

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	保温施工による石炭火力発電所の効率改善
調査実施団体	関電プラント株式会社
ホスト国	モンゴル国

## 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 数理計画	外注先	<ul style="list-style-type: none"> <li>・方法論作成支援とともに、PDD で必要な環境影響評価、環境十全性の確保に関する調査</li> <li>・ホスト国の持続可能な開発への貢献に関する評価</li> </ul>
日本	(一財)日本品質保証機構	外注先	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Validation を踏まえた適格性要件の設定支援</li> <li>・実効性のあるモニタリング計画の策定支援</li> <li>・検証プロセスを見据えたJCMのMRV体制の構築支援</li> </ul>
日本	ニチアス株式会社	外注先	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2015 年度の設備補助事業(増し保温施工)の実施に向けた課題の抽出と解決策の作成支援</li> <li>・サンプル保温施工を実施し、方法論の構築のためのデータ収集</li> <li>・工事計画、運営計画の作成支援</li> <li>・キャパシティ・ビルディングに関する支援</li> </ul>
モンゴル国	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第3火力発電所(以後、CHP3 という)&amp;第4火力発電所(以後、CHP4 という)</li> <li>・エネルギー省&amp;環境グリーン開発観光省</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・現地調査のサポート</li> </ul>

## 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	<p>ニチアス株の特許である「増し保温(エコ・エイム工法)」による保温施工は、温室効果ガスの排出削減のみならず、大気汚染対策のコベネフィット効果も有し、かつ、既存保温材を撤去する必要がないため、廃棄物の削減にも貢献する。</p> <p>CHP3&amp;CHP4 の2発電所の既設ボイラ出口～既設タービン入口までの主蒸気配管の既存アスベスト保温材の上に、「増し保温施工(エコ・エイム工法)」によるプロジェクト保温材を使用して保温施工を実施し、アスベストの飛散防止及</p>

	び熱・発電供給施設からの放散熱量の低減並びに CO2排出削減を実現する。				
予定代表事業者	関電プラント株式会社				
プロジェクト実施主体	CHP3&CHP4				
初期投資額	(百万円)		着工開始予定	2015年7月末日	
	CHP3	CHP4			
	141	187			
年間維持管理費	(百万円)		工期(リードタイム)	16ヶ月	
	CHP3	CHP4			
	1	1			
投資意志	有り		稼働開始予定	2016年11月1日	
資金調達方法	<p>・ CHP3 は、技術委員会(2014年9月17日)で、本プロジェクトの技術面に係る審議の結果、特に問題は無いという結論を出し、本プロジェクトの実施を承認した。なお、CHP3 の財務状況は厳しい状況であり、プロジェクト実現に必要な予算調達は CHP3 の予算ではなく、国(エネルギー省)の予算を希望している。</p> <p>調査団はエネルギー省を訪問し、早急に CHP3 の本プロジェクトに係る技術委員会の審議結果の内容を、エネルギー省主催の科学技術委員会で協議をして頂き、技術的な問題が無いことを確認した上で、CHP3 のプロジェクト実施に向けての資金調達の検討をお願いしている。</p> <p>・ CHP4 は、2014年9月に関電プラント主催のキャパシティ・ビルディングに参画し、本プロジェクトの技術面に係る問題が無いことを確認している。その後、技術委員会(2014年9月23日)で、本プロジェクトの技術面に係る審議の結果、特に問題がないということで、本プロジェクトの実施を承認した。なお、プロジェクト実現に伴う資金調達は、発電所の資金で行う意向であることを確認している。</p>				
GHG 削減量	(tCO2/年)				
	プロジェクト活動	削減効果の内訳	CHP3	CHP4	合計
	増し保温施工	放散熱量の低減	761	962	1,723

※1) 初期投資額/年間維持管理費は内容見直しによる変更。

※2) 資金調達方法は第3回現地調査での確認事項を記載。

### 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

##### a. 既設保温材の仕様

現地ヒヤリングにより、CHP3&CHP4 における既設主蒸気配管の保温材の仕様を下表に示している。

(単位:mm)

部位	CHP3:保温材仕様	代表 厚さ	CHP4:設保温材仕様	代表 厚さ
主蒸気配管	耐火セメント+耐火煉瓦 けい酸カルシウム+アスベスト セメント	150	耐火セメント+耐火煉瓦 けい酸カルシウム+アスベスト セメント	200

※1)過去の保守・改修工事の都度、調達可能な材料を使用して施工が行われてきたため、現状の保温材仕様及び厚さは一定ではない。

b. プロジェクト保温施工面積:

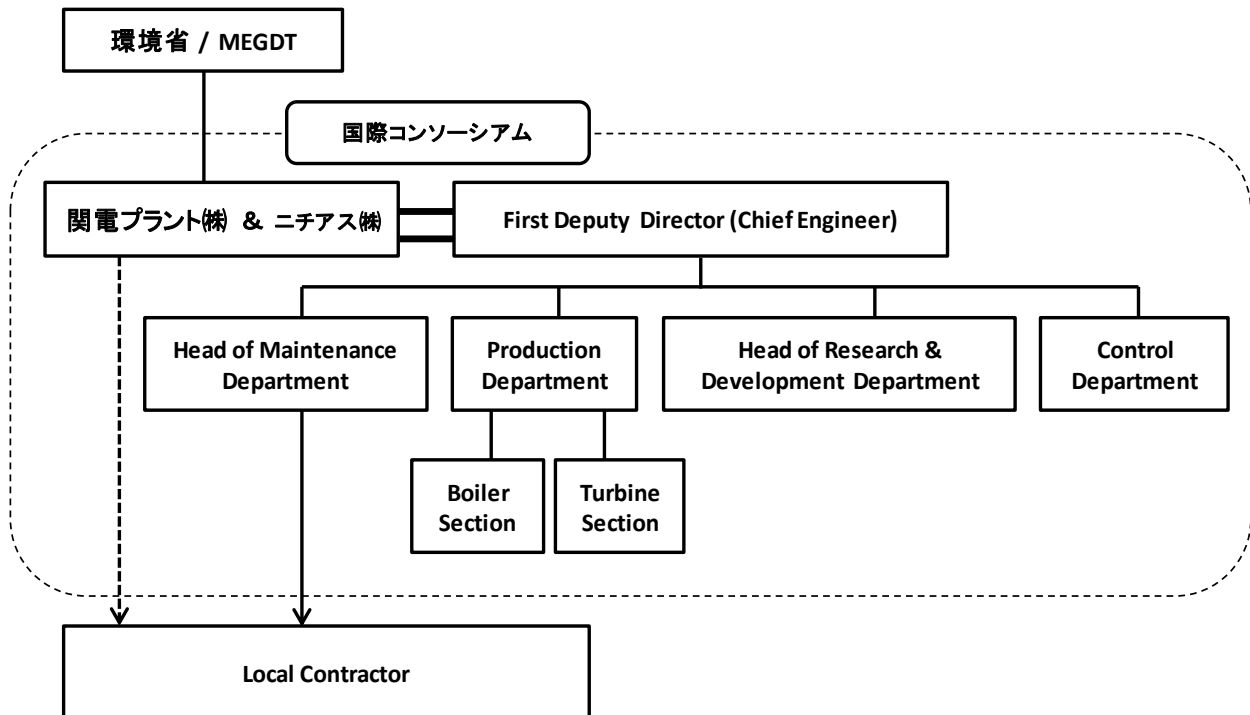
(単位: m<sup>2</sup>)

CHP3	CHP4
2, 211	3, 300

c. プロジェクト保温材厚さ:

H25年度のFSでは、代表ボイラユニットと付属主蒸気配管に「増し保温工法」による保温施工を提案したが、CHP3&CHP4との協議で、プロジェクト保温材の厚さをPlan A(厚さ:10mm)、Plan B(厚さ:20mm)、Plan C(厚さ:40mm)の3ケース(CHP4は更に、厚さ:30mm追加の4ケース)で、既設ボイラ出口～既設タービン入口までの全主蒸気配管の既設アスベスト保温材の上に、増し保温施工の検討を実施した結果、プロジェクト保温材厚さ20mmで、増し保温施工を実施することで、合意している。

d. CHP4のプロジェクト実施体制と参加者の役割は下表に示している。



<参加者の役割>

部署名 (Name of Divisions)	役割 ( Roles)
First Deputy Director (Chief Engineer)	プロジェクトの主体事業者の統括責任者

Head of Research & Development Department	CHP4の代表部署として、プロジェクトに係るモ国側に必要な資料類の提出を行う。
Head of Production Department	モニタリングデータの収集・纏めの責任者
Boiler Section	ボイラ側のプロジェクト保温材の日常点検を行う。
Turbine Section	タービン側のプロジェクト保温材の日常点検を行う。
Head of Maintenance Department	現地保温工事及び仮設工事の発注及び作業責任者
Control Department	全ての現地工事の安全管理を行う。
関電プラント(株)	プロジェクトの共同事業者として、工事の工程管理、品質管理を行う。また、JCMに係る手続きに関して責任を負う(工事完了後、必要な資料を日本政府側に提出等)。
ニチアス(株)	プロジェクトの共同事業者として、保温材の調達・輸送及び現地保温作業人の技術指導及びモニタリング試行の助勢を行う。
Local Contractor	保温施工現地作業員

## e. 主要工程:

CHP4 の増し保温施工の主要工程を下表に示している。

項目	内容	期間	
材料調達	プロジェクト材料(保温材)及び副資材調達から現場納入まで	2016年4月1日～ 2016年6月15日	2.5ヶ月
保温取付工事	仮設足場組立及び他の仮設工事開始から保温材取付、仮設足場解体及び他の仮設工事完了まで	2016年6月1日～ 2016年9月30日	4ヶ月
モニタリング試行	モニタリング材取付～CHP3 実施者のモニタリング方法に関する教育	2016年9月15日～ 2016年10月31日	1.5ヶ月

## ② モニタリング実施における役割分担及び内容

プロジェクト実施後、2016年11月より2021年3月までのモニタリング期間における、参加者の割分担及び内容を下表に示している。

項目	内容	必要なデータ	実施者/役割	
ボイラ・タービン運転時間 (主蒸気配管通気時間取得のため)	CHP4 の設備運転記録に基づき、各ボイラ・タービンの運転時間を記録、取り纏め報告を行う。	No.1～No.8 ボイラ及びNo.1～No.6タービン運転時間の記録	CHP3 Mode&Control dept.:データ 取り纏め	CHP4 Production Dept.:データ 取り纏め
			関電プラント/ニチアス:確認	
施工されたプロジェクト保温材の破損・欠損面積	CHP4 の日常設備点検記録において保温材の破損・欠損を生じた場合は記録する。モニタリング年度末に技術員が確認し面積を測定する。	プロジェクト保温材に破損・欠損を生じた場合の時期及び面積	CHP3 High Pressure Boiler/ Turbine Shop: 記録	CHP4 Boiler/ Turbine Shop:記録
			関電プラント/ニチアス:確認及び面積測定	

施工されたプロジェクト保温材の断熱性能試験	施工時、増し保温材の一部に断熱性能試験用サンプルを組み込む。モニタリング年度末に技術員がサンプルを取り外し回収、日本の試験機関に送り熱伝導率測定試験を行う。(下図参照)	施工した増し保温材サンプルの熱伝導率。予め共通ヘッダ配管に3箇所サンプルを組み込む。	関電プラント/ニチアス: サンプルリング及び熱伝導率試験	
			CHP3 Maintenance & Control Dept.: サンプルリング箇所補修材の保管	CHP4 Maintenance Dept.: サンプルリング箇所補修材の保管

### ③ CHP3&CHP4 の技術・経済の実績

・CHP3 の2009～2013年の技術・経済の実績を下表に示している。

項目		単位	2009	2010	2011	2012	2013
供給	電力	MWh	520,261	532,538	540,786	563,232	551,452
	熱	Gcal	1,702,928	1,801,547	1,847,839	1,975,508	1,989,618
所内電力		MWh	134,479	139,501	144,859	142,866	141,544
		%	20.54	20.76	21.13	20.20	20.40
石炭消費量	バルガノール産	Ton	973,237	1,043,879	1,067,595	1,128,132	1,124,347
重油消費量		Ton	1,020	1,248	922	1,104	840

・CHP4の2009～2013年の技術・経済の実績を下表に示している。

項目		単位	2009	2010	2011	2012	2013
供給	電力	MWh	2,329,381	2,533,471	2,690,765	2,891,583	3,077,347
	熱	Gcal	3,052,564	3,106,470	3,128,831	3,375,277	3,293,316
所内電力		MWh	381,933	407,095	410,778	436,897	453,121
		%	14.09	13.84	13.24	13.13	12.83
石炭消費量	バルガノール産	Ton	1,459,023	1,456,299	1,498,197	1,584,110	1,650,030
	シバオボ産	Ton	1,176,888	1,423,743	1,401,488	1,519,973	1,652,577
	合計	Ton	2,635,911	2,880,042	2,899,685	3,104,083	3,302,607
重油消費量		Ton	1,645	1,366	1,146	1,198	1,107

### ④ 事業性評価

下記前提条件を基に、補助金の有無別に IRR の試算を行った。

- 本プロジェクトは民間事業ではなく国営発電所のプロジェクトであるため、銀行借入を想定していない。また、減価償却を考慮しない。
- 本プロジェクトの初期投資額は下図の費用を想定。維持管理費は特にかからないので「0円」と想定。
- プロジェクトによる収益は石炭の概算の節約費を試算
- MRV 実施は 2020 年までを想定。モニタリング費用は増し保温施工に各 CHP で 50 万円/回を想定。更に、プロジェクト全体総括で 100 万円/年を計上。
- 検証費用は増し保温施工に各 CHP で 50 万円/回を想定。

補助金有の場合、IRR はかなり改善するが、民間プロジェクトであれば、投資判断ができないのかもしれない。しかしながら、本件は国営発電所のプロジェクトであり、モンゴルエネルギー省からの予算措置の合意を得ており、このようなIRRの数値に関係なく、プロジェクトは実施される見込みである。

本プロジェクトの収益は、ボイラ燃料の石炭の節約費であるが、石炭価格は非常に安価(2,000円未満/トン)であり、事業性の指標を算出したところで、半額補助の有無にかかわらず、全く、採算はとれない数値となる。(投資回収年は、数十年、IRR では、マイナス値)。

#### ⑤ 初期投資・維持管理及び MRV に関する資金計画

CHP3&CHP4 における設備補助金事業プロジェクトの実施に必要な初期投資と運営経費の試算結果を、下表に示している。

項目	発電所	件名	金額
初期投資	CHP3	「増し保温(エコ・エイム工法)」による保温施工	141 百万円
	CHP4	「増し保温(エコ・エイム工法)」による保温施工	187 百万円
合計			328 百万円
運営経費	CHP3	「増し保温(エコ・エイム工法)」による保温施工	1百万円
	CHP4	「増し保温(エコ・エイム工法)」による保温施工	1百万円
合計			2百万円

※ 運営経費の基本的な考え方:

「増し保温(エコ・エイム工法)」による保温施工は、基本的に維持費は「0 円」とする

#### ⑥ リスク分析

プロジェクト実施に伴うリスク及び解決案を下表に示している。

No	リスク項目	解決案
1.	資金計画:ホスト国が最初に100%資金提出	<p>ホスト国において、最初に 100%の資金を準備し、設備完成後に 50%支払われるというスキームは、ホスト国の事業者にとって使い難い。多くの途上国では、短期金利も高く、長期の低利の融資をなかなか得られない。</p> <p>そのため、設備補助金事業の工事開始時点で、何割かの資金を割り当てるような支援が必要である。</p> <p>為替の変動も大きなリスク要因である。</p> <p>また、現地工事費試算では 2016 年までのインフレ率を過去 5 年のデータに基づいて算出している。</p>
2.	現地施工業者発注管理	<p>現地施工業者の選定及び発注は現地事業者(CHP3&amp;CHP4)が行う。決められた工期内に要求される品質を満足する保温工事を完了できる現地業者は限定されると考えられる。</p>

		プロジェクト開始時に動員計画を含めた工程管理、要求品質を考慮した品質管理の計画を現地事業者と協議し、計画した予算でプロジェクトが完工できるよう調整しておく必要がある。
3.	工事安全及び工程管理	<p>増し保温工法は既設保温材の上から新規にプロジェクト保温材、パイロジェル XT を増し巻きする工法である。プロジェクト工事では主蒸気配管が対象になるため内部温度が500℃以上と高く、通気した状態では施工時に火傷の恐れがある。</p> <p>蒸気通気が停止した状態で施工できるよう、工程を調整する必要がある。</p>

⑦ 既設アスベストセメント保温材を除却、廃棄し、ロックウール保温材の新設施工したケースと増し保温工法による保温施工との比較検討

既設アスベストセメント保温材除却及びロックウール保温材新設施工と増し保温工法施工との特徴の比較を下表に示している。

施工方法	利点	欠点
既設アスベストセメント保温材除却及びロックウール保温材新設施工	<ul style="list-style-type: none"> <li>アスベストそのものを除却するため、CHP3 内のアスベスト問題を根本から対策できる。</li> <li>ロックウール保温施工については安価。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工が煩雑で難しい。</li> <li>工期が長い。</li> <li>工事全体のコストが高い。</li> <li>工事の安全な実施のための法規制等が整備されていない。</li> <li>廃棄処分方法が整備されていないため廃棄場で将来再対策が必要。</li> </ul>
増し保温工法施工	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設保温に加えて増し保温施工するため断熱性能が大幅に向上する。</li> <li>施工が容易。</li> <li>工期が短い。</li> <li>工事全体のコストが低い。</li> <li>将来の設備全体の除却時までアスベスト処理対策の延命が図れる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>材料価格が高い。</li> <li>将来の設備全体の除却時にはアスベスト処理が必要。</li> </ul>

(2) プロジェクト許認可取得

当該プロジェクトのために、CHP3&CHP4の各発電所内で必要な許認可は、2014年11月末時点で、得られている。

モンゴル国の環境影響評価法の第七条によると、環境影響評価は、環境影響一般評価を行った後、必要であれば、環境影響詳細評価を実施することになっている。

環境影響評価については、各発電所との協議で、当該プロジェクトが JCM プロジェクトとして実施が正式に決まった後に、各発電所の環境担当部署が必要な手続きを行うことになった。環境影響評価の手続きには、様々な書類が必要であるが、それらはほぼ揃っていることを確認している。

JCM プロジェクトとして登録するためには、PDD を作成する必要がある。PDD には、“E. Local stakeholder consultation”の項目がある。数理計画の JCM 設備補助事業において、この手続きに関し

てモンゴル国環境グリーン開発観光省に確認したところ、“Carbon Finance in Mongolia 2011”の”Appendix 6. Stakeholder Consultation Procedure Suggestions”に沿ってやるようにとのことであった。本調査では、以下のような”Local stakeholder consultation”の実施を検討している。

項目	”Carbon Finance in Mongolia 2011” (モンゴル政府の推奨する手法)	当該プロジェクトでの実施方法案 (モンゴル政府と協議中)
開催告知	新聞広告、web 告知	関係者への通知
場所	プロジェクトサイト付近で多くの人数(目標 25 名)を収容できる場所	発電所の会議室、環境グリーン開発観光省の会議室、等
利害関係者 (受益者代表)	地域住民 地方政府の環境保護局、水資源局、森林局 地方政府の開発改革局、もしくは類似組織(経済財政局) その他、関連する政府の代表者	各火力発電所、ウランバートル市の温水熱供給会社、エネルギー省、財務省、環境グリーン開発観光省、関連する地方自治体(各 district の長)、ウランバートル市の環境担当者、その他
利害関係者 (非受益者代表)	N/A	既設保温施工工法による保温業者(元請) 産業廃棄物処理業者
調査票	個人データ、 プロジェクトの経済的影響の考え、 プロジェクトの社会的影響の考え、 プロジェクトの環境的影響の考え、 プロジェクトの文化的影響の考え	利害関係者が絞られた段階で、利害関係者に対する質問票とする。 省エネの影響の考え、作業環境への影響の考え、対象技術の水平展開に対する考え、などに限定することを想定している。

### (3) 日本技術の優位性

本プロジェクトで実施する「エコ-エム(増し保温)工法」と同等の競合技術は存在しない。

新たな保温材を既存保温材の上に増し巻きし、断熱性能を向上させる考え方自体は以前より存在していたが、「エコ-エム(増し保温)工法」は非常に高い断熱性能を有する薄いシート状の保温材を使用することにより、施工が容易な工法にも関わらず、保温材の厚み増加を最小限に抑えながら飛躍的な性能向上を実現しており、競合技術が存在しない工法として日本国内特許を取得済み。

また国際特許を申請(開示)中となっています。

※ 保温材の寿命について、製造者資料では20年程度は機能上問題がないことが示されている。

### (4) MRV 体制

#### ① MRV 体制

排出削減プロジェクトのMRVを実施するために必要な体制は、CHP3&CHP4に新たな組織を作る必要は無く、現状の体制をベースとしたものとなる。そのため、各 CHP に追加的な負担はほとんど発生しないものと想定され、持続可能なMRV実施体制の構築が見込まれている。

各 CHP は、通常のオペレーションの中で、モニタリング活動を実施し、そのモニタリングデータを整理し、モニタリングレポートに取りまとめる。作成したモニタリングレポートを関電プラントが確認し、TPEによるVerificationを受けた後、結果をJCに提出する、というMRV実施体制を予定している。



※1) PP(CHP3&4と関電プラント&ニチアスの4者)は、draft PDD をNREC (TPE:Third Party Entity) に提出し Validation を受審し、JC (Joint Committee) がプロジェクトを登録する。PPは、登録された PDD のモニタリングプランに従ってモニタリングを実施し、モニタリングレポートに取り纏め、NREC から Verification を受審し、JCにクレジットの発行要請を行う。これらのプロセスを円滑に遂行するため、関係する参加者の役割を明確にしたMRV体制の構築を図る。

② キャパシティ・ビルディング結果

a. CHP3 での、キャパシティ・ビルディングの実施結果:

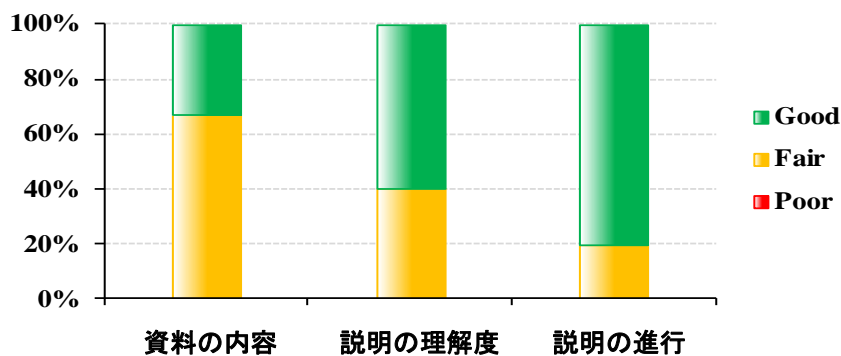
<実施項目及びスケジュール>

No.	項目	日時	場所	対象者人数
①	メーカーSV による CHP3 職員のトレーニング	2014年9月8日～9月10日 作業時間内	現地施工現場 (主蒸気配管)	4人 (CHP3 職員)
②	専門員によるレクチャー	2014年9月9日 10:00～12:00	1階ホール	17人 ( MEGD : 5人 CHP3 : 11人 CHP-Erdenet : 1人 )

< キャパシティ・ビルディングの内容と成果 >

No.	項目	内容	成果
①	メーカーSV による CHP3 職員のトレーニング	増し保温工法施工方法の説明と実践	対象者全員が増し保温工法施工方法を理解し、速やかに取付けすることができた。
②	専門員によるレクチャー	・方法論の説明 ・熱診断及び増し保温工法の技術説明	対象者にアンケートを実施し、結果を下表に示している。

・ レクチャーについてのアンケート結果



b. CHP4 でのキャパシティ・ビルディングの実施結果:

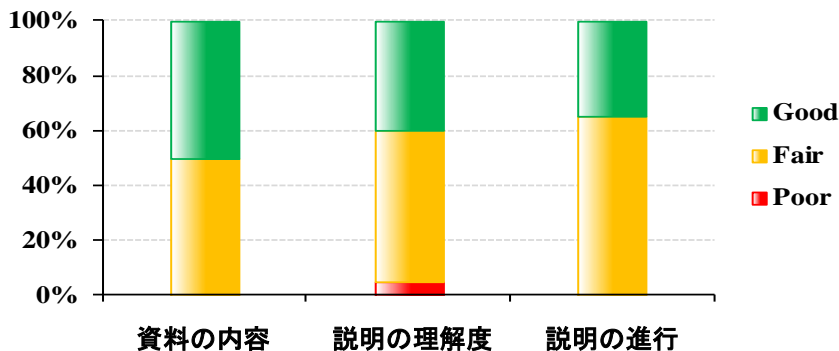
<実施項目及びスケジュール>

No.	内容	日時	場所	対象者人数
1	メーカーSV による CHP4 職員のトレーニング	2014年9月11日～9月12日 作業時間内	現地施工現場 (主蒸気配管)	6人 (CHP4 職員)
2	専門員によるレクチャー	2014年9月12日 10:00～12:00	1階会議室	25人 ( CHP4 : 22人 CHP-Darkhan : 2人 CHP-Erdenet : 1人 )

＜キャパシティ・ビルディングの内容と成果＞

No.	項目	内容	成果
1	メーカー・SV による CHP4 職員のトレーニング	増し保温工法施工方法の説明と実践	対象者全員が増し保温工法施工方法を理解し、速やかに取付けすることができた
2	専門員によるレクチャー	<ul style="list-style-type: none"> <li>・方法論の説明</li> <li>・熱診断及び増し保温工法の技術説明</li> </ul>	対象者にアンケートを実施し、結果を下表に示している。

・レクチャーについてのアンケート結果



※説明の理解度で「Poor」と回答した人は、レクチャーの途中参加者と考えられる。

＜その他、主なコメント＞

- ・ダルハン発電所は、2015～2016 年に国の予算で、タービンに附属する主蒸気配管・ボイラ給水配管が更新の計画があり、保温工事は関電プラントと協力し実施したい。
- ・排熱の削減のため出来るだけ早く実施したい。
- ・平面の部位でも使用できるので良い
- ・JCM プロジェクトが実現するまでの期間が長いので、プロジェクトが実現されない原因になると共に、評価が薄まる可能性」があることも考慮すること。

③ 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

モンゴル国の環境影響評価法によると、環境影響評価は、環境影響一般評価を行ったのち、必要であれば、環境影響詳細評価を実施することになる。第 1 回現地調査にて、各発電所の環境担当部署との協議により、各発電所が、本プロジェクト活動の実施の際に、環境影響の必要な手続きを行うことを確認した。

また、本プロジェクト活動は、環境影響詳細評価の対象事業・活動にはならない、という見込みを確認した。モンゴル国の既存の石炭火力発電所に、「増し保温施工」を実施することで、既存の設備の延命効果が図られる。石炭火力発電所が所要の能力を発揮しつつ、設備が継続的に使われることにより、社会的に追加的な費用の発生が抑えられ、モンゴル国の持続可能な開発へ貢献することにつながる。

CHP3&CHP4 では、現在でも旧式のアスベストセメントとケイ酸カルシウム保温材の組み合わせによる保温仕様で使用されており性能面、環境面で問題が多い。すなわち、性能面では、表面温度が高く、放散熱量が大きい状態である。環境面では、アスベストが暴露されている状態である。

このことから、現地調査でのインタビューでも、新技術による保温工法に対する期待が非常に高いことが分かった。「増し保温施工」は、既存保温材を生かしたまま、性能面、環境面の問題に対して解決を図るものであり、持続可能な開発に対して大きな寄与が見込まれる。

## (6) 今後の予定及び課題

主な事業の実施スケジュール(予定)及び JCM 全般に係る課題は下記の通り。

- 1) 日本国環境省設備補助事業採択(決定後、効力を発する。): 2015年7月
- 2) 方法論(案)の申請・承認; 2015年8月
- 3) 環境影響評価: 2015年8月
- 4) JC/NREC に PDD(案)提出: 2016年1月
- 5) Validation 開始: 2016年1月 JCM プロジェクトとしての登録申請: 2016年4月
- 6) 工事発注(保温材調達)～工事完了: 2016年4月～2016年9月
- 7) クレジットの口座開設: 2016年10月
- 8) モニタリング開始: 2016年11月～2021年3月31日

JCM全般に係る課題を下表に示している。

No.	普及展開の障害となる課題	解決案
1.	モニタリング活動の簡素化	<p>モニタリング対象項目のモニタリングを、</p> <p>① グリッドへの送電量等の活動量のみに限定するか。</p> <p>もしくは、</p> <p>② モニタリング装置による自動化。のどちらかが必要である。</p> <p>① の場合、方法論をプロジェクト Specific な方法論とし、活動以外のモニタリング対象項目をデフォルト化、事前設定値として固定化する必要がある。そのためには、モニタリング期間中も妥当性が確保されたデフォルト値の設定並びに事前設定値の設定が必要となるため、過去の詳細なデータを含め、正当性が確保された解析が必要となる。</p> <p>一方②の場合、自動化可能なモニタリング装置の設置が必要となるため、費用が多額になる。</p> <p>①、②のいずれにおいても、モニタリングに係る費用は多額となることが見込まれるため、モニタリング費用(MRV 含む)をPPの負担にするのであれば、JCMプロジェクトの事業性を低くする大きな要因となる。</p>
2.	<p>MRV 活動(検証等): Validation 費用及び Verification 費用の負担</p> <p>Validation コストが不明である。</p> <p>日本の TPE を宿主国に呼んで</p>	<p>宿主国の TPE を育成する必要がある。TPE の育成のためには、年に数回のセミナーの開催といったレベルでは自律運用可能な人作りをすることができない。</p> <p>Validation 及び Verification の実経験のある人や組織を活用し、実プロジェクトをモデルとして、活用しながら、</p>

	<p>実施するのであれば、かなりのコストが掛かる。</p> <p>Verification コストが不明である。Verification はモニタリング期間毎に必ず行われるため、資金計画にも大きな影響を及ぼす。</p> <p>ホスト国外の TPE をホスト国に呼んで検証を実施するのは、非常にコストが掛かり、JCM プロジェクトの実施の障害となっている。</p>	<p>Validation や Verification を実施することで、自律運用可能な TPE を育成していくことができる。そのような活動を、日本政府として実施し、ホスト国の TPE の育成の支援をしなければならない。</p> <p>クレジット化の見込みが不明な状況下であり、プロジェクト参加者としては、日本の TPE を毎年使った Verification は、費用の観点からも持続可能ではないと考えられる。</p>
3.	<p>設備補助金事業のスキームが、日本国内の補助金事業をベースにしているものであるため、必ずしもホスト国の状況とは一致しない。</p>	<p>日本では4月～3月の年度予算であるが、ホスト国では1月～12月の暦年予算となるケースが多く、会計年度が大きく異なるため、日本で当該年の予算確保ができたとしてもホスト国ではタイミングが合わず、次年予算となり、両国の予算措置が必要な場合、プロジェクト実施は1年遅れることになる。</p> <p>また、補助金事業のベースが日本国となっていることから、精算作業において、その解釈に苦慮し、事務作業が増えるとともに、見積もった金額のうち、どの程度が補助金対象になるのかが不透明で、資金計画にも大きく影響している。</p> <p>結局、現状では、補助金を当てにせずに、事業を実施できるようなプロジェクトしか、JCM プロジェクトをすすめられないような状況である。</p>
4.	<p>PDD と方法論のコンセプトが不明確</p>	<p>”JCM Guidelines for Developing PDD and Monitoring Report”の”Example of a Monitoring Report Sheet”並びに、”JCM Guidelines for Developing Proposed Methodology”の”Proposed methodology spreadsheet”の記述が全く同じとなっている。</p> <p>CDM では、当該方法論の applicability が満足されれば、当該方法論が適用可能なプロジェクトとして、方法論適用の汎用性を確保している。そのため、CDM の方法論では、当該方法論を特定のプロジェクトに適用して PDD を作成する場合に必要な要件を定めている。</p> <p>つまり、CDM では、方法論は要件を定めるのであって、PDD は方法論の要件に従って、特定のプロジェクトに合致する内容を記載していくことになるので、方法論と PDD の記載が同じになることはない。</p> <p>JCM Guideline が示しているように、方法論と PDD の記載が同じあるとすれば、特定のプロジェクトごとに対応する方法</p>

		<p>論が存在することになり、1 プロジェクトに 1 方法論ということになる。</p> <p>そうであれば、特定のプロジェクトごとに作成された PDD を JC で承認さえすれば良いので、事前に方法論を作成し、その方法論を JC で承認する必要がなくなる。但し、このようなやり方だと、どのようなプロジェクトタイプが、ホスト国にとって、追加性のあるプロジェクトかを事前に定めておくことが困難となる。結果、PDD 審査の都度、追加性を含め JC が判断することになり、PP の手間、JC の手間は CDM より増えることになりかねない。</p> <p>すなわち、方法論に汎用性を求めるのか、プロジェクト固有タイプで行くのか、PDD と方法論のコンセプトを明確にしておくことが必要である。</p>
5.	方法論パネルの設置	<p>方法論に汎用性を求めるのか、プロジェクト固有タイプで行くのかのどちらかに拘わらず、方法論の審査や PDD の審査には、高い専門性が要求される。特に、本プロジェクトタイプのような場合、発電所の運用に精通しているのみならず、熱の専門家、ボイラー、タービン、復水器の専門家も必要となる。</p> <p>JC は、両国政府関係者で構成されておるため、JC が判断するに足る判断材料が提供可能な人材を確保しておくことが必須と思われる。そのため、日本とホスト国の様々な分野の専門家から構成される方法論パネルの設置を提案する。</p>
6.	モンゴル国での審査業務実施に関わる制約並びに、ISO14065 認定体制確立と TPE 候補の育成	<p>モンゴル国では、たとえ、日本等の海外で DOE や ISO14065 認定取得されている機関であっても、モンゴル国内法に基づき、モンゴル国規格・度量衡庁 (Mongolian Agency for Standardization and Metrology:MASM:日本の経産省 &amp; JAB に相当) の認定を受けなければ、モンゴル国内で Validation/Verification 業務を行うことができない。</p> <p>しかしながら、現時点では、モンゴル国内において、ISO14065 認定制度が確立していないため、JC (Joint Committee)メンバーであるモンゴル国自然環境・グリーン開発省とモンゴル国規格・度量衡庁の折衝により、モンゴル国内での ISO14065 認定制度が確立し、モンゴル国の TPE が誕生するまでの JCM 制度の初期段階(移行期間:2~3年程度)においては、海外の TPE であっても、モンゴル国規格・度量衡庁の認定なしにモンゴル国内での JCM プロジェクトの Validation/Verification は可能となるとの合意に至ってい</p>

		<p>る。</p> <p>よって、移行期間の 2～3 年以内に、ISO14065 認定制度並びに ISO14065 認定を受け、TPE に指定されるモンゴル国内の機関誕生が待ち望まれており、そのためには、認定側であるモンゴル国規格・度量衡庁の ISO14065 認定制度の確立と、現地 TPE 候補の ISO14065 認定が必要となる。</p> <p>以上を鑑みると、2014 年度は、モンゴル国規格・度量衡庁並びに、現地 TPE 候補に対するキャパビルも必要となる。</p> <p>また、JCM スキームに基づいた ISO14065 認定を行い、JC で TPE を指定するためには、方法論パネルの設置の提案と同様に、JC が判断するに足る判断材料が提供可能な人材、即ち、JC とモンゴル国規格・度量衡庁とが一体となって、認定の専門家から構成される認定パネルの設置を提案する。</p> <p>なお、本提案により、IAF(International Accreditation Forum)メンバーによる ISO14065 認定の条件も満足できるものと考えている。</p>
--	--	---

## (7)JCM 方法論作成に関する調査

### ①適格性要件

適格性要件に関して、以下の5項目リストアップしており、設定の意図を右欄に記述した。

要件 1	プロジェクト活動は、高性能保温材を使用して、石炭火力発電所の既設の主蒸気配管システムの表面からの放散熱量を低減する保温工事業であること。	モンゴルのCHPは、石炭火力であり、対象プラントを石炭火力に限定している。 また、本方法論中で、プロジェクト保温材を施工する前(既存断熱材表面から)の放散熱量について、運用開始から20年以上経過している、CHP3及びCHP4の主蒸気配管での調査に基づき、プロジェクト実施前の設定値として特定しているため、対象設備は、既設の主蒸気配管システムに限定している。
要件 2	既存保温材(アスベストなど)を撤去せずに施工できる工法であること。	モンゴルでは、過去、断熱材に大量のアスベストが使用されてきたが、モンゴルでも、アスベスト対策は喫緊の課題である。使用断熱材からの飛散防止によるアスベスト対策を担保する、環境十全性の要件である。
要件 3	プロジェクトで使用する保温材は、アスベストの飛散を防止する適正な工法を確保するため、アスベストが含まれない、エアロジェル保温材であること。更に、環境十全性の観点から、フロン系発泡剤も含まれないこと	要件2を適正に行うためには、導入される保温材は、柔軟なエアロジェルタイプである必要がある。また、要件2と同様、環境十全性確保のため、プロジェクト保温材に、アスベストやフロン系発泡剤を含まないこととした。

要件 4	<p>プロジェクトで使用する保温材の熱伝導率は、ASTM C1728-12 で規定された熱伝導率及びそれを基に高温領域まで外装した近似式より求められる熱伝導率以下であること。</p> <p>ASTM C1728-12 で規定されたエアロジェル保温材の熱伝導率</p> <table border="1" data-bbox="322 407 762 743"> <thead> <tr> <th>平均温度 °C</th> <th>熱伝導率 W/m・K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>23.9</td><td>0.021</td></tr> <tr><td>37.8</td><td>0.022</td></tr> <tr><td>93.3</td><td>0.023</td></tr> <tr><td>149</td><td>0.025</td></tr> <tr><td>204</td><td>0.029</td></tr> <tr><td>260</td><td>0.032</td></tr> <tr><td>316</td><td>0.036</td></tr> <tr><td>371</td><td>0.043</td></tr> </tbody> </table> <p>ASTM C1728-12 で規定された熱伝導率を基に高温領域まで外装した近似式</p> $\lambda = 2.771E-10 \cdot \theta^3 - 3.098 E-9 \cdot \theta^2 + 3.328 E-5 \cdot \theta + 0.02034$ <p>ここに;</p> <p><math>\lambda</math>: エアロジェル保温材の熱伝導率 [W/m・K]  <math>\theta</math>: 温度 [°C]</p>	平均温度 °C	熱伝導率 W/m・K	23.9	0.021	37.8	0.022	93.3	0.023	149	0.025	204	0.029	260	0.032	316	0.036	371	0.043	<p>導入する技術により、排出削減効果を確保するための追加性要件である。</p> <p>客観的優位性を確保するため、国際的に広く通用している ASTM C1728-12(柔軟性エアロジェル断熱材 (Flexible aerogel thermal insulation) の仕様を規定する規格)を判断基準とした。</p> <p>また、柔軟性エアロジェルに関して、ASTM C1728-12 で規定されている温度領域は、上記の表の通りで、高温領域の記載が無いため、3次多項近似式で、高温領域を外挿した。</p>
平均温度 °C	熱伝導率 W/m・K																			
23.9	0.021																			
37.8	0.022																			
93.3	0.023																			
149	0.025																			
204	0.029																			
260	0.032																			
316	0.036																			
371	0.043																			
要件 5	<p>プロジェクトで導入される保温材は、メーカーカタログ値で、プロジェクトで使用される高温領域をカバーできること。</p>	<p>導入される製品の性能が、十分、発揮されることを確保するための要件である。使用温度領域は、サイトにより状況も異なるため、この要件の判断材料をメーカーのカタログ値とした。</p>																		

## ②リファレンス排出量の設定と算定、及びプロジェクト排出量の算定

リファレンス排出量とプロジェクト排出量の算定式の概要は、以下の通りである。

リファレンス排出量[tCO<sub>2</sub>/y]

$$= \Sigma (\text{リファレンス放散熱量}[\text{W}/\text{m}^2] * \text{リファレンス放散表面積}[\text{m}^2] * \text{配管内の蒸気通気時間}[\text{h}/\text{y}]) \\ * 3600 * 10^{-9} / \text{ボイラ効率}[-] * \text{石炭の CO}_2 \text{ 排出係数}[\text{tCO}_2/\text{G}]$$

リファレンス放散表面積[m<sup>2</sup>]

$$= \text{プロジェクト保温材で覆われる既存断熱材の表面積}[\text{m}^2] \\ * (1 - \text{プロジェクト保温材の破損面積}[\text{m}^2] / \text{プロジェクト保温材の施工面積}[\text{m}^2])$$

プロジェクト排出量[tCO<sub>2</sub>/y]

$$= \Sigma (\text{プロジェクト放散熱量}[\text{W}/\text{m}^2] * \text{プロジェクト放散表面積}[\text{m}^2] * \text{配管内の蒸気通気時間}[\text{h}/\text{y}]) \\ * 3600 * 10^{-9} / \text{ボイラ効率}[-] * \text{石炭の CO}_2 \text{ 排出係数}[\text{tCO}_2/\text{G}]$$

プロジェクト放散表面積

$$= \text{プロジェクト保温材の施工面積} \\ * (1 - \text{プロジェクト保温材の破損面積}[\text{m}^2] / \text{プロジェクト保温材の施工面積}[\text{m}^2])$$

プロジェクト放散熱量[W/m<sup>2</sup>]



=リファレンス放散熱量[W/m<sup>2</sup>]

\*{1-{プロジェクト保温材の当初の断熱効率[-]}\*(1-プロジェクト保温材の断熱効果低減率[-])}

リファレンス放散熱量[W/m <sup>2</sup> ]	<p>プロジェクト実施前の設定値 (CHP 毎に固有の値)。本調査で CHP3 と CHP4 で適用できる値を特定した。</p> <p>CHP 毎に、放熱状況が異なる。しかしながら、<u>本調査で、赤外線サーモグラフィによるサンプリング計測と熱画像解析だけで、プロジェクト実施前の設定値が特定できるプロセスを確立したため、本調査で対称にしていなかった、ダルハン CHP とエルデネット CHP においても各 1 日程度の調査で、値が特定可能である。本調査で確立した、赤外線サーモグラフィを用いた、値の特定法は他国の火力発電所においても、適用可能である。</u></p>
プロジェクト保温材の当初の断熱効率[-]	<p>プロジェクト実施前の設定値 (導入するプロジェクト保温材の固有の値)。本調査で、本プロジェクトで導入予定のパイロジェル XT に適用できる値を特定した。</p> <p><u>パイロジェル XT を導入する場合は、ダルハン CHP とエルデネット CHP においても、本特定値の使用が可能である。また、基本的に、他国の火力発電所でも、適用可能である。</u></p>
ボイラ効率[-]*	デフォルト値。発電所でのボイラ効率は 90%前後であるが、最も保守的な 1.0 とする。
石炭の CO <sub>2</sub> 排出係数[tCO <sub>2</sub> / GJ]	デフォルト値。IPCC2006 の褐炭のデフォルト値 0.101 tCO <sub>2</sub> /GJ を適用。
当初のプロジェクト保温材の断熱効果からの低減率 [-]	<p>モニタリングパラメータ。</p> <p>本パラメータの値は、プロジェクト保温材の熱伝導率実測値を基に、以下の通り、保守的に算定する。(保守性担保の正当性の説明は、提案方法論の Appendix4 を参照)</p> <p>プロジェクト保温材の断熱効率の低減率        =(プロジェクト保温材の使用後の熱伝導率-プロジェクト保温材の新品時の熱伝導率)/プロジェクト保温材の新品時の熱伝導率</p>
プロジェクト保温材の破損面積 [m <sup>2</sup> ]	<p>モニタリングパラメータ。</p> <p>各モニタリング期間の最終日にプロジェクト保温材の施工の全箇所をチェックを行い、物理的破損がないかどうか、確認する。破損箇所は、保守意担保のため、リファレンス面積及びプロジェクト面積には、カウントしない(排出削減量には見込まない)。エビデンスとして、必要に応じて電子写真を撮る。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>●プロジェクト保温材の施工面積 [m<sup>2</sup>]</li> <li>●プロジェクト保温材で覆われる既存断熱材の表面積[m<sup>2</sup>]</li> </ul>	<p>第 1 回目の検証後に確定されるパラメータ。</p> <p>施工工事後でないと、値が確定されない(方法論の開発段階やプロジェクトのための施工工事前には、値は確定できない)ため、1 回目の Verification で確認が必要であるが、実質的にモニタリングの必要はない。</p>



配管内の蒸気通気時間[h/y]	<p>モニタリングパラメータ。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●ボイラ-共通主蒸気ヘッダー間の配管 当該ボイラ出口の蒸気流量、温度、圧力のデータから蒸気通気時間をカウントする。</li> <li>●共通主蒸気ヘッダー-タービン間の配管 当該タービンの連結されている発電機からの出力、又は、当該タービン入口の蒸気流量、温度、圧力 のデータから蒸気通気時間をカウントする。</li> <li>●共通蒸気ヘッダー配管 保守的に、タービンの平均稼働時間と同じとする。</li> </ul>
-----------------	--

### ③プロジェクト実施前の設定値

本 FS では、主蒸気配管系統からの、リファレンス(保温材施工前の既存断熱材表面からの)放散熱量及びプロジェクト保温材の(当初の)断熱効率を、プロジェクト実施前の設定値とするため、以下の調査を実施した。

- 本プロジェクトで導入予定のプロジェクト保温材であるパイロジェル XT を、CHP3(高压ユニット)及び CHP4 の主蒸気配管中の 6 ゾーンでサンプル施工を行った。
- 各ゾーンにおいて、エリア(未施工箇所、保温材厚さ 10mm 施工箇所、20mm 施工箇所及び 40mm 施工箇所)を設定した。
- 各エリアで、サンプル施工有の状態と施工無の状態、赤外線サーモグラフィ(接触温度計による表面温度計測と周辺環境温度の計測を含む)及び熱流計による2つの手法で、放散熱量を計測した。それぞれの特徴は以下の通りである。

-赤外線サーモグラフィ:対象物からの放散状況を広範囲に把握できるが、放散熱量(単位:W/m<sup>2</sup>)を直接計測することはできない。赤外線サーモグラフィの画面計測時に同時に行う接触温度計による表面温度とセットで、画面全体を温度で表示していることができる(対流分の放散熱量を算定するためには、風速も計測する必要がある)。JIS A9501(保温保冷工事施工基準)に基づき、計算式に基づき、放散熱量を計算値で求めることができる。

-熱流計:対象物からの放散熱量(単位:W/m<sup>2</sup>)を直接計測できるが、計測できるのはセンサー部分だけである。

モンゴルの CHP の既存断熱材の表面は、破損箇所やかなり劣化した部分も大きく、表面温度分布はかなり不均質である。このような状況では、広範囲に把握できる赤外線サーモグラフィを用いるのが適しているが、放散熱量は直接計測されないため、換算した放散熱量だけで、プロジェクト実施前の設定値とすることはできない。

そこで、赤外線サーモグラフィ及び熱流計から特定した、放散熱量の値を比較したが、両者の関係は、以下の図の通りである。

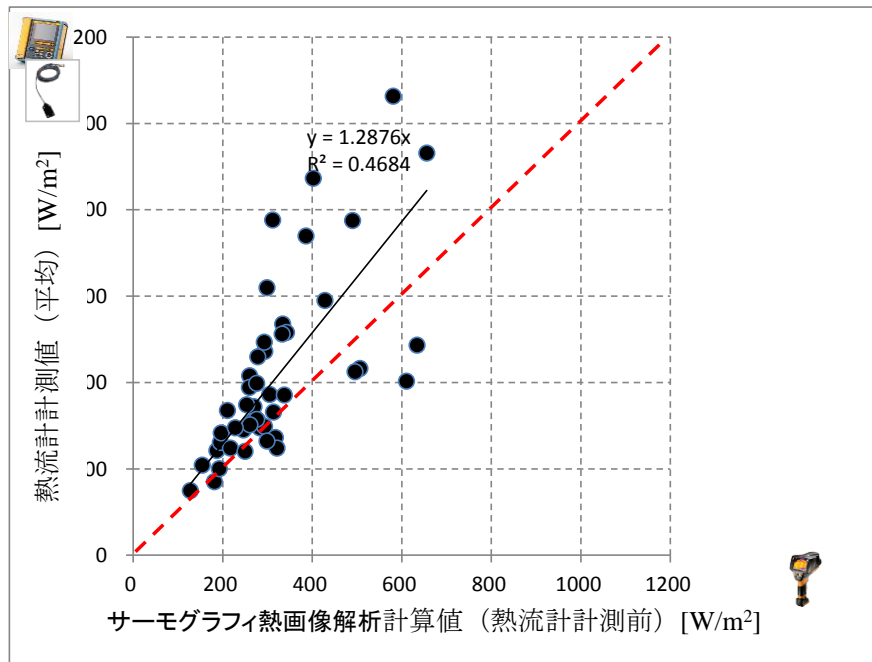


図 熱流計の計測値と赤外線サーモグラフィの熱画像解析による放散熱量の計算値の相関

全体的に、赤外線サーモグラフィの熱画像解析による放散熱量の計算値よりも、熱流計の計測データが高めであるが、両者の相関は寄与率が0.4684(相関係数が0.6844)である。r 表(相関係数検定表)によると、サンプルサイズが48の場合、有意水準1%で、標本相関係数は0.368326であり、この結果は十分、有意であると言える。

また、熱流計の計測値より、赤外線サーモグラフィデータからの計算値が低めの結果になることから、2013年のFSでの熱診断結果のデータが、リファレンス放散熱量のプロジェクト実施前の設定値を特定するために、直接、適用できることを確認した。

環境温度の主蒸気配管周りの環境温度は、場所により大きく異なり、変動もあるため、年平均的な値を特定することは困難である。熱診断は、2013年10月に実施しており、およそモンゴルの年平均的な季節である。主蒸気配管廻りの環境温度は、最も高いボイラトップの箇所でも45℃程度であるため、ここでは、保守的に、主蒸気配管廻りの環境温度を45℃に設定し、放散熱量の補正値を算定した。

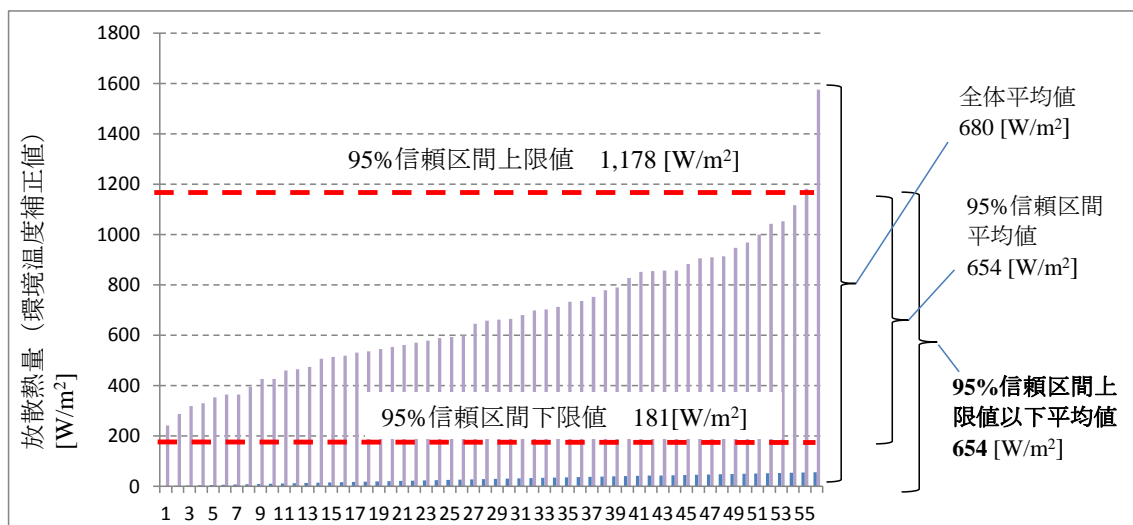


図 環境温度による放散熱量の補正値の分布状況(CHP3 高圧ユニット)

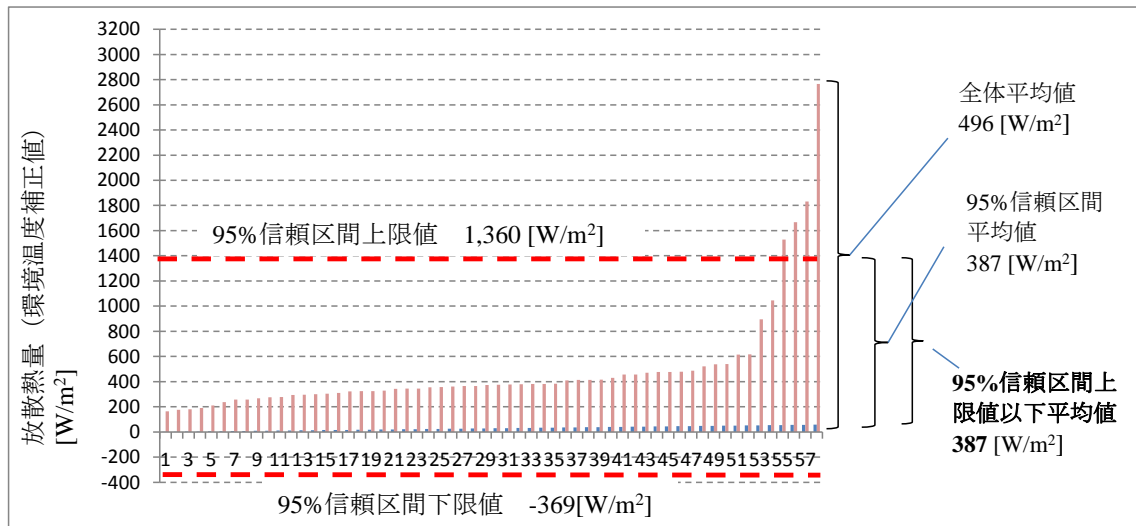


図 環境温度による放散熱量の補正値の分布状況(CHP4)

このデータの内、更に保守的な観点で、95%信頼区間上限値を超えるデータを除外したデータの平均値を算出し、リファレンス放散熱量原単位のプロジェクト実施前の設定値案(CHP3 高圧ユニット: 647W/m<sup>2</sup>, CHP4:383W/m<sup>2</sup>)とした。

次に、サンプル施工箇所(保温材厚さ:10mm、20mm 及び 40mm の 3 エリア)と未施工箇所の 4 エリアで、プロジェクト断熱材の施工有状態と施工無状態で、広範囲に赤外線サーモグラフィで計測したデータから特定した放散熱量を基に、プロジェクト断熱材による、放散熱量の低減率を算定したが、以下の図の通りである。

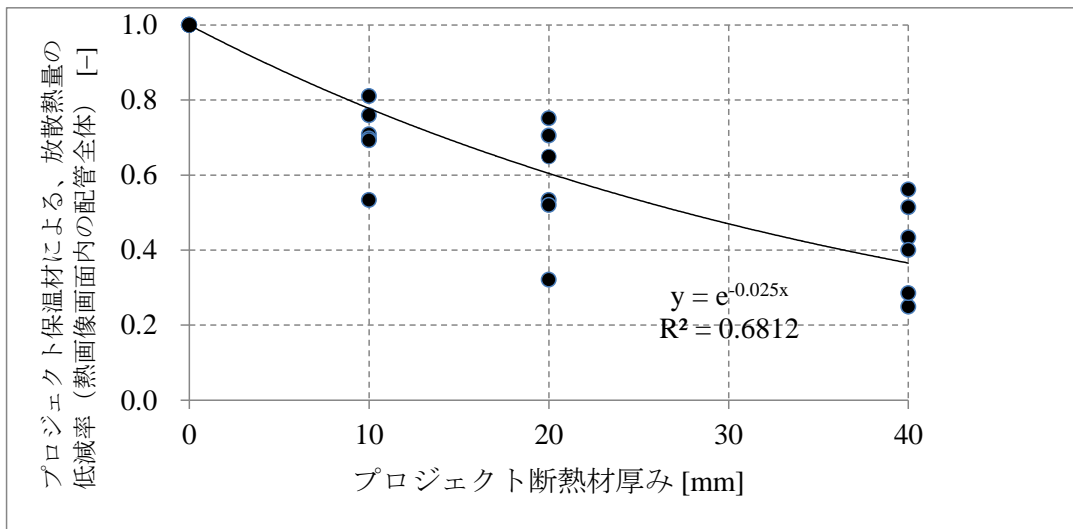


図 プロジェクト保温材の厚みに応じた、放散熱量の低減率

上図の指数近似曲線によると、寄与率が0.6812(相関係数が0.8254)である。r 表(相関係数検定表)によると、サンプルサイズが19の場合、有意水準1% で、標本相関係数は0.575067であり、この結果は十分、有意であると言える。

この近似曲線から、初期のプロジェクト保温材の断熱効率は以下の通りである。

- ・プロジェクト保温材の断熱効率(保温材厚さ 10mm 施工の場合) = 0.22
- ・プロジェクト保温材の断熱効率(保温材厚さ 20mm 施工の場合) = 0.39
- ・プロジェクト保温材の断熱効率(保温材厚さ 40mm 施工の場合) = 0.63