

平成28年度

低炭素社会実現のための都市間連携に基づく

JCM案件形成可能性調査事業委託業務

(エーヤワディの低炭素化に向けたJCM案件形成調査事業 (パティン・インダストリアル・シティにおける低炭素型上下水処理システムの導入可能性検討))

報告書

平成29年2月

株式会社三菱総合研究所

株式会社フジタ

目次

エグゼクティブ・サマリー（日本語・英語）	1
1. 目的・実施体制等	9
1.1 目的	9
1.2 調査項目	9
1.3 調査体制	10
1.4 都市間連携の背景と取組の概要	11
2. 対象地域の概況・ニーズ調査	15
2.1 ミャンマー・エーヤワディ管区の概況	15
2.2 パティン市とパティン・インダストリアル・シティの概況	17
2.3 ミャンマーにおける水処理の状況	20
2.3.1 上下水処理に関する政策・規制の現状	20
2.3.2 上下水処理に関する課題	21
2.4 電力セクターの概況	22
2.4.1 ミャンマーにおける電気料金	22
2.4.2 ミャンマーにおける電化政策	24
2.4.3 ミャンマーにおける再生可能エネルギー	26
3. 活用する日本の経験・ノウハウ・技術の抽出	27
3.1 政策面	27
3.1.1 下水道に関する基本計画	27
3.1.2 水処理に関する啓発活動	28
3.2 取組事例	29
3.3 有望技術	30
3.3.1 無曝気型下水処理施設	30
3.3.2 太陽光発電の導入	32
4. JCM 案件化と実現可能性検討	33
4.1 JCM 事業化検討	33
4.1.1 事業概要	33
4.1.2 事業実施場所	33
4.1.3 事業における導入技術	34
4.2 GHG の削減量の検討	38
4.2.1 温室効果ガス排出削減量の推計	38
4.2.2 温室効果ガス削減以外の事業効果	41
4.3 事業提案、政策提案の検討	42
4.3.1 環境影響、社会影響の検討	42

4.3.2 事業化スキーム	43
4.3.3 実現に必要な施策	45
5. 今後の展開に向けて.....	54

添付資料

添付資料Ⅰ：検討結果概要

添付資料Ⅱ：調査関連データ・関連資料集

添付資料Ⅲ：ワークショップ・現地調査等の実施概要・関連資料

添付資料Ⅳ：Pathein Industrial City 関連資料

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。

本報告書での表記	意味
t	トン
kg	キログラム
MJ	メガジュール
MW	メガワット
kVA	キロボルトアンペア
MVA	メガボルトアンペア
kW	キロワット
kWh	キロワットアワー
GWh	ギガワットアワー
TWh	テラワットアワー
Mpa	メガパスカル
ha	ヘクタール
m ²	平方メートル
m ³	立法メートル
t-CO ₂	二酸化炭素排出量（トン）
kg-CO ₂	二酸化炭素排出量（キログラム）
MMK	ミャンマーチャット（Kyat）
USD	米ドル

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
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
DHS	Down-Flow Hanging Sponge	下向流懸垂型スポンジ状担体
DICA	Directorate of Investment and Company Administration	国家計画経済開発者・投資企業管理局
EIA	Environmental Impact Assessment	環境アセスメント（環境影響評価）
EIAP	Environmental Impact Assessment Procedure	環境影響評価手続
EMP	Environmental Management Plan	環境管理計画

EPC	engineering, procurement, construction	設計、調達、建設
ESE	Electricity Supply Enterprise	ミャンマー配電事業者（ヤンゴン以外の地域）
FIL	Foreign Investment Law	ミャンマー外国投資法
GHG	greenhouse gas	温室効果ガス
HPGE	Hydropower Generation Enterprise	ミャンマー発電事業者
IEA	International Energy Agency	国際エネルギー機関
IEE	Initial Environment Examination	初期環境審査
IFC	International Finance Corporation	国際金融公社
IFC EHS	International Finance Corporation Environmental Health and Safety	国際金融公社 環境・健康・安全ガイドライン
INDC	Intended Nationally Determined Contributions	約束草案
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
MCDC	Mandalay City Development Committee	マンダレー市開発委員会
MEPE	Myanmar Electric Power Enterprise	ミャンマー発電事業者
MIC	Myanmar Investment Commission	ミャンマー投資委員会
MOST	Ministry of Science and Technology	科学技術省
MRV	Measurement, Reporting and Verification	（温室効果ガス排出量の）測定、報告及び検証
NLD	National League for Democracy	国民民主連盟
O&M	operation and maintenance	運用・保守
PCDC	Patheingyi City Development Committee	パティン市開発委員会
PV	Photovoltaics	太陽光発電
SIA	Social Impact Assessment	社会的影響評価
SPC	Special Purpose Company	特別目的会社
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	気候変動枠組条約
YCDC	Yangon City Development Committee	ヤンゴン市開発委員会
YESB	Yangon City Electric Enterprise	ミャンマー配電事業者（ヤンゴン）
3R	Reduce, Reuse, Recycle	リデュース、リユース、リサイクル

図 1.1	調査体制.....	10
図 2.1	エーヤワディ管区及びパティン市の位置.....	16
図 2.2	パティン・インダストリアル・シティの検討状況.....	18
図 2.3	ミャンマーにおける下水処理の様子.....	20
図 2.4	ミャンマー電力・エネルギー省組織図.....	22
図 2.5	ミャンマーにおける発電量推移.....	24
図 2.6	セクター別エネルギー消費量予測.....	25
図 2.7	東南アジア諸国における人口あたり電力消費量の比較 (kWh/人)	25
図 3.1	福島市下水道ビジョンの基本理念.....	27
図 3.2	わたしたちの福島 表紙.....	28
図 3.3	清掃活動支援の概要.....	29
図 3.4	小田地区における農業集落排水.....	29
図 3.5	山口地区における農業集落排水.....	30
図 3.6	パティン工業団地地上水場イメージ.....	32
図 4.1	パティン市気候条件.....	43
図 4.2	実施体制案.....	44
図 4.3	パティン市で検討中のビジョンの概要.....	46

表 2.1	ミャンマー・エーヤワディ管区概要.....	15
表 2.2	パティン市の概要.....	17
表 2.3	パティン・インダストリアル・シティのゾーン別の計画.....	18
表 2.4	パティン・インダストリアル・シティの概要.....	19
表 2.5	パティン・インダストリアル・シティでの電力料金（計画）.....	19
表 2.6	ミャンマーにおける電力料金.....	23
表 2.7	オフグリッドの電源構成（2012-2013）.....	26
表 3.1	各処理場で必要な電力.....	32
表 4.1	上下水処理施設の想定.....	34
表 4.2	設備概要の比較.....	35
表 4.3	消費電力量の比較.....	35
表 4.4	導入費用の比較（機器費）.....	36
表 4.5	設置可能な太陽光パネル面積の計算.....	37
表 4.6	上下水処理施設に必要な電力.....	37
表 4.7	太陽光発電システムの概要.....	38
表 4.8	1 MW 規模の太陽光発電システム計算.....	38
表 4.9	IEA データによるグリッド排出原単位の算定結果（t-CO ₂ /MWh）.....	39
表 4.10	排出削減量の算定結果（無曝気システム）.....	40
表 4.11	排出削減量の算定結果（太陽光発電）.....	40
表 4.12	必要コンクリート量の比較.....	41

エグゼクティブ・サマリー（日本語・英語）

エーヤワディの低炭素化に向けた JCM 案件形成調査事業 （パティン・インダストリアル・シティにおける 低炭素型上下水処理システムの導入可能性検討） エグゼクティブサマリー

1. 検討の経緯

エーヤワディ管区と福島市との都市間連携の下に、都市間連携のプラットフォームである「エーヤワディ低炭素化推進パートナーシップ」を設置し、関係者間の対話を行った。具体的には、エーヤワディ管区パティン市及び福島市でのワークショップ、相互の都市訪問（現地視察等）、両都市での政策動向に関する意見交換等を通じ、エーヤワディ管区・パティン市の現状やニーズ把握、福島市での取り組み、関連技術の紹介を行い、廃棄物分野、水処理分野での都市の低炭素化に向けた連携及び JCM 展開の可能性に関して検討を行った。

ミャンマー・エーヤワディ管区

ミャンマーで最大農業エリア。近年は、産業振興のために新たな工業団地の開発を進めるなどの取り組みを行っている。今後急速な経済発展が見込まれる地方都市の一つであり、過去に高度経済成長を経験した日本の経験やノウハウの活用が期待される。

福島市

市、市民、事業者が一体となり、再生可能エネルギーの導入を中心としながら、「地球温暖化防止と環境への負荷の少ない低炭素・循環型社会の構築」「原子力災害からの復興」「地域の活性化」「災害・非常時に強いまちづくりの推進」などに取り組み、将来的には、安全・安心なエネルギーによる地産地消が進んだ、活力あふれる「環境最先端都市 福島」の実現を目指す取り組みを行っている。

2. 課題認識と低炭素化都市形成の実現に向けた方向性

「エーヤワディ低炭素化推進パートナーシップ」では、これまでの検討を通じ、持続的な低炭素型の活力あふれる先端的な地方都市の形成の重要性、その実現に向けた方向性（道筋）に関して認識を共有した。

<目指すべき地方都市の姿>

- ・廃棄物の増加、水質等の環境負荷の増大、エネルギー消費の増加、地域が有する豊かな自然環境の喪失等、経済発展に伴って起きる社会問題（公害、自然破壊等）を予防しつつ、先進的な技術やノウハウを最大限に活用し、地方の特色を生かした、活力あふれる低炭素型・環境配慮型の先端的な地方都市（「環境最先端都市 エーヤワディ」<仮称>）の実現を目指すことが重要である。
- ・行政、市民、事業者が一体となって環境保全・低炭素化に取り組むことが不可欠で

あり、「事業による展開」と「政策面での展開：事業展開を支える仕組み」の両輪により、まずは、モデル的な取り組みを行い、展開を広げていくことが重要である。

- ・モデル的な取り組みの具体化においては、都市間連携のプラットフォームである「エーヤワディ低炭素化推進パートナーシップ」の対話の下で、過去に高度経済成長を経験した日本の経験やノウハウの活用、JCMの枠組みの活用等を図ることが不可欠である。

特に、廃棄物・資源循環分野、水分野、エネルギー分野は、都市の発展において優先分野であり、今回議論した水処理分野においては、以下の方向を目指すことが重要である。

3. 個別分野での展開方向

水処理分野：経済発展に対応した水処理対策の推進（省エネ・低炭素・低コスト化）

<目指す姿>

エーヤワディ管区での実情（都市化の状況、経済性、設備の維持管理の手間等）を踏まえ、まずは、小規模分散型の排水処理システムを活用した水環境の保全に配慮した先進的な都市づくりを目指すことが重要である。

<展開方向>

- ・日本では、小規模な排水処理対策の取り組みを行っており、地方都市での排水処理対策として効果を上げている。このような日本の経験を活かし、エーヤワディ管区の状況にあった小規模分散型の排水処理システムの活用が有望である。その際には、電力確保が課題であり、省エネ型、分散型電源（太陽光発電等）を活用した自立型のシステムを目指すことが重要である。
- ・水環境保全に対する地域社会での意識改革が重要であり、取り組みの強化が重要である（例：水環境保全を定着させるためには、環境教育の取り組みも効果的であり、学校教育の場の活用等が考えられる）。

その他関連分野での展開

今後は、都市間連携の取り組みを活かしつつ、関連分野（例：再生可能エネルギーの推進、資源循環、省エネルギー）、他地域（管区の他都市・他の工業団地等）への展開を有機的に進め、エーヤワディ管区での「環境最先端都市」のモデル的な取り組みを具体化することが重要である。

【課題認識・展開方向・アクションプラン（案）の詳細】

水処理分野

～『経済発展に対応した水処理対策の推進（省エネ・低炭素・低コスト化）』～

課題認識

- ・エーヤワディ管区では、経済発展に伴い上水・下水処理の取り組みが課題となっている。
- ・しかしながら、処理設備の整備・維持管理コストの問題、処理に必要な電力確保の問題など、導入には課題も多い。
- ・日本の自治体では、大規模な下水処理とともに、農業集落排水施設、合併浄化槽の普及などの小規模な排水処理対策の取り組みを行っており、地方都市での排水処理対策として効果を上げている。

課題解決に向けた展開方向

- ・エーヤワディ管区での実情（都市化の状況、経済性、設備の維持管理の手間等）を踏まえると、まずは、小規模分散型の排水処理システムを活用した展開が有望である。その際には、排水処理設備での電力確保が課題であり、電力不足、ナショナルグリッドによる電力供給インフラが脆弱なこと等を踏まえると、省エネ型、太陽光を活用した自立型のシステムが望まれる。
- ・また、工場等での適正な排水処理を進めるためには、規制指導などの取り組みも重要となることから、日本での指導対策の経験・ノウハウの移転などが参考になる。

都市間連携を活かしたアクションプラン（案）

水処理対策の推進のためのアクションプラン（案）として、1)エーヤワディ管区の地域の実情に即した小規模分散型の排水処理システムの展開の可能性検討、2)政策面での水質保全の仕組みづくり・意識啓発（水環境の保全を定着させるための環境教育の取組への協力等）が重要である。

1) 地域の実情に即した小規模分散型の排水処理システムの展開の検討

- ・小規模分散型の排水処理システムの推進（日本の技術）
～省エネ型・太陽光併設による自立電力型～
- ・小規模分散型の水処理制度の検討（参考：農業集落排水事業等の日本の制度）

2) 政策面での水質保全の仕組みづくり・意識啓発

- ・ 地域の水環境保全のビジョンの明確化（参考：「福島市下水道ビジョン」）
- ・ 水質保全のための仕組みづくり（参考：日本での監視・指導の仕組み）
- ・ 規制の順守に向けた意識改革（参考：日本での商工会議所での勉強会、啓発活動）
- ・ 水環境の保全を定着させるための環境教育の取組（参考：小学校での取り組み）
- ・ 行政、事業者、市民（家庭）、学校、地域参画による水環境保全活動（環境美化活動）

FY2016 JCM Feasibility Study for Low-Carbon City in Ayeyarwady Region (Study of a low-carbon waste treatment system in Patheingyi Industrial City)

Executive Summary

1. Background of the examination

A partnership was formed between Ayeyarwady Region and Fukushima City as the platform for a new city-to-city collaboration under the collaborative scheme (framework) between the two, and discussions were conducted among stakeholders from both parties. In concrete, the status quo and the needs of Patheingyi City in Ayeyarwady Region were studied and comprehended, various initiatives by Fukushima City and related technologies were presented as reference, and examinations were performed concerning the possibility of collaboration between both Cities, as well as the possibility of deploying the Joint Crediting Mechanism (JCM) for realization of a low-carbon township in Ayeyarwady Region, in the fields of waste treatment and water treatment, in particular, through joint activities such as the holding of workshops in both Patheingyi City in Ayeyarwady Region and Fukushima City, mutual visits by members of both Cities (including on-site investigations), and exchange of opinions concerning the policy trends of both Cities.

Ayeyarwady Region, Myanmar

Ayeyarwady Region is the largest agricultural area in Myanmar, and the Region has been promoting new initiatives in recent years, including the development of new industrial parks, in order to promote the industrialization of the Region. This Region is considered to be one of the local areas in Myanmar where a rapid economic development is anticipated towards the future, and accordingly, the experience and knowhow held by Japan that experienced a rapid economic growth in the past are expected to be positively utilized in the Region.

Fukushima City

Fukushima City, while putting the utmost importance on the introduction of renewable energy sources through cooperation among the municipal governments, citizens and business operators, has also been engaged in various initiatives and activities such as “creation of a low-carbon, circular-type society with effective global-warming preventive measures and low burden on the environment”, “restoration from nuclear disaster”, “revitalization of local areas” and “promotion of the building of townships resistant to disasters and emergencies”, aiming at making “Fukushima” a vigorous and environmentally most advanced city, based upon well advanced local production and consumption features, as well as safe and secure energy sources, in the future.

2. Awareness of the issues, and the direction towards the realization of a low carbon partnership

All members of the “Partnership”, through discussions thus far, came to share the awareness about the importance of building a sustainable, low-carbon-type, vigorous, well-advanced township in Ayeyarwady Region, and the direction (roadmap) towards the realization of such township, as stated below.

Goal Image of the Region

It is important to aim at realizing an “environmentally most advanced City of Ayeyarwady (tentative name)”, a city, which is full of vigor, yet low-carbonized and environmentally friendly, with its local features well preserved, by making the most of advanced technologies and knowhow, while preventing the occurrence of various social problems (environmental pollution, natural disaster, etc.) from the increase in the volume of waste materials, increase in the environmental load including deterioration of water quality, increase in the amount of energy consumption, loss of the rich natural environment of the Region and so forth, which could occur as a result of the economic growth.

It is indispensable for the administration, citizens and business operators to work together for the preservation of the environment and for the promotion of low-carbonization, and it is important to gradually expand the sphere of deployment, by firstly proceeding with a model-type approach based on a pair of wheels of “deployment by business operators” and “deployment of institutional efforts: i.e. creation of a proper mechanism to support business deployment”.

In bringing the model-type approach into practice, it is indispensable to utilize the experience and knowhow of Japan that experienced a rapid economic growth in the past, as well as the framework of the JCM, through discussions within the Partnership, which is the platform of the city-to-city collaboration.

The fields of waste treatment, recycling of resources, water treatment and energy sources, in particular, are the priority areas in the development of townships, and it is important to aim at the below-stated directions in the field of water treatment (which were the discussion themes of this time).

3. Direction of deployment in individual fields

Field of water treatment measures: Promotion of water treatment measures (i.e. energy-saving, low-carbon and low-cost measures), corresponding to the progress of the economic growth”

Vision

In light of the actual situation of Ayeyarwady Region (such as the status quo of the level of urbanization, economics, time/labor required for the maintenance of facilities, etc.), it is important in the first place to aim at creating a well advanced township, which is considerate of the preservation of the water environment, by utilizing a small-scale, decentralized-type waste-water treatment system.

Future Perspectives

In Japan, small-scale waste-water treatment measures are also adopted and they are proved to be quite effective as the measures for local communities, in particular. Thus, based on the

experience in Japan, utilization of the small-scale, decentralized-type waste-water treatment system, corresponding to the situation of Ayeyarwady Region, will be quite promising. In applying such system there, the securing of required electricity will be a big issue. Thus, it is important to aim at adopting a stand-alone power system, which is based on energy-saving-type, decentralized power sources (such as solar power generation).

It is also important to change the awareness of people in the local community about the preservation of the water environment, and accordingly, we need to enhance the promotional activities. (e.g. to promulgate the habit of preserving the water environment. As the environmental education approach is thought to be effective here, we will utilize the place of education for that purpose.)

Development in other areas

Hereafter, it is important to bring into practice a model-type approach of “environmentally most advanced township” in Ayeyarwady Region, by also proceeding with the deployment in related fields (e.g. promotion of renewable energy sources, recycling of resources, energy efficiency etc.) and in other regional areas (e.g. other townships in the Region, other industrial parks, etc.) in a well coordinated manner, by making good use of the approach from the city-to-city collaboration.

[Details of recognized issues, future perspectives and action plan(draft)]

~ “Promotion of water treatment measures (i.e. energy-saving, low-carbon and low-cost measures), corresponding to the progress of the economic growth” ~

Recognition of issues

In Ayeyarwady Region, introduction of a new treatment system for fresh water as well as waste-water has been a serious issue, in relation to the progress of the economic growth.

However, the introduction of the system has various obstacles, such as financial problems associated with the construction of treatment facilities and their maintenance, procurement of electricity required for the treatment, and so forth.

In municipalities in Japan, small-scale, waste-water treatment measures such as the promulgation of sewage facilities for agricultural villages and community waste-water treatment tanks have been effectively and successfully adopted as the waste-water treatment measures in local communities, in parallel with the introduction of large-scale sewage treatment facilities elsewhere.

Direction of deployment for the solution of the issue

In light of the actual situation of Ayeyarwady Region (such as the status quo of the level of urbanization, economics, time/labor required for the maintenance of facilities), the deployment of small-scale, decentralized waste-water treatment systems is promising in the first place. In pursuing the development, procurement of electricity for the waste-water treatment facilities is a big issue, and if we consider possible power shortage and the fact that the power supply infrastructure based on the national grid is vulnerable, an energy-saving-type, stand-alone system based on solar power is considered to be an appropriate solution.

And, since the compliance with regulations will become important in order to proceed with

proper waste-water treatment, transfer from Japan of the knowledge acquired from the experience and the knowhow about regulatory countermeasures in Japan will be utilized as good reference.

Proposed action plan

For the action plan to promote proper water treatment measures, it is important to (1) examine the feasibility of deployment of a small-scale, decentralized-type waste-water treatment system corresponding the actual situation of Ayeyarwady Region, and (2) create an institutional mechanism to preserve the quality of water and enlighten people's awareness (in order to gain their cooperation to the environmental education approach to promulgate the habit of preserving the water environment).

- (1) Examination of the deployment of a small-scale, decentralized-type waste-water treatment system corresponding to the actual situation of the Region.
 - Promotion of a small-scale, decentralized-type waste-water treatment system (utilization of Japanese technologies) ~ Energy-saving-type, solar power- combined, stand-alone power-type system ~
 - Examination of institutional systems for the small-scale, decentralized-type water treatment measures (Reference: Institutional system in Japan for agricultural village waste-water treatment business).
- (2) Creation of an administrative mechanism for the preservation of water quality and enlightenment of people's awareness.
 - Clarification of the vision on the preservation of the water environment (Reference: "Vision of Fukushima City on the Fresh-Water and Waste-Water Treatment Measures").
 - Creation of a mechanism for the preservation of water quality (Reference: Mechanism of supervision and guidance in Japan).
 - Change of people's awareness towards the compliance with regulations (Reference: Study meetings conducted by commercial and industrial groups in Japan; enlightenment activities).
 - Environmental education approach to promulgate the habit of preserving the water environment (Reference: Activities on the level of elementary schools).
 - Water environment preservation activities with the participation of the administration, business operators, citizens (families), schools and communities (environment beautification activities).

1. 目的・実施体制等

1.1 目的

平成 27 年 7 月、日本は、国連気候変動枠組条約事務局に約束草案を提出した。本約束草案は、エネルギーミックスと統合的な実現可能な削減目標として、国内の排出削減・吸収量の確保により、2030 年度に 2013 年度比 26.0%減（2005 年度比 25.4%減）の水準（約 10 億 4,200 万 t-CO₂）にすることとしている。その中で、二国間クレジット制度（JCM: Joint Crediting Mechanism）については、温室効果ガス削減目標積み上げの基礎としていないが、日本として獲得した排出削減・吸収量を我が国の削減分として適切にカウントすることとしている。

また、同年 12 月、フランス・パリ近郊において開催された、国連気候変動枠組条約第 21 回締約国会議（COP21）にて、すべての国が参加し、公平かつ実効的な新たな法的枠組みである「パリ協定」が採択され、都市や企業など国以外のステークホルダーの重要性が益々高まりつつある。

本事業は、低炭素社会形成のノウハウを有する本邦自治体とともに、都市間連携に基づいて、国外の都市・地域において、JCM クレジット獲得を目指し、多岐に渡る分野で継続的にエネルギー起源二酸化炭素削減を見込める案件形成を通じて都市の低炭素化を目指す事業を支援することを目的とする。本邦自治体が発関与し、本邦研究機関・民間企業・大学等とともに日本の技術や制度を現地の実情に応じて調整、運営・維持管理体制を確立し、都市間連携関係のある都市や地域などで JCM 案件を形成するため、都市・地域に展開可能な事業を想定し都市の低炭素化実現のための JCM 案件形成可能性調査事業を実施した。

1.2 調査項目

上述の目的を踏まえて、本調査ではミャンマー・エーヤワディ管区パティン市において現在建設が進められている新規工業団地（パティン・インダストリアル・シティ）における、低炭素型水処理システム（太陽光発電・省エネルギー型の水処理）を対象として、以下の調査を実施した。

- (1) 概況及び現地ニーズ調査
- (2) 活用する日本の経験・ノウハウ・技術の抽出
- (3) 実現可能性の検討
- (4) 現地調査、ワークショップの開催、その他会合への対応

1.3 調査体制

本調査は、三菱総合研究所（以下「三菱総研」という。）が代表提案者となり、共同実施者であるフジタ、福島市、福島商工会議所と連携して実施した。実施に当たっては、現地企業（AYEYAR HINTER 社）とも連携しながら、エーヤワディ管区の協力を得て進めた。

三菱総研は、日本での国・自治体レベルでの政策導入、計画策定支援、JCM 検討のノウハウを活かし、全体統括を行う他、関係情報の収集、ワークショップの事務局運営、JCM 化方策の検討、福島市と現地自治体との政策対話の支援等を行った。

フジタは、国内外での工業団地・都市開発・地域開発のノウハウと事業経験、事業化のノウハウを活かし、具体的な事業案件の可能性を検討した。

福島市は、再エネ導入推進計画の策定、工業団地づくりの経験やノウハウを活かし、パティン市で計画中の新規 Pathein Industrial City の開発での低炭素化、さらには、周辺地域を含め「産業都市」のまるごと低炭素化を目指すための政策的なアプローチについて、関係自治体担当者に対し、日本での経験を紹介しつつ、政策対話を行った。福島商工会議所は、傘下の会員企業と連携し、企業の有する技術や事業化の知見やノウハウを紹介するとともに、福島市に拠点を有する企業や福島県下の企業の有する技術移転の可能性を探った。

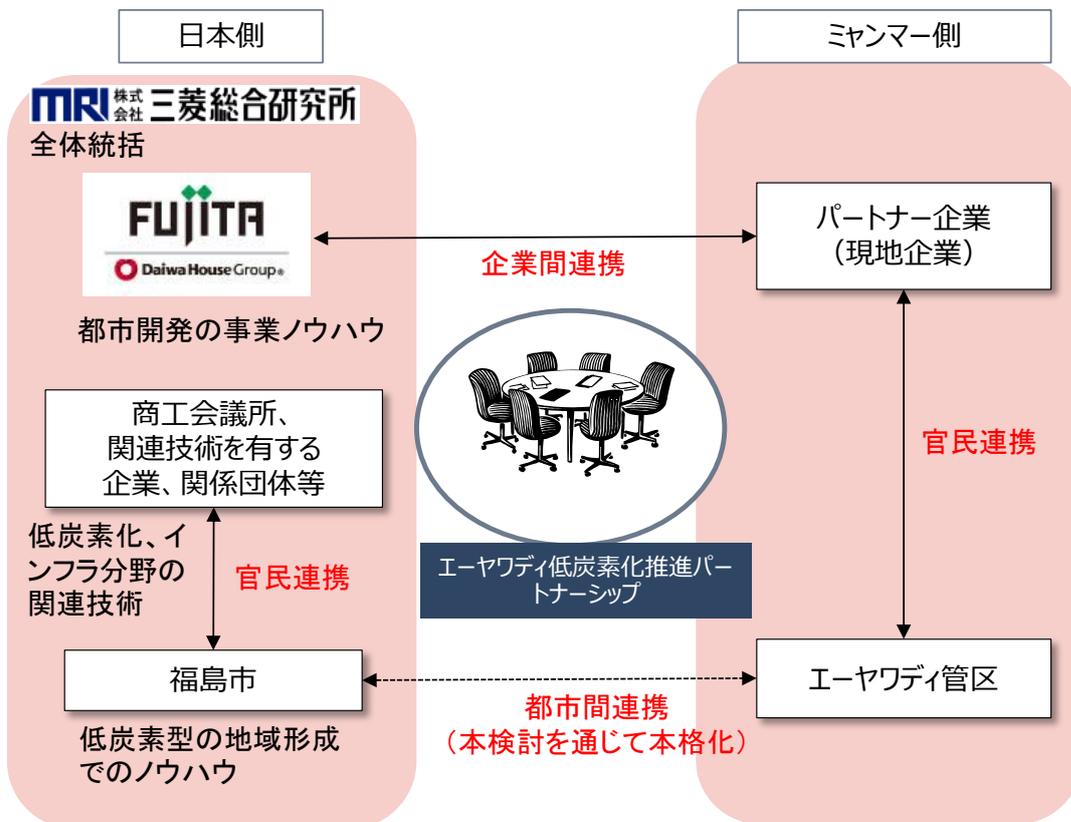


図 1.1 調査体制

1.4 都市間連携の背景と取組の概要

現在開発中の Pathein Industrial City を中心とした地域が、今後、総合的に発展を遂げるためには、安定的な電力供給や廃棄物処理等、克服すべき課題は多い。日本の自治体や企業の有する経験や知見を、これらの課題解決に活用することで、Pathein Industrial City 及びその周辺地域での特色ある開発が期待できる。また、企業集積・産業育成を進める上でも、このような特色ある地域開発を進めることが重要である。

過去に高度経済成長を経験した日本が有する経験・技術に対して、ミャンマー側の寄せる期待も大きい。2015 年 4 月下旬にエーヤワディ管区首相が来日した際、福島市の省エネ・再生可能エネルギーに関する取組に触れたことが契機となり、同年 6 月に管区首相より福島市長に対して、Pathein Industrial City 開発での協力要請（都市間連携の下での持続可能な低炭素型都市形成に向けた協力）が行われた（管区首相から福島市長宛での協力要請書）。

本協力要請を受け、福島市・福島商工会議所・三菱総研・フジタが連携し、都市間連携のプラットフォームとして「エーヤワディ低炭素化推進パートナーシップ」を設置し、都市間連携の取り組みを進めることとし、2015 年度には、エーヤワディ管区パティン市及び福島市等でのワークショップ、現地調査等を通じ、政策対話、JCM 案件の可能性検討し、2016 年 2 月には福島市関係者が現地訪問した際には、協力要請に対する福島市長からの返書をエーヤワディ管区担当大臣に手渡し、パティン市の低炭素かつ強靱（レジリエント）で持続可能な都市の実現のため、福島市でのこれまでの経験を踏まえ、再生可能エネルギー分野や廃棄物処理分野にのみならずマスタープランの策定等必要とされる様々な分野で協力して行くことを表明した。

このような取り組みを踏まえ、廃棄物分野、水処理分野での連携及び JCM 展開の可能性に関し検討を行うため、エーヤワディ管区、福島市、福島商工会議所等の協力の下に、ワークショップ、現地調査等で、エーヤワディ管区・パティン市の現状やニーズ把握、福島市での取り組み、関連技術の紹介を行い、政策面での具体的な展開の可能性、有望と考えられる JCM 事業の可能性を探った。

- ・第 1 回現地ワークショップの開催（2016 年 9 月、於：パティン市）
- ・福島市でのワークショップ等の開催（2016 年 10 月、於：福島市）
- ・日本訪問者との意見交換、関連施設の見学（2017 年 1 月、於：東京都内）
- ・第 2 回現地ワークショップの開催（2017 年 1 月、於：パティン市）

なお、このエーヤワディ低炭素化推進パートナーシップを通じた都市間連携の取り組みは、平成 28 年度低炭素社会実現のための都市間連携に基づく JCM 案件形成可能性調査事業委託業務での実施課題：エーヤワディの低炭素化に向けた JCM 案件形成調査事業である「パティン・インダストリアル・シティにおける低炭素型上下水処理システムの導入可能性検討」と「パティン・インダストリアル・シティにおける低炭素型廃棄物処理システムの導入可能性検討」で合同して実施した。

○福島市でのワークショップ及び現地視察の概要

2016年10月20日～22日に、エーヤワディ管区関係者が福島市を訪問し、福島市でのワークショップを開催した他、最終処分場施設、水処理施設を訪問し、福島市の取り組みについて視察を行った。

また、福島市長への表敬訪問、福島商工会議所の関係者との交流セミナーを行い、今後の連携に向けた意見交換を実施した。

ミャンマー・エーヤワディ管区関係者福島市長表敬訪問



福島市長との意見交換



福島市より記念品の贈呈



ミャンマーより記念品の贈呈



福島市、福島商工会議所関係者と写真

福島市での市担当者からの政策レクチャー



講義の様子

エーヤワディ低炭素化パートナーシップ・ミャンマーに関する交流会



副会頭による挨拶



Aung Min Naing 氏による挨拶

2016年9月（9月19日～23日）に、パティン市において、エーヤワディ管区関係者、日本側メンバー（福島市、三菱総研、フジタ、福島商工会議所）等が参加し、第1回現地ワークショップ及び現地調査を実施。現地ワークショップ（9月20日開催）では、管区首相に冒頭出席頂き、管区関係者が参加し実施した。また、現地調査において、管区開発部を訪問し、開発部長及び開発部担当者へのヒアリングを行い、現状及び今後の開発動向に関し最新の状況を把握した。この他、新規工業団地の状況、関連施設を訪問し取り組み状況等を把握しつつ、意見交換を行った。

第1回現地ワークショップ（2016年9月）



管区首相との意見交換



管区開発部局担当者との意見交換

第2回現地ワークショップ（2017年1月）



管区担当大臣との意見交換



ワークショップでの議論

○福島市での検討会等

エーヤワディ低炭素化推進パートナーシップの運営に際し、福島市関係者、福島商工会議所関係者との検討会、準備会合等を開催した。

- ・ 準備会合の開催（2016年4月、於：福島市内）
- ・ 準備会合の開催（2016年5月、於：東京都内）
- ・ 検討会の開催、商工会議所関係者との会合の開催（2016年7月、福島市内）
- ・ 準備会合の開催（2016年8月、於：東京都内）
- ・ 検討会の開催（2016年10月、於：福島市内）
- ・ 準備会合の開催（2016年12月、於：東京都内）
- ・ 検討会の開催（2016年12月、於：福島市内）
- ・ 取りまとめ会合の開催（2017年2月、於：東京都内）

2. 対象地域の概況・ニーズ調査

2.1 ミャンマー・エーヤワディ管区の概況

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（Ayeyarwady）管区は、ミャンマーの行政区画であり、エーヤワディ川（イラワジ川）のデルタ地域に位置する。ミャンマーの南部に位置し、北はバゴー地方域、東はヤンゴン地方域、北西はラカイン州に接する。南はベンガル湾に面する。コメ生産量の約3割を占め、国内随一の穀倉地帯である。

表 2.1 ミャンマー・エーヤワディ管区概要

	ミャンマー	エーヤワディ管区
面積	67万6,578平方キロメートル（日本の1.8倍）	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年を雨季（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	5,148万人（2015年5月29日発表、出典：ミャンマー入国管理・人口省暫定発表）	618万人
人口密度	74人/平方キロメートル	177人/平方キロメートル
世帯数	1,088万世帯	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：パティン市
最近の動向	2016年3月30日、ティンチョー氏が国会で宣誓を行い新たな大統領に就任した。 3月31日、国民民主連盟（NLD）によるティンチョー政権発足。閣僚の所掌業務についても承認された。 国民の大きな期待を背に国民民主連盟（NLD）による新たな政権運営が始まった。	新政権の下で管区首相、担当大臣等の任命が行われ、新たな体制がスタートしている。

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/data.html>）
ETRO 基本データ（<https://www.jetro.go.jp/world/asia/mm>）等

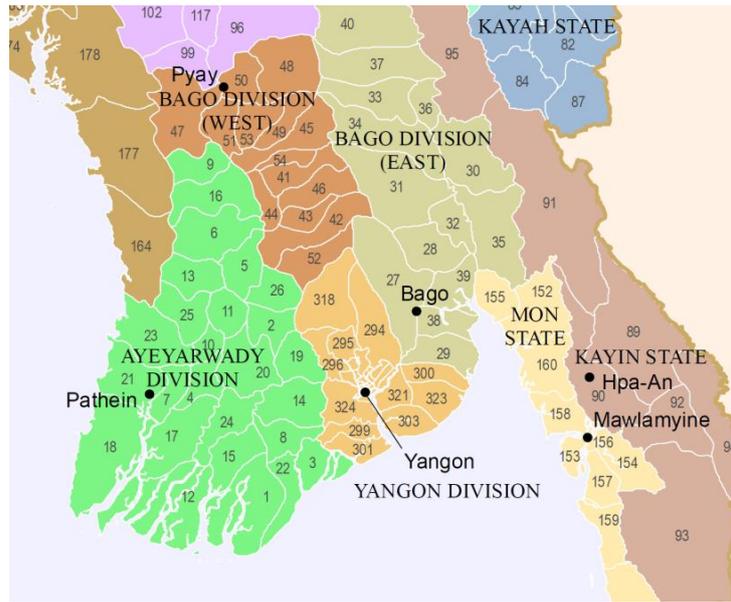


図 2.1 エーヤワディ管区及びパティン市の位置

出典) Myanmar Information Management Unit

2.2 パティン市とパティン・インダストリアル・シティの概況

本調査の対象となるパティン市は、エーヤワディ管区の首都であり、約 30 万人の人口を有し、そのうち約 14 万人が市の中心部に住んでいる。パティン市の面積は約 25.8 平方マイル、海拔高度は 11.53 フィートである。エーヤワディ川の支流であるパティン川のほとりに位置し、ヤンゴン港に次ぐミャンマー第 2 の港湾都市である。将来的には、大型船のアクセスが可能な深水港の開発が目指されているとともに、ヤンゴンからの道路整備、鉄道整備等が進みつつあるため、新たな開発エリアの拠点都市として注目されている。パティン市では、2040 年に向けたビジョンを策定しており、観光におけるハブ、物流におけるハブ、グリーン農業の 3 つの方向性が志向されている。以下の表にパティン市の概要を示す。

表 2.2 パティン市の概要

面積	10,898 km ²
人口	1,636,716 人
人口密度	150/km ²
労働力率	61.9%
失業率	3.8%
識字率	93.8%
主な農産物	米、豆等
主な製造業	繊維業

出典) Pathein Industrial City 資料 (<http://www.patheinic.com/dev/>)

パティン市においては、既存の工業団地である Pathein Industrial Park (面積約 250 エーカー)、Hinthada Industrial Zone (面積約 86 エーカー)、Myaungmya Industrial Zone (面積約 58 エーカー)に加えて、さらなる産業振興を目指して、管区首相主導の下、新たな工業団地であるパティン・インダストリアル・シティ (Pathein Industrial City) の建設計画が進められている。

パティン・インダストリアル・シティにおける検討状況を以下に示す。

- ・2012 年 11 月に、管区からの支援を受けることが決まり、同月に FS 調査が開始された。
- ・2014 年 3 月には、土地収用が始まり、同年 11 月には、工業団地の設計に関する報告書が作成された。
- ・2015 年 4 月には、EIA (Environmental Impact Assessment)、SIA (Social Impact Assessment) に関する報告書が作成され、これを踏まえて MIC 申請が行われた。
- ・2016 年に、MIC 許可、起工
- ・2019 年 3 月にはフェーズの整備完了 (予定)



図 2.2 パティン・インダストリアル・シティの検討状況

注) その後の資料ではフェーズ整備完成は2019年3月予定となっている。

出典) Patheingyi Industrial City 資料 (<http://www.patheingyi.com/dev/>)

パティン・インダストリアル・シティは、ヤンゴンから車で4～5時間程度（新たな高速道路の建設が完成した場合には3時間程度）、パティン市から車で5分程度に位置する、開発面積約1,000haの工業団地である。ヤンゴンからの好アクセスや、大型港の整備予定があることから、本工業団地は今後エーヤワディ管区における経済発展の中心となることが期待されている。

パティン・インダストリアル・シティでは、工業団地を中核として、周辺に集合住宅や大規模商業施設、ホテルやレジャー施設等の関連インフラについても、一体的に開発することとしており、この地域を輸出拠点として発展させることを目指している。パティン・インダストリアル・シティでの発展に伴って、周辺地域における産業集積、雇用機会の創出、地域経済の発展、貧困削減等、経済的、社会的な様々な効果が期待されている。以下にパティン・インダストリアル・シティの基本情報を示す。

表 2.3 パティン・インダストリアル・シティのゾーン別の計画

ゾーン	区分	面積 (エーカー)
ゾーン A-1	販売区画	460.41
	ユーティリティ及び緑地	146.92
ゾーン A-2	販売区画	390.83
	ユーティリティ及び緑地	162.65
港湾エリア		48.82

出典) Patheingyi Industrial City 資料

表 2.4 パテイン・インダストリアル・シティの概要

面積	1,770 エーカー
電力供給	106.5 MW (2017 年迄に)
給水量	24,000m ³ /日 (2018 年迄に)
排水量	22,000m ³ /日 (2019 年迄に)
幹線道路へのアクセス	21km (Papawaddy Main Road)
港へのアクセス	4km (パテイン港)
鉄道へのアクセス	5km (パテイン駅)
空港へのアクセス	10.9km (パテイン空港)

出典) Pathein Industrial City 資料

表 2.5 パテイン・インダストリアル・シティでの電力料金 (計画)

区分	料金 (MMK)
~500unit	75
501~10,000unit	100
10,001unit~50,000unit	125
50,001~300,000	150
300,001~	100

出典) Pathein Industrial City 資料

2.3 ミャンマーにおける水処理の状況

2.3.1 上下水処理に関する政策・規制の現状

ミャンマーにおいて、上下水処理施設の整備されている地域は非常に限られている。パティン市には水道施設がないため、上水については各自井戸水を用いており、飲用にはボトルウォーターを用いるのが基本である。下水処理は、浄化槽に一度貯留し、上澄みを放流後、沈降汚泥をバキューム引き抜きにより処理している。引き抜いた後の汚泥は郊外に運び、土壌浸透させた後、乾燥固形物は肥料として用いる。工場の排水はそのまま市内の側溝を経由して河川に放流している。



図 2.3 ミャンマーにおける下水処理の様子

ミャンマーにおける環境政策は、2012年に制定された環境保全法（Environmental Conservation Law）及びこの施行細則（Environmental Conservation Rules, 2014）が法的な根拠となっているものの、国レベルでの環境基準は制定されていない。したがって、排水基準は、ヤンゴン市開発委員会（YCDC: Yangon City Development Committee）やマンダレー市開発委員会（MCDC: Mandalay City Development Committee）等で独自に定める場合もあるものの、現状パティン市開発委員会（PCDC: Patheingyi City Development Committee）は独自の排水基準を有していない。

2015年12月には、国レベルでの環境基準策定の前段として、環境中に放出する物質の最大量を定めたガイドライン（National Environmental Quality (Emission) Guideline）が環境保全森林省（Ministry of Environment Conservation and Forest）によって制定された。このガイドラインの中では各業種毎の大気、水質に関する排出規制値が設けられている。一方で遵守のための規制（各種届出、モニタリング、罰則など）は明確になっていないため、今後、法制度（運用面）、ガイドライン等がさらに整備されると考えられる。

2.3.2 上下水処理に関する課題

2016年9月20日に実施したワークショップでは、衛生的な都市づくりを進めるため、上下水道の整備を早急に進める意向がパティン市側より示された。ワークショップでの協議から挙げられた課題を、以下に整理する。

(1) 上下水道整備のための手順に対する認識

上水道は JICA の支援を得て計画の検討が行われている一方、下水道に関しては、整備の意向はあるものの、具体的な計画には至っていない。下水道の整備が必要な地域の検討、処理の規模、処理方法など、下水道事業を実施する上で、事前調査項目は数多くあるが、これまで上下水道の計画経験がないため、調査すべき項目を把握できていない。このため、整備に向けた具体的な課題点が顕在化していないのが現状である。現段階から将来像に至るためのマスタープランを作成し、調査項目を具体化する必要がある。

(2) 上下水道整備のための処理方法に対する認識

現在、パティン市では下水処理を行っておらず、各工場の排水は市内を通る側溝に未処理のまま放流している。今後、工場への排水処理設備導入を進める意向があるものの、各工場においても排水処理方法に関する知見を有していない。具体的な処理方法と処理基準に関する知見の提供が必要である。

(3) 上下水道事業の運営に対する認識

上水道の運営においては、費用の徴収、設備の維持管理など、多くの運営組織が必要だが、現段階では運営に関する認識がないため、運営を行う上での組織体制等の知見を提供する必要がある。

(4) 電力インフラ

パティン市の電力供給不足に対する懸念は、ワークショップでも強く示された。これまで存在しなかった上下水処理施設の導入を検討することは、すなわち更なる電力使用量が予想される。したがって、上下水処理施設が衛生環境の向上に必要であるという意識はある一方、新しい設備の導入には慎重な姿勢が示されている。

2.4 電力セクターの概況

ミャンマーにおける電力・エネルギー関係の政策は、Ministry of Electricity and Energy（電力・エネルギー省）が主担当となっている。電力・エネルギー省は、電力の担当部署と、エネルギーの担当部署に大きく分かれる。

電力に関する担当部署としては、旧 Ministry of Electric Power（電力省）での下部組織であった部署が主となっている。Department of Electric Power Planning では、電力政策・計画を担当し、Department of Electric Power Transmission and System Control では、送電や系統運用に関する業務を担当している。電源開発に関する担当部署としては、Department of Hydropower が挙げられる。発電については、Electric Power Generation が担当し、配電については Electricity Supply Enterprise が担当している。ただし、ヤンゴン・マンダレー地域における配電事業は、Yangon City Electricity Corporation と、Mandalay City Electricity Corporation が担当している。

一方、エネルギーに関しては、Myanmar Oil and Gas Enterprise・Myanmar Petrochemical Enterprise, Myanmar Petroleum Products Enterprise が担当している。以下に組織図を示す。

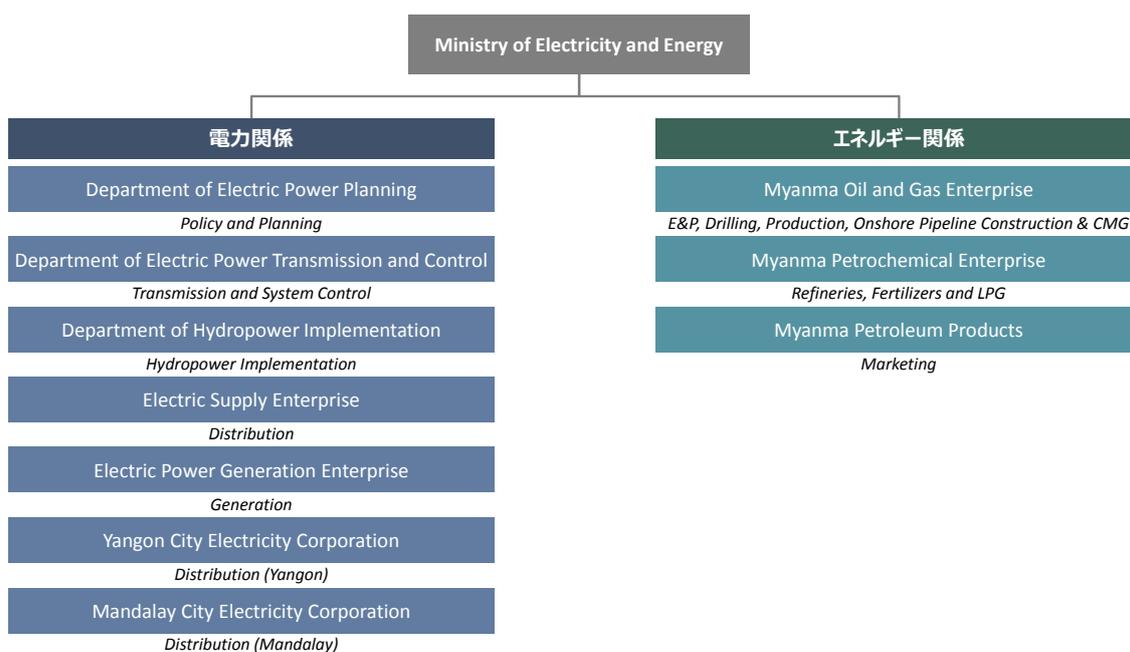


図 2.4 ミャンマー電力・エネルギー省組織図

出典) Current Status & Opportunities for Myanmar Electricity and Energy Sector

2.4.1 ミャンマーにおける電気料金

前政権下では多くの住民による反対があったものの、赤字続きであった電力事業の黒字化を目指し、2014年4月に電力料金の値上げが実施された。これは2012年1月以来、約2年ぶりの値上げとなる。この値上げにおいて、現政権は家庭用電力料金を15%、工業用電力料金を40%引き上げた。現在の料金体系は、以下のようになっている。

表 2.6 ミャンマーにおける電力料金

区分	電力消費量 kWh/month	電力単価 MMK/kWh
家庭用	1 ~ 100	35
	101 ~ 200	40
	201 ~	50
工業用	1 ~ 500	75
	5,001 ~ 10,000	100
	10,001 ~ 50,000	125
	50,001 ~ 200,000	150
	200,001 ~ 300,000	125
	300,001 ~	100

出典) 現地政府関係者へのヒアリングより情報収集

家庭用電力料金については、現在の料金体系に基づく、最も電力消費量が少ない家庭（月の電力使用量 1~100 kWh）において、電力単価は 2.8 円/kWh（0.08MMK/円）となっており、月額電力料金は、140~280 円程度になる。このような電力使用量は、すなわち 1 日あたりの電力消費量が 3kWh 以下であり、低所得者層の家庭にあたりと考えられる。

日本における電力消費量と比較すると、日本の一家庭あたりの電力消費量が約 20 kWh/日であるため、ミャンマーの電力消費量は日本の 1/6 以下であることが分かる。また、電力料金を比較すると、ミャンマーにおける富裕層（1 室 1 台エアコンを装備しているような住環境）についても、その電力料金は 4 円/kWh 程度である。日本の電力料金が約 13~20 円/kWh であることを踏まえると、非常に低廉な電力料金設定がなされていることが分かる。

一方、日本では工業用の大口需要家に対して単価が低く抑えられているのに対して、ミャンマーにおいては比較的大きな需要家の負担が重くなっている。エーヤワディ管区における精米事業者を例に考えると、400kW 程度の比較的小規模な事業者（電力消費量 288,000 kWh/月を想定）については、電力料金表の中で 2 番目に高い、10 円/kWh（125 MMK/kWh）の電力単価が課されている。これより小さな規模の精米事業者については、約 12 円/kWh（150 MMK/kWh）が課されており、事業性の観点から大規模事業者に淘汰されてしまう可能性がある。

上記のような取組の結果、電力事業が黒字化したかについて、政府としての公式発表はなされていない。電力需要の増加に対応し、持続的な経済発展を達成するためには、電力料金の再値上げ、もしくは料金体系等の見直しが不可欠だろう。

2.4.2 ミャンマーにおける電化政策

ミャンマーにおける発電量の推移を示す。年々発電量が増えており、2010年度には8,625 GWhだった発電量が、2014年度には14,156 GWhにまで増加している。

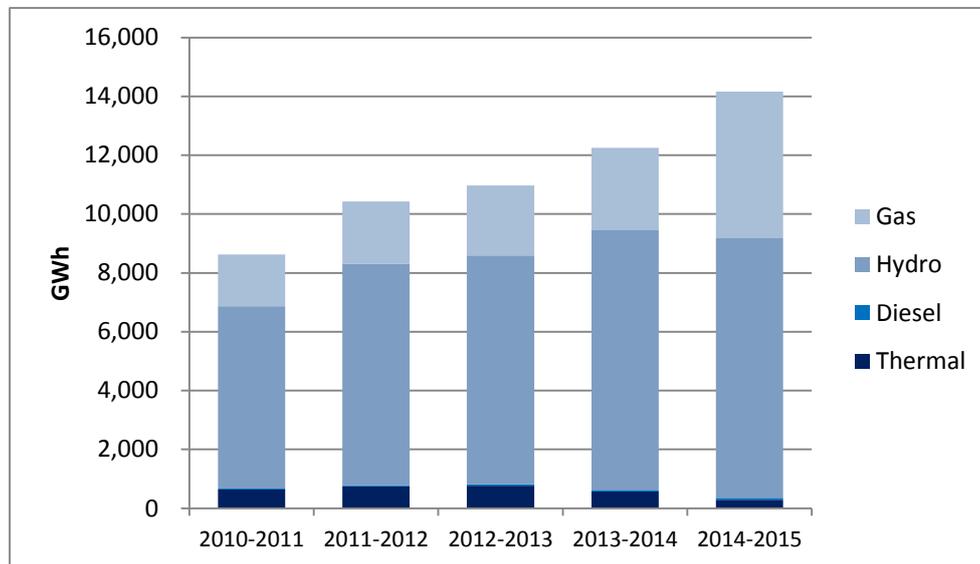


図 2.5 ミャンマーにおける発電量推移

出典) Central Statistical Organization

また、ミャンマーにおいて水力は全発電量の大きな割合を占めるものの、その割合は年々減少している。雨季においては、水力発電を用いてピーク需要に対応することができているものの、乾季となる夏の間は、水力発電の発電量が減少するため、ピーク需要への対応が厳しくなり、商業用・産業用の電力需要を抑制するという方策が取られている。

ミャンマーにおける経済成長に併せて、その電力需要の大幅な増加が今後想定される。持続的な経済成長を達成するためにも、このような電力需要の増加に対して電力が適切に供給されることは重要である。以下に、セクター別のエネルギー消費量予測を示す。

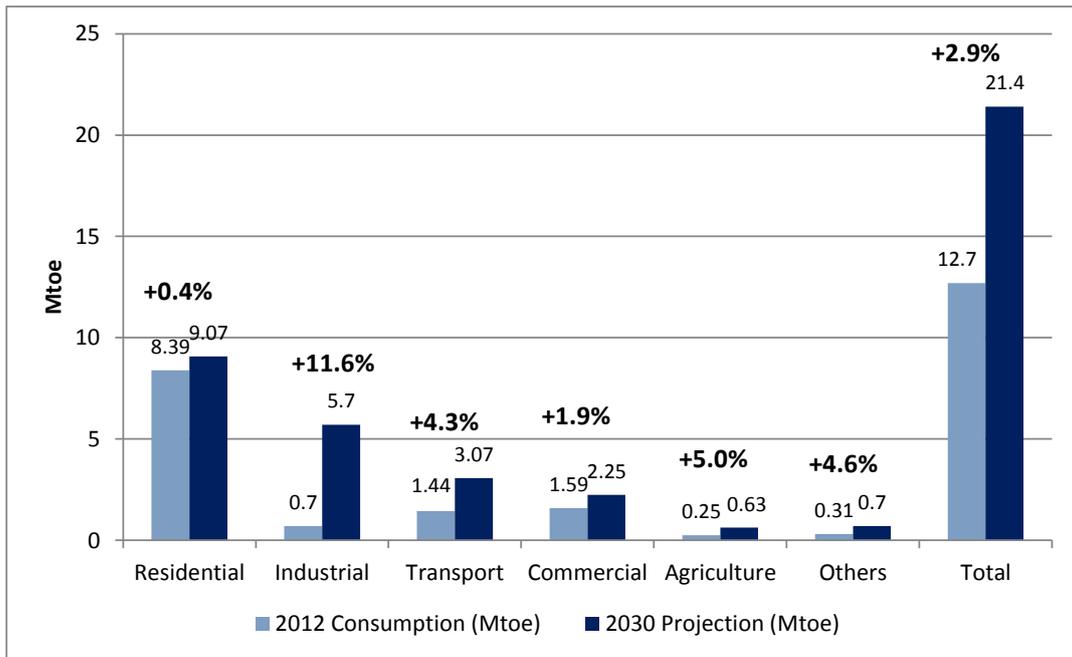


図 2.6 セクター別エネルギー消費量予測

出典) Central Statistical Organization

上述のように電力需要の増加が見込まれる一方、ミャンマーにおける電化率は、他東南アジア諸国と比較しても著しく低い。特に、地方部における電化率はミャンマーでも課題として認識されており、世銀等の支援によって電化率の向上に向けた計画が作成された（National Electrification Plan）。この計画では、2030年までに電化率100%の達成を目標としている。

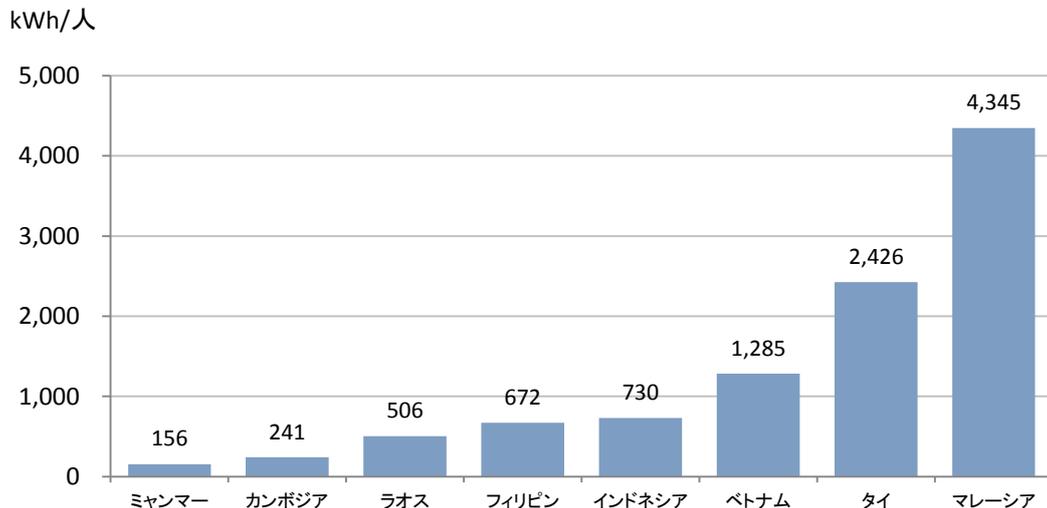


図 2.7 東南アジア諸国における人口あたり電力消費量の比較 (kWh/人)

出典) ADB Economics Working Paper Series “Power Sector Development in Myanmar” (October 2015)

ミャンマーにおける National Electrification Plan の方針にもあるように、国土全体に電力供給を行き渡らせるために、中央の電力系統を拡張する一方、都市部から離れた地方では、当面はオフグリッドでの電力供給を強化することとなっている。オフグリッドの電源構成は現在主にディーゼル電源と小水力であるが、National Electrification Plan では、さらに太陽光システム等も活用することによって、オフグリッド供給を充実させる狙いがある。

表 2.7 オフグリッドの電源構成 (2012-2013)

	Installed Capacity (MW)	Generation (GWh)
Diesel Generator	78.999	50.743
Small Hydropower	33.33	44.114

出典) National Energy Policy (2014)

2.4.3 ミャンマーにおける再生可能エネルギー

オフグリッド等で活用する分散型電源の観点からも、環境配慮の観点からも、ミャンマーにおける再生可能エネルギーニーズは高い。ただし、再生可能エネルギーの高コストを補てんする、固定価格買取制度のような政策は現状ミャンマーにおいて取られていない。したがって、地方部における非常に小規模な太陽光システムは比較的一般的である一方で、大規模な再生可能エネルギー発電（風力発電やメガソーラー等）は発展途上にある。再生可能エネルギーポテンシャル等についての研究は、政府の科学技術省（MOST: Ministry of Science and Technology）が管轄となって行われている。

今後、地方部においてもオフグリッドでの電力供給を強化するにあたって、再生可能エネルギーのような分散型電源の活用は非常に有効であると考えられる。

ミャンマーにおける再生可能エネルギー発電事業への注目も高まっている。米国の Convalt Energy 社は 4.8 億 USD の 300MW 規模の太陽光発電事業をマンダレー地方で計画しており、MIC の認可を得ている（Convalt Energy 社のホームページ資料による）。他にも、タイの Green Earth Power 社が、ミマグウェイ地方における 3.5 億 USD の 220MW 規模の太陽光発電設備の開発について検討を進めているとの報道もある（Myanmar Times、2016 年 5 月 20 日の記事による）。このような報道がある一方で、発電電力を系統に売電する場合、卸売電力価格の水準が非常に低く設定されていることから、太陽光発電の発電コストを回収できないという課題が残っており、売電契約の方法が、再生可能エネルギー発電事業を成立させるためには重要な鍵となる。

3. 活用する日本の経験・ノウハウ・技術の抽出

低炭素型の上下水処理に関連する分野での基本計画の策定等の政策面の経験、取り組み事例、有望技術（太陽光発電、省エネルギー型の水処理）に関し抽出した。

3.1 政策面

3.1.1 下水道に関する基本計画

福島市では、福島市総合計画において掲げられている、環境にやさしい美しいまちづくりを実現するため、「福島市下水道ビジョン」を策定し、平成 28 年度～平成 37 年度における下水道の取組を明らかにしている。

本ビジョンにおいて定められている基本理念の 3 つの柱は、①美しいまち、②安全で安心なまち、③住み続けるまち、である。一つ目の「美しいまち」という基本理念では、環境負荷低減のまちづくりの一環として、汚水処理の普及拡大、合流式下水道の改善、下水道資源の利活用が掲げられている。二つ目の「安全で安心なまち」という基本理念では、防災・減災のまちづくりの一環として、雨水管理システムの構築、地震に強い下水道システムの構築が掲げられている。三つ目の「住み続けるまち」という基本理念では、持続可能なまちづくりの一環として、下水道施設の適性な維持管理と長寿命化、下水道経営基盤の強化、市民との協働が掲げられている。福島市下水道ビジョンでは、このような基本理念の下に、具体的な 28 の施策が定められている。

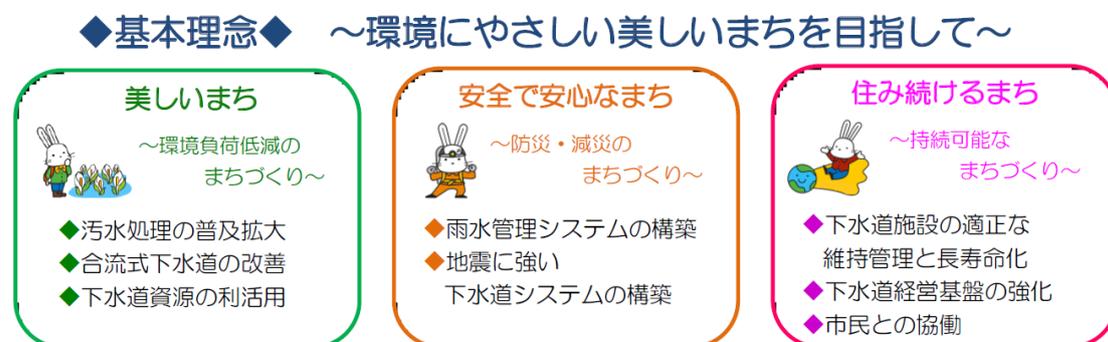


図 3.1 福島市下水道ビジョンの基本理念

出典) 福島市下水道ビジョン

福島市の主な河川については、毎月 1 回水質測定が実施されており、水質汚濁の監視が行われている。平成 26 年度においては、阿武隈川支流の 17 河川 23 地点において水質調査が実施された。

また、特定の事業所排水については、立ち入り調査において水質が確認されることもある。平成 26 年度において排水基準監視調査が実施されたのは、合計 84 件（74 事業所）であった。事業所からの排水に関しては、全国的に定められている排水基準に上乘せして、県によって定められている排水基準が課されている。また、法規制の対象外の事業所に対しても、県の条例に基づいて、指導監視が行われている。

市による検査のみならず、特定の事業者に対しては、排出水の自主測定の実施、結果の記録、保存が義務付けられている。

3.1.2 水処理に関する啓発活動

(1) 環境教育

福島市では、「わたしたちの福島」という教科書を用いて、環境教育を行っている。座学による教育活動だけでなく、環境学習として様々な取組を実施し、この結果を発表するイベント等を設けている。

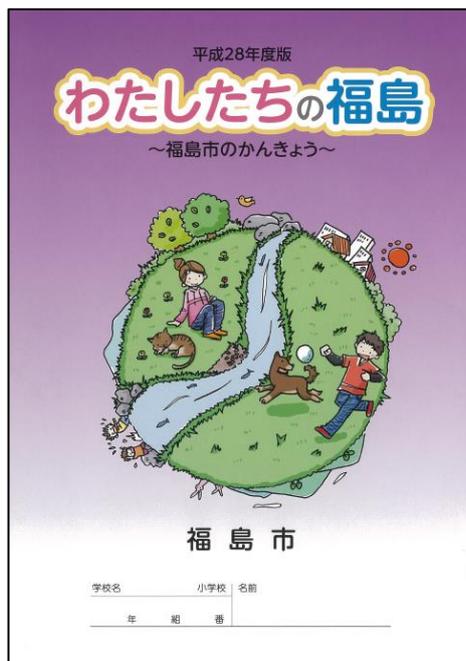


図 3.2 わたしたちの福島 表紙

出典) 福島市資料「わたしたちの福島」

たとえば、福島市内の小中学校では、近隣の河川を見学し、自ら環境測定を行うなどの取組が行われている。また、節水に関して学習するために、筆や絵の具のパレットを、水道水を流しながら洗った場合と、バケツに溜めた水で洗った場合とで、使用した水の量を比較し、日常的な節水方法について考えるような取組が行われている。

(2) 事業者・地域への啓発

環境教育のみならず、市と事業者・地域が一体となって、水処理に関する意識を高める様々な取組が行われている。

商工会議所における部会や業界団体では、法改正等が行われるにあたって、対応策について会合を行ったり、勉強会において講師を招き、互いに情報収集・交換を行っている。

清掃ボランティアに対する支援制度も存在する。河川を含む、一定区画の公共の場所において、年3回以上の清掃美化活動を1年以上継続的に行っている団体は市に登録さ

れ、ホームページ上での団体及び活動紹介を行うことが可能となる。また、当該活動に対する保険の加入も可能となる。現在、全 273 団体が上記プログラムに登録している。このような支援制度の概要を以下に示す。

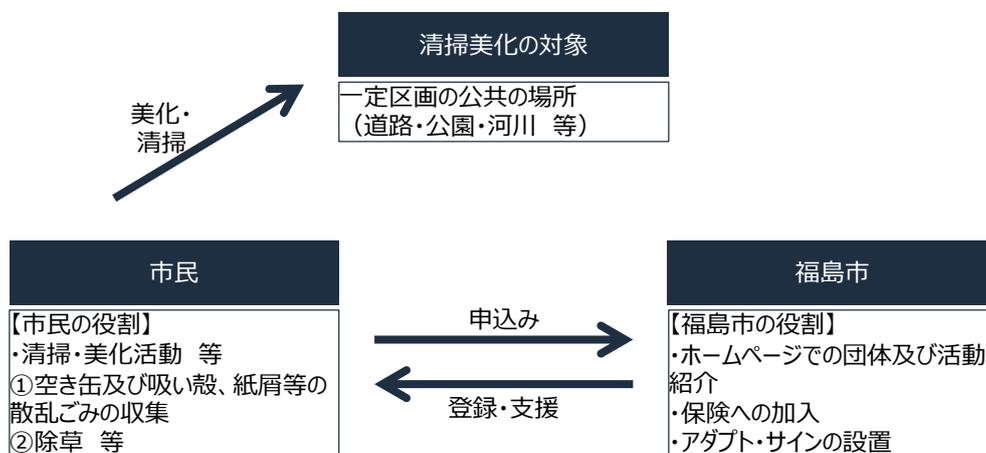


図 3.3 清掃活動支援の概要

出典) 福島市ウェブサイト

3.2 取組事例

福島市において、下水道区域外の農業振興地域において、生活雑排水により水質汚濁が進む農村地域では、農業集落排水事業が推進されている。市内におけるこのような事業は、小田地区と山口地区において実施されている。

福島市南西部の小田地区（99ha）では、農業集落排水が事業費 24 億円で 1995 年（平成 7 年度）～1999 年（平成 11 年度）に整備された。本事業における計画処理人口は 1,520 人となっている。

位置概要	小田、山田、大森の各一部の約 99ha
排除方式	分流式(農業集落内の汚水のみを処理)
汚水の処理	約 17km の汚水管梁を整備。 これらの管梁により集められる汚水は、小田地区処理場で処理し、処理されてきれいになった水は、濁川へ放流している。
	

図 3.4 小田地区における農業集落排水

出典) 福島市下水道ビジョン

福島市東部における山口地区（213ha）では、事業費 27 億円で 1998 年（平成 10 年度）～2004 年（平成 16 年度）に整備された。本事業における計画処理人口は 2,120 人となっている。

位置概要	山口、岡島の各一部の約 213ha
排除方式	分流式(農業集落内の汚水のみを処理)
汚水の処理	約 21km の污水管梁を整備。 これらの管梁により集められる汚水は、山口地区処理場で処理し、処理されてきれいになった水は、胡桃川へ放流している。
	

図 3.5 山口地区における農業集落排水

出典) 福島市下水道ビジョン

3.3 有望技術

エーヤワディ管区・パティン市内、パティン・インダストリアル・シティにおいて導入可能な低炭素型上下水処理システムとして、無曝気型の下水処理施設の導入と上下水道施設併設型の太陽光発電を検討した。

3.3.1 無曝気型下水処理施設

(1) 従来 of 下水処理方法

下水処理には、物理的に下水中から固形物を除去する一次処理、微生物処理によって下水中に含まれる有機物を除去する二次処理、有機物の除去性能を更に向上させて窒素やリン等の栄養塩を除去する高度処理（三次処理）が存在する。

二次処理において、微生物に酸素を供給する仕組みには大きく分けて①曝気による酸素供給、②散水ろ床の担体による酸素供給、の二通りが挙げられる。前者の曝気方法には、散気式、表面攪拌、散気・機械攪拌併用方式、といった方法が存在する。

日本国内の下水処理施設では、曝気量が調整でき負荷変動に対応可能な、散気式の曝気システムが最も一般的である。下水処理に必要な電力を 0.49 kWh/m³ とすると、水処理工程では 0.24kWh/m³ 程度（48%）が必要となる。その大半は、ブロワの電力であり、全体の電力消費が大きくなるという課題もある。

一方、2003年からヤンゴンで稼働している YCDC 管轄の排水処理設備では、表面攪拌法が採用されている。この方法は、曝気を行わず表面攪拌により酸素を供給するラグーン法の一つで、負荷値を低く維持する必要がある。加えて、攪拌を行う際に、表面と下層部の酸素濃度に隔たりが生じる可能性がある。2015年に完成したティラワ工業団地内で採用されている方法は、標準活性汚泥法であり、今後ミャンマーで主流となる処理方法は、標準活性汚泥法と想定される。したがって、本調査で提案する無曝気型の上下水処理施設の比較対象としては、標準活性汚泥法を用いることとする。

(2) 無曝気型下水処理施設の特徴

本調査において提案する無曝気型の下水処理システムである、DHS（下向流懸垂型スポンジ状担体：Down-Flow Hanging Sponge）システムは、三機工業株式会社、東北大学、日本下水道事業団等により開発された散水ろ床タイプの下水处理方法である。実証試験の実績は、国内（高知県須崎市終末処理場）、海外（インドアグラ市）等にある。担体間に下水を流し、担体に保持させた菌に、下水中の有機物を分解させる方法である。

本技術は以下の特徴を有する。

- 曝気が不要
担体の間を通過する際に取り込む空気を用いて微生物分解を行う。
- 処理水質が安定
スポンジ状の担体内部は保水力が高く、高濃度に汚泥を保持するため、流量が低下した際も、安定した処理水質を保つことが可能。
- 維持管理項目が少ない
自己消化により汚泥が発生しないため、汚泥処理が不要。担体の閉塞も生じないため、担体の取替は不要（実績では10年以上取替不要）。
- 流量に合せた設計が可能
担体の量は水質と水量から計算し、その他付帯設備が不要であることから、小規模な処理の場合も初期費用を抑えることが可能。

DHS システムは、曝気不要であることから、使用電力量も大幅に削減可能である。特に電力供給の不安定な新興国における下水処理設備の整備という観点からは、今後普及が期待されるシステムと言える。

加えて、ポンプ等の機器をミャンマー国内で入手する場合は、通常は輸入が必要であり、更新時の機材や技術者の派遣を国外から行う必要がある一方、DHS システムでは関連機器の点数が少ないため、機器トラブルの頻度削減や、汚泥処理工程がないため、維持管理項目の削減が可能である。現在下水処理場を有していないパティン市の PCDC 職員は、処理場の管理経験を持たないため、維持管理の容易さはパティン市での導入において大きな利点と言える。

3.3.2 太陽光発電の導入

(1) 太陽光発電システムの概要

本調査で提案するのは、水槽上部に太陽光パネルを設置するシステムである。槽上部の有効利用による設置場所の削減と遮光効果による水質への影響を意図するものである。このようなシステムは、日本国内では覆蓋システムとして利用されている。覆蓋システムでは通常アルミ製の稼動可能な蓋を槽に設置する、あるいはフロートタイプの太陽光パネルを浮かべる等、様々な方法が存在する。パティン・インダストリアル・シティでの上水道施設の詳細設計は今後行われる予定だが、広大な貯留池が想定されるため、その槽上部は有効利用が可能と考えられる。



図 3.6 パティン工業団地上水場イメージ

出典) パティン工業団地パンフレット

(2) 設備容量の検討

本調査で提案する太陽光発電システムの容量は、一般的な上下水処理施設で必要とされる電力量を賄う程度の規模とする。必要電力については、上水処理施設において 0.23 kWh/m^3 、下水処理施設において 0.49 kWh/m^3 とした。

表 3.1 各処理場で必要な電力

処理施設	消費電力	備考
上水処理施設	0.23 kWh/m^3	0.53 kWh/m^3 の約 43% (取水・導水、浄水処理)
下水処理施設	0.49 kWh/m^3	曝気電力を含む

4. JCM 案件化と実現可能性検討

4.1 JCM 事業化検討

新規工業団地（パティン・インダストリアル・シティ）において有望と考えられる低炭素型上下水処理システム（太陽光発電、省エネルギー型の水処理）に関し、JCM プロジェクトとして有望な案件の特定と実施場所を特定し、導入技術について検討を行った。

4.1.1 事業概要

パティン・インダストリアル・シティ内において、今後新規に整備予定の上水処理設備、下水処理設備において、省エネ型の処理設備、再生可能エネルギー設備を導入する。パティン市は電力が不安定な地域であり、停電が頻発するため、施設において使用する電力を可能な限り削減し、施設内に発電設備を設けることによって、系統からの電力供給に依存しない安定的な水処理事業が可能となる。

このような工業団地における低炭素型上下水処理システムをモデルケースとして、今後パティン市内における上下水道整備が進めば、将来的な GHG 量の削減も期待できる。

4.1.2 事業実施場所

事業実施場所は、パティン・インダストリアル・シティ内の上下水道施設の計画サイトとする。この計画サイトは工業団地の事業主である AYEYAR HINTHER 社により計画されている。上水道の取水源はパティン川、放流先もパティン川である。

4.1.3 事業における導入技術

パティン・インダストリアル・シティは、総面積 1,770 エーカー（約 7,000,000m²）であり、最終的な上下水量は上水で 24,000m³/日、下水処理で 22,000m³/日と予定している。工業団地への入居予定企業は現状未定である。上下水処理施設を整備する場合、整備当初から全地域を対象とするのではなく、何段階かに分けて整備が進むことが想定される。本調査では、造成・インフラ整備が 4 フェーズに渡って行われると想定し、初期の上下水の処理量の計画値を以下のように想定した。これに基づき、無曝気型の下水処理施設の導入、太陽光発電の導入について、技術導入を行った場合の電力削減量、導入費用について検討を行った。

表 4.1 上下水処理施設の想定

対象地区	フェーズ 1 (全 4 フェーズ)
対象規模	約 442 Acres (総面積 1,770 Acre)
上水処理量	6,000m ³ /日 (最終処理量 24,000m ³ /日)
排水処理量	4,800m ³ /日 (最終処理量 22,000m ³ /日)

(1) 無曝気型の下水処理施設の導入

無曝気型の下水処理施設として、前述の DHS システムの導入を検討した。標準活性汚泥法と比較した場合の設備概要、消費電力の差、費用の比較を行った。

i. 設備概要

DHS システムと標準活性汚泥法で必要な設備について以下の表にまとめた。DHS システムでは、DHS ろ床が標準活性汚泥法の曝気槽にあたり、有機物の分解は DHS ろ床で行う。今回は原水 BOD 濃度を 250 mg/L、処理目標の BOD を 20mg/L (NATIONAL ENVIRONMENTAL QUALITY (EMISSION) GUIDELINES) とし、DHS システムの後段処理はなし（砂濾過、生物膜ろ過等不要）として想定した。

DHS システムでは、最初沈殿池で沈降物を除去した後の排水を対象とした場合には汚泥がほとんど発生しないため、最終沈殿池が不要になる。汚泥の発生は定期メンテナンスの清掃時に発生する程度である。

表 4.2 設備概要の比較

	標準活性汚泥法	DHS システム
最初沈殿池	要	要
曝気槽	要 容量 385m ²	要 DHS ろ床 容量 130m ²
最終沈殿槽	要 容量 290m ²	不要
汚泥処理施設	最初沈殿地：要 最終沈殿池：要	最初沈殿地：要 最終沈殿池：不要

ii. 消費電力量

DHS システム、標準活性汚泥法の消費電力を以下の表に示す。DHS システムの導入により、曝気槽での曝気ブロワが不要になり、最終沈殿池が不要になるため、汚泥かき寄せ機が不要になる。さらに、曝気工程による汚泥が発生しないため、最終沈殿池由来の汚泥処理（脱水）設備が不要になる。曝気ブロワ、汚泥かき寄せ機の稼働を 24 時間、汚泥処理施設の稼働を 7 時間とすると、全体では 1 日あたり 733kWh の電力削減が可能であり、年間での電力削減量は 267,600kWh である。

なお、提案時には省エネ型の脱水機の導入を検討していたが、対象の省エネ型脱水機（スクリー方式）は停電による一時的な稼働停止により、動作上のトラブルを起こす可能性が高いことがわかり、ミャンマーでの電力状況を鑑みて検討対象から除外した。

表 4.3 消費電力量の比較

	標準活性汚泥法 (4800m ³ /日処理)	DHS システム (4800m ³ /日処理)
曝気槽	曝気ブロワ 37kw×0.8×24h/日×365 日 =259,300kwh/年	不要
最終沈殿池	終沈汚泥掻寄せ機 0.4kw×0.8×24h/日×365 日 =2,800 kwh /年	不要
汚泥処理設備 (曝気槽の余剰 汚泥由来)	2.7kw×0.8×7h/日×365 日 =5,500 kwh /年	不要 (汚泥発生なし)
合計	267,600 kwh/年 733kwh/日	

iii. 導入費用

DHS システムはミャンマーでの実施事例がないため、日本国内価格での価格を用いて両システムの比較をおこなった。

DHS システムは曝気を必要としないため、機器としては散気装置、曝気ブロワが不要になる。また曝気由来の汚泥の発生がない為、最終沈殿池、脱水機が不要となる。DHS システムでは曝気槽（DHS ろ床）が小規模になり、また最終沈殿池が不要になるため躯体費が削減可能であるが、ここでは設備費用のみを対象とするため一覧からは削除した。そのほか共通と考えられる設備については考慮しないこととする。

両システム間での導入費用を比較すると、DHS システムで 5 百万ほど初期費用削減が可能である。

表 4.4 導入費用の比較（機器費）

（単位：百万円）

	標準活性汚泥法	DHS システム
曝気槽設備	① 散気装置 18	② スポンジ担体 160
	② 曝気ブロワ (予備含む) 17	
	小計 35	小計 160
最終沈殿池設備	③ 終沈汚泥搔寄機 65	
脱水機 (余剰由来)	65	
合計	165	160

なお、DHS システムに関しては、製品の改良、コスト削減（例：スポンジ担体の製造コスト）の余地は多く、対象国での普及が進むことで導入費用削減が進むことが期待できる（例えば、人件費の安い現地でのスポンジ担体の生産、現地技術者や事業者の育成による施工費用の削減等）。

(2) 太陽光発電の導入

i. 設備概要

上下水処理施設併設型の太陽光発電を行う場合に、太陽光パネルが設置可能な場所を以下の表に示す。なお、無曝気型の下水処理施設（DHS システム）の導入を行った場合には曝気槽容量が小さくなり、また最終沈殿槽が不要となる。このため太陽光パネル設置可能面積は小さくなる。

表 4.5 設置可能な太陽光パネル面積の計算

	設置場所	設置可能面積	備考
浄水施設	沈澱池	420 m ²	単相式沈澱池、処理速度 10mm/min 相当 (水道施設設計指針 2012)
	ろ過池	50 m ²	ろ過速度 120m/日とする 水道施設設計指針 2012(水道協会)
	配水池	750 m ²	12 時間貯水、槽高 4m 相当 水道施設設計指針・解説 1990(水道協会)
下水処理施設	曝気槽 (DHS ろ床)	100 m ² (30m ²)	容量 385m ³ 、槽高 4m の場合。 DHS ろ床導入時には容量 130m ³ 、槽高 5m とする。
	最終沈澱池	75m ² (0m ²)	容量 290m ³ 、槽高 4m の場合。 DHS ろ床導入時には最終沈澱池不要
合計		1,395 m ² (1,250 m ²)	標準活性汚泥法の場合 DHS システム導入の場合

設備容量は、上下水処理施設での必要電力を全て満たす容量を想定して、発電必要量を以下の表とする。

表 4.6 上下水処理施設で必要な電力

処理施設	消費電力	備考
上水処理施設	1,380 kWh/日	0.23kWh/m ³ ×6,000m ³ /日
下水処理施設	2,352 kWh/日	0.49kWh/m ³ ×4,800m ³ /日
合計	3,732 kWh/日	

1 MW の太陽光発電を想定した場合、必要設置面積は 10,000m² であり、上下水処理場内で使用できる面積（標準活性汚泥法の場合で 1,395m²）を越えるため、太陽光発電は覆蓋状のタイプと、地表面に設置するタイプの両方での設置が必要である。

表 4.7 太陽光発電システムの概要

定格	1,000	kW
平均日射量	19	MJ/m ² /日
	5	kWh/m ² /day
年積算日射量	1,928	kWh/m ² *year
日射強度	1	kW/m ²
総合設計係数	0.8	
年間発電量	1,542,344	kWh/年
日発電量	4,226	kWh/日
設置面積	10	m ² /kW
必要設置面積	10,000	m ²

ii. 導入費用

ベース部分を除くと、合計費用は概算で 2.5 億程度となる。費用の内訳を以下に示す。

表 4.8 1 MW 規模の太陽光発電システム計算
(単位：百万円)

	概算費用
太陽光パネル	80
インバーター	15
取り付け・電気工事	140
その他	15
合計	250

4.2 GHG の削減量の検討

4.2.1 温室効果ガス排出削減量の推計

本事業での対象技術は、「上下水処理施設の併設型メガソーラー」及び「省エネ型水処理システム」である。前者については、系統又は自家発電設備による供給電力を太陽光発電システム導入により代替することを想定した排出削減量を推計する。後者については、リファレンス技術に対する導入技術の省エネ量に相当する排出削減量を推計する。

(1) 系統電力の原単位

太陽光発電設備により発電された電力は Pathein Industrial City 工業団地内の下水道設備の電力需要を満たす。工業団地はナショナルグリッドへ接続されているため、リファ

レンスでは、系統による電力供給を想定する。ミャンマーのグリッド排出原単位は、政府より公表されたものがなく、また、系統に接続する発電所データの入手も現段階では困難であるため、CDM 手法でも定められている IEA データを活用した算定方法によりグリッド排出原単位を算出した。算定結果は以下の通り。

表 4.9 IEA データによるグリッド排出原単位の算定結果 (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
2013	0.956	0.825	0.729	0.195
2014	0.969	0.848	0.729	0.280
平均原単位 (2009～2013)	-	-	-	0.215
平均原単位 (2010～2014)	-	-	-	0.230

また、ミャンマーではガス火力発電の導入が検討されており、現在の水力主体から火力主体への電源構成へ変化していくため、グリッド排出原単位も増加していくことが見込まれる。そのため、本事業による削減効果もそれに伴い増大することが見込まれており、グリッド排出原単位の設定は事後推計 (ex post) とする。

(2) リファレンス及びプロジェクト排出量

ミャンマーの工業団地における下水処理のリファレンス技術は、標準活性汚泥法における電力消費に起因する排出量を想定する。上述の通り、標準活性汚泥法では、曝気槽、最終沈殿池、汚泥処理設備における電力消費が必要となるが、本事業で導入する DHS システムでは、当該プロセスにおける電力消費が不要となる。

太陽光発電設備導入におけるリファレンスとしては、系統又は自家発電設備により供給される電力使用に起因する排出量を想定する。また、パワーコンディショナーや日射計等の電力制御装置における電力使用量を差し引く必要があるが、プロジェクト排出量として算定する必要はない。

(3) 排出削減量

以上より、排出削減量を推計すると以下の通り。

無曝気型による削減効果

DHS システムは曝気を必要としないため、機器としては散気装置、曝気ブロワが不要になること、曝気由来の汚泥の発生がないために最終沈殿池、脱水機が不要となることからエネルギー由来の電力消費量の削減が可能となる。

表 4.10 排出削減量の算定結果（無曝気システム）

曝気量削減による電力消費量の削減量	710kW (37 kW*0.8*24hr)
沈殿槽搔寄機不要となるための電力消費量の削減量	7.7kW (0.4 kW*0.8*24hr)
汚泥処理不要（最終沈澱槽由来）となるための電力消費量の削減量	15kW (2.7 kW*0.8*7hr)
電力消費削減量	733 kWh/日 268 MWh/年
排出原単位（ナショナルグリッド）	0.230 t-CO2/MWh
排出削減見込量	62t-CO2/年

太陽光発電による削減効果

表 4.11 排出削減量の算定結果（太陽光発電）

発電容量 (Net)	1,000	kW
年間発電電力量 (Net)	1,542,344	kWh/年
排出原単位	0.8	kg-CO2/kWh 自家発電によるディーゼルの排出係数を想定
リファレンス排出量	1,234	t-CO2/年
プロジェクト排出量	0	t-CO2/年
排出削減見込量	1,234	t-CO2/年

(4) MRV 方法論の課題

本調査において作成した提案方法論について、今後 JCM プロジェクトとして申請する際の課題点は以下の通り。

リファレンスシナリオにおけるメタン発生回避の考慮

作成した提案方法論では、リファレンスとして標準汚泥活性法による水処理を想定したが、ミャンマーにおける水処理の現状を鑑みると、排水の嫌気性処理や汚泥処理のそれぞれで発生しているメタンの回避を想定することも妥当である。リファレンスとしてメタン回避を想定する場合には、CDM 方法論 AM0080 “Mitigation of greenhouse gases emissions with treatment of wastewater in aerobic wastewater treatment plants”等を参考に MRV 方法論を設計する。

水処理システムにおけるエネルギー消費効率の推定

作成した提案方法論では、各水処理施設におけるエネルギー消費の効率差による削減量を対象として、各水処理システムにおけるエネルギー消費量の推定が必要となる。

このようなエネルギー消費量の推定方法として、類似の JCM 実現可能性調査¹では、CODcr 除去負荷量が少ない範囲では除去負荷量に応じてエネルギー消費量は比例増加し、ある程度除去負荷量が多い範囲では処理効率が高まることにより逡減傾向を示すことから、近似式としては Monod 型曲線式を適応した推計式を提案している。ミャンマーにおけるリファレンスの水処理システムのエネルギー消費効率を設定する際にも、別途調査を行い、このような近似式を設計する必要がある。

4.2.2 温室効果ガス削減以外の事業効果

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は以下の通り。

(1) 経済面での効果

- 水質管理と敷地の有効利用

本事業では下水道設備の大開口水槽に太陽光パネルを設置することを想定しており、これは水質管理と敷地の有効活用に資するものである。

(2) 社会面等での効果

無曝気型システムによるコンクリートの削減効果（資源の保全）

今回の省エネシステムを選ぶことにより、槽の容量が小さくなる、あるいは槽自体不要になるといった効果がある。トータルとして削減できるコンクリート量は以下のように試算できる。

表 4.12 必要コンクリート量の比較

標準法	無曝気法
必要コンクリート：約 145m ³ ・ 曝気槽分 100m ³ （容積 400m ³ 、壁厚 350mm の場合） ・ 沈殿槽分 45m ³ （容積 314m ³ 、壁厚 350mm の場合）	必要コンクリート：約 55m ³ ・ DHS ろ床分 55m ³ （容積 150m ³ 、壁厚 350mm の場合）

無曝気型システムによる汚泥発生量抑制による効果

標準活性汚泥法では曝気過程で生じた汚泥を最終沈殿池で沈殿させ、脱水処理するが、現在ミャンマー国内で下水汚泥の焼却処理のシステムは存在しないため、脱水し

¹株式会社日水コン「平成 25 年度 JCM 実現可能性調査天然ゴム製造工程の水処理における嫌気性処理の導入」

た汚泥は嫌気性環境下で埋立処分されると考えられることから、汚泥の埋立処分の軽減が期待できる。なお、発生汚泥を埋立した場合のメタンガスが発生することも考えられることから、汚泥の埋立量の削減は、メタンガスの発生抑制効果も期待できる。

再生可能エネルギーの導入促進効果（普及啓発効果）

本事業により供給される電力はナショナルグリッドを代替するとしてその削減効果を算定している。一方で、Pathein Industrial City はナショナルグリッドの末端に位置しており、工業団地の建設及び運営に必要な電力が満足に供給される見込みは近い将来においては非常に小さい。そのため、必要とされる電力需要及びその電力品質を勘案すると化石燃料消費の発電機（主にディーゼル発電機）が導入されることが通常とも考えられる。そのため、本事業ではこのような化石燃料消費の発電機を導入する代わりに、非化石エネルギーである太陽光発電を導入することで、ミャンマーにおける再生可能エネルギー導入を促進させるという意味でも、大きな社会的意義を持つ事業と言える。

4.3 事業提案、政策提案の検討

事業に伴う環境影響、社会影響の可能性、対策に関し、現地関係法令等を参考に、事業化スキームの検討（設備要件の検討、資金面、実施体制等）、JCM プロジェクトとしての事業実現化のための施策の検討を行った。検討に当たっては、新規工業団地での水処理計画との調整、建設用地の調整、許認可・手続き、費用対効果の向上策（コスト面、GHG 削減量等）、売電方法、事業参画企業の特定・確認（参画条件、信頼性等）、都市間連携を通じた支援策についても考慮した。

4.3.1 環境影響、社会影響の検討

太陽光発電併設型下水処理事業に伴う環境影響（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。

外国からの民間投資の際は、外国投資法（Foreign Investment Law）・規則（Foreign Investment Rules）に従い、ミャンマー投資委員会（MIC：Myanmar Investment Commission）における投資認可手続きが必要となる。

MIC における投資認可を受けるためには、環境影響評価手続（EIAP：Environmental Impact Assessment Procedures）に規定される業種・規模要件に該当する事業については、環境影響評価（EIA）または初期環境審査（IEE）の実施、あるいは環境管理計画（EMP）の策定・承認が必要となる。

EIAP において IEE または EIA が必要とされる業種として特定されているのは、①議会・内閣によって執行が決まったプロジェクト、②エネルギー、③農業、④製造業（食品産業・縫製業・林業・化学産業・建材・金属/機械/電子）、⑤廃棄物処理、⑥水供給、⑦インフラ・サービス開発、⑧交通、⑨鉱業である。

EIA において参照する環境数値については、強制力を伴ったものが存在しないのが現状である。2015 年末に、国家環境（排出）ガイドライン（National Environmental Quality (Emission) Guideline）が国際金融公社（IFC：International Finance Corporation）において定められている Environmental Health and Safety ガイドラインを参照に作成されたものの、これはあくまで参考値としての扱いとなる。したがって、現時点では、国際基準（JICA 環境社会配慮ガイドライン、IFC Performance Standards、ADB Safeguard Policy Statements 2009 等）に準拠した検討が必要となる。

本調査で提案した太陽光発電併設型下水事業については、EIAP の特定業種の内、「下水処理プラント（Wastewater Treatment Plants (centralized systems)）」に該当する。この業種については、すべての規模のプラントが EIA 対象と定められている。したがって、本案件は EIA を行う必要があると想定される。

4.3.2 事業化スキーム

(1) 設備要件の検討

i. 無曝気型の下水処理施設の導入

- 気候条件

微生物により有機物の分解を行うため、気温が高い地域での導入が適しており、15℃を下回らない環境が望ましい。パティン市の気候は、この条件に適している。

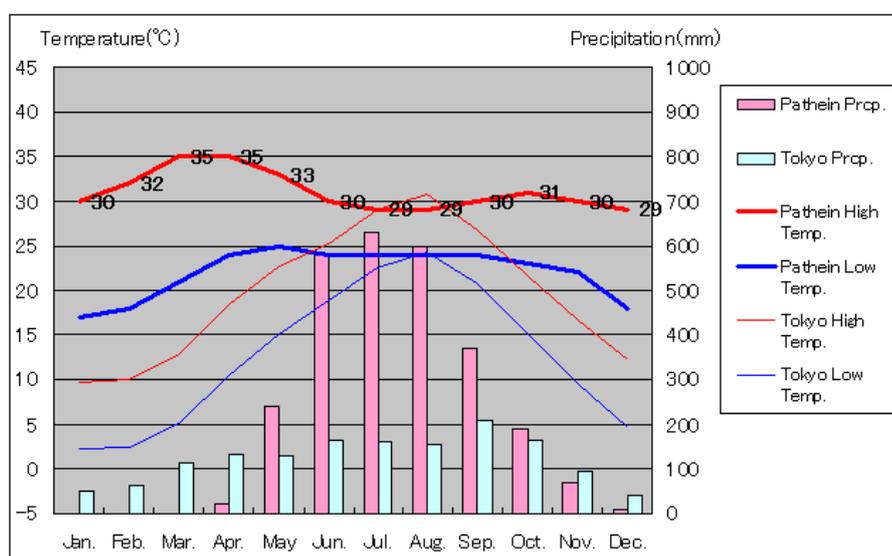


図 4.1 パティン市気候条件

出典) Zen Tech ウェブサイト

- 原水水質の調査

今回の無曝気型の下水処理施設（DHS ろ床システム）の検討は流入水質 BOD250mg/L の条件で行っている。パティン工業団地内に導入する場合には工業廃水が大部分となることから、実検討の際は入居予定業種とその排水水質について

て再度検討が必要になる。

ii. 太陽光発電の導入

今回パティン工業団地の地盤調査などは行っていないため、太陽光発電のパネルを地上置きする場合には基礎の調査が必要。太陽光パネル設置のためには地表 1.5m で地耐力 20kPa、N>60 以上が必要である。また 1 MW あたり 3 エーカーの土地が必要であり、設置場所の風は 32m/sec 以下とする。

(2) 資金面の検討

事業投資資金としては、SPC の資本持分に応じたものを立案する方針である。

(3) 実施体制の検討

省エネ型の上下水道システムをパティン・インダストリアル・シティに導入するにあたって、工業団地の事業主である AYEYAR HINTHAR 社と SPC を設立し、工業団地内の上下水道運用を検討した。

設備補助対象となる無曝気システムは本邦技術であるため、EPC や O&M には、日系企業の現地法人を採用する。太陽光発電システムについては、本邦技術に限定するものではなく、最終パートナー企業は今後選定を行う。

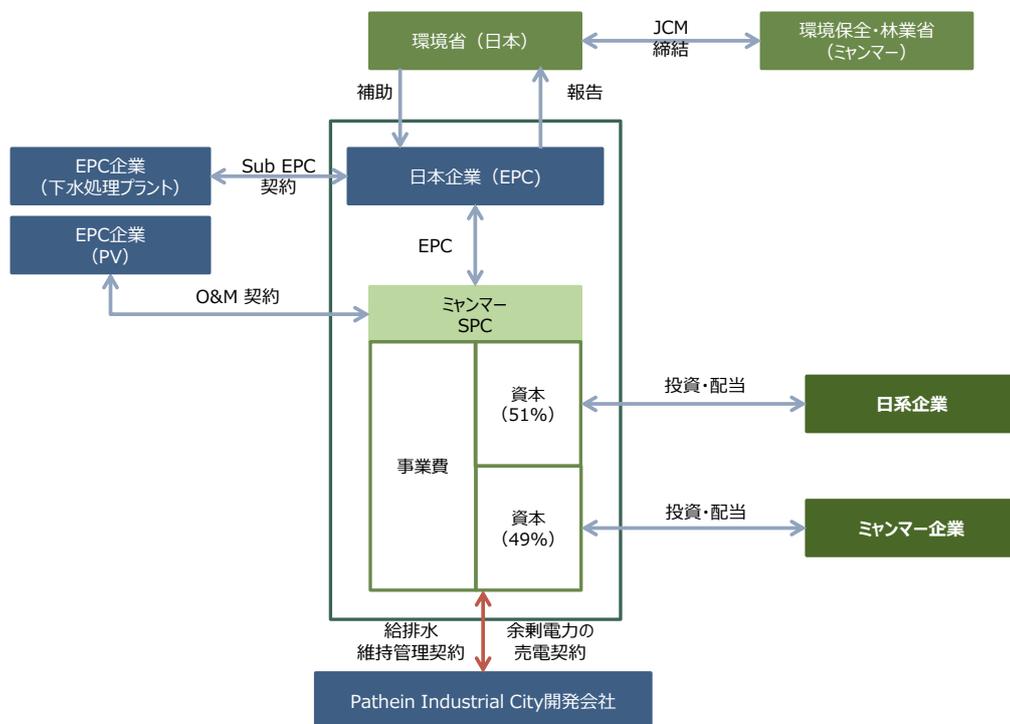


図 4.2 実施体制案

(4) 費用対効果の向上策

DHS システムにおける費用の大半は、散水ろ床のスポンジ担体である。本調査では、本部分の作業を全て日本で完了し現地に輸送することを前提とした、最大価格を用いているが、輸送の形態等を今後協議することによって、費用削減は可能と考えられる。また、担体に関する作業の大半は人件費によるものであり、本技術がミャンマーにおいて適用拡大されれば、現地での担体製作の可能性も出てくるため、価格の低下だけでなく、現地での雇用創出等の効果も期待できる。

今回は低炭素型上下水処理システムとして、無曝気型の下水処理施設の導入と太陽光発電システムの導入を検討したが、特に下水処理施設は使用電力量に対して設備全体の費用が高く、トータルの CO2 削減量、CO2 削減の費用対効果は決して高くはない。しかし、実際に処理方法を選ぶフェーズにおいては標準活性汚泥法（従来法）、無曝気法（低炭素型）双方で同程度の導入コストでの導入検討も可能であり、新設時に低炭素型の設備導入を優先的に行う仕組みがあると、より一層の導入拡大につながると考えられる。

4.3.3 実現に必要な施策

パティン市、管区での低炭素かつ強靱（レジリエント）で持続可能な都市の実現のため、福島市でのこれまでの経験を踏まえ、個別の事業（JCM 案件）の実現とともに都市間連携を通じた「政策による展開」が重要である（「事業者による展開」と「政策による展開」の両輪）。特に、JCM 等を活用した個別事業を長期間にわたり着実に展開していく上で、官民連携（行政、事業者、市民）による取り組みの推進が不可欠である。日本においては、国・自治体レベルで総合的な地域開発計画（いわゆる「基本計画」「マスタープラン」）を策定し、その基本戦略にそって、個別の実施計画が立案される仕組みが整っている。このような枠組み（地域開発のグランドデザイン）の下で個別の事業を展開していくことで、長期的な視点に立った取り組みが促進され、先進的な取り組みも加速化する。

本調査で対象としたパティン市においては、地域の目指すべき姿（ビジョン）の検討が行われており、都市開発のビジョンとして「vision for Pathein in 2022」（to become “The Clean City”、“No waste, more resources” 等の内容）が打ち出され、今後、このビジョン実現に向けた取り組みの具体化が行われるタイミングにある。

<p style="text-align: center;">VISION</p> <p style="text-align: center;">“Pathein 2022 – The Clean City” No Waste More Resources</p>  <p style="text-align: center;">パテイン市のビジョン</p>	<p style="text-align: center;">OBJECTIVES</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Recovery of the resources up to 70% by 2022 and 100% by 2025 ● Separation of the waste at the source up to 75% by 2022 and 100% by 2025 ● Cleansing Department to become financially self sufficient by 2022 ● Enhancing the living condition of the informal waste collectors. <p style="text-align: center;">設定目標</p>
--	---

図 4.3 パテイン市で検討中のビジョンの概要

出典) 管区資料 (1月現地ワークショップ)

現地ワークショップ、福島市でのワークショップ等での政策対話を通じ (エーヤワディ低炭素化推進パートナーシップでの議論)、エーヤワディ管区の低炭素化都市形成における連携の方向性について取りまとめ、共通の理解を得た。

【エーヤワディ低炭素化推進パートナーシップでの議論を通じて得た方向性に関する共通理解（1月の現地ワークショップでの議論で取りまとめ）】

エーヤワディ管区の低炭素化都市形成における連携の方向性について

エーヤワディ低炭素化推進パートナーシップ

1. 検討の経緯

エーヤワディ管区と福島市との都市間連携の下に、都市間連携のプラットフォームである「エーヤワディ低炭素化推進パートナーシップ」を設置し、関係者間の対話を行った。具体的には、エーヤワディ管区パティン市及び福島市でのワークショップ、相互の都市訪問（現地視察等）、両都市での政策動向に関する意見交換等を通じ、エーヤワディ管区・パティン市の現状やニーズ把握、福島市での取り組み、関連技術の紹介を行い、廃棄物分野、水処理分野での都市の低炭素化に向けた連携及び JCM 展開の可能性に関して検討を行った。

ミャンマー・エーヤワディ管区

ミャンマーで最大農業エリア。近年は、産業振興のために新たな工業団地の開発を進めるなどの取り組みを行っている。今後急速な経済発展が見込まれる地方都市の一つであり、過去に高度経済成長を経験した日本の経験やノウハウの活用が期待される。

福島市

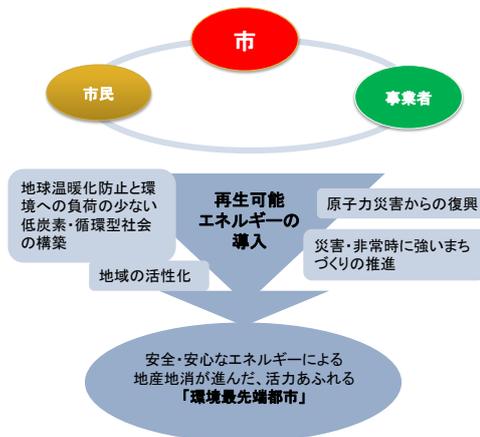
市、市民、事業者が一体となり、再生可能エネルギーの導入を中心としながら、「地球温暖化防止と環境への負荷の少ない低炭素・循環型社会の構築」「原子力災害からの復興」「地域の活性化」「災害・非常時に強いまちづくりの推進」などに取り組み、将来的には、安全・安心なエネルギーによる地産地消が進んだ、活力あふれる「環境最先端都市 福島」の実現を目指す取り組みを行っている。

参考) 日本での経験：福島市での将来像

再生可能エネルギー分野：福島市が目指す将来像

本市の地域特性にあった再生可能エネルギーの導入を、**市、市民、事業者が一体となって積極的に推進**する。

また、再生可能エネルギー導入により地球温暖化防止と環境への負荷の少ない低炭素・循環型社会の構築をはじめ、原子力災害からの復興、地域活性化を図るとともに、災害・非常時に強いまちづくりを進め、**安全・安心なエネルギーによる地産地消が進んだ、活力あふれる「環境最先端都市」の実現**を目指し、将来的には原子力に依存しない社会づくりに貢献する。



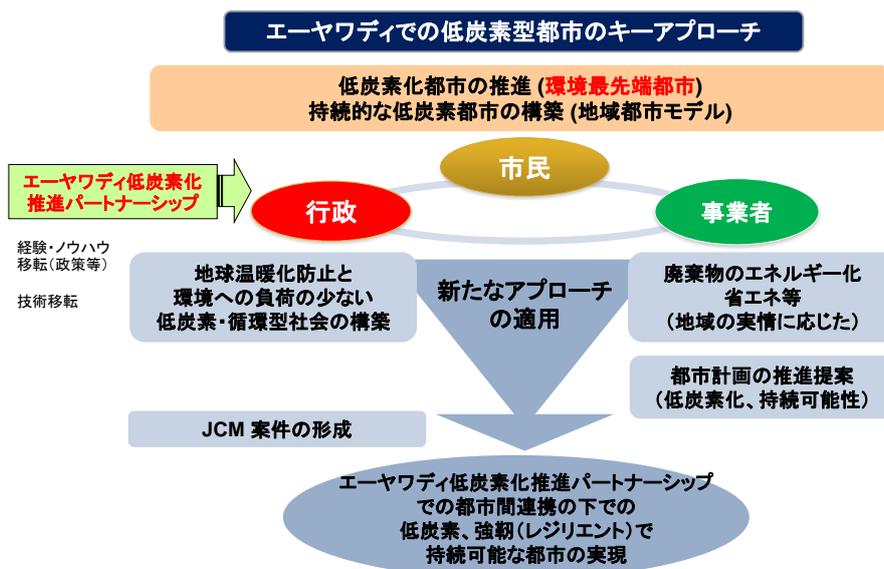
出典：福島市再生可能エネルギー導入推進計画

2. 課題認識と低炭素化都市形成の実現に向けた方向性

「エーヤワディ低炭素化推進パートナーシップ」では、これまでの検討を通じ、持続的な低炭素型の活力あふれる先端的な地方都市の形成の重要性、その実現に向けた方向性（道筋）に関して認識を共有した。

<目指すべき地方都市の姿>

- ・ 廃棄物の増加、水質等の環境負荷の増大、エネルギー消費の増加、地域が有する豊かな自然環境の喪失等、経済発展に伴って起きる社会問題（公害、自然破壊等）を予防しつつ、先進的な技術やノウハウを最大限に活用し、地方の特色を生かした、活力あふれる低炭素型・環境配慮型の先端的な地方都市（「環境最先端都市 エーヤワディ」<仮称>）の実現を目指すことが重要である。
- ・ 行政、市民、事業者が一体となって環境保全・低炭素化に取り組むことが不可欠であり、「事業による展開」と「政策面での展開：事業展開を支える仕組み」の両輪により、まずは、モデル的な取り組みを行い、展開を広げていくことが重要である。



- ・ モデル的な取り組みの具体化においては、都市間連携のプラットフォームである「エーヤワディ低炭素化推進パートナーシップ」の対話の下で、過去に高度経済成長を経験した日本の経験やノウハウの活用、JCMの枠組みの活用等を図ることが不可欠である。

特に、廃棄物・資源循環分野、水分野、エネルギー分野は、都市の発展において優先分野であり、今回議論した分野においては、以下の方向を目指すことが重要である。

3. 個別分野での展開方向

水処理分野：経済発展に対応した水処理対策の推進（省エネ・低炭素・低コスト化）

<目指す姿>

エーヤワディ管区での実情（都市化の状況、経済性、設備の維持管理の手間等）を踏まえ、まずは、小規模分散型の排水処理システムを活用した水環境の保全に配慮した先進的な都市づくりを目指すことが重要である。

<展開方向>

- ・日本では、小規模な排水処理対策の取り組みを行っており、地方都市での排水処理対策として効果を上げている。このような日本の経験を活かし、エーヤワディ管区の状況にあった小規模分散型の排水処理システムの活用が有望である。その際には、電力確保が課題であり、省エネ型、分散型電源（太陽光発電等）を活用した自立型のシステムを目指すことが重要である。
- ・水環境保全に対する地域社会での意識改革が重要であり、取り組みの強化が重要である（例：水環境保全を定着させるためには、環境教育の取り組みも効果的であり、学校教育の場の活用等が考えられる）。

その他関連分野での展開

今後は、都市間連携の取り組みを活かしつつ、関連分野（例：再生可能エネルギーの推進、資源循環）、他地域（管区の他都市・他の工業団地等）への展開を有機的に進め、エーヤワディ管区での「環境最先端都市」のモデル的な取り組みを具体化することが重要である。

【課題認識・展開方向・アクションプラン（案）の詳細】

水処理分野

～『経済発展に対応した水処理対策の推進（省エネ・低炭素・低コスト化）』～

課題認識

- ・エーヤワディ管区では、経済発展に伴い上水・下水処理の取り組みが課題となっている。
- ・しかしながら、処理設備の整備・維持管理コストの問題、処理に必要な電力確保の問題など、導入には課題も多い。
- ・日本の自治体では、大規模な下水処理とともに、農業集落排水施設、合併浄化槽の普及などの小規模な排水処理対策の取り組みを行っており、地方都市での排水処理対策として効果を上げている。

課題解決に向けた展開方向

- ・エーヤワディ管区での実情（都市化の状況、経済性、設備の維持管理の手間等）を踏まえると、まずは、小規模分散型の排水処理システムを活用した展開が有望である。その際には、排水処理設備での電力確保が課題であり、電力不足、ナショナルグリッドによる電力供給インフラが脆弱なこと等を踏まえると、省エネ型、太陽光を活用した自立型のシステムが望まれる。
- ・また、工場等での適正な排水処理を進めるためには、規制指導などの取り組みも重要となることから、日本での指導対策の経験・ノウハウの移転などが参考になる。

(参考) 日本での経験：福島市での水質保全分野での政策

福島市での水質保全分野での政策

福島市の主な河川については、17河川23地点で毎月1回水質測定を実施し、水質汚濁の監視をしている。

河川の水質測定のため、川に入って採水している様子



出典) 福島市資料 (1月現地ワークショップ資料)

都市間連携を活かしたアクションプラン (案)

水処理対策の推進のためのアクションプランとして、1) エーヤワディ管区の地域の実情に即した小規模分散型の排水処理システムの展開の可能性検討、2) 政策面での水質保全の仕組みづくり・意識啓発（水環境の保全を定着させるための環境教育の取組への協力等）が重要である。

1) 地域の実情に即した小規模分散型の排水処理システムの展開の検討

- ・小規模分散型の排水処理システムの推進（日本の技術）
～省エネ型・太陽光併設による自立電力型～
- ・小規模分散型の水処理制度の検討（参考：農業集落排水事業等の日本の制度）

2) 政策面での水質保全の仕組みづくり・意識啓発

- ・ 地域の水環境保全のビジョンの明確化（参考：「福島市下水道ビジョン」）
- ・ 水質保全のための仕組みづくり（参考：日本での監視・指導の仕組み）
- ・ 規制の順守に向けた意識改革（参考：日本での商工会議所での勉強会、啓発活動）
- ・ 水環境の保全を定着させるための環境教育の取組（参考：小学校での取り組み）
- ・ 行政、事業者、市民（家庭）、学校、地域参画による水環境保全活動（環境美化活動）

（参考）日本での経験：福島市でのビジョン



下水道ビジョンの基本理念と基本方針

福島市下水道ビジョンの基本理念

「環境にやさしい美しいまちを目指して」

柱1 美しいまち（環境負荷低減のまちづくり）

「美しいまち」は、環境負荷低減のまちづくりを推進するものです。

汚水処理施設の普及拡大や、合流式下水道の改善事業による公共用水域の水質保全、下水道資源の有効利用による環境への負荷低減を目指すことを基本方針に定めました。



柱2 安全で安心なまち（防災・減災のまちづくり）

「安全で安心なまち」は、防災・減災のまちづくりを推進するものです。

頻発する大雨等に対応する雨水管理システムの構築、地震に強い下水道システムの構築により災害に強い安全なまちを目指すことを基本方針に定めました。



柱3 住み続けるまち（持続可能なまちづくり）

「住み続けるまち」は、持続可能なまちづくりを推進するものです。

下水道施設の適正な維持管理と長寿命化、効率的な経営手法の導入による下水道経営基盤の強化を行います。また、わかりやすい情報の提供や市民の下水道に対する理解により持続的な下水道事業を推進します。これらの施策により、将来に向け住み続けることができるまちを目指すことを基本方針に定めました。



出典）福島市資料（1月現地ワークショップ資料）

(参考) 日本での経験：福島市での環境教育の取り組み事例



出典) 福島市資料 (1月現地ワークショップ資料)

(参考) パティン市の小学校での関係者との意見交換（1月現地訪問時）

- ・ 福島市立小学校での環境教育の取組事例を現地の校長先生に紹介。今後、小学校として、環境教育、分別化の取り組みへの関心を得られた。



現地小学校の外観



現地小学校での環境教育教材



現地小学校の授業風景



福島市での環境教育教材の説明

5. 今後の展開に向けて

このため、個別の事業（JCM 案件）、都市間連携での今後の展開方針として、以下を整理した。

「パテイン市でのビジョンとの連携の具体化」

- Pathein Industrial City 内での有望な JCM 事業案件について、現地関係者との連携の下にその具体化を図る。その際には、管区が検討している都市開発のビジョン「vision for Pathein in 2022」(to become “The Clean City” “No waste, more resources” 等の内容)との連携を図り、「事業者による展開」と「政策による展開」の両輪での JCM 展開を目指す。

「地方都市（福島市）とミャンマーの地方都市（エーヤワディ管区）の都市間連携との特徴を活かした都市・地域まるごとの低炭素化への展開」

- Pathein Industrial City での都市間連携の取り組みを活かしつつ、関連分野（例：再生可能エネルギーの推進、資源循環、省エネルギー）、他地域（管区の外都市・他の工業団地等）への展開を有機的に進め、エーヤワディ管区での低炭素型の都市開発のモデル的な取り組みの横展開の可能性を検討し、多岐に渡る分野、面的な広がりを持った都市・地域まるごとの低炭素化の実現を図る。特に、「エーヤワディ低炭素化パートナーシップ」は、日本の地方都市（福島市）とミャンマーの地方都市（エーヤワディ管区）の都市間連携との特徴を活かし、地域の特徴を活かした地方中核都市での低炭素型の地域発展（経済発展、生活の質の向上、温暖化対策、環境対策でバランスのとれた発展モデル）のモデルとなることを目指す。

JCM の枠組みを活用した事業展開

～民間連携でのアプローチ～

- 具体策の実現において、JCM スキームは、経済性の向上（設備費用への支援）、日本企業と現地企業の連携、日本の技術やノウハウの活用を進める上で、極めて有効な手法となる。2015 年 9 月には、二国間クレジット制度に関する二国間文書の署名が行われ、日・ミャンマー間の低炭素成長への取組の推進のための JCM の創設が合意された。
- 本検討では、Pathein Industrial City 内での JCM 事業案件として、以下の案件が有望であることを特定し、事業化のための展開方策を検討した。

【水処理分野（下水処理）での JCM 事業の候補】

『太陽光発電併設・無曝気型の水処理システム』：Pathein Industrial City 内での水処理施設として展開する。

JCM 事業の事業化及び運用段階での都市間連携の枠組みの重要性

エーヤワディ管区の経済発展に対応した新たな環境保全対策の推進のための政策の強

化が必要であり、政策面での対策強化（指導等）、意識啓発が優先課題である。JCMを活用した事業者の取り組みを成功させ、取り組みを普及拡大する上でも、市、市民、事業者が一体となって積極的に推進することが不可欠である。都市間連携での枠組みを活用し、日本の自治体での政策経験やノウハウを活用しつつ、「事業者による取り組み」と「政策による展開」の両輪での展開が重要である。

- ・対策強化（指導等）

環境対策に関しては、規制の順守に向けた指導の強化を行い、事業者の取り組みを誘導することが重要である。このような事業者への誘導方策に関しては、指導対策、関係団体を通じた啓発活動など、日本での環境対策強化の経験・ノウハウの移転などが有効であり、政策対話を通じその具体化を図ることが重要である。

- ・意識啓発活動との連携

先進的な取り組みとともに、環境保全（廃棄物の適正処理や有効活用、排水処理）に対する地域社会（事業者、住民）での意識改革が重要であり、取り組みを進めるためには、環境教育の取り組みも効果的である（学校教育の場を活用等）。

JCM 案件の具体化及び関連分野での政策推進のアクションプラン（案）

<事業化の背景となる現地ニーズ>

- ・ Pathein Industrial City では、工業用水の供給、工場廃水の処理設備については、順次整備される予定であり、水処理施設の整備が必要となっている。特に、ミャンマーにおいては環境規制の強化が課題となっているほか、パティン市はクリーン都市の実現を目指しており、新規工業団地では、国際的な環境基準に適応した水処理の実現が求められている。
- ・ 経済発展が進む中で、慢性的な電力不足が課題となっており、省エネ型、電力自立型の処理システムの実現が期待されている。
- ・ 管区（パティン市を含む）では上下水道が未整備である。経済発展に伴う水環境の悪化が懸念されることから、工業団地のみならず、事業所や住宅での汚水（し尿と生活雑排水）の処理が必要となるため、管区の実情にあった低炭素型・分散型の下水処理システムへのニーズが高い。

<事業化のコンセプト>

- ・ 太陽光発電を活用した電力自立型の水処理システム
- ・ 無曝気による省エネ型の水処理システム（日本の技術を活用）
- ・ 省エネ型・太陽光併設による小規模分散型の排水処理システムのモデルとする
- ・ 周辺の小学校での環境教育と連携し水環境保全の意識改革のモデルとする

<事業計画の概要>

- ・ 導入場所：工場団地の下水処理区画内

- ・ 水処理規模：
- ・ 太陽光発電規模：1 MW 規模
 - ※発電規模は、周辺地域での水処理システム以外の電力需要、経済性、期待する CO2 削減効果等を総合的に勘案し、最適な規模とする方針である。
- ・ 電力：下水処理施設に供給する。余剰分は周辺での電力需要にあてる。
- ・ 事業スキーム: SPC（例：日本企業＋現地パートナー等）を想定する。JCM 設備補助を活用する。

<政策連携の方向性>

- ・ 工場等での適正な排水処理の取り組みを誘導するための取り組みを強化する（規制指導、業界での取り組み等）。
- ・ 水環境保全に対する地域社会での意識改革が重要であり、学校教育の場の活用し環境教育の取り組みを行う。
- ・ 具体化に当たっては、管区が検討しているクリーンな都市を目指す将来ビジョンの取り組みとの連携を図る。

○分散型の水処理システムへの展開

低炭素型上下水処理システムは1案件でのCO2排出削減量は決して多くはないが、今後パティン市を含めたミャンマー全域で上下水処理システムが広がる中、このような低炭素型のシステムを導入することができれば、全体としてのCO2排出削減量は莫大なものになると考えられる。

現在、パティン工業団地の敷地の販売状況により上下水道設備の整備時期が明確になっていないため、直近で設備補助案件として具体化するのには難しいが、このような上下水処理施設での低炭素化検討は、電力供給の不安定なパティン市では重要度が高く、今後も対象国地域との議論が必要な分野と考えられる。

また、対象国地域との協議の中で、工業団地の大規模な上下水処理施設だけではなく、現在全くの未整備である下水処理施設の整備についても高い関心が得られた。下水処理を集中して行う場合には管路網が必要になってくるが、パティン市の都市部以外では各村ごとに分散して集落が形成されているため、これら集落の一括管理には管路網の費用が莫大になると予想する。このため、各集落においては自立・分散型の処理システムが求められるが、地方の集落では電力状況がさらに逼迫すると考えられるため、省エネ型の分散型の処理システムが需要にマッチすると考えられる。

現在ミャンマーに向けて日本の浄化槽の製品輸出が検討されているが、パティン市のような電力不安定地域では今回検討したような無曝気型の処理設備が浄化槽に対して優位性を見出す可能性が高い。例えば、今回工業団地の上下水施設で検討したような「無曝気システムと太陽光発電の組み合わせ」を自立・分散型の下水処理システムとして確立することができれば、無電化地域での下水処理も十分に可能と考えられる。

現在、この無曝気システムは浄化槽同様に標準化が検討されている。実際には対象地域での汚水原水の負荷、汚水の排出時間などを調査し、再度無曝気システムの設計や太

太陽光発電の蓄電などの検討を行う必要があるが、太陽光パネルを搭載した無曝気システムが標準化できれば、無電化地域での完全自立・分散型の排水処理システムとしての普及が可能である。

上下水処理に対するパティン市の要望自体は非常に高く、将来的には上下水道整備の話があがることが予想されるため、今後も関係を維持し情報を得ると共に、工業団地含めて上下水道設備の整備が具体化した際には低炭素型の処理を導入していけるように情報を発信することが必要である。

また、今回検討した太陽光発電併設型のシステムは、国際的な太陽光のパネルコスト等が低下しつつある中で、太陽光発電の規模を大きくし、水処理施設の電力供給のみならず、周辺電力に電力を供給する事業モデルも有望である。特に、現地ワークショップでは、経済発展に伴い電力確保が最重要課題の一つとなっており、現地ニーズに対応した新たな事業展開の可能性の検討が重要である（例：事業性確保の検討、太陽光発電に対する理解の情勢、太陽光発電に関する技術者の育成等）。