

## 二国間クレジット制度に係る実現可能性調査 最終報告書

調査案件名	繊維工場におけるコージェネレーションシステム導入等によるエネルギー利用の効率化
調査実施団体	関西電力株式会社
ホスト国	タイ

### 1. 調査実施体制:

国	団体名	受託者との関係	実施内容
日本	三菱重工業株式会社	協力企業	・CGS 設計 ・遠隔監視設計
ホスト国	Kinden (Thailand) Co.,LTD.	外注先	・既設設備の実態調査 ・CGS 設置に係る EPC 検討 ・VSPP 制度等に係る調査
ホスト国	Thai Obayashi Corp.,LTD.	協力企業	・建屋基礎、構造検討

### 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	タイ国の繊維工場において、高効率のガス焚コージェネレーションシステムを導入し、地方配電公社から受電している系統電力と、工場内の石炭焚所内ボイラから供給されている蒸気を代替することで GHG 排出削減を図る。加えて、工場内のユーティリティ設備への ESCO スキーム活用によるエネルギー効率向上によって、更なる GHG 排出削減を図るものである。		
予定代表事業者	関西電力株式会社		
プロジェクト実施主体	関西電力株式会社を中心となって設立される現地法人		
初期出融資額	2,516,000 (千円)	着工開始予定	2017 年 11 月以降
年間運営費 (燃料代含む)	1,159,000 (千円)	工期(リードタイム)	13 ヶ月
投資意志	あり	稼働開始予定	2019 年度
資金調達方法	関西電力が中心となって設立する現地法人への出融資金を初期投資費用に充当し、また売電・売熱を主とするエネルギーサービスの提供によって得た収益で運営費用を賄う。		
CO2 削減量	330,000 (tCO2) =年間排出削減量 22,000(tCO2/年) × 導入設備の法定耐用年数 15(年)		
GHG 削減量	CO2 削減量と同じ		

### 3. 調査対象プロジェクト

#### (1) 調査対象プロジェクトの概略

実施サイトは、日本の大手合成繊維メーカーのタイ現地法人(以下、「A 社」)の生産拠点である。

当該サイトに対し電気および蒸気の需要規模に見合うガスエンジンコージェネレーションシステム(以下、「CGS」という)5.75MW×2 台を導入し、地方配電公社から受電している系統電力と、工場内の石炭焚所内ボイラから供給されている蒸気を代替することで電気および蒸気の高品質化を目指すとともに、CGS から生成される温水排熱の有効活用やサイト内の熱電に係る設備の改善および改修、ESCO スキームの活用等を通じて、信頼性、経済性および環境性に優れたユーティリティ設備の構築を行う。

このプロジェクトの実現により、22,000 (tCO<sub>2</sub>/年)の GHG 削減を目指す。



[実施サイト風景]



[導入予定CGS]

#### (2) 調査対象プロジェクトを実施する背景及び理由

##### ・日本の予定代表事業者が関与する動機

提案者である関西電力株式会社は、将来的な事業領域の拡大方策の1つとして、需要家の CO<sub>2</sub> 排出係数の低減や電力品質向上、電力および蒸気のコスト低減の潜在ニーズの高い海外において、ガス焚きコージェネレーションシステム・ESCO 等のエネルギーサービス事業を展開したいと考えている。

##### ・ホスト国における調査対象プロジェクトのニーズ

タイでは、「将来的なエネルギーコスト増大、タイ湾での天然ガス枯渇問題を懸念しており、その対策の一つの柱として省エネルギーを位置づけていること」、「今後、電源構成に占める石炭比率が上昇していくと見込まれており、それに伴って将来的な環境負荷が増大していく可能性があること」等から、当該プロジェクトに対するニーズは高いと考えられる。

##### ・ホスト国の関連法制度・政策との整合性

ホスト国であるタイでは、マスタープランにあたるエネルギー効率化計画をもとに省エネルギー政策が進められている。最新のエネルギー効率化計画では、2036 年のエネルギー効率を 2010 年比で 36%改善することを目標として設定。目標達成に向けて、優遇税制や基金、優遇金利制度による高効率機器の導入および更新を促進する施策を展開する、などとして

いる。また、タイ投資委員会（以下、「BOI」(Bourd of Investment)）の新投資奨励制度において、タイの持続的発展に貢献する取り組みを優遇する方向性が打ち出されており、コージェネレーションによる電力およびスチームの製造に係る事業や ESCO 事業に対し、様々な恩典を付与している。従って、本プロジェクトは宿主国の関連法制度・政策に整合的であると評価できる。

#### 4. 調査実施方針

##### (1) 調査課題及び調査内容

###### 1) 政策・市場調査

事前調査を通じて、本プロジェクトが宿主国の最新の政策動向に整合的であることを確認しているため、本調査ではより実現可能性を高めるために、宿主国における省エネルギー・省 CO2 支援制度の有無、内容および活用時の条件等を中心に調査を実施。

###### 2) 資金計画

- ・初期費用: プロジェクト実施主体となる現地法人の出資者、出資比率、設立時期等に関して検討し、工事計画で算出する初期費用に充当する資金の調達方法を具体化。
- ・運営費用: 売電、売熱単価、ESCO 事業単価の設定に関する調査(燃料調達価格の売電・売熱料金への織込み方法等)、VSPP 制度の活用に向けた調査、確実な資金回収方法について調査を実施。

###### 3) 概略設計

対象サイトの既設設備やエネルギー利用状況(電気・蒸気等)を把握した上で、最適な CGS のシステム設計や ESCO スキーム等の活用を含めたユーティリティ設備のエネルギー利用効率の向上策を検討。

###### 4) 工事計画

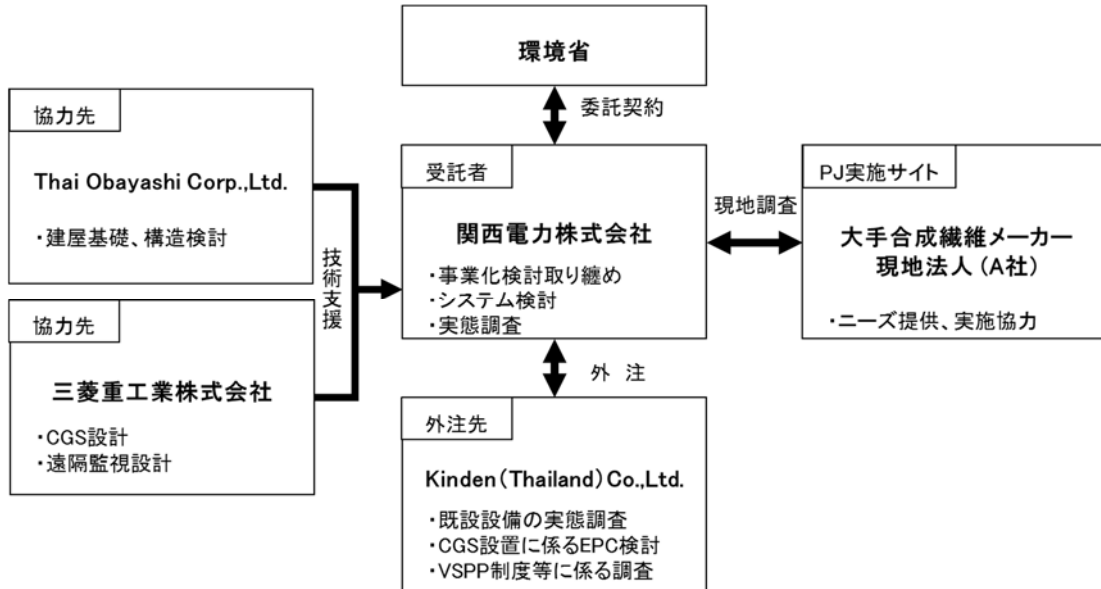
資金計画の検討のベースとなる建設費の算出を行うとともに、稼動にいたるまでのリードタイムについて、CGS 設置に係る関係法令および必要となる手続き(環境影響評価等)の調査を通じて検証する。また、EPC 体制についても工事計画の中で併せて調査。

###### 5) 運営計画・実施体制・MRV 体制

プロジェクトの実施主体には、関西電力が中心になって設立する現地法人を想定しているが、本プロジェクトが当該現地法人にとっての初号案件であることから、O&M および MRV に係るより効率的な運営方法を構築すべく、A 社、Kinden (Thailand) Co.,LTD.、関西電力等との協業等の余地がないか調査。

(2) 調査実施体制

今次の調査においては、関西電力株式会社を中心に調査を実施するが、現地サイトの調査等を Kinden (Thailand) Co.,LTD.(以下、「きんでんタイランド」という)に外注し、得られたデータをもとに協力先である Thai Obayashi Corp.,LTD(以下、「タイ大林」という)や三菱重工業株式会社(以下、「三菱重工業」という)のサポートを得ながら最適なシステム設計を行うなど、適宜外部との連携を図りながら実効性ある調査を実施。



(3) 調査実施スケジュール

業務内容	2015 年				2016 年	
	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月
①JCM プロジェクトの実施に向けた具体的な資金計画、概略設計、工事計画、運営計画、実施体制等を立案	→					
(1)政策・市場調査	→					
(2)資金計画	→					
(3)概略設計	→					
(4)工事計画	→					
(5)運営計画・実施体制・MRV 体制	→					
②JCM 方法論の予備調査として、対象案件に適用が想定される方法論の開発に必要と考えられるデータの収集	→					
(1)JCM 方法論関連	→					
③ホスト国の担当省庁等に対して、説明資料等を作成し説明	→					
(事業実施状況の報告)			→		→	

## 5. プロジェクト実現に向けた調査結果

### (1) プロジェクトの実現性に関する調査結果

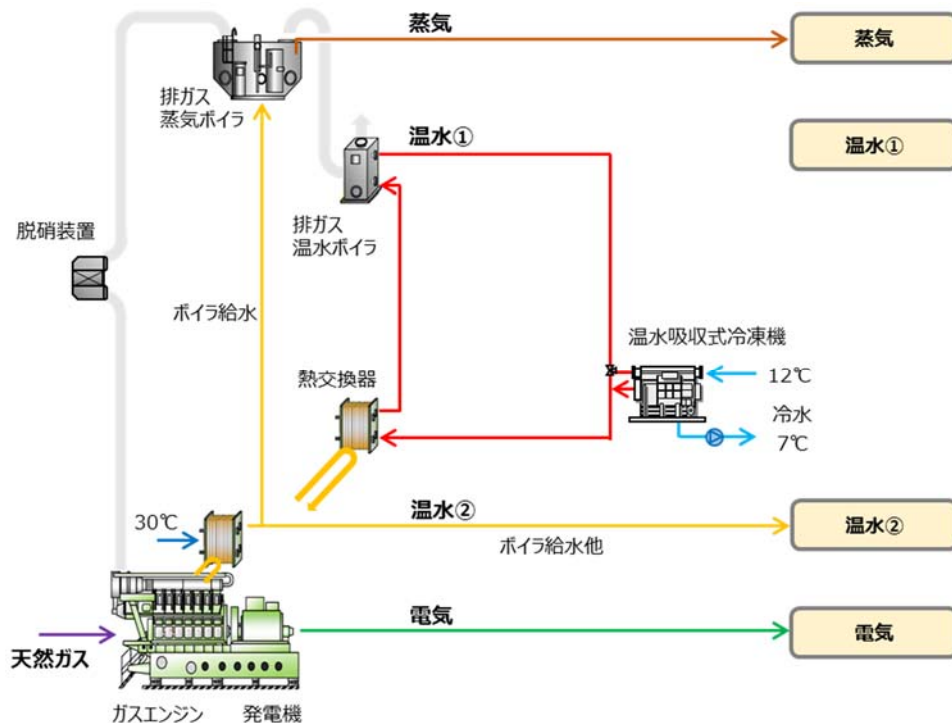
#### 1) プロジェクト計画

プロジェクトの実施計画およびスケジュールは下表のとおり。

項目	工程				
	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年
システム検討・建設費算出	→				
EIA申請	14～16ヶ月 →				
機器手配	6～7ヶ月 →				
工事	6～7ヶ月 →				
運転調整	2～3ヶ月 →				

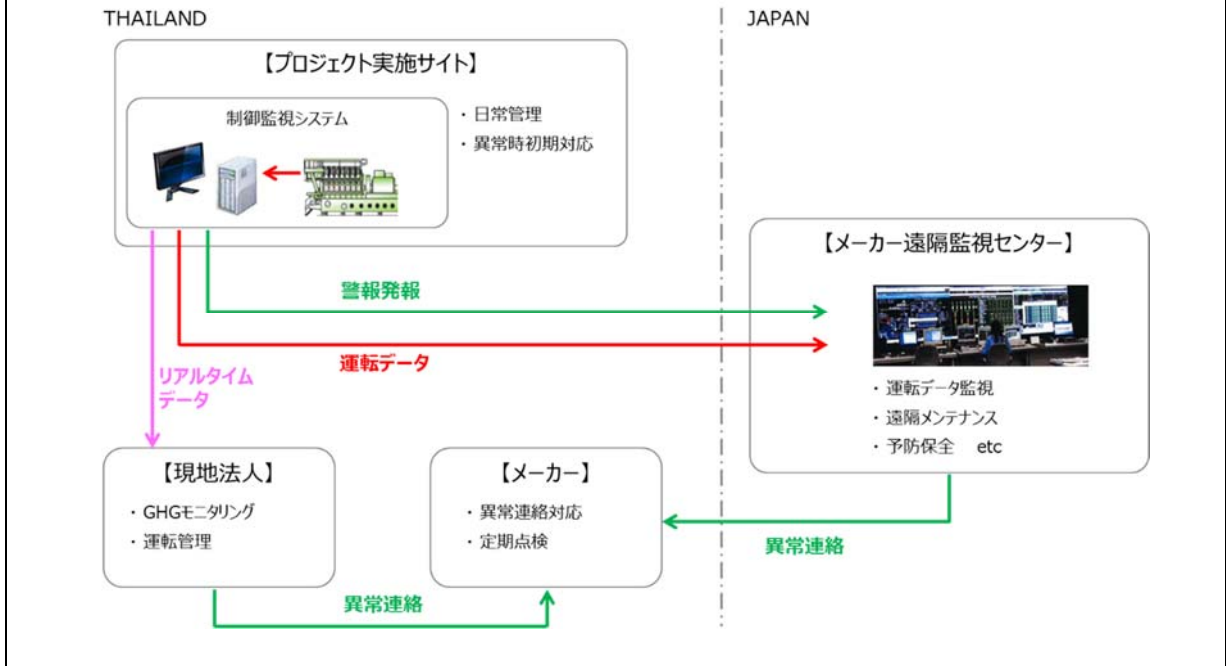
### プロジェクトにおけるシステム

- ・電気は当該サイト 6kV-BUS 系統へ接続し、地方配電公社の系統と連系して供給する
- ・蒸気は既設蒸気系統へ接続して供給する。
- ・温水①は温水吸収式冷凍機の熱源とし冷水を供給する。
- ・温水②はボイラ給水を予熱する熱源として利用する。
- ・NO<sub>x</sub> 規制により脱硝装置を搭載した機種を選定する。



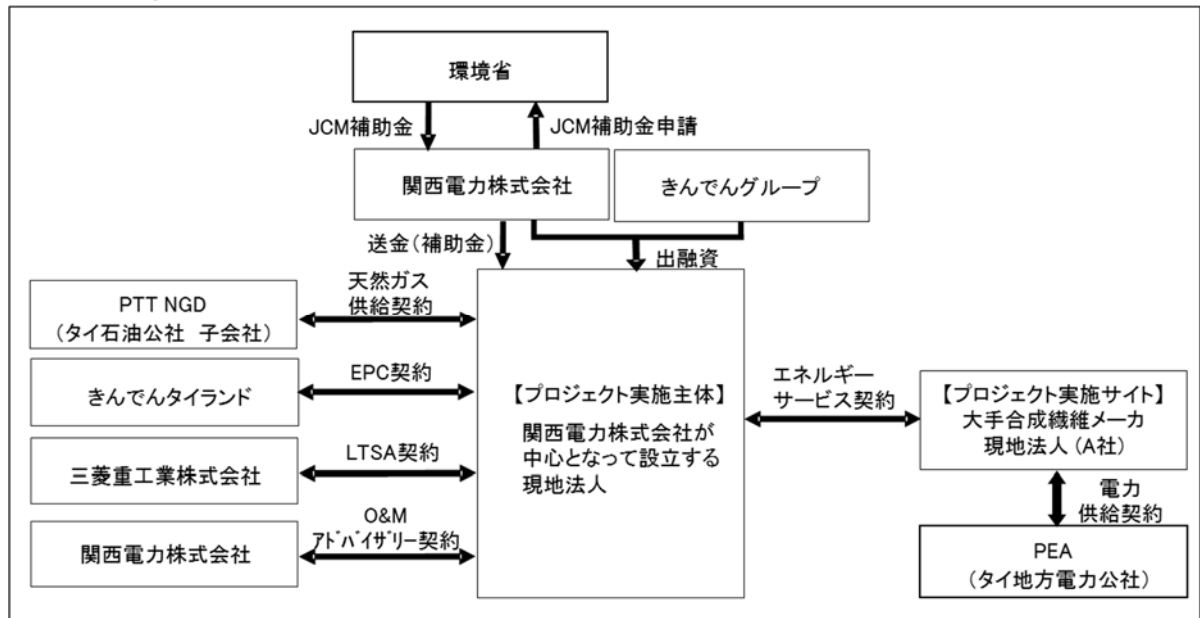
また、以下の図に示すとおり、現地法人にて遠隔によるGHGのモニタリング・運転管理を行う。また、日常の運転データは現地法人および遠隔監視センターにて日常監視するとともに、そのデータは集積される。GHGに影響を及ぼすCGSの異常をきたした場合

は速やかに現地法人もしくは遠隔監視センターを通じ現地メーカーに情報が入る仕組みである。プロジェクトの運営計画は下図のとおり。現地法人と三菱重工が遠隔監視による運転管理、メンテナンス等運営に関わる業務を行う。



### プロジェクトの実施体制

関西電力およびきんでんグループにて出融資、設立する現地法人を実施主体とし、A社に対して、売電・売熱事業等を実施するにあたり、建設から運転・保守を一貫して、経験豊富で、高い技術力を有する日系企業が行う。



プロジェクト実施主体の経営体制は、現在関係各所と協議中(本プロジェクトの実施に合わせて現地法人を設立)。タイ国民商法典やタイ国外国人就労法の定め等を遵守するとともに、事業運営に支障をきたすことがないように、必要人員を確保し体制を整えていく。

## 2) 資金計画の評価結果

初期費用については、関西電力が中心となって設立する現地法人に対する、関西電力およびきんでんグループからの出融資金(出融資比率については、現在協議中)を充当する。市中からの借入はなし。また、初期費用の低減を図るため、JCM 設備補助(1/2 補助)および BOI 投資優遇税制を最大限活用する。

運転開始後は、A 社から收受するエネルギーサービスの対価をもって、運営費用に充当する。

事業の採算性については、以下のとおり。JCM 設備補助なしの場合は事業の採算性は取れないことがわかった。一方、JCM 設備補助事業の補助金で設備投資費用を抑制した場合においても、採算性は厳しい水準にあり、これを踏まえ、引続き、設備投資費用や運転費用等のコスト低減について検討を行う必要があるものと評価した。

	単純投資回収年	プロジェクト IRR
JCM 設備補助なし	—	-0.83%
JCM 設備補助 50%	10 年程度	5.24%

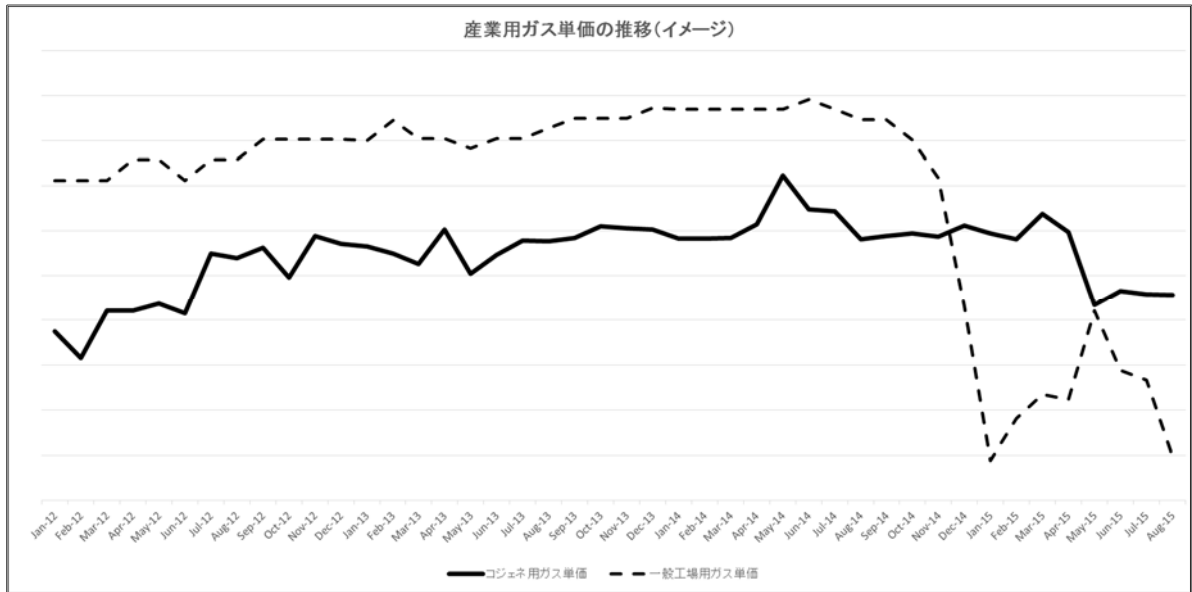
### CGS の運転条件

- CGS の稼動は調査結果より、定格出力で年間 8,000 時間運転とする。  
また、保守点検の頻度は 4,000 時間ごとに実施することとする。
- 電気、蒸気は既設系統へ接続することとし、温水①は温水吸収式冷凍機の熱源水に利用、温水②はボイラ給水予熱に利用することとする。

### 事業の採算性の評価条件

- 出融資額は CGS 設備本体費用に、脱硝装置費用、ガス配管費用、温水吸収式冷凍機、既設設備への接続工事、その他諸費用を加えて約 25 億円(約 735 百万タイバツ)として評価する。
- 事業開始から 3 年間(建設期間含む)は、BOI 恩恵により法人税(20%)免税と仮定  
JCM 設備補助に対する課税も、BOI 恩恵(法人税 3 年間免税)により免除されると仮定。(JCM 設備補助に対する免税可否については、タイ投資委員会に確認・調整中。免税不可となった場合、採算性は大幅に悪化する。)
- 事業期間を 15 年とする。
- 事業の採算性の評価は、JCM 設備補助が「なし」・「50%」の 2 つのケースについて評価する。

事業採算性に大きな影響を与えうる購入ガス単価については、PTTNGD へのヒアリングを実施。通常の工場向け単価(シンガポール重油リンク)とは異なるコージェネ向け単価が適用可能であることを確認するとともに、ガス価格フォーミュラ・価格データを入手。(コージェネ向け単価は、PTT ガス調達価格にリンクしているため、重油リンクで変動の激しい工場向け単価と比べ、安定的に推移。)



事業採算性向上に資する可能性のある VSPP 制度に関して、きんでんタイランドへ制度に関する資料の収集・翻訳を委託のうえ、PEA へのヒアリングを実施。

しかしながら、下記理由により、本件における VSPP 制度の活用は難しいと評価。

- ・契約期間が最長 5 年(当社の想定事業期間 15 年をカバーできない)
  - ・当該地区の系統容量が VSPP には厳しい
  - ・VSPP は再生可能エネルギーが大半でガスコージェネの実績が極めて少なく採用可否の見通しが不透明
- 等

**(2)プロジェクト許認可取得**

プロジェクトの実現にあたっては、実施主体の設立をはじめ、事業実施や環境影響評価に係る許認可などを取得する必要がある。必要と思われる許認可については下表のとおり。

項目	機関	審査期間
会社設立登記	商務省事業開発局	1ヶ月程度
工業団地入居申請許可	タイ工業団地公社(IEAT)	数ヶ月程度
工場設立・操業許可	タイ工業団地公社(IEAT)	数ヶ月程度
工場建築確認申請許可	内務省	数ヶ月程度
電気事業(ガス使用含む)	エネルギー規制委員会(ERC)	数ヶ月程度
投資奨励	タイ投資委員会(BOI)	6ヶ月程度
環境影響評価 (ガスパイプライン含む)	タイ環境政策計画局(ONEP)	14~16ヶ月



### (3) 日本の貢献

#### <ファイナンス面からの貢献>

- ・本案件の実施に際しては、関西電力ときんでんグループからの出融資金によって、初期費用を充当する予定であることから、プロジェクト実施に係る総事業費が全て日本企業グループから拠出されることになる。
- ・また環境省の JCM 設備補助を用いることから、日本国政府からの補助金が事業実現に貢献していると言える。

#### <技術面からの貢献>

- ・国内で数多くの省エネルギーコンサルティング事業を手がけた関西電力が、プロジェクト実施サイトのエネルギー使用状況に応じたエネルギー供給システムの構築を行い、その結果としてエネルギーの総合利用効率の大幅な向上を実現する。
- ・エネルギー供給事業に関する長年の知見・経験を有する関西電力が、設立予定の現地法人と O&M アドバイザリー契約等に基づき、効率的で費用対効果の高い運転・保修体制の構築を図り、高効率プラントの高稼働、効率劣化防止に取り組む。
- ・国内の豊富な電気工事の知見・経験を有するきんでんからの技術移転がなされているきんでんタイランドが EPC を担うことで、高い品質管理の下での建設工事を実現する。
- ・導入予定のガスエンジンは先進国メーカーしか実現できない水準の高効率ガスエンジンであることに加え、遠隔監視モニタリングシステムを導入することで、より円滑な事業運営を実現する。

### (4) 環境十全性の確保、ホスト国の持続可能な開発への貢献

#### 1) 環境十全性の確保

##### 法律上の規制

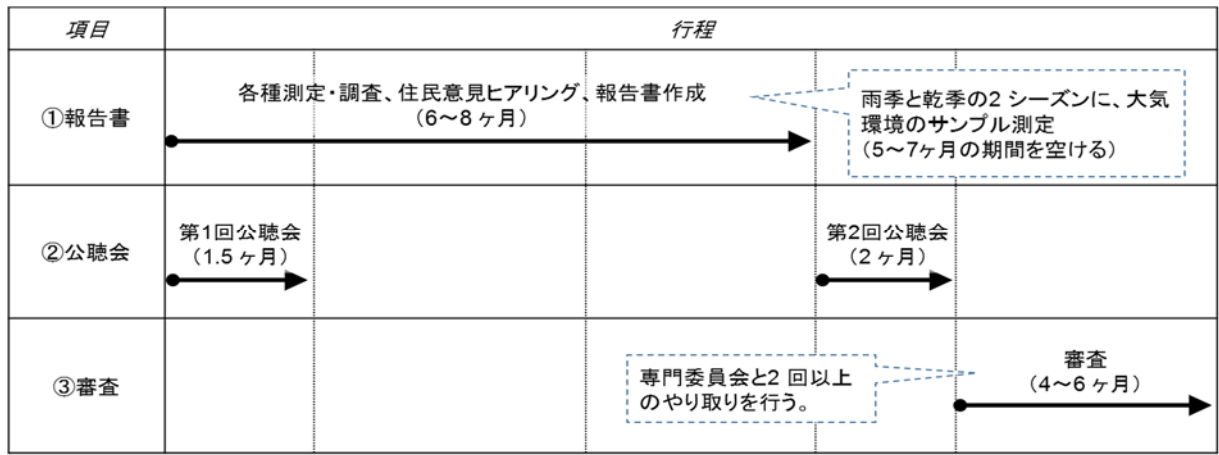
本プロジェクトの排ガスに係る法的規制値は、国家環境保全推進法”Enhancement and conservation of national environmental quality act”に基づき、以下のとおり定められている。

##### 大気汚染物質の排出基準(新設ガス火力の場合)

有害物質の種類	基準値	単位	備考
SO <sub>x</sub>	20 以下	ppm	O <sub>2</sub> 濃度 : 7%
NO <sub>x</sub>	120 以下	ppm	O <sub>2</sub> 濃度 : 7%
粒子状物質	60 以下	mg/m <sup>3</sup>	

##### 環境影響評価(EIA)

本プロジェクトは 10MW 以上の火力発電であるため、タイ国における環境影響評価(EIA)の許認可が必要である。EIA コンサルへのヒアリング調査を行った結果、EIA は以下のスケジュールで進められ、全体で約 14~16 ヶ月程度を要することがわかった。



また、タイ国では環境規制が年々厳しくなっており、排ガス NO<sub>x</sub> 濃度については、EIA 審査で法定の 120ppm より厳しい数値(最近のガス火力の事例では 60ppm 程度)が求められるとの情報を聴取した。その他、タイ工業団地公社により各工場の NO<sub>x</sub> 排出量の上限が設定されているとの情報も聴取したので、NO<sub>x</sub> 排出量の上限值として 60ppm を採用することが妥当と考えられるため、NO<sub>x</sub> 排出対策として脱硝装置の設置をベースケースとする。

## 2) ホスト国の持続可能な開発への貢献

タイ国のタイ温室効果ガス管理機構の通達”Notification of The Board of Directors of Thailand Greenhouse Gas Management Organization on Sustainable Development Criteria for Clean Development Mechanism Project B.E.2553 (2010) No.1/2553” に準じて評価した結果は以下の通りである。

### ①環境面での貢献

CGS 導入により系統電力および石炭ボイラによる蒸気供給を代替するので、GHG 排出量だけでなく SO・NO<sub>x</sub> 排出量の削減や石炭灰の廃棄物低減にも寄与する。

### ②社会面での貢献

EIA における公聴会等で、地域住民に対して十分な情報提供を行い、地域の一員として、理解・協力を得ながら事業を実施する計画である。

### ③技術面での貢献

最新鋭の日本製品 (CGS、各種省エネ機器) の導入および使用方法等の教育・指導により、現地労働者のスキル習得に資する。

### ④経済面での貢献

建設工事や補修工事等を通じて現地の雇用創出が期待でき、また工場内のユーティリティ設備への ESCO スキーム活用によりエネルギー効率の向上が期待できる。

## 6. JCM 方法論の予備調査結果

### (1) 方法論に必要なデータ収集等の予備調査結果

本案件に適用する JCM 方法論(案)は以下の通りである。

#### 適格性要件

基準 1	天然ガス焚きのガスエンジンを導入し、熱電併給するプロジェクトである。
基準 2	ガスエンジンによる電力の排出係数は、当該地域の国/地域の電力会社からの系統電力よりも低く、ガスエンジンで発電した電力の供給によって系統電力を代替する。
基準 3	ガスエンジンによる熱の供給先は、石炭焚の所内ボイラを保有しており、導入プラントで生成した蒸気の供給によって、石炭焚の所内ボイラからの蒸気を代替する。
基準 4	ガスエンジンで生成された温水を活用した吸収式冷凍機を導入し、そこで得られた冷水が、既存のターボ冷凍機等によって生成された冷水を代替する。
基準 5	本プロジェクトで生成される電気、蒸気、冷水は本プラントが設置される工場にのみ供給され、国/地域の電力会社や近隣工場へのエネルギー供給は行わない。
基準 6	本プロジェクトで導入するガスエンジンの単体での発電効率は 48%以上とする。
基準 7	本プロジェクトで導入する吸収式冷凍機の成績係数は 0.7 以上とする。
基準 8	本プロジェクトで導入するコージェネレーションシステムとしての総合エネルギー効率は 75%以上とする。

#### GHG 排出削減量の算定式

##### a. リファレンス排出量

リファレンス排出量は、本プロジェクトで導入する CGS によって供給される電気、蒸気、冷水に相当する量が、各々、電力系統から電気が供給されたと考えた場合の CO<sub>2</sub> 排出量と、既設石炭ボイラにより蒸気が供給されたと考えた場合の CO<sub>2</sub> 排出量、既設冷凍機により冷水が供給されたと考えた場合の CO<sub>2</sub> 排出量の合計であり、以下の算定式で表される。

尚、CGS によって生成される温水を既設ボイラの給水予熱に活用することで、既設ボイラの燃料消費量の抑制を図るが、本施策による GHG 排出削減量は加味しない等の考えを適用することで純削減量を確保する。

$$RE_p = EG_{PJ,p} * EF_{grid} + HEC_{steam} * SP_{PJ,p} / \eta_{boiler} * EF_{coal} + ES_{PJ,p} * EF_{grid}$$

ここで、

$$ES_{PJ} = (T_{CW,in} - T_{CW,out}) * CW_{PJ,p} * C / (3.6 * 10^{-3}) / COP_{exist}$$

##### b. プロジェクト排出量

導入プラントが天然ガスを消費することに加え、CGS の運転に係る補機動力に起因する CO<sub>2</sub> 排出量の合算であり、以下の算定式で表される。

$$PE_p = FC_{PJ,p} * \rho_{gas} * NCV_{gas} * EF_{gas} + EC_{PJ,p} * EF_{grid}$$

**c.GHG 排出削減量**

リファレンス排出量とプロジェクト排出量の差分であり、以下の算定式で表される。

$$ER_p = RE_p - PE_p$$

**モニタリング項目および測定方法**

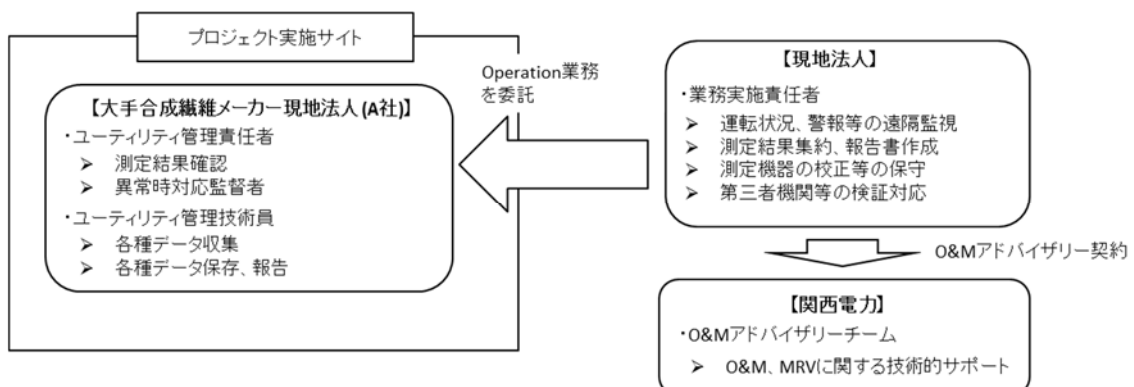
パラメータ	データの説明	単位	測定方法
$EG_{PJ,p}$	p 期間中の本プロジェクトの発電電力供給量	MWh/p	積算電力量計等による計測
$HEC_{steam}$	本プロジェクトの供給蒸気の比エンタルピー	GJ/t	(モニタリング期間中の最小値)
$SP_{PJ,p}$	p 期間中の本プロジェクトの蒸気供給量	t/p	積算流量計等による計測
$CW_{PJ,p}$	p 期間中の吸収式冷凍機からの冷水供給量	t/p	積算流量計等による計測
$FC_{PJ,p}$	p 期間中の導入プラントによる天然ガス燃料 使用量	m <sup>3</sup> N/p	積算流量計等による計測
$EC_{PJ,p}$	p 期間中の CGS 補機を受電電力量	MWh/p	積算電力量計等による計測

**プロジェクト実施前の設定値**

パラメータ	データの説明	単位	情報源
$EF_{grid}$	電力システムの CO <sub>2</sub> 排出係数	t-CO <sub>2</sub> /MWh	TGO
$\eta_{boiler}$	既設石炭ボイラの熱効率	%	CDM 方法論ツール
$EF_{coal}$	使用石炭燃料の CO <sub>2</sub> 排出係数	t-CO <sub>2</sub> /GJ	IPCC ガイドライン 2006
$TCW_{in}$	冷水供給システムの冷凍機入口定格温度	°C	冷水系統系統図
$TCW_{out}$	冷凍機減台運用時の冷凍機出口温度	°C	運転マニュアル
$COP_{exist}$	既設の最高効率の冷凍機の成績指数	—	購入契約書等
$\rho_{gas}$	使用する天然ガス燃料の密度	kg/m <sup>3</sup> N	購入仕様書等
$NCV_{gas}$	使用する天然ガス燃料の発熱量	GJ/kg	IPCC ガイドライン 2006
$EF_{gas}$	使用する天然ガス燃料の CO <sub>2</sub> 排出係数	t-CO <sub>2</sub> /GJ	IPCC ガイドライン 2006

**(2)MRV 実施体制**

新たに設立する現地法人の業務実施責任者を中心に、エネルギー供給先である A 社、及び O&M に関する豊富な知見を有する関西電力と連携しつつ MRV を実施する。



## 7. 今後の予定

これまでに現地調査および机上における文献調査を実施し、本プロジェクトの事業性はじめその実現可能性を検討してきた。

まず、事業性に関しては、先述のとおり JCM 設備補助なしの場合は事業の採算性は取れないとの評価。一方、JCM 設備補助事業の補助金で設備投資費用を抑制した場合においても、採算性は厳しい水準にあり、今後も、引続き、設備投資費用の低減および運転費用の低減について検討を行うこととしたい。

他方で、調査を進める過程において、BOI投資奨励政策の活用に伴い、JCM設備補助金の一部減額される可能性があるとの情報を得た。こちらについては初期投資、ひいては事業性に大きく影響する内容であるため、事業化にあたっては十分確認の上、制度の活用を図っていききたい。

また、本プロジェクトは、CGSの法定耐用年数である15年にわたる長期のエネルギーサービス契約を締結するものであるところ、その料金体系の決定にあたっては、ガス価格の変動における費用負担のあり方やタイで以前発生した洪水といった不可抗力時における対応などについて、現地法人および A 社の双方が適切にリスクを分担できるよう検討する必要がある。

さらに、今回の調査の中で、会社設立や環境影響評価などの各種手続き間には密接な関連があり、手順を整理して進めていかなければ手戻りが発生してしまう可能性があることが判明した。また、各手続きを進めるにあたっては、数ヶ月～年単位での時間を要することも判ったため、スムーズな事業化に向けては、必要となる手続きを整理することで、潜在的にボトルネックとなりうる箇所を洗い出していくことが重要であることがわかった。特に、環境規制に明確な基準がないこと(NOx 制限は法令で定める基準以外に、EIA 審査における専門委員会との調整で決まる等)に伴う不確定要素があることから、机上において具体的事例の検証を行う等しながら、脱硝装置の設置等を含めた設備面での対応を含めて検討を進めていきたい。

以上の課題を解決し、JCM設備補助事業としての事業実施を目指していきたい。

以上