

二国間クレジット制度(JCM)実現可能性調査 最終報告書(概要版)	
調査案件名	繊維工場染色過程における廃熱回収・利用技術の推進
調査実施団体	株式会社 PEAR カーボンオフセット・イニシアティブ 株式会社 クロセ
ホスト国	バングラデシュ

1. 調査実施体制:

国	調査実施に関与した団体名	受託者との関係	実施内容
日本	株式会社 クロセ	共同実施者	技術及びその仕様(熱交換器及び関連補助設備)の提供、廃熱回収システム設計に助言
ホスト国	Tex Master Buying Solution	外注先	データ収集、現地調査及びプロジェクト実施への支援と調整

2. プロジェクトの概要:

調査対象プロジェクトの概要			
プロジェクトの概要	最貧国バングラデシュの最重要産業である繊維加工工場において、最もエネルギー多消費な染色工程を主対象に、染色後の廃水からの廃熱の回収・利用施設を導入し、廃熱を用いて染色用冷水を温める仕組みや、蒸気/蒸気供給設備への省エネ技術を導入することで、省エネ(天然ガス削減)および CO ₂ 削減を行う。現地コンサル企業 Tex Master Buying Solution と共同し、Giant Textile Ltd. (GTL)、Hams Garments Ltd. (Hams) 及び Delta Composite Ind. Ltd. (Delta) の3つの繊維加工工場を対象に調査の実施を行う。		
予定代表事業者	株式会社 PEAR カーボンオフセット・イニシアティブ		
プロジェクト実施主体	GTL (繊維加工工場) Hams (繊維加工工場) Delta (繊維加工工場)		
初期投資額	106,200 (千円)	着工開始予定	2015年9月
年間維持管理費	1,800 (千円)	工期(リードタイム)	5ヶ月
投資意志	対象の繊維工場経営者らは、投資意志を示している。	稼働開始予定	2016年2月
資金調達方法	資金調達方法として、初期投資額の50%を環境省 JCM の設備補助制度によって調達し、残りの50%は、各対象繊維工場が、それぞれの投資額の50%を自己資金で調達する。		
GHG 削減量	2,397 (tCO ₂ /年) ① 蒸気消費量の削減によるボイラー燃料消費量の削減 (2,397 tCO ₂ /年)		

3. 調査の内容及び結果

(1) プロジェクト実現に向けた調査

① プロジェクト計画

当該プロジェクトにおける設備額は、現時点での見積りで、3つの工場合計で約 9,200 万円(関税など含まない場合)と想定しており、その内訳は、熱交換器 2,500 万円、制御装置 1,440 万円、水中ポンプ 2,050 万円、現地工事の温水タンク(廃水貯水と温水貯水)及び配管設置費など 1,450 万円、その他の周辺設備(測定器も含む)コスト 2,710 万円である。維持管理費用は約 180 万円/年となっている。関税などを含んだ(現地渡し価格)初期投資額は、10,620 万円であり、この中、GTL における投資額は、2,850 万円、Hams の場合は、2,980 万円、Delta の分は、4,790 万円である。投資額の詳細は、以下の表1に示す。なお、日本の事業主体のプロジェクトからの収益の構造や大きさに関しては現時点で詰められておらず、下記は最終的な数字ではない。

表1 初期投資額詳細

		Heat exchanger	Wiring and piping work	Submersive water pump	Ancillary equipment	Control board	Auto valve	Flow meter	Export packing freight	Other (instruction, test operation)	Total
Hams	TK		2,586,850								-
	JPY	8,510,000	3,939,773	4,247,483	2,064,236	4,094,400	294,750	1,147,000	4,071,574	1,400,000	29,769,215
	US\$	70,917	32,831	35,396	17,202	34,120	2,456	9,558	33,930	11,667	248,077
Delta	TK		4,436,400								-
	JPY	8,920,000	6,756,637	12,007,035	3,597,634	6,188,200	699,880	1,482,000	6,578,950	1,700,000	47,930,336
	US\$	74,333	56,305	100,059	29,980	51,568	5,832	12,350	54,825	14,167	399,419
GTL	TK		2,506,850								-
	JPY	7,600,000	3,817,933	4,247,483	2,328,236	4,094,800	0	1,147,000	3,883,504	1,400,000	28,518,955
	US\$	63,333	31,816	35,396	19,402	34,123	0	9,558	32,363	11,667	237,658
Total (3 factories)	TK		9,530,100								-
	JPY	25,030,000	14,514,342	20,502,000	7,990,106	14,377,400	994,630	3,776,000	14,534,027	4,500,000	106,218,506
	US\$	208,583	120,953	170,850	66,584	119,812	8,289	31,467	121,117	37,500	885,154

プロジェクト実施における資金調達計画として、初期投資額の 50%を環境省 JCM の設備補助制度によって調達し、残りの 50%は、各対象繊維工場が、それぞれの投資額の 50%を自己資金で調達する。プロジェクト実施体制は図1に示すように、PEAR と豊田通商(株)、及び各対象工場が、国際コンソーシアムを形成し、JCM 設備補助事業への申請を行い、プロジェクト及び MRV を実施する。

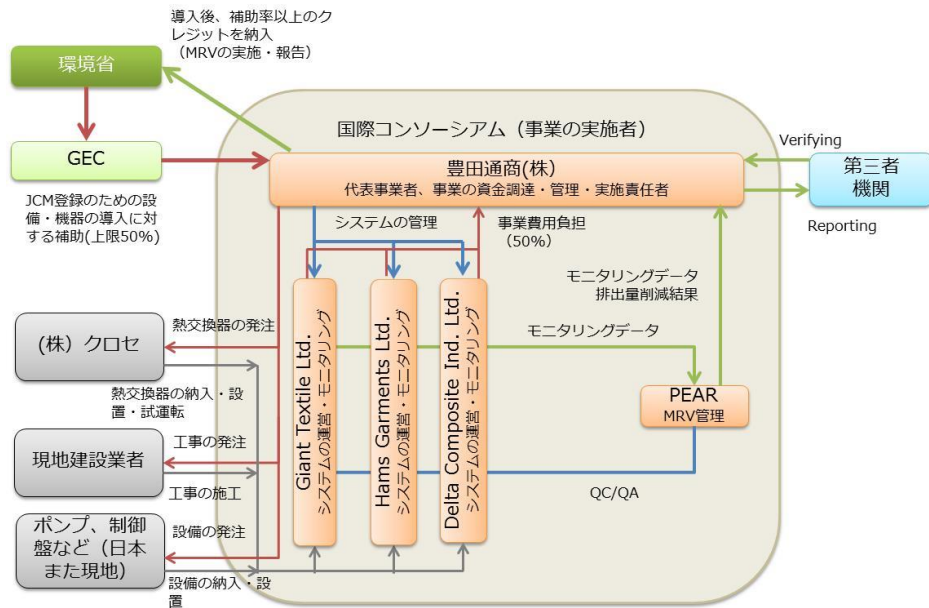


図1 プロジェクト実施体制

コンソーシアムの中で、豊田通商(株)が代表事業者者として、資金調達・管理、設備の購入・設置、試運転などを担当する。現地の各工場は、共同事業者として廃熱回収・利用システムの運営・維持管理、モニタリングなどを担当する。PEARは、共同事業者としてJCMプロジェクトの方法論やPDDの作成、モニタリング計画の作成、MRVの管理などを担当する。プロジェクトの着工開始時期は、第三回の現地調査を通して、工場側との議論など踏まえて2015年9月、稼働時期は、2016年2月を予定しているが、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。

当該プロジェクトの実施によって工場におけるエネルギー（天然ガス）消費量が節約でき、結果として、工場の燃料節約料代が事業からの経済便益となる。プロジェクトによってGTL, Hams, Deltaにおいて節約できる燃料（天然ガス）の量は、それぞれ、335,728 m³/年、471,352 m³/年、783,097 m³/年となる。尚、事業収益性の評価に当たっては、天然ガスの価格に近い将来10タカ/m³(15円/m³)程度にまで上昇する見込みであることを織り込んでいる。

表-2 プロジェクトによる省エネ見込み

パラメーター/工場	Hams	Delta	GTL	計
事後の給水温度(°C)	50	50	50	
事前の給水温度(°C)	26	26	26	
給水量(t/y)	153,720	241,200	105,840	
水の比熱(kJ/kg °C)	4.1855	4.1855	4.1855	
ボイラーの効率	0.90	0.85	0.87	
ボイラー燃料(天然ガス)の排出係数(t CO ₂ /TJ)	54.3	54.3	54.3	
システム電力消費量(MWh/y)	133	181	124	
電力排出係数(t CO ₂ /MWh)	0.67	0.67	0.67	
排出削減量(t CO ₂ /y)*	737	1,179	481	2,397
天然ガスの熱量(MJ/m ³)	36.4	36.4	36.4	
省エネルギー効果(m ³ /y)	471,352	783,097	335,728	1,590,177

* 排出削減量の計算には、ボイラー効率:1.0及び電力排出係数:0.8を用いている

** <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=3&pid=52&aid=10>

各工場におけるプロジェクトキャッシュ・フローを以下の表に示す。

表3 GTL におけるプロジェクトキャッシュ・フロー

単位：日本円

No.	項目	合計	建設期間											
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Cash inflow	50,359,200	-	5,035,920	5,035,920	5,035,920	5,035,920	5,035,920	5,035,920	5,035,920	5,035,920	5,035,920	5,035,920	5,035,920
1.1	燃料代節約	50,359,200	-	5,035,920	5,035,920	5,035,920	5,035,920	5,035,920	5,035,920	5,035,920	5,035,920	5,035,920	5,035,920	5,035,920
2	Cash outflow	26,786,268	14,259,478	1,252,679	1,252,679	1,252,679	1,252,679	1,252,679	1,252,679	1,252,679	1,252,679	1,252,679	1,252,679	1,252,679
2.1	初期投資	14,259,478	14,259,478	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.2	システム運営コスト	7,526,790	-	752,679	752,679	752,679	752,679	752,679	752,679	752,679	752,679	752,679	752,679	752,679
2.3	維持管理、モニタリング費	5,000,000	-	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000
3	純キャッシュ・フロー	23,572,933	-14,259,478	3,783,241	3,783,241	3,783,241	3,783,241	3,783,241	3,783,241	3,783,241	3,783,241	3,783,241	3,783,241	3,783,241
	内部収益率 (IRR)	23%												
	投資回収期間 (年)	3.8												
	純利益 (万円)	2,357												

表4 Hams におけるプロジェクトキャッシュ・フロー

単位：日本円

No.	項目	合計	建設期間											
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Cash inflow	70,702,750	-	7,070,275	7,070,275	7,070,275	7,070,275	7,070,275	7,070,275	7,070,275	7,070,275	7,070,275	7,070,275	7,070,275
1.1	燃料代節約	70,702,750	-	7,070,275	7,070,275	7,070,275	7,070,275	7,070,275	7,070,275	7,070,275	7,070,275	7,070,275	7,070,275	7,070,275
2	Cash outflow	24,812,978	14,884,608	972,837	972,837	972,837	972,837	972,837	972,837	972,837	972,837	972,837	972,837	972,837
2.1	初期投資	14,884,608	14,884,608	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.2	システム運営コスト	4,728,370	-	472,837	472,837	472,837	472,837	472,837	472,837	472,837	472,837	472,837	472,837	472,837
2.3	維持管理、モニタリング費	5,000,000	-	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000
3	純キャッシュ・フロー	46,089,773	-14,884,608	6,097,438	6,097,438	6,097,438	6,097,438	6,097,438	6,097,438	6,097,438	6,097,438	6,097,438	6,097,438	6,097,438
	内部収益率 (IRR)	39%												
	投資回収期間 (年)	2.4												
	純利益 (万円)	4,609												

表5 Delta におけるプロジェクトキャッシュ・フロー

単位：日本円

No.	項目	合計	建設期間											
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Cash inflow	117,464,580	-	11,746,456	11,746,456	11,746,456	11,746,456	11,746,456	11,746,456	11,746,456	11,746,456	11,746,456	11,746,456	11,746,456
1.1	燃料代節約	117,464,580	-	11,746,456	11,746,456	11,746,456	11,746,456	11,746,456	11,746,456	11,746,456	11,746,456	11,746,456	11,746,456	11,746,456
2	Cash outflow	38,544,528	23,965,168	1,457,936	1,457,936	1,457,936	1,457,936	1,457,936	1,457,936	1,457,936	1,457,936	1,457,936	1,457,936	1,457,936
2.1	初期投資	23,965,168	23,965,168	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.2	システム運営コスト	6,579,360	-	657,936	657,936	657,936	657,936	657,936	657,936	657,936	657,936	657,936	657,936	657,936
2.3	維持管理、モニタリング費	8,000,000	-	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000
3	純キャッシュ・フロー	78,920,032	-23,965,168	10,288,520	10,288,520	10,288,520	10,288,520	10,288,520	10,288,520	10,288,520	10,288,520	10,288,520	10,288,520	10,288,520
	内部収益率 (IRR)	42%												
	投資回収期間 (年)	2.3												
	純利益 (万円)	7,892												

上記のように、日本側の収益を加算しない状況では、事業による各対象工場への経済便益はかなりのもので、プロジェクト実施の意義があると思われる。しかし、投資判断は最終的に各工場が判断するものである。また、自己資金のみで実施が困難な場合、現地政府金融機関である IDCOL (Infrastructure Development Company Limited) の再生可能エネルギー・省エネプロジェクト支援ローンから融資する可能性もある。この場合、融資の限度は 60% が上限となっており、金利は少なくとも 9% である。融資を受ける場合、プロジェクトの経済性にも多少影響する。これに関して、次回の現地調査を通して、工場側との議論の上、最終的に決める。

②プロジェクト許認可取得

The Environmental Conservation Rules, 1977 の Schedule-1 によれば、繊維染色及び化学処理工業はレッドカテゴリーに分類されており、新規に工場を建設する場合には 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している、既に Environmental Clearance Certificate を取得済みの既存の繊維加工工場において実施

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ため、新たに環境影響評価を実施する必要はない。

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等に危害を及ぼす恐れはない。現地工場のエンジニアリングマネージャーからの聞き取り調査によれば、バングラデシュでは通常の低圧ボイラー(1.0MPa)の場合でも、国の安全基準や、労働安全上の規定は無いとのことである。しかしながら、関連工事の開始にあたっては事前に環境庁に報告を行い、プロジェクトの順調な実施を図ることとする。

③日本技術の優位性

当該プロジェクトによって導入される技術の中心は、共同提案者の株式会社クロセが開発したスパイラル式熱交換器である。ベースラインシナリオは熱交換なしの現状維持となると想定されるが、以下、熱交換技術に関して記述する。

熱交換器の方式は幾つかあり、固形又はゲル状不純物を含む温排水からエネルギーを回収できる方式は、スパイラル式とパイプ式である。パイプ式は染色業界でもそれなりの歴史はあるが、効率の悪さと(スパイラルの半分)、据付面積が大きいことなどで現在は殆ど採用されていない。プレート式は過去に中国などでかなり設置されたが繊維屑や糊剤等がプレート間につまり、清浄のために分解・組み立ての繰り返しになり、熱交換率は高くても、稼働効率が極めて悪く、保守経費である人件費、部品代(主にパッキング)がかさむことになり、今では多くの企業において休眠状態で、人件費の安い中国の工場でも放置されている状況である。

スパイラル式熱交換器は、2枚の金属板をスパイラル状に巻き付け、2つの流路を形成する。基本構造は、図2に示すように流路にディスタンスピース(流間保持材)を設けている。各々の流路は、単一流路で、閉塞しにくい構造だが、長い繊維を含む流体の場合、ディスタンスピースに繊維が絡みつき閉塞する¹⁾。スパイラル式は製造技術が難しく、高度な溶接技術と板金加工の集合体で、簡単に真似が出来ないものである。

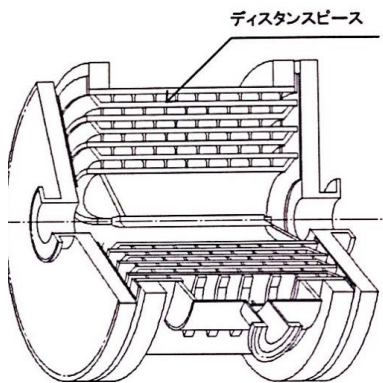


図 2

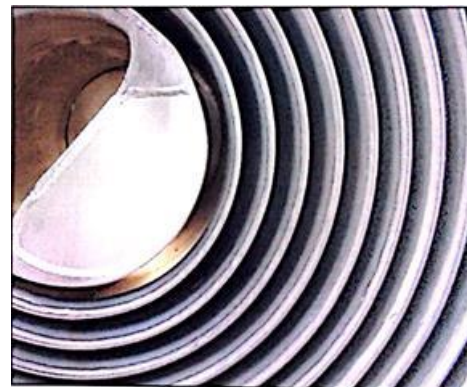


図 3

一方、クロセが開発したスパイラル式熱交換器は、流路にディスタンスピースがないもので、閉塞しにくく、洗浄しやすい(図3)。多管式(パイプ式)に比べると次のような特徴を持つ。即ち、熱の有効利用(放熱がすくなく熱の有効利用が可能)、優れた熱伝達、容易な保守・点検、少ない設置面積などである。

1 クロセ技術資料 No. T00005.

一方で、プレスでステンレス板を打ち抜くプレート式に比較してコストが数倍高いという欠点はあるが、固体・粉体・ゲルの混ざり合った液体は多くあり、現時点では日本各地の下水処理場での採用がほとんどだが、最近のエネルギーの高騰から、化学工場・製紙工場等での採用も増加している。また、国内の繊維染色企業数社にも導入され、その効果は高く評価されている。特にスパイラル式熱交換器では、日本国内の市場占有率がほぼ100%。海外でも高く評価されている。例えばアメリカではASME(アメリカ機械学会)Uスタンプを取得している。また中国では中華人民共和国特殊設備製造許可工場、韓国でも韓国高圧ガス特定設備製造許可工場として認定されている。

今回の調査では、バングラデシュの繊維加工工場においては、パイプ式(円筒形)やプレート式熱交換器が工程中(染色用水の蒸気加熱など)に使用されている事例は認められたが、これまで染色機の温廃水からの廃熱回収は行われた例はないことが示された。

今回のプロジェクトにおいては、上記の様々な特徴、特殊性を判断してクロセのディスタンスピースがないスパイラル式熱交換器を導入するが、温廃水からの熱回収を始めとしてバングラデシュにおける繊維加工工場へのこの種の熱交換器の導入は当該プロジェクトが最初の事例となる。このプロジェクトの実施によって、当該技術の省エネ効果が明らかになり、多くの繊維工場においての普及へと繋がることで、バングラデシュの繊維加工分野の持続可能な発展への貢献が期待される。

④MRV 体制

CDM 方法論等の厳格な方法論に比べて簡素化を図ることで、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)を極力低減することを考慮し、一方では、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、事業外死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: 熱回収後の給水温度(°C)

No.2: 熱回収を行わない場合の給水温度(°C)

No.3: 熱回収後の温水供給量(t/y)

No.4: 廃熱回収・利用システムの電力消費量(MWh/y)

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・制御盤に送られ、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。

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ニタリング計画は、PEAR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4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、指名された工場の担当作業員が各作業方に 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方毎に 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・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。

PEAR 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、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。

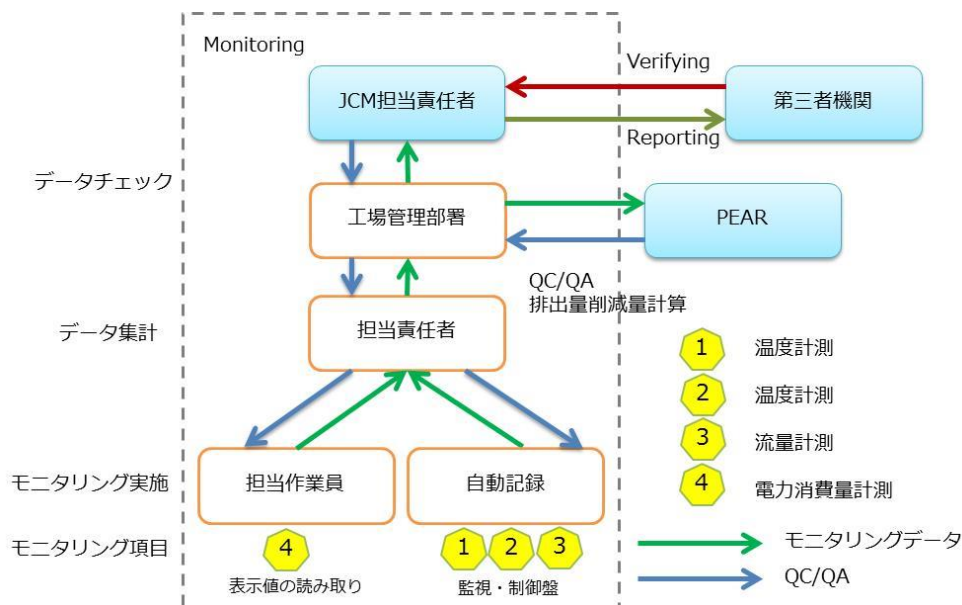


図4 モニタリング体制・MRV体制とモニタリングデータの流れ

⑤ホスト国の環境十全性の確保と持続可能な開発への寄与

先述のように、繊維染色及び化学処理工業はレッドカテゴリーに分類されており、新規に工場を建設する場合には 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している、Environmental Clearance Certificate を取得済みの既存の繊維加工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懸念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険は無い。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。しかしながら、関連工事の開始にあたっては事前に環境庁に報告を行い、環境十全性に十分配慮しながらプロジェクトの順調な実施を図ることとする。

また、当該プロジェクトは、バングラデシュのもっとも重要な産業の一つである繊維加工工場における廃熱回収・再利用を行うことで、ボイラー燃料として利用されている天然ガスの使用量を減らすことができ、エネルギー資源に乏しいバングラデシュのエネルギー需給の改善に寄与すると考えられる。このことにより、同国の持続可能な開発に貢献することが可能であり、ひいてはエネルギー安全保障に寄与できる可能性がある。

現在バングラデシュでは、天然ガスの供給が不足しており、新規に建設される繊維加工工場へのガス供給や既存の工場の拡張に対応する追加供給が極めて困難な状況である。今回のプロジェクトの対象となっている 3 つの工場

を通して、合計年間約 120 万 m³ の天然ガスが節約できる。将来的に更に多くの繊維加工工場での普及が実現すれば、さらなるエネルギー節約効果が期待できる。

⑥今後の予定及び課題

今後の予定と課題は下記のようなものである。

(今後の予定)

2015 年 2 月	JCM 実現可能性調査終了
2015 年 3 月	現地訪問
2015 年 4 月	バングラデシュ工場サイドの投資最終判断
2015 年 5 月	JCM 補助事業実施体制の確定
2015 年 6 月	JCM 補助事業申請
2015 年 9 月	JCM 補助事業開始
2015 年 10 月	MRV 方法論適用可能性等の審査
2015 年 12 月	Joint Committee への JCM プロジェクト申請
2015 年 1 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
2016 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
2016 年 3 月	JCM 補助事業報告書作成

(課題)

これらの当該事業の実現化に向けた想定スケジュールの達成に対しては幾つかの課題が考えられる。第一に、資金調達の課題。現時点での計画では、初期投資費用の 50%を各工場が負担する計画となっており、値上がりを盛り込んだ 10 タカ/m³ の天然ガス料金であれば十分工場側の投資意欲を引き出すだけの収益(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、天然ガス料金の値上げが調査情報通りに実施されない場合、あるいは天然ガス料金の値上げによる工場の通常操業そのものの日常経費負担が増えることによる投資意欲の減退など、幾つかのケースを想定して工場側と交渉する必要がある。工場側の自己資金のみで実施が困難な場合も想定し、現地政府金融機関である IDCOL (Infrastructure Development Company Limited) などからの融資の可能性等についても検討し、工場サイドの最終的な投資判断を早期に固めることが必要である。

第二のリスクは技術的なもので、現地工事(基礎、タンク、配管、配線など)が希望する技術レベル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ベースで発注業者の選定を実施しているが、JCM 補助事業の開始前までには、詳細な工事仕様、工期、費用などを最終的に詰めておく必要がある。また、現地コンサルタントとも協力して、工事の進捗管理、品質管理体制を確立しておくことが求められる。

また、廃熱回収・利用システムの運用は原則工場サイド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っておく必要がある。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。

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に基づき、関係者間で十分な意思統一を図っていくことで、JCM 補助事業の実現を目指す。

(2) JCM 方法論作成に関する調査

①適格性要件

方法論の適用性を表現する要件は、以下のようになる。

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[プロジェクトの定義]。既存および新設のラインの双方を対象とする。
要件 2	ディスタンスピースのないスパイラル式の熱交換器及び関連設備を導入すること[技術の定義]。
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[対象工場規模の定義]

新規ラインの場合、過去実績を既設ラインから推計できる。ここでのスパイラル式熱交換器は、クロセのスパイラル式熱交換器であり、工場の事情にあわせてカスタマイズされる。この技術はバングラデシュ繊維加工工場(ないし途上国の繊維加工工場では)には初めてのものであり、染色加工過程における廃水からの廃熱エネルギーを染色用水の温度を上げるために活用できる。その結果として、蒸気供給用のボイラーの化石燃料消費量が減り、GHG の排出量が削減できる。プロジェクトのイメージは、以下の図 5 に示す。

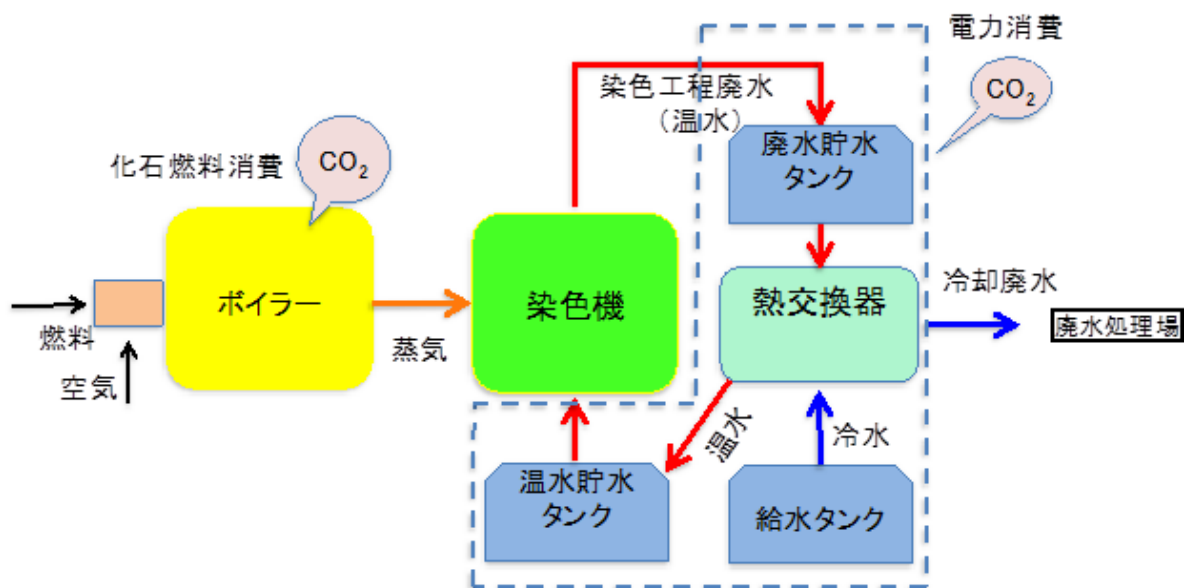


図5 染色工程における熱交換器導入のイメージ

②リファレンス排出量の設定と算定、およびプロジェクト排出量の算定

リファレンス排出量は、回収熱量を既存の手法で得るために発生する GHG 排出量として、以下のよう算定されるとする。

$$[(\text{熱回収後の給水温度}) - (\text{熱回収を行わない場合の給水温度})] \times (\text{熱回収後染色機やボイラーへの給水量}) \times (\text{水の比熱}) / (\text{ボイラーの熱効率}) \times (\text{熱供給のためのボイラー燃料の CO}_2 \text{ 排出係数})。$$

保守性の対応に関しては、それぞれのパラメータの値の幅の中、保守サイド(下限)の数字を用いるものとする。

ボイラー効率に関して、保守性に配慮してボイラー効率として 1.0 の値を採用する。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。

算定式は、下記のとおりである：

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

RE_y ： リファレンス排出量 [tCO₂/y]

T_P ： 熱回収後の給水温度 [°C]

T_{Re} ： 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 ： 温水供給量[t/y]

E_f ： ボイラーの熱効率[比率]

$EF_{CO_2, fuel}$ ： 熱供給のためのボイラー燃料の CO₂ 排出係数[tCO₂/TJ]

一方、プロジェクト排出量は、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。具体的には、以下の式により算定される。

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

PE_y ： プロジェクト排出量[t CO₂/y]

$EC_{PJ, y}$ ： 廃熱回収・利用システムの電力消費量 [MWh/y]

EF_{elec} ： 電力の CO₂ 排出係数 [tCO₂/MWh]

バグラデシュの繊維加工工場の場合、自家発電としてディーゼルやガス発電機を稼働することが多い。排出量の計算にあたって、グリッド電力と自家発電機から電力の割合が把握できる場合、それぞれの排出係数を使って排出量を計算できる。しかしながら、一般的にそれらの割合を特定することは難しいため、本方法論では、保守性に配慮して電力の CO₂ 排出係数として、排出量がより多くなるディーゼル発電機の排出係数を用いることとする。ちなみに今回対象の 3 工場では、2 工場が常時ディーゼル発電、1 社が停電時にディーゼルでのバックアップを行っている。

排出削減量は、以下のよう算定される。

$$ER_y = RE_y - PE_y$$

ER_y ： 排出削減量[t CO₂/y]

RE_y ： リファレンス排出量[t CO₂/y]

PE_y ： プロジェクト排出量[t CO₂/y]

③プロジェクト実施前の設定値

事前に確定した各データ及びパラメータの出典は以下のリストのとおり。

パラメータ	データの説明	出典
Ef	ボイラーの熱効率: 1.0	各繊維加工工場では、ボイラー効率を計算するために必要な燃料使用量、蒸気発生量などのモニタリングが行われていない。従って、保守性に配慮してボイラー効率の最大値 1.0 を採用する。

EF _{CO₂,fuel}	<p>使用燃料の CO₂ 排出係数(下限値を用いる)</p> <p>天然ガス: 54.3 t CO₂/TJ (54,3-58,3)</p>	<p>2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Table 1.4, Chapter 1, Volume 2. (Table 1.4)</p>
EF _{elec}	<p>電力の CO₂ 排出係数: 0.8 t CO₂/MWh (ディーゼル自家発電の排出係数)</p>	<p>保守性に配慮して、自家発電(ディーゼル、天然ガス)及びグリッドの中で最も排出係数の高いディーゼル自家発電の排出係数を採用する。(Table I.F.1, Small Scale CDM Methodology: AMS I.F. ver.2) (グリッド排出係数:0.67 tCO₂/MWh, バングラデシュ政府公表値)</p>