平成２６年度アジアの低炭素社会実現のための
JCM 大規模案件形成可能性調査事業委託業務
（ミャンマー・エーヤワディ地域における低炭素型
コミュニティのための籾殻発電システムの可能性調査）
報告書

平成 27 年 3 月

株式会社三菱総合研究所
株式会社フジタ

ミャンマー・エーヤワディ地域における低炭素型コミュニティのための籾殻発電システムの可能性調査

エグゼクティブサマリー

本調査は、都市や地域などの面的かつパッケージで大規模な実施案件を形成するために、アジアの低炭素社会実現のための JCM 大規模案件形成可能性として、ミャンマー・エーヤワディ地域を対象に、籾殻を利用したバイオマス発電を核とした地域自律分散型エネルギーシステムを構築し、電力、熱を利用した農村地域での新たな産業創造や地域コミュニティのエネルギーアクセスの改善など、精米所及びその周辺地域での低炭素型コミュニティ形成の可能性を検討した。

なお、本検討は、ミャンマー米連合会（MRF）、エーヤワディ管区関係者等の協力を得て、現地ワークショップ（エーヤワディ低炭素コミュニティラウンドテーブル：第 1 回を 2014 年 11 月 Pathein 市で開催。第 2 回を 2015 年 2 月 Yangon 市で開催）、現地調査を行い、現地関係者との意見交換を行いつつ進めた。

エーヤワディ（Ayeyarwady）地域

ヤンゴンの西部に位置する地域であり、エーヤワディ川のデルタ地帯。米生産量の約 3 割を占め、国内随一の穀倉地帯である。

現状分析①

地域での電力供給力の強化において、地域特性にあった地域分散型電力システムは、有効な解決策である。稲作の盛んなエーヤワディ地域では、籾殻発電システムが有望である。

- ミャンマーでは、経済成長に伴い、電力供給力の強化が急務となっている。特に、エーヤワディ地域は、送電網（ナショナルグリッド）の末端に位置する地域を多く抱えており、慢性的な電力不足に加え、電圧低下も深刻な問題となっている。また、エーヤワディ地域は、ミャンマーの中でも電化率が低く、電化地域の拡大は、地域開発、地域住民の生活改善の視点からも重要な政策課題となっている。
- 中長期的には、ナショナルグリッドの整備や新規の大規模電源開発による対応が不可欠であるが、同時に、地域レベルでの電力供給力強化・地域電化推進として、地域資源を活用した分散型電源の導入も重要である。エーヤワディ地域では、稲作が盛んであり、籾殻などのバイオマス資源が大量に発生しており、籾殻発電による分散型電力システムは有効なアプローチである。

籾殻発電による分散型電源のメリット

- 小規模分散型の電力システムは、迅速な展開が可能であること。
- 地域のエネルギー資源を活用することで、海外へのエネルギーに依存度の軽減に寄与すること。
- バイオマス発電等の再生可能エネルギーは、カーボンフリーのグリーン電力供給が可能となること。
- 廃棄物をエネルギー転換することで、廃棄物処理に伴う環境負荷や費用負担を軽減できること。

現状分析②

籾殻発電システムの導入により、精米所の経営改善・競争力強化が可能であるとともに、精米所を地域のエネルギー供給の拠点として位置づけ発展させることが期待される。

- 精米所において、電力の安定的な確保が重要な経営課題となっている。一般に、精米所は年間 200 日稼働が採算ラインといわれており、精米所の稼働率を高めるためには、電力の確保が不可欠であり、規模拡大や設備の近代化を進める上で、ネックとなっている。
- 精米所では、小規模のガス化籾殻発電により、自家発電を行っているケースも見られるが、発電効率が悪いなどの課題を抱えており、効率的な発電システムへの転換へのニーズが高まっている。
- 経済発展に伴い、地域での産業振興が課題となる中で、新規の産業（米の加工品、農産物の加工、水産物の流通等）の育成が重要となっている。新たな産業の育成には、電力等の確保が不可欠であり、籾殻発電による電気・熱を利用することで、新たな事業機会を創造する効果が期待できる。
  - 籾殻発電による熱：籾の乾燥への利用による品質の向上
  - 籾殻発電による熱：豆類、水産物の乾燥への利用

展開方向①「目指す面的な展開の姿」
日本政府が展開している各種支援施策を活用しつつ、プロトタイプ的な設備（～2MW）を 1 箇所建設し事業を試行し（第 1 ステップ）、その成果を踏まえ、同一地域での水平展開及び他地域の特徴にあわせた本格的な事業規模での展開を図る（第 2 ステップ）。更には、マイクログリッドの整備等周辺地域の電力インフラとの連携による面的な展開を図る（第 3 ステップ）。

本調査で検討した「筋道（ロードマップ）」の骨子を以下に示す。

- 段階的な展開
  - 第 1 ステップ : プロトタイプ的な設備（～2MW）を 1 箇所建設し事業を試行する。
  - 第 2 ステップ : プロトタイプでの成果を踏まえ、同一地域での水平展開及び他地域の特徴にあわせた本格的な事業規模での展開に着手する。
  - 第 3 ステップ : マイクログリッドの整備等周辺地域の電力インフラとの連携による面的な展開を進める。
- 第 1 ステップでは、「小規模事業モデル」がモデルとして適切と考える。中規模以上の発電設備で籾殻を単独精米所で確保するモデルは精米業界の統廃合が行われることが前提となる。将来的な展開（第 2 ステップ以降）時のオプションとし位置づけるのが妥当である。
- 第 2 ステップ、第 3 ステップ展開（面的な展開）では、第 1 ステップでのモデル的な事業実施での成果を活用し、中長期的には 50MW 規模（累計）を目指し、第 2 ステップ、第 3 ステップでの事業を展開し、籾殻を利用したバイオマス発電を核とした地域自立分散型エネルギーシステムの面的な展開を具体化させる。

<u>第 1 ステップでの有望地域の特定</u>

- 本調査での現地調査の結果､エーヤワディ地域における候補地域として Pathein、Myaungmya、Pyapon、Kyaikat、及び Hinthada の 5 地域（Township）を抽出し、ミャンマーにおける現状の道路インフラの状況と、籾殻のかさ比重が極めて小さいことを加味すると、河川沿いの Myaungmya、Pyapon、Kyaikat が最初に着手する候補地域である。
- 特に、Myaungmya は、エーヤワディ地域の中で最も精米事業が盛んな先進地域であり、ナショナルグリッドも整備されていることなどを考慮し、第 1 ステップでは、Myaungmya において先行モデルを確立・成功させ、その後、他の地域への展開を行うのが最も効果的と考える。
- JCM の支援スキーム（設備補助等）の活用など、日本政府、ミャンマー政府の支援を得つつ、2021 年までに累計約 50MW の籾殻発電システムの整備を目指す。この取り組みにより 2021 年までにエネルギー起算 CO2 削減量は、50MW での累計で約 100 千 t-CO2/年と試算できる。
  - ミャンマー全体に目を向けてみるとバゴー地域やヤンゴン地域での展開も有望であり、エーヤワディ地域で複数の事業モデルを構築し、その成果をこれらの他地域に横展開していく。
  - エーヤワディ地域での籾殻の発生量を踏まえると、50MW の籾殻発電の展開が可能であるが、事業サイトで確保可能な籾殻の量を考慮すると、30MW 程度が当面の目標水準となる。ヤンゴン地域、バゴー地域への展開し、全体として 50MW の展開を目指す。

事業展開を行う有望地域（ステップ 2、3 での面的な展開も視野に入れたもの）

エーヤワディ地域では、Myaungmya、Pyapon、Mawlamyinegyun、Bogale、Kyaiklat、Maubin、ヤンゴン地域では、Kungyangon、Kawhmu、Taikkyi、Htantabin、バゴー地域（Bago Region）では、Letpadan、Thayarwady、Oktwin、Taungoo が籾殻発電の有望地域として挙げられる。

展開方向②「具体的な事業モデル」

道路等のインフラの整備が遅れているエーヤワディ地域での事業展開を考えた場合には、多くの精米所から籾殻を収集し大規模な発電施設での展開を目指すのではなく、2～3MW クラスの小規模事業または中規模事業モデルでの事業モデル化により、幅広い地域での普及展開を目指す。小中規模事業での展開では、発電効率が高い日本技術による籾殻発電システムを活用し展開を行う。

（事業モデルの基本コンセプト）

- エーヤワディ地域では、幹線道路は一応舗装されており、大型トラックも通行可能であるが、ひとたび支線に入ると簡易舗装もしくは未舗装道路がほとんどである。このような現在の道路インフラの状況と籾殻はかさ比重が小さく、遠距離輸送に不向きであることを加味すると、多くの精米所から籾殻を収集し大規模な発電施設をつくるより、比較的小規模な施設を複数建設する手法がミャンマーには適している

と考えられる。

- 第１ステップでは、「小規模事業モデル」がモデルとして適切と考える。中規模以上の発電設備で籾殻を単独精米所で確保するモデルは精米業界の統廃合が行われることが前提となる。将来的な展開（第２ステップ以降）時のオプションとし位置づけられる。
- 小規模事業モデルでの展開にあたっては、発電効率の高いシステムの利用が不可欠であり、発電効率が高い日本技術による籾殻発電システムの活用による小規模事業モデルについて、日本の支援スキーム（環境省 JCM 設備補助事業）を活用した展開を具体化させる。

想定する事業モデル

事業モデルとしては、「小規模事業モデル（設備容量：1.8MW、net 発電容量：1.6MW）」と「中規模事業モデル（設備容量：3.3MW net 発電容量：3.0MW）」の 2 つが想定される。

- 小規模事業モデルは、既存の大規模精米所を中心に、周辺地域の精米所が連携した展開が考えられる（現時点で最も有望なオプション）。
- 中規模事業モデルは、大型の新規精米所の建設と一体的な展開が考えられる。精米業界の統廃合などの動きと連携した展開（将来的な展開オプション）

- 籾殻の調達規模と調達方法、電力利用面、熱利用面、焼却灰利用面で共通する課題が多いが、「中規模事業モデル」は、精米所で使い切らない電力量・熱量の規模が大きく、安定的な電力や熱需要先の確保が重要であり、送電網の整備、電力や熱需要の創出（例：集合住宅の整備、工業団地の整備）の視点からの展開が必要となる。中規模以上の発電設備で複数の精米所から入手するモデルは、候補地域の中でも限定される。この場合グリッドの整備が十分であるか、またはグリッドの整備に何らかの支援策が不可欠である。具体的には、JICA、ADB での JCM 連携スキームの活用を想定する。
- 各候補地域での各個別精米所の詳細分析や今後の精米業界の統廃合の実施状況により実際の事業展開は変わってくる。MRF 関係者との対話を通じ、地域性を考慮したモデル的な事業を確立し、面的な事業展開の基礎とする。

地域特性踏まえた事業モデル

ナショナルグリッドの整備された地域での事業展開とオフグリッド地域での事業展開では、精米所の状況、電力の状況、地域開発の状況、インフラの状況など、事業環境が大きく異なっている。このため、「ナショナルグリッドでの展開モデル」と「オフグリッドでの展開モデル」の2つのパターンについて、事業モデルを構築する。

「精米所での電力利用を中心とした事業モデル」（例示）

- 「米加工、流通の低炭素化、省エネ化（例：籾殻や大豆等の乾燥、農産物の貯蔵施設での利用）」
- 「農業分野との連携（例：灌漑ポンプ、種苗施設での電力利用）」
- 「周辺地域での電力・熱利用」（地域の自立分散型エネルギーインフラとしての機能により、様々な産業の立地が可能となる。例：水産物の低温倉庫）
- 「低炭素型の地域開発（低炭素型の集合住宅等の都市建設）」（例：アパート・コンドミニアム）

（面的な事業展開での事業環境整備）

- 面的な事業展開を実施するためには、以下の両国政府の協力を得つつ、籾殻発電事

業の事業環境整備を進めることが重要である。このため、現地精米業界（MRF）、エーヤワディ管区の関係者と連携しつつ、関係機関へのこの事業の意義や効果についての理解の醸成を図りつつ推進する。

<u>籾殻発電事業の展開を支援する政策オプション（例示）</u>

- 外国投資法の規制の緩和または適用除外（10MW 以下の発電事業は、ミャンマー国内企業のみに限られている）。
- ナショナルグリッドへの売電スキームでの優遇措置、支援措置
- 関連手続きの迅速化、支援
- JCM の締結（日本政府とミャンマー政府間）、JCM 実施のための体制整備
- 送電網の整備、中長期的な地域開発計画での推進策の明確化（バイオマス発電を含む地域での自律分散型発電整備の推進策、導入目目標の設定等）。
- FIT（Feed-in-Tariff）等の導入による再生可能エネルギーの優遇・支援措置

（具体化に向けた今後の展開）

- 今後、日本政府、ミャンマー政府との連携を図りつつ、MRF と共同し、籾殻を利用したバイオマス発電を核とした地域自律分散型エネルギーシステムの確立と普及拡大の実現に向け、以下のアクションの具体化を図る。

～ステップ 1 でのモデル的な事業の具体化のためのアクションプラン～

- 有望地域での事業化検討：精米所の籾殻利用の状況は、統計データ等では正確に把握することが困難であり、実際のサイトを複数訪問し、詳細な調査を行い、有望な地域の絞り込みを行う。

- 関係行政機関との連携・調整：これまでの議論の成果に関して、関係行政機関（中央政府、地方政府）に説明を行い、本取り組みの理解を得つつ、事業プランを具体化させる。

～ステップ 2､3 での面的な事業展開に向けたアクションプラン～

- エーヤワディ地域以外の稲作地域での展開の可能性検討：ヤンゴン地域、バゴー地域への横展開の可能性に関し検討を行う。

- 面的な展開に向けた具体策の検討：地域での面的な展開を進める際には、展開のための方向性や具体策をまとめた基本戦略（ロードマップ）検討が重要である。また、先進的な取り組みにより確立した事業モデルを普及拡大するための枠組みが重要であり、

実現のためのロードマップのイメージ
（短期的、中長期的）

- 展開意義の明確化：籾殻発電事業＝地域の自立分散型エネルギーインフラとしての機能により、様々な産業の立地が可能。地域の電化推進の加速化も可能。籾殻発電事業の意義づけ
- 中長期的な都市開発計画での推進策の明確化（バイオマス発電、地域での自立分散型電力整備の推進策等）
- 事業モデルの具体化と関係者の連携（役割）
- 事業環境整備の方向性：送電網の整備、電力価格等、電力関連分野での事業環境づくり

地域での基本戦略を関係者で共有することは取り組みの持続的な発展を促すことも期待できる（単なるモデル事業で終わらせないための工夫）。

- このため、具体的な候補地域を設定し（先進的に取り組むモデル地域）、地域での送電網の整備、中長期的な地域開発計画との連携を図りつつ、精米所を地域のエネルギー供給の拠点として活用した低炭素型のコミュニティ構想を検討する。

- 検討においては、籾殻発電システムによる電気や熱をいかにスマートに利用するかといった電力需要サイドでの対策との一体的な展開が重要である（例：負荷平準化、建物での省エネ対策、省エネ性能の高い設備の導入、地域での熱の有効利用の仕組み）。

- このような地域でのロードマップ・構想づくりについては、例えば、日本での「環境モデル都市」「バイオマスタウン構想」「低炭素地域づくり計画」「構造改革特別区域（特区）」などの取り組みは参考になる。このため、日本の自治体での経験やノウハウを活用しつつ展開する。

FY2014 Feasibility Studies on Joint Crediting Mechanism Projects towards Environmentally Sustainable Cities in Asia -Feasibility Study on Rice Husk Power Generation System for Low-carbon Communities in Ayeyarwady Region, Myanmar-

Executive Summary

The survey examined the possibility of a project to establish an autonomous distributed energy system based on biomass (rice husk) power generation which provides power and heat to the local community in Ayeyarwady region in Myanmar for the prospects of creation of new industries and the improvement of energy access, and the formation of low carbon community in the area. The survey further aims to help formulate large scale JCM projects involving cities and regions for realization of low carbon societies in Asia.

> Ayeyarwady Region
>
> A delta area of Ayeyarwady River located in the west of Yangon. Myanmar's granary producing 30 % of the total national rice harvest.

The survey was implemented in cooperation with Myanmar Rice Federation (MRF), Ayeyarwady regional offices, etc., with the processes of local workshops (Ayeyarwardy Low Carbon Community Roundtable: the 1st workshop in Pathien City in Nov, 2014, and the 2nd workshop in Yangon in Feb. 2015), field survey and discussions with local people concerned.

Current State Analysis (1)

Autonomous distributed power generation system suited to local characteristics is an effective way to strengthen local power provision capacity. In Ayeyarwady where rice farming is the mainstay of the economy, rice husk power generation is promising.

- In Myanmar, enhancing the power supply capacity is a matter of urgency because of its recent rapid economic growth. In Ayeyarwady region in particular, since many of its districts are at the end of national grid, they suffer from chronic power shortage and voltage sag. Since Ayeyarwady is also one of regions with low electrification rate, the expansion of electrified areas is an important policy issue from the viewpoint of regional development and life improvement of local communities.
- While the large scale power source development including the consolidation of national grid is indispensable in the mid to long term perspective, the introduction of distributed power source development making use of local resources as a part of local efforts is also crucial. In Ayeyarwady region where rice farming is extensively

> Merits of Distributed Power Generation System utilizing Rice Husk
>
> - Small scale distributed systems are easy to introduce in an expeditious manner.
> - Making use of local energy resources contributes to relieving the reliance on energy resources imported from overseas.
> - Renewable energy including biomass power generation makes the carbon-free green power supply possible.
> - Energy conversion from wastes reduces cost burden and environment load involved in waste treatment.

conducted, biomass resources such as rice husk are generated in abundance. Therefore the distributed power generation system utilizing rice husk is an effective and productive approach.

Current State Analysis (2)

Introduction of rice husk power generation would not only contribute to improvement of financial condition and competitiveness of rice mills, but make them as strongholds for energy supply for local communities.

- Securing stable power supply is a challenge for the management of rice mills. The viability threshold of rice mills is considered to be 200 working days. Ensured power supply is indispensable for enhancing rice mills' operation rate, and their scale expansion and equipment modernization.
- While some rice mills introduced in-house power generation facilities which use small scale rice husk gasification system, they have a drawback of low efficiency. The needs for conversion to efficient power generation system is high.
- The creation of new industries such as processing of rice and agricultural products, and product distribution, etc. is important for the promotion of local industries. Securing power supply is vital for this. Power and heat made available by rice husk power generation would be helpful for the creation of new business opportunities.
- Rice quality improvement by drying rice utilizing heat produced by rice husk power generation system.
- Utilization of heat acquired by rice husk power generation system for drying beans.

Development Direction (1) "Horizontal Development to Pursue"

Making use of a variety of potential assistance programs of the Japanese government, we consider the construction of a prototype facilities (less than 2 MW) and starting the trial business (1st step), and implementing the full scale operation including horizontal expansion in the same district and dissemination to other districts, while making the business to suit the local characteristics, based on the results of the prototype (2nd step). We further consider the dissemination to the whole areas of the region in association with the electricity infrastructure development in micro grid areas (3rd step).

The gist of the road map considered in the survey is shown below.

- Step-by-step development
  - 1st Step: Construction of one unit of prototype facilities (less than 2 MW) and trial operation.

- 2nd Step: Full scale operation including horizontal expansion in the same district and dissemination to other districts based on the results of the prototype.
- 3rd Step: Dissemination to the whole areas of the region in association with the electricity infrastructure development in micro grid areas.

- In the 1st step, "small scale business model" seems to be appropriate. The model in which a single rice mill with the scale of mid to large power generation facilities purchases rice husk requires the scrap and merge of rice mills as the premise. It might be reasonable to treat it as an option for the future (after the 2nd step).
- In the development in the 2nd and 3rd steps, while applying the results of model operation in the 1st step, and envisaging the operation with the scale of 50 MW in the mid to long term, the horizontal development of autonomous distributed energy system based on the biomass (rice husk) power generation should be realized.

Identification of promising areas for the 1st step

- Based on the result of the survey, out of five shortlisted townships of Ayeyarwady region, namely Pathein, Myaungmya, Pyapon, Kyaikat and Hinthada, we further selected Myaungmya, Pyapon and Kyaikat, considering the current road infrastructure conditions of Myanmar and extremely small gravity of bulk of rice husk, as candidate areas for initiating the project.
- Myaungmya, in particular, is the most active township with regard to rice milling in Ayeyarwady, and is endowed with the national grid. Therefore, we consider it will be the most effective way to initiate an advance model in Myaungmya, and then disseminate rice husk power generation to other areas.
- The project aims to develop a rice husk power generation system with the capacity of 50 MW in total sum by 2021 with the collaboration between governments of Myanmar and Japan. This approach will lead to the reduction of energy-derived CO2 by 100, 000 t - CO2 / year in estimated total sum by 2021.
- In the nationwide perspective, Bago and Yangon are also promising as project area. The horizontal extension of the project to these areas after establishing plural business models in Ayeyarwady can also be considered.

- In view of the rice husk volume generated in Ayeyarwady region, it is possible to realize 50 MW rice husk power generation. However, taking account of the volume of rice husk made available at the project site, 30MW will be the target for some time to come. After the extension to Bago and Yangon areas, the project can envisage 50 MW power generation in total.

Prospective areas for the project implementation (taking the horizontal development in Step 2 and 3 into consideration)

Myaungmya, Pyarpon, Mawlamyine Kyun, Bokalay, Kyeiklatt and Maubin in Ayeyarwady region, and Konchankone, Kokmhuu, Titegyi and Htantapin in Yangon region, and Lattpatan, Tharyarwaddy, Oaktwin, Taungoo in Bago Region are the promising areas of rice husk power generation.

Development Direction (2) "Specific Business Model"

Taking account of underdeveloped road infrastructure in Ayeyarwady region, the business model of small (2 to 3 MW) to mid-sized power generation instead of large system which requires rice husk collection from many rice mills should be explored. The small system can be easily disseminated to many areas. In addition, the introduction of the Japanese technology with high power generation efficiency is recommended.

(Basic Concept of the Business Model)

- In Ayeyarwady region, trunk roads are paved, though not quite satisfactorily, and passable for large trucks. However, most of branch roads are either with simple pavement or no pavement. Considering the current poor road conditions and small gravity of bulk of rice husk, rice husk is not suitable for long distance transport. Therefore, it seems establishing plural small scale rice husk power generation plants is more appropriate in Myanmar than setting up a large scale power plant collecting rice husk from many rice mills.
- In the first step, the "small scale business model" is recommended. In the model which a mid to large scale rice mill alone secures rice husk independently for power generation requires scrap and merge of existing rice milling businesses. It is considered as an option for future development (after the 2nd step).
- For the operation of the small scale model, the utilization of the system with high power generation efficiency is

Business Model in Consideration

Two models, namely "small scale model with the facility capacity of 1.8 MW, net capacity of 1.6 MW" and "mid-sized model with the facility capacity of 3.3 MW, net capacity of 3.0 MW" are considered.

- The small scale model, the most promising one at the moment, is suitable for collaboration between existing large scale rice mills and other neighboring rice mills.
- The mid-sized model involves the integrated approach with the construction of a large scale rice mill. It requires scrap and merge of rice milling businesses. (Future development option)

indispensable. It is advisable to introduce the highly efficient rice husk power generation system of Japan under the scheme of Japanese government (JCM Facilities Subsidy Program of the Ministry of the Environment).

- While there are common issues between small and mid-sized models such as rice husk procurement, utilization of generated power, heat and ash, etc., the mid-sized model produces power and heat far more than the volume required in the rice mill, and it is necessary to secure the stable purchasers of power and heat. Therefore, the grid consolidation together with the creation of the demand for power and heat (e.g. collective housing, industrial estate development) are the requisites. Furthermore, candidate areas to accommodate mid to large scale power generation facilities which require collection of rice husk from many rice mills are limited. For future grid consolidation, a certain assistance may be available through JICA, ADB or JCM collaboration scheme.

Business Model suited to Local Conditions

The business environment for the project in the area with the national grid access and that without its access is fairly different in terms of situations of rice mills, power supply, local development and infrastructure, etc. Therefore, we are to set up two models, "Development Model with National Grid" and "Development Model with Off-Grid".

- The actual development may be different depending on the more detailed analysis of individual rice mills and the progress of scrap and merge of rice mills. We would like to further consider the model suited to the local conditions through discussions with MRF officials, etc.

"Business Model with Prime Power Utilization in Rice Mills"

- "Rice processing, low carbonization in distribution, energy saving (e.g. drying rice husk and beans,use of power in storage facilities of agricultural products"
- "Collaboration with agriculture (e.g. irrigation pumps, use of power in nursery facilities)"
- "Use of power and heat in adjacent areas" (introduction of varied industries such as low temperature storage of fishery products is possible due to attributes of autonomous distributed energy system.)
- "Low carbon local development" (town development with low carbon collective housing)

(Business Environment under Horizontal Development)

- For the horizontal business development, the business environment consolidation for rice husk power generation with the assistance from the two governments as described below is crucial. For this, nurturing the understanding of significance and effects of the project, in collaboration with people concerned in Ayeyarwady region including MRF, among relevant offices of Myanmar is essential.

Policy options for assisting rice husk power generation project (Examples)

- Easing the restriction of the Foreign Investment Law or its exemption (The power generation less than 10 MW is allowed only to Myanmar enterprises.)
- Preferential treatment or assistance to the scheme of power sales to national grid
- Expeditious document processing and assistance
- Conclusion of the agreement of JCM between governments of Myanmar and Japan, and the system development for JCM implementation.
- Clarification of the power distribution system development in the mid to long term regional development plan of Myanmar. (promotion of autonomous distributed power generation including biomass power generation, and its clear goal setting, etc.)
- Preferential measures and assistance to renewable energy development by the introduction of Feed-in-Tariff (FIT) system, etc.

(Future Development of the Project)

We further consider the followings, in association with the governments of Myanmar and Japan, and in collaboration with MRF, for the realization of autonomous distributed energy system development and its dissemination in Myanmar.

Action plan for realization of model business in the step 1

Feasibility study in promising areas: It is difficult to get the first-hand figures and details of rice husk utilization of rice mills only by the statistical data. We will conduct actual site visit to plural rice mills for detailed survey, and screen the promising areas.

Collaboration and coordination with relevant administrative offices of Myanmar: We will further explain the results of the survey and discussion so far to relevant offices (central and local) for nurturing their understanding, and reflect their views to the project plan.

Action plan for horizontal business development in step 2 and 3

Examination of business development in rice farming regions other than Ayeyarwady: We will examine the possibility of horizontal business development in Yangon and Bago regions.

Image of Road Map for the Horizontal Development (Short to Long Term)

- Clarification of significance: The creation of varied industries is possible due to the attributes of autonomous distributed energy system (rice husk power generation). It also facilitates local electrification.
- Clarification in the mid to long term development plan (biomass power generation, autonomous distributed power generation, etc.)
- Visualization of business model and collaboration among people concerned (role sharing)
- Business environment creation: distribution line consolidation, power tariff setting etc.

- Consideration of specific measures for horizontal development: For the progress of horizontal development, the basic strategy (road map) which includes the direction and specific measures for the development is essential. In addition, the clarification of the framework in which the business model established by the advanced approach is disseminated in the project under consideration is also important. Sharing the basic strategy among people concerned is indispensable for facilitating the sustainable progress of the project (not to end up with a mere model project).
- We therefore select the specific candidate areas (as the model areas for taking initiatives), and consider, taking account of the plan of local power distribution network consolidation as well as mid to long term regional development plan, the concept of low carbon communities which utilize rice mills as local energy supplying centers.
- For the consideration, the integrated approach taking into account the demand side measures including the smart ways of utilization of power and heat generated by rice husk power generation system is essential. Those measures also include power load leveling, energy saving devices for buildings, introduction of facilities with high energy saving efficiency, mechanism for effective utilization of heat in the communities, etc. to name a few.
- For the preparation of this kind of road map for the community, examples of approaches of Japan such as “Environment Conservation Model City”, “Concept of Biomass Town Development”, “Plan of Creation of Low Carbon Communities”, and “Structural Reform Special Zone” will be useful. Experiences and knowhow of local authorities of Japan will be utilized for the work.

မြန်မာနိုင်ငံ ဧရာဝတီတိုင်းဒေသကြီးအတွင်းကာဗွန်လျော့ချဒေသများအတွက်

စပါးခွံသုံးလျှပ်စစ်မာတ်အားထုတ်လုပ်မည့်စနစ်အကောင်အထည်ဖော်နိုင်မည့်အခြေအနေအားစစ်တမ်းပြုစုခြင်း

စီမံဆောင်ရွက်ခဲ့မှုအကျဉ်းချုပ်(မူကြမ်း)

ယခုပြုစုခဲ့သည့်စစ်တမ်းသည် မြို့ကြီးများနှင့် ဒေသကြီးများအတွင်း ဒေသတခုလုံးဆိုင်ရာ အစီအစဉ်ကြီးများ ဆောင်ရွက်နိုင်ရန်သာမက သီးခြားသင့်တော်မည့်အစီအစဉ်များဆောင်ရွက်ခြင်းတွင် လိုအပ်မည့်ကိစ္စများ ဆောင်ရွက်နိုင်ရန်အတွက်၊ အာရှဒေသကြီးအတွင်း ကာဗွန်လျော့ချလူမှု့အဖွဲ့အစည်းကြီးများပေါ်ထွန်းလာစေရန် အတွက် JCM စီမံကိန်းကြီးအကောင်အထည်ဖော်နိုင်မှုအဖြစ် မြန်မာနိုင်ငံ ဧရာဝတီတိုင်းဒေသကြီးအား အဓိကထားပြီး၊ စပါးခွံသုံး Biomassလျှပ်စစ်မာတ်အားထုတ်လုပ်ခြင်းကို အလေးထားသည့် ဒေသဆိုင်ရာသီးခြားစွမ်းအင်ရရှိမှုစနစ်တည်ထောင်ခြင်း၊ လျှပ်စစ်စွမ်းအား၊အပူစွမ်းအားကို အသုံးချသည့် ကျေးလက်ဒေသများအတွင်း လုပ်ငန်းသစ်များ တည်ထောင်နိုင်ခြင်းနှင့် ဒေသတွင်းစွမ်းအင်ရရှိနိုင်မှုများမြှင့်တင်ဆောင်ရွက်နိုင်ခြင်းစသည့် ဆန်စက်နှင့် အဆိုပါအနီအနားဒေသများ ကာဗွန်လျော့ချဒေသများဖြစ်လာနိုင်မှု များကို လေ့လာသုံး သပ်ခဲ့ ပါသည်။

ဧရာဝတီတိုင်းဒေသကြီးသည် ရန်ကုန်မြို့၏ အနောက်ဖက်တွင်တည်ရှိသည့်ဒေသဖြစ်ပြီး၊ဧရာဝတီမြစ်၏မြစ်ဝကျွန်းပေါ်ဒေသဖြစ် ပါသည်။ဆန်ထုတ်လုပ်မှုစုစုပေါင်း၏ 30ရာခိုင်နှုန်းရှိသည့် ဒေသ ဖြစ်ပြီး၊ယှဉ်တွင်းရှိအကောင်းဆုံး စပါးကျီပင်ဖြစ်ပါသည်။

ထို့အပြင် အဆိုပါ လေ့လာသုံးသပ်မှုများကို မြန်မာနိုင်ငံဆန်စပါးအသင်း (MRF) ၊ ဧရာဝတီတိုင်းအတွင်းရှိ သက်ဆိုင်သူများထံမှ အကူအညီများကို ရယူပြီး၊ ဒေသတွင်း ဆွေးနွေးပွဲများ (Ayeyarwaddy Low Carbon Community Round Table: ပထမအကြိမ်အဖြစ် 2014ခုနှစ် နိုဝင်ဘာလ၊ ပုသိမ်မြို့တွင်ကျင်းပခြင်း။ ဒုတိယအကြိမ်အဖြစ် 2015ခုနှစ် ဖေဖော်ဝါရီလ၊ ရန်ကုန်မြို့တွင်ကျင်းပခြင်း။)၊ဒေသတွင်းစစ်တမ်းပြုစုမှုများကိုဆောင်ရွက်ခြင်း၊ ဒေသတွင်းသက်ဆိုင်သူများ နှင့် ထင်မြင်ချက်များ၊အကြံဉာဏ်များ ဖလှယ်ခြင်းဖြင့် ဆောင်ရွက်ခဲ့ပါသည်။

ယခုလက်ရှိအခြေအနေများလေ့လာဆန်းစစ်ခြင်း(1)

ဒေသတွင်းလျှပ်စစ်စွမ်းအားထောက်ပံ့နိုင်မှုကို ပိုမိုကောင်းမွန်လာစေရန် အတွက် ဒေသ၏ထူးခြားချက်များနှင့် ကိုက်ညီမှုရှိသည့် ဒေသဆိုင်ရာ သီးခြားစွမ်းအင်ရရှိမှု စနစ်သည် အကျိုးသက်ရောက်မှုရှိသည့် ဖြေရှင်းနည်းတခုပင်ဖြစ်ပါသည်။ ဆန်စပါးစိုက်ပျိုးရေးလုပ်ငန်း စည်ပင်ဝပြောသည့် ဧရာဝတီတိုင်းဒေသကြီးတွင်မူ စပါးခွံဖြင့်

လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်မှုစနစ်မှာ ဖြစ်မြောက်နိုင်မည်ဟု မျှော်လင့်ထားပါသည်။

- မြန်မာနိုင်ငံတွင် စီးပွားရေးတိုးတက်ကောင်းမွန်လာမှုနှင့်အတူ လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ကောင်းမွန်စွာ ထောက်ပံ့နိုင်မှုသည်လည်း အရေးတကြီးမဖြစ်မနေဆောင်ရွက်ရမည့် ကိစ္စဖြစ်ပါသည်။ အထူးသဖြင့် ဇရာဝတီတိုင်းဒေသကြီးသည် အစိုးရလျှပ်စစ်ဓာတ်အားဖြန့်ဝေမှုကွန်ယက်၏ အစွန်အဖျားပိုင်းတွင်တည်ရှိသည့် ဒေသအများအပြားပါဝင်သည့် တိုင်းဒေသကြီးဖြစ်ပြီး၊ အမြဲတမ်းလျှပ်စစ်ဓာတ်အားပြည့်ဝစွာမရရှိသည့်အပြင်၊ လျှပ်စစ်မီးအားကျဆင်းမှုများမှာလည်း ပိုမိုဆိုးရွားလာသည့်ပြဿနာတခုဖြစ်နေပါသည်။ ထို့အပြင် ဇရာဝတီတိုင်းဒေသကြီးသည် မြန်မာနိုင်ငံအတွင်းရှိ အခြားသောအရပ်ဒေသများထက် လျှပ်စစ်မီးလင်းရေးစီမံချက်ဆောင်ရွက်နှုန်းနည်းပါးလျက်ရှိပြီး၊ ဒေသများ လျှပ်စစ်မီးလင်းရေး ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်ဆောင်ရွက်မှုသည် ဒေသဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်ရေး၊ ဒေသခံပြည်သူများ နေထိုင်မှုဘဝမြှင့်တင်ရေးတို့အတွက်လည်း အလွန်အရေးပါသော စီမံချက်တခုဖြစ်ပါသည်။

- ကာလလတ်တခုအနေဖြင့်မူအစိုးရလျှပ်စစ်ဓာတ်အားဖြန့်ဝေမှုကွန်ယက်ပြင်ဆင်ဆောင်ရွက်ခြင်း၊ လျှပ်စစ်စွမ်းအင်အရင်းအမြစ် အသစ် တီထွင် ဆောင်ရွက်ခြင်းများပြုလုပ်ရန် လိုအပ်သော်လည်း၊ တချိန်တည်းမှာပင် ဒေသအဆင့်နှင့်ကိုက်ညီမှုရှိသည့် လျှပ်စစ်စွမ်းအင် ထောက်ပံ့မှုမြှင့်တင်ခြင်း တနည်းအားဖြင့် ဒေသတွင်း လျှပ်စစ်မီးလင်းရေးရှေ့ဆက်ဆောင်ရွက်မှုများအဖြစ် ဒေသတွင်းအရင်းအမြစ်သယံဇာတများကို တွင်ကျယ်စွာအသုံးပြုနိုင်သည့် ဒေသဆိုင်ရာ သီးခြားလျှပ်စစ်စွမ်းအင်အရင်းအမြစ်များကိုထည့်သွင်းသုံးစွဲ သွားရန်မှာလည်းအလွန်အရေးပါသည့်အချက်ဖြစ်ပါသည်။

စပါးခွံမှလျှပ်စစ်ဓာတ်ထုတ်လုပ်မှု ဖြင့် အကောင်အထည် ဖော်နိုင်မည့် ဒေသဆိုင်ရာ သီးခြားလျှပ်စစ်စွမ်းအင် ထုတ်လုပ်မှု ၏ အားသာချက်များ

- အသေးစားဒေသဆိုင်ရာ သီးခြားလျှပ်စစ်စွမ်းအင် ထုတ်လုပ်မှုစနစ်သည် မြန်ဆန်စွာကျယ်ကျယ်ပြန့်ကျယ်ပြန့်ဆောင် ရွက်နိုင်ခြင်း
- ဒေသတွင်း စွမ်းအင် အရင်းအမြစ်ကို အသုံးချခြင်းကြောင့် နိုင်ငံခြားမှစွမ်းအင်များ မှီခိုအားကိုးမှုကို လျော့ချနိုင်ရန် အကျိုးပြုခြင်း
- Biomass လျှပ်စစ်ဓာတ်ထုတ်လုပ်မှုစသည့် ပြန်လည် အသုံးချနိုင်သည့်စွမ်းအင်များသည် ကာဗွန်မဲ့ သဘာဝ ပတ်ဝန်းကျင် အတွက်ကောင်းမွန်သော လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထောက်ပံ့မှုများ ဖြစ်လာနိုင်ခြင်း
- စွန့်ပစ်ပစ္စည်းများကို စွမ်းအင်အဖြစ် ပြောင်းလဲခြင်း ကြောင့် စွန့်ပစ်ပစ္စည်းများကို ဖျောက်ဖျက်ရသည့် ပတ်ဝန်းကျင်ဆိုင်ရာ ဖြေရှင်းဆောင်ရွက်ရမှုများ၊ ကုန်ကျစရိတ်ကျခံရမှုများ နည်းပါးလာနိုင်ခြင်း

ဇရာဝတီတိုင်းဒေသကြီးသည် ဆန်စပါးစိုက်ပျိုးမှုကို တွင်တွင်ကျယ်ကျယ် ဆောင်ရွက်နေသည့်ဒေသဖြစ်ပြီး၊ စပါးခွံစသည့်စွန့်ပစ်ပစ္စည်း အရင်းအမြစ်များ အများအပြား ထွက်ရှိနေပြီး၊ စပါးခွံမှလျှပ်စစ်ဓာတ်ထုတ်လုပ်မှုဖြင့် အကောင်အထည်ဖော်နိုင်မည့် ဒေသဆိုင်ရာ သီးခြားလျှပ်စစ်စွမ်းအင်ထုတ်လုပ်မှုစနစ်သည် အကျိုးရလဒ်ကောင်း

များ ရရှိနိုင်ရန်နီးစပ်သည့် အချက် တချက် ပင်ဖြစ်ပါသည်။

ယခုလက်ရှိအခြေအနေများလေ့လာဆန်းစစ်ခြင်း(2) စပါးခွံဖြင့် လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်မှု စနစ် ကိုကျင့်သုံးခြင်းဖြင့် ဆန်စက်များ လည်ပတ်ဆောင်ရွက်နေမှုများ မြင့်တင်လာနိုင်မည့်အပြင်၊ လုပ်ငန်းပြိုင်ဆိုင်မှုများတိုးလာနိုင်ခြင်းနှင့်အတူ ဆန်စက်များကို ဒေသအတွက် စွမ်းအင် ထောက်ပံ့နေသည့် အချက်အချာနေရာများအဖြစ် သတ်မှတ်လာနိုင်မည်ဖြစ်ပြီး၊ တိုးတက်ဖွံ့ဖြိုးလာရန်အတွက် မျှော်လင့်မိပါသည်။

- ဆန်စက်များတွင်မူ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားကို အချိန်ပြည့် အပြည့်အဝသိုလှောင်ထားနိုင်မှုသည် လုပ်ငန်း လည်ပတ်ဆောင်ရွက်မှု၏ အလွန်အရေးကြီးသော အချက်ဖြစ်ပါသည်။ ယေဘုယျအားဖြင့် ဆန်စက်များမှာ တစ်နှစ် ရက်200 စက်ရုံလည်ပတ် ခြင်းသည် လုပ်ငန်းအမြတ်ပေါ်မှုလိုင်း ဟု ဆိုကြသောကြောင့် ဆန်စက်များ လည်ပတ်နိုင်မှုနှုန်းကို မြင့်တင်ရန်အတွက်မူ လျှပ်စစ်စွမ်းအားသိုလှောင်ရရှိနိုင်မှုသည် အလွန်အရေးကြီးသော အချက်ဖြစ်ပြီး၊ ပမာဏတိုးချဲ့ဆောင်ရွက်ခြင်းနှင့် အဆောက်အအုံပြင်ဆင်မှုများ ခေတ်နှင့်အညီ ဆောင်ရွက်သွားရန်အတွက်လည်း အရေးပါသောအချက်တခုဖြစ်ပါသည်။
- ဆန်စက်များတွင် အသေးစား သဘာဝဓာတ်ငွေ့သုံးစပါးခွံမှ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်မှုဖြင့် ကိုယ်ပိုင် လျှပ်စစ်စွမ်းအင်ကို အသုံးချနေသည်များ တွေ့ရှိခဲ့ရသော်လည်း၊ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်နိုင်မှု စွမ်းဆောင်ရည်မကောင်းခြင်းများစသည့် ပြဿနာများရှိနေပြီး၊ စွမ်းဆောင်ရည်ကောင်းမွန်သော လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ထုတ်လုပ်မှုစနစ်သို့ပြောင်းလဲရန် လိုအပ်ချက်များ မြင့်မားလျက်ရှိပါသည်။
- စီးပွားရေးတိုးတက်ကောင်းမွန်လာခြင်းနှင့်အတူ ဒေသတွင်း စီးပွားရေးလုပ်ငန်းများ တိုးတက်ကောင်းမွန်လာခြင်းမှာ အရေးပါသောအချက်ဖြစ်ပြီး ၊ အဆိုပါအချက်တွင် လုပ်ငန်းသစ် (ဆန် ကိုပြုပြင်ပြောင်းလဲထုတ်လုပ်ခြင်း၊ လယ်ယာထွက်ကုန်ပစ္စည်းများ ပြုပြင်ပြောင်းလဲထုတ်လုပ်ခြင်း၊ ရေထွက်ကုန်များ ရောင်းဝယ်ဖြန့်ဖြူး ခြင်းများစသည့်) ချဲ့ထွင်နိုင်ရန် လမ်းညွှန် ပြဿပေးမှုများ အထူးလိုအပ်နေပါသည်။ လုပ်ငန်းသစ်များဆောင်ရွက်ရန် လမ်းညွှန်မှုပြုခြင်းတွင် လျှပ်စစ်စွမ်းအားစသည်တို့ကိုသိမ်းနိုင်မှုသည်လည်း မရှိမဖြစ်လိုအပ်ပြီး၊ စပါးခွံဖြင့်လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်ခြင်းကြောင့်ရရှိမည့် လျှပ်စစ်နှင့် အပူစွမ်းအင်ကို အသုံးပြုခြင်းဖြင့် လုပ်ငန်းအခွင့်အလမ်းအသစ်များ ဖန်တီး လာနိုင်စေရန် အထောက်အကူပေးနိုင်မည်ဟု မျှော်လင့်မိပါသည်။
  - စပါးခွံဖြင့် လျှပ်စစ်ဓာတ်ထုတ်လုပ်သည့်အဆောက်အအုံမှ ထွက်ရှိသည့် အပူစွမ်းအင်ကို ဆန်အခြောက်ခံခြင်းတွင် အသုံးပြုနိုင်ခြင်းကြောင့် ဆန်အရည်အသွေးများကောင်းမွန်လာနိုင်ခြင်း

- စပါးခွံဖြင့် လျှပ်စစ်ဓာတ်ထုတ်လုပ်သည့်အသေးစားအဆုံမှ ထွက်ရှိသည့် အပူစွမ်းအင်ကို ပဲအမျိုးမျိုး အခြောက်ခံခြင်းတွင် အသုံးပြုနိုင်ခြင်း

ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်ဆောင်ရွက်နိုင်မည့်အလားအလာများ (1) "မော်မှန်းထားသည့် ဒေသတခုလုံး ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့် ဆောင်ရွက်မည့် အစီအစဉ်" ဂျပန်နိုင်ငံအစိုးရမှ ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်ဆောင်ရွက်နေသည့် အမျိုးမျိုးသောထောက်ပံ့ရေးစီမံချက်များကို အသုံးချ၍ (ပထမအဆင့်) စံပြ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်သည့်အသေးစားအဆုံ (~2MW) ကို တစ်နေရာတွင် တည်ဆောက်ပြီး၊ လုပ်ငန်းကို စမ်းသပ်ဆောင်ရွက်မည်။ (ဒုတိယအဆင့်) ပထမအဆင့်မှရရှိသည့် ရလဒ်ကောင်းများကို အခြေခံ၍ အလားတူ ဒေသအတွင်း တပြေးညီကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်ဆောင်ရွက်ခြင်းနှင့် တခြားသောဒေသများတွင်လည်း ဒေသထူးခြားချက်နှင့် ကိုက်ညီမှုရှိသည့် ဓာတ်အားထုတ်လုပ်ရေးလုပ်ငန်းကို အရွယ်အစား ပမာဏအားဖြင့် ချဲ့ထွင်သွားရန် ရည်ရွယ်ထားပါသည်။(တတိယအဆင့်) ထိုမှတဆင့် အသေးစားလျှပ်စစ်ဓာတ်အားဖြန့်ဝေမှုကွန်ယက် အတွက် ပြင်ဆင်ခြင်း စသည့် အနီးတဝိုက်ရှိ ဒေသများ၏ လျှပ်စစ်စွမ်းအင်ဆိုင်ရာပြင်ဆင်ထားမှုများနှင့် ချိတ်ဆက်၍ ဒေသတခုလုံး ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်ဆောင်ရွက်သွားရန် ရည်ရွယ်ထားပါသည်။

ယခုပြုစုခဲ့သည့်စစ်တမ်းတွင် လေ့လာသုံးသပ်ခဲ့သည့် အကြောင်းအရာများ၏ အခြေခံအချက်များကို အောက်တွင် ဆက်လက်ဖော်ပြပါမည်။

● အဆင့်ဆင့် ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်ဆောင်ရွက်သွားမှု

-ပထမအဆင့် ။ ။ စံပြ လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ထုတ်လုပ်သည့်အသေးစားအဆုံ (~2MW) ကို တနေရာတွင် တည်ဆောက်ပြီး၊ လုပ်ငန်းကို စမ်းသပ်ဆောင်ရွက်မည်။

-ဒုတိယအဆင့် ။ ။ စံပြ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်သည့်အသေးစားအဆုံ မှ ရလဒ်ကောင်းများကို အခြေခံ၍ အလားတူ ဒေသအတွင်း တပြေးညီကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်ဆောင်ရွက်ခြင်းနှင့် တခြားသောဒေသများတွင်လည်း ဒေသထူးခြားချက်နှင့် ကိုက်ညီမှုရှိသည့် ဓာတ်အားထုတ်လုပ်ရေးလုပ်ငန်းကိုအရွယ်အစား ပမာဏအားဖြင့်ချဲ့ထွင်သွားရန် စီစဉ်ဆောင်ရွက်မည်။

-တတိယအဆင့် ။ ။ အသေးစားလျှပ်စစ်ဓာတ်အားဖြန့်ဝေမှုကွန်ယက် အတွက်ပြင်ဆင်ခြင်း စသည့် အနီးတဝိုက်ရှိ

ဒေသများ၏ လျှပ်စစ်စွမ်းအင်ဆိုင်ရာပြင်ဆင်ထားမှုများနှင့် ချိတ်ဆက်၍ ဒေသတခုလုံး ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့် ဆောင် ရွက်သွားပါမည်။

•ပထမအဆင့်တွင် "စံပြအသေးစားလျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်ခြင်း"သည် စံပြနမူနာအနေဖြင့် သင့်လျော်မည်ဟု စဉ်းစားပါသည်။အလတ်စားနှင့်အထက် လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်သည့်အဆောက်အအုံတွင် စပါးခွံများ ကို တခု တည်းသောဆန်စက်မှ ရယူစုဆောင်းမည့် နည်းသည် ဆန်စက်လုပ်ငန်းနယ်ပယ် တပေါင်းတစည်းတည်းဖြစ်လာစေရန် ရည်ရွယ်ခြင်းဖြစ်ပါသည်။ နောင်အခါ ဆက်လက်၍ ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်ဆောင်ရွက်ခြင်း(ဒုတိယအဆင့်နှင့် နောက်ပိုင်း အဆင့်များ) တွင် အသုံးချသွားရန် ရည်ရွယ်ထားပါသည်။

•ဒုတိယအဆင့် ၊ တတိယအဆင့်(ဒေသတခုလုံးကျယ်ပြန့်စွာဆောင်ရွက်ခြင်း) တွင်မူ ပထမအဆင့်တွင် ဆောင်ရွက်ခဲ့ သည့် စံပြ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်သည့်အဆောက်အအုံမှ ရရှိသည့်ရလဒ်ကောင်းများကို အသုံးချ၍ ကာလလတ် အနေဖြင့် 50 မီဂါဝပ် ပမာဏကို ဆောင်ရွက်သွားရန် ရည်မှန်းထားပြီး၊ ဒုတိယအဆင့်နှင့် တတိယအဆင့် တွင် လုပ်ငန်းများ ချဲ့ထွင်ဆောင်ရွက်သွားမည်ဖြစ်သည်။စပါးခွံကို အသုံးပြု၍ Biomassလျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်မှုကို ဗဟိုပြုသည့် ဒေသဆိုင်ရာ သီးခြားလျှပ်စစ်စွမ်းအင် စနစ်ကို ဒေသတခုလုံးအတွင်း ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့် ဆောင်ရွက် သွားရန် လက်တွေ့အကောင်အထည်ဖော်သွားမည်ဖြစ်သည်။

<u>ပထမအဆင့်ကိုအကောင်အထည်ဖော်နိုင်မည့် ဒေသများအား သတ်မှတ်ခြင်း</u>

•ယခုပြုစုခဲ့သည့်စစ်တမ်း၏ဒေသအလိုက်စစ်တမ်းရလဒ်များ အရ ဧရာဝတီတိုင်းဒေသကြီးအတွင်းရှိ ပုသိမ်၊ မြောင်းမြ ဖျာပုံ၊ကျိုက်လတ်နှင့် ဟသာ်တ 5 မြို့နယ်ကို ရွေးချယ်ခဲ့ပြီး၊ မြန်မာနိုင်ငံအတွင်း လမ်းဖောက်လုပ်မှုအခြေအနေနှင့် စပါးခွံအရည်အသွေးကောင်းမွန်သည့် အချက်များကိုထပ်ပေါင်းစဉ်းစားလျှင် မြစ်ကြောင်းနံဘေးတည်ရှိသည့် မြောင်းမြ ၊ ဖျာပုံ၊ ကျိုက်လတ်မြို့များမှာ ရှေ့ဦးစွာဆောင်ရွက်သင့်သည့်ဒေသများဖြစ်ပါသည်။

•အထူးသဖြင့် မြောင်းမြဒေသသည် ဧရာဝတီတိုင်းဒေသကြီးအတွင်း ဆန်စက်လုပ်ငန်း အထူးတိုးတက် အောင်မြင်နေသောဒေသဖြစ်ပြီး၊ အစိုးရလျှပ်စစ်ဓာတ်အား ဖြန့်ဝေမှုကွန်ယက်အဆောက်အအုံများ တည်ရှိနေမှု စသည် တို့ကို ထည့်သွင်းစဉ်းစားပြီး၊ ပထမအဆင့်အဖြစ် မြောင်းမြဒေသတွင် စံပြလျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်မှု လုပ်ငန်းကို အောင်မြင်အောင် ဆောင်ရွက်မည်ဖြစ်ပြီး၊ ထို့နောက်တွင် တခြားသောဒေသများသို့လည်း ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့် ဆောင်ရွက်သွားခြင်းသည် အကောင်းဆုံးနှင့် အကျိုးအရှိဆုံးနည်းလမ်း ဖြစ်သည်ဟု စဉ်းစားနိုင်ပါသည်။

•ဂျပန်အစိုးရနှင့် မြန်မာအစိုးရတို့၏ အကူအညီဖြင့် 2021ခုနှစ်မတိုင်ခင်အထိ (Accumulated Total) ပျမ်းမျှ 50 မီဂါဝပ် စပါးခွံဖြင့် လျှပ်စစ်မောတ်အားထုတ်လုပ်မှုစနစ်ကို တည်ဆောက်ရန် ရည်မှန်းထားပါသည်။ အဆိုပါ ရည်မှန်းချက်နှင့် အညီ ဆောင်ရွက်ခြင်းဖြင့် 2021ခုနှစ်မတိုင်ခင်အထိ စွမ်းအင်ထုတ်လုပ်မှုစတင်ချိန်မှစ၍ ကာဗွန်ဒိုင်အောက်ဆိုဒ် လျော့နည်းလာနှုန်းသည် ၁နှစ်လျှင် (Accumulated Total) တန် 1သိန်း 4ထောင် ရှိမည်ဟု ခန့်မှန်း တွက်ချက် နိုင်ပါသည်။

-မြန်မာတနိုင်ငံလုံး အနေအထားဖြင့် လေ့လာကြည့်လျှင်လည်း ပဲခူးတိုင်းဒေသကြီးနှင့် ရန်ကုန်တိုင်းဒေသကြီး အတွင်း စပါးခွံဖြင့်လျှပ်စစ်မောတ်အားထုတ်လုပ်မှု လုပ်ငန်း ချဲ့ထွင်သွားမှုမှာလည်း မျှော်မှန်းထားနိုင်ပြီး၊ ဧရာဝတီတိုင်း ဒေသကြီးအတွင်း စံပြထုတ်လုပ်မှုလုပ်ငန်းများကို အများအပြားဆောင်ရွက်သွားပြီး၊ ထိုမှရရှိသည့် အောင်မြင်မှုများမှတဆင့် အဆိုပါ လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်ရန်မျှော်မှန်းထားနိုင်သည့် တခြားဒေသများသို့ အဆင့်ဆင့်ချဲ့ထွင်သွားပါမည်။

-ဧရာဝတီတိုင်းဒေသကြီး အတွင်း ထွက်ရှိသည့် စပါးခွံပမာဏ အရ တွက်ချက်ကြည့်လျှင် 50 မီဂါဝပ် စပါးခွံဖြင့် လျှပ်စစ်မောတ်အားထုတ်လုပ်သည့်လုပ်ငန်းမှာ ဆက်လက် ချဲ့ထွင်သွားနိုင်သည့် လုပ်ငန်းဖြစ်သော်လည်း၊ လုပ်ငန်းခွင်အတွင်း စုဆောင်းသိုလှောင်နိုင်မည့် စပါးခွံပမာဏ အရ လုပ်ငန်းစတင်ချိန်တွင်မူ 30 မီဂါဝပ် မှာ မျှော်မှန်းထားနိုင်သည့် အဆင့်ဖြစ်ပါသည်။ရန်ကုန် တိုင်းဒေသကြီးနှင့်ပဲခူးတိုင်းဒေသကြီး များသို့ ဆက်လက်၍ လုပ်ငန်းချဲ့ထွင်ချိန်တွင်မူ 50 မီဂါဝပ် အဆင့်ဖြင့် ဆောင်ရွက်သွားရန် ရည်မှန်းထားပါသည်။

<u>လုပ်ငန်းချဲ့ထွင်သွားရန် မျှော်မှန်းနိုင်သည့်ဒေသများ (ဒုတိယအဆင့်နှင့် တတိယအဆင့်တွင်ဆောင်ရွက်မည့် ဒေသတခု လုံးကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်ဆောင်ရွက်သွားမည့် လုပ်ငန်းစဉ်အတွက်လည်း အထူးပြုခံထားရသောဒေသများ)</u>

ဧရာဝတီတိုင်းဒေသကြီးတွင် မြောင်းမြ ၊ ဖျာပုံ ၊ မော်လမြိုင်ကျွန်း၊ ဘိုကလေး၊ ကျိုက်လတ်၊ မအူပင် ၊ ရန်ကုန်တိုင်း ဒေသကြီးတွင် ကွမ်းခြံကုန်း၊ ကောမှူး၊ တိုက်ကြီး ၊ ထန်းတပင်၊ ပဲခူးတိုင်းဒေသကြီးတွင် လက်ပံတန်း၊ သာယာဝတီ၊ အုတ်တွင်း၊ တောင်ငူ ဒေသများမှာ စပါးခွံဖြင့် လျှပ်စစ်မောတ်ထုတ်လုပ်နိုင်ရန် မျှော်မှန်းနိုင်မည့် ဒေသများ ဖြစ်ပါသည်။

ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်ဆောင်ရွက်နိုင်မည့်အလားအလာများ (2) "ယေဘူယျကျကျ စံပြလုပ်ငန်းဆောင်ရွက်မှု" လမ်းပန်းဆက်သွယ်ရေးစသည့် အခြေခံအဆောက်အအုံများ တည်ဆောက်ထားမှု နောက်ကျနေသော ဧရာဝတီတိုင်းဒေသကြီး အတွင်း လုပ်ငန်းချဲ့ထွင်သွားရန် စီစဉ်ခြင်းတွင် နေရာအနှံ့အပြားရှိ ဆန်စက်များမှ စပါးခွံများကို စုစည်း၍ အကြီးစား လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်မည့် အဆောက်အအုံကို တည်ထောင်ရန် မဟုတ်ဘဲ၊ 2~3 မီဂါဝပ် အဆင့်ရှိ စံပြ အသေးစားလုပ်ငန်း သို့မဟုတ် အလတ်စားလုပ်ငန်း များကို ဥပမာအနေဖြင့် ဆောင်ရွက်သွားမည်ဖြစ်ပြီး၊ ထိုမှတဆင့် ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့် ဒေသအတွင်း လုပ်ငန်းများကို ချဲ့ထွင်သွားရန် မျှော်မှန်းထားပါသည်။ အသေးစားနှင့် အလတ်စား လုပ်ငန်းချဲ့ထွင်မှုတွင် လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်မှုစွမ်းရည်ကောင်းမွန်မြင့်မားသော ဂျပန်နည်းပညာဖြင့် စပါးခွံမှ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်မှုစနစ်ကို အသုံးပြုသွားမည်ဖြစ်ပြီး၊ ဆက်လက်၍ လုပ်ငန်းချဲ့ထွင်သွားပါမည်။

(စံပြလုပ်ငန်း ဆောင်ရွက်မှု၏ အခြေခံသဘောထား)

- ဧရာဝတီတိုင်းဒေသကြီး တွင် အဓိကကျသောလမ်းမကြီးများမှာ ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းဆောင်ရွက်ထားပြီး၊ ကုန်တင်ကားကြီးများလည်း ဖြတ်သန်းသွားလာနိုင်သော်လည်း၊ ထိုမှတဆင့် ဖောက်လုပ်ထားသောလမ်းသွယ်များမှာ ဖြတ်သန်းရအဆင်ပြေရုံမျှသာလမ်းခင်းထားခြင်း (သို့) လမ်းခင်းပြုပြင်ထားခြင်းမရှိပေ။ထိုကဲ့သို့သော လမ်းဖောက်လုပ် ထားမှု အခြေအနေများနှင့် စပါးခွံအရည်အသွေးကောင်းမွန်ခြင်း၊ ခရီးပေးပို့ဆောင်မှုအတွက် မသင့်တော်ခြင်း စသည့် အချက်များကိုထည့်သွင်းစဉ်းစားလျှင် နေရာအနှံ့အပြားရှိ ဆန်စက်များမှ စပါးခွံများကို စုစည်း၍ အကြီးစား လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်စက်ရုံကိုတည်ထောင်ခြင်းထက် ပို၍ အသေးစားစက်ရုံများကို နေရာအနှံ့အပြား ဆောက်လုပ်ခြင်းသည် မြန်မာနိုင်ငံအတွက် အထူးသင့်လျော်မည်ဟု လေ့လာမိ ပါသည်။
- ပထမအဆင့်တွင် "စံပြအသေးစားလျှပ်စစ်ဓာတ်အား ထုတ်လုပ်ခြင်း" သည် စံပြနမူနာအနေဖြင့် သင့်လျော်မည်ဟု စဉ်းစားပါသည်။ အလတ်စားနှင့်အထက် လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ထုတ်လုပ်သည့်အဆောက်အအုံတွင် စပါးခွံများ ကို တခုတည်းသောဆန်စက်မှ ရယူစုဆောင်းမည့် နည်းသည်

ရည်မှန်းထားသည့် စံပြ လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်မှု

စံပြလုပ်ငန်းအနေဖြင့်မှု"အသေးစားစံပြလုပ်ငန်းဆောင်ရွက်မှု (ပြင်ဆင်ထားမှုအရယာထားပမာဏ။ ။ 1.8 မီဂါဝပ်၊ အသားတင်ထုတ်လုပ်မည့်ပမာဏ။ ။ 1.6 မီဂါဝပ်" နှင့် "အလတ်စားစံပြလုပ်ငန်းဆောင်ရွက်မှု (ပြင်ဆင်ထားမှုအရ ယာထားပမာဏ။ ။ 3.3.မီဂါဝပ်၊ အသားတင်ထုတ်လုပ်မည့် ပမာဏ။ ။ 3.0 မီဂါဝပ်" ဟူ၍ ၂ မျိုး ရည်မှန်းထားပါသည်။

- အသေးစား စံပြလုပ်ငန်း ဆောင်ရွက်မှုကို ယခင်ကတည်းကတည်ရှိနေသောဆန်စက်ကြီးများတွင်အဓိကထား၍ဆောင်ရွက်မည်ဖြစ်ပြီး၊ အနီးတဝိုက်ဒေသများရှိ ဆန်စက်များနှင့် ချိတ် ဆက်ပြီး ချဲ့ထွင်သွားရန်မျှော်မှန်းထားပါသည် (ယခုကာလအနေဖြင့် အ ကောင်အထည် ဖော်နိုင်မည် ဟု ရည်မှန်းထားမှု)။
- အလတ်စား စံပြလုပ်ငန်းဆောင်ရွက်မှုကို အကြီးစား ဆန်စက် ကြီးများအသစ်တည်ဆောက်ချိန်နှင့် တပြိုင်တည်း ချဲ့ထွင်သွားရန် ရည်ရွယ်ထားပါသည်။ ဆန်စက် လုပ်ငန်းများ တပေါင်းတစည်း တည်းဖြစ်လာစေရန် ဆောင်ရွက်မှုနှင့် တ ဆက်တည်း ကျယ်ကျယ် ပြန့် ပြန့် ဆောင်ရွက်သွားပါမည် (နောင်အနာဂတ်အတွက် လုပ်ငန်းချဲ့ထွင်သွားနိုင်ရန်ရည်မှန်းထားမှု)။

ဆန်စက်လုပ်ငန်းနယ်ပယ် တပေါင်းတစည်းတည်း ဖြစ်လာစေရန် ရည်ရွယ်ခြင်းဖြစ်ပါသည်။ နောင်အခါ ဆက်လက်၍ ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်ဆောင်ရွက်ခြင်း (ဒုတိယ အဆင့်နှင့် နောက်ပိုင်းအဆင့်များ) တွင် အသုံးချသွားရန် ရည်ရွယ်ထားပါသည်။

- စံပြအသေးစား လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်ခြင်းကို ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်ဆောင်ရွက်ခြင်းတွင် လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ထုတ်လုပ်မှုအရည်အသွေးကောင်းမွန်သောစနစ်ကို အသုံးပြုရမည်ဖြစ်ပြီး၊ ဂျပန်နည်းပညာဖြင့် ထုတ်လုပ်မှု အရည်အသွေးကောင်းမွန်သော စပါးခွံမှလျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်မှုစနစ်ကို အသုံးပြု၍ စံပြအသေးစားလျှပ်စစ် ဓာတ်အား ထုတ်လုပ်မှုကို ဂျပန်နိုင်ငံမှထောက်ပံ့မှုစနစ် (ပတ်ဝန်းကျင်ရေးရာဝန်ကြီးဌာန JCM လုပ်ငန်းပြင်ဆင်မှု ထောက်ပံ့ရေး လုပ်ငန်း) ဖြင့် ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့် အကောင်အထည်ဖော်ဆောင်ရွက် သွားပါမည်။
- စပါးခွံ ရယူစုဆောင်းမှု ပမာဏနှင့် စုဆောင်းပုံနည်းလမ်း၊ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားအသုံးပြုမှု၊ အပူစွမ်းအင်အသုံးပြုမှု၊ စပါးခွံ မီးလောင်ပြာ အသုံးပြုမှု များတွင် တူညီသောအချက်များ အများအပြားရှိသော်လည်း၊ "စံပြ အလတ်စားလျှပ်စစ် ဓာတ်အားထုတ်လုပ်ခြင်း" တွင်မူ ဆန်စက် အနေဖြင့် သုံးစွဲ၍မကုန်နိုင်သော လျှပ်စစ်စွမ်းအားနှင့် အပူ စွမ်းအင်များအ များ အပြားထွက်ရှိလာမည်ဖြစ်ပြီး၊ အချိန်ပြည့် လျှပ်စစ်စွမ်းအင်နှင့် အပူစွမ်းအင် လိုအပ်မှုများ ရှိရန်လည်းအလွန်အ ရေးကြီးပါသည်။ လျှပ်စစ် ဓာတ်အားဖြန့်ဝေမှုကွန်ယက် တည်ဆောက်ခြင်း၊ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားနှင့် အပူစွမ်းအင် လိုအပ်မှုကို ဖန်တီးခြင်း (ဥပမာ။ ။ စုပေါင်းအိမ်ယာများ တည်ဆောက်ခြင်း၊ စက်မှုဇုံများ တည် ဆောက် ခြင်း) စသည့် အပိုင်းများကိုလည်း ချဲ့ထွင်ဆောင်ရွက်သွားရန် လိုအပ်ပါသည်။ လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ထုတ်လုပ်နိုင်မည် ဟု မျှော်မှန်းထားသည့် ယာယီ ဒေသများထဲမှ ဒေသအချို့ကိုရွေးချယ်ပြီး၊ အလတ်စားနှင့်အထက် လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ထုတ်လုပ်သည့်အဆောက်အအုံသုံး စပါးခွံများ ကို ဆန်စက် အများအပြားမှ ရယူစုဆောင်းမည့် နည်းလမ်းအား

ဒေသနှင့်လိုက်လျောညီထွေမရှိသည့် စံပြလုပ်ငန်း

အစိုးရလျှပ်စစ်ဓာတ်အားဖြန့် ဝေမှုကွန်ယက်တည် ဆောက်ထားသည့် ဒေသများတွင် လုပ်ငန်းချဲ့ထွင်မှုနှင့် လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ဖြန့်ဝေမှုကွန်ယက်မရှိသော ဒေသများအတွင်း လုပ်ငန်းချဲ့ထွင်မှုတွင် ဆန်စက်လုပ်ငန်းအခြေအနေ၊ လျှပ်စစ်စွမ်းအားအခြေအနေ၊ ဒေသဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်မှုအခြေအနေ၊ အခြေခံအဆောက်အအုံများတည်ရှိမှုအခြေအနေစသည့် လုပ်ငန်းပတ်ဝန်းကျင်အချက်အလက်များ အများအပြား ကွာခြားနေပါသည်။ထို့ကြောင့် အစိုးရလျှပ်စစ်ဓာတ်အားဖြန့် ဝေမှုကွန်ယက်တည်ဆောက်ထားသည့် ဒေသများတွင် လုပ်ငန်း ချဲ့ထွင်မှုပုံစံနှင့်လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ဖြန့်ဝေမှု ကွန်ယက်မ ရှိသော ဒေသများအတွင်း လုပ်ငန်းချဲ့ထွင်မှုပုံစံဟူ၍ 2 မျိုး ခွဲ၍ စံပြလုပ်ငန်းပုံစံကိုတည်ဆောက်မည်။

အသုံးချသွားပါမည်။တချိန်တည်းမှာပင်လျှပ်စစ်ဓာတ် အားဖြန့်ဝေမှုကွန်ယက် တည်ဆောက်ထားမှု လုံလောက်ခြင်းရှိ၊မရှိကိုလေ့လာသွားမည်ဖြစ်ပြီး၊ လျှပ်စစ်ဓာတ် အားဖြန့်ဝေမှုကွန်ယက်တည်ဆောက်ရန်အတွက် အထောက်အပံ့များလည်းရယူရမည်ဖြစ်သည်။ ယေဘူ ယျ အားဖြင့် JICA ၊ ADB တို့မှ အကူအညီဖြင့် JCM လုပ်ငန်းများ ဆောင်ရွက် သွားရန် ရည်ရွယ်ထားပါသည်။

- လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်နိုင်မည်ဟု မျှော်မှန်းထား သည့် အသီးသီးသော ယာယီ ဒေသများရှိ ဆန်စက် 1 ခု ချင်းအားအသေးစိတ်လေ့လာခြင်း၊နောင်အခါ ဆန်စက် လုပ်ငန်းနယ်ပယ် တပေါင်းတစည်းတည်း ဖြစ်လာစေရေး ဆောင်ရွက်မှုမှတဆင့်အမှန်တကယ်လုပ်ငန်းချဲ့ထွင်နိုင်မှုအခြေအနေလည်းပြောင်းလဲလာမည်ဖြစ်သည်။ MRF မှ သက်ဆိုင်ရာတာဝန်ခံများနှင့်ဆွေးနွေး၍ ဒေသနှင့် လိုက် လျောညီထွေမှုရှိသည့် စံပြလုပ်ငန်းကို တည်ထောင်ပြီး၊ ထိုမှတဆင့်ဒေသတခုလုံးအဆင့်အထိလုပ်ငန်း ချဲ့ထွင် သွားနိုင်မည့်အခြေခံအုတ်မြစ်ကိုတည်ဆောက်မည်။

<u>"ဆန်စက်အတွင်း လျှပ်စစ်ဓာတ်အားအသုံးပြုမှုကိုအဓိကထားသည့် စံပြ လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်မှု" (ဥပမာ)</u>

-ဆန်ပြုပြင်ထုတ်လုပ်ခြင်း၊ ရောင်းဈယ်ဖြန့်ဖြူးခြင်း လုပ်ငန်းစဉ်တွင် ကာဗွန်လျှော့ချရေး၊ စွမ်းအင်ချွေတာသုံးစွဲရေး (ဥပမာ။ ။ စပါးခွံနှင့် ပဲအမျိုးမျိုးတို့ကို အခြောက်ခံခြင်း၊ လယ်ယာထွက်ကုန်များ သိုလှောင်ရုံတွင် အသုံးပြုခြင်း)

-စိုက်ပျိုးရေးလုပ်ငန်းနယ်ပယ်နှင့် ချိတ်ဆက်မှုပြုခြင်း

(ဥပမာ။ ။ဆည်ရေတင်မော်တာ နှင့် ပျိုးပင်ပျိုးထောင်သည့်နေရာတွင် လျှပ်စစ်ဓာတ်အား အသုံးပြုခြင်း)

-အနီးတဝိုက်ရှိဒေသများတွင်လည်း လျှပ်စစ်စွမ်းအင်နှင့် အပူစွမ်းအင်ကို အသုံးပြုစေခြင်း

(ဒေသ၏ သီးခြားစွမ်းအင်ရရှိမှုစနစ်ကြောင့် အမျိုးမျိုးသော လုပ်ငန်းများ ရပ်တည်ဆောင်ရွက်လာနိုင်မည်။

ဥပမာ။ ။ရေထွက်ကုန်ပစ္စည်းများသိုလှောင်ရန်အအေးခန်းများ)

-ကာဗွန်ထုတ်လုပ်မှုနည်းပါးသော ဒေသဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်မှု

(ကာဗွန်ထုတ်လုပ်မှုနည်းပါးသော စုပေါင်းအိမ်ယာများစသည့် မြို့ပြအဆောက်အအုံများတည်ဆောက်ခြင်း၊

ဥပမာ။ ။တိုက်ခန်းများနှင့် ကွန်ဒိုများ)

(ဒေသတခုလုံး လုပ်ငန်းချဲ့ထွင်မှုဆောင်ရွက်ခြင်းတွင် လုပ်ငန်းပတ်ဝန်းကျင်ပြင်ဆင်မှုများ)

•ဒေသတခုလုံး လုပ်ငန်းချဲ့ထွင်မှုဆောင်ရွက်ရန်အတွက် အောက်ဖော်ပြပါ နှစ်နိုင်ငံအစိုးရ၏ အကူအညီပေးမှုကို

ရယူလျက် စပါးခွံဖြင့်လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်မှုလုပ်ငန်း၏ လုပ်ငန်းပတ်ဝန်းကျင်ပြင်ဆင်မှုများကို ဆောင်ရွက်သွားရန်လည်း အထူးလိုအပ်ပါသည်။ ထို့ကြောင့် ဒေသခံဆန်စပါးလုပ်ငန်းရှင်များအသင်း (MRF) ၊ ဧရာဝတီတိုင်းဒေသကြီးမှ သက်ဆိုင်ရာတာဝန်ရှိသူများနှင့် ချိတ်ဆက်၍ ၊ သက်ဆိုင်ရာအဖွဲ့အစည်းများက လုပ်ငန်း၏ ရည်ရွယ်ချက်နှင့် အကျိုးသက်ရောက်မှုများအပေါ် နားလည်မှုရှိလာစေရန် ကြိုးပမ်း၍ရှေ့ဆက်ဆောင်ရွက်သွားပါမည်။

<u>စပါးခွံဖြင့်လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်ခြင်းလုပ်ငန်းချဲ့ထွင်နိုင်ရန် အထောက်အကူပြု စီမံချက်များအကြောင်း (ဥပမာ)</u>

-နိုင်ငံခြားရင်းနှီးမြှုပ်နှံမှုဥပဒေစည်းမျဉ်းများဖြေလျော့မှု(သို့)ဥပဒေစည်းမျဉ်းပြင်ပရှိလုပ်ငန်းအဖြစ်သတ်မှတ်ခြင်း

(10)မီဂါဝပ်အောက်လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်ခြင်းလုပ်ငန်းအား မြန်မာပြည်တွင်းကုမ္ဏီများမှသာ ဆောင်ရွက်နိုင်ခြင်း)

-အစိုးရလျှပ်စစ်ဓာတ်အားဖြန့်ဝေမှုလုပ်ငန်းသို့ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားပြန်လည်ရောင်းချခြင်းလုပ်ငန်းစဉ်အရ

အထူးအခွင့်အရေး ရစနစ်၊ ထောက်ပံ့မှုစနစ်

-သက်ဆိုင်ရာ လျှောက်ထားမှုများ မြန်ဆန်စွာဆောင်ရွက်နိုင်ခြင်း၊ အကူအညီရရှိခြင်း

-JCM ချုပ်ဆိုမှု (ဂျပန်အစိုးရနှင့် မြန်မာအစိုးရအကြား)၊ JCM လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်ရန်အတွက် ဖွဲ့စည်းပုံတည်ဆောက်ခြင်း

-လျှပ်စစ်ဓာတ်အားပို့လွှတ်မှုပြင်ဆင်ခြင်း၊ကာလလတ်ဒေသဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်ရေးစီမံကိန်းရှေ့ဆက်ဆောင်ရွက်မှုအား

သိသာ မြင်သာရှိစေရန်

(Biomassလျှပ်စစ်ဓာတ်အား ထုတ်လုပ်မှုအပါအဝင် ဒေသတွင်း သီးခြားလျှပ်စစ်စွမ်းအင် ရရှိနိုင်ရန်ပြင်ဆင်ခြင်းတွင် ရှေ့ဆက်ဆောင်ရွက်မည့်စီမံချက်များ၊ ထည့်သွင်းကျင့်သုံးမည့် နည်းလမ်းနှင့် အဆိုပါမျှော်မှန်းချက်များချမှတ်ခြင်း)

-FIT (Feed-in-Tariff) စသည်တို့ ထည့်သွင်းကျင့်သုံးခြင်းကြောင့် ရရှိမည့် ပြန်လည်အသုံးချစွမ်းအင်များအတွက် အခွင့်အရေးပေးနိုင်မှုနှင့်ထောက်ပံ့ဆောင်ရွက်ပေးနိုင်မှုများ

(ယေဘူယျကျသော နောင်အနာဂတ် လုပ်ငန်းချဲ့ထွင်မှု)

- နောင်အခါ တွင်လည်း ဂျပန်အစိုးရနှင့် မြန်မာအစိုးရတို့၏ ချိတ်ဆက်မှုကို အလေးထားပြီး၊ MRFနှင့်အတူတကွ စပါးခွံအသုံးချ Biomass လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်မှုကို ပင်မဆောင်ရွက်မှုအဖြစ် ဒေသဆိုင်ရာသီးခြားစွမ်းအင်ထုတ်လုပ်မှုစနစ်ပေါ်ထွန်းလာစေရန်နှင့် သာမာန်အဆင့်အနေဖြင့် ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့် ဆောင်ရွက်သွားနိုင်ရန် ကြိုးပမ်းသွားမည်ဖြစ်ပြီး၊ အောက်ဖော်ပြပါ လုပ်ဆောင်ချက်များကို လက်တွေ့ကျကျဆောင်ရွက်သွားပါမည်။

~ပထမအဆင့်ရှိ စံပြလျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်ရေးလုပ်ငန်းအားလက်တွေ့ကျကျ ဆောင်ရွက်သွားနိုင်ရန်အတွက် စီမံထားမှုများ~

-အကောင်အထည်ဖော်နိုင်မည်ဟု မျှော်မှန်းထားသည့်ဒေသများအတွင်း လုပ်ငန်းတည်ထောင်မှု အပေါ်လေ့လာသုံးသပ်ခြင်း။ ။ ဆန်စက်များ၏ စပါးခွံအသုံးပြုမှုအခြေအနေသည် မှတ်တမ်းစာရင်းများဖြင့် မှန်မှန်ကန်ကန် သိရှိနိုင်ရန်အလွန်ခက်ခဲပါသည်။အလုပ်ခွင်နေရာသို့ အကြိမ်များစွာ သွားရောက်ကြည့်ရှုပြီး၊ အသေးစိတ် စစ်တမ်းပြုစု၍ အကောင်အထည်ဖော်နိုင်မည့်ဒေသများကို စီစစ်ရွေးချယ်ပါသည်။

-သက်ဆိုင်ရာအစိုးရအဖွဲ့အစည်းများနှင့်ချိတ်ဆက်ခြင်း၊ညှိနှိုင်းခြင်း။ ။ ယခုအချိန်အထိဆောင်ရွက်ခဲ့သည့် ဆွေးနွေးတိုင်ပင်ခြင်းများ၏ အောင်မြင်မှုနှင့်ပတ်သက်ပြီး သက်ဆိုင်ရာ အစိုးရအဖွဲ့အစည်း (ဗဟိုအစိုးရ၊ ဒေသဆိုင်ရာအစိုးရ) များသို့ရှင်းပြပြီး၊ အဆိုပါ အဆင့်ဆင့် ဆောင်ရွက်ချက်များကို နားလည်သဘောပေါက်စေပြီး၊ လုပ်ငန်း အစီအစဉ်များကို လက်တွေ့ကျကျချမှတ်ဆောင်ရွက်စေသည်။

~ဒုတိယအဆင့်နှင့် တတိယအဆင့် တွင် ဒေသတခုလုံးလုပ်ငန်းချဲ့ထွင်သွားနိုင်ရန်အတွက် စီမံထားမှုများ~

-ဧရာဝတီတိုင်းဒေသကြီးအပြင် တခြားသောဆန်စပါးစိုက်ပျိုးသည့်ဒေသများတွင်လုပ်ငန်းချဲ့ထွင်သွားနိုင်မှု လေ့လာသုံးသပ်ခြင်း။ ။ ရန်ကုန်တိုင်းဒေသကြီး၊ ပဲခူးတိုင်းဒေသကြီးတို့တွင်လည်း တဆက်တစပ်တည်း လုပ်ငန်းချဲ့ထွင်သွားနိုင်ခြင်းအား လေ့လာသုံးသပ်ပါသည်။

-ဒေသတခုလုံး ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်ဆောင်ရွက်သွား မည့် လက်တွေ့စီမံချက်များအားလေ့လာသုံးသပ် ခြင်း။ ။ ဒေသတခုလုံးကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်ချဲ့ထွင်သွားခြင်းတွင် ချဲ့ထွင်သွားမည့်အလားအလာနှင့်ယေဘူယျ ကျသည့်စီမံချက် များပါဝင်သည့် အခြေခံနည်း ဗျူဟာ (Road Map) အားလေ့လာသုံးသပ်ရန် အလွန်အရေးကြီးပါသည်။ ထို့ပြင် ခေတ်မီသော အဆင့်ဆင့်ဆောင်ရွက်မှုဖြင့် ပေါ် ပေါက်လာသော စံပြလုပ်ငန်းဆောင်ရွက်ခြင်းကို သာမာန်အဆင့်ဖြင့် ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်ဆောင်ရွက်သွားနိုင်မည့် လုပ်ဆောင်မှုပုံစံ သည်လည်း အလွန်အရေးကြီးပါသည်။ ဒေသတွင်း အခြေခံနည်း ဗျူဟာအား သက်ဆိုင်သည့် တာဝန်ရှိသူများမှ အတူတကွအကောင်အထည်ဖော်ဆောင်ရွက်ခြင်း ဖြင့်အဆိုပါလုပ်ဆောင်ချက်များ ဆက်လက်၍ ရေ

ရှည်တည်တံ့တိုးတက်သွားရန်

မျှော်မှန်းနိုင်ပါသည်

(သာမာန်တခုတည်းသောလုပ်ငန်း ဆောင်ရွက်ပုံ

ဖြင့် ရှေ့ဆက်၍ ဆောင်ရွက်မသွားစေလိုသော

ကြောင့် ဖန်တီးထားခြင်းဖြစ်သည်)။

အကောင်အထည်ဖော်ရန် အခြေခံနည်းဗျူဟာ၏အကြမ်းမျဉ်း
အကြောင်းအရာ (ကာလတို၊ကာလလတ်)

- ချဲ့ထွင်ဆောင်ရွက်ခြင်း အဓိပ္ပါယ်အား သိသာမြင်သာရှိစေရန်။ ။ စပါးခွံမှလျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်ခြင်း=ဒေသ၏ သီးခြားစွမ်းအင် ထုတ်လုပ်မှုစနစ်ဖြစ်ခြင်းကြောင့် အမျိုးမျိုး သောလုပ်ငန်းများပေါ် ပေါက်လာနိုင်ခြင်း၊ ဒေသ၏ လျှပ်စစ်မီးလင်းရေးဆောင်ရွက်မှုများမြန်ဆန်လာနိုင်ခြင်း၊စပါးခွံမှလျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်ခြင်းလုပ်ငန်းအရေးပါလာခြင်း။
- ကာလလတ်ဒေသဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်ရေးအစီအစဉ်၏ ရှေ့ဆက်ဆောင်ရွက်မည့်အကြောင်းအရာများသိသာမြင်သာရှိစေရန် (Biomass လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်မှု၊ ဒေသတွင်း သီးခြားလျှပ်စစ်စွမ်းအင်ထုတ်လုပ်မှုရှေ့ဆက်ဆောင်ရွက်ရန်စီမံချက်များစသည့်)
- စံပြလုပ်ငန်းဆောင်ရွက်မှုများ လက်တွေ့ကျကျ ဖြစ်လာ စေရန်နှင့်သက်ဆိုင်သူများနှင့်ချိတ်ဆက်ဆောင်ရွက်ခြင်း (လုပ်ငန်းဆောင်တာ)
- လုပ်ငန်းပတ်ဝန်းကျင်ပြင်ဆင်ခြင်း အလားအလာများ ။ ။ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားဖြန့် ဝေမှုကွန်ယက်တည်ဆောက်ခြင်း၊ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားခန့်နှန်းစသည့် လျှပ်စစ်ဓာတ်အားနှင့် ပတ်သက်သော နယ်ပယ်များတွင် လုပ်ငန်း ပတ်ဝန်းကျင်တည်ဆောက်ခြင်း)

-ထို့ကြောင့် လက်တွေ့ကျကျဆောင်ရွက်နိုင်မည် အကောင်အထည်ဖော်နိုင်မည်ဟု မျှော်မှန်းနိုင်သည့် ဒေသများကို သတ်မှတ်ပြီး (စံပြအနေဖြင့် ခေတ်မီလုပ်ဆောင်ချက်များကို ဆောင်ရွက်မည့်ဒေသ)၊ ဒေသတွင်း လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ဖြန့်ဝေမှုကွန်ယက်ကို တည်ဆောက်ခြင်း၊ ကာလလတ်၊ကာလရှည် ဒေသဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်ရေး အစီအစဉ်များနှင့် ချိတ်ဆက် ရန်ကြိုးပမ်းလျက်၊ ဆန်စက်များအား ဒေသ၏ စွမ်းအင်ထောက်ပံ့ရေးအချက်အချာနေရာအဖြစ်အသုံးပြု၍ ကာဗွန် ထုတ်လုပ်မှုလျော့နည်းသည့် ဒေသများပေါ် ပေါက်လာစေရန် လေ့လာမိပါသည်။

-လေ့လာသုံးသပ်ခြင်းတွင်စပါးခွံမှ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားထုတ်လုပ်မှုစနစ်ဖြင့် လျှပ်စစ်ဓာတ်နှင့် အပူစွမ်းအင်ကို မည်ကဲ့သို့ အကျိုးရှိရှိ အသုံးချသင့်ကြောင်းကို လမ်းညွှန်ပေးမည့် လျှပ်စစ်စွမ်းအားအသုံးချသူများအတွက်စီမံချက်များကိုလည်း တဆက်တည်း ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်ဆောင်ရွက်သွားရန် လိုအပ်ပါသည်(ဥပမာ။။ အသုံးချနိုင်မှု စံနှုန်းသတ်မှတ်ခြင်း၊ အဆောက်အအုံအတွင်း စွမ်းအင်ချွေတာ အသုံးပြုစေရန်စီမံချက်ရေးဆွဲခြင်း၊ စွမ်းအင်ချွေတာသုံးစွဲနိုင်မှုမြင့်မားသော ပစ္စည်းများ တည့်သွင်းအသုံးပြုခြင်း၊ ဒေသတွင်း အပူစွမ်းအင် အကျိုးကျိုးရှိရှိအသုံးချနိုင်ရန်ဆောင်ရွက်ခြင်း)။

-ထိုကဲ့သို့သော ဒေသတွင်း အခြေခံနည်းဗျူဟာနှင့် စီမံချက်များ ဖန်တီးရန်အတွက် ဥပမာအားဖြင့် ဂျပန်နိုင်ငံရှိ "စံပြ

ပတ်ဝန်းကျင် ထိန်းသိမ်းစောင့်ရှောက်ရေး မြို့တော်" ၊ "Biomass Town ဖန်တီးခြင်း"၊ "ကာဗွန်လျော့ချဒေသများ ဖန်တီးခြင်းအစီအစဉ်" ၊ "အဆောက်အဒုံများအထူးပြုပြင်တည်ဆောက်ထားသည့် အရပ်ဒေသများ (အထူးအရပ်ဒေသ)" များရှိဆောင်ရွက်မှုများကို ကိုးကားမှီးငြမ်းပါမည်။ထို့ကြောင့် ဂျပန်နိုင်ငံရှိ ဒေသဆိုင်ရာအဖွဲ့အစည်းများလှုပ်ရှားမှုမှရရှိသည့် အတွေ့အကြုံများ၊ နည်းလမ်းများကို အသုံးချလျက် ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်ဆောင်ရွက်သွားပါမည်။

目 次

単位・略称の一覧

本報告書では、以下のとおり単位、及び略称の統一を図る。

単位

本報告書での表記	意味
GWh	ギガワットアワー
Ha	ヘクタール
Kg	キログラム
kL	キロリットル
kWh	キロワットアワー
MW	メガワット
MWh	メガワットアワー
T	トン
t/ha	トン/ヘクタール
Toe	石油換算トン
USD	米ドル
Kyat	ミャンマーチャット

略称

本報告書での表記	正式名称	意味など
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
ASEAN	Association of South‐East Asian Nations	東南アジア諸国連合
BM	Build margin	ビルドマージン
BTG	Boiler, Turbine, Generator	蒸気タービン発電
CER	Certified Emission Reductions	認証排出削減量
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
CM	Combined margin	コンバインドマージン
EIA	Environmental Impact Assessment	環境アセスメント
EMP	Environmental Management Plan	環境管理計画
FAO	Food and Agriculture Organization	国際連合食糧農業機関
HHV	Higher Heating Value	高位発熱量
IEA	International Energy Agency	国際エネルギー機関
IEE	Initial Environment Examination	初期環境審査
OPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	気候変動に関する政府間パネル
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間クレジット制度
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構

本報告書での表記	正式名称	意味など
LDC	Least developed countries	低開発国
LHV	Lower Heating Value	低位発熱量
MAPCO	Myanmar Agribusiness Public Corporation	米の集荷・加工・販売会社
MIC	Myanmar Investment Commission	ミャンマー投資委員会
MOECAF	Ministry of Environmental Conservation and Forestry	環境保全・森林省
MOEP	Ministry of Electric Power	電力省
MRMA	Myanmar Rice Millers' Association	ミャンマー精米協会
MRF	Myanmar Rice Federation	ミャンマー・コメ連合会
MRV	Measurement, Reporting and Verification	（温室効果ガス排出量の）測定、報告及び検証
MSL	minimum service level	最低限度の生活に必要な供給量
OM	Operating margin	オペレーティングマージン
SPC	Special Purpose Company	特別目的会社
PDD	Project Design Document	プロジェクト設計書
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	気候変動枠組条約
USDA	United States Department of Agriculture	米国農務省

1. 目的・実施体制

1.1 目 的

日本は、2050 年までに世界全体の温室効果ガスの排出量を少なくとも半減するとの目標をすべての国と共有するよう努めるとともに、長期的な目標として 2050 年までに 80%の温室効果ガスの排出削減を目指すこととしている（平成 24 年 4 月 27 日閣議決定の環境基本計画より）。2050 年に温室効果ガス排出を世界で半減させるためには経済成長が著しいアジア大洋州の国々において、温室効果ガス排出削減プロジェクトを大規模に発掘・形成し、アジアにおける持続可能な低炭素社会の構築に向けた動きを加速させることが必要となっている。このために、海外における日本のエネルギー起源二酸化炭素排出削減への貢献を適切に評価する新たなメカニズムとして二国間クレジット制度（JCM：Joint Crediting Mechanism）を構築することが必要とされている。

本調査は、JCM クレジット獲得を目指し、日本の技術や制度を現地の実情に応じて調整し、運営・維持管理体制を確立することで、都市や地域などの面的かつパッケージで大規模な実施案件を形成するために、アジアの低炭素社会実現のための JCM 大規模案件形成可能性として、ミャンマー・エーヤワディ地域を対象に、籾殻を利用したバイオマス発電を核とした地域自律分散型エネルギーシステムを構築し、電力、熱を利用した農村地域での新たな産業創造や地域コミュニティのエネルギーアクセスの改善など、精米所及びその周辺地域での低炭素型コミュニティ形成の可能性を検討した。

1.2 調査項目及び調査体制

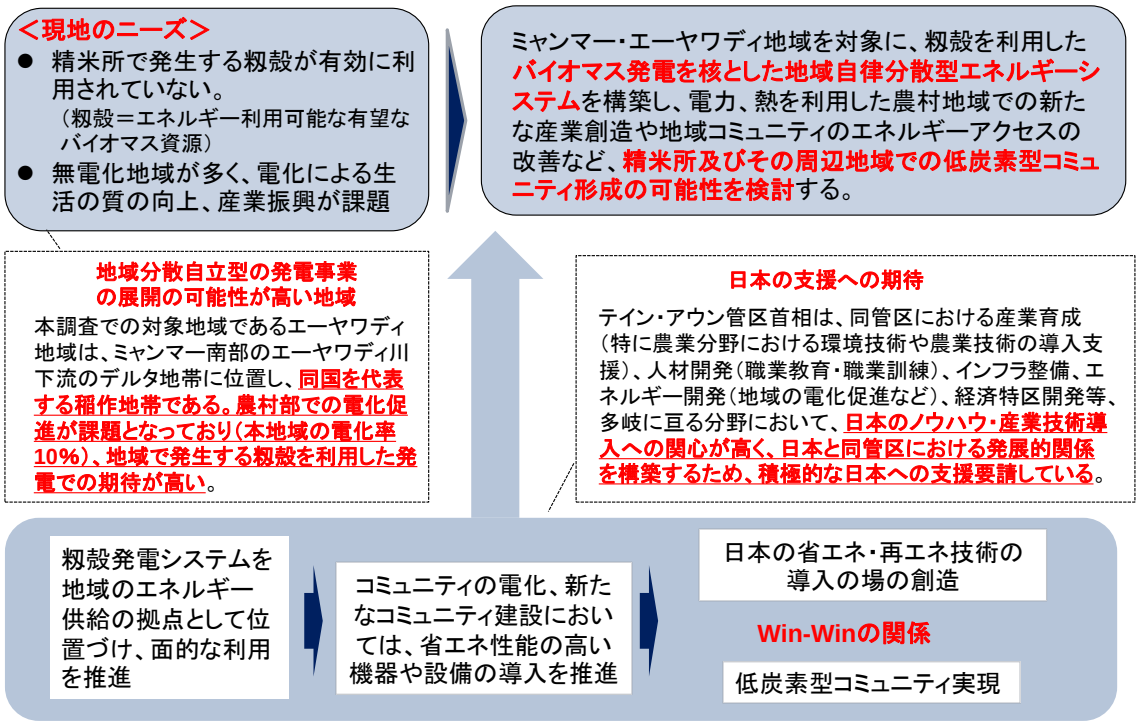
ミャンマー・エーヤワディ地域における低炭素型コミュニティのための籾殻発電システムを対象として、以下の調査を実施した。

①JCM の活用可能性検討

- 概況及び現地ニーズ調査
- エネルギー起源二酸化炭素及び温室効果ガス削減量等の効果の検討
- 推進方策の検討

②事業化の実現可能性検討

- 概況及び現地ニーズ調査
- 導入システムの検討
- 事業提案の検討



なお、本検討は、MRF（米産業業界団体であるミャンマー米連合会）等の協力得て、現地ワークショップ（11 月、2 月）、現地調査（9-10 月、11 月、2 月、3 月）を行い、現地関係者との意見交換を行いつつ進めた。

〔第１回ワークショップの開催概要〕

日本側メンバー（三菱総合研究所、フジタ）とミャンマー側関係者が参加し、日本側より調査の概要と狙い及び事業化構想を説明した。エーヤワディ地域の農業及び地域開発分野の現状の共通認識、エーヤワディ地域の電力分野の現状の共通認識、具体的な事業展開の可能性と課題の抽出行った。

農業・地域開発分野の実務者からの現状説明、電力分野の実務者からの現状説明を行い、その後、質疑応答とディスカッションを行った。

- 開催日時：2014 年 11 月 10 日 13:30～17:00
- 会場：エーヤワディ管区 Pathein 市ホテル会議室
- 参加者：精米所関係者、米関係者及びエーヤワディ管区関係者等、日本側関係者（77 名）


ワークショップの開催状況

- プログラム
  - 開会
  - Ye Min Aung 氏/MRF（ミャンマー米連合会）Secretary General

・ Soe Aung 氏/Department of Trade Promotion- Ayarwady Region, Director
・ 日本側からの発表：事業概要と狙い、事業化構想
・ ミャンマー側からの発表：農業の状況（Soe Aung 氏/Department of Trade Promotion- Ayarwady Region, Director)、電力の状況（Than Htun Aung 氏/Electricity Supply Enterprise, Ayeyarwady Division Electrical Engineer, Deputy Chief Engineer）、米所の状況（Soe Win 氏/ MRMA Chairman Ayeyawady Region）
・ 技術に関する講演：「籾殻発電の関連技術について」
・ パネルディスカッション（会場からの質疑応答、パネラーからのコメント）
・ 閉会挨拶

〔第２回ワークショップの開催概要〕

日本側、ミャンマー側関係者が一堂に会する場で、検討状況を共有しつつ、事業の展方策や課題等について議論を深め、本調査の取りまとめに向けた意見、今後の展開に関に関する意見を得た。

- 開催日時： 2015 年 2 月 4 日（水）9:00～12:30
- 開催会場：ミャンマー米産業協会（MRF）会議室 （ヤンゴン市内）
- 出席者：米関連業界団体関係者、行政関係者、精米所関係者、日本側関係者（30 名）
- プログラム
  - 開会
  - 挨拶等（Ye Min Aung　MRF Secretary General）
  - 日本側：検討状況の説明
  - ディスカッションの論点説明（電力利用面〔精米所、関連施設、地域の視点〕、熱
  - 利用面〔精米所、関連施設、地域の視点〕、原料確保面、実現のための展望〔短期的、中長期的等〕
  - ディスカッション（全体議論・まとめ）
  - 閉会

ワークショップの開催状況

2. 概況及び現地ニーズ把握

2.1 ミャンマー及びエーヤワディ地域の概況

ミャンマーは、近年、経済成長が著しく、アジアにおいても注目される地域の一つである。ミャンマーの行政区分は 7 つの管区と 7 つの州から構成される。エーヤワディ管区（Ayeyarwady）は、ヤンゴンの西部に位置する行政区であり、エーヤワディ川のデルタ地帯であり、コメ生産量の約 3 割を占め、国内随一の穀倉地帯である。

	ミャンマー	エーヤワディ
面積	68 万平方キロメートル	3.5 万平方キロメートル
気候	国土の大半が熱帯又は亜熱帯に属するが、気温や降水量は地域による差異が大きい。1 年を雨期（5 月中旬～10 月）、乾期（10～2 月）、暑期（3～5 月）の 3 つに分けることができる。	ミャンマーの南部に位置するデルタ地域
人口	5,021 万人	618 万人
世帯数	1,089 万世帯	149 万世帯
地域行政組織	行政区分は 7 つの管区（Division）と 7 つの州（State）から構成され、主に管区はビルマ族が多く居住し、州はそれ以外の少数民族が居住している。	州都：Pathein 市
経済動向	テイン・セイン政権が 2011 年 3 月末に発足して以来、民主化を推進すると共に、経済改革等の取組みを行っている。	米の主産地

出典）外務省「ミャンマー連邦共和国・基礎データ」
（http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/myanmar/index.html）、
JETRO 基本データ（http://www.jetro.go.jp/world/asia/mm/#）等
人口：2014 年センサス（Population and Housing Census of Myanmar, 2014, August 2014）

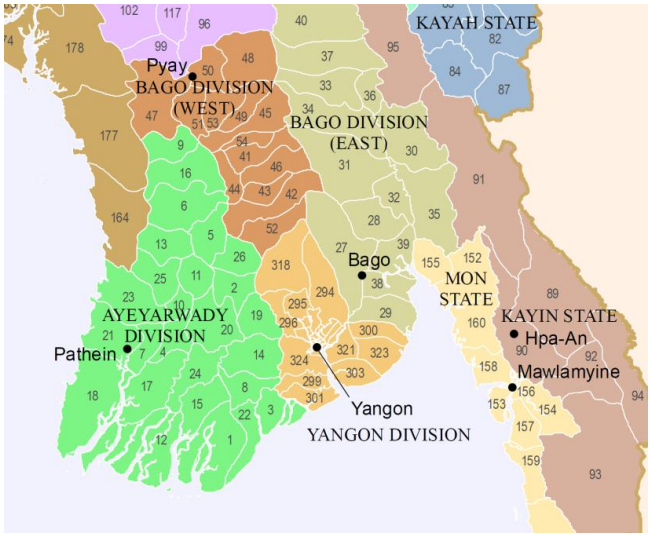


図 2-1 エーヤワディ地域の地図
出典）Myanmar Information Management Unit

農業及び稲作等の概況

ミャンマーは、世界第 7 位の米の生産国であり、FAO によれば、籾量ベースで日本の約 3 倍の 29 百万トン（2013 年の非公式数値）となっている。これに伴い、精米所において大量の籾殻が発生しており、その有効利用が課題となっている。

表 2-1　精米所の施設数と処理能力

		2010 - 2011		201 - 2012		2012 - 2013	
		施設数	能力 (トン/日)	施設数	能力 (トン/日)	施設数	能力 (トン/日)
デルタ地域	エーヤワディ管区	3,892	19,460	3,927	19,804	3,927	19,804
	バゴー管区	1,508	5,450	1,528	5,632	1,564	5,711
	ヤンゴン管区	764	2,292	775	2,413	681	2,886
	小　計	6,164	27,202	6,230	27,849	6,172	28,401
乾燥地域	マグウェ管区	906	2,716	909	2,723	914	2,742
	マンダレー管区	1,276	6,380	1,280	6,421	1,275	6,395
	ザガイン管区	1,504	7,520	1,517	7,635	1,571	7,855
	小　計	3,686	16,618	3,706	16,779	3,760	16,992
沿岸地域	モン州	539	1,364	539	1,364	518	1,295
	ラカイン州	1,354	5,246	1,354	5,246	1,354	5,246
	タニンダーリ管区	1,119	2,238	1,118	2,236	1,117	2,234
	小　計	3,012	8,848	3,011	8,846	2,989	8,775
山岳地域	カチン州	1,652	4,956	1,652	4,956	1,652	4,956
	カヤー州	44	220	44	220	44	220
	カレン州	21	63	21	63	21	63
	シャン	813	1,647	813	1,647	835	1,669
	小　計	2,530	6,886	2,530	6,886	2,552	6,908
合　計		15,392	59,554	15,477	60,360	15,473	61,076

注）24 時間操業と想定した 1 日当たりの能力

出典）Myanmar: Capitalizing on rice export opportunities, The World Bank, Report number 85804 dated 28 February 2014.

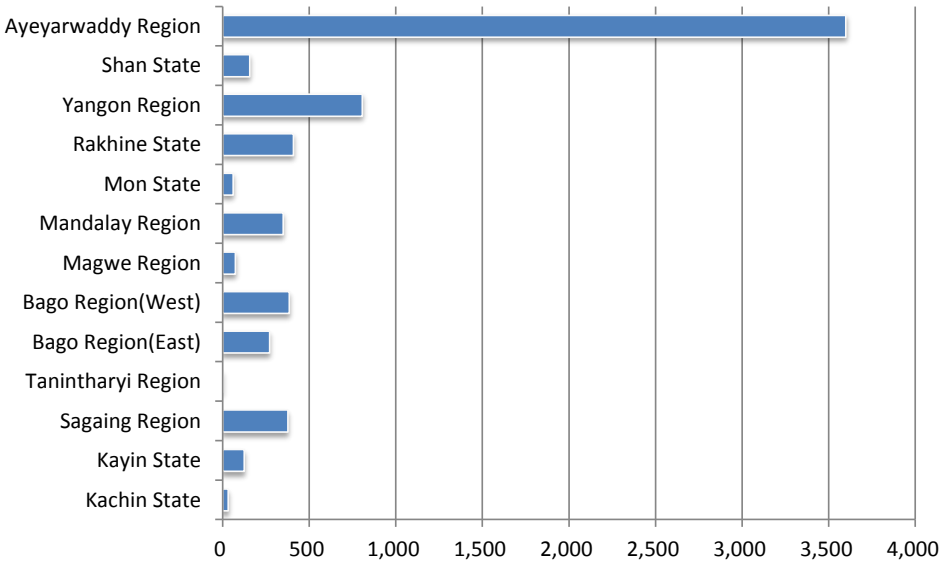


図 2-2　管区・州別にみた精米所の箇所数

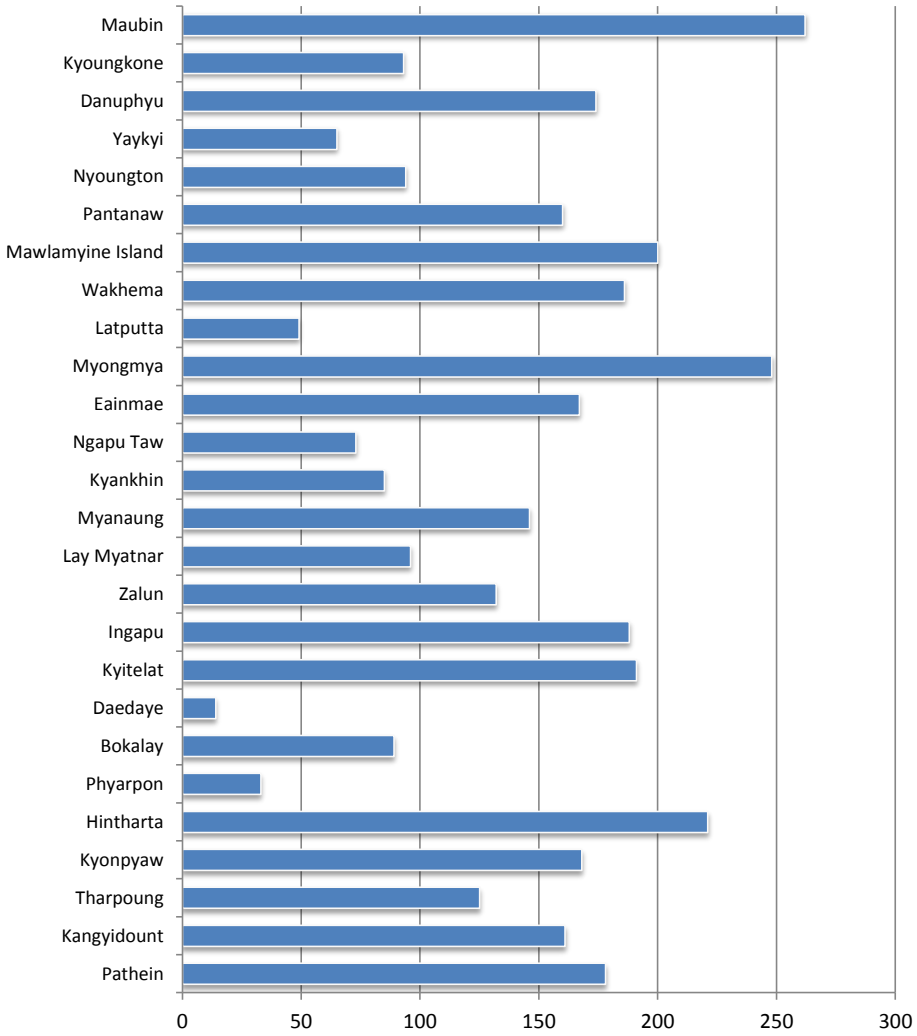


図 2-3　エーヤワディ管区内の精米所箇所数

出典）MRMA 資料

電力セクターの概況

ミャンマーの 1 人当たり電力消費量は約 110kWh/年（日本の約 1/70、インドの約 1/6）[1]に過ぎず、経済成長に伴い、電力供給の拡大が急務となっている。人口増加、電化率の向上により、2030 年度の必要電力量は、現状の 11 倍と予測されている。

表 2-2　電力供給の長期目標値（～2030/31 年）

期　　間	人口予測（百万人）	需要予測（MW）	必要電力量 (GWh)	目標電化率（家庭）
2011/12	60.44	1,806	10,444	27%
2012/13～2015/16	63.14	3,078	17,797	34%
2016/17～2020/21	66.69	5,686	32,872	45%
2121/22～2025/26	70.45	10,400	60,132	60%
2026/27～2030/31	74.42	19,216	111,100	80%

出典）電力省, Country Presentation of Myanmar, 2013 年 7 月

エーヤワディは、ナショナルグリッドの末端に当たる地域を多く抱えており、慢性的な電力不足に加え、電圧低下も深刻な問題となっている。例えば、Pyapon は、ナショナルグリッドの末端に当たり、精米所の多くは、グリッドの電力を利用できない状況にあり、部分的にグリッド電力を使用しているケースでも、電圧低下が問題化している。

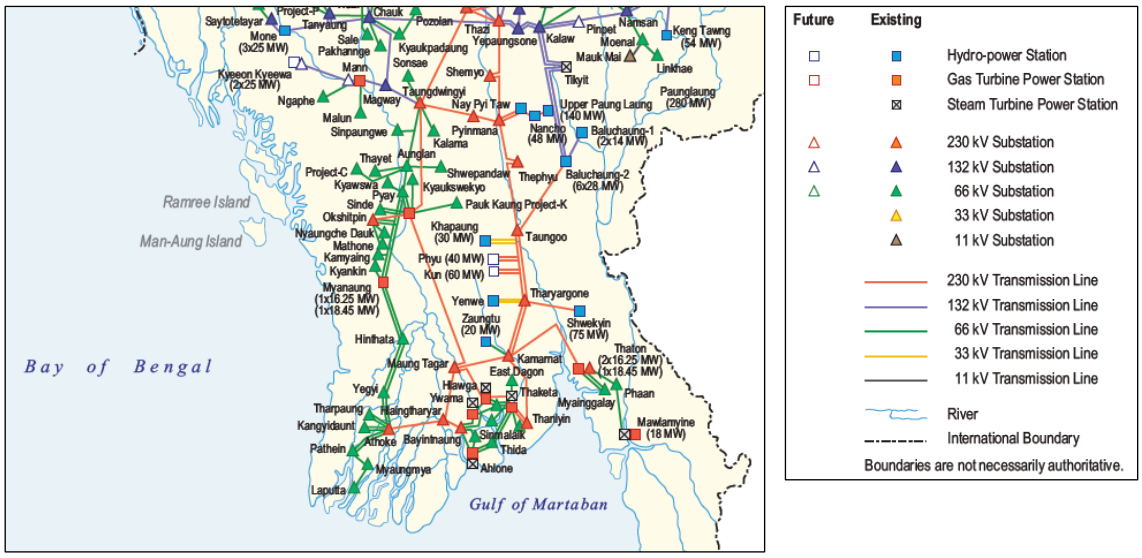


図 2-4　エーヤワディ地域付近の電力系統図

出典）ADB, Myanmar Energy Sector Initial Assessment, 2012

また、電化率が低く、電化地域の普及拡大は、地域開発、地域住民の生活改善の視点からも重要な政策課題となっている。

広大な国土をカバーする送電網の不足等の課題があり、実現には多大な投資と長期間

[1] 世界銀行, World Development Indicators による 2011 年の数値。

を要する。このため、地域での電化対策として、一部の地域でディーゼル発電機による電化対策も進められているが、取り組みは限定的である。例えば、エーヤワディ管区での取り組み事例を見ると、8 か所の町/村でディーゼル発電による電化対策が行われている。このため、地域での電化対策を進める上で、地域特性にあった地域分散型エネルギーの展開へのニーズが高い。

表 2-3　地域別にみた電化率

州/地域名	電化率	村（個所数）		
		グリッド	オフグリッド	非電化
カヤー州	41%	53	42	416
マンダレー管区	35%	738	189	2,313
モン州	31%	254	318	628
カチン州	26%	1	283	2,295
バゴー管区	23%	309	2,070	2,416
カレン州	23%	46	79	1,928
サガイン管区	22%	624	3,060	2,295
チン州	16%	-	326	1,026
エーヤワディ管区	10%	343	2,992	8,602
シャン州	9%	374	786	13,424
タニンダーリ管区	9%	573	1,611	2,588
ラカイン州	6%	-	1,033	2,827

出典）Off Grid Power For-Inter Solar Europe 2014, Jun 2014（原典：電力省 2013 年）

2.2　現地ニーズの把握

気候変動対策の動向、JCM への意向等の概況調査を行うとともに、対象地域での JCM プロジェクトのニーズ等を把握した。

2.2.1　気候変動対策の動向

ミャンマーは 2012 年 12 月に第 1 回国別報告書を提出しており、排出インベントリ及び温室効果ガス排出削減対策を示されている。1990 年比でみると、エネルギー起源 CO2 は増加傾向にあり、また、今後、電力需要の拡大、運輸部門での化石燃料消費の増加等が見込まれる中で、温室効果ガスの削減対策は、重要な政策課題となるものと考える。

表 2-4　温室効果ガス排出量

	1990	2000	2010	2000NC
エネルギー起源 CO2	4.1	9.4	8.0	7.7
その他 CO2	743.0	455.5	243.6	33.7
メタン	84.0	66.9	78.2	26.2
N2O	44.2	31.2	26.3	4.0
F ガス	-	-	-	-
合計	875.3	563.1	357.0	71.6

出典）IEA 及びミャンマー国別報告書（2000NC 欄）

2.2.2　籾殻発電事業、JCM への意向等

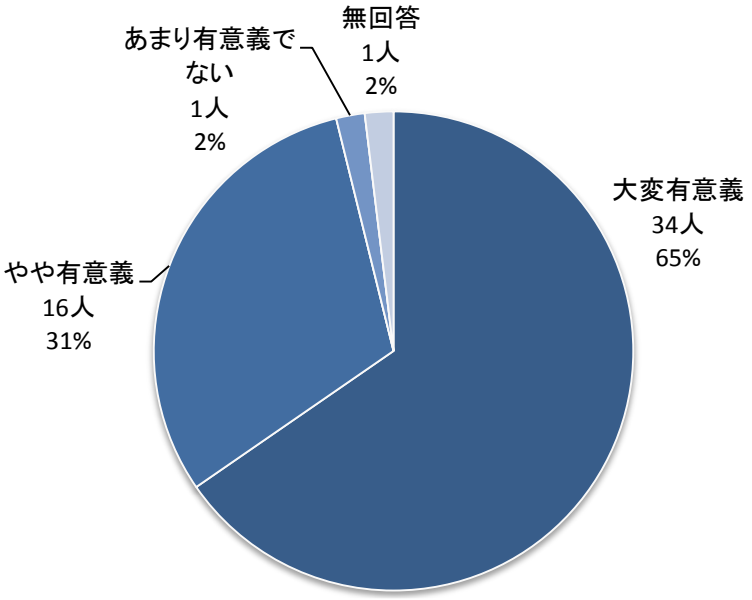
現地調査及び現地ワークショップでの関係者との意見交換を通じ、籾殻発電事業、JCM への意向及び実現上の課題として、以下の点を整理した。

- 大統領もバイオマスの利用に関し関心を持っている時期であり、今回のテーマは時期を得たものである。
- 籾殻発電事業に関しては、「原料の確保」「価格の問題」が重要。また、日本とミャンマーの双方が資本を出し合って事業を行うスキームが重要。精米所が籾殻を提供し、発電した電力を受け取るスキームは、原料の確保という視点で有効スキームとなり得る。
- 籾殻以外のバイオマス原料の組合せも重要。
- 精米所での籾殻のガス化が行われているが、環境汚染を引き起こすなど問題が多い。蒸気ボイラーによる発電への関心が高い。
- 電力の利用先としては、家庭向けと工場向けの組合せを考えるべき。比率は地域の状況により、いろいろなモデルが考えられる。
- 精米所にとって、電気と熱を利用できることはメリットとなる。精米所は 200 日稼働が採算ライン。電力の割り当てが少ない場合、稼働日数を高められない。発電事業は精米所の経営にとってもプラスの効果が期待できる。
- 発電事業を考えた場合、電力政策（電力省）の問題も重要。バイオマス発電に関してもコストに見合った高い価格で買い取ってもらう仕組みでないと事業的に成り立たない。

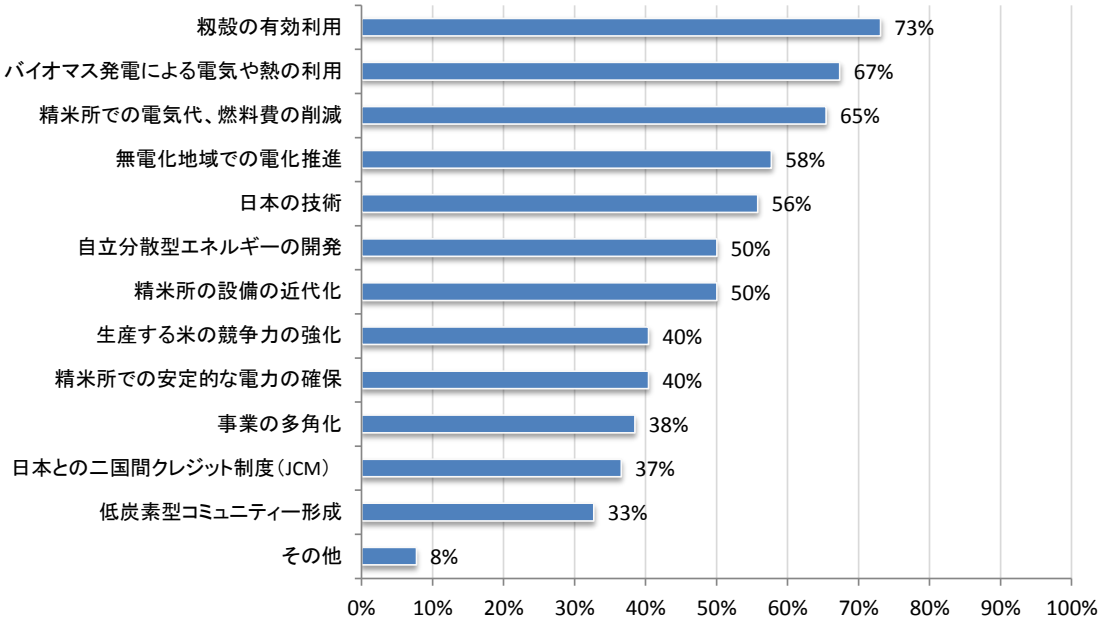
第 1 回現地ワークショップにおいて、参加者にアンケート調査を実施し、関心度を把握した。

【現地ワークショップでのアンケート結果】（回答者数：52 名）

今回のワークショップについての参加者の評価



関心のある内容について



3. JCM の活用可能性検討

3.1 エネルギー起源二酸化炭素及び温室効果ガスの削減量等の効果の検討

対象施設のエネルギー起源二酸化炭素及び温室効果ガスの削減量等の効果について、排出削減方法論の検討を行い、次いでそれに基づくエネルギー起源二酸化炭素排出削減量の算出を行った。これについて以下に示す。

(1) ミャンマーにおける CDM

1) CDM の事例

ミャンマーには CDM は現在までに根付いていないと言える。現在までに登録・提案されている案件は水力発電プロジェクトがそれぞれ 1 件のみである。唯一登録されている Dapein (1) Hydropower Project の規模は 240MW であり、水力発電 CDM としては大きな部類に入る。しかし登録日が 2013 年 2 月と第 1 約束期間を過ぎていたこともあり、CER は発効されていない。なお Dapein プロジェクトは中国への電力輸出である。

表 3-1 ミャンマーにおける CDM プロジェクト事例

件名	規模	年間期待 CER（kt-CO2）	発行 CER
Dapein (1) Hydropower Project in Union of Myanmar	240MW	709	未発行
Upper Baluchaung No.2 Hydropower Project in Myanmar	10MW	18	未発行

出典）UNEP/Risoe CDM Pipeline、2014 年 9 月時点

2) ミャンマーの電力系統 CO2 原単位の推計

前述のようにミャンマーで登録された CDM プロジェクトはわずか 1 件にとどまり、その 1 件は中国の系統を代替するとしている。従ってミャンマーの電力系統 CO2 原単位の推計で UNFCCC の承認を得たものはない。このような状況の下、ミャンマーの電力系統 CO2 原単位について考察する。
IEA によれば、電源別のミャンマーの発電電力量は下記のとおり。

表 3-2 ミャンマーの発電電力量の電源別組成

	石炭	石油	ガス	水力	その他	合計
2009	473	30	1,205	5,256	-	6,964
2010	671	33	1,734	5,105	-	7,543
2011	724	38	1,588	7,518	-	9,868
2012	771	51	2,144	7,766	-	10,712

出典）IEA, Energy Balances of non-OECD Countries：単位 GWh

また、IEA によるミャンマーの発電部門のエネルギー消費量は下記のとおり。

表 3-3　ミャンマーの発電部門のエネルギー消費量

	石炭	石油	ガス
2009	126	8	374
2010	179	8	538
2011	179	10	493
2012	187	13	665

出典）IEA, Energy Balances of non-OECD Countries：単位 ktoe

また、ミャンマーの系統電力の電源別組成は下記のようになる。図で見られるように、2000 年以降、水力発電の開発が著しい。

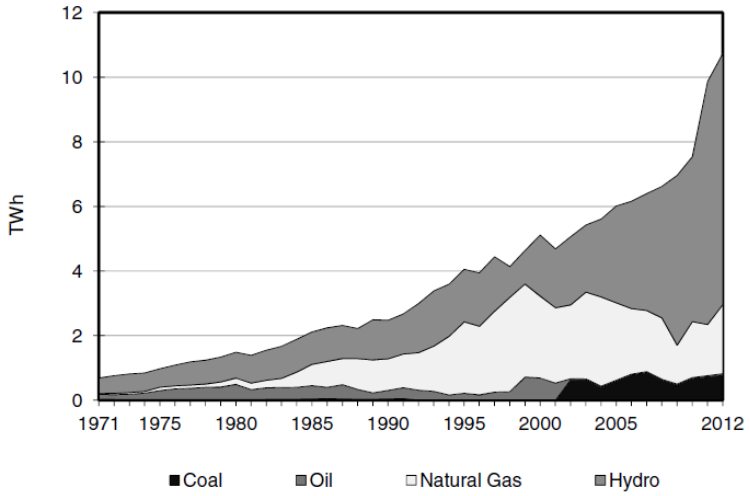


図 3-1　ミャンマーの系統電力の電源別組成

出典）IEA, Energy Balances of non-OECD Countries

以上より、電源別に見たミャンマーの火力発電所の発電効率は下記のように算出される。

表 3-4　電源別に見たミャンマーの火力発電所の発電効率

	石炭	石油	ガス
2009	32.3%	32.2%	27.7%
2010	32.2%	35.5%	27.7%
2011	34.8%	32.7%	27.7%
2012	35.5%	33.7%	27.7%

これに IPCC 2006GL の燃料別平均 CO2 排出原単位を乗じると、電源別に見たミャンマーの火力発電所の CO2 原単位は下記のように算出される。

表 3-5　電源別に見たミャンマーの火力発電所の CO2 原単位

	石炭	石油	ガス	系統平均
2009	1.055	0.864	0.729	0.202
2010	1.057	0.786	0.729	0.265
2011	0.979	0.853	0.729	0.192
2012	0.961	0.826	0.729	0.219
燃料別原単位（t-CO2/TJ）	94.6	77.4（重油）	56.1	

従ってミャンマーの電力系統の平均原単位は約 0.2t-CO2/MWh 前後と算出される。これは CDM におけるオペレーティングマージン（OM）、ビルドマージン（BM）に基づいた電力系統 CO2 原単位算定方法とは異なる。しかしミャンマーでは発電電力量の 70%以上が水力であり、CDM ツール" Tool to calculate the emission factor for an electricity system"[2]の手法に則れば、火力発電のみを抽出して計算する Simple operating margin を用いることは出来ない。現状では他の手法である Simple adjusted 及び Dispatch analysis に基づく推計、及びこれらに基づくコンバインドマージン（CM）推計に必須のビルドマージンを推計するためのデータが不足しており、残る手法はここで述べた Average OM のみである。また Average OM は上述 CDM ツールによればビルドマージンの代用（即ち OM=BM=CM）となる。

前述のようにミャンマー唯一の登録済み CDM プロジェクトである Dapein (1) Hydropower Project in Union of Myanmar は中国の電力を代替するプロジェクトであり、ミャンマーの系統原単位の推計は含まれていない。ミャンマーの電力系統の CO2 原単位を計算した唯一のプロジェクトである「Upper Baluchaung No.2 Hydropower Project in Myanmar」[3]（未登録）では、ミャンマーの系統原単位は 2006 年～2008 年の AverageOM に基づき 0.39459t-CO2/MWh と算出している。ただしミャンマーにおいて水力発電が急増したのはその後であり、この数値が現在適用されうるのかどうかは疑問がある。

このような低い系統電力の CO2 原単位が計算される中、クレジット量を確保するための方策として、①オフグリッド電源の考慮、及び②suppressed demand の考慮が挙げられる。これらの方策の適用可能性について以下に示す。

①　オフグリッド電源の考慮

後発途上国の多くは電化率及び電力アクセス率が低いこと、また系統電力に占める水力発電の比率が高く、系統連携型発電プロジェクトは通常の考え方では CDM クレジットを発行し得ないことから、オフグリッド電力の推計を可能とすることが求められた。

[2] https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/tools/am-tool-07-v1.1.pdf/history_view
[3] https://cdm.unfccc.int/Projects/Validation/DB/VM2SI67C7Y6Q7GDQXR6297ILUSC50P/view.html

この背景としては、CDM プロジェクトが少ないアフリカ地域では系統の信頼性が不十分であるため小型自家発電機のようなオフグリッド電力が用いられていることが挙げられる。このような状況下で電力系統の CO2 原単位を推計するツールである電力システムツールの改正が行われ、オフグリッド電力を代替すると見なすことができるシナリオが盛り込まれた。

このようなアプローチは、本ツールを参照し、OM、BM、またはこれらの組み合わせであるコンバインドマージン（CM）を用いている既存方法論を変えることなく用いることが出来るという点で望ましい。ただしオフグリッド電力の所在に関するデータの取得が必要となる。

CDM の電力システム排出原単位計算ツールにおけるオフグリッド電源の系統原単位への算入のための条件について以下に示す。

表 3-6　CDM「電力システム排出原単位計算ツール」におけるオフグリッド電源の系統原単位への算入のための条件

項目	概要
オフグリッド電力の広範な存在	オフグリッド電力の設備容量が系統連係電力の容量の 10%以上であるか系統の発電量の 10%以上である場合に限定。
ユーザーが系統電力も利用可能かつ比較的容易にスイッチな状況にあることの立証	サンプリングを行う。
系統電力が経済性の点で魅力的であることの立証	オフグリッド電力の運営費用（燃料費等）が系統電力料金より高いことを示す。
発電能力以外に関する制約が存在しないことの立証	停電や電圧変化等が一般的であり系統が信頼できないこと、及びその理由は主として発電側（送電事情ではなく）にあること。
オフグリッド電力の発電量	サンプルされたオフグリッド発電設備で上記の条件を満たすものについて、①発電量を累計または②燃料消費量にデフォルト効率を乗じるまたは③機器設備容量にデフォルト設備利用率を乗じる。

本ツールの拡張は地理的公平性の向上に関する COP/MOP の期待に応えるものである。またオフグリッド電源の CO2 原単位は 0.8t-CO2/MWh 程度以上になり、排出削減クレジットの創出という観点からは魅力的である。しかし各国においてオフグリッド発電電力は往々にして非常に高価なディーゼル発電であり、多くの場合それらはバックアップ用途にのみ用いられ、電力系統の CO2 原単位に十分な影響を与えるほど稼動していない場合が多いことが課題となろう。

②　suppressed demand の考慮

Suppressed demand（需要抑圧）とは、本来なら存在してしかるべき需要が、貧困等の理由で実現されていない状況を指す。マラケシュ合意（decision 3/CMP.1）paragraph 46 “ The baseline may include a scenario where future anthropogenic emissions by sources are projected to rise above current levels, due to the specific circumstances of the host Party”とはこのような状況を指すものと解釈されている。

Suppressed demand と通常のベースラインシナリオとは、プロジェクトが行われない場合（in the absence of the project）の状況は下記のように異なる。ベースラインシナリオは「自然体で」実現することが現実的に想定されるシナリオであるのに対し、Suppressed demand はその限りではない。

表 3-7　ベースラインシナリオと Suppressed demand の考え方の相違

ベースラインシナリオ	suppressed demand
– プロジェクトが行われない場合、同等のサービスを提供する代替的な施設が建設・導入される。 – 例えば、地熱発電所が導入されない場合、電力系統は何らかの代替的な発電所を導入する。	– プロジェクトが行われない場合、同等のサービスを提供する代替的な施設は建設・導入されないと想定される。 – しかし、提供するサービスはベーシックヒューマンニーズの観点から享受することが望ましいものであり、このため何らかの代替的な施設が導入されていたと仮定する。

上記のような suppressed demand の概念的な検討は 2001 年のマラケシュ合意に遡るが、具体的な考慮の手法は Guidelines on The Consideration of Suppressed Demand in CDM Methodologies（EB62 Annex 6 : 2011 年 7 月）において規定された。これについて以下に示す。

表 3-8　CDM で提唱されている suppressed demand の検討

Identification of the baseline technology / measure – Identify the various alternative – Identify compliance with local regulations – rank the remaining alternatives remaining in order of decreasing efficiency – Assess the alternatives and eliminate in that sequence alternative which face barriers (e.g. LED, CFLs and incandescent lamps are all restricted by lack of electricity, so in the absence of electricity, the baseline will be lamps)
Identification of the baseline service level – The service level provided prior to the implementation of the project. – The service level provided under the project – Globally applicable conservative thresholds as – minimum service levels
Determination of the baseline service level – The service level provided prior to the implementation of the project. – The service level provided under the project – Globally applicable conservative thresholds as – minimum service levels by peer review journal, benchmarks,

出典）Guidelines on The Consideration of Suppressed Demand in CDM Methodologies より

即ち、suppressed demand は最低限度の生活に必要な供給量（minimum service level：以下 MSL）に対して適用され、例えば中進国レベルの消費水準に対しては適用されない。また suppressed demand は家庭部門での生活に必要なサービスの享受（電力、熱、上下水等）に対してのみ検討されており、産業部門については対象とはしていない模様

である。

現状は CDM では上記のような手法での MSL の算定をシステマティックに行う段階には至っていないが、suppressed demand の概念そのものはいくつかの方法論に盛り込まれている。特に小規模 CDM 方法論では上記 Guidelines を意識しつつ盛り込みが行われている。農村電化に関する方法論 AMS I-L（Electrification of rural communities using renewable energy）の検討過程で作成された Rationale for default factors used in the proposed methodology は電力の MSL について検討しており、その結果、250kWh/user という数値を導いている（蛍光ランプ 2 個、ラジオ、扇風機を 1 日数時間使用するのに相当）。ここで user とは電力の顧客であり、世帯に相当しよう。途上国では 1 つの user あたり 4～5 人が含まれると想定されるが、これは即ち 1 人当たり家庭用電力消費量 50kWh/人・年と相当する。なお、IEA のデータによれば 1 人当たり家庭用電力消費量の世界平均は 725kWh/人・年、日本は 2,275 kWh/人・年（いずれも 2012 年）であり、50kWh/人・年という数値は非常に小さい。

表 3-9　電力消費における MSL の検討例

Geographic coverage	Consumption (kWh/ user)	Source	Comment
Worldwide	500	AGECC (Advisory Group on Energy and Climate Change), 2010	The Secretary General's Advisory Group on Energy and Climate Change (AGECC) recommends 100 kWh/person/year for, "lighting, health, education, communication and community services", respective shares are not mentioned Worldwide 250 IEA World Energy Outlook, 2009 (p. 132) 50 kWh/person/year in rural
Worldwide	250	IEA World Energy Outlook, 2009 (p. 132)	50 kWh/person/year in rural areas and 100 kWh/person/year in urban area, for an average household size of five people
Worldwide	250	IEA, UNDP and UNIDO, 2010	250 kWh/year could provide for the use, for example, of a floor fan, two compact fluorescent light bulbs and a radio for about five hours per day
Worldwide	750	UNIDO, IAEA and KTH (Bazilian, Nussbaumer, Haites et al. 2010)	Medium estimate of rural electricity consumption

出典）Rationale for default factors used in the proposed methodology

3.1.2　方法論の諸要素

(1) ミャンマー固有事情の反映

1）オフグリッド電力の考慮

本調査において、ミャンマー・エーヤワディの充電業者及び周辺住民へのヒアリングを実施した。CDM では上述のようにオフグリッド電力はディーゼルを用いた自家発電を想定しているが、本調査の対象地域ではオフグリッド電力（無電化地域の給電、停電時の電力補填）はカーバッテリーを充電業者に持ち込み、充電業者は系統電力を用いて充電している場合が多いことが判明した。即ち対象地域では電化世帯、無電化世帯問わず系統電力に依存していることがわかる（充電に伴う電力損失があるため無電化世帯の方が原単位は高いと想定される）。軽油焚自家発電機もホテル等を中心に配備されているが、石油が高価なためあくまで非常用という位置づけであり、年間を通じた発電時間は短いと考えられる。以上を鑑みると排出削減量の算出に際してオフグリッド電力を考慮することの効果は小さい。

2）Suppressed demand の考慮

ミャンマーは国連の定義に基づく低開発国（Least developed countries：LDC）に分類されているため、Suppressed demand について考慮することは妥当と思われる。ここで IEA のデータに基づくと、ミャンマーの 1 人当たり家庭用電力消費量は約 69kWh/年であり、IEA データがある低開発国の平均値（67kWh/年・人）を若干上回る（図 3-2）。

従って上述の小規模 CDM 方法論 AMS.I-L における顧客あたり電力消費量 250kWh/年を上回ると想定される（1 顧客＝5 人とすると 350kWh/年）。なおこの数値は富裕層も居住するヤンゴンも含むため、籾殻発電が立地する農村値では小さいと想定できるが、小規模 CDM 方法論 AMS.I-L における顧客あたり電力消費量 250kWh/年に適用される数値（1.3t-CO2/MWh）ではなく、1.0 t-CO2/MWh を適用することが妥当と考えられる。

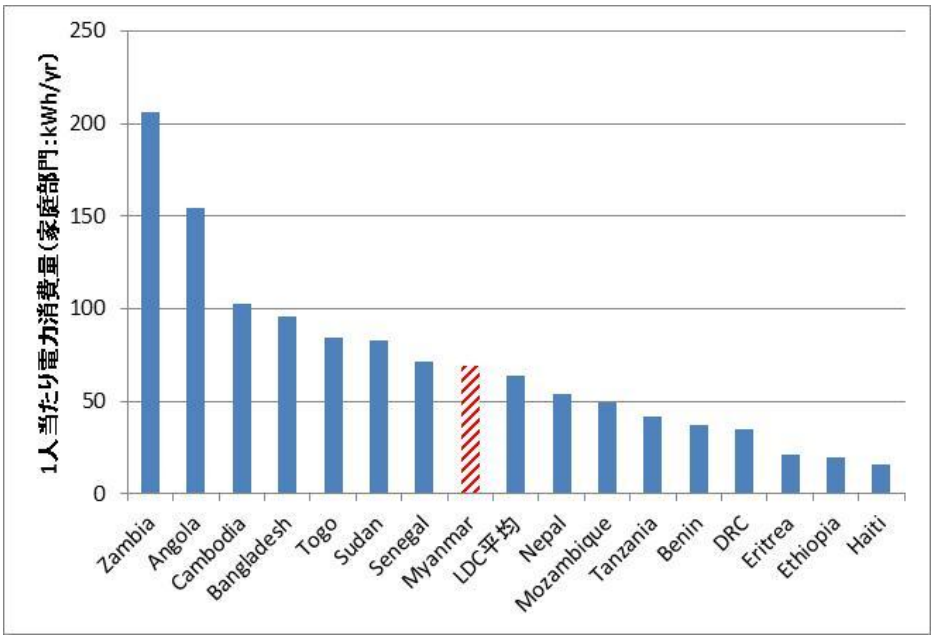


図 3-2　低開発国の 1 人当たり家庭用電力消費量

出典）IEA データより作成

3）メタンの考慮

籾殻を利用することにより、プロジェクトが実施されなければ野積み等で廃棄されていた可能性のある籾殻起源のメタン排出を回避したと見なすことが可能である。籾殻起源のメタン排出は CDM ツール" Emissions from solid waste disposal sites"に示されている下記のような First order decay 式により算出される。

$$\left.\begin{matrix} BE_{CH4,SWDS,y} \\ PE_{CH4,SWDS,y} \\ LE_{CH4,SWDS,y} \end{matrix}\right\} = \emptyset_y \cdot (1 - f_y) \cdot \frac{16}{12} \cdot F \cdot DOC_{f,y} \cdot MCF_y \cdot \sum_{x-1}^{y} \sum W_{j,x} \cdot DOC_j \cdot e^{-k_j \cdot (y-x)} \cdot (1 - e^{-k_j})$$

ただし、

$BE_{CH4,SWDS,y}$ $PE_{CH4,SWDS,y}$ $LE_{CH4,SWDS,y}$	=	Baseline, project or leakage methane emissions occurring in year *y* generated from waste disposal at a SWDS during a time period ending in year *y* (t CO_2e / yr)
x	=	Years in the time period in which waste is disposed at the SWDS, extending from the first year in the time period (*x* = 1) to year *y* (*x* = *y*).
y	=	Year of the crediting period for which methane emissions are calculated (*y* is a consecutive period of 12 months)
$DOC_{f,y}$	=	Fraction of degradable organic carbon (DOC) that decomposes under the specific conditions occurring in the SWDS for year *y* (weight fraction)
$W_{j,x}$	=	Amount of solid waste type *j* disposed or prevented from disposal in the SWDS in the year *x* (t)
φ_y	=	Model correction factor to account for model uncertainties for year *y*

f_y	=	Fraction of methane captured at the SWDS and flared, combusted or used in another manner that prevents the emissions of methane to the atmosphere in year *y*
GWP_{CH4}	=	Global Warming Potential of methane
OX	=	Oxidation factor (reflecting the amount of methane from SWDS that is oxidised in the soil or other material covering the waste)
F	=	Fraction of methane in the SWDS gas (volume fraction)
MCF_y	=	Methane correction factor for year *y*
DOC_j	=	Fraction of degradable organic carbon in the waste type *j* (weight fraction)
k_j	=	Decay rate for the waste type *j* (1 / yr)
j	=	Type of residual waste or types of waste in the MSW

また、これらのパラメータのデフォルト値は下記のとおり。

表 3-10　CDM ツール" Emissions from solid waste disposal sites"における各種デフォルト値

phi	conservativeness factor	0.85	デフォルト値
f	fraction CH4 captured	0	ホスト国規則に従う。
GWPCH4	GWP of CH4	21	デフォルト値
OX	Oxidation	0.1	デフォルト値（管理埋立）
F	fraction CH4 in LFG	0.5	デフォルト値
DOCf	fraction DOC that can decompose	0.5	デフォルト値
MCF	methane correction	0.4	デフォルト値　（野積み）
DOCj	DOC in waste	0.2	garden yard
k		0.035	熱帯湿潤気候

出典）CDM ツール" Emissions from solid waste disposal sites"

ここで重要なパラメータとして、MCF を野積みの 0.4、DOCj を garden / yard waste の 0.2 とおくことが想定される。

1MW のプラントは毎年 12,000 トンの籾殻を消費し、これらがプロジェクト導入されない場合は野積みされてメタンを排出していたとすると、このプラントを 10 年間操業した場合のメタン排出削減効果は下記のとおり。

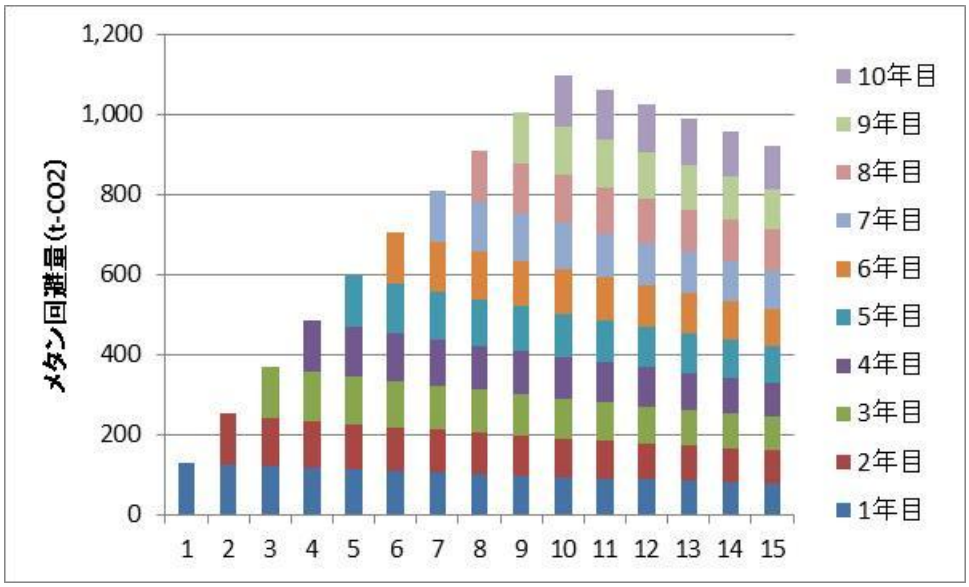


図 3-3　籾殻の投棄（野積み）により想定されるメタン排出量試算

ミャンマーの系統 CO2 原単位を 0.2t-CO2/MWh とおくと、1MW のプラントは年間約 1,500t-CO2 程度の排出削減につながる。従って本プロジェクトを 10 年操業すると年間メタン回避量は系統電源の代替効果を上回る。

ただしミャンマーにおける籾殻は完全に廃棄されているわけではないため、このような推計がどこまで可能かは今後の課題となる。さらに、籾殻の処理方法が野積みよりさらに好気的な廃棄方法（河川投棄）や土壌散布のような低付加価値の廃棄に近い利用であることが想定されるが、その場合は MCF が 0.4 を下回ることも想定され、保守性（正味排出削減）の担保のためにメタン回避を考慮しないという選択肢も考えられる。

3.1.3　方法論のあり方

ミャンマーにおける籾殻発電起源排出削減量を推計するための方法論として、下記の前提を想定する。

- 精米所の電源は概ね系統電力である。籾殻をガス化した発電も行われる場合があるが、発電コストを要しない籾殻発電が用いられる場合、系統電力を代替する。
- 石油系オフグリッド電力はあまり用いられない。
- 精米所の外に供給される場合、究極的には系統を代替する。ただし、民家に供給される場合、suppressed demand を考慮する。
- 熱の利用について、ミャンマーの米は天日干しが通常であるため、排熱利用による温室効果ガス排出削減は想定しないことも想定されるが、籾の乾燥による品質向上も期待できるため、ここでは考慮することとする。
- 籾殻の廃棄形態は野積みとは言え比較的好気的な投棄方法が用いられている可能性があるため、保守性の観点からメタン回避を考慮しないことが考えられる。
- プロジェクトの排出量として、在来機器がある場合の考慮、及び輸送にともなう排

出を考慮する。

以上を考慮した方法論のあり方について以下に示す。具体的には JCM 方法論において最重要と考えられる適格性要件（Eligibility criteria）、及びリファレンス排出量の推計について述べる。

(1) 方法論題名（Section A: Title of the methodology）

Rice husk based power and / or heat generation.

(2) 用語の定義（Section B: Terms and definitions）

現状特に説明を要する語句はないと思われる。

(3) 方法論サマリー（Section C: Summary of the methodology）

下記のように説明することが考えられる。

Items	Summary
GHG emission reduction measures	This methodology applies to projects that supplies electricity and / or heat generated by combustion or rice husks, which substitute electricity and / or heat generated by fossil fuel.
Calculation of reference emissions	The reference emissions are GHG emissions from electricity and / or heat delivered to the electricity grid, and / or to captive users (both on and off-grid), which would have otherwise been generated partially or wholly by fossil fuel (grid electricity, captive electricity, boilers). Net emission reduction is ensured by a) not taking into account reduction in electricity loss in the case of supplying captive customers, conservative accounting of suppressed demand, and not taking into account possible reduction in methane through reduction of stockpiling.
Calculation of project emissions	Project emissions are GHG emissions associated with auxiliary fuel consumption and transport of biomass.
Monitoring parameters	The amount of electricity and / or heat supplied from the project plant to the electricity grid, and / or to captive users (both on and off-grid). The amount of fuel consumed by the project. The amount of rice husks transported, distance travelled, fuel consumed through transportation, as appropriate

(4) 適格性要件（Section D: Eligibility criteria）

適格性要件として、下記を想定する。

	条件	英文	論拠
1	精米に起因する籾殻を利用した発電またはコージェネレーションプロジェクト。	Cogeneration or electricity generation projects using rice husks.	ミャンマーにおいては籾殻は余剰であるため上流部門の排出が生じないこと、及び他所の籾殻の収奪は生じないこと、腐敗を生じるような長期貯蔵が行われないことが所与の条件として挙げられる。

これ以外に発電所の技術基準等が設けられてもよいが、方法論に必須のものではない。

(5) 排出源及び GHG 種類（Section E: Emission sources and GHG types）

Reference emissions	
Emission sources	GHG types
Electricity delivered to the electricity grid, and / or to captive users。	CO_2
Heat delivered to the electricity grid, and / or to captive users。	CO_2
Project emissions	
Emission sources	GHG types
Fuel consumed by the project plant	CO_2
Transport of rice husk to the project plant	CO_2

(6) リファレンス排出量の推計（Section F: Establishment and calculation of reference emissions

下記の通り、電力供給に起因する排出削減と熱供給に起因する排出削減の双方を考慮する。

$$RE_p = RE_{elec,p} + RE_{heat,p}$$

ここで、

RE_p Reference emissions during the period p [tCO_2/p]
$RE_{elec,p}$ Reference emissions due to electricity generation during the period p [tCO_2/p]
$RE_{heat,p}$ Reference emissions due to heat generation during the period p [tCO_2/p]

リファレンス電力起源排出量 $RE_{elec,p}$ は下記の計算式とすることが適切と考えられる。

$$RE_{elec,p} = ES_{grid,p} \times EF_{grid} + ES_{offgrid,p} \times EF_{offgrid} + ES_{sd,p} \times EF_{sd} - (CAP_{EG,ex} \times 8760 - EG_{ex,p} \times EF_{sd})$$

ここで

$RE_{elec,p}$	Reference emissions due to electricity generation during the period *p* [tCO_2/p]
$ES_{grid,p}$	Electricity supplied to the grid or to industrial and household customers connected to the grid during the period *p* [MWh/p]
EF_{grid}	CO_2 emission factor of the grid [tCO_2/MWh]
$ES_{offgrid,p}$	Electricity supplied to industrial customers not connected to the grid during the period *p* [MWh/p]
$EF_{offgrid}$	CO_2 emission factor of industrial customers not connected to the grid [=0.8tCO_2/MWh][4]
$ES_{sd,p}$	Electricity supplied to household customers not connected to the grid during the period *p* [MWh/p]
EF_{grid}	CO_2 emission factor of household customers not connected to the grid [= 1.3tCO_2/MWh][5]
$CAP_{EG,ex}$	Electricity generation capacity existing prior to project (MW)
$EG_{ex,p}$	Electricity generation by capacity existing prior to project during the period *p* (MWh/p) with a default value of zero when data is not obtainable.

ミャンマーの精米所には、籾殻によりバイオガスを生成し、それにより発電する設備が具備されているものがある。これはガス化槽において籾殻をガス化させ、生成したガスを発電機と連結したトラックのエンジンに送り込むことにより発電するものである。

このような発電施設は 100kW 程度と規模は小さいが、比較的広汎に浸透しているため方法論において取り扱いが説明できることが望ましい。従って上記の式を設けることにより、既存の発電施設が存在する場合、プロジェクトが存在しない状況ではそれが最大限稼働しており、現状とのかい離（在来機器の発電電力量の低下）は全てプロジェクトに起因するものとしている。これは保守的な考えである。他所から輸送する籾殻については、その不足のために高価な石油等を消費するとは想定しにくいため、考慮の対象としない。

$$RE_{heat,p} = (HS_{ic,p} - (CAP_{HG,ex} \times 8760 \times 3.6 - HG_{ex,p})) \times \frac{1}{\eta_{BRE}} \times EF_{diesel}$$

ここで、

$RE_{heat,p}$	Reference emissions due to heat generation during the period *p* [tCO_2/p]
$HS_{ic,p}$	Heat supplied to industrial and commercial facilities during the period *p* [GJ/p]
η_{BRE}	Efficiency of reference boilers [=90%][6]
EF_{diesel}	Emission factor of diesel oil [0.00726t-CO_2/TJ][7]
$CAP_{HG,ex}$	Heat generation capacity existing prior to project (MW)
$HG_{ex,p}$	Heat generation by capacity existing prior to project during the period *p* (GJ/p) with a default value of zero when data is not obtainable. However, The resulting $RE_{heat,p}$ stays above zero.

熱供給に起因するリファレンス CO2 排出量推計についても、在来機器に関して同様の規定が設けられる。

---

[4] AMS-I.A. Electricity generation by the user

[5] AMS-I.L. Electrification of rural communities using renewable energy

[6] Methodological tool “Tool to determine the baseline efficiency of thermal or electric energy generation systems”

[7] IPCC 2006GL vol2.1 ch1 Table 1.4 *Lower value.*燃料はディーゼルを想定する。

(7) プロジェクト排出量の推計（Section G: Calculation of project emissions）

プロジェクト排出量の計算方法は下記の通り。補助燃料としての化石燃料の使用、及び輸送に伴う排出量を計上する。補助燃料はプロジェクト事業者自ら計測できるが、輸送起源排出は第三者に委託していることも鑑み、トンキロ法により行うほうが望ましいと思われる。

$$PE_p = PE_{FF,p} + PE_{TR,p}$$

ここで、

PE_p	Project emissions during the period *p* [tCO_2/p]
$PE_{FF,p}$	Project emissions due to fossil fuel combustion during the period *p* [tCO_2/p]
$PE_{TR,p}$	Project emissions due to transport of biomass during the period *p* [tCO_2/p]

$$PE_{FF,p} = \sum_i FC_{i,p} \times NCV_i \times EF_i$$

ここで、

$PE_{FF,p}$	Project emissions due to fossil fuel combustion during the period *p* [tCO_2/p]
$FC_{i,p}$	Fossil fuel *i* consumed during the period *p* by the equipment during the period *p* [mass or volume unit].
NCVi	Net calorific value of fossil fuel *i* [GJ/mass or volume unit]
$EF_{,j}$	CO_2 emission factor of fossil fuel *i* [tCO2/GJ]
I	Type of fossil fuel

$$PE_{TR,p} = \sum_j RH_{j,p} \times D_j \times EF_{CO2,f}$$

ここで、

$PE_{TR,p}$	Project emissions due to transport of biomass during the period *p* [tCO_2/p]
$RH_{j,p}$	Quantity of rice husk procured from rice mill *j* during the period *p* [tonnes/p]
D_j	Distance from the biomass generation plant to rice mill *j* [km]. If quantity of rice husk cannot be obtained for a particular rice mill, then the farthest rice mill from which rice husk is procured is taken as the value for D_j.
$EF_{CO2,f}$	CO_2 emission factor of transport [$245*10^{-6}$t-CO_2/t-km][8]
J	Rice mills from which rice husks are procured.

(8) 排出削減量の推計（Section H: Calculation of emission reductions）

排出削減量は下記のように、リファレンス排出量とプロジェクト排出量の差として算出される。

$$ER_p = RE_p - PE_p$$

ここで、

[8] Methodological Tool□”Project and leakage emissions from road transportation of freight””

ER_p	Emission reductions during the period *p* [tCO_2/p]
RE_p	Reference emissions during the period *p* [tCO_2/p]
PE_p	Project emissions during the period *p* [tCO_2/p]

なお方法論の保守性（正味排出削減）は下記のように担保される。

・系統電力の削減によりもたらされる送電ロスの減少を考慮しない（多くの CDM 方法論ではデフォルト値 10%を設定している）。

・Suppressed demand が考慮される非電化住宅への供給に関する CO2 原単位についてより保守的な 1.0t-CO2/MWh を用いる。

・籾殻野積みのメタンを考慮しない。

(9) 事前設定パラメータ及びデータ（Section I: Parameters fixed ex ante）

事前設定パラメータは下記の通り。

Parameter	Description	Values or method of determination
EF_{grid}	CO_2 emission factor of the grid [tCO_2/MWh]	To be established prior to implementation of project. See table above.
$EF_{offgrid}$	CO_2 emission factor of industrial customers not connected to the grid	0.8tCO_2/MWh[9]
EF_{sd}	CO_2 emission factor of household customers not connected to the grid	1.0tCO_2/MWh[10]
$CAP_{EG,ex}$	Electricity generation capacity existing prior to project (MW)	On-site survey
η_{BRE}	Efficiency of reference boilers	90%[11]
EF_{diesel}	Emission factor of diesel oil	0.00726t-CO_2/TJ[12]
$CAP_{HG,ex}$	Heat generation capacity existing prior to project (MW)	On-site survey
$NCVi$	Net calorific value of fossil fuel *i* [GJ/mass or volume unit]	IPCC 2006GL vol2.1 ch1 Table 1.2 *Lower value.*
$EF_{,j}$	CO_2 emission factor of fossil fuel *i* [tCO2/GJ]	IPCC 2006GL vol2.1 ch1 Table 1.4 *Lower value.*
$EF_{CO2,f}$	CO_2 emission factor of transport	245*10^{-6}t-CO_2/t-km[13]

(10) モニタリングすべきパラメータの設定

モニタリングすべきパラメータは下記の通り。

Parameter	Description	Method of monitoring
$ES_{grid,p}$	Electricity supplied to the grid or to industrial and household customers connected to the grid during the period *p* [MWh/p]	Electricity meters
$ES_{offgrid,p}$	Electricity supplied to industrial customers not connected to	Electricity meters

[9] AMS-I.A. Electricity generation by the user

[10] AMS-I.L. Electrification of rural communities using renewable energy

[11] Methodological tool "Tool to determine the baseline efficiency of thermal or electric energy generation systems"

[12] IPCC 2006GL vol2.1 ch1 Table 1.4 Lower value.

[13] Methodological Tool□"Project and leakage emissions from road transportation of freight"□

	the grid during the period *p* [MWh/p]	
$ES_{sd,p}$	Electricity supplied to household customers not connected to the grid during the period *p* [MWh/p]	Electricity meters
$EG_{ex,p}$	Electricity generation by capacity existing prior to project during the period *p* (MWh/p) with a default value of zero when data is not obtainable.	Electricity meters
$HS_{ic,p}$	Heat supplied to industrial and commercial facilities during the period *p* [GJ/p]	Steam flow meters.
$HG_{ex,p}$	Heat generation by capacity existing prior to project during the period *p* (GJ/p) with a default value of zero when data is not obtainable.	Steam flow meters.
$FC_{i,p}$	Fossil fuel *i* consumed during the period *p* by the equipment during the period *p* [mass or volume unit].	Fuel meters.
$RH_{j,p}$	Quantity of rice husk procured from rice mill *j* during the period *p* [tonnes/p]	Weigh bridge etc.
D_j	Distance from the biomass generation plant to rice mill *j* [km]	Annual survey on map

以上の方法論は、前述の方法論 ACM0006 及び ACM0018 に比べると非常に簡単であるが、籾殻発電は供給先の電化状態を問わず系統を代替する、というミャンマーの前提を踏まえたものである。また現在ミャンマーにおける籾殻発電の比率が小さいことに鑑み、プロジェクトが実施されない場合の籾殻利用を問うものではない。

3.1.4　エネルギー起源二酸化炭素排出削減量の算出

籾殻発電に関する削減量の MRV 方法論案及び PDD（プロジェクト設計書）案を策定し、MRV 方法論案に基づき精米所で発生する籾殻等を利用した発電システム導入による JCM プロジェクトの実施によるエネルギー起源二酸化炭素排出削減量（見込み）を算出した。

方法論の策定結果のまとめを以下に示す。

ミャンマーの系統原単位

ミャンマーにおける籾殻発電の方法論作成、温室効果ガス排出削減量算定にあたり、まずミャンマーの電力系統の CO2 排出原単位について作成した。IEA データに基づくミャンマーの電源別燃料消費データに IPCC 2006GL の燃料別平均 CO2 排出原単位を乗じると、電源別に見たミャンマーの火力発電所の CO2 原単位は下記のように算出される

表 3-11　電源別に見たミャンマーの火力発電所の CO2 原単位（t-CO2/MWh）

	石炭	石油	ガス	系統平均
2009	1.055	0.864	0.729	0.202
2010	1.057	0.786	0.729	0.265
2011	0.979	0.853	0.729	0.192
2012	0.961	0.826	0.729	0.219
平均原単位				0.222

以上より、CDM の手法を用いて算定したミャンマーの電力系統の CO2 原単位は 0.222t-CO2/MWh と算出される。この値は世界的にみて小さい部類に入るが、この理由はミャンマーの系統電源の 70%以上が水力発電であるためである。

ここで、ミャンマーにおいては、今後、ガス火力の導入が検討されており、2016 年には火力発電電力量が水力発電電力量を上回ることが想定されている。従ってミャンマーの電力系統の CO2 原単位は今後増大すると見込まれる。このことは電力系統の CO2 原単位を事後的に推計することにより本プロジェクトに起因する排出削減量が増大することが示唆されるが、（毎年）事後的に推計する手間がかかるというトレードオフがある。なお現状でもミャンマーの調整電源は火力発電であると思われる。

なお、今後の電力構成の変化による CO2 原単位への影響に関しては、CDM のルールに則れば詳細な発電データの入手が必要となり、本検討では具体的な数値の設定には至らなかった。

方法論で考慮すべき要因

上記の系統原単位の他、考慮すべき要因としては下記が挙げられる。

要因	考慮の有無	論拠等
オフグリッド電源	考慮しない	対象地域ではオフグリッド電力（無電化地域の給電、停電時の電力補填）はカーバッテリーを充電業者に持ち込み、充電業者は系統電力を用いて充電している場合が多い
Suppressed demand	考慮する	籾殻発電が立地する農村値では 1 人当たり家庭用電力消費量は小さい。
メタン	考慮しない	籾殻の処理方法が野積みよりさらに好気的な廃棄方法（河川投棄）や土壌散布のような低付加価値の廃棄に近い利用であることが想定される
熱利用	考慮する	ミャンマーの米は天日干しが通常であるため、排熱利用による温室効果ガス排出削減は想定しないことも想定されるが、籾の乾燥による品質向上も期待できるため、ここでは考慮する。

以上の検討を踏まえ、下記のように方法論を整備する。

方法論の概要

項目	方法論の概要
適用性要件	● 籾殻を用いた発電が可能な施設の導入（籾殻未利用状況、ガス化等による非効率利用等） ● 技術的要件：効率、環境対応などの要件を検討中（日本技術の優位性等を考慮）。
リファレンス排出量（デフォルト値を含む）	● 給電量に対して下記を乗じる。 － 家庭用：1.0t-CO2/MWh（需要抑圧を考慮） － 産業施設：0.8 t-CO2/MWh（ただしオフグリッド地域のみ） それ以外：0.222t-CO2/MWh（系統代替を考慮） ● 熱供給量については、効率 90%のディーゼルボイラーを代替すると想定する。
モニタリング方法等	● 発電量：電力計によりモニタリング（系統、産業用、家庭用について別途計測する必要がある）。 ● 熱供給量：上記フローメータによりモニタリング。 ● 所内消費燃料（プロジェクト排出量）：燃料計により計測（購入量で代替可能） ● 輸送用燃料（プロジェクト排出量）：下記の 2 種類の方法がある。 ● 実際に輸送用燃料を測定（あるいは購入量を集計） ● 近傍の精米所からの距離に応じ、CDM ツールのデフォルト 245g-CO2/t-km を用いる（軽車両のデフォルトであり、保守的） ● ただしこれが問題なるようなバイオマス発電は採算不可能であることから計算しないというオプションがある（CDM 方法論 AMS I-D）

排出削減量の算定

【ベースケース】

排出削減量算定の前提として、下記をおく。

設備容量	1.6MW
設備利用率	70%
発電効率	15%
電力の供給先	系統 80%、オフグリッド産業施設 19%、家庭 1%
籾殻輸送距離	10km

なお、プロジェクト排出量の要素である補助燃料の消費は考慮しないものとし、精米所には在来の籾殻利用エネルギー施設（ガス化等）がないものとする。

以上に基づくと、リファレンス排出量、プロジェクト排出量、排出削減量は下記のように算出される。

リファレンス排出量	3,359t-CO2（系統電力削減 1,742t-CO2、産業施設におけるオフグリッド代替 1,491t-CO2、家庭用電力代替 98t-CO2）
プロジェクト排出量	44t-CO2
排出削減量	3,287 t-CO2（net1GW あたり：2,054 t-CO2）

上記のように算出した排出削減量は、①系統電力の削減によりもたらされる送電ロスの減少を考慮しない点、②Suppressed demand が考慮される非電化住宅への供給に関する CO2 原単位についてより保守的な 1.0t-CO2/MWh を用いている点、及び③籾殻の野積みが行われた場合に排出されるメタンの排出削減効果を考慮しないという点で保守的と言えよう。

【熱利用による削減効果】

籾殻の燃焼により生成する熱の利用も想定できる。熱は発電施設が属する精米所近傍の産業施設に供給することが考えられる。

ここで課題となるのは、籾殻発電に伴い生成される熱を用いない場合はどのような燃料を用いたか、という点である。例えば熱を籾の乾燥用に用いることも考えられるが、ミャンマーの米は天日干しが通常であることから、天日干しを発電排熱に置き換えるだけでは排出削減とはならない。しかし、CDM においては家庭用途にのみ認められている suppressed demand の概念を産業にまで拡張すると、一定程度までは、天日干しをバイオマス排熱に代替することにより化石燃料を代替したと見なすことができる。

3.1.5　副次的な排出削減量の算出

籾殻発電システム導入による JCM プロジェクトの実施によるエネルギー起源二酸化炭素以外の排出削減（例えば、大量に発生する籾殻の遺棄による腐敗、自然発火等の被害の回避によるメタンの排出削減）の可能性について検討を行った。複数の精米所を訪問し、籾殻の処理状況について、現地調査を行った。籾殻は、自社での利用（ボイラー、ガス化）のほか、余剰分については、有償または無償で概ね処理されており、メタンが発生するような野積の実態が確認できなかったことから、籾殻の野積等による廃棄時のメタン排出削減の可能性も考えられるが、個別事例の処理状況によるため、保守的に考え、基本ケースとしては、削減量は加味しないこととした。

3.1.6　その他の効果の検討

経済面の効果（直接、間接）、社会面の効果（直接、間接）等、温室効果ガス削減以外の事業効果について検討を行った。

(1) 経済面での効果

- **安定的な電力の確保、コストの削減**

  エーヤワディは、ナショナルグリッドの末端に当たる地域を多く抱え、慢性的な電力不足と電圧低下の課題を有している。特に精米所は、電力を利用する地域産業の１つであり、電力の安定的な確保が、規模拡大や設備の近代化を進める上で、ネックとなっている。

  このため籾殻を利用した電力を得ることで、精米所の経営上メリットが期待され、

ひいては、地域の稲作の発展に貢献することが期待できる。

ワークショップでは、例えば、籾殻発電設備による熱を籾乾燥への利用による品質の向上への関心が示された。現地調査では、精米所関係者は、米の品質向上には、籾の乾燥施設の設置が重要との認識を持っており、熱を籾の乾燥に利用するニーズが高いことを確認した。

- **新たな事業機会の獲得**

経済発展に伴い、地域での産業振興が課題となる中で、新規の産業（米の加工品、農産物の加工、水産物の流通等）の育成が重要となっている。新たな産業の育成には、電力等の確保が不可欠であり、籾殻発電設備による電気・熱を利用することで、新たな事業機会を創造する効果が期待できる。

ワークショップでは、例えば、籾殻発電設備による熱を豆類の乾燥への利用への関心が示された。また、現地調査では、デルタ地域であり、内陸漁業が行われていることから、熱を水産物の乾燥への利用、精米所に隣接して米関係の菓子製造工場が立地しているケースがあり、その熱源に利用することが考えられるとの意見もあった。

また、電力利用先を米の生産分野に広げることで、米の増産に寄与し、更なる籾殻の発生、発電量の拡大という好循環を生み出すことも考えられる。例えば、排水ポンプにより水田の排水を適切に行うことで、機械化の進展や生産性の向上、作付面積の拡大などによる農家の所得向上も期待できる（間接的な効果）。

(2) 社会面での効果

精米所の周辺には、無電化の集落が多く立地するケースがあり、電力を地域の集落に配電することで、地域の電化対策の推進に寄与する。一般に、精米所周辺には、従業員家族の住宅を含め、近隣に集落が点在している。これらの住宅は、一部、グリッドからの電力を利用しているケースもあるが、精米所操業時には、電力供給が低下するなど、不安定な電力供給の状態にある。このため、電力を地域の集落に配電することで地域社会に貢献することが期待できる。特に、診療所、学校、コミュニティ施設など、社会インフラの整備に電力は欠かせないものであり（例：診療所での薬剤の冷蔵保存、生活用水のくみ上げ）、地域の電化を行うことで、コミュニティーレベルでの衛生・医療、教育水準の向上に寄与することが期待される（間接的な効果）。

3.2 推進方策の検討

JCM 推進のための課題等の整理を行い、JCM プロジェクトとしての事業実現化のための方策を検討した。

現地ワークショップでの議論を踏まえ、エーヤワディ地域での籾殻発電の展開を考える上で、以下の方向性を整理した

- 第１段階（短期的）には、電力不足が精米事業を行う上で課題となっており、籾殻

発電を行うことで、精米産業の競争力強化に結び付ける（精米所の大型化、効率化、品質向上）。具体的には、比較的条件のよい地域（まずは、Myaungmya 地域での展開が有望）で、モデル的な事業を確立する。

・精米所の大型化、効率化、高品質化につなげる事業モデル

・米の加工流通、他の農水産物での新規事業展開につなげる事業モデル

ナショナルグリッドの比較的整備された地域（例：Myaungmya 地域）、ナショナルグリッドが未整備の地域（例：Pyapon 地域）別に、地域の状況に応じた事業モデルを工夫する。

また、同時に、エーヤワディ以外の稲作地域への展開も図ることが重要である。

- 第２段階では、周辺地域の電化対策と一体的に取り組む事業モデルを確立する。地域の行政機関との連携を図るとともに、送電網の整備とも連携して展開を行う。グリッドへの売電の仕組みなどの検討が必要となる。

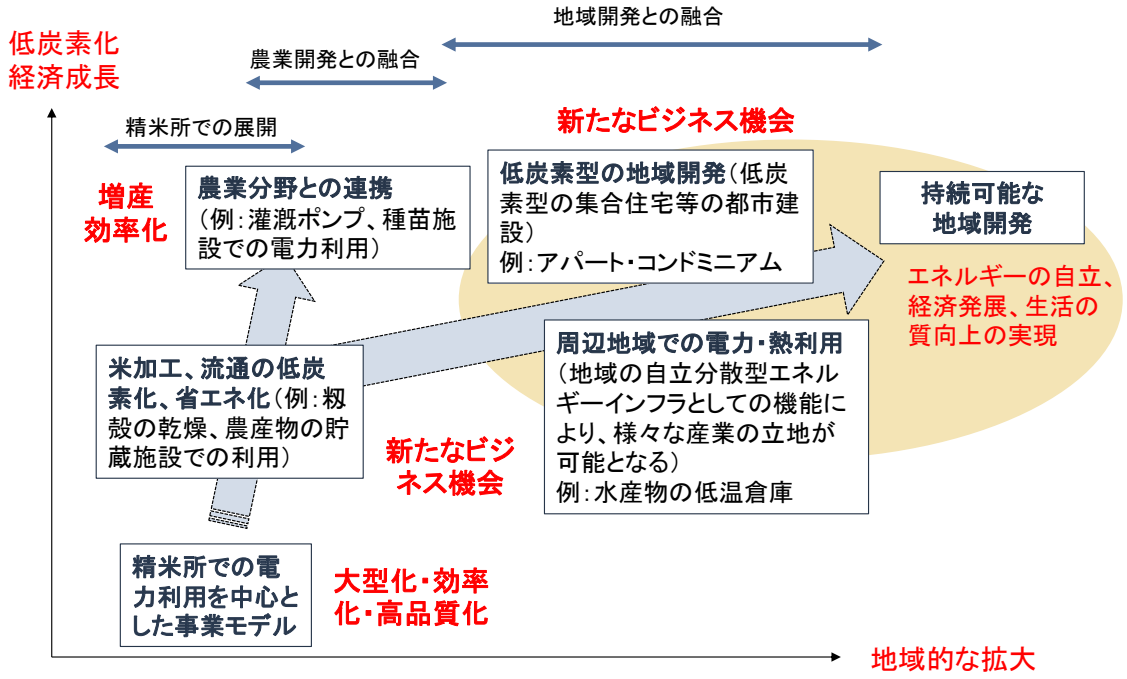


図 3-4　展開イメージ

地域での面的な展開を進める際には、展開のための方向性や具体策をまとめた基本戦略（ロードマップ）検討が重要である。また、先進的な取り組みにより確立した事業モデルを普及拡大するための枠組みが重要であり、地域での基本戦略を関係者で共有することは取り組みの持続的な発展を促すことも期待できる（単なるモデル事業で終わらせないための工夫）。地域での送電網の整備、中長期的な地域開発計画との連携を図りつつ、精米所を地域のエネルギー供給の拠点として活用しつた低炭素型のコミュニティ構想を検討することが重要である。

実現のためのロードマップのイメージ（短期的、中長期的）

- 展開意義の明確化：籾殻発電事業＝地域の自立分散型エネルギーインフラとしての機能により、様々な産業の立地が可能。地域の電化推進の加速化も可能。籾殻発電事業の意義づけ
- 中長期的な都市開発計画での推進策の明確化（バイオマス発電、地域での自立分散型電力整備の推進策等）
- 事業モデルの具体化と関係者の連携（役割）
- 事業環境整備の方向性：送電網の整備、電力価格等、電力関連分野での事業環境づくり

また、籾殻発電システムによる電気や熱をいかにスマートに利用するかといった電力需要サイドでの対策との一体的な展開が重要である（例：負荷平準化、建物での省エネ対策、省エネ性能の高い設備の導入、地域での熱の有効利用の仕組み）。

このような地域でのロードマップ・構想づくりについては、例えば、日本での「環境モデル都市」「バイオマスタウン構想」「低炭素地域づくり計画」「構造改革特別区域（特区）」などの取り組みは参考になる。このため、日本の自治体での経験やノウハウを活用しつつ展開する。

4. 事業化の実現可能性検討

籾殻発電の事業化の実現可能性を①候補地域の概況及び現地ニーズ調査、②導入システム、③事業提案の三つの観点から検討した。

4.1 概況及び現地ニーズ調査

事業展開を想定するエーヤワディ地域で、文献調査や現地調査時の現地有識者等へのヒアリングを通じ地域開発計画の状況、米関連産業の振興施策の動向等の社会経済状況、発電・送電網の現状と計画、電化対策の状況、籾殻の発生状況・利用状況、環境規制等、導入システムの検討及び事業化の検討に関わる概況調査及び現地ニーズ把握（対象地域での電力、熱、シリカ、炭等のニーズ）を行った。

4.1.1 精米所及び事業環境の概況

事業化の実現可能性を検討するにあたり、エーヤワディ地域での籾殻の発生場所である精米所の概況とミャンマーにおける外国資本による事業環境に関して概況を記す。

(1) エーヤワディ地域における精米所

エーヤワディ地域は、ミャンマー全体の約半分の米が生産されており[14]、多くの精米所がある。現状の精米設備の動力は、グリッドからの電力、重油を使ったディーゼルエンジン、籾殻を使ったガス化発電及びボイラー蒸気駆動である。ナショナルグリッドが整備されていない地域では、電気駆動でないボイラー蒸気による設備が大半を占めていたが、近年、小型ガス化発電やディーゼルエンジン駆動の設備が増加していきている。また、ナショナルグリッドが整備されている地域の精米所においても、電力供給は十分でないため、小型ガス化発電やディーゼルエンジン駆動の設備を補完的に使用している。

(2) ミャンマーにおける事業環境

ミャンマーは、外国資本による事業に関して、外国投資法を含めて様々な規制がネックとなっている。その中でも最大のネックは、外国投資法第 4 条が規定する「ミャンマー国民のみが行うことができる製造業およびサービス業」の細則で、「10MW以下の発電事業」は、外資参入禁止と規定されていることである[15]。この規制が個々の発電施設単位であるのか、投資家単位であるのか関係省庁等との協議が必要である。

---

[14] Myanmar: Capitalizing on rice export opportunities, The World Bank, 28 February 2014

[15] JETRO:http://www.jetro.go.jp/jfile/country/mm/invest_02/pdfs/mm_gaikokutoushihou.pdf

4.1.2　現地ニーズの把握

現地調査及び現地ワークショップにおいて、多くの精米事業者が籾殻発電（蒸気タービンによる直接燃焼発電システム）に強い関心を示していることを把握した。関心を有している背景としては、以下の点が挙げられる。

- 精米所に必要な安定的な電力の確保へのニーズがあること
- 設備の近代化、事業拡大へのニーズがあること
- 小型ガス化発電での問題

現地調査時の精米所関係者へのヒアリングでは、小型ガス化発電施設は、技術的なトラブルが多く、実際の稼働率は低く、課題を抱えている声が多く聞かれた。例えば、Myaungmya の精米所の事例では、ほとんどガス化施設を使っておらず、電気の大半をナショナルグリッドから購入しており、安定的な電源の確保や電力コスト負担が経営上の課題となっていた（ディーゼルの発電機も保有しているが、燃料コストが高く、限定的な利用にとどまっていた）。このため、籾殻発電（蒸気ボイラータービン）に強い関心を持っており、発電設備を導入した場合には、ナショナルグリッドからの電力から切り替える他、余剰電力を利用した精米設備の新設（第二工場の新設）も行う意欲を持っていた。

Myaungmya の精米所の事例

ガス化施設

グリッドからの精米所への電力の引込線

なお、地域及び現在使用している設備の動力源によって個々に状況は異なる。地域毎では、河川沿いに精米所が立地しているエリアとやや河川から離れたエリアに立地しているエリアがある。河川沿いでも電気容量は小さくともナショナルグリッドがあるエリアと全く整備されていないエリアがある。それぞれの精米所が立地するエリアの特徴や設備動力の違いによりにニーズの質等異なっていることに留意が必要である。

4.2　導入システムの検討

精米所の規模と発電規模の関係に着目すると、以下のようなセグメントに整理できる。

表 4-1　発電規模と精米所の規模の関係

籾殻収集施設	発電設備規模		
	小規模	中規模	大規模
	～2MW	2～3MW	>3MW
複数精米所			
単独精米所			特殊条件

普及可能性大
普及可能性中
普及可能性中

事業化を考え上で、発電効率、設備稼働率の視点が重要であり、これらの要因は、年間発電量に影響を与え、結果的には、経済性や CO2 削減効果にも影響を与える重要要因である。これらの視点から 2 つの案を比較し、以下の整理を行った。

〔発電効率の視点〕

・一般的に、籾殻発電システムでは、発電効率は、設備容量に依存しており、中規模のシステムが有利である。

〔設備稼働率の視点〕

・エーヤワディ地域での精米所の現状は、設備能力は小さいものが多く（大規模な精米所で 5t/時間の精米能力。24 時間稼働ベースで 120t/日）、精米所の実際の稼働率も低い。1 箇所の精米所での籾殻発生量を試算すると、48t/日（200～300 日稼働ベースで約 10～14 千 t）となり、複数の精米所から籾殻を調達する方法（複数の精米所の連携方式）であっても、年間を通じて 50t/日の籾殻を安定的に確保できる条件を備えたサイトは、極めて限定的と考える（当面は、適用可能な場所が限定される事業モデル）。
・将来的には、ミャンマーでの精米所の近代化が進み、大規模な精米所（10t/時間、20t/時間の精米能力規模）の新設が行われるケースでは、「中規模事業モデル」での展開の可能性もあるものと考える。

以上の観点から総合的に判断すると、第１ステップでは、「小規模事業モデル」がモデルとして適切と考える。中規模以上の発電設備で籾殻を単独精米所で確保するモデルは精米業界の統廃合が行われることが前提となる。将来的な展開（第２ステップ以降）時のオプションとし位置づけるのが妥当である。

燃焼後発生する籾殻灰は、エリアの状況に合わせて以下の 4 つの有効利用を検討していく。

表 4-2　籾殻灰の再利用方法

再利用方法	メリット	デメリット
セメント原料	処理が不要	搬入場所が限定
	大量需要が期待できる	輸送距離が長い
シリカボード原料	処理が不要	産業がまだない
	大量需要が期待できる	
工業製品原料	高価販売可能	精製が必要
		別設備が必要
ケイ酸肥料	処理が不要	運搬、散布方法の検討が必要
	大量需要が期待できる	

エーヤワディ地域での状況を踏まえると、以下の方向性が有望と考える。

・当面は、セメント工場がエーヤワディ北部に立地しており、経済的に輸送することが困難であるので、ボード製造により、地域での建材に利用するモデルを展開する。

・中長期的には、エーヤワディ地域でのセメント需要の増大も見込まれるため、新たなセメント工場の立地に合わせ、セメント利用を展開する。Pyapon は、海路でヤンゴン南部のセメント工場に輸送し利用する可能性も考えられる。

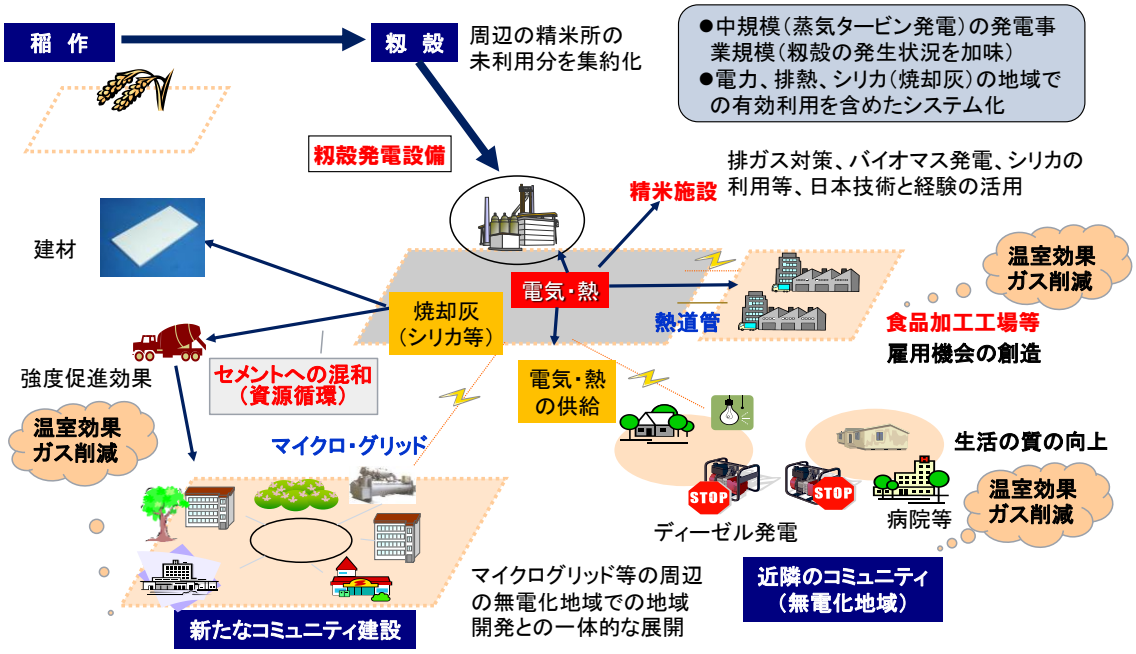


図 4-1　事業展開イメージ

4.2.1　導入対象施設の特定

特定にあたっては、エーヤワディ地域の提供電力の発電源内容、電力・熱の需要、籾殻発電システムへの理解度・意欲、籾殻等のバイオマスの入手可能性等を加味しつつ、ミャンマーのエーヤワディ地域での籾殻発電システムの導入が有望と考えられる精米所の立地する地域を特定した。

(1) 候補地域の特徴

精米所数、精米能力及び MRF の助言からエーヤワディ地域における候補地域を Pathein、Myaungmya、Pyapon、Kyaikat、及び Hinthada の 5 地域（Township 名）に絞った。

下図のようにそれぞれ特徴がある。ミャンマーにおける現状の道路インフラの状況と、籾殻のかさ比重が極めて小さいことを加味すると、河川沿いの Myaungmya、Pyapon、Kyaikat が最初に着手する有望地域といえる。

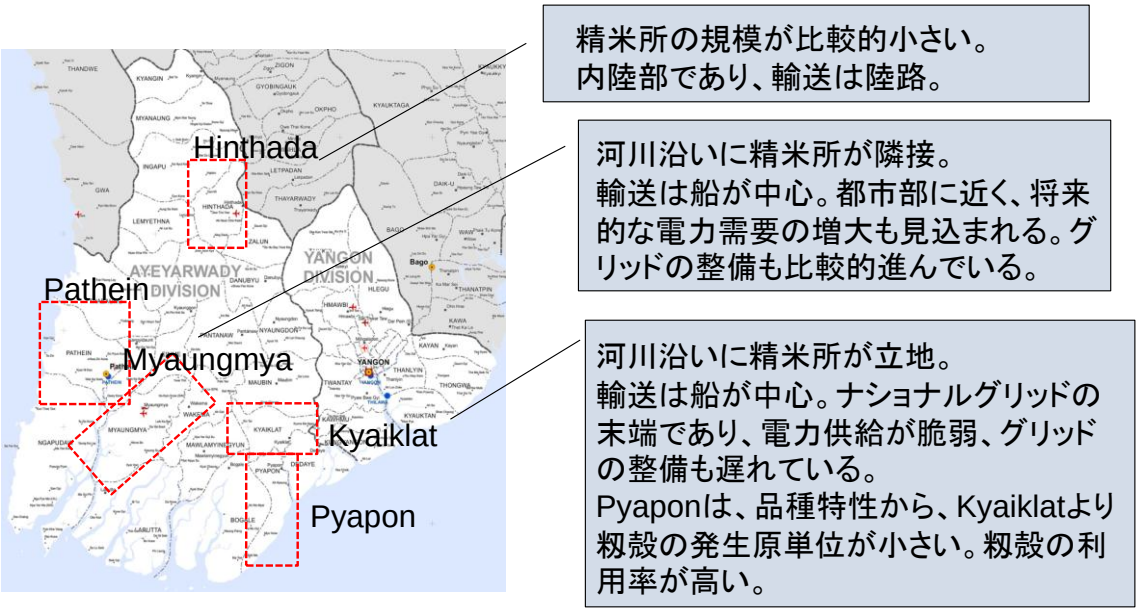


図 4-2　候補地域の特徴

(2) 候補地域の特定

上記 3 地域を更に比較検討した。Pyapon 及び Kyaikat は、エーヤワディ地域の中でも米の生産量が多い地域である。しかし、ナショナルグリッドの整備が遅れているため、精米設備の動力がボイラーや小型ガス化発電に限定されており、米の生産量に比して精米所規模が小さいという特徴がある。生産された籾のうち、地元で精米出来ない部分は、船を使って他エリアに移送され、精米されている。その意味では、籾殻発電施設をつくることで、精米所が事業として成立し、必然的に籾殻も入手しやすいというポテンシャルはあるといえる。

一方 Myaungmya は、エーヤワディ地域の中で最も精米事業が盛んな地域である。船による移送で他地域から籾が運ばれてきて精米作業を行っており、米の生産量より精米容量が多く、籾殻も確保しやすいエリアである。

エーヤワディ地域では、幹線道路は一応舗装されており、大型トラックも通行可能であるが、ひとたび支線に入ると簡易舗装もしくは未舗装道路がほとんどである。このような現在の道路インフラの状況と籾殻はかさ比重が小さく、遠距離輸送に不向きであることを加味すると、多くの精米所から籾殻を収集し大規模な発電施設をつくるより、比較的小規模な施設を複数建設する手法がミャンマーには適していると考えられる。

Myaungmya は、十分な容量ではないがナショナルグリッドも整備されているので、売電もやり易いといえる。まず Myaungmya で先行モデルを成功させ、その後他地域の状況を鑑みながらモデルをチェンジしていくのがここエーヤワディ地域で籾殻発電を普及させていく方向性といえる。

4.2.2　導入技術の検討

ミャンマーのエーヤワディ地域に適した籾殻発電による地域自律分散型の発電システムについて検討を行った。中規模の発電事業（概ね 2MW/1 か所）を想定し、原料の調達方法、設備条件、維持管理方法、電力、熱、シリカ（焼却灰中）の地域での有効利用という一連のシステムを検討した。なお、導入バイオマスボイラー、関連設備等について、日本の技術・経験の導入の可能性についても検討した。

(1) 発電システムの比較

籾殻の性状を考えると、発電システムとして直接燃焼発電システム及びガス化発電システムの比較検討となる。直接燃焼発電システムは、籾殻を燃焼し、その熱を蒸気に変換して蒸気タービンを回転させることによって発電を行うシステムである。単純な構造のため、安価かつメンテナンス性もよい。ガス化発電システムは、籾殻を高温下で分解や再合成によって可燃性ガスに変換してガスエンジン等で発電を行うシステムである。ガス化する際に発生するタールが問題となりエンジンのメンテナンス頻度が高くなる恐れがあるため、タール対策が必要である。

調査対象地域においても、小型ガス化発電システムを個別に導入している精米所が複数存在している。しかし、環境面では全く配慮されておらず、発生する炭が場内に野積みされるのみならず、河川への流出もある。また、発生したタールについても処理されることなく放出されている。このような現状から、エーヤワディ管区の行政からは、ガス化発電システムではなく、直接燃焼発電システムへの期待が高い。

したがって、本件では、直接燃焼発電システムの導入を検討することとした。

表 4-3　導入技術の検討

項　目	直接燃焼発電システム	ガス化発電システム
イニシャルコスト	単純構造のため安価	処理工程が多いため高価
ランニングコスト	・ボイラーに供給する水の処理が必要	・清掃頻度が多くコストがかかる ・廃水処理費がかかる ・タールの発生により寿命が短い
メンテナンス性	・定期点検および補修交換頻度は、2～3 日/月 ・定期点検を除いた 24 時間､330 日連続運転が可能	・一般的にタールの完全除去技術が確立されていない。 ・ガスエンジンにタールが入らないように複数の工程が必要 ・頻繁にタール除去清掃が必要 ・清掃毎に洗浄廃水が発生 ・洗浄廃水の処理設備が必要
環境面	・籾殻灰は、全量をセメント混和材として売却可能 ・排気ガス中に粉塵が含まれる。（集塵機で対応可能）	・籾殻炭は土壌改良材等として農地散布可能であるが、実際は引取先がなく、工場裏に野積みしている ・温室効果ガス（燃料ガス）の漏洩の可能性がある

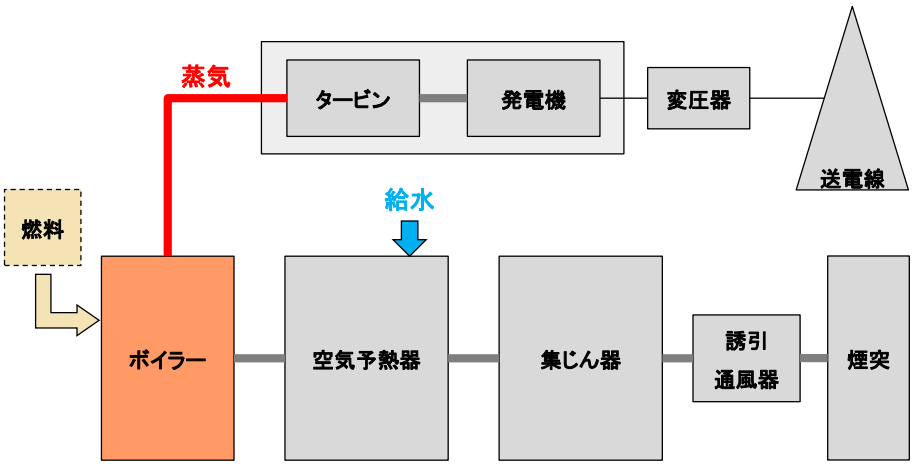


図 4-3　直接燃焼発電システム

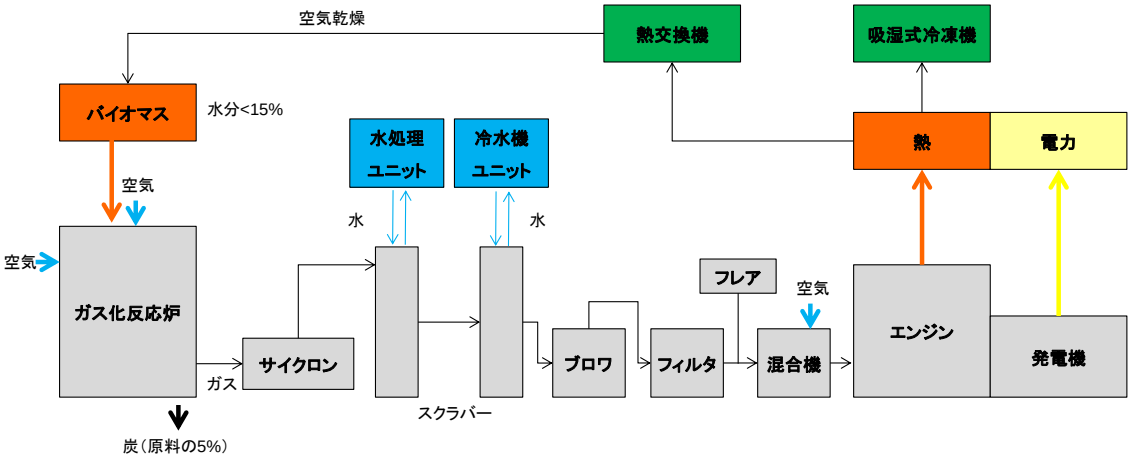


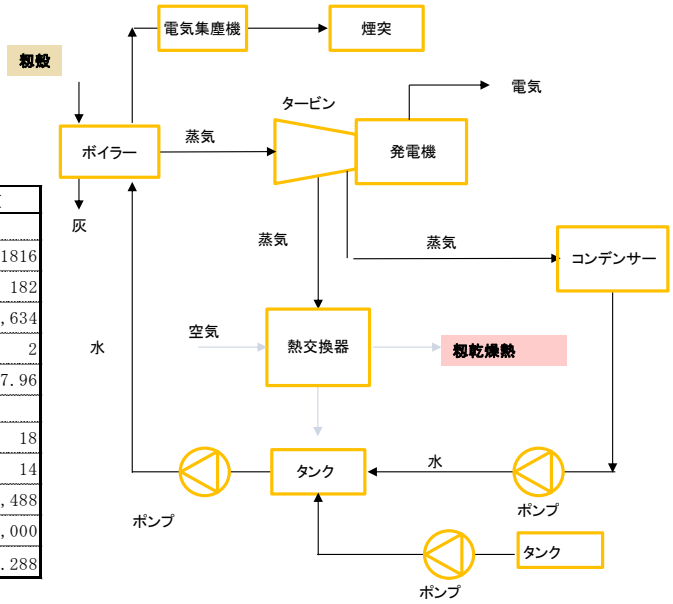
図 4-4　ガス化発電システム

(2) 発電システムの仕様検討

直接燃焼発電システムは、ボイラー効率を考慮すると、大きいほうが効率もよく、発電量あたりのイニシャルコストも低くなるので、できる限り出力を大きくしたほうが良い。しかしながら、燃料である籾殻の安定的な確保が重要となってくる。エーヤワディ地域でナショナルグリッドがあるエリアでも電力供給は十分ではないため、個々の精米所の稼働率は 6 割に満たないところが多い。精米能力は、100 t/day を超えるとかなり大型施設である。一つの精米所あるいは隣接する精米所で籾殻が調達可能な量でボイラー能力を決定した。

発電プラントの稼動により、安定した精米が可能となり、稼働率が上がることを考慮して 240 t /day(10t/h)規模の精米所を想定した。籾殻は籾重量の約 20%が発生するため、籾殻発生量は 48t/day(2t/h)となる。この籾殻量で Net 1.6 MW の発電が可能である。一般的には規模が小さいのでボイラー効率を上げるために燃焼温度が高くできる設備とした。また熱需要として、安定的かつより良い品質の米を生産するために籾を乾燥させる設備を導入している。熱の供給能力は、精米能力と同等の籾を乾燥できる熱量とした。

蒸気タービン発電及び籾乾燥システム
BTG & PADDY DRYING SYSTEM



発電設備の仕様

No.	仕　様	単位	値
発電プラント			
1	発電容量	kw	1816
2	プラント自己消費量	kwh	182
3	売電容量	kwh	1,634
4	籾殻消費量	トン/h	2
5	水消費量	トン/h	7.96
籾乾燥			
6	乾燥前籾水分	%	18
7	乾燥後籾水分	%	14
8	籾処理量（乾燥前）	kg/h	10,488
9	籾処理量（乾燥後）	kg/h	10,000
10	蒸気必要量	トン/h	1.288

図 4-5　BTG と籾乾燥設備

4.3　事業提案の検討

環境及び社会面の配慮事項を確認し、これまでの調査結果や現地ニーズを踏まえて、

事業提案を検討した。

4.3.1　環境及び社会面の配慮事項の確認

籾殻発電に伴う環境影響（例、大気汚染、水質汚染等）の可能性と対策の可否、環境影響評価の有無・手続き、立地に伴う社会影響の可能性と対策等に関し、現地関係法令等を参考に検討した。

(1) ミャンマーの環境関連法規の枠組み

本来、環境及び社会面の配慮に関しては、投資や事業計画を行う現地の法律に従う必要があるが、ミャンマーにおいては、法整備が十分でないため、現状としては投資委員会とともに関係機関との個別折衝となるとされている。従って、現時点では、国際的基準（JICA 環境社会配慮ガイドライン、IFC Performance Standards、ADB Safeguard Policy Statements 2009 等）に準拠して検討する必要がある

ミャンマーの環境法令は、”Environmental Conservation Law 2012” (Law 2012)が基本となっている。この法令の規定により環境保全・森林省（Ministry of Environmental Conservation and Forestry, MOECAF）は、環境管理と環境調和の関連当局として、下記の行政立法の草案を制作している。

① 環境規格の規定（排気、排水）
② 排気、排水、排気措置の制約
③ 提言されたプロジェクトに関する EIA の制定
④ コンプライアンス評価と環境汚染者による損害補償

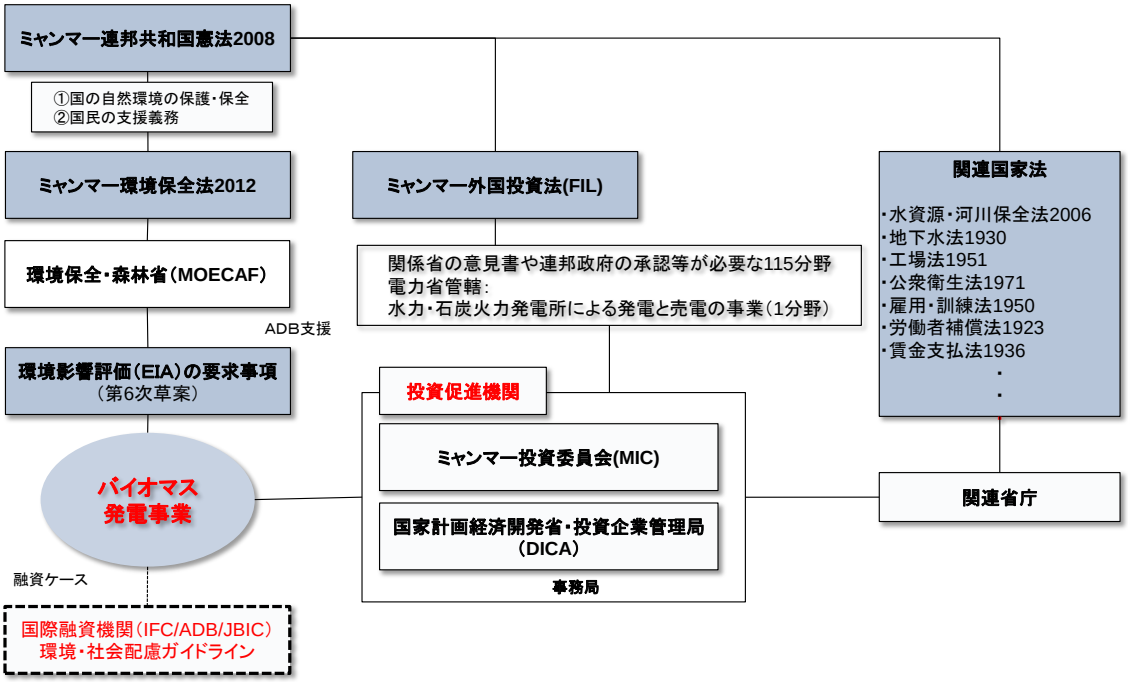


図 4-6　事業提案の検討（環境及び社会面への配慮）

しかし、本報告書作成時点では、環境アセスメント（Environmental Impact Assessment , EIA）手順と国家環境水準（空気汚染、水質、騒音、排気制限など）は正式に制定されていない草案段階にある。

EIA 草案にプロジェクトのカテゴリー化が追加され、プロジェクトの特性と規模に対応した初期環境評価 (Initial Environmental Examination, IEE)または EIA の必要事項が示された。50MW 以下のバイオマスプラントにおいて、IEE のみが必要になるとみられる。詳細は、プロジェクト毎に関連省下での EIA 必要事項と評価が行われると思われる。

(2) 適用すべき環境基準

個別の環境基準である、周辺大気質、大気排出、産業廃水、汚水、騒音に関しては、IFC EHS（International Finance Corporation Environmental Health and Safety）ガイドライン（火力発電）及び IFC EHS ガイドライン（一般）のうち、小規模燃焼施設排ガスガイドラインに準拠することとする。

小規模燃焼プロセスとは、燃料の種類に関係なく、総計で定格熱入力容量が、熱出力 3 MW～50 MW の範囲にある電力あるいは機械力、蒸気、熱、またはこれらの組み合わせを供給するために設計されたシステムをいう。

また、発電システムを設定どおりに運用するために設備の維持管理棟に係る現地サポート体制を構築する。

<u>発電プラントの環境対策</u>

【排気ガス】

IFC　EHS ガイドライン（一般）
小規模燃焼施設排ガスガイドライン（熱出力 3－50MW、固体燃料）の準拠を想定。

- 粒子状物質：サイクロン集塵機処理
- NOx 及び SO x ：籾殻成分に窒素、硫黄成分は少ないため、特別な処理は不要
- ダイオキシン：本来籾殻成分そのものには塩素がほとんど含まれないが、土壌中ダイオキシンを吸収して籾殻に移行していることが想定される（本ガイドラインに基準なし）。

【灰】
飛灰：排気ガス中飛灰は、ダイオキシン対策も想定し、バグフィルターもしくは電気集塵機の導入を検討。
主灰：セメント原料としての利用及び農業資材として利用を検討。
農業用としては、運搬及び扱いの容易さからペレット製造の検討。

設備の維持管理等に関する現地のサポート体制

- プラントを設定どおりに運用するために設備の維持管理等に係る現地のサポート体制が重要。
- ミャンマー国内での体制確立は不可能なため、隣国（タイ、インド）からサポート体制を検討。
- 事業者の増加が見込める場合は、現地体制の検討。

4.3.2　事業化スキームの検討

必要な施設の設備要件及び維持管理体制、経済性（建設コスト、維持管理費、期待される収益の検討）、環境省が実施している JICA プロジェクト連携基金、ADB 拠出金及び設備補助事業等を活用した資金調達方法等の資金計画、実施体制・維持管理体制等の事業実施体制について検討を行った。

この他、今後の事業展開の可能性について、マイクログリッド等の周辺の無電化地域での地域開発との一体的な展開方策を検討する。検討にあたっては、第一段階（概ね 1～2 年後）、中長期的な展開（概ね 3～8 年後）別に検討を行うこととする。

(1) 事業展開

以下の段階的な展開を想定しており、日本政府が展開している各種支援施策の活用も念頭に置いている。

第 1 ステップ：プロトタイプ的な設備（～2MW）を 1 箇所建設し事業を試行する。

第 2 ステップ：プロトタイプでの成果を踏まえ、同一地域での水平展開及び他地域の特徴にあわせた本格的な事業規模での展開に着手。

第 3 ステップ：マイクログリッドの整備等周辺地域の電力インフラとの連携による面的な展開を進める。

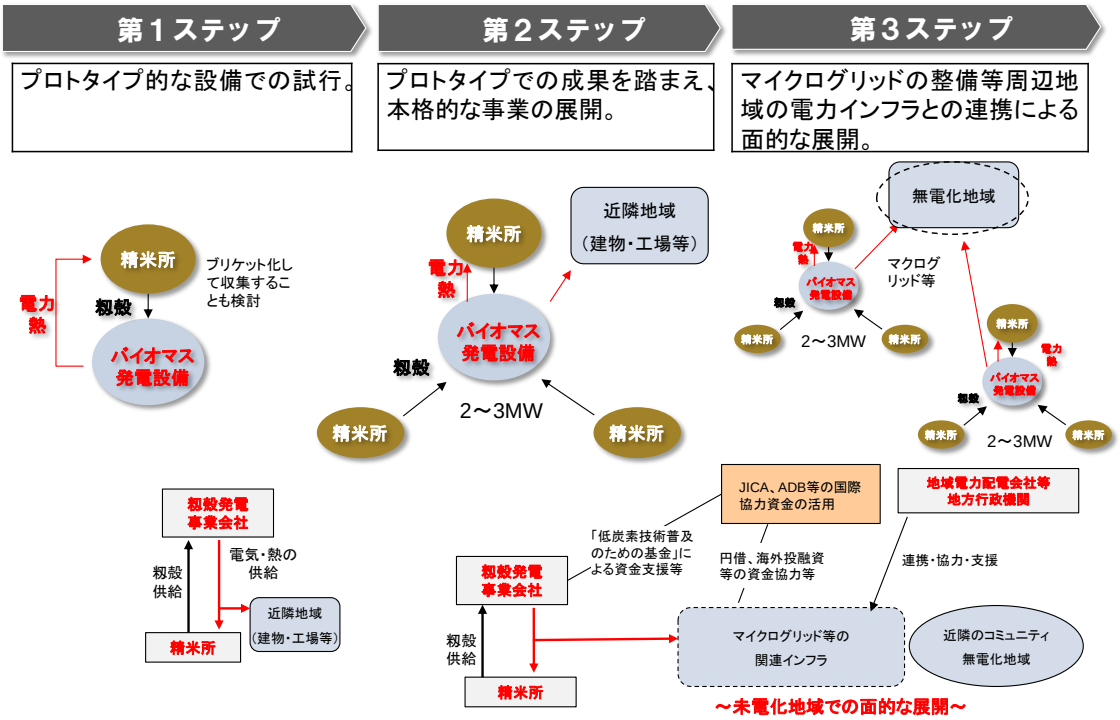


図 4-7　事業展開（アイデア段階）

(2) 第１ステップの事業モデル

基本コンセプト

第１ステップは、設備面に重点を置いた事業とする。従って、籾殻の収集・運搬等の検討はできるだけ不要な導入計画とする。すなわち、比較的大規模精米所が集積しているエリアで、1 か所ないしは隣接した 2～3 か所の精米所から籾殻が収集でき、かつナショナルグリッドが少なからず整備されている場所に計画する。

1 か所で籾殻が収集できる場合は、発電量の約 6 割を精米所に供給し、残りを売電することで隣接集落の電化につなげることができる。

具体的な事業モデル

事業モデルとしては、「小規模事業モデル（設備容量：1.8MW、net 発電容量：1.6MW）」と「中規模事業モデル（設備容量：3.3MW net 発電容量：3.0MW）」の 2 つの案が想定される。また、利用する籾殻の調達方法により、「単独の精米所型」（隣接する精米所での一体的な展開を含める）、「複数の精米所連携型」に分かれる。

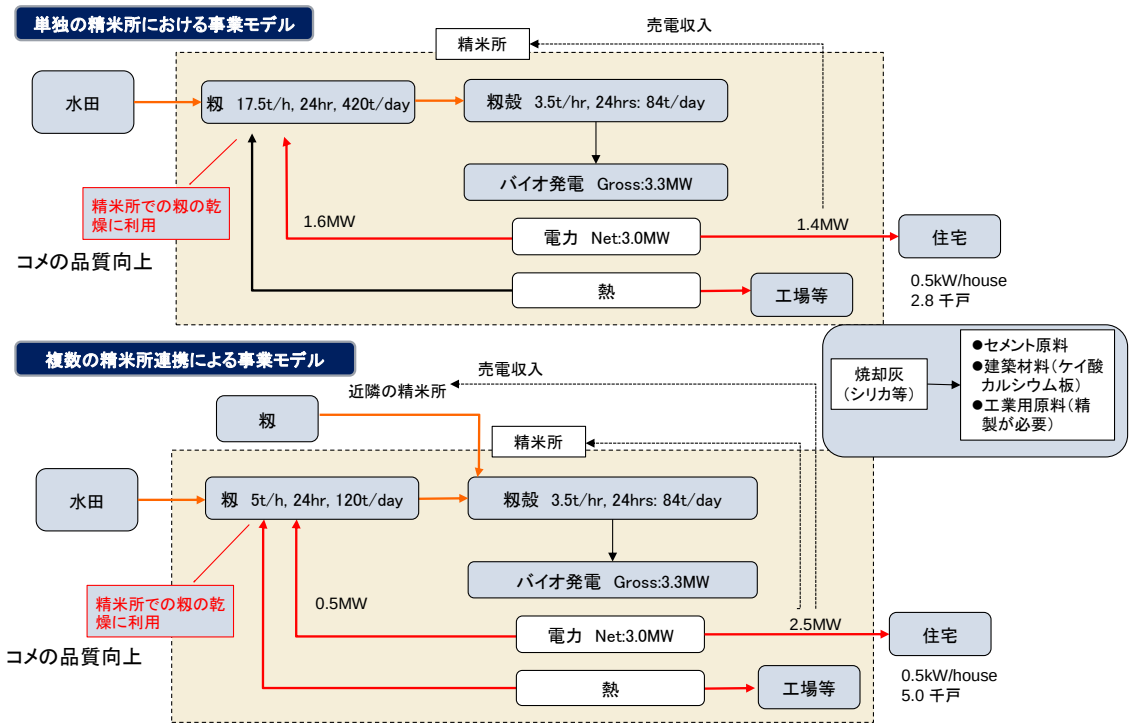


図 4-8　事業モデルの検討（3.0MW）

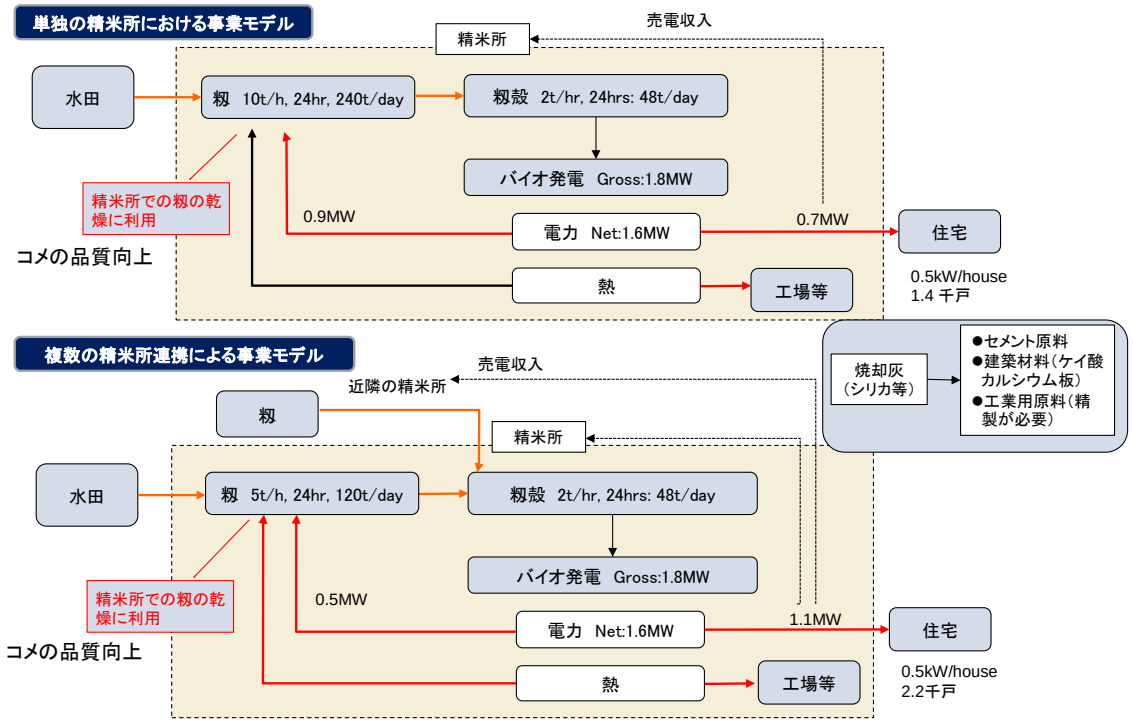


図 4-9　事業モデルの検討（1.6MW）

（実現のための課題と JCM 支援制度等を活用した対応策）

「小規模事業モデル」（第 1 ステップでの展開）、「中規模事業モデル」（第 2 ステップでの展開）別に事業推進上の課題と対応策（JCM 支援制度の活用等）を整理した。

表 4-4　小規模、中規模での事業モデルの比較

<table>
<tr><th></th><th colspan="2">小規模事業モデル</th><th>中規模事業モデル</th></tr>
<tr><td colspan="4">事業モデルの特徴</td></tr>
<tr><td colspan="2">発電設備規模</td><td>設備容量：1.8MW
net 発電容量：1.6MW</td><td>設備容量：3.2MW
net 発電容量：3.0MW</td></tr>
<tr><td colspan="2">稼働率</td><td>イニシャルに関しては割高となるが、稼働率を高めることで総合的な経済性を高めることが可能</td><td>イニシャルに関しては優位性があるが、籾殻の確保ができない時期などを考慮すると稼働率の低下リスクがある</td></tr>
<tr><td colspan="2">事業効果</td><td>周辺集落での電化
小規模ガス化発電からのフェードアウト（環境負荷の削減に寄与）</td><td>周辺地域（広域的）での電化</td></tr>
<tr><td colspan="4">事業推進上の課題</td></tr>
<tr><td rowspan="2">籾殻の調達規模と調達方法</td><td colspan="2">48t/日（1 日 24 時間稼働）
・基本は中核となる精米所を中心に、周辺の精米所の籾殻を補完的に調達。
・大規模精米所が隣接する場合には、単独型の展開も可能。</td><td>84t/日（1 日 24 時間稼働）
・基本は複数の精米所より確保。
・新規大規模精米所では、中核となる精米所を中心に、周辺の精米所の籾殻を補完的に調達。</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">電力利用面</td><td colspan="3">精米所、その他工場での利用
夜間電力の利用先（例：エコアイス、蓄電技術との組み合わせ）</td></tr>
<tr><td colspan="2">周辺集落への供給</td><td>周辺地域（広域）への供給（基本はグリッド経由）
地域の電化対策、地域開発（集合住宅整備等）と連携</td></tr>
<tr><td rowspan="2">熱利用面</td><td colspan="3">焼却灰からの建材製造用の熱源籾、農産物（大豆等）の乾燥</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>大規模な需要先の確保（例：吸着式冷凍機への利用）</td></tr>
<tr><td>焼却灰利用</td><td colspan="2">建材利用が有望</td><td>建材利用、セメント原料利用</td></tr>
<tr><td colspan="2">展開方向</td><td>既存の大規模精米所を中心に、周辺地域の精米所が連携した展開</td><td>大型の新規精米所の建設と一体的な展開</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">実現のための対応策</td><td colspan="3">周辺集落や周辺地域（広域的）への電力供給に関しては、地域行政機関との連携（優遇措置：売電価格の設定・条件、外資投資への規制緩和、認可手続き）</td></tr>
<tr><td colspan="3">設備費への補助制度の活用（発電効率の高い日本技術の活用が不可欠）</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>JCM に関する JICA、ADB 支援スキームの活用</td></tr>
</table>

小規模事業モデルでの展開にあたっては、発電効率の高いシステムの利用が不可欠であり、籾殻発電システムは、日本メーカーの他、中国メーカーなど多数のサプライヤーが存在し、価格面では、中国メーカー等が優位にある。一方、日本メーカーは、比較的小規模のシステム（1.5～2MW 規模クラス）において、発電効率を高く維持する技術力を有しており、技術面での優位性を発揮可能である（反面、設備費については割高となる）。

このため、発電効率が高い日本技術による籾殻発電システムを活用した小規模事業モデルについて、環境省 JCM 設備補助事業により展開するのが普及に向けた道筋であると考えられる。なお、籾殻の入手先が単独、複数の違いによって事業体の在り方等がかわるが、設備は同じであるため補助スキームに関しては、変わりはない。

環境省 JCM 設備補助事業の活用にあたっては、日本企業（代表幹事会社）とミャンマー現地企業（精米所オーナー、必要に応じ、米関係企業）が国際コンソーシアムをつくり、現地精米所に籾殻発電設備を設置し発電を行う（その際の初期費用の 1/2 について環境省 JCM 設備補助金で充当する）。なお、生産した電力、熱の利用状況を把握し、排出削減量のモニタリングを行う。

籾殻の調達規模と調達方法、電力利用面、熱利用面、焼却灰利用面で共通する課題が多いが、「中規模事業モデル」は、精米所で使い切らない電力量・熱量の規模が大きく、安定的な電力や熱需要先の確保が重要であり、送電網の整備、電力や熱需要の創出（例：集合住宅の整備、工業団地の整備）の視点からの展開が必要となる。中規模以上の発電設備で複数の精米所から入手するモデルは、5 つの候補地域の中でも限定される。この場合グリッドの整備が十分であるか、またはグリッドの整備に何らかの支援策が不可欠である。JICA、ADB での送電網の整備、地域開発の支援の取り組みとの連携の可能性を検討する（例：JICA による円借での送電網の整備、地域計画・地方村落電化計画等の策定との連携）。

⑶ 第２ステップ、第３ステップ展開（面的な展開）

第１ステップでのモデル的な事業実施での成果を活用し、中長期的には 50MW 規模を目指し、第２ステップ、第３ステップでの事業を展開し、籾殻を利用したバイオマス発電を核とした地域自立分散型エネルギーシステムの面的な展開を具体化させる。以下の面的な展開に向けた「筋道（ロードマップ）」の骨子を示す。

（目指す面的な展開の姿）

・エーヤワディ地域で未利用として計上されている籾殻量から推計すると 50MW の発電は可能であるが、事業サイトで確保可能な籾殻の量を考慮すると、30MW 程度が当面の目標水準となる。

・一方で、ミャンマー全体に目を向けてみるとエーヤワディ地域の約 6 割程度の米生産量があるバゴー地域ともう一つのデルタ地域に属するヤンゴン地域を合計するとエーヤワディ地域の米生産量にほぼ匹敵する。現地関係者（MRF）より、籾殻発電システムについては、ヤンゴン地域、バゴー地域への横展開への要望を得ており、エーヤワディ地域で複数の事業モデルを構築し、第２ステップ、第３ステップで、ヤンゴン地域、バゴー地域への展開し、面的な広がりをもって地域全体に拡大する方向性も想定され、エーヤワディ地域、ヤンゴン地域、バゴー地域の面的な展開により、全体として 50MW の展開を目指す。

（展開に向けた方向性）

- JCM 設備補助等の JCM 支援スキームを活用するなど、日本政府、ミャンマー政府の支援を得つつ、2021 年までに累計約 50MW の籾殻発電所の整備を目指す。この事業により 2021 年までにエネルギー起算 CO2 削減量は、累計で約 100 千 t-CO2/年と見積もられる。
- 各候補地域での各個別精米所の詳細分析や今後の精米業界の統廃合の実施状況により実際の時系列事業展開は変わってくる。MRF 関係者との対話を通じ、地域性を考慮したモデル的な事業を確立し、面的な事業展開の基礎とする。
- 標準的な事業モデルをパッケージ化での方向性を以下の通り。
  1）ナショナルグリッドの整備された地域での事業展開とオフグリッド地域での事業展開では、精米所の状況、電力の状況、地域開発の状況、インフラの状況など、事業環境が大きく異なっている。このため、「ナショナルグリッドでの展開モデル」と「オフグリッドでの展開モデル」の２つのパターンについて、事業モデルを構築する。
  2）設計や調達の効率化等による設備・建設コストの削減を図る。
  3）事業ノウハウの蓄積により運転費用の削減を図る。
  4）JCM 適用時のモニタリングシステムに関してツール化し、事業者の負担を軽減する工夫を行う。
  5）事業に必要な資金スキームを構築する。初期段階は、JCM 設備補助事業を想定したスキームであるが、導入が本格化する段階では、JCM 設備補助事業での補助水準の低減化、ミャンマー地方政府の地域電化対策での優遇措置（売電単価での優遇等）

（時系列的な事業展開のイメージ）

- 1.6MW のみで 50MW を建設する事業展開イメージと 1.6MW に 3MW を併用した事業展開イメージを示す。24 か所もしくは 31 か所の籾殻発電設備がエーヤワディ地域で建設されることになる。5 つの候補地域で単純平均 5～6 か所の籾殻発電設備が稼働していくことになり、87～155 千世帯に電気が供給されることになる。
  - 1.6MW の事業展開イメージは、精米業界の統廃合等の発電事業にとってプラス材料があまり進展しなかったケースを想定している。
  - 1.6MW と 3MW の併用の事業展開イメージは、米の単収増加、精米業界の統廃合や籾殻の長期・安定確保体制が構築できた場合等ケースを想定している。
- 現時点では、全て設備費の 50%とし整理したが、導入が本格化する段階で、設計や調達の効率化と維持管理の効率化によって総事業費は削減されていくものと期待される。この場合には、補助率を段階的に引き下げつつ、展開を図ることも考えられる。

表 4-5　事業展開イメージ（案）（-1.6MW モデル）

年度		2016	2017	2018	2019	2020	2021	合計	備考
事業規模	新設（個所）	1	2	4	6	8	10	31	
	累計（個所）	1	3	7	13	21	31		
	新設（kW)	1,600	3,200	6,400	9,600	12,800	16,000	49,600	
	累計（kW）	1,600	4,800	11,200	20,800	33,600	49,600		
年間発電量	新設（MWh/年)	11,520	23,040	46,080	69,120	92,160	115,200	357,120	
	累計（MWh/年)	11,520	34,560	80,640	149,760	241,920	357,120		
籾殻処理量	新設（トン/年)	14,400	28,800	57,600	86,400	115,200	144,000	446,400	
	累計（トン/年)	14,400	43,200	100,800	187,200	302,400	446,400		
総事業費	新設（1,000 USD)	4,500	9,000	18,000	27,000	36,000	45,000	139,500	建屋等を含む
	累計（1,000 USD）	4,500	13,500	31,500	58,500	94,500	139,500		
補助金	新設（1,000 USD)	1,650	3,300	6,600	9,900	13,200	16,500	51,150	補助率 50%（設備費）
	累計（USD）	1,650	4,950	11,550	21,450	34,650	51,150		
エネ起 CO2 削減量	新設（t-CO2/年)	3,360	6,720	13,440	20,160	26,880	33,600	104,160	2,100t-CO2/MW･年
	累計（t-CO2/年）	3,360	10,080	23,520	43,680	70,560	104,160		
その他 GHG 削減量	籾殻の野積等による廃棄時のメタン排出削減の可能性も考えられるが、個別事例の処理状況によるため、保守的に考え、削減量は加味しない。								

表 4-6　事業展開イメージ（案）（-1.6MW+3MW 併用モデル）

年度		2016	2017	2018	2019	2020	2021	合計	備考
事業規模	新設（個所）	1	1	3	5	6	8	24	
	累計（個所）	1	2	5	10	16	24		
	新設（kW)	1,600	3,000	6,200	10,800	12,400	17,000	51,000	
	累計（kW）	1,600	4,600	10,800	21,600	34,000	51,000		
年間発電量	新設（MWh/年)	11,520	21,600	44,640	77,760	89,280	122,400	367,200	
	累計（MWh/年)	11,520	33,120	77,760	155,520	244,800	367,200		
籾殻処理量	新設（トン/年)	14,400	25,200	54,000	93,600	108,000	147,600	442,800	
	累計（トン/年)	14,400	39,600	93,600	187,200	295,200	442,800		
総事業費	新設（1,000 USD)	4,500	5,420	14,420	24,340	28,840	38,760	116,280	建屋等を含む
	累計（1,000 USD）	4,500	9,920	24,340	48,680	77,520	116,280		
補助金	新設（1,000 USD)	1,650	2,040	5,340	9,030	10,680	14,370	43,110	補助率 50%（設備費）
	累計（USD）	1,650	3,690	9,030	18,060	28,740	43,110		
エネ起 CO2 削減量	新設（t-CO2/年)	3,360	6,300	13,020	22,680	26,040	35,700	107,100	2,100t-CO2/MW･年
	累計（t-CO2/年）	3,360	9,660	22,680	45,360	71,400	107,100		
その他 GHG 削減量	籾殻の野積等による廃棄時のメタン排出削減の可能性も考えられるが、個別事例の処理状況によるため、保守的に考え、削減量は加味しない。								

（面的な事業展開での事業環境整備）

面的な事業展開を実施するためには、以下の両国政府の協力を得つつ、籾殻発電事業の事業環境整備を進めることが重要である。

このため、現地精米業界（MRF）、エーヤワディ管区の関係者連携しつつ、関係機関へのこの事業の意義や効果についての理解の醸成を図りつつ、以下の点に関し、推進する。

- 外国投資法の規制の緩和または適用除外（10MW 以下の発電事業は、ミャンマー国内企業のみに限られている）。
- 送電網の整備、中長期的な都市開発計画での推進策の明確化（バイオマス発電を含む地域での自律分散型発電整備の推進策、導入目目標の設定等）。
- FIT（Feed-in-Tariff）等の導入による再生可能エネルギーの優遇・支援措置

(4) 事業化の実施スキーム

事業化の実施に当たっては、日系企業とミャンマー企業とで SPC を組成し、運営することを想定している。日系企業とミャンマー企業との出資比率は、現行法制度から日系企業が 75%程度とする。ミャンマー企業の出資は、籾殻を提供する精米事業者、その他米関係企業を想定している。

籾殻発電の成功の主要要因の一つは、必要量の籾殻を適正な価格で、長期間、安定的に調達できることであるといわれている。精米事業者自らも出資し、自社で発生した籾殻を供給し、電気を供給されるというセミクローズドなスキームが長期・安定した運営が可能になると思われる。

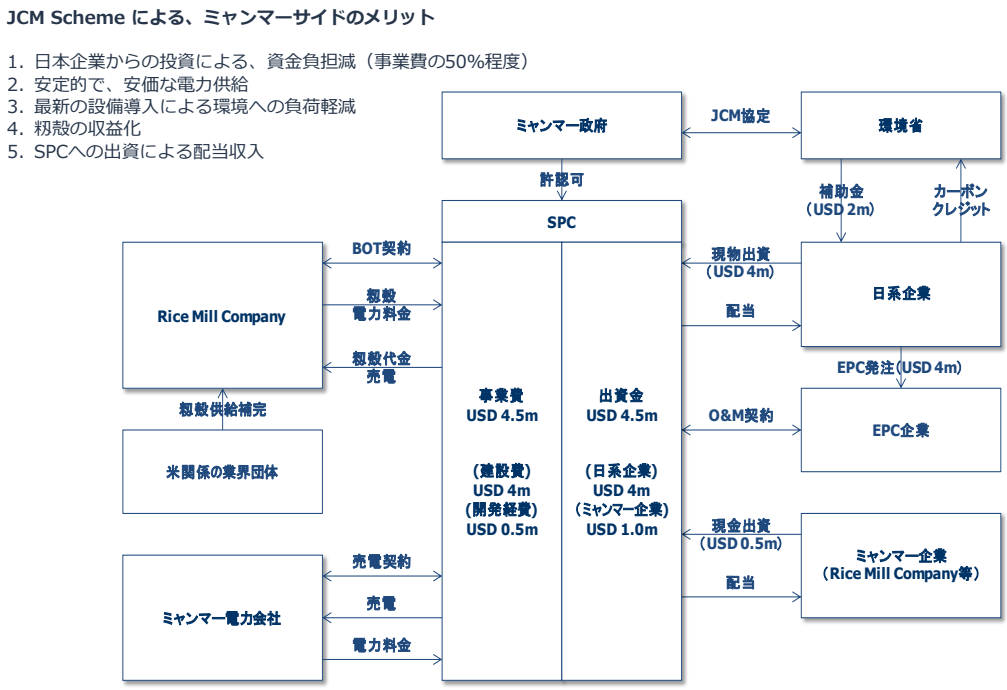


図 4-10　事業化の実施スキーム（現時点での案）

(5) 事業化スケジュール

第 1 ステップ及び第 2 ステップ着手までの事業化スケジュールを記す。2015 年度に詳細調査を経て、2016 年度内に着工・竣工する予定とする。但し、関係省庁等の協議日程に関しては、あくまで想定である。

なお、ミャンマーの会計年度は、4 月 1 日～3 月 31 日である。

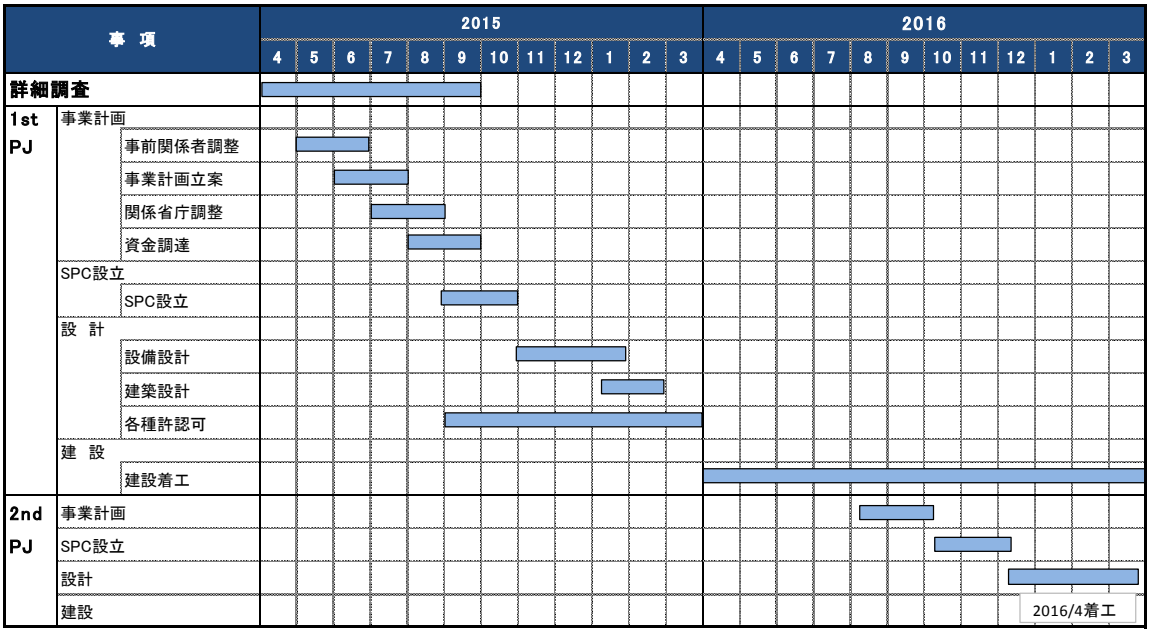


図 4-11　事業化スケジュール（想定）

5. 今後の展開

２回の現地ワークショップを通じ、カウンターパートである MRF（精米・米産業の業界団体）を通じ、現地精米関係者と議論を行い、大規模 JCM としての展開の可能性に関し、日本側の方向性や論点を説明しつつ、ミャンマー側のニーズの把握、アイデア、意向を確認するとともに、今後の具体的な展開に向け、ミャンマー側より以下の提案を受けた。

- 精米所の籾殻利用の状況は、統計データ等では正確に把握することが困難であり、実際のサイトを複数訪問し、詳細な調査を行い、有望な地域の絞り込みを行うことが必須である。
- これまでの議論の成果に関して、関係行政機関（中央政府、地方政府）に説明を行い、本取り組みの理解を得つつ、具体化させる。
- 籾殻発電の有望地域として、エーヤワディ管区内では、Myaungmya、Pyapon、Mawlamyinegyun、Bogale、Kyaiklat、Maubin の６つのタウンシップの提案があった。また、エーヤワディに限定すべきではなく、他の地域を含め、展開の可能性を議論したいとの提案があり、具体的には、ヤンゴン地域では、Kungyangon、Kawhmu、Taikkyi、Htantabin の４つのタウンシップ、また、バゴー（Bago Region）では、Letpadan、Thayarwady、Oktwin、Taungoo の４つのタウンシップの提案があった。

日本側とミャンマー側が共同して、具体化を進めることが重要であり、MRF では、3 月に、専門の検討チームを立ち上げ、共同で検討する体制を構築した。

今後、事業化を行う上で、課題と対応方向としては、以下の点が挙げられる。

- ステップ 1「プロトタイプ的な設備での試行（モデル事業の段階）」

（課題）

・ ミャンマーにおいては、籾殻を利用した 2～3MW 規模での蒸気タービン発電の取り組み事例が少なく、事業モデルが発展途上の段階にあり、技術適用上の問題、運営上の問題などについて、モデル事業を通じて検証し、事業化のノウハウを蓄積する必要がある（日本側関係者、現地関係者の双方）。

（対応方向）

・ JCM での設備補助事業を活用し、日本側、現地精米関係者、米関係業界関係者等が共同でモデル的な事業を実施し、エーヤワディ地域における成功モデルを具体化させ、その中で事業化のノウハウの蓄積を行う。

- ステップ 2&3「本格的な事業展開の段階」～「電力インフラとの連携による面的展開」

（課題）

・ ステップ 1 で構築した事業モデル（計画～設備整備～事業運営までをパッケージ化したもの）を他の地域に横展開するためには、モデル事業を普及させるための仕組みと事業化する際の資金メカニズムの両面が課題となる。

（対応方向）

- 米産業の業界団体である MRF の機能を活用し、地域の精米所での事業化を支援する仕組みの構築が有望である。
- 事業化に必要な資金に関しては、JICA 等の低利融資の資金の活用も有効と考える（例：ツーステップローンの仕組みの創設）。
- JICA、ADB での送電網の整備、地域開発の支援の取り組みとの連携（例 : JICA による円借での送電網の整備、地域計画・地方村落電化計画等の策定との連携）

上記で示した課題と対応方向を踏まえ、今後、日本政府、ミャンマー政府と連携を図りつつ、MRF と共同し、籾殻を利用したバイオマス発電を核とした地域自律分散型エネルギーシステムの確立と普及拡大の実現に向け、以下のアクションの具体化を図る。

～ステップ 1 でのモデル的な事業の具体化のためのアクションプラン～

- エーヤワディ地域における有望地域での事業化検討：精米所の籾殻利用の状況は、統計データ等では正確に把握することが困難であり、実際のサイトを複数訪問し、詳細な調査を行い、有望な地域の絞り込みを行う。具体的な候補地としては、Myaungmya、Pyapon、Mawlamyinegyun、Bogale、Kyaiklat、Maubin を想定する。

- 関係行政機関との連携・調整：これまでの議論の成果に関して、関係行政機関（中央政府、地方政府）に説明を行い、本取り組みの理解を得つつ、事業プランを具体化させる。

～ステップ 2、3 での面的な事業展開に向けたアクションプラン～

- エーヤワディ地域以外の稲作地域での展開の可能性検討 : ヤンゴン地域、バゴー地域への横展開の可能性に関し検討を行う。具体的な地域としては、ヤンゴン地域では、Kungyangon、Kawhmu、Taikkyi、Htantabin、バゴー地域（Bago Region）では、Letpadan、Thayarwady、Oktwin、Taungoo を想定する。

- 面的な展開に向けた具体策の検討 : 地域での面的な展開を進める際には、展開のための方向性や具体策をまとめた基本戦略（ロードマップ）検討が重要である。また、先進的な取り組みにより確立した事業モデルを普及拡大するための枠組みが重要であり、地域での基本戦略を関係者で共有することは取り組みの持続的な発展を促すことも期待できる（単なるモデル事業で終わらせないための工夫）。

- このため、具体的な候補地域を設定し（先進的に取り組むモデル地域）、地域での送電網の整備、中長期的な地域開発計画との連携を図りつつ、精米所を地域のエネルギー供給の拠点として活用した低炭素型のコミュニティ構想を検討する。検討にあたっては、JICA、ADB での送電網の整備、地域開発の支援の取り組みとの連携の可能性も検討する（低炭素技術普及のための資金補助等の活用）。

- 検討においては、籾殻発電システムによる電気や熱をいかにスマートに利用するかといった電力需要サイドでの対策との一体的な展開が重要である（例：負荷平準化、建物での省エネ対策、省エネ性能の高い設備の導入、地域での熱の有効利用の仕組み）。このため、電力や熱の利用段階での省エネ対策の可能性を検討する。

- このような地域でのロードマップ・構想づくりについては、例えば、日本での「環境モデル都市」「バイオマスタウン構想」「低炭素地域づくり計画」「構造改革特別区域（特区）」などの取り組みは参考になるため、日本の自治体での経験やノウハウを活用しつつ展開することを検討する。

添付資料

添付資料は、検討結果の詳細、参考データをとりまとめたものである。

添付資料１：　調査の概要

ミャンマー・エーヤワディ地域における低炭素型コミュニティのための籾殻発電システムの可能性調査	株式会社三菱総合研究所 株式会社フジタ

エーヤワディ地域（ミャンマー）を対象に、籾殻を利用したバイオマス発電を核とした地域自立分散型エネルギーシステムを構築し、電力、熱を利用した農村地域での新たな産業創造や地域コミュニティのエネルギーアクセスの改善など、精米所及びその周辺地域での低炭素型コミュニティの構築を目指す。

【事業内容】
- 導入システムの検討
- 事業化の検討
- GHGの削減量等の効果の検討、JCM推進課題の検討
- 低炭素地域の形成のための推進方策の検討

〔籾殻の発生状況〕

実施体制

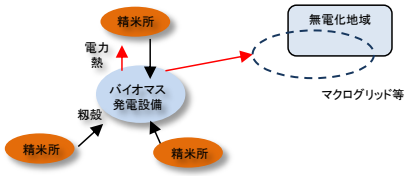
【日本側実施者】
- （株）三菱総合研究所（全体統括）
- （株）フジタ

【ミャンマー側協力機関】
- 精米業界団体
- 現地行政機関

〔現地ワークショップ〕

現地のニーズ
- 精米所で発生する籾殻が有効に利用されていない。
- 無電化地域が多く、電化による生活の質の向上、産業振興が課題

籾殻発電システムを地域のエネルギー供給の拠点として位置づけ、面的な利用を推進



期待される効果
- エネルギー起源CO2の削減（発電用化石燃料等の削減）
- 電気・熱の供給（工場、業務施設）
- 無電化地域での電化による生活の質の向上
- 新規産業による雇用機会の創出

大規模案件化の可能性

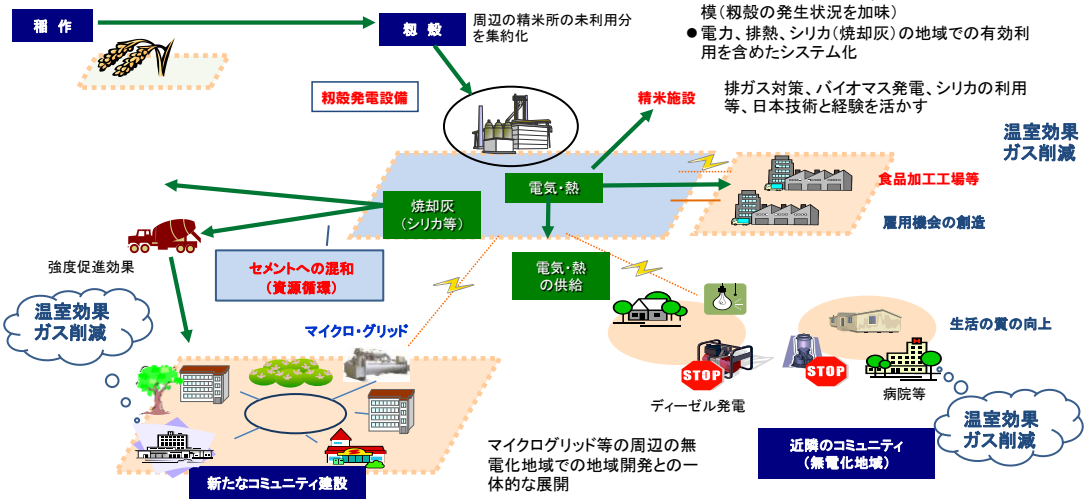
ミャンマーの稲作の大産地であるエーヤワディ地域での事業モデル

エーヤワディ地域やミャンマーでも面的な展開が期待できる

アジア各地への横展開も期待できる。

低炭素型コミュニティのための籾殻発電システムの展開イメージ

- 中小規模（2～3MW程度/1か所）の発電事業規模（籾殻の発生状況を加味）
- 電力、排熱、シリカ（焼却灰）の地域での有効利用を含めたシステム化



添付資料２：　　ミャンマー及びエーヤワディ地域概要について

地理的状況（エーヤワディ地域の河川）

エーヤワディ川はミャンマー最大の川であり、全長は 2,170 km で、北ミャンマーから南ミャンマーへ流れる過程で 9 つへ分かれ三角州を形成する。Pathein 川は最西に位置する分流であり、Yangon 川は最東に位置する。分流は、Pathein 川、Ywe 川、Pyamala 川、Pyinzalu 川、Ayeyarwady 川、Myitmaka 川、Bogale 川、Thande 川、Yangon 川から構成される。水量は平均 13,000 m3/s、最大 32,600 m3/s、最低 2,300m3/s である。モンスーン期の降雨は 5 月から 10 月にかけ発生し、エーヤワディ川とその分流の水量は大きく変動する。

図 1　エーヤワディ地域の地図（青：水流、赤：道路）

出典）Myanmar Information Management Unit http://www.themimu.info/states_regions/ayeyarwady

国土・気候条件

ミャンマーの面積は約 68 万平方キロメートルで、日本の約 1.8 倍である。国土の大半が熱帯又は亜熱帯に属するが、その南北に長い特徴により気温や降水量は地域による差異が大きい。1 年を雨期（5 月中旬～10 月）、乾期（10～2 月）、暑期（3～5 月）の 3 つに分けることができる。

エーヤワディ地域の面積は、約 3.5 万平方キロメートルである。エーヤワディ川河口付近は広大なデルタ地帯となっており、雨期の大量降雨を利用した天水田の稲作農業で、ミャンマー最大の米作地帯である。

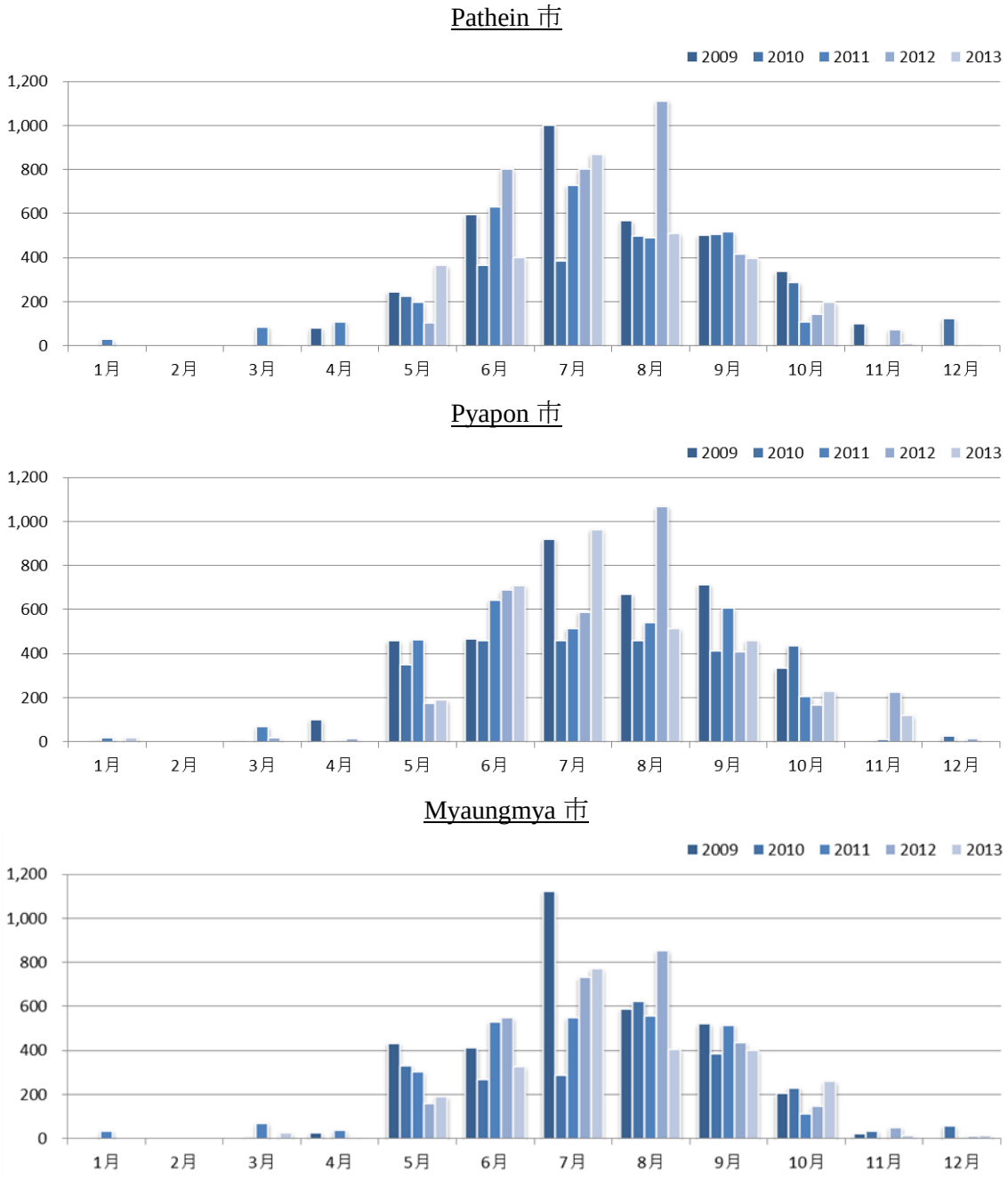


図 2　エーヤワディ地域内の年間降水量（単位：mm）

出典）ミャンマー気象水文局資料

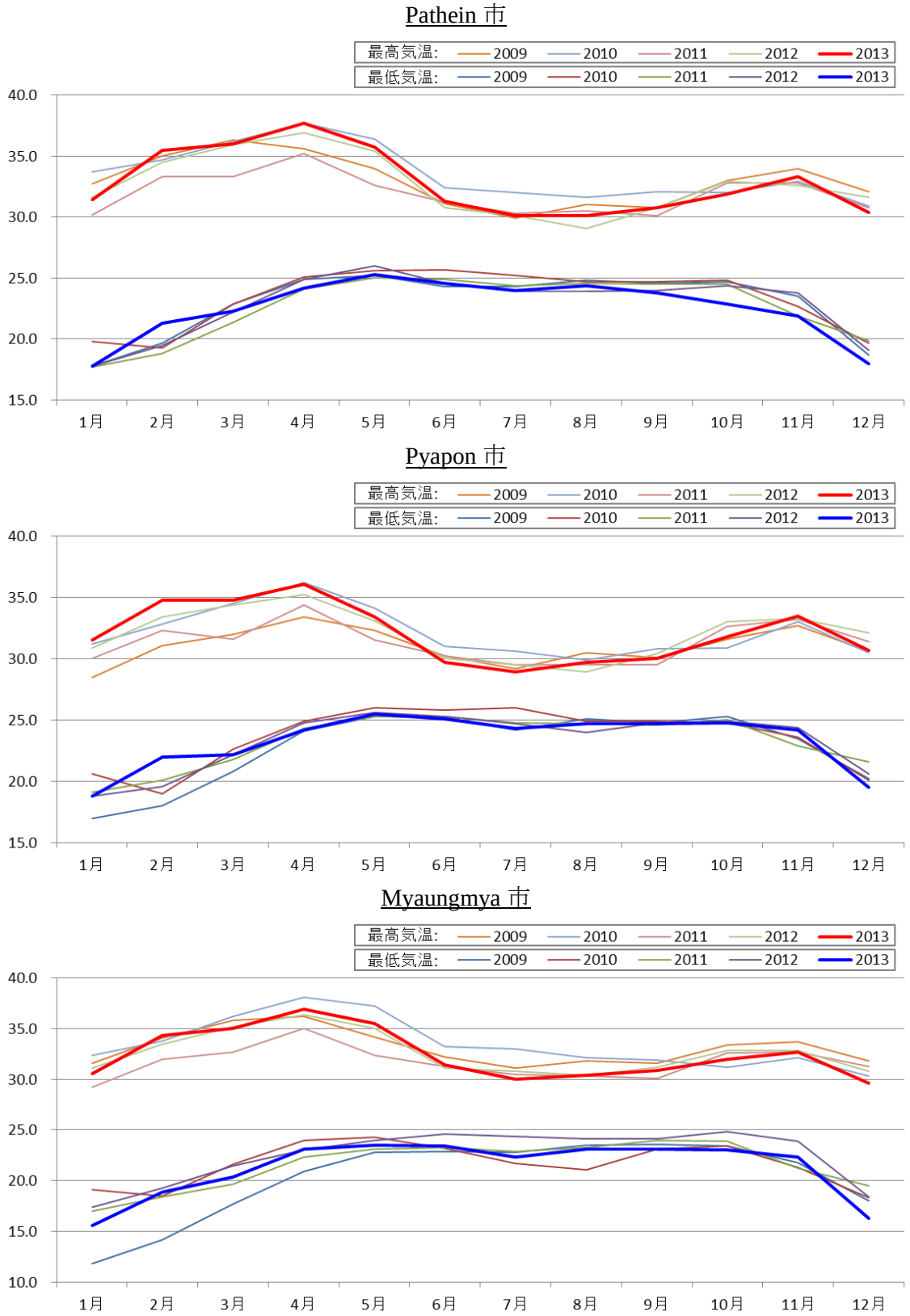


図 3　エーヤワディ地域内の月別平均気温（単位：℃）

出典）ミャンマー気象水文局資料

地域行政

ミャンマーの地域行政区分は、以下のとおり 7 つの管区（Division）と 7 つの州（State）から構成され、主に管区はビルマ族が多く居住し、州はそれ以外の少数民族が居住している。

管区	州
エーヤワディ管区（Ayeyarwady）	カチン州（Kachin）
ザガイン管区（Sagaing）	カヤー州（Kayah）
タニンダーリ管区（Tanintharyi）	カレン州（Kayin）
バゴー管区（Bago）	シャン州（Shan）
マグウェ管区（Magway）	チン州（Chin）
マンダレー管区（Mandalay）	モン州（Mon）
ヤンゴン管区（Yangon）	ラカイン州（Rakhine）

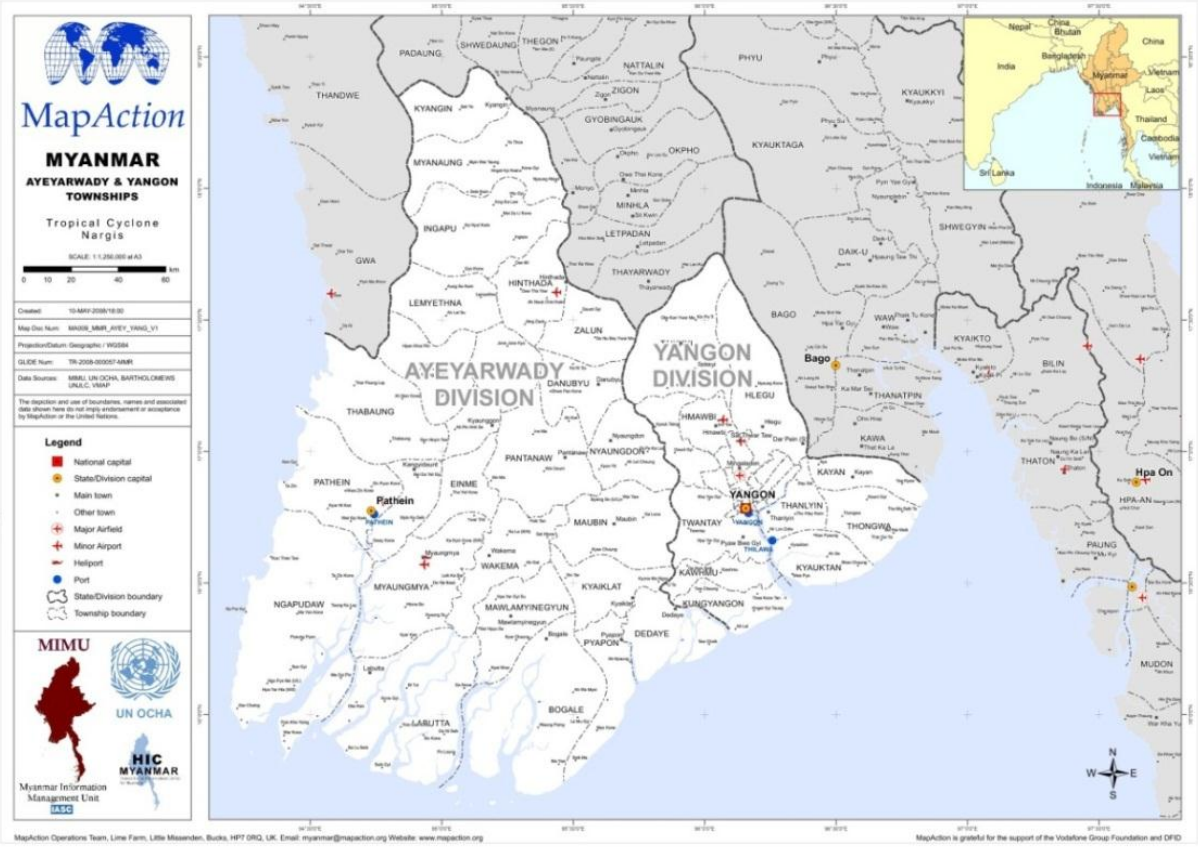


図 4　ミャンマーの地域行政区分（エーヤワディ管区及びヤンゴン管区）

出典）Myanmar Information Management Unit

人口の動向

ミャンマーの人口は、2014 年 9 月時点で 5,141 万人である。そのうちの約 70%がビルマ族、その他はシャン族、カレン族、カチン族など 135 の少数民族で構成されている。

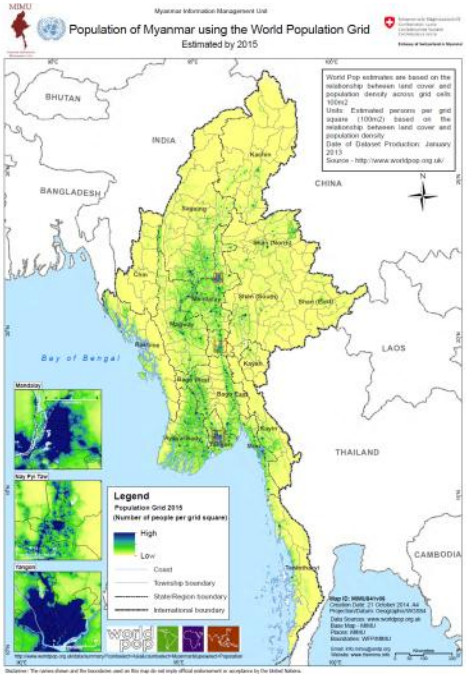


図 5　ミャンマーの人口分布（2015 年推定）[1]

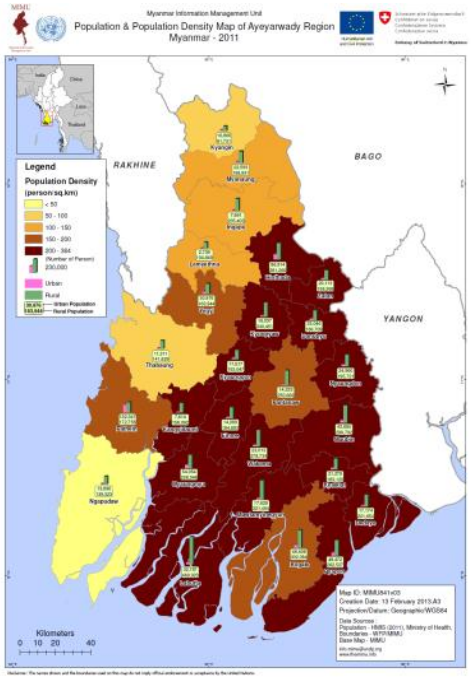


図 6　エーヤワディ管区の人口分布（2011 年）

出典）Myanmar Information Management Unit

表 1　各都市の世帯数

Area Name	Number of households	Number of housing units	Number of townships	Number of wards	Number of village tracts	Number of villages
	Total	Total	Total	Total	Total	Total
Myanmar	9,101,983	8,458,567	330	3,063	13,618	64,134
Kachin	221,551	218,215	18	152	596	2,579
Kayah	47,660	44,270	7	31	74	511
Kayin	225,393	201,416	7	84	374	2,063
Chin	81,028	79,398	9	40	470	1,346
Sagaing	873,780	844,165	37	226	1,760	6,003
Tanintharyi	217,865	201,308	10	83	264	1,230
Magway	779,839	744,598	25	166	1,539	4,795
Mandalay	1,065,146	1,017,472	28	269	1,416	4,780
Mon	344,686	314,081	10	86	377	1,182
Rakhine	528,698	508,022	17	133	1,040	3,860
Yangon	1,285,295	995,760	45	742	619	2,128
Ayeyarwady	1,344,482	1,297,556	26	252	1,913	11,935
Nay Pyi Taw	224,861	211,411	8	54	187	799
Bago Region	1,011,369	969,544	28	254	1,423	6,564
Shan State	850,330	811,351	55	491	1,566	14,359

出典）State & Region Administrative structure by Official Gazeteer at 2012 August: General Administration Department, MOHA　http://www.themimu.info/baseline-datasets

[1]http://www.themimu.info/sites/themimu.info/files/documents/Population_Map_using_World_Population_Grid_2015_MIMU841v06_21Oct2014.pdf

添付資料３：　ミャンマー及びエーヤワディ地域の農業及び精米産業の状況について

稲作の状況

ミャンマーの主要産業は農業であり、就業構造の中でも約 5 割が農業に従事しているが[2]、主要作物である米の生産量や収穫面積などは、アジア諸国の中でも遅れがみられる。

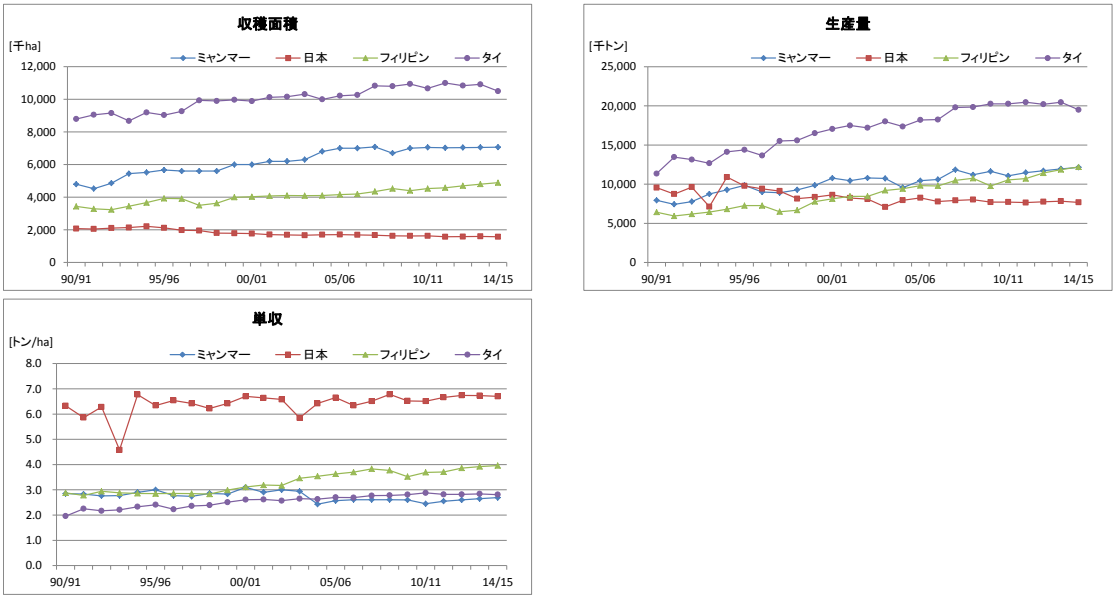


図 7　米の収穫面積、生産量、単収の推移

注）生産量は精米ベースによる。

出典）USDA データ　http://apps.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx

国際連合食糧農業機関によると、ミャンマーの主要作物は米であり、2012 年に 28,080,000 トン生産した[3]。ミャンマーにおいて、米の水稲栽培は 2 期作も行われている。しかし、主な栽培時期は雨季で、籾殻の入手は季節性がある。米の生産量と輸出量が入手時期の目安となる。

表 2　（2003 年－2007 年）月別平均水田生産量（%）

雨　季								乾　季			
5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
3	2	3	1	1	6	36	36	4	1	4	5

出典）　Myanmar: Capitalizing on rice export opportunities, The World Bank, 28 February 2014

表 3　（2007/8 年－2011/12 年）月別平均米輸出量（%）

雨　季								乾　季			
5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
7	7	7	3	7	7	4	8	12	8	14	11

出典）Myanmar: Capitalizing on rice export opportunities, The World Bank, 28 February 2014

[2] 国連開発計画（UNDP）レポート “Regional Perspective on Poverty in Myanmar”（2013 年 8 月）

[3] FAOSTAT, FAO of UN, Accessed on August 30,2013, http://faostat.fao.org/site/535/default.aspx#ancor

ミャンマーの水稲栽培の面積当たりの生産量は 2.5ton/ ha と報告されている。ASEAN 地域では非常に少ないが、国の発展とともに生産量が上昇する可能性がある。大部分の米は平均面積 5 エーカー[4]（約 20,234m2）ほどの小規模な農場で栽培されており、個人農場主との契約による籾殻確保は難しい。

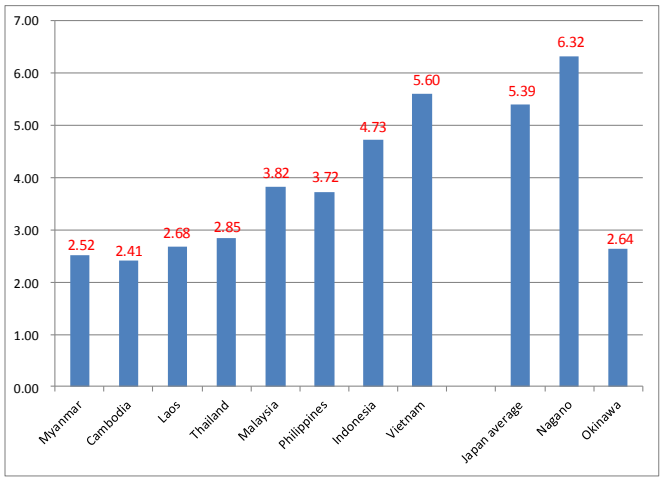


図 8　アセアン諸国の水田生産量〈2010 年－2012 年平均）

出典）Myanmar: Capitalizing on rice export opportunities, The World Bank, Report number 85804 dated 28 February 2014.　日本データは農林水産省「平成 25 年産水陸稲の収穫量」を基に加筆。

[4] Myanmar: Capitalizing on rice export opportunities, The World Bank, Report number 85804 dated 28 February 2014. Replicated with permission requested 22 Oct 2014

表 4　地域別の米生産量

		2004/05 - 2008/09			2009/10			2010/11			2011/12		
		雨季	乾季	合計	雨季	乾季	合計	雨季	乾季	合計	雨季	乾季	合計
デルタ地域	エーヤワディ管区	5,563	2,303	7,866	5,944	2,563	8,507	5,944	2,563	8,507	5,972	2,510	8,482
	バゴー管区	4,259	585	4,844	4,790	791	5,581	4,790	791	5,581	4,803	630	5,433
	ヤンゴン管区	1,625	283	1,908	1,709	333	2,042	1,709	333	2,042	1,710	320	2,030
	小　計	11,447	3,171	14,618	12,443	3,687	16,130	12,443	3,687	16,130	12,485	3,461	15,946
乾燥地域	ネピドー連邦地区	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	34	34	287	43	329
	マグウェ管区	1,162	271	1,433	1,467	262	1,729	1,501	322	1,823	1,524	332	1,856
	マンダレー管区	1,401	435	1,836	1,298	346	1,644	1,307	369	1,675	993	331	1,324
	ザガイン管区	2,746	751	3,497	3,131	874	4,005	3,179	865	4,044	3,109	745	3,855
	小　計	5,309	1,457	6,766	5,896	1,482	7,378	5,986	1,590	7,577	5,913	1,451	7,364
沿岸地域	モン州	1,213	181	1,394	1,278	222	1,500	1,278	222	1,500	1,294	206	1,500
	ラカイン州	1,638	31	1,669	1,825	31	1,856	1,825	31	1,856	1,697	29	1,726
	タニンダーリ管区	534	43	577	544	24	568	544	24	568	510	25	535
	小　計	3,385	255	3,640	3,647	277	3,924	3,647	277	3,924	3,501	260	3,761
山岳地域	チン州	103	*	103	120	*	120	120	*	120	127	*	127
	カチン州	680	27	707	925	45	970	925	45	970	945	18	963
	カヤー州	123	15	138	137	17	154	137	17	154	140	17	157
	カレン州	595	173	768	721	215	936	721	215	936	755	217	972
	シャン	2,099	171	2,270	2,394	160	2,554	2,394	160	2,554	2,409	154	2,563
	小　計	3,600	386	3,986	4,297	437	4,734	4,297	437	4,734	4,374	407	4,781
合　計		23,742	5,269	29,010	26,283	5,883	32,166	26,373	5,991	32,365	26,273	5,579	31,852

出典）Myanmar: Capitalizing on rice export opportunities, The World Bank, Report number 85804 dated 28 February 2014.

精米産業の状況

精米は昔ながらの非効率的な設備によって行われているものが多く、国内に約 1,500 の精米所と 15,000 もみすり機が現存すると報告されている。籾殻は精米の約 20%を構成し、年間約 500 万トンの国内全体の産出になる。この数量は、単純計算で約 500MW の最大電力を生み出す。

エーヤワディ地域は“ビルマの穀物貯蔵庫”として知られ、国内総生産の半分の米を産出していると報告される。

籾殻は、工業用のボイラーや精米所で燃やされ、蒸気エネルギーとして使用される。そのため、燃料の入手可能範囲内でのボイラー等との需要競争にさらされる。ミャンマーは既に籾殻を精米所などでの蒸気機関や発電に使用している。エーヤワディ地域内での動力源別精米所数の動向を示す。

表 5　エーヤワディ地域における動力源別精米所数の動向

動力源	2012/2013		2013/2014		増　減	
	施設数	能力（トン/日）	施設数	能力（トン/日）	施設数	能力（トン/日）
電力	57	1,485	102	1,962	45	477
ボイラー	278	8,856	238	6,878	-40	-1,978
ガス化	137	3,014	927	8,715	790	5,701
ディーゼルエンジン	115	2,299	2,025	10,918	1,910	8,619
合計	587	15,654	3,292	28,473	2,705	12,819

注）24 時間操業と仮定

出典）2012/2013 の数値:Myanmar: Capitalizing on rice export opportunities, The World Bank, 28 February 2014
2013/2014 の数値:エーヤワディ管区電力省資料を基に作成

動力源別に増減のみをみれば、主にグリッドがない地域でボイラーによる旧式の施設がガス化発電やディーゼルエンジンに置き換わってきていると見える。しかし、精米能力としては、1.8 倍程度の伸びに対して施設数では 5.6 倍となっている。ガス化発電やディーゼルエンジンによる施設は、グリッドがない地域でも小規模であれば新たに参入可能であるため、このような状況になったと推測される。一方、ミャンマーにおいては、精米関係施設は、登録することにより様々な優遇措置があるため実態と統計値が乖離していることも十分考えられると指摘されている。

低品質な技術により開発されたガス化発電プロジェクトによって土地、水、大気を汚染しているという報告がある[5]。これは環境コンプライアンスの不遵守やプロジェクトの低コスト化の優先が原因である。2012 年 3 月の The Myanmar Times によると Myanmar Engineering Society が問題を緩和するために、ガス化発電技術を使用した発電計画の業界水準をつくると報告されている。関係当局の環境汚染の要因となるプラントを取り締まる方針は、近代的施設による汚染抑制技術を持ったバイオマスプラント開発に優位性を与える。ディーゼル、電力、非効率なボイラーを使用した精米所周辺は籾殻を使用した発電所を設置する候補地として期待できる。

[5] ミャンマータイムズウェブサイト
http://www.mmtimes.com/index.php/business/1021-engineering-society-preparingcode

動力別精米所能力

表 6　動力別精米所能力

		電　力		ボイラー		ガス化		ディーゼルエンジン		合　計	
		施設数	能力（t/日）	施設数	能力（t/日）	施設数	能力（t/日）	施設数	能力（t/日）	施設数	能力（t/日）
デルタ地域	エーヤワディ管区	57	1,485	278	8,856	137	3,014	115	2,299	587	15,654
	バゴー管区	138	3,076	99	2,788	43	721	5	80	285	6,665
	ヤンゴン管区	52	1,894	40	2,404	45	847	88	1,537	225	6,682
	小　計	247	6,455	417	14,048	225	4,582	208	3,916	1,097	29,001
乾燥地域	マンダレー管区	21	315	0	0	0	0	0	0	21	315
	ザガイン管区	51	1,326	77	1,716	19	371	16	329	163	3,742
	小　計	72	1,641	77	1,716	19	371	16	329	184	4,057
沿岸地域	モン州	1	15	23	472	1	15	7	105	32	607
	タニンダーリ管区	0	0	0	0	1	25	3	45	4	70
	小　計	1	15	23	472	2	40	10	150	36	677
山岳地域	カチン州	0	0	6	90	0	0	0	0	6	90
	カヤー州	19	380	0	0	0	0	20	400	39	780
	小　計	19	380	6	90	0	0	20	400	45	870
合　計		339	8,491	523	16,326	246	4,993	254	4,795	1,362	34,605
灰分（%）		25	25	38	47	18	14	19	14	100	100

出典）Myanmar: Capitalizing on rice export opportunities, The World Bank, Report number 85804 dated 28 February 2014.

添付資料４：　ミャンマー及びエーヤワディ地域の電力セクターの概要について

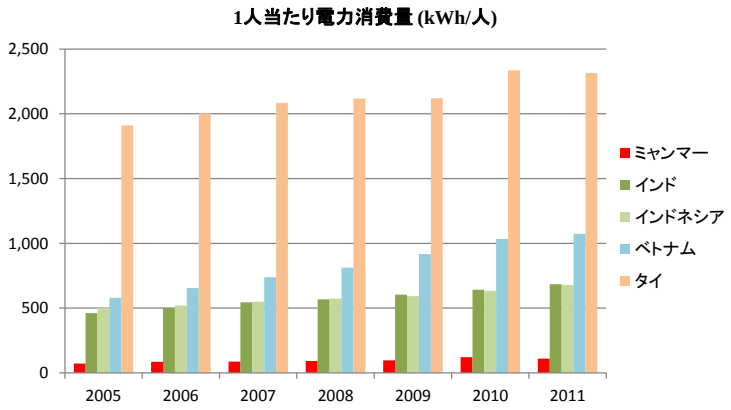


図 9　ミャンマーおよび他のアジア諸国の 1 人当たり電力消費量の推移

出典）世界銀行「World Development Indicators」を基に作成

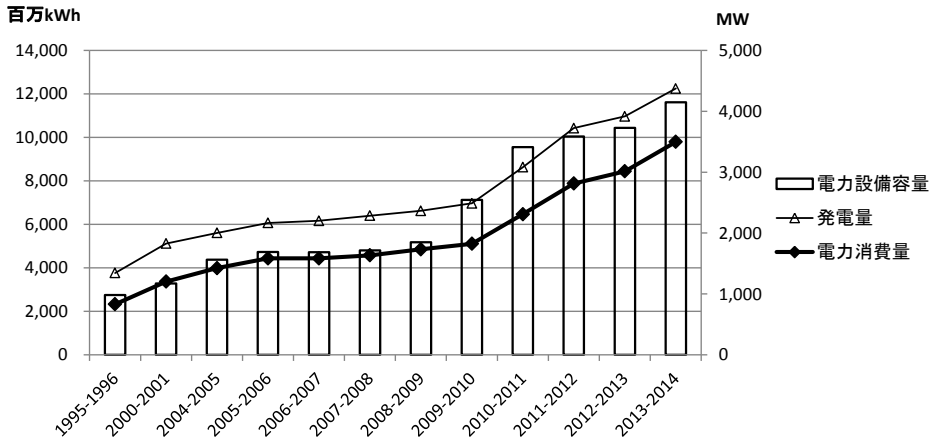


図 10　ミャンマーの電力設備容量、発電量、電力消費量の推移

出典）電力省資料を基に作成

Power Generation of Hydropower Generation Enterprise (2011-2012)

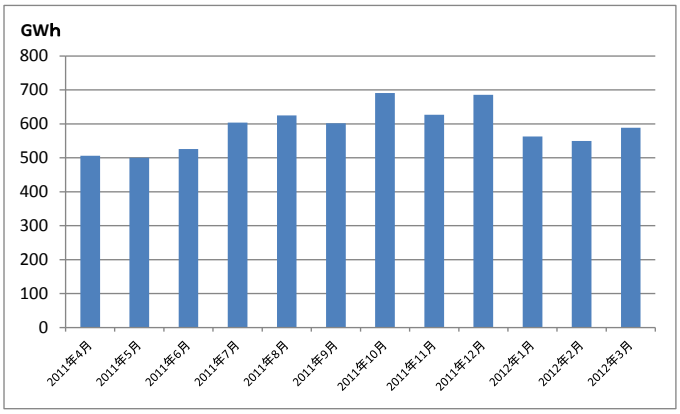


図 11　ミャンマーの水力発電の月変動の例

出典）Regional Workshop on GMS Country Experience in Achieving Performance Target, 2012

Hourly Generation of Power Plants under MOEP -1 and 2

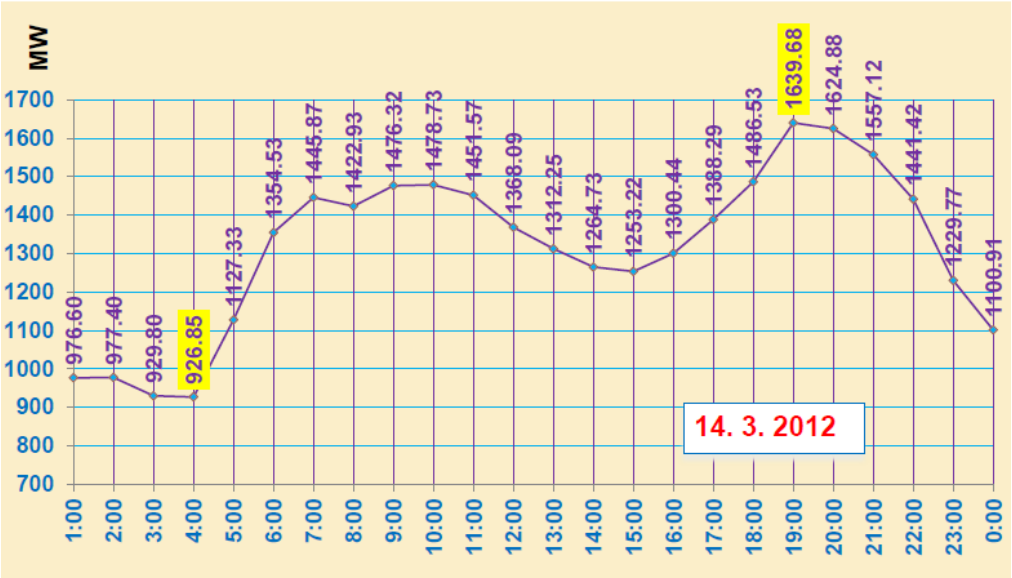


図 12　ミャンマーの電力の日変動の例

出典）Regional Workshop on GMS Country Experience in Achieving Performance Target, 2012

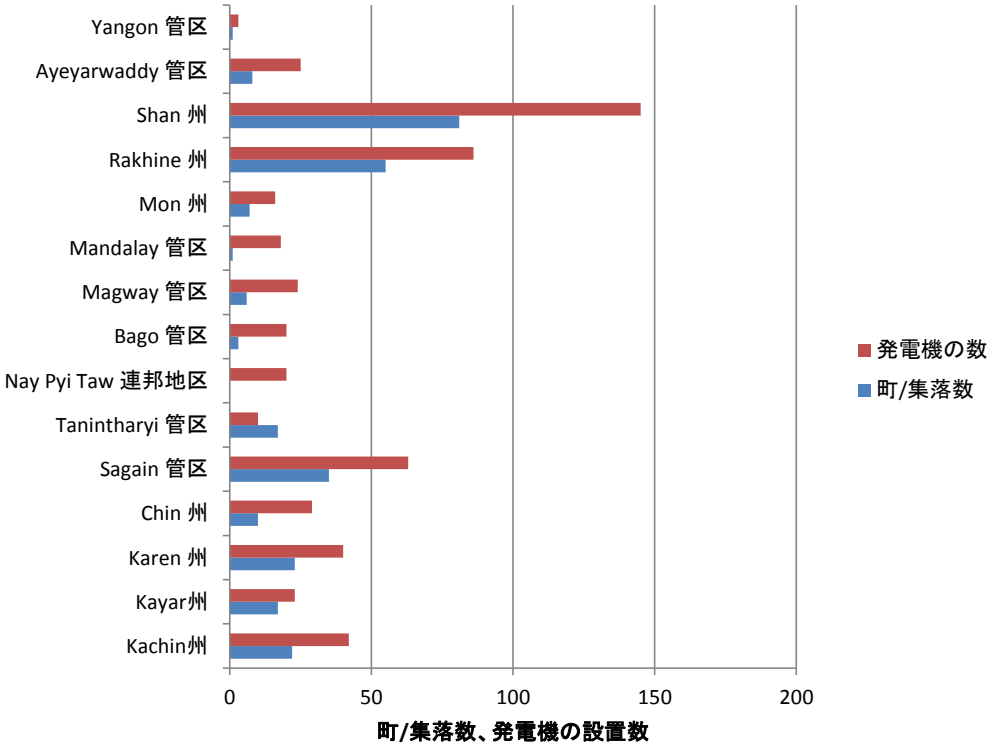


図 13　ディーゼル発電機による電化の取り組み

出典）電力省資料を基に作成

添付資料５：　ミャンマーにおける事業環境・投資環境について

ビジネスのし易さ

籾殻発電事業を投資の観点、国の事業の容易性（Ease of Doing Business）から見た場合、ミャンマーは 189 国中 177 位と世界でも事業展開の難しい国である[6]。また、ミャンマーは事業所の設立、契約の行使、投資家の保護が難しい国である。以下、外国資本による事業の制約等を記述する。

外国資本による事業

ミャンマーにおいては､外国投資法(Foreign Investment Law, FIL)の明文規定上（9 条）、外国投資に関して規制はない（外国資本 100％での投資が可能）。ただし、外国投資法施行規則や関連通達、行政運用（ライセンス許可）などにおいて、業種規制、合弁出資比率規制、最低投資金規制、特定の条件付規制、個別官庁による承認許可制度など細かい個別規制が存在し、事実上の外資参入規制が存在している。

外国投資法

ミャンマーで海外企業が活動をするためには、外国投資法に従う必要がある。以下関連する事項を記述する。

投資形態

- 100％の外国投資は許可を得た事業、外国人、現地人、政府との合弁事業でのみ許される。
- 関係者の同意を得た契約内での事業が許される。

投資必要事項

- 投資家は会社法に基づき会社を作る。
- 合同会社の場合、互いの合意した資本率である。
- 最低資本金はミャンマー投資委員会（Myanmar Investment Commission, MIC）によって事業内容を基に決定される。
- 立ち入り禁止区域内の事業は現地パートナーとの共同であり､外国資本率は外国投資規則によって定められた値である。

ミャンマー投資委員会（**MIC**）の編成

- MIC 委員長に連邦大臣を置く。
- MIC 委員は関連省、政府組織、非政府組織の専門家から構成される。
- 副委員長、局長、局次長は MIC 委員が任命される。
- MIC の設立と特性は非政府組織の専門家や企業家によって拡張される。

---

[6] Doing Business Database ,Myanmar Energy Sector Initial Assessment, ADB, October2012

禁止活動

・　一部の部門では 100%外国人所有の事業は禁止されている。

A.　伝統文化、民俗文化、公衆衛生、天然資源と自然環境に影響を与える活動。

B.　現地ミャンマー人が可能な外国投資法に指定された製造とサービス。

C.　農業、家畜の飼育、漁業に関連した活動（外国投資法に指定された活動も含む）。

D.　連邦政府に指定された経済地区以外の州境 10 マイル以内での活動。

電力発電は“予約産業”と考えられ、政府の許可が必要になる。100%の海外所有は可能ではあるが MIC, Directorate of Investment and Company Administration (DICA)と関連省そして最終的に政府との検討、交渉が必要になる。

外国人従業員

・　投資家は現地パートナーとの会社設立の際に設定したパーセンテージに従ってスタッフ・技術者の任命及び雇用を行わなければならない。

A.　最初の 2 年間に最低 25%の現地スタッフ。

B.　次の 2 年間に最低 50%の現地スタッフ。

C.　次の 2 年間に最低 75%の現地スタッフ。

D.　ただし、規定者は知識ベース企業に対し上記期間の変更を行うことができる。

税優遇措置と保証

・　全ての投資家は 5 年間の免税期間に申請でき、さらに MIC が追加優遇措置を行うことができる。

・　輸出に対する商業税の免除。

・　MIC の承認を得た場合、機械類と原材料に対する 3 年間の関税の免除。

・　投資を拡張する際の追加関税と他の内国税の免除。

土地の使用

・　政府あるいは民間による外国人投資家への土地の賃貸は投資内容と規模によって最大 50 年まで有効である。

・　投資内容と規模によっては 10 年間の期間延長を 2 回行うことができる。

外国資本と送金権利

・　MIC は投資家の名と中央銀行に認められた貨幣の外国資本を登録できる。登録の際、外国資本の種類が明記されていなければならない。

・　外国資本の送還及び送金は委員会に期間を指定される。

・　外国為替を取り扱う現地の銀行を通して投資家は外国送金を行う権利を持つ。

行政罰

法律、規則、規制、手順、通知などに反した投資家に対し a.警告、b.免税と優遇措置

の一時停止、c.許可のはく奪、d.ブラックリスト化し,追加許可発行の禁止の罰則を与える。

本件籾殻発電事業の外国投資規制上の法適用

以上のような外国投資規制の枠組みの中で、本件籾殻発電事業の形式的な法適用を記述する。

まず、国営企業法上の国家独占 11 業種の中に、「発電事業」とあるが、「民間及び共同発電事業を除く」と規定されているので参入可能である。その上で、外資が参入可能かという点は、外国投資法上 4 条が規定する「ミャンマー国民のみが行うことができる製造業およびサービス業」の細則として、「10MW 以下の発電事業」は、外資参入禁止と規定されている。この 10MW 要件によって、外資参入にハードルを設けている。明文上これが最大のネックであろう。

周辺業務分野に対する規制としては、外国投資法が規定する 11 の外資参入禁止業種として、MIC 通達上、「電気配電網の管理、電気の商業取引、電気関連の点検サービス」の外資参入が禁止されている。

更に、MIC 通達上「大規模発電事業、送電線建設」は環境アセスメントが条件となる事業として規定されているが、50MW 以下の発電事業については大規模発電事業に該当せず環境アセスメントは不要である。

いずれにしても、本件籾殻発電の事業化手続きにつき、電力省等関係省庁への個別ヒアリングは不可欠である。今のミャンマーでは、法の形式運用はなされておらず、実務ベースの行政運用の実態を把握する必要がある。また、各省庁の行政裁量による部分が大きいため、要件判断や解釈が分かれる論点や争点などについては、許可申請過程で議論と交渉によって、大統領府、MIC、エーヤワディ管区政府に直接働きかけ、個別の承認を取得していくことも重要である。

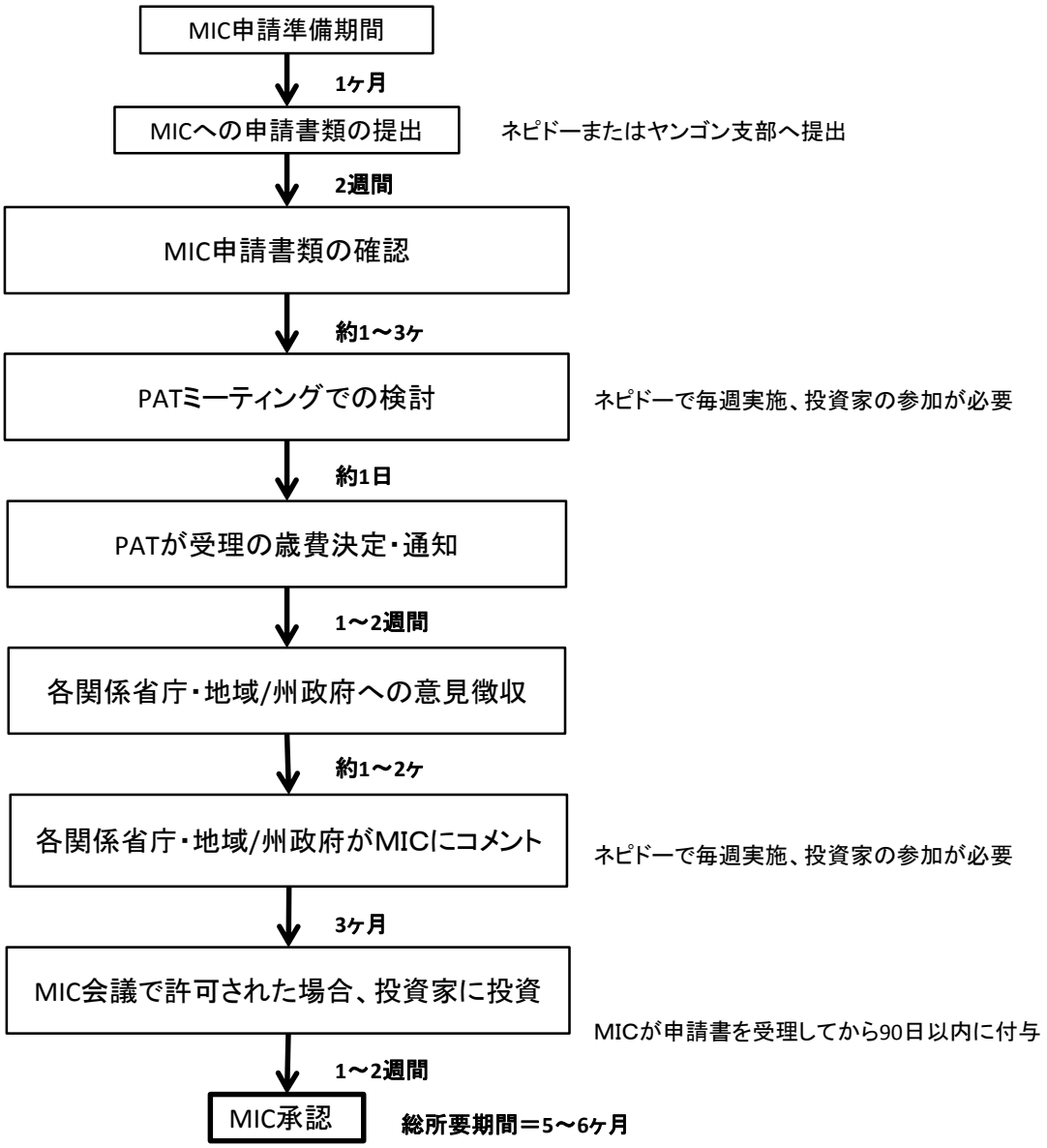


図 14　ＭＩＣ申請の流れと必要期間

添付資料６：　　籾殻発電システムについて

（１）発電システム選定で考慮すべき事項

１）浸食、摩滅、ファウリング

一般的にバイオマス燃料は不純物として多くの無機物を含み、下記の問題が挙げられる。

・　炉内の集塊岩やスラッグの堆積。
・　ガス起因の浸食や腐食によるボイラー部品の消耗。
・　エアロゾル粒子やフュームの排出。

そのため使用燃料を考慮した発電施設のデザインが必要になる。しかし、籾殻は、約1,500℃と高い灰融点を有し、焼結、スラッギング、ファウリング等の問題は一般的に起こらないため、燃料を籾殻のみに限定することが回避するポイントとなる。

逆に高いケイ素含有量を持つ籾殻の使用は、燃料と灰から起こる摩滅によるボイラー部品の浸食が懸念される。

浸食問題を抑えるため

・　排気ガス速度の制限；
・　石炭や他の浸食しないバイオマス燃料との混合；
・　浸食防止素材をスーパーヒーターなどのボイラー部品へ適用すること

などが必要になる。

２）汚染抑制技術

環境アセスメント(EIA)とプロジェクトの環境コンプライアンスにより、適切に排気ガスや排水を処理するシステムの導入が必要になる。籾殻発電では通常、電気集塵機（Electro-Static Precipitator, ESP）やバグフィルターによる排出ガスの処理が行われる。

３）廃棄物処理

予想される廃棄物は危険廃棄物（廃油など）、非危険廃棄物、廃水、粉塵である。すべての廃棄物は EIA とプロジェクトごとの必要事項に沿って処理される必要がある。

４）水利用

熱電併給システムは、通常の発電施設と比較して膨大な量の水を冷却に消費する。プラントのデザインは基本的に EIA に制限された引水量によって異なる。基本的にバイオマス発電プロジェクトは川などの水源近くに設置され、多くの場合専用の貯水池を使用して雨季に雨水を溜め、乾季に使用する。

５）電気と蒸気需要

プロジェクトの実行可能性は電力と蒸気の需要に依存する。電気需要は産業的使用者ごとに異なり、事前評価に必要である。基本的に、大きい消費量と安定した需要を持つ引き取り先が推奨される。引き取り先とプラント候補地の距離も同様に重要であり、電

気や蒸気の供給コストを抑えることに繋がる。

６）プラントの安定性

プロジェクトの地理的条件によっては、スペアパーツが迅速に用意できないため、プラントは高い安定性を必要とする。更に、電気需要者の要望によっては安定した電力・蒸気の供給が必要になる。このことから、国際的請負業による証明付きのプラントデザインと高い余裕度が必要性と考えられる。予備ボイラーなどのバックアップ施設や複数のプラント設置が整備中の電力供給を維持するために必要になる。

（２）発電システムを検討するうえで必要な燃料の特性

１）水分含有量

バイオマス燃料の水分含有量は組成と保存法によって異なり、燃料の水分量が上昇することによって燃焼効率は減少する。しかし、一般的に籾殻は他のバイオマス燃料と違い、水分量に大きな変動はない（12～14%）。

２）熱量

単位重量ごとのバイオマス燃料のエネルギーは、高位発熱量（Higher Heating Value, HHV）あるいは低位発熱量（Lower Heating Value, LHV）によって測定される。HHV は、燃焼時の水分の気化潜熱を考慮したものである。LHV は水分の蒸発熱を高位発熱量から差し引いたものであり、潜熱を考慮しない。

燃料ごとに HHV と LHV の差は異なり、燃料の構成物とプラントデザインの評価に関わる。米の籾殻は、13～14 MJ/Kg 程度の単位熱量を持ち、バイオマス発電に適切であると考えられる。

燃料の無機物含有量は灰の生成に影響し、焼結、スラッギング、ファウリングなどの問題になるため事前確認が必要である。特に亜鉛、水銀、スズ、銅、鉛は融点の低い塩素化合物を生成し、スラッギングとファウリングにつながる。

３）燃料の保存

東南アジアにおいて、多くのバイオマス燃料の屋外保存は水分変化を引き起こす。湿気が多い場合、燃料を積み上げた山の表面層に水分が吸収され、ボイラー効率の悪化、不均一な燃料による排気問題、そして腐敗による発熱と自然発火が予測される。そのため、火災発見と制限の工程をすべての不安定な物質に準備する必要がある。

（３）籾殻灰利用検討

セメント原料としての籾殻灰

ミャンマーのセメント生産能力は、2012 年末時点で国営工場 7 棟、民間工場 8 つ、計 15 つのセメント工場が稼働しており、最大生産可能量は年間 400 万トンである。しかし、実際の生産量は年間 300 万トンに満たず、全体需用量の 7 割は海外からの輸入に依存している。エーヤワディ地域には、国営最大のチャンギン（Kyangin）セメント工場（Myanmar Ceramic Industries :MCI）がある。工業省の管理下にあり、1,600 トン/日の

定格生産量に対して、実績 1,050 トン/日である。工業省管理下の工場のセメントは、主に公共用として道路、橋梁、ダム、学校、病院等の建設に用いられる[7]。

ミャンマーが経済発展を遂げるにはインフラ整備が不可欠であり、その原材料となるセメント増産は極めて重要な課題である。ミャンマー投資委員会は、9 つのセメント工場の建設を承認した。産業省は、完成後（2015～2016 年）に、年間約 1,000 万トンの生産可能と見込んでいる。

籾殻灰の成分は、セメント原料である珪石（シリカ）より二酸化ケイ素（SiO2）成分比率が高い。籾殻灰をコンクリート用混和材として利用する研究は、既に 1970 年代から始められ、強度が増強されるなど混入したコンクリートの特性等がわかってきている。しかし、セメント原料として利用するには大量に必要とされるため小規模取引は難しいことも想定される。

仮にチャンギンセメント工場（発電計画予定地より北に 180km）の生産能力が投資委員会発表に近い倍増（2,000 トン/日）になったことを想定して試算した。代替品として籾殻灰をセメント原料全体として約 10%利用するとした場合、200 トン/日の籾殻灰が必要となる。これは、1,000 トン/日（200 トン/日÷20%）の籾殻が必要であり、精米所として 5,000 トン /日（1,000 トン/日÷20%）と試算される。現在エーヤワディ地域全体の籾生産量が年間約 750 万トンであるから約 20,000 トン/日となり、その 25%にあたる量の籾殻からの籾殻灰が受け入れ可能と試算される。発電容量としては、約 33MWとなる。

セメント原料でなく、建築材料である珪酸カルシウム板原料としての利用も想定される。珪酸カルシウム板は、ケイ酸に消石灰及び補強繊維等に水を混ぜて練り合わせたもので、耐火性に優れ、 比重が軽いため幅広い用途で使われている材料である。

水田用ケイ酸肥料としての籾殻灰

水稲にとってケイ酸は重要である。水稲の窒素吸収量は 10kg/10a 程度であるのに対して、ケイ酸は 50kg/10a 以上であり、他の植物より積極的にケイ酸を吸収している。水田にケイ酸肥料を施用する効果は、根・茎・葉を丈夫にし、いもち病などの被害を軽減させ，収量の増加や品質の向上に役立つ。

しかし、稲が吸収できるのは水溶性ケイ酸であり、籾殻灰中のケイ酸の溶解度は灰化した時の温度により異なる。高温の場合は溶解度が極めて低くなる。高温(900℃で灰化した籾殻灰のケイ酸は溶解性が極めて低いが、灰化温度が 800℃以下ではかなり溶解し、400～500℃で最も溶解性が高いとされている[8]。今回の採用予定のシステムでは、発電効率を上げるために高温（870℃）にしているため、溶解度が小さく、効果は低いと想定される。

---

[7] 国際協力機構,緊急リハビリテーション・改善事業（チャンギンセメント工場改修・更新計画）案件概要書、2013 年

[8] 農研機構ウェブサイト
http://www.naro.affrc.go.jp/org/narc/seika/kanto16/12/16_12_06.html

籾殻灰を水田に還元しない場合、水田土壌のケイ素成分を不足させ、稲の成長に悪影響がでるか否かを試算した。ケイ酸濃度が低い河川からの灌漑でない限り、籾殻灰を還元しなくても藁の 6 割を還元することでシリカはバランスすると考えられる。

工業製品原料としての籾殻灰

籾殻灰を精製し、純度を高めた場合、工業製品としての利用が考えられる。シリカの原材料である珪石の種類と SiO2 濃度により用途がことなる。不純物を除去し、SiO2 比率を約 90%から 97%以上に純度を上げることで工業製品原料への利用が考えられる。

異なる燃料別灰成分組成例

表 7　異なる燃料別灰成分組成例

成　分	重量%			
	麦わら	稲わら	籾殻	バガス
SiO2	59.9	69.9	95.4	73.0
Al2O3	0.8	0.3	0.1	5.0
Fe2O3	0.5	0.2	0.1	2.5
CaO	7.3	3.4	0.4	6.2
MgO	1.8	1.6	0.3	2.1
K2O	16.9	15.3	1.8	3.9
Na2O	0.4	0.4	0.0	0.3
P2O5	2.3	1.5	0.5	1.0
その他	10.1	7.4	1.4	6.0

出典）Combustion of Different Types of Biomass in CFB Boilers, Foster Wheeler, Presented at 16th European Biomass Conference Valencia Spain

バイオマス燃料別の灰分割合

表 8　バイオマス燃料別の灰分割合

バイオマス	灰成分割合（%）
籾殻	15.0-25.0
バーク	5.0-8.0
ウッドチップ（製材）	0.8-1.4
おがくず	0.5-1.1
わらおよび穀物	4.0-12.0
ススキ	2.0-8.0

出典）The Handbook of Biomass Combustion & Co-firing, Sjaak van Loo and Jaap Koppejan, 2008.

添付資料７：　ミャンマーにおける環境規制等について

（１）環境規制

小規模燃焼施設排ガスガイドライン（熱出力 3－50MW、固体燃料）

表 9　小規模燃焼施設排ガスガイドライン（熱出力 3－50MW、固体燃料）

パラメータ	排ガスガイドライン(mg/Nm3)
粒子状物質 (PM)	50 （または環境アセスメントでせいとうかされた場合には最大 150 まで）
二酸化イオウ （SO2）	2,000
窒素酸化物（NOx）	650
乾ガスの過剰酸素濃度	6%

熱出力 MW は高位発熱量基準。固体燃料はバイオマスを含む。Nm3 は 1 気圧、0℃
年間設備稼働率が 30%以上で年間 500 時間以上運転される小規模燃焼プロセス設備に適用
出典）International Financial Cooperation (IFC). IFC General EHS Guidelines, April 2007 – Table 1.1.2.

排水ガイドライン

表 10　排水ガイドライン

パラメータ	ガイドライン値	単位
pH	6 - 9	-
全浮遊物質 (TSS)	50	mg/L
油脂類	10	mg/L
善残留塩素	0.2	mg/L
善クロム	0.5	mg/L
銅（Cu）	0.5	mg/L
鉄 (Fe)	1.0	mg/L
亜鉛 (Zn)	1.0	mg/L
鉛 (Pb)	0.5	mg/L
カドミウム(Cd)	0.1	mg/L
水銀 (Hg)	0.005	mg/L
ヒ素(As)	0.5	mg/L

出典）International Financial Cooperation (IFC). IFC EHS Guidelines for Thermal Power Plants, December 2008– Table 5

生活排水排出に関する指示値

表 11　生活排水排出に関する指示値

汚濁物質	ガイドライン値	単位
pH	6 - 9	-
生物的酸素要求量 (BOD)	30	mg/L
化学的酸素要求量(COD)	125	mg/L
全窒素	10	mg/L
全リン	2	mg/L
油脂類	10	mg/L
全浮遊物質	150	mg/L
大腸菌群数	400	MPN/100mL

MPN =最確数

上水及び下水設備のための環境・健康・安全ガイドラインに含まれる集中、公共、排水処理システムには適用されない

出典）International Financial Cooperation (IFC). IFC General EHS Guidelines, April 2007 – Table 1.3.1

騒音レベルガイドライン

表 12　騒音レベルガイドライン

地域区分	1 時間等価騒音レベル Laeq (dBA)	
	昼間 07:00 - 22:00	夜間 22:00 - 07:00
住宅地域、公共施設、教育施設	55	45
工業地域、商業地域	70	70

出典）International Financial Cooperation (IFC). IFC General EHS Guidelines, April 2007 – Table 1.7.1.

（２）EIA の動向

環境保護法 2012 にのっとり、EIA のガイダンスと工程のため”Environmental Impact Assessment Procedure 2013”が ADB と MOECAF の技術顧問によって作成された。この手順はまだ草案段階であり、現在 5 回目の評価を行っている段階である。

今後の草案変更によっては事業はある程度影響されることが想定される。公式に入手可能な 4 度目の EIA 評価の結果によると、具体的な変更は以下である。

- 既に存在しているまたは開始されたプロジェクトに関する環境的あるいは社会的なコンプライアンスの審査
- 工程の施行以前に構築中のプロジェクトにおいて、MOECAF 規定の時間内での環境管理計画 (Environmental Management Plan, EMP)の制定。
- 初期環境審査 (Initial Environment Examination, IEE)または EIA の準備ができるのは、MOECAF に登録された組織あるいは人物である。
- IEE あるいは EIA の承認後、付加条件を追加した環境コンプライアンス証明書

(Environmental Compliance Certificate, ECC)の発行。

EIA 草案にプロジェクトのカテゴリー化が追加され、プロジェクトの特性と規模に対応した IEE または EIA の必要事項が示された。50MW 以下のバイオマスプラントにおいて、IEE のみが提言された工程で必要になるとみられる。

同様に、補助施設には下記の条件が付加される。

・ 230 kV 以下の送電線が 50 km 以下の長さ。
・ 高圧変圧器の変電所が 10 ha 以下。

を満たすことによって IEE のみが必要とする。

（３）籾殻発電特有の環境配慮項目（籾殻灰処分）

高温で燃焼された籾殻灰は、シリカ成分がトリディマイトやクリストバライトへ結晶化する。これらの結晶質シリカは、アスベスト（石綿）と同じくじん肺の原因物質のひとつに挙げられている。籾殻灰は、嵩密度が小さく、風によって容易に大気中を舞うために、廃棄する際には適切な処理が必要になる。

このような籾殻灰の他・運搬に関しては、特段の注意が必要となると、発生場所近傍で再利用することが望ましい。その点では、遠距離を運搬しなければならないセメント原料やケイ酸肥料として水田に施用するより、珪酸カルシウム板製造工場を立ち上げる方向が有望と考えられる。

（４）その他考慮すべき国内法

本事業を行うに当たり、考慮すべきミャンマーの各種国内法を記す。

適用されるミャンマー国内法

表 13　適用されるミャンマー国内法

側　面	法　令
環境マネジメント/アセスメント	環境保全法 2012
	水資源・河川保全法 2006
	地下水法 1930
文化と遺産	文化遺産地域の保護と保全法 1998
森林と多様性	ビルマ野生生物保護法 1941
	森林法 1992
	野生生物保護・自然地域保全法 1994
	森林局通達 No. 583/94
職業安全衛生	工場法 1951
	雇用・訓練法 1950
地域社会/公衆衛生	公衆衛生、安全、便宜、品位と道徳に影響を与える犯罪関する刑法 1861
	公衆衛生法 1972
	国家薬品法 1992
	麻薬法 1993
	伝染病の予防及び制御 j 法 1995
	伝統薬品法 1996
	国家食品法 1996
	民間医療法 2007
労働	労働者補償法 1923
	賃金支払法 1936
	最低賃金法 1949
	雇用訓練法 1950
	工場法 1951
	店舗・事業所法 1951
	休暇及び休日に関する法律 1951
	社会保障法 1954
	労働組合法 2011
	労働紛争解決法 2012
用地取得	用地取得法 1894
土地利用	都市法 1907
	村落法 1907
工業	工場法 1951
	民間製造企業法 1990
	ミャンマー経済特区法 2011
	ダウエィ経済特区法 2011
交通/物流	航路障害物法 1881
	運河法 1905
	ヤンゴン港法 1905
	港湾法 1907
	汚濁交通法 1908
	内陸蒸気船法 1917
	ミャンマー航空機法 1934
	自動車法 1964
	1984 年制定、1964 年改訂自動車法
	高速道路法 2000

添付資料８：　JCM の概要[9]

JCM の基本概念

- 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。
- 日本からの温室効果ガス排出削減・吸収への貢献を、測定・報告・検証(MRV)方法論を適用し、定量的に適切に評価し、日本の排出削減目標の達成に活用。
- CDM を補完し、地球規模での温室効果ガス排出削減・吸収行動を促進することにより、国連気候変動枠組条約の究極的な目的の達成に貢献。

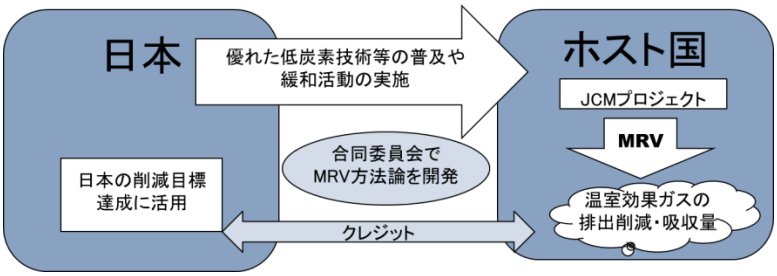


図 15　JCM の基本概念

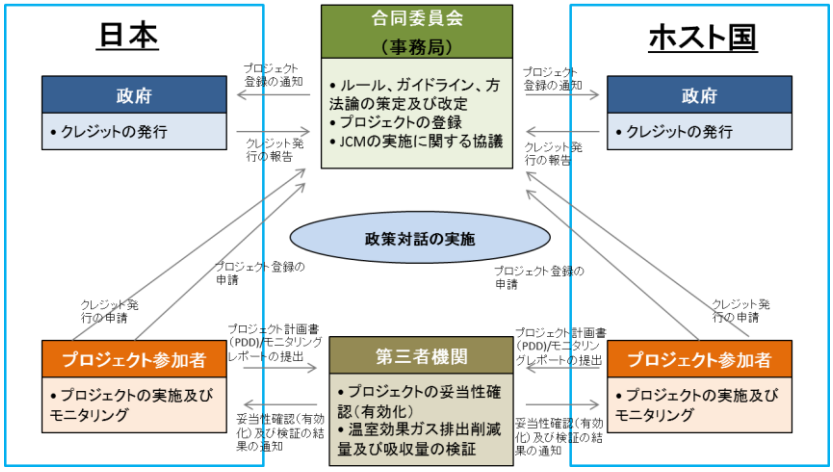


図 16　JCM のスキーム図

JCM の特徴

(1) JCM は取引を行わないクレジット制度として開始する。

(2) 両国政府は JCM の実施状況を踏まえ、取引可能なクレジットを発行する制度へ移行するために二国間協議を継続的に行い、できるだけ早期に結論を得る。

(3) JCM が取引可能なクレジットを発行する制度へ移行した後に、途上国の適応努力の支援のための具体的な貢献を目指す。

(4) JCM は国連気候変動枠組条約(UNFCCC)の下での新たな国際枠組みが発効されるまでの期間を対象とする。

---

[9] 環境省　「二国間クレジット制度(Joint Crediting Mechanism (JCM))の最新動向」

添付資料９：　バイオマス及び籾殻エネルギー利用プロジェクトの CDM の事例分析

JCM に基づいてはバイオマスプロジェクトの提案・登録はまだない。従って、排出削減方法論を検討するに当たり、CDM の事例の分析を行う必要がある。これについて下記に示す。

(1) CDM におけるバイオマス及び籾殻エネルギー利用プロジェクトの位置づけ

2014 年 9 月時点で 7,538 件の CDM プロジェクトが登録されているが、このうちバイオマスプロジェクトは 638 件であり、全体の 8.5%を占める。これらから 2012 年末までに発効された CDM クレジット（CER）は 41Mt-CO2 であり、全体の約 2.9%にとどまっている。この背景として、バイオマスプロジェクトは他のプロジェクト、とりわけ HFC-23 等の産業ガス回収破壊プロジェクトに比べて排出削減量の観点から小規模であること、及びバイオマス調達等のリスクにより、これらバイオマスプロジェクトにより発行された CER の量が期待された量（117Mt-CO2）の約 1/3 程度にとどまっていることが上げられる。

CDM におけるバイオマスプロジェクトには製糖廃棄物（バガス）やおがくず等も含まれるが、籾殻を主として用いているプロジェクトは 129 件に上る。うち 82 件がインド、21 件が中国、8 件がタイであり、アジア、特にインドが圧倒的であるが、ブラジル、ドミニカ共和国等の中南米地域のプロジェクトも若干存在する。これら籾殻プロジェクトに起因する CER は全バイオマスプロジェクトの 1/5 近い約 7.5Mt-CO2 に達する。

(2) CDM におけるバイオマス方法論の概要

CDM において採択・適用されているバイオマス方法論の概要について以下に示す。

1）AMS-I.C（バイオマスコージェネレーション）

バイオマスコージェネレーションに関する小規模 CDM 方法論 AMS.I-C に基づき、現在までに全体の約 4%に相当する約 300 件のプロジェクトが登録され、約 90 件（2.7Mt-CO2）が CER を発行している。方法論 AMS.I-C の概要について以下に示す。

表 14　CDM 方法論 AMS.I-C の概要

項目	概要
適用条件	・ バイオマスコージェネレーションまたは熱利用（電力供給先は当該施設でも電力系統への給電でも適用可能）。 ・ 固体燃料が用いられる場合は、再生可能バイオマスのみが用いられたことを立証する必要がある。当該バイオマスが木炭の場合は、木炭製造時に発生するメタン回収設備が具備さているか、メタン起因の排出量が計上されること。 ・ 第三者に電力・熱が送付されている場合は、それら第三者がバイオマス起源の熱電の供給を受けることについて二重計上が行われないことを契約で担保する必要がある。 ・ バイオマスを発酵させたバイオガスを燃料として用いる場合、フレア・（メタンであるため）漏出等について計上する必要がある。 ・ 冷温熱双方を供給するトリジェネレーションプロジェクトにおいてプロジェクト機器が冷媒を含む場合、ODP がゼロである必要がある。 ・ 専用バイオマスプランテーションからのバイオマスを用いる場合、栽培に起源する排出（肥料・農機等）について考慮する必要がある。
ベースラインシナリオ	・ 下記について検討。全部で 10 のシナリオを列記している。 ➢ 電力：系統、自家発電、及び両者の併用 ➢ 熱：専用ボイラー、コージェネ
ベースライン排出量	・ 下記の要素を算出にあたり考慮する。 ➢ 系統代替（電力）：発電量×系統の CO2 原単位により算出。 ➢ 自家発電代替（電力）：発電量÷自家発電効率×自家発電燃料の CO2 原単位により算出。 ➢ ボイラー代替（熱）：熱供給量÷ボイラー効率×ボイラー燃料の原単位により算出。 ➢ なお、ベースラインもコージェネレーションの場合は熱と電力を一括して取り扱う。 ・ ベースライン機器の効率は、過去 3 年の平均値か、新設の場合はより高効率であるとの仮定に基づく。 ・ 混焼、トリジェネレーション、レトロフィット等についても記載がある。また家庭用機器等の小型バイオマス利用機器（45kWth 未満）についても簡易的手法を記載。
プロジェクト排出量	・ プロジェクトに起因する燃料、電力、その他排出量（CO2、メタン等の地熱の非凝縮性ガス、冷媒）について記載。
リーケージ	・ 記載なし。

2）AMS-I.D（系統連系型再生可能エネルギー発電）

系統連系型再生可能エネルギー発電に関する小規模CDM方法論AMS.I-Dの概要について以下に示す。件数ベースでは全登録プロジェクトの 1/4 以上の 2,091 件がこの方法論を用いているが、これは大規模 CDM での同様のプロジェクトに関する方法論 ACM0002 に次いで多い。

表 15　CDM 方法論 AMS.I-D の概要

項目	概要
適用条件	・ 再生可能エネルギーによる国家または地域の系統への給電または系統を通じた託送による特定顧客への送電 ・ 新設、既存発電所のレトロフィットまたは代替プロジェクトに対して適用可能。 ・ コージェネレーションは対象外。
ベースラインシナリオ	・ 系統による給電。
ベースライン排出量	・ 発電量×系統原単位による算出。 ・ 系統原単位は CDM の標準的手法であるコンバインドマージン法または系統平均原単位。

項目	概要
	・ レトロフィット/設備拡張の場合の算出方法についても記載。
プロジェクト排出量	・ 地熱発電のための蒸気に含まれる非凝縮性ガス（CO2、CH4）及び貯水池起源メタンについて記載。
リーケージ	・ 記載なし。

3）ACM0006（バイオマスコージェネレーション）

バイオマスコージェネレーション及び発電に関する方法論 ACM0006”Consolidated methodology for electricity generation from biomass residues in power and heat plants”は、その複雑性及び増加の一途をたどるシナリオにより、抜本的な改訂の必要性が早くから指摘されてきた。2008 年初頭に改定が決定されたが、最終的な抜本的改訂が行われたのはそれから 2 年以上もたった 2010 年中盤であった。その背景として想定される要因として、既存それまでの ACM0006 が予めベースライン（電力、熱、コージェネ）を設定する「シナリオ」をいくつも設定するアプローチを採用していたのに対し、まず入手可能なバイオマス量を推計、それに基づきベースラインで「理論的に」実施可能なバイオマス発電量を推計し、さらに化石燃料（自家発電）及び系統からの供給について、通常の事情の観点から優先される燃料を想定し推計することにより多数のシナリオを方法論において列記することを排したものである。

表 16　CDM 方法論 ACM0006 の概要

項目	概　要
適用条件	・ 既存代替、新設、効率向上、混焼比率向上等の全てに対応。 ・ 「混焼される化石燃料比率は 50%を超えてはならない」とし、バイオマスが主燃料であるべき点を明確化。 ・ 「エステル化、発酵、加水分解、加熱溶融、生物・生化学的分解等の化学処理したものは対象外」としている。
ベースラインシナリオ	・ 電力供給、熱供給についてそれぞれ 7 つ、バイオマスの用途について 8 つのシナリオを設定。続いてシナリオ分析のためのフローを提示。コージェネに限定しているためシナリオ数は旧バージョンより減少した。 ・ バイオマスが余剰であるかどうかを判断する。
ベースライン排出量	・ ベースライン排出量：バイオマスコージェネレーションにより代替された熱電供給のための化石燃料起源の消費量、及びバイオマスコージェネレーションに用いたバイオマスの野焼きや腐敗等により発生するメタンについて計上する。 ・ ベースラインにおいてバイオマスが用いられていた場合、それら用いる設備の稼働状況を考慮する。
プロジェクト排出量	・ オンサイトでの化石燃料消費、バイオマス残渣の輸送に必要な化石燃料、バイオマス燃焼に起因するメタン排出（ただしベースライン排出量の推計に含まれる場合のみ該当）。
リーケージ	・ ベースラインがバイオマスの他所での利用であった場合について、当該国で用いられている最も排出係数の高い燃料を代替すると想定して算出している。

4）ACM0018（バイオマス発電）

前述のようにCDM理事会からの要請により、バイオマス発電及びコージェネレーションに関するACM0006を分解、改定作業を実施し、バイオマス残渣を燃料とする発電専用設備（コージェネレーション除く）のための統合方法論ACM0018を策定した。本方法論について以下に示す。

表 17　CDM方法論ACM0018の概要

項目	概要
適用条件	・ バイオマス残渣以外のバイオマスは不可。 ・ 化石燃料の混焼率は熱量ベースで50%未満。 ・ 製品製造に伴うバイオマス残渣を利用する場合、残渣利用が製品製造工程における原料投入量の増大等に繋がらない。 ・ バイオマス残渣は1年以上貯蔵されない。 ・ 残渣の輸送や機械的処理以外のエネルギー投入を必要としない（ガス化等は不可）。 ・ 導入場所において熱電併給設備が稼働しないこと。 ・ 導入場所に接続した熱供給設備によって発電以外の熱利用が存在する場合、熱供給設備と無関係に稼動し、相互に影響を及ぼさないこと。 ・ 燃料転換プロジェクトの場合、ボイラー改造等の設備投資が伴われること。 ➢
ベースラインシナリオ	ベースラインは発電、バイオマス残渣利用のそれぞれについていくつかのシナリオを列記し、最も想定されるシナリオを特定する。
ベースライン排出量	ベースライン排出量＝プロジェクト発電量×ベースライン電力の排出係数 ・ ベースライン電力の排出係数は、バイオマス起源、化石燃料起源、系統電力/化石燃料起源、系統電力の4つに振り分け、加重平均の排出係数を算出する。 ・ それぞれの電力量は以下の通り算出。 ➢ バイオマス起源：ベースラインにおけるバイオマス残渣使用量より算出 ➢ 化石燃料起源：化石燃料の最小投入量より算出 ➢ 系統電力：ベースラインにおける設備容量を上回る発電量 ➢ 系統電力/化石燃料起源：総発電量から上記3つを引いた値（化石燃料起源と系統電力のうち、保守的な排出係数を採用する：下記参照）。
プロジェクト排出量	プロジェクト排出量としては、発電設備における化石燃料消費起源、バイオマス残渣の収集に伴う化石燃料消費起源に伴う CO2 排出、及びバイオマス残渣の燃料利用、バイオマス残渣の前処理工程における嫌気性排水処理に伴う CH4 排出を考慮。
リーケージ	バイオマス残渣利用が既存の他用途利用を阻害する場合、用途を問わず、リーケージとして、（バイオマス残渣の熱量×地域で最も高い排出係数の化石燃料の排出係数）分を差し引く。削減量が負（排出増）になった場合CDMクレジットは発行されず、翌年には増加分を差し引いた分が発行される。

ACM0018の手法の特徴はp22のFig.1に表されている。即ち、まず入手可能なバイオマス量を推計し、それに基づき「理論的に」実施可能なバイオマス発電量をベースラインで推計し、さらに化石燃料（自家発電）及び系統からの供給について、前者の方がCO2排出係数が高いことに鑑み、自家発電起因の排出係数は少なめに、系統排出係数を多めに推計することにより保守性を担保している。

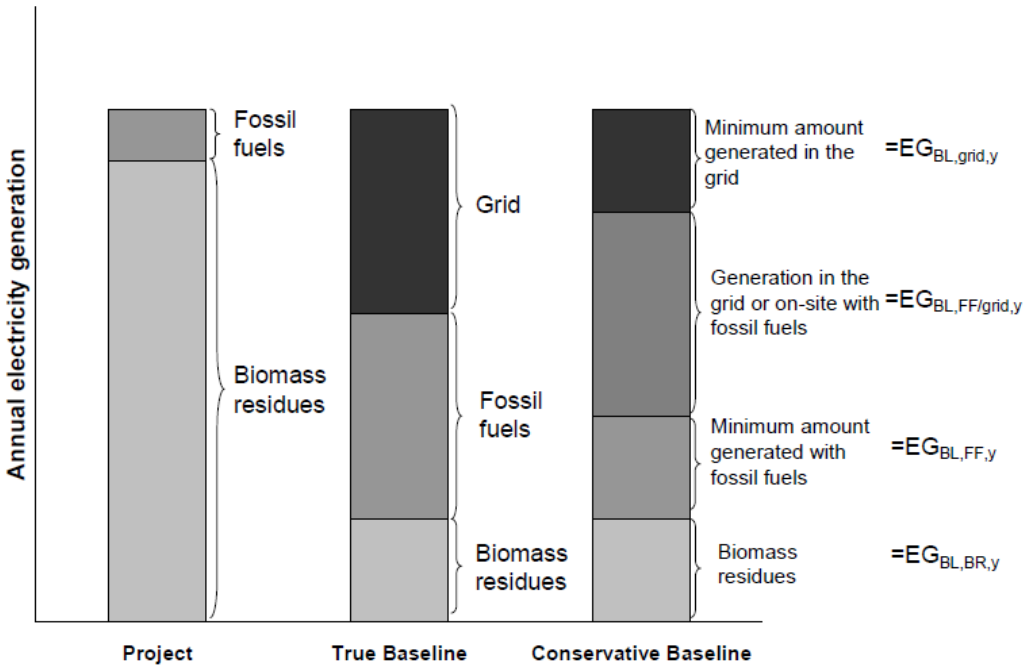


図 17　ACM0018 におけるベースライン電力の分類（方法論 Fig.1）

出典）CDM 方法論 ACM0018

ACM0018 に基づくプロジェクトは現在までに 55 件が登録されており、うち実に 52 件が中国のプロジェクトである。CDM クレジットを発行したプロジェクトはわずか 2 件にとどまっているが、これは方法論が策定された時点で既にクレジット市場が下火になっていたことに起因すると思われる。

5）籾殻発電に関する標準化ベースライン（カンボジア）

CDM の実施規則（CDM Modalities and Procedures）には、ベースラインはプロジェクト固有に策定すべき（para 45 A baseline shall be established:... On a project-specific basis）とされている。このため方法論はベースラインシナリオ及びプロジェクト毎に定め、ベースライン排出量を推計するように作られた。このような手法はプロジェクト固有の事情の勘案を可能とするが、反面ベースライン排出量推計を複雑にし、結果として小規模かつ類似のものが多数実施可能なプロジェクトにとって排出量の推計を困難にする可能性がある。ベースラインシナリオ及び排出量の推計手法を何らかの形で標準化すべきという意見は根強くあったが。

このような状況下、CDM 理事会では標準化ベースラインに関する検討が進められた。この結果、2011 年末には標準化ベースラインに関するガイドライン[10]が作成された

[10] Guidelines for the Establishment of Sector Specific Standard Baselines.。このドラフト版は”Draft Framework for the Esablishment of Sector Specific Standard Baselines”として 2011 年 7 月の第 62 回 CDM 理事会で議論されている。

（Guidelines for the Establishment of Sector Specific Standard Baselines）。これは対象プロジェクトをいくつかの技術群（measure）に分類し、それぞれについてプロジェクトの適格性（追加性）の根拠となる原単位、とベースライン排出量算定の根拠となる原単位を別個に設けるものである。例えば燃料転換プロジェクトについて、同種技術の利用燃料について調査し、原単位の多いほうから見て Xa%以上であれば自動的に追加的であるとし、またそのようなプロジェクトのベースラインは原単位の多いほうから見て Xb%の燃料であるとしている。

このような標準化ベースラインの適用に関するして、カンボジアの精米所に関する標準化ベースラインが提案された。これは、カンボジアでの精米所における効率向上を対象とした標準化ベースラインであり、日本の IGES が作成に携わったものである。カンボジアでは精米所は約 27,000 件存在し、規模も年間精米量ベースで 1 トンから 48,000 トンと多様である。1 件あたりの排出削減量は小規模であり、多数の複製が可能なことから標準化ベースラインに適した分野と言える。

表 18　カンボジアでの精米に関する標準化ベースラインの概要

<table>
<tr><th>項目</th><th>概要</th></tr>
<tr><td>方法論の対象、適用条件</td><td>・　カンボジアにおける精米所の効率改善。</td></tr>
<tr><td>ベースラインシナリオ</td><td>・　下記について検討し、排出量を算出。
<table>
<tr><th>選択肢</th><th>初期コスト（USD/t-rice）</th><th>運営コスト（USD/t-rice）</th><th>普及率（生産量ベース）</th><th>CO2 排出原単位（t-CO2/t-rice）</th></tr>
<tr><td>ディーゼルエンジン発電</td><td>47</td><td>24</td><td>90.8%</td><td>0.542t</td></tr>
<tr><td>農村電気事業者からの購入</td><td>249</td><td>36</td><td>5.0%</td><td>0.036</td></tr>
<tr><td>ディーゼルエンジン、籾殻ガス化のデュアルモード発電</td><td>74</td><td>22</td><td>4.2%</td><td>0.01　2</td></tr>
<tr><td>籾殻発電による蒸気タービン</td><td>771</td><td>28</td><td>0%</td><td>0</td></tr>
</table>
上記に基づき、Ya=Yb=80%とおき、ベースライン技術はディーゼルエンジンによる発電とおく。即ち原単位は 0.542t-CO2/t-rice となる。なおこのベースラインについては CDM 理事会による採択後 3 年間は有効としている。</td></tr>
<tr><td>ベースライン排出量</td><td>・　上記参照。</td></tr>
<tr><td>算出の背景</td><td>・　文献及び現地調査に基づく。</td></tr>
</table>

本調査は、カンボジアにおける精米のほとんどはディーゼルエンジンによる発電に起因すると結論している。カンボジアのコメ生産量は精米ベースで約 600 万トンと推計されるが、これらの 10%に相当する精米量に対して籾殻発電による電源供給が適用され、ディーゼル発電を代替すると仮定すると、排出削減量は約 32 万トンとなる。

添付資料１０：　籾殻発電のビジネスモデルについて

１）本事業の対象条件

本事業の対象としては、以下の４つの条件を満たすものとする。

１．籾殻調達競争による価格高騰リスクを排除するために実際の精米量（籾殻発生量）が発電に必要な籾殻量を上回る事業者もしくはエリアとする。

２．原料調達コスト（籾殻購入費＋運搬費）を低減するため、籾殻収集運搬距離が一定以下であること。
当面は、ガス化発電設備が設置されていない精米事業者を対象とする。ただし、既存の精米所に広く普及しているガス化発電設備においては、環境規制の厳格化リスク、住民対応リスクなどが今後増大する可能性がある。その場合、本事業の環境優位性が付加価値として認められようになると期待できるため、その時点で新たな対象に含めることができる。

３．自社敷地の中に十分な広さの空き地がある精米事業者を対象とする。
事業用地確保に係るコストや規制等の回避をはかるために、発電施設に必要な用地が無償貸借するよう交渉可能な事業者もしくは地域とする。

４．籾殻発電の事業展開や籾殻の調達競争を有利に進めるために、環境負荷の少ない、実績のある籾殻発電設備を導入する。

２）事業スキーム

BOT スキームの導入

本事業では、籾殻発電設備の導入にあたって、BOT スキームを用いる。これにより、対象である精米事業者においては、イニシャルコスト、設計･建設時の作業、メンテナンス等の負担を回避することができる。

３）事業計画

現地法人運営計画

籾殻発電所の運営にあたっては、ミャンマー企業と現地法人（SPC）を設立し、当該現地法人が本事業および籾殻発電所を直接管理する方針とする。

資本金及び初期投資額

EPC コスト：籾殻発電所の設計、機器調達、建設については、EPC (Engineering Procurement Construction)コントラクターへ一括発注する。

開業費：行政機関との協議、SPC 設立及び建設期間における諸経費を計上する。

EPS コストと開業費の合計を総事業費＝資本金とする。

資金調達計画

本事業では、JCM スキームを利用するものとして、設備費の 50%の補助金以外は、自己資金で賄う計画とする。

建設契約

籾殻発電所の建設に係る一切の業務は、EPC コントラクターへ一括発注する。

燃料調達計画

原料調達コスト

BOT スキームを前提とした籾殻調達

籾殻の価格は、需要と供給のバランスによって決まる。従来は廉価で取引されていた籾殻が発電に利用する状況になると急に高騰することも予測しておかねばならない。籾殻の価格は、事業収支に大きく影響を与えるため、供給者との長期契約によって価格変動をある程度抑えることが必要である。

BOT スキーム導入によるメリット供与(安価な電力、メンテナンスフリー、契約期間終了後のプラントの無償譲渡等)により、長期間安定的に籾殻の供給を受けることを狙いとする。本事業と現地精米事業者間における、籾殻供給と上記メリット供与の排他的な取引を形成することで、外部の籾殻市場環境に影響されにくい燃料調達体制を構築する。

隣のタイでは、2000 年頃より籾殻発電投資が過熱し始めた。籾殻発電事業だけで設置規模が合計 100MW 以上となった現在、籾殻の調達競争が激化した。2000 年当初は 28USD/トン程度であった籾殻価格が 2008 年に 46USD/トンの最高値をつけ、現在では 39USD/トンになっている。これと同じような現象は、今後ミャンマーでも発生する可能性は高いと考えられる。

国、地域や施設の状況等で大きく異なるが、籾殻の価格は、事業収支に大きく影響を与えるため、供給者との長期契約によって価格変動をある程度抑えることが必要である。

1 か所の精米所で籾殻が 100%確保できない場合は、周辺の精米所から籾殻を調達することになる。SPC 出資者は、本事業のメインの籾殻サプライヤーとなるから、BOT 期間中の電力供給と、BOT 期間終了後の発電設備の譲渡と引き換えに、同期間中、比較的安価の固定価格で籾殻を調達することとする。この籾殻調達契約は、BOT 契約の条項に盛り込み、固定価格での継続的な供給を、契約期間終了後における発電所譲渡の実行条件とする。

補助的な籾殻サプライヤーとなる事業者に対しては、BOT 期間中の電力供給や BOT 期間終了後の発電設備の譲渡がなされないため、調達価格によるインセンティブを与える。

売電コスト

ミャンマーの電気料金は助成金の対象になっており、定価で MOEP へ売却され、そこから Yangon City Electricity Supply Board (YESB)と Electricity Supply Enterprise (ESE)※へ供給される。2012 年 1 月の時点で、YESB と ESE は、電気料金を 2 種類に分類して

いた。一般的に一般家庭用は、一律 35MMK/kWh、工業用は一律 75MMK/kWh であった。この時電力系統外の電力料金は、ディーゼルあるいは他の手段（例：太陽光、ミニ水力）の発電コストによるが、100～300MMK/kWh であった。

出典）Myanmar Energy Sector Initial Assessment, ADB, October2012.

しかし、電力需要の増大が著しいため、ミャンマー政府は赤字を補填するために 2014 年 4 月から月使用量に応じた従量制に移行させた。

表 19　ミャンマー電気料金改定

対象	2014 年 3 月まで		2014 年 4 月以降		
	料金		月使用量	料金	
	MMK	USD	kwh/month	MMK	USD
家庭用	35	0.03395	1 ～ 100	35	0.0340
			101 ～ 200	40	0.0388
			201 ～	50	0.0485
産業用	75	0.07275	1 ～ 500	75	0.0728
			5,001 ～ 10,000	100	0.0970
			10,001 ～ 50,000	125	0.1213
			50,001 ～ 200,000	150	0.1455
			200,001 ～ 300,000	125	0.1213
			300,001 ～	100	0.0970

出典）ミャンマー新聞ウェブサイト
https://www.digima-japan.com/news/22679/20140708-5.html より作成

電力系統内の発電は、助成された電気料金との競争が必要になるが、安定供給を望む工業に対しては高額な電気料に見合った供給も可能である。

運転· 維持管理計画

稼働時間

日稼働時間は 24 時間/日とする。

年稼働日数

稼働日数は、発電設備のメンテナンスに必要な 1 ヶ月/年と日曜日及びミャンマーの祝日を除いた 300 日/年とする。

籾殻発電設備 O&M 計画

籾殻発電所の現場での日々の運転、メンテナンス、パーツ交換作業など、維持管理運転に係る全ての現場作業については、O&M コントラクターに一括で委託する。本事業で候補とする O&M コントラクターは日本企業で、既にタイをはじめ、隣国で直接燃焼による蒸気発電技術を用いた籾殻発電所の運転および維持管理を実施している。

表 20　事業計画概要

敷地面積	2ha (20,000m2)
発電システム	BTG:：ボイラータービン発電
燃料	籾殻 100%
発熱量	低位発熱量 13,000kJ/kg-湿潤
発電容量	1,816kw（グロス）, 1,634kw（正味）
発電効率	15%
燃料消費量	2 トン/時間
総事業費	4.5 百万 USD（ 開業費、開発費等含む）
日稼働時間	24 時間/日
年間稼働日数	300 日年
年間稼働時間	7,200 時間/年
年間発電量	285,000 kWh/年
年間売電量	2,052,200 kWh/年
年間燃料必要量	14,400 トン/年
事業期間	15 年

４）リスク発生時の事業計画への影響

本事業で考えられる主なリスクのうち、燃料不足、為替変動、売電価格低下の 3 つのリスクに対して検討した。

燃料不足リスク

本事業では、対象の精米所へ事業期間中の安価での電力供給や事業期間終了後の事業譲渡というインセンティブを精米所に与えることにより、まとまった量の籾殻燃料を排他的に安く調達して籾殻発電事業者間での燃料調達競争を回避することとしている。しかし、逆に言えば、籾殻燃料の調達依存度が特定の精米所に偏っていると見ることもできる。

このような状況下では、仮に対象の精米所が何らかの理由で契約に定めた籾殻量を本事業へ供給できない場合、周辺精米所から不足分の籾殻を調達する必要が生じる。そして、その調達価格は現在の設定価格よりも高くなることが予想される。本調査では、上記に示すような燃料不足が発生した場合の事業性を評価し、本事業計画の燃料不足リスクに対する許容度を把握しておく必要がある。

為替変動リスク

ミャンマー国内の通貨は KKM であるが、USD も流通している。本事業では籾殻取引、売電取引、EPC 費用支払、O&M 費用支払など、ほとんどの決済を USD で実施することとした。ただし、少なくとも現時点で想定している JCM の補助金のみは円建てであり、また補助金は籾殻発電設備の竣工後であり、ここに USD と日本円との為替変動リスクが発生する。建設期間約 1 年の為替変動リスクに対する許容度を把握しておく必要がある。

売電価格低下リスク

今後ミャンマーでは多くの大型発電所開発と、広域送電網の接続が想定される。現在の国内の電力の大部分は、小規模で効率の低い発電機によって賄われているために、広域送電網が整備されていないような地域では非常に高い電力価格となっているが、今後国内の電力開発が進むにつれて、電力価格も低下することも予想しておく必要がある。

添付資料１１：　集合住宅及びオフィスビル、工場におけるエネルギー負荷の試算

1.　概要

JCM プロジェクト実現化のための方策を検討する際には、面的な展開時における低炭素型の地域開発（低炭素型の集合住宅等の都市建設）における具体的なエネルギー需要を想定する必要がある。ここでは、具体的なエネルギー需要源として、集合住宅、業務ビル（オフィス庁舎、診療所）、工場（食品工場、低温倉庫、事務所棟）の各建物種類別に算定したエネルギー負荷の計算結果について示す。なお、エーヤワディ地域を想定し、電化等が進んだ場合のエネルギー負荷について、モデル的な条件を設定して試算したものであることに留意する必要がある。

2.　試算条件

2.1.　電力負荷

想定する負荷は、吸着冷凍機、照明・コンセントとした。空調負荷については、吸着冷凍機から得られる冷熱によって処理されるため、全ての建物について想定していない。

(1)　各建物の層構成

・　床面：コンクリート、外壁：空気層含むれんが、天井：コンクリート、屋根：工場のみ空気層含む鋼、住宅・業務ビルはコンクリートを想定。

・　日射遮蔽技術：RC スラブを想定した建物の屋根面には、通気ブロックを設定することを想定。

(2)　空調稼働時間：

・　オフィス、食品工場及び工場事務所棟：就業時間（9 時～17 時まで）

・　他の建物：終日 24 時間稼働

表 21　空調の設定温度及び内部発熱

種別				住宅	業務		工場		
想定用途				集合住宅の各住戸	オフィス・庁舎	診療所	食品工場	低温倉庫	事務所棟
設定温度			℃	26.0	26.0	26.0	26.0	20.0	26.0
設定相対湿度			%	60	60	60	60	60	60
換気回数			%	0.5	1.0	1.0	5.0	0.5	1.0
人体発熱・発湿	1人当たりの専有面積[1]		m^2/人	25	5	5	20	－	5
	在室人数		人/m^2	4	120	120	100	0	100
	作業内容[2]			事務所業務軽い歩行	事務所業務軽い歩行	事務所業務軽い歩行	工場軽作業		事務所業務軽い歩行
	1人当たり人体発生熱量	顕熱	W/人	55	55	55	71	71	55
		潜熱	W/人	66	66	66	137	137	66
	戸・棟当たり人体発生熱量	顕熱	W	220	6600	6600	7100	0	5500
		潜熱	W	264	7920	7920	13700	0	6600
	戸・棟当たりの人体発湿量		g/h	380	11401	11401	19721	0	9500

2.2.　熱負荷

想定する負荷は、給湯負荷と空調負荷（吸着冷凍機の導入）とした。

(1)　給湯負荷

・　住宅：４人以上の家族を想定

・　住宅以外：一般的な給湯負荷はほとんど発生しないため、住宅一戸分の熱需要を想定

(2)　空調負荷（吸着冷凍機の導入）

・　導入する吸着冷凍機は、冷却能力 400kW を想定
・　定格条件での冷水の出入り口温度差：約 7℃を確保

3.　試算結果

3.1.　電力負荷

試算した電力負荷およびピーク電力負荷は以下の通り。

表 22　各建物種類別での電力負荷（左）と時間当たり最大電力負荷（右）

種別	想定用途		負荷		消費電力			
			冷房		冷房	吸着冷凍機	照明、コンセント	合計
		室位置	GJ/年	kWh/年	kWh/年	kWh/年	kWh/年	kWh/年
住宅	集合住宅	1F西角	133	36,853	0	157	2,495	2,651
		1F内	128	35,530	0	151	2,495	2,646
		1F東角	133	36,854	0	157	2,495	2,651
		2F西角	121	33,609	0	143	2,495	2,638
		2F内	116	32,284	0	137	2,495	2,632
		2F東角	121	33,609	0	143	2,495	2,638
		3F西角	143	39,790	0	169	2,495	2,664
		3F内	138	38,461	0	163	2,495	2,658
		3F東角	143	39,792	0	169	2,495	2,664
		60戸/棟	7,680	2,133,458	0	9,067	149,682	158,750
業務	オフィス・庁舎		1,074	298,427	0	1,268	65,905	67,174
	診療所		1,074	298,427	0	1,268	62,826	64,094
工場	食品工場		8,051	2,236,286	0	9,504	61,594	71,098
	低温倉庫		8,391	2,330,909	0	9,906	20,531	30,438
	事務所棟		1,072	297,892	0	1,266	52,355	53,621

種別	想定用途		負荷	消費電力			
			冷房	冷房	吸着冷凍機	照明、コンセント	合計
		室位置	kW	kW	kW	kW	kW
住宅	集合住宅	1F西角	11	0.0	0.0	0.9	0.9
		1F内	11	0.0	0.0	0.9	0.9
		1F東角	11	0.0	0.0	0.9	0.9
		2F西角	11	0.0	0.0	0.9	0.9
		2F内	11	0.0	0.0	0.9	0.9
		2F東角	11	0.0	0.0	0.9	0.9
		3F西角	13	0.0	0.1	0.9	0.9
		3F内	13	0.0	0.1	0.9	0.9
		3F東角	13	0.0	0.1	0.9	0.9
		60戸/棟	692	0.0	2.9	55.0	56.7
業務	オフィス・庁舎		355	0.0	1.5	20.1	21.6
	診療所		355	0.0	1.5	19.1	20.6
工場	食品工場		1,293	0.0	5.5	18.8	20.5
	低温倉庫		630	0.0	2.7	6.3	8.0
	事務所棟		161	0.0	0.7	15.9	16.6

3.2.　熱負荷

試算した熱負荷の概要は以下の通り。

表 23　各建物種類別での熱負荷および時間当たり最大熱負荷の試算結果

種別	想定用途		年合計		時間当たり最大値	
			給湯温度=40℃、上水温度=日平均外気温として算出	吸着冷凍機	給湯温度=40℃、上水温度=日平均外気温として算出	吸着冷凍機
		室位置	GJ/年	GJ/年	kW	kW
住宅	集合住宅	1F西角	5.0	265	4.7	22
		1F内	5.0	256	4.7	22
		1F東角	5.0	265	4.7	22
		2F西角	5.0	242	4.7	22
		2F内	5.0	232	4.7	22
		2F東角	5.0	242	4.7	22
		3F西角	5.0	286	4.7	26
		3F内	5.0	277	4.7	26
		3F東角	5.0	287	4.7	26
		60戸/棟	300.1	15361	279.5	1385
業務	オフィス・庁舎		5.0	2149	4.7	710
	診療所		5.0	2149	4.7	710
工場	食品工場		5.0	16101	4.7	2586
	低温倉庫		5.0	16783	4.7	1260
	事務所棟		5.0	2145	4.7	322

添付資料１２：　現地調査及び現地ワークショップの実施概要について

(1) 第１回現地調査

9 月 29 日～10 日 3 日、ミャンマーでの現地調査を行い、現地関係者への事業内容の説明、検討に際しての連携内容、関連の現地情報の収集を行った。

【意見交換を行った主な関係者】

・本事業の現地パートナーである AYEYAR HINTHAR 社（大手精米会社）
・米関連団体：ミャンマー米連合会（Myanmar Rice Federation：MRF）
・米流通関係の現地行政機関 : 商業省（Ministry of Commerce）の Ayeyarwady Region・Department of Trade Promotion
・電力関係の現地行政機関 : Electricity Supply Enterprise（Ayeyarwady Division Electrical Engineer）
・米の集荷・加工・販売会社：Myanmar Agribusiness Public Corporation（MAPCO)
・JICA ミャンマー事務所（民間連携/中小企業支援　担当者）
・精米所関係者（Yangon 市内、Pathein 市内、Myaungmya 市内に立地する複数の精米所を訪問）

【主な結果】

〔候補地区の検討〕

・ミャンマー側関係者より、籾殻発電の可能性のある地区（エーヤワディー地域）として、3 つの候補地区の提案があった。うち、1 か所（Pathein 市より南東約 40～50km、Myaung Mya 市に立地する精米所。AYEYAR HINTHAR 社に脱穀後の玄米を販売しており、AYEYAR HINTHAR 社との関係が深い精米所）に関し、現地訪問を行い、精米所の現状、籾殻の処理に関し情報収集を行った。訪問した精米所では、現在、籾殻は河川に投棄。また、停電が頻繁に発生しており（2～3 回/日）、籾殻発電への関心あり。周辺には、河川沿いに 10 か所程度の精米所が点在しており、複数の精米所から籾殻を調達することが可能。今後、AYEYAR HINTHAR 社の協力の下、本候補地区及びその他の候補地に関する情報の収集を行うこととなった。

〔現地ワークショップ〕

「第 1 回現地ワークショップ」に関して、現地関係者と議論を行った。その結果、現地の実情に詳しい関係者の参加の下に、現地の状況やニーズ等の共有を行いつつ、具体的な事業展開の可能性や実施上の課題について議論を深めることが重要との認識で一致。このため、エーヤワディ管区内の実務者が参加し易い、州都 Pathein 市内で開催することとなり（候補日：11 月 10 日（月）午前)、今後、具体的なプログラムやプレゼン者、参加者に関し調整を行い、準備を進めることとなった

(2) 第１回現地ワークショップ及び第２回現地調査

11 月 7 日～11 日 13 日、Pathein 市での第 1 回ワークショップの開催、現地調査（ヒアリング、精米所訪問等）を行い、関連の現地情報の収集、現地関係者との意見交換、現地関係者を交えた検討を行った。

〔第１回現地ワークショップ〕

ミャンマー米連盟（MRF)、ミャンマー精米協会（MRMA）の協力の下、エーヤワディ管区の首都であるパティン市において、ワークショップを開催した。精米所関係者、米関係者及びエーヤワディ管区関係者等が参加し実施した。精米所関係者からは、日本からの籾殻発電事業に関する提案に関し、活発な質疑が行われた。

開催日時：2014 年 11 月 10 日　13:30～17:00
会場：Pathein ホテル会議室
参加者：精米所関係者、米関係者及びエーヤワディ管区関係者、日本側関係者等
（77 名）
プログラム：
・開会
・Ye Min Aung 氏/MRF（ミャンマー米連合会）　Secretary General
・Soe Aung 氏/Department of Trade Promotion- Ayarwady Region, Director
・日本側からの発表①：事業概要と狙い（三菱総研：小島）
・日本側からの発表②：事業化構想（フジタ：佐伯）
・ミャンマー側からの発表①：農業の状況（Soe Aung 氏/Department of Trade Promotion-Ayarwady Region, Director)
・ミャンマー側からの発表②：電力の状況（Than Htun Aung 氏/Electricity Supply Enterprise, Ayeyarwady Division Electrical Engineer, Deputy Chief Engineer）
・ミャンマー側からの発表③：精米所の状況（Soe Win 氏/ MRMA Chairman Ayeyawady Region）
・技術に関する講演：「籾殻発電の関連技術について」垂井 晴夫氏（株式会社サタケ）
・パネルディスカッション
（会場からの質疑応答、パネラーからのコメント）
閉会挨拶
〔使用言語：ミャンマー語、日本語、(一部、英語)〕

【主な結果】

・質疑の中で、籾殻が有効に利用されていない実態、また、ガス化に利用している精米所でもガス化後の廃棄物の処理に苦慮する等、課題を抱えている現状について説明があり、籾殻発電事業に対し高い関心が寄せられた。
・エーヤワディ管区関係者からは、周辺地域での電力利用、さらには、農業生産向上への展開など、地域への効果や日本との協力強化について期待が寄せられた。

・会場において、出席者へのアンケート調査を実施し、関心度合いや意見等を収集した。

〔現地ニーズと当方提案へのコメント（ミャンマー米連盟関係者より）〕

・大統領もバイオマスの利用に関し関心を持っている時期であり、今回のテーマは時期を得たもの。
・籾殻発電事業に関しては、「原料の確保」「価格の問題」が重要。また、日本とミャンマーの双方が資本を出し合って事業を行うスキームが重要。精米所が籾殻を提供し、発電した電力を受け取るスキームは、原料の確保という視点で有効スキームとなり得る。
・籾殻以外のバイオマス原料の組合せも重要。
・精米所での籾殻のガス化が行われているが、環境汚染を引き起こすなど問題が多い。蒸気ボイラーによる発電への関心が高い。
・電力の利用先としては、家庭向けと工場向けの組合せを考えるべき。比率は地域の状況により、いろいろなモデルが考えられる。
・精米所にとって、電気と熱を利用できることはメリットとなる。精米所は 200 日稼働が採算ライン。電力の割り当てが少ない場合、稼働日数を高められない。発電事業は精米所の経営にとってもプラスの効果が期待できる。
・発電事業を考えた場合、電力政策（電力省）の問題も重要。バイオマス発電に関してもコストに見合った高い価格で買い取ってもらう仕組みでないと事業的に成り立たない。

〔現地候補サイトの訪問調査〕

・ミャンマー米連盟（MRF）より、Pathein、Myaungmya、Pyapon、Kyaiklat、Hinthada の５つの候補地区の提案があり（うち、Pathein、Myaungmya については、第１回現地調査の際に現地訪問済み）、今回、Kyaiklat、Hinthada の 2 地区の精米所について、現地調査を行い、現状等を把握した。
・米の集荷・加工・販売会社である Myanmar Agribusiness Public Corporation（MAPCO) は、Kyaiklat で籾殻発電施設（2.2MW 規模）を建設中であり、先行する事例として、取り組みの背景、地区設定の考え方、取り組み状況について聴取し、参考となる知見を得た。
・今回の現地調査を踏まえ、籾殻の原料調達面が事業化する上で重要な視点となることから、河川に隣接した大規模な精米所が立地している Myaungmya、Pyapon、Kyaiklat を有望地区として絞り込んだ。今後も、この地区を対象に、ミャンマー米連盟（MRF）、現地精米事業者の協力を得て、詳細な調査を行うこととなった（MRF より全面的な協力を得られることを確認した）。

〔その他、関係者へのヒアリング調査等〕

・JICA を訪問し、電力分野の担当者より、電力セクターの状況の他、環境影響評価に関する制度動向に関して情報収集を行った。JICA 関係者とは、今後、JICA のスキームを活用した事業展開の可能性に関する意見交換を行った。その他、現地関係者より事業化に関する状況に関し情報収集、意見交換を行った。

(3) 第２回現地ワークショップ及び第３回現地調査

2 月 2 日～2 日 5 日、ヤンゴン市での第 2 回ワークショップの開催、現地調査（ヒアリング、意見交換）を行い、関連の現地情報の収集、現地関係者との意見交換、現地関係者を交えた検討を行った。

〔第 2 回現地ワークショップ〕

日本側、ミャンマー側関係者が一堂に会する場で、検討状況を共有しつつ、事業の展方策や課題等について議論を深め、本調査の取りまとめに向けた意見、今後の展開に関に関する意見を得た。

- **開催日時**： 2015 年 2 月 4 日（水）9:00～12:30
- **開催会場**： MRF 会議室 （ヤンゴン市内）
- **出席者**：米関連業界団体関係者、行政関係者、精米所関係者、日本側関係者等（30 名）
- プログラム：
  - 開会
  - 挨拶等（Ye Min Aung　MRF Secretary General）
  - 日本側：検討状況の説明
  - ディスカッションの論点説明（電力利用面〔精米所、関連施設、地域の視点〕、熱
  - 利用面〔精米所、関連施設、地域の視点〕、原料確保面、実現のための展望〔短期的、中長期的等〕
  - ディスカッション（全体議論・まとめ）
  - 閉会

〔使用言語：ミャンマー語、日本語、（一部、英語）〕

【主な結果】

カウンターパートである MRF（精米・米産業の業界団体）との議論により、ミャンマー側のニーズの把握、アイデア、意向を確認するとともに、今後の具体的な展開に向け、ミャンマー側より以下の提案を受けた。

- 精米所の籾殻利用の状況は、統計データ等では正確に把握することが困難であり、実際のサイトを複数訪問し、詳細な調査を行い、有望な地域の絞り込みを行うことが必須である。
- これまでの議論の成果に関して、関係行政機関（中央政府、地方政府）に説明を行い、本取り組みの理解を得つつ、具体化させる。

- 籾殻発電の有望地域として、エーヤワディ地域内では、Myaungmya、Pyapon、Mawlamyinegyun、Bogale、Kyaiklat、Maubin の 6 つのタウンシップの提案があった。また、エーヤワディに限定すべきではなく、他の地域を含め、展開の可能性を議論したいとの提案があり、具体的には、ヤンゴン地域では、Kungyangon、Kawhmu、Taikkyi、Htantabin の 4 つのタウンシップ、また、バゴー（Bago Region）では、Letpadan、Thayarwady、 Oktwin、Taungoo の 4 つのタウンシップの提案があった。
- 日本側とミャンマー側が共同して、具体化を進めることが重要であり、MRF としては、専門の検討チームを立ち上げ、共同で検討する用意がある。

〔関係者へのヒアリング調査等〕

精米所関係者（Pyapon、Myaungmya 地区の精米事業者）等より、籾殻処理の状況、籾殻発電事業へのニーズ、電力や熱の新規利用先の可能性に関して情報収集を行った。その他、現地関係者より事業化に関する状況に関し情報収集し、意見交換を行った。

(4) 第４回現地調査

3 月 9 日～11 日に現地調査を実施した。有望な候補地域である Myaungmya の精米所（2 工場）を訪問し、精米所の規模、電力や熱の使用状況、周辺の状況等を把握し、籾殻発電システムの導入が有望と考えられる精米所として特定した。また、精米所オーナーと意見交換を行い、籾殻発電事業へのニーズ・意向等について意見交換を行った。この他、MRF、JICA 関係者に調査の進捗状況、取りまとめの論点を説明し、意見交換を行った。

添付資料１３：　現地の状況

Myaungmya 現地調査（訪問日時：2014 年 11 月 9 日）

		
現地訪問先の村	Myaungmya の精米所群	河川に面した精米所群
		
民家（テレビと DVD）	民家（冷蔵庫）	民家（LED ランプ）

精米所及び周辺の集落の状況

Hinthada 現地調査（訪問日時：2014 年 11 月 11 日）

		
ダウンドラフトのガス化炉	トラックのエンジンの活用	原料となる籾殻
		
籾殻ブリケット製造装置	ガス化炉から灰の取り出し	精米所

精米所の状況

Kyaiklat 現地調査（訪問日時：2014 年 11 月 12 日）

		
建設中の精米所	水運に面した敷地	対岸の精米所

添付資料１４：　第 2 回ワークショップ「エーヤワディ低炭素コミュニティラウンドテーブル」配布資料

第2回ワークショップ「エーヤワディ低炭素コミュニティラウンドテーブル」（Yangon, Myanmar）

平成26年度アジアの低炭素社会実現のためのJCM大規模案件形成可能性調査事業（日本国環境省　委託調査）

ミャンマー・エーヤワディ地域における低炭素型コミュニティのための籾殻発電システムの可能性調査＜検討状況とディスカッション＞

2015年2月4日

株式会社三菱総合研究所、株式会社フジタ

背景と狙い

＜課　題＞

- **精米所で発生する籾殻**が有効に利用されていない（籾殻は、エネルギー利用可能な有望なバイオマス資源）。
- **無電化地域での電化推進**（電化による生活の質の向上、産業振興において重要な課題）

ミャンマー・エーヤワディ地域を対象に、**籾殻を利用したバイオマス発電を核とした地域自律分散型エネルギーシステムを構築**。

電力、熱を利用した農村地域での新たな産業創造や地域コミュニティのエネルギーアクセスの改善など、**精米所及びその周辺地域での低炭素型コミュニティ形成の可能性を検討**する。

ミャンマーの稲作の大産地であるエーヤワディ地域での事業モデル

エーヤワディ地域やミャンマーでの面的な展開へ

アジア各地での横展開へ

1

期待する成果

低炭素型コミュニティのための籾殻発電システムの実現

経済面（電力・熱利用）

- 安定的な電力、熱の確保
- 新規産業による雇用機会の創出
- 無電化地域での電化による生活の質の向上

経済面（副産物利用）

- シリカ：建材（ボード）原料への利用、セメント混和材利用

CO2削減・環境面

- エネルギー起源CO2の削減（発電用化石燃料等の削減）
- 非エネルギー起源CO2の削減、環境負荷の削減（籾殻の廃棄抑制に伴う効果を期待）

2

調査の実施

JCMの可能性検討

GHGの削減量等の効果検討

- GHG削減量の検討
- JCM推進課題の検討

低炭素地域形成のための推進検討

- 概況把握、ニーズ把握
- 社会経済状況の確認
- 事業効果の検討

事業化の可能性検討

導入システム検討

- 概況把握
- 導入対象施設の特定
- 導入技術の検討

事業化検討

- 概況把握、ニーズ把握
- 環境、社会配慮事項の確認
- 事業化スキームの検討

3

ワークショップの開催

株式会社三菱総合研究所

株式会社フジタ

行政機関
関係機関

産業界
（精米企業、米関
連業界等）

**『エーヤワディ低炭素コミュニティ・ラウンドテーブル』
において関係者が情報共有、意見交換を行い、
事業化展開の姿を明らかにしていく。**

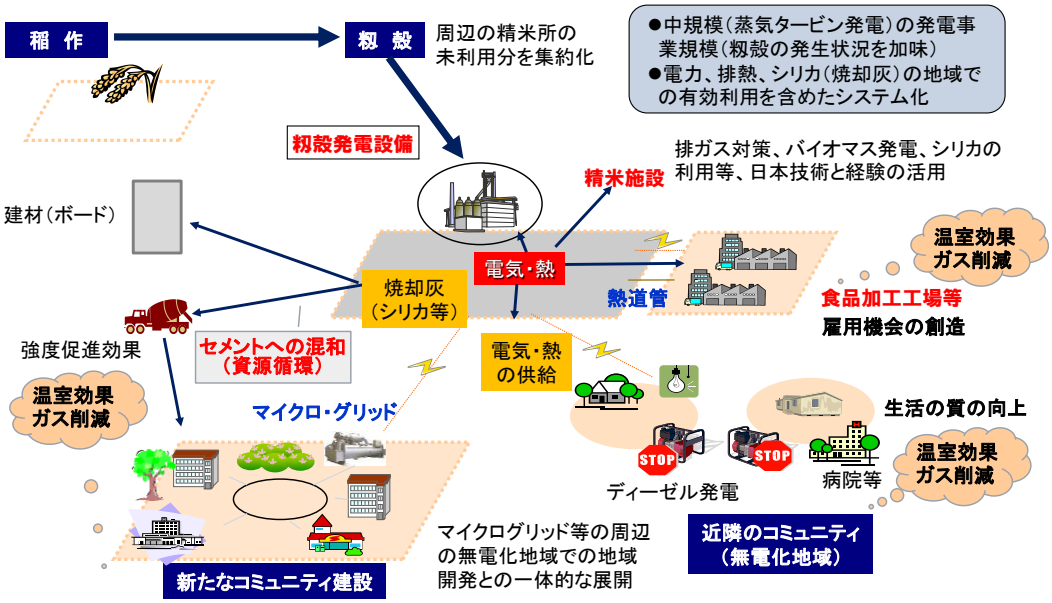
- ●籾殻発電システムの具体化
- ●事業推進方策の提案
- ●事業効果の分析
- ●低炭素コミュニティのための推進方策の提案

- 籾殻を利用したバイオマス発電を核とした**地域自立分散型エネルギーシステム**を構築
- 電力、熱を利用した農村地域での新たな産業創造や地域コミュニティのエネルギーアクセスの改善など、精米所及びその周辺地域での**低炭素型コミュニティ**の構築を目指す。

4

事業展開イメージ

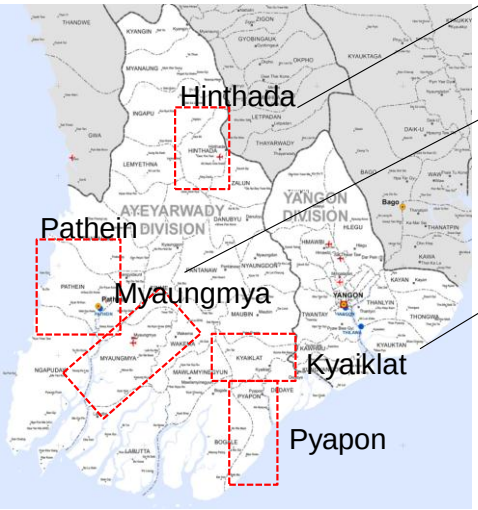
低炭素型コミュニティのための籾殻発電システム



5

候補地域の特徴

●エヤワディでの候補地域：Pathein、Myaungmya、Pyapon、Kyaiklat、Hinthadaの5つの地域。



精米所の規模が比較的小さい。
内陸部であり、輸送は陸路。

河川沿いに精米所が隣接。
輸送は船が中心。都市部に近く、将来的な電力需要の増大も見込まれる。グリッドの整備も比較的進んでいる。

河川沿いに精米所が立地。
輸送は船が中心。ナショナルグリッドの末端であり、電力供給が脆弱、グリッドの整備も遅れている。
Pyaponは、品種特性から、Kyaiklatより籾殻の発生原単位が小さい。籾殻の利用率が高い。

6

事業展開（アイデア段階）

第１ステップ

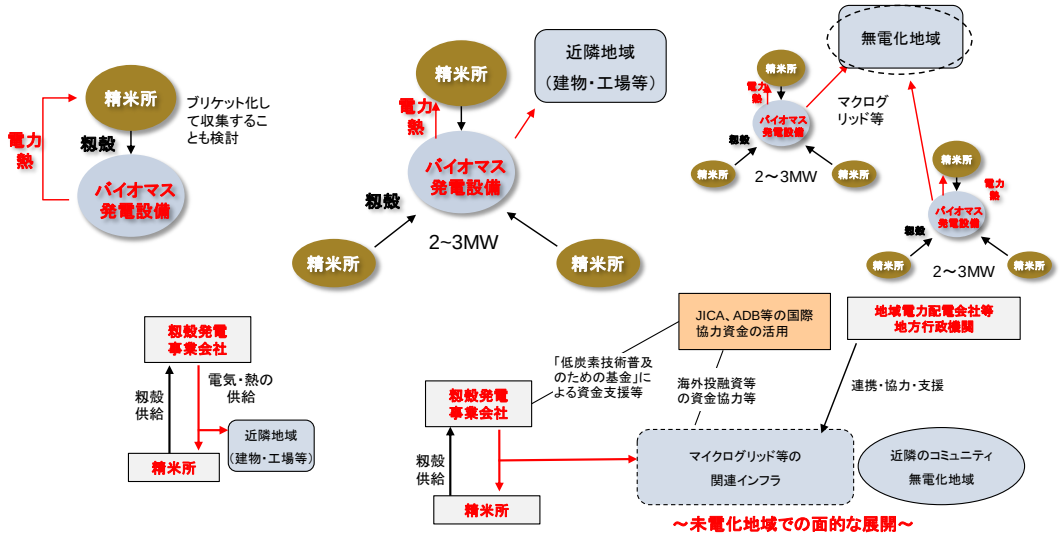
プロトタイプ的な設備での試行。

第２ステップ

プロトタイプでの成果を踏まえ、本格的な事業の展開。

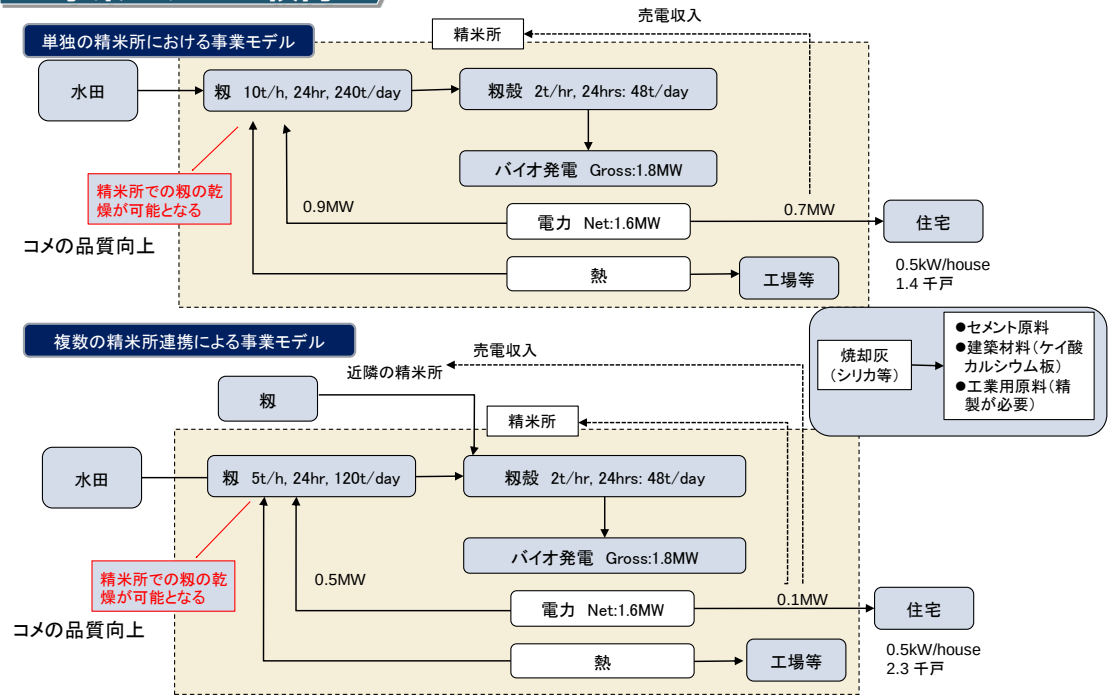
第３ステップ

マイクログリッドの整備等周辺地域の電力インフラとの連携による面的な展開。



7

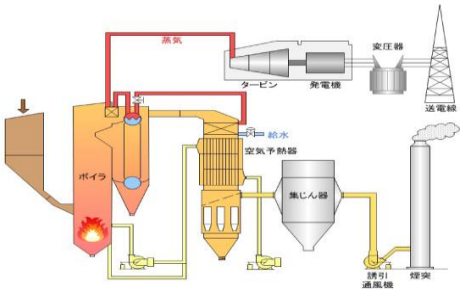
事業モデルの検討



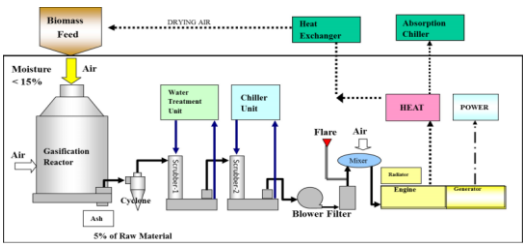
8

導入技術の検討

項　目	直接燃焼発電システム	ガス化発電システム
イニシャルコスト	単純構造のため安価	処理工程が多いため高価
ランニングコスト	・ボイラに供給する水の処理が必要	・清掃頻度が多くコストがかかる ・廃水処理費がかかる ・タールの発生により寿命が短い
メンテナンス性	・定期点検および補修交換頻度は、2～３日/月 ・定期点検を除いた２４時間、３３０日連続運転が可能	・一般的にタールの完全除去技術が確立されていない。 ・ガスエンジンにタールが入らないように複数の工程が必要 ・頻繁にタール除去清掃が必要 ・清掃毎に洗浄廃水がでる。 ・洗浄廃水の処理設備が必要
環境面	・籾殻灰は、全量をセメント混和材として売却可能 ・排気ガス中に粉塵が含まれる。（集塵機で対応可能）	・籾殻炭は土壌改良材等として農地散布可能であるが、実際は引取先がなく、工場裏に野積みしている ・温室効果ガス（燃料ガス）の漏洩の可能性がある



直接燃焼発電システム



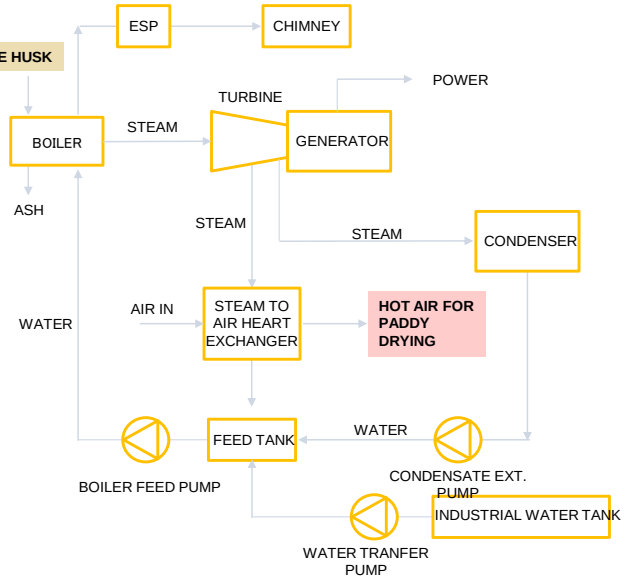
ガス化発電システム

BTG & PADDY DRYING SYSTEM

Spec sheet for plant

Per hour

No.	ITEM DESCRIPTION	UNIT	VALUE
POWER GENERATION PLANT			
1	POWER GENERATION	KW	1,816
2	POWER CONSUMPTION OF PLANT	KWH	182
3	POWER SELLING	KWH	1,634
4	RICE HUSK CONSUMPTION	TON/H	2
5	WATER CONSUMPTION	TON/H	7.96
PADDY DRYING			
6	MOISTURE OF PADDY BEFORE DRYING	%	18
7	MOISTURE OF PADDY AFTER DRYING	%	14
8	WEIGHT OF MOIST PADDY TO BE DRIED UP PER HOUR	KG/H	10,488
9	PADDY WEIGHT AFTER DRYING TO 14% MOISTURE	KG/H	10,000
10	STEAM REQUIRED TO PROVIDE HEAT TO THE AIR	TON/H	1.288



事業展開イメージ（案）

日本政府、ミャンマー政府の協力により、2021年までに累計約50MWの籾殻発電所の整備を目指す。

ミャンマー政府の協力（案）

- 送電網の整備
- FIT（Feed-in Tariff）の整備、中長期的な都市開発計画での推進策の明確化（バイオマス発電、地域での自立分散型電力整備の推進策等）
- 外国投資法の規制の緩和（現状では10MW以下の発電事業は、ミャンマー国内企業のみに限られている）

年　度		2016	2017	2018	2019	2020	2021	合計	備　考
事業規模	新設（個所）	1	2	4	6	8	10	31	
	累計（個所）	1	3	7	13	21	31		
	新設（kW）	1,600	3,200	6,400	9,600	12,800	16,000	49,600	
	累計（kW）	1,600	4,800	11,200	20,800	33,600	49,600		
年間発電量	新設（kWh/year）	11,520,000	23,040,000	46,080,000	69,120,000	92,160,000	115,200,000	357,120,000	
	累計（kWh/year）	11,520,000	34,560,000	80,640,000	149,760,000	241,920,000	357,120,000		
籾殻処理量	新設（ton/year）	14,400	28,800	57,600	86,400	115,200	144,000	446,400	
	累計（ton/year）	14,400	43,200	100,800	187,200	302,400	446,400		
建設費	新設（1,000 USD）	4,000	8,000	16,000	24,000	32,000	40,000	124,000	建屋等を含む
	累計（1,000 USD）	4,000	12,000	28,000	52,000	84,000	124,000		
補助金	新設（1,000 USD）	2,000	4,000	8,000	12,000	16,000	20,000	62,000	補助率1/2
	累計（USD）	2,000	6,000	14,000	26,000	42,000	62,000		
エネ起CO2削減量	新設（t-CO2/year）	3,360	6,720	13,440	20,160	26,880	33,600	104,160	2,100t-CO2/MW･年
	累計（t-CO2/year）	3,360	10,080	23,520	43,680	70,560	104,160		

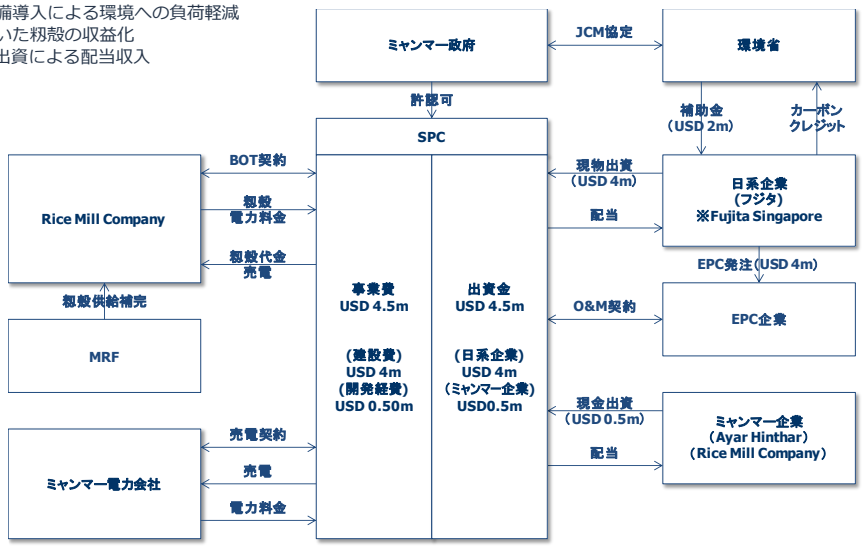
11

事業化の実施スキーム（現時点での案）

JCM Scheme による、ミャンマーサイドのメリット

1. 日本企業からの投資による、資金負担減（事業費の50%程度）
2. 安定的で、安価な電力供給
3. 最新の設備導入による環境への負荷軽減
4. 廃棄していた籾殻の収益化
5. SPCへの出資による配当収入

具体的な実施スキーム（SPCスキームについては検討中）



※MRF：Myanmar Ricemill Fedaration

12

ディスカッションでの論点

地域での事業化モデルの具体化

＜電力、熱利用のアイデア＞
～籾殻発電で発生する電気と熱を利用したビジネス機会＆地域発展（有望分野とは？）～

- ●電力利用面（精米所、関連施設、地域）
- ●熱利用面（精米所、関連施設、地域）

※焼却灰（シリカ）の利用先：建材ボード、セメント混和材のニーズ

＜原料確保面での課題と工夫＞地域での特徴？

- ●既存利用との競合、季節性、今後のトレンド、輸送コスト
- ●長期の安定供給のための工夫

具体化するための方策（事業環境の整備）　**～籾殻発電事業の育成策、戦略的な活用策～**

＜実現のためのロードマップ（短期的、中長期的）＞

- ●籾殻発電事業＝地域の自立分散型エネルギーインフラとしての機能により、様々な産業の立地が可能。地域の電化推進の加速化も可能。籾殻発電事業の意義づけ
- ●送電網の整備、電力価格等、電力関連分野での事業環境づくり
- ●中長期的な都市開発計画での推進策の明確化（バイオマス発電、地域での自立分散型電力整備の推進策等）
- ●両国の連携（投資環境の整備、関連する産業分野、地域開発分野での連携強化）

13

事業モデルの可能性

経済性、地域関係者との連携、関連政策や制度の提案など、社会システムの構築

日本技術や制度・事業ノウハウを活用したシステム化（技術＋事業ノウハウ＋関連制度・政策）

検討事項	事業化における課題等
中規模（蒸気タービン発電）の分散型発電事業の可能性検討（原料調達、設備スペック、維持管理方法等）	● 籾殻の調達方法（精米所の未利用分・周辺の精米所の未利用分、効率的な輸送方法、安定供給のための工夫〔契約形態等〕等） ● バイオマスボイラーシステム ● 集じん機維持管理費の安い日本企業の集じん技術の適用の可能性を検討。
電力、排熱、シリカ（焼却灰中）の地域での有効利用を含めたシステム化の検討	● 精米場内での電力需要、排熱需要 ● 新たな電力、熱の需要創造（例：食品加工場の整備、地域産業振興との連携） ● シリカ：建材（ボード）原料への利用、セメント混和材利用 ● 電力や熱に関する関連政策の提案
マイクログリッド等の周辺の無電化地域での地域開発との一体的な展開方策の検討	● マイクログリッド等の近隣地域への送電網の整備

14

事業モデルの可能性

ビジネスとして、地域としてどのように活用するのか？

籾殻 → 籾殻発電設備
基本モデル
（Gross：1.8MW、Net：1．6MW）
発電量：11,520kWh/年
（24hr、300日/年）

→ 電力
→ 熱
→ 焼却灰（シリカ等） → 建材原料 セメント原料

＜発電事業のメリット＞
安定的な電力、熱の確保が可能となる

精米所内で利用

精米設備での利用
即時の電源を持つことで、精米作業の柔軟性が拡大
⇒稼働時期の分散化
精米設備の大型化が可能

籾の乾燥設備での利用
品質向上⇒輸出競争力のアップ

米貯蔵（温度管理）での利用
品質向上⇒輸出競争力のアップ

新規事業での利用

米関連の新規事業利用
米加工品の生産
・・・・・・・
・・・・・・・

産業での利用
電気、熱を利用する産業の立地が可能

倉庫等での利用
コールドチェーン等の物流拠点の立地が可能
例）水産用の低温倉庫

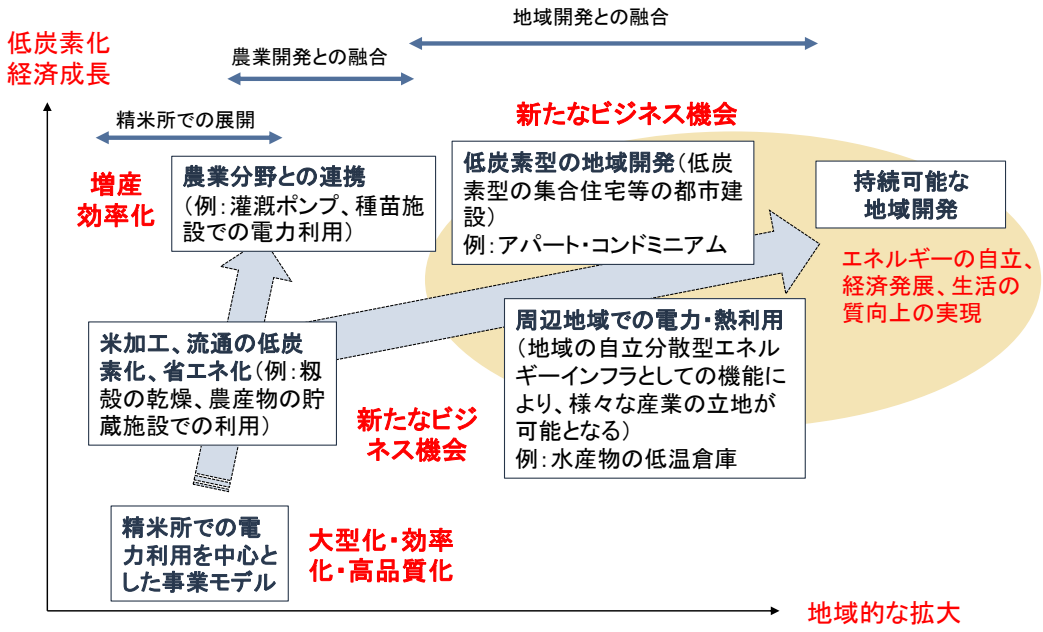
地域での利用

地域住民の電化推進
冷蔵庫等の普及による生活の質の向上
・・・・・・・
・・・・・・・
集合住宅等の立地が可能

地域の公共施設での電化推進
診療所での電力利用
・・・・・・・
・・・・・・・
地域への貢献

15

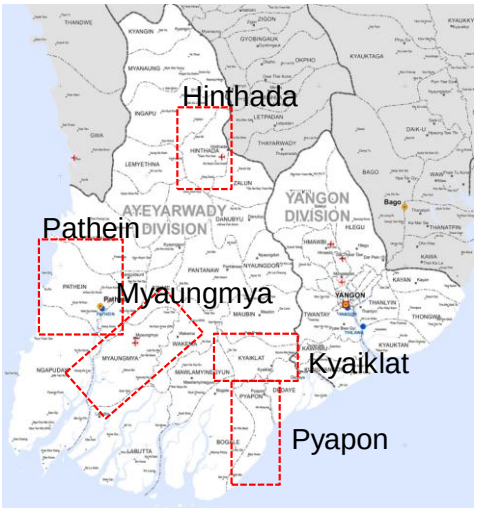
展開方策



16

地域別の展開方策

地域での可能性と課題？



原料である籾殻の状況と課題
- 籾殻利用状況
- コメの生産動向（拡大？）

精米所での経営課題
- 大規模化
- 高品質化

電気・熱の利用の可能性と課題
- 精米所
- 関連施設
- 地域

建材、セメント原料としての可能性と課題

農業分野での電力利用の可能性と課題

地域電化の可能性と課題

17

JCMによる展開

籾殻発電システムを地域のエネルギー供給の拠点として位置づけ、面的な利用を推進

→

コミュニティの電化、新たなコミュニティ建設において、省エネ性能の高い機器や設備の導入を推進

→

日本の経験、省エネ・再エネ技術の活用

二国間クレジット制度（JCM）注

Win-Winの関係

低炭素型コミュニティ実現

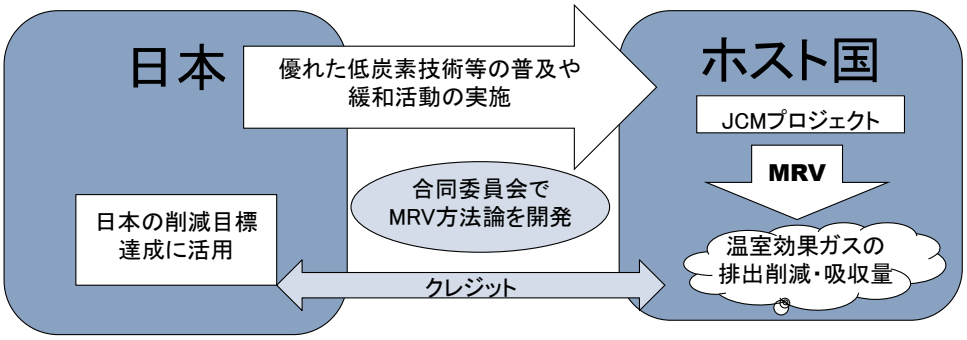
注：JCMとは

二国間クレジット制度（Joint Crediting Mechanism：JCM）は、途上国への温室効果ガス削減技術、製品、システム、サービス、インフラ等の普及や対策を通じ、実現した温室効果ガス排出削減・吸収への日本の貢献を定量的に評価し、日本の削減目標の達成に活用するもの。

18

JCMの基本概念

- 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。
- 日本からの温室効果ガス排出削減・吸収への貢献を、測定・報告・検証（MRV）方法論を適用し、定量的に適切に評価し、日本の排出削減目標の達成に活用。
- CDMを補完し、地球規模での温室効果ガス排出削減・吸収行動を促進することにより、国連気候変動枠組条約の究極的な目的の達成に貢献。

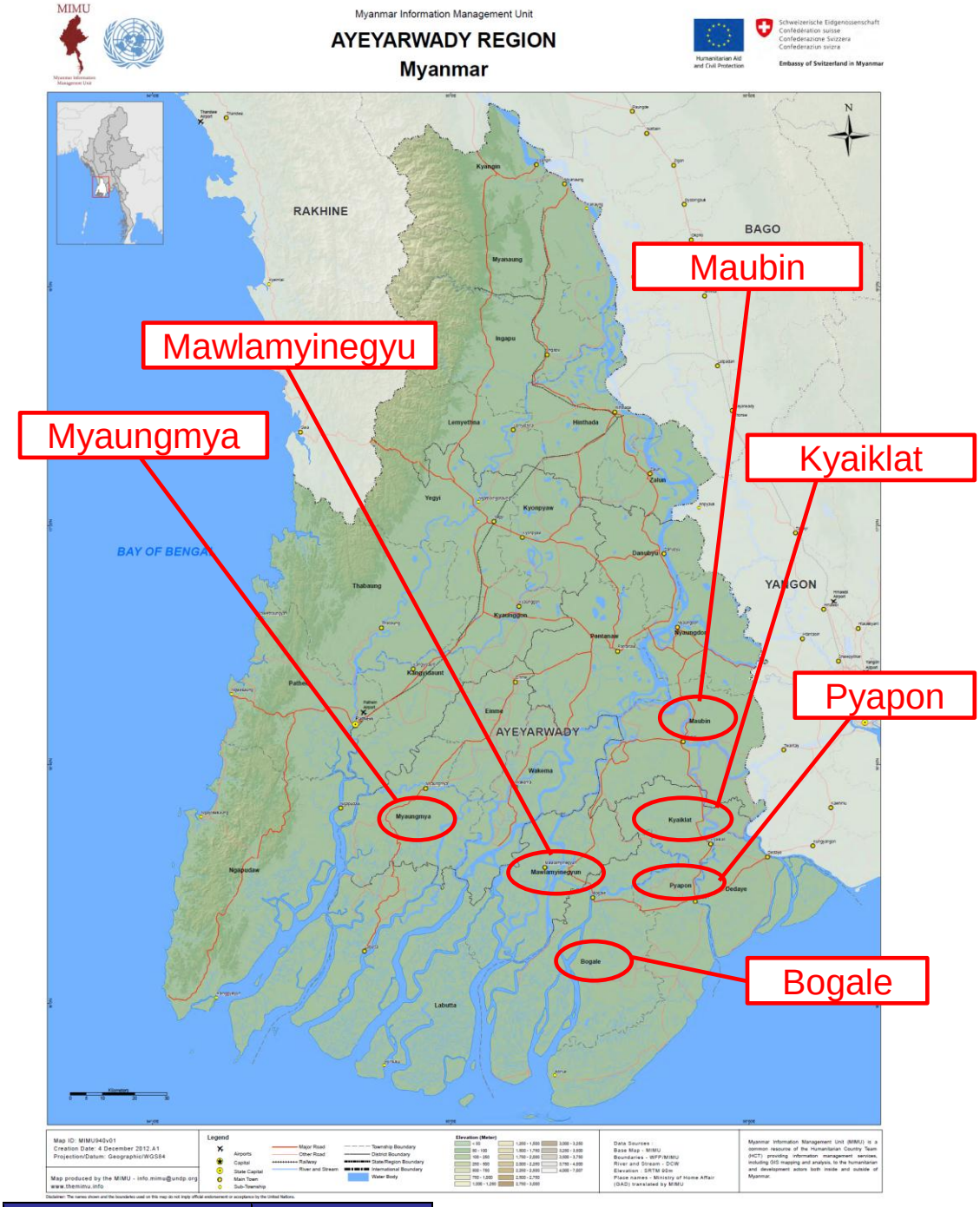


出典：日本国環境省「二国間クレジット制度 (Joint Crediting Mechanism (JCM))の最新動向」より
http://www.env.go.jp/earth/ondanka/mechanism/bilateral/attach/jcm-bocm_trend1401_1.pdf

注）**MRV**：Measurement, Reporting and Verification 。（温室効果ガス排出量の）測定、報告及び検証。

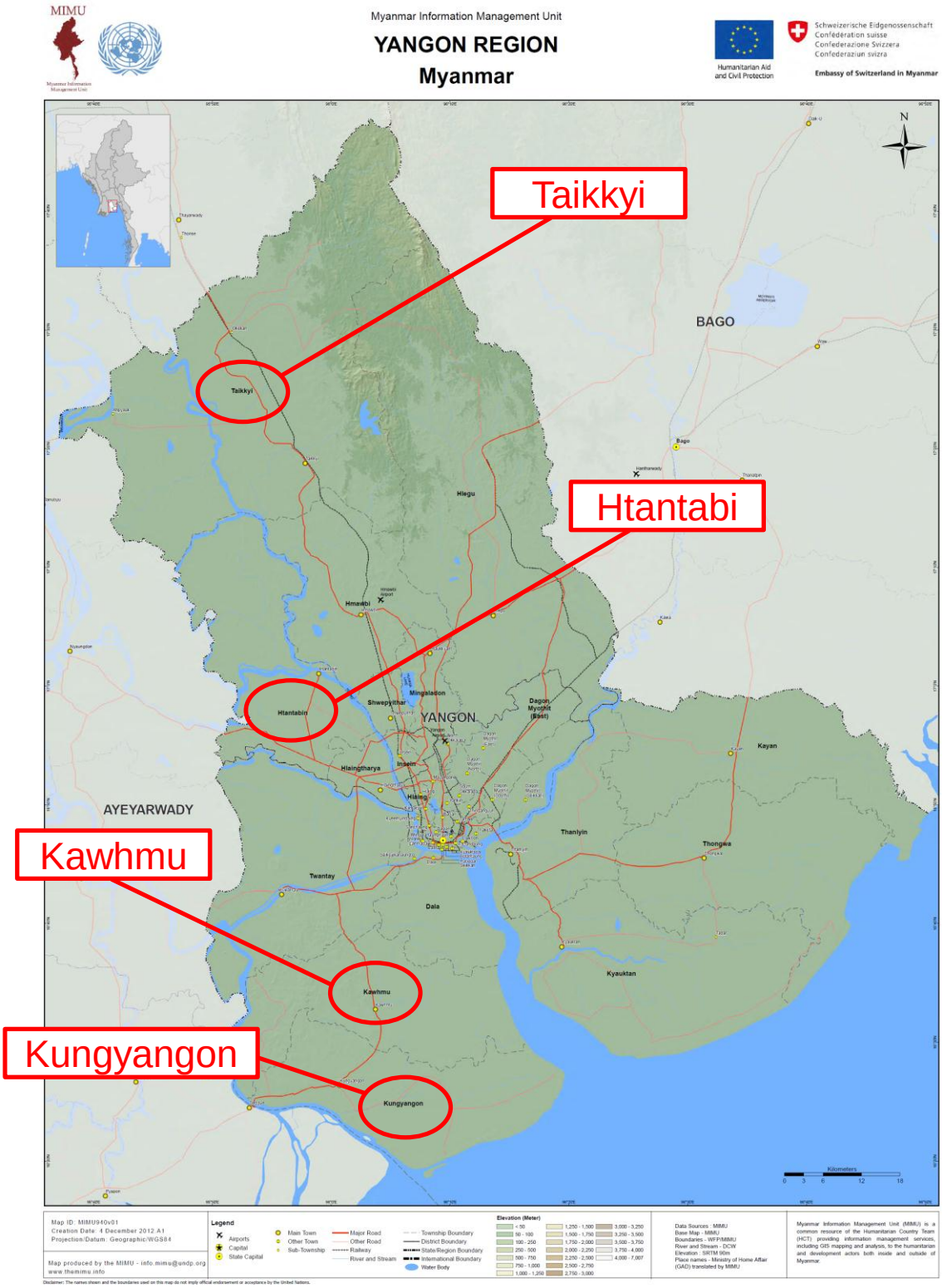
19

添付資料１５：　籾殻発電事業の候補地域の地図[10]

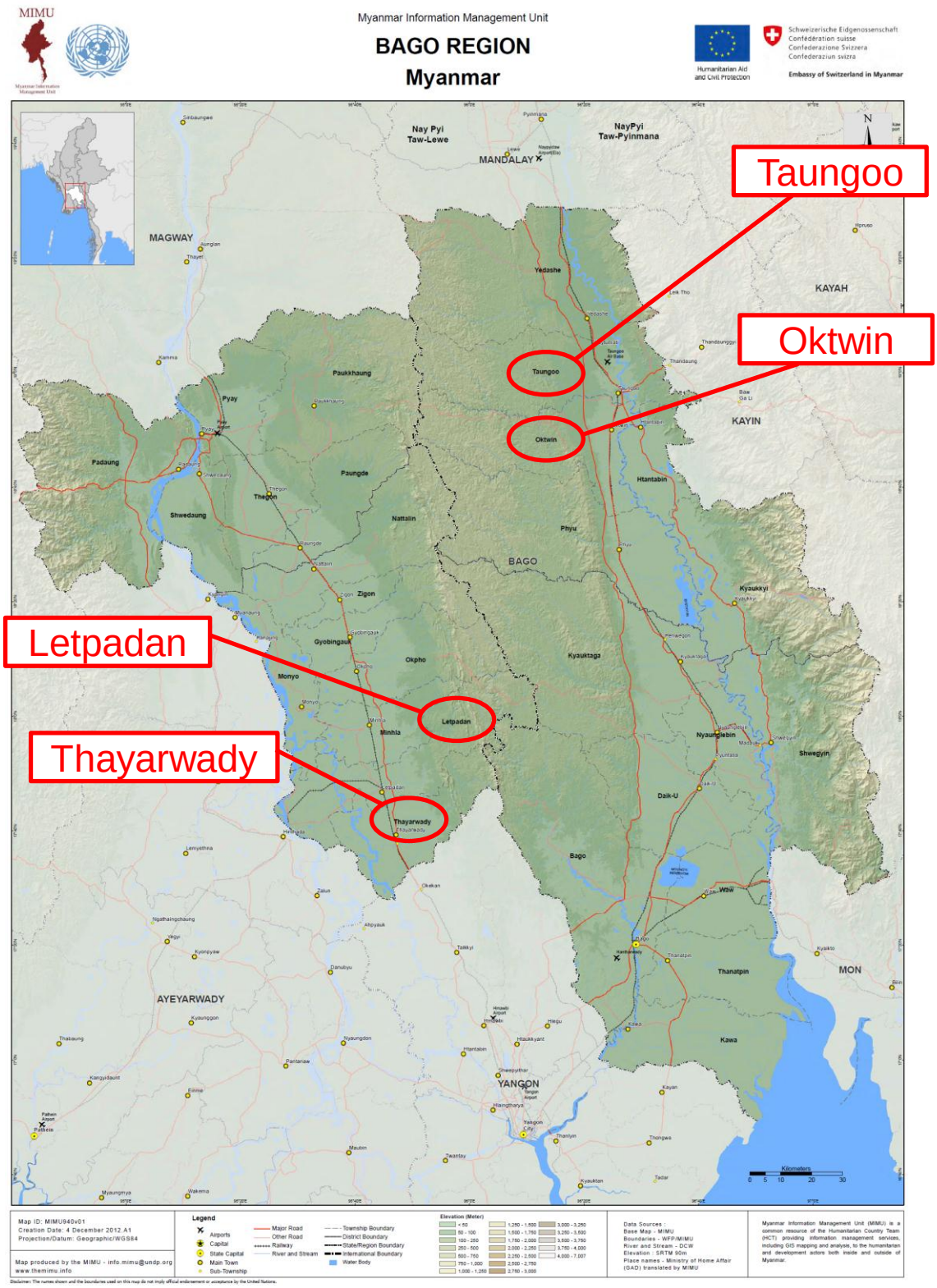


タウンシップ	人口
Myaungmya	298 千人
Mawlamyinegyun	311 千人
Maubin	314 千人
Pyapon	314 千人
Bogale	322 千人
Kyaiklat	193 千人

[10] Myanmar Information Management Unit 資料より作成。人口は 2014 年センサス（Population and Housing Census of Myanmar, 2014, August 2014）より作成。



タウンシップ	人口
Taikkyi	277 千人
Htantabin	146 千人
Kawhmu	119 千人
Kungyangon	111 千人



タウンシップ	人口
Taungoo	262 千人
Oktwin	160 千人
Thayarwady	151 千人
Letpadan	177 千人

平成 26 年度アジアの低炭素社会実現のための JCM 大規模案件形成可能性調査事業委託業務（ミャンマー・エーヤワディ地域における低炭素型コミュニティのための籾殻発電システムの可能性調査）報告書

平成 27 年 3 月

株式会社三菱総合研究所・株式会社フジタ