

インドネシア共和国
技術評価応用庁 (BPPT)
エネルギー鉱物資源省 (ESDM)
PT PLN (インドネシア国有電力会社)

インドネシア国
再生可能エネルギー
供給マネジメントシステム普及促進事業
業務完了報告書

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

令和3年4月
(2021年)

株式会社九電工

民連
JR
21-009

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

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

<Notes and Disclaimers>

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

目次

地図	1
略語表	2
第1章 要約	3
1.1. 要約	3
1.2. 事業概要図	7
第2章 本事業の背景	8
2.1. 本事業の背景	8
2.2. 普及対象とする技術、及び開発課題への貢献可能性	10
2.2.1. 普及対象とする技術の詳細	10
2.2.2. 開発課題への貢献可能性	11
第3章 本事業の概要	12
3.1. 本事業の目的及び目標	12
3.1.1. 本事業の目的	12
3.1.2. 本事業の達成目標（対象国・地域・都市の開発課題への貢献）	12
3.1.3. 本事業の達成目標（ビジネス面）	14
3.2. 本事業の実施内容	14
3.2.1. 実施スケジュール	14
3.2.2. 実施体制	16
3.2.3. 実施内容	18
第4章 本事業の実施結果	20
4.1. 第1回現地活動	20
4.1.1. 概要	20
4.1.2. ワークショップ開催	21
4.2. 第2回現地活動	22
4.2.1. 概要	22
4.3. 第1回本邦受入	26
4.3.1. 概要	26

4.3.2.	招聘プログラム	26
4.3.3.	成果.....	29
4.4.	第3回現地活動	30
4.4.1.	概要.....	30
4.4.2.	現地活動	30
4.5.	第2回本邦受入.....	33
4.5.1.	概要.....	33
4.5.2.	本邦受入	33
4.5.3.	成果.....	36
4.5.4.	課題.....	36
4.6.	第4回現地活動.....	36
4.6.1.	概要.....	36
4.6.2.	現地活動	37
4.7.	第5回現地活動.....	39
4.7.1.	概要.....	39
4.7.2.	現地活動	39
4.7.3.	実施内容（一部非公開）	40
4.8.	市場性／現地ニーズの確認	43
4.9.	九電工 EMS 技術に対する BPPT/PLN および ESDM の理解醸成と導入検討の理解.....	44
4.10.	EMS 技術のオペレーション人材の育成.....	44
4.11.	現地パートナーとのアライアンス合意	44
4.12.	原材料調達先の確保.....	45
4.12.1.	蓄電池や太陽光パネル等の現地のビジネス環境の調査.....	45
4.13.	商流の確定	50
4.13.1.	事業投資型ビジネス等の現地ビジネス環境.....	50
4.14.	採算性の確保.....	55
4.15.	開発効果の調査・検証.....	56
第5章	本事業の総括（実施結果に対する評価）	59

5.1.	本事業の成果（対象国・地域・都市への貢献）	59
5.2.	本事業の成果（ビジネス面）、及び残課題とその解決方針	61
5.2.1.	本事業の成果（ビジネス面）	62
5.2.2.	課題と解決方針	64
第6章	本事業実施後のビジネス展開の計画	66
6.1.	ビジネスの目的及び目標	66
6.1.1.	ビジネスを通じて期待される成果（対象国・地域・都市の社会・経済開発への貢献）	66
6.1.2.	ビジネスを通じて期待される成果（ビジネス面）（非公開）	67
6.2.	ビジネス展開計画	67
6.2.1.	ビジネスの概要	67
6.2.2.	ビジネスのターゲット	68
6.2.3.	ビジネスの実施体制	68
6.2.4.	ビジネス展開のスケジュール	69
6.2.5.	投資計画及び資金計画	69
6.2.6.	競合の状況	70
6.2.7.	ビジネス展開上の課題と解決方針	70
6.2.8.	ビジネス展開に際し想定されるリスクとその対応策	70
6.3.	ODA事業との連携可能性	71
6.3.1.	連携事業の必要性	71
6.3.2.	想定される事業スキーム	71

地図

国名:Indonesia(インドネシア)



出所) 世界地図 : <http://www.sekaichizu.jp/>

略語表

No	略語	英語もしくは現地語名称	和称
1	ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
2	BPPT	Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi	インドネシア技術評価応用庁
3	EMS	Energy Management System	エネルギーマネジメントシステム
4	EBT	energi baru terbarukan	再生可能エネルギー部
5	EPC	Engineering, Procurement, Construction	設計・調達・建設 (一式)
6	ESDM	Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia	エネルギー鉱物資源省
7	IPP	Independent Power Producer	独立系発電事業
8	JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
9	PT PLN	PT Perusahaan Listrik Negara	インドネシア国有電力会社

第1章要約

1.1. 要約

【本事業の背景】

事業対象国はインドネシアである。同国は有人の離島を 5,000 箇所以上抱える世界有数の島嶼国であり、大規模な送電システムを展開できない為、電力未安定地域が多くあり、再生可能エネルギー導入の障壁となっている。提案法人の「九電工 EMS」技術により、その課題を解決したい。また、インドネシア政府は電力インフラの整備に注力しており、再生可能エネルギーについても、2025 までに再生エネルギー率 23% という目標を掲げるなど、果敢な挑戦を続けている。提案法人は、相手国政府のインフラ導入政策に沿って、既設の送配電施設を最大限に活用する形で、再生可能エネルギーによる発電を提案してきた。メガソーラーのように規模を求めるのではなく、いかに既設の配電網が傷まない形で、離島や遠隔地でも安全に運転ができ、さらには長期間健全に運転できるシステムの提案を目指すことで、同国の再生可能エネルギー発電比率の向上、ならびに低炭素化への貢献を目指すものである。

【本事業の普及対策技術】

株式会社九電工が自社開発した「九電工 EMS」が対象技術である。本技術は再生可能エネルギーのみならず、複数の電源種の送電をマネジメントする技術である。太陽光や風力など、発電の安定性に難がある発電システムであっても、蓄電池との組み合わせで系統への「直送」「蓄電」を EMS が判断する事で、常に安定した波形で系統への送電を維持できる為、脆弱なマイクログリッド等であっても、再生可能エネルギー発電の導入が可能である。

また、提案企業の技術では蓄電池に「鉛蓄電池」を採用している。鉛蓄電池はリチウム電池等と比較してコストが安いメリットがある反面、残量制御ができないなど、発電用に使うには難点があった。

提案企業では電池メーカーと共同でバッテリーマネジメントシステムを開発し、通常数年間の寿命である鉛蓄電池を、充放電を工夫する事で 10 年以上稼働が可能となっている。これにより、メンテナンスが難しい離島・遠隔地で長期間蓄電性能を保つことが可能となっている。

【本事業の目標】

提案法人によって、本技術の普及目標として以下の 3 パターンを設定した。

- ① オングリッド型 → 主に離島など脆弱なマイクログリッドへの再生エネルギー電力連系を想定
- ② オフグリッド型 → 主に無電化地域など、全く電気が通っていない場所への導入を想定
- ③ 産業創出型 → 工場内でのプライベート需要、EV 充電器向け電力供給等の特殊事例

「技術普及」の観点における事業目標としては、上記の 3 パターン毎に本技術の相手国における適用可能性を追求し、有望な展開形態において PLN および BPPT と具体的な技術導入に向けた合意、具体的には MOU の締結等を目標とした。

【本事業の実施内容】

- ・ 本事業は、まず相手国における電力事業を事実上独占する国営 PLN（電力公社）への技術紹介を行うため、PLN 主要拠点におけるワークショップを計画した。

▽第 1 回現地活動（2019 年 6 月）で PLN 本部とのワークショップを実施（開催地はボゴール）

▽第 2 回現地活動（2019 年 8 月）にて PLN-NTT 州支店にてワークショップを実施（開催地はクバン）

▽第 3 回現地活動（2019 年 9 月）にて PLL 南スラウェシ支店にてワークショップを実施（開催地はマカッサル）

- ・ 第 4 回以降の現地活動については、本事業の実施項目に沿って実施した。

▽第 4 回現地活動（2019 年 12 月）NTT 州スンバ島での取組み、及びインドネシア再生エネルギー関連政策・法令・ビジネス環境等動向調査を実施。

▽第 5 回現地活動（2020 年 1 月）PJBS 社との協業スキームに基づく商流の確定及び案件推進、および北マルク州における案件調査等を実施。

- ・ さらに本邦受入事業については以下を実施した。

▽第 1 回本邦受入（2019 年 9 月）PLN 取締役を筆頭とするメンバーに加え、BPPT 関係者も来日。提案法人技術の実証施設見学や、機器工場視察、九州電力とのディスカッション等を実施。

▽第 2 回本邦受入（2019 年 10 月）PLN の地方支店 GM（支店長）2 名が来日し、地域の実情に応じた再生可能エネルギー導入について意見交換を行った他、本邦技術の見学等を実施。

- ・ さらに、各現地活動の中で、「本事業の実施項目」としてリストアップした以下の項目についても都度調査を行い、報告書に反映した。

- ① 市場性/ニーズの確認
- ② 九電工 EMS 技術に対する BPPT/PLN および ESDM の理解醸成と導入検討の理解
- ③ EMS 技術のオペレーション人材の育成
- ④ 現地パートナーとのアライアンス合意
- ⑤ 原材料調達先の確保
- ⑥ 商流の確定
- ⑦ 採算性の確保
- ⑧ 開発効果の調査・検証

【本事業の結果/成果】

- ・ 本事業ではまず前半に PLN/BPPT との現地ワークショップ開催に注力し、提案法人技術の基本的な説明、期待効果などについて丁寧な説明を試みた。その結果、提案法人側も各地域における系統運営の課題や再生可能エネルギー発電導入に関する考え方を把握する事ができた。

- ・ このワークショップの実績により、**2019**年秋の**2**度にわたる本邦受入が円滑に実施できたと考えている。さらに、**1**回目の本邦受入では、**PLN**の最高幹部である取締役が参加した事で、本邦技術導入への機運を高める事ができた。**1**週間の日本滞在中に多くの時間でコミュニケーションが図れたことにより、① 提案法人技術の導入効果が高いと思われるエリアの推薦、② 外国技術である提案法人の技術を円滑に導入できる「商流」へのアドバイスなど、貴重な助言を受け取る事ができた。
- ・ その結果、インドネシア国内の既設発電所改修案件及び新規**IPP**案件を新たに立ち上げる事ができた。**2021**年**2**月時点においても、この両プロジェクトは進行中であり、今後の事業化に向け、本事業による普及促進効果は計り知れないものがあつた。

【現段階におけるビジネス展開見込み】

- ・ 既設太陽光発電所の改修案件については、**PLN**がこれまでに設置した太陽光発電所及びそれに付随する蓄電池が老朽化し、十分なパフォーマンスを挙げられないケースが各地で散見される事から、リノベーション事例として九電工**EMS**に入れ替えて、施設の再生を図るものである。本邦受入事業におけるディスカッションの中で、**PLN**側より、同社グループ企業の**PJBS**社（本社：スラバヤ）が**PLN**から改修を指名入札で受けるスキームがあるので、九電工は**PJBS**から受注する形で改修工事を実施すればよい、との提案があつた。提案企業と**PJBS**は**2019**年**10**月に**MOU**を締結し、主に離島における太陽光発電所のリノベーション工事 受注に向け、協力関係を構築した。現在**1**号案件として北スラウェシ州の離島に取組んでいる。この案件が制約すれば、同じスキームでの横展開が期待でき、商業受注を軌道に乗せられる見通しである。
- ・ 一方で、新規の再生可能エネルギー発電所工事については、インドネシア国内のインフラ投資予算がなかなか離島や遠隔地まで行き届かないという問題があり、**PLN**や**ESDM**（エネ鉱省）からの直接投資が難しい状況にある。そのため、**IPP**（電力卸事業）を計画し、自ら事業者となって売電事業を行うビジネスモデルを模索している。現段階（**2021**年**2**月現在）で、**2**か所の**IPP**計画を推進しており、うち**1**か所については、離島における再生エネルギー**24**時間連続供給という課題にチャレンジを考えている。

【ビジネス展開見込みの判断根拠】

- ・ 提案企業の**EMS**技術は再生可能エネルギーの発電側の制御システムであり、需要側の電力消費量に応じ、蓄電池と発電源を総合的に制御する。その結果、常に安定した波形でグリッド側に電力を長時間供給できる。**EMS**（エネルギー・マネジメント・システム）は一般的な用語であり、多くの場合は**BEMS**（ビルディング・エネルギー・マネジメントシステム）のように、電力消費側のモニタリングシステムを指す事が多い。提案企業の技術には独自性があり、インドネシアのような島嶼国で、小規模の電力網（マイクログリッド）が数多く存在している地域では、再生エネルギーの安定化制御が不可欠である事から、現時点で主だった競合企業が存在しない。一方で、インドネシア政府の政策により、ディーゼル発電所の急速な削減や蓄電池(**ESS**)付きの太陽光発電所が数多く計画されている現状から、提案企業のビジネス展開余地は非常に幅広く存在すると考えている。

【ビジネス展開に向けた残課題と対応策・方針】

- ・ 上述の通り、提案企業の技術は相手国の電力事情、ならびに政策ともに適合性が高いと考えているが、最も大きな課題は導入時のイニシャルコストの高さである。
長時間安定波形で電力を送り出す為に、一般的なパワーコンディショナー（PCS）ではなく、高性能のインバータ機器が必要になるため、現状は鉛蓄電池付きで、一般的な太陽光発電（電池無し）の約3倍程度のコストが発生する。これは長期間（例えば15年間以上）健全運転できる事で容易に投資回収できるレベルのコストではあるが、入札時には長期間の目線ではなく、あくまでイニシャル時の投資コストで良否が判断されるため、一般的に提案企業の技術は入札では不利である。
その為、新設ではなく改修案件で実績を積んでいく事と、IPPによる自社出資事業で長期回収モデルを実行するという2方面作戦で、このコストに関するアドバンテージを乗り越える計画である。
- ・ なお、提案企業が環境省補助事業でスンバ島に実証施設を構築した時のイニシャルコストからは、現時点で半分以下になっており、今後も機器の大型化や量産実績を増やす事によるコストダウン等で、さらにイニシャルコストの低減を図っていく考えである。

【今後のビジネス展開に向けた計画】

- ・ 上述の通り、既設太陽光発電所の改修計画については、北スラウェシ州の離島以降の横展開を計画
中。
- ・ IPP 案件については2つの案件のFSを実施中。他にも案件はあるが、提案企業のマンパワーの問題もあり、まずは候補案件での受注を狙う。

【ODA 事業との連携可能性について】

- ・ インドネシア政府は2025年に再生可能エネルギー発電率23%必達という公約に向けて対策を強化しているが、インドネシアの場合、島の数が多すぎて、離島を含めた再生エネルギー対策を進めない限り、同国全体の目標達成とはならないことが見込まれる。そのため、可能性としてはある程度広いエリアにおける再生エネルギー化パッケージのような形でODA事業が発生する可能性はありと考えており、機会があれば連携していくことを想定している。

1.2. 事業概要図

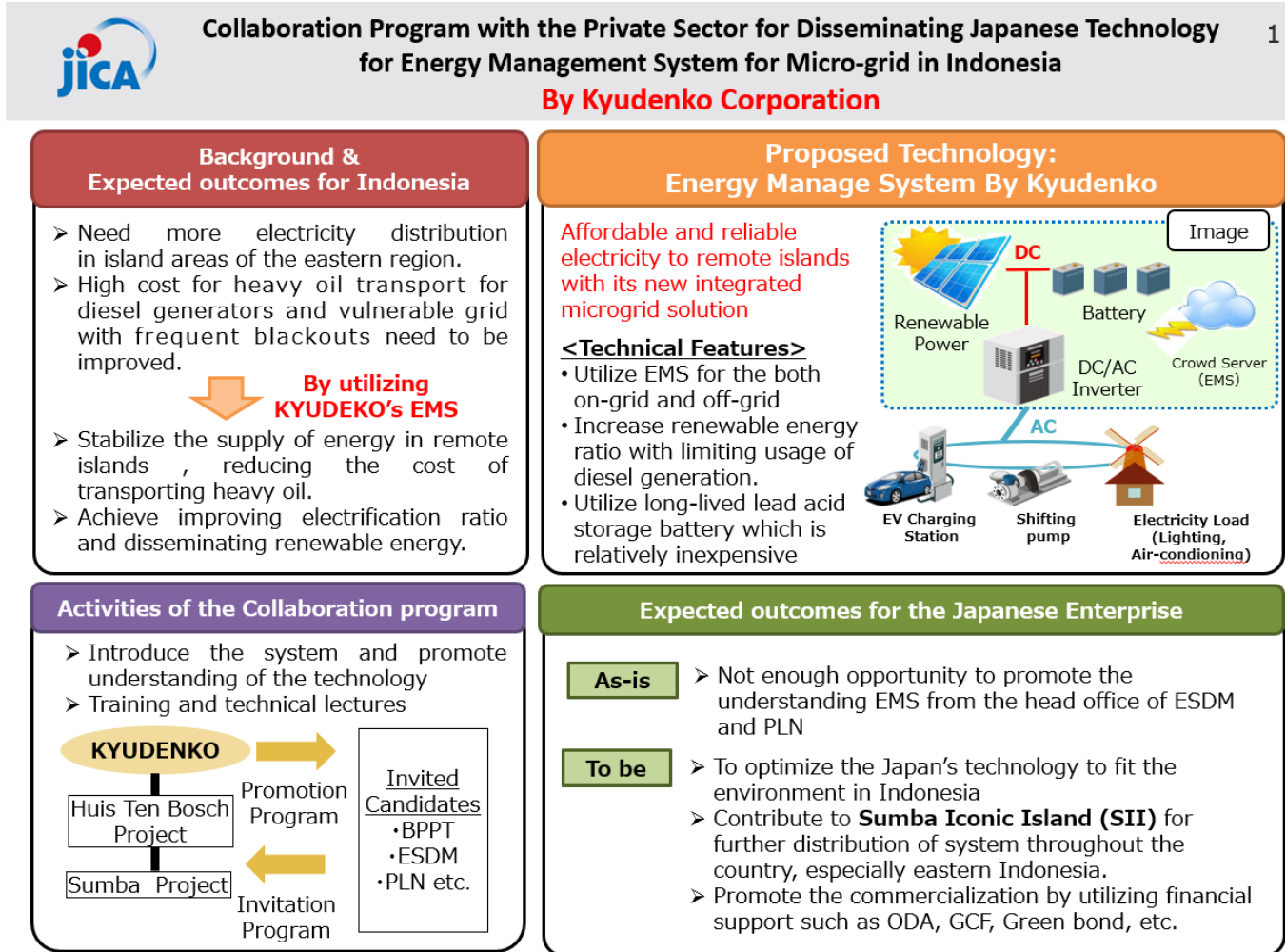


図 1-1 事業概要図

出所) 調査団作成

第2章本事業の背景

2.1. 本事業の背景

- 調査対象国：インドネシア（特に東部地域が対象）
- 最優先課題地域：東ヌサ・トゥンガラ（NTT：Nusa Tenggara Timur）州

インドネシア政府は2019年迄に全国電化率100%の実現を目標としており、完全非電化の2,530村を含めた11,300村で電化を推進している。2017年9月時点で電化率は全国平均92.75%を達成しているものの、パプア州48.91%、NTT州58.99%と、インドネシア東部での電化の遅れが指摘されている。また、電化の次の課題として、ソーラーランタンやソーラーホームシステム（SHS）による限定的な電力供給ではなく、住民の生活の質の向上や当該地域の持続可能な成長に寄与する電力インフラ整備が強く求められている。

インドネシア東部に点在する離島では、ディーゼル発電機を主体として電力システムが構築されており、発電に必要なディーゼル燃料の輸送費用の負担が非常に大きく、発電コスト増加に大きく影響している。PT PLN（インドネシア国有電力会社、以下PLN）によるインドネシア東部の2016年発電コストは以下の通りであり、インドネシア平均の2倍以上に達している。

表 2-1 インドネシア東部の平均発電コスト（BPP）

地域名	平均発電コスト（Rp/kWh）	平均発電コスト（USCent/kWh）
東ヌサ・トゥンガラ（NTT）州	2,332	17.52
Sumba 島	1,887	14.18
Timor 島	2,226	16.73
Flores 島西部	1,751	13.16
Flores 島東部	2,070	15.55
マルク州及びパプア州	2,008	15.09
インドネシア平均（参考）	983	7.39

出所) インドネシア国エネルギー鉱物資源省(ESDM)

本事業で最優先課題地域とする東ヌサ・トゥンガラ（NTT）州は、インドネシアの中でも太陽光のポテンシャルが高い地域である一方で、電化率が低い地域であり、かつ電力が供給されていても電源不足や系統が脆弱なため、人々のニーズを満たす電力供給が行われていない地域である。そのため、国の電力供給責任を持つ PLN やエネルギー鉱物資源省（以下 ESDM）は、需要が散在していて配電網整備の事業採算性が見込めない代替アプローチとして、分散型電源としての太陽光発電導入を行っている。しかしながら、脆弱な電力系統設備や、運用管理のための予算不足・技術ノウハウ不足もあり、効率低下が顕著な発電所が多く、太陽光発電への電源としての信頼性が必ずしも高くないことが課題として挙げられる。

提案企業の経営戦略との関係性

提案企業は、日本国内を中心に多数の再生エネルギー発電施設の施工、事業運営の経験を有している。中でも太陽光発電では、パネル換算で2000MWを超える施工実績があり、その約3割は事業として出資も行っている。この豊富な再生可能エネルギー関連技術で世界のエネルギー技術や低炭素化に貢献すべく、2012年頃から海外事業を強化している。特にインドネシアについては、提案企業が九州インドネシア経済友好協会の幹事会社というご縁もあり、島嶼国である同国の電力事情改善に微力ながら貢献したい思いがあった。

さらに、2020年度から始まっている提案企業の新・中期経営計画においても、「九電工 EMS 技術の強化」など再生可能エネルギーへの取組みを具体的に謳っており、SDGsの実現を目指していく方針を明記している。（下記資料参照）

新中期経営計画（SDGsとの関連性）



中期経営計画に掲げる取り組みを着実に進め、事業活動を通じて、当社グループが行っている事業と親和性の高いSDGsの実現に貢献していく。



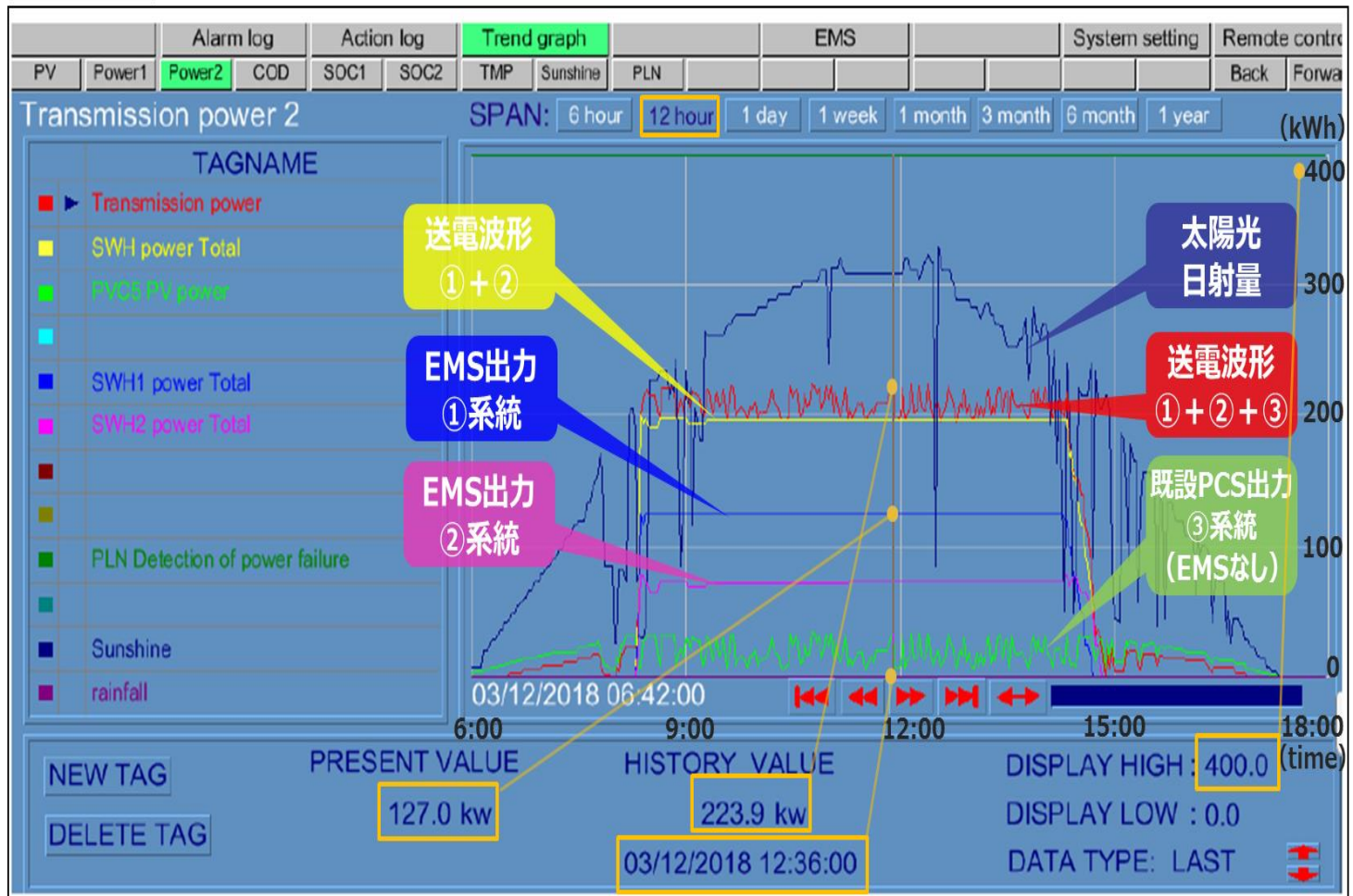
中期経営計画における具体的取り組み	重要課題	SDGs
<ul style="list-style-type: none"> ○コンセッション・PPP/PFI事業への取り組み強化（水道・ごみ処理場・空港/港湾・公共施設等への参画） ○新たなビジネス領域の開拓（不動産・農業再生等） 	1) 環境に配慮したまちづくりの推進	
<ul style="list-style-type: none"> ○再生可能エネルギー発電事業の拡充 ○エネルギーサービス（ES）事業の拡大 ○九電工EMS事業（インドネシア）の強化 	2) 省エネ・創エネ技術の強化	
<ul style="list-style-type: none"> ○配電線工を通じた安定的な電力供給の維持 ○生産性の向上 ○先端技術及びITの研究開発促進（省力化・合理化の推進） ○重要災害の撲滅 	3) 施工品質および安全の確保	
<ul style="list-style-type: none"> ○技術者採用の強化（採用の多様化） ○夢・達成感・自信に繋がる育成計画の再構築 ○経営幹部・次世代リーダーの育成 	4) 安定した採用の継続と 人財育成の推進	
<ul style="list-style-type: none"> ○若手技術者の離職率抑制 ○働き方改革の徹底による休日確保と時間外作業の縮減 ○ダイバーシティの推進 	5) 働きがい・ やりがいのある職場環境の構築	
<ul style="list-style-type: none"> ○不正行為撲滅に向けた再発防止策の確実な実行 ○九電工コーポレート・ガバナンスガイドラインに基づくガバナンス体制の強化・徹底 	6) コンプライアンス経営の強化・実践	

2.2. 普及対象とする技術、及び開発課題への貢献可能性

2.2.1. 普及対象とする技術の詳細

提案企業が独自開発した**エネルギー・マネジメント・システム (Energy Management System)**の特徴は、オン/オフグリッド（電力会社の送電系統と接続している/接続していない状態）で電力需給制御を行う、自立した発電システムであり、離島などの脆弱な配電網や未電化地域への導入を目的としたものである。また**複数の発電所間を配電・通信網により連携をさせることで、調整力を持った電力供給システム**を実現する。

また、このEMSが発電側で安定送電の制御を行う事により、例えば太陽光発電においては、日射の具合で激しく変動する発電量（下のグラフの青い線）に対し、EMSを通すとグラフ上のEMS出力①系統と②系統のラインのように、常に安定波形でマイクログリッド等への送電を継続する事が可能となる。



EMSを使った再生エネルギー送電の実例（インドネシア・スンバ島実証施設）（出所：九電工作成）

2.2.2. 開発課題への貢献可能性

本事業の最優先課題地域 NTT 州におけるスンバ島は、ESDM の行政令「スンバアイコニックアイランド (SII) 構想 (No.3051/K/30/MEM/2015)」で 2020 年迄に 95% の電化率を再生可能エネルギーで実現することを目標として定めている。本構想はアジア開発銀行 (ADB) が主導し、離島電化のモデルケース構築という位置付であったが、近年の再生エネルギー電源及び蓄電池の急激なコスト低下もあり、本目標の達成に向けた機運も高まってきており、電化と再生可能エネルギーの普及を両立させるべく、継続して取組が進められている。

提案企業は上記のように ESDM が注力するスンバ島において実証機を 2017 年 12 月から運転開始しており、SII 構想に貢献することは確実である。また、今後は同様な課題に直面している周辺離島への展開を進めることにより、同地域が抱える電力アクセスの課題に貢献していくことが期待される。

インドネシア東部地域の電力供給の現状と、本ビジネスの実施による課題解決への貢献可能性を整理すると以下の通り。

表 2-2 インドネシア東部地域の電力供給の現状と課題解決への貢献可能性

電力供給の現状	課題解決への貢献可能性
価格変動リスクが高く、CO2 排出量も大きいディーゼル発電を主体とした電力供給。	再生エネルギー電源による電力供給により、既存ディーゼルの焚き減らし（稼働時間削減）。
基幹送電網の整備が遅れており、一部地域で低圧配電網、その他大部分は孤立電源による電力供給。	既設電力インフラを取り込む形で、電力供給システムを強化し、再生エネルギー比率を高めることへ貢献。
今後電力需要が増大していく傾向。また、日中と夜間の需要変動が大きい。	負荷需要の増加やパターンに合わせて、追加された電源を統合的に管理することで、柔軟な電力供給システムを構築。
大規模再生エネルギー電源の連携により、配電系統の潮流や電圧の急激な変化が発生。一部地域では実質的に出力制御を実施。	システム側の適切な制御により、配電系統側へ影響を与えない安定した電力を供給、発電された電力を無駄にせず効率的な供給を実現。
技術者教育が遅れており、発電所運用人材の育成が急務。また、島嶼国であり、発電所が点在しており、運用・管理コストが多大。	遠隔監視、運用を可能とするシステムにより、運用・管理コストを低減。発電所側は操作性の高い簡易なシステムとすることで効率的に人材育成を実施。

出所) 調査団作成

上記を前提として、ビジネスにより生ずる開発効果は、①エネルギーアクセス向上、②気候変動への対策が挙げられる。①は上述の通り電化率の向上、②は再生可能エネルギーの普及に貢献し、政府目標である 2025 年再生エネルギー比率 23% (45GW) の達成に大きく寄与することが期待される。特に太陽光発電

は、総ポテンシャル 532GW の内で 2025 年 6.4GW、2050 年 45GW というエネルギー鉱物資源省の計画に対して、PLN は 2018 年以降の計画値を明記しないなど、将来電源としての期待と系統運用面での不安が交錯している状況であり、その中で太陽光を活用した信頼性の高い電力システムを実装していく意義は大きい。

第3章 本事業の概要

3.1. 本事業の目的及び目標

3.1.1. 本事業の目的

提案企業は EMS による発電システムを ①オングリッド型、②オフグリッド型、③産業創出型ビジネスの主な 3 方向で事業化、普及化を図っていきたいと考えている。

はじめに 2015 年に国内（長崎県ハウステンボス）にオフグリッド型実証施設を施工し、その後インドネシア・スンバ島にオングリッド型の実証施設を完成させ、実用化への準備を進めてきた。その過程でインドネシア政府技術評価応用庁（BPPT）と MOU を締結し、提案企業による技術のインドネシアへの導入について基本的な同意を得ている。しかしながら、今後、インドネシア東部をはじめ全国へ当該技術の普及化を図るには、電力セクターを所管する ESDM や PLN をはじめとする関係省庁及び国営企業へのアプローチが極めて重要となってくる。

BPPT は技術開発分野における分野横断的な組織であり、各省庁との連携能力も十分に有しているが、上述の「関係官庁との人脈形成」、「提案企業の技術への認識・理解」、「普及化への機運醸成」の流れは不可欠である。一方で、提案企業のような外国民間企業による単独の活動では非常にハードルが高い目標である。これら省庁へのプロモーション活動を行い、相手国政府内における「普及化の機運醸成」を得る事を本事業の基本方針とした。

また、本邦民間企業が他国の公務員を本邦受入する事は現実的に難しい面があるが、本事業による招聘で国内ならびにスンバ島実証施設への視察や提案企業の研修施設を利用して技術講義を実施する事は、普及活動の上で大きな効果が期待できるため、併せて当該官庁の関係者を本邦受入（もしくはスンバ島への招聘）する事も基本方針として実施した。

なお、本事業の目的として、相手国政府内における提案企業の技術の認知だけにとどまることなく、実際にビジネスとして事業化する事が重要であるため、事業期間中も実際のビジネス案件が発生した場合、機動的かつ柔軟に取り組み検討を行うよう留意した。

3.1.2. 本事業の達成目標（対象国・地域・都市の開発課題への貢献）

本事業におけるカウンターパートは、PLN 及び BPPT となるが、インドネシア国内における発電事業が事実上 PLN によって独占されている状況を鑑み、本 JICA 事業により PLN 内で提案企業の技術が認知され、実際にインドネシア国内への EMS 導入が検討される段階まで達することを目標としたい。具体的には

- PLN 本部及び BPPT との MOU 締結

(NTT 州他への試験導入に関しての相互合意を実現目標ラインとして設定)

とするが、国のエネルギー政策を所管する ESDM に対しても、本事業内で EMS 技術についての情報共有を継続するよう留意した。

上記の通り、本事業の達成目標はインドネシア政府による提案企業による EMS 技術の試験導入に向けた MOU の締結としているが、本技術の導入によって対象国・地域・都市の課題に対する具体的な便益や効果について、以下のように想定した。

表 3-1 九電工 EMS 導入による便益や効果

九電工 EMS 導入までの課題	対象国・地域・都市への具体的な便益や効果
<p>「インドネシア国における課題」</p> <p>現政権の「インフラ投資計画」の進捗が思わしくない。予算確保不足で、特に離島が多い東部地域における電化率向上がネックになっている。</p>	<p>電力幹線の恩恵を受けない地域は、送電網の整備に費用がかかり、電力料金の高騰を招いている。</p> <p>EMS 技術は電力網が弱い地域での高変換効率と蓄電技術において、他社の追随を認めていない。</p> <p>提案企業の一般的な太陽光発電所との比較で、EMS 採用発電所は最大で 40% 高効率を実現する。即ち限られた予算で効率を 40% アップさせる事が可能。</p>
<p>「インドネシア東部地域における課題」</p> <p>当該地域は特に島嶼部が多い地域で、電力幹線がほとんど存在しない。太陽光発電所や小水力発電所は散発的に構築されているが、地域の安定電力としては機能できていないのが実情。</p>	<p>EMS 技術により、バックアップ電源に過ぎない再生エネルギー発電を安定化させてグリッドへ供給する事が可能となり、条件によっては 24 時間供給も可能であり、地域マイクログリッドにおいて、相対的に再生エネルギー効率を高め、ディーゼル発電機の“焚き減らし”を実現する事ができる。</p>
<p>「都市としての課題」</p> <p>離島に存在する都市も多いが、これら遠隔地の施設は、往々にしてメンテナンスに問題を抱えているケースが多い。これは交通の不便さ、独立したインフラである為、効率的な保守管理が行えず、壊れたら壊れたまま放置されている事も多い。</p>	<p>EMS 技術はインターネット環境（携帯電話基地局で可）がある限り、クラウドで遠隔監視・オペレーションを行える。さらに今後は故障検知の機能も実装する計画であり、作っておしまい、の施設とは一線を画する。</p>

出所) 調査団作成

3.1.3. 本事業の達成目標（ビジネス面）

達成目標①： 既設太陽光発電所の改修工事の初受注（2021年度内目標）

＜ビジネス展開に向けての位置付け＞ 同形態の受注横展開を目論む。

達成目標②： IPP事業計画でのコンソーシアム組成（2021年度前半目標）とPPA（売電契約）締結（2021年度内目標）

＜ビジネス展開に向けての位置付け＞ 自社出資による海外エネルギー事業への参入。中期事業計画ともリンク。

達成目標③： 駐在員事務所の現地法人化（2022年度内目標）

＜ビジネス展開に向けての位置付け＞ 事業の立ち上がりを見据えた営業拠点充実化。技術要員の配置等。

3.2. 本事業の実施内容

3.2.1. 実施スケジュール

提案企業は、途上国の電力不安定地域に安定した再生可能エネルギー由来の電力を供給できる「九電工EMS＝エネルギー・マネジメント・システム」を開発した。インドネシアは人口が2億5千万人と多い上、多数の離島が存在しており、有人の離島の数は5,000を超すとされている。本事業では、EMS技術の普及・事業化を目指して、①現地活動として、現地電力会社であるPT PLNと所管官庁であるエネルギー鉱物資源省(ESDM)へワークショップや技術紹介を深いレベルで実施すること、②本邦受入活動を行い、日本国内にある実証施設や再生可能エネルギー関連施設ならびにメーカーの工場訪問とディスカッション等を実施し、本技術が離島・遠隔地を中心としたインドネシア国の電力事情の改善に直結するような成果を目指していく。なお、両活動ともに、従来から本技術に対する理解が深いBPPTがCPとして入り、側面支援を受けている。

表 3-2 本事業の実施スケジュール

活動種別	時期	期間	実施都市	活動の目的と概要
第1回 現地 活動	2019 年 6月	7日 間	ジャカル タ + NTT州	<p>【目的】</p> <p>① 各CPとの事業キックオフ</p> <p>② PLN本部内関係組織へのEMSワークショップ開催（BPPT協力）</p> <p>③ NTT州PLNへの技術浸透に係る活動</p> <p>【概要】</p> <p>①特にPLNは組織が巨大であり、関係部門が多岐にわたることから、キーパーソンとの関係強化及び今後の入札・受注に向けての課題を明確化する</p> <p>②併せて地方局レベルにおいても同様の活動</p>

第2回 現地 活動	2019 年 8月	6日 間	北スラ ウエシ 州+ NTT州	<p>【目的】 これまでの普及活動でEMS技術に関心を示している北スラウエシ州及びNTT州のPLNに対し、具体的な案件化をベースとした議論を行い、技術導入への確度向上を狙う</p> <p>【概要】 ①北スラウエシでの離島をモデルとした案件化のディスカッション ②NTT州ではロテ島をモデルとしたディスカッションを行い、技術の本格的導入を視野に入れて相手国関係者と議論を深める</p>
第1回 本邦 受入	2019 年 9月	6日 間	九州お よび栃 木県	<p>【目標】 PLN本部関係者の九電工EMS視察による理解促進と導入提案</p> <p>【概要】 幹部招聘。九電工本社訪問、ハウステンボス実証施設での説明、機器メーカー工場及び再生エネルギー発電サイト訪問等</p>
第3回 現地 活動	2019 年 9月	7日 間	ジャカ ルタ+ 南スラ ウエシ 州	<p>【目的】 提案企業の技術の導入候補地は、NTT州（東ヌサ・ドゥンガラ州）を第一候補として考えているが、南スラウエシ州にも多くの離島がある他、州として再生エネルギー導入機運が非常に高いエリアである。今回の普及促進事業においても同州へのアプローチを行い、提案企業の技術の浸透を目指す。</p> <p>【概要】 南スラウエシ州における再生エネルギーEMS導入ニーズと課題の把握</p>
第2回 本邦 受入	2019 年 10月	5日 間	九州(福 岡/長崎/ 栃木 他)	<p>【目標】 PLN地方幹部を招聘し、現地への再生エネルギーEMS導入ニーズを確立</p> <p>【概要】 ①九電工EMS国内実証施設の見学・説明（長崎県佐世保市ハウステンボス内） ②蓄電池メーカーやインバータ機器メーカーの工場訪問による技術説明</p>
第4回 現地 活動	2019 年 12月	7日 間	ジャカル タ+ NTT州	<p>【目的】 スンバ島アイコニック・アイランド構想での九電工EMSの展開可能性の検討及びインドネシア再生エネルギー関連政策・法令・ビジネス環境等動向調査</p> <p>【概要】 大規模かつ安定的な再生エネルギー発電所の導入による大幅なCO2削減可能性について、現地PLNを中心とした意見交換・調査。さらにジャカルタ地区を中心に再生エネルギー事業に係る企業・団体からの情報収集</p>
第5回 現地 活動	2020 年 1月	7日 間	ジャカル タ+北 マルク 州	<p>【目的】 PJBS社との協業スキームに基づく受注成約に向けての活動</p> <p>【概要】 ①本邦受入活動を契機としたPJBS社（PLNグループ企業）との業務協力MOU締結に伴う北スラウエシ州の離島の太陽光・蓄電発電所の改修案件推進</p>

				②同じく本邦受入活動で PLN から案件提案された北マルク州案件の推進
第3回 本邦 受入	2020 年 1月	5日 間	九州(福 岡/長崎/ 栃木 他)	<p>【概要と目的】 本事業の CP である BPPT は、新規技術導入を司る国の機関として、電力現業機関である PLN に対し、九電工 EMS の普及支援を実施。BPPT 長官はじめ重要幹部が本邦受入活動に参加したことにより、九電工 EMS の最新開発状況を理解するとともに、今後の BPPT と九電工のパートナーシップに関して議論を行い、覚書の取り交わしなど成果を得たい。 また、前回の本邦受入活動に参加できなかった PLNJ 本部の計画部長もこの最終活動に参加を検討したいとのメッセージを受けた</p>
第6回 現地 活動	2020 年3 月	7日 間	北カリマ ンタン 州	<p>【目的】 北カリマンタン州の離島現地調査</p> <p>【概要】 インドネシアの政策により、離島全島再生エネルギー電源化の構想があり、北カリマンタン州の 2 島がモデル地区に指定されている。提案企業は本邦受入活動をトリガーとして、本計画への提案機会を得たため、現地調査をもとにより具体的な提案</p>
第7回 現地 活動	2020 年 3月	6日 間	ジャカル タ	<p>【目的】 事業ラップアップ。MOU 締結への合意</p> <p>【概要】 各 CP と今後の技術導入に向けての議論まとめ 事業終了後の普及化・事業化への道筋をつける</p>

出所) 調査団作成

3.2.2. 実施体制

本事業における実施体制は以下の通り。

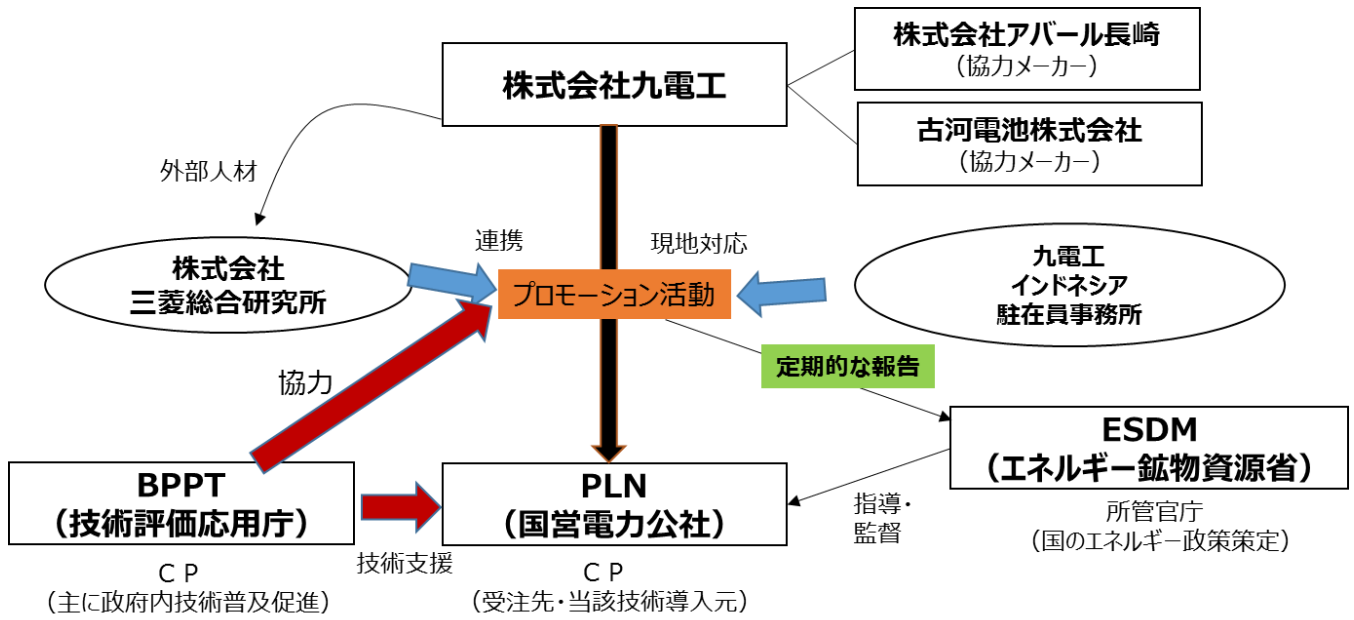


図 3-1 調査実施体制

出所) 調査団作成

												・コストダウン検証	
8	開発効果の調査・検証				■ ■ ■		■ ■ ■					・ EMS 導入前・後の電力供給能力比較指標及びデータの作成（系統接続型の場合） ・ ディーゼル発電と比較しての EMS 導入効果の見える化 ・ EMS 導入におけるコストと効果の関連データ作成	・ EMS 導入効果の検証 ・ 導入コスト妥当性の評価 ・ 上記2点を軸とした尼国関係省庁向け報告資料

第4章本事業の実施結果

4.1. 第1回現地活動

4.1.1. 概要

第1回現地活動は2019年6月に実施した。

【目的】

- 各 CP との事業キックオフ
- PLN 本部内関係組織への EMS ワークショップ開催（BPPT 協力）
- NTT 州 PLN への技術浸透に係る活動

【概要】

- 特に PLN は組織が巨大であり、関係部門が多岐にわたることから、キーパーソンとの関係強化及び今後の入札・受注に向けての課題を明確化する
- 併せて地方局レベルにおいても同様の活動

4.1.2. ワークショップ開催

- 本事業における第1回現地活動として、カウンターパートとなる PLN 及び BPPT との合同開催でのキックオフワークショップを開催した。ワークショップは PLN 本社を対象とした National Workshop と、九電工の重点戦略地域である NTT 州を対象とした East Region Workshop の2種類を計画し、PLN 事務所内の会議室での開催とした。
- 参加者は、PLN、BPPT の他、エネルギー鉱物資源省 (MEMR)、Hivos (※NGO 団体。スンバアイコニックアイランドを支援)、九電工、三菱総合研究所であり、①National Workshop37名、②East Region Workshop24名が参加した、
- ワークショップ開催に際して、BPPT が主体的に開催準備を行ったこともあり、MEMR 及び PLN の多様な部署からの参加が実現した。但し、目標としていた本社部長は直前で参加がキャンセルとなった。

<開催日程及び場所>

	日程	会場	参加者
①National Workshop	2019年6月25日(火) 9:00-12:00	ジャカルタ (PLN Bogor 事務所内 会議室)	37名
② East Region Workshop	2019年6月28日(金) 8:30-11:30	クパン (PLN NTT 州事務所内 会議室)	24名

<①National Workshop の Timetable>

8:30-9:00	REGISTRATION
9:00-9:15	Opening Remarks
9:15-9:35 (20min)	RENEWABLE ENERGY DEVELOPMENT BASED ON RUPTL PLN <i>PT PLN</i>
9:35-9:55 (20min)	SMART MICRO GRID TECHNOLOGY IN INDONESIA <i>BPPT</i>
9:55-10:25 (30min)	Technical Explanation of KYUDENKO EMS <i>Kyudenko Corporation</i>
10:25-10:45 (20min)	Refreshment Break
10:45-11:00 (15min)	Activity Plan of Collaboration Program <i>Kyudenko Corporation</i>
11:00-11:15 (15min)	Recommendation for Becoming A Main Power Source of Renewable Energy in Eastern Indonesia <i>Mitsubishi Research Institute, Inc</i>
11:15-11:55 (40min)	Discussion, Wrap up, Next Action Plan <i>Moderator: BPPT</i>
11:55-12:00	Photo Session, Closing Remarks

<②East Region Workshop の Timetable>

8:30-9:00	REGISTRATION
9:00-9:15	Opening Remarks, Photo Session
9:15-9:35 (20min)	Development of NTT Electricity System According to RUPTL 2019-2028 <i>PT PLN NTT Regional Office</i>
9:35-9:55 (20min)	Smart grid technology in Indonesia <i>BPPT</i>
9:55-10:25 (30min)	Technical Explanation of KYUDENKO EMS <i>Kyudenko Corporation</i>
10:25-10:45 (20min)	Refreshment Break
10:45-11:00 (15min)	Activity Plan of Collaboration Program <i>Kyudenko Corporation</i>
11:00-11:15 (15min)	Recommendation for Becoming A Main Power Source of Renewable Energy in Eastern Indonesia <i>Mitsubishi Research Institute, Inc</i>
11:15-11:55 (40min)	Discussion, Wrap up, Next Action Plan <i>Moderator: BPPT</i>
11:55-12:00	Closing Remarks

講演では、PLN から最新の電力供給事業計画（RUPTL）について主に再生可能エネルギー導入計画について説明がされた。特に NTT 州については公開されている RUPTL よりも詳細な計画内容について説明がされたことから、九電工の事業戦略を検討する上で重要な情報を得ることができた。BPPT からはインドネシアにおけるスマートグリッド実証としていくつかのプロジェクトについて説明がされ、その中で九電工が実施するスンバ島実証についても触れられた。九電工からは EMS 技術や事業概要、及び JICA 事業での活動計画を説明し、三菱総合研究所からは再生エネルギー電源の主力電源化に必要な制度化提案（ビジネス環境整備）を講演した。

質疑応答では、技術的な視点から多くの質問がなされ、特に系統接続型モデルとして、系統側の停電時における九電工側システムの運用対応（例：アイランドモード運用への切り替え）についての期待が示された。

4.2. 第 2 回現地活動

4.2.1. 概要

第 2 現地活動は 2019 年 8 月に実施した。

日付		移動行程	協議
8 月 25 日	日	移動：福岡-シンガポール-ジャカルタ（ジャカルタ泊）	
8 月 26 日	月	移動：ジャカルタ-マナド（マナド泊）	PLN-Wilaya Suluttenggo と協議

8月27日	火	移動：マナド-ジャカルタ-デンパサール（バリ泊）	
8月28日	水	移動：デンパサール-クパン（クパン泊）	
8月29日	木		PLN-Wilaya Kupang と協議
8月30日	金	移動：クパン-デンパサール-シンガポール（機内泊）	
8月31日	土	移動：福岡着	

【目的】

- これまでの普及活動で EMS 技術に関心を示している北スラウェシ州及び NTT 州の PLN に対し、具体的な案件化をベースとした議論を行い、技術導入への確度向上を狙う

【概要】

- 北スラウェシでは、離島をモデルとした案件化のディスカッション
- NTT 州ではロテ島をモデルとしたディスカッションを行い、技術の本格的導入を視野に入れて相手国関係者と議論を深める

現地活動

(1) PLN-Wilaya Suluttenggo（北・中部スラウェシ州、ゴロンタロ州）における現地活動

離島既存太陽光発電所の改修案件（EMS 化）にかかる価格調整協議及び入札における EMS スペック導入についての協議。

(2) PLN-Wilaya NTT (NTT 州) における現地活動

ロテ島 PLTS ハイブリッド改修案件（EMS 化）にかかる価格調整及び入札における EMS スペック導入についての協議。

① PLN-Wilaya Suluttenggo :

PLN 側からは以前から離島の太陽光発電設備改修案件を同社 GM から担当を任されているマネージャー他、技術担当者、入札担当者、他 2 名、合計 6 名が出席した。

今回の協議は、本来なら既に入札公募が開示していなければならない時期であるが、離島は GM の司令により EMS 化が必須で有ることから、我々の最終見積（300Kwp）を待っていて頂いている状況である。

改めて同社マネージャーから例外的に入札前に本年度の予算内容について説明を受け、本年度予算が 52 億ルピアで、それをフェーズ 1 とし、来年度 3 月頃を目途にフェーズ 2 で残りの分を実施し、合計で 300Kwp にしたいとの要請を受けた。

入札時期は9月中、落札を10月上旬に決定、2～3月にはフェーズ1を完了、間髪を入れず3～4月にフェーズ2の入札公募を実施したいとの事であった。

PLNが入札を実施する前に民間応札候補企業に予め予算を教示することは極めて稀な事である。

結果的には300Kwpの内、本年度予算で可能な範囲の規模で実施可能な規模はおおよそ70Kwpほどであるが、九電工のEMSの仕組みでは、最低100Kwpでなければ高いプラントになってしまう事になり、実質PLNの予算設定（Kwpあたりの投資コスト）を大きく上回り入札適用外になってしまう。

現在に至るまで、Capex計算ではなくOpexで見て欲しいと言う説得を続けて来ていたため、ある程度理解は得られているとの実感はあったが、提示した見積りで現在Rp.2,250/kwhであるため価格に対しての異論は余りされなかった。

7月に突然ジョコウィ大統領が当該離島を訪れ、PLNの太陽光発電設備を視察した折、当然の事ながら太陽光発電は故障しており、運が悪いことに、ディーゼル発電機もメンテナンス中で、島は全くの停電状態にあった事もあり住民から大統領に対し不平が出て、PLNに対して嚴重注意をされた背景から（この時同社マネージャーが大統領に同行した）、PLN-リージョナル・スラウェシ及びSuluttenngoにとっては最優先案件となっていると言う。

ジョコウィ大統領は、地方を回るたびに、太陽光発電所を見学すると言うルーティーンがあり、訪れるたびに壊れている太陽光発電所を見ては落胆し、エネ鉞省やPLNに抗議をしており、直ぐに壊れる太陽光発電設備は駄目だと命令しているという事である。

② ロテ島 PLN-Wilaya NTT

- ① 今回の PLN-NTT 訪問は、近日中に実施する予定の
 - ② ロテ島太陽光/風力ハイブリッド発電の改修案件（150Kwp EMS化）の見積り提示及び協議、入札についての聴取。
 - ③ 東スンバ県における九電工 IPP 15MWhにかかる PT.サントモによる聞き込み調査。
- である。

応対者：PLN-NTT マネージャー

PLN-NTTのマネージャーによると、九電工が計画している東スンバ15MWhのIPP計画については何度か聞いているが、PLNの計画予定としては未だ正式には決定していない状態である。しかし確かに東スンバはSIIに沿った再生エネルギー発電を主体に考えていきたい事もあり、またその可能性も充分ある。現実にはPLNの計画としては東スンバで10MWのPLTMG（ガスエンジン発電）計画が進行中であり、またその他に更に10MWのガスエンジン発電計画が2022年にある。しかし後者の10MWは再生エネルギー発電に変更する可能性を含んでいる。本件に関してはPLNリージョナル東ジャワ・バリ・ヌサトゥンガラシステム計画部の担当者に確認をしたところ前者の10MWは既に契約を済ませているので変更は出来ないが、後者はIPPかSPC（PLN）かを含めて未決定であるとの事であった。

来年度の RUPTL に本件を入れるには、各 PLN-Wilaya が各年毎の電力需要予測に基づき改定して行く、その結果を PLN 本部のシステム計画部へ作成した根拠を基に提出していく。毎年 9～10 月までに提出することになっているが、正確な時期は PLN 本部計画部長が各 Wilaya に招集をかける事になっている。

また、10MW 以上の再生エネルギー IPP は、本部の EBT が主体となって決定するので、この場合は Zulfikar 氏である。入札を実施するのは EBT ではなく戦略調達部 であるとの事であった。（しかし、15MW はインストールの数値であり、供給数値ではないため、九電工の 15 MW の場合の供給量 10MW h を超えないため、本部か Wilaya かは再確認が必要）

ロテ島の改修案件の件も含め、入札する際、通常のシステムよりも高価な EMS を落札させることは、現状では厳しいとの意見が出された。

価格については、PLN 自身としても問題があると認識しているが、提案法人としては現状では打開策がないことから、その方法を検討中である。

同日、PLN-Sulseirabar（南スラウェシ）の調達部隊と協議を行い、入札方法について、教示して欲しいと言うのが彼らからの要請であるとの事。

PLN に対して色々な法規が出来てから EMS の様な新技術を入札で展開する事は前例がないことから、皆も同様に悩んでいると思う。前例がなく、価格も以前より低くなるのであれば余り問題がないであろうが、高くなるのであれば慎重に進めないと言われている可能性がある。

九電工が EPC で実施する場合、国内生産率もクリアしなければならない問題であることには変わりはない。

PLN の入札評価には 2 つの方法がある。1 つ目は System Gugur で価格の一番安い企業が落札する方式。2 つ目は System Nilai で機能の充実や品質の高さなどを考慮する方法で一番安価な価格を提示した企業が落札するとは限らない方法もあるが価格的にかなりの差が出る場合は難しい。

PLN-NTT のマネジャーとしては、基本的には全ての太陽光発電所を遠隔で PLN 事務所から操作したいと考えている。

同社マネジャーによると、九電工の EMS はその条件を満たしており、活用したいと真剣に考えているが、入札を実施する良い方法が未だ浮かんで来ない。この先も Wilaya NTT では 24 箇所の太陽光発電の入札を控えているが、300Kwp 以上の案件には EMS を実装したいと思っているが、その方法論で結論が出ていない状況であるとのことだった。

その後、同マネジャーから既存の入札事例を受け取り、以下の資料を提出するよう依頼を受けた。

- ・ EMS スペック、
- ・ 既存のスペックにない部分
- ・ 既存スペックに加え、EMS スペックを追記する形
- ・ EMS スペックに関する説明。
- ・ ロテ島の見積りに関する最終見積

【IPP 入札の手順】

- ① ジョイントスタディ実施（PLN と民間企業）
- ② Wilaya がスタディを整理し PLN 本部（再生エネルギーの場合は EBT 部とシステム計画部）
- ③ PLNJ システム計画部で精査
- ④ エネルギー鉱物資源省大臣の承諾を得て RUPTL へ記載
- ⑤ 電力デマンド時期を判断して IPP 入札を公示（10MW 以上は PLN 本部）以下は Wilaya で公示及び実施。

【EPC 入札の手順】

RUPTL 計画に従い順次入札を実施。

EMS のスペック及び入札価格について CAPEX で実施可能か考察中。

国内生産率も考慮。

新技術案件として入札無しでの実施方法も考察。

300Kwp 以上の新規案件に EMS 導入を検討中。案件実施方法を模索中。

4.3. 第 1 回本邦受入

4.3.1. 概要

第 1 回本邦受入活動は 2019 年 9 月に実施した。

【目標】

PLN 本部関係者の九電工 EMS 視察による理解促進と導入提案

【概要】

- 幹部招聘。九電工本社訪問、ハウステンボス実証施設での説明、機器メーカー工場及び再生エネルギー発電サイト訪問等

4.3.2. 招聘プログラム

参加者は以下の通り。計 9 名。

No.	BPPT	PLN
	Position	Position

1	BPPT Smart Grid Program Director	Director of Sulawesi Regional
2	Chief Engineer of BPPT Smart Grid	General Manager of North Sulawesi
3	BPPT Smart Grid Program Manager	Executive VP Division Development of Kalimantan
4	Smart Grid Engineer	Vice President Technology Development and Standardization
5	Smart Grid and PV technology expert	

実施スケジュールを以下に記載する。

		Event
SEP.8	Sun	Jakarta 23:40 GA874
SEP.9	Mon	Arrival at Haneda Airport 8:50 Depart Haneda 11:30 - NH251 Arrival at Fukuoka 13:25 Move to Hotel by hotel bus
SEP.10	Tue	8:30 Hotel Lobby Short stop Kyudenko head office 10:00 Kyudenko Academy (Training Center) Facility tour 11:00 Depart Kyudenko Academy 12:30 Huis Ten Bosch (Lunch meeting) Visiting Kyudenko EMS Demonstration system 15:00 Depart Huis Ten Bosch 16:00 Tokyo Electron Device Nagasaki Factory tour 17:30 Move to Nagasaki city 18:15 To Hotel
SEP.11	Wed	7:30 Depart Hotel → Shin-Tosu Station 9:50 10:08 Shin-Tosu → Kagoshima Chuo 11:29 11:40 - 12:15 12:15 Depart JR Kyusyu Hotel Kagoshima 12:55 Nanatsujima Mega Solar power plant (70MW) (Plant tour) 14:00 Depart Nanatsujima Mega solar 15:00 Kagoshima Airport 16:15 NH628 to Tokyo Haneda 18:15 Haneda Airport → Hotel

SEP.12	Thu	<p>9:00 Depart from Hotel to Tokyo Station by JR Train</p> <p>10:00 Tokyo Station 10:00 → Utsunomiya 10:49 (Lunch at roadside restaurant)</p> <p>12:30 Furukawa Battery Imaichi factory and FB Plant (Factory tour of Lead-acid Battery and BMU- Battery Management Unit) <i>Short Sightseeing Nikko (if possible)</i></p> <p>16:39 TOBU Nikko LTD. Express Nikko 8 → JR Shinjuku Sta. 18:36</p> <p>19:00 JR Yamanote Line → Shinagawa Station → Hotel</p> <p>20:00 Dinner</p>
SEP.13	Fri	<p>10:00 Depart at hotel to JICA HQ</p> <p>11:00 JICA HQ (Short Meeting)</p> <p>11:40 Move to Mitsubishi Research Institute HQ (MRI) (Short Lunch)</p> <p>13:00 Wrap-Up Meeting at MRI Meeting room</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Presentation by PLN and BPPT ▪ Presentation by Mitsubishi UFJ Bank and MRI Presentation ▪ Next Step <p>After Wrap-up meeting, Free time!</p>
SEP.14	Sat	<p>8:55 Depart Hotel → Haneda Airport International terminal 9:35 Limousine bus</p> <p>11:45 Haneda GA875 Jakarta 17:30</p>

<ラップアップ>

招聘事業のラップアップを9月13日（金）に開催した。以下の題目で、それぞれがプレゼンテーションを行い、質疑や意見交換を実施した。

- Accelerating Renewable Energy Utilization through Energy Management System Technology, BPPT
- PLN SMART GRID IMPLEMENTATION AND ITS CURRENT STATUS, Team Leader of Smart Grid Implementation, PT. PLN (Persero)
- Recommendation for Becoming A Main Power Source of Renewable Energy in Eastern Indonesia, Mitsubishi Research Institute, Inc



- 写真：JICA 本部訪問時の様子

4.3.3. 成果

提案法人は、インドネシア東部・スンバ島で実際に運転中の実証施設が保有している事から、当初から今回の来日メンバーは、九電工の **EMS** 技術が単なる机上のレベルではなく、実際の発電技術に応用されている事を理解した上での来日であった。しかし、スンバ島の実証施設はあくまで稼働中の発電施設であり、その **EMS** を構築する上で、いかなる技術のバックボーンがあり、他技術と比較してアドバンテージがあるか、さらには製品の信頼性が実現できているか、それらを今回の受入事業を通じ、参加者に詳細に説明する機会を得られた事は、今後の普及展開及び事業化に向けて大きな進捗となった。また、今回は **PLN** のボードメンバーも参加し、投資や技術導入の判断ができる職員が参加したことは、提案企業にとっても極めて重要な財産になった。

PLN のメンバー選定、多忙なメンバーの説得等、**BPPT** メンバーが裏で非常に熱心に対応した。**BPPT** はいわゆる横串的な政府組織であり、それ自体で電力事業を行う事はないが、外国技術の導入にあたっては一定の影響力を保持していることから、**PLN** が参加したことは提案法人にとって収穫であった。

なお、今回特に **PLN** 参加者と築けた良好な関係は、必ず提案法人としてアフターフォローを行い、今後の事業化に有効に活用する考えである。

4.4. 第3回現地活動

4.4.1. 概要

第3回現地活動は2019年9月に実施した。

【目的】

- 提案法人の技術の導入候補地は、NTT州（東ヌサ・ドゥンガラ州）を第一候補として考えているが、南スラウェシ州にも多くの離島がある他、州として再生エネルギー導入機運が非常に高いエリアである。今回の普及促進事業においても同州へのアプローチを行い、提案法人の技術の普及を目指す。

【概要】

- 南スラウェシ州における再生エネルギーEMS導入ニーズと課題の把握

4.4.2. 現地活動

- 本事業における第3回現地活動として、カウンターパートとなる PLN 及び BPPT との合同開催でのキックオフワークショップを開催した。第一回現地活動で実施した National Workshop, East Region Workshop に続く第三弾として、九電工の重点戦略地域である南スラウェシ州を対象とした Kickoff Workshop を計画し、マカッサルにある PLN 事務所内の会議室での開催とした。
- インドネシアにおける再生エネルギー発電の「ビジネス環境調査」も併せて実施した。インドネシアでは事業に関する法制度が非常に複雑であり、再生エネルギーに関しては歴史が新しい事もあり、法整備を進める余地がある。特に、インドネシア政府から民間企業に対する再生エネルギー普及支援制度の整備が、進んでいない状況にある。その為、既にインドネシアにて再生エネルギー関連の事業を実際に行っている企業からヒアリングを行い、各社の事業の現状や課題、ビジネスモデルの把握を試みた。

<キックオフワークショップ開催報告>

- 本事業における第3回現地活動として、カウンターパートとなる PLN 及び BPPT との合同開催でのキックオフワークショップを開催した。第一回現地活動で実施した National Workshop, East Region Workshop に続く第三弾として、九電工の重点戦略地域である南スラウェシ州を対象とした Kickoff Workshop を計画し、マカッサルにある PLN 事務所内の会議室での開催とした。
- 参加者は、PLN、BPPT、九電工、三菱総合研究所であり、合計 35 名であった。

- ワークショップ開催に際して、BPPT が主体的に開催準備を行ったこともあり、新たに着任したスラウェシ州の PLN の General Manager の参加が実現した。
- 講演について、PLN からはスラウェシ州の最新の電力システム開発動向と 2025 年までの IPP による再生可能エネルギー開発計画についての説明があった。一方で、同計画上には太陽光発電の新設計画が記載されていなかったが、過去、大規模な風力発電の建設が進み、系統への悪影響が生じたことが背景にあると推察される。太陽光発電や風力発電等の変動型再生可能エネルギーと既存系統の協調に向けて、九電工 EMS の技術をパッケージ化したソリューションの提案が一案と考えられる。また、BPPT からはインドネシアにおけるスマートグリッド実証としていくつかのプロジェクトについて説明がされ、その中で九電工が実施するスンバ島実証についても触れられた。九電工からは EMS 技術や事業概要、及び JICA 事業での活動計画を説明し、三菱総合研究所からは再生エネルギー電源の主力電源化に必要な政策や制度の提案について講演した。
- 質疑応答では、技術的な視点からの質問が多くなされ、九電工 EMS 技術への高い関心が寄せられた。

<開催日程及び場所>

	日程	会場	参加者
Makassar Workshop	2019年9月26日(木) 9:00-12:00	マカッサル (PLN Makassar 事務所内 会議室)	35名

<アジェンダ>

Waktu (時間)	Kegiatan (内容)	PIC (講演者)
08.30-09.00	Registration 登録	
09.00-09.05	Opening 開会	MC (BPPT)
09.05-09.20	Opening speech 開会挨拶	General Manager PLN
09.20-09.25	Photo Session フォトセッション	
09.25-09.40	Presentation: Smart Grid Technology Development in Indonesia インドネシアにおけるスマートグリッド技術の開発	BPPT
09.40-09.55	Presentation: RUPTL 2019-2028 di Province Sulawesi Selatan 南スラウェシ州における 2019-2028 年の RUPTL	PT. PLN
09.55-10.20	Presentation: Overview of Kyudenko Energy Management System (EMS) 九電工エネルギー・マネジメント・システムの概要	Kyudenko Corporation
10.20-10.30	Coffee Break	
10.30-10.45	Presentation: Activity Plan of Collaboration Program 普及促進事業の活動計画	Kyudenko Corporation
10.45-11.00	Presentation: Recommendation for Becoming A Main Power Source of Renewable Energy in Eastern Indonesia	Mitsubishi Research Institute

	東部インドネシアにおける再生エネルギー主力電源化に向けた提言	
11.00-12.00	Discussion 質疑応答	Moderator, BPPT
12.00-12.05	Closing 閉会挨拶	

<インドネシアにおける再生エネルギー発電 ビジネス環境調査>

蓄電池や太陽光パネル等の現地のビジネス環境の調査、SPC 設立型ビジネス等の現地のビジネス環境の調査に関連したヒアリングを実施した。

インドネシアで再生エネルギービジネスを拡大していく上では、対 PLN の再生エネルギー案件を進めるだけでなく、商業向けの再生エネルギーも視野に入れた取り組みを進めることが望ましい。その際に、主要な再生エネルギーIPP が取り組んでいるビジネスモデルが参考となる。そこで、PLN 向けの再生エネルギー案件に取り組むだけでなく、商業向けの再生エネルギービジネスを展開している以下の企業を選定した。

- インドネシアの再生可能エネルギーIPP3 社 (Quantum Energy, Akuo Energy, Brantas Energy)
- EPC1 社 (SEI) 、メーカー1 社 (Sky Energy)

各社からは、インドネシア政府からの再生エネルギーの普及を後押しする政策・制度面での支援が限られているという声が上がられた。具体的には、インドネシアでは周辺の各国とは異なり、Feed in Tariff 制度等の再生エネルギー普及支援策の導入が進んでいない点や、インドネシア地場企業のローカルコンテンツが設定されている点など、民間企業、特に外資民間企業が事業を進める上で規制面での障壁がある。また、インドネシアで再生エネルギーに関心のある企業が限られていることも課題として挙げられ、現在、再生エネルギー取り組みを進める企業以外にも参入しやすいビジネスモデルの検討が必要となる。

インドネシアで実施あるいは検討されている商業向けの再生エネルギーのビジネスモデル（顧客の形態を含む）として、以下の4点が挙げられた：

- 初期コストゼロ型 (Quantum Energy の取り組み) : 商業向けのルーフトップ太陽光の設置に際し、初期コストをゼロとする代わりに、月々の電気料金の削減分から初期コストを負担
- 出力保証型 (SEI の取り組み) : PV+蓄電池で一定の出力を保証して、再生エネルギー電力を提供
- エリアのオーナーへの売電 (SEI の取り組み) : 工業団地のオーナーを顧客として、ルーフトップ太陽光の設置。PLN の売電価格より安価で、工業団地内の企業に売電
- RE100 (自社の事業運営を 100%再生可能エネルギー由来の電力で調達することを目標に掲げる企業) に熱心な企業への売電 (Quantum Energy, Akuo Energy の取り組み) : 再生エネルギーに関心の高い企業や NGO に対し、ルーフトップ太陽光の設置を実施

顧客へのサービスの一環として、料金回収の手段を多様化する取り組みも進められていた：

- B to C 向けのペイメントシステム (Pay as you go) (SEI の取り組み) : アプリを利用したモバイルペイメントシステム
- フラットレート (Sky Energy の取り組み) : 一律料金の提供

- リース（SEI の取り組み）：設備購入のハードルを下げるリースの提供

インドネシアでは、ローカルコンテンツが定められており、再生エネルギー案件の場合 **40%**のローカルコンテンツが求められる。各企業から名前が挙げられたインドネシアの太陽光や蓄電池のメーカーは以下の通り：

- Sky Energy（太陽光）
- NiPress、Nagoya（蓄電池）

4.5. 第2回本邦受入

4.5.1. 概要

第2回本邦受入は2019年10月に実施した。

【目標】

- PLN 地方幹部を招聘し、現地への再生エネルギーEMS 導入ニーズを確立

【概要】

- 九電工 EMS 国内実証施設の見学・説明（長崎県佐世保市ハウステンボス内）
- 蓄電池メーカーやインバータ機器メーカーの工場訪問による技術説明

4.5.2. 本邦受入

参加者は以下の通り。計2名

PLN
Position
General Manager of NTT
General Manager of North Maluku

直前まで PLN 本社システム計画部長（本事業のサイナー）や、ESDM/MEMR（エネルギー鉱物資源省）のスラウェシ地区ダイレクターなど計 6 名が参加予定だったが、急用の為不参加となった。しかし、今回参加したのは、NTT（東ヌサ・トゥンガラ州）と北マルク州の GM であり、それぞれ多くの離島を抱え、電化率も低い地域であり、当該地区の GM と意見交換の場が得られた事は非常に有意義であった。

実施スケジュールを以下に記載する。

14th.Oct	Mon	7:00 ジャカルタ → 羽田 16:25 (NH872)
15th.Oct	Tus	<p>9:00 ホテル → 東京駅 10:00 東京駅 → 宇都宮駅 10:49</p> <p>【昼食】ロードサイドレストラン</p> <p>12:30～14:30 古河電池今市工場様(蓄電池)、エフビー工場様 (工場見学、技術説明)</p> <p>17:35 宇都宮駅 → 東京 18:24 ホテルへ移動</p> <p>20:00 夕食</p>
16th.Oct	Wed	<p>7:00 ホテルロビー 羽田空港へ移動</p> <p>8:30 羽田 → 福岡 10:20 (NH243)</p> <p>11:00～12:00 九州電力 中央給電指令所見学</p> <p>【昼食】</p> <p>13:30～14:30 九電工 本社</p> <p>14:45 ホテルチェックイン</p> <p>18:30 夕食</p>
17th.Oct	Thu	<p>8:30 ホテル出発</p> <p>11:00～14:00 ハウステンボス実証施設</p> <p>【昼食】 JRホテルオークラ 12階でランチミーティング</p> <p>15:30～16:30 東京エレクトロンデバイス長崎</p> <p>【軽食】 空港レストラン</p> <p>18:55 長崎 → 羽田 20:40 (NH670) ホテルチェックイン</p>
18th.Oct	Fin	<p>9:00 ホテル → JICA本部</p> <p>9:45～10:15 JICA本部 三菱総合研究所へ移動</p> <p>10:15～11:00 ラップアップ打合せ</p>
19th.Oct	Sat	<p>羽田空港へ移動</p> <p>10:15 羽田 → ジャカルタ 15:55 (NH855)</p>

4.5.3. 成果

9月に続いての本邦受入で、さらなるキーパーソンの参加を期待していたが、PLNから2名の参加となった。しかしながら、その2名が、インドネシアでも最も離島が多いエリアにいる最前線のGMだったことから、今後の技術普及→事業化に向けては極めて重要な存在で、本受入を実施した価値は非常に高かったといえる。

特に北マルク州のGMは、もともと本部の幹部職員で、昨年の日尼エネルギーフォーラムの来日メンバーにも選ばれていた人材であり、これまであまり提案企業からもコンタクトできていなかったのが、今後マルク地区での案件創出に非常に期待できる成果を得られた。早速にもご帰国後に、ゲレグレ島（モロタイ島近くの離島）にある水産養殖施設向けの電源開発案件を紹介いただき、ぜひ内燃力ではなく再生エネルギーEMSを導入したいとのコメントもいただいております、現在対応中である。

今回得られた人脈を大切に活用し、来年に向けて商業的な成功事例（受注）を獲得できるようにしていきたい。

4.5.4. 課題

- 当初は6名の参加を見込んでいたが、ビザの取得等に難があり、直前で取りやめる関係者が出たのが残念であった。あらかじめどのような渡航準備が必要か、対象者に密着してグリップしていく必要があるが、人選は基本的にPLNに任せため、付き合いの薄い方も多く、今後の準備のやり方に課題を残した。

4.6. 第4回現地活動

4.6.1. 概要

第4回現地活動は2019年12月に実施した。

【目的】

- スンバ島アイコニック・アイランド構想での九電工EMSの展開可能性の検討及びインドネシア再生エネルギー関連政策・法令・ビジネス環境等動向調査

【概要】

- 大規模かつ安定的な再生エネルギー発電所の導入による大幅なCO2削減可能性について、現地PLNを中心とした意見交換・調査。さらにジャカルタ地区を中心に再生エネルギー事業に係る企業・団体からの情報収集

4.6.2. 現地活動

本現地調査では、スンバ島アイコニック・アイランド構想での九電工 EMS の展開可能性を検討することを目的として調査を行った。また、インドネシアの再生エネルギー関連の政策・規制、ビジネス環境の調査も併せて実施した。各訪問先での主要な議論は以下の通り。

表 4-1 訪問先と議事概要

訪問先 訪問日時	議論内容
PPLSA 12/10 (火) 9:00-9:30	<ul style="list-style-type: none"> ・ 屋根置き型太陽光協会 (PPLSA) と面会し、FIT 制度、蓄電ビジネスに関して協議した。 ・ ESDM 主導で検討されている FIT 制度は 2019 年 12 月末に大統領令が確定し、2020 年 1 月 1 日から施行されるスケジュールだが、遅れる可能性がある。 ・ 最新の買取価格は 1-8 年目/9-30 年目、25MW 以上/超、地域別に定められており (基準は 12 セント/kWh)、関係者からの提案 (基準は 9 セント/kWh、大規模 PV は入札を利用) より高価となっている。 ・ 先月実施されたジャワバリでの 30MW の太陽光入札では、東バリで 5.8 セント/kWh、西バリでは 6.2 セント/kWh まで価格が低下している。 ・ 民間による地方電化促進制度 (No.38/2016) を活用した具体的な案件はない。PLN の Operational Permit が得られない点が課題である。 ・ 民間向けの蓄電ビジネスは、①出力抑制が発生しない点、②電力料金が安い点から望ましくない。地方電化には向いている。
PLN NTT 12/11 (水) 9:00-10:30	<ul style="list-style-type: none"> ・ PLN の東ヌサトゥンガラ州事務所の GM を訪問し、NTT 州の入札案件や SII に関して協議した。 ・ NTT の入札案件は、9 地点で小規模 PV が実施済み。年内に 15 地点で EMS を含む案件が開始される予定。EMS の要件は一般的なもので、建設期間は 6 ヶ月である。NTT 州での案件に応札できれば、他の大規模の案件に繋がることになる。 ・ アセンブリした製品の TKDN (ローカルコンテンツ) は、工業省の部局が決める。入札参加には、書類に TKDN を記入することになる。 ・ PLN では、20MW のガスエンジンを計画しているが、ガスが供給されない可能性があり、プロジェクトはスタックしている。 ・ PLN としては SII に沿って再生エネルギー開発を進めたい。ただし、15MW 再生エネルギー IPP 案件を RUPTL に入れるには、PLN 本部の意向確認が必要である。 ・ 今年の RUPTL にはスンバ島東部で 10MW、西部で 10MW の再生エネルギーポテンシャルがあると記載している。2020 年の RUPTL はまだ確定していない。ポテンシャル調査のための FS をすることが考えられる。
BPPT 12/12 (木) 10:00-11:00	<ul style="list-style-type: none"> ・ BPPT を訪問し、日本招聘に関して協議した。 ・ 今後 BRIN (国家研究イノベーション機関) の傘下に、BPPT と LIPI (インドネシア科学研究所) が入る、または、BPPT が縮小される可能性があり、2020 年 1 月までに決定される予定である。ただし、組織改編は、招聘事業には影響がないため、招聘はそのまま継続を希望。 ・ BPPT 参加は未定のため、他メンバーの工程を先に決める。長官が参加する場合は、以前の訪問先を除き、別工程で実施する。

	<ul style="list-style-type: none"> スケジュールは、1月27日の週が有望である。BPPTにはローカルコンテンツに関するプレゼンを依頼予定。
PT SEI PT. LEN 子会社 12/12 (木) 14:00-15:00	<ul style="list-style-type: none"> インドネシアの国営企業である PT. LEN 子会社に訪問し、協業の可能性に関して協議した。 九電工社も参加しているスライヤル島、サンギヘ島、NTT 州、マカッサルでの PLN の入札案件に参加している。 NTT 州案件では、9 地点のうち 2 地点を応札した。NTT 州のターゲットプライスは、通常 2.3-2.4USD/W だが、今回は蓄電容量が通常の半分のため、1.5USD/W と安価であった（輸送、設置込み）。NTT 案件では、TKDN 基準があるため、鉛カーボン電池を利用した。 協業が対応できない 250kW-1MW までの規模でパートナーを探している。SEI 社がエンジニア、調達、建設のどれを担うかはプロジェクトにスキームによって異なるため、話し合いによって決まる。
IESR 12/12 (木) 16:00-17:00	<ul style="list-style-type: none"> シンクタンクである IESR に訪問し、SII や電力セクターの動向を協議した。 Executive Director のが SII のアドバイザーとして、ボードメンバーに入っているが、IESR 自体は、SII には関与していない。 IESR は、研究機関であるため、プロジェクトは実施しておらず、規制や政策分析を実施する。NTT 州には、電化プロジェクトがあるが、コミュニティディベロップメントの手法を取っており、屋根置き型太陽光を学校に導入している。 PLN がスンバ島にガスエンジンを設置する話の詳細は知らないが、来年はクパンでガスターミナルの建設を終了すると聞いている。
RDI 12/13 (金) 9:00-10:00	<ul style="list-style-type: none"> バンドンのシンクタンクである RDI に訪問し、スンバ島のマイクログリッドに関するワークショップの概要や電力セクターの動向に関して議論した。 持続可能な成長に関連する全 7 つのプログラムのうち再生エネルギーと排出削減 (RRER) というプログラムで再生エネルギーに関する研究を実施している。英国、オランダ、クロアチア、ノルウェー、UK とのパートナーシップを締結している。 訪問前週にスンバ島のマイクログリッドに関するワークショップを開催した。SII のステークホルダーである地元、インドネシア、国外から合計 140 名が参加した。将来的にプログラムをアフリカに展開予定。提言は資料に記載。 リーズ大学は、マイクログリッドの容量計画を行うソフトウェア (PyEplan) の開発を進めている。 ESDM は再生エネルギー政策を促進している。一方で、PLN は国営企業省の傘下であることから、国のために儲けることが目的となり、ゴールが異なり、再生エネルギー開発が滞っている点が大きな課題である。 交通分野での活動として、リーズ大学にプルタミナ出身の PhD の学生がおり、再生エネルギー由来電力によるバイクの EV 化のアイデアを持っている。
ESDM 12/13 (金) 15:00-16:30	<ul style="list-style-type: none"> ESDM に訪問し、SII や電力セクターの動向に関して議論した。 SII は 2010 年に開始し、デンマーク、ADB、オランダ、USAID、ノルウェー等の国際ドナーからの支援があったが、現在はドナーの協力が終了している。最近では HIVOS と GGGI と活動している。今後は、再生エネルギー発電機の導入向けの政府予算であるデアカファンディングに応募済である。 SII の目標は、2020 年までにエネルギーミックスでの再生エネルギー比率が 65%、電化率 95%であったが、2018 年時点で、それぞれ 20.9%、50.9%で、達成は難しい。

	<ul style="list-style-type: none"> ・ PLNには、再生エネルギーを導入する準備がまだ整っていない。また、PLNの計画に課題があり、スンバ島にガスエンジン10MW×2基の開発計画を中断しており、残りの10MWは再生エネルギーに変更する計画がある。再生エネルギーIPPをスンバ島で進めるのであれば、PLNが鍵となるため、ESDMでは、進捗会合を開催し、PLNの状況や進捗を確認している。 ・ 規制に関してはNo. 50/2017（電力料金と調達に関する規制）の更新準備を進めており、大統領令への変更を考えている。 ・ ローカルコンテンツは主要な問題と考えている。国内産業の能力が十分でないため、ESDMは、産業省と議論進めている。結果、ローカルコンテンツの60%への引き上げを2021年まで延期している。
--	---

出所) 調査団作成

4.7. 第5回現地活動

4.7.1. 概要

第5回現地活動は2020年1月に実施した。

【目的】

- PJBS社との協業スキームに基づく受注成約に向けての活動
- ESDM電力総局長との面談（提案企業の事業の進捗報告）

【概要】

- 本邦受入活動を契機としたPJBS社（PLNグループ企業）との業務協力MOU締結に伴う太陽光・蓄電発電所の改修案件推進
- 同じく本邦受入活動でPLNから案件提案された北マルク州案件の推進
- ESDM電力総局長からの助言等

4.7.2. 現地活動

実施スケジュールは下記の通り

日付		移動行程	協議
1月19日	日	移動：日本-ジャカルタ（ジャカルタ泊）※四宮のみ	
1月20日	月	移動：日本-ジャカルタ（ジャカルタ泊）※松村のみ	・ PT DENKI ENGINEERING社との打合せ（離島改修案件）

1月21日	火	ジャカルタ滞在	・エネルギー鉱物資源省電力総局長との面談
1月22日	水	移動： ジャカルタ→アンボン（マルク州） ※松村・永山 移動： ジャカルタ→日本 ※四宮	
1月23日	木	移動： アンボン→ジャカルタ ※松村・永山	PLN マルク支局 GM 他スタッフとの協議
1月24日	金	移動： ジャカルタ→シンガポール→福岡	
1月25日	土	日本着	

4.7.3. 実施内容（一部非公開）

ニエネルギー鉱物資源省 電力総局長との面談

日時： 2020/1/21（火） 11:00-12:05

ESDM 電力総局長※ 以下スタッフ5名

九電工 田中上席執行役員（以下＝田中上席）、松村部長、重富所長、永山顧問、四宮

目的： **JICA 普及事業の進捗報告と、今後の事業化に関するヒアリング**

1) 電力総局長との面談経緯

2019年8月末の来日の際に提案企業による技術紹介の機会があり、10月の日ニエネルギーフォーラム、12月のアリフィン大臣来日の際に面談機会があり、今回が4回目の面談である。

2) 面談要旨

- 提案企業によるインドネシア国内での事業化案件に関する質疑を実施した。
具体的には離島に点在する太陽光発電所のEMSによる改修案件、ならびにIPP事業案件である。
外国企業による技術導入及び資金による課題、問題点等について質問した。

電力総局長からは、「離島へのガスエンジン導入の機運があるが、結局ガスも燃料輸送など問題が多く、いかに再生エネルギーを安いコストで導入できるかがキーになっている。離島でのディーゼルによる発電コストはいま3,000ルピア（約25円）/kWであり、このコストを割れることを九電工は証明していく必要がある」との発言があった。
- 提案企業からは、コストについては十分競合できる水準にあるが、システムについては日本からの輸出対象品が多く、その場合想定上の課税額がかかる見込みがあり、難渋している旨、電力総局長に伝えた。電力総局長からは詳細説明の要望があったため、事例を挙げて説明を実施した。
電力総局長からは、「離島においては国防上の理由もあり、設備の導入に関しては課税が優遇される可

能性がある。エネルギー鉱物資源省で税金面をチェックする事も可能。気軽に相談してほしい。担当官を紹介する」とのコメントがあった。

また、電力総局長より「アリフィン大臣からは、離島・へき地の再生エネルギー導入は、PLNに任せておいたらなかなか進まないの、エリアをいくつかに分けて、民間企業によるIPPに任せた方がいいのではないかと意見がある。ただし配電・課金については従来のPLNの仕組みでやらせるしかない。

これらの離島・へき地IPPについては、これまでのインドネシアのレギュレーションとは別に、早期に参入したデベロッパーにはPPA（買取価格）を優遇し、事業が益転した際にはPPAを下げるような仕組みを作りたいと考えている」とのコメントを得た。

※提案企業注：のちに新しい再生エネルギー買取価格が大統領令で発出されるとの報道があり、2021年上期にも発出される見込みだが、この時に電力総局長が述べた「二段階の買取価格」が反映される見通しになっている。

PLN マルク州支局 Romantika GM との面談

日時 : 2020年1月23日(木) 08:30~10:45

場所 : PLN マルク州支局 (アンボン市)

出席者 : PLN-GM、他1名
九電工 松村部長、永山顧問

目的 : ゲレゲレ島の調査報告及びマルク州におけるEMSの導入に関するディスカッション

(背景)

- 昨年10月の第二回本邦受入事業で来日されたPLN マルク支局のGMより、北マルク州のモロタイ島(旧日本軍の激戦地)およびその近くのゲレゲレ島に関する再生エネルギー案件の紹介があった。
- ゲレゲレ島は周囲約5キロ程度の小島であるが、水産養殖施設があり、従業員の居住区画もある。元からの先住民はいない模様。

(議事内容)

GMからの案件紹介を受け、昨年11月に実施した再生エネルギー発電所EPC可能性についての現地調査後、松村部長が設計した提案図を基に報告を実施した。

現地調査で判明したPT.MMCの1日の電力使用量は6,750Kwhであることから、太陽光パネルの設置キャパは1.3MWPになったと報告。

GM からコストについてのコメントはなかったが、我々の方から JCM（環境省二国間クレジット設備補助）の適用可能性について提案をした。マルク州のようなインドネシア東部の地方州には、なかなか電源開発の予算が配分されないため、日本政府からの補助案件に応募し、PLN の地方局から本社を巻き込んだ新しい開発パターンを作ることができれば、と提案企業により考えた次第。

提案企業からは「PLN マルクが JCM 案件化に合意であれば、九電工側から PLN 本部のコーポレート担当取締役役話をしてみる事も可能」と伝えた。これに対し GM は「JCM 設備補助を申請する場合、ゲレグレ島案件だけでは、民間企業（水産養殖会社）への電力供給だけになってしまう。特定企業への支援と混同されたくないの、域内の他案件を纏めたパッケージの形で公募提案する事が出来れば後々問題にはならないと思う」とのコメントあり。

具体的には

① モロタイ島：1.0 Mwp（故障 PLTS 改修案件：(例)オングリッド 8 時間供給）

② オビット島：1.0 Mwp（1000 世帯 X 450 W：新設案件：24 時間供給）

（いずれも北マルク州の離島）

ゲレグレ島の 1.3MW 案件に加え、上記 2 案件をまとめた 3 案件で推進するのはどうか？との事。

九電工側で日本政府の所管官庁にも相談をし、フィードバックを実施する事をロマンティカ GM に約束した。

さらに、GM から「北マルク州で今後 IPP（電力卸事業）30MW の再生エネルギー発電の枠があるので、九電工はやる気はあるか？」と質問を受けた。現状、PLN では以下の 3 か所を民間 IPP への入札候補として検討している模様。

① モロタイ島：既存 6 MW ディーゼル発電代替で再生エネルギー発電の出力 3MWh X 24 時間（例）バイオマス 1 MW + 太陽光 6MW のハイブリッド。

② トベロ地区：新規再生エネルギー IPP 出力 10MWh x 24 時間、既存施設へのオングリッド。
（例）バイオマス 5MW + 太陽光 10MW のハイブリッド。

③ ジャイロローフォフィフィ：新規バイオマス出力 10MWx24 時間

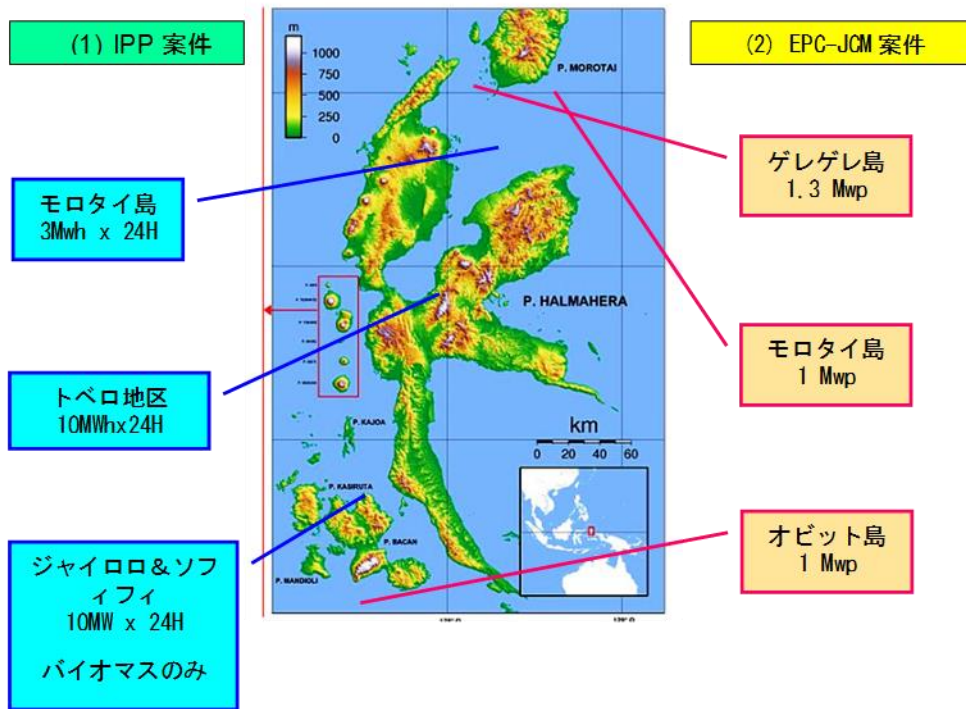
- （注）バイオマス発電 IPP は、IPP 企業が当該地域で原料となる「森林」の所有を義務化している。これは、燃料調達が自社で供給する事を可能とするためである。（要チェック）

3 箇所合計で出力 20~30MW 級の IPP 案件である。

尚、モロタイの 3MWh 送電が成功すれば、追加でさらに 3MWh も同様のシステムで追加し、基本的に全島再生エネルギー化とし、既存ディーゼルエンジンはバックアップにする計画にすれば良いとの事。

モロタイ島では現在経済特区を建設中であるので、追加は 3MWh 規模とは限らない、状況によってはそれ以上になるポテンシャルはあるとの話だった。

さらに GM からは、設計やハイブリッドの比率などは九電工がプロポーザルを作成し PLN と相談しければ良いので、なるべく早く進めて欲しい、現地調査などには我々のスタッフが協力する、とのコメントがあった。



ここから以下は、事業実施項目ごとの活動状況について報告する。

4.8. 市場性／現地ニーズの確認

- PLN とは計 3 回のワークショップを実施した他、本邦来訪時の意見交換等を通じ、全体として良好なコミュニケーションを維持できた。その中で、離島・遠隔地への再生可能エネルギー導入に関しては、発電能力そのものの増強よりも、既設の送電網をベースとして、以下に安定的に再生エネルギーを扱っていくか、系統安定の重要性について相互理解が深まったと考えられる。国のインフラ予算がなかなか地方にまで浸透しないという課題はあるが、一方で相手国政府は 2023 年度までにディーゼル発電をほぼ削減するという政策目標も発出している（2019 年 6 月、アリフィン大臣談話）。提案企業の技術に関するニーズは間違いなく存在している事が本事業を通じて確認できたが、今後のビジネス化においては、具体的なファイナンス策とセットで提案していく必要があると考えられる。
- 一方、ESDM とのコミュニケーションについても、電力総局長との面談を実施するなど、一定の効果が あった。ビジネスを推進していくために、適切な売電制度（FIT）の策定と、外資からの投資についての優遇策など、政策の推進を期待したいが、足元では国内産業を守る為に「TKDN」という国内調

達率重視の考え方が浸透しており、全面的に外資からの再生エネルギー技術導入に門戸が開かれているわけではない事を申し添えるたい。

4.9. 九電工 EMS 技術に対する BPPT/PLN および ESDM の理解醸成と導入検討の理解

- ・ 3回にわたるワークショップで、提案企業開発担当部長より詳細な技術紹介を行った他、本邦受入事業時に メーカーや実証施設見学を通じて、実際に動いている提案企業の技術を紹介できる事ができた。これら活動により、「安定送電で系統を守る」提案企業の技術のコンセプトが大いに理解いただけたと感じる。
- ・ ただし導入検討については、例えば PLN が自らの投資で外国技術を導入しようという機運は乏しく ESDM からの主導が必要なのではないか、との感想をもった。
マイクログリッド安定化に関する ESDM と PLN 間のコミュニケーションもしくは連携があまり見えてこない、との印象を我々は持っている。ESDM の前再生エネルギー局長が 2018 年に提案企業のスンバ島実証施設を視察し、そこから ESDM との対話発展を期待したが、残念ながら同局長がその後すぐに異動されたため、ESDM との強いパイプの醸成が必要であると感じた。
幸い、電力総局長とは本事業活動期間中に何度か面談の機会があり、提案企業の技術への理解を深めつつあるので、このパイプを強化していくべきだと考えている。

4.10. EMS 技術のオペレーション人材の育成

- ・ 提案企業の EMS 搭載発電施設の円滑なオペレーションとメンテナンスは、施設を長期間健全運転する上で非常に重要なテーマである。
- ・ この事については、提案企業のスンバ島実証施設におけるパートナーである BPPT（技術評価応用庁）と連携する事が大切である。BPPT はインドネシアにおいては提案企業の技術をもっとも深く理解しており、かつ組織がいわゆる横串組織であるため、PLN のような現業部門とは違って、新規技術に関連する提案に取組みやすい。
本邦受入活動（第3回）で BPPT エンジニアが来日する計画であったため、提案企業研修施設の「九電工アカデミー」で本テーマに関する研修やディスカッションを実施する計画であったが、残念ながらコロナ禍で中止となったため、本事業が終了した後もコロナ収束後に提案企業の活動として取り組んでいきたい。

4.11. 現地パートナーとのアライアンス合意

① PJB Service (PLN 及び PJB の関連会社)

- ・ 第1回本邦受入（2019年9月）に PLN の幹部メンバーが来日された際に、外国技術である提案企業の EMS をインドネシアに導入するには、どのような形がベストなのか、意見交換の場を持つ事ができた。
PLN からは、新規発電所の工事になると、基本的に一般競争入札になるので、いかに EMS が効果的な技術であるとはいえ、イニシャルコストが高くと入札で通らない、それよりは既設でうまく稼働してい

ていない太陽光発電所の「改修工事」という建付けし、メンテナンス・サービス系のPJBSに指名競争入札で改修工事を発注すればよい。九電工はPJBSから受注を受ける形になる、との意見があった。PLNからの紹介で、2019年10月にはPJBS幹部が来日、九電工本社を訪問し、MOUを締結するなど、アライアンスの話が一気に進んだ。このスキームで北スラウェシ州の離島改修案件を試みる事になり、現在進捗中である。

② PT DENKI ENGINEERING

- 同社はジャカルタ近郊にある電気工事会社で、従業員約200名を擁する中堅企業である。同社社長が約20年前に、技能実習生として九電工で2年間研修をした経験がある事から、もともと提案企業の協力企業であった。今回本事業を通じて、EMS技術の施工及びO&Mに関してDENKI社をパートナーとして推進していく形を築くことができている。DENKI社は上述のPJBSやBPPTとの連携し、EPC部分や将来のメンテナンスなど、民間企業のネットワークを活かし、主体的に今後取組みを進めていく方針。

4.12. 原材料調達先の確保

4.12.1. 蓄電池や太陽光パネル等の現地のビジネス環境の調査

<太陽光パネル等の現地のビジネス環境>

Institute for Energy Economics and Financial Analysisの報告書によると、インドネシアには太陽光パネルの製造メーカーが11社存在している。各社の設立年、製造能力、APAMSI（太陽光モジュール製造者協会）メンバー有無、国内調達率（ローカルコンテンツ）は以下の通り。

表 4-2 インドネシア所在の太陽光パネルメーカー

No.	Solar Panel Manufacturer	Year of Establishment	Manufacturing Capacity (MWp/Year)	Apamsi Members	Local Content
1	PT LEN Industry (Persero)	1991	30	Yes	40.11-43.79%
2	PT Surya Utama Putra	2009	20	Yes	40.47-48.76%
3	PT Swadaya Prima Utama	2010	20	Yes	40.05-44.12%
4	PT Adyawinsa Electrical & Power	2009	10	Yes	40.18-40.98%
5	PT Azet Surya Lestari	2003	10	Yes	40.04-40.66%
6	PT Wijaya Karya Industri Energi	1993	10	Yes	40.18-44.19%
7	PT Sankeindo	1988	-	Yes	40.01-56.79%
8	PT Sky Energy Indonesia	2008	50	Yes	40.18-47.53%
9	PT Jembo Energindo	2013	-	Yes	40.19-42.09%
10	PT Canadian Solar Indonesia - PT Daya Terbarukan Nusantara (Solaris Group)	2015	60	No	40.18%
11	PT Skytech Indonesia	-	-	No	40.04%-43.60%

注) Indonesian Solar Module Manufacturer Association (APAMSI).

出所) Institute for Energy Economics and Financial Analysis “Indonesia’s Solar Policies Designed to Fail?”
https://ieefa.org/wp-content/uploads/2019/02/Indonesias-Solar-Policies_February-2019.pdf (最終閲覧日: 2020年5月27日)

上記に記した企業のうち、Sky Energy 社について企業概要を記載する。

Sky Energy 社¹

企業概要:

- 2008年に設立されたインドネシア地場の太陽電池セル、太陽光モジュールの製造メーカーである。インドネシア唯一の太陽電池セルの製造メーカーであり、また、太陽光モジュールは、インドネシアで最大の生産能力を有する。
- 生産能力は、2019年時点で、太陽電池セルで100MWp、太陽光モジュールで200MWpである。将来的に工場の拡大を進め、2023年には太陽電池セルで200MWp、太陽光モジュールで400MWpと、2019年時点から倍増させる計画を掲げている。TKDNはインドネシアで最大の約43.5%を達成しており、国際品質及び認証を取得済である。
- インドネシア太陽光協会には製造メーカー11社が加入しているが、そのうちインドネシア国外への輸出実績があるのは同社のみである(米国、カナダをはじめ、日本にも輸出している)。

技術・サービス概要:

- 同社では、太陽電池セルや太陽光モジュール等の製品の製造に留まらず、メンテナンス事業やEPC事業にも展開している。同社へのヒアリングによると、再生エネルギーIPP事業は今後進める予定である。
- 2019年には、一般的な太陽光モジュールと比較して、約50%軽量のJ-Leaf, J-Featherの発売を開始した。

¹ Sky Energy 社 “Company profile”

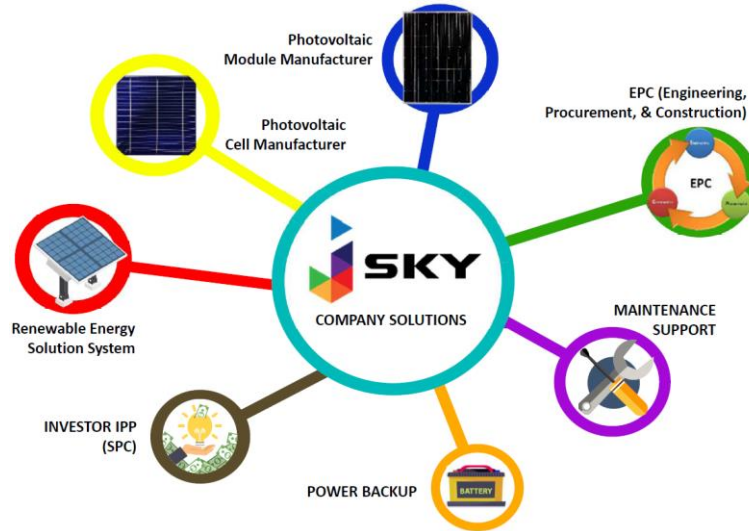


図 4-1 Sky Energy 社の事業領域

出所) Sky Energy 社 “Company profile”

プロジェクト実績：

- 米国 MCA からグラントを受け、太陽光 (600kwp) +蓄電池 (3.2kWh) のオフグリッドプロジェクトを西スラウェシ島で実施している (ディーゼル代替)。特別目的事業体 (SPV: Special Purpose Vehicle) を設立しており、51%のシェアを島民、49%を Sky Energy 社が持っている。住民が支払う電気料金は、蓄電池のメンテナンスや人件費に充てられるため、同社の利益にはならない。Sky Energy 社は 20 年間保証を提供している。
- 同社へのヒアリングによると、今後、パプア州の 150 地点での太陽光と蓄電池のオフグリッド型発電 (10-150kWp) の入札に参加しようとしている。パプア州ではディーゼル燃料の運搬コストが高いため、蓄電池を設置した場合でも競争力が保たれる。

<蓄電池等の現地のビジネス環境>

インドネシアにおける主要な蓄電池メーカーは NiPress 社、PT TRI MEGA BATERINDO 社である。それぞれの企業概要を以下に示す。

< NiPress^{2,3,4} >

企業概要

- 1975年に設立されたインドネシア地場の蓄電池メーカーであり、自動車、フォークリフト、再生可能エネルギー、通信、インフラ、防衛向けの蓄電池を製造している。設立当初は自動車向けの蓄電池を製造していたが、2007年からは太陽光発電等の産業向けの蓄電池の製造を開始している。2018年時点で、同社の収益のうち60%が四輪車向け、13%が二輪車向け、27%が産業向け蓄電池から得られている。
- 産業向けの蓄電池の生産能力は、650,000kWhであり、インドネシア国内外で販売されている。同社製品は国際認証を取得済みである（ISO 9001:2008, ISO TS 16949:2002, ISO 14001:2004, OHSAS 18001:2007）。

技術・サービス概要

- 産業向けでは、発電、通信、制御装置など複数用途を想定している。再生可能エネルギー向けの蓄電池であるOPZVは、設計寿命20年（25℃）の鉛蓄電池であり、充放電サイクル回数が多いものを販売している。

Application	NSAP	NSAG	NSAF	NSGF	OPzV	OPzS
Telecommunication						
Solar Energy						
Wind Energy						
Electric Power						
Nuclear Power						
Communication						
Control Equipment						
Ship & Maritime Affairs						
UPS						
Medical Facilities						
Emergency Lighting						
Railway Signaling						
Standby Power						
Relay Station						

図 4-2 Nipress 社の蓄電池製品の一覧

出所) Nipress 社ウェブサイト <http://nipress.com/en/home/> (最終閲覧日: 2020年5月27日)

² PT Nipress “Corporate Presentation” http://nipress.com/wp-content/uploads/2018/10/Nipress_

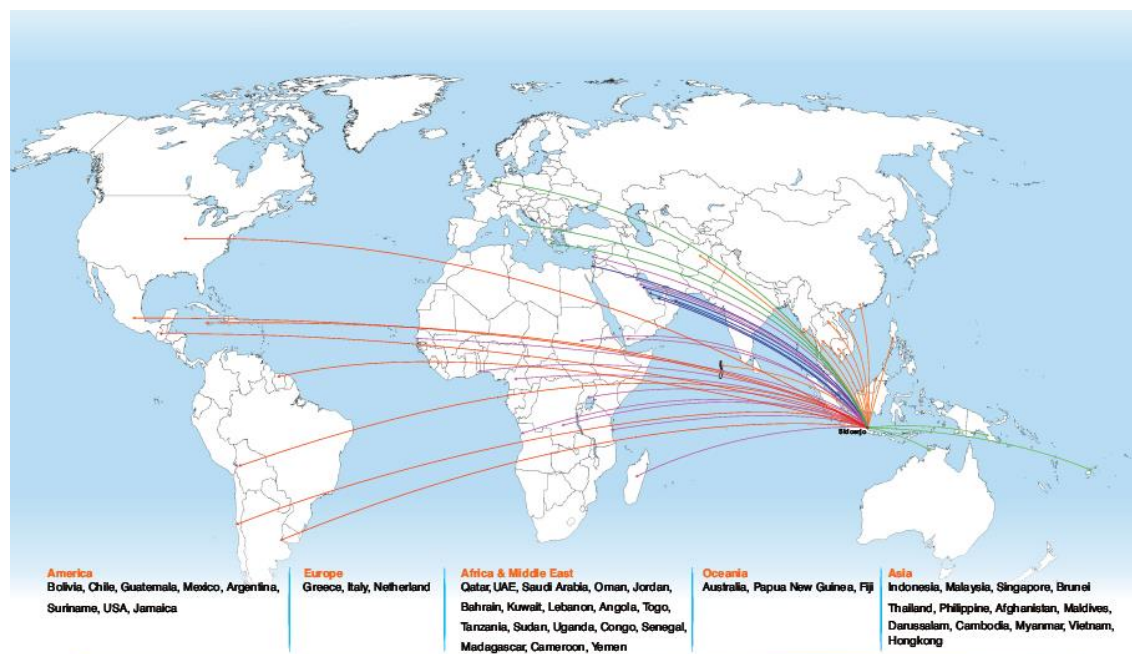
PT TRI MEGA BATERINDO

企業概要

- 1999年に設立されたインドネシア地場の蓄電池メーカーである。四輪車、二輪車、産業向けの蓄電池を製造しており、国際標準である IATF16949, ISO 9001, ISO 14001 and OHSAS 18001 に則ったプロセスで製造をしている。同社が製造しているブランドには、NAGOYA, AXIS, MSB, Quick Start 等がある。

技術・サービス概要

- 産業向けの蓄電池のブランドは NAGOYA である。同社の製品は、アメリカ、ヨーロッパ、アフリカ & 中東、オセアニア、アジア各国に輸出されている。



出所) PT TRI MEGA BATERINDO 社ウェブサイト <https://mcbatt.com/markets/> (最終閲覧日 : 2020年5月27日)

[_Corporate_Presentation_12_10_2018.pdf](#) (最終閲覧日 : 2020年5月27日)

³ PT Nipress “NS Accelerate” <http://nipress.com/wp-content/uploads/2016/09/NS-Accelerate-Catalogue-3.pdf>
(最終閲覧日 : 2020年5月27日)

⁴ PT Nipress “Energy Storage Solution” <http://nipress.com/en/home/> (最終閲覧日 : 2020年5月27日)

4.13. 商流の確定

4.13.1. 事業投資型ビジネス等の現地ビジネス環境

2019年10月時点での、インドネシアにおける系統接続型の太陽光発電の案件は以下の通りである。最大の設備容量を有する系統接続型の太陽光発電は、北部スラウェシに位置し、2019年9月に運転開始した15MWの設備である。インドネシアでは、他の東南アジア各国の太陽光発電設備と比較して、規模が小さい太陽光発電が多い。

表 4-3 太陽光 IPP の案件

No	発電種類	開発者名	州	地区	容量 (MW)	時期	COD 状況	COD 時期/計画
1	PLTS Jakabaring	PDPDE Sumsel	Sumatera Selatan	Kota Palembang	2	2017	COD 済	10 April 2018
2	PLTS Oelpuah	PT LEN Industri	Nusa Tenggara Timur	Kupang	5	-	COD 済	4 Maret 2016
3	PLTS Sumalata	PT Brantas Adya	Gorontalo	Sumalata	2	2015	COD 済	19 Februari 2016
4	PLTS Maumere - Ende	PT Indo Solusi Utama	Nusa Tenggara Timur	Ende dan Flores Timur	2	2016	COD 済	14-Maret-2019
5	PLTS Hambapraing	PT Buana Energi Surya Persada	Nusa Tenggara Timur	Sumba Timur	1	-	COD 済	19 Februari 2017
6	PLTS Likupang	PT Infrastruktur Terbarukan Lestari	Sulawesi Utara	Minahasa Utara	15	2017	COD 済	05 September 2019
7	PLTS Sengkol	PT Infrastruktur Terbarukan Cemerlang	Nusa Tenggara Barat	Lombok Tengah	5	-	COD 済	Juli 2019
8	PLTS Selong	PT Infrastruktur Terbarukan Buana	Nusa Tenggara Barat	Lombok Timur	5	-	COD 済	Juli 2019
9	PLTS Priggabaya	PT Infrastruktur Terbarukan Adhiguna	Nusa Tenggara Barat	Lombok Timur	5	-	COD 済	Juli 2019
10	PLTS Atambua	PT Global Karya Mandiri	Nusa Tenggara Timur	Belu	1	-	COD 済	April 2019
11	PLTS Isimu, Gorontalo	PT Quantum Energy	Gorontalo	Gorontalo	10	2017	COD 未	2019

12	PLTS Kuta	PT Charma Paluta Energy	NTB	Lombok	5	2017	COD 未	2019
	運済み				43			
	運開前				15			

出所) ESDM “KEBIJAKAN, REGULASI DAN INISIATIF PENGEMBANGAN ENERGI SURYA DI INDONESIA”
<http://iesr.or.id/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-10-Bahan-Paparan-Akselerasi-PLTS-Mencapai-65-GW-pada-2025-IESR.pdf> (最終閲覧日: 2020年5月27日)

インドネシアで系統接続型の太陽光 IPP 事業を進めている企業のうち、Brantas Energy、Quantum Energy、Akuo Energy、Equis Energy Group について、各企業の概要、技術・サービス概要、プロジェクト実績を記載する。

<Brantas Energy 社>

企業概要

- ダム、トンネル、道路、橋、灌漑設備等の建設を担う国営企業である PT. Brantas Abiraya の子会社として、2011 年に設立された。再生可能エネルギー事業を主力事業としており、特に水力発電に力を入れている。

プロジェクト実績⁵

- 再生エネルギー IPP として実施している太陽光発電事業は、2016 年 2 月に運転開始したゴロンタロ州北部の 2MWp の太陽光発電のみである。同太陽光発電事業は、2014 年に実施された ESDM による入札において、全 12 社の入札企業の中から Brantas Energy が応札しており、PLN への売電価格は 22.95 米セント/kWh、ローカルコンテンツ (TKDN) は 69%とされる。1MW 当たりの投資額は 250 億インドネシアルピアであり、1MW 当たりの土地利用は 1.2ha に達するとしている⁶。
- 同社へのヒアリングによると、ゴロンタロ州での太陽光案件での PLN への売電価格は、PLN との MOU を基に、PLN と協議の上、Brantas Energy 社が独自に決定できたため、経済性があつたとされる。一方で、現在では、太陽光発電事業を実施する際の売電価格は、火力発電、ディーゼル発電などの安価な電源と比較した価格設定がなされるため、経済性が成り立たない。インドネシア政府の政策や支援策が十分に整備されていないため、水力発電と比較すると、太陽光発電の競争環境が十分とはいえないため、Brantas Energy 社では、ゴロンタロ州の太陽光発電事業以降、太陽光発電事業を積極的に進めていない。

<Quantum Energy 社>

企業概要

- 再生可能エネルギーの IPP 事業を 22 か国、30 年以上展開するオーストラリア企業である。オングリ

⁵ Brantas Energi 社ウェブサイト <http://brantasenergi.co.id/id/beranda/index> (最終閲覧日: 2020年5月27日)

⁶ Kontan.co.id “Brantas Energi akan bangun PLTS Gorontalo” <https://industri.kontan.co.id/news/brantas-energi-akan-bangun-plts-gorontalo> (最終閲覧日: 2020年5月27日)

ッド、オフグリッド、水力、PV/水力のハイブリッド発電を進める⁷⁸。

技術・サービス概要

- 同社へのヒアリングによると、建設と O&M は、パートナーである中国企業が中心として進めるため、中国製品の利用が多い。
- 同社では、従来は PLN 向けの再生エネルギープロジェクトが主力事業であったが、近年は商業向けのビジネスも進めている。民間向けのプロジェクトとして、商業ビル、ホテル、病院等へのルーフトップ太陽光の導入を進めている。同社へのヒアリングによると、インドネシアの建物所有者の再生可能エネルギー導入の意欲は高くないため、同社では新たなビジネスモデルとして、初期費用を同社が負担し、月々の電気料金からの削減分から初期費用での負担分を回収するビジネスモデルを考案している。なお、同社のパッケージでは、500kW が最低容量である。

プロジェクト実績

- 2015 年には、東部インドネシアにおける最大設備容量 100MW の系統接続太陽光発電の建設に関して、PLN と MOU を締結した。2017 年には、全 100MW のうち 10MW について、PLN との間で意向表明書 (HOA: Heads of Agreement) に署名している。2019 年には、ゴロンタロ州で 10MW の系統接続型の太陽光発電が運転開始し、PPA に基づき PLN に売電している。なお、同事業では、ファイナンス、再生エネルギー開発、運用とプロジェクトのバリューチェーン全体での事業展開を担う⁹。
- 同社へのヒアリングによると、設備容量は最大 100MW として PLN と MOU を締結しているが、毎年 PLN によって行われる東部インドネシアでの電力需要調査に基づき、需要に見合った分の拡大が PLN によって承諾され、容量の拡大が進められる。今年度は、ゴロンタロ地域での太陽光発電プロジェクトの第二弾として、10-15MW 規模の太陽光発電プロジェクトを PLN に提案している段階である。なお、PLN への売電価格は MOU 締結時に設定しているため、PLN の設備容量拡大の承認に基づき、建設を進めることになり、経済性は保たれている。

< Akuo Energy 社 >

企業概要¹⁰

- 2012 年に設立されたフランスの Akuo Energy の子会社であり、中～大規模の PV、風力、水力、バイオマス、海洋温度差発電 (OTEC) 等の再生エネルギープロジェクト開発を進める。
- 以前はユーティリティ向けの再生エネルギー事業のみを展開していたが、数年前から民間事業者 (商業用や産業用) 向けにルーフトップ太陽光、ハイブリット型 (太陽光+蓄電池) のビジネスを始めている。

技術・サービス概要

- 同社へのヒアリングによると、Akuo Energy 自身は再生エネルギーディベロッパーのため、自社の要件に沿った品質の製品のうち、最も経済性の高い製品を選択している。
- 太陽光と蓄電池のハイブリッド型プロジェクトでは、リチウムイオン電池を用いている。同社へのヒアリングによると、従来、蓄電池は日本製や米国製が中心であったが、近年、中国企業や韓国企

⁷ PT Quantum Energy Indonesia 社 “Home” <https://www.quantumenergy.co.id/> (最終閲覧日：2020 年 5 月 27 日)

⁸ PT Quantum Energy Indonesia 社 “Media” <https://www.quantumenergy.co.id/media/> (最終閲覧日：2020 年 5 月 27 日)

⁹ pv magazine “Indonesia’s PLN signs deals for 45 MW of solar” <https://www.pv-magazine.com/2017/04/10/indonesias-pln-signs-deals-for-45-mw-of-solar/> (最終閲覧日：2020 年 5 月 27 日)

¹⁰ Akuo Energy “Akuo Indonesia” <https://www.akuoenergy.com/en/akuo-indonesia> (最終閲覧日：2020 年 5 月 27 日)

業の製品の質が上がっているとの声があった。

- EMS は一般的な全ての構成要素を制御できる EMS を利用している。

プロジェクト実績^{11,12,13}

- 太陽光と蓄電池のハイブリッド型発電の対象は、民間事業、コミュニティ等の遠隔地域で実施している。ハイブリッド型は効果ではあるが、ディーゼル発電が高価となる遠隔地域の場合、競争力があるとしている。民間向け、政府向けの両方の案件を進めている。
- MCA-Indonesia 事業として、東カリマンタン (Berau) の 3 村 (Merabu, Long Beliu, Teluk Sumbang) に、計 1.2MW の PV+リチウムイオン電池+小水力+ディーゼルのハイブリッド発電所を建設。
- 同社へのヒアリングによると、パイプラインプロジェクトとして、太陽光、風力、バイオマス、水力を組み合わせた合計 400MW の PLN 向けプロジェクトがある。

<Equis Energy Group 社>

企業概要¹⁴

- 同社はシンガポールに本部を有するアジア最大のインフラ及び不動産投資家である。再生エネルギーIPP として、オーストラリア、日本、インド、インドネシア、フィリピン、台湾、タイに合計 11GW のアセットを有する。

プロジェクト実績¹⁵

- 2017 年に、北部スラウェシの Likupang における 21MWp の太陽光発電、西ヌサトンガラの Pringgabaya, Selong, Sengkol における 7MWp の太陽光発電 3 件分 (合計 21MW) の MOU を PLN と締結した。2018 年に建設が開始され、2019 年に運転開始している。これらの案件はアジア開発銀行 (ADB) からのプロジェクト・ファイナンスをベースとして融資を受けており、合計 40 百万米ドルとなる。
- 同事業では、特別目的事業体 (SPV: Special Purpose Vehicle) が設立され、ADB からの融資を受ける。21MWp の太陽光発電については、PT Infrastruktur Terbarukan Fortuna、7MWp の太陽光発電 3 件分については、PT Infrastruktur Terbarukan Adhiguna, PT Infrastruktur Terbarukan Buana, PT Infrastruktur Terbarukan Cemerlang が設立されている。

¹¹ PV TECH “Akvo Energy signs letter of intent to develop 50MW PV project in Indonesia” <https://www.pv-tech.org/news/akvo-energy-signs-letter-of-intent-to-develop-50mw-pv-project-in-indonesia> (最終閲覧日：2020年5月27日)

¹² pv magazine “Akvo Energy to build 50 MW PV farm in Indonesia” <https://www.pv-magazine.com/2017/12/14/akvo-energy-to-build-50-mw-pv-farm-in-indonesia/> (最終閲覧日：2020年5月27日)

¹³ PV TECH “Akvo Energy commissions three PV-plus-storage projects in Indonesia” <https://www.pv-tech.org/news/akvo-energy-commissions-three-pv-plus-storage-projects-in-indonesia> (最終閲覧日：2020年5月27日)

¹⁴ EQUIS 社ウェブサイト <http://equisfg.com/about/> (最終閲覧日：2020年5月27日)

¹⁵ ADB Project <https://www.adb.org/projects/51209-002/main#project-documents> (最終閲覧日：2020年5月27日)

現時点で優先的な事業開発ターゲットは、PLN 調達によるオフグリッド案件やオングリッド案件の EPC 事業になる。一方で、九電工 EMS システムが持つ付加価値を活かしていくためには、事業領域の拡大やバリューチェーンの拡大が必須となる。

バリューチェーンについては、EPC 事業から O&M サービス、事業投資（SPC 設立型）への拡大を想定する。O&M サービスについては、遠隔地の電化を目的とした政府向け EPC との組み合わせで現地企業が取り組んでいるが、契約期間は数年間と短いため、これを長期視点で運用するサービスを構築するが目標となる。また、PLN は九電工 EMS が持つ付加価値を評価している一方で、売電価格への反映ができていないため、上述した既存の地場太陽光 IPP 事業者からパートナー候補を選定して、対 PLN への交渉力を強くしていくことも一案である。

事業領域については、一般的な再生エネルギー発電所とは別に、需要側の設備に対する「特定用途向け」のようなソリューションサービスへの展開も考えられる。。例えば、電力不安定地域における工場等で、品質の高い電力が求められる需要家や、将来的に「RE100」を目指すような、再生エネルギーの価値に魅力を感じる事業者に対しての電力供給スキーム構築、空調・冷凍冷蔵設備・EV 等の需要設備と組み合わせた特定分野向けのシステム販売が考えられる。これらについては、地場企業を含む事業会社や技術保有メーカーと協業関係を構築していくことを目指している。

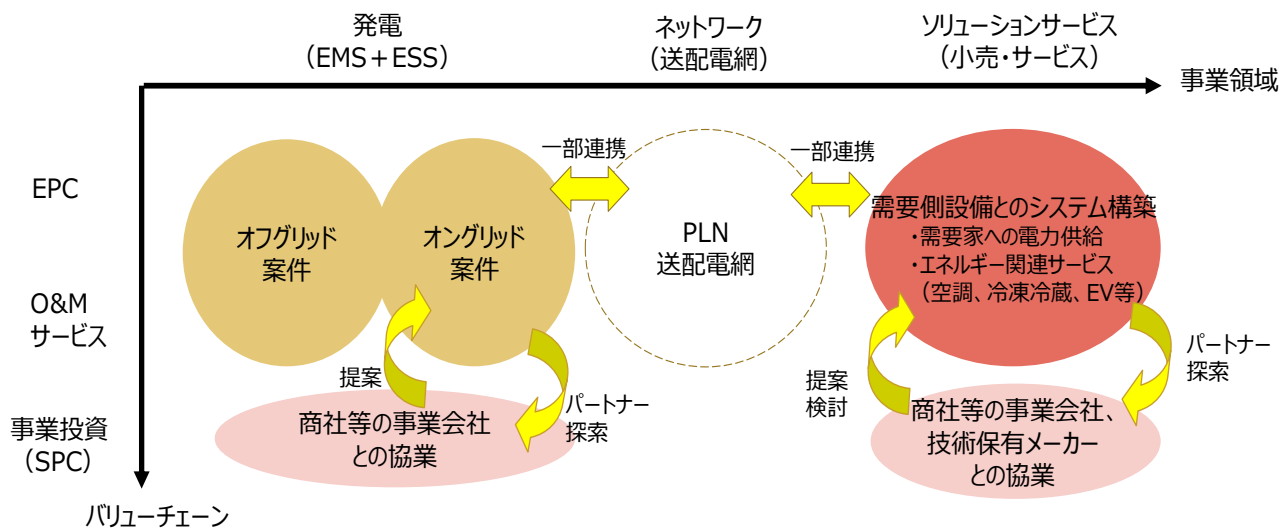


図 4-3 事業領域及びバリューチェーン拡大の考え方

出所) 調査団作成

地場の再生エネルギー事業者との協業関係構築については、プロジェクトマネジメント型とアドバイザー型の 2 パターンが想定される。

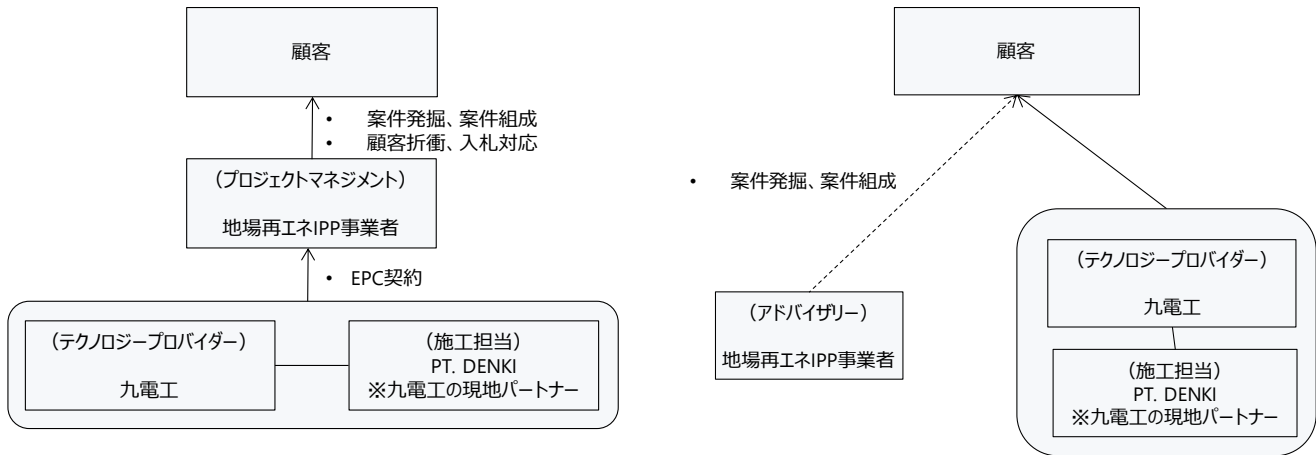


図 4.4 地場の再生エネルギー事業者との協カスキーム案

(左：プロジェクトマネジメント型、右：アドバイザー型)

出所) 調査団作成

4.14. 採算性の確保

- ・ インドネシアでは、ドイツの GIZ や米国の AID などが、国際支援の枠組みで離島の電化対策に取り組んでいる例はみられるが、民間企業の活動としては、どうしても大消費地であるジャワ・バリ系統やスマトラ島などの大消費地での活動に絞られるのが実情である。
そのため、ダイレクトに競合する他国企業は本事業の調査範囲内では確認できなかった。
ただ、一方で離島部において太陽光発電所に鉛蓄電池を組合せるケースは散見されている。
提案企業の調査では、多くが中国製の蓄電池システムで、太陽光パネルと蓄電池の充電・出力をマネジメントするシステムがないため、数年で電池が不健全化し、発電所自体の能力を大きく棄損するケースが多い。PLN によると、この中国製の太陽光パネル＋鉛蓄電池のシステムのイニシャルコストは約 2,200USD/kW 前後との事 (2019 年秋の情報)。



写真 : インドネシアの離島の発電所に放置されている鉛蓄電池 (北スラウェシ州の離島にて)

- ・ 一方、提案企業の EMS 技術のイニシャルコストは、離島における平均的な太陽光発電所の規模 (400kW クラス) において、スンバ島実証時 (2017 年) には約 50 万円/kW のイニシャルコストだっ

たが、その後、機器の大型化などの設計改良、メーカーによる量産化等を経て、現在目標の 25 万円 /kW に向けて改善を進めている。2021 年 2 月の最新事例では、30 万円を切るところまで実現できている。

4.15. 開発効果の調査・検証

本事業で対象とした候補地における出力規模及び発電電力量の見込を整理すると以下の通り。

表 4-4 候補地における出力規模と発電電力量の想定

候補地	出力規模	発電電力量
スンバ島 東部 A 地域	太陽光：10MW バイオマス：5MW	55,845MWh/year
スンバ島 オフグリッド B	太陽光：0.5MW	2,409MWh/year
北カリマンタン A	太陽光 14MW バイオマス：6MW	79,593MWh/year
北カリマンタン B	太陽光 7MW バイオマス：3MW	39,796MWh/year

また、事業対象とする地域は、主にディーゼル発電による電力供給が行われている地域である。本事業は再生可能エネルギーである太陽光発電により電力供給を行うことで、既存ディーゼルの焚き減らし（稼働時間削減）効果が期待できる。

<オングリッド案件の考え方>

焚き減らし効果として、CO₂ 削減効果を算定する際には、当該電力が代替する電力システムを特定する必要がある。関連する CDM 方法論では、小規模事業のみならず、マイクログリッドやオフグリッド内での再生可能エネルギーの導入効果について「Isolated Grid System」という概念を用いた検討が実施されている。CDM 方法論「Tool to calculate the emission factor for an electricity system¹⁶」は 2017 年 11 月に Version 7 へ改訂されており、Isolated Grid System の定義及び算定方法は以下の通り。

Isolated Grid System の該当条件：

- LDC (Least Developed Country) 及び SIDS (Small Island Development State) にある系統で、化石燃料（固体、液体、気体）を燃料とする発電設備が系統全体容量の 65%以上を占めている。

¹⁶ CDM Methodology, “Tool to calculate the emission factor for an electricity system”
https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/tools/am-tool-07-v1.1.pdf/history_view

- 液体化石燃料による発電設備が系統全体容量の 65%以上を占めている。(※国や地域は限定しない)
- 系統に接続する全発電設備容量は最大 1,000MW であり、少なくとも系統全体容量の 80%は化石燃料(固体、液体、気体)を燃料とする発電設備である。

算定方法：

対象系統に接続する発電所が複数の場合の算定方法は以下の三種類が示されている。

- 液体化石燃料による発電設備のみが接続した系統
- 異なる燃料及び技術による発電設備が接続した系統 (コンバインドサイクルは含まない)
- 異なる燃料及び技術による発電設備が接続した系統 (コンバインドサイクルを含む)

本事業に当該方法を適用させることを、「異なる燃料及び技術による発電設備が接続した系統 (コンバインドサイクルは含まない)」が選択され、その算定方法は以下の通り。

- 当該方法論の Appendix 4 “Equation for calculating weighted average emission factor for an isolated grid”で示される算定式 a)に従う。
 - ✓ 算定式 a)：算定式 b)による系統排出係数及び気体燃料を使用するオープンサイクル発電所 0.47t-CO₂/MWh の加重平均
 - ✓ 算定式 b)：OM0.79t-CO₂/MWh、BM0.58t-CO₂/MWh として、「AverageCM=w₁×OM+w₂×BM」として算定
 - ✓ 太陽光、風力事業の場合は、w₁=0.75、w₂=0.25
- 気体燃料の使用がない場合は 0.40t-CO₂/MWh、その他は 0.32t-CO₂/MWh

本事業においては、前者のアプローチを採用すると、気体燃料を使用した発電所は存在しないため、グリッド排出係数 (Average CM) は 0.7375t-CO₂/MWh となる。

<オフグリッド案件の考え方>

15MW 未満の再生エネルギー導入を想定した CDM 小規模方法論「AMS-I.F : Renewable electricity generation for captive use and mini-grid」において、ベースラインで設定するグリッド排出係数は以下の表の通り。

表 4-5 負荷レベルに応じたディーゼル発電システムの排出係数

想定ケース	24 時間サービスのミニグリッド	4~6 時間サービスのミニグリッド／製造設備／揚水	蓄電設備ありのミニグリッド
負荷[%]	25%	50%	100%
15kW 未満	2.4	1.4	1.2

15kW 以上 35kW 未満	1.9	1.3	1.1
35kW 以上 135kW 未満	1.3	1.0	1.0
135kW 以上 200kW 未満	0.9	0.8	0.8
200kW 以上	0.8	0.8	0.8

出所) CDM 小規模方法論 AMS-I.F Renewable electricity generation for captive use and mini-grid

本事業においては、蓄電設備ありのミニグリッドであり、かつ、負荷は 200kW 以上を想定する。そのため、採用するグリッド排出係数は 0.8t-CO₂/MWh である。

事業実施によるエネルギー起源 CO₂ の排出削減見込量を推計すると以下の通り。

表 4-6 候補地における出力規模と発電電力量の想定

候補地	年間排出削減見込量	累積排出削減見込量
スンバ島 東部 A 地域	41,186-CO ₂ /year	823,714-CO ₂
スンバ島 オフグリッド B	1,927-CO ₂ /year	38,544-CO ₂
北カリマンタン A	58,700-CO ₂ /year	1,173,997-CO ₂
北カリマンタン B	29,350-CO ₂ /year	586,991-CO ₂

注) 累積排出削減見込量は事業期間 20 年として一律に算定

第5章本事業の総括（実施結果に対する評価）

5.1. 本事業の成果（対象国・地域・都市への貢献）

本事業は事業開始後に本邦受入事業の回数統合等の変遷があったものの、計 10 回の活動実施を計画した。アポイントメントの関係上、スケジュールが遅れ気味ではあったが、第 8 回活動（2020 年 1 月）まで順調に回を重ねたところでコロナ禍が発生し、残る 2 回の活動を中止せざるを得なかった事は非常に残念な結果となった。当初想定していた活動のラップアップはできなかったものの、2020 年度を通じ、オンライン会議等を活用して、相手国機関とのコミュニケーションを最低限維持し、本活動の当初目標を概ね達成できたものと考えている。

本事業での目標成果は、CP である PLN と BPPT に提案企業の EMS 技術の有用性を理解していただき、今後のさらなる技術普及に向けて MOU もしくはそれに準ずる書面を交わし、今後の事業化に向けてさらなる前進を図る、という事であった。CP そのものとの MOU 締結には活動の中で至らなかったが、本邦受入事業の中で PLN 側から提案された、グループ会社 PJB サービス（PJBS）との離島への再生エネルギー導入に向けての協業は実現に至り、2019 年 10 月 23 日に九電工の檜垣博紀副社長と PJBS のジャティ・プラセチオ社長との間で MOU を締結するに至った。

その後、コロナ禍の状況でも協業は進捗し、2020 年 8 月に北スラウェシ州離島の太陽光発電所改修案件で、PLN から指名競争入札が EMS 導入前提での要件で公示された。残念ながら入札要件と提案企業が提案した設備容量に齟齬があったため、再入札となったが、引き続き受注を目指して折衝を進めている状況である。このことから、PLN に対する一つの事業モデルを確立し、相手国側と協業体制を構築できた事で本事業の目標を達成せしめたと判断する。

なお、2020 年 6 月にはインドネシアのアリフィン・エネルギー鉱物資源大臣から、2023 年までに離島のディーゼル発電を代替し、再生可能エネルギーと BESS（蓄電システム）の導入を加速する、との政策方針が発出された。その後、2020 年末にはまず約 200 か所のディーゼル発電所の再生可能エネルギー置換の計画が報道されるなど、離島・遠隔地への再生可能エネルギー導入の機運が急速に高まっている。本事業を 2019 年度に開始し、約 1 年間現地訪問や日本国内での活動を重ねてきたことは、インドネシアにおける再生エネルギー導入加速の動きに十分に準備・対応できる素地になったといえる。

九電工 離島の電力安定化へ

インドネシア 再エネ会社と覚書

九電工はこのほど、インドネシア電力公社 PLN のグループ企業で再生可能エネルギー発電事業を手掛ける PJBS と、協業を視野に覚書 (MOU) を締結した。インドネシアに約5千ある有人離島で再生可能エネルギーを用いた電力安定供給について協力を進める。

10月23日に九電工の檜垣博紀副社長とPJBSのジャティ・プラセティオ社長が福岡市の九電工本社で協定書に署名。檜垣副社長は当社の技術力を生かしてインドネシアのエネルギー供給に貢献できることは非常に光栄」と述べた。

九電工は、出力の差

動が激しい再生可能エネルギーを統合制御し安定化を図る。2017年には、環境省の支援を受けインドネシア東部のス

バ島に太陽光発電400キロワット、蓄電池容量150キロワットの実証施設を設置。現在、現地送電網に安定して送電している。

インドネシアでは離島の約半分で、ディーゼルなど内燃機発電が使われているが、電力供給が安定している状況ではないという。九電工の技術を用いることで、従来難しかった再生可能エネルギーによる基幹発電を実現できることから、PLNも事業子会社の参画を決めた。

10月23日に九電工本社で檜垣副社長と懇談したPJBSのプラセティオ社長は「今回、日本で九電工の技術をもて、インドネシアの課題解決に役立つものだと実感した。連携を強め離島の電力改善に当たりたい」と述べた。これに対し、檜垣副社長は「九電工EMSGがインドネシア離島のエネルギー供給安定化のモデルになってほしい」との期待感を示した。



九電工本社で行われた締結式。檜垣副社長(前列左から2人目)とプラセティオ氏(同3人目)が協定書に署名した

参考 : 九電工と PJBS のアライアンスを伝える新聞記事 (出所 : 2019/11/1 電気新聞)

5.2. 本事業の成果（ビジネス面）、及び残課題とその解決方針

#	タスク ビジネス展開に向けて事業内に実施すべき項目	活動計画と実績							達成状況と評価	残課題と解決方針	解決へのアクションと時期	
		第1回 (現地)	第2回 (現地)	第3回 (本邦)	第4回 (現地)	第5回 (本邦)	第6回 (現地)	第7回 (現地)				
1	市場性／現地ニーズの確認	●	●		●		●	●	完	<ul style="list-style-type: none"> 相手国政府のエネルギー政策ならびにインフラ投資政策に本技術が合致している事を確認。 	<ul style="list-style-type: none"> PLNによる入札制度及びそのプロセスの理解 相手国における再生可能エネルギー売電単価制度の理解 	<ul style="list-style-type: none"> 協業先 PJBSとの連携による実際の入札プロセス経験（継続） ESDM 等へのアプローチによる、最新 FIT 制度の情報収集（継続）
2	九電工 EMS 技術に対する BPPT/PLN および ESDM の理解醸成と導入検討の理解	●	●	●	●	●	●	●	完	<ul style="list-style-type: none"> 相手国主要拠点におけるワークショップや本邦受入事業における PLN 幹部とのコミュニケーションによる理解醸成ができた。 	<ul style="list-style-type: none"> コストと本技術の長寿命、高信頼性のバランスについて相手国の理解をさらに得る必要がある。 IPP 事業の提案による長期間の事業安定性を訴求していく。 	<ul style="list-style-type: none"> IPP 事業を立案し、ESDM や PLN への情報共有を継続し、自らがパイロット事業を行う事による技術普及効果を狙う。（2023 年運開予定の IPP 計画あり）
3	EMS 技術のオペレーション人材の育成								残課題	<ul style="list-style-type: none"> 第3回本邦受入時のメインテマだった為、今後の対応が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 事業終了後、海外渡航が可能になった時点で自社対応。 	<ul style="list-style-type: none"> スンバ島実証施設もしくは改修案件をベースにした実地ベースでのオペレーショントレーニング。 メンテナンスに関しては BPPT との連携で、尼国の実情に際した最適な保守管理手法を模索する。
4	現地パートナーとのアライアンス合意	●	●					●	完	<ul style="list-style-type: none"> PJBS との協業合意、MOU 締結 	<ul style="list-style-type: none"> 受注案件（成功案件）の達成とビジネスモデルの横展開 	<ul style="list-style-type: none"> 離島改修案件で進捗中

5	原材料調達先の確保						●	残課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ 太陽光パネルや蓄電池等の現地調達調査を実施したが、更なる深掘りと有力提携先の選定が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ニ政府は国産品調達比率の向上を目指しており、今後法令で制限がかかってくる可能性がある。日本メーカーの現地工場も含め、さらなる調査が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現地コンサルを通じた調査を継続中。
6	商流の確定						●	完	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事業領域とバリューチェーン拡大に関する調査を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ EPC（施工工事）のみの案件から、O&MやIPPビジネスへの飛躍とバリューチェーンの拡大についてはさらなる取組みが必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現在 IPP 案件を複数進行中。JICA 協力準備調査への応募も予定。
7	採算性の確保	●		●			●	完	<ul style="list-style-type: none"> ・ 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 他国製の太陽光・蓄電システムのコスト調査と、それに対抗しうるコスト目標を設定。 ・ 機器の設計改良等で目標コストへの到達にメド。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ スンバ島実証時コストの半額レベル実現に向けてさらにメーカー等との協議を推進。
8	開発効果の調査・検証			●		●		完	<ul style="list-style-type: none"> ・ オングリッド・オフグリッド両パターンにおける開発効果の検証を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 特になし 	<ul style="list-style-type: none"> ・ オングリッドではディーゼルの焚き減らし効率のさらなる向上、オフグリッドでは発電量の向上を引き続き検討していく。

5.2.1. 本事業の成果（ビジネス面）

1) 市場性/現地ニーズの確認

これまで実現できなかった PLN 幹部とのディスカッションや、ワークショップを通じての意見交換等により、PLN 自身が現状の離島電化に強い危機意識を持っている事が浮き彫りになった。解決策として、大きく分けて再生可能エネルギーの導入と、ガスエンジン発電所の導入が検討されている事が分かったが、前者は 24 時間安定供給への懸念が、また後者には投資額の肥大化（ガス貯蔵設備等）など一長一短がある。その中で提案企業の EMS 技術は、再生可能エネルギーの不安定性を補強・解決しうる技術として一定の理解を得られたと判断する。

ただ、本技術はこれまでインドネシアではスンバ島の実証施設での稼働に事例に限られる事から、パイロット案件として事業実績を早く積み重ねていく事が、さらなる相手国のニーズに対応できる方策であると考えている。

- 2) 九電工 EMS に対する PLN/BPPY/ESDM の理解醸成と導入検討の理解
上述の通り、ワークショップを3回行えたこと、また CP の BPPT から相手国政府機関の立場で本技術に肯定的な発表をいただいた事で、相手国側（特に PLN）への技術理解醸成は十分に達成できたと考えている。
- 3) EMS オペレーション人材の育成
第3回本邦受入事業が中止となってしまったため、本テーマは残課題あり、としている。
事業完了後も引き続き BPPT 等と連携した上で、進捗を図っていきたい。
- 4) 現地パートナーとのアライアンス合意
第1回本邦受入事業を契機とした。PJB サービス（PLN グループ企業）との離島発電所改修工事をスコープとするアライアンスが決まり、MOU を締結したのち、実際の案件で PLN 入札に向けてタッグを組んでおり、期待通りの成果が得られている。
- 5) 原材料調達先の確保
インドネシアでは TKDN（国産品調達比率）による管理が今後進む恐れがあり、太陽光パネルや蓄電池等、現地での購買体制を検討しておく必要がある。提案企業の EMS 技術については、再生可能エネルギーで生まれた電力を、長時間安定波形で送出するために、高性能のインバータ変換機器を必要としており、この技術の中核部分は日本製品以外選択も余地はない。いかに他の汎用品部分を尼国産化していけるかがポイントとなる。これまでの調査で、太陽光パネルについては国産の PT.LEN グループ企業と協議・技術検討を進めており、採用に問題ないレベルと判断している。蓄電池に関しては、インドネシアでの純内国産品はまだ性能に難があり、日本メーカーの相手国側工場における生産を今後検討してもらおう形で進めていきたい。いずれにせよ、本事業における調査を今後も継続していく。
- 6) 商流の確定
提案企業の EMS 技術を用いた事業開発ターゲットは、未電化地域をターゲットとするオフグリッド案件や、離島・遠隔地を主なターゲットとするオングリッド案件の EPC 事業になる。一方で、九電工 EMS システムが持つ付加価値を活かしていくためには、事業領域の拡大やバリューチェーンの拡大が必須となる。

バリューチェーンについては、EPC 事業から O&M サービス、IPP 事業（SPC 設立型）への拡大を想定する。O&M サービスについては、遠隔地の電化を目的とした政府向け EPC との組み合わせで現地企業が取り組んでいるが、契約期間は数年間と短いため、これを長期視点で運用するサービスを構築するが目標となる。また、PLN は九電工 EMS が持つ付加価値を評価している一方で、売電価格への反映ができていないため、上述した既存の地場太陽光 IPP 事業者からパートナー候補を選定して、対 PLN への交渉力を強くしていくことも一案である。

事業領域については、発電部門とは別に、需要側設備に対するシステム構築のようなりソリューションサービスへの展開を想定する。工場等の品質の高い電力が求められる需要家や、再生エネルギーの価値に魅力を感じる事業者に対しての電力供給スキーム構築、空調・冷凍冷蔵設備・EV 等の需要設備と組み合わせたシステム販売が考えられる。これらについては、地場企業を含む事業会社や技術保有メーカーと協業関係を構築していくことを目指している。
- 7) 採算性の確保
これまで相手国における離島太陽光発電所の蓄電システムは、主に中国製の鉛蓄電池を導入する事が一般的であった。しかし、このシステムには発電側のマネジメントシステムがないため、充放電はコン

トロールされておらず、溜めては出し、出しては溜め、の繰り返しで、稼働開始から数年後には蓄電池が劣化してしまい、蓄電機能を喪失しているケースが非常に多い。提案企業は本事業以外の現地活動を含めても、これまで多数の現地事例を確認してきている。

これに対し、提案企業の EMS は発電と蓄電を需要側のデマンドと比較して、最適な出力を行う電力マネジメントシステムであり、極めて長期間蓄電池を健全に使用できるため、例えば 10 年、15 年のレンジで見た場合、圧倒的にランニングコストが安い。（既存システムでは少なくとも 5 年おきに蓄電池全面刷新が必要なのに対し、提案企業の技術では 15 年間交換必要なし）

現状、提案企業の EMS 技術による太陽光+蓄電の平均イニシャルコストは約 3,000USD だが、既存のシステムは約 2,200USD 近辺ということが分かっている。提案企業ではさらなるコストダウンを目指すとともに、中長期の視点での投資アドバンテージを相手国側に理解してもらう事を本事業では努めて実施した。

8) 開発効果の調査・検証

本事業は再生可能エネルギーである太陽光発電により電力供給を行うことで、既存ディーゼルの焚き減らし（稼働時間削減）効果が期待できる。一方、太陽光発電のみでは夜間や悪天候時の電力供給に安定性を欠く事は事実であり、24 時間連続発電できるバイオマス発電も含めて、今後開発効果を検証していく。

第 9 回活動において、北カリマンタン州の離島における 24 時間再生エネルギー供給へのチャレンジ機会があり、その中でバイオマス発電の導入可能性について調査を行う計画であったが、残念ながら中止となったため、本事業終了後も引き続き案件組成を続行していく。

5.2.2. 課題と解決方針

1) 市場性/現地ニーズの確認

- ・ PJBS 社とのアライアンスに基づく実案件への対応による入札プロセスの精緻な理解
- ・ 相手国で準備されている新たな FIT 制度の情報収集

2) 九電工 EMS に対する PLN/BPPY/ESDM の理解醸成と導入検討の理解

- ・ イニシャルコストと長期健全運転メリットのバランスを相手国関係者へ訴求する
- ・ IPP 事業計画を通じ、主体的に技術の導入を実現していく

3) EMS オペレーション人材の育成

- ・ 現地渡航が可能になった時点で、BPPT 及び PT DENKI ENGINEERING 社と連携して O&M モデルを確立していく。現在計画中の IPP 事業をベースに考えていきたい。

4) 現地パートナーとのアライアンス合意

- ・ 入札での落札をもって、初の受注案件とする。コロナ禍においても PJBS および PLN とのコミュニケーションを緊密にする。

5) 原材料調達先の確保

- ・ 特に日系電池メーカーと現地生産の計画について議論を実施していく。
- ・ 現地パネルメーカー及び EPC 企業との連携促進

6) 商流の確定

- ・バイオマスを含む IPP 事業計画の中で、機器設備から輸出/現地調達、施工への一連の流れを確立するとともに、O&M の人材育成効果を反映していく計画。

7) 採算性の確保

- ・スンバ実証時の半額となる、イニシャル 25 万円/kW（太陽光＋蓄電池モデル）の実現を目指し、メーカーと一体となつてのインバータ機器の大型化検討、施工コストの課題洗い出し等、今後の事業化に備えて活動を継続する。

8) 開発効果の調査・検証

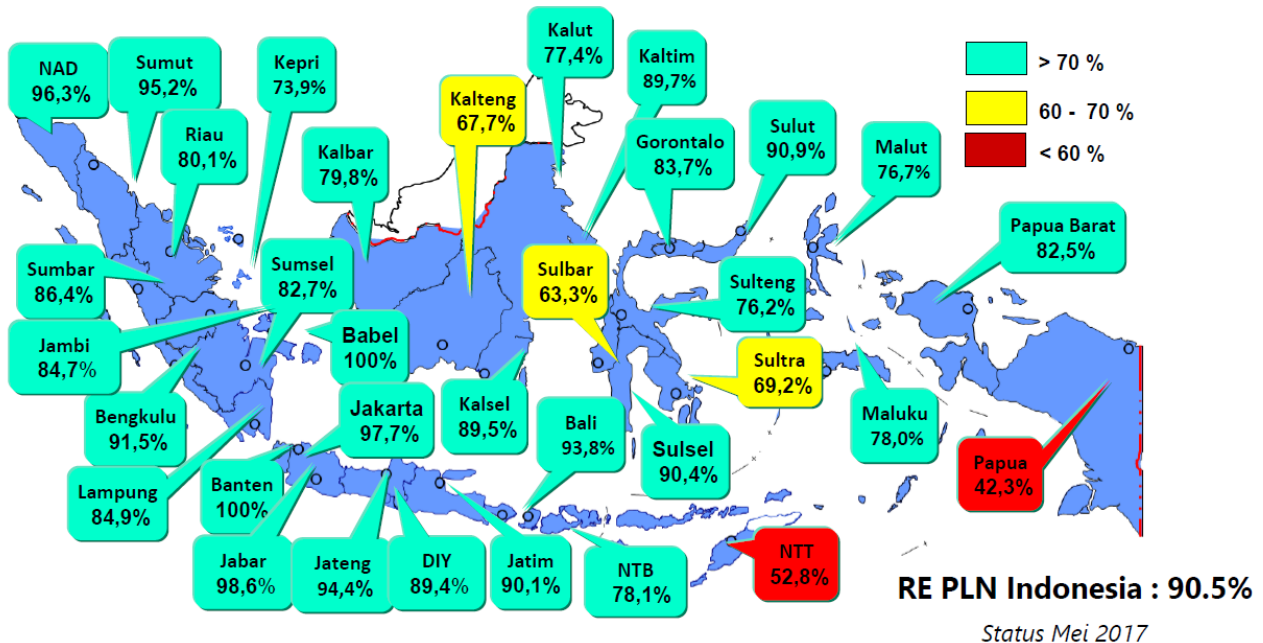
- ・未電化地域へのオフグリッド開発は、波及効果や投資優先順位の問題から、現時点では取組みがやや難しいと判断しており、オングリッド型の IPP 事業計画において、発電効率のようバイオマス発電を含める事で、さらに高効率な開発効果が得られる取組みを継続していく。

第6章本事業実施後のビジネス展開の計画

6.1. ビジネスの目的及び目標

6.1.1. ビジネスを通じて期待される成果（対象国・地域・都市の社会・経済開発への貢献）

- ・ インドネシアの地域別電化率は、依然として州によって大きな隔りがあるのが実情である。下図の通り、多くの離島を抱える東部インドネシア（NTT州やパプア州）では、ジャワ島と比較して極めて引き電化率にとどまっている。



・ Just PLN Residential Customer Included: Jumlah Rumah Tangga

図：インドネシアの州別電化率（出所：2018年 PLN 資料より）

これら地域では、これまで電化率を向上させるために、内燃力発電所を増設すること及び照明や最低限の電化製品を使えるようにするための太陽光発電所の投資などが行われてきた。

しかし、インドネシアでは既にディーゼル発電所への新規投資は行わない方針であり、再生可能エネルギー発電、もしくはガス発電の導入に選択肢が限られてきている。

再生可能エネルギーを基幹電力にするために、小水力発電所の建設が盛んに行われているが、これは乾季における電力不足の懸念があり、地熱発電所の設置では莫大な投資金額が必要になる。

即ち、「適当なコストで昼夜安定した電力が得られる再生可能エネルギー発電システム」こそがインドネシアでいま現在求められているニーズであり、本事業における EMS 技術はまさにこのニーズに対応できると思料する。EMS を使えば、長期間蓄電システムを健全に運転でき、脆弱な現在送電網（マイクログリッド）にも、EMS が安定波形で送電してブラックアウトを防ぐ事から、さらなる大きな投資は不要である。本事業終了後の事業化段階で、上述の「いまインドネシアの離島・遠隔地が抱える課題」の解決に貢献していけるものと確信している。

6.1.2. ビジネスを通じて期待される成果（ビジネス面）（非公開）

6.2. ビジネス展開計画

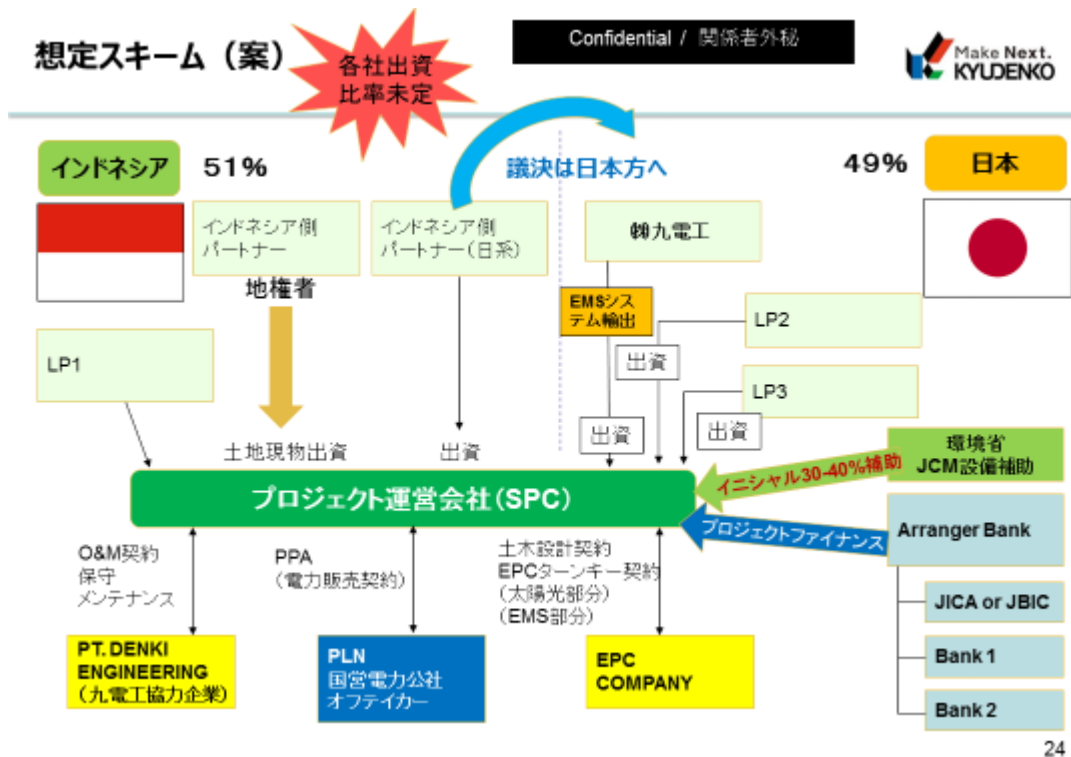
6.2.1. ビジネスの概要

1) 工事案件（改修案件含む）のビジネスモデル（非公開）

2) IPP 事業モデル

・基本的に提案企業が EMS で取り組む案件は離島・遠隔地であるので、発電所の規模も 10MW 以下 クラスの比較的小規模のものを想定している。これは外資による火力発電や地熱発電等の規模と比較して、極めて小さなものであり、大掛かりなプロジェクトファイナンスを組む事ができない可能性もあり、あらゆるファイナンス策を検討していく必要がある。

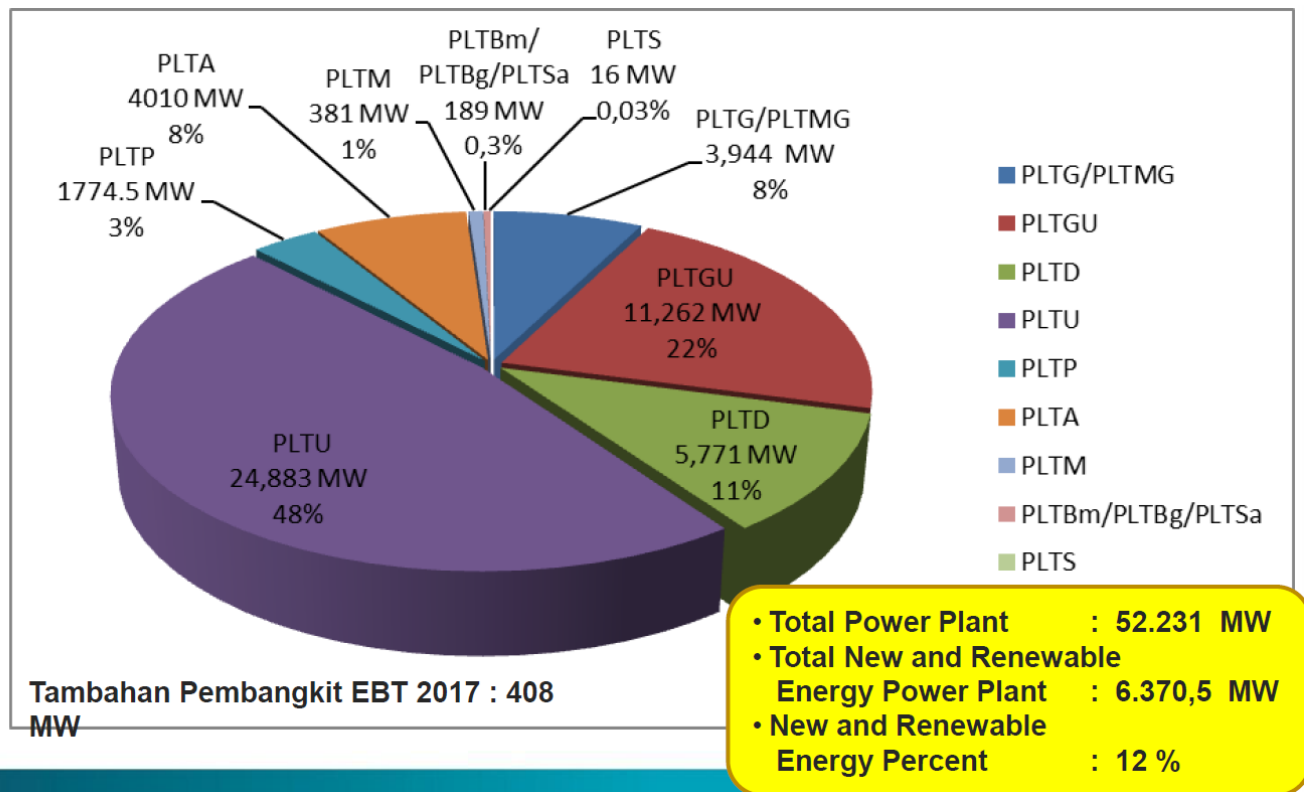
また、インドネシアでは出力 10MW 以下の案件は、外資規制（外資 MAX49%）が存在するため注意が必要である。相手国側のパートナー選定は極めて重要となる。以下に想定するスキームの一例を紹介する。



図： IPP 事業（出力 10MW の場合）のビジネス予想図（出所：九電工作成）

6.2.2. ビジネスのターゲット

インドネシアでは 2025 年に再生可能エネルギー発電率 23%の目標を立てているが、その内訳は地熱や水力が多く、太陽光やバイオマス発電は、国家の電力総合計画（RUPTL）上でもあまり重視されていない現状がある。インドネシアにおける日射量が恵まれた条件にあるのは明らかであり、その豊富な資源を活用していく事は意義のある事と考えられる。その太陽光発電の普及が他国より遅れているのは、ひとえにその不安定性にあると思料する。昼間しか発電できず、系統の周波数を乱して停電が発生する、インドネシアにおける太陽光発電の位置付けはこのような現状である。ここまで述べてきたように、提案企業の EMS 技術は、太陽光を安定電源に変貌させる技術である、この技術のさらなる普及化により、特にガスや地熱等の大型発電設備を設ける事が困難な離島・遠隔地においては、本技術が課題解決の本命であると確信する。



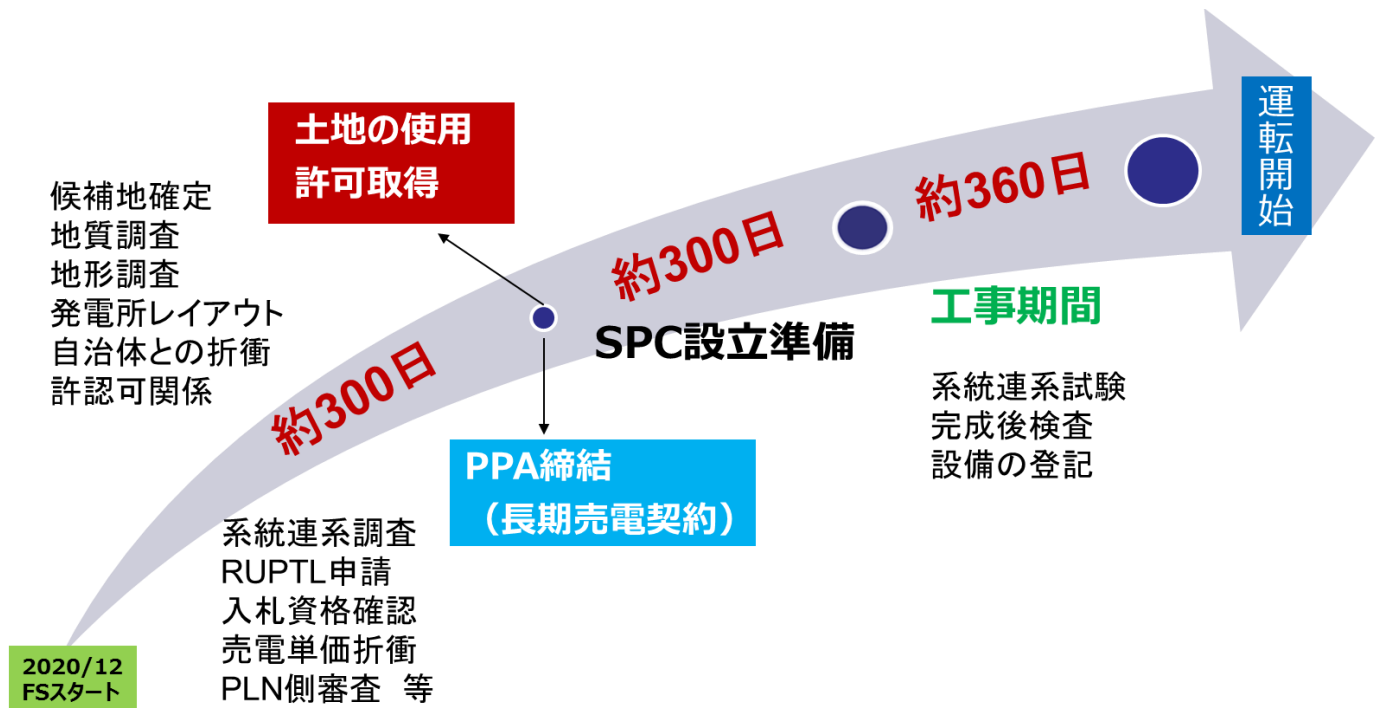
図： インドネシアの電源ミックス PLTU=石炭火力、PLTD=ディーゼル、PLTGU=ガスタービン
PLTS=太陽光

6.2.3. ビジネスの実施体制

6.2.1 に掲載したビジネスモデルにおける実施体制（工事案件及び IPP 事業）の通り。

6.2.4. ビジネス展開のスケジュール

- 改修案件ならびに工事受注案件（出資を伴わない案件）は、既にPJBSとの協業など、案件が進捗しており、2021年度のできるだけ早い時期に受注を得たい計画である。
- IPP事業計画についても、現在FSを実施中の案件が複数あり、以下の図のようなスケジュール感で事業化を検討中。施工及び運転開始目標を2023年度内においている。



図：IPP事業の進捗イメージ（出所：九電工自社資料）

6.2.5. 投資計画及び資金計画

- IPP事業計画については、提案企業自身も出資を実行していく考えであるが、現在FS調査を行っている段階につき、具体的な投資計画は固まっていない。また資金計画については、IPP計画のうち、JICA海外投融資の適用を希望したく、協力準備調査への応募を行う予定。さらに、環境省JCM設備補助事業の採択によるイニシャル事業費の低減を狙う他、長期的には離島・遠隔地向けにGCF（国連みどりの気候基金）の適用も検討をしていきたい。

6.2.6. 競合の状況

本 EMS 技術の競合技術としては、同種の発電向け制御ファームというよりは、むしろ大手電機メーカー等が開発する「マイクログリッド制御技術」とバッティングするものと考えられる。本 EMS の究極的な目標が「システムの安定化」である事が理由である。

従って、事例を挙げると Schneider 社（仏）や ABB 社（スイス）などが開発しているマイクログリッド制御パッケージ等と競合していく事を想定している。

現状での提案企業のアドバンテージは、異なる複数の電源種でも、EMS で統合制御ができる事であり、また

通信連携機能により、複数の発電施設を同期運転して、仮想的なマイクログリッドを構成できうる設計になって事である。上述の競合製品は基本的に太陽光や風力などの発電源と、それに伴うシステムのパッケージで販売される事が多く、提案企業の方が、設計自由度が高いと思われる。提案企業の場合、既設のディーゼル発電機をも含めて統合制御する事が可能である。

6.2.7. ビジネス展開上の課題と解決方針

【課題 1】設計体制の強化

本 EMS 技術は自社開発品だが、開発担当者が当初 1 名のみであり、そこから技術メンバーを増やしているものの、開発体制として、電機メーカー等と比べると弱い。九電工はメーカーではないことから、そのメリットを活かしつつ、メーカーの良い部分を取り込んでいく形で開発体制を強化していく必要がある。

【課題 2】営業体制の強化

同じく営業体制についても、駐在員事務所だけの陣容では不足しており、現地での事業開発の経験があるコンサルティング企業の力を借りつつ、PLN への対応から、ESDM による政策の調査等も実施していく必要がある。コロナ禍においては日本側から営業訪問できない事が大きな課題となっている。

【課題 3】ハイブリッド発電の認知

再生可能エネルギー発電の信頼性向上の為に、太陽光+バイオマス等の複数電源種による「ハイブリッド発電事業」を計画しているが、現時点で相手国政府及び PLN にはハイブリッド発電の契約形態も入札事例も、売電単価のタリフも存在していない。これらは本事業終了後に自社中心で切り開いていかなければならない領域であり、日本政府からの支援もいただきながら、新しい形での再生可能エネルギー発電の形を創造していきたいと考えている。

6.2.8. ビジネス展開に際し想定されるリスクとその対応策

1) 入札に関するリスク

- ① イニシャル価格が高く落札できない → 当面は改修案件で実績を作り、PLN 入札要件に EMS を取り込む
- ② 他国との競争 → 技術ではアドバンテージがあっても、イニシャルコストで負けてしまう。入札要件に EMS の要素を入れるよう、相手国政府との協議が重要。

2) 立地に関するリスク

- ① 用地買収のノウハウがない → 信頼できる現地パートナーの選定が重要
 - ② 長期間の事業リスク → 外国企業による土地利用に制限が入る可能性
過去の火力等、外国投資事例を学び、本事業へ応用を図る。
- 3) 環境に関するリスク
- ① バイオマス発電に関する住民反対運動 → 今後の FS で環境面についても十分な調査を行う

6.3. ODA 事業との連携可能性

6.3.1. 連携事業の必要性

インドネシア東部地域では、長年に亘り電化の遅れの問題に直面している。しかしながら、近年は ESDM や PLN 等の電力セクターのステークホルダーの積極的な活動により、電化率は大幅に改善されてきており、国民の基礎的なニーズは充足されつつある。

次のステップでは、限定された電力供給（例：家庭内電化、不安定な配電ネットワーク）から、地域コミュニティの生活の質を向上させ、産業創出などの持続可能な成長に貢献する電力供給へと、転換していくことが求められている。一方で、離島では、ディーゼル発電を中心に電力供給システムが構築されており、発電と輸送コストの両方の問題で、ディーゼル燃料のコスト負担が非常に大きくなっている。そのため、電力供給システム全体のコストが構造上高くなっており、結果として供給エリアの拡大や品質の向上に着手できない状況に陥っている。

上述した問題を解決するためには、発電コストが急速に低下している PV のより積極的な活動が期待されている。メガソーラー級の太陽光プロジェクトの開発事例は増加傾向であるが、系統の調整力が小さいため、計画された出力を系統に供給できていない状況も発生している。このような問題解決には、需給バランス確保や調整力強化について、新たな制度や規制、ルール整備等の基盤整備が効果的であると考えている。

また、オングリッドではなく、オフグリッドシステムとしては蓄電池の導入が着手されている。他方で、廉価な鉛蓄電池を活用したシステムであり、実態的には稼働していないケースも多い。既設システムについて、ハード面としてのパフォーマンスと耐久性、ソフト面としての設計・運用ノウハウ不足という両面での課題を抱えている。

以上より、資金のみならず、制度・規制・ルール整備等の技術協力をソフトコンポーネントとして組み合わせた円借款連携事業が効果的であると考えている。

6.3.2. 想定される事業スキーム

本事業に関係する ODA 事業については、以下を提案する。

- インドネシア東部地域を対象にした分散型インフラ構築プログラム：

- 「インドネシア再生可能エネルギー・インフラ促進ファシリティ」の対象範囲を「再生エネルギーハイブリッド発電（太陽光等の再生エネルギー電源と蓄電池）」に拡大する。
- 特に、蓄電池は周波数調整等の調整力の提供の他、電力ピークカットによる火力電源代替、災害／停電時のバックアップ電源／起動電源活用等の多様な価値が想定されるため、電力事業のカウンターパートとなる PLN 社には、発送配電の全体最適化の一つのアプローチとして蓄電池を活用した離島電力インフラを共に検討していくような政策支援と具体的なプロジェクト実施が一体となったパッケージ型での事業も効果的である。

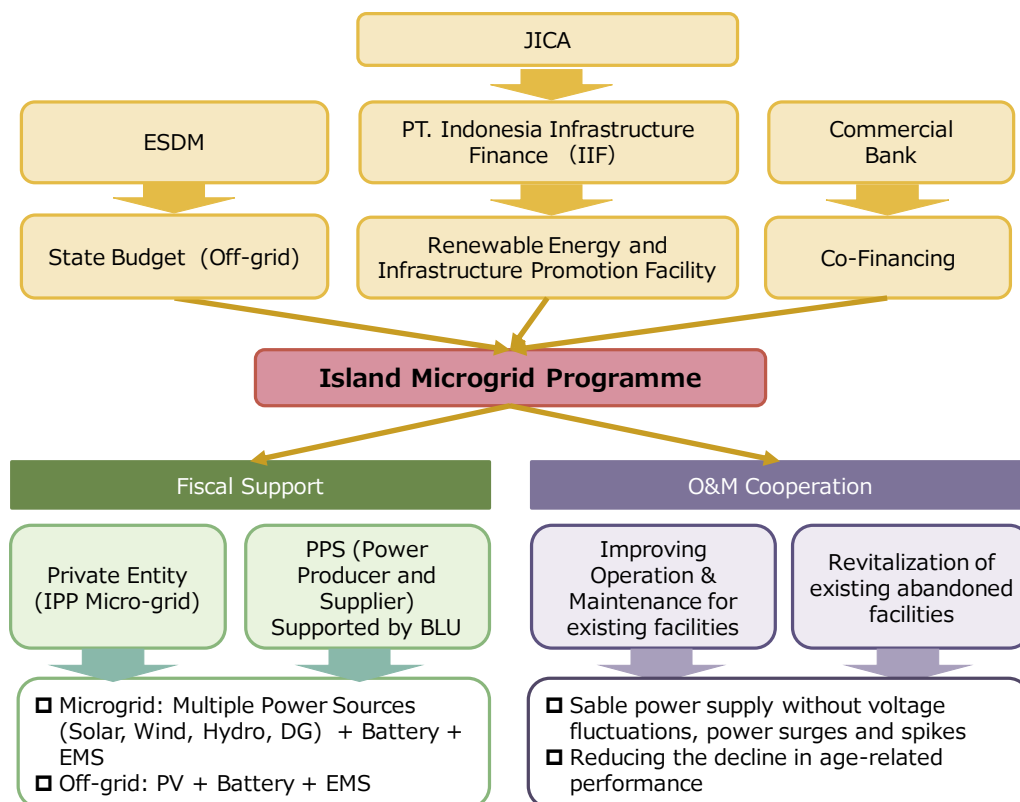


図 6-1 ODA 事業のスキーム案

出所) 調査団作成

以上