

## 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

### ヤンゴン市における都市間連携による JCM 案件可能性調査事業 (太陽光発電によるヤンゴン市設備電力供給事業)

## 最終報告書

### 目次

	頁
第 1 章 調査の背景と目的 .....	1-1
1.1 調査の背景 .....	1-1
1.2 調査の目的 .....	1-2
1.3 本事業の実施体制 .....	1-2
第 2 章 ヤンゴン市の概要 .....	2-1
2.1 概要 .....	2-1
2.1.1 基礎情報 .....	2-1
2.1.2 ヤンゴン市開発委員会 (YCDC) .....	2-2
2.2 ミャンマー国の気候変動対策の実施状況 .....	2-3
2.2.1 温室効果ガスの排出状況 .....	2-3
2.2.2 気候変動に係る組織体制及び国家対策 .....	2-3
第 3 章 低炭素都市間連携の推進 .....	3-1
3.1 都市間連携の概要 .....	3-1
3.2 低炭素アクションプラン案の作成 .....	3-2
3.2.1 低炭素アクションプランの位置づけ .....	3-2
3.2.2 低炭素アクションプランの体系 .....	3-2
3.2.3 パイロットプロジェクト案の概要 .....	3-8
3.2.4 今後の対応方針 .....	3-9
3.3 都市間連携に係る活動結果 .....	3-10
3.3.1 概要 .....	3-10
3.3.2 川崎市・YCDC 協議 .....	3-11
3.3.3 JCM ワークショップ (北九州市及び川崎市) .....	3-12
3.3.4 COP22 の参加 .....	3-14
3.3.5 ミャンマー計画財務大臣招聘 .....	3-15
3.3.6 JCM seminar at Tokyo .....	3-15
3.3.7 川崎国際環境技術展 .....	3-15
第 4 章 JCM 案件形成活動 .....	4-1

4.1	概要.....	4-1
4.2	案件組成の調査方針と結果.....	4-3
4.3	調査結果.....	4-3
4.3.1	調査方法.....	4-3
4.3.2	課題及び検討結果.....	4-4
4.3.3	太陽光発電事業の参考事例.....	4-15
4.4	JCM設備補助事業提案.....	4-16
4.4.1	事業概要.....	4-16
第5章	今後の課題・提案.....	5-1
5.1	今後の課題及び提案.....	5-1

## 表目次

表 2-1	ヤンゴン市の概要(川崎市との比較)	2-1
表 2-2	ミャンマーのGHG排出量(2000年)	2-3
表 2-3	国家気候変動対策	2-3
表 2-4	Myanmar Climate Change Strategy and Action Plan(MCCSAP)の概要	2-4
表 3-1	都市間連携実施メニュー	3-1
表 3-2	低炭素アクションプランのニーズ及び方針	3-4
表 4-1	提案事業概要	4-2
表 4-2	JCM案件形成に係る調査方針と結果	4-3
表 4-3	太陽光発電事業候補地	4-4
表 4-4	候補地選定結果	4-7
表 4-5	yaung Hnit Pin 浄水場のポンプ動力負荷	4-8
表 4-6	陽光発電計画の基本条件設定	4-9
表 4-7	陽光発電電力量と便益試算	4-9
表 4-8	陽光発電設備の系統接続オプション	4-10
表 4-9	力料金	4-11
表 4-10	施体制の検討課題	4-12
表 4-11	実施体制及び役割分担	4-13
表 4-12	業実施工程表	4-14
表 4-13	長沢浄水場太陽光システム概要	4-16
表 4-14	案件概要	4-16

## 図目次

図 1-1	本事業の実施体制図	1-3
図 2-1	ヤンゴン市の人口推移	2-1
図 2-2	ヤンゴン市の行政組織体制	2-2
図 3-1	低炭素アクションプランの位置づけ	3-2
図 3-2	低炭素アクションプランの体系	3-3
図 4-1	CDC 水供給設備に設置する太陽光発電設備の概要図	4-2
図 4-2	陽光計画サイト選定の為の質問票	4-6
図 4-3	yaung Hnit Pin 浄水場レイアウト	4-7
図 4-4	Nyaung Hnit Pin 浄水場とポンプおよびPVパネル位置候補	4-8
図 4-5	事業実施体制図	4-13
図 4-6	YCDCにおける予算化手続きの流れ	4-14
図 4-7	長沢浄水場における太陽光発電システムの視察	4-16

## 略語表

略語	英語	和訳
CPLA	City Planning and Land Administration Dept.	都市計画局
GHG	Greenhouse Gases	温室効果ガス
INDC	Intended Nationally Determined Contributions	約束草案
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間クレジット制度
MEPE	Myanma Electric Power Enterprise	ミャンマー発電公社
MGD	Million Gallon per day	100万ガロン
MMK	Myanmar Kyat	ミャンマーチャット
MOECAP	Ministry of Environment Conservation and Forestry	環境保全森林省
MOU	Minutes of Understanding	覚書
MRV	Monitoring, Reporting and Verification	モニタリング、報告、検証
PCCD	Pollution Control and Cleansing Dept.	ヤンゴン市公衆衛生局
PCS	Power Conditioners	パワーコンディショナー
PV	Photovoltaics	太陽光発電
USD	United States Dollars	米ドル
YCDC	Yangon City Development Committee	ヤンゴン市
WSD	Engineering Department (Water and Sanitation)	ヤンゴン市上下水道局

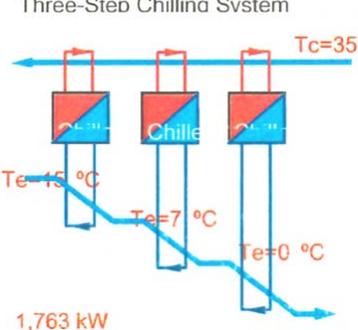
## 第1章 調査の背景と目的

### 1.1 調査の背景

ミャンマー連邦共和国の旧首都であるヤンゴン市は、人口500万人を抱える同国最大の商業都市であり、近年の民主化の流れを受け、外国資本の流入や民間開発により、急速な都市化が進んでいる。とりわけ軍事政権時において諸外国からの投資や技術支援、社会開発が制限されていたことで、インフラの老朽化等が大きな問題となっている。都市開発やインフラ整備が進む中、電力需要の増加に対する供給不足が大きな課題の一つとなっている。こうした背景を踏まえ、省エネルギー化及び低炭素開発の必要性が求められ、昨年度より川崎市・ヤンゴン市による都市間連携を構築し、「ヤンゴン市における都市間連携によるJCM案件形成可能性調査事業(以下、H27年度事業)」を実施している。

これまで両市は自治体レベルでの公式な交流を有していなかったが、上記事業を通じて、ヤンゴン市の低炭素社会実現に向けた協力をはじめ、H27年度事業の具体的な成果として、①ヤンゴン・川崎両市による中長期的な協力を視野に入れた都市間連携覚書の締結(2016年3月末予定)、②覚書に基づく両市関係者による都市間連携協議の実施、及び③ヤンゴン市内におけるJCM案件形成事業の構築(2件、どちらもH28年JCM設備補助事業として採択済み)を行った。

2年次となるH28年度は、昨年度の成果及び実績を礎に、具体的な都市間連携の取組みを進めることを目的としている。

<p><b>成果①MOU締結</b></p> <p>川崎市・ヤンゴン市における都市間連携覚書の締結</p> <p>2016年3月末日</p>	 <p>The image shows a document titled 'Memorandum of Understanding Between the City of Kawasaki, JAPAN and the City of Yangon, Myanmar on the City to City Collaboration'. It lists several points of cooperation, including promoting city-to-city collaboration, exchanging information, and supporting low-carbon projects. To the right are two photographs: the top one shows a presentation of the MOU document, and the bottom one shows two men shaking hands during the signing ceremony.</p>
<p><b>成果② 2016年度JCM設備補助事業採択</b></p> <p>ビール工場への省エネ型醸造設備の導入</p>	 <p>The diagram illustrates a 'Three-Step Chilling System' for a brewery. It shows three cooling stages: 'Cooling', 'Chilling', and 'Cooling'. The cooling water temperature (Tc) is constant at 35°C. The beer temperature (Te) starts at 15°C, drops to 7°C after the first stage, and reaches 0°C after the second stage. The total power consumption for this system is 1,763 kW. To the right of the diagram is the text: '&lt;導入技術イメージ&gt; 冷凍システムを用いた省エネ化'.</p>

成果③2016年度JCM設備補助事業採択

即席麺工場への高効率貫流ボイラの導入



＜導入技術イメージ＞  
高効率貫流ボイラの導入による省エネ化

## 1.2 調査の目的

本事業において、発展著しいヤンゴン市を対象として、低炭素社会形成に有用な知見を有する川崎市との都市間連携に基づき、ヤンゴン市が抱える各種課題につき検討すると共に、二国間クレジット制度(Joint Crediting Mechanism : JCM)を活用することで、同市の課題解決に資することを目指す。

## 1.3 本事業の実施体制

本事業の提案者は日本工営株式会社であり、共同提案者である川崎市と連携し、現地カウンターパートのヤンゴン市(Yangon City Development Committee : YCDC)へ事業提案及び政策・技術提案を行った。

本都市間連携におけるヤンゴン市側カウンターパートは、昨年度に引き続き「都市計画局(City Planning & Land Administration Dept.: CPLA)」、及び「公衆衛生局(Pollution Control & Cleansing Dept. : PCCD)」を中心として、調査を実施した。

川崎市側は、昨年度の実施主体であった経済労働局国際経済推進室を主担当として、廃棄物・モニタリング関連業務を担当する環境局、低炭素都市開発担当のまちづくり局、上下水関連担当の上下水道局と連携を図りながら、低炭素開発アクションプランの作成支援、技術研修プログラムの作成支援を行った。

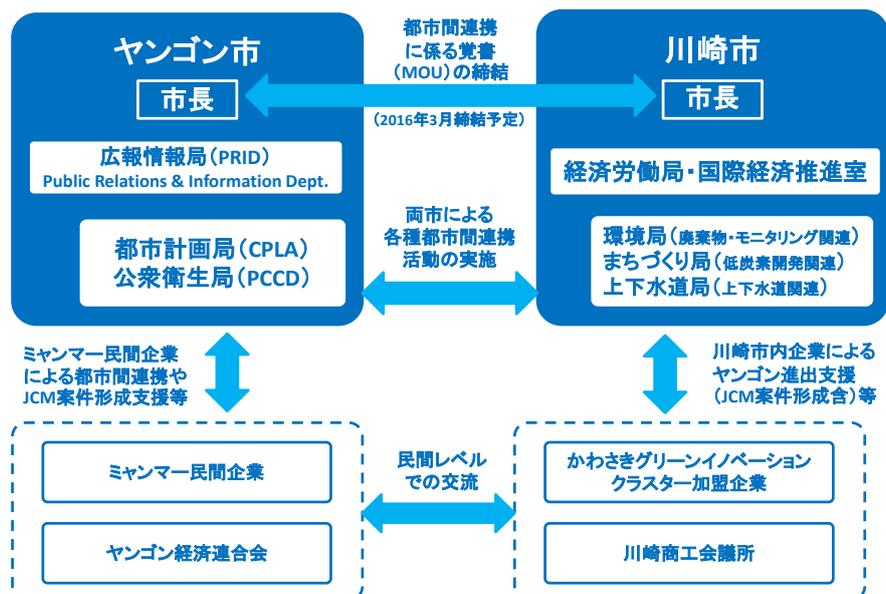


図 1-1 本事業の実施体制図

また、提案するJCM候補案件に対する川崎市側の支援として、JCM事業実施を促進するための制度整備支援、持続的な開発に向けた事業者の技術強化支援等に関し、川崎市内外の環境関連技術を有する企業の連合体である「かわさきグリーンイノベーションクラスター加盟企業」を主に技術的な協力を募りつつ、JCM事業化の後押しをする体制を構築した。

## 第2章 ヤンゴン市の概要

### 2.1 概要

#### 2.1.1 基礎情報

ヤンゴン市は、以前はラングーンと呼ばれ、2006年までミャンマー連邦共和国の首都であった。現在の首都はヤンゴンの北部に位置するネピドーである。

ヤンゴン市は、ヤンゴン地方域(ミャンマーの行政区画)に属しており、北と東をバゴー地方域、西をエーヤワディ地方域と接している。南部はモッタマ湾となっている。ヤンゴン市を含む、同地方域はミャンマー国の中で最も工業化した地域であり、大部分の主要産業がこの地方域に位置している。

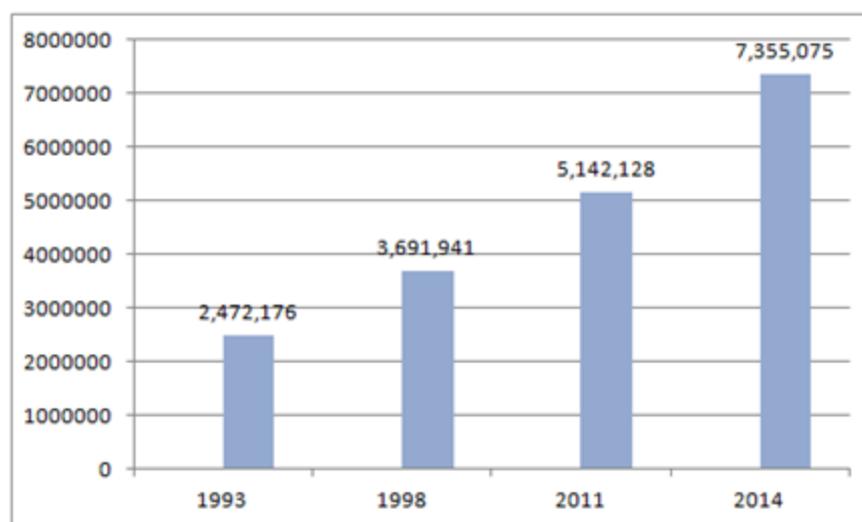
ヤンゴン市の主な情報を本事業の日本側カウンターパートである川崎市と比較した表を以下に示す。

表 2-1 ヤンゴン市の概要(川崎市との比較)

項目	ヤンゴン市	川崎市
面積 [km <sup>2</sup> ]	598.8	143.0
人口 [人]	521万 [2014]	147万 [2015]
日平均気温 [°C]	27.5	16.6

出典:各種資料より調査団により作成

ヤンゴン市を含むヤンゴン管区では近年における急激な都市化に伴い、人口が増加しており、1998年から2014年にかけて約2.9倍の伸び率を示している。



出典: JICA「ミャンマー国ヤンゴン都市圏開発プログラム形成準備調査(2011年)」、及び人口センサス暫定結果(2014年)を基に調査団にて作成。

図 2-1 ヤンゴン市の人口推移

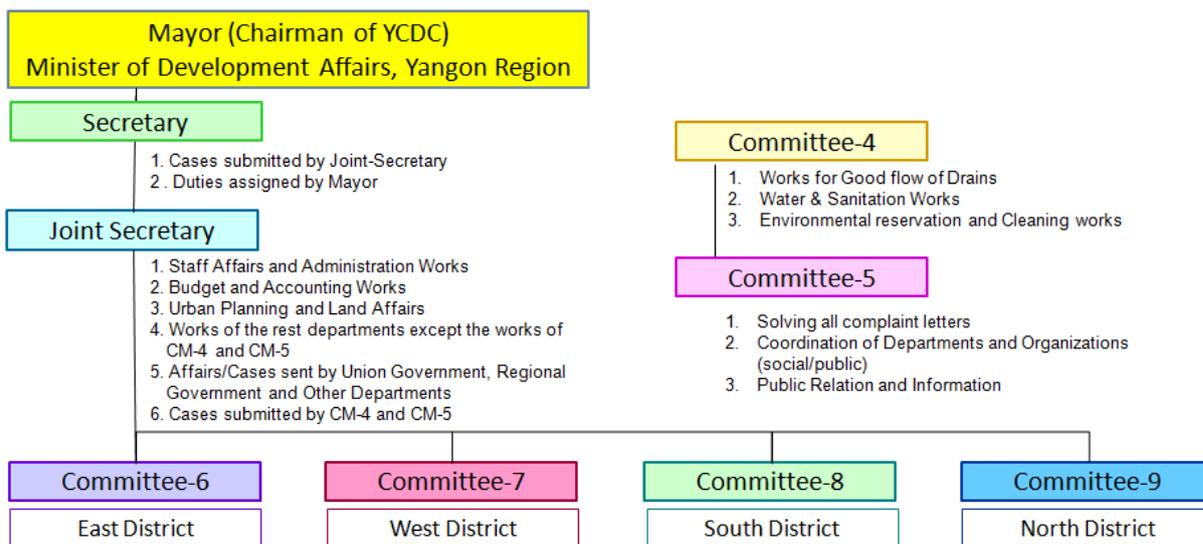
## 2.1.2 ヤンゴン市開発委員会(YCDC)

ミャンマーは、ミャンマー国の憲法において、7つの地域(region)と7つの州(state)、そして5つの自治区と1つの自治管区から構成されている。また、これらの下にディストリクト(district)、タウンシップ(township)という行政単位が定められている。

一方、ヤンゴン市域の行政サービス提供を担当するヤンゴン市開発委員会(YCDC)は、「ヤンゴン市開発法」を根拠とする、憲法には定められていない開発委員会(Yangon City Development Committee : YCDC)となっている。中央政府及び地域/州の行政上の役割は、憲法に定められている<sup>1</sup>。

2016年4月に新政権が発足し、YCDCの体制が下図に示す通り大きく変更となった。旧政権からの変更点は、Secretaryの直下にJoint Secretaryが新たに設置され、今まで独立した部署であった都市計画局がJoint Secretaryの一部となったことである。また、上下水道局及び公衆衛生局がCommittee-4として一つの部局に統合された。さらに、Committee-6からCommittee-9の4つの部局が設置され、ヤンゴン市を4つに分けた地域をそれぞれ管轄することとなった。

本調査のカウンターパートは昨年度から引き続き都市計画局、公衆衛生局が担い、新体制においてはJoint Secretary及びCommittee-4が担当部局となる。また、本調査で提案している太陽光発電事業の実施部隊は上下水道局が担う為、同じくCommittee-4内の上下水道部門が担当となる。



出典: YCDC

図 2-2 ヤンゴン市の行政組織体制

1 ヤンゴン市域における中央政府、地域政府と YCDC との間での重複した役割や責務に関して、明確に定めた文書は存在しないとのことであるが、関係者間で慣習的に定めているとのこと。

## 2.2 ミャンマー国の気候変動対策の実施状況

本事業はヤンゴン市を調査対象としているが、ヤンゴン市において気候変動を管轄する具体的な組織や制度、対策等は整備されていない。そのため、ヤンゴン市(YCDC)を含む国全体(ミャンマー国)の気候変動対策の動向につき以下に整理する。

### 2.2.1 温室効果ガスの排出状況

ミャンマー国では、2000年に第一次国別報告書を作成している。国別報告書によると、ミャンマー国における温室効果ガス(Greenhouse Gases : GHG)排出源は、アジアの農業国と同様、土地利用及び森林セクターの割合が最も多く(36.5%)、続いて農業(17.1%)、廃棄物(4%)という順になっている。また、排出源、吸収源共に土地利用及び森林セクターからの割合が多くなっている。

表 2-2 ミャンマーのGHG排出量(2000年)

セクター	CO2 [Gg CO2-eq]			シェア率 総排出量
	吸収量	総排出量	正味排出量	
エネルギー	0	786	786	1.2
産業	0	463	463	0.3
農業	0	22,843	22,843	17.1
土地利用及び森林	142,221	40,405	-101,816	36.5
廃棄物	0	2,826	2,826	4.0
合計	142,221	67,323	-74,898	100.0

出典: The 11<sup>th</sup> workshop on GHG inventories in Asia

### 2.2.2 気候変動に係る組織体制及び国家対策

ミャンマー国では、1994年11月25日に気候変動枠組み条約(UNFCCC)を批准し、その後、2003年8月13日に京都議定書を批准している。同国における国家気候変動対策を下表にまとめる。2016年には地球温暖化計画を策定して、2030年までの低炭素開発による温暖化対策のアクションプランを定めている。

表 2-3 国家気候変動対策

政策名	年度	内容
ミャンマー国家環境政策	1994	環境の保全及び劣化防止、経済発展の推進、環境保護を優先させる持続可能な開発の達成、環境と開発の調和
ミャンマー・アジェンダ21	1997	持続可能な天然資源利用、社会発展、経済発展、組織発展
国家持続可能な開発戦略(NSDS)	2009	社会・経済・環境問題の3つの分野における持続可能な開発を達成するための対策
環境保全法	2012	天然資源の管理・損失防止及び持続可能な利用、国民意識の向上、環境プログラムへの協力
国家適応行動計画(NAPA)	2012	8つの主セクターから32の優先活動を選出し、気候変動への適応策を実施
JCMへの参加	2015	JCMに係る二国間合意の締結
Myanmar Climate Change Strategy and Action Plan (MCCSAP) 2016-2030策定	2016	2030年をターゲットとしてミャンマー国の地球温暖化対策を6つの優先事業に基づき計画を位置づけている。

参考 : IGES 市場メカニズム国別ハンドブック(2013年1月版) 11<sup>th</sup> workshop on GHG inventories in Asia and the published information by the UN prepared by the JICA study team を基に調査団にて作成。

2016年に策定されたMyanmar Climate Change Strategy and Action Plan2016-2030の概要を下表に整理する。

表 2-4 Myanmar Climate Change Strategy and Action Plan (MCCSAP) の概要

◆Vision	気候変動の影響に対し、持続可能な発展を目的として、低炭素開発による国家の開発を目指す。
◆Goal	2030年を目標年として、ミャンマーの低炭素開発及び気候変動への適応による発展を目的とする。
◆Priority Action Area	優先的なアクション分野として a) 気候変動に対する対応方針を開発計画に盛り込む、b) 気候変動への実施に関する組織及び制度の構築、c) 気候変動に係る予算の確保、d) 気候変動への対応技術の検討、e) 気候変動に係る認識及び能力の向上、f) 事業の投資に係る複数の機関との協力関係の促進の6つの重点項目を掲げている。重点的に取り組むセクターとして 1) 農業及び漁業、2) 環境、3) エネルギー、交通、及び産業、4) 都市、5) 福祉、6) 教育の6つの分野が設定されている。

出典: Myanmar Climate Change Strategy and Action Plan2016

## 第3章 低炭素都市間連携の推進

### 3.1 都市間連携の概要

ヤンゴン市及び川崎市の都市間連携方針として、下表に示す通り、基本的な連携方針を3か年で計画している。初年度である昨年度(H27年度)は、都市間連携の為の現況把握、メニューの検討を行い、基本的な連携方針の合意に至った。都市間連携の基本方針に基づき、平成28年3月末に両市の市長名で覚書を締結した。

中間年である本年度(H28年度)は、都市間連携の実施方針に基づき、低炭素開発アクションプラン案の作成及び低炭素アクションプランを具体的に推進する為のパイロットプロジェクト案の作成を行った。そして、最終年度であるH29年度では、低炭素アクションプラン案をYCDCにおいて策定し、アクションプランの実施支援を行う予定としている。

3か年の都市間連携実施メニュー概要を下記に整理する。

表 3-1 都市間連携実施メニュー

	項目	概要
H27 年度	1) 都市間連携の為の現況把握・共有	現地及び日本にて協議の場を複数回持ち、両市の現状の把握、情報共有を行い、お互いの理解を深めることに注力した。
	2) 都市間連携メニューの検討	ヤンゴン市の課題・ニーズと、川崎市の支援可能なメニュー等を協議し、都市間連携メニューの検討を行った。
	3) MOU案の検討	上記協議内容に基づき、今後の都市間連携に係るMOU案を検討、作成した。
H28 年度	1) 低炭素開発アクションプラン案の作成	2013年に策定済みのヤンゴン都市圏開発マスタープランで提唱されている低炭素開発ビジョンに基づき、中長期的な視点から低炭素開発アクションプランを作成。
	2) 定期的なWGミーティングの実施(本邦での実施も含む)	低炭素アクションプランの作成及び都市間連携の実施を進めるため、定期的なWGミーティングを実施。WGは現地及び本邦での開催とする。
	3) 技術研修メニュー案の作成	ヤンゴン市が必要とする技術支援に関し、川崎市で支援可能なメニューに基づき、技術研修メニューを作成する。
	4) パイロットプロジェクト案の作成	低炭素開発アクションプランにおいて、短期的に実施可能な低炭素開発のパイロットプロジェクトを選定し、実施計画を作成する。
H29 年度	1) 低炭素開発アクションプランに基づくパイロットプロジェクトの実施	2016年度に作成したパイロットプロジェクト実施計画に基づき、パイロットプロジェクトの実施を支援する。
	2) 技術研修の実施(本邦での実施も含む)	2016年度に作成した技術研修メニューに基づき、現地及び本邦において技術研修を実施する。
	3) 定期的なWGミーティングの実施(本邦での実施も含む)	定期的なWGミーティングを実施し、密な連携を図る。

出典:調査団

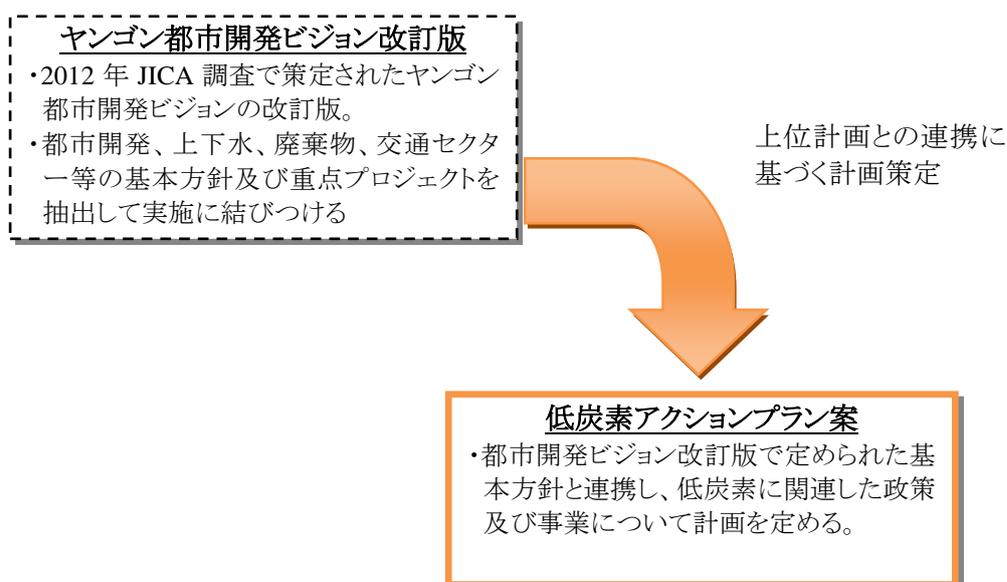
## 3.2 低炭素アクションプラン案の作成

### 3.2.1 低炭素アクションプランの位置づけ

ヤンゴン市及び川崎市の都市間連携の基本方針に基づき、ヤンゴン市の低炭素に係る開発の礎として、川崎市の知見及び経験を活かしながらヤンゴン市低炭素アクションプラン(案)を作成した。低炭素アクションプランは低炭素に係る政策及び事業について、2017年から2040年を実施期間と定め、低炭素開発にかかる理念、セクター毎の基本方針、計画を実施していく上でのパイロットプロジェクトを短期、中期、長期の3つの期間に分けて設定することを目的としている。

また、低炭素アクションプランの上位計画として、2017年4月に最終版が公開を予定しているヤンゴン都市開発ビジョン(JICA調査により作成)が挙げられる。本計画は2012年にJICA調査によって策定された都市開発ビジョンの改訂版であり、2040年までのヤンゴン市の都市開発の基本方針及び重点プロジェクトを示すものである。

低炭素アクションプランは都市開発ビジョンの基本方針と連携し、理念及び実施スケジュールに沿うものとして作成した。

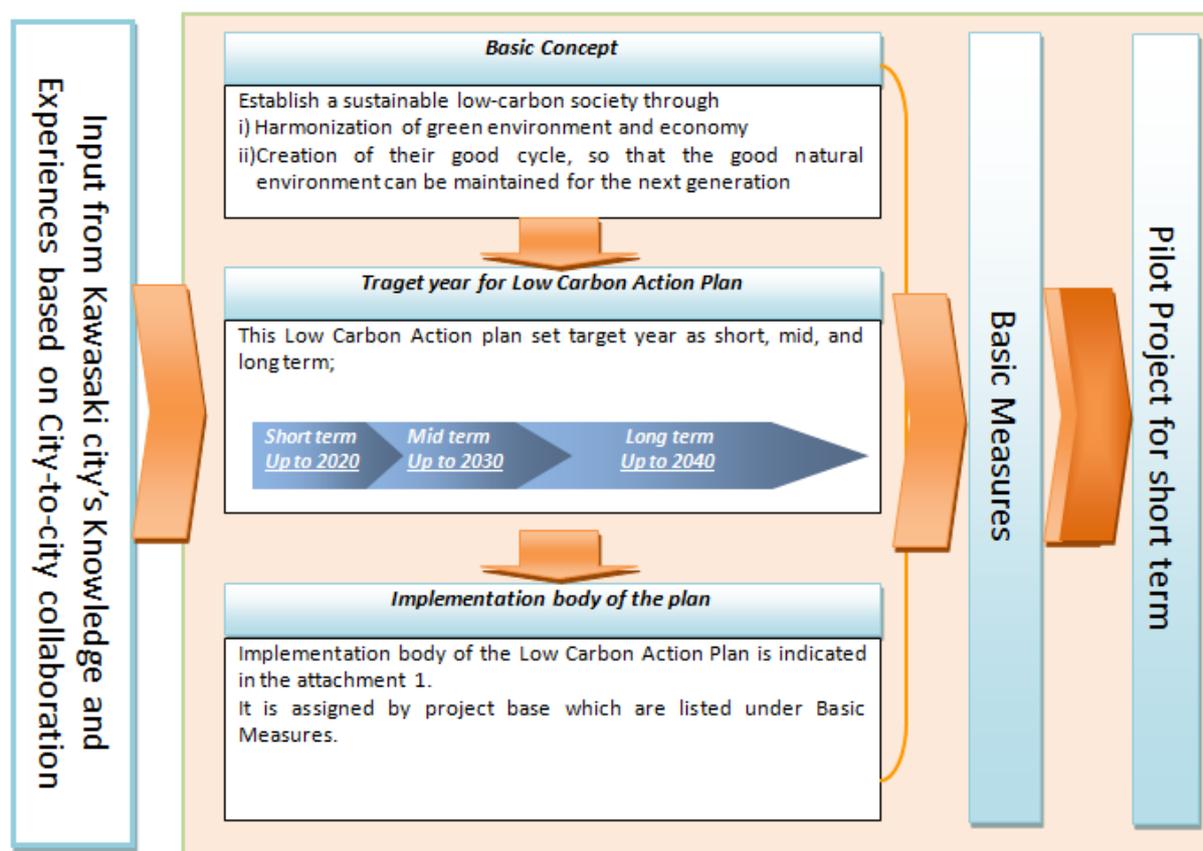


出典: 調査団

図 3-1 低炭素アクションプランの位置づけ

### 3.2.2 低炭素アクションプランの体系

低炭素アクションプランの体系は次頁図に示す通り、低炭素アクションプランの基本理念、実施期間の設定、実施主体、セクター毎の基本方針、及びパイロットプロジェクトで構成される。



出典:調査団

図 3-2 低炭素アクションプランの体系

### 【基本理念】

本計画はヤンゴン市の持続可能で低炭素に資する社会を構築することを目的とし、i) 自然環境と経済発展の調和を図り、ii) 次世代へ豊かな環境を継承することを目的として持続可能な開発を推進する。

### 【実施期間】

本計画の実施期間は2017年～2040年とし、短期、中期、長期の3つの実施期間に分け、基本方針及びパイロットプロジェクトの実施ターゲットをそれぞれ設定する。

実施期間の設定に際し、上位計画である都市開発ビジョンにならない、同様の期間設定とした。

### 【セクター毎の基本方針】

本計画の基本方針は、YCDCの都市開発に係るニーズ、現在実施中であるプロジェクト及び将来の計画に基づき、セクター毎に設定した。セクター毎の基本方針の概要は下記に示す通りである。

表 3-2 低炭素アクションプランのニーズ及び方針

セクター	ニーズ及び開発方針
Industry(産業)	ヤンゴンでは既存工業団地(ミンガラドン工業団地等)及び新規の工業団地開発等、多数の工業団地が立地または開発予定である。既存工業団地では設備の老朽化による更新時期を迎えている工場が多い。
Energy(エネルギー)	人口増及び産業の発展により電力需要が増え、供給が追いつかず、日常的に断続的な停電が発生している。今後も電力需要がさらに伸びることが予測されている為、安定した電力供給は重要課題の一つである。 4月に発足された新政権のアジェンダにおいて、電力不足の対応方針として再生可能エネルギーの活用が挙げられており、安定した電力供給が重要課題の一つとなっている。
Urban City(都市開発)	国内外からの民間投資の活性化を受け、中心市街地等商業開発の計画が増加している。政府による国内外の投資の呼びかけも積極的に行われており、今後さらに商業開発が進む可能性が高い。
Transportation(交通)	市内の信号未整備等、交通渋滞が課題の一つであり、市内の渋滞解消、公共交通機関の整備が必要である。
Waste Management(廃棄物)	市内の渋滞によるごみ収集に係るコスト増、増加する廃棄物の処理量に伴い、焼却施設の建設、リサイクルシステムの導入が課題となっている。 一般廃棄物の必要処理量は2000t/日を超えており、早期の対策が求められている。
Education(教育)	低炭素社会の実現の為には、市民や施策を実施する市の職員がリサイクルや省エネに関する理解を深める必要がある。環境、リサイクル等市職員の能力向上及び市民の理解を深める為の環境教育の実施が求められる。
International Corporation(国際連携)	低炭素開発及び持続可能な開発に関し、国内外の先進技術を取り入れた開発へのニーズが高まっている。
MRV(環境モニタリング)	大気汚染、水質汚染、省エネ事業の推進等、現状のモニタリングを推進し、対応方針等の計画に反映させることが重要である。

出典:調査団

上記YCDCにおけるニーズ把握を踏まえ、低炭素アクションプランにおける各セクターの基本方針を次頁表のように設定した。

表 3-3 低炭素アクションプランの基本方針

セクター	基本方針
Industry(産業)	<b>I. Reduction of greenhouse gas emission from industrial activities</b> 1. Establishment of a business model towards "low-carbon Yangon City" 2. Fostering eco-friendly industries 3. Creation of eco-friendly model for industrial complexes
Energy(エネルギー)	<b>II. Utilization of renewable energy resources</b> 1. Promotion of Solar-city Project 2. Creation of a system for making an effective use of energy 3. Making a wider use of renewable energy resources, considering the regional characteristics
Urban City(都市開発)	<b>III. Creation of low-carbon city</b> 1. Encourage construction of highly energy efficient buildings 2. Introduction of energy efficient technology into public sector 3. Promotion of energy efficient technology to private sector
Transportation(交通)	<b>VI. Introduction of Low carbon technique in the transportation Sector</b> 1. Establishment of eco-friendly transportation network 2. Enhance convenience of public transportation 3. Promotion of measures for greenhouse gas emitted from automobiles
Waste Management(廃棄物)	<b>V. Creation of recycling-oriented society</b> 1. Promotion of 3R activities of non-industrial wastes and industrial wastes 2. Introduction of low-carbon waste incineration facility Reduction of greenhouse gas emission from collection and transportation of wastes
Education(教育)	<b>VI. Environmental education and study on global environmental issues</b> 1. Promotion of environmental education and study 2. Promotion of human resource development
International Corporation(国際連携)	<b>VII. Introduction of international technology through city to city corporation</b> 1. Contribution to reduction of global greenhouse gas emission by introducing international technology through city to city corporation 2. Supporting and cooperating international environmental conservation activities
MRV(環境モニタリング)	<b>VIII. Research and development of environmental technologies</b> 1. Research and development of environmental technologies, and promotion of scientific measures 2. Conducting MRV in order to promote introduction of saving energy technology

出典:調査団

### 【パイロットプロジェクト】

各セクターの基本方針に基づき、低炭素社会の実現を推進する為に短期から中期に実施を検討するパイロットプロジェクトの選定を行った。ヤンゴン市の課題の重要度に基づき、エネルギーセクター、廃棄物セクター、産業セクター、都市開発セクターから下表の通り5件のパイロットプロジェクトを抽出した。

表 3-4 パイロットプロジェクトリスト

セクター	パイロットプロジェクト案	スケジュール
Industry(産業)	PP1:工場への高効率ボイラーの導入	短期スケジュール
Energy(エネルギー)	PP2:既存浄水場への太陽光システムの導入	短期スケジュール
Urban City(都市開発)	PP3:既存浄水場への高効率ポンプの導入	短期スケジュール
Waste Management(廃棄物)	PP4:IoTによるごみ収集システムの導入検討	短期スケジュール

出典:調査団

### 【実施主体】

セクター毎の基本方針に基づき、YCDCで実施を担う担当部署を選定し、実施に係る役割を整理する。低炭素アクションプランの方針に基づき、主たる担当部署の役割を整理しているが、民間セクターへの低炭素技術の導入推進や市民への啓蒙・普及活動など、複数の部署で実施すべき項目については、主担当をどこが担当するか、どのように部署を超えて連携していくのか今後議論を続けていくこととした。

表 3-5 低炭素アクションプラン方針毎の主担当部署

セクター	方針	主な担当部署
Industry(産業)	<ul style="list-style-type: none"> <li>民間セクターへの省エネ型技術導入促進</li> <li>省エネ型工業団体の計画、開発</li> </ul>	⇒CPLA ⇒CPLA
Energy(エネルギー)	<ul style="list-style-type: none"> <li>省エネ事業の推進 公共の施設に導入を検討する場合はその管理・運営部局が担当</li> <li>再生可能エネルギー事業の推進 公共の施設に導入を検討する場合はその管理・運営部局が担当</li> </ul>	⇒導入施設の担当部署 ⇒導入施設の担当部署
Urban City(都市開発)	<ul style="list-style-type: none"> <li>低炭素型都市開発 公共施設の低炭素型促進については施設の管理・運営部局が担当。 民間施設の低炭素化に関する啓蒙・普及活動はCPLAが担当。</li> </ul>	⇒CPLA
Transportation(交通)	<ul style="list-style-type: none"> <li>公共交通の低炭素化の推進</li> <li>民間交通の低炭素化の推進</li> </ul>	⇒CPLA
Waste Management(廃棄物)	<ul style="list-style-type: none"> <li>リサイクル等3Rの推進、普及</li> <li>廃棄物処理施設及び廃棄物収集の低炭素化の促進</li> </ul>	⇒PCCD
Education(教育)	<ul style="list-style-type: none"> <li>市職員及び市民へのリサイクル教育・啓蒙</li> <li>民間セクターへの再生可能エネルギー導入促進</li> </ul>	⇒PCCD
International Corporation(国際連携)	<ul style="list-style-type: none"> <li>都市間連携等に基づく海外の優れた低炭素技術の導入促進</li> </ul>	⇒Public relations
MRV(環境モニタリング)	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO2排出削減事業等モニタリングシステムの導入促進</li> </ul>	⇒PCCD、CPLA

注釈:CPLA(City Planning and Land Administration Dept.), PCCD(Pollution Control and Clensing Dept.),

出典:調査団

今後継続して議論を進めるべき課題を下表に整理する。

表 3-6 検討が必要な課題及び対応方針

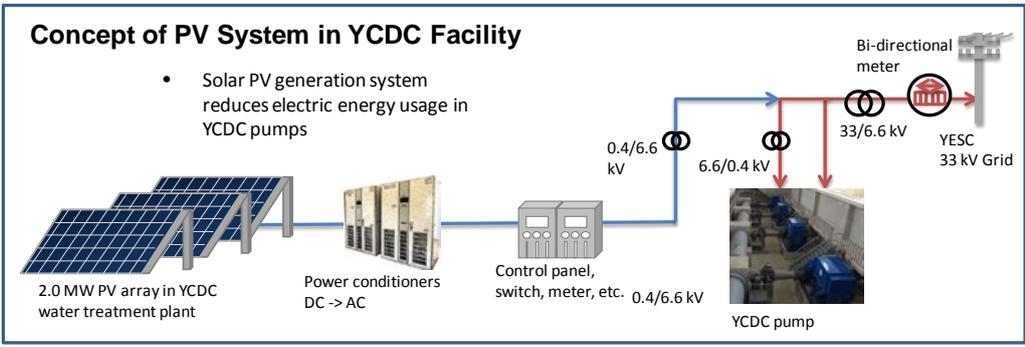
検討課題	対応方針
1) 民間セクターへの低炭素技術の推進及び普及啓発	<p>民間セクターへの低炭素技術の導入については、工業団地、商業施設、病院、交通(民間運営によるバス等)が考えられる。これらを包括して担当する部署はYCDC内にはないため、複数の部署で対応するか、もしくは民間セクター対応として新規の担当部署を設置するのか等、議論を進める必要がある。本件については引き続き来年度以降も議論を継続して体制構築を図る必要がある。</p>
2) 低炭素技術導入にかかる市職員及び市民の教育及び啓発	<p>低炭素技術の導入に関し、市職員の中でも理解の差が見られる。今後省エネ技術の導入等低炭素社会を実現していくためには、市職員の意識改革及び理解を深める活動が必要である。こうした啓発活動を担当する専門の部署はないため、職員の能力向上に向けた担当部署の検討を引き続き進める。</p> <p>また、リサイクル活動等市民の協力を必要とする低炭素活動については、情報の共有、啓発、教育等を行っていく必要がある。廃棄物関連の担当部署であるPCCDにおいて、リサイクル活動に関する専門知識の能力向上が求められる。</p>
3) 低炭素技術導入の為の制度構築	<p>持続可能な低炭素社会の実現のためには、パイロットプロジェクトの実施に加え、低炭素技術の導入を後押しする制度の構築が必要である。制度構築に係る主担当はCPLAとなるが、セクターが横断的な取組みとなる為、YCDC内の連携方法等も含め、今後議論を継続して行う必要がある。</p>

### 3.2.3 パイロットプロジェクト案の概要

前項で選定したパイロットプロジェクト案の概要を下記に整理する。

プロジェクト	PP1: 工場への高効率ボイラの導入	2017年 FS調査、2018年以降事業化検討
実施場所	新規または既存工場	
実施主体	民間企業	
概要	<p>高効率貫流ボイラの工場への導入により、燃料及びGHG排出量の削減を目的とする食品、飲料、化学工場の既存ボイラの更新、または新規に建設する工場への高効率ボイラの導入を促進し、省エネ化を図る。</p>  <p>High-efficiency once-through boiler with monitoring system</p>	

出典: 調査団

プロジェクト	PP2: 既存浄水場への太陽光システムの導入	2016年 FS調査、2017年以降事業化検討
実施場所	Nyaung Hnit Pin 浄水場	
実施主体	YCDC 上下水道局	
概要	<p>YCDCが管轄する既存の浄水場に、約2MWの太陽光発電システムを導入することにより、浄水場の電力の一部を賄う。</p>  <p><b>Concept of PV System in YCDC Facility</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Solar PV generation system reduces electric energy usage in YCDC pumps</li> </ul> <p>2.0 MW PV array in YCDC water treatment plant</p> <p>Power conditioners DC -&gt; AC</p> <p>Control panel, switch, meter, etc. 0.4/6.6 kV</p> <p>YCDC pump</p> <p>0.4/6.6 kV</p> <p>6.6/0.4 kV</p> <p>33/6.6 kV</p> <p>Bi-directional meter</p> <p>YESC 33 kV Grid</p>  <p>Solar PV Installation Area</p>  <p>800 kW Booster Pumps</p>	

出典: 調査団

プロジェクト	PP3: 既存浄水場への高効率ポンプの導入	2017年FS調査、2018年以降事業化検討
実施場所	既存浄水場	

実施主体	YCDC 上下水道局
概要	<p>既存浄水場の老朽化したポンプを高効率のポンプに更新することにより、年間消費電力量及びGHG排出量を削減する。</p> <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hlawga water treatment plant installed pump in total 2 MW capacity in 1980</li> <li>• Old, low efficiency pumps are to be replaced with new, high-efficiency pumps</li> <li>• Efficiency improvement of pumps reduces electric energy consumption and reduce CO2 emission</li> </ul>

出典：調査団

プロジェクト	PP4:IoTによるごみ収集システムの導入検討	2017年FS調査、2018年以降事業化検討
実施場所	市内パイロット地区	
実施主体	YCDC公衆衛生局	
概要	<p>ごみ収集車には現在安全運転の実施を促進する為、各トラックにGPSが設置されている。GPS機器は安全運転管理以外の目的では活用されていないが、既存の機器を用いて、IoTシステムを導入することにより、一般廃棄物の収集ルート管理、最適・最短の収集ルートの選定等、効率的なごみ収集を実施する。</p>	

出典：調査団

### 3.2.4 今後の対応方針

低炭素アクションプランに関する本年度の目標は、低炭素アクションプラン案の作成及びパイロットプロジェクトの選定である。来年度以降については、先に記載したとおり、本年度作成した低炭素アクションプラン案の策定、パイロットプロジェクトの実施となる。来年度以降の対応方針につき、下記に整理する。

- 1) 低炭素アクションプランの策定  
本年度作成した低炭素アクションプラン案の庁内での説明、承認手続を進め、2017年度中の策定を目標に実施する。
- 2) 低炭素技術導入制度の整備  
民間セクターへの低炭素技術導入を促進する為にも、省エネ技術導入基準や優遇制度等の整備が必要である。2020年までの制度整備を目標に、制度の内容、体制等の検討を行う。
- 3) 職員の能力向上  
低炭素社会の実現を進めるには、YCDC職員の低炭素技術に関する知識や理解を深め、低炭素事業の実施能力を高める必要がある。中長期的な視点から、職員の能力向上の取組みを推進する。

4) 市民への啓蒙・普及活動

低炭素社会の実現の為には市民の協力が欠かせない。リサイクル活動の必要性、地球環境への貢献等市民にとって身近な観点から低炭素社会の理解を深める啓蒙・普及活動を、中長期的な視点から推進する。

5) パイロットプロジェクトの実施

本年度選定したパイロットプロジェクトに関し、来年度からFS調査及び事業の開始を検討する。また、パイロットプロジェクトリストは定期的に更新し、現状のニーズに応じプロジェクトを追加する。



図 3-3 今後の対応方針及びスケジュール

3.3 都市間連携に係る活動結果

3.3.1 概要

本年度では、ヤンゴン市(YCDC)における低炭素社会実現のための課題と対応策(JCM案件形成検討含む)の検討を行った後、川崎市がこれまで京浜工業地帯の中核都市として培ってきた、環境技術・産業への考え方から、公害問題から低炭素社会に向けた各種取り組み、そして同市が近年設立・運営している各種活動をヤンゴン市関係者へ情報共有すると共に、今後の両市の関係構築を行った。

本事業における都市間連携における取り組みについて次頁表に整理する。

表 3-6 都市間連携に係る取組み

調査内容	実施時期	概要
キックオフ会議 (東京)	2016年5月20日 13時~15時	<ul style="list-style-type: none"> <li>・想定している技術と先進性、事業スキーム</li> <li>・事業の課題、目標、実施手段・工夫、スケジュール</li> </ul>
第1回現地調査 (ヤンゴン)	2016年6月13日～ 6月19日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・YCDC (PCCD、CPLA)、関係機関(JICA専門家、JICA、日本大使館等)と面談実施</li> <li>・財務性検討の為にYCDCの電気料金確認</li> <li>・YCDC 太陽光サイト・負荷につき質問票準備</li> </ul>
第2回現地調査 (ヤンゴン)	2016年8月28日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・太陽光設備現地踏査実施とサイト選定 質問票返答結果より絞り込んだ二か所の浄水場について、現地踏査を実施した。候補1は用地と需要に課題があり、候補2に対象地域を概ね絞り込んだ。</li> </ul>
	2016年9月12日 ~17日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・YCDC (PCCD、CPLA、WSD)と面談実施、低炭素アクションプランの骨子案について打合せ</li> <li>・太陽光設置浄水場サイトの現場踏査の実施、図面・データ収集</li> <li>・ヤンゴン配電公社(YESC)と面談し、太陽光設備の系統接続、ネットメータリングの可能性について協議</li> </ul>
JCMワークショップ (北九州及び川崎)	2016年10月16日 ~22日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・環境省主催のJCMワークショップへYCDC担当を2名招聘し、川崎市低炭素関連施設の見学、北九州市JCMセミナーでの発表を実施</li> </ul>
第3回現地調査 (ヤンゴン)	2016年11月7日～ 11日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低炭素アクションプラン案についてCPLA・JICA専門家と打合せ</li> <li>・太陽光発電計画と予算措置についてPCCD・WSDと面談</li> <li>・YCDCと双方向メータリングシステムについて協議</li> </ul>
COP22参加	2016年11月7日～ 11日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・モロッコで開催されたCOP22に川崎市担当者が出席、ヤンゴン市・川崎市都市間連携の取組みについて発表</li> </ul>
ミャンマー計画 財務大臣一行招聘	2016年12月8日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日本アセアンセンターの取組みの一環として、ミャンマー計画財務大臣一行が川崎市を訪問し、市内の低炭素関連施設の視察を行った。</li> </ul>
第4回現地調査 (ヤンゴン)	2016年12月26日 ~28日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低炭素アクションプランパイロットプロジェクト、MoU修正についてCPLA、PCCDと川崎市協議</li> <li>・Hlaingthaya太陽光代替候補地視察</li> <li>・Hlawga浄水場視察</li> <li>・JCM事業実施例としてJFE 廃棄物発電所の川崎市視察</li> </ul>
JCMワークショップ (東京)	2017年1月22日～ 24日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・YCDC より 2 名、パネリスト出席。都市連携および低炭素アクションプランについて紹介。</li> </ul>

出典：調査団

### 3.3.2 川崎市・YCDC 協議

第1回現地調査において、川崎市職員がYCDCと面談し、キックオフミーティングを行い、前年の総括、都市連携の枠組み、事業例として川崎市所轄の浮島太陽光発電所の紹介、本年度のスケジュールや作業内容について協議した。

また、第4回現地調査において、川崎市職員とYCDC広報情報部が、都市連携MoUの改訂内容について確認した。



YCDC と川崎市 キックオフミーティング



YCDC 協議

### 3.3.3 JCMワークショップ(北九州市及び川崎市)

環境省主催のJCMワークショップにYCDCの担当者2名(公衆衛生局1名、上下水道局1名)を招聘し、2016年10月17日～10月21日の日程で、川崎市の低炭素関連施設の見学、北九州セミナーでの発表、北九州低炭素関連施設の見学を行った。

川崎市では現在JCMの案件組成を検討している浄水場における太陽光施設をYCDC職員が川崎市職員の案内で見学し、事業概要、管理・運営等について議論を行った。

<川崎市見学:長沢浄水場太陽光システムの見学>



長沢浄水場全景



浄水場の蓋上部に設置された太陽光パネル



発電量モニタリングパネル



パワーコンディショナー



管理者による太陽光事業の説明



浄水場内の見学

<北九州セミナー>



ヤンゴン市によるプレゼン



川崎市によるプレゼン

<北九州セミナー:低炭素関連施設見学>



風力発電所の見学



自動追尾型集光太陽光施設の見学

### 3.3.4 COP22の参加

2016年11月8日から18日にかけてモロッコのマラケシュで開催されたCOP22に、横浜市、北九州市と共に、川崎市経済労働局の深堀氏が出席した。11月8日にジャパンパビリオンで実施された「都市間連携に基づくJCM案件形成可能性調査」のイベントにおいて、本事業の紹介およびヤンゴン市の低炭素化支援について発表を行った。

各自治体の発表後、①都市間連携によるプロジェクトとB to Bのプロジェクトの相違点、②地方自治体が国際貢献事業に参画している理由、③JCM事業において困難に感じている点、などにつき、質疑応答が行われた。



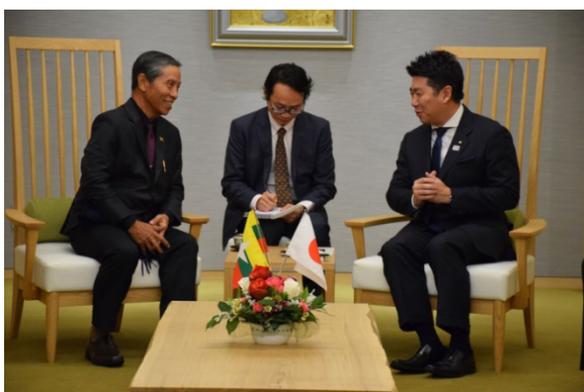
JCM 都市間連携事例の発表



ジャパンパビリオンのブース

### 3.3.5 ミャンマー計画財務大臣招聘

日本アセアンセンターによる取組みの一環として、ミャンマー国計画財務大臣及び局長を含む5名が川崎市を訪問し、川崎市市長と面談、市内の低炭素関連施設の見学を行った。視察先はミャンマー側の希望により、廃自動車スクラップリサイクル技術を有する株式会社YAMANAKA川崎工場、廃棄物処理事業社である株式会社タケエイ川崎工場、及び浮島資源化処理施設(浮島メガソーラー発電所)を見学した。



福田市長及びミャンマー計画財務大臣



川崎市表敬



廃スクラップ工場の見学



浮島メガソーラー発電所施設の見学

### 3.3.6 JCM seminar at Tokyo

1月23日、24日の二日間でJCMセミナー東京が開催され、本調査の調査報告を行った。また、パネルディスカッションにおいて川崎市担当が参加し、本調査における自治体の役割等につき協議した。

### 3.3.7 川崎国際環境技術展

2月16日、17日の二日間に亘り、川崎国際環境技術展が開催され、技術展においてヤンゴン市・川崎市都市間連携調査の紹介、かわさきグリーンイノベーションクラスターの取組み紹介、ヤンゴン市におけるJCM事業への参画につき呼びかけを行った。



国際環境技術展でのプレゼン



弊社出展ブース

## 第4章 JCM案件形成活動

### 4.1 概要

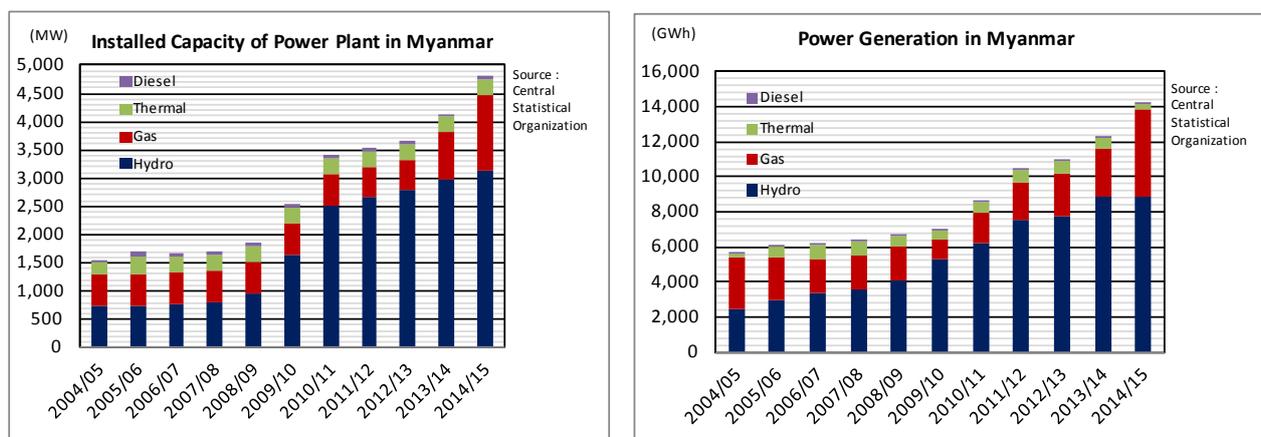
本事業では、川崎市及びヤンゴン市による「都市間連携」の実施を尊重しつつ、ヤンゴン市が抱えている問題を解決するため、JCMの案件形成を検討した。

本事業では、JCMの実績やヤンゴン市への事業進出に関心を持つ本邦企業と共に、JCM案件の形成を行ったが、これに加え、川崎市が運営している「かわさきグリーンイノベーションクラスター」加盟企業への参加、協力を募った。同クラスターは、川崎市に関連する産学官の連携により環境改善に取り組み、産業振興と国際貢献を目的としたネットワークであり、川崎に蓄積された環境技術・ノウハウ等を活用したビジネス創出の支援を行っている。

ヤンゴンが抱える緊密の課題として、慢性的な電力不足が挙げられる。水力発電に依存していたミャンマーでは、電力不足に対し、火力発電所の建設と増設で早急な電力安定を図っている。しかしながら、需要が急増し需給のバランスは改善していない。同国の電力消費量は2009年の6,964 [GWh]から2015年14,181 [GWh]に急増、平均増加率は15.3%に上る。設備容量は不足しており、2015年で2,072 [MW]のピーク需要で、ヤンゴン市のみのピークは1,082MWである。設備容量は4,819[MW]であるが、70%が水力発電であり、乾季は出力が2,000MW未満まで低下する。

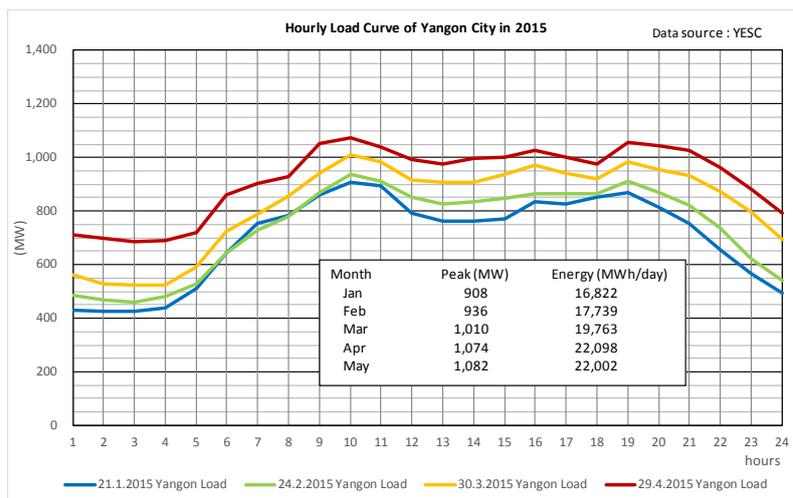
急増する国内エネルギー需要の一方でガス火力用の国内ガスは枯渇に向かい、2020年にはエネルギー危機に陥りうると同国エネルギー省は認識している。LNGや石炭等エネルギー輸入が将来的な国庫の負担となるのは確実であり、再生可能エネルギー導入は同国の喫緊の課題である。

国家エネルギー管理委員会は Energy Policy 2014 において2030年の再生可能エネルギー導入目標を2,000 [MW] (全設備容量の9%)と定めている。加えて、2016年4月より発足するミャンマー新政権では電力政策においても、再生可能エネルギーの積極的な導入を既に明言している。



出典： H27 ミャンマー連邦共和国におけるガスの利活用に関する調査 (METI)

図 4-1 ミャンマーの発電所設備容量および発電量



Peak demand reached 1,082 MW (11 May 2015)

出典: YESC

図 4-2 ヤンゴンにおけるロードカーブとピーク需要

一方、ミャンマーでは地方においてメガソーラー計画はあるが、ヤンゴン市内には未だ大型太陽光の系統連系実施事例は無い。ここに、ミャンマー国最大の需要地ヤンゴンにおける太陽光技術の活用は、モデル事業効果としても実質的な化石燃料代替・二酸化炭素削減事業としても意義は大きいことから、ヤンゴン市の公共施設内におけるメガソーラーの事業化を検討した。

提案事業概要は下記のとおりである。

表 4-1 提案事業概要

事業者	ヤンゴン市開発委員会
事業対象地	既存水供給設備などYCDC所有施設敷地 候補3箇所
導入技術概要	<p>約2.0 [MW]の系統連系太陽光設備(太陽光モジュール、パワーコンディショナー、変圧器、配電盤)を、YCDCの管理、保有する浄水場に導入する。配電会社YESCからポンプ動力に供給される電力の一部を、浄水場敷地内に新規設置する太陽光発電によりまかなう。</p> <div data-bbox="354 1496 1372 1836" data-label="Diagram"> </div>
事業効果	水供給設備の電力量を約10%太陽光発電のエネルギーで置き換えることにより、約1100トン/年のCO2を削減する。

出典: 調査団

## 4.2 案件組成の調査方針と結果

JCM案件形成に関して下記の調査方針において、案件形成調査を実施した。結果の概略を下表にまとめる。

表 4-2 JCM 案件形成に係る調査方針と結果

	課題	調査開始当初の方針	調査の結果
1	既存YESC <sup>*1</sup> 配電線容量を考慮したYCDCの事業地特定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・YESCより系統図を入手</li> <li>・YCDCの候補用地から、電力受電先、配電線容量等を考慮し、事業最適地を選定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・YESCより付近の33kV配電線系統および変電所設備について確認した。</li> <li>・上に基づき、逆流の場合も配電線の容量に問題のない事業最適地を選定した。</li> </ul>
2	太陽光発電設備の詳細仕様の検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>・選定事業地に対応する太陽光発電所の設備詳細(PCS、接続箱、集電箱、変圧設備)の仕様の決定</li> <li>・上記に応じた事業工程、財務性、設計、GHG排出削減量等の精査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・太陽光発電設備の詳細仕様につき、パネル、PCS、変圧器について検討した。PCSを小型化し、接続箱・終電箱不要なシステムとした。</li> <li>・事業工程、財務検討、GHG削減量の計算を行った。</li> </ul>
3	YCDC内における事業費の調達に係る調整	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2018/2019年度のYCCD内の予算手続きに係る確認及び調整</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・YCDC予算手続きのフローを確認した。</li> </ul>
4	YCDC負荷の特定、電力使用量・料金の確認と財務性の検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>・YCDCの設備位置、負荷の確認依頼と現地確認、ローカルコンサルによる調整、電力料金と財務性確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・浄水場、ポンプ場、貯水池などYCDCの水供給設備ポンプ負荷を特定、電力使用量および電力料金を調査し、財務分析を行った。FIRRおよび投資回収年を算定した。</li> </ul>
5	YESCの電力託送・ネットメータリング許認可の確認(必要に応じ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・必要に応じ、YESC配電線の電力託送、ネットメータリング等許認可に関し、許認可事項を確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・浄水場構内で太陽光発電力を全て消費するとし、YESCの託送は不要とした。双方向メータリングを行い事実上のネットメータリングの方向でYESCに確認した。</li> </ul>
6	JCM設備補助事業の体制、事業計画、スケジュールの検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンソーシアム関係者による協議、調整</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・代表事業者を含むコンソーシアム関係者と協議し、事業実施体制図を作成した。</li> </ul>

\*1: YESC Yangon Electricity Supply Corporation ヤンゴン配電公社  
出典: 調査団

## 4.3 調査結果

### 4.3.1 調査方法

「太陽光発電によるヤンゴン市電力供給事業」のJCM案件組成調査の調査は以下の通りの流れで実施した。

- 1) YCDC から候補サイトのリストアップ
- 2) 質問票を用いた候補サイトでのインタビュー実施
- 3) 設備概要、規模、太陽光用地可能性の現地確認、スクリーニング
- 4) サイト現地調査
- 5) 太陽光発電量と設備概要の検討
- 6) 太陽光発電設備の系統接続の検討
- 7) 電力料金の確認と投資回収年の試算
- 8) 財務分析
- 9) 事業実施体制、スケジュールの検討
- 10) 資金計画の検討

#### 4.3.2 課題及び検討結果

##### (1) 事業地の選定方法と結果

提案事業の事業候補地として、下記3箇所の既存浄水場がYCDCより挙げられた。候補地の概要を下表に示す。

表 4-3 太陽光発電事業候補地

<p>候補地① La Gun Bin 貯水池</p>	<p>候補地② Nyaung Hnit Pin 浄水場</p>
<p>候補地③ Hlawga ポンプ場</p>	<p>候補地① La Gun Bin 貯水池</p>
<p>候補地① La Gun Bin 貯水池</p>	<p>ヤンゴン市から 80 km 北東に位置する貯水池 ・遠心ポンプ+ 誘導モーター 132 kW x 6 units、25kW x 6 units、30 kW x 4 units 全て KBS 社製 ・ポンプは 2016 年設置、年間電力使用量約 288MWh</p>

<p>候補地② Nyaung Hnit Pin 浄水場</p>	 <p>太陽光パネル設置場所候補地</p>	 <p>Nyaung Hnit Pin 800 kW ポンプ</p>
<p>概要:  <ul style="list-style-type: none"> <li>・ヤンゴン市から 44 km 北に位置する浄水場</li> <li>・既存送水ポンプ 560 kW x 6unit + 800 kW x 4 unit 他、フィルターポンプ等。</li> <li>・1st Phase: 205 m<sup>3</sup>/d (45 MGD) , 2nd Phase: 205 m<sup>3</sup>/d (45 MGD)</li> </ul> </p>		
<p>候補地③ Hlawga ポン プ場</p>	 <p>Intake Pond</p>	 <p>1000kW モーター</p>
<p>概要:  <ul style="list-style-type: none"> <li>・ヤンゴン市から 28km 北に位置するポンプ場</li> <li>・既存送水ポンプ 1000kW x4 基, 236 mil m<sup>3</sup>/d (52 MGD)</li> <li>・年間電力使用量 19.9 GWh</li> </ul> </p>		

出典:調査団

上記3つの候補地での現地調査で、次頁図に示す質問票を用いてインタビューを行い、現地の状況およびPVパネル設置可能場所を確認し、事業候補地の選定を行った。

三候補地の概略と選定結果を、次頁表に示す。

La Gun Bin貯水池のポンプ負荷はピーク時で450 kWと小さく、太陽光発電を行う場合逆潮流が生じる。また、ヤンゴンから80 kmと遠隔地にあり道路状態も良くなく、視察者の訪問を想定したモデル事業としては他の二地点より利便性は劣る。

Nyaung Hnit Pin浄水場はポンプ動力の設備容量7.8 MW、常時負荷で5.8 MWである。太陽光発電を2MW程度とした場合、ポンプ動力の一部を太陽光発電電力でまかなうこととなる。この場合、逆潮流は発生せず、所内で太陽光発電電力を全て消費することとなる。この為、配電会社YESCの配電線容量の検討および逆潮流にかかる交渉が不要となる。ヤンゴンから44 kmに位置し、利便性および道路アクセスは比較的良い。

Hlawgaポンプ場は設備容量4MW、常時運転負荷2MWである。Hlawga国立公園内にあり、利便性は最も高く、モデル事業のサイトとしては適切である。一方、ポンプの製造が1980年、設置が1989年であり更新時期が来ている事、配電盤の取替えが進行中でありPVシステ

ムの繋ぎこみは取替え後を待つ必要があり事業進捗に影響を受けることが予想されることから、事業の優先順位としては第二とする。

JCM Feasibility Study for City to City Collaboration Project in FY2016  
PV generation project for YCDC Facility

Questionnaire Form for Planning PV Generation System

Name: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

Please kindly provide following information. If the answer is not clear, please put "not known".

1 General

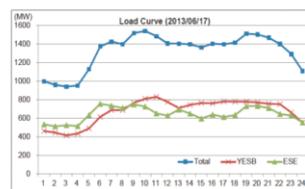
1 Name of facility \_\_\_\_\_  
 Location and address \_\_\_\_\_  
 Coordinate Latitude: \_\_\_\_\_ Longitude: \_\_\_\_\_  
 Name and title of responsible officer \_\_\_\_\_, title: \_\_\_\_\_  
 Contact phone number \_\_\_\_\_  
 Geological condition \_\_\_\_\_

2 Area for solar PV

Available land area for solar PV \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>, total \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>.  
 Current status of land for solar PV (Please explain usage, flatness or tilt (degree), needs of clearing, etc.) \_\_\_\_\_  
 Distance from PV site to nearest vehicle road \_\_\_\_\_ m  
 Availability of soil bearing test Yes/ No if available, N value or t/m<sup>2</sup> : \_\_\_\_\_

3 Load of Facility

Electric energy consumption in the facility \_\_\_\_\_ kWh/mon or \_\_\_\_\_ kWh/year  
 Peak time of the day, peak load \_\_\_\_\_ : hr, \_\_\_\_\_ kW  
 Off-peak time of the day \_\_\_\_\_ : hr, \_\_\_\_\_ kW  
 Type of main load (pump, motor, etc.) \_\_\_\_\_  
 Specification of pump and other load (kVA or kW, nos, \_\_\_\_\_ kVA or kW x \_\_\_\_\_ units  
 manufacturer) \_\_\_\_\_ kVA or kW x \_\_\_\_\_ units  
 \_\_\_\_\_ kVA or kW x \_\_\_\_\_ units  
 Voltage, phase, power factor of main load \_\_\_\_\_ V \_\_\_\_\_  $\phi$ ,  $\cos \theta$   
 Installed year of main equipment \_\_\_\_\_  
 Please provide daily load curve of the facility  
 (figure in the right is an example)



4 Map and plans

Please provide **facility general layout**  
 Please provide **single line diagram**  
 Please provide **copy of electricity bill**  
 Please provide **geological information of site (such as soil penetration test, if any)**

Thank you very much for your kind co

図 4-2 陽光計画サイト選定の為の質問票

表 4-4 候補地選定結果

候補地	施設概要	日当り負荷	選定結果
La Gun Bin 貯水池	132kWx6+25 kWx6 + 30 kWx4, 400V ピーク時 450 kW オフピーク時 350 kW	Approx. 450 kW in total	規模が小さく、市内から遠方にある為、優先順位が低い
Nyaung Hnit Pin 浄水場	ピーク時7MW オフピーク時6.8 Mw, 24時間稼動	設置規模: 7.8MW: 440 kW (LV)+ 3.2MW+3.4 MW (HV) 稼動負荷: 5.8 MW	第1候補として選定 110 kW x 4 ユニットのポンプを導入
Hlawga 浄水場	24時間稼動 1MW x 2nos, 6.6 kV	設置規模: 1000 kW x 4 units = 4MW 稼動負荷: 2MW	第2候補として選定 一部システムの更新作業を実施中であり、太陽光事業の検討を始める前に、太陽光の連携等調査が必要

出典:調査団

上記より太陽光発電計画サイトのスクリーニングを行い、JCM事業地の最適候補として、Nyaung Hnit Pin浄水場を選定した。

Nyaung Hnit Pin浄水場のレイアウトは下図の通り。

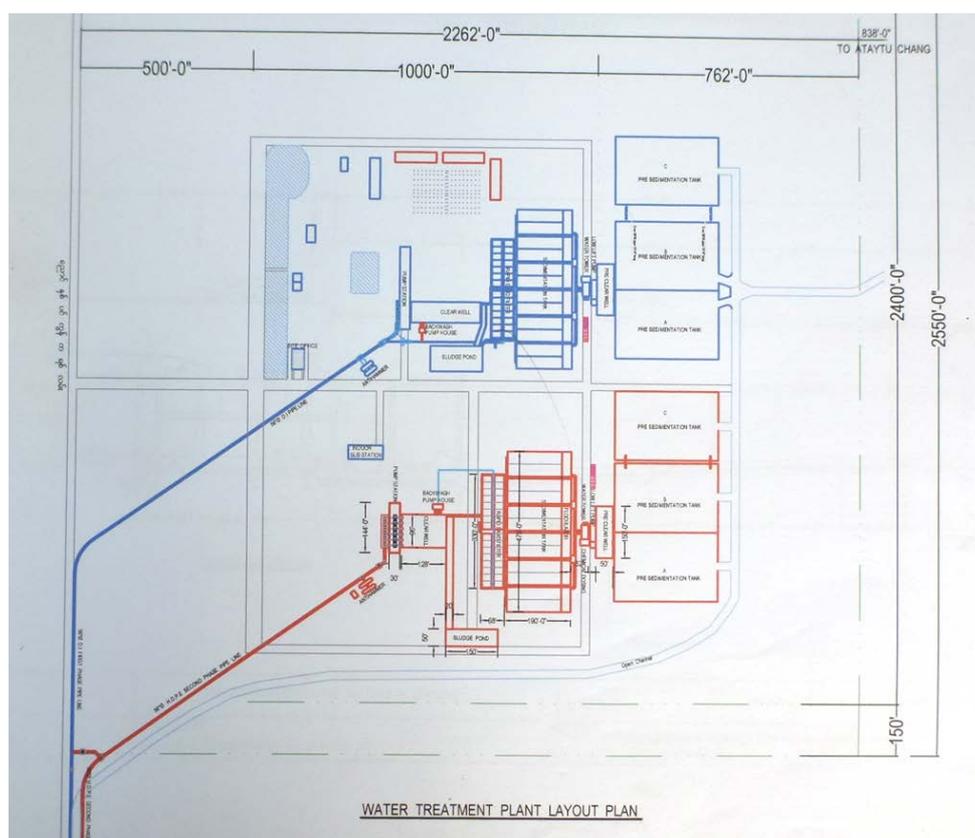


図 4-3 Nyaung Hnit Pin 浄水場レイアウト

## (2) 太陽光発電量と設備の検討

Nyaung Hnit Pin浄水場の設備レイアウト、ポンプ負荷位置、太陽光パネル設置位置候補を下図に示す。



図 4-4 Nyaung Hnit Pin 浄水場とポンプおよび PV パネル位置候補

Nyaung Hnit Pin浄水場は約月間約3GWh、年間約36GWhの電力を消費している。この大部分が送水ポンプをはじめとしたポンプにかかる消費電力である。PVシステムをNyaung Hnit Pin浄水場内に設置し、ポンプの消費電力量の一部を補う計画とする。

太陽光発電電力の供給対象となるNyaung Hnit Pin浄水場のポンプ動力負荷は、下表の通りである。

表 4-5 Nyaung Hnit Pin 浄水場のポンプ動力負荷

Phase		Phase-1				Phase-2				Total	
Voltage	Start-up	kW	Manufacturer	Installed unit	Operated unit	kW	Manufacturer	Installed unit	Operated unit	Installed kW	Operated kW
6.6 kV	Reduce-voltage	800	Torishima	4	3	560	KSB	6	4	6,560	4,640
400 V	Y-delta	110	China	4	3	110	China	4	3	880	660
		90	KSB	2	2	90	KSB	3	2	375	300
		75	KSB	1	1	75	KSB	1	1	150	150
TOTAL	---	---		11	9	---		14	10	7,965	5,750

\* 90 kW and 75 kW pump is operated 12 hours/day. Other pumps are operated 24 hours/day.

Source: Water and Sanitation Department, YCDC

出典: YCDC提供のデータに基づき調査団作成

太陽光発電事業計画に係る位置条件、出力、設計係数、電力料金設定を下表の通り示す。

表 4-6 太陽光発電計画の基本条件設定

Item	Value	Unit	Remarks
Latitude	N17.09916	degree	measured
Longitude	E96.16278	degree	measured
PV output	2,054	kW	Manufacture's design
Mobule output	265	pm (W)	Manufacture's design
Nos of module	7750	nos	Manufacture's design
Design coeff.	0.869		Manufacture's design
Temp. correc.	0.97		Manufacture's design
Total design coeff.	0.842		Manufacture's design
Electricity tariff	105	MMW/kWh	from WSD

出典：調査団作成

上表の条件における太陽光発電による発電電力量と、便益の試算を下表の通り示す。便益は太陽光発電による電力料金節約分となる。

表 4-7 太陽光発電電力量と便益試算

Month	Solar irradiation* (kWh/m <sup>2</sup> /d)	PV System efficiency	Nos of day	Generation (kWh/mon)	Saving (MMK)
Jan	4.92	0.842	31	263,746	27,693,367
Feb	5.77	0.842	28	279,379	29,334,778
Mar	6.04	0.842	31	323,786	33,997,548
Apr	6.40	0.842	30	332,017	34,861,831
May	4.92	0.842	31	263,746	27,693,367
Jun	3.70	0.842	30	191,948	20,154,496
Jul	3.41	0.842	31	182,800	19,193,980
Aug	3.50	0.842	31	187,624	19,700,566
Sep	4.05	0.842	30	210,105	22,061,003
Oct	4.63	0.842	31	248,200	26,061,035
Nov	4.52	0.842	30	234,487	24,621,168
Dec	4.47	0.842	31	239,623	25,160,437
Average	4.69	0.84	30.42	246,455	25,877,798
Total				<b>2,957,463</b>	<b>310,533,577</b>

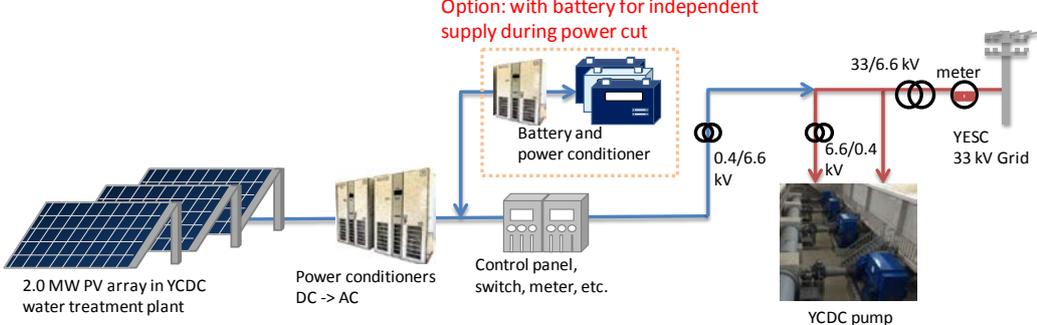
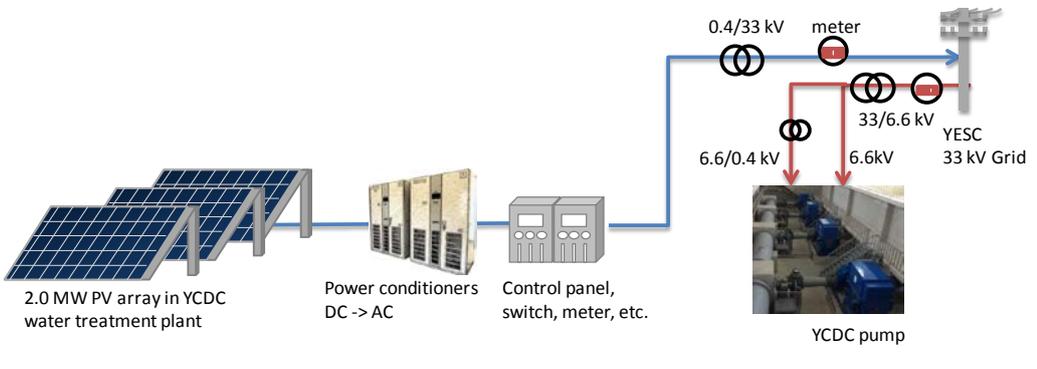
\*Source: International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering Vol:2, No:6, 2008

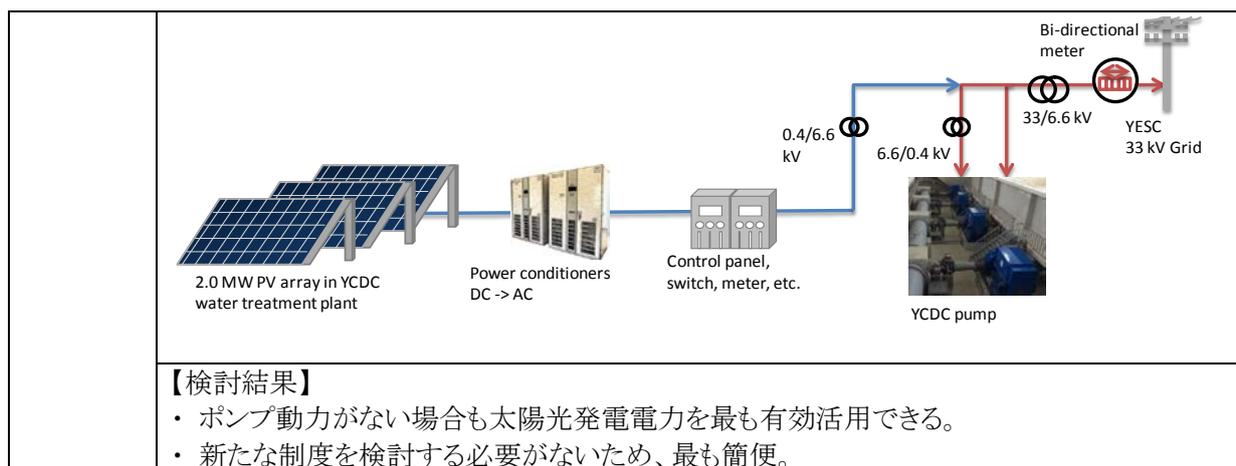
出典：調査団作成

### (3) 太陽光発電設備の系統接続の検討

太陽光発電設備の系統接続について、以下の通りのオプションを検討した。

表 4-8 太陽光発電設備の系統接続オプション

<p>Option1 所内系統 接続</p>	<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>太陽光設備はパワーコンディショナー、配電盤を通して所内の6.6kVの系統に接続する。</li> <li>YESCの33kV系統に対する逆潮流は行わない。</li> <li>オプションとして蓄電池を導入し、昼間に蓄電した電力を夜間に供給する</li> </ul>  <p>Option: with battery for independent supply during power cut</p>
	<p>【検討結果】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>YESC系統への電力流し込みはなく、独立自家発電と同様に扱う事が可能で、売電契約を必要としない。</li> <li>蓄電池はコストが高く、導入した場合財務的に正当化されない。</li> </ul>
<p>Option2 YESC 系 統接続</p>	<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>YESCの系統へ、パワーコンディショナー・配電盤・変圧器を通して太陽光発電設備を接続する。</li> <li>太陽光発電電力は全量YESCの系統へ流し込む。</li> <li>YCDCのポンプ等が使用した電力量から太陽光発電量を差し引いた電力量にかかる電気料金をYCDCはYESCに支払う。</li> </ul> 
	<p>【検討結果】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>YESCの変圧器は20MVAあり、2MW程度の太陽光電力の流し込みは物理的には可能と考えられる。</li> <li>PPAを締結する場合、過去例より売電価格が現状のYCDCの電気料金より安く設定される可能性が高い。これをネットメータリングとすることで、売電価格をYESCの電気料金と同じと想定する。</li> <li>系統連系基準がなく、前例もないため、YESCと制度面の検討が必要。</li> </ul>
<p>Option3 双方向メ ーター導 入</p>	<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ポンプ動力がない時、太陽光発電の電力がYESCの33kV系統に流れ込む。</li> <li>双方向メーターを導入することで、通常のYESC系統からYCDC設備が受電している電力量から、電力量太陽光発電電力からYESC系統へ流れた電力量が差し引かれ、事実上のネットメータリングとなる。</li> </ul>



出典：調査団

上記の検討およびYESCとの協議の結果、Option3の双方向メータを導入する形式を採用することとした。

#### (4) 電力料金の確認と投資回収年の試算

YCDCの電気料金制度は下表に示す通り、用途とレンジにより電力料金が異なる。一般用で100kWh/月以下の場合35 MMK/kWh であるが、工業用で50 MWh～200 MWhの間が最も高く、150 MMK/kWhとなる。

表 4-9 力料金

Purpose	Range (kWh)	Power Tariff (MMK/kWh)
Domestic use	1 - 100	35
	101 - 200	40
	> 201	50
Industrial use	1 - 500	75
	501 - 10,000	100
	10,001 - 50,000	125
	50,001 - 200,000	150
	200,001 - 300,000	125
	> 300,001	100

出典：MEPE 資料

MEPEによると、2014/15年度のミャンマーグリッド平均電力販売単価は74.2 MMK/kWhであった。赤字構造となっているが、電気料金の上昇は政治問題でもあり、実施は慎重である。

一方、Nyaung Hnit Pinの平均電力料金は105 Kyat/kWhである。これは、ポンプ負荷は工業用需要のレンジに入り、一般用より高い電力料金が適用される為である。このNyaung Hnit Pinにおける平均電力料金を、財務分析の便益として適用する。

上の算定において、補助金適用率を50%とした場合、財務分析結果は以下の通りとなる。

- ・ 太陽光発電量: 2.56 GWh/年
- ・ 財務便益: 311 million MMK/年
- ・ 割引率: 8.75%
- ・ FIRR: 3.99%
- ・ 投資回収年: 10.6 年

#### (5) 事業実施体制、スケジュールの検討

本事業の実施体制を検討する上での課題について、下表に整理する。

表 4-10 施体制の検討課題

課題	概要
1) 国際コンソーシアムの代表事業者の選定	JCM 設備補助事業の応募を念頭にした場合、国際コンソーシアムの代表事業者の選定が必要となる。代表事業者はヤンゴン市・川崎市の都市間連携による事業実施となることから、川崎市が推進するグリーンイノベーションクラスター会員企業からの選定を優先に検討した。
2) YCDC 内での計画及び実施に係る担当部局の検討	太陽光システムの導入先は既存浄水場が候補地となっている。その為、浄水場を管理・運営する担当部局である上下水道局が JCM 事業の主担当となる。 当該部局は JCM 制度及び事業に精通しているわけではなく、JCM の理解を促しながら、事業化の検討を進めた。
3) 現地 EPC の選定	ミャンマー国内の現地 EPC 会社は技術力、資本力等でまだ安定した会社が少ない。EPC 会社の選定は事業実施の要となる為、代表幹事会社の選定とあわせ、機器調達、工事等に精通した業者の選定を行った。

出典:調査団

上記に整理した検討課題を踏まえ、本事業の実施体制を検討した。

本事業の実施体制は、施設を所有する事業主である YCDC の上下水道部局 (Water Sanitary Department) が現地事業主となり、JCM 設備補助事業に応募する際の国際コンソーシアム代表幹事を、川崎市のグリーンイノベーションクラスター会員企業から募り、参画を依頼した。機器の調達は代表幹事会社の現地法人が担当し、あわせて現地 EPC として、本事業に参画することとなった。各事業者の役割について、下表に整理する。

表 4-11 実施体制及び役割分担

実施体制	事業における役割
国際コンソーシアム代表幹事会社 ＜川崎市グリーンイノベーションクラ スター会員企業＞	<ul style="list-style-type: none"> <li>太陽光システム導入の検討(システム設計、仕様の決定、事業費算定、詳細工程の作成)</li> <li>JCM 設備補助事業の申請</li> <li>事業の管理・監督・報告</li> </ul>
現地事業主 ＜YCDC 上下水道局＞	<ul style="list-style-type: none"> <li>太陽光発電事業の実施</li> <li>事業用地の整地</li> <li>太陽光事業の保守・管理・モニタリング</li> </ul>
EPC コントラクター ＜幹事会社現地法人＞	<ul style="list-style-type: none"> <li>機器調達、納入</li> <li>機器の設置</li> <li>モニタリング支援</li> </ul>

出典：調査団

事業実施体制を下図に示す。

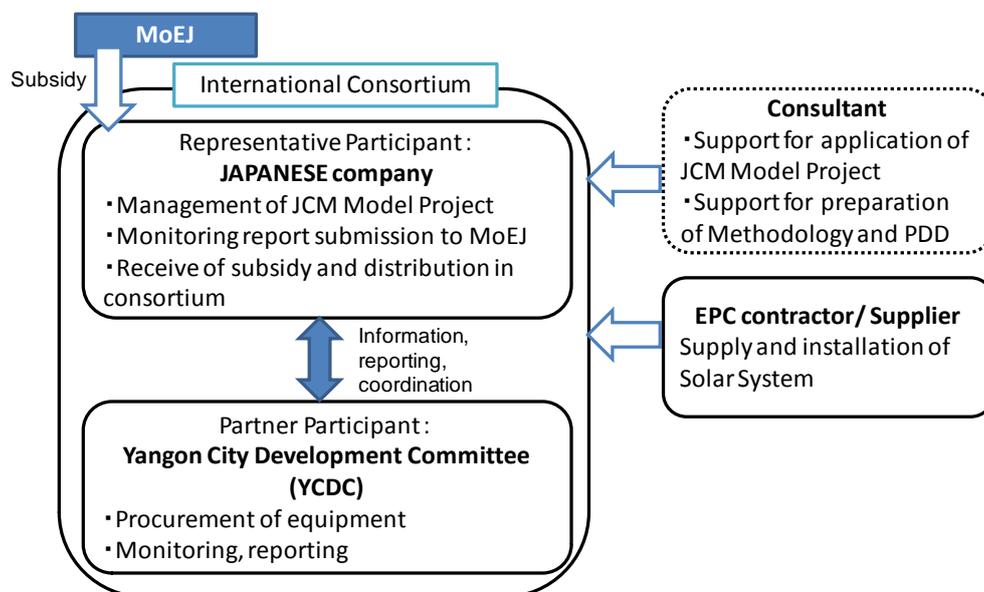


図 4-5 事業実施体制図

事業実施工程として、設計、調達、設置、運転試験、トレーニングから運転開始まで、約二年を実施期間とする。太陽光パネル設置サイトは、整地を行いかさ上げする必要がある。この為、雨季を避けて半年程度の準備期間を要する。

事業実施工程を下表に示す。



### 4.3.3 太陽光発電事業の参考事例

ヤンゴンにおける太陽光システムの導入を検討するに際し、川崎市内の既存浄水場に設置されたメガソーラーシステム(長沢浄水場における太陽光発電システム)を参考として、YCDC職員が現地視察を実施した。ミャンマー国内にはまだメガソーラーの設置事例がなく、川崎市の事例は事業をイメージする上で、適用性の高い参考事例である。現地では、浄水場の管理者から、事業検討から運営体制、事業のメリット等について詳細をヒアリングし、活発な議論を交わし、ヤンゴンにおける太陽光事業の参考となった。

長沢浄水場の太陽光システムの概要を下記にまとめる。



長沢浄水場環境コンセプト





パワコン設置状況

浄水場上部に設置された太陽光パネル

図 4-7 長沢浄水場における太陽光発電システムの視察

表 4-13 長沢浄水場太陽光システム概要

Item	Description
Total solar PV capacity	1157 kW (266 kW on filtration pond + 612 kW on distributing reservoir, and 279 kW on regulation pond)
Total solar PV area	9,400 m <sup>2</sup>
Battery capacity	242 kWh x 2 = 484 kWh (Li-ion Battery)
Main objective	-To support minimum power at the time of digester - To enable interconnection with independent gas turbine and independent generation
Annual generation energy	1.13 GWh/year (20% of total electric energy in Nagasawa)
Annual saving	0.28 mil USD/yr (100 JPY/USD, 25 JPY/kWh)

出典:長沢浄水場提供資料に基づき調査団作成

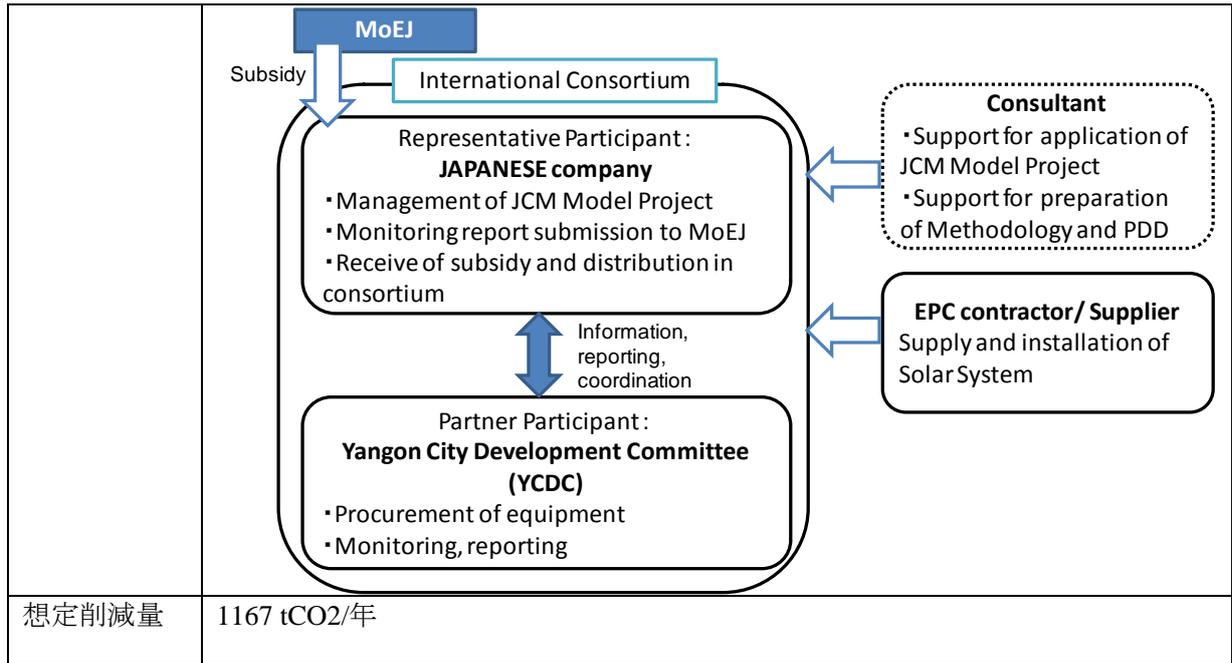
#### 4.4 JCM 設備補助事業提案

##### 4.4.1 事業概要

低炭素工業団地の開発にかかる案件組成に関し、来年度のJCM設備補助事業候補案件の詳細を下記に整理する。

表 4-14 案件概要

事業主体	国際コンソーシアム代表幹事会社(川崎市グリーンイノベーションクラスター会員企業)および YCDC
事業概要	約 2.0MW の太陽光発電システムにより年間 2.96GWh の発電を行う。発電した電力は施設内のポンプ稼動等に使用する。
事業収支計画	初期投資は YCDC が 100%自己投資する。
事業実施体制	



## 第5章 今後の課題・提案

### 5.1 今後の課題及び提案

本調査における今後の課題及び提案事項につき下記に整理する。

#### (1) 低炭素アクションプラン（第三章より再掲）

##### 1) 低炭素アクションプランの策定

本年度作成した低炭素アクションプラン案の庁内での説明、承認手続を進め、2017年度中の策定を目標に実施する。

##### 2) 低炭素技術導入制度の整備

民間セクターへの低炭素技術導入を促進する為にも、省エネ技術導入基準や優遇制度等の整備が必要である。2020年までの制度整備を目標に、制度の内容、体制等の検討を行う。

##### 3) 職員の能力向上

低炭素社会の実現を進めるには、YCDC職員の低炭素技術に関する知識や理解を深め、低炭素事業の実施能力を高める必要がある。中長期的な視点から、職員の能力向上の取組みを推進する。

##### 4) 市民への啓蒙・普及活動

低炭素社会の実現の為には市民の協力が欠かせない。リサイクル活動の必要性、地球環境への貢献等市民にとって身近な観点から低炭素社会の理解を深める啓蒙・普及活動を、中長期的な視点から推進する。

##### 5) パイロットプロジェクトの実施

本年度選定したパイロットプロジェクトに関し、来年度からFS調査及び事業の開始を検討する。また、パイロットプロジェクトリストは定期的に更新し、現状のニーズに応じプロジェクトを追加する。

#### (2) 低炭素事業の実施

##### 1) 電気料金の低さ

ミャンマー国における電気料金は、平均で74.2 MMK/kWh (日本円で約6.5円/kWh)であり、日本の1/4程度である。ミャンマーにはFITはなく、事業ごとの売電交渉が必要となるが、水力IPPなど他の低廉な電源との比較となり、太陽光発電を正当化できる売電価格に至らない。これが、再生可能エネルギー参入の障壁となっている。また、低い電気料金は省エネ事業の財務便益を高める上でも課題となっている。将来的な電気料金の上昇を見込んだ財務分析で、事業性を高めることも必要である。

##### 2) 系統接続基準の未整備

ミャンマーでは未だメガソーラーをはじめとしたMW級の再生可能エネルギーが系統に接続された経験はない。系統接続を行うための基準は整備されていない。また、再生可能エネルギーの出力変動による系統への影響も十分に検討されていない。再生可能エネルギー事業を促進する為に、基準等の整備が必要である。

### 3) YCDC 予算措置と新政府の流動性

これまでYCDC内で予算や事業実施についての意思決定が行われていたが、2016年4月から開始された新政府において、ヤンゴン管区政府の承認を得ることが必要となっている。また、予算や事業実施の承認形式も、新政府設立後、流動的となっており、前例のみを参照すると計画に齟齬が生じ、時間面、手続き面において特に注意が必要である。

### (3) 来年度における低炭素事業の提案

#### 1) Htein Bin の太陽光設備

太陽光発電サイトの検討において、PCCDより廃棄物処理場のサイトにおける太陽光設備が提案された。Nyaung Hnit Pin 浄水場に加え、太陽光事業の候補地として、JCM事業化の検討を行う。

#### 2) Hlauga ポンプ場のポンプ設備更新

太陽光発電事業の候補地の一つであったHlawga浄水場のポンプ製造年は1980年、設置年が1989年である。ポンプと関連設備が老朽化しており、交換時期を迎えている。YCDCはポンプ更新を緊急課題として認識しており、来年度に高効率ポンプ導入によるJCM事業の検討を行う。