

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	JCM 実現可能性調査「大型ショッピングモールへのガスコージェネレーションシステムおよび太陽光発電システムの導入」
調査実施団体	株式会社野村総合研究所 大阪ガス株式会社
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	主な実施内容
日本	野村総合研究所	実施主体	調査の進行管理・とりまとめ
日本	大阪ガス	共同実施者	エネルギーサービス事業・システムの検討
日本	イオンモール	協力企業	モール全体計画の推進
ホスト国	イオンモールインドネシア	協力企業	モール全体計画の推進、現地データ提供
日本	日立製作所	協力企業	コージェネレーションシステムの設計協力

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	本プロジェクトは、ジャカルタ地域において多店舗の出店計画を持つイオンモールの大型ショッピングモールの一つにおいて、ガスコージェネレーションシステム、太陽光発電等のエネルギーシステムの導入を行うことにより、大幅な CO ₂ 削減を実現するプロジェクトである。		
予定代表事業者	イオンモールもしくはエネルギーサービス会社(未定)		
プロジェクト実施主体	PT. AMSL Delta Mas (AEONMALL Indonesia と Sinarmas Land 子会社の PT.PSP の合弁)		
初期投資額	937,000(千円)	着工開始予定	2016 もしくは 2017 年内(予定)
年間維持管理費	61,700(千円)*	工期(リードタイム)	18 か月(予定)
投資意志	設備補助の採択を受ければ、投資はほぼ確定する。	稼働開始予定	2019 年内(予定)
資金調達方法	代表事業者がイオンモールの場合は、イオンモールの自己資金を活用、代表事業者がエネルギーサービス会社である場合は、エネルギーサービス会社の日本法人の調達資金を活用する。いずれにしろ盤石な財務基盤を持つ大企業であり、資金調達に問題は生じない。		
CO ₂ 削減量	9.161 (tCO ₂ /年)		
GHG 削減量	CO ₂ 削減量に同じ		

※コージェネレーション+空調熱源メンテナンス費

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、PT. AMSL Delta Mas (以降、AMSLD) が、デルタマスシティに建設を計画しているイオンモールデルタマスシティのエネルギー供給システムに、高効率なガスコージェネレーションシステムおよび太陽光発電システムを導入することで、モールの化石燃料由来のエネルギー使用量を削減し、ひいては約 9 千トンの CO₂ 削減に寄与することを目的としている。

ジャカルタから 37km 東方の Bekasi 県、デルタマスシティに建設予定地は所在する。同地区には Bekasi 県庁や、バンドン工科大学が移転を計画しているほか、日本企業が参画する工業団地も整備される予定である。インドネシアではショッピングモールを起点に、その周辺の開発が進むことが多く、本計画地でもイオンモール出店後もしくはそれと並行して開発がなされる予定である。

図表 1 実施サイト地図



出所) GIIC パンフレット

(2) 調査対象プロジェクトを実施する背景及び理由

インドネシアでは、系統電力の発電容量が不足し、電力供給が不安定である。特にジャカルタ近郊は電力需給がひっ迫しており計画停電を含めた停電も多い。国営電力会社である PLN の電力供給不足に関しては、独立電力事業者 (IPP) や自家発電事業者 (PPU) が補完しており、特に、エネルギーの無駄が比較的少ないガスコージェネレーションや、エネルギー自給率を上げる太陽光発電はニーズがある。インドネシアのエネルギー政策は、エネルギー自給率を高めていく方向で進められており、大きな流れとしては、豊富な資源である石炭や天然ガス、再生可能エネルギーの利用拡大を進めていく流れとなっているため、本プロジェクトは当該国の政策に適合する。

設備補助事業に申請する場合の予定代表事業者は、イオンモール株式会社等を想定しており、インドネシア現地法人および本プロジェクトの SPC である AMSLD の投資負担を軽減するために、設備補助事業へ申請する。

4. 調査実施方針

(1) 調査課題及び調査内容

本調査の実施方針として、過去複数の JCMFS を実施するとともに、すでに採択された設備補助事業への応募を支援した経験を活かしつつ、JCM プロジェクトとしての事業化を実現するために以下の課題を解決する為の調査を実施した。

【初期投資に関する資金計画】

想定課題	調査・検討事項
設備補助事業を踏まえた投資計画の具体化	補助対象経費に関する要件や利益排除等の規定を踏まえ、既に設備補助事業を経験した事業者にもヒアリングしながら、コンソーシアム内において補助対象となりうる経費および取引時期などを確認した。

【維持管理(MRV コストを含む)に関する計画】

想定課題	調査・検討事項
設備メンテナンスコストの算定	コージェネレーションシステム等のメンテナンスコストをランニングコストに反映して算定・評価した。
MRV コストを算定	省エネ機器の導入に関わらず、BEMS(Building Energy Management System)を導入予定であり、また現在のエネルギー管理室の設計および想定人員で MRV のモニタリングが可能と判断した。MRV の為のモニタリングに追加的な費用は殆ど発生しない事を確認した。

【概略設計】

想定課題	調査・検討事項
プロジェクト候補地のエネルギー環境調査	計画地での利用可能なエネルギーインフラを特定した。また、現地ガス・電力会社(PGN や PLN)へヒアリングし、ガス・電力の価格調査を実施した。
現地のエネルギーインフラに適合するシステムの確定と設計	メーカーへのヒアリングやデルタマス店の想定需要データ等の収集を通して、現地のエネルギー環境に適合しうるシステム構成案を複数作成・検討のうえ、最終的な案を選定した。

【工事計画】

想定課題	調査・検討事項
設備発注時期と設備補助事業開始時期の適合	計画が半年程度遅れており、本件の設備発注等のタイミングが、平成 29 年度設備補助事業において求められる発注タイミング等と適合するよう、発注計画や工事計画の調整を試みた。

【プロジェクト運営計画】

想定課題	調査・検討事項
組織、会議体、指示命令系統の再構築	既設の BSD 店のエネルギー供給部門および管理部門の組織体制を踏まえ、JCM の MRV 体制を検討した。

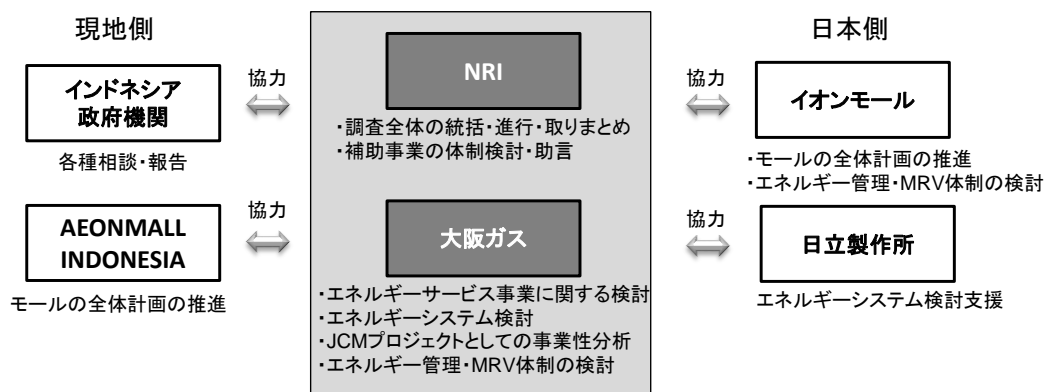
(2) 調査実施体制

本調査を実施した団体の名称及び役割分担を以下に記す。

図表 2 調査における役割分担

調査団体名称	役割分担
株野村総合研究所	<ul style="list-style-type: none"> 調査全体の統括・進行・管理・取りまとめ 設備補助事業に向けた体制検討・各種助言
大阪ガス株	<ul style="list-style-type: none"> エネルギーサービス事業に関する検討、推進 エネルギーシステムの検討 JCM プロジェクトとしての事業性分析 エネルギー管理・MRV 体制の検討
イオンモール株	<ul style="list-style-type: none"> デルタマス店の全体計画に関する検討、推進 エネルギー管理・MRV 体制の検討
PT.AEONMALL Indonesia	<ul style="list-style-type: none"> デルタマス店の全体計画に関する検討、推進
株日立製作所	<ul style="list-style-type: none"> エネルギーシステムの検討支援

図表 3 調査実施体制



(3) 調査実施スケジュール

8 月 31 日に調査を開始してから、9 月は主に現地法人や現地政府等へのプロジェクト説明・理解を得るプロセスに時間を費やした。10 月からは、ビジネスモデル、コンソーシアム体制の検討を開始し、11 月からは収集出来た情報を元にシステム構成の検討を開始した。

図表 4 実施スケジュール

	2014年				2015年	
	9月	10月	11月	12月	1月	2月
現地調査・委員会	キックオフ 政府説明等	現地調査・MTG	現地調査・MTG	現地調査・MTG		ホスト国 協議会
建物需要想定 (電力・空調)	▲	負荷想定	▲			
現地エネルギー 環境・政策調査	▲ インフラの確認	▲ 料金調査	▲ 法制度	▲ 料金調査		
エネルギーシステム 検討	▲ システム検討 (現地コスト積算、図面作成等)		▲ 初期コスト調査			
ファイナンス・コン ソーシアム体制		設備補助事業	▲ コンソーシアム体制の検討		補助金含むファイナンス検討	▲
事業性評価					事業性評価	
水平展開・波及効果				波及効果分析、CO ₂ 削減ポテンシャル分析		
方法論予備調査			各種データ収集			
報告書・発表資料 の作成						

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

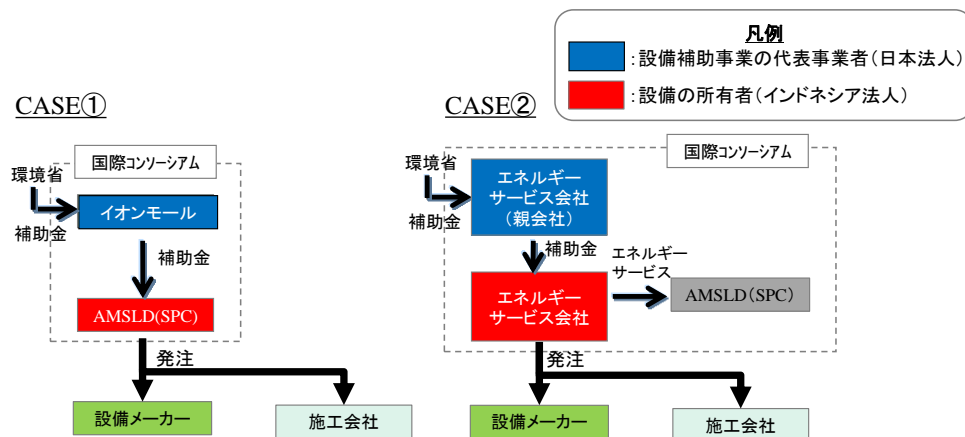
① 事業の実施体制

本事業の実施体制は、現地カウンターパートである AMSLD が、発電・空調設備を自ら所有するか否かにより、以下の 2 つのパターンがありうる。

CASE① AMSLD 自らシステムを保有し、かつオペレーションも実施する

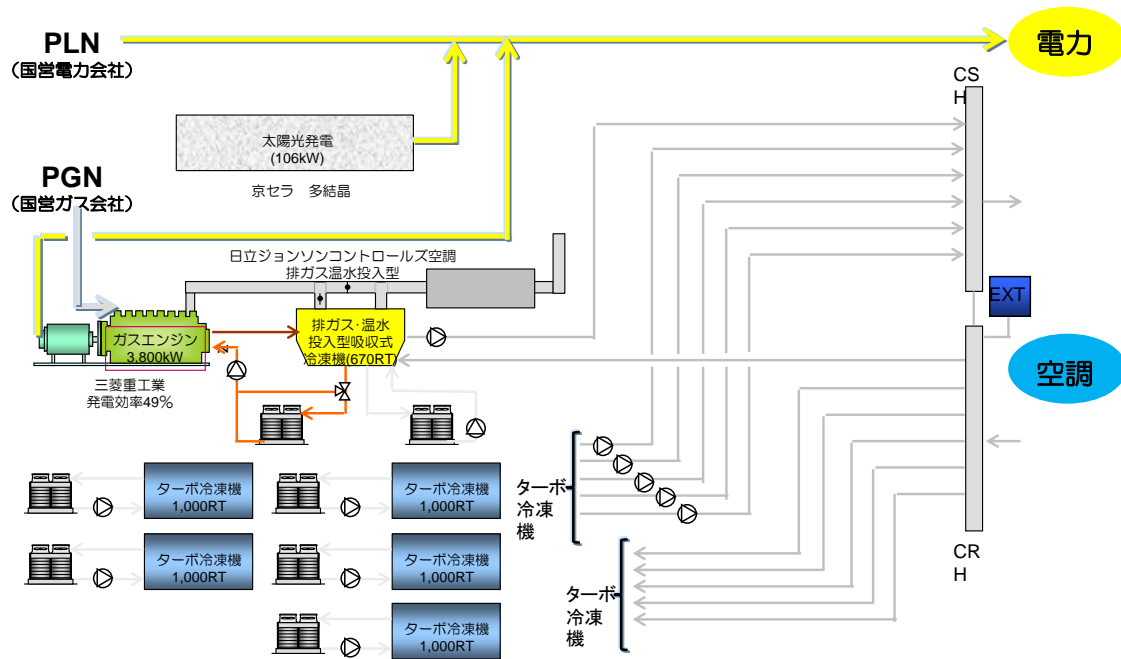
CASE② 第三者のエネルギーサービス会社が、システムを保有し、オペレーションも実施する

図表 5 各 CASE における設備導入時の体制図 (案)



設備補助の採択可否により体制は異なるので、本 FS では CASE①か CASE②のどちらの体制で実施するかについて結論を出していない。なお、どちらのケースにおいても参加者は大企業およびその現地法人であり、盤石な財務基盤を有している。

図表 6 エネルギーシステムの全体フロー



②システム検討

本エネルギーシステムは、太陽光発電とコージェネレーションシステム、ターボ冷凍機の3モジュールに大きく分けられ、コージェネレーションはさらに、ガスエンジン発電機、廃熱回収・吸収冷凍機から構成されている。

③プロジェクトの工事計画及び運営計画

ショッピングモール全体の事業計画は、2019年内に開店を目指す方向で検討を進めている。エネルギーシステムにおいては、2017年4月の設備補助事業への応募を目指している。

図表 7 想定事業計画とJCM 関連手続き

	2015年度				2016年度				2017年度				2018年度				2019年度	
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2
事業計画		事業性評価			基本設計		ゼネコン発注 土地の造成	着工			建設工事期間							オープン 検収
設備補助申請部分の手続き		実現可能性調査				許認可申請～取得			採択、交付決定	設備発注			設備補助事業(29年度1次公募)					検収
JCM登録手続き		事業性評価	概要設計					詳細設計		方法論登録			PDD登録					モニタリング開始

2) 資金計画の評価結果

① 想定される必要経費

イオンモールデルタマス店の建設に必要な経費のうち、設備導入補助事業の対象範囲を詳細に切り分けた(次ページを参照)。基本的には、エネルギー供給システムに関わる設備機器、それらの据付工事、設備機器をつなぐ配管や電気に関わる工事を対象とした。その結果、エネルギー供給システムに必要な経費は、1,730百万円と算出され、そのうちターボ冷凍機関連を除いた本プロジェクトに必要な経費(補助対象経費)は937百万円となった。

なお、ターボ冷凍機自体は本プロジェクトが想定するリファレンスに対して省エネに寄与するものではないため、設備導入補助事業の対象外とした。建物などの土木建設工事や内装工事、エネルギー供給システム以外の設備機器なども含んでいない。

図表 8 本プロジェクトに必要な経費(概算)

	計上費目	対象金額
補助対象	1.機械装置	545 百万円
	2.配管工事	64 百万円
	3.自動制御	39 百万円
	4.電気工事	90 百万円
	5.機械室用付帯設備	46 百万円
	6.仮設工事費	26 百万円
	7.現場管理費	35 百万円
	8.諸経費	92 百万円
	(小計)	937 百万円
補助対象外	ターボ冷凍機関連	793 百万円
合計		1,730 百万円

出所) 大阪ガス

② 経済性分析

以下の前提条件のもと、本プロジェクトの経済性分析を行った結果、イニシャルコストおよびランニングコストを含めた投資回収年数は、補助ありの場合は 5.7 年、補助なしの場合は 9.5 年となった。

分析結果

		BAU	本プロジェクト
イニシャルコスト		993 百万円	補助あり 1,355 百万円* ³ 補助なし 1,730 百万円* ²
年間ランニングコスト* ¹		555 百万円	456 百万円
投資回収年* ⁴	補助あり	—	5.7 年
	補助なし	—	9.5 年

*¹ ランニングコストは建物全体*² 1,730 百万円はエネルギーシステム全体の投資コスト、937 百万円が本 JCM プロジェクト範囲のコスト*³ 937 百万円の JCM プロジェクトコストに対する補助率は 40%で計算*⁴ 本 JCM プロジェクト範囲のコストに対する投資回収年

出所) 大阪ガス

③ 資金調達計画

代表事業者がイオンモールの場合は、イオンモールの資金を活用、代表事業者がエネルギーサービス会社である場合は、エネルギーサービス会社の日本法人の調達資金を活用する。いずれにしろ盤石な財務基盤を持つ大企業であり、資金調達に問題は生じない。

(2) プロジェクト許認可取得

現時点で、設備の所有、運転および電力供給などに関わる体制・役割分担が決まっていないため、今後、体制の具体化に応じて必要な許認可を検討する必要がある。以下、ケースによって必要な許認可の一覧である。

図表 9 エネルギーシステム体制によって異なる許認可(例)

ケース	必要な許認可	取得者	理由
① モール事業者が設備を所有し、自ら運転する場合	電力供給事業許可 (IUPTL)	モール事業者	電力供給 (PLN からの買電と自家発電、テナントへの電力料金課金) サービスを提供するため
	操業適正認証 (SLO)	モール事業者	自家発電を行える機器であることを証明するため
② リース会社が設備を所有し、モール事業者が運転する場合	電力供給事業許可 (IUPTL)	モール事業者	電力供給 (PLN からの買電と自家発電、テナントへの電力料金課金) サービスを提供するため
	電力サポート事業許可 (IUJPTL)	リース会社	発電機の運用・保守を行うため
	操業適正認証 (SLO)	リース会社	自家発電を行える機器であることを証明するため

出所) 現地調査をもとに大阪ガス作成

(3)日本の貢献

開発が進められているデルタマスシティでの雇用総数は、3,000 人を超える大規模な新規雇用を生み出すことが想定されている。デルタマスシティには、1,300haもの広大な工業団地の他、ビジネス街や商業施設、教育施設、住宅地なども計画されている。そのなかで、大規模ショッピングモールは街を発展させる中核機能として期待されており、ショッピングモールの集客力によって、住宅開発やその他商業施設、教育施設などの集積を高め、長期的にデルタマスシティの発展に大きく貢献する。

(4)環境十全性の確保、ホスト国の持続可能な開発への貢献

1)環境十全性の確保

本プロジェクトでは、コージェネレーションシステムおよび太陽光発電から構成される省エネ型エネルギーシステムを計画しているが、同店舗には様々な環境対策が実施される予定である。しかしながら、現時点では、エネルギーシステム以外の環境対策は具体化されていないが、開店済みである 1 号店や他国での店舗と同様の対策が想定されていることから、環境に配慮したショッピングモールになると期待される。

2)ホスト国の持続可能な開発への貢献

インドネシアにおけるイオンモールの出店計画は、デルタマス店以外にも具体的な計画が進められており(下表を参照)、またイオンモールの成長戦略として中国・アセアンでの積極的な出店・展開を掲げていることから、将来的にもさらにイオンモールの出店数が増える予定である。インドネシアの経済成長にともなう都市化が進んできているが、都市開発においてはショッピングモールが街づくりにおいて重要な役割を担っている。ショッピングモールを中核にして様々な商業施設が集積し、交通網が整備されるなど、イオンモールが立地することでインドネシアの街が発展し、さらには生活水準が向上するものと期待される。

加えて、イオンモールは、省エネルギー型のエネルギーシステムや太陽光発電だけでなく、様々な環境対策を行った環境配慮型のショッピングモールであり、インドネシアにおけるショッピングモールの模範(モデル)として位置づけられるとともに、ショッピングモールの来店客や周辺住民に対して環境意識の醸成を促すことによって、インドネシアの持続可能な開発に貢献できる。

図表 10 インドネシアでのイオンモール出店計画

	店舗名	開店年	所在地
1 号店	イオンモール BSD CITY	2015 年 5 月	バンテン州タンゲラン県 BSD シティ区
2 号店	イオンモール ジャカルタ ガーデンシティ	2017 年度 (予定)	東ジャカルタカクン地区ジャランカクンシリシ
3 号店	(仮称)イオンモール デルタマス	2019 年内 (予定)	西ジャワ州ブカシ県区
4 号店	(仮称)イオンモール セントウールシティ	2019 年度 (予定)	西ジャワ地区ボゴールセントウールシティ

出所)イオンモール

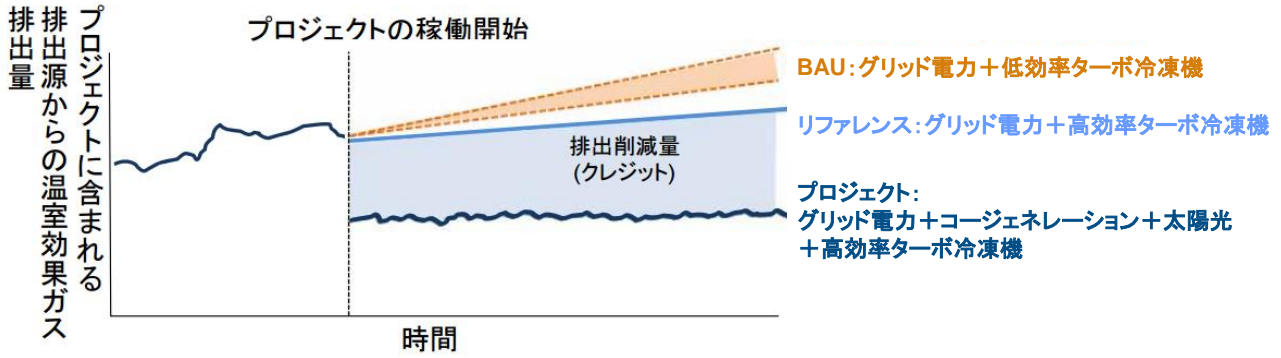
6. JCM 方法論の予備調査結果

(1)方法論に必要なデータ収集等の予備調査結果

【BAU とリファレンスの違い】

本方法論は、(1)エネルギーシステムの全体構成でも述べたように、BAU の機器構成はターボ冷凍機 6 台のみである。さらに BAU よりも保守的なリファレンスの設定については、この 6 台に高効率型が導入されるとの仮定を置いた。よって低効率冷凍機から高効率ターボ冷凍機への変更に係る省エネ分は、本プロジェクトの削減クレジットとしては生じない。

図表 11 BAU とリファレンス、プロジェクト排出量に関するイメージ図



出所) 新メカニズムプラットフォーム「二国間クレジット制度(Joint Crediting Mechanism (JCM))の最新動向」を基に NRI 作成

【削減算定式】

リファレンスは、もしプロジェクトにおける全ての電力需要量がグリッド由来で提供された場合を仮定する。よって、コージェネレーション、太陽光、不足分のグリッド受電のすべての電力需要量と、廃熱・回収冷凍機による冷熱がターボ冷凍機によって算出されていた場合の消費電力量を足したものに、グリッド排出係数を掛ければ算出できる。

$$RE_p = \sum (EC_{RE,p} \times EF_{elec})$$

$$EC_{RE,p} = EC_{pj,g,p} + EP_{pj,s,p} + EP_{pj,c,p} + EC_{RE,t,p}$$

$$EC_{RE,t,p} = \frac{RP_{pj,e,p}}{RF_{elec}}$$

RE_p	: 期間 p におけるリファレンス排出量 [tCO ₂ /p]
$EC_{RE,p}$: 期間 p における仮定の総電力需要量[MWh/p]
EF_{elec}	: 電力グリッドの CO ₂ 排出係数 [tCO ₂ /MWh]
$EC_{pj,g,p}$: 期間 p におけるプロジェクトの電力グリッドからの受電量 [MWh/p]
$EP_{pj,s,p}$: 期間 p におけるプロジェクトの太陽光における発電量 [MWh/p]
$EP_{pj,c,p}$: 期間 p におけるプロジェクトのコージェネレーションにおける発電量 [MWh/p]
$EC_{RE,t,p}$: 期間 p における仮定のターボ冷凍機における電力消費量 [MWh/p]
$RP_{pj,e,p}$: 期間 p におけるプロジェクトの廃熱・回収冷凍機における冷熱産出量 [MWh/p]
RF_{elec}	: ターボ冷凍機の冷熱産出効率 [MWh/MWh]

プロジェクトは、グリッドからの総受電量とガスエンジンの燃料消費量由来の CO₂ 排出量となる。太陽光発電によるグリッド電力の削減量は、グリッドからの総受電量の中に織り込まれている。

$$PE_p = \sum (EC_{PJ,p} \times EF_{elec} + GC_{PJ,p} \times EF_{gas})$$

PE_p	: 期間 p におけるプロジェクト排出量 [tCO ₂ /p]
$EC_{PJ,p}$: 期間 p におけるエネルギーシステム全体におけるグリッド受電量[MWh/p]
EF_{elec}	: 電力グリッドの CO ₂ 排出係数 [tCO ₂ /MWh]
$GC_{PJ,p}$: 期間 p におけるガスエンジンの天然ガス消費量 [m ³ /p]
EF_{gas}	: 天然ガスの CO ₂ 原単位 [tCO ₂ /m ³]

よって、CO₂ 削減量は以下の通り計算できる。

$$ER_p = RE_p - PE_p$$

ER_p	: 期間 p における CO ₂ 削減量 [tCO ₂ /p]
RE_p	: 期間 p におけるリファレンス排出量 [tCO ₂ /p]
PE_p	: 期間 p におけるプロジェクト排出量 [tCO ₂ /p]

【CO₂削減量予測】

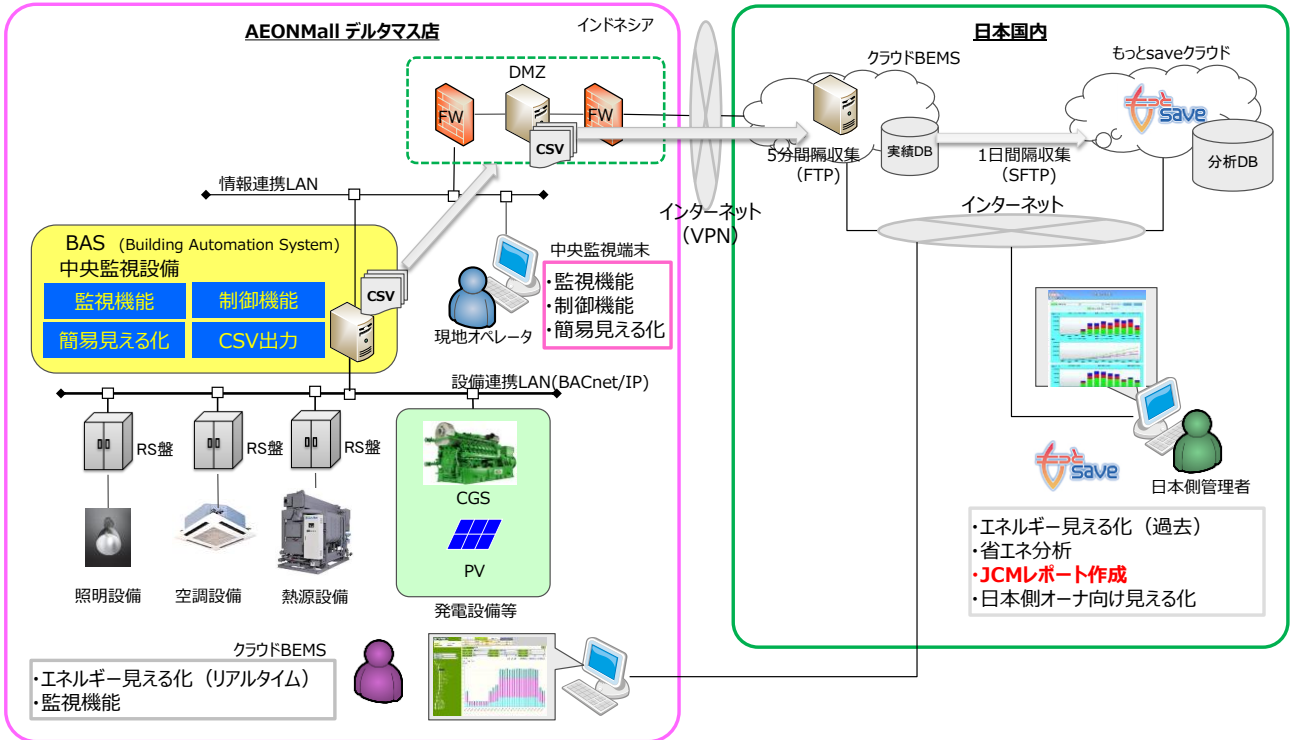
上記計算式に基づくと、リファレンス排出量は 33,333 t-CO₂、プロジェクト排出量は 24,172 t-CO₂ であり、CO₂削減量は 9,161 t-CO₂となる。

(2)MRV 実施体制

【モニタリング体制】

モニタリング体制について、エネルギーシステムの運転や建物全体のモニタリングは AMSLD が実施するが、エネルギーシステムの保守、モニタリング、第三者機関への報告はエネルギー供給サービス会社が実施する。なお、既設の BSD 店と同様の BEMS を導入する予定である。

図表 12 エネルギー供給サービス事業におけるモニタリング体制



出所) 大阪ガス

【モニタリング設備】

モニタリングに使う中央監視設備は、照明・空調設備、発電・熱源設備の監視および制御を行う。また外部連携として必要なデータを外部システムに送信する。中央監視設備の機能のうち、JCM のモニタリングに利用するのは、記録機能の「帳票記録」、「電力デマンド履歴」およびそれらを CSV ファイル出力する機能である。

図表 13 モニタリング機能一覧

大分類	小分類
監視機能	状態監視 警報監視 運転時間・回数監視
捜査機能	個別発停 発停設定 グループ発停
記録機能	帳票記録 操作履歴記録 動作履歴記録 警報履歴記録 電力デマンド履歴 →CSV ファイル出力(日付、時刻、タグ、1分値)、1回/日
自動制御機能	温度制御 カレンダースケジュール制御 停復電制御 デマンド監視制御

エネルギーサービス会社が日本から遠隔でデータの見える化を実施する。イオンモールも WEB を通して本画面を確認することができ、店舗のエネルギー消費状況について詳細に把握することが可能となる。エネルギーサービス会社は、本システムを利用して、遠隔でのエネルギーマネジメントや改善アドバイス等も実施する予定である。

7. 今後の予定

概要設計により、エネルギーシステムの構成要素はほぼ固まっているが、今後実施されるモール全体の基本設計の結果も考慮に入れながら詳細設計を作りこんでいく。設備補助(40%補助)を利用した場合のエネルギーシステムの投資回収年数は 5.7 年であるが、補助を利用しない場合は 9.5 年であるため、本システムの導入は設備補助事業として実施することが前提になる。

事業スケジュールについては、補助事業の完了が早くても 2019 年 2 月～4 月ごろにずれ込む可能性がある。このため、平成 28 年度設備補助事業ではなく、平成 29 年度設備補助事業への応募を目指し、引き続き検討を続ける。