

平成 30 年度  
低炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務

川崎市・ヤンゴン市の都市間連携による JCM 案件形成支援事業  
(青果市場におけるエネルギー利活用及び省エネルギーの検討)

報 告 書

平成 31 年 2 月

日本工営株式会社  
川 崎 市  
日立造船株式会社

平成 30 年度低炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務  
川崎市・ヤンゴン市の都市間連携による JCM 案件形成支援事業  
(青果市場におけるエネルギー利活用及び省エネルギーの検討)

報 告 書

目 次

	頁
第 1 章 調査の背景と目的.....	1
1.1 調査の背景.....	1
1.2 調査の目的.....	3
1.3 本事業の実施体制.....	3
1.4 本事業の工程.....	4
第 2 章 ミャンマー国における気候変動対策.....	5
2.1 ミャンマー国における気候変動対策の概要.....	5
2.2 ヤンゴン市の気候変動対策及び廃棄物対策.....	6
2.2.1 気候変動対策.....	6
2.2.2 廃棄物対策.....	7
2.3 ミャンマー国における JCM 設備補助事業の現状.....	7
第 3 章 JCM 事業化の検討.....	9
3.1 青果市場へのバイオガス発電施設導入事業.....	9
3.1.1 廃棄物調査・ヒアリング調査の実施.....	10
3.1.2 導入設備の仕様検討.....	14
3.1.3 JCM 事業化検討.....	16
第 4 章 都市間連携に係る取り組み.....	21
4.1 これまでの都市間連携活動.....	21
4.2 ヤンゴン市の廃棄物処理に関する都市間連携協議.....	22
4.3 一般ごみ及び埋め立て処分場に関する検討.....	23
4.4 医療系廃棄物収集に係る提案.....	26
4.5 都市間連携セミナー及び本邦招聘.....	27
第 5 章 今後の課題と計画.....	29
5.1 今後の課題.....	29
5.1.1 JCM 候補案件（バイオガス発電施設導入事業）.....	29
5.1.2 都市間連携.....	29
5.2 今後の提案.....	32
5.2.1 JCM 設備補助事業の形成.....	32
5.2.2 平成 31 年度に向けた都市間連携の提案.....	32

## 表目次

表 2-1 国家気候変動対策 .....	5
表 2-2 MCCSAP の概要 .....	6
表 2-3 低炭素アクションプランの基本方針 .....	6
表 2-4 JCM 設備補助事業採択案件 .....	8
表 3-1 青果市場の概要 .....	9
表 3-2 事業計画検討に必要な基礎情報 .....	10
表 3-3 青果市場ごみの分析結果 .....	12
表 3-4 Lotte Hotel ごみの分析結果 .....	14
表 3-5 CO2 削減量と補助金(ディーゼル発電代替、40ton/day) .....	17
表 3-6 CO2 削減量と補助金(売電等、50ton/day) .....	18
表 3-7 実施体制及び役割分担 .....	20
表 4-1 本年度における都市間連携に係る取組み .....	22
表 5-1 ヤンゴン・川崎都市間連携における主な活動と実績 .....	29
表 5-2 今後の事業化検討 .....	33

## 図目次

図 1-1 都市間連携の成果 .....	2
図 1-2 本事業の実施体制図 .....	4
図 1-3 本事業の工程 .....	4
図 3-1 青果市場の位置 .....	9
図 3-2 WTM 方式の概要 .....	16
図 3-3 国際コンソーシアム案 .....	20
図 4-1 川崎・ヤンゴン両市による JCM 都市間連携 .....	21
図 4-2 固形廃棄物に対する基本的な回収フロー(川崎市の事例) .....	24
図 4-3 固形廃棄物の回収に伴う火災(川崎市の事例) .....	24
図 4-4 QR コードを用いた医療廃棄物管理と認証システムのイメージ .....	26
図 4-5 医療廃棄物回収システムのイメージ .....	27

## 添付資料

- 資料 1. 川崎市・ヤンゴン市都市間連携 年表
- 資料 2. MAEX 企業概要
- 資料 3. 日立造船 技術カタログ
- 資料 4. キックオフ会議: 協議資料
- 資料 5. ごみ質調査データ
- 資料 6. 第 4 回現地調査: 協議資料
- 資料 7. アジア 3R 自治体間ネットワーク会合: 発表資料
- 資料 8. 都市間連携セミナー: 発表資料

略語表

略語	英語	和訳
BEMS	Building Energy Manegement System	建築物エネルギーマネージメントシステム
COP	Conference of Parties	気候変動枠組条約締約国会議
EPC	Engineering, Procurement and Construction	設計、調達、建設
GHG	Greenhouse Gases	温室効果ガス
FS	Feasibility Study	実現可能性調査
IRR	Internal Rate of Return	内部収益率
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間クレジット制度
MAEX	Myanmar Agro Exchange Public Ltd.	---
MCCSAP	Myanmar Climate Change Strategy and Action Plan	ミャンマー国気候変動戦略・行動計画
MMK	Myanmar Kyat	ミャンマーチャット
MOU	Memorandum of Understanding	覚書
MRV	Monitoring, Reporting and Verification	モニタリング、報告、検証
NAPA	National Adaptation Programmes of Action	国家適応行動計画
NSDS	National Sustainable Development Strategy	国家持続可能な開発戦略
PCCD	Pollution Control and Cleaning Department	公衆衛生局
USD	United States Dollars	米ドル
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	気候変動に関する国際連合枠組条約
WTM	Water-needless Two-phase Methanation Syetem	無希釈循環式二相メタン発酵方式
YCDC	Yangon City Development Committee	ヤンゴン市開発委員会

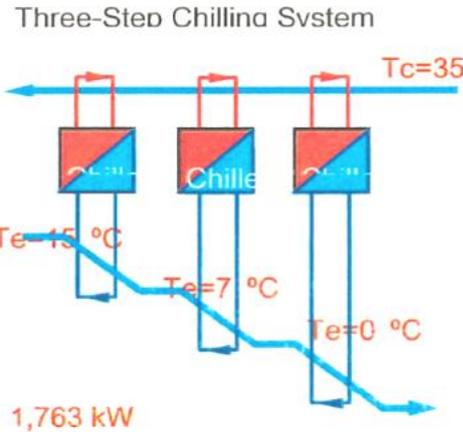
## 第1章 調査の背景と目的

### 1.1 調査の背景

2015年12月にフランスのパリ郊外で開催された国連気候変動枠組条約第21回締約国会議（COP21）には全ての国が参加し、2020年以降の公平で実効的な気候変動対策の法的な枠組であるパリ協定が採択された。パリ協定では、地球の気温上昇を産業革命前に比べて2℃よりも低く抑え、さらには1.5℃未満に抑えるための努力を追求することが掲げられ、脱炭素に向けた取組の促進が求められている。またCOP21では、都市を含む非国家主体の行動を認知すること、そして全ての非政府主体（都市その他地方公共団体等）の努力を歓迎し、そのスケールアップを招請することが決定された。都市は社会経済の発展を支える活動の場であり、多くの人々が居住している。世界の全土地面積の2%を占める都市部に、世界人口の約半数が居住し、その割合は2050年には70%にまで増加すると予想されている。また2006年時点で世界のCO2排出量の70%以上が都市から排出されていると推定されており、都市部が気候変動の緩和に果たす役割は大きく、都市部における気候変動対策の着実な実施、温室効果ガス排出量の削減が、パリ協定の目標達成のために重要となっている。

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るが、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。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とから、省エネルギー化及び低炭素開発の必要性が訴えられ、平成27年に川崎市・ヤンゴン市による都市間連携による「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）」が実施された。

上記事業を通じ、両市はヤンゴン市の低炭素社会実現に向けた協力を開始し、平成28年3月には、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を締結した。以降、二年次であるH28年度事業では、「食品工場における高効率貫流ボイラ導入」及び「太陽光発電によるヤンゴン市設備電力供給」を、三年次であるH29年度事業では、「ポンプ場への高効率ポンプの導入」及び「廃棄物処理における低炭素化」をそれぞれテーマとし、活動を継続してきた。これまでの当該都市間連携活動の全体工程については、添付1を参照。当該都市間連携のこれまでの主なアウトプットは以下のとおりである。

<p><b>成果①MOU締結</b>                  川崎市・ヤンゴン市における都市間連携覚書の締結                  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 and the City to City Collaboration". It lists several points of cooperation, including: 1. Both parties shall be committed to promote city to city collaboration for advancement of low carbon society in Yangon and contribute to the further prosperity of Kawasaki and Yangon within the fields of technical cooperation, information exchange, and economic exchange as well as developing cooperative Research based the idea of both cities on an on-site and equal relationship. 2. In order to achieve the aforementioned objectives, both parties shall cooperate on the following: (a) Discovering and supporting of low carbon projects existing from existing technologies in both cities. (b) Technical cooperation and information exchange for realizing low carbon society of Yangon. (c) Supporting activities of each business in a field of investment. 3. According to the Memorandum of Understanding (MOU), they shall identify the field to both countries to have exchanges and study visits in both cities. 4. This MOU shall become effective on the signed date and remain valid for three years. If one country wants to terminate the MOU, they shall submit its writing before one month, otherwise the MOU will be extended automatically. 5. The contents of this MOU can be amended in accordance with a written agreement of both parties. 6. Any disagreement which occurs from interpretation of the MOU shall be solved in a friendly way based on both parties' trust and discussion. 7. This MOU shall be made in two original copies in English. March 11, 2016. Signed by Mr. Masahiro Fukuda.</p>
<p><b>成果②2016年度JCM設備補助事業採択</b>                  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". It shows a horizontal blue line representing a cooling water supply at <math>T_c = 35</math>. Three vertical blue lines represent the cooling stages for three chillers. The first chiller has a cooling temperature <math>T_e = 15\text{ }^\circ\text{C}</math>. The second chiller has a cooling temperature <math>T_e = 7\text{ }^\circ\text{C}</math>. The third chiller has a cooling temperature <math>T_e = 0\text{ }^\circ\text{C}</math>. The total power consumption for this system is <math>1,763\text{ kW}</math>.</p>
<p><b>成果③2016年度JCM設備補助事業採択</b>                  即席麺工場への高効率貫流ボイラの導入</p>	 <p>The image shows an IH Industrial Heating boiler unit and its control panel. The boiler is a large, blue and white industrial machine. The control panel is a computer monitor displaying various operational parameters and controls.</p>

出典: 日本工営

図 1-1 都市間連携の成果

## 1.2 調査の目的

川崎市-ヤンゴン市都市間連携の4年次となる本業務では、低炭素社会形成に有用な知見を有する川崎市がヤンゴン市の抱える廃棄物を中心とした課題に対して協議を行い、解決に向けた方針を検討することを目的としている。また、低炭素に資する事業形成のため、ヤンゴン市内にある青果市場のゴミを利用したバイオガス発電施設導入について二国間クレジット制度 (Joint Crediting Mechanism: JCM) による設備補助事業の可能性調査を実施した。

## 1.3 本事業の実施体制

本業務では現地カウンターパートであるヤンゴン市開発委員会 (Yangon City Development Committee: YCDC) に対し、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、昨年度は、「公衆衛生局 (Pollution Control & Cleaning Dept. : PCCD) 」及び「水衛生局(Engineering Dept. of Water and Sanitation)」であったが、今年度は、PCCDを中心として協議を実施した。

川崎市側は、昨年度に引き続き、経済労働局国際経済推進室を主担当として、環境局・まちづくり局と連携を図りながら、都市間連携活動を実施した。

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。

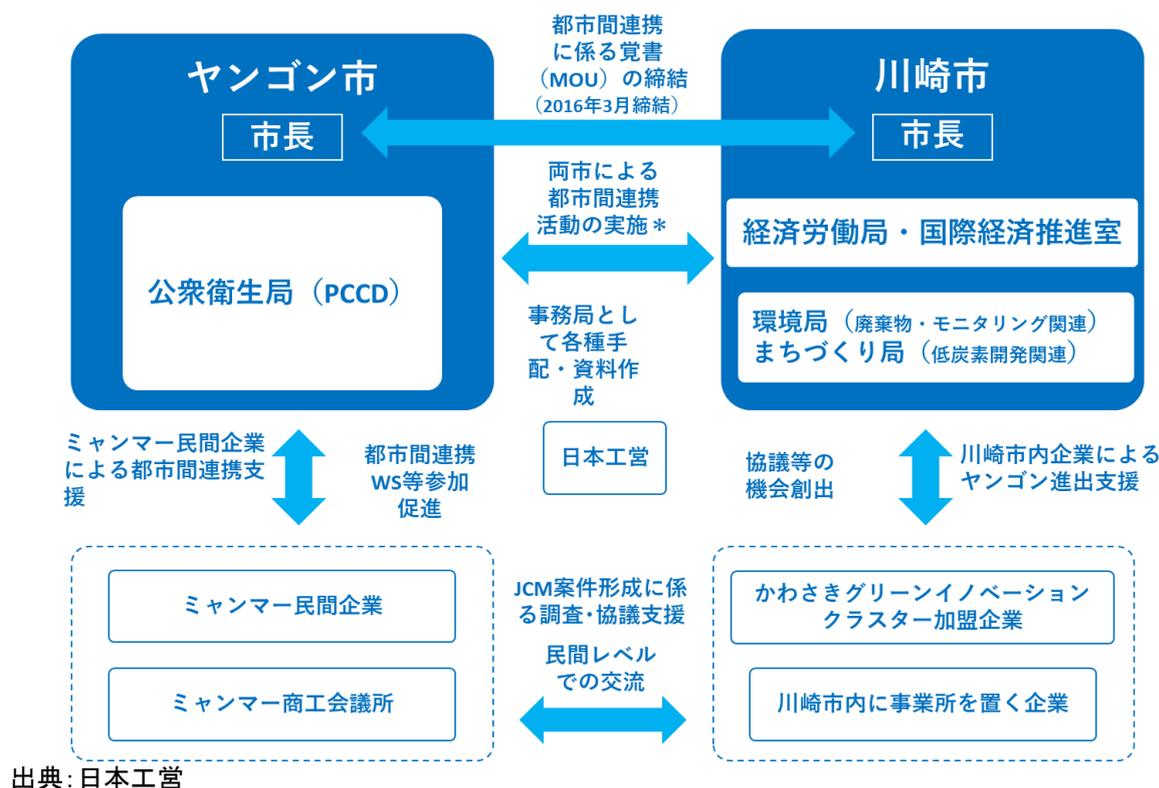


図 1-2 本事業の実施体制図

## 1.4 本事業の工程

本調査事業の工程は、下図に示す通りである。

調査項目	2018										2019	
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	
<b>1. JCM事業化検討</b>												
1) 導入設備の仕様検討		→	→	→	→	→	→	→	→	→		
2) ガス化・エネルギー化システムの計画											→	
3) 事業・資金計画の検討											→	
4) モニタリング計画策定の検討											→	
5) コンソーシアム内の詳細条件調整											→	
<b>2. 都市間連携に係る取り組み</b>												
1) ヤンゴン市の廃棄物処理に関する都市間連携協議・本邦招聘(視察・協議等)										△		
<b>3. 最終報告書の作成</b>												
最終報告書の作成											△	
<b>4. その他</b>												
a) 現地調査			▲		▲	▲			▲			
b) JCM都市間連携セミナー											△	

▲: 現地で実施(計画) △: 本邦で実施(計画)

出典: 日本工営

図 1-3 本事業の工程

## 第 2 章 ミャンマー国における気候変動対策

### 2.1 ミャンマー国における気候変動対策の概要

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、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 2-1 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 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) 11th workshop on GHG inventories in Asia and the published information by the UN prepared by the JICA study team を基に日本工営にて作成。

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

表 2-2 MCCAAP の概要

<b>Vision</b>	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。
<b>Goal</b>	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。
<b>Priority Action Area</b>	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 Plan 2016

## 2.2 ヤンゴン市の気候変動対策及び廃棄物対策

### 2.2.1 気候変動対策

急速な都市化が進む一方、ヤンゴン市における気候変動に関する政策が存在しないことから、平成28年度事業において「低炭素アクションプラン案」を作成した。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、自然環境と経済発展の調和を図り、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こと」を基本理念とし、8つのセクターにおける基本方針が以下のように設定されている。

表 2-3 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>I. Reduction of greenhouse gas emission from industrial activities</i></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><i>II. Utilization of renewable energy resources</i></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><i>III. Creation of low-carbon city</i></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:環境省

## 2.2.2 廃棄物対策

ヤンゴン市では、近年の急速な都市化に伴い廃棄物発生量が増大し続けており、現在では1日当たり約2,500トンとなっている。しかし、その処理方法は、市の境界域にある埋立地へオープンダンプのみであり、その埋立地の管理も不十分であることから、衛生問題や水質汚染、火事などのリスクが高い。

ヤンゴン市は、2013年に制定した「ヤンゴン民間開発法」により、廃棄物分別普及のためのモニタリングを開始し、また2015年には廃棄物回収・処分業務に4,220名の労働者を新たに雇用する等の対策を講じている。一方で、新たな処理施設の建設などのハード面の対策については、財源と技術的専門性の不足から実現していないなど、引き続き、廃棄物問題はヤンゴン市の課題とされている。

## 2.3 ミャンマー国における JCM 設備補助事業の現状

ミャンマー国では、これまでにJCM設備補助事業に7件が採択されている(表2-4参照)。ヤンゴン市及び郊外のティラワ経済特区での案件の現地共同事業者は、「ヤンゴン市における廃棄物発電」のYCDCを除きすべてが、代表事業者(日本法人)の

現地法人またはグループ会社となっている。このことから、現地企業に対してJCM制度が十分に普及していない可能性が高い。この原因の一つが電気料金の安さであり、現地企業にとって、電力以外のエネルギーの使用量が多い工場等を除けば、省エネや、発電技術の導入といったニーズが少ないことが挙げられる。

一方、エーヤワディ管区及びマンダレー管区では、電力需要量の増加に対し、電力供給量の不足が課題となっていることから、そのニーズに合った現地企業が共同事業者となって「エーヤワディ地域の精米所におけるもみ殻発電」及び「セメント工場への8.8MW廃熱回収発電システムの導入」が実施されている。また、前述のヤンゴン市の課題の一つとされる廃棄物処理のニーズに応えた案件として、「ヤンゴン市における廃棄物発電」事業が挙げられる。

これらの傾向から、ミャンマー国において、現地企業を巻き込んだJCM設備補助事業を形成するためには、現地の現状、課題を適切に理解した上で、そのニーズに応える日本の高い技術の導入を検討・提案する必要があると言える。

表 2-4 JCM 設備補助事業採択案件

年度	実施団体名	共同事業者	プロジェクトサイト	事業名	技術分野	想定GHG削減量 (tCO2/年)
27	JFEエンジニアリング	YCDC	ヤンゴン市	ヤンゴン市における廃棄物発電	廃棄物 (エネルギー生産)	2,358
28	キリンホールディングス	Myanmar Brewery	ヤンゴン市	ビール工場への省エネ型醸造設備の導入	省エネ	2,841
28	エースコック	Acecook Myanmar	ティラワ経済特区	即席麺工場への高効率貫流ボイラの導入	省エネ	674
28	フジタ	Myanmar Agribusiness Public Corporation	エーヤワディ管区	エーヤワディ地域の精米所におけるもみ殻発電	エネルギー生産	2,750
28	両備ホールディングス	Ryobi Myanmar Distribution Service	ティラワ経済特区	物流センターにおける省エネ冷凍システムの導入	省エネ	125
30	グローバルエンジニアリング	Shwe Taung Cement	マンダレー管区	セメント工場への8.8MW 廃熱回収発電システムの導入	エネルギー生産	19,241
30	キリンホールディングス	Myanmar Brewery	ヤンゴン市	ビール工場へのバイオガスボイラー及び廃熱回収システムの導入	省エネ	3,508

出典: 日本工営

### 第 3 章 JCM 事業化の検討

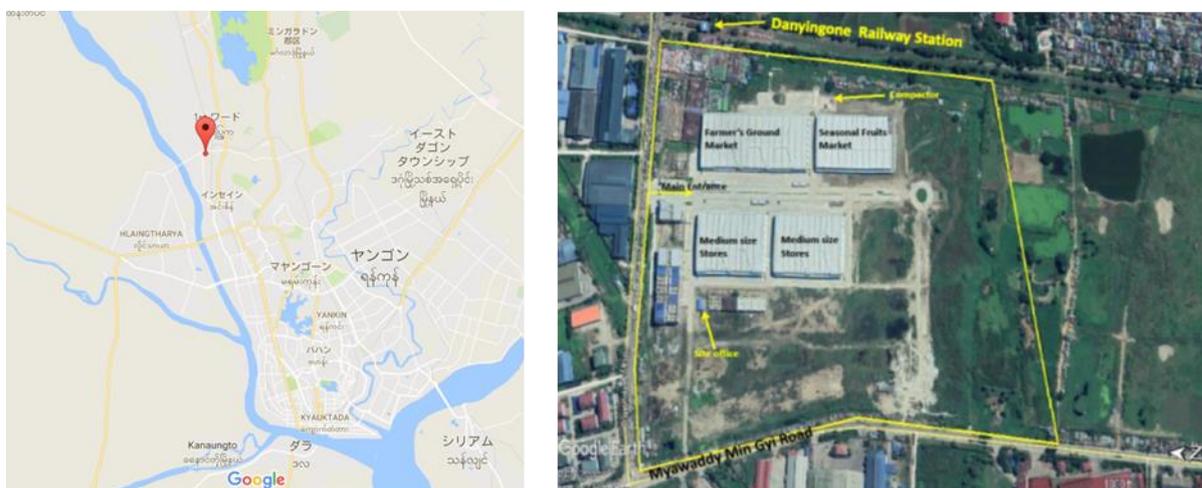
#### 3.1 青果市場へのバイオガス発電施設導入事業

本業務でバイオガス発電施設導入を検討した青果市場の概要は以下のとおりである。

表 3-1 青果市場の概要

項目	概要
名称	Danyingone Fruits and Vegetables Wholesale Market
運営者	Myanmar Agro Exchange Public LTD. (Share: Dagon International Limited (45%) and YCDC (55%))
所在地	Corner of Kayae Pin Road and Myawaddy Min Gyi Road, Insein Township, Yangon, Yangon Region (図 3-1 参照)
運用スケジュール	2015 年 4 月着工、2017 年 12 月一部運用開始、2022 年初頭に竣工予定

出典: Dagon International Limited



出典: 日本工営

図 3-1 青果市場の位置

2017年度の調査(川崎市ーヤンゴン市都市間連携第3年次)で、調査期間の終盤にDanyingone青果市場を運営するMyanmar Agro Exchange Public LTD.

(MAEX) (企業概要は添付2を参照) 及びMAEXに出資し監理統括するDagon International Limited (以下、ダゴン)との面談の機会があった。ダゴンは以前、JCM設備補助事業を利用した青果市場における太陽光発電の導入を検討した経緯があり、JCM設備補助事業に高い関心を持っていた。昨年度事業において、ベトナムなどで実績のある日立造船のバイオガス発電技術 (添付3) 紹介したところ、一定レベル (IRR10~15) の経済性が確保される場合には同設備の導入を希望したため、本業務において以下の通りJCM事業化検討を行った。

### 3.1.1 廃棄物調査・ヒアリング調査の実施

#### (1) 事業計画検討に必要な基礎情報調査

調査期間の初期のキックオフ会議にて、PCCD及びダゴンとの協議を行い、JCM事業としてのバイオガス発電によるコストや効果を計算するための青果市場における情報や市内のごみ収集コストなどの基礎情報を収集した。(協議資料は添付4参照)



結果概要は以下のとおりである。

表 3-2 事業計画検討に必要な基礎情報

Item	Unit	Price
Diesel	MMK/l	840
LPG	MMK/kg	1500
Water unit price	MMK/t	110
Labor (Admin)	MMK/year	(position wise) 101,640,000 Kyats per year- 10 person (Incl. Mgt level staff)

Item	Unit	Price
Labor (Worker)	MMK/year	(position wise) 11,448,000 Kyats per year- 99 person (Incl. 50 Cleaners)
Labor (Electricity Generator)	MMK/year	(position wise) 6,600,000 Kyats per year- 2 persons
Efficiency of diesel generator	Litter/hour	200 KVA : 22.5 L per hour 700 KVA: 45 L per hour
Cost of electric generation	MMK/kWh	426
Daily electric generation	kWh/day	1,067
Electric consumption	kWh/day	12,000 Average usage (70% National Grid : 30% Generator)
Electricity Selling Price to Grid	MMK/kWh	177
Electricity unit price	MMK/kWh	141
Tipping fee of waste	MMK/ton	13,125

出典 : Dagon International Limited

## (2) 青果市場のごみ質調査

青果市場のごみによるバイオガス発生量、発電量をより正確に把握するために、青果市場でごみのサンプリングを行い、分析施設でごみ質調査を行った。



ごみ質調査の結果、青果市場のごみは以下のように分析・評価された。

**表 3-3 青果市場ごみの分析結果**

サンプル採取 : Danyingone Wholesale Market

サンプリング日 : 4 June 2018

Parameters		Wet Basis	Dry basis	Parameters		Wet basis	Dry basis
pH	-	5.24	-	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/kg	<0.035	-
TS	%	13.13	-	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/kg	648	4,935
VTS	%	10.69	-	T-P	mg/kg	431	3,283
SS	%	8.61	-	Oil and Grease	mg/kg	7,000	53,313
VSS	%	7.27	-	TOC	%	4.10	31.23
CODcr	%	12.60	95.96	Na	mg/kg	1,920	14,623
T-N	mg/kg	4,400	33,511	K	mg/kg	1,258	9,581
NH <sub>3</sub> -N	mg/kg	342	2,605	Ca	mg/kg	4,080	31,074
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/kg	1,280	9,749	Mg	mg/kg	1,200	9,139

出典 : 日立造船株式会社

以上の分析結果からバイオガス発生量と発電量は以下のように試算した。  
 バイオガス発生効率は提案書作成当初の想定よりは高かった。

**【条件】**

- Capacity: 40 ton-organics /day
- Methane conc. : 60 %
- Calorie of CH<sub>4</sub> \*2: 36.39 MJ /Nm<sup>3</sup>
- Energy conversion factor: 3.6 MJ /kWh
- Power generator efficiency: 37 %

**【試算】**

1. Biogas yield: 58.5 m<sup>3</sup> /ton-organics
2. Biogas volume: 40 ton /day×58.5 m<sup>3</sup> /ton-organics = 2,340 m<sup>3</sup> /day
3. Power generation: 2,340 m<sup>3</sup> /day x 60 % x 36.39 MJ /Nm<sup>3</sup> x 37 % ÷ 3.6 MJ /kWh  
 = 5,250 kWh /day
4. Generator capacity: 5,250 kWh ÷ 24 hours = 219 kW

**(3) 高カロリーごみの調査**

3.1.2(2)に記載するようにディーゼル代替としての電力需要が想定より低くなったことなどから、余剰となる電力量を売電することも想定し、青果市場以外

に高カロリーな生ごみを排出する可能性の高い工業団地内の工場、ショッピングモール、ホテル等の約35箇所のゴミの排出状況と入手可能性を調査した。



Ever Sunny Industrial の生ごみ



Top Food Manufacturing の生ごみ



Yangon Aerodrome の生ごみ



Lotte Hotel の生ごみ

調査結果は添付5に示すとおりである。工場ではごみの量が全般に少なく、バイオガス事業に適した生ごみも限られていた。大型ホテルでは生ごみの割合が高く、分別も確実に行われているところが多かったが1件あたりの量は多くても1-2トン/日程度であった。このため回収・運搬できる高カロリーごみは生ごみ排出量の多いホテル・工場数箇所から10トン/日程度と判断した。

これらのごみのカロリーや成分を確認し、発電量を試算するため、2トン/日程度の生ごみを排出するLotteホテルのゴミをサンプリングし、以下の通り分析調査を行った。

表 3-4 Lotte Hotel ごみの分析結果

サンプル採取 : LOTTE Hotel & Serviced apartment

サンプリング日 : 17 October 2018

Parameters		Wet basis	Dry basis	Parameters		Wet basis	Dry basis
pH	-	4.83	-	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/kg	<0.035	-
TS	%	26.33	-	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/kg	<0.067	-
VTS	%	25.54	-	T-P	mg/kg	423	1,607
SS	%	18.59	-	Oil and Grease	mg/kg	3,210	12,191
VSS	%	18.49	-	TOC	%	8.4	31.9
CODcr	%	39.1	148.5	Na	mg/kg	1,782	6,768
T-N	mg/kg	4,000	15,192	K	mg/kg	602	2,286
NH <sub>3</sub> -N	mg/kg	144	547	Ca	mg/kg	4,500	17,091
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/kg	2,620	9,951	Mg	mg/kg	1,200	4,558

出典: 日立造船株式会社

バイオガス発生量と発電量の試算は以下のとおりである。バイオガス発生効率  
 は青果市場のごみと比較すると約3倍である。

【条件】

- Capacity: 10 ton-organics /day
- Methane conc. : 60 %
- Calorie of CH<sub>4</sub> \*2: 36.39 MJ /Nm<sup>3</sup>
- Power generator efficiency: 37 %
- Energy conversion factor: 3.6 MJ /kWh

【試算】

1. Biogas yield: 181.4 m<sup>3</sup> /ton-organics
2. Biogas volume: 10 ton /day x 181.4 m<sup>3</sup> /ton-organics = 1,814 m<sup>3</sup> /day
3. Power generation: 1,814 m<sup>3</sup> /day x 60 % x 36.39 MJ /Nm<sup>3</sup> x 37 % ÷ 3.6 MJ /kWh = 4,071 kWh /day
4. Generator capacity: 4,071 kWh ÷ 24 hours = 170 kW

### 3.1.2 導入設備の仕様検討

#### (1) ディーゼル発電代替の場合

昨年ダゴンとMAEXに対する聞き取り調査では、竣工後の青果市場の電力需要は約12,000kWh/dayであり、電力消費の約30%がディーゼル発電との情報を得た。このためバイオガス発電を全て所内のディーゼル発電代替として利用することを前提

に検討した。なお、バイオガス発電はガスとして貯蔵し必要に応じて発電することが出来るため、停電等によるディーゼル需要の代替としてバイオマス発電などに比べて対応が容易である。

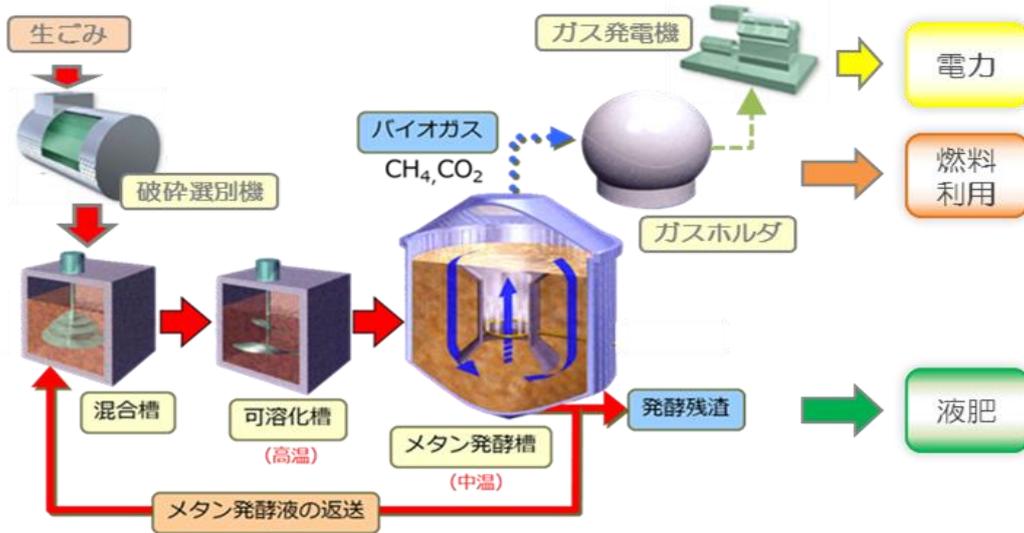
導入を検討した設備の概要は以下のとおりである。

#### 【無希釈循環式二相メタン発酵方式】

メタン発酵は基質の可溶化・酸生成、およびメタン生成の2段階の生物反応からなっており、それぞれの操作条件が異なる。そのため、処理を高速化するための可溶化促進とメタン生成菌による安定発酵を独立させて二相処理で行うことが効率的である。本案件に導入する無希釈循環式二相メタン発酵方式（Water-needless Two-phase Methanation system 以下、WTM方式）はメタン発酵の①可溶化・酸生成、および②メタン生成の二段階の生物処理を効率よく行うために、①高温可溶化、②中温メタン発酵の二相処理を組合せた高効率のメタン発酵方式である。WTM方式では、生ごみ等の有機性廃棄物を混合槽において返送される発酵液と混合して、流動性の高スラリーとします。続く高温可溶化槽で可溶化・酸発酵させて、有機酸及びアルコール等のメタン発酵しやすい物質とし、最終的に中温メタン発酵槽においてメタンを主成分としたバイオガスに変換するものである。中温メタン発酵はアンモニア性窒素の障害に強い特徴をもっており、投入された生ごみと菌体が速やかに混合攪拌され、有機物を効率よく分解しバイオガスに変換することができる。

#### 【WTM方式の特徴】

- 前処理された有機性廃棄物と返送発酵液を混合し、可溶化槽で高温可溶化・酸発酵を行った後、さらにメタン発酵槽にてアンモニア性窒素障害に強い中温メタン発酵をさせる二相循環式を採用しているため無希釈処理が可能であり、メタン生成菌等の微生物を高濃度で槽内に維持できる。このため、有機物分解率および、容積負荷を高く設定することができ、高効率で処理を行うことが可能となる。
- 水分調整のための希釈水を使用しないため、加温エネルギーを抑えることができる。また、メタン発酵槽がコンパクトで攪拌等に要する動力が小さくなるので、省エネルギー化が図れる。
- 焼却処理施設と比較すると可動部、機器数が少なく、所内消費電力、設備保守頻度及び運転・保守管理費用を低く施設を運用することができる。
- 焼却処理に適さない含水率の多い生ごみを対象とした処理方式であり、商業施設や家庭から排出される食品廃棄物の処理に適した技術である。



出典: 日立造船株式会社

図 3-2 WTM 方式の概要

## (2) 売電またはグリッド代替の場合

2018年10月に上記計画をダゴンに提示したところ、電力事情が最近になって安定傾向にあること、現状の一部のみ稼働している青果市場の状況では冷却室が未建設であることなどから、ディーゼル発電による電力需要は想定より大幅に少ないことを想定したいとの回答を受けた。このため売電またはグリッド代替とし、市内のホテル等で発生する高カロリーの生ごみを混入させて発電効率を上げることを検討した。設備の仕様はディーゼル発電代替の場合と同様である。

### 3.1.3 JCM 事業化検討

#### (1) 事業計画の策定

青果市場のごみ40トン/日をガス化し発電してディーゼル発電代替する計画である。3.1.1 (2)の結果によれば、5,250kWh/日の発電が可能であり、表3-4のとおり年間のCO2削減量は1,470 tCO2となる。初期投資費用が5億9千万円と見積もられるため、費用対効果を4,000円/tCO2以下にする場合、補助金は約9千万円と計算される。

表 3-5 CO2 削減量と補助金(ディーゼル発電代替、40ton/day)

No	Item	Amount	Unit	Calculation
1	Waste	40	ton	
2	Annual	1,838	MWh	=5.250kWh/dayx350
3	CAPEX	5,221,140	USD	
4	Emission Factor	0.80000	tCO2/MWh	
5	Annual CO2 reduction	1,470	tCO2	=1838x0.8
6	Legal durable years	15	Year	
7	Total CO2 reduction	22,050	tCO2	=1470x15
8	Cost effectiveness	36.23	USD/tCO2	=(5,221,140x0.153)/22,050
9	Subsidy	798,834	USD	=(5,221,140x0.153)

出典: 日本工営

事業計画は以下のとおりである。

建設期間 :	2	年
運営機関 :	15	年
処理規模 :	40	ton/day
内 Danyingone 青果市場 :	40	ton/day
稼働日数 :	350	day/year
処理単価等		
売電単価 :	0.11	USD/kWh
廃棄物処理単価		
内 Danyingone 青果市場 :	8.5	USD/ton
ディーゼル発電コスト :	0.27	USD/kWh
バイオガス回収量 :	2,340	m3/day
メタンガス :	1,404	m3/day
CO2 :	936	m3/day
発電電力量 :	5,251	kWh/day
	1,838	MWh/year
事業収入 :	615,220	USD/year
廃棄物処理収入 :	119,000	USD/year
ディーゼル発電代替	496,220	USD/year
メタンガス濃度 :	60	%
バイオガス発電効率 :	37	%
施設建設費 :	5,221,140	USD
内 土木建築工事費 :	854,748	USD
内 配管・電気工事費 :	268,957	USD
内 機械設備費 :	2,790,136	USD
内 経費 :	1,307,300	USD

## (2) 資金計画の検討と事業性評価

ダゴンはヤンゴンでも有数の財閥であるDagonグループの企業であり、青果市場を始め数々の事業に投資していることから、資金力は問題ない。CEOのMr. Thurane AungはグループのDirectorの一人であり、ダゴンの投資に関して意思決定権を有している。このためダゴンがMAEXに本事業について投資することに問題なく、自己資金事業を行うことが可能である。

ただし、民間企業であるため事業の採算性が重要視され、現地におけるダゴンとの協議でMr. Thurane AungはIRR15%を条件とした。現状ではチップングフィーや電気料金の低さからIRRは補助金を加味したディーゼル代替でも8.27%（投資回収年数：8.4年）であり、15%を下回っている。なお、昨年（第3年次）の調査後半に行ったダゴンへの調査では、ディーゼル発電コストは2,330MMK/kWhであり、今年度の追加調査でも当初は同じ回答であった。しかし今年度の調査後半でディーゼル代替の計算結果（IRR約30%）を示した際に、ディーゼル発電コストが高すぎるとの回答があり、その後ダゴンは実績の厳密な計算結果として426MMK/kWhと大幅に低い数値に変更した。この金額は日本のディーゼル発電コストと比較しても半額程度であり、再度精査することを依頼したがこれまで実施されていない。ディーゼル発電コストが20%程度に低下したことにより、初期コストを削減したものの、IRRは低下した。

また今年になってダゴンがディーゼル発電の利用率を大幅に低く（約30%から約1%）設定してきたことから、ディーゼル発電代替という当初事業計画の実施が困難になっており、代替案が必要となっている。

## (3) 代替案の検討

今年になってダゴンがディーゼル発電の利用率を低く設定してきたことから、バイオガス発電による電力の売電を主要な収入として代替案を検討した。市場ごみでは発電量が小さいため周辺ホテル等の生ごみを10トン収集（3.1.1(3)参照）し、50トン/日として事業計画を策定した。9,322kWh/日の発電が可能であり、表3-5のとおり年間のCO2削減量は2,610 tCO2となる。初期投資費用が7億4千万円と見積もられるため、費用対効果を4,000円/tCO2以下にする場合、補助金は約1億6千万円と計算される。

表 3-6 CO2 削減量と補助金(売電等、50ton/day)

No	Item	Amount	Unit	Calculation
1	Waste	50	ton	
2	Annual	3,262	MWh	=9,322kWh/dayx350
3	CAPEX	6,546,508	USD	
4	Emission Factor	0.80000	tCO2/MWh	
5	Annual CO2 reduction	2,610	tCO2	=3,262x0.8
6	Legal durable years	15	Year	
7	Total CO2 reduction	39,144	tCO2	=2,610x15
8	Cost effectiveness	35.96	USD/tCO2	=(6,546,508x0.215)/39,144
9	Subsidy	1,407,499	USD	=(6,546,508x0.215)

出典:日本工営

事業計画を以下に示す。

建設期間：	2	年
運営機関：	15	年
処理規模：	50	ton/day
内 Danyingone青果市場：	40	ton/day
内 ホテル等	10	ton/day
稼働日数：	350	day/year
処理単価等		
売電単価：	0.11	USD/kWh
廃棄物処理単価		
Danyingone青果市場：	8.5	USD/ton
ホテル等	6.5	USD/ton
ディーゼル発電コスト：	0.27	USD/kWh
バイオガス回収量：	4,154	m <sup>3</sup> /day
メタンガス：	2,492	m <sup>3</sup> /day
CO <sub>2</sub> ：	1,662	m <sup>3</sup> /day
発電電力量：	9,322	kWh/day
	3,263	MWh/year
事業収入：	515,079	USD/year
廃棄物処理収入：	141,750	USD/year
ディーゼル発電代替	22,680	USD/year
メタンガス濃度：	60	%
バイオガス発電効率：	37	%
施設建設費：	6,546,508	USD
内 土木建築工事費：	948,469	USD
内 配管・電気工事費：	518,375	USD
内 機械設備費：	3,772,364	USD
内 経費：	1,307,300	USD

ディーゼル発電代替の場合と同様にダゴンが自己資金で投資することが可能であるが、IRRは3.82%（投資回収年数：11.3年）となり、事業性は低い。2019年2月現在、ダゴンはJCM事業化について慎重な立場で検討中である。

#### (4) 設備補助事業申請に向けた国際コンソーシアムにかかる協議

本JCM設備補助事業案の国際コンソーシアムとしては、図3-3のような体制を検討した。事業化に係る調査でJCM事業実現可能な経済効果が見込めていないため、国際コンソーシアム形成に係る具体的な協議は行わなかった。EPCコントラクターについても川崎市内企業数社をリストアップし、さらに経費削減のためヤンゴンの企業も視野に入れたが、経験のある業者は見つかっていない。

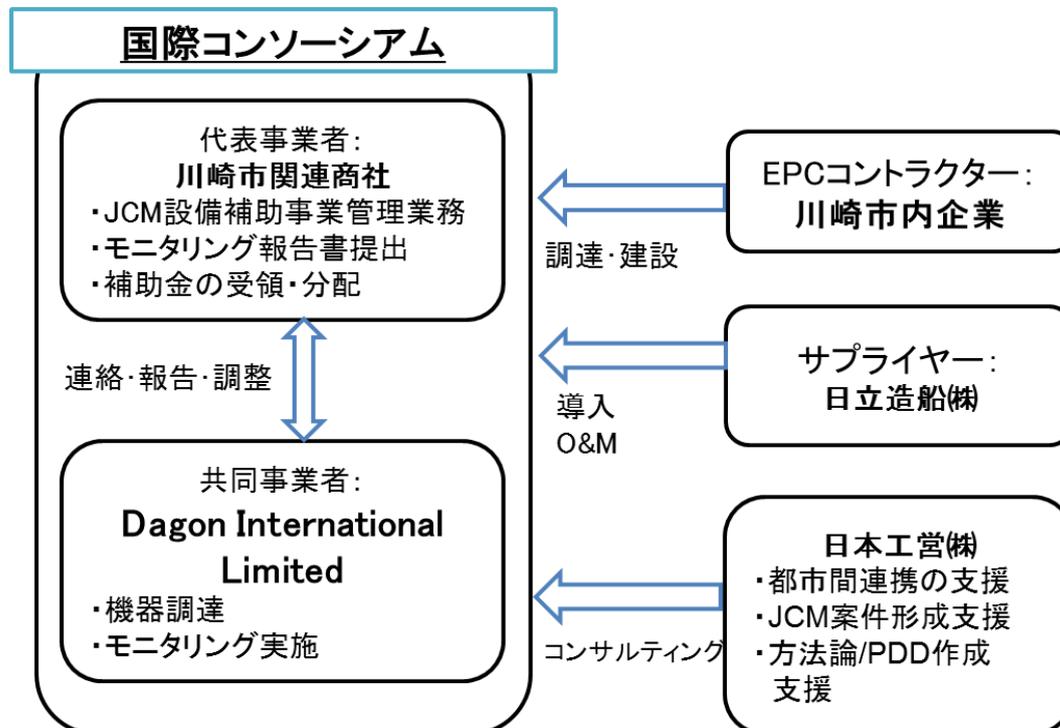
Dagon International Limitedと検討した実施体制は、Dagon Groupが出資設立して施設を所有するMyanmar Agro Exchange Public Limited (MAEX)が現地事業主となり、JCM設備補助事業に応募する際の国際コンソーシアム代表幹事を、川崎市のグリーンイノベーションクラスター会員企業である商社が担当、EPCは川崎市内企業の現地法人が担当するというものである。各事業者の役割について、下表に整理する。

表 3-7 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 ＜川崎市内関連商社＞	<ul style="list-style-type: none"> <li>・廃棄物発電システム導入の検討</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 ＜MAEX＞	<ul style="list-style-type: none"> <li>・廃棄物発電事業の実施</li> <li>・事業用地の整地</li> <li>・廃棄物発電事業の保守・管理・モニタリング</li> </ul>
EPC コントラクター ＜川崎市内企業の現地法人＞	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機器調達、納入</li> <li>・機器の設置</li> </ul>

出典：日本工営

事業実施体制を下図に示す。



出典：日本工営

図 3-3 国際コンソーシアム案

## 第4章 都市間連携に係る取り組み

### 4.1 これまでの都市間連携活動

本都市間連携事業は、平成27年(2015年)から開始、ヤンゴンの実状を把握すると共に、川崎市による都市としての知見の共有や民間企業の交流支援等を進めている。これまでの両市における主な取り組み、及び両市に関連して調査されたJCM案件の経緯などを下図に示す。

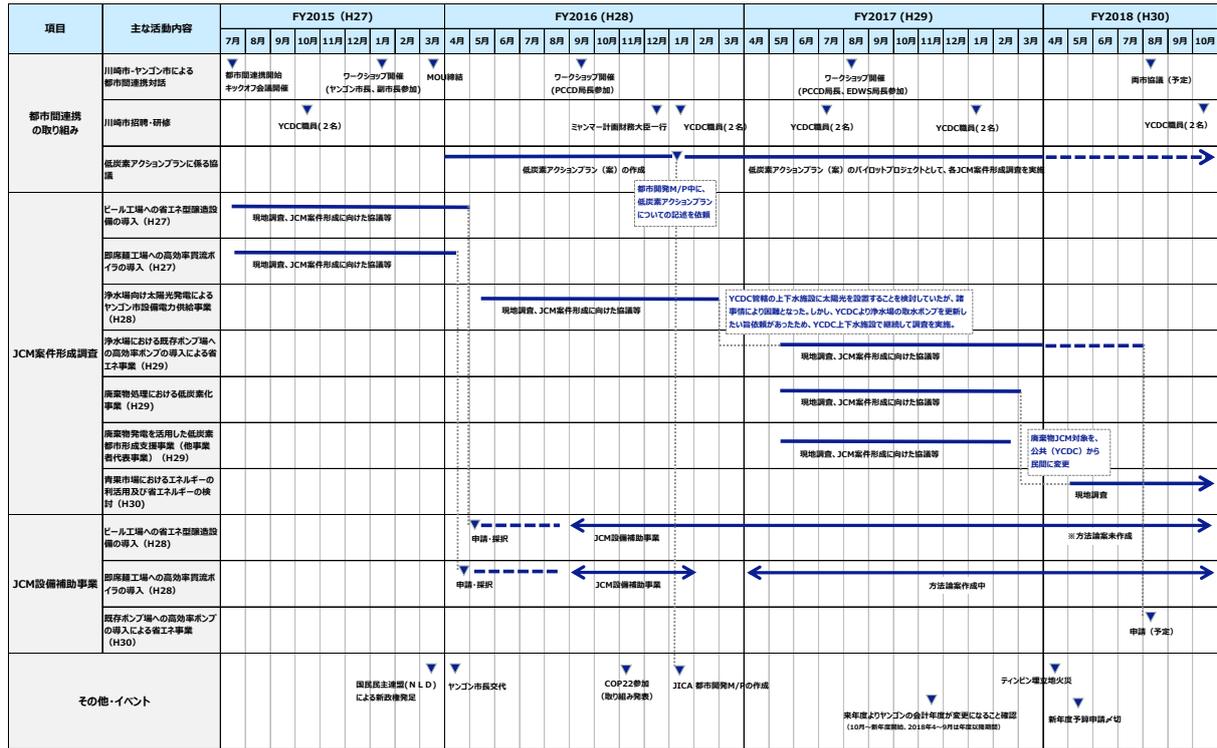


図 4-1 川崎・ヤンゴン両市によるJCM都市間連携

これまで本都市間連携では、川崎市による渡緬の際、ヤンゴン市が高い関心を持つ、以下のトピックを取り上げ、意見交換を行っている。

- 1) ヤンゴン市低炭素アクションプラン作成に係る協議・関連取り組み支援
- 2) ヤンゴン市保有地における太陽光発電設置検討支援
- 3) 水道施設における省エネルギー対策検討支援
- 4) 廃棄物管理の知見共有

ヤンゴン市では急激な都市化となっていること、及びヤンゴン市におけるJCMのフォーカルポイントが公衆衛生局(PCCD)であることから、上記協議事項のうち、とりわけ廃棄物管理に係る協議が継続して行われており、本年度においては、「廃棄物処理に関わる事業化等を通して、ヤンゴン市の低炭素社会実現に向けた支援を」と

共に、ミャンマー国内での事業実施や普及を計画する」ことを目指して都市間交流を実施した。

## 4.2 ヤンゴン市の廃棄物処理に関する都市間連携協議

ヤンゴン市では、毎日2,500～2,700トンのごみが家庭から排出されているも、それらの処理は最終処分場での埋め立てに依存している。加えて、経済発展著しい同地域の実状もあり、近年では建設廃棄物や産業廃棄物の排出量も増加している。今後、同市では一般廃棄物への大規模な処分を計画すること、及び化学物質を含む有害廃棄物や医療廃棄物への処理を適切に行うことが喫緊の課題となりつつある。

このような背景を踏まえ、本事業では都市間連携を開始した平成27年(2015年)から川崎市からの同市の知見や実績を現地視察や情報提供という手段で継続して提供、意見交換等を進めている。今年度、本都市間連携事業において実施した活動を下表に整理する。

表 4-1 本年度における都市間連携に係る取組み

活動内容	実施時期	概要
埋め立て最終処分場における廃棄物管理計画に係る意見交換	2018年8月	ヤンゴン市内の最終処分場(ティンビン処理場)において、2018年5月火事が発生。その後、約1週間の後、鎮火している。当該事象を通じ、川崎市からは同市による廃棄物管理の実状やノウハウを現地訪問時に説明する等の情報共有を実施している。詳しくは、後述4.3項を参照のこと。
JCMセミナーを通じた本邦技術の実績共有	2018年10月	横浜で開催されたJCM都市間連携セミナーを通じ、JCM締結国・他都市との交流を行うと共に、ヤンゴン市派遣者(PCCD職員)による川崎市施設の見学などを実施した。詳しくは後述4.5項を参照のこと。
今後の都市間連携の在り方に係る意見交換	2018年12月	これまでのヤンゴン、川崎両市における都市間協議を振り返り、今後、両都市において実施すべき事項を協議すると共に、JCM案件形成に直結し、ヤンゴン市内の課題にも応え得る事象につき意見交換を実施した。

出典：日本工営

本年度、川崎市によるヤンゴン市訪問は、2度実施されている。初回となる2018年8月時は、ヤンゴン市における固形廃棄物管理に対する協議を実施し、ヤンゴン市が関心を有している事象につき意見交換した。その後、12月には更なる協力の方向性を確認するため、意見交換を実施している(添付6)。

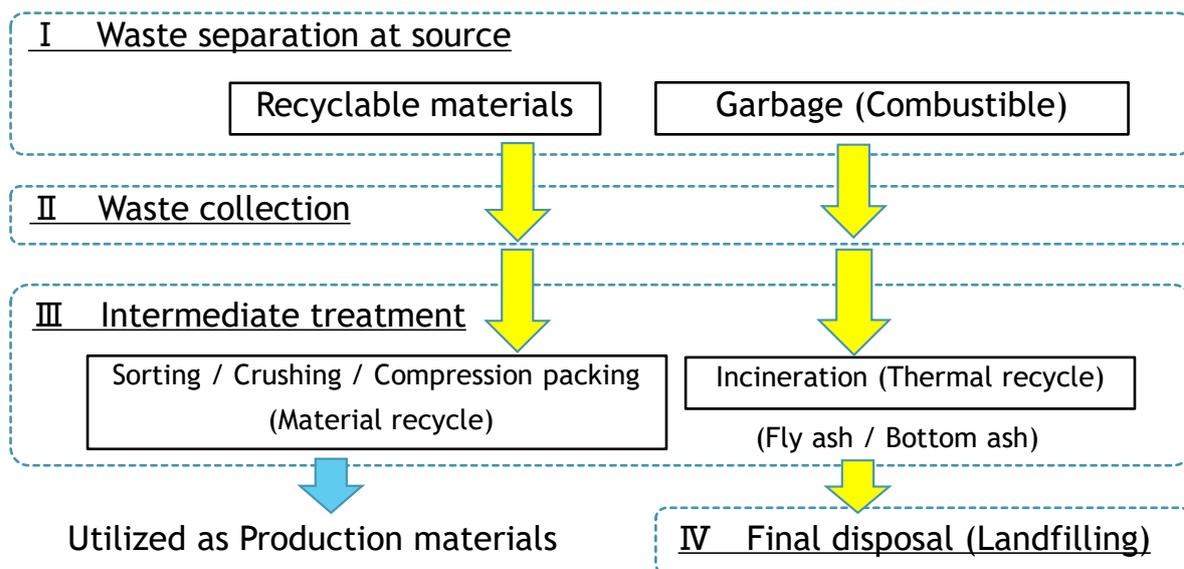
	
<p>最終処分場航空写真</p>	<p>最終処分場</p>
	
<p>現地協議</p>	<p>現地協議</p>

#### 4.3 一般ごみ及び埋め立て処分場に関する検討

ヤンゴン市における一般廃棄物は、市から任命された市民等の協力の下、管理回収されている。そして、その実施方法は、一次的には担当作業員においてプッシュカートや三輪車で行われた後、二次的にダンプトラックにて地区毎のゴミを回収、最終的に最終処分場へ運搬されている。なお、一部の一般ごみはJCMにて建設された廃棄物処分場へ運搬されているとのことであった。

このような状況に対し、2018年8月時の訪問において、川崎市から同市による固形廃棄物に対する基本的な回収の流れを説明すると共に、回収活動等において懸念される危険とその対応、及び最終処分場での火災等の事象を回避するための協力アイデアの提案等が協議された。

図4-2は、川崎市における普通ゴミや資源ごみの分別回収するプロセスを示している。普通ゴミは焼却処分した後、焼却残渣については最終処分として埋め立て処理されている。他方、資源ゴミは分類の後、リサイクルされている。川崎市からは、上図に示した固形廃棄物回収において、ヤンゴン市がまだ実施に至っていない分別回収に係る地域住民との協力等についても説明がなされた。

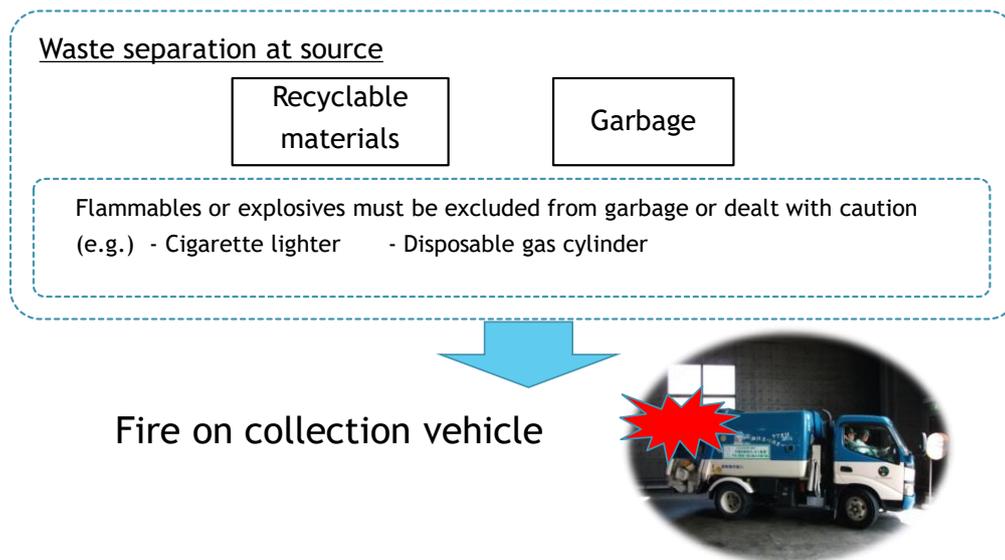


出典:川崎市

図 4-2 固形廃棄物に対する基本的な回収フロー(川崎市の事例)

そして、2018年5月に発生したヤンゴン西側に位置する最終処分場（ティンビン）での火災を踏まえ、固形廃棄物の回収において起こり得る火災とその対策につき、図 4-3の通り川崎市から説明が行われた。

火災を誘発するものは一般ごみに限らず資源ごみにおいても含まれているとのこと。また、爆発物も含まれることもするため、回収時に適切に確認、排除することが重要であること。そして、川崎市ではこのような事象が最も起こり易い個所として回収車が挙げられるとの説明がなされた。当該協議に係り、ヤンゴン市側からは川崎市によるごみ回収から最終処分までの流れ、そして当該活動を通して懸念されるリスク等につき意見交換が行われた。



出典:川崎市

図 4-3 固形廃棄物の回収に伴う火災(川崎市の事例)

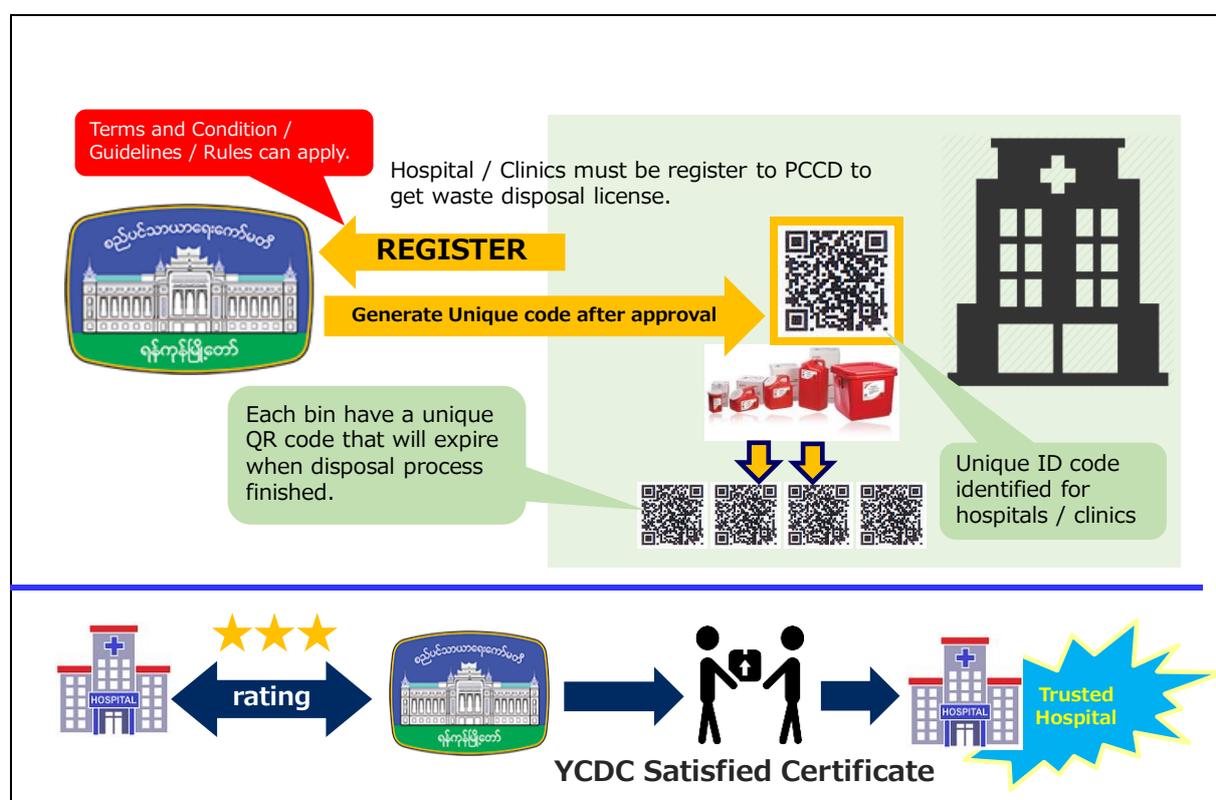
川崎市による以上の説明の後、更なる都市間連携を適切かつ充実して行う一案として、以下が提案されている。今後、ヤンゴン市との更なる協議の中で、両市による一般ごみ及び埋め立て処分場に関する協力の形態を模索する。

- 1) JICA 草の根無償等を通じて、以下の活動への実施支援等を行う。
  - ・ 家庭ごみ（一般ごみ）に対する分別
  - ・ 廃棄物管理事業に係る火災対策
  - ・ 統合固形廃棄物管理システムの構築
- 2) 医療廃棄物や有害廃棄物に対する管理対応能力強化支援
- 3) ヤンゴン市における固形廃棄物管理計画策定支援

#### 4.4 医療系廃棄物収集に係る提案

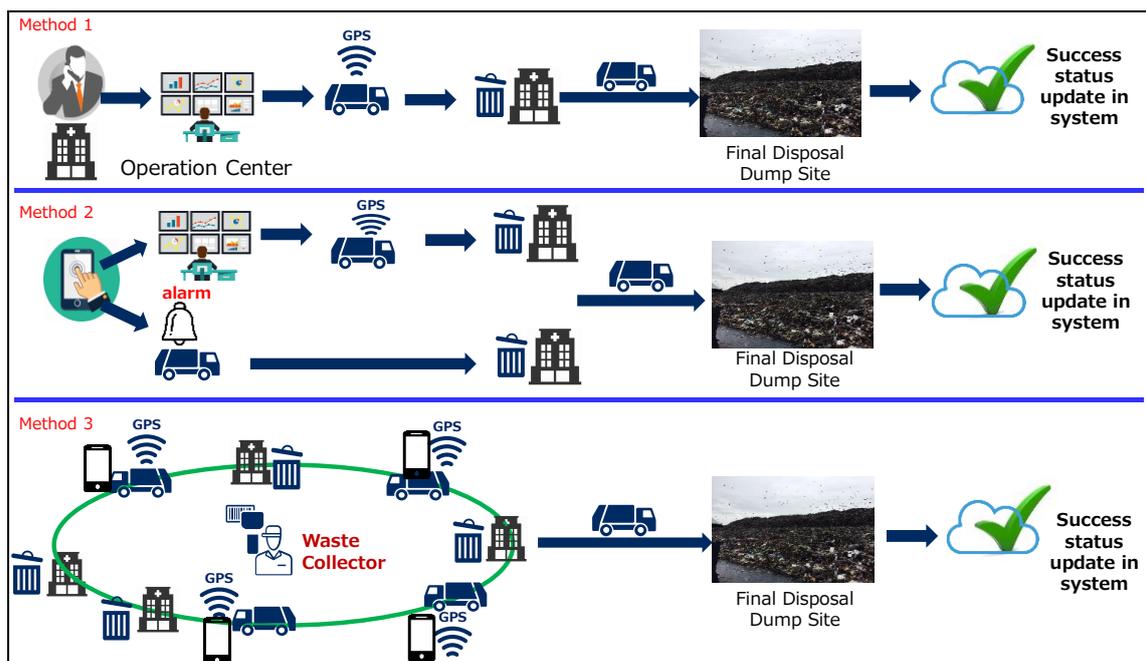
医療系廃棄物の適正処理については、2018年1月セミナー(昨年度都市間連携事業)において、NEC系列である現地法人iSGM社がヤンゴン市に対して医療系廃棄物の回収に係る技術紹介を行った。しかしながら、当時ヤンゴン市からは予算の折り合いがつかないことや技術が高度すぎることを理由に、導入検討を見送った事情があった。

今年度6月のキックオフ会議においては、予算に合わせた複数の仕組みを検討したが、ヤンゴン市側はこれまでと同様簡易で安価な技術(あるいは無償提供)を期待していること、また当技術はJCM設備補助事業の要件であるGHG削減に直接的には寄与するものではないことから、JCM以外のスキームを使った事業化について検討を行うこととなった。



出典:iSGM

図 4-4 QR コードを用いた医療廃棄物管理と認証システムのイメージ



出典:iSGM

図 4-5 医療廃棄物回収システムのイメージ  
 (上段が簡易なシステム、下段が最も高度なシステム)

本件につき、NEC系列のNECネットエスアイ社が事業参加に関心を示したことから、JICA「SDGs中小企業・SDGsビジネス支援事業」の活用を検討した。その際、国内外で医療施設管理に知見のある日本工営の子会社KRCも技術的な支援を行った。結論として、現地においてiSGMがPCCDの事業予算化を支援・検討したものの十分な情報収集や試算ができなかったことや、日本側の事業実施体制が整わなかったことから、本年度は応札を見送ることとなった。

将来的には医療系廃棄物の適正処理はハード、ソフト両面での対策が必要であり、ヤンゴン市が行政としての処理の方針を決定し、事業実施を検討する際には、川崎市が引き続き支援を行っていくことが期待される。

#### 4.5 都市間連携セミナー及び本邦招聘

ヤンゴン市開発委員会 (YCDC) の職員2名に対し本邦招聘を実施した。当招聘では、横浜市で開催された「アジア3R自治体間ネットワーク会合」及び「低炭素化社会の構築に向けた都市間連携セミナー」への参加を兼ねて2018年10月22日 (月) ～10月27日 (土) の日程で行われた (川崎市及びYCDCからの発表内容は添付7及び8参照)。招聘期間中は、ヤンゴン市の廃棄物処理に関する現状や課題、取り組みについての発表が行われると共に、アジア各国の都市間連携、JCM事業関係者との情報交換をする機会があった。また、日本で実用化されている公共施設の省エネ技術

や廃棄物処理施設の視察も行われ様々な知見を得ることができたと思われる。ヤンゴン市からの招聘者2名の氏名及び所属は以下の通り。

	Name	Position/Organization
1	Mr. Zaw Nyunt	Deputy Head of Production Department/ YCDC
2	Mr. Tin Myo Htwe	Supervisor of Pollution Control and Cleansing Department (PCCD) / YCDC



3R ネットワーク会合での発表  
 (中央：Mr. Zaw Nyunt)



都市間連携セミナーでのヤンゴン市の  
 都市間連携に関する発表



温暖化対策実行計画概論  
 (横浜市主催)



横浜市内 現地視察  
 (南区庁舎 (BEMS) の見学)



横浜市内 現地視察  
 (南区庁舎 (BEMS) の見学)



大田清掃工場の視察

## 第5章 今後の課題と計画

### 5.1 今後の課題

#### 5.1.1 JCM 候補案件(バイオガス発電施設導入事業)

ヤンゴンにおいて民間企業がバイオガス発電事業を実施する場合、グリッドの電力価格が低いこと、FITがないこと、一般ごみのチップングフィーが低いことといった理由により、経済性を確保することが難しい。経済性を向上させるには、高カロリーの生ごみの割合を高くすることが不可欠と考えられる。例えば40トンのホテル等の生ごみをガス化とした場合、今回調査で検討した日立造船のバイオガス施設による発電量は16,283kWhとなり、青果市場ごみの3倍程度となる。補助金も2億円を超え、試算のIRRは16.83%（投資回収年数：5.4年）になる。

この他、バイオガスの発電利用は比較的効率が低いいため、熱利用による経済性向上も検討する価値がある。

#### 5.1.2 都市間連携

川崎市とヤンゴン市は、平成27年（2015年）から都市間連携事業を開始し、本年度で4年目が経過している。これまで本連携を通じて、両市による低炭素社会の実現を目指した覚書を交わすと共に、関連する活動を継続して進めている。そして同書では、ヤンゴン市における廃棄物処理に関わる事業化等を通して、同市の低炭素社会実現に向けた支援をすると共に、ミャンマー国内での事業実施や普及を計画することを掲げている。

その後、2件のJCM設備補助事業の採択（どちらも平成28年度）を実現している。これまでの川崎・ヤンゴン両市にて実施した主な都市間連携活動を下表に示す。

表 5-1 ヤンゴン・川崎都市間連携における主な活動と実績

年度	概要
平成28年度 2015年度	<ul style="list-style-type: none"> <li>日系即席麺工場における高効率ボイラの導入およびビール工場におけるボイラ及びカスケードシステムの導入に係るJCM案件形成支援。</li> <li>ヤンゴン市-川崎市の低炭素社会実現に向けた都市間連携覚書を締結。</li> </ul>
平成28年度 2016年度	<ul style="list-style-type: none"> <li>日系即席麺工場における高効率ボイラの導入およびビール工場におけるボイラー及びカスケードシステムの導入に係るJCM設備補助事業の採択。</li> <li>Nyaung Hnit浄水場への太陽光発電施設導入に係るJCM案件形成支援。</li> <li>川崎市の支援による低炭素開発アクションプラン案に係る協議。</li> </ul>
平成29年度 2017年度	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存ポンプ場への高効率ポンプ導入および廃棄物処理の低炭素化事業としての材料化・エネルギー化施設導入に係るJCM案件形成支援。</li> <li>ヤンゴン市の廃棄物処理に係るニーズ把握と対応策の検討。</li> <li>低炭素アクションプラン策定に係る政策立案等の概要説明及び意見交換。</li> </ul>

平成30年度 2018年度	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 青果市場へのバイオガス発電施設導入に係るJCM案件形成支援。</li><li>・ 低炭素社会形成に向けた課題の一つとして挙げられる廃棄物処理に係る連携協議。</li></ul>
------------------	--

これまで両市の協力により、ゼロから始まった都市間連携にて、様々な成果を挙げることができた一方、幾つかの課題があることも確認している。更なる成果追求として、以下に本都市間連携の実施による確認した課題を記載すると共に、それへの対応を示す。

### ① 都市間連携

- ・ ヤンゴン市では、市の活動方針等を示す計画や政策といったものが公開されていない。そのため、都市間連携の実施を計画する際、先方の意向をその都度面談等にて聴取することが必要となる。また、都市間連携事業の範囲における活動量にも限りがあり、断続的な連携となってしまう。

#### 【対応】

断続的な連携を改善するため、1年間や数年間での協力を前提とした連携計画のようなものを策定することが必要である。そして、日本側自治体（川崎市）による協力内容を示すと共に、先方（ヤンゴン市）による協力も同時に取り付けることが望ましい。この際、JCMセミナー等の本邦研修事業も上記連携の一つとして組み込むことで、効率的な交流を図ることが期待される。また、JCM都市間連携を補強する本邦他スキーム等との協調も考慮することが望ましい。

- ・ ヤンゴン市におけるJCMのフォーカルポイントが公衆衛生局（PCCD）であることから、都市間連携の協力メニューが廃棄物管理を中心として検討されることが多い。

#### 【対応】

ヤンゴン市における廃棄物管理は同市が抱える問題の一つであることから、それへの都市間連携は重要な項目の一つであると考えられる。これに加え、同市が抱える他の問題や課題についても、日本側自治体（川崎市）の知見を共有することは重要と感じており、その対応をヤンゴン市側に示すことが必要である。これまで廃棄物管理以外にも上水道分野での交流を実施したこともあり、今後、他分野への連携を深めることが必要であり、都市間連携の充実にもつながると考える。

## ② JCM設備補助事業

- ・ グリッド排出係数 (0.3 tCO<sub>2</sub>/MWh) が低いこと、及び電力料金が政府の支援を受け、東南アジア諸国の中でも低く抑えられていることから、市民や企業において省エネルギーへの関心が高まるには至っていない。

### 【対応】

ミャンマーの経済成長から電力消費は今後も上昇し続けるものと考えられ、それに伴い省エネ活動も増加すると思われる。また、大規模な消費電力施設では省電力化は重要な経営要素であることは否定できない。これらの点を踏まえ、案件形成を進めて行くことが必要である。

- ・ ティラワ工業団地など日系工場の建設が進んでいるため、それへの設備投資に係るJCM設備補助の適用は期待できるも、現地事業者等を対象とした案件形成につき事業投資や設備更新の機会を確認することが容易ではない。

### 【対応】

ミャンマーにおける製造業協会等といった業界団体から候補案件の絞り込みを行うことが有効と期待される。また、日系企業と協調した事業も徐々に増え始めていることから、そのような活動を行う日系企業から案件形成の糸口を見出すことも必要であると思われる。

- ・ ヤンゴン市施設に対するJCM設備補助事業への適用では、必ずしも入札工程を実施することが求められていないことを確認しているも、その詳細を把握できていない。

### 【対応】

都市間連携事業の協議項目として、ヤンゴン市による調達プロセスを詳しく確認することが必要である。また、同市における予算化のプロセスについても把握することが望ましい。

以上の点を考慮し、ヤンゴン市との都市間連携を着実に実施することが必要であると認識している。

## 5.2 今後の提案

### 5.2.1 JCM設備補助事業の形成

3.1.1(3)のとおりホテルや工場で発生する生ごみの量には限界がある。今年度調査中に行われたPCCDとの面談では、ヤンゴン南部の10,000世帯での家庭ごみを嫌気発酵させ、調理用ガスとして使う提案がPCCDからあった。一般ごみから生ごみを分別する問題があるものの、一般ごみに含まれる生ごみの活用を再検討することでJCM事業化の可能性が出るものと考えられる。

その他は5.1.1のようにバイオガスの熱利用によるJCM設備補助事業の形成が考えられる。今年度の設備補助事業2次募集でミャンマーブリュワリーにおけるバイオガスボイラーの導入が採択されているようであり、バイオガスで高効率ボイラを使うような事業により経済性とGHG排出削減効率が改善され、設備補助事業になる可能性は高くなると考えられる。

### 5.2.2 平成31年度に向けた都市間連携の提案

ヤンゴン・川崎両市での都市間連携を今後も深めて行くのにあたり、これまでの経験を参考として、効率的な対応を心掛けることが必要であると認識している。以下に平成31年度に向けた都市間連携に対する提案を行う。

#### ① 都市間連携

- ・ 経済封鎖が解除され国際機関や各国からの引き合いが多いミャンマー連邦共和国（又はヤンゴン市）では、現在、様々な支援が提案されている。このような状況において、喫緊の課題や問題を適切に解決することのできる連携内容をヤンゴン市関係者と協議し、JCM都市間連携事業のキャパシティに適した活動内容を精査することが必要である。
- ・ そして、都市間連携の内容が特定された場合、その実施方法をヤンゴン市関係者と共に、協議、検討することが必要であるが、その際、同市の実施体制やスケジュールを考慮することが必要である。

#### ② JCM設備補助事業

- ・ ヤンゴン市を含むミャンマー国での電力供給状況を踏まえ、費用対効果の高いJCM設備補助事業を特定することが必要である。同国では電力の安定供給に多少の不安があるため、再生可能エネルギーや省エネ事業の実施は有望と期待されるものの、グリッド排出係数が低いこと、電力料金が近隣国に比し安価であり、発電行為や省エネルギー対応のインセンティブが働きにくい状態となっている。そのため、油や石炭を燃料とする発電や設備を天然ガスに

転換する取り組み（燃料転換）等は、グリッド排出係数の問題を回避できるため、比較的有望な事業ではないかと期待される。

- ヤンゴン市では、逼迫する最終処分場の問題や急激する交通渋滞など、都市化に伴う新たな問題が顕在化している。これらの問題に対して、対策実施に賛同する者も多く、事業化の期待が高いと思われる。このような案件の特定の後、JCM設備補助を利用した実施や資金調達、事業スケジュール等を総合的に考慮し、その適用可能性を検討することが必要である。とりわけ上記問題は公共事業となることが多く、その点を都市間連携のスキームを活用し、ヤンゴン市関係者と協議、案件形成することが望ましい。
- ヤンゴン市では、一部の日系企業がインフラ開発や工業団地での製造等にて活動を進めているが、その絶対数は他の東南アジア諸国と比して多くない。また、同地に活動拠点を置いている企業や組織のうち、ヤンゴンに支店などを置かず、近隣国であるタイやシンガポールからビジネスを展開している企業も少なくない。このような日系企業の活動状況を踏まえ、JCM案件形成への協力を心掛けることが必要である。

上記に加え、相手国都市（ヤンゴン市）によるJCM設備補助事業への関心として、同都市のフォーカルポイントであるPCCDより、以下の事業化の提案を受けている。

**表 5-2 今後の事業化検討**

アイデア	概要
1) 一般ごみを活用したバイオガス事業	<p>現在、ヤンゴン市やヤンゴン管区において廃棄物のバイオガス化の期待が議論されているとのこと。その背景の下、ヤンゴン市内の一部区画において一般ごみを収集した後、嫌気発酵プロセスを実施。メタンガスを回収した後、それを近隣住民へ供給することができないかとの相談を受けている。</p> <p>バイオガス事業は、本年度、青果市場において実施検討を行っており、技術的、経済的に容易に事業化できるものではないと認識している。そのため今後、更なる情報を収集の上、当該地域での案件形成候補として検討する予定。</p>
2) ヤンゴン地域における小水力発電事業	<p>電力供給量が十分ではない状況から、ヤンゴン市内もしくは近隣域での再生可能エネルギー事業の実施が期待される。とりわけ、ヤンゴン市は大河川に囲まれ、水が豊富な都市であり、同市郊外や近隣域において、小規模な水頭（ヘッド）を有する小水力発電候補地があるとのこと。今後、JCMの枠組みにおいて実施可能な案件（事業規模と実施スケジュール）等を検討する予定。</p>

アジア地域においてヤンゴン市は、今後も発展、拡大する都市の一つとして挙げられ、民間企業を中心としたビジネスチャンスは広がり続けるものと期待される。

しかしながら、急激な高度成長に伴う環境保全や環境悪化への解決策が喫緊の課題になることも容易に予測され、慢性的な交通渋滞やゴミの最終処分問題等、既に顕在化し始めている。このような状況に対し、官民を通して実施するJCM各種活動は、同市において有望な解決策の一つになると考えている。そして、その実施につき、本都市間連携事業を継続的に実施することで、ヤンゴン市のニーズにも応えつつ、本邦企業・製品の進出機会になるものと考えている。

以上