



平成 30 年度環境省委託

平成 30 年度低炭素社会実現のための 都市間連携事業委託業務

「大阪市・ケソン市都市間連携事業
工場・交通分野における省エネ設備導
入、および廃棄物処分場などへの太陽
光発電導入」報告書

平成 31 年 2 月

株式会社オリエンタルコンサルタンツ
大阪市

目次

第一章 調査概要	1
1.1 調査の背景	1
1.2 調査の目的	2
1.3 調査の実施体制	2
1.3.1 実施体制概要	2
1.3.2 Team OSAKA ネットワーク	4
第二章 都市間連携を通じたケソン市への支援	5
2.1 ケソン市概要	5
2.2 ケソン市環境保護・廃棄物管理局(EPWMD)	5
2.3 ケソン市における気候変動問題に係る取組	6
2.3.1 ケソン市気候変動対策実行計画(QC-LCCAP)	6
2.4 キャパシティデベロップメントの実施	7
2.4.1 MOU 締結・市長級政策対話の実施	8
2.4.2 AIM を活用したケソン市低炭素化 LCS シナリオの作成	10
2.4.3 大阪市による省エネ・再エネ政策やプロジェクトの事例紹介	12
2.4.4 JCM に係る知見の共有	13
第三章 JCM プロジェクトの実現可能性調査の実施	14
3.1. JCM プロジェクト(太陽光)の実現可能性調査の実施	14
3.1.1 概要	14
3.1.2 太陽光発電の導入及び処分場等へのシステム導入に係る法制度	17
3.1.3 太陽光システム	19
3.1.4 太陽光システムの導入に関する法制度	23
3.1.5 温室効果ガス削減効果・モニタリング計画の構築	26

3.1.5.1 方法論の概要.....	26
3.1.5.2 適格性要件	27
3.1.5.3 計算式	28
3.1.5.3.1 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 ...	28
3.1.5.4 MRV 体制.....	31
3.1.6 プロジェクト体制・ビジネスモデルの構築.....	32
3.1.7 事業リスクとその対策の検討.....	35
3.2 JCM プロジェクト(工場省エネ)の実現可能性調査の実施	37
3.2.1 省エネに関する法規の状況.....	37
3.2.2 鉄鋼製造工場における省エネ	38
3.2.2.1 導入予定技術及び省エネ効果	38
3.2.2.2 温室効果ガス削減効果・モニタリング計画の構築	39
3.2.2.2.1 方法論の概要.....	39
3.2.2.2.2 適格性要件	41
3.2.2.2.3 温室効果ガス削減量算定式.....	41
3.2.2.2.4 MRV 体制.....	44
3.2.2.3 プロジェクト体制・ビジネスモデルの構築.....	45
3.2.3 食用油精製工場における省エネ調査	47
3.2.3.1 省エネ診断の実施.....	47
3.2.3.2 省エネ技術及び省エネ効果の試算	54
3.2.3.3 温室効果ガス削減効果及びモニタリング計画の構築.....	54
3.2.3.3.1 MRV 方法論の概要(ドレン回収)	55
3.2.3.3.2 適格性要件.....	56
3.2.3.3.3 リファレンスおよびプロジェクト排出量の設定と算定	56
3.2.3.3.4 MRV 体制	60

3.2.3.4 プロジェクト体制・ビジネスモデルの構築.....	64
3.2.3.4.1 経済性分析	64
3.2.4 事業リスクとその対策の検討.....	64
3.3 廃棄物収集トラックの省エネ調査	66
3.3.1 調査内容.....	66
3.3.2 自動車排気ガスや車検等に係る法制度.....	70
3.3.3 提案技術と省エネ効果の調査	71
3.3.4 温室効果ガス削減効果・モニタリング計画の構築	72
3.3.4.1 MRV 方法論の概要	73
3.3.4.2 適格性要件	74
3.3.4.3 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...	74
3.3.4.4 プロジェクト実施前の設定値	76
3.3.4.5 排出削減見込量の計算.....	76
3.3.4.6 MRV 体制	77
3.3.5 プロジェクト体制・ビジネスモデルの構築.....	78
3.3.5.1 経済性分析	78
3.3.6 事業リスクとその対策の検討	81
第四章 JCM 案件化促進手引書の拡充.....	82
4.1 概要	82
4.2 JCM 案件化促進手引書の拡充.....	82
第五章 ワークショップ・訪日研修・各種会議の開催.....	83
5.1 概要	83
5.2 第一回現地調査.....	83
5.3 第二回現地調査及びワークショップ	84
5.4 MOU 締結式、大阪市主催訪日研修	85

5.5 第三回現地調査.....	86
5.6 環境省主催訪日研修.....	86
5.7 第四回現地調査.....	87
第六章 今後の課題や提案	88

附属資料

1. 方法論案
2. PDD 案
3. JCM 案件化促進手引書
4. 現地ワークショップ発表資料

図表番号

図 1	調査体制図.....	3
図 2	ケソン市の位置	5
図 3	大阪市のエコカー普及に向けた取組みの紹介	13
図 4	パヤタス廃棄物処分場のケソン市における位置	15
図 5	廃棄物処分場全域(枠内は緑化地域).....	15
図 6	廃棄物処分場貫入試験実施配置.....	16
図 7	廃棄物処分場の地形図	16
図 8	南部の横断面図.....	18
図 9	太陽光発電システム設置可能地域	18
図 10	太陽光発電システム設置可能範囲	19
図 11	高さ 1m のソーラーパネルに対する設置角度と設置間隔の関係	20
図 12	太陽光システムの想定規模.....	21
図 13	民間企業が所有する土地での想定システム規模	23
図 14	ネットメータリング制度のイメージ	24
図 15	ネットメータリングの手続きの流れ	25
図 16	マニラの日射量情報.....	30
図 17	棒鋼製造の流れ	38
図 18	リジェネバーナーの原理(出典：大阪ガスホームページ).....	39
図 19	ボイラの稼働状況.....	48
図 20	スクラバー洗浄水出入口温度	51
図 21	冷却塔出入口温度・周囲温度・相対湿度計測.....	52
図 22	冷却塔内冷却水散布状況.....	53

図 23	プロジェクトのモニタリング項目とモニタリング箇所概念図	62
図 24	MRV 体制とモニタリングデータの流れ	63
図 25	ドレン回収システムのイメージ	64
図 26	ケソン市における廃棄物の流れ	66
図 27	A 社 6 輪トラック走行距離と状況	67
図 28	A 社 10 輪トラック走行距離と状況	67
図 29	B 社 6 輪トラック走行距離と状況	68
図 30	B 社 10 輪トラック走行距離と状況	68
図 31	C 社 6 輪トラック走行距離と状況	69
図 32	C 社 10 輪トラック走行距離と状況	69
図 33	DDF 化のイメージ	71
表 1	共同業務実施者の役割	3
表 2	ケソン市気候変動対策実行計画の概要	6
表 3	技術の仕様	22
表 4	再生可能エネルギーの FIT 価格	23
表 5	用語の定義	26
表 6	方法論の概要	26
表 7	方法論の適格性要件	27
表 8	事前に確定したパラメータと説明	29
表 9	排出削減見込量の計算に用いた算定条件	29
表 10	提案プロジェクトによる排出削減見込量	31
表 11	モニタリングパラメータとモニタリング方法など	31
表 12	太陽光パネルの仕様とパワーコンディショナーの数	32

表 13 発電見込量及び事業収入	33
表 14 プロジェクトキャッシュ・フロー	33
表 15 プロジェクトキャッシュ・フロー(融資の場合)	34
表 16 プロジェクトキャッシュ・フロー(民間敷地対象の場合)	34
表 17 参考とした既存の方法論	39
表 18 用語の定義	40
表 19 方法論の概要	40
表 20 方法論の適格性要件	41
表 21 事前に確定したパラメータと説明	42
表 22 排出削減見込量の計算に用いた算定条件	43
表 23 提案プロジェクトによる工場別排出削減見込量	44
表 24 モニタリングパラメータとモニタリング方法など	44
表 25 事業性評価	46
表 26 事業評価(融資の場合)	46
表 27 1号機ボイラの効率推計	49
表 28 2号機ボイラの効率推計	49
表 29 ボイラ効率のまとめ	49
表 30 ドレン回収状況	50
表 31 エコノマイザーの出入口での温度	51
表 32 冷却水平均出入口温度まとめ	52
表 33 冷却水水質分析結果	53
表 34 各項目からの省エネ効果	54
表 35 参考する CDM 方法論	54
表 36 用語の定義	55

表 37 方法論の概要.....	55
表 38 方法論の適格性要件.....	56
表 39 事前に確定したパラメータと説明.....	58
表 40 排出削減見込量の計算に用いた算定条件.....	59
表 41 提案プロジェクトによる工場別排出削減見込量.....	59
表 42 モニタリングパラメータとモニタリング方法など.....	61
表 43 調査対象トラックの燃費.....	69
表 44 参考とする方法論.....	72
表 45 用語の定義.....	73
表 46 方法論の概要.....	73
表 47 方法論の適格性要件.....	74
表 48 事前に確定したパラメータとその説明.....	76
表 49 排出削減見込量及び計算に用いた算定条件.....	76
表 50 モニタリングパラメータとモニタリング方法など.....	77
表 51 経済性分析結果.....	78
表 52 JCM 事業の経済性.....	79
表 53 6 輪トラックのエンジンオーバーホールの経済性.....	80
表 54 本事業での活動内容.....	83

第一章 調査概要

1.1 調査の背景

フィリピン国は、気候変動に対し脆弱な国の一つであり、台風・洪水・干ばつ・地滑りなどの複合的な災害リスクにさらされている。政府は、気候変動に対する適応能力を構築することや、地球温暖化を防ぎ、持続可能な発展を行うための緩和活動を促進しており、2022年までを対象とした国家気候変動枠組戦略(NFSCC)を2010年に策定している。この中で再生可能エネルギー・省エネルギーが、緩和の柱として位置付けられており、横断的戦略として、1) 能力開発、2) 知識管理及び情報、教育及びコミュニケーション、3) 研究及び開発(R&D)及び技術移転、の3つの戦略を定めている。さらに2011年には、国家戦略に基づく行動プログラムを具体化するため、国家気候変動行動計画(NCCAP)が策定され、持続可能なエネルギー開発の強化とその必要性が記載されている。

上記背景の下、日本は地球規模での温室効果ガス排出削減・吸収行動を促進するため、二国間クレジット制度(JCM)を構築し、パートナー国での低炭素技術・製品・システム・サービス・インフラの普及や緩和活動を進めている。2017年1月には、フィリピンとの二国間文書の署名が行われ、日・フィリピン間の低炭素成長への取組の推進のため、両国は合同委員会を設置する事となった。また、両国はJCMの下での排出削減及び吸収量を、国際的に表明したそれぞれの温室効果ガス緩和努力の一部として使用できることを相互に認める事を文書化した。2018年2月のJCM合同委員会では、設備補助事業に採択された3件の案件、JCM方法論や今後の方針などが協議され、JCM推進に係る支援体制が構築されている。

フィリピン国ケソン市は、マニラ首都圏の中で最大の面積を持ち、人口増加に伴い、廃棄物の増加や、エネルギー不足による電力の高騰など、深刻な問題に直面している。このため、廃棄物管理・再生可能エネルギーの導入・省エネルギーの推進は、市の主要対策と位置付けられている。また、ケソン市は市長主導の下、気候変動対策実行計画を策定し、公共施設への太陽光やLED導入などのプロジェクトを進めている。さらにグリーンビルディングコードをまとめ、グリーンビルディングの評価付け、認証など各種規定集をウェブ上で公表し、運用している。その他、C40(世界大都市気候先導グループ)に加盟するなど、気候変動対策に積極的に取り組んでいる。しかし、気候変動政策に係るノウハウ・知見の不足や財務的な問題から、十分な対策が取られているとは言えない。

2015年からケソン市と廃棄物分野で交流を始めた大阪市は、両市の協力関係が深まる中、上記問題に取組み、低炭素社会形成への取組を効果的・効率的に支援するために、株式会社オリエンタルコンサルタンツと共に、ケソン市の気候変動対策行動計画の策定・実施の支援、JCM案件形成の支援等を行う事となった。

1.2 調査の目的

下記(1)～(3)の業務を行う事で、JCM 案件の大規模展開を組織的・制度的に支え、ケソン市の低炭素社会形成を支援する。

(1)気候変動対策実行計画の実施に係る支援

- 気候変動対策の状況、体制と今後の方針の確認
- ケソン市のニーズに沿った大阪市による政策・プロジェクト実施に係るノウハウや知見の共有
- 人材育成支援の実施、ワークショップを通じたアジア太平洋統合評価モデル(AIM)の理解や AIM 構築・成果等の広報

(2)太陽光発電と工場・交通分野での JCM 案件形成

(3)鉄鋼工場や廃棄物回収車両の省エネに係る JCM 案件化促進手引書の拡充

1.3 調査の実施体制

1.3.1 実施体制概要

本事業は、株式会社オリエンタルコンサルタンツが代表提案者となり、共同提案者である大阪市、カウンターパートのケソン市環境保護・廃棄物管理局(Quezon City Government - Environmental Protection & Waste Management Department : EPWMD)との連携の下、事業を進めた。

埋立処分場跡地における太陽光発電導入、工場やトラックの省エネに係る実現可能性調査は、Team OSAKA ネットワークを主体とする下表の民間企業と実施した。また、公益財団法人地球環境戦略研究機関(IGES)、E-konzal などの協力の下、AIM を活用したケソン市低炭素化シナリオが作成された。これらの成果は、ケソン市でのワークショップで発表された他、第 24 回気候変動枠組条約締約国会議(COP24)でも発表、広報活動がなされた。

本事業の実施体制図を図 1、共同提案者の役割を表 1 に示す。

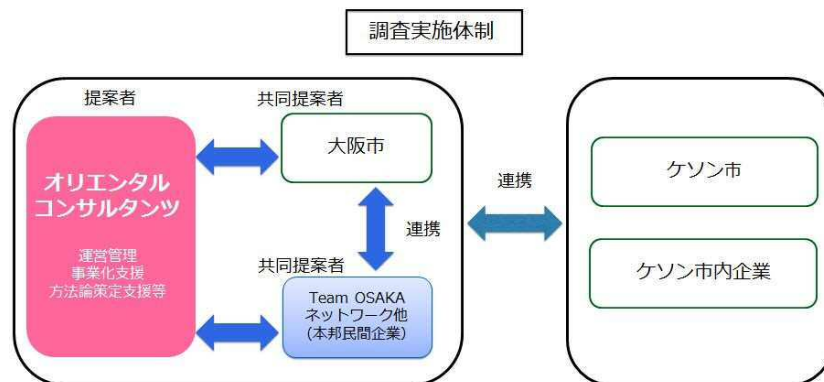


図 1 調査体制図

表 1 共同業務実施者の役割

役割	業務実施者	業務内容
代表企業	株式会社オリエンタルコンサルタンツ(以下、OC)	国内及びフィリピン側との調整、事業化のビジネスモデル、MRV 策定、調査結果の取りまとめ等を担当する
省エネ診断	一般社団法人日本繊維技術士センター(以下、JTCC)	工場等の省エネ技術導入に係る技術的助言・省エネ診断を実施する
加熱炉省エネ調査	株式会社日本サーモエナジー(以下、NTEC)	加熱炉省エネに係る技術的助言を行う
太陽光発電導入に係る地盤調査など	株式会社アサノ大成基礎エンジニアリング(以下、ATK)	埋立地の沈下・基礎処理に係る調査・助言を行う
太陽光発電導入に係る地盤・架台の調査	エスアールジータカミヤ株式会社(以下、SRG)	埋立地における太陽光発電システムの架台に係る調査・助言・技術提供を行う
ファイナンスに係る助言	株式会社東京センチュリー	融資やその他金融サービスに係る助言を行う

1.3.2 Team OSAKA ネットワーク

Team OSAKA ネットワークは、アジア等の諸都市の低炭素社会の構築に向けたプロジェクトを創出・形成するため、環境技術を有する大阪・関西地域の事業者、大阪市、公益財団法人地球環境センター(GEC)及び大学等と連携する産学官プラットフォームである。同ネットワークは、活動を通じて、事業者の海外進出や大阪・関西地域の経済の活性化を図るとともに、国際環境分野における日本の役割に貢献することとしている。本事業においては、ケソン市での JCM プロジェクトの開発・実施に関して、専門的な知見を生かした共同調査を行った。

第二章 都市間連携を通じたケソン市への支援

2.1 ケソン市概要

マニラ首都圏は、マニラや旧首都ケソンを含む 16 市と 1 町で構成されており、フィリピンの政治、経済、文化、交通及び情報の中心地であり、都市圏人口 2,293 万人(2016 年)を誇る世界第 5 位の大都市圏を形成している。ケソン市は、マニラ首都圏の中で最大の面積を持ち、人口増加に伴い、廃棄物の増加、エネルギー不足による電力の高騰など、深刻な問題が生じている。このため廃棄物管理、再生可能エネルギーの導入、省エネルギーの推進は、市の主要対策と位置付けられている。また同市は、環境分野の事業に積極的に取り組んでおり、2008 年にパヤタス廃棄物処分場の再生事業で Galing Pook 賞(国内自治体による優良事業を表彰)を受賞している。これは南アジアで最初の廃棄物処分場での GHG 削減プロジェクトであった。2009 年にも国内最大の公園の管理事業に対し、同賞を受賞している。また C40(世界大都市気候先導グループ)に加盟するなど、気候変動対策に積極的に取り組んでいる。



図 2 ケソン市の位置

2.2 ケソン市環境保護・廃棄物管理局(EPWMD)

ケソン市環境保護・廃棄物管理局は、2000 年に設立され、衛生環境の向上、環境汚染の防止、効率的な廃棄物輸送・回収サービスを含む包括的な環境保護プログラム策定の所管部署である。EPWMD の計画部門は、ケソン市の温室効果ガス(GHG)インベントリ策定の責任部署であり、米国国際開発庁(USAID)の「気候変動・クリーンエネルギープロジェクト」の下、GHG インベントリの能力向上支援を受けている。この他、ドイツ国際協力公社(GIZ)の協力の下、公立学校の太陽光発電導入プロジェクトを進めている。本事業では、EPWMD

をフィリピン側のカウンターパートとして、気候変動政策に係る支援や気候変動緩和分野における案件形成支援を行っている。

2.3 ケソン市における気候変動問題に係る取組

2.3.1 ケソン市気候変動対策実行計画(QC-LCCAP)

ケソン市は、ケソン市気候変動対策実行計画 2017-2027 を作成しており、国家気候変動行動計画に基づき、下記の 7 つの優先分野を選定している。概要を以下に示す。

表 2 ケソン市気候変動対策実行計画の概要

気候変動による 影響・事象	気候変動への対応	目標/目的
<ul style="list-style-type: none"> ・ 異常気象の頻発と激甚化(台風、高潮、洪水、豪雨) ・ 降水パターンの変化 ・ 気温上昇 	1. 食の安全	<ul style="list-style-type: none"> ・ 気候変動の適応に向けて、緊急時の食品保存キャンペーンや食の安全に係る知見の向上 ・ 安全で健康的な食品の利用、安定供給、アクセス性の向上
	2. 水の安定供給	<ul style="list-style-type: none"> ・ 持続可能で、安全、十分な水の供給 ・ 水管理の評価 ・ 衛生インフラの向上
	3. 生態系・環境の安定性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地方自治体やコミュニティの適応能力の構築 ・ 健全な都市生活に向けた組織や個人の適応能力の向上
	4. 人権	<ul style="list-style-type: none"> ・ 健康被害や社会保障のような気候変動による危険からの保護 ・ 気候変動適応のための住まいやサービスの構築の促進 ・ 地方自治体やコミュニティの適応能力の構築
	5. 気候問題に資するスマートインダストリー・サービス	<ul style="list-style-type: none"> ・ ケソン市の気候変動耐性が強いインフラ開発の促進 ・ 気候変動の緩和や適応に向けた環境にやさしい固形廃棄物管理の実施 ・ 温室効果ガス排出のスコップ設定

	6. 持続可能なエネルギー	<ul style="list-style-type: none"> ・ 持続可能、再生可能エネルギーや省エネ技術の利用(持続可能な開発の主な構成要素) ・ 気候変動の影響を受けるエネルギーシステムやインフラの利用促進、修繕・改良
	7. 知見・能力の向上	<ul style="list-style-type: none"> ・ 気候変動の科学的知見の向上 ・ 地方やコミュニティレベルでの気候変動の適応・緩和・災害リスクの軽減に係る能力向上 ・ ケソン市民の啓発を目的とした、気候変動とジェンダーに係る管理システムの構築 ・ グッドプラクティスやその他リソースを共有する気候変動対策ネットワークの構築

(ケソン市気候変動対策実行計画を基に調査団が翻訳)

ケソン市は、上記計画の具体事業として、以下の事業を進めている。QC-LCCAP と整合を取った形で、気候変動緩和に係る事業の推進が期待されている。

- (1) 廃棄物処分場でのバイオガス発電
- (2) 公共施設への太陽光発電導入
- (3) 街灯への LED 導入
- (4) ケソン市役所への電気自動車の導入
- (5) 産業部門における省エネ事業の推進
- (6) 固形廃棄物管理事業の推進

2.4 キャパシティデベロップメントの実施

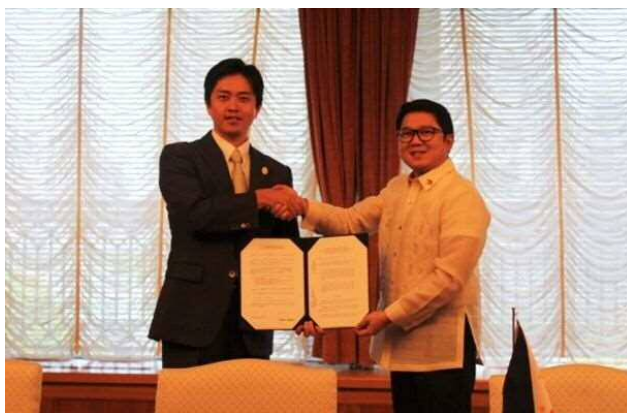
ケソン市では、人口増加に伴い、廃棄物、エネルギー、交通、都市緑化などの問題が深刻化しており、気候変動対策行動計画をはじめ、具体的なプロジェクトが展開されている。日本も政府、自治体を含め、ワークショップの開催や技術移転事業などを行う事で問題解決を図ってきた。近年では、日本国環境省主催の「低炭素技術の開発と移転のための地域ワークショップ」の開催や、日本国環境省、イクレイ日本主催の JCM 都市間連携ワークショップ及びセミナーの開催、廃棄物分野では、日立造船などによる廃棄物発電事業に関する調査、

訪日等の研修実施や国連環境計画(UNEP)国際環境技術センター(IETC)による国際ワークショップへの参加が上げられる。このような背景の下、ケソン市から大阪市に対し、都市間連携事業やJCMの活用に関心があるとの意向が示され、都市間連携事業に結びついた経緯がある。本事業では、案件形成事業を進めるだけでなく、包括的な環境分野での協力を前提とした活動も行っている。特に昨年度から進めている、大阪市とケソン市の低炭素に係る包括的な提携(MOU 締結)が2018年8月30日に実現され、両市の協力関係がさらに強化された。以下に、MOU 締結・市長級政策対話の他、大阪市など日本側に期待されている点について詳述する。

- (1) MOU 締結・市長級政策対話の実施
- (2) AIM を活用したケソン市 LCS シナリオの構築
- (3) 大阪市による再エネ・省エネ政策やプロジェクトの事例紹介
- (4) JCM 案件化促進手引書の共有

2.4.1 MOU 締結・市長級政策対話の実施

廃棄物分野における都市間連携などを通じてケソン市・大阪市の協力関係が深まる中、2017年度は、低炭素都市形成に向けた中長期的な都市間協力関係を構築することを目的として、両市間で協議が行われた。2018年度は、4月にインドのインドール市で開催された「アジア太平洋 3R 推進フォーラム」において、都市間協力の強化について共同発表が行われた。同年8月30日には、Herbert M. Bautista ケソン市長が大阪市を訪問し、吉村大阪市長との間で「ケソン市低炭素都市形成の実現に向けたケソン市－大阪市の協力関係に関する覚書(MOU)」が締結された。



MOU 締結(2018年8月30日)

MOU では、ケソン市の低炭素政策に資する基準や制度の策定、低炭素都市形成に向けた専門技術や知識などの情報共有、気候変動及び環境保全の分野での官民連携プロジェクトの推進、低炭素政策の着実な実施を図るためのキャパシティデベロップメント及び、市長級政策対話を年1回継続的に実施するよう努めることが合意された。また、MOU 締結の後に市長級政策対話が実施され、両市から最新の気候変動対策の取組について紹介がなされた。

翌日は、大阪ひかりの森にてメガソーラーの視察、大阪市・八尾市・松原市環境施設組合北港事務所での埋立処分場管理等に係る講義、廃棄物焼却施設の東淀工場での講義、視察を行った。大阪ひかりの森は、廃棄物の埋立処分場跡地であり、建築物を建てる等の土地の活用について課題を抱えていた。しかし、固定買取制度を通じた再生可能エネルギーの普及が進む中、処分場跡地に大規模な太陽光発電を導入する事業が開始された。この事業は、処分場の有効活用におけるモデルケースとして大きな注目を集め、再エネを通じた持続可能な社会の実現に貢献している。ケソン市においてもパヤタス処分場の有効活用が検討されており、視察では活発な意見交換がなされた。



大阪ひかりの森の視察

東淀工場は、日立造船株式会社が建設した廃棄物焼却施設で、ストーカ式ごみ焼却炉(200t/日×2 炉=400t/日)、湿式排ガス処理を採用している。また、低温エコノマイザや2 段抽気タービンなどの導入により、発電効率 20%を超える高効率ごみ発電を達成した国内の先進的な事例となっている。これら設備は、ケソン市の今後の再エネ・省エネ事業の推進や廃棄物の適正処理の確保にあたり、本邦先進技術の事例として紹介された。



東淀工場の視察

2.4.2 AIM を活用したケソン市低炭素化 LCS シナリオの作成

ケソン市は、QC-LCCAP を策定し、将来の気候変動に係る政策や事業の実施に向けた方針を打ち出している。一方で QC-LCCAP は気候変動の適応分野に重点を置いたものであり、緩和分野については、今後ロードマップを構築し、QC-LCCAP に統合する事が検討されている。またケソン市は、環境先進都市として、GHG インベントリを作成しているが、各関係機関からのデータ収集や算定手法の確立などが問題となり、正確な GHG 排出量を算出する事は非常に難しい状況となっている。このため、GHG 排出削減目標やケソン市主導のプロジェクトを考慮した排出削減シナリオを一から作成する事は、容易ではない。

AIM は、日本の研究機関等によって開発された GHG 排出量に係る分析モデルであり、自治体や国の持つ各種統計データを利用する事で構築される。AIM を活用すると、ケソン市の政策なども考慮された将来の低炭素化(LCS)シナリオを作成する事ができる。ケソン市と大阪市の協議の中で、大阪市から AIM について紹介がなされ、ケソン市関係者から高い評価とその導入が求められた。

本年度事業では、AIM を活用した LCS シナリオ作成について理解するために、ケソン市にてワークショップを開催した。講義では、LCS シナリオの必要性、構築の手順、シナリオ作成のために必要となる国家政策、統計データ、ケソン市の気候変動戦略等の情報収集の依頼、CO2 削減量の算定手法、データ間の関係性、作成スケジュール等をケソン市と共有し、ケソン市の積極的な協力について合意した。



AIMに係る講義

ケソン市側の協力により、短期間にデータ収集がなされ、COP24が開催された2018年12月にLCSシナリオの冊子が完成し、COP24の日本パビリオンで発表がなされた。この他、2019年1月にケソン市で開催された第二回ワークショップにおいて結果が報告され、活発な意見交換が行われた。



COP24 日本パビリオンでの発表

作成されたLCSシナリオは、ケソン市の以下の重点プロジェクトを含んでおり、実際に事業がなされた場合の想定削減量が示されている。

(1)太陽光発電事業

概要：学校や市庁舎などのケソン市関連施設への太陽光発電導入

目標：2030 年までに 100MW 導入

CO2 削減量：76.3ktCO2

(2)廃棄物発電事業

概要：固形廃棄物を利用したクリーンエネルギーの創出

目標：2030 年までに 42MW のエネルギーを創出(3000t/日の固形廃棄物を利用)

CO2 削減量：155.2ktCO2

(3)電気自動車(EV)導入事業

概要：大手電力会社や交通管理会社等と協力した電気自動車の導入

目標：2030 年までに乗用車の 20%を電気自動車に転換

CO2 削減量：323.7ktCO2

2.4.3 大阪市による省エネ・再エネ政策やプロジェクトの事例紹介

ケソン市は、過去に多くの環境問題を乗り越えてきた大阪市の地球温暖化対策計画や事業に高い関心を持っている。LCS シナリオを達成するためにも、大阪市が現在進めている電気自動車導入政策や事業を理解することは有意義である。2019 年 1 月にケソン市で開催したワークショップにおいて、大阪市と本邦技術の優位性、政策を通じた普及手法、導入成果や今後の目標などについて情報を共有した。



図 3 大阪市のエコカー普及に向けた取組みの紹介

2.4.4 JCM に係る知見の共有

フィリピンは 2017 年に 17 か国目の JCM 署名国となり、第一回の JCM 合同委員会は、2018 年 2 月 19 日開催された。しかし、JCM に関する周知活動は十分とは言えず、認知度は低い状況にある。そこで昨年度事業において、JCM や本邦技術の優位性を周知する JCM 案件化促進手引書を作成し、情報共有を図った。ケソン市関係者以外にも、政府関係者や民間企業も対象としたワークショップを開催し、広く JCM や再エネ・省エネ技術に関するキャパシティビルディングを行った。本年度は、鉄鋼分野の省エネ、エンジンの省エネについて JCM 案件化促進手引書の内容を拡充させた。当該手引書に関する詳細は、第四章にて記載する。

第三章 JCM プロジェクトの実現可能性調査の実施

3.1 JCM プロジェクト(太陽光)の実現可能性調査の実施

3.1.1 概要

本事業では、低炭素社会形成に関する経験・ノウハウ等を有する大阪市とともに、都市間連携に基づいてケソン市の低炭素化支援を行った。ケソン市では、QC-LCCAPに基づき再エネを推進しており、廃棄物発電と共に太陽光導入事業を積極的に進めている。ケソン市は、「Solar Power Facility Project」として、公立学校や市の所有する土地・建物を対象に太陽光システムを導入する計画である。本事業では、ケソン市の太陽光導入プロジェクトと連動し、太陽光発電事業のJCM 案件化支援と低炭素社会の実現を促進する面的な展開・継続的な案件形成支援を行った。

調査対象はケソン市のパヤタス(Payatas)廃棄物処分場である。パヤタス処分場は、2017年に閉鎖されているが、太陽光発電設備導入にあたり、懸念事項を整理し、事業性を検討した。太陽光発電設備導入にあたり、埋立地の覆蓋状況、地形、廃棄物の種類、植被、浸出水、メタンガス、地盤沈下や地滑りの状況等の確認が必要となる。

パヤタス廃棄物処分場の面積は、30 ヘクタールで、2010年に閉鎖された部分は緑化され、公園となっている。残りの部分は、2017年に閉鎖された。比較的平らな場所は太陽光発電システムの重量に耐える可能性が高いが、そうでない場合は、発電パネル下の地盤を固定させるため、発電システムを支える基礎(杭等)が必要になる。パヤタス廃棄物処分場では民間企業(Pangea Green Energy Phils, Inc.)の投資で2007年からメタン回収・発電事業(CDM 事業)が行われており、2017年に閉鎖された衛生埋立処分場部分においてもメタンガスを回収するための立管(パイプ)が設置され、ガス回収が行われている。さらに、ケソン市も閉鎖後の処分場の維持・管理・土地利用計画を民間企業とともに作成しており、今回の調査事業において、調査団は当該民間企業とも検討を行った。



図 4 パヤタス廃棄物処分場のケソン市における位置

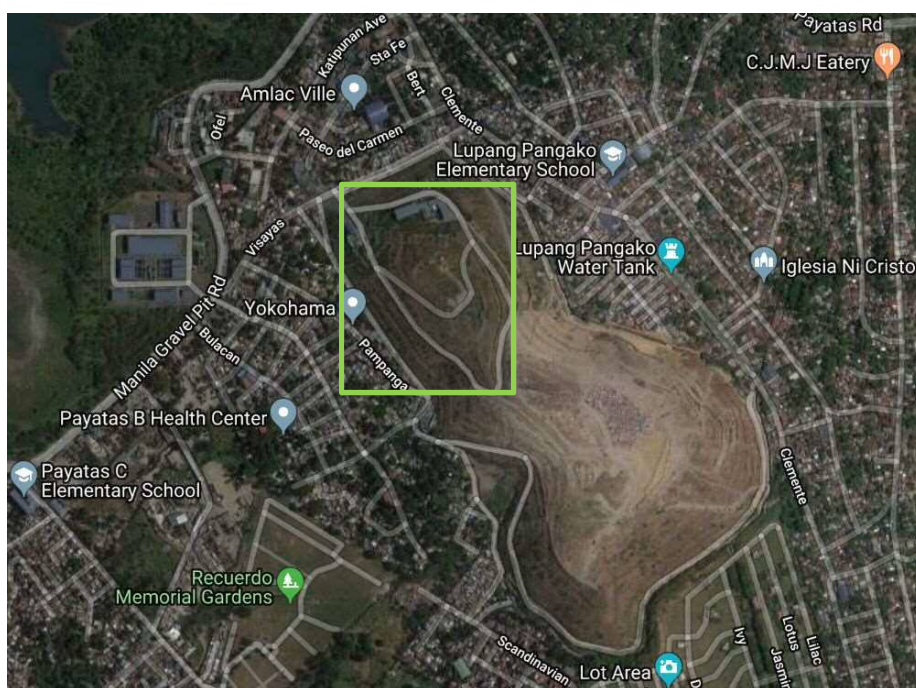


図 5 廃棄物処分場全域(枠内は緑化地域)



図 6 廃棄物処分場貫入試験実施配置

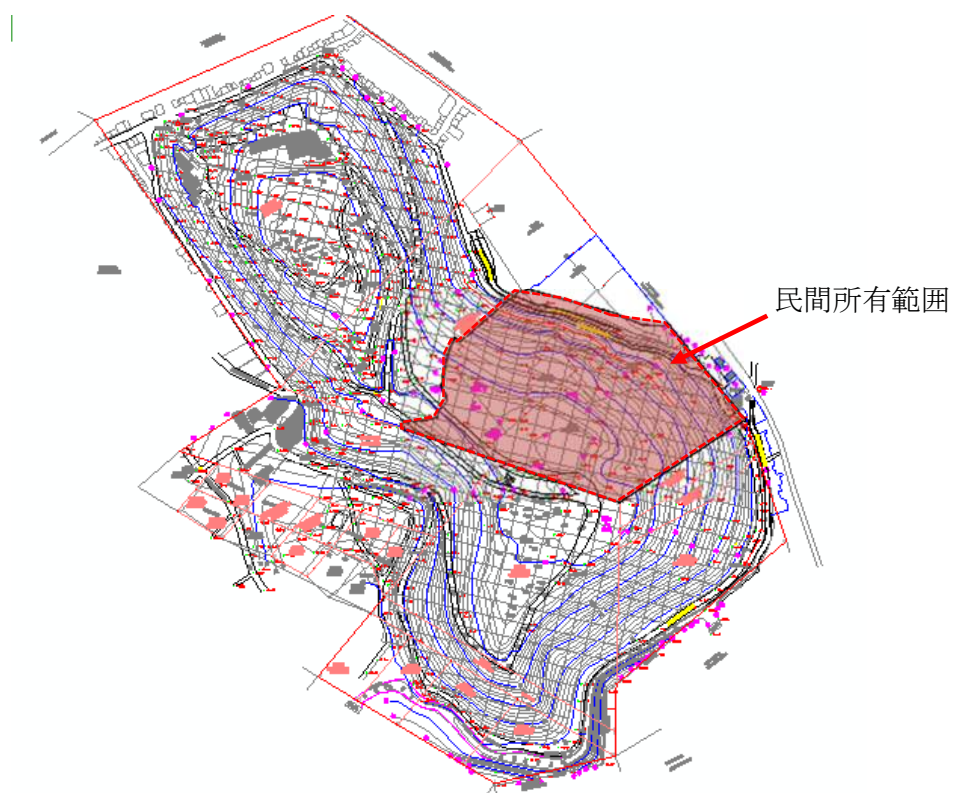


図 7 廃棄物処分場の地形図

3.1.2 太陽光発電の導入及び処分場等へのシステム導入に係る法制度

フィリピンには、廃棄物処分に関する法規制として、the Republic Act (RA) 9003-Ecological Solid Waste Management (ESWM) Act (2000)があり、廃棄物処分場の管理・運営・閉鎖に関する規則なども定められている。また、閉鎖後の廃棄物処分場の処理・活用法に関しては、“Guidebook for Safe Closure of Disposal Sites” が JICA 支援のもと策定されており、閉鎖後の廃棄物処分場の土地利用に関する手順や技術・環境面での要件などが明記されている。例えば、閉鎖後の処分場の施設として、公園、駐車/道路、低層建築、商業/工業施設があげられ、利用時の注意事項なども記載されている。しかし、太陽光発電施設の導入に関しては条例・規定・ガイドラインなどが存在しない。ケソン市が策定している閉鎖処分場の維持管理・土地利用計画では、市の管轄である処分場部分を中心に計画が行われており、その中では、建物の屋根を利用した小規模太陽光発電システムも記載されている。ケソン市は、今回の調査の結果を処分場の計画に反映させる意向である。

本調査では、昨年閉鎖された衛生埋立地を対象に、閉鎖後の維持管理等も考慮した太陽光発電システム導入について検討する。調査では、基礎処理に関する地盤・斜面などの安定性の確認、利用可能な土地面積の推定、発電システム(パネル及び周辺設備)の容量、土台や架台の選定、事業の経済性分析等を行った。以下、その詳細について説明する。

現地では、下のような処分場の簡易貫入試験(ボーリング調査)を行った。この結果、北部と南部の平坦部では、2012 年以降大きな沈下は発生していないことがわかった。ただし、詳しく見てみると、南部の平坦部の一部が 2013 年から 2015 年の間に埋め立てられたことが示唆され、この部分は今後沈下が進む可能性がある。

南部の平坦部における断面図を基に、測量年度別に整理したものが図 8 である。平坦部は年度ごとに様々な形状・高さに変化しており、時間を追って一定の傾向があるわけではない。これは、廃棄物やそれを覆う土砂が繰り返し搬入され続けていたことを示唆している。



簡易貫入試験の様子

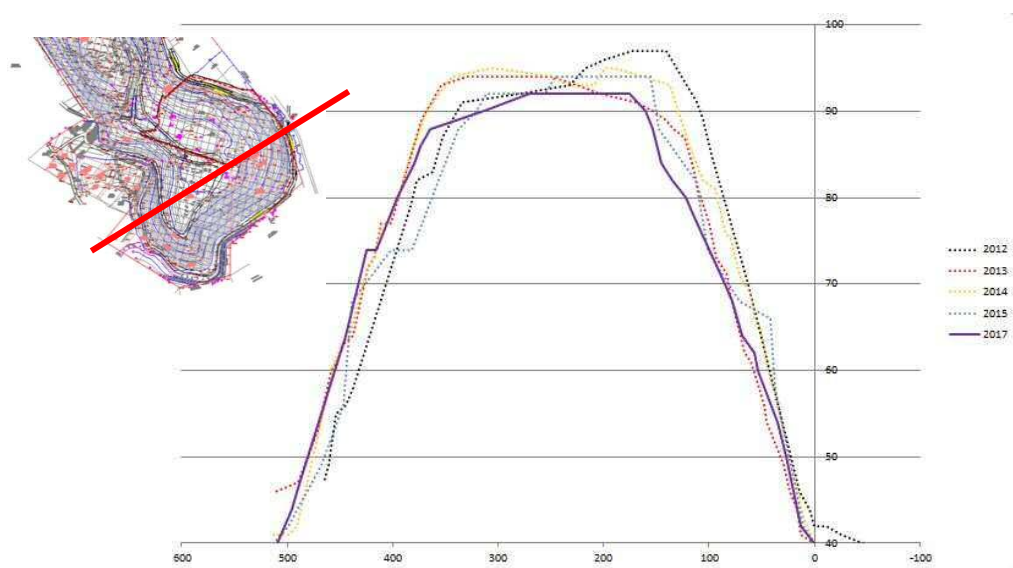


図 8 南部の横断図

図 8 から、全般的な形状は変わらず、大きな沈下や斜面の崩壊はなかったことが示唆される。したがって、最近埋め立てられた民間企業所有の埋立地を除き、南部平坦部には太陽光パネルの設置後に大きな沈下は発生しないと予想される。ただし、斜面上には植生が十分に育っておらず、降雨により恒常的に小さな表層崩壊が発生しているものと推測され、太陽光パネルを設置するには不適切である。

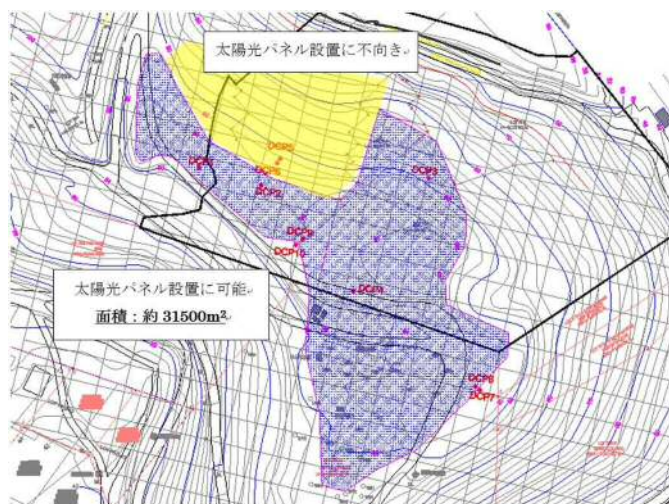


図 9 太陽光発電システム設置可能地域

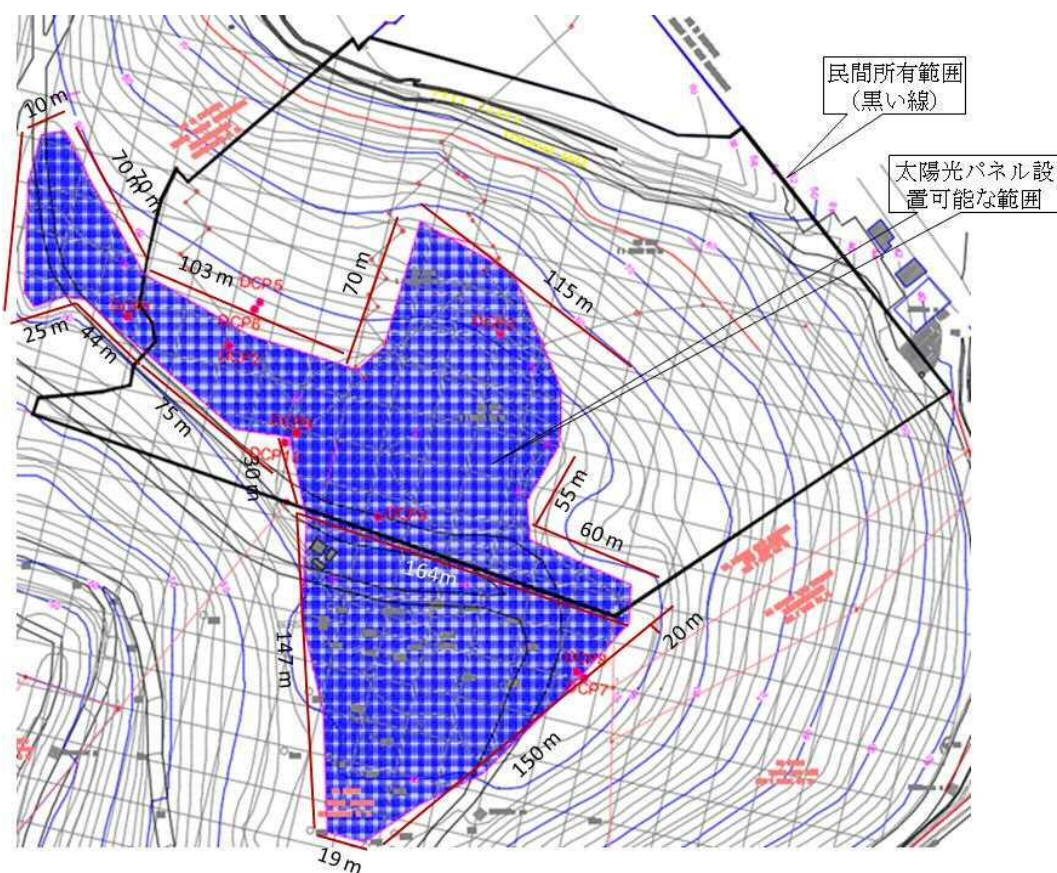


図 10 太陽光発電システム設置可能範囲

上記図 9 に示す通り、太陽光パネル設置可能な範囲は、約 $31,500\text{m}^2$ である。この範囲には、ケソン市と民間企業所有の土地の両方が含まれており、民間所有の土地面積は、約 $16,249\text{m}^2$ で半分程度を占めている。ここで、土地の所有権を問わずに設置可能な全域を対象にパネル設置した場合と民間企業所有の土地を対象にパネル設置を実施した場合の可能性を以下で検討する。

3.1.3 太陽光システム

太陽光発電システムは、主に太陽光パネル、接続箱(太陽光パネルからの直流配線を一本にまとめ、パワーコンディショナーに送るための装置)、パワーコンディショナー(発電した直流電力を交流電力に変換するための装置)等で構成される。今回の調査で、新規閉鎖の廃棄物処分場において地盤調査を行い、地盤沈下の可能性、地表面の土壌特性、土地の傾斜や安定性について検討した。また、太陽光発電システムの設置可能面積を推定し、地形、方向、角度などを配慮した上で、システムの容量や架台・土台等周辺設備の検討を行った。



架台・土台のイメージ

最適設置角度及びアレイ間隔

対象地のマニラは、北緯 14～15 度に位置しており、季節によって異なるが、パネルの最適設置角度は 12 度となる。これは、下記の文献¹の数式(最適設置角度=0.812×緯度)から算出した。また設置の際のアレイ間隔は、下記の図 11 での推奨設置間隔を参考に 0.6m と想定した。これは、太陽高度と日陰距離の関係性、メンテナンスのための人が通る幅等も考慮している。



図 11 高さ 1m のソーラーパネルに対する設置角度と設置間隔の関係

出典 : <http://standard-project.net/solar/angle.html>

¹

https://www.researchgate.net/publication/320685573_Optimal_Tilt_of_Solar_Panels_in_the_Philippines

基礎(杭)

埋立地盤への影響や不等沈下(地盤の一か所だけが沈下することで地面が不揃いになり傾斜が発生した状態)に備えて、連続基礎(鉄筋コンクリート造による直接基礎)が望ましい。

想定発電量及びパネル枚数

パネル設置可能な土地全体を対象とした場合、2.9MWの太陽光発電システムの導入が可能である。既存のガス発電事業者が運営し、発電した電力はマニラ電力公社(Manila Electric Co. (Meralco))に販売することを想定している。

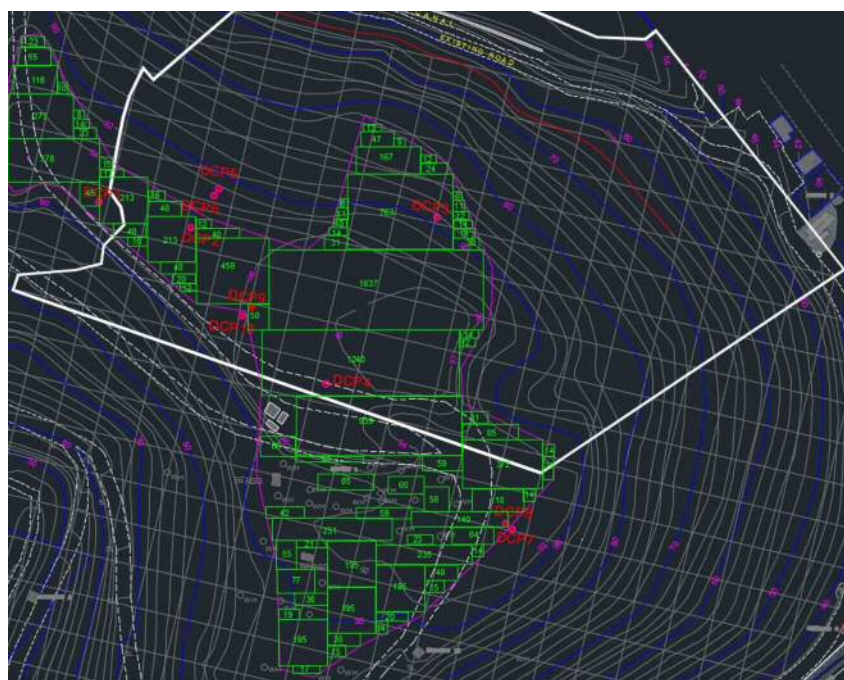


図 12 太陽光システムの想定規模

太陽光発電システムは、シャープ(株)製の9,909枚の300Wの太陽光パネルと(株)ダイヘンの6台の500W(型番：P500JFL1-A02)のパワーコンディショナーを提案する。

システムを構成する各技術の仕様は、以下の通りである

表 3 技術の仕様

セル種類	単結晶	最大システム電圧	1,000V
公称最大出力※2	300W	静荷重	2,400Pa
モジュール変換効率※1	18.2%	積雪量	設置角度により 最大90cmまで対応可能
公称最大出力動作電圧	32.68V	固定箇所/固定方法	4箇所ボルトまたは 4箇所クリップ固定
公称最大出力動作電流	9.18A	外形寸法	994x1,652x46mm
公称開放電圧	40.03V	質量	18.5kg
公称短絡電流	9.71A		

形式	P500JFL1-A02
定格出力	500kW
設置場所	屋内
寸法 (W) × (D) × (H)	2220×1390×2090mm
概略質量	2000kg
絶縁方式	トランスレス
運転直流電圧範囲	310～700Vdc
定格出力電圧	210Vac
周波数	50/60Hz
電力変換効率（最高効率）※	98.40%
FRT機能	<input type="radio"/>
レコーダ機能	<input type="radio"/>

出典：シャープ、ダイヘン社各ホームページ

一方、民間が所有する土地のみを対象にパネルを設置する場合、1613 枚のパネルで約 1.7MW のシステムを導入可能と考えられる(下記の図 15 を参照)。

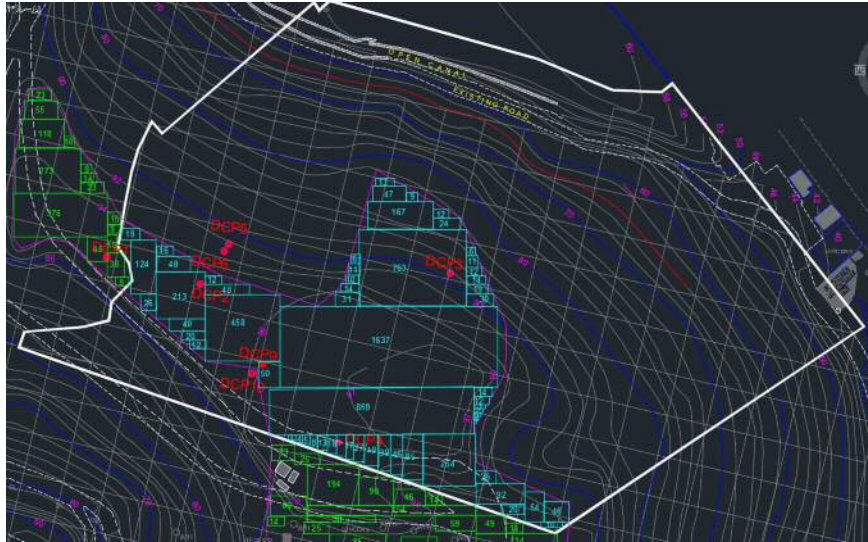


図 13 民間企業が所有する土地での想定システム規模

3.1.4 太陽光システムの導入に関する法制度

フィリピンは、2012 年 7 月から再生エネルギー電力事業に対して固定価格買取(FIT)の制度を導入している。太陽光発電の FIT 料金は、Energy Regulatory Committee(ERC)における 2015 年 4 月第 6 決議で表 3 のように第 2 フェーズの価格が定められており、第 1 フェーズと比較し、9.68 ペソ/kWh から 8.69 ペソ/kWh に下がっている。第 2 フェーズの価格は、2016 年 3 月 15 日までに申請した事業者に適用されているが、エネルギー省(DOE)は、今後、FIT 制度を適用しない方針を示している。

表 4 再生可能エネルギーの FIT 価格

RE Technology	Approved Rates (PHP/kWh)	Installation Target (MW)
Wind	7.40*	400**
Solar	8.69*	500**

出典：当該事業が開催したワークショップにおけるフィリピンエネルギー省の発表資料

また ERC は、ネットメータリング(Net metering)制度を 2013 年 5 月に承認している。ネットメータリング制度は、事業者が自家消費用の太陽光発電システムを系統連系で運用している場合に、発生した余剰電力分を系統の電力使用量から差し引く仕組みである。現在、フィリピンでは、100kW 以下のシステムが対象となっている。

Meralco 社のネットメータリング制度を利用している顧客は、2017 年 10 月時点で 1,029 社あり、最近著しく増えている²。この制度への申請手続きは、以下のとおりである。

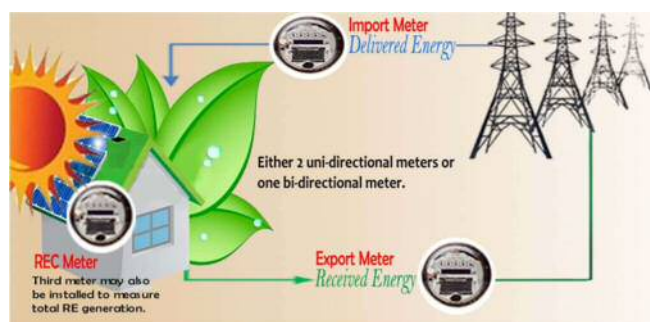


図 14 ネットメータリング制度のイメージ

2

<https://www.philstar.com/business/2018/01/02/1773747/over-1000-meralco-customers-drawn-net-metering-scheme>

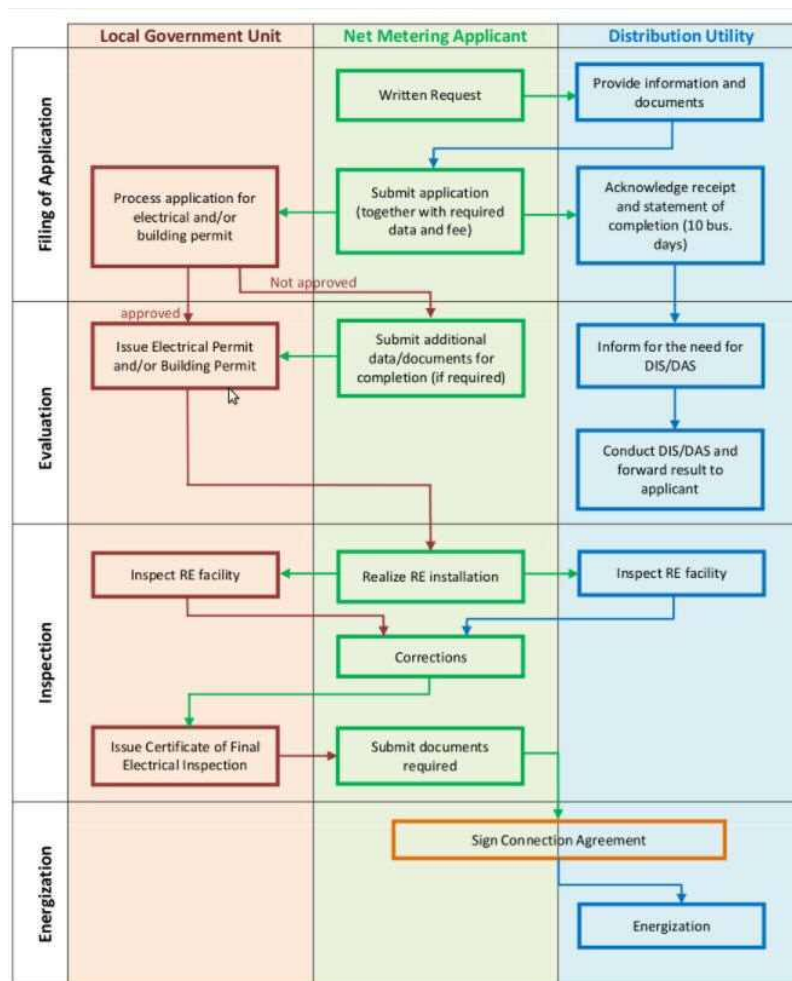


図 15 ネットメータリングの手続きの流れ

出典：フィリピンエネルギー省³

提案の事業では、FIT 制度を活用できないが、販売価格は、Meralco 社との交渉のうえ、最終的に長期売買契約を結ぶ想定である。

³ <https://www.doe.gov.ph/2-how-apply-net-metering-services-your-distribution-utility>

3.1.5 温室効果ガス削減効果・モニタリング計画の構築

3.1.5.1 方法論の概要

太陽光発電事業に関する温室効果ガス削減量の算定、モニタリング方法などの MRV 方法論の構築に関して、既存の JCM の MRV 等を参考に検討を行った。なお、MRV 方法論(案)の検討にあたり、下記に示す JCM 承認済み方法論を参考とした。

方法論	説明
VN_AM007 “Installation of Solar PV System”	グリッド(系統)とディーゼル発電機由来の電力を太陽光発電由来の電力に代替することにより、GHG 排出量を削減する事業を対象としている。2017 年 10 月 10 日に合同委員会により承認された。

本方法論は、フィリピンにおいて太陽光発電システムを導入し、グリッド或いはディーゼル発電機由来の電力を太陽光発電由来の電力に代替する事業のための方法論である。

表 5 用語の定義

用語	定義
太陽光発電システム	太陽光発電システムは、太陽電池を用い、太陽の光エネルギーを直接電力に変える仕組みである。太陽光発電システムは、インバーターに接続された一つ以上のモジュールから構成され、発電した直流電力を、パワーコンディショナーによりグリッド電力と同じ交流電力に変換する。
グリッド(系統)	プロジェクトへの送電線、配電線を通じて物理的に接続される発電施設の空間的な範囲

表 6 方法論の概要

項目	概要
GHG排出削減の手法	太陽光発電システムにより創出された電力で、グリッドの電力或いは自家ディーゼル発電電力を代替する。
リファレンス排出量の算定	プロジェクトによりグリッドに供給される電力量とグリッド

	或いはディーゼル発電の排出係数によって算定する。
プロジェクト排出量の算定	太陽光発電に伴う付帯設備及び建屋の空調等による電力消費量をプロジェクト排出量として算定する。
モニタリングパラメータ	1)プロジェクトによりグリッドに供給される電力量 2)プロジェクトにより消費される電力量

3.1.5.2 適格性要件

現地調査ならびに国内での文献調査に基づき、適格性要件を表 7 に示す。要件 1、2 はプロジェクトの定義に関する要件であり、要件 3、4、5 はプロジェクトに導入する技術に関する要件である。本方法論は、以下のこれらの要件を全て満たすプロジェクトに適用することができる。

表 7 方法論の適格性要件

要件 1	プロジェクトは、新設の太陽光発電システムを導入もしくは、既存の太陽光発電システムに新たなユニットを増設するものである。
要件 2	プロジェクトは、事業者の施設の自家消費用或いは連結するグリッドに電力を供給するものである。
要件 3	プロジェクトで導入される太陽光発電システムは、グリッドに供給される正味電力量が計測可能なものである。
要件 4	プロジェクトで導入される太陽光発電システムの太陽電池は、国際電気標準会議 (IEC) による性能認証規格及び安全認証規格の認証、もしくは、これらに完全整合する国家規格の認証を受けている。
要件 5	プロジェクトで導入される太陽光発電システムのパワーコンディショナーは、電力変換効率が 95% 以上の機器である。

要件 1、2 を満たすことで、プロジェクトの柔軟性を保証する。また、ホスト国における FIT、ネットメータリング制度を活用する事業、単なる自家消費型事業でも適用できる。また、この方法論は、既設あるいは新設のいずれのラインにも適用可能である。要件 3、4、5 は、MRV 及び技術の質を保証するものである。

3.1.5.3 計算式

3.1.5.3.1 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

当該方法論におけるリファレンス排出量は、グリッド電力システム或いは自家ディーゼル発電システムにおける燃料利用から発生する CO₂ 排出量である。リファレンス排出量は、当該プロジェクトによる発電量にグリッドの CO₂ 排出係数或いはディーゼル発電の排出係数を乗じることにより求める。リファレンス排出量の算定式は、以下の通りである。

$$RE_y = \sum_i (EC_{y,i} \times EF_{CO_2}) \quad (1)$$

RE _y	リファレンス排出量 [tCO ₂ /y]
EC _{y,i}	プロジェクトで設置される太陽光発電システムによる正味発電量 (MWh/y)
EF _{CO₂}	電力の CO ₂ 排出係数[tCO ₂ /MWh]

一方、プロジェクト排出量は、プロジェクトにより設置される照明や建屋の冷却等の補機による電力消費量をプロジェクト排出量として計算する。プロジェクト排出量は以下の式により算定する。

$$PE_y = EC_{PJ,y} \times EF_{CO_2} \quad (2)$$

PE _y	プロジェクト排出量 [tCO ₂ /y]
EC _{PJ,y}	発電システムの電力消費量 [MWh/y]
EF _{CO₂}	電力の CO ₂ 排出係数[tCO ₂ /MWh]

$$ER_y = RE_y - PE_y \quad (3)$$

ER _y	プロジェクト排出量 [tCO ₂ /y]
RE _y	リファレンス排出量 [tCO ₂ /y]
PE _y	プロジェクト排出量 [t CO ₂ /y]

プロジェクト実施前の設定値について、各パラメータの説明及び出典を下記の表 8 に示す。

表 8 事前に確定したパラメータと説明

パラメータ	データの説明	出典 他
$EF_{RE,i}$	<p>グリッド或いは自家発電の CO₂ 排出係数(tCO₂/MWh)</p> <p>当該プロジェクトサイトに自家発電設備が設置されていない場合は、妥当性確認実施時点のグリッド排出係数の最新の値を事前設定する。</p> <p>当該プロジェクトサイトに自家発電設備が設置されている場合は、下記の選択制とする。 以下の通り保守的に設定する。</p> <p>$EF_{RE,i} =$ $\min (EF_{grid}, EF_{captive})$</p>	<p><u>グリッド排出係数の場合</u></p> <p>合同委員会による指定がない限り、ホスト国 関連機関により発表される公式値 0.670 tCO₂/MWh(Combined margin)とする。 (IGES's List of Grid Emission Factors 2017 年 8 月)</p> <p><u>自家発電(ディーゼル)の場合</u></p> <p>0.8 kgCO₂/kWh (Table2 I.F.1, Small Scale CDM Methodology: AMS I.F. ver.2)</p>

排出削減見込量の計算は、方法論に合わせて作成したスプレッドシートを用いて試算した。

表 9 排出削減見込量の計算に用いた算定条件

項目	値
発電システム容量(kW)	2,900(処分場全体)/1,700(民間の土地)
ホスト国の 1 日あたりの年平均日射量(kWh/m ² /日)	5.28
損失係数	0.75
グリッド排出係数 (tCO ₂ /MWh)	0.670

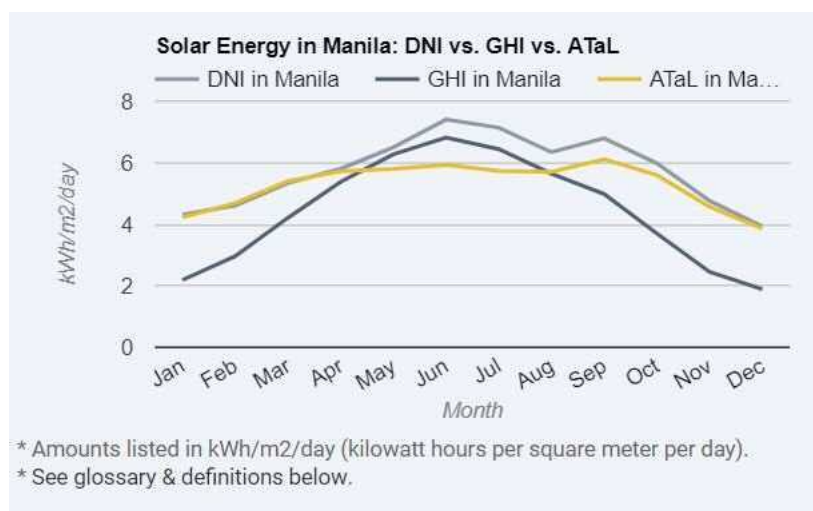


図 16 マニラの日射量情報

出典：<https://solarenergylocal.com/states/utah/manila/>

マニラにおける日射量について、相当する緯度・傾斜度での平均値(5.28 kWh/m²/day)を参照する。太陽光発電システムの年間予想発電量について、NEDO 技術開発機構太陽光発電導入ガイドブックを参考に算定する。

$$EG_p = H \times K \times P \times 365 \div 1$$

EG_p: 年間予想発電量(kWh/年)

H: 設置面の 1 日あたりの年平均日射量(kWh/m²/日)=5.28 (マニラの数値)

K: 損失係数・約 75%(モジュールの種類、受光面の汚れ等で多少の変化あり)

- ・年平均セルの温度上昇による損失・約 15%(シャープの製品の平均)
- ・パワーコンディショナによる損失・約 5%(シャープの製品の平均)
- ・配線、受光面の汚れ等の損失・約 5%

P: システム容量(kW)=2,900kW

365: 年間の日数(日)

1: 標準状態における日射強度(kW/m²)

リファレンス排出量、プロジェクト排出量、及び排出削減見込量の一覧を表 10 に示す。

表 10 提案プロジェクトによる排出削減見込量

項目	排出量	
	処分場全体	民間の土地
リファレンス排出量 tCO ₂ /y	2,808	1,631
プロジェクト排出量 tCO ₂ /y	56	33
排出削減見込量 tCO ₂ /y	2,752	1,598

3.1.5.4 MRV 体制

事業開始後にモニタリングが必要なパラメータは、以下の 2 項目である。

No.1：期間 p におけるプロジェクトで設置される太陽光発電システムによる正味発電量 (MWh/p)

No.2：期間 p におけるプロジェクト補機による電力消費量(MWh/p)

表 11 にこれらのモニタリングパラメータに関するモニタリング方法と手順、頻度を示す。

No.1 と No.2 の計測は、自動的に記録されるが、そのデータは、担当者が週一回記録データを回収し、事前に用意したシートに記録する。

表 11 モニタリングパラメータとモニタリング方法など

No	パラメータ		モニタリング方法と手順	モニタリング頻度
1	EG_{i,y}	期間 y におけるプロジェクトで設置される太陽光発電システムによる正味発電量(MWh/y)	電力計により計測。担当者が週一回記録データを回収し、事前に用意したシートに記録する。	連続記録 週 1 回データ整理
2	EC_{pJ,y}	期間 y におけるプロジェクト補機による電力消費量(MWh/y)	電力計により計測、記録する。担当者が週一回記録データを回収、事前に用意したシートに記録する。	連続記録 週 1 回データ整理

具体的なモニタリング計画は、株式会社オリエンタルコンサルタンツ(以下、OC)が、代表事業者及び技術提供者と協議の上、今後の実態を踏まえた形で作成する。モニタリングの実施は、指名された事業者の担当作業員が週 1 回行う。発電力と消費電力は自動的に連続記録されるが、バックアップデータとして担当作業員が作業ごとに週 1 回表示値を記録する。担当責任者が週 1 回収集・整理し、事前に用意したシートに記録して管理部署に提出する。管理部署ではデータチェックを行うとともに月毎、年毎の集計データとして整理する。これらの集計データは管理部門の責任者がチェックした後、最終モニタリング結果として事業者の JCM 担当者に提出する。

代表事業者は、計測方法及びモニタリング記録の保存方法を反映したモニタリング計画を作成するとともに、信頼性のあるモニタリングが実施されるようプロジェクトが実施される以前に事業者の関係者に対してデータの記録・整理・管理等についてのキャパシティビルディングを実施する。OC は、必要に応じてモニタリングに関する適切な助言を行い、MRV の実施を支援する。

3.1.6 プロジェクト体制・ビジネスモデルの構築

太陽光システムを導入した場合のビジネスモデルを検討する。太陽光発電システム管理会社は、既存のメタンガス回収・発電事業者とし、ケソン市と民間企業を含めた土地を利用する場合、2.9MW のシステム導入となり、民間企業が所有する土地のみを対象した場合は、1.7MW となる。発電した電力は、既存のグリッドに接続し、大手電力会社 Meralco に販売する事を想定する。以下、システム全体の費用を算出するために、太陽光パネル等の仕様を示す。

表 12 太陽光パネルの仕様とパワーコンディショナーの数

対象	パネル型	パワーコンディショナー
処分場全体	単結晶(300W×9,909)	500kW×6
民間所有のみ	単結晶(300W×5,613)	500kW×4

関税に関して、フィリピンには、対日輸入関税適用税率として、最恵国待遇(Most Favored Nation)税率、日フィリピン経済連携協定(Japan-Philippine Economic Partnership Agreement)適用税率、日 ASEAN 経済連携協定(ASEAN-Japan Comprehensive Economic Partnership)適用税率があり、さらに輸入品には関税のほかに 12%の付加価値税(VAT)が課

される。これらの税率は、ウェブサイト⁴から確認でき、太陽光パネル及びパワーコンディショナーに対しても関税はゼロとなっているが、設備補助事業への申請の際は、関連機関等へ再確認を行う事が望まれる。なお、プロジェクトからの収益の構造や大きさに関しては、事業実施の際により明確になるが、現時点では推定値となり、最終的な数字ではない。また、既存のガス発電民間業者が自社敷地内でシステムを導入する場合は問題ないが、ケソン市所有の土地を含む敷地を対象にパネル設置する場合、事業収入の一部をケソン市に還元するなど、双方の協議によって事業収入は変化すると考えられる。以下、想定される事業収入を下記の表 13 に示す。

表 13 発電見込量及び事業収入

対象施設	正味発電量 (kWh/年)	電力価格(円/kWh)及び 事業による売電収入 (千円/年)	
		15	61,617
全体	4,107,827	15	61,617
民間土地のみ	2,385,231	15	35,778

注：販売電力価格は 6.99 ペソ/kWh。1 ペソ=2.15 円として算定。

プロジェクト実施における資金調達は、初期投資額の 30%を環境省による設備補助事業により調達し、残りの 70%は、事業者側の自己資金で調達することを想定する。以下、民間企業がケソン市の土地を含む全域に太陽光システムを導入する場合のキャッシュ・フローを表 14 に示す。ただし、ケソン市に対しては、電力販売額の 10%を還元するものとする。

表 14 プロジェクトキャッシュ・フロー

単位: 千円													
	項目	計	工事期間	運営機関									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	収入	616,170	0	61,617	61,617	61,617	61,617	61,617	61,617	61,617	61,617	61,617	61,617
1.1	電力販売収入	616,170	0	61,617	61,617	61,617	61,617	61,617	61,617	61,617	61,617	61,617	61,617
1.2													
2	支出	456,767	344,407	11,236	11,236	11,236	11,236	11,236	11,236	11,236	11,236	11,236	11,236
2.1	初期投資	344,407	344,407	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2	維持管理	49,200	0	4,920	4,920	4,920	4,920	4,920	4,920	4,920	4,920	4,920	4,920
2.3	還元	63,160	0	6,316	6,316	6,316	6,316	6,316	6,316	6,316	6,316	6,316	6,316
3	利益	159,403	-344,407	50,381	50,381	50,381	50,381	50,381	50,381	50,381	50,381	50,381	50,381
	IRR	8%											
	返済期間	7											
	純利益	159,403											

⁴ <http://tariffcommission.gov.ph/finder/index.php?page=tariff-finder>

また、自己資金の 70%を金融機関から融資を行う場合の経済性を以下に示す。

銀行の融資金利に関して、2018 年 1 月のフィリピンにある各銀行の融資金利情報 (<http://www.bsp.gov.ph/statistics/keystat/intrates.htm>)から長期ローンの 3.5%(Bank of Philippine Islands)の金利を下に返済期間を 7 年と想定する。その場合の工場の経済性を以下に示す。

表 15 プロジェクトキャッシュ・フロー(融資の場合)

単位:千円													
	項目	計	工事期間	運営機関									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	収入	616,170	0	61,617	61,617	61,617	61,617	61,617	61,617	61,617	61,617	61,617	61,617
1.1	電力販売収入	616,170	0	61,617	61,617	61,617	61,617	61,617	61,617	61,617	61,617	61,617	61,617
1.2													
2	支出	468,821	344,407	12,958	12,958	12,958	12,958	12,958	12,958	12,958	11,236	11,236	11,236
2.1	初期投資	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2	維持管理	49,200	0	4,920	4,920	4,920	4,920	4,920	4,920	4,920	4,920	4,920	4,920
2.3	還元	63,160	0	6,316	6,316	6,316	6,316	6,316	6,316	6,316	6,316	6,316	6,316
2.4	利子+元本	356,461	344,407	1,722	1,722	1,722	1,722	1,722	1,722	1,722	0	0	0
3	利益	147,349	-344,407	48,659	48,659	48,659	48,659	48,659	48,659	48,659	50,381	50,381	50,381
	IRR	7%											
	返済期間	7											
	純利益	147,349											

なお、事業者が民間企業の敷地のみを対象に、自己資金で太陽光発電システムを設置し、発電・買電事業を行った場合について、下記の表 16 に示す(30%補助金の場合)。

表 16 プロジェクトキャッシュ・フロー(民間敷地対象の場合)

単位:千円													
	項目	計	工事期間	運営機関									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	収入	357,780	0	35,778	35,778	35,778	35,778	35,778	35,778	35,778	35,778	35,778	35,778
1.1	電力販売	357,780	0	35,778	35,778	35,778	35,778	35,778	35,778	35,778	35,778	35,778	35,778
1.2													
2	支出	235,850	181,880	5,397	5,397	5,397	5,397	5,397	5,397	5,397	5,397	5,397	5,397
2.1	初期投資	181,880	181,880	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2	維持管理	18,190	0	1,819	1,819	1,819	1,819	1,819	1,819	1,819	1,819	1,819	1,819
2.3	還元	35,780	0	3,578	3,578	3,578	3,578	3,578	3,578	3,578	3,578	3,578	3,578
3	利益	121,930	-181,880	30,381	30,381	30,381	30,381	30,381	30,381	30,381	30,381	30,381	30,381
	IRR	11%											
	返済期間	6											
	純利益	121,930											

上記の収入は、10 年のみ示しているが、パネルの保証は通常 20 年以上となっており、最終的な収入はさらに大きくなる。なお、費用総額が 2 億 6,000 万円の場合の費用対効果は 2,869 円 (補助率 30%、耐用年数 17 年) となる。

環境省の設備補助事業を行う場合のプロジェクト実施体制について検討を行った。代表事業者に関して現時点では、検討中であるが、代表事業者が決まり次第コンソーシアムを形成し、設備補助事業の申請を行い、プロジェクトや MRV を実施する。コンソーシアムの中で、代表事業者は、資金調達・管理を担当する。一方、OC 社は、JCM プロジェクトの MRV に関する方法論の作成、モニタリング計画の作成、実施支援などを担当する。プロジェクトの着工開始時期は、事業者側との議論などを踏まえて、投資意思を確認の上、設備補助事業の日程などに合わせて確定し、今後、詳細な工事計画、運営計画を調整していく必要がある。なお、契約方式は、随意契約で進める。

太陽光パネルの設置は、処分場敷地内において行われるため、外部環境に与える影響はないと考えられ、行政手続きに関しては、ケソン市、事業者、現地エンジニアリング会社と連携して進める。

3.1.7 事業リスクとその対策の検討

今後の本事業の実現化に向けて想定されるスケジュールは以下の通り。

2019 年 2 月 実現可能性調査終了

2019 年 3 月 フィリピン側の投資最終判断

2019 年 3 月 JCM 設備補助事業実施体制の確定

コンソーシアム設立

プロジェクト設計書、MRV 方法論、

モニタリング計画最終版作成、エンジニアリング計画策定

2019 年 4 月 JCM 補助事業の申請

2019 年 7 月 JCM 補助事業開始、発電システムの設置・関連施工開始

2020 年 2 月 システム試運転

システム運用(システムの日常運転、保守・管理など)に関する

技術移転の実施

MRV 実施に関するキャパシティビルディング実施

2020 年 3 月 システム運転開始、モニタリング開始

2020 年 3 月 JCM 設備補助事業 報告書作成

2020 年 ×月 MRV 方法論適用可能性等の審査

2020 年 ×月 Joint Committee への JCM プロジェクト申請

これら事業の実現に向けたスケジュールの達成にはいくつかの事業リスクが考えられる。

一点目は事業規模の決定である。太陽光発電システム設置可能な土地には、ケソン市と民間企業両方の土地が含まれており、事業規模の観点から、土地全体を対象に事業を実施することが望ましい。事業実施にあたって、行政の入札等のリスクを回避するためには、民間企業がケソン市所有の土地を借り、対象の土地全体を対象に発電システムの導入を行うモデルが理想的である。これが難しい場合、民間の土地のみを対象とした事業が想定される。

二点目は、現地の工事が、要求される技術水準で、納期通りに工事が完了するかという点である。JCM 設備補助事業の工事開始までには、詳細設計や工事仕様、工期、費用等の詳細を詰める必要がある。また、工事の進捗管理、品質管理体制を確立する必要がある。システムの運用は現地企業側が行うことを想定しており、定期的な保守・管理の方法を含めて、システムの運用を開始する前に十分な技術移転を行う必要がある。

三点目は、パワーコンディショナー等の設備は、日本から調達することを想定しており、輸送や通関に時間がかかることが想定される。従って、現地の関連機関への確認、既存の JCM 関連事業の経験等を踏まえて、事業の実施計画を策定する。

3.2 JCM プロジェクト(工場省エネ)の実現可能性調査の実施

本事業では、低炭素社会形成に関する経験・ノウハウ等を有する日本の自治体とともに、都市間連携に基づいて途上国の都市による低炭素社会の形成を支援する。対象のケソン市では、QC-LCCAP に基づき省エネを推進しており、食品加工や鉄鋼工場に着目し、既存の JCM 案件化事例が少ない「ドレン⁵回収システム」、「加熱炉の改善」、「冷却塔の改善」等の案件化の検討を行った。事業化においては、対象工場に対して、省エネ診断を実施し、廃熱・ドレンの回収可能性、加熱炉等の設備の改善可能性や関連省エネ技術の特定等の検討を行った。

3.2.1 省エネに関する法規の状況

フィリピンは、2014 年 7 月に定めた「省エネルギーロードマップ 2014・2030」(Energy Efficiency and Conservation Roadmap 2014-2030)を策定し、省エネを推進している。しかし現在のところ、関連機関の連携不足、省エネルギー法の制定遅延などにより、国全体の包括的な枠組み作りは遅れており、散発的に個別の対策がなされているだけで、省エネの取組が十分とは言えない。この中で、産業及び民生部門における省エネの実施を促すため、「DSM(デマンドサイド・マネジメント)プログラムに関する省令」が2014年に発令された。この省令では、逼迫する電力需給に対応するため、病院、軍施設、空港関連等重要施設を除くすべての電力消費者(特に家庭、産業、業務組織)に対して、電力消費を削減するための DSM その他の省エネルギー対策を実施することを命令している。しかし省令遵守のための、インセンティブの付与、罰則等については検討を行っている段階である。今後、COP21 に提出した国別目標案(INDC)の遵守、アジア諸国の中でも日本に次いで電力料金が低いことから、省エネの推進は重要な課題になっている。

3.2.2 鉄鋼製造工場における省エネ

当該事業では、鉄鋼製造工場等へのヒアリング、実地調査を通して、バーナー更新などの加熱炉の改善可能性について調査した。

対象の鉄鋼製造工場は、フィリピンを代表する鉄鋼製造工場の一つであり、1973年の創立以来、安定的な生産実績の下、継続的な成長を遂げている。当該工場の棒鋼、線材などの生産規模は、300,000 トン/年で、中国製の50 トン/時間のプッシャー式加熱炉一台で生産を

⁵ 空気が熱を失って凝縮した水のこと。圧縮され高温化した空気が配管内で自然冷却され、水分(ドレン)となる。

行っている。加熱炉の運転に関しては、既に自動制御装置を利用しており、炉内温度は、1,200度と推定され、燃料は重油を使っている。燃料原単位は、43 L /tonである。既存の炉は、予熱帯(バーナー2 本)・加熱帯(バーナー4 本)・均熱帯(バーナー10本)から構成されている。今回の調査では、バーナー部分の交換については、リジェネバーナーの導入を検討し、予熱帯と加熱帯の6本のバーナーを2ペアのリジェネバーナーとする他、バーナーを大型化することで、省エネを図ることを想定した。

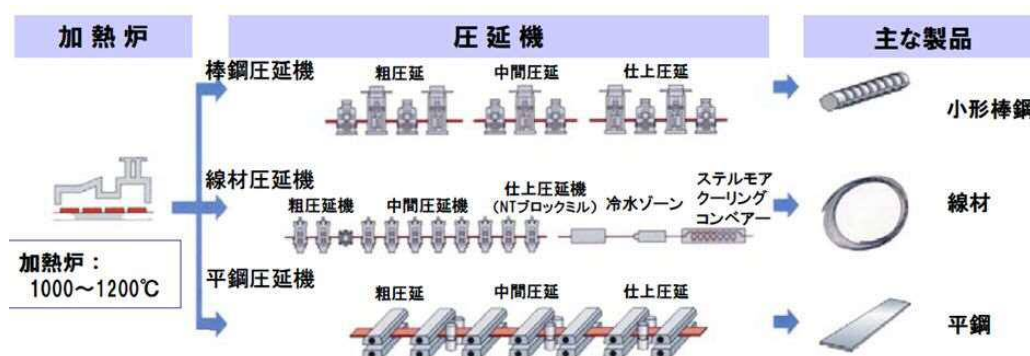


図 17 棒鋼製造の流れ

3.2.2.1 導入予定技術及び省エネ効果

バーナーは工業炉を持つ工場にとって不可欠な製品であり、今回の対象工場において、上述の通りリジェネバーナーシステムの導入を提案する。

リジェネバーナーシステムは、2 個(A、B)のバーナーを1セットとし、燃焼と排気を短時間に交互に切り換えて使用するもので、一方のバーナーが燃焼中の際は、もう一方のバーナーから燃焼排ガスを排出すると同時に、高温の排ガスで蓄熱体の温度を上昇させる。数十秒間隔で燃焼と熱回収を交互に繰り返すことにより、コンパクトな構造であるにもかかわらず、空気温度1,000度を越える予熱が得られる。蓄熱の原理は、Aバーナーが燃焼中、Bバーナーは排気口になりAバーナーの排ガスとBバーナーの蓄熱体とが熱交換する一方、燃焼中のAバーナーでは蓄熱体と燃料用空気が熱交換して、高温の空気がAバーナーに供給される仕組みである。

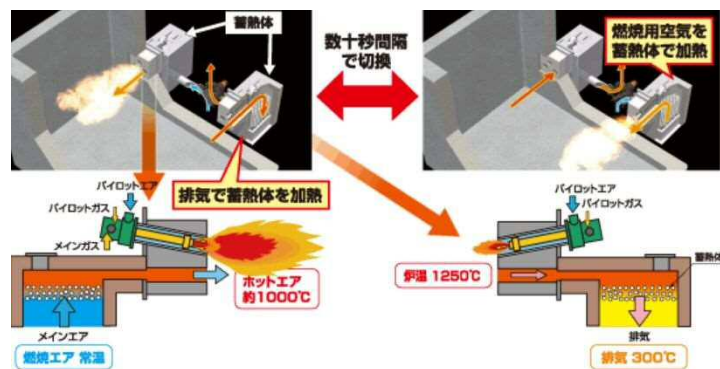


図 18 リジェネバーナーの原理(出典：大阪ガスホームページ)

このシステムでは、蓄熱体はアルミナ系の耐火物が使われており、高温部はバーナーおよび蓄熱体だけで、排ガス系および空气管系が低温であるため、小さくコンパクトにまとまっている。また熱回収や燃焼の切替え弁が低温側に設けられているため、損耗が少ないのが特徴で、燃料を30から50%節約できる。NO_xについては、空気予熱温度が高いにもかかわらず150ppm以下という優れた特徴を特っている。この他、燃焼量の増減や空気温度の変化に対しても、自動的に空気比を調節する機能を持ち、大幅な燃料の節約が可能であり、燃料は灯油・軽油および重油にも対応できる。

今回の調査では、既存のバーナー6個を2個のリジェネバーナーに交換する。対象工場の年間平均生産量は、218,400 トンで、加熱炉の燃料消費量は、8,076 トン/年である。既存の研究や調査結果などから 10%の省エネ効果を想定できるが、実際の操業状況を確認し、精査が必要である。

3.2.2.2 温室効果ガス削減効果・モニタリング計画の構築

3.2.2.2.1 方法論の概要

鉄鋼製造工場に関する温室効果ガス削減量の算定、モニタリング方法などの MRV 方法論の構築に関して、既存の JCM の MRV などを参考に検討を行った。なお、MRV 方法論(案)の検討にあたり、下記に示す JCM 承認済み方法論を参考とした。

表 17 参考とした既存の方法論

方法論	説明
ID_AM009 “Replacement of conventional burners with regenerative burners for aluminum holding furnaces, ver. 2.0”	アルミニウム保持炉において従来型バーナーをリジェネバーナーに代替することにより、天然ガス消費量を削減する。2017 年 2 月 10 日に合同委員会により承認された。

本方法論は、フィリピンの鉄鋼製造工場において加熱炉を対象にリジェネバーナーを導入し、省エネを行う事業のための方法論である。

表 18 用語の定義

用語	定義
リジェネバーナー	燃焼排熱をセラミックなどの蓄熱体に吸熱させ、ついで吸熱体により燃焼空気を予熱することでエネルギー効率を向上させるバーナーシステム
通常のバーナー	蓄熱体による燃焼空気の予熱設備を持たないバーナーシステム

表 19 方法論の概要

項目	概要
GHG排出削減の手法	鉄鋼製造工場の加熱炉において、従来型バーナーの代わりにリジェネバーナーを導入することによって、化石燃料消費量の削減を行い、GHG 排出量を削減する。
リファレンス排出量の算定	プロジェクトが実施されない場合に導入される設備を想定し、化石燃料および電力の想定消費量に基づく CO2 排出量を計算する。
プロジェクト排出量の算定	プロジェクト実施後の設備において、重油および電力の消費実績に基づく CO2 排出量を計算する。
モニタリングパラメータ	1) 重油消費量 2) 鉄鋼生産量 3) 電力消費量

3.2.2.2.2 適格性要件

現地調査ならびに国内での文献調査に基づき、適格性要件を表 20 に示す。本方法論は、以下の要件を満たすプロジェクトに適用することができる。

表 20 方法論の適格性要件

要件 1	鉄鋼製造工場における加熱炉を対象とすること
要件 2	新設、増設、既存設備の交換のいずれかであること

3.2.2.2.3 温室効果ガス削減量算定式

リファレンス排出量の設定と算定：

リファレンス排出量は、リジェネバーナーを導入する対象と同類型の加熱炉において、リジェネバーナーが導入されない場合のエネルギー消費原単位を想定し、プロジェクト活動と同一の生産活動を行うときの CO₂ 排出量を計算する。リファレンス排出量の算定式は、以下の通り。

$$RE_y = FC \times P_y \times NCV \times EF_{co2} \quad (1)$$

RE _y	リファレンス排出量 [tCO ₂ /y]
FC	加熱炉燃料消費原単位(kg/ton)
P _y	プロジェクトにおける鉄鋼生産量(ton/y)
NCV	加熱炉燃料の熱量(TJ/Gg)
EF _{co2}	加熱炉燃料の CO ₂ 排出係数[tCO ₂ /TJ]

プロジェクト排出量の設定と算定：

プロジェクト排出量は以下の式により算定する。

$$PE_y = EC_{PJ,y} \times EF_{e,co2} + FC_y \times NCV \times EF_{co2} \quad (2)$$

PE _y	プロジェクト排出量 [tCO ₂ /y]
-----------------	---------------------------------

$EC_{PJ,y}$	プロジェクトにより加熱炉における電力消費量(MWh/y)
EF_{e,CO_2}	電力のCO ₂ 排出係数(tCO ₂ /MWh)
FC_y	加熱炉燃料の燃料消費量(Ton/y)
NCV	加熱炉燃料の熱量(TJ/Gg)
EF_{CO_2}	加熱炉燃料の CO ₂ 排出係数[tCO ₂ /TJ]

排出量削減の設定と算定：

事業により CO₂ 排出削減量の算定式は、以下の通りである。

$$ER_y = RE_y - PE_y \quad (3)$$

ER_y	CO ₂ 排出削減量 [tCO ₂ /y]
RE_y	リファレンス排出量 [tCO ₂ /y]
PE_y	プロジェクト排出量 [tCO ₂ /y]

プロジェクト実施前の設定値について、各パラメータの説明及び出典を下記の表 7 に示す。

表 21 事前に確定したパラメータと説明

パラメータ	データの説明	出典 他
FC	加熱炉での燃料消費量原単位 (liter/ton)	対象国の鉄鋼製造工場における古い加熱炉の燃料消費量原単位の 450Mcal/t を越える炉が多いが、当該事業のために 43 L/ton (411 Mcal/ton)を原単位のリファレンスとして採用する。
$EF_{RE,i}$	グリッド或いは自家発電の CO ₂ 排出係数(tCO ₂ /MWh) 当該プロジェクトサイトに自家発電設備が設置されていない場合は、妥当性確認の実施時点のグリッド排出係数の最新	<u>グリッド排出係数の場合</u> 合同委員会による指定がない限り、ホスト国関連機関により発表される公式値 0.670 tCO ₂ /MWh (Combined margin) とする。 (IGES's List of Grid Emission Factors)

	<p>値を事前に設定する。</p> <p>当該プロジェクトサイトに自家発電設備が設置されている場合は、下記の選択制とする。以下の通り保守的に設定する。</p> <p>$EF_{RE,i} =$</p> <p>$\min (EF_{grid}, EF_{captive})$</p>	<p>2017 年 8 月更新)</p> <p><u>自家発電(ディーゼル)の場合</u></p> <p>0.8 kgCO₂/kWh</p> <p>Table2 I.F.1, Small Scale CDM Methodology: AMS I.F. ver.2</p>
--	--	--

排出削減見込量の計算は、方法論に合わせて作成したスプレッドシートを用いて試算した。

表 22 排出削減見込量の計算に用いた算定条件

項目	値
プロジェクトの生産量(ton/y)	218,400
加熱炉燃料消費量原単位(重油) (liter/ton)	43
重油の密度(kg/liter) ⁶	0.9855
グリッド排出係数 (t CO ₂ /MWh)	0.670
重油の発熱(TJ/Gg)	39.8
重油の CO ₂ 排出係数(ton/TJ)	75.5

従って、リファレンス排出量、プロジェクト排出量、及び排出削減見込量の一覧を表 23 に示す。

⁶ file:///C:/Users/oc2964/Downloads/OrderERCCaseNo2015-225RC.pdf, Republic of the Philippines ENERGY REGULATORY COMMISSION

表 23 提案プロジェクトによる工場別排出削減見込量

項目	排出量
リファレンス排出量 (tCO ₂ /y)	27,810
プロジェクト排出量(tCO ₂ /y)	25,029
排出削減見込量 (tCO ₂ /y)	2,781

3.2.2.2.4 MRV 体制

事業開始後にモニタリングが必要なパラメータは、以下の 3 項目である。

No.1：プロジェクトにおける加熱炉の燃料消費量(liter/y)

No.2：工場の棒鋼生産量(ton/y)

No.3：加熱炉の電力消費量(MWh/y)

表 24 にこれらのモニタリングパラメータに関するモニタリング方法と手順や頻度を示す。
No.1、No.2、No.3 のデータ取得及び計測は、マニュアルもしくは自動で記録されるが、そのデータは、工場の担当者が週一回記録データを集計し、事前に用意したシートに記録する。

表 24 モニタリングパラメータとモニタリング方法など

No	パラメータ		モニタリング方法と手順	モニタリング頻度
1	P_y	期間 y におけるプロジェクトにおける鉄鋼生産量(ton/y)	担当者が週一回記録データを回収し、事前に用意したシートに記録する。	毎日記録/週 1 回データ整理
2	FC_y	期間 y における加熱量の燃料消費量(l/y)	担当者が週一回記録データを回収し、事前に用意したシートに記録する。	毎日記録/ /週 1 回データ整理
3	$EC_{PJ,y}$	期間 y におけるプロジェクトによる追加電力消費量(MWh/y)	電力計で計測、記録する。担当者が週一回記録データを回収し、事前に用意したシートに記録する。	連続記録/ 週 1 回データ整理

具体的なモニタリング計画は、OC 社が、代表事業者及び技術提供者と協議の上、今後の実態を踏まえた形で作成する。モニタリングの実施は、指名された事業者の担当作業員が週 1 回行う。消費電力は自動的に連続記録されるが、バックアップデータとして担当作業員が作業ごとに週 1 回表示値を記録する。燃料消費量と生産量は、運転記録簿から担当責任者が週 1 回整理し、事前に用意したシートに記録して工場管理部署に提出する。管理部署ではデータチェックを行うとともに月毎、年毎の集計データとして整理する。これらの集計データは管理部門の責任者がチェックした後、最終モニタリング結果として事業者の JCM 担当者に提出する。

代表事業者は、計測方法及びモニタリング記録の保存方法を反映したモニタリング計画を作成するとともに、信頼性のあるモニタリングが実施されるようプロジェクトが実施される以前に事業者の関係者に対してデータの記録、整理、管理等についてのキャパシティビルディングを実施する。OC は、必要に応じてモニタリングに関する適切な助言を行い、MRV の実施を支援する。

3.2.2.3 プロジェクト体制・ビジネスモデルの構築

対象工場における加熱炉を対象にリジェネバーナを導入する場合の経済性を以下に示す。設備の仕様や投資に関しては、メーカーの製品ラインや導入実績例の他、JICA⁷や環境省⁸の既存の調査結果を参照した。

関税に関して、フィリピンには、対日輸入関税適用税率として、最恵国待遇(Most Favored Nation)税率、日フィリピン経済連携協定(Japan-Philippine Economic Partnership Agreement)適用税率、日ASEAN経済連携協定(ASEAN-Japan Comprehensive Economic Partnership)適用税率があり、さらに輸入品には関税のほかに12%の付加価値税(VAT)が課される。これらの税率は、ウェブサイト⁹から確認でき、工業炉関連製品に対しても関税はゼロとなっているが、設備補助事業への申請の際は、専門業者へのヒアリングを行うなど再確認を行う事が望まれる。

据え付け工事などに関しても、今後、設備補助事業を進めるにあたり、正確な費用を確認する必要がある。加熱炉の燃料である重油(bunker C, 密度 : 0.9855 kg/liter)の値段は、33.5peso/liter¹⁰と想定する。

⁷ 鉄鋼業における省エネガイドライン、インドネシア国省エネルギー普及促進調査

⁸ ベトナム鉄鋼業への省エネルギー技術の導入による JCM プロジェクト実現可能性調査 (2015年3月)

⁹ <http://tariffcommission.gov.ph/finder/index.php?page=tariff-finder>

¹⁰ <https://business.mb.com.ph/2018/06/30/coal-is-33-cheaper-than-bunker-fuel-sardine-makers/>

工場が設備補助事業を活用し、自己資金で調達する場合の事業性評価は以下の通りである。

表 25 事業性評価

技術	リジェネレイティブバーナー、2個
投資総額(peso)	120,000,000
JCM補助金率(%)	50
省エネ効果(peso/年)	31,460,520
投資回収年数(年)	2
IRR(%)	51

工場が初期投資の 50%を自己資金で、残りは、設備補助事業の補助金を活用する場合、投資回収年数は、2 年以内になる。一方、銀行から自己資金の分を融資を行った場合の経済性を以下に検討する。銀行の融資金利に関して、2018 年 1 月のフィリピンの各銀行の融資金利情報(<http://www.bsp.gov.ph/statistics/keystat/intrates.htm>)から中期ローンの 7.5%(Bank of Philippine Islands)の金利を下に返済期間を 5 年と想定する。その場合の工場の経済性を以下に提示する。

表 26 事業評価(融資の場合)

技術	リジェネレイティブバーナー、2個
投資総額(peso)	120,000,000
JCM補助金率(%)	50
融資額	82,500,000
省エネ効果(peso/年)	31,460,520
投資回収年数(年)	3
IRR(%)	36

環境影響について、既存のバーナーの改良となるため、新たなマイナス面での影響はない。ただし、工事の開始にあたっては事前に関連機関に報告を行い、プロジェクトの円滑な実施を図る。行政手続きは必要ないと考えられるが、念のため、現地エンジニアリング企業と連携、ヒアリングを通じて確認する予定である。

3.2.3 食用油精製工場における省エネ調査

3.2.3.1 省エネ診断の実施

2018年9月末にケソン市の食用油精製工場を対象に3日間をかけて、省エネ診断を行った。対象工場は、1987年創業のフィリピンのリーディングカンパニーの一つであり、パーム油、パームオレイン、パーム核油、ココナッツ油、ヒマワリ油、カノーラ油、大豆油、トウモロコシ油、動物性脂肪、ショートニング、マーガリン、マヨネーズ、ソースおよびドレッシング等を加工、生産している。診断には工場での省エネの可能性、ボイラの運転状況、ドレン回収状況及び廃熱回収状況及び冷却塔の使用状況の確認と評価を行った。工場におけるユーティリティ及び燃料消費量の情報は、以下の通りである。

ユーティリティ：

石炭ボイラ：10ton/h×2 台、石炭ボイラ 4ton/h×1 台

ディーゼル燃料ボイラ：6ton/h×1 台、高圧ボイラ 600 Kcal/h×1 台

高圧ボイラ：400Kcal/h×2 台

燃料消費量：

石炭：11,658 MT/年, 971MT/月

ディーゼル：574,000 L/年, 47,830 L/月

電力消費量：9,079,354 kWh/年 , 756,612 kWh/月

水消費量：94,175 m³/年, 7,848 m³/ 月

省エネ診断実施の内容を以下にまとめる。

1) ボイラの運転状況

省エネ診断の期間、工場には、1号機(石炭ボイラ 10t/h)と2号機(石炭ボイラ 4t/h)の2台のボイラが24時間連続運転を行っている。



10t ボイラの外観

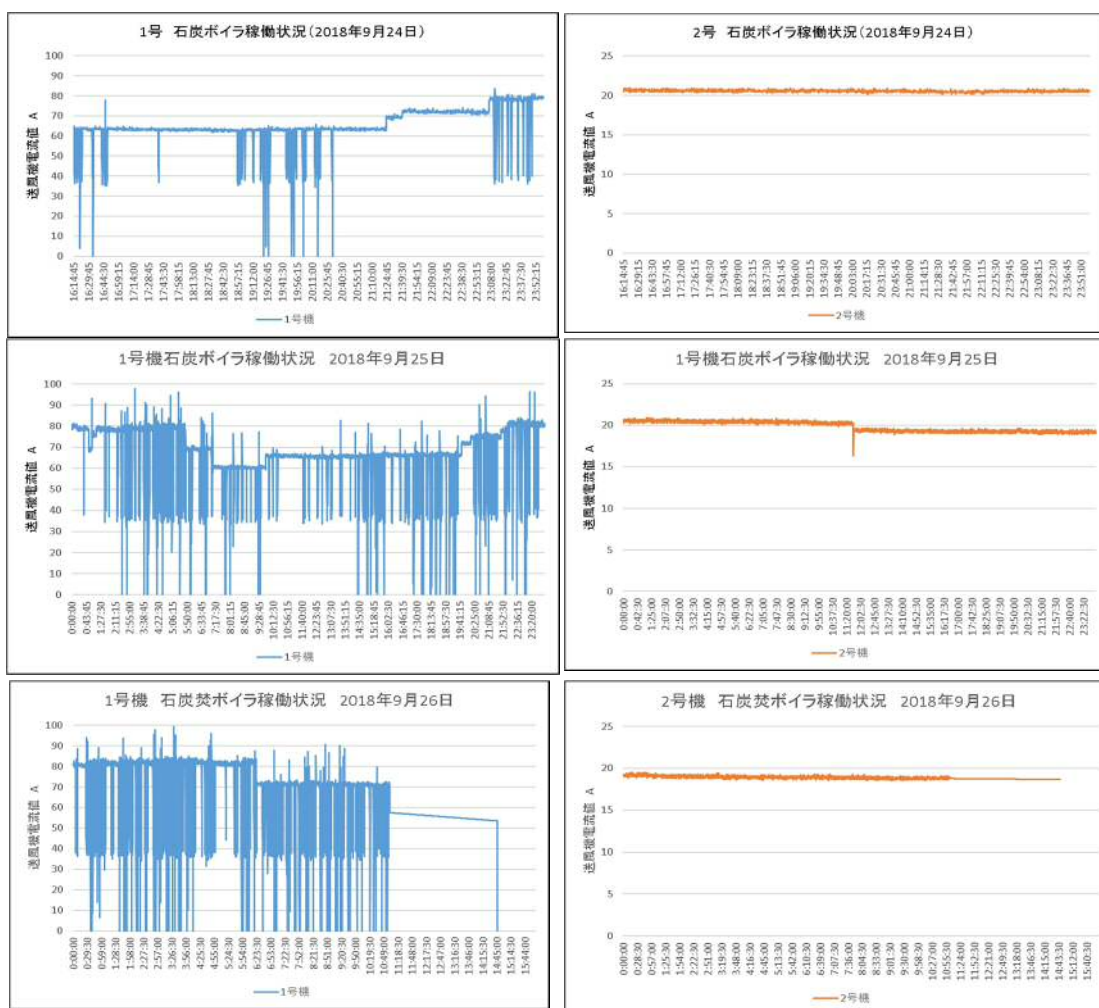


図 19 ボイラの稼働状況

ボイラの稼働状況から見ると、2号機が連続運転を行い、1号機の 10t/h ボイラにて燃焼調整を行うことにより蒸気負荷調整を行っていた。さらに、この2台のボイラの効率の推計を結果を以下に示す。

表 27 1 号機ボイラの効率推計

1号機(容量：10t/h) 石炭発熱量＝			5,000	kcal/kg-coal							
月日	開始	終了	蒸気流量	石炭量	蒸気圧力	給水温度	蒸気エンタルピ	入力	出力	効率	負荷率
			kg	kg	MPa	℃	kcal/kg	kcal	kcal	%	%
9月23日	7:00	19:00	37,066	10,742	1.06	66.3	664.5	53,710,000	22,172,881	41.3%	32.1%
	19:00	7:00	40,048	8908	1.04	62.0	664.3	44,540,000	24,120,910	54.2%	
	合計/平均		77,114	19,650	1.05	64.2	664.4	98,250,000	46,293,792	47.1%	
9月24日	7:00	19:00	47,905	9,432	1.04	44.4	664.3	47,160,000	29,696,310	63.0%	44.1%
	19:00	7:00	57,917	13,100	1.06	67.8	664.5	65,500,000	34,559,074	52.8%	
	合計/平均		105,822	22,532	1.05	56.1	664.4	112,660,000	64,255,383	57.0%	
9月25日	7:00	19:00	60,081	10,742	1.05	59.1	664.4	53,710,000	36,367,029	67.7%	46.5%
	19:00	7:00	51,635	11,244	1.05	53.7	664.4	56,220,000	31,533,495	56.1%	
	合計/平均		111,716	21,986	1.05	56.4	664.4	109,930,000	67,900,524	61.8%	
		平均	98,217	21,389	1.05	58.9	664.4	106,946,667	59,483,233	55.3%	40.9%
			4,096kg/h	891kg/h							

表 28 2 号機ボイラの効率推計

2号機(容量：4t/h)			石炭発熱量 =	5,000	kcal/kg-coal						
月日	開始	終了	蒸気流量	石炭量	蒸気圧力	給水温度	蒸気エンタルピ	入力	出力	効率	負荷率
			kg	kg	MPa	℃	kcal/kg	kcal	kcal	%	%
9月23日	7:00	19:00	17,168	5,500	1.06	66.3	664.5	27,500,000	10,269,898	37.3%	34.8%
	19:00	7:00	16,257	4500	1.04	62.0	664.3	22,500,000	9,791,591	43.5%	
	合計/平均		33,425	10,000	1.05	64.2	664.4	50,000,000	20,061,489	40.1%	
9月24日	7:00	19:00	15,024	3,500	1.04	44.4	664.3	17,500,000	9,313,378	53.2%	29.8%
	19:00	7:00	13,575	4,250	1.01	67.8	664.5	21,250,000	8,100,203	38.1%	
	合計/平均		28,599	7,750	1.025	56.1	664.4	38,750,000	17,413,580	44.9%	
9月25日	7:00	19:00	13,481	3,750	1.05	59.1	664.4	18,750,000	8,160,049	43.5%	26.5%
	19:00	7:00	11,917	4,500	1.04	53.7	664.4	22,500,000	7,277,712	32.3%	
	合計/平均		25,398	8,250	1.045	56.4	664.4	41,250,000	15,437,761	37.4%	
		平均	29,141	8,667	1.04	58.9	664.4	43,333,333	17,637,610	40.8%	30.4%
			1,214kg/h	361kg/h							

表 29 ボイラ効率のまとめ

号機	平均ボイラ効率	負荷率
1 号機(10t/h)	55.3%	40.9%
2 号機(4t/h)	40.8%	30.4%

効率が悪い原因として、負荷率が非常に低い運転を行っているのが原因と考えられる。しかし、2 号機に関しては連続で運転しているにも関わらず効率が悪い。これは、空気過剰の燃焼を行っている事と、石炭投入回数が少なく、スポット的に投入するため、均一な燃焼が出来ていない事が原因として考えられる。

投入方法は、スポット的にホッパに投入した後、石炭を少しずつ供給するようにすれば改善される。

2) ドレン回収状況

現在、蒸気の利用先の大半がボイラ室のすぐ隣にあり、ドレン回収に非常に便利な位置関係にあるにも関わらず、わずかなドレンしか回収が行われていない。また脱気タンクには、発生した蒸気を使用して給水の溶存酸素除去を行い、エコマイザー及びボイラ内部の腐食防止を行っていることから、ドレン回収率を増やし脱気タンクに使用している蒸気量を減らすことが省エネにつながる。ドレンの量と現状の回収率は、以下の表の通りである。

表 30 ドレン回収状況

ブロー率=5%							
月日	号機	蒸気流量	ブロー量	軟水量	ドレン量	ドレン回収率	石炭量
		kg/日	kg/日	kg/日	kg/日	%	kg/日
9月23日	1号機	77,114	3,856	80,970	13,087	11.3%	29,650
	2号機	33,425	1,671	35,096			
	合計	110,539	5,527	116,066			
9月24日	1号機	105,822	5,291	111,113	15,915	11.3%	30,282
	2号機	28,599	1,430	30,029			
	合計	134,421	6,721	141,142			
9月25日	1号機	111,716	5,586	117,302	16,233	11.3%	30,236
	2号機	25,398	1,270	26,668			
	合計	137,114	6,856	143,970			
	平均	127,358	6,368	133,726	15,078	11.3%	30,056

上記の結果から、ドレン回収率は、11.3%と非常に少なく、十分利用されていない事が判明した。ドレン回収の見直しとドレン配管の保温施工を行った場合、30～50%のドレン回収が可能と想定される。

3) エコマイザーの運転状況

石炭焚蒸気ボイラは、そのままでは効率が低く、ボイラ効率を上げるために、給水を排ガスの熱で温める給水余熱器(エコマイザー)を設けている。しかしメンテナンスをしないと、運転中に排ガス中のダストなどの付着により性能低下が起こる。1号機ボイラのエコマイザーの運転状況の確認結果は以下の通りである。

表 31 エコノマイザーの出入口での温度

	エコ入口温度	エコ出口温度	温度差
	脱気器出口	ボイラ入口	℃
9月24日	65	78	13
9月25日	62	75	13
9月26日	62	75	13
平均温度	63	76	13

当該エコノマイザーのボイラ効率に寄与する割合は、僅か 1.3%である。一般的には、石炭焚ボイラの場合 4～6%であり、かなり低い数値となっている。この原因として石炭の燃焼灰などの付着による性能低下が考えられる。設備の更新や洗浄により、エコノマイザーの伝熱面積を増やすことでエコノマイザーのボイラ効率に寄与する割合を改善できる。

4)洗浄塔システムからの廃熱回収の検討

工場では石炭焚ボイラの高温排ガス中のダストを洗浄するため、洗浄塔(スクラバー)内で散水し、ダストを除去するシステムがある。このシステムで生じる廃熱回収の実現可能性について検討を行った。

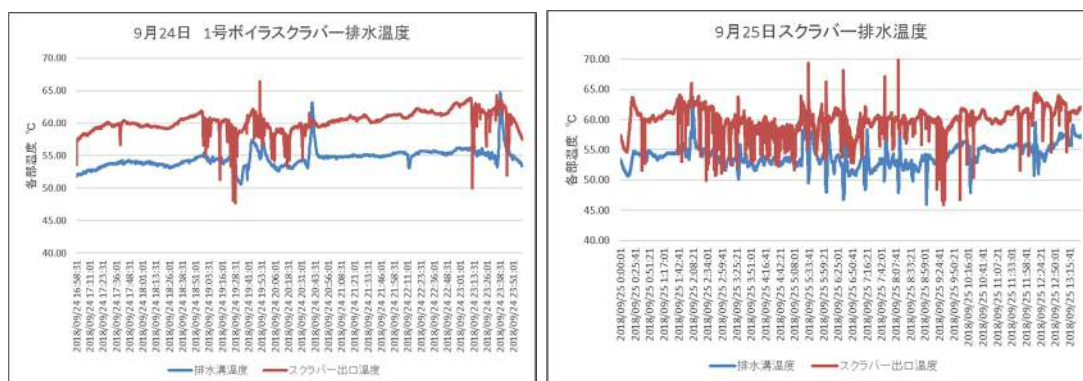


図 20 スクラバー洗浄水出入口温度

排ガスからの熱回収にあたって、熱交換器を適切に設置することで熱回収が可能である。提案する熱交換器は、洗浄塔の散布水の下部に設置することで、伝熱管に付着するダストを常に洗い流せる構造とし、性能を長期間維持することや排ガス流路抵抗の増加を防ぐことができる。

5) 冷却塔の運転状況

各製造工程で冷却が必要となり、現在 1000RT の冷却塔を 3 台設置し、常時 2 台の運転を行っている。冷却塔の運転状況と冷却塔水質などを調査した。



図 21 冷却塔出入口温度・周囲温度・相対湿度計測

表 32 冷却水平均出入口温度まとめ

	入口温度	出口温度	温度差
9 月 25 日	32.9	29.4	3.5
9 月 26 日	32.1	28.8	3.3
平均	32.5	29.1	3.4

(温度の単位は全て degrees C)

冷却塔能力の試算結果は 66.9%となり、かなり能力が低下している。また、目視で散布状況の確認しても均一な散布ができていないことが観測された。



図 22 冷却塔内冷却水散布状況

冷却循環水の水質分析結果を下記の表 33 に示す。

表 33 冷却水水質分析結果

項目	単位	測定値	日本冷凍空調工業会水質基準
電気伝導度	μS/cm	1,630	800≧
pH	-	8.5	6.5～8.2
全硬度	mgCaCO ₃ /ℓ	200	200≧

上記結果から、電気伝導度(不純物の割合を判断するパラメータ)は、日本の水質基準と比べても 2 倍の状況であり、散布状況から判断しても冷却水は非常に汚れていることがわかった。原因は、冷却塔設備に濃縮防止用のブロー(定期的なボイラ蒸気の放出)設備が設けられていないため、過濃縮が起こり、冷却水内のスケール(配管等に付着する無機塩類)成分の濃縮や菌、微生物(スライム)の繁殖したものが冷却塔内部の充填材に付着して均一散布ができない状況により冷却能力が低下していると考えられる。また、冷却水配管や熱交換器内部にも同様のスケールやスライムが付着して熱交換能力の低下を起こし、冷却作業時間が長くなっている。これらに対して、簡易冷却水自動ブロー装置の設置や過酸化水素水による洗浄等を提案した。

3.2.3.2 省エネ技術及び省エネ効果の試算

上記のような省エネ提案を実施した場合の省エネ効果を以下にまとめる。

表 34 各項目からの省エネ効果

NO	項 目	現 状	提 案	期待効果 (トン石炭/年 USD/年)			
				低	高	低	高
1	ボイラ	負荷率が非常に低く、効率低下が起 こっている。 10t/hボイラー55.3% 4t/hボイラー40.8%	石炭の投入方法をスポット的にホッパに投入 した後、石炭を少しずつ供給するように変更 (ボイラ効率向への貢献度2%~5%程度)	61	152	6,100	15,200
2	エコノマイザー	エコノマイザーが効率に寄与する割合 は、1.3% 熱回収量=55,861kcal/h	エコノマイザーの伝熱面積を増やし、効率に 寄与する割合を向上(4%~6%)	357	595	35,700	59,500
3	ドレン回収	現状のドレン回収率=11.3% 回収率=30%、50%時の省エネ提案を 検討	配管の更新・ポンプ導入等を通して、回収率 を30%~50%までにあげる。	428	828	42800	82800
4	廃熱回収	200℃程度の排ガスが発生している。	洗浄塔の下部に熱交換器の設置(熱交換 面積1m ² 程度)	191		19100	
5	冷却塔	計測した出入口温度を使って算出。 冷却水が汚れているため定格能力の 66.9%。 日本冷東空調工業会水質基準に比べて 2倍の汚れ状況になっている。	簡単にできる簡易自動ブローの提案を行う。 洗浄による冷却効果(20~30%)の改善が図 れるが、数値的には表せなかった。	-		-	
			合計	976	1614	97,600	161,400

(期待効果の石炭の費用は、100 USD/トンとする)

上記のうち、工場側の関心の高いドレン回収事業(ドレン回収率 = 30%)について、温室効果削減効果やモニタリング計画の構築について検討を行う。

3.2.3.3 温室効果ガス削減効果及びモニタリング計画の構築

生産プロセスからのドレン回収・利用による温室効果ガス削減効果の算定・モニタリング方法など MRV 方法論の構築に関して、承認 JCM 方法論が存在しないため、既存の CDM の方法論などを参考に策定する。なお、MRV 方法論(案)の検討にあたり、下記の表 35 に示す承認済の CDM 方法論を参考とした。

表 35 参考する CDM 方法論

方法論	説明
<p>《CDM 方法論》</p> <p>AM0044 : AM0017: Steam system efficiency improvements by replacing steam traps and returning condensate --- Version 2.0</p>	<p>工場等の産業分野におけるドレン回収や利用に関する方法論として、右記の CDM の方法論を参考に方法論を作成する。</p>

3.2.3.3.1 MRV 方法論の概要(ドレン回収)

当該方法論は、食品加工・精製工場におけるドレン回収及び利用事業に適用される。

表 36 用語の定義

用語	定義
ドレン	気体である蒸気が液体である水に相変化した姿となる。熱交換器などで蒸気の熱が利用されるとドレン(液体)が発生する。これは蒸気の持つ熱エネルギーのうち、潜熱と呼ばれるエネルギーが、蒸気から被加熱物に移動し、液体に相変化した結果である。
ドレン回収及び利用	スチームトラップから排出される顕熱を十分に保有しているドレンを回収し、高温を保ったままボイラ給水タンクまで戻して再利用する。ドレンの回収及び利用により、省エネと水資源の節減ができる。

表 37 方法論の概要

項目	概要
GHG 排出削減の方法	高温のドレンをボイラに戻すことで蒸気生成のために必要な熱エネルギーの削減が可能になり、ボイラ燃料の削減につながり、GHG 排出量が削減できる。
リファレンス排出量の算定	<p>リファレンス排出量は、回収できた熱量を生成するために必要とされる化石燃料からの GHG 排出量となる。</p> $[(\text{プロジェクト実施後のボイラ給水タンク給水温度}) - (\text{ボイラ給水タンクの既存の給水温度})] \times (\text{ボイラ給水量}) \times (\text{水の比熱}) / (\text{ボイラの熱効率}) \times (\text{ボイラ燃料の CO}_2 \text{ 排出係数})$ <p>ボイラ効率は 100% として保守性を担保する。</p>
プロジェクト排出量の算定	プロジェクト排出量は、導入する廃熱回収システムを稼働させるために必要な電力消費量に電力の排出係数を掛けて算定する。
モニタリング パラメータ	<p>下記 1～3 を測定する。</p> <p>1, ボイラ給水温度(degrees C)と量(t/y)</p> <p>2, ドレン回収及び利用システムの電力消費量(Mwh/y)</p>

3.2.3.3.2 適格性要件

現地調査ならびに国内での文献調査を参考に、適格性要件を表 38 のように作成した。要件 1 はプロジェクトの定義に関する要件であり、要件 2 はプロジェクトに導入する技術に関する要件である。本方法論は、以下の要件を全て満たすプロジェクトに適用することができる。

表 38 方法論の適格性要件

要件 1	食品加工・精製工場において、生産過程におけるドレンを回収し、利用すること。既存および新設のラインの双方を対象とする。
要件 2	高温のドレンを回収できるエゼクター方式のポンプを導入する。

要件 1：下記の 1、2 の流れで GHG 排出量削減を保証する。またこの方法論は、既設あるいは新設のいずれのラインにも適用可能である。

3.2.3.3.3 リファレンスおよびプロジェクト排出量の設定と算定

リファレンス排出量は、プロジェクトにより代替される熱量に基づいて計算される。すなわち、プロジェクトで回収及び利用される熱量を、既存の手法(蒸気ボイラ等)を基に、以下のように算定する。

[(プロジェクト実施後のボイラ給水タンク給水温度)-(ボイラ給水タンク既存給水温度)]
×(ボイラ給水量)×(水の比熱)/(ボイラの熱効率)×(ボイラ燃料の CO₂ 排出係数)

ボイラ燃料の CO₂ 排出係数に関しては IPCC のデフォルト値を採用するが、保守性を担保するため、デフォルト値の下限值を用いる。熱回収前後の給水温度及び熱回収後の給水量は、モニタリングにより確定する。

リファレンス排出量の算定式は、以下の通り。

$$RE_y = (T_{ws} - T_{rw}) \times BW_y \times W_{th}/ef \times EF_{co2} \times 10^{-6} \quad (1)$$

RE_y	リファレンス排出量 [tCO ₂ /y]
T_{ws}	プロジェクト実施後のボイラ給水タンク給水温度(degrees C)
T_{rw}	ボイラ給水タンク既存給水温度(degrees C)
BW_y	ボイラ給水量(Ton/y)

W_{th}	水の熱比率(kJ/kg. degrees C)
ef	ボイラの熱効率(%)
EF_{co2}	ボイラ燃料の CO ₂ 排出係数[tCO ₂ /TJ]

プロジェクト排出量は、新たに設置するドレン回収システムにおける電力消費に伴う排出量の合計となる。主な電気設備は、温水送水ポンプ及び計装設備等である。

排出量の計算にあたっては、グリッド電力排出係数を使って排出量を計算する。プロジェクト排出量は以下の通り。

$$PE_y = EC_{PJ,y} \times EF_{elec} \quad (2)$$

PE_y	プロジェクト排出量 [tCO ₂ /y]
$EC_{PJ,y}$	プロジェクト実施時のドレン回収及び利用における電力消費量(MWh/y)
EF_{elec}	電力のCO ₂ 排出係数(tCO ₂ /MWh)

排出削減量は、以下の式で算定する：

$$ER_y = RE_y - PE_y \quad (3)$$

PE_y	排出削減量 [tCO ₂ /y]
RE_y	リファレンス排出量 [tCO ₂ /y]
PE_y	プロジェクト排出量 [tCO ₂ /y]

プロジェクト実施前の設定値:

事前に確定した各パラメータの説明及び出典を下記の表 31 に示す。

表 39 事前に確定したパラメータと説明

パラメータ	データの説明	出典 他
ef	ボイラの熱効率:55% 補足：経済性分析のために、上記の熱効率の値を用いる。 また、CO ₂ 排出量削減の算定の際は、熱効率を 100%とし、保守性を担保する。	工場ボイラのメーカー仕様(カタログスペック)熱効率の平均値
EF_{co2}	ボイラ使用燃料の CO ₂ 排出係数：87.3 tCO ₂ /TJ	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Table 1.4, Chapter 1, Volume 2. (Table 1.4) 石炭の場合、排出係数の下限値 87.3 から上限値の 101 tCO ₂ /TJ の間であるが、排出量が最も少なくなる下限値を採用する。
EF_{elec}	電力の CO ₂ 排出係数 1, グリッドの場合： 0.670 tCO ₂ /MWh 2, 自家発電(ディーゼル)： 0.8 t CO ₂ /MWh	1のフィリピンのグリッドの場合、合同委員会による指定がない限り、ホスト国関連機関により発表される公式値のIGES's List of Grid Emission Factorsとなる。 2の自家発電(ディーゼル)の場合、Table I.F.1, Small Scale CDM Methodology: AMS I.F. ver.2 となる。

排出削減見込量の計算：

ドレン回収・利用システムの導入可能性がある対象工場について、現地調査や上述の方法論と整合した形でスプレッドシートを作成し、排出削減見込量を試算した。表 40 に工場の算定条件を示す。

表 40 排出削減見込量の計算に用いた算定条件

項目	値
年間稼働時間 d/y	350
ボイラ給水タンク既存給水温度 degrees C	34
プロジェクト実施後のボイラ給水タンク給水温度 degrees C	48(ドレン回収率 = 30% の場合) 61(ドレン回収率 = 50% の場合)
水の比熱 kJ/kg. degrees C	4.184
ボイラ給水量 t/y	46,804
ボイラ燃料の排出係数 tCO ₂ /TJ(石炭)	87.3
ドレン回収・利用システムのポンプ等設備容量 kW	3

これらの計算の結果得られた工場に関するリファレンス排出量、プロジェクト排出量、及び排出削減見込量の一覧を表 41 に示す。

表 41 提案プロジェクトによる工場別排出削減見込量

項目	排出量	
	ドレン回収率 30%	ドレン回収率 50%
リファレンス排出量 tCO ₂ /y	239	462
プロジェクト排出量 tCO ₂ /y	17	17
排出削減見込量 tCO ₂ /y	222	445

3.2.3.3.4 MRV 体制

多くのセンサ取付等による経済的負担を含む工場側の負担を極力減らし、保守性の確保、国際社会における明確な説明が可能な透明性の確保にも留意しつつ、モニタリングパラメータを検討した。その結果、事業開始後にモニタリングが必要なパラメータは、以下の3項目である。

No.1 : プロジェクト実施後のボイラ給水タンク給水温度(degrees C)

No.2 : ボイラ給水量(t/y)

No.3 : ドレン回収・利用システムの電力消費量(MWh/y)

表 42 にこれらのモニタリングパラメータに関するモニタリング方法と手順、頻度を示す。また、図 26 にこれらのモニタリング項目のモニタリング箇所を示す。

No.1 の温度計測には、周波数変換によるデータ伝送装置を備えた温度計測装置を用い、計測したデータは連続的に監視制御盤で表示及び記録する。No.2 の流量計測は同じく周波数変換によるデータ伝送装置を備えた流量計測装置を用い、連続的に計測されたデータは監視制御盤にて表示及び記録する。自動的に記録されたデータは、工場の担当者が週一回記録データを回収し、事前に用意したシートに記録する。

No.3 の電力消費量計測は、廃熱回収・利用システム専用の配電盤に取り付ける積算電力計を用いる。電力系の表示値を作業シフト毎に担当者が読み取ることでデータを記録する。これらのデータは各工場の担当者が週一回回収し、事前に用意したシートに記録する。

全てのセンサ類等のモニタリング機器は、メーカー仕様に基づいて定期的に点検、保守、校正を実施することで、モニタリングの精度を確保する。

温度計、流量計、積算電力計などは、現地調査を実施し工場では一般的に作業工程の管理のために取り付けられているものであり、工場側に追加的な負担を求めるものではないと考える。

表 42 モニタリングパラメータとモニタリング方法など

No	パラメータ		モニタリング方法と手順	モニタリング頻度
1	T_{ws}	プロジェクト実施後のボイラ給水タンク給水温度 (degrees C)	配管内に設置する温度計のデータは、連続的にデータ伝送装置により監視制御盤に送り、表示及び記録する。担当者が週一回記録データを回収、事前に用意したシートに記録する。	連続記録/ 週 1 回データ整理
2	BW_y	ボイラ給水量(t/y)	配管内に設置する流量計のデータは、連続的にデータ伝送装置により監視制御盤に送り、表示及び記録する。担当者が週一回記録データを回収、事前に用意したシートに記録する。	連続記録/ 週 1 回データ整理
3	$EC_{PJ,y}$	ドレン回収・利用システムの電力消費量 (MWh/y)	廃熱回収・利用システム専用の配電盤に取り付ける積算電力計により連続的に計測し表示する。積算電力量のデータは担当者が表示値を作業シフト毎に読み取り記録する。記録データは担当者が週一回回収し、事前に用意したシートに記録する。	作業シフト 毎記録/週 1 回データ整理

ボイラ給水タンク既存給水温度は、事業開始前の 3 か月の継続データをベースに平均温度を採用する。

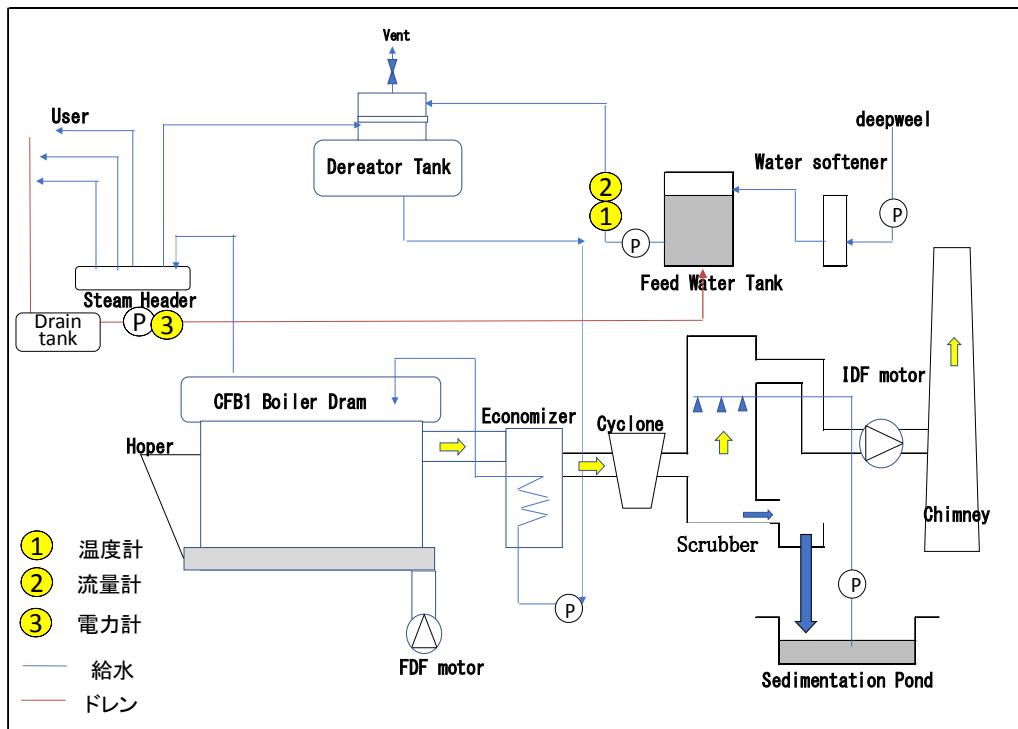


図 23 プロジェクトのモニタリング項目とモニタリング箇所概念図

モニタリングの信頼性を確保するためのモニタリング体制あるいは QA/QC 手法の構築は、JCM の MRV においても不可欠な要素である。具体的な工場の詳細なモニタリング計画は、OC 社が代表事業者及び工場側と共に今後実態を踏まえた形で作成を支援することになるが、本調査では一般的なモニタリング体制・MRV 体制の例を図 27 に示し、それぞれの役割を明確にする。

モニタリングの実施は、工場の担当作業員が各作業で 1 回行う。温度と流量は自動的に制御・監視盤にて連続記録されるが、バックアップデータとして担当作業員が作業毎に 1 回表示値を記録する。日常的に集められたモニタリングデータは、担当責任者が週 1 回収集し、事前に用意したシートに記録して工場管理部署に提出する。管理部署ではデータチェックを行うとともに月毎、年毎の集計データとして整理する。これらの集計データは管理部門の責任者がチェックした後、最終モニタリング結果として事業者の JCM 担当者に提出する。

代表事業者は、計測方法及びモニタリング記録の保存方法を反映したモニタリング計画を作成するとともに、信頼性のあるモニタリングが実施されるようプロジェクトが実施される以前に各工場の関係者に対して計測方法、計測機器の保守・管理、データの記録、整理、管理等に関してのキャパシティビルディングを実施する。また、OC 社は、必要に応じてモニタリングに関する適切な助言を行い、MRV の実施を支援する。

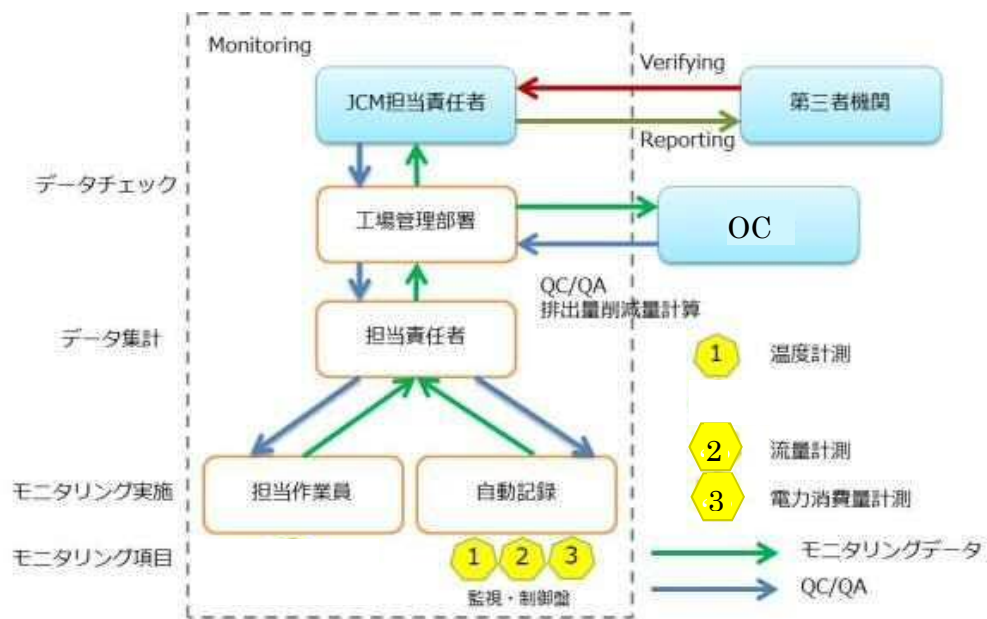


図 24 MRV 体制とモニタリングデータの流れ

3.2.3.4 プロジェクト体制及びビジネスモデルの構築

3.2.3.4.1 経済性分析

食用油加工工場におけるドレン回収事業に関して、初期投資として、ドレン回収配管や高温対応のポンプ、システムの設計や施工に係る費用が見込まれる。30%のドレンを回収する場合のシステムは、 $2 \times 2.2 \text{ kW}$ のエゼクター方式のドレン回収ポンプと 50A~65A のステンレスドレン回収配管及びスチームトラップの利用を想定する。システムのイメージを図 26 に示す。

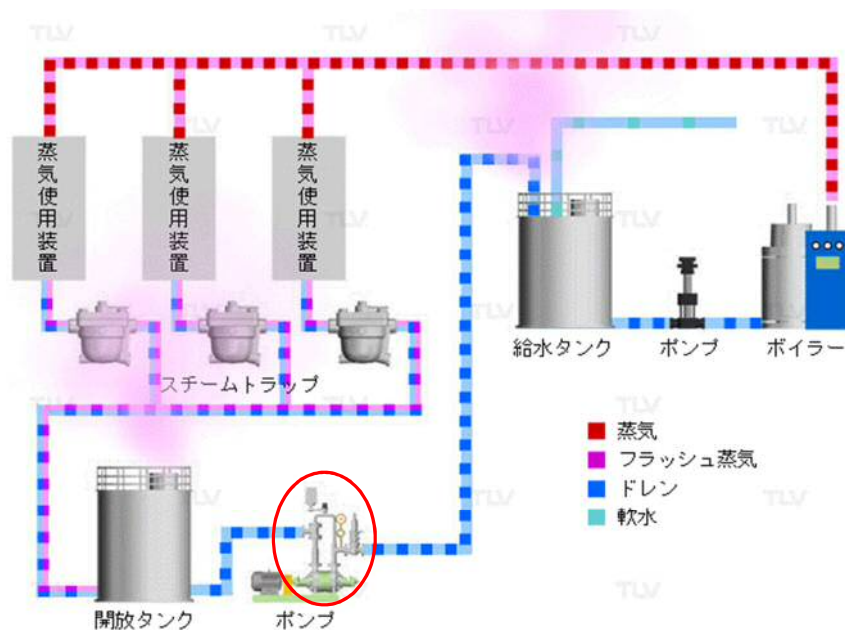


図 25 ドレン回収システムのイメージ

出典：TLV 社ウェブページ

システムの導入によって、石炭消費量節約効果は、約 470 万円/年で、50%の設備補助事業による補助金の場合、必要最低限の初期投資(配管、ポンプ、スチームトラップ、測定機器、設計、施工、輸送費、その他諸経費)3,000 万円を 3 年程度で回収できる。なお、初期投資の詳細に関しては、事業化を目指すシステムの詳細設計を通して明らかにする。費用対効果は、耐用年数が 10 年の場合、3,275 円となる。

前述のとおり、当該工場には、ボイラーへの石炭投入手法の改善やエコノマイザーの洗浄等の初期投資をそれ程必要としない手法も合わせれば、更なる省エネ効果が得られる。

3.2.4 事業リスクとその対策の検討

今後の本事業の実現化に向けて想定されるスケジュールは以下の通り。

2019 年 2 月 実現可能性調査終了

2019 年 3 月 フィリピン側工場の投資最終判断

2019 年 3 月 JCM 設備補助事業実施体制の確定

コンソーシアム設立、プロジェクト設計書、MRV 方法論、
モニタリング計画最終版作成、エンジニアリング計画策定

2019 年 4 月 JCM 補助事業の申請

2019 年 7 月 JCM 補助事業開始、省エネシステムの設置・関連施工開始

2020 年 2 月 省エネシステム試運転

システム運用(システムの日常運転、保守・管理など)に関する
技術移転の実施

MRV 実施に関するキャパシティビルディング実施

2020 年 3 月 省エネシステム運転開始、モニタリング開始

2020 年 3 月 JCM 設備補助事業 報告書作成

2020 年 ×月 MRV 方法論適用可能性等の審査

2020 年 ×月 Joint Committee への JCM プロジェクト申請

これら事業の実現に向けたスケジュールの達成にはいくつかの事業リスクが考えられる。一点目は、現地の工事(基礎、配管、配線など)が、要求される技術水準で、納期通りに工事が完了するかという点である。調査事業終了の段階では現状の仕様に基づく見積で業者の選定を想定しているが、JCM 設備補助事業の工事開始までには、詳細設計や工事仕様、工期、費用等の詳細を詰める必要がある。また、工事の進捗管理、品質管理体制を確立する必要がある。システムの運用は現地企業側が行うことを想定しており、定期的な保守・管理の方法を含めて、システムの運用を開始する前に十分な技術移転を行う必要がある。併せて、MRV に関するキャパシティビルディングでは、精度の良いデータを収集するためにもモニタリングに使用するセンサ類の保守・管理、校正などについても工場の担当者が理解することが重要である。

二点目は、省エネシステムを中心とした技術は、日本から調達することを想定しており、輸送や通関等に時間がかかることが想定される。従って、現地の関連機関への確認、既存の JCM 事業の経験等を踏まえて、事業の実施計画を策定する。

3.3 廃棄物収集トラックの省エネ調査

3.3.1 調査内容

本調査では、ケソン市における廃棄物収集トラックを対象にトラックエンジンの改修や改造による省エネの可能性について調査を行った。ケソン市の一日の廃棄物の量は、約 2,700 トンであり、市が民間廃棄物管理業者と契約を交わし、市を構成するバランガイという地区別に廃棄物収集業務を行っている。ケソン市の 6 つの区域(district)で各々異なる民間事業者が、廃棄物収集やその運搬を行っている。ケソン市の廃棄物回収では、中間処理施設はなく、下図のように有価物がウェストピッカーにより回収され取引されている。またケソン市にあるパヤタス処分場は近年閉鎖されたため、ケソン市から 20km 程度離れているロドリゲス埋立処分場に処分されている。



図 26 ケソン市における廃棄物の流れ

出典：フィリピン国廃棄物固形化燃料導入のための案件化調査（2017 年 5 月、JICA）

廃棄物収集担当各民間業者は、日々70 トリップ程度トラックを出動させ、市内の廃棄物の回収と埋立処分場への運搬を行っている。業者が使っているトラックは、古いものが殆どで、15 年以上のものが大半を占める。更新をする際は、多くの場合中古トラックを購入している。廃棄物回収運搬用のトラックは、主に大型 10 輪と 6 輪のトラックの 2 種類から構成されている。業者によっては、小回りが利く 6 輪トラックで、市内の廃棄物を回収し、自社の敷地に一時保管した後、10 輪トラックが集めた廃棄物をロドリゲス処分場まで運んでいる。

今回の調査では、6つの業者のうち、3つ業者を対象に計6台のトラック(各業者、10輪1台、6輪1台)に対して、トラックの状態、運行状況の調査を行い、燃料消費量、走行距離などを確認し、燃費を算定した。

1) A社の状況

6輪、10輪ともいすゞのトラックで、6輪は1985年、10輪は2006年のモデルであり、以下の図のような経路で6輪は57km、10輪は58km走行している。

また、その走行距離に対する軽油消費量は、それぞれ、14 liter と 34 liter であった。

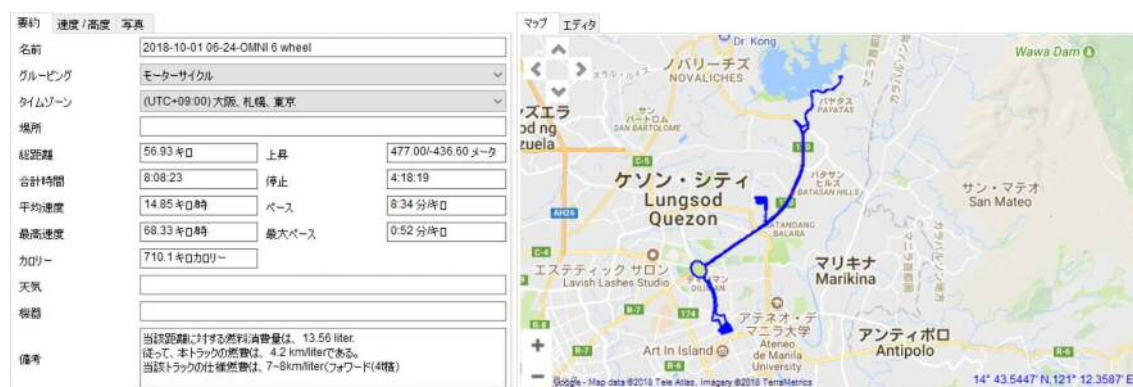


図 27 A社6輪トラック走行距離と状況

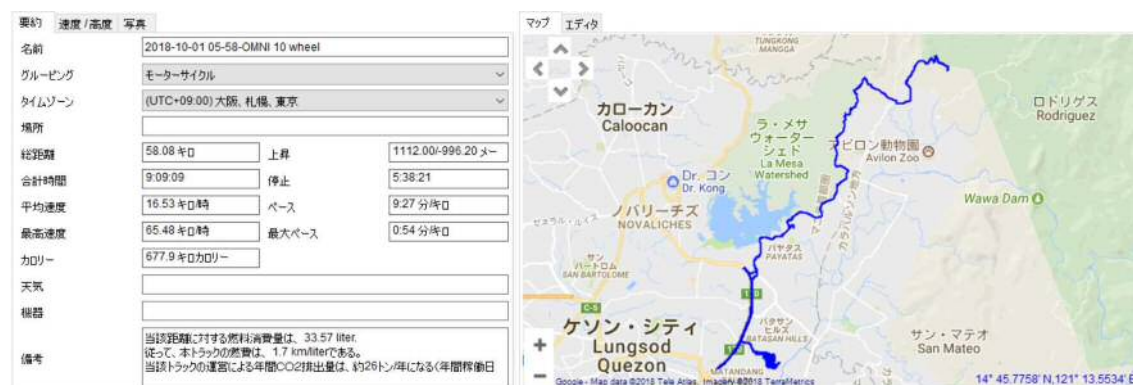


図 28 A社10輪トラック走行距離と状況

2) B社の状況

6輪、10輪ともいすゞのトラックで、6輪は2009年、10輪は1991年のモデルであり、以下の図のような経路で6輪は36km、10輪は23km走行している。また、それに対する燃料消費量は、12 liter と 36 liter であった。

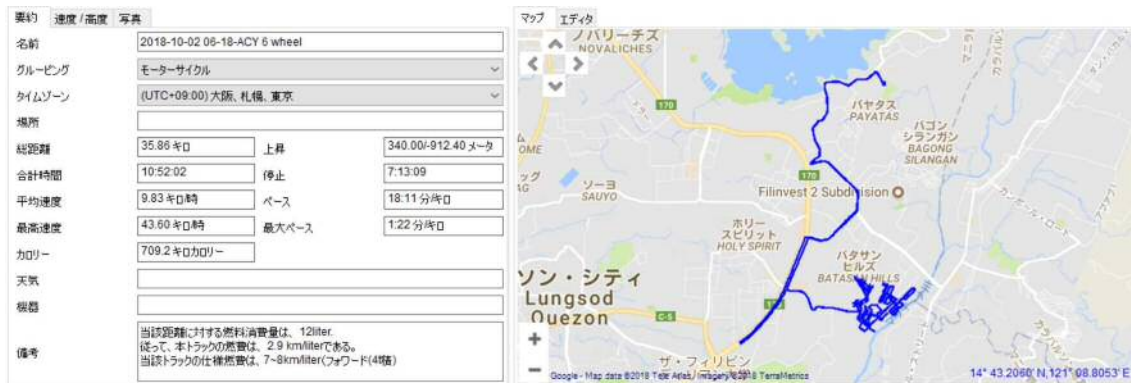


図 29 B 社 6 輪トラック走行距離と状況

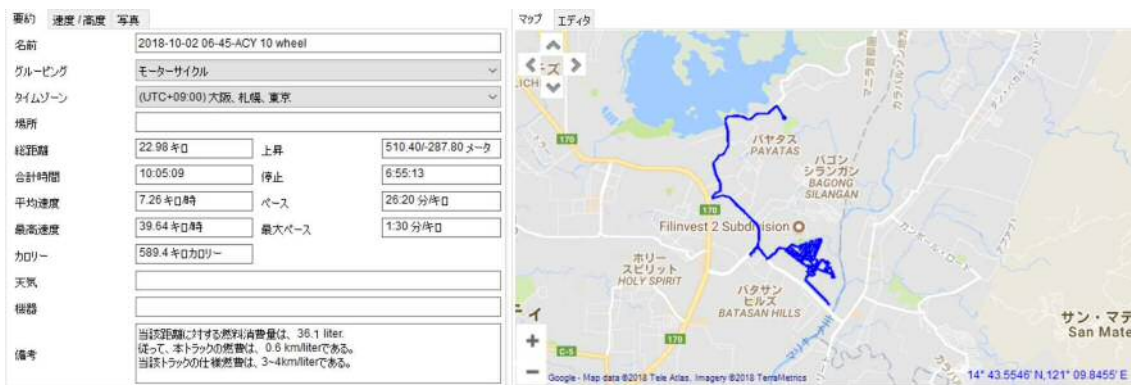


図 30 B 社 10 輪トラック走行距離と状況

3) C 社の状況

6 輪、10 輪ともいすゞのトラックで、6 輪は 1985 年、10 輪は 2006 年のモデルであり、以下の図のような経路で 6 輪は 38km、10 輪は 33 km 走行している。また、それに対する燃料消費量は、18 liter と 25 liter であった。

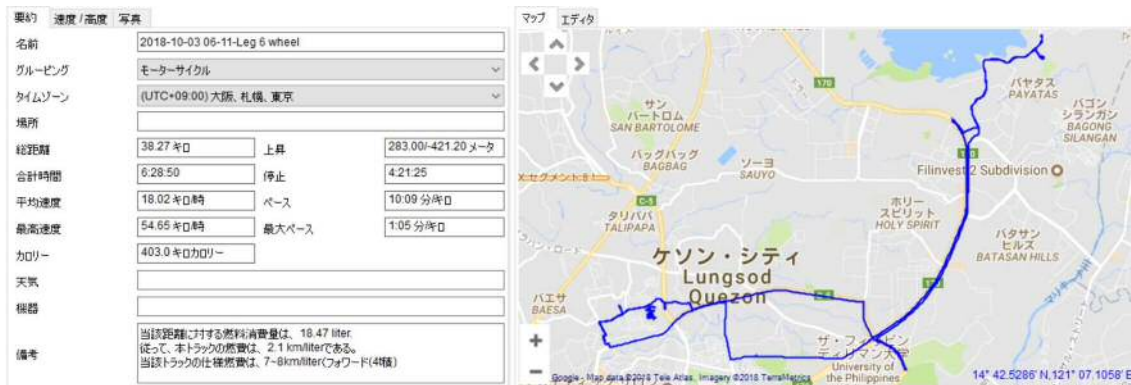


図 31 C 社 6 輪トラック走行距離と状況

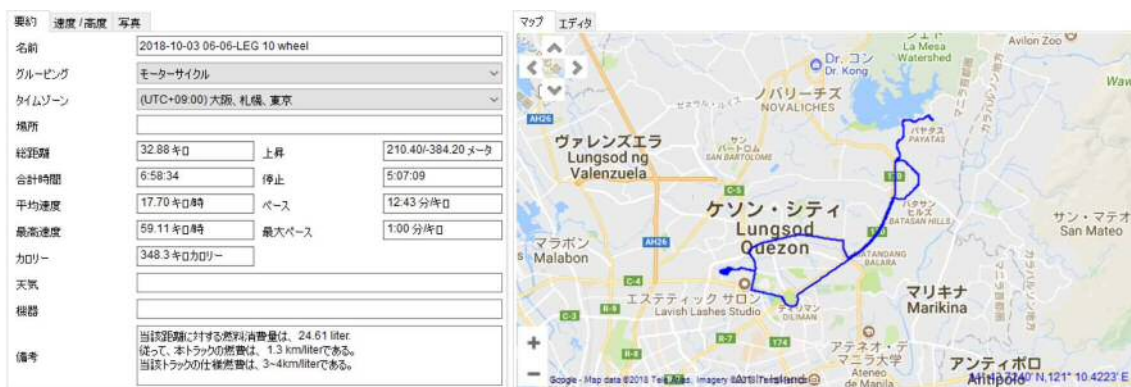


図 32 C 社 10 輪トラック走行距離と状況

なお調査対象トラックは、すべていすゞのトラックであり、それぞれの燃費は、以下の通りである。

表 43 調査対象トラックの燃費

業者	車種	モデル	走行距離(Km)	燃料消費量(Liter)	燃費(Km/l)
A	6輪	1985	57	14	4.2
	10輪	2006	58	34	1.7
B	6輪	2009	36	12	3.0
	10輪	1991	23	36	0.6
C	6輪	1997	38	18	2.1
	10輪	1978	33	25	1.3

廃棄物収集業者が使用しているトラックは、中古車が殆どで、メンテナンス要員の教育やマニュアル不足による技術不足、人員不足、整備の重要性についての認識不足から、整備不良のトラックが多い。このため、燃費が悪化する他、浮遊粉塵物や窒素酸化物(NOx)の排出

が増え、大気汚染や地球温暖化の問題が拡大している。本事業では、トラックのディーゼルデュアルフュエル(Diesel Dual Fuel = DDF)化及びエンジンのオーバーホール(エンジン改修)の提案により、燃費の改善を提案する。

3.3.2 自動車排気ガスや車検等に係る法制度

DENR は、1999 年に大気浄化法(Clean Air Act)を制定した。この法律では、大気中に含まれる汚染物質の測定方法、排ガス基準、使用可能な燃料タイプ、大気汚染対策に向けた関連機関(DENR、自治体等)の機能および役割等が定められている。車両の製造業者、組立業者、輸入業者に対して、特定の新しい車両、又は車種が、Clean Air Act の排気ガス基準に適合していることを示すため、適合証明書 (COC)を発行している。COC は発行日から 6 年間有効である。また車両、輸入車、中古車、中古エンジンを再組立・改造する車両輸入業者または所有者は、登録前の段階で、陸運局(LTO)からの排気ガス基準適合証明書(CCES)を入手しなければならない。

罰則に関する規定もあり、車検場や路上での取締りで排ガス基準に違反した車両に対して、その程度に応じて罰金やナンバープレート押収等を規定している。DENR は深刻化する大気汚染への対策強化のために、2015 年 3 月 24 日に大気浄化法における自動車排ガス基準の改正(DENR Administrative Order No. 2015-04)を行った。新車に対しては 2016 年 1 月以降 EURO IV 基準となり、2008 年以降に登録された中古車に対しては EURO III 相当(一酸化炭素(以下、CO): 0.5%(by vol.)、炭化水素(以下、HC): 250ppm および光吸収係数 2.0/m)の規制が敷かれることとなった。

DOTC は 1996 年 Department order No. 96-963 の規制において、環境面ならびに運行安全面を考慮し、すべてのバスは登録から 15 年経過すると運行できないルールを定めた。更に、2002 年の改定(Department order No. 2002-30)では、更に厳格化し、すべてのバスや商業用トラックは製造から 15 年経過すると運行できないこととした。年 1 回の LTO の車両検査にてこれを満たさない自動車は LTO で車両登録ができなくなり、これを受けて陸上交通許認可規制委員会(以下、LTFRB)からの営業ライセンスも発行されなくなる。

一方、実際の業者のトラックを調査してみると、調査対象 6 台のうち、5 台は製造年からは 15 年以上経過したエンジンであり、ヒアリングによると大半はこのようなエンジンであることが確認された。また業者のヒアリングから、2002 年の規制の改定後に、公共バスセクター、トラック協会からのクレームを受け、規制の施行が保留され、再検討されている事が確認できた。

3.3.3 提案技術と省エネ効果の調査

今回活用する技術は、トラックディーゼルエンジンの DDF 化とそれに伴うオーバーホール技術である。DDF とは軽油着火型ガスエンジンを意味する。軽油と液化石油ガス (Liquefied Petroleum Gas = LPG) を電子制御によってそれぞれの噴射割合を自動調整し、同時噴射することによって燃費向上、二酸化炭素削減、その他の有害排出ガスや物質を大幅に減少させるシステムである。通常のディーゼルエンジンに、ガスボンベとガス噴射制御装置(エンジンコントロールユニット、レギュレータ等)を装着することで改変することが可能である。以下に DDF 化イメージを示す。

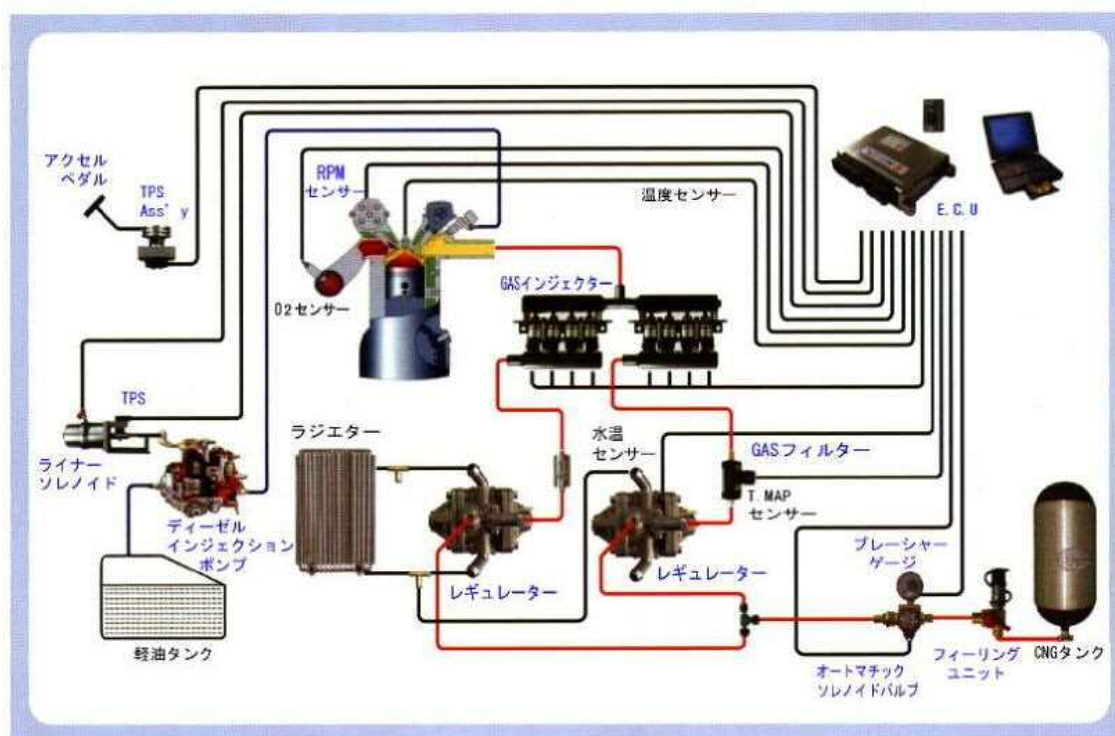


図 33 DDF 化のイメージ

出典 : <http://www.hanaeng-japan.com/page4ddf.html>

DDF 化技術は、日本においてあまり一般的ではなく、普及率は低い。その理由としては 2008 年に施行された、NOx や PM のディーゼル排出ガス規制で旧型ディーゼル車の使用が都市部で制限された事で、トラックやバスメーカーが、DDF 化を一気に乗り越えて、直噴型(コモンレール噴射装置)希薄クリーンディーゼルエンジンを市場に次々と導入したためである。

DDF 化には 50～100L 程度のガスボンベの設置が必要となるが、トラックによってその設置場所が異なる可能性がある。LPG が新たな燃料として必要となるが、マニラのタクシー等は LPG 化されており、既に LPG 供給インフラが整っている。エネルギー省の 2013 年の公表データによると、全国に 218 箇所整備され、その内 137 箇所がマニラ首都圏に設置されている。なお本調査の協力会社による国内における DDF 化実績は 10 台である。また、フィリピンにおいて、ガソリン駆動フォークリフト、バス、ジープニー「乗合ミニバス」の DDF 化の実績がある。比較対象の通常の EURO I ディーゼルエンジンに対して、NO_x で約 40%、CO で約 90%、THC で約 35%、PM₆ で約 70%の削減が得られた。また、DDF 化することにより、燃費を約 15%～33%程度向上させることが可能である。つまり、DDF 化は、排ガス改善・燃費向上を図ることができる。また、DDF 化の環境性能は EURO III 基準に相当するが、先般改定された大気浄化法における「トラックを含む使用中の Heavy Duty Vehicle」カテゴリの排ガス規制にも対応できる。

DDF 化の仕組みは、まずは、エンジンをメーカーのマニュアルをベースにオーバーホールを行ったうえ、LPG 対応のキットを設置することであり、燃費の改善は、主にオーバーホールの作用が大きい。さらに、燃焼燃料には、4 割以上廉価かつ CO₂ 排出量の少ない LPG になることで、更なる省エネ、CO₂ 排出量削減、大気汚染の軽減の効果が期待できる。

3.3.4 温室効果ガス削減効果・モニタリング計画の構築

トラックのエンジン改善に関する JCM 事業における温室効果ガス削減効果の算定、モニタリング方法等の MRV 方法論の構築に関して、承認 JCM 方法論方法論などを参考に策定する。なお MRV 方法論(案)の検討にあたり、下記の表に示す JCM の承認済み方法論を参考とした。

表 44 参考とする方法論

方法論	説明
<p>《JCM 方法論》</p> <p>VN-AM001: Transportation energy efficiency activities by installing digital tachograph systems---Version 2.0</p>	<p>輸送トラックへのデジタルタコグラフシステムの導入により、実走行燃費を向上させ、燃料使用量を削減する。同時に運転行動の改善指導により交通事故の減少や輸送品質の向上に寄与する。</p>

本事業で構築する方法論は、フィリピンにおけるディーゼルエンジン(トラック、バス、ジープニー等)の DDF 化事業に適用する。

表 45 用語の定義

用語	定義
DDF	軽油と液化石油ガス(Liquefied Petroleum Gas = LPG)を電子制御によってそれぞれの噴射割合を自動調整し、同時噴射することによって燃費向上、二酸化炭素削減、その他の有害排出ガスや物質を大幅に減少させるシステムのことである。
オーバーホール	エンジンを部品単位まで分解して清掃、再組み立てを行い、新品時の性能状態に戻すこと。

3.3.4.1 MRV 方法論の概要

表 46 方法論の概要

項目	概要
GHG 排出削減量の手法	エンジンの DDF 化に伴う燃費改善により、トラックなどの燃料消費量が削減でき、LPG のような CO ₂ 排出係数の少ない燃料の導入によってトラック等の自動車からの GHG 排出量の削減が可能になる。
リファレンス排出量の算定	リファレンス排出量は、プロジェクトにおける走行距離とエンジン改善前の燃費と使用燃料の CO ₂ 排出係数から算定される。
プロジェクト排出量の算定	プロジェクト排出量は、燃料の CO ₂ 排出係数とプロジェクトでの自動車燃料消費から算出する。
モニタリングパラメータ	1) 自動車の走行距離 2) 自動車の燃料消費量

3.3.4.2 適格性要件

本方法論は、以下の要件を全て満たすプロジェクトに適用することができる。

表 47 方法論の適格性要件

要件 1	適用技術は、ディーゼルエンジンの DDF 化であること。
要件 2	対象の自動車エンジンは、DDF 化以前の燃料消費量、走行距離などが把握できるものであること。
要件 3	維持管理のマニュアルが準備されていること。またホスト国の技術及び環境基準を満たしていること。

3.3.4.3 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

リファレンス排出量は、プロジェクトにおける対象自動車の走行距離、リファレンス燃費とリファレンス燃料の CO₂ 排出係数から算定される。リファレンス燃費は、DDF 化が行われる前の実際データから保守的に値を採用する。

リファレンス排出量の算定式は、以下の通り。

$$RE_y = \sum_i RE_{i,y} \quad (1)$$

$$RE_{i,y} = PD_{i,y} / FE_{RE,i,diesel} \times De_{diesel} \times NCV_{diesel} \times EF_{co2,diesel} \times 10^{-6} \quad (2)$$

RE_y	リファレンス排出量 [tCO ₂ /y]
i	対象自動車
$RE_{i,y}$	対象自動車iのリファレンス排出量 [tCO ₂ /y]
$FE_{RE,i,diesel}$	対象自動車iの燃費(km/liter)
$PD_{i,y}$	対象自動車 i のプロジェクトにおける走行距離(km)
De_{diesel}	対象自動車 i の燃料(ディーゼル)の密度(kg/liter)
NCV_{diesel}	対象自動車 i の燃料(ディーゼル)の熱量(TJ/Gg)
$EF_{co2,diesel}$	対象自動車 i の燃料((ディーゼル)の CO ₂ 排出係数[tCO ₂ /TJ]

プロジェクトにおける CO₂ の排出量は、プロジェクトにおける対象自動車からの CO₂ 排出である。プロジェクト排出量は以下の通り。

$$PE_y = \sum_i PE_{i,y} \quad (3)$$

$$PE_{i,y} = (FC_i \times Ra_{diesel,i} \times NCV_{diesel} \times EF_{co2,diesel} \times 10^{-3}) + ((FC_i \times Ra_{LPG,i} \times NCV_{LPG} \times EF_{co2,LPG} \times 10^{-3}) \quad (4)$$

PE_y	プロジェクト排出量 [tCO ₂ /y]
i	対象自動車
FC_i	対象自動車iのプロジェクトにおける燃料消費量 [Ton/y]
$Ra_{diesel,i}$	対象自動車iのDDF化後の燃焼燃料中ディーゼルの割合
NCV_{diesel}	対象自動車 i の燃料(ディーゼル)の熱量(TJ/Gg)
$EF_{co2,diesel}$	対象自動車 i の燃料((ディーゼル)の CO ₂ 排出係数[tCO ₂ /TJ]
$Ra_{LPG,i}$	対象自動車 i の DDF 化後の燃焼燃料中 LPG の割合
NCV_{LPG}	対象自動車 i の燃料(ディーゼル)の熱量(TJ/Gg)
$EF_{co2,LPG}$	対象自動車 i の燃料((ディーゼル)の CO ₂ 排出係数[tCO ₂ /TJ]

排出削減量は、以下の式で算定する。

$$ER_y = RE_y - PE_y \quad (5)$$

ER_y	CO ₂ 排出削減量 [tCO ₂ /y]
RE_y	リファレンス排出量 [tCO ₂ /y]
PE_y	プロジェクト排出量 [tCO ₂ /y]

3.3.4.4 プロジェクト実施前の設定値

事前に確定した各パラメータの説明及び出典を下記の表 49 に示す。

表 48 事前に確定したパラメータとその説明

パラメータ	データの説明	出典 他
$FE_{RE,i,diesel}$	対象自動車の燃費	事業実施前の実績データ(燃料消費量、走行距離)から算定される。
$EF_{co2,diesel}$ $EF_{co2,LPG}$	対象自動車使用燃料の CO ₂ 排出係数 : Diesel: 72.6 tCO ₂ /TJ LPG: 61.6 tCO ₂ /TJ	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Table 1.4, Chapter 1, Volume 2. (Table 1.4) 排出係数の下限値を採用する。
NCV_{diesel} NCV_{LPG}	対象自動車燃料の熱量 Diesel: 41.4 TJ/Gg LPG: 44.8 TJ/Gg	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Table 1.4, Chapter 1, Volume 2. (Table 1.2)

3.3.4.5 排出削減見込量の計算

調査対象トラック(6 台)に対して、DDF を導入した場合の排出削減見込量を、表 50 に示した算定条件で試算を行った。

表 49 排出削減見込量及び計算に用いた算定条件

業者	車種	モデル	走行距離(Km)	燃料消費量(Liter)	燃費(Km/l) 整備前	燃費(Km/l) 整備後*	CO ₂ 排出削減量(トン/年)
A	6 輪	1985	57	14	4.2	5.4	4
	10 輪	2006	58	34	1.7	2.2	9
B	6 輪	2009	36	12	3.0	3.9	3
	10 輪	1991	23	36	0.6	0.8	10
C	6 輪	1997	38	18	2.1	2.7	5
	10 輪	1978	33	25	1.3	1.7	7

なお、B 社の 10 輪トラックを 20 台更新、費用総額を 2,400 万円とした場合、費用対効果は、13,334 円（耐用年数 9 年）となる。

3.3.4.6 MRV 体制

事業開始後にモニタリングが必要なパラメータは、プロジェクトにおける対象自動車の燃料消費量と走行距離となる。

表 50 モニタリングパラメータとモニタリング方法など

パラメータ		モニタリング方法と手順	モニタリング頻度
FC_i	プロジェクトにおける自動車 i の燃料(ディーゼル)消費量	計量計の記録値	毎回の充填記録 週 1 回データ整理
$PD_{i,y}$	プロジェクトにおける自動車 i の燃料(ディーゼル)消費量	GPS 装置	毎日作業後記録/ 週 1 回データ整理

モニタリングの信頼性を確保するためのモニタリング体制あるいは QA/QC 手法の構築は、JCM の MRV においても不可欠な要素である。詳細なモニタリング計画は、OC 社が代表事業者と共に今後実態を踏まえた形で作成する。

モニタリングの実施は、業者の担当作業員が行う。日常的に集められたモニタリングデータ(燃料消費量や走行距離等)は、担当責任者が週 1 回収集・整理し、事前に用意したシートに記録して管理部署に提出する。管理部署ではデータチェックを行うとともに月毎、年毎の集計データとして整理する。これらの集計データは管理部門の責任者がチェックした後、最終モニタリング結果として事業者の JCM 担当者に提出する。

代表事業者は、計測方法及びモニタリング記録の保存方法を反映したモニタリング計画を作成するとともに、信頼性のあるモニタリングが実施されるようプロジェクトが実施される以前に各工場の関係者に対して計測方法、計測機器の保守・管理、データの記録・整理・管理等に関してのキャパシティビルディングを実施する。また、プロジェクト開始後も定期的にモニタリングデータの提供を受け、モニタリングに関する適切な助言を行い、MRV の実施を支援する。

3.3.5 プロジェクト体制・ビジネスモデルの構築

3.3.5.1 経済性分析

提案技術の DDF を調査対象の 6 台のトラックに導入した場合の経済性分析を行った。

前提条件

1) 初期費用：120 万円(58 万ペソ程度、円/ペソ=0.48)

DDF 化ならびにエンジンオーバーホール

2) 軽油：47 ペソ/liter¹¹(2018 年 10 月 1 日)

3) LPG：33 ペソ/liter¹²(2018 年 10 月 1 日、マニラ首都圏での値段)

4) 事業の燃費改善率：30%

5) トラック維持管理費：9000 ペソ/月

DDF 化によるメンテナンスコストは、LPG フィルター交換、LPG レギュレータ交換及びスパークプラグ交換に伴う費用が生じ、年間 5 万円程度である。一方、エンジンのオーバーホールにより、通常の維持管理費が減少し、50%の維持管理費が削減できると仮定する。

試算結果：

表 51 経済性分析結果

業者	車種	走行距離 (Km)	燃料消費量 (Liter)	燃費 (Km/l) 整備前	燃費 (Km/l) 整備後*	燃料代節約金額 (ペソ/年)	維持管理費 節約金額** (ペソ/年)	合計節約 金額 (ペソ/年)	投資回収年 数 (年)
A	6 輪	57	14	4.2	5.4	71,955	54,000	125,955	4.6
	10 輪	58	34	1.7	2.2	183,360	54,000	237,360	2.4
B	6 輪	36	12	3.0	3.9	65,094	54,000	119,094	4.9
	10 輪	23	36	0.6	0.8	207,938	54,000	261,938	2.2
C	6 輪	38	18	2.1	2.7	95,940	54,000	149,940	3.9
	10 輪	33	25	1.3	1.7	139,344	54,000	193,344	3.0

*想定省エネ効果、**50%の維持管理の削減

¹¹ https://www.globalpetrolprices.com/Philippines/diesel_prices/

¹²

https://www.doe.gov.ph/sites/default/files/pdf/price_watch/lpg_mm_2018_october_01.pdf

試算結果から、10 輪トラックにおける投資効果が高いことがわかる。また、6 輪の中古トラックは約 80 万ペソ、10 輪の中古トラックは 150 万ペソであり、10 輪トラックの更新に係る費用は高いため、10 輪トラックを対象とした DDF 化の推進が推奨される。

また設備補助事業を活用し、補助率が 50% の場合、事業の経済性は、以下の通りになる。

表 52 JCM 事業の経済性

業者	車種	走行距離 (Km)	燃料消費量 (Liter)	燃費 (Km/l) 整備前	燃費 (Km/l) 整備後	燃料代節約金額 (ペソ/年)	維持管理費 節約金額 (ペソ/年)	合計節約 金額 (ペソ/年)	投資回収年 数 (年)
A	6 輪	57	14	4.2	5.4	71,955	54,000	125,955	2.3
	10 輪	58	34	1.7	2.2	183,360	54,000	237,360	1.2
B	6 輪	36	12	3.0	3.9	65,094	54,000	119,094	2.4
	10 輪	23	36	0.6	0.8	207,938	54,000	261,938	1.1
C	6 輪	38	18	2.1	2.7	95,940	54,000	149,940	1.9
	10 輪	33	25	1.3	1.7	139,344	54,000	193,344	1.5

しかし、JCM 設備補助事業の条件である CO2 削減量の費用対効果の観点からみると本事業において、JCM 仕組みの活用は難しいと思われる。

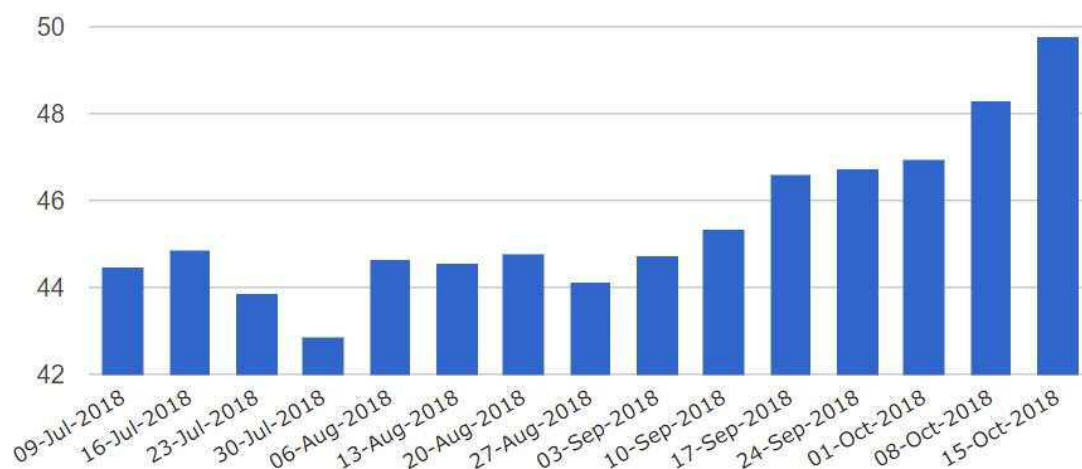


図 34 フィリピンにおけるディーゼル価格の最近の動向(ペソ/liter)

出典 : https://www.globalpetrolprices.com/Philippines/diesel_prices/

Year/Month	Domestic Price	Adjustment/Kg. Increase(-Decrease)
2018		
January	550.00-777.00	-0.37
February	535.00-760.00	-3.15
March	517.00-742.00	-1.65
April	523.00-723.00	0.25
May	541.00-751.00	1.9
June	582.00-787.00	3.4
July	580.00-800.00	0.9
August	599.00-819.00	1.75
September	620.00-840.00	1.95
October	645.85-865.85	2.35

図 35 フィリピンにおける LPG 価格の今年の動向(ペソ/11 kg)

トラックにかかる燃料費用は、平均で月130万ペソ程度で、トラック業者が、燃料(ディーゼルやLPG)価格の高騰に悩まされている事を確認できた。なお、前述のように10輪トラックの場合、投資回収期間は、3年以内となり、ビジネスベースでのDDFの推進の可能性も考えられる。また、エンジンオーバーホールだけでも、エンジンの燃費が向上し、6輪トラックに対しては、エンジンオーバーホールが推奨される。オーバーホールの場合、13万～18万ペソの初期費用で対応可能である。

表 53 6輪トラックのエンジンオーバーホールの経済性

業者	車種	走行距離 (Km)	燃料消費量 (Liter)	燃費 (Km/l) 整備前	燃費 (Km/l) 整備後*	燃料代節約金額 (ペソ/年)	維持管理費 節約金額** (ペソ/年)	合計節約 金額 (ペソ/ 年)	投資回収年 数 (年)
A	6輪	57	14	4.2	5.4	49,611	54,000	103,611	1.4
B	6輪	36	12	3.0	3.9	45,554	54,000	99,554	1.5
C	6輪	38	18	2.1	2.7	66,148	54,000	120,148	1.2

DDF技術を持つ本邦協力企業は、ケソン市にある自動車整備会社とパートナー関係を持っており、日本製車両のエンジンオーバーホール技術の移転を行っている。今回の廃棄物収集トラックのDDF化は、当該現地企業を通じてサービスを提供し、獲得した顧客を、定期メンテナンスサービスを利用するリピーターとすることで事業の拡大を図る見込みである。

本事業での現地セミナーを通して、DDFやエンジン整備技術の周知を行った結果、B社の6輪トラック一台のエンジン整備がパートナー整備会社によってオーバーホールされた。このような動きは、本事業により生まれたものであり、今後、事業が拡大する事が期待される。

3.3.6 事業リスクとその対策の検討

本事業を通じて、廃棄物回収トラックは、想定よりも走行距離が短く、GHG削減量が少ない点が判明した。削減量が少ないと、設備補助事業の資金支援額が減り、JCM事業としての魅力が低くなる。このため、廃棄物回収トラックに関しては、ビジネスベースの事業が推奨される。特に、10輪の大型トラックは、費用対効果が高いDDF化が推奨される。6輪トラックは、初期投資がDDFより少ないエンジンのオーバーホールのみを行うことを提案する。

第四章 JCM 案件化促進手引書の拡充

4.1 概要

ケソン市では、気候変動対策実行計画(QC-LCCAP)を策定しているが、再エネ・省エネの方向性を示しているだけで完結している箇所もあり、事業を推進する具体的な事業計画を想定する事が難しい面がある。さらに2017年度にJCMに署名したばかりのフィリピンでは、政府や自治体関係者がJCM制度について十分把握しているとは言えない状況にある。このため、QC-LCCAPから事業を生み出し、計画をプロジェクトレベルに落とし込むため、また関係者が具体的なJCMの流れを理解するために、JCM案件化促進手引書を作成する必要がある。この際、JCMを活用したプロジェクトをケソン市の事業計画に組み込むことにより、JCMの活用が前提となるような下地を作る。

本事業では、食用油精製工場を対象としたドレン回収・利用調査、鉄鋼精製工場における加熱炉改善に係る調査、廃棄物回収トラックのエンジン省エネ化の案件調査を行っており、上記プロジェクトを通じて、案件形成に向けた具体的な流れや必要となる情報や条件(本邦技術等の特徴、JCMによるファイナンス支援、設備補助事業の手順など)を手引書を通じて関係者が理解することは重要である。

4.2 JCM 案件化促進手引書の拡充

JCM案件化促進手引書では、JCMの考え方・特徴、設備補助事業、国際コンソーシアムの説明を行っている。設備補助事業の条件は、専門用語が多くなるため、初見の読者にも理解しやすいよう工夫している。また、具体的な事業を紹介することでJCMプロジェクトの一層の理解を狙う。本年度の調査結果を踏まえて、車両、加熱炉に関する省エネ技術について拡充した。付属資料3を参照のこと。

第五章 ワークショップ・訪日研修・各種会議の開催

5.1 概要

本事業は、大阪市とケソン市の都市間連携に基づき、ケソン市の気候変動政策に係る支援、太陽光発電及び工場省エネ、廃棄物回収車両の低炭素化に係る案件形成調査を行った。本事業における各活動の実績を表に示す。

表 54 本事業での活動内容

活動内容	場所	実施時期	概要
キックオフ会合	大阪	5月18日	● 大阪市・連携事業者とのキックオフミーティングの実施
第一回現地調査	ケソン	6月18日～28日	● EPWMD、DENR、廃棄物処分場、廃棄物回収業者、車両メンテナンス業者、省エネ診断候補企業等との面談
第二回現地調査	ケソン	8月5日～11日	● EPWMD、MMDA、廃棄物処分場、省エネ診断候補企業との打合せ ● 都市間連携ワークショップ
ケソン市関係者来阪	大阪	8月30日～31日	● MOU 締結式及び市長級政策対話 ● 大阪ひかりの森(メガソーラー)、北港処分地、東淀工場視察
第三回現地調査	ケソン	9月23日～10月6日	● 工場省エネ診断 ● 廃棄物処分場地質調査 ● 廃棄物回収車両の燃費調査
都市間連携セミナー	横浜	10月25日～26日	● 都市間連携事業の取組紹介 ● ハマウイング(水素実証)、横浜南区庁舎(BEMS)見学
第四回現地調査	ケソン	1月15日～1月25日	● 工場省エネ診断結果報告 ● 太陽光発電導入に係る協議 ● 車両の省エネ改善提案の実施 ● 都市間連携ワークショップ

5.2 第一回現地調査

ケソン市側関係者への事業概要説明、ワークショップ開催日程の相談、工場への省エネ診断受入可否に係る協議、廃棄物処分場での地盤に係る聞き取り調査等を行った。



廃棄物処分場での協議

5.3 第二回現地調査及びワークショップ

第二回現地調査では、工場、廃棄物処分場における情報収集を行った。また、都市間連携ワークショップを8月10日に開催し、現地側からケソン市、フィリピン政府環境天然資源省、民間企業等、約40名が、日本側から大阪市、IGES、本邦企業等、約10名が参加し、低炭素社会に向けた取組に係る情報共有、意見交換を行った。



ワークショップ参加者集合写真



都市間連携ワークショップの様子

5.4 MOU 締結式、大阪市主催訪日研修

8月30日にケソン市長が来阪し、大阪市とケソン市の低炭素都市形成に向けた協力関係に関する覚書(MOU)が締結された。また、翌31日には大阪市の廃棄物処分場跡地を活用した太陽光発電施設や、ごみ焼却工場など低炭素化に係る技術サイトの視察が行われた。



MOU 締結式¹³

¹³ Quezon City Local Government

<https://www.facebook.com/qclocalgovernment/photos/pcb.1656306591146795/1656456871131767/?type=3&theater>



市長級政策対話



大阪ひかりの森視察

5.5 第三回現地調査

三回目の現地調査では、大手食用油精製工場での詳細な省エネ診断を行った。廃棄物処分場では簡易貫入試験を実施し、地盤を調査する事で、最適な太陽光パネル設置場所の検討を行った。また、廃棄物回収業者 3 社において 6 輪・10 輪トラックの燃費等を調査した。

5.6 環境省主催訪日研修

環境省主催の都市間連携ワークショップが 10 月 25 日、26 日に横浜で開催された。本事業の進捗状況、設備補助事業等について協議した。

5.7 第四回現地調査

現地第四回調査では、フィリピン関係者(ケソン市廃棄物環境保護・廃棄物管理局、廃棄物車両管理会社、工場等)に対し今年度事業の成果報告や今後の活動提案を行った。またケソン市からは、既存の事業の継続・拡大の他、廃油を利用した再生可能エネルギーの創出、中古車リサイクルに係る支援なども提案された。本事業を通じ、太陽光発電事業やエンジン改修のポテンシャルが大きいことが確認され、ケソン市の政策とも合致するため、これらの事業を着実に進めて行くことが望まれている。また、1月10日に都市間連携ワークショップを開催し、AIMを活用したケソン市LCSシナリオ、大阪市のエコカー普及に向けた取り組み等に係る情報共有、意見交換を行った。

第六章 今後の課題や提案

今年度事業では、ケソン市の気候変動政策に係る支援、低炭素化案件形成調査を行った。具体的な調査内容は、(1) 廃棄物処分場を対象とした太陽光発電システムの導入、(2) 食用油精製工場への熱回収システムの導入、(3) 廃棄物回収車両を対象としたエンジン改良技術の導入であり、各事業の経済採算性、ビジネスモデルの構築等を含む事業案件化に向けた検討を行った。

ケソン市は、廃棄物処分場でメタンガス発電事業を実施しており、太陽光発電事業についても新たに実施することを検討している。本事業の(1)では、簡易貫入試験等を実施し、パネル設置可能な面積、想定発電量、費用を算出し、処分場土地所有者の民間企業及びケソン市に報告した。今後は、関係者にて協議を行い、事業の検討を行う予定である。フィリピン全土では、利用されていない廃棄物処分場が数多くあり、本事業の調査が契機となり、処分場での太陽光発電事業の普及が進むことが期待される。

(2)の食用油精製工場での調査では、ドレンの熱回収及びボイラ運転改善による燃料節約量を算出した。これにより、毎年の燃料節約費用が「見える化」が可能となり、工場は事業について前向きに検討している。本事業を通じて、比較的裕福で、文書作成などに慣れている管理部門を有している工場は、事業に積極的であることが確認でき、今後は同種の工場に広く展開することが効果的だと考えられる。

(3)の廃棄物回収車両のエンジン改良事業については、想定よりも走行距離が短く、CO₂削減量が少なくなるため、設備補助の補助率が下がり、投資意欲の低下が懸念される。このため、ビジネスベースでの展開が現実的であると考えられる。しかし、長距離走行を行うバスに関しては、CO₂削減量が増大し、ケソン市にはバス会社が集積しているサイトもあることから、事業化に向けたポテンシャルは大きいと考えられる。

上記調査事業の他、今年度は、AIMを活用したケソン市のLCSシナリオも完成し、COP24で公表された。さらに、大阪市とケソン市の間で低炭素都市形成の実現に向けた協力に係る包括的な提携(MOU)が結ばれ、より一層の協働が期待されている。

今後は、QC-LCCAPの緩和分野の主流化を目指し、LCSシナリオを実現するロードマップの作成や低炭素事業の一層の推進が課題となる。このため、大阪市とケソン市との都市間協力のもと、気候変動に関する施策の実施と省エネ・再エネ事業などのJCMプロジェクトをパッケージとして進め、ケソン市の低炭素社会形成に貢献する事が期待される。