

**平成26年度
二国間クレジット制度(JCM)案件組成調査
(ホテルにおけるコージェネレーションシステムの導入)**

報告書本文

**平成27年3月
富士電機株式会社**

<目次>

1. 調査の背景	II-4
2. 調査対象プロジェクト	II-7
3. 調査の方法	II-20
4. プロジェクト実現に向けた調査	II-24
5. JCM 方法論作成に関する調査	II-43
6. JCM プロジェクト設計書(PDD)の作成に関する調査	II-65

1. 調査の背景

(1)ホスト国の JCM に対する考え方

インドネシアの対象分野における当該プロジェクトの考え方として、技術評価応用庁(BPPT)は、国連開発計画(UNDP)のプログラムのもと、中規模の工場やホテル等におけるコージェネレーションシステムの活用を促進することを目的とした Microturbine Cogeneration Technology Application Project(MCTAP)を実施した(2008年~2013年)。MCTAPでは、インドネシア初のホテル向けコージェネレーションシステムの実証事業がジャカルタのホテルで行われており、今後、当該分野におけるコージェネレーションシステムの普及拡大が期待されている状況である。また、PLN(国営電力会社)に対する補助金削減の流れを受け、昨年は電力料金が約15%上昇する等、電力料金の値上げ傾向は顕著であり、民生業務分野におけるオンサイト型発電のニーズは高まるものと考えられる。

インドネシアにおいて、エネルギー鉱物資源省2012年省令第14号では、省エネの方法としてコージェネレーションシステムの活用が記載されている。また、インドネシアでは、PLNが電力事業を独占してきたが、急激な電力需要の増大や PLNの財務状況の悪化を背景に、電力事業の民間への開放(託送制度の検討、手続きの簡素化等)や民間サイドでの分散型電源の導入に向けた動きが加速している。温室効果ガス排出削減の観点について、インドネシアでは、石炭重視の傾向を反映し、グリッド排出係数が高止まりしている中で、天然ガスを高効率に活用するコージェネレーションシステムの導入普及は、インドネシア国の温室効果ガス排出削減目標の達成に大きく寄与すると考えられる。

加えて、スラバヤ市では、今年度から環境配慮型の建物を表彰する「Green Building Awarness Award」が開始される予定であり、スラバヤ市の担当者から、JCM事業との連携可能性について打診を受けている。本プロジェクトがJCM案件となり、また、Green Building Awarness Awardの対象となれば、本案件はスラバヤ市のショーケース事業として機能し、結果として、スラバヤ市における環境配慮型の建物の普及に貢献できると考えられる。

(参考)インドネシア MCTAP(Microturbine Cogeneration Technology Application Project)
会報(2013年11月)¹「省エネ支援のための国家的取組」(抜粋・仮訳)

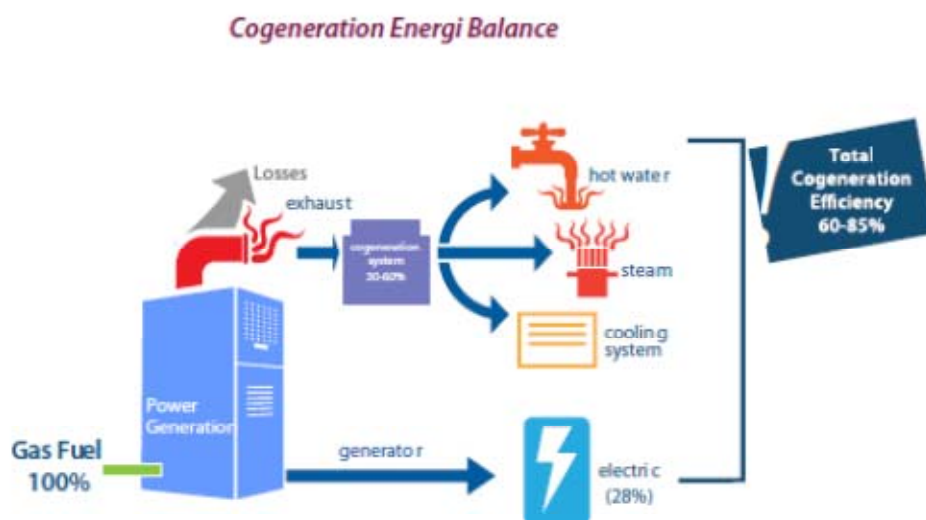
経済は、この10年、毎年平均6%で拡大している。毎年の1.49%程の人口増加は、毎年のエネルギー需要を6%増加させている。一方、その需要を満たすために、化石エネルギー(石油、ガスおよび石炭)の供給が限られているため、インドネシアは石油の輸入国となっている。BBPT 研究(インドネシア エネルギー予想2012年)によると、インドネシアは、もし我々のエネルギー消費が現在のものであり続くなれば、我々は石油輸入国になるだけでなく、2027年にはエネルギー輸入国になると予想されている。その理由は、インドネシアのエネルギー集約度および弾力値が依然高いからである。国家エネルギー集約度は現在10億ルピアに対して485.41 SBMである(KESDM 2011)。

政府は、2025年にエネルギー弾力値を1以下にするために大領領令5/2006により国家エネルギー管理での目標を設定した。エネルギー保全のための国家主計画(マスタープラン)によると、その目標を達成するために、エネルギー集約度を毎年1%減少させる必要がある。しかし、実際は、政府がいろいろなエネルギー保全策を実行したにも関わらず、過去10年著しい減少は見られない。その数字は、2009年以来上昇している。それはインドネシア経済が復活し始めたからである。そのため、BPPTは、国家的なエネルギー保全のためのより持続可能な計画を推進するために、コジェネ技術を含んだエネルギー保全技術の適用をさらに開発し奨励する必要性が高まっている。

熱供給発電装置と呼ばれているコジェネ技術は、一つのエネルギー源から、または、一つの燃料の種類から電気および熱を同時に発生させることができるエネルギー保全システムである。

この技術は、エネルギー保全効率を、通常発電プラントにおいて、30-40%から78-85%まで、燃焼過程から発する排熱を回収し、熱エネルギーの源として再利用するか発電に再利用することにより、上昇させることができる。

原理的には、コジェネ技術は、ガスタービン、蒸気タービン、ガス・ディーゼルエンジンおよび排熱回収技術などのいろいろなシステムに分かれる。この技術は、いろいろなところに適用されている。例えば、熱電力供給に始まり、冷却、熱、電力供給(これは、Trigenerationとして知られている)。

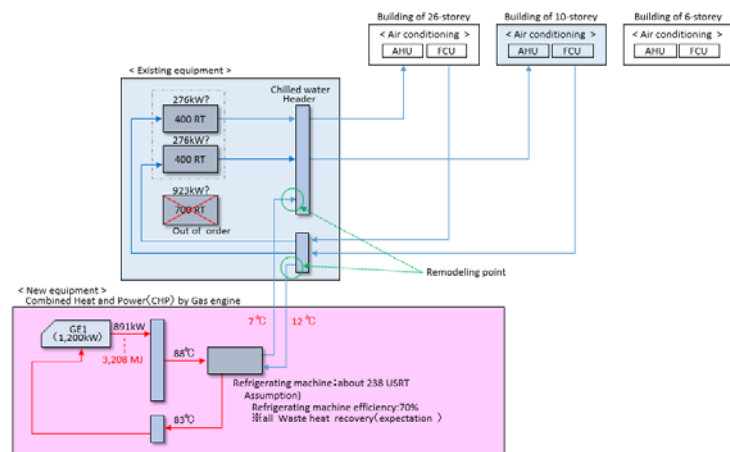


¹ MCTAP ホームページ www.mctap-bppt.com

(2) 企画立案の経緯・背景

北九州市とスラバヤ市の都市間協力のもと実施された「平成 25 年度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:スラバヤ市低炭素都市計画策定支援」にて、NTT データ経営研究所、及び NTT ファシリティーズが当ホテルの省エネ診断を実施した。診断の結果、当ホテルでは、熱需要及び電力需要が一定程度あり、また、チラー等の設備の老朽化に伴うエネルギー消費効率の悪化が見受けられたため、コージェネレーションの導入等の設備更新を行うことにより、CO2 削減の可能性があると判断された。本調査の提案者である富士電機は、上記の診断結果を受けて、詳細検討を開始している。現時点では、1,000kW クラスのガスエンジンを導入し、発電した電力については敷地内への供給、廃熱は、吸収式冷凍機を用いて空調用に活用する計画である。

コージェネレーションシステムによる エネルギー供給スキーム案



本調査の提案者である富士電機は、日本で培ったエンジニアリング、O&M に関するノウハウを活かし、インドネシアのコージェネレーションシステムのマーケットへの進出を検討している。本プロジェクトは、インドネシアにおける第一号案件となるため、今後の営業活動の推進に向け、是非実現させたいと考えている。

(プロジェクト実施主体(事業オーナー)の実施に対する意欲)

実施主体であるホテルのオーナーは、電力料金の上昇及び設備の老朽化に対して強い危機感がある。コージェネレーションシステムの導入によって、エネルギーコストの削減と共に、安定したエネルギー供給の実現によって、顧客サービスの改善が可能であると考えており、実現に向けた意欲は高い。

また、富士古河 E&C は、コージェネレーションシステムの工事を担当する企業であり、本案件を契機として、インドネシアにおける、今後の類似案件の受注拡大を見込む。北九州市は、スラバヤ市と 2012 年 11 月に環境姉妹都市提携の覚書を締結しており、スラバヤ市全体で、環境改善に向けた協力事業に取り組んでいる。本プロジェクトも、その一環で発掘されたプロジェクトであり、両市のサポートを受けることが可能である。NTT データ経営研究所はこの都市間協力事業に幅広く関わっており、両市の協力事業への貢献という観点から、案件実現に向けた意欲は高い。

2. 調査対象プロジェクト

(1) 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	インドネシア スラバヤ市のホテル A において、コージェネレーションシステムを導入するプロジェクトである。ガスエンジンで発電された電気をホテル内に供給し、また、廃熱を吸収式冷凍機を用いて空調に使用することで、系統からの電力とチラーの電力消費量を代替し、CO ₂ を削減する。		
予定代表事業者	富士電機株式会社		
プロジェクト実施主体	ホテル A		
初期投資額	300,000 (千円)	着工開始予定	2015 年 11 月
年間維持管理費	10,000 (千円)	工期(リードタイム)	6 ヶ月
投資意志	有(本調査の結果による)	稼働開始予定	2016 年 5 月
資金調達方法	民間企業における設備更新であり、現時点では、プロジェクト実施主体であるホテル A が、自己資金で初期投資を負担することを計画している。初期投資額の 5 割について、JCM 設備補助事業の活用を想定している。本調査で実施するシステムの詳細設計、費用見積をもとに、詳細な資金計画を検討する。		
GHG 削減量	約 2,800 (tCO ₂ /年)		

(2)ホスト国における状況

技術評価応用庁(BPPT)は、国連開発計画(UNDP)のプログラムのもと、中規模の工場やホテル等におけるコージェネレーションシステムの活用を促進することを目的とした Microturbine Cogeneration Technology Application Project(MCTAP)を実施した(2008年~2013年)。MCTAPでは、インドネシア初のホテル向けコージェネレーションシステムの実証事業がジャカルタのホテルで行われており、今後、当該分野におけるコージェネレーションシステムの普及拡大が期待されている状況である。また、PLN(国営電力会社)に対する補助金削減の流れを受け、昨年は電力料金が約15%上昇する等、電力料金の値上げ傾向は顕著であり、民生業務分野におけるオンサイト型発電のニーズは高まるものと考えられる。

近年の急激な電力料金の上昇、東ジャワ州地域を中心としたガス供給状況の改善、安定化は、コージェネレーションの普及にとって追い風の状況である。この状況下で、JCMによる支援は、コージェネレーションシステムの普及に重要な契機になると考えられる。

(参考)インドネシア MCTAP 会報(2013年11月)
「産業におけるコジェネ適用」(抜粋・仮訳)

産業分野は最も大きなエネルギーの消費者であり、国家全体のエネルギー消費の49.4(*)を占める。産業省のデータによると、製造産業の中での7つの一番大きなエネルギー消費産業は、肥料産業、パルプおよび製紙、繊維産業、セメント産業、鉄鋼、窯業、および、パーム油産業である(**)。今現在、エネルギーの主な源は化石燃料であり、つまり、油、石炭および天然ガスである。その供給は減少し続けている。一方、再生可能エネルギー、つまり、バイオマス、小規模の水力発電、太陽光発電および風力発電は、依然大変低いレベルにあり、約5%である。そのため、産業界にエネルギー効率を改善する技術およびシステムを適用することが絶対条件となった。

2012年に、産業省の計画局が“加速された産業化計画の一部としての製造産業におけるエネルギー需要の設計”という本を発行した。この本は、エネルギー需要を2つの範疇に分けている。一つは、9つの下位製造分野におけるエネルギー需要、もう一つは、7つのエネルギー消費型産業のエネルギー需要である。

9つの下位製造分野

1. 食品、飲料およびタバコ産業
2. 繊維、皮革および靴産業
3. 木材および森林製品産業
4. 製紙および印刷産業
5. 肥料、化学およびゴム製品産業
6. セメントおよび非金属鉱物産業
7. 鉄鋼産業
8. 輸送機器製造産業
9. 他の製品製造産業

9つの下位製造業におけるコジェネ適用の可能性

2014年における9つの下位製造業において予想されるエネルギー需要							
	産業の種類	ガソリン	ディーゼル	石炭	ガス	電気	合計
1	食品、飲料およびタバコ	1,489.73	21,369.07	3,823.75	2,071.94	5,702.49	34,456.98
2	繊維、皮革および靴	537.47	5,605.78	8,176.93	820.18	7,396.88	22,537.23
3	木材および森林製品	63.76	1,073.01	114.44	18.86	685.38	1,955.46
4	製紙および印刷	181.79	1,353.71	1,239.19	915.41	2,552.86	6,296.96
5	肥料、化学およびゴム製品	1,809.05	12,989.39	6,184.25	2,980.58	7,547.97	31,511.24
6	セメントおよび非金属鉱物	111.37	2,810.76	16,812.28	2,799.68	3,746.79	26,280.88
7	鉄鋼	341.44	3,478.31	1,056.54	801.69	3,351.43	9,029.41
8	輸送機器製造	456.31	3,728.46	0.09	1,352.46	3,309.34	8,846.66
9	他の製品	564.57	4,132.98	66.65	1,035.61	3,102.11	8,901.92
	合計	5,555.49	56,541.48	37,528.11	12,796.40	37,395.24	149,816.73

9つの下位製造業におけるコジェネ適用の可能性

コジェネ可能性	ガソリン		ディーゼル		石炭		ガス		電気		合計
	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	
最小			1%	565.4	2%	750.6	1%	128.0			1,443.94
最大			12%	6,785.0	12%	4,503.4	20%	2,559.3			13,847.63

7つのエネルギー消費型産業

1. 鉄鋼産業
2. 繊維産業
3. 肥料産業
4. パルプおよび製紙産業
5. ヤシ油下流産業
6. セメント産業
7. 窯業産業

7つのエネルギー消費型産業におけるコジェネ適用の可能性の合計

事業が通常行われる形で推移した条件での、2014年の予想エネルギー需要を基にした7つのエネルギー消費型産業におけるコジェネ適用の可能性の合計			
No.	産業の種類	最小量(GWh)	最大量(GWh)
1	鉄鋼	19.7	246.2
2	繊維	106.2	1,038.1
3	ヤシ油プロセス	4.1	31.9
4	パルプおよび製紙	693.6	3,324.1
5	肥料	49.8	996.2
6	セメント	901.4	5,408.2
7	窯業	7.8	95.5
	合計	1,782.6	11,140.2

7つのエネルギー消費型産業(鉄鋼、繊維、パーム油、石油、パルプおよび製紙、肥料、セメント、窯業)におけるコジェネの適用は、毎年11,140GWhのエネルギー消費を抑える。もしコジェネ技術が7つのエネルギー消費型産業を含む9つの下位製造業に総合的に適用されるならば、エネルギーの13,847GWhが省エネできる。この数字は、年間の二酸化炭素排出量の1,070万トンに匹敵する。

この大きな可能性は、政府の国家省エネルギー計画を支持できる。産業分野におけるコジェネの適用は2020年におけるエネルギー分野における3,800万トンの二酸化炭素削減目標のうち28%を貢献することになる。



(参考)インドネシア MCTAP 会報(2013年11月)

「ボロブドゥールでの MCT 適用(インドネシアにおけるホテル分野での最初の MCT 適用)」
(抜粋・仮訳)

もてなし産業は一日 24 時間働いている休み無しの産業である。それはエネルギー供給に大きく依存している。この産業は、電気使用の大部分を占める。ホテル分野において運転している機器のなかで大部分を占める機器、例えば、照明、冷蔵庫、調理装置、空調、ポンプなどが電気を使用している。電気その他、熱がこの産業のエネルギーの大部分を占めている。この熱は、部屋に温水を供給するため、洗濯、台所などに使用される。

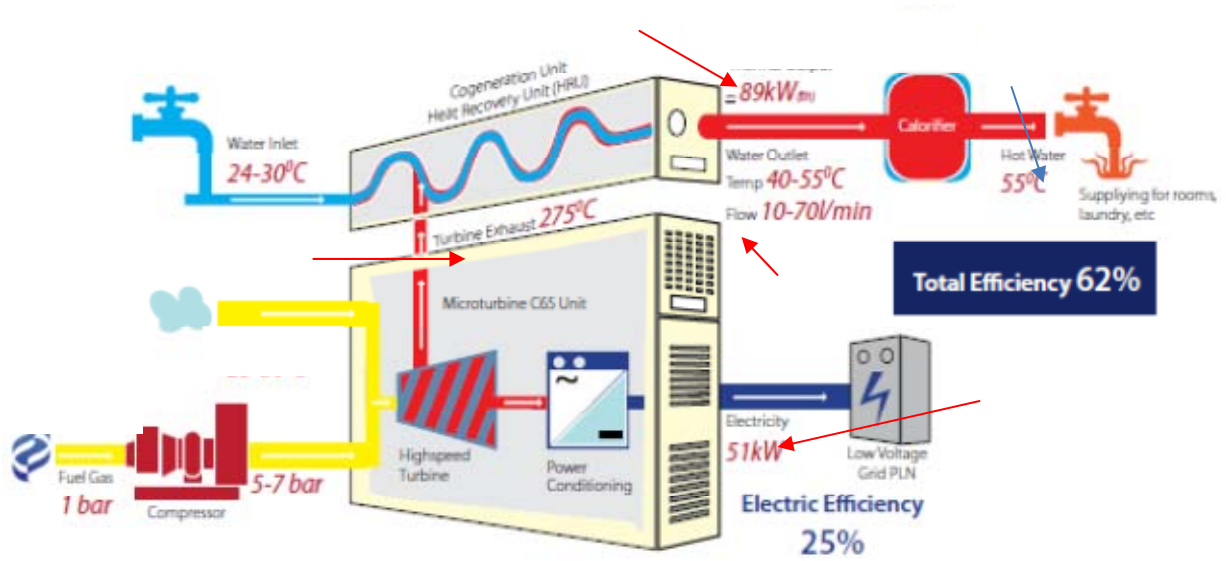
ボロブドゥールホテルは、インドネシアにおいてシンボリックなホテルの一つである。ジャカルタの中心部に位置し、国内はもとより海外の客が滞在したり行事を催したりする最も人気のある場所の一つである。このホテルはグリーン地域の利用、廃棄物管理から開始し、段階を経て省エネ計画の実施まで行った。

ボロブドゥールホテルは、MCTAP プロジェクトの支援者の一つである。そこでは、マイクロタービン技術(MCT) C65が設置されている。このMCTから発電された電力は、PLN の電力網へ供給するために使用される。一方、熱エネルギーは熱回収装置(HRU)により変換され、ホテルに必要な(客室、洗濯、台所など)温水を作り出している。



February 2013
Preliminary discussion
March 2013
Letter of intent from Borobudur Hotel to MCTAP Project
March - April 2013
Survey and early data collection at the Location (technical and financial)
May 2013
Processing data and study report:
1. Technical
2. Balance of plant
3. Feasibility study
4. Financial calculation
July 2013
The signing of cooperation contract
August - September 2013
Technical preparation on the location and MCT unit preparation at MCTAP office
September 2013
Sending MCT unit and piping, electric, thermal installation etc
October 2013
Installation commissioning and evaluation of the running system
November 2020
MCT energy audit

■ボロブドールホテルでの MCT 適用図



MCTAP, B2TE およびボロブドールホテルのチームの監査結果、下記が結論である。

- ・PLN 電力網に約 51kW の電力を供給した。
- ・蒸気カロリーを約 15-70 リットル/min 削減した。
- ・ボイラーの負荷を約 89kW 削減した。



MCT の適用は、ボロブドールホテルに付加価値を提供している。また、これはインドネシアにおいてホテル産業でのベンチマークとなる。

詳細、情報および訪問については、下記に問い合わせください。

MCTAP Management Office

Email: info@mctap-bppt.com

(3)プロジェクトの普及

スラバヤ市では、今年度から環境配慮型の建物を表彰する「Green Building Awareness Award」が開始される予定であり、スラバヤ市の担当者から、JCM 事業との連携可能性について打診を受けている。本プロジェクトが JCM 案件となり、また、Green Building Awareness Award の対象となれば、本案件はスラバヤ市のショーケース事業として機能し、結果として、スラバヤ市における環境配慮型の建物の普及に貢献できると考えられる。

またエネルギー・鉱物資源省 2012 年省令第 14 号では、省エネの方法としてコージェネレーションシステムの活用が記載されている。また、インドネシアでは、PLN が電力事業を独占してきたが、急激な電力需要の増大や PLN の財務状況の悪化を背景に、電力事業の民間への開放（託送制度の検討、手続きの簡素化等）や民間サイドでの分散型電源の導入に向けた動きが加速している。温室効果ガス排出削減の観点について、インドネシアでは、石炭重視の傾向を反映し、グリッド排出係数が高止まりしている中で、天然ガスを高効率に活用するコージェネレーションシステムの導入普及は、インドネシア国の温室効果ガス排出削減目標の達成に大きく寄与すると考えられる。

(参考)インドネシア MCTAP 会報(2013年11月)
「コジェネに対する政策の支援」(抜粋・仮訳)

政治家、エネルギーに関する利害関係者、関連した組織は、コジェネの問題を真剣に考慮しなければならない。また、省エネおよび二酸化炭素排出量の削減におけるその大きな長所に依存しなければならない。下記に、国家レベルでコジェネを推進するために施行されなければならない政策についての分析を纏めた。

	政策範囲	問題点	必要な政策
1.	エネルギー供給	<ul style="list-style-type: none"> ・コジェネシステムを使用する使用者に対するエネルギー源の供給の確保が確実でない。エネルギー供給についての不確実性(インフラが設置されているのかに関しても)が、製造業者にとって、コジェネシステムの形をとっていなくとも、より供給が確実な燃料の種類の使用を好む。 ・異なった燃料源の価格の差異がコジェネの適用を阻んでいる。使用者の傾向として、電力会社からのエネルギーを買う。それは、コジェネシステムにより発電された電力のコストは、市場でのエネルギーのコストと競争できないためである。 	<ul style="list-style-type: none"> ・コジェネシステム用のエネルギー供給が持続されることを保証する条例 ・コジェネシステムに使用される燃料の価格の固定化
2.	環境	<ul style="list-style-type: none"> ・国家温室効果ガス削減計画(RAN)GRKは、コジェネが温室効果ガスの排出を削減する技術であるということ述べていない。 ・どの製造業者からも発生される排熱の量を制限する環境に関係した条例が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・RAN GRK へのコジェネ技術ロードマップを加える ・排熱の制限及びその再利用に関する政策の是認
3.	エネルギー効果	<ul style="list-style-type: none"> ・コジェネシステムを奨励するために熱的エネルギーの変換器の効率を規制した政策の欠如 ・エネルギー利用に関し、より効率的なコジェネ技術の適用をしようとするエネルギー使用者へのインセンティブの欠如 	<ul style="list-style-type: none"> ・コジェネシステムを奨励するための熱的エネルギー変換器に対する最小限守らなければならない規格 ・コジェネ技術を適用することにより省エネをしたエネルギー使用者へのインセンティブ

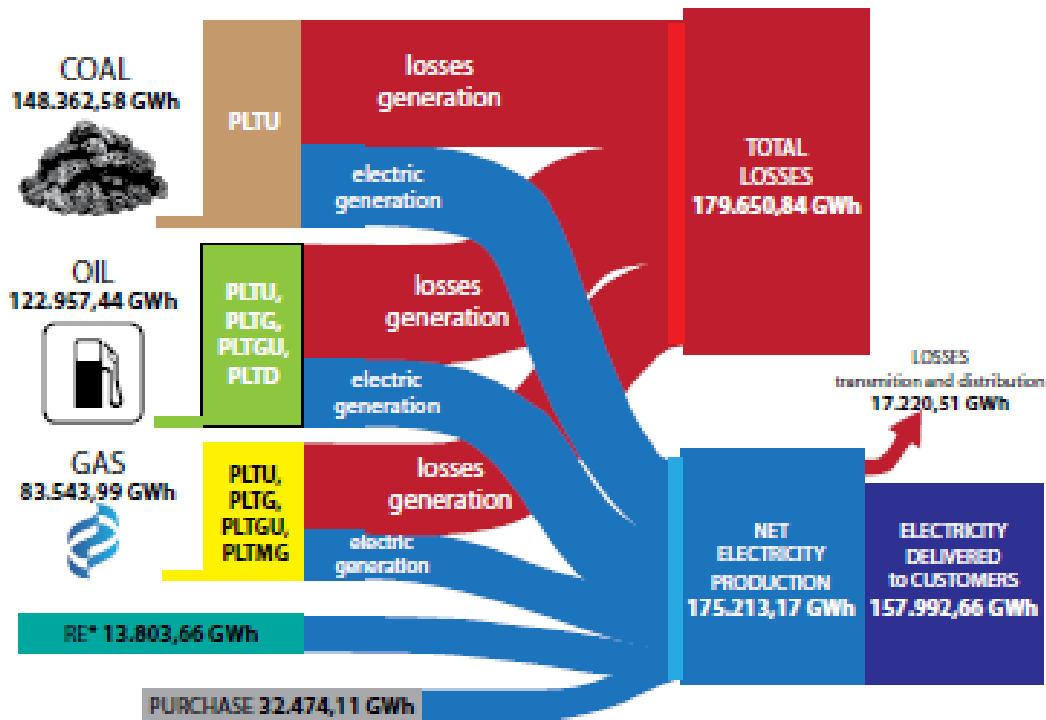
	政策範囲	問題点	必要な政策
4.	地元産業の育成	<ul style="list-style-type: none"> ・コジェネシステムを構成する部品のローカルコンテンツを増加させるロードマップの欠如 ・コジェネシステムの部品を製造するメーカーに対して特に計画された産業クラスターの欠如 	<ul style="list-style-type: none"> ・部品製造産業におけるローカルコンテンツを増加させるロードマップの実施 ・製造産業の産業クラスターの設立に関する政策
5.	研究および開発	<ul style="list-style-type: none"> ・コジェネシステムは、国家研究開発において優先されていない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・コジェネシステムの研究および開発へ指針を与える政策
6.	人材	<ul style="list-style-type: none"> ・開発、設計、エンジニアリング、製造、運転、メンテナンスの設備に必要な技術を持った人間の数が限られている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・人材育成の政策

(参考)インドネシア MCTAP 会報(2013年11月)

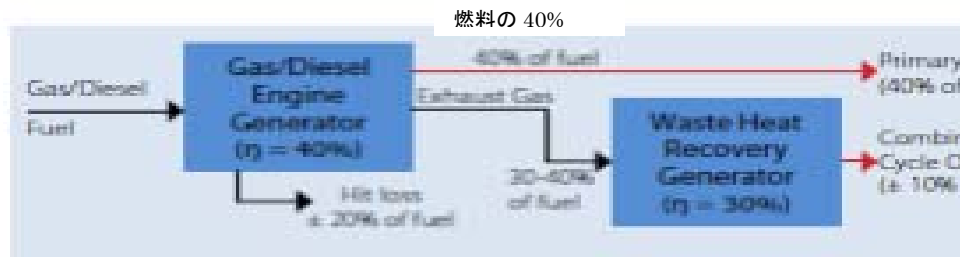
「PLN 発電プラントにおけるコージェネの適用可能性」(抜粋・仮訳)

2011年にエネルギー鉱物資源省の電気管理者による電力統計によると、再生可能エネルギーではないエネルギー源により運転される発電プラントは、2011年まで、全ての発電プラントで優勢であった。再生可能エネルギーに由来しない発電プラントは34,718MWであり、再生エネルギー由来の発電は5,180MWである。

PLNの発電プラントのエネルギーバランスは下記の通りである。



■ディーゼルエンジンおよびガスエンジン発電プラントへのコジェネ適用可能性



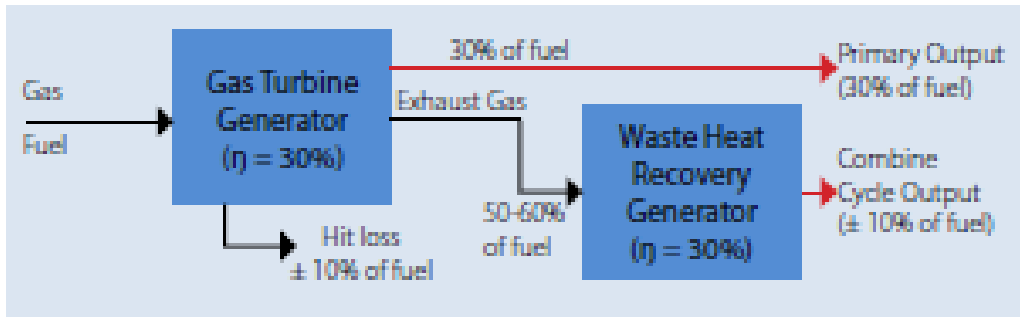
コジェネの適用可能性は、下記のように計算される。

- ・ディーゼルエンジン発電プラント(PLTD)またはガスエンジン発電プラント(PLTMG)の効率が典型的に40%であるため、排熱は、それらの発電プラントにより消費される燃料のカロリー値の60%と同等となる。
- ・排気により放出される排熱は、燃料入力熱量の30-40%と同等である。
- ・コンバインドサイクルのコジェネシステムでは、熱は排気ガスから放出され、通常30%程の熱効率を持った排熱回収発電機(WHRG)に回される。そのため、コンバインドサイクルの発電機は、燃料入力熱量の10%を占める。

そのため、コンバインドサイクルコジェネシステムは、ディーゼル燃料発電システム(PLTD)をディーゼル燃料・蒸気発電プラント(PLTDU)に変更することにより、また、ガスエンジン発電プラントをガスエンジン・蒸気発電プラントに変更することにより、システムエンジン発電プラントの熱的効率の合計を40%から50%に上昇させると予想されている。

■ガスタービン発電プラントへのコジェネ適用可能性

ガスタービンを使用した発電プラント(PLTG)の熱的効率は典型的に約30%である。これらの発電プラントは、その排気ガス配管の端での高いレベルの排熱は、PLTD や PLTMG と比較し出力の効率が低い。それは、燃料入力の約 50-60%である。もし排熱が WHRG に回される場合は、出力が 20%追加される。そのため、コンバインドサイクルコジェネシステムを使用すれば PLTG を PLTGU にすることができ、それらの熱効率を 30%から 50%に上昇できる。



コンバインドサイクルコジェネシステムを使用し開発できる可能性のある化石燃料発電プラントには 3 つの型がある。PLTD, PLTMG および PLTG.コジェネの可能性は下記のようになる。

	設備容量(MW)		発電されたエネルギー (GWh)		コンバインドサイクルでのエネルギーの可能性
	2009年の実現	2014年計画	2009年の実現	2014年計画	2014年計画
PLTD					
PLN	5,020	5,031	16,125.11	16,160.44	4,040.11
非 PLN	451				
PLTD 合計	5,471				
PLTMG					
PLN	80	108	47.67	64.51	16.13
非 PLN	89				
PLTMG 合計	169				
PLTG					
PLN	3,391	4,589	10,018.00	13,556.48	9,037.65
非 PLN	845				
PLTG 合計	4,236				
合計	9,876		26,191	29,781.43	13,093.89

コジェネ技術の適用により、国家エネルギー保全計画に貢献することができる。13,093GWh ものエネルギーが毎年保全できる。これは、この技術が PLN の発電プラント(IPP により運転されている発電機は除く)に適用され、2014 年の予想されているエネルギーを参考とした場合、1,010 万トンもの二酸化炭素排出を減少出来ることを意味する。

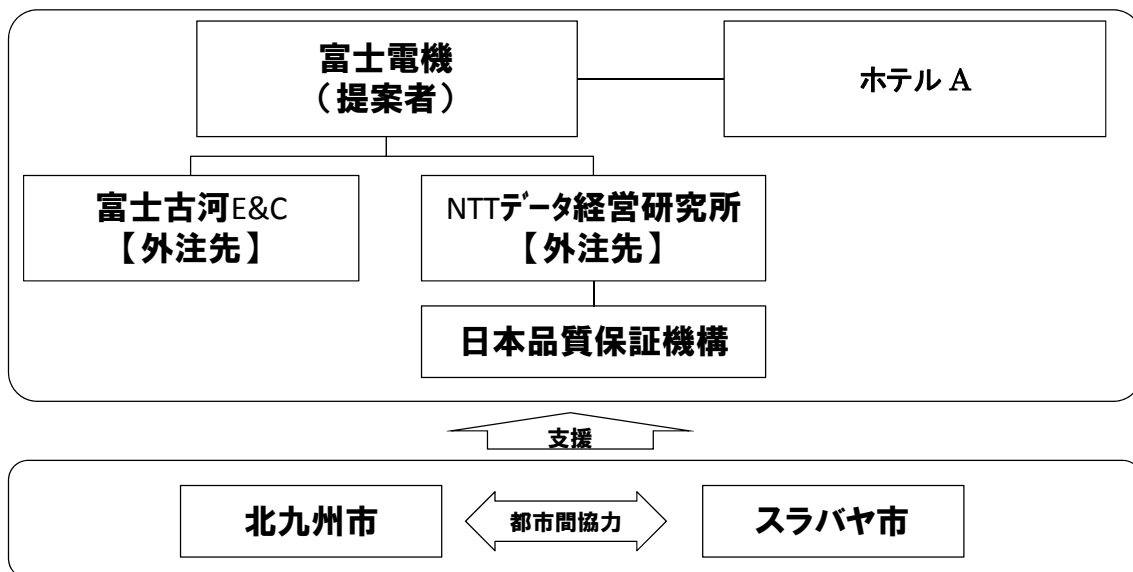
他の分野でコジェネ技術が適用できるとするならば、より多くのエネルギーおよびより多くの二酸化炭素排出を削減できる。それらの分野は、商業ビル(事務所、ショッピングセンター)、輸送施設、空港などを含む。

3. 調査の方法

(1) 調査実施体制

調査実施体制は下表及び下図の通り。

団体名	役割	求める調査成果
富士電機株式会社	調査全体の取りまとめ、詳細計画、運営計画、実施体制の検討	調査報告書、詳細設計、運営計画、実施体制案
富士古河 E&C 株式会社【外注先】	工事計画の検討	工事計画案
株式会社 NTT データ経営研究所【外注先】	JCM 方法論案の構築、PDD 案の作成、各種資料の作成、その他調査	JCM 方法論案、PDD 案
一般財団法人日本品質保証機構	JCM 方法論案の構築サポート	(JCM 方法論案に関する GAP 分析)
ホテル A	資金計画、運営計画、実施体制の検討	資金計画案
北九州市、スラバヤ市	調査全体のサポート、助言	-



(2) 調査課題

① プロジェクト実施主体の与信

当初、プロジェクト実施主体としてホテル B を想定していたが、同ホテルには与信の面で下記問題があることが判明した。

「同ホテルの運営会社が属しているグループ中核企業の保険会社が、健全性を示すソルベンシー・マージン比率の低さによりインドネシア金融当局の指導を受け、2014 年 10 月 1 日に全取締役と全監査役が交替している。」

最終的にホテル B はリース契約を希望していたが、上記与信不安により、リース会社側も顧客返済不能時の補償を富士電機側に求めて来たため、同ホテルでの案件組成は難しいと判断した。

(上記与信調査は、リース会社が実施。)

経緯

下記の通り、提案活動中にホテル B 側の対応に変化が見受けられた。

2014 年 5 月 20 日 インドネシア JCM 事務局会議開催(会場:ホテル B)

Resident Manager が、個人的な知人である JCM 事務局長を設備視察に案内する等、JCM への高い関心が感じられた。また Engineering Director もデータ提供に積極的であり、コージェネ導入へ熱意を示していた。

5 月 現地調査(富士電機)

6 月 現地調査(富士電機、富士古河 E&C)

7 月 環境省 JCM 案件組成調査(PS) 開始

8 月 第 1 回 提案訪問

現地調査結果を元に、見積と提案を提示。

ホテル側から、導入を強力に推進してきた Engineering Director が同業他ホテルへ転職した旨報告を受ける。同時に、Resident Manager もトーンダウンしている印象を受けた。

(恐らくこの時期の前後に、上記金融当局の指導が開始されたものと推察される。)

10 月 第 2 回 提案訪問

見直し提案を提示。

ホテル側から、資金不足のため支払負担を軽減するための提案の要請を受ける。

11 月 7 日 第 3 回 提案訪問

リース方式による支払方式を提示。

ホテル側から、リース料率と契約形態に関する詳細提案の要請を受ける。

11 月 20 日 検討結果の報告(電子メールにて通知)

ホテル親会社の与信不安により、リース会社選定が困難である旨を連絡。

ホテル側から了解の旨、返信を受ける。

②コージェネレーションシステムの提供スキーム

コージェネレーションシステム提供の希望スキームについて、ホテル A、ホテル B、および他ホテル数社にヒアリングを行った。その結果いずれもホテルも、所有・運営を全て自前で行うのではなく、外部に委託するスキームに関心があることが判明した。

	スキーム		ホテル A	ホテル B	ホテル C	ホテル D
	設備	運営				
I	顧客が所有	顧客が運営	検討する	不可	不可	検討する
II	他社が所有 (リース等)	顧客が運営	関心あり	希望する	希望する	関心あり
III	他社が所有 (リース等)	他社が運営	関心あり	可能なら 希望する	可能なら 希望する	可能なら 希望する

(3) 調査内容

① 事業性評価

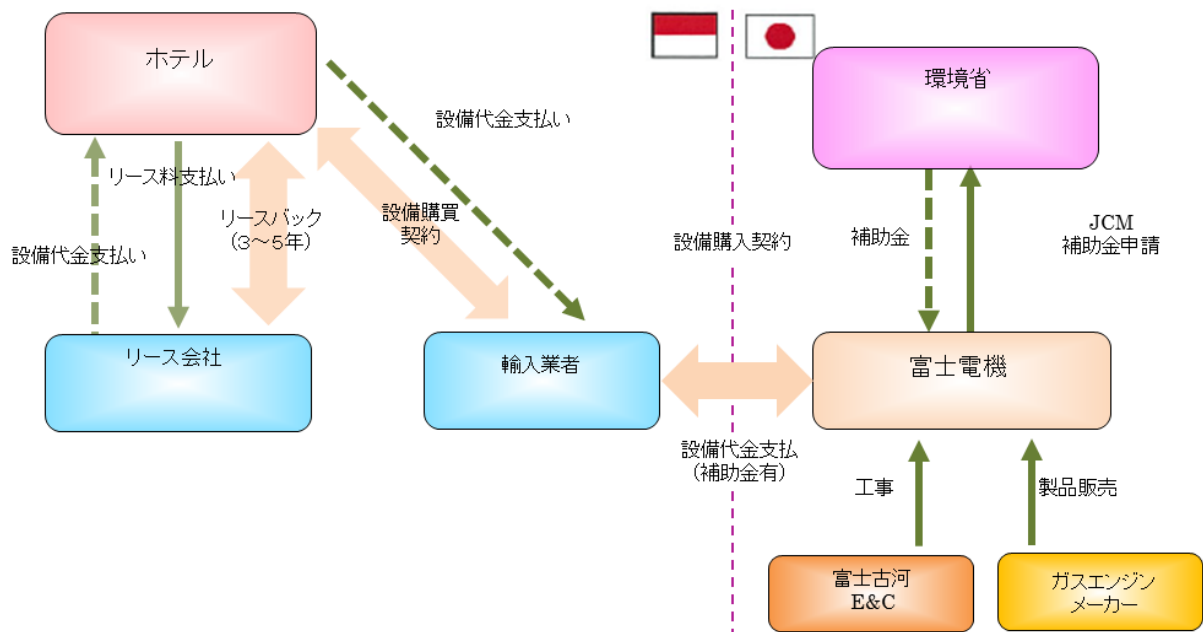
ホテル B での案件形成が困難となったことを受け、改めて同じスラバヤ市内でコージェネレーションに関心の高いホテル A を選定した。同ホテルにおいて、事業性評価および、MOU 締結に向けた協議を実施中である。

② コージェネレーションシステムの提供スキーム

運営会社がホテルとなる上記スキーム「Ⅱ」を検討するため、リース会社と協議を行った。その結果、コージェネレーションシステムをリース会社が所有し、顧客は月次リース料を支払うというスキームを用意することが出来た。

顧客はエネルギーコスト削減分をリース料支払いに充てることができるため、多額の初期投資を回避することが可能となる。また JCM 設備補助事業と組合せたスキームでもあるため、支払が必要となるリース料金についても低減することができる。

ホテル数社にヒアリングした結果、本スキームの評価は良好であり、日本企業のインドネシア進出におけるモデルとして展開を見込むことができる。



プロジェクト実施主体であるホテル A については、基本的にスキーム「Ⅰ」をベースに検討しているが、今回用意したスキーム「Ⅱ」も選択肢として関心を示している。

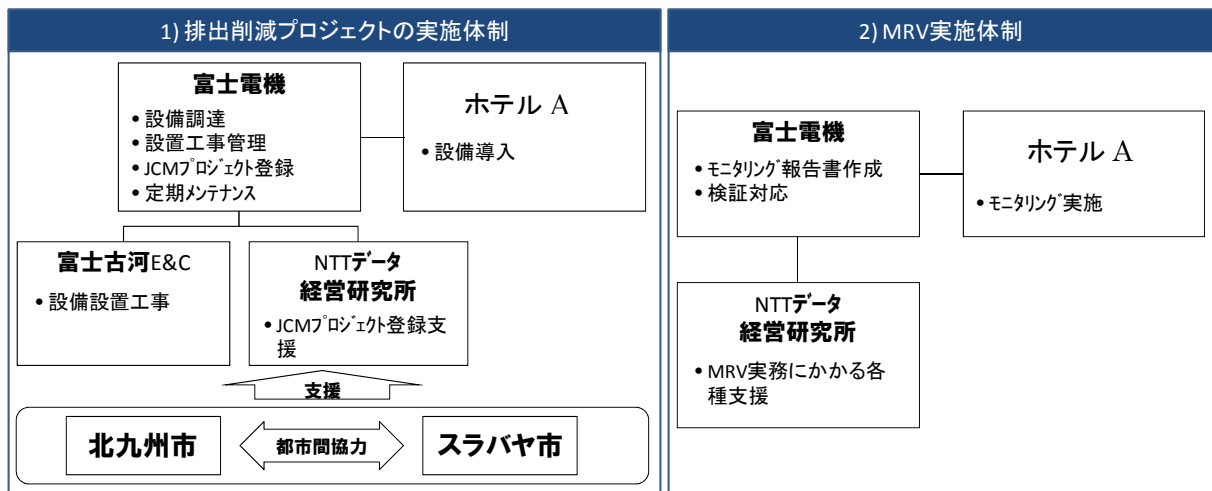
なおスキーム「Ⅲ」として、ホテル以外の主体が運営を行うスキームの可能性を調査するため、日本企業および現地ガス会社に打診を行ったが、今のところ運營業務に高い関心を示す企業は見つからない。

4. プロジェクト実現に向けた調査

(1) プロジェクト計画

プロジェクトの実施体制

本プロジェクトは、JCM 設備補助事業のもと、国際コンソーシアムを組成して実施される。代表事業者は富士電機であり、インドネシア側は実施主体であるホテル A が参加する。工事は富士古河 E&C が担当する。加えて、プロジェクト登録や MRV 実施を支援するコンサルタントとして NTT データ経営研究所、TPE として JQA の参加を予定している。



詳細調査の結果を踏まえた工事計画は下図の通り。

項目	2015年								2016年					
	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	
	▼発注													
エンジン		設計・製作・工場試験						←	→	←	→			
パネル、監視		設計・製作・工場試験						←	→	←	→			
基礎、建屋改修							←	→						
据付・配管・配線工事									←	→				
既設改造											←	→		
現地試験												←	→	
運用開始													---	

プロジェクト実施主体の経営体制・実績

今回コージェネレーションシステムの導入を検討しているホテル A の経営体制・実績は、高い健全性を示しており、与信面で全く問題ない(リース会社の調査結果による)。

事業性の評価

投資額は、現時点での概算で、約 3 億円を想定している。内訳はガスエンジンが約 1 億円、冷凍機・計装設備が 0.5 億円、土木・据付・配管・配線工事が 0.6 億円、電気設備が 0.1 億円、監視システム/現地とりまとめ/エンジニアリングが 0.2 億円、VAT が 0.3 億円、輸入関税が 0.3 億円である。なお上記の輸入関税分は暫定値で、これについては別途調査算出が必要である。

売上収入は電力コスト削減分として約 1.1 億円を想定している。利益額は、売上収入から燃料およびメンテナンスコストを差し引いた約 3,800 万円を想定している。

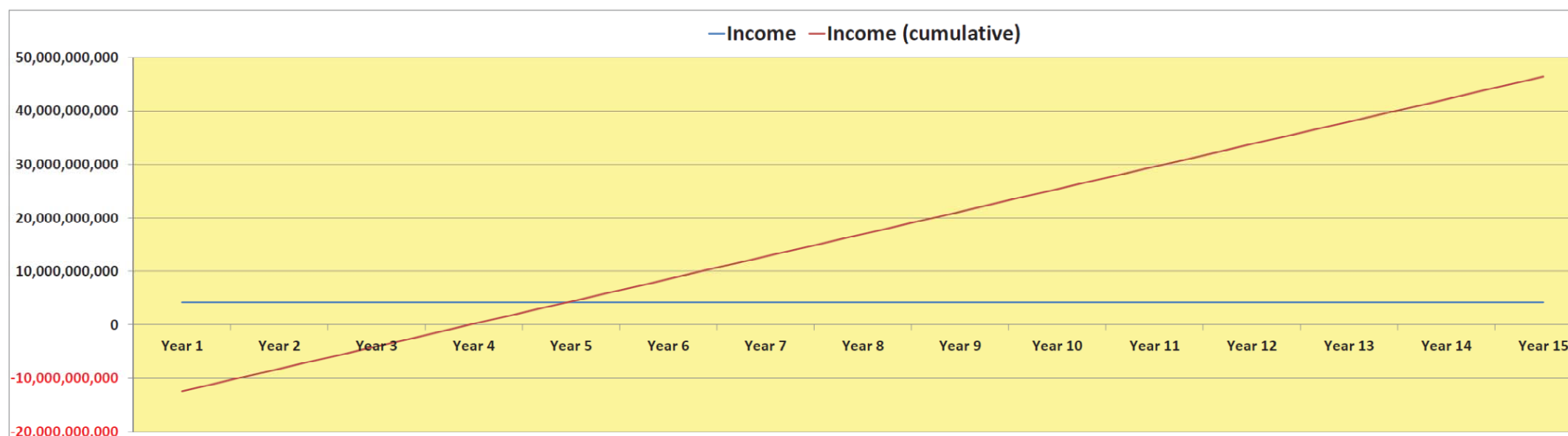
プロジェクト IRR(15 年)は、上記投資額の 1/2 に相当する 1.5 億円の設備補助を前提とした上で、24%、投資回収年数は 4 年を想定している。なお燃料である天然ガスコストは IDR/USD の為替レートに連動する。

上記試算では 2001 年からの為替トレンドの平均値として Rp 10,000/USD を採用している。事業実施期間中に本前提よりルピア安となった場合には、利益額は減少し、投資回収年数も長期になる。試算結果を下記に示す(インドネシアルピア表示)。

(Profit & Loss)		Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5	Year 6	Year 7	Year 8	Year 9	Year 10	Year 11	Year 12	Year 13	Year 14	Year 15	Total	
Revenue	Electricity Cost Reduction	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	182,881,881,000
	Boiler Fuel Cost Reduction	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Subsidy	16,632,000,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	16,632,000,000	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	12,192,125,400	182,881,881,000
Material	Initial Investment	33,264,000,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fuel Cost	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	103,227,264,000
	Total	33,264,000,000	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	6,881,817,600	103,227,264,000
Gross Profit		-16,632,000,000	5,310,307,800	5,310,307,800	5,310,307,800	5,310,307,800	5,310,307,800	5,310,307,800	5,310,307,800	5,310,307,800	5,310,307,800	5,310,307,800	5,310,307,800	5,310,307,800	5,310,307,800	5,310,307,800	5,310,307,800	79,654,617,000
Expense	Annual Maintenance	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	16,632,000,000
	Depreciation	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	1,108,800,000	16,632,000,000
	Total	0	2,217,600,000	2,217,600,000	2,217,600,000	2,217,600,000	2,217,600,000	2,217,600,000	2,217,600,000	2,217,600,000	2,217,600,000	2,217,600,000	2,217,600,000	2,217,600,000	2,217,600,000	2,217,600,000	2,217,600,000	33,264,000,000
Operating Profit		-16,632,000,000	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	46,390,617,000
Non-Operating Income		0																
Non-Operating Expense		0																
Non-Operating Profit		0																
Ordinary Profit		-16,632,000,000	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	46,390,617,000
Net Income		-16,632,000,000	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	3,092,707,800	46,390,617,000
Transferred Profit		3,092,707,800		6,185,415,600	9,278,123,400	12,370,831,200	15,463,539,000	18,556,246,800	21,648,954,600	24,741,662,400	27,834,370,200	30,927,078,000	34,019,785,800	37,112,493,600	40,205,201,400	43,297,909,200		
Undistributed Profit		-16,632,000,000	3,092,707,800	6,185,415,600	9,278,123,400	12,370,831,200	15,463,539,000	18,556,246,800	21,648,954,600	24,741,662,400	27,834,370,200	30,927,078,000	34,019,785,800	37,112,493,600	40,205,201,400	43,297,909,200	46,390,617,000	
Dividend		0																
Profit carried forward		-16,632,000,000	3,092,707,800	6,185,415,600	9,278,123,400	12,370,831,200	15,463,539,000	18,556,246,800	21,648,954,600	24,741,662,400	27,834,370,200	30,927,078,000	34,019,785,800	37,112,493,600	40,205,201,400	43,297,909,200	46,390,617,000	

IRR: Pre-tax	-16,632,000,000	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	63,022,617,000	24.29%
IRR: Net of tax	-16,632,000,000	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	4,201,507,800	24.29%
Income																					
Income (cumulative)	-16,632,000,000	-12,430,492,200	-8,228,984,400	-4,027,476,600	174,031,200	4,375,539,000	8,577,046,800	12,778,554,600	16,980,062,400	21,181,570,200	25,383,078,000	29,584,585,800	33,786,093,600	37,987,601,400	42,189,109,200	46,390,617,000					

IDR ⇒



資金計画

民間企業における設備更新であり、現時点では、プロジェクト実施主体であるホテル A が、自己資金で初期投資を負担することを計画している。初期投資額の 5 割について、JCM 設備補助事業の活用を想定している。維持管理費についても、同様にホテル A の自己資金で賄われる。MRV について、測定については、ホテル A が実施するものの、多くのモニタリング項目について自動的にデータを計測、蓄積するシステムを導入することにより、できる限り現場の負担を軽減することを企図している。報告についても同様にホテル A が実施するが、富士電機、NTT データ経営研究所が必要となる作業の支援を行うことにより、同様に、負担を軽減する。

現在、ホテル A 側と見積もりの結果を踏まえ、受注に向けた協議を行っている段階である。1 月中を目処に、金額や期間等の合意を行いたいと考えている。

リスク分析

最大のリスクは、事業実施期間中の天然ガスの供給力、およびコストの高騰である。

ガス供給会社によると、2014 年 9 月時点で東ジャワ州には供給余力があり、5 年後までは十分な量が確保できているとのことである。現在の供給力は 160mmscfd であるが、新たなガス田との供給契約締結により、2015 年には 20~30mmscfd 供給力が増加する見込みである。

東ジャワ州では LNG 導入計画はあるものの、実際には進められていない。

一般的な供給保証契約は 5 年であり、投資回収期間の目安が 4 年であることを考えると、回収期間内においては供給保証が得られる見込みである。

ガス価格は 2011 年から変更されておらず、2015 年も同じ価格になる。2016 年は値上げするか未定である。通常であれば、契約量を超過してガスを使用すると、ペナルティーとして通常価格の 2.5 倍の価格を要求しているが、2014 年にはそれを行っていない。

以上の調査結果に基づくと、ガス供給状況は比較的良好といえる。

ただし導入後 5 年以上も見据えた中長期的には、周辺地域の需要の急激な増大等により、需給がタイトになるリスクは否定できない。

またガス価格は US ドルと連動しているため、インドネシアルピア下落による為替効果により、ガス価格が上昇するリスクも存在する。ガス価格が上昇すれば利益額は減少し、投資回収も長期化する。

対応策として、メンテナンス要員の現地化、および対象ホテル(導入サイト)数を増加によるコストダウンを図ることが挙げられる。また廃熱の一部を温水や蒸気として活用し、既設ボイラで利用しているガスコストの低減を行うことも検討に値する。

なおジャカルタをはじめ西ジャワ州でガス量が不足しているのは、供給元のガス田の不足、需要量の増加していることが理由として挙げられる。パプアやスマトラからガスを運んでくる必要があり、また工場が集中しており、東ジャワ州と比較してガス需要は大きい。このため LNG 導入の必要性がある。

ガス価格についても、西ジャワ州では 2012 年から値上がり傾向にある。

(2)プロジェクト許認可取得

スラバヤ市開発計画局において関係部局(開発計画局、環境局、居住・都市計画局、コミュニケーション情報局、法務局、東ジャワ州エネルギー鉱物資源局)を集めた会議を実施し、必要となる許認可の確認、および手続きの方法について確認を行った。その結果、下記の見解が得られた。

(必要となる許認可)

- ①UKL/UPL (Upaya Pengelolaan Lingkungan / Upaya Pemantauan Lingkungan: 環境監視/管理方法)
環境局に申請し、承認を受ける。
導入対象となるホテルは通常、既に UKL/UPL を保有している。
従って新規に取得するのではなく、次の手続きを行う。承認に要する期間は1ヶ月以内。
 - ・ UKL/UPL を保有していることの確認
 - ・ 導入するコージェネレーションシステムの仕様の提出
(設備の種類、燃料、想定される環境影響等を記載した書類)なお UKL/UPL には、騒音等の規制値および実測値が記載されている。
- ②IMB (Izin Mendirikan Bangunan: 建築許可)
UKL/UPL 同様、既に保有管理されている。
着工までに当局に申請し、許可を取得する。
IMB に付属する建築図面には、隣地境界線からの離隔距離を示すラインが書かれており、コージェネレーション設備の防音壁等を設計する上でのガイドラインとなる。
- ③IO (Izin Operasi, 自家発電設備の運転許可 ESDM 省令 2013 年 35 号)
コミュニケーション情報局に申請し、許可を取得する。
上記①UKL/UPL 承認後、申請する。取得に要する期間は3ヶ月程度。本手続きは、Hotel A 側と設備導入に関して合意に至った段階で開始する。
導入予定のホテル側担当者が主体的に行い、必要に応じて富士電機が支援を行う。

(3) 日本技術の優位性

① 基本方針

今回導入する主要な低炭素技術は、コージェネレーションシステムを構成するガスエンジン、吸収式冷凍機、およびそれらを取りまとめる EPC(エンジニアリング、調達、工事)である。インドネシアではまだマーケットが顕在化していない状況である。

ガスエンジンについては、1998 年に実施されたインドネシアにおける自家用発電機の実態調査²によると、自家発電機の燃料別の割合は、発電容量ベースで、ディーゼル 60%、汽力 22%、ガスタービン 11%、水力 6%となっており、ガスエンジンはほとんど採用されていない状況である。ただし、近年、GE が Plaza Indonesia にガスエンジンを導入しており、今後も市場開拓を目指すことを公表する等、今後、マーケットは拡大することが予想される。GE は、ジャカルタのホテルでコージェネレーション紹介セミナーを開催する等、普及活動に積極的である。インドネシア代理店 Navigat 社が、エンジニアリングを含む現地対応を行っており、強力な競合になると予想される。

吸収式冷凍機については、BSRIA の調査によると、インドネシアの市場は、年間約 7 億円程度の規模しかなく、まだ黎明期にあると推察される。上位 5 社は Shuangliang(中)、Broad(米)、Huin(中)、LS(韓)、Thermax(印)の 5 社であり、この 5 社で 90%のシェアである。次いで、日立、マツケイ(ダイキン)が主要なプレイヤーとして位置付けられている。吸収式冷凍機は技術開発の歴史が古く、特に、今回採用を予定している単効用方式については、COP が 0.6~0.8 程度で、大きく効率に差がつきにくい状況である。

上述の競合に対抗するため、本調査内で得られた知見と経験、および JCM による支援を活用し、日本技術を軸とする EPC(エンジニアリング・調達・工事)体制の立上げを行う。コージェネレーションシステム導入にはエネルギー最適利用に関する高度なノウハウが必要であり、日本企業の培ってきた総合技術力が優位性の源泉となる。

系統連系や運転方案を含む設計、ホテル側の電気・熱需要等の要件に合致する最適で高効率なエンジンと冷凍機の選定、配線・配管工事やメンテナンスを含め、日本企業の経験をベースに、現地化によるコストダウンも併せて行いながら普及展開を進める。

なお競合製品の位置づけはコージェネレーションシステムが普及するか否かで異なる。コージェネレーションシステムが普及した場合には日本製以外のガスエンジン、吸収式冷凍機が競合製品となる。コージェネレーションシステムが普及しなかった場合には、電力は系統電力(PLN)から購入し、冷凍機は、ターボ式冷凍機が採用される。コージェネレーションシステムを取り巻く外部環境は改善しつつあるものの、現時点では普及率が低く(フロスト&サリバンの予測によると、インドネシア国内では、2014 年の 1 年間で 70MW 程度しか増えない³)、民生業務分野に限れば導入事例ごくわずかな状況である。しかし、近年の急激な電力料金の上昇、東ジャワ州地域を中心としたガス供給状況の改善、安定化は、コージェネレーションの普及にとって追い風の状況である。この状況下で、JCM による支援は、コージェネレーションシステムの普及に重要な契機になると考えられる。

² Captive Power Supply in Indonesia: Historical Development, Present Status and Future Role” conducted by Heinz Pape in 1998, 2013 年 11 月発表の GIZ のレポート(Overview of Diesel Consumption for Captive Power in Indonesia)でも引用有。

³ Frost & Sullivan Indonesia 2012 Indonesia Power Sector Outlook

②ガスエンジンについて

今回適用する 1MW クラスのガスエンジンについて日本メーカー各社に確認したところ、現時点では価格競争力が無いため、海外向けには提供しないという回答を得ている。このため、ガスエンジンについては海外メーカーを採用する方向で検討している。採用を予定しているガスエンジンは現在、1MW クラスでは世界最高効率とされており、JCM の CO2 削減効果を最大化できると考えている。

なお5MW 以上であれば、日本製で世界最高効率のものが存在する。但し適用対象をホテルに限定すると、同クラスのエンジンに適したサイトは多くは存在しないと考えられる。

③富士電機のコージェネレーション導入の状況

富士電機では、コージェネレーションシステムをより有効に、より使いやすくするために、コンピュータ制御によるエネルギー総合管理システムを開発し、ソフト・ハードをコンパクトなシステムとして提供している。電力負荷状況・外気温度条件による熱エネルギーの必要度を測定・管理し、自動的に常に最適な条件でシステムが運転できるように付帯設備を総合管理し、コージェネレーションシステムと共にエネルギーの有効利用を実現している。

1

エネルギー総合管理システムで自動運転が可能

Fuji Energy Control System (FECS) シリーズは、デマンド監視・スケジュール運転・日報月報の作成・警報など自動運転機能を満載。常に最適出力で運転し、複数台設置の場合でも発停を自動選択します。付帯設備も合せた総合管理システムで省エネ効果はさらにアップします。



3

エンジンのヒートバランス特性を活かした多様な利用形態

3種類のエンジンシステムの特性を活用して広範囲な需要設備に適用できます。たとえば、

- 給湯水を大量に必要とするホテル・病院
- 温熱・冷熱を同時に必要とする食品加工工場。
- 使用エネルギーの変動が大きいデパート・会館。
- 設備の新増設、容量アップが必要な冷温同時使用工場・ショッピングモール

などと多様なシステム構成が可能です。

利用形態

給湯(温水)を常に必要とする施設	温熱・冷熱を同時に必要とする施設	使用エネルギーの変動が大きい施設(デパート・会館)の需要変動に対応	安価な燃料(石油・電力)契約・容量アップが必要施設(工場)のピークを平滑化
ホテル	病院	デパート	食品加工工場
旅館	製紙工場	ショッピングセンター	冷温同時使用工場
学校	製糖工場	百貨店	大規模なビル
大学	製氷工場	百貨店	大規模なビル
病院	製氷工場	百貨店	大規模なビル

需要業種

2

総合エネルギー効率は80%の高効率

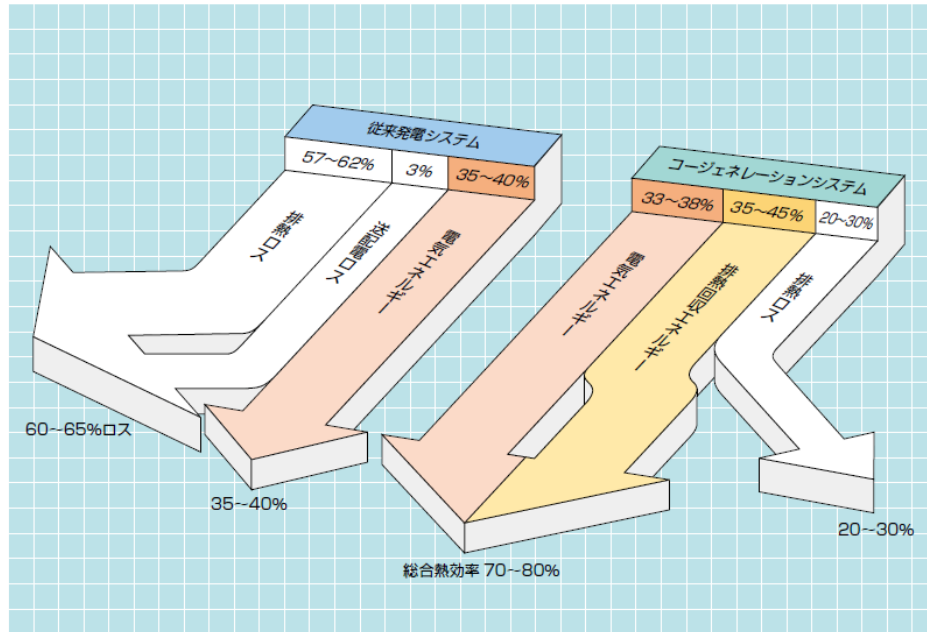
一つの燃料源から電力と熱の2種類のエネルギーを取出して高効率に利用する省エネシステムです。従来システム(35~40%) に比べて2倍の効率(70~80%) です。

4

受変電設備負担と電力契約容量のアップを抑える経済的運用

夏期の冷房使用時の一時的な超過電力をカバーするピークカット発電や、設備の新増設などで契約電力を超えるような場合の電力を補うなどのエネルギーの増減に柔軟に対応できます。

エネルギー効率の比較



(参考)富士電機 システム適用実施例

椿山荘ホテル



設備概要

都会形の宴会場を主体としたホテルへの適用例。ガスタービン発電機と廃熱ボイラの組合せで、電力と熱を供給します。宴会場の電力の一部を賄い、回収熱で冷暖房・給湯に利用しています。この適用では常用・非常用発電設備の認可を受けています。

建物概要

設置場所	東京都文京区
延床面積	宴会棟29000m ²
設置時期	昭和58年12月
運用形態	発電+冷暖房・給湯
機器仕様	ガスタービン発電設備625kVA 廃熱ボイラ1100kW(0.8MPa) 蒸気吸収冷凍機 680RT×2240RT

万座ビーチホテル



設備概要

昭和58年6月にオープンしたリゾートホテルに導入したコージェネレーションシステムです。ガスタービンによる発電・冷暖房・給湯をするシステムです。系統電源との並列運転は行わず、電源切替方式で、熱回収負荷はボイラの補助用として燃料の節減を図っています。

建物概要

設置場所	沖縄県恩納村
延床面積	32071m ²
設置時期	昭和58年3月
運用形態	発電+冷暖房・給湯
機器仕様	ガスタービン発電設備625kVA 廃熱ボイラ1100kW(0.8MPa) 蒸気吸収冷凍機 250RT

(参考)富士電機 日本国内におけるコージェネレーションの導入実績

No.	Operating Site	Customer	Number of Unit	Power Output (kW)	Fuel	Date of Delivery
1	Factory	Kao Soap	3	400	Kerosene	1982
2	Hotel	Manza Beach	2	400	Kerosene	1983
3	Hotel	Chinzanso	1	480	City Gas	1983
4	Hotel	Nansei Grand	2	400	Kerosene	1984
5	Factory	Taiyo Chemical	1	1000	A Heavy Oil	1985
6	Refinery	Showa Shell	1	3500	C Heavy Oil	1987
7	Factory	Niino Electronics	1	600	A Heavy Oil	1987
8	Park	Wanpaku	2	600	A Heavy Oil	1988
9	Factory	Kawasaki Steel	2	5500	C Heavy Oil	1988
10	Data Center	NTT	2	800	C Heavy Oil	1988
11	Factory	Kawasaki Heavy Industry	1	1750	City Gas	1988
12	Factory	Shinetsu Semiconductor	1	1000	Kerosene	1988
13	Factory	Ohmikenshi	1	4800	C Heavy Oil	1988
14	Refinery	Taiyo Petroleum	1	6370	Gas / Oil	1988
15	University	Tokyo Electric	1	500	City Gas	1988
16	University	Tokyo Electric	1	500	City Gas	1988
17	University	Tokyo Electric	1	500	Kerosene	1988
18	Health Center	Kitakyushu	1	300	A Heavy Oil	1988
19	Factory	Takenouchi	1	800	A Heavy Oil	1988
20	Factory	Takasaki Pulp & Paper	1	6300	A Heavy Oil	1988
21	Factory	Tohoku Iwate Cement	1	4950	A Heavy Oil	1988
22	Health Center	Meihan Health Land	2 1	420 280	Light Oil	1988
23	Factory	Nihon Zeon	1	4000	City Gas	1988
24	Factory	Fujitsu	1	1600	A Heavy Oil	1988
25	Factory	PFU	1	800	A Heavy Oil	1989
26	Factory	Kondo Boseki	1	4950	A Heavy Oil	1989
27	Factory	Kondo Boseki	1	4950	A Heavy Oil	1989
28	Factory	Kyushu Fuji Bread	1	1000	A Heavy Oil	1989
29	Factory	Chuetsu Gokin Steel	2	1450	A Heavy Oil	1989
30	Office Building	Makuhari Techno Garden	2	3750	A Heavy Oil	1989
31	Factory	Shinetsu Chemical	1	4950	A Heavy Oil	1989
32	Hotel	Daikanso	2	300	A Heavy Oil	1989
33	Factory	Sankyo Food	2	470	A Heavy Oil	1989
34	Factory	Kawasaki Heavy Industry	1	2900	Gas / A Heavy Oil	1989
35	Factory	Mitsubishi Heavy Industry	1	480	A Heavy Oil	1989
36	Factory	Kawasaki Heavy Industry	1	2900	Gas	1989
37	Factory	Fuji Electric	1	380	Kerosene	1989
38	Factory	Kanto Electric	3	5500	A Heavy Oil	1990
39	Factory	Teijin	4	390	A Heavy Oil	1990
40	Factory	Marusan Pulp & Paper	2	4000	A Heavy Oil	1990
41	Factory	Okamoto	1	500	A Heavy Oil	1990
42	Factory	Domochi	1	450	A Heavy Oil	1990
43	Factory	Kawasaki Heavy Industry	1	2400	A Heavy Oil, City Gas	1990
44	Factory	Toyo Pulp & Paper	1	900	A Heavy Oil	1990
45	Ski Resort	Niseko Alpen Ski Resort	4,1	500250	A Heavy Oil	1990
46	Factory	Nihon Zeon	1	3830	City Gas	1990
47	Ski Resort	Palcol Ski Resort	6	500	A Heavy Oil	1990
48	Factory	Kawasaki Heavy Industry	1	2400	City Gas	1990
49	Factory	Taffco	1	450	A Heavy Oil	1990
50	Factory	Takenouchi	1	800	A Heavy Oil	1991
51	University	Kawasaki University	3	1200	A Heavy Oil	1991
52	Factory	Lintech	2	2900	A Heavy Oil	1991

No.	Operating Site	Customer	Number of Unit	Power Output (kW)	Fuel	Date of Delivery
53	Factory	Toho Gas	1	2400	City Gas	1991
54	Factory	Yokohama Rubber	2	170	A Heavy Oil	1991
55	Factory	Asahi Corporation	1	2900	City Gas	1991
56	Factory	Sumitomo Bekreit	1	1850	A Heavy Oil	1991
57	Factory	Dowa Steel	1	1000	A Heavy Oil	1991
58	Factory	Toyota Motors	1	2900	A Heavy Oil	1991
59	Factory	Oomiya Pulp & Paper	1	2900	A Heavy Oil	1991
60	Factory	Toyota Motors	1	2100	A Heavy Oil	1991
61	Park	Kobe Horbor Land	1	2900	City Gas	1991
62	Office Building	Mainichi News Paper	2,1	24701500	City Gas	1991
63	University	Tokyo Medical University	1	1200	City Gas	1991
64	Factory	Yokohama Rubber	2	400	A Heavy Oil	1991
65	Factory	Kao Soap	2	2900	City Gas	1991
66	Hotel	Urabandai Hotel	2	955	A Heavy Oil	1991
67	Factory	Daisen Blow	4,1	1000600	A Heavy Oil	1991
68	Factory	Toho Gas	1	2400	City Gas	1992
69	Factory	Shinetsu Electronics	1	2900	A Heavy Oil	1992
70	Training Center	NTT Suzuka	1	500	A Heavy Oil	1992
71	Factory	Kyushu Fuji Bread	1	1000	A Heavy Oil	1992
72	University	Kawasaki	1	1200	A Heavy Oil	1992
73	Factory	Toyota Motors	1	2900	A Heavy Oil	1992
74	Factory	Toyota Motors	1	2900	A Heavy Oil	1992
75	Hospital	Suzuka-shi Central Hospital	2	250	A Heavy Oil	1992
76	Ski Resort	Niseko Alpen Ski Resort	1	500	A Heavy Oil	1992
77	Factory	Shinnikkei	2	2100	A Heavy Oil	1992
78	Hospital	Kyoto University Hospital	1	1500	A Heavy Oil	1992
79	Factory	Toyota Motors	1	4100	City Gas	1993
80	Factory	Bando Chemical	1	2100	City Gas	1993
81	Factory	Nihon Denso	1	2100	City Gas	1993
82	Hospital	Nihon Medical University Hospital	1	1200	City Gas	1993
83	Factory	Daihatsu	1	2900	City Gas	1993
84	Factory	Sanyo Pulp & Paper	1	4300	A Heavy Oil	1993
85	Factory	Fujitsu AMD Semiconductor	1	2900	A Heavy Oil	1993
86	Shopping Center	Sagamiwara Shopping Center	3	1000	A Heavy Oil	1993
87	Factory	Matsushita Electronics	1	1500	A Heavy Oil,LPG	1994
88	Factory	Takeda Pharmaceutical	1	6000	City Gas	1994
89	Factory	Fujitsu	1	2900	A Heavy Oil	1994
90	Factory	Fujitsu	1	2845	A Heavy Oil	1994
91	Factory	Shinetsu	1	2100	City Gas	1995
92	Factory	Matsushita Electronics	1	1500	LPG	1995
93	Factory	Matsushita Electronics	1	1500	LPG	1995
94	Hospital	Nagoya University Hospital	2	1500	A Heavy Oil,City Gas	1995
95	Factory	Yukijirushi Milk	1	1500	City Gas	1995
96	Factory	Toyota Motors	1	6100	A Heavy Oil	1995
97	Factory	Alaco	1	6100	City Gas	1995
98	Factory	Matsushita Electronics	2	1500	LPG,City Gas	1995
99	Factory	Matsushita Electronics	3	1500	LPG	1996
100	Factory	Sony	1	1500	Kerosene	1996
101	Factory	Kyushu Fuji Bread	1	1000	A Heavy Oil	1996
102	Factory	Shatorese	3	1990	LPG	1996

No.	Operating Site	Customer	Number of Unit	Power Output (kW)	Fuel	Date of Delivery
103	Shopping Center	Tsu-nanko Shopping Center	3	650	A Heavy Oil	1996
104	Factory	Matsushita Electronics	1	1500	LPG	1996
105	Factory	Fujitsu	1	2845	A Heavy Oil	1996
106	Factory	Toyota Motors	1	6500	A Heavy Oil	1996
107	Factory	Fujitsu	1	4100	Kerosene,LPG	1996
108	Factory	Oomiya Pulp & Paper	1	4100	Kerosene,A Heavy Oil	1996
109	Laboratory	Ministry of Education	1	2000	A Heavy Oil,City Gas	1997
110	Factory	Lion	1	2100	City Gas	1997
111	Factory	Bando Chemical	1	2140	City Gas	1997
112	Factory	Tokusen	1	6262	LPG	1997
113	Area Air Condition	Tokyo Kamata	1	1500	City Gas	1997
114	Factory	Sanyo Electric	1	2900	Kerosene,LPG	1997
115	Factory	Japan Tobacco	1	2100	A Heavy Oil	1997
116	University	Iwate University	3	500	A Heavy Oil	1997
117	Hospital	Shinshunshirai Hospital	1	280	City Gas	1997
118	Factory	Matsushita Electronics	1	1500	A Heavy Oil,LPG	1997
119	Hospital	Suzuka Central Hospital	1	500	A Heavy Oil	1997
120	Factory	Daihatsu	1	6500	City Gas	1997
121	Factory	Kyushu Fuji Bread	1	1000	A Heavy Oil	1998
122	Office Building	JR Central Towers	3	1500	A Heavy Oil,City Gas	1998
123	Factory	Ideshigyo	1	1500	City Gas	1998
124	Factory	Ibiden	1	6800	City Gas	1998
125	Factory	Cresia	1	6050	A Heavy Oil	1998
126	Water Purification Plant	Higashi-Murayama	2	1600	A Heavy Oil,City Gas	1998
127	Hospital	Yamagata Central Hospital	3	650	A Heavy Oil	1998
128	Somewhere	Somewhere	1	6000	LPG	1999
129	Hospital	Akita Union Hospital	2	500	City Gas	1999
130	Factory	NSK Trinton	1	720	A Heavy Oil	1999
131	Hospital	Kitaide Hospital	2	240	A Heavy Oil	1999
132	Factory	Shinko Electric	1	3200	City Gas	2000
133	Laboratory	Space Development Center	2	2400	A Heavy Oil	2000
134	Factory	Daihatsu	1	6500	City Gas	2000
135	Factory	Toyota Motors	1	7500	A Heavy Oil,City Gas	2000
136	Refinery	Teikoku Petroleum	1	1500	Natural Gas	2000
137	Factory	Stella Chemipha	1	1500	LNG	2000
138	Hospital	Kanto Teishin Hospital	2	400	City Gas	2000
139	University	Tokyo Foreign Language University	2	500	City Gas	2000
140	Factory	Kao Soap	1	6800	City Gas	2000
141	Train Station	JR East	2	1000	Kerosene	2000
142	Factory	Denso	1	6500	City Gas	2000
143	Factory	Morinaga Milk	1	1500	City Gas	2000
144	Factory	Matsushita Electric	2	1500	A Heavy Oil,LPG	2000
145	Factory	Nitta Jellatine	1	1500	City Gas	2001
146	Factory	Suntory	1	1500	City Gas	2001
147	Office Building	Ebisu Garden Place	1	1500	A Heavy Oil,City Gas	2001
148	Factory	Termo	1	2900	City Gas	2001
149	Factory	Marutomi Pulp & Paper	1	1500	Kerosene,City Gas	2001
150	Factory	Matsushita Electronics	1	1500	A Heavy Oil,LPG	2001
151	Factory	Yukijirushi Milk	1	1500	Kerosene	2001
152	Factory	Matsushita Electronics	1	1500	A Heavy Oil,LPG	2001
153	Factory	Matsushita Electronics	2	1500	A Heavy Oil,LPG	2001
154	Factory	Daikin	1	6500	City Gas	2001
155	Factory	Sanyo Electric	1	2200	LPG	2001
156	Factory	Matsushita Electronics	2	2900	Natural Gas	2001

No.	Operating Site	Customer	Number of Unit	Power Output (kW)	Fuel	Date of Delivery
157	Factory	Asmo	1	6140	A Heavy Oil	2001
158	Factory	Daihatsu	1	6500	City Gas	2001
159	Office Building	World Trade Center	1	1500	-	2001
160	Factory	Matsushita Electronics Parts	1	1500	A Heavy Oil,LPG	2001
161	Factory	Toyota Motors	1	7500	A Heavy Oil,City Gas	2002
162	Factory	Asmo	1	6500	A Heavy Oil	2002
163	Factory	Matsushita Electronics	1	2900	Natural Gas	2002
164	University	Kanazawa Medical University	3	1200	A Heavy Oil	2002
165	Factory	FDK	1	650	City Gas	2002
166	Train Station	JR East Morioka	3	670	Kerosene	2002
167	Factory	Morinaga Milk	1	1500	City Gas	2002
168	Factory	Kawasaki Heavy Industry	1	7750	City Gas	2002
169	Factory	S Energy	1	5570	City Gas	2002
170	Laboratory	Daiichi Pharmaceutical	1	2200	A Heavy Oil,City Gas	2002
171	Hospital	Oosaka Red Cross Hospital	1	1600	A Heavy Oil,City Gas	2003
172	Factory	Sumitomo Chemical	1	6500	City Gas	2003
173	Hospital	Sapporo Hospital	2	200	City Gas	2003
174	Factory	Toyota Motor Parts	1	6500	City Gas	2003
175	Factory	Kao Soap	1	6500	City Gas	2003
176	Factory	Shinetsu Semiconductor	1	2900	Kerosene	2003
177	Factory	Sapporo Beer	3	700	City Gas	2003
178	Residence	Sagamiwara Army Residence	2	500	City Gas	2003
179	Factory	S Energy	1	5500	City Gas	2004
180	Factory	Oji Pulp & Paper	1	6920	A Heavy Oil	2004
181	Laboratory	Air & Space Company	1	6500	City Gas	2004
182	Factory	Kao Soap	1	6500	Natural Gas	2005
183	Refinery	Petroleum Development	1	1500	Light Oil,Natural Gas	2006

(4)MRV 体制

MRV 体制の構築

自動的に必要データを計測、収集するモニタリングシステムを設置し、逐一、収集されたデータをホテルのエンジニアリング部門の担当者がデータ収集スタッフとして確認する。確認したデータは、施設部門の責任者がプロジェクトマネージャーとして承認する。結果の取りまとめ、報告、検証への対応については、富士電機および NTT データ経営研究所がサポートする。また、TPE としては、JQA を想定する。

モニタリングの体制については、以下の形で簡素かつ必要十分な体制で実施することを想定している。

Responsible personnel	Role
Project Manager	<ul style="list-style-type: none"> - Responsible for planning and implementation of project, and preparation of monitoring report, - in charge of cross-checking the monitored data reported from data collection staff, - in charge of QA/QC of monitoring data and measuring equipment including monitoring training.
Data collection staff	<ul style="list-style-type: none"> - in charge of data collection including reading, recording, aggregation and archiving, - in charge of machine operation and maintenance including calibration of measuring equipment.

モニタリングに必要な計測機器の選定

JCM 方法論との整合性を考慮しつつ、モニタリングに必要な計測機器(電力計、流量計、温度計)の候補を選定した。

■電力計測のためのデジタルメーター



■モニタリング計器類 機種一覧

種類	相線式	定格電流 [A]	形名			
			表面取付	埋込取付		
普通 (2.0級) (ブレーカタイプ)	単相2線式	30	F1JF-S23R, F1JF-R			
		120	F1JF-S23R, F1JF-R			
		-/5	F1JF-S23R, F1JF-R			
	単相3線式	30	F2JF-S23R, F2JF-R			
		120	F2JF-S23R, F2JF-R			
		250	F2JF-S23R, F2JF-R			
	三相3線式	-/5	F2JF-S23R, F2JF-R			
		30	F3JF-S23R, F3JF-R			
		120	F3JF-S23R, F3JF-R			
普通 (2.0級)	単相2線式	-/5	表面取付用アタッチメント有り	F1C-S22VR		
		単相3線式	-/5	表面取付用アタッチメント有り	F2C-S22VR	
		三相3線式	-/5または-/1	表面取付用アタッチメント有り	F3C-S22VR	
	精密 (1.0級)	三相4線式	-/5または-/1	表面取付用アタッチメント有り	F4C-S22VR	
			三相3線式	-/5または-/1	表面取付用アタッチメント有り	FP3C-S22VR
			三相4線式	-/5または-/1	表面取付用アタッチメント有り	FP4C-S22VR
	特別精密 (0.5級)	三相3線式	-/5	表面取付用アタッチメント有り	FH3C-S22VR	
	無効 (2.5級)	三相3線式	-/5または-/1	表面取付用アタッチメント有り	FV3C-S22VR	
		三相4線式	-/5または-/1	表面取付用アタッチメント有り	FV4C-S22VR	
複合計器 (普通2.0級)	三相3線式	-/5	FM3ER-R			
複合計器 (精密1.0級)	三相3線式	-/5	FP3ER-R			
複合計器 (特別精密0.5級)	三相3線式	-/5	FH3E9-R			

■電力計測のためのアナログメーター

	Type	Model	Operation	Accuracy
DC	Amp meter	DC11	Moving coil type	1.5
	Volt meter	DC11		1.5
AC	Amp meter	AC11	Rectifier type	1.5
	Volt meter	AC11	Rectifier type	1.5
	Watt meter (1PH2W)	W11-E11	Transducer type	1.5
	(3PH3W) Unbal.	W11-E32	Transducer type	1.5
	(3PH4W) Unbal.	W11-E33	Transducer type	1.5
	Var meter (1PH2W)	Q11-E11	Transducer type	1.5
	(3PH3W) Unbal.	Q11-E32	Transducer type	1.5
	(3PH4W) Unbal.	Q11-E33	Transducer type	1.5
	PF meter (1PH)	PF11-E11	Transducer type	2°
	(3PH)	PF11-E31	Transducer type	2°
	Frequency meter	F11	Transducer type	0.5



■吸収式冷凍機に関する計測のための機器類(抜粋)

Tag No.	Service	Type of Instrument	Fluid	Capacity	Pressure	Temp	Line Size	Connection	Material	Manufacture	Model No.	Accuracy
FIR-101	Chiller Supply	Magnet Flow Meter	Chiller	0-2,450L/min	0.3Mpa	6	150A	JIS10K FF 150A	CS	Tokyo Keiso Co.,LTD	EGM2100C	±0.5% RD
FIR-103	CW Supply	Viriabile Area Flow meter	Water	0-125L/min	0.15Mpa	AMB	25A	JIS 10K FF 25A	CS	Tokyo Keiso Co.,LTD	AM71EW	±1.0% FS
FIRA-201	HW Supply	Viriabile Area Flow meter	Hot W	0-80?/h	0.55Mpa	90	100A	JIS 10K FF 100A	CS	Tokyo Keiso Co.,LTD	AM71EW	±1.0% FS
FIR-401	NG Supply	Vortex Flometer	Natural G	0-270 ?/h	0.1Mpa	AMB	80A	JIS 10K FF 80A	SUS304	Tokyo Keiso Co.,LTD	VFM4070C	±2.0% RD
PIRA-101	Chiller Supply	Pressure Transmitter	Chiller		0-0.4Mpa	6	150A	RC 1/2	SUS304	Yokogawa	EJX110J	±0.2% RD
PIR-102	Chiller Return	Pressure Transmitter	Chiller		0-0.4Mpa	12	150A	RC 1/2	SUS304	Yokogawa	EJX110J	±0.2% RD
PIRA-103	CW Circulation	Pressure Transmitter	CW		0-0.15Mpa	30	150A	RC 1/2	SUS304	Yokogawa	EJX110J	±0.2% RD
PIRA-201	HW Supply	Pressure Transmitter	Hot W		0-0.5Mpa	90	150A	RC 1/2	SUS304	Yokogawa	EJX110J	±0.2% RD
PIR-202	HW Return	Pressure Transmitter	Hot W		0-0.4Mpa	75	150A	RC 1/2	SUS304	Yokogawa	EJX110J	±0.2% RD
PI-401	NG Supply	Pressure Transmitter	Natural G		0-20Kpa	AMB	150A	RC 1/2	SUS304	Yokogawa	EJX110J	±0.2% RD
TICA-101	Chiller Supply	Pt 100 Ω	Chiller	-25 to 50°C			150A	JIS 10K FF 20A	SUS304	Hayashi Denko	R3 Type	±0.3+0.005t °C
TIR-102	Chiller Return	Pt 100 Ω	Chiller	-25 to 50°C			150A	JIS 10K FF 20A	SUS304	Hayashi Denko	R3 Type	±0.3+0.005t °C
TIR-103	CW Circulation	Pt 100 Ω	CW	0-50°C			250A	JIS 10K FF 20A	SUS304	Hayashi Denko	R3 Type	±0.3+0.005t °C
TIRA-201	HW Supply	Pt 100 Ω	Hot W	0-100°C			100A	JIS 10K FF 20A	SUS304	Hayashi Denko	R3 Type	±0.3+0.005t °C
TIR-202	HW Return	Pt 100 Ω	Hot W	0-100°C			100A	JIS 10K FF 20A	SUS304	Hayashi Denko	R3 Type	±0.3+0.005t °C
TIR-401	NG Supply	Pt 100 Ω	Natural G	0-100°C			80A	JIS 10K FF 20A	SUS304	Hayashi Denko	R3 Type	±0.3+0.005t °C

キャパシティ・ビルディング

キャパシティ・ビルディングは、①JCMにおけるMRVの考え方、②モニタリングシステムの使用方法、以上の2つに分けて実施する。

- ① については、本調査中で、JCM 方法論案、PDD 案にもとづき、状況に応じてであるが、JQA がホテル関係者に対するキャパシティ・ビルディングに関する説明、資料提供等を実施する。
- ② については、本調査中で、富士電機がシステム概要の説明を行う。実際にシステムが導入されたのちには、富士電機が、計測の仕方及びモニタリング記録の保存方法について、ホテル側に指導を行う。

今回は2020年までのプロジェクトを想定しており、現地サイトの負担を増やさずに、CO₂の削減をめざせる体制を構築し、それを継承することが求められていることから、可能な限り簡易かつ必要十分な体制構築を行うこととする。

(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

想定される悪影響とその回避のための措置

環境面での悪影響としては、ガスエンジンから排出される排気ガスによる大気汚染、騒音、振動が挙げられる。これらについては、インドネシア環境省が定める基準値に従う形で、悪影響を回避する措置を行う。また、これらの値の定期的なモニタリングを行うことも検討する。

大気汚染対策	排出 NOX 値を下げるため、脱硝装置を設置
騒音対策	[建屋外] 冷却塔→防音壁を設置 [建屋内] エンジンの排気音→サイレンサーを設置(2段構成)、排気ファン→ファン周囲にゴム材(吸収材)を設置
振動対策	防振ゴム、コイルを設置

想定される好影響とその担保のための措置

オンサイト型ガスエンジンの導入による安定的な電源の確保、吸収式冷凍機の導入による環境負荷の低減が挙げられる。今回は、稼働状況のモニタリングを富士電機の東京本社から遠隔で行えるようにするシステムを導入することを検討する。このシステムの導入により、設備の異常検知等を確実に行うことができ、想定される好影響を担保することになる可能性がある。

ホスト国の持続可能な開発への寄与

インドネシアでは、今後のエネルギー需要の増大に備え、天然ガスをはじめとした国内の貴重な天然資源を有効に活用する必要がある。本プロジェクトでは、総合エネルギー効率の高いシステムを導入することにより、天然ガスの持つエネルギーを有効に活用することが可能となる。また、国営電力会社の供給力が不足しているため、電力品質が不安定である。今回のような分散型電源の導入が普及すれば、導入した事業者における電力の安定性の向上に加え、インドネシア全体の電力の需給状況の改善にもつながる。

(6) 今後の予定及び課題

2015 年度 JCM 設備補助事業適用に向け、ホテル A 側と MOU を締結する予定である。
(目標:2015 年 3 月中)

ホテルオーナーから提示された条件(4年以内の回収、富士電機による保証(Guarantee))をいかにクリアするかが、主たる課題の一つである。

これに対応するため、下記を実施する。

① 詳細見積の評価

「4年以内回収」の可否を判断するため、工事業者(富士古河 E&C)と実施した現地調査(2月 4-6 日)を基に詳細見積(機器選定含む)の評価を行う。

② 保証(Guarantee)契約の作成、内容精査、および社内協議

一般的な保証(Guarantee)契約雛形を参考に、今回のコージェネレーションシステムへの適用要件を洗出し作成する。

③ MOU 締結

上記①②の結果を織込み、MOU 締結を行う。

MOU 締結後速やかに、必要な許認可(自家発運転許可および環境影響評価)取得支援を行う。

5. JCM 方法論作成に関する調査

(1) 適格性要件

本調査では、JCM 方法論における適格性要件として、以下の要件1～要件7を設定した。

要件 1	ガスエンジンと、ガスエンジンの排熱を利用する吸収式冷凍機から構成されるコージェネレーションシステムであること。コージェネレーションシステムが電気と熱(冷水)を供給することにより、グリッドから供給される電力を代替すること。
要件 2	プロジェクトで導入される吸収式冷凍機の冷凍能力は 1,200USRt.以下であること(* 1 USRt = 3.52 kW)。プロジェクトで導入される吸収式冷凍機の冷凍能力は、既存のターボ式冷凍機の冷凍能力の合計を上回らないこと。
要件 3	プロジェクトで導入される吸収式冷凍機が生産する冷水は、既存のターボ式冷凍機が生産する冷水を代替すること。
要件 4	ガスエンジンが発電する電力は自家消費され、グリッドへの売電は行われないこと。
要件 5	<p>標準温度条件下で計算された、プロジェクトで導入される吸収式冷凍機の COP は、0.7 以上であること。COP_{absorp,tc,i} は、プロジェクトの特定条件から標準条件へと温度条件を調整した、プロジェクトで導入される吸収式冷凍機 <i>i</i> (COP_{absorp,spec,i}) の COP を再計算したもの。COP_{absorp,spec,i} はメーカーの出荷時点での工場受領試験データや見積もりの数値で導入される。</p> <p>[COP_{absorp,tc,i} 計算の方程式]</p> $COP_{absorp,tc,i} = COP_{absorp,spec,i} * [(T_{cooling\ out,i} - T_{chilled\ out,i} + TD_{chilled} + TD_{cooling}) / (37 - 7 + TD_{chilled} + TD_{cooling})]$ <p><i>COP_{absorp,tc,i}</i> 標準温度条件下で計算された、プロジェクトで導入される吸収式冷凍機 <i>i</i> の COP * [-]</p> <p><i>COP_{absorp,spec,i}</i> プロジェクトの特定条件下で導入される吸収式冷凍機 <i>i</i> の COP [-]</p> <p><i>T_{cooling out,i}</i> プロジェクトの特定条件下で設定された、プロジェクトで導入される冷凍機 <i>i</i> の出力冷却水温 [摂氏]</p> <p><i>T_{chilled out,i}</i> プロジェクトの特定条件下で設定された、プロジェクトで導入される冷凍機 <i>i</i> の出力冷水温 [摂氏]</p> <p><i>TD_{chilled}</i> 冷媒の凝縮温度と出力冷却水温の温度差。デフォルト値として 1.5°C [摂氏]</p> <p><i>TD_{cooling}</i> 冷媒の蒸発温度と出力冷水温の温度差。デフォルト値として 1.5°C [摂氏]</p> <p>* COP_{J,tc,i} を計算するための標準温度条件 出力冷水温: 出力 7°C、入力 12°C 出力冷却水温: 出力 37°C、入力 32°C</p>

要件 6	プロジェクトで導入されるガスエンジンの発電効率は、メーカーの出荷時点のテストデータや見積もりの数値で、40%(LHV ベース)以上であること。
要件 7	もし既存のターボ式冷凍機が代替される場合、既存のターボ式冷凍機の冷媒を大気中に放出させないための計画が準備されること。

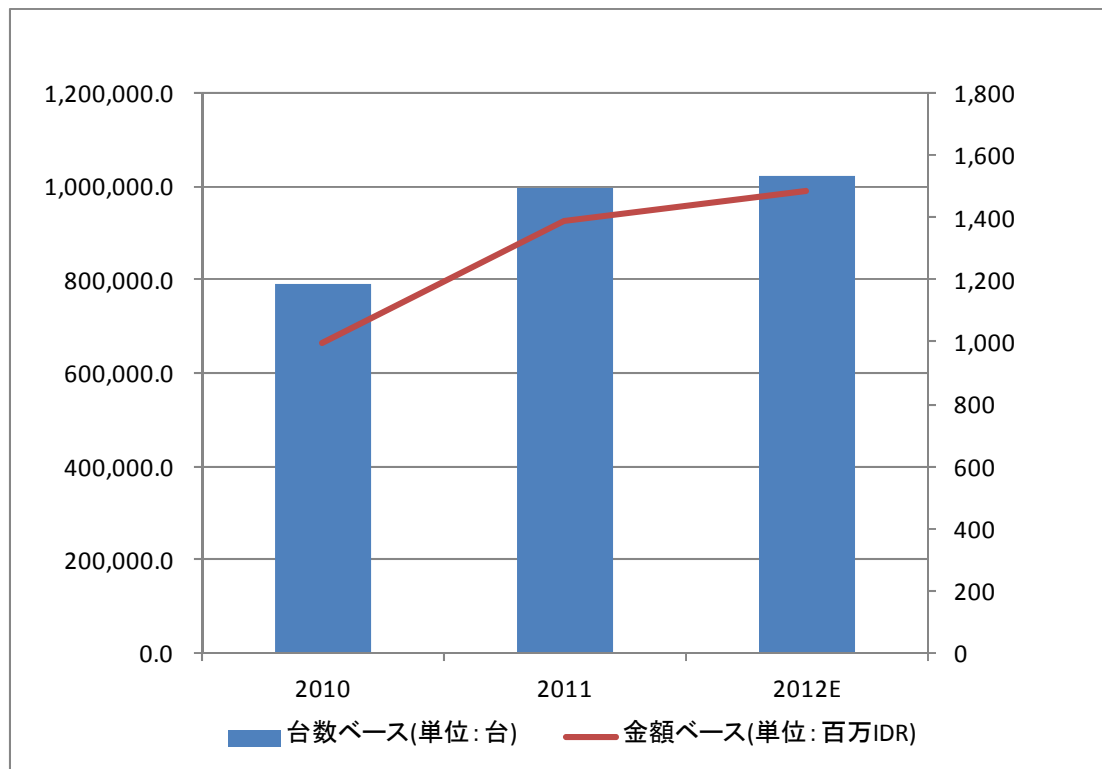
JCM 方法論における適格性要件を設定するにあたり、以下の通りインドネシアにおけるマーケット調査および調査に基づいた検討を実施した。

① インドネシア国における吸収式冷凍機市場の状況

インドネシアの経済成長および工業化、高層ビルの建築ブームに伴い、チラーの需要も国内において拡大しつつある。

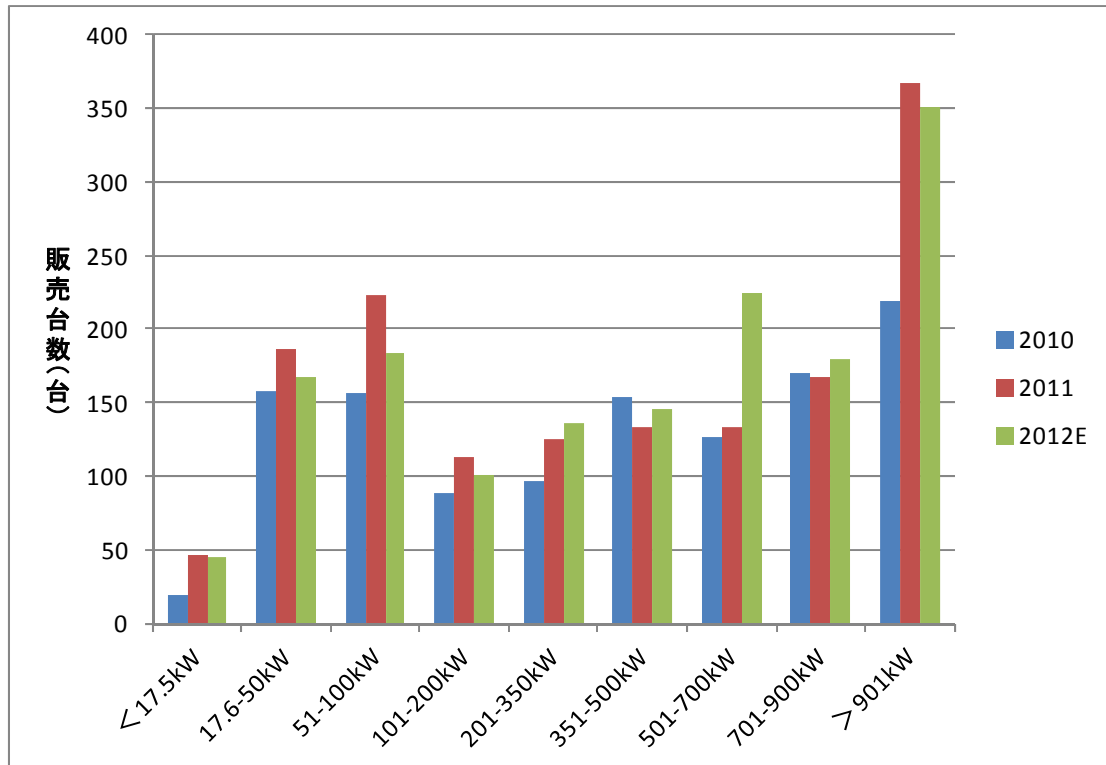
インドネシアのチラー市場における主要なプレーヤーは、世界市場においても主要である国際メーカーである。具体的には、Trane, Carrier, York, そして McQuay 等の米国企業が当該市場へ参入している。近年のインドネシアにおけるチラー市場は、図表 1 の示す通り、台数ベースおよび金額ベース共に成長傾向にある⁴。

図表 1 インドネシア国における近年のチラー市場の伸び



更に、近年におけるチラーのサイズ毎の販売台数推移に着目する。図表 2 の通り、901kW 以上のものが、インドネシアの市場において最も普及していることが分かる。これは、商業施設やホテル等、大規模施設におけるチラー導入が比較的多く行われているからであると考えられる。

⁴ BSRIA, Chillers Indonesia: A multi client study, 2013

図表 2 チラーのサイズ毎の販売台数推移^{5,6}

拡大の進むインドネシアのチラー市場においては、さまざまなタイプのチラーが普及している。なかでも、本事業においては吸収式冷凍機に着目する。以下の図表から分かる通り、チラー市場における吸収式冷凍機のシェアは未だ 3%程度と小さい。

図表 3 インドネシアのチラー市場におけるチラーの種類毎のシェア推移^{7,8}

	2010		2011		2012E	
	Units	%	Units	%	Units	%
Reciprocating	436	37%	461	31%	445	29%
Screw	434	37%	516	34%	613	40%
Scroll	104	9%	220	15%	163	11%
Centrifugal	183	15%	251	17%	265	17%
Absorption ⁽¹⁾	31	3%	48	3%	45	3%
Total	1,188	100%	1,496	100%	1,531	100%

Source: BSRIA

Note: Only AC applications. This may include up to 5% of chillers for mixed applications

1. Includes small absorption chillers

しかしながら、他のチラーと同様、吸収式冷凍機も普及の拡大傾向にある。更に 2007 年から 2011 年における吸収式冷凍機の台数ベースの成長(CAGR)は、48.0%と大きい。⁹インドネシア国における吸収式冷凍機市場におけるマーケットリーダーは Shuangaling(中国)、Broad(アメリカ)、Huin(中国)、LS(韓国)、Thermax(インド)が挙げられる。これらの企業のカatalogから、吸収式冷凍機のデータを抽出したのち、リスト化した。製品データを抽出するためのCatalogは、2014 年 10 月時点における、

5 BSRIA, Chillers Indonesia: A multi client study, 2013

6 2012 年データは BSRIA 推計値

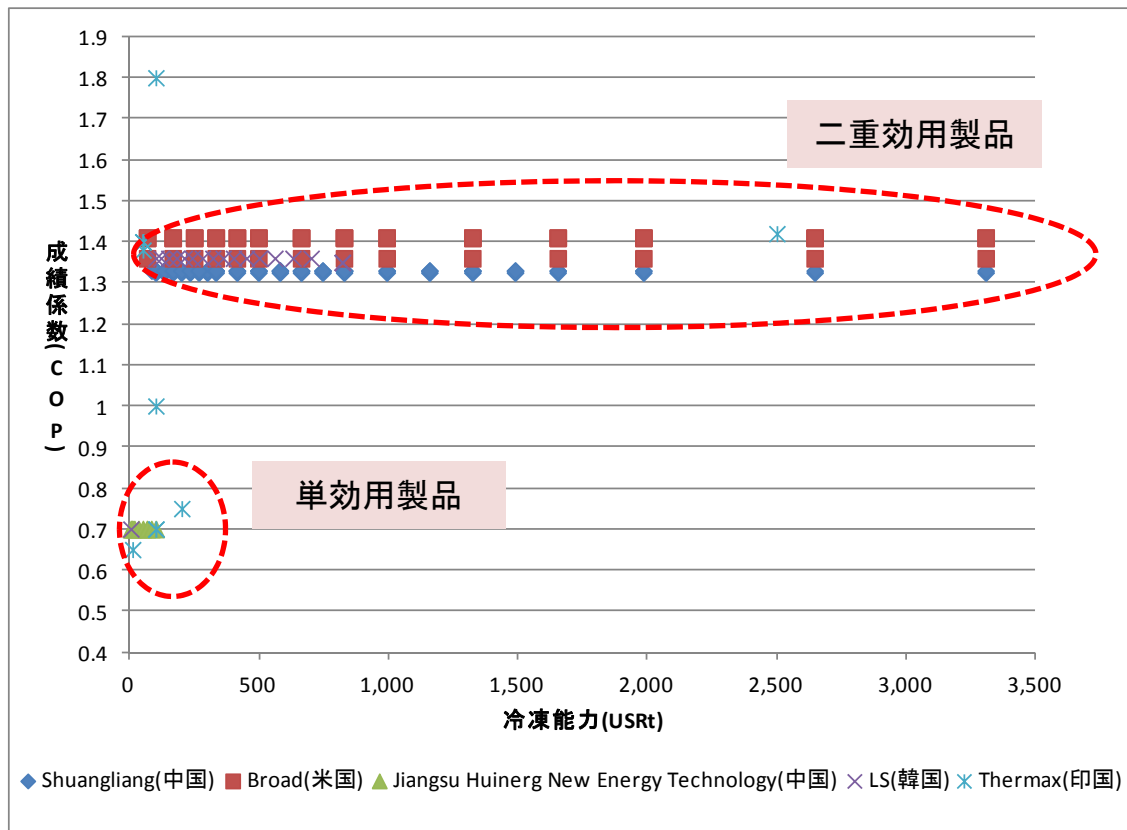
7 BSRIA, Chillers Indonesia: A multi client study, 2013

8 2012 年データは BSRIA 推計値

9 BSRIA, Chillers Indonesia: A multi client study, 2013

それぞれのメーカーの公式ホームページが出典となっている。抽出した製品データは、具体的に、製品の品番、成績係数(COP)、冷却能力、方式、熱源種、利用可能廃熱である。これらのデータのうち、COPと冷凍能力を軸として散布図化した。なお、散布図作成には、吸収式冷凍機の製品リストのうち、COPおよび冷凍能力ともにデータが存在しているもののみを使用している。下記のグラフから、二重効用の吸収式冷凍機は、各社、冷凍能力については幅広いラインナップがあるものの、COPについてはほとんどの製品が1.3~1.4の範囲に限られていることが分かる。また、単式の吸収式冷凍機のCOPについても、その能力に関わらず、0.6~0.8に収まっていることが分かる。なかでも、COP0.7に製品が集中しているようである。したがって、本事業においては、0.7以上のCOPを適格性要件として設定することとした。

図表 4 吸収式冷凍機における成績係数と冷凍能力の関係



② インドネシアのホテルにおけるガスエンジンの普及状況について

本事業における適用技術である、コージェネレーションシステムのうち、核となるのはガスエンジンである。日本における代表的なガスエンジンメーカーのうち、インドネシアにおいて事業を展開しているものは多い。具体的には、アイシン精機、川崎重工業、新潟原動機、GE、本田技研、三井造船、三菱重工業、ヤンマーエネルギーシステム等である。しかしながら、これらのメーカーがインドネシアにおいて展開している事業のほとんどは、二輪車や四輪車の部品(エンジンを含む)および二輪車・四輪車本体の製造販売である。川崎重工業や新潟原動機については、自動車エンジン以外のエンジンの製造販売を行っている。ただし、納入実績はディーゼルエンジンのみのものである。調査の結果、インドネシアにおけるガスエンジン納入実績を持つメーカーとして、GE およびバルチラが確認出来た。以下、両社のインドネシアにおけるガスエンジン納入実績について記載する。

■GE (General Electric)¹⁰

GE は、インドネシアにおけるガスタービン、ガスエンジンマーケットで多くの実績を有しており、インドネシアのガスタービンコンバインドサイクル発電においては、80%のシェアを有する¹¹。関連実績としては、Bekasi Powerにおける合計130MW規模のガスタービン納入、Tunas 工業団地への4.4MW規模のガスタービン納入、プラザインドネシアへの合計 24.58 MW 規模のガスエンジン納入等がある。

■バルチラ

バルチラは、ガスエンジンの納入実績を有している。関連実績としては、PLN 向けで、ジャンビにおける合計110MW規模のピーク負荷向けガスエンジン納入、アルンにおける合計184MW規模のピーク負荷向けガスエンジン納入が挙げられる。

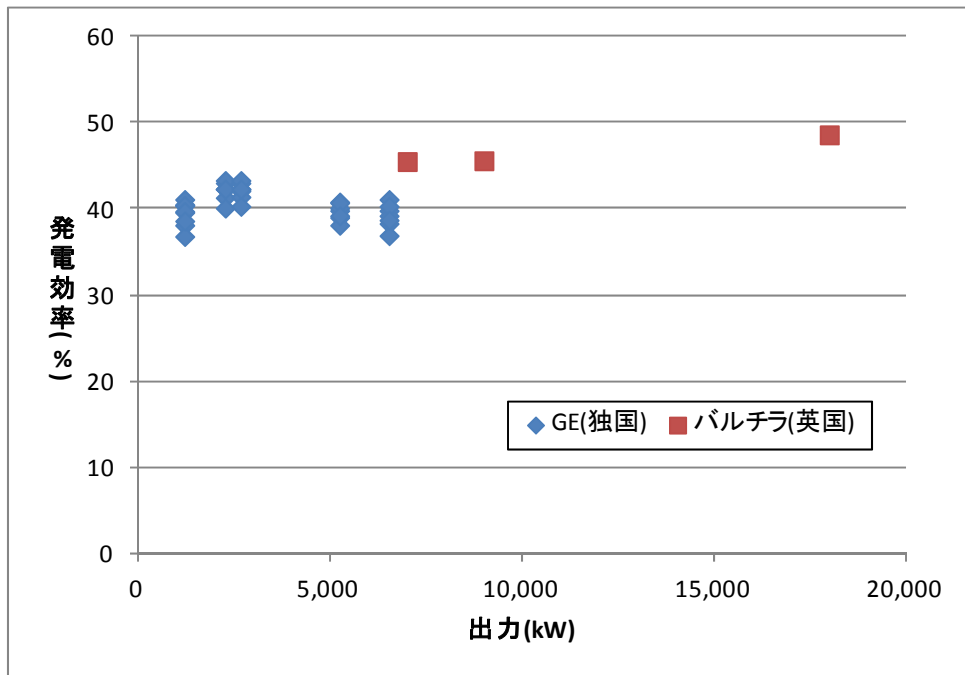
更に、本事業を通じ、インドネシア・ジャカルタ市、スラバヤ市におけるホテル約20件に対し、ヒアリング調査を実施した。このヒアリング調査を通じて確認できた、ホテルにおけるガスエンジン導入事例は、1件のみであった。本件においては、GE イエンバッファのガスエンジンを使用していた。これらを踏まえると、インドネシアのホテルにおいて、10MW以下の小型ガスエンジン納入実績はほとんどないと考えられる。

¹⁰北九州市アジア低炭素化センター他、「エネルギー需給緩和型インフラ・システム普及等促進事業」報告書,2014

¹¹新エネルギー・産業技術総合開発機構、「スマートコミュニティ関連産業の国際展開に係るASEAN市場情報収集事業」報告書,2011

ここで、本事業の適用技術に関する適格性要件を設定するにあたり、検討を行った。インドネシアにおけるガスエンジン納入実績のある GE およびバルチラの製品カタログから、両社製品の出力ごとの発電効率を把握した。結果を下図に示す。下図から分かる通り、出力の小さい 5MW 以下のガスエンジンについては、発電効率が 40%前後に収まった。したがって、本事業におけるガスエンジンの適格性要件として、発電効率を 40%以上と設定した。

図表 5 ガスエンジンの発電効率^{12 13 14}



¹² (株)NTT データ経営研究所により作成

¹³ GE, <http://www.ge-japan-energy.com/products/type3-4.html>, 2015年2月アクセス

¹⁴ 日立造船株式会社(バルチラ社製品の取扱あり), <http://www.hitachizosen.co.jp/products/products014.html>, 2015年2月アクセス

③ インドネシアにおけるボイラについて(参考)

コージェネレーションシステムは、廃熱をボイラへ適用することも可能である。ホテルにおいてボイラは、給湯だけでなく、クリーニングに使用する場合も多いため、ボイラへの適用も今後の事業展開として考えられる。本事業における導入技術として採用しているものは、吸収式冷凍機であるので、ボイラは現時点では対象外である。しかしながら、将来的な事業展開のための参考とするために、インドネシアのホテルにおいて利用されているボイラの性能について簡易に調査を実施した。

本事業において実施した、インドネシアのホテル約 20 件へのヒアリング調査を通じ、ホテルが使用しているボイラのメーカーとして、Cleaver Brooks(米国)、Cochran(英国)、Bosh(独国)が確認できた。これらのメーカーについて、インターネット上にてアクセス可能なカタログから、2015 年 2 月にボイラ効率のデータ収集を実施した。

結果として、これらのメーカーにおいて、廃熱ボイラの効率がカタログ値として確認可能なものは、Cleaver Brooks のみであった。そのため、Cleaver Brooks が取り扱う廃熱ボイラの効率を、参考値として以下に示す。

図表 6 Cleaver Brooks 社製 廃熱ボイラの効率¹⁵

Product series	Efficiency
Standard economizer products	85%
Two stage economizer products	95%

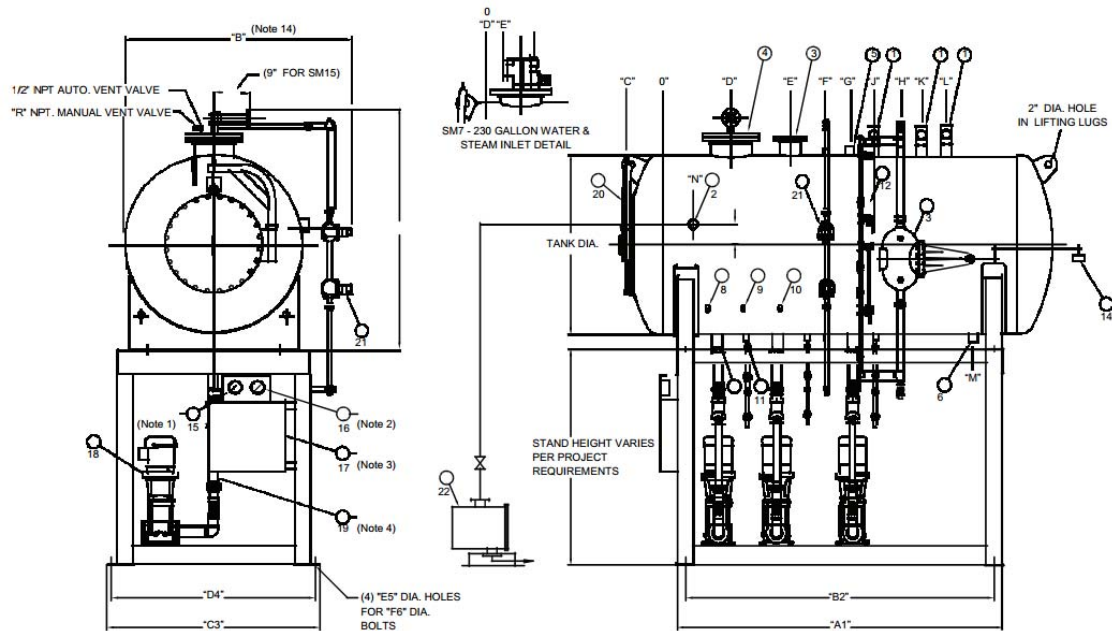
(※ボイラの効率は、廃熱の温度により異なる。本データは、最高効率を記載)

¹⁵ Cleaver Brooks Boiler, Cleaver Brooks Boiler Book 2011, 2011
(<http://www.cleaverbrooks.com/Reference-Center/Resource-Library/Boiler-Book/Index.aspx>, 2015 年 2 月アクセス)を参照に(株)NTT データ経営研究所作成

図表 7 Cleaver Brooks 社製 Standard economizer products イメージ¹⁶



図表 8 Cleaver Brooks 社製 Standard economizer products 見取り図¹⁷



¹⁶ Cleaver Brooks Boiler, Cleaver Brooks Boiler Book 2011, 2011

(<http://www.cleaverbrooks.com/Reference-Center/Resource-Library/Boiler-Book/Index.aspx>, 2015 年 2 月アクセス)

¹⁷ Cleaver Brooks Boiler, Cleaver Brooks Boiler Book 2011, 2011

(<http://www.cleaverbrooks.com/Reference-Center/Resource-Library/Boiler-Book/Index.aspx>, 2015 年 2 月アクセス)

図表 9 Cleaver Brooks 社製 Two stage economizer products イメージ¹⁸



¹⁸ Cleaver Brooks Boiler, Cleaver Brooks Boiler Book 2011, 2011
(<http://www.cleaverbrooks.com/Reference-Center/Resource-Library/Boiler-Book/Index.aspx>, 2015 年 2 月アクセス)

(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

JCM 方法論における GHG 排出源及び GHG 種類については、次のように設定した。これに基づき、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を実施することとなる。

GHG 排出源及び GHG 種類

リファレンス排出量	
GHG 排出源	GHG 種類
ガスエンジン発電機による発電により代替されたグリッドの消費電力量	CO2
吸収式冷凍機により生み出された冷水の量から算出された冷凍機によるグリッド電力の消費量	CO2
プロジェクト排出量	
GHG 排出源	GHG 種類
ガスエンジン発電機の天然ガス消費	CO2
吸収式冷凍機の補機の電力消費	CO2

続いて、リファレンス排出量の設定とその算定方法に関する設定を以下のように実施した。

なお、リファレンス排出量の算定に関連するターボ式冷凍機の COP に関しては、(3)プロジェクト実施前の設定値、において検討を実施している。

リファレンス排出量の設定と算定

1. リファレンス排出量の設定

リファレンス排出量は、プロジェクトで導入されるガスエンジンの正味発電量と吸収式冷凍機の冷水生産量から計算される。冷水生産によるリファレンス排出量は、プロジェクトで導入される吸収式冷凍機から生産される冷水の熱容量と同等の電力消費量に基づいて算出される。この電力消費量は、プロジェクトが始動する前に生産された冷水と同等量となるだろう。

正味排出削減量は以下によって確保される。

1. リファレンス冷凍機の COP の値は、新設の施設の場合、この値を保守的に定めている ID_AM002 “Energy Saving by Introduction of High Efficiency Centrifugal Chiller”を参照して設定する。既存の施設の場合は、既存の施設で使われている冷凍機の値とする。

2. もしプロジェクトサイトに異なる冷凍能力の冷凍機が導入されている場合には、保守性を確保するために、最も大きい冷凍能力の冷凍機に対応する COP の値を採用する。

2. リファレンス排出量の算定

$$RE_p = RE_{elec} + RE_{cool}$$

Where,

RE_p	期間 p における、総リファレンス排出量	(tCO ₂ /p)
RE_{elec}	期間 p における、グリッド電力からの電力消費に伴う リファレンス排出量	(tCO ₂ /p)
RE_{cool}	期間 p における、冷水生産に伴うリファレンス排出量	(tCO ₂ /p)

$$RE_{elec} = EG_{p, net} * EF_{elec}$$

Where,

$EG_{p, net}$	期間 p における、グリッドの電力を代替する、ガスエ ンジンの正味発電量	(MWh/p)
EF_{elec}	インドネシアの当該地域におけるグリッド電力の CO2 排出係数	(tCO ₂ /MWh)

$$RE_{cool} = EC_{RE} * EF_{elec}$$

Where,

EC_{RE}	レファレンスのターボ式冷凍機の COP 及びプロジェ クトで導入される吸収式冷凍機によって生産される 冷水の熱容量から算定される電力消費量	(MWh/p)
-----------	---	---------

$$EC_{RE} = \{ CG_{PJ} / (3.6 * 10^3) \} / COP_{RE}$$

Where,

CG_{PJ}	期間 p における、吸収式冷凍機が生産した冷却効果	(TJ/p)
$3.6 * 10^3$	TJ から MWh への換算係数	(TJ/MWh)
COP_{RE}	標準温度条件におけるリファレンス冷凍機の COP	

$$CG_{PJ} = \sum \{ CW_{PJ, l} * C * (T_{CW, PJ, in, l} - T_{CW, PJ, out, l}) \}$$

Where,

$CW_{PJ, l}$	モニタリング期間 II における、吸収式冷凍機が生産し た冷水の量	(ton)
C	冷水の比熱 (= 4.1868 × 10 ⁻⁶)	(TJ/ton)
$T_{CW, PJ, in, l}$	モニタリング期間 II における、吸収式冷凍機の冷水	(° C)

	平均入口温度
$T_{CW, PJ, out, i}$	モニタリング期間IIにおける、吸収式冷凍機の冷水 (° C)
	平均出口温度
Δt	期間pにおける、冷水生産量及び温度関連パラメータの計測間隔

続いて、プロジェクト排出量の算定方法に関する設定を以下のように実施した。

プロジェクト排出量の算定

$$PE_p = PE_{gen,p} + PE_{aux,p}$$

PE_p	期間pにおける、総プロジェクト排出量	(tCO ₂ /p)
$PE_{gen,p}$	期間pにおける、ガスエンジンの天然ガス消費によるプロジェクト排出量	(tCO ₂ /p)
$PE_{aux,p}$	期間 p における、吸収式冷凍機の補機類の消費電力によるプロジェクト排出量	(tCO ₂ /p)

$$PE_{gen,p} = FC_{PJ,p} * NCV_p / 10^6 * CEF * 44 / 12$$

$FC_{PJ,p}$	期間pにおける、ガスエンジンの天然ガス消費量	(Nm ³ /p)
NCV_p	消費する天然ガスの真発熱量	(MJ/m ³)
CEF	天然ガスのデフォルト排出係数	(tC/TJ)

$$PE_{aux,p} = \sum (EC_{aux, i, p} * EF_{elec})$$

Where,

$EC_{aux, i, p}$	期間pにおける、吸収式冷凍機の補機類iの電力消費量	(MWh/p)
------------------	---------------------------	---------

排出削減量の算定

排出削減量は下記のようにリファレンス排出量とプロジェクト排出量の差から計算される

$$ER_p = RE_p - PE_p$$

(3) プロジェクト実施前の設定値

ここでは、JCM 方法論として、事前に設定しておくべきデータ及びパラメータに関する検討を実施した。検討結果は以下の表の通りとなった。

事前に確定したデータ及びパラメータ

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_{elec}	消費電力の CO2 排出係数 0.814*[tCO ₂ /MWh] (グリッド電力) *バリデーション時点で、ソースから入手可能な最新データはこの表に記載される。	合同委員会による指示がない限り、 National Committee on Clean Development Mechanism Indonesian DNA for CDM による “Emission Factors of Electricity Interconnection Systems” で定められる、バリデーション時点で最も新しいデータ												
COP_{RE}	リファレンス冷凍機の COP 既存のターボ式冷凍機の値と、下記の表の値を比較し、高い方の COP 値を使用する。 表 COP_{RE1}	[既存のターボ式冷凍機の COP] メーカーのスペック値 [表 COP_{RE1} の値] ID_AM002 “Energy Saving by Introduction of High Efficiency Centrifugal Chiller”												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cooling capacity /unit (USRT)</th> <th>x<300</th> <th>300≤ x<450</th> <th>450≤ x<500</th> <th>500≤ x<700</th> <th>700≤ x<1,250</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>COP_{RE}</td> <td>4.92</td> <td>5.33</td> <td>5.59</td> <td>5.85</td> <td>5.94</td> </tr> </tbody> </table>	Cooling capacity /unit (USRT)	x<300	300≤ x<450	450≤ x<500	500≤ x<700	700≤ x<1,250	COP_{RE}	4.92	5.33	5.59	5.85	5.94	
Cooling capacity /unit (USRT)	x<300	300≤ x<450	450≤ x<500	500≤ x<700	700≤ x<1,250									
COP_{RE}	4.92	5.33	5.59	5.85	5.94									
CEF	天然ガスのデフォルト炭素含有量 15.3tC/TJ	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2, Table 1.4												

① 消費電力の CO2 排出係数について

まず、インドネシアにおける消費電力の CO2 排出係数に関して検討を実施した。インドネシアにおいては、National Committee on Clean Development Mechanism Indonesian DNA for CDM が“Emission Factors of Electricity Interconnection Systems”を更新して公表している。そこで、調査段階で確認できる最も新しいデータとして、0.814[tCO₂/MWh]が確認できた。

ここで、自家発電電力を消費した場合の CO2 排出係数としては、CDM 方法論:AMS-I.A を参照し、0.8 [tCO₂/MWh]を確認した。自家発電電力の消費は、停電時等の非常時に行われるものである。なお、システムバウンダリとして、自家発電電力が外部に存在している場合は、本数値は活用されないこととなる。ただし、今回のシステムでは、自家発電電力は停電時にのみ稼働し、停電時には、100%自家発電電力でホテルの電力がまかなわれる。その際、コージェネレーションシステムは稼働しない(手動で切り替えられるようにはなっている)。従って、コージェネレーションシステムが稼働するのは平常時であり、それは、あくまでもレファレンスシナリオのグリッドの消費電力を代替するものであると考えられる。したがって、今回の JCM 方法論では、自家発電電力の場合を想定しないものとする。

② リファレンス冷凍機の COP について

リファレンス冷凍機の COP については、既に日本及びインドネシア間の合同委員会において承認済みの方法論が存在している。ID_AM002 “Energy Saving by Introduction of High Efficiency Centrifugal Chiller” である。

本調査では、その値を確認し、参照するとともに、インドネシアにおけるターボ式冷凍機についてマーケット調査を実施した。以下、その調査結果を示す。

1) インドネシアにおけるターボ式冷凍機の市場規模

本事業の導入技術に関するリファレンスシナリオは、電力は系統電力から受電をし、冷水は、リファレンスとなる設備の一部であるターボ式冷凍機から供給されるものとしている。

BSRIA¹⁹の調査によると、現在のインドネシアにおけるターボ式冷凍機的主要市場は、ショッピングセンター等の商業施設である。更に、導入されているターボ式冷凍機は、901kW 以上の大容量のものが多数を占める。新たにターボ式冷凍機を導入するニーズ、あるいは、現在老朽化の進んでいるチラーを、効率の良いターボ式冷凍機に交換するニーズは現在増加傾向にある。また、この傾向は今後も続くと思われる。商業施設や空港等においては、ターボ式冷凍機の導入により節約及び省エネのメリットが大きい。現在、インドネシアにおいては電気料金が値上がり傾向にある。そのため、これらの施設に対する大規模投資プロジェクトを通じて、インドネシアにおけるターボ式冷凍機の売上げは伸びていくと考えられる。

近年の、インドネシアにおけるチラー市場の推移について、以下に示す。なお、以下の図表における Centrifugal Chillers が、ターボ式冷凍機に該当するものである。

図表 10 インドネシアにおけるチラー市場の推移(販売価格ベース 単位:100万 USD)²⁰

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Annual % change 2012-2017
Chillers							
Reciprocating, screw, scroll	43,781	41,314	41,120	41,264	41,442	41,675	-1.0%
Centrifugal	181,420	174,227	172,559	172,201	173,208	174,406	-0.8%
Absorption	172,449	165,872	166,577	169,014	171,595	174,303	0.2%
Air cooled	35,897	33,645	33,556	33,684	33,845	34,049	-1.1%
Water cooled	107,305	103,107	102,054	101,941	102,466	102,997	-0.8%
<100kW	12,217	11,414	12,672	12,657	12,710	12,767	0.9%
>100kW	91,840	89,527	86,176	86,074	86,437	86,824	-1.1%

Source: BSRIA
Note: Average selling price from manufacturer/importer to first point of distribution.
Current prices 2013. Constant prices from 2014 onwards.

¹⁹ BSRIA, Chillers Indonesia: A multi client study, 2013

²⁰ BSRIA, Chillers Indonesia: A multi client study, 2013

上図の示す通り、インドネシアにおけるターボ式冷凍機の市場販売価格は近年、横ばいからやや低下傾向にある。一方で、吸収式冷凍機については、値上がり傾向にある。これらの背景を踏まえると、JCM 設備補助等、補助金の適用により吸収式冷凍機を通常よりも安価に導入できることは、現地サイトにおいて魅力的であると考えられる。

図表 11 インドネシアにおけるチラー市場の推移(販売台数ベース 単位:台)²¹

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Annual % change 2012-2017
Chillers							
Reciprocating, screw, scroll	1,373	1,471	1,516	1,574	1,633	1,698	4.3%
Centrifugal	225	253	258	265	274	283	4.7%
Absorption	47	39	40	41	42	43	-1.8%
Air cooled	945	1,014	1,045	1,086	1,127	1,173	4.4%
Water cooled	700	749	769	794	822	851	4.0%
<100kW	528	595	582	603	626	650	4.2%
>100kW	1,117	1,168	1,232	1,277	1,323	1,374	4.2%
Total	1,645	1,763	1,814	1,880	1,949	2,024	4.2%

Source: BSRIA

図表 12 インドネシアにおけるチラー市場の推移(売上ベース 単位:100万 USD)²²

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Annual % change 2012-2017
Chillers							
Reciprocating, screw, scroll	60.1	60.8	62.3	65.0	67.7	70.8	3.3%
Centrifugal	40.8	44.1	44.5	45.6	47.5	49.4	3.9%
Absorption	8.1	6.5	6.7	6.9	7.2	7.5	-1.6%
Air cooled	33.9	34.1	35.1	36.6	38.2	39.9	3.3%
Water cooled	75.1	77.2	78.4	80.9	84.2	87.7	3.1%
<100kW	6.5	6.8	7.4	7.6	8.0	8.3	5.2%
>100kW	102.6	104.5	106.1	109.9	114.4	119.3	3.1%
Total	109.0	111.3	113.5	117.5	122.3	127.6	3.2%

Source: BSRIA

上記の図表が示す通り、インドネシアのチラー市場において、ターボ式冷凍機は、販売台数および売上げベース共に近年増加傾向にある。

²¹ BSRIA, Chillers Indonesia: A multi client study, 2013

²² BSRIA, Chillers Indonesia: A multi client study, 2013

2) インドネシアにおけるターボ式冷凍機市場のプレーヤー

インドネシアのチラー市場における主なプレーヤーは、Trane、Carrier、JCI 及び McQuay 等の米国発グローバル企業である。現地企業もわずかながら存在するものの、取り扱いのあるチラーは小規模なものが多い²³。チラーの容量ごとのマーケットリーダーを以下に示す。ただし、以下の図表においては、チラーの種類ごとの区別はつけられていない。以下の図表から分かる通り、100kW 未満容量のチラーであれば、Aicool、PT Metropolitan、Bayutama といった現地企業が優位を占める。

図表 13 インドネシアのチラー市場におけるマーケットリーダー（チラーの容量ごと）²⁴

	All chillers	<100 kW	101-350 kW	>351 kW
Market leaders (descending order)	JCI Carrier Trane McQuay Hitachi	Aicool Carrier Trane PT Metropolitan Bayutama JCI	JCI Aicool Trane Carrier PT Metropolitan Bayutama	JCI Trane Carrier McQuay Hitachi
Their share	80%	90%	85%	85%
Other significant companies (descending order)	Aicool Broad PT Metropolitan Bayutama LG	Hitachi McQuay	Hitachi McQuay LG	Aicool Broad LG PT Metropolitan Bayutama

Source: BSRIA

次に、生産しているチラーのタイプ別にマーケットリーダーを確認すると、以下の図表の通り、ターボ式冷凍機市場の 95%はインドネシア国外企業であることが分かる。

図表 14 インドネシアのチラー市場におけるマーケットリーダー（チラーの種類ごと）²⁵

	Reciprocating	Screw	Scroll	Standard Centrifugal	Turbocor Centrifugal	Absorption ⁽¹⁾
Market leaders (descending order)	Aicool Carrier JCI Trane PT Metropolitan Bayutama	JCI Trane Hitachi McQuay Carrier	PT Metropolitan Bayutama Trane JCI Aicool Carrier	JCI Carrier McQuay Trane Hitachi		Shuangualing Broad Huin LS Thermax
Their share	90%	90%	85%	95%	-	90%
Other significant companies (descending order)		Aicool LG	Hitachi McQuay	Aicool		Hitachi McQuay

Source: BSRIA

Note: 1. Includes small absorption chillers

具体的には、JCI、Carrier、McQuay、Trane という米国企業、および日本企業の Hitachi が含まれる。本事業において実施したジャカルタ市、スラバヤ市に所在するホテルのヒアリング調査を通じて、多くみられたチラーは Trane 及び Carrier 製のものであった。本事業において導入する予定のチラーは、冷凍能力からいうと 275USRt 程度の小型なものであるものの、これらの背景を踏まえると、

²³ BSRIA, Chillers Indonesia: A multi client study in-depth ver., 2013

²⁴ BSRIA, Chillers Indonesia: A multi client study in-depth ver., 2013

²⁵ BSRIA, Chillers Indonesia: A multi client study in-depth ver., 2013

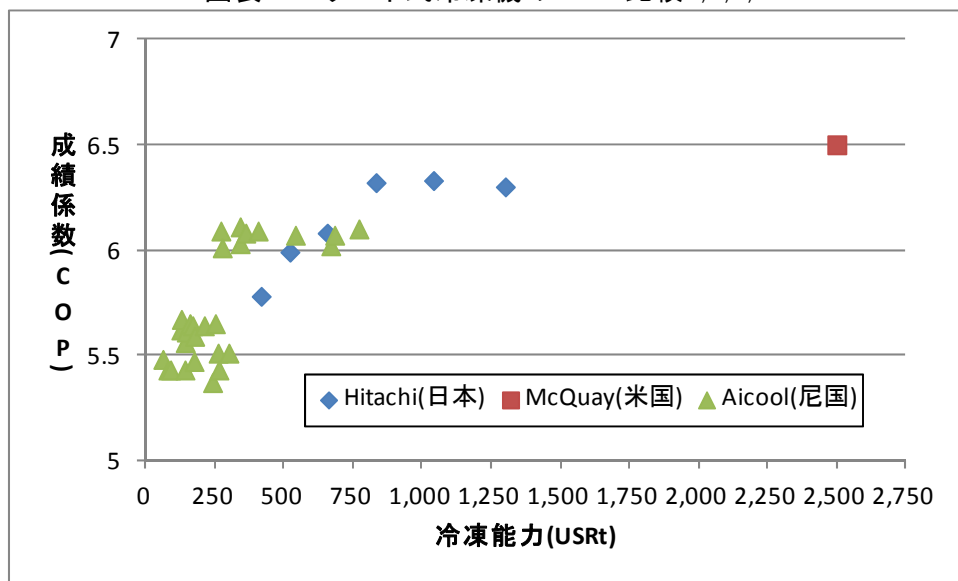
小型のチラーを多く生産する現地企業のみでなく、グローバル企業についても、サプライヤーとして想定する必要があると言えよう。

3)ターボ式冷凍機の COP の基準値の検討

インドネシアのターボ式冷凍機市場において優位を占める企業のうち、カタログ値により COP が収集可能であった、McQuay および Hitachi、更に上位 95%シェアを占める企業ではないものの、その他の主要な企業として名前のある、Aicool という現地企業のデータから、ターボ式冷凍機の COP の基準値を検討した。

この結果、リファレンスとなるターボ式チラーの COP については、本調査を実施した 2014 年 2 月時点において、下記の図表の通りとなった。

図表 15 ターボ式冷凍機の COP 比較^{26, 27, 28, 29}



(※成績係数は、チラーの稼働条件および積載効率等により異なる。本データは積載効率 100%時のものを採用)

この図表から分かる通り、近年のインドネシアにおいては、以前より高性能な最新のターボ式冷凍機が出回っていると考えられる。

このような状況を踏まえ、特に新しいターボ式冷凍機については、高性能なものが普及しつつあることが分かる。また既に承認されている方法論(インドネシア AM002)におけるリファレンスのターボ式冷凍機状況を踏まえ、リファレンスシナリオにおける基準値を設定することが求められる。本事業における方法論では、既存のサイトに導入されているターボ式冷凍機のリファレンス値と既に承認されている方法論上の設定値を比較して、高い効率の値をリファレンスのターボ式冷凍機の COP と設定することが、保守性を担保するためには妥当であると考えられる。

²⁶ (株)NTT データ経営研究所により作成

²⁷ Hitachi Appliance, Inc. http://www.hitachi-ap.com/products/business/chiller_heater/centrifugal/index.html, 2015 年 2 月アクセス

²⁸ Daikin(McQuay 社製品の取扱あり), <http://www.daikinapplied.com/chiller-centrifugal-single.php>, 2015 年 2 月アクセス

²⁹ Aicool, Watercooled centrifugal turbo chiller, http://www.aicoolonline.com/sites/default/files/uploads/2014/02/YT_Brosur.pdf, 2015 年 2 月アクセス

③ 天然ガスのデフォルト炭素含有量

天然ガスのデフォルト炭素含有量については、パブリックに参照されている資料として、2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2 を採用することとした。その中の、Table1.4 において、炭素含有量が掲載されているため、そこから 15.3tC/TJ を設定した。

Fuel type English description	Default carbon content (kg/GJ)	Default carbon oxidation factor	Effective CO ₂ emission factor (kg/TJ) ²			
			Default value ³	95% confidence interval		
	A	B	$C=A*B*44/12*1000$	Lower	Upper	
Crude Oil	20.0	1	73 300	71 100	75 500	
Orimulsion	21.0	1	77 000	69 300	85 400	
Natural Gas Liquids	17.5	1	64 200	58 300	70 400	
Gasoline	Motor Gasoline	18.9	1	69 300	67 500	73 000
	Aviation Gasoline	19.1	1	70 000	67 500	73 000
	Jet Gasoline	19.1	1	70 000	67 500	73 000
Jet Kerosene	19.5	1	71 500	69 700	74 400	
Other Kerosene	19.6	1	71 900	70 800	73 700	
Shale Oil	20.0	1	73 300	67 800	79 200	
Gas/Diesel Oil	20.2	1	74 100	72 600	74 800	
Residual Fuel Oil	21.1	1	77 400	75 500	78 800	
Liquefied Petroleum Gases	17.2	1	63 100	61 600	65 600	
Ethane	16.8	1	61 600	56 500	68 600	
Naphtha	20.0	1	73 300	69 300	76 300	
Bitumen	22.0	1	80 700	73 000	89 900	
Lubricants	20.0	1	73 300	71 900	75 200	
Petroleum Coke	26.6	1	97 500	82 900	115 000	
Refinery Feedstocks	20.0	1	73 300	68 900	76 600	
Other Oil	Refinery Gas	15.7	1	57 600	48 200	69 000
	Paraffin Waxes	20.0	1	73 300	72 200	74 400
	White Spirit & SBP	20.0	1	73 300	72 200	74 400
Other Petroleum Products	20.0	1	73 300	72 200	74 400	
Anthracite	26.8	1	98 300	94 600	101 000	
Coking Coal	25.8	1	94 600	87 300	101 000	
Other Bituminous Coal	25.8	1	94 600	89 500	99 700	
Sub-Bituminous Coal	26.2	1	96 100	92 800	100 000	
Lignite	27.6	1	101 000	90 900	115 000	
Oil Shale and Tar Sands	29.1	1	107 000	90 200	125 000	
Brown Coal Briquettes	26.6	1	97 500	87 300	109 000	
Patent Fuel	26.6	1	97 500	87 300	109 000	
Coke	Coke oven coke and lignite Coke	29.2	1	107 000	95 700	119 000
	Gas Coke	29.2	1	107 000	95 700	119 000
Coal Tar	22.0	1	80 700	68 200	95 300	
Derived Gases	Gas Works Gas	12.1	1	44 400	37 300	54 100
	Coke Oven Gas	12.1	1	44 400	37 300	54 100
	Blast Furnace Gas ⁴	70.8	1	260 000	219 000	308 000
	Oxygen Steel Furnace Gas ⁵	49.6	1	182 000	145 000	202 000

TABLE 1.4 (CONTINUED) DEFAULT CO ₂ EMISSION FACTORS FOR COMBUSTION ¹						
Fuel type English description	Default carbon content (kg/GJ)	Default carbon oxidation Factor	Effective CO ₂ emission factor (kg/TJ) ²			
			Default value	95% confidence interval		
	A	B	$C=A*B*44/12*1000$	Lower	Upper	
Natural Gas	15.3	1	56 100	54 300	58 300	
Municipal Wastes (non-biomass fraction)	25.0	1	91 700	73 300	121 000	
Industrial Wastes	39.0	1	143 000	110 000	183 000	
Waste Oil	20.0	1	73 300	72 200	74 400	
Peat	28.9	1	106 000	100 000	108 000	
Solid Biofuels	Wood/Wood Waste	30.5	1	112 000	95 000	132 000
	Sulphite lyes (black liquor) ⁵	26.0	1	95 300	80 700	110 000
	Other Primary Solid Biomass	27.3	1	100 000	84 700	117 000
	Charcoal	30.5	1	112 000	95 000	132 000
Liquid Biofuels	Biogasoline	19.3	1	70 800	59 800	84 300
	Biodiesels	19.3	1	70 800	59 800	84 300
	Other Liquid Biofuels	21.7	1	79 600	67 100	95 300
Gas biomass	Landfill Gas	14.9	1	54 600	46 200	66 000
	Sludge Gas	14.9	1	54 600	46 200	66 000
	Other Biogas	14.9	1	54 600	46 200	66 000
Other non-fossil fuels	Municipal Wastes (biomass fraction)	27.3	1	100 000	84 700	117 000

Notes:

¹ The lower and upper limits of the 95 percent confidence intervals, assuming lognormal distributions, fitted to a dataset, based on national inventory reports, IEA data and available national data. A more detailed description is given in section 1.5

² TJ = 1000GJ

³ The emission factor values for BFG includes carbon dioxide originally contained in this gas as well as that formed due to combustion of this gas.

⁴ The emission factor values for OSF includes carbon dioxide originally contained in this gas as well as that formed due to combustion of this gas

⁵ Includes the biomass-derived CO₂ emitted from the black liquor combustion unit and the biomass-derived CO₂ emitted from the kraft mill lime kiln.

6. JCM プロジェクト設計書(PDD)の作成に関する調査

(1)環境影響評価

環境影響評価を義務付けられる業種および活動について定めている環境担当国務大臣令 2006 年第 11 号によると、本プロジェクトは、事業実施にあたり環境影響評価等の許認可を取得すべきプロジェクトには該当しない。

(2) 現地利害関係者協議

本プロジェクトは、ホテルの敷地内にコージェネレーションシステムを導入するプロジェクトであるため、ホテル関係者以外の利害関係者に対する影響はない状況である。ホテル関係者からは、コスト削減、電力供給の安定化について好意的なコメントを得ている。

具体的には、ホテル側は、近年の電力価格の高騰(2013年から25%の価格上昇)を受け、コスト面から大変に懸念をしている。そこで、ホテル経営を維持させるため、いかにエネルギーコストを削減するかについて真剣に検討を行っている状況である。そこで、JCMプロジェクトのもとで高効率のコージェネレーションシステムを導入することを通じて、CO₂排出量とエネルギーコストとを同時に削減することは大変良い解決策であり、ホテルへの同システムの普及促進は、環境への貢献という意味も非常に重要であるとのコメントを得ている。

(3)モニタリング計画

プロジェクトサイトでは、エンジニア、ホテルのレジデントマネージャーがモニタリングに関与する。エンジニアは、直接収集されたデータを確認し、データの異常や欠陥がないかを確認する。レジデントマネージャーは、データの承認を行う。また、設備やメータの校正等、モニタリング手続きに責任を負う。さらに、プロジェクトの計画、実施、モニタリング結果、および報告内容に責任を負う。

なお、ガス会社から提供されるガスの真発熱量以外のデータは、モニタリングシステムにより自動的にデータが計測、収集、蓄積される。

なお、モニタリングの体制については、以下の形で簡素かつ必要十分な体制で実施することを想定している(再掲)。

Responsible personnel	Role
Facility Chief Manager	Responsible for project planning, implementation, monitoring results and reporting. And be in charge of confirming the archived data after being checked and corrected when necessary. Also, be in charge of monitoring procedure (data collection and storage), including monitoring equipments and calibrations, and training of monitoring.
Engineering Staff	Appointed to be in charge of direct checking of the archived data for irregularity and lack and data collection periodically. Also, be in charge of confirming daily machine operating condition.

(4) 計測機器の校正

計測機器の校正について、インドネシアにおいてコージェネレーションシステムを導入し、その CO2 削減効果を把握するというを前提に、その測定 of 正確性を担保する要件に関する調査を実施した。

まず、本事業においては、最終的に CO2 排出量を算定するための計測を実施することとなる。そのために、消費電力量、ガス消費量、温度、冷水の流量等の計測を実施する。

ここで、日本の環境省が公表している資料³⁰によれば、インドネシアには、「インドネシアには環境計量の認定制度(測定値が正しいことを公的に証明する制度)がない。そのため、地方自治体の環境局等が違反者を発見して裁判所に提訴しても、工場等が排出基準を上回る汚濁物質を排出していること(環境局等の測定値が正しいこと)を証明する手段がない。そのため、違反者への対応は、警告書の送付にとどまっている。」という記述がある。

また、独立行政法人産業技術総合研究所が公表している資料³¹によれば、インドネシアにおいて「法定計量は、主に経済省傘下の国家計量局(DoM)とその地方支所が担当している。大部分の国家計測標準は科学省傘下の計測標準研究センター(KIM-LIPI)が維持している。国土と人口の規模の大きさから、型式承認や特に地方における検定制度がまだ十分に機能していない様子。また電力量計など、DoM 自身が十分な試験設備と技術を有していない分野もある。」という記述がある。

さらに、独立行政法人国政協力機構(JICA)の公表している資料³²によれば、「インドネシアにおいては、現行計量法において検定対象と定められている計量器のうち実際に検定が行われている割合(捕捉率)は、試算によれば5割を越す程度であり、現行計量法の実施強化を図る必要がある。」という記述がある。

以上から判断すると、CO2排出量のための計測に関する計測標準やそのセンサー機器類の校正に関するインドネシア国内の計量体系は、十分に整っていないと考えられる。

こうした現状を踏まえ、本プロジェクトにおいて使用する計測機器については、国内規格あるいは、国際規格等に準拠した機器とし、校正頻度については、メーカーによる仕様や保証等の基準を活用する。この方法については、承認済み JCM 方法論、ID_AM001 Ver1.0「Power Generation by Waste Heat Recovery in Cement Industry」においても採用されている。

従って、本事業においては、現実的には、現段階では日本において調達可能なセンサー機器類を活用し、それらのメーカーが国際標準等に準拠して検定を実施するなどの基準に則ってセンサー機器類による計測の正確性を担保することとなる。また、同様の基準に則って、機器類の校正を実施することとする。

³⁰「インドネシアにおける法制度の整備・執行」<https://www.env.go.jp/air/tech/ine/asia/indonesia/files/law/files/law.pdf>

³¹「APLMF 法定計量研修から見た海外計量事情(2008年)」

https://www.nmij.jp/~nmijclub/hoteikeiryu/docimsgs/matsumoto_20081001.pdf

³²「海外経済協力基金プレスリリース」

<http://www.jica.go.jp/press/archives/jbic/japanese/base/release/oecf/1998/A17/0128-j.html>

次ページは吸収式冷凍機を中心とするモニタリング機器類であり、それぞれに校正の期間が設定されている。

■吸収式冷凍機に関する計測のための機器類(再掲・抜粋)

Tag No.	Service	Type of Instrument	Fluid	Capacity	Pressure	Temp	Line Size	Connection	Material	Manufacture	Model No.	Accuracy	Calibration Interval
FIR-101	Chiller Supply	Magnet Flow Meter	Chiller	0-2,450L/min	0.3Mpa	6	150A	JIS10K FF 150A	CS	Tokyo Keiso Co.,LTD	EGM2100C	±0.5% RD	2 years
FIR-103	CW Supply	Variable Area Flow meter	Water	0-125L/min	0.15Mpa	AMB	25A	JIS 10K FF 25A	CS	Tokyo Keiso Co.,LTD	AM71EW	±1.0% FS	4 years
FIRA-201	HW Supply	Variable Area Flow meter	Hot W	0-80?/h	0.55Mpa	90	100A	JIS 10K FF 100A	CS	Tokyo Keiso Co.,LTD	AM71EW	±1.0% FS	4 years
FIR-401	NG Supply	Vortex Flometer	Natural G	0-270 ?/h	0.1Mpa	AMB	80A	JIS 10K FF 80A	SUS304	Tokyo Keiso Co.,LTD	VFM4070C	±2.0% RD	2 years
PIRA-101	Chiller Supply	Pressure Transmitter	Chiller		0-0.4Mpa	6	150A	RC 1/2	SUS304	Yokogawa	EJX110J	±0.2% RD	1 year
PIR-102	Chiller Return	Pressure Transmitter	Chiller		0-0.4Mpa	12	150A	RC 1/2	SUS304	Yokogawa	EJX110J	±0.2% RD	1 year
PIRA-103	CW Circulation	Pressure Transmitter	CW		0-0.15Mpa	30	150A	RC 1/2	SUS304	Yokogawa	EJX110J	±0.2% RD	1 year
PIRA-201	HW Supply	Pressure Transmitter	Hot W		0-0.5Mpa	90	150A	RC 1/2	SUS304	Yokogawa	EJX110J	±0.2% RD	1 year
PIR-202	HW Return	Pressure Transmitter	Hot W		0-0.4Mpa	75	150A	RC 1/2	SUS304	Yokogawa	EJX110J	±0.2% RD	1 year
PI-401	NG Supply	Pressure Transmitter	Natural G		0-20Kpa	AMB	150A	RC 1/2	SUS304	Yokogawa	EJX110J	±0.2% RD	1 year
TICA-101	Chiller Supply	Pt 100 Ω	Chiller	-25 to 50°C			150A	JIS 10K FF 20A	SUS304	Hayashi Denko	R3 Type	±0.3+0.005t °C	4 years
TIR-102	Chiller Return	Pt 100 Ω	Chiller	-25 to 50°C			150A	JIS 10K FF 20A	SUS304	Hayashi Denko	R3 Type	±0.3+0.005t °C	4 years
TIR-103	CW Circulation	Pt 100 Ω	CW	0-50°C			250A	JIS 10K FF 20A	SUS304	Hayashi Denko	R3 Type	±0.3+0.005t °C	4 years
TIRA-201	HW Supply	Pt 100 Ω	Hot W	0-100°C			100A	JIS 10K FF 20A	SUS304	Hayashi Denko	R3 Type	±0.3+0.005t °C	4 years
TIR-202	HW Return	Pt 100 Ω	Hot W	0-100°C			100A	JIS 10K FF 20A	SUS304	Hayashi Denko	R3 Type	±0.3+0.005t °C	4 years
TIR-401	NG Supply	Pt 100 Ω	Natural G	0-100°C			80A	JIS 10K FF 20A	SUS304	Hayashi Denko	R3 Type	±0.3+0.005t °C	4 years

