

二国間クレジット制度に係る実現可能性調査 最終報告書概要版	
調査案件名	コージェネレーションシステムによる地域エネルギー事業の構築
調査実施団体	日揮株式会社
ホスト国	インドネシア

1. 調査実施体制:

国	団体名	受託者との関係	実施内容
日本	X社	外注先	法制度(政策・制度・許認可)に関わる調査、先行事例調査
日本	Y社	外注先	コージェネレーションに関する概略設計の検討支援
ホスト国	Z社	外注先	コージェネレーション事業にかかる基礎調査

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	オフィス、ホテル、アパートからなる複合開発エリアに都市ガスを燃料としたコージェネレーションシステムを導入し、電力及び冷熱供給を行う。高効率ガスエンジン及び冷凍機を導入することで、GHG 排出削減に寄与し、安全性、安定性を兼ね備えた地域エネルギー事業のモデルを構築する。		
予定代表事業者	日揮株式会社		
プロジェクト実施主体	日揮株式会社と現地開発会社の共同出資によるエネルギーサービス会社		
初期投資額	1,261,818 (千円)	着工開始予定	2019年
年間維持管理費	49,091 (千円)	工期(リードタイム)	18ヶ月
投資意志	自己投資により実施予定	稼働開始予定	2020年
資金調達方法	外資規制があるため初期投資の49%を日揮株式会社、残りを現地企業が負担。		
CO ₂ 削減量	194,880(tCO ₂) =年間排出削減量 12,992(tCO ₂ /年) × 導入設備の法定耐用年数 15(年)		
GHG削減量	本プロジェクトで排出される主なGHGはCO ₂ であるため、上記と同じ。		

3. 調査対象プロジェクト

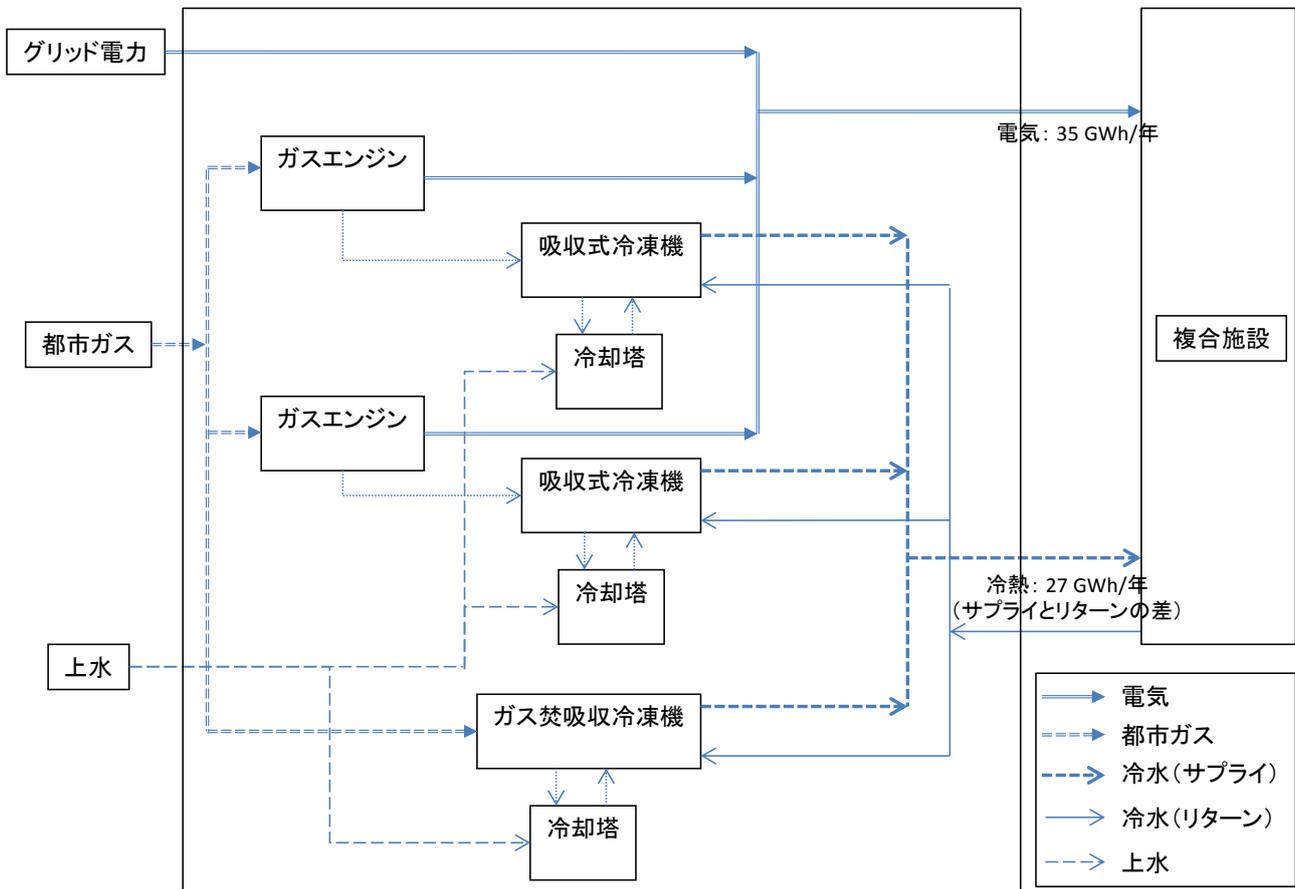
(1) 調査対象プロジェクトの概略

本プロジェクトは、ジャカルタ特別州内のオフィス、ホテル、マンションからなる複合開発エリアに都市ガスを燃料としたコージェネレーションシステムを導入し、エリア内への電力及び冷熱供給を行うものである。高効率ガスエンジン及び冷凍機を導入することで、GHG 排出削減に寄与し、安全性、安定性を兼ね備えた地域エネルギー事業のモデルを構築する。

本システムは、以下 2 点において GHG 排出量削減効果があり、CO₂ 排出削減量は、年間 12,992 トンである。

- 石炭火力を中心としたグリッド電力が、より低炭素の燃料である天然ガスを燃料とした高効率ガスエンジン発電に代替されることによる削減効果。
 - ガスエンジンからの廃熱の有効利用に伴うエネルギー利用の高効率化による削減効果。
- 本調査では、検討したコージェネレーションシステムの構成は以下である。

図表1 本プロジェクトのコージェネレーションシステム



(2) 調査対象プロジェクトを実施する背景及び理由

日揮株式会社は、インドネシアでのコージェネレーションシステムによる地域エネルギー供給事業の構築を検討している。現地開発会社の A 社はジャカルタ中心部で新規の開発計画を進めている。施設計画を進めるにあたり、コージェネレーション導入が環境性とエネルギーコストの削減をもたらし、他の開発エリアと差別化に繋がると考えている。

経済成長に伴い急増する電力需要を満たすため、インドネシア政府は 2015 年から 2019 年の

5年間で35GW(うち、10GWは国営電力会社(PLN)、25GWはIPP)の電源を追加的に整備する計画を発表した。また、2015年3月の安倍総理大臣とジョコインドネシア大統領の共同声明においても、35GWの電源整備プログラムに協力することで合意している。さらに、エネルギー鉱物資源省は、民間部門の全発電能力に対する割合が2019年には32%、2024年には41%まで拡大すると期待し、民間投資を加速させるための施策を推進している。

インドネシアでの現状として、電力需要の拡大に発電施設の供給能力が追いついておらず、全国的な電力不足となっている。また、電力の品質が悪く、瞬停や停電が発生するため、ホテルや工場は自家発電を導入するなどしてエネルギーセキュリティを向上させたいというニーズがある。

インドネシア国エネルギー鉱物資源省電力総局へのヒアリング調査結果によると、電力需要の急増に伴い電力供給が不足していることから、民間セクターからの投資を期待しており、コージェネレーション事業に対する投資も促進しているとのことであった。また、インドネシア政府は石油の輸入量を抑制し、国内の資源(天然ガス・石炭)を国内需要向けに利用する政策を推進中であるため、天然ガスによる発電を進めることは電力源の多様化の点からも意義が高い。

4. 調査実施方針

(1) 調査課題及び調査内容

本調査ではまずガスエンジンの導入事例調査を行うことで現状を把握する。また、事業を実施する上では関係省庁や PLN、PGN などのステークホルダーの理解が重要となることから動向調査を実施するとともに、関連法令調査を行う。エネルギー供給事業は原料としてのガス価格、販売価格としての電気料金の影響が大きいため、これらの動向を把握する。以上を踏まえ、適用スキーム、システムの検討、事業性試算の前提条件を設定し、経済性を検討する。

以上より、主な調査項目は以下である。

- 項目1: ガスエンジンの導入事例の把握
- 項目2: オフィス・ホテル・住宅におけるエネルギー供給の現状把握
 - ・電気・ガスの供給状況、エネルギー需要等
- 項目3: 関係省庁・PLN・PGNの動向
- 項目4: エネルギー価格の動向
- 項目5: 関連法令調査
- 項目6: 本件での適用スキームの検討
- 項目7: 事業性検討の前提条件の設定
- 項目8: システム検討の前提条件とシステム検討
 - ・プロジェクトの範囲の設定、システム検討等
- 項目9: 経済性の検討

(2) 調査実施体制

図表2 調査実施体制

団体名	関係	実施内容
日揮株式会社	受託者	全体の取り纏め(法制度調査、事例調査、概略設計)
X社	外注先	法制度(政策・制度・許認可)に関わる調査、先行事例調査
Y社	外注先	コージェネレーションに関する概略設計の検討支援
Z社	外注先	コージェネレーション事業にかかる基礎調査

(3) 調査実施スケジュール

本調査の実施スケジュールを以下に示す。

図表3 調査実施スケジュール

業務内容	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
現地調査		■	■	■		■	■
法制度調査		→				→	
事例調査		→				→	
事業条件設定		→					
システム設計				→		→	
プロジェクト計画				→			→
事業性の検討				→			→
会議・報告等		▼ キックオフ会議		▼ 進捗状況報告書の提出		最終報告書提出→ ホスト国協議会→	▼
報告書作成					→		

5. プロジェクト実現に向けた調査結果

(1) プロジェクトの実現性に関する調査結果

1) プロジェクト計画

① ガスエンジンの導入事例の把握

ジャカルタでは省エネルギーや CO₂ 排出量削減の必要性に対する認識が低く、特に商業分野ではコージェネレーションの認知度は低い。

② 関係省庁・PLN・PGNの動向

コージェネレーションに関する関係省庁・PLN・PGN の見解を把握するためにヒアリング調査を行った。

図表4 本プロジェクトに対する関係省庁および電力・ガス会社の見解

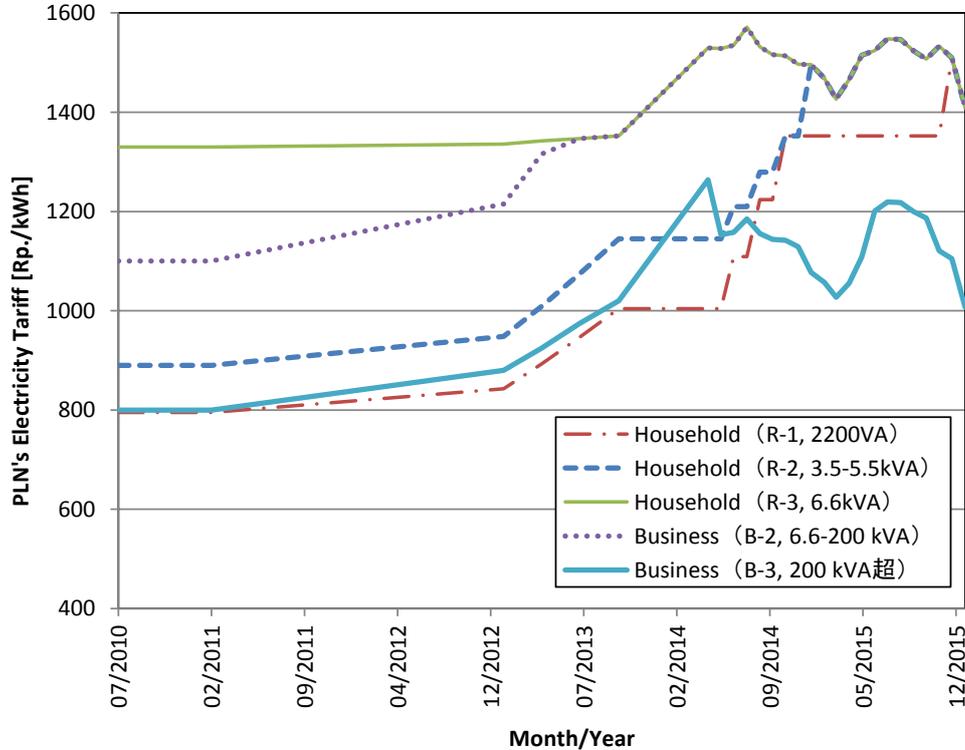
エネルギー 鉱物資源省 (ESDM) 電力総局	<ul style="list-style-type: none"> ▪ インドネシア全体では電力供給能力が不足しているため、電力事業に関して民間投資を期待している。 ▪ 特定の地域で公共に対して配電・売電を可能とする Business Area License 取得に対しては、1地域1事業者が原則。 ▪ Business Area License を保有する PLN の電力供給能力が不足していれば、他の事業者が Business Area License を取得することは可能。
国営電力会社 (PLN)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ こうした事業を PLN が電力供給するのが困難な地域で Business Area License を取得して進めてほしい。
国営ガス会社 (PGN)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ コージェネレーションの普及に対して支援する。

(出典: 現地政府関連部署へのヒアリング調査結果による)

③ エネルギー価格の動向

国営電力会社(PLN)の電気料金の過去の変遷を示す。2014 年頃までは政府の電力補助金削減と共に電気料金が上昇している。その後、補助金撤廃後は ICP(インドネシア石油価格)・USドルルールピアの為替レート・インフレ率に連動した変動制料金に移行したため、価格が変動している。

図表5 国営電力会社(PLN)電気料金の変遷



(出典: 国営電力会社(PLN)のウェブサイト <http://www.pln.co.id/> およびエネルギー鉱物資源省大臣規則 2010 年 No.07、2012 年 No.30、2014 年 No.09、大統領令 2011 年 No.08 を参考に日揮作成)

④ 適用スキームの検討

事業スキーム(IPP スキーム、発電・売電スキーム、自家発電スキーム)によって必要な許認可や取得条件が異なる。

図表6 検討事業スキーム

種類	必要許認可	留意点
自家発電スキーム	自家用発電許可 (IUKS)	電熱供給エリアは自社所有エリアに限定される。 電気料金を賃料と別に請求することはできない。
発電・売電スキーム	Business Area License および公共用発電許可 (IUKU)	PLN が保有する Business Area License を譲渡してもらふ必要有り。
IPP スキーム	公共用発電許可 (IUKU)	発電した電気の 100%を PLN に売電する。

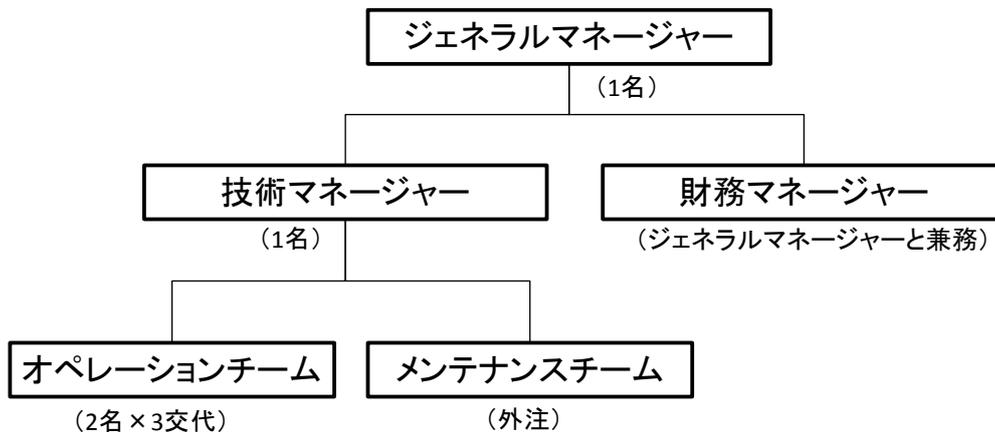
IPP スキームは、原則として発電電力の 100%を国営電力(PLN)に販売する必要があるため、本プロジェクトのような特定地域の電力供給は該当しない。自家発電スキームは、許認可取得が容易であるが、供給先が自社保有の賃貸エリアに限定される。発電・売電スキームは賃貸エリア・分譲エリアの両方にエネルギー供給が可能であるが、Business Area License(売電を行うためのライセンス、1 地域に 1 事業者が原則)の取得を要件とするため、国営電力会社(PLN)の了解が必要となる。本プロジェクトでは、Business Area License が取得できたと仮定し、発電・売電スキームで事業を検討する。

⑤ プロジェクトの工事計画及び運営計画
プロジェクトの工事計画を以下に示す。

図表7 プロジェクトの工事計画

No	工 事 項 目	1 年												2 年											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	準備作業																								
	仮設工事																								
2	建築工事																								
	基本設計	▼																							
	確認申請																								
	実施設計																								
	土工事																								
	建築・基礎工事																								
3	機械設備工事																								
	基本設計																								
	施工図作成																								
	機器類 (冷凍機製作)																								
	機器搬入据付																								
	配管工事																								
	試運転調整																								
	発電機搬入据付																								
4	電気設備工事																								
	基本設計																								
	施工図作成																								
	盤搬入据付																								
	電気工事																								
	試運転調整																								
5	発電機搬入据付																								

図表8 プロジェクト運営体制



2) 資金計画の評価結果

前提条件を以下に示す。

<エネルギー収支条件>

項目		設定値
IN	電気消費量 [GWh/年]	6.5
	ガス消費量 [m ³ /年] ([GWh/年])	6.9 × 10 ⁶ (73)
	水消費量[m ³ /年]	1.4 × 10 ⁵
OUT	電気 [GWh/年]	35
	冷熱 [TJ/年] ([GWh])	98 (27)

<収入に関する前提条件>

項目		設定値	
電気料 収入	住宅 以外	単価 [ルピア/kWh]	1,131
		需要量 [kWh/年]	23
	住宅	単価 [ルピア/kWh]	1,504
		量 [kWh/年]	13
冷熱料 収入	住宅 以外	需要量 [kWh/年]	17
		COP	6
		電気消費相当量[kWh/年]	3
		単価 [ルピア/kWh]	1,131
	住宅	需要量 [kWh/年]	10
		COP	6
		電気消費相当量[kWh/年]	2
		単価 [ルピア/kWh]	1,504
管理料収入	現地ビルオーナー/管理企業が電気・空調設備の投資回収のために賃料・共益費等の名目で費用請求している額を推定し計上		

<支出に関する条件>

項目		設定値	
電気 購入費	単価 [ルピア/kWh]	1,289	
	購入量 [kWh/年]	6.5 × 10 ⁶	
ガス 購入費	ルピア 建て	単価 [ルピア/m ³]	750
		購入量 [m ³ /年]	6.9 × 10 ⁶
	USドル 建て	単価 [USドル/MMBTU] (括弧内は[US/MJ])	7.56 (7.2 × 10 ³)
		購入量 [MJ/年]	2.6 × 10 ⁸
上水 購入費	月額基本料 [10 ³ ルピア/月]	133	
	1m ³ 当りの料金 [ルピア/m ³]	12,550	
	購入量 [10 ³ m ³]	144	

人件費	管理職	単価 [ルピア/月・人]	13
		人数 [人]	2
	スタッフ	単価 [ルピア/月・人]	4
		人数 [人]	6
維持管理費	設備費に対する維持管理比率[%]	5	

<資金に関する条件>

項目	設定値
設備 [10 億ルピア]	64
建物 [10 億ルピア]	5
計 [10 億ルピア]	69

<その他の条件>

- 法人税: 25%
- 減価償却期間: 16 年(設備)、20 年(建物)
- 為替レート: 13,333 ルピア/USドル、110 ルピア/円
- 事業期間: 17 年(建設:2 年、運営:15 年)

<事業性試算>

- 投資回収年数 11 年
- ROI 6%

(2)プロジェクト許認可取得

図表9 本プロジェクトに必要な許認可

取得タイミング	許認可名	申請先	内容
会社設立前後	IP、立地許可等	投資調整庁(BKPM)	外資の投資許可、会社設立関連の許認可
建設前	SIPPT 等	ジャカルタ特別州政府	土地利用・開発活動関連の許認可
	AMDAL 等	ジャカルタ特別州政府	環境関連の許認可
	IMB 等	ジャカルタ特別州政府	建設関連の許認可
建設後	SLO、IUKU、Business Area License など発電関連許可	ジャカルタ特別州政府	発電関連の許認可

(出典: エネルギー鉱物資源省(ESDM)電力総局、ジャカルタ特別州政府エネルギー局へのヒアリング調査より日揮作成)

(3)日本の貢献

インドネシアではコージェネレーションシステムの開発、設計、エンジニアリング、製造、運転、メンテナンスに必要な技術を持った人材に限られてる。

本プロジェクトで扱うコージェネレーションのように、ガスエンジンと冷凍機をセットにしたシステム設計はエネルギー最適利用に関する高度なノウハウが必要となり、日本企業の総合技術力の優位性が発揮でき、他国企業との差別化も図ることができる。

今後、本モデル事業が成功すれば、同国内でこのモデルを横展開することにより、システム設計技術が移転されると考えている。また、同時に日本製高効率ガスエンジン・冷凍機の導入が進めば、高度なメンテナンス技術の移転に繋がると考えている。

本プロジェクト1件の初期投資額は10億円程度であるが、今後、インドネシアで50か所程度のコージェネレーションシステム導入が進むと仮定すると、500億円規模の投資が期待できる。

また、コージェネレーションシステムの運転員や各機器のメンテナンス要員の採用による新規雇用が期待できる。また、本プロジェクトの成功が近隣地域等への波及に繋がれば、更なる新規雇用にも繋がる。

(4)環境十全性の確保、ホスト国の持続可能な開発への貢献

1)環境十全性の確保

インドネシア国環境省に確認した結果、本コージェネレーション事業は複合施設開発事業により建設される複合施設敷地内に位置し、主に複合施設へ電熱供給が行われることから、複合施設開発事業とコージェネレーション事業を一纏めにして一つのAMDAL(環境影響評価)で申請することができる。AMDALはKA(スコーピング)、ANDAL(環境影響評価書)、RKL-RPL(環境管理計画及び環境管理計画)、の文書から構成されている。

インドネシア国環境省及びジャカルタ首都特別州環境局へのヒアリング結果によると、本プロジェクトで遵守すべき環境基準類は以下である。

図表10 本プロジェクトに関連する環境基準

環境基準	法律名
排出ガス	PERATURAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP NOMOR 21 TAHUN 2008
排水	PERATURAN GUBERNUR PROVINSI DAERAH KHUSUS IBUKOTA JAKARTA NOMOR 69 TAHUN 2013
騒音	KEPUTUSAN GUBERNUR PROPINSI DAERAH KHUSUS IBUKOTA JAKARTA NOMOR 551/2001
振動	KEPUTUSAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP NO. 49 TAHUN 1996

(出典:インドネシア環境省とジャカルタ州環境局へのヒアリング結果を元に日揮作成)

2)ホスト国の持続可能な開発への貢献

本調査でジャカルタ内のオフィスビルやホテル等にヒアリングしたところ、停電に備えて緊急時用自家発電設備を有している状況であった。コージェネレーション導入により、電力の分散化・複

数系統化が進み、電力供給が安定化することにより、インドネシア国の持続可能な開発・発展に繋がるとともに、インドネシア政府の政策である 2015 年から 2019 年の 5 年間で 35GW の追加的電源整備を実施する上での民間投資を奨励する方針と合致することからも、本プロジェクトの重要性、貢献度は大きいと考えられる。

6. JCM 方法論の予備調査結果

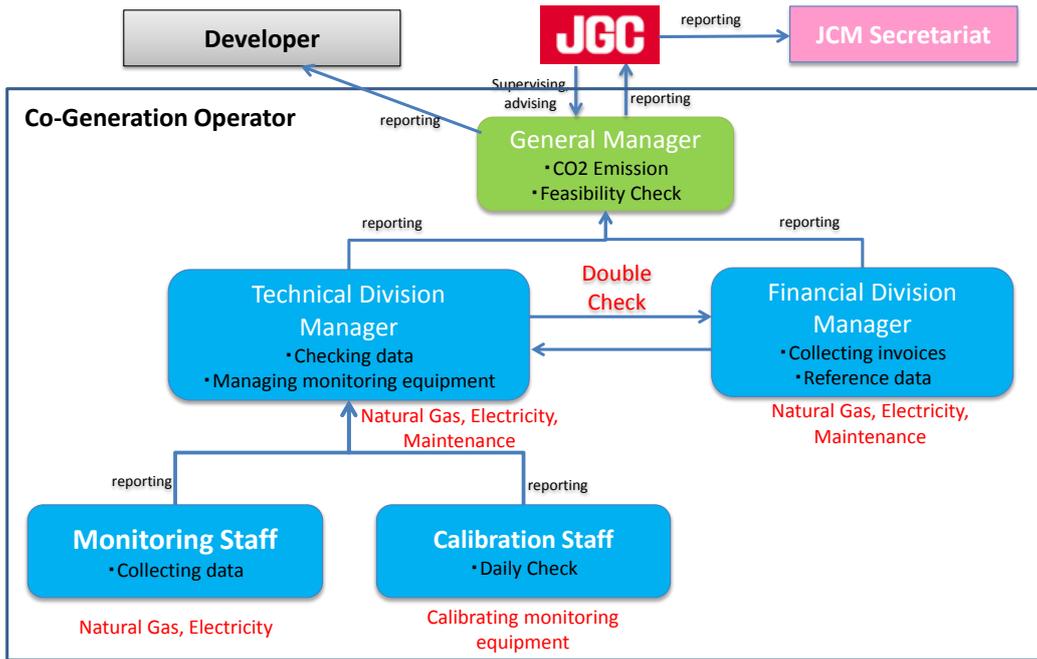
(1) 方法論に必要なデータ収集等の予備調査結果

リファレンス排出量の設定については、本コージェネレーションプロジェクトがなかった場合に新設複合施設にどのようなエネルギーシステムが導入されるかを設定する必要がある。本プロジェクトは新設する複合施設への電力・冷熱の供給であるため、リファレンスとして、コージェネレーションが導入されず、電力が国営電力会社(PLN)により供給され、冷熱はターボ冷凍機により供給されるシナリオを設定した。この場合、必要なデータとして、①グリッド電力のCO₂排出係数、②ターボ式冷凍機のCOPが挙げられる。①についてはインドネシアJCM事務局がウェブ上で数値を公表している。②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(ID_AM002 “Energy Saving by Introduction of High Efficiency Centrifugal Chiller”)が存在する。

プロジェクトシナリオでは、都市ガス消費に伴う排出係数に対してインドネシア独自の値が存在しなかったため、IPCC Guideline のデフォルト値を採用した。

(2)MRV 実施体制

図表11 MRV 実施・報告体制(案)



7. 今後の予定

本調査の結果として、コージェネレーションシステムの導入により、コストを削減でき、CO₂ 排出量削減にも貢献できることがわかった。本プロジェクトとしては、今後、条件が整い次第、開発会社 A 社に導入のメリット説明し、提案を行う予定である。一方、ジャカルタ特別州で商業分野でのコージェネレーションの事例は少なく、省エネルギーという概念自体への理解も低いため普及啓発も重要となる。

図表12 スケジュール(案)

Fiscal Year	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Development of Complex Buildings		Design	Construction	Construction	Construction	Leasing Business (Land/Floor)	Leasing Business (Land/Floor)	Leasing Business (Land/Floor)
Cogeneration System		Basic Design	Permits	Detailed Design	Construction	Energy Service Business	Energy Service Business	Energy Service Business
JCM Project	Feasibility Study		JCM Model Project	JCM Model Project	JCM Model Project	JCM Model Project	JCM Model Project	JCM Model Project