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事業

# 「カンボジア・プノンペン市における JCM 案件形成支援事業」

# 報告書

平成 26 年 3 月

（一社）海外環境協力センター

# 要　　約

カンボジア・プノンペン市における JCM 案件形成支援事業（以下、本事業）では、カンボジアの社会経済開発計画において優先度が高い上水道セクターを対象として、再生可能エネルギー発電設備・省エネ設備の導入、漏水対策に係る二国間クレジット制度（JCM）の案件発掘・形成を行った。また、北九州市上下水道局、北九州市海外水ビジネス推進協議会会員企業と連携して、日本の地方自治体の知見や民間企業の技術の紹介を行った。本事業で特定した JCM 事業化の可能性がある案件の概要を以下に示す。

表　本事業で特定した JCM 事業化の可能性がある案件

| タイトル | 浄水場・取水場への省エネ設備・再エネ発電設備導入 | 配水管網の漏水削減 |
|---|---|---|
| 対象施設 | プノンペン水道公社の浄水場・取水場 | プノンペン水道公社の配水管網 |
| 対象技術 | セラミック膜ろ過システム、インバータ、変圧器、太陽光発電システム | 配水監視システム、GIS、モニタリング用コンピューター、監視制御盤、流量計、通信機器 |
| 概算事業費※ | 約 5～15 億円 | 約 5～10 億円 |
| MRV 方法論 | 上水道施設における総合的な省エネルギー設備・再生可能エネルギー発電設備（附属資料 2） | N/A |
| 温室効果ガス排出削減効果 | 2,046 $tCO_2e$ | N/A |
| カンボジア国内大規模展開後の排出削減効果 | 4,195 $tCO_2e$ | N/A |
| コベネフィット | 電気料金削減による経営改善、水資源保全、水質改善 | 電気料金削減による経営改善、水資源保全、水質改善 |

※事業者からのヒアリング結果に基づいて OECC が試算した。

特定した案件の JCM 事業化に向けて、今後、導入設備の基本設計・詳細設計を行い、各技術の効果と費用を精緻化し、資金計画を作成する必要がある。事業化に向けたスケジュールを下表に示す。2014 年度上期に詳細な調査を行い、2014 年度下期～2015 年度上期から、JCM 事業を開始する計画である。調査に関しては環境省の JCM 実現可能性等調査、JCM 事業実施に関しては環境省の設備補助の活用を念頭に置いている。

表　JCM 事業化に向けたスケジュール

| 項目 | 2014 年度 | | 2015 年度 | |
|---|---|---|---|---|
| | 上期 | 下期 | 上期 | 下期 |
| (1)　詳細調査実施<br>・導入設備の基本設計<br>・資金計画<br>・調達方法<br>・日本製技術導入推進方策<br>・モニタリング計画 | ◆→<br>◆→<br>◆→<br>◆→<br>◆→ | | | |
| (2)　JCM 事業実施<br>・導入設備の詳細設計<br>・設備の運搬・据付<br>・設備稼働・効果検証 | | ◆→<br>◆→ | ◆→ | ◆→ |
| (3)　他都市・他国への普及展開 | | | | ◆→ |

カンボジアの電力料金は、他の ASEAN 諸国と比較して高く、プノンペン水道公社の減価償却費を除いた営業費用のうち約 40%を電気料金が占めている。このため、上水道セクターにおける再生可能エネルギー発電設備・省エネ設備導入、漏水対策に対するニーズは大きい。これらの技術を活用とした JCM 案件形成により、温室効果ガス排出の抑制だけではなく、水道事業体の経営改善・国民への安全な水の安定供給など多くのコベネフィットが得られる。

また、日本はこれまで政府開発援助（ODA）を通してカンボジアにおける上水道セクターの発展に大きく貢献しており、カンボジア工業手工芸省や水道事業体は日本の技術・制度の導入に積極的である。現在、北九州市上下水道局は、北九州市海外水ビジネス推進協議会等日本の民間企業とともにパッケージ型の水インフラ海外展開に取組んでいる。これらの動きに JCM を組合せることで、日本による一体的な支援のモデルケース構築に貢献できる。カンボジア・プノンペン水道公社において ODA・水インフラ海外展開・JCM が一体となった支援のモデルを構築することで、カンボジア国内の他の水道事業体や東南アジア地域における上水道分野の日本の制度・技術の大規模な普及展開につなげることができると考えられる。

# 目　　次


## 第 1 章　対象国・対象都市の諸制度・事業環境

1.1　カンボジアの社会・経済状況 ..... 1
1.2　カンボジアのエネルギー消費・温室効果ガス排出の状況 ..... 1
1.3　カンボジアの上水道セクターの状況 ..... 5
1.4　プノンペンの上水道セクターの状況 ..... 6

## 第 2 章　事業の概要

2.1　事業のねらい ..... 12
2.2　適用技術・制度等 ..... 12
2.3　対象地域 ..... 13

## 第 3 章　調査方法

3.1　事業の内容 ..... 13
3.2　事業の実施体制 ..... 13

## 第 4 章　調査結果

4.1　活動の実績 ..... 14
4.2　活動の成果概要 ..... 15
4.3　上水道分野の JCM 案件形成可能性調査の結果 ..... 15
4.4　上水道分野の温室効果ガス削減効果の定量化・MRV 手法の検討の結果 ..... 16
4.5　日本の上水道分野の低炭素技術・運営手法移転のためのキャパシティ・ビルディングの結果 ..... 25

## 第 5 章　JCM 事業化に向けた検討

5.1　JCM 事業化の可能性がある案件の概要 ..... 26
5.2　事業化の可能性の考察 ..... 26
5.3　事業化に向けた課題 ..... 27
5.4　事業化に向けたスケジュール ..... 28

附属資料

1　ワークショップ・技術勉強会・現地調査　写真
2　JCM 提案方法論（案）

# 図　表　番　号


図 1　カンボジアの地勢図 ..... 1
図 2　1KWh あたりの一般用電気料金の比較 ..... 3
図 3　温室効果ガス排出量の将来予測（1994 年～2020 年） ..... 4
図 4　プノンペン水道公社組織図（2014 年 2 月時点） ..... 9
図 5　プノンペン水道公社の浄水場・給水区域 ..... 9
図 6　プノンペン水道公社の営業利益・営業収益の推移（1997 年～2012 年） ..... 10
図 7　プノンペン水道公社の温室効果ガス排出量の推移（2004 年～2012 年） ..... 11
図 8　プノンペン水道公社の温室効果ガス排出量の将来予測（BaU シナリオ） ..... 11
図 9　調査実施体制図 ..... 14
図 10　リファレンスシナリオ設定の概念図 ..... 20
図 11　モニタリングポイントの概念図 ..... 23

表 1　カンボジアのセクター別温室効果ガス排出量・吸収量 ..... 3
表 2　カンボジアにおける登録 CDM プロジェクト（2014 年 1 月 29 日時点） ..... 4
表 3　カンボジア都市部における上水道の普及率 ..... 6
表 4　プノンペン水道公社の経営状況（1993 年・2010 年） ..... 7
表 5　プノンペン市の上水道セクターにおける JICA の協力実績 ..... 7
表 6　プノンペン水道公社の損益計算書（2012 年） ..... 10
表 7　調査対象技術一覧 ..... 12
表 8　活動の実績 ..... 14
表 9　活動の成果 ..... 15
表 10　プンプレック浄水場における JCM ポテンシャル案件 ..... 15
表 11　チャンカーモン浄水場における JCM ポテンシャル案件 ..... 15
表 12　クロイチャンワ浄水場における JCM ポテンシャル案件のリスト ..... 16
表 13　二ロート浄水場における JCM ポテンシャル案件のリスト ..... 16
表 14　配水管網における JCM ポテンシャル案件のリスト ..... 16
表 15　参考とした MRV 方法論 ..... 17
表 16　温室効果ガス削減量の評価方法 ..... 17
表 17　適格性要件 ..... 18
表 18　対象とする温室効果ガス排出源及び種類 ..... 19
表 19　対象外とする温室効果ガス排出源及び種類 ..... 19
表 20　温室効果ガス排出削減量の算定に必要なデータ ..... 22
表 21　リファレンス排出量の試算に用いた値 ..... 23
表 22　ワークショップの概要 ..... 25

表 23　技術勉強会の概要 ..... 25
表 24　本事業で特定した JCM 事業化の可能性がある案件の概要 ..... 26
表 25　事業化に向けたスケジュール ..... 27

# 第 1 章　対象国・対象都市の諸制度・事業環境

## 1.1　カンボジアの社会・経済状況

カンボジア王国（Kingdom of Cambodia、以下「カンボジア」）はインドシナ半島南部に位置し、東にベトナム、西にタイ、北にラオスと国境を接する国である。国土面積は 18.1 万 km²（日本の約 2 分の 1）であり、国土の 73%を森林、16%を高地が占めている。人口は約 1,339 万人（2008 年、National Institute of Statistics)、名目 GDP は約 129 億ドル（2011 年、IMF 推計値)、一人当たり GDP は 853 ドル（2011 年、IMF 推計値）であり、国連により後発開発途上国として認定されている。

カンボジア経済は 1994 年から 2008 年まで、年率 12.9%の高い実質 GDP 成長を持続していた。2009 年にはリーマン・ショックの影響で成長の牽引役となっていた民間消費の減少により、同年の実質 GDP 成長率は 0.1%に急低下したが、その後は 2010 年が 6.0%、2011 年が 7.1%、2012 年が 7.3%（2013 年、Ministry of Economy and Finance）と高成長を続けている。この期間でカンボジアの産業構造は大きく変化しており、1994 年を基準とすると第一次産業（農林水産業）の比率が約 45%から約 27%に低下する一方、工業化が進み、第二次産業（縫製業等）が約 13%から約 28%に上昇している。

＜カンボジアの概況＞
人口：
　1,339 万人（2008 年）
GDP（名目）:
　12,890 百万ドル（2011 年）
1 人当たり GDP :
　853 ドル（2011 年）
経済成長率：
　7.3%（2012 年）
主要産業：
　農業、縫製業、建設業、観光業

図 1　カンボジアの地勢図

## 1.2　カンボジアのエネルギー消費・温室効果ガス排出の状況

### (1)　カンボジアの気候変動対策に係る政策

カンボジア政府は 2004 年に国家開発計画の基盤となる四辺形戦略を定め、同戦略の下、中期的な開発計画として 5 カ年の国家戦略開発計画（NSDP）を策定している。2010 年に発表された第二次国家戦略開発計画（2009 年～2013 年）において、気候変動対策は国家の

優先事項として位置付けられており、キャパシティ・ディベロップメントや戦略構築の必要性が記載されている。

カンボジア政府は、この国家計画に基づいて気候変動対策に取り組んでいる。1993 年に環境省に気候変動室を設立（2006 年に気候変動部に昇格）し、1995 年に国連気候変動枠組条約（UNFCCC）を批准した。2009 年に首相を議長とする省庁横断の国家気候変動委員会（NCCC）が設立され、2013 年 11 月 NCCC 第三回国家気候変動フォーラムにて、国家気候変動戦略計画（2013 年～2024 年）（CCCSP）が公式発表された。CCCSP は、カンボジアをグリーンで、レジリエントで、持続可能で、公正な知識基盤型社会にするための以下の 8 つの戦略を定めている。

＜国家気候変動戦略計画（2013 年～2024 年）8 つの戦略＞

① 食糧増産・湿地保全・エネルギー確保を通したレジリエンスの向上
② セクター、宗教、ジェンダー、健康における気候変動への脆弱性の改善
③ 重要生態系（トンレサップ湖、メコン河、沿岸部、高地等)、生物多様性、文化遺跡のレジリエンスの確保
④ 持続可能な国家開発に資する低炭素計画・技術の導入促進
⑤ 気候変動対策に関するキャパシティ・知識・認識の向上
⑥ 適応型の社会保障・アプローチ（特にロス・アンド・ダメージの低減）の推進
⑦ 気候変動対策に係る国家の組織体制の強化
⑧ 国際的・地域的な気候変動対策の取組への積極的な参加と連携の強化

(2) カンボジアのエネルギーセクターの状況

カンボジアの電化率は都市部 66.0%、農村部 12.5%（2010 年、EAC）であり、国全体では 24.0%（2009 年、IEA）である。2010 年のカンボジアにおける発電量・電力輸入量の合計は 2,515 百万 KWh であり、うち 61.5%をタイ、ベトナム、ラオスからの輸入に依存している。自国における発電量（869 百万 KWh）の 91%が小規模の独立系発電事業者による発電であり、93%がディーゼル・重油由来である。このため、図 **2** に示すとおりカンボジアの電力料金は他の ASEAN 諸国と比較して非常に高く、カンボジア電力公社（EDC: Electricite Du Cambodge）が供給する一般用電力に関して、プノンペン市内で 1KWh あたり 610 リエル（約 0.15 ドル）（月の消費量 50KWh 以下)、シェムリアップ市で 820 リエル（約 0.20 ドル)、プレイベン市で 1220 リエル（約 0.30 ドル）である（2011 年、EAC)。

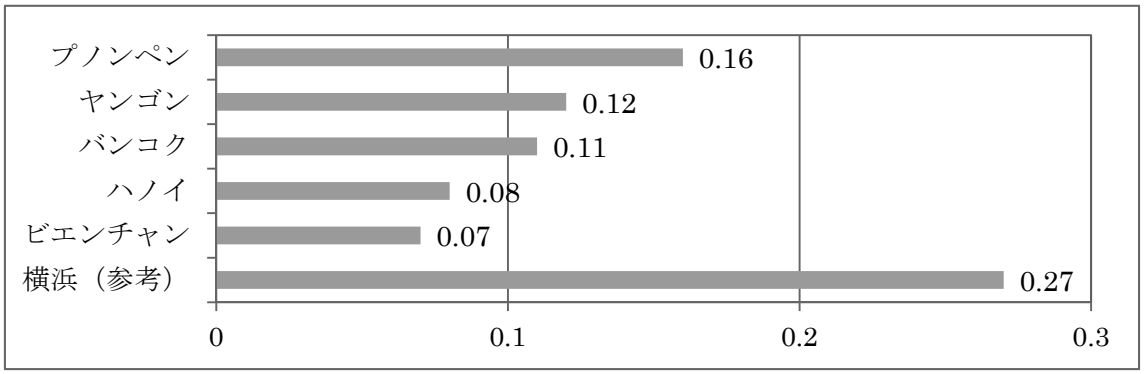



図 2　1KWh あたりの一般用電気料金の比較（単位: ドル）
（出典: JETRO, 2012. '第 22 回アジア・オセアニア主要都市・地域の投資関連コスト比較'. により OECC 作成）

(3)　カンボジアの温室効果ガス排出の状況

2002 年に UNFCCC に提出されたカンボジア国別報告書によると、カンボジアの温室効果ガス排出量の総計は 1994 年時点で 68 百万トン $CO_2$ 換算である。表 1・図 3 に示すとおり土地利用・土地利用変化（LULUCF）セクターが 55.2 百万トン $CO_2$ 換算で最も多く、全体の約 80%を占めており、農業セクターが 10.6 百万トン $CO_2$ 換算でこれに続いている。

カンボジアの温室効果ガス排出量は人口増加と経済成長に伴い急速に増加しており、現状維持（BaU: Business-as-Usual）シナリオの場合、2020 年までに 97.6 百万トン $CO_2$ 換算まで増加する。特にエネルギーセクターのエネルギー転換部門、運輸部門の増加幅が大きく、2000 年～2050 年にかけてエネルギー転換部門は 23.1 倍、運輸部門は 15.3 倍に増加すると推計されている。

表 1　カンボジアのセクター別温室効果ガス排出量・吸収量（単位: 百万トン $CO_2e$）

| 排出源・吸収源 | 1994 | 2000 | 2010 | 2020 |
|---|---|---|---|---|
| エネルギー | 1.9 | 2.6 | 4.8 | 8.8 |
| 工業プロセス | 0.1 | N/A | N/A | N/A |
| 農業 | 10.6 | 12.0 | 17.8 | 26.8 |
| 廃棄物 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.5 |
| 土地利用・土地利用変化（LULUCF） | 55.2 | 58.4 | 57.6 | 61.5 |
| **排出量** | **68.0** | **73.4** | **80.6** | **97.6** |
| LULUCF による吸収量 | -73.1 | -67.1 | -61.1 | -53.8 |
| **純排出量** | **-5.2** | **6.2** | **19.5** | **43.8** |

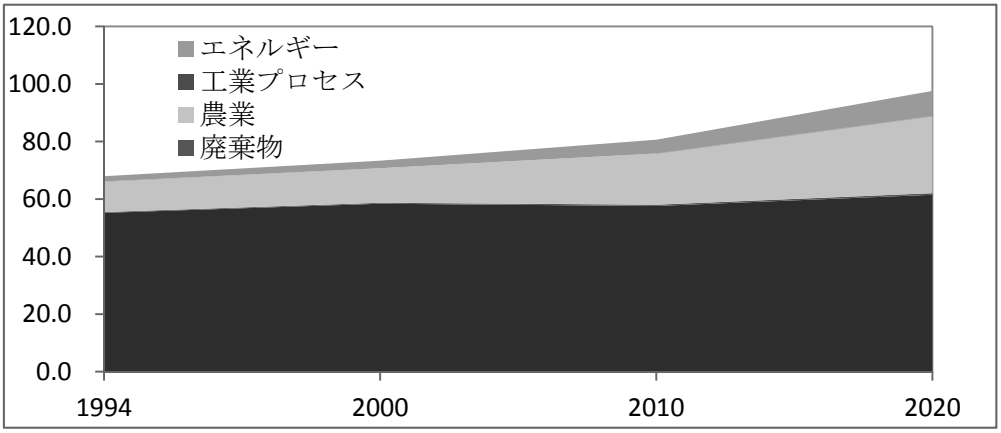



図 3　温室効果ガス排出量の将来予測（1994 年～2020 年）（単位: 百万トン $CO_2e$）（LULUCF 吸収量除く）

（出典: Ministry of Environment, 2002. *Cambodia's Initial National Communication*.）

(4)　カンボジアの温室効果ガス排出削減の取組

カンボジアは 2002 年に京都議定書を批准し、2003 年に環境省の下に指定国家機関（DNA）を設置し、クリーン開発メカニズム（CDM）プロジェクトの実施を推進しており、2013 年 1 月 29 日時点で 10 件の CDM プロジェクトが国連 CDM 理事会で承認されている。表 2 に示すとおり、カンボジアにおける CDM プロジェクトの大半は、水力発電またはバイオガス利用によるエネルギー生産である。また、国連工業開発機関（UNIDO）や地球環境ファシリティ（GEF）、国際協力機構（JICA）等ドナーの支援を受けて、再生可能エネルギーや工業セクターの省エネルギーのプロジェクトが実施されている。カンボジア環境省は温室効果ガス削減のために、CDM や政府開発援助（ODA）に加えて、二国間クレジット制度（JCM）を活用したい意向であり、2014 年 2 月現在、閣僚評議会において審議が行われている。

表 2　カンボジアにおける登録 CDM プロジェクト（2014 年 1 月 29 日時点）

| プロジェクト名 | セクター | 関係国 | 排出削減量予測(トン $CO_2$/年) |
|---|---|---|---|
| カムチャイ水力発電 BOT プロジェクト | 水力発電 | オランダ | 281,348 |
| スタン・アテイ水力発電プロジェクト | 水力発電 | スウェーデン | 266,472 |
| ストゥン・タタイ水力発電プロジェクト | 水力発電 | オランダ | 563,074 |
| ストゥン・ラッセイ・チュラム水力発電プロジェクト | 水力発電 | スイス | 701,199 |
| MH Bio-ethanol 社蒸留所におけるバイオ | バイオガス | | 58,146 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ガスプロジェクト | | | |
| W2E Siang Phong 社バイオガスプロジェクト | バイオガス | | 26,592 |
| Kampot セメント社排熱発電プロジェクト | 排熱利用 | デンマーク | 17,107 |
| サムロン・トム養豚場でのメタン回収及び発電事業 | バイオガス | 日本 | 5,593 |
| TTY タピオカ澱粉工場バイオガスプロジェクト | バイオガス | | 50,036 |
| Angkor Bio Cogen 社籾殻発電事業 | バイオマス利用 | 日本 | 51,620 |

（出典: MOEJ/OECC, 2004. '京都メカニズム情報プラットフォーム'. により OECC 作成）

1.3　カンボジアの上水道セクターの状況

(1)　カンボジアの上水道セクターの政策・制度

カンボジア政府は、NSDP（2009 年～2013 年）において安全な水へのアクセス向上を優先的な開発目標の 1 つとして位置付けており、カンボジアミレニアム開発目標（CMDGs）において、2015 年までに都市部で 80%、農村部で 50%のアクセス率を達成する目標を設定している。この国家目標・国家計画に基づいて、法制度の構築、施設の整備や組織体制の強化が行われている。

カンボジアの上水道セクターは工業手工芸省[1]水道部、水道公社、地方開発省の 3 つの機関により分担して所管されている。工業手工芸省水道部は水道管網による水道事業を所管しており、プノンペン特別市（以下、プノンペン）及び、カンダール、シェムリアップ、シハヌークビルを除く州都の公営水道と民営水道（2013 年 12 月時点で 145 事業者がライセンスを付与されている）を監督している。プノンペン、シェムリアップ、シハヌークビルの水道公社は関係省庁、市役所等の代表者より構成される経営委員会の監督の下、運営と財務管理に関する権限を付与されて水道事業を経営している。上記に該当しない水道管網以外による水道事業（地下水くみ上げによるコミュニティ運営の共同水栓等）は地方開発省の所管となる。

(2)　カンボジアの上水道セクターの状況

表 **3** に示すとおり、カンボジア都市部における上水道の普及率は全国で 42.68%である。首都プノンペンの普及率が 76.12%と最も高い。プルサットが 64.04%、コンポントムが 59.39%でこれに続いているが、プノンペンと地方州とでは上水道の普及率に大きな差がみ

[1] 2013 年 12 月に鉱工業エネルギー省が分割されて設立された。

られる。

表 3　カンボジア都市部における上水道の普及率

| 特別市・州 | 人口 | | 普及率（%） |
|---|---|---|---|
| | 合計 | 都市部 | 2009 年 |
| プノンペン | 1,326,432 | 1,242,992 | 76.12 |
| シェムリアップ | 1,326,432 | 174,265 | 12.37 |
| シハヌークビル | 199,503 | 89,447 | 17.65 |
| プルサット | 397,174 | 25,650 | 64.04 |
| バッタンバン | 1,025,198 | 180,853 | 23.20 |
| コンポンチャム | 1,680,782 | 118,242 | 16.22 |
| コンポントム | 630,687 | 31,871 | 59.39 |
| スヴァイリエン | 482,760 | 17,029 | 39.40 |
| カンポット | 585,074 | 48,274 | 29.78 |
| コンポンチュナン | 471,937 | 43,130 | 12.87 |
| プレイベン | 947,367 | 33,079 | 22.08 |
| ラタナキリ | 149,902 | 19,317 | 13.95 |
| クラチェ | 318,052 | 35,964 | 22.37 |
| ストゥントゥレン | 112,572 | 17,022 | 42.62 |
| **合計** | **13,388,497** | **2,614,027** | **42.68** |

※水道公社・公営水道による給水区域のみ掲載、民営水道による給水区域は除く。

（出典: Asian Development Bank. 2012. 'Water Supply and Sanitation Sector Assessment, Strategy, and Road Map'）

1.4　プノンペンの上水道セクターの状況

(1)　プノンペンにおける上水道セクターの発展と日本の貢献

プノンペン水道公社は、1959 年にノロドム・シハヌーク王の勅命により、プノンペン市管轄下の組織として公式に設立された水道事業体である。プノンペン水道公社設立後、浄水場の新設や配水管網の拡張が行われ、水道サービスが拡大されたが、1970 年以降の内戦により、施設の大半は放棄された。1991 年の内戦終結後、プノンペン水道公社は JICA、アジア開発銀行（ADB）、世界銀行、フランス開発庁（AFD）等ドナーの支援を集中的に受け、上水道施設を整備するとともに、1996 年に公社化され、組織改革・汚職防止に取り組んだ。その結果、プノンペン水道公社の経営状況は劇的に改善された。表 **4** に示すとおり 1993 年から 2010 年にかけて、プノンペン水道公社の施設能力は 65,000m³/日から 300,000m³/日に拡充され、給水件数は 26,881 件から 200,664 件に増加した。水質は WHO

基準を満たし、水栓から直接飲料可能である。無収率・料金徴収率は他の ASEAN 諸国の都市と比較して突出して優れた数値を達成している。

これらの成果によりプノンペン水道公社は 2004 年に ADB Water Award、2010 年に Stockholm Water Industry Award を受賞した。また、プノンペン水道公社エク・ソンチャン元総裁（現在は工業手工芸省長官）は、2006 年にアジアのノーベル省と呼ばれるラモン・マグサイサイ賞を受賞した。

日本はプノンペン市における上水道セクターの発展に大きく貢献してきた。表 **5** に示すとおり、JICA は 1991 年の内戦終結直後から、プノンペン水道公社に対して、ODA を通して上水道マスタープランの作成、浄水場・配水管網の整備、組織能力強化・人材育成等、包括的な支援を行っている。組織能力強化・人材育成に関しては、北九州市上下水道局等日本の地方自治体から専門家が派遣され、On-the-Job-Training（OJT）を通じた実践的な技術・知見の伝達が行われた。北九州市上下水道局とプノンペン水道公社の技術交流は現在まで継続され、北九州市海外水ビジネス推進協議会等、日本の民間企業を巻き込んだ取組に展開されている。

表 4　プノンペン水道公社の経営状況（1993 年・2010 年）

| 1993 年 | 指標 | 2010 年 |
|---|---|---|
| 20 | 1,000 給水件数あたり職員数 | 2.97 |
| 65,000 | 施設能力（$m^3$/day） | 300,000 |
| N/A | 水質基準 | 世界保健機構（WHO） |
| 20% | 普及率 | 90% |
| 10 時間/日 | 給水時間 | 24 時間/日 |
| 0.2 bar | 給水圧 | 2.5 bar |
| 26,881 | 給水世帯数 | 200,664 |
| 72% | 無収水率 | 5.94 |
| 48% | 料金徴収率 | 99.9% |

（出典: プノンペン水道公社）

表 5　プノンペン市の上水道セクターにおける JICA の協力実績

| プロジェクト名 | 期間 | 支援形態 | 概要 |
|---|---|---|---|
| プノンペン市上水道整備計画 | 1992-1993 | 開発調査 | プノンペン市内の上水道マスタープラン作成 |
| プノンペン市上水道整備計画フェーズ２ | 2004-2006 | 開発調査 | プノンペン市内の上水道マスタープラン作成 |
| プノンペン市上水道整備計画 | 1993-1994 | 無償資金協力 | プンプレック浄水場の |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | 改修 |
| 第２次プノンペン市上水道整備計画 | 1997-1999 | 無償資金協力 | プノンペン市内の配水管網の整備 |
| 第３次プノンペン市上水道整備計画 | 2000-2003 | 無償資金協力 | プンプレック浄水場の改修・拡張 |
| ペリアーバン地区村落給水計画 | 2001 | 無償資金協力 | プノンペン市周辺村落におけるハンドポンプ付深井戸の建設 |
| 水道事業人材育成プロジェクト | 2003-2006 | 技術協力 | プノンペン水道公社の上水道施設運転･維持管理能力の向上 |
| 水道事業人材育成プロジェクトフェーズ２ | 2007-2011 | 技術協力 | 地方 8 州都の公営水道事業体の上水道施設運転･維持管理能力の向上 |
| 水道事業人材育成プロジェクトフェーズ３ | 2012-2017 | 技術協力 | 公営水道事業体における経営管理能力の向上 |
| ニロート上水道整備事業 | 2009- | 有償資金協力 | 浄水場の新規建設（AfD 協調融資） |

（出典: JICA）

(2) プノンペン水道公社の組織・施設

プノンペン水道公社の組織図を図 **4** に示す。プノンペン水道公社は 2012 年 4 月にカンボジア証券取引所の第一号上場企業として株式公開された。2013 年 2 月に初の株主総会が開催されたが、カンボジア経済財務省が株式の約 75%を保有しているため、政府により資金調達や資機材調達、人事等の経営活動が監督されている状況である。

プノンペン水道公社の職員数は 602 名（2011 年 9 月）である。総裁の下に 6 名の副総裁がおり、計画プロジェクト、浄水配水、営業、会計経理、総務人事、水サービスを担当する 5 つの部門と 1 つの子会社が配置されている。また、総裁の直下に調達室と内部監査室があり、総務担当副総裁の直下に秘書室が配置されている。

プノンペン水道公社はプンプレック浄水場、チャンカーモン浄水場、クロイチャンワ浄水場、二ロート浄水場、合計 4 つの浄水場を所有している。2013 年 9 月時点の浄水処理能力は 430,000 $m^3$/日、管路総延長は 2,091 km、給水世帯数は 238,700 世帯である。各浄水場の位置・浄水能力・稼働年、給水区域を図 **5** に示す。プノンペン水道公社の給水区域は人口増加に伴い年々拡大しており、2013 年には約 17,000 件の世帯が新規に給水接続された（ピーク時は 1 日あたり 100 件増加）。プノンペンの水需要は 2015 年に 472,579 $m^3$/日、2020 年に 597,873 $m^3$/日、2025 年に 710,086 $m^3$/日まで増加すると推計されている。

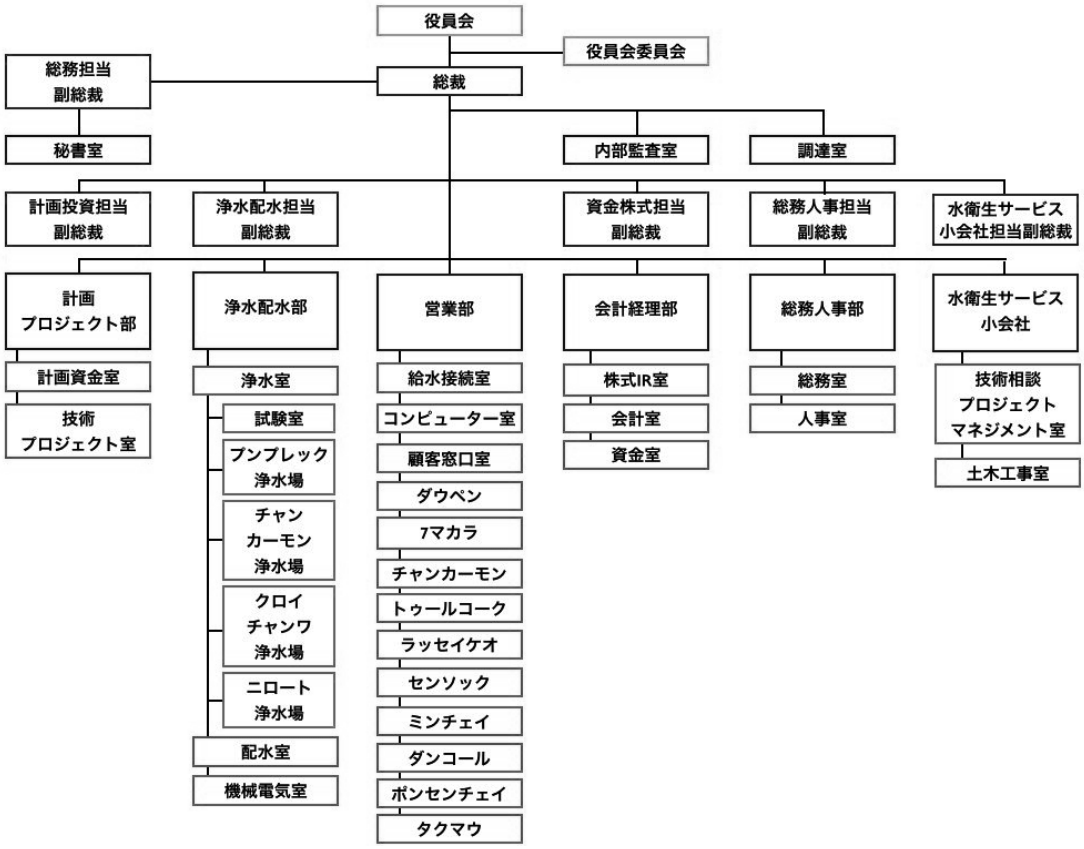



図 4　プノンペン水道公社組織図（2014 年 2 月時点）（出典: プノンペン水道公社）

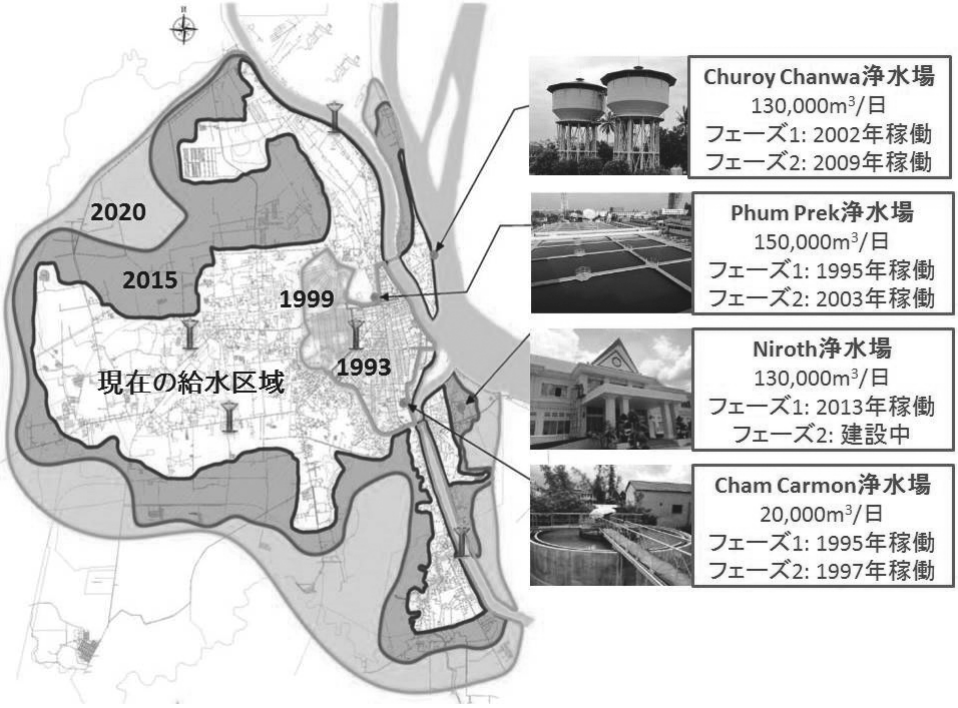



図 5　プノンペン水道公社の浄水場・給水区域（出典：プノンペン水道公社）

(3)　プノンペン水道公社の財務・予算

プノンペン水道公社の 1997 年～2012 年の営業利益・営業収益の推移を図 6 に、2012 年の損益計算書を表 **6** に示す。プノンペン水道公社の年平均営業利益成長率は 18.75%、年平均営業収益成長率は 15.01%であり、堅調な伸びを示している。

2012 年度の営業収益は 115,080 百万リエル（約 28.5 百万 US ドル）、営業費用は 78,444 百万リエル（約 19.4 百万 US ドル）、営業利益は 36,636 百万リエル（約 9.1 百万 US ドル）である。営業費用のうち約 29%（減価償却費を除いた営業費用のうち約 40%）を電気料金が占めている。

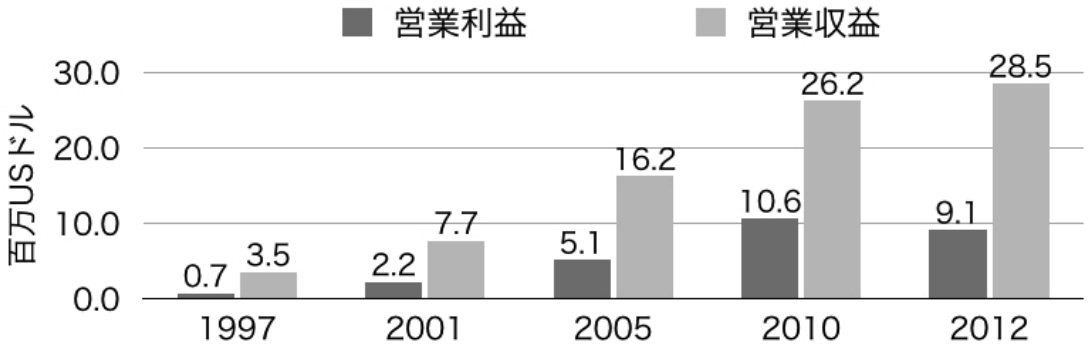



図 6　プノンペン水道公社の営業利益・営業収益の推移（1997 年～2012 年）
（出典：プノンペン水道公社により OECC 作成）

表 6　プノンペン水道公社の損益計算書（2012 年）

| 項目 | | 金額（単位：千リエル） |
|---|---|---|
| 営業収益 | | 115,080,331 |
| | 給水収益 | 113,343,349 |
| | 受託工事収益 | - |
| | その他営業収益 | 1,736,982 |
| 営業費用 | | (78,444,113) |
| | 減価償却費 | (21,239,491) |
| | 電気料金 | (22,809,698) |
| | 人件費 | (18,971,337) |
| | 薬品費 | (4,462,250) |
| | 給水接続材料費 | (5,126,863) |
| | 修繕維持費 | (2,484,760) |
| | 受託工事費 | - |
| | その他営業費用 | (3,131,512) |
| | 外貨為替差益（差損） | (218,202) |

| | |
|---|---|
| 営業利益 | 36,636,218 |
| 営業外収益 | 9,021,034 |
| 営業外費用 | (5,600,458) |
| 税引き前利益 | 40,056,794 |
| 所得税 | (8,066,887) |
| 税引き後利益 | 31,989,907 |

（出典：プノンペン水道公社）

(4)　プノンペン水道公社の温室効果ガス排出量の現状と将来予測

プノンペン水道公社の温室効果ガス排出量の現状を図 7 に、将来予測を図 8 に示す。2012 年のプノンペン水道公社の全浄水場（2013 年稼働のニロート浄水場を除く）からの温室効果ガス排出量は 20,260 トン $CO_2$ 換算である。温室効果ガス排出量は水需要増加に伴い増加傾向にあり、BaU シナリオの場合、2020 年までに 50,502 トン $CO_2$ 換算に増加し、2025 年までに 75,493 トン $CO_2$ 換算に増加すると推計される。

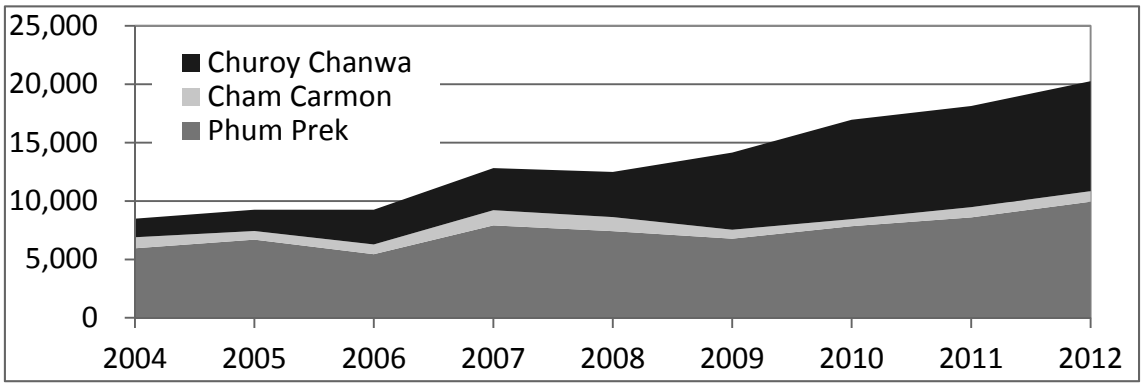



図 7　プノンペン水道公社の温室効果ガス排出量の推移（2004 年～2012 年）
（単位：トン $CO_2$ 換算）（出典：プノンペン水道公社により OECC 作成）

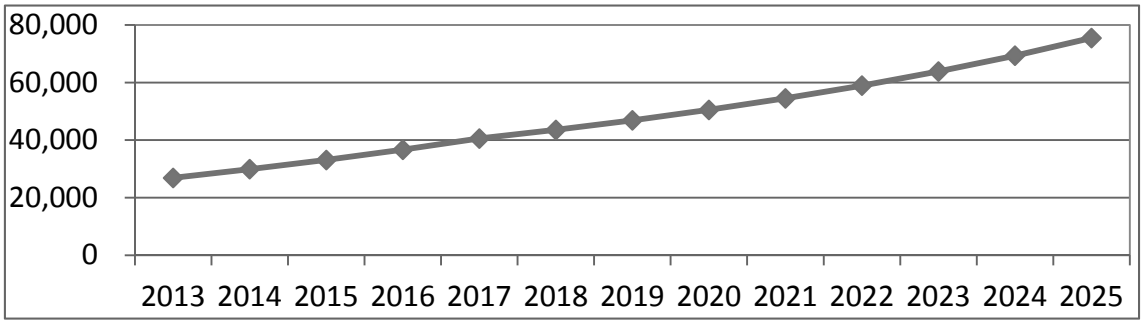



図 8　プノンペン水道公社の温室効果ガス排出量の将来予測（BaU シナリオ）
（2013 年～2025 年）（単位：トン CO2 換算）
（出典：プノンペン水道公社により OECC 作成）

# 第 2 章　事業の概要

## 2.1　事業のねらい

カンボジア・プノンペン市における JCM 案件形成支援事業（以下、本事業）では、カンボジアの社会経済開発計画において優先度が高い上水道セクターを対象として、再生可能エネルギー発電設備・省エネ設備の導入、漏水対策に係る JCM の案件発掘・形成を行った。また、北九州市上下水道局、北九州市海外水ビジネス推進協議会会員企業と連携して、日本の地方自治体の知見や民間企業の技術の紹介を行った。

第 1 章に記載のとおりカンボジアの電力料金は、他の ASEAN 諸国と比較して高く、プノンペン水道公社の減価償却費を除いた営業費用のうち約 40%を電気料金が占めている。このため、上水道セクターにおける再生可能エネルギー発電設備・省エネ設備導入、漏水対策に対するニーズは大きい。これらの技術を活用とした JCM 案件形成により、温室効果ガス排出の抑制だけではなく、水道事業体の経営改善・国民への安全な水の安定供給など多くのコベネフィットが得られる。

また、日本はこれまで ODA を通してカンボジアにおける上水道セクターの発展に大きく貢献しており、カンボジア工業手工芸省や水道事業体は日本の技術・制度の導入に積極的である。現在、北九州市上下水道局は、北九州市海外水ビジネス推進協議会等日本の民間企業とともにパッケージ型の水インフラ海外展開に取組んでいる。これらの動きに JCM を組合せることで、日本による一体的な支援のモデルケース構築に貢献できる。

## 2.2　適用技術・制度等

本事業では、表 **7** に示す技術を対象として JCM 案件形成の可能性を調査した。

表 7　調査対象技術一覧

| 技術 | 概要 |
|---|---|
| セラミック膜ろ過システム | セラミック膜を利用した浄水処理方式。セラミック膜モジュール、膜供給ポンプ、凝集タンク、浄水池で構成される。 |
| インバータ | 直流電力を交流電力に変換する装置。 |
| 変圧器 | 電磁誘導を利用して交流電力の電圧を変換する装置。 |
| 太陽光発電システム | 太陽光を利用して発電するシステム。太陽電池モジュール、ジャンクションボックス、パワーコンディショナ、配電盤で構成される。 |
| 小水力発電システム | 上水道施設の水力エネルギーを利用して発電するシステム。水車、発電機、配電盤で構成される。 |
| 配水監視システム・地理情報システム（GIS） | 配水流量、圧力、水質の計測値をリアルタイムに収集・蓄積・監視し、圧力分布の適正化や漏水量の推計、異常検知・ |

| | |
|---|---|
| | 対応への迅速な意思決定等を一貫して行うことができるシステム。 |

2.3　対象地域

本事業では、カンボジア・プノンペン水道公社の上水道施設を調査対象とした。

# 第 3 章　調査方法

3.1　事業の内容

本事業は、(1) 上水道分野の JCM 案件形成可能性調査、(2) 上水道分野の温室効果ガス削減効果の定量化・MRV 手法の検討、(3) 日本の上水道分野の低炭素技術・運営手法移転のためのキャパシティ・ビルディングの 3 つの活動から成る。各活動の内容は以下のとおりである。

(1)　上水道分野の JCM 案件形成可能性調査

北九州市上下水道局、北九州市海外水ビジネス推進協議会の技術専門家の協力を得て、日本の上水道分野の低炭素技術の導入可能性を調査する。カンボジアの現状を踏まえて対象となる技術を絞り込み、JCM 案件形成の可能性を調査する。

(2)　上水道分野の温室効果ガス削減効果の定量化・MRV 手法の検討

プノンペン水道公社の協力の下、上水道施設における省エネ設備・再生可能エネルギー発電設導入、漏水対策による温室効果ガス排出削減量を定量的に評価する手法を整備するとともに、効率的なモニタリングを行うための測定・報告・検証（MRV）手法の検討を行う。

(3)　日本の上水道分野の低炭素技術・運営手法移転のためのキャパシティ・ビルディング

プノンペン市において JCM 及び上水道分野の低炭素技術に関するワークショップ・勉強会を開催し、日本の技術を活用した JCM 案件形成と必要な支援を議論する機会を提供する。

3.2　事業の実施体制

本事業の実施機関は以下のとおり。実施体制図を図 **9** に示す。

(1)　カンボジア側機関

実施機関：　プノンペン市水道公社

関係機関：　工業手工芸省、環境省

(2)　日本側機関

実施機関：　一般社団法人海外環境協力センター、北九州市上下水道局、パシフィックコンサルタンツ株式会社

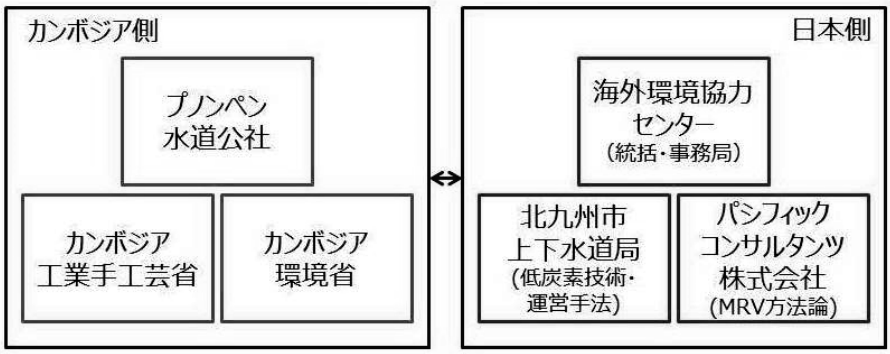



図 9　調査実施体制図

## 第 4 章　調査結果

### 4.1　活動の実績

本事業における各活動の実績を表 8 に示す。各活動は概ね当初計画どおりに進捗した。期間中に計 3 回カンボジアに渡航し、ワークショップ・技術勉強会・現地調査を行った。ワークショップ・技術勉強会・現地調査の写真を附属資料 1 に示す。

表 8　活動の実績

<table>
<tr><td rowspan="2">年月</td><td colspan="3">活動</td></tr>
<tr><td>(1) JCM 案件形成可能性調査</td><td>(2) 温室効果ガス削減効果の定量化・MRV 手法の検討</td><td>(3) キャパシティ・ビルディング</td></tr>
<tr><td>2013 年 8 月<br>(第一回渡航)</td><td colspan="3">調査目標・内容・スケジュール・実施体制に関する協議</td></tr>
<tr><td>9 月<br>(第二回渡航)</td><td rowspan="3">1-1 JCM プロジェクトの発掘</td><td>2-1 データ収集</td><td>3-1 ワークショップの開催（附属資料 3）</td></tr>
<tr><td>10 月</td><td rowspan="2">2-2 GHG 排出削減効果の定量化</td><td>-</td></tr>
<tr><td>11 月</td><td>-</td></tr>
<tr><td>12 月<br>(第三回渡航)</td><td rowspan="2">1-2 事業計画の検討</td><td rowspan="2">2-3 MRV 方法論の検討（附属資料 2）</td><td>3-2 技術勉強会の開催</td></tr>
<tr><td>2014 年 1 月</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2 月</td><td colspan="3">JCM プロジェクト事業化に向けた協議</td></tr>
</table>

4.2　活動の成果概要

本事業を通して、プノンペン水道公社の各施設においてJCMポテンシャル案件を特定し、「浄水場・取水場への省エネ設備・再生可能エネルギー発電設備導入」に関する温室効果ガス排出削減量の算定、MRV 方法論（案）の作成を行った。また、ワークショップ・技術勉強会を開催し、プノンペン水道公社及びカンボジア関係機関の JCM の制度及び日本の技術に関する理解向上を図った。本事業の各活動を通して得られた成果の概要を表 **9** に示す。

表 9　活動の成果

| 活動 | | 成果 |
|---|---|---|
| (1) | 上水道分野の JCM 案件形成可能性調査 | JCM ポテンシャル案件の特定 |
| (2) | 上水道分野の温室効果ガス削減効果の定量化・MRV 手法の検討 | 温室効果ガス排出削減量の算定、MRV 方法論（案）の作成 |
| (3) | 日本の上水道分野の低炭素技術・運営手法移転のためのキャパシティ・ビルディング | ワークショップ・技術勉強会を通した JCM 及び日本の技術に関する理解向上 |

4.3　上水道分野の JCM 案件形成可能性調査の結果

(1)　JCM ポテンシャル案件の概要

本事業を通して特定した JCM ポテンシャル案件の概要を表 **10**～表 **14** に示す。

表 10　プンプレック浄水場における JCM ポテンシャル案件

| 技術ニーズ | 現状 | 提案 |
|---|---|---|
| 取水・浄水場間送電方式 | 既存設備は 1990 年代に設置したものであり、劣化している。また、浄水場から約 1.3km 離れた取水場に送電することにより、送電ロスが発生している。 | 高圧受電設備、断路器、受電パネル、保護継電器等を設置し、取水場で受電することにより、電力消費量を削減できる。 |
| 運転維持管理の改善 | 現状、乾期は 2 日に 1 回、雨期は 1 日に 1 回洗浄を行っている。 | ろ過池の洗浄の回数の見直し（凝集剤の量の調整により乾期・雨期ともに 2 日 1 回にできる可能性がある）等により、電力消費量を削減できる。 |

表 11　チャンカーモン浄水場における JCM ポテンシャル案件

| 技術ニーズ | 現状 | 提案 |
|---|---|---|
| 浄水方式変更 | 高速凝集沈殿池とろ過器による浄水方式が導入されており、他の浄水場より電力 | 電力を使用しないセラミック膜ろ過方式に変更することで、電力消費 |

| | | |
|---|---|---|
| | コストが高い。 | 量を削減できる。 |
| 取水・浄水場間送電方式 | 既存設備は 1990 年代に設置したものであり、劣化している。また、浄水場から約 0.8km 離れた取水場に送電することにより、送電ロスが発生している。 | 高圧受電設備、断路器、受電パネル、保護継電器等を設置し、取水場で受電することにより、電力消費量を削減できる。 |

表 12　クロイチャンワ浄水場における JCM ポテンシャル案件のリスト

| 技術ニーズ | 現状 | 提案 |
|---|---|---|
| 送水系回転数制御 | 時間最大需要を満たすために高い揚程のポンプが設置されている。 | インバータによりポンプの回転数制御を行い、低需要時間帯の揚程を下げることにより電力消費量を削減できる。 |
| 太陽光発電システム | $CO_2$ 排出係数が大きい系統電力に依存している。 | 配水地、浄水池の屋根などに太陽光発電システムを設置することにより化石燃料由来の電力消費量を削減できる。 |

表 13　二ロート浄水場における JCM ポテンシャル案件のリスト

| 技術ニーズ | 現状 | 提案 |
|---|---|---|
| 太陽光発電システム | $CO_2$ 排出係数が大きい系統電力に依存している。 | 配水地、浄水池の屋根などに太陽光発電システムを設置することにより化石燃料由来の電力消費量を削減できる。 |

表 14　配水管網における JCM ポテンシャル案件のリスト

| 技術ニーズ | 現状 | 提案 |
|---|---|---|
| 配水監視システムの更新 | 既存設備は 1990 年代に設置したものである。老朽化しており、データが計測できない地域が広がっている。また、配水管網の拡張により人力で施設管理を行うことが難しくなっている。 | 北九州市で実績があるデータモニタリングと GIS を統合したシステムにより、送水圧を適正化し、漏水率を削減することができる。 |

4.4　上水道分野の温室効果ガス削減効果の定量化・MRV 手法の検討の結果

本事業を通して上水道分野の MRV 方法論（案）を検討した。MRV 方法論（案）の検討の結果を以下に示す。また、作成した JCM 提案方法論（案）を附属資料 2 に示す。

(1) 参考としたMRV方法論

MRV方法論（案）の検討にあたり、表15に示すCDM・JCMの既存方法論を参考にした。

表15　参考としたMRV方法論

| 制度 | 名称 |
|---|---|
| CDM | AMS-II.C.　需要側での特定技術を用いたエネルギー効率化活動 |
| JCM | ビール工場における総合的エネルギー消費削減（平成25年度二国間オフセット・クレジット制度のMRVモデル実証調査提案方法論（案)） |

(2) 温室効果ガス排出削減の手法

本方法論（案）は、カンボジア国内の上水道施設において省エネルギー設備または再生可能エネルギー発電設備を新規導入・更新することにより、当該施設運転に係る化石燃料由来の電力消費量が削減され、温室効果ガス排出量が削減されるプロジェクトに適用される。

(3) 温室効果ガス削減量の評価方法

上水道施設における温室効果ガス削減量の評価方法を表16に示す。各方法のメリット・デメリットを検討し、削減量の評価・モニタリングが容易で施設全体のエネルギー効率改善の評価が可能な施設（取水場・浄水場）を一単位とした評価方法を採用した。

本評価方法のデメリットである、自主的な活動による温室効果ガス削減量とJCMプロジェクト活動による温室効果ガス削減量の切り分けに関しては、JCMプロジェクトによる削減量の理論値を事前に算定して上限値として設定し、これ以上の削減量を自主的な活動とみなして評価対象外とすることで対処した。また、配水管網の漏水削減に関しては、別のMRV方法論により評価することが妥当と判断した。

表16　温室効果ガス削減量の評価方法

| 対象 | 比較方法 | 内容 | メリット | デメリット |
|---|---|---|---|---|
| 水道事業者単位 | 送水量あたり電力消費量 | 複数の取水場、浄水場及び配水管網を一単位として評価 | 複数の取水場・浄水場をまたいだエネルギー効率改善、配水管網の漏水削減の評価が可能 | 自主的な活動による削減量とJCMプロジェクト活動による削減量の切り分けが困難 |
| 施設単位 | 送水量あたり電力消費量 | 施設（取水場・浄水場）を一単位とし | 削減量の評価・モニタリングが容易、また施設全体のエネルギー効 | 自主的な活動による削減量とJCMプロジェクト活動による削減量 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | て評価 | 率改善の評価が可能 | の切り分けが必要、また配水管網の漏水削減の評価が困難 |
| 設備単位 | 送水量あたり電力消費量 | 設備（ポンプ設備、電気設備等）を一単位として評価 | 自主的な活動による削減量と JCM プロジェクト活動による削減量の切り分けが容易 | モニタリングが困難（設備ごとの電力消費量を測定していない場合)、また施設全体のエネルギー効率改善の評価が困難 |

(4) 適格性要件

本方法論（案）の適格性要件と選定理由を表 **17** に示す。

表 17　適格性要件と選定理由

| 要件 | 内容 | 選定理由 |
|---|---|---|
| 要件 1 | 以下の技術の何れか 2 つ以上が導入される。<br>(1) セラミック膜ろ過システム<br>(2) インバータ<br>(3) 変圧器<br>(4) 太陽光発電システム<br>(5) 小水力発電システム | JCM プロジェクトの対象となる技術のポジティブリストを要件とした（同技術はプノンペン水道公社へのヒアリングの結果、複合的に導入された事例がない) |
| 要件 2 | 導入技術に関して運転維持管理に関するトレーニングが実施され、SOP（Standard Operation Procedures）が作成される。 | 技術導入による温室効果ガス削減量を最大化するために運転維持管理に関するトレーニング実施と SOP 作成を要件とした(北九州市上下水道局は JICA 技術協力プロジェクトによりカンボジアの水道事業体にてトレーニング・SOP を作成した実績があり、本要件により日本企業・自治体の競争力を高めることができる) |
| 要件 3 | 取水場・浄水場を対象とする。 | JCM プロジェクトの対象となる施設を要件とした |
| 要件 4 | プロジェクト実施前後の化石燃料・電力消費量、送水量が把握可能である。 | JCM プロジェクトによる温室効果ガス削減量の評価に必要なデータの有無を要件とした |

(5) 温室効果ガス排出源及び種類

本方法論（案）で対象とする温室効果ガス排出源及び種類を表 18 に、対象外とする温室効果ガス排出源及び種類を表 19 に示す。

表 18　対象とする温室効果ガス排出源及び種類

| 温室効果ガス排出源 | 温室効果ガス種類 | 説明 |
|---|---|---|
| 系統電力の消費 | $CO_2$ | 省エネ設備･再生可能エネルギー発電設備の導入により影響を受ける |
| 非常用自家発電用化石燃料の燃焼 | $CO_2$ | 省エネ設備･再生可能エネルギー発電設備の導入により影響を受ける |

表 19　対象外とする温室効果ガス排出源及び種類

| 温室効果ガス排出源 | 温室効果ガス種類 | 説明 |
|---|---|---|
| 車両等による化石燃料の消費 | $CO_2$ | 省エネ設備･再生可能エネルギー発電設備の導入により影響を受けない |
| 排水・汚泥からのメタンの放出 | $CH_4$ | 省エネ設備･再生可能エネルギー発電設備の導入により影響を受けない |

(6) リファレンス排出量の設定

本方法論（案）におけるリファレンス排出量は、上水道施設における送水量あたり化石燃料由来の電力消費量が設備導入前の水準のまま推移する場合に排出されたであろう温室効果ガス排出量とし、リファレンス送水量あたり電力消費量は過去 3 年間のデータの平均値により算定した。

一般的に上水道施設は、適切にメンテナンスを行った場合でも経年で少しずつエネルギー効率が悪化する。このため、図 10 に示すとおり効率が悪化する（送水量あたり電力消費量が増加する）シナリオを BaU として設定し、より保守的なシナリオとして、送水量あたり電力消費量がプロジェクト実施前の水準のまま推移するシナリオをリファレンスとして設定した。

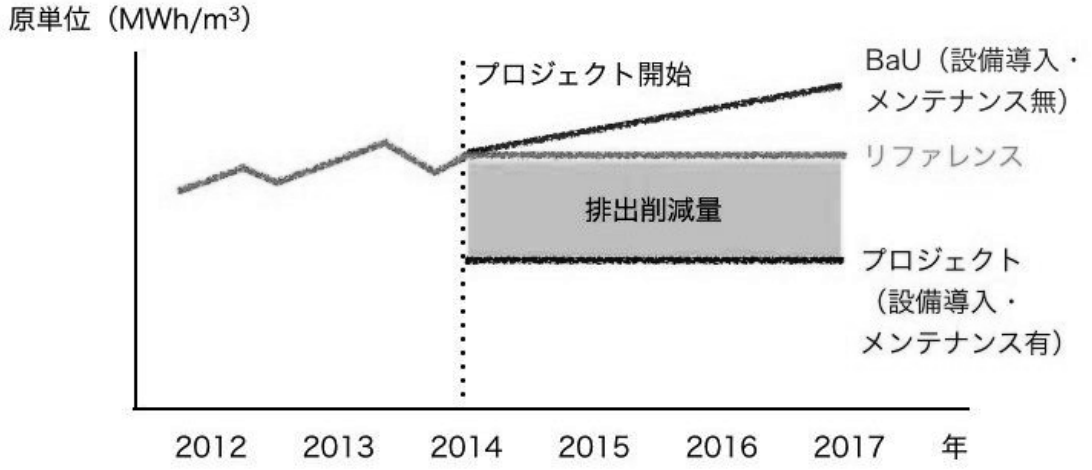



図 10　リファレンスシナリオ設定の概念図

(7)　リファレンス排出量の算定方法

リファレンス排出量の算定方法は次式とした。

$$RE_y = SEC_{RE} * Q_{PJ} * EF_{RE}$$

$$SEC_{RE} = \frac{EG_{RE,grid} + EG_{RE,backup}}{Q_{RE}}$$

$$EF_{RE} = \frac{EF_{grid} * EG_{RE,grid} + \sum_i (SFC_{RE,i} * NCV_i * EF_{fuel,i})}{EG_{RE,grid} + EG_{RE,backup}}$$

ここで

| | | |
|---|---|---|
| $RE_y$ | リファレンス排出量 | $tCO_2e/y$ |
| $SEC_{RE}$ | リファレンス送水量あたり化石燃料由来電力消費量 | $MWh/m^3$ |
| $EG_{RE,grid}$ | リファレンス系統電力消費量 | MWh |
| $EG_{RE,backup}$ | リファレンス非常用自家発電電力消費量 | MWh |
| $Q_{PJ}$ | プロジェクト送水量 | $m^3$ |
| $Q_{RE}$ | リファレンス送水量 | $m^3$ |
| $EF_{RE}$ | リファレンス電力 $CO_2$ 排出係数 | $tCO_2e/MWh$ |
| $EF_{grid}$ | 系統電力 $CO_2$ 排出係数 | $tCO_2e/MWh$ |
| $SFC_{RE,i}$ | リファレンス化石燃料 i 使用量 | Liter |
| $NCV_i$ | 化石燃料 i 正味発熱量 | MJ/Liter |
| $EF_{fuel,i}$ | 化石燃料 i$CO_2$ 排出係数 | $tCO_2e/MJ$ |

(8) プロジェクト排出量の設定と算定方法

本方法論（案）におけるプロジェクト排出量は、設備導入後の温室効果ガス排出量とした。プロジェクト排出量の算定方法は、次式のとおり送水量あたり電力消費量ではなく、プロジェクト実施後の系統電力消費量及び化石燃料使用量に $CO_2$ 排出係数を乗じて算定した。

$$PE_y = PE_{PJ,grid} + PE_{PJ,backup}$$

$$PE_{PJ,grid} = EG_{PJ,grid} * EF_{grid}$$

$$PE_{PJ,backup} = \sum_i (SFC_{PJ,i} * NCV_i * EF_{fuel,i})$$

ここで

| | | |
|---|---|---|
| $PE_y$ | プロジェクト排出量 | $tCO_2e/y$ |
| $PE_{PJ,grid}$ | プロジェクト系統電力由来 $CO_2$ 排出量 | $tCO_2e/y$ |
| $PE_{PJ,backup}$ | プロジェクト非常用自家発電由来 $CO_2$ 排出量 | $tCO_2e/y$ |
| $EG_{PJ,grid}$ | プロジェクト系統電力消費量 | MWh |
| $EF_{grid}$ | 系統電源 $CO_2$ 排出係数 | $tCO_2e/MWh$ |
| $SFC_{PJ,i}$ | プロジェクト化石燃料 i 使用量 | Liter |
| $NCV_i$ | 化石燃料 i 正味発熱量 | MJ/Liter |
| $EF_{fuel,i}$ | 化石燃料 i$CO_2$ 排出係数 | $tCO_2e/MJ$ |

(9) 排出削減量の算定方法

排出削減量は次式により算定する。なお、前述のとおり自主的な活動による温室効果ガス削減量を除外するために、プロジェクトによる削減量の理論値を事前に算定して上限値として設定し、これ以上の削減量を自主的な活動とみなして評価対象外とした。

$$ER_y = RE_y - PE_y$$

ここで

| | | |
|---|---|---|
| $ER_y$ | 排出削減量 | $tCO_2e/y$ |
| $RE_y$ | リファレンス排出量 | $tCO_2e/y$ |
| $PE_y$ | プロジェクト排出量 | $tCO_2e/y$ |

(10) 算定のためのデータとモニタリングポイント

温室効果ガス排出削減量の算定に必要なデータを表 **20** に、モニタリングポイントの概念

図を図 11 に示す。

表 20　温室効果ガス排出削減量の算定に必要なデータ

| パラメータ | データ | モニタリング値／デフォルト値 | データの出典 |
|---|---|---|---|
| $EG_{RE,grid}$ | リファレンス系統電力消費量 | デフォルト値（P1） | プノンペン水道公社：過去 3 年間のデータの平均値 |
| $EG_{RE,backup}$ | リファレンス非常用自家発電電力消費量 | デフォルト値（P2） | プノンペン水道公社：過去 3 年間のデータの平均値 |
| $SFC_{RE,i}$ | リファレンス化石燃料 i 使用量 | デフォルト値（P3） | プノンペン水道公社：過去 3 年間のデータの平均値 |
| $Q_{RE}$ | リファレンス送水量 | デフォルト値（P4） | プノンペン水道公社：過去 3 年間のデータの平均値 |
| $EG_{PJ,grid}$ | プロジェクト系統電力消費量 | モニタリング値（P1） | プノンペン水道公社：浄水場ごとに毎日の電力消費量をモニタリングしている |
| $SFC_{PJ,i}$ | プロジェクト化石燃料 i 使用量 | モニタリング値（P3） | プノンペン水道公社：浄水場ごとに毎日の電力消費量をモニタリングしている |
| $Q_{PJ}$ | プロジェクト送水量 | モニタリング値（P4） | プノンペン水道公社：浄水場ごとに毎日の送水量をモニタリングしている |
| $EF_{grid}$ | 系統電源 $CO_2$ 排出係数 | デフォルト値 | カンボジア環境省：2011 年に公開されたプノンペングリッドの排出係数 0.6257 $tCO_2e$ /MWh（Operating Margin）※情報更新された場合は最新のデータを用いる |
| $NCV_i$ | 化石燃料 i 正味発熱量 | デフォルト値 | IPCC 2006 ガイドライン※国の固有値が公開された場合は同データを用いる |
| $EF_{fuel,i}$ | 化石燃料 i$CO_2$ 排出係数 | デフォルト値 | IPCC 2006 ガイドライン※国の固有値が公開された場合は同データを用いる |

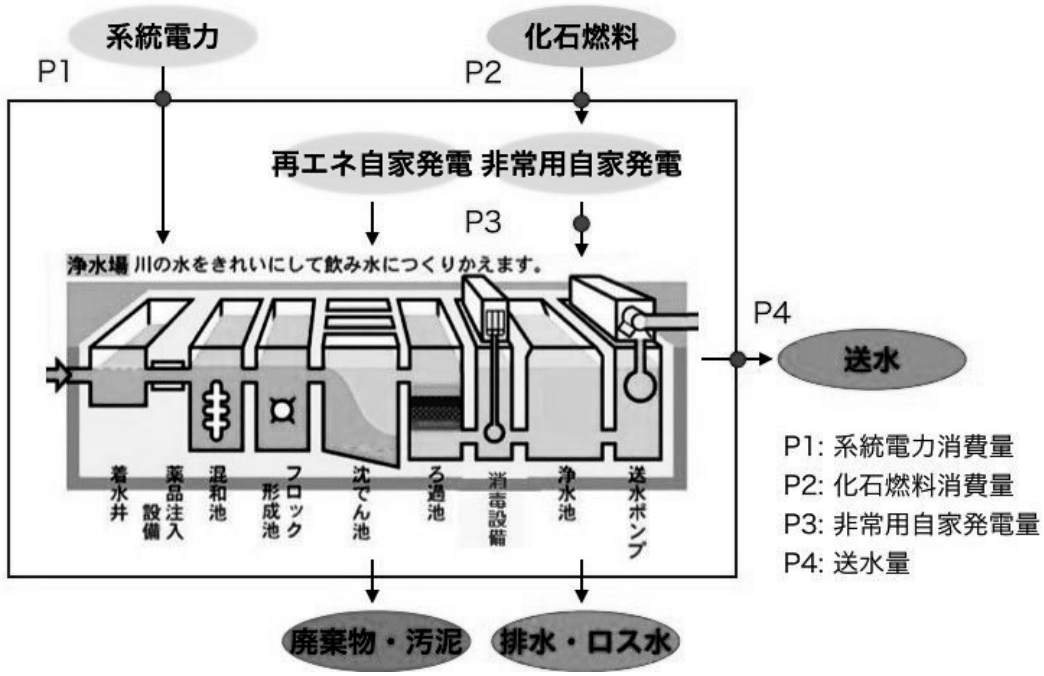



図 11　モニタリングポイントの概念図

(11)　プノンペン水道公社における排出削減量の試算

上記の方法論（案）に基づいて、プノンペン水道公社において JCM ポテンシャル案件を実施した際の排出削減量を試算した。

案件実施により対象施設の送水量あたり化石燃料由来電力消費量が 10%改善される場合、排出削減量は年間 2,064 $tCO_2e$ と推計される。試算に用いた算定式とパラメータは以下のとおり。

1)　リファレンス排出量

$$RE_y = 0.266 \times 121{,}117{,}730 \times 0.6257/1{,}000 = 20{,}158\ tCO_2e$$

$$SEC_{RE} = \frac{29{,}488{,}883}{110{,}854{,}485} = 0.266\ kWh/m^3$$

表 21　リファレンス排出量の試算に用いた値

| パラメータ | データ | 値 | データの出典 |
|---|---|---|---|
| $EG_{RE,grid}$ | リファレンス系統電力消費量 | 29,488,883 kWh | プノンペン水道公社：2010～2012 年の全浄水場の系統電力消費量の平均値 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $EG_{RE,backup}$ | リファレンス非常用自家発電電力消費量 | 0 kWh | プノンペン水道公社：2010～2012 年の全浄水場の非常用発電電力消費量の平均値 |
| $SFC_{RE,i}$ | リファレンス化石燃料 i 使用量 | 0 kg | プノンペン水道公社：2010～2012 年の全浄水場の化石燃料使用量の平均値 |
| $Q_{RE}$ | リファレンス送水量 | 110,854,485 $m^3$ | プノンペン水道公社：2010～2012 年の全浄水場の送水量の平均値 |
| $Q_{PJ}$ | プロジェクト送水量 | 121,117,730 $m^3$ | プノンペン水道公社：2012 年の送水量 |
| $EF_{grid}$ | 系統電源 $CO_2$ 排出係数 | 0.6257 tCO2e/MWh | カンボジア環境省 |
| $NCV_i$ | 化石燃料 i 正味発熱量 | 43.0 kg TJ/Gg | IPCC 2006 ガイドライン：ディーゼル |
| $EF_{fuel,i}$ | 化石燃料 i$CO_2$ 排出係数 | 74,100 $kgCO_2e/TJ$ | IPCC 2006 ガイドライン：ディーゼル |

2) プロジェクト排出量

$$PE_y = 0.239 \times 121{,}117{,}730 \times 0.6257/1{,}000 = 18{,}112\ tCO_2e$$

※セラミック膜ろ過システム、インバータ、変圧器、太陽光発電システム導入により、対象施設の送水量あたり化石燃料由来電力消費量（SEC）が 10%改善されると仮定した。

3) 排出削減量

$$ER_y = 20{,}158 - 18{,}112 = 2{,}046\ tCO_2e$$

(12) 大規模展開後の排出削減量の試算

2009 年のプノンペン市の一人当たり送水量 95$m^3$（2009 年、プノンペン水道公社・ADB に基づいて OECC 試算）を基に、カンボジア全都市の送水量を推計し、(11)の算定式・パラメータを用いて JCM ポテンシャル案件を全国展開した際の排出削減量を試算した。2009 年の全都市の給水人口は 2,614,027 人、年間水需要は 248,332,565$m^3$ である。

案件実施により、全都市の施設の送水量あたり化石燃料由来電力消費量が 10%改善される場合、排出削減量は 4,195 $tCO_2e$ と推計される。

4.5　日本の上水道分野の低炭素技術・運営手法移転のためのキャパシティ・ビルディングの結果

本事業を通してプノンペン市においてJCM及び上水道分野の低炭素技術に関するワークショップ・勉強会を開催し、プノンペン水道公社及び地方水道事業体に対して、日本の技術を活用したJCM案件形成と必要な支援を議論する機会を提供した。ワークショップの概要を表 **22** に、技術勉強会の概要を表 **23** に示す。また、ワークショップのアジェンダ・参加者リスト・議事録・発表資料を附属資料 3 に示す。

表 22　ワークショップの概要

| | |
|---|---|
| 日　時： | 2013 年 9 月 2 日（月）8：30-13：00 |
| 場　所： | Raffles Hotel Le Royal, Phnom Penh |
| 出席者： | 【カンボジア側】<br>工業手工芸省、環境省、プノンペン水道公社、地方水道事業体（シェムリアップ水道公社、シハヌークビル水道公社、カンポット水道局、コンポンチャム水道局、コンポントム水道局、スヴァイリエン水道局、バッタンバン水道局、プルサット水道局）<br>【日本側】<br>在カンボジア日本大使館、北九州市上下水道局、JICA カンボジア事務所、JICA 技術協力プロジェクト「水道事業人材育成プロジェクト（フェーズ 3）」、OECC |
| 目　的： | ➢ 工業手工芸省、プノンペン水道公社、地方水道事業体の JCM の制度・支援スキームに関する理解が深まる。<br>➢ プノンペン水道公社における JCM ポテンシャルプロジェクトの候補が提示され、工業工芸省・地方水道事業体に共有される。 |

表 23　技術勉強会の概要

| | |
|---|---|
| 日　時： | 2013 年 12 月 18 日（水）14：00-16：30 |
| 場　所： | プノンペン水道公社会議室 |
| 出席者： | 【カンボジア側】<br>プノンペン水道公社<br>【日本側】<br>株式会社ジオクラフト、OECC |
| 目　的： | ➢ プノンペン水道公社の日本の上水道分野の低炭素技術（配水監視システム・GIS システム）に関する理解が深まる。 |

# 第 5 章　JCM 事業化に向けた検討

## 5.1　JCM 事業化の可能性がある案件の概要

本事業で特定した JCM 事業化の可能性がある案件の概要を表 **24** に示す。

表 24　本事業で特定した JCM 事業化の可能性がある案件の概要

| タイトル | 浄水場・取水場への省エネ設備・再エネ発電設備導入 | 配水管網の漏水削減 |
|---|---|---|
| 対象施設 | プノンペン水道公社の浄水場・取水場 | プノンペン水道公社の配水管網 |
| 対象技術 | セラミック膜ろ過システム、インバータ、変圧器、太陽光発電システム | 配水監視システム、GIS、モニタリング用コンピューター、監視制御盤、流量計、通信機器 |
| 概算事業費※ | 約 5～15 億円 | 約 5～10 億円 |
| MRV 方法論 | 上水道施設における総合的な省エネルギー設備・再生可能エネルギー発電設備（附属資料 2） | N/A |
| 温室効果ガス排出削減効果 | 2,046 $tCO_2e$ | N/A |
| 大規模展開後の排出削減効果 | 4,195 $tCO_2e$ | N/A |
| コベネフィット | 電気料金削減による経営改善、水資源保全、水質改善 | 電気料金削減による経営改善、水資源保全、水質改善 |

※事業者からのヒアリング結果に基づいて OECC が試算した。

## 5.2　事業化の可能性の考察

本事業では、日本の上水道施設において導入実績があるセラミック膜ろ過システム、インバータ、変圧器、太陽光発電システム、小水力発電システム、配水監視システム・地理情報システム（GIS）に関して、プノンペン水道公社への導入可能性と JCM 事業化の可能性を検討した。

現地調査・プノンペン水道公社との協議を通して、4.3　上水道分野の JCM 案件形成可能性調査の結果のとおり、セラミック膜ろ過システム、インバータ、変圧器、太陽光発電システム、配水監視システム・地理情報システム（GIS）のニーズが確認され、対象施設が特定された。小水力発電システムに関しては、ニーズは確認されたが、設置に適した高低差がある施設が特定されなかった。

各施設における技術ニーズと事業規模、MRV 方法論（案）の検討結果に基づき、表 **24** に示す 2 件の JCM 事業のポテンシャル案件を提案した。これらのポテンシャル案件は、温

室効果の排出削減だけではなく、電気料金削減による経営改善、水資源保全、水質改善等、大きなコベネフィットをもたらす。このため、プノンペン水道公社はこれらのポテンシャル案件の事業化に関心を示している。他方で、対象技術はカンボジアにおいて複合的に導入された事例がなく、また初期投資の金額が大きいため、プノンペン水道公社は日本から技術的・資金的支援を得たい意向である。JCM の枠組みの下、日本の自治体による技術協力や日本政府の資金スキームの活用を行うことで、特定した案件の早期の事業化が可能になると考えられる。

### 5.3　事業化に向けた課題

特定した案件の JCM 事業化に向けて、今後、以下の課題について調査が必要である。

#### (1)　共通の課題

「浄水場・取水場への省エネ設備・再エネ発電設備導入」及び「配水管網の漏水削減」に共通の課題は以下のとおりである。今後、導入設備の基本設計・詳細設計を行い、各技術の効果と費用を精緻化し、資金計画を作成する必要がある。また、プノンペン水道公社は日本の技術導入に関心を持っているが、設備の調達に際して原則的に国際競争入札を行っている。JCM の資金スキームを用いて日本の設備を導入するために、調達方法に関して検討が必要である。

＜共通の課題＞

・導入設備の基本設計・詳細設計
・資金計画
・調達方法
・日本製技術導入推進方策
・モニタリング計画

#### (2)　「配水管網の漏水削減」の課題

「配水管網の漏水削減」の課題は以下のとおりである。プノンペン水道公社において、配水監視システム・GIS はニーズが大きい技術であるが、本案件を JCM として事業化するためには、システムによる漏水削減効果を定量的に評価する方法を確立する必要がある。また、システムは導入後、継続的なデータ更新が必要であるため、システム担当者の運用・保守管理に係る能力強化が不可欠である。

＜「配水管網の漏水削減」の課題＞

・システムによる漏水削減効果の定量的な評価方法
・システム担当者の運用・保守管理能力強化計画

5.4　事業化に向けたスケジュール

事業化に向けたスケジュールを表 **25** に示す。2014 年度上期に詳細な調査を行い、2014 年度下期～2015 年度上期から、JCM 事業を開始する計画である。調査に関しては環境省の JCM 実現可能性等調査、JCM 事業実施に関しては環境省の設備補助の活用を念頭に置いている。また、カンボジア・プノンペン水道公社において事業実施した後、国内の他の水道事業体や周辺国に普及展開を行う。

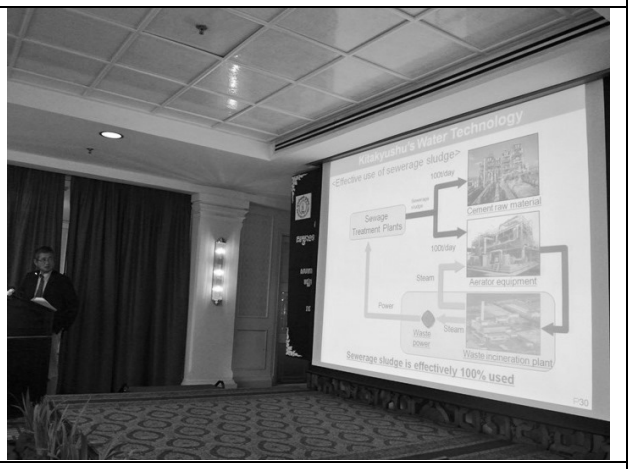
表 25　事業化に向けたスケジュール

| 項目 | 2014 年度 | | 2015 年度 | |
|---|---|---|---|---|
| | 上期 | 下期 | 上期 | 下期 |
| (1)　詳細調査実施 | | | | |
| ・導入設備の基本設計 | ◆→ | | | |
| ・資金計画 | ◆→ | | | |
| ・調達方法 | ◆→ | | | |
| ・日本製技術導入推進方策 | ◆→ | | | |
| ・モニタリング計画 | ◆→ | | | |
| (2)　JCM 事業実施 | | | | |
| ・導入設備の詳細設計 | | ◆→ | | |
| ・設備の運搬・据付 | | ◆→ | | |
| ・設備稼働・効果検証 | | | ◆→ | ◆→ |
| (3)　他都市・他国への普及展開 | | | | ◆→ |

# 附属資料１

# ワークショップ・技術勉強会・現地調査　写真

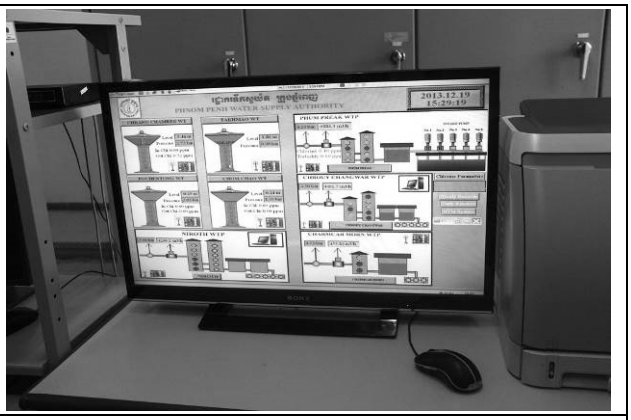
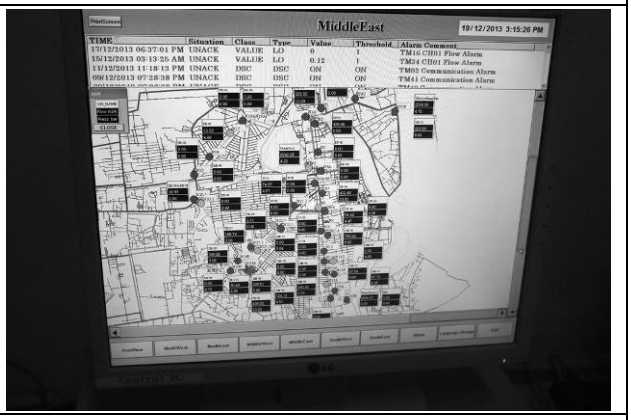
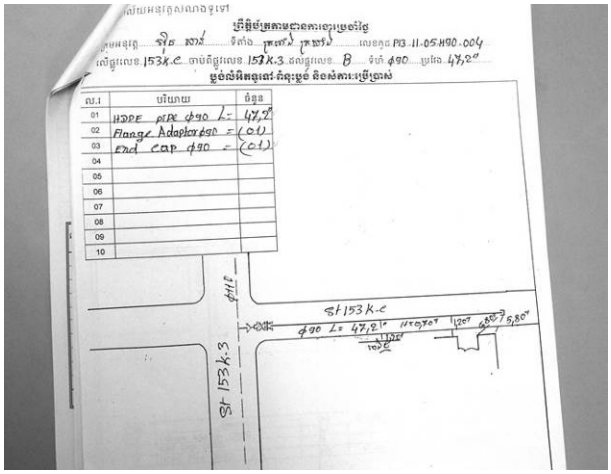
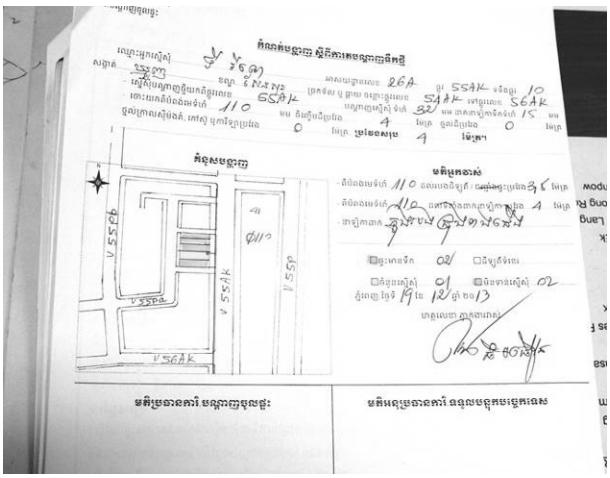
## ワークショップ　写真

<table>
<tr><td>
</td><td> </td></tr>
<tr><td>ワークショップ会場</td><td>鉱工業エネルギー省 H.E Meng Sak Theara<br>工業総局長と OECC 加藤主席研究員</td></tr>
<tr><td> </td><td> 
</td></tr>
<tr><td>参加者集合写真</td><td>北九州市上下水道局からのプレゼンテーション</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>プノンペン水道公社からのプレゼンテーション</td><td>カンボジア環境省からのプレゼンテーション</td></tr>
</table>

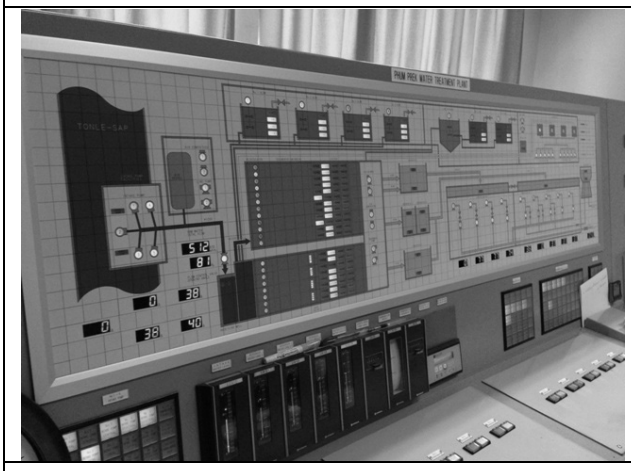
## 技術勉強会　写真

| | |
|---|---|
| | |
| プノンペン水道公社 | 技術勉強会 |
| | |
| プノンペン水道公社プロジェクト・計画部への<br>技術紹介・インタビュー | プノンペン水道公社浄水・配水部への<br>技術紹介・インタビュー |
| | |
| 山積みにされた給水管・料金メータに関する書類 | プノンペン水道公社営業部への技術紹介・<br>インタビュー |

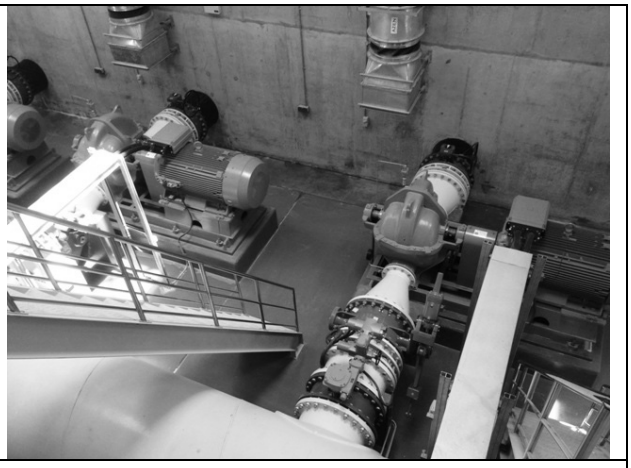
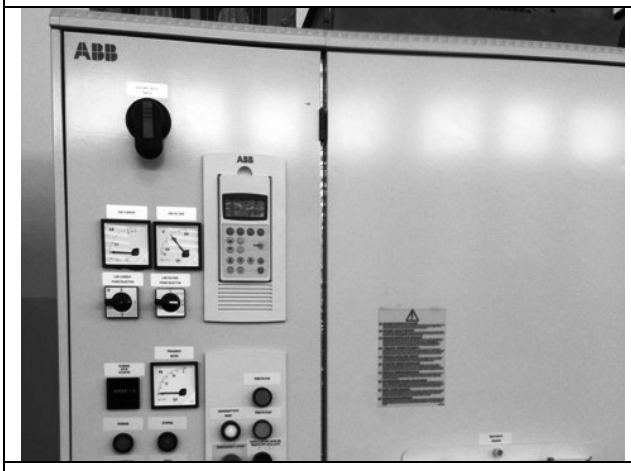
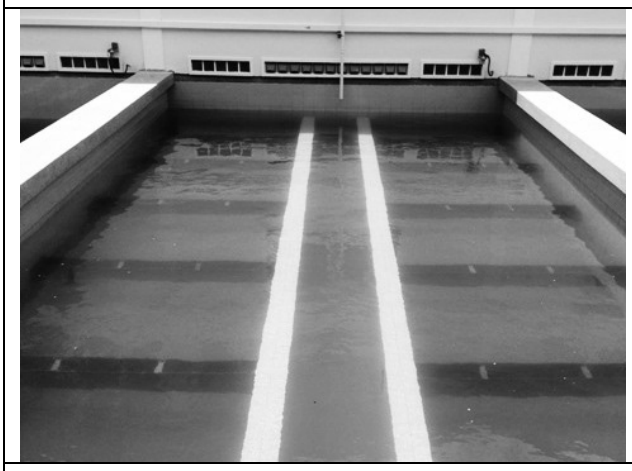
## 現地調査（配水監視システム・GIS システム）写真

<table>
<tr><td> </td><td>  </td></tr>
<tr><td>プノンペン水道公社で利用されている<br>GIS システム</td><td>浄水場・給水塔の監視システム</td></tr>
<tr><td> </td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="2">配水管網の監視システム</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>配水管敷設工事に関する書類</td><td>給水管敷設工事に関する書類</td></tr>
</table>

## 現地調査（Phum Prek 浄水場）写真

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>送水ポンプ（荏原製作所製）</td><td>777kW の太陽光パネル（京セラ製）<br>JICA 無償資金協力により設置、今年度施工完了<br>浄水場全体の電力消費量の 5%を発電</td></tr>
<tr><td>  </td><td> </td></tr>
<tr><td>1990 年代に設置された浄水場内の監視システム</td><td>浄水場の全体図</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>ろ過池<br>洗浄回数見直しにより電力消費量の削減が可能</td><td>1990 年代に設置された配電・受電設備<br>内蔵部品の更新により、電力消費量の削減が可能</td></tr>
</table>

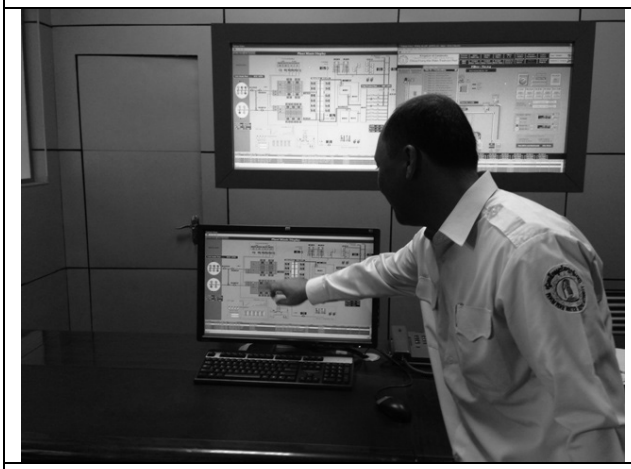
## 現地調査視（Niroth 浄水場）写真

<table>
<tr><td> </td><td>  </td></tr>
<tr><td>Niroth 浄水場　外観<br>JICA の円借款により建設・2013 年 6 月に竣工</td><td>送水ポンプ（一部クボタ製）</td></tr>
<tr><td>  </td><td> </td></tr>
<tr><td>配電・受電設備（スイス・ABB 社製）</td><td>沈殿池<br>浄水場の処理能力は 130,000 m³/日</td></tr>
<tr><td>  </td><td> </td></tr>
<tr><td>ろ過池<br>水が効率的に流れ込む設計になっている</td><td>地下貯水池<br>屋上に太陽光パネルを設置可能</td></tr>
</table>

## 現地調査（Cham Carmon 浄水場）写真

<table>
<tr><td> </td><td>
</td></tr>
<tr><td>水源と取水場（浄水場から約 0.8km 離れている）</td><td>取水場の電気設備<br>取水場で受電することにより、電力消費量の削減が可能</td></tr>
<tr><td colspan="2"> <br>（左）高速凝集沈殿池と（右）ろ過器</td></tr>
<tr><td> <br>現地調査の様子</td><td> <br>貯水池</td></tr>
</table>

## 現地調査（Chroy Chanwa 浄水場）写真

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>水源と取水場</td><td>沈殿池</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>洗浄中のろ過池</td><td>配水ポンプ<br>ポンプの回転数制御を行い、低需要時間帯の揚程を下げることにより電力消費量の削減が可能</td></tr>
<tr><td>  </td><td> </td></tr>
<tr><td>浄水場内の監視システム</td><td>給水塔と貯水池</td></tr>
</table>

# 附属資料 2

# JCM 提案方法論（案）

2014 年 2 月 20 日
（一社）海外環境協力センター

# JCM 提案方法論（案）　和文概要

## A. 方法論タイトル

上水道施設における総合的な省エネルギー設備・再生可能エネルギー発電設備の導入

## B. 用語の定義

| 用語 | 定義 |
|---|---|
| セラミック膜ろ過システム | セラミック膜を利用した浄水処理方式。セラミック膜モジュール、膜供給ポンプ、凝集タンク、浄水池で構成される。 |
| インバータ | 直流電力を交流電力に変換する装置。 |
| 変圧器 | 電磁誘導を利用して交流電力の電圧を変換する装置。 |
| 太陽光発電システム | 太陽光を利用して発電するシステム。太陽電池モジュール、ジャンクションボックス、パワーコンディショナ、配電盤で構成される。 |
| 小水力発電システム | 上水道施設の水力エネルギーを利用して発電するシステム。水車、発電機、配電盤で構成される。 |

## C. 方法論概要

| 項目 | 概要 |
|---|---|
| GHG 排出削減の手法 | 本方法論は、カンボジア国内の上水道施設において省エネルギー設備または再生可能エネルギー発電設備を新規導入・更新することにより、当該施設運転に係る化石燃料由来の電力消費量が削減され、GHG 排出量が削減されるプロジェクトに適用される。本方法論（案）を作成するにあたり、CDM 方法論 AMS-II.C.を参考にしている。 |
| リファレンス排出量の算定 | リファレンス排出量は、上水道施設における送水量あたり化石燃料由来の電力消費量が設備導入前の水準のまま推移する場合に排出されたであろう GHG 排出量とする。 |
| プロジェクト排出量の算定 | プロジェクト排出量は、設備導入後の GHG 排出量とする。 |
| モニタリングパラメータ | 対象施設における送水量、系統電力消費量、非常用自家発電用の化石燃料使用量がモニタリングされる。 |

## D. 適格性要件

本方法論は以下の全ての要件を満たすプロジェクトに適用することができる。

| | |
|---|---|
| 要件 1 | 以下の技術の何れか 2 つ以上が導入され、メンテナンスが実施される。<br>(1) セラミック膜ろ過システム<br>(2) インバータ<br>(3) 変圧器<br>(4) 太陽光発電システム<br>(5) 小水力発電システム |
| 要件 2 | 導入技術に関して運転維持管理に関するトレーニングが実施され、SOP（Standard Operation Procedures）が作成される。 |
| 要件 3 | 取水場・浄水場を対象とする。 |
| 要件 4 | プロジェクト実施前後の化石燃料・電力消費量、送水量が把握可能である。 |

## E. 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 |
| 系統電力の消費 | $CO_2$ |
| 非常用自家発電用化石燃料の燃焼 | $CO_2$ |
| プロジェクト排出量 | |
| GHG 排出源 | GHG 種類 |
| 系統電力の消費 | $CO_2$ |
| 非常用自家発電用化石燃料の燃焼 | $CO_2$ |

## F. リファレンス排出量の設定と算定

F.1 リファレンス排出量の設定

リファレンス排出量は、上水道施設における送水量あたり化石燃料由来電力消費量が現状の水準で推移する場合に排出されたであろう GHG 排出量として想定される。リファレンス送水量あたり化石燃料由来電力消費量は、過去のデータに基づいて算定される。

F.2 リファレンス排出量の算定

リファレンス排出量は次式により算定する。

$$RE_y = SEC_{RE} * Q_{PJ} * EF_{RE}$$

$$SEC_{RE} = \frac{EG_{RE,grid} + EG_{RE,backup}}{Q_{RE}}$$

$$EF_{RE} = \frac{EF_{grid} * EG_{RE,grid} + \sum_i (SFC_{RE,i} * NCV_i * EF_{fuel,i})}{EG_{RE,grid} + EG_{RE,backup}}$$

ここで

| | | |
|---|---|---|
| $RE_y$ | リファレンス排出量 | $tCO_2e/y$ |
| $SEC_{RE}$ | リファレンス送水量あたり化石燃料由来電力消費量 | $MWh/m^3$ |
| $EG_{RE,grid}$ | リファレンス系統電力消費量 | MWh |
| $EG_{RE,backup}$ | リファレンス非常用自家発電電力消費量 | MWh |
| $Q_{PJ}$ | プロジェクト送水量 | $m^3$ |
| $Q_{RE}$ | リファレンス送水量 | $m^3$ |
| $EF_{RE}$ | リファレンス電力 $CO_2$ 排出係数 | $tCO_2e/MWh$ |
| $EF_{grid}$ | 系統電力 $CO_2$ 排出係数 | $tCO_2e/MWh$ |
| $SFC_{RE,i}$ | リファレンス化石燃料 i 使用量 | Liter |
| $NCV_i$ | 化石燃料 i 正味発熱量 | MJ/Liter |
| $EF_{fuel,i}$ | 化石燃料 i$CO_2$ 排出係数 | $tCO_2e/MJ$ |

## G. プロジェクト排出量の設定と算定

プロジェクト排出量は次式により算定する。

$$PE_y = PE_{PJ,grid} + PE_{PJ,backup}$$

$$PE_{PJ,grid} = EG_{PJ,grid} * EF_{grid}$$

$$PE_{PJ,backup} = \sum_i (SFC_{PJ,i} * NCV_i * EF_{fuel,i})$$

ここで

| | | |
|---|---|---|
| $PE_y$ | プロジェクト排出量 | $tCO_2e/y$ |
| $PE_{PJ,grid}$ | プロジェクト系統電力由来 $CO_2$ 排出量 | $tCO_2e/y$ |
| $PE_{PJ,backup}$ | プロジェクト非常用自家発電由来 $CO_2$ 排出量 | $tCO_2e/y$ |
| $EG_{PJ,grid}$ | プロジェクト系統電力消費量 | MWh |
| $EF_{grid}$ | 系統電源 $CO_2$ 排出係数 | $tCO_2e/MWh$ |
| $SFC_{PJ,i}$ | プロジェクト化石燃料 i 使用量 | Liter |
| $NCV_i$ | 化石燃料 i 正味発熱量 | MJ/Liter |
| $EF_{fuel,i}$ | 化石燃料 i$CO_2$ 排出係数 | $tCO_2e/MJ$ |

## H. 排出削減量の算定

排出削減量は次式により算定する。

$$ER_y = RE_y - PE_y$$

ここで

| | | |
|---|---|---|
| $ER_y$ | 排出削減量 | $tCO_2e/y$ |
| $RE_y$ | リファレンス排出量 | $tCO_2e/y$ |
| $PE_y$ | プロジェクト排出量 | $tCO_2e/y$ |

## I. 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 |
|---|---|---|
| $EG_{RE,grid}$ | リファレンス系統電力消費量 | プノンペン水道公社 : 過去 3 年間のデータの平均値 |
| $EG_{RE,backup}$ | リファレンス非常用自家発電電力消費量 | プノンペン水道公社 : 過去 3 年間のデータの平均値 |
| $SFC_{RE,i}$ | リファレンス化石燃料 i 使用量 | プノンペン水道公社 : 過去 3 年間のデータの平均値 |
| $Q_{RE}$ | リファレンス送水量 | プノンペン水道公社 : 過去 3 年間のデータの平均値 |
| $EG_{PJ,grid}$ | プロジェクト系統電力消費量 | プノンペン水道公社 |
| $SFC_{PJ,i}$ | プロジェクト化石燃料 i 使用量 | プノンペン水道公社 |
| $Q_{PJ}$ | プロジェクト送水量 | プノンペン水道公社 |
| $EF_{grid}$ | 系統電源 $CO_2$ 排出係数 | カンボジア環境省:2011 年に公開されたプノンペングリッドの排出係数 0.6257 $tCO_2e$ /MWh（Operating Margin）※情報更新された場合は最新のデータを用いる |
| $NCV_i$ | 化石燃料 i 正味発熱量 | IPCC 2006 ガイドライン※国の固有値が公開された場合は同データを用いる |
| $EF_{fuel,i}$ | 化石燃料 i$CO_2$ 排出係数 | IPCC 2006 ガイドライン※国の固有値が公開された場合は同データを用いる |