

二国間クレジット制度に係る実現可能性調査 最終報告書概要版	
調査案件名	クアンニン省セメント工場における廃熱利用発電
調査実施団体	JFE エンジニアリング株式会社
ホスト国	ベトナム国

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 UFJ リサーチ & コンサルティング(株)	外注先	方法論の予備調査
インド	JFE Engineering India Private Limited	外注先	プロセス設計等

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	ベトナム国クアンニン省にあるタンロンセメント社工場にて、セメント生産設備からの廃熱エネルギーを回収し、発電することで、セメント生産で消費されている化石燃料由来の電気の省エネルギー化を実現する。それにより、CO2 排出量の削減とあわせ、排気ガスのダスト低減、周辺の電力エネルギー事情の改善を実現する。		
予定代表事業者	JFE エンジニアリング株式会社		
プロジェクト実施主体	タンロンセメント社 (Thang Long Cement Joint Stock Company)		
初期投資額	2,450,000 (千円)	着工開始予定	2017 年度(最早)
年間維持管理費	60,000 (千円)	工期 (リードタイム)	24 ヶ月
投資意志	投資意欲あり。	稼働開始予定	2019 年度
資金調達方法	JCM 設備補助事業としての採択を前提に、初期投資費用及び維持管理費用は、タンロンセメント社の自己資金(銀行融資、親会社融資等)で賄われる予定。		
CO2 削減量	294,480(tCO2) = 年間排出削減量 32,720(tCO2/年) × 導入設備の法定耐用年数 9(年) (前提稼働時間 7,680 時間=320 日)		
GHG 削減量	同上		

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

- ・プロジェクトの目的:

当該国のセメント業では、セメント生産に際し、化石燃料由来の多量な電気エネルギーが消費されている一方、発生する高温排ガスのほとんどは十分に熱利用されことなく大気放散されているのが現状である。本プロジェクトは、タンロンセメント社にあるセメント生産プロセスに廃熱回収発電設備を設置し、熱エネルギーを回収することで電気エネルギーに転換し、工場の電気エネルギーの一部を賄うことにより省エネルギーを図り、結果として温室効果ガスの排出量削減を図ることを目的とする。

- ・GHG 排出削減効果:

294,480(tCO₂)

=年間排出削減量 32,720(tCO₂/年) × 導入設備の法定耐用年数 9(年)

(前提稼動時間 7,680 時間=320 日)

- ・導入する設備・機器の規模及び性能:

廃熱回収発電設備は、セメント生産設備であるサスペンションプレヒーターの排ガスを回収する SP ボイラ、クリンカクーラーの排ガスを回収する AQC ボイラ、冷却塔、及び蒸気タービン発電設備(出力:8,900kW)で構成される。

- ・実施サイト:

クアンニン省のハロンベイ近傍にあるタンロンセメント工場である。

(2) 調査対象プロジェクトを実施する背景及び理由

調査対象プロジェクトで適用する廃熱利用発電技術は、当該国現地企業単独で実施することが未だ困難であることから、本技術による温室効果ガス削減事業の実績がある JFE エンジニアリング株式会社が調査を実施し、プロジェクトを実現させることをタンロンセメント社も希望している。タンロンセメント社は、本プロジェクトを同社の省エネルギー及び環境改善事業として実施することに意欲的であり、プロジェクト実施に先立つ本調査へも全面的に協力することを表明している。

現在、JFE エンジニアリング株式会社はインドネシアにおいてセメンインドネシア社とのコンソーシアムで「平成 26 年度 JCM プロジェクト設備補助事業 セメント工場における廃熱利用発電」を実施中であるが、タンロンセメント社はセメンインドネシア社のベトナムにおける子会社であり、セメンインドネシアグループの省エネルギー、環境改善というポリシーと軌を一にしている。

また、ベトナムにおいては 2011 年 8 月 29 日付の首相令 No.1488/QĐ-TTg (APPROVAL OF VIETNAM CEMENT INDUSTRIAL DEVELOPMENT PLANNING 2011-2020 PERIOD AND ORIENTATION TO YEAR 2030)にて「2,500t クリンカ/日超のキルンを有する新しいセメント工

場への投資(首相令の発効日以降に設備供給契約に署名)の場合、燃料として産業廃棄物や廃棄物を使う技術以外の、発電のための廃熱回収設備を即設置することとされている。また、既存の工場あるいは設備供給契約の署名日が首相令の発効日以前の場合は、2015年までに廃熱回収発電設備を設置すること」とされていることから、本技術の導入による省エネルギー・温室効果ガス削減は、当該国の政策とも一致するものである。

本調査対象プロジェクトは、上記のインドネシアにおける JCM プロジェクトの実績をベトナムに横展開することで、ベトナム国における低炭素化促進と日本の排出削減目標達成に貢献するプロジェクトである。

4. 調査実施方針

(1) 調査課題及び調査内容

1) 調査課題

- ・ セメント製造工程から廃熱回収発電に利用できる排ガス条件の確認(ガス量、温度、ガス組成等)
- ・ 冷却水条件の確認(水量、水質等)
- ・ プロジェクトサイトにおける周囲温度、湿度その他気象条件の確認
- ・ 主要機器配置エリアの確認(SP ボイラ、AQC ボイラ、タービン発電機建屋、冷却塔、電気設備)
- ・ 環境アセスメントの要否、プロジェクト建設承認の要否などの確認
- ・ プロジェクト実施段階における工事工程の確認
- ・ 設備の運転計画、人員配置・組織計画、MRV 体制等の確認
- ・ プロジェクト資金ソース及び資金調達方法
- ・ 排出係数の最新版を確認
- ・ JCM 方法論の予備調査

2) 調査内容

① プロセスフロー・ヒートバランス・プラントレイアウト等の技術検討

JFE エンジニアリング株式会社の実績プラントでの知見及び至近の実績例(稼働中のセメンインドネシア社傘下のセメンパダン社向廃熱回収発電設備、現在施工中のセメンインドネシア社ツバン工場向廃熱回収発電設備)にて採用されているプロセス及びタンロンセメント社での最近の稼働状況を考慮し、設計条件を設定した。また、タンロンセメント社工場全体を共同調査・踏査し、主要機器(SP ボイラ、AQC ボイラ、タービン発電機建屋、冷却塔、電気設備)の配置を決定した上で、各種技術検討を行った。

② 工事計画の妥当性

プロジェクト実施段階での工事計画について、JFE エンジニアリング株式会社の実績・知

見に基づき、プロジェクト工程・計画をタンロンセメント社に提案し確認された。

③ プロジェクト運営計画

設備運転計画、モニタリング計画、人員配置・組織計画については、セメンインドネシア社からタンロンセメント社に出向中の技術担当幹部が、セメンパダン社廃熱回収発電設備での知見を有しており、また今回計画の廃熱回収発電設備の制御装置も既存の中央制御室内に配置されることから、セメント設備の運転要員を核に人員配置することで運用できるとの見通しが示された。

(2) 調査実施体制

プロジェクトの事業性に関する調査にあたっては、プロジェクトの実施主体であるタンロンセメント社の協力のもとに提供された各種データ・情報を踏まえ、概略技術検討・工事計画・プロジェクト運営計画について、JFE エンジニアリング株式会社が主体的に実施した。概略技術検討の一環でプロセス設計等は、JFE Engineering India Private Limited に外注した。

また、JCM 方法論の開発に関する予備調査については、JCM 方法論作成に関する業務経験を豊富に有しており、効率よく本業務を遂行することが可能な三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社へ外注を行うとともに、全体のとりまとめを JFE エンジニアリング株式会社が実施した。

(3) 調査実施スケジュール

訪問先	概要
第 1 回調査(9/14~9/18, 2015)	
タンロンセメント社 (工場/本社)	<ul style="list-style-type: none"> ●サイト調査及び主要機器配置エリアにつき現場踏査(主要機器: SP ボイラ、AQC ボイラ、タービン発電機建屋、冷却塔、電気設備) ●排ガス条件等の設計基本条件を協議 ●所掌範囲の取り決め協議 ●MRV 体制について協議 ●本調査/プロジェクトについてのスケジュール共有
	<ul style="list-style-type: none"> ●CFO 他財務部門担当者と面談 ●プロジェクト資金の調達計画についてヒアリング
天然資源環境省(MONRE)	<ul style="list-style-type: none"> ●気象・水文・気候変動局担当者と面談、排出係数の最新版を入手(2015年2月付2013年の係数)
第 2 回調査(12/13~12/15, 2015)	

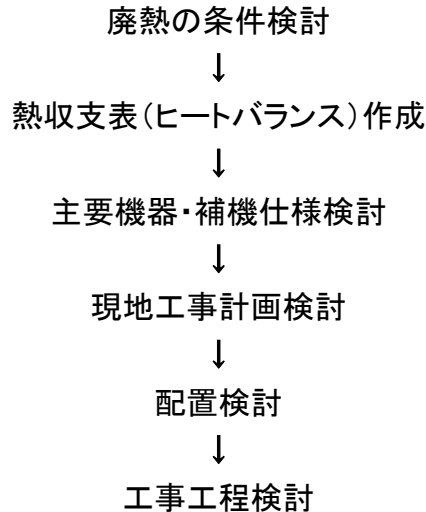
<p>タンロンセメント社 (工場/本社)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●主要機器配置エリアについて現場踏査/再確認 ●現地工事見積用資料の説明 ●ヒートバランス説明 ●プロジェクト実施段階における工事工程の確認 ●プロジェクト実施体制の確認 ●稼動後の運転体制とメンテナンス体制の確認 ●廃熱回収発電設備制御室の配置確認
<p>第 3 回調査(2/16～2/18, 2016)</p>	
<p>タンロンセメント社 (本社)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●FS の報告 ●今後のプロジェクトの見通しについて確認

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

プロジェクトの工事計画は、次の手順で行った：



日本側から代表事業者としての JFE エンジニアリング株式会社、ベトナム側からタンロンセメント社の 2 社により構成される国際コンソーシアムにより、JCM 設備補助事業としてプロジェクトを実施する。

タンロンセメント社は、インドネシア国営セメンインドネシア社が 2012 年 12 月に買収した子会社である。株主構成は、セメンインドネシア社 70%、複数の現地資本が 30%を保有している。

取締役会は、6名で構成されている。Chairmanはベトナム人であるが、Vice Chairman(兼、セメンインドネシア社取締役)以下取締役は全員セメンインドネシア社からの出向者である。同社の2015年度売上は約140億円である。

②資金計画の評価結果

本プロジェクトは、JCM 設備補助を前提としているが、大部分の資金がタンロンセメント社の自己資金により賄われるため、同社における設備投資の予算確保が必要である。同社での新規投資案件の社内稟議は、下記の手順で行われることになっている。

1. 起案部署による設備投資計画策定
↓
2. 起案部署による予算申請
↓
3. 予算投資管理部門による査定
↓
4. 次年度投資案件予算化会議
↓
5. 予算決定(取締役会承認)
↓
6. 親会社セメンインドネシア社への融資借入承認申請または報告

タンロンセメント社の投資基準は、プロジェクトIRR5%~6%とされている。最終的に、親会社であるセメンインドネシア社の承認を得る必要があるが、JCM 補助金により、セメンインドネシア社の投資基準であるプロジェクトIRR10%を満たしているため、本廃熱回収発電設備は新規投資案件としては適格として考えられる。

資金計画については、初期投資の24.5億円のうち、5.5億円がJCM 設備補助事業にて賄われることを前提とし、19億円はタンロンセメント社にて準備(銀行融資または親会社融資等)される予定である。タンロンセメント社は、融資借入実績のある外銀、インドネシアの大手銀行などと非公式の接触を続けているが、親会社(セメンインドネシア社)からの融資の可能性やその他融資の可能性を含め、総合的に融資スキームを検討中である。維持管理及びMRVについても自己資金により遂行される計画である。

(2)プロジェクト許認可取得

タンロンセメント社の見解によると、環境アセスメントは不要であるとのことである。ただし、プロジェクト建設の承認は必要ではないが、クアンニン省人民委員会及びホアンボ地区人民委員会に対し、工事着工前に届出が必要であろうというもの。さらに、他の承認要件があるかどうかを精査するとの報告が来ている。プロジェクトの承認が不要であるとの見解は、政府による2015年2月14日付の下記法令において廃熱回収発電設備が承認対象として挙げ

られていないことを根拠としている。

Appendix II of Decree No. 18/2015/ND-CP dated 14/2/2015 about Regulation on Planning on Environmental Protection, Strategic Environmental Assessment, Environmental Impact Assessment, and Environmental Protection Plan

ちなみに、上記法令 Appendix II において承認対象となっているのは、下記プロジェクトである：

- A) 年間 10 万トン以上のクリンカ/セメント生産をするセメント工場建設の全てのプロジェクト
- B) 核反応炉関係プロジェクト、原子力発電プロジェクト、火力発電プロジェクト

(3) 日本の貢献

セメント廃熱回収技術は、欧米には見られない日本発祥の技術であり、日本国内においては 1970 年代～1980 年代にかけ多くのセメント工場に導入された実績を有する、信頼性ある優れた技術である。ベトナムにおいては、2011 年 8 月の首相令で 2,500t/日超のクリンカー生産量を有するセメント工場への廃熱回収設備設置が義務づけられていることから、日本発祥の本技術による確実かつ大量の GHG 削減により、当該国の低炭素型発展への貢献が実現される。

近年、セメント廃熱回収設備に関しては、中国製・インド製の類似技術が市場に参入しており、安値攻勢にてセメント生産者側との調整も十分に行われないうまま設置されるケースがある。その結果、多数の設備不具合による多額の補修工事費の発生や、想定を上回るメンテナンスコストがかかっている。一方、日本製は初期投資で比較すれば高いものの、当社実績が示すとおり長期間の安定的な運転が可能であり、長期的視点・設備ライフサイクルでの経済性は高くなると見込まれる。また、長期安定稼働により、大量かつ安定的な GHG 削減も実現される。本プロジェクトは、セメント生産における系統電力消費量低減による二酸化炭素排出削減とともに、セメント生産単位あたりのコストをも低減することとなる。セメント生産には膨大な電力消費を伴うが、廃熱回収発電設備を導入することにより、電力購入コストの約 2 割を削減でき、これはセメント生産コストを削減できることを意味している。セメント産業においては、設備投資の優先度という視点では廃熱回収発電設備よりもセメント生産設備への投資に目が向けられがちであるが、当該技術の導入は、将来的には経済成長の鈍化等の景気変動に対する耐性が強まる効果もあると考えられる。

初期投資の壁をクリアできれば、電気料金高騰へのリスクヘッジ、生産コスト低減に寄与できる設備であり、JCM 設備補助事業として日本製技術の導入に向けた理解が深まると思われる。また、本プロジェクトの成功により、初期投資に対するリターンを広く宣伝することで、ベトナム国内の他のセメント会社への導入機運を盛り上げ、環境・経済を両立させることで持続可能な開発に寄与することとなる。

(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

本技術は省エネルギーを実現するのみならず、環境負荷に影響を及ぼす機構は特に無い。むしろ、現在大気放散されている排ガス中に含まれるダストの排出を減少させる効果がある。上記 5.(2) 項記載の通り環境影響評価は不要なプロジェクトと位置づけられており、廃熱回収発電設備からの排出物は水だけであることから、環境面での悪影響はない。廃熱回収発電設備建設に際しては、プロジェクトが実施されない場合に比して、建設用トラックや重機等の使用による温室効果ガスの排出や、その出入りに伴う粉塵等の問題が一定期間起こることとなる。ただし、現在の建設スケジュールによれば、その期間は最長でも 12 ヶ月程度であり、影響は微小である。また、燃料焚発電設備等と異なり、本設備では燃料や原料等事業実施後に付加的かつ継続的に温室効果ガスを排出する車両重機等の使用はないため、建設終了後には上記のような問題は起こらない。

② ホスト国の持続可能な開発への貢献

本技術は中国製やインド製に比べて初期投資額が高くなるものの、我が国が提唱する「質の高いインフラパートナーシップ」「質の高いインフラ投資」に沿うものであり、タンロンセメント社での JCM 設備補助事業をモデルプロジェクトまたはショーケースとして、他のセメント会社への導入促進によるホスト国の低炭素社会への“一足飛び”型発展を実現するものである。ベトナム天然資源環境省(気象・水文・気候変動局)訪問時にも、本プロジェクトへの期待が示された。

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

本プロジェクトと同じタイプのプロジェクトに適用される JCM の承認方法論としては、インドネシア JCM の承認方法論 ID_AM001「Power Generation by Waste Heat Recovery in Cement Industry」がある。同承認方法論及びベトナム JCM の方法論開発ガイドラインを参照し、本プロジェクトに適用する方法論の開発に必要な関連データ・情報をリストアップし、各データ等を収集・整理した。結果の概要を方法論の構成立てに合わせて下表に示す。

データ等の収集・整理結果から、本プロジェクトのための方法論には、基本的には JCM の承認方法論 ID_AM001 におけるロジックが適用可能と考えられる。

表 6.1 方法論に必要なデータ・情報等の概要

項目	必要なデータ・情報	データ等の収集・整理結果
適格性要件	ベトナムにおける廃熱回収発電設備に関する規制等	2011 年 8 月 29 日発行の首相令で 2011-2020 年及び 2030 年に向けたセメント産業発展のためのマスタープランが承認されている。
	ベトナムのセメント工場における廃熱回収発電設備の導入状況	ベトナムでは、3 つ程度のセメント工場で既に廃熱回収発電設備が導入されているが、そのうち 2 工場はモデル事業と CDM プロジェクトである。
	本プロジェクトの廃熱回収発電設備の構成	SP ボイラ、AQC ボイラ、蒸気タービン発電機及び冷却塔で構成される。
	本プロジェクトの廃熱回収発電設備での他の燃料・蒸気等の使用の有無	廃熱のみを使用し、他の燃料・蒸気等は使用しない。
	本プロジェクトの対象キルンにおける既存の廃熱回収発電設備の有無	対象キルンに既存の廃熱回収発電設備はなく、本プロジェクトで新規導入となる。
	本プロジェクトの対象工場で使用している電力の電源	対象工場では基本的にグリッド電力を用いている。
	本プロジェクトの廃熱回収発電設備で発電した電力の用途	対象工場で自家消費する。
排出削減量計算	グリッド電力排出係数	ベトナム国天然資源環境省がグリッド電力排出係数を公表している。
モニタリング	ベトナムにおける電力量計に関する規格等	電力量計の検査手順や頻度を定めた文書があるが商取引用以外の電力量計への適用義務はない。

(2)MRV 実施体制

本プロジェクトに適用される方法論では、廃熱回収発電設備で発電される総電力量がモニタリング対象項目になると想定されるため、下図①の位置に電力量計を設置する。廃熱回収発電設備で使用される電力については、方法論では定格容量を用いて計算し、モニタリング対象項目とはならないことが想定されるが、実測が必要となる場合にも対応できるように、消費電力を計測する電力量計を下図②③④の位置に設置する計画である。

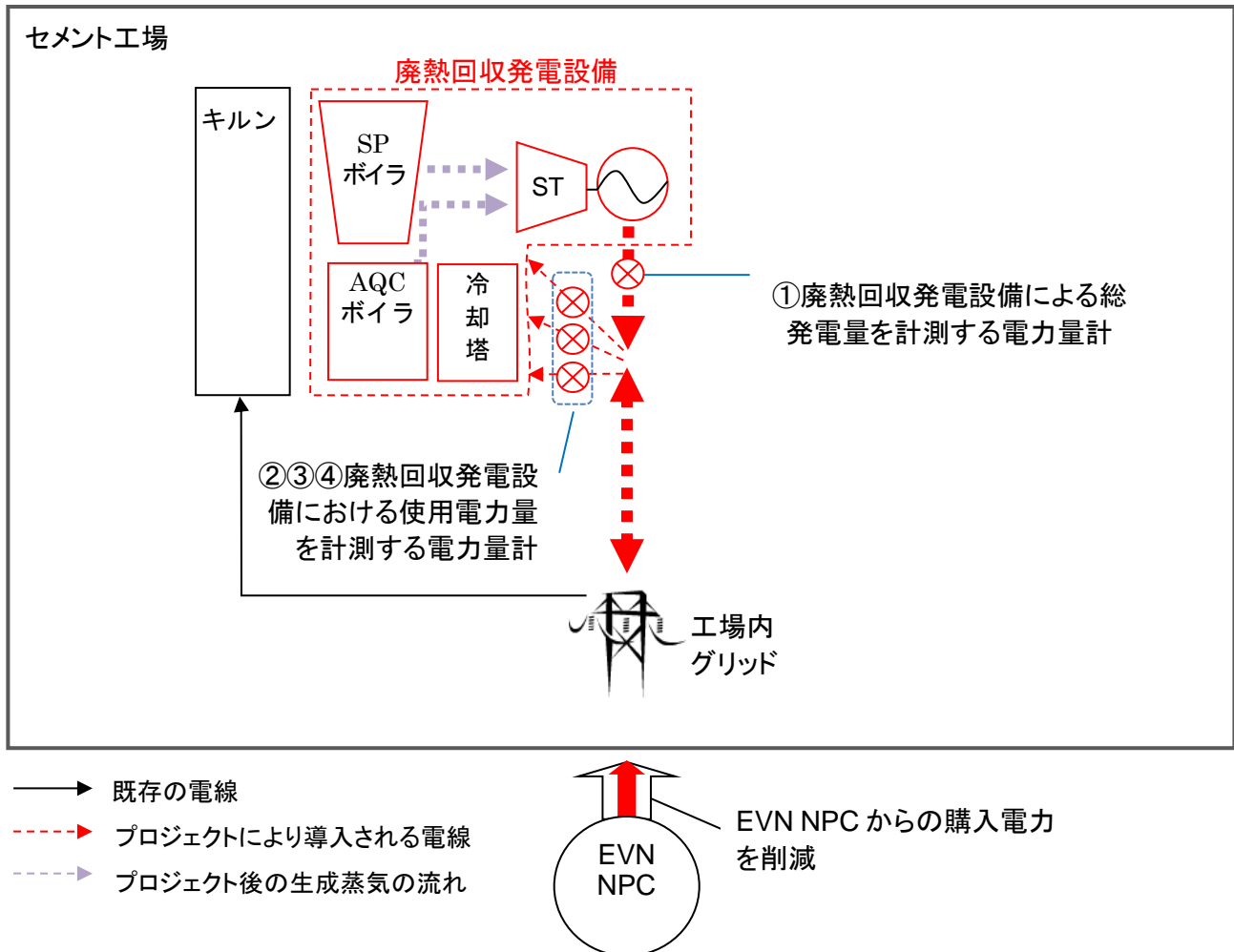


図 6.1 プロジェクトにおける電力・蒸気の流れ及びモニタリング地点の概略

①、②、③及び④で計測された全てのデータは制御システムで(DCS)で集められ、中央制御室に集約される。発電量全体から自家消費電力量を差し引いた量、即ちセメント廃熱回収発電設備導入による代替電力量が1時間毎に表示され、それらの値が日報として帳票に入力される。モニタリング及び報告は、タンロンセメント社の人員にて下図の体制で行う予定である。まず担当技師が収集データを保存・集計し、バックデータと共に報告書をまとめる。上級技師がその報告書と全てのデータを関連書類と共に確認し、電力配電課長が確認・承認する。その後、電力配電課長が、月次報告書として生産担当次長に報告し、承認・保管される計画である。

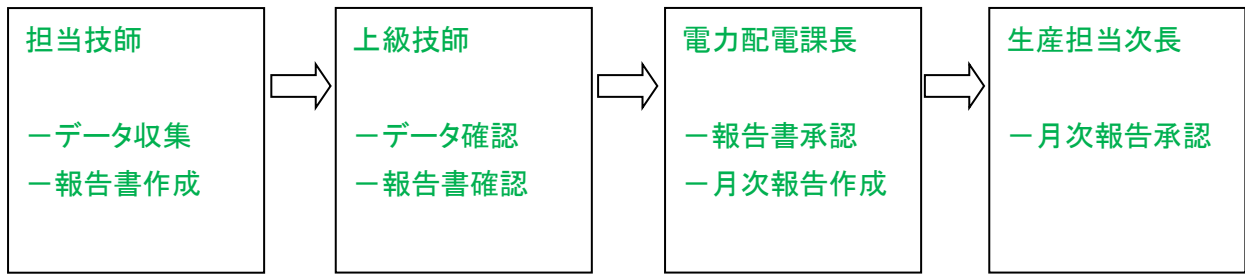


図 6.2 モニタリング体制

7. 今後の予定

現地のプロジェクト実施主体であるタンロンセメント社は、親会社であるセメンインドネシア社での先行事例 2 件(セメンインドネシア社ツバン工場及び同社傘下のセメンパダン社インダラン工場)がある為、本技術のもたらす経済的メリット、CO2 排出削減、JCM スキーム、ベトナム政府が本技術の導入を推進していることを理解しており、廃熱回収発電設備導入に大変意欲的である。親会社側も本プロジェクト推進に積極的である。

プロジェクト実現へのスケジュールについては、本調査終了後、2016 年後半にタンロンセメント社内で 2017 年度(1 月～12 月)投資案件の予算上申/審議、投資承認/資金調達承認(含、親会社による承認)というプロセスを経る予定である。その後、タンロンセメント社と JFE エンジニアリング株式会社間で国際コンソーシアム協定書が締結され、2017 年度設備補助採択を前提として、最早で 2017 年内のプロジェクト実現が期待される。タンロンセメント社は親会社の意向も勘案し、新設セメント工場建設も視野に入れて投資案件の検討を行っているものの、環境への配慮及びエネルギーコスト削減の重要性も十分に理解しており、本廃熱回収発電プロジェクトについても早々の実現を親会社に申し入れている。

JFE エンジニアリング株式会社としては、このスケジュール感をタンロンセメント社と共有しつつ、プロジェクト実現に必要な技術要件や商業条件の整備を進める方針である。