

1. 調査の背景

1.1 ホスト国の JCM に対する考え方

日本政府は、日本の先進的な低炭素技術・インフラ及び製品の提供等を通じた海外における温室効果ガスの排出の抑制への貢献を適切に評価する新たな市場メカニズムとして二国間クレジット制度 (Joint Crediting Mechanism: JCM) の導入を国際会議に向けて提案している。

国連気候変動条約 (UNFCCC) を中心とした気候変動に関する国際交渉においては、新たな市場メカニズムについての議論も進展しており、日本政府が提案している JCM を含む様々なアプローチについては、実施のための枠組みについて作業計画を実行していくことが決定され、枠組みの機能や役割、国際的なクレジットの移動に関してダブルカウントを防止する方法等を検討していくこととなっている。

このような、国際制度の新規構築に関する議論が進められるにあたり、より具体的な形で、既存の市場メカニズムの課題を克服し開発途上国における新たな排出削減と低炭素社会構築の実現を支援し、同時に日本政府の温室効果ガス排出削減の中期目標を達成する取組の方法手続きを示すことが急務となっている。日本政府としては、これまで12ヶ国と JCM に関する二国間文書の署名を行っている。

ミャンマー政府は、2013年3月にハイレベル委員会であるミャンマー気候変動委員会 (Myanmar Climate Change Alliance Committee) を設置した。環境森林保全大臣が議長となり、関連する28の省庁・政府機関の局長級がメンバーとなっている。2013年12月から始動し、月1回の頻度で会合をもち、気候変動に関する国家行動計画を策定する動きがある。ミャンマーの温室効果ガス排出量は、2000年のインベントリによれば、森林の吸収が排出量を上回っており、現在も低い水準にあると考えられている。

また、ミャンマー政府は、エネルギー管理委員会 (Energy Management Committee) において、包括的なエネルギー戦略を策定しているところであり、電化率を2030年までに80%への引き上げ、天然ガスの利用促進、省エネルギーの推進等を掲げている。

このようなミャンマーの動きを加速させる目的で、日本政府としては、特にヤンゴン市を対象に、低炭素社会の実現や JCM の案件形成に資するための活動として、ミャンマー低炭素都市連絡会の設置や持続可能な廃棄物管理に関する国際ワークショップの開催などで政策的な支援を行っているところである。

1.2 企画立案の経緯・背景

JFEエンジニアリング株式会社は、1995年にヤンゴン市に支店を設置して以来15年以上にわたり、ミャンマー国営企業の橋梁工場建設と操業支援、ミャンマー国内大型橋梁7橋の建設に関する技術支援を実施している。

これら実績が同国関係者より高い評価を獲得している状況下、都市化が急速に進むヤンゴン市における都市ごみ処理最適化の方向性を探るべく、当社は、当社を含む3社共同企業体として2012年・2013年に環境省「我が国循環産業海外展開事業化促進業務 ミャンマー国グレーターヤンゴン首都圏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(以下、循環FS)」を実施した。なお同事業はミャンマー国内では初めての廃棄物発電に関する事業化調査である。

ヤンゴン市では、1,600トン/日の都市ごみが発生しており、今後の経済発展に伴いさらに増加すると想定されている。現状では適切な中間処理を経ずに最終処分場への直接埋立処分がされており、処分場周辺への環境汚染が深刻な問題となっている。また、急速な人口増加・都市化により、新たな処分場用地確保が困難になっているほか、日常的に停電が発生する等、電力不足も課題となっている。

循環FSでは、都市ごみの収集・処分状況やごみ性状の実態調査結果をふまえ、ヤンゴン市における都市ごみ処理適正化には日本製技術によるごみ焼却発電プラント建設が最適な解決策であることを提案、事業化へ向けた資金面・制度面等の課題についても具体的に提示、現地ワークショップ等での説明・ディスカッションを通じミャンマー国・ヤンゴン市関係者の十分な理解を獲得した。

循環FS実施中の2013年にヤンゴン市は800トン/日規模のごみ焼却発電施設に係るBOT入札を実施、ミャンマー企業・韓国企業の共同企業体が第一優先交渉権を獲得したが、諸制度が未整備なままでの入札であったこともあり、現在に至るまで具体契約手続きに至っていない。一方、既存処分場への都市ごみ搬入量は増加の一途をたどり、2箇所の大型処分場(タウエチャン、テンビン)から距離が遠い地区に設置された暫定処分場(ミンガラドン、シュエピーター)の容量も限界が近く、早急な対策を採ることが求められていた。

また、「ウェットごみ」「ドライごみ」と分別する袋をヤンゴン市が整備し配布したり、IGES(日本)やCESVI(イタリア)等の団体が分別回収活動に関する市民啓発活動・教育を行ったりしてはいるが、市全体として分別回収の仕組みが確立されている状況は現時点では確認できない。仮に分別回収されたごみであっても、結局は同じトラックに詰まれ、同じ処分場に搬入されるという状況では、分別回収の仕組みが機能しているとはいえない状況にある。

このような状況下、当社は、ヤンゴン市に対し、暫定処分場2箇所に搬入される都市ごみ60トン/日を対象とした小型ごみ焼却発電施設を、日本製技術によるモデルプラントとして建設することを提案した。ごみ焼却発電施設は、従来埋立処分されていたごみを焼却処理することによる処分場からのメタン発生抑制と、売電による化石燃料由来電力使用の削減による温室効果ガス(以下、GHG)抑制効果が期待でき、また、ヤンゴン市側の財政負担を軽減するため、当該プラントの建設にあたっては二国間クレジット制度(以下、JCM)のもとでの設備補助事業として日本国からの資金的な支援を適用することもあわせて提案、ヤンゴン市および上位官庁であるミャンマー国環境森林保全省(以下、MOECAF、日本の環境省に相当)の理解を得ることとなった。

ミャンマー・日本間のJCM覚書締結への準備作業が進んでいるとの状況もあり、今般、20

14年度二国間クレジット制度(JCM)実現可能性調査として、本件のJCMモデルプロジェクト化への調査提案を行うに至った。



図 1.2-1 ヤンゴン市の最終処分場位置図

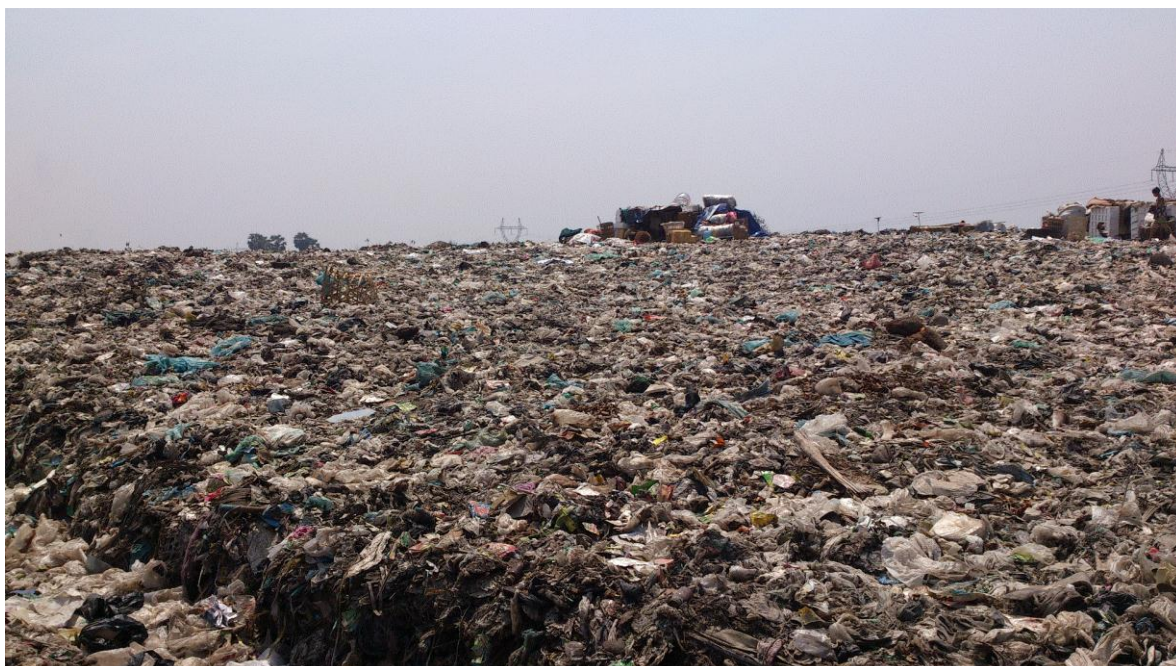


写真 1.2-1 タウエチャン処分場(2014年3月、JFEエンジニアリング撮影)



写真 1.2-2 ミンガラドン処分場(2014年9月、JFEエンジニアリング撮影)

2. 調査対象プロジェクト

2.1 プロジェクトの概要

本プロジェクトでは、ミャンマー国ヤンゴン市における北部2カ所の処分場(ミンガラドン、シュエピーター)に持ち込まれる都市ごみ(60トン/日)を処理対象とするごみ焼却発電プラントをミンガラドン処分場隣接地に建設する。これにより、既存処分場埋立ごみ由来CH₄の排出を抑制するとともに、焼却廃熱を用いたごみ発電により得られた電気をグリッド送電により外部に供給することで化石燃料由来電力を削減し、対象都市におけるGHGの削減に寄与するものである。ただし、都市ごみには石油由来のプラスチックごみ等が含まれるため、その燃焼により発生するGHGは削減効果から差し引くものとする。

また、GHG削減効果とあわせ、焼却処理によるごみの減容化・クリーン化の達成、限られた処分場敷地の有効活用も実現する。

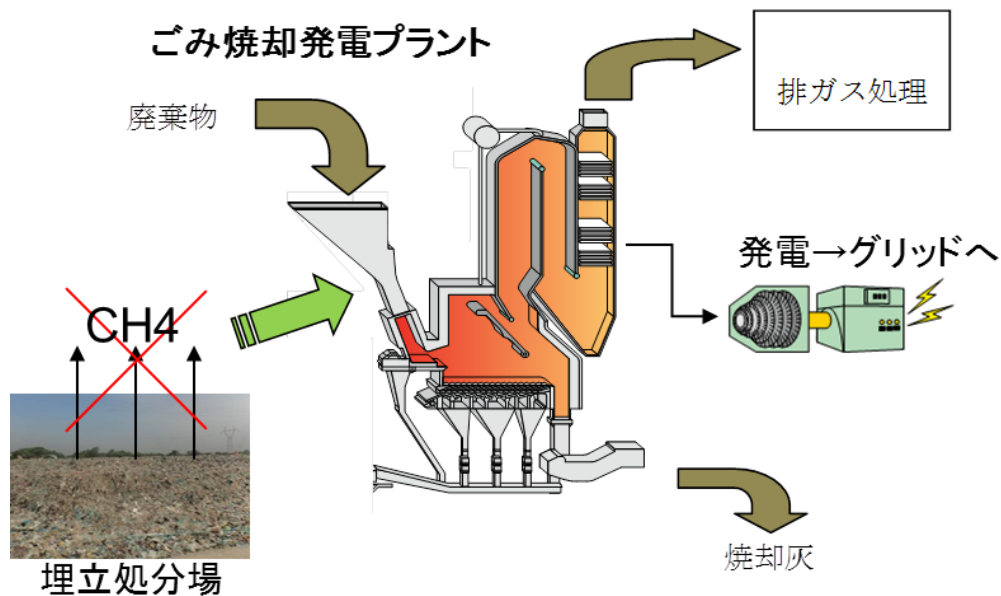


図 2.1-1 プロジェクト概要



ヤンゴン市北部35kmに位置するローガ湖付近
(現地の用地はヤンゴン市が取得済み)

図 2.1-2 プロジェクト位置図

2.1.1 技術の概要

焼却炉(Furnace)方式としては以下の分類があるが、平成 25 年度我が国循環産業海外展開事業化促進業務「ミャンマー国グレーターヤンゴン首都圏における循環型社会形成支援および廃棄物発電事業の実施可能性調査」での比較検討結果から、本プロジェクトでは「ストーカ炉」を適用するものとする。

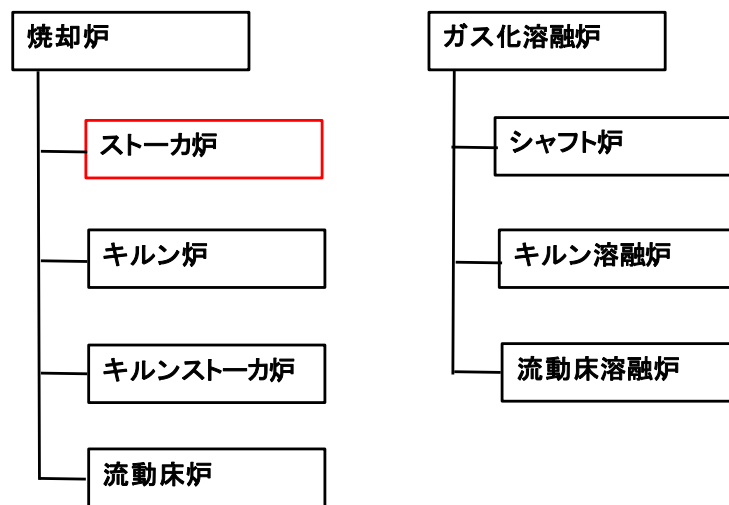


図 2.1.1-1 焼却炉タイプの分類説明図

ごみ焼却発電プラントは、次の設備構成として計画する。

- ①ごみ受入れ供給設備
- ②焼却設備
- ③熱回収設備
- ④給排水設備(上水道)
- ⑤排ガス処理設備
- ⑥熱利用設備(タービン発電機)
- ⑦灰出し設備

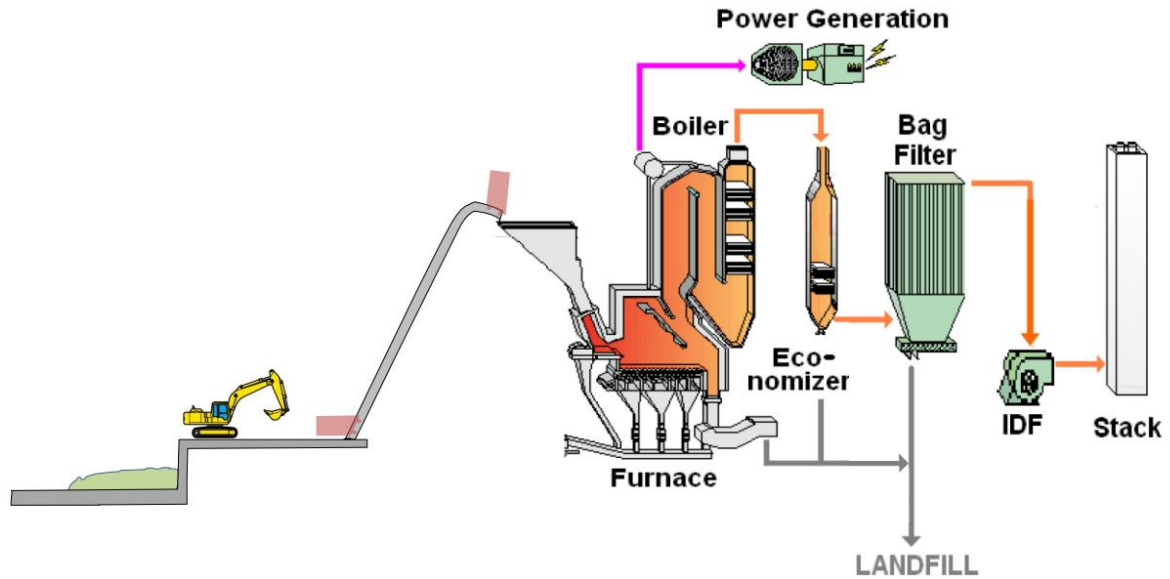


図 2.1.1-2 ごみ焼却発電施設の設備構成概要図

ヤンゴン市が収集したごみは、「①ごみ受入れ供給設備」に貯留された後、計量器を介して適切な量が「②焼却設備」へ投入される。焼却によって生成された灰は「⑦灰出し設備」で回収され、施設内で一次保管された後、施設外の最終処分場へ移送され、埋立て処分となる。

「②焼却設備」において、ごみ中の可燃成分は排ガスとなるが、ダイオキシン等の有害物質の完全燃焼を図って、焼却炉(Furnace)上部の二次燃焼室温度 850°C を確保しつつ、「③熱回収設備」へ移送される。「③熱回収設備」では、排ガス通路上に配置されたボイラ蒸気過熱器、ならびに、ボイラ給水加熱気(Economizer)を介して熱交換され、排ガス温度は 180°C 付近となる一方、ボイラでは、排ガスからの熱回収によって、約 1.5MPa 、 350°C の過熱蒸気となる。この蒸気は「⑥熱利用設備(タービン発電機)」で発電に使用される。

「③熱回収設備」を出た排ガスは、「⑤排ガス処理設備」で随伴するダストを除去後、スタックを介して大気中に放出される。除去されたダストは、「⑦灰出し設備」で回収され、施設内で一次保管された後、施設外の最終処分場へ移送され、埋立て処分となる。

2.2 ホスト国における状況

2.2.1 関連法制度

(1) ミャンマー国の廃棄物関連法制度

ミャンマー国の廃棄物関連法制度として、2012年3月30日に制定された「環境保全法(Environmental Conservation Law)」が挙げられる。

本法では、環境保全森林省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。本法では、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。また、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。

環境保全森林省(“the Ministry of Environmental Conservation and Forestry”)は、2014 年 6 月 5 日、環境保護法を具体化した下位法となる環境保全規則(“the Environmental Conservation Rules”)を成立させた。この中で、環境政策及び 2012 年環境保全法の施行枠組みを詳述している。

環境保全森林省には、(a)環境影響調査(“EIA”)を行うべき計画、事業、サービスまたは投資、(b)環境破壊のおそれがあるため事前に環境保全森林省の許可を得る必要がある事業、作業場所または工場、を指定する権限が与えられた。二つ目のリストについては、連邦政府の承認及び環境保全委員会の確認が必要とされている。しかしながら、仮に、計画、事業、サービスまたは投資が環境影響調査を行うべきものに該当しない場合にも、環境保全森林省は、実際に環境影響調査が必要であるか否かを判断するため、なお、初期環境調査を求めることが可能である点に留意することが重要である。また、企業は、環境影響調査の実施機関を指定する前に、環境保全森林省の確認を受けなければならない。

(2) ヤンゴン市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)」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。

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) 外国投資法

ミャンマー国では 2011 年の民政移管・新政府発足以降、海外投資規制を緩和する方向で外国投資法の改定が検討され、2012 年 11 月に新外国投資法(以下、新法)が制定された。この新法の審議にあたっては、2012 年 7 月初めに開会した第 4 国会で、下院が外国投資を阻害するような保護主義的な改正を行ったことで国内外から批判を浴びた。その後、外国企業およびメディアの反発やミャンマー商工会議所連盟(UMFCCI)などの議会に対する意見活動もあり、上院での大幅な修正を踏まえた法案が可決され、大統領府に提出された。その後、テイン・セイン大統領は 11 カ所に上る見直し要望を添えて連邦議会に提出。10 月半ばに開会した第 5 国会で、大統領の同修正案をほぼ認めるかたちで承認された。そして、11 月 2 日に大統領が署名を行い、新法は成立した。

上記の改正外国投資法に基づき、ミャンマー投資委員会(MIC)は、2013 年 1 月に改定外国投資法の施行細則となる通達 No.1/2013 を発表し、外国投資が禁止される 21 分野、外国企業がミャンマー企業との合弁のみによって認可される 42 分野、投資認可に当たって事業の所管省による意見書や連邦政府の承認などが求められる 115 分野、特定の条件下でのみ参入可能な 27 分野、そして、環境アセスメント(EIA)が認可の条件となる 34 分野を定めた。また、国家計画経済開発省(MNPED)も、外国投資の形態、申請・許可手続きなどに関する通達 No.11/2013 を発表した。

本事業に関連性の高い内容として、電力省所管の水力・石炭火力発電所による発電と売電の事業は、連邦政府の承認に加えて政府との BOT 方式(民間企業による建設・運営後に政府に移管する方式)による合弁(JV)形態のみが認可条件となることが規定された。但し、焼却発電を含む廃棄物処理事業に関しては、具体的な規定は定められていない。

2.2.2 電力関連状況

(1) 概要

2012 年におけるミャンマーの総発電設備容量は、3,734.9MW であり、水力発電が 75%、ガス火力発電が 22%、石炭火力が 3%となっている。電力需要の増大に対応して、2016 年までに水力発電 472MW、ガス火力 1,720MW の合計 2,192MW を完成させる予定である。したがって、2016 年末の総発電設備容量は、5,926.9MW となる。

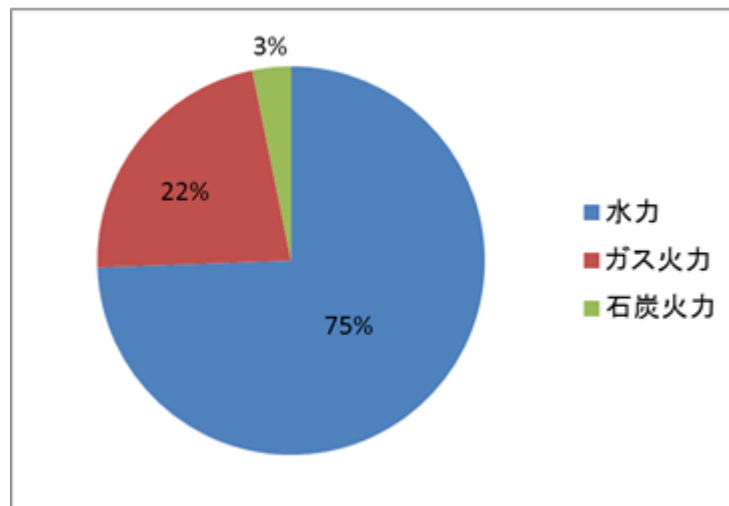


図 2.2.2-1 発電方式別設備容量比率(2012年 合計 3734.9MW)

出典: Country Presentation of Myanmar

ミャンマーは水力発電資源に恵まれているが、ほとんどの水力発電所は北部に位置しており、電力需要地には遠い。したがって長距離送電、相当数のサブステーションの建設が必要であり、ヤンゴン地域圏への供給には電圧低下やシステム不安定を引き起こす可能性がある。この問題を解決し、ヤンゴン地域圏の電力需要を満たす手段として、既存の4カ所のガスタービン発電所に蒸気タービンをコンバインドし、590MWの増強を行うことが計画されている。

ヤンゴン地域圏は、94.3万人の需要家(全国の36.28%)に対し、最大需要791.69MWを要す電力の主要な需要地である。生活水準の向上、産業セクターの発展により、最大需要は1,000MWに近年中に達すると見込まれている。

(2) 電力省

電力省(MOEP: Ministry of Electric Power)は、ミャンマー国の発電および送配電計画、水力・火力発電所の計画・建設・保守運営、送配電網の計画・整備・売電を一貫して所轄する。なお、ガス火力発電所の燃料はエネルギー省(MOE: Ministry of Energy)が供給し、MOEPはMOEからガスを購入して発電を行っている。

従来、ミャンマー国の電力行政は主に水力発電所の計画、建設、運転保守を統括する第一電力省(Ministry of Electric Power No.1)と、火力発電所などの建設、運営および送配電を統括する第二電力省(Ministry of Electric Power No.2)で分掌されていた。2012年9月に両省が統合され電力省(MOEP: Ministry of Electric Power)となったが、現時点で局・公社以下の組織体制に大きな変更はみられない。電力省の組織図は図2.2.2-2に示すとおりである。

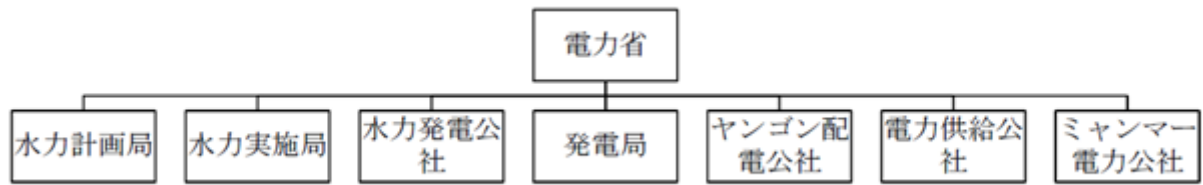


図 2.2.2-2 電力省組織図

出典: Country Presentation of Myanmar

(3) ヤンゴン配電公社

1) 職務・機能

ヤンゴン配電公社 (YESB: Yangon Electricity Supply Board) は、ヤンゴン管区の電力配電の実施主体である。YESB はミャンマー電力公社 (MEPE: Myanmar Electric Power Enterprise) から電力を購入し、消費者への配電・販売を行う。電力はヤンゴン管区にある4つのガス火力発電所および全国高圧送電線網 (ナショナル・グリッド) から調達されている。ミャンマー国では最大 230 kV までの送電網が運用されているが、国が運営するのは 66 kV, 132 kV, 230 kV の高圧送電網のみであり、最終消費者向けの 230 V から 33 kV までの送配電網は YESB により運営されている。

2) 組織体制・職員数

YESB の組織図は図 2.2.2-3 に示すとおりである。YESB は電力省傘下であり、本社部門が4つの地区部門を統括する構成である。職員数は約 3,600 名である。

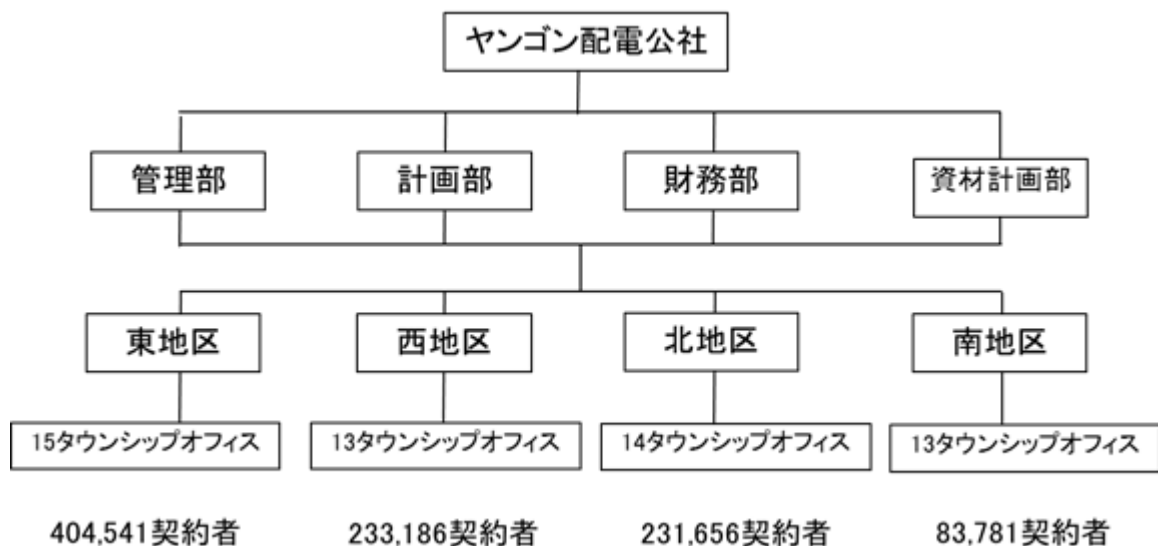


図 2.2.2-3 ヤンゴン配電公社 (YESB) 組織図

出典: Infrastructure of Yangon City Electricity Supply Board

2.3 プロジェクトの普及

2011年の民政移管以降、ミャンマー国の経済中心地であるヤンゴン市においては急速な

都市化進展と経済活動の活発化に伴い、廃棄物処理の適正化が喫緊の重要な課題となっている。ヤンゴン市清掃局からのヒアリングによると、すくなくとも小型ごみ焼却発電施設2基（それぞれ50t/日程度）・大型ごみ焼却発電施設1基（800t/日）の整備必要性が認識されている。

整備の緊急性については、「1.2 企画立案の経緯・背景」に記載のとおり、ごみ焼却発電施設のような環境関連施設に関する諸制度が未整備の状況下でありながら、循環FS実施中の2013年にヤンゴン市がBOT入札を独自に実施したことから示唆される。同BOT事業では、第一優先交渉権を取得したミャンマー国企業と韓国企業との共同事業体と、発注者であるヤンゴン市との間で契約条件等の折り合いが現在までついておらず、契約交渉の過程で韓国企業が共同事業体を離脱、ミャンマー企業が新たなパートナーを探索中との情報もあり、プロジェクトの実現時期は不透明な状況である。

このような状況下、本プロジェクトにおいて小型ごみ焼却発電施設が実際に建設され、JCM制度のもと、適切な運転管理を通じたごみ処理適正化が現実として実施されることは、いわば「モデルプラント」として日本製技術の優位性を実際として示すとともに、適正な価格レベルの具体イメージを形成することにもなり、将来のヤンゴン市ごみ焼却発電施設についても日本製プラントが導入される可能性を向上させるきっかけとなることが期待される。

ただし、ミャンマー国の財政資金は乏しく、相当の設備投資を伴うごみ焼却発電施設の事業化・資金調達については国外の資金・補助金に依拠せざるを得ないのが実情であり、また、国レベルでは廃棄物管理に係る基本的な法制度や政府支援制度、環境基準等の法的枠組みが制度化されておらず、自治体レベルにおいては確実な収集運搬や料金徴収率向上等の実務能力に係る課題が山積している。

とはいえ、100万人都市のマンダレー、30万人都市のモウラミヤイン等、ヤンゴン以外の大都市でも廃棄物処理問題が今後急速に顕在化してくることが予想され、これら都市へのごみ焼却発電施設導入による廃棄物処理適正化とGHG削減効果の拡大も期待される。

3. 調査の方法

3.1 調査実施体制

プロジェクトの事業性に関する調査にあたっては、プロジェクト実施主体であるヤンゴン市汚染管理清掃局(以下、PCCD)の全面的な協力のもと提供された各種データ・情報を踏まえ、資金計画・概略設計・工事計画・プロジェクト運営計画について、JFEエンジニアリング株式会社が主体的に実施した。

また、JCM 方法論開発に関する調査については、JCM方法論作成に関する業務経験を豊富に有しており、効率よく本業務を遂行することが可能な三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社へ外注を行うとともに、全体とりまとめをJFEエンジニアリング株式会社が実施した。

なお、基礎調査・報告書作成にあたっては、各官公庁等が発注する調査業務受託実績が多く類似の業務経験を豊富に有しており、効率よく本業務を遂行することが可能なJFEテクノロジー株式会社へ外注を行った。

国	調査実施に関与した団体名	受託者との関係	実施内容
日本	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社	外注先	JCM方法論作成、左記に関する報告書作成
日本	JFEテクノロジー株式会社	外注先	基礎調査支援、報告書作成支援
ミャンマー	ヤンゴン市汚染管理清掃局	ホスト国側プロジェクト実施主体	プロジェクト実施主体として工事計画・資金計画・モニタリング体制構築等に全面的に協力

3.2 調査課題

(1) プロジェクトの事業性調査に関する課題

- ① 初期投資、MRVを含む維持管理に関するコストの算定
- ② プロセスフロー、バランス、レイアウト等のプラント設計
- ③ 工事計画の妥当性検証
- ④ プロジェクト運営計画の作成

(2) JCM方法論開発調査に関する課題

- ① 適格性要件の設定
- ② デフォルト値の設定
- ③ リファレンス排出量の設定と算定
- ④ モニタリング手法の設定

(3) その他の課題

- ① プロジェクトに関連する法制度整備状況の調査
- ② ミャンマー・日本間のJCM覚書締結手続き状況の調査

3.3 調査内容

(1) プロジェクトの事業性調査に関する課題

① 初期投資、MRVを含む維持管理に関するコストの算定

プラント機器については実績ある各メーカー・ベンダー等から見積り徴収を、土建・電気等現地工事についてはミャンマー国現地企業の評価と見積り徴収を行い、コストの精査を行った。また、MRVを含む維持管理コストについては、ヤンゴン市側に同種プラント維持管理の知見が無いことから、必要とされる人数・資格を含めた体制案を提示し、基本的にはヤンゴン市側で実施される当該費用についての算定根拠を明らかにする作業を行っている。

② プロセスフロー、バランス、レイアウト等のプラント設計

2012・2013年度の循環FSで調査済みのごみ質等データを基に、また、本調査において新たに 1)グリッド接続条件・実現性の確認 2)プロジェクト予定地の土質調査 3)排出基準の規制調査 を実施し、JFEエンジニアリングの社内設計基準等に基づき、本プロジェクトで導入するごみ焼却発電プラントの設計を行った。

③ 工事計画の妥当性検証

本調査開始段階で提案した工事計画について、ヤンゴン市側関係者と協議を実施し妥当性を検証した。廃棄物処理適正化に向けた本プロジェクトを早期に実施したいというヤンゴン市側の意向は非常に強く、ヤンゴン市長との面談の場において、2016年度中のプロジェクト完成を強く要請された。この意向を受け、2015年度のJCM設備補助事業への採択を前提とした2015・2016年度の2カ年工事としての詳細工事計画を策定した。

④ プロジェクト運営計画の作成

設備運転計画、モニタリング計画、キャッシュフロー計画、人員配置・組織計画については、ヤンゴン市側に同種プラントに関する知見が無いことから、JFEエンジニアリングが建設したプラントでの運営状況をふまえ、計画案を作成しヤンゴン市側に提案した。

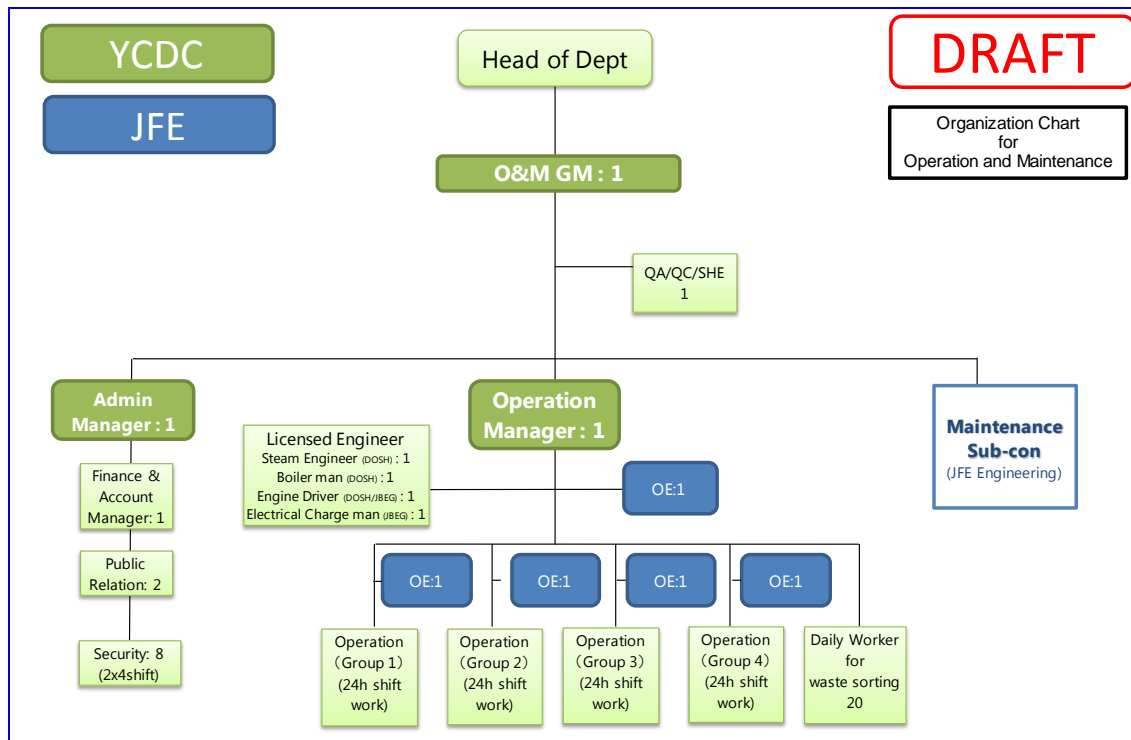


図 3.3-1 ヤンゴン市に提案したO&M体制表(案)

(2) JCM方法論開発調査に関する課題

① 適格性要件の設定

ごみ焼却発電施設の導入により、ごみ埋立処分によるCH₄排出と化石燃料由来発電によるCO₂排出を削減するプロジェクトタイプに必要なかつ適切な適格性要件案を策定した。

② デフォルト値の設定

CDM 方法論ツール“Emissions from solid waste disposal sites”のデフォルト値等から、ミャンマーの状況を踏まえ選択し設定した。

③ リファレンス排出量の設定と算定

リファレンス排出量を、ごみの埋立処分からのCH₄排出及びプロジェクトにより代替される電力を発電するために燃焼される化石燃料からのCO₂排出量とした。リファレンス排出量を保守的に推計するための方法を検討した。

④ モニタリング手法の設定

1)ごみ量(ウェットベース) 2)ごみ組成(ウェットベース) 3)プロジェクト施設からの総売電力量 4)プロジェクト施設での総買電力量 5)補助化石燃料消費量 をモニタリング項目として設定し、モニタリングにあたっては必要な計測機器類の適切な設置と測定・記録方法を明示したマニュアル類を整備することにより、基本的にはヤンゴン市側職員により実施することとした。

(3) その他の課題

① プロジェクトに関連する法制度整備状況の調査

現地専門家へのヒアリング等も含め、法制度整備状況を調査した。依然として未整備、あるいはドラフトのみ、との状況であることが再確認されたが、ヤンゴン市の指導のもと適切な対

応を行う必要がある。

② ミャンマー・日本間のJCM覚書締結手続き状況の調査

JCM覚書締結に向けて政府間の折衝が行われていることがヒアリング等により確認されたが、現時点で覚書締結の具体時期に関する詳細情報は得られていない。本プロジェクトはJCM覚書締結後の最優先モデルプロジェクトとしてミャンマー国側にも認識されているため、2015年度JCM設備補助事業への応募を意識し、進捗状況の調査を継続する。

4.プロジェクト実現に向けた調査

4.1 プロジェクト計画

2012年・2013年にJFEエンジニアリングらにより実施した「我が国循環産業海外展開事業化促進業務 ミャンマー国グレーターヤンゴン首都圏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(以下、循環FS)」を通じ、ごみ焼却発電施設導入による都市ごみ処理の適正化の必要性・喫緊性がヤンゴン市関係者に十分に理解されたこともあり、本件FSを通じたプロジェクト計画は順調に進めることができた。具体には、上記循環FSで調査したごみ質等データを基に基本設計を進めるとともに、2015年度環境省JCM設備補助事業化を意識し、JCM事業コンソーシアム内での所掌分担を含めた協議をヤンゴン市と継続的に行った。機器メーカーや現地工事業者等への見積り依頼等、機器発注・工事発注に関する具体準備も進めており、また、ヤンゴン市保有地内に確保されたプロジェクト予定地の土質調査もヤンゴン市汚染管理清掃局の協力指導のもと実施されるなど、設備補助事業としての採択後にスムーズなプロジェクトスタートが可能なレベルまで至っている。

4.1.1 プロジェクトの実施体制

ヤンゴン市汚染管理清掃局を実施主体に、日本側から代表事業者としてのJFEエンジニアリング株式会社、ミャンマー国側からヤンゴン市汚染管理清掃局の2者により構成される国際コンソーシアムにより、JCM設備補助事業としてプロジェクトを実施する。

2015年2月5日のヤンゴン市とのミーティングにおいて、当社よりコンソーシアムアグリーメント案を提案し説明を行った。現在ヤンゴン市長とヤンゴン市の弁護士が協定書案の中身を精査、必要なコメントと修正を3月末までに完了する予定とされている。なおコンソーシアムアグリーメントへの正式サインはJCM覚書締結後としたい旨、ヤンゴン市がコメントしているが、JCM覚書締結進捗状況をふまえながらも、設備補助応募までに協定書取り付けが完了するように協議を継続する。

工事計画および運用計画は、ヤンゴン市汚染管理清掃局の全面的な協力のもと、JFEエンジニアリング株式会社が策定する。

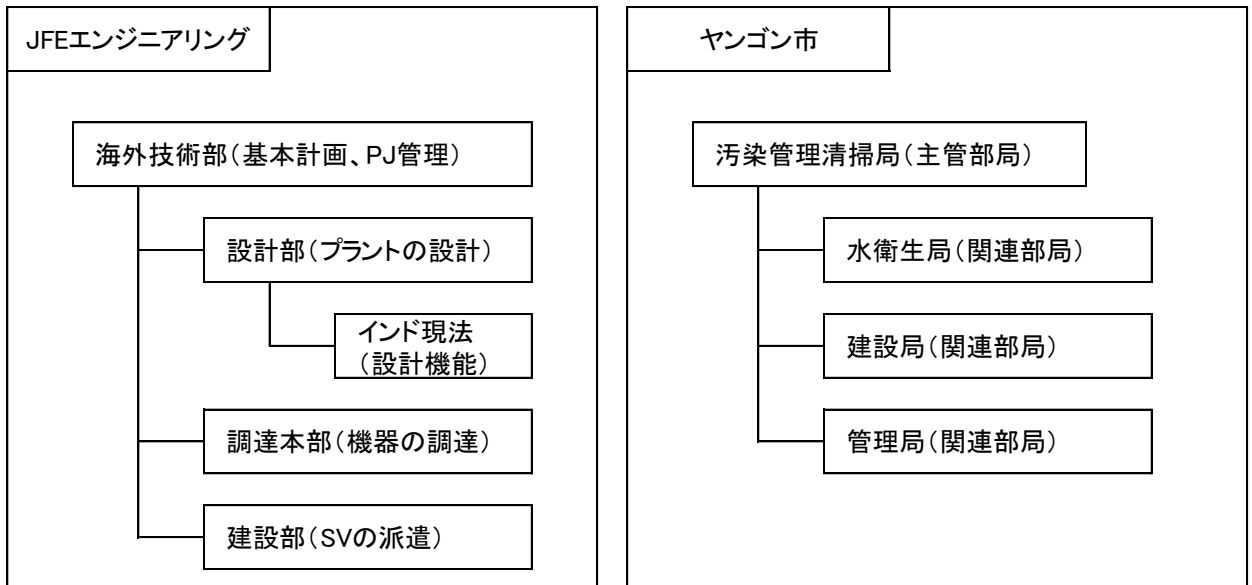


図 4.1.1-1 プロジェクトの実施体制

4.1.2 プロジェクトの工事計画

ごみ焼却発電施設の工事計画をおおむね以下のフローに従って作成した。

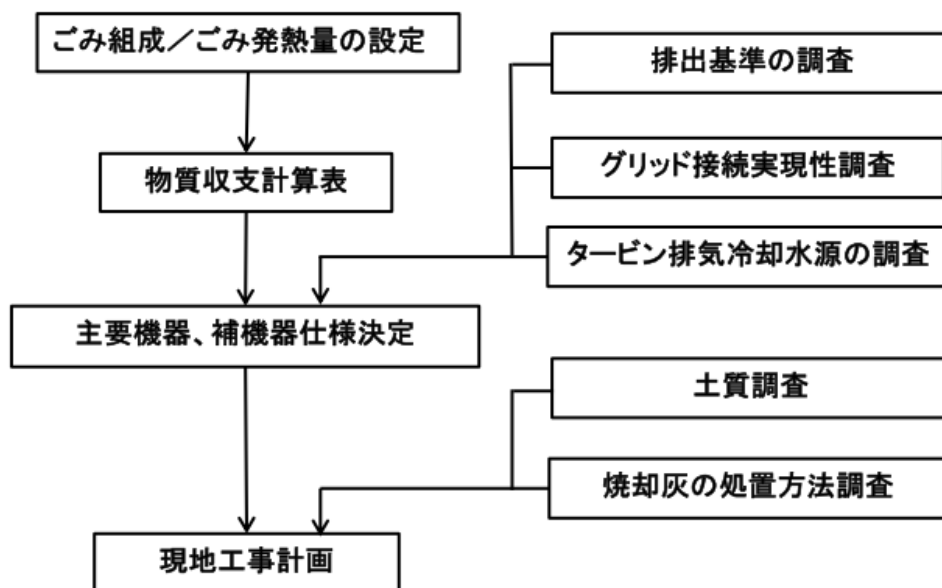


図 4.1.2-1 工事計画フロー

(1) ごみ組成/ごみ発熱量の設定

ヤンゴン市での行政による定期回収ごみのサンプル調査を平成 24 年度に実施した（環境省 平成24、25年度我が国循環産業海外展開事業化促進業務 ミャンマー国グレーターヤンゴン首都圏における循環型社会形成支援および廃棄物発電事業の実施可能性調査）。この結果から、焼却炉設計のためのごみ質条件として、次の発熱量、ごみ組成を設定した。

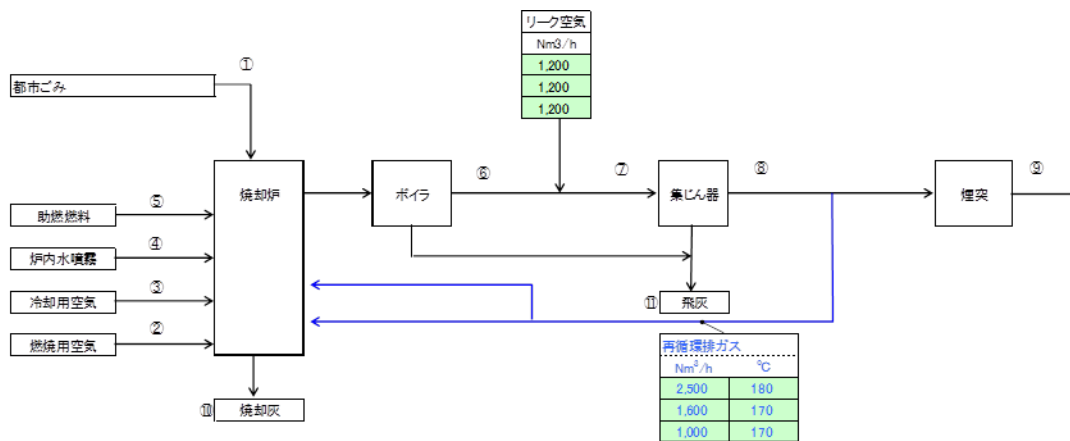
ごみ質	発熱量(LHV)	水分(%)	可燃分(%)	灰分(%)
高質	7.5MJ/kg	54.3	34.8	10.9
基準	6.1 MJ/kg	60.7	30.2	9.2
低質	5.3 MJ/kg	62.4	27.9	9.8

表 4.1.2-1 ごみ発熱量・ごみ組成の設定

(2) 物質収支計算

2500kg/h (60t/日ペース)で投入されたごみは、230~280kg/h の不燃成分(焼却灰)となり、容積としては、1/20~1/30 程度に減容化される。また、低質ごみにおいても、助燃燃料は0となる。

なお、ごみ質は、ヤードのごみ受入れ場での攪拌により均質化されること、ならびに、焼却前の自然乾燥による高質化が運用上可能であり、運用上の余裕度として確保されている。



項目	①		②		③		④		⑤	⑥		⑦		⑧	
	都市ごみ	燃焼用空気	冷却用空気	炉内水噴霧量	助燃燃料	ボイラ出口ガス	集じん器入口ガス	集じん器出口ガス	単位	Nm ³ /h	°C	Nm ³ /h	°C	Nm ³ /h	°C
高質ごみ	7,500	2,500	5,800	150	900	30	0	30	0	12,100	190	13,300	190	10,800	180
基準ごみ	6,100	2,500	6,100	200	400	30	0	30	0	11,000	180	12,200	180	10,600	170
低質ごみ	5,300	2,500	5,600	230	400	30	0	30	0	9,800	180	11,000	180	10,000	170

項目	⑨		⑩	⑪
	煙突出口ガス	再循環排ガス	焼却灰	飛灰
単位	Nm ³ /h	°C	kg/h	kg/h
高質ごみ	10,800	180	250	30
基準ごみ	10,600	170	210	20
低質ごみ	10,000	170	230	20

図 4.1.2-2 物質収支図

(3) 排出基準の規制調査

1) 課題

前述のとおり、ミャンマーにはごみ焼却施設の具体的な排出基準は存在しないものの、現在、WHO(世界保健機構)の推奨値等を踏まえ、規制値を作成中の段階である。ミャンマー適用基準草案が、日本の大気汚染防止法の規制値に対し、どのレベルにあるのか、焼却炉の排出性能を決めるに当たって把握しておく必要がある。

2) 調査結果

焼却炉の性能要求を把握するために、主に日本の大気汚染防止法を参考に、本プロジェクトにおける排出基準を表 4.1.2-2 の通り設定した。

表 4.1.2-2 本プロジェクトにおける排出基準の日本の法基準との比較

有害物質		煙突出口部における有害物質濃度		
		単位	日本の法基準	本プロジェクトにおける排出基準
Total Particulate Matter	TPM	mg/m ³ @ 11%O ₂	89 * ¹	23
一酸化炭素	CO	mg/m ³ @ 11%O ₂	139 * ²	42
二酸化硫黄	SO ₂	mg/m ³ @ 11%O ₂	K 値による * ¹ , * ³ (1414~7429)	635
窒素酸化物	NO _x as NO ₂	mg/m ³ @ 11%O ₂	570 * ¹	230
塩化水素	HCl	mg/m ³ @ 11%O ₂	778 * ¹	778

*1 環境省 大気汚染防止法の排出濃度制値に基づく。

*2 廃棄物処理法施行規則に基づく。

*3 K 値とは、大気汚染防止法において、3.0~17.5 の範囲で特定地域ごとに与えられた係数で、K 値と煙突高さに応じて施設からの SO_x 許容排出量が定められる。

3) 検証

2014 年 11 月にヤンゴン市経由で入手したミャンマー適用基準草案は、施設からの排出基準ではなく、大気中の汚染物質濃度基準であったため、表 4.1.1.2-2 の「本プロジェクトにおける排出基準」をインプット条件とし、Sutton の式を用いてスタックから放出後の大気中での拡散計算を行ったところ、最大着地濃度はスタックから距離 600m 付近となり、その濃度は、本ごみ焼却施設単独での寄与を考えた場合、ミャンマー適用基準草案に対して十分小さいことが確認された。(表 4.1.2-3 参照)

ヤンゴン市ともこの結果を共有し、以下のコメントを得ている。

- ・EIA の段階で8方角(近・遠)計16カ所の大気汚染度を計測する
- ・建設完了後も同地点を定期的に計測する
- ・煙突出口部分でも計測する

表 4.1.2-3 ミャンマー適用基準草案

有害物質		大気中における有害物質濃度					
		単位	①米国大気 汚染防止法 (第一種規 制)	②WHO Air Quality Guidelines	③ミャンマー 適用基準草 案 (居住区)	ごみ焼却施設からの排出による 濃度寄与の評価値	
						④煙突から 600m *1	許容値(③)に 対する④の比 率
Total Particulate Matter	TPM	μg/m ³	1y 50 1d 150	-	1y 140 1d 200	<1	1y <0.007 1d <0.005
一酸化炭素	CO	μg/m ³	8h 10 1h 40	8h 10 1h 30	8h 4 1h 5	<1	8h <0.25 1h <0.2
二酸化硫黄	SO ₂	μg/m ³	1y 80 1d 365	1y 50 1d 125	1y 60 1d 80	16.7	1y 0.028 1d 0.021
窒素酸化物	NO _x as NO ₂	μg/m ³	1y 100	1y 40	1y 60 1d 80	13.5	1y 0.23 1d 0.17
塩化水素	HCl	μg/m ³	-	-	-	20.5	-

*1 表 4.1.1.2-2 の「本プロジェクトにおける排出基準」をインプットとして、Sutton の拡散評価式に従い大気中の濃度として算出した。

<補足>

Sutton の式による拡散計算結果を図 4.1.2-3 に示す。地上レベルにおける煙突からの距離と濃度の関係が示されており、最大値は距離 600m 付近となっている。

(条件) 風速 : 6.0m/s 煙突実高さ : 21m

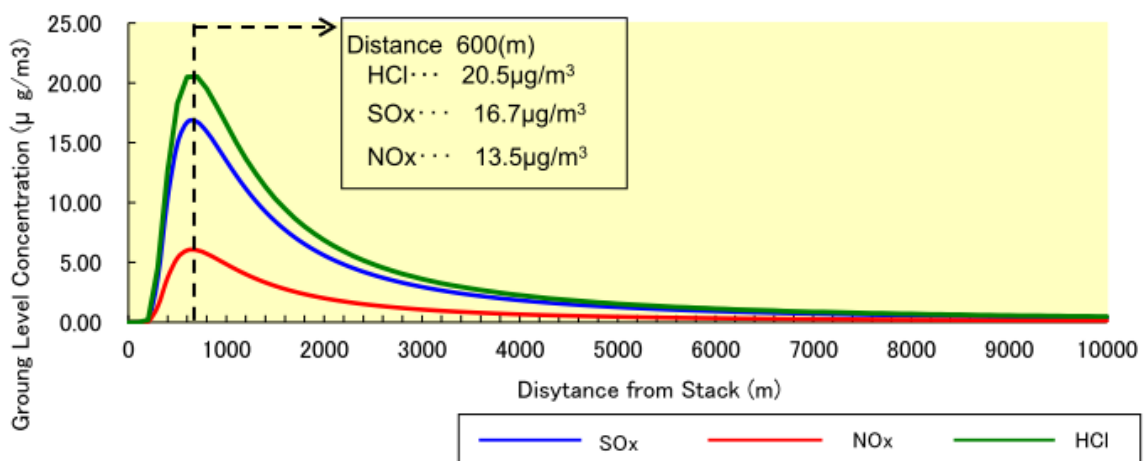


図 4.1.2-3 排ガス中の有害成分濃度の煙突からの距離との関係

(4) グリッド接続の実現性確認

売電による化石燃料由来電力の削減を実現するためには、既存グリッドへの接続が必須

であり、また既存グリッドは接続可能な状態である事が求められる。

既存グリッドへ接続するためには、接続点の有無や設備容量といった物理的な制約条件、接続地点までの配線敷設費用の負担といった経済的な制約条件を満たす必要がある。また、電力事情の悪さや国内への導入が初めてとなる焼却発電もミャンマー特有の条件として挙げられる。

1) 課題

上記より本件における既存グリッドへの接続に関する具体的な課題を整理すると次のようになる。

(物理的な課題)

- ・ 建設予定地周辺での接続可能点の有無(物理的に接続が可能なポイントがあるかどうか)
- ・ 既存グリッドの設備容量(焼却発電により発生する余剰電力に対し、既存のグリッドの容量が十分に大きいかどうか)

(経済的な課題)

- ・ ヤンゴン市予算上限からのコスト制約(工事コスト、申請手数料等)

(その他課題)

- ・ 停電時の電力供給(不安定な電力事情の考慮)
- ・ 同国初めてとなる焼却発電による電力供給(申請等、手続き上の制約)

2) 調査結果

(物理的な課題)

- ・ 建設予定地周辺に接続可能点があることがわかった。
- ・ 既存グリッドの設備容量はごみ焼却発電施設からの送電量に対し十分大きいことがわかった。

(経済的な課題)

- ・ 工事開始までに、ヤンゴン市にてコストを算定の上予算化の検討をしていく。

なお、グリッド接続に係る費用について、建設予定地前面道路に敷設されている既存の電線へ接続が可能な事から、受変電設備設置費として 2,000 万円程度をプロジェクト費用に織込み済みである。

一方、ヤンゴン電力公社側設備の改造費に関しては、本プロジェクトからの供給電力に対してグリッドの容量が十分に大きいことから、計器類の追加等の軽微な改造で済むものと見込まれ、これに相当する軽微な追加予算措置を行うよう、公社に説明を実施し了解された。なお具体実施時期としては、最遅でプラントが完成し運転開始の際に確実なグリッド接続ができるという時期が想定されるので、現時点での具体予算措置検討は必ずしも必要ではないが、確実な実施が行われるよう、当社としても経過をフォローしてゆく。

(その他課題)

- ・工事開始までに、電力供給のためのコスト、申請方法を明らかにしていく。

3) 調査内容の詳細

本件では建設予定地において焼却発電により発生する余剰電力を既存グリッドへ逆送電することが実際に可能かどうか、関係者へのヒアリング等により調査を実施した。

なおヤンゴン市の指示により、グリッド接続に関する実務的な話は電力省の傘下であるヤンゴン電力公社へのヒアリングを行った。

(現地電気施工業者からのヒアリング調査で明らかになったこと)

- ・建設予定地の前面道路で既存グリッドとの接続が可能である。(11kV 配線)
- ・ミャンマーでは焼却発電のような発電設備の経験は無い(もしくは少ない)
- ・グリッド接続に関しての申請費用が必要となる
- ・グリッド接続に関しての費用は利用者が負担する

(建設予定地周辺の実地調査で明らかになったこと)

- ・前面道路の配線は高架タイプとなっている。(11kV 配線)
- ・周辺地域の配電設備状況から、焼却発電により発生する余剰電力の容量に対し、既存のグリッドの容量が十分に大きい

(ヤンゴン配電公社との面談で明らかになったこと)

- ・逆送電に関しては上位組織の電力省が管轄となる。
- ・逆送電の許可申請手続き等、ヤンゴン配電公社が実案件での窓口になる。

なお、上記確認打合せ内容を基にした、売電のためのグリッド接続に関する正式な承認依頼書が、ヤンゴン市長からヤンゴン配電公社経由電力省あてに発行済みである。最終報告書作成段階では同公社・同省からの承認回答待ちとなっているが、早期に回答を入手するようヤンゴン市に依頼済みであり、進捗状況を継続的フォローする予定である。



写真 4.1.2-1 建設予定地前面道路の高架配線(1. 1kV)



写真 4.1.2-2 建設予定地周辺の変圧設備
(電圧 11k-400/230V, 容量 315kVA)



写真 4.1.2-3 建設予定地周辺の変圧設備
(電圧 11k-400V, 容量 500kVA)

(5) タービン排気冷却水源の調査

1) タービン排気冷却方式の選定および課題

出力が 1MW 未満の小型タービンを対象とし、ボイラ入熱一定の条件のもとタービン出力サーベイを行ったところ、タービン入口蒸気条件が約 1.5MPa, 350°C、タービン排気圧力 0.1bar(abs)のケースが最大出力となった。tCO₂ 削減効果を上げるためには発電量を上げることが必要となるが、そのためには、タービン排気圧力冷却を水冷方式とし、0.10bar(abs)を達成する必要がある。水冷方式として、冷却塔の適用を考えると、冷却塔は水の蒸発があり、蒸発量に応じた給水が必要となるため、その水源が確保されていることが必要となる。

この結果を参考に、設計蒸気条件を設定し、タービン発電機の出力は、700kW となっている。

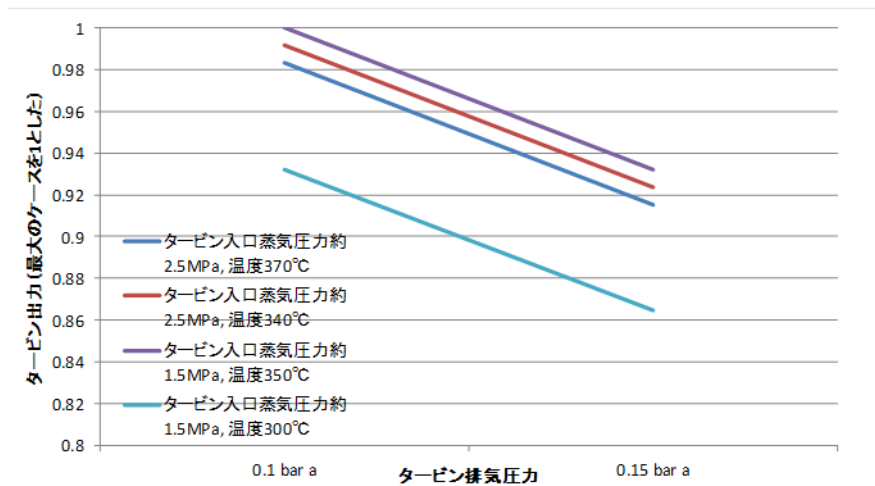


図 4.1.2-4 タービン入口蒸気条件と出力の関係

2) タービン排気冷却水源の調査結果

ヤンゴン市と補給水の取合い条件を協議し、以下の事項を確認した。これにより、水冷方式の成立性が確認された。

- ・近隣のハローガ湖水の利用が可能である。
- ・ハローガ湖水は、市内上水道水、もしくは、その源水として現在使用されており、取水場および水道パイプラインが設置されている。ごみ焼却発電施設の竣工に先立って、焼却炉の建設予定敷地近傍までパイプラインを増設する予定である。
- ・必要量の給水供給は可能である。

なお、水質に関しては、供給水は上水道水、もしくはその源水であり、施設の冷却水としては問題ないものと現段階ではみなすことができるが、実際のプロジェクトの開始に当たっては、水質の詳細分析を行うものとする。

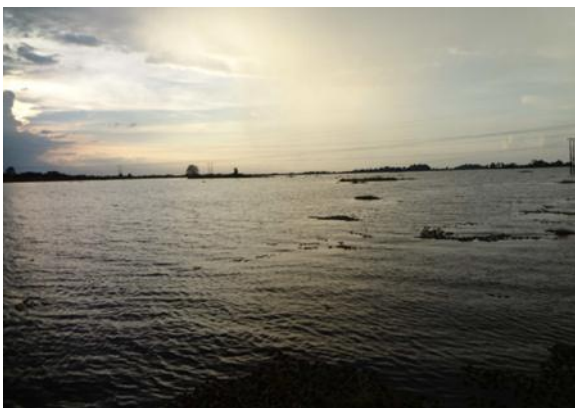


写真 4.1.2-4 ハローガ湖および取水場

(6) 主要機器、補機器仕様決定

表 4.1.2-4 焼却炉／ボイラ／タービン発電の仕様

基本緒元		
1	設置場所	ミャンマー国、ヤンゴン市、Shwe Pyi Thar
2	敷地面積	約 1.0ha (100m x 100m)
3	ごみ焼却容量	60 tons per day
4	焼却炉型式	ストーカ炉
5	ごみ発熱量の設計値	Min: 5.3 MJ/kg Ave: 6.1 MJ/kg Max: 7.5 MJ/kg
6	建設期間	18ヶ月(基本設計～試運転完了)
7	焼却炉環境	屋外
プラント仕様		
1	計量方式	ホッパー型 x1ライン(ピットなし)
2	ごみ受入れエリア	面積: 900 m ² 以上 容量: ごみ 6 日分以上
3	ごみ投入方式	ホイールローダー車(ヤンゴン市所掌)
4	排ガス冷却システム	ボイラ(冷却塔なし)
5	発電システム	蒸気タービン(水冷式復水器)
6	排ガス処理	バグフィルタ
7	煙突	鋼製円筒型ダクト(高さ: 21m)
8	主灰貯蔵	専用コンテナにて一時保管
9	飛灰貯蔵	専用コンテナにて一時保管
10	廃水処理	プラント水: 環境放出なし(プラント内で使用) 生活用水: 浄化後環境放出
11	適用製造スペック	原則として、製造者標準
土木建築設計方針		
1	次の設備を設置する。 - タービン建屋(タービン発電機、スイッチギア、制御盤を設置) - 屋根つき受入れごみ仮保管場 - 機器基礎 - 事務所、駐車場 - 保護柵、敷地内道路	
2	次の条件は日本から供給する。 ・景観設計、サイト準備工事方針 ・土壌調査結果に基づく施設基礎(杭打ち含む)	

(7) 所内動力の決定方法

ごみ焼却施設の運転中に電力が動力として必要となる設備を集計し、各々の稼働率を踏まえて所内動力を算定したところ、約 300kW となった。

(8) 土質調査

1) 課題

信頼性のあるプロジェクト計画を行う上で、建設予定地における土質の情報は必要不可欠である。

軟弱な地盤では重量のある設備を支えるため、杭や基礎を通常より強固なものにする必要から、それに伴う建設コストが増大し、最終的にはプロジェクト計画に影響を及ぼすことになる。

一方、岩盤のような地盤では、掘削や整地に特殊な工具や重機を用いることになり、やはり建設コストが増大してしまう。

また、埋設物や土壌汚染が後に判明したプロジェクトではその処理費用が問題になる例も多く、これらの点から事前に建設予定地の土質情報を把握しておくことは重要である。

2) 調査結果

プロジェクトの実施主体となるヤンゴン市へ建設予定地における土質情報の提供を依頼し、予定地近傍の敷地測量及び調査ボーリング(7箇所)を入手した。

建設予定地は比較的浅い層から適切な強度を有する地盤となっており、表層面の高低差が大きい部分があるものの、全体としては非常に良質な地盤であることが確認された。

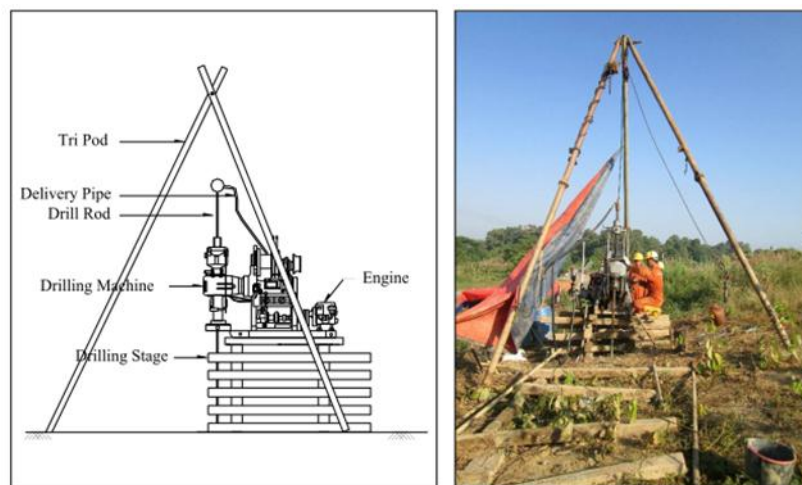


図 4.1.2-5 ボーリング作業の様子、および、ボーリング設備説明図

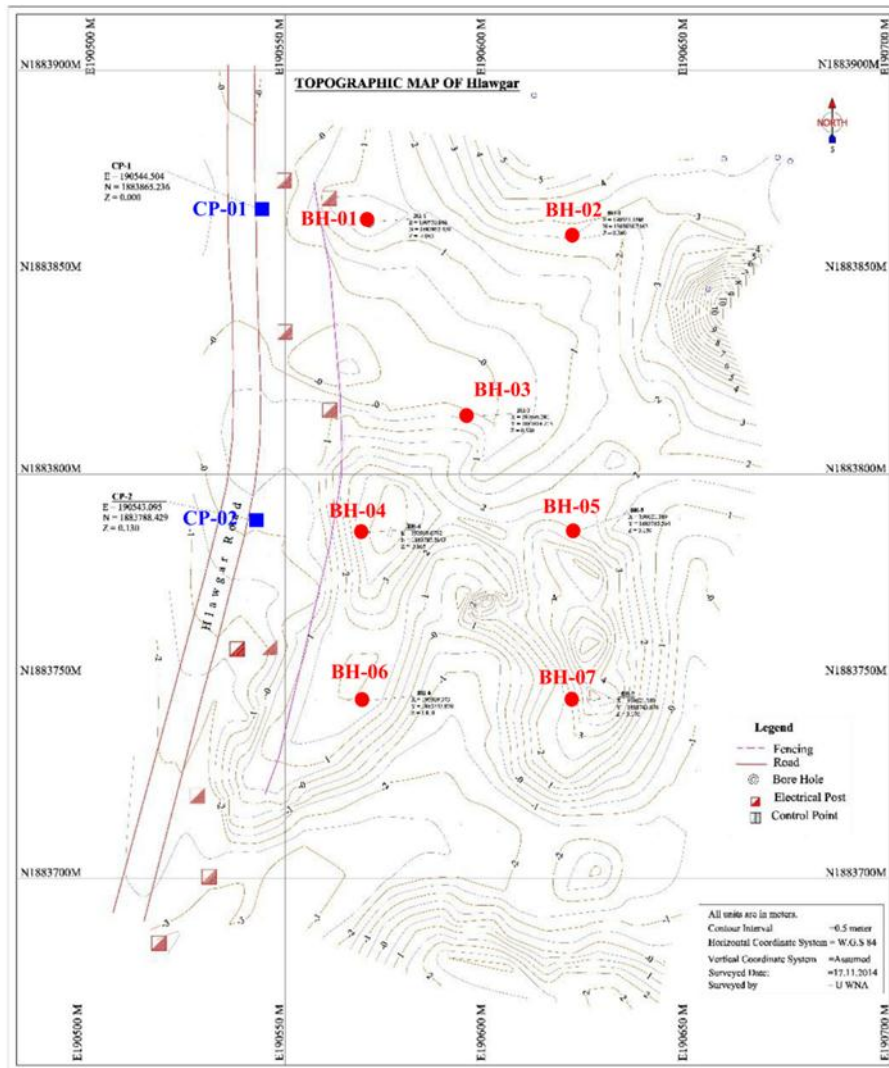


図 4.1.2-6 建設予定地測量結果及び調査ボーリングポイント

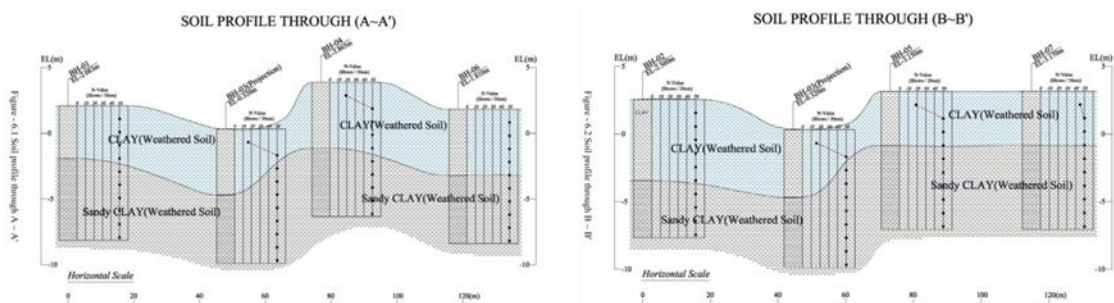


図 4.1.2-7 建設予定地付近における土質分布

(9) 焼却灰処分計画

ごみ焼却発電により排出される焼却灰には、焼却炉より排出される「主灰」と、排気中に含まれ排ガス処理機器で捕集される「飛灰」の2種類がある。本プロジェクト計画においては、主灰は既存埋立処分場へ、飛灰は管理型最終処分場へ搬入する計画としている。

本調査では、ティラワSEZ地区内に管理型処分場を建設中の GOLDEN DOWA ECO-SYSTEM MYANMAR 社(以下、G社)を訪問し、飛灰の受入処分の可能性についてヒアリングを行った。G社は、日本国内外で廃棄物・リサイクル事業を手がけるDOWAエコシステ

ム株式会社の子会社であり、当該処分場事業を行う現地子会社としてヤンゴン市内に拠点を置いている。

G社の管理型処分場は、ティラワ地区内に全体面積4ha、容量20万m³×8区画を計画しており、2015年10月に稼動を開始する予定である。G社へのヒアリングの結果本プロジェクトからの飛灰受入について基本的な合意を得ているが、処分単価や受入手続き等、詳細については今後詰めてゆく予定である。



写真 4.1.2-5 建設中の管理型処分場

(10) 現地工事計画

1) 工程

図 4.1.2-8 全体工程

項目 \ 年度	2014年				2015年				2016年			
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
概念設計		■										
JCM補助金審査						■						
基本設計							■					
詳細設計								■				
機器製作									■			
据付工事、試運転										■		

2) 所掌区分

ヤンゴン市に提示し共有している所掌区分を表 4.1.2-5 に示す。

表 4.1.2-5 ヤンゴン市とJFEエンジニアリングの間の所掌区分表

No	項目	ヤンゴン市	JFE	工程 (脚注)	備考
1	一般			-	
	1.1 用地確保	■			
	1.2 公衆対応	■			
	1.3 敷地外アクセス道路	■			
	1.4 敷地内アクセス道路	■			
2	許認可取得			-	
	2.1 環境アセスメント	■	■		JFE は技術情報を提供
	2.2 許認可対応	■			同上
3	エンジニアリング				
	3.1 現地調査			基本 設計	
	3.1.1 土質調査		■		
	3.1.2 地形調査		■		
	3.2 土木建築			基本 設計 ～ 詳細 設計	
	3.2.1 タービン建屋		■		
	3.2.2 ごみ保管場および屋根		■		
	3.2.3 機器基礎		■		
	3.2.4 事務所		■		
	3.2.5 保護策および内部道路		■		
	3.2.6 他	■			
	3.3 機械設備			基本 設計 ～ 詳細 設計	
	3.3.1 ごみ受入れ・保管設備		■		
	3.3.2 ごみ投入、燃焼設備		■		
	3.3.3 熱回収、発電設備		■		
	3.3.4 排ガス処理設備		■		
	3.3.5 灰処置設備		■		
	3.3.6 給水設備		■		
	3.3.7 廃水処理設備		■		
	3.3.8 助燃用燃料保管、供給設備		■		
	3.3.9 計装用圧縮空気供給設備		■		
	3.3.10 他	■			
	3.4 電気計装			基本 設計 ～ 詳細 設計	
3.4.1 受電、高圧配電設備		■			
3.4.2 低圧配電設備		■			
3.4.3 計装、制御設備		■			

No	項目	ヤンゴン市	JFE	工程 (脚注)	備考
	3.4.4 発電設備		■		
	3.4.5 他	■			
4	調達			機器 製作	
	4.1 保護柵およびゲート	■			
	4.2 ごみ受入れ場の屋根および壁	■			
	4.3 消火設備	■			
	4.4 車両計量設備		■		
	4.5 構造用鉄骨		■		
	4.6 ごみ投入設備		■		
	4.7 焼却炉		■		
	4.8 ボイラ		■		
	4.9 蒸気タービン発電機		■		
	4.10 蒸気タービン排気復水器		■		
	4.11 ボロワ、ポンプ		■		
	4.12 排ガス処理設備		■		
	4.13 排ガス、空気ダクト		■		
	4.14 空気圧縮機		■		
	4.15 廃水タンク、燃料タンク		■		
	4.16 電源盤		■		
	4.17 非常用発電機		■		
	4.18 計装設備		■		
	4.19 他	■			
5	輸送			機器 製作	
	5.1 海上輸送		■		
	5.2 内陸輸送	■	■		機器供給所掌に従う
	5.3 他	■			
6	建設			据付 工事	
	6.1 現地準備	■			
	6.2 工事用アクセス道路	■			
	6.3 工事用施設	■			
	6.4 工事用ユーティリティ	■			
	6.5 工事用重機、車両	■			
	6.6 工事用資材の廃棄処置	■			
	6.7 土木建築作業	■			くい打ち含む
	6.8 機械設備据付作業	■			
	6.9 配管施工				

No	項目	ヤンゴン市	JFE	工程 (脚注)	備考
	6.9.1 材料供給		■		配管、弁等
	6.9.2 据付作業	■			
	6.10 保温材施工	■			
	6.11 塗装	■			
	6.12 電気制御	■			
	6.13 取合点の接続				
	6.14.1 給水	■			
	6.14.2 放水	■			
	6.14.3 電源	■			
	6.14 指導員の派遣				
	6.15.1 土木建築		■		
	6.15.2 機械設備据付		■		
	6.14.3 配管施工		■		
	6.14.5 保温材		■		
	6.14.6 塗装		■		
	6.14.7 電気制御		■		
	6.15 他	■			
7	機器単体調整試験			試運 転	派遣期間 1ヶ月
	7.1 運転員	■			
	7.2 ユーティリティ	■			
	7.3 初期油はり		■		
	7.4 指導員派遣		■		
8	ごみ投入後試運転			試運 転	仕分け作業
	8.1 運転員	■			
	8.2 試運転用ごみ供給	■			
	8.3 ユーティリティ	■			
	8.4 消耗品	■			
	8.5 灰処理	■			
	8.6 不適廃棄物処理	■			
	8.7 指導員派遣		■		
8	その他			-	ごみ収集合む 予備品、消耗品含む
	8.1 運転	■			
	8.2 保守	■			
	8.3 ごみ収集車	■			
	8.4 運転保守用重機		■		

(脚注) 工程欄には図 4.1.2-8 全体工程の対応項目を記載している。

3) 機器配置計画

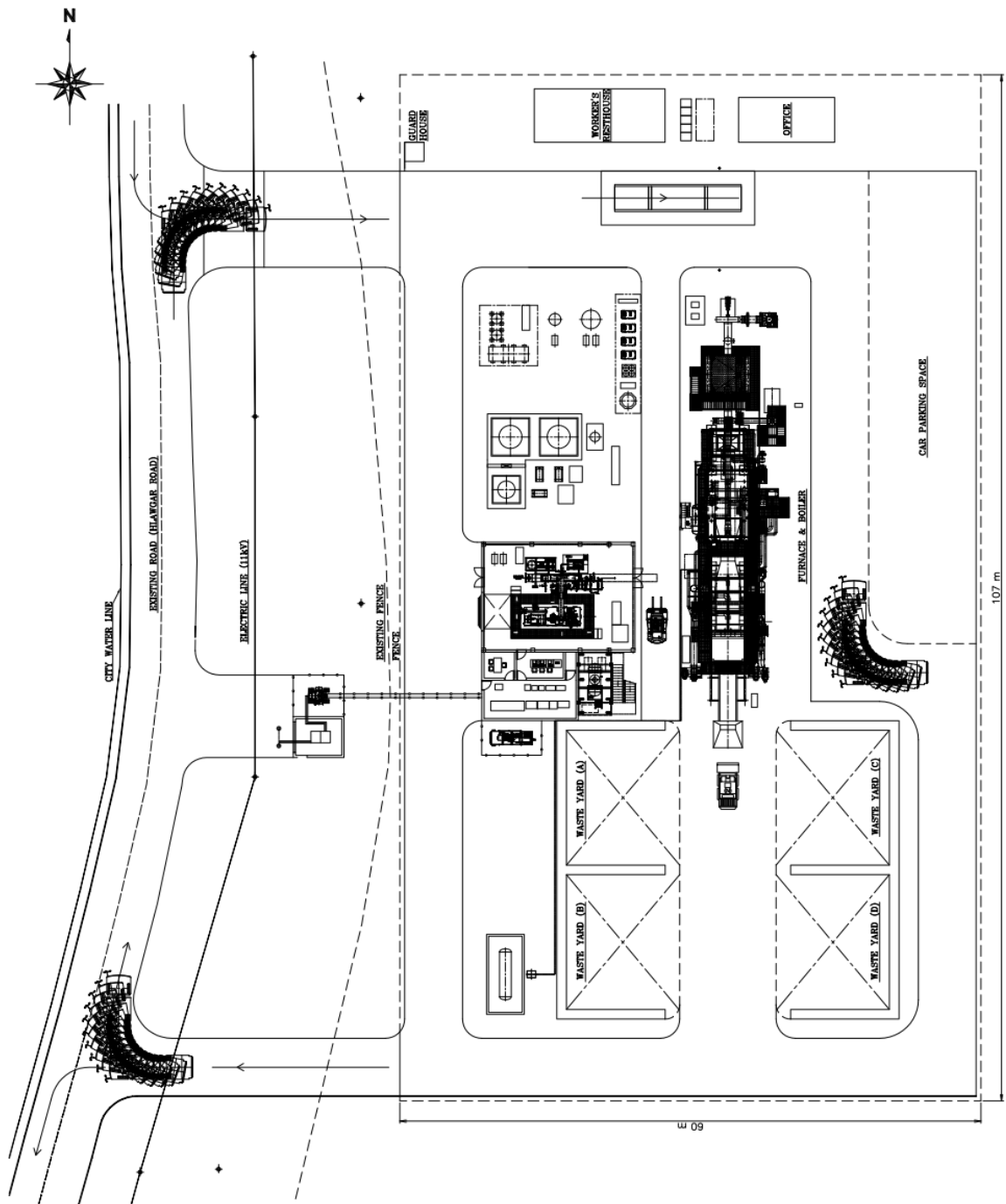


図 4.1.2-9 60トン/日級ごみ焼却発電プラント 機器配置図

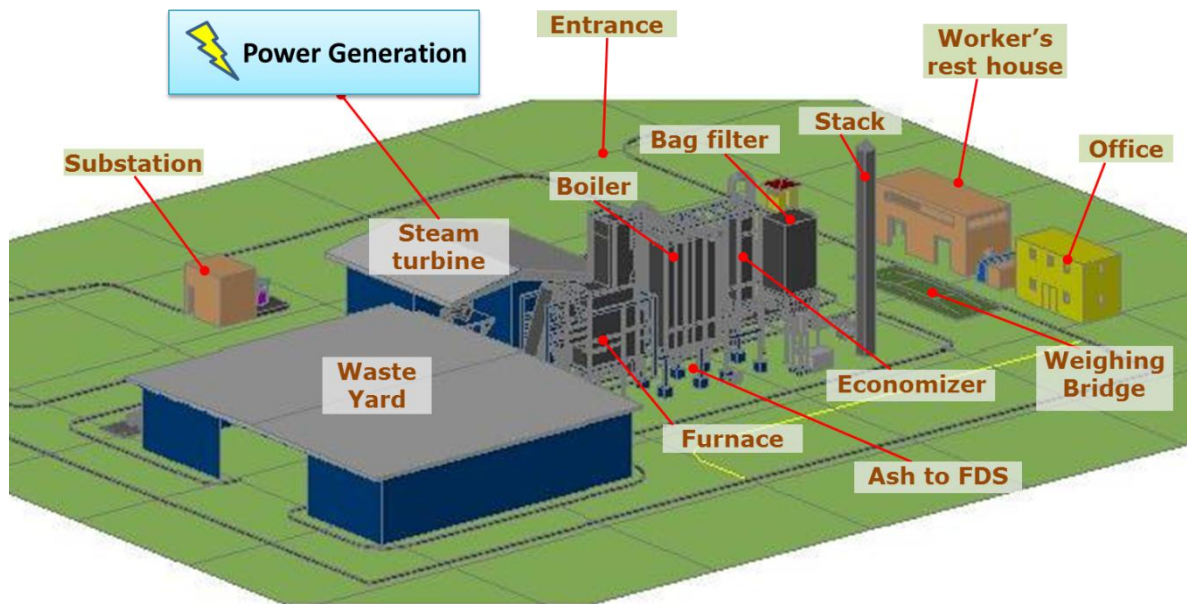


図 4.1.2-10 60トン/日級ごみ焼却発電プラント サイト鳥瞰図

(11) プロジェクト投資額

為替レートは 1MMK=0.12JPY 1USD=119.61JPY とした。

表 4.1.2-6 プロジェクト投資額

費目	金額(億円)	割合
機器費(含むメーカー設計費)	12.5	65%
現地工事費(試運転含む)	6.7	35%
合計	19.2	-

4.1.3 プロジェクト実施主体の経営体制・実績

ミャンマー国の経済の中心地であるヤンゴン市は、ヤンゴン市長(City Mayor)、秘書官(Secretary)、副秘書官(Joint Secretary)の下に位置づけられる Yangon City Development Committee(以下、YCDC)により管理され、YCDCは22の部局と事務所等で構成されている。このうち、本プロジェクトの実施主体であり、廃棄物処理事業を管轄するのはPCCD(汚染管理清掃局)である。

PCCDは現在、廃棄物の収集運搬、処分場および墓地の管理運営、リサイクル活動、住民啓発活動を実施しており、約4,600人の職員を抱える組織である。2011年度におけるPCCDの収入は約25億チャット、支出は約52億チャットであり、ごみ処理手数料を中心とした収入は支出の半分もカバーできていない。このため、PCCDにとって足元の課題はごみ処理料金徴収率の向上である。

一方、PCCDおよび上位部局であるYCDCでは、都市化の進展にともなう廃棄物増に対応する処理適正化への検討を積極的に推進しており、本プロジェクトの実施もその一環と位置

づけられている。

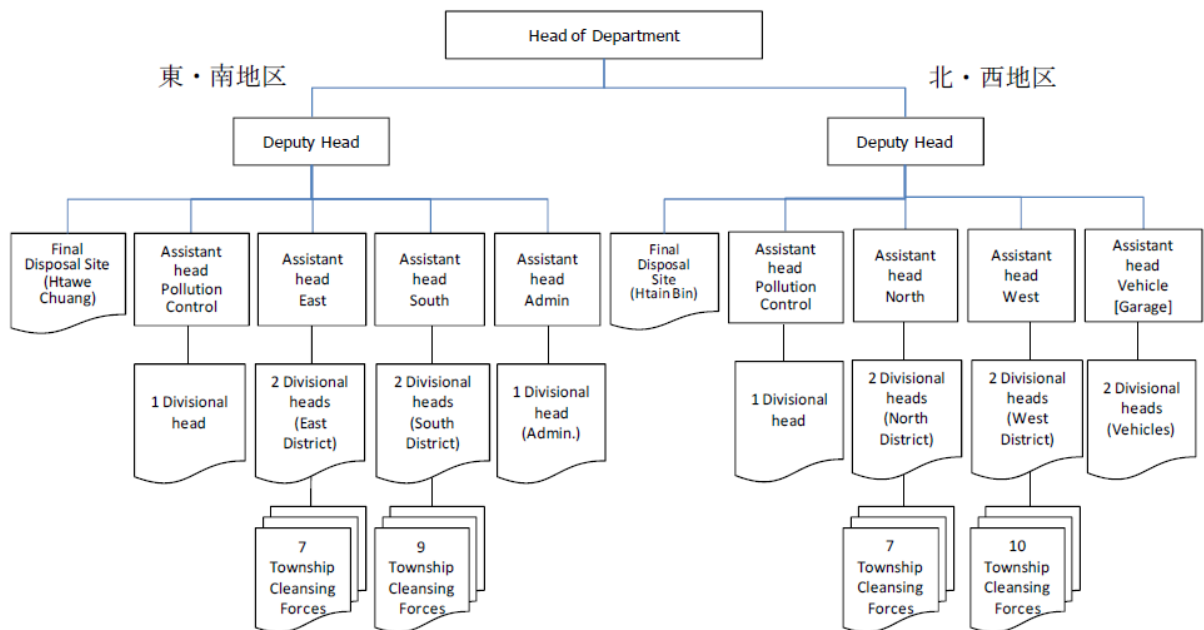


図 4.1.3-1 ヤンゴン市汚染管理清掃局組織図

4.1.4 事業収益性の評価

(1) 随意契約でのプロジェクト実施

JCM補助金を適用しヤンゴン市側の資金負担を軽減して本プロジェクトを確実に実現するためには、提案者であるJFEエンジニアリングに随意契約の形でプロジェクト発注することが必要であるとして説明・交渉を行った結果、ヤンゴン市の基本的な理解を得るに至った。

自治体に相当するヤンゴン市が発注するいわゆる公共工事プロジェクトではあるが、ミャンマー国は WTO の加盟国ではあるものの政府調達に関する改正議定書を受諾していない状況でもあり、制度上、随意契約を行っても問題ない旨ヤンゴン市側から確認を取った。また、過去にヤンゴン市が発注する別件建設工事でも随意契約を実施した具体事例が確認されている。

2015年2月5日のヤンゴン市とのミーティングにおいて、「本プロジェクトについてはJCM補助金確定を前提にJFEエンジニアリングへ随意契約する」とし「金額・工期・所掌」を記載したヤンゴン市長名義での「Letter of Intent (以下LOI)」を発行することについて合意、JFEエンジニアリングにて当該文書のドラフトを準備中である。

なお、文書へのサイン等具体手続きについてはJCM覚書締結をもってかかりたい、とヤンゴン市側からコメントされている。

現状、覚書締結への作業は日緬政府間で着々と進められているとの情報を得ているが、本調査期間中に覚書締結が完了しなかった場合には市長名義のLOIの取得が困難になることも予想される。その際には、LOIに先立ち「本プロジェクトは日緬間のJCM覚書締結を前提としてJFEエンジニアリングに発注する予定」との「意向書」を取得することについて、ヤンゴン市側と協議を進めている。

(2) 事業性の評価

今回予定されているプロジェクトはヤンゴン市で予算措置される公共事業 EPC 工事であつて、日本製技術によるごみ焼却発電のモデルプラントをJCM補助金により初期投資額を軽減して建設し、実際に運営してみることにより、将来の大型処理施設建設へ向けた十分な知見を獲得することを企図し推進されており、PPP 事業のような厳密な事業収益性評価はヤンゴン市側でも意識されていない。

したがって、本項では、運営期間中の収入・支出について記載するものとする。

なお、為替レートは 1MMK=0.12JPY 1USD=119.61JPY とした。

1) 人件費

本プラントはJCMモデルプロジェクトとして安定的な運転管理を行う必要があるが、ごみ焼却発電プラントは複数の各種機器から構成されるため、適切な能力と知識を有する人員の配置が必要である。

プラントの運営はPCCD職員および本プラント要員として現地雇用された職員が実施するが、ヤンゴン市にとって本プロジェクトが初めてのごみ焼却プラントであり同種プラント運転経験のある人材の確保が非常に難しいことから、プラント稼動初年度にはJFEエンジニアリングの運転指導員を配置することを見込む。

また、24時間連続運転を行うため、運転班は4班体制による交替勤務とする。

役職	人数	作業内容
Head of Department	(1名)	施設管理者
O&M General Manager	(1名)	運転管理統括責任者
QA/QC/SHE	(1名)	安全管理担当者
Administration Manager	(1名)	管理事務責任者
Finance Account	(1名)	施設経理担当者
Public Relation Staff	(2名)	施設広報担当者
Operation Manager	1名	運転管理責任者
Worker for waste sorting	20名	ごみ分別作業員
Group Leader	1名×4班	プラント運転班長(四組三交替制)
Operator	4名×4班	プラント運転員(四組三交替制)
Maintenance Staff	4名	プラント点検整備員
Security Staff	2名×4班	警備員(四組三交替制)
Japanese Operation Supervisor	2名	稼動初年度のみ(12ヶ月間)

※()はPCCD職員にて対応し増員無し。

表 4.1.4-1 運営人員体制

2) 用役費

本プラント運営において必要な以下の一覧と、運転計画を基に用役費を算出した。

表 4.1.4-2 用役一覧

種類
制御油
潤滑油
グリース
タービン油
清缶剤
脱酸素剤
塩酸
苛性ソーダ
陰イオン交換樹脂
陽イオン交換樹脂
起動用燃料油
機器冷却水薬液

3) 維持管理費

適切な施設運転のために、各種機器の定期点検および補修を実施する。

4) 焼却灰処分費

ごみ焼却により排出される焼却灰のうち、主灰は既存処分場へ搬入し埋立処分、飛灰については管理型処分場への埋立処分を行う予定である。

飛灰については、ティラワSEZ地区内に2015年9月事業開始予定で建設中の、DOWAエコシステム株式会社の子会社である GOLDEN DOWA ECO-SYSTEM MYANMAR 社が保有する管理型処分場に搬入することにつき、同社の基本的な合意を得ている。ただし搬入単価は未決定なので当社想定単価として算定した。なお飛灰の発生量は1日あたり約1トンである。

5) 電力費

運転期間中の構内電力については、本プラントにより発電された電力を使用するため買電費用は発生しないが、炉を停止した大型メンテナンス期間中およびメンテナンス前後の起動停止期間中のみ外部電力購入が必要なものとして算定した。購入電力量は、年間総計、約 79,000kWh と設定した。

6) 売電収入

本プラントで発電された電力のうち構内利用電力、及び、起動停止期間並びにメンテナンスを考慮して、年間平均の送電量を、約300kWとして算定した。

なお、電力費・売電収入とも、本算定時点においてはごみ焼却発電施設等再生エネルギー

施設からのFIT制度が未整備のため、売買電価格とも、2月25日打合せにてヤンゴン市電力公社から言及のあった 57kyatt/kwhで算定した。

上記条件をもとに算定した運営期間中の収入・支出を以下にまとめた。

(支出)

項目	1年目	2年目以降	備考
人件費	73	30	1年目には日本人SVを含む
用役費	5	5	電力費・灰処分費を含む
運営メンテナンス費	75	73	
合計	153	108	

(収入)

項目	1年目	2年目以降	備考
売電収入	15	15	

※単位は百万円。

表 4.1.4-3 収支計算

4.1.5 初期投資・維持管理及びMRVに関する資金計画

(1) 初期投資に関する資金計画

本調査開始段階において、本プロジェクトの初期投資額は16億円と見込んだが、半分の8億円でJCM設備補助が適用されることを前提に、ヤンゴン市は残り半分の8億円相当(80億チャット、当時レート1MMK=0.10JPY)の予算措置手続きを順次進めており、事実上の予算決定権を有するヤンゴン市長の了解もすでに取り付けられている。

なお2015年度・2016年度の2ヵ年工事を予定しているが、このうち2015年度予算についてはすでにヤンゴン市の上位部局であるヤンゴン管区議会での予算承認が完了済み、中央政府議会の承認(2015年2月末)をもって正式な予算承認完了となる見込みであるが、引き続き現地調査を継続し承認状況を見届ける予定である。

ヤンゴン市では単年度ごとに予算措置がされるのが通常であり、2ヵ年分の予算をあらかじめ確保することは制度上不可能である。しかし、2013年度にヤンゴン管区長が複数年度で実施される本プロジェクトに8億円のヤンゴン市予算を充てる必要があることを説明、中央議会が承認し、通常予算とは別に本プロジェクト専用の個別枠として確保されている。次年度予算の承認もスムーズに行われる見込みである。

(2) 維持管理及びMRVに関する資金計画

MRVを含めた維持管理については、適切な運転管理を実現するために、十分な経験と実績を有するJFEエンジニアリングが稼動初年度に入る予定にはしているものの基本的には

ヤンゴン市清掃局での対応となる。しかし、ヤンゴン市は現在までごみ焼却発電施設を保有・管理した実績・経験を有しないため配置必要者数や資格・経歴・実績等の詳細を協議中であり、施設完成までには具体体制を確定させる予定である。

体制確定しつつ当該期間中の資金計画の詳細についても具体化するが、現時点で口頭ベースながら年間約1億円規模の維持管理費用を本プロジェクト予算とは別予算として確保する用意あり、とヤンゴン市がコメントしており、この予算範囲内に収まる資金計画案を策定し提案予定である。

また、本プロジェクトからの売電収入がヤンゴン市の収入となることが見込まれるが、現時点ではごみ焼却発電施設等からのFIT制度はドラフトの段階で未だ協議が続いており、具体単価は確定していない。ただし、ミャンマー国内で契約交渉中の別件BOT事業に関して、130kyatt/kwh(約13円/kwh)での買取り価格設定を検討中との情報もあり、今後、再生可能エネルギー由来電力の単価を高値に設定する可能性が見込まれている。本プロジェクトにおいての事業収益にも大きく貢献する高い単価が実際に設定されるよう、ヤンゴン市およびミャンマー国への働きかけを継続する予定である。

4.1.6 リスク分析

現時点では主に以下3つのリスクが存在すると認識されている。

① ミャンマー・日本間のJCM覚書締結時期遅延に関するリスク

本プロジェクト初期投資の半分を見込むJCM設備補助金は、原則としてJCM覚書締結国におけるモデルプロジェクトに適用される。現時点のヒアリングでは実務的な折衝が両国間で継続中であり、2015年度上期の比較的早期に覚書が締結されることが見込まれているが、なんらかの理由により締結が遅延した場合、2015年度JCM設備補助事業への採択が叶わず、プロジェクト開始が遅れることが懸念される。これについては、本プロジェクトを最優先のJCMモデルプロジェクトとして実施することにミャンマー国側が強い意向を有していることを積極的に両国実務関係者にアピールすること等により、早期覚書締結へのアクションを加速させることでリスク回避を図る。

② 工期遅延に関するリスク

本プロジェクトのようなごみ焼却プラント建設はPCCDにとって初の事業であるため、PCCD所掌範囲についての経験不足等による工期遅れが懸念される。JCM設備補助金の適用は最大3カ年度と規定されており、各年度の補助金は次年度1年間限りの繰越は認められるが、最終年度の繰越は認められない。また、ヤンゴン市長からは廃棄物問題を早期に解決するため2カ年での建設を強く要請されている。これについては、建設工事期間中にJFEエンジニアリングから適切に据付等指導を行うなどにより、工期遅延を回避する。

③ 2015年総選挙影響に関するリスク

現テイン・セイン大統領は5年任期となっており、2015年末に総選挙が実施される見込みである。すでに前政権・体制下で承認済みの本プロジェクト予算措置が新政権・体制に正確に引継ぎされるかどうか、不測の事態が懸念されるころではある。これについては、本プロジ

エクトがヤンゴン市内部で承認済みの重要なプロジェクトであり、日本の補助金を前提としたプロジェクトでもあり着実な執行が求められること、等を、現政権および選挙後の新政権の関係者に対し十分に説明し理解を得てゆくことで、本件リスクを回避する。

4.2 プロジェクト許認可取得

本プロジェクト実施にあたって留意すべきミャンマー国関連法令・制度は以下のとおりである。

- ① 消防法(The Fire Services Law, 1997)及び施行細則(The Fire Services Rules, 2006)
- ② 電気法(The Electricity Law, 2014)
- ③ 環境関連法令

環境保護法(The Environmental Conservation Law, 2012)及び施行細則(The Environmental Conservation Rules, 2014)、環境影響評価施行細則ドラフト(Draft of Environmental Impact Assessment Rules)、環境影響評価手続ドラフト(Draft of Environmental Impact Assessment Procedure)、環境大気質基準ドラフト(Draft of Ambient Air Quality Standards)、工業排水品質基準ドラフト(Draft of Industrial Waste Water Quality Standards)、及び水源及び河川保護法(The Conservation of Water Resources and Rivers Law, 2006)

- ④ 建築関連法令

ヤンゴン市開発法(The City of Yangon Development Law, 1990)及びヤンゴン地区法(The Yangon Divisional Law, 2013)、並びに YCDC1996 年通知 3 号、YCDC1999 年通知 6 号、YCDC1999 年通知 9 号及び YCDC1999 年通知 10 号

- ⑤ 工事現場の労働安全衛生に関する YCDC 指示書

本プロジェクトにおけるごみ焼却発電施設設置工事の建築許可申請に相当する手続き手順については、建築基準法に相当する法律のドラフトは存在するものの、現時点で正式に成立した事実は確認されていない。ただし、ティラワ経済特区における建物建築の際には当該ドラフトの基準を満たす必要があるという形での運用がなされているため、本プロジェクトの遂行においてもこのドラフトを参照するのが望ましいと解される。さらに、建築に関連するものとして、ヤンゴン市開発法及び当該法律に基づく各通知が存在するため、基本的にはヤンゴン市の指導のもと適切な関連手続きを実施することにより許認可相当を得てゆく必要性が確認された。

環境影響評価についても公的には現状まだドラフトレベルのものしか存在しておらず正式なものとして成立はしていない。ただし、外国投資法に基づく投資許可取得申請の際には、当該ドラフトに基づき IEE 又は EIA を実施する義務の有無が判断される等すでに実務上一定の指針として扱われている事実が確認されている。この状況をふまえヤンゴン市と協議を行った結果、本プロジェクト実施にあたって、過去に環境影響評価相当の調査を実施した経験を多く有するミャンマーエンジニアリング協会(MES)により調査を実施することについて、ヤンゴン市側の了解を得ている。いずれにせよ、本プロジェクトはヤンゴン市所有地内で実施されるものであり、ヤンゴン市の全面的な協力のもと、適切かつスムーズな許認可取得と

環境影響評価が行われる見込みである。

なお、現時点で、ミャンマーにおいて環境影響調査を実施可能な組織としては、MESのほか複数の民間会社があるが、MESは各省庁・大学からの有識者のほか環境保全森林省からのメンバーも含み組織されており、ミャンマー国内で実施される全ての環境影響調査の承認作業を担い、その結果の担保を行う機関でもある。

このような背景から、本プロジェクトの環境影響調査をMESが実施する場合は、環境保全森林省への事前確認が不要であることを確認済みである。

4.3 日本技術の優位性

日本のごみ焼却発電は、第一号機が1965年に建設されて以来、現在に至る約50年の歴史のなかで300箇所以上の導入実績を重ね、総発電量が72.1億kWh/年にも及ぶ、非常に確立された技術である。中国・韓国・インド等のメーカーの台頭も近年顕著ではあるが、低カロリーごみから高カロリーごみまで幅広く対応しダイオキシン等汚染物質の発生を極限まで抑制する高度な燃焼技術においては日本製技術の評価は高い。

現在ヤンゴン市およびミャンマー国内他都市においては、ごく小規模のバッチ式廃棄物焼却炉(例:火葬用焼却炉、医療系廃棄物用焼却炉)は存在しているが、一般廃棄物・産業廃棄物を対象とするごみ焼却施設は存在していない。また2013年度に800t/日規模のごみ焼却発電施設のBOT入札において低価格を提示し第一優先交渉権を取得したコンソーシアムがあるが、事業要件についての合意ができず、現在にいたるまで事業開始に至っていない。

日本製ごみ焼却発電施設は、日本各地でのプラント稼働実績が示すとおり長期安定稼働が可能であり、また、歴史的にはヤンゴン市を含む多くの東南アジア諸国で一般的な水分量が多くごみカロリーが低いごみと同様のごみも焼却処理してきた実績を有している。また、マニュアル等を整備し適切かつ簡便な運転管理を継続して実施することを意識した設計を行っている。

現時点における東南アジア地区ごみ焼却発電案件はシンガポールの既設案件等を除き入札中・PQ中であり、他国応札者の具体価格情報は開示されていない。

中国・韓国・インド等のアジア他国製ごみ焼却発電施設と比較した場合、日本製は一般的にイニシャルコストが高額であるが、JCM設備補助事業として資金的な支援を導入することにより、施設ライフサイクルで見ると場合には経済性でも充分優位となることを見込まれる。

また、歴史的には日本各社の焼却技術は欧州メーカーから導入されたものではあるが、日本での高度な環境基準や建設条件にあわせるべく技術を高度化してきたため、現在では欧州メーカーと比較しても日本製技術がもっとも優位にある。また、統計的にも、欧米との比較

においてごみ焼却発電による廃棄物処理の割合が大きいのは日本であり、建設実績の多さと稼働年数の長さに裏付けられるという点でも、優位性は確実である。

4.3.1 日本の技術の熱効率における優位性

ごみ焼却発電施設では燃烧炉の排ガスからボイラおよびエコマイザで熱を回収し蒸気を発生させ、タービンを駆動させることで発電する。一般に今回の小型焼却炉(60t/日)規模では大型炉に比べて発電効率が不利となる傾向があるが、本施設においては、以下の施策を講じることで、発電効率 12%以上が確保される。

- ・排ガスのエコマイザの出口温度を低く設定し、ボイラ冷却水の熱回収量を最大化することにより減温塔を廃し、減温塔で失われる排ガスの熱エネルギーをボイラの給水加熱に利用することで発電効率が向上される。
- ・高効率発電のために適切な条件の過熱蒸気(約 1.5MPa、350°C)を採用する。
- ・高温の燃烧排ガスの一部を焼却炉へ戻すことにより、低温の吹き込み空気量が低減され、熱効率の向上が図られている。(補足説明① 参照)
- ・排ガス中の NOx は炉内脱硝で除去可能なため、触媒脱硝設備がなく排ガス再加熱器も不要なため、排ガス再加熱に必要な蒸気も発電に利用することができる。(補足説明②参照)

(補足説明①) 低空気比燃烧を実現する高温空気燃烧システム

通常のスーカ炉では炉内のガス流れや温度場が不均一なため、燃烧安定化のために空気を理論値より多く供給する必要があった。

日本の高温空気燃烧システムは、高温の空気と燃烧排ガスを混合した混合気を燃烧室内のごみ層上部に吹き込むことでごみ層上部に安定な燃烧領域を形成し、ごみの熱分解が促進される。これにより、低空気比(理論空気量により近い空気量)であっても安定な燃烧を行うことが可能となる。

この結果、NOx、CO、ダイオキシン類の発生が抑制される上に、排ガス量が減少するため熱損失が大幅に低減し、発電量が向上する(図 4.3.1-1~4 参照)。他国競合他社の性能は、JFEエンジニアリングの従来実績程度であることを考慮すると、日本技術の優位性があるといえる(図 4.3.1-3~4 参照)。

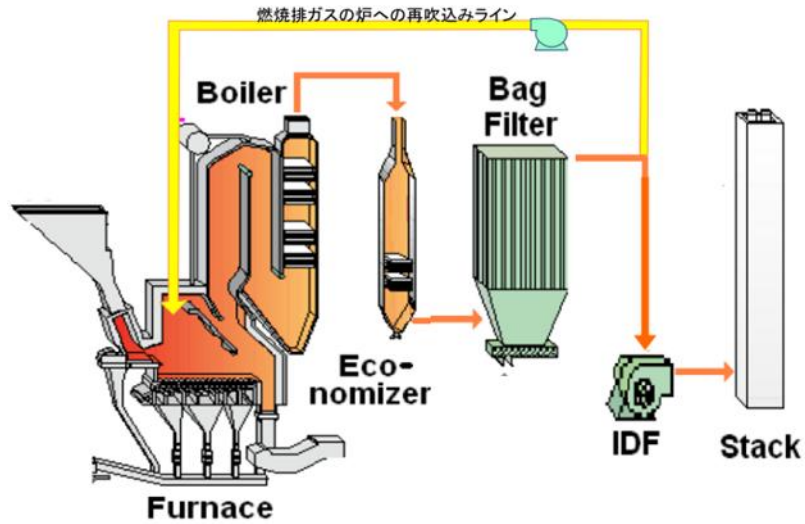


図 4.3.1-1 高温空気燃焼システム

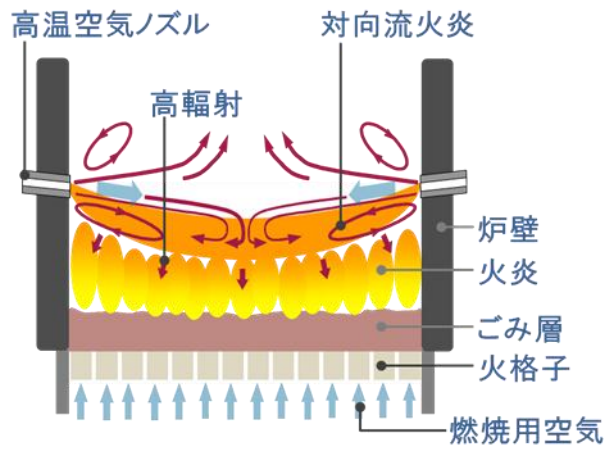


図 4.3.1-2 高温空気燃焼システム

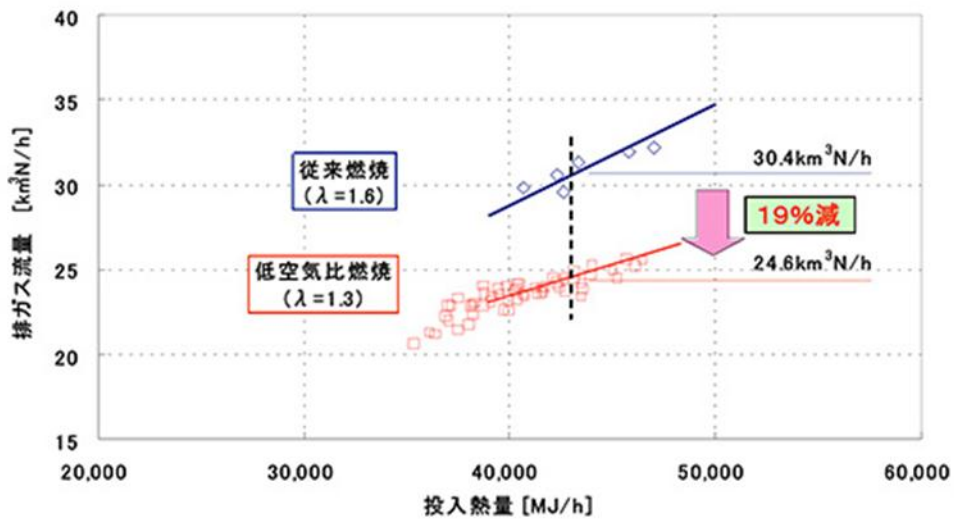


図 4.3.1-3 高温空気燃焼システムによる空気比の改善 (JFEエンジニアリング実績の比較)

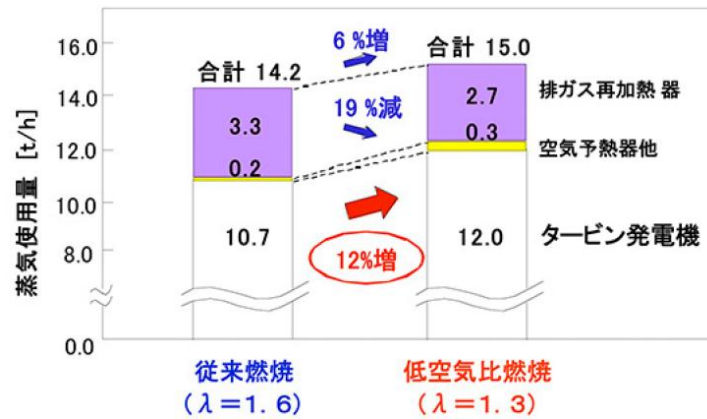


図 4.3.1-4 高温空気燃焼システムによる電気出力の改善
(JFEエンジニアリング実績の比較)

(補足説明②) 二回流ガス流れの適用による脱硝設備の削除

JFEエンジニアリングのストーカ炉は二回流ガス流れの適用により排ガス中の CO、NO_x の排出を極めて低く抑制することが可能である。以下にその特徴を説明する。

- ・ 廃棄物を加熱すると、乾燥ゾーンでの熱分解により未燃ガス(水蒸気と可燃性ガス等)が発生し、引き続き燃焼ゾーンで可燃性ガスの燃焼が起こり、燃焼ガスが発生する。
- ・ 燃焼室内に設けた中間天井で未燃ガスと燃焼ガスを二分して導き、ガス混合室で両者を衝突させることで混合攪拌燃焼させる。
- ・ 燃焼ゾーンで生成された NO_x は、二次燃焼ゾーンで乾燥ゾーンから発生した還元性の NH₃、HCN 等と反応し還元分解(自己脱硝)される。これにより後段の触媒脱硝設備を不要とし、排ガス再加熱器も不要となることから発電量を最大化できる。
- ・ 二次燃焼ゾーンにおいて、燃焼ガスは高温、十分な滞留時間、攪拌混合により、ダイオキシン類の発生が大幅に抑制される。
- ・ 完全燃焼が促進されるため還元ガスによるボイラの腐食が軽減される。

この技術は、JFEエンジニアリング独自のものであり、他国競合他社に対する優位性があるといえる。

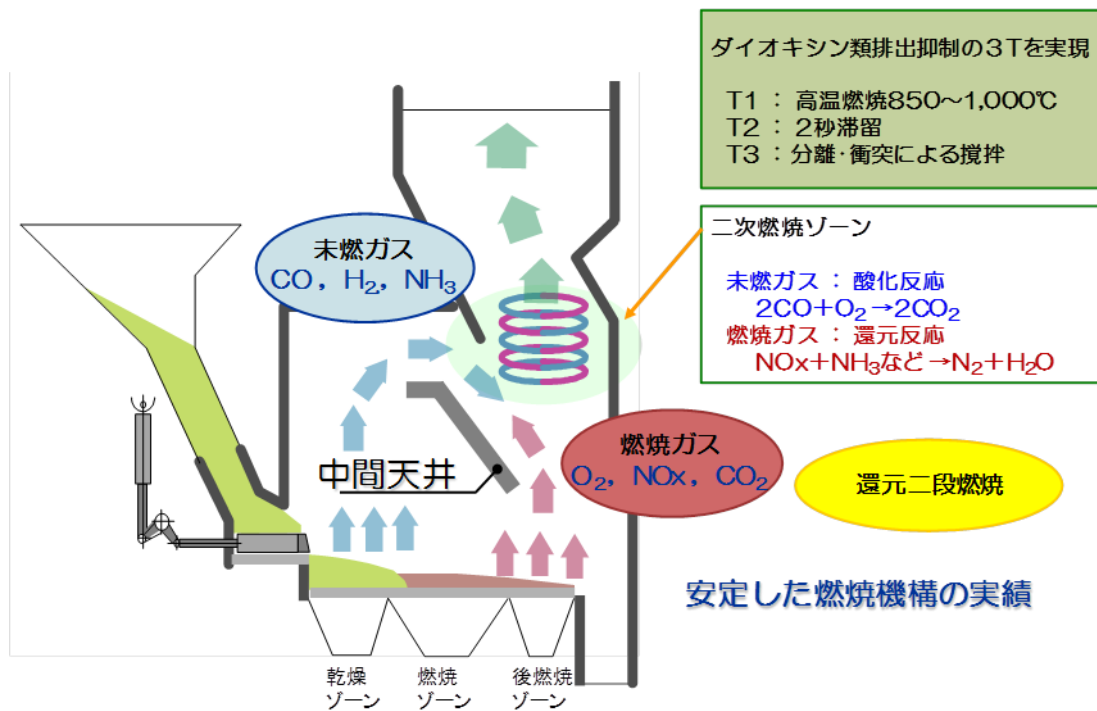


図 4.3.1-5 二回流ガス流れ炉のメカニズム

(補足説明③) 高信頼性火格子による長期安定運転

日本での長年にわたる経験に基づき、火格子の材質・構造を改善することで、火格子の耐久性をさらに向上させている。この技術は長期的な安定運転に寄与しているほか、他国競合他社に対する優位性につながっている。

- ・火格子材質に高クロム耐熱鋳鋼を採用 → 耐熱・耐磨耗性向上
- ・火格子の主要部を厚肉化する構造の採用 → 耐磨耗性向上
- ・火格子冷却用フィンの大型化 → 火格子温度低減による腐食の防止
- ・摺動面の面積変更 → 摩擦力の低減

4.3.2 日本の技術のソフト面における優位性

ミャンマーではごみ焼却発電施設の運転経験がなく、運転員の養成が必須となっている。そのため、試運転中にJFEエンジニアリングによる運転時OJTによる運転技術伝承を行うほか、運営開始後、当面の期間の運転サポート、ならびに、保守サポートを行うことをヤンゴン市に説明し、今後共同で取り組む課題として相互認識している。

特に、JFEエンジニアリングが供給する運転マニュアルは、JFEエンジニアリングの運転のノウハウが集積されており、施設の起動から停止に至るまでの手順や制限事項を明確に記しているほか、異常事象発生時の対応手順についても、原因によって対応方法が多岐に渡るところを運転時パラメータに応じてフローチャートとしてまとめられており、運転員の迅速な判断を可能としている。(図 4.3.1-5 参照) 日本製の焼却炉発電プラントを導入することで、日本で培われた運転技術が導入国に伝承されることが期待される。

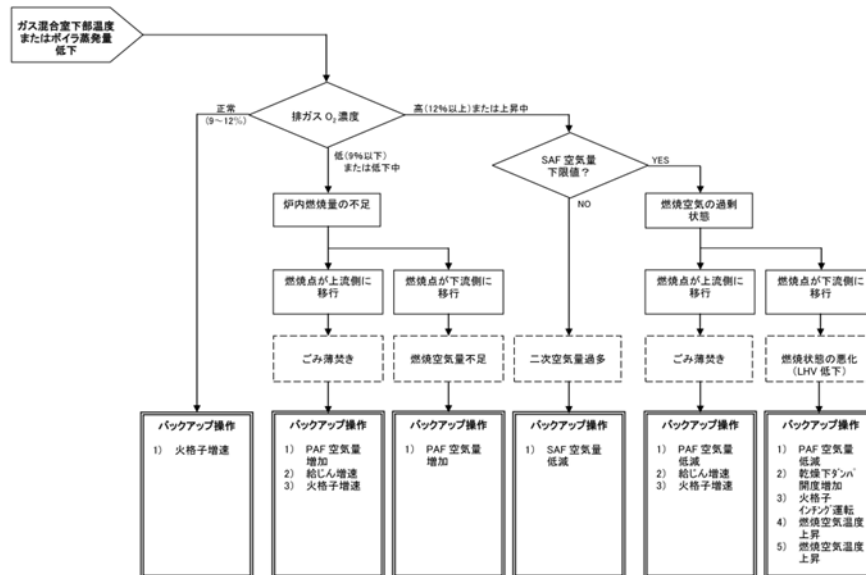


図 4.3.1-6 運転マニュアルの抜粋(異常時対応手順の例)

4.4 MRV 体制

当該プロジェクトの MRV 体制については、以下を想定している。また、プロジェクトが計画段階であるため、詳細なモニタリング部分については未確定要素があることから、今後の検討課題についてもまとめた。

- 1) Measurement: ヤンゴン市汚染管理清掃局
- 2) Reporting: ヤンゴン市汚染管理清掃局(必要に応じてコンサルティング会社)
- 3) Verification: 本方法論のセクトラルスコープの指定を受けた第三者機関(TPE)

MRVを含めた運転管理については体制表案をヤンゴン市側に提示しつつ詳細協議中ではあるが、ヤンゴン市側職員が主体となって実施することの理解はすでに得ている。具体的には、各作業員が計測機器等で収集したデータを、チームリーダー等各階層の責任者が確認・承認し、責任部署への報告と適切なデータ保管を行うこととする。また、検証については、本方法論のセクトラルスコープにおいて指定を受けた第三者機関(TPE)により実施することとする。

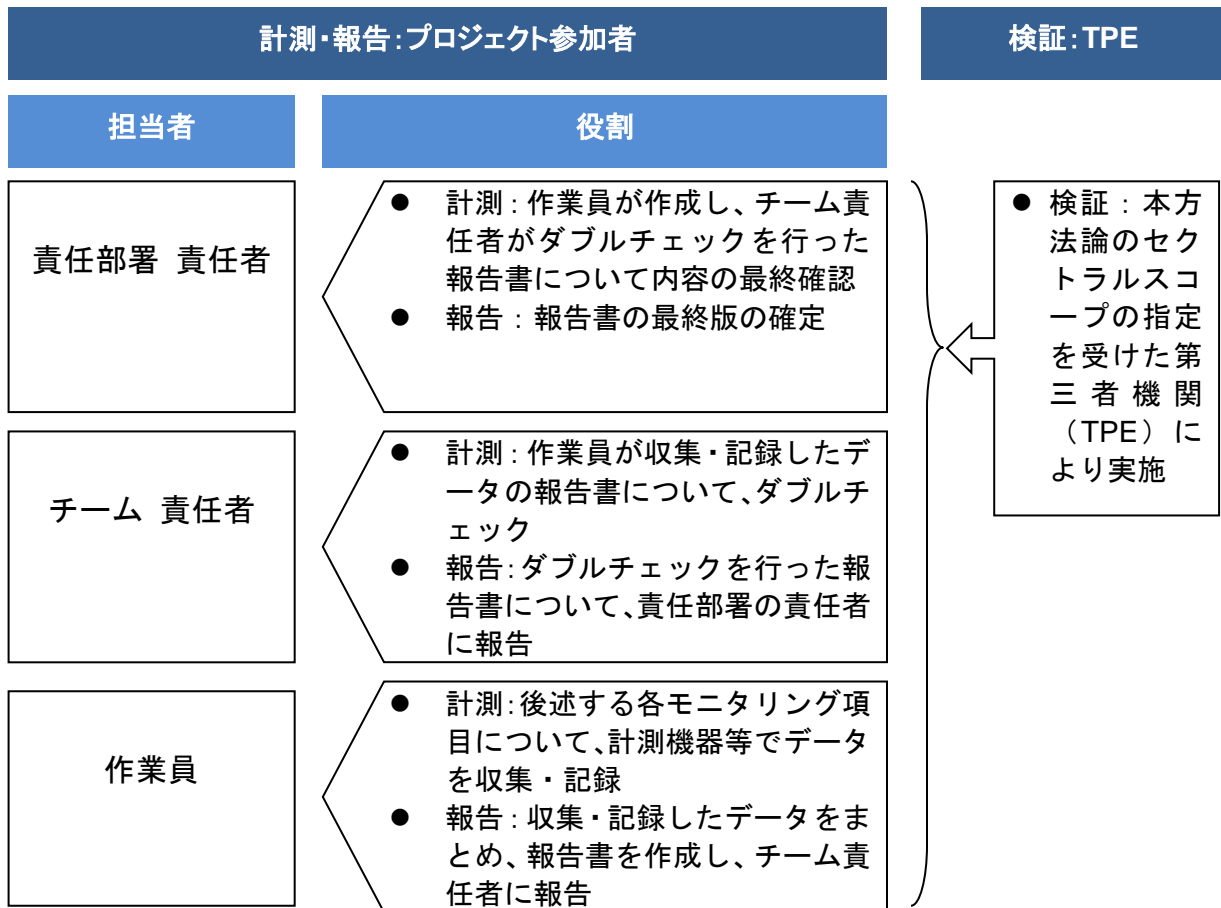


図 4.4-1 本プロジェクトにおいて想定される MRV 体制とそれぞれの役割

本プロジェクトにおいては以下の項目をモニタリングする予定としている。

- 1) ごみ量(ウェットベース)
- 2) ごみ組成(ウェットベース)
- 3) プロジェクト施設からの総売電力量
- 4) プロジェクト施設での総買電力量
- 5) 補助化石燃料消費量

以下では、上記のモニタリング項目について、本調査における検討内容を説明する。

1) ごみ量(ウェットベース)

ごみの量は、後述のごみ組成と共に、本方法論におけるメタン排出量の推計及びプロジェクト排出量を推計する上で、最も重要なパラメータの1つである。また、処分場に搬入されるごみ量は日々変動することが想定されるため、ごみ量については、焼却対象となる量をモニタリングすることを検討している。

ごみ量のモニタリングでは、通常ごみ搬入時のトラックスケール、クレーン内蔵型スケール、ホッパー内蔵型スケール等での計量により把握されるが、今回のごみ焼却設備ではごみバケット用ロードセルまたはトラックスケールで計量する予定である。

2) ごみ組成(ウェットベース)

本調査における文献調査等から、ごみ組成は、処分場に搬入される季節、地域(その地域の宗教や民族)などにより異なることがわかっており、デフォルト値を設定するのが困難であると考えられる。一方で、ごみ組成の分析はプロジェクト参加者への負荷が比較的大きいため、モニタリング頻度を必要最低限となるよう、四半期ごとに3サンプルの分析を要件とすることを検討している。サンプルでは、ウェットベースのごみのタイプ別割合をモニタリングし、メタン発生量及びプロジェクト排出量の推計に使用する。

3) プロジェクト施設からの総売電力量

グリッドへの売電に関する請求書に記載されている電力量を記録する。商取引ベースの証拠が得られるため、プロジェクト参加者は計測機器の精度管理をする必要はないと考えられる。

4) プロジェクト施設での総買電力量

グリッドからの買電に関する請求書等に記載されている電力量を記録する。上記3)と同様に、商取引ベースの証拠が得られるため、プロジェクト参加者は計測機器の精度管理をする必要はないと考えられる。

5) 補助化石燃料消費量

本方法論で想定されるプロジェクトで使用される補助燃料は、主に軽油となる。軽油のモニタリングには、流量計を使用することを想定しているが、上記3)及び4)同様、ミャンマーに計量に関する基準が存在しないため、化石燃料の購入伝票等の証拠と、流量計の計測データからクロスチェックを行うことが考えられる。

上記のMRV体制及び現地でのモニタリング実施能力を向上するために、計測機器類の適切な設置と測定・記録方法を明示したマニュアル類を整備する。

また、さらなるキャパシティ・ビルディングのために、ヤンゴン市関係者にとってこれまで経験の無い新規の作業となるごみ焼却発電施設の運転管理およびJCMプロジェクトの管理についても実地研修を行う。具体的には、プロジェクト建設期間と平行し、責任者レベル・作業員レベルそれぞれを日本におけるプラント施設で実地研修させることで十分な能力構築を図る。また、試運転期間中および必要に応じ適切な期間において、JFEエンジニアリング社員によるOJT指導を行う。

4.5 ホスト国の環境十全性の確保と持続可能な開発への寄与

現状、ミャンマー国ではごみ焼却発電プラントのような環境関連施設設置・運営に関連する一般的な法令として環境保護法及び同施行細則が存在する。環境影響評価、排ガス、排水、廃棄物処理に関連しては、現在、細則等のドラフトが作成されている状況にある。当該プロジェクト実施にあたっては、現行ドラフト内容に沿いつつも、日本での厳格な環境規制値もクリアする実績を有する除害施設・技術を本プロジェクトにも導入することにより、大気汚染や

水環境汚染といった環境影響の確実な低減と、適切なごみ処理による各種公害の発生抑制及び低炭素社会・循環型社会・自然共生社会への一足飛び発展を実現する。

ヤンゴン市だけでも小型焼却炉は2基(それぞれ50t/日程度)、大型焼却炉は1基(800t/日)の需要が確認されている。100万人都市のマンダレー、30万人都市のモウラミヤイン等、ヤンゴン以外の大都市でも廃棄物処理問題が今後顕在化してくることが予想され、これら都市へのごみ焼却発電施設導入によるGHG削減効果の拡大が予想される。当該プロジェクトの実施により、ごみ焼却発電設備のミャンマー国内他都市への導入が促進され、国レベルでの環境負荷低減と化石燃料代替が見込まれ持続可能な開発が可能となる。

4.6 今後の予定及び課題

プロジェクトは、2015年度環境省JCM設備補助事業での採択を前提に2015年9月からのプロジェクトスタートを目指して詳細条件を詰めている。ヤンゴン市とも頻繁に実務打合せが実施されており、予算措置も行われるなど、ヤンゴン市側の本プロジェクトに対する期待感は具体かつ非常に大きなものであるが、現状の課題としては以下があげられる。

第一は、日本・ミャンマーのJCM覚書締結の進捗である。JFEエンジニアリングがヒアリングしたところでは、ヤンゴン市およびミャンマー国環境保全森林省(MOECAF:日本の環境省に相当)では、本プロジェクトをJCM覚書締結後の最優先JCMモデルプロジェクトと位置づけているとのコメントを得ている。覚書締結に向けて、両国関係省庁での折衝が着々と行われているとのコメントも両国政府関係者から得ているが、現時点で覚書締結の具体時期に関しては、非公式情報として2015年度上期には締結見込みとの情報があるのみである。ミャンマー国側・ヤンゴン市側での本プロジェクト関連作業の一部には、JCM覚書締結の目処をもって具体作業にかかりたいともされており(たとえばコンソーシアムアグリーメントや随意契約に関する覚書へのサイン手続き)、早期の覚書締結がなされることを期待したい。

第二は、MRVを含めた運転管理に関するキャパシティ・ビルディングである。「④MRV体制」にも記載のとおり、マネージャークラス・作業員クラスへの研修を実施予定であるが、実務経験に乏しいメンバーへの研修となるため、期間が長期にわたり、関連コストも相当のものとなることが予想される。2014年12月に海外産業人材育成協会(HIDA)が事務局で実施する経済産業省「平成26年度「貿易投資促進事業(インフラ・システム獲得支援事業)」研修」へ応募したが不採択となったため、2015年度以降、他省庁や他機関が実施する研修事業への応募も含めて検討する予定である。

5. JCM 方法論作成に関する調査

5.1 適格性要件

本方法論では下表の適格性要件を想定している。各要件の設定理由及び妥当性確認時における確認方法をあわせて示す。

排ガス濃度に加えて、主灰の熱しゃく減量や発電機の発電効率などを適格性要件とすることも検討したが、日本の技術を差別化する要件とすることは難しいと考えられたため、適格性要件とはしなかった。

要件 1:

プロジェクトは新規に焼却炉、廃熱回収ボイラ、排ガス処理設備、発電機を導入する

The project newly installs an incinerator, waste heat recovery boiler, exhaust gas treatment equipment and turbine generator.

【設定理由】

本方法論は、ごみ焼却発電施設の導入による排出削減量を算定することから、プロジェクトで焼却施設、廃熱回収ボイラ、タービン発電機を導入することを規定した。本方法論ではごみを埋立処分することを BaU と想定していることから、新規導入のみを対象と規定した(更新の場合、埋立処分が BaU とはならないため)。また、環境十全性の観点から、本プロジェクトが大気環境に悪影響を及ぼさないよう、排ガス処理設備を導入すること規定した。

【妥当性確認方法】

設計図書(プロセスフロー図等)で、プロジェクトにより導入される設備・機器を確認する。

要件 2:

プロジェクトは新しい MSW を焼却し、焼却の熱を用いてボイラで生成される蒸気から発電する

The project incinerates fresh municipal solid waste and generates electricity from steam produced in a boiler which uses heat of incineration.

【設定理由】

本方法論では、ごみ埋立処分回避による CH₄ 排出削減量や、ごみ焼却に伴う GHG の排出を算定対象としているため、プロジェクトではごみを燃焼することを規定した。また、排出量の計算に用いるパラメータの値等において、時間の経過による有機物の減少がない、新しいごみが想定されているため、要件に新しいごみであることを含めた。さらに、本方法論では、電力代替による CO₂ 排出削減量も対象としているため、プロジェクトではごみ焼却で発生する熱が発電に用いられることを規定した。

【妥当性確認方法】

設計図書(プロセスフロー図及び物質収支図等)で確認する。

要件 3:

プロジェクト施設は、プロジェクトで焼却されるごみが発生する自治体内に建設される

The project facility is constructed within the municipality where waste to be incinerated by the project is generated.

【設定理由】

本方法論では、ごみ焼却発電施設の導入によるごみ及び焼却灰の運搬距離の変化に伴う GHG 排出量変化を算定対象としていないため本要件を規定した。

【妥当性確認方法】

自治体からの発注仕様にて確認する。

要件 4:

設計図書における、補助化石燃料により生成されるエネルギーの割合は、通常稼働時に、焼却炉で生成される全エネルギーの 50%以下であることが計画されている

The fraction of energy generated by auxiliary fossil fuels in a construction design document is planned to be not more than 50 % of the total energy generated in the incinerator during normal operation.

【設定理由】

通常運転時に化石燃料燃焼による発電量がごみ焼却による発電量を上回るのであれば、化石燃料焚き発電とみなすべきであるため本要件を規定した。

【妥当性確認方法】

設計図書(燃焼性能曲線及び物質収支図等)で確認する。

要件 5:

発電された電力はグリッドに供給または化石燃料使用の自家発の代替に用いられる

Electricity generated is exported to a grid or used for displacing captive fossil fuel fired power generator.

【設定理由】

本方法論では、電力代替による CO₂ 排出削減量を対象としているため、ごみ発電設備で発電された電力が、グリッドもしくは化石燃料焚き自家発電を代替することを確実となるよう、本

要件を規定した。

【妥当性確認方法】

設計図書(プロセスフロー図等)で確認する。

要件 6:

焼却炉の煙突における NO₂ 及び CO の排出は、次のレベル以下となるように設計されている:

NO₂ (230mg/m³ 11%O₂ 換算), CO (42mg/m³@11%O₂ 換算)

Emissions of NO₂ and CO at the stack of incinerator are designed to be less than or equal to the following levels: NO₂ (230mg/m³@11%O₂) and CO (42mg/m³@11%O₂)

【設定理由】

本方法論が適用されるプロジェクトの焼却炉において、燃焼状態が適切に管理されるようにするため、NO₂とCOのスタック出口部における排出濃度を要件として規定した。

【妥当性確認方法】

設計図書(保証値)で確認する。

5.2 リファレンス排出量の設定と算定、およびプロジェクト排出量の算定

a) リファレンス排出量の設定

本方法論案で対象とするプロジェクトは、ミャンマーにおいてごみ焼却発電施設を新たに導入し、都市固形ごみをそのまま焼却するとともに、焼却により生じる熱を用いて発電を行い、その電力がグリッドもしくは化石燃料焚き自家発電の電力に代えて用いられるようにするものである。

ミャンマーにおいては、現在、ごみは処分場に埋立処分されている。現在ヤンゴン市及びミャンマー国内他都市では、小規模のバッチ式廃棄物焼却炉は存在するが、一般廃棄物・産業廃棄物を対象とするごみ焼却施設は存在しない。近年、処分場の用地の不足等により、ごみの減容化を検討する動きはあるが、施設導入の費用が高額であることから、何らかの資金的支援がなければごみ焼却発電施設は導入されない。このため、ミャンマーにおいてはごみが処分場に埋立処分されることがBaUである。また、BaUではプロジェクトにおける純発電量と同量の電力が化石燃料を用いて発電される。

BaU 排出量は、ごみを埋立処分する場合に生じる CH₄ の排出量及びプロジェクトにより代替される電力を発電するために燃焼される化石燃料からの CO₂ 排出量であり、リファレンス排出量も基本的にはこれらの排出源を対象とすることが適切と考えられる。リファレンス排出

量を BaU 排出量よりも保守的に推計するため、本調査では、BaU 排出量に割引係数を乗じる方法と、CH₄ 排出量算定に用いられるパラメータの値を保守的に設定する方法を検討した。

本調査でリファレンス排出量を保守的に推計するための方法の 1 つとして割引係数の導入を検討した理由は、ヤンゴン市において事業開始に至ってはいないものの 800t/日規模のごみ焼却発電施設建設の計画があるためである。本方法論案での割引係数は、本方法論案作成にあたり参考とした CDM の承認方法論 ACM0022 において、プロジェクトで実施するごみ処理方法（本案件の場合、焼却発電）が法規制で要求されている場合に、当該法規制の遵守率を用いて計算される割引係数を、ベースライン排出量全体に乗じていることを参考としている。割引係数がベースライン排出量全体に乗じられている理由は、法規制で要求されれば、メタン発生に限らず、ベースライン排出量のすべての要素からの排出量が発生しなくなるためである。

検討の結果、本方法論案においては、法規制で要求されていない場合であっても、ごみの中間処理が行われている場合はその処理割合に応じた割引係数を乗じることとし、これにより、リファレンス排出量を保守的に計算することとした。

しかしながら、現状としてはごみの中間処理が行われていないため、割引係数は 1（実質割引なし）となる。そこで、割引係数の適用に加えて、ごみの埋立処分からの CH₄ 排出量の計算に用いるモデル補正係数を保守的に設定することを、リファレンス排出量を保守的に計算するためのもう 1 つのオプションとして挙げる（本オプションは添付の方法論案では採用していない）。CH₄ 排出量の計算に用いる各パラメータの値を、当該値の不確実性を考慮してそれぞれ保守的に設定することも検討したが、各パラメータの不確実性はモデル補正係数にまとめられているため、考え方の簡素化を図り、同モデル補正係数のみを保守的に設定することをオプションとした。具体的には、本方法論が適用されるプロジェクトタイプと、ミャンマーが熱帯モンスーン気候帯に位置していることを踏まえると、モデル補正係数は 0.85 を採用することが適切であるが、ミャンマーには乾季があることも考慮し、乾燥状態でのデフォルト値である 0.80 に設定する。

リファレンス排出量の保守的な計算方法

- 方法論案：ごみ処理状況を考慮した割引係数の適用（モデル補正係数は 0.85）
- オプション：割引係数の適用に加え、モデル補正係数を 0.80 に設定

b) リファレンス排出量の算定

リファレンス排出量の算定方法は、CDM の承認方法論 ACM0022「Alternative waste treatment processes」(Version 1.0.0)におけるごみを焼却する場合のベースライン排出量算定方法を参考とした。ACM0022 は、CDM の大規模プロジェクトの方法論としては、本方法論案が対象とするプロジェクトタイプに適用可能な唯一の承認方法論であるため、同方法論を参考とすることは適切と考えられる。

リファレンス排出量の算定式は、下式のように、ごみの埋立処分からの CH₄ 排出量 (RE_{CH₄,p})

及びプロジェクトにより代替される電力を発電するために燃烧される化石燃料からの CO₂ 排出量 (RE_{elec,p}) の和に割引係数 (DF_{RATE}) を乗じる式とした。

$$RE_p = (RE_{CH_4,p} + RE_{elec,p}) \times DF_{RATE}$$

ここで

RE_p = 期間 p 中のリファレンス排出量 (tCO₂e/p)

RE_{CH₄,p} = 期間 p 中の SWDS におけるごみの分解からのリファレンス排出量 (tCO₂e/p)

RE_{elec,p} = 期間 p 中の発電からのリファレンス排出量 (tCO₂e/p)

DF_{RATE} = 割引係数

前述したように、各排出量の合計に割引係数を乗じる考え方は CDM の承認方法論 ACM0022 を参考にしたものである。ACM0022 では、プロジェクトで実施されるごみ処理方法の使用が法規制で要求されている場合、排出削減を主張するためには、当該法規制の遵守率が 50%未満であるべきとされている。そのため、ACM0022 における割引係数は、遵守率が 0.5 以上の場合はゼロ、遵守率が 0.5 未満の場合は 1 から当該遵守率を引いた値としている。本 JCM 方法論については、ミャンマーには都市ごみ焼却を要求する法規制が現状存在しないことを鑑み、割引係数は以下の式で計算するものとした。

$$DF_{RATE} = 1 - RATE$$

ここで

DF_{RATE} = 割引係数

RATE= プロジェクトを実施する自治体の全ごみ量に占める中間処理されているごみの割合

ごみの埋立処分により発生する CH₄ の排出量は、CDM の承認方法論 ACM0022 で使用することが規定されている CDM の方法論ツール「Emissions from solid waste disposal sites」を参考とした。ごみからの CH₄ 排出に関する CDM 小規模方法論としては AMS III.G.「Landfill methane recovery」があるが、当該方法論でも CH₄ 排出量の計算には同方法論ツールを使うこととされている。このようにプロジェクトの規模に関わらず、ごみからのメタン排出量の算定には同方法論ツールが用いられているため、それを参考とすることは適切と考えられる。

方法論ツールにおける算定方法は First order decay (FOD) モデルをベースとしたものである。年間よりも短いタイムスパンで排出削減量が計算できるように、月次のモデルを参考とした。具体的な算定式は以下のとおりである。各月に焼却されるごみ中の分解可能有機炭素量に、分解の程度等の各種係数を乗じる式となっている。またモデルの不確実性を考慮するためのモデル補正係数 (ϕ) が全体に乘じられている。

$$RE_{CH_4,p} = \sum_{m=p_start}^{p_end} \left\{ \varphi \times (1-f) \cdot GWP_{CH_4} \cdot (1-OX) \cdot \frac{16}{12} \cdot F \cdot DOC_f \cdot MCF \right. \\ \left. \cdot \sum_{i=1}^m \sum_j W_{j,i} \cdot DOC_j \cdot e^{-\frac{k_j}{12}(m-i)} \cdot \left(1 - e^{-\frac{k_j}{12}} \right) \right\}$$

ここで:

$RE_{CH_4,p}$ = 期間 p 中の SWDS におけるごみの分解からのリファレンス排出量 (tCO₂e/p)

m = CH₄ 排出を計算する期間 p の月

p_start = CH₄ 排出を計算する期間 p 中の最初の月

p_end = CH₄ 排出を計算する期間 p 中の最後の月

i = SWDS においてごみが分解される期間の月, 1ヶ月目 ($i = 1$) から m ヶ月目 ($i = m$) まで

φ = モデルの不確実性を考慮するためのモデル補正係数

f = SWDS で回収され、その他の方法でフレア、燃焼または使用され、CH₄ の大気中への排出を回避する割合

GWP_{CH_4} = CH₄ の地球温暖化係数 (tCO₂e/tCH₄)

OX = 酸化係数(土壌またはごみを覆うその他の素材の中で酸化される SWDS からの CH₄ 量を反映)

F = SWDS ガス中の CH₄ 割合 (volume fraction)

DOC_f = SWDS で生じる特定の条件下で分解される分解可能有機炭素割合 (weight fraction)

MCF = CH₄ 補正係数

$W_{j,i}$ = i 月に焼却されるごみ種 j の量 (t)

DOC_j = ごみ種 j 中の分解可能有機炭素割合 (weight fraction)

k_j = ごみ種 j の分解速度 (1/yr)

j = ごみ種

ごみの埋立処分により発生する CH₄ の排出量を算定するベースとなるごみの量は、以下の式により算定する。CDM 方法論ツールでは、ごみ種の割合を決めるサンプルは、当該月及びそれより前の月に集められた直近 3 サンプルとされているが、プロジェクト排出量の算定に用いるサンプルと整合をとり、当該月を含む連続した 3 ヶ月間に収集された 3 サンプルとした。

$$W_{j,i} = W_i \times \frac{\sum_{n=1}^3 p_{n,j,i}}{3}$$

ここで:

$W_{j,i}$ = i 月に焼却されるごみ種 j の量 (t)

W_i = i 月に焼却されるごみの量 (t)

$p_{n,j,i}$ = i 月を含む連続した 3 ヶ月間に収集されたサンプル n 中のごみ種 j の割合 (weight

- fraction)
- n** = *i*月を含む連続した3ヶ月間に収集された3つのサンプル
- j** = ごみ種
- i** = SWDSにおいてごみが分解される期間の月, 1ヶ月目(*i* = 1)から *m*ヶ月目 (*i* = *m*)まで
- m** = CH₄排出を計算する期間 *p*の月数

プロジェクトにより代替される電力を発電するために燃焼される化石燃料からの CO₂ 排出量 (RE_{elec,p}) は、下式のように、プロジェクトからの売電量に電力の排出係数を乗じて算定する。

$$RE_{elec,p} = EG_{elec,p} \times EF_{elec}$$

ここで:

RE_{elec,p} = 期間 *p* 中の発電からのリファレンス排出量 (tCO₂e/*p*)

EG_{elec,p} = 期間 *p* におけるプロジェクト設備からの総売電力量 (MWh/*p*)

EF_{elec} = 発電の排出係数 (tCO₂e/MWh)

c) プロジェクト排出量の算定

プロジェクト排出量の算定方法は、CDM の承認方法論 ACM0022「Alternative waste treatment processes」におけるごみを焼却する場合のプロジェクト排出量算定方法を参考とした。前述したように、ACM0022 は、CDM の大規模プロジェクトの方法論としては、本方法論案が対象とするプロジェクトタイプに適用可能な唯一の承認方法論であるため、同方法論を参考とすることは適切と考えられる。

プロジェクト排出量の算定式は、下式のように、ごみ焼却に伴う CO₂ 排出量 (PE_{COM,CO₂,p})、ごみ焼却に伴う N₂O 排出量 (PE_{COM,N₂O,p})、ごみ焼却発電施設における電力消費に伴う CO₂ 排出量 (PE_{EC,p})、及びごみ焼却における補助燃料焼却に伴う CO₂ 排出量 (PE_{FC,p}) の和とした。

ACM0022 ではごみ焼却に伴う CH₄ 排出量が算定対象となっているが、排出量が少ないことから、本方法論案では簡素化のため排出源として扱わないこととした。2006 IPCC ガイドライン Vol.5 廃棄物においては、MSW を焼却する際に発生する CH₄ の排出係数をまとめている¹。それによれば、全連続燃焼式ストーカ炉の焼却設備において MSW を焼却することにより発生する CH₄ は、0.2kg-CH₄/Gg-MSW となっている。

上記の排出係数を用いて、本プロジェクトで想定されるストーカ炉稼働に伴う CH₄ の年間排出量を計算すると以下となる。

$$\begin{aligned} \text{CH}_4 \text{の年間排出量} &= \text{ごみ投入量/日} \times \text{CH}_4 \text{排出係数} \times \text{CH}_4 \text{温暖化係数} \times 365 \text{日} \\ &= 0.06 \text{ Gg-MSW/日} \times 0.2\text{kg-CH}_4/\text{Gg-MSW} \times 25 \text{ tCH}_4/\text{tCO}_2 \times 365 \text{日} \\ &= 0.11 \text{ tCO}_2\text{e/年} \end{aligned}$$

上記のとおり、本調査で想定するプロジェクトにおけるごみ焼却時の CH₄ 排出量は、1tCO₂

¹ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 5 Waste, Table 5.3, p5.20

未満となっており、微小排出源であるため、排出削減量の計算において無視し得る量であると考えられる。ごみ処理量が増加すれば、CH₄ 排出量も増加するが、ヤンゴン市で想定される最大規模のごみ焼却設備(MSW 処理量:800t/日)を想定した場合でも、CH₄ 排出量は 1.5 tCO₂e/年となり、本方法論の対象になると考えられる排出削減量が数百～数万 tCO₂レベルのプロジェクトにおいては、全体の排出削減量に対して 1%未満の排出量となる。さらに、ごみ焼却時の CH₄ 排出量を算定対象外とすることでプロジェクト参加者の負荷軽減、TPE による審査簡素化などが図られることから、JCM の方法論作成の方向性と合致すると考えられる。

排水処理による CH₄ 排出量については、本方法論で導入される設備において排水は発生しないと想定し、排出源として扱わないこととした。

また、ごみや焼却灰等の運搬に伴う CO₂ 排出量については、ACM0022 で算定対象とされていないこと、適格性要件 3 においてプロジェクト施設はプロジェクトで焼却するごみが発生する自治体内に建設されることを規定したことから、排出源として扱わないこととした。

$$PE_p = PE_{COM_CO2,p} + PE_{COM_N2O,p} + PE_{EC,p} + PE_{FC,p}$$

ここで:

PE_p = 期間 p 中のプロジェクト排出量(tCO₂e/p)

$PE_{COM_CO2,p}$ = 期間 p 中の焼却に伴う化石燃料由来ごみ燃焼からのプロジェクト CO₂ 排出量 (tCO₂e/p)

$PE_{COM_N2O,p}$ = 期間 p 中の焼却に伴うごみ燃焼からのプロジェクト N₂O 排出量 (tCO₂e/p)

$PE_{EC,p}$ = 期間 p 中のプロジェクト施設における電力消費からのプロジェクト排出量 (tCO₂e/p)

$PE_{FC,p}$ = 期間 p 中の焼却に伴う化石燃料消費からのプロジェクト排出量 (tCO₂e/p)

ごみ焼却に伴う CO₂ 排出量($PE_{COM_CO2,p}$)は、焼却されるごみ種別のごみ量に、各ごみ種の炭素含有割合及び化石燃料由来の炭素割合等に乗じて算定する。ごみ種 j 中の総炭素含有割合(FCC_j)が dry base の値であるため、ごみの重量から水分を除外するためにごみの含水率を式に含めた。ごみの含水率は、本来はごみ種別の含水率で計算することが望ましいが、プロジェクト参加者がミャンマーにおいてごみ種別の含水率を測定することが困難であることから、データの入手可能性を考慮し、ごみ全体の含水率を用いることとした。

$$PE_{COM_CO2,p} = EFF_{COM} \times \frac{44}{12} \times \sum_j W_{j,p} \times (1 - WC) \times FCC_j \times FFC_j$$

ここで:

$PE_{COM_CO2,p}$ = 期間 p 中の焼却に伴う化石燃料由来ごみ燃焼からのプロジェクト CO₂ 排出量 (tCO₂e/p)

EFF_{COM} = 焼却の燃焼効率 (fraction)

$\frac{44}{12}$ = 換算係数 (tCO₂/tC)

$W_{j,p}$ = 期間 p 中に焼却されるごみ種 j の量 (t/p)

WC	=ごみの含水率 (%)
FCC_j	=ごみ種 <i>j</i> 中の総炭素含有割合 (% dry waste)
FFC_j	=ごみ種 <i>j</i> 中の総炭素量中の化石燃料由来の炭素割合 (weight fraction)

ごみ焼却に伴う CO₂ 排出量 (PE_{COM,p}) のベースとなるごみの量は、以下の式により算定する。
前述したように、リファレンス排出量の計算に用いるごみの量と整合をとっている。

$$W_{j,p} = \sum_i^m \left(W_i \times \frac{\sum_{n=1}^3 P_{n,j,i}}{3} \right)$$

ここで:

W_{j,p}	= 期間 <i>p</i> 中に焼却されるごみ種 <i>j</i> の量 (t/p)
W_i	= <i>i</i> 月に焼却されるごみの量 (t)
P_{n,j,i}	= <i>i</i> 月を含む連続した 3 ヶ月間に収集されたサンプル <i>n</i> 中のごみ種 <i>j</i> の割合 (weight fraction)
n	= <i>i</i> 月を含む連続した 3 ヶ月間に収集された 3 つのサンプル
j	= ごみ種
i	= SWDS においてごみが分解される期間の月, 1 ヶ月目 (<i>i</i> = 1) から <i>m</i> ヶ月目 (<i>i</i> = <i>m</i>) まで
m	= CH ₄ 排出を計算する期間 <i>p</i> の月数

ごみ焼却に伴う N₂O 排出量 (PE_{COM,N2O,p}) は、焼却されるごみ量に、ごみの焼却技術・管理種別の N₂O 排出係数及び N₂O の温暖化係数を乗じて算定する。

$$PE_{COM,N2O,p} = W_i \times EF_{N2O} \times GWP_{N2O}$$

ここで:

PE_{COM,N2O,p}	= 期間 <i>p</i> 中の焼却に伴うごみ燃焼からのプロジェクト N ₂ O 排出量 (tCO ₂ e/p)
W_i	= <i>i</i> 月に焼却されるごみの量 (t)
EF_{N2O}	= 焼却に伴う N ₂ O 排出係数 (tN ₂ O/t waste)
GWP_{N2O}	= N ₂ O 温暖化係数 (tCO ₂ e/tN ₂ O)

ごみ焼却発電施設における電力消費に伴う CO₂ 排出量 (PE_{EC,p}) は、下式のように、プロジェクトによる消費電力量に電力の排出係数を乗じて算定する。

$$PE_{EC,p} = EC_p \times EF_{elec}$$

ここで:

PE_{EC,p}	= 期間 <i>p</i> 中のプロジェクト施設における電力消費からのプロジェクト排出量 (tCO ₂ e/p)
EC_p	= 期間 <i>p</i> におけるプロジェクト施設での総買電力量 (MWh/p)
EF_{elec}	= 発電の排出係数 (tCO ₂ e/MWh)

ごみ焼却における補助燃料焼却に伴うCO₂排出量(PE_{FC,p})は、下式のように、補助燃料として使用される燃料の量に、燃料の低位発熱量及び排出係数を乗じて算定する。

$$PE_{FC,p} = \sum_{fuel} FC_{fuel,p} \times NCV_{fuel} \times EF_{CO_2,fuel}$$

ここで:

PE_{FC,p} = 期間 p 中の焼却に伴う化石燃料消費からのプロジェクト排出量 (tCO₂e/p)

FC_{fuel,p} = 期間 p 中に燃焼される燃料の量 (kL or m³/p)

NCV_{diesel} = 燃料の低位発熱量 (GJ/kL or m³)

EF_{CO₂,fuel} = 燃料の CO₂ 排出係数 (tCO₂/GJ)

fuel = 燃料種

5.3 プロジェクト実施前の設定値

まず、リファレンス排出量及びプロジェクト排出量の算定に用いるすべてのパラメータについて、値の種類(プロジェクト固有事前設定値かデフォルト値か、あるいはモニタリングをする値か)、及びその値と情報源の一覧を以下に示す。

表 5.3-1 算定に用いるパラメーター一覧

分類	Parameter	説明	方法論案における		
			値の種類	値	Data source
リファレンス排出量					
全体	RATE	中間処理ごみ割合	PJ 固有事前設定値	(0)	自治体提供データ・情報
処分場メタン排出	φ	モデル補正係数	デフォルト値	0.85 (0.80)	CDM Tool
	f	CH ₄ 回収等係数	デフォルト値	0	過年度調査
	GWP _{CH4}	CH ₄ 温暖化係数	デフォルト値	25	IPCC AR4
	OX	酸化係数	デフォルト値	0.1	CDM Tool (IPCC etc)
	F	処分場ガスメタン係数	デフォルト値	0.5	CDM Tool (IPCC)
	DOC _f	処分場 DOC 係数	デフォルト値	0.5	CDM Tool (IPCC)
	MCF	CH ₄ 補正係数	PJ 固有事前設定値	(0.8)	CDM Tool (IPCC)
	W _i	月別ごみ重量	モニタリング	-	-
	p _{n,j,i}	ごみ組成	モニタリング	-	-
	DOC _j	ごみ種別 DOC 係数	デフォルト値	別途記載	CDM Tool (IPCC)
k _j	ごみ種別分解速度	デフォルト値	別途記載	CDM Tool (IPCC)	

分類	Parameter	説明	方法論案における		
			値の種類	値	Data source
発電	EG _{elec,p}	総売電力量	モニタリング	-	-
	EF _{elec}	電力排出係数	PJ 固有事前設定値	-	CDM PDD, meth or estimation
プロジェクト排出量					
ごみ焼却 CO ₂ 排出	EFF _{COM}	燃焼効率	デフォルト値	1	IPCC
	W _i	月別ごみ重量	モニタリング	-	-
	p _{n,j,i}	月別ごみ組成	モニタリング	-	-
	WC	含水率	PJ 固有事前設定値	(60.5%)	過年度調査
	FCC _j	ごみ種別炭素含有割合	デフォルト値	別途記載	CDM meth (IPCC)
	FFC _j	ごみ種別化石燃料由来炭素含有割合	デフォルト値	別途記載	CDM meth (IPCC)
ごみ焼却 N ₂ O 排出	EF _{N2O}	N ₂ O 排出係数	PJ 固有事前設定値	別途記載	CDM Tool (IPCC)
	GWP _{N2O}	N ₂ O 温暖化係数	デフォルト値	298	IPCC AR4
電力消費	EC _p	総買電力量	モニタリング	-	-
	EF _{elec}	電力排出係数	PJ 固有事前設定値	-	CDM PDD, meth or estimation
補助燃料 焼却	FC _{fuel,p}	化石燃料消費量	モニタリング	-	-
	NCV _{fuel}	燃料別低位発熱量	PJ 固有事前設定値	-	Invoice 等
	EF _{CO2,fuel}	燃料別排出係数	デフォルト値	別途記載	IPCC

Data source の略字

CDM meth:	ACM0022 "Alternative waste treatment processes" (Version 1.0.0)
CDM Tool:	"Emissions from solid waste disposal sites" (Version 06.0.1)
IPCC:	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
IPCC AR4:	IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007
CDM PDD or meth:	ミャンマーにおける CDM 登録 PJ の PDD (不特定)または AMS-I.A. "Electricity generation by the user" (Version 16.0)

上記の表でプロジェクト固有事前設定値またはデフォルト値とした各パラメータについて、その事前設定値の内容及び保守的な値とできる可能性があるか等を検討した。なお、検討の結果、前述のように、方法論案としては割引係数を適用することでリファレンス排出量を保守的に計算することとした。一方で、現状では割引係数が 1 になるため、割引係数の適用に加えて、モデル補正係数を保守的に設定することを、リファレンス排出量の保守的な計算方法のオプションとして挙げた。CH₄ 排出量の計算に用いる各パラメータの値を、当該値の不確実性を考慮してそれぞれ保守的に設定することも検討したが、各パラメータの不確実性はモデル補正係数にまとめられているため、考え方の簡素化を図り、同モデル補正係数のみを保守的に設定することをオプションとした。

a) プロジェクトにより焼却されるごみが生じる自治体で発生する全ごみ量に占める中間処理されるごみ量の割合 (RATE)

本パラメータは、プロジェクト実施地におけるごみ処理の状況を考慮した割引係数を計算するためのパラメータである。プロジェクト固有事前設定値とする。プロジェクトを実施する自治体における中間処理がされているごみ量の割合に基づき、自治体から提供されるデータや情報を用いて、プロジェクトの妥当性確認時点またはオペレーション開始時点のいずれか早い時点で設定する。

本プロジェクトでは、現時点では RATE は 0 となることが想定される。

b) モデル補正係数 (ϕ)

本パラメータは FOD モデルの各パラメータの不確実性をまとめた係数である。方法論案ではデフォルト値として、その値を 0.85 とした。

参考とした CDM 方法論ツールでは、下表のように、デフォルト値の適用方法と気候に応じて、0.75、0.80 及び 0.85 のデフォルト値と、計算による推計方法が提示されている。デフォルト値の中から、方法論案が対象とするプロジェクトのタイプ及びミャンマーが熱帯モンスーン気候帯に位置していることを考慮すると、0.85 が適切な値である。なお、前述のように、リファレンス排出量を保守的に計算するオプションとして、ミャンマーでは雨季と乾季が存在することも考慮し、方法論において本係数のデフォルト値を 0.80 として設定することをオプションとして考えている。

表 5.3-2 モデル補正係数のデフォルト値 (ベースライン排出量の場合)

	Humid/wet conditions	Dry conditions
Application A	0.75	0.75
Application B	0.85	0.80

出典: Methodological Tool “Emissions from solid waste disposal sites” より引用

c) CH₄ 回収等係数 (f)

デフォルト値とし、ミャンマーの現状を踏まえ、その値を 0 とした。

参考とした CDM 方法論ツールでは、CH₄ 回収・フレア等の率から係数を計算する方法が示されている。

ヤンゴン市においては LFG 発電の計画があることも踏まえ、モニタリングかプロジェクト固有事前設定値とすることや、より高いデフォルト値とし、保守的な値をとることは可能である。

d) CH₄ 温暖化係数 (GWP_{CH4})

デフォルト値とし、IPCC AR4 より、その値を 25 とした。

本パラメータについてはこの値を用いることが適切と考えられる。

e) 酸化係数 (OX)

デフォルト値とし、その値を 0.1 とした。

参考とした CDM 方法論ツールでもこの値が唯一の値として示されているため、本パラメータについてはこの値を用いることが適切と考えられる。

f) 処分場ガスメタン係数(F)

デフォルト値とし、その値を 0.5 とした。

参考とした CDM 方法論ツールではこの値が唯一の値として示されているが、その出典である IPCC ガイドラインには不確実性の幅が±5%と示されているため、この不確実性の幅を考慮して保守的な値をとることは可能である。

g) 処分場 DOC 係数(DOC_f)

デフォルト値とし、その値を 0.5 とした。

参考とした CDM 方法論ツールではこのデフォルト値以外に推計による計算方法が示されているが、推計値の計算にはごみの BMP(biochemical methane potential)値が必要であるため、デフォルト値を用いるのが妥当と考えられる。デフォルト値の出典である IPCC ガイドラインには不確実性の幅が±20%と示されているため、この不確実性の幅を考慮して保守的な値をとることは可能である。

h) CH₄補正係数(MCF)

プロジェクト固有事前設定値とした。

CDM 方法論ツールでは、水位が処分場の底よりも低い場合の下表のデフォルト値が示されている。さらに IPCC ガイドラインでは分類不可能な場合の値として 0.6 も示されている。

表 5.3-3 Application A 及び水位が処分場の底よりも低い場合のデフォルト値

デフォルト値	説明
1.0	嫌気的管理型固形ごみ処分場：管理されたごみの配置となっていなければならない、少なくとも以下の 1 つを含む (i) 被覆材、(ii) 機械的圧縮、(iii) ごみの整地
0.5	準好気的管理型固形ごみ処分場：管理されたごみの配置となっていなければならない、ごみの層に空気を入れる以下の仕組みの全てを含む (i) 浸透性の被覆材、(ii) 浸出水排水システム、(iii) 貯水量の調整、(iv) ガス換気システム
0.8	非管理型固形ごみ処分場—深い：管理型ごみ処分場の基準に合致せず、かつ深さが 5m 以上あるすべての処分場
0.4	非管理型の浅い固形ごみ処分場または固形ごみ処分場とみなされるストックパイル：管理型ごみ処分場の基準に合致せず、かつ深さが 5m 未満の処分場。ごみ処分場とみなされる固形ごみのストックパイルを含む。

出典：Methodological Tool “Emissions from solid waste disposal sites”より作成

また、CDM 方法論ツールでは、水位が高い場合の推計方法として以下の式が示されている。

$$\text{MCF} = \text{MAX} \left\{ \left(1 - \frac{2}{d_y} \right), \frac{h_{w,y}}{d_y} \right\}$$

ここで、

$h_{w,y}$ = 処分場の底からの水位 (m)

d_y = 処分場の深さ (m)

Institute for Global Environmental Strategies (2014)²によれば、ヤンゴン市の処分場の深さは 9~15m とされていることから、方法論においては、ヤンゴン市のデフォルト値は 0.8 とし、ヤンゴン市以外についてはプロジェクト参加者がプロジェクト対象地における処分場の状況を確認し、デフォルト値から選択するか、あるいは上記の式により計算するものとした。

本プロジェクトでは、ヤンゴン市で実施するプロジェクトであるため、0.8 となる。

i) ごみ種別 DOC 係数 (DOC_j)

デフォルト値とし、下表の値とした。

参考とした CDM 方法論ツールでは下記デフォルト値以外に、推計値を用いる方法が示されている。ごみ種別のデータがないと思われる、また測定したとしてもサンプル数が限られるので、デフォルト値を使うのが妥当と考えられる。IPCC ガイドラインにはデフォルト値の幅が記載されており、これを考慮して保守的な値をとることは可能である。

表 5.3-4 DOC_j デフォルト値

Waste type j	DOC_j (% wet waste)
Wood and wood products	43
Pulp, paper and cardboard (other than sludge)	40
Food, food waste, beverages and tobacco (other than sludge)	15
Textiles	24
Garden, yard and park waste	20
Nappies	24
Glass, plastic, metal, other inert waste	0
Sludge	5

j) ごみ種別分解速度 (k_j)

デフォルト値とし、下表の値とした。

表 5.3-5 k_j デフォルト値

² http://www.env.go.jp/earth/coop/lowcarbon-asia/project/data/FY2013_FS15/FY2013_FS15_EN_V1.pdf

Waste type j		k_j (1/yr)
Slowly degrading	Pulp, paper, cardboard (other than sludge), textiles	0.07
	Wood, wood products and straw	0.035
Moderately degrading	Other (nonfood) organic putrescible garden and park waste	0.17
Rapidly degrading	Food, food waste, sewage sludge, beverages and tobacco	0.40

参考とした CDM 方法論ツールでは、気候帯及び乾燥/湿潤の度合いにより下表のデフォルト値が示されており、本方法論案ではミャンマーの気候を考慮し、熱帯(年平均気温>20°C)湿潤(平均年降水量>1000mm)に適した値をデフォルト値として用いた。CDM 方法論ツールではこれらの値のみが示されているが、その出典である IPCC ガイドラインにはデフォルト値の幅が記載されており、これを考慮して保守的な値をとることは可能である。

表 5.3-6 分解速度(k_j) デフォルト値

Waste type j		温帯及び熱帯 (MAT \leq 20°C)		熱帯 (MAT $>$ 20°C)	
		乾燥 (MAP/PET $<$ 1)	湿潤 (MAP/PET $>$ 1)	乾燥 (MAP $<$ 1000mm)	湿潤 (MAP $>$ 1000mm)
Slowly degrading	Pulp, paper, cardboard (other than sludge), textiles	0.04	0.06	0.045	0.07
	Wood, wood products and straw	0.02	0.03	0.025	0.035
Moderately degrading	Other (nonfood) organic putrescible garden and park waste	0.05	0.10	0.065	0.17
Rapidly degrading	Food, food waste, sewage sludge, beverages and tobacco	0.06	0.185	0.085	0.40

MAT: 年平均気温、MAP: 年平均降水量、PET: 可能蒸発散量

k) 電力排出係数(EF_{elec})

プロジェクト固有事前設定値とし、妥当性確認時に、グリッドまたは自家発のいずれの代替となるかを確認し、対応する排出係数を決定することとした。前者は、ミャンマーにおける CDM 登録プロジェクトで算定された値を用いるか、あるいは CDM の”Tool to calculate the emission factor for an electricity system”を用いてプロジェクト参加者が計算することとした。後者は CDM 小規模方法論 AMS-I.A.の最新の値とした。

本プロジェクトでは、グリッドに売電することが想定されている。ミャンマーを宿主国とする CDM 登録プロジェクトは 1 件しかなく、その PDD に記載されているミャンマーの National Grid の排出係数は 0.39459tCO₂/MWh となっている。ヤンゴン市では National Grid 以外に火力発電所から電力の供給を受けている可能性があるが、本調査においては詳細な情報・データが入手できなかった。データが入手できれば、排出係数は前述の値よりも高く計算される可能性がある。

l) 燃焼効率(EFF_{COM})

デフォルト値とし、その値を 1 とした。

参考とした CDM 方法論ツールでは、プロジェクト固有値、国固有値、IPCC ガイドラインのデフォルト値を用いるオプションが示されており、IPCC ガイドラインのデフォルト値の値を用いた。

既に最も保守的な値である。

m) 含水率(WC)

CDM 承認方法論の式には含まれていないパラメータであるが、ごみ種別炭素含有割合(FCC_j)が dry base の値であるため、本方法論で追加したパラメータである。本来はごみ種別の含水率で計算することが望ましいが、データがないため、ごみ全体の含水率としている。

プロジェクト固有事前設定値とし、プロジェクト施設が建設される自治体内で発生するごみの少なくとも3つのサンプルの平均値から設定することとした。

本プロジェクトでは、過年度の調査から60.5%と想定される。

n) ごみ種別炭素含有割合(FCC_j)

デフォルト値とし、下表の値とした。

CDM 方法論で示されたデフォルト値を本方法論案でも用いることとした。下記デフォルト値は、IPCC に記載されているデフォルト値の幅の最大値であるため、さらに保守的な値にすることは難しいと考えられる。

表 5.3-7 FCC_j デフォルト値

Waste type j	FCC_j (tC/t)
Paper/cardboard	50
Textiles	50
Food waste	50
Wood	54
Garden and Park waste	55
Nappies	90
Rubber and Leather	67
Plastics	85
Metal*	NA
Glass*	NA
Other, inert waste	5

o) ごみ種別化石燃料由来炭素含有割合(FFC_j)

デフォルト値とし、下表の値とした。

CDM 方法論で示されたデフォルト値を本方法論案でも用いることとした。下記デフォルト値は、IPCC に記載されているデフォルト値の幅の最大値であるため、さらに保守的な値にすることは難しいと考えられる。

表 5.3-8 FFC_j デフォルト値

Waste type <i>j</i>	FFC _j (%)
Paper/cardboard	5
Textiles	50
Food waste	–
Wood	–
Garden and Park waste	0
Nappies	10
Rubber and Leather	20
Plastics	100
Metal*	NA
Glass*	NA
Other, inert waste	100

p) N₂O 排出係数 (EF_{N₂O})

プロジェクト固有事前設定値とし、妥当性確認時にプロジェクトでのごみの焼却技術・管理方法を確認し、下記の値から選択することとした。

表 5.3-9 本方法論案で示した N₂O 排出係数 (EF_{N₂O}) デフォルト値

ごみ種	技術/管理方法	EF _{N₂O} (tN ₂ O/t waste)
MSW	連続及び准連続燃焼式	1.21*50*10 ⁻⁶
MSW	バッチ式燃焼式	1.21*60*10 ⁻⁶

参考とした CDM 方法論では、ごみ種及び焼却技術・管理方法別に下表のデフォルト値が示されている。なお、同 CDM 方法論の数値は、2006IPCC ガイドラインと照らし合わせると、桁に誤りがあると考えられ、本方法論案では適切と考えられる数値に修正している。CDM 方法論では、2006IPCC ガイドラインのデフォルト値に保守性係数として 1.21 を乗じた数値としているとの記載があるため、さらに保守的な値にすることは難しいと考えられる。

本プロジェクトでの燃焼方式は連続燃焼式と想定されるため、「連続及び准連続燃焼式」の値 1.21*50*10⁻⁶ になると考えられる。

表 5.3-10 N₂O 排出係数(EF_{N₂O})デフォルト値

ごみ種	技術/管理方法	EF _{N₂O}	
		CDM 方法論 (tN ₂ O/t waste)	2006IPCC ガイドライン (gN ₂ O/t waste)
MSW	連続及び准連続燃焼式	1.21*50*10 ⁻³	50
MSW	バッチ燃焼式	1.21*60*10 ⁻³	60
産業廃棄物	全燃焼方式	1.21*100*10 ⁻³	100
汚泥 (下水汚泥を除く)	全燃焼方式	1.21*450*10 ⁻³	450
下水汚泥	全燃焼方式	1.21*900*10 ⁻³	900

q) N₂O 温暖化係数(GWP_{N₂O})

デフォルト値とし、IPCC AR4 より、その値を 298 とした。

本パラメータについてはこの値を用いることが適切と考えられる。

r) 燃料別低位発熱量(NCV_{fuel})

IPCC デフォルト値が重量ベースであり、比重に関する適切なデータが得られなかったため、プロジェクト固有事前設定値とし、請求書等に記載されている可能性がある体積ベースの発熱量を使うこととした。

プロジェクト固有データの入手が難しい場合には、デフォルト値として IPCC デフォルト値の使用することも考えられる。

s) 燃料別排出係数(EF_{CO₂,fuel})

デフォルト値とし、下表の値とした。

IPCC2006 ガイドラインの保守的なデフォルト値であるため、この値を使うことに大きな問題はなく、またさらに保守的な値にすることは難しいと考えられる。

表 5.3-11 EF_{CO₂,fuel} デフォルト値

Fuel type <i>fuel</i>	EF _{CO₂,fuel} (tCO ₂ /GJ)
Diesel	0.0748
Gas	0.0748
Kerosene (Other kerosene)	0.0737
Heavy oil (Residual Fuel Oil)	0.0788

5.4 本プロジェクトにおけるGHG削減量

期間 p をプロジェクト期間中の 4 年目とし、異なるモデル補正係数(ϕ)と電力排出係数を組み合わせた以下の 3 ケースについて、GHG 排出削減量を試算した。

モデル補正係数は、本方法論案では 0.85 としたが、リファレンス排出量を保守的に計算するためにモデル補正係数を保守的に 0.80 に設定するオプションも挙げたため、この設定の違いによる排出削減量への影響を把握できるよう、①と②のケースを設定した。

また、電力排出係数については、本プロジェクトではグリッド電力代替を想定しているが、プロジェクト実施地であるヤンゴン市ではミャンマーの National Grid 以外の火力発電所から電力供給を受けることによりグリッド電力排出係数が National Grid よりも高くなる可能性があるため、電力排出係数の違いによる排出削減量への影響を把握するために、①と③のケースを設定した。具体的には、ミャンマーで唯一の CDM 登録プロジェクトの PDD におけるミャンマー—National Grid の排出係数 0.39459 tCO₂e/MWh(③)と、排出係数が最大となっても自家発電の排出係数よりは小さいと見込まれるため、自家発電の排出係数 0.80 tCO₂e/MWh(①)を用いた。なお、試算にあたり、焼却するごみの量は 56t/日(年平均)、ごみの組成は過年度の調査結果に基づく想定値、含水率は 60.5%、割引係数は 1 と想定している。

①モデル補正係数=0.85、電力排出係数=0.80 tCO₂e/MWh(AMS-I.A.)

②モデル補正係数=0.80(オプション)、電力排出係数=0.80 tCO₂e/MWh(AMS-I.A.)

③モデル補正係数=0.85、電力排出係数=0.39459 tCO₂e/MWh(CDM ミャンマー登録 PJ)

表 5.4-1 ケース別排出削減量試算結果

	ケース①	ケース②	ケース③
排出削減量	4,663 tCO₂e	4,222 tCO₂e	2,969 tCO₂e
リファレンス排出量	12,073 tCO₂e	11,632 tCO₂e	9,313 tCO₂e
(SWDS からの CH ₄ 排出)	(7,496 tCO ₂ e)	(7,055 tCO ₂ e)	(7,055 tCO ₂ e)
(電力からの CO ₂ 排出)	(4,576 tCO ₂ e)	(4,576 tCO ₂ e)	(2,257 tCO ₂ e)
プロジェクト排出量	7,409 tCO₂e	7,409 tCO₂e	6,344 tCO₂e
(ごみ燃焼からの CO ₂ 排出)	(4,913 tCO ₂ e)	(4,913 tCO ₂ e)	(4,913 tCO ₂ e)
(ごみ燃焼からの N ₂ O 排出)	(369 tCO ₂ e)	(369 tCO ₂ e)	(369 tCO ₂ e)
(電力からの CO ₂ 排出)	(2,102 tCO ₂ e)	(2,102 tCO ₂ e)	(1,037 tCO ₂ e)
(補助燃料からの CO ₂ 排出)	(26 tCO ₂ e)	(26 tCO ₂ e)	(26 tCO ₂ e)

※四捨五入のため端数があわない場合がある

なお、ごみ焼却発電施設はプラントを構成する設備・機器が高温・多湿や腐食性雰囲気さらされ、機械的な運動により磨耗しやすい状況下において稼働することが多いため、他の都市施設と比較すると性能低下や磨耗進行が早く、施設全体としての耐用年数は短いとされている。日本では、多くのごみ焼却発電施設が稼働後 20 年程度を目処に立替が実施されている。

ごみ焼却発電施設の法定耐用年数の考え方は様々ではあるが、本調査においては、1 月

29日の地球環境センターとのメールやりとりにおいて、「減価償却資産の耐用年数等に関する省令 別表第二」の「55 前掲の機械及び装置以外のもの並びに前掲の区分によらないもの」のうち「主として金属製のもの」に分類され、法定耐用年数は17年とすることが確認された。

法定耐用年数期間17年間における、本プロジェクトのGHG削減積算量は約 132,000 t CO₂ と試算され、長期間にわたり連続的にGHG削減効果を生み出すプロジェクトである。

本プロジェクトはモデルプラントとして小型のごみ焼却発電施設であり、GHG削減量も限定的なものであるが、将来ヤンゴン市およびミャンマー国他都市で設置が予想される大型ごみ焼却施設においては、当然ながら上記を超えた大きなGHG削減効果により、地球温暖化対策に大きく資することが期待される。