

令和 2 年度

**質の高いエネルギーインフラの海外展開に向けた
事業実施可能性調査事業委託費**

**(ミャンマー国南部地域におけるトリプルハイブリッド
発電システムを活用した電力安定供給調査事業)**

調査報告書

令和 3 年 2 月

パシフィックコンサルタンツ株式会社

三菱重工業エンジニアリング株式会社

目 次

1. 事業概要.....	4
1.1 事業概要.....	4
1.2 事業背景.....	4
1.3 事業目的.....	4
1.4 事業対象国.....	5
2. ミャンマー及びタニンダーリ州における現状把握.....	6
2.1 電力および開発に関する法制度及び上位関連計画.....	6
2.2 エネルギー供給の現状.....	22
3. 相手国関係者のニーズの把握および分析.....	17
3.1 ミャンマー国政府.....	17
3.2 タニンダーリ州政府.....	18
3.3 DSEZ およびダウエー周辺地域.....	20
3.4 メイ周辺地域.....	21
4. 事業実施方針の策定.....	22
4.1 事業規模の想定およびカウンターパート選定基準.....	22
4.2 現地ヒアリング結果.....	23
4.3 事業実施方針（ダウエー）.....	26
4.4 事業実施方針（メイ）.....	26
5. 提案システムの検討.....	27
5.1 提案システムの概要.....	27
5.2 プロジェクト概略設計.....	28
5.3 事業スキーム・ファイナンス.....	48
5.4 事業採算性.....	54
5.5 環境社会配慮.....	65
5.6 事業スケジュールの検討.....	74
5.7 エネルギー起源 CO ₂ の排出抑制量の試算.....	81
5.8 事業実施に向けた課題.....	84
6. 今後の事業実現に向けた実施すべきアクション.....	85
6.1 事業実施の課題に対する対策案.....	85
6.2 事業実現に向けた今後の方針.....	85
6.3 日本政府に対する実施すべきアクション.....	86
6.4 ミャンマー政府に対する実施すべきアクション.....	86
6.5 民間企業に対する実施すべきアクション.....	86

略語表

略語	正式名称	和文名称
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AEC	ASEAN Economic Community	ASEAN経済共同体
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations	東南アジア諸国連合
DSCR	Debt Service Coverage Ratio	元利金返済カバー率
DDC	Dawei Development Co., Ltd.	ダウエー開発会社
DDPC	Dawei Development Public Company Limited	ダウエイデベロップメントパブリックカンパニー
DICA	Ministry of National Planning and Economic Development、Directorate of Investment and Company Administration	国家計画・経済開発省 投資・企業管理局
DSEZ	Dawei Special Economic Zones	ダウエー開発エリア
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIRR	Equity Internal Rate of Return	エクイティアイアールアール
F/S	Feasibility Study	実行可能性調査
FDI	Foreign Direct Investment	外国直接投資
FTA	Free Trade Agreement	自由貿易協定
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GMS	Greater Mekong Sub Region	大メコン圏地域
IEA	International Energy Agency	国際エネルギー機関
IEE	Initial Environmental Examination	概略環境影響評価
IGFC	Integrated Coal Gasification Fuel Cell Combined Cycle	石炭ガス化燃料電池複合発電
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
IPP	Independent Power Produces	独立発電事業者
IRR	Internal Rate of Return	内部収益率
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JOGMEC	Japan Oil, Gas and Metals National Corporation	石油天然ガス・金属鉱物資源機構
KNLA	Karen National Liberation Army	カレン民族解放軍
KNU	Karen National Union	カレン民族同盟
LLCR	Loan Life Coverage Ratio	ローンライフカバーレッジレシオ
LNG	Liquefied Natural Gas	液化天然ガス
M/P	Master Plan	マスタープラン
MEPE	Myanmar Electric Power Enterprise	ミャンマー電力公社
MIC	Myanmar Investment Committee	ミャンマー投資委員会
MOF	Ministry of Finance	タイ財務省
MOL	Ministry of Labor, Employment and Social Security	ミャンマー労働省
MOU	Memorandum of Understanding	了解覚書
MPE	Myanmar Petrochemical Enterprise	ミャンマー・ペトロケミカル・エンタープライズ社
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization	新エネルギー・産業技術総合開発機構
NESDB	National Economic and Social Development Board	国家経済社会開発委員会
NGO	Non Governmental Organization	非政府組織

略語	正式名称	和文名称
NPV	Net Present Value	正味現在価値
O&M	Operation and Maintenance	運営・メンテナンス
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OECD	Overseas Economic Cooperation Fund	海外経済協力基金
PIRR	Project Internal Rate of Return	プロジェクトアイアールアール
PPP	Public Private Partnership	官民連携
SC	Supercritical Pressure Coal-Fired boiler	超臨界圧石炭火力発電技術
SEZ	Special Economic Zones	経済特別区
SPC	Special Purpose Company	特別目的会社
SPP	Small Power Producer	小規模発電事業者
SPV	Special Purpose Vehicle	特別目的事業体
UNDP	United Nations Development Program	国連開発計画
US	Ultra-Supercritical Pressure Coal-Fired boiler	超々臨界圧石炭火力発電技術
WB	World Bank	世界銀行
WHO	World Health Organization	世界保健機構

1. 事業概要

1.1 事業概要

ミャンマー国南部のオフグリッド地域を対象に、低炭素社会の実現や安定的且つ高品質な電力供給を行うトリプルハイブリッド発電システム（太陽光発電、蓄電池、エンジンを組み合わせた自立給電システム）を分散型電源として導入し、電力供給事業を行うことを目的に調査を行ったものである。

1.2 事業背景

ミャンマー国南部に位置するタニンダーリ州は現在 National Grid の接続が無く、地域ごとに小型のディーゼル発電所やガス発電所、また各家庭での太陽光パネル設置により電力を賄っている状況である。

モラミヤインからダウエーまでは ADB の支援によりナショナルグリッドの延伸が計画されており、DSEZ への電力供給は当座当該グリッドより供給される計画となっているが、2018 年に策定された「Myanmar Sustainable Development Plan」に即した低炭素社会の実現に資する再生可能エネルギーの導入や、安定的な電力供給に資する電力系統の二重化が必要である。

ダウエー以南についてはナショナルグリッド整備の具体的な計画がなく、生活水準の向上及び産業発展のために再生可能エネルギーを活用した分散型電源による安定的且つ高品質な電力供給整備が必要不可欠である。

1.3 事業目的

上記状況を踏まえ、低炭素社会の実現や安定的且つ高品質な電力供給を実現するトリプルハイブリッド発電システム（太陽光発電、蓄電池、ガスエンジンを組み合わせた自立給電システム）を分散型電源として導入し、高品質な電力供給事業を行うことを目的とした事業可能性検討調査を実施する。

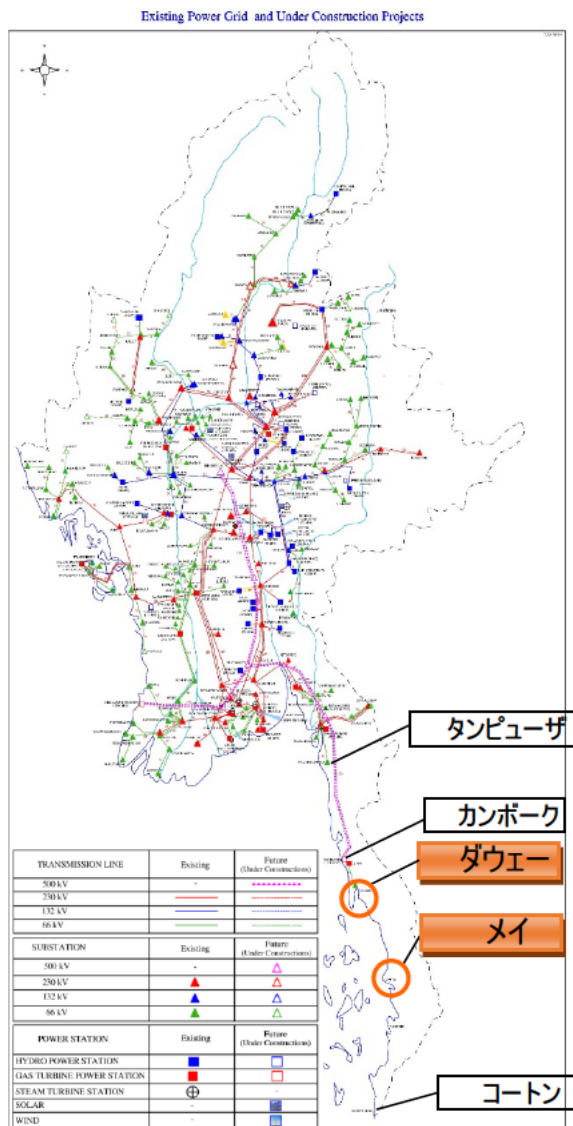
1.4 事業対象国

事業対象国：ミャンマー連邦共和国

対象地域：タンドーリ州

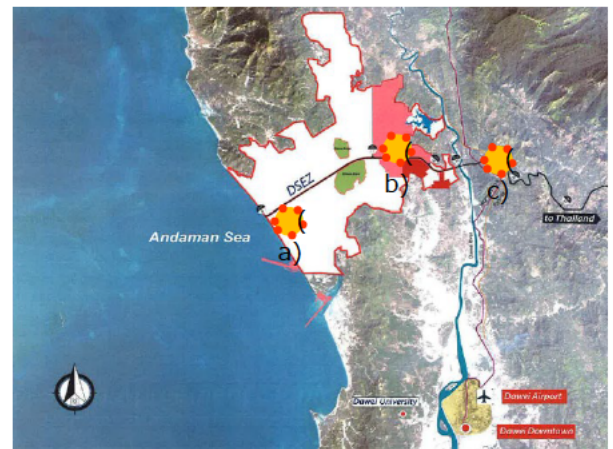
対象地区は以下のとおり。

- 1)ダウーSEZ（グリッド接続の計画もあるが、電力系統の二重化にも資する）
- 2)メイ市内（オフグリッド地域の分散型電源）



ミャンマー配電網と調査対象地域

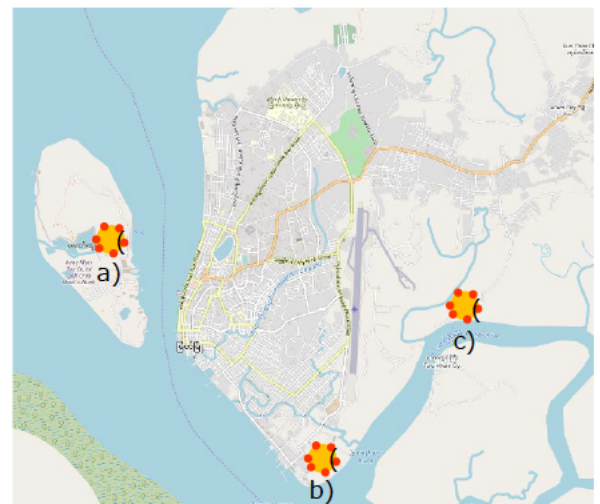
出典：MOEE資料をもとに調査団作成



対象地区(1) ダウーSEZ

出典:ITD 社資料をもとに調査団作成

※図中(a)～(c)は発電所立地候補地を表す。



対象地区(2) メイ市街地

出典:openstreetmapをもとに調査団作成

※図中(a)～(c)は発電所立地候補地を表す。

図 1-1 調査対象地域

2. ミャンマー及びタニンダーリ州における現状把握

2.1 電力および開発に関する法制度及び上位関連計画

2.1.1 ミャンマー国家計画およびエネルギー関連政策

本案件に関連する重要な国家計画・政策を下記に要約する。

1) National Energy Policy(NEP)

2014 年に策定され、ミャンマーの中長期的なエネルギー開発・供給方針を示している。この中で、電化率を 2022 年までに 14 年の 26%から 75%まで高める事、24 年までに毎年 500-1000MW の発電設備を建設する事、風力・太陽光・地熱・バイオマスなどの再エネ開発を促進して 2031 年には発電量の 9%をそれらで賄う目標を掲げている。

2) Myanmar Sustainable Development Plan(MSDP)

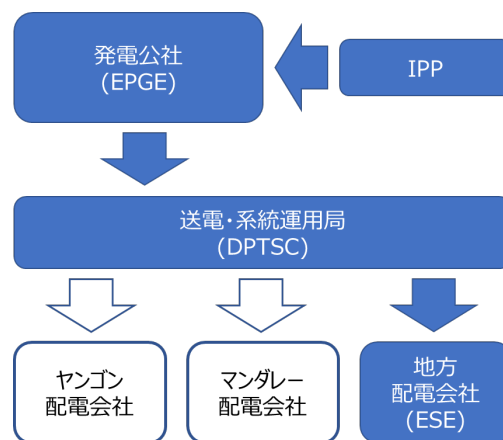
2018 年に策定され、ミャンマーの持続可能な発展の方針として 3 つの柱、5 つの目標、28 の戦略、251 のアクションプランで構成されており、国連の掲げる SDGs と 2016 年発表の 12 政策大綱(電力開発も含まれる)に対応している。

その内容は民族対立の解決、税制改革、為替、農村振興と、各種の経済発展に関する方針からなる。この内、3.3.7 は SEZ(経済特別区)の開発に環境側面を重視する事、5.2.4 に気候変動対応や低炭素のインフラを採用する事、5.4 で再エネ開発を宣言し、5.4.1 で再エネのエネルギーミックス中の拡大、5.4.2 と 5.4.8 で地方と連携した再エネ拡大を目指し、5.6.3 では都市開発における低炭素化を推進すると示されている。

3) 電力法と電力事業の構造

電力事業は発送配電が分離されているが、それぞれの部分は連邦や地方政府系の公社の管理下にある。1994 年の外国投資法改訂にて、発電部分の IPP は認められるようになったが、発電と送電は

ミャンマー電力公社が、配電は地方配電公社が担っており、IPP の電力は電力公社に売電する仕組みになっている。ナショナルグリッドに連系する場合の所掌区分については、下図に示す。



出典：調査団作成

図 2-1 発送配電の役割分担

4) Gas To Power Plan

2018年にミャンマー国内で4件、20年に1件の大型天然ガス発電プロジェクトが発足し、連邦政府もこれを後押しする姿勢を見せており、ミャンマーでの Gas to Power の進展が期待されている。連邦政府は4つのプロジェクトに対し、制度本来の MOA(開発初期に MOEE と事業主との間で締結される予備操業許可)ではなく、より簡易な NTP を発出して案件開発を促進している。4つのプロジェクトは合計 3,111 メガワットで、完成後はすべて国の送電網に接続される予定である。

① Mee Laung Chaing, Ayeyarwady Region PJ

Supreme Group とそのパートナーである中国の Zhefu Group は、1,390MW のプロジェクトのための NtP に署名した。これは電力売買契約ではなく、まだいくつかの承認が必要とされている。

プロジェクトの費用は 25 億ドルで、第一段階の建設には 3 年を要し、その後 500MW の発電を開始する。第 2 段階の完成にはさらに 6~12 ヶ月を要する。フロンティア誌は、同社が沖合約 1.6km に 8 万トンの船舶をドッキングできる浮体式貯蔵再ガス化装置の建設を計画していると報じている。

2020 年 1 月、現地メディアによると、事業体は 2020 年の最初の 3 ヶ月以内に PPA を締結することを目指している。また、ミャンマー政府と中国政府は、プロジェクトを加速させるための LoI に署名した。同社は、7 月にプロジェクトの作業を開始することを目指していると述べた。

2020 年 9 月、Supreme Group と Zhefu Holding は、プロジェクトのために使用される土地について Ayeyarwady 地域の Mee Laung Gyaing 地域の住民に補償金を支払った。

② Kanbauk PJ, Tanintharyi

Kanbauk プロジェクトは、Total と Siemens が建設を計画している。3 年間で 615MW を建設する予定だが、その後の拡張計画もあり全体としては 1,230MW になる可能性がある。

2019 年 6 月、発電設備と FSRU の PPA 交渉が停滞しており、プロジェクトの縮小や中止につながる可能性があると報道されている。

③ Ahlone TTCL PJ

このプロジェクトは、Toyo Thai などが計画しており、117MW のガスタービンユニット 2 基と 122MW の蒸気タービンユニット 1 基の合計 356MW の複合火力発電所となる。これは新規プロジェクトではなく、Ahlone にある既存施設の拡張として扱われている。

2020 年 5 月、同プロジェクトは投資委員会の認可を受けた。合計容量は 380MW となる。

④ Kyaukphyu PJ

中国企業の PowerChina、子会社の Sinohydro、地元企業の Supreme Group は、ラカイン州の Kyaukphyu で 135MW のコンバインドサイクルプロジェクトを進めるための NtP に署名した。

2019 年 10 月にプロジェクトの PPA が締結された。2020 年 1 月、プロジェクトは投資委員会の承認を受けた。現地メディアの報道によると、正式価格は 1 億 7,200 万ドルとなっている。

⑤ Thilawa LNG-to-power PJ

2020 年 7 月、電力・エネルギー省は、Thilawa SEZ で開発される 1,250MW の LNG 発電プロジェクトと燃料ターミナルについて、NtP を発行した。本プロジェクトは、ミャンマーのエデングループと日本の丸紅、住友商事、三井物産の 3 社による JV で実施される予定。

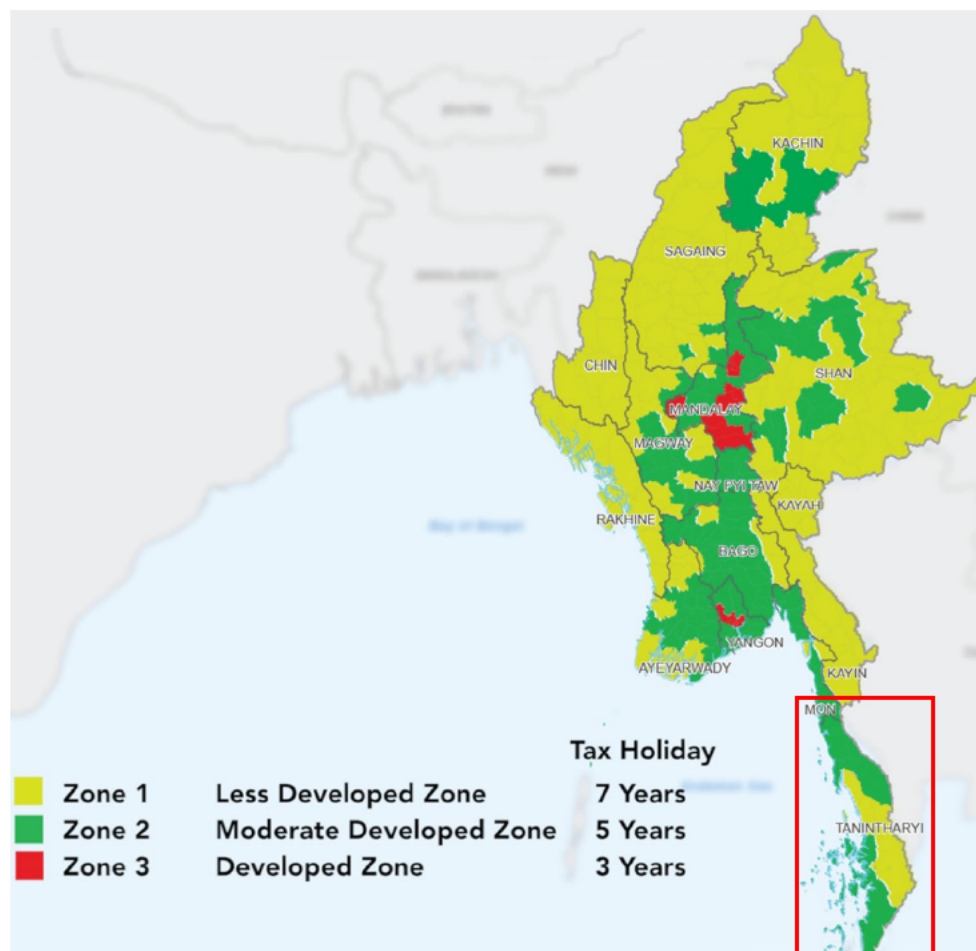
発表によると、NTP 調印後 72 ヶ月以内に発電を開始することのだが、Asian Nikkei Review は、設計と PPA 交渉に 18 ヶ月から 24 ヶ月を要するとしている。

5) 再エネ発電への優遇措置

ミャンマーには現在、再生可能エネルギープロジェクトに特化したインセンティブ制度はない。しかし、外国人投資家は、ミャンマー投資委員会の許可を得れば、通常、ミャンマーの投資法に基づく税制優遇措置を受けることができる。ASEAN 諸国や中国で生産された製品の輸入税免除も適用される可能性がある。ミャンマーの再生可能・非再生可能電力プロジェクトの関税は、プロジェクトごとに交渉される。

6) 税制優遇地域

ミャンマー投資委員会は、ミャンマー投資法の第 75 条 (a) に記載されている免税対象ゾーンを指定している。地域は 3 つに分かれ、ゾーン 1 (less developed)、ゾーン 2 (moderate developed)、ゾーン 3 (developed) である。企業所得税の非課税期間は、ゾーン 1 で 7 年間、ゾーン 2 で 5 年間、ゾーン 3 で 3 年間である。



出典： INVEST IN MYANMAR PAMPHLET(2019.9), DICAより

図 2-2 ミャンマーの租税軽減地域区分

2.1.2 地方政府計画およびエネルギー関連政策

本案件に関連する重要な地方の開発計画・政策を下記に要約する。

1) タンダーリ地域の電源開発に掛かる実態

タンダーリ州の電化率は約 10%と、全国平均の 41%に比べて最も低く、地元の市民やビジネスマンの間では、信頼性の低い高価な電気のために機会が損なわれているという不満が高まっている。国営の送電網はまだ地域には届いておらず、現在は北のモン州までである。その代わりに、地元企業が発電事業に取り組んでいる。

同州議会でも、ダウー、メイ、コータウンの主要な町での送電網や、IPP の推進が提案されている。但し、地方議会と政府は頻繁に意見を異にしており、議会からの提案の一部は地方政府に伝わるが、地方政府は予算や人事上の制約などを理由に前に進まないケースが多い。

2) Resilient Community Development Project (RCDP)

タンダーリ地域の地域総合計画である RCDP では、国家開発計画の National Comprehensive Development Plan に規定のある持続可能な経済開発の地域としての具体方針として、高度で国際的な連携、包括的で均衡ある発展、そしてグリーンで持続可能な成長という 3 つの柱を据えている。また、電源開発に関連して下記の具体政策を示している。

- 土地の管理と運営は、空地・休閒地・未墾地管理法に則る
- 官民連携（PPP）、技術支援と投資誘致による産業開発
- 電力発電事業及び送電事業の推進

さらに、RCDP では全体産業開発ビジョンの中で、産業開発課題のうち短期間のうちに取り組むべき課題として、民間主導の産業開発や新たな電力発電プラントの整備などを挙げている。

3) メイ経済特区(MEZ)の開発状況

Myeik Economic Zone は民間所有で、港と隣接する工業地帯に加え、港と隣接する倉庫や企業との間の物資の流れを「合理化」するゾーンが含まれる予定である。但し、この計画は必要な土地の補償を巡って、地元住民との交渉が進んでいない。2017 年以降は全ての建設活動を停止しており、開発企業体は株主や農地所有者から訴訟を起こされている。

4) ダウーでのガス火力開発計画の状況

2015 年に、200MW の CCGT 発電所プロジェクトが United Power Asia (UPA) によって提案されている。タイの United Power of Asia (UPC) の子会社である Andaman Power and Utility (APU) は 2016 年 3 月に電力省との間で、ダウー経済特区 (SEZ) に 100 億 Bt (2 億 8500 万ドル) の 200MW のガス火力発電所を開発するための PPA を締結した。

UPA によると、20MW の第 1 期プロジェクトは 2015 年 6 月に運転を開始した。この 20MW の発電所からは 1kWh あたり 5.8 セントで売電され、15%の利益率になっているとの事だった。第 2 期である 200MW の設備は、今日に至るまで着工されていない。

5) ダウエーとメイの電力需給状況

The Petro & Trans がダウエーとメイの公共系統を運営しており、現在は需給バランスに問題はないとの事である。

2.1.3 発電事業関連法制度

発電事業に関する法制度を下記に要約する。

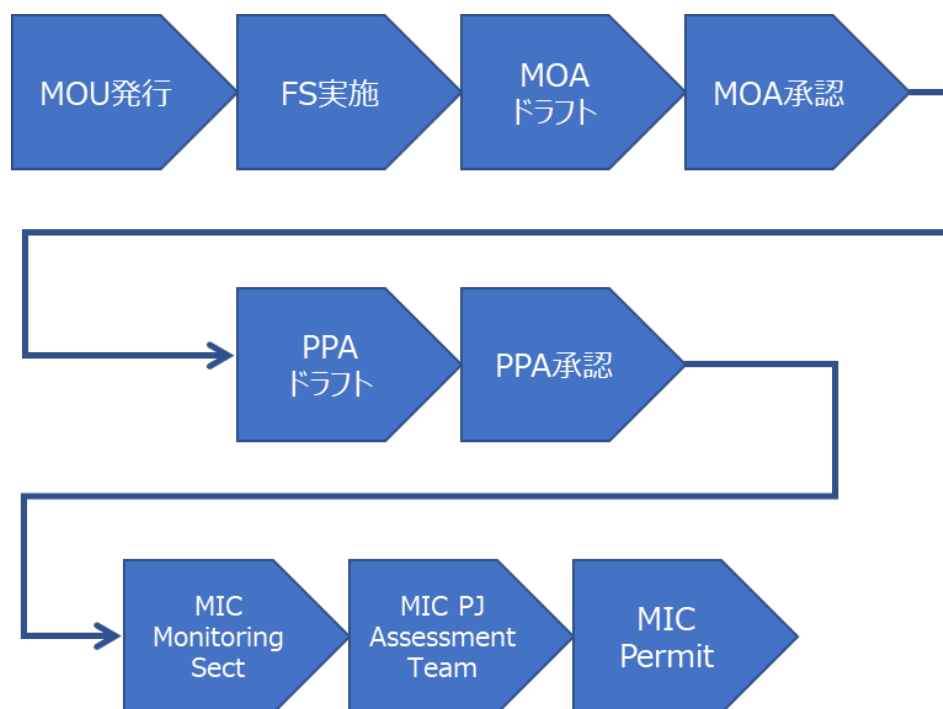
1) 電力法

2014 年に新電力法が国会承認を受け、国家グリッドに接続されていない 30MW 未満の電化プロジェクトへの州や地域への許認可権限付与、外国投資の促進等が明示された。

また、地域の電力料金を認可する電気規制委員会が設置されることになっており、タインダーリ州では燃料価格や為替レートに応じて 3 ヶ月に 1 回、売電事業者が料金を変更することが認められている。

2) 発電事業の許認可フロー

●ナショナルグリッドに連系する場合



出典：平成29 年度質の高いエネルギーインフラの海外展開に向けた事業実施可能性調査事業(ミャンマー・LNG 利用／電力供給にかかる事業実施可能性調査)より、調査団作成

図 2-3 発電事業許認可フロー(ナショナルグリッド連系)

①MOU の発行

MOEE(電力省)と事業主との間で、電源開発に関する調査を開始する旨の正式文書を取り交わす。これは FS の実施許可とその先の政府としての関与を示すものである。

②FS の実施

事業主は各種の諸元を調査・検討、案件の事業性を判断し、レポートを MOEE に提出する。

③MOA ドラフト

DEPP(電力計画局)と事業主との間で MOA のドラフト作成を行う。MOA にはプロジェクト概要・スケジュール・必要な許認可と契約が含まれるが、政府保証やフォースマジュール、土地の確保などの商務的な内容は基本的に含まれてこなかった。但し、近年はそれらを政府としてバックアップする旨の文言が含まれるようになってきている。

④MOA の承認

MOA ドラフトは MOEE に提出され、大臣承認を得る。その後、Economic Committee of Cabinet が閣議承認を行い、その結果は Cabinet & State Counselor が確認する。

また、Gas to Power プランではここまでの MOA を省略し、代わりに事業主-MOEE 間でのやりとりで成立する NtP(Notice to Proceed)が用いられている。NtP の内容は MOA と概ね同様である。

⑤PPA ドラフト

事業主-EPGE 間で、PPA の協議とドラフトを行う。これには上記の商務条件が含まれる。

⑥PPA の承認

PPA ドラフトは MOEE に提出され、大臣承認を得る。その後、Economic Committee of Cabinet が閣議承認を行い、その結果は Cabinet & State Counselor が確認する。

⑦MIC Monitoring Section との協議

事業主- MIC Monitoring Section 間で、MIC 許可証の作成を開始する。事業主は事業計画・土地リースの契約書ドラフト・EIA レポートを Monitoring Section に提出し、この内容に関する許可/裏書を得る。

⑧MIC Project Assessment Team との協議

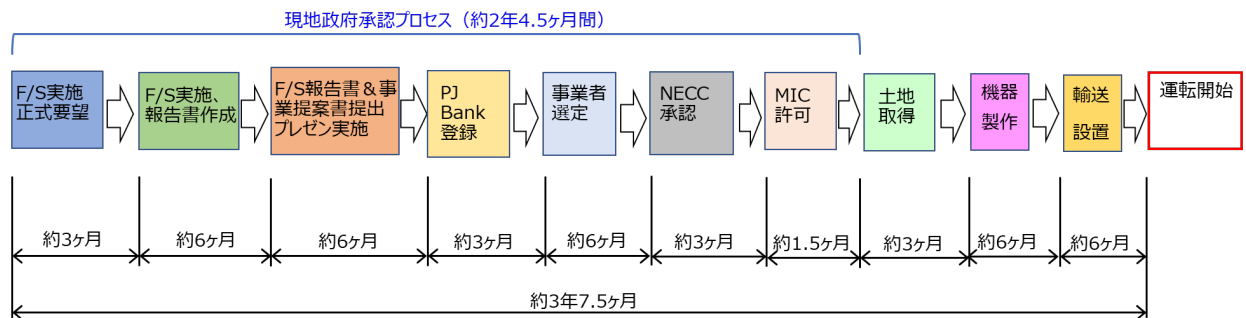
事業主- MIC Monitoring Section 間で、事業の内容を精査・議論・調整する。この結果を基に MIC が MOEE・環境省・建設省・中央銀行など各省庁の事業承認を得る。

⑨MIC Permit の付与

MIC は委員による投票を行い、可決された場合に MIC 許可証を事業主に与える。PPA・土地リース・各種許認可は、この MIC 許可証が付与される事が発行の条件となっている場合が多い。

●ナショナルグリッドに連系せず、30MW 未満の場合

30MW 未満の地方での電源開発・電化プロジェクトは、地方政府が電力事業を承認する。



・必要期間は予測が難しく、あくまで参考値。実際にはこれ以上の時間がかかることがある。

出典：調査団作成

図 2-4 地方電化許可フロー

①IPP 事業者（SPC）の設立・登録

- ・計画財務省（MOPFI）の中の投資兼企業管理局（DICA）に申請を行う。
- ・本プロセスは必ずしも最初の段階で行う必要はない。
- ・申請～許可までに約 1 週間を要する。

②非公募の民間提案事業（Unsolicited Proposal）に関する F/S 実施の正式要望

- ・タニンダリー管区政府の Chief Minister 宛に民間提案事業に関する F/S 実施の正式要望を行う。
- ・タニンダリー管区政府から関係政府機関（MOEE 及び大統領府（President Office））に対して、F/S 実施についてのお伺いを立て、反対意見が出なければ F/S 実施が許可される。

③F/S 実施&報告書作成

- ・F/S は事業提案書を作成するために必要となる。
- ・事業者と契約したコンサルタント会社が F/S を実施する。
- ・F/S でフィジブルな結果が得られた場合、タニンダリー管区政府/MOEE は事業者に対して事業実施を許可する。

④F/S 報告書及び事業提案書の提出、プレゼンテーションの実施

- ・タニンダリー管区政府に F/S 報告書と事業提案書を提出し、プレゼンを行う。
- ・事業提案書は以下の内容を含むものとする。
 - ビジネス計画、財源、政府資金額、事業費、収益創出計画、タリフ、投資利益率（ROI）、財政リスクアセスメント、投資インセンティブ、EIA/SIA、類似事業に関する実績、CSR 活動など
- ・タニンダリー管区政府から関係政府機関（MOEE 及び大統領府（President Office））に対して、F/S 報告書及び事業提案書についてのお伺いを立て、反対意見が出なければ承認される。

⑤事業内容の精査及び「Project Bank」への登録

- ・事業を実施する政府機関（今回の場合はタニンダリー管区政府か MOEE）のことを Implementing Government Agencies (IGA)という。IGA が提案事業の重要性や実施必要性を認めた場合、「Project Bank」に当該事業の登録を申請する。

- ・ミャンマーエネルギーマスタープラン（Myanmar Energy Master Plan：EMP）及びミャンマー持続可能な開発プラン（Myanmar Sustainable Development Program：MSDP）に沿った事業であるかチェックが行われ、問題ないと判断されると Project Bank に登録される。

※Project Bank とは：ミャンマー政府が 2020 年 2 月に立ち上げたオンラインサイトで、大型事業の提案、審査、実施決定などのプロセスを一本化し、その内容を公開する取り組み。MSDP に沿った事業について透明性を確保し、民間資金を呼び込む狙いがある。

⑥事業者の選定

- ・Project Bank 登録後、事業者の選定が行われる。選定方法としては、随意契約、一般競争入札、競合提案比較（スイス・チャレンジ方式）による入札があるが、最近の政府の方針によるとスイス・チャレンジ方式による入札になる見込み。

- ・タリフや電力購入契約（Power Purchase Agreement: PPA)に関する交渉もこのプロセスにおいて実施される。

⑦NECC (National Economic Coordination Committee) による事業承認

- ・国家顧問（State Counsellor）が議長を務める NECC が事業の審査を行い、承認を行う。

※30MW 以下のオフグリッド発電所建設事業であれば、タニンダリー管区政府が事業承認を行う権限を持つが、5 年間のみのコンセッションとなる。NECC は 30 年（+5 年延長×2 回）の許可が下りるため、本プロセスが必要となる。

⑧ミャンマー投資委員会（Myanmar Investment Committee: MIC)からの許可証の取得

- ・NECC 及びタニンダリー管区政府からの事業許可が得られた後で本プロセスは実施可能となる。

- ・事業者はまず MIC のモニタリング部に対して事業のスクリーニングを申請する。

- ・また事業者は詳細な事業提案書を作成して MIC のモニタリング部に提出する。

事業提案書には以下の項目を含める必要がある。

- 5 年間の財務計画
- 事業地の土地リース契約のドラフト
- EIA 及び SIA レポートなど

- ・MIC のプロジェクトアセスメントチーム(PAT) が関係省庁に対して事業提案書のチェック及び承認を要請する。

- ・MIC の PAT が会議を開催し、事業者に参加を要請する。関係省庁からのコメント等を反映して事業提案書の修正・最終化を行う。

- ・関係省庁からの承認が得られた後、MIC は最終会議を開催し、事業者に対して許可証の付与を行う。

注：事業費が 5 百万 USD 以下の場合にはタニンダリー管区政府の MIC に、それ以上の場合には中央政府の MIC に申請を行う。

3) 外国投資法

外国人の不動産所有は、1987 年の不動産譲渡制限法で制限されており、外国人または外国人が保有している会社に対して、不動産の売却・贈与・担保提供・贈与・購入等を禁止すると定めている。かつては貸借にも厳しい制限があったが、2012 年の外国投資法と不動産移転規制法においてミャンマー投資委員会(MIC)が事業規模、投資額、産業の種類に応じ、最大で 50 年間の不動産貸借が可能ないように変更された。同様に SEZ 法でも 50 年間の長期貸借を認めており、管理委員会が承認した場合には 25 年の追加が可能である。

また、12 年の外国投資法は 15 年に内国投資法と統合してミャンマー投資法となったが、上記の規定は維持されている。この法において、業種の外国企業に関する規制が定められており、中小発電事業についてはミャンマー資本との合併のみ認められ、系統管理業務は外国企業の参加が禁止されている。但し、SEZ 内では SEZ 法が優越し、この制限は適用されない。

また、外国企業が製造設備投資として機器を輸入する場合、ミャンマー資本のエージェントを通して輸入ライセンスを取得する必要がある。輸入ライセンスは 3 カ月有効で最大 3 カ月の延長が可能だが、期間切れ時には再取得が必要である。

4) 会社法

2018 年 8 月 1 日に改正新会社法が施行された (Myanmar Company Law, MCL)。

改正新会社法においては、「外国企業」の定義が「外国人が 35%以上直接的あるいは間接的に所有するミャンマーに設立された会社」と再定義されたため、外国業者は少数株主としてミャンマー企業に参加することが可能となった。

5) 米国財務省による規制

米国財務省外国資産管理局により、軍・武装組織に関連したミャンマー企業や個人は SDN(Specially Designated Nationals)リストに記載され、銀行を通した外国送金は困難である。

6) ミャンマー全体での土地利用に関する問題の背景

土地の権利問題は、投資家にとって大きなリスクであり、所有権の不確実性や土地取得に起因する不明確な債務のために、ミャンマーへの投資意欲を低下させるものであると、常に指摘されてきた。全体的に見て、土地に関する法的・政策的枠組みは断片的で、内部的に一貫性がなく、不完全なままである。関連する法規は 2018 年に改正された空地・休耕地・未開拓地管理法、農地法、および土地取得法が重要であるが、3 つとも土地利用者との間で物議を醸している。

中心的な問題は、非効率的で複雑な土地登記制度が原因で、所有権の範囲が明確でない事による。これは、地図システムが古く、異なる省庁で使用されている土地の分類や地図が重複したり、衝突したり、現在の土地利用パターンを表していない為である。また、零細農家などの土地の所有権が不明確なままである背景は、下記にもよる。

- 1) 複雑で長い登記プロセスにより、土地登記率が低い
- 2) 実態を反映していない土地分類
- 3) 慣習的な土地利用権の認識の欠如
- 4) 登記された土地への保護の漏れ
- 5) 非効率な土地行政
- 6) 適切なセーフガードのない大規模な土地割り当ての積極的な推進

上記の背景はあるが、農地・未利用地が多いタニンダリ地域においては、農地法(The Farmland Law)、空地・休閑地・未開拓地管理法(The Vacant, Fallow and Virgin Lands Management Law)、森林法(Forest Law)が重要である。

7) 土地の分類と権利

ミャンマーには様々な種類の土地が存在し、それぞれ権利や利用に関する許認可、外国企業が賃貸契約を結べるか、などの条件が異なる。下表に要約を示す。

表 2-1 ミャンマーにおける土地分類と外国人の利用

Category of land	Which land can be leased to foreign investors?
Freehold Land	土地所有者は内閣とMICの許可の下、自由に外国人に貸与可能。
Grant Land	土地利用者は内閣とMICの許可の下、外国人に貸与可能。
Farm/Agricultural Land (農地)	土地利用者は政府の許可の下、外国人に貸与可能。 但し、用途を変更する場合は別途許可が必要。
Leased Land	土地利用者は政府の許可の下、外国人にサブリース可能。
Permit/Licensed Land	土地利用者は政府の許可の下、外国人にサブリース可能。但し、住居・個人的な耕作から用途を変更する際は、Grant Landへの変更手続きが必要。
Vacant/Fallow/Virgin Land (空地 休閑地 未開拓地)	土地利用者は政府の許可の下、外国人に貸与/サブリース可能。但し、農耕・牧畜など元々の用途から変更する際は、別途変更手続きが必要。
Monastery/Religious Land	外国人への貸与/サブリース不可で、区域内で外国企業が事業を行う事は禁止されている。原則として用途変更も出来ない。

出典：調査団作成

8) 不動産の外国人所有権の制限

不動産譲渡制限法はミャンマーの不動産の外国人所有を制限しており、ミャンマー人から不動産の所有権を譲渡されたり、譲渡を受けたりすることはできない。

例外は不動産譲渡制限法第 15 条の”この法律の規定は、国家と関連する有益な契約を結んでいる会社や組織には適用されない”というものである。「国家との関連した有益な契約」とは、外国企業が投資家として MIC から許可を得ていれば、外国企業は不動産の譲渡が可能であることを意味すると解釈されている。そのため、ミャンマーに設立され、MIC から許可証を発行された外国企業は、一定の権利を取得することは可能であるが、不動産を所有することはできない。

最近制定された投資法を含む現行の法規制では、外国人および企業は、以下の方法で直接または間接的に不動産の権利を取得することができる。

- ・政府からのリースや転貸
- ・BOT agreement
- ・民間からのリースまたは転貸

政府の土地のリースや転貸に加えて土地の権利を取得するには、まず、個々の土地の権利者と交渉する必要がある。次に、地方、州、地域のいずれかの当局の承認を得て、最後に MIC から土地の権利取得の取り決めに関して承認を受ける必要がある。

9) 土地利用の変更

土地の種類によるが、賃貸人は外国企業に土地を貸す前に土地の目的変更を申請しなければならない。

10) 農地法

農地法(Farmland Law 2012)は、各用途に関する利用権利や利用者について定めている。土地の利用許可を得るために、関連する区(Ward)、村の役所を経由し、郡担当局へ利用許可の申請を行う。郡担当局は内容を吟味し、関連する郡自治体に申請書類の提出を行う。県庁の許可を得れば郡自治体は農地利用の許可を申請者に与えることが出来る。

また、土地利用の変更に関しては、水田地の変更に関しては Central Farmland Management Committee(CFME)からの許可を必要とし、それ以外の農地に関しては Regional/State Farmland Management Committee の許可が必要となる。

メイ SEZ では、農地を開発するにあたり Form 7 と呼ばれる土地利用証明書が売買され、CFMC に申請を行い、農地から住宅地等への使用許可が実施され、開発が進められている。

11) 空地・休閑地・未開拓地管理法

空地・休閑地・未開拓地管理法(Vacant, Fallow and Virgin Lands Management Law)は、空地・休閑地・未開拓地を農地、家畜、鉱物生産等の他目的に利用するための許可方法や利用制限が記載されている。許可を与えるのは農業家畜灌漑省(Ministry of

Agriculture, Livestock and Irrigation)の連邦政府大臣を議長とする中央委員会により与えられる。但し、50 エーカーを超えない範囲での転用許可は地域レベルで実施することが可能である。

各利用用途によって敷地面積の制限はあるが、最大で 50,000 エーカーまでと定められており、許可期間は 30 年間である。使用期間の延長も許可を得れば可能である。中央委員会による許可の為、実際に使用許可が降りるまでに多くの時間を要しているのが実情である。

1 2) 森林法

現在、保存林の用地転用に関しては法律が存在しておらず、保存林の承認手順に準ずる形で用地転用の許可が行われている。用地転用が認められた事例として政府、民間、軍に関連する計画があり、ダウエーSEZ も保存林の用地転用が認められた事例である。

タニンダリー地域に点在している島や海岸沿いに関しても保存林に指定されている地域が多く、島や海岸を利用した観光開発を実施する場合には保存林の用地転用が必要になる。保存林の観光開発は、環境破壊を伴わない範囲における観光開発を公開入札により認めている。

1 3) 住民移転

ミャンマーでは土地の補償に係る法制度等は未整備で、当面は JICA の環境社会配慮ガイドライン及び世銀のセーフガードポリシー(OP 4.12)に準拠するべきとみられる。

1 4) 技術基準

電力関係の設備については、基本的に既設も含め IEC や ISO などの国際規格と SI 単位系が適用されている。

建築物については、国家建築基準法(MNBC: Myanmar National Building Code)が制定されており、最新の 2016 年版が唯一の準拠すべき基準と設定されている。MNBC は国際建築基準(IBC: International Building Code)に基づいている。これは定められた用途地域に対して建築許可を与えること、容積率、高さ制限、内装制限等の建築に係る単体規定、集団規定が明記されている。しかし、大部分の都市において用途地域が定められておらず、MNBC が実質的に機能するには時間を要する。

2.1.4 環境社会配慮関連法制度

1) 環境社会配慮分野の基本的政策や法令等

ミャンマーにおける国家環境政策（ Environmental policy ）は 1994 年に採択され、すべての市民の生活の質を向上させるために、環境への配慮を開発プロセスに統合することにより、調和とバランスを達成することを目的としている。

ミャンマーにおける環境影響評価制度の法的根拠は環境保全法（ Environmental Conservation Law、2012）及びこの施行規則（Environmental Conservation Rules、2014）にあり、2015 年 12 月に環境影響評価に関する具体的な手続きを規定する環境影響評価手続（ Environmental Impact Assessment Procedure ）が、天然資源環境保全省（MONREC）の省令として施行された。また、環境影響評価手続と同時期に環境影響評価対象事業に適用される排出ガス・排水等の物理環境の評価指標として、国家環境質（排出）ガイドライン（National Environmental Quality (Emission) Guidelines）が施行されている。

ミャンマーにおける環境社会配慮分野の基本的政策や法令等は下記のとおりである。

- ・ Environmental policy (1994)
- ・ Environmental Conservation Law (2012)
- ・ Environmental Conservation Rules (2014)
- ・ Environmental Impact Assessment Procedure (2015)
- ・ Environmental Quality (Emission) Guidelines (2015)
- ・ Myanmar Investment Law (2012)
- ・ Myanmar Investment Rules (2013)
- ・ Notifications for Investment (2013 and 2014)
- ・ Resettlement and Rehabilitation Law (LAARL) (2019)

2) 環境影響評価（EIA）法制度及びその概要

環境保全法は環境影響評価（EIA）のシステムを定め、政府の部門、組織または個人が行うプロジェクトあるいは活動における環境への重大な影響の可能性を検討することを義務付けており、国内外の投資家にも適用される。環境保全法は 2012 年に制定され、天然資源環境保全省（MONREC）が設立されたことをきっかけに、環境保全局（ECD）が監督する環境影響評価（EIA）のシステムが初めて確立された。

環境影響評価（EIA）の手続きについては、2015 年 12 月に施工された環境影響評価手続（Environmental Impact Assessment Procedures: EIAP）に規定されている。

EIAP では、「環境影響」には社会的影響も含まれることが明確にされている。これらには、不随意の再定住や先住民族に関連するものも含まれる。第 2 条(h)は、「有害な影響」を「環境、社会、社会経済、健康、文化、労働安全衛生、地域社会の健康と安全への悪影響」と定義し

ており、これらの負の影響を最小化すること、またコミュニティに対する正の影響を最大化する方策を明示することを求めている。EIAP では、比較的影響規模が小さい事業については初期環境審査（IEE）を、影響が大きい事業については環境影響評価（EIA）の実施を規定している。EIA を実施する場合は、ECD に登録された有資格コンサルを使用することが必要な場合がある。

EIAP では IEE 及び EIA どちらを実施する場合も、影響を緩和するために環境管理計画（EMP）の作成を義務付けている。EMP は MONREC により承認され、事業者の契約上の義務となる。MONREC により EMP が承認された後、ECD が環境コンプライアンス認証（ECC）を発行し、プロジェクトのコンプライアンスを監視する。

EMIP では、効果的な市民参加/協議は、責任ある事業実施のためにも不可欠であるとしており、関連文書の公表や「運営上の苦情処理メカニズム」の確立など、環境影響評価の多くの段階において法的要件として規定している。ミャンマーでは、環境影響評価手続きにおける住民参加に関するガイドライン案が作成されている。

なお、非自発的住民移転は管轄の地域政府により進められることから EIAP の適用外となっている。

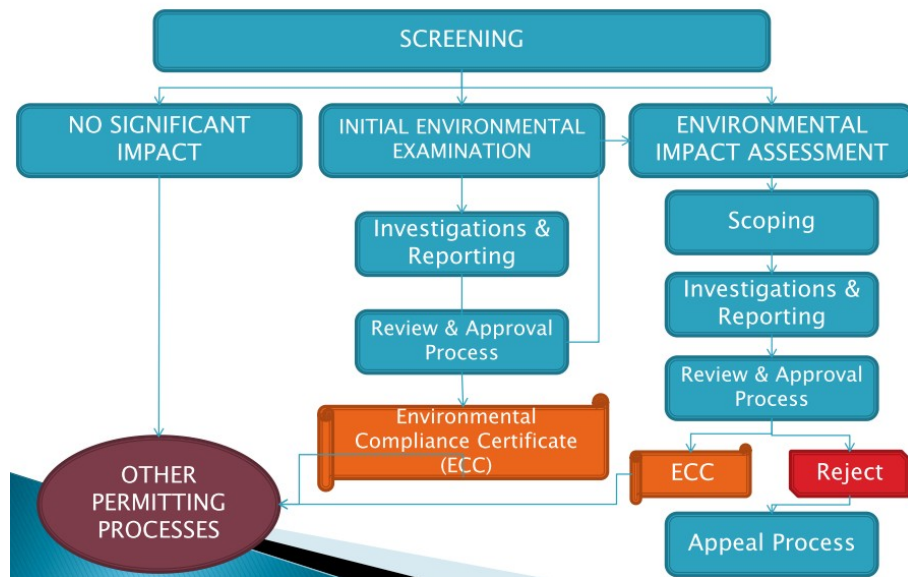
3） ミャンマー国内法制度に基づく EIA 報告書の作成・審査・承認手続きの流れ

2016 年にミャンマーでは、新たな環境基準（EQS）、環境影響評価（EIA）、社会影響評価（SIA）が承認された。更新されるミャンマーの環境規制に対応するために、すでに申請済みの事業に新たな条件を付けることも可能である。

環境影響評価手順（EIAP、2015）は、簡易的な初期環境審査（IEE）と環境影響評価（EIA）の両方の実施と準備のプロセスを定めている。プロセスの一部として、以下を含むが、これらに限定されない多くの一般的な要求事項が存在する。

- a. MONREC に提出する事業提案書の作成；
- b. 事業の影響に関する MONREC の決定（スクリーニングにより、“影響なし”、“IEE 実施”、“EIA 実施”を決定）
- c. 関連する環境・社会調査及び影響評価の実施（IEE あるいは EIA の実施）
- d. コミュニティとの協議とステークホルダーの参画
- e. IEE/EIA 草案の提出
- f. IEE/EIA 草案の公表（コミュニティ・コメント）
- g. 事業の審査および承認/不承認、および環境コンプライアンス証明書（ECC）の発行

EIA Procedure



出典：環境影響評価手順（EIA、2015）を基に調査団作成

図 2-5 EIA 手順

4） 電力部門の EIA 要件

本事業で提案しているトリプルハイブリッド発電が該当する EIA 要件は、環境影響評価手続（Environmental Impact Assessment Procedure、2015）の付属資料のエネルギー部門の開発事業においてリスト化されている「9.火力発電」及び「11.太陽光発電」が該当すると考えられる。

リストの内容では本事業は環境影響評価（EIA）の対象にはならず、簡易的な初期環境審査（IEE）の対象あるいは影響なしとなると思われるが、詳細は MONREC によるスクリーニング手続きにより判断される。

表 2-2 電力部門の EIA 要件

No.	経済活動の種類	IEE が必要な経済活動の基準	EIA が必要な経済活動の基準
電力部門の開発			
9	熱発電所 （「4.天然ガス・バイオガス発電所」、「5.石炭火力発電所」、「6.廃棄物発電所」、「7.地熱発電所」及び「8.コジェネレーション発電所（ガス及び熱）以外のもの」）	発電容量：5MW 以上 50MW 未満	発電容量：50MW 以上
11	太陽光発電	発電容量：50MW 以上	担当相が EIA を要求した全ての活動

出典：環境影響評価手順付属書（EIA、2015）

5) 用地取得・住民移転に係る法的枠組み

土地取得法（Land Acquisition Act, 1894）には、政府が土地の所有者に対する補償を行った上でその土地を収用する権利を持つと規定されている。同法によれば、土地の私有は認められず、全ての土地は国家から賃借することになる。

ミャンマーにおける用地取得・住民移転に係る法的枠組、特に補償に係る法制度等は十分に整備されておらず、国際的に求められる水準での社会配慮を実施するには、世界銀行のセーフガードポリシー（OP 4.12）や JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づく必要がある。

世界銀行のセーフガードポリシー（OP4.12）及び JICA 環境社会配慮ガイドラインの基本的な考え方として、“自発的住民移転及び生計手段の喪失は、あらゆる方法を検討して回避に努めねばならない”、“移転住民には、移転前の生活水準や収入機会、生産水準において改善又は少なくとも回復できるような補償・支援を提供する。”、“補償は可能な限り再取得価格に基づかなければならない。（再取得価格：市場または最も近い価値で失われるものを取り替えるための資産の評価方法に、手続き費用、税金、登録費、権利費などの取引費用を追加したもの。）”、“補償やその他の支援は、物理的移転の前に提供されなければならない。”などが示されている。

2.2 エネルギー供給の現状

本プロジェクトにて提案するトリプルハイブリッド発電システムは既存電力系統や独立した電力系統への接続が可能な自立給電システム技術であり、この優れた技術をミャンマー国内へ適用するにあたっては最新のエネルギーの現状を把握する必要がある。現状把握としては、ミャンマー全体の現状と本プロジェクトで着目しているタニンダーリ州を対象に実施した。

2.2.1 ミャンマーにおけるエネルギー供給

ミャンマーにおけるエネルギー供給の現状や、本事業との関連性の高いミャンマー国内のメガソーラー発電について整理する。

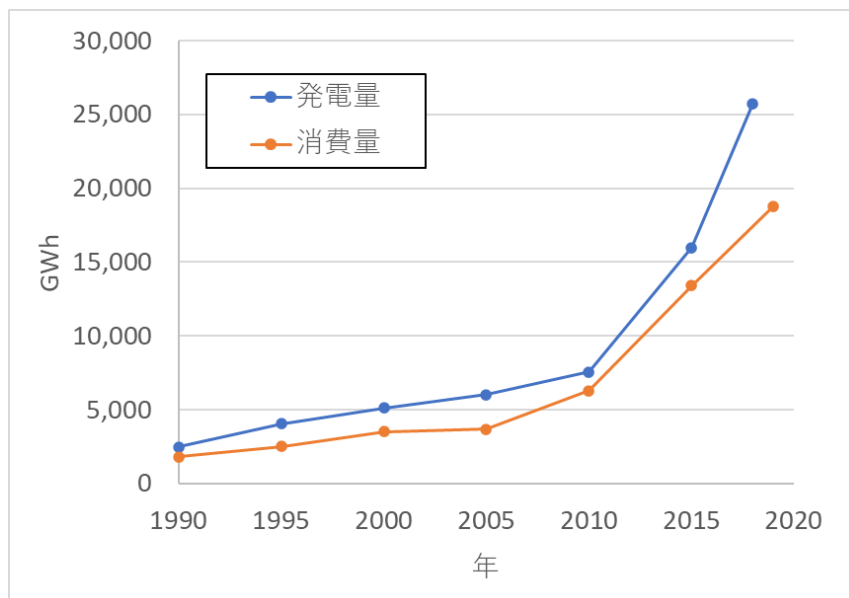
1) 電力需要・供給

1) - ① 年間発電量と年間電力消費量の推移

ミャンマー国内における近年の年間発電量と年間電力消費量の推移を、IEA のデータベースをもとに整理し、1990 年から 2019 年までの推移を図 2-6 に示す。

ミャンマー国内の年間発電量は 1990 年から 2018 年にかけて、2,478GWh から 5,735GWh まで約 10 倍増加し、年間電力消費量も同様に増加しており、1990 年から 2019 年にかけて、1,820GWh から 18,770GWh まで約 10 倍増加している。特に 2010 年以降には年間発電量と年間電力消費量ともに急激に増加している。

さらに、前述のエネルギー関連政策に述べたように、政府はミャンマー国内における電力消費化率を2030年までに上昇させる計画であり、電力需要も急激に伸び続けることが予想されるため、発電設備を新設して発電量を大幅に増加させる必要がある。



出典：IEA のデータベースを元に調査団作成 (<https://www.iea.org/countries/myanmar>)

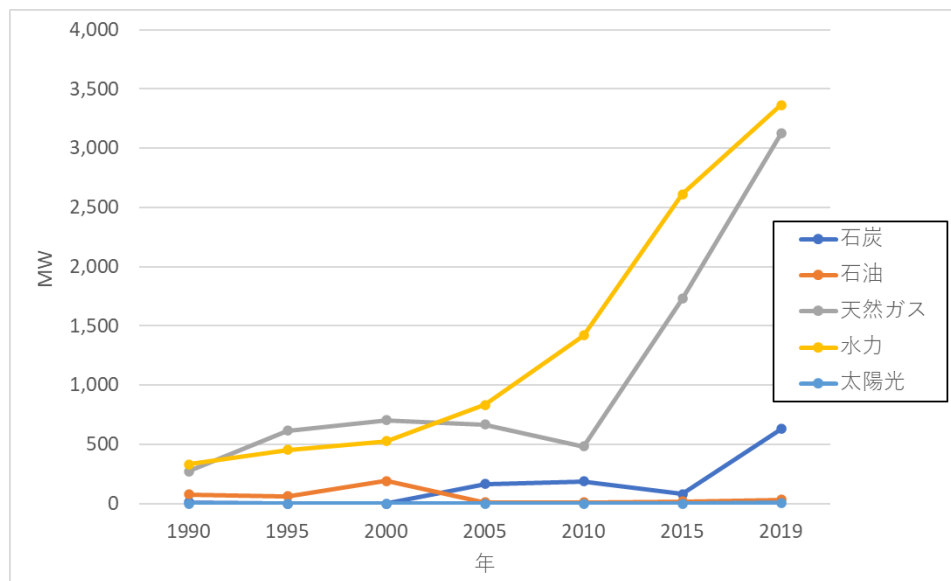
図 2-6 発電量と消費量の推移

1) -② 電源種類別の年間発電量の動向

1990 年以降の年間発電量及び年間電力消費量の増加に伴う、電源種類別の年間発電出力の推移を IEA のデータベースをもとに図 2-7 に整理した。

水力と天然ガスは 1990 年から 2019 のどの年代においても、主な発電種別であったが、2019 年以降には石炭発電も増加している。

また、前述した年間発電量が増加した 2010 年以降の推移をみると、石炭、石油、太陽光の年間発電出力には大きな変動が見られないものの、水力と天然ガスの年間発電出力が 2～3 倍程度に急増している。



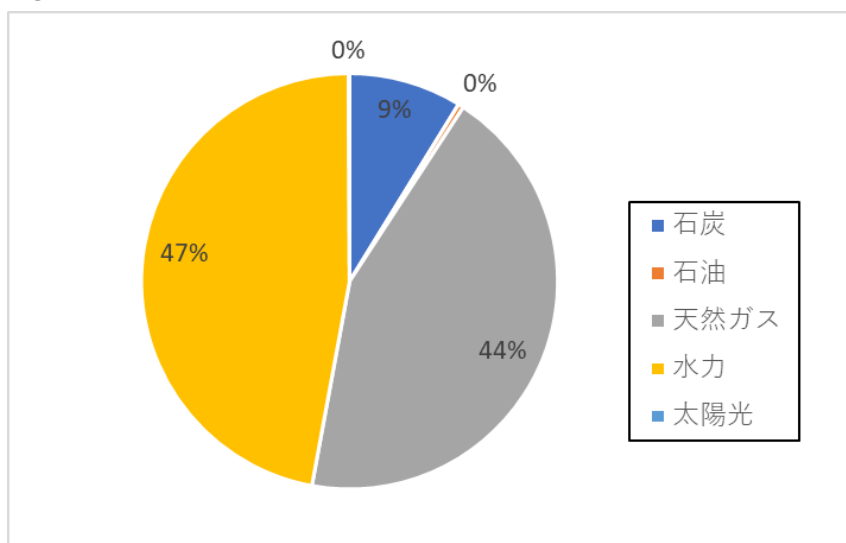
出典：IEA のデータベースを元に調査団作成 (<https://www.iea.org/countries/myanmar>)

図 2-7 種類別の発電量の推移

図 2-8 は、2019 年における総発電量に占める各発電種類の割合を表しており、水力と天然ガスによって約 91%の電力を賄っている。

再生可能エネルギーの導入状況に関して、太陽光発電の割合は、2019 年では 1%に満たないものの、近年ではメガソーラー発電所の設置も含めて積極的な導入が行われている（後述）。また、イギリスの DWR Offshore 社は太陽光発電と潮力発電（河川の流れを利用）のハイブリッド発電所を計画しており、メイにおいて約 200kW の発電の実証を行う予定である。

このように、再生可能エネルギーの導入にも積極的であることから、将来的にはこの割合が増加していくことが想定される。



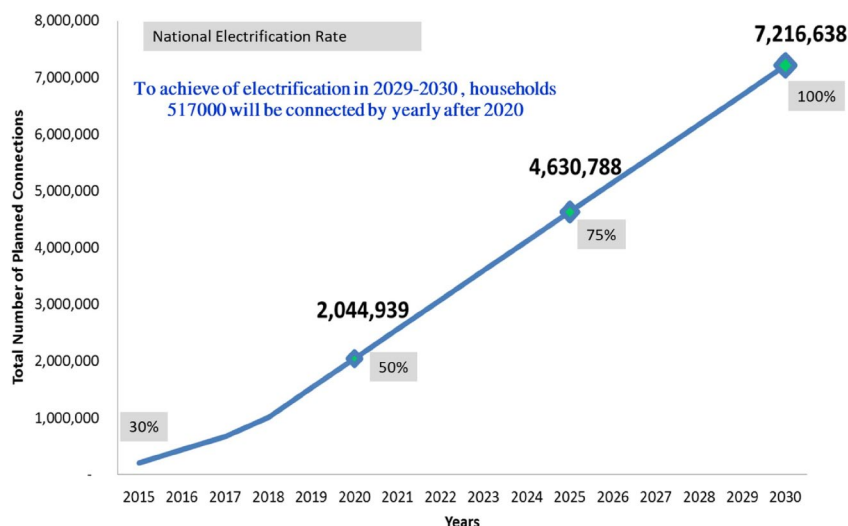
出典：IEA のデータベースを元に調査団作成 (<https://www.iea.org/countries/myanmar>)

図 2-8 発電量種類の割合(2019 年)

1) -③ 電化率

電力エネルギー省(MOEE)はミャンマーの国家電化計画の中で、2030 年までにすべての国民に電力を供給して、電化率を上昇させることを計画している。MOEE の報告によると、2016 年の電化率は 34%であるが、2021 年にはミャンマーの人口の 55%、2026 年には 75%に電力を供給することを目標としている。

図 2-9 は電力系統に接続する世帯数のロードマップを表している。Castalia が作成した NEP のロードマップに関する報告によると、2014 年時点では、約 230 万世帯に電力が供給されており、毎年約 19 万世帯に対して新たに電力供給を行っている。一方で、2030 年までに 100%の世帯に電力供給を行うためには、今後 16 年の間に約 720 万世帯に電力供給を行う必要があるため、毎年約 45 万世帯を追加していく必要がある。



出典： <https://www.moee.gov.mm/en/ignite/page/80/10>

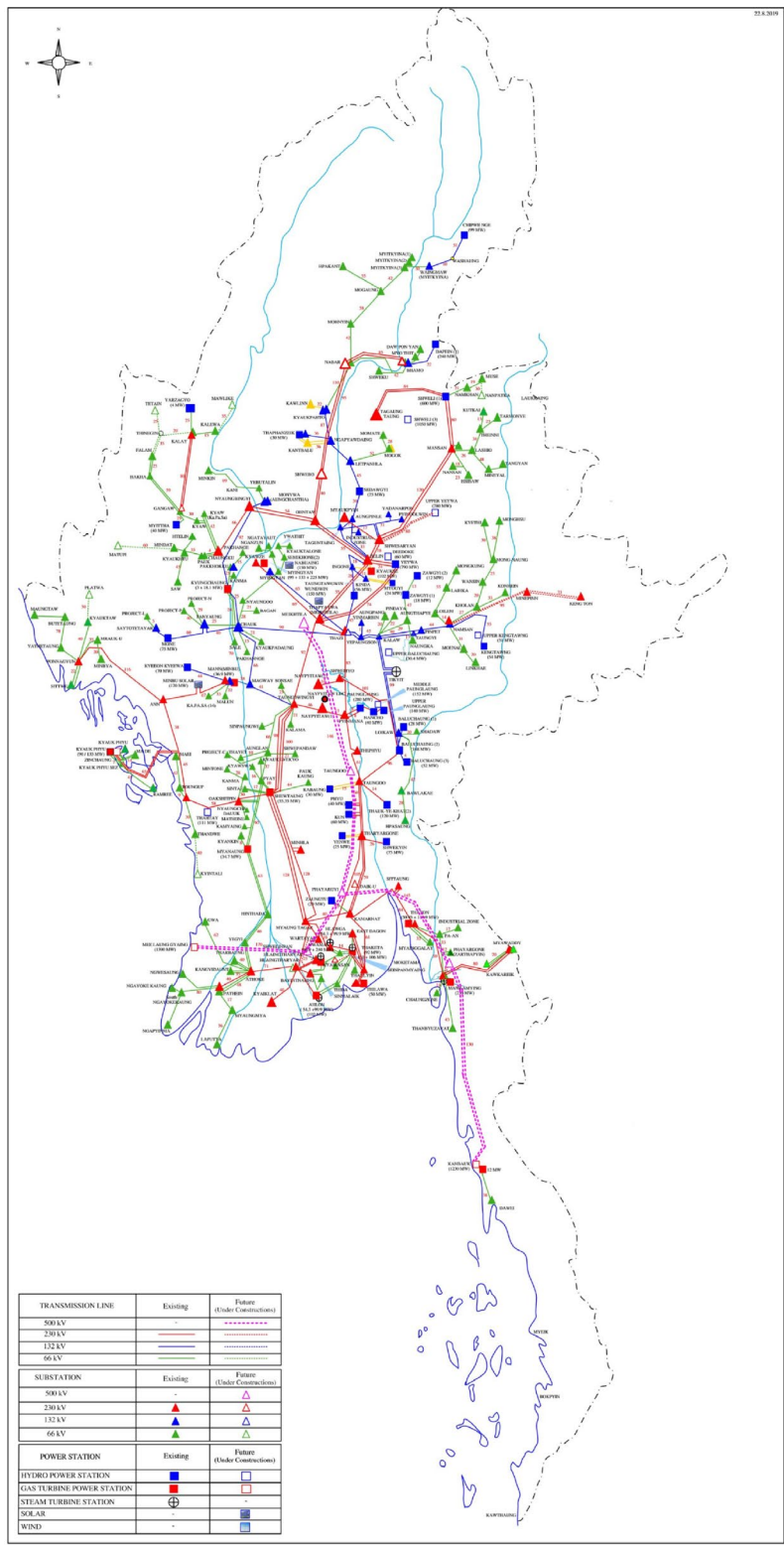
図 2-9 電力系統に接続する世帯数

1) -④ 送電網整備状況

前述のとおり、各世帯や村の電気への接続状況は、州及び町村の規模によって大きく異なる。このような背景から、ミャンマー政府も、電化率を効率的に上昇させるための送電網の整備計画を進めている。

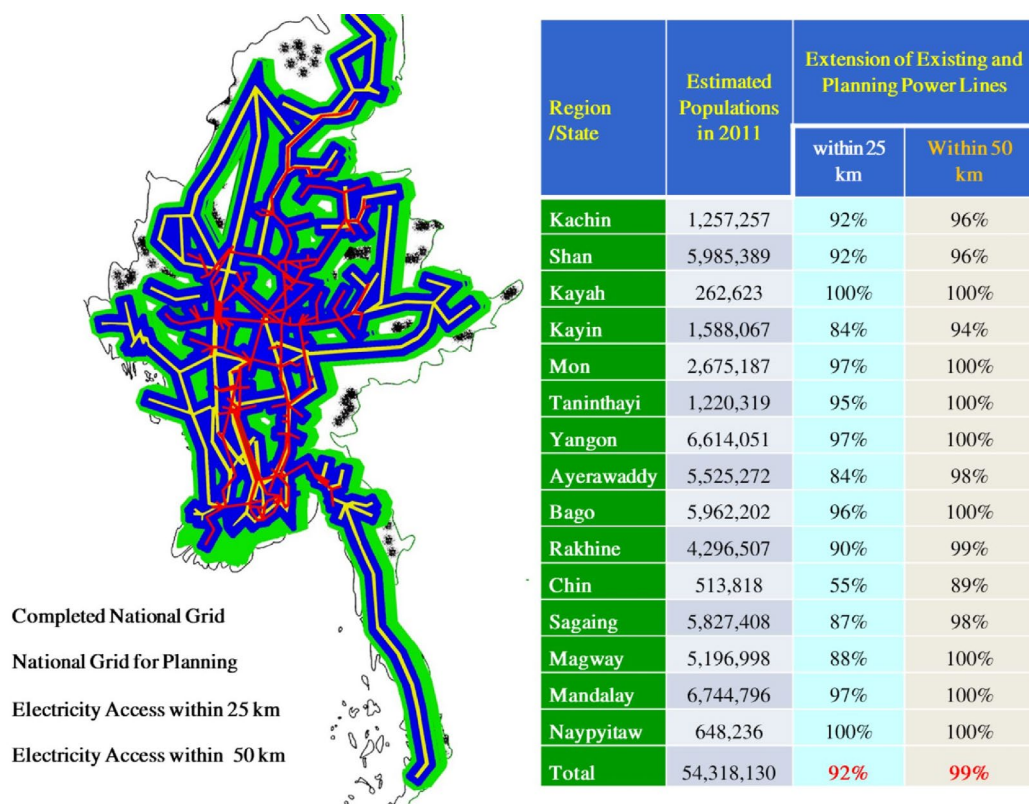
図 2-10 はミャンマー国内における電源、送変電設備や送電網の整備状況をまとめたものである[6]。送変電設備は、230kV、132kV、66kV を主として構成されており、将来的には 500kV の送変電設備を整備する計画である。本プロジェクトの対象地域であるタニンダーリ州においても、カンボークまで 500kV、ダウエーまで 66kV を整備される予定である。

図 2-11 は送電網の既設および整備計画と人口分布の相関を示したものであり、将来的には 25km 以内に人口の約 92%、50km 以内に人口の約 99%が送電網の整備範囲となる。



出典： <https://www.moee.gov.mm/en/ignite/page/641>

図 2-10 送電網の整備状況



出典： <https://www.moee.gov.mm/en/ignite/page/80/10>

図 2-11 送電網整備計画

2) 電力需要

2) -① 工業団地情報

ミャンマーにおける工業団地一覧を表 2-3、表 2-4 に示す。1990 年代から 2000 年代初期にかけて工業団地が設立されており、39 の工業団地のうち約 6 割にあたる 29 の工業団地がヤンゴン州にある。

ヤンゴン州とタニンダーリ州の工場数を比較すると、ヤンゴン州の工場数 4,620 棟に対してタニンダーリ州は 8 棟しか設置されていない。また、設立年を比較すると、ヤンゴン州の工場は 1990 年に初めて設立されたが、タニンダーリ州では 1999 年に初めて設立されており、開発が遅れている。このことから、タニンダーリ州は比較的近年に開発された地域であり、将来的には工場を誘致して電力需要も拡大していくことが期待される。

表 2-3 工業団地(ヤンゴン)

No	地区	工業団地名	設立年	敷地面積 (ha)	工場数
1	東	ダゴン	1997	489.1	102
2		東 ダゴン	2000	317.3	45
3		北 オッカラパ	1998	44.4	94
4		南 ダゴン(1)	1992	192.4	137
5		南 ダゴン(2)	1996	86.8	661
6		南 ダゴン(3)	2000	21.6	1280
7		南 オッカラパ	2000	14.2	95
8		北 ダゴン	1996	10.1	0
9		タケタ	1999	80.9	90
10		シュエポーカカン	1998	38.3	244
11	北	シュウエリンバン	2002	445.2	203
12		ラインタヤ (1,2,3,4,6,7)	1995	567.1	519
13		シュエ タンウイン	2001	176.5	10
14		アノヤター	2002	314.8	5
15		ラインタヤ-5	1996	90.2	164
16		ミンガラドンピンマビン	1996	89.8	6
17		シュエ ピター(1)	1990	136.0	132
18		タドゥカン	2001	194.3	7
19		ワタヤ	2004	445.0	3
20		シュエ ピター(2,3,4)	1998	399.6	108
21		ヤンゴン工業地域	2000	365.2	31
22		ミャンタガル(モビ)	2006	411.0	22
23	南	シリナム/チャウクタン	1996	175.1	0
24		ティラワ	2000	175.1	3
25	西	SIM			659

出典：以下報告書及び調査団調査により作成

独立行政法人 日本貿易振興機構 進出企業支援課, ミャンマー工業団地調査報告書, 2013 年 2 月

表 2-4 工業団地(ヤンゴン以外)

No	地域/州	工業団地名	設立年	敷地面積 (ha)	工場数
26	マンダレー	マンダレー	1990	501.5	1379
27		ミンジャン	1995	66.2	265
28		メイティーラー	1997	156.0	295
29	サガイン	モンユワ	1999	147.8	596
30		カレー	2004	67.7	34
31	マグウェ	ヤエナンチャウン	1998	69.5	121
32		パコック	1998	153.3	272
33	バゴー	ピエ	1992	48.9	132
34	エーヤワディ	バセイン	1993	43.0	54
35		ミャウンミヤ	1995	23.5	9
36		ヘンザダ	1995	34.9	9
37	シャン	タウンジー (アエタヤ)	1995	365.0	767
38	モン	モーラミヤイン	1995	69.2	86
39	タニンダーリ	メイ	1999	128.9	8

出典：以下報告書及び調査団調査により作成

独立行政法人 日本貿易振興機構 進出企業支援課, ミャンマー工業団地調査報告書, 2013 年 2 月

2) -② エネルギー消費

ここでは、地域別の電力消費量について、前述の工場数との関係性について整理する。

表はミャンマーの地域別電力消費量をまとめたものであり、ヤンゴン州が占める電力消費割合はミャンマー国内の消費電力の約 50%と最も高く、設立された工場数が 2 番目に多いマンダレー管区消費電力が約 17%と 2 番目に高い。一方、タニンダーリ州が占める電力消費の割合は 0.29%である。

消費電力の割合が 1 %を下回った 5 地域は、送電網が整備されている中央付近ではなく国境に位置している。

表 2-5 電力消費割合

地域/州	消費電力 (Gwh)(2013)	電力消費割 合	人口(2014)	kWh あたり
ヤンゴン地域	5,031.50	49.76%	7,360,703	684
マンダレー地域	1,740.80	17.22%	6,165,723	282
ネピドー	558.70	5.53%	1,160,242	482
シャン州	527.40	5.22%	5,824,432	91
マグウェ地域	493.90	4.88%	3,917,055	126
バゴー地域	480.00	4.75%	4,867,373	99
ザガイン地域	448.00	4.43%	5,325,347	84
エーヤワディ地域	324.30	3.21%	6,184,829	52
モン州	209.50	2.07%	2,054,393	102
カレン州	157.80	1.56%	1,574,079	100
カチン州	49.90	0.49%	1,689,441	30
カヤー州	36.00	0.36%	286,627	126
タニンダーリ地域	29.10	0.29%	1,408,401	21
ラカイン州	20.30	0.20%	3,188,807	6
チン州	4.70	0.05%	478,801	10
合計(平均)	10,111.90	100.00%	51,486,253.00	196

出典：平成 30 年度アジア産業基盤強化等事業（ミャンマーにおける州・地域間の公平な経済発展を実現するために必要な、持続可能な地方電化とそれを維持するコミュニティ構築に関する調査）調査報告書，一般社団法人 日本ミャンマー協会，2019 年 2 月 28 日

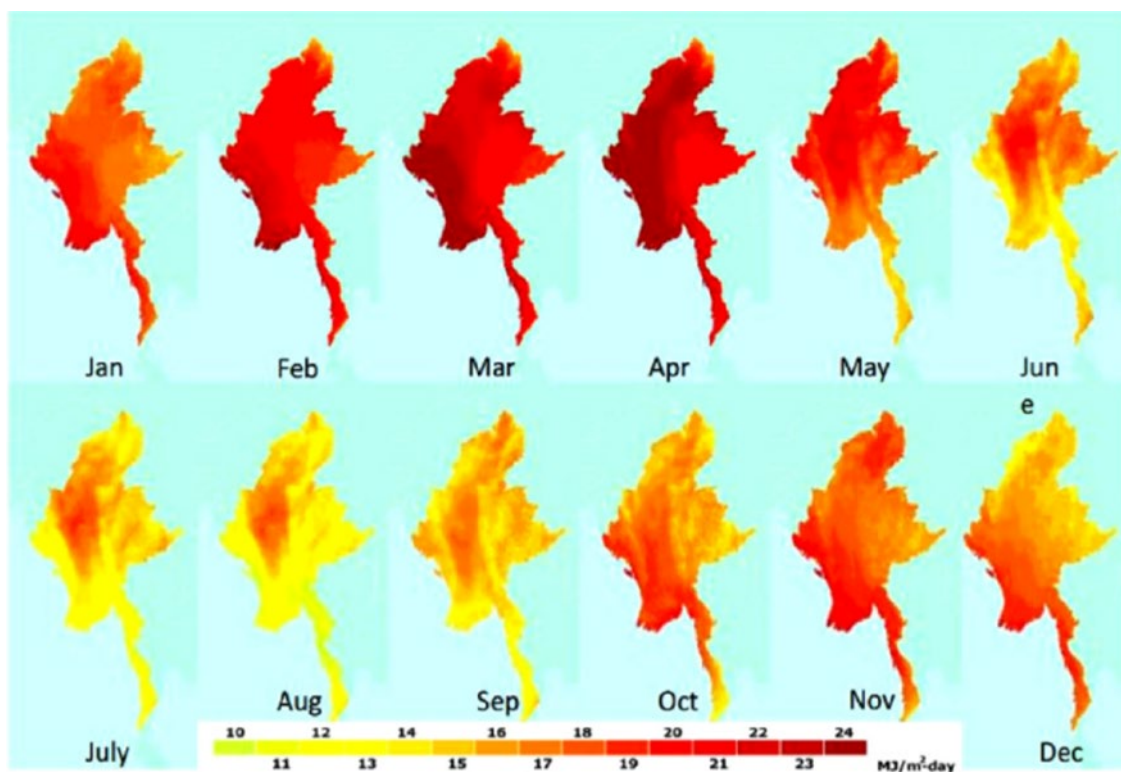
前述の通り、ミャンマー政府は潮力発電の実証実験に参加するなど、再生可能エネルギー導入に積極的である。ここでは、本プロジェクトとも関連性の高いメガソーラー発電の実績と計画について整理する。

ミャンマーの平均日射量 (kWh/m²/日) を図 2-12 に示す。ミャンマーのタニンダーリ州における平均日射量は 4.7kWh/m²/日以上の良い値である。したがって、この平均日射量と損失係数を 0.85 とすると太陽光発電量は下記式より年間約 1,460kWh となる。日本における太陽光発電年間発電量は 1kW あたり 1,000kWh 程度であることから、太陽光発電によってミャンマーでは日本と比較し約 1.5 倍の発電量が見込める。

Lat Long	93	94	95	96	97	98	99	100	101
28	4.95	4.46	4.31	4.32	4.6	4.7 8	5.3 7	5.46	5.28
27	4.21	4.23	4.49	4.4 2	4.2 1	4.3 1	4.7 9	5.29	5.26
26	4.97	4.86	4.6 1	4.8 7	4.5 7	4.5 7	4.8 2	5.2	5.24
25	4.92	4.91	4.6 2	4.6 3	4.8	4.7 6	4.9 4	5.11	5.17
24	4.96	4.7 5	4.7 5	4.7 6	4.9 3	4.8 7	4.9 2	4.86	4.87
23	5.1 1	4.7 4	4.9 2	5.0 5	5	4.9 2	4.9 6	4.88	4.8
22	5.1 3	4.9 4	5.1 9	5.2 1	5.0 8	5.0 8	5.2 3	4.9 3	4.84
21	5.1 7	5.0 6	5.0 3	5.4 3	5.2 7	5.2 2	5.1 8	4.9 5	4.88
20	5.0 4	5.1 4	5.4 4	5.4 5	5.2 7	5.3 3	5.1 8	5.0 4	4.95
19	5.37 6	5.0 5	5.4 5	5.4 3	5.2 1	5.3 3	5.1 1	5.13	4.97
18	5.37 3	5.2 3	5.2 4	5.3 3	5.2 1	5.2 2	5.2	5.15	5.05
17	5.42 3	5.38 3	5.0 7	5.1 3	5.0 9	5.1 3	5.1 6	5.29	5.08
16	5.45	5.23	5.0 6	5.9 3	5.0 9	4.9 7	4.9 8	5.39	5.08
15	5.48	5.42	5.24	5.1	5.05	4.8 9	4.9 3	5.38	5.3
14	5.48	5.42	5.31	5.2	5.19	4.9 5	5.0 3	5.3 4	5.15
13	5.45	5.43	5.3	5.18	5.16	5.0 4	4.7 8	5.2 7	5.08
12	5.44	5.4	5.27	5.19	5.19	5.2 4	4.7 1	5.4	5.37
11	5.38	5.33	5.27	5.22	5.24	5.2 8	4.6 8	5.4 9	5.37
10	5.33	5.3	5.28	5.28	5.31	5.12	4.7	5.4	5.22
								Coding	
	>4	4.25	4.5	4.75	5	5.25	Radiation kWh/m ²		

图 2-12 平均日射量($\text{kWh}/\text{m}^2/\text{日}$)

ミャンマーの月毎日射量を以下に示す。



出典: Photovoltaic Generation Myanmar, Working Paper by Heinz W. Böhnke, Renewable Energy Adviser ADB, TA- 8356 MYA

図 2-13 平均日射量(月毎)(MJ/m²/日)(3.6MJ/kWh)

3) -② 計画と実績

ミャンマーでは水力発電所が多く建設されている。一方、太陽光発電は水力発電に比べ建設期間が短く、環境への害も少ないことから導入が政府を挙げて積極的に進められている。

現時点でミャンマー全土に設立、及び計画されている 13 カ所の太陽光発電所を表 2-6 に示す。

表 2-6 太陽光発電所

太陽光発電所	場所	容量	費用	備考
ミンブーソーラー	Minbu, Magway Region	220MW	\$ 28m (phase1)	全 4 段階の 予定 現在第 1 段階が稼働中
ムナウン ソーラー	Munaung, Rakhine State			全 3 段階の 予定 第一段階は 2019 年 12 月稼働開始
マウビン ソーラー (工業地域)	Maubin, Ayeyarwady Region	30MW	\$ 45m	2017 年完成予定
タニンダーリハイブリッド発電所 10MW	Khamaukgyi township, Tanintharyi region	10MW	\$ 2.3m	2019 年完成予定
マウビン ソーラー	Maubin Township, Ayeyarwady Region	30MW		建設中
シュエミヨ ソーラー	Naypyitaw	10MW		建設中
タブヤイサン ソーラー	Naypyitaw	100MW		建設中
マンダレーソーラー (ワンドウィン ナブアイン)	Mandalay Region, Meiktila and Myingyan	150MW×2	\$ 480m	建設中
タイダルミャンマー	Myanmar	200kW		計画中
マンダレーソーラー(ミンジャン)	Myingyan, Mandalay Region	70MW		計画中
コータウン ソーラー	Kawthoung, Myanmar	10MW		計画中
サガインソーラー 880MW	Sagaing Region	880MW		計画中
サガインソーラー	Myinmu, Sagaing Region	80MW	\$ 144m	計画中 (第一段階として 40MW を計画)

出典：調査団作成

2.2.2 タンダーリ州における電力需要・供給の現状

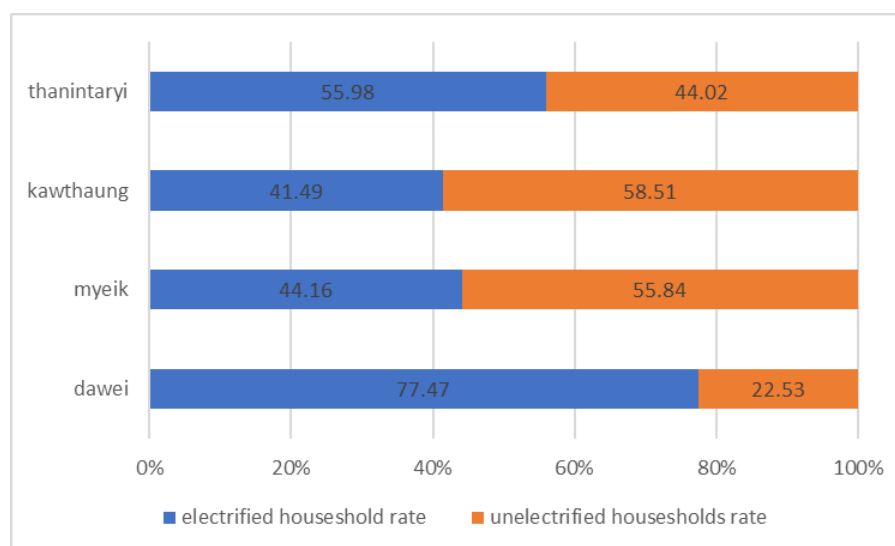
1) タンダーリ州の電力需給

ミャンマー電力省の調査によると、タンダーリ州の電化率（世帯単位）は55.97%である。タンダーリ州の中では、ダウェー地域が最も電化が高く77.47%であり、次いでメイの44.16%、コータウンの41.49%と順である。町村単位でみると、規模の大きな町は100%電化されている一方で、村ではタンダーリ州全体で33.01%の電化率となっている。各地域における町村単位の値はダウェー55.43%、メイ22.78%、コータウン14.67%と、世帯単位の電化率より低く、電化が進んでいない村が点在している。

表 2-7 タンダーリ州の世帯単位の電化率

Sr. No	Name of District	No. of Household	Electrified Households	Unelectrified Households	Electrified Household (%)	Remark
1	Dawei	104092	80642	23450	77.47%	
2	Myeik	132919	58700	74219	44.16%	
3	Kawthaung	46088	19124	26964	41.49%	
Total		283099	158466	124633	55.97%	

出典：MOEE web site (<https://www.moee.gov.mm/en/ignite/page/52>)より



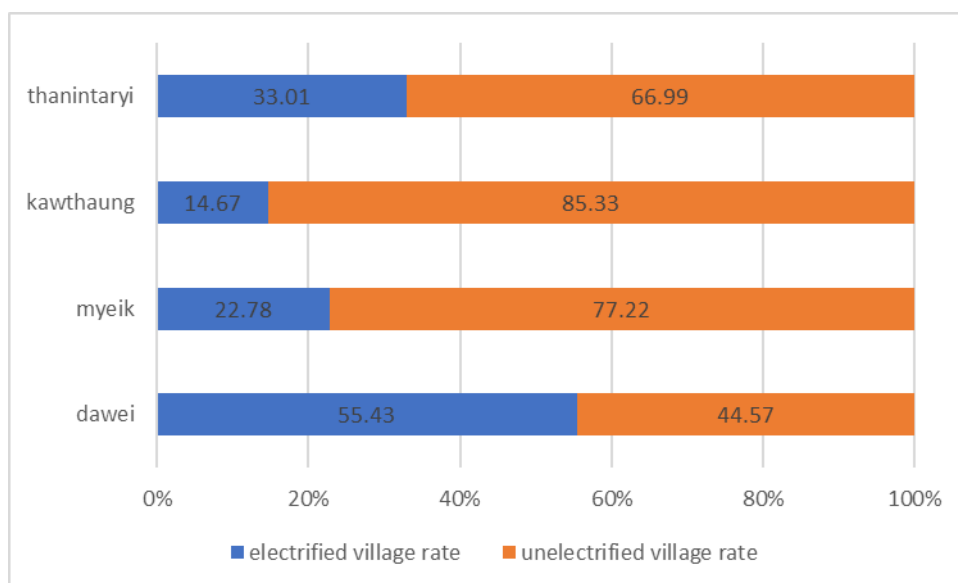
出典：MOEE 資料(<https://www.moee.gov.mm/en/ignite/page/52>)より調査団作成

図 2-14 タンダーリ州の世帯単位の電化率グラフ

表 2-8 タニンダーリ州の町村単位の電化率

Sr. No	Name of District	No. of Towns							No. of Village						
		List	Electrified					Un electri- fied	List	Electrified				Un electri- fied	
			Power System	Other			Power System + Other Total			Power Syste m	Others				Power System + Other Total
				Gas	Die sel	Small Hydro					Gas	Die sel	Small Hydro		
1	Dawei	6	-	6	-	-	6	-	433	-	244	-	-	244	189
2	Myeik	7	-	-	7	-	7	-	619	-	-	161	5	166	453
3	Kaw- thaung	5	-	-	5	-	5	-	184	-	-	26	-	26	158
	Total	18	-	6	12	-	18	-	1236	-	244	187	5	436	800

出典：MOEE web site (<https://www.moee.gov.mm/en/ignite/page/52>)より

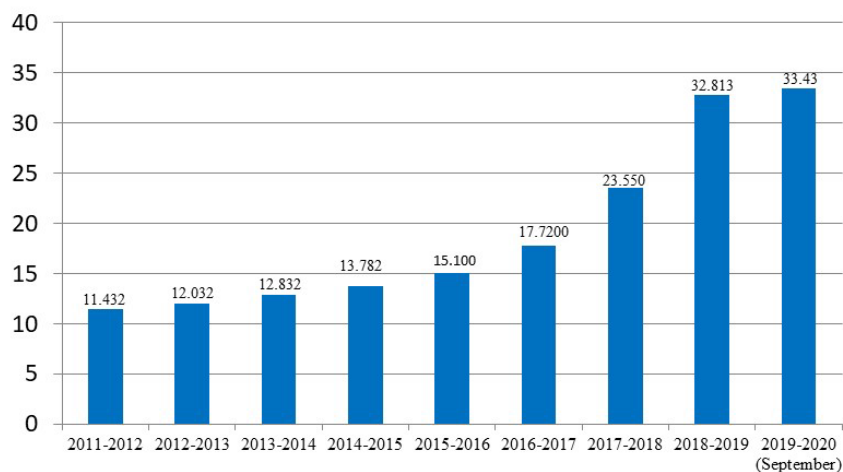


出典：MOEE 資料(<https://www.moee.gov.mm/en/ignite/page/52>)より調査団作成

図 2-15 タニンダーリ州の町村単位の電化率

また、需要面においては、MOEE の調査結果より、2020 年 9 月時点にタニンダーリ州全体では 33.43MW の需要がある。

Peak Load (MW)



出典：MOEE web site (<https://www.moe.gov.mm/en/ignite/page/52>)より

図 2-16 タニンダーリ州の電力需要の推移

ミャンマー国内では、ナショナルグリッドの整備・拡張が進んでおり、現在モーラマインまで整備されている。モーラマインからタニンダーリ州のダウエーまでの延長計画が進んでおり、将来的にはダウエーまでナショナルグリッドが整備される予定である。一方で、現時点でタニンダーリ州までナショナルグリッドは整備されておらず、州内の電力供給は各地域の電力事業者による地域系統を用いた供給、村単位でのエンジン発電機等による供給、工場等の事業者による自営系統による供給が主な電力供給手段である。

2) ダウエーの電力需給

2) - ① 電力供給

現在、ダウエー地域の電力供給は民間事業者がタニンダーリ州政府とコンセッション契約を結ぶことで実現している。2021 年現在、ダウエー地域の電力供給は「Petro & Trans 社（以下、P&T）」が担っている。P&T は 2020 年 1 月にタニンダーリ州政府と 5 年間のコンセッション契約を結び、ダウエー地域での発電・配電を行っている。P&T は 16MW のガスエンジン発電機を用いて発電を行っている。

P&T がダウエー地域で電力供給を行う以前は、Global Grand Services 社（以下、GGS）が 14MW のガス火力発電所を運営し、発電・配電を行っていた。GGS が運営していたガス火力発電所の P&T への引継ぎが進んでいる。

電力網に関しては、ダウエー市内には 11kV の 5 系統を基幹とした電力網が整備されている。P&T によると、送電損失は 5～10%程度と推定されている。

表 2-9 ダウエー地域の発電・配電の諸元

	事業者名	Petro and Trans
発電	設備容量	16MVA
	供給量	10～16MVA/日
	発電の種類	ガスエンジン発電機
	燃料	ガス（初期はガスの納入が遅れたため軽油を使用）
	発電コスト	—
	コンセッション期限	2020年1月から5年（タニンダーリ州政府と契約）
	施設規模	約 2.02 ha
送配電	送電電圧	11kV
	送電損失	5～10%
	送電容量	(3×1C×185sq)×5セット
	電気料金	219～238MMK/kWh（2020年12月に州政府から210MMK/kWhに引き下げるよう要請を受けた）
その他	その他	—

出典：現地ヒアリングより調査団作成

2) -② 電力需要

P&T によると、ダウエー市内における電力需要ピークは午後 6 時から 7 時であり、ダウエー市内で 10.76MW の需要がある。また、ダウエー地域全体でみると MOEE の調査より、電力需要のピーク値は 17.76MW である。また、P&T へのインタビューではダウエー全体の需要は 18～20MW 程度であり、MOEE の調査とはほぼ一致する。

表 2-10 ダウエー市内の電力需要(ピーク需要、午後 6 時から 7 時)

ダウエー 11kV 送電線	Peak Load (MW)
Feeder 1	2.703
Feeder 2	2.539
Feeder 3	2.127
Feeder 4	2.39
Feeder 5	1.001
Feeder 6	
合計	10.76

出典：現地ヒアリングより

3) メイの電力需給

3) -① 電力供給

P&T は 2020 年 7 月にタニンダーリ州政府と 5 年間のコンセッション契約を結び、メイ地域での発電・配電を行っている。2021 年現在も P&T による電力供給は継続されている。

P&T は 12MVA のディーゼルエンジン発電機を用いて発電を行い、今後燃料種別をコストの安いガスに切り替えていく方針を立てている。

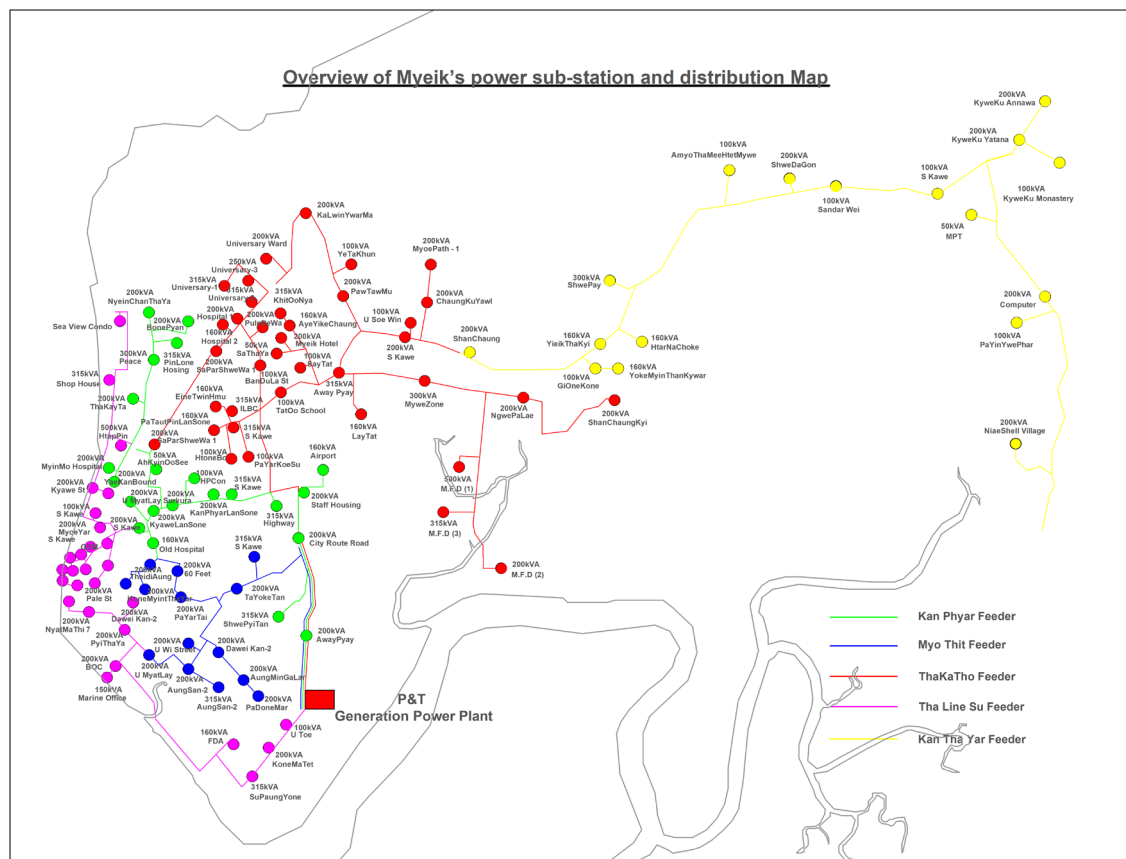
P&T がコンセッション契約を結ぶ以前は、メイ地域の電力供給は Myeik Green Energy 社（以下、MGE）が担っていた。

電力網に関しては、メイ市内には 11kV の 4 系統を基幹とした電力網が整備されている。P&T によると、送電損失は 5～10%程度と推定されている。以前は複数の民間事業者が自営系統をそれぞれ整備し、メイ地域の発電・配電を行っていたものの、現在は統一され、P&T が一括して発電・配電を行い、自営系統も同様に P&T が運営している。

表 2-11 メイ地域の発電・配電の諸元(調査団作成)

	事業者名	Petro and Trans
発電	設備容量	12MVA
	供給量	9～12MVA/日
	発電の種類	ディーゼルエンジン発電機
	燃料	軽油（LNG使用を州政府に提案）
	発電コスト	230MMK（重油）、290MMK（軽油）、160MMK（LNG）
	コンセッション期限	2020年7月から5年（タニンダーリ州政府と契約）
	施設規模	約 1.21 ha
送配電	送電電圧	11kV
	送電損失	5～10%
	送電容量	(3×1C×95sq)×2セット、(3×1C×185sq)×2セット
	電気料金	292MMK/kWh
その他	その他	—

出典：現地ヒアリングより調査団作成



出典：現地ヒアリングより調査団作成

図 2-17 メイ市内の電力網

メイ市街地付近の目の前にある島、Pahtaw Pahtet 島では、島内工場を運営している Pyi Phyto Tun Int'l Co.が自営系統を整備し、主に工場利用として電力を供給している。設備容量は 5MVA であり、発電機型式はディーゼル発電機を利用している。

また EAM Myanmar は、メイ地域のローカルパートナーである Myanmar Eco Solutions 及び Pyi Phyto Tun International と協力し、2019 年に Pahtaw Pahtet 島に地上部 254kW+建物屋上部 59kW の太陽光発電を導入した。太陽光発電の需要に占める割合はおよそ 12%であり、供給も安定している。また、太陽光発電の導入により電気料金が低下し、結果的に各種サービスが手ごろな価格になっている。現在、EAM Myanmar は太陽光発電の拡大を進めている。

表 2-12 Pahtaw Pahtet 島の発電・配電の諸元

	事業者名	Pyi Phyto Tun Int'l Co.
発電	設備容量	5MVA
	供給量	工場利用
	発電の種類	ディーゼルエンジン発電機
	燃料	軽油
	発電コスト	250MMK
	コンセッション期限	島内自営回線
	施設規模	—
送配電	送電電圧	—
	送電損失	—
	送電容量	—
	電気料金	250MMK/kWh
その他	その他	島内の工場利用のための自営系統

出典：現地ヒアリングより調査団作成

3) -② 電力需要

メイ地域の電力需要は、P&Tによると最大で 14MW 程度である。一方、MOEE の調査では、電力需要のピーク値が 11.33MW であるが 2019-2020 年度の調査であることを考慮すると、メイ地域の需要が増加する傾向にあることが伺える。

4) タンダーリ州の主な電力事業者

前述のとおり、ダウェー、メイ地域で発電・配電は P&T が行い、その概要を以下に示す。

表 2-13 PETRO & TRANS の概要

会社名	Petro & Trans	
設立年	2014年	
所在地	No.188/1, Petro & Trans Building, Yinmar Street, 14/3 Quarter, South Okkalapa Township,	
TEL	09 455 299934, 09 7788 64469	
e-mail	info@petroandtrans.com, petrotrans.hr@gmail.com	
会社HP	www.petroandtrans.com	
facebook	www.facebook.com/petros&trans	
主な事業	石油製品の供給、石油関連のサービスの提供を行っている。主な事業は以下の通り。 ①貿易 ②流通（卸売り） ③運輸（物流） ④ガソリンスタンド（小売業） ⑤フランチャイズ ⑥石油貯蔵地区	
グループ会社	①PETRO & TRANS（企業グループ、マーケティング） ②PETRO 7（ガソリンスタンド） ③POWER 95（卸売り、小売り） ④PETRO & TRANSPORT 7（運輸） ⑤SIAM ENERGY（貿易、タイ）	
	2019年8月	ダウェイの発電 配電入札に参加。
	2019年9月	ダウェイの発電 配電権を落札。 メイの発電 配電入札に重油を用いた発電で参加。電気料金292MMKを提案。
	2019年11月	落札後辞退したとの報道があったが、タンダーリ州と発電 配電契約を締結。
	2020年1月	ダウェイへの電力供給を開始。
	2020年5月	MOEEはメイの電力供給を7月にMGEからP&Tに引き継ぐと発表。 タンダーリ州と電力供給に関する契約を行う。 COVID-19の影響で重油の輸入が途絶えているため、軽油で発電。 燃料変更による電気料金の変更はなかった。
	2020年7月	メイへの電力供給を開始。 ミャンマー投資委員会（MIC）はダウェー メイの発電配電事業を認可。 メイの農地への発電機の設置について承認を待っていることを発表。
	2020年10月	州政府からの要請を受け、9月の電気料金を219MMKにすることを発表。 10月から12月の電気料金を219～238MMKとすることを州政府に提案。
	2020年12月	州政府は10月から12月の電気料金を210MMKとするよう要請。

出典：Petro & Trans web site (<http://www.petroandtrans.com/>)より調査団作成

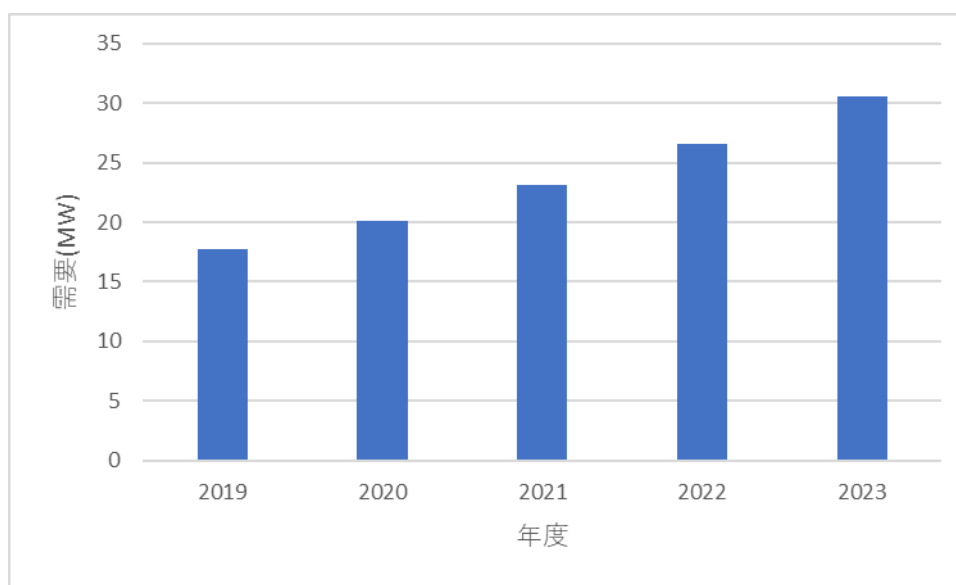
2.2.3 タンダーリ州における電力将来需要・供給計画

1) ダウエー

1) - ① 将来需要予測

MOEE では、2023-2024 年度までの需要予測を公表している。ダウエー地域の電力需要は、2023-2024 年までに 30.52MW まで増加すると予測されている。また、P&T へのインタビューでは、今後 3 年以内に 25MW 程度の需要を見込んでいる。

MOEE の需要予測では、一次関数的に堅調に電力需要が増加する傾向である。P&T の見込みも同様に 3 年以内の電力需要が 25MW 程度であり、現在と比較して 5-7MW 程度増加すると予測されている。こちらも堅調な需要の伸びを予測している。



出典：MOEE 資料(<https://www.moee.gov.mm/en/ignite/page/52>)より調査団作成

図 2-18 ダウエー地域の電力需要予測 (MW)

1) - ② 供給計画

(a) 発電設備増設計画

ダウエーと高圧送電線が接続されているカンボークにおいて、Total と Siemens が、1,230MW（第一段階で 600MW）の CCGT を計画している。構成は、410MW×2（ガス）、410MW×1（蒸気）である。発電所だけでなく、500kV 送電線 450km の建設も同時に予定されている。現在、PPA 及び FSRU の交渉が行き詰まっており、プロジェクトの縮小あるいは中止の可能性があると報じられている。

同じくカンボークにおいて、ミャンマーUPA（MUPA）と Jurong Engineering Myanmar は、210MWの CCGTを計画している。この計画は20MW（第一段階）の稼働で計画が止まっていたが、2021 年 1 月にタニンダリー政府と EPC 契約の MoU を締結したとの報道があった。

MUPA はタイに本社を構える United Power of Asia (UPA)の子会社であり、主要ビジネスはソフトウェア開発と不動産である。Jurong Engineering Myanmar はシンガポールに本社を置く Jurong Engineering Limited の子会社であり、発電施設、生産加工工場、石油プラントを対象としたエンジニアリングサービス、建設、メンテナンスサービスを行っている。

本計画の発電所について、2016 年 3 月には PPA が締結されていたが、計画が遅延していた。本件に関して同社は、MOEE の電力エネルギー政策の変更が計画遅延の原因とし、2019 年に MOEE と PPA 延長条件について交渉を行っていた。2020 年 2 月には、Electric Power Generation Enterprise (EPGE)から、延長交渉の期間が 24 か月から 90 か月に延長する旨の通知を受けた。現在、交渉期限は 2023 年 9 月 27 日となっている。また、EPGE の調達するガスの入手可能性が延長に影響するとしており、状況次第では更に交渉を行うとしている。

(b) その他

上記以外の関連する計画は DSEZ 周辺に関連することから、2.2.4 に示す。

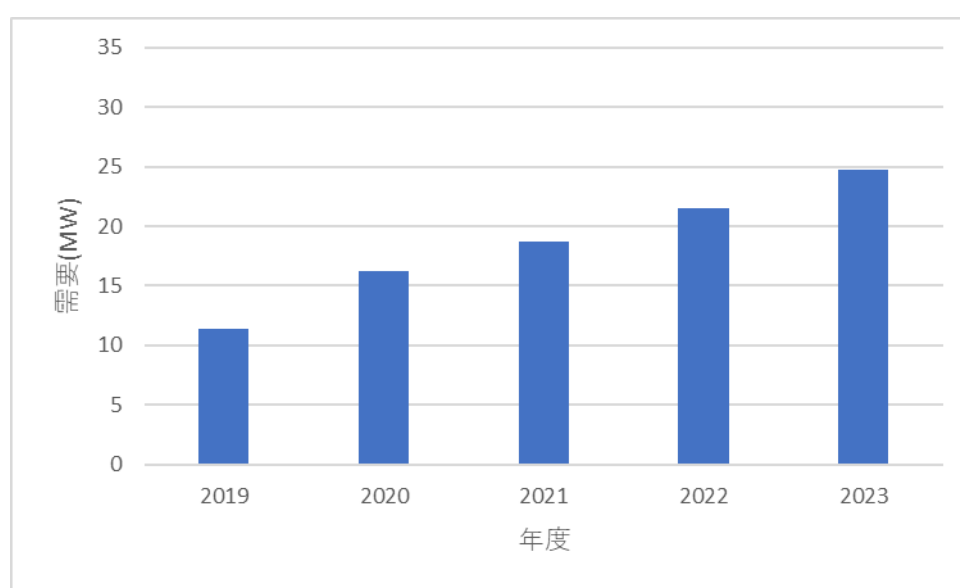
2) メイ

2) - ① 将来需要予測

MOEE では、2023-2024 年度までの需要予測を公表している。メイ地域の需要は、2023-2024 年までに 24.73MW まで増加すると予測されている。また、P&T へのインタビューでは、今後 3 年以内に 15MW 程度の需要を見込んでいる。一方で、メイ地域の工業団地では、自前の発電機を整備して独自に電力を賄っており、その需要は 20MW 程度と見込まれている。

また、Myeik Corporation Public Co., Ltd (MCPC)によると、港及び栈橋用及び、工業団地用として 2,000 エーカーの開発を計画しているが電力供給の計画は未定であることから、本計画分の需要の増加が見込まれる。

メイ地域では、公営系統だけでなく、自営で電力を賄っている工場等の需要も大きく、公表データ以外の電力需要の変化も重要となる。



出典：MOEE 資料(<https://www.moee.gov.mm/en/ignite/page/52>)より調査団作成

図 2-19 メイ地域の電力需要予測 (MW)

2) - ② 供給計画

Southern Power Grid (SPG) は 2020 年 12 月にタニンダーリ州政府と発電所の事前導入可能性調査の MoU を結んだ。対象となる地域はメイ及びタニンダーリ州の他町であり、計画している発電所は、20MW の廃棄物発電所、10MW の太陽光発電所である。

SPG は 2016 年 11 月に DICA に登録されており、2020 年にはメイの発電・配電事業者入札に参加していた。

本 MoU は締結されたばかりであり情報が少ないため、今後の進捗に注目する必要がある。プロジェクトの進捗は四半期ごとにアップデートされることになっている。

2.2.4 DSEZ におけるエネルギー供給計画

1) ナショナルグリッドの拡張計画

ADB の補助事業として、モーラマイン〜ダウエー間のナショナルグリッド拡張計画が進んでいる。内容としては、230/66/11kV（容量 50MW×2）の変電所を整備し、モーラマイン〜ダウエー間に 2 系統のナショナルグリッドを整備する計画である。

2020 年 2 月の段階で、ダウエー変電所、イエ変電所の設計、機器調達、建設委託、試運転（design, supply, installation and commissioning）、およびモーラマイン変電所の拡張の入札案内（invitation of bids）が出ている。また、2020 年 11 月には、調達計画（procurement plan）が公開されている。

入札の結果、変電所の建設及び拡張は中国企業である Xian Electric Engineering Company が落札し、2020 年 9 月に契約を行った。同社は複数の国での送配電プロジェクト従事の実績がある。

送電線の建設は、インド企業である Kalpataru Power Transmission Limited が落札し、2020 年 8 月に契約を行った。同社は、送電プロジェクトのほか、鉄道輸送や石油・ガスのインフラ工事のための EPC 請負業者として知られている。

プロジェクト管理は、韓国企業の JV が落札しているが、情報がほとんど公開されていない。

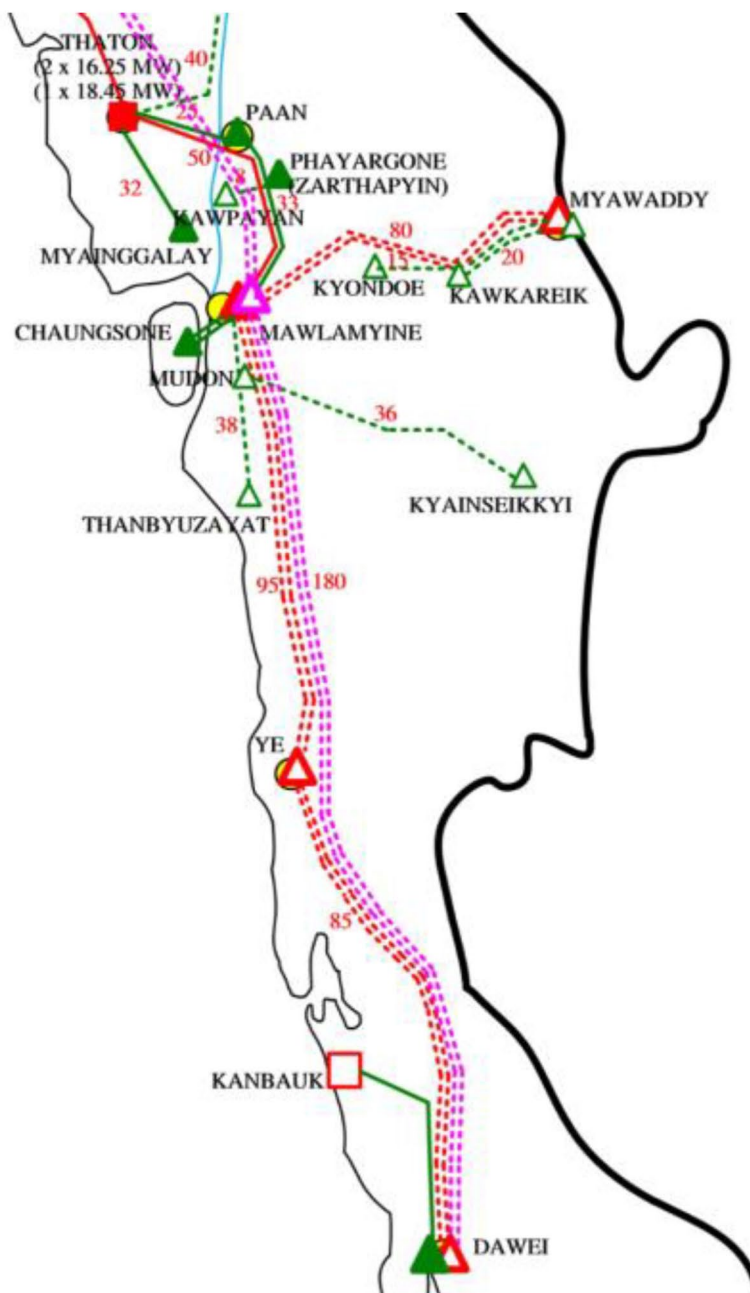
当プロジェクトは、計画上では 2025 年度に完了する予定である。しかしながら第一段階の契約が 2019 年の第二四半期に完了し次四半期に実行予定であったが、1 年以上遅れが生じている。

表 2-14 ナショナルグリッドの拡張入札結果

Package	Tender winner	Contract amount	Contract date
Package 2: Design, supply, installation and commissioning of the 230kV Ye and Dawei substations, extension of 230kV Mawlamyine substation	Xian Electric Engineering Company Limited (China)	\$20,299,388.29	15 September 2020
Package 3: Design, supply, installation and commissioning of the 230kV Mawlamyine-Ye-Dawei transmission line	Kalpataru Power Transmission Limited (India)	\$47,285,740.78	14 August 2020
Package 5: Project implementation consultant (transmission component)	JV Korea Electric Engineering & Consulting (South Korea)	\$4,442,904.25	28 April 2020

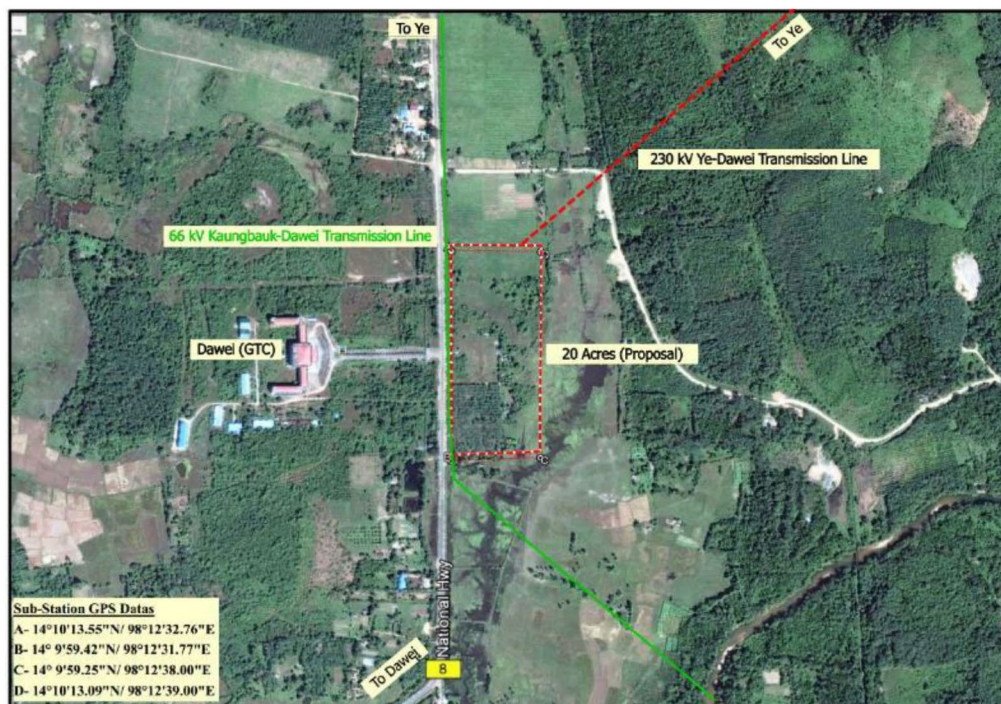
出典：ADB web site (<https://www.adb.org/projects/50020-002/main#project-tenders>)より調

査団作成



出典：ADB 資料(MYA: Power Network Development Project—Transmission Component, March 2018, Asian Development Bank)より

図 2-20 ナショナルグリッドの延長計画



出典：ADB 資料(MYA: Power Network Development Project—Transmission Component, March 2018, Asian Development Bank)より

図 2-21 ダウエーの変電所計画

Table 2: Project Implementation Schedule

MAIN ACTIVITY	Start	End	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Establishment of PIUs	Jul-19	Jul-19								
Recruitment of PICs (Q2/2018 - Q1/2019) (advance contracting)	Apr-18	Nov-19								
PIC Project Supervision	Nov-19	Dec-25								
<i>Output 1: Transmission Component</i>										
<i>A. Mawlamyine-ye-Dawei</i>										
1.1a Contract tendering (Q2/2018–Q1/2019) (advance contracting)	Jul-18	Mar-19								
1.2a Award contract(s) (Q2/2019)	Apr-19									
1.3a Update/finalize resettlement, land acquisition and environmental plans (Q2–Q3/2019)	Apr-19	Sep-19								
1.4a Implement resettlement and land acquisition (by sections) (Q3/2019–Q4/2020)	Jul-19	Dec-20								
1.5a Implement contract(s) (Q3/2019–Q2/2021)	Jul-19	Jun-21								
1.6a Testing and commissioning (Q3–Q4/2021)	Jul-21	Dec-21								
<i>B. Ahlone and Thida</i>										
1.1b Contract tendering (Q3/2019–Q1/2020)	Jul-19	Mar-20								
1.2b Award contract(s) (Q2/2020)	Apr-20									
1.3b Update and finalization of resettlement and land acquisition and environmental plans (Q2–Q3/2020)	Apr-20	Sep-20								
1.4b Implement resettlement and land acquisition (by sections) (Q3/2020–Q2/2022)	Jul-20	Jun-22								
1.5b Implement contract(s) (Q3/2020–Q4/2022)	Jul-20	Dec-22								
1.6b Testing and commissioning (Q1–Q2/2023)	Jan-23	Jun-23								
<i>Output 2: Distribution Component</i>										
2.1 Update bidding documents based on preliminary survey, update and implement safeguard (including resettlement and land acquisition and environmental) plans (Q2/2019–Q1/2020)	Apr-19	Mar-20								
2.2 Goods Contract tendering (Q4/2019–Q4/2020)	Oct-19	Dec-20								
2.3 Delivery of Goods (Q3/2020–Q4/2021)	Jul-20	Dec-21								
2.3 Works contract tendering (Q3/2020–Q4/2021)	Jul-20	Dec-21								
2.4 Implement works contract(s) (Q1/2022–Q4/2024)	Jan-22	Dec-24								
2.5 Testing and commissioning (Q1/2024–Q2/2025)	Jan-24	Jun-25								
<i>Output 3: IT Systems for Asset Management and Billings</i>										
3.1 Prepare bidding documents for CAMS and CCBS (Q3–Q4/2020)	Jul-20	Dec-20								
3.2 Contract tendering (Q1/2021–Q4/2021)	Jan-21	Dec-21								
3.3 Award contract(s) (Q4/2021)	Dec-21	Dec-21								
3.4 Knowledge transfer to DPTSC and ESE staff (Q1/2022–Q2/2025)	Jan-22	Jun-25								
3.5 Commissioning, capacity building for operation of CAMS and CCBS (Q1/2022–Q2/2025)	Jan-22	Jun-25								
Loan Effectiveness (Q1/2019)	Jan-19	Feb-19								
Midterm Loan Review (Q3/2022)	Jul-22	Sep-22								
Project Closing Activities (Q3–Q4/2025)	Jul-25	Dec-25								

ADB = Asian Development Bank; CAMS = computerized assets management system; CCBS = computerized customer billing system; DPTSC = Department of Power Transmission and System Control; ESE = Electricity and Supply Enterprise; PIC = Project Implementation Consultant; PIU = project implementation unit.
Source: ADB staff and Executing Agency staff estimates.

出典 : ADB 資料 (Project Administration Manual, The Republic of the Union of Myanmar:

Power Network Development Project, July 2019, Asian Development Bank)より

図 2-22 プロジェクトスケジュール

2) ダウエー地域のグリッド拡張計画

MOEE によると、JICA の支援を受けて、地方にある主要都市のグリッド整備・増強を行っている。ダウエー地域のグリッド拡張もこのプロジェクトに含まれており、33/11kV の変電所（Thayet chaung, loung Lon）の建設が進んでいる。また、Myitta への 33kV の給電線の敷設が進んでおり、33/11kV の変電所を建設する計画が提案されている。

現在、上述したグリッドの拡張が進行中、提案中の地域への送電のためには、ダウエーの 66/ 33kV (20MVA)の変電所の拡張及び、4 基の 33kV スイッチベイが必要であり、建設が提案されている。

本プロジェクトは 2017 から開始されており、2020-2021 年度に整備終了予定となっている。MOEE によると、現在コンサルタント入札の入札準備中である。

(2) Transmission Lines and Substations under Projects by JICA Loan	
Regional Development Project for Poverty Reduction Phase II	
(MY-P17) JICA Loan	
(1) Location	Kachin,Kayin,Chin,Mon,Rakhine,Shan,Mandalay,Sagaing,Magway,Bago,Ayeyarwaddy, Tanintharyi
(2) Amount of Project	Construction of 66kV, 33kV, 11kV,400V Transmission Lines and Substations
(3)Condition of Contract	Funded Sources (Loan) –Japan ODA Loan (MY-P17) Regional Development Project for Poverty Reduction Phase II (MY-P17) JICA Loan
Contracted Date	–1.3.2017
(4) Project Starting Year	–2017
(5) Project Completing Year (Estimated)	– (2020-2021)
(6)Condition of Progress	–Consultant Tender is being evaluated. Project Tender is being prepared to bid it.
(3) Transmission Lines and Substations under Projects by JICA Loan	
Power Distribution System Improvement Project in Major Cities in Myanmar (MY-P20) JICA Loan	
(1)Location	Major Cities- Banmaw, Loikaw, Mawlamyaing, Taunggyi, Monywa, Magway, Bago, Pyay, Patheingyi, Dawei
(2) Amount of Project	Construction of 66kV, 33kV, 11kV, 400V Transmission Lines and Substations
(3) Condition of Contract	Funded Sources (Loan) –Japan ODA Loan (MY-P20) Power Distribution System Improvement Project in Major Cities in Myanmar (MY-P20) JICA Loan
Contracted Date	–1.3.2017
(4) Project Starting Year	–2017
(5) Project Completing Year (Estimated)	– (2020-2021)
(6)Condition of Progress	– Consultant Tender is being evaluated. Project Tender is being prepared to bid it.

出典：MOEE web site (<https://www.moee.gov.mm/en/ignite/page/356>)より

図 2-23 JICA の電力網拡張プロジェクトの概要

2.2.5 電力料金および燃料料金

事業サイトとして想定されるメイおよびダウエーにおける直近の電気料金を調査した。メイにおいては、直近のデータがある 2020 年 9 月までの 1 年間（2019 年 10 月～2020 年 9 月）の電力料金は 280～420 チャット/kWh（0.08 円/Kyat 換算で約 22.4 円/kWh～33.6 円/kWh）で推移している（表 2-15）。ダウエーにおいては、直近のデータがある 2020 年 7 月～9 月の電力料金は、219～238 チャット/kWh で推移している（表 2-15）。

表 2-15 メイの電力料金

対象月	電気料金 (Kyats/kWh)
May-19	380
Jun-19	395
Jul-19	420
Aug-19	420
Sep-19	420
Oct-19	420
Nov-19	420
Dec-19	420
Jan-20	420
Feb-20	420
Mar-20	380
Apr-20	280
May-20	280
Jun-20	280
Jul-20	280
Aug-20	292
Sep-20	292

出典：調査団作成

表 2-16 ダウエーの電力料金

対象月	電気料金 (Kyats/kWh)
Jul-20	238
Aug-20	238
Sep-20	219

出典：調査団作成

また、トリプルハイブリッド発電システムのディーゼル発電ユニットの稼働に必要なディーゼルの価格を調査した。メイおよびダウエーでのディーゼル価格は直近のデータがある 2020 年 9 月までの 1 年間（2019 年 10 月～2020 年 9 月）において、485～915 チャット/l（約 38.8 円/l～73.2 円/l）で推移している（表 2-17）。

表 2-17 メイおよびダウエーのディーゼル価格

対象月	ディーゼル価格 (Kyats/l)
May-19	940
Jun-19	895
Jul-19	890
Aug-19	875
Sep-19	910
Oct-19	895
Nov-19	890
Dec-19	900
Jan-20	915
Feb-20	780
Mar-20	670
Apr-20	485
May-20	460
Jun-20	505
Jul-20	505
Aug-20	510
Sep-20	500

出典：調査団作成

2.2.6 現地における民間企業の動向把握

以下に示す通り、ミャンマーでのエネルギー開発について、IPP 事業者の動向や、太陽光発電事業について情報収集整理した。

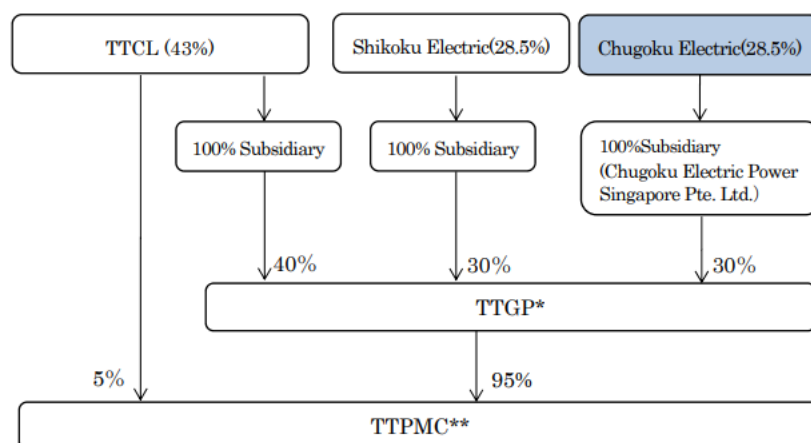
1) ミャンマーにおける IPP 事業の事例

表 2-18 IPP 事業者による発電事業¹

No.	事業者	設備容量(MW)	操業年
1	Toyo Thai Power Myanmar	121	2013
2	Myanmar Central Power	50	2013
3	Max Power	50	2013
4	UPP	52	2014
5	Myanmar Lighting	230	2014

出典：調査団作成

① Toyo Thai Power Myanmar Co., Ltd



*TTCL GAS POWER PTE. LTD. (holding company of TTPMC)

**TOYO THAI POWER MYANMAR CO., LTD. (power generating company on site)

図 2-24 Toyo Thai Power Myanmar (TTPMC)の組織図

2012年末、TTCLグループはTOYO THAI POWER MYANMAR Co. LTD.を設立し、ミャンマー電力会社と、ヤンゴン州アローンの120MWコンバインドサイクルガスタービン発電所への投資に関する電力購入契約を締結した。TTCLグループの普通株主としての投資額は30.79百万米ドルで、資本合計51.59百万米ドルの59.68%に相当する。2013年4月から一部商業運転を開始し、ミャンマー電力会社との間で30年間のBOT(Build-Operate-Transfer)の委託期間を取得した。

¹MYANMAR "Energy Guide 2019" における EUROPEAN CHAMBER of Commerce

② Myanmar Central Power (MCP)

Myanmar Central Power (MCP)は、ミャンマーで初めての IPP 会社である。その発電所は Hlawga にあり、2013 年 11 月から本格操業し、ナショナルグリッド網に 25MW の電力を供給している。発電設備の整備については、フェーズ事での段階的な拡張が計画されている。

MCP は、喫緊の電力需要に対応するために、ヨーロッパ企業の装置や最先端技術も活用しながら、MOU から 7 ヶ月以内という短期間で発電所の建設を実施した。この設備は、熟練した運転・保守チームにより円滑な運転が確保されている。

MCP - 1 Power Plant (Hlawga) は、33KV 変電所に電気を高い可用性と高い効率にて提供している。発電所は、ダウンタイムを最適化するために、独自の定期的なメンテナンススケジュールにて管理されている。

表 2-19 プラントの詳細情報

プロジェクト名	50MW 天然ガス発電所建設プロジェクト Hlawga	
実施会社	Myanmar Central Power Co, Ltd	
事業のコンセッション型	30 年間の BOT(建設・運営・移転)による	
MOU の署名日	18-10-2012	
フェーズ 1 の P.P.A.署名日	18-11-2013	
設備容量	第 1 期: 25MW	第 2 フェーズ: 25MW

出典: <https://www.rgkzna.com/MCP/>

③ MAX Power Group

シンガポールにて会社登記され、インドネシアのジャカルタに本社を置く MAX Myanmar Group は、ミャンマーでの発電事業に早期の段階で参画した企業の一つであり、ヤンゴンのタケタ地区で 50MW のガス火力発電プロジェクトを実施している。このプロジェクトは 2013 年 8 月に商業運転を開始し、既存のナショナルグリッド網へ安定した電力供給行っている。

また、Max Power Group は、三井物産と Myanmar Power Pte Ltd (MPPL)の株式を共同で保有しており、ミャンマーを含む電力需要の急成長を見据えた東南アジア諸国においても、新たな電力ビジネスの共同開発を目指している。

④ UPP Power

UPP Power 社は、ミャンマーのヤンゴン州に 50MW のガス火力発電所を所有しており、2044 年 2 月まで、ミャンマー政府と 30 年間の PPA で操業している。

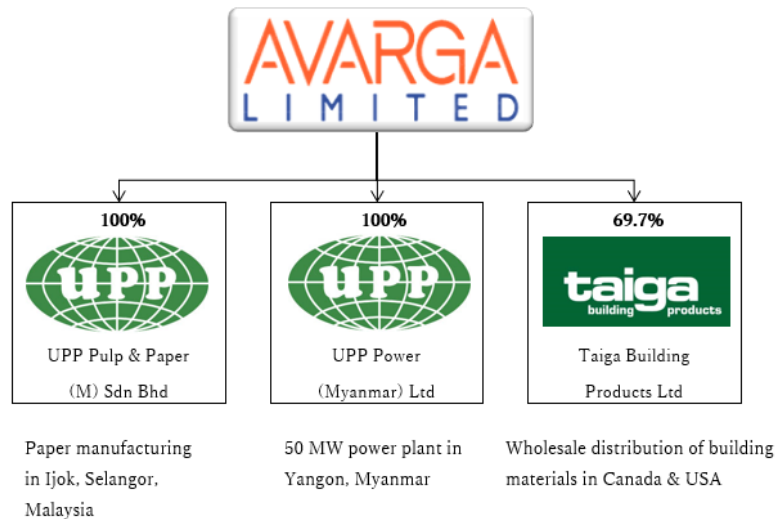


図 2-25 UPP Power 社の組織図

出典： <http://www.avarga.com.sg/wp-content/uploads/2020/08/Avarga-Presentation-June-2020-final-1.pdf>

⑤ Myanmar Lighting (IPP)

Myanmar Lighting (IPP)は、ミャンマーおよびタイの事業者が株式を保有する地元の民間企業である。当企業は、モン州のMawlamyine付近に230MWのコンバインドサイクルプラントを建設するために設立され、2014年にはこのプロジェクトが始まった。

2016年にはその株式について、Siam Gas Powerが30%、その他Tang Weng Fei、Sein Wan、Than Soe、Oak Ghar Ayeがいずれも株式を16.1%～21.7%を保有していた。2018年時点では、Siam Gas Powerの出資比率は41.1%と8百万ドルとシェアが拡大されている。

230MWのガス火力発電所の建設について、2013年にはシンガポールのAsiatech Energy Private LimitedとEPC契約を締結し、発電所建設を開始した。発電所設備は、4基のガスタービンと2基の蒸気タービンを含み、ナショナルグリッド網を通してMonおよびKayin州に配送電されている。プロジェクトの投資は総額約174百万ドルに及ぶ。

表 2-20 IPP Mawlamyine 発電所情報

1	所在地	Mawlamyine Township
2	会社名	ミャンマー照明(IPP)有限公司
3	プロジェクトタイプ	BOT
4	操業日	May 27..2014
5	総設備容量	230MW (95MW (フェーズ I)+130MW (フェーズ II))
6	機械の種類	GE PD 6581B(3 No.) LM 2500 (1 No.) GE
7	年間設計発電量	1386 GWh
8	製造会社	GE

出典：調査団作成

2) 太陽光発電事業の情報

太陽光発電事業の事例調査については、現在Minbuで進められている大型の太陽光発電事業の内容やその経緯等について情報収集整理をし、そのほかにはタニンダーリ州において進められている事業についても情報収集を行った。

① Minbu における 220MW 太陽光発電事業 (Minbu Magwe Region)

ミンブは現在進行中の 220MW DC (170MW AC)の太陽光発電事業である。マグウェ地域には 2,000 rai (約 320 ヘクタール)以上の土地において、約 60 万枚のパネルが設置され、年間総発電能力は約 302 million kWh/年となる。この発電事業が行われている場所は、ナショナルグリッドに近く、約 2 キロにおよぶ小規模の送電線設備も併設されている。この土地は、遊休閒土地 (Vacant, Fallow and Virgin Land) に区分されており、中央政府を通して入手されている。

プロジェクトが最初に提案されたとき、整備コストは約 3.5 億ドルとして見積もられていた。しかし、2019 年の IR 資料では、プロジェクト費用は 2.9 億ドルで評価されていることが報告されている。ソーラーパネルの価格の下落と、タイバーツの価格が高騰によって、プロジェクトコストが算定コストの低減の要因であるとされている。

プロジェクトは 4 つのフェーズで構成されている。当初の計画では、フェーズ 1 は 2016 年 3 月 20 日の PPA 署名から 480 日後に完了し、フェーズ 2～4 は前フェーズの商業運転日(COD)から 360 日後に完了する見込みであった。しかし、実際にはプロジェクトは、輸送インフラの整備が不十分であったため物資の移動が困難となったこと、また、雨季も重なっていたことで、プロジェクトは遅延しており、フェーズ 1 の実際の目標完成日は 2019 年 9 月 27 日となった。

最新情報（2019 年末時点）における、各フェーズの実施時期の見直しは以下のとおりである。

表 2-21 Minbu太陽光発電事業のフェーズ別の事業規模

フェーズ	容量	原価(百万米ドル)	着工	完成日
フェーズ 1	DC 50MW	77	Q4 2018	Q3 2019
フェーズ 2	DC 50MW	64	Q3 2020	Q2 2021
フェーズ 3	DC 50MW	63	Q2 2021	Q3 2022
フェーズ 4	DC 70MW	87	Q2 2021	Q3 2022

出典：調査団作成

プロジェクトに関する IR 報告書によると、フェーズ 1 は、2019 年 6 月に完成し、16 万枚のパネル（総額 28 百万ドル）が設置されている。

この事業に関して、EPC 事業は、タイの Vintage Engineering 社で、土木工事、エンジニアリングシステム工事、機械据付および同施設に使用される装置および工具（太陽電池パネルを含む）の試運転調達に関する EPC 契約を結んでいる。また、中国の Triumph International Engineering 社が O&M 事業者として特定されており、報道によると O&M 費用は年間 2 百万ドル（英国の小売価格指数に基づいて 5 年ごとに増加）とされている。

表 2-22 事業のタイムライン

日付	活動
2014 年 10 月	プロジェクトに関する合意書（MOA）締結
2015 年	米国に拠点を置く Black & Veatch は、プロジェクトの設計およびコンサルタントサービスに選ばれた。（同社は以前、タイの Lopburi で 55MW 太陽光発電所を含むプロジェクトの実績がある）
2016 年 1 月	発電対象のエリアの土地取得等が完了した（地元紙報道）
2016 年 3 月	PPA の署名（NLD が就任する直前に、USDP の政府が結んだ 5 つ契約のうちの 1 つである）
2016 年 7 月	MoU と MoA がプロジェクトに署名されたが、MIC の承認は環境・社会影響評価の審査のために保留

2016 年 8 月	中国の Triumph International Engineering が O&M 業者として特定
2017 年 3 月	MIC 投資承認が事業に対して降りる
2017 年	太陽光パネルがプロジェクトサイトに順次設置される
2018 年 5 月	タイの Scan Inter 社がプロジェクトの親会社を買収し、30%の出資比率でプロジェクト最大の株主になると発表
2019 年 9 月 27 日	フェーズ 1 の公式商業運転日
2020 年 9 月	COVID-19 が他の事業ラインに与える影響を踏まえ、2020 年第 2 四半期の経営陣の議論と分析における戦略転換を詳述した上で、自然エネルギーに焦点を当てると発表した。
2020 年 11 月	同社は、ミャンマーゴブが承認したと仮定して、2021 年に完成する Minbu 太陽光発電所のフェーズ 2 の建設を進めるという承認を 8 月に受けた。また、同社は今年のミンブソーラープラントのシェア利益を拡大したと発表し、2019 年第 3 四半期の EBITDA 利益率を 14.5%から 23%に引き上げた。

出典：調査団作成

② タニンダーリ州における太陽光発電事業

ダウエー、メイにおける最新の発電事業としては以下のプロジェクトがある。

表 2-23 ダウエー、メイにおける最新の発電事業

地域	会社名	所在地	設備構成	発電容量	供給先・目的	将来の事業計画
ダウエー Dawei	Petro & Trans Co., Ltd	Kanbauk	LNG & 11kV	16 MW	Dawei 地域/住宅・商業用	25MVA まで拡大
	Pho Thee Cho Electric Services Co., Ltd	Pa Lout City & Pu Law City	ディーゼル、11kV	2 MW & 4MW	Pa Lout & Pu Law City area / 住居 & 商業用途	3 MVA & 6 MVA まで拡大
メイ Myeik	Petro & Trans Co., Ltd	Kanthaya	ディーゼル& 11kV	12MW	Myeik 地区/住宅・商業用	15MVA まで拡大
	Pyi Phyo Tun Int'l Co., Ltd	Pahtaw Pahtet Island	ディーゼル&ソーラー、11kV	ディーゼル 3MW & 太陽 250kW	Pahtaw Pahtet Island 地域/住宅・商業用	5MVA まで拡大

出典：調査団作成

③ 村落における電化事業

タインダーリ州の南部に位置するKhamaukgyi村では、民間企業主導の複合発電事業として10MW規模の発電事業が進められている。

表 2-24 Khamaukgyi村発電事業

詳細	民間企業主導の複合発電事業。6 タイバーツ/台の合意購入価格
所在地	Khamaukgyi 村、Tanintharyi 地域
タイプ	太陽-ディーゼル-ガソリンハイブリッドシステム
所有者	クリーンシーグループ
タイプ	2018 年 10 月 - MoU は Tanintharyi 地方政府と署名。 2018 年 12 月 - 施設に対する MIC の承認を受けた。
運営	クリーンシーグループ
ステータス	2018 年 10 月 - MoU は Tanintharyi 地方政府と署名。 2018 年 12 月 - 施設に対する総務省の承認を受けた。
コスト	2.3 百万ドル(Ks5.9 億円)
発表	2018
設備容量	10MW
予定完了日	2019 年後半

出典：調査団作成

④ 国家電化事業（NEP）のもとで推進されるタインダーリ州等における太陽光発電によるミニグリッド計画

「National Electrification Project (NEP)」によると、現地の開発者である Innovative Energy 社と Techno Hill Engineering 社は、3 つの新しいソーラー・ミニグリッドを導入する計画についてミャンマー地方開発局（DRD）と合意した。2020 年 12 月 24 日にネピドーで開催された式典で、下記のプロジェクの実施が発表された。

- Magway地域 Pauk Township : Thet Kei Kyin村とKaing Ma村において120 kWp の太陽光発電事業
- Tanintharyi地域 Kyunsu Township: : Kyauk Kone村において 92 kWp の太陽光発電事業
- Tanintharyi地域 Kyunsu Township: : Shaw Taw Maw村において92 kWp の太陽光発電事業

これらプロジェクトは、国家電化事業（National Electrification Project, NEP）のオフグリッド構成要素の下で実施される。事業のための資金の約 60%は DRD が拠出し、企業および関連村落コミュニティがそれぞれ残りの 40%を負担する。

NEP はミャンマーにおける電力アクセスを増加させるためのイニシアティブであり、その一部は世界銀行が主導している。主な目標は国の送電網を拡張することであり、独立分散型の電力供給事業についても資金面で 2 番目に大きな構成要素として位置付けられている。

請負業者である Innovative Energy は 2019 年 2 月に DICA に 3 名の取締役で登録された会社であるが、その他の情報はほとんど非公開である。Techno Hill Engineering 社は、現地企業であり、NEP について活発な活動を展開している事業者である。同社は電力・電気機器、UPS、発電機、変圧器を供給・設置しており、また、エネルギープロジェクトに関する物流・プロジェクト管理サービスも提供している。

3. 相手国関係者のニーズの把握および分析

3.1 ミャンマー国政府

3.1.1 プロジェクトに対するニーズ

ミャンマーでは、他の国のように石炭、再生可能エネルギーを含む電源の多様化が進んでいないが、地方におけるエネルギー供給のリダンダンシーの確保の必要性や、昨今の脱炭素に向けた世界的潮流等を踏まえると、今後重要な政策課題である。これに関しては、以下に述べるような課題が存在する。

水力発電所は乾期には水不足で、発電可能な容量が設計された設備容量の半分以上に低下してしまうという問題点のほか、特に環境社会に関して少数民族や生態系の影響などの懸念から、各種調整や許認可の取得まで長い年月を必要とすることが多い。

火力発電所では老朽化による出力低下と、国内の発電所に配分されるガス量の不足により、これも設備容量に対して、実際の発電可能出力が大幅に低下している。さらに、送配電システムの整備も遅れており、周波数や電圧の不安定、高い送配電ロスなど、電力の流通が効率的安定的に行われていない

太陽光などの再生可能エネルギーは、自然条件の変動に左右されることなどから、未だ主要電源としての位置づけはできず、電力マスタープランにおいては 2030 年時点で 10%程度の導入を目標として、電源開発計画に組み込んでいる。

また、ミャンマーの国家計画として、2030 年までの地方電化を実現するという目標があるが、その実現可能性については懐疑的である。2030 年 100%の電化目標は、計画の実施状況を鑑みると、実現が困難であるという見方がある。また、基幹送電網の延伸では、都市部や工業地帯などとくらべて、辺境部における農村が置き去りにされている傾向がある。このような視点から、ミニグリッドやオフグリッドなどの分散電源の開発が、ドナーサイドからも提供されている状況である。

3.1.2 ニーズ分析結果

トリプルハイブリッドは、再生可能エネルギーを活用した分散型電源による安定的且つ高品質な電力供給システムであり、太陽光発電の端緒である安定供給や変動などにも対応するシステムである。

一方では、ミャンマーは後発利益（リープフロッグ）の享受により、今後再生可能エネルギーによる分散型電源の整備が進む可能性もある。従前は、石炭火力の増強と基幹送電網の延伸と、ディーゼル発電により地方電化が計画されていたが、昨今の太陽光発電のコスト低減を鑑みると、例えば、太陽光や水力の組み合わせを天然ガスによりバックアップするエネルギーミックスなどの成立も考え得る。特に、トリプルハイブリッドシステムが技術的、および事業的にも成立しうることが確認されれば、他の地方や辺境部等において展開される可能性も考えられる。

3.2 タンダーリ州政府

3.2.1 プロジェクトに対するニーズ

前述の通り、タンダーリ州は全国的にみても最も電化が遅れている地域であり、信頼性の高い電力を安定的に供給できるようにすることは州政府にとって喫緊の課題となっている。タンダーリ州政府が掲げる地域総合計画である Resilient Community Development Project (RCDP)において、持続可能な経済開発の地域としての具体方針の一つに、「グリーンで持続可能な成長」という柱を据えている。また、RCDP の全体産業開発ビジョンにおいて、産業開発課題の中でも短期的に取り組むべき課題として、「民間主導の産業開発や新たな電力発電プラントの整備」などを挙げている。

現在タンダーリ州はナショナルグリッド（230kV）に接続しておらず、民間電力会社がガスやディーゼルで発電して電力供給を行っているため、電力料金は他州と比べて高い水準にある。高い料金が障害となって地元企業はビジネスを展開・拡大できない状況にあり、その結果として地域における雇用機会が創出されず、隣国タイや他州への労働力の流出につながっている。このような状況下、タンダーリ州政府は電力料金を安くすることに注力している。州政府と5年間の契約を交わして現在ダウエー市及びメイ市に電気を供給している Petro & Trans 社に対しても、電気料金を安くするように要望している。

ダウエー市については、Kanbouk ガス発電所との間は既にグリッドで結ばれており、ナショナルグリッドとも2023年に接続される予定である。一方でメイ市は、ダウエー市より約200km南に位置するためナショナルグリッドとの接続には更なる時間とコストが必要となる状況である。また、Petro & Trans 社はディーゼル発電を行っているが、ディーゼルをタイから輸入していることもあり時期、季節、為替レートによって価格変動が大きく、3ヶ月に一回電力料金の見直しを行っている。

特に、タンダーリ州最大の経済都市であるメイ市には、水産業をはじめとする地場産業が立地しており、電力料金の値下げによって地元企業の事業拡大や設備投資が進めば、産業発展や雇用創出による住民の生活水準向上につながることを期待できるため、州内においても州政府が特に重要視している地域であると言える。

3.2.2 ニーズ分析結果

ナショナルグリッドへの接続までには時間とコストがかかることから、当面の間は民間の電力会社からの電力供給に頼らざるを得ない状況である。州政府のニーズとしては、現行よりも安い電力を安定的に確保することが一番の関心事である。よって、THBを導入して現行料金よりも安い電力を提供することができれば、現地政府のニーズとも合致すると考えられる。

THBは、再生可能エネルギーを活用した分散型電源による安定的且つ高品質な電力供給システムである。太陽光発電は、現行のディーゼルのように燃料費の価格変動の影響を受けることなく安定的に電力を供給することが可能であり、また低炭素社会を実現できる点についてもタニンダーリ州の地域総合計画に合致している。

また、個々の地元民間企業についても、現行の料金よりも安い電力が確保できるのであれば自社で購入して事業に使用したいというニーズが複数社から確認されている。さらに、ダウエー市内、メイ市内及び Pahtaw Pahtet 島には太陽光発電に必要な用地を確保することは難しくない状況であるため、用地取得が THB の導入の障壁となる可能性は低い。

3.3 DSEZ およびダウエー周辺地域

3.3.1 事業対するニーズ

ダウエー地区にはナショナルグリッドの整備計画があり、ダウエー地方政府へのインタビューによると、2023年までにダウエー地域に向けて整備が行われる予定である。一方で工業団地の開発計画も進められており、広範囲にわたる開発に伴い、工業系企業がダウエー地区に集中することにより、電力需要の増加が見込まれる。

開発計画がある主要な工業団地は下記のとおりである。

表 3-1 開発計画がある主要な工業団地

開発地域名称	開発エリア面積
Dawei Sepcial Economic Zone	20,450ha
Mae Tha Mee Khee Industrial Estate	2,020ha
Dawei Industrial Estate	2,700ha

出典：調査団作成

2018年には「Myanmar Sustainable Development Plan」が策定され、今後増加が予想される電力需要に対しては、低炭素社会の実現に資する再生可能エネルギーの導入や、安定的な電力供給に資する電力系統の二重化が必須であり、太陽光発電を主軸とし、安定的に電力を供給できるトリプルハイブリッドシステムに対する潜在ニーズは高いと考えられる。

しかしながら、開発を進めてきたディベロッパーである ITD 社が 2020 年末に撤退し、工業団地の開発計画が中断した。本現状を鑑みると、潜在ニーズが高いものの、数年内の導入実現は困難な状況にある。

3.3.2 ニーズ分析結果

導入実現に向けた懸念が残るものの、ダウエーあるいはダウエー近郊の工業団地には、今後大きな電力需要が見込まれる。5章以降の検討は、将来の工場向けの発電需要を見越し、市内発電業者向けに、トリプルハイブリットシステム（5MW 相当）を導入することを想定して計画する。5MW のトリプルハイブリッドシステムを導入する条件にて概略検討を実施する。

3.4 メイ周辺地域

3.4.1 事業に対するニーズ

メイ地区においては、数名のカウンターパートとコンタクトをとっており、中でも Pahtaw Pahtet Island の水産加工業者からは、前向きなニーズがあることが明らかとなっている。

当該業者では、現在工場で約 5MW の電力を使用しており、ディーゼル発電で賄っているが、5 年から 10 年以内に発電容量を最大 10MW まで拡張する計画がある。島に太陽光パネルを設置するだけの十分な土地もあり、現在稼働中のディーゼル発電によるコストとの兼ね合い次第で、導入への関心が高い。

一方で、沿岸部の Industrial Zone は、追加の開発計画が無いこと、Economic Zone は開発案件の進捗が大きく遅れており当面は産業や住宅の開発が見込まれないことから、これら地域は現状以上の電力需要が見込めず、トリプルハイブリッドシステム導入の機運が高まるにはもうしばらく時間を要すると思われる。

3.4.2 ニーズ分析結果

聞き取り調査の結果、メイ地区においては島嶼部の水産加工業者が、今後の電力需要の拡張計画もあることから、導入の確度が高い。ただしコストとの兼ね合いもあることから、拡張計画の一部にトリプルハイブリッドシステムを導入し、質の良い電力を安定的に供給することを狙いとし、1MW のトリプルハイブリッドシステムを導入する条件にて概略検討を実施する。

4. 事業実施方針の策定

4.1 事業規模の想定およびカウンターパート選定基準

本調査で提案するトリプルハイブリッド発電システムの適正規模は 1~10MW 程度である。

調査のカウンターパートは、提案する規模のニーズの合致や一定の基準がクリアできる企業を選定する方針とする。

カウンターパート選定の基準を以下に示す。

1. 再エネ導入の必要性和そのメリットに対する認識を共有できる
現地において燃料価格が安価であるため、直近の売電単価も安価となっているが、ディーゼル発電に苦慮している企業があれば、カウンターパート候補として検討する。さらに、下記の組み合わせによる対応により再エネ導入のメリットについて理解が得られる企業が望ましい。
2. ディーゼル発電から再エネ発電への転換を希望する
現状、「売電価格が安くなるなら～」というのが、現地の生の声ではあるものの、再エネを導入促進が世界的な施策として進められていることも無視できない。 このような環境に配慮した発電システムへの転換への理解を有しディーゼル発電から再エネ発電導入の希望がある企業は候補になり得る。
3. トリプルハイブリッドシステム導入による電力の安定とメリットが共有できる
トリプルハイブリッドシステム導入により、太陽光発電のデメリットである天候や時間帯による供給量の不確実性/不安定性が解消される。 例えば、「工場」であれば、安定電源により製品供給量が上がれば、収入も増えることから、売電単価の増分と合わせた事業の採算性の確保が可能である。また、病院や行政の施設のように、電力供給を止めてはいけな施設も対象とすることができる。 このように電力の安定と総合的なメリットに対する理解の認識を共有できるユーザは候補になり得る。
4. 製品の現状に見合った需要規模である
EBLOXは太陽光、バッテリー、エンジンから構成されるシステムで、工業団地の成長に合わせて拡張が可能なシステムである。日本での試験・検証設備を経て、東南アジアや島嶼国、更にはアフリカなどの無電化地域をマーケットとして考えており、ミャンマーもその一つである。 最大でも 10MW クラスでパイロットプロジェクトとして事業を行い、将来的には横展開を目指す。
5. 企業の事業分野
ローカルの電力事業に精通し、工業団地に関与している企業は、テナントを呼び込む際の付加価値になり得るためカウンターパートに適していると考ええる。 また、今後の導入促進における横展開も期待できるため、複数の案件を抱える企業が望ましい。

4.2 現地ヒアリング結果

現地においてヒアリングを実施し、現地状況およびカウンターパート候補の関心について把握をした。

ダウエーおよびメイの一体地域では、電力事業者である「Petro & Trans 社」、メイの市街地付近では市街地の目前に浮かぶ「Pahtaw Pahtet 島の事業主」および電力事業者である「Petro & Trans 社」を有力カウンターパート候補として挙げられる。

表 4-1 ダウエー：ヒアリング内容

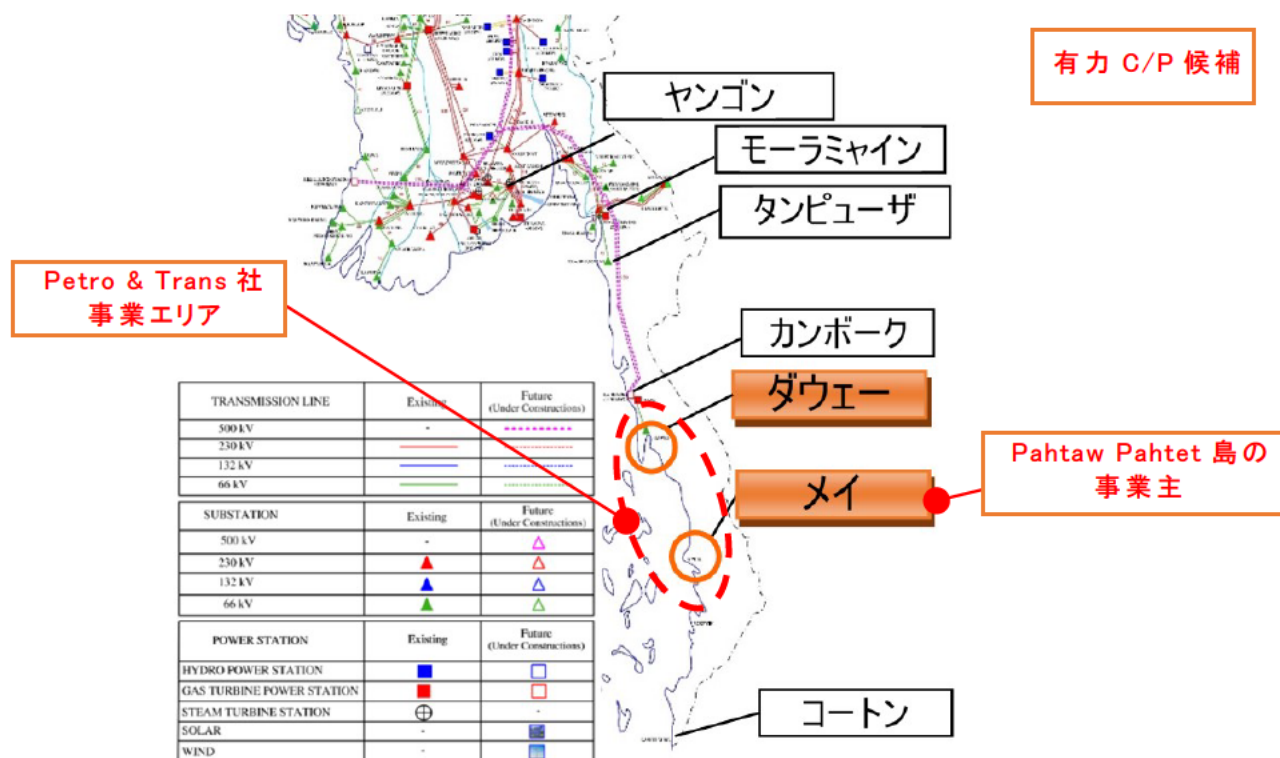
A., b. ITD 社	c. Petro & Trans
● 2021 年 11 月頃からタイ～ダウエー間の道路建設がスタートする。工事期間は 3 年間を要する。 ● DSEZ 内の事業については、まだ進展がなく道路建設期間中に多くの企業を誘致する。 ● DESZ 内のガス発電（初期 1MW、最終 26MW）の計画は今でも活きている。 ● DSEX 内建設用の電力は特に新たな発電所を整備する必要はない。 ● 太陽光パネル設置の用地は十分にある。特に貯水池上のフローティング式は土地の有効活用が出来るので良いと思われる。 ● 電力網については、ADB の支援よりモーラミンからダウエーまで 230kV の高圧線の整備が進められている。（今年 3 月に入札を実施）	● Petro & Trans 社は 2020 年月 1 日からタニンダーリ地域のダウエイ地区への電力供給を開始した。 ● また、2020 年 7 月 19 日からメイ地区への電力供給を開始した。 ● タニンダーリ州政府より同社へ、ダウエイ県の電気料金を kWh あたり 210 MML に引き下げるよう要請があり、この前後の金額で供給している。 ● 将来計画として、8MW の需要が見込まれている。 ● 現在、発電はガスジェネレーターを用いた発電を行っている。 ● 安定した電力供給、再生可能エネルギーには関心がある。水力発電が最も効率的と考えているが、太陽光も代替として考えられ、特に日中の電力には活用でいると思う。

表 4-2 メイ:ヒアリング内容

a. Pyi Phyo Tun Int'l Co., Ltd	b. Myeik Public Corporation (MPC)	c. Myeik Future Development Public Co., Ltd (MFD)
● 島内に工場のための5MWディーゼル発電を実施中。 ● 発電施設一式の初期投資は4,000MMK程度(約3.2億円)。 ● 5~10年で10MWまで増やしたいと考えている。 ● 現在の運営費用は、250 MMK/KWh (約20円/KWh)程度。 ● THBに十分な用地を適用可能であり興味がある。 ● 電力料金を180~200 MMK/KWhまで下げれたら使いたい。	● Petro & Trans社が政府との契約でメイ市内に過去5年間電力供給を行ってきた。 ● 料金は292 MMK/kWh (約20円/KWh) と前のサプライヤーは420 MMK/kWh (約34円/KWh) に比べ減少した。 ● Petro & Trans社は発電・供給をメイ市と5年間のコンセッション契約を締結した。 ● THBシステム導入により電気料金が安価になるなら有効である。 ● Kyunsu Township (離島の島) では KMPI Consortium (緬・韓・中・独・米企業) が610MW LNG 発電所を計画を進めているが、現地と電力価格等など揉めており現在は進捗していない。	● 現在、Myeik Economic Zone(MEZ) は土地の補償により揉めており、事業が停止しており、再開の見込みがたっていない状況である。 ● メイ市内はPetro & Trans社は電力供給を行っている。 ● メイ市民は、180~210MMK/kWh(約14円~17円程度)の電力料金に出来る供給者を望んでいる。自身としても現在の価格より安くなれば自社で購入したいと思う。

<調査対象地域の主要事業者概要>

	Company's name	Location of plant	Generation method	Generation capacity	Supply destination/purpose	Future business plan	Remarks
Dawei District	Petro & Trans Co., Ltd	Kanbauk	LNG & 11kV	16 MVA	Dawei area / Residential and Commercial use	Expend up to 25MVA	
	Pho Thee Cho Electric Services Co., Ltd	Pa Lout City & Pu Law City	Diesel & 11kV	2 MVA & 4MVA	Pa Lout & Pu Law City area / Residential and Commercial use	Expend up to 3 MVA & 6 MVA	
Myeik District	Petro & Trans Co., Ltd	Kanthaya	Diesel & 11kV	12MVA	Myeik area / Residential and Commercial use	Expend up to 15MVA	
	Pyi Phyo Tun Int'l Co., Ltd	Pahtaw Pahtet Island	Diesel & Solar and 11kV	Diesel 3MVA & Solar 250kW	Pahtaw Pahtet Island area / Residential and Commercial use	Expend up to 5MVA	



出典：MOEE 資料をもとに調査団作成

図 4-1 有 力 な カ ウ ン ター パ ー ト 候 補

4.3 事業実施方針（ダウエー）

現地ヒアリングにより、現地では Petro&Trans 社がダウエー市街地への発電・電力供給を行っていることが明らかとなった。同社は、今後も発電量を増やし、事業拡大を考えていることから、有力カウンターパート候補として想定する。

なお、ダウエーSEZ については、ITD 社をカウンターパート候補として想定していたが、2020 年 12 月 30 日にミャンマー当局が「度重なる（計画の）遅延や財務的な不履行があり、国家的に重要な事業を進められると確信できない」との理由からダウエーSEZ の開発権を持つタイの ITD 社に対して契約終了通知されており、先行きが不透明であることから本調査においては対象外とした。

4.4 事業実施方針（メイ）

現地ヒアリングにより、現地では Petro&Trans 社がダウエー市街地への発電・電力供給を行っていることが明らかとなった。ダウエーと同様に同社は、今後も発電量を増やし、事業拡大を考えていることから、有力カウンターパート候補として想定する。

また、Pahtaw Pahtet 島の事業者である Pyi Phyo Tun Int'l Co., Ltd 島内の養殖産業が盛んで、多くの冷蔵・冷凍設備が必要であること、本システムへの高い関心を示していることから有力カウンターパート候補として想定する。

5. 提案システムの検討

5.1 提案システムの概要

非電化エリアまたは、系統電力が不安定なエリアに再生可能エネルギーを主体としたトリプルハイブリット発電システムの導入を検討する。

トリプルハイブリット発電システムは、太陽光発電、蓄電池、ガス／ディーゼルエンジンを組み合わせた機器構成となっており、太陽光発電で生成された変動が大きい電力の内、微小変動を蓄電池で、比較的大きい変動をガス／ディーゼルエンジンで補償し、安定した電力を継続して出力可能なシステムである。

このシステムでは、独自開発の制御システム「COORDY」が、太陽光発電を最大限に活用しつつ、蓄電池及びガス／ディーゼルエンジンを制御することにより、安定した電力供給を実現する。そして、「COORDY」を組み込んだトリプルハイブリッド発電システム「EBLOX」が、自社工場内で2018年7月より実証運転を開始している。

標準的な機器構成を以下に示す。

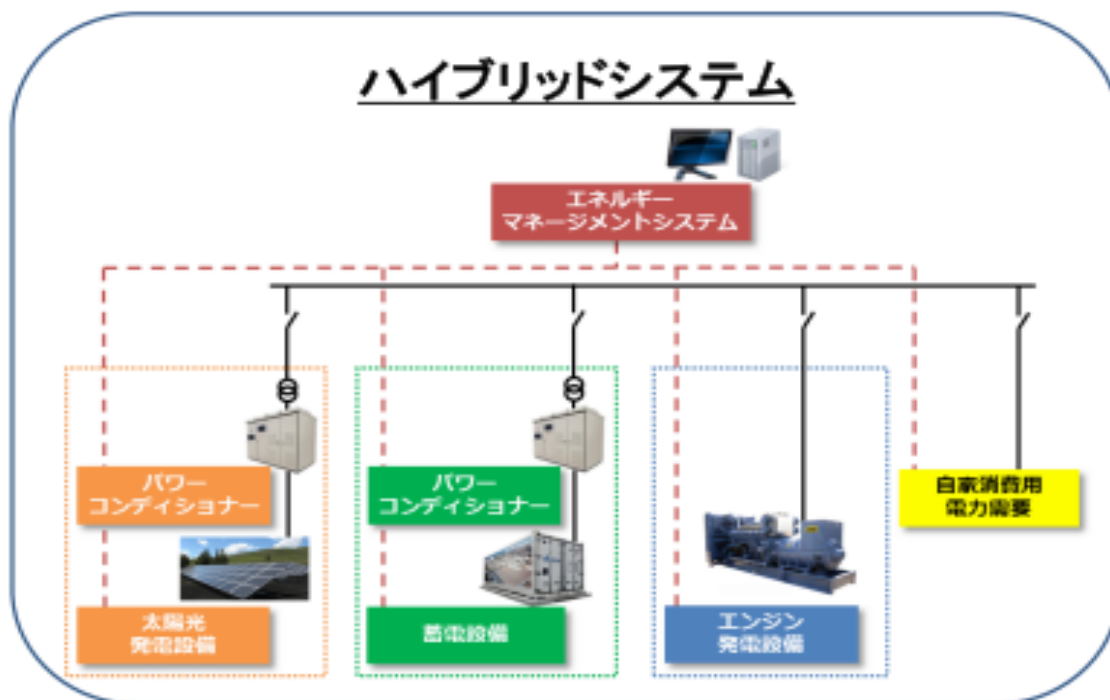


図 5-1 トリプルハイブリッド発電システム

5.2 プロジェクト概略設計

5.2.1 ダウエーSEZ

1) 電力供給計画

1) - ① 導入候補地の比較

ダウエー地域についての発電設備立地候補としては、(a)ダウエーSEZ 内（初期開発事業エリア外）、(b)ダウエーSEZ 内（初期開発事業エリア内）、(c)ダウエーSEZ 外（DSEZ 近傍）が挙げられる。DSEZ 内のカウンターパートとしては ITD 社を想定していたが前述の通り契約終了通知がされており先行きが不透明な状況である。

(a) ダウエーSEZ 内（初期開発事業エリア外）

本エリアについては、沿岸地域にあたるため、将来的には海路からの燃料確保し、燃料の輸送コスト等を抑えられる可能性がある他、将来的な需要についてはポテンシャルが高い。一方で、DSEZ 内の発電所は SEZ 内のみの売電となり、開発が滞っている現在、短期的な需要の見通しが立ちにくい。発電所建設のための土地利用については、本エリアの具体的な土地利用が定まっていないため、DSEZMC との協議が必要である。

(b) ダウエーSEZ 内（初期開発事業エリア内）

(a)と同様に将来的な需要についてはポテンシャルが高い一方で、DSEZ 内の発電所は SEZ 内のみの売電となり、開発が滞っている現在、短期的な需要の見通しが立ちにくい地域である。

(c) ダウエーSEZ 外（DSEZ 近傍）

本エリアにはダウエー市内から 11kV の送電線が伸びており、地域グリッドへの接続が可能であり、ダウエーSEZ 周辺地域に限らず、ダウエー市内への売電も考えられる。SEZ からは外れているため、制約も少ない。許認可についてはタニンダーリ州政府となる。

カウンターパートとしては、ダウエー地域の発電・配電を行っている P&T 社が候補として有力である。



出典:ITD 社資料をもとに調査団作成 ※図中 (a) ~ (c) は発電所立地候補地を表す。

図 5-2 ダウエー対象地区

1) - ② 発電設備容量の検討

ダウエー地域については、前述したように、33/11kV の変電所 (Thayet chaung, loun Long) および Myitta への 33kV の給電線の敷設が進んでおり、33/11kV の変電所を建設する計画がある。DSEZ は loun Long 変電所の給電線が敷設される範囲であり、ガス発電設備は当初 1MW のものが整備され、将来的に 26MW のものが整備される計画である。このガス発電設備は、DSEZ の沿岸地域に整備される計画もあり、海外から燃料を受け入れるため、ガス供給設備も期待される。また、このガス発電設備の設備容量でダウエーSEZ 内の建設用の電力は十分に賄える。

一方、DSEZ の開発自体は工業団地への企業誘致を行っている段階であるため、将来的な需要についてはポテンシャルを有しているものの、発電設備の整備と需要の関係としては地域開発に左右される。

ミャンマーにおいて民間事業者が事業を行っている発電所では、数百 kW ~ 1MW 級発電機を需要変動に対応させて複数台導入するのが一般的である。将来的な計画上、DSEZ には 26MW 程度の発電設備の必要性があるため、最小で数百 MW ~ 最大で 26MW 程度までの発電設備容量が考えられる。

今回導入を検討する発電設備の容量は、ニーズ分析の結果も踏まえ、将来的な需要を見越しつつ 5MW 相当とし、DSEZ の開発状況 (需要増加) に合わせて段階的に発電所を増設または新設するという計画が適している。

2) 概略設計

2) - ① 発電所の設備容量

ダウエー市内発電業者向けに、トリプルハイブリットシステム（5MW 相当）を導入することを想定して計画する。

2) - ② 建設地検討

DSEZ 外（DSEZ 近傍）のエリアのダウエー市内発電業者向けの敷地内に 62,400m²(130m x 480m 程度：すべて新設ベース)の更地のスペースを準備してもらい、コンクリートペービングの上、その場所に工事作業性、メンテナンス性を考慮の上適宜設置する。

2) - ③ 構成機器及び設備

以下 3 つのパターンについて、事業収支を検討する。

C-1) すべての機器を導入の場合

機器主要構成は以下となる。

- ◇ 太陽光発電：5MW
- ◇ 蓄電池：2.5MWh(5MW x 30min)
- ◇ D/G エンジン発電機：5MW(1MW x 5pc)
- ◇ 制御装置:COORDY(x 2pc)

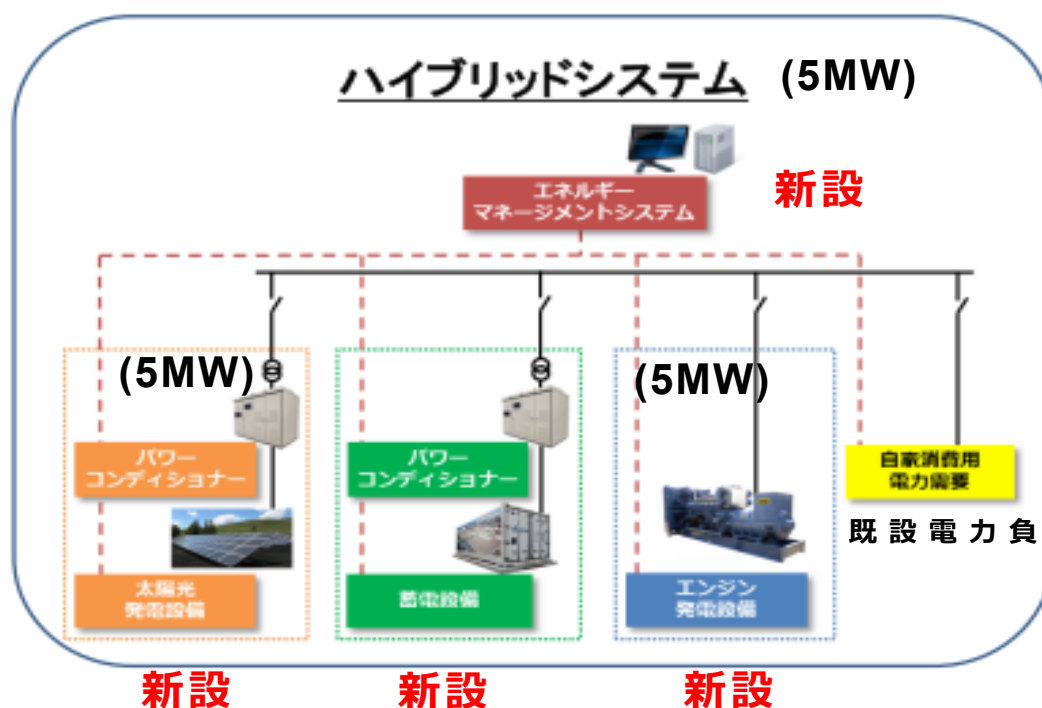


図 5-3 トリプルハイブリットシステム(ダウエー： ケース C-1)

C-2) 発電機は既設流用し、その他機器を新規導入の場合
機器主要構成は以下となる。

- ◇ 太陽光発電 : 5MW
- ◇ 蓄電池 : 2.5MWh(5MW x 30min)
- ◇ D/G エンジン発電機 : 5MW 相当 既設流用
- ◇ 制御装置:COORDY(x 2pc)

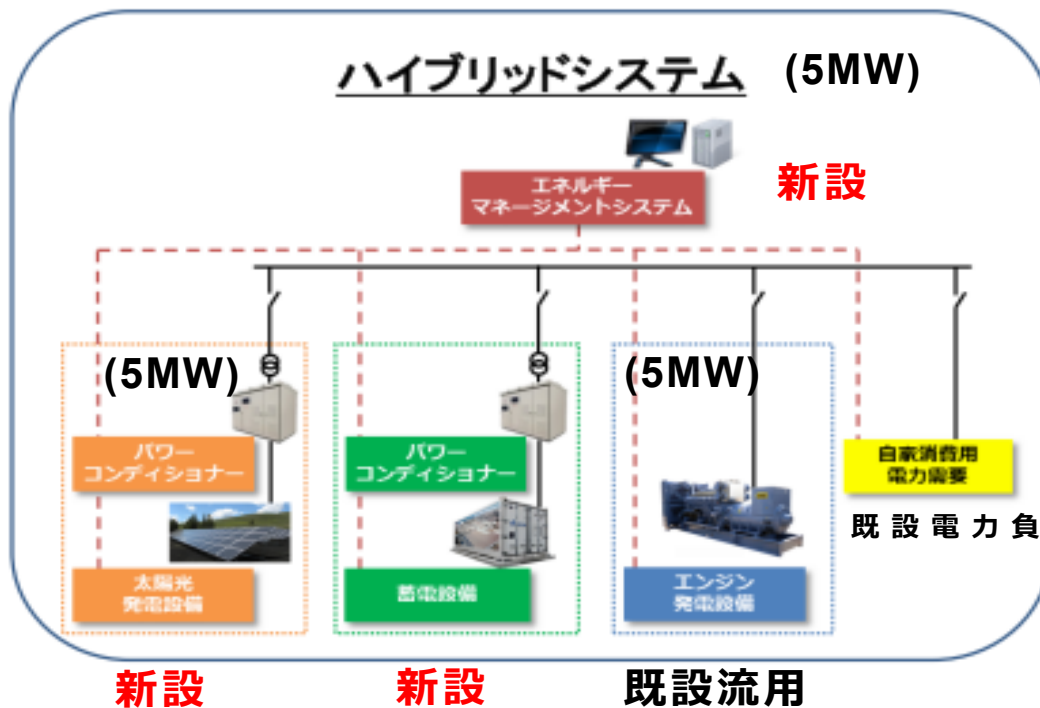


図 5-4 トリプルハイブリッドシステム(ダウエー: ケース C-2)

C-3) エンジン発電機、太陽光発電機、蓄電池を既設流用し、制御システムを新規導入の場合
機器主要構成は以下となる。

- ◇ 太陽光発電 : 5MW 既設流用
- ◇ 蓄電池 : 2.5MWh(5MW x 30min) 既設流用
- ◇ D/G エンジン発電機 : 5MW 相当 既設流用
- ◇ 制御装置 : COORDY(x 2pc)

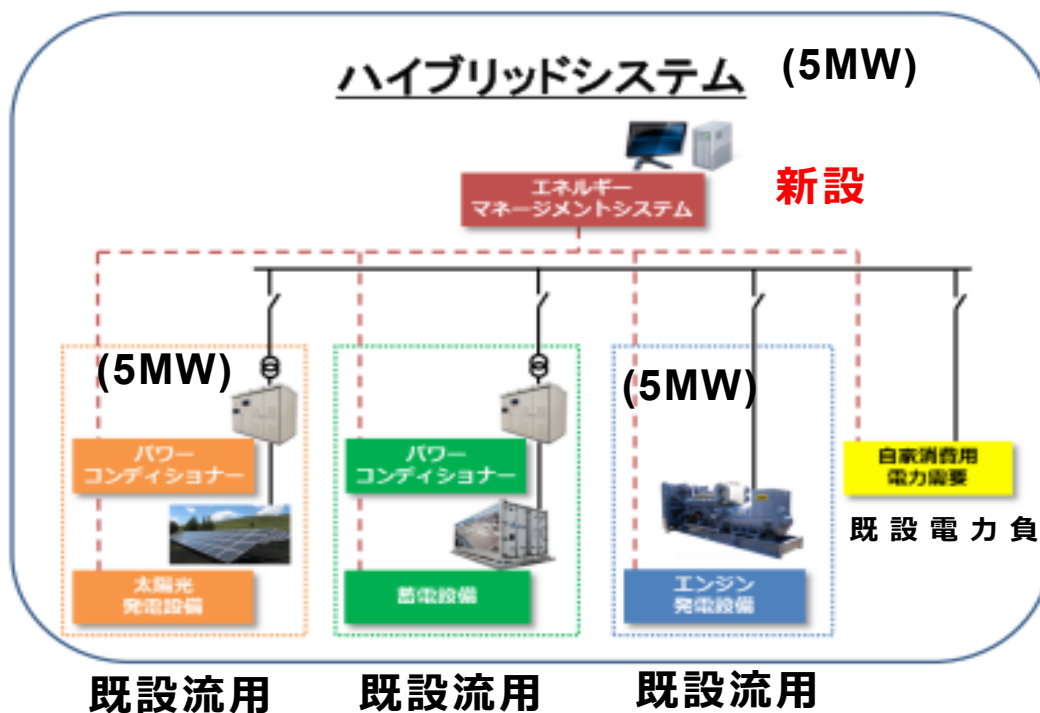


図 5-5 トリプルハイブリッドシステム(ダウエー: ケース C-3)

その他付帯設備については以下参照。

◇ パワーコンディショナー（太陽光用）

太陽光で発電した直流の電力を交流に変換し、グリッド側へ交流の電力を供給するもの。
屋外型を採用する。

◇ パワーコンディショナー（蓄電池用）

グリッドの交流電力を直流に変換し、蓄電池へ充電する機能と蓄電池で放電した直流電力を交流に変換し、グリッドへ交流電力を供給する機能の両方を持っている。
屋外型を採用する。

◇ 6kV 高圧盤

パワーコンディショナーの 400V 低圧電力を 6kV に昇圧した後、この高圧盤に供給される。
または、エンジン発電機で供給される電力も同様に供給され、これら供給された電力が、既設電力負荷に合わせて供給される。これらの電力の需要、供給を司るのが高圧盤であり、電圧・周波数の変動及び同期検定及び電気事故での遮断機能を併せ持っている。

◇ 400/220V 低圧盤

各機器への制御電源及び、付帯設備（防消火機器、排水ポンプ、照明、工事用電源等）の動力電源の分電盤として機能している。

その他、接地、避雷針、セキュリティー用のフェンス等が本案件の土木・電気工事の一部として必要となる。

3) 概算事業費の算出

3) - ① 初期費用の算出

初期費用として、設備工事費と納入先の土質調査および官庁申請手続き等の調査費用について検討した。

a - 1) 初期設備工事費

土木工事費、機器・機器据付工事費、予備費等に区分し、各費目の工事数量に工事単価を乗じて算出を行った。機器費は太陽光パネルおよび蓄電池は中国製、制御装置およびディーゼルエンジン発電機は日本製を採用するものとした。また工事単価については、ミャンマー国向けの工事であることを勘案し、物価水準および現地コントラクターやサプライヤーの技術水準や価格競争力、遂行能力を考慮した単価設定を行った。

上記の検討より算出した工事費を、5.2.1 2) - ③に述べたケースごとに以下に示す。

表 5-1 初期設備工事費：ケース：C-1

初期設備工事費			
土地造成費・土木費	100,000	千円	土質改良なし、全面コンクリートペーピング
エンジン発電設備費用： 材工	194,843	千円	D/G 1MW MHI-ET 製 補器類も含む 5 基
太陽光発電設備費用	630,000	千円	1MW 相当 中国製、PCS 5 基
蓄電池設備費用	312,125	千円	0.5MWh 相当（1MWx 30min）、中国製 5 基
EMS（COORDY）設備・受 配電設備費用	187,500	千円	配電盤は、所内電力及びグリッドへのつなぎ込みを含む
据付・工事費用	250,000	千円	電気工事（機器据付、配線、配管、接地 etc）
系統設備・工事費用		千円	受配電盤を含む
予備費	167,447	千円	土地購入費・造成費・設備費・工事費の 10%
建設期間中の保険料	16,745	千円	土地購入費・造成費・設備費・工事費の 1%

表 5-2 初期設備工事費：ケース：C-2

初期設備工事費			
土地造成費・土木費	100,000	千円	土質改良なし、全面コンクリートペービング
エンジン発電設備費用： 材工	0	千円	D/G 1MW MHI-ET 製 補器類も含む 5 基
太陽光発電設備費用	630,000	千円	1MW 相当 中国製、PCS 5 基
蓄電池設備費用	312,125	千円	0.5MWh 相当（1MWx 30min）、中国製 5 基
EMS（COORDY）設備・ 受配電設備費用	187,500	千円	配電盤は、所内電力及びグリッドへのつなぎ込みを含む
据付・工事費用	250,000	千円	電気工事（機器据付、配線、配管、接地 etc）
系統設備・工事費用		千円	受配電盤に含む
予備費	147,963	千円	土地購入費・造成費・設備費・工事費の 10%
建設期間中の保険料	14,796	千円	土地購入費・造成費・設備費・工事費の 1%

表 5-3 初期設備工事費：ケース：C-3

初期設備工事費			
土地造成費・土木費	50,000	千円	土質改良なし、全面コンクリートペービング
エンジン発電設備費用： 材工	0	千円	D/G 1MW MHI-ET 製 補器類も含む 5 基
太陽光発電設備費用	0	千円	1MW 相当 中国製、PCS 5 基
蓄電池設備費用	0	千円	0.5MWh 相当（1MWx 30min）、中国製 5 基
EMS（COORDY）設 備・受配電設備費用	187,500	千円	配電盤は、所内電力及びグリッドへのつなぎ込みを含む
据付・工事費用	250,000	千円	電気工事（機器据付、配線、配管、接地 etc）
系統設備・工事費用		千円	受配電盤に含む
予備費	48,750	千円	土地購入費・造成費・設備費・工事費の 10%
建設期間中の保険料	4,875	千円	土地購入費・造成費・設備費・工事費の 1%

a-2) 初期調査費

初期調査費として、導入先の土質調査、法規調査および官庁申請等に係る費用および許認可手数料を見積もることとした。必要費用を、5.2.12) - ③に述べたケースごとに以下に示す。

表 5-4 初期調査費：ケース：C-1

調査等に係る初期費用			
調査設計費用	92,933	千円	土質調査、現地法規調査、官庁申請など 総工費の 5%
その他費用	1,000	千円	SPC 設立費用、許認可手数料、コンサルフィーなど。

表 5-5 初期調査費：ケース：C-2

調査等に係る初期費用			
調査設計費用	82,119	千円	土質調査、現地法規調査、官庁申請など 総工費の 5%
その他費用	1,000	千円	SPC 設立費用、許認可手数料、コンサルフィーなど。

表 5-6 初期調査費：ケース：C-3

調査等に係る初期費用			
調査設計費用	27,056	千円	土質調査、現地法規調査、官庁申請など 総工費の 5%
その他費用	1,000	千円	SPC 設立費用、許認可手数料、コンサルフィーなど。

3) -② 運営、保守・メンテナンス費用の算出

運営は IPP 事業者が行うことを想定しているため、保守・メンテナンスに係る費用について検討した。保守要員の人件費、部品交換を要する予備品、土地賃借料、ディーゼルエンジンの燃料費等に分類し、表 5-7 運営、保守・メンテナンス費のとおり算定した。なお、人件費および土地の賃借料については、現地の物価を考慮した単価設定とした。

表 5-7 運営、保守・メンテナンス費

ランニングコスト			
人件費（SPC）	15,432	千円/年	SPC を設定するケースでのみ適用。日本側スポンサー企業 1 人（年 12 百万円）、現地スポンサー企業 1 人（1200 ドル/月）、現地スタッフ 4 人（350 ドル/月・人）を想定
人件費（保守要員）	24,684	千円/年	保守要員の人件費。一般ワーカー：350 ドル/月、管理職：1200 ドル/月
O&M 費用	18,587	千円/年	O&M 業者への委託費、警備費 設備の 1%程度
修繕費	10,000	千円/年	部品の交換を伴うもの+SV 費(D/G の定修含む)
土地賃借料	11,284	千円/年	SJ 調査より、188.37Kyat/m ² /月と設定。
保険料	13,245	千円/年	損害保険、設備の 1%程度
SPC の維持コスト（販管費）	4,620	千円/年	事務所費(100m ² , 35USD/m ² /月)、事務所の光熱費等、経理処理代
電気代	0	千円/年	
燃料費	265,882	千円/年	
撤去費用	0	千円（最終年に発生）	

5.2.2 メイ

1) 電力供給計画

1) - ① 導入候補地の比較

(a) Pahtaw Pahtet 島

メイ市街地の目の前の島である Pahtaw Pahtet 島では、Pyi Phyo Tun Int'l Co., Ltd が造船や養殖、水産加工業等を行っており、島内の工場利用を主としてディーゼルエンジン発電機による発電・配電を行っている。設備容量は 5MW 程度であり、5 年から 10 年以内に発電容量を最大 10MW まで拡張する計画がある。太陽光パネルを設置するだけの十分な土地もある。

Pahtaw Pahtet 島は一定の需要を見込め、発電設備の用地も確保でき、今後の拡張計画もあることからメリットが大きく導入に適している。

(b) メイ市南部海岸沿い

水産関連工場等が集積している場所であり、産業用電力需要が見込まれる地域の近傍エリアである。本地域はメイ地域グリッドの範囲内であり、P&T 社の配電範囲となっている。工場には自家発電により操業している工場もあり、メイの工業団地全域でみるとおよそ 20MW の需要があり、安定的で十分な需要を持った地域である。一方で、工場集積地であるため、太陽光発電用の土地確保に問題が残り、今後の追加開発計画がないため需要のポテンシャルは伸びにくいものと考えられる。

(c) メイ経済地域

Myeik Future Development Public Company が進める工業団地・住宅開発エリアであり、総面積は約 650 エーカー（約 260ha）である。本エリアの開発案件の進捗が大きく遅れており、当面は産業や住宅の開発が見込まれない。しかしながら、メイの地域グリッドは本地域まで伸びているため、市街地消費を想定した売電は可能である。発電設備のための土地確保については、開発元である Myeik Future Development Public Company と協議が必要である。

1) - ② 発電設備容量の検討

メイ地域では、前述したとおり、11kV の電力網が整備され、P&T 社により運営されている。メイ地域の発電所についても、ダウエー同様、数百～1MW クラスの発電機を需要変動に対応させて複数台導入している。

P&T によるとメイ地域全体の需要としては、現在 14MW 程度である。また、メイ地域の工場が独自に消費している電力はおよそ 20MW あり、トリプルハイブリッドの規模を考えると十分な需要がある。また、Pahtaw Pahtet 島においては、現在 5MW 程度の発電設備を稼働している中で、今後 5～10

年で 10MW まで拡張を計画している。

メイ市内であれば発電設備容量として数 MW～20MW 程度まで考えられるが、ニーズ分析も踏まえると、(b)(c)エリアは開発計画上、発展性が低く、現状以上の電力需要が見込みにくいこともあり、今後の電力需要の拡張計画上、導入の確度が高い Pahtaw Pahtet 島を想定した発電設備容量を設定する。

Pahtaw Pahtet 島の発電設備の拡張計画上では 10MW まで発電設備容量を許容できるが、ニーズ分析上、コストとの兼ね合いもあることから、拡張計画の一部にトリプルハイブリッドシステムを導入し、質の良い電力を安定的に供給することを狙いとし、発電設備容量を 1MW とする。

2) 概略設計

2) - ① 発電所の設備容量

メイ市内島嶼部の水産加工事業者向けに、トリプルハイブリットシステム（1MW 相当）を導入することを想定して計画する。

2) - ② 建設地検討

メイ市内の島嶼部の水産加工事業者向けの敷地内に 12,800m²(80m x 160m 程度：すべて新設)の更地のスペースを準備してもらい、コンクリートペービングの上、その場所に工事作業性、メンテナンス性を考慮の上適宜設置する。

2) - ③ 構成機器及び設備

以下 3 つのパターンについて、事業収支を検討する。

C-1) トリプルハイブリットシステム：1MW のすべての機器を導入の場合

機器主要構成は以下となる。

- ◇ 太陽光発電：1MW
- ◇ 蓄電池：0.5MWh(1MW x 30min)
- ◇ D/G エンジン発電機：1MW(1MW x 1pc)
- ◇ 制御装置:COORDY(x 1pc)

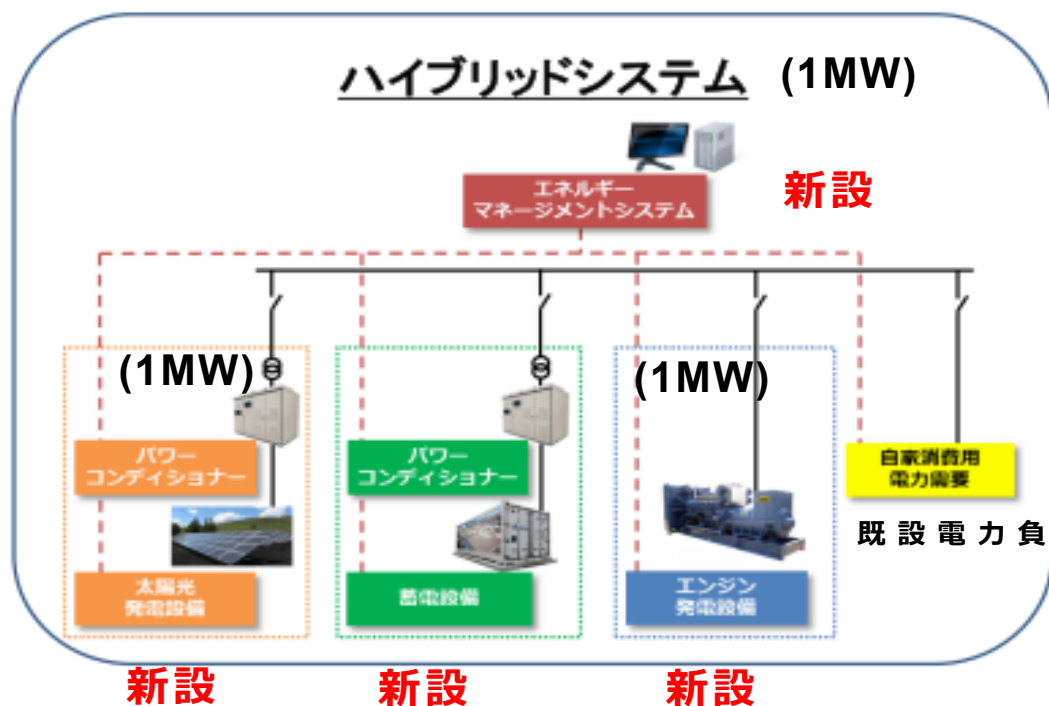


図 5-6 トリプルハイブリットシステム(メイ：ケース C-1)

C-2) 発電機は既設流用し、その他機器を新規導入の場合

機器主要構成は以下となる。

- ◇ 太陽光発電 : 1MW
- ◇ 蓄電池 : 0.5MWh(1MW x 30min)
- ◇ D/G エンジン発電機 : 1MW 相当 既設流用
- ◇ 制御装置:COORDY(x 1pc)

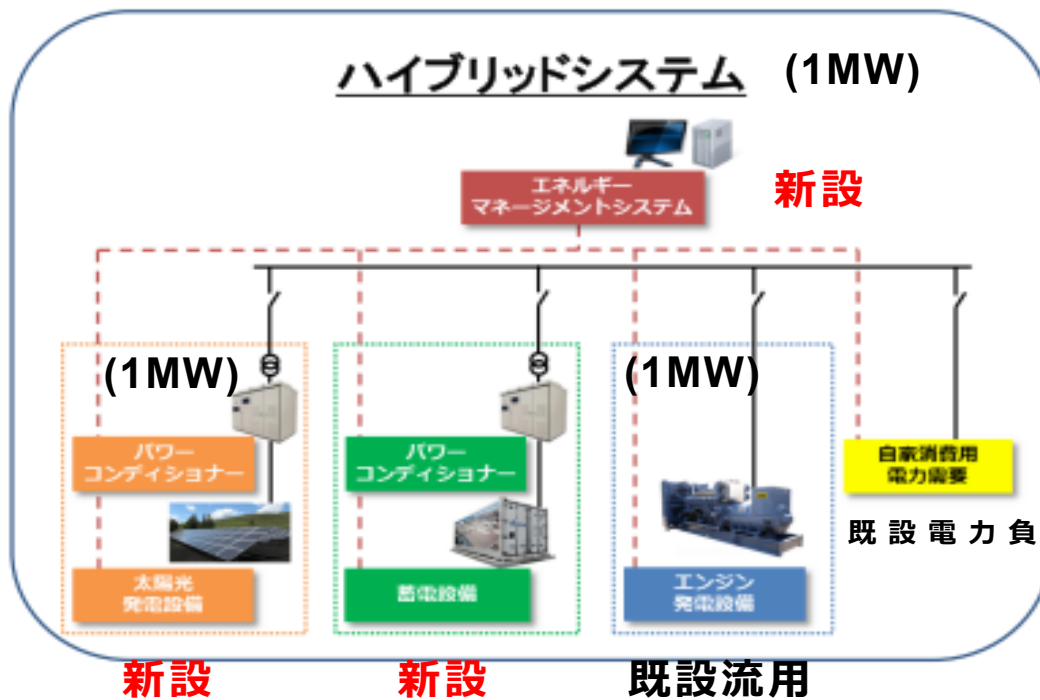


図 5-7 トリプルハイブリッドシステム(メイ: ケース C-2)

C-3) エンジン発電機、太陽光発電機、蓄電池を既設流用し、制御システムを新規導入の場合
機器主要構成は以下となる。

- ◇ 太陽光発電 : 1MW 既設流用
- ◇ 蓄電池 : 0.5MWh(1MW x 30min) 既設流用
- ◇ D/G エンジン発電機 : 1MW 相当 既設流用
- ◇ 制御装置 : COORDY(x 1pc)

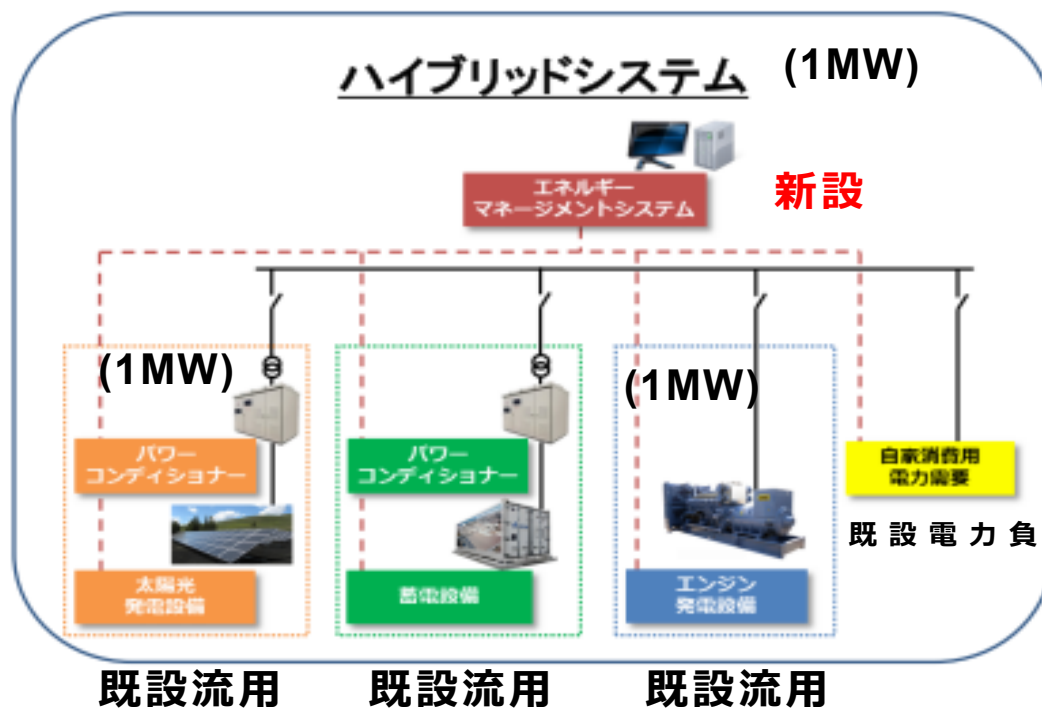


図 5-8 トリプルハイブリットシステム(メイ: ケース C-3)

その他付帯設備については以下参照。

◇ パワーコンディショナー（太陽光用）

太陽光で発電した直流の電力を交流に変換し、グリッド側へ交流の電力を供給するもの。
屋外型を採用する。

◇ パワーコンディショナー（蓄電池用）

グリッドの交流電力を直流に変換し、蓄電池へ充電する機能と蓄電池で放電した直流電力を交流に変換し、グリッドへ交流電力を供給する機能の両方を持っている。
屋外型を採用する。

◇ 6kV 高圧盤

パワーコンディショナーの 400V 低圧電力を 6kV に昇圧した後、この高圧盤に供給される。
または、エンジン発電機で供給される電力も同様に供給され、これら供給された電力が、既設電力負荷に合わせて供給される。これらの電力の需要、供給を司るのが高圧盤であり、電圧・周波数の変動及び同期検定及び電気事故での遮断機能を併せ持っている。

◇ 400/220V 低圧盤

各機器への制御電源及び、付帯設備（防消火機器、排水ポンプ、照明、工事用電源等）の動力電源の分電盤として機能している。

その他、接地、避雷針、セキュリティー用のフェンス等が本案件の土木・電気工事の一部として必要となる。

3) 概算事業費の算出

3) - ① 初期費用の算出

初期費用として、設備工事費と納入先の土質調査および官庁申請手続き等の調査費用について検討した。ダウエー地区における見積との相違点は、導入する発電設備容量の違いによるものである。ダウエー地区には5 MWの発電設備の導入を見込むものに対し、メイ地区には1 MWの発電設備の導入を見込んだ計画となっている。そのため係る初期費用はおおむね5分の1となっている。

a - 1) 初期設備工事費

土木工事費、機器・機器据付工事費、予備費等に区分し、各費目の工事数量に工事単価を乗じて算出を行った。機器費は太陽光パネルおよび蓄電池は中国製、制御装置およびディーゼルエンジン発電機は日本製を採用するものとした。また工事単価については、ミャンマー国向けの工事であることを勘案し、物価水準および現地コントラクターやサプライヤーの技術水準や価格競争力、遂行能力を考慮した単価設定を行った。

上記の検討より算出した工事費を、5.2.2.2) - ③に述べたケースごとに以下に示す。

表 5-8 初期設備工事費：ケース：C-1

初期設備工事費			
土地造成費・土木費	20,000	千円	土質改良なし、全面コンクリートペービング
エンジン発電設備費用： 材工	38,969	千円	D/G 1MW MHI-ET 製 補器類も含む
太陽光発電設備費用	126,000	千円	1MW 相当 中国製、PCS
蓄電池設備費用	62,425	千円	0.5MWh 相当（1MWx 30min）、中国製
EMS（COORDY）設備・ 受配電設備費用	77,500	千円	配電盤は、所内電力及びグリッドへのつなぎ込みを含む
据付・工事費用	50,000	千円	電気工事（機器据付、配線、配管、接地 etc）
系統設備・工事費用		千円	受配電盤に含む
予備費	37,489	千円	土地購入費・造成費・設備費・工事費の 10%
建設期間中の保険料	3,749	千円	土地購入費・造成費・設備費・工事費の 1%

表 5-9 初期設備工事費：ケース：C-2

初期設備工事費			
土地造成費・土木費	20,000	千円	土質改良なし、全面コンクリートペービング
エンジン発電設備費用： 材工	0	千円	D/G 1MW MHI-ET 製 補器類も含む
太陽光発電設備費用	126,000	千円	1MW 相当 中国製、PCS
蓄電池設備費用	62,425	千円	0.5MWh 相当（1MWx 30min）、中国製
EMS（COORDY）設備・ 受配電設備費用	77,500	千円	配電盤は、所内電力及びグリッドへのつなぎ込みを含む
据付・工事費用	50,000	千円	電気工事（機器据付、配線、配管、接地 etc）
系統設備・工事費用		千円	受配電盤に含む
予備費	33,593	千円	土地購入費・造成費・設備費・工事費の 10%
建設期間中の保険料	3,359	千円	土地購入費・造成費・設備費・工事費の 1%

表 5-10 初期設備工事費：ケース：C-3

初期設備工事費			
土地造成費・土木費	10,000	千円	土質改良なし、全面コンクリートペービング
エンジン発電設備費用： 材工	0	千円	D/G 1MW MHI-ET 製 補器類も含む
太陽光発電設備費用	0	千円	1MW 相当 中国製、PCS
蓄電池設備費用	0	千円	0.5MWh 相当（1MWx 30min）、中国製
EMS（COORDY）設備・受 配電設備費用	77,500	千円	配電盤は、所内電力及びグリッドへのつなぎ込みを含む
据付・工事費用	50,000	千円	電気工事（機器据付、配線、配管、接地 etc）
系統設備・工事費用		千円	受配電盤に含む
予備費	13,750	千円	土地購入費・造成費・設備費・工事費の 10%
建設期間中の保険料	1,375	千円	土地購入費・造成費・設備費・工事費の 1%

a-2) 初期調査費

初期調査費として、導入先の土質調査、法令調査および官庁申請等に係る費用および許認可手数料を見積もることとした。必要費用を、5.2.2.2) - ③に述べたケースごとに以下に示す。

表 5-11 初期調査費：ケース：C-1

調査等に係る初期費用			
調査設計費用	20,807	千円	土質調査、現地法規調査、官庁申請など 総工費の5%
その他費用	1,000	千円	SPC 設立費用、許認可手数料、コンサルフィーなど。

表 5-12 初期調査費：ケース：C-2

調査等に係る初期費用			
調査設計費用	18,644	千円	土質調査、現地法規調査、官庁申請など 総工費の5%
その他費用	1,000	千円	SPC 設立費用、許認可手数料、コンサルフィーなど。

表 5-13 初期調査費：ケース：C-3

調査等に係る初期費用			
調査設計費用	7,631	千円	土質調査、現地法規調査、官庁申請など 総工費の5%
その他費用	1,000	千円	SPC 設立費用、許認可手数料、コンサルフィーなど。

3) - ② 運営、保守・メンテナンス費用の算出

運営は IPP 事業者が行うことを想定しているため、保守・メンテナンスに係る費用について検討した。保守要員の人件費、部品交換を要する予備品、土地賃借料、ディーゼルエンジンの燃料費等に分類し、

表 5-14 運営、保守・メンテナンス費のとおり算定した。なお、人件費および土地の賃借料については、現地の物価を考慮した単価設定とした。

表 5-14 運営、保守・メンテナンス費

ランニングコスト			
人件費（SPC）	15,432	千円/年	SPC を設定するケースでのみ適用。日本側スポンサー企業 1 人（年 12 百万円）、現地スポンサー企業 1 人（1200 ドル/月）、現地スタッフ 4 人（350 ドル/月・人）を想定
人件費（保守要員）	6,204	千円/年	SPC の人件費。一般ワーカー：350 ドル/月、管理職：1200 ドル/月
O&M 費用	4,161	千円/年	SPC から O&M 業者への委託費、警備費 設備の 1%程度
修繕費	2,000	千円/年	部品の交換を伴うもの+SV 費(D/G の定修含む)
土地賃借料	1,653	千円/年	SJ 調査より 134.55Kyat/m2 /月と設定
保険料	3,049	千円/年	損害保険、設備の 1%程度
SPC の維持コスト（販管費）	4,620	千円/年	事務所費(100m2, 35USD/m2/月)、事務所の光熱費等、経理処理代
電気代	0	千円/年	
燃料費	53,176	千円/年	
撤去費用	0	千円（最終年に発生）	

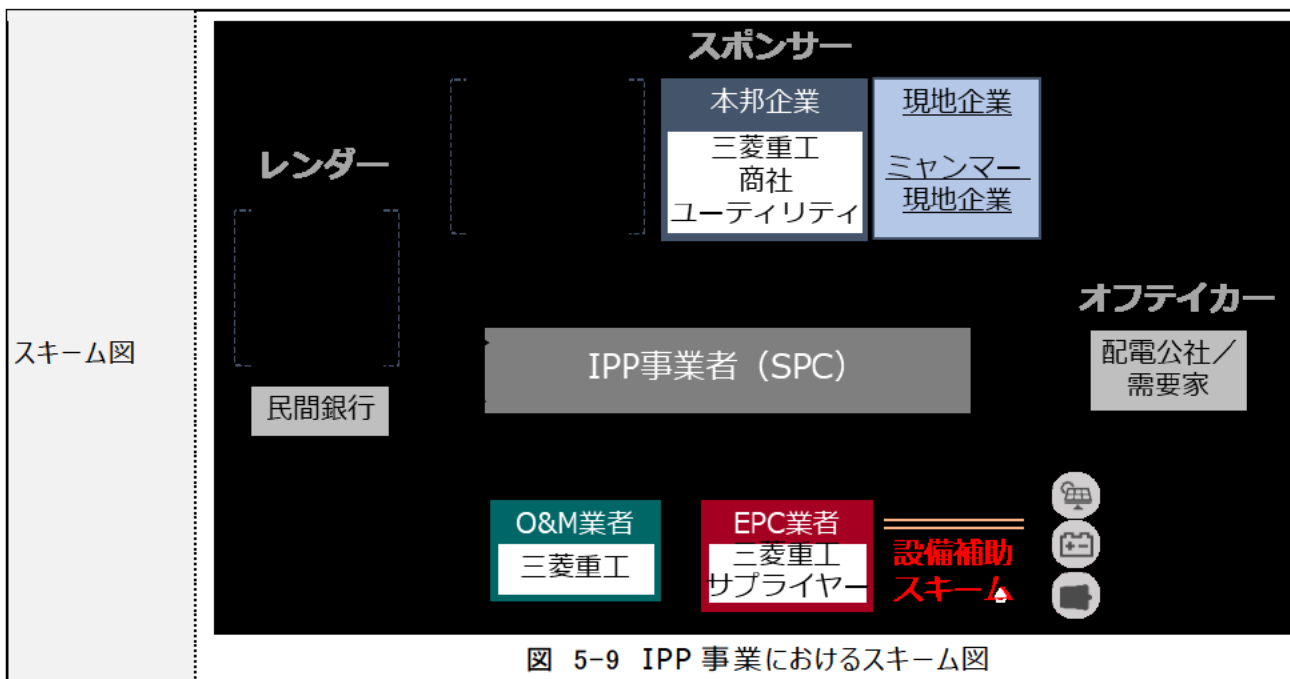
5.3 事業スキーム・ファイナンス

5.3.1 事業スキームのパターン

事業スキームについては、IPP 事業者として参画するパターン（パターン①）、および機器納入パターン（パターン②）が想定される。なお、トリプルハイブリッドシステムは、再生可能エネルギーによる分散型電源となり、スケールメリットを享受しにくく、またミャンマーを含む途上国においては、事業実施に様々なリスクが存在することから、可能な限り公的支援などを活用することで、リスクを軽減し、事業性の確保を図る。

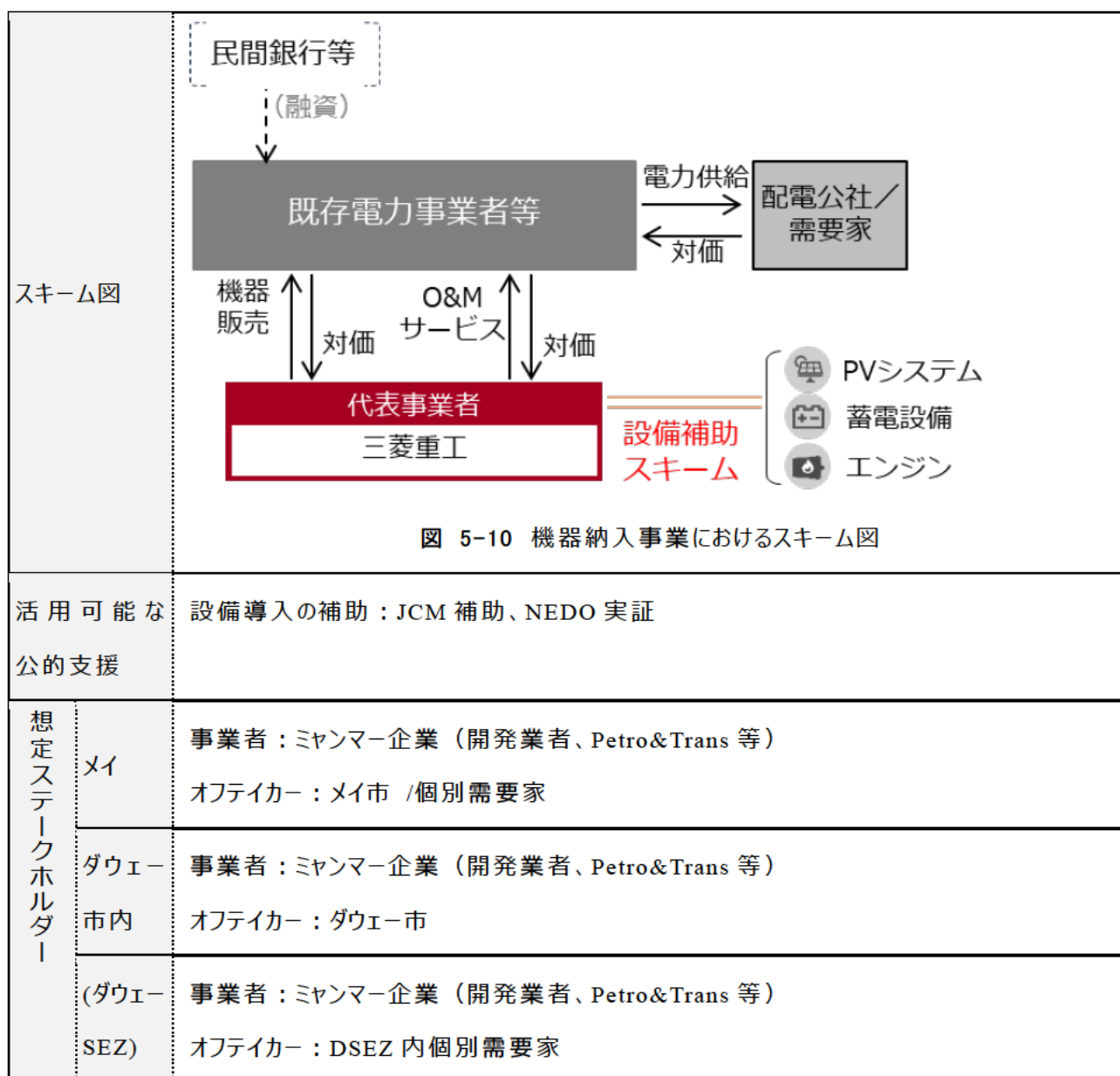
事業スキームのパターンについては、下記に示す通りである。

● IPP 事業者として参画するパターン（パターン①）



活用可能な公的支援	融資：出資：JICA 海外投融資、JBIC 投融資、NEXI 貿易保険、設備導入の補助：JCM 補助、NEDO 実証						
想定ステークホルダー	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="231 1619 343 1727">メイ</td><td data-bbox="343 1619 1442 1727">スポンサー（現地）：ミャンマー企業（開発業者、Petro&Trans 等） オフテイカー：メイ市 / 個別需要家</td></tr> <tr> <td data-bbox="231 1727 343 1836">ダウエー市内</td><td data-bbox="343 1727 1442 1836">スポンサー（現地）：ミャンマー電力企業 オフテイカー：ダウエー市</td></tr> <tr> <td data-bbox="231 1836 343 1942">(ダウエー SEZ)</td><td data-bbox="343 1836 1442 1942">スポンサー（現地）：ミャンマー電力企業 / タイ企業（ITD 等） オフテイカー：DSEZ 内個別需要家</td></tr> </table>	メイ	スポンサー（現地）：ミャンマー企業（開発業者、Petro&Trans 等） オフテイカー：メイ市 / 個別需要家	ダウエー市内	スポンサー（現地）：ミャンマー電力企業 オフテイカー：ダウエー市	(ダウエー SEZ)	スポンサー（現地）：ミャンマー電力企業 / タイ企業（ITD 等） オフテイカー：DSEZ 内個別需要家
メイ	スポンサー（現地）：ミャンマー企業（開発業者、Petro&Trans 等） オフテイカー：メイ市 / 個別需要家						
ダウエー市内	スポンサー（現地）：ミャンマー電力企業 オフテイカー：ダウエー市						
(ダウエー SEZ)	スポンサー（現地）：ミャンマー電力企業 / タイ企業（ITD 等） オフテイカー：DSEZ 内個別需要家						

● 機器納入パターン（パターン②）



5.3.2 設備導入にあたり活用可能な設備補助スキーム

上記の IPP 事業者として参画するパターン（パターン①）、および機器納入パターン（パターン②）それぞれについて、JCM 設備補助事業や NEDO エネルギー実証事業などのスキームを活用することによって、現地に設備を導入するにあたり補助や助成を受けることが可能である。以下では、JCM 補助事業、および NEDO エネルギー実証事業（「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業」）、ならびに NEDO JCM 実証事業（「民間主導による低炭素技術普及促進事業」）を活用した場合のスキームについて、情報収集および検討した内容をまとめる。なお、これらのスキームは、ミャンマーなどの途上国のエネルギー事業に適用可能なスキームとしてピックアップしたもので、組み合わせることも可能である。

● JCM 設備補助事業を活用した場合の事業スキーム

スキーム図	図 5-11 JCM 設備補助事業を活用したスキーム図
事業目的	優れた低炭素技術・製品・システム・サービス・インフラの普及や緩和活動の実施を加速し、途上国の持続可能な開発に貢献する。
補助内容	補助対象はエネルギー起源 CO₂ を含む GHG 排出削減に直接寄与する設備にかかる費用。土工や土地取得費などは対象外で、PV の架台も対象外。 ミャンマーでの PV 案件の場合、補助率上限は補助対象設備の 40%の可能性。 (国と対象技術に応じて補助率上限が変わる)
特徴	国際コンソーシアム（現地事業者等との共同事業体）内で設備の販売を行うことも可能。その場合、補助額は原価×補助率（代表事業者が受けとる）となるが、販売価格は市価で問題ない。 JICA 等、政府系金融機関等の出資・融資との連携の実績も多い。
本件に係る主な制約条件	代表事業者を日本企業とする国際コンソーシアムの設立が必要。 原則、補助金 4,000 円あたり 1 トン以上の CO₂ 削減が求められる。 補助金交付決定から概ね最大 2 年程度以内に対象設備の設置・試運転・支払を終える必要がある。 設備の法定耐用年数中は GHG 削減量のモニタリングと報告が必要。
本件に係る主な課題	補助対象設備の範囲として、太陽光発電のコンポーネントは対象となりうるが、蓄電池コンポーネントは確認が必要。

- NEDO エネルギー実証事業（「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業」）を活用した場合の事業スキーム

スキーム図	図 5-12 NEDO エネルギー実証事業を活用したスキーム図
事業目的	3E+S（安定供給、経済性、環境適合、安全性）の実現に資する我が国の先進的技術の海外実証を通じて、実証技術の普及に結び付ける。
補助内容	対象技術：エネルギー創出、需給適用、エネルギー消費、横断分野 設計、製作、輸送、設置、運転、普及啓発までの活動を対象に助成。 大企業が行う実証事業については 50%まで助成する。 実証に際し適合性調査、実証前調査など調査へも応募できる。
特徴	実証事業後は、そのまま助成先企業が使用するか、相手国企業・機関へ無償譲渡もしくは有償譲渡（※補助率分は返納）となる（※ただし、個別事情により NEDO 判断）
本件に係る主な制約条件	実証事業実施にあたっては、NEDO と相手国政府機関が M O U（Memorandum of Understanding）を結ぶことが前提となる。 実証事業中に収益が出る場合は NEDO へ納付する必要がある（ただし個別事情により NEDO 判断）
本件に係る主な課題	技術の実証が主眼となるため、ミャンマーで何を実証するのか、という点を明確に打つ出す必要がある。

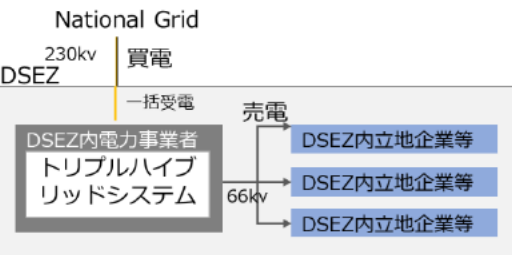
- NEDO JCM 実証事業（「民間主導による低炭素技術普及促進事業」）を活用した場合のスキーム

スキーム図	図 5-13 NEDO JCM 実証事業を活用したスキーム図
事業目的	我が国の貢献による温室効果ガス削減効果を定量化するための手法開発及び IoT 等高度運転管理技術によるデータ取得と技術課題の克服により削減効果の見込める低炭素技術による市場創出促進事業（実証事業）を行い、我が国の世界的な温室効果ガス排出削減貢献を定量化し、国際貢献として発信する。
補助内容	ICT 等を用いた効率化・最適化に資する低炭素技術・システム、先端技術等を用いた省エネ化に資する低炭素技術・システム、高度化制御等により最適化・安定化等に資する低炭素技術・システム 設計、製作、輸送、設置、運転、普及啓発までの活動を対象に助成。 補助の規模：実証前調査は 1 件当たり 40 百万円以内、実証事業は 1 件当たり 1,000 百万円以内、定量化フォローアップ事業は 1 件当たり 50 百万円以内（金額はいずれも税込）
特徴	JCM クレジットの登録を目指すものであり、排出削減量の定量化やモニタリング計画の検討が必要である。
本件に係る主な制約条件	実証事業実施にあたっては、NEDO と相手国政府機関が M O U（Memorandum of Understanding）を結ぶことが前提となる。
本件に係る主な課題	補助対象設備の範囲については確認が必要である。 設備の販売の際の資産の取扱等については確認が必要である。

5.3.3 【参考】ダウエーSEZ 内電力供給シナリオ

ダウエーSEZ における電力供給は、ダウエーSEZ 内電力事業者が一括で実施するものとの想定のもと、以下のように高圧線接続の有無でフェーズを分けて、供給事業を実施することが考え得る。

なお、下記検討について、もともと SEZ 内電力供給は Temporary Power Plant（初期的な電力供給）は「LNG+」が事業権を、Gas Power Plant（長期的な電力供給）については「EGCO+ITD」が事業権を持っており、また ITD の話では「工業団地内については ITD が独自で電力事業を実施することが出来る」という話であったが、これら事業権について 2020 年 12 月にミャンマー政府から ITD に対して契約解除の通達があったところであるので、下記のスキーム案の適用可能性や条件については、最新の状況等を踏まえた上で十分な留意が必要である。

段階的 シナリオ	第一段階：～2025 年（ADB による高圧線 接続が実現する前） （電力需要想定(仮)～10MW 程度）	第二段階：2025 年～（ADB による高圧 線接続が実現した後） （電力需要想定(仮) 数 10MW～）
スキーム 図	 図 5-14 第一段階でのスキーム図	 図 5-15 第二段階でのスキーム図

※SEZ 内で発電した電力は SEZ 内で消費（売電）される制約があるものと想定。

5.4 事業採算性

5.4.1 ダウエー

前述の概算事業費の算出や事業実施スキームの検討をもとに、事業収入、事業費、運営管理費等から、ダウエーにおいて 5MW 相当のトリプルハイブリッドシステムを導入・運転した際の事業採算性について分析した。

1) 前提条件の整理

事業スキームについては、（パターン①）発電事業のための特別目的会社（SPC）の設置を想定したパターンと、（パターン②）既存電力事業者が設備を購入して運用するパターンの 2 通りを想定する。事業収入については、いずれのパターンでも、導入を想定するトリプルハイブリッドシステムで発電する電力を売電することによる売電収入として分析を行った。

建設・運営期間については、上記の 2 パターンとも以下のとおり設定した（表 5-15）。

表 5-15 建設期間および運営期間

建設期間	運営期間
1 年間	20 年間

発電条件については、上記の 2 パターンとも以下のとおり設定した（表 5-16）。売電単価については、ダウエーにおける電気料金の月次データが限定的なため、メイの平均電気料金を採用した。

表 5-16 発電条件（ダウエー）

項目	前提条件	備考
トリプルハイブリッドシステムの発電容量	5 MW	
トリプルハイブリッドシステムによる年間発電量	30,660 MWh/年	設備利用率は 70%と設定
うち太陽光発電機による年間発電量（初年度）	7,756 MWh/年	5MW 相当太陽光発電機。モジュール劣化率 0.3%、総合設計係数 0.85、日照時間 5 時間/日
うちエンジン発電機による年間発電量（初年度）	22,904 MWh/年	
事業面積	62,400 m ²	
売電単価	27.89 円/kWh	メイにおける 2019 年 10 月～2020 年 9 月の 1 年間の平均電気料金

事業費については発電事業のための SPC を設置するケースと、既存電力会社等が設備を購入するケースでそれぞれ以下のとおり設定した（表 5-17、表 5-18）。なお、以下の事業費は 5.2.1 の 3）で記載したケース C-1（トリプルハイブリッドシステムのすべての機器を新規導入する場合）の事業費をまとめている。

表 5-17 事業費（ダウナー・SPC 設置）

項目	前提条件	備考
初期設備工事費	1,858,659 千円	内訳は 5.2.1 の 3）で記載したケース C-1 の初期設備工事費
調査設計等に係る初期費用	93,933 千円	内訳は 5.2.1 の 3）で記載したケース C-1 の初期調査費
運転、保守・メンテナンス費（年間）	339,049 千円	内訳は 5.2.1 の 3）で記載した運転、保守・メンテナンス費から人件費（保守要員）を除いたもの。SPC 設定ケースでは、保守管理は O&M 業者に委託と想定。

表 5-18 事業費（ダウナー・SPC 設置なし）

項目	前提条件	備考
初期設備工事費	1,858,659 千円	内訳は 5.2.1 の 3）で記載したケース C-1 の初期設備工事費
調査設計等に係る初期費用	93,933 千円	内訳は 5.2.1 の 3）で記載したケース C-1 の初期調査費
運転、保守・メンテナンス費	325,095 千円	内訳は 5.2.1 の 3）で記載した運転、保守・メンテナンス費から SPC 関連費用、O&M 委託費を除いたもの。SPC 設置なしケースでは、保守管理は設備購入先が実施と想定。

資金調達に係る諸条件は上記の2パターンとも以下のとおり設定した（表 5-19）。

表 5-19 資金調達に係る諸条件

項目	前提条件	備考
借入比率	50%	
借入期間	10 年間	
借入金利	13%	外国銀行によるミャンマー国内企業へのチャット建て上限融資金利を適用
返済方法	元利均等	
据え置き期間	3 年間	
補助金（JCM 設備補助）	補助対象は太陽光発電機の設備費用と想定	補助金額は補助金規定に基づき、CO2削減効果の補助金費用対効果を考慮して左記費用の40%を上限に設定

その他、事業採算性の算定に係る諸条件を以下の通り設定した（表 5-20）。

表 5-20 その他諸条件

項目	前提条件	備考
為替レート（円-Kyat）	0.08 円/Kyat	
為替レート（円-米ドル）	110 円/ドル	
インフレ率	5.7%	2009～2019 年のミャンマーのインフレ率の平均値
減価償却期間	20 年	施設・機器により法定償却期間は異なるが、一律 20 年と設定
減価償却方法	定額法	
法人税率	25%	
配当率	100%	
割引率	14.1%	米国 10 年国債利回り 1.2%（2021 年 2 月 12 日時点）にミャンマーのリスクプレミアム 12.88%を上乗せ

2) 事業採算性評価結果

5.2.1.において、概算事業費については（ケース C-1）すべての機器を導入する場合、（ケース C-2）エンジン発電機は既設流用し、その他機器を新規導入する場合、（ケース C-3）エンジン発電機、太陽光発電機、蓄電池を既設流用し、制御システムを新規導入の場合の3通りを示した。このうち、（ケース C-2）や（ケース C-3）の場合については、新規導入設備（太陽光発電機／蓄電器／制御システム）が生み出す収益として現段階で設定可能なものは、太陽光発電機による発電電力の売電収入に限られることから、事業採算性を評価した場合、NPV はマイナスという結果であった。上記（ケース C-2）や（ケース C-3）の場合に、新規導入設備による既存設備（エンジン発電機／太陽光発電機／蓄電機）の稼働率向上や燃料費の削減等による収益を見込むこともできるが、そのためには既存設備の仕様や稼働状況等の情報・データが必要となる。これらの情報収集は、事業参画者がより具体的になった段階で必要な調査といえる。

以下ではトリプルハイブリッドシステムのすべての機器を新規導入して運用する事業（ケース C-1）についての事業採算性の評価結果を示す。

表 5-21 事業採算性の評価結果（ダウエー）

	パターン①	パターン②
事業内容	発電事業のための SPC を設置し、売電事業を行う。	既存電力事業者が設備を購入して運用・売電する。
1.初期投資額	1,952,592 千円	1,952,592 千円
自己資金	924,293 千円	924,293 千円
借入金	830,360 千円	830,360 千円
補助金	197,940 千円	197,940 千円
2.EBITDA	10,558,363 千円	11,083,774 千円
営業収入	23,436,818 千円	23,436,818 千円
営業費用	12,878,455 千円	12,353,044 千円
3.NPV	436,284 千円	526,842 千円
4.評価指標		
DSCR	2.07	2.16
LLCR	0.53	0.65
PIRR（税後）	17.9%	18.6%
EIRR	21.4%	22.4%

なお、上記試算は、事業開始時からの物価上昇率に対応して売電価格が10年に1度、改定される前提で試算を行っている。事業期間を通じて売電価格の改定がないと仮定した場合、事業後期で営業キャッシュフローがマイナスとなり、NPV もマイナスとなった。事業採算性を確保・向上するためには、売電価格を一定期間で改定することができるような売電契約スキームが必要と考えられる。

ミャンマーでは2019年に5年ぶりに電気料金が引き上げられ、使用電力量により違いはあるが業務内で最大1.8倍の値上げとなっている。売電価格が5年に一度物価上昇率に応じて改定されると仮定した場合、以下のような事業採算性が見込まれる（表5-22）。売電価格を10年毎に改定するケースに比べ、NPVや各種指標が良化する結果となった。

表 5-22 事業採算性の評価結果（ダウエー・5年毎に売電単価改定）

	パターン①	パターン②
事業内容	発電事業のためのSPCを設置し、売電事業を行う。	既存電力事業者が設備を購入して運用・売電する。
NPV	895,878 千円	986,436 千円
評価指標		
DSCR	2.55	2.63
LLCR	1.12	1.24
PIRR（税後）	21.0%	21.6%
EIRR	25.0%	25.8%

3) 感度分析

上記の 10 年毎に売電単価が改定されるケースを前提とし、パターン①をベースシナリオに、初期設備工事費と初年度の売電単価を 10%ずつ変化させた場合の事業性採算性に対する感度分析を行った（表 5-23、表 5-24）。ベースシナリオの単価で売電できた場合、初期設備工事費が想定より 20%程度増加しても事業性は確保できると考えられる。また、初期設備工事費がベースシナリオどおりの場合、売電単価がベースシナリオより 10%程度低下しても事業性は確保できる。

表 5-23 感度分析・NPV(ダウエー)

		初期設備工事費変化率						
		▲30%	▲20%	▲10%	0%	+10%	+20%	+30%
売電単価 変化率	+30%	2,172,985	2,016,011	1,859,037	1,702,062	1,545,088	1,388,113	1,231,139
	+20%	1,751,059	1,594,085	1,437,110	1,280,136	1,123,162	966,187	809,213
	+10%	1,329,133	1,172,159	1,015,184	858,210	701,235	544,261	387,287
	0%	907,207	750,233	593,258	436,284	279,309	122,335	-34,640
	▲10%	485,281	328,306	171,332	14,358	-142,617	-299,591	-456,566
	▲20%	63,355	-93,620	-250,594	-408,035	-564,592	-714,417	-853,717
	▲30%	-363,390	-518,966	-661,846	-810,563	-956,594	-1,099,645	-1,268,267

NPV がゼロを上回る場合を青、下回る場合を赤でハイライト

表 5-24 感度分析・税引後 PIRR (ダウエー)

		初期設備工事費変化率						
		▲30%	▲20%	▲10%	0%	+10%	+20%	+30%
売電単価 変化率	+30%	38.1%	33.8%	30.5%	27.7%	25.5%	23.6%	21.9%
	+20%	33.8%	30.0%	27.0%	24.6%	22.6%	20.9%	19.4%
	+10%	29.4%	26.1%	23.5%	21.3%	19.5%	18.0%	16.7%
	0%	24.9%	22.0%	19.8%	17.9%	16.3%	15.0%	13.8%
	▲10%	20.1%	17.7%	15.8%	14.2%	12.9%	11.7%	10.7%
	▲20%	14.9%	13.0%	11.4%	10.0%	8.9%	8.0%	7.3%
	▲30%	8.6%	7.1%	6.0%	5.0%	4.1%	3.3%	2.5%

PIRR が割引率（14.1%）を上回る場合を青、下回る場合を赤でハイライト

5.4.2 メイ

前述の概算事業費の算出や事業実施スキームの検討をもとに、事業収入、事業費、運営管理費等から、メイにおいて 1MW 相当のトリプルハイブリッドシステムを導入・運転した際の事業採算性について分析した。

1) 前提条件の整理

事業スキームについては、（パターン①）発電事業のための SPC の設置を想定したパターンと、（パターン②）既存電力事業者が設備を購入して運用するパターンの 2 通りを想定する。事業収入については、いずれのパターンでも、導入を想定するトリプルハイブリッドシステムで発電する電力を売電することによる売電収入とした。

建設・運営期間についてはダウエーを対象とした分析と同様に、建設期間 1 年間、運営期間 20 年間と設定した。

発電条件については、以下のとおり設定した（表 5-25）。

表 5-25 発電条件（メイ）

項目	前提条件	備考
トリプルハイブリッドシステムの発電容量	1 MW	
トリプルハイブリッドシステムによる年間発電量	6,132MWh/年	設備利用率は 70%と設定
うち太陽光発電機による年間発電量（初年度）	1,551 MWh/年	1MW 相当太陽光発電機。モジュール劣化率 0.3%、総合設計係数 0.85、日照時間 5 時間/日
うちエンジン発電機による年間発電量（初年度）	4,581MWh/年	
事業面積	12,800m ²	
売電単価	27.89 円/kWh	メイにおける 2019 年 10 月～2020 年 9 月の 1 年間の平均電気料金

事業費については発電事業のための SPC を設置するケースと、既存電力会社等が設備を購入するケースでそれぞれ以下のとおり設定した（表 5-26、表 5-27）。なお、以下の事業費は 5.2.2 の 3) で記載したトリプルハイブリッドシステムのすべての機器を新規導入する場合ケース（C-1）の事業費をまとめている。

表 5-26 事業費（メイ・SPC 設置）

項目	前提条件	備考
初期設備工事費	416,132 千円	内訳は 5.2.2 の 3) で記載したケース C-1 の初期設備工事費
調査設計等に係る初期費用	21,807 千円	内訳は 5.2.2 の 3) で記載したケース C-1 の初期調査費
運転、保守・メンテナンス費（年間）	84,092 千円	内訳は 5.2.2 の 3) で記載した運転、保守・メンテナンス費から人件費（保守要員）を除いたもの。SPC 設置ケースでは保守管理は O&M 業者に委託と想定。

表 5-27 事業費（メイ・SPC 設置なし）

項目	前提条件	備考
初期設備工事費	416,132 千円	内訳は 5.2.2 の 3) で記載したケース C-1 の初期設備工事費
調査設計等に係る初期費用	21,807 千円	内訳は 5.2.2 の 3) で記載したケース C-1 の初期調査費
運転、保守・メンテナンス費	66,083 千円	内訳は 5.2.2 の 3) で記載した運転、保守・メンテナンス費から SPC 関連費用、O&M 委託費を除いたもの。SPC 設置なしケースでは、保守管理は設備購入先が実施と想定。

資金調達に係る諸条件およびその他の事業採算性の算定に係る諸条件はダウエーにおける事業採算性の評価と同様の条件とした。

2) 事業採算性評価結果

ダウエーにおける事業採算性の評価と同様に、以下では**トリプルハイブリッドシステムのすべての機器を新規導入して運用する事業（ケース C-1）**についての事業採算性の評価結果を示す。

表 5-28 事業採算性の評価結果（メイ）

	パターン①	パターン②
事業内容	発電事業のための SPC を設置し、売電事業を行う。	既存電力事業者が設備を購入して運用・売電する。
1.総投資額	437,938 千円	437,938 千円
自己資金	210,079 千円	210,079 千円
借入金	188,272 千円	188,272 千円
補助金	39,588 千円	39,588 千円
2.EBITDA	1,498,627 千円	2,176,704 千円
営業収入	4,687,364 千円	4,687,364 千円
営業費用	3,188,736 千円	2,510,660 千円
3.NPV	▲56,547 千円	60,323 千円
4.評価指標		
DSCR	1.41	1.89
LLCR	▲0.38	0.31
PIRR（税後）	11.6%	16.5%
EIRR	13.2%	19.2%

ダウエーではパターン①の場合でも NPV がプラスとなり、事業性が見込めたが、メイではパターン①の場合では NPV がマイナスという結果になった。トリプルハイブリッドシステムの発電容量が 1MW と、ダウエーの想定と比較して発電・売電量が少ない一方、SPC の運営にかかる費用はダウエーとメイで同じため、両者で事業採算性の評価結果が異なった。

発電量が小さい事業でも SPC の運営にかかる人件費や販管費は固定費として発生するため、SPC を設立して発電事業を行うような場合はある程度の発電容量がないと事業として成立しないといえる。

なお、上記試算は、事業開始時からの物価上昇率に対応して売電価格が10年に1度、改定される前提で試算を行った結果である。売電価格が5年に一度物価上昇率に応じて改定されると仮定した場合、以下のような事業採算性が見込まれる。

表 5-29 事業採算性の評価結果(メイ・5年毎に売電単価改定)

	パターン①	パターン②
事業内容	発電事業のための SPC を設置し、売電事業を行う。	既存電力事業者が設備を購入して運用・売電する。
NPV	35,371 千円	152,242 千円
評価指標		
DSCR	1.83	2.31
LLCR	0.14	0.82
PIRR (税後)	15.4%	19.4%
EIRR	17.6%	22.7%

3) 感度分析

上記の 10 年毎に売電単価が改定されるケースを前提とし、パターン②をベースシナリオに、初期設備工事費と初年度の売電単価が 10%ずつ変化した場合の事業性採算性に対する感度分析を行った（表 5-23 表 5-30、表 5-31）。ベースシナリオの単価で売電できた場合、初期設備工事費が想定より 10%程度上昇しても事業性は確保できると考えられる。一方で、ベースシナリオの初期設備工事費が変化しない場合、売電単価が 10%程度低下すると NPV はマイナスとなる。

表 5-30 感度分析・NPV(メイ)

		初期設備工事費変化率						
		▲30%	▲20%	▲10%	0%	+10%	+20%	+30%
売電単価 変化率	+30%	418,913	383,769	348,624	313,479	278,334	243,190	208,045
	+20%	334,528	299,383	264,239	229,094	193,949	158,804	123,660
	+10%	250,143	214,998	179,853	144,709	109,564	74,419	39,275
	0%	165,758	130,613	95,468	60,323	25,179	-9,966	-45,111
	▲10%	81,372	46,228	11,083	-24,062	-59,206	-94,351	-129,496
	▲20%	-3,013	-38,158	-73,302	-108,503	-142,860	-172,934	-201,395
	▲30%	-87,952	-121,157	-155,232	-184,900	-217,235	-254,943	-292,686

NPV がゼロを上回る場合を青、下回る場合を赤でハイライト

表 5-31 感度分析・税引後 PIRR(メイ)

		初期設備工事費変化率						
		▲30%	▲20%	▲10%	0%	+10%	+20%	+30%
売電単価 変化率	+30%	34.9%	31.0%	27.9%	25.4%	23.3%	21.6%	20.1%
	+20%	31.0%	27.5%	24.8%	22.6%	20.7%	19.1%	17.7%
	+10%	27.0%	24.0%	21.6%	19.6%	17.9%	16.5%	15.3%
	0%	23.0%	20.3%	18.2%	16.5%	15.0%	13.7%	12.6%
	▲10%	18.6%	16.4%	14.6%	13.1%	11.8%	10.7%	9.8%
	▲20%	13.9%	12.0%	10.5%	9.3%	8.2%	7.5%	6.8%
	▲30%	8.2%	6.9%	5.7%	4.8%	3.9%	3.0%	2.2%

5.5 環境社会配慮

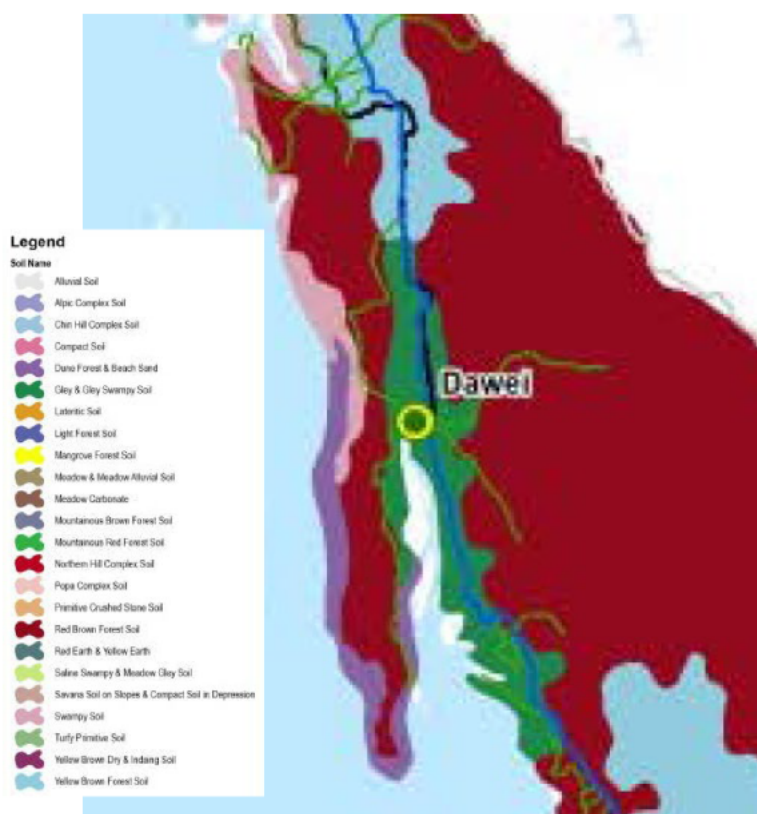
5.5.1 ダウエー

1) ベースとなる環境社会の状況

ア) 対象地域の地理的特徴

ダウエーは、ミャンマー南東部にあり、タニンダーリ州の中心都市である。ダウエー川の北岸に位置し、ダウエー川三角州に築かれた港町である。

ダウエーの中心区であるダウエーTownship は、南北に山脈が広がる、標高の低い、密集した山岳地帯に位置し、標高 34m となっている。

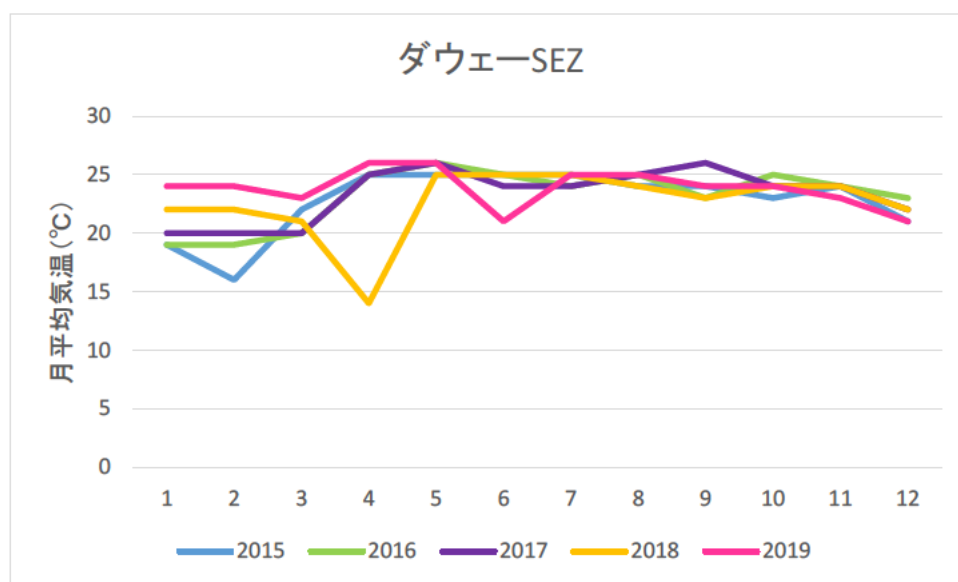


出典 : Geospatial Centre, U.S. Army Corps of Engineer

図 5-16 ダウエーの地理的特徴

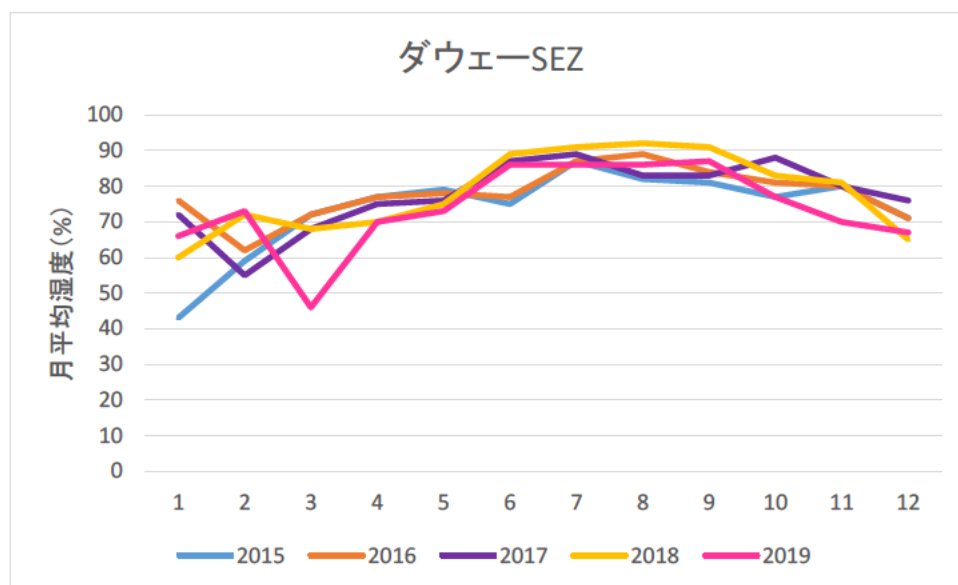
イ) 気候

熱帯季節風気候に属しており、温暖湿潤な気候となっている。冬でも 15℃を上回る温暖な地域で、湿度は年間を通して 40～90%程度と多湿である。



出典：<https://www.worldweatheronline.com/dawei-weather-history/tenasserim/mm.aspx>

図 5-17 ダウエーSEZ の月平均気温 (2015-2019 年)



出典：<https://www.worldweatheronline.com/dawei-weather-history/tenasserim/mm.aspx>

図 5-18 ダウエーSEZ の月平均湿度 (2015-2019 年)

ウ) 生態系

ダウエーSEZにおける既存調査では、表 5-32 のとおり、草本・木本類 29 種、竹類 12 種、哺乳類 20 種、鳥類 122 種、蝶類 71 種、両生類 18 種、爬虫類 11 種が確認されている。

国際自然保護連合（IUCN）のレッドリスト記載種は、ダウエーSEZ でシロテナガザル、トッケイヤモリが確認されている。

表 5-32 ダウエーSEZ で確認された植物及び動物

分類		確認種数	主な確認種
植物	草本・木本類	29	<i>Albizia chenensis</i> , <i>Durio zibethinus</i> , <i>Mesua ferrea</i> , <i>Anisoptera scaphula</i>
	竹類	12	<i>Bambusa polymorpha</i> , <i>Bambusa tulda</i> , <i>Dendrocalamus hamiltonii</i>
動物	哺乳類	20	<i>Hylobateslar</i> , <i>Elephasmaximus</i> , <i>Nyeticebuscoucang</i> , <i>Capricornis</i>
	鳥類	122	<i>Phalacrocorax niger</i> , <i>Elanus caeruleus</i> , <i>Ichthyophaga humilis</i>
	蝶類	71	<i>Euploeadiocletianus</i> , <i>Pachliopta coon</i>
	両生類	18	<i>Phrynoidis aspera</i> , <i>Fejervarya cancrivora</i> , <i>Occidozyga martensii</i>
	爬虫類	11	<i>Bungarus wanhaoitingi</i> , <i>Gekko gecko</i>

出典：http://www.dawaisez.gov.mm/ESIA/IEE-Report

表 5-33 ダウエーSEZ で確認された IUCN レッドリスト掲載種

分類		種名	IUCN レッドリスト分類
動物	哺乳類	シロテナガザル	絶滅危惧 I B 類
	爬虫類	トッケイヤモリ	低危険種

出典：http://www.dawaisez.gov.mm/ESIA/IEE-Report

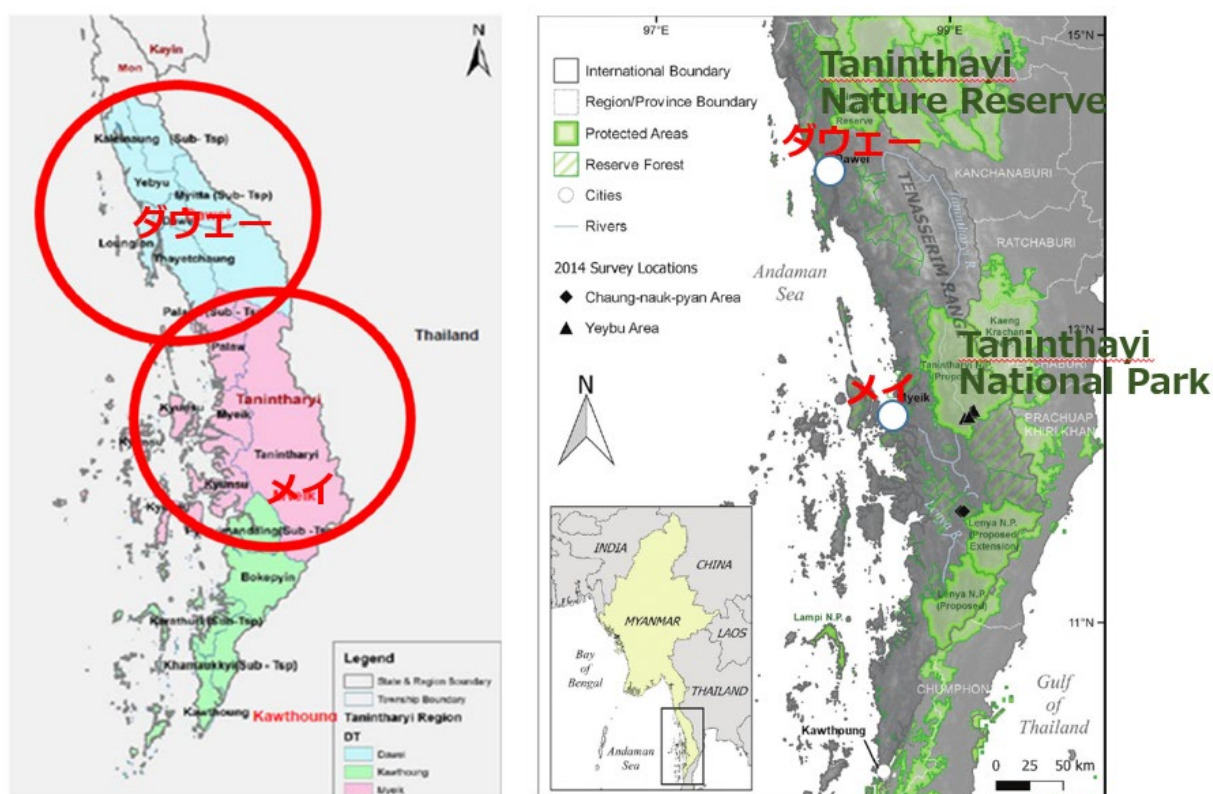
エ) 自然保護区

ミャンマーでは、歴史的に森林保全が注目、先行しているため保護区等の管理は、森林を主体とした内陸部に多く制定されている。ダウエー市街地の北東に「Taninthayi Nature Reserve」が、メイ市街地の東に「Taninthayi National Park」が分布している。また、ダウエー市街地周辺は保全林エリアに指定されている。

表 5-34 ダウエー周辺の自然保護区

名称	面積	分類	登録年
Taninthayi Nature Reserve	1,700Km2	自然保全 地区	2005

出典：Myanmar Protected Areas, EU, 2011



出典：Myanmar Protected Areas, EU, 2011

図 5-19 自然保護区位置図

2) EIA 手続き

環境影響評価（EIA）の手続きについては、2015 年 12 月に施工された環境影響評価手続（Environmental Impact Assessment Procedures: EIAP）に規定されている。

EIA の管轄は天然資源環境保全省（MONREC）となっており、環境保全局（ECD）が監督する体制となっている。

事業者は事業提案書を MONREC に提出し、簡易的な初期環境審査（IEE）、環境影響評価（EIA）あるいは影響なしの判断を受ける。

IEE プロセスの場合、IEE の実施体制（IEE 請負者）を選定し、ECD の承認を得る。その後、IEE 調査を実施し、事業計画公表や環境・社会影響評価及び関係者協議を行う。IEE 調査の結果を報告書としてまとめ、承認されれば EMP 審査・承認を経て ECD から ECC が発行される。IEE 調査の審査結果で環境・社会への影響が大きいと判断された場合は、EIA プロセスを実施することになる。

EIA プロセスでは、EIA の実施体制（EIA 請負者）を選定し、ECD の承認を得る。その後、EIA 調査を実施するためのスコーピングを実施する。スコーピングでは、EIA 調査で実施する調査項目の選定、関係者協議及び EIA 調査を実施する方法（TOR）を作成する。ECD によりスコーピング報告書を承認された後、EIA 調査として事業計画公表や EIA 調査・調査結果の公表及び関係者協議を行う。EIA 調査の結果を報告書としてまとめ、承認されれば ECD から ECC が発行される。EIA 調査結果の審査において、環境・社会への影響が大きいと判断された場合は事業が認められないことになる。事業が認められない場合は、事業者は不服申し立てとして、訴訟の手続きが規定されている。

表 5-35 環境影響評価手順の手続期間

IEE/EIAプロセス		手続期間(事業日)
MONRECによるIEE/EIA/影響なしに関するスクリーニング		15
IEEプロセス	IEE実施体制審査	7
	IEE調査（事業計画、環境・社会影響評価及び関係者協議）	-
	IEE審査・承認（IEE報告書に関する情報公開・パブリックコメント・地域協議を含む）	60
	EMP審査・承認	30
	環境コンプライアンス認証(ECC)発行	-

EIAプロセス	EIA実施体制等審査	7
	スコーピング	-
	EIA計画（スコーピング及びTOR）審査	15
	EIA調査（事業計画、EIA調査、評価結果公表及び関係者協議）	-
	EIA審査（EIA報告書の公開・パブリックコメント・地域協議を含む）	90
	環境コンプライアンス認証(ECC)発行	-
	不服申立ての手續	30

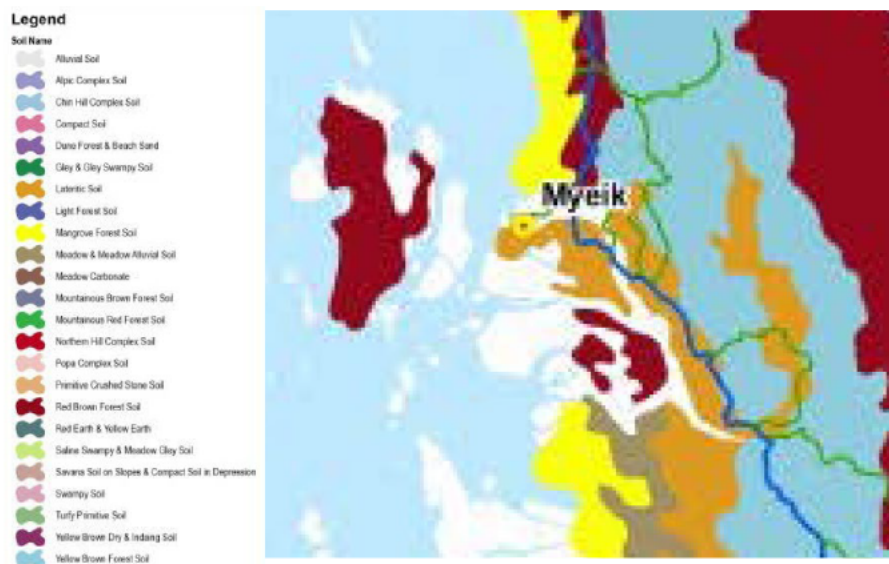
出典：環境影響評価手順（EIAP、2015）を基に調査団作成

5.5.2 メイ

1) ベースとなる環境社会の状況

ア) 対象地域の地理的特徴

メイは、ミャンマーの最南端近くにあり、アンドンマン海に面するタニンダーリ州の都市である。マングローブ林が分布しており、湿地帯に特有な軟弱地盤がみられる。沖合には広大なサンゴ礁がある。

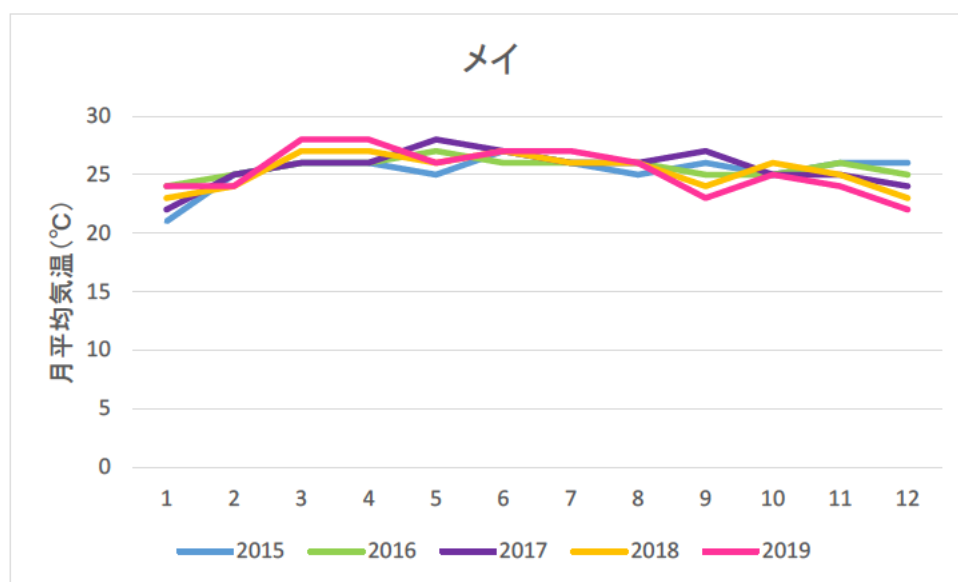


出典：Geospatial Centre, U.S. Army Corps of Engineer

図 5-20 メイの地理的特徴

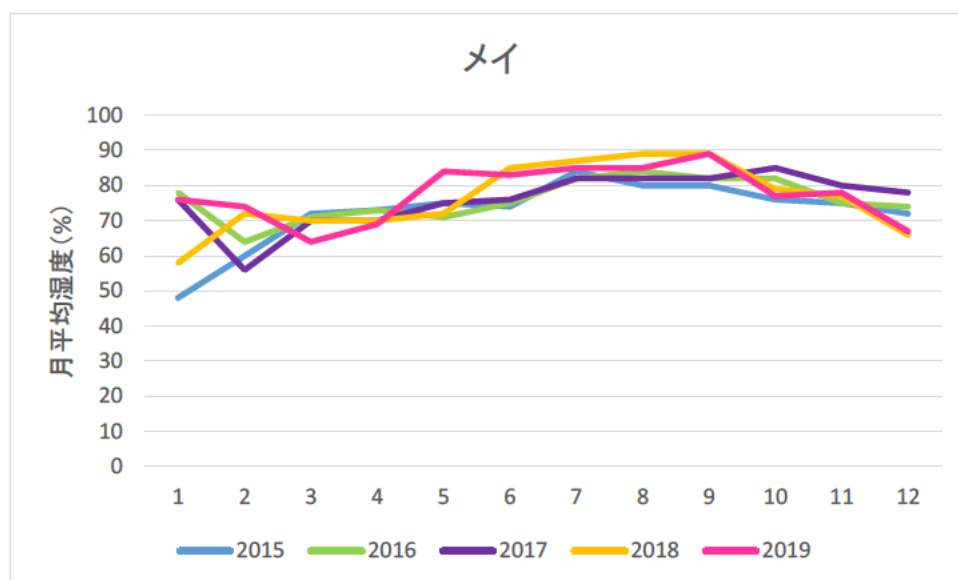
イ) 気候

熱帯季節風気候に属しており、高温多湿な気候となっている。年間を通して20℃以上の気温で、湿度は50～90%程度と多湿である。



出典：<https://www.worldweatheronline.com/myeik-weather-history/tenasserim/mm.aspx>

図 5-21 メイの月平均気温(2015-2019 年)



出典：<https://www.worldweatheronline.com/myeik-weather-history/tenasserim/mm.aspx>

図 5-22 メイの月平均湿度(2015-2019 年)

ウ) 生態系

メイ周辺にはマングローブが分布している。

メイにおける既存調査では、表 5-36 のとおり、草本・木本類 29 種、竹類 12 種、哺乳類 20 種、鳥類 122 種、蝶類 71 種、両生類 18 種、爬虫類 11 種が確認されている。

国際自然保護連合（IUCN）のレッドリスト記載種は、セキショクヤケイ、*Phrynoidis aspera*（ヒキガエル属）が確認されている。

表 5-36 メイで確認された植物及び動物

分類		確認種数	主な確認種
植物	マングローブ構成種	63	<i>Dipterocarpus costatus</i> , <i>Sonneratia griffithii</i> , <i>Syzygium fruticosum</i>
	常緑樹	195	<i>Heritiera fomes</i> , <i>Diospyros crumenata</i>
	海藻類	73	<i>Eucheuma denticulatum</i>
	海草	11	<i>Halodule uninervis</i>
動物	哺乳類	19	<i>Sunda Pangolin</i> , <i>Finless Porpoise</i>
	鳥類	228	<i>Gallus gallus</i> , <i>Plain-pouched Hornbill</i>
	爬虫類	19	<i>Hawksbill Turtle</i> , <i>Leatherback</i>
	両生類	10	<i>Phrynoidis aspera</i> , <i>Rhacophorus</i>
	魚類	42	<i>Taeniura</i> , <i>Echidna</i> , <i>Saurida</i> , <i>Plesiops</i>
	カニ類	42	<i>Portunus pelagicus</i>
	腹足類	50	<i>Phylum mollusca</i>
	二枚貝	41	<i>Veneridae</i> , <i>Cardiidae</i> , <i>Mytilidae</i>
	ナマコ類	35	<i>Holothuroidea</i>
	プランクトン	333	<i>Alexandrium tamarense</i>

出典： https://assets.fauna-flora.org/wp-content/uploads/2018/05/FFI_2018_Marine-Biodiversity-of-Myeik-Archipelago.pdf

表 5-37 メイで確認された IUCN レッドリスト掲載種

分類		種名	IUCN レッドリスト分類
動物	鳥類	セキショクヤケイ	低危険種
	両生類	<i>Phrynoidisaspera</i>	低危険種

出典 : https://assets.fauna-flora.org/wp-content/uploads/2018/05/FFI_2018_Marine-Biodiversity-of-Myeik-Archipelago.pdf

エ) 自然保護区

ミャンマーでは、歴史的に森林保全が注目、先行しているため保護区等の管理は、森林を主体とした内陸部に多く制定されている。メイ市街地の東に「Taninthayi National Park」が分布している。また、メイ市街地周辺は保全林エリアに指定されている。

表 5-38 メイ周辺の自然保護区

名称	面積	分類	登録年
Taninthayi National Park	2,072Km ²	国立公園	2002

出典 : Myanmar Protected Areas, EU, 2011

2) EIA 手続き

「5.5.1 0」と同様

5.6 事業スケジュールの検討

想定される事業スケジュールについては、前項に示した事業スキームの2つのパターン別に整理することとする。なお、事業スケジュールを検討する上で両パターンに共通する前提条件として、以下の2つの事項がある。

- コロナ感染症が収束し、現地に渡航できる状態になっている。
- クーデターが収束し、現地政府機関にコンタクトできる状態になっている。

また、本事業の実施に当たっては、設備導入に関する日本政府の補助スキームの活用がポイントとなる。今回活用するスキームとしては、

- ① エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業（NEDO エネルギー実証）
- ② 民間主導による低炭素技術普及促進事業（NEDO JCM 実証）
- ③ 二国間クレジット制度資金支援事業のうち設備補助事業（JCM 設備補助）

の3つの事業を想定している。事業スケジュールの検討に際しても、表〇に示すように事業スキームのパターン別及び活用する補助スキーム別に計8つのケースで整理する。

表 5-39 事業スケジュールの検討ケースの一覧

	活用する補助スキームの種類	
① IPP 事業者参画パターン	ケース-1	NEDO エネルギー実証
	ケース-2	NEDO JCM 実証
	ケース-3	JCM 設備補助
	ケース-4	活用なし
② 機器納入パターン	ケース-5	NEDO エネルギー実証
	ケース-6	NEDO JCM 実証
	ケース-7	JCM 設備補助
	ケース-8	活用なし

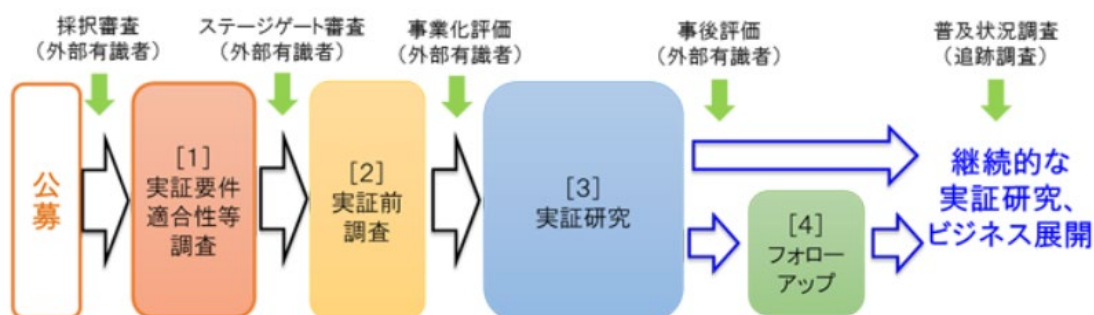
出典：調査団作成

5.6.1 IPP 事業者として参画するパターンの場合

1) エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業（NEDO エネルギー実証）を活用する場合（ケース-1）

図 5-23 に示す流れに沿って事業が行われる。通常、公募は年 2 回（2 月と 7 月）行われるため、今回は 2021 年 7 月の第 2 回公募に応募して採択された場合の想定である。「実証要件適合性等調査」及び「実証前調査」をそれぞれ半年間で実施する想定である。

- ・公募：2021 年 7 月
- ・「実証要件適合性等調査」提案書提出：2021 年 9 月
- ・契約締結：2021 年 11 月
- ・実証要件適合性等調査：2021 年 11 月～2022 年 5 月（半年間、6 月のステージゲート審査に間に合うように完了する予定）
- ・ステージゲート審査：2022 年 6 月
- ・実証前調査：2022 年 7 月～2022 年 12 月（半年間）
- ・事業化評価：実証前調査終了後（2023 年 3 月までに完了すると想定）



出典：NEDO ホームページ

図 5-23 NEDO エネルギー実証事業の流れ

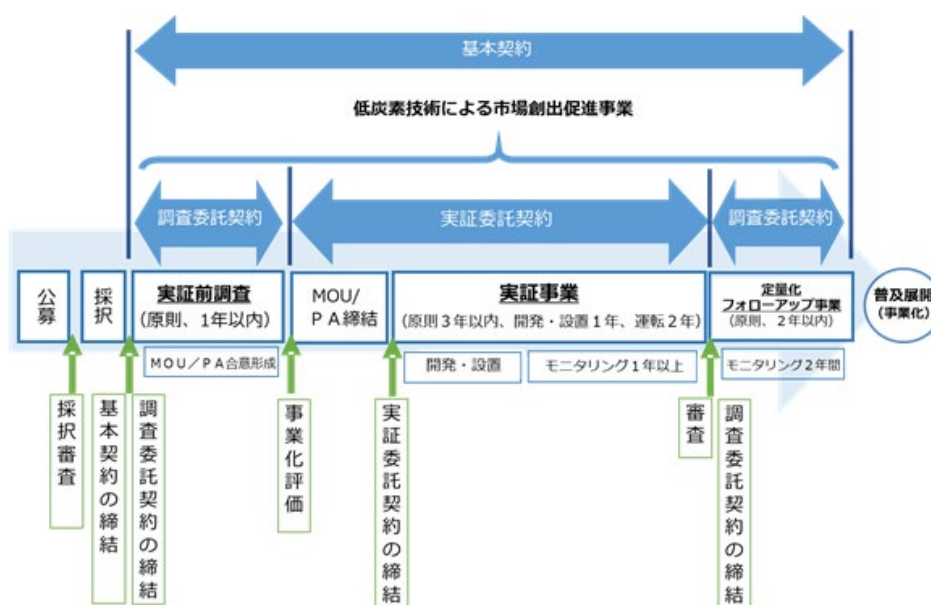
通常ミャンマーで IPP 事業者として事業を行う場合には、現地政府承認手続き（F/S 実施、入札、MIC 許可の取得等）のプロセスを踏むことが必須であるが、本スキームを活用する場合には日本政府（NEDO）と現地政府との間で合意文書（MOU）が交わされるため、通常の現地政府承認手続きは省略できるという想定である。ただし、事業者が相手国企業との間で締結する契約文書（PA）は、事業化評価の結果で「実証研究」を実施することが決定した後でなければ締結することができず、また MOU は PA 締結後に締結されるため、「実証研究」を開始する前に PA と MOU の締結のための期間が必要となる。

- ・PA 及び MOU の締結に要する期間：2023 年 4 月～2023 年 7 月（3 か月間と想定）
- ・「実証研究」：2023 年 8 月～2026 年 7 月（3 年間）
- ・「フォローアップ」：必要に応じて 1 年間以内で実施

2) 民間主導による低炭素技術普及促進事業（NEDOJCM 実証）を活用する場合（ケース-2）

図 5-24 に示す流れに沿って事業が行われる。通常、公募は年 1 回（3 月）に行われるため、2021 年 3 月公募に応募して採択された場合の想定である。

- ・公募：2021 年 3 月
- ・「実証前調査」提案書提出：2021 年 4 月上旬
- ・契約締結：2021 年 6 月下旬
- ・実証前調査：2021 年 7 月～2022 年 2 月（半年～1 年以内）
- ・事業化評価：実証前調査終了後に実施（2022 年 3 月に完了すると想定）→「実証事業」への移行が妥当と判断された場合のみ、「実証事業」へ移行できる。



出典：NEDO ホームページ

図 5-24 NEDO JCM 実証事業の流れ

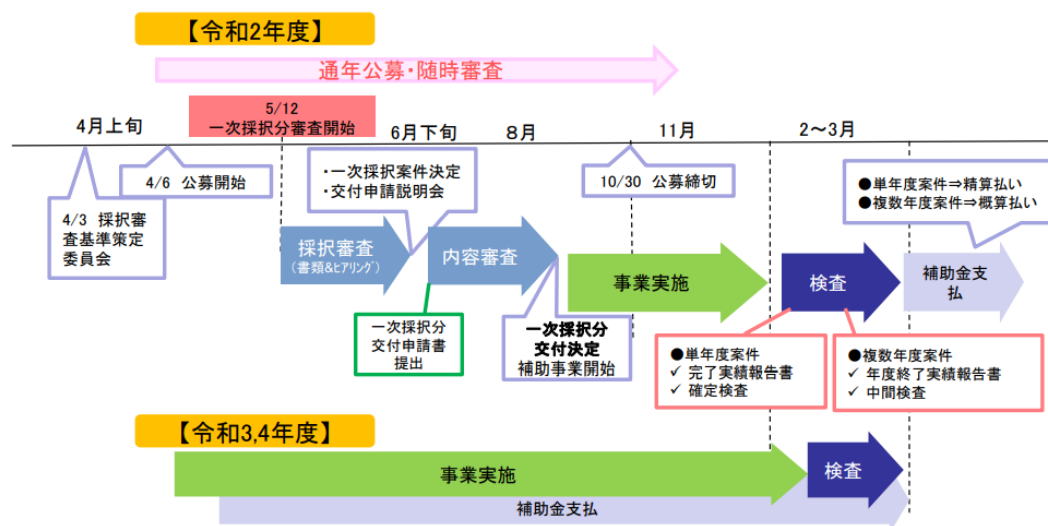
通常ミャンマーで IPP 事業者として事業を行う場合には、現地政府承認手続きのプロセスを踏むことが必須であるが、本スキームを活用する場合には日本政府（NEDO）と現地政府との間で合意文書（MOU）が交わされるため、通常の現地政府承認手続きは省略できるという想定である。

- ・MOU/PA 締結：2022 年 4 月～2022 年 7 月（3 か月間と想定）
- ・「実証事業」：2022 年 8 月～2025 年 7 月（3 年間）
- ・審査：2025 年 8 月に完了すると想定→調査委託契約の締結
- ・「定量化フォローアップ事業」：2025 年 9 月～2 年間以内

3) 二国間クレジット制度資金支援事業のうち設備補助事業（JCM 設備補助）を活用する場合（ケース-3）

本補助スキームは、前述の NEDO の事業のように政府間の MOU が締結されるものではないため、通常 IPP 事業者として事業を行う場合に必要となる現地政府承認手続きと土地の取得を事前に完了しておく必要がある。よって、事業者が独自に現地調査を行い、C/P の決定や事業サイトの決定を行った後で現地政府承認手続きを始める必要がある。また、この現地政府承認手続きには計 2 年半～3 年間かかるため、2021 年 6 月に手続きを開始したとしても、最も早い応募は 2024 年度の公募に応募することになると想定される。図 5-25 は 2020 年度の本スキームの実施スケジュールである。補助事業実施期間は約 2 年半であり、2024 年度の公募に応募して採択された場合は以下のスケジュールとなると想定される。

- ・契約締結：2024 年 9 月頃
- ・補助事業実施：2024 年 10 月～2027 年 1 月末までに完了



出典：GEC 公募説明資料

図 5-25 JCM 設備補助事業の流れ

4) 設備導入に関する日本政府の補助スキームを活用しない場合（ケース-4）

上記の JCM 設備補助事業と同様に、事業者が独自に現地調査を行い、C/P の決定や事業サイトの決定を行った後で現地政府承認手続きと土地の取得を始める必要がある。よって、2021 年 6 月に現地手続きを開始した場合、事業開始までのスケジュールは最も早い場合に以下になると想定される。

- ・現地政府承認手続き及び土地の取得：2021 年 6 月～2023 年 12 月
- ・機器製作（日本国内）：2024 年 1 月～2024 年 6 月
- ・輸送及び設置：2024 年 7 月～2024 年 12 月
- ・事業開始：2025 年 1 月～

注）本スキームでは、設備導入に係る補助スキームは活用しないが、日本政府機関が実施する融資、出資、保険等のスキーム（JICA 海外投融資、JBIC 投融資、NEXI 貿易保険など）については活用する方針である。

5.6.2 機器納入パターンの場合

1) エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業（NEDO エネルギー実証）を活用する場合（ケース-5）

以下に示す通り、前述のケース-1 と同じスケジュールとなる。

- ・公募：2021 年 7 月
- ・「実証要件適合性等調査」提案書提出：2021 年 9 月
- ・契約締結：2021 年 11 月
- ・実証要件適合性等調査：2021 年 11 月～2022 年 5 月（半年間、6 月のステージゲート審査に間に合うように完了する予定）
- ・ステージゲート審査：2022 年 6 月
- ・実証前調査：2022 年 7 月～2022 年 12 月（半年間）
- ・事業化評価：実証前調査終了後（2023 年 3 月までに完了すると想定）
- ・PA 及び MOU の締結に要する期間：2023 年 4 月～2023 年 7 月（3 か月間と想定）
- ・「実証研究」：2023 年 8 月～2026 年 7 月（3 年間）
- ・「フォローアップ」：必要に応じて 1 年間以内で実施

2) 民間主導による低炭素技術普及促進事業（NEDO JCM 実証）を活用する場合 （ケース-6）

以下に示す通り、前述のケース-2 と同じスケジュールとなる。

- ・公募：2021 年 3 月
- ・「実証前調査」提案書提出：2021 年 4 月上旬
- ・契約締結：2021 年 6 月下旬
- ・実証前調査：2021 年 7 月～2022 年 2 月（半年～1 年以内）
- ・事業化評価：実証前調査終了後に実施（2022 年 3 月に完了すると想定）→「実証事業」への移行が妥当と判断された場合のみ、「実証事業」へ移行できる。
- ・MOU/PA 締結：2022 年 4 月～2022 年 7 月（3 か月間と想定）
- ・「実証事業」：2022 年 8 月～2025 年 7 月（3 年間）
- ・審査：2025 年 8 月に完了すると想定→調査委託契約の締結
- ・「定量化フォローアップ事業」：2025 年 9 月～2 年間以内

3) 二国間クレジット制度資金支援事業のうち設備補助事業（JCM 設備補助）を活用する場合（ケース-7）

IPP 事業者として参画しないため、現地政府承認手続きと土地の取得のプロセスを省略できる。よって、事業者が独自に現地調査を実施し、C/P の決定及び C/P との MOU/PA 締結が完了した後で本スキームに応募できる。2021 年度中に現地 C/P との MOU/PA 締結が完了し、2022 年度の公募に応募して採択された場合は以下のスケジュールとなると想定される。

- ・契約締結：2022 年 9 月頃
- ・事業実施：2022 年 10 月～2025 年 1 月末までに完了

4) 設備導入に関する日本政府の補助スキームを活用しない場合（ケース-8）

上記のケース-7 と同様に、事業者が独自に現地調査を行い、C/P との間で MOU/PA 締結が完了すれば事業を実施できる。2021 年 12 月までに MOU/PA 締結が完了した場合、事業開始までのスケジュールは以下になると想定される。

- ・機器製作（日本国内）：2022 年 1 月～2022 年 6 月
- ・輸送及び設置：2022 年 7 月～2022 年 12 月
- ・事業開始：2023 年 1 月～

5.6.3 ケース別の比較

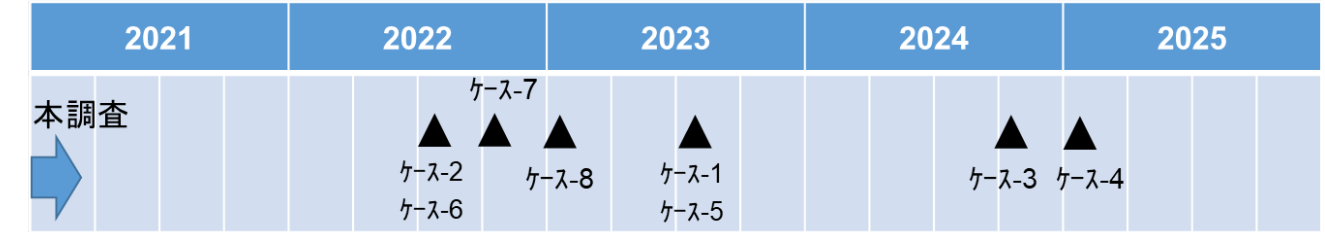
それぞれのケースの事業開始時期を図 5-26 に示す。8つのケースのうち、最も早い時期に事業を開始できるのは「NEDO JCM 実証」を活用するケース-2 及びケース-6 の場合である。

NEDO エネルギー実証を活用する場合（ケース-1 及びケース-5）、実証研究は助成事業であるため、実証研究を実施中に収益が生じた場合には交付された助成金の全部又は一部に相当する金額を納付する必要がある場合がある。

ケース-3 及びケース-4 については、通常ミャンマーで IPP 事業者として事業を行う場合に必須となる現地政府承認手続き（F/S 実施、入札、MIC 許可の取得等）に長い時間を要する。

ケース-4 及びケース-8 については、設備導入に関する補助スキームを活用しないケースであり、日本政府の助成を受けずに独自に現地調査を行うことが必要となる。

	ケース	事業開始時期	事業の形態	特記事項
① IPP 事業者 参画パターン	ケース-1	2023 年 8 月	実証研究	収益納付が必要となる場合がある。
	ケース-2	2022 年 8 月	実証事業	最も早く事業を開始できる。
	ケース-3	2024 年 10 月	補助事業	現地政府承認手続きに時間がかかる。
	ケース-4	2025 年 1 月	通常事業	現地政府承認手続きに時間がかかる。 独自の現地調査の実施が必要である。
② 機器納入 パターン	ケース-5	2023 年 8 月	実証研究	収益納付が必要となる場合がある。
	ケース-6	2022 年 8 月	実証事業	最も早く事業を開始できる。
	ケース-7	2022 年 10 月	補助事業	比較的早期に事業を開始できる。
	ケース-8	2023 年 1 月	通常事業	独自の現地調査の実施が必要である。



出典：調査団作成

図 5-26 事業開始スケジュールの比較

5.7 エネルギー起源 CO₂ の排出抑制量の試算

5.7.1 CO₂ 排出抑制量の試算方針

本事業は太陽光発電及びディーゼル発電を用いたトリプルハイブリッド発電事業であることから、太陽光発電による CO₂ 排出量の抑制が見込まれる。本事業による CO₂ 削減量は、トリプルハイブリッド発電による発電量相当の電力を既存発電施設が発電した場合における CO₂ 排出量が相当する。また、本事業による CO₂ 排出量はディーゼル発電で消費する燃料から発生する CO₂ が相当する。

上記の考えを踏まえ、下記式により、本事業の CO₂ 排出抑制量の試算を行う。

$$BE_y = EG_{,y} \times EF_{elec} - PE_y$$

BE_y : トリプルハイブリッド発電による y 年における CO₂ 排出抑制量 (t-CO₂)

EG_y : トリプルハイブリッド発電による y 年における年間発電量 (MWh/年)

EF_{elec} : 既存電力施設の CO₂ 排出係数 (t-CO₂/MWh)

PE_y : トリプルハイブリッド発電による y 年における CO₂ 排出量 (t-CO₂)

なお、トリプルハイブリッド発電による y 年における CO₂ 排出量 PE_y は下記式により算出する。

$$PE_y = FC_{i,y} \times EF_{fuel,i}$$

$FC_{i,y}$: トリプルハイブリッド発電における燃料種 i の y 年における消費量 (t/年)

$EF_{fuel,i}$: 燃料種 i の CO₂ 排出係数 (t-CO₂/t)

5.7.2 CO₂ 排出抑制量の試算に用いるデータ

本事業における CO₂ 排出抑制量の試算に用いるデータは、現段階における事業計画及び既存資料のデータ等に表示された表 5-40 に示す値を用いた。

表 5-40 CO₂ 排出抑制量の試算に用いるデータ

データの種類		データの内容	値	備考
トリプルハイブリッド発電による既存電力施設の代替を想定した場合の CO ₂ 削減量	EG _y	y 年における年間発電量 (MWh/年)	(ダウエー) 30,660 (メイ) 6,132	現時点の計画値
	EFelec	既存電力施設の CO ₂ 排出係数 (t-CO ₂ /MWh)	0.319	令和 2 年度 JCM 設備補助事業公表値
トリプルハイブリッド発電による CO ₂ 排出量	FCi,y	y 年におけるディーゼル消費量 (t/年)	(ダウエー) 4.132 (メイ) 0.826	現時点の計画値
	EFfuel,i	ディーゼルの CO ₂ 排出係数 (t-CO ₂ /t)	868.6	JICA Climate-FIT の規定値

出典：調査団作成

5.7.3 事業による CO₂ 排出抑制量

本事業による CO₂ 排出抑制量は、表 5-41 に示すとおりである。

ダウエーにおいて 5MW のトリプルハイブリッド発電施設を導入した場合の CO₂ 排出抑制量は、年間 CO₂ 削減量 9,781t-CO₂ と年間 CO₂ 排出量 3,589 t-CO₂ の差分として、年間 6,192 t-CO₂ が見込まれる。

メイにおいて 1MW のトリプルハイブリッド発電施設を導入した場合の CO₂ 排出抑制量は、年間 CO₂ 削減量 1,956t-CO₂ と年間 CO₂ 排出量 718 t-CO₂ の差分として、年間 1,238 t-CO₂ が見込まれる。

表 5-41 事業による CO2 排出抑制量

	既存電力施設の代替を想定した 場合の CO2 削減量(t-CO2/年)	CO2 排出量(t-CO2/年)	CO2 排出抑制量 (t-CO2/年)
	EG _y	PE _y	BE _y = EG _y - PE _y
ダウエー	9,781	3,589	6,192
メイ	1,956	718	1,238

出典：調査団作成

5.8 事業実施に向けた課題

今後の事業化に向け、現地ニーズに合った競争力のある電力販売価格の提示が可能な事業スキームの構築が最も重要な課題である。よって、本調査終了後はまずは現地に渡航し、本調査結果を最大限に活用しつつ先方政府との関係構築、C/P 候補の要望・財政力・信頼性の確認、現地設備の詳細把握とニーズに応じた技術検証、事業費の更なる精査を行う必要がある。また本邦政府支援スキームの活用等も踏まえ事業化を追求する必要がある。

IPP 事業者（SPC）に出資、O&M 契約、又は EPC 契約等で参画して事業を実施する場合には、現地政府による事業承認プロセスを経る必要がある。30MW 以下のオフグリッド発電所を地方に建設する場合には州政府が事業承認を行う権限を有するが、実際のプロセスの中で中央政府機関とのやり取りが多いのが現実である。事業承認を得るのに長期間を要すること、また、事業者選定や政府承認のプロセスにおいては不透明な部分が多いことなどから、C/P 選定の際には、現地事情に精通し人脈やノウハウ等を有する企業を選ぶことにより、事業リスクの軽減を図ることが重要である。

なお、2021 年 2 月にクーデターが勃発したため、現在は本件について現地政府機関等と議論を進められない状況となっている。本調査で収集した現地の法制度・規制・政府承認プロセス等の情報はクーデター前に有効な情報であり、今後も以前と同様な内容が踏襲されるか不透明な状況である。

6. 今後の事業実現に向けた実施すべきアクション

6.1 事業実施の課題に対する対策案

- 本調査では、現地渡航がコロナ禍の影響により実施できなかったため、状況が改善されるのを待って、現地のカウンターパート候補と直接面談し、本事業の有効性について意見交換や認識の共有を図り、確実なカウンターパートとの関係構築を行っていく必要がある。
- ADB によるナショナルグリッドの拡張やその他大型電力事業があるため、これらのプロジェクトの進捗状況を随時確認し、想定するカウンターパートの電力需要への影響を注視していく必要がある。また、進捗が芳しくない場合は、その課題等を把握し、本事業における対策を想定しておく必要がある。
- 事業スケジュールに関して、現地政府への本事業の認識と事業推進サポートの依頼を行っていく必要がある。これについても、渡航が出来る状況になり次第、直接ミャンマー中央政府およびタニンダリー州政府、現地地方政府、MICなどと面談を行い、円滑な手続きが行えるよう情報交換を行っていく必要がある。
- 2/1 にミャンマー国軍はアウン・サン・スー・チー国家顧問兼外相とウィン・ミン大統領らを拘束し、クーデターを実行した。これにより事業を実施する上で重要な情報である法制度、規制、投資プロセス、現地の中央政府の権限や主要人物が不明確となっている。引き続き現地状況を把握し、事業推進が可能となる先方政府の体制および現地状況を確認していく必要がある。また、日本政府および各国の動向についても継続して情報収集を行っていく必要がある。
- DSEZ については初期開発事業の事業権を有する ITD 社を C/P 候補として調査・ヒアリングを実施してきたが、2020 年 12 月に緬国政府から ITD 社に対して事業権破棄を通知したため、調査の継続が困難な状況となった。今後、日本を含むミャンマー、タイとの 3 カ国での問題解決に向けた活動の可能性などがある。したがって、将来的な事業の拡大を念頭におきつつ、引き続き情報収集を行っていく必要がある。

6.2 事業実現に向けた今後の方針

- コロナ禍の影響、クーデターの状況について情報収集を行い、渡航できる状況を見極めた上で、現地において事業の実現可能性を高めるための詳細調査を行う。
- 現地法制度の動向、燃料価格や電力料金の動向、カウンターパートの懸念事項現地候補地の状況、電力網などについてより具体的な詳細について詰めていく。

6.3 日本政府に対する実施すべきアクション

- より具体的な事業の可能性を確認した上で、日本政府による支援スキーム（NEDO、JCM 等）を活用するために、関係機関との意見交換を行う。
- 合わせて継続的にミャンマーの日系企業の状況やプロジェクトの状況を確認し、リスク低減や有効な事業推進事例等を把握する。

6.4 ミャンマー政府に対する実施すべきアクション

- 国内については、事業の有効性についての認識共有、円滑な事業スケジュール支援依頼、ミャンマー全国の類似プロジェクトの動向、法制度の動向、将来的な事業展開を目的とした他候補地域等について意見交換を行う。
- 国外との関係について、ADBなどの他ドナーの動向、他国の投資状況など本事業に影響する可能性がある現地状況についての情報を獲得する。

6.5 民間企業に対する実施すべきアクション

- 各社のプロジェクトの動向とその事業への参入、電力需要の変動や価格変動状況等の状況をより具体的に確認していく。
- また、具体的な候補地の視察、ニーズの変化の把握や意見交換、本事業のより具体的な達成目標の共有等について行っていく。



令和2年度質の高いエネルギーインフラの
海外展開に向けた事業実施可能性調査事業委託費

ミャンマー国南部地域における トリプルハイブリッド発電システムを活用した 電力安定供給調査事業

概要版

令和3（2021）年 2月

パシフィックコンサルタンツ株式会社

三菱重工エンジニアリング株式会社



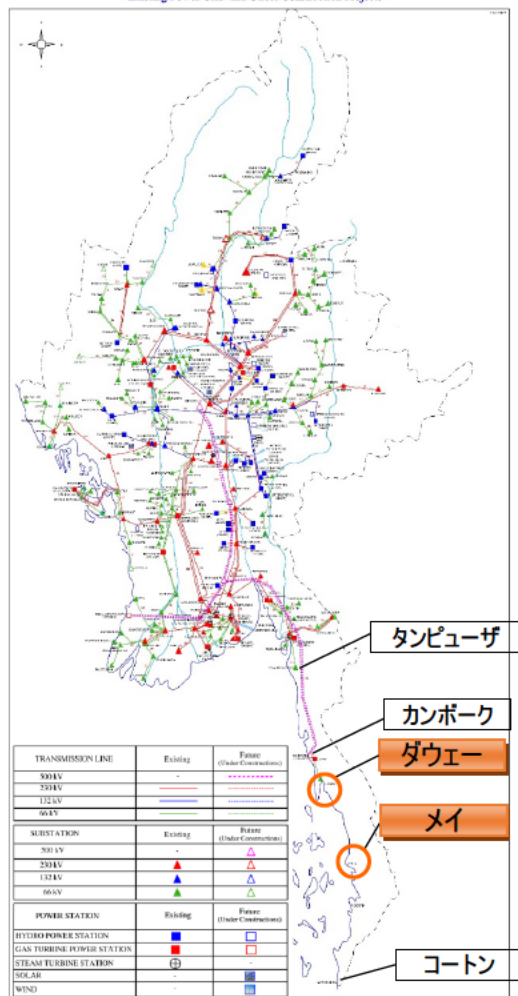
Pacific
Consultants

Producing
The Future™

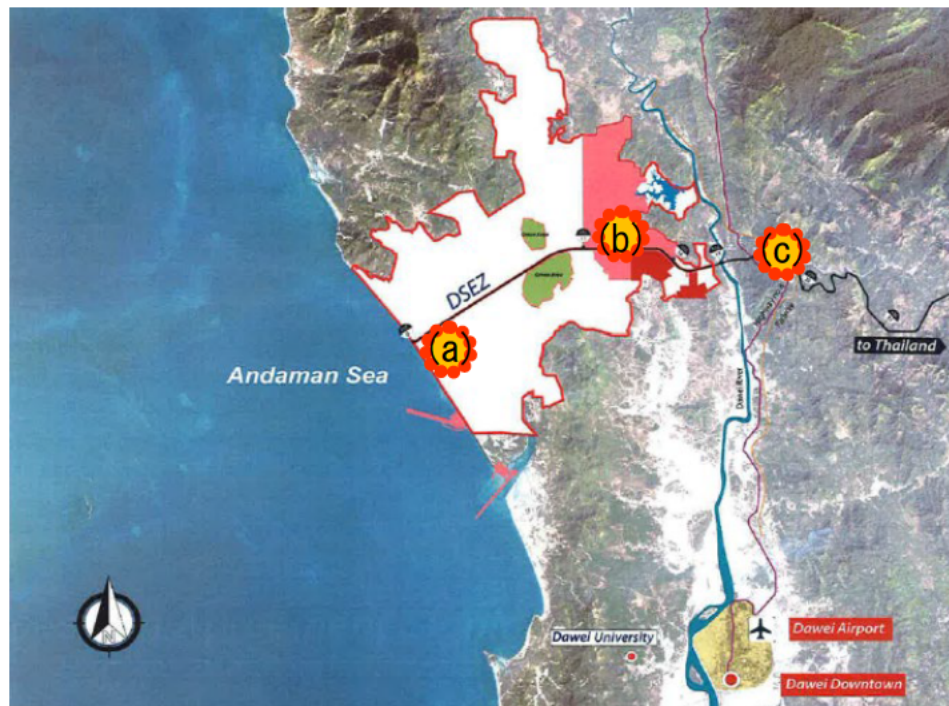
目次

検討内容	スライド
1. 業務概要	2
2. ミャンマー及びタニダーリ州における現状把握	5
3. 相手国関係者のニーズの把握および分析	19
4. 事業実施方針の策定	24
5. 提案システムの検討	29
6. 今後の事業実現に向けた実施すべきアクション	52

業務概要



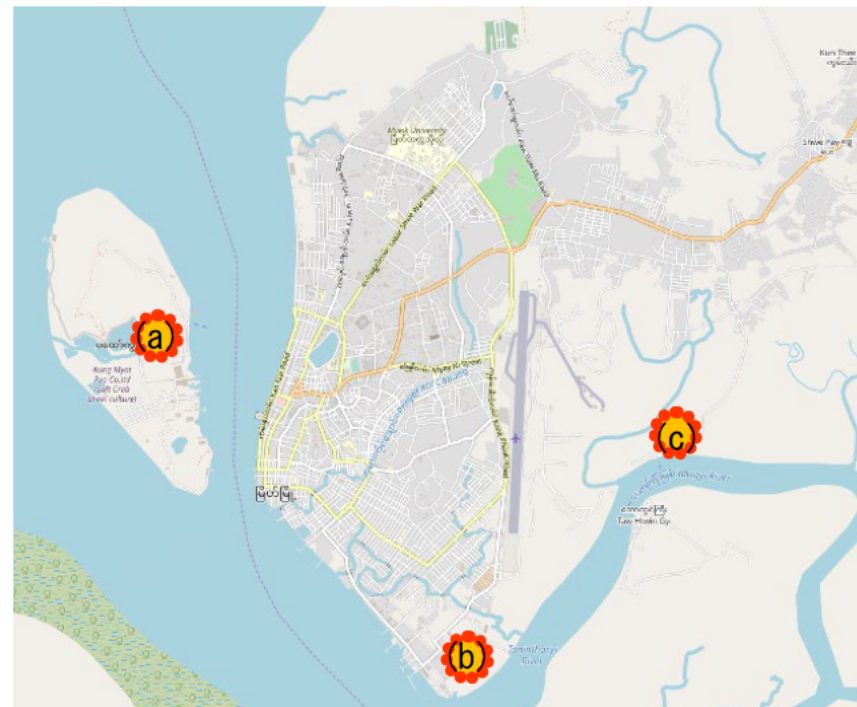
オフグリッド地域であるミャンマー南部の1)ダウエーSEZ及び2)メイ市内を対象に、三菱重工グループの開発したトリプルハイブリッド発電システム（太陽光発電、蓄電池、ガスエンジンを組み合わせた自立給電システム）を分散型電源として導入し、高品質な電力供給事業の調査を行うものである。



対象地区 (1) ダウエー周辺地域

出典：ITD社資料をもとに調査団作成

※図中(a)～(c)は発電所候補地



対象地区 (2) メイ周辺地域

出典：openstreetmapをもとに調査団作成

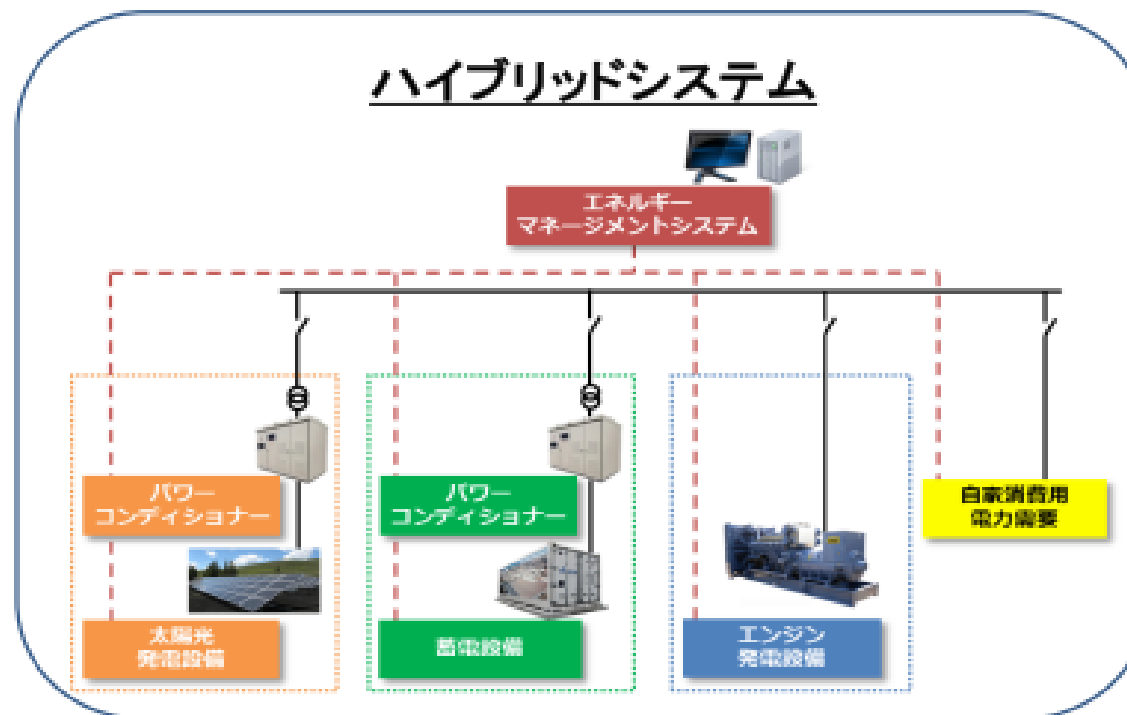
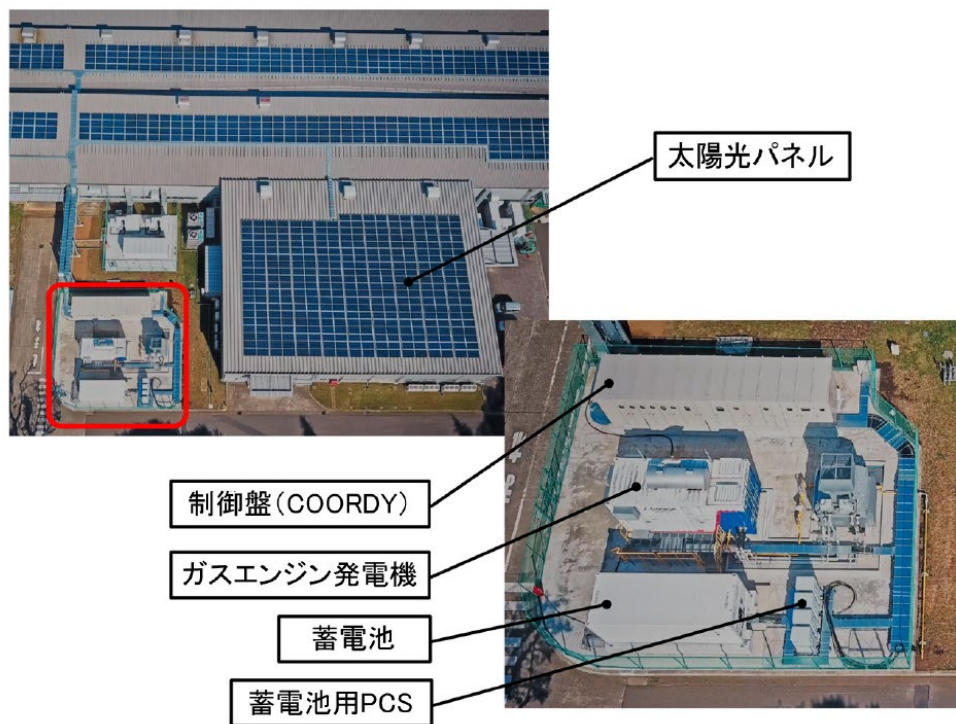
※図中(a)～(c)は発電所候補地

ミャンマー配電網と調査対象地域

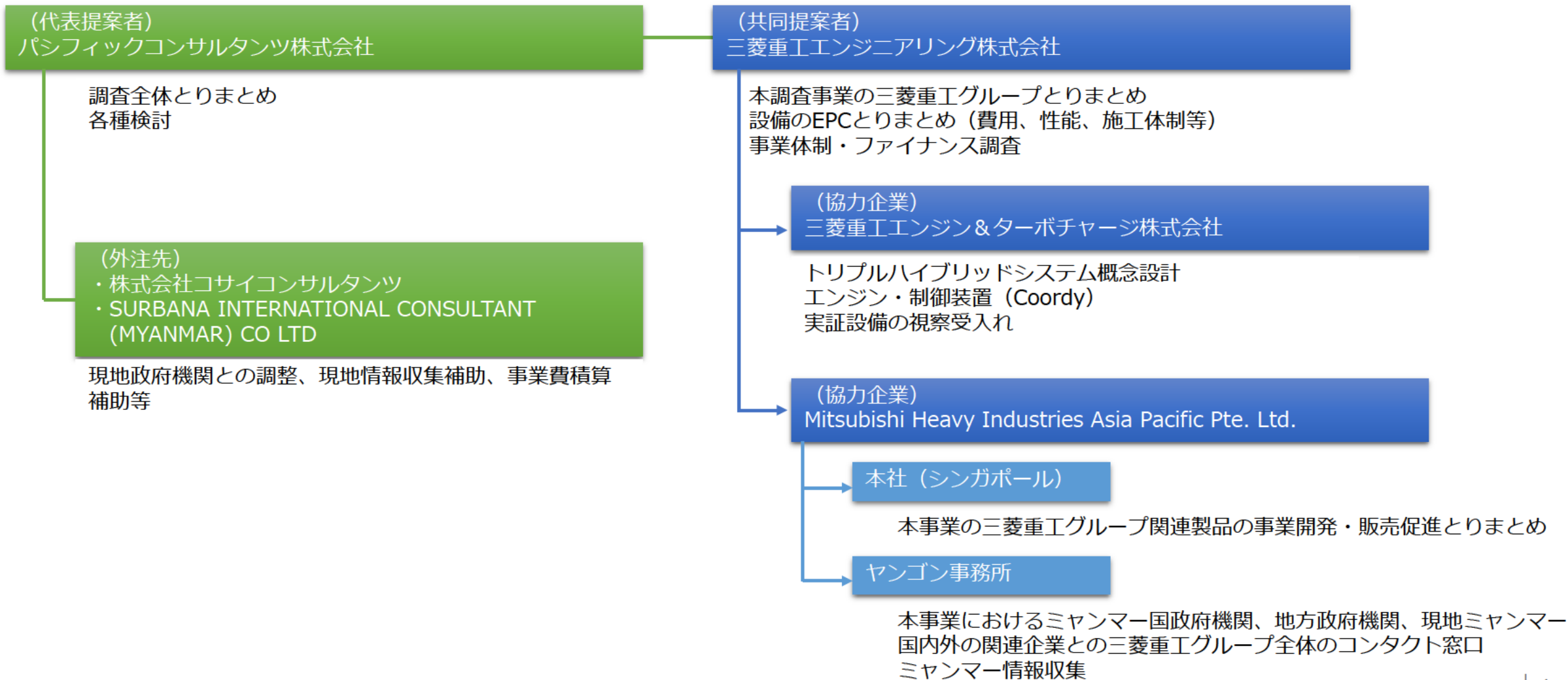
出典：MOEE資料をもとに調査団追記

提案システム

- ✓ 独自開発の制御システム「COORDY」が、太陽光発電を最大限に活用しつつ、蓄電池及びガス／ディーゼルエンジンを制御することにより、安定した電力供給を実現する。
- ✓ 「COORDY」を組み込んだトリプルハイブリッド発電システム「EBLOX」が、自社工場内で2018年7月より実証運転を開始している。
- ✓ リモートモニタリングシステムによる、遠隔監視機能の適応も検討。



業務実施体制



国家計画・エネルギー関連政策

<National Energy Policy(NEP)>

2014年に策定され、電化率を2022年までに14年の26%から75%まで高める事、24年までに毎年500-1000MWの発電設備を建設する事、風力・太陽光・地熱・バイオマスなどの再エネ開発を促進して2031年には発電量の9%をそれらで賄う目標を掲げている。

<Myanmar Sustainable Development Plan(MSDP)>

2018年に策定され、ミャンマーの持続可能な発展の方針を示す。

3.3.7はSEZ(経済特別区)の開発に環境側面を重視する事、5.2.4に気候変動対応や低炭素のインフラを採用する事、5.4で再エネ開発を宣言し、5.4.1で再エネのエネルギーミックス中の拡大、5.4.2と5.4.8で地方と連携した再エネ拡大を目指し、5.6.3では都市開発における低炭素化を推進すると示されている。

<Gas To Power Plan>

2018年にミャンマー国内で4件の大型天然ガス発電プロジェクトが発足し、連邦政府もこれを後押しする姿勢を見せている。連邦政府は4つのプロジェクトに対し、時間を要するMoAではなく、より簡易なNtPを発出して案件開発を促進している。4つのプロジェクトは合計3,111MWで、完成後はすべて国の送電網に接続される予定である。

2020年12月現在、この内2件にPPA締結とMIC認可があり、実施段階に入っている。

また、20年7月、Thilawa SEZで開発される1,250MWのLNG発電プロジェクトと燃料ターミナルについて、NtPを発行した。本プロジェクトは、現地のエデングループと日本の丸紅、住友商事、三井物産の3社によるJVで実施される予定。この案件はこれからPPA締結とMIC認可を受ける必要がある。

<再エネ発電への優遇措置>

ミャンマーには現在、再生可能エネルギープロジェクトに特化したインセンティブ制度はない。

しかし、外国人投資家は、ミャンマー投資委員会の許可を得れば、通常、ミャンマーの投資法に基づく税制優遇措置を受けることができる。ASEAN諸国や中国で生産された製品の輸入税免除も適用される可能性がある。ミャンマーの再生可能・非再生可能電力プロジェクトの関税は、プロジェクトごとに交渉される。

地域計画・政策

<タニンダーリ地域の電源開発と政策>

タニンダーリ州の電化率は約10%と、全国平均の41%に比べて最も低く、信頼性の低い高価な電気のために機会が損なわれているという不満が高まっている。国営の送電網はまだ地域には届いておらず、代わりに地元企業が発電事業に取り組んでいる。同州議会でも、ダウエー、メイ、コータウンでの送電網や、IPPの推進が提案されている。

また、タニンダーリ地域の地域総合計画では、電源開発に関連して下記の具体政策を示している。

- 土地の管理と運営は、空地・休閒地・未墾地管理法に則る
- 官民連携（PPP）、技術支援と投資誘致による産業開発
- 電力発電事業及び送電事業の推進

<メイ経済特区(MEZ)の開発状況>

Myeik Economic Zoneは民間所有で、港と隣接する工業地帯に加え、港と隣接する倉庫や企業との間の物資の流れを「合理化」するゾーンが含まれる予定である。

但し、この計画は必要な土地の補償を巡って、地元住民との交渉が進んでいない。2017年以降は全ての建設活動を停止しており、開発企業体は株主や農地所有者から訴訟を起こされている。

<ダウエーでのガス火力開発計画の状況>

2015年に、200MWのCCGT発電所プロジェクトがUnited Power Asia（UPA）によって提案されている。事業体は2016年3月に電力省との間で、ダウエー経済特区（SEZ）に100億Bt（2億8500万ドル）の200MWのガス火力発電所を開発するためのPPAを締結した。

UPAによると、20MWの第1期プロジェクトは2015年6月に運転を開始した。この20MWの発電所からは1kWhあたり5.8セントで売電され、15%の利益率になっているとの事だった。第2期である200MWの設備は、今日に至るまで着工されていない。

関連法制度

<電力法>

2014年に新電力法が国会承認を受け、国家グリッドに接続されていない30MW未満の電化プロジェクトへの州や地域への許認可権限付与、外国投資の促進等が明示された。また、地域の電力料金を認可する電気規制委員会が設置されることになっており、タニンダーリ州では燃料価格や為替レートに応じて3ヶ月に1回、売電事業者が料金を変更することが認められている。

<外国投資法>

外国人または外国企業は、不動産の売却・贈与・担保提供・贈与・購入等を禁止されている。2012年の外国投資法と不動産移転規制法においてミャンマー投資委員会(MIC)が事業規模、投資額、産業の種類に応じ、最大で50年間の不動産貸借が可能のように変更された。同様にSEZ法でも50年間の長期貸借を認めており、管理委員会が承認した場合には25年の追加が可能である。また、業種の外国企業に関する規制が定められており、中小発電事業についてはミャンマー資本との合併のみ認められ、系統管理業務は外国企業の参加が禁止されている。但し、SEZ内ではSEZ法が優越し、この制限は適用されない。

<空地・休閒地・未開拓地管理法>

空地・休閒地・未開拓地を農地、家畜、鉱物生産等の他目的に利用するための許可方法や利用制限が記載されている。許可を与えるのは農業家畜灌漑省の連邦政府大臣を議長とする中央委員会により与えられるが、50エーカーを超えない範囲での転用許可は地域レベルで実施することが可能である。最大で50,000エーカーまでと定められており、許可期間は30年間である。使用期間の延長も許可を得れば可能である。中央委員会による許可の為、実際に使用許可が降りるまでに多くの時間を要しているのが実情である。

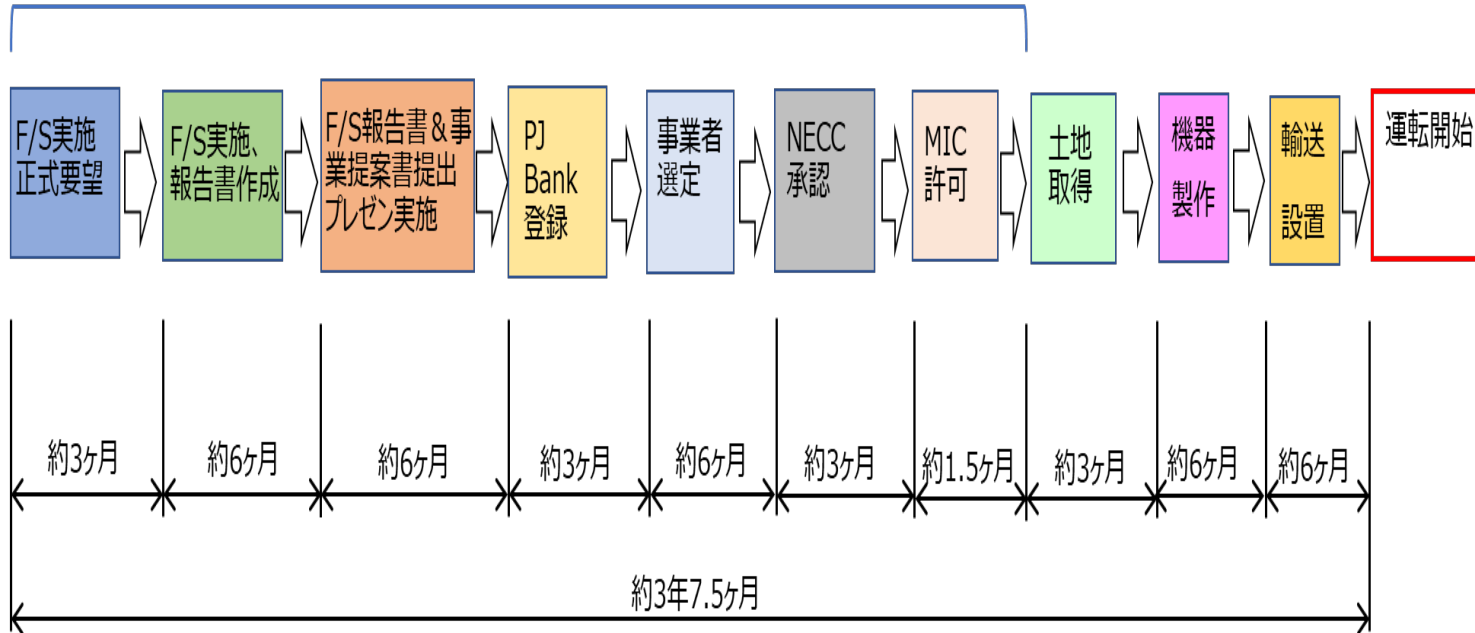
<技術基準>

電力関係の設備については、基本的に既設も含めIECやISOなどの国際規格とSI単位系が適用されている。建築物については、国家建築基準法が制定されており、最新の2016年版が唯一の準拠すべき基準と設定されている。これは国際建築基準に基づいている。これは定められた用途地域に対して建築許可を与えること、容積率、高さ制限、内装制限等の建築に係る単体規定、集団規定が明記されている。しかし、大部分の都市において用途地域が定められておらず、実質的に機能するには時間を要する。

関連法制度

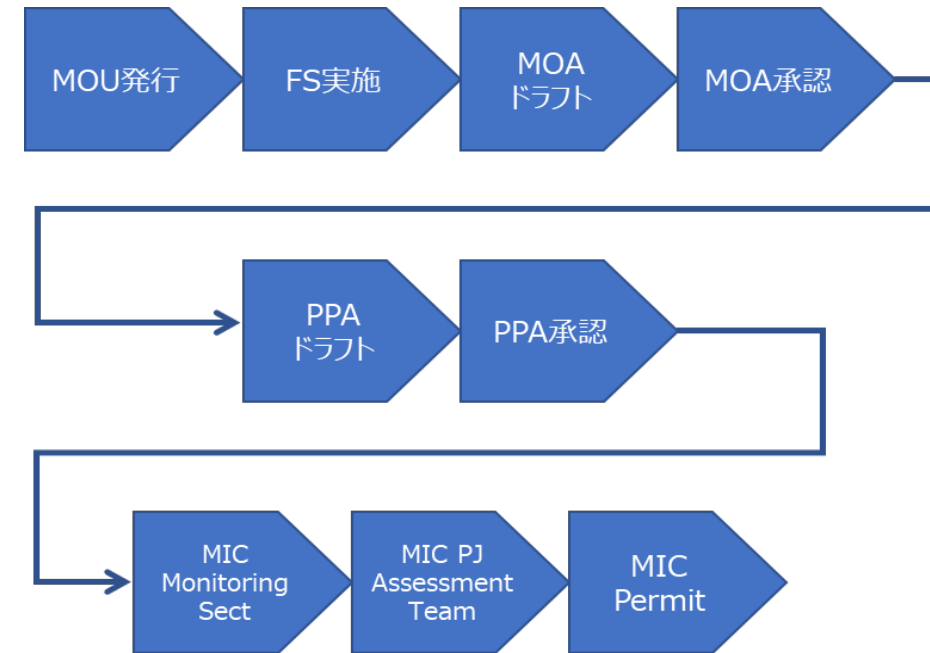
30MW未満の地方での電源開発・電化プロジェクトは、
地方政府が電力事業を承認する。

現地政府承認プロセス（約2年4.5ヶ月間）



・必要期間は予測が難しく、あくまで参考値。実際にはこれ以上の時間がかかることがある。

ナショナルグリッドに連系する場合は、
電力省・内閣の許認可が必要。



出典：平成29年度質の高いエネルギーインフラの海外展開に向けた事業実施可能性調査事業
(ミャンマー・LNG利用／電力供給にかかる事業実施可能性調査)より、調査団作成

関連法制度

Category of land	Which land can be leased to foreign investors?
Freehold Land	土地所有者は内閣とMICの許可の下、自由に外国人に貸与可能。
Grant Land	土地利用者は内閣とMICの許可の下、外国人に貸与可能。
Farm/Agricultural Land (農地)	土地利用者は政府の許可の下、外国人に貸与可能。 但し、用途を変更する場合は別途許可が必要。
Leased Land	土地利用者は政府の許可の下、外国人にサブリース可能。
Permit/Licensed Land	土地利用者は政府の許可の下、外国人にサブリース可能。但し、住居・個人的な耕作から用途を変更する際は、Grant Landへの変更手続きが必要。
Vacant/Fallow/Virgin Land (空地・休閑地・ 未開拓地)	土地利用者は政府の許可の下、外国人に貸与/サブリース可能。但し、農耕・牧畜など元々の用途から変更する際は、別途変更手続きが必要。
Monastery/Religious Land	外国人への貸与/サブリース不可で、区域内で外国企業が事業を行う事は禁止されている。原則として用途変更も出来ない。

<土地の分類と権利>

ミャンマーには様々な種類の土地が存在し、それぞれ権利や利用に関する許認可、外国企業が賃貸契約を結べるか、などの条件が異なる。左表に要約を示す。

環境社会配慮に関わる関係法令等

■ミャンマー国内における環境社会配慮に関わる関係法令は下記のとおりである。

ミャンマー国における国家環境政策（Environmental policy）は1994年に採択され、すべての市民の生活の質を向上させるために、環境への配慮を開発プロセスに統合することにより、調和とバランスを達成することを目的としている。

ミャンマーにおける環境影響評価制度の法的根拠は環境保全法（Environmental Conservation Law、2012）及びこの施行規則（Environmental Conservation Rules、2014）にあり、2015年12月に環境影響評価に関する具体的な手続きを規定する環境影響評価手続（Environmental Impact Assessment Procedure）が、天然資源環境保全省（MONREC）の省令として施行された。また、環境影響評価手続と同時期に環境影響評価対象事業に適用される排出ガス・排水等の物理環境の評価指標として、国家環境質（排出）ガイドライン（National Environmental Quality (Emission) Guidelines）が施行されている。

- Environmental policy (1994)
- Environmental Conservation Law (2012)
- Environmental Conservation Rules (2014)
- Environmental Impact Assessment Procedure (2015)
- Environmental Quality (Emission) Guidelines (2015)
- Myanmar Investment Law (2012)
- Myanmar Investment Rules (2013)
- Notifications for Investment (2013 and 2014)
- Resettlement and Rehabilitation Law (LAARL) (2019)

環境社会配慮に関わる関係法令等

■電力セクターの環境影響評価の要件

環境影響評価手続（Environmental Impact Assessment Procedure、2015）の付属資料によると、エネルギー部門の開発事業において、「9.火力発電」及び「11.太陽光発電」がリスト化されている。

「9.火力発電」の要件として、5MW以上50MW以下の規模では簡易的な初期環境調査（IEE）の手続きが、50MW以上の規模では環境影響評価（EIA）の手続きが規定されている。

「11.太陽光発電」の要件として、50MW以上の規模では簡易的な初期環境調査（IEE）の手続きが、また天然資源環境保全省が環境影響評価（EIA）の実施を要求したすべての事業は、環境影響評価（EIA）の手続きを行うことが規定されている。

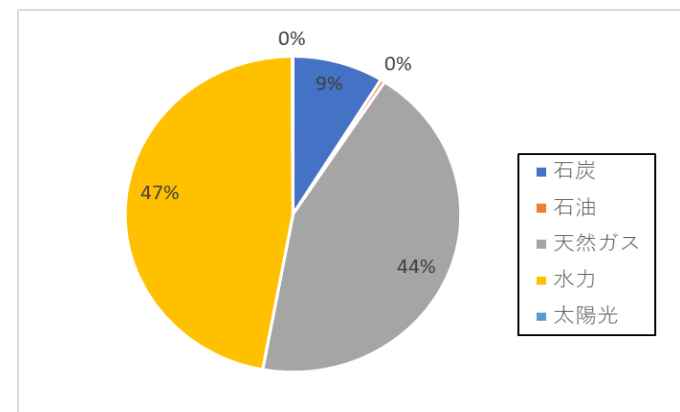
No.	Type of Economic Activity	Criteria for IEE Type Economic Activities	Criteria for EIA Type Economic Activities ⁷
ENERGY SECTOR DEVELOPMENT			
9.	Thermal Power Plants (other than the types in items 4, 5, 6, 7 and 8)	Installed capacity ≥ 5 MW but < 50 MW	Installed capacity ≥ 50 MW
11.	Solar Power Plants	Installed capacity ≥ 50 MW	All activities where the Ministry requires that the Project shall undergo EIA

出典：環境影響評価手続（Environmental Impact Assessment Procedure、2015）の付属資料

ミャンマーの電力需給

【発電量と消費量の推移（2019年時点）】

- ・ 発電量及び消費電量は過去20年間で約10倍増加
- ・ 水力発電と天然ガス発電の割合が高い（全発電量の約91%）
- ・ 近年、石炭発電の割合も増加（全発電量の約9%）



発電量種類の割合(2019年)

出典：IEAのデータベースを元に調査団作成

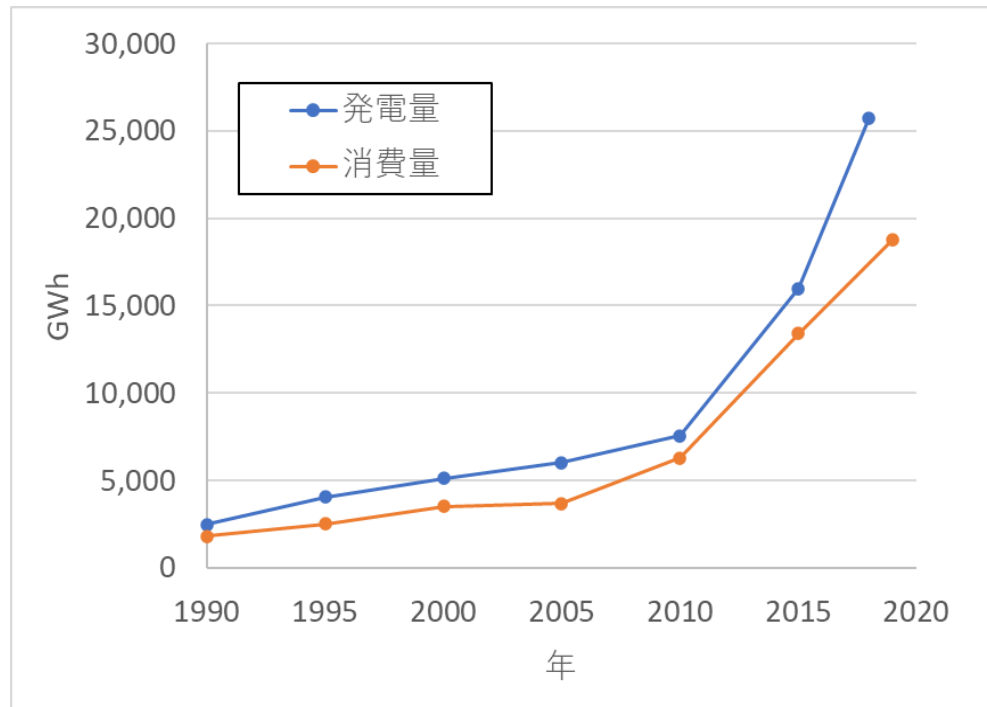
【国家電化計画における電化率の達成目標】

2016年 34%（実績）

2021年 55%（目標）

2026年 75%（目標）

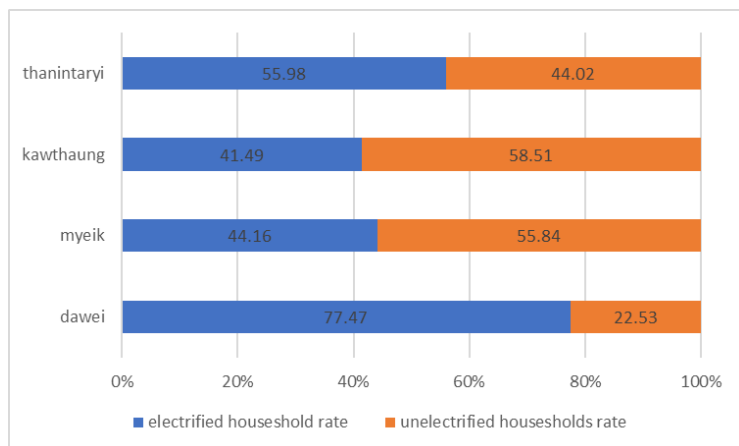
2030年 100%（目標）



発電量と消費量の推移

出典：IEAのデータベースを元に調査団作成

タインダーリ州の電力需給

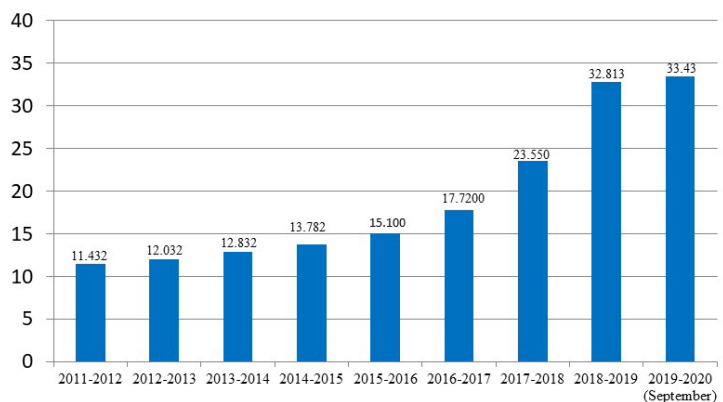


出典：MOEE資料より調査団作成

タインダーリ州の地域毎の電化率

Annually Increased Peak Load Condition in Tanintharyi Region

Peak Load (MW)



出典：MOEE web site より

タインダーリ州の電力需要の推移

【電力供給の現状】

タインダーリ州主要地域全体で、電化率は約56%であり、州内ではダウエー地域が最も電化が進んでいる。

ミャンマーのナショナルグリッドは現在モラマインまで整備されており、現在、モラマイン～ダウエー間の整備計画が進んでいる（ADB補助金利用）。

しかしながら、現時点ではタインダーリ州までナショナルグリッドは整備されておらず、地域の公営系統を利用した発電事業者による供給、工場等の事業者による独自系統による供給、村・町単位での独自系統による供給が主な電力供給のスタイルとなっている。

【電力需要の現状】

MOEEによると、タインダーリ州全域での最大需要は33.43MW（2019年～2020年実績）となっている。

後述する現地ヒアリング結果によりダウエー地域はPetro & Trans社、メイ地域はPetro & Trans社およびPyi Phyo Tun Int'l Co.が主な電力供給候補として想定される。

ダウエーの電力需給

発電	事業者名	Petro & Trans
	設備容量	16MVA
	供給量	10～16MVA/日
	発電の種類	ガスエンジン発電機
	燃料	ガス（初期はガスの納入が遅れたため軽油を使用）
	発電コスト	—
	コンセッション期限	2020年1月から5年（タニンダーリ州政府と契約）
	施設規模	約 2.02 ha
送配電	送電電圧	11kV
	送電損失	5～10%
	送電容量	(3×1C×185sq)×5セット
	電気料金	219～238MMK/kWh（2020年12月に州政府から210MMK/kWhに引き下げるよう要請を受けた）
その他	その他	—

出典：現地ヒアリングより調査団作成

メイの電力需給（市街地）

	事業者名	Petro & Trans
発電	設備容量	12MVA
	供給量	9～12MVA/日
	発電の種類	ディーゼルエンジン発電機
	燃料	軽油
	発電コスト	230MMK（重油）、290MMK（軽油）、160MMK（LNG）
	コンセッション期限	2020年7月から5年（タニンダーリ州政府と契約）
	施設規模	約 1.21 ha
送配電	送電電圧	11kV
	送電損失	5～10%
	送電容量	(3×1C×95sq)×2セット、(3×1C×185sq)×2セット
	電気料金	292MMK/kWh
その他	その他	—

出典：現地ヒアリングより調査団作成

メいの電力需給（Pahtaw Pahtet島）

	事業者名	Pyi Phyo Tun Int'l Co.
発電	設備容量	5MVA
	供給量	工場利用
	発電の種類	ディーゼルエンジン発電機
	燃料	軽油
	発電コスト	250MMK
	コンセッション期限	島内自営回線
	施設規模	—
送配電	送電電圧	—
	送電損失	—
	送電容量	—
	電気料金	250MMK/kWh
その他	その他	島内の工場利用のための自営系統

出典：現地ヒアリングより調査団作成

発電・事業者の概要（Petro & Trans）

ダウエー～メイ地域一帯でPetro & Trans社が発電・電力供給事業を実施している。

会社名	Petro & Trans
設立年	2014年
所在地	No.188/1, Petro & Trans Building, Yinmar Street, 14/3 Quarter, South Okkalapa Township, Yangon, Myanmar.
TEL	09 455 299934, 09 7788 64469
e-mail	info@petroandtrans.com, petrotrans.hr@gmail.com
会社HP	www.petroandtrans.com
facebook	www.facebook.com/petros&trans
主な事業	石油製品の供給、石油関連のサービスの提供を行っている。主な事業は以下の通り。 ①貿易 ②流通（卸売り） ③運輸（物流） ④ガソリンスタンド（小売業） ⑤フランチャイズ ⑥石油貯蔵地区
グループ会社	①PETRO & TRANS（企業グループ、マーケティング） ②PETRO 7（ガソリンスタンド） ③POWER 95（卸売り、小売り） ④PETRO & TRANSPORT 7（運輸） ⑤SIAM ENERGY（貿易、タイ）

電力需要予測・供給計画

【ダウエー】

MOEEによると、ダウエー地域の需要は、2024年には30.52MWまで伸びると予測されている。

ダウエーまで230/66/11kV（容量50MW×2）の変電所を整備し、モーラマイン～ダウエー間に2系統のナショナルグリッドを整備する計画があり、2025年に完了予定である。（1年以上計画が遅れている。）

【メイ】

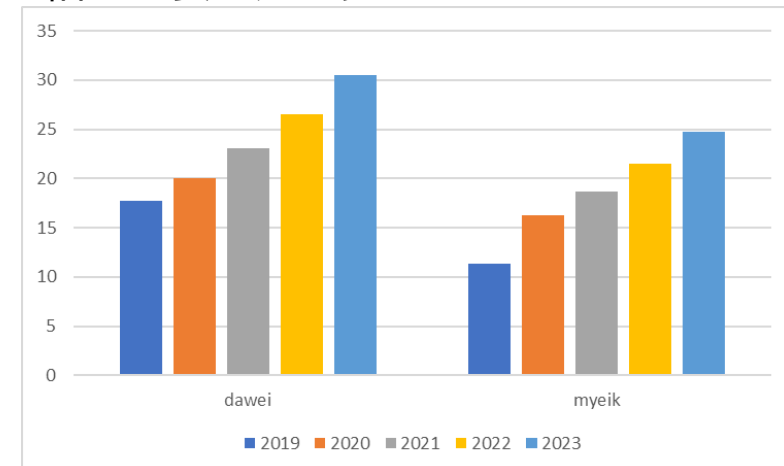
MOEEによると、メイ地域の需要は、2024年には24.73MWまで伸びると予測されている。

Pahtaw Pahtet島の事業主は発電設備を10MWまで増設する計画を立てている。

メイ経済区域があるが、開発が止まっており、経済区域開発による大幅な需要増加は見込めない。

Sr. No	Name of District	Supplied Load (MW)									
		2019-2020		2020-2021		2021-2022		2022-2023		2023-2024	
		Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
1	Dawei	17.76	13.53	20.07	15.56	23.08	17.89	26.54	20.58	30.52	23.66
2	Myeik	11.33	8.9	16.26	11.85	18.7	13.62	21.51	15.67	24.73	18.01
3	Kawthaung	4.34	3.2	5.45	4.14	6.27	4.76	7.21	5.48	8.29	6.3
	Total	33.83	25.63	41.78	31.54	48.05	36.28	55.25	41.72	63.54	47.98

出典：MOEE web site より



出典：MOEE web site より調査団作成

3.1 ミャンマー中央政府

3.1.1 プロジェクトに対するニーズ

■ミャンマーでは、他の国のように石炭、再生可能エネルギーを含む電源の多様化が進んでいない。

- 水力発電所は乾期には水不足で、発電可能な容量が設計された設備容量の半分以上に低下してしまうという問題点のほか、特に環境社会に関して少数民族や生態系の影響などの懸念から、各種調整や許認可の取得まで長い年月を必要とすることが多い。
- 火力発電所では老朽化による出力低下と、国内の発電所に配分されるガス量の不足により、これも設備容量に対して、実際の発電可能出力が大幅に低下している。さらに、送配電システムの整備も遅れており、周波数や電圧の不安定、高い送配電ロスなど、電力の流通が効率的安定的に行われていない。
- 太陽光などの再生可能エネルギーは、自然条件の変動に左右されることなどから、未だ主要電源としての位置づけはできず、電力マスタープランにおいては2030年時点で10%程度の導入を目標として、電源開発計画に組み込んでいる。

■2030年までの地方電化を実現するという目標があるが、その実現可能性については不透明である。

- 2030年100%の電化目標は、計画の実施状況を鑑みると、実現が困難であるという見方がある。また、基幹送電網の延伸では、都市部や工業地帯などくらべて、辺境部における農村が置き去りにされている傾向がある。このような視点から、ミニグリッドやオフグリッドなどの分散電源の開発が、ドナーサイドからも提供されている。

3.1 ミャンマー中央政府

3.1.2 ニーズ分析結果

■ THBの再生可能エネルギーの推進、及び地方電化の推進面での有効性

- トリプルハイブリッドシステムは、再生可能エネルギーを活用した分散型電源による安定的且つ高品質な電力供給システムであり、太陽光発電の端緒である安定供給や変動などにも対応するシステムである。

■ 後発性の利益の享受の可能性（リープフロッグ）

- ミャンマーには、後発優位性があり、従前は、石炭火力の増強と基幹送電網の延伸と、ディーゼル発電により地方電化が計画されていたが、昨今の太陽光発電のコスト低減を鑑みると、例えば、太陽光や水力の組み合わせを天然ガスによりバックアップするエネルギーミックスなどの成立も考え得る。
- トリプルハイブリッドシステムが技術的、および事業的にも成立しうることが確認されれば、他の地方や辺境部等において展開される可能性も考えられる。

3.2 タニンダーリ州政府

3.2.1 プロジェクトに対するニーズ

- タニンダーリ州の地域総合計画「Resilient Community Development Project (RCDP)」には「グリーンで持続可能な成長」という方針が掲げられている。また、「民間主導の産業開発や新たな電力発電プラントの整備」が短期的に取り組む課題とされている。
- 州政府は、他州と比べて高い電力料金を安くすることに注力している。特に地場産業が立地しているメイでは、電力料金の値下げにより産業発展や雇用創出につなげたいという意向が強い。
- 現行のディーゼル発電は、時期、季節、為替レートによって燃料価格の変動が大きいいため、電力料金の安定化が望まれている。

3.2.2 ニーズ分析結果

- THBにより現行より安い電力を提供することができれば、現地政府及び地元の民間企業のニーズとも合致する。
- THBの太陽光発電は、ディーゼルのような価格変動の影響を受けない利点がある。また、低炭素社会を実現できる点についても州政府の計画に合致している。
- メイ市及びPahtaw Pahtet島には太陽光発電に必要な十分な用地がある。

3.3 DSEZ地区およびダウエー地区周辺

3.3.1 プロジェクトに対するニーズ

- ダウエー地方政府へのインタビューによると、2023年までにナショナルグリッドの整備が行われる予定である。一方で工業団地の開発計画も進められており、広範囲にわたる開発に伴い、工業系企業がダウエー地区に集中することにより、電力需要の増加が見込まれる。
- 2018年には「Myanmar Sustainable Development Plan」が策定され、今後増加するであろう電力需要に対しては、低炭素社会の実現に資する再生可能エネルギーの導入や、安定的な電力供給に資する電力系統の二重化が必須であり、太陽光発電を主軸とし、安定的に電力を供給できるトリプルハイブリッドシステムに対する潜在ニーズは高いと考えられる。
- しかしながら、開発を進めてきたディベロッパーであるITD社が2020年末に撤退し、工業団地の開発計画が中断した。本現状を鑑みると、潜在ニーズが高いものの、数年内の導入実現には至らない懸念がある。
- 一方で、前出のPetro & Trans社はダウエー・メイ周辺地域の電力供給を行っており、本システムへの関心が高いことから、特定の地域のみならず、地域一帯としてのニーズがあると考えられる。

3.3.2 ニーズ分析結果

- 導入実現までの期間に懸念が残るものの、ダウエーあるいはダウエー近郊の工業団地には、今後大きな電力需要が見込まれる。将来の工場向けの発電需要を見越し、市内発電業者向けに、トリプルハイブリッドシステム（5MW相当）を導入する条件にて概略検討を実施する。

3.4 メイ地区

3.4.1 プロジェクトに対するニーズ

- メイ地区においては、Pahtaw Pahtet Islandの水産加工業者より、前向きなニーズがあった。
- 当該業者では、現在工場で約5MWの電力を使用しており、ディーゼル発電で賄っているが、5年から10年以内に発電容量を最大10MWまで拡張する計画がある。島に太陽光パネルを設置するだけの十分な土地もあり、現在稼働中のディーゼル発電によるコストとの兼ね合い次第で、導入への関心が高かった。
- 一方で、沿岸部のIndustrial Zoneは、追加の開発計画が無いこと、Economic Zoneは開発案件の進捗が思わしくなく、産業や住宅の開発が含まれていないことから、これら地域は現状以上の電力需要が見込めず、トリプルハイブリッドシステム導入の機運が高まるにはもうしばらく時間を要するであろう調査結果を得た。
- なお、前出のPetro & Trans社はダウエー・メイ周辺地域の電力供給を行っており、本システムへの関心が高いことから、特定の地域のみならず、地域一帯としてのニーズがあると考えられる。

3.4.2 ニーズ分析結果

- 聞き取り調査の結果、メイ地区においては島嶼部の水産加工業者が、今後の電力需要の拡張計画もあることから、導入の確度が高い。ただしコストとの兼ね合いもあることから、拡張計画の一部にトリプルハイブリッドシステムを導入し、質の良い電力を安定的に供給することを狙いとし、1MWのトリプルハイブリッドシステムを導入する条件にて概略検討を実施する。

4. 事業実施方針の策定

事業規模の想定およびカウンターパート選定基準

- 本調査で提案するトリプルハイブリッド発電システムの適正規模は1~10MW程度である。
- 調査のカウンターパートは、提案する規模のニーズの合致や一定の基準がクリアできる企業を選定する方針とする。

1. 再エネ導入の必要性和そのメリットに対する認識を共有できる

- ・ 現地において燃料価格が安価であるため、直近の売電単価も安価となっているが、ディーゼル発電に苦慮している企業があれば、カウンターパート候補として検討する。
- ・ さらに、下記の組み合わせによる対応により再エネ導入のメリットについて理解が得られる企業が望ましい。

2. ディーゼル発電から再エネ発電への転換を希望する

- ・ 現状、「売電価格が安くなるなら～」というのが、現地の生の声ではあるものの、再エネを導入促進が世界的な施策として進められていることも無視できない。
- ・ このような環境に配慮した発電システムへの転換への理解を有しディーゼル発電から再エネ発電導入の希望がある企業は候補になり得る。

3. トリプルハイブリッドシステム導入による電力の安定とメリットが共有できる

- ・ トリプルハイブリッドシステム導入により、太陽光発電のデメリットである天候や時間帯による供給量の不確実性/不安定性が解消される。
- ・ 例えば、「工場」であれば、安定電源により製品供給量が上がれば、収入も増えることから、売電単価の増分と合わせた事業の採算性の確保が可能である。また、病院や行政の施設のように、電力供給を止めてはいけな施設も対象とすることができる。
- ・ このように電力の安定と総合的なメリットに対する理解の認識を共有できるユーザは候補になり得る。

4. 製品の現状に見合った需要規模である

- ・ EBLOXは太陽光、バッテリー、エンジンから構成されるシステムで、工業団地の成長に合わせて拡張が可能なシステムである。
- ・ 日本での試験・検証設備を経て、東南アジアや島嶼国、更にはアフリカなどの無電化地域をマーケットとして考えており、ミャンマーもその一つである。
- ・ 最大でも10MWクラスでパイロットプロジェクトとして事業を行い、将来的には横展開を目指す。

5. 企業の事業分野

- ・ ローカルの電力事業に精通し、工業団地に関与している企業は、テナントを呼び込む際の付加価値になり得るためカウンターパートに適していると考えられる。
- ・ また、今後の導入促進における横展開も期待できるため、複数の案件を抱える企業が望ましい。

現地ヒアリング概要（1 / 3）

- ・ 現地の状況を把握するため、
現地企業に対してヒアリング調査を実施。

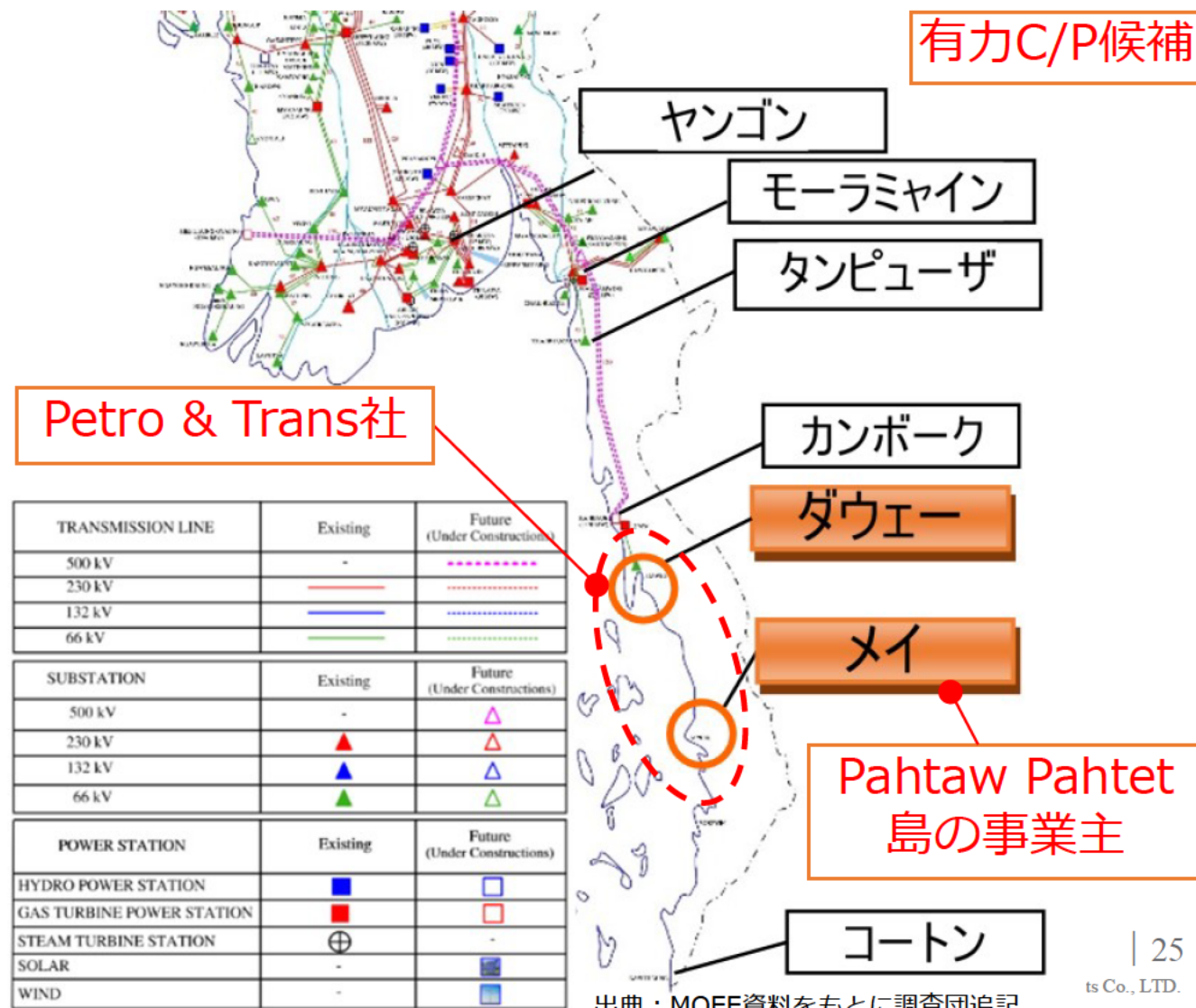
<主なヒアリング結果>

- ・ ダウエー～メイ地域一帯でPetro & Trans社が発電・電力供給事業を実施している。
- ・ メイではPahtaw Pahtet島の事業主が独立電源地域としてシステムを導入できる可能性が高い。

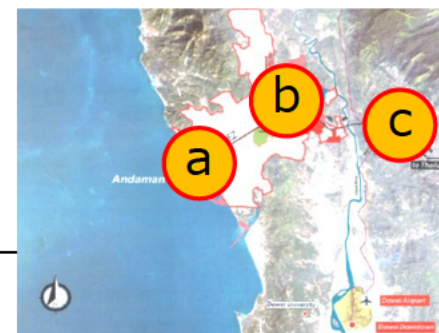
※ダウエーSEZ(DSEZ)について

以下の理由により、本調査においてはDSEZは優先順位を下げ、他地域を優先する。

- 2020年12月30日にミャンマー当局が「度重なる（計画の）遅延や財務的な不履行があり、国家的に重要な事業を進められると確信できない」との理由からダウエーSEZの開発権を持つタイのITD社に対して契約終了通知を送付。
- タイ政府は開発計画に関わる日本を含む3カ国で問題解決に向けて会談を実施するべきとの認識を示している。
- 本調査への影響
 - ・ 当面はITD社へのアプローチは困難な状況。
 - ・ 既にヒアリングは実施しているものの、本調査期間中の進捗は望めない。



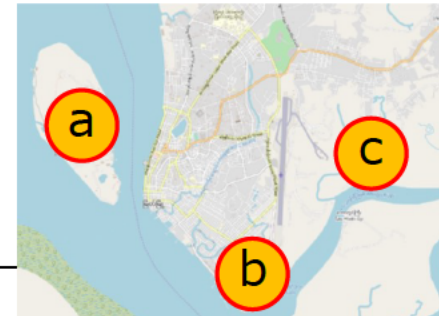
現地ヒアリング概要（2 / 3）



出典：ITD社資料をもとに調査団作成

ダウエー	a., b. ITD社（DSEZ）	c. Petro & Trans
	● 2021年11月頃からタイ～ダウエー間の道路建設がスタートする。工事期間は3年間を要する。 ● DSEZ内の事業については、まだ進展がなく道路建設期間中に多くの企業を誘致する。 ● DESZ内のガス発電（初期1MW, 最終26MW）の計画は今でも活きている。 ● DSEX内建設用の電力は特に新たな発電所を整備する必要はない。 ● 太陽光パネル設置の用地は十分にある。特に貯水池上のフローティング式は土地の有効活用が出来るので良いと思われる。 ● 電力網については、ADBの支援よりモーラマインからダウエーまで230kVの高圧線の整備が進められている。（今年3月に入札を実施）	● Petro & Trans社は2020年1月からタニンダーリ地域のダウエイ地区への電力供給を開始した。 ● また、2020年7月からメイ地区への電力供給を開始した。 ● タニンダーリ州政府より同社へ、ダウエイ県の電気料金をkWhあたり210 MMLに引き下げるよう要請があり、この前後の金額で供給している。 ● 将来計画として、8MWの需要が見込まれている。 ● 現在、発電はガスジェネレーターを用いた発電を行っている。 ● 安定した電力供給、再生可能エネルギーには関心がある。水力発電が最も効率的と考えているが、太陽光も代替として考えられ、特に日中の電力には活用できていると思う。

現地ヒアリング概要（2 / 3）



出典：openstreetmapをもとに調査団作成

メイ	a. Pyi Phyo Tun Int'l Co., Ltd	b. Myeik Public Corporation(MPC)	c. Myeik Future Development Public Co., Ltd.(MFD)
	● 島内に工場のための5MWディーゼル発電を実施中。 ● 発電施設一式の初期投資は4,000MMK程度(約3.2億円)。 ● 5~10年で10MWまで増やしたいと考えている。 ● 現在の運営費用は、250 MMK/KWh (約20円/KWh)程度。 ● THBに十分な用地を適用可能であり興味がある。 ● 電力料金を180~200 MMK/KWhまで下げれたら使いたい。	● Petro & Trans社が政府との契約でメイ市内に過去5年間電力供給を行ってきた。 ● 料金は292 MMK/kWh(約20円/KWh)と前のサプライヤーは420 MMK/kWh(約34円/KWh)に比べ減少した。 ● Petro & Trans社は発電・供給をメイ市と5年間のコンセッション契約を締結した。 ● THBシステム導入により電気料金が安価になるなら有効である。 ● Kyunsu Township (離島の島) では KMPI Consortium (緬・韓・中・独・米企業) が 610MW LNG発電所を計画を進めているが、現地と電力価格等など揉めており現在は進捗していない。	● 現在、Myeik Economic Zone(MEZ) は土地の補償により揉めており、事業が停止しており、再開の見込みがたっていない状況である。 ● メイ市内はPetro & Trans社は電力供給を行っている。 ● メイ市民は、180~210MMK/kWh(約14円~17円程度)の電力料金に出来る供給者を望んでいる。自身としても現在の価格より安くなれば自社で購入したいと思う。

本事業実施方針

<ダウエー>

- Petro&Trans社がダウエー市街地への発電・電力供給を行っていることが明らかとなった。
 - 同社は、今後も発電量を増やし事業拡大を考えていることから、有力カウンターパート候補として想定する。
- ※ダウエーSEZについては、開発継続が困難な状況となっているため、他地域を優先する。

<メイ>

- 現地ではPetro&Trans社がダウエー市街地への発電・電力供給を行っていることが明らかとなった。
- また、Pahtaw Pahtet 島の事業者であるPyi Phyo Tun Int'l Co., Ltd島内の養殖産業が盛んで、多くの冷蔵・冷凍設備が必要であること、本システムへの高い関心を示していることから有力カウンターパート候補として想定する。

電力供給計画（ダウエー、メイ）

【ダウエー】

a.ダウエーSEZ内 （初期開発事業エリア外）	b.ダウエーSEZ内 （初期開発事業エリア内）	c.ダウエーSEZ外（ダウエー市街地） ：有力候補
● 将来的には海路から燃料確保し、燃料の輸送コスト等を抑えられる可能性がある。 ● 将来的な需要のポテンシャルは高いがSEZ内のみの売電となり開発が滞っている現在、短期的な需要の見通しが立ちにくい。 ● 用地は、DSEZMCとの協議が必要である。	● 将来的な需要のポテンシャルは高いがSEZ内のみの売電となり開発が滞っている現在、短期的な需要の見通しが立ちにくい。	● ダウエー市内から11kVの送電線が伸びており、地域グリッドへの接続が可能。ダウエーSEZ周辺地域に限らず、ダウエー市内への売電も考えられる。 ● 許認可についてはタニンダーリ州政府となる。

【メイ】

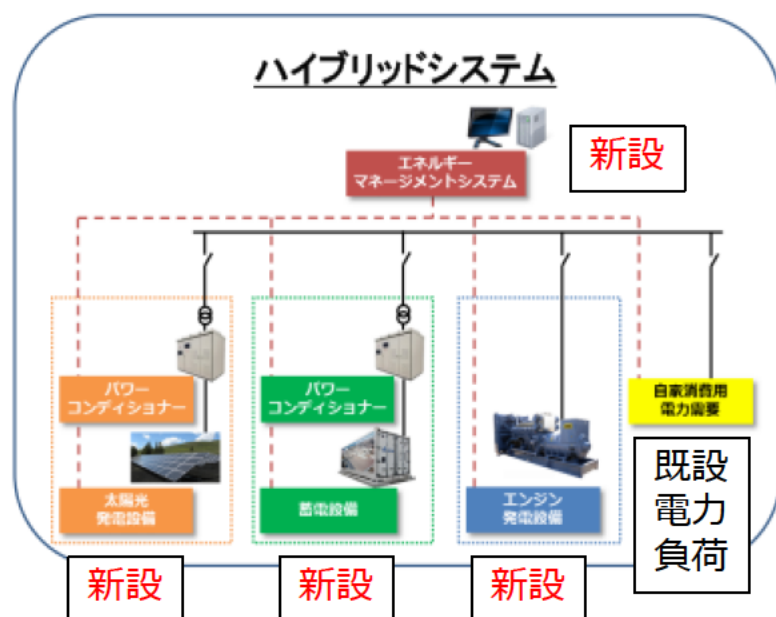
a. Pahtaw Pahtet 島：有力候補	b. メイ市南部海岸沿い	c. メイ経済地域
● 造船や養殖、水産加工業等の工場利用を主としてディーゼルエンジン発電機による発電・配電が行われている。設備容量は5MW程度、5年から10年以内に発電容量を最大10MWまで拡張する計画がある。 ● 太陽光パネルを設置するだけの十分な土地もある。	● メイ地域グリッドを有するP&T社の配電範囲である。水産関連工場等が集積し、自家発電を有する工場もある。工業団地全域でおよそ20MWの需要がある。 ● 今後の追加開発計画がなく需要ポテンシャルは伸びにくい。	● Myeik Future Development Public Companyが進める工業団地・住宅開発エリア。本エリアの開発案件の進捗が大きく遅れており、当面は産業や住宅の開発が見込まれない。 ● メイの地域グリッドと連携し、市街地消費を想定した売電は可能。土地確保は、開発元と協議が必要である。

概略設計

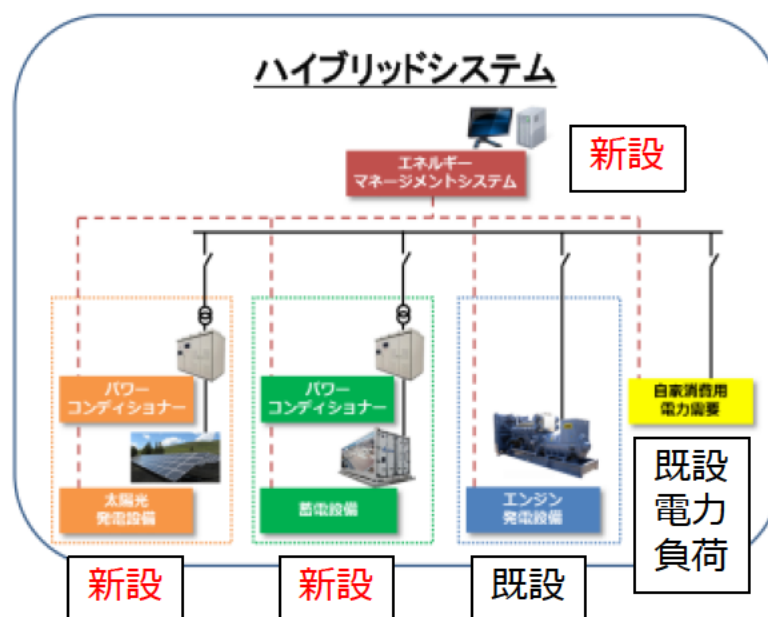
【**ダウェー**】 市内発電業者向けに、トリプルハイブリットシステム（5MW相当）を導入する計画とする。

【**メイ**】 島嶼部の水産加工事業者向けに、トリプルハイブリットシステム（1MW相当）を導入する計画とする。
それぞれの以下の3ケースの機器・設備構成について検討する。

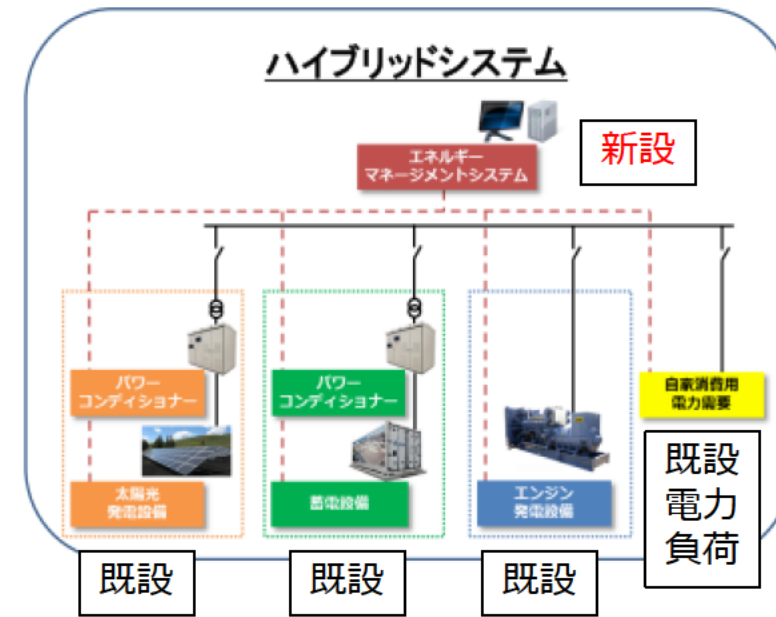
Case1：全て新設機器



Case2：DG発電機の既設流用



Case3：発電機器の既設流用
制御システムのみ新設



概算事業費の算出

概算事業費の算出

【ダウエー】市内発電業者向けに、トリプルハイブリットシステム（5MW相当）を導入。

【メイ】 島嶼部の水産加工事業者向けに、トリプルハイブリットシステム（1MW相当）を導入。

それぞれのケースにおける事業費は下記のとおりである。

ダウエー

	Case1 全て新設機器	Case2 DG発電機 既設流用	Case3 発電機器 既設流用 制御システム のみ新設
初期費（千円）	1,952,592	1,725,503	569,181
工事費（千円）	1,858,659	1,642,384	541,125
調査費（千円）	93,933	83,119	28,056
運営保守費（千円/年）	363,734	359,622	339,188

メイ

	Case1 全て新設機器	Case2 DG発電機 既設流用	Case3 発電機器 既設流用 制御システム のみ新設
初期費（千円）	437,938	392,521	161,256
工事費（千円）	416,132	372,877	152,625
調査費（千円）	21,807	19,644	8,631
運営保守費（千円/年）	90,296	89,473	85,427

事業パターンとスキーム

パターン	①IPP事業者への参画パターン	②機器納入パターン（JCM設備補助やNEDO実証の活用）
スキーム図		
活用可能な 公的支援	融資：出資： JICA海外投融資、JBIC投融資、NEXI貿易保険、 設備導入の補助： JCM補助、NEDO実証	設備導入の補助： JCM補助、NEDO実証
想定 ステーク ホル	メイ スポンサー（現地）： ミャンマー企業（開発業者、Petro&Trans等） オフテイク： メイ市 / 個別需要家	事業者： ミャンマー企業（開発業者、Petro&Trans等） オフテイク： メイ市 / 個別需要家
	ダウエー 市内 スポンサー（現地）： ミャンマー電力企業 オフテイク： ダウエー市	事業者： ミャンマー企業（開発業者、Petro&Trans等） オフテイク： ダウエー市
	（ダウエー SEZ） スポンサー（現地）： ミャンマー電力企業 / タイ企業（ITD等） オフテイク： DSEZ内個別需要家	事業者： ミャンマー企業（開発業者、Petro&Trans等） オフテイク： DSEZ内個別需要家

※補助対象範囲については次頁参照のこと

5 提案システムの検討

5.2 プロジェクト実施体制、実施計画

(1) 事業実施体制の検討

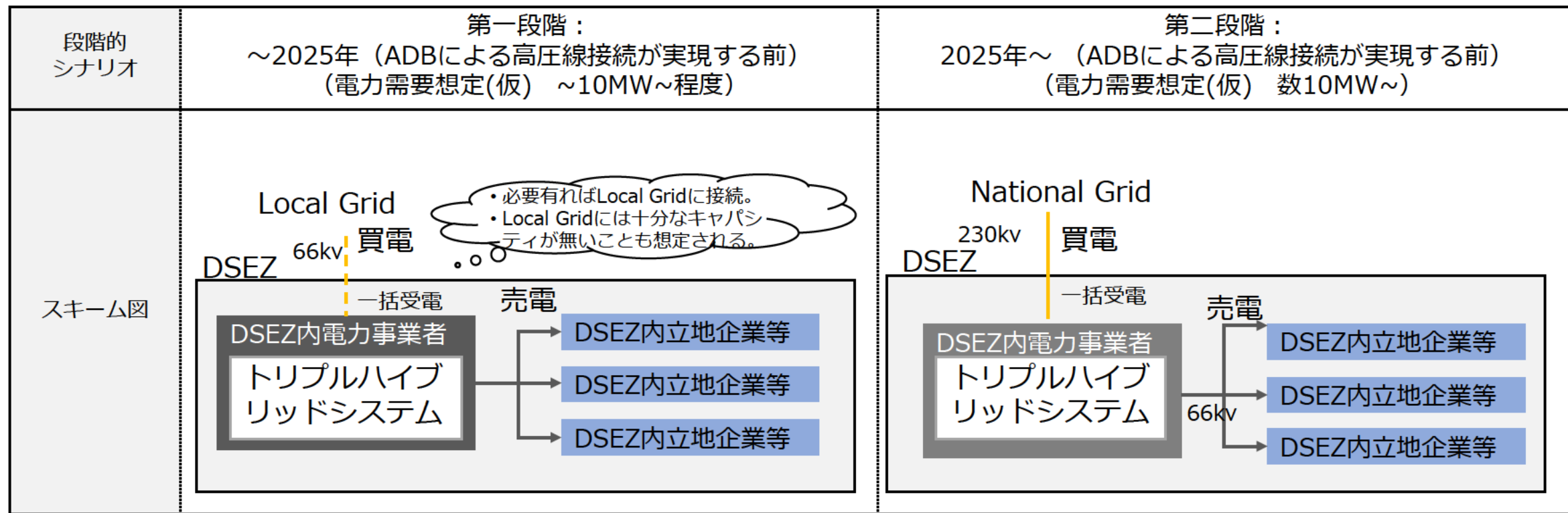
■ JCM設備補助事業とNEDO実証事業の概要説明

※いずれも途上国のエネルギー事業に適用可能なスキームとしてピックアップしたもので、互いに背反ではなく組み合わせることも可能。

補助スキーム	A. JCM設備補助	B. NEDO実証事業（国際エネルギー実証事業）
スキーム図		
事業目的	優れた低炭素技術・製品・システム・サービス・インフラの普及や緩和活動の実施を加速し、途上国の持続可能な開発に貢献する。	3E+S（安定供給、経済性、環境適合、安全性）の実現に資する我が国の先進的技術の海外実証を通じて、実証技術の普及に結び付ける。
補助内容	- 補助対象はエネルギー起源 CO2を含む GHG 排出削減に直接寄与する設備にかかる費用。土工や土地取得費などは対象外で、PVの架台も対象外。 - ミャンマーでのPV案件の場合、補助率上限は補助対象設備の40%の可能性。（国と対象技術に応じて補助率上限が変わる）	- 対象技術：エネルギー創出、需給適用、エネルギー消費、横断分野 - 設計、製作、輸送、設置、運転、普及啓発までの活動を対象に助成。 - 大企業が行う実証事業については50%まで助成する。 - 実証に際し適合性調査、実証前調査など調査へも応募できる
特徴	- 国際コンソーシアム（現地事業者等との共同事業体）内で設備の販売を行うことも可能。その場合、補助額は原価×補助率（代表事業者が受けとる）となるが、販売価格は市価で問題ない。 - JICA等、政府系金融機関等の出資・融資との連携の実績も多く、またNEDOのJCM実証調査など、調査段階に活用可能な公的支援スキームもある。	実証事業後は、そのまま助成先企業が使用するか、相手国企業・機関へ無償譲渡もしくは有償譲渡（※補助率分は返納）となる（※ただし、個別事情によりNEDO判断）
本件に係る主な制約条件	- 代表事業者を日本企業とする国際コンソーシアムの設立が必要。 - 原則、補助金4,000円あたり1トン以上のCO2削減が求められる。 - 補助金交付決定から概ね最大2年程度以内に対象設備の設置・試運転・支払を終える必要がある。 - 設備の法定耐用年数中はGHG削減量のモニタリングと報告が必要。	- 実証事業実施にあたっては、NEDOと相手国政府機関がMOU（Memorandum of Understanding）を結ぶことが前提となる。 - 実証事業中に収益が出る場合はNEDOへ納付する必要がある（ただし個別事情によりNEDO判断）
本件に係る主な課題	補助対象設備の範囲として、太陽光発電のコンポーネントは対象となりうるが、蓄電池コンポーネントは確認が必要。	技術の実証が主眼となるため、ミャンマーで何を実証するのか、という点を明確に打ち出す必要がある。

(参考) DSEZ内電力供給シナリオ

※前述のとおり今後の現地状況の推移を見極める必要あり



※SEZ内電力供給はDSEZ内電力事業者が一括で実施するものと想定。

※SEZ内で発電した電力はSEZ内で消費（売電）される制約があるものと想定。

※もともとSEZ内電力供給はTemporary Power Plant（初期的な電力供給）は「LNG+」が事業権を、Gas Power Plant（長期的な電力供給）については「EGCO+ITD」が事業権を持っていた。またITDの話では「工業団地内についてはITDが独自で電力事業を実施することが出来る」という話であったが、これら事業権について2020年12月にミャンマー政府からITDに対して契約解除の通達があったところ。

事業採算性の検討

事業採算性検討の前提条件

事業サイトをメイとする場合とダウエーとする場合で、それぞれ以下の諸条件をもとに事業性評価指標の算定を行った。収益はトリプルハイブリッドシステムで発電した電力を売電することによる売電収入と設定し、分析を行った。

以下では、トリプルハイブリッドシステムのすべての機器を新規導入するケース（Case1）を想定した分析結果を示す。

（1）発電条件

	ダウエー	メイ	設定根拠
トリプルハイブリッドシステムの設備容量	5 MW	1 MW	
トリプルハイブリッドシステムによる年間発電量	30,660 MWh/年	6,132 MWh/年	設備利用率70%と設定
うち太陽光発電機による年間発電量（初年度）	7,756 MWh/年	1,551 MWh/年	
うちエンジン発電機による年間発電量（初年度）	22,904 MWh/年	4,581 MWh/年	
事業地面積	62,400 m ²	12,800 m ²	
売電単価	27.89 円/kWh		メイにおける直近1年の平均電力料

※ Case2やCase3では、事業採算性の評価をする上での営業収益の設定が現時点では困難であるため（既存DG／既存PVの稼働状況等により収益が異なると考えられる）、ここではCase1に絞って事業性評価を実施した。

事業採算性の検討

事業採算性検討の前提条件

(2) 事業費

	ダウエー	メイ	設定根拠
初期設備工事費	1,858,659千円	416,132千円	※1
調査設計等に係る初期費用	93,933千円	20,807千円	
運転、保守・メンテナンス費（SPCを設置し IPP事業を実施するケース）（年間）	339,049千円	84,092千円	※2
運転、保守・メンテナンス費（既存電力事業者 等が設備を購入・運転するケース）（年間）	325,095千円	66,083千円	※3

※1 土地造成費・土木費、エンジン発電設備費用、PV設備費用、蓄電池設備費用、EMS（COODY）設備・受配電設備費用、据付・工事費用、予備費、建設期間中の保険料

※2 人件費（SPCの運営）、O&M委託費、修繕費、土地賃借料、保険料、SPCの維持コスト（販管費）、燃料代の合計。数値は初年度のOPEX合計を記載

※3 人件費（保守要員）、修繕費、土地賃借料、保険料、燃料代の合計。数値は初年度のOPEX合計を記載

事業採算性の検討

事業採算性検討の前提条件

(3) 資金調達に係る諸条件

	ダウエー・メイ共通	設定根拠
借入比率	50%	
借入期間	10年間	
借入金利	13%	外国銀行によるミャンマー国内企業へのチャット建て上限融資金利を適用
返済方法	元利均等	
据え置き期間	3年間	
補助金（JCM設備補助）	補助対象は太陽光発電機の設備費用と想定	補助金額は補助金規定に基づき、CO2削減効果の補助金費用対効果を考慮して左記金額の40%を上限に設定

事業採算性の検討

事業採算性検討の前提条件

(4) その他諸条件

	ダウエー・メイ共通	設定根拠
為替レート（円-Kyat）	0.08円/Kyat	
為替レート（円-米ドル）	110円/ドル	
インフレ率	5.7%	2009～2019年のミャンマーのインフレ率の平均値
減価償却期間	20年	施設・機器により法定償却期間は異なるが、一律20年と設定
減価償却方法	定額法	
法人税率	25%	
割引率	14.1%	米国10年国債利回り1.2%（2021年2月12日時点）にミャンマーのリスクプレミアム12.88%を上乗せ

事業採算性の検討

事業採算性の検討結果サマリー：ダウエー

前述の前提条件をもとに、以下の各種指標を算出した。以下は、10年に一度、物価上昇率に応じて売電単価を改定することを前提とした試算結果である。売電単価の改定を想定しない場合、NPVはマイナスとなる。

	パターン①：IPP事業者への参画パターン	パターン②：機器納入パターン
事業内容	発電事業のためのSPCを設置し、売電事業を行う。	既存電力事業者が設備を購入して運用・売電する。
1.初期投資額	1,952,592千円	1,952,592千円
自己資金	924,293千円	924,293千円
借入金	830,360千円	830,360千円
補助金	197,940千円	197,940千円
2.EBITDA	10,558,363千円	11,083,774千円
営業収入	23,436,818千円	23,436,818千円
営業費用	12,878,455千円	12,353,044千円
3.NPV	436,284千円	526,842千円
4.評価指標		
DSCR	2.07	2.16
LLCR	0.53	0.65
PIRR（税後）	17.9%	18.6%
EIRR	21.4%	22.4%

事業採算性の検討

NPVに対する初期設備工事費と売電単価の感度分析：ダウエー

パターン①を前提に、初期設備工事費と売電単価を一定の幅で変化させた際にNPVがどのように変化するか分析を行った。

		NPVに対する感度分析							(千円)
		初期設備工事費変化率							
		▲30%	▲20%	▲10%	0%	+10%	+20%	+30%	
売電単価 変化率	+30%	2,172,985	2,016,011	1,859,037	1,702,062	1,545,088	1,388,113	1,231,139	
	+20%	1,751,059	1,594,085	1,437,110	1,280,136	1,123,162	966,187	809,213	
	+10%	1,329,133	1,172,159	1,015,184	858,210	701,235	544,261	387,287	
	0%	907,207	750,233	593,258	436,284	279,309	122,335	-34,640	
	▲10%	485,281	328,306	171,332	14,358	-142,617	-299,591	-456,566	
	▲20%	63,355	-93,620	-250,594	-408,035	-564,592	-714,417	-853,717	
	▲30%	-363,390	-518,966	-661,846	-810,563	-956,594	-1,099,645	-1,268,267	

NPVがゼロを上回る場合を青、下回る場合が赤

事業採算性の検討

税引後PIRRに対する初期設備工事費と売電単価の感度分析：ダウエー

パターン①を前提に、初期設備工事費と売電単価を一定の幅で変化させた際に税引後PIRRがどのように変化するか分析を行った。

税引後PIRRに対する感度分析

(千円)

		初期設備工事費変化率						
		▲30%	▲20%	▲10%	0%	+10%	+20%	+30%
売電単価 変化率	+30%	38.1%	33.8%	30.5%	27.7%	25.5%	23.6%	21.9%
	+20%	33.8%	30.0%	27.0%	24.6%	22.6%	20.9%	19.4%
	+10%	29.4%	26.1%	23.5%	21.3%	19.5%	18.0%	16.7%
	0%	24.9%	22.0%	19.8%	17.9%	16.3%	15.0%	13.8%
	▲10%	20.1%	17.7%	15.8%	14.2%	12.9%	11.7%	10.7%
	▲20%	14.9%	13.0%	11.4%	10.0%	8.9%	8.0%	7.3%
	▲30%	8.6%	7.1%	6.0%	5.0%	4.1%	3.3%	2.5%

PIRRが割引率（14.1%）を上回る場合を青、下回る場合を赤でハイライト

事業採算性の検討

事業採算性の検討結果サマリー：メイ

以下は、10年に一度、物価上昇率に応じて売電単価を改定することを前提とした試算結果である。メイではパターン①の場合ではNPVがマイナスとなった。発電容量が1MWと、ダウエーの想定と比較して発電・売電量が少ない一方、SPCの運営にかかる費用が固定費として発生するためと考えられる。

	パターン①：IPP事業者への参画パターン	パターン②：機器納入パターン
事業内容	発電事業のためのSPCを設置し、売電事業を行う。	既存電力事業者が設備を購入して運用・売電する。
1.総投資額	437,938千円	437,938千円
自己資金	210,079千円	210,079千円
借入金	188,272千円	188,272千円
補助金	39,588千円	39,588千円
2.EBITDA	1,498,627千円	2,176,704千円
営業収入	4,687,364千円	4,687,364千円
営業費用	3,188,736千円	2,510,660千円
3.NPV	▲56,547千円	60,323千円
4.評価指標		
DSCR	1.41	1.89
LLCR	▲0.38	0.31
PIRR（税後）	11.6%	16.5%
EIRR	13.2%	19.2%

事業採算性の検討

NPVに対する初期設備工事費と売電単価の感度分析：メイ

パターン②を前提に、初期設備工事費と売電単価を一定の幅で変化させた際にNPVがどのように変化するか分析を行った。

NPVに対する感度分析

(千円)

		初期設備工事費変化率						
		▲30%	▲20%	▲10%	0%	+10%	+20%	+30%
売電単価 変化率	+30%	418,913	383,769	348,624	313,479	278,334	243,190	208,045
	+20%	334,528	299,383	264,239	229,094	193,949	158,804	123,660
	+10%	250,143	214,998	179,853	144,709	109,564	74,419	39,275
	0%	165,758	130,613	95,468	60,323	25,179	-9,966	-45,111
	▲10%	81,372	46,228	11,083	-24,062	-59,206	-94,351	-129,496
	▲20%	-3,013	-38,158	-73,302	-108,503	-142,860	-172,934	-201,395
	▲30%	-87,952	-121,157	-155,232	-184,900	-217,235	-254,943	-292,686

NPVがゼロを上回る場合を青、下回る場合が赤

事業採算性の検討

税引後PIRRに対する初期設備工事費と売電単価の感度分析：メイ

パターン②を前提に、初期設備工事費と売電単価を一定の幅で変化させた際に税引後PIRRがどのように変化するか分析を行った。

税引後PIRRに対する感度分析

(千円)

		初期設備工事費変化率						
		▲30%	▲20%	▲10%	0%	+10%	+20%	+30%
売電単価 変化率	+30%	34.9%	31.0%	27.9%	25.4%	23.3%	21.6%	20.1%
	+20%	31.0%	27.5%	24.8%	22.6%	20.7%	19.1%	17.7%
	+10%	27.0%	24.0%	21.6%	19.6%	17.9%	16.5%	15.3%
	0%	23.0%	20.3%	18.2%	16.5%	15.0%	13.7%	12.6%
	▲10%	18.6%	16.4%	14.6%	13.1%	11.8%	10.7%	9.8%
	▲20%	13.9%	12.0%	10.5%	9.3%	8.2%	7.5%	6.8%
	▲30%	8.2%	6.9%	5.7%	4.8%	3.9%	3.0%	2.2%

PIRRが割引率（14.1%）を上回る場合を青、下回る場合を赤でハイライト

環境社会配慮

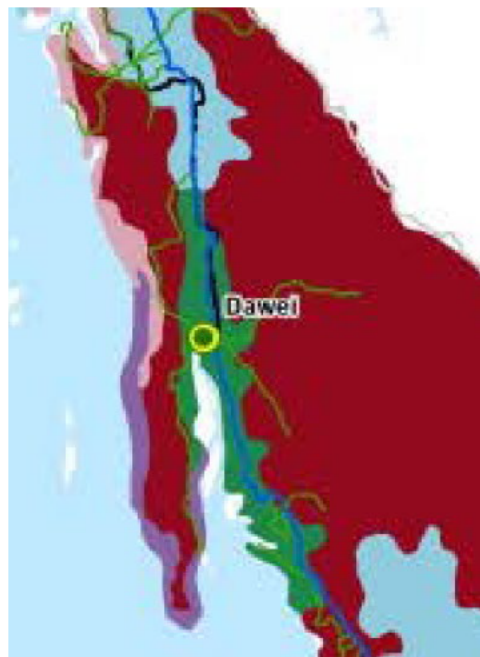
自然環境状況

■ 環境影響評価（EIA）に記載する項目等

環境影響評価（EIA）においては、事業の周辺環境概要として自然、社会、文化的側面の情報収集が求めている。

FS調査段階として、下記の情報をダウエー、メイそれぞれに収集整理した。

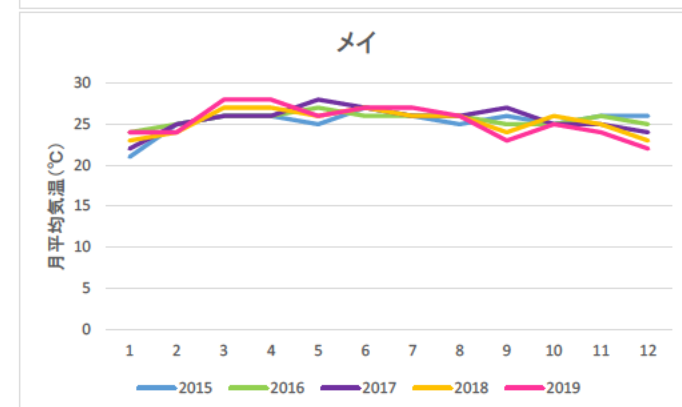
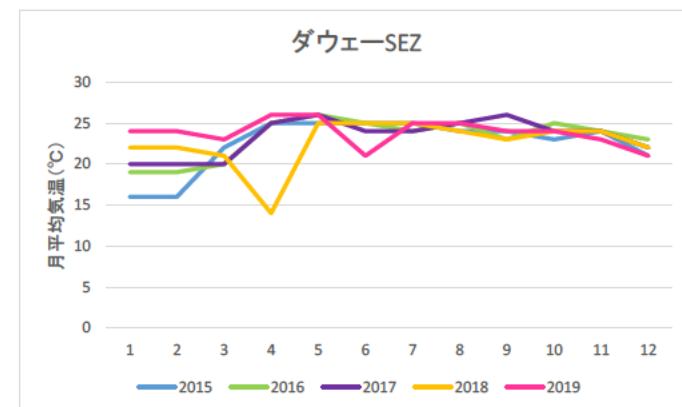
- ・ 対象地の地理的特徴
- ・ 土壌の状況
- ・ 気候
- ・ 植物相と動物相
- ・ 保護地区等



出典：Geospatial Centre, U.S. Army Corps of Engineer

ダウエーの地理的特徴

メイの地理的特徴



出典：worldweatheronline.comを元に調査団作成

月平均気温（2015-2019）

環境社会配慮

自然環境状況

■ 植物相と動物相

既存文献調査において、ダウエーSEZで植物相41種、哺乳類20種、鳥類122種、蝶類71種、両生類18種、爬虫類11種が確認されている。

メイでは、植物相342種、哺乳類19種、鳥類228種、両生類10種、爬虫類19種、魚類42種、カニ類42種、腹足類（カタツムリなどの巻貝）50種、二枚貝41種、ナマコ類35種、プランクトン333種が確認されている。

そのうち、国際自然保護連合（IUCN）のレッドリスト記載種は、ダウエーSEZでは植物2種及びシロテナガザル、トッケイヤモリが、メイでは植物2種及び*Phrynowidias aspera*（ヒキガエル属）、セキショクヤケイが確認されている。

希少種リスト

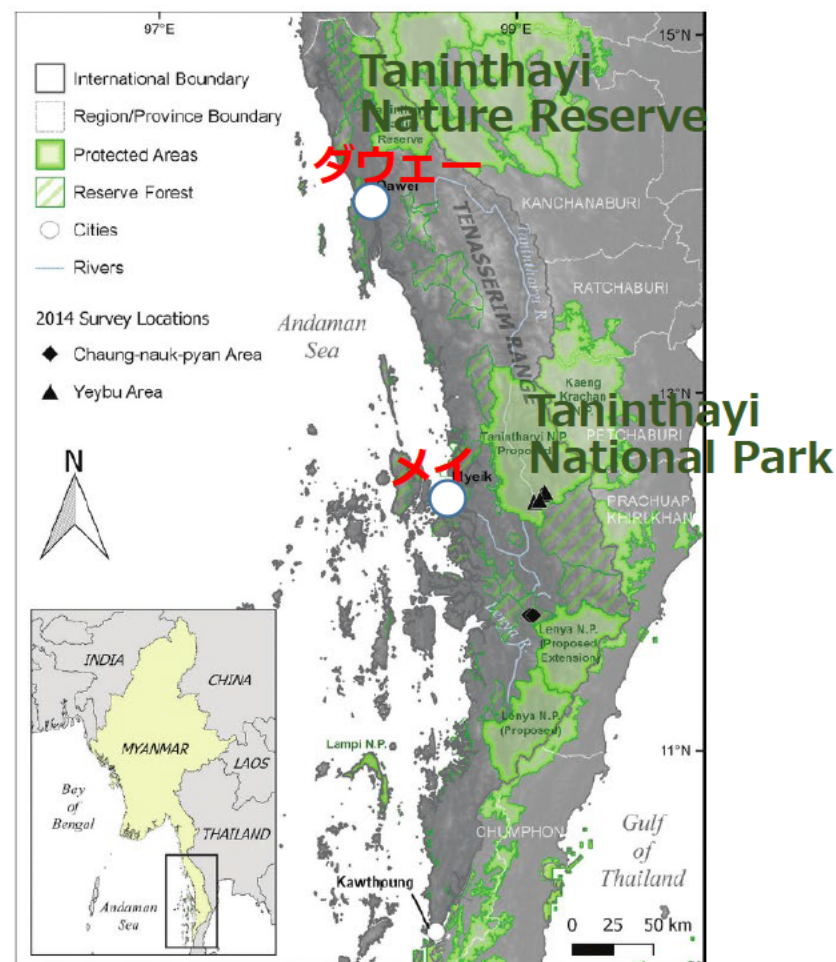
	Taxonomic group	Scientific name	Common name	Family/Genus	IUCN classification	Cause of decrease
Dawei SEZ	Flora	<i>Albizia chenensis</i>	Thit Taw	Bonmeza	Vulnerable	Land encroachment
		<i>Durio zibethinus</i>	Duyin	Duyin	Vulnerable	Population growth
	Fauna	<i>Hylobates lar</i>	White-handed Gibbon	Hylobatidae	Vulnerable	Hunting
		<i>Gekko gekko</i>	Tocky Gecko	Gekkonidae	Endangered	Hunting
Myeik	Flora	<i>Dipterocarpus costatus</i>	Se Ywet The	Kanyin-ywet-the	Vulnerable	Land encroachment
		<i>Syzygium fruticosum</i>	Taw-Thabye	Taw-Thabye	Vulnerable	Land encroachment
	Fauna	<i>Phrynowidias aspera</i>	River Toad	Bufonidae	Endangered	-
		<i>Gallus gallus</i>	Red Junglefowl	Phasianidae	Vulnerable	Hunting

	Taxonomic groups		Number of species	Typical animal and plant names
	Flora	Plant	29	<i>Albizia chenensis</i> , <i>Durio zibethinus</i> , <i>Mesua ferrea</i> , <i>Anisoptera scaphula</i> ,
Dawei SEZ		Bamboo	12	<i>Bambusa polymorpha</i> , <i>Bambusa tulda</i> , <i>Dendrocalamus hamiltonii</i>
	Fauna	Mammal	20	<i>Hylobates lar</i> , <i>Elephas maximus</i> , <i>Nycticebus coucang</i> , <i>Capricornis</i>
		Bird	122	<i>Phalacrocorax niger</i> , <i>Elanus caeruleus</i> , <i>Ichthyophaga humilis</i>
		Butterfly	71	<i>Euploea adictianus</i> , <i>Pachliopta coon</i>
		Amphibian	18	<i>Phrynowidias aspera</i> , <i>Fejervarya cancrivora</i> , <i>Occidozyga martensii</i>
		Reptile	11	<i>Bungarus wanhaotingi</i> , <i>Gekko gekko</i>
	Total		283	
	Taxonomic groups		Number of species	Typical animal and plant names
	Flora	Plants associated with mangrove forest	63	<i>Dipterocarpus costatus</i> , <i>Sonneratia griffithii</i> , <i>Syzygium fruticosum</i>
Myeik		Evergreen Plant	195	<i>Heritiera fomes</i> , <i>Diospyros crumenata</i>
		Seaweed	73	<i>Eucheuma denticulatum</i>
		Seagrass	11	<i>Halodule uninervis</i>
	Fauna	Mammal	19	<i>Sunda Pangolin</i> , <i>Finless Porpoise</i>
		Bird	228	<i>Gallus gallus</i> , <i>Plain-pouched Hornbill</i>
		Reptile	19	<i>Hawksbill Turtle</i> , <i>Leatherback</i>
		Amphibian	10	<i>Phrynowidias aspera</i> , <i>Rhacophorus</i>
		Fish	42	<i>Taeniura</i> , <i>Echidna</i> , <i>Saurida</i> , <i>Plesiops</i> ,
		Crab	42	<i>Portunus pelagicus</i>
		Gastropod	50	<i>Phylum mollusca</i>
		Bivalves	41	<i>Veneridae</i> , <i>Cardiidae</i> , <i>Mytilidae</i>
		Sea-Cucumber	35	<i>Holothuroidea</i>
		Plankton	333	<i>Alexandrium tamarense</i>
	Total		1161	

環境社会配慮

自然環境状況

■保護地区



ダウエー市街地の北東に「Taninthayi Nature Reserve」が、メイ市街地の東に「Taninthayi National Park」が分布している。

また、ダウエー市街地及びメイ市街地周辺は保全林エリアに指定されていることから、留意が必要である。

エネルギー起源CO2の排出抑制量の試算

【CO2排出抑制量の試算の方針】

事業によるCO2排出抑制量(t-CO2) =

トリプルハイブリッド発電による既存電力施設の代替を想定した場合のCO2削減量(t-CO2)

－ トリプルハイブリッド発電によるCO2排出量(t-CO2)

【試算に用いたデータ】

データの種類		データの内容	値	備考
トリプルハイブリッド発電による既存電力施設の代替を想定した場合のCO2削減量	EG _y	y年における年間発電量(MWh/年)	(ダウエー) 30,660 (メイ) 6,132	現時点の計画値
	EFelec	既存電力施設のCO2排出係数(t-CO2/MWh)	0.319	令和2年度JCM設備補助事業公表値
トリプルハイブリッド発電によるCO2排出量	FC _{i,y}	y年におけるディーゼル消費量(t/年)	(ダウエー) 4.132 (メイ) 0.826	現時点の計画値
	EF _{fuel,i}	ディーゼルのCO2排出係数(t-CO2/t)	868.6	JICA Climate-FITの規定値

【CO2排出抑制量の試算結果】

	既存電力施設の代替を想定した場合のCO2削減量(t-CO2/年)	CO2排出量(t-CO2/年)	CO2排出抑制量(t-CO2/年)
	EG _y	PE _y	BE _y = EG _y - PE _y
ダウエー	9,781	3,589	6,192
メイ	1,956	718	1,238

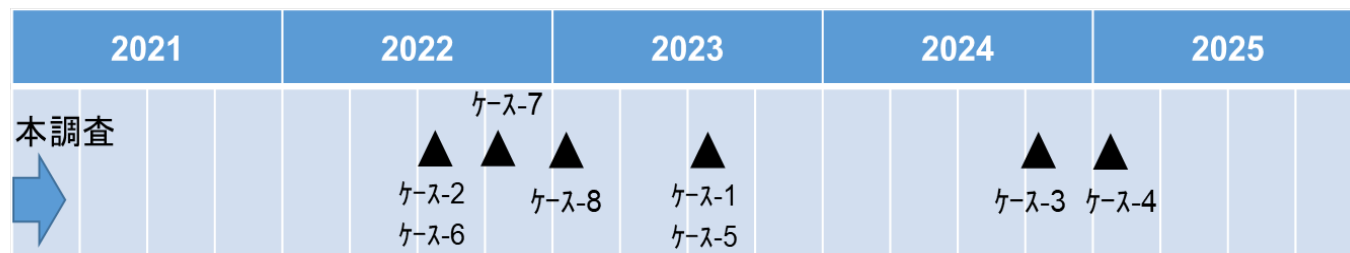
【前提条件】

- コロナ感染症が収束し、現地に渡航できる状態になっている。
- クーデターが収束し、現地政府機関にコンタクトできる状態になっている。

【検討ケースと事業開始時期】

	活用する補助スキームの種類	
① IPP 事業者参画パターン	ケース-1	NEDO エネルギー実証
	ケース-2	NEDO JCM 実証
	ケース-3	JCM 設備補助
	ケース-4	活用なし
② 機器納入パターン	ケース-5	NEDO エネルギー実証
	ケース-6	NEDO JCM 実証
	ケース-7	JCM 設備補助
	ケース-8	活用なし

	ケース	事業開始時期	事業の形態	特記事項
① IPP 事業者 参画パターン	ケース-1	2023 年 8 月	実証研究	収益納付が必要となる場合がある。
	ケース-2	2022 年 8 月	実証事業	最も早く事業を開始できる。
	ケース-3	2024 年 10 月	補助事業	現地政府承認手続きに時間がかかる。
	ケース-4	2025 年 1 月	通常事業	現地政府承認手続きに時間がかかる。 独自の現地調査の実施が必要である。
② 機器納入 パターン	ケース-5	2023 年 8 月	実証研究	収益納付が必要となる場合がある。
	ケース-6	2022 年 8 月	実証事業	最も早く事業を開始できる。
	ケース-7	2022 年 10 月	補助事業	比較的早期に事業を開始できる。
	ケース-8	2023 年 1 月	通常事業	独自の現地調査の実施が必要である。



事業実施に向けた課題（ダウエー市内、メイ市内共通）

- 現地ニーズに合った競争力のある電力料金を可能とする事業スキームの構築が最も重要な課題である。
- 本調査結果を最大限に活用しつつ現地調査を行い、先方政府との関係構築、C/P候補の要望・財政力・信頼性の確認、現地設備の詳細把握とニーズに応じた技術検証、事業費の更なる精査を行う必要がある。
- 本邦政府支援スキームの活用等も踏まえて事業化を追求する必要がある。
- 本調査で収集した現地の法制度・規制・政府承認プロセス等の情報が、クーデター後も以前と同様に踏襲されるかどうかを確認する必要がある。
- 現地の事業者選定や政府承認プロセスにおいては不透明な部分が多い。現地事情に精通したC/Pを選ぶことにより、事業リスクの軽減を図ることが重要である。

(参考：ダウエーSEZ)

事業スケジュールの検討

【前提条件】

- SEZ内で発電した電力はSEZ内でのみ消費される（＝政府承認プロセスは省略可）。
- 開発事業者が決定している。
- コロナ感染症が収束し、現地に渡航できる状態になっている。
- クーデターが収束し、現地政府機関にコンタクトできる状態になっている。
- 2025年にナショナルグリッドがDSEZに接続完了している。

【実施スケジュール】

- 1) 現地調査：2021年夏ごろに約1か月→DSEZ内電力事業者とのMOU締結、売電先企業等の決定
- 2) 政府補助スキームの検討→JCM設備補助、NEDO実証事業
- 3) 機器製作（日本国内）：約6ヶ月→輸送＆設置：約6ヶ月→SEZ内企業への売電開始
- 4) ナショナルグリッド接続完了（2025年）→供給電力量の増加

事業実施に向けた課題

- 2020年12月のITD社に対する事業権破棄の通知を受け、今後のミャンマー政府、ITD社、他の開発事業者、タイ政府及び日本政府の動向に注視する必要がある。
- ナショナルグリッドの接続に関する進捗に注視しながら事業スキームやスケジュールの検討を行う必要がある。

事業実施の課題に対する対策案

- 本調査では、現地渡航がコロナ禍の影響により実施できなかったため、状況が改善されるのを待って、現地のカウンターパート候補と直接面談し、本事業の有効性について意見交換や認識の共有を図り、確実なカウンターパートとの関係構築を行っていく必要がある。
- ADBによるナショナルグリッドの拡張やその他大型電力事業があるため、これらのプロジェクトの進捗状況を随時確認し、想定するカウンターパートの電力需要への影響を注視していく必要がある。また、進捗が芳しくない場合は、その課題等を把握し、本事業における対策を想定しておく必要がある。
- 事業スケジュールに関して、現地政府への本事業の認識と事業推進サポートの依頼を行っていく必要がある。これについても、渡航が出来る状況になり次第、直接ミャンマー中央政府およびタニンダーリ州政府、現地地方政府、MICなどと面談を行い、円滑な手続きが行えるよう情報交換を行っていく必要がある。
- 2/1にミャンマー国軍はアウン・サン・スー・チー国家顧問兼外相とウィン・ミン大統領らを拘束し、クーデターを実行した。これにより事業を実施する上で重要な情報である法制度、規制、投資プロセス、現地の中央政府の権限や主要人物が不明確となっている。引き続き現地状況を把握し、事業推進が可能となる先方政府の体制および現地状況を確認していく必要がある。また、日本政府および各国の動向についても継続して情報収集を行っていく必要がある。
- DSEZについては初期開発事業の事業権を有するITD社をC/P候補として調査・ヒアリングを実施してきたが、2020年12月に緬国政府からITD社に対して事業権破棄を通知したため、調査の継続が困難な状況となった。今後、問題解決に向けた動きを注視し、将来的な事業の拡大を念頭におきつつ、引き続き情報収集を行っていく必要がある。

事業実現に向けた今後の方針/日本政府に対する実施すべきアクション

事業実現に向けた今後の方針

- コロナ禍の影響、クーデターの状況について情報収集を行い、渡航できる状況を見極めた上で、現地において事業の実現可能性を高めるための詳細調査を行う。
- 現地法制度の動向、燃料価格や電力料金の動向、カウンターパートの懸念事項現地候補地の状況、電力網などについてより具体的な詳細について詰めていく。

日本政府に対する実施すべきアクション

- より具体的な事業の可能性を確認した上で、日本政府による支援スキーム（NEDO、JCM等）を活用するために、関係機関との意見交換を行う。
- 合わせて継続的にミャンマーの日系企業の状況やプロジェクトの状況を確認し、リスク低減や有効な事業推進事例等を把握する。

ミャンマー政府/民間企業に対する実施すべきアクション

ミャンマー政府に対する実施すべきアクション

- 国内については、事業の有効性についての認識共有、円滑な事業スケジュール支援依頼、ミャンマー全国の類似プロジェクトの動向、法制度の動向、将来的な事業展開を目的とした他候補地域等について意見交換を行う。
- 国外との関係について、ADBなどの他ドナーの動向、他国の投資状況など本事業に影響する可能性がある現地状況についての情報を獲得する。

民間企業に対する実施すべきアクション

- 各社のプロジェクトの動向とその進捗、電力需要の変動や価格変動状況等の状況をより具体的に確認していく。
- また、具体的な候補地の視察、ニーズの変化の把握や意見交換、本事業のより具体的な達成目標の共有等について行っていく。