

平成 30 年度環境省委託事業

平成 30 年度低炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務  
(大阪・ホーチミンによる都市間連携を活用した  
水道施設での省エネルギー化の検討)

## 報 告 書

平成 31 年 2 月

日本工営株式会社  
大 阪 市

平成 30 年度低炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務  
大阪・ホーチミンによる都市間連携を活用した水道施設での省エネルギー化の検討

報 告 書

目 次

第 1 章	調査の背景と目的	1
1.1	調査の背景	1
1.2	調査の目的	2
1.3	本事業の実施体制	2
1.4	本事業の工程	3
第 2 章	低炭素社会実現のための都市間連携	4
2.1	都市連携活動の目的	4
2.2	都市間連携活動概要	5
2.3	大阪市・ホーチミン市による市長級政策対話	6
2.4	環境省主催 JCM 都市間連携セミナー及び招聘活動	8
2.5	ラップアップ会議	10
第 3 章	JCM 事業化の検討	12
3.1	導入技術	12
3.2	対象事業の選定	14
3.3	JCM 設備補助事業計画	17
3.3.1	設備仕様	17
3.3.2	CO2 削減量の算定	19
3.3.3	設備補助事業申請に向けた国際コンソーシアム	22
3.3.4	JCM 設備補助事業実施スケジュール	22
3.4	その他の JCM 設備補助事業候補案件	24
3.4.1	製糖工場におけるインバータによる省エネ事業	24
3.4.2	19.2 MW 太陽光発電事業	25
第 4 章	低炭素化社会実現および気候変動適用にかかる調査	29
4.1	大阪・ホーチミン政策対話の実施	29
4.2	本年度における政策対話	30
4.2.1	ライフサイクルコストを考慮した設備導入の紹介	30
4.2.2	降雨予測モデルの紹介	30
4.2.3	大阪市防災アプリの紹介	33
4.2.4	大阪市水道施設における省エネルギー対策の紹介	35
第 5 章	JCM 実施に係る課題とその対策	37

5.1	JCM 設備補助の実施を取り巻く現状とその対策	37
5.1.1	中小規模の産業拠点に対する JCM 案件形成	37
5.1.2	公的機関における調達制度とそれへの対応	38
5.2	今後の提案	39
5.2.1	JCM 設備補助事業の申請	39
5.2.2	2019 年度に向けた提案	39

## 添 付

- 添付資料1. 局長級政策対話（2018 年6 月12 日）：発表資料  
添付資料2 市長級政策対話（2018 年9 月6 日）：発表資料  
添付資料3. 環境省主催JCM セミナー（2018 年10 月25 日）：発表資料  
添付資料4. ラップアップ会議（2019 年1 月9 日）：説明資料  
添付資料5. 日立製インバータ カタログ  
添付資料6. SAWACO への提案資料  
添付資料7. アジアゲートウェイ説明資料

## 表 目 次

表 1.1	大阪市によるホーチミン市への貢献実績	2
表 2.1	本事業による低炭素社会形成の実現のためのアプローチ	4
表 2.2	都市間連携活動概要	5
表 3.1	ホーチミン市水道関連設備におけるインバータ導入検討結果	15
表 3.2	高圧インバータ(VFD)仕様	18
表 3.3	運転レンジ、流量とバルブ消費電力率・インバータ消費電力率	19
表 3.4	ポンプのインバータ制御による CO2 削減量計算結果	21
表 3.5	プロジェクト CO2 排出削減量と費用対効果	21
表 3.6	JCM 設備補助事業実施スケジュール案	23
表 3.7	CO2 削減量検討結果	24
表 3.8	19.2MW 太陽光発電計画想定条件	27
表 3.9	19.2MW PV システム発電電力量	27
表 3.10	プロジェクト CO2 排出削減量と費用対効果	28
表 4.1	本年度における政策対話の概要	29
表 4.2	大阪市における省エネルギー目標	36

## 目 次

図 1.1	本事業の実施体制図 .....	3
図 1.2	調査事業スケジュール .....	3
図 2.1	大阪市・ホーチミン市による都市間連携の方向性.....	4
図 3.1	インバータ制御による省エネ効果.....	12
図 3.2	高圧インバータの外観 .....	12
図 3.3	インバータの正弦波出力波形と回路.....	13
図 3.4	インバータのセルローテーション機能.....	13
図 3.5	インバータによる省エネ事業の横展開.....	14
図 3.6	ホーチミン市水供給概略図.....	14
図 3.7	インバータによる省エネ事業対象 TAN HIEP 1 浄水場位置図.....	16
図 3.8	Tan Hiep 1 浄水場、インバータ対象ポンプ .....	16
図 3.9	Tan Hiep 1 浄水場のインバータ対象ポンプ.....	17
図 3.10	ポンプ負荷レンジ設定による保守的削減量の算定.....	20
図 3.11	浄水場におけるインバータ導入事業国際コンソーシアム体制案 .....	22
図 3.12	製糖工場位置図.....	24
図 3.13	製糖工場インバータ導入事業国際コンソーシアム体制案 .....	25
図 3.14	19.2 MW 太陽光発電システム位置図.....	26
図 3.15	太陽光発電システムサイト写真.....	26
図 4.1	LCC を考慮した設備工事における総合評価落札方式.....	30
図 4.2	降雨予測モデルの概要 .....	31
図 4.3	降雨予測モデルの出力画面の例(空間別) .....	31
図 4.4	降雨予測モデルの出力画面の例(現状から 25 時間後の予測) .....	32
図 4.5	降雨予測モデルの出力画面の例(現状から 3 日後の予測) .....	32
図 4.6	出力結果の検証.....	33

## 略語表

略語	英語	和訳
BAU	Business-as-usual	特段の対策のない自然体ケース
DONRE	Department of Natural Resources and Environment	天然資源環境部
EPC	Engineering, Procurement and Construction	設計・調達・建設
EVN	Vietnam Electricity	ベトナム電力公社
FIT	Feed-in-tariff	固定価格買取
F/S	Feasibility Study	事業化調査
GHGs	Greenhouse Gases	温室効果ガス
INDC	Intended Nationally Determined Contributions	約束草案
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間クレジット制度
MEC	Meteorological Engineering Center	株式会社気象工学研究所
MGD	Million Gallon per day	100 万ガロン
MOU	Minitues of Undestanding	覚書
MRV	Measurement, Reporting and Verification	計測、報告、検証
NK	Nippon Koei Co., Ltd.	日本工営株式会社
NTP-RCC	The National Target Program to respond to climate change	国家気候変動対策目標計画
PCS	Power Conditioners	パワーコンディショナー
PDD	Project Design Document	プロジェクト設計書
PV	Photovoltaics	太陽光発電
SAWACO	Saigon Water Corporation	サイゴン水道総公社
USD	United States Dollars	米ドル
VFD	Variable Frequency Drive	可変周波数駆動
VND	Vietnam Don	ベトナムドン

## 第1章 調査の背景と目的

### 1.1 調査の背景

2015年12月にフランスのパリ郊外で開催された国連気候変動枠組条約第21回締約国会議（COP21）において、全ての国が参加し、2020年以降の公平で実効的な気候変動対策の法的な枠組であるパリ協定が採択された。同協定では、地球の気温上昇を産業革命前に比べて2℃よりも低く抑え、さらには1.5℃未満に抑えるための努力を追求することが掲げられ、脱炭素に向けた取組の促進が求められている。

またCOP21では、都市を含む非国家主体の行動を認知すること、そして全ての非政府主体（都市その他地方公共団体等）の努力を歓迎し、そのスケールアップを招請することが決定された。都市は社会経済の発展を支える活動の場であり、多くの人々が居住している。世界の全土地面積の2%を占める都市部に、世界人口の約半数が居住し、その割合は2050年には70%にまで増加すると予想されている。また2006年時点で世界のCO2排出量の70%以上が都市から排出されていると推定されており、都市部が気候変動の緩和に果たす役割は大きく、都市部における気候変動対策の着実な実施、温室効果ガス排出量の削減が、パリ協定の目標達成のために重要となっている。

ベトナム国は、2008年に国家気候変動対策目標計画（NTP-RCC）、2011年に国家気候変動戦略（NCCS）、2012年に国家グリーン成長戦略（NGGS）を策定し、国家として気候変動対策に取り組んできた。また、自国が決定する貢献（Nationally Determined Contribution : NDC）として、2030年までに温室効果ガスの排出をBAU比で8%削減すること、そして2014年に署名した二国間クレジット制度（Joint Crediting Mechanism : JCM）を含む国際支援により25%まで削減することを目指し、2016年には、パリ協定実施計画が承認されている。

ホーチミン市は、ベトナム国の南部に位置し、人口約850万人を抱えるベトナム最大の商業都市である。近年の経済成長に伴い、人口集積、都市拡大が継続しており、土地利用のスプロール<sup>1</sup>と産業活動や市民の生活による大気汚染、水質汚濁、廃棄物処理、森林開発等による環境への影響が大きいとされている。また、気候変動による被害を受けやすい土地柄でありながら、温室効果ガス（Greenhouse gases : GHGs）の排出量もまた、急激な増加を続けている。

大阪市とホーチミン市は、平成23年（2011年）から環境分野における都市間連携事業を継続実施しており、平成25年（2013年）10月には、ホーチミン市の低炭素都市形成に向けた実行計画の策定、着実な都市形成の実現のための包括的な協力を目指した「ホーチミン市・大阪市低炭素都市形成に向けた覚書」を締結し、当覚書の下、大阪市の支援により、「ホーチミン市気候変動対策実行計画2017年-2020年、2030年までの展望」が策定された。当覚書が、平成28年（2016年）9月に「ホーチミン市低炭素都市形成の実現に向けたホーチミン市-大阪市の協力関係に関する覚書」として更新されるなど、大阪市・ホーチミン市は良好な協力関係を継続している。

<sup>1</sup> 都市の郊外に無秩序・無計画に宅地が伸び広がっていくこと。

表 1.1 大阪市によるホーチミン市への貢献実績

#	年月	概要
1	2009年12月	SAWACO（ホーチミン市水道総公社）と技術交流に係る覚書を締結
2	2011年 4月	JCM都市間連携事業の開始（～ 継続中）
3	2013年10月	ホーチミン市・大阪市低炭素都市形成に向けた覚書の締結
4	2015年11月	SAWACOと技術交流に係る覚書を更新
5	2016年 9月	ホーチミン市・大阪市低炭素都市形成に向けた覚書の更新
6	2016年 9月	大阪市の支援により「ホーチミン市気候変動対策実行計画2017年-2020年、2030年までの展望」を策定
7	2019年12月	SAWACOと技術交流に係る覚書を更新

出典：日本工営作成

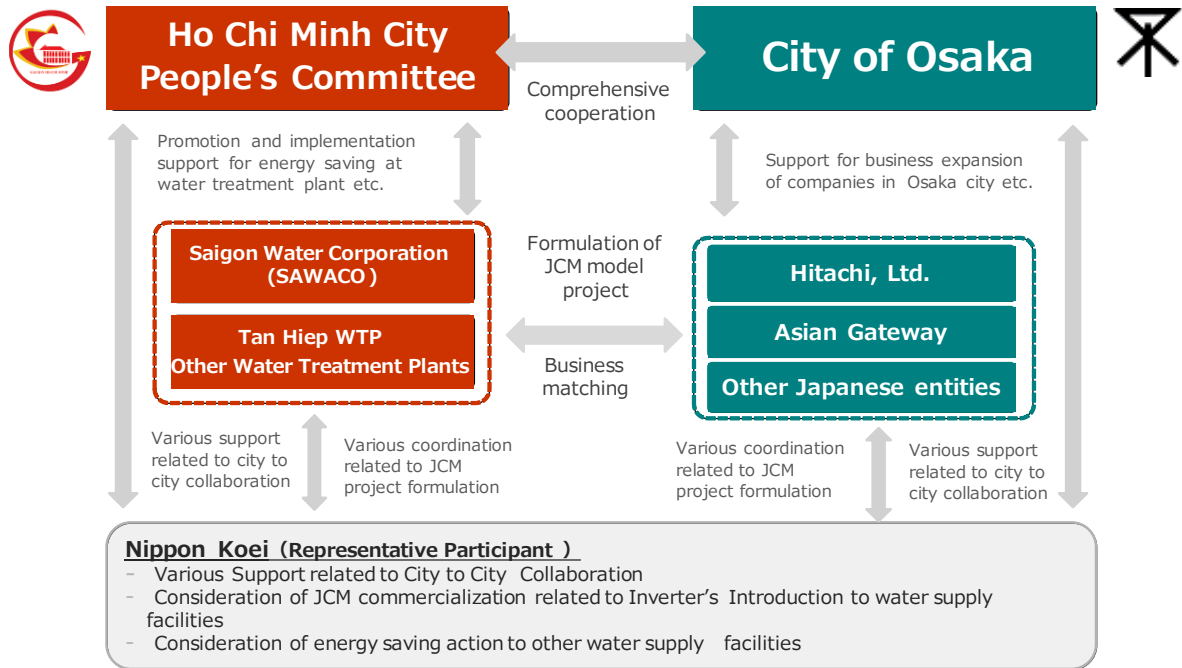
## 1.2 調査の目的

本事業では、大阪市がこれまで培ってきた環境施策の経験・ノウハウや日本企業が保有する低炭素技術を活かし、ホーチミン市における低炭素都市形成への取り組みを効果的・効率的に支援するために必要な調査事業を実施する。

## 1.3 本事業の実施体制

本事業では、ホーチミン市人民委員会（Ho Chi Minh City People's Committee）と大阪市による都市間連携の下、ホーチミン市天然資源環境局（Department of Natural Resources and Environment : DONRE）と大阪市環境局がそれぞれ担当部局を務め、ホーチミン市の都市課題解決・低炭素社会形成に向けた協力を行う。

また、JCM案件形成のため、DONREはサイゴン水道総公社（Saigon Water Corporation : SAWACO）と連携し、日立製作所による水道施設へのインバータ導入可能性調査を支援する。日本工営は、都市連携にかかる各調査支援、省エネ技術導入にかかるJCM化の支援、MRV計画の検討を行う。本事業に係る実施体制を以下に示す。



出典：日本工営

図 1.1 本事業の実施体制図

### 1.4 本事業の工程

本調査事業の工程は、下図に示す通りである。

項目	2018												2019	
	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月				
<b>(1) 調査事項</b>														
1 省エネに向けた既存設備確認・導入設備仕様検討														
2 モニタリング計画策定														
3 許認可事項の確認														
4 設備補助申請コンソーシアム条件調整														
5 設備補助事業候補事業の費用算定、工程、予算の確認														
6 設備管理及び機器モニタリングに関する職員への説明														
7 来年度に向けた提案準備														
<b>(2) 現地渡航・ワークショップ</b>														
1 キックオフ会議及びラップアップ会議		★											★	
2 ホーチミン市との協議		■		■	■			■	■	■				
3 政策対話		★			★									
<b>(3) 月報、会議、セミナー、報告書等</b>														
1 月報	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★
2 大阪市における会議		★	★								★			
3 大阪市・ホーチミン市連絡調整		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4 進捗報告会議（環境省）	★			★						★				★
5 JCM都市間連携セミナー									★	★				
6 本邦招聘									★	★				
7 最終報告書														★

出典：日本工営作成

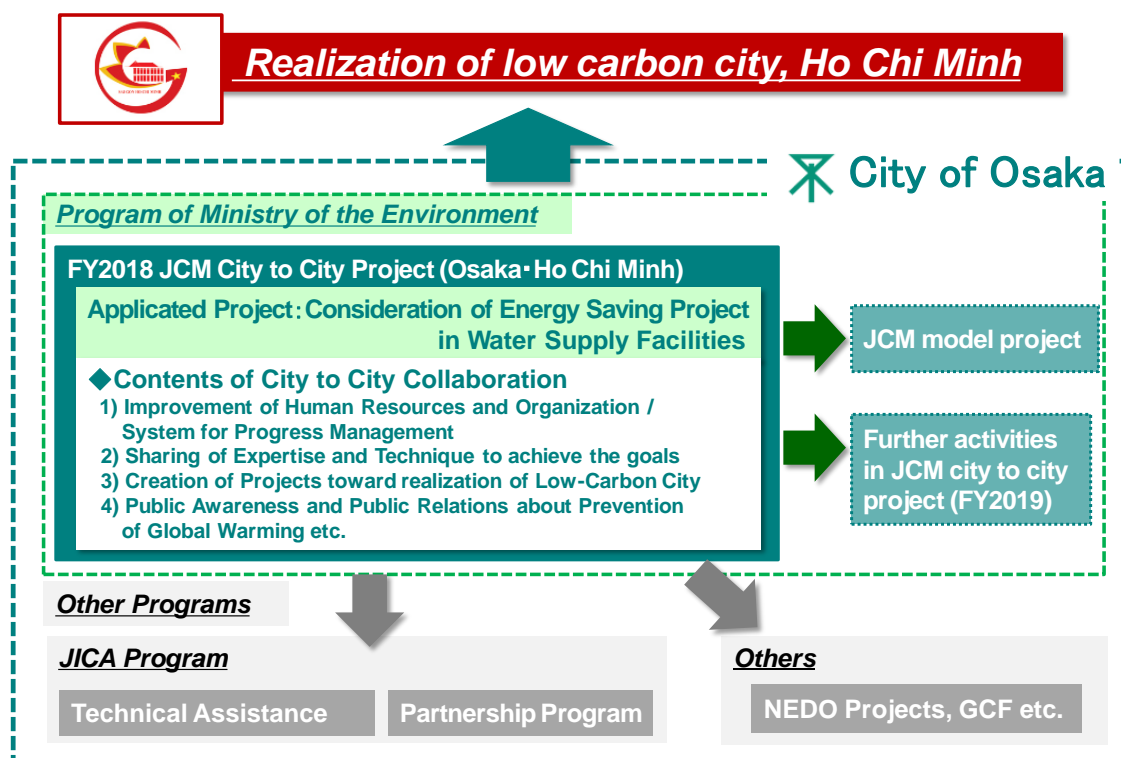
図 1.2 調査事業スケジュール



## 第 2 章 低炭素社会実現のための都市間連携

### 2.1 都市連携活動の目的

大阪市及びホーチミン市による都市間連携は、「ホーチミン市気候変動対策実行計画 2017年-2020年、2030年までの展望」(以下、Climate Change Action Plan(CCAP)という。)の実施と「人材育成」を通じて、ホーチミン市の低炭素都市形成の実現を目指している。この達成のため、両市は覚書の主要項目として4つの都市間連携メニュー(下図中段)を掲げている。



出典: 日本工営作成

図 2.1 大阪市・ホーチミン市による都市間連携の方向性

本事業では、上図に記載する都市間連携メニューのうち、2) 目標達成のための専門的な知識や技術の共有、及び4)地球温暖化防止に関する普及啓発や情報発信等を実施するため、水道事業に焦点を当て、以下のアプローチを行った。

表 2.1 本事業による低炭素社会形成の実現のためのアプローチ

戦略	アプローチ
1	ホーチミン市の水道事業において、大阪市の知見として省エネルギー対策の実績を共有すると共に、具体策としての JCM 設備補助事業を活用した施設更新等を提案する。
2	ホーチミン市関係者へ上水道事業のモデルケースとして、大阪市水道局の実績や成果を紹介することで、両都市関係者の認識を常に同じ認識・理解の下で協議できるようにする。そして目標達成へ向け最短距離を進むことを心掛ける。
3	SAWACO 保有の水道施設の省エネルギー化(特にポンプのインバータ化)につき、技術

戦略	アプローチ
	面、財務面での最適化を検討する。そして現地の実状等の変化に合わせ、眼前の課題や問題につき柔軟に本邦企業や候補技術・製品を検討する。
4	省エネ技術導入を検討する際、ベトナム企業にとって初期投資等のファイナンス面が最大の懸念事項の1つである。この課題に対し、JCM 設備補助事業を活用し、ベトナム企業の懸念を解消する。

出典:日本工営作成

## 2.2 都市間連携活動概要

本都市間連携事業の活動概要を以下に記す。

表 2.2 都市間連携活動概要

調査内容	実施時期	概要
大阪市側キックオフ会議	2018年4～5月	本年度事業関係者とのキックオフ会合を左記期間において複数回、面談や電話等において実施した。
環境省キックオフ会議（東京）	2018年5月10日	事業提案書の内容をベースに、今年度の具体的な活動目標と活動内容、及び今後のスケジュールについて環境省へ説明した。
第1回現地調査（ホーチミン）	2018年6月9日～16日	本事業のキックオフ会合として、大阪市、日立製作所と第1回現地調査を実施し、大阪市・ホーチミン市による局長級政策対話の実施及びJCM候補案件に係る現地事業者や日系企業と協議を行った。
第2回現地調査（ホーチミン）	2018年8月13日～17日	ホーチミン市の紹介により、ホーチミンの事業者による太陽光発電サイト（19.2MW）のJCM案件化のための調査を実施。また、日立製インバータの製糖工場への導入についてJCM制度の説明を実施。加えて、ホーチミン市DONREと面談し、9月の政策対話および10月の環境省都市連携セミナーへの招聘にかかる調整を行った。
環境省第1回進捗報告会（東京）	2018年8月28日	環境省キックオフ会議以降の進捗につき、環境省に説明した。
第3回現地調査（ホーチミン）	2018年9月3日～8日	大阪市及び日立製作所と共に、第3回現地渡航を実施し、大阪市・ホーチミン市による市長級政策対話及びJCM案件形成に係る調査を実施した。
大阪市・ホーチミン市による市長級政策対話（ホーチミン）	2018年9月6日	大阪市・ホーチミン市による市長級政策対話を実施。ホーチミン市からHuynh Cach Mang人民委員会副委員長が、大阪市から田中清剛副市長がそれぞれ出席し、本事業や2020年までの都市間協力につき議論を実施した。
環境省主催JCMセミナー招聘及び大阪市内視察（東京・大阪）	2018年10月23日～27日	横浜で開催されたJCM都市間連携セミナーへの参加のため、DONREから2名を招聘した。セミナーに先立って、招聘者2名が大阪市を訪問し、大阪市内企業における視察を実施した。また、セミナーでは本事業の取り組みにつき大阪・ホーチミン両市から発表を行った。
第4回現地調査（ホーチミン）	2018年11月12日～17日	1) JCM設備補助事業候補事業の現状確認と今後についての協議、2) DONREとのジャパン環境ウィークやラップアップ会議についての要請、降雨予測システムの大阪市からの協力確認、来年度F/Sへの要望について協議、及び3) SAWACOのJCM設備補助事業対象地へのデータ依頼と入札手続き、今後の手続きについての確認

調査内容	実施時期	概要
		を行った。
環境省第2回進捗報告会（東京）	2018年11月21日	環境省第1回進捗報告会以降の進捗につき、環境省に説明した。
第5回現地調査（ホーチミン）	2018年1月6日～12日	大阪市、日立製作所と共に第5回現地調査を実施し、本事業のラップアップミーティング、JCM案件形成調査（SAWACOへの提案）及び次年度調査候補地との面談を実施した。
ラップアップ会議（ホーチミン）	2018年1月9日	本事業のラップアップミーティングを実施し、ホーチミン市における気候変動対策、本事業JCM案件化調査及び次年度調査について議論を行った。
ジャパン環境ウィーク（ハノイ）	2018年1月10日	環境省主催のジャパン環境ウィークに大阪市及び日立製作所が参加し、本事業についての発表を行った。

出典：日本工営作成

### 2.3 大阪市・ホーチミン市による市長級政策対話

9月6日（木）に「大阪市・ホーチミン市による低炭素社会形成のための市長級政策対話」が開催され、Huynh Cach Mangホーチミン市人民委員会副委員長、田中清剛大阪市副市長がそれぞれ出席した。当日の実施概要及び式次第は、以下の通り。

日時：2018年9月6日（木）

場所：REX Hotel Saigon

式次第：

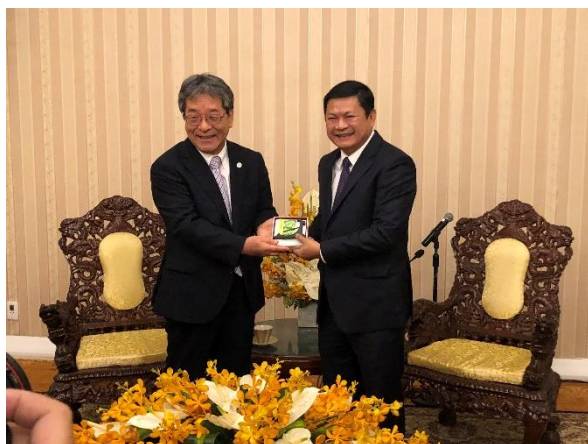
時間	プログラム	発表者
8:00-8:30	受付	
8:30-8:40	開幕及び代表者の紹介	<b>・HA MINH CHAU</b> (資源環境局気象水文・気候変動部副部長)
8:40-9:00	開幕挨拶	<b>・HUYNH CACH MANG</b> (ホーチミン市人民委員会副委員長) <b>・SEIGO TANAKA</b> (大阪市副市長)
セクション1:2018年度両市間協力プログラム コーディネーター:MR. HA MINH CHAU (資源環境局) MR. MASARU ISHIKAWA (日本工営株式会社)		
9:00-9:15	ホーチミン市気候変動対策実行計画に基づく低炭素化活動及びその展望	<b>・HA MINH CHAU</b> (資源環境局気象水文・気候変動部副部長)
9:15-10:00	ホーチミン市の低炭素都市形成に向けた都市間協力	<b>・AKIKAZU IKEGAMI</b> (大阪市環境局環境施策部長)
	大阪市との都市間連携によるホーチミン市の低炭素都市形成のための低炭素技術導入調査	<b>・MASARU ISHIKAWA</b> (日本工営株式会社 気候変動グループ課長)

	JCM モデルプロジェクトに基づくホーチミン市との都市間提携を通じて(水供給システムによる省エネルギー設備の推進)	<b>・KAZUNORI SUDO</b> (HITACHI ASIA CO., LTD. 取締役社長) <b>・YUKO TOSHISHIGE</b> (株式会社日立製作所 国際営業・マーケティング部部長)
10:00-10:20	議論	
10:20-10:40	記念写真・休憩	
セクション 2: 低炭素都市形成に関する 2020 年未までの大阪市とホーチミン市との都市間協力 コーディネーター: <b>MR. HA MINH CHAU</b> (資源環境局) <b>MR. MASARU ISHIKAWA</b> (日本工営株式会社)		
10:40-11:10	・ホーチミン市の降雨量予報システム	<b>・NOZUMU TAKADA</b> (気象工学研究所所長)
	・気候変動適応策 ～減災のためのソフト対策～	<b>・MAKOTO MIHARA</b> (大阪市環境局都市間協力担当課長)
11:10-11:30	議論	
11:30-11:40	閉幕挨拶	<b>・NGUYEN THI THANH MY</b> (ホーチミン市資源環境局副局長) <b>・AKIKAZU IKEGAMI</b> (大阪市環境局環境施策部部長)
11:40-13:30	懇親会	

本政策対話では、Cach副委員長及び田中副市長による開幕挨拶に続いて、DONRE、大阪市環境局、日本工営、日立製作所が、本事業の方針や調査概要、進捗について発表を行った。その後行われた意見交換では、今回のSAWACO所有施設へのインバータ機器導入のような、B to Gで実施する設備補助事業でボトルネックと考えられる入札制度の見直しについての議論が行われ、田中副市長は、ホーチミン市人民委員会に対し、総合評価方式(導入機器の機能、価格、導入地域への影響(労働者の能力向上等)等による評価)の導入を提案した。

セクション2では、以前よりホーチミン市の関心の一つとして取り上げられていた気候変動に係る予測技術の紹介として、大阪市内企業である株式会社気象工学研究所(以下、気象工学研究所)・高田氏から、降雨量予測システムの詳細が説明された。その後、大阪市三原氏により、大阪市が開発した減災ソフトの活用方法やその効果について発表が行われた。

閉幕挨拶では、DONREのThanh副局長が、1) 設備補助事業の具体化のため、政策とJCMの矛盾を解決できるよう人民委員会内で協議を行う旨、2) これまでの調査対象に加え、下水施設、交通、建物省エネを対象とした調査を実施したい旨、3) JCM制度を活用してBinh Dien卸売市場へ太陽光発電設備を導入したい旨、4) JCMプロジェクトを創出するため、工業団地の視察誘致を積極的に実施していく旨、5) 大阪市による気候変動適応に係る経験のさらなる共有を依頼したい旨が述べられた。



田中副市長と Cach 副委員長



DONRE による発表



大阪市による発表



日本工営による発表



日立製作所による発表



集合写真

## 2.4 環境省主催 JCM 都市間連携セミナー及び招聘活動

環境省主催の「低炭素社会の構築に向けた都市間連携セミナー」が2018年10月25、26日に横浜で開催されるにあたり、DONREから以下2名の本邦招聘を10月23日から27日の日程で実施した。



Mr. Tran Vinh Sa : Division of Meteorology, Hydrology and Climate change, DONRE  
Ms. Au Ngoc Lien : Division of Solid Waste Management, DONRE

招聘者2名は、大阪市に滞在の際、大阪市における省エネビルへの取り組みを積極的に進めているダイビル社の所有する建物の視察を行うことで、グリーンビルディングに関する手法・技術について説明を受けた。

その後、10月25日から都市間連携セミナーにおいて、今年度都市間連携事業に係る参加都市による活動内容や成果の聴講を行った。本事業に関しては、大阪市環境局の仲秋氏が、これまでの当都市間連携活動の概要及び本年度の調査活動について発表し、DONREのLien氏が、ホーチミン市の概要及び当都市間連携における大阪市の支援に対する今後の期待について発表した。

また、10月26日の視察では、横浜市におけるグリーンビルディング制度であるCASBEE横浜において、Sランクを取得している横浜市南区庁舎を訪問し、導入されている省エネ手法や屋上庭園設置などについて説明を受けた。



ダイビルの視察



大阪市職員による発表



DONRE による発表



横浜市南区庁舎の視察

## 2.5 ラップアップ会議

2019年1月9日に本事業のラップアップミーティングをDONRE事務所で実施、ホーチミン市における気候変動適応対策、本事業JCM案件化調査及び次年度調査について議論を行った。

### 1) 気候変動予測に係る協議

9月に開催された気候変動適応策に係る予測技術に係り、追加の説明及び更なる協力を前提とした意見交換を実施した

大阪市内企業である気象工学研究所は、ホーチミン市で利用可能な気候変動予測アプリケーションの開発を進めている。当該会議では、これまでの業務を通じて確認できたこと等報告すると共に、更なる予測精度（再現性）の向上のため、雨量データの提供依頼を行った。これに対しDONREより、関連データの授受につき南部気象予報局と直接やり取りを行うことが勧められた。また、本活動はホーチミン市人民委員会のフォン委員長も承認しているものであり、今後の更なる活動への協力が確認された。

### 2) 本事業調査の進捗報告

今年度調査の進捗報告として、SAWACOが管理するTan Hiep浄水場におけるインバータ導入事業のJCM適用に係る報告が行われた。進捗状況につきAnh氏（DONRE）から局長へ報告すること、また案件化に向け、DONREからも引き続き協力する旨が述べられた。

とりわけ、SAWACO事業につき、日立製作所社製インバータの導入につき前向きであるとの状況が共有されたものの、SAWACOの調達システムに則った入札の実施等が今後の懸念材料になることが報告された。そのため、今後の作業としてSAWACOによる調達対応につき、日越関係者で協力してゆくことを確認した。今後、3.3節の通り、JCM設備補助事業申請に向けた対応支援を行う。

### 3) 次年度調査への協力依頼

ホーチミン市のCCAPでは、2020年までに、「主要なエネルギー消費企業の10%にISO50001の適用」、「再生エネルギーの割合をホーチミン市総消費エネルギーの1.74%」や「電力損失率を約5%」など具体的な数値目標が示されている。そのため、次年度の都市間連携事業もエネルギー分野を調査対象として、ホーチミン市内外において高エネルギー消費要素となるホテル、データセンター、セメント工場の省エネルギー事業化支援について、ホーチミン市側に提案を行った。

都市間連携の窓口であるDONREより、産業局（DOIT）、観光局（DOT）、ホーチミン市輸出加工区・工業団地管理委員会（HEPZA）への情報共有、支援依頼等

のもと、調査候補地の紹介等を行うことで合意した。今後、次年度スキーム等につき関連情報の収集や対応を進める。

加えて、個別技術として、ホーチミン市内において既に活動を進めている日系企業（空調機器メーカー等）による参加の予定について説明が行われた。



## 第 3 章 JCM 事業化の検討

### 3.1 導入技術

ポンプやファンの流量や送風量は、インバータの導入が無い場合、バルブやダンパにて調整される。その際、ポンプやファンを稼働させるモータは、常に回転し電力を消費しながら、バルブやダンパで流量を抑える形となる。よって、余剰なモータ運転による消費電力量のロスが生じる。とりわけ、モータ定格より低い流量の運転を行う場合等は、その量が大きくなる。

インバータは周波数を変えることにより、ポンプやファンのモータ回転数そのものを変化させ、流量を調整する。モータ運転に係る必要電力は回転速度の三乗に比例する。よって、流量に応じインバータによりモータ回転速度を落とすことで、省エネを図ることができる。ポンプのバルブ制御での電力とインバータ制御での電力の比較例を、右図に示す。

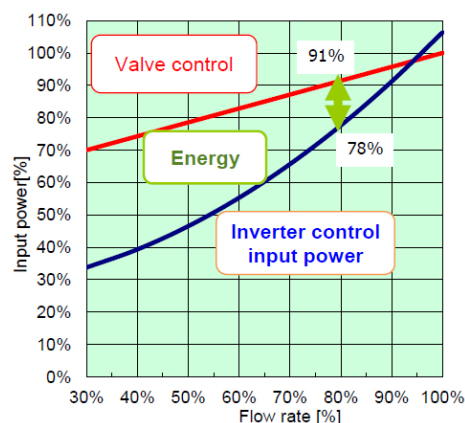
本事業で検討する高圧インバータ（日立製作所社製）は、省エネに加えて以下の特徴を有する。

#### 1) 高性能、高効率

インバータ効率約97%、力率約95%以上を実現している。

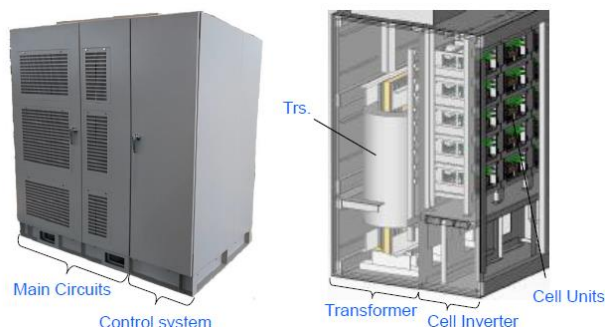
#### 2) 小型・軽量化、オールインワン

従来機より体積が小さく、設置スペースの自由度が向上している。インバータ体積は業界最小クラスである。また、独自の部品実装技術と冷却設計技術で、オールインワン構成を実現している。これにより、フォークリフトでの搬送が可能であり、搬入、据え付け、運転、保守にて、作業効率の向上を実現することができる。



出典：日立製作所

図 3.1 インバータ制御による省エネ効果



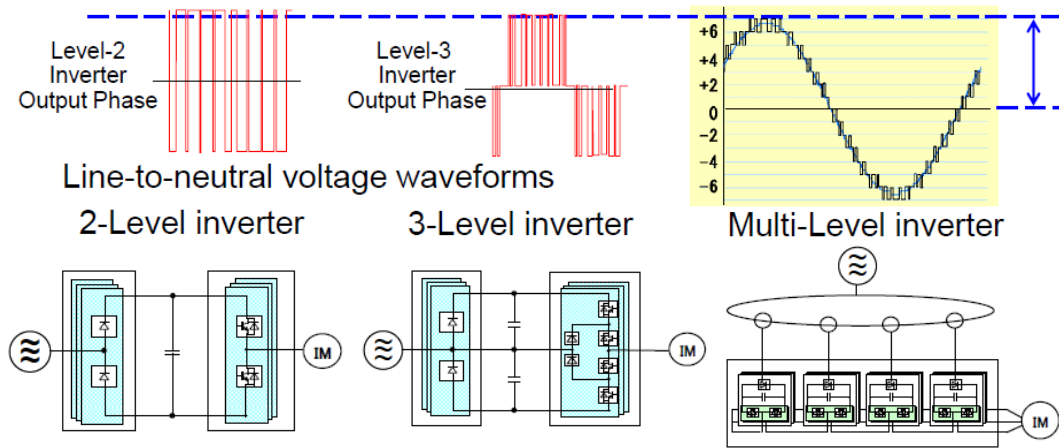
出典：日立製作所

図 3.2 高圧インバータの外観

3) 正弦波に近い出力、電源高調波フィルタが不要

多重変圧器の仕組みにより、受電側への高調波を抑制している。電圧、電流波形とも正弦波に近く、電源高調波フィルタが不要である。

また、インバータセルを組み合わせることにより、出力を正弦波に近くすることで、制御対象のモータへのストレスを低く抑え、熱や絶縁対策が不要である。



出典: 日立製作所

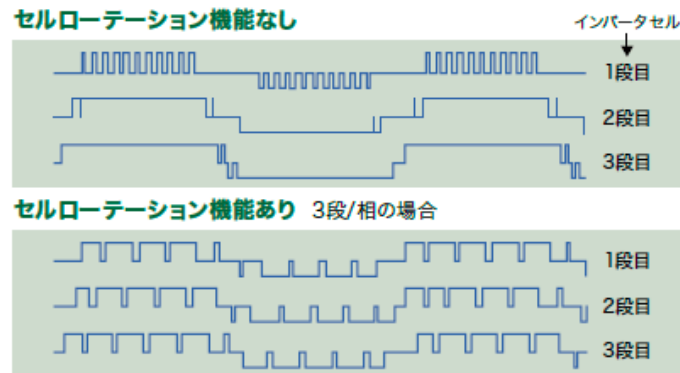
図 3.3 インバータの正弦波出力波形と回路

4) Reliability, Availability, Serviceability (RAS) 機能

運転データ、故障時の要因表示、トレースバックデータ採取など豊富なRAS機能で保守を支援する。

5) セルローテーション、セル電力均一化制御

主回路を構成する各インバータセルの通電時間・発熱を平均化する。インバータセルの電力を均一化することで、特定のインバータセルのみが故障しやすくなる事態を回避する。



出典: 日立製作所

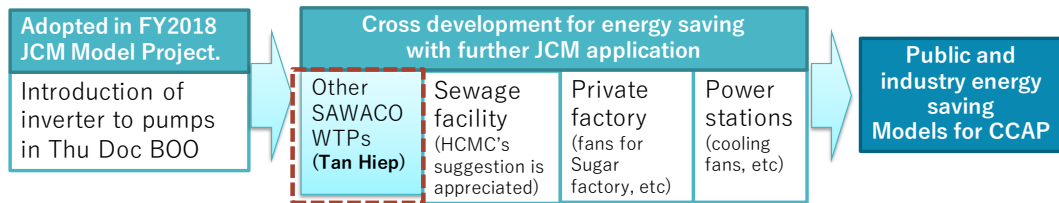
図 3.4 インバータのセルローテーション機能

### 3.2 対象事業の選定

ホーチミン市では、水道や道路などをはじめとした公共施設、民間企業・工場、発電設備にインバータ導入による省エネのポテンシャルがあると考えられる。

ホーチミン市の水供給はSAWACOが管理している。同社では、ホーチミンへの水道水供給のため、日量約2,400,000m<sup>3</sup>を、主にサイゴン川とドンナイ川から取水し、浄水場で処理した後、ポンプで送水している。この内、SAWACOの傘下で民営化されたThu Duc BOO浄水場は、H30年度 JCM設備補助事業としてポンプ省エネ用のインバータを導入している。

本調査ではThu Duc BOOの横展開として、SAWACO管轄の他の浄水場へのインバータ導入の可能性を調査した。また、SAWACO管轄に加えて、他の公共設備や民間工場についてもインバータ導入可能性について検討を行った。



出典: 日本工営作成

図 3.5 インバータによる省エネ事業の横展開

SAWACO管轄下の水道施設に対するインバータ設置による省エネが期待される候補地につき、SAWACO関係者との協議より、候補地を幾つか選定の上、検討した。SAWACOの浄水場構成の概略を下図に示す。



Surface Water: 95%  
 Under-ground Water: 5%  
 出典: SAWACO

図 3.6 ホーチミン市水供給概略図

SAWACOの浄水場10箇所、およびDONRE管轄の下水処理場についてのインバータ導入可能性検討結果を、下表にまとめる。

表 3.1 ホーチミン市水道関連設備におけるインバータ導入検討結果

Location	Capacity m3/d	Ownership	Pump / equipment	Remark
Hoa An Intake	750,000	SAWACO 100%	6 pump, 4.16 kV	No needs
Hua An In(TDW)	300,000	Manila water, other	4 pumps, Inverter to be installed	No possibility
Thu Duc WTP	750,000 (Current 500-600,000)	SAWACO 100%	1500kW x2 pumps New 4160V 3 pumps	No possibility
Thu Duc BOO	300,000	Manila water, other	Inverters to be installed	FY2018 JCM model project
Thu Duc 3 SWIC	300,000	SWIC, SAWACO60%	Inverters already installed.	No possibility
Hua Phu PS	300-600,000	SAWACO 100%	5 pumps	No needs
Kenh Dong WTP	250,000 x 2	Manila water ,other	Low voltage only	Plan for 6.6 kV
Tan Hiep 1 WTP	150-300,000	SAWACO 100%	6kV 1500kW x2units 6kV 1411kW x 1 unit	3 pumps evaluated
Tan Hiep 2 WTP	300,000	SAWACO25%	3 pumps	No possibility
Tan Phu WTP	75,000	SAWACO 100%	Low voltage only	No possibility
Binh Gung waste water treatment	--	Government	3.3 kV Blower	Operation data is requested

出典:SAWACO、日立製作所資料に基づき日本工管作成

インバータによる電力削減効果を概算するため、ポンプの流量、運転時間などのデータが必要となる。

複数のポンプが台数運転を行い、ポンプが休止または定格に近い負荷で運転される場合、インバータの効果は小さい。そのため、ポンプが低い負荷で運転している時間が多いほど、インバータの効果が大きくなる。なお、低圧のポンプでは上述する負荷は大きくなく、インバータの効果も大きくない。



以上より、水道設備においてインバータ設置が期待される対象設備の選定要素として、下記条件をSAWACO関係者と共有し、調査を実施した。

- ・ 年間の運転データが入手可能であること
- ・ 高圧ポンプ(3.3 kV以上)であること
- ・ ポンプの台数制御（台数運転）が行われていないこと
- ・ ポンプの運転が低い負荷で行われていること

以上の検討を行い、SAWACO管轄の浄水場（Tan Hiep 1浄水場）のポンプ（1,500 kW：2台および1,411 kW：1台）に対して、インバータ機の導入を検討すると共に、GHG排出削減効果が高い事業としてH31年度JCM設備補助事業候補としての適用の検討を行った。JCM設備補助事業計画の対象となるTan Hiep-1浄水場の位置、および対象となるポンプの写真を、下図に示す。



出典: <https://www.abysse.co.jp/world/map/country/asia/vietnam.html>, Google Map より日本工営作成

図 3.7 インバータによる省エネ事業対象 Tan Hiep 1 浄水場位置図



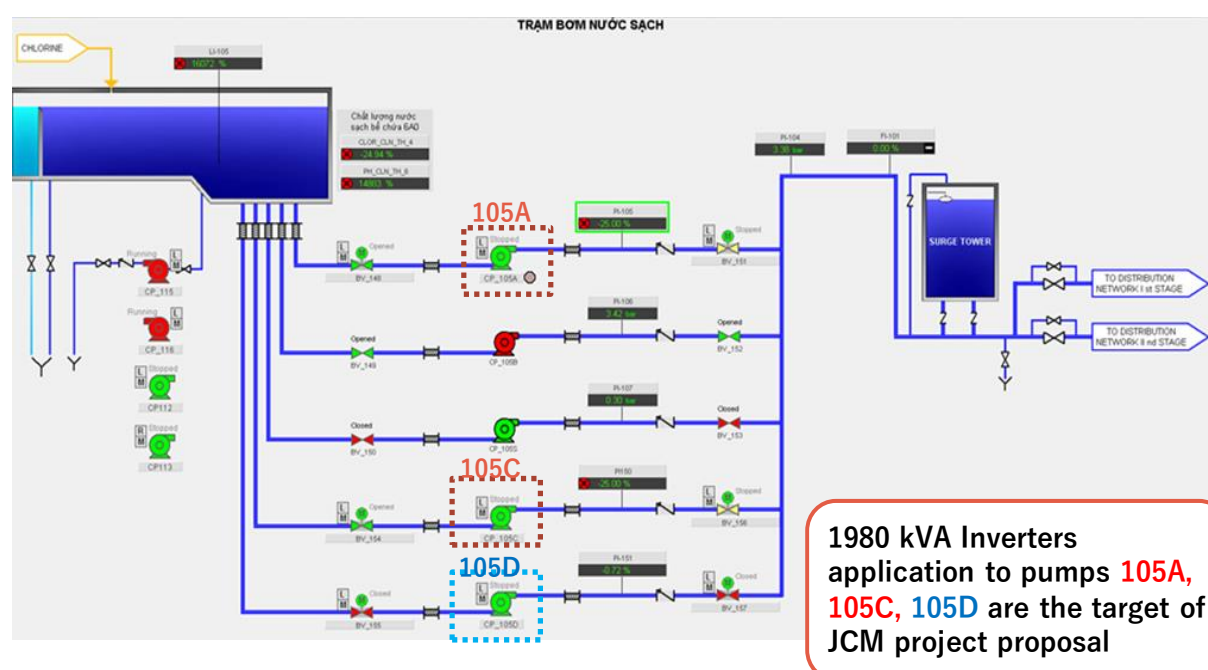
図 3.8 Tan Hiep 1 浄水場、インバータ対象ポンプ

### 3.3 JCM 設備補助事業計画

#### 3.3.1 設備仕様

##### (1) インバータ導入対象ポンプ

Tan Hiep 1 浄水場では、計5台の送水ポンプが稼働し、日量300,000m<sup>3</sup>の浄水を市街地に供給している。このうち、2台または3台のポンプに日立製作所社製の高圧インバータを導入し、省エネを行う計画である。Tan Hiep 1の水道システム構成図を以下に示す。



出典: Tan Hiep-1 浄水場システム画面より作成

注: 図中の点線で囲まれたポンプがインバータ設置対象ポンプとなる。

図 3.9 Tan Hiep 1 浄水場のインバータ対象ポンプ

##### (2) インバータ仕様

導入する高圧インバータは、可変電圧可変周波数 (variable-frequency-drive : VFD) 形式となっている。その仕様を下表に整理する。

表 3.2 高圧インバータ(VFD)仕様

No.	ITEM	SPEC
1	Application	Pump
2	Motor ratings	1500 kW, 6000 V, 3 Phase, 6P, 50 Hz, Rated motor current: 179 A
3	VFD Voltage class	Input: 6000 V, Output: 6000 V
4	VFD Rated capacity	1980 kVA
5	VFD Rated current	191 A
6	VFD overload capability	110% for 1 min. (100% = 191 A)
7	VFD topology	Cascaded H-Bridge multilevel IGBT drive
8	Structure	Type: Self-standing cubicle type Protection: IP20 Cooling method: Forced ventilation by integral fan Cable entry: From bottom Cable entry plate: Steel

出典: 日立製作所資料

### (3) モニタリング

高圧インバータVFDは、ポンプモータの入力側に設置する。そしてインバータへ入力する消費電力を計測することで、その制御を行う。

そのため、インバータ設置に係る消費電力量のモニタリングも同じ位置にて実施する。インバータ導入後の消費電力などのデータは、Tan Hiep1浄水場内に敷設された既存SCADAシステムを介して収集、管理棟へ送付することで、遠隔モニタリングを行うことが可能となる。

### (4) 維持管理

日立製作所では、過年において既にSAWACO管轄の水道施設に対して、同社インバータ機を導入している。そのため、過年においても運転維持管理にかかるトレーニングを実施しているが、今回、JCM設備補助事業を介してインバータ機を設置した際も同様のサービスの提供を予定している。

維持管理に係るサービスにつき、日立製作所および同社が指定するEPCコントラクターによりTan Hiep浄水場の技術者に対して実施する予定である。

また、インバータ機の利用期間（耐用年数）において、通常必要となるスペアパーツは、初期費用に含み供給することを予定する。

その他、想定外の修理等については、JCM設備補助の対象外としてEPCコントラクターが窓口になり、その都度必要な措置を実施する予定とする。

### 3.3.2 CO2 削減量の算定

ポンプへのインバータ機による省エネについて、現在、承認済みの方法論は存在しない。そのため、CO2削減量の算定は、以下で考案する方法に基づいて行った。

リファレンス排出量の計算は、以下の数式による。

$$RE_p = \sum_{\alpha} \sum_i (PP_i \times VP_{\alpha,i} \times t_{\alpha,i} \times \frac{1}{1000} \times EF_{elec})$$

$RE_p$  : プロジェクト期間  $p$  におけるリファレンス排出量 [tCO<sub>2</sub>/p]

$PP_i$  : ポンプ  $i$  の消費電力 [kW]

$$PP_i = \frac{SP_i}{ME_i}$$

$SP_i$ : ポンプ  $i$  の軸動力 [kW]

$ME_i$ : ポンプ  $i$  のインバータのモータ効率  $i$  [-]

$VP_{\alpha,i}$  : 流量レンジ  $\alpha$  におけるポンプ  $i$  のバルブ制御消費電力率

$EF_{elec}$  : CO<sub>2</sub> 排出係数(グリッド) [tCO<sub>2</sub>/MWh]

$t_{\alpha,i}$  : 流量レンジ  $\alpha$  におけるポンプ  $i$  の年間運転時間

$\alpha$  : 下表に示す、流量  $x\%$  における流量レンジ

表 3.3 運転レンジ、流量とバルブ消費電力率・インバータ消費電力率

Flow rate Range $\alpha$	Flow Rate $x\%$	Valve Power Percentage VR%	Inverter Power Percentage IR %
1	$0 \leq x < 30$	70	34
2	$30 \leq x < 40$	74	39
3	$40 \leq x < 50$	79	47
4	$50 \leq x < 60$	83	55
5	$60 \leq x < 70$	87	66
6	$70 \leq x < 80$	91	78
7	$80 \leq x < 90$	96	91
8	$90 \leq x < 100$	100	106

出典: 日立製作所資料より日本工管作成

プロジェクト排出量  $PE_p$  は、以下の数式による。

$$PE_p = \sum_{\alpha} \sum_i (PP_i \times IP_{\alpha,i} \times t_{\alpha,i} \times \frac{1}{1000} \times EF_{elec})$$

$PE_p$  : プロジェクト期間  $p$  におけるプロジェクト排出量 [tCO<sub>2</sub>/p]

$PP_i$  : ポンプ  $i$  の消費電力 [kW]



$$PP_i = \frac{SP_i}{ME_i}$$

$SP_i$ : ポンプ $i$  の軸動力 [kW]

$ME_i$ : ポンプ $i$  のインバータのモータ効率  $i$  [-]

$IP_{\alpha,i}$  : 流量レンジ $\alpha$ におけるポンプ $i$  のインバータ制御消費電力率

$EF_{elec}$  :  $CO_2$  排出係数(グリッド) [t $CO_2$ /MWh]

$t_{\alpha,i}$  : 流量レンジ $\alpha$ におけるポンプ $i$ の年間運転時間

$\alpha$  : 下表に示す、流量 $x\%$ における流量レンジ

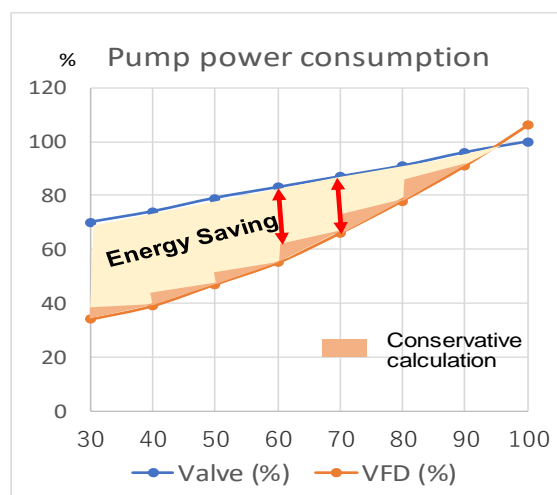
排出削減量 $ER_p$ の計算は、以下の数式による。

$$ER_p = RE_p - PE_p$$

上記方法論では、運転の各レンジをポンプ出力10%ごとに設定し、バルブ制御での消費電力とインバータ制御(VFD)での消費電力の差が、各レンジで最も小さくなるように設定している。

つまり、右図に示す省エネ面積において、濃い色で示す面積が保守的設定となっている。

なお、各負荷率におけるバルブ制御での消費電力率は浄水場のポンプ推定値、インバータ(VFD)の消費電力率はメーカーの特性による。



出典:日立製作所作成資料に基づき日本工営作成

図 3.10 ポンプ負荷レンジ設定による保守的削減量の算定

提案方法論に基づき算出した $CO_2$ 削減量を下表の通りまとめる。対象とするポンプは、今後、SAWACO内部の技術面、予算面での検討により台数(2台または3台)を決定する。

表 3.4 ポンプのインバータ制御による CO2 削減量計算結果

(1) 2 台対象の場合

Pump	Shaft power (kW)	Motor efficiency assumed by Inverter	100% of Power consumption (kW)	Fw rate (%)	Annual operation time (hr)	Power consumption with valve VR (%)	Power consumption with VFD R (%)	Power saving (kW)	Energy saving (kW h/year)	CO2 Reduction (tCO2/year)
105A	1411	0.95	1485	35	3,370	74	39	520	1,751,558	1,428
105C	1500	0.95	1579	50	3,822	83	55	442	1,689,783	1,377
TOTAL									3,441,340	2,805

(2) 3 台対象の場合

Pump	Shaft power (kW)	Motor efficiency assumed by Inverter	100% of Power consumption (kW)	Fw rate (%)	Annual operation time (hr)	Power consumption with valve VR (%)	Power consumption with VFD R (%)	Power saving (kW)	Energy saving (kW h/year)	CO2 Reduction (tCO2/year)
105A	1411	0.95	1485	35	3,370	74	39	520	1,751,558	1,428
105C	1500	0.95	1579	50	3,822	83	55	442	1,689,783	1,377
105D	1500	0.95	1579	50	3,445	83	55	442	1,523,103	1,241
TOTAL									4,964,444	4,046

出典：日本工営作成

上記より、プロジェクトCO2排出削減量とJCM設備補助事業費用対効果は、下表に示す通りとなる。

表 3.5 プロジェクト CO2 排出削減量と費用対効果

項目	対象ポンプ2台	対象ポンプ3台	単位
CO2グリッド排出係数	0.815		tCO2/MWh
年間CO2削減量	2,805	4,046	tCO2
法定耐用年数	15	15	years
プロジェクトCO2削減量	42,070	60,690	tCO2
費用対効果	1,511	1,533	JPY/tCO2

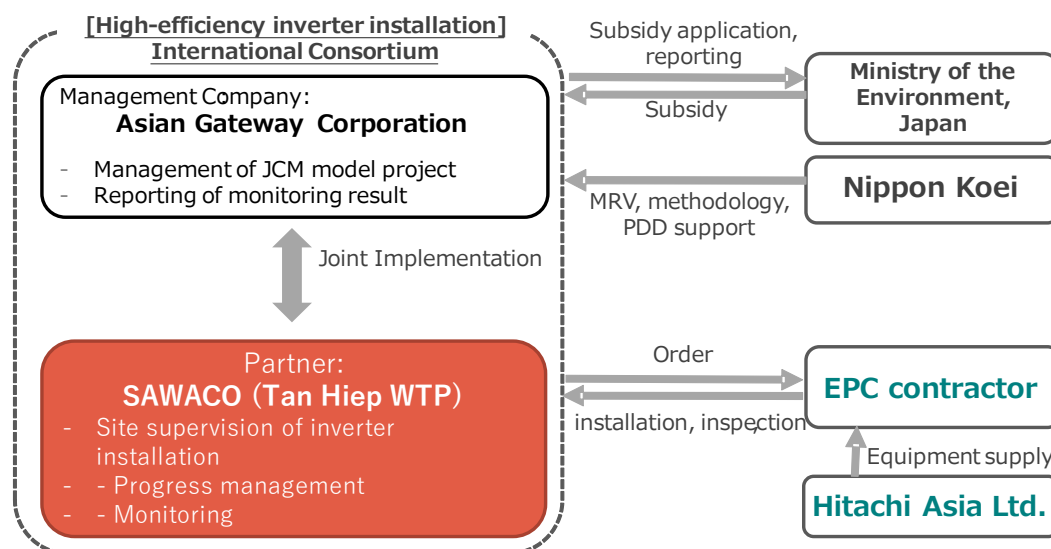
出典：日本工営作成

上表より、年間CO2排出は、対象ポンプ2台の場合2,805 [tCO2/年]、対象ポンプ3台の場合4,046 [tCO2/年]となる。双方とも、JCM設備補助事業で求められている費用対効果は、2,000 [円/tCO2] 以下となり、JCM設備補助申請の際には、有望な案件になると期待される。

### 3.3.3 設備補助事業申請に向けた国際コンソーシアム

JCM設備補助事業申請における国際コンソーシアム体制図を下図のように示す。

アジアゲートウェイ社が代表事業者となり、JCM設備補助事業の管理、モニタリング結果の確認と報告を行う。共同事業者はSAWACOであり、事業にかかる予算手当て、進捗管理、モニタリングを行う。日立アジア社がインバータを供給し、現地EPCコントラクターが電気工事、設置を行う。日本工営は方法論開発、PDD作成支援、有効化審査・登録支援、検証・クレジット発行にかかる支援など、MRVを支援する。



出典: 日本工営作成

図 3.11 浄水場におけるインバータ導入事業国際コンソーシアム体制案

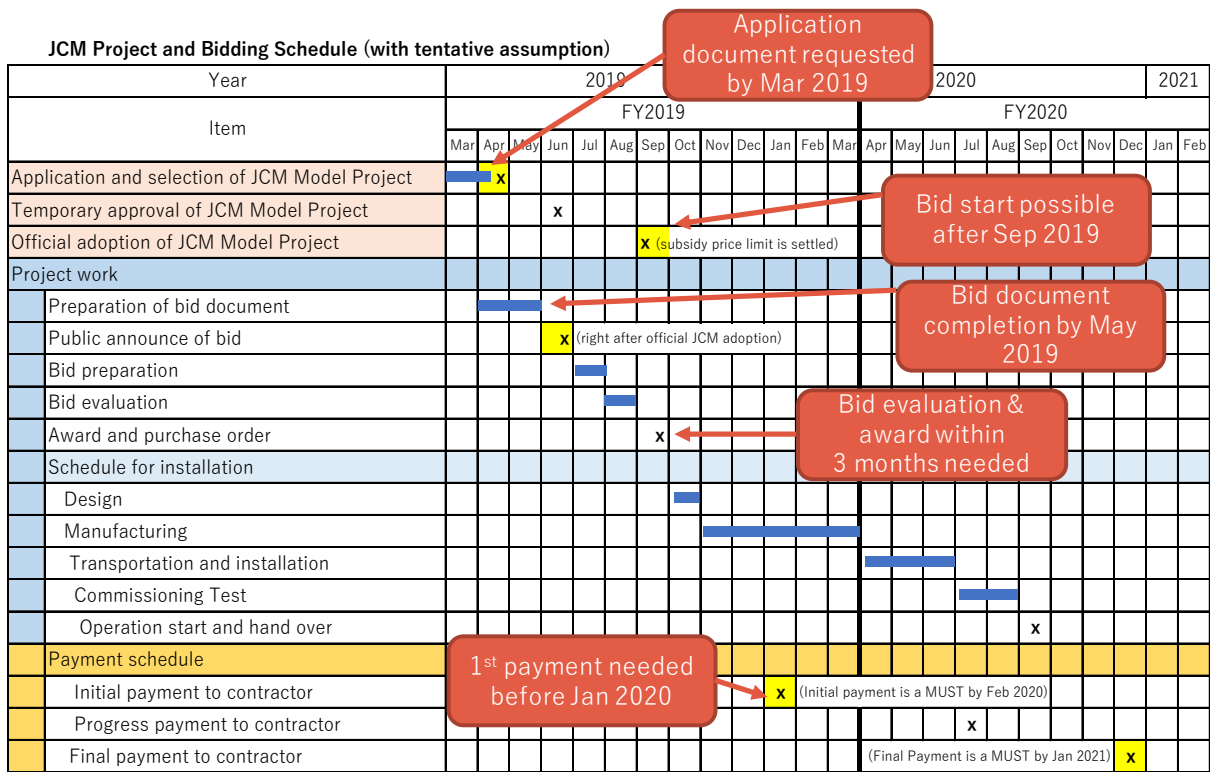
### 3.3.4 JCM 設備補助事業実施スケジュール

SAWACOは国営企業であるため、ベトナム国及びホーチミン市の規則に基づき入札が不可避である。入札を行う際のJCM設備補助事業申請につき、入札と設備補助事業とのスケジュールを調整させることが必要となる。こちらに係り、特に留意する点を以下に示す。なお、本件ではSAWACOによる入札準備に係る期間を予測し、JCM申請の後、入札を行う場合を想定している。

- ・ JCM 設備補助事業申請までに SAWACO の事業にかかる予算承認が行われること
- ・ 仮採択までに入札図書を完成させ SAWACO 内で承認を受ける必要があること
- ・ 仮採択以降、直ちに入札公示を行うこと
- ・ 公示、入札、入札評価、評価委員会の開催、承認、アワードの手続きを可能な限り速やかに実施、終了させること
- ・ 第一回目支払いを 2020 年 1 月までに実施すること

上記留意点を勘案すると共に、今後、SAWACOによる予算確保の状況や入札スケジュールを確認した上でH31年度設備補助事業申請の準備を行う。その際のスケジュール案を以下に示す。

表 3.6 JCM 設備補助事業実施スケジュール案



出典: 日本工営作成

### 3.4 その他の JCM 設備補助事業候補案件

本事業では、上述の通り、SAWACO管轄の浄水場に対してインバータを導入することを検討した。これに加え、調査期間において(1) ホーチミン市地域において製糖事業を進めている企業へのインバータ導入の事業、及び(2) 太陽光発電システム(約19.2 MW) の設置事業へのJCM適用を確認した。そのため、追加的に実施したこれらJCM案件形成活動を以下に示す。

#### 3.4.1 製糖工場におけるインバータによる省エネ事業

ホーチミンの北約50 kmに位置する製糖工場は、ベトナム国内外に9ヶ所の製糖工場を有する企業が保有している。当該工場では、現在、製糖プロセスにて使用する蒸気用ファン(680 kW、1,550 kW) にインバータの追加することを検討している。それぞれのファンに1台ずつインバータを設置することで、低負荷運転時の電力消費量を低減し、省エネとCO2排出削減を行うことを計画している。事業を計画する製糖工場の位置図を以下に示す。



出典 : <http://www.freemap.jp/itemFreeDIPage.php?b=asia&s=vietnam>, Google Map より日本工管作成

図 3.12 製糖工場位置図

上製糖工場におけるCO2削減量を検討した。結果を以下に示す。

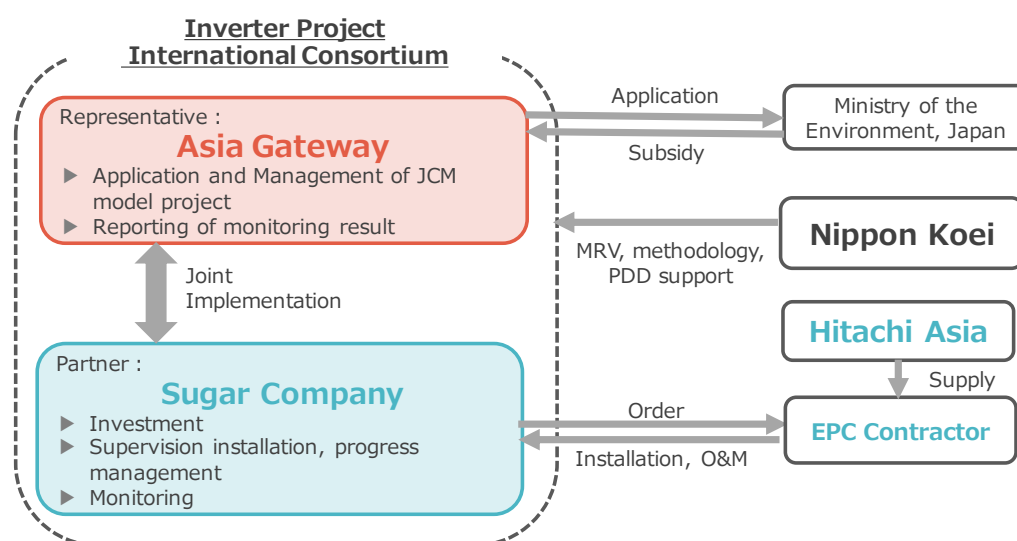
表 3.7 CO2 削減量検討結果

項目	数値	単位
削減電力量	4,094,595	kWh
Grid排出係数	0.815	tCO2/MWh
年間CO2排出削減量	3,337	ton CO2/yr
法定耐用年数	10	years
プロジェクトCO2削減量	33,371	ton CO2
費用対効果	2,673	JPY/tonCO2

出典: 日本工管作成

上記工場では、バガスを燃料とする約20 MWのバイオマス自家発電機が設置、稼働しており、発電電力の大部分をグリッドへ売電している。このような状況に対して、インバータを導入することにより、工場内電力の需要を軽減することができる。そして、需要の軽減分がそのままグリッドに追加供給される。

この活動によりGHG排出削減量は3,000 tCO<sub>2</sub>/年を越え、費用対効果は約3,000円/tCO<sub>2</sub>以下となり、JCM設備補助事業候補としては有望である。本事業における国際コンソーシアム体制案を以下に示す。



出典: 日本工管作成

図 3.13 製糖工場インバータ導入事業国際コンソーシアム体制案

なお、本製糖工場ではインバータ制御の対象となるファンの交換の計画があり、交換後の運転モードが変更されるため、それを確認し、省エネルギー量を適切に把握することが必要である。

また、製糖工場単独ではJCM設備補助事業の目安となる補助金金額50百万円に到達しないことが見込まれる。製糖工場の運営会社が、ベトナム国内他地域に有する別の製糖工場と組み合わせる案件を大型化させることも考えられる。

JCM設備補助事業への申請は、上の点を確認してから検討することとなる。

### 3.4.2 19.2 MW 太陽光発電事業

ベトナム国は第七次電力開発計画(PDP7)において、再生可能エネルギーの2030年での導入割合目標を21%としている<sup>2</sup>。

<sup>2</sup> 2017年6月1日にベトナム国は太陽光発電に関する首相令 11/2017/QĐ-TTg を発した。



2019年6月30日までの系統接続を条件として、太陽光発電の固定買取価格(Feed-in Tariff : FIT)を2,086 VND/kWh を定めている。買取期間は20年間で、セル変換効率17%以上である必要がある。なお、発電した電力はベトナム電力公社EVNが購入することとなる。

このFIT制度の利用を前提として、ホーチミン市に本社を置く電力関連企業がディベロッパーとして、19.2 MW太陽光事業を計画している。

プロジェクトサイトは、ベトナム国中南部となるQuang Ngai省であり、元は養殖池であったサイトを利用する。事業化の検討調査 (F/S) は実施済みであり、概略設計は終了している。地方政府の土地使用許可やEVNから接続認可も下りている。

他方、事業資金の調達に多少の問題を抱えている。そのため、JCM設備補助事業における補助金の検討が求められた。本事業は当初からの踏査スコープに含まれてはいないが、JCM設備補助事業候補として有望と考えられたため、併せて検討を行った。



出典: <https://www.abysse.co.jp/world/map/country/asia/vietnam.html>, Google Map より日本工管作成

図 3.14 19.2 MW 太陽光発電システム位置図



出典: 日本工管撮影

図 3.15 太陽光発電システムサイト写真

年間発電力量およびCO2排出削減量の試算にかかる条件を、下表の通り示す。

表 3.8 19.2MW 太陽光発電計画想定条件

項目	数値	単位
PV発電出力	19,200	kW
パネル出力	320	W/panel
パネル枚数	60,000	nos
システム総合設計係数	0.865	
年間平均日射量	4.858	kWh/m <sup>2</sup> /d
FIT価格	2,086	VND/kWh
グリッド排出係数	0.333	tCO <sub>2</sub> /MWh

出典: 日本工営作成

結果を下表の通り示す。発電電力量は約29.4 GWhである。

表 3.9 19.2MW PV システム発電電力量

Month	Solar irradiation (kWh/m <sup>2</sup> /d)	Generation (kWh/month)	Sales/month (USD)	CO2 reduction (ton-CO <sub>2</sub> )
Jan	3.5	1,802,412	166,260	600.20
Feb	4.3	2,000,096	184,495	666.03
Mar	5.2	2,677,870	247,015	891.73
Apr	5.8	2,890,505	266,629	962.54
May	6.4	3,295,840	304,018	1,097.51
Jun	5.9	2,940,341	271,226	979.13
Jul	6.5	3,347,337	308,768	1,114.66
Aug	5.7	2,935,357	270,766	977.47
Sep	5.2	2,591,487	239,046	862.97
Oct	4.2	2,162,895	199,512	720.24
Nov	3.1	1,544,925	142,508	514.46
Dec	2.5	1,287,437	118,757	428.72
Average	4.86	2,456,375	226,583	818
Total		<b>29,476,502</b>	<b>2,718,999</b>	<b>9,816</b>

出典: 日本工営作成

CO2排出削減量算定につき、ベトナム国におけるPVシステムの方法論はVN\_AM007 “Installation of Solar PV System” が2017年10月に承認されている。そのため、本件におけるCO2排出削減量算定方法はこのVN\_AM007を利用した。

リファレンス排出量RE<sub>p</sub>は以下の通りである。

$$RE_p = \sum_i (EC_{i,p} \times EF_{RE,i})$$

RE<sub>p</sub> : プロジェクト期間 p におけるリファレンス排出量 [tCO<sub>2</sub>/p]



$EC_{i,p}$  : プロジェクト期間  $p$  において、自家消費した、或いは電力会社へ売電した PV 発電システム  $i$  による電力量

$EF_{RE,i}$ : PV 発電システム  $i$  に適用される CO<sub>2</sub> 排出係数 [tCO<sub>2</sub>/MWh]  
 $= 0.333$  [tCO<sub>2</sub>/MWh]

プロジェクト排出量  $PE_p$  は無視できると考えられ、ゼロとなる。

$$PE_p = 0$$

$PE_p$  : プロジェクト期間  $p$  におけるプロジェクト排出量 [tCO<sub>2</sub>/p]

排出削減量は以下の式による。

$$ER_p = RE_p - PE_p = RE_p$$

$ER_p$ : プロジェクト期間  $p$  における排出削減量 [tCO<sub>2</sub>/p]

$RE_p$ : プロジェクト期間  $p$  におけるリファレンス排出量 [tCO<sub>2</sub>/p]

$PE_p$ : プロジェクト期間  $p$  におけるプロジェクト排出量 [tCO<sub>2</sub>/p]

方法論 VN\_007 では、再生可能エネルギーで所内自家発電のみを代替する以外の場合の排出係数は、0.333 tCO<sub>2</sub>/MWh と定めている。

プロジェクト CO<sub>2</sub> 排出削減量と費用対効果を、下表に示す。本件はグリッドへの売電を想定しているため、法定耐用年数は 17 年間としている。

表 3.10 プロジェクト CO<sub>2</sub> 排出削減量と費用対効果

項目	数値	単位
グリッド排出係数	0.333	tCO <sub>2</sub> /MWh
年間 CO <sub>2</sub> 削減量	9,816	tCO <sub>2</sub> /yr
法定耐用年数	17	years
プロジェクト CO <sub>2</sub> 削減量	166,866	tCO <sub>2</sub>
設備補助事業想定補助率	20%	
設備補助事業費用対効果	3,736	JPY/tCO <sub>2</sub>

出典: 日本工営作成

JCM 設備補助事業における費用対効果条件 4,000 円/tCO<sub>2</sub> の場合、条件を満たすためには、補助率は約 20% である必要がある。この補助金割合の場合、必要になる自己資金は不足しており、現在事業者は出資者を募っている。出資の目処が立てば、設備補助事業申請を行うことになる。

## 第4章 低炭素化社会実現および気候変動適用にかかる調査

### 4.1 大阪・ホーチミン政策対話の実施

大阪市は、本都市間連携の開始と合わせて、ホーチミン市と低炭素都市形成に向けた覚書を2016年9月に締結している。

本覚書は、前年（2015年）に締結した「ホーチミン市・大阪市 低炭素都市形成に向けた覚書」を基に、大学及び研究機関と連携を図りながら、ホーチミン市気候変動対策実行計画（2016年-2020年）の策定等につき、両市で協力を進めて行くことを目的としている。

とりわけ、上記実行計画の実施に係り、以下の4点につき各種活動を2020年12月まで協力してゆくこととしている。

- (1) 進捗管理のための人材育成及び組織・制度の整備
- (2) 目標達成のための必要な専門的な知識や技術の共有
- (3) 低炭素都市形成に向けたプロジェクトの創出
- (4) 地球温暖化防止に関する普及啓発や情報発信等

また、ホーチミン市と大阪市は、年1回の市長級政策対話や実務者レベルの協議を重ね、ホーチミン市の気候変動対策や都市間連携事業の進捗を確認するとともに、ホーチミン市の低炭素社会の形成に向けた課題解決を図っている。下表に本年度における主な活動内容を示す。

表 4.1 本年度における政策対話の概要

調査内容	実施月	政策対話関連
第1回現地調査	2018年6月	本年度における政策対話の概略につき、両市で意見交換すると共に、9月時市長級政策対話の事前協議を実施した。
第2回現地調査	2018年8月	9月の政策対話および10月の環境省都市連携セミナーへの招聘にかかる調整を行った。
大阪市・ホーチミン市による市長級政策対話	2018年9月	大阪市・ホーチミン市による市長級政策対話が実施され、ホーチミン市からHuynh Cach Mang人民委員会副委員長が、大阪市から田中清剛副市長がそれぞれ出席し、本事業や、2020年までの都市間協力について、発表及び議論が行われた。
第4回現地調査	2018年11月	ジャパン環境ウィークやラップアップ会議についての要請、降雨予測システムの大阪市からの協力確認等を実施した。
第5回現地調査	2018年1月	次年度調査セクターとしてホテル産業、IT産業、及びセメント産業に係り候補となる組織等の情報収集を行うと共に、関係者との面談を実施した。

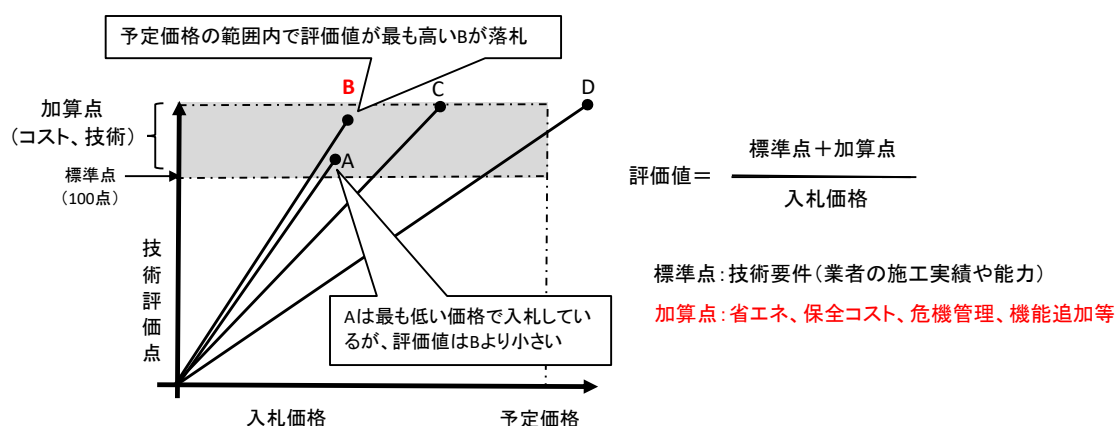
出典：日本工営作成

## 4.2 本年度における政策対話

本年度における政策対話の協議内容として、ライフサイクルコストを考慮した JCM 設備導入、大阪市内企業による気候変動適応対策に資する降雨予測モデルの紹介、及び大阪市が市民に向けて配布している防災アプリケーションの機能紹介を行った。

### 4.2.1 ライフサイクルコストを考慮した設備導入の紹介

長期に使用する耐久消費財において、エネルギー費用や保守費用などといった維持管理コスト（ランニングコスト）が占める割合は大きい。そのため、設備の導入にあたり、機材調達の際、初期投資費用のみで決定するのではなく、ライフサイクルコスト（Life Cycle Cost : LCC）を考慮する必要がある。一例として、大阪市の水道施設における LCC を考慮した総合評価落札方式について紹介を行った。



出典:大阪市作成

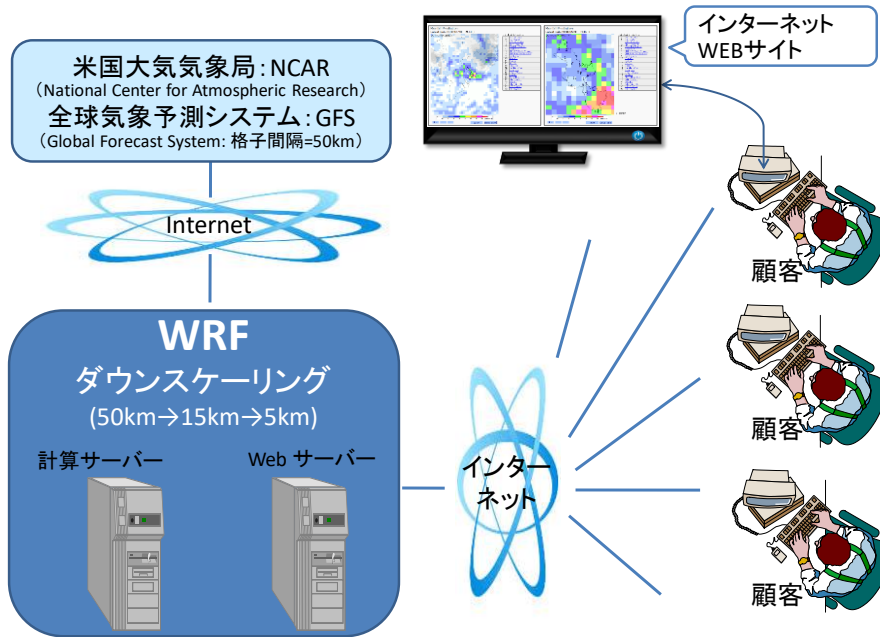
図 4.1 LCC を考慮した設備工事における総合評価落札方式

### 4.2.2 降雨予測モデルの紹介

政策対話におけるホーチミン市側の要請として、気候変動適応策の一つとして挙げられる降雨予測モデルの構築、実用化をホーチミン市を対象として行うことが要請されていた。

そのため、大阪市内企業である(株)気象工学研究所(以下、気象工学研)が日本国内での実績を紹介すると共に、ホーチミン市を対象とした降雨予測システムを開発の状況等を説明した。気象工学研は、関西電力の系列会社として換算地域の降雨予測システムの開発、販売等を進めている。

当該システムは、6時間更新で最大3日(72時間)先までの予測を行うことができる。当該システムでは、局地的な地形情報を取り込むことにより空間解像度(格子サイズ)を50kmから15km, 5kmと詳細に計算、関連解析結果を示すことができる。予測結果は、1) 1時間毎の降雨データの一覧表、2) 1時間毎の降雨予測データの時系列グラフ、3) 降雨予測分布図となっている。



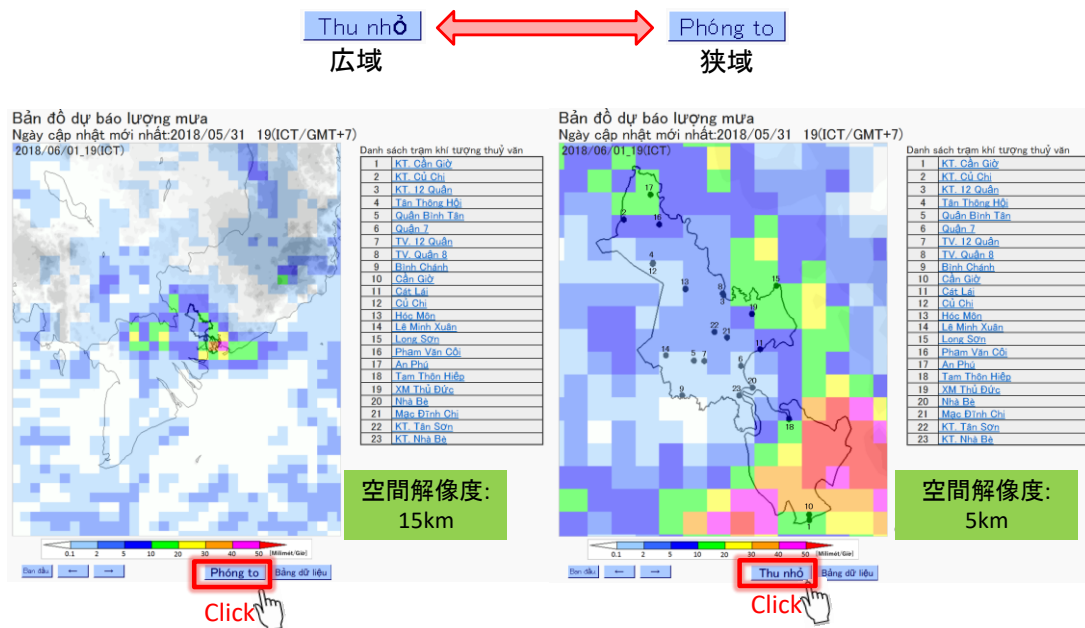
出典: (株) 気象工学研究所プレゼン資料より

図 4.2 降雨予測モデルの概要

気象工学研の説明では、既にデータを入力しているホーチミン市内13か所の観測データを基に、降雨予測の解析結果がインターネットを介して閲覧できること等が紹介された。

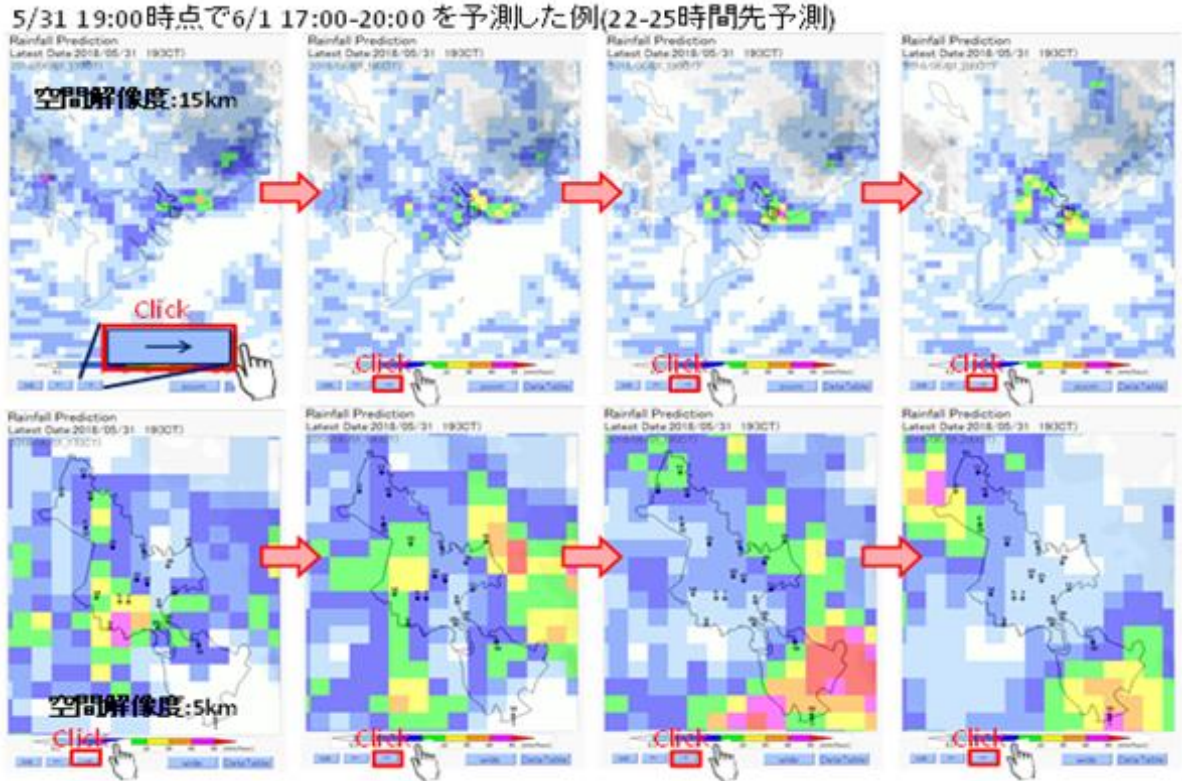
これまでホーチミン市から入手した降雨データを基に、モデルを開発した後、降雨事例への再現性を確認するため、2017年に発生した2つの降雨事例を再現するべく、プロトタイプシステムの検証を実施している。

1時間毎の降雨分布図の例 予測初期時刻: 2018/5/31 19:00 → 6/1 19:00 (24時間先)



出典: (株) 気象工学研究所プレゼン資料より

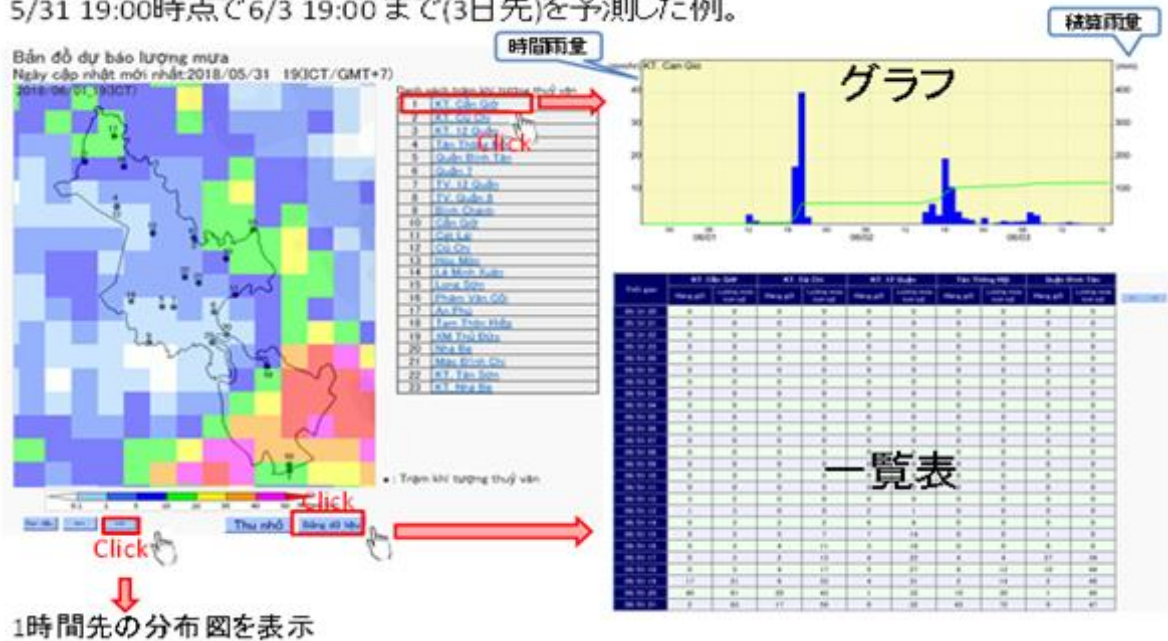
図 4.3 降雨予測モデルの出力画面の例(空間別)



出典: (株) 気象工学研究所プレゼン資料より

図 4.4 降雨予測モデルの出力画面の例(現状から 25 時間後の予測)

5/31 19:00時点で6/3 19:00まで(3日先)を予測した例。



出典: (株) 気象工学研究所プレゼン資料より

図 4.5 降雨予測モデルの出力画面の例(現状から 3 日後の予測)

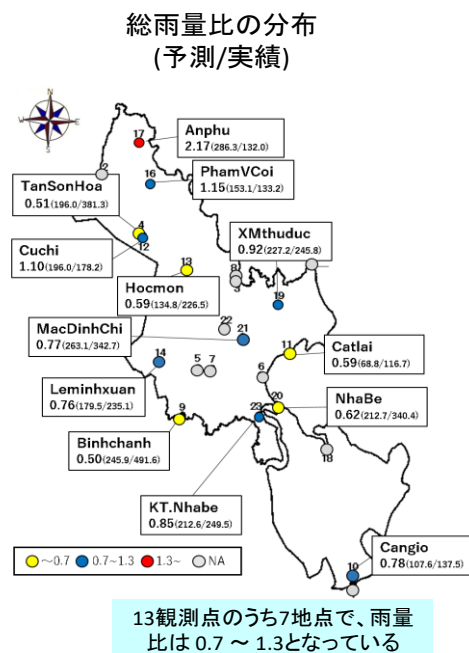


このように、近年都市洪水等の問題を抱えるホーチミン市に対して、最長3日間後の降雨予測を5 kmメッシュのレベルから予測できることが紹介された。

また、気象工学研によるホーチミン市を対象とした降雨予測モデルの再現性の精度を示すものとして、右図のような降雨予測モデルによる予測値と実績の比較が紹介された。

ホーチミン市内の13の降雨観測地点において、気象工学研の開発アプリで予測した結果を左に実績値(実際の降雨量)を右に示している。

これより、大半の数値が実績値より多少少な目に予測されているものの、その値は約70%程度(再現性は±30%以内)であった。今後は、再現性を1.0に近づけるよう、モデルの検証を行うと共に、利用可能な関連情報を追加、入力する予定。



出典: (株)気象工学研究所プレゼン資料より

図 4.6 出力結果の検証

### 4.2.3 大阪市防災アプリの紹介

都市における災害管理は、近年、重要な課題として捉えられている。このような状況に対し、大阪市では2016年3月から、災害時において、市民に的確で迅速な避難を促すと共に、避難に係る防災知識の普及を図るため、大阪市防災アプリケーション(以下、防災アプリ)を提供している。

ホーチミン市は、都市洪水やその他自然災害への行政サービスにつき高い関心を有していることから、政策対話において、大阪市の防災アプリの紹介が行われた。

本防災アプリでは、大阪市内の災害情報として、災害状況、浸水想定図、避難場所、避難ビルなどの情報をいち早く市民へ提供すると共に、避難時の注意点や避難する際の判断に役立つ情報等を事前に提供している。

一例として、災害の時間経過に応じた情報として、以下を受信することができる。

1. 災害にそなえて(事前の情報収集、大雨対策、家具転倒防止対策、避難経路学習などの啓発情報)
2. いざというときに:災害時に(災害情報、河川水位、雲の動き)
3. 避難するときに(浸水想定図、避難所の開設状況、避難時の注意点)
4. 避難してから(安否確認、避難生活情報収集、絵文字でコミュニケーションできる災害時コミュニケーションボード)



出典:大阪市

図 4.7 防災アプリ画面

上記以外にも、本アプリは防災マップ、避難計画の作成、災害時の避難通知メール、防災・防犯ふえ（ホイッスル）機能、大阪市や気象庁からの情報収集機能、安否確認等も提供することができる。

#### 4.2.4 大阪市水道施設における省エネルギー対策の紹介

本年度のJCM案件形成の対象が水道施設であることから、政策対話において大阪市より同市の水道施設に係る省エネルギー対策の紹介が行われた。



出典:大阪市

図 4.8 大阪市における主な浄水場

大阪市は、関西地方の水瓶と呼ばれる琵琶湖を水源として淀川水系から取水している。

また浄水プロセスは、一般的な浄水プロセス（沈殿池から砂ろ過による処理）に加え、高度処理としてオゾン接触池や活性炭吸着池を設置し、適切な処理および良質な水道水の生成に配慮している。

また、大阪市では市管轄の各種取り組みにおいて、省エネルギーの推進を目指しており、具体的な数値目標を整備している。下表に水道事業に係る2013年比の2020年目標を示す。



表 4.2 大阪市における省エネルギー目標

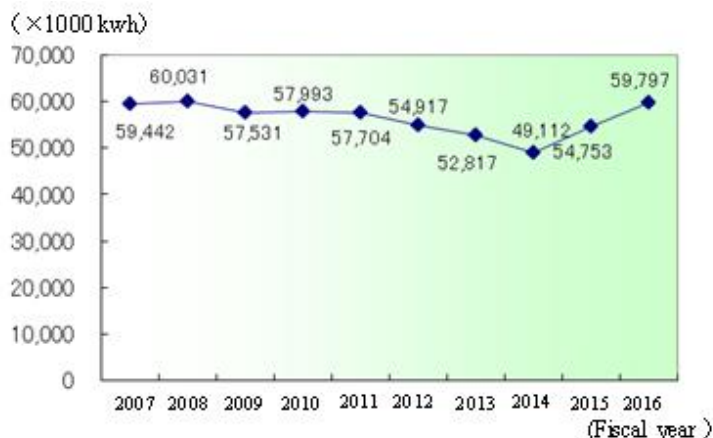
	FY2013 emissions	Reduction goal 2013⇒2020	FY2020 Target emissions	Main actions
<b>City Admin. Offices</b>	<b>126.1</b>	<b>- 8.4%</b>	<b>115.5</b>	
Environment Bureau (including some association offices)	45.2	- 11.7%	39.9	Decrease the amount of refuse incinerated Waste power generation
Transportation Bureau	27.8	- 4.5%	26.6	Energy-saving/CO2 reduction in station buildings, subways, city buses
Construction Bureau	26.4	- 11.5%	23.3	Energy-saving/CO2 reduction at wastewater treatment plants Change of water treatment method at wastewater treatment plant Promotion of the introduction of LED lights ESCO Project Introduction of digestion gas power generation
Waterworks Bureau	10.6	- 4.5%	10.2	Energy-saving/CO2 reduction at water purification plant Improved operation of facilities and equipment Introduction of small hydroelectric power
Board of Education	5.4	+ 4.0% or less	5.6	Energy-saving/CO2 reduction at schools Proper placement and merging of schools Control increase of CO2 emissions through installation of new air conditioners at elementary and junior high schools
Economic Strategy Bureau	3.0	- 4.5%	2.9	Energy-saving/CO2 reduction at sports facilities
Welfare Bureau	1.4	- 0.8%	1.4	Energy-saving/CO2 reduction at care facilities ESCO project
Other Departments/Bureaus	6.2	Maintain at 2013 levels or lower	6.2	Enhancement of environmental management by staff
Introduction of LED lighting at all bureaus			- 0.6	Introduction of LED lighting and promotion of improved operations through energy- saving audit based on policy determined by Osaka Global Warming Prevention HQ

出典: 大阪市

具体的な事例として、大阪市では10年以上もの間、市内が保有するポンプ設備にインバータを導入し、ポンプ運転に係る余剰な電力消費を回避している。そして、2013年から2020年までで約6,000 [tCO<sub>2</sub>]のGHG排出削減が期待されている。



Pump facility



出典: 大阪市

図 4.9 大阪市における送水ポンプへのインバータ導入の省エネ効果

## 第5章 JCM 実施に係る課題とその対策

### 5.1 JCM 設備補助の実施を取り巻く現状とその対策

#### 5.1.1 中小規模の産業拠点に対する JCM 案件形成

ベトナムの場合、ハノイやハイフォンといった北部都市に大企業が運営する工場が多く点在し、ホーチミン近郊では主に組み立て等のプロセスを担う軽工業しかも中規模に属する工場が多く立地している。そのため、ホーチミン近郊の工場単体でのエネルギー消費は高くなく、大規模な電力・熱の需要を有する民間事業者は限定的であると言える。因みに、同地域において特定されている大規模な産業施設の多くは国営ないしは国の資本が入ったものとなっている。また、ホーチミン市やドンナイ省、バリアブントウ省に多くの工業団地が点在しているが、それらも上述の通り、組み立てや軽工業に属する工場で構成されていることが多い。

JCM設備補助事業申請の条件の一つとして、補助金の金額で50百万円を超えていることが望ましいとされている。候補事業の補助金割合が40%の場合、125百万円以上の事業規模が必要になり、ホーチミンエリアでこの規模の投資を行える民間工場は限られていると言える。ホーチミン市を含むその近郊では、著しい産業化が進んでいるものの、個々の工場は中小規模や、高エネルギー消費が伴うものではなく、一度の設備投資にかけられる費用はそれほど多くない。そこで、ホーチミン市でJCM設備補助事業を進めるためには、複数事業の組み合わせを検討することも必要である。複数事業での調査結果は、他の類似事業にも活用できるとともに、現地側にJCMのメリットの説明が可能となる。

この点に係り、複数の共同事業者にて構成される提案書を準備する場合、国際コンソーシアム協定にかかる合意、事業実績資料、経理状況説明資料、事業参画意思決定状況を示す資料など、設備補助で求められる提出文書を準備するため、代表事業者にかかる負担が相当大きくなることが懸念される。

このように、一事業者当りの投資額が少なく、複数の共同事業者で構成されるJCM設備補助事業では、必要文書を簡略化・省略することが望ましいと考える。(小規模CDMを参考としたアプローチ)

また、近年急速に国際社会に浸透し始めているJCMスキームの横展開は、都市間連携の枠組みであると一層実施し易くなるものと期待され、マスターアイデア(対象都市や地域での1号案件)を基に同一国の異なる都市や異なる現地事業者で実施する同一JCM案件では、2例目以降の実施を簡略化することを許容することも期待される。(プログラムCDMを参考としたアプローチ)

### 5.1.2 公的機関における調達制度とそれへの対応

JCM設備補助事業が求めるGHG排出削減量の目安である1,000 tCO<sub>2</sub>/年の削減を満たすため、エネルギー消費量の観点から、規模の大きい設備であることが第一条件になる。ベトナムでは大規模設備（高エネルギー消費施設）を所有する工場や商業設備は一部の外資などに限られ、ほとんどの設備は国営である。

国営企業や国の資本が入った組織での調達業務では、他国における公共事業調達と同様、ほとんどの場合、入札の実施が義務付けられている。

省エネ機器調達において入札が入る場合、JCM設備補助事業適用において、関係者調整やスケジュール管理について、入念に事前準備を行う必要がある。特に公共施設の入札は、入札図書作成・承認の遅延、評価の遅延、コストオーバーによる入札のやり直し（リテンダー）、契約交渉におけるブレイクなど、スケジュールの遅延要素が多い。

都市間連携における案件形成を行う場合、本邦自治体の存在は大きく、この手の問題に対し、問題定義することができる唯一の存在であると言える。本年度、ホーチミン市との政策対話において、大阪市からは初期投資費用にだけフォーカスした資機材調達（入札制度）に限らず、ライフサイクルを視野に入れた入札制度の提案や更なる協議の準備があることが提案された。今後、このような協議が行われることにより、具体的なJCM案件形成の一助になることが期待される。

他方、入札を前提としてその実施スケジュールを柔軟に行うだけでなく、パートナー国の入札実施の実状を踏まえたJCM設備補助事業の運用・制度設計の検討がなされることも期待される。一例として、特定のJCM設備補助の公募時期に限ることなく、現地事業者の調達スケジュールに合わせることもできる、通年の募集等が可能になることが望まれる。

## 5.2 今後の提案

### 5.2.1 JCM 設備補助事業の申請

#### (1) Tan Hiep 1浄水場における送水ポンプへのインバータ導入

2019年1月現在、日立製作所はSAWACOへインバータ導入に係る価格・技術提案を行い、2台または3台の導入につき前向きな回答をSAWACOから得ている。

他方、SAWACOによる2019年度予算（ベトナムの会計年度は1月～12月）が編成中であり、本件に係る予算承認が下り次第、H31年度JCM設備補助事業（2019年4月）への申請準備を行う予定である。その際、SAWACOによる入札実施に係る関連図書やスケジュールについても事前に詳細を確認し、JCM設備補助事業応募との共存を図れるよう配慮する。

#### (2) 製糖工場ファンへのインバータ導入

対象製糖工場における新規ファンのデータ確認、及び他地域の製糖工場のファンへのインバータ導入の可能性確認を行い、複数工場を組み合わせたJCM設備補助事業への申請を検討する。これらの検討を進めるには、まだ多少の時間を要すると考えられ、2019年度（H31年度）の2次（9月以降）のタイミングで設備補助申請を行うことを目指す。

### 5.2.2 2019年度に向けた提案

本年度、都市間連携事業では、これまでの大阪・ホーチミン両市の政策対話の実施を引き継ぐと共に、水道施設における送水ポンプの効率的な運転を実現させるため、インバータの導入検討や製糖工場でのインバータ導入、そしてホーチミン事業者による太陽光発電の検討を行った。水道施設へのJCM設備補助事業につき、今後も両市及びSAWACO関係者と協議を進め、都市間連携を通じたJCM設備補助事業の実現を目指すと共に、他の案件についても引き続き、現地関係者との連絡を保ち対応してゆく。

そして、本年度調査期間において、次年度（2019年度）アイデアの参考となる情報や意見を以下の通り現地事業者や日系企業関係者から聴取している。

#### 【聴取事項】

- ・ 都市化の拡大が著しいホーチミン市において、商業施設やオフィスビルではビル全体を効率的に冷却する設備が一般的となっていない。言い換えれば、ビル省エネのようなサービス需要がまだ一般的でなく、現地事業者（ビルオーナー等）は建物の省エネに関心が高くない。
- ・ ホーチミン市内外において、工業セクター（ITセクター含む）でのエネルギー消費の増加が確認されている。また、一部の工場やIT設備の経営者において、日々の電力コストは健全な事業運営において早急に改善しなければならない点であると認識され始めており、徐々に省エネ機器の導入が進められている。

- ・ JCM案件形成調査の対象機器として検討が期待される省エネ技術/製品は、様々な建物や施設に広く利用されるものが望ましい。ホーチミンのような熱帯モンスーン地域の都市では、年間を通して空調設備への利用依存は高い。しかしながら、オフィスビルや各種建物では、中央制御の管理をするものもあれば、部屋毎に個別管理を行うもの、室外機等を駆使して冷気を建物内部に強制的に入れる設備がある一方、換気だけで空調の役割とするもの等様々である。このように、各種施設や建物に対して、様々な空調設備の更新や改善のニーズに応え得るパートナー（日系企業）と共に調査を実施することが、様々な案件を効率的かつ集中して確認、調査する機会になると考えられる。

以上より、次年度におけるホーチミン市での都市間連携事業、とりわけJCM案件形成調査として、産業セクターにおいてグリーンインダストリーとしてのJCM設備補助案件形成を行い、空調設備の更新等を主な対象設備メニューとして検討を行うことが、ホーチミン市における低炭素社会実現のための一助になると考えられる。かかる事業の提案を行う予定である。