

# 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 (食品工場における高効率貫流ボイラー導入事業)

### 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.....	3-7
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).....	3-11
3.3.4 COP22 の参加.....	3-13
3.3.5 ミャンマー計画財務大臣招聘.....	3-14
3.3.6 JCM セミナー東京.....	3-14
3.3.7 川崎国際環境技術展.....	3-14

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.....	4-3
4.3	調査結果.....	4-3
4.3.1	導入技術.....	4-3
4.3.2	モニタリング計画.....	4-6
4.3.3	許認可事項の確認とIEEの更新.....	4-7
4.3.4	貫流ボイラの横展開に関する調査.....	4-11
4.3.5	貫流ボイラの効率を高める類似技術の検討.....	4-12
4.3.6	貫流ボイラのミャンマー国内、ヤンゴンでの普及策.....	4-13
4.4	JCM設備補助事業提案.....	4-14
4.4.1	事業概要.....	4-14
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 3-3	低炭素アクションプランの基本方針	3-4
表 3-4	パイロットプロジェクトリスト	3-5
表 3-5	低炭素アクションプラン方針毎の主担当部署	3-6
表 3-6	検討が必要な課題及び対応方針	3-7
表 3-7	都市間連携に係る取組み	3-10
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	導入技術の先進性の概要	4-4
表 4-4	ボイラ仕様主要項目	4-5
表 4-5	許認可事項等に係る検討事項及び検討結果	4-7
表 4-6	実施体制の検討課題	4-9
表 4-7	実施体制及び役割分担	4-10
表 4-8	JCM設備補助事業実施スケジュール(交付申請時)	4-10
表 4-9	実施におけるリスクと対処方法	4-11
表 4-10	JCM設備補助事業の横展開	4-12

## 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 3-3	今後の対応方針及びスケジュール	3-10
図 4-1	導入予定の高効率貫流ボイラ	4-2
図 4-2	四位置制御の概念	4-5
図 4-3	従来の三位置制御と四位置制御の比較	4-5
図 4-4	ボイラ管理システムの画面	4-6
図 4-5	モニタリング実施体制	4-7
図 4-6	許認可手続きフロー	4-8
図 4-7	JCM設備補助事業実施体制図	4-9
図 4-8	ナノエマルジョン燃料の優位性と燃焼のメカニズム	4-12

### 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
MMK	Myanmar Kyat	ミャンマーチャット
MOECAF	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
TSEZMC	Thilawa Special Economic Zone Management Committee	ティラワ経済特区管理委員会
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 signing ceremony with officials from both cities, and the bottom one shows two men shaking hands in front of a 'CITY FLAG' banner.</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 beer production. It shows three stages of cooling: '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, text reads: '&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ーの導入



＜導入技術イメージ＞  
高効率貫流ボイラーの  
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旨とする。

## 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。

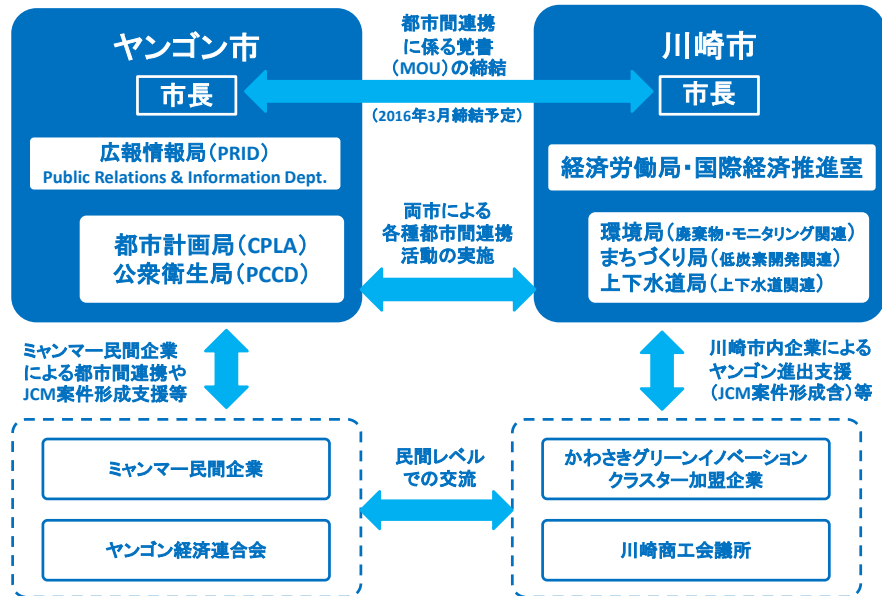


図 1-1 本事業の実施体制図

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。

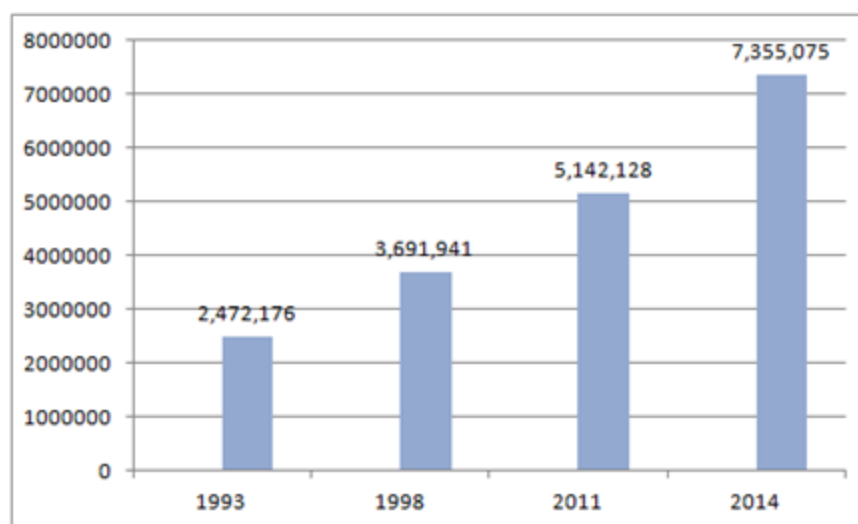
ヤンゴン市の主な情報を本事業の日本側カウンターパートである川崎市と比較した表を以下に示す。

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



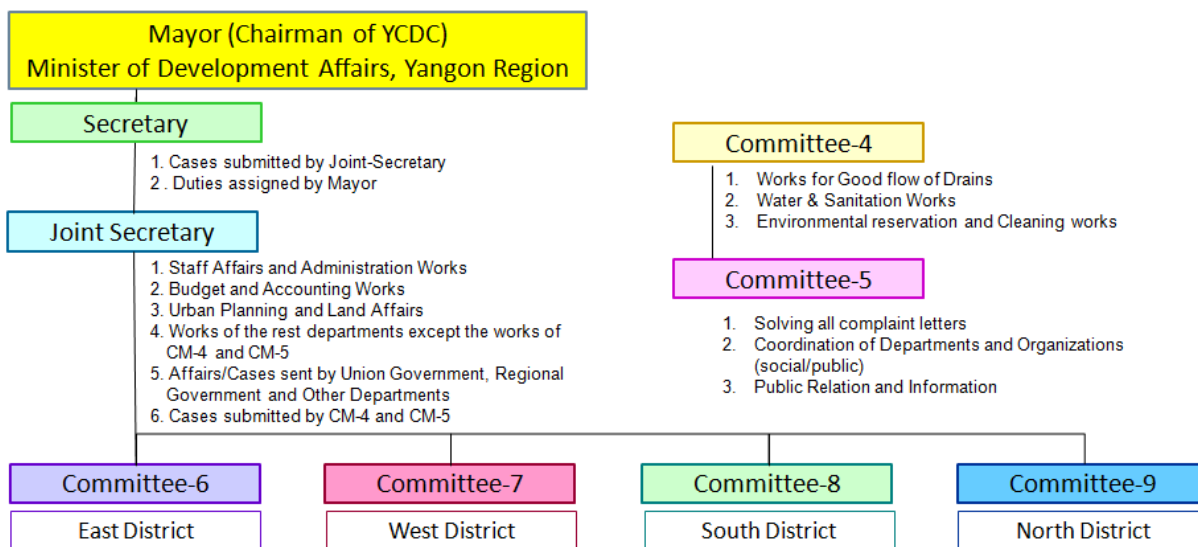
## 2.1.2 ヤンゴン市開発委員会(YCDC)

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カ年で計画している。初年度である昨年度は、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う。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カ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。

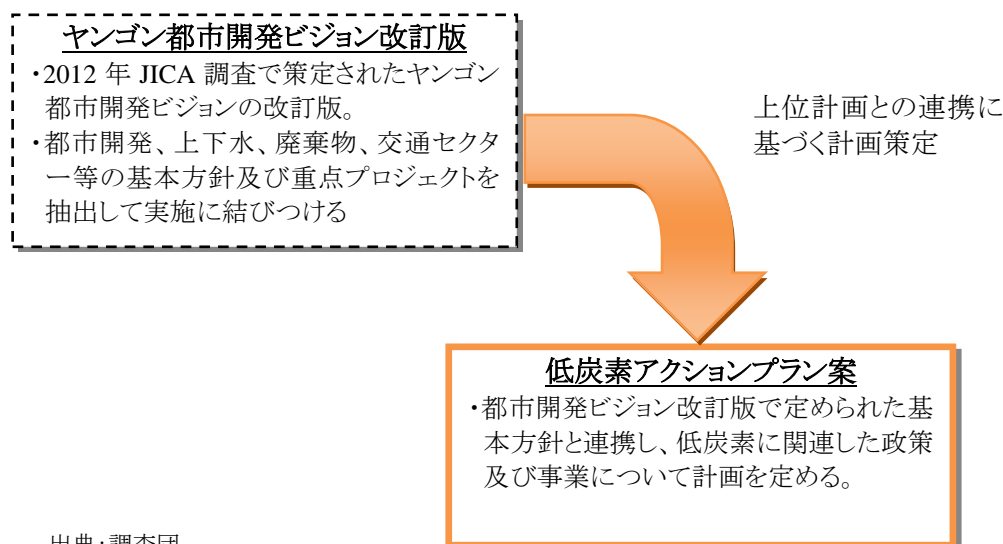
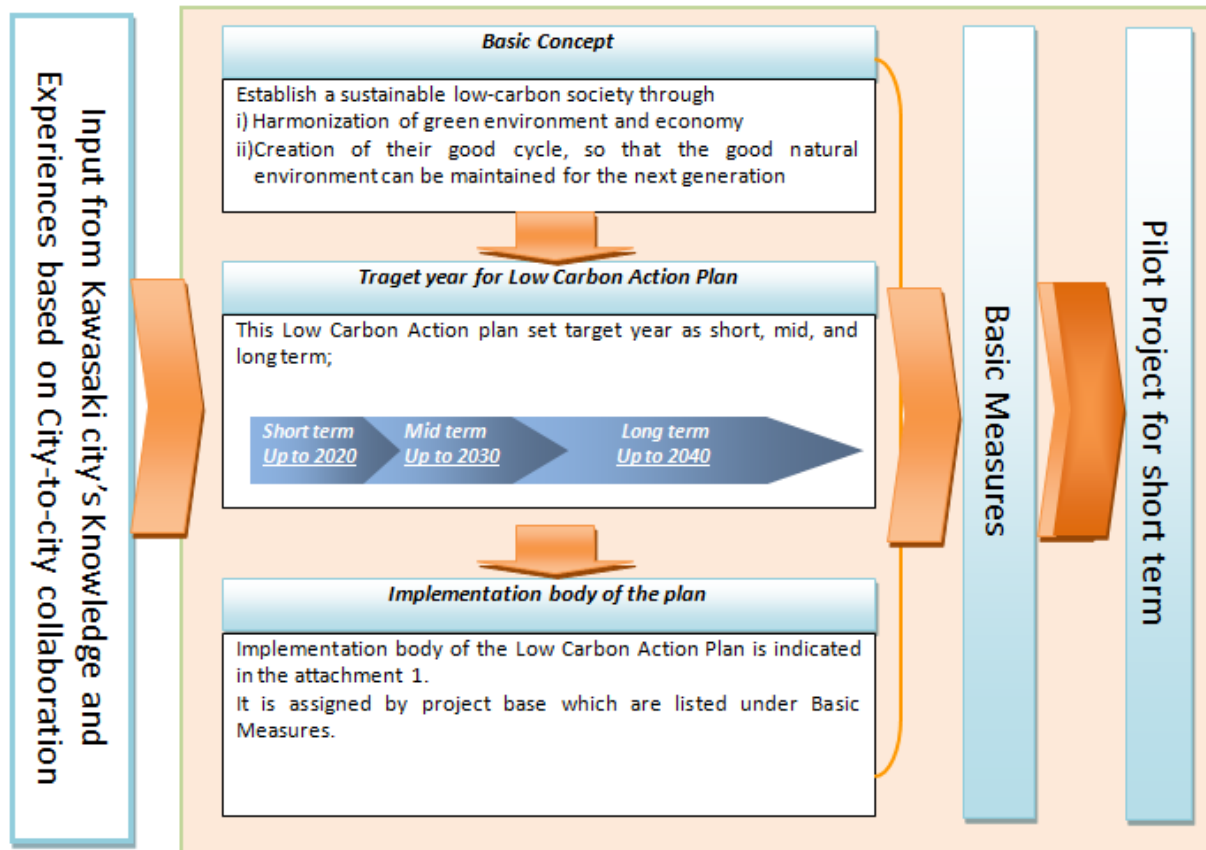


図 3-1 低炭素アクションプランの位置づけ

### 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下図に示す通り、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、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ことが必要である。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下記のように設定した。

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

セクター	基本方針
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:廃棄物発電による焼却施設の導入検討	中期スケジュール
	PP5: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</li> <li>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</li> <li>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</li> <li>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。</li> <li>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	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。これらを含めて担当する部署は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。
2) 低炭素技術導入にかかわる市職員及び市民の教育及び啓発	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。 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。
3) 低炭素技術導入の為に制度構築	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。

### 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	<b>PP1: 工場への高効率ボイラの導入</b>	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> <div style="text-align: center;">  <p>High-efficiency once-through boiler system with monitoring system</p> </div>	

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賅う。</p> <div data-bbox="363 436 1388 772" data-label="Diagram"> <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 → AC</p> <p>Control panel, switch, meter, etc. 0.4/6.6 kV</p> <p>YCDC pump</p> <p>Bi-directional meter</p> <p>33/6.6 kV YESC 33 kV Grid</p> <p>0.4/6.6 kV</p> <p>6.6/0.4 kV</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>Solar PV generation system reduces electric energy usage in pumps in YCDC water supply facility</li> <li>Solar power for internal supply</li> </ul> <div data-bbox="502 929 853 1187" data-label="Image"> <p>Solar PV Installation Area</p> </div> <div data-bbox="877 929 1236 1187" data-label="Image"> <p>800 kW Booster Pumps</p> </div>	

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 data-bbox="406 1512 1380 1836" data-label="Image"> <p>Old Pump system in Hlawga</p> <p>New high-efficiency pumps (example)</p> </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	PP5: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	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、効率的なゴミ収集を実施する。	

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。

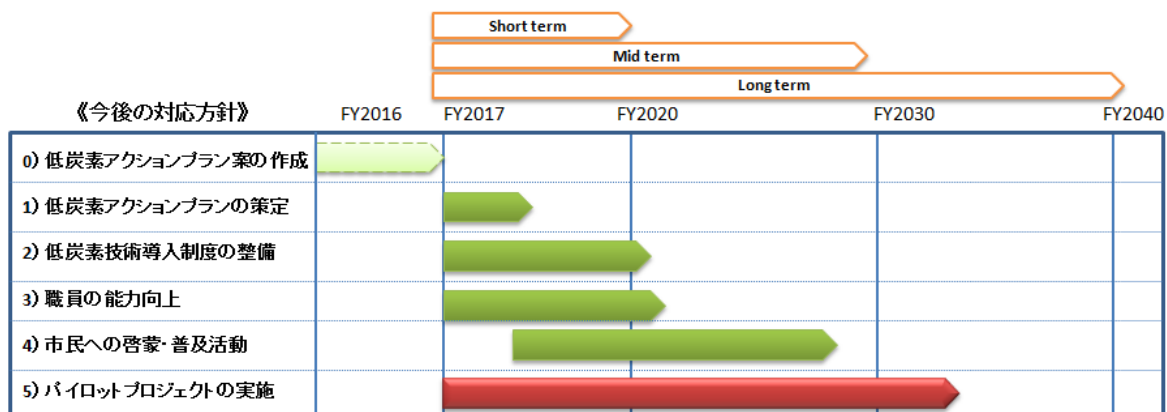


図 3-3 今後の対応方針及びスケジュール

### 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組みについて下表に整理する。

表 3-7 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	・想定している技術と先進性、事業スキーム ・事業の課題、目標、実施手段・工夫、スケジュール
第1回現地調査 (ヤンゴン)	2016年6月13日～ 6月19日	・YCDC (PCCD、CPLA)、関係機関(JICA専門家、JICA、日本大使館等)と面談実施
第2回現地調査 (ヤンゴン)	2016年9月12日 ～17日	・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 ・ボイラ市場調査
JCMワークショップ (北九州及び川崎)	2016年10月16日 ～22日	・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
第3回現地調査 (ヤンゴン)	2016年11月7日～ 11日	・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 ・ボイラサプライヤーと面談 ・ボイラ代表設備事業者と協議
COP22参加	2016年11月7日～ 11日	・モロッコで開催されたCOP22に川崎市担当が出席、ヤンゴン市・川崎市都市間連携の取組みについて発表
ミャンマー計画 財務大臣一行招聘	2016年12月8日	・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。



調査内容	実施時期	概要
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>リファレンスデータ収集の為ボイラ導入工場視察</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>都市連携および低炭素アクションプランについて、川崎市より紹介。</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、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。





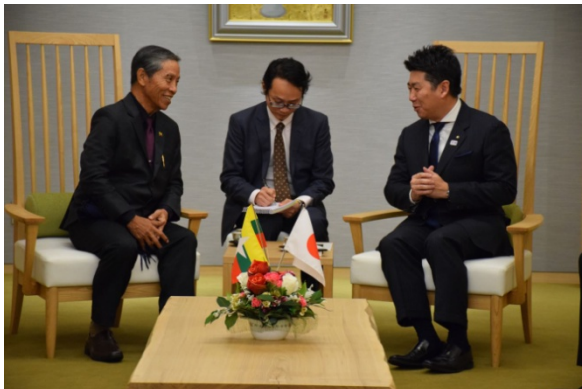
JCM都市間連携事例の発表



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)YAMANAKA川崎工場、廃棄物処理事業社である(株)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

### 3.3.6 JCM セミナー東京

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。また、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。

本年度JCM事業として案件組成を提案する事業は、「食品工場における高効率貫流ボイラー導入」であり、新規に建設する食品工場への高効率貫流ボイラーの導入によって、従来のボイラーと比較して燃料の削減、GHG排出量の削減の実現を目指す。


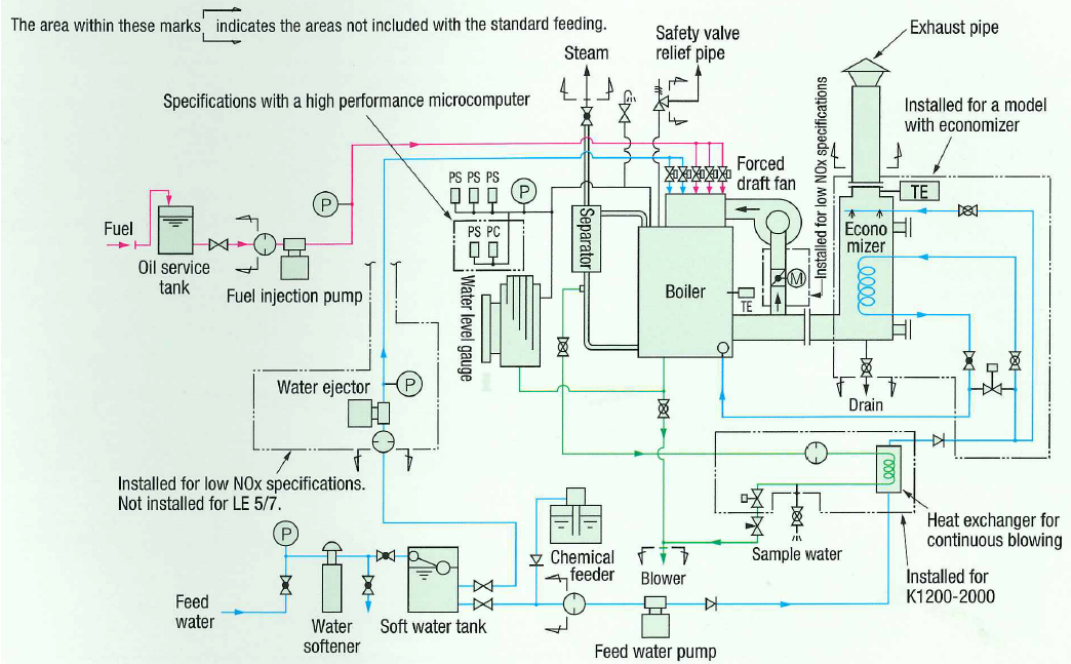
提案事業の低炭素技術導入の背景として、ミャンマー国においてエネルギー需要は急増が挙げられる。IEAはミャンマーのエネルギー供給は2010年の14MTOE(内化石燃料起源2.8MTOE)に対し、2030年には35.2MTOE(内化石燃料起源は22.2MTOE)に増加すると予想している。急増する国内エネルギー需要の一方で、現在の主要な化石燃料源である国内ガスは枯渇に向かっており、2020年にはエネルギー危機に陥りうると同国エネルギー省は認識している。

LNGや石炭等エネルギー輸入は将来的に外貨流出を増大させ国庫の負担となる。省エネは同国の喫緊の課題であり、2014年に同国が策定したEnergy Policyにおいても省エネを政策の柱の一つに掲げ「ボイラー、キルン、熱交換器等の省エネ産業技術の促進」を政策課題としている。

高効率ボイラーの導入は、技術普及のモデル事業としても実質的な化石燃料消費量削減事業としても、意義は大きい。

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	民間食品会社
事業対象地	経済特区内の新規食品工場
導入技術概要	事業者はヤンゴン近郊の工業団地に自社食品工場の設立を目的とし、現在、工場を建設中である(2016年度中に完成予定)。自社投資により工場において自社設備として高効率貫流ボイラーを導入し、燃料の削減及び省エネ化、及び大気汚染物質排出抑制を図る予定である。
	<div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  <p>The area within these marks indicates the areas not included with the standard feeding.</p> <p>Specifications with a high performance microcomputer</p> <p>Installed for low NOx specifications. Not installed for LE 5/7.</p> <p>Installed for low NOx specifications</p> <p>Installed for a model with economizer</p> <p>Installed for K1200-2000</p> </div> <p>出典：IHI Once Through Boilers 機器カタログ</p> <p style="text-align: center;"><b>図 4-1 導入予定の高効率貫流ボイラー</b></p>
事業効果	本事業の省エネにより674ton-CO2/年の二酸化炭素を削減する。 本件はモデル効果の高い省エネ事業である。本件は食品、紙・パルプ、建設資材、セメント工場など、熱需要があり高効率ボイラーを必要とする工場に特に高い波及効果を有する。

出典：調査団

## 4.2 案件組成の調査方針

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。

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	貫流ボイラの導入に係る詳細設計の確認とモニタリング計画作成	<ul style="list-style-type: none"> <li>仕様の詳細を確認し削減量を算出</li> <li>モニタリング方法に関し、機器の選定、実施方針の検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>貫流ボイラの仕様が決定され、リファレンス効率比から削減量を算出した。</li> <li>モニタリング機器を検討し、給水流量、給水温度、蒸気圧力、燃料流量にかかる計器を導入した。</li> </ul>
2	許認可事項・ライセンスの確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>許認可・輸入許可・ライセンス取得に向けた手続きの確認及び、取得にかかる他案件の経験共有</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>許認可、ライセンスにつき現地調査で確認した。</li> </ul>
3	初期環境評価(IEE)の修正手続き	<ul style="list-style-type: none"> <li>ボイラ種類の変更について TSEZMC へ変更申請を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>JCM 適用におけるボイラ種類変更について IEE の修正文書を作成し、TSEZMC へ提出し、認可を得た。</li> </ul>
4	設備補助事業申請に向けたコンソーシアム内の詳細条件調整	<ul style="list-style-type: none"> <li>JCM 事業に係る協定書、実施要綱等の確認、合意形成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>JCM 事業の協定書を締結し、コンソーシアムを形成し、JCM 設備補助事業が採択された。</li> </ul>
5	貫流ボイラの横展開に関する調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>ヤンゴン市内の工業団地等を対象に、事業可能性を調査</li> <li>事業候補者の選定及び JCM 事業化の協議</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>飲料工場などのボイラ横展開について検討した。</li> </ul>
6	貫流ボイラの効率を高める類似技術の検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>ボイラの燃料として、改質燃料の導入等ボイラの省エネ効率を高める類似技術の導入可能性を調査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ボイラの燃料消費を削減する技術である改質燃料ナノエマルジョン燃料の適用性を検討した。</li> </ul>
7	貫流ボイラのミャンマー国内、ヤンゴンでの普及策	<ul style="list-style-type: none"> <li>低炭素アクションプラン内における省エネ事業普及策の検討</li> <li>YCDC の低炭素アクションプランの作成支援</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>低炭素アクションプランに、工業団地における省エネ策の推進と省エネ機器導入のパイロットプロジェクトとして貫流ボイラを紹介した。</li> </ul>

出典:調査団

## 4.3 調査結果

### 4.3.1 導入技術

主要なボイラの種類には、水管ボイラと炉筒煙管ボイラがある。貫流ボイラは水管ボイラの一つである。

それぞれのボイラの特徴を以下に示す。

### (1) 水管ボイラ

水管ボイラは蒸気ドラム、水ドラム、多数の水管で構成される。水管の周りに燃焼ガスを通し、水管内で蒸気を発生させる。小容量から大容量のものがある。

### (2) 炉筒煙管ボイラ

円筒形の燃焼室(炉筒)と、燃焼ガスが通過する多数の煙管から構成される。炉筒お飛び煙管の周囲の水から蒸気を発生させる。小型～中型の容量に適用される。

### (3) 貫流ボイラ

貫流ボイラは水管ボイラの一つであるが、水を循環させず一貫した流れとなる。短管または多管で構成される。容量は数十kg/hから3 t/h程度の小型の容量のものが多い。高効率であるが、高度な制御が必要とされる。

本事業での導入技術は高効率貫流ボイラであり、ミャンマー国内ではまだ一般的に普及していない技術となる。貫流ボイラの製造は、主に本邦メーカーによる。

貫流ボイラの二酸化炭素削減量算定のリファレンスとしては、ミャンマーで主流の煙管ボイラまたは水管ボイラの効率を参照することとなる。

貫流ボイラの技術の先進性について下表に整理する。当該技術は我が国でも代表的なリーディング省エネ技術の一つであり、省エネのみならず、排ガスについても低NOx特性を有し、大気汚染物質排出を減じるコベネフィットがある。

高効率小型貫流ボイラは、コンパクトで省スペースでもあり世界的にも日本製品が優位性を持つ。制御機能により多缶式の運転を制御することで、低負荷時の高効率運転・省エネを実現する。

また、本事業に導入する小型貫流ボイラは低公害型であり優れた低排ガス特性を有し、大気汚染問題が顕在化しつつあるヤンゴンにおいてコベネフィットを実現するモデル事業としての意義が大きい。

よって、小型貫流ボイラの導入は、日本技術の海外普及、ミャンマーの工業セクターにおける省エネによる化石燃料削減と二酸化炭素削減、及び大気汚染防止に貢献する。

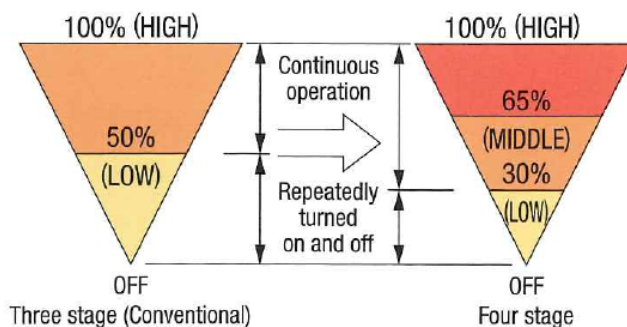
表 4-3 導入技術の先進性の概要

先進性	概要
高い起性、負荷追従性、高度制御による貫流ボイラ	水を水管の一方から押し込み循環させる水管式と異なり、管内で蒸気に変えることで、起動性や負荷追従性に優れ、急速起動が可能。蒸気量や蒸気温度を安定させる為に高度制御を行っている。
四位置制御による低負荷時の発停による熱損失防止と低負荷運転での高効率化	負荷変化に追従する四段階制御(負荷 100%、65%、25%、0%)であり、広範囲の熱負荷で高効率運転が可能であることより、高効率化・低公害化を図り、94%の高効率化を達成している。
エコマイザによる排出燃焼ガスの回収	排出燃料ガスの残熱量を給水予熱器(エコマイザ)で回収し、給水ポンプで加圧された水を予熱することで、高効率化を行う。
低 NOx 排出	低公害型低 NOx バーナーにより優れた低排ガス特性を有する。

出典:調査団

本事業で導入する貫流ボイラについて、最大効率が高い事が特徴的であるが、これに加え、負荷に追従して広範囲で効率運転を行う事を可能にする四位置制御が、効率改善に資する。



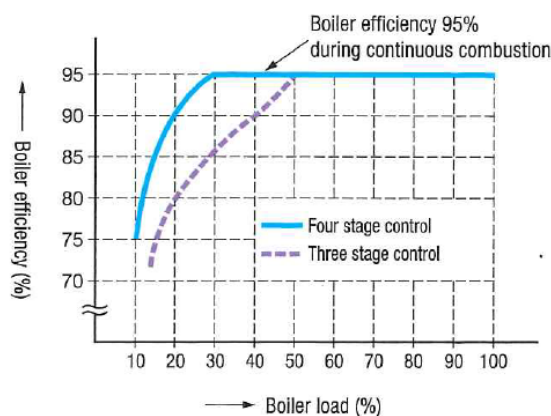


出典：IHI Once Through Boilers 機器カタログ

図 4-2 四位置制御の概念

上図に示す通り、従来の三位置制御に比べると、四位置制御は特に低負荷(25-50%)レンジの運転で高効率を維持することが可能とする。また、以下の利点がある。

- ・ 騒音を抑制する。
- ・ 運転を安定させ、安全性を高める。
- ・ ボイラ寿命を延長させる。



Boiler efficiency for each load  
(When equipped with economizer)

出典：IHI Once Through Boilers 機器カタログ

図 4-3 従来の三位置制御と四位置制御の比較

本事業において導入するボイラの機器仕様は、以下の通りである。

表 4-4 ボイラ仕様主要項目

項目	仕様
種類	多缶式小型貫流ボイラ
熱出力	1,254 kW
換算蒸発量	2,000 kg/h × 6 units
最高使用圧力	1.57 MPaG
常用圧力	0.9-1.4 MPaG
制御方式	四位置制御、給水 On-Off
設備電力	9 kW/unit
使用燃料	軽油
ボイラ効率	94% (1.2 MPaG、給水温度 15°C、給気温度 35°C)

出典：ボイラメーカーカタログ

### 4.3.2 モニタリング計画

モニタリング実施の為に、機器を選定し、国際規格に準拠する以下の計器を導入することとした。

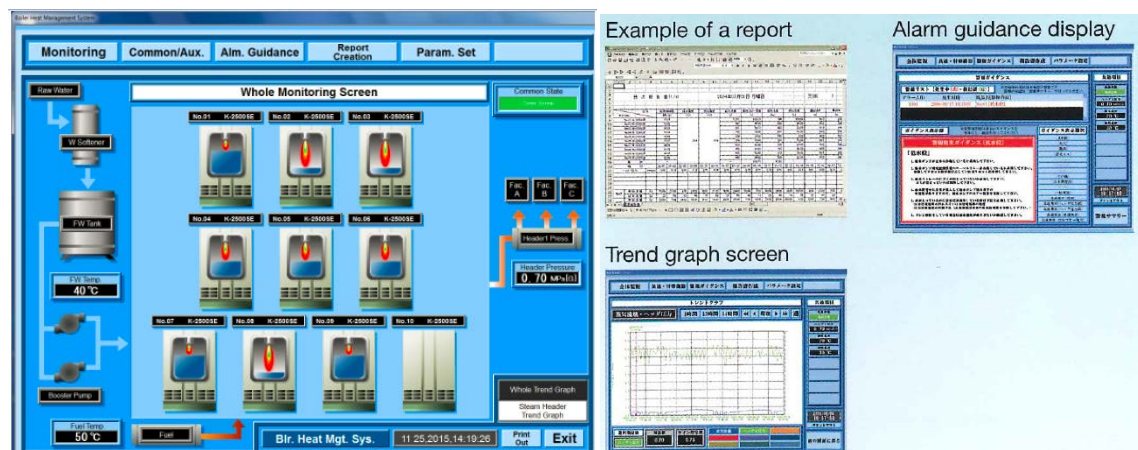
- ・ 給水流量計
- ・ 給水温度計
- ・ 蒸気圧力計
- ・ 燃料流量計

今後作成される方法論を想定し、計器の要件を以下の通りとした。

- ・ 国際規格、地域規格、ミャンマー国内規格に適合している事
- ・ 測定したデータは自動的にサーバーに送信され保存される事
- ・ 保存したデータは月に一回、工場担当者が確認する事
- ・ 国際・国内認証機関による校正証明が発行されている事。もし証明がない場合は校正されているか、計器メーカーによる保証がある事。

貫流ボイラと共にボイラ管理システムを導入する。上の計器から取得した値により、ボイラ管理システムでの演算により蒸気量、効率を算出する。ボイラ管理システムは以下の機能を有する。

- ・ 台数制御
- ・ 熱管理データ(効率、負荷率、燃料使用量、給水量、蒸気量など)の算出
- ・ メンテナンスデータの管理、故障記録
- ・ 低負荷時の省エネ運転



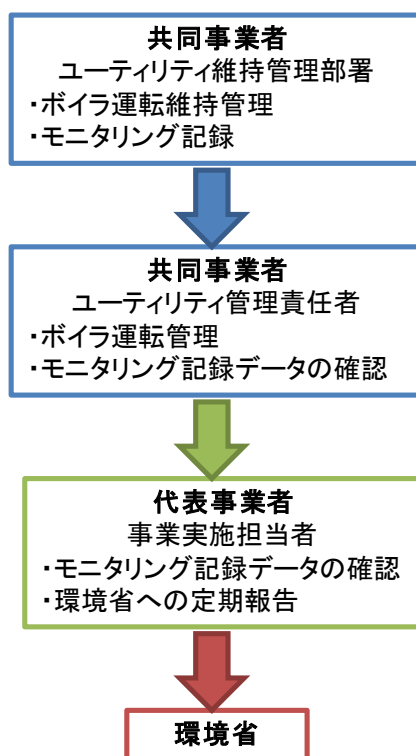
出典: IHI

図 4-4 ボイラ管理システムの画面

モニタリング実施は現地事業主が日常の業務の一環として対応する。必要に応じボイラメーカーの代理店またはメーカーから指定された業者がモニタリング支援をする体制とする。

モニタリングの実施体制は、下図に示す通りである。ボイラの運転維持管理において記録したデータは、共同事業者から代表事業者を通して環境省へ報告される。





出典：調査団作成

図 4-5 モニタリング実施体制

### 4.3.3 許認可事項の確認とIEEの更新

本事業にかかる許認可事項の確認および環境許可についての検討結果を、下表の通り纏める。

表 4-5 許認可事項等に係る検討事項及び検討結果

課題	検討結果
投資・建設等にかかる許可申請	本件の工場はティラワ経済特区に建設するため、ティラワ経済特区管理委員会が一元的に許認可を監督している。工場の投資、建設にかかる認可は、ティラワ経済特区管理委員会のワンストップサービスセンターにおいて取得された。
取得済みIEEの変更申請	環境手続きは、工場新設にかかる初期環境調査（IEE）を実施済みであり、2015年にティラワ経済特区管理委員会よりIEEおよび環境保全計画について認可を取得済みである。IEEは石炭焚ボイラーを導入する前提で実施したものであるが、本事業では油焚き小型貫流ボイラーへの変更が必要となる為、IEEの変更が生じた。 ボイラー種別の変更について、IEEの変更手続きを行い、許認可申請は既に取得済みである。
ボイラー設置認可	安全性確認の為にミャンマー工業省設置検査と許可が必要である。ボイラー設置時に、工業省の認可を得る予定である

出典：調査団

## (1) 工場建設に係る許認可

本事業は経済特区内の工場に設置する。事業に係る許認可事項は経済特区のワンストップサービスセンターが一元的に管理している。工場建設に必要な許認可事項は、以下の通りである。

- ・ 土地リース契約
- ・ 投資許可
- ・ 工場建設設計許可
- ・ 消防証明
- ・ 建築許可
- ・ 環境保全対策計画書(ECPP)、初期環境調査(IEE)

必要な許認可の手続きフローを下図に示す。

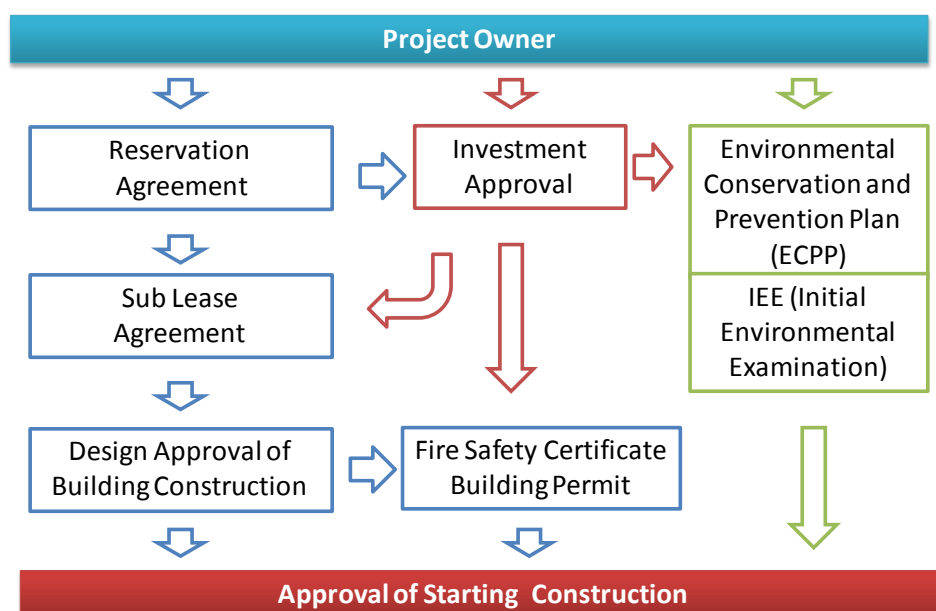


図 4-6 許認可手続きフロー

代表事業者は上記許認可手続きを行い、工場設立にかかる認可を取得した。認可の中に設備補助事業対象のボイラも含まれる。

## (2) 環境許認可

本事業は工場の新設となる為、工場新設にかかる初期環境調査(IEE)が必要である。IEEの認可は工場建設計画時に既に取得済みである。一方、IEE取得時には、導入するボイラは石炭焚きであった。今回導入するボイラを当初の計画から変更して、油焚き小型貫流ボイラとした為、IEEの変更手続きが必要であった。

IEEのボイラ変更届をワンストップサービスセンターへ提出した。環境負荷を軽減する変更であり、変更は問題なく認可された。

### (3) ボイラ設置許可

ボイラ設置にかかり、安全性確認のため、設置時に工業省の設置試験を経てライセンス登録を行う事が必要となっている。ボイラの主要仕様やカタログを工業省に提出する必要がある。ライセンス登録には2-3週間を要する。本事業では、ボイラの設置時に、工業省の認可を得る必要がある。

また、設置されたボイラについては毎年工業省が審査を行い、これをクリアする必要がある。定期メンテナンス契約をした業者がこの審査を請け負うことも可能である。

### 3) 設備補助事業申請に向けたコンソーシアム内の詳細条件調整

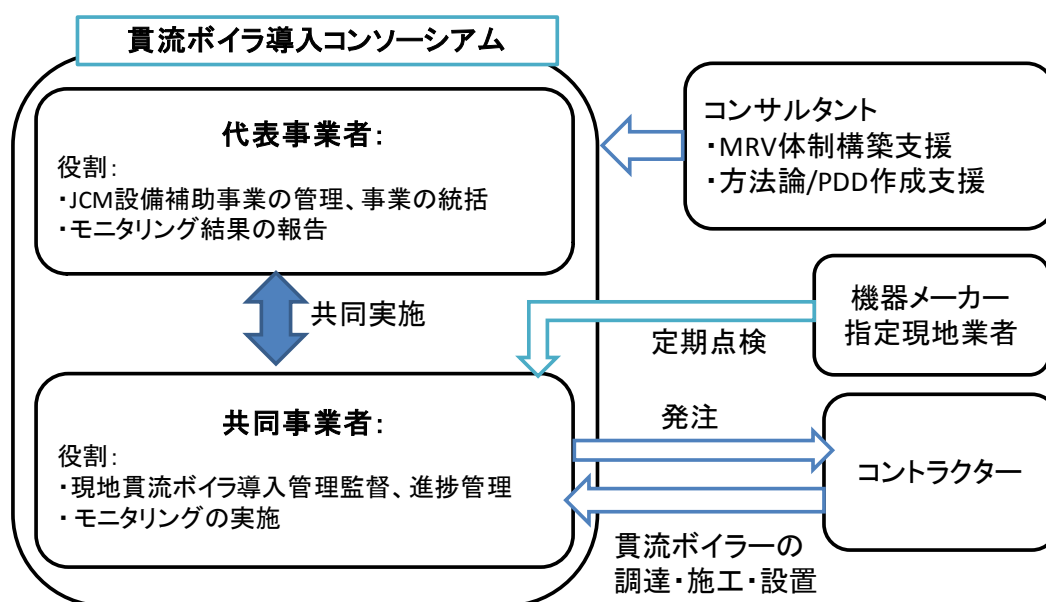
本事業の設備補助事業申請に向けた国際コンソーシアムの構築が必要である。国際コンソーシアムの検討結果を下記に整理する。

表 4-6 実施体制の検討課題

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。本事業は日本企業の現地工場建設に関する事業であるため、代表事業者は親会社である日本企業が担う。
2) 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、代表幹事会社は、現地における機器調達、工事等に精通した日系の業者を選定した。

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下図の通りとし、JCM設備補助事業への申請を行い、採択された。



出典:調査団

図 4-7 JCM 設備補助事業実施体制図

本事業の実施体制は、代表事業者を親会社である日本企業、現地事業主を現地工場とし、機器の調達には現地でEPCとして経験の豊富な日本企業。各事業者の役割について、下表に整理する。

表 4-7 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 ＜日系食品会社＞	<ul style="list-style-type: none"> <li>・貫流ボイラー導入の検討(技術、事業費、設計)</li> <li>・JCM 設備補助事業の申請</li> <li>・事業の管理・監督</li> </ul>
現地事業主 ＜現地工場＞	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業実施</li> <li>・事業の管理・モニタリング</li> </ul>
コントラクター ＜日系企業＞	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ボイラー機器の調達、納入</li> <li>・機器の設置</li> </ul>

出典:調査団

設備補助事業の実施スケジュールを下表の通り示す。

事業は2016年9月に採択され、工場建屋は着工済である。ボイラー本体は、2017年2月までに設置予定であるが、工業省の検査を待つ必要がある。

表 4-8 JCM 設備補助事業実施スケジュール(交付申請時)

項目	2016												2017												2018		
	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar				
設備補助事業		★内示			★交付決定					事業完了★																	
土木工事																											
ボイラー建屋建設		■	■	■																							
付帯設備設置		■	■	■																							
機器製造・輸送					■	■	■																				
機器設置																											
ボイラー本体									■	■																	
配管工事									■	■																	
電気工事									■	■																	
運転試験										■																	
運転維持管理											■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
許認可(IEE修正)						■	■	■																			
MRV実施										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
方法論作成													■	■	★												
有効化審査・登録																■	■	■	★								
検証・クレジット申請																			■	■	■	★					
日本国政府口座へ納入																							★				

出典:調査団

事業実施におけるリスクと、その対処方法を、下表に整理する。

表 4-9 実施におけるリスクと対処方法

リスクの種類	リスクの内容	リスクの対処方法
政治、規制	新政権への移行において、外国投資、輸入ライセンスなど制度変更に伴うリスク	事業実施場所について、経済特区法が適用され、許認可を経済特区管理委員会が一括で行っているティラワ経済特区を事業サイトとする事で、政治・規制リスクを最小化している。
燃料入手、価格変動	ミャンマーの燃料は国産ガス以外は輸入しており、将来的に価格高騰や入手難があり得る。	燃料タンクを設置することで、燃料価格変動リスクを低減する。また、導入当初はボイラ燃料を軽油としている。しかし、将来的に天然ガスパイプラインがティラワ経済特区に接続されガス供給が始まった場合は、燃焼バーナーを取り換えることでガス焚きに燃料転換もできる仕様となっている。従って、多様な燃料に対応できる様になっている。(ただし現状は国産ガスが不足しているため、LNG輸入が開始されない限り、ガスの割り当ての見込みは低い)

出典:調査団

#### 4.3.4 貫流ボイラの横展開に関する調査

ボイラはミャンマー国内において製造されていない。ミャンマーにおけるボイラ市場の状況は、以下の通りである。

- ・ ボイラはインド、タイ、中国、台湾などから輸入している。
- ・ ミャンマーに導入されているボイラ形式は、大部分が炉筒煙管である。水管式も少数ある。貫流ボイラについては、中古が販売されている。
- ・ ミャンマーにボイラのサプライヤーは約 10 社ある。多くは中古の輸入の売り切りである。主要サプライヤによると、内、保守契約までカバーできるのは 5 社程度。
- ・ ミャンマーにおけるボイラの効率は重視されていない。初期費用が肝心となる。
- ・ ボイラサプライヤーへの聞き取りより、ミャンマーでは約 600 台のボイラがあると推測される。年間の販売台数は、年により上下があるが、約 40～50 ユニット程度と考えられる。
- ・ ボイラの燃料は、バイオマスを除けば、ミャンマーでは石炭ボイラが主流であり、地方のローカル企業は石炭を選択する。一方ヤンゴンでは、石炭を燃料とすると住民からの反対がある為、ディーゼル燃料が主流である。LPG ボイラも一部使用されているが、ダウンタウンの密集地など場所がない地点に限られる。ガスボイラは、天然ガスの割り当ては政府系に限られ民間への割り当てが無い為、現在はほとんど導入されていない。
- ・ ボイラの燃料種は約 6 割が石炭であり、4 割が軽油である。ガス焚きボイラも存在するが、ごく少数となっている。

以上のボイラ市場の状況において、初期投資額の大きい省エネ技術を支援するJCM設備補助事業における補助金は有益である。JCM設備補助事業の適用が期待できる横展開事業について、下表の通り纏める。

表 4-10 JCM 設備補助事業の横展開

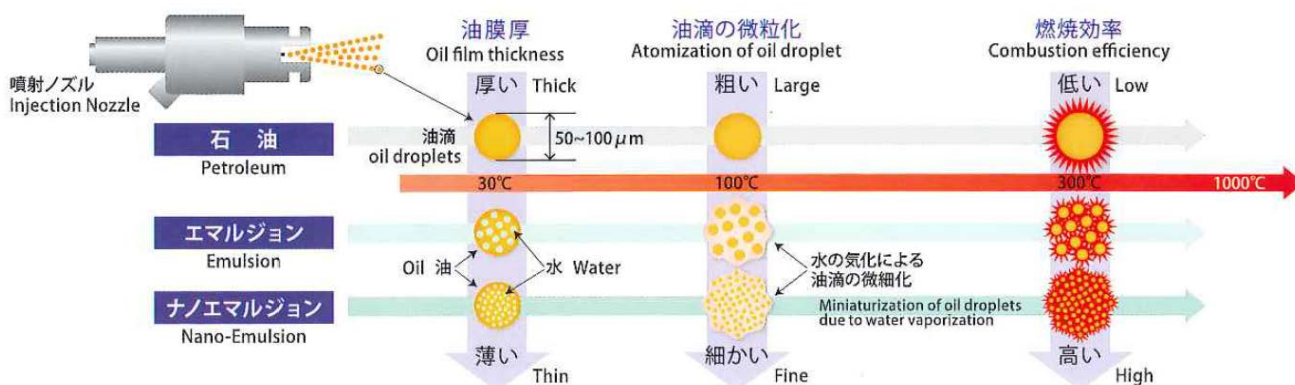
項目	概要	効果
飲料工場への貫流ボイラー導入	ヤンゴン近郊のティラワ経済特区に新設予定の飲料工場において、ボイラー換算蒸気量合計 6 トン/h の高効率貫流ボイラーを導入する。	平均必要換算蒸気量 4.0 トン/h の場合、年間削減量は以下の通りとなる。 ・1 日 24 時間、296 日運転の場合、年間削減量は 632 tCO <sub>2</sub> /年 ・1 日 12 時間、296 日運転の場合、年間削減量は 316 tCO <sub>2</sub> /年
食品飲料工場への貫流ボイラー導入	ヤンゴン近郊のシュエピタ工業団地の食品工場において、貫流ボイラー 2 トン/h × 2 台を導入する。	平均必要換算蒸気量 3.0 トン/h、1 日 8 時間運転の場合、年間削減量 158 tCO <sub>2</sub> /年 となる。

出典:調査団

#### 4.3.5 貫流ボイラーの効率を高める類似技術の検討

川崎市企業の『グリーンイノベーションクラスタ』加盟企業であるナノフュエル社は、燃料をナノサイズのエマルジョン化させることで、油を微粒子化させ、燃焼効率を上げる燃料製造装置技術を有している。

油滴中に超微粒化された水粒子が均質分散され、油滴の表面積を大きくする。これにより、燃焼特性を向上し燃費効率を高める。さらに、より完全燃焼に近づくことから、大気汚染物質の排出を削減する。



出典:ナノフュエル社

図 4-8 ナノエマルジョン燃料の優位性と燃焼のメカニズム

ミャンマー全体のディーゼル油需要の4割が産業需要である。ミャンマーの工場や商業設備が揺する油焚きボイラー等の全てが、燃料削減事業の対象になり得る。

エマルジョン燃料による燃焼性状の改良は、従来より研究されてきた。これまでのエマルジョン燃料は、油滴の微粒子化が不十分・不均質で燃焼が不安定であることや、多量の添加剤が必要であることから、コストが高く削減効果が小さいと考えられていた。

一方、上記のナノエマルジョン燃料化は安定性、燃料削減効果、添加剤を従来の1/10以下にすることによる低価格化等の面で、優位性がある。また、ボイラーの入れ替えや新規実施

における高額の設定投資を必要とせず、既存のボイラーに改質した燃料を適用できる点で有利である。

同技術の国内の実証および商用導入実績は、ボイラやキルンバーナー等への適用で既に約10件ある。ボイラだけではなく、発電機・船用ディーゼルエンジンへの適用も検討され、国内外大手エンジンメーカー6社、国内離島発電所および大型船舶での実証経験も行われている。

それら試験における燃費改善記録より、燃費改善は5.4%～18%が実現した。改善の程度は、機器の状態や機能による。

本事業にこの技術を適用し、最も保守的である5%の燃料削減を想定した場合、CO<sub>2</sub>はボイラ効率上昇分による674tCO<sub>2</sub>/年に加え、さらに318tCO<sub>2</sub>/年の削減が期待できる。

一方、燃料削減効果は聞きによる為、定量的に測定するためには、With/Witoutで比較試験を長期間行い、リファレンス条件を整理する必要がある。その為、本事業での導入は見送ることとなった。

#### 4.3.6 貫流ボイラのミャンマー国内、ヤンゴンでの普及策

小型貫流ボイラは日本独自の技術であり、他国メーカーの貫流ボイラはまだミャンマー国内では販売実績がない。ミャンマーでは煙管・水管ボイラなど効率が80%台の他の形式のボイラは多数導入されているが、高効率小型貫流ボイラの導入事例は無く、本事業は省エネ型貫流ボイラ導入のモデルとなる。

ティラワ経済特区は本邦ODA資金が投入され400haが開発済(今後2400haまで拡張)であり、工業団地に入居した日系・他国の進出企業は2015年12月時点で50社を超える。今後5年で100社に達する見込みである。

また、ティラワ工業団地のみならず、ヤンゴンには20の工業団地がある。


貫流ボイラの普及策の一環として、ヤンゴン市開発委員会(YCDC)の低炭素技術普及アクションプランにおけるモデル事業として位置づけた。ティラワ経済特区内の工業団地のほか、ヤンゴンの他の20の工業団地に対し、工場の省エネ技術普及における事例として紹介し、低炭素型工業団地における高効率貫流ボイラの導入事例として普及を図っている。低炭素技術として経済特区や工業団地の入居企業と経験を共有し、工業セクターの他事業への波及効果は高い。

3.2章に記述した通り、下図に示す通り、高効率貫流ボイラ事業を、YCDCの低炭素アクションプランのパイロットプロジェクトの位置付けで盛り込んだ。高効率冷凍設備と共に、低炭素技術の民間工場や商業施設への適用を推進している。



Pilot Project for Short Term for Low Carbon Action Plan of YCDC


PP-04: Promotion of High Efficiency Equipment for Industrial Sector in Yangon



High-efficiency compressor for refrigerator

- Cascade system of high-efficiency reciprocating refrigerators can reduce electricity consumption and CO2 emission
- 28% electricity reduction

Item	Value
Location	Industrial estate, factory, etc.
Efficiency	COP4.3, compressor 95%
Capacity	Compressor 1401+1039kW Condenser 1650 kW x 2
Annual saving	1.8-3.2 GWh/year (0.18-0.32 mil US\$/yr)
CO2 Reduction	1029 ton/year



High-efficiency once-through boiler with monitoring system

- High-efficiency once-through oil boiler reduce fossil fuel and CO2 emission
- Co-benefit of reduction of air pollutant
- 9.6% fuel reduction

Item	Value
Location	Industrial estate, factory, etc.
Efficiency	94%
Capacity	2 ton/h x 6 nos
Annual fuel saving	257 kL/yr, 0.14 mil US\$/yr
CO2 Reduction	674 ton/year

出典: 調査団

Figuer 4-1 低炭素アクションプランにおける事業紹介例

#### 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。



Table 4-1 JCM 設備補助事業概要

事業主体	本邦食品メーカー現地工場
事業概要	ミャンマー国ヤンゴン近郊ティラワ経済特区に、食品工場が新規建設中であり、2017年に稼働開始予定である。この新設工場において、当初は石炭焼きボイラーが検討されていたが、環境影響を減じ二酸化炭素削減に寄与するため、油焼き小型高効率貫流ボイラーを、JCM 設備補助事業として新規に導入する。
導入技術	多缶式高効率小型貫流ボイラー
事業収支計画	初期投資は親会社である日系食品会社が100%自己投資する。 投資回収年はJCM 設備補助事業の目安となる3年以上となっている。
事業実施体制	
想定削減量	674 t-CO <sub>2</sub> /年 (平均 12.8 時間/日の運転を想定。もし 24 時間運転の場合は 1,264 t-CO <sub>2</sub> /年となる)

提案事業のサイトの状況を、以下に示す。



小型貫流ボイラー導入食品工場外観



ボイラー建屋

## 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) 工場・商業設備における貫流ボイラ普及策

ヤンゴンにおいては、工業団地だけではなく、ディベロッパーによるショッピングセンターやホテルの計画がある。それら商業施設では温水やスチームの需要がある。一方で、都市部への石炭の貯蔵運搬は難しく住民反対があり、ガス不足の状況においてガスの確保も難しい。ボイラ燃料は油焚きになる可能性が高い。今後も、ヤンゴンにおいて、油焚き高効率小型貫流ボイラ技術の適用性は高いため、同技術の普及啓蒙を行う。

ただし、一案件当たりの規模が小さいため、JCM設備補助事業適用に適するスケールとならないことが想定される。複数案件を取りまとめてパッケージ化することで削減量を大きくするなどの工夫が必要である。