

平成 29 年度

低炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務

ミャンマー連邦共和国ヤンゴン市における廃棄物発電事業

報告書

平成 30 年 3 月

JFEエンジニアリング株式会社

川崎市

リサイクル適性の表示：印刷用の紙へリサイクルできます。

この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料[Aランク]のみを用いて作製しています。

## 目次

<b>第1章 序論</b> .....	<b>1-1</b>
1.1 調査の背景と目的.....	1-1
1.2 調査内容.....	1-2
1.2.1 対象地域の社会経済状況.....	1-2
1.2.2 対象地域の法制度状況.....	1-2
1.2.3 廃棄物発電プラント計画.....	1-3
1.2.4 公的支援、資金プログラム.....	1-3
1.2.5 実施体制.....	1-3
1.2.6 実現可能性評価.....	1-3
1.2.7 個別案件計画.....	1-4
1.2.8 関係者合同ワークショップ.....	1-4
1.3 調査体制.....	1-4
1.4 調査工程.....	1-5
<b>第2章 対象地域の社会経済状況</b> .....	<b>2-1</b>
2.1 ミャンマー国の概要.....	2-1
2.1.1 ミャンマー国の一般概況.....	2-1
2.1.2 ミャンマー国の経済概況.....	2-2
2.1.3 ミャンマー国の電力事情.....	2-3
2.1.4 ヤンゴン管区・ヤンゴン市の概況.....	2-4
2.2 ヤンゴン市開発委員会の概要.....	2-6
2.2.1 職務・機能.....	2-6
2.2.2 ヤンゴン市汚染管理・清掃局.....	2-7
2.3 電力関連状況.....	2-8

2.3.1	電力・エネルギー省.....	2-8
2.3.2	IPP の状況.....	2-9
2.3.3	電力使用料金.....	2-9
<b>第3章 対象地域の法制度状況.....</b>		<b>3-1</b>
3.1	ミャンマー国の廃棄物関連法制度.....	3-1
3.1.1	環境保全法（2013）.....	3-1
3.1.2	環境法全規則（2014）.....	3-2
3.1.3	その他関連法制度.....	3-2
3.2	ヤンゴン市の廃棄物関連法制度.....	3-3
3.2.1	2013年ヤンゴン市開発法以前の廃棄物管理法制度.....	3-3
3.2.2	2013年ヤンゴン市開発法に規定される廃棄物管理法制度.....	3-3
3.2.3	その他関連法制度.....	3-4
3.3	環境影響評価制度.....	3-5
3.3.1	環境影響評価手続きに関する省令（2015）の概要.....	3-5
3.3.2	EIA 及び IEE 対象の要件.....	3-5
3.4	環境基準.....	3-6
3.4.1	国家環境質（排出）ガイドラインに関する省令（2015）の概要....	3-6
3.4.2	廃棄物関連の排出ガイドライン値.....	3-7
3.5	SPC 設立関連制度.....	3-10
3.5.1	新投資法.....	3-10
3.5.2	新会社法.....	3-11
3.6	ヤンゴン市都市圏開発マスタープラン.....	3-13
3.6.1	マスタープラン概要.....	3-13
3.6.2	廃棄物管理計画.....	3-13
3.6.3	廃棄物管理に関する主な課題.....	3-14

3.6.4	廃棄物減量効果のシナリオ .....	3-15
<b>第4章</b>	<b>廃棄物発電プラント計画 .....</b>	<b>4-1</b>
4.1	廃棄物管理の現状 .....	4-1
4.1.1	廃棄物発生量 .....	4-1
4.1.2	廃棄物の定義とフロー .....	4-2
4.1.3	廃棄物の処理・処分 .....	4-3
4.1.4	手数料 .....	4-5
4.1.5	医療系・有害廃棄物 .....	4-6
4.2	プラント基本計画 .....	4-8
4.2.1	設計条件 .....	4-8
4.2.1.1	建設候補地の選定 .....	4-8
4.2.1.2	ごみ処理量 .....	4-9
4.2.1.3	ごみ性状 .....	4-9
4.2.1.4	排ガス基準値 .....	4-10
4.2.1.5	埋め立て基準値 .....	4-11
4.2.2	要素設備 .....	4-11
4.2.2.1	受入供給設備 .....	4-11
4.2.2.2	燃焼設備 .....	4-11
4.2.2.3	燃焼ガス冷却設備 .....	4-12
4.2.2.4	排ガス処理設備 .....	4-13
4.2.2.5	熱回収設備 .....	4-14
4.2.2.6	灰出し設備 .....	4-14
4.2.2.7	主要設備仕様 .....	4-14
4.2.3	施設フロー .....	4-16
4.2.4	配置計画 .....	4-16

4.2.5	全体工事計画 .....	4-17
4.2.6	プラント建設費.....	4-17
4.3	プラント運営計画.....	4-18
4.3.1	運転計画 .....	4-18
4.3.2	運転費.....	4-18
4.3.3	発電計画 .....	4-21
<b>第5章</b>	<b>ステークホルダー .....</b>	<b>5-1</b>
5.1	ミャンマー連邦共和国中央省庁 .....	5-1
5.2	ヤンゴン市開発委員会 .....	5-2
5.3	現地協力企業 .....	5-2
5.3.1	出資者.....	5-2
5.3.2	現地建設企業 .....	5-3
<b>第6章</b>	<b>公的支援・資金援助プログラム .....</b>	<b>6-1</b>
6.1	二国間クレジット制度（JCM） .....	6-1
6.1.1	JCM 概要.....	6-1
6.1.2	JCM にかかる政府動向 .....	6-3
6.2	国際協力機構（JICA） .....	6-3
6.2.1	JICA による援助 .....	6-3
6.2.2	海外投融資 .....	6-4
6.2.2.1	海外投融資概要.....	6-4
6.2.2.2	海外投融資にかかる動向.....	6-6
6.2.3	事業・運営権対応型無償資金協力 .....	6-6
6.3	緑の気候基金（GCF） .....	6-7
6.3.1	GCF 概要.....	6-7
6.3.2	GCF にかかる動向.....	6-10

<b>第7章 事業実施スキーム</b> .....	<b>7-1</b>
7.1 実施体制.....	7-1
7.1.1 特別目的会社(SPC)の事業実施に必要な条件 .....	7-3
7.2 プロジェクト・ファイナンスの活用 .....	7-6
7.2.1 プロジェクト・ファイナンスとは .....	7-6
7.2.2 プロジェクト・ファイナンス活用のメリット .....	7-8
7.3 セキュリティ・パッケージの構築.....	7-9
7.3.1 セキュリティ・パッケージとは .....	7-9
7.4 プロジェクト・ファイナンス組成におけるリスク分析 .....	7-9
7.4.1 出資者起因のリスク .....	7-10
7.4.2 プロジェクトオーナー起因のリスク .....	7-10
7.4.3 EPC コントラクター起因のリスク .....	7-12
7.4.4 ファシリティマネジメント(施設管理)起因のリスク .....	7-13
7.4.5 カントリーリスク .....	7-13
7.4.6 リスク分担案 .....	7-14
<b>第8章 実現可能性評価</b> .....	<b>8-1</b>
8.1 事業前提条件.....	8-1
8.1.1 事業の前提条件.....	8-1
8.1.2 資金調達条件 .....	8-1
8.1.3 廃棄物発電設備の仕様について .....	8-2
8.1.4 燃料(ごみ質)の設定.....	8-3
8.1.5 建設費用・インフラ接続費 .....	8-3
8.1.6 運転保守修繕費.....	8-3
8.1.7 環境アセスメントに関連する費用 .....	8-4
8.1.8 アドバイザー業務費用 .....	8-4

8.1.9	各種保険に関する費用 .....	8-4
8.1.10	公租公課 .....	8-4
8.2	採算性評価 .....	8-5
8.2.1	採算性評価の前提条件 .....	8-5
8.2.2	事業キャッシュフロー分析 .....	8-6
8.3	感度分析 .....	8-6
8.3.1	補助金無しのケース .....	8-6
8.3.2	JCM 設備補助適用のケース .....	8-8
8.3.3	JCM 設備補助および事業権無償適用のケース .....	8-9
8.3.4	各種ケース比較 .....	8-10
<b>第9章</b>	<b>個別案件計画 .....</b>	<b>9-1</b>
9.1	事業収入向上検討計画 .....	9-1
9.1.1	一般廃棄物処理費の向上 .....	9-1
9.1.2	売電単価の向上 .....	9-1
9.1.3	新規収入源の開拓 .....	9-1
9.2	事業費削減検討計画 .....	9-1
9.2.1	EPC および O&M 費用の低減 .....	9-1
9.2.2	低金利融資の適用 .....	9-1
9.2.3	適切なリスク分担 .....	9-2
<b>添付資料 関係者合同ワークショップ</b>		
添付資料 1	キックオフミーティング/第 1 回ワークショップ	
添付資料 2	第 2 回ワークショップ	
添付資料 3	都市間連携セミナー	



## 略語集

<u>略語</u>	<u>正式名称(日本語訳)</u>
ミャンマー国	ミャンマー連邦共和国
AE	Accredid Entity(認証実施機関)
FS	Feasibility Study(実現可能性調査)
GCA	Government Contract Agency(政府系契約機関)
GCF	Green Climate Fund(緑の気候基金)
GDP	Gross Domestic Product(国内総生産)
IPP	Independent Power Procedure(独立電気事業者)
JCM	Joint Crediting Mechanism(二国間クレジット制度)
JICA	Japan International Cooperation Agency(国際協力機構)
NDA	National Designated Authority(国家指定機関)
NEXI	Nippon Export and Investment Insurance(日本貿易保険)
NLD	National League for Democracy(国民民主連盟)
MONREC	Ministry of Natural Resources and Environmental Conservation Myanmar(ミャンマー天然資源環境保全省)
ODA	Official Development Assistance(政府開発援助)
PCCD	Pollution Control Cleansing Department(ヤンゴン市汚染管理清掃局)
PPP	Public-Private Partnership(官民連携)
SPC	Special Purpose Company(特別目的会社)
YCDC	Yangon City Development Committee(ヤンゴン市開発委員会)
YESB	Yangon City Electricity Supply Board(ヤンゴン配電公社)
WtE	Waste to Energy(廃棄物発電)

## 1. 序論

### 1.1. 調査の背景と目的

ミャンマー国は、2011年3月の民政移管によりテイン・セイン政権が誕生した以降、同国におけるGDP成長率は約7.5%前後(IMF推計)を維持しており、急速な経済発展、生活水準の向上、また商工業発達により同国への進出企業は増加傾向にある。このような変化に伴い、廃棄物の発生量も増加の一途を辿っている。ミャンマー国の旧首都であるヤンゴン市は、人口約521万人を有する国内最大の経済都市として、同国の急速な民主化を牽引しているが、同市においてはその傾向が最も顕著であり、2011年に日量1,550トンであった廃棄物発生量が、2017年現在では日量約3,000トン発生しており、廃棄物の適正処理が喫緊の課題となっている。

現在ヤンゴン市においてはヤンゴン市開発委員会(以下「YCDC」とする)の部局である、汚染管理清掃局(以下「PCCD」とする)が行政上、廃棄物処理を管轄している。YCDCは、JFEエンジニアリング社(以下「JFE」とする)が設計、調達、現地施工を請け負い、ヤンゴン市の北部シュエピーター地区に建設した同国初となる廃棄物発電設備の運転を2017年6月から行っている。しかしながら、同市において増加し続ける廃棄物に対する廃棄物処理体制は改善の余地が多く、廃棄物の不適切な処理に伴って発生する環境汚染が懸念されている。

上記状況の解決のため、YCDCは、大型規模の廃棄物発電設備を計画・推進しており、適切な廃棄物処理体制を構築すべく、現在検討を進めている状況にあり、本邦技術活用への期待は非常に高い。加えて、廃棄物処理・リサイクルシステムの先進技術を向上させてきた我が国にとっては、廃棄物処理という問題に直面している国々に対して、我が国が保有している技術を展開し、世界規模で低炭素社会の実現につなげることが必要である。また、一昨年開催された国連気候変動枠組条約第21回締約国会議(COP21)においては、すべての国が参加し、公平かつ実効的な枠組みとなる「パリ協定」が採択され、早期に地球温暖化対策計画を策定し、排出削減への取組を着実に実行していくことが宣言されており、そのための都市間連携の取組の重要性についてもアピールされている。

川崎市はヤンゴン市に対して都市間連携の取組を行っている都市のひとつであり、2015年7月に都市間連携調査開始以降、2016年3月には両市長間で「ミャンマー国ヤンゴン市の低炭素都市づくりに向けた都市間連携の覚書」を締結、2017年度には新ヤンゴン市長の元で覚書を更新し、関係部署含めたトップダウンで取組を実現している。その取組みの成果として、2件のJCM(Joint Crediting Mechanism: 二国間クレジット制度)FSの実施、および2件のJCM設備補助事業が採択されており、低炭素化社会の実現に大きく寄与している。

以上の背景に基づき、本事業はヤンゴン市に対し、低炭素化社会の実現に向け、そのノウハウを有する川崎市と連携し、ミャンマー国ヤンゴン市における都市ごみを対象にした

適正な廃棄物処理を提案、循環型社会の実現へ向け、その事業性を評価することを目的とする。

## 1.2. 調査内容

### 1.2.1. 対象地域の社会経済状況

2016年3月のアウン・サン・スーチー氏率いる、国民民主連盟(以下「NLD」)による歴史的な政権交代により、ミャンマー連邦共和国では経済開放・自由化がより一層加速しており、東南アジア諸国間においても非常に高い成長率である、年間平均 7.5%以上(2012-2016年の5年間平均)の経済成長率を記録している。また米国による経済制裁が2016年9月に大幅緩和され対米アクセスの改善に大きく進展が生じたことを契機に、外国資本による対ミャンマーへの直接投資は大きく広がりを見せている状況にある。我が国においても、ヤンゴン市の南東 20km に位置し、日本が官民で支援しているティラワ経済特別区の開業等、ミャンマーへの進出が加速している状況にある。前述した米国の金融制裁により、ミャンマーでは、US ドル建ての電子送金が事実上不可能である等、我が国の民間企業の進出に非常に高い障壁があった事は事実ではあるが、経済制裁の緩和により、邦銀のミャンマー進出は加速しており、2017年現在、本邦大手金融機関、俗に言うメガバンク各社が挙って銀行ライセンスを同国で取得しており、この事からも日系企業の今後の進出への期待が非常に高いという事が言える。

### 1.2.2. 対象地域の法制度状況

廃棄物関連法案については国レベルでは 2012 年に「環境保護法 (Environmental Conservation Law)」が制定されたが、ヤンゴン管区 (Yangon Region) レベルでは、廃棄物関連法制度は制定されていない。一方、ヤンゴン市では、1990 年に「ヤンゴン市開発法 (The City of Yangon Development Law, The State Law and Order Restoration Council Law No.11/90)」が制定された以降、2013 年には 23 年ぶりに同法を改訂する形で「ヤンゴン市開発法 2013 (Yangon City Development Law, 2013)」が発行されており、廃棄物管理に対する前向きな取組が窺える。上述関連法を含む、廃棄物に関する法制度を下表に示す。

表 1-1 ミャンマー国における廃棄物関連法制度

ミャンマー国	
2012 年	環境保全法 (Environmental Conservation Law)
2014 年	環境保全規則 (Environmental Conservation Rules)
ヤンゴン管区	
	廃棄物関連法制度なし
ヤンゴン市	
1990 年	ヤンゴン市開発法

	(The City of Yangon Development Law, The State Law and Order Restoration Council Law No.11/90)
1992 年	ヤンゴン市条例 (The City of Yangon Municipal Act)
1993 年	開発委員会法 (Development Committee Law, The State Law and Order Restoration Council Law No.5/93)
1996 年	清掃規則 (Cleansing Rules, Order No.3/96)
1999 年	ヤンゴン市汚染管理・清掃規則 (Pollution Control and Cleansing Rules, Order No.10/99)
2013 年	ヤンゴン市開発法 2013 (The City of Yangon Development Law, 2013) ※1990 年のヤンゴン市開発法の改訂版

### 1.2.3. 廃棄物発電プラント計画

ミャンマー国ヤンゴン市では現在1件の廃棄物発電プラント(以下、WtEプラント)が稼働しているが、2件目以降は現在計画段階である。本事業ではヤンゴン市より提示している候補地の調査を行い、具体的な建設地選定を含む設計条件から各要素機器の選定を行い、施設フローの検討を実施する。

### 1.2.4. 公的支援、資金プログラム

WtEプラント建設はその建設費をいかにして拠出するかが、最も大きな課題の一つであり、公共事業である側面と事業性の両面を確保のためには、資金補填が不可欠である。本事業では、本邦機関である環境省、および国際協力機構(JICA)による支援プログラム、および国際ファンドである緑の気候基金(GCF)による支援プログラムについて調査、検討を行う。

### 1.2.5. 実施体制

WtEプラント建設においては、建設費および、建設後の運営にかかる費用を、ごみ処理費用、いわゆるチップング・フィー、自治体による負担、またはごみ処理事業体により賄う必要がある。今回のミャンマー国ヤンゴン市におけるWtEプラント建設にあたっては、特別目的会社(SPC)を設立し、ごみ処理事業を運営する形態について検討する。

### 1.2.6. 実現可能性評価

ごみ処理事業運営にあたり事業成立のための前提条件を設定したうえで、為替リスク等も見込み、目標となる内部収益率(IRR)を始めとする経済指標のファイナンスモデル構築を実施した。

### 1.2.7. 個別案件計画

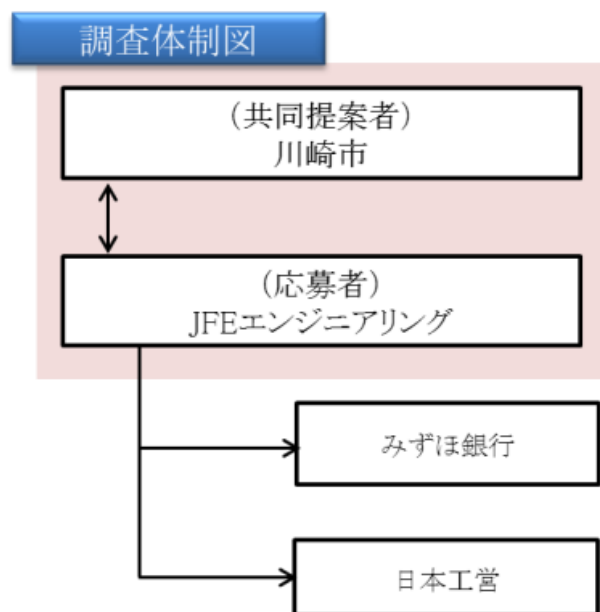
上記、プラント計画や、事業実現性評価を加味し、今後のヤンゴン市における最適なWtEプラント案を提示する。

### 1.2.8. 関係者合同ワークショップ

本事業活動として、現地ヤンゴン市でのキックオフミーティング、およびワークショップを実施した。ワークショップでは川崎市による行政としての廃棄物管理分野のデータを含め、ヤンゴン市にとって実務的な情報開示を行った。

## 1.3. 調査体制

今回の調査にあたり、以下、図 1-1 の体制で実施した。

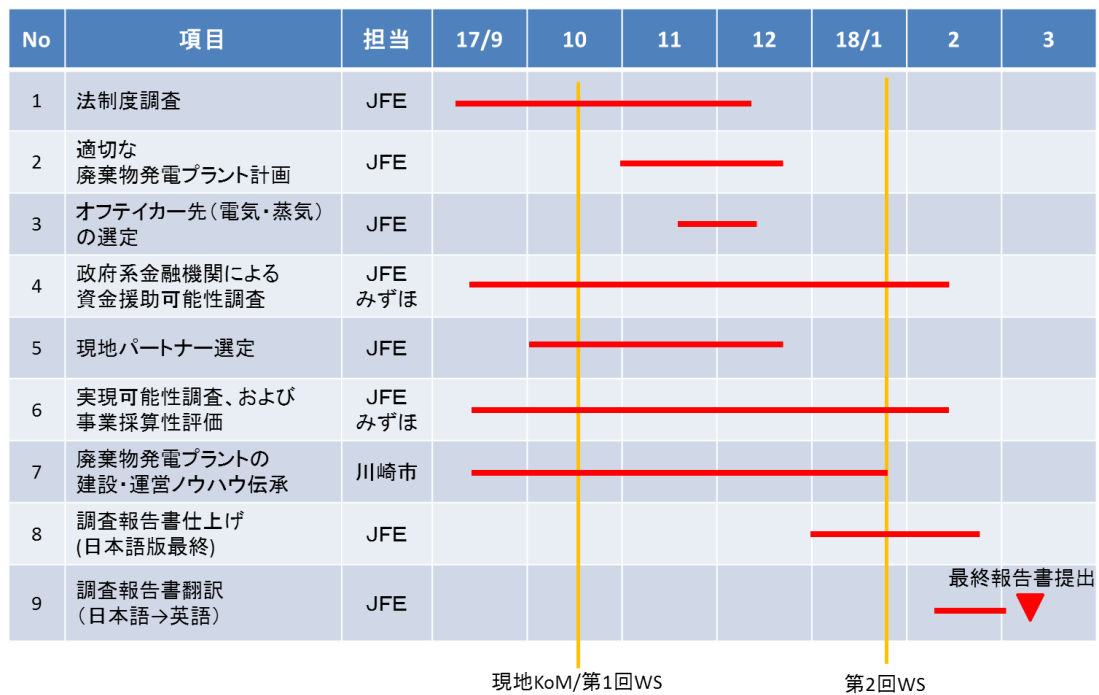


出典:調査団作成

図 1-1 調査体制図

#### 1.4. 調査工程

調査は以下、図 1-2 の工程で実施した。



出典:調査団作成

図 1-2 調査工程

## 2. 対象地域の社会経済状況

### 2.1. ミャンマー国の概要

#### 2.1.1. ミャンマー国の一般概況

ミャンマー国は北緯 22°、東経 98° に位置し、国境をバングラデシュ、中国、インド、ラオス、タイに接している。面積は日本の約 1.8 倍にあたる 68 万 km<sup>2</sup> であり、東南アジアで最も面積が広い。

人口は 5,141 万人 (2014 年、入国管理・人口省発表) で、主要都市はヤンゴン 521 万人、マンドレー 146 万人、首都のネーピードー 116 万人である。全人口のうち約 7 割をビルマ族が占め、他に多数の少数民族が存在する。宗教は仏教が 89.4% を占め、そのほかにキリスト教 (4.9%)、イスラム教 (3.9%)、ヒンドゥー教 (0.5%) などである。

1988 年以降、国軍が政権を掌握していたが、2011 年 3 月にテイン・セイン大統領率いる政権が発足し民政移管が実現した。2015 年 11 月の総選挙ではアウン・サン・スーチー議長率いる NLD (National League for Democracy) が大勝し、2016 年 3 月にテイン・チョウ氏を大統領とする新政権が発足。ミャンマー国において約半世紀ぶりに国民の大多数の支持を得て誕生した新政権は、民主化の定着、国民和解、経済発展のための諸施策を遂行している。

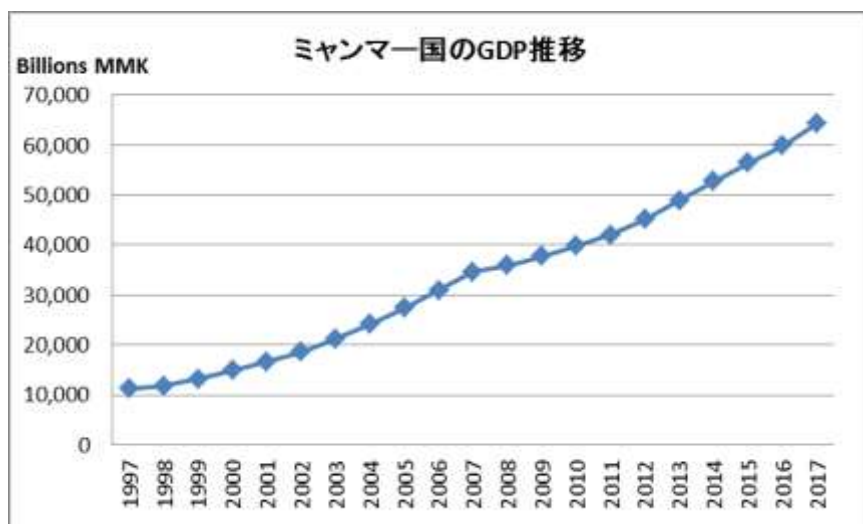


図 2-1 ヤンゴン市の位置

### 2.1.2. ミャンマー国の経済概況

2011 年の民政移管以降、7%を超える経済成長を維持してきたミャンマー国であるが、IMF によると2016 年の実質 GDP 成長率は6.3%にとどまった。2015 年にミャンマー国各地で発生した洪水被害が影響し、依然として農作物の生産量が伸びていないことや、外国投資が低調に推移したことなどが理由に挙げられている。また、2015 年の消費者物価上昇率は10.0%であったが、2016 年は7.0%と沈静傾向にあるものの、食料品価格などの上昇が国内の消費市場にマイナスに作用した経済成長の減速理由の一つとされている。

こうした状況下ではあるが、ミャンマー国の実質 GDP 成長率は依然として力強く、IMF は2017 年の経済成長率は7.5%と、再び7%を超える水準になると見込んでいる。現政権は、外国投資を歓迎し、規制緩和を志向する姿勢を示し2016 年7月に新経済政策を発表。新投資法を制定し、外国投資をより促進する仕組みを整備しつつある。また、同年9月、アメリカは武器禁輸措置を除く対ミャンマー経済制裁を解除した。



出典:IMF World Economic Outlook Database

図 2-2 ミャンマー国の GDP 推移

主要産業は農業で、GDP のセクター別割合で見ると農業 24.8%、工業 35.4%、サービス業 39.9%(2017 年)となっている。貿易に関して、2016 年の輸出は116 億 7,200 万ドル、輸入は156 億 9,600 万ドルだった。主要輸出品目は、縫製品、豆類などであり、中国、タイ、インド、シンガポール、日本などに輸出されている。一方、主要輸入品目は、一般・輸送機器、卑金属・同製品、石油製品、電気機器、プラスチック材料などで、中国、シンガポール、タイ、日本、インドなどから輸入している。

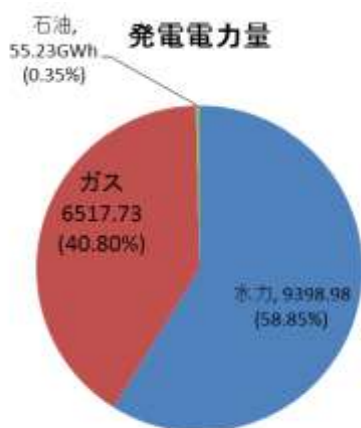
ミャンマー国の民主化の進展とともに今後も外資の進出が進み、資本財、中間財、消費材に至るまで輸入は増加することが予想されている。一方、輸出品は縫製品が増加しているものの、主要輸出品目の天然ガスの取引価格の下落などもあり、貿易収支は今後も赤字基調が続く見込みだ。



### 2.1.3. ミャンマー国の電力事情

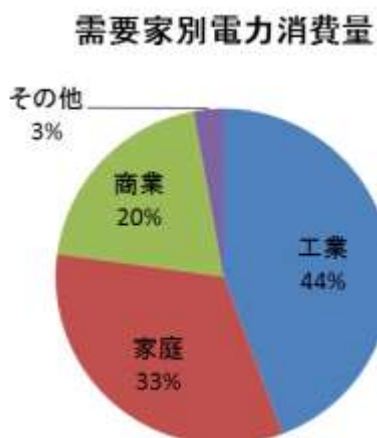
ミャンマー国は 2011 年の民政移管以降、経済成長と電力消費量の伸びが著しいが、電力の開発が計画的に行われてこなかったことから、供給量が需要に追いつかない事態が発生し、電力不足が経済発展を妨げる要因になっている。

ミャンマー国の現在の発電容量は他の ASEAN 諸国と比べて低く、インドネシア、タイ、ベトナムなどの十分の一程度となっている。また、発電設備は水力発電 (58.58%) とガス発電 (40.80%) に大きく依存しており、他の国のように石炭、再生可能エネルギーを含む電源の多様化は進んでいない。水力発電は乾季には水不足により発電可能な容量が設備容量と比べて低下してしまうという問題がある。また、火力発電所では老朽化による出力低下と国内の発電所に配分されるガス量の不足により、これも設備容量に対して実際の発電可能出力が大幅に低下している。



出典: Ministry of Electricity and Energy, Current Status & Opportunities for Myanmar Electricity & Energy Sector

図 2-3 電源構成比



出典: The Government of the Republic of the Union of Myanmar National Energy Management Committee

図 2-4 需要家別電力消費量

#### 2.1.4. ヤンゴン管区・ヤンゴン市の概況

ヤンゴン管区(Yangon Region)はミャンマー国の 7 つの行政管区のうちの一つで、ヤンゴン川およびバゴー川の河口付近、アンダマン湾に接している。ヤンゴン管区は 4 つの District に分かれており、その下にさらに 46 のタウンシップが存在する。面積は 10,171km<sup>2</sup>で、州都はヤンゴン市である。ヤンゴン市は 33 タウンシップで構成され、ヤンゴン川の河口から北へ 34km ほど内陸、ヤンゴン管区のほぼ中心部に位置する。ヤンゴン管区の全人口は 736 万人、州都ヤンゴン市の人口は 521 万人である。



図 2-5 ヤンゴン管区地図

ヤンゴン市は Yangon City Development Committee (YCDC) により管理され、Northern District、Eastern District、Western District、Southern District の4つの地区(District)に区分されている。これらの4地区には33のタウンシップ(Township)が存在している。

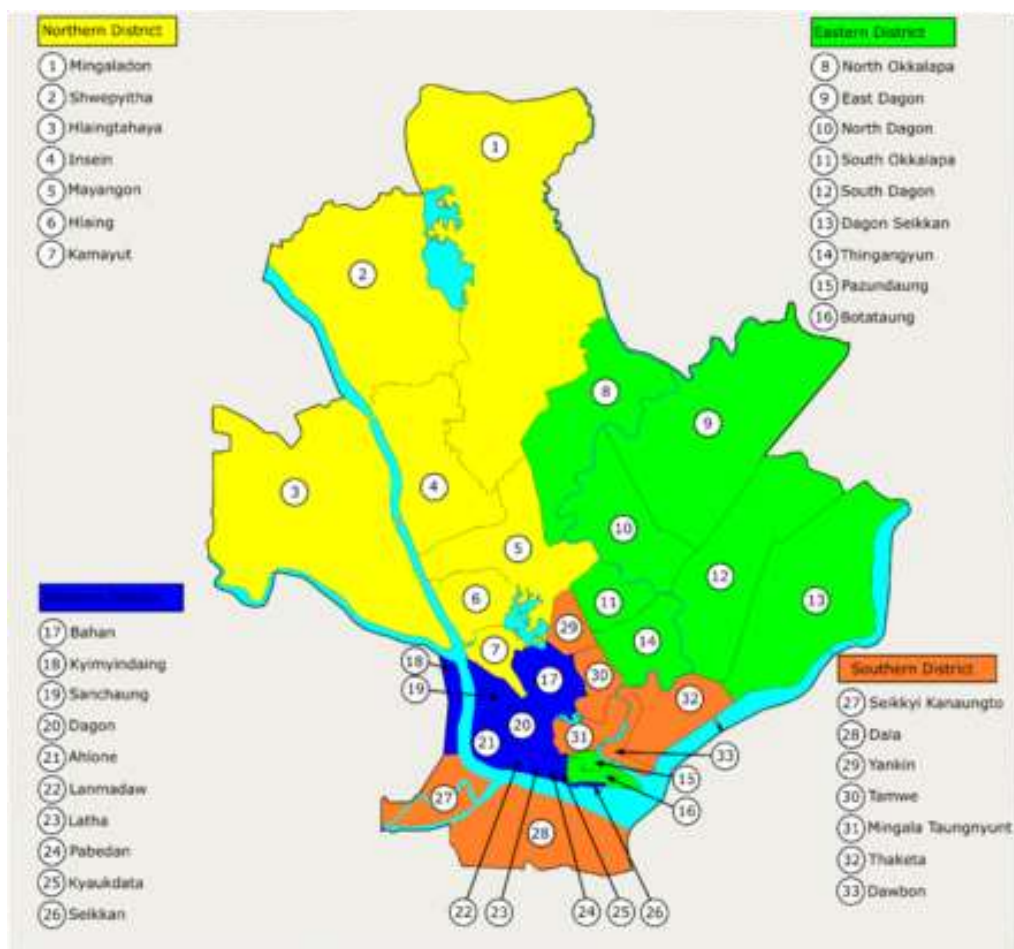


図 2-6 ヤンゴン市地図

## 2.2. ヤンゴン市開発委員会の概要

### 2.2.1. 職務・機能

ヤンゴン市開発委員会(YCDC: Yangon City Development)は、ヤンゴン市開発法(1990年)に基づいて設置され、同市における都市開発法の実施主体として、建物の建設・補修、道路・橋梁の建設と維持管理、土地管理、交通規制、公園建設と管理、上水道の建設と一時管理、市場の建設と運営等を担っている。

ヤンゴン市条例、ヤンゴン市開発法、開発委員会法等に基づき、YCDC はヤンゴン市ヤンゴン市における廃棄物管理(公衆衛生)の実施主体と定められている。

ヤンゴン市及びYCDCの組織図を図2-7に示す。市長(Mayor)、秘書官(Secretary)、副秘書官(Joint Secretary)のしたに YCDC は位置づけられ、20の部局と事務所で構成されている。

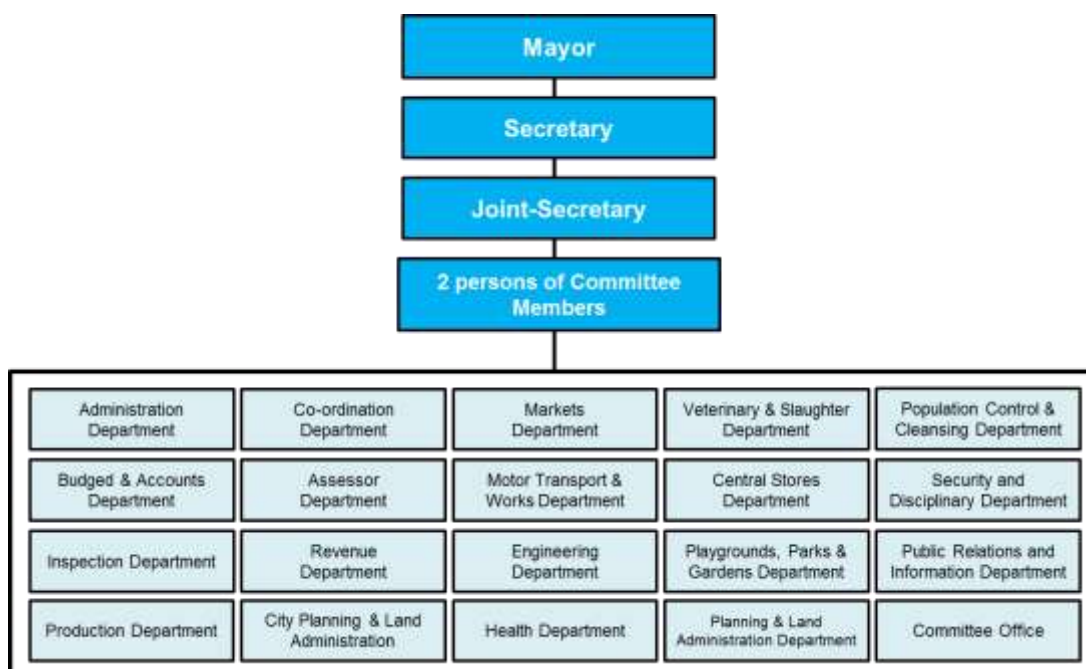


図 2-7 YCDC 組織図

### 2.2.2. ヤンゴン市汚染管理・清掃局

ヤンゴン市の廃棄物管理管轄部局は汚染管理・清掃局 (PCCD: Pollution Control and Cleansing Department) である。PCCD は下記のとおり、廃棄物の収集運搬、処分場及び墓地の管理運営、リサイクル活動、ならびに住民啓発活動を実施している。

PCCD の組織図は図 2-8 に示すとおりである。局長に次いで副局長が計4名、その下に最終処分場、各地区、汚染管理、収集車管理等を行う部局が置かれている。職員数は約 5,300 人で、そのうち 4,200 人は収集作業員である。

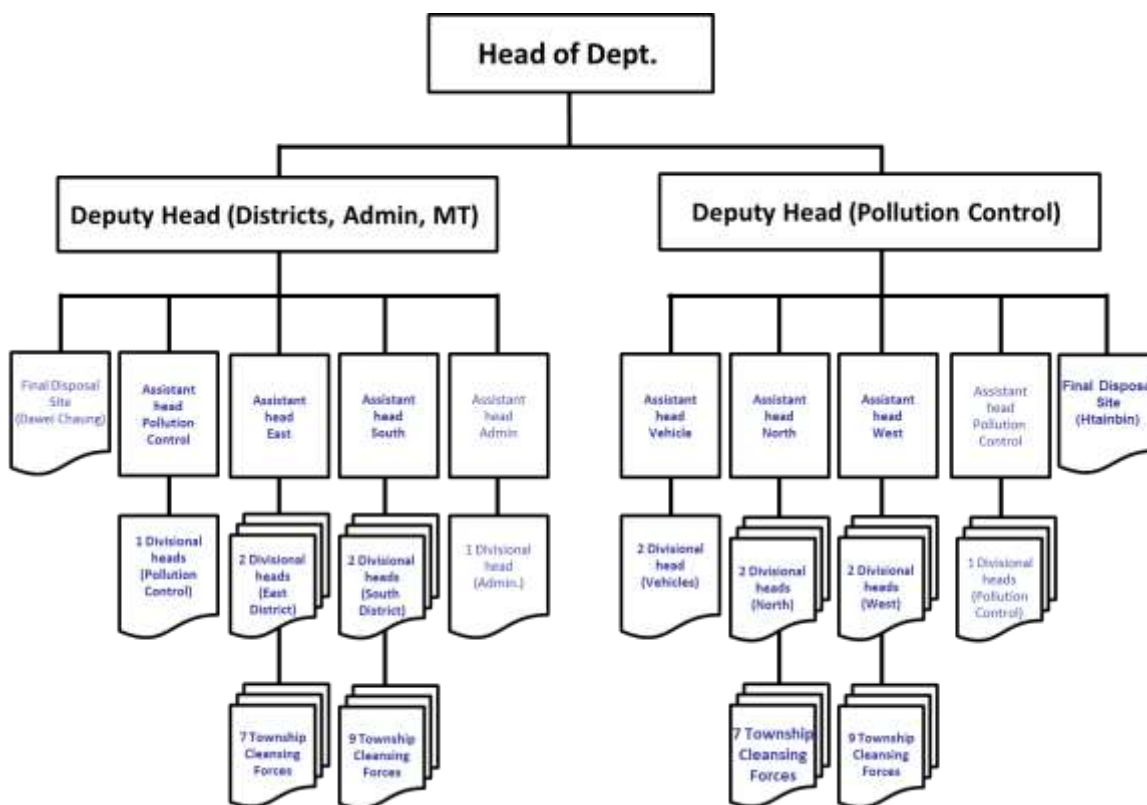


図 2-8 PCCD 組織図

## 2.3. 電力関連状況

### 2.3.1. 電力・エネルギー省

電力・エネルギー省(MOEE: Ministry of Electricity and Energy)は2016年に電力セクターを所管する旧電力省(MOEP: Ministry of Electric Power)と石油、ガスの開発から配給までを所管する旧エネルギー省が統合して発足した。組織図は図2-9に示すとおりで、水力発電以外の発電事業は電力発電公社、配電業務はヤンゴン配電公社(YESC: Yangon Electricity Supply Corporation)、マンダレー配電公社(Mandalay Electricity Supply Corporation)、配電公社(ESE: Electricity Supply Enterprise)により運営されている。

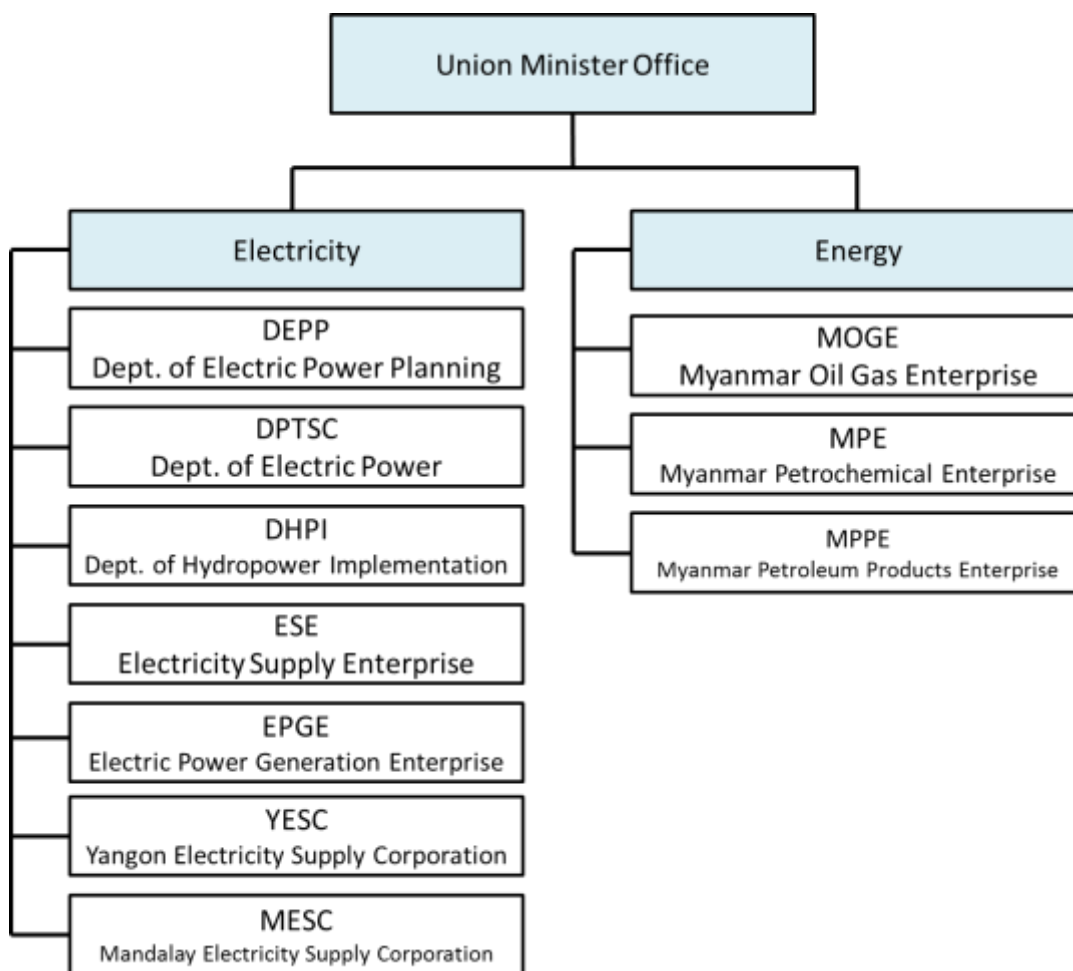


図 2-9 電力エネルギー省 組織図

### 2.3.2. IPP の状況

ミャンマー国では独立系電力事業者 (IPP)からの電力買取や売電価格の決定方法等に関する法制度は未だ整備されていない。事業が開始している IPP は表 2-1 のとおりで日系企業が事業運営に携わっているのは Max Power の 1 件のみである。また、売電価格は交渉ベースで決定されるため、あらかじめ定められて価格表は存在しない。

表 2-1 独立系発電事業者 (IPP)リスト

発電所名	設備容量(MW)	運用開始
Toyo Thai	121	2013
MCP	54	2013
Max Power	50	2013
UPP	52	2014
Myanmar Writing	230	2014
Total	6	2015
Semb Corp	225	2018

### 2.3.3. 電力使用料金

現在の電力料金は表 2-2 に示す。政府によると平均販売単価が発電コストより安く、政府が補助金を拠出している状態のため、料金体系の見直しを進めている。また、ミャンマー初の廃棄物発電施設が 2017 年 6 月から稼動しており、施設所有者の YCDC は YESC との契約により産業用使用料金の最低額と同額の 75MMK で使用料金との相殺を行っている。

表 2-2 電力料金

	月間使用量(kWh)	料金(MMK/kWh)
産業用	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
家庭用	1-100	35
	101-200	40
	>201	50

### 3. 対象地域の法制度状況

#### 3.1. ミャンマー国の廃棄物管理法制度

##### 3.1.1. 環境保全法(2013)

環境保全法(Environmental Conservation Law)は、2012年3月に制定された法律で、概要は表3-1に示すとおりである。そのうち、廃棄物に関連する項目としては、環境保護森林省(現在の名称は天然資源環境保全省:MONREC)が廃棄物処理施設の設置を推進すること(第7条)、廃棄物管理に関する環境基準を制定すること(第10条)、廃棄物管理の実施を監視すること(第13条)等が定められている。また、環境保護森林省が廃棄物処理のための施設を整備および推進すること、有害廃棄物に係る基準を制定すること(第7条)、固体廃棄物に関する環境基準を制定すること(第10条)、都市における廃棄物管理に係る関係機関への助言を行うこと(第17条)等が明文化された。さらに、事業者の義務として、環境汚染を生じない方法で廃棄物を処分すること(第15条)、経済特別区(Special Economic Zone, SEZ)においては廃棄物管理に係るコストを負担すること(第16条)が定められた。

表3-2 環境保全法の概要

章	概要
第1章 表題及び定義	用語の定義
第2章 目的	本法の目的として、環境保護に係る基本的な方針やガイドラインを定め、環境政策の実施を図ること等を規定
第3章 環境保護委員会	環境保護委員会の組織、権限を規定
第4章 環境保護森林省	環境保護に係る環境保護森林省の責務と権限を規定
第5章 緊急事態	措置がとられなければ公衆の安全、健康、環境または生態系に悪影響を及ぼす緊急事態について規定
第6章 環境基準	水、大気、騒音、振動、固体・液体廃棄物に関する環境基準を同省・委員会が定めることを規定
第7章 環境保護	同省・委員会は有害物質の使用・移動、廃棄物の排出等に関する命令を行い、排出者は環境基準に則った清掃・廃棄を行うことを義務化
第8章 都市環境管理	廃棄物管理を含む都市環境問題に関し、同委員会・省は関係機関に必要な助言を行うことを規定
第9章 天然資源・文化遺産保護	政府・同委員会の指示の下、関係機関は森林、土地、水、鉱物、農業、漁業、海洋資源、生物多様性の管理等を行い、同省は文化遺産保護に関する関係機関と連携することを規定
第10章 事前許可	環境に悪影響を及ぼす可能性のある事業に対し、連邦政府の承認の下、同省が事前許可の取得を要求し審査を行うことを規定
第11章 保険	事前許可を取得した事業者は環境に悪影響を及ぼす事故に対し、保険を付保する義務を規定
第12章 禁止事項	事前許可の取得が求められた事業地への立入・工事開始、指定された環境に悪影響を及ぼす製品・物質の輸送・販売を禁止
第13章 罰則	事前許可の取得が求められた事業を許可無く開始した場合、禁止物質の輸入・輸出・製造・所持・輸送に関する罰則を規定
第14章 その他	規則の執行等に関する規定

出典：ミャンマー国グレーターヤンゴンにおける循環型社会形成支援及び廃棄物発電事業の実現可能性調査報告書(環境省、平成25年)



### 3.1.2. 環境保全規則(2014)

2012年3月施行された「環境保全法」の施行細則にあたる「環境保全規則(Environmental Conservation Rules)」が2014年6月4日に公布された。

環境保全規則は以下のとおり14章74条からなり、主に環境保全委員会(現在は国家環境保全気候変動中央委員会:NECCに改称)、環境保全森林省(MOECAF、現MONREC)並びに同省環境保全局(ECD)の責務と役割が明文化されている。

第1章:用語の定義(1-2条)

第2章:環境保全政策の策定(3-6条)

第3章:環境保全(7-26条)

第4章:環境保全に係る国際・域内・二国間協力(27-28条)

第5章:環境管理基金(29-35条)

第6章:環境事故対応(36-37条)

第7章:環境基準(38-39条)

第8章:都市環境管理(40条)

第9章:廃棄物(排水・排ガス含む)管理(41-46条)

第10章:自然資源・文化遺産保全(47-50条)

第11章:環境影響評価(51-61条)

第12章:事前許可(62-68条)

第13章:禁止事項(69条)

第14章:雑則(70-74条)

同規則のうち、廃棄物管理については、有害物質の分類(41、44条)、有害物質を扱う可能性がある対象事業の分類、事業期間の設定、立入検査を通じた有害廃棄物・排水・排ガス処理施設の導入施策の推進(42、45条)、工業団地・経済特区・その他施設における排水処理に関する条件の設定(43、46条(a))、有害廃棄物の保管、安全性確保、輸送、輸入、輸出における事業者の廃棄物管理の監督(43、46条(b))、廃棄物の廃棄、保管、処分、輸送方法の改善(43、46条(c))、事業活動におけるクリーナー・プロダクション及びリサイクルの導入推進(43、46条(d))等が規定されている。

### 3.1.3. その他関連法制度

有害廃棄物管理については、ノルウェー環境庁の支援もありバーゼル条約を基とした有害廃棄物に関する区分に関する通知に係る草案の作成、有害廃棄物に関する輸出入ガイドラインの策定作業が進んでいるものの、それ以外の具体的な規制の策定の動きは現在のところない。なお、廃棄物管理に関連する環境影響評価手続きならびに環境基準については、第3章にて記載する。

## 3.2. ヤンゴン市の廃棄物管理法制度

### 3.2.1. 2013 年ヤンゴン市開発法以前の廃棄物管理法制度

1990 年に制定された「ヤンゴン市開発法 (The City of Yangon Development Law, The State Law and Order Restoration Council Law No. 11/90)」並びに 1993 年に制定された「開発委員会法 (Development Committees Law, The State Law and Order Restoration Council Law No. 5/93)」において、公衆衛生管理が市政府の責務であることが定められている。また 1992 年に制定された「ヤンゴン市条例 (The City of Yangon Municipal Act)」では、汚物、し尿、廃棄物の収集、処理、処分が市政府の責務とされ、廃棄物管理に係る基本的な事項が定められている。

廃棄物管理に関するより具体的な制度・規則を定めた条例として、1996 年に制定された「清掃規則 (Cleaning Rules, Order No.3/96)」が挙げられる。本規則では、公共の場所への各種ごみの投棄を禁じ、指定された場所へのごみの排出が義務づけられた。また、1999 年に制定された「ヤンゴン市汚染管理・清掃規則 (Pollution Control and Cleansing Rules, Order No.10/99)」(表 3-2)では、廃棄物の収集・運搬、処理・処分に係る市政府、事業者及び市民の責務と制約が規定されている。

本規則では、固形廃棄物管理に加えて排水溝の清掃、公衆トイレの整備、公共墓地、ならびに水、大気、土壌などの各種典型公害の防止に関する事項が定められた。但し、本規則ではリサイクル(3R)の推進に関する言及は行われていない。

表 3-1 ヤンゴン市汚染管理・清掃規則の概要

章	概要
第 1 章 表題及び定義	家庭系ごみ、剪定ごみ、工業廃棄物、建設廃棄物、商業廃棄物、医療廃棄物、動物死体等の定義
第 2 章 廃棄物の清掃	市政府の責務として収集ステーションの設置・管理、ごみ収集、処分場の整備、市民の責務として指定場所への排出等を規定
第 3 章 排水溝・道路清掃	市政府の責務として排水溝、道路の清掃等を規定
第 4 章 清掃・衛生手数料	市民は各種ごみの排出に際し、清掃手数料を支払う義務、および市政府による公衆トイレの整備等を規定
第 5 章 環境保全	市政府は関係政府機関と連携し、土壌、水、大気汚染、騒音防止、有害廃棄物管理を行う責務と権限等を規定
第 6 章 埋葬	市政府による墓地整備の責務等を規定
第 7 章 制限事項	路上等を含む指定場所以外へのごみの投棄等を禁止
第 8 章 その他	規則の執行等に関する規定

出典：ミャンマー国グレーターヤンゴンにおける循環型社会形成支援及び廃棄物発電事業の実現可能性調査報告書(環境省、平成 25 年)

### 3.2.2. 2013 年ヤンゴン市開発法に規定される廃棄物管理法制度

2013 年に、上記の「ヤンゴン市開発法 (1990 年)」を改定する形で、ヤンゴン市開発法 2013 (The Yangon City Development Law, 2013) が発行された。第 8 章の第 22 条に公衆衛生管理の項目が規定されており、旧ヤンゴン市開発法同様にヤンゴン市における公衆衛生管理が市

政府の責務であると定められている。具体的には以下の責務が定められているが、具体的な規定は上記のヤンゴン市汚染管理・清掃規則に準拠している。

- 22 (a) 汚染管理と環境保全のサービスの実施
- 22 (b) 市内の美化、樹木や草木の剪定の実施
- 22 (c) 有害な樹木・草木の除去、陥没地点の修理
- 22 (d) 市内水路のごみの除去、清掃
- 22 (e) 清掃規則に定められる廃棄物の収集、運搬、リサイクル等の廃棄物管理、廃棄物管理に関する入札・契約管理
- 22 (f) ごみ箱の設置、適切な維持管理
- 22 (g) 公共の宿泊施設や住宅の清掃、ごみ収集
- 22 (h) 公共の施設やイベント時の清掃、ごみ収集
- 22 (i) 公衆トイレの建設及び維持管理、これらに関する入札・契約管理
- 22 (j) 電子機器廃棄物を含む有害廃棄物の管理
- 22 (k) 動物の死骸の処理
- 22 (l) 各タウンシップの不法投棄の監督及び管理

### 3.2.3. その他関連法制度

ヤンゴン市開発法細則(By-law for the City of Yangon Development Law)が草案され、現在ヤンゴン市開発委員会(YCDC)内で議論されている。汚染管理清掃局(PCCD)職員によると平成29年3月を目途に最終化が進められるとの事であったが、不透明な状況である。

なお、ヤンゴン管区(Yangon Region)レベルでは、廃棄物関連法制度は制定されていない。

### 3.3. 環境影響評価制度

#### 3.3.1. 環境影響評価手続きに関する省令(2015)の概要

MONREC は 2015 年 12 月に環境影響評価の手続きに関する省令 (Environmental Impact Assessment Procedures: EIAP) を施行し、以下のとおり 11 章 131 条から構成され、環境影響評価 (EIA) もしくは初期的環境調査 (Initial Environmental Examination: IEE)、環境管理計画 (Environmental Management Plan: EMP) の実施手続きを定めている。

第 1 章:用語の定義(1-2 条)

第 2 章:環境影響評価手続きの策定(3-22 条)

第 3 章:スクリーニング(対象事業判定)の手続き(23-30 条)

第 4 章:初期的環境調査 (IEE) の手続き(31-43 条)

第 5 章:環境影響評価 (EIA) の手続き(44-70 条)

第 6 章:再審査申請手続き(71-75 条)

第 7 章:環境管理計画 (EMP) 手続き(76-82 条)

第 8 章:プロジェクト承認時における環境配慮(83-105 条)

第 9 章:モニタリング(106-122 条)

第 10 章:戦略的環境影響評価 (Strategic Environmental Assessment: SEA) (123-124 条)

第 11 章:罰則規定(125-131 条)

別添 1: EIA 及び IEE 事業対象リスト

別添 2: EIA/IEE/EMP 手続きフロー

別添 3: 罰則規定と罰則内容

#### 3.3.2. EIA 及び IEE 対象の要件

EIAP の別添 1 では EIA 及び IEE 事業対象が取り纏められており、8 分野 (国家案件、エネルギー開発、製造業、農業・畜産・林業、廃棄物・排水処理、地下水開発、インフラ及びサービス、運輸、鉱業) の 141 種の事業が規模に応じて EIA もしくは IEE の対象となる。そのうち、廃棄物管理に関連する事業を表 3-3 にまとめる。

また、事業の立地や特性によっては、下表の対象事業に該当しない場合においても、MONREC の判断によって IEE もしくは EIA が判断される場合がある (EIAP 第 25 条～29 条)。例えば、27 条では、森林・生物多様性保護地域、公有林、公園 (海洋公園含む)、マングローブ林、環境保全上脆弱な沿岸地域、野生保護区、景観保護地域、自然保護地域、地形保護地域、その他 MONREC 大臣が指定する自然保護地域、文化遺産保全地域、遺跡保護地域、歴史上重要な保護地域に位置する或いは同地域に影響を及ぼす可能性がある事業は EIA が必要となる。

表 3-3 EIAもしくはIEEが要求される廃棄物管理関連の対象事業

番号	事業内容	IEE	EIA
6	廃棄物を燃料とする発電所	発電容量:50MW以上	MONRECが必要と判断する事業
103	廃棄物処分場(非有害)	1) 埋立容量:日量10トン未満且つ埋立総容量25,000トン未満 2) その他:日量50トン未満	1) 埋立容量:日量10トン以上もしくは埋立総容量25,000トン以上 2) その他:日量50トン以上
104	焼却施設(非有害)	処理能力:3トン/時間未満	処理能力:3トン/時間以上
105	リサイクル、再利用、再使用施設(非有害)	日量50トン未満	日量50トン未満
106	廃棄物処分場(有害)	-	全ての事業
107	リサイクル、再利用、再使用施設(有害)	日量10トン未満	日量10トン未満

出典:環境影響評価の手続きに関する省令を基に Myanmar Koei International 作成

### 3.4. 環境基準

#### 3.4.1. 国家環境質(排出)ガイドラインに関する省令(2015)の概要

環境基準については、環境保全法及び環境保全規則では MONREC が設定する事とされているが、2017年12月時点では設定されていない。一方で、MONRECは環境影響評価手続き(EIAP)の中で排ガス、排水、騒音、振動を管理するために国家環境質(排出)ガイドライン(National Environmental Quality (Emission) Guidelines: NEQG)に係る省令を2015年12月に発出した。

NEQGは、国際金融公社(International Finance Corporation)の環境衛生安全(Environmental, Health and Safety)ガイドラインをベースに設定されており、EIAPに準拠してEIA、IEE、EMPを実施する事業に適用される。また、NEQGは一般ガイドラインと56セクター・業種に区分されており、一般ガイドラインは、大気、水質、騒音、悪臭のガイドライン値が、個別のガイドラインは、主に排ガスと排水ガイドライン値が定められている。NEQGに記載されている56セクター・業種は以下に示すとおりである。

1. エネルギー開発セクター(11種類)
2. 農業、家畜、林業開発セクター(6種類)
3. 製造業(27種類)※内訳は以下のとおり
  - 3.1 食品・飲料(8種類)
  - 3.2 縫製・繊維・皮革(2種類)
  - 3.3 木材製造(4種類)
  - 3.4 化学製品(5種類)

- 3.5 ガラス・セラミック製造(2種類)
- 3.6 建材製造(1種類)
- 3.7 金属、機械、電気(5種類)
- 4. 廃棄物・排水管理(2種類)
- 5. 水供給(1種類)
- 6. インフラ及びサービス業(8種類)
- 7. 鉱業(1種類)

### 3.4.2. 廃棄物関連の排出ガイドライン値

廃棄物管理の排出ガイドライン値は、埋立処分場からの浸出水処理ガイドライン値、焼却施設からの排ガスガイドライン値、汚泥を土壌改良及び農業用に再利用する際の含有量ガイドライン値が定められている。以下にそれぞれのガイドライン値の概要を示す。

#### (1) 排水ガイドライン値(処分場)

排水ガイドライン値(処分場)は、表 3-4 に示すとおり、有害廃棄物処分場と一般廃棄物処分場に区分され、最大値と月平均値が設定されている。ベンゼンなどの有機化合物を始めとしてミャンマー国では分析出来ない項目が一部あることから、EIA 手続きの際にはこれら分析項目の取り扱いに留意する必要がある。

表 3-4 排水ガイドライン値(埋立処分場)

項目	単位	ガイドライン値			
		有害廃棄物埋立処分場		都市廃棄物埋立処分場	
		日最大量	月平均	日最大量	月平均
5日培養生物学的酸素要求量	mg/l	220	56	140	37
アンモニア	mg/l	10	4.9	10	4.9
アニリン	mg/l	0.024	0.015	-	-
ヒ素	mg/l	1.1	0.54	-	-
αテルピネオール	mg/l	0.042	0.019	0.033	0.016
安息香酸	mg/l	0.119	0.073	0.12	0.071
全クロニウム	mg/l	1.1	0.46	-	-
ナフタレン	mg/l	0.059	0.022	-	-
p クレゾール	mg/l	0.024	0.015	0.025	0.014
pH	S.U. <sup>a</sup>	6-9	6-9	6-9	6-9
フェノール	mg/l	0.048	0.029	0.026	0.015
ピリジン	mg/l	0.072	0.025	-	-
総浮遊砂	mg/l	88	27	88	27
亜鉛	mg/l	0.535	0.296	0.2	0.11

<sup>a</sup> 標準単位

(2) 排ガスガイドライン値(焼却施設、医療廃棄物焼却施設)

排ガスガイドライン値(焼却施設、医療用焼却施設)は、表 3-5 及び

表 3-6 に示すとおり、ばいじん、重金属、ダイオキシン類等が設定されている。医療廃棄物焼却施設については重金属を始めとして規制される項目が多い。また、焼却灰は有害で無いと確認されない限りは有害廃棄物として適切な処理を行う事とされている。

なお、2017年12月現在、MONREC-ECD 及び一部の環境調査会社は、ばいじんの一部(一酸化窒素、二酸化硫黄、一酸化炭素等)を測定出来る機器を有しているが、その他については、測定が出来ない状態である事から、EIA 手続きの際にはこれら分析項目の取り扱いに留意する必要がある。

表 3-5 排ガスガイドライン値(焼却施設)

項目	単位	ガイドライン値 <sup>a</sup>
カドミウム	mg/m <sup>3</sup>	0.05-0.1 (0.5-8 時間平均)
一酸化炭素	mg/m <sup>3</sup>	50-150
塩酸	mg/m <sup>3</sup>	10
フッ化水素	mg/m <sup>3</sup>	1
水銀	mg/m <sup>3</sup>	0.05-0.1(0.5-8 時間平均)
窒素酸化物	mg/m <sup>3</sup>	200-400 (24 時間平均)
ポリ塩化ジベンゾ、ジベンゾフラン	ng TEQ <sup>b</sup> /m <sup>3</sup>	0.1
二酸化硫黄	mg/m <sup>3</sup>	50 (24 時間平均)
全金属	mg/m <sup>3</sup>	0.5-1 (0.5-8 時間平均)
総浮遊砂	mg/m <sup>3</sup>	10 (24 時間平均)

<sup>a</sup>): 都市廃棄物及び有害廃棄物焼却炉の両者に適用可能

<sup>b</sup>): 毒性等価係数

表 3-6 排ガスガイドライン値(医療廃棄物焼却施設)

項目	単位	ガイドライン値
アンチモン、ヒ素、鉛、クロニウム、コバルト、銅、マンガン、ニッケル、バナジウム	mg/Nm <sup>3a</sup>	0.5
カドミウム、タリウム	mg/Nm <sup>3</sup>	0.05
一酸化炭素	mg/Nm <sup>3</sup>	50
塩化水素	mg/Nm <sup>3</sup>	10
フッ化水素	mg/Nm <sup>3</sup>	1
水銀	mg/Nm <sup>3</sup>	0.05
窒素酸化物	mg/Nm <sup>3</sup>	200-400 <sup>b</sup>
ポリ塩化ジベンゼン p-ジオキシン	ng/Nm <sup>3c</sup>	0.1

項目	単位	ガイドライン値
	TEQ <sup>d</sup>	
二酸化硫黄	mg/Nm <sup>3</sup>	50
全有機炭素	mg/Nm <sup>3</sup>	10
総粒子状物質	mg/Nm <sup>3</sup>	10

a.) 規定温度・圧力時での標準立法メートル当たりの物質量(ミリグラム)

b.) 新規施設又は許容量が毎時6トンを超える既存施設は 200mg/m<sup>3</sup>

許容量が毎時6トン以下の既存施設は 400mg/m<sup>3</sup>

c.) 規定温度・圧力時での標準立法メートル当たりの物質量(ナノグラム)

d.) 毒性等価係数

### (3) 汚泥の含有量ガイドライン値(土壌改良及び農業用に係る再利用)

排水処理施設から排出される汚泥は、脱水し、埋立処分場もしくは焼却施設にて処理する事が可能であるが、有害物質及び微生物が非常に少ないレベルの汚泥の場合、表 3-7 に示すガイドライン値を満足した場合は、土壌改良材もしくは肥料などの農業用として使用可能とされている。一部の重金属の項目を除いて、ミャンマー国での分析は可能な状況である。

表 3-7 土壌改良及び農業用に再利用する際の汚泥の含有量ガイドライン値

項目	単位 <sup>a</sup>	ガイドライン値
ヒ素	mg/kg	75
カドミウム	mg/kg	85
クロニウム	mg/kg	3,000
銅	mg/kg	4,300
鉛	mg/kg	840
水銀	mg/kg	57
モリブデン	mg/kg	75
ニッケル	mg/kg	420
セレン	mg/kg	100
総大腸菌群	g <sup>b</sup>	1,000
亜鉛	mg/l	7,500

<sup>a</sup>.) 乾燥重量

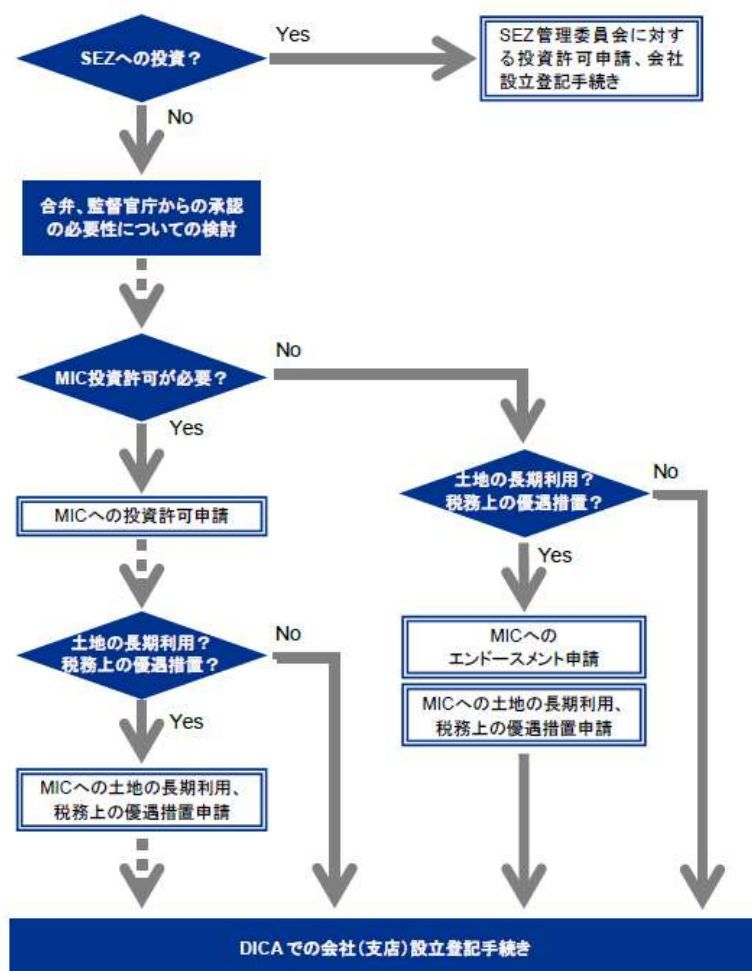
<sup>b</sup>.) グラム当たりの総懸濁量(乾燥重量)



### 3.5. SPC 設立関連制度

#### 3.5.1. 新投資法

ミャンマー国では、2016年に国民民主連邦(NDL)政権が発足し、より活発な内外国資本の投資推進のため、投資法改正を実施、2017年4月にミャンマー国計画財務省が同法の催促となるミャンマー投資法細則(計画財務省通達 No.35/2017)を発表した。新投資法では、従来不明確だった点が明確化され、またかつて二分されていた外交と内国向けの投資法を一本化し、投資の公平性が確立されている。一方、ミャンマーには経済特区があり、同特区で投資を行う場合には、ミャンマー経済特区法や関連する法規制に従うこととなり、投資法とは別の法規制の下、投資を行うこととなる。新投資法では主に、禁止事業、規制事業、ミャンマー投資委員会(MIC)投資許可、エンドースメント(外国投資家による土地の長期利用、税務上の優遇措置)についての規制、制度が定められている。図3-1にフローを示す。



出典:KPMG 「2017/2018年度版 ミャンマー投資ガイド」

図3-1 外国投資家にとっての投資手続き

ミャンマー投資家、外国投資家を問わず禁止されている事業としては、国防・保安のための物品製造、ミャンマー国内の各民族の伝統的な文化や習慣に影響を与える事業や、自然環境や生態系に重要な影響を与える可能性のある事業等が挙げられている。以下表 3-8 に、外国投資家に禁止されている事業を示す。

表 3-8 新投資法における外資禁止事業

No	事業の内容	産業区分
1	ミャンマー語及び少数民族言語による定期刊行物の発行ならびに販売	情報通信業 (メディア)
2	淡水での漁業及び関連するサービス	漁業
3	動物の輸出入のための検疫施設の設置(検疫行為自体は関連当局が実施)	その他
4	ペットケアサービス	サービス (その他)
5	森林区域及び政府管理下の自然林区域を利用した木材事業	林業
6	鉱山法に準拠した中小規模での鉱物の調査、試掘、事業性調査、採掘	鉱業
7	中小規模での鉱物の精錬	鉱業
8	浅掘りでの石油採掘	鉱業
9	外国人用のビザや滞留許可証のためのシールの印刷及び発行	その他
10	ヒスイや宝石の探査、試掘、採掘	鉱業
11	ツアーガイドサービス	サービス (旅行業)
12	ミニマート及びコンビニエンス・ストア(店舗床面積が10,000平方フィート、あるいは929平方メートルを超えないもの)	小売業

出典:KPMG 「2017/2018 年度版 ミャンマー投資ガイド」

新投資法において関連省庁からの承認を要する事業も規程されており、廃棄物発電事業において 30 メガワット以上の発電量を有する場合は、電力・エネルギー省からの承認が必要となる。また、環境保護・林業省(現・MONREC)通達 No.616/2015 では環境影響評価(EIA)手続きを要する事業として、廃棄物発電は対象となっている。

### 3.5.2. 新会社法

現行のミャンマー会社法は 1914 年に制定されて以降、大幅な見直しが行われてきておらず、特に外国投資家から改定を求める声が続いていたが、ついに 2017 年 12 月 6 日に新会社法が成立し 2018 年 8 月から施行される。新会社法は、明文化、手続きの簡素化・短縮化が進められ、オンラインでの会社登記手続きも可能になる。今回の改正により、幅広い業種の企業に対して外国資本の参加が認められ、ミャンマーへの投資は加速していくものと思われる。新会社法の主な変更点を以下、表 3-9 に記載する。

表 3-9 ミャンマー新会社法の重要ポイント

No	項目	旧会社法	新会社法
1	株式の数	最低 2 株(かつ、一人の株主が 2 株保有は不可)	最低1株
2	株主数	最低 2 名	最低 1 名
3	取締役所在	不明確	取締役最低 1 名がミャンマー駐在、もしくは 183 日/年以上の滞在
4	外国会社定義	外国人または外資企業保有数 1 株以上	外国人または外資企業の株式保有率 35%以上
5	設立手続	仮設立証明書あり (手続長期だったため)	法務局への書類提出後、 即時証明書発行
6	定款条項	定型と異なる場合は投資企業 管理局担当官との交渉が要	条項追加自由
7	定款変更	DICA 承認(数ヶ月所要)	特別決議、DICA 登録のみ
8	契約締結	不明確	明確化(権限範囲、社印等)
9	会社設立前の 契約締結	不明確	会社設立前の契約締結可
10	種類株式	不明確	明確化(優先、劣後、無議決権株式 等の発行)
11	現物出資	不明確	明確化(金銭以外出資の詳細等)
12	配当支払	不明確	明確化(支払ルール等)
13	バーチャル 取締役会	なし	明確化(ビデオ会議開催時の規程)
14	取締役の義務	不明確	明確化(権限、義務等)
15	抵当権および 担保権	不明確	明確化(手続き等)
16	会計に関する 義務	不明確	明確化(会計帳簿、監査役の権限と 義務等)
17	清算	不明確	明確化(清算事由別手続き等)

出典: ベーカー&マッケンジー法律事務所 「ミャンマー新会社法の重要ポイント」より  
調査団作成

### 3.6. JICA によるヤンゴン都市圏開発マスタープラン

#### 3.6.1. マスタープラン概要

国際協力機構(JICA)は2012年8月から2013年3月にかけて、「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」を実施し、ヤンゴン市と共同で「ミャンマー国ヤンゴン都市圏開発マスタープラン」を策定した。マスタープランに掲げられている社会基盤インフラは以下、表3-10のとおりで、廃棄物管理も課題の一つに掲げられている。

表 3-10 JICA マスタープランにおける社会基盤インフラ

項目	概要
都市交通・道路・鉄道	都市鉄道を中心としたモビリティ確立
港湾・物流	安全性・機動性・信頼性の高い水運システムの実現
上水道	適切な水量・水圧・価格で引用可能な水を提供
下水道・雨水排水	良好な水環境を創出し、水害の無い安全な都市を実現
電力	高度な都市機能を支える高品質で安定した電力供給を実現
廃棄物管理	3R 政策とその実施を通じて循環型社会を形成
情報通信	高度な情報通信社会を実現

出典: JICA ミャンマー国ヤンゴン都市圏開発マスタープランを用いて調査団作成

なお、本マスタープランは2012年5月にヤンゴン地域政府および JICA が合意した「ヤンゴン都市圏の都市開発に関わる包括的プログラム」を先導する中核プロジェクトとして位置づけられており、本マスタープランに則り各分野の更なる調査が期待されている。

#### 3.6.2. 廃棄物管理計画

ヤンゴン市における廃棄物管理の計画だが、まだヤンゴン市には承認されたマスタープランは存在していない。YCDC ではヤンゴンコンセプトプラン 2040 が協議されているが、そこでは主に施設計画のみが協議対象となっており、YCDC としては、廃棄物中継基地、WtE プラント、最終処分場、堆肥化施設、メタン発酵施設及び機械式廃棄物積込み機能を有す収集車両の更新等を検討対象として認識している。ヤンゴン市における将来の廃棄物管理関連施設候補地を以下、表3-11に示す。

表 3-11 将来の廃棄物管理関連施設候補地

名称	タウンシップ/地区 (District)	面積(ha)	現状
最終処分場			
Hlaw Gar	Mingalar Done / North	40	
Mingalar Done	Mingalar Done / North	7	既存暫定処分場の拡大
Maso	East Dagon / East	75	
Kyi Su	Sekkikan Dagon / East	100	
Dagon Myo Thit	North Dagon / East	100	
Dala	Dala / South	240	Dala タウンシップには 3 ヲ所の候補地がある。3 候補地の合計面積が約 240ha。3 ヲ所のうち 1 つは既存暫定処分場の拡大
中継基地、焼却施設			
Hlaning Tha Yar	Hlaing Tha Yar / West	8	2012年8月に中継基地もしくは焼却場の用地としての使用をヤンゴン市長に申請済
Ale Yea	Thaketa / South	20	閉鎖処分場
Htein Bin	Htein Bin / North	61	閉鎖処分場
Htawe Chaung	Htawe Chaung / East	60	閉鎖処分場

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

### 3.6.3. 廃棄物管理に関する主な課題

JICA は本調査を通じて以下の項目を主要な課題として掲げている。

- 1) 廃棄物管理の計画の欠如  
収集運搬、最終処分並びに中間処理を包括する廃棄物管理に関する定量予測に基づく計画は必要不可欠。
- 2) 非効率な廃棄物収集運搬システム  
動員と人力に大きく依存する方法が取られており、作業に多大な時間を要し、生活環境からの廃棄物除去が不十分となる状況。
- 3) 廃棄物の収集運搬機材の老朽化  
収集運搬に用いられる車両の多くが古く、頻繁に修理、維持管理が必要な状況。
- 4) 不適切な廃棄物最終処分  
全ての最終処分場の運営はオープンダンプ状態にあり、水質汚濁、大気汚染、温暖化ガスの発生、不衛生状態の問題が継続的に生じている状況。
- 5) 不明確な有害廃棄物管理行政

有害廃棄物の処理責任は法令で規程されず、YCDC 条例においても明確にはなっていない。

6) 未整備な廃棄物管理法制

YCDC は環境保全と清掃に関する条例を有すものの、国、地域、並びにヤンゴン市のいずれのレベルでも廃棄物管理に関する法制度は脆弱である。

7) 不適正な料金徴収

廃棄物サービスに係る料金徴収率は非常に低く、支出が収入を大きく上回る状況。

上記の課題が示すとおり、JICA においてはヤンゴンにおける廃棄物への取組みについては、大きな改善の余地があるという認識を持っている。

3.6.4. 廃棄物減量効果のシナリオ

廃棄物マスタープランが未策定ではあるものの、最終処分場の許容量を鑑みても廃棄物の発生量の抑制、減容化への取組みは重要である。JICA の本調査では、いくつかのシナリオを設定(表 3-12)し、必要な処分場容量を予測している。

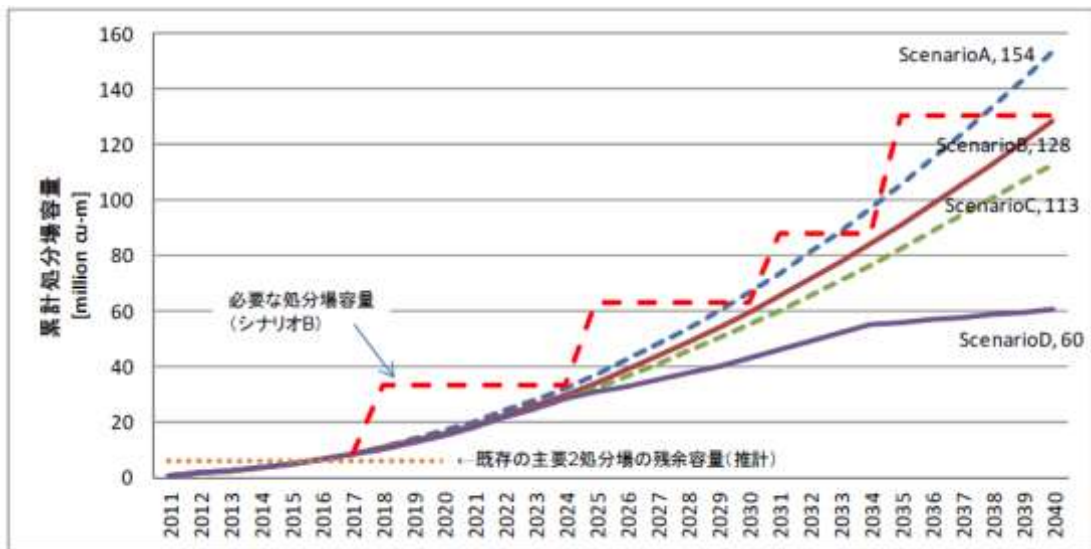
表 3-12 廃棄物減量効果のシナリオ

ごみ発生源単位:700g/人/日

シナリオ	A	B	C	D
廃棄物減量 :有価物回収 10%減、有機物活用 8%減(現況継続)	○	○	○	○
有価物回収により廃棄物発生量からの 30%減		○	○	○
有機物活用により廃棄物発生量からの 20%減			○	○
焼却処理による 85%減 -収集ごみ量の 50%を焼却処理(2025 年以降) -収集ごみ量の 100%を焼却処理(2035 年以降)				○

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

シナリオ D は、有価物回収、有機物活用、および焼却処理全てが実現した場合の最も減容化が進んだシナリオである。これらのシナリオに基づいた最終処分場必要容量の予測を以下、図 3-2 に示す。



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  
 図 3-2 減量を加味した 2040 年までの最終処分場必要容量(都市ごみ)

このグラフから分るとおり、焼却処理を行わない場合、2040 年時点の最終処分場必要容量は、焼却以外の減容手段を全て加味したシナリオでも、焼却処理を行う場合の約 2 倍にもなっており、焼却処理はヤンゴン市の計画上、必要とされるものであることが分かる。

## 4. 廃棄物発電プラント計画

### 4.1. 廃棄物管理の現状

#### 4.1.1. 廃棄物の発生量

PCCD が数年毎に実施している調査によれば、ヤンゴン市内におけるごみ発生原単位の推移は図 4-1 に示すとおりである。2011 年度のごみ発生量は 0.396kg/日であったが、2016 年度は 0.450kg/日に増加している。YCDC の最新報告によると 1 日の発生量は、家庭ごみ 2,500～2,700ton、工業系ごみ 250ton、医療系ごみ 2.15ton となっている。

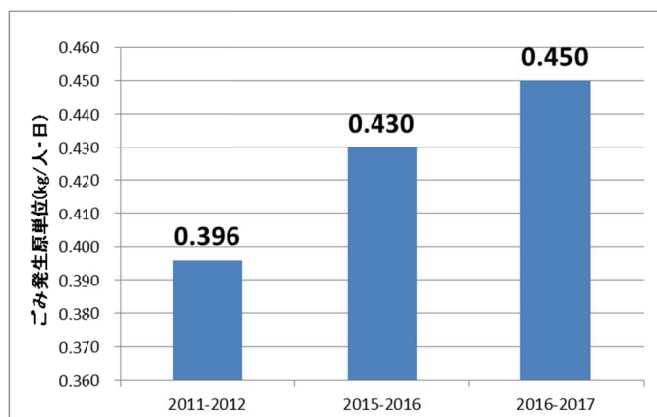


図 4-1 ごみ発生原単位の推移

ヤンゴン市内のごみ収集量は図 4-2 に示すとおり 2011 年度に 479,280 ton/年だったが、2016 年度には 855,020 ton まで増加しており、今後も人口増加や経済発展により廃棄物量は増加傾向となることが予想される。

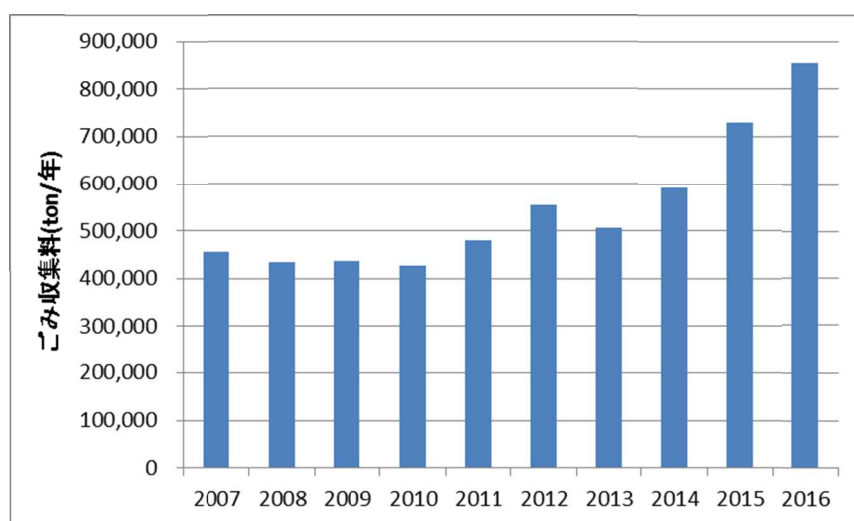


図 4-2 ヤンゴン市内のごみ収集量



#### 4.1.2. 廃棄物の定義とフロー

廃棄物の収集・運搬は PCCD 職員が実施しており、排出源から集積場・鉄製コンテナまでの一次収集と、これらの中継施設から処分場までの二次収集で構成されている(図 4-3)。

一次収集はベル収集、拠点回収、路上回収のいずれかによって行われる。ベル収集は住宅密集地において行われ、PCCD 作業員がベルを鳴らしながら家庭や事業所を直接訪問し、手押し車によりごみを回収する。ベル収集は毎日、午前 6 時から 11 時の間に行われる。ベル収集により回収されたごみは、人口密度に応じて設置されているコンクリートまたは竹製の一時貯留施設(Temporary Waste Tank)または鉄製コンテナに仮置きされる。拠点回収では、住民が直接、一時貯留施設または鉄製コンテナにごみを排出する。拠点へのごみ出しができるのは午後 6～11 時の間とされている。また、住民は路上に設置されているプラスチック製ごみ箱(容積 660L および 240L)への厨芥類のごみ出しを行うこともできる(午前 6～10 時)。ごみ箱に排出されたごみは、PCCD 作業員の手押し車により一時貯留施設または鉄製コンテナに運搬される。

二次収集は午後 6 時以降の夜間に実施され、前述の一時貯留施設に仮置きされたごみを PCCD 作業員が手作業でトラックに積み替え、処分場まで運搬される。また、鉄製コンテナに集積されたごみは積み替えを必要とせず、コンテナ輸送車により直接、処分場に運搬される。以上の定期収集に加え、事業者等からの要請に応じ PCCD が直接廃棄物を収集するオンコール収集および事業者による処分場への直接搬入が行われている。

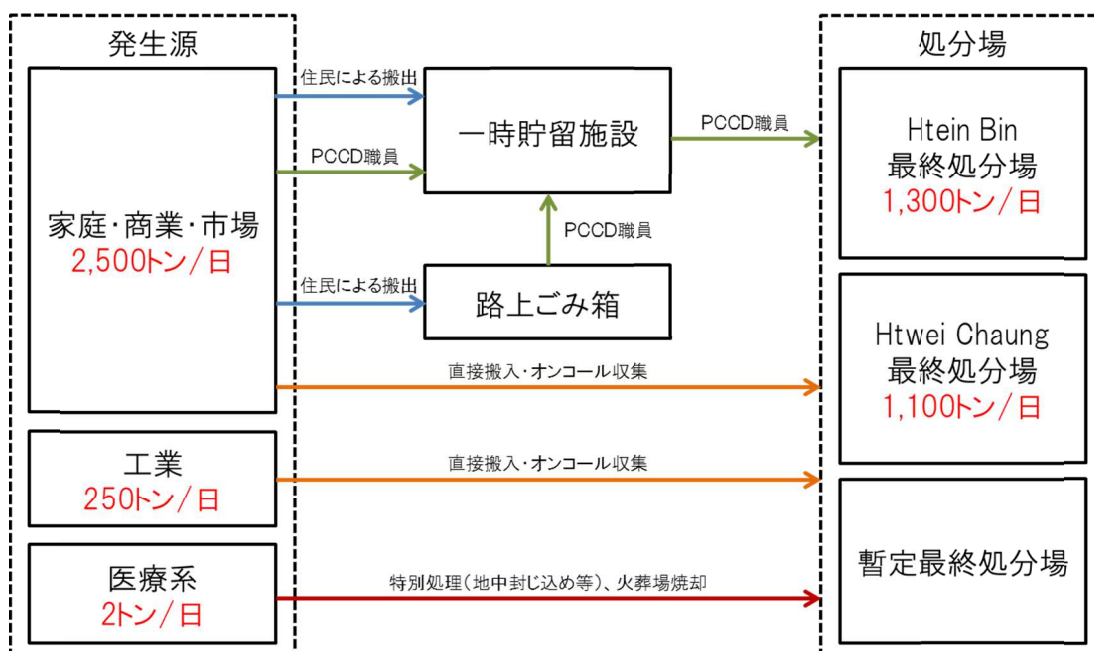


図 4-3 廃棄物収集フロー

#### 4.1.3. 廃棄物の処理・処分

ヤンゴン市内で排出されたごみは、PCCD が管理する最終処分場で直接埋立されている。2018 年 1 月時点で供与されている最終処分場 (FDS: Final Disposal Site)、並びに、暫定処分場 (Temporal FDS) は表 4-1 の通りである。

市内のごみの処理は、主に北・西地区からのごみを搬入する Htein Bin 処分場と、東・南地区からのごみを搬入する Htawe Chaung 処分場で行われており、いずれもごみの受入れ 24 時間行われている。最終処分場への適切な運搬路が整備されていないため、北部、南部の一部のタウンシップでは暫定処分場における自区内処分を行っている。市内の暫定処分場は 2カ所あり、処分場あたりの面積は 0.1~1 ha 程度である。以前使用されていた Mingalardon と Shwe Pyi Thar の暫定処分場は現在は使用されていない。ヤンゴン市における処分場は全て、遮水工や浸出水処理施設等を備えていないオープンダンプ型処分場であり、ごみの覆土も行われていない。

表 4-1 ヤンゴン市の最終処分場

名称	種別	*受入ごみ量 (ton/day)	面積 (Acre)	供用済面 積	供用面積開始 年
Htein Bin	処分場	1287.75	150	70	2002
Htawei Chaung	処分場	1070.5	147	47.4	2001
Dala	暫定	21.76	1.3	N/A	2003
Seikkyi Khanaungto	暫定	7.11	0.25	N/A	2003
計		2387.12			

\*2017 年 1 月~12 月の平均値。工業系、医療系廃棄物は含まれない。

Htein Bin には西部と北部の 15 タウンシップから日量 1287.75ton のごみが搬入されており、面積割合で 47% が供用済みである。Htwei Chaung には東部と南部の 18 タウンシップから日量 1070.5ton のごみが搬入されている。総面積は 147Acre だが、開発済みのエリアは約 100Acre のみで残りは将来の拡張のために確保されている。最新の共用済面積は現在 YCDC が調査中のため把握できておらず、表は 2012 年の数値を示しているため、残共用可能面積が逼迫している。両処分場には 2017 年にごみの計量用のトラックスケールが導入され、供用が開始されている。



図 4-3 トラックスケール(Htein Bin)



図 4-4 オープンダンプの様子(Htein Bin)



図 4-5 使用済みエリアの様子(Htawei Chaung)



図 4-6 未使用エリアの様子 (Htawei Chaung)

#### 4.1.4. 手数料

YCDC では家庭や事業者から清掃手数料 (Cleaning Fee) を徴収しており、清掃手数料は表 4-2 のとおり居住地区により異なる。また PCCD は事業所等からの要請に応じた廃棄物収集 (On-Call Collection) を実施しており、トラックの容量により手数料が異なる。

表 4-2 ごみ処理手数料

分類		ごみ処理手数料 (世帯・月またはトラック・台)
家庭	CBD 地区	600MMK
	Sub-urban 地区	450MMK
	Satellite 地区	300MMK
事業所 (オンコール)	3 トントラック	70,000MMK
	5 トントラック	90,000MMK
	8 トントラック	105,000MMK

工業団地に対しても On-Call Collection を実施しており、手数料ははじめての 1ton が 5,000MMK、追加 1ton ごと 2,000MMK とされている。

#### 4.1.5. 医療系・有害廃棄物

ヤンゴン市内の医療施設から排出される医療系廃棄物は PCCD により収集・処分されている。感染性廃棄物は火葬炉で焼却し焼却灰は処分場で埋め立てられている。廃注射器・針は地中封じ込め処分を行っている。年間の処分量を図 4-7 に示す。

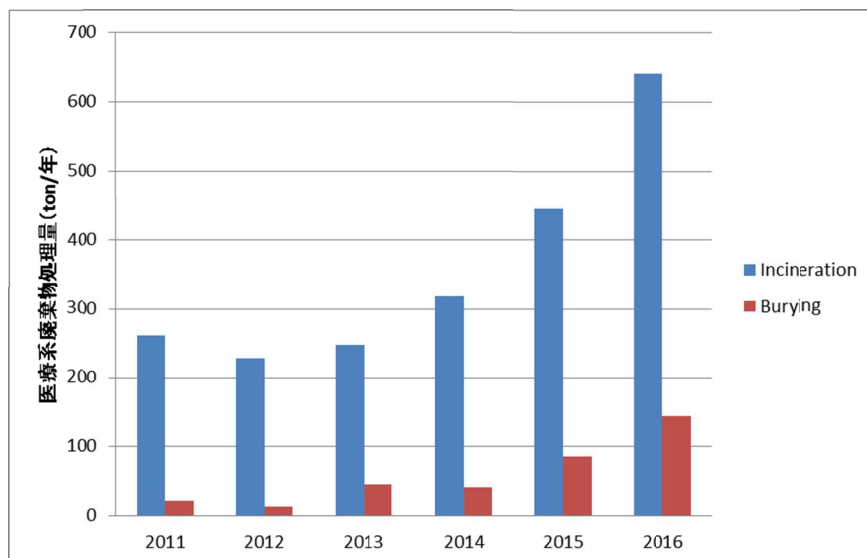


図 4-7 医療系廃棄物の処分量

期限切れ医薬品、塗料、水銀などの有害廃棄物は、地中 3~4m に埋め込まれた円柱型のコンクリートブロックの内部に投棄し、入り口を固定して封じ込めを行っている。



図 4-8 医療系廃棄物の廃棄の様子



図 4-9 医療系廃棄物の廃棄の様子



図 4-10 地中封じ込め処分の様子 1



図 4-11 地中封じ込め処分の様子 2

## 4.2. プラント基本計画

本調査ではストーカ炉による廃棄物発電プラントを採用し、その事業性評価を行うこととする。本章では設計条件から各要素機器の選定を行い、施設フローを検討する。

### 4.2.1. 設計条件

今回の廃棄物処理発電プラント計画における設計条件を以下に示す。

#### 4.2.1.1. 建設候補地の選定

本調査にあたり、YCDC 側からは Hten Bin, Htawei Chaung, Kyi Su, Thaketa の計 4 つの建設候補地を提案された。各候補地の位置関係を図 4-12 に示す。

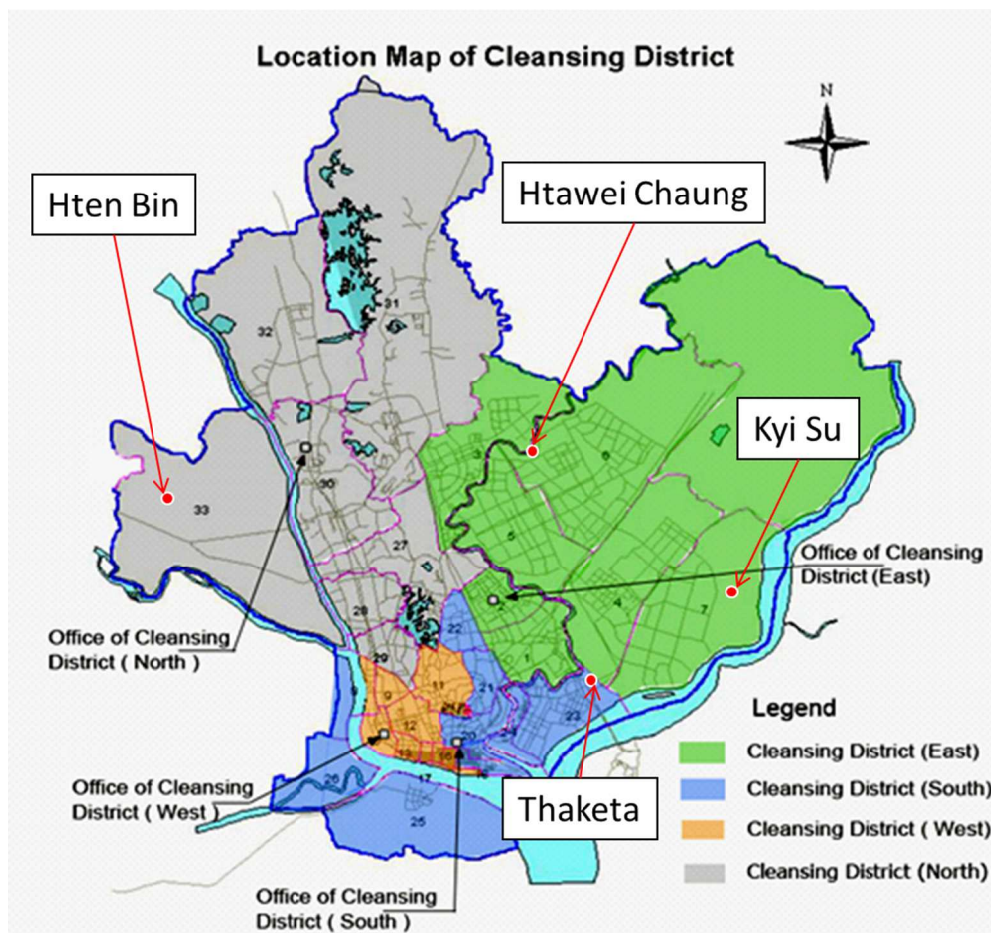


図 4-12 建設候補地

第 4 章 1.3 項で述べたとおり、現在ヤンゴン市で発生したごみは Htawei Chaung Final Disposal Site 及び Htein Bin Final Disposal Site に運搬されている。このうち Htawei Chaung Final Disposal Site の使用割合が逼迫しているため、その延命を目的として Htawei Chaung 候

補地を建設地と仮定する。

Htawai Chaung 候補地は Htawai Chaung Final Disposal Site 内の一部である。過去にはごみの最終処分場として使用されており、計画の実施には土質調査が必要である。

#### 4.2.1.2. ごみ処理量

前節で述べたとおり、本調査では Htawai Chaung に廃棄物発電プラントを建設すると仮定しその処理量を決定する。本廃棄物発電プラントは Htawai Chaung Final Disposal Site の延命を目的とするため、Htawai Chaung Final Disposal Site に搬入される全ごみ量を処理するものとする。

その際、1 日あたりのごみ発生量は以下となる。

$$\begin{aligned} & \text{East Cleaning District} + \text{South Cleaning District} \\ & = 527.05 + 418.56 = 945.61 \text{ [ton/day]} \end{aligned}$$

ここでメンテナンスによる年間の休炉期間を 55 日間とした場合、プラントの 1 日あたりのごみ受入れ量は以下の式で計算される。

$$945.61 \times 365 \div (365-55) = 1113.38 \text{ [ton/day]}$$

また全受入れごみのうち、5%程度が分別除去、10%程度がゴミ汚水として除かれると仮定すると 1 日あたりのごみ焼却量は以下となる

$$1113.38 \times (100-(5+10))/100 = 946.37 \text{ [ton/day]}$$

よって本調廃棄物発電プラントの処理能力を 500 [ton/day] x 2 系統、合計 1000[ton/day] とする。

#### 4.2.1.3. ごみ性状

廃棄物発電プラントの計画にあたり、受け入れごみの性状を調査する必要がある。現在 YCDC によりごみ性状の分析が進められているが、十分なデータは収集されていない。そこで本調査では YCDC と協議し、JFE が施工した WtE プラントの実績と東南アジア諸国における JFE の経験則より、ごみの性状を下記 表 4-3 に示す通り仮定した。

ヤンゴン市では雨季の影響もあり、ごみの水分量が多くなる時期があると考えられる。よって現地ヒアリング及び既存 WtE プラントの実績に基づき、低質ごみの水分量を 60%と設定した。



表 4-3 ごみ質設定

項目	単位	低質ごみ	基準ごみ	高質ごみ	
低位発熱量	kcal/kg	1,300	1,800	2,200	
	kJ/kg	5,400	7,700	9,200	
三成分	可燃分	%	26	34	40
	水分	%	60	55	53
	灰分	%	14	11	7
	合計	%	100	100	100

#### 4.2.1.4. 排ガス基準値

ミャンマー国では2015年12月にMONRECが排ガス排出基準について省令を定めている。表 4-4 にその基準値を示す。また、川崎市の採用している基準値代表例を合わせて示した。MONREC が定める基準値を遵守すると排ガス処理システムの建設費ならびに運転費が高価になる。PCCD によれば排ガス基準値については、今後協議の余地があるということで、今回は川崎市の採用している基準値の代表例をプラント設計条件とした。

表 4-4 本調査で採用する排ガス基準値<sup>1</sup>

項目	規制値 O <sub>2</sub> 11%, 0°C1atm		川崎市の採用している 基準値代表例 O <sub>2</sub> 11%, 0°C1atm 換 算
	単位	値	
Cadmium	mg/Nm <sup>3</sup>	0.05 - 0.1 (0.5-8 hour average)	0.56
Carbon monoxide	mg/Nm <sup>3</sup>	50 - 150	-
Hydrochloric acid	mg/Nm <sup>3</sup>	10	36
Hydrogen fluoride	mg/Nm <sup>3</sup>	1	2.8
Mercury	mg/Nm <sup>3</sup>	0.05 - 0.1(0.5-8 hour average)	0.06
Nitrogen oxides	mg/Nm <sup>3</sup>	200-400 (24 hour average)	120
Polychlorinated dibenzodioxin and dibenzofuran	ngTEQ/Nm <sup>3</sup>	0.1	0.1
Sulfur dioxide	mg/Nm <sup>3</sup>	50 (24 hour average)	48
Total metal	mg/Nm <sup>3</sup>	0.5-1 (0.5-8 hour average)	11(Lead)
Total suspended particulates	mg/Nm <sup>3</sup>	10 (24 hour average)	22

<sup>1</sup> [NATIONAL ENVIRONMENTAL QUALITY (EMISSION) GUIDELINES, 2015]

#### 4.2.1.5. 埋め立て基準値

ミャンマー国では2015年12月にMONRECが埋め立て処分場における排水基準について省令を定めている。しかしながら日本国内と異なり、飛灰の重金属安定処理方法選定に関わる鉛や銅、水銀などの溶出基準に関しては特に基準値が定められていない。下記にMONRECの定める埋め立て処分における排水基準を示す。

表 4-5 Effluent Levels (for landfills)<sup>2</sup>

項目	単位	基準値	
		1日最大値	月平均
5-day Biochemical oxygen demand	mg/l	140	37
Ammonia	mg/l	10	4.9
α-Terpineol	mg/l	0.033	0.016
Benzoic acid	mg/l	0.12	0.071
p-Cresol	mg/l	0.025	0.014
pH	S.U.	6-9	6-9
Phenol	mg/l	0.026	0.015
Total suspended solids	mg/l	88	27
Zinc	mg/l	0.2	0.11

#### 4.2.2. 要素設備

本節では上記の第4章2.1項に基づき、廃棄物処理発電プラントの仕様を選定する。

##### 4.2.2.1. 受入供給設備

ヤンゴン市の水分が多いごみを処理するにあたり、ピット内で水を切り、攪拌を行うために、ピットアンドクレーン方式を採用する。特に雨季における水分60%の低質ごみを考慮し、十分に水を切れるよう本施設のごみピットは受入れごみを7日分保管できるように設計する。

##### 4.2.2.2. 燃焼設備

ストーカ炉の火格子には、JFEエンジニアリングが保有する最新技術であるJFEハイパーストーカシステムを導入する。また焼却炉本体には、中間天井を有するJFEの二回流式ストーカ炉を採用する。二回流式ストーカ炉は、幅広いごみ質に対応できるため、雨季/乾季のごみ質変動が大きく、かつ、今後の経済成長に伴うごみ発熱量上昇が予想されるミャンマー国向けとして最適である。下記図4-13にその概略を示す。

主燃焼室は、ボイラ水冷壁構造であり、廃熱回収の最大化を図っている。炉内側は、すべ

<sup>2</sup> [NATIONAL ENVIRONMENTAL QUALITY (EMISSION) GUIDELINES, 2015]

て高耐熱度を有する耐火物で内張りされ、クリンカ付着が発生しやすい個所は、水冷壁構造あるいは空冷壁構造としている。

中間天井は、排ガスを主煙道と副煙道とに分流し、再び二次燃焼室(ガス混合室)で合流させる。その排ガス同士の衝突による乱流混合作用が、完全燃焼を促進し、ダイオキシン類と窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )を抑制する。これにより表 4-4 にて示した  $\text{NO}_x$  ( $\text{NO}_2$ として) 及びダイオキシン類の排出削減を達成する。また、ごみ層に対して輻射熱を有効に与えることができるため、良好な灰質が得られ、最終処分場への環境負荷を大幅に低減させることができる。

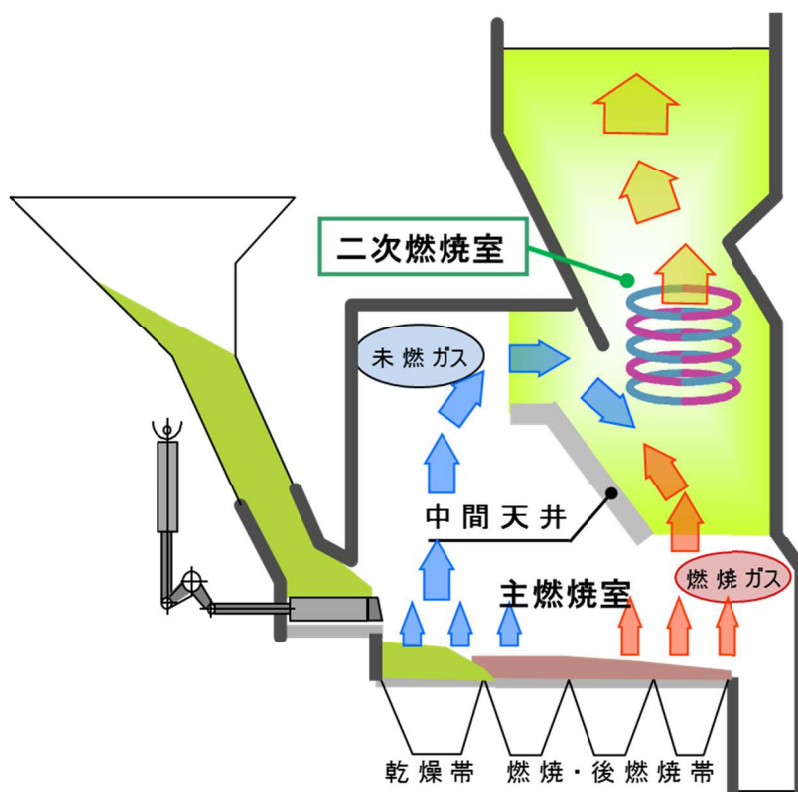


図 4-13 ストーカー炉模式図

#### 4.2.2.3. 燃焼ガス冷却設備

ボイラは、ごみの燃焼排ガスを冷却するとともに、収熱した熱量を蒸気にかえて廃熱を有効に利用することを目的として設けられている。本計画では、単胴自然循環型ボイラを採用する。

本ボイラは、給水量・ドラム水位・蒸気発生量による三要素制御方式のため制御性が優れ、特にごみ質によって変動しやすい焼却炉用ボイラの制御に最適と言える。これらの制御は、蒸気発生量を設定することにより、自動で行われる。ボイラ伝熱管の要所(過熱器・エコマイザ)には、伝熱管に付着するダスト等を除去するスートブロワを設置する。ボイラの周辺設備及び付属設備として、脱気器、純水装置、ボイラ用薬液注入装置、連続ブロー装置、及び、缶水モ

ニタリング装置などを設置する。

また、本廃棄物処理発電プラントは発電による収益を見込むため、より発電効率の良い高圧高温ボイラを使用する。このボイラの加熱器出口蒸気条件は圧力:4.8[MPa(G)]、温度:420[deg.C]である。

#### 4.2.2.4. 排ガス処理設備

##### ① 酸性ガス(HCl:塩化水素、SO<sub>x</sub>:硫黄酸化物)除去装置

本調査では、粉末消石灰をろ過式集じん器前の煙道に圧送・噴射する乾式処理を採用し、消石灰サイロ、消石灰定量供給装置、噴射ブロワ等より構成される。反応生成物の塩化カルシウム[CaCl<sub>2</sub>]、硫酸カルシウム[CaSO<sub>4</sub>]等は、粉末状でろ過式集じん器により捕集される。

##### ② ダイオキシン類除去装置

本調査では、上記の酸性ガス除去用の粉末消石灰と共に粉末活性炭をろ過式集じん器前の煙道に圧送・噴射する乾式処理を採用する。噴射された粉末活性炭は、排ガス中のガス状ダイオキシン類を吸着する。この粉末活性炭と粒状ダイオキシン類をろ過式集じん器によって捕集・除去する。また、JFEの焼却炉は、前述の二回流構造の効果により、適切な燃焼管理を行うだけでダイオキシン類の発生自体を抑制できるため、粉末活性炭使用量の低減に大きく寄与する。

##### ③ ばいじん除去装置

本調査では、ろ過式集じん器(バグフィルタ)を採用し、焼却炉から発生する燃焼排ガス中の飛灰、上記粉末薬剤の反応生成物、及び、粒状ダイオキシン類を排ガス中から除去する。ろ過式集じん器のダスト払い落とし方式は、パルスジェット式とし、ろ布に付着したダストは、一定時間ごとに噴射ノズルから噴射される圧縮空気によって払い落とされる。払い落とされた集じん灰は、集じん器コンベヤにより下部ホッパから排出され、飛灰コンベヤによって、飛灰サイロに搬送される。

##### ④ 窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)除去装置

本調査で採用しているJFEのストーカ炉は、前述の二回流の効果による窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)の炉内還元(脱硝)反応が大きく作用するため、適切な燃焼管理を行うことで現状の排出基準を遵守することが可能である。従って、本計画では、本装置の設置は計画しない。

#### 4.2.2.5. 熱回収設備

##### ① 蒸気タービン

ごみ焼却時に発生する廃熱(排ガス)は、ボイラによって蒸気として回収され、その蒸気によって蒸気タービン・発電機を駆動し、発電を行う。本計画では、抽気復水タービンを採用し、抽気を脱気器等のプロセス用蒸気として利用する。

##### ② 低圧蒸気復水器

蒸気タービンで使用された蒸気の全量を冷却・凝縮し、復水とするための設備である。本計画では大量の冷却水を必要としない空冷式復水器を採用する。

#### 4.2.2.6. 灰出し設備

##### ① 主灰(焼却灰)

焼却されて排出される灰は、主灰シュートより灰冷却装置に落入し、消火加湿された後、コンテナに一時貯留され、定期的にトラックによって最終処分場へ搬出される。本計画では、灰冷却装置には半湿式灰冷却装置を採用する。

##### ② 飛灰

第 4.2.1.5 項で述べた通り、現在のヤンゴン市において飛灰処理設備の選定に関わる重金属の溶出基準は定められていない。よって本計画においては、飛灰はキレート剤等による重金属安定化処理を行わないものと仮定する。ろ過式集じん器によって捕集された飛灰は飛灰コンベアにより集積され、コンテナに一時貯留された後、定期的に場外搬出(外部無害化処理、あるいは危険性廃棄物最終処分場搬入)される。

#### 4.2.2.7. 主要設備仕様

以上第 4.2.2.1 項から第 4.2.2.6 項により、要素設備仕様を決定した。以下表 4-6 にその主要設備仕様を示す。

表 4-6 主要設備仕様

設備	項目	単位	仕様
受入供給設備	ごみピット		7 日分
	ごみクレーン	基	2
焼却炉設備	型式		JFE ハイパーストーカ炉
	能力	トン/日/基	500
	数量	基	2
排ガス冷却設備	型式		熱回収ボイラ

設備	項目	単位	仕様
	常用蒸気圧力 (過熱器出口)	MPa(G)	4.8
	常用蒸気温度 (過熱器出口)	deg.C	420
排ガス処理設備	酸性ガス除去	-	乾式処理 (粉末消石灰噴射)
	ダイオキシン類 除去	-	乾式処理 (粉末活性炭噴射)
	ばいじん除去	-	ろ過式集じん器 (バグフィルタ)
	窒素酸化物除去	-	燃焼管理
熱回収設備	型式		抽気復水タービン + 同期発電機
	数量	基	1
	常用蒸気圧力 (タービン入口)	MPa(G)	4.6
	常用蒸気温度 (タービン入口)	deg.C	415
	排気圧力	kPa(A)	25
	発電機出力 (基準ごみ定格運転時)	MW	20.0
灰出し設備	主灰(焼却灰)		半湿式灰冷却装置

### 4.2.3. 施設フロー

上記の第 4.2.2 項より選定した要素設備を元に、図 4-14 に施設フローを示す。

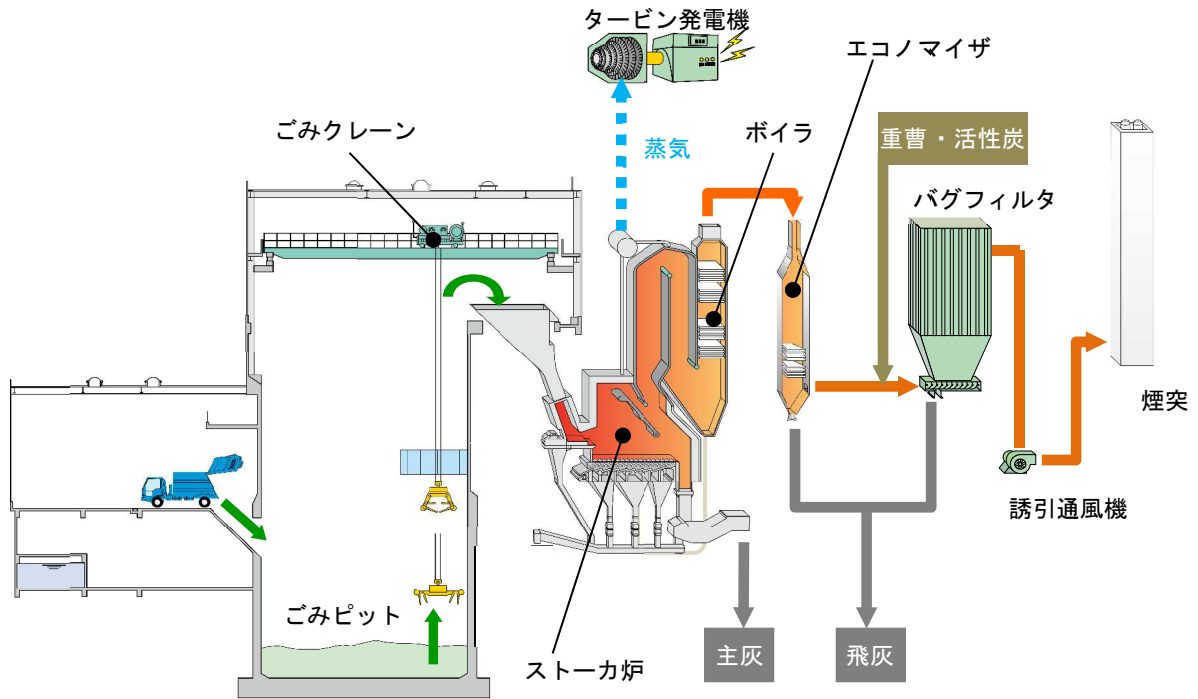


図 4-14 廃棄物発電プラント概略フロー

### 4.2.4. 配置計画

プラント配置計画に当たっては、建設予定地の地質調査やユーティリティ施設、車両動線等の運営、維持管理の容易性を考慮した上で全体配置を決定する必要がある。本調査では、廃棄物発電プラントを Htawai Chaung 建設候補地に建設する想定をしている。配置計画については以下の項目を考慮し想定している。

#### 配置概要

- ① ごみ受入れはランプウェイ方式とし、ごみピット掘削量を削減することで建設費低減を図る。
- ② ごみピットはごみ処理量の最大 7 日分を貯留可能な容量とする。
- ③ 主灰、飛灰はヤード貯留、ローダ排出とし、クレーンなどの設備費低減を図る。
- ④ 屋外プラントを前提とし、建設費の低減を図る。

#### 4.2.5. 全体工事計画

工事計画および建設費算出のために想定した全体工事工程は図 4-15 の通りである。ただし、工事工程に影響を与える以下のような要因については考慮していない。

- ・当該国の環境影響評価に要する期間
- ・当該国の施設建設に係る許認可に要する設計期間変動
- ・当該国での客先による図面および図書承諾に要する設計期間変動
- ・最新の法令、規格、基準の適用に関する設計期間変動
- ・地形および地盤情報による土工工事期間変動
- ・不可抗力的事由による遅延リスク

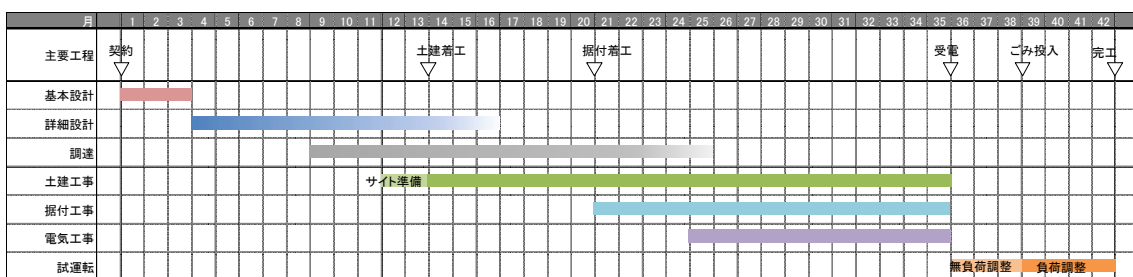


図 4-15 全体工事工程案

#### 4.2.6. プラント建設費

上記のプラント計画に基づき廃棄物発電プラントの建設費を積算した結果を表 4-7に示す。なお、ユーティリティについては、サイト境界での接続を前提としている。

表 4-7 建設費

項目	金額(USD)
建設費	115,000,000



### 4.3. プラントの運営計画

#### 4.3.1. 運転計画

プラントの運転計画として、年間の稼働日数を310日と仮定した。これは、プラントの長期稼働を実現するために必要なメンテナンス期間の確保を考慮したものである。また、各炉のメンテナンス期間中や搬入量が処理可能量を上回る場合、ごみは既存の最終処分場にて受け入れることを前提としている。さらに、前節で述べた通り、灰処理については、主灰は定期的に最終処分場へ搬出され、また飛灰については重金属処理を行わず、系外へ搬出されるものと仮定し、系外への搬出費用はSPCの所掌外とする。

#### 4.3.2. 運転費

##### 1) SPC 構成員

廃棄物発電施設の運営にあたっては適切な人員の構成が必要である。プラントの運営は現地雇用の職員が実施することを前提としているが、当社が建設したヤンゴンの焼却炉の経験に基づくと、現地雇用の人員を教育することが非常に重要である。そこで、最初の二年間はオペレーションSVおよびメンテナンスSVを計12名派遣し、現地での教育を十分に施すことが可能であるよう配慮している。二年間で運営に必要な知識を身に付け、運営管理の現地化が可能となるようにする。また、必要に応じて、都市間連携を活用し、日本での研修や教育を実施することで教育の質を高める。

本プラントは24時間連続運転であり、運転班は1日12時間勤務の4班体制とする。また、日勤班としてメンテ要員を配置する。廃棄物発電施設はボイラ、タービンを保有し、特殊な技能も要するため、専門技術者を配置する。さらに、本運転費には、事業運営に係わる事務員等の費用も考慮することとする。上記条件に基づく焼却発電プラントの運営に係る人員を表4-8に示す。

表 4-8 運転人員計画

役 職	人数	作業内容
会社代表	1名	事業管理
施設管理者	1名	施設全体の管理業務 安全管理
QA/QC マネージャ	1名	品質管理担当 ISO 認証取得・維持
安全担当(SHE マネージャ)	1名	安全担当
秘書	1名	会社代表秘書
経理責任者	1名	事業運営 会計業務
経理事務員	1名	会計業務
人事・総務事務員	1名	人事・総務業務

役 職	人数	作業内容
広報・教育担当	2名	広報活動・教育活動教務
一般事務員	3名	計量運転業務
セキュリティ管理	8名	施設セキュリティ担当
清掃員	1名	清掃担当
オペレーション責任者	1名	プラントの運転業務担当
メンテナンス責任者	1名	プラントのメンテ業務担当
プラント運転要員		
シフトリーダー	4名	プラント運転管理業務
シフトサブリーダー	4名	プラント運転管理業務補佐
オペレーター	16名	プラントの運転業務
専門技術者	4名	蒸気全般、タービン関連、ボイラ関連、 電関連保安技術者
プラットフォーム監視員	6名	ごみ受入監視員
灰搬出要員	3名	焼却灰の埋立地搬出(トラック運転)
計量運転員	3名	計量運転業務
メンテナンス要員		
メンテリーダー	1名	メンテナンス業務管理
メンテナンス員	3名	メンテナンス業務(スタッフ)
オペレーション&メンテナンス SV	12名	オペレーションおよびメンテナンス SV と して業務(JFE 派遣、最初の2年間のみ)
合 計	77名	

## 2) 用役費

廃棄物発電施設運営において必要な用役の数量を、運転計画を元に算出した。各用役の使用量は基準ごみ時の設計値とした。

表 4-9 用役一覧

項目	
水道	上水
	下水
燃料	軽油
ボイラ用薬剤	清缶剤
	脱酸剤
純水装置	塩酸
	苛性ソーダ
	亜硫酸ソーダ
	陽イオン交換樹脂
	陰イオン交換樹脂
排ガス処理	活性炭
	消石灰
排水処理	塩酸
	苛性ソーダ
	凝集剤
	凝集助剤
油脂類	油圧作動油
	潤滑油
	グリース
	タービン油

## 3) 維持管理費

事業期間は25年間と仮定して、ライフサイクルコストの低減のために、適切な設備メンテナンスが必須となる。予防保全的な観点から、年次定期点検および計画的な部品交換、機器の更新を前提とする。

## 4) 運転費積算

事業期間 25 年間における年間平均運転費用を下表に示す。人件費については、当社経験に基づき、現地雇用の人員の給与水準を反映させているため、非常に安価となっている。また用役費については排ガス処理に消石灰を適用した費用としている。排ガス基

準値によっては重曹を用いることになるが、その入手コストは高価であり、仮に重曹を用いた場合は年間で約 1million USD の費用増となる試算をしている。

表 4-10 運転費用

項目	費用(USD/年)
人件費	550,000
用役費	1,200,000
維持管理費	2,700,000
その他経費	350,000
合計	4,800,000

#### 4.3.3. 発電計画

本プラントにおいて、ごみの処理費 (Tipping Fee) ならびに売電収入が事業収入の核となり、売電収入は事業成立に不可欠な要素である。本調査では、熱回収設備は 4.2MPa、480℃の高温高圧ボイラ、発電設備は抽気復水タービンとし、熱回収効率を向上させる計画としている。以下に本事業計画における電力収支表を示す。

表 4-11 電力収支

項目	単位	値
年間運転日数	日/年	310
発電電力	MWh	20.0
消費電力	MWh	4.0
売電電力	MWh	16.0
	MWh/年	119,040

## 5. ステークホルダー

### 5.1. ミャンマー連邦共和国中央省庁

ミャンマー国の中央省庁組織を表 5-1 に示す。2016 年に発足した新政権は政府機能の効率化とコスト削減に向け、前政権で 30 以上あった中央省庁を 21 に再編した。

表 5-1 ミャンマー国の中央省庁組織

No.	省庁・職位	
1	大統領府	Ministry of President's Office
2	外務省	Ministry of Foreign Affairs
3	内務省	Ministry of Home Affairs
4	国防省	Ministry of Defense
5	国境省	Ministry of Border Affairs
6	情報省	Ministry of Information
7	宗教・文化省	Ministry of Religious Affairs and Culture
8	農業家畜灌漑省	Ministry of Agriculture, Livestock and Irrigation
9	運輸・通信省	Ministry of Transport and Communication
10	資源・環境保護省	Ministry of Natural Resources and Environmental Conservation
11	労働者・入国管理国勢省	Ministry of Labour, Immigration and Population
12	工業省	Ministry of Industry
13	商業省	Ministry of Commerce
14	保健スポーツ省	Ministry of Health and Sport
15	計画・財務省	Ministry of Planning and Finance
16	建設省	Ministry of Construction
17	社会福祉・救済再復興省	Ministry of Social Welfare, Relief and Resettlement
18	ホテル・観光省	Ministry of Hotels and Tourism
19	民族問題省	Ministry of Ethnic Affairs
20	電力・エネルギー省	Ministry of Electricity and Energy
21	教育省	Ministry of Education

廃棄物発電事業を実施するうえで重要な省庁について、以下に記述する。

1)天然資源・環境保全省 (Ministry of Natural Resources and Environmental Conservation)

2016 年に環境保護森林省と鉱山省が統合して発足した。環境保護政策の実施、環境マネジメントに係わる国家・地域計画の立案、環境に関する法律・ガイドライン・排出基準・EIA 等の

制定などを実施する。

## 2)電力・エネルギー省 (Ministry of Electricity and Energy)

2.3.1 のとおり 2016 年に、電力省とエネルギー省が統合して発足した。電力販売による収益が本事業の主たる収益となるため、本省との協議により事業許可を得る必要がある。また、本省が本事業のオフテイカーとなる可能性が高いので、第 7 章に記載する条件について協議する必要がある。

## 5.2. ヤンゴン市開発委員会

2.2 に記載したとおり、ヤンゴン市の都市開発の実施主体であり、汚染清掃管理局は廃棄物の収集運搬、処分場及び墓地の管理運営、リサイクル活動、ならびに住民啓発活動を実施している。

第 4 章に記載のとおり、人口増加と経済発展に伴い廃棄物発生量が増加しており、最終処分場の残余年数が懸念事項となっているため、廃棄物発電設備の導入に対する意欲は強く、2016 年度から 2018 年度にかけて、ミャンマー初の廃棄物発電施設の建設を行った。本建設工事には JCM スキームが活用され、JFE エンジニアリング株式会社が施設の設計・調達・建設工事を実施、2017 年 5 月に完工し YCDC への引渡しを行った。引渡し後は、施設所有者の YCDC が主体となって施設の運転管理を行っている。

本事業は BOT スキームによる実施が想定されているが、YCDC はヤンゴン市の廃棄物を所管する組織として本事業への関与を希望しているため、オフテイカーであると同時に事業実施の当事者となることが想定されている。

## 5.3. 現地協力企業

### 5.3.1. 出資者

本調査において、YCDC は PPP (BOT スキーム)での案件形成を希望している。今後、第 6 章に記載の公的支援、資金援助プログラムの活用を日本政府や金融機関などの関連組織と協議していく必要があるが、民間企業による投資もまた必要となる可能性が高い。単独一社の投資による事業運営が困難な場合はミャンマー国内企業の共同出資が必要となるため、複数企業により事業を共同運営していく体制を構築しなければならない。現段階で本事業の概要を表 5-2 の現地大手企業に説明を行い、複数の企業が関心を示している。ただし、ミャンマー国では現地企業が関与している IPP の実績は多く無いため、IPP 事業に精通している我が国の総合商社や投資分野に長けた現地企業を候補として今後も継続協議を実施していく予定である。

表 5-2 現地パートナー候補

企業名	事業分野
Kanbawza	銀行、宝石、タバコ、食用油、航空
SPA (Surge Pan Associates)	銀行、不動産開発、製造業、建設、自動車輸入販売、病院、農業、ゴルフ場
Max Myanmar	建設、リゾートホテル、重機輸出入、パーム・ゴム栽培、飲料、宝石、セメント
Dagon	建設、道路、重機レンタル、製材、農業
Yuzana	建設、水産業、住宅団地、農業、ホテル、観光
Eden Group	建設、ホテル・リゾート開発、精米、石油輸入販売
Aye Yar Hinthar	建設、精米
IGE Group	石油輸入販売、建設、銀行

### 5.3.2. 現地建設企業

建設予定地にて遅延なく建設工事を履行する為には、ミャンマー国で十分な実績および能力を有している現地建設企業の関与が必要不可欠である。JFE エンジニアリング株式会社はミャンマーで 20 年以上もの事業実績があるため、過去の協業実績等を活用し共同パートナーの選定を実施していく予定である。また、表 5-3 の企業の多くはグループ内に建設企業を有しており、本建設工事にも関心を示している

表 5-3 現地建設企業

企業名	事業分野/JFE との協業実績
TRIANGLE LINKS ENGINEERING CO.,LTD.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 発電プラントなどプラント全般の機電工事を得意とするが、土工事も可能。</li> </ul> <b>【主な協業実績】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 廃棄物発電施設 土工事</li> <li>● 浄水実証設備の土工事・機電工事</li> <li>● JFE グループ企業の工場機電工事</li> </ul>
CAPITAL CONSTRUCTION LTD.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 商業ビル建設、ヤンゴン市内高架橋、道路 等</li> </ul> <b>【主な協業実績】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ヤンゴン市内高架橋 (同社元請、JFE は上部工を所掌)</li> </ul>
KT CONSTRUCTION GROUP	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 土工事、ビル建設、パイプライン工事 等</li> </ul> <b>【主な協業実績】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ティラワ港ジャケット工事(ティラワ)</li> <li>● JFE グループ企業の工場基礎・躯体工事</li> </ul>

## 6. 公的支援、資金援助プログラム

### 6.1. 二国間クレジット制度(JCM)

#### 6.1.1. JCM 概要

JCM は環境省(MOEJ)主導による温室効果ガス削減に寄与する事業への補助金制度であり、温室効果ガスの削減貢献度によって案件評価を実施し、採択案件を決定する。日本国とミャンマー国は2015年9月に二国間クレジット制度の構築に合意した。また、環境省はJCM導入を前提とした事業性評価(以下、FS)においても予算化おり、FSからJCM案件化への一貫性をもった取組を行っている。以下、表6-1のとおり、2013年以降ミャンマー国に関するJCM事業はFSを合わせて10件の案件が成立している。

表 6-1 ミャンマー国における JCM 採択リスト

No.	案件名	区分	年度	実施団体	分野
1	太陽光・ディーゼルハイブリッドシステムの導入	FS	2013年	(株)みずほ銀行	再生可能エネルギー
2	バイナリー地熱発電	FS	2013年	日本工営(株)	再生可能エネルギー
3	ヤンゴン市における廃棄物発電	FS	2014年	JFE エンジニアリング(株)	廃棄物・バイオマス
4	パーム製油廃水(POME)からの発酵メタン利用と環境改善	FS	2014年	(株)日建設計シビル	廃棄物・バイオマス
5	ヤンゴン市における廃棄物発電	設備補助	2015年	JFE エンジニアリング(株)	廃棄物・バイオマス
6	エーヤワディー地域の精米所における籾殻発電	PS	2015年	(株)フジタ	廃棄物・バイオマス
7	ビール工場への省エネ型醸造設備の導入	設備補助	2016年	キリンホールディングス(株)	省エネルギー
8	即席麺工場への高効率貫流ボイラの導入	設備補助	2016年	エースコック(株)	省エネルギー
9	エーヤワディー地域の精米所における籾殻発電	設備補助	2016年	(株)フジタ	エネルギー生産
10	物流センターにおける省エネ冷凍システムの導入	設備補助	2016年	両備ホールディングス(株)	省エネルギー

注)FS: 実現可能性調査、PS:案件組成事業

出典:地球環境センター(GEC)によるJCM公式サイト



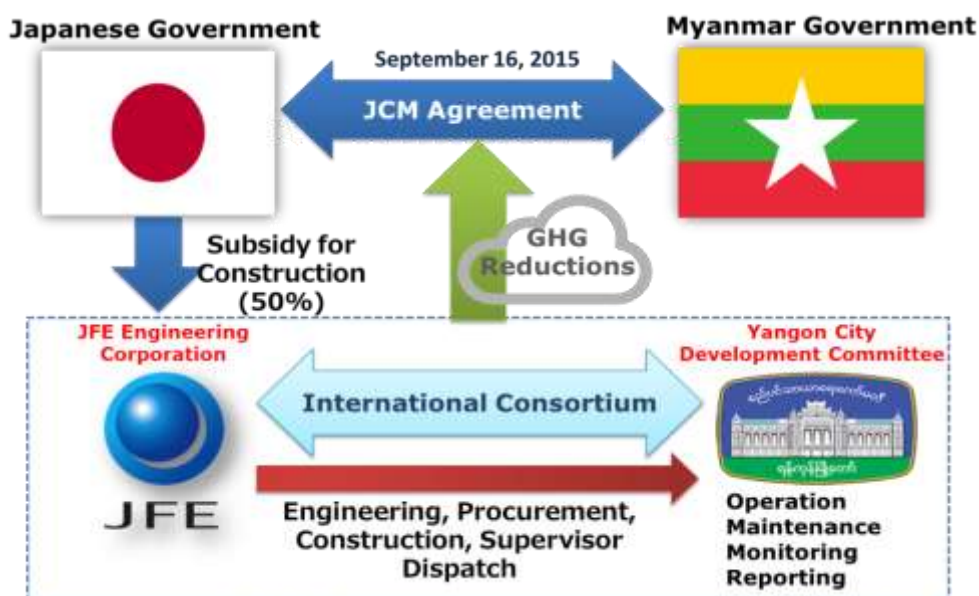
また、JCM 設備補助事業適用においては表 6-2 に示す条件があり、途上国側の自立も1つの目的としている。

表 6-2 JCM 設備補助事業適用時の条件  
同一国、同一分野において

案件数	設備補助金額
1 件目	上限 50%
2～4 件目	上限 40%
5 件目～	上限 30%

JCM 設備補助事業の 2017 年度から開始する事業に対し、3 ヶ年で約 60 億円の予算が確保されているが、上限目安は原則 1 件あたり 10 億円となっている。前述のヤンゴンにおける初の WtE プラント導入には、JCM 無くしては実現できなかったと言っても過言ではないが、今回検討している大型の WtE プラントは 10 億円/件ではイニシャルコストの大部分が賅われず、事業性が成り立たないため、JCM 制度による補填においては、今後、上限の撤廃等を検討されることが望ましい。

以下、図 6-1 にミャンマー国における初の JCM 案件となった弊社の WtE プラントにおける JCM 適用のスキーム図を示す。



出典：調査団作成

図 6-1 ヤンゴン市における初の WtE 事業の JCM スキーム図

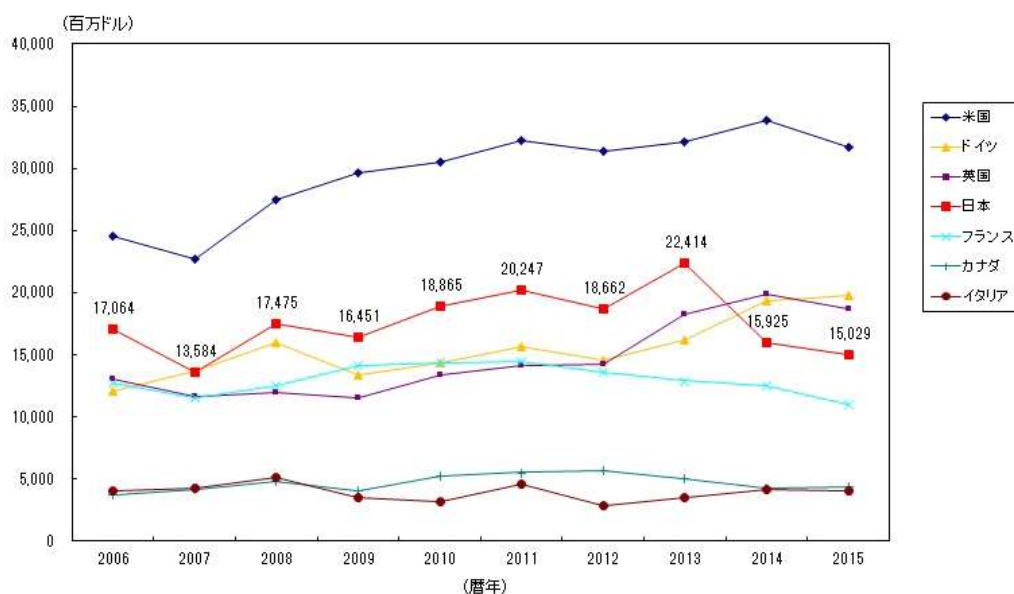
### 6.1.2. JCM にかかる政府動向

JCM にかかるクレジット発行においては、MRV (Measuring, Reporting, Verification) を実施したうえで、2 国間の政府機関関係者で構成される合同委員会にてクレジット量を決定し、政府はクレジット発行となるが、2018 年 1 月時点において、まだミャンマー国側から MRV を実施する際に必要となるガイドラインの手続きが進んでいない状況である。上述のとおり、すでにミャンマーでは 10 件の JCM 案件が採択されていることを鑑みても、早急なクレジット発行手続きがなされることを望む。

## 6.2. 国際協力機構 (JICA)

### 6.2.1. JICA による援助

JICA は日本を代表する国際協力機関であり、長年にわたり各国へ資金援助を行ってきた。JICA は政府開発援助 (ODA) の実施機関であるが、主要援助国の ODA 実績を見ると、2015 年度は、米国、ドイツ、英国に次 4 位で、14,029 百万ドルの支援実績である。また、2008 年から 2013 年は米国に次いで 2 位の実績を誇っている。(図 6-2)



出典:外務省 ODA 実績より

図 6-2 主要援助国の ODA 実績の推移 (支出総額ベース)

ミャンマー国においても下記表 6-3 に示すとおり、過去に多額の資金・技術協力を行ってきたが、未だ WtE プラントにかかる資金協力は実績が無い。大きな理由としては前述第 3 章 6 項の JICA によるヤンゴン都市圏開発マスタープランの下に位置づけられる、廃棄物管理に特化したマスタープランが未作成である点が挙げられる。

表 6-3 我が国の対ミャンマー援助形態別実績 (OECD/DAC 報告基準)

暦年	有償資金協力	無償資金協力	技術協力	合計
2011 年以前	1310.72	1396.72	421.7	3129.14
2011 年	—	19.70	26.81	46.51
2012 年	0.00	54.82	37.96	92.78
2013 年	−758.78	3,238.45	48.65	2528.32
2014 年	11.14	119.68	83.10	213.92
2015 年	95.71	202.11	53.31	351.13
累計	658.79	5031.48	671.53	6361.80

出典：外務省「国別データ集 2016」より調査団作成

## 6.2.2. 海外投融資

### 6.2.2.1. 海外投融資概要

有償資金協力にはいわゆる円借款と、海外投融資の主に 2 つの支援手法があるが、ここでは海外投融資について紹介する。海外投融資は、開発途上地域において民間企業等が実施する開発事業を出資、融資により支援するための手段である。2001 年に日本の特殊法人改革によって凍結されていたが、新成長戦略 (2010 年 6 月 18 日閣議決定) を受けた新成長戦略実現 2011 (2011 年 1 月 25 日閣議決定) において、再開することが決定された。海外投融資は、開発途上国において、民間企業等が行う開発効果の高い事業、かつ一般の金融機関だけでは対応が困難な場合に、「出資」と「融資」という 2 つの資金面から支えるもので、①インフラ・成長加速、②MDGs・貧困削減、③気候変動対策の 3 つの分野を対象としている。また、海外投融資案件として満たされる事由は以下 (表 6-4) と定義されている。

表 6-4 海外投融資案件として満たされるべき事由

・当該国政府の開発政策等に沿い、且つ開発効果の高いもの
・事業計画が適切であるとともに、事業達成が見込まれること
・国際協力機構 (JICA) による支援が事業の成立のために必要であること
・既存の金融機関による貸付け又は出資では事業が成立しないことが認められること
・事業実施国のカントリーリスクの軽減、民間の呼び水効果等、国際協力機構 (JICA) の支援による付加価値が発揮されることが事業実施に不可欠と判断されること 等

出典：JICA 「海外投融資の概要」より

また、海外投融資における新規案件の承諾までの業務フローは以下の通りである。

1. 企業からの投融資の申請受付
2. 環境カテゴリ分類の結果 HP 公開
3. JICA 内部案件検討委員会: 関係部門間で協議
4. 環境社会配慮助言委員会への説明
5. 三省説明: 案件の概要や審査方針等の説明
6. 海外投融資委員会(注): 案件の概要や審査方針等の説明
7. 一次審査(事業担当部による審査): 外部の各種アドバイザーを活用
8. 二次審査(審査担当部門信用力審査担当による審査): 外部の各種アドバイザーを活用
9. 三省協議: 審査結果を JICA より説明、三省が協議
10. 海外投融資委員会: 案件採択を協議
11. JICA 理事会: 案件採択の可否を審議
12. 契約締結、ディスバース実行
13. 案件承諾後、事前評価の結果を公表

出典: JICA 「海外投融資の概要」より

また、融資条件は以下、表 6-5 の通りである。

表 6-5 融資制度の概要

融資割合	原則として総事業費の 70% を上限とする。特に必要と認められる場合には 80% (案件の特性等に応じて必要性は個別に検討)
償還期間	原則として 20 年以内(最長 25 年)うち据置は原則として 5 年以内(最長 10 年)
金利体系	財政融資資金の貸付金利を基準とし、借入人の信用力等を勘案の上、償還期間を含め政府開発援助の要件となる Grant・Element (GE) 25% 以上となるよう金利を設定。
通貨	円建て、現地通貨建て(インドネシアルピア、フィリピンペソ、等)。また、ドル建ても導入検討中。

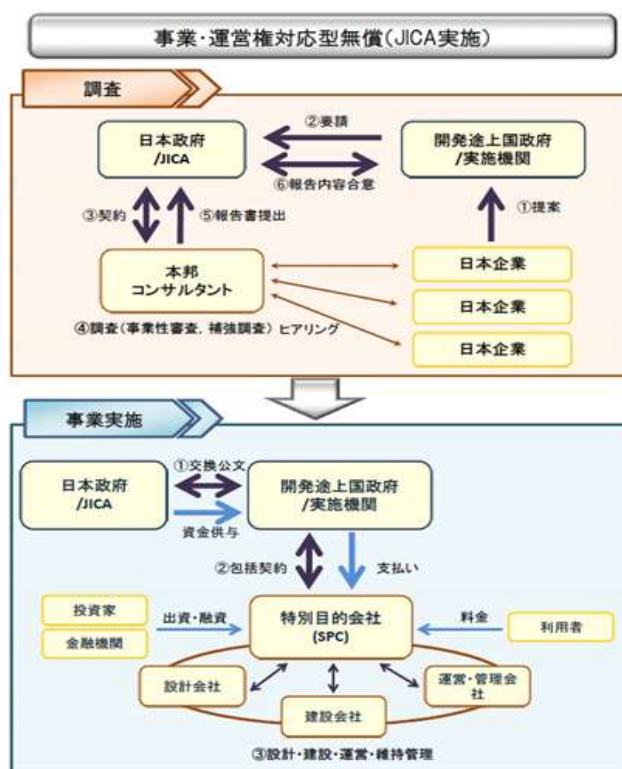
出典: JICA 「融資・出資の制度の概要」より

### 6.2.2.2. 海外投融資にかかる動向

上記に示すとおり、海外投融資の地盤は固まっているものの、対ミャンマーの海外投融資については、廃棄物発電事業の収益となる売電収入やチップングフィー収入が不安定であることや、前述のマスタープランの有無など、まだクリアにしなければならない点が多くある。今後、それらの課題をひとつひとつ検討、解決していくことが望まれる。

### 6.2.3. 事業・運営権対応型無償資金協力

JICA による支援手法の一つである本制度は、民間企業が関与して施設建設から運営・維持管理までを包括的に実施する公共事業に無償資金協力を行うことを通じ、日本企業の事業権・運営権の獲得を促進し、我が国の優れた技術・ノウハウを途上国の開発に役立てることを目的としている。本制度は、開発途上国が実施するインフラ事業のうち、商業資金のみではファイナンスが困難な事業を対象にしており、当該事業に必要な施設・機材・その他サービスに必要な資金が供与される。なお、資金は途上国政府を通じ、事業を担う特別目的会社等に支払われる。以下、図 6-3 に JICA が実施する場合の本制度概念図を示す。



出典: JICA 事業・運営権対応型無償資金協力

図 6-3 事業・運営権対応型無償資金協力 事業実施段階(JICA 実施)

本制度活用にあたっては、基本的に一般競争入札により決定される。また SPC が施設建設から運営・維持管理まで中長期にわたり事業の担い手となることが求められる。現在、すでにミャンマーの「ヤンゴン市無収水削減計画」や、ケニア「ナイロビ市医療・有害廃棄物適正処理施設建設計画」などが案件として進行中である。

### 6.3. 緑の気候基金 (GCF)

#### 6.3.1. GCF 概要

緑の気候基金 (GCF) は、2010 年の国連気候変動枠組条約第 16 回締約国会議 (COP16) で設立が決定された、開発途上国の気候変動対策を資金面で支援する多国間基金である。開発途上国の温室効果ガス削減 (緩和) と気候変動の影響への対処 (適応) を支援の目的としており、気候変動に関する国際連合枠組条約 (UNFCCC) に基づく資金供与である。

資金源は先進国、および開発途上国合計 43 カ国からの拠出金であり、拠出総額は USD103 億、うち日本は USD15 億を拠出している。支援手法は、① 贈与/補助金 (grant)、② 融資 (loan)、③ 保証 (guarantee)、④ 出資 (equity) の 4 つあり、手法別の支援規模額は図 6-4 の通りである。また、案件規模は以下、①Micro:USD10 百万未満、②Small:USD10 百万~USD50 百万、③Medium:USD50 百万~USD250 百万、④Large:USD250 百万以上の 4 つに区分され、採択案件の半数以上が USD10 百万~50 百万規模の案件となっている (図 6-5)。

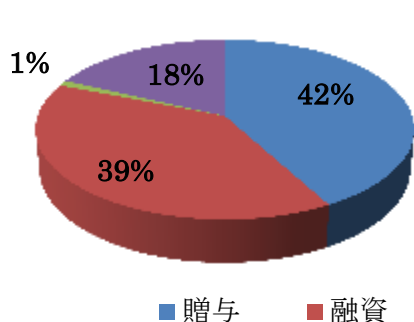


図 6-4 手法別支援規模

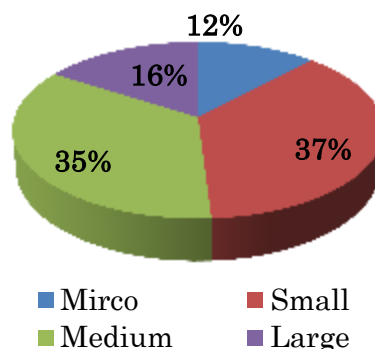
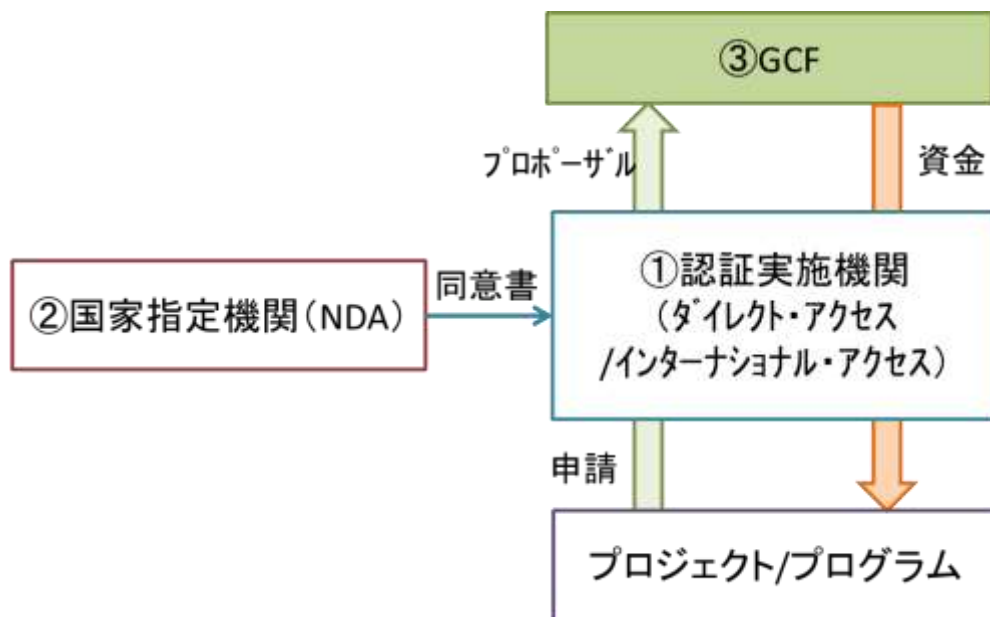


図 6-5 支援規模

GCF 資金供与にあたっては、認証実施機関 (AE) と呼ばれる、理事会とは別の組織から資金要請を行う仕組みになっている。AE にノミネートするには GCF 理事会から認証を受けることが必要で、国際機関、地域機関、国家機関等の公的機関に加え、民間企業や NGO も AE として申請することは可能である。日本では 2017 年 7 月に国際協力機構 (JICA)

と民間金融機関である三菱東京 UFJ 銀行が初めて AE として認定されている。実質、案件の採択審査は GCF 理事会から AE に委任されており、案件の調達規程も AE の規程に従うとされている。AE は国家・地域機関等のダイレクト・アクセスと、民間銀行等のインターナショナル・アクセスに大別されている。

また、AE から GCF への申請時には、国家指定機関 (NDA) と呼ばれる、途上国と GCF との間の接点となる組織からの同意書 (No Objection Letter) が求められる。NDA は各国ごとに環境省や金融省などが指定されており、ミャンマー国においても、環境保全林業省 (MONREC) が NDA として指定されている (表 6-6 国家指定機関の例)。なお、省庁だけでなく、フォーカルポイントとなる特定の人物まで公開されている。NDA から同意書を得た後、AE は GCF にプロポーザルを提出し、それが承認されると資金供与が受けられる。大まかな流れは以下、図 6-6 に示すが、実際は AE から GCF へのプロポーザル前後には複数の手続きを経る必要がある。詳細は後述する。



出典： みずほ情報総合研究所「緑の気候基金 (GCF) の制度・手続の概要について  
2017 年 2 月 28 日」(公開資料)より調査団作成

図 6-6 GCF 資金配分の仕組み

表 6-6 国家指定機関の例

国名	担当機関・担当者・連絡先
インド	MINISTRY OF ENVIRONMENT, FORESTS AND CLIMATE CHANGE /Mr. Ravi S. Prasad (Joint Secretary)
インドネシア	FISCAL POLICY AGENCY, MINISTRY OF FINANCE /Dr. Suahasil Nazara (Chairman)
タイ	OFFICE OF NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENTAL POLICY AND PLANNING /Dr. Phirun Saiyasitpanich (Director of Climate Change Management and Coordination Division)
ベトナム	MINISTRY OF PLANNING AND INVESTMENT /Dr. Pham Hoang Mai (Director General, Department of Science, Education, Natural Resources and Environment)
ミャンマー	MINISTRY OF ENVIRONMENTAL CONSERVATION AND FORESTRY /Mr. Hla Maung Thein (Deputy Director General, Environmental Conservation Department)

AE からプロポーザル提出、資金供与決定に至るまでには、以下、図 6-7 に示す 6 つの段階を経る必要がある。

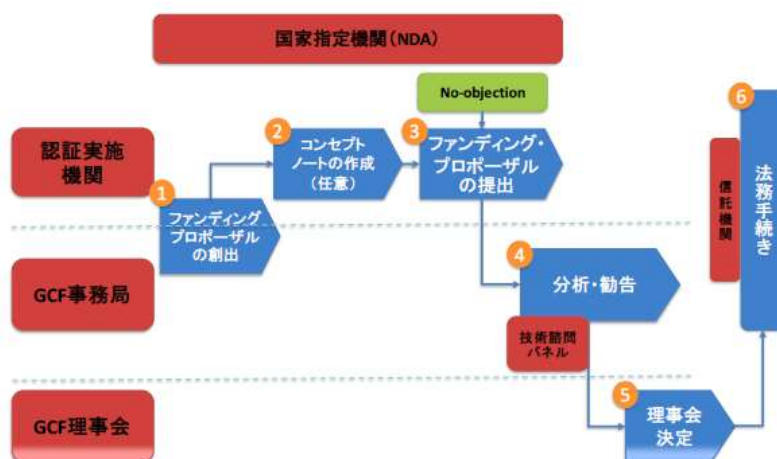


図 6-7 資金申請・支援決定の流れ

出典： みずほ情報総合研究所「緑の気候基金(GCF)の制度・手続の概要について  
2017年2月28日」(公開資料)より



また、案件の審査基準は以下、表 6-7 に示す 6 点であり、特にパラダイムシフトに重きが置かれている。

表 6-7 案件審査基準

1	インパクト	対象となる支援プロジェクトが GCF の目的や成果分野を達成するために貢献する潜在性があるか。
2	パラダイムシフト	支援活動が当該プロジェクトや投資を超えて影響をもたらすか。
3	持続可能な開発の潜在性	より幅広い利益と優先事項があるか。
4	被支援国のニーズ	受益国と受益者の脆弱性と資金ニーズがあるか。
5	カントリー・オーナーシップ	受益国によるオーナーシップと当該プロジェクトの実施能力があるか。
6	効率性及び効果	対象となるプロジェクトが経済面・資金面で健全であるか。

出典：外務省 「緑の気候基金（Green Climate Fund: GCF）」より

### 6.3.2. GCF にかかる動向

GCF 設立から 3 年が経過しているが、GCF 拠出総額の約 15%を拠出している日本の企業が案件に携わった例はまだない。環境省および経済産業省は 2017 年度に GCF 案件形成にかかる FS 調査を日本国内複数機関に委託しており、USD15 億を拠出している日本としても、日本企業が裨益できるような動きを進めている。また、JICA や三菱東京 UFJ 銀行に続き、他金融機関等も AE としての認証を取得すべく、申請を行っており、GCF 活用にあたっては、日本政府および民間企業の前向きな姿勢が見られる。GCF 資料によるとファインディングプロポーザル提出から理事会承認まで最短で 8~11 週間と言われているが、実際最も時間がかかる部分は、ファインディングプロポーザル提出までの、プロポーザルの創出、コンセプトノート作成の部分であり、この過程が GCF 活用のキープロセスであると思われる。

## 7. 事業実施スキーム

### 7.1. 実施体制

ヤンゴン市は、自らも出資する特別目的会社(SPC)による BOT 形態の事業実施を検討している。その実施体制案について、図 7-1に示す。

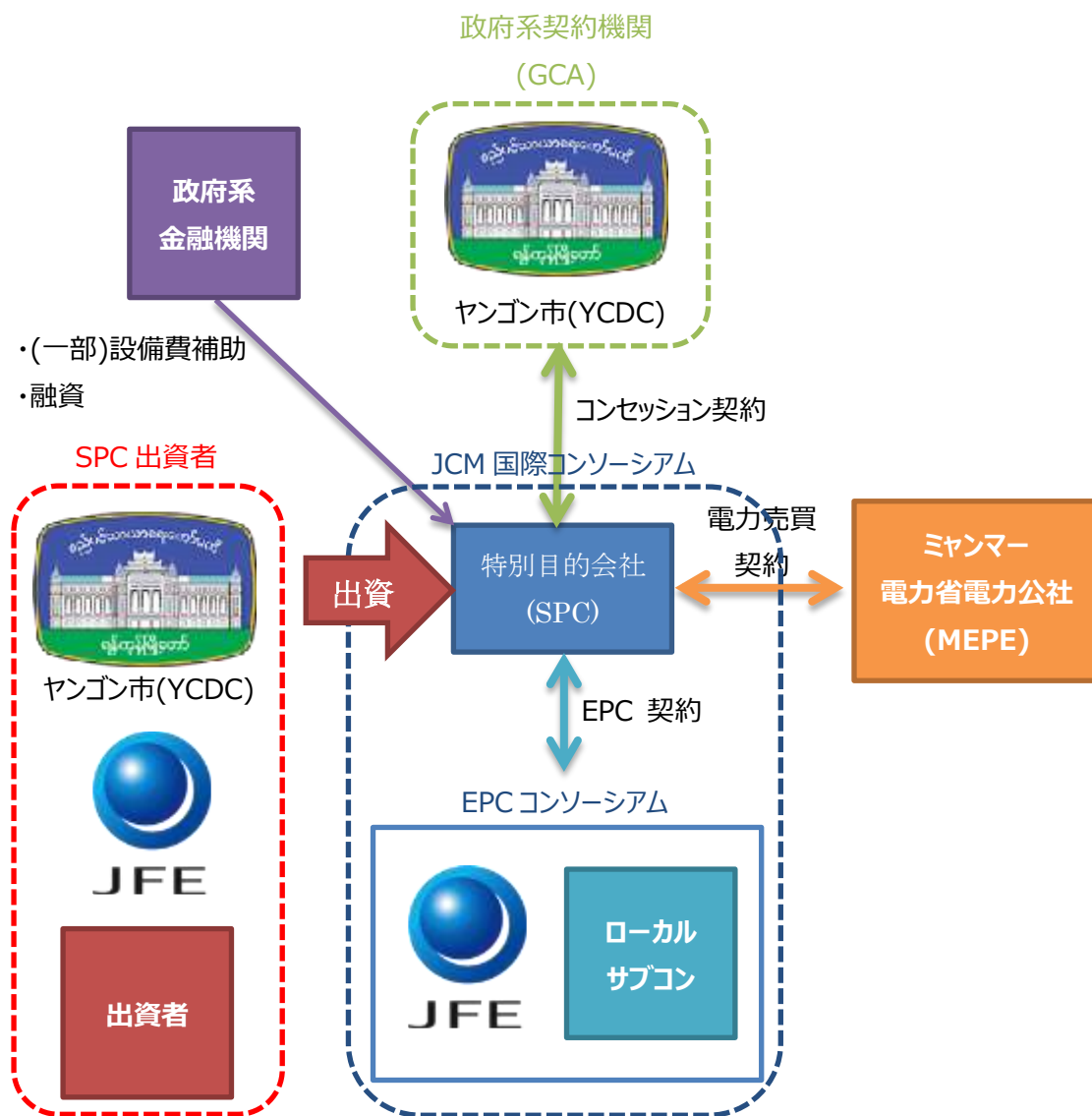


図 7-1 実施体制案

以下に各役割について説明する。

1) 政府系契約機関 (GCA: Government Contract Agency)

事業権を特別目的会社(SPC)に付与する契約機関。廃棄物発電施設に関しては地方政府が GCA の対象となり、本件では、ヤンゴン市が GCA となる。

2) 特別目的会社 (SPC: Special Purpose Company)

本件の特別目的会社(SPC)は、廃棄物発電施設を所有し、運転・維持する事を目的として設立される会社である。

SPC は GCA との間で事業期間、SPC の所掌範囲、処理費などの運営条件を取り決める。また、現地電力会社であるミャンマー電力公社(MEPE)との間で電力売買契約(PPA: Power Purchase Agreement)を締結し、廃棄物処理施設で発電した余剰電力を売電し、売電収入を得て事業を運営する。

つまり、本運転期間中は、1)ごみを施設で受入れ、ごみ処理費(チップングフィー)を得る 2)焼却排熱により発電を行い既存グリッドへ供給し売電収入を得るといった活動を行う。なお、ごみ、焼却灰の輸送はヤンゴン市の所掌とし、SPC 所掌外とする。

図 7-2 にて SPC の業務範囲を示す。

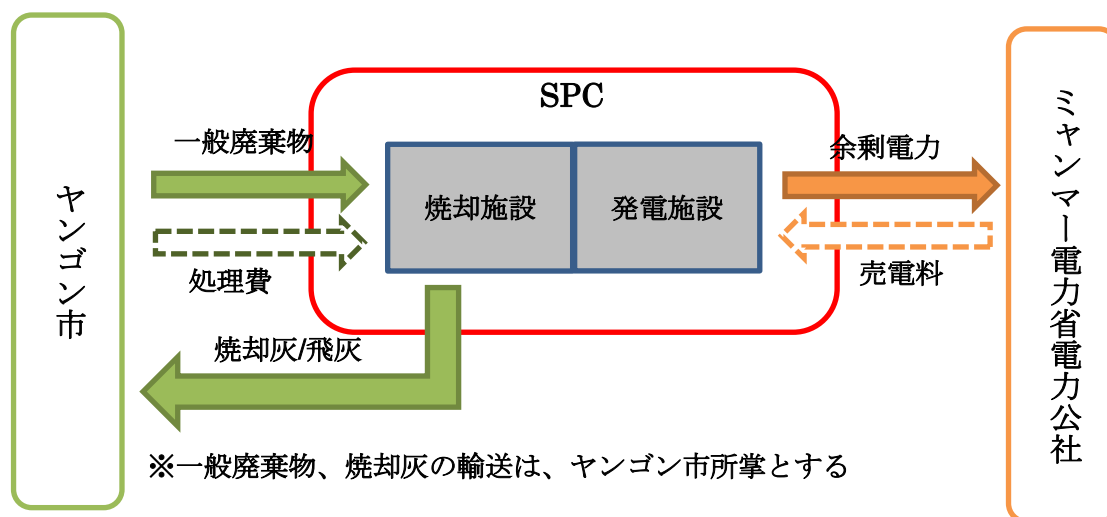


図 7-2 特別目的会社(SPC)の業務範囲

3) EPC コンソーシアム

PC コンソーシアムは、SPC より廃棄物発電プラント建設業務が発注され業務を履行する。なお本件においては、JFE エンジニアリングと現地法令や建設業に精通しているミャンマー大手エンジニアリング会社とのコンソーシアムを想定している。

#### 4) JCM 国際コンソーシアム

JCM 設備補助事業として廃棄物発電プラント建設を行った場合、本邦事業者と当該国の事業者が JCM 国際コンソーシアムを形成する事が求められている。本事業では、本邦事業者は JFE エンジニアリング株式会社であり、当該国の事業者は SPC となる。

JCM 設備補助事業では、設備の法廷耐用年数の期間、プラントの運転を実施して GHG 削減量を報告する MRV(Measurement, Reporting and Verification)の実施義務が発生する。

#### 5) ミャンマー電力省電力公社(MEPE: Myanmar Electric Power Enterprise)

MEPE は、ミャンマーの国営電力会社である。SPC と PPA を締結し、余剰電力の供給に対し売電量を支払う。

なお、第 2 章 3.2 項に記載した通り、ミャンマーでは FIT 制度が確立されていないため、電力売買の価格については、MEPE と個別交渉する必要がある。

#### 6) SPC 出資者

本調査では、構成員及び出資構成の議論には至っていないが、以下を出資者として想定している。

##### ① ヤンゴン市

ヤンゴン市は、廃棄物発電事業に自らも参画する事を希望しており出資の意向を示している。

##### ② JFE エンジニアリング

事業を滞りなく運営していくために、運営ノウハウを保有している企業の参画が望まれる。JFE エンジニアリングはプラント建設のみならず、プラントの運営・維持に関しても多くの実績を持ち、そのノウハウは SPC 運営に役立つ事と考えられ、出資を検討している。

##### ③ その他

第 5 章 3.1 項に記載した通り、各候補に本事業への出資の意向についてヒアリングを実施している。今後、関心のある企業への更なる交渉をすることとなる。

#### 7) 政府系金融機関

第 6 章に記載した通り、政府系金融機関からの融資および公的資金補助について調査したが、政府開発援助による(一部)設備費補助の供与および融資を想定している。

##### 7.1.1. 特別目的会社(SPC)の事業実施に必要な条件

JFE エンジニアリングが特別目的会社(SPC)に参画し、本事業を実施する場合に必要な条件を、表 7-1 に記す。

表 7-1 事業実施に必要な条件(対ミャンマー)

No.	項目	概要
①	ミャンマー中央政府機関からの支払い保証	ミャンマー中央政府機関によるごみ処理費 (Tipping Fee)及び売電収入に係る支払い保証
②	ごみ量保証	規定ごみ量搬入保証及び規定量未達の場合の Revenue(ごみ処理費、売電収入)保証
③	ごみ質保証	「搬入不可ごみ」(不燃ごみ、粗大ごみ、危険物等)がプラントに搬入されたことに起因して発生するプラントの稼働停止、稼働率低下に起因する Revenue 保証
④	搬入ごみ最低発熱量保証	焼却プラントで計測されごみ発熱量月間平均値が事前に取り決めた最低発熱量を下回った場合の Revenue 保証
⑤	電力の固定価格買い取り保証	個別の全事業期間の電力全量買い取り保証
⑥	契約締結	プロジェクト期間をカバーするごみ焼却に係るコンセッション契約及び PPA 締結
⑦	プロジェクトサイトの確保	プロジェクト用地確保、基本インフラ整備(上下水道、ガス、電力、道路等)
⑧	送電路	変電所までの Right-of-Way の確保及び十分な送電容量が確保されること
⑨	Available Capacity Payment に基づく売電料の支払い	発電設備容量が available である限り、売電料支払いが実施されること

① ミャンマー中央政府機関からの支払い保証

特別目的会社(SPC)と一般廃棄物処理サービス契約を結んだヤンゴン市からの支払いに対し、ミャンマー中央政府機関がその支払いを保障することを求める。つまり、ヤンゴン市が支払い能力を失った場合、ミャンマー中央政府機関がヤンゴン市に代わり、特別目的会社(SPC)に一般廃棄物処理サービス契約に従い支払いを行うものである。

また、それと同様に、特別目的会社(SPC)と電力売買契約(PPA)を結んだミャンマー電力省電力公社からの支払いに対し、ミャンマー中央政府機関がその支払いを保障することを求める。つまり、ミャンマー電力省電力公社が支払い能力を失った場合、ミャンマー中央政府機関が電力会社に代わり、特別目的会社(SPC)に電力売買契約(PPA)に従い支払いを行うものである。

これは、政府開発援助による(一部)設備費補助を供与する政府系金融機関が要求する場が多いため、事業成立には必須の保証事項と考えられる。

ただし、ミャンマー中央政府は、GCA の契約履行を保証し、民間事業者のリスクを低減するような補償基金は設立されておらず、個別案件としてミャンマー中央政府に対し交渉する必要がある。

ある。

## ② ごみ量保証

特別目的会社(SPC)と一般廃棄物処理サービス契約を結んだヤンゴン市から決められたごみ量が特別目的会社(SPC)へ運搬されなかった場合においても、既定全量分のごみ処理費(Tipping Fee)の支払いを求めるものである。また、焼却量が減ることは発電量の減少も同時に発生するため、ごみ量減少に伴う売電収入削減についても併せて要求するものである。これは、特別目的会社(SPC)の収入がごみ処理費(SPC)と電力販売に依存しているため、事業継続には不可欠な保証として、ヤンゴン市とは交渉をすることとなる。

## ③ ごみ質保証

特別目的会社(SPC)と一般廃棄物処理サービス契約を結んだヤンゴン市間で、「搬入不可ごみ」の定義づけ、及びヤンゴン市に対し「搬入不可ごみ」搬入により生じた施設の稼働停止、稼働率低下による収入減少の保証を求めるものである。

## ④ 搬入ごみ最低発熱量保証

特別目的会社(SPC)と一般廃棄物処理サービス契約を結んだヤンゴン市間で、焼却プラント内で計測された、ごみ発熱量の月間平均値が事前に取り決めた最低発熱量を下回った場合の売電収入減少に対する保証を求めるものである。

この保証要求も、特別目的会社(SPC)の収入がごみ処理費(SPC)と電力販売に依存しているため、事業継続には不可欠な保証として、ヤンゴン市とは交渉をする事となる。

## ⑤ 電力の固定価格買い取り保証

電力の固定価格買い取り制度(Feed in Tariff)がミャンマーには存在しないが、特別目的会社(SPC)の収入がごみ処理費(SPC)と電力販売に依存しているため、事業継続には不可欠な保証として、個別の事業期間全期間の電力全量買い取り保証を、ミャンマー電力省電力公社と交渉する事となる。

## ⑥ 契約締結

プロジェクト期間をカバーするごみ焼却に係るコンセッション契約及び PPA 締結。本契約にて GCA となるヤンゴン市および SPC のリスク分担について明記する必要がある、ヤンゴン市と交渉する事となる。

## ⑦ プロジェクトサイトの確保

プロジェクト用地確保、基本インフラ整備(上下水道、ガス、電力、道路等)の供給を求めるものである。プロジェクト用地確保に関しては、ウエストピッカー等の建設予定地内不法滞在者

の事前退去も含めることとする。

基本インフラ整備に関しては、接続ポイントや工事所掌範囲等を今後の調査で協議検討するものとする。

#### ⑧送電路

変電所までの Right-of-Way の確保及び十分な送電容量が確保されることを求めるものである。

つまり、変電所までの土地及び工事用地の確保はヤンゴン市もしくはミャンマー電力省電力公社に要求するものである。また、十分な送電容量のある送電線もヤンゴン市もしくはミャンマー電力省電力公社所掌とする。

#### ⑨ Available Capacity Payment に基づく売電料の支払い

発電設備容量が稼働可能である限り、売電料支払いが実施されることを求めるものである。つまり、ごみ焼却発電施設から送電できる状況にある限り、ミャンマー電力省電力公社等に原因があり、送電ができない場合であっても、稼働可能な発電設備容量全量分の売電収入の保証を求めるものである。

上記9点の要求事項全てが事業実施の必要条件となるものではないが、上記内容を GCA・MEPE・SPC 間で事前に充分協議し、適切なリスク分担として双方合意することが必要である。SPC を構成する民間企業としては、認められない要求事項分のリスクを定量評価し事業のコストとして反映するので、適切な事業採算性を確保するためには、更に高いごみ処理費(Tipping Fee)や売電価格を要求することにつながる。ヤンゴン市やミャンマー電力省電力公社等のカウンターパートに対しては、適切なリスク分担が結局は適切なコストでの円滑な事業運営につながることを、継続協議してゆくことが必要である。

## 7.2. プロジェクト・ファイナンスの活用

7.1 項の通り、ヤンゴン市向け廃棄物発電事業は特別目的会社(SPC)による BOT 形態の事業実施を前提としている。また、ファイナンススキームとして、政府系金融機関による融資を組み入れており、本資金調達方式としてはプロジェクト・ファイナンスが不可欠である。本項では、プロジェクト・ファイナンスの活用における手法と課題についての検討および考察を行う。

### 7.2.1. プロジェクト・ファイナンスとは

プロジェクト・ファイナンスとは、原則プロジェクトから創出されるキャッシュフローを融資返済の財源とする金融手法である。その為、企業の信用力をベースに資金調達を執り行う、コーポレート・ファイナンスとは異なり、プロジェクト・ファイナンスは当該プロジェクトが破綻した場合に

においてもその出資者への訴求権が発生しない、ノンリコース形態での融資または、リスクの一部を出資者が負担するケースリミテッド・リコースでの融資形態が一般的である。またプロジェクト・ファイナンスは事業の実施主体が通常、SPC であり、プロジェクト自体が独立した法人として、資金調達の実施を執り行なう。融資元の金融機関にとって、融資の担保と成り得るのは、当該プロジェクトの事業資産(運営設備)および事業権利といった SPC が保有する全ての資産となるが、SPC は通常、対象プロジェクトを履行する為に設立され、その資産は限定的である場合が多いため、下記の通り、融資対象である事業の採算性や事業継続性といった項目に対して、非常に厳しい審査(デューデリジェンス)が金融機関によって実施される。

### 1) 事業採算性

融資元の金融機関にとっては、貸し手の対象事業が不採算となり、返済が不可能な事態に陥った場合、プロジェクト・ファイナンスはノンリコースでの融資となる事から、貸し倒れのリスクが発生する。その為、プロジェクトキャッシュフローが、貸し手にとっての最重要担保であり、返済に至る十分な収益の確保が可能か否かを十分に検討する事が、プロジェクト・ファイナンス組成における最重要事項となる。またプロジェクトは有期期間内の活動であることから、プロジェクト期間内の返済が可能か否かの精査が実施される。

### 2) 事業継続性

返済期間におけるプロジェクトの継続がプロジェクト・ファイナンスの前提であり、詳細は後述するが、プロジェクト継続の前提となる継続条件(ゴーイング・コンサーン)を事業契約上、SPC が権利義務としてどのように契約の中で確保しているかが重要となる。

### 3) 事業リスク

事業継続に関わるリスク評価を適切に分析し、事業継続計画(以下 BCP: Business Continuity Planning)、事業継続マネジメント(以下 BCM: Business Continuity Management)を策定する。危機発生時に、速やかに事業を再開させるために、行動計画を立案、不可効力等によって事業が中断された場合等においても、プロジェクト継続に必要な資金を保険等で確保、または場合によっては出資者によるスポンサーサポートが必要となる。

表 7-2 にてプロジェクト・ファイナンスとコーポレート・ファイナンスの相違点についてまとめる。



表 7-2 プロジェクト・ファイナンスとコーポレート・ファイナンスの相違点

項目	プロジェクト・ファイナンス	コーポレート・ファイナンス
事業主体	SPC	借入人
対象事業	当該プロジェクトのみ	企業活動全般
借入人	SPC	個別企業
返済財源	当該事業から発生する キャッシュフロー	企業全体の事業収益
返済期間	通常 10～20 年以内*	短期・長期
審査内容	当該事業にかかわる全てのリスク	企業与信能力
担保	SPC が保有する全ての資産、契約	所有財産

\*但し、当該プロジェクトのリスク次第

## 7.2.2. プロジェクト・ファイナンス活用のメリット

プロジェクト・ファイナンス活用の借り手・貸し手のメリットはそれぞれ以下の通りである。

### 1) 借り手側のメリット

#### 1.1) 事業リスクの分散

プロジェクト・ファイナンスでの資金調達では、原則プロジェクト不採算による、債務履行(弁済)責任を出資者が負わない。その為、廃棄物発電案件等のコーポレート・ファイナンスでは通常取り組み不可能な案件においても民間の事業体が参画可能となる事が多い。また、プロジェクト関係者において当該事業のリスクを細分化した上で、公平にリスクを分担する事により、出資者の事業リスクを分散・低減化が可能である。

#### 1.2) 財務負担軽減

コーポレート・ファイナンスの手法を用いて資金を調達した場合、バランスシートにおける負債比率が上昇する為、財務体力の低下に繋がる恐れが生じ、企業の新規の資金調達に支障が生じる可能性がある。しかしながら、プロジェクト・ファイナンスを活用する事により、SPC 出資企業は各々財務負担軽減のメリットを享受する事が出来る。ただし、資企業のバランスシートに債務計上されるかどうかは出資比率、当該 SPC への影響力等複数の要因を勘案した上で判定されるものであり、場合によっては出資企業の財務諸表への計上、偶発債務としての注記が必要になるケースはある。

## 2) 貸し手側のメリット

### 2.1) 高収益性

プロジェクト・ファイナンスは、コーポレート・ファイナンスと比較した場合、リスクテイクの性質が強い事から、その対価として金利水準が高水準となり、貸し手にとっても高収益が期待出来る。

### 2.2) 競争力

国際的な競争力の向上を目的とする金融機関において、インフラ・ストラクチャ部門におけるプロジェクト・ファイナンス・アレンジを主導した金融機関には非常に高い評価が与えられる為、金融機関にとってもプロジェクト・ファイナンス組成に参画する事で、国際的な競争力向上のメリットを享受出来る。

## 7.3. セキュリティ・パッケージの構築

### 7.3.1. セキュリティ・パッケージとは

前述の通り、プロジェクト・ファイナンス組成の為には、当該事業の実施により生成されるプロジェクト・キャッシュフローからの確実な債務の返済が必要不可欠であり、確実に融資を返済可能な事業スキームの構築が必要である。その為、プロジェクト・ファイナンス組成にあたり事業継続・存続をその目的とした「セキュリティ・パッケージ」の構築が金融機関主導で実施される事となる。セキュリティ・パッケージとはプロジェクト・ファイナンスにおける担保のメカニズムであり、貸し手は担保設定し、担保実行をした場合に当該プロジェクトの全ての資産・契約について融資銀行団にその資産・権利が移転された結果、介入権が発生するケースが存在する。このようにプロジェクト・ファイナンスの貸し手である金融機関は、事業継続・融資回収に必要な権利を確保し、ステップ・インをスムーズに行えるストラクチャーを事前に構築する。このようにして、事業リスクの管理を可能な限り最適化する事を条件に、はじめて金融機関によるプロジェクト・ファイナンス組成が可能となる。

## 7.4. プロジェクト・ファイナンス組成におけるリスク分析

前述した通り、プロジェクト・ファイナンス組成の為には、金融機関によるセキュリティ・パッケージの構築が必要不可欠であり、プロジェクト・ファイナンスにとってリスクと契約の重要性は計り知れない。一般的には、リスクは最も適切に処理出来る者に割り当てられるべきであり、そのためにはリスクの精緻な認識が不可欠となる。

また、プロジェクトの事業収支計画は、当該プロジェクトが、計画期間内に、プロジェクト予算範囲内で、計画された性能により稼動することを前提としている為、中断等により完工遅延が発生した場合、プロジェクトのキャッシュフローに深刻な影響を与え、プロジェクトの継続に深刻な疑義が生じる事となる。廃棄物発電事業においても、他の発電・プロダクションプラントの事業

と同じく、「決められた期間内」に「決められた性能」で商業運転を開始する事が必要不可欠である。

よってまずは、ヤンゴン市における廃棄物発電案件におけるプロジェクト完工・商業運転開始のリスク項目の抽出を行い、本リスクに対しての低減策を考察する。

#### 7.4.1. 出資者起因のリスク

##### (1) リスク抽出

ア) 出資および与信リスク

イ) 出資者の事業実施(履行)能力及びその噛み込み

各出資者が SPC 成立に伴う事前合意に基づく資金拠出および事業実施義務を契約通り履行するかどうかのリスクである。

##### (2) リスク低減策

出資および与信リスクを低減する為には、出資者の選定段階における出資先の事前調査を実施し、出資者の(1)財務体質、(2)プロジェクト履行体制等 Duns & Bradstreet 社や COFACE 社等の外部民間調査会社を通じて出資企業のデューデリジェンスを徹底的に実施する事が必要不可欠である。また矢も得ず、SPC 出資者企業の信用力に疑義が有る場合は、SPC 設立の事前合意に、出資履行に関して、金融機関の保証(B/G=Bank Guarantee, Stand by L/C)を要求する等、出資企業の財務面のリスクを補填するスキームの構築が必要となるケースも想定出来る。また合せて、融資実行前に出資を全て完了させる『Equity First』も低減策の一つである。

#### 7.4.2. プロジェクトオーナー起因のリスク

##### (1) リスク抽出

ア) 債務不履行リスク

プロジェクトオーナーであるヤンゴン市と SPC の間で、廃棄物発電プラントを利用した廃棄物の中間処理に関する事業契約を締結する。仮にプロジェクトオーナーであるヤンゴン市が事業契約における重大な債務不履行を起こした場合、SPC の事業キャッシュフロー(事業継続・存続)に重大な影響を与える可能性が高い。SPC の事業継続に関わる重大な債務不履行の一例を以下の通り記す。

##### ① ゴミ供給量中断およびゴミ供給量の不足

廃棄物発電事業契約において、プロジェクトオーナーと SPC 間にて締結され事業契約に定められた分量のゴミを供給するのは、プロジェクトオーナーであるヤンゴン市の責任である。ゴミ供給量の中断、または供給量がプラントの容量に満たないといった事態が発生した場合は、SPC に遺失利益(売電ロス)が発生する事から、事業キャッシュフローに深刻な影響が生じ、事業継続に支障が生じる事が想定出来る。

##### ② 処理費用の支払い遅延・未払い

SPC はプラントの運転に関する費用を売電益およびごみ処理費用から捻出し、その収益を融資(プロジェクト・ファイナンス)の返済原資としている事から、処理費用の支払いが適切になされなかった場合、事業キャッシュフローに深刻な影響が生じる可能性が高く、事業継続に重大な影響を及ぼす事が想定出来る。

### ③ 不適切ゴミの除去

事業契約に明記されている処理対象物以外のゴミが搬入され、機器の不具合等のプラントの故障による追加コストの発生、プラントの操業に支障が発生した場合、事業キャッシュフローに深刻な影響が生じる可能性が高く、事業継続に重大な影響を及ぼす事が想定出来る。

## (2) リスク低減策

### ア) リスク分担案の整理

プロジェクトオーナー起因による事業リスクの低減については、まずは PFI 事業の原則的な理念である、「そのリスクを最も適切に管理する事が出来る当事者がリスクを分担すべきである」という思想の下、事業の安定性の為に、関係者間で、PFI 事業に係る全期間におけるリスクの種類と内容を抽出し整理を実施した上で、適切なリスクの分担を実施する事が重要である。

### イ) リスク分担案に基づく事業契約の締結

一般的に PFI 事業では、事業期間中に発生する可能性のある全てのリスクを想定し、ステークホルダー各々の管理能力に応じて事業リスクを配分し、各々が責任を持ってリスク管理を行う事が重要である。これは前述した「リスクを最もよく管理することができる者が当該リスクを分担する」ことによって、事業全体のリスクコストが低減できるという考え方に基づくものであり、不適切なリスク分担は、事業費の増大にも繋がり、その結果、バンカブルなプロジェクトの阻害要因となり、プロジェクト・ファイナンス組成が困難となる主要な要因の一つである。ヤンゴン市における廃棄物発電事業契約においても、事業に関わるリスクが適切に分担された上で、SPC の事業継続に必要な前提条件・諸条件の確保が事業契約内で網羅されている事がプロジェクト・ファイナンス組成に必要不可欠である。

### ウ) 政府保証

事業契約において、SPC の権利が確保されていたとしても、財政面等の与信上の問題によりプロジェクトオーナーが速やかに債務を履行しない場合、SPC の事業継続が困難となる事が想定される。よって、「処理費用の支払い遅延・不能」、「ゴミ供給不足・不能」といった SPC の事業継続上、重大な影響を及ぼすと想定される。こうしたリスクの低減の為に、ヤンゴン市の財務状態および経済成長の推移を事前に精査した上で、の財政上拠出可能額に設定する事が最も重要だが、あわせて、より上位の自治体組織である中央政府が、ヤンゴン市に代わりに事業契約上の債務を履行する保証スキームの構築が必要不可欠である。なおミャンマーでは、ソブリンギャランティーなどの

政府保証は構築・履行されていないため、Letter of Support などの公式書面による政府保証の担保が考えられる。ただし、当該国そのもののリスクをとれない場合、各国の ECA(Export Credit Agency)による保険付保((E) PRI, CRI)が必要となる場合が多い。

#### 7.4.3. EPC コントラクター起因のリスク

本項では廃棄物発電プラント建設に関わる EPC コントラクター起因のリスクの概要および、リスク低減策を以下の通り考察する。

##### (1) リスク抽出

###### ア) 完工遅延不能・性能未達リスク

プロジェクトの建設契約は、EPC コントラクトと呼ばれ、設計から資材の調達、建設といったそれぞれの分野を含んでいる。通常廃棄物発電プラントでは、単一のコントラクターが、EPC すべてにわたり責任を持ってプロジェクトを完成し、コミショニングを経て商業生産が開始可能となる段階で SPC 側へプラントを引き渡す (Taking Over) 方法が一般的である。

また通常発電プラントの分野では建設契約の EPC のトータル・コストを確定した契約方式であるフルターンキーでの「ランプサム・コントラクト方式」にて通常 EPC コントラクターは選定される。コントラクターの責任によって工事遅延、完工不能といった事象が生じた場合、プラントの稼動に影響を与える事から、事業キャッシュフローにも深刻な影響を与える事となる。しかしながら、通常 EPC コントラクターの工事遅延・不能による EPC 上の、契約損害賠償額は限定的でありプラント稼動不能による逸失損益は免責である。また EPC 契約上、責任限度額が必ず設定される為、プラント建設に際して工事不能といったリスクが発生した場合、SPC の事業キャッシュフローは悪化する事となり、事業存続に重大な影響が発生する可能性が高い。

##### (2) リスク低減策

EPC コントラクターに起因する完工遅延不能・性能未達のリスクを低減する為には、技術的に確立された技術を選定する事が極めて重要であり、対象技術のデューデリジェンスを十分に実施した上で、EPC コントラクターが十分な実績を有しているかどうか十分に精査する事が何よりも重要である。MSW を燃料とした廃棄物発電の分野では世界でも広く普及しており、運転実績があり、安定的に家庭ごみを中間処理可能な技術は第三章でも言及している通り、ストーカ式焼却炉である。また世界各地での不適切技術、不適格企業による廃棄物処理事業の失敗事例が多数存在する事から、適切な対象技術を有し、十分な建設能力を有する EPC コントラクターを選定し、建設費用が当初予算を超えてしまうコスト・オーバーラン等を未然に防ぐ EPC 契約を締結する事が、SPC の事業キャッシュフロー上、重要である。

#### 7.4.4. ファシリティマネジメント(施設管理)リスク

##### (1) リスク抽出

ファシリティマネジメント(施設管理)リスクとは施設の運転維持管理に関するリスクであり、プラントの完工後、SPC は事業契約期間内設備を稼働維持していく体制を構築していく必要がある。事業契約は 25 年を想定しており、事業期間内定格出力通りのプラントが運転される想定で事業収支計画が作成されていることから、プラントの保守・運転技術を有する企業の関与が必要不可欠となる。途上国においてはプラント設備を導入しながら、その後、運転や維持管理が適切にできないため、プラント機器の故障、寿命の低下などが原因となり、稼働率の低下や突発的な事故停止を含む稼働停止が多発している。プラント操業に関わるリスク発生の主たる原因としては、プラント運転員の運転・維持管理に関する知識・技能が欠落している事による故障・不具合発生等に起因する事態が代表例として指摘出来る。かかる事態が発生した場合、プラントの稼働率の低下による売電および処理費用に関わる収益の損失が発生し、プラント故障による追加コスト等も発生すると考えられることから、SPC の事業キャッシュフローを大幅に悪化させる可能性が高い。

##### (2) リスク低減策

廃棄物発電プラントを事業契約期間の間、稼働率の低下を防ぎ、事業計画に従い操業を維持していくためには、廃棄物発電プラントの運転維持管理体制の構築は必要不可欠である。JFE エンジニアリング株式会社は廃棄物発電プラントの運転維持管理体制構築に関する知見・技術・実績を十分に有する企業であり、我が国において 50 件以上の運転・保守に関する請け負い実績を有している。また SSIP において、ヤンゴン市から維持運転管理の委託契約を受け、ヤンゴン市内での維持運転管理を実施している。JFE エンジニアリング株式会社が廃棄物プラントの運転・保守の実績経験を通じて長年培って来た予防保全技術およびヤンゴン市での維持運転環境ノウハウを、本廃棄物発電事業においても適用することにより、プラントの信頼性確保と同時に寿命延長が図れるとともに、プラント構成機器の余寿命を高い精度で予測する事が可能となる。それによって、適切な時期にプラント機器の部品や機器の補修交換が可能となり、機器の不具合・故障による突発事故の防止が可能となることから、プラントの効率的な運用が可能となり、SPC の事業キャッシュフロー維持改善に大きく寄与することが可能となる。

#### 7.4.5. カントリーリスク

##### (1) リスク抽出

カントリーリスクとはプロジェクトの実施国に関するリスクであり、東南アジア等の発展途上国においては、カントリーリスクは SPC にとって大きな課題である。時に発展途上国におけるプロジェクトにおいては、SPC がコントロール不可能なリスクが発生する可能性があり、かかるリスクは以下の通りに分類する事が可能である。

##### ア) 政治的リスク

政治リスクとは事業の強制廃止や接収、国有化等の政策変更によるものと、戦争、革命、内乱等の非常危険自体に分類される。

イ) 経済的リスク

経済リスクとは、インフレーション、為替リスク等に代表される。不安定な経済状態による急激なインフレによる運転費用の上昇や、為替レートの暴落等によるSPCの事業採算性が悪化するリスク等があげられる。

ウ) 法的リスク

法令や会計税務制度の変更による事業採算性悪化リスク等が挙げられる。

(2) リスク低減策

かかるリスクにより損失が発生した場合、保険による救済が可能な事象か否かの整理を実施した上で、海外投融資に関わる保険商品を手がけている、独立行政法人日本貿易保険(NEXI)や民間保険会社、国際金融公社等を通じて、カバー可能なリスクか否かを事前の確認を実施し、保険会社等によってもカバー不能なリスクについては、SPCがリスクをとらず、プロジェクトオーナー、または中央政府により、SPCがかかる事態により被った損失の補填が速やかになされる事業契約を締結する事が重要である。加えて、SPCがコントロール不能なリスクを負う事業契約内容であった場合、事業継続性に疑義があると見なされ、プロジェクト・ファイナンスの組成が困難になるケースも想定出来る。

#### 7.4.6. リスク分担案

上記リスク検討を踏まえ、表 7-3 にて、廃棄物発電事業におけるリスク分担案の整理を実施する。

表 7-3 廃棄物発電事業におけるリスク分担案

段階	リスクの種類	リスク概要	負担		
			Owner	出資者	その他
共通	物価上昇	人件費、燃料費等の物価の上昇等に伴う SPC の経費の増加	○		
	為替変動		○		○
	金利変動	金利の変動に伴う経費の増加			○ <sup>1)</sup>
	法令変更	現地法令に伴う設計又は工期の変更、設備の改善等、計画の廃止による SPC の経費の増加	○		
	許認可	Owner 取得の許認可の遅延に関する SPC の経費の増加	○		
		SPC 取得の許認可の遅延に関する SPC の経費の増加		○	
	住民対応	事業に対する反対運動	○		
不可抗力	不可抗力に伴う設計又は工期の変化、設備の修復費用等の追加費用	△ <sup>2)</sup>	△ <sup>2)</sup>	○ <sup>2)</sup>	
計画・建設段階	環境影響評価	環境影響評価の結果により事業の実施が不可能となった場合に、それまでに要した費用	○		
	測量調査	測量調査の不備により生じる費用		△ <sup>3)</sup>	○ <sup>3)</sup>
	設計	設計の不備、誤り等により生じる一切の費用		△ <sup>4)</sup>	○ <sup>4)</sup>
	設計変更	合理的な理由に基づく Owner 指示に基づく設計変更に伴う SPC の経費の増加	○		
		合理的な理由以外の事由による設計変更に伴う SPC の経費の増加			○ <sup>5)</sup>
	工程変更	合理的な理由に基づく Owner 指示に基づく工程変更に伴う SPC の経費の増加	○		
		合理的な理由以外の事由による工程変更に伴う SPC の経費の増加			○ <sup>6)</sup>
完工遅延	Owner に起因する事由による完工遅	○			



段階	リスクの種類	リスク概要	負担		
			Owner	出資者	その他
		延に伴う SPC の経費の増加			
		SPC に起因する事由による完工遅延に伴う SPC の経費の増加			○ <sup>7)</sup>
		不可抗力による遅延	△ <sup>8)</sup>	△ <sup>8)</sup>	○ <sup>8)</sup>
運転段階	計画変更	Owner に起因する事由による事業内容変更	○		
	支払い遅延	処理費用の未払い・不能	○		
	性能	プラント性能未達		△	○ <sup>8)</sup>
	ゴミ供給量未達	ゴミ供給量未達による経済損失	○		
	ゴミ質の変更	ゴミ質の変化による維持管理費・運営費の増大	○		
	不適ゴミの除去	焼却不適ゴミ搬入による SPC 経費の発生	○		
	機器更新	機器更新による不具合の発生			○ <sup>10)</sup>
	施設の損傷	劣化による施設の損傷			○ <sup>11)</sup>
	第三者賠償	施設の運転から生じる事象に(騒音・臭気)による第三者賠償		△	○ <sup>12)</sup>
	火災	火災による設備の損傷	△	△	
移管段階	移管手続き	施設移管手続きに伴う諸費用		○	
	補修修繕	施設移管に伴う補修修繕		○	

注記: 負担者 ○主負担 △従負担

- 1) 金利スワップ契約により金利変動リスクの低減を図るのが一般的
- 2) 保険付保、ただし保険でカバー出来ない場合、Owner およびスポンサーサポートによる適切なリスク分担が必要

- 3) EPC 負担、ただし EPC 負担でカバー出来ない場合、スポンサーサポートが一般的
- 4) EPC 負担。ただし EPC 負担でカバー出来ない場合、スポンサーサポートが一般的
- 5) EPC 負担が一般的
- 6) EPC 負担が一般的
- 7) EPC 負担が一般的
- 8) 保険付保、ただし保険でカバー出来ない場合、Owner およびスポンサーサポートによる適切なリスク分担が必要
- 9) EPC 負担、ただし EPC 負担でカバー出来ない場合、スポンサーサポートが一般的
- 10) 機器納入企業もしくは EPC 負担が一般的
- 11) 通常のキャッシュフローの中で補填もしくは O&M 企業負担が一般的
- 12) 保険付保および O&M 企業負担、ただし保険付保および O&M 企業でカバー出来ない場合、スポンサーサポートが一般的

## 8. 実現可能性評価

### 8.1. 事業前提条件

#### 8.1.1. 事業の前提条件

ヤンゴン市における廃棄物発電案件の実現評価における前提条件は以下のとおりである。

- ① プロジェクト総期間は 28.5 年とする。(内訳:建設期間 3.5 年、運転期間 25 年)
- ② 事業契約期間は 25 年とする。
- ③ 売電期間は 25 年とする。
- ④ 運転期間中の物価変動リスクは SPC 負担リスクとする。
- ⑤ 為替変動は SPC 負担外のリスクとする。
- ⑥ 廃棄物処理プラントの発電設備は JFE エンジニアリング株式会社が有する 2018 年 2 月現在の最新鋭の発電効率を適用する。
- ⑦ プロジェクト用地は事業継続期間、無償で SPC に借予されるものとし、土地賃料等の土地使用に関わる諸経費は発生しないものとする。
- ⑧ ごみカロリーの著しい変動は SPC 負担外のリスクとするため、想定しない。
- ⑨ ヤンゴン市における廃棄物発電事業 SPC 設立運営に関する諸税は SPC 運転に関わる法人税(25%)および源泉税(15%)を考慮するものとする。
- ⑩ 焼却不適物の除去は SPC リスク負担外とする。
- ⑪ 焼却残渣に関する処理(ex.前処理、運搬、埋立)は、ヤンゴン市所掌とする。
- ⑫ 減価償却期間は、プラント機器は 15 年間、プラント建屋は 30 年間とする。

#### 8.1.2. 資金調達条件

ヤンゴン市廃棄物発電案件における資金調達は、政府系金融機関からの融資および政府開発援助による(一部)設備費補助の供与を想定している。

政府系金融機関からの融資は、JICA 投融資ベースに検討しており、本調達費用は、表 8-1 の通り仮定している。

総事業費のうち、SPC の出資各社による融資(Debt)割合は、JICA 投融資の一般的な条件である上限 70%を適用し、残り 30%については自己資金(Equity)で賄うものとする。

また、JICA 投融資は協調融資が基本であり、今後ほか融資先の検討も実施していく必要がある。上記の通り、資金調達方法は依然検討中であり、本章での検討に際しての前提はあくまで、JICA 海外投融資課および民間金融機関からのヒアリングをもとに、JFE エンジニアリング株式会社にて独自に設定した仮の数値である。

表 8-1 資金調達費用

項目	内容	備考
返済期間	15 年間	
返済猶予期間	4 年間	建設期間 3.5 年+0.5 年
金利	5.5%	Base Rate: 2% Lon Margin: 3% Swam Margin: 0.5%
アップフロントフィー	1%	On Total Debt
アレンジメントフィー	1%	On Total Debt

### 8.1.3. 廃棄物発電設備の仕様について

ヤンゴン市における廃棄物発電事業に導入する廃棄物発電プラントの仕様については第 4 章にて詳細が記述されている通り、以下表 8-2 記載の通りとする。

表 8-2 廃棄物発電プラント設備仕様

項目	内容	備考
一般廃棄物処理量	1,000 トン/日	500 トン X2 基
	310,000 トン/年間	年間累計ごみ処理量
年間稼働日数	310 日	定期点検 1.5 ヶ月 X2 基/年間
発電機出力	20MWh	20MWhX1 基 ※基準ごみ定格運転時
所内消費電力	4MWh	※基準ごみ定格運転時
売電電力	16MWh/日	※基準ごみ定格運転時
	119,040MWh/年	※基準ごみ定格運転時

#### 8.1.4. 燃料(ごみ質)の設定

ヤンゴン市における廃棄物発電事業における燃料(ごみ質)の設定については第 4 章にて詳細内容を記載している通り、ヤンゴン WtE プラントの実績と東南アジア諸国における JFE 経験則より、以下表 8-3 記載の通りとする。

表 8-3 燃料(ごみ質)

項目		単位	低質ごみ	基準ごみ	高質ごみ
低位発熱量		kcal/kg	1,300	1,800	2,200
		kJ/kg	5,400	7,700	9,200
三成分	可燃分	%	26	34	40
	水分	%	60	55	53
	灰分	%	14	11	7
	合計	%	100	100	100

#### 8.1.5. 建設費用・インフラ接続費

ヤンゴン市における廃棄物発電事業における廃棄物発電プラントの建設費用および減価償却期間については以下表 8-4 記載の通りとする。なお、ユーティリティについては、サイト境界での接続を前提としている。

表 8-4 廃棄物発電プラントの建設費

項目	費用(USD)	減価償却
プラント機器費用	103,500,000	15 年間
プラント建屋費用	11,500,000	30 年間

#### 8.1.6. 運転保守修繕費

ヤンゴン市における廃棄物発電事業における廃棄物発電プラントの運転に関わる、人件費、用役費、維持管理費、その他必要経費等については以下表 8-5 記載の通りとする。なお、一般廃棄物および焼却灰の輸送はヤンゴン市所掌とし、本運転保守修繕費には含めない。

表 8-5 運転保守修繕費

項目	費用(USD/年)
人件費	550,000
用役費	1,200,000
維持管理費	2,700,000
その他経費	350,000
合計	4,800,000

### 8.1.7. 環境アセスメントに関連する費用

ヤンゴン市における廃棄物発電設備の建設にあたっては、ミャンマー連邦共和国関連法規に則り、対象地域の状況に応じた環境アセスメントを実施する必要がある。また一般的に、環境影響評価は事業者の責任であり、事業が負担すべき費用である。

ミャンマー連邦共和国における廃棄物発電設備建設に関わる環境影響評価は、ヤンゴン WtE プラント建設時に実施しており、本実績値を参考価格として USD200,000 を諸費用として計上するものとする。

### 8.1.8. アドバイザー業務費用

各種契約の締結には、弁護士およびコンサルタントなどへのアドバイザー業務委託が不可欠である。本費用は USD400,000 を計上するものとする。

表 8-6 アドバイザー業務費

項目	費用(USD)
弁護士費用ほか	400,000

### 8.1.9. 各種保険に関する費用

廃棄物発電プラント実施に関わる各種保険については、本 FS において考慮しない。必要保険種類・料率の精査は今後の検討課題の一つとする。

### 8.1.10. 公租公課

廃棄物発電プラント事業実施に関わる諸税については、以下表 8-7 に記載の諸税のみ考慮するものとし、事業税、固定資産税、などその他諸税は本 FS においては考慮しない。なお源泉税は、2018 年連邦税法によると 2018 年 4 月 1 日から廃止を計画しているが、今回の事業性評価では計上して検討する。税務コストの精査は今後の検討課題の一つとする。

表 8-7 諸税

保険種類	料率
法人税	25%
源泉税	15%

## 8.2. 採算性評価

### 8.2.1. 採算性評価の前提条件

前項にて記載の採算性評価の重要前提条件を以下表 8-8 に記載の通りまとめる。

表 8-8 採算性評価の前提条件

項目	条件	備考
建設期間	3.5 年間	(3 年建設、0.5 年試運転)
運転期間	25 年間	
自己資本	30%	
他人資本	70%	JICA 投融資を想定
資金調達方式	プロジェクト・ファイナンス	
返済期間	15 年間	猶予期間:4.5 年間
返済方法	均等返済	
借り入れ金利	5.5%	
金利	考慮しない	利益余剰金の預金金利
諸税	法人税:25% 源泉税:15%	
為替	1.358MMK/USD	為替変動リスクは含まない 2018 年 1 月前半の MMK および USD の為替レートの実勢地参照
ミャンマーインフレ率 (CPI)	2017 年:6.9% 2018 年:6.7% 2019 年:6.5% 2020 年:6.4% 2021 年:6.3% 2022 年以降:5.7%	IMF データ参照
土地賃料	なし	
DSCR	1.5	
PIRR	10%	

### 8.2.2. 事業キャッシュフロー分析

ヤンゴン市における廃棄物発電事業の採算性を評価する指標としては、プロジェクト・ファイナンスの組成および民間企業の出資可否の判断の際に用いられる①DSCR、②PIRRの指標の分析を実施する。なお、各指標の概要につき以下の通り詳細を記述する。

#### 1) DSCR

DSCRとはDebt Service Coverage Ratioの略称であり、負債に対する収入からの充当比率である。元利金返済に回せるキャッシュフローが、その年度に支払うべき元利金に対してどの程度の余裕があるかを当該期間毎に示す指標がDSCRであり、元利金返済は事業継続の前提でもあることから、「DSCR>1.0倍」以上が、融資の最低条件であり、融資契約上、DSCRの維持をSPCが要求される場合が多い。DSCRの要求水準は融資先のプロジェクトの性質によって異なるが、民間金融機関からのヒアリングから、本F/Sでは事業期間平均で1.5以上を投資適格水準として設定する。尚、DSCRの計算式は以下の通りである。

$$\text{DSCR} = \frac{\text{当該年度元利金返済前キャッシュフロー}}{\text{当該年度の返済元利金}}$$

#### 2) PIRR

PIRRとは、Project Internal Rate of Returnの略称であり、プロジェクト財務活動から発生する全投資額(株式払込、配当金支払い、銀行借入れ、元利金返済を除く)に対する内部収益率である。投下された総資本額に対する利回りを計算する際に用いられる。プロジェクトは、財務的なフィージビリティと収益性を確保する事が必須であり、PIRRが高ければ高いほど事業採算性が高いプロジェクトであるという事が言える。ヤンゴン市における廃棄物発電事業では、プロジェクト・ファイナンスの活用を想定しており、PIRRは資金調達コストを上回り、市場利率よりも高いものであることが望ましい。本F/SではPIRR10%以上を投資適格水準として設定する。

### 8.3. 感度分析

8.1項および8.2項の条件をもとに、本事業の収入源である売電収入およびごみ処理手数料について、各種資金援助を適用したケースごとの感度分析を実施した。なお現状単価は、ごみ処理手数料は、第4章1.4項にて述べた600MMK/月・世帯から12,000MMK/ton(各世帯の月ごみ量を50kgと想定)と設定。売電価格は、第2章3.3項にて述べたヤンゴンWtEプラント売電実績値である75MMK/kwhから産業用電力単価の最大価格である150MMK/kwhまでと設定した。

#### 8.3.1 補助金無しのケース

本項では、補助金を適用しない場合の感度分析を実施した。



表 8-9 売電価格の変動影響(補助金無しの場合)

	売電単価 (MMK/kwh)		
	75	100	150
ごみ処理手数料 (MMK/ton)	89,300	79,700	60,500
出資額 (USD)	38,400,000		
融資額 (USD)	89,700,000		

また、ミャンマーインフレリスクを考慮しないケースについても感度分析を実施した。

表 8-10 売電価格の変動影響(補助金無し・インフレリスク含まず野場合)

	売電単価 (MMK/kwh)		
	75	100	150
ごみ処理手数料 (MMK/ton)	84,800	75,200	56,000
出資額 (mil. USD)	38,400,000		
融資額 (mil. USD)	89,700,000		

### 8.3.2 JCM 設備補助適用のケース

第6章 1.1 項の通り、JCMは環境省(MOEJ) 主導による温室効果ガス削減に寄与する事業への補助金制度であり、温室効果ガスの削減貢献度によって案件評価を実施し、採択案件を決定する。なお、上限目安は原則 1 件あたり 10 億円となっている。

本項では、10 mil. USD が JCM 設備補助として本事業に適用された場合の感度分析を実施した。

表 8-11 売電価格の変動影響(10mil. USD 補助適用の場合)

	売電単価 (MMK/kwh)		
	75	100	150
ごみ処理手数料 (MMK/ton)	81,400	71,800	52,600
出資額 (mil. USD)	35,100,000		
融資額 (mil. USD)	81,900,000		

また、ミャンマーインフレリスクを考慮しないケースについても感度分析を実施した。

表 8-12 売電価格の変動影響(10mil. USD 補助適用・インフレリスク含まずの場合)

	売電単価 (MMK/kwh)		
	75	100	150
ごみ処理手数料 (MMK/ton)	76,800	67,200	48,000
出資額 (mil. USD)	35,100,000		
融資額 (mil. USD)	81,900,000		

### 8.3.3 JCM 設備補助および事業権無償適用のケース

第6章2.3項の通り、JICAによる支援手法の一つである本制度は、民間企業が関与して施設建設から運営・維持管理までを包括的に実施する公共事業に無償資金協力を行うことを通じ、日本企業の事業権・運営権の獲得を促進し、我が国の優れた技術・ノウハウを途上国の開発に役立てることを目的とした無償資金協力であり、本事業への適用も検討出来る。また、関連機関へのヒアリングから、JCM設備補助との連携活用も制度上可能である事を確認している。

本項では、JCM 設備補助としてとして 10mil. USD、および事業・運営権対応型無償資金協力として 40 mil. USD が、本事業に適用された場合の感度分析を実施した。

表 8-13 売電価格の変動影響 50mil. USD 補助適用の場合の場合)

	売電単価 (MMK/kwh)		
	75	100	150
ごみ処理手数料 (MMK/ton)	49,400	39,800	20,600
出資額 (mil. USD)	21,800,000		
融資額 (mil. USD)	50,900,000		

また、ミャンマーインフレリスクを考慮しないケースについても感度分析を実施した。

表 8-14 売電価格の変動影響(JCM+事業権無償適用・インフレリスク含まずの場合)

	売電単価 (MMK/kwh)		
	75	100	150
ごみ処理手数料 (MMK/ton)	44,900	35,300	16,100
出資額 (mil. USD)	21,800,000		
融資額 (mil. USD)	50,900,000		

### 8.3.4 各種ケース比較

8.3.3 項にて実施した感度分析結果を、図 8-1 にてまとめた。

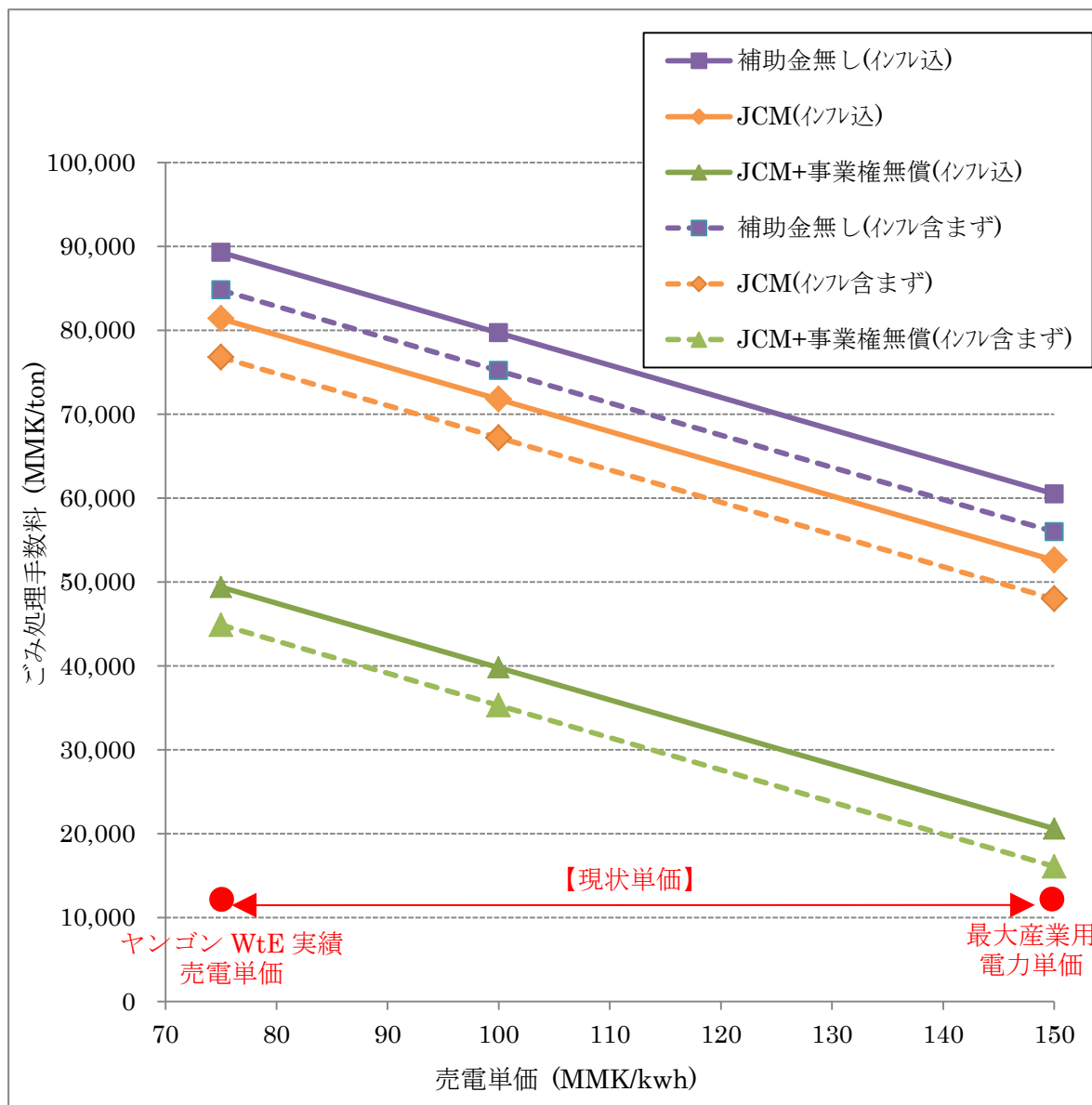


図 8-1 売電単価・ごみ処理手数料の変動影響

## 9. 個別案件計画

第8章3項にて実施した感度分析から、設備補助および現状の最大産業用電力単価を適用する場合、事業実現可能性がある。ただし、本条件は未だ調査段階であり、今後も継続して事業収支改善に向けた検討およびカウンターパートとの交渉を実施する必要がある。

本章では、事業収支改善に向けた計画検討および考察を行う。

### 9.1 事業収入向上検討計画

事業収支を改善させるためには、まずは事業収入を向上させる必要がある。下記にて事業収入向上施策について検討する。

#### 9.1.1 一般廃棄物処理費の向上

現在のヤンゴン市の廃棄物処理費は、東南アジア各都市の処理費の中でも低い都市の一つである。今回の都市間連携によるワークショップにて川崎市によるキャパビルを実施しているが、今後も継続してヤンゴン市への提言は必須である。

#### 9.1.2 売電単価の向上

ミャンマー国では固定買取制度が確立されておらず、売電単価の設定は、個別の発電公社との交渉となる。今後も継続して、売電単価の交渉を実施する必要がある。

#### 9.1.3 新規収入源の開拓

ヤンゴン市では電力不足による停電が頻発しており、未だ電力需要は高い。そこで、民間企業や工業団地への直接売電による新規収入源の確保、および産業廃棄物の受入れなども視野に入れた新たな収入源の開拓を進めていく。

### 9.2 事業費削減検討計画

第9章1項の事業収入向上とあわせて、事業費を削減する検討も必須である。事業費の削減主要項目として、EPC および O&M 費用の削減、低金利融資の適用、適切なリスク分担などが上げられる。

#### 9.2.1 EPC および O&M 費用の低減

ヤンゴン WtE プラントの実績値の更なる精査、および今回実施出来なかったごみ質の分析を実施し、本事業に最適なプラント設計および運営体制の構築を継続して実施する事により、EPC および O&M 費用の低減検討を継続して実施する事が必要である。

#### 9.2.2 低金利融資の適用

第8章では、JICA 海外投融資の適用を検討しているが、本融資条件についても未だ調査段階であり、継続して条件の精査を実施する必要がある。また合せて、ほか金融機関の調査も実施する事が必要である。

### 9.2.3 適切なリスク分担

第 7 章にて実施した通り、適切なリスク分担は適切なコストでの円滑な事業運営に繋がる。今後、ヤンゴン市やミャンマー発電公社等のカウンターパートに対し、継続して協議時を実施する必要がある。

添付資料 関係者合同ワークショップ

## 添付資料 1

キックオフミーティング/第 1 回ワークショップ



# Feasibility Study of Waste to Energy Plant Project for Yangon City in Myanmar

17<sup>th</sup> October, 2017



## Overall Agenda of F/S

Meeting	Contents	Presenter
Kick off Meeting/ Work Shop-1	• Outline of Feasibility Study	JFE
	• Municipal Solid Waste Management in Kawasaki(1)	Kawasaki-city
	• Discussion	YCDC/ Kawasaki-city/JFE
Work Shop-2	• Municipal Solid Waste Management in Kawasaki(2)	Kawasaki-city
	• Introduction of 3R Activities	
	• Requirements of Project Finance	JFE
Final Report/Work Shop-3	• Introduction of Waste Management Know-how	Kawasaki-city
	• Project Scheme Proposal	JFE
	• Conclusion	

## Time Schedule of F/S

	2017		2018		
	Oct	Nov	Jan	Feb	Mar
Kick of Meeting/ Work Shop-1	17 <sup>th</sup> Oct ▼				
Work Shop-2			10 <sup>th</sup> Jan (tentatively) ▼		
Final Report/ Work Shop-3				28 <sup>th</sup> Feb (tentatively) ▼	
	Today				

## Kick off Meeting / Work Shop-1

# Outline of Feasibility Study “Waste to Energy Plant Project for Yangon City in Myanmar”

17<sup>th</sup> October, 2017



JFE Engineering Corporation

1

## 1 Purpose of Feasibility Study



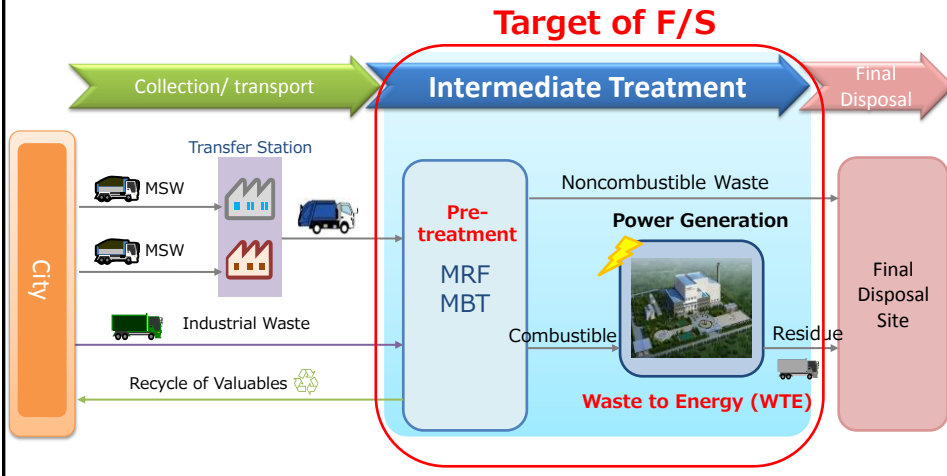
### Purpose

- Development of **Large Scale of Waste to Energy Plant** to create low carbon society
- **City to city collaboration** for Proper Waste Management

## 2 Concept



To create "Low carbon society"  
where waste is used as renewable energy



•MSW(Municipal Solid Waste) •MRF(Material Recovery Facilities) •MBT(Mechanical Biological Treatment)

Copyright © 2017 JFE ENGINEERING Corporation. All Rights Reserved.

3

## 3 Achievement in F/S



### Current Concern

### Achievement in F/S

1) Proper waste treatment technology

• Study of **waste intermediate treatment** (WtE, pre-treatment etc.)  
• Proper **WtE plant scale and trains**

2) Financial difficulties

• Survey of **funding sources** (Grant from governments, Loan from Investors and banks etc.)

• Study of **financial arrangement procedure**

3) Tipping Fee and FIT

• Verification by **developed financial model**

4) Knowledge of waste management

• **Capacity Building** by Kawasaki-city

Copyright © 2017 JFE ENGINEERING Corporation. All Rights Reserved.

4

## 4 Outline of Yangon Large-Scale WTE Project



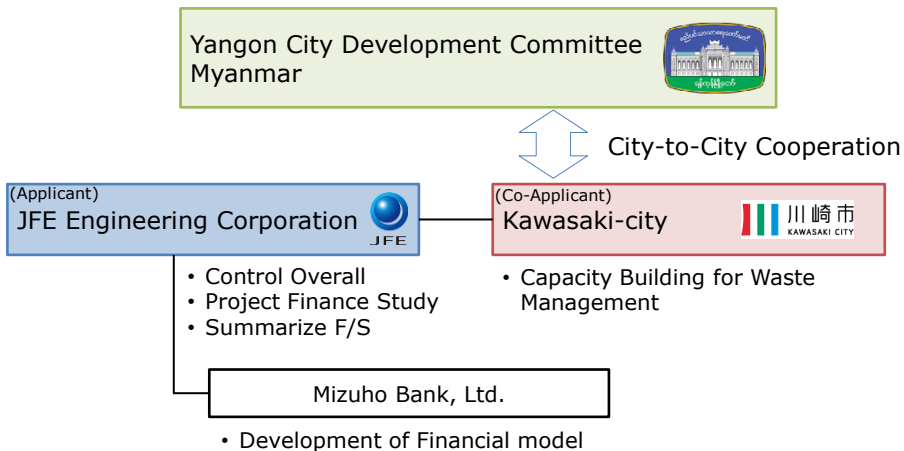
### Project Outline

	Contents
Owner	Yangon City Development Committee
Generated Waste	2,500tpd
Furnace	JFE Stoker Type Incinerator
Capacity	800tpd (400tpd × 2)
Area	250m × 300m
Collected Waste	South Part of Yangon City

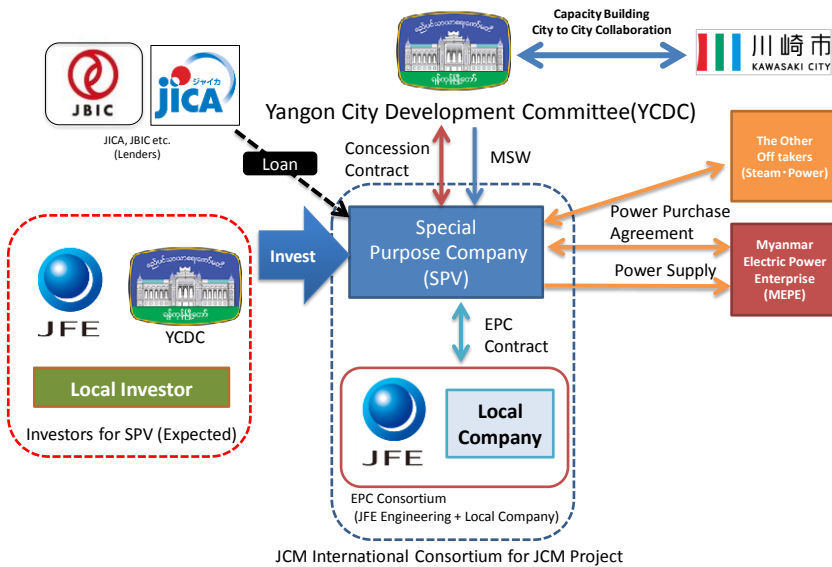
### Planned Project Site



## 5 Organization Chart for JCM F/S



## 6 Expected Project Scheme

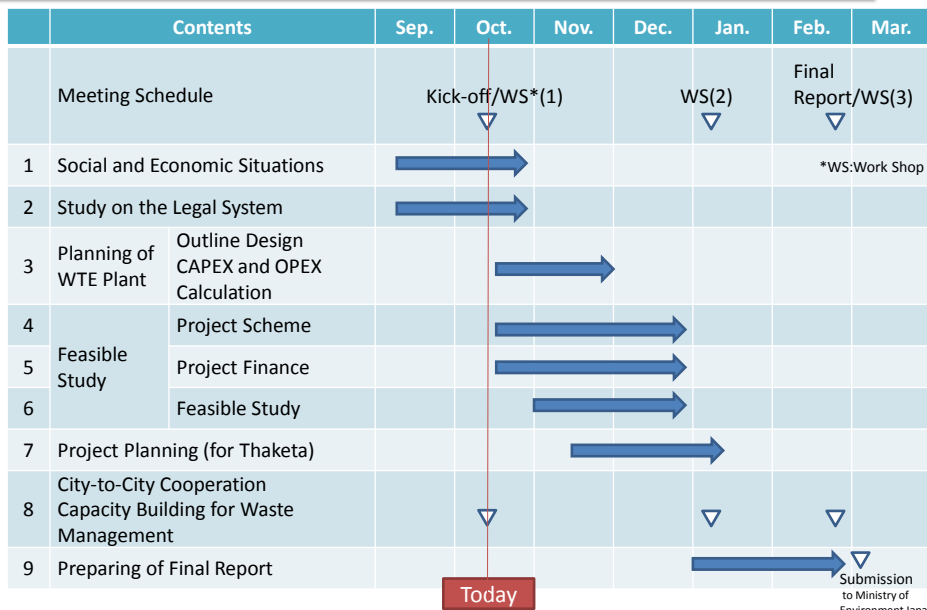


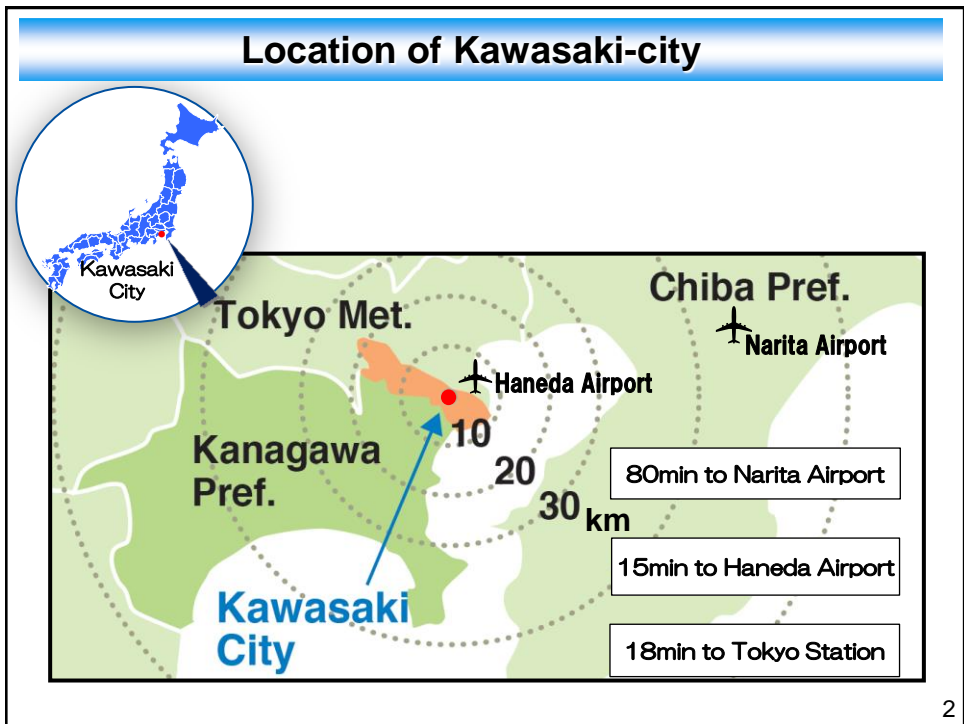
## 7 Contents of JCM F/S



	Contents	Previous F/S	To do	
1	Social and Economic Situations	✓	Update	
2	Study on the Legal System	✓	Update	
3	Planning of WTE Plant	Outline Design CAPEX and OPEX Calculation	✓	Update
4		Project Scheme	✓	Restudy
5	Feasible Study	Project Finance	✓	Study
6		Feasibility Study	✓	By Financial Model
7	Project Planning (for Thaketa)	-	Study	
8	City-to-City Cooperation Capacity Building for Waste Management	-	Buildup	

## 8 Schedule







## Problem of illegal dumping in the past (1960)



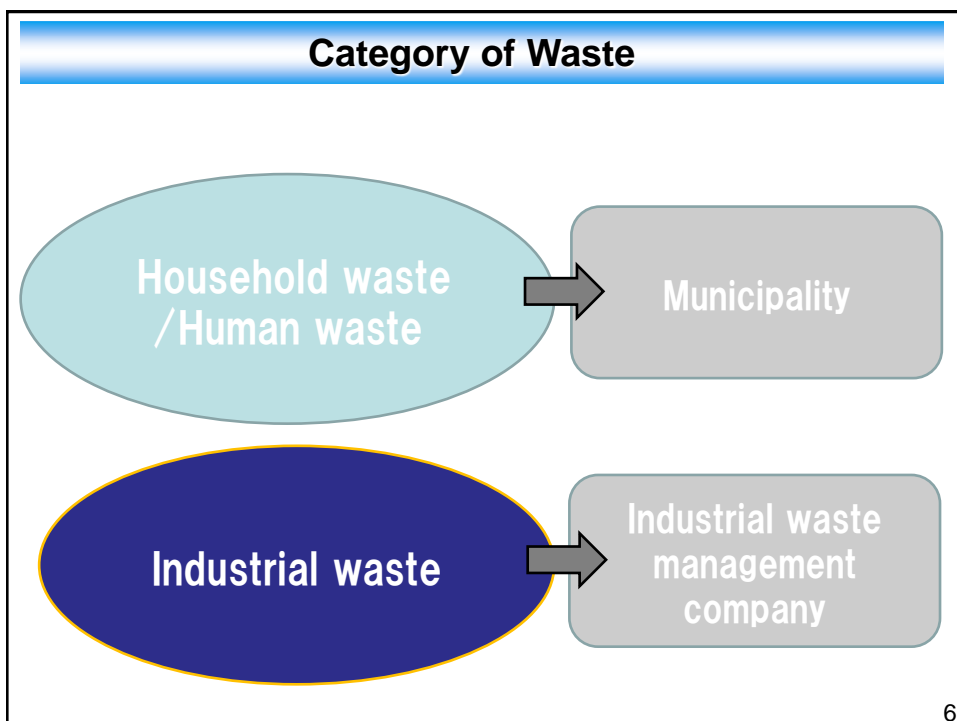
3



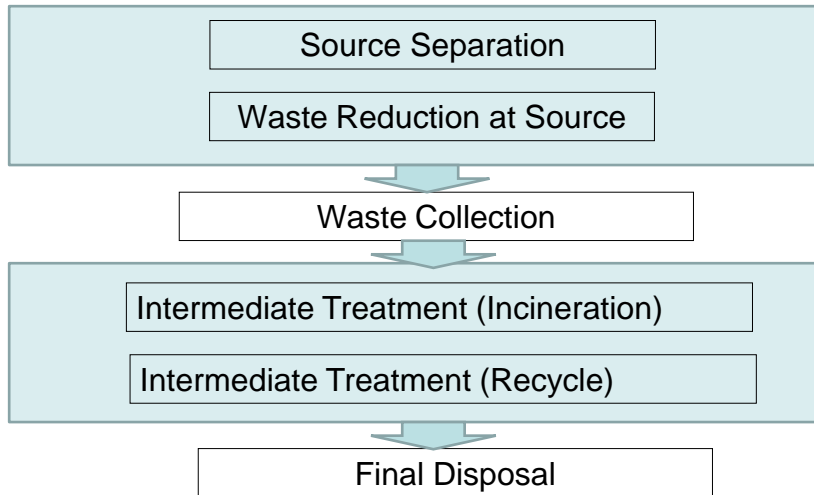
4

# Solid Waste Management System in Kawasaki

5






## Basic Flow of Municipal Solid Waste Management



7

## History of Solid Waste Management in Kawasaki

- Municipal solid waste collection started from 1938.
- 
- Waste incineration started from 1961.
- 
- "Emergency Declaration" on waste in 1990.
- 
- Promotion of waste reduction and recycle after the emergency declaration.

8

## Transition of Municipal solid waste collection tools



手車をひいている市役所の係の人

1940s



バックドラム車  
(昭和32年～46年)

1950s

9



ロードバッカー車  
(昭和35年～)

1960s

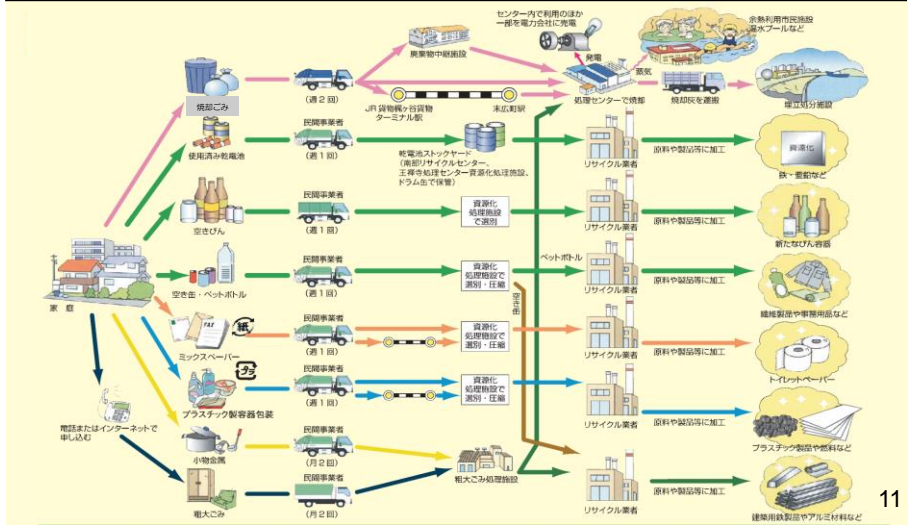


2017

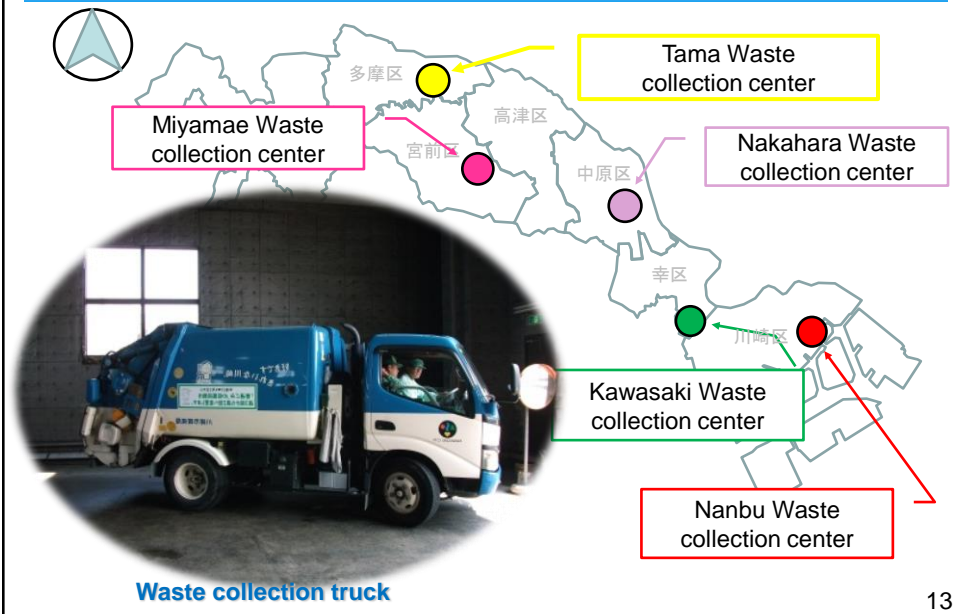
10

## Solid Waste Management Flow in Kawasaki

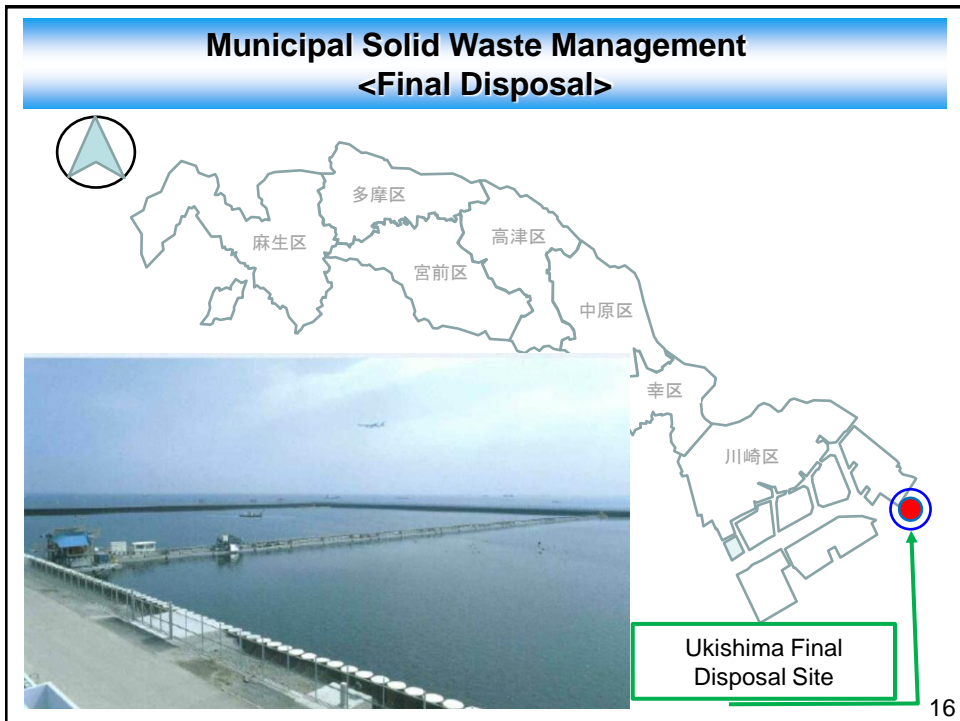
- In Kawasaki, household wastes are categorized by 9 materials.
- Heat recovery at Incineration plant
- Final disposal of Incineration ash at seaside landfill site



## Municipal Solid Waste Management <Waste Collection>

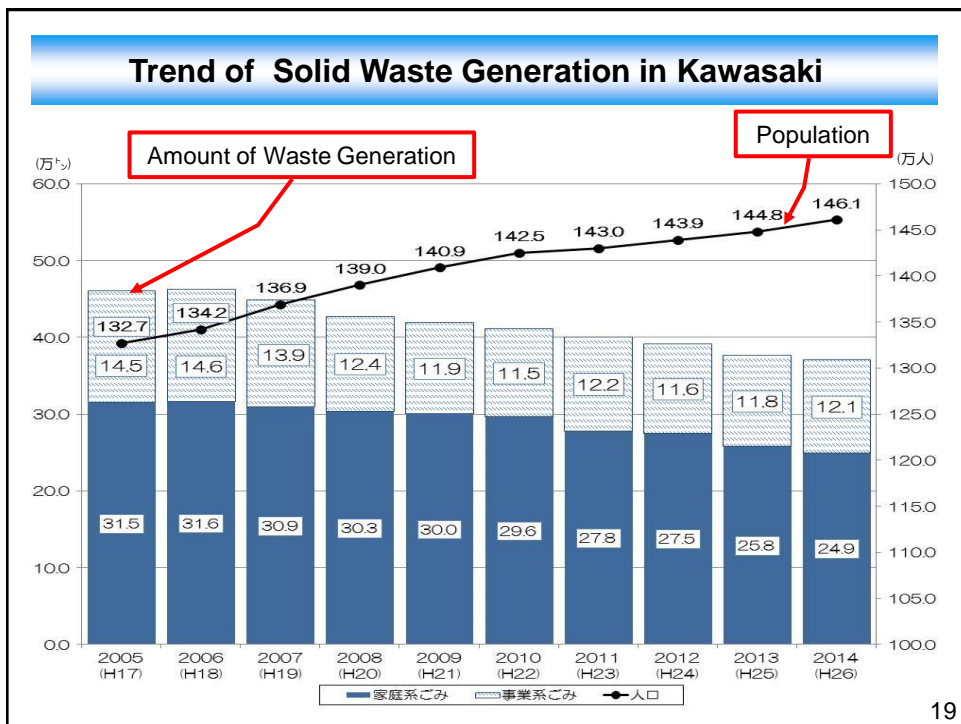






## Solid Waste Management related Data

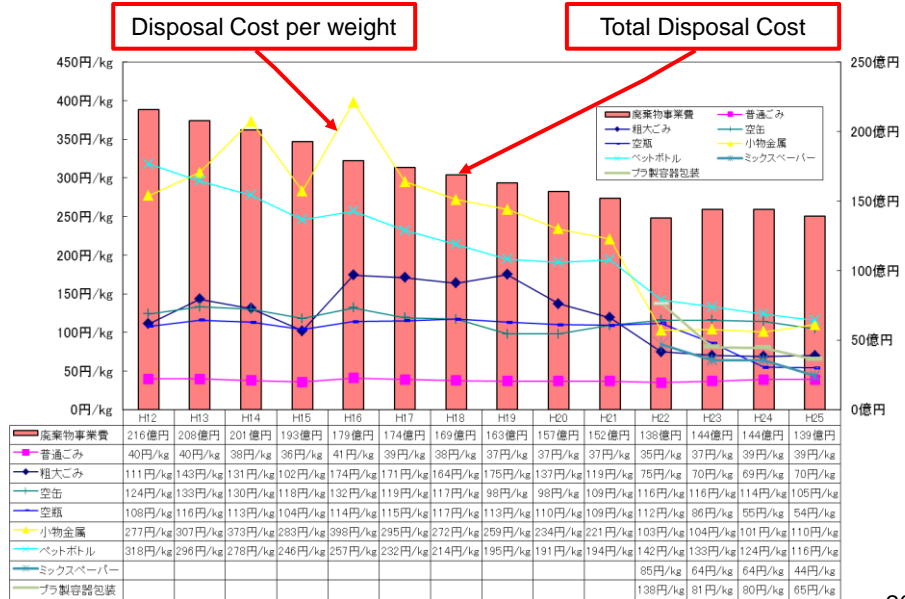
18



19



## Trend of Solid Waste Disposal Cost in Kawasaki



## 添付資料 2

### 第 2 回ワークショップ

## Work Shop-2

# Outline of Technical Study “Waste to Energy Plant Project for Yangon City in Myanmar”

18<sup>th</sup> January, 2018



JFE Engineering Corporation

1

## Technical Study

- 1.Site Selection
- 2.Plant Capacity
- 3.Waste Analysis
- 4.Emission Standard
- 5.Plant Process Plan
- 6.Technical Issue

2

## 1. Site Selection (4 candidate sites)



- 4 candidate sites for WtE Plat in Yangon  
Hten Bin, Htawei Chaung , Thaketa , Kyi Su
- Site survey has been conducted in Dec. 2017 for all candidate site.

## 2. Plant Capacity

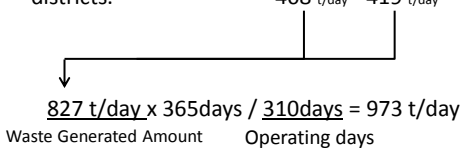
### Waste Generated Amount

District	Waste Generated Amount [t/day]
West	408
North	703
East	527
South	419

※Source : PCCD

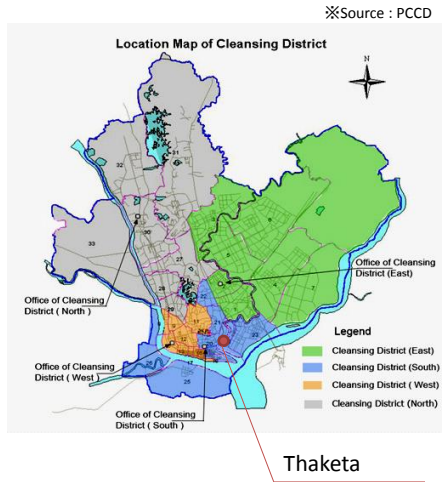
Considering Thaketa site location, the Plant will treat the waste from **West** and **South** districts.

408 t/day    419 t/day



### Plant Capacity

1,000 t/d (500t/d x 2Line)



### 3. Waste Analysis

#### Estimated Characteristics of Waste in Yangon

Item		Unit	Min. LCV	Ave. LCV	Max. LCV
Lower Calorific Value (LCV)		kcal/kg	1,300	1,800	2,200
		kJ/kg	5,400	7,700	9,200
Composition	Combustible	wt.%	26	34	40
	Water	wt.%	60	55	53
	Ash	wt.%	14	11	7
	Total	wt.%	100	100	100

- Lower Calorific Value is **estimated** as above table based on the **SSIP actual record and JFE's experience** in other southeast Asia country.
- This value is used for plant design planning for the Fusibility Study.
- **Actual waste analysis is necessary for detail design** before starting the project.

5

### 4. Emission Standard

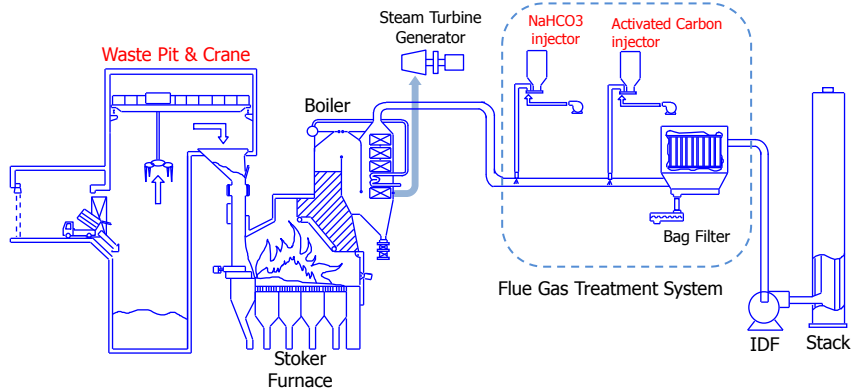
Parameter	Unit	Guideline Vale	
		Myanmar ※1	Kawasaki
Cadmium	mg/m <sup>3</sup>	0.05 – 0.1 (0.5-8 hour average)	0.56
Carbon monoxide	mg/m <sup>3</sup>	50 – 150	-
Hydrochloric acid	mg/m <sup>3</sup>	10	36
Hydrogen fluoride	mg/m <sup>3</sup>	1	2.8
Mercury	mg/m <sup>3</sup>	0.05 – 0.1 (0.5-8 hour average)	0.06
Nitrogen oxides	mg/m <sup>3</sup>	200-400 (24 hour average)	120
Polychlorinated dibenzodioxin and dibenzofuran	ng TEQ /m <sup>3</sup>	0.1	0.1
Sulfur dioxide	mg/m <sup>3</sup>	50 (24 hour average)	48
Total metal	mg/m <sup>3</sup>	0.5-1 (0.5-8 hour average)	11 (Lead)
Total suspended particulates	mg/m <sup>3</sup>	10 (24 hour average)	22

※1 ; Souce : Myanmar Environmental Quality (Emission) Guidelines

- In this study, Plant Planning is based on this “Air Emission Level (from incinerators)” in **Myanmar Environmental Quality (Emission) Guidelines**.
- Flue Gas Treatment System will be installed in compliance with above standard.
- **Guideline values in Myanmar are lower than in Kawasaki.**

6

## 5. Plant Process Plan



### Major Difference from SSIP

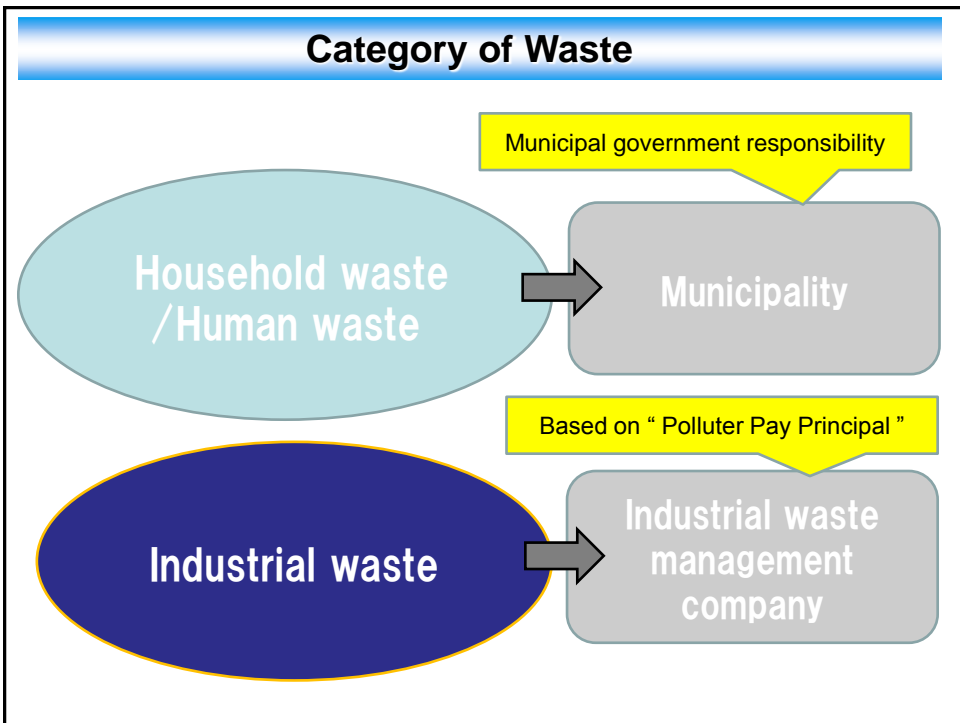
- Measure against Low Calorie Waste
  - ✓ Waste Pit and Crane will be installed to dry out waste in rainy season.
  - ✓ Actual effect of drying out will be confirmed by SSIP new Waste Yard in later.
- Flue Gas Treatment System,
  - ✓ Sodium Bicarbonate ( $\text{NaHCO}_3$ ) and Activated Carbon Injection are chosen considering "Air Emission Level".

7

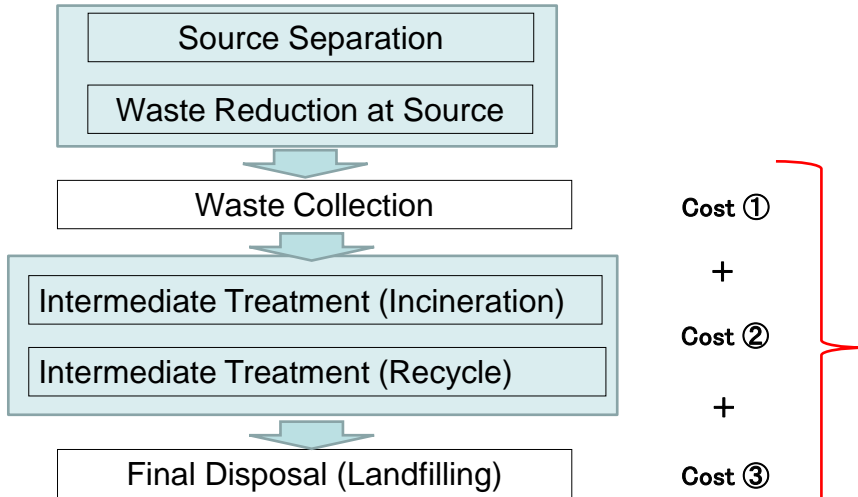
## 6. Technical Issue

No.	Item	Issue	Future Action
1	Geological survey	Underground obstacles or unstable ground make civil cost increasing.	To conduct geological survey
2	Utility Condition	Without information of utility condition, detail design cannot be conducted.	To make Utility Map
3	Waste Analysis	Actual waste analysis is necessary for detail design. For example, appropriate calorific value setting prevent from consuming extra fuel by burner.	To conduct Waste Analysis constantly
4	Emission Standard	Generally, operation cost of Sodium Bicarbonate ( $\text{NaHCO}_3$ ) and Activated Carbon Injection system is higher than other system. To reducing operation cost, another kind of flue gas treatment system should be installed.	To set proper Emission Standard (Such as Own Emission Standard like SSIP or New Regulation in Yangon.)

8



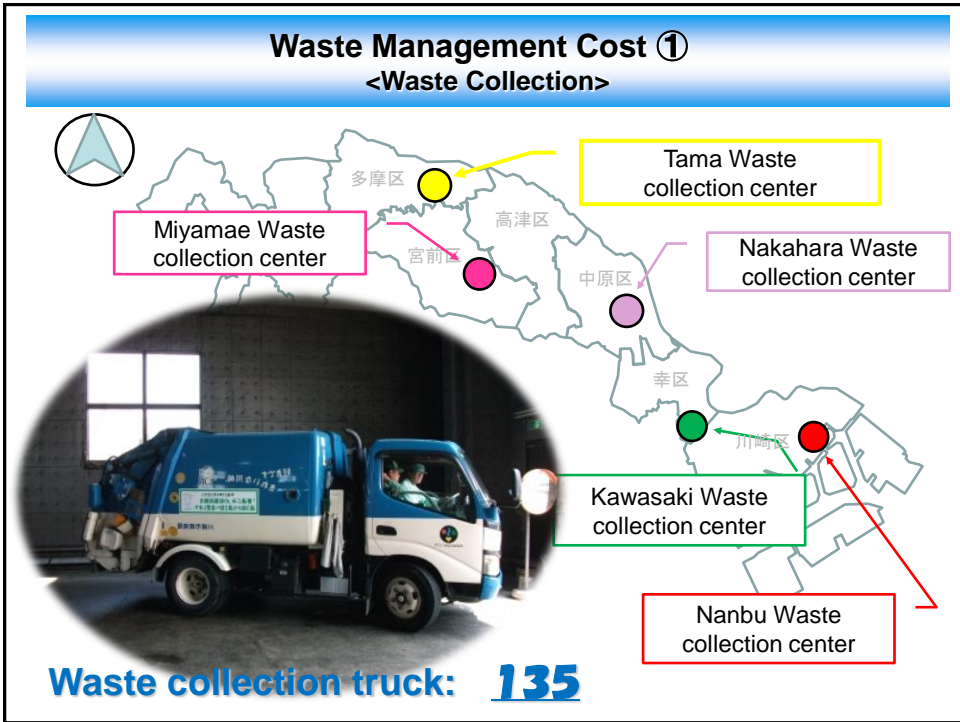
## Basic flow of municipal solid waste management & a formula of the cost

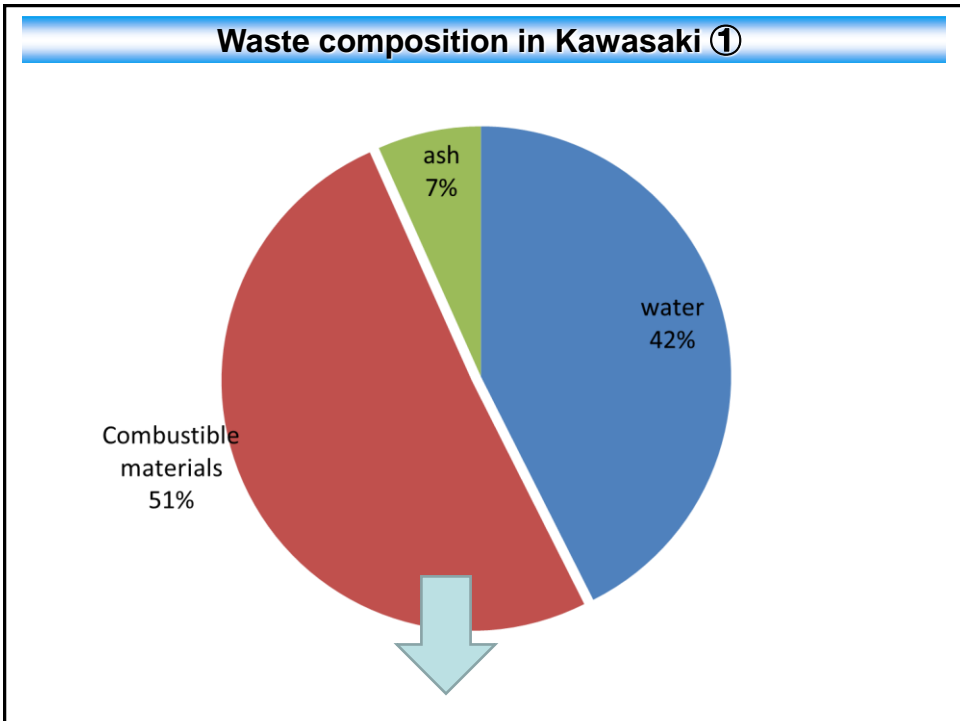
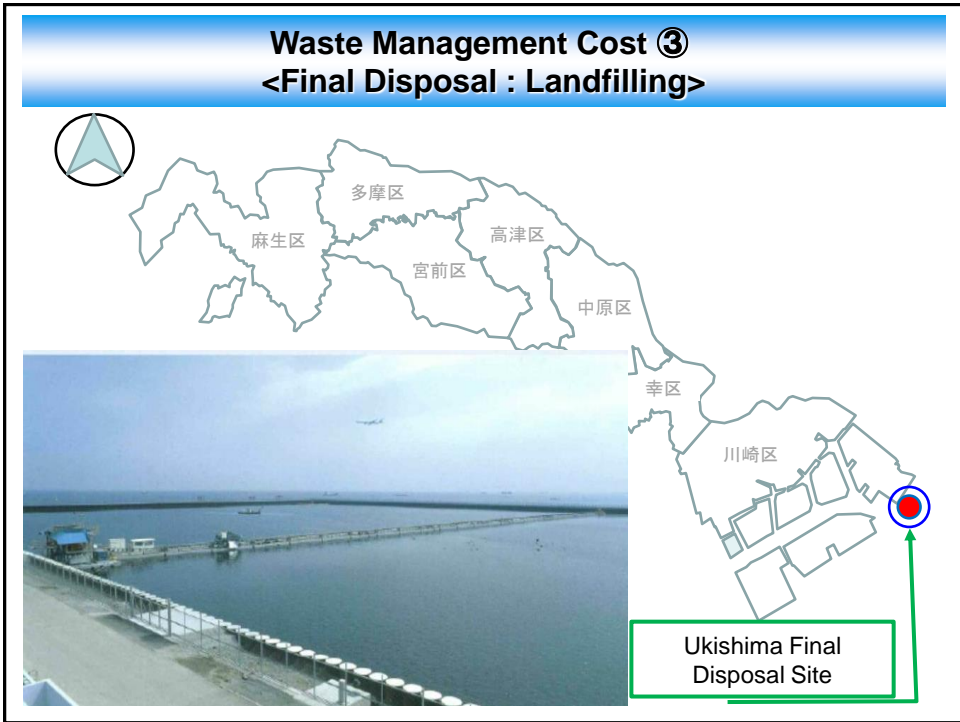


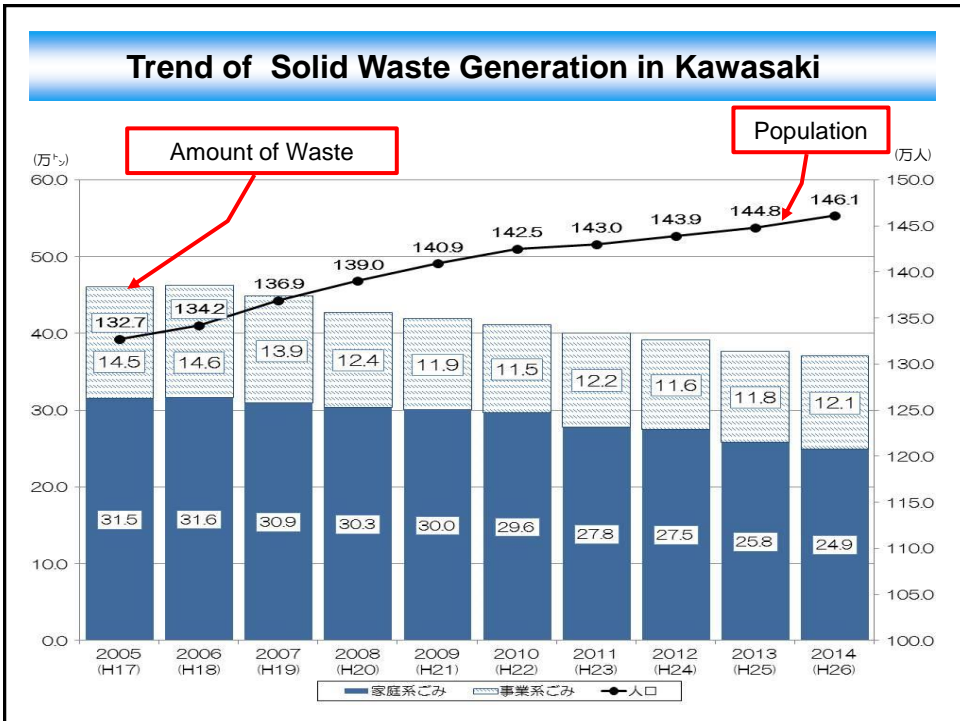
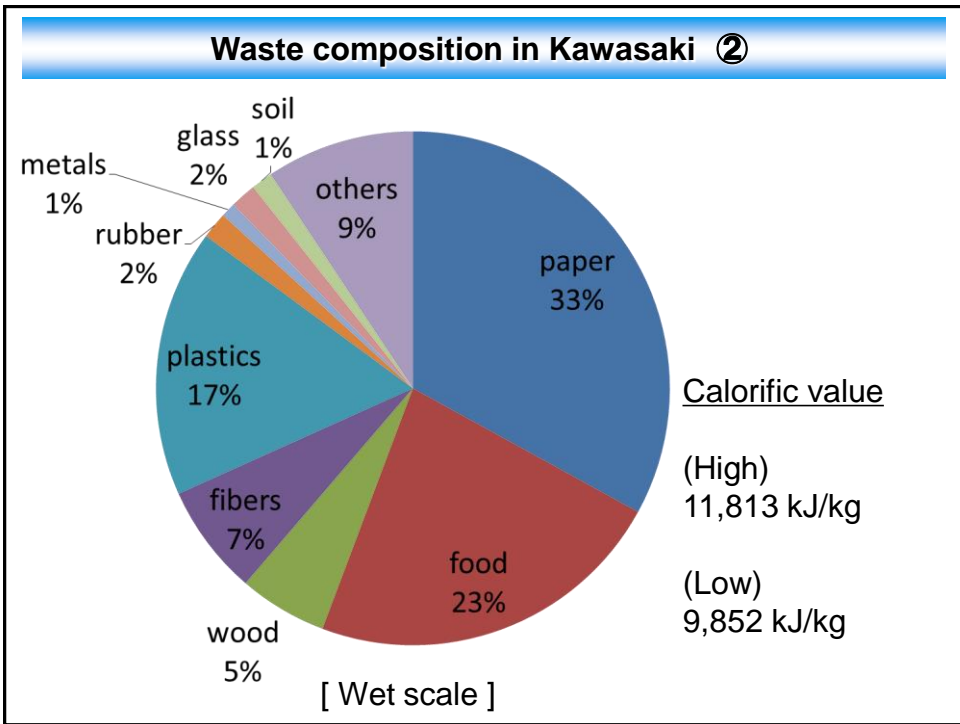
## Waste Management Cost ① <Waste collection>



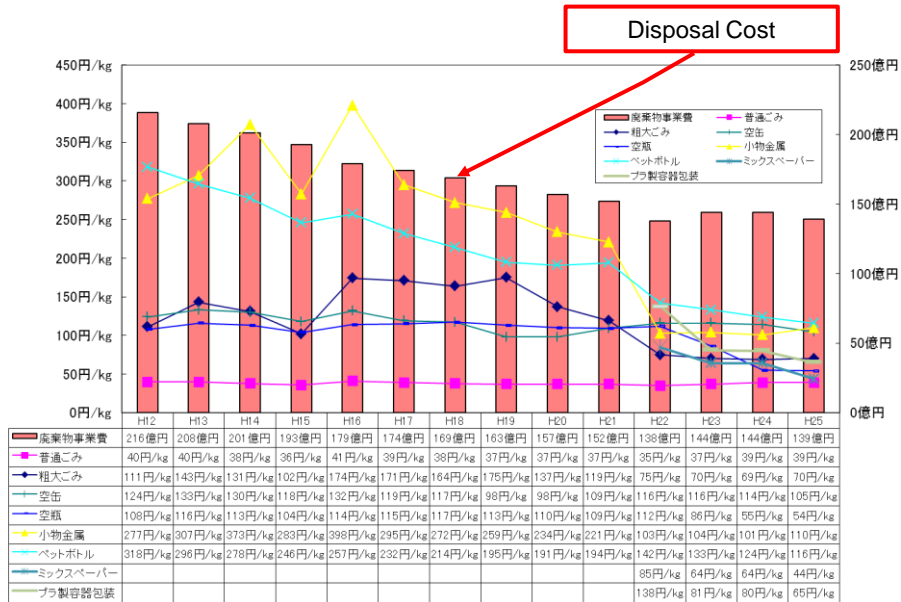








## Trend of Solid Waste Disposal Cost in Kawasaki



## Waste Disposal Cost in Kawasaki (2015) ①

	Collection & Transportation	Disposal*	Management	Total Cost	Amount of Waste	Cost per ton
	(mil. MMK)	(mil. MMK)	(mil. MMK)	(mil. MMK)	(ton)	(mil. MMK)
Household waste	62,005	42,074	3,497	107,576	242,954	0.4
Bulky waste	3,563	5,293	921	9,777	9,366	1.0
Aluminum / steel Can	9,055	-308	361	9,108	7,046	1.3
Grass bottle	5,660	1,812	231	7,703	12,225	0.6
Small metal product	2,356	1,507	132	3,995	2,772	1.4
Pet bottle	6,086	797	254	7,137	5,042	1.4
Various used paper	5,060	435	199	5,693	13,618	0.4
Plastic container packaging	7,568	1,124	271	8,963	12,587	0.7
total	101,353	52,734	5,865	159,952	305,610	0.5

※Exchange Rate: 12MMK/JPY

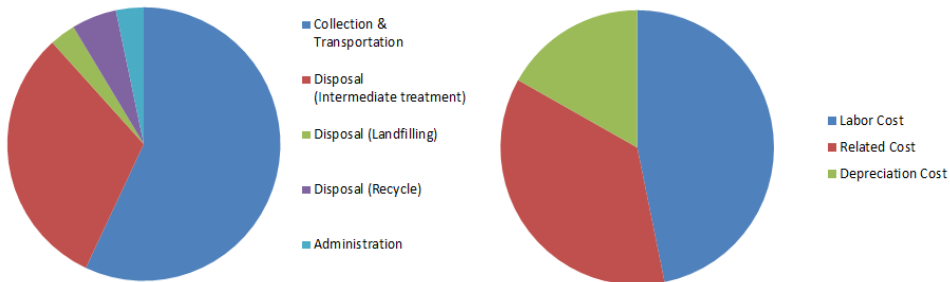
※Disposal Cost is after including profit (ex. electric sales income, sales income from recyclable materials)

## Waste Disposal Cost in Kawasaki (2015) ②

(mil. MMK)

	Collection & Transportation	Disposal			Administration	Sub Total
		(Intermediate treatment)	(Landfilling)	(Recycle)		
Labor Cost	62,072	15,634	491	0	5,034	83,231
Related Cost	34,744	18,169	2,686	8,279	831	64,710
Depreciation Cost	4,537	21,931	2,245	1,214	0	29,926
Cost Sub Total	101,353	55,734	5,422	9,493	5,865	177,867
					Profit	-17,915
					Cost Total	159,952

※Exchange Rate: 12MMK/JPY



## Component of waste management cost ①

	component
<b>Collection &amp; Transportation</b>	
- Labor cost	salary for collection and transportation workers
- Related cost	maintenance fee lease fee for collection truck fuel fee utility cost communication fee
- Depreciation cost	facility construction cost ÷ period of use facility repair cost ÷ period of use purchase cost for collection truck ÷ period of use
<b>Disposal (Intermediate treatment)</b>	
- Labor cost	salary for incineration plant workers
- Related cost	consignment fee for facility operation maintenance fee interest on bonds for facility construction fuel fee utility cost communication fee chemical processing cost plant repair parts procurement cost
- Depreciation cost	facility construction cost ÷ period of use facility repair cost ÷ period of use

## Component of waste management cost ②

Component	
<b>Disposal (Landfilling)</b>	
- Labor cost	salary for landfill site workers
- Related cost	consignment fee for landfill site operation
	maintenance fee
	interest on bonds for facility construction
	fuel fee
	utility cost
- Depreciation cost	communication fee
	chemical processing cost
	plant repair parts procurement cost
	supplies expense
	facility construction cost excluding subsidies × amount of landfilling per year ÷ maximum capacity of landfill site
	facility repair cost ÷ period of use
<b>Disposal (Recycle)</b>	
- Labor cost	outsourcing to private company
- Related cost	consignment fee for recycling facility (including labor cost)
	maintenance fee
	interest on bonds for facility construction
	fuel fee
	communication fee
- Depreciation cost	chemical processing cost
	plant repair parts procurement cost
	facility construction cost ÷ period of use
	facility repair cost ÷ period of use

## Waste management cost per household in Kawasaki

■ Cost Total: 159,952 million MMK

■ Number of household in Kawasaki : 691,837 households



**Cost per household in 2015 : 231,198 MMK/Year**

## Air emission standard in Kawasaki

parameter for air regulation	Yangon		Kawasaki		note
	guideline value	unit	guideline value	unit	
cadmium	0.05 - 0.1	mg/m <sup>3</sup>	0.5	mg/m <sup>3</sup>	
carbon monoxide	50 - 150	mg/m <sup>3</sup>	-		規定なし
Hydrochloric acid	10	mg/m <sup>3</sup>	20	ppm	塩化水素
Hydrogen fluoride	1	mg/m <sup>3</sup>	2.5	mg/m <sup>3</sup>	フッ素
Mercury	0.05 - 0.1	mg/m <sup>3</sup>	0.05	mg/m <sup>3</sup>	条例の規定なし(自主規制値)
Nitrogen oxides	200 - 400	mg/m <sup>3</sup>	5.2	m <sup>3</sup> /h	窒素酸化物(自主規制値)
Polychlorinated dibenzodioxin and dibenzofuran	0.1	ng TEQ/m <sup>3</sup>	0.1	ng TEQ/m <sup>3</sup>	ダイオキシン類
Sulfur dioxide	50	mg/m <sup>3</sup>	15	ppm	硫黄酸化物(自主規制値)
Total metals	0.5 - 1	mg/m <sup>3</sup>	10	mg/m <sup>3</sup>	鉛
Total suspended particulates	10	mg/m <sup>3</sup>	0.02	g/m <sup>3</sup>	ばいじん(自主規制値)
Ammonia			50	ppm	ヤンゴン側に規定なし
Cyan			10	ppm	ヤンゴン側に規定なし

## 添付資料 3

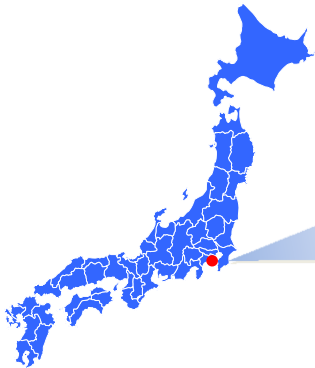
都市間連携セミナー



# JCM City-to-City Collaboration in Yangon

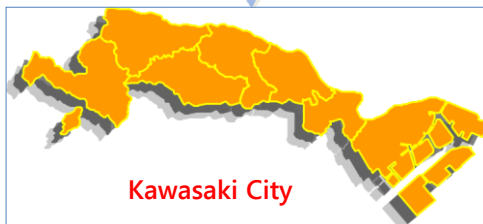


## About Kawasaki-city:



**Population : 1,501,697 per.**  
(As of Jun. 1, 2017)

**Area : 144.35 km<sup>2</sup>**



## Various feature of the city



Kawasaki Port



Rich natural environment



Commercial area



Industrial area

## Experience of industrial pollution in Kawasaki



## Overview of JCM City-to-city collaboration in Yangon

### Outputs in 1st and 2nd year

- Aug. 2015:** Start of city-to-city collaboration
- Oct. 2015:** 1st Visit to Yangon
- Dec. 2015:** Discussion on Draft MOU at Yangon
- Jan. 2016:** Workshop on City-to-city collaboration at Yangon
- Mar. 2016:** Concluding MOU between Kawasaki and Yangon
- Mar. 2017:** Finalization of Draft Low-Carbon Action Plan

**Memorandum of Understanding**  
Between the City of Kawasaki, JAPAN and the City of Yangon, Myanmar  
on the City to City Collaboration



- 1) Excavating and supporting of low-carbon projects utilizing JCM scheme
- 2) Technical cooperation and information exchange for realizing low-carbon society of Yangon
- 3) Supporting creation of new business in a field of environment

### Overview of the 3rd Year

#### City-to-City Collaboration Activities

- Apr. 2017:** Start of phase-3
- Aug. 2017:** Workshop at Yangon to promote city-to-city collaboration, and discussion on low-carbon action plan (LCAP)



Explanation of LCAP, and discussion on further collaboration

#### FS Study for Project Formulation

Two FS study have been implemented under city-to-city collaboration Phase-3.

1. Replacement of pumps at a water treatment plant
2. Low carbonization of waste management



FS Study



Discussion with YCDC

## JCM city-to-city collaboration project ② : Feasibility study of waste to energy plant project for Yangon city

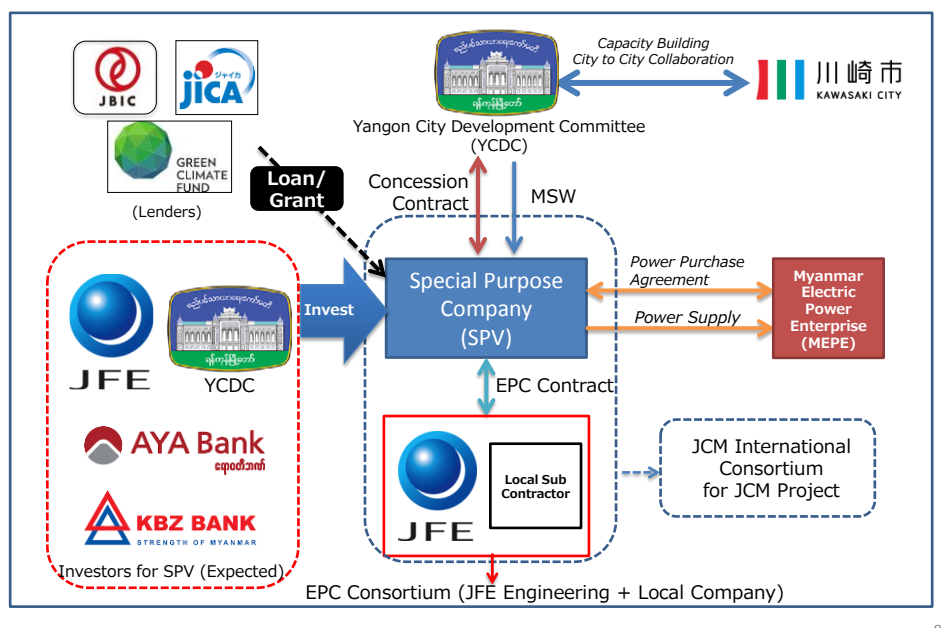


# Feasibility study of waste to energy plant project for Yangon city

<p><b>Yangon city, Republic of the Union of Myanmar</b></p> <p>&lt;Problems&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Increasing waste generation along with the economic growth Yangon is facing the problem that the increasing of waste along with the economic growth, and environmental pollution caused by inappropriate waste treatment.</li> <li>➢ Undeveloped waste treatment management It is necessary for Yangon city which has a plan to build large scale waste to energy plant to be acquired waste treatment management.</li> </ul> <div style="border: 1px solid red; background-color: #ffe6e6; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction of the appropriate WtE plant</li> <li>• Capacity building for construction and operation of WtE plant</li> </ul> </div>	<p><b>川崎市 KAWASAKI CITY</b></p> <p><b>Kawasaki City</b></p> <p><b>Knowledge related to operation and maintenance of WtE plant</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Kawasaki City operates 3 waste treatment plants in the city, therefore Kawasaki city has sufficient knowledge of operation and maintenance of WtE plant.</li> </ul> <p><b>Relationship with Yangon City</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ FY2015 JCM project feasibility study for realization of low-carbon society in Asia "FY2015 JCM project feasibility study by City-to-City Collaboration in Yangon city" etc.</li> <li>➢ Memorandum of Understanding: Between the City of Kawasaki, Japan and the City of Yangon, Myanmar on the City-to-City Collaboration</li> </ul>
--	--

<p><b>Details of research</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Social and Economic Situations</li> <li>2 Legal System</li> <li>3 Plan for WtE Plant</li> <li>4 Feasibility Study</li> <li>5 Business Scheme</li> </ol> <p><b>Technical specification</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Capacity: 248,000t/year</li> <li>➢ GHG Reduction: 131,000t-CO2/year</li> <li>➢ Power Generation: 52,000MW/year</li> </ul>	<p><b>Low-carbon and sustainable society</b></p>	<p><b>Process flow chart</b></p>	<p><b>Advantage of WtE introduction</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Appropriate waste management</li> <li>➢ Sanitary improvement, Life time extension of landfill site</li> <li>➢ Improvement of demand for electricity</li> </ul>
<p>To realize WtE project with Kawasaki City's knowledge on waste management</p>		<p>➔ In the future ➔</p>	<p>To Expand the same business scheme to other cities</p>

# Project Scheme




## Schedule (Plan & Action)

\*WS: Work Shop

No	Item	17/9	10	11	12	18/1	2	3	
1	Study of the Legal System	[Red bar]					Today		
2	Planning of WtE Plant	[Blue bar]							
3	Selection of Off takers (Electricity·Steam)		[Blue bar]						
4	Project Finance Survey	[Red bar]							
5	Project Scheme		[Blue bar]						
6	Feasible Study	[Red bar]							
7	Capacity Building for Waste Management								
8	Finalization of Report								
9	Translation Work (JPN→ENG)								

[Kick-off/WS (1)]



[Site Survey]

