

平成 28 年度

循環産業の国際展開による海外での CO2 削減支援業務

フィリピン国ケソン市における廃棄物発電事業

事業調査報告書

平成 29 年 3 月

日立造船株式会社

株式会社エックス都市研究所

はじめに

本報告書は、環境省から日立造船株式会社及び株式会社エックス都市研究所が、平成 28 年度の事業として受託した「循環産業の国際展開による海外での CO₂削減支援業務 フィリピン国ケソン市における廃棄物発電事業」の成果をとりまとめたものである。

マニラ首都圏の中でも広大な面積を誇り、政府の省庁が多く存在するケソン市では、近年、経済発展と人口増大による都市廃棄物の発生量が増大している。現在、ケソン市における廃棄物処理において、都市廃棄物はリサイクルされているものの、そのほとんどは本市が所有している最終処分場にて直接埋立されている。そのため、公衆衛生、公害、廃棄物処理に関する問題に直面している。特に、既存の最終処分場の残余容量が逼迫し、廃棄物管理を担う同市にとり、喫緊の課題となっている。一方、我が国は、第二次大戦後から、今日に至るまで廃棄物の量・質の変化に応じてさまざまな廃棄物問題を体験し、その問題を解決するための廃棄物処理、リサイクル等の技術を向上させてきており、その結果として、我が国の静脈産業は環境保全及び資源循環において先進的な技術を有している。我が国が経験したような廃棄物問題については、新興国でも我が国の技術や経験の蓄積が活かせると考えている。

本調査では、ケソン市における廃棄物の適正処理及び有効利用の促進を目的として、我が国で広く普及している都市廃棄物の焼却発電事業を都市インフラストラクチャーと位置付け、施設の導入だけでなく、施設の適切な運営をパッケージとしたシステムを検討する。また、現地の都市廃棄物管理の状況を把握した上で、財務・経済性分析や環境負荷低減効果試算を行い、現状の都市廃棄物管理に適合した廃棄物発電事業の実現可能性を評価する。さらに、政府・ケソン市の関係者を対象に廃棄物発電に関する能力向上活動も実施したので報告する。

本報告書が、フィリピン国の廃棄物管理の一助になり、加えて我が国の関係者の方々の御参考になることを切に希望する。

Summary

Most of municipal solid waste in Quezon City is currently directly disposed of at the Payatas landfill site owned by the city. The disposal capacity of this site is nearly full. In view of the current situation, it is urgently necessary for the city to find another landfill site and, on September 1, 2015, the Quezon City Council adopted a resolution to urge to close the Payatas landfill site within one year.

In the case of shifting to another landfill site located out of the city, the waste transportation cost, etc. may greatly increase. Therefore, the introduction of radical measures to reduce the volume of waste, such as a Waste-to-Energy (WTE) system, has become a pressing need. Meanwhile, the Government of the Philippines is proposing a policy, including the formulation of WTE Guidelines, to introduce a WTE solution for the country. However, the knowledge of government and local officials of WTE is limited and capacity development relating to the WTE business is essential. The purpose of this feasibility study is to promote the proper treatment and effective utilization of municipal solid waste in Quezon City. We have clarified the situation of local waste treatment management and considered an appropriate WTE system suitable for the current state of municipal solid waste. We have also examined facility planning and business profitability based on the information obtained and the results are as follows.

Capacity of WTE plant	1,200 tons/day
Type of WTE Technology	Stoker
Tipping Fee	1,900 PHP/ton
Electricity sales price	6.63 PHP/kWh ¹
Project period	20 years
Financial borrowing interest rate	7.0 %
Financial Internal Rate of Return (FIRR)	10.63 %
Equity Internal Rate of Return (Equity IRR)	15.04 %

As FIRR is 10.63 % which exceeds the financial borrowing rate of 7.0 %, this is a financially feasible project. Equity IRR is 15.04 %. In order to improve the knowledge on WTE among government and Quezon City officials, several training sessions were held in Quezon City and Osaka in Japan as part of the present study.

We would like to express our gratitude for participants' kind cooperation and will be happy if our study can be of any help.

¹ FIT of Biomass

略語

本報告書で用いる略語について、英語と日本語訳を下表に示す。

略語名	英語	日本語訳
3R	Reduce, Reuse, Recycle	発生抑制、再使用、再生利用
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
APEC	Asia Pacific Economic Cooperation	アジア太平洋経済協力
ASTM	American Society for Testing Materials	アメリカ材料試験協会
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
BOT	Build Operate Transfer	建設、操業、譲渡
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
CMR	Compliance Monitoring Report	法令順守モニタリング報告書
COE-FIT	Certificate of Endorsement for FIT	FIT 裏書証明
DAO	Department Administrative Order	省令
DAS	Distribution Asset Study	配電機器調査
DENR	Department of Environment and Natural Resource	環境天然資源省
DIS	Distribution Impact Study	配電影響調査
DOE	Department of Energy	エネルギー省
DOST	Department of Science and Technology	科学技術省
DOH	Department of Health	保健省
DPWH	Department of Public Works and Highways	公共事業道路省
ECC	Environmentally Compliance Certificate	環境適合認証書
EIS	Environment Impact Statement	環境影響評価書
EMB	Environment Management Bureau	環境天然資源省環境管理局
EPC	Engineering Procurement Construction	設計・調達・建設
EPIRA	Electric Power Industries Reform Act	電力産業改革法
EPWMD	Environmental Protection and Waste Management Department	環境保護廃棄物管理局
ERB	Energy Regulatory Board	エネルギー規制委員会

略語名	英語	日本語訳
ERC	Energy Regulatory Commission	エネルギー規制委員会
FIT	Feed In Tariff	固定単価買取制度
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部収益率
F/S	Feasibility Study	実施可能性調査
FOB	Free On Board	本船積込渡し
GDP	Gross Domestic Product	国民総生産
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
ICC	Investment Coordination Committee	投資調整委員会
IEE	Initial Environment Examination	初期環境調査書
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
IPP	Independent Power Producer	独立系発電事業者
IRR	Implementing Rules and Regulations	実施規則
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	(独) 国際協力機構
JV	Joint Venture	合弁企業
JVA	Joint Venture Agreement	合弁合意書
LGU	Local Government Unit	地方自治体
LLDA	Laguna Lake Development Authority	ラグナ湖開発庁
MERALCO	Manila Electric Company	マニラ電力会社
MMA	Metropolitan Manila Authority	マニラ首都圏庁
MMC	Metropolitan Manila Commission	マニラ首都圏委員会
MMDA	Metropolitan Manila Development Authority	マニラ首都圏開発庁
MOU	Memorandum of Understanding	覚書
MRF	Material Recovery Facility	資源回収施設
NAMRIA	National Mapping and Resource Information Authority	国家地図資源情報庁
NCR	National Capital Region	首都圏地域

略語名	英語	日本語訳
NEDA	National Economic Development Authority	国家経済開発庁
NEPC	National Environment Protection Council	国家環境保護評議会
NGCP	National Grid Corporation of the Philippines	フィリピン国家グリッド公社
NGO's	Non-Government Organizations	非政府組織
NPC	National Power Corporation	国営電力公社
NPCC	National Pollution Control Commission	国家公害規制委員会
NREB	National Renewable Energy Board	国家再生エネルギー委員会
NSWMC	National Solid Waste Management Commission	国家固形廃棄物管理委員会
NTC	National Transmission Corporation	国家送電会社
O & M	Operation and Maintenance	運転管理・保守点検
OJT	On the Job Training	オン・ザ・ジョブ・トレーニング、職場内訓練
OP	Order of Payment	支払指令
OP	Original Proponent	最初の提案者
PAGASA	Philippine Atmospheric Geophysical and Astronomical Service Administration	フィリピン大気・物理探査・天文情報庁
PD	Presidential Degree	大統領令
PEMAPS	Project Environmental Monitoring and Audit Prioritization Scheme	事業環境モニタリングと監査優先スキーム
PEP	Philippine Energy Plan	フィリピンエネルギー計画
PHP	Philippines Peso	フィリピンペソ
PNSDW	Philippine National Standard for Drinking Water	フィリピン飲料水国家基準
PVC	Polyvinyl Chloride	ポリ塩化ビニル
PPA	Power Purchase Agreement	電力購入契約
PPP	Public-Private-Partnership	官民パートナーシップ
PSALM	Power Sector Assets and Liabilities Management Corporation	電力部門資産債務管理会社
RA	Republic Act	共和国令
RDF	Refuse Derived Fuel	ごみ固形化燃料

略語名	英語	日本語訳
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	システム監視データ収集装置
SEC	Securities and Exchange Commission	証券取引委員会
SPC	Special Purpose Company	特別目的会社
ST	Septic Tank	嫌気性処理槽
TF	Tipping Fee	処理料金・処分料金
TRANSCO	National Transmission Corporation	国営送電公社
USEPA	United States Environmental Protection Agency	アメリカ合衆国環境保護庁
WACS	Waste Amount and Composition Survey	廃棄物量・組成調査
WESM	Wholesale Electricity Spot Market	電力卸売スポット市場
WTE	Waste to Energy	廃棄物発電

目次

1 事業の概要.....	1
1.1 調査の目的と背景.....	1
1.2 調査の内容.....	2
1.3 調査体制.....	3
1.4 調査スケジュール.....	4
2 海外展開計画案の策定.....	5
2.1 事業コンセプト.....	5
2.2 事業概要.....	5
2.2.1 プロジェクト対象国及び地域.....	5
2.2.2 利用技術と事業規模.....	6
2.3 事業計画案.....	7
2.3.1 事業スキーム.....	7
2.3.2 事業スケジュール.....	7
3 対象地域における現状調査.....	8
3.1 対象地域の概況.....	8
3.1.1 フィリピン国.....	8
3.1.2 マニラ首都圏と行政組織.....	9
3.1.3 ケソン市.....	12
3.2 対象地域の廃棄物の発生・処理状況（現状の廃棄物管理）.....	15
3.3 環境に係る法規制.....	19
3.3.1 フィリピンの法体系.....	19
3.3.2 組織.....	20
3.3.3 法規制.....	23
3.4 廃棄物処理・リサイクルの制度・政策.....	35
3.4.1 廃棄物管理に係る法律.....	35
3.4.2 ケソン市の廃棄物管理計画.....	38
3.4.3 WTE ガイドライン.....	40
3.4.4 マニラ湾岸 WTE 実現可能性調査.....	42
3.5 廃棄物関連予算、再生品単価と需要.....	43
3.5.1 ケソン市の廃棄物管理予算.....	43
3.5.2 リサイクル品の単価.....	44
3.5.3 RDF, CDM 事業.....	44

3.6	売電事業に係る法制度と系統連携例の調査	45
3.6.1	フィリピンの電力事情	45
3.6.2	売電に係る法制度	50
3.6.3	フィリピンのエネルギー政策	51
3.6.4	固定価格買取制度（FIT）	52
3.6.5	WTE の売電	54
3.7	建設に係る制度と規制	57
3.8	官民パートナーシップ（PPP）に関する制度	62
3.8.1	PPP に関する法制度	62
3.8.2	要請型と事業者提案型事業のプロセス	63
3.8.3	ケソン市へのヒアリング内容	66
3.9	利害関係者	68
3.9.1	MPIC の事業者提案	68
3.9.2	廃棄物発電へのアレルギー	68
3.9.3	ウエイストピッカー	69
3.10	現地踏査	70
3.10.1	WTE 施設建設候補地	70
3.10.2	ロドリゲス最終処分場	70
4	廃棄物の組成・性状等調査	71
4.1	ごみ分析の準備と方法	71
4.1.1	サンプリング	71
4.1.2	組成分析	72
4.1.3	三成分の測定	75
4.1.4	元素分析	75
4.1.5	発熱量の測定	75
4.2	ごみ分析の実施結果	76
4.2.1	フィリピン国内での分析結果	76
4.2.2	分析結果	77
4.2.3	結果と考察	78
5	現地政府・企業等との連携構築	80
5.1	現地政府機関との連携構築	80
5.1.1	現地政府との連携	80
5.1.2	ケソン市との連携	80
5.1.3	WTE 勉強会の実施	81
5.2	現地企業との連携	83

6 訪日研修と現地関係者合同ワークショップの開催	85
6.1 訪日研修	85
6.1.1 研修計画	85
6.1.2 研修の結果と考察	87
6.2 ワークショップ	93
6.2.1 ワークショップ計画	93
6.2.2 ワークショップの結果	94
6.2.3 質疑応答内容	95
7 施設計画	98
7.1 施設・設備計画	98
7.1.1 施設規模	98
7.1.2 必要な敷地面積	98
7.1.3 計画ごみ質	98
7.1.4 排ガス基準値	98
7.1.5 年間稼働日数	99
7.1.6 設備概要	99
7.1.7 処理プロセス概要	99
7.2 建設費の試算	105
7.3 運営費の試算	105
7.4 施設建設の手順	107
8 実現可能性の評価	109
8.1 事業採算性	109
8.1.1 財務・経済分析条件	109
8.1.2 分析評価	109
8.2 環境負荷低減効果	114
8.2.1 温室効果ガス低減	114
8.3 社会的受容性	116
8.3.1 ごみ焼却の禁止	116
8.3.2 ウェイストピッカー	117
8.4 実現可能性の評価と課題	117
9 海外展開計画の見直し	119
9.1 実現可能性評価への対応策	119
9.2 海外展開計画案の見直し	120

表目次

表 3-1：フィリピン国の一般・社会状況	8
表 3-2：パヤタス処分場	10
表 3-3：ナヴォタス処分場	11
表 3-4：ロドリゲス処分場	11
表 3-5：ケソン市のごみ組成率（2013 年 WACS 結果）	15
表 3-6：再生可能エネルギープロジェクトの環境影響評価法	23
表 3-7：固定排出源からの特定排ガス国家排出基準	25
表 3-8：非焼却処理施設からの日平均と 30 分平均値の排ガス基準	27
表 3-9：非焼却処理施設からの重金属類とダイオキシン・フラン類排出基準	27
表 3-10：淡水域の分類と水の用途	28
表 3-11：排水基準（第一パラメーター）	29
表 3-12：排水基準（第二パラメーター）	29
表 3-13：排水基準（第三パラメーター）	29
表 3-14：排出量による固定料金(Volumetric Rate of Discharge Fixed Fee).....	30
表 3-15：排出濃度による変動料金(Effluent Concentration Variable Fee)	30
表 3-16：Maynilad の水道水質	31
表 3-17：水道水の基準	31
表 3-18：騒音規制（ケソン市環境条例）	33
表 3-19：有機物質分類表（K 項目）	34
表 3-20：廃棄物管理に係る法律・省令	35
表 3-21：DENR の廃棄物管理に係る省令	36
表 3-22：最終処分場検討シナリオ	39
表 3-23：廃棄物収集・輸送・清掃・処分に係る全コスト比較	39
表 3-24：各シナリオが抱える課題	39
表 3-25：ケソン市の廃棄物管理に係る予算	43
表 3-26：リサイクル品の売却価格	44
表 3-27：CDM 事業の売電データ	45
表 3-28：2014 年と 2015 年におけるフィリピンの総発電容量と発電可能容量一覧	47
表 3-29：FIT によるバイオマス事業の現状（2016 年 6 月末現在）	48
表 3-30：フィリピンの電力関連法・通達	50
表 3-31：再生可能エネルギーの FIT 価格と低減率	51
表 3-32：MERALCO 配電網への系統連携手順	54
表 3-33：建設に関する法律	57
表 3-34：建設に関するガイドライン	57

表 3-35 : 建設に係る基準(Requirement)と証明(Certificate)	58
表 3-36 : 建設許可取得手順	58
表 3-37 : PPP 関連法の変遷	62
表 3-38 : PPP に関する監督官庁	63
表 4-1 : かさ比重	76
表 4-2 : 物理組成	76
表 4-3 : 事前乾燥結果	77
表 4-4 : 3 成分、6 元素、発熱量	78
表 4-5 : 3 成分測定結果	78
表 4-6 : 昨年度と今年度の調査結果の比較	79
表 7-1 : 対象ごみの組成・性状等調査結果	98
表 7-2 : 計画ごみ質	98
表 7-3 : 排ガス条件 (Dry, O ₂ 12%)	98
表 7-4 : 設備概要	99
表 7-5 : 事業の前提条件	105
表 7-6 : 建設費積算	105
表 7-7 : 運営費試算	105
表 7-8 : 施設建設手順	107
表 8-1 : 財務・経済分析の前提条件	109
表 8-2 : 前提条件変更時の分析結果	110
表 8-3 : 事業採算性評価 (ベースケース)	111
表 8-4 : 事業採算性評価 (ケース A)	112
表 8-5 : 事業採算性評価 (ケース B)	113
表 8-6 : リサイクル後のごみの物理組成想定値	114

図目次

図 1-1：調査体制.....	3
図 1-2：調査スケジュール.....	4
図 2-1：対象地域図.....	6
図 2-2：ストーカ炉.....	6
図 2-3：事業スキーム図.....	7
図 3-1：WTE 施設候補地.....	13
図 3-2：地質図.....	14
図 3-3：District-2 のゾーニング図.....	14
図 3-4：ケソン市の廃棄物組成率.....	15
図 3-5：ケソン市廃棄物処理フロー（2014 年）.....	16
図 3-6：分別収集車両(生分解性ごみと非生分解性ごみ収集車).....	17
図 3-7：パヤタス処分場の作業状況.....	17
図 3-8：RDF 施設フロー図.....	18
図 3-9：パヤタス処分場の埋立ガス発電システム.....	19
図 3-10：DENR 機構図.....	21
図 3-11：LLDA 機構図.....	22
図 3-12：マリキナ川、パッシング川とラグナ湖の位置図.....	22
図 3-13：小学校と WTE 施設建設候補地の位置図.....	33
図 3-14：2014 年と 2015 年におけるフィリピンの発電種別発電容量.....	47
図 3-15：PEP 政策フレームワーク.....	52
図 3-16：再生可能エネルギー事業者の登録フロー.....	53
図 3-17：要請型公募事業のプロセスフロー.....	64
図 4-1：サンプル 1 の物理組成.....	77
図 4-2：サンプル 2 の物理組成.....	77
図 7-1：プロセスフロー.....	101
図 7-2：ごみ・空気・排ガス・主灰・飛灰物質収支.....	102
図 7-3：機器配置図（断面図）.....	103
図 7-4：機器配置図（FL+6.5～9.5m 平面図）.....	104
図 7-5：人員体制.....	106
図 8-1：環境負荷低減効果.....	116

1 事業の概要

1.1 調査の目的と背景

現在、フィリピン国ケソン市では、都市廃棄物はリサイクルされているものの、ほとんどは直接埋立処分されており、本市が所有しているパヤタス最終処分場の容量は逼迫している状況である。都市廃棄物管理の責任を担うケソン市は、経済発展により増加する廃棄物に対する処分場の確保と汚染対策に苦慮しており、廃棄物処理に関して以下の取組を行ってきた。

- (1) オープンダンプから衛生処分場への転換
- (2) ウェイストピッカー²を組織化したリサイクル活動の実施
- (3) ごみ固形化事業（RDF 化事業）
- (4) 埋立ガス発電事業（CDM 事業）

しかし、2015年9月1日にケソン市議会が、ケソン市長、マニラ首都圏開発庁（MMDA）議長、環境天然資源省（DENR）長官宛に、1年後のパヤタス処分場閉鎖の督促を議決したこともあり、早急に市外に最終処分場を確保せねばならない状況となった。市外の処分場へ移行する場合、ごみ収集・輸送費、処分費等が大幅に増額するため、抜本的な対策としてごみの減量が図れる廃棄物発電（WTE）の導入を本格的に検討し始めた。

一方、フィリピンでは大気浄化法（RA8749）第20条が一般的には「ごみ焼却を禁止」と思いこまれている。最高裁判所で「有害ガスを発生するごみ焼却は禁止」と判決がでていたものの、依然としてごみ焼却へのアレルギーがある。そのような中で、フィリピン国政府はWTEガイドライン策定等のWTE導入に関する政策を進めている状況であり、各自治体は廃棄物管理10年計画にWTEの導入を盛り込む予定である。しかし、政府及び自治体職員のWTEに関する技術的な知識に課題があり、適正なWTE事業に関する能力向上が必要である。

本調査は、フィリピン国ケソン市の都市廃棄物を対象として、適正処理および有効利用の促進を目的としたものであり、昨年度の基礎調査を踏まえて、さらに詳細な調査を行うものである。我が国で広く普及している都市廃棄物の焼却発電事業を都市インフラストラクチャーと位置付け、施設の導入だけでなく、施設の適切な運営をパッケージとしたシステムの導入を検討する。本調査では、廃棄物組成・性状等調査の実施を含め、現地の都市廃棄物管理の状況を把握した上で、現地の都市廃棄物に適合した廃棄物発電システムを検討し、経済性、環境社会面への影響を踏まえた提案を行う。さらに政府・ケソン市の関係者を対象に、WTEに関する能力向上活動を試みる。

² 廃棄物中の有価物を選別して生計を立てている人

1.2 調査の内容

現地の廃棄物に合った廃棄物発電システムを検討するため、廃棄物組成・性状等調査の実施を含め、現地での固形廃棄物に関する状況を把握する。活動内容は以下のとおりである。

(1) 処理対象廃棄物の発生・処理状況の把握

現状の廃棄物発生量、処理の状況をケソン市から情報を得て把握する。ケソン市では廃棄物管理 10 年計画を新たに改訂中であるため、その情報も網羅した、より正確な廃棄物処理フローと懸案事項を把握する。

(2) 廃棄物処理・リサイクル・廃棄物発電に関する制度・政策の把握

既存の法制度を文献調査で確認すると共に、政府・関係部局で WTE 施設に関する制度・政策を準備中であるため、その最新情報を関係部局へのヒアリングで把握すると共に、積極的に情報提供・アドバイスを行っていく。また、廃棄物処理事業及び WTE 施設建設に必要な許認可制度もヒアリングにより把握する。

(3) 社会・経済状況の把握

文献調査及び関係省庁等へのヒアリングにより、社会経済状況を把握する。

(4) ケソン市最終処分場閉鎖に伴う最終処分等の変更計画の把握

現在ケソン市はパヤタス処分場の閉鎖に向け、新しい市域外の処分場の確保に取り組んでいる。そのため廃棄物輸送計画の変更が喫緊の課題であるため、その内容をケソン市からヒアリングにより把握する。

(5) 廃棄物関連予算と再生品の売却単価の把握

廃棄物処理フローを踏まえ、ケソン市より廃棄物収集から最終処分、そして RDF 化された再生品の売却単価情報を提供してもらい、全廃棄物管理費用とお金の流れを把握する。なお、パヤタス処分場では 2008 年 4 月より、CDM 事業による埋立ガス発電事業を行っているため、これに関する費用もケソン市からのヒアリングで確認する。さらに、新しい市域外の処分場への移行に伴う輸送・処分コストも把握する。

(6) 売電事業に係る法制度と系統連携例の調査

廃棄物発電を行うにあたり、関連する法制度の把握と、系統連携時に必要な手続きや要件を関係部局へのヒアリングにより把握する。

(7) 廃棄物の組成・性状等調査

現地で発生する廃棄物の具体的な性状等を把握するため、調査を実施する。ケソン市内で収集されるごみは、パヤタス処分場へ運ばれる。生分解性ごみと非生分解性ごみの 2 種類の分別収集を行っているため、2 種類のごみから各々 1 サンプルを採取して、比重測定後に 9 種分類による組成率（湿ベース）や比重を測定する。その後、三成分、低位発熱量の測定及び元素分析を行う。

(8) WTE システムの検討

以上の対象地域における現状調査及び廃棄物の組成・性状等調査に基づいて WTE システムの検討を行う。また、施設の建設、運転、維持管理費用を算出し、財務的・経済的評価を

行う。

(9) 現地政府・自治体との連携構築

WTE 勉強会、訪日研修及びワークショップを開催し、本事業の現地関係者との情報の共有を図り、現地側の状況や意見を取り入れることにより、ケソン市担当者と関係者のWTE施設導入に関する能力を向上させ、本調査の確度を高める。

1.3 調査体制

本調査は、中国、台湾等にて廃棄物焼却発電技術の納入、日本国内で多くの運転実績のある日立造船株式会社を主幹事企業とした。技術、経済性評価に加えて、法律、環境、社会配慮の各観点から導入可能性を検討するために、海外にて都市廃棄物管理の計画策定、技術協力プロジェクトの実施経験を有する株式会社エックス都市研究所、廃棄物焼却発電事業の建設・運営と住民との合意形成等に豊富な経験を有し、資源循環型社会形成も含めた各種の提言、とりわけ現地関係者の能力向上活動を行うために大阪市環境局を含めた三者で調査を行った。また、この調査ではケソン市の多大な協力を得た。本調査の体制を図 1-1 に示す。

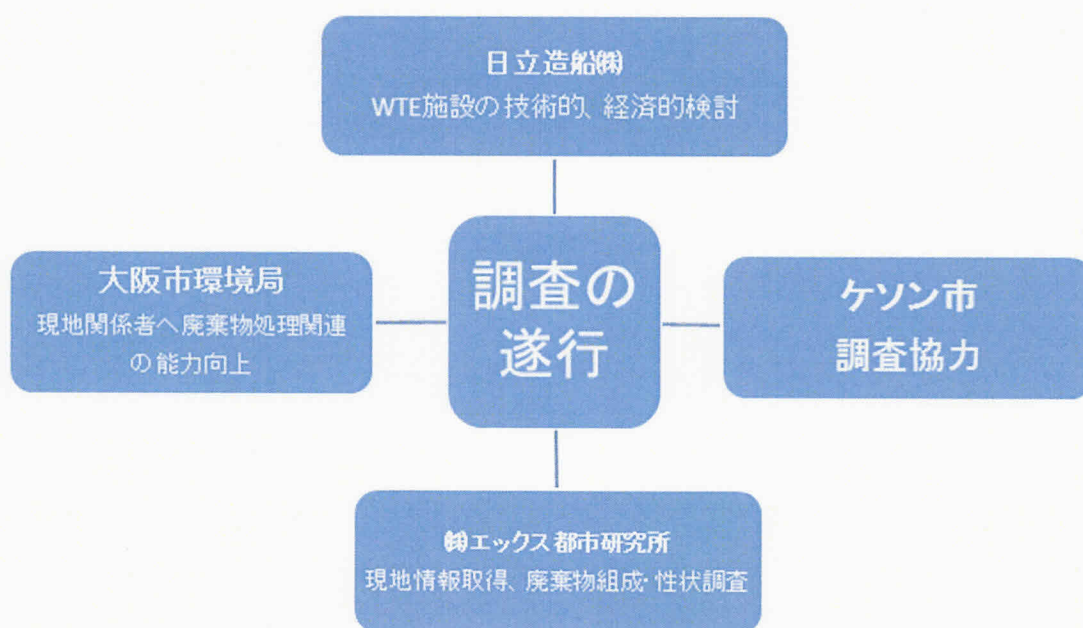


図 1-1：調査体制

2 海外展開計画案の策定

2.1 事業コンセプト

本事業のコンセプトを以下のとおりとした。

(1) 現状の廃棄物管理システムの尊重

WTE 施設へ搬入する廃棄物は、3R を重視する現行法を遵守し、現行の廃棄物収集・輸送・処分システムへの影響を最小化することを原則とする。すなわち、ケソン市内で発生し収集された都市廃棄物はパヤタス処分場へ輸送され、資源回収施設(MRF)でリサイクルされるため、リサイクルされない残った廃棄物を処理対象とする。

(2) 最適な技術・システムの導入

ケソン市の廃棄物処理量、排ガス・排水等の規制値、安定した稼働、事業費などの観点から、最適な WTE 技術・システムを検討する。

(3) 新最終処分場への移行を考慮した最終埋立処分量の減容化と高効率なサーマルリサイクル

パヤタス処分場に替わる最終処分場は市外に位置しているため、収集された廃棄物の輸送費用の増大が見込まれる。WTE 施設により安定的・衛生的に処理して減容化し、輸送費用の負担を減らすだけでなく、埋立処分量を低減して処分場の延命化を図る。さらに高効率なサーマルリサイクルを行い、回収したエネルギーを電力等に有効利用する。

(4) 関係者の WTE に関する能力向上

WTE 導入にあたり、現地関係者に必要な情報を提供するなど能力向上を図る。

2.2 事業概要

2.2.1 プロジェクト対象国及び地域

WTE プロジェクトの対象地域は、フィリピン国ケソン市とする。現在フィリピン国では廃棄物の中間処理として WTE の導入を検討している。なかでもケソン市は独自の最終処分場の寿命が逼迫していること、RDF 事業や CDM での埋立ガス発電を行うなど積極的な廃棄物管理を行っている。それに加え、パヤタス処分場近傍に WTE 施設の導入を進めていることから、ケソン市をプロジェクト対象地とした。



図 2-1：対象地域図

2.2.2 利用技術と事業規模

ケソン市内から収集されてきた都市廃棄物を適切に処理し、電気としてエネルギー回収する廃棄物焼却発電技術の利用について調査する。

都市廃棄物の焼却発電技術としては、日本国内はもとより世界中で最も多く採用され、また大型化も可能なストーカ式焼却炉の導入を検討する。ストーカ式焼却炉とは火格子の上にごみをのせ、火格子の下から送る空気で燃焼させながら順に送る焼却炉である。炉内はごみを乾燥するための乾燥段、燃焼するための燃焼段、未燃分を完全に焼却する後燃焼段の3段構成となっている。焼却の過程で発生した排ガスは、排ガス処理設備にて無害化され、煙突から排出される。焼却により発生した熱エネルギーはボイラで蒸気に転換され、蒸気タービン発電機で電気エネルギーとして回収され、有効利用される。

処理する対象ごみは、パヤタス処分場に搬入された廃棄物をリサイクルした後に埋立てる廃棄物とし、1,200ton/日の事業規模を想定して検討を行うこととした。

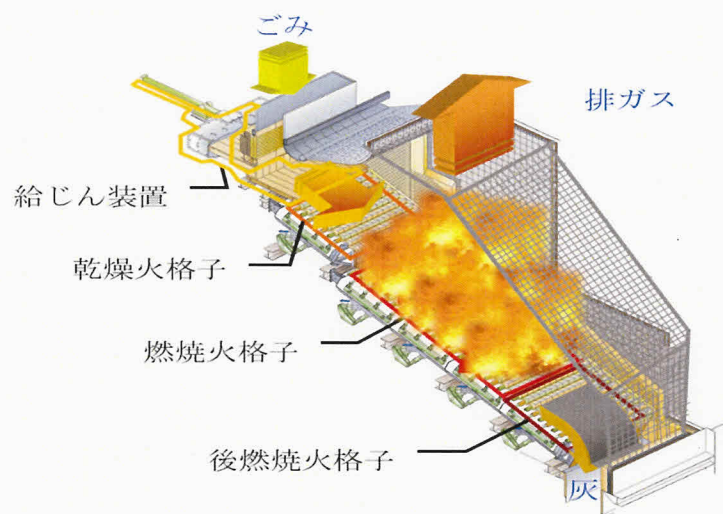


図 2-2：ストーカ炉

2.3 事業計画案

2.3.1 事業スキーム

ケソン市は2014年8月に官民パートナーシップ条例（PPP Code）を策定しており、当該廃棄物発電事業はそれに準拠してPPPスキームで行われることとし、実現可能性評価を行う。図2-3の事業スキームに示すように、PPPスキームにおいては、事業を行うための特別目的会社（SPC）を設立する。SPC設立の初期投資費用は銀行からの融資をはじめ、国内外の企業や投資家からの出資も含めて民間側が負担することとしている。SPCはその資金を活用して、本事業に必要な施設および設備はEPCに、他方、プロジェクトの運営および維持管理は運転管理・保守点検（O&M）会社に委託することとし、運営費用と合わせて初期投資相当分は、マニラ首都圏開発庁を想定した公共側からのごみ処分料金（TF）および電力会社等からの売電収入で回収されるものとする。

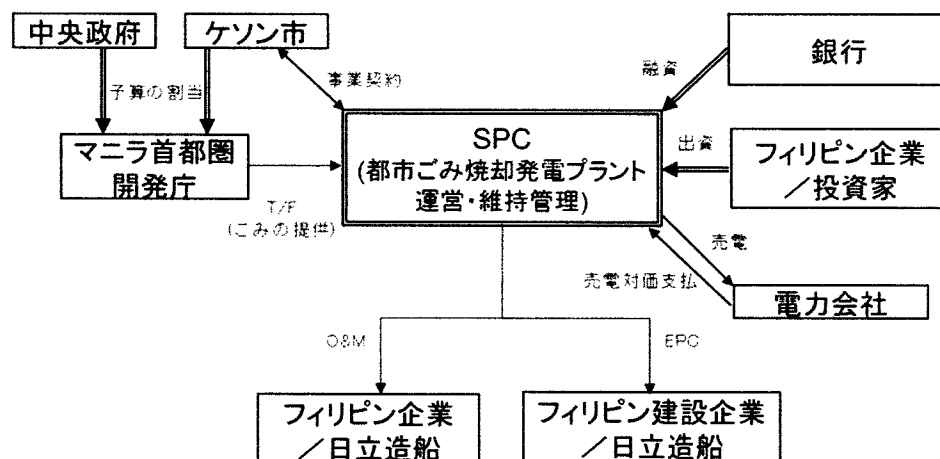


図 2-3：事業スキーム図

2.3.2 事業スケジュール

事業スケジュールを以下のように設定した。

- | | |
|------------|-------------------------------|
| 2016年 | 実現可能性調査 |
| 2017年 | 事業実施体制の確立、環境影響評価の開始 |
| 2018年 | ケソン市への事業提案、特別目的会社の創立 |
| 2019～2021年 | WTE 施設建設、試運転、運転・監視員のトレーニング後稼動 |

3 対象地域における現状調査

3.1 対象地域の概況

3.1.1 フィリピン国

フィリピン国の一般・社会状況を表 3-1 に示す。

表 3-1：フィリピン国の一般・社会状況

項目	概要
面積	299,404 平方キロメートル（日本の約 8 割）。7,109 の島々がある
人口	約 1 億 98 万人（2015 年フィリピン国勢調査）
首都	マニラ（首都圏人口約 1,288 万人）（2015 年フィリピン国勢調査）
言語	国語はフィリピノ語、公用語はフィリピノ語及び英語。80 前後の言葉がある
宗教	ASEAN 唯一のキリスト教国。国民の 83% がカトリック、その他のキリスト教が 10%。イスラム教は 5%（ミンダナオではイスラム教徒が人口の 2 割以上）
平均寿命	男性 69.5 歳、女性 73.9 歳（フィリピン国家統計局）
識字率	95.6%（2008 年調査フィリピン国家統計局）
政体	立憲共和制
元首	ロドリゴ・ドゥテルテ大統領 2016 年 5 月 9 日の大統領選挙で南部ミンダナオ島ダバオ市のドゥテルテ市長（当時）が当選。2016 年 6 月 30 日にドゥテルテ政権が発足した。ドゥテルテ大統領は、違法薬物・犯罪・汚職対策、ミンダナオ和平を重要課題に掲げている。また、連邦制導入のための憲法改正を目指している
議会	上下二院制 上院：24 議席（任期 6 年、連続三選禁止） 下院：297 議席（任期 3 年、連続四選禁止）
行政府	正副大統領はそれぞれ直接投票により選出 大統領：任期 6 年、再選禁止 副大統領：任期 6 年 閣僚任命権者は大統領 (1) 副大統領：レニ・ロブレド (2) 外務大臣：ペルフェクト・ヤサイ

出典：外務省、フィリピン共和国基礎データ <http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/philippines/data.html>

フィリピン国の経済・財政状況を示す指標は下記の通りである。

(1) 国民総生産 GDP（億米ドル）（出典：国際通貨基金 IMF）

年	2011	2012	2013	2014	2015
億米ドル	2,241	2,501	2,720	2,848	2,920

(2) 一人当たり GDP（米ドル）（出典：IMF）

年	2011	2012	2013	2014	2015
米ドル	2,364	2,591	2,770	2,844	2,858

(3) 経済成長率（%）（出典：フィリピン国家統計局）

年	2011	2012	2013	2014	2015
(%)	3.6	6.8	7.2	6.1	5.8

(4) 物価上昇率 (%) (出典：フィリピン国家統計局)

年	2011	2012	2013	2014	2015
(%)	4.6	3.2	3.0	4.1	1.4

(5) 総貿易額 (億米ドル) (本船積込渡し：FOB ベース。フィリピン国家統計局)

年	2011	2012	2013	2014	2015
輸出 (億米ドル)	483.0	521.0	567.0	618.0	586.5
輸入 (億米ドル)	604.9	621.3	624.1	639.2	666.9

(6) 貿易相手国・地域 (出典：フィリピン国家統計局)

フィリピン国の貿易相手国をシェア順に以下に示す。

● 輸出 (2015 年)

日本 (21.1%)、米国 (15.0%)、中国 (10.9%)、香港 (10.6%)、シンガポール (6.2%)

● 輸入 (2015 年)

中国 (16.2%)、米国 (10.8%)、日本 (9.6%)、台湾 (7.9%)、シンガポール (7.0%)

3.1.2 マニラ首都圏と行政組織

マニラ首都圏は、16 市 (City) と 1 町 (Municipality) で成り立っており、その内訳は、ケソン市、マニラ市、カロオーカン市、パッシグ市、ヴァレンズエラ市、タギグ市、ラスピニャス市、パラニャケ市、マカティ市、マリキナ市、モンテンルパ市、マラボン市、マンダルヨン市、サンホアン、ナヴォタス市、そしてパテロス町である。この地域は首都圏地域 (NCR: National Capital Region) と呼ばれ、人口は 12,877,253 人³、面積は 638.6km² である。

マルコス政権時にマニラ首都圏の行政を担う機関としてマニラ首都圏委員会 (MMC : Metropolitan Manila Commission) が創設され、初代長官はイメルダであった。当初はマニラ首都圏の廃棄物管理業務は MMC が統括して行ってきた。廃棄物処分場としてスモーキーマウンテンをはじめ域内にオーピングンプサイトが稼働し、非衛生的な廃棄物処分が行われてきたが、1990 年



³ 2015 年フィリピン国勢調査

にリサール州（マニラ首都圏の東方）に、1991年にはカビテ州（マニラ首都圏の南方）に、マニラ首都圏の廃棄物処分のために衛生処分場が建設された。

MMC はその後、マニラ首都圏庁（MMA: Metropolitan Manila Authority）、さらにマニラ首都圏開発庁（MMDA: Metropolitan Manila Development Authority）へと変革し、廃棄物管理は構成地方自治体（LGU: Local Government Unit）の責務となり、廃棄物収集はマニラ首都圏を構成する LGU が民間業者に廃棄物収集業務を委託している。一方、最終処分場は LGU 毎で確保するのは難しく、さらにマニラ首都圏内に処分場を確保し続けることは非常に困難なため、最終処分に関しては MMDA が所管することとなっている。

MMDA では、都市計画、交通、廃棄物管理、洪水・下水管理、区画整理・土地利用、健康・衛生・公害防止、公衆安全などの業務を行っており、その財源は、構成自治体各々の全予算の 5% の拠出金と、残りは政府（Department of Budget）からの収入である。

MMDA が所掌している固形廃棄物処分と管理業務は、マニラ首都圏から発生する固形廃棄物を対象に、政策、基準、適切かつ衛生的な最終処分及び関係する施設の計画・プロジェクト、さらに固形廃棄物の 3R に関する活動、および各種計画策定である。マニラ首都圏を対象とした廃棄物管理計画は、1999 年に JICA が行ったマスタープランがあるのみで、その後更新されていない。なお、MMDA は新しい処分場確保の検討を行っている。

現在、マニラ首都圏での廃棄物発生量は日量 9,000～10,000ton で、大規模な中間処理施設は無く、埋立処分を行っている。現在埋立処分場は 3 か所あり、(1)パヤタス処分場（ケソン市内）は、ケソン市のごみのみを埋め立てている。(2)ナヴォタス処分場（ナヴォタス市内）は近辺の 4 自治体のごみを埋立て、(3)ロドリゲス処分場はマニラ首都圏に隣接するリサール州にあり、マニラ首都圏 12 自治体と隣接自治体のごみを埋め立てている。これら 3 処分場の概要を表 3-2～表 3-4 に示す。

表 3-2：パヤタス処分場

処分場の名称	Payatas Disposal Facility Quezon City Engineered Sanitary Landfill
場所	Visayas corner Pampanga St., Urban II, Barangay Payasta, Quezon City
管理会社	IPM Environmental Services, Inc.
衛生処分場としての稼働期間	衛生処分場：2011年1月より2014年1月（3ha） 衛生処分場：2015年1月より現在（3.2ha）
面積	70,600 m ²
廃棄物受入れ市	Quezon City
搬入時間	17 時間/日
備考	RDF 施設と埋立ガス発電施設を併設している

出典：ケソン市提供資料

表 3-3：ナヴォタス処分場

名称	Navotas-Tanza Sanitary Landfill
場所	Barangay Tanza, Navotas City
管理会社	Philippine Ecology System
稼動時期	管理型埋立施設：2002年10月より2006年8月28日 衛生処分場：2006年9月2日より現在
面積	41.12 ha
廃棄物受入れ市	Manila, Navotas, Malabon and Taguig
搬入時間	24 時間/日
備考	海面埋立

出典：ケソン市提供資料

表 3-4：ロドリゲス処分場

処分場の名称	Rizal Provincial Sanitary Landfill
場所	Sitio Lukutan Munti, San Isidro, Rodriguez Rizal
管理会社	International Solid Waste Integrated Management Specialist (ISWIMS)
稼動開始時期	2002年2月16日 (14 ha) 2007年9月1日 (19 ha)
面積	全用地面積：56 ha 埋立可能面積：50 ha
廃棄物受入れ市	Makati, Mandaluyong, Pasay, Caloocan, Pasig, Taguig, Pateros, Marikina, San Juan, Parañaque, Muntinlupa, Valenzuela and some towns of Rizal
搬入時間	24 時間/日
備考	RDF 施設と埋立ガス発電施設を併設している

出典：ケソン市提供資料

マニラ首都圏内で発生した廃棄物の処分業務は民営化されており、処分料金 (TF: Tipping Fee) は MMDA が支払っており、TF 額は 600PHP/ton (フィリピンペソ) である。なお、最終処分費用は TF のみでなく、各処分場の条件により必要な費用を支払っている。例えば海面埋め立てのナヴォタス処分場では、はしけの運送費 (Barge Fee) を、ロドリゲス処分場では沿道の町会を通過するための費用 (Barangai Fee) を上乗せしている。

MMDA へのヒアリング (2016 年 8 月) によれば、現状では TF 額を変更する予定は無く、もし民間業者からの申し出があれば検討するとのことであった。

WTE から発生する灰を処分する場合の TF に関しては、灰の性状により最終処分場の変更を要するものであれば検討し、その検討結果によって TF 額を定めねばならないだろうとのことであった。

さらに、今後 WTE 施設が実現した場合、その TF に関しては、WTE 施設設置の自治体と MMDA との協議になるであろうし、どの自治体の廃棄物が WTE 施設へ搬入されるかを勘案して検討する必要があるとの見解であった。⁴

⁴ 2016 年 8 月 MMDA からの情報

現在（2016年8月）、MMDAはマニラ首都圏を四分割して、それぞれの地域にWTE施設を建設することを検討している。

マニラ首都圏全体の廃棄物管理マスタープランは1999年にJICAが策定した。RA 9003によれば、マニラ首都圏は「Province」と位置づけられ、廃棄物管理10年計画を策定せねばならないとされているが、1999年のマスタープランの改正は行われていない。

一方、MMDAはマスタープランとして洪水計画（Flood control project）を策定しており、20のポンプ場建設と36ポンプ場の改修整備が含まれている。その計画に17の構成市の廃棄物管理10年計画（Community based SWM system）が組み込まれている。

なお、マニラ首都圏の構成市中、16市の廃棄物管理10年計画はNSWMCに承認されており、残り1市は現在レビュー中である。

3.1.3 ケソン市

ケソン市はマニラ首都圏構成市中で最も広く、面積は16,112.8haある。マニラ首都圏の北西～中部に位置し、人口もマニラ首都圏中一番多く、2015年センサスで2,936,116人、年間増加率は1.17%（2010年～2015年）である。

市内は右図のように6つの区（District）に分かれ、区はさらに町会（Barangay：フィリピン語で船を意味する）に分かれている。District-2には5つのBarangayがあり、そのうちの一つのBarangay Payatasには、ケソン市の最終処分場であるパヤタス処分場とWTE施設建設の候補地が位置している。



WTE施設の建設候補地は図3-1に示すように（黄色線内）、パヤタス処分場（Payatas Dumpsiteと記載されている部分）の近傍に位置し、面積は約12haある。候補地の北西辺はパヤタス廃棄物を運搬している道路（Payatas Road）に面しており、地形はほぼ平坦である。北西部にはマニラ首都圏の飲料水の水瓶であるラ・メサ・ダムが近接している。

WTE用地の購入に関して、ケソン市の監査委員会（Commission of Audit）規則によれば、ケソン市が用地所有者と土地の売買交渉を行うことは禁止されている。よって、ケソン市は事業者（SPC）が土地所有者と売買交渉を行って用地を確保し、ケソン市はSPCへ用地代を返済していきたい意向である。⁵

現在（2016年7月）、MPIC（Metro Pacific Investments Corporation）社は、用地のオ

⁵ ケソン市情報（2016年8月）

一ナーを見つけ、土地の用途地域を変更する手続中である。⁶



図 3-1 : WTE 施設候補地

出典：ケソン市からのヒアリングにより Google-Map で作図

国家地図資源情報庁（NAMRIA: National Mapping and Resource Information Authority）の情報によれば、WTE 施設建設候補地の土壌は、図 3-2 に示すとおり Novoliches Clay と呼ばれ、土壌の種類は東側が Clay Loam、西側が Clay Loam Adobe である。

図 3-3 にケソン市第 2 区のゾーニング図を示す。WTE 施設建設候補地は、中程度の住宅密度の地域（R-2 Medium Density Residential Zone）に区分され、アパート、タウンハウス、長屋などの形態の住宅地域である。

ケソン市によれば、この地域に WTE 施設を建設するには、特別使用許可（Special Use Permit）を得る必要があり、その申請には一定の手順が決められているとのことであった。

⁶ ケソン市情報（2016 年 7 月）

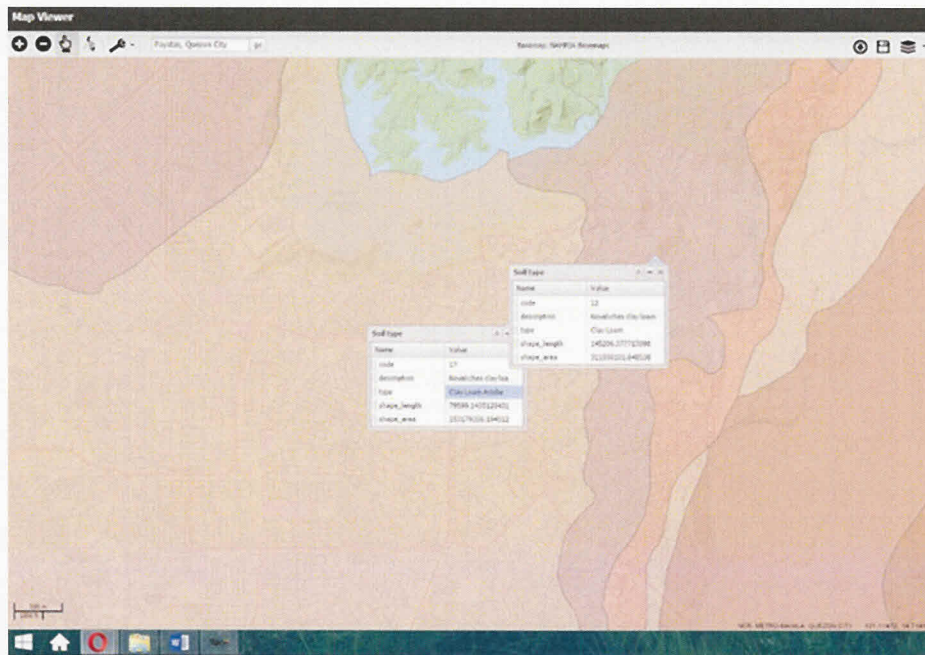


図 3-2 : 地質図

出典 : NAMRIA www.geoportal.gov.ph/viewer/

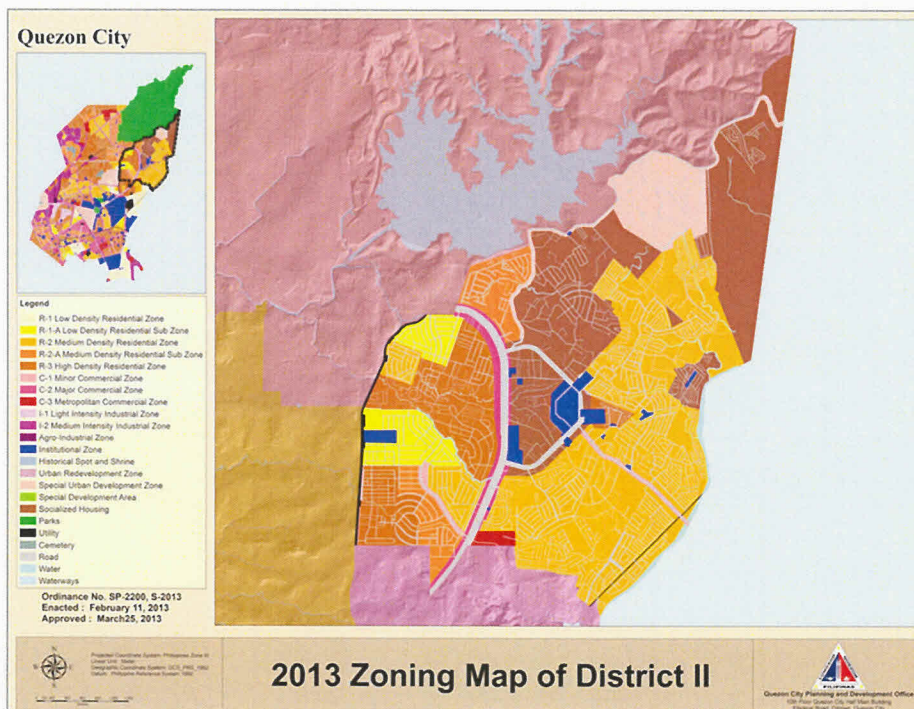


図 3-3 : District-2 のゾーニング図

出典 : Zoning map

[http://quezoncity.gov.ph/images/stories/business_in_qc/qczoning/District%20%20Zoning%20Map%202013%20-%20Template%20\(34%20x%2044\).jpg](http://quezoncity.gov.ph/images/stories/business_in_qc/qczoning/District%20%20Zoning%20Map%202013%20-%20Template%20(34%20x%2044).jpg)