

# 平成 19 年度 C D M / J I 事業調査

フィリピン・通信会社ビル群省エネ普及 CDM 事業調査

## 報 告 書

概要版

平成20年3月

鹿島建設株式会社



## 1. プロジェクト概要

### プロジェクトの背景と概要

フィリピンを始めとする ASEAN 諸国の多くは、一年を通じて高温多湿な気候にあり、オフィスビルやショッピングセンター、レストランなどの商業施設では一年中冷房を行っており多くの電力を消費している。こうした電力は、第 1 章に示したように石炭、石油といった化石燃料を用いた発電所により発電されたものの割合が多く、温室効果ガスを排出するだけでなく、最近の原油高と相まって電力料金の値上げが続いており、企業経営を圧迫する原因ともなっている。

一方、ASEAN 地域における建物の設備機器は、古いものが壊れるまで使われているケースが多く、省エネ機器への更新は進んでいないのが現状である。これは、建物の維持管理に十分な資金が回せない経営的問題と、省エネ調査や改修の十分な知識が建物の管理者に備わっていないためと考えられる。

本プロジェクトでは、フィリピンの通信会社をカウンターパートとし、所有するビル群の空調系と照明系を中心とする省エネ機器を導入することにより電力消費を低減させ、これにより CO2 の削減にも寄与する CDM プロジェクトである。通信会社をカウンターパートとした理由は以下の 3 点である。

- ・ オフィスとしての機能だけでなく、温度管理が必要な通信機器室を備えており、電力使用量が通常のオフィスビルより大きいため、大きな省エネ効果を期待できると予想される。
- ・ 単一のビルの省エネにより得られる炭素クレジットは小さく CDM としての魅力に乏しいため複数の建物を所有する企業をターゲットすることが望ましい。
- ・ プログラム CDM とすることにより、技術の展開も図れ、得られる炭素クレジットを原資として他の建物に省エネ技術を普及させることが比較的容易であると考えられる。

### プロジェクトの持続可能な開発への貢献

フィリピン・エネルギー省 (DOE) は、フィリピン・エネルギー・プラン 2005 の中でエネルギー自給率を 2010 年までに 60%まで向上させることを計画しており、その一つの方策として省エネを位置付け、15.3MMBFOE(原油換算 100 万バレル)相当の省エネを目指し省エネ推進プログラムを開始したところである。省エネはフィリピン政府の掲げるエネルギー自給率向上において重要な要素となっている。

一方、フィリピンにおける 2004 年の電力販売量は約 44,000GWh で、2003 年比 3%の増加であった。また、マニラ電力会社の 2005 年における電力販売量は約 25,000GWh で、そのうち商用は 9,000GWh である。電源構成別に見ると石油、ガス、などの化石燃料起源のものが 66%を占め水力 15.5%、地熱 18.5%であり、これを用いて計算された排出係数はルソングリッドで 0.548tCO<sub>2</sub>/MWh である。省エネは温室効果ガスの排出削減に結びつくだけでなく、新しい電源開発が進まない中、増大する電力需要に対応する余力を与えるものである。

## 適用する省エネ技術の概要

CDM プロジェクトに取り入れる省エネ手法は、モニタリングが容易であること、そしてモニタリングデータがプロジェクト外の原因の影響を受けないよう、計量区分を明確にすることが必要である。また、対象地域で、プロジェクトに必要な機材が容易に調達できるものであるかの検討も必要である。以上と現地調査の結果を考慮した結果、本プログラム CDM に採用可能な省エネ手法として以下を選定した。この中から建物の特性や使用状況等に応じて適当な手法を組み合わせて計画するものとする。

表 1 代表的な CPA で採用した省エネ手法

| 種類     | 手法                                            | CPA での実施の有無 |
|--------|-----------------------------------------------|-------------|
| 熱源の改善  | Measure 1：冷凍機の高効率タイプへの交換                      |             |
|        | Measure 2：クーリングタワーの高効率タイプへの交換                 | ○           |
| 空調機の改善 | Measure 3：パッケージエアコン(PAC)の高効率タイプへの交換           | ○           |
| 搬送系の改善 | Measure 4：ポンプの高効率タイプへの交換                      | ○           |
|        | Measure 5：ポンプへのインバーターコントロール及び VVVF の導入        | ○           |
|        | Measure 6：ファンの高効率タイプへの交換                      |             |
|        | Measure 7：ファンへのインバーターコントロールの導入及びダクトへの VAV の導入 | ○           |
| 照明の改善  | Measure 8：安定器の高効率タイプへの交換                      | ○           |
|        | Measure 9：照明器具の交換                             |             |

## 2. ベースラインの設定

### 方法論

本プロジェクトは、建物でのエネルギー効率向上を図るプロジェクトである。また、本プロジェクト活動によるエネルギー使用の削減量は 60GWh/年以下であるので、本プロジェクトには、小規模 CDM 方法論の適用が可能である。したがって、小規模方法論 AMS タイプ II: Energy Efficiency Improvement Projects のカテゴリー E: 建物でのエネルギー効率・燃料転換手法“Energy efficiency and fuel switching measures for buildings ( version 10) を適用する。また、グリッド排出係数の算定について次の方法論及びツールも参照する。

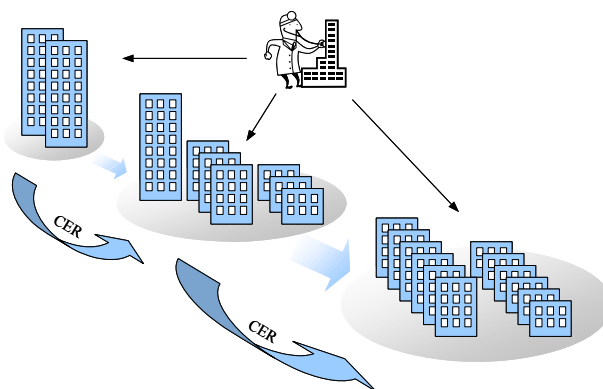
AMS-I.D “Grid connected renewable electricity generation”, version 12

“Tool to calculate the emission factor for an electricity system”

## プログラム CDM の適用

本プロジェクトで対象とする通信会社は複数のビルを有しているが、財政上の理由からも、実際の活動は段階的に実施される。そのため、通常はその都度新たな CDM として登録する手続きを踏む必要があり、実施者にとっては手続き等が大きな負担となり、そのことがプロジェクト実施への障壁となる恐れもある。そこで、その負担を軽減し、CDM のメリットを最大限に活用するために、本プロジェクトではこのプログラム CDM の手法を適用する。

本活動プログラム（PoA）に含まれる各 CDM プログラム活動（CPA）によるエネルギー使用の削減量は 60GWh/年以下である。したがって、各 CPA には、先に示した CDM 理事会承認済み小規模 CDM 方法論である、AMS II.E：建物でのエネルギー効率・燃料転換手法が適用可能である。



## 代表的な CPA

“Small-Scale Programme of Activities Design Document Form (CDM-SSC-PoA-DD) Version 01”、及び“Clean Development Mechanism Program Activity Design Document Form (CDM CPA-DD) version 01”によると、プログラム CDM における PoA-DD には、温室効果ガス削減量などについては代表的な CPA について記述することとなっている。

この規定に基づき、本報告書においても、PoA に含まれる CDM プロジェクト活動（CPA）のうち、代表的なものを一つ取り上げ、その CPA についてのプロジェクト排出量の算定方法及び推定方法を述べる。ここでは、代表的な CPA として、通信設備を有するオフィスビル 1 棟を対象に、設備機器の更新などの省エネ手法を導入するプロジェクトを想定する。PoA のなかで提案する省エネ手法は全部で 9 つあるが、代表的な CPA で採用されている手法は 6 つの組み合わせである。

## ベースラインシナリオ

以下の 3 つの代替案を検討した結果、主に投資障害によりシナリオ 1 がベースラインと認められた。すなわち、対象企業の投資計画の調査及びビル管理者とのインタビュー調査を実施したところ、省エネのために設備を交換する予算の余裕はない。各手法における投資回収期間を算定すると、全てフィリピンで通常の投資回収期間である 2 年を超えている。また省エネ型設備を導入しても本来業務の拡大にはつながらないため、経済的にも魅力はなく、CDM のクレジット販売収入のような追加の収入がない限り、本プロジェクトで提案している手法の導入が実施されることはないといえる。したがって、代替案 2、3 は排除できる。

シナリオ 1：省エネ活動が実施されない（現状維持）  
シナリオ 2：その他の省エネの取り組みが実施される  
シナリオ 3：CDM としてではなく、本プロジェクトで提案する取り組みが実施される。

## バウンダリー

プログラム CDM では、PoA 及び CPA の両方のプロジェクトバウンダリーを特定する必要がある。

### PoA のプロジェクトバウンダリー

AMS-II.E では、プロジェクトバウンダリーは、建物の物理的、地理的サイトのことである、と規定されている。本 PoA では、通信企業がフィリピン全土に保有するビル群を対象とし、省エネ手法を導入する。したがって、PoA としてのプロジェクトバウンダリーは、フィリピン全土である。

### CPA のプロジェクトバウンダリー

CPA としてのプロジェクトバウンダリーは、省エネ手法を導入する、単一の対象建物の物理的、地理的サイトである。

## 3. GHG 削減量

GHG 削減量の算定の基本は、ベースライン排出量からプロジェクト排出量とリーケージを引くことにより求める。  $ER_y = BE_y - PE_y - L_y$

ベースライン排出量及びプロジェクト排出量は消費電力量に排出係数を乗ずることで算定される。また、リーケージはゼロとみなすことができる。  $BE_y = \sum_j E_{j,y}^B = \sum_j (Q_{j,y}^B * EF_{j,y}^B)$   
代表的な CPA について算定した GHG 削減量を以下に示す。

表 2 代表的 CPA における GHG 削減量

| Credit Year | Baseline Emission<br>tCO <sub>2</sub> /y | Project Emission<br>tCO <sub>2</sub> /y | Leakage<br>tCO <sub>2</sub> /y | Emission Reduction<br>tCO <sub>2</sub> /y |
|-------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|
| Year 1      | 5,414                                    | 4,103                                   | 0                              | 1,312                                     |
| Year 2      | 5,414                                    | 4,103                                   | 0                              | 1,312                                     |
| Year 3      | 5,414                                    | 4,103                                   | 0                              | 1,312                                     |
| Year 4      | 5,414                                    | 4,103                                   | 0                              | 1,312                                     |
| Year 5      | 5,414                                    | 4,103                                   | 0                              | 1,312                                     |
| Year 6      | 5,414                                    | 4,103                                   | 0                              | 1,312                                     |
| Year 7      | 5,414                                    | 4,103                                   | 0                              | 1,312                                     |
|             |                                          |                                         | Total                          | 9,181                                     |

#### 4. モニタリング計画

モニタリングでは、対象機器における消費電力の測定が基本となる。事業開始後に定期的・継続的に測定が必要な項目を下表に示す。なお、モニタリングは、本社施設管理部門が統括し、それぞれのビル管理者が行うものとする。

表 3 モニタリング項目

| パラメータ               | 単位                    | 説明                                        | 参考文献・算出方法 | 備考                                                                      |
|---------------------|-----------------------|-------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------|
| 全体の排出量計算に必要なパラメータ   |                       |                                           |           |                                                                         |
| $PE_y$              | tCO <sub>2</sub> /y   | 年間のプロジェクト排出量                              | 計算        | 下記の計算式で算出;<br>$PE_y = \sum_j EP_{j,y}$                                  |
| $E_{j,y}^p$         | tCO <sub>2</sub> /y   | 対象設備機器 j からの年間プロジェクト排出量                   | 計算        | 下記の計算式で算出;<br>$E_{j,y}^p = Q_{j,y}^p * EF^p$                            |
| $Q_{j,y}^p$         | MWh/y                 | 対象設備機器 j の年間電力消費量                         | 計算        | プロジェクトシナリオにおける対象設備の電力使用量を合計して算出                                         |
| $EF^p$              | tCO <sub>2</sub> /MWh | プロジェクト活動期間におけるルソン系統の現在の発電構成の加重平均 CO2 排出係数 | 計算        | 下記の計算式で算出;<br>$EF^p = (\sum F_{i,w,y} * COEF_{i,w}) / \sum_t GEN_{t,y}$ |
| GEN                 | MWh/year              | ルソン系統の発電所による年間発電量                         | 計算        | 公式資料を基に毎年データを更新する                                                       |
| 個々の手法ごとに必要なモニタリング項目 |                       |                                           |           |                                                                         |
| $Q_{j,h}^p$         | MWh/hour              | プロジェクトシナリオにおける対象機器 j の毎時電力消費量             | 計測        | 電力計により、1 時間毎に計測し、毎月記録する<br>CER 発行後、最低 2 年間はデータを保管する                     |

#### 5. 環境影響分析

CDM- SSC-PoA-DD (version 01)では、環境影響分析の実施については、PoA レベルまたは CPA レベルのいずれかで実施するか選択し、またその理由を述べることが規定されている。フィリピン EIS システムでは、各プロジェクト活動ごとに必要書類を作成・提出することが義務付けられているため、本プロジェクトでも各 CPA で対応をとる必要がある。したがって、CPA レベルでの環境影響評価の実施を選択する。

本プロジェクトの実施に伴う環境影響は、工事期間ならびに設備供用期間に分けて考えられる。工事期間に予測される環境影響のうち最も大きなものは、廃機器に HFC や廃油等が含まれているケースである。これに対して、適切な回収・処理を行うことで対応可能である。設備供用期間については特に環境への影響は考えられない。

フィリピンにおける環境影響評価については、2003 年に環境影響ステートメントシステム実施のための規定 (DAO 03-30 : DENR Administrative Order No. 2003-30、Implementing Rules and

Regulations (IRR) for the Philippine Environmental Impact Statement (EIS) System) が、そして 2007 年に実施手続きマニュアル (Revised Procedural Manual for DAO 03-30) が制定され、詳細事項が明確になっている。

これらによると、EIS は新規建築物などで必要とされており、既に ECC を取得している既存建物内での機器の更新やインバータの導入だけを実施する本プロジェクトは、EIS 提出義務の対象とならない。したがって、本プロジェクトで必要な対応は、環境報告書及び管理計画 (EPRMP: Environmental Performance Report and Management Plan) の作成と提出である。

## 6. 利害関係者コメント

利害関係者コメントは、インタビューにより収集した。主な、コメント収集相手は、天然資源環境省環境管理局 (EMB-DENR)、エネルギー省 (DOE)、省エネ協会 (ENPAP)、通信会社側のビル管理担当者および広報担当者、在フィリピン日本政府関係機関 (大使館、JICA、JBIC) などである。

省エネの実施に関して、フィリピン政府は、エネルギー省を中心にその普及のために種々の方策 (キャンペーン、Energy Audit、表彰制度など) を実施しており、ネガティブなコメントは全くなかった。また、省エネの普及に関しては日本政府とも協力して普及に努めたいとの意向であった。

通信会社側においても、日本側から調査の方法や温室効果ガス削減との関係などについて学びたいとの意向であり、単に省エネによるコスト削減だけでなく、地球環境に対する取組みをアピールするねらいも見られた。

## 7. プロジェクト実施計画

### 全体計画

プログラム CDM スキームを活用した本プロジェクトの全体計画については、カウンターパートとの調整が十分取れてはいないが、大まかには以下のようなステップを考えている。

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>ステップ 0</b> : カウンターパート所有建物全体の状況を調査し、省エネ改修の方針を作成、プログラム CDM として登録する。</p> <p><b>ステップ 1</b> : 大型の建物 2 ～ 3 棟について省エネ診断を実施後、改修計画を立案し、CPA として登録、省エネ改修を実施する。</p> <p><b>ステップ 2</b> : ステップ 1 の実施により発生した電気料金の節約分の一部と CER を用いて、他の大型建物、中型建物の省エネ改修の計画を立て、CPA として登録し、計画を実施する。</p> <p><b>ステップ 3</b> : ステップ 1 及びステップ 2 により毎年発生する電気料金の節約分の一部と CER を用いて、残りの中型建物、小型建物について、CPA として登録した後に省エネ改修を実施する。</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 実施体制

省エネ改修の計画・実施は、通信会社側が行うことを原則とするが、省エネ改修に対するアドバイス及びモニタリングの指導は鹿島が行う。また、発生したクレジットの移転についても鹿島が行うこととする。

## 資金計画

本プロジェクトは省エネ改修に重点をおくもので、省エネ改修で得られるクレジット収入は省エネ改修費用に比べごく小さいものであるため、プロジェクトの資金は、省エネそのものによる電気料金削減効果により建物のオーナー側が予算を用意し実施すべきものである。

対象の通信会社がどの程度の資金を省エネ改修に準備できるかについては現状では議論できていないが、自己資金だけではなく、金融機関からのローンを行う場合は、CDM 化の条件であればフィリピン開発銀行(Development Bank of the Philippines)などから条件の良い融資が受けられる可能性がある。また、第 1 章にも述べたようにフィリピンにおいてもわが国同様 ESCO 事業を実施する企業が設立されており、省エネ改修資金については ESCO の活用も考えられるが、その場合、ESCO 事業者との間で、省エネによる電気料金削減量の配分等を取り決める必要があるため、8.1 に述べたようなプログラム CDM としての展開が難しくなる恐れがあるため十分に注意する必要がある。

## プロジェクト実施期間／クレジット獲得期間

プログラム CDM における PoA は最長 28 年とされている。本プログラム CDM は、PoA 開始後遅くとも 10 年程度で対象ビルの省エネ改修を終えることを想定しているが、通信会社の所有する全ビルに対し省エネ改修が展開されることがより長期に及ぶ可能性もある。ここでは、最も遅く開始される CPA の開始時期、またその後最低 7 年間あるいは 14 年間のクレジット期間を考慮し、プロジェクト期間は、28 年とする。また、個々の CPA について、クレジット期間は設置した設備の寿命や更新期間を考慮して決める必要があるが、フィリピンにおいては法定耐用年数が設定されていないため、これを設定するのは難しい。そのため、クレジット期間は 7 年間とし、その後必要に応じて更新するものとする。

## 実施スケジュール

実施は、2008 年に事業の第 1 フェーズとして詳細診断を行った後、改修工事を実施、翌年 2009 年から運転を行う。その後、毎年、数棟ずつ建物の診断と回収を実施し、10 年程度で全建物を省エネ化させる予定である。

表 4 実施スケジュール

| 項 目            | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 調査 (Phase1)  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2 プログラム策定      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 3 PDD作成        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 4 政府承認～国連登録    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 5 事業化(Phase1)  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 6 事業化(Phase2)  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 7 事業化(Phase3)  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 8 事業化(Phase4)  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 9 事業化(Phase5)  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 10 事業化(Phase6) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 11 事業化(Phase7) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 12 事業化(Phase7) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 13 事業化(Phase8) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

適用:

詳細診断

改修

供用

## 8. プロジェクトの収益性

### 事業費用概算

代表的 CPA について事業費を算定した結果、約 3 億円であった。

### プロジェクト収入

CER の販売価格を CER1tCO<sub>2</sub>/year = 10 USD、為替レートを 1USD = 110JPY, 1PHP = 2.6JPY、電気料金 (商用) を 1kWh = 7.3PHP とすると、代表的 CPA における CER 収入は年間 144 万円、電気料金の節約分が年間 4,542 万円となった。

また、PoA が本調査で想定したビル 50 棟全部に普及し、全てのビルにおいて 20%の省エネが達成されたとすると、CER 収入は年間 1,100 万円、電気料金の節約分が年間 36,600 万円と算定された。

### 投資回収期間

代表的 CPA で選定したそれぞれの省エネ手法について、単純投資回収期間を算定した結果を表 5 に示す。また、代表的 CPA において収入は炭素クレジットのみであるので、財務的内部収益率ではなく便益を含めた経済的内部収益率 (EIRR) を算定した結果を表 6 に示す。

表 5 代表的 CPA における単純投資回収期間

| No. | Measures               | Pay-back time |
|-----|------------------------|---------------|
| 1   | Measure 2 A+ Measure 7 | 6.9           |
| 2   | Measure 3              | 3.5           |
| 3   | Measure 4 + Measure 5  | 6.2           |
| 4   | Measure 2B             | 7.9           |
| 5   | Measure 8              | 6.7           |

表 6 代表的 CPA における経済的内部収益率 (EIRR)

| IRR      | CER 含まない | CER 含む |
|----------|----------|--------|
| IRR 7yr  | 1.1%     | 1.7%   |
| IRR 10yr | 8.0%     | 8.6%   |
| IRR 14yr | 11.7%    | 12.3%  |

## 9. 事業化に向けての見込み・課題

これまで実施した調査及びカウンターパート側との協議の結果を以下にまとめる。

- ・ カウンターパートはフィリピンを代表する通信会社であり、省エネに対する意識は高い。また、カーボンビジネスに対しても十分認識しており、自社の省エネ活動を CDM として登録したいとの意向を持っている。
- ・ 白熱灯を蛍光灯に換えるなど、投資回収期間が短い省エネ改修であれば CDM がなくても実施している。
- ・ その他の設備機器について、建物の維持管理に対する予算割当ては十分でなく、壊れるか機能が著しく劣化するまで実施されていないものが多い。
- ・ 空調系、照明系を中心に設備更新やインバータ、VAV、VWV などの制御導入により 10% から 20% 程度の省エネ効果が期待できる。
- ・ 調査を実施した建物の場合、こうした省エネ改修にかかる費用は、それぞれ 1.4 千万円から 1.8 億円程度であり、投資回収期間は 3.5 年から 7.9 年であった。省エネ効果を勘案した経済的内部収益率は、7 年間で 1.1% (CER を含む場合は 1.7%)、14 年間で 11.7% (CER を含む場合は 12.3%) であった。

また、本プロジェクトの事業化に向けての課題は以下のように整理される。

(事業化への意思決定)

- ・ 本プロジェクトで採用する技術の投資回収期間はいずれも 2 年以上であり、フィリピンにおける省エネに対する企業の考え方や投資環境を考慮すればカウンターパート側が省エネ改修の意思決定を行うことが困難であることが予想される。8 章にも述べたような低利の融資や ESCO などの活用も含めて、資金計画についても更に検討する必要がある。
- ・ カウンターパートは、フィリピンにおける大企業であり、諸々の交渉に多大な時間がかかることが多々ある。トップマネージメントからトップダウンで決定を得られるような関係を築く必要がある。

(個別ビルの詳細調査)

- ・ 2 章で述べたように、フィリピンでは日本に比べ竣工図面がほとんど紛失されていたり、修繕履歴がなかったり、計測器等が設置されていないなど、管理状態の不備が多く見られた。そのため、省エネ改修の検討及びその効果の算定の精度が十分でない可能性がある。これを補うためにより詳細な調査が必要となる。
- ・ これまでの調査の範囲では、工事实施の際に壁を壊す必要がある箇所など工事の支障がある箇所などについて十分な調査ができていない。場合によっては大きなコストアップにもなるためこの観点からも更に詳細な調査が必要である。また、カウンターパートである通信会社において通信の障害にならないような配慮についても今後十分に検討する必要がある。

(プログラム CDM 化のための更なる調査)

- ・ 本事業をプログラム CDM として構築するためには、本調査で調査を行った大規模ビルだけでなく、中規模、小規模のビルについても調査を行いそれらの特徴を把握し全体計画をより明確に構築する必要がある。

(カウンターパートのキャパシティービルディング)

- ・ プログラム CDM として省エネを展開するためには、カウンターパート側企業の積極的な関与が必須である。日本側が推奨する省エネ技術に関して熟知し、小規模のビルでは自ら省エネ改修計画を立案できるようになることが望ましい。また、CDM 事業を実施する際に重要なモニタリングについても、その必要性和手法について十分理解し、自ら実施できるようにするためのキャパシティービルディングが必要である。

