	San Carlos City
	Pangasinan III	City of Urdaneta
Region II	Batanes	Basco
	Cagayan I	Solana
	Cagayan II	Aparri
	Isabela I	Alicia
	Isabela II	Ilagan
	Nueva Vizcaya	Dupax del Sur
	Quirino	Diffun
Cordillera Admin. Region	Abra	Bangued
	Benguet	La Trinidad
	Ifugao	Lagawe
	Kalinga Apayao	City of Tabuk
	Mountain Province	Bontoc
Region III	Aurora	Baler
	Tarlac I	Gerona
	Tarlac II	Concepcion
	Nueva Ecija I	San Isidro
	Nueva Ecija II Area 1	Talavera
	Nueva Ecija II Area 2	San Leonardo
	San Jose City	San Jose City
	Pampanga Rural	Anao, Mexico
	Pampanga I	Mexico
	Pampanga II	Guagua
	Pampanga III	Apalit
	Peninsula	City of Balanga
	Zambales I	Palauig
	Zambales II	Castillejos
Region IV-A	First Laguna	Lumban

	Batangas I	Calaca
	Batangas II	Lipa City
	Quezon I	Pitogo
	Quezon II	Infanta
Region IV-B	Lubang	Lubang
	Occidental Mindoro	San Jose
	Oriental Mindoro	City of Calapan
	Marinduque	Boac
	Tablas	Odiangan
	Romblon	Romblon
	Busuanga	Coron
	Palawan	Puerto Princesa City
Region V	Camarines Norte	Daet
	Camarines Sur I	Libmanan
	Camarines Sur II	Naga City
	Camarines Sur III	Iriga City
	Camarines Sur IV	Tigaon
	Albay	Legazpi City
	Sorsogon I	Irosin
	Sorsogon II	City of Sorsogon
	First Catanduanes	Bato
	Masbate	Mobo
	Ticao	San Jacinto, Masbate
	Region VI	Aklan
Antique		San Jose
Capiz		Panitan
Iloilo I		Tigbauan
Iloilo II		Pototan
Iloilo III		Sara
Guimaras		Jordan
V-M-C Rural		Manapla
Central Negros		Bacolod City
Negros Occidental		City of Kabankalan
Region VII		Negros Oriental I
	Negros Oriental II	Dumaguete City
	Bantayan Island	Bantayan
	Cebu I	Dumanjug
	Cebu II	City of Bogo

	Cebu III	Toledo City
	Siquijor	Larena
	Camotes Islands	Poro
	Bohol I	Tubigon
	Bohol II	Jagna
Region VII	Don Orestes Romualdez	Tolosa
	Leyte II	Tacloban City
	Leyte III	Tunga
	Leyte IV	Hilongos
	Leyte V	Ormoc City
	Southern Leyte	City of Maasin
	Biliran Island	Naval
	Northern Samar	Bobon
	Samar I	Calbayog City
	Samar II	Paranas
	Eastern Samar	City of Borongan
Region IX	Zamboanga del Norte	Dipolog City
	Zamboanga del Sur I	Pagadian City
	Zamboanga del Sur II	Ipil
	Zamboanga City	Zamboanga City
Region X	Misamis Occidental I	Calamba
	Misamis Occidental II	Ozamis City
	Misamis Oriental I	Laguindingan
	Misamis Oriental II	Medina
	Bukidnon I	Maramag
	Bukidnon II	Manolo Fortich
	Camiguin	Mambajao
	Lanao del Norte	Tubod
Region XI	Davao Oriental	City of Mati
	Davao del Norte	Montevista
	Davao del Sur	City of Digos
Region XII	North Cotabato	Matalam
	South Cotabato I	City of Koronadal
	South Cotabato II	General Santos City
	Sultan Kudarat	City of Tacurong
Autonomous Region of Muslim Mindanao (ARMM)	Tawi-Tawi	Bongao
	Siasi	Siasi
	Sulu	Jolo

	Basilan	Isabela
	Cagayan de Sulu	Mapun
	Lanao del Sur	Marawi City
	Maguindanao	Datu Odin Sinsuat
CARAGA	Agusan del Norte	Butuan City
	Agusan del Sur	San Francisco
	Surigao del Norte	Surigao City
	Siargao	Dapa
	Dinagat Island	San Jose
	Surigao del Sur I	City of Bislig
	Surigao del Sur II	City of Tandag

インドネシア：ケーススタディ（現地調査）

以下記述している内容は、弊社のインドネシア現地調査（2012年12月から2013年1月）の結果を踏まえたものである。

ケーススタディ1：インドネシア・スンバ島

1. スンバ島の概要

今回調査を実施したのは、東ヌサトゥンガラ州のスンバ島内、東スンバ県 Kahaun Gueti 郡 Kamangi 村である。同村における調査を通じ、1) 現地の産業構造及び生活状況の把握、2) 電力事情及び電力使用状況の把握、3) 電力事業の課題の洗い出し、4) 太陽光発電導入へのニーズ及び ODA 事業化の可能性——を探った。

東ヌサトゥンガラ州はいくつかの島から構成され、全体で 90 カ所に電源が分散しており、主にディーゼル、小水力、および太陽光、地熱による発電設備となっている。スンバ島では電力の 100% を再生可能エネルギーで賄う計画（水力、地熱、太陽光、バイオマス）があり、再生可能エネルギー導入への取り組みが積極的な地域である。

● スンバ島の位置及び上空から見た Waingapu 周辺の様子



スンバ島の人口は 40 万人であり、島西部は雨も多く耕作に適しているが、東に行くにつれて乾燥しやせた土地となり、馬・水牛の牧畜が主な産業となる。今回調査先として訪れた Kahaun Gueti 郡 Kamangi 村は島の東側にあり、Kahaun Gueti 郡の総人口は約 8,300 人、9 つの村⁶が存在し、Kamangi 村はその一つである。主な産業は農業と畜産であり、農業では米（年に 2~3 回収穫）とトウモロコシ（年に一回収穫）が、畜産では牛や鶏や豚が育てられている。しかし、そのほとんどが自宅における消費であり、販売される量はごくわず

⁶ 各村の人口は文末参考資料参照。

かだ⁷。この他にも、家を建てる手伝いなど不規則の収入の機会があるようであり、定量的に収入を量ることは困難であった。

Kamangi 村の規模は、人口が約 1,400 人、世帯数は約 300、面積は 57.8 km²であり、村の中に 30~40 世帯ほどの集落が 6 つ散在する。産業が農業、畜産⁸だけである中で、一世帯のひと月あたりの平均的な可処分所得は、100,000 ルピア（約 1,000 円）とのことである。電力事情については後に詳述するが、電化率は約 65%となっている。



宿泊先及び庭のトウモロコシ畑



道で見かけた牛。かなり痩せているように見える



お客様へのもてなしシリとピナン（嗜みタバコ）。



30~40 世帯の集落が散在。



ディーゼル発電からの送電線

⁷ トウモロコシの一家族当たりの収穫量は、4t/年。そのうち 100kg 程度が販売される。販売価格は、2,000~3,000 ルピア/kg。米の一家族当たりの収穫量は、1~2t/ha(田んぼを所有しているのは、全体の 10~15%程度)で、精米すると、1,400kg/2t。ほとんどが消費で、米のひと月の消費量は 15kg/人。平均的な 5 人家族だと一年で 900kg/年。販売価格は 8,000 ルピア/Kg。牛は一頭 5,000 ルピア。

⁸ 作物の生産能力及び価格一覧

作物	値段	年間収穫回数	生産能力	販売量
米	8,000 ルピア/kg	2~3 回	1400kg/回(精米)	
トウモロコシ	3,000 ルピア/kg	1 回	4,000kg	100kg
シリ	80,000 ルピア/kg or 1,000 ルピア/本	2 回		500 本×4 木/回
牛	5,000 ルピア	不定期		

2. 村の電力使用状況

2-1 村の電源

Kamangi 村では主要な電源として、PLN のディーゼル発電と、インドネシアの NGO 「IBEKA」が設置した小水力発電が機能している。この他に小規模なものとして、PLN が実施する世帯毎に太陽光パネルを設置する「SEHEN」や、内務省が主に 20～30 世帯が集まる集落を対象として太陽光発電施設を設置する「PNPM」が確認された。

2-1-1 ディーゼル発電

ディーゼル発電は PLN によって運営されており、Kamangi 村の 120 世帯に、18:00～21:00 の間だけ配電されている。夜だけ配電されているのは、村には農業・畜産以外の産業がないために、日中電気を使う必要がないためである。電気事業のメンテナンス及び運営は完全に PLN により管理され、地元住民は運営のための教育を受けていない。

ディーゼル発電の発電能力は 25Kw であり、燃料には軽油を使用している。電気料金の支払いとしては、まず村民はプリペイドカードを購入し（5,000 ルピア、10,000 ルピア、20,000 ルピアなど種類がある）、それを電力メーターに挿入する。そこから使用電力分だけ料金が引かれていき、なくなりそうになるとブザーが鳴って知らせてくれる。平均的な世帯ひと月あたりの電気料金は、10,000～20,000 ルピア（約 100～200 円）とのことである。また、滞在先（電球 4 個、テレビ、パソコンなど使用）で一晩あたりの使用電力を見たところ、4Kw であった。



ディーゼル発電から延びる送電線



電気メーター

2-1-2 小水力発電

小水力発電はオランダの NGO、Hivos から 25 億ルピア（約 2,500 万円）の支援を受けて、2011 年 11 月にインドネシアの NGO、「IBEKA」が設置し、地元住民によって組織された組合によって運営されている（詳細は後述）。発電能力は 37Kw であり、カマンガ村の 115 世帯に、18:00～21:00 の間だけ配電されている。発電のメカニズムは、1)川から支流を導いて水をためる貯水槽を作る、2)そこから、水を下に流す（落差は 15m ほど）、3)下にター

PLN が実施する SEHEN とは、世帯毎を単位として、太陽光パネル一枚（A3 サイズ程度の大きさ）と電球 3 個を提供するというものである。電球は家の天井からぶら下げることがもちろん、懐中電灯に設置しかえて外出時に利用することもできる。使用料金は、まずは銀行口座に 6 か月分の使用料金及びパネル代、設置料を合わせた 50 万ルピアを振り込み、7 ヶ月目以降は、一か月ごとの料金 36,500 ルピア（約 365 円）が引き落とされていく仕組みとなっている。電球は故障すると、PLN が無償で交換することになっている。

2010 年～2012 年 9 月で、インドネシア全土で 10 万戸に設置。スンバ島では、1 年で 13,000 世帯に設置されたとのことで、一日 20～25 カ所のペースで設置されているとのことである。

●RUTU KAWP 郡 KOTA KAWAU 村



屋根に設置されている太陽光パネル



電球



家の住民

2-1-4 PNPM (Program National Perdayaan Masyarakat、国家地域住民活性化プログラム)

PNPM は内務省によって運営されており、20～30 世帯の集落を対象として、太陽光パネル、インバーター、蓄電池を設置している。SEHEN とは違い、電気を電球のみならず、他の用途にも使用することができ、使用料金は、ひと世帯当たり 5,000 ルピア（約 50 円）である。配電は、村人が、蓄電池が設置してある小屋にある電源を入れることで行われており、だいたい 18:00 以降に使用されているとのことである。メンテナンス及び運営は内務省によって行われており、村人に対しては運営のための教育は行われていない（電源のオンオフのみ）。3 か月に一度点検に来てくれることとなっており、保証期間は 5 年（1 年との声も聞かれた）で、保証期間を過ぎた場合は、修理費を払う必要がある¹⁰。

¹⁰ 東スンバ島 PANDAWAI 群 PALAKAHEMBI 村にて、設置現場を視察した。28 世帯に対して配電されており、パネルは 50W × 28 枚 = 1,400W、バッテリー 28 個が設置されていた。電化製品使用状況としては、各世帯に電球 3 つ、テレビが 1 世帯で使用されているとのことであった。その他、一時的な、ラジオの使用、携帯電話の充電にも使用されている。

●東スンバ県 PANDAWAI 群 PALAKAHEMBI 村



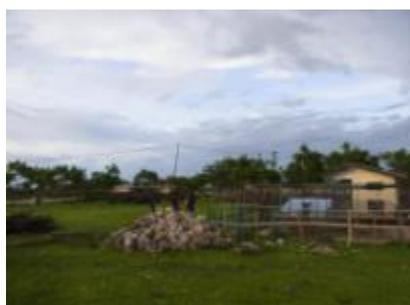
太陽光パネル



鉛バッテリー



インバーター



村の風景



バッテリー等が設置されている小屋の前で



PNPM のマーク

2-1-5 参考情報：灯油ランプ

こういった電気事業が導入される以前は、夫々の村では明かりについては、灯油のランプを使用していた。灯油の値段は 5,000 ルピア/1L であり、ひと世帯当たり、ひと月に 31 を使用するとのことであった。単純計算では、明かり代としてひと月に 15,000 ルピア（約 150 円）支払っていたこととなる。



2-1-6 各事業の電力コスト比較

電源	一月料金／世帯	使用家電製品
PLN ディーゼル	20,000 ルピア	電球複数、テレビ、アイロン、携帯充電
IBEKA 小水力	25,000 ルピア	電球複数、テレビ、アイロン、携帯充電
SEHEN	36,500 ルピア	電球 3 つ
PNPM	5,000 ルピア	電球 1 個、テレビ集落に一つ、携帯充電
灯油ランプ	15,000 ルピア	灯油ランプ一つ

2-2 地域における電力事業実行の流れ

2-2-1 PLN の電力事業

地域住民から要望が出て、村の自治会で審議の後に、群に持っていき、県に持っていき、地方行政が判断する。PLN の電力事業では、電力開発事業実施の判断基準は、収益性があるかどうか、といった点であり、そこでは集落密集箇所が優先的されるため、遠隔地、過疎地は採算が厳しく配備は難しい。また、今までは中央政府からディーゼル導入への補助金が出ていたために、導入することができたが、今は補助金がカットされているため、今後はどうなるかわからないとの声も聞かれた。

2-2-2 SEHEN

SEHEN においては、PLN の担当者が、電力が引かれていない家を一軒一軒回り、事業を紹介して導入を進めているとのことである。PLN は遠隔地にも小規模ながら事務所を構えている。



山道を移動中に見かけた、PLN の事務所。
中央奥、木の向こう側の建物

2-2-3 PNPМ

内務省の PNPМ では、電力事業のみならず上水事業など様々な地域開発事業を行っている。いたるところで、ごみ箱や道路など、PNPM のマークを見かけた。内務省からこういった様々な事業のお知らせが回覧で集落に回ってきて、その中から住民が村の自治会で話し合いの上で決める形となっている。住民が決定した後に、地区の政府担当者に申請する。

2 - 3 電力使用状況

2-3-1 一般家庭

PLN や IBEKA が配電を行っている集落での、一般家庭や公共施設における電気使用状況であるが、まず、一般家庭の電気使用状況は、電球数個、テレビ、アイロン、携帯の充電が主であり、電気が 24 時間でないために、冷蔵庫などは使用されていない。



組合長の家の家電製品。冷蔵庫（使用されているか不明）、炊飯器、テレビ、電球（4個ほど）が確認された。

2-3-2 公共施設

公共施設としては、教育施設（学校¹¹）、公衆衛生施設（保健所）が挙げられる。村には小学校 13 校、中学校 3 校があり、高校はないが、Waingapu に高専がある。小学校を視察したところ、教室では電気は使われておらず（日中は明るいいため、電球の必要性がないため）、主に職員室や教員の宿泊施設において使用されている。職員室には電球 2 つとパソコン 2 つ、プリンターがあり、昼に電力を使う必要が生じた場合のために、自家発電が設置されているとのことである。

●Kamangi 村の小学校



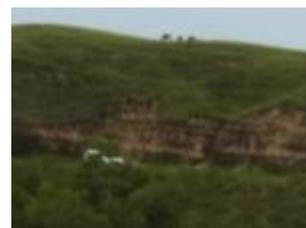
村の小学校。手前が職員室で中央が教室。 手前が職員室で奥が教員の宿舎。 教室。電球は設置されていない。



職員室には電球 2 つとパソコン一つが確認された

¹¹ インドネシアでは高校までは無料であるが、別に寄付を求められることがある。学生は制服を着用しており、小学校は 7:00～12:00 まで、中学は 8:00～14:00 頃までとなっている。

保健所は、マラリアの処置、出産作業が主な業務となっている。村全体で一か所設置されており、各地からの要請で、車で出張サービスが行われている。電力は事務所機能、マラリアの処置、出産作業のために使われている。マラリアの緊急対応などのため、薬の保存のため、電力が必要となる場合があるために自家発電が設置されている。



移動中に見かけた保健所の車。

3. Kamangi 村における電力事業の課題

PLN 及び内務省が実施する電力事業での共通の問題点として、運営が現地住民によって行われていない、事業が現地化されていない、という点が挙げられる。

3-1 PLN のディーゼル発電の問題点

Waingapu の PLN SUMBA 事務所における開発担当者とのインタビューでは、地域住民に対しては電力施設運営についての教育は行っておらず、また、期待もしていない様子が伺えた。実際に Kamangi 村では運営に関する知識を有しておらず、郡長とのインタビューでは、「故障など何か問題が生じた際にはいちいち中央の PLN に修理の要請をしなくてはならない。そのために修理をするのに非常に時間がかかる。もしくは、一度壊れたら、もう動かすことができない」といった意見が聞かれた。さらに、郡長によると、Kahaun Gueti 郡では PLN のディーゼル発電が 5～6 か所に設置されたが、現在稼働しているのは 1～2 箇所とのことである。

また、PLN のディーゼル発電については、採算面における問題も垣間見えた。ディーゼル発電では軽油が使用されているが、リッターあたりの値段は 5,000 ルピア (約 50 円) であり、Waingapu で購入してくるため、輸送コストも考えると、7～8,000 ルピア (7～80 円) ほど、ということである。郡長の話では、「ディーゼル発電の収支については PLN が管理しているため正確には分からないが、2010 年のディーゼル事業の収支は、支出 (燃料費含め) が収入の 10 倍近くになっている」とのことである。これだけ赤字にもかかわらず運営されているのは、政府から助成金が入っているためであり、結果としてスンバ島における公共事業は全て、中央政府の意向が強く反映されているとのことである。参考までに、東スンバ島の収入は、島民からの税収が 5%程度であり、95%は政府からの助成金に頼っているとのことである。

燃料費がかかるディーゼル発電事業の収支状況は悪化するばかりのため、今後、政府の意向によってどうなるかわからない中で、郡長は、燃料費のかからない、再生可能エネルギー、特に、設置個所を選ばない太陽光発電へ強い期待を寄せていた。

3-2 PNPM の問題点

内務省の PNPM については、PLN 同様に事業は中央政府によって管理されており、住民に対して運営のための教育は行われていなかった。そのため、PLN のディーゼル発電同様、故障した場合には中央政府に連絡をして修理をしてもらわなければならない、一度壊れてしまう

と、再び使用できるようになるまでに時間がかかる様子が伺えた。郡長の話では、Kamangi 村には7か所にPNPMが設置されたが、現在はすべて稼働していないとのことである。

実際に、PNPMがKAHAUN GUETI郡KAMBATA BUNDUNG村のとある集落(22世帯)を訪れたが、そこでは2012年7月に設置し、11月に故障したとのことである。1ヶ月後に一度修理が来て一旦直ったものの、すぐに壊れ、それ以来使用できていないとのことである。

また、パネルの質の悪さ、工事の劣悪さも問題点として挙げられる。まず、パネル自体は表面に白い部分が数多くみられ、この部分では発電能力は失われている。これは、内務省が、中古品もしくはかなり劣悪なものを購入させられていることがうかがえる。また、パネル裏側の配電工事自体もかなり劣悪で、テープなどで電線を接合している部分なども見られた。さらに、故障の原因として、発電量と、インバーターのバランスが取れていないのではないか、適切な機材が導入されていないのではないか、との意見も聞かれた。このような劣悪な太陽光パネルが設置され、故障が相次ぐ中で、太陽光発電自体に対する信頼が落ちているという弊害も生じている。

●KAMBATA BUNDUNG 村 KALOKA 集落、KAMUTUK TANAN 集落



集落に設置されている太陽光パネル。白くなっている部分は発電能力が失われている。裏の配電工事も劣悪



不適切な設置法がされているため、太陽光パネルの上にゴミがたまっている。これも発電効率を下げている。

これらの状況から、地域において持続的に電力を使用してもらうようにするには、住民に対して電力そのもの及び電力設備に関する教育を行い、電力事業を自主的に運営できるような知識の提供、体制の整備が重要であることが伺えた。

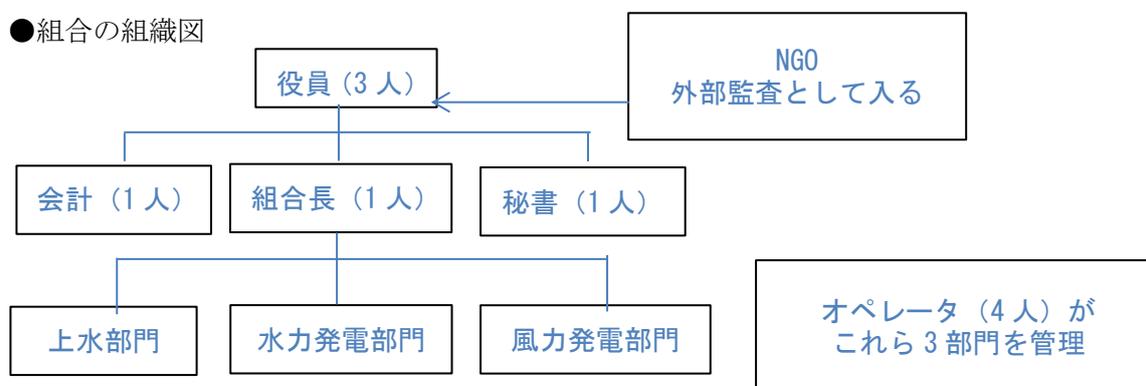
4. ケーススタディ 「IBEKA」 小水力発電の場合

現地の住民によって運営されている電力事業の好事例として、IBEKA の小水力発電が挙げられる。前述の通り、IBEKA はオランダの NGO、Hivos から 2,500 万円の資金提供を受けて、地域の住民と共に、設計・工事・運営までを行っている。

ここで重要な役割を果たしているのが、組合と言われる組織である。ここで言う組合とは、第一章のインドネシアの行政組織で記載した村の自治組織 “KUD (Koperasi Unit Desa、村落協同組合)” から派生したものである。KUD とは各村に一つはあり、本来の機能は、村人から少しずつお金を集めて、貯蓄を作り、村での事業のために使用する、というものだ。KUD は政府から認可を受けた組織であり、電気事業のみならずさまざまな事業を展開し、今回のように NGO と事業を行うこともある。KUD は村の中で事業を行っているが、中には事業を拡大していき、村の枠組みを超えて事業を行うようになった組織もある (“KSU (Koperasi Serba Usaha、多目的事業組合)” と呼ばれている)。

小水力発電の運営に取り組んでいる組合は、以前この地域で JICA が上水事業を行う際に、KUD を基に立ち上げた組織である。組合の組織、構成、役割は以下の通りである。

● 組合の組織図



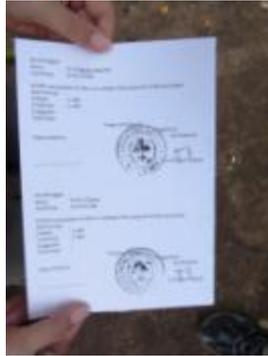
- 役員・・・全体の統括・プロジェクトの選定など
- 会計・・・集金。各世帯が組合事務所に直接お金を持ってくるので、その管理¹²。
- 秘書・・・事務手続き
- 組合長・・・渉外、内外との交渉。
- オペレータ・・・技術担当 (1人) : タービンに問題があった時に見る (一人増やしたい)
環境担当、清掃担当 (各1人) : ゴミがたまっていないか、チェック。

※オペレーター¹³は兼業で、小水力のみならず他の事業も見ると。現地で採用する。

¹² 3か月支払いがないと、電気が止められる。これにより、電気を買っている、払わなくてはならないという、意識を高める。再び払ってもらえば、電気は改めて送る。3か月滞納して電気を止められたのは、1年で3件だけ。



各世帯の料金回収管理表



電気料金の領収書

¹³ オペレーター:技術力→電線:切断などは直せる。・タービン:現場の判断で直す。難しい場合はIBEKAに連絡する。・コントロールパネル:必要なパーツは教えてあり、ある程度は直せる。しかし、中の細かい配線などについては難しく、その場合はIBEKAに連絡する

5. ODA 草の根・人間の安全保障無償資金協力の事業化に向けて

5-1 日本製太陽光発電システムへの期待

このように、離島における電力事業は、世帯が分散しているため大規模なグリッドを整備するには採算が合わず進まない。そのために小規模な電源開発が必要となる。さらに、ディーゼルでは燃料費がかさんでしまうために、ランニングコストのかからない再生エネルギーへの期待が高く、特に水力や風力とは異なり、設置場所を選ばない太陽光発電への期待が高いことが伺えた。

ただし、イニシャルコストがかかることは認識されているため、初期投資を ODA でカバーすれば、現地のニーズにこたえた援助となることが伺えた。特に日本製品に対する信頼は高く、Kamangi 村でも別事業で 1999 年に導入した日本製の太陽光パネルは壊れることなく機能していたため、日本製品へのニーズも高く感じられた。



1999 年に設置された日本製太陽光パネル。プロジェクトが終了したため現在は使われていないが、また別なところで使用するために大切に保管している。

5-2 住民の運営能力

ここで持続的に太陽光発電を活用してもらうために重要となるのが、現地住民の教育、事業の現地化のための取り組みである。PLN や内務省は現地住民には電力事業のマネジメントは無理との先入観が感じられたが、IBEKA の例に見られたとおり、きちんと教育をすれば自主的に運営されることが認められている。

また、郡長とのインタビューでは、Waingapu に高専があり、そこで学べば、それなりに高度なことができるようになり、任せてもらえれば運営は可能だと意欲が見られた。ただし、PLN は地方の電力設備を管理するには、その土地の人に頼むのではなく、中央から人を派遣するために、地方の電力設備の管理を行うには、中央の PLN に採用されなくてはならない。そのため、現状は、地方で勉強をしても、地元で高度な技術が求められる仕事がない、とのことであった。

5-3 事業化に向けて

IBEKA など、現地住民の組織力向上及び、発電施設に対するノウハウを有する現地 NGO と協力し、現地で太陽光パネルを設置するとともに現地住民によって運営される体制を作り、イニシャルコスト（太陽光パネルの設備費用）の部分を草の根・人間の安全保障無償資金協力で支援することで、効率的な地域の電力開発事業が展開できると考えられる。

離島においては採算性の面から PLN による電力事業の展開は遅いと考えられる中で、地域住民の再生可能エネルギーへの期待は高く、特に水力や風力と違い設置場所が自由に選べる太陽光発電は有効な手段と言える。さらに、日本製品に対する信頼は非常に高く、日本製太陽光パネル導入への強い期待が感じられた。

電気が導入されることで、様々な変化が期待され、最近電気を導入した世帯でも、1) 夜でも勉強できるようになった、2) 夜、家で様々な内職作業（布を織る、ゴザを縫うなど）ができるようになり、生産量が増え、収入が増えた、3) 売店をしていて、夜でもお客が来るようになった——などの声が聞かれた。また、Kamangi 村の村長さんからも、木の植林を増やし木材の生産量を増やすことで、家具などの加工品を積極的に販売していきたい、シリ（噛みタバコ）は化粧品の原材料として販売できる¹⁴ので、シリの生産・加工量を増やしていきたい、と、村の発展に向けた積極的な姿勢も見られた。

¹⁴ シリは植えて2年で収穫ができるようになり、年に二回収穫できる。その成分は化粧品に使われており、需要・付加価値は高い。販売価格：80,000 ルピア/kg。村では1,000 ルピア/本という数え方。平均的な世帯一回の収穫量は、50 万ルピア/一本の木で、だいたい4本の木があるために200 万ルピアとなる。

●はじめに

株式会社工業市場研究所は平成 25 年 1 月 14 日から 18 日にかけて、インドネシアを構成する諸島群のひとつで、インドネシアのほぼ中央に位置するスラウェシ島北部における現地調査を実施した。

スラウェシ島の面積は 17 万 4600 平方キロメートルで世界第 11 位、インドネシアでは第 4 位の大きさを誇り、西にカリマンタン島、東にマルク（モルッカ）諸島、北にセレベス海を挟んでミンダナオ島、南にフロレス海を挟んで小スンダ列島（ヌサ・トゥンガラ諸島）が位置する諸島である。スラウェシ島最大の都市は南西端にあるマカッサルで、その他の主要都市として、南東部にケンダリ、北部のミナハサ半島にゴロンタロやマナドがある。



出典 : <http://www.visitindonesia.jp/index.html>

本調査では、北スラウェシ州 BOLAANG MONGONDOW SEALTAN 県（通称 BOLSEL 県：ボルセル県）の県庁所在地である MOLIBAGU（モリバグ）に訪問した。北スラウェシ州の州都であるマナドは首都ジャカルタより国内線で 3 時間強に位置している。マナドからモリバグまでの交通手段は主に自動車、バイクまたは定期バスなどであり、所用時間は自動車で約 6 時間である。



出典：BAPPEDA 提供資料

モリバグにおける主な訪問先はボラセル県海洋水産局（局長他）、PLN モリバグ支局（テクニカルスーパーバイザー）、PNPM-MPD（村落部住民活性化国家プログラムのボラセル県ならびに北スラウェシ州のメンバー5名（チームリーダー含む））、ボラセル県県知事補佐で、その他、地域データの収集分析を行う公的機関 BAPPEDA の他、現地の漁港、製氷工場跡などの調査活動を実施した。

●地域の特徴

ボラセル県はスラウェシ島の最北部に位置する北スラウェシ州に属し、州都マナドからの距離は陸路でおおよそ 160km、所用時間は自動車で約 6 時間である。ボラセル県の面積は 1932 平方キロメートル、東西約 100km、南北約 20km と東西に長い県であり、多くの村落が Maluku Sea に面するという地理的特徴により、産業の 70%が漁業、30%が農業で成り立っている県である。周辺の主要都市であるマナドからは自動車で約 6 時間、隣の州の州都ゴロンタロからは自動車で約 3 時間であるが、マナドからの陸路は非常に良く整備されており、幹線道路沿いにはかなりの集落が密集し、かつすべて系統電源で電化されている地域である。また、経済的にも安定しており、交通量も非常に多く、食料品、日用品等の流通も安定している地域である。

ボルセル県の人口は約 57,000 人、世帯数は 13,500 世帯、村落数は 74 村であり、1 世帯あたりの平均人数は 4.3 人、1 村あたりの平均人数は 770 人といった規模である。

県内の就業者数の 70%が漁業に従事しているといわれており、年間の漁獲高は約 4600t/年に及んでいる。ただし、特に組織だった漁獲活動は行っておらず、村落の漁船のオーナーが漁民を雇い入れ、漁船ごとに漁業を営むといった程度の運営状況である。

●地域の電力事情

ボルセル県の 74 村落には基本的にすべて PLN のグリッドが入っており、村落ベースでの電化率は 100%である。特に道路等の交通インフラが整備されている村落では世帯ベースでの電化率も高く、県内の世帯数 13,500 世帯のうち約 6 割にあたる 7,700 世帯が PLN と電力供給の契約を結んでいる。また、地方政府である北スラウェシ州と PLN が共同で“Cheap Electric Campaign”という電力供給サービスを行っている。これは、PLN との契約時に必要となる初期費用 Rp399,000 を支払えない低所得者層に対して初期契約費用を免除し、プリペイド型の電力計を取り付けることで PLN との電力契約を結ぶというものである。住民は事前にプリペイド方式で支払った金額分の電力を使用することができ、電力使用量がその金額に達すると電力がシャットダウンされるというものである。このキャンペーンは県内ですでに 1,000 世帯が加入しており、世帯ベースでの電化率向上に寄与している。



写真：メナドからボルセル県に向かう幹線道路。道路沿いは全て PLN のグリッドがつながっており、各村落に電力を供給している。



写真：メナドからボルセル県に向かう幹線道路沿いの軽食店と商店街。夕方の時間帯になると各店舗に電気が灯る。



写真：モリバグの海外線沿いの道路。グリッドが入っているうえに外灯も整備されている。

一方で、PLNのグリッドによる電化は村落レベルでは100%となっているものの、安定的な電力供給はできておらず、県内全域において日常的に停電が発生しているという課題もある。

る。県内のグリッドは2系統で、1つはモリバグにおいて PLN が運営しているディーゼル発電所、もう一つは同じく PLN が運営している Kota Mobagu（コタモバグ）におけるディーゼル発電所である。県の東側をコタモバグが担当し、西側をモリバグブランチが担当しているが、発電所の発電能力は2か所合計でも数 MW 程度に過ぎず、慢性的な電力不足を生む原因となっている。また、発電機の老朽化も進んでおり、発電機の不具合による停電が頻繁に発生するほか、森林を通るグリッドが樹木の倒木などにより寸断するなどの事故が日常的に発生しており、安定供給には程遠い状況にある。県内における一部施設（県庁舎や保健所など）や民家においても一部自家発電用のディーゼル発電機を保有しているケースもあるが、非常用ディーゼル発電機は燃料となる軽油が高いため、よほど必要に迫られ施設や裕福な世帯などを除き、ほとんど普及していないというのが実態である。このような状況を受け、地域の電力供給を管轄する PLN の北スラウェシ支局では、ボルセル県のグリッドを1本追加するという決定をしており、将来的には3本のグリッドにより安定供給を目指す方針である。





写真：PLM モリバグブランチのディーゼル発電所：発電機は7台で最大発電能力は2.4MWであるが、老朽化等の問題で、現在は5台1.2MWの稼働しかしていない。



写真：宿泊した宿のディーゼル発電機。宿泊施設なので非常用の電源を持っており、停電しないようになっている。使用する電力は主に照明、扇風機、TVなど。ディーゼル発電機は貴重であるため、厳重に施錠されている。

●生活と電力事情

他方、PLNの報告では村落ベースの電化率は100%となっているものの、実際にはほぼ無電化状態である村落が複数存在している。代表的な村落が県東部にあるIligon（イリゴン）村である。イリゴン村は海岸線に位置する村落であり、漁業を生業としている村落であるが、交通インフラがほとんど整備されておらず、県庁所在地であるモリバグからは自動車からボートに乗り換え、さらに徒歩におり訪れるという位置にある。いわゆる“陸の孤島”の村落である。同村に対してもPLNのグリッドは入っているものの、交通インフラが整備されていないことから管理がまったく行き届いておらず、一度断線すると何週間も復旧されないなど、とてもグリッド電力を使用できる環境ではないというのが実情で、事実上無電化となっている。イリゴン村では必要に応じて小型ディーゼル自家発電設備を利用して電力を得ているものの、そのディーゼルの燃料は村落部などの奥地で購入するとRp10,000/ℓであり、都市部で購入するよりも倍ほどの値段になってしまう。この地域で流通している小型ディーゼル発電機はおよそ3ℓで6時間の電力が得られるタイプであるが、毎日3ℓ消費すると1日当たりRp30,000となり、1か月に換算するとRp900,000の費用が必要になる計算である。村民の平均所得はRp1,000,000/月程度であり、到底支払える額ではないため、ディーゼル発電機は常時稼働ではなく、必要な時にだけ稼働させているというのが実態である。ちなみに、モリバグなどの都市部のディーゼル燃料の価格はRp4,500/ℓで、一般家庭がPLNに支払う電力使用量はRp40,000/月程度であるため、村落部における負担が大きいことがわかる。また、過疎地の県民の収入レベルが低い理由として、村民のほとんどが漁業によって生計を立てているが、漁によって捕獲した魚を販売するにあたって、十分な保存設備（冷蔵・冷凍設備、製氷工場）を持っていないため、魚が腐らないうちに販売しなければならず、かなりの安値で売りたいといった販売方法をとっている。そのため、漁をしても所得が上がらないという大きな課題がある。

なお、インドネシアの村落部の住民の生活の向上を目的とした国家プロジェクトとしてPNPM-MPD（村落部住民活性化国家プログラム）がある。ボルセル県を含む北スラウェシ州においては、州政府より派遣されているチームリーダー、マーフィー・クフ氏を中心に村落部の生活環境向上に向けた積極的な活動を展開している。同氏が率いるグループは北スラウェシ州全域の村落部を対象としており、各村落よりボトルアップ式に抽出された住民の生活面でのニーズに対応するという活動を行っている。具体的には公共施設の建設や電力設備、インフラ等の整備等である。このプログラムの特徴は、村民からボトルアップ式に上がってきたニーズに対し、PNPMのメンバーが審査をし、公共性、必要性などを判断したうえで、採択されたものに対してプログラムが進行するというものである。プログラムの進行はPNPMのメンバーと村民が共同で進めていくことになっており、例えば発電設備などでは、計画段階から村民による事業運営チームを結成し、初期段階からプログラムに参加してもらい、建設から運用までのすべてをPNPMのメンバーと村民の事業運営チームが共同で作業を実施していくというものである。建設した施設・設備の運用や保守、管理に関

しては初期段階では PNPМ と村民が共同で行うが、徐々に村民側に引き渡していき、最終的には村民のみで施設を運営していけるように指導している。また、PNPM の手が離れた途端に運営がストップしないよう、定期的にモニタリングをしており、その管理状況等を評価していくというかたちをとっている。

北スラウェシ州のチームでは太陽光発電システムの建設の実績はないが、マイクロ hidro の建設実績は 1 件あり、その際は 10kW の出力のマイクロ hidro で 150 世帯に電力を供給している。このマイクロ hidro 設備も現在は村民により管理されており、順調な稼働を見せている。

PNPM の取り扱うプログラムの資金は中央政府と州政府の折半で出資することが多いが、場合によっては世界銀行などから融資を受けるケースなどもある。

なお、ボルセル県の村落からは現在のところ電化に対するニーズは上がってきていない。これは、村民側からディーゼル発電やマイクロ hidro 発電以外の分散電源があるということ自体を知らないということが原因であり、太陽光発電などを使って電力供給ができるという周知活動を行えば、必ず無電化の村落から要望が出てくるものと言われている。

●漁業の課題と電力

ボルセル県の歳入の大多数は漁業に頼っている。県内の総水揚げ高は 4,600t/年で、県内の就労者の約 7 割が漁業に従事しているという地域である。水揚げした魚は、以前は日韓 JV の水産業者やフィリピンの水産業者などのよって日本、韓国、フィリピン（ジェネラルサントス）に輸出されていたが、2004 年以降は外資資本が撤退したことから、海外への輸出は行っておらず、一部の県内消費分を除き、大部分を近隣の大都市であるメナド、ゴロンタロに出荷している。



写真：モリバグの漁師。出航前に網の手入れをしている。1度出航すると、漁獲高次第では2～3日帰港できないこともある。

漁業における最大の課題は海岸線沿いの漁村に製氷工場がなく、漁獲した魚を効率よく保存することができないという点である。漁獲した魚の大部分は近隣の大都市であるマナドやゴロンタロに出荷しているが、その際に魚の保冷剤として利用する氷は村落から自動車ですり道3時間もかかる内陸の製氷工場（コタモバグやゴロンタロなど）から買ってきているものである。実際には魚の出荷の際に、往路はトラックに魚を積載して出荷し、復路で氷を買ってくるという循環である。復路で購入した氷は当然ながら次の出荷まで使用することはないため、輸送中や保管中に大部分が溶けてしまうという状況である。



写真：モリバグの魚市場。県内需要向けに市場において魚の小売が行われている。また、魚を冷蔵保存用に氷が売られており、上記のもので Rp1,000/個である。



写真：魚の冷蔵保存。発泡スチロールの保冷ボックスに氷を入れて魚の鮮度を維持

県庁所在地であるモリバグ周辺には、2000年までは日韓JVの水産業者が運営する製氷工場があったが、2000年に閉鎖しており、その後2000年から2008年まではフィリピンの水産業者が同じくモリバグ周辺に製氷工場を運営していたが、こちらも2008年に閉鎖している。日韓JVの水産業者は、漁で必要な漁船や備品などを漁民にわずかなレンタル料のみで貸出し、それらの備品によって現地の漁師が捕獲した魚を日韓JVが買い取り、日本または海外に輸出するというビジネスを取っていた。これは、モリバグの漁師にとっても日韓JVにとっても双方に利益のあるビジネスであった。しかし2000年にフィリピンの水産業者が90GTの大型漁船2隻と自前の漁師を連れてきて大がかりな漁業を展開し始め、フィリピンの水産業者資本の製氷工場も稼働したが、90GTの大型船で自前の漁師によって大規模に事業展開するフィリピン企業に対する地元漁師が強く反発し、結局周辺での漁業で利用できる漁船のサイズを30GTまでにするという規制を設けることでフィリピン企業を追い出している。このフィリピン企業は、漁獲活動から撤退した2004年以降も製氷工場のみは2008年まで稼働していたが、2008年に採算性が合わないという理由から撤退している。ちなみに、2008年における製氷工場における収支は電気代が45万円/月、人件費が5万円/月で合計50万円/月の経費に対して、収入高はわずか20万円/月しかなく、大幅な赤字経営であった。大幅な赤字の背景として、漁民のフィリピン企業に対する反発が強く、フィリピンの製氷所から氷を買わない漁師が多かったことも要因となっている。



写真：日韓JVが運営していた製氷工場。



写真：フィリピン企業が運営していた製氷工場。氷の生産能力は15t/日であった。

村民・県民にとって主要産業である漁業において、魚を出荷するにあたって長時間保存を可能にする製氷工場を持っていないことは、モリバグのみならずボラセル県全体にとって大きなマイナスである。地域の経済の活性化のためには製氷工場は必要不可欠な設備となっており、製氷工場に対する地域のニーズは極めて高くなっている。

●ハイブリッドソーラーシステムに対する地域の期待と可能性

まず、無電化地域の村落部における電源としてハイブリッドソーラーシステムに対する期待は大きい。北スラウェシ州において村落部の住民の生活向上を図る PNPM-PMD のメンバーによると、北スラウェシ州で無電化地域の電化というニーズがあった場合、現状で対応できるのはマイクロ hidro 発電のみというのが実態である。マイクロ hidro は PNPM のジャカルタ本部でも推奨している技術であり、組織内に専門家も揃っているため、PNPM としては村民に対して提案しやすい技術であるが、欠点として、マイクロ hidro は近隣に十分な水量のある河川がないと採用できない技術である。一方で、ハイブリッドソーラーシステムであれば、太陽光さえ得られれば発電できるものであるため、近隣に河川がない村落部においては非常に適している技術であると言える。現状、村落部においては、太陽光発電を使った発電システムがあることすら知らないというのが実情であるため、まずは周

知活動を実施することで必ずニーズが出てくる技術となっている。なお、PNPMの北スラウェシチームでは、村落部の生活を向上させるために提案できる技術を常時探しており、共同でプレゼンテーションを行ってくれる事業者がいるのであれば、大歓迎であるとしている。なお、PNPMのプログラムの資金は、中央政府と地方政府の折半であることが多いが、場合によっては草の根 ODA などを利用・提案することも可能であると想定される。

次に、漁業分野における最大のニーズは製氷工場の建設である。現在、ボルセル県の水産庁が地方政府を通じて中央政府に対して国営の製氷工場の建設を要請しているところである。ただし、製氷工場を運営していくにあたって、現在のボルセル県の電力事情ではほぼ毎日のように停電し、かつ場合によっては2〜3日電力が復旧しないとといったことも頻繁に発生しており、産業として製氷工場を運営することは現実的ではない電力事情となっている。この電力の安定化のために、補助電源としてディーゼル発電機を導入することが必要になるが、ディーゼル燃料は非常に高いため、ディーゼルと太陽光発電を組み合わせたハイブリッドソーラーシステムは効果的であると想定している。ボルセル県の県知事補佐は、「とにかく漁業は良質な電力が必要であり、当県ではそのような電力を是非とも確保していきたいと考えている。PLNは一般市民向けの電化率向上は図っているが、とにかく電力を通せばいいという考えであり、電力の質が悪い。ただし、民家の場合、多少停電しても、数時間TVが見られない、照明がつかないといった程度であり、それほど大きな問題ではない。しかし、漁業を産業として運営していく場合、特別な電源がなければ産業として成り立たないというのが実態である。当県に関しては、とにかく製氷工場である。」としており、製氷工場の建設とともに、製氷工場を運営するための良質の電力に対しても非常に高いニーズを持っている。製氷工場を運営する事業者にとって、費用対効果の面で非常用ディーゼル発電機よりもハイブリッドソーラーシステムの方が有利という結果が出れば、十分に事業として成り立つ可能性があるかと想定される。