



環境省

平成 29 年度環境省委託

平成 29 年度
低炭素社会実現のための
都市間連携事業委託業務

「大阪市・ホーチミン市の都市間連携
に基づく低炭素化支援事業
(省エネ分野)」
報告書

平成 30 年 2 月

オリエンタルコンサルタンツ

目次

1. 調査の概要	
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
2. ホーチミン市の気候変動対策実行計画に係る支援	
2.1 背景.....	4
2.2 気候変動対策実行計画の進捗状況・課題.....	4
2.3 キャパシティデベロップメントの実施.....	5
3. JCM プロジェクト（工場省エネ）の実現可能性調査の実施	
3.1 概要.....	7
3.2 導入予定技術.....	7
3.3 省エネ診断の実施.....	8
3.4 温室効果ガス削減効果・モニタリング計画の構築.....	13
3.5 プロジェクト体制・ビジネスモデルの構築.....	22
4. 省エネアクションプランの作成	
4.1 背景.....	31
4.2 省エネアクションプランの構成.....	31
4.3 具体的なプロジェクト案の作成.....	32
5. 自治体間連携・官民連携の推進.....	46
6. ワークショップ・訪日研修・各種会議の開催	
6.1 概要.....	49
6.2 第一回現地調査（7月）.....	49
6.3 環境省主催 第一回都市間連携ワークショップ（7月）.....	50
6.4 第二回現地調査（9月）.....	51
6.5 大阪市主催 訪日研修（10月）.....	54
6.6 第三回現地調査（1月）.....	55
6.7 環境省主催 第二回都市間連携ワークショップ・訪日研修（1月）.....	56
7. 今後の課題や提案.....	57

附属資料

- 1、MRVに係る資料
- 2、PDDに係る資料
- 3、現地ワークショップ発表資料

図 表 番 号

図 1	調査体制図	2
図 2	大阪市での省エネ事業の例	5
図 3	大阪市の GHG イベントリの考え方	6
図 4	PDCA による進捗管理手法の例	6
図 5	廃熱回収がなしの場合のイメージ	12
図 6	プロジェクトにおける廃熱回収のイメージ	13
図 7	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	20
図 8	モニタリング体制・MRV 体制とモニタリングデータの流れ	21
表 1	共同提案者の役割	3
表 2	2つの工場から回収可能な熱量	11
表 3	ボイラ運営改善からの省エネ効果	12
表 4	参考とする JCM の MRV 方法論	13
表 5	用語の定義	14
表 6	方法論の概要	14
表 7	方法論の適格性要件	15
表 8	事前に確定したパラメータと説明	17
表 9	排出削減見込量の計算に用いた算定条件	18
表 10	提案プロジェクトによる工場別排出削減見込量	18
表 11	モニタリングパラメーターとモニタリング方法など	19
表 12	各工場における熱交換器の仕様と数	22
表 13	各工場におけるポンプの台数と定格容量他	22
表 14	初期投資推定額	23
表 15	C 社工場における省エネ効果	24
表 16	C 社におけるプロジェクトキャッシュ・フロー	24
表 17	E 社工場における省エネ効果 (ケース 2)	25
表 18	E 社におけるプロジェクトキャッシュ・フロー	25
表 19	E 社工場における省エネ効果 (ケース 3)	25
表 20	E 社におけるプロジェクトキャッシュ・フロー (ケース 2+ケース 3)	26
表 21	E 社におけるプロジェクトキャッシュ・フロー (融資の場合)	27
表 22	E 社におけるプロジェクトキャッシュ・フロー (ケース 2 の融資の場合)	27
表 23	各工場の IRR 及び投資回収期間のまとめ	28
表 24	本事業での活動内容	49

第一章 調査の概要

1.1 調査の背景

ベトナムは急速な経済成長により、GHGの排出量増加率（1995～2012年）はASEAN主要諸国の中で2番目に高い。一方、約3,400kmに及ぶ長い海岸線や広大なメコンデルタを有し、世界銀行等の調査によれば気候変動の影響を最も受けやすい国の一つに挙げられている。このため、気候変動対策が積極的になされ、省エネ対策、環境保護税、風力発電の固定買取制度などの導入や、二国間クレジット制度の運営がなされている。また、約束草案(INDC)において2030年までにGHGの排出量を10年比で8%削減する目標を盛り込んでおり、国内外から地球温暖化対策に向けた投資事業が加速すれば、30年までに10年比25%削減も可能だとしている。この他、2020年までに再生可能エネルギーのシェアを5%増加などの目標を掲げる。

ホーチミン市は、ベトナム第一の商業都市であり、人口は700万人を超えている。エネルギーの観点からは、ベトナムの総電力消費量の20%、総燃料消費量の25%から30%を占めている。また、人口増加が激しいため、電力需要も高く、電力価格が大幅に増加している。ホーチミン市は、省エネや再生可能エネルギーに関する法律の整備や政策の実行を進めているが、財政的・技術的な支援が必要とされている。

大阪市は、日本を代表する都市として、国の温室効果ガス削減目標の達成や、世界の温暖化対策に貢献するため、大阪市地球温暖化対策実行計画を策定し、省エネや再生可能エネルギーの利用促進等の対策を実施している。

ホーチミン市と大阪市は、平成9年にビジネスパートナー都市となって以来20年以上にわたり、港湾・上下水道など様々な分野での都市間交流を進めている。平成25年には、ホーチミン市と低炭素都市形成に向けた覚書を交換し、気候変動対策実行計画の策定支援が開始された。この計画案は、今年度のホーチミン市人民委員会で承認がなされ、計画案の策定と並行して、大阪市との都市間連携の下、JCMの案件形成も行われている。また、平成28年度12月に行われたホーチミン市気候変動局との政策対話では、計画の実施には具体的な取組が必要であり、特に産業分野での省エネ等に係る支援が強く要請されている。この他、気候変動に対する施策をプロジェクトに落とし込むなど計画の実行や進捗管理のノウハウが不足していることが課題として挙げられている。

上記背景の下、ホーチミン市の気候変動対策にかかる組織体制や運営技術の向上を目的として、ホーチミン市職員へのキャパシティ開発を実施する。また、ホーチミン市の重要な産業である繊維産業に着目すると「廃熱回収システム」は、省エネポテンシャルが高く、既存のJCM案件化事例が少ない。そこで、当該事業においては、日本の廃熱回収を行う熱交換システムと、それに接続する高効率ボイラの導入プロジェクト形成の支援を行い、低炭素社会を実現するプロジェクトの面的な展開・継続的な案件形成支援を行う事になった。

1.2 調査の目的

下記1、2の業務を行う事で、JCM 案件の展開を組織的・制度的に支え、ホーチミ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策定支援

- ・気候変動対策の状況、体制と今後の方針の確認
- ・ホーチミン市のニーズに応じた形で、大阪市による人材育成支援の実施、プロジェクト案件の発掘
- ・工場省エネに係る JCM アクションプランの策定

2. 工場省エネ JCM 案件形成

1.3 調査の実施体制

1.3.1 実施体制概要

本事業は、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ホーチミン市天然資源環境局 (DONRE) との連携の下、事業を進めた。

省エネに係る実現可能性調査や訪日研修は、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。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。

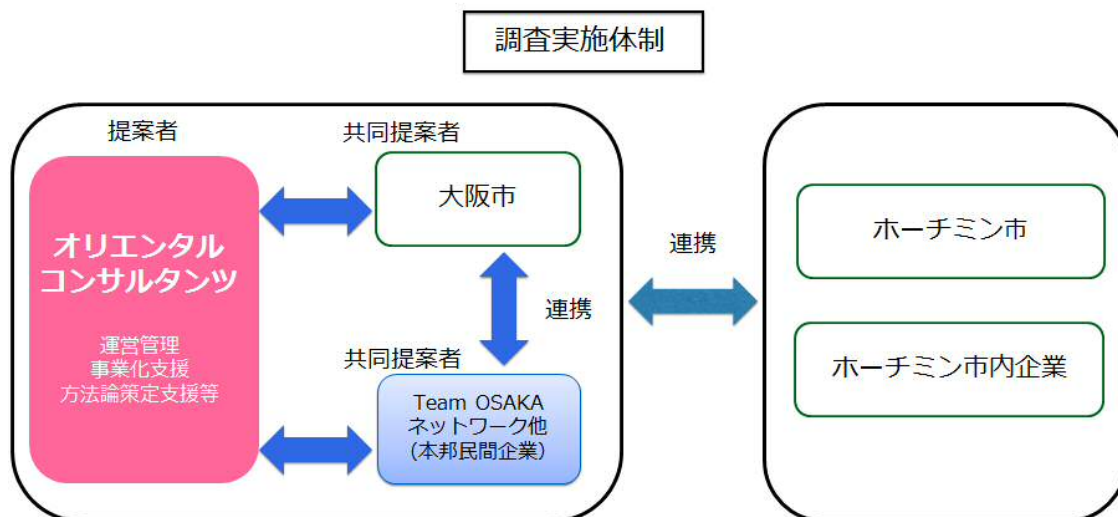


図1 調査体制図

表 1 共同提案者の役割

役割	共同業務実施者	業務内容
代表提案企業	株式会社オリエンタルコンサルタンツ	国内及びホーチミン側との調整、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。
能力向上支援など	大阪市	ホーチミン市との調整や関係者に対する能力向上支援の実施
省エネ診断	一般社団法人日本繊維技術士センター	工場等の省エネ機器導入に係る技術的助言・省エネ診断を実施する。
ボイラの導入	株式会社日本サーモエナ	ボイラ導入に係る技術的助言を行う。
熱交換器の導入	株式会社クロセ	スパイラル式熱交換器の技術的助言を行う。
JCM 実施に係る助言	裕幸計装株式会社	JCM 実施に係る助言を行う。
ファイナンスに係る助言	株式会社りそな銀行	JCM 実証事業に移行する際等に、融資やその他金融サービスに係る助言を提供する。

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・関西の事業者が、大阪市及び公益財団法人地球環境センター（GEC）や大学等による産学官連携のプラットフォームである。このネットワークの活動を通じて、事業者の海外進出や大阪・関西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を目的としている。本事業においては、大阪市が発するメールマガジンを通じて、ホーチミン市での JCM プロジェクトの開発・実施に関する情報発信等を行い、プロジェクト進展における各種情報を共有した。

1.3.3 ホーチミン市側体制の詳細

ホーチミン市における低炭素都市化への取り組みは、気候変動対策運営委員会（Ho Chi Minh City Climate Change Steering Committee）が中心となって推進されている。この運営委員会は、ホーチミン市全局から構成されており、各局長が委員に就いている。また、運営委員会の下部組織としてアドバイザーグループ（幹事会）と気候変動事務局（Ho Chi Minh Climate Change Bureau）があり、この事務局は天然資源環境局（DONRE）内に設置されている。本事業においては、ホーチミン市気候変動事務局を通じて、各分野の関係者とのネットワーク構築を行い、プロジェクト進展のための有益な情報を共有した。

第二章 ホーチミン市の気候変動対策実行計画に係る支援

2.1 背景

ホーチミン市と大阪市は、平成 25 年 10 月に低炭素都市形成に向けた覚書を交換し、ホーチミン市気候変動実行計画（以下「CCAP」という。）の策定支援がなされた。環境省の「アジアの低炭素社会実現のための JCM 案件形成可能性調査事業」を通じて都市間連携が実施され、平成 29 年 3 月にホーチミン市人民委員会で同計画案が承認されている。一方、平成 27 年度に行われたヒアリング調査から、気候変動に対する施策をプロジェクトに落とし込むなど計画の実行や進捗管理のノウハウが不足していることが課題として挙げられ、ホーチミン市から実効的な実施に係る支援要請を受けた。支援要請について、平成 28 年「ホーチミン市低炭素都市形成の実現に向けたホーチミン市-大阪市の協力関係に関する覚書」を市長間で交換する事となり、その覚書の内容は、次の通りである。

- 「ホーチミン市気候変動対策実行計画 2016 年-2020 年」の着実な実施に向けた進捗管理のための人材育成及び組織・制度の整備を進める（キャパシティ開発）。
- 実行計画に掲げた目標達成に向け、施策の円滑な推進、温室効果ガス排出量の調査や評価に関する専門的な技術や知識を共有する。
- 低炭素都市形成に向けたプロジェクトを創出する。
- 地球温暖化防止に関する普及啓発や情報発信を進める。

上記の両市長間の覚書に基づき、本年度、ホーチミン市職員へのキャパシティ開発を実施するとともに、CCAP の進捗管理を支援する事で、ホーチミン市での案件の早期発掘及び低炭素社会を実現するプロジェクトの面的な展開・継続的な案件形成に貢献する事を目的としている。

2.2 気候変動対策実行計画の進捗状況・課題

ホーチミン市における気候変動対策実行計画の進捗状況や課題を調べるため、現地調査や訪日研修を通じ、下記の情報を入手した。

- CCAP に基づき、以下の 3 種類のプロジェクトを進める予定である。
 - 1、CO2 排出に係る研究
 - （1 の予算は、ホーチミン市自身は拠出しない）
 - 2、ホーチミン市が独自で実施するプロジェクト
 - （多くは 1000 万円に届かない小プロジェクト）
 - 3、社会経済に貢献するプロジェクト
 - ホーチミン市と他の援助機関などと協力して進める。資金は民間資金と外国援助機関から拠出を想定。

1、2については毎年 DONRE が企画し、気候変動委員会にて採択がなされる。2については、各局と協力してリストを作成することとしている。具体的なプロジェクトリストを提出するには、他の局との調整が必要となるので、承認までには時間がかかる。

➤ 今後、特に進めたいプロジェクトは下記のとおりである。

- 1、市内ビルの省エネ
- 2、交通渋滞の改善
- 3、サイゴン川を利用した観光事業
- 4、日本が協力しているメトロ事業

2.3 キャパシティデベロップメントの実施

上記のように、ホーチミン市の課題は以下である。

- 1) 低炭素事業の具体化（見える化）、
- 2) GHG 削減量算定手法の知見獲得
- 3) CCAP の適切な進捗管理

1) に対しては、省エネアクションプランの他、大阪市での省エネ事業（LED や太陽光の設置、浄水場設備の省エネ、水力発電、ESCO など）、建築物の省エネ評価手法、大阪市の地球温暖化対策実行計画を紹介することで事業のイメージを明確化することを目指した。

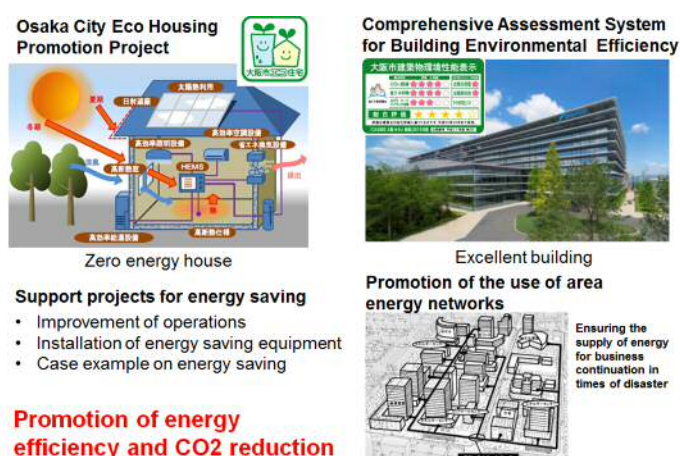


図2 大阪市での省エネ事業の例

2) では、大阪市の GHG インベントリにおける削減量計算の考え方（活動量、排出係数、温暖化係数の利用方法など）を共有した。

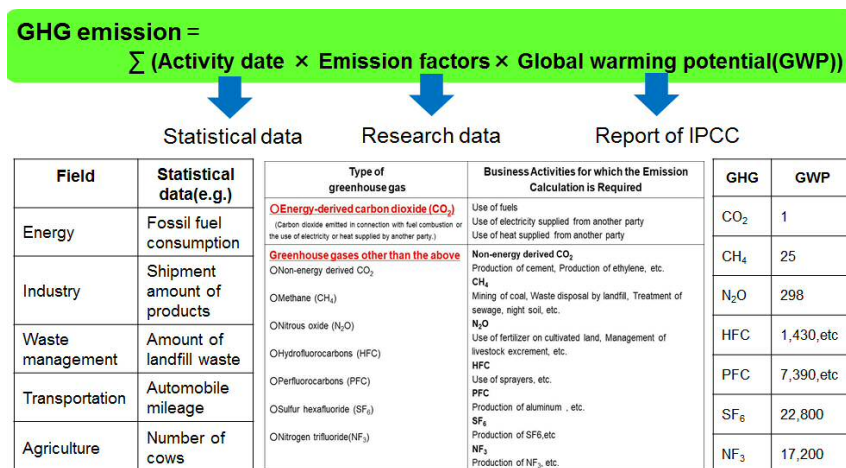


図3 大阪市のGHGインベントリの考え方

ベトナム側からは、GHGインベントリの統計データの見方や、具体的にどの分野、どの範囲、プロジェクトを優先的にGHG削減していくべきかについて、大阪市に知見・ノウハウなどの共有が要請された。

3) は、大阪市で実施しているPDCAによる進捗管理手法のノウハウを共有した。

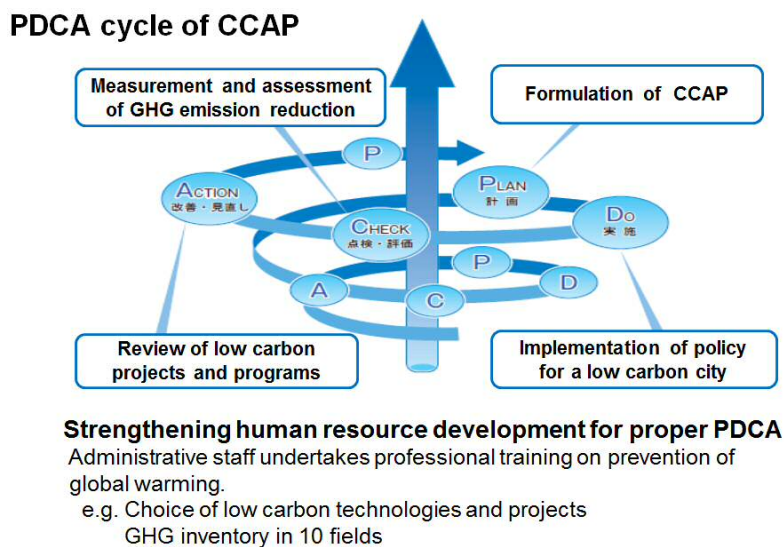


図4 PDCAによる進捗管理手法の例

以上より、ホーチミン市のCCAPと連動した形で、プロジェクトの提案活動を行い、ファイナンススキームの一環としてJCMを組み込むことは非常に有意義である。また第四章では、熱交換器を用いた省エネアクションプランを紹介する。具体的なプロジェクトとして事業を推進する強力なツールとして活用する。

第三章 JCM プロジェクト（工場省エネ）の実現可能性調査の実施

3.1 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。対象のホーチミン市では、CCAP に基づき省エネを推進しており、繊維産業が盛んである点に着目し、省エネポテンシャルが高く、既存の JCM 案件化事例が少ない「廃熱回収システム」の案件化を行う。当該事業においては、日本の廃熱回収を行う熱交換システムと、それに接続する高効率ボイラの導入プロジェクト形成の支援を行い、低炭素社会を実現するプロジェクトの面的な展開・継続的な案件形成支援を行う。

具体的には、ベトナム繊維協会、繊維工場等へのヒアリング、省エネ診断を通して、熱交換器、ボイラの導入可能性を調査する。ベトナムの繊維工場では、大量の熱水を廃棄しており、この熱水のエネルギーを熱交換器を通じて冷水の加温に利用する事ができれば大量の CO2 削減効果が期待される。またボイラの高効率化や使用燃料の変換などを通じてさらなる CO2 削減を目指す。

3.2 導入予定技術

熱交換器は、(株)クロセのスパイラル式熱交換器、ボイラは、(株)日本サーモエナジー社の技術を提案する。



スパイラル式熱交換器



貫流ボイラ

3.2.1 熱交換器

熱交換器は、熱伝達特性や長寿命化対応によるライフサイクルコスト、メンテナンス負荷が非常に少ない等の点が先進的である。その他、技術優位性について下記に示す。

- 繊維工場を対象とする場合、プレート式熱交換器と比較して、詰まりにくく、汚れにくい。
- 設置スペースが小さく、様々な規模の工場で利用できる。
- スパイラル式熱交換器は、繊維屑や糊剤等を含む染色廃水に対しても閉塞しにくく、洗浄しやすいという特徴を備えている。その他、次のような特徴を持つ。

1. 熱の有効利用（放熱がすくなく熱の有効利用が可能）
 2. 優れた熱伝達特性
 3. 容易な保守・点検
 4. 少ない設置面積
- 優れたメンテナンス性を持つため、外国製の熱交換器と比較して、保守・点検の回数が少ない。
 - クロセ社の熱交換器は、アメリカ機械学会からU-スタンプを取得する等、海外でも高く評価されている。

3.2.2 ボイラ

ボイラも同様に、長寿命化対応がなされライフサイクルコストが低い点、高い省エネ効果、遠隔モニタリングの機能を持ち、JCM 設備補助事業実施時の MRV 作業負荷を減らすことができる。その他、技術優位性について下記に示す。

- 燃料タイプ、工場の規模に合わせて、比較的小規模な施設から大規模な工場まで対応可能
- ボイラごとの最適運転が可能
- 対象の工場で温水が必要となる場合、ヒーターと組み合わせた超高効率システムが導入可能
- 日本燃焼学会「技術賞」受賞、日本産業機械工業会「会長賞」受賞
- 機器の長寿命化対応済みで、圧倒的に長い修繕・更新サイクル
- ボイラ効率性は 98%
- (株)日本サーモエナー社は、ボイラの遠隔管理システムや海外支店を活用し、海外でのメンテナンス体制も構築
- 熱管理・監視ユニットにより、運転記録を日々保存でき、容易に CO2 モニタリング可能（遠隔 MRV の実現）

3.3 省エネ診断の実施

ホーチミン市の郊外にあるC社及びE社の2つの繊維加工工場を対象に2017年9月25日～29日、各工場に2日間をかけて、日本から専門家を派遣し、省エネ診断を行った。その目的は、これらの企業における省エネの可能性、特にボイラ運転の効率及び蒸気の使用状況(無駄が無い)と蒸気の主用途である洗浄装置の昇温とその排水温度及び乾燥装置の適正運転がなされているかの状況と評価である。

染色産業で用いられているエネルギーは、大きく分類すると

- ① 精練・漂白・染色工程での蒸気による反応
- ② ①の反応により発生する不純物の除去(洗浄)
- ③ ②の工程後の乾燥
- ④ 合成繊維や繊維品に付加価値を付与する熱処理工程

等がある。上記の内、①②③はほとんどが蒸気を使用し、④のみがガス、電気、熱媒循環で行われている。勿論、全ての工程がモータを使用する駆動系が必須であって、ここには電力が使用されている。つまり、染色加工工程における主要なエネルギーの使われ方は先の②と③でそれに続くのが①④である。

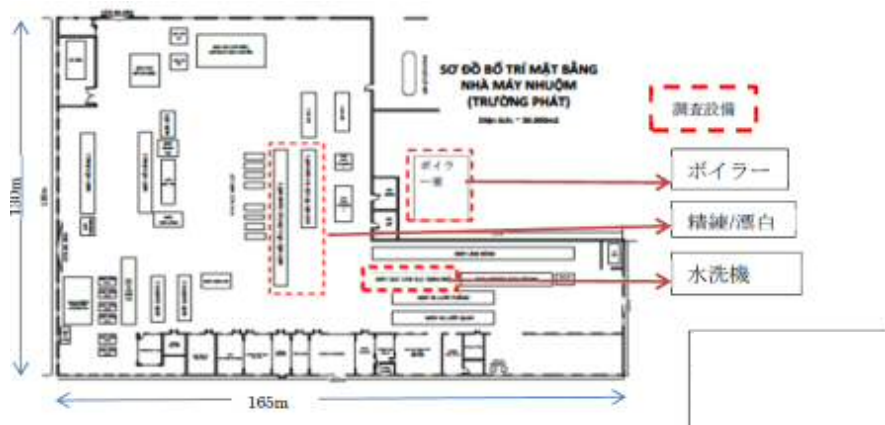
今回のJCMのテーマが「高性能蒸気ボイラと熱回収」であることから蒸気ボイラの運用に伴う運転効率（単位蒸気発生に占める原燃料量及び電力量消費の妥当性）と蒸気使用による洗浄と乾燥効率及びそこから排出されている排水中の熱量を継続的にデータ採取を行い、その目的と消費の妥当性と合理性を検証し、改善提案を導き出すのが本筋である。

従って、プロジェクトの実施によって回収する廃熱は、ボイラ供給水または染色用水の加熱に利用され、染色工程で必要とする蒸気生成までの水の昇温のためのエネルギー消費量が減ることで、結果として蒸気供給用のボイラの化石燃料の消費量が減り、GHGの排出量が削減できる。調査対象とした2つの工場の概要は以下の通り。

C社工場

当該工場は、台湾資本のデニム一貫工場のC社が、紡織/加工・縫製の国営工場の内、加工部門のみを賃借し、C社の製品の一部(カラーデニム、シャツ地)の生産を行っている。

主要な設備内容は、木綿100%とポリエステル混紡品が主たる加工素材であり、一部にプリントがある。工場の操業体制は、日曜は休業で、月曜日から土曜日まで3交替で24時間稼働が原則で、一年は300日間稼働している。工場のレイアウトを以下に示す。



廃水からの廃熱回収に関して、当該工場での精練/漂白装置と水洗機からの廃水において廃熱回収の余地がある。例えば、水洗機の排水口で計測したデータからは、ほぼ75℃程

度で排出されている事が判った。

ボイラに関して、2台(15トン/h×1台、10トン/h×1台)あり、負荷に応じて自動運転(圧力制御)されており、燃料は、石炭を使用している。石炭の使用量25~30トン/日(聞き取り)及び蒸気使用量144トン/日(聞き取り及びボイラ日誌より)。ボイラは、効率69.5%の新規ボイラであるため、ボイラの更新は考えられないが、運転方法の改善及び押込みファン・誘引ファン・給水ポンプの制御方法(給水流量・蒸気流量・炉内圧制御・O₂濃度制御等)の改善により、ボイラ効率をアップすることが出来ると考えられる。

E社

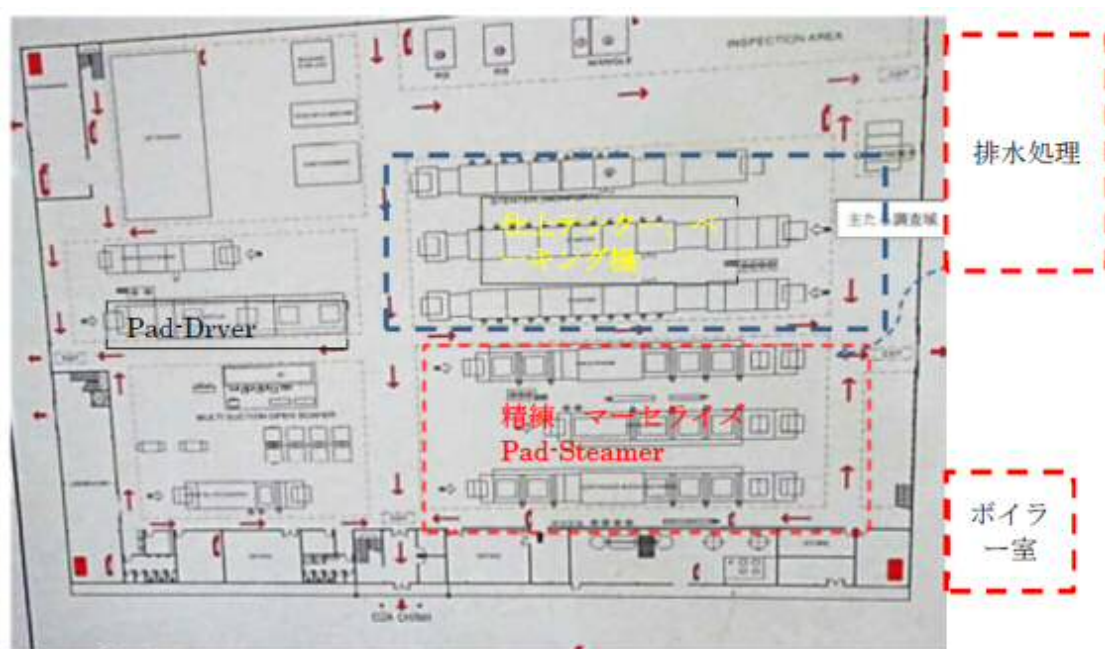
当該工場は、

である

る。燃料は主に石炭を利用している。

ボイラは、石炭焚の中国製15トン型が1台、台湾製10トン型が1台ある。最近購入したばかりで5年ほど使用している。また、4,500万kcalの熱媒ボイラ1台を保有している

工場は、3交代制で24時間稼働を続け、効率性を高めている。平日は24時間操業し、日曜日のみ休みで、1年のうち300日稼働している。工場のレイアウトを以下に示す。



工場における加工装置からの排水は主に一部バッチ染色機や、Mercerize装置の冷却排水からのもので、廃熱回収の可能性がある。

ボイラは2台(15トン/h×1台、10トン/h×1台)あり、負荷に応じて自動運転(圧力制御)されている。燃料は、石炭を使用しており、石炭は30トン/日(9,000トン/年=30×300)(聞き取り)使用している。ボイラの更新は、経済性がないと思われるが、運転方法の改善及び押

込みファン・誘引ファン・給水ポンプの制御方法(給水流量・蒸気流量・炉内圧制御・O2 制御等)の改善により、ボイラ効率をアップすることが可能だと考えられる。

プロジェクトにおける廃熱回収・利用技術は、XXXXXXXXXXの熱交換器を中心とするシステムで、各染色加工の実態に合わせて設計されるものである。従って、適正な廃熱回収・利用システムの設計のため、各工場における染色加工工程からの熱回収可能な廃水の量と温度などの基礎情報が必要となるため、このことが本調査の重要な内容である。さらに、全ての装置が各企業の実態にあわせたテーラーメイドな配管工事となることや、貯留槽を現地での調達することになるため、現地工事業者の協力と投資意思が重要な要素となる。

一方、高効率ボイラに関して、ホーチミンでの繊維工場を含む多くの工場（産業分野）では、石炭ボイラが広く使用されており、日本製の高効率ガスまたは重油ボイラの導入は、石炭が廉価なため、難しい状況であることが判明した。

工場における省エネ診断の結果を以下にまとめる。

表2 2つの工場から回収可能な熱量

工場	方法	対応法区分	回収率	Unit	省エネ量
					Gcal/year
A	排熱回収	①高回収率	59.5	%	3,132
		②低回収率	50.0	%	2,632
	断熱処理	③Cylinder Dryer only	78	pcs	141
		④ +Washer			498
	高位提案	①+④			3,630
	低位提案	②+③			2,773
B	排熱回収	①高回収率	61.0	%	2,500
		②低回収率	52.0	%	2,100
		⑤Boiler スクラバー	50.0	%	437
	断熱処理	③Cylinder Dryer only	25	pcs	183
		④ +Washer			554
	高位提案	①+④+⑤			3,492
	低位提案	②+③			2,283

表3 ボイラ運営改善からの省エネ効果

	部門	項目	改善前		上位改善後		下位改善後		
			トン-石炭/年	Gcal/年	トン-石炭/年	Gcal/年	トン-石炭/年	Gcal/年	
	ボイラ	1) 運転方法の改善 2) 制御方式の改善 3) ドレン回収	4,125	20,625	3,630	18,150	3,855	19,275	
		3) 保温	4.4	21.8	0.9	4.4	-	-	
	ボイラ	1) 運転方法の改善 2) 制御方式の改善 3) 水質の管理強化 4) ドレン回収	3,000	15,000	2,625	13,125	2,800	14,000	
		5) 保温	50.3	251.4	10.1	50.4	-	-	
		コンプレッサー(織布用) 千kWh	1) 高効率化 (ターボに変更)	1,310	1,127	1,114	958	1,148	988
			2) 運転方法改善	190.8	164	95.4	82	-	-
		コンプレッサー(織機用) 千kWh	1) 高効率化 (インバータ化)	136.8	118	68.4	59	-	-
	ボイラ 千kWh	1) 誘引ファン	34.3	29	18.4	16	-	-	
		コンプレッサー 千kWh	1) 高効率化 (インバータ化)	260.7	224	210.8	181	-	-
			2) クーリングタワー	40.5	35	19.6	17	-	-

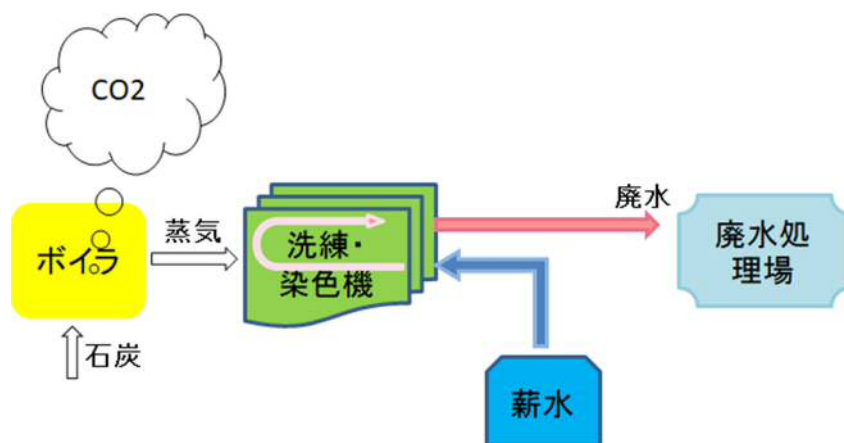


図5 廃熱回収がなしの場合のイメージ

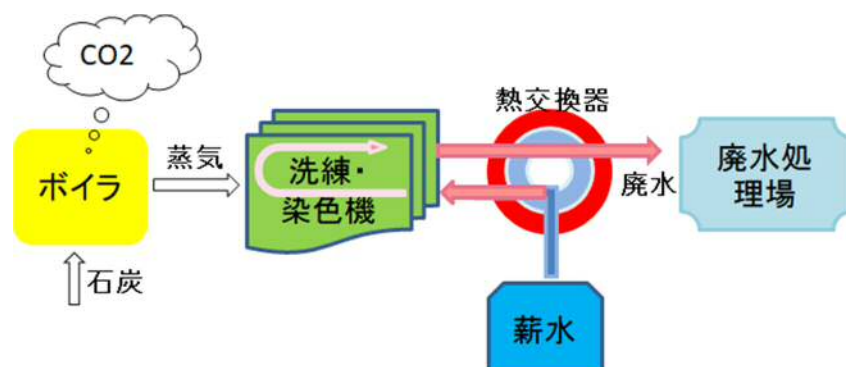


図6 プロジェクトにおける廃熱回収のイメージ

工場における省エネの結果を踏まえて、上記の図6で示されたような熱交換器（スパイラル式）を用いて廃熱回収を行う事業のJCM化を提案する。ボイラ運営の改善などからも大量の省エネができるが、特に新たな設備導入を必要としないため詳述はしない。

3.4 温室効果ガス削減効果・モニタリング計画の構築

染色工場から廃熱回収・利用する JCM 事業における温室効果ガス削減効果の算定・モニタリング方法など MRV 方法論の構築に関して、既存の JCM の MRV 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 4 に示す JCM の承認済み方法論を参考とした。

表 4 参考とする JCM の MRV 方法論

方法論	説明
<<CDM 方法論>> AMS-II.I.: Efficient utilization of waste energy in industrial facilities (Version 1.0) <<JCM 承認方法論>> MN_AM002 “Replacement and Installation of High Efficiency Heat Only Boiler (HOB) for Hot Water Supply Systems” ID_AM001 “Power Generation by Waste Heat Recovery in Cement Industry”	産業分野（工場など）における省エネ（廃熱回収・高効率ボイラ導入など）に関連する方法論として、2 件の JCM 方法論が承認されているが、そのままでは適用できないので、CDM の関連方法論また染色工場廃熱回収に関する JCM 可能性調査事業を参考に方法論を作成する。

3.4.1.方法論の概要（廃熱回収）

当該方法論は、下記の条件の下、適用される。

- 1、特定の染色加工工場に熱交換器、各種自動制御バルブなどで構成される廃熱エネルギー回収・利用システムを新規に設置する。
- 2、染色加工工程から排出される温廃水（染料や繊維屑を含む）の熱エネルギーを回収・利用し、染色機に供給される染色用水（冷水/薪水）を熱交換器を通して事前に加温する。
- 3、染色工程の給水を加温する蒸気の使用量を減らすことで、一般的な蒸気ボイラの燃料である石炭使用量を削減する。

プロジェクト実施前の GHG 排出状況を上記の図 5 に、実施後の GHG 排出状況を上記の図 6 に示す。また、表 5 に用語の定義を、表 6 に方法論の概要を示す。ただし、染色手法（連続式、バッチ式）によって、廃熱回収システムは多少異なり、バッチ式染色の場合、廃水の貯水タンクが必要となる。

表 5 用語の定義

用語	定義
染色加工工程	織物の準備工程から仕上げ工程までの一般的なプロセスのこと。主な処理として、準備、染色、仕上げ（洗浄、乾燥など）を含む熱やスチームを用いる化学的あるいは物理的な処理工程を含む。
廃熱	染色加工工程におけるボイラの燃焼排気ガスや染色廃水を通じて廃棄される未回収熱エネルギーのこと。

表 6 方法論の概要

項目	概要
GHG 排出削減量の手法	温廃水の熱エネルギーを熱交換器により回収し、染色用水を事前に加温することにより、通常加温用に用いる蒸気の使用量を削減する。その結果として、蒸気供給用のボイラの化石燃料消費量が減ることで、GHG の排出量が削減できる。
リファレンス排出量の算定	リファレンス排出量は、新たに導入する熱交換器により回収・利用する熱量が、既存の化石燃料を用いた場合の GHG 排出量として算定する。 $[(\text{熱交換器の出口薪水温度}) - (\text{熱交換器入口薪水温度})] \times (\text{熱交換機出口薪水量}) \times (\text{水の比熱}) / (\text{ボイラの熱効率}) \times (\text{ボイラ燃料の CO}_2 \text{ 排出係数})$ ボイラ効率は 100% として保守性を担保する。
プロジェクト排出	プロジェクト排出量は、導入する廃熱回収・利用システムを稼働

量の算定	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	下記1～3を測定する。 1、熱交換器入口薪水温度（℃） 2、熱交換器出口薪水の温度（℃）と量（t/p） 3、廃熱回収・利用システムの消費量

3.4.2 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 7 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	繊維加工工場において、新たに染色加工工程における廃水からの廃熱を回収・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	スパイラル式熱交換器及びその関連設備を導入すること。
要件 3	繊維加工工場の染色容量は 1 日 10 トン以上である。

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。

- 1、プロジェクト実施前は、染色加工工程の温排水は、排水処理施設で処理された後、河川に放流される。プロジェクトでは、この温排水の廃熱を回収・利用して染色用水を事前に加温する。
- 2、1により染色用水の加温に使用する蒸気の使用量を減らすことができる。これは、蒸気発生に使用する化石燃料の燃焼量を削減することにつながる。

要件 2 は、プロジェクトで導入を予定しているスパイラル式熱交換器を念頭に置いた要件である。導入を予定しているスパイラル式熱交換器は、パイプ式あるいはパネル式の熱交換器に比べて閉塞しにくく、洗浄しやすいという特徴を有しているため、日常の保守管理の面で工場の負担を軽減することができる。また熱伝導率の面でも優れた特性を有している。

要件 3 は、廃熱回収・利用システムを導入する工場の規模に関する要件である。小規模な工場のケースでは、回収できる熱量が少なくなる一方で、廃熱回収・利用システムの導入に要する費用は回収熱量の減少割合に応じては安くはならない。従って、工場が小規模であれば、導入に対する経済メリットが小さくなることが考えられる。また、より小規模な工場では、追加投資の資金確保にも課題が生じる可能性がある。

3.4.3 計算式

3.4.3.1 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

リファレンス排出量は、プロジェクトにより代替される蒸気の使用に基づいて計算される。すなわち、リファレンス排出量は、プロジェクトで廃熱から回収され、染色用水の加温に利用される熱量を既存の手法（蒸気ボイラなど）で得るために発生する GHG 排出量として、以下のように算定する。

[(熱交換器の出口薪水温度) - (熱交換器入口薪水温度)] × (熱交換機出口薪水量) × (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、デフォルト値の下限の値を用いる。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。

$$RE_p = \sum_{ta} (T_{af,ta} - T_{be,ta}) \times W_{th} \times F_{w,ta} \times \frac{1}{E_f} \times EF_{CO_2, fuel} \times 10^{-6} \quad (1)$$

RE_p: リファレンス排出量 [tCO₂/p]

T_{af,ta}: 熱回収後の給水温度 [°C]

T_{be,ta}: 熱回収を行わない場合の給水温度 [°C]

W_{th}: 水の比熱 [kJ/kg.°C]

F_{w,ta}: 温水供給量[t/p]

E_f: ボイラの熱効率[比率]

EF_{CO₂,fuel}: 熱供給のためのボイラ燃料の CO₂ 排出係数[tCO₂/TJ]

ta: 給水タンクを表すインデックス

プロジェクト排出量は、新たに設置する廃熱回収・利用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、温廃水ポンプ、温水送水ポンプ、染色用水給水ポンプ、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。

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

PE_p: プロジェクト排出量 [t CO₂/p]

EC_{PJ,p}: 廃熱回収・利用システムの電力消費量 [MWh/p]

EF_{elec}: 電力の CO₂ 排出係数 [tCO₂/MWh]

排出削減量は、以下の式で算定する：

$$ER_p = RE_p - PE_p \quad (3)$$

RE_p ： リファレンス排出量[t CO₂/p]

PE_p ： プロジェクト排出量[t CO₂/p]

3.4.3.2 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 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	ボイラの熱効率 C 社：69.5% E 社：70% 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、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。	各繊維加工工場のボイラのメーカー仕様（カタログスペック）を用いる。複数のボイラを使用している場合には、最も高い熱効率を採用する。
EF _{CO₂,fuel}	使用燃料の CO ₂ 排出係数： 石炭 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 グリッドの場合： 0.8154 tCO ₂ /MWh 自家発電（ディーゼル）の場合： 0.8 t CO ₂ /MWh	越国のグリッドの場合（IGES's List of Grid Emission Factors）。 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）。

3.4.4 排出削減見込量の計算

スパイラル式熱交換器をベースとする廃熱回収・利用システムの導入可能性がある二つの工場について、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 9 にそれぞれの工場の算定条件を示す。

表 9 排出削減見込量の計算に用いた算定条件

項目	C 社	E 社
工場作業時間 d/y	300	300
熱交換器入口給水温度 °C	30	
熱交換器出口給水温度 °C	63	65
水の比熱 kJ/kg・°C	4.184	
熱交換器出口給水量 t/y	24t/h	24t/h
ボイラの熱効率 %	69.5	70
ボイラ燃料の排出係数 tCO ₂ /TJ (石炭)	87.3	
廃熱回収・利用システムのポンプ等設備容量 kW	6	6

これらの計算の結果得られたそれぞれの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 10 に示す。

表 10 提案プロジェクトによる工場別排出削減見込量

排出量	C 社	E 社	合計
リファレンス排出量 tCO ₂ /y	1,041	923	1,964
プロジェクト排出量 tCO ₂ /y	18	30	48
排出削減見込量 tCO ₂ /y	1,024	893	1,917,

3.4.4 MRV 体制

工場側の負担（多くのセンサ取付等による経済的負担を含む）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 4 項目である。

No.1：熱効果器出口薪水温度（°C）

No.2：熱交換器入口薪水温度（°C）

No.3：熱交換器出口薪水供給量（t/p）

No.4：廃熱回収・利用システムの電力消費量（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。
また、図 7 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 と No.2 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・記録される。No.3 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・記録される。自動的に記録されたデータは、各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.4 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、現地調査を実施した繊維加工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ものではないと考えられる。

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	$T_{af,ta}$	熱効果器出口薪水温度 (°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・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	$T_{be,ta}$	熱交換器入口薪水温度 (°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・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	$F_{w,ta}$	熱交換器出口薪水供給量 (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・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
4	$EC_{PJ,y}$	廃熱回収・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取り取り記録する。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

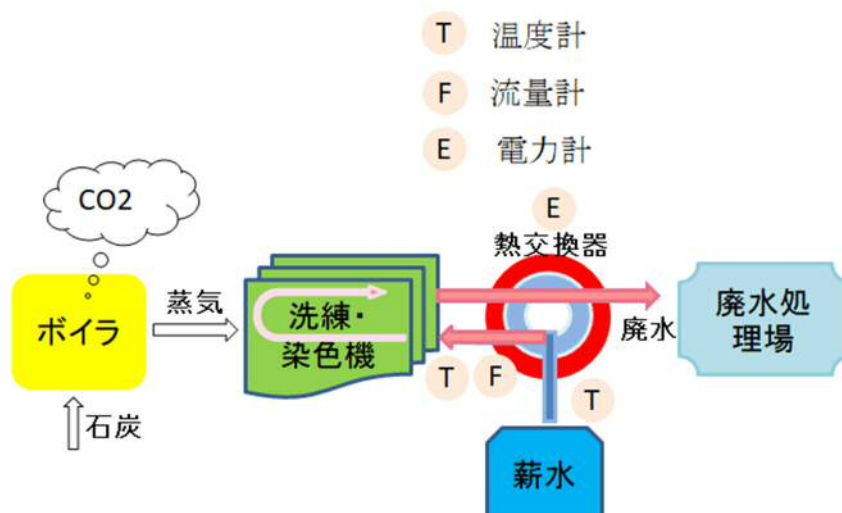


図7 プロジェクトのモニタリング項目とモニタリング箇所概念図

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。しかしながら、システムを導入する工場によって操業形態や操業管理形態が異なるために、一義的に詳細なモニタリング体制や QA/QC 手法をモニタリング計画として定義することは難しい。具体的な工場毎の詳細なモ

モニタリング計画は、D 社が今後実態を踏まえた形で作成することになるが、本調査では一般的なモニタリング体制・MRV 体制の例を図 8 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週 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・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。

■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・管理等に関するキャパシティ・ビルディングを実施する。また、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。

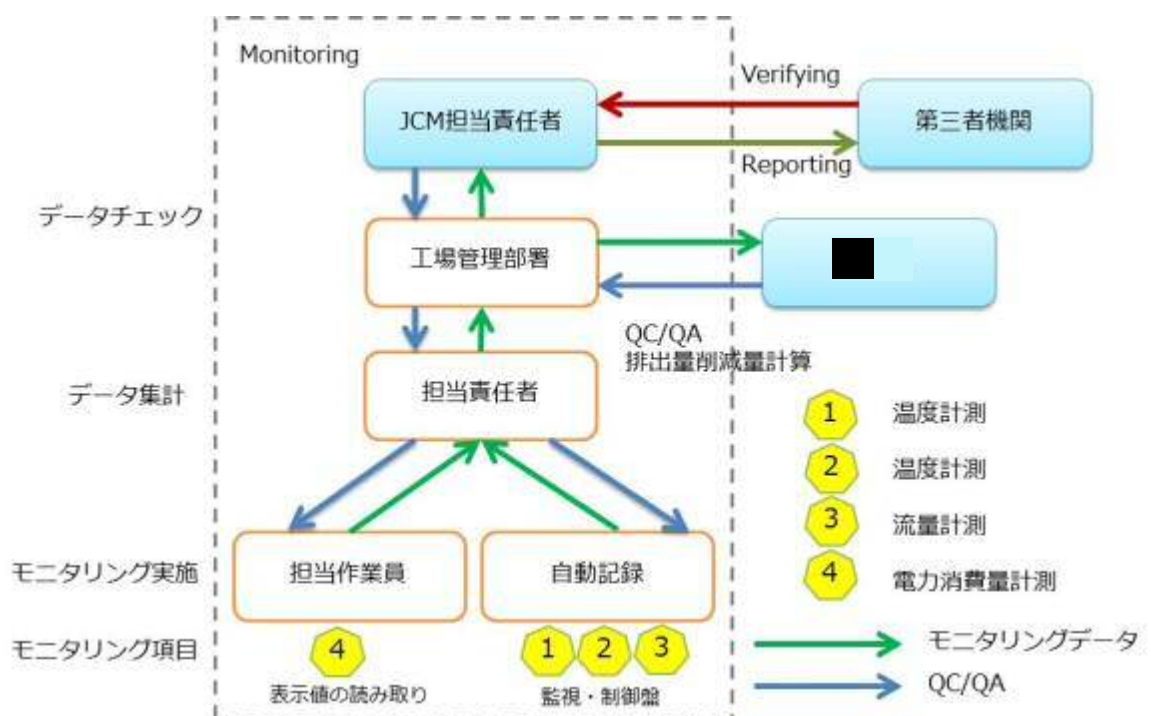


図 8 モニタリング体制・MRV 体制とモニタリングデータの流れ

3.5 プロジェクト体制・ビジネスモデルの構築

3.5.1 経済性分析

当該プロジェクトにおける設備は、熱交換器とその周辺設備であるポンプ、流量計、制御盤から構成される。スパイラル式熱交換器は繊維屑による閉塞が発生しない[]の KSH-1HK 型を想定し、熱交換器の伝熱面積は、各工場の回収可能な廃熱量に合わせて、56m²、37m²及び18m²を提案する。

具体的には、C 社の工場における精練/漂白、染色過程からの廃熱回収には、伝熱面積 56m²の熱交換器及び周辺設備（ポンプ（廃水、清水）、流量計、制御盤）からとなる廃熱回収システムを導入する。一方、E 社の工場の場合、精練/漂白、染色過程からの廃熱のために 37m²のシステム、石炭ボイラの水噴射スクラバー(粉塵除去)より流出する廃液からの廃熱回収には、18m²のシステムの導入を提案する。

各工場の事情にあわせたシステム設計を基準に取得した見積もりをベースに各工場における熱交換器の仕様と数量を以下に示す。

表 12 各工場における熱交換器の仕様と数

ケース	向け先	型式	伝熱面積	材質	適用法規	数量
1	C 社	KSH-1HK	56 m ²	SUS316	なし	1 基
2	E 社	KSH-1HK	37 m ²	SUS316	なし	1 基
3	E 社	KSH-1HK	18 m ²	SUS316	なし	1 基



1HK 式熱交換器 (52 m²,1.1m (1HK 型))

表 13 各工場におけるポンプの台数と定格容量他

名 称	形状寸法	単位	数量
排水ポンプ	0.17m ³ /min	基	2.0

排水ポンプ盤	-	面	1.0
清水ポンプ	0.17m ³ /min	基	2.0
清水ポンプ盤	-	面	1.0
フローメータ	指示含む(流量)	基	2.0
フローメータ積算計		基	2.0
サーモメータ	温度	基	2.0
サーモメータ指示計		基	2.0
水位計	圧力式	基	1.0
水位指示計		基	1.0
流量・温度・水位記録計	3点式	基	1.0
計装盤	自立型	面	1.0

表 14 初期投資推定額 (単位：万円)

KSH-1HK	初期コスト				合計
	交換器	ポンプ・流量計・制御盤 及びその関連工事	輸送・梱包	関税	
56 m ²	■	■	■	■	■
37 m ²	■	■	■	■	■
18 m ²	■	■	■	■	■

関税は、日越経済連携協定（JVEPA）¹によると、熱交換器及びポンプに対して、関税はゼロ、流量計は2%となっている。付加価値税の標準税率は10%と想定する。

周辺設備と工事費に関しては、現地での詳細な見積等が必要となるため、日本で実施する費用の60%で代替した。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。また、各工場での熱交換器を導入後の薪水温度、流量の想定値から、プロジェクトでの回収可能な熱量を評価し、削減可能な石炭量を求めた。石炭使用量削減量に石炭の価格を掛け合わせた金額が各工場の経済的便益として計上できる。この数字と初期投資額に基づき、それぞれの工場毎にプロジェクトの経済性検討した結果（各工場におけるプロジェクトキャッシュ・フロー計算）を表15～表22に示す。

1

<http://vietnamnews.vn/economy/351025/interest-rates-to-remain-stable-in-2017-sbv.html#q8XIQrWd8r5MbvHc.97>

表 15 C 社工場における省エネ効果

廃水			薪水		
流量 (ton/h)	入口温度 (°C)	出口温度 (°C)	流量 (ton/h)	入口温度 (°C)	出口温度 (°C)
32	75	48.2	26	30	63.5

工場稼働時間 (h/day)	工場作業日数 (day/year)	稼働率 (%)	回収熱量 (Gcal/year)	石炭の発熱量 (Kcal/kg)	石炭換算 (ton/year)
24	300	50	3,135	5,900	759

ボイラ効率 (%)	石炭価格 (円/ton)	省エネ効果 (万円/year)
70	10,000	759

石炭の発熱量に関して、工場で使用されているインドネシア産石炭の高位値を用いる。また、ボイラの効率は、調査で確認したものである。

プロジェクト実施における資金調達は、初期投資額の 50%を環境省 JCM 設備補助スキームにより調達し、残りの 50%は、工場側の自己資金での調達を想定する。キャッシュ・フローを以下に示す。

表 16 C 社におけるプロジェクトキャッシュ・フロー

No	Items	Total	Construction Period										
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Cash inflow	7,590	0	759	759	759	759	759	759	759	759	759	759
1.1	Saved coal cost	7,590	0	759	759	759	759	759	759	759	759	759	759
2	Cash outflow	1,814	1,314	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
2.1	Initial cost	1,314	1,314	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2	Maintenance	500	0	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
3	Net cash flow	5,776	-1,314	709	709	709	709	709	709	709	709	709	709
	Payback period (year)	1.9											
	Net benefit	5,776											
	IRR	53%											

E 社工場の精錬、染色機等からの廃水の廃熱回収の効果を以下にまとめる。

表 17 E 社工場における省エネ効果（ケース 2）

廃水			薪水		
流量 (ton/h)	入口温度 (°C)	出口温度 (°C)	流量 (ton/h)	入口温度 (°C)	出口温度 (°C)
32	83.8	51	24	30	71

工場稼働時間 (h/day)	工場作業日数 (day/year)	稼働率 (%)	回収熱量 (Gcal/year)	石炭の発熱量 (Kcal/kg)	石炭換算 (ton/year)
24	300	50	2,409	5,900	583

ボイラ効率 (%)	石炭価格 (円/ton)	省エネ効果 (万円/year)
70	10,000	583

JCM 設備補助事業からの補助金（50%）を勘案する場合のキャッシュ・フローを以下に示す。

表 18 E 社におけるプロジェクトキャッシュ・フロー（ケース 2）

No	Items	Total	Construction Period										
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Cash inflow	5,830	0	583	583	583	583	583	583	583	583	583	583
1.1	Saved coal cost	5,830	0	583	583	583	583	583	583	583	583	583	583
2	Cash outflow	1,704	1,204	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
2.1	Initial cost	1,204	1,204	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2	Maintenance	500	0	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
3	Net cash flow	4,126	-1,204	533	533	533	533	533	533	533	533	533	533
	Payback period (year)	2.3											
	Net benefit	4,126											
	IRR	43%											

E 社工場におけるボイラ水噴射スクラバー(粉塵除去)より流出する廃液からの廃熱回収効果は以下の通りである。

表 19 E 社工場における省エネ効果（ケース 3）

廃水			薪水		
流量 (ton/h)	入口温度 (°C)	出口温度 (°C)	流量 (ton/h)	入口温度 (°C)	出口温度 (°C)
10	52.3	40.15	6.24	28	47.47

工場稼働時間 (h/day)	工場作業日数 (day/year)	稼働率 (%)	熱回収熱量 (Gcal/year)	石炭の発熱量 (Kcal/kg)	石炭換算 (ton/year)
24	300	50	437	5,900	105

ボイラ効率 (%)	石炭価格 (円/ton)	省エネ効果 (万円/year)
70	10,000	105

E 社工場における染色過程からの廃熱回収とボイラ水噴射スクラバー(粉塵除去)より流出する廃液からの廃熱回収を同時に（ケース 2+ケース 3）行った場合の経済性を以下に示す。

表 20 E 社におけるプロジェクトキャッシュ・フロー（ケース 2+ケース 3）

No	Items	Total	Construction Period										
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Cash inflow	7,568	0	688	688	688	688	688	688	688	688	688	688
1.1	Saved coal cost	7,568	688	688	688	688	688	688	688	688	688	688	688
2	Cash outflow	2,609	2,109	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
2.1	Initial cost	2,109	2,109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2	Maintenance	500	0	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
3	Net cash flow	4,959	-2,109	638	638	638	638	638	638	638	638	638	638
	Payback period (year)	3.3											
	Net benefit	4,959											
	IRR	28%											

一方、工場が初期投資の 50%を自己資金ではなく、銀行から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、ベトナムの国家銀行の 2017 年の金利水準は、一般事業向け融資は短期が 6.8~9%、中長期が 9.3~11%となっている²。ここで、9%の金

2

<http://vietnamnews.vn/economy/351025/interest-rates-to-remain-stable-in-2017-sbv.html#q8XIQrWd8>

利で、返済期間を3年と想定する。その場合の各工場の経済性を以下に提示する。

表 21 C 社におけるプロジェクトキャッシュ・フロー（融資の場合）

No	Items	Total	Construction Period										
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Cash inflow	7,590	0	759	759	759	759	759	759	759	759	759	759
1.1	Saved coal cost	7,590	0	759	759	759	759	759	759	759	759	759	759
2	Cash outflow	2,162	1,314	166	166	166	50	50	50	50	50	50	50
2.1	Initial cost	1,314	1,314	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2	Maintenance	500	0	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
2.3	Loan payback	348	0	116	116	116	0	0	0	0	0	0	0
3	Net cash flow	5,428	-1,314	593	593	593	709	709	709	709	709	709	709
	Payback period (year)	2.2											
	Net benefit	5,428											
	IRR	47%											

表 22 E 社におけるプロジェクトキャッシュ・フロー（ケース 2 の融資の場合）

No	Items	Total	Construction Period										
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Cash inflow	5,830	0	583	583	583	583	583	583	583	583	583	583
1.1	Saved coal cost	5,830	0	583	583	583	583	583	583	583	583	583	583
2	Cash outflow	2,025	1,204	157	157	157	50	50	50	50	50	50	50
2.1	Initial cost	1,204	1,204	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2	Maintenance	500	0	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
2.3	Loan payback	321	0	107	107	107	0	0	0	0	0	0	0
3	Net cash flow	3,805	-1,204	426	426	426	533	533	533	533	533	533	533
	Payback period (year)	2.8											
	Net benefit	3,805											
	IRR	37%											

（ケース 2+ケース 3 の融資の場合）

No	Items	Total	Construction Period										
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Cash inflow	7,568	0	688	688	688	688	688	688	688	688	688	688
1.1	Saved coal cost	7,568	688	688	688	688	688	688	688	688	688	688	688
2	Cash outflow	3,173	2,109	238	238	238	50	50	50	50	50	50	50
2.1	Initial cost	2,109	2,109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2	Maintenance	500	0	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
2.3	Loan payback	564	0	188	188	188	0	0	0	0	0	0	0
3	Net cash flow	4,395	-2,109	450	450	450	638	638	638	638	638	638	638
	Payback period (year)	4.7											
	Net benefit	4,395											
	IRR	22%											

工場側のエクイティ IRR と投資回収期間を、表 23 にまとめる。表にあるようにプロジェクト実施による日本側の収益を加算しない場合は、事業による各対象工場への経済便益は大きく、プロジェクトを実施するメリットは十分あると思われる。しかしながら、投資判断は最終的には各工場の所有企業が判断する。

表 23 各工場の IRR 及び投資回収期間のまとめ

工場	IRR		投資回収期間	
	融資なし	融資あり	融資なし	融資あり
C 社	53	47	1.9	2.2
E 社 (ケース 2)	43	37	2.3	2.8
E 社 (ケース 2+ケース 3)	28	22	3.3	4.7

事業の経済性が悪くなるケースとして、ベトナムでの石炭価格が現在のトン当たり 89US\$ から 96US\$ まで上昇することについても織り込んでおり³、プロジェクトを実施するメリットはまだ十分あると想定できる。しかしながら、上述のように工場の投資判断が決定的な要素である。

JCM 設備補助事業の推進にあたって、プロジェクト実施体制を検討した。代表事業者に関して現時点では、A 社と B 社を候補として検討を行っているが、両社が難しい場合は、D 社も候補として検討している。コンソーシアムの中で、代表者事業者は、資金調達・管理を担当する。一方、[] 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事を想定する。

エンジニアリングに関しては、E 社と関連のある現地企業もしくは D 社を通じた現地企業が、詳細設計などを担当する。工場側の投資意思決定時期やエンジニアリングの詳細設計作成期間にもよるが、2018 年度 4 月の環境省 JCM 設備補助事業に向け、事業を進める予定である。現在、C 社は繁忙期であり、設備導入に係る事業化は停滞しているが、E 社は、設備導入に前向きであり、3 月に行われる幹部会などで最終的な投資判断を行う予定である。契約方式は、[]、入札方式となるが、[] である。

³ Vietnam Investment Review: <http://www.vir.com.vn/moit-proposing-to-import-coal.html>

3.5.2 行政手続きや環境アセスメントの要否

日本貿易振興機構（JETRO）によれば、ベトナム国では、繊維染色及び化学処理工業は、新規に工場を建設する場合に EIA が必要となる。しかしながら当該プロジェクトは、既に環境基準を満たす工場において実施するものであり、プロジェクトの実施により新たな環境汚染を生み出す事はない。このため、新たに環境影響評価を実施する必要性はないと考えられる。

また、廃熱回収・利用システム及び関連機器は全てクローズ系で行われるため、廃棄物等が系外に流出あるいは溶出する危惧は無い。また使用するスパイラル式熱交換器も 0.05MPa 以下の低いポンプ圧で稼働させるため、万一、断管等の事故が発生した場合においても作業員等に危害を及ぼす恐れはない。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。

3.5.3 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。

2018 年 2 月 JCM 実現可能性調査終了

2018 年 3 月 工場側の投資最終判断

2018 年 4 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

2018 年 4 月 JCM 設備補助事業申請

2018 年××月 JCM 設備補助事業開始、廃熱回収・利用システムの建設開始

2018 年××月 MRV 方法論適用可能性等の審査

2018 年××月 Joint Committee への JCM プロジェクト申請

2018 年××月 廃熱回収・利用システム試運転

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

2019 年 2 月 廃熱回収・利用システム運転開始

モニタリング開始

2019 年 3 月 JCM 設備補助事業報告書作成

これらの当該事業の実現化に向けたスケジュールの達成には幾つかの課題が考えられる。第一に、省エネ意識の向上に課題がある。大きな追加投資を行わずとも運用面での改善で、大幅な省エネが行えることが今回の調査で明らかになった。また、熱交換器を導入する際は、資金面では、初期投資費用の 50%を工場が負担する想定であり、石炭使用量削減による収益（数年で初期投資が回収可能）が得られる計算である。しかしながら、事業を開始するには、工場側の最終的な投資判断を早期に固める必要がある。

第二の課題は技術的なもので、現地の工事（基礎、配管、配線など）が満足する技術水準で納期通りに完了するかという点である。調査事業終了の段階では大まかな仕様に基づく見積りで発注業者の選定を想定しているが、JCM 設備補助事業の開始前までには、詳細な工事仕様、工期、費用などを詰めておく必要がある。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。また、廃熱回収・利用システムの運用は原則工場側が行うことになるため、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。

第三の課題は、納入先との契約方式などに関するものである。C 社の工場は、国営工場の染色工場を借用しており、契約期間は、導入予定技術の法定耐用年数より短いことが判明した。また賃貸工場において、設備投資ができるか確認を取る必要がある。E 社の場合、 工場であり、入札の実施がなされる。このため、設備補助事業の申請時期との調整が必要となる。

当該事業の実施に向けては、上記の課題以外には特に大きな障害となるようなリスクは存在しないと考えられる。今後、より詳細で具体的な案を検討し、関係者間で十分な意思統一を図っていくことで、JCM 設備補助事業の実現を目指す。

第四章 省エネアクションプランの作成

4.1 背景

ホーチミン市では、CCAP を策定しているが、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イメージする事が難しい面がある。CCAP から事業を生み出すためには、計画をプロジェクトレベルに落とし込み、事業推進のための具体的な省エネアクションプラン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当該市のアクションプランに組み込むことにより、事業の際には、JCM の活用が前提となるような下地を作る。

本事業では、ホーチミン市と共同で熱交換システムと、それに接続する高効率ボイラを対象とした案件形成を行っており、省エネアクションプランを通じて、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（本邦技術等の優位性、JCM によるファイナンス支援、設備補助事業に向けての手順など）を関係者が理解することは非常に重要である。

4.2 省エネアクションプランの構成

省エネアクションプランでは、事業の背景として、事業の目的、繊維工場に着目する理由、工場に係る基本情報を示し、事業全体の概要を理解する事を狙う。次に JCM によるファイナンス支援を紹介したうえで、導入予定の省エネ技術を説明し、日本技術の強みや優位性などを強調する。案件化へのロードマップや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する。以下に省エネアクションプランの構成を示す。

1、省エネアクションプラン作成の背景

2、JCM の紹介

JCM の概要

JCM 設備補助事業の紹介

JCM 案件化へのロードマップ

設備補助事業の条件

3、省エネ技術のメニュー

熱交換器、ボイラの概要

技術の概要、特徴、繊維工場への導入メリット

4、プロジェクト事例

導入可能な条件

温室効果ガス削減効果

JCM 案件化の課題

5、今後の展望

JCM 事業の展開や主流化

4.3 具体的なプロジェクト案の作成

本年度事業では、ホーチミン市と協力し、スパイラル型熱交換器及びボイラ導入に係る事業を実施しており、これらを対象とした省エネアクションプランのリストを作成した。これらリストをホーチミン市と共有し、今後順次実施される CCAP の具体的なプロジェクトのフォーマットとして活用される事が期待される。

Example of energy efficient action plan lists

1. Background

The Action Plan for Climate Change of Ho Chi Minh City for the 2016-2020 Period with the Vision towards 2030 has been developed with the following general and particular objectives:

- To improve the efficiency of the State Management System for climate change issues;
- To enhance Ho Chi Minh City's (HCMC's) climate change measures competence while implementing its socio-economic development plans;
- To contribute to the national goal of greenhouse gas emission reduction and enhancing the efficiency of using energy and natural resources in HCMC's socio-economic development activities.

To develop projects including international cooperation such as Joint Crediting Mechanism, as a next step, it is necessary to visualize concrete project overviews. Therefore, this action plan lists was prepared based on feasibility study of energy efficiency in factories through Intercity Cooperation between Osaka and Ho Chi Minh. Project information and the method of estimating Green House Gas (GHG) emission reduction was developed by waste heat recovery from dyeing section and high efficiency boilers. These lists contribute to go forward HCMC's action plan by sharing these lists with stakeholders.

2. Introduction to JCM

2.1 Basic Concepts of JCM

The Joint Crediting Mechanism (JCM) is a project-based bilateral offset crediting mechanism initiated by the Government of Japan.

JCM aims to facilitate diffusion of leading low carbon technologies, products, systems, services and infrastructure as well as implementation of mitigation actions, and

contributing to sustainable development of developing countries. JCM also seeks to contribute to GHG emission reductions or removals by facilitating global actions.

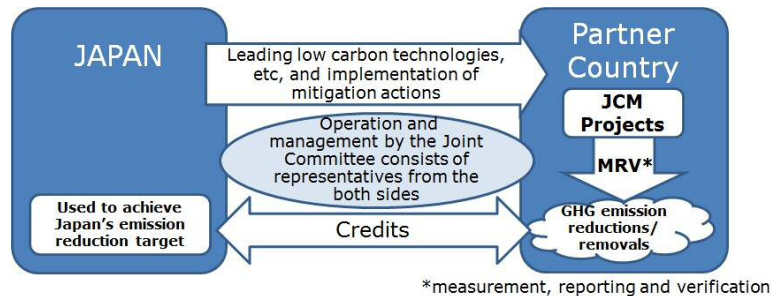


Figure 1 JCM Scheme⁴

The JCM is implemented by Japan and a host JCM member country through bilateral agreements. A JCM project is implemented in the host country using an advanced lowcarbon technology to reduce GHG emissions.

The JCM was designed to take into consideration robust methodologies, transparency, and environmental integrity of its procedures, rules, and guidelines, while maintaining simplicity and practicality. JCM procedures also address double counting of emission reductions by establishing registries, which track relevant information for the issued credits. The registries will also prevent registered JCM projects from being used under any other international climate mitigation mechanisms.

Emission reductions are calculated as the difference between “reference emissions” defined as emissions estimated below business-as-usual (BaU), and the “project emissions.” The reference emissions and the project emissions can be calculated based on an approved methodology

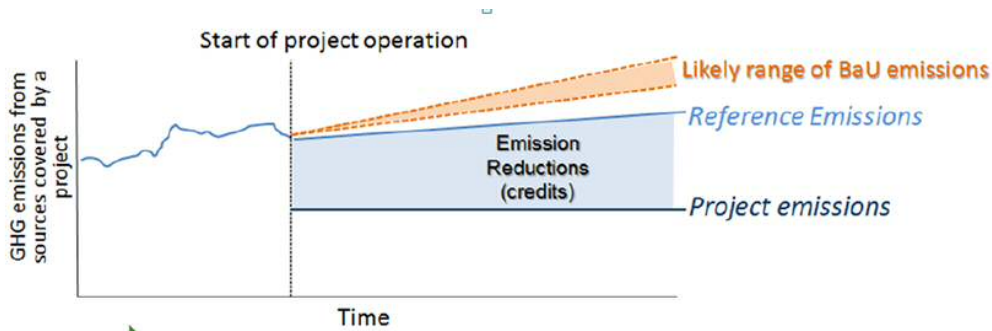


Figure 2 Emission Reduction Calculation Concept

⁴ All sources about JCM scheme are referred from Ministry of Environment, Japan

2.2 JCM Model Projects

Japanese Government facilitate JCM model projects by providing subsidy up to 50% of the investment cost of a JCM model project. The subsidy covers construction and cost of facilities, equipment, vehicles, etc which directly contribute to reduction of CO2 emission reduction. Model projects should complete installation and construction of systems within 3 years.

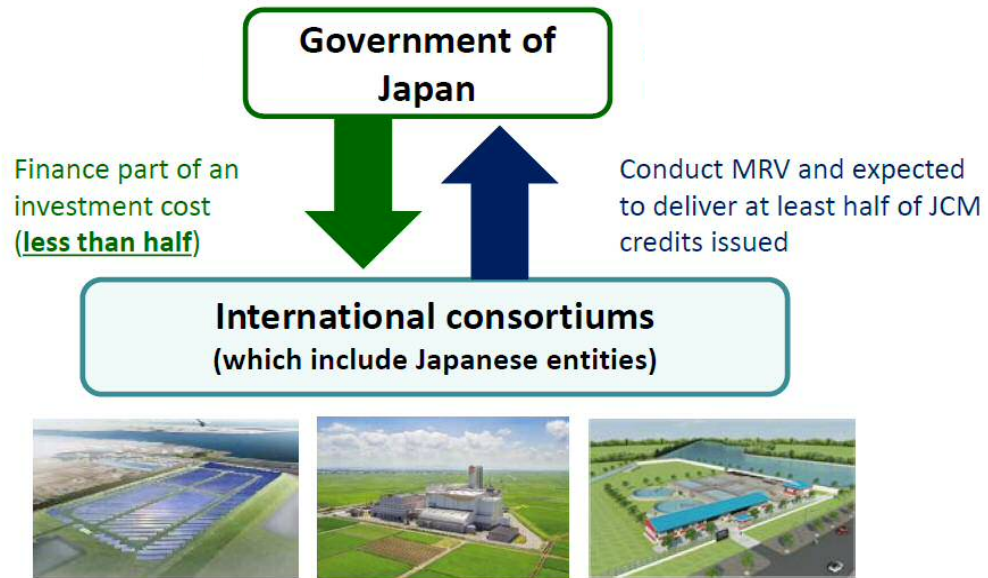


Figure 3 Overview of JCM financing flow

Call for Proposals for JCM Model Projects in FY2017 (1)

➤ **Shedule**

Call for Proposal : early in April 2017

Deadline for submitting Proposals mid. of May 2017

Publication of selected model projects late in June 2017

* 2nd call depends on the selection of model projects. It will start from September and end in December 2017. However it will end before December when total amounts of financial support reach the amounts of budget.

➤ **Maximum Percentage of Financial Support (plan)**

Number of already selected project(s) using a similar technology in each partner country	Percentage of financial support
None (0)	Up to 50%
Up to 3 (1 – 3)	Up to 40%
More than 3 (>3)	Up to 30%

Figure 4 Example of International Consortium

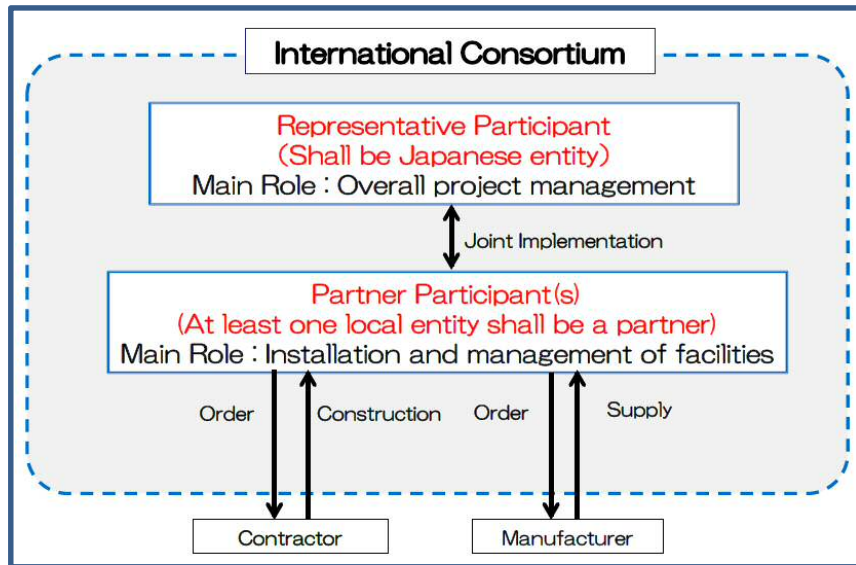


Figure 5 Example of schedule and percentage of subsidy


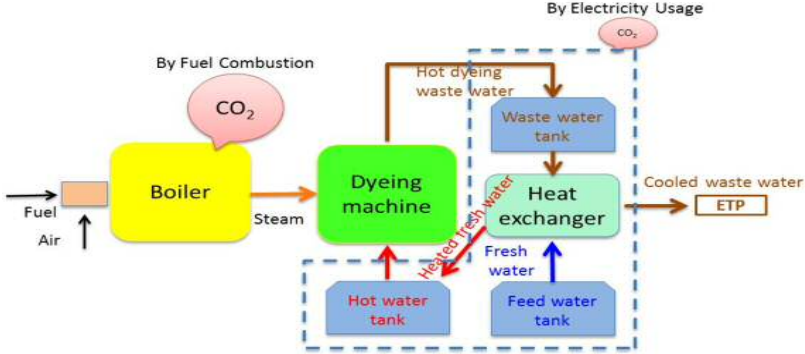
3. Example of Technology

3.1 Waste Heat Recovery

In most cases, a WHR system generates electricity through the recovery of exhaust heat from production facilities such as textile, cement, and other type of industries. In the case of textile or food processing factories, it is possible to recover heat from waste water from dyeing processes.

From the perspective of energy saving potentiality in textile factories, introducing energy saving technologies or practices to dyeing and finishing process promises significant energy saving in dyeing and finishing process.

Waste Heat Recovery			
Category	Energy saving	Project Type	JCM model project
Name of Project	Introduction to heat exchanger in textile or food processing factories		
Project outline	Heat exchangers are the technology for recovering and applying waste heats from wastewater generated in dyeing processes. Recovered waste heat is used to heat up the temperature of supply water (clean water) to the dyeing process or boilers.		
Visual Description	<ul style="list-style-type: none"> ■ High Efficiency 		

	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Suitable for dirty fluid ■ Low cost for maintenance ■ Compact <p style="text-align: center;">Spiral type heat exchanger</p> 
<p>Operation and Features</p>	<p>The spiral type heat exchanger is suitable for recovering waste heat from fluids containing suspended solids such as hairs, threads and films. Therefore, for projects which try to recover waste heat from waste dyeing water in textile industries, the spiral type heat exchangers are recommended to be applied.</p>
<p>Eligibility</p>	<p><u>Textile dyeing and finishing</u></p> <p>The processes from pre-treatment to finishing in yarn and garment dyeing houses. Including main procedures of pre-treatment, dyeing and finishing (washing/rinsing) of yarns or fabrics that is the chemical and physical treatments of yarn and fabrics by consuming heat (steam).</p> <p><u>Waste heat</u></p> <p>Heat energy from boiler exhaust air and/or waste water from dyeing machines.</p>
<p>Examples of Implementation</p>	<p>Textile or food processing factories</p>
<p>Overall Cost</p>	<p>██████████</p>
<p>GHG Emission reduction</p>	<p>██████ ton/year</p> <p>Recovered waste heat is used for preheating feed-water to boilers and dyeing machines so that reduce the fossil fuel consumption of boilers which provide steam for dyeing and finishing process.</p>

Estimation Methodology on the GHG Emission Reduction

1. Terms and Definitions

Textile dyeing and finishing: The processes from pre-treatment to finishing in yarn and garment dyeing houses. Including main procedures of pre-treatment, dyeing and finishing (washing/rinsing) of yarns or fabrics that is the chemical and physical treatments of yarn and fabrics by consuming heat (steam).

Waste heat: Heat energy from boiler exhaust air and/or waste water from dyeing machines.

2. Summary of the Methodology

Items	Summary
GHG emission reduction measures	Recovered waste heat is used for preheating feed-water to boilers and dyeing machines so that reduce the fossil fuel consumption of boilers which provide steam for dyeing and finishing process.
Calculation of reference emissions	Reference emission is calculated based on the amount of waste energy/heat utilized, boiler efficiency and CO ₂ emission factor of the fossil fuel that is used in boilers for providing energy to the dyeing process. Conservative values of the parameters are used to ensure the reference emission are lower than BaU emissions.
Calculation of project emissions	The project emission is calculated based on the electricity consumption of waste heat recovery system and CO ₂ emission factor of the electricity .
Monitoring parameters	The following parameters need to be monitored. The temperature and the amount of feed-water for dyeing machines and/or boiler in the project. The amount of electricity consumed by the waste heat recovery system.

This methodology is applicable to the projects of recovering heat from waste water generated in the processes of yarn and fabric dyeing in the textile factories or food processing factories.

3. Establishment of Reference Emissions

The reference emission is the emission from the consumption of fossil fuel to gain the same amount of waste energy utilized.

4. Calculation of Reference Emissions

$$RE_y = (T_P - T_{Re}) \times W_{th} \times F_w \times \frac{1}{Ef} \times EF_{CO_2, fuel} \times 10^{-6}$$

RE_y: Reference emission [tCO₂/y]

T_P: Temperature of feed-water to the heat exchanger the project [°C]

T_{Re}: Temperature of feed-water from the heat exchanger to dyeing machines in the case the project [°C]

W_{th}: The specific heat of water [kJ/kg.°C]

F_w: The amount of the feed-water in the project [t/y]

Ef: Boiler efficiency [ratio]

EF_{CO₂, fuel}: CO₂ emission factor the fossil fuel that is used to provide energy for dyeing or other production processes [tCO₂/TJ]

5. Calculation of Project Emissions

Project emission is calculated based on the amount of electricity consumed by the waste heat recovery system and electricity CO₂ emission factor.

$$PE_y = EC_{PJ,y} \times EF_{elec}$$

PE_y: Project emissions [t CO₂/y]

EC_{PJ,y}: Electricity consumption by the waste heat recovery system [MWh/y]

EF_{elec}: CO₂ emission factor of electricity [t CO₂/MWh]

6. Calculation of Emissions Reduction

$$ER_y = RE_y - PE_y$$

RE_y: Reference emissions [t CO₂/y]

PE_y: Project emissions [t CO₂/y]

7. Data and Parameters Fixed Ex-ante

Parameter	Description of data	Source
Ef	Boiler efficiency	Factories (100% is used for conservativeness)

EF _{CO₂,fuel}	CO ₂ emission factor of the fuel used for steam generation Natural gas:54.3 t CO ₂ /TJ (54.3–58.3) Coal:87.3 t CO ₂ /TJ (87.3–101) Heavy oil:71.1 t CO ₂ /TJ (71.1–75.5)	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Table 1.4, Chapter 1, Volume 2.
EF _{elec}	CO ₂ emission factor of electricity In the case of grid: 0.508 tCO ₂ /MWh In the case of captive power plant (diesel): 0.8 tCO ₂ /MWh	In the case of grid (Combined margin emission factor for Philippine) (IGES's List of Grid Emission Factors)). In the case of diesel captive power plant (Table I.F.1, Small Scale CDM Methodology: AMS I.F. ver.2).

3.3. Energy Efficient Boiler

Boiler is an important equipment of the most industrial facilities and power plants. Boiler is a closed pressure vessel used to produce high pressure or low pressure steam or to produce hot water, heat for industrial or domestic use. Industrial steam boilers are classified in too many ways like. According to type of fuel used, there are coal fired boilers, oil fired boilers, gas fired boilers, biomass boilers and electric boilers and waster heat recovery boilers; according to steam pressure, there are low pressure boilers, medium pressure boilers and high pressure boilers.

██████████ is a manufacturer of boilers and provides high efficient boilers, such as steam boilers, hot-water heaters, and heat medium boilers, and other energy-saving and environmentally friendly equipment and systems. As a boiler needs a huge amount of investment, the feasibility of replacement of existing boilers with high efficiency boilers relies on the timing, condition of existing boilers and type of fuel the boiler using.

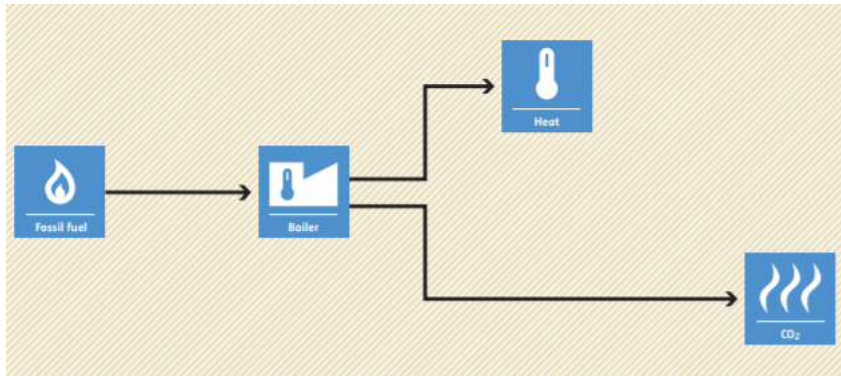


Figure 7 Reference Scenario (without project)

Without introduction of high efficiency boilers (HOB), boiler(s) with lower efficiency will continue to operate at multiple locations, thereby consuming high amounts of fossil fuel. Employing HOBs through their rehabilitation or replacement will result in a reduction of fossil fuel consumption and related CO₂ emissions.

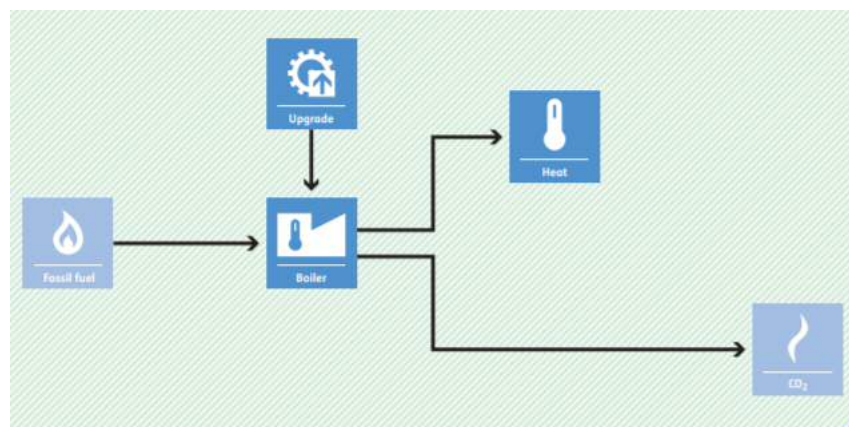



Figure 8 Project Scenario

Energy Efficient Boiler			
Category	Energy saving	Project Type	JCM model project
Name of Project	Introduction to energy efficient boiler in factories		
Project outline	Promote energy saving in factories by introducing energy efficient boilers. Employing a boiler through their rehabilitation or		

	replacement will result in a reduction of fossil fuel consumption and related CO2 emissions.
Visual Description	 <ul style="list-style-type: none"> ■ High Efficiency ■ Low cost for maintenance ■ Compact ■ Monitoring system <p>Once-through boiler</p>
Operation and Features	██████████ is a manufacturer of boilers and provides high efficient boilers, such as steam boilers, hot-water heaters, and heat medium boilers, and other energy-saving and environmentally friendly equipment and systems.
Examples of Implementation	Various factories such as textile, food processing and so on.
Overall Cost	██
GHG Emission reduction	<p>████████████████████</p> <p>Installation of a new boiler for steam or heat or hot water supply system and the replacement of existing coal or gas or oil fired boilers. The boiler efficiency of the reference boiler is typically lower than that of the project boiler. Therefore, the project activity leads to the reduction of coal consumption, resulting in lower emission of GHGs as well as air pollutants.</p>

Estimation Methodology on the GHG Emission Reduction

1. Terms and Definitions

HOB: The HOB is defined as a boiler to supply steam or heat or hot water.

2. Summary of the Methodology

Items	Summary
GHG emission reduction measures	Installation of new HOB for steam or heat or hot water supply system and the replacement of existing coal or gas

	or oil fired boiles.The boiler efficiency of the reference HOB is typically lower than that of the project HOB. Therefore, the project activity leads to the reduction of coal consumption, resulting in lower emission of GHGs as well as air pollutants.
Calculation of reference emissions	Reference emissions are calculated by the net heat quantity supplied by the project HOB, boiler efficiency of the reference HOB and CO2 emission factor of the fuel
Calculation of project emissions	The sources of project emissions are the fuel consumption and electricity consumption of project HOB.Project emissions are calculated by the net heat quantity supplied by the project HOB, boiler efficiency of the project HOB and CO2 emission factor of coal. In addition, project emissions due to auxiliary electricity consumption are included, on the basis of electricity consumption and CO2 emission factor of the grid.
Monitoring parameters	The quantity of fule used by the project HOB. Total hours of the project HOB operation during the monitoring period .

3. Establishment of Reference Emissions

Reference emissions are calculated by the amount of the reference fuel consumption and CO2 emission factor. The amount of fuel consumption in the reference scenario is calculated by dividing “net heat quantity supplied by the project HOB” by “boiler efficiency of the reference HOB”. This is because the net heat quantity of the reference HOB is equal to the net heat quantity of the project HOB. Both “CO2 emission factor” and “boiler efficiency of the reference HOB” are set as default values. The reference emissions are calculated as follows.

4. Calculation of Reference Emissions

$$RE_p = FC_{p,y} \times NCV_{p,fuel} \times \eta_{p,HOB} / \eta_{RE,HOB} \times EF_{CO_2,coal}$$

Where;

- RE_y : Reference emissions during the period y [tCO₂/y]
 $FC_{p,y}$: Quantity of fuel used by the project HOB during the period y [t/y]
 $NCV_{p,fuel,y}$: Net calorific value of the fuel used by the project HOB during the period y [GJ/t]
 $\eta_{RE,HOB}$: Boiler efficiency of the reference HOB [-]
 $\eta_{p,HOB}$: Boiler efficiency of the project HOB [-]
 $EF_{CO_2,coal}$: CO₂ emission factor of coal [tCO₂/GJ]

The reference HOB may use electricity, but it is not counted to ensure conservativeness (less reference emission).

5. Calculation of Project Emissions

Project emissions are calculated by “the amount of the project fuel consumption” and “CO₂ emission factor of the fuel”. Both “CO₂ emission factor” and “boiler efficiency of the project and reference HOB” are set as default values. Additionally, electricity consumption of the project HOB is calculated in a conservative manner.

Therefore, the project emissions are calculated as follows.

$$PE_y = FC_{p,y} \times EF_{CO_2,fuel} + EC_{p,y} \times EF_{CO_2,grid}$$

Where;

- PE_p : Project emissions during the period y [tCO₂/y]
 $PC_{p,y}$: Quantity of fuel used by the project HOB during the period y [t/y]
 $EF_{CO_2,fuel}$: CO₂ emission factor of fuel [tCO₂/GJ]
 $EC_{p,y}$: Electricity consumption of the project HOB during the period p [MWh/y]
 $EF_{CO_2,grid}$: CO₂ emission factor of the grid electricity consumed by the project HOB [tCO₂/MWh]

$$EC_p = RPC_{PJ,HOB} \div 1000 \times HMP_p$$

Where;

- EC_y : Electricity consumption of the project HOB during the period y [MWh/y]
 $RPC_{PJ,HOB}$: Rated power consumption of the project HOB [kW]
 HMP_y : Total hours of the project HOB operation during the monitoring period y [h/y]

6. Calculation of Emissions Reduction

$$ER_y = RE_y - PE_y$$

RE_y : Reference emissions [t CO₂/y]

PE_y : Project emissions [t CO₂/y]

7. Data and Parameters Fixed Ex-ante

The source of each data and parameter fixed ex ante is listed as below.

Parameter	Description of data	Source
$\eta_{RE,HOB}$	Boiler efficiency of the reference HOB calculated from published information and measured data	Actual measured values.
$\eta_{P,HOB}$	Boiler efficiency of the project HOB calculated from published information and measured data	Actual measured values.
$EF_{CO_2,coal}$	CO ₂ emission factor of fuel Natural gas:54.3 t CO ₂ /TJ (54.3–58.3) Coal:87.3 t CO ₂ /TJ (87.3–101) Heavy oil:71.1 t CO ₂ /TJ (71.1–75.5)	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Table 1.4, Chapter 1, Volume 2.
$EF_{CO_2,grid}$	CO ₂ emission factor of the grid electricity consumed by the project HOB. In the case of grid: 0.508 tCO ₂ /MWh In the case of captive power plant (diesel): 0.8 tCO ₂ /MWh	The most recent value available at the time of validation is applied and fixed for the monitoring period thereafter. In the case of grid (Combined margin emission factor for Philippine) (IGES's List of Grid Emission Factors)). In the case of diesel captive power plant (Table I.F.1, Small Scale CDM Methodology: AMS I.F. ver.2).
$RPC_{PJ,HOB}$	Rated power consumption of the project HOB	Catalog value provided by the manufacturer of the project HOB

3. Points for JCM project implementation

The following points need to be determined to implement a model project. These are also seen as challenges to realize JCM model projects.

- Determination of a representative project participant early
- Confirmation of local participants and their decision
- Conclusion of international consortium agreement
- Confirmation of the budget adjustment of local participants
- Financing plan
- Profitability analysis
- Project schedule
- Confirmation of law, regulations need to obey licences

4. Future prospects

4.1 Expansion of JCM project

JCM model project supports initial investment cost and contribute to CO₂ reduction. However, recognition of JCM is insufficient in Vietnam. Therefore, it is important to introduce technologies to potential counterpart such as industrial park, hotel, hospital, school, and public building with huge energy consumption. In future, introduction to successful JCM model projects into an overall country is a key activity.

4.2 Mainstreaming JCM scheme

Regarding to mainstreaming JCM scheme, implementation of only sole project is not enough for stakeholders to recognize JCM scheme. One of solution is to evolve with key stakeholders such as Energy Conservation Centre HCMC, and Vietnam textile association. They know various stakeholders interested in energy saving. It is important to let them know JCM scheme precisely in a efficient manner.

第五章 自治体間連携・官民連携の推進

大阪市とホーチミン市は、姉妹港提携（1994年11月25日）やビジネスパートナー都市提携（1997年5月27日）を結び、20年以上にわたり協力関係にある。さらに、両市は、2011年7月に、主要分野における協力関係に関する覚書（経済関係、環境と水管理）を締結（2016年3月更新）し、環境省や独立行政法人国際協力機構（JICA）等の支援を受けながら、自治体、民間企業、研究機関等が一体となって技術調査団の派遣や政策対話・現地ワークショップの開催、本邦技術の移転可能性調査、研修員の受入れ等の支援を進めてきた。その後、2013年7月の二国間クレジット制度（JCM: Joint Crediting Mechanism）に関する日本・ベトナムの二国間文書の署名を機に、両市は、2013年10月に「ホーチミン市・大阪市低炭素都市形成に向けた覚書」を締結し、ホーチミン市の低炭素都市形成の実現に向けて、ホーチミン市気候変動対策実行計画（CCAP）の策定、官民連携によるJCM等プロジェクトの促進及び年1回の市長級政策対話を都市間協力の下、産学連携で実施することとした。

大阪市は、2013年度から2015年度まで、毎年度、環境省の「アジアの低炭素社会実現のためのJCM大規模案件形成可能性調査事業」に、また、2014年度からは「循環産業の国際展開に資するCO₂削減技術効果検証業務」に、公益財団法人地球環境センターや事業者等とともに参画し、現地調査、実務者レベルの協議や研修員の受入れ等を行ってきた。2013年度には、ホーチミン市人民委員会委員長（市長）等が大阪市の都市ごみ焼却工場等を視察し、2014年度には、ホーチミン市天然資源環境局らと焼却処理など廃棄物対策や低炭素都市形成に関する政策対話を行い、ホーチミン市の低炭素都市形成を着実に進めてきた。

両市の都市間協力を通じて、2015年度には、ホーチミン市において、同市の気候変動対策実行計画（CCAP）が取りまとめられ、2017年3月には、ホーチミン市人民委員会において、「ホーチミン市気候変動対策実行計画（2017-2020）、2030年ビジョン」が承認された。本計画では、社会経済開発にかかる都市計画、エネルギー、交通、工業、水管理、廃棄物管理等の10分野におけるプロジェクトを優先し、温室効果ガス（GHG）の排出削減等の気候変動対策を促進することとしている。温室効果ガス削減目標については、大阪市は、国立研究開発法人国立環境研究所と連携し、気候変動シミュレーションモデルの利用と開発途上国での利用促進を行ってきた同研究所によるアジア太平洋統合評価モデル

（AIM: Asian-Pacific Integrated Model）の活用によるGHG排出量の将来予測結果をホーチミン市のGHG削減目標の設定の参考とした。また、官民連携プロジェクトについては、日本企業によるJCMプロジェクトがホーチミン市で6件着手され、うち3件がJCMプロジェクトとして登録された。大阪市では、ホーチミン市をはじめとしたアジア等の諸都市における更なる低炭素化等プロジェクトの創出を目指し、大阪・関西の事業者等との産学官連携のプラットフォームである「Team OSAKA ネットワーク」を2016年6月に立ち上げ、2018年1月末現在で130団体が参加している。

2016年9月には、ホーチミン市の協力要請を受けて、大阪市長とホーチミン市人民委員会委員長（市長）との間で、新たな「ホーチミン市低炭素都市形成の実現に向けたホーチミン市・大阪市の協力関係に関する覚書」を締結し、大阪市は、ホーチミン市の低炭素都市形成支援を通じて、更なる都市間協力の推進を図ることとした。

**「ホーチミン市低炭素都市形成の実現に向けた
ホーチミン市・大阪市の協力関係に関する覚書」調印式**

覚書内容

ホーチミン市の低炭素都市形成の実現に向けて、更なる都市間協力を推進

- 人材育成及び組織・制度の整備
- 専門的な技術や知識の共有
- プロジェクトの創出
- 地球温暖化防止に関する普及啓発や情報発信
- 市長級政策対話の実施

2016年9月6日 ホーチミン市の低炭素都市形成に関する新たな覚書

また、2016年度は、JICAの「ベトナム国 国としての適切な緩和行動（NAMA）計画及び策定支援プロジェクト」に連携し、ホーチミン市から研修員を受入れ、地球温暖化に伴う気候変動対策について意見交換や焼却発電施設等を視察し、廃棄物分野等における低炭素化プロジェクトの習得に協力した。2014年度から始めた「循環産業の国際展開に資するCO2削減技術効果検証業務」については、ホーチミン市1区 Ben Nghe において、生ごみ分別によるメタン発酵発電及び発酵残さの有効活用のパイロット事業が2016年11月から本格実施した。

2017年度には、Team OSAKA ネットワーク事業者と連携し、環境省の低炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務を遂行するとともに、同年10月には、両市の覚書に基づく市長級政策対話を行い、今後、エネルギー分野におけるJCMプロジェクトの創出などを都市間協力で進めることとした。



- **Project proposals in the field of energy**
Introduction of solar power generation system and energy saving technology
- **Capacity building for administrative staff**
- **Improvement of public awareness for citizens and businesses**

大阪市は、2016年9月に締結したホーチミン市の低炭素都市形成に関する覚書に基づき、引き続き、ホーチミン市に対して必要な支援を行うとともに、都市間協力によるホーチミン市の低炭素都市形成事業が、他の都市のモデルとなることを期待している。

第六章 ワークショップ・訪日研修・各種会議の開催

6.1 概要

本事業は、大阪市とホーチミン市の都市間連携に基づき、工場省エネに係るアクションプランの策定支援、また当該計画と連動した形で、工場に対する本邦省エネ設備導入調査を行った。本事業における各活動の実績を表 24 に示す。

表 24 本事業での活動内容

活動内容	実施時期	概要
キックオフ会合 (大阪)	5月25日	・大阪市、協力会社等とのキックオフミーティングの実施
第一回現地調査 (ホーチミン市)	7月3日～ 7月6日	・ホーチミン市天然資源環境局 (DONRE)、ホーチミン市省エネセンター、ベトナム繊維協会、染色工場等と事業方針に係る面談の実施
第一回都市間連携 ワークショップ (川崎)	7月24日～ 7月29日	・大阪市役所訪問、熱交換器・ボイラ工場の視察 ・川崎市での廃棄物処理施設等の視察 ・ホーチミン市での低炭素事業に向けた課題の発表
第二回現地調査 (ホーチミン市)	9月25日～ 9月29日	・DONREにて第一回現地ワークショップの開催 ・繊維染色工場にて省エネ診断の実施
訪日研修	10月20日	・DONRE関係者とCCAPや今後の事業に係る打ち合わせ等
第三回現地調査 (ホーチミン市)	1月19日～ 1月25日	・第二回現地ワークショップでの事業成果報告 ・ホーチミン市職員に対するGHGインベントリに係る研修の実施
第二回都市間連携 ワークショップ (東京)	1月29日～ 1月31日	・本事業における都市間連携の役割、進捗報告 ・工場関係者と今後の事業に係る打ち合わせ等

6.2 第一回現地調査

ホーチミン市での現地第一回調査（2017年7月3日～7月6日）では、ホーチミン関係者（ホーチミン市天然資源環境局、ホーチミン市省エネセンター、ベトナム繊維協会、染色工場）、日本側関係者（大阪市、オリエンタルコンサルタンツ、裕幸計装、日本繊維技術士センター、日本サーモエナー）にて、キックオフミーティング及び工場視察を行った。



キックオフミーティング

6.3 第一回都市間連携ワークショップ（招聘事業）

6.3.1 概要

環境省主催の第一回都市間連携ワークショップの開催（7月27、28日）に合わせ7月25、26日にホーチミン市関係者の大阪市役所の表敬、省エネ設備工場の視察等を行った。大阪市役所では、表敬の他、大阪市の気候変動計画の概要等が説明された。また省エネ設備工場では、熱交換器や貫流ボイラに関する日本の高度な環境技術、事例を紹介した。

6.3.2 招聘者

名前	組織/役職
Dr. Nguyen Trung Viet	Senior Advisor on environmental issue, Ho Chi Minh City, DONRE
Ms. Tran Hong Lan	Officer of Ho Chi Minh Climate change Bureau, Ho Chi Minh City DoNRE

6.3.3 訪日研修の内容詳細

6.3.3.1 大阪市役所訪問

大阪市役所にホーチミン市関係者を招聘し、大阪市担当者から、ホーチミン市が関心を示している分野における大阪市の取組や気候変動行動計画の概要の他、都市間連携における大阪市の役割が紹介された。ホーチミン市からは、低炭素社会に向けた課題等が紹介され、両市の取組に関して活発な意見交換がなされた。

6.3.3.2 熱交換器工場の視察

株式会社クロセの熱交換器製造工場の視察を行った。クロセ社のスパイラル式熱交換器は、優れたメンテナンス性を持つため、外国製の熱交換器と比較して、保守・点検の回数

が少なく、海外でも高く評価されている。工場担当者から上記特徴について、講義や視察を通じて紹介され、招聘者の技術に関する理解が深められた。



スパイラル式熱交換器の視察

6.3.3.3 貫流ボイラ工場の視察

株式会社日本サーモエナーの貫流ボイラ製造工場の視察を行った。日本サーモエナー社のボイラは、効率性が非常に高い他、長寿命化対応済みの仕様となっている。また、遠隔管理システムや海外支店を活用し、海外でのメンテナンス体制も構築している。工場担当者から上記特徴について、講義や視察を通じて紹介され、招聘者の技術に関する理解が深められた。



貫流ボイラに係る講義の様子

6.4 第二回現地調査

6.4.1 概要

現地第二回調査（2017年9月25日～9月29日）では、ホーチミン関係者（ホーチミン市天然資源環境局、ホーチミン市省エネセンター、ベトナム繊維協会、染色工場）、日本側関係者（大阪市、オリエンタルコンサルタンツ、日本繊維技術士センター、日本サーモエ

ナー、日立ベトナム) にて、ワークショップ及び工場省エネ診断を行った。



ワークショップフォトセッションの様子



省エネ診断 (熱廃水温度の測定)



染色機から排出される熱水

キックオフミーティングのアジェンダは以下の通り。

Workshop on the Promotion of Low Carbon Development in Ho Chi Minh City
under the City to City Cooperation between Ho Chi Minh and Osaka
Jointly Organized by Ho Chi Minh City(HCMC), the Osaka City and Oriental
Consultants.

Date: September 25th, 2017, 8:30-11:30

Venue: Meeting Room of DONRE

Language: Vietnamese-Japanese consecutive interpretation

The objectives of the workshop are to:

- 1) share information and knowledge on the energy saving practices, especially, in textile industry by introducing JCM energy projects
- 2) share information on energy saving potentiality in the industry sector of Ho Chi Minh City for potential JCM energy projects in the future
- 3) share information on the progress of low carbon city development in Ho Chi Minh City and issues in association with the implementation of Ho Chi Minh Climate Change Action Plan (CCAP), to which Osaka City would provide supports.

Programme

8:30-8:45	<Opening Remarks> <ul style="list-style-type: none">◆ “Opening Remarks” by Department of Natural Resources and Environment(DONRE)◆ “Opening Remarks” by Director, Oriental Consultants
8:45-9:45	<Presentation > <ul style="list-style-type: none">◆ “Outline of energy saving feasibility study in this fiscal year and introduction to JCM energy projects” by Oriental Consultants◆ “Situation and prospects in textile industry in HCMC” by Vietnam Textile and Apparel Association◆ “Energy saving potential in the industrial sector in HCMC” by Energy Conservation Center
9:45 -10:00	<Questions and Answers>
10:00-10:20	Photo and Break
10:20-11:10	<Presentation > <ul style="list-style-type: none">◆ “Capacity building on the CCAP” by Osaka City◆ “Progress on low carbon development and prospects of activities based on CCAP” by DONRE
11:10-11:20	<Questions and Answers>
11:20-11:30	<Closing Remark> <ul style="list-style-type: none">◆ “Closing Remark” by Osaka City

6.5 訪日研修（招聘事業）

6.5.1 概要

当該業務は、ホーチミン市関係者による大阪市への訪日に合わせ10月20日に実施した。大阪市担当者から、ホーチミン市の懸念事項であるGHG排出量に係る企業からのデータ収集方法、気候変動に係る市民の啓発手法について情報共有を行った他、ホーチミン市関係者からCCAPやインベントリ作成に係る情報提供がなされた。

6.5.2 招聘者

名前	組織/役職
Dr. Nguyen Trung Viet	Senior Advisor on environmental issue, HCMC DONRE
Mr. Nguyen Huy Phuong	Officer Ho Chi Minh Climate Change Bureau, HCMC DONRE

6.5.3 訪日研修の詳細内容

大阪市からの情報提供の他、ホーチミン市側から以下の有益な情報を得る事ができた。

- ・ CCAPに基づき、以下の3種類のプロジェクトを進める予定である。
 - 1、CO2排出に係る研究
(1の予算は、ホーチミン市自身は拠出しない)
 - 2、ホーチミン市が独自で実施するプロジェクト
(多くは1000万円に届かない小さなプロジェクト)
 - 3、社会経済に貢献するプロジェクト
ホーチミン市と他の援助機関などと協力して進める。資金は民間資金と外国援助機関から拠出を想定。
 - 1、2については毎年DONREが企画し、気候変動委員会にて採択がなされる。2については、各局と協力してリストを作成することとしている。具体的なプロジェクトリストを出すには、他の局とのやりとりが必要となるので、承認までには時間がかかる。
- ・ 今後、特に進めたいプロジェクトは下記のとおりである。
 - 1、市内ビルの省エネ
 - 2、交通渋滞の改善
 - 3、サイゴン川を利用した観光事業
 - 4、日本が協力しているメトロ事業
- ・ SPI-NAMA策定事業で作成したMRVに係る技術マニュアルについて、2018年を目標に企業に利用させる予定である。



協議の様子

6.6 第三回現地調査

6.6.1 概要

現地第三回調査（2018年1月21日～1月24日）では、ホーチミン関係者（ホーチミン市天然資源環境局、ベトナム繊維協会、染色工場）、日本側関係者（大阪市、オリエンタルコンサルタンツ）にて、今年度事業の成果報告を行った。

ワークショップのアジェンダは以下の通り。

**2nd Workshop on the Promotion of Low Carbon Development in Ho Chi Minh City
under the City to City Cooperation between Ho Chi Minh and Osaka
Jointly Organized by Ho Chi Minh City(HCMC), the Osaka City and Oriental Consultants.**

Date: January 22th, 2018, 9:00-11:20

Venue: Meeting Room of DONRE

Language: Vietnamese-Japanese consecutive interpretation

The objectives of the workshop are to:

- 4) share information and knowledge on the energy saving practices, especially, in textile industry by introducing JCM energy projects
- 5) share information on energy saving potentiality in the industry sector of Ho Chi Minh City for potential JCM energy projects in the future
- 6) share information on the progress of low carbon city development in Ho Chi Minh City and issues in association with the implementation of Ho Chi Minh Climate Change Action Plan (CCAP), to which Osaka City would provide supports.

Programme

9:00-9:15	<Opening Remarks> <ul style="list-style-type: none"> ◆ “Opening Remarks” by Department of Natural Resources and Environment(DONRE) ◆ “Opening Remarks” by Director, Oriental Consultants
9:15-9:40	<Presentation > <ul style="list-style-type: none"> ◆ “Results of energy saving feasibility study in this fiscal year and introduction to JCM energy projects” by Oriental Consultants
9:40 -10:00	<Discussions>
10:00-10:50	<Presentation > <ul style="list-style-type: none"> ◆ “Capacity building on the CCAP” by Osaka City ◆ “Progress on low carbon development and prospects of activities based on CCAP” by DONRE
10:50-11:00	<Questions and Answers>
11:00-11:10	<Closing Remark> <ul style="list-style-type: none"> ◆ “Closing Remark” by Osaka City
11:10-11:20	Photo Time

6.7 第二回都市間連携ワークショップ（招聘事業）

6.7.1 概要

当該業務は、環境省主催の第二回都市間連携ワークショップ（1月30日）の他、翌日には設備補助事業等に係る協議を実施した。

6.7.2 招聘者

名前	組織/役職
Dr. Nguyen Duy Binh	Vice Manager of Ho Chi Minh City Climate Change Bureau
Mr. [REDACTED]	E社 / R & D chief of Department

6.7.3 訪日研修の内容詳細

オリエンタルコンサルタンツ社にホーチミン市関係者を招聘し、JCM 設備補助事業の概要の他、今後のスケジュールなどについて説明・協議などを行った。

第七章 今後の課題や提案

今年度事業では、繊維工場を対象とした熱交換器導入システムの実現可能性調査を行い、省エネポテンシャル、経済採算性、ビジネスモデルの構築などの検討を行った。対象工場の E 社は、省エネ意識が低かったが、本調査により、石炭の節約量が見える化した結果、毎年度の節約金額を把握でき、熱交換器システムの導入に高い関心を持つことになった。JCM 設備補助事業を活用すると、最大半額の補助金を得られることもあり、経済採算性も特に問題ない見解を示している。このように比較的裕福な工場などを対象に、省エネによる石炭節約効果や JCM を活用した経済採算性を明示する事で、今後もホーチミン市やベトナム全土で案件を創出する事ができると考えられる。

本事業を通じて見出した課題は、JCM の知名度の低さにある。日系企業については、商社などを通じて JCM に係る知見が共有されている面もあるが、現地企業や組織には JCM は浸透していないのが現状である。ベトナム繊維協会や省エネセンターなどは傘下の企業を多数有しており、これらの組織を通じて JCM の成功事例やメリットを広報する事で、面的に JCM 事業を拡大する事ができると考えられる。今年度実施したワークショップでは、本邦技術の紹介だけでなく、JCM スキーム自体の説明も十分に行い、現地企業や組織の JCM への理解を深める工夫を行った。

今後は、ホーチミン市の CCAP が実行段階に移るため、より一層大阪市とホーチミ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事業など JCM プロジェクトをパッケージとして進める必要がある。今年度事業で作成した省エネアクションプランは、CCAP をプロジェクトレベルに落とし込んだものであり、今後は熱交換器、ボイラだけでなく、その他の技術についても網羅する事で、CCAP 実施の際には、本邦技術や JCM の活用が当たり前の状況となることが目指される。