

**タイ・炭素クレジット認証付ビルエネルギー管理システム  
(BEMS)制度の構築を通じた省エネ推進に関する  
新メカニズム実現可能性調査**

株式会社 山武

＜共同実施者＞

株式会社あらたサステナビリティ(PwC Japan)

Azbil Thailand Co., Ltd.

PwC Thailand

**azbil**

Copyright © 2009 Yamatake Corporation All Rights Reserved.

**目次**

1. 事業・活動の概要
2. リファレンスシナリオ及びバウンダリー設定
3. モニタリング手法・計画
4. GHG排出量・削減量
5. 排出削減効果の測定・報告・検証(MRV)手法
6. ホスト国の持続可能な開発への寄与

**azbil**

Copyright © 2009 Yamatake Corporation All Rights Reserved.

## 1. 事業・活動の概要

### ビルエネルギー管理システム (BEMS)

ビルエネルギー管理システム (Building and Energy Management System : BEMS) とは、建築物の管理者が室内環境・エネルギー使用状況を把握し、快適で機能的な室内環境を維持・管理していくための制御・管理システムである。<sup>※</sup>  
 日本では、設備の効率的な運用と見える化を実現するBEMS導入が早くから推進され、高い省エネ実績を上げるだけでなく、見える化によってもたらされる省エネ運用技術・ノウハウの蓄積が行われてきた。

(※独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の「住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業 (BEMS導入支援事業)」による)

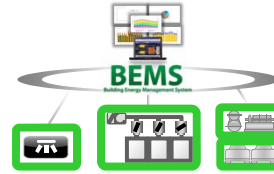


図-1 BEMSシステム構成

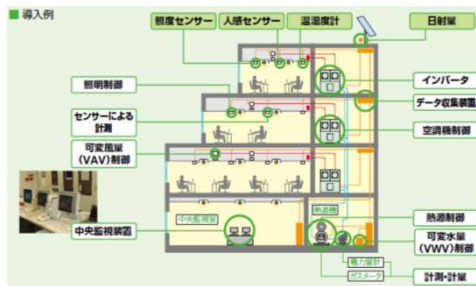


図-2 BEMS導入例

(「住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業 (BEMS導入支援事業)」平成17~20年度補助事業者の実施状況に関する分析より引用)

機能	内容
中央監視機能	設備の操作・監視・計測、タイムスケジュール発停など 中央監視装置 (中央監視盤、照明制御盤など) 通信装置 (ルータ、モデムなど)
省エネ制御機能	運動発停、設定値自動変更 など 省エネ制御プログラム 制御機器 (アクチュエータ、コントローラなど) 盤類 (自動制御盤、動力制御盤、インバータ盤など)
計測計量機能	センサー、メータ情報の自動収集など 計測計量装置 (熱量計、CT、電力量計、ガスメータ、センサー、など)
データ管理機能	データ蓄積、グラフ表示など



Copyright © 2009 Yamatake Corporation All Rights Reserved.

## 1. 事業・活動の概要

### 炭素クレジット認証付BEMS制度

日本では、業務用ビルにおける省エネ推進の一環として、NEDOにより「住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業 (BEMS導入支援事業)」が長期間に亘り実施されBEMSの普及が進められてきた。本事業は、二国間オフセット・クレジット制度 (BOCM) の下でタイにおいてBEMSの普及を制度化し、業務用ビルの省エネ推進によるエネルギー起源のCO2排出量を削減することを意図する。



図-4 日本の「住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業 (BEMS導入支援事業)」

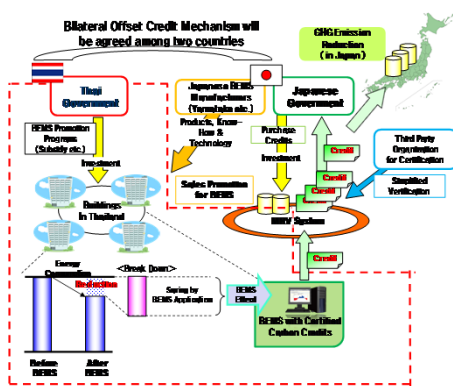


図-3 炭素クレジット認証付BEMS制度のイメージ図

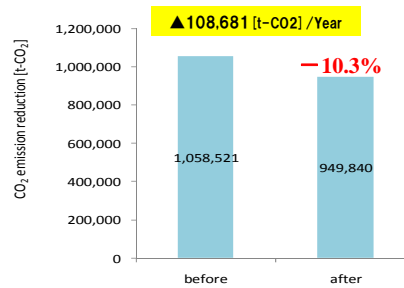


図-5 「BEMS導入支援事業」のCO2削減効果  
 (「住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業 (BEMS導入支援事業)」平成17~20年度補助事業者の実施状況に関する分析より引用)

Copyright © 2009 Yamatake Corporation All Rights Reserved.

## 2. リファレンスシナリオ及びバウンダリー設定

### リファレンスシナリオ

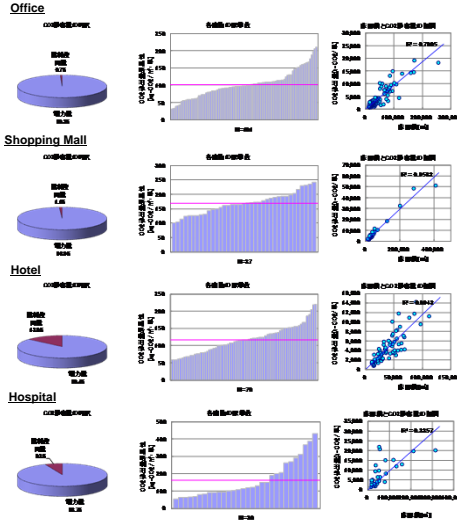


図-6 バンコク都市内におけるビル用途別CO2排出量の現状

リファレンスシナリオは、タイの業務部門ビル（オフィス、商業施設、ホテル、病院）にBEMSが導入されず、設備の省エネ制御・運用が実施されなかった場合とし、床面積の推移予測、CO2排出原単位の推移予測、その他要因の考察を基にリファレンスシナリオを示した。

タイのエネルギー省代替エネルギー開発・効率局（DEDE）の協力のもと、「省エネルギー推進法」で届出義務のある業務用ビルのデータ（約1,400件）から4用途（オフィス、商業施設、ホテル、病院）に対して分析を実施した。

表-2 バンコク都市内におけるビル用途別CO2排出量原単位

	有効データ数	CO2排出量原単位 [kg-CO2/m2・Y]		
		最小値	最大値	平均値
Office Building	101	30.3	210.2	101
Shopping Mall	37	100.6	241.5	168
Hotel	70	57.6	219.2	117
Hospital	30	54.6	431.5	162

Copyright © 2009 Yamatake Corporation All Rights Reserved.

## 2. リファレンスシナリオ及びバウンダリー設定

### リファレンスシナリオ

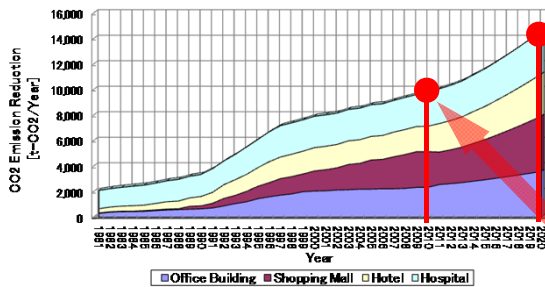


図-7 対象建物のCO2排出量の推移予測

タイの業務部門における対象ビルのCO2排出量の予測は、2010年末時点で9,657千t-CO2、2020年末時点で14,709千t-CO2となった。

2010年 CO2 排出量予測

9,657,000 [ t-CO2/year]

2020年 CO2排出量予測

14,709,000 [ t-CO2/year]

表-3 タイ全土におけるビル用途別CO2排出量予測

タイ「省エネルギー推進法」対象ビル Controlled Bldg.s all over Thailand ( ~ 2010)		Office	Shopping Mall	Hotel	Hospital	Total
総床面積 [千m2] Total Floor Area	①基礎データ(755件) Number of Database	8,775	6,302	6,411	5,867	27,355
	①'全ビル(2,000件) (①×2.65) Presumed number of Bldg.s	23,245	16,694	16,983	15,542	72,464
CO2排出原単位[kg-CO2/Y・m2] Specific CO2 Emission	②バンコク都市内平均 Average of Specific CO2	101	168	117	162	
CO2排出量[k t-CO2/Y] CO2 Emission	③=①' × ②	2,348	2,805	1,987	2,518	9,657



Copyright © 2009 Yamatake Corporation All Rights Reserved.

## 2. リファレンスシナリオ及びバウンダリー設定

### バウンダリー設定

バウンダリーは、ビル全体である。ビル全体のエネルギー使用量に着目し、BEMSによる自動制御のみならず、運用改善によって得られる省エネ量をも含めることで排出削減のより大きな達成や意識向上に資するものと考えられる。

表-4 バウンダリー設定比較表

方式	イメージ図	考え方
①-BEMSによる自動制御の対象設備		ビル・施設内でBEMSによって自動制御される設備・機器のみをバウンダリーとする方法である。BEMSの自動制御によって得られる省エネ効果に運用改善（人による省エネ活動）を加算しない考え方であり、CDMの考え方に近い。
②-ビル全体		ビル全体の設備・機器を対象とし、ビル全体のエネルギー使用量に着目する。BEMSによる自動制御のみならず、運用改善によって得られる省エネ量も認めるものとする。BEMS導入によるビル全体のエネルギー使用量の見える化は運用改善活動の動機づけとなるものと考えられるが、運用改善によって得られた省エネ効果についてもBEMS導入効果として含める考え方である。

azbil

Copyright © 2009 Yamatake Corporation All Rights Reserved.

## 3. モニタリング手法・計画

表-5 モニタリング項目一覧

モニタリング項目
電気
重油
ディーゼル
LPG
LNG
石炭
蒸気
その他

▶モニタリング項目は、「ビル全体」に対するCO2排出源となる全てのエネルギー使用とし、タイの「省エネルギー推進法」で対象となっている電気・燃料等とした。

▶ビルで使用する全ての電気、燃料、熱の使用量について、電力会社、燃料供給会社の購買伝票による実測データを用いる。

▶モニタリング体制として、内部確認は6カ月に1回以上の頻度でデータの確認を行うものとする。これは、タイの「省エネルギー推進法」の報告が6カ月に1回の周期であることによる。

表-6 モニタリング手法

モニタリング対象	モニタリング方法	モニタリング頻度	モニタリング体制
電気（全体）	購買伝票（伝票・領収書）等により集計	1回/月	定期報告書提出時 内部確認 （1回/6ヶ月）
燃料（全体）	購買伝票（伝票・領収書）等により集計	1回/月	定期報告書提出時 内部確認 （1回/6ヶ月）

azbil

Copyright © 2009 Yamatake Corporation All Rights Reserved.

## 4. GHG排出量・削減量

### GHG排出削減量の算定式

#### (1) ベースライン排出量の算定

以下の算定結果より少ない排出量をベースライン排出量とする。

- ①BEMS導入前実績排出量：過去3年のエネルギーデータの平均値より算定
- ②理論排出量（制度開始当初は使用しない）：理論排出量 = 標準排出量原単位 × 活動量

#### (2) 計画排出量の算定

計画排出量はBEMS導入前の省エネ診断によって決定する。

#### (3) BEMS導入後の実績排出量の算定

BEMS導入後のエネルギーデータより算定

#### (4) 排出削減量の算定

- ・計画排出量 < 実績排出量 < ベースライン排出量の時、  
排出削減量 = ベースライン排出量 - 実績排出量
- ・実績排出量 > ベースライン排出量の時、  
排出削減量 = 0
- ・計画排出量 ≥ 実績排出量  
排出削減量 = ベースライン排出量 - 計画排出量

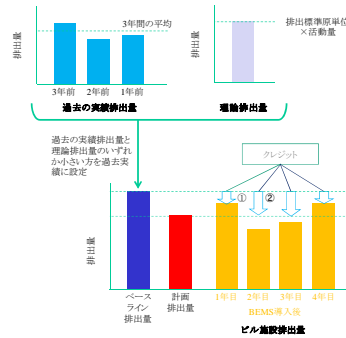


図-8 GHG排出量の算定イメージ



Copyright © 2009 Yamatake Corporation All Rights Reserved.

## 4. GHG排出量・削減量

### サンプルプロジェクトのGHG排出削減量算定結果

提案した算定方法について、現地調査で得られたオフィス、商業施設（Shopping Mall）、ホテル、病院の12件のデータを用いてBEMS導入計画案を策定し、ベースライン排出量と計画排出量、排出削減量を算定した。

表-7 BEMS導入調査現場の計画排出削減量算定結果

調査建物		ベースライン排出量 [t-CO2/Y]	計画排出量 [t-CO2/Y]	計画削減量 [t-CO2/Y]	計画削減率 [%]
Office	A	9,012	7,790	1,222	13.6%
	B	1,978	1,220	758	38.3%
	C	940	711	229	24.4%
Shopping Mall	A	22,154	19,893	2,261	10.2%
	B	40,030	37,982	2,048	5.1%
	C	4,988	4,235	753	15.1%
Hotel	A	11,827	11,017	810	6.9%
	B	8,071	7,161	910	11.3%
	C	4,822	4,040	782	16.2%
Hospital	A	5,410	4,674	736	13.6%
	B	5,360	4,556	804	15.0%
	C	1,073	848	225	21.0%

平均GHG排出削減率  
15.9%



Copyright © 2009 Yamatake Corporation All Rights Reserved.

省エネルギー診断結果

各分野別のCO2排出削減効果

省エネ対策	削減率 (%)	削減効果 (t-CO2/Y)	削減率 (%)	削減効果 (t-CO2/Y)
1) 空調設備の省エネ (LED)	41.2%	24.6	0.5%	0.0%
2) 照明の省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
4) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
5) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
6) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
7) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
8) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
9) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
10) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
11) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
12) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
13) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
14) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
15) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
16) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
17) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
18) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
19) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
20) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
21) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
22) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
23) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
24) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
25) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
26) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
27) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
28) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
29) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
30) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
31) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
32) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
33) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
34) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
35) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
36) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
37) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
38) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
39) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
40) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
41) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
42) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
43) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
44) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
45) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
46) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
47) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
48) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
49) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
50) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
51) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
52) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
53) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
54) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
55) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
56) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
57) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
58) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
59) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
60) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
61) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
62) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
63) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
64) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
65) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
66) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
67) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
68) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
69) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
70) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
71) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
72) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
73) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
74) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
75) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
76) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
77) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
78) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
79) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
80) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
81) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
82) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
83) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
84) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
85) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
86) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
87) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
88) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
89) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
90) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
91) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
92) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
93) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
94) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
95) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
96) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
97) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
98) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
99) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
100) エアコンの省エネ (LED)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

削減効果

削減効果	削減率 (%)	削減効果 (t-CO2/Y)	削減率 (%)	削減効果 (t-CO2/Y)
削減効果 (削減率)	15.9%	4,812.313	削減率 (削減率)	4,812.313
削減効果 (削減率)	15.9%	4,812.313	削減率 (削減率)	4,812.313

BEMS導入前後のCO2排出量と削減率

CO2排出量 (t-CO2/Y)	削減率 (%)	BEMS導入後	削減率 (%)
CO2排出量 (削減率)	35,625.237	30,812.924	13.5%

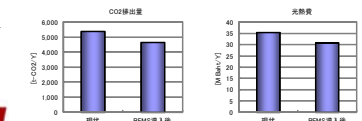
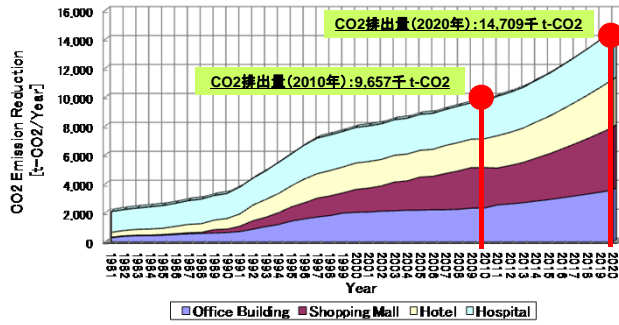


図-9 省エネ診断結果(現場A)

## 4. GHG排出量・削減量

### タイ全土のGHG排出削減量試算



BEMS導入の対象ビルをタイ全土の「省エネルギー推進法」の対象ビル（オフィス、商業施設、ホテル、病院）約2,000件とした場合に、当該事業・活動により全てのビルに直接的もしくは間接的にBEMSが導入されることを想定しタイ全体のCO2排出削減効果を試算した。

図-10 対象建物のCO2排出量の推移予測

GHG排出削減予測 (2010年)	GHG排出削減予測 (2020年)
シナリオ 1 : 平均削減率10%	シナリオ 1 : 平均削減率10%
▲ 966,000 t-CO2/年	▲ 1,461,000 t-CO2/年
シナリオ 2 : 平均削減率20%	シナリオ 2 : 平均削減率20%
▲ 1,931,000 t-CO2/年	▲ 2,942,000 t-CO2/年

Copyright © 2009 Yamatake Corporation All Rights Reserved.

## 5. 排出削減効果の測定・報告・検証 (MRV) 手法

M (Measuring) : Mは、電力会社、燃料供給会社の購買伝票による実測データを用いて行う。エネルギー効率の悪いビルでBEMS導入による多量のクレジットが創出されないよう、ベースライン排出量を設定する。ビルの過去3年間の排出量平均値と、セクター毎の排出原単位とビルの活動量から算定された値のいずれか少ない方が選択されるしくみとし、エネルギー多消費ビルのベースライン排出量が大きく設定されない方法とした。CO2排出原単位は、同一セクターの原単位でも大きなばらつきを示したためベースライン設定の柔軟性検討が必要である。

R (Reporting) : Mで算定した値の報告を想定した。また、過去の排出量は3年間の平均値など計算結果を示す必要があると考えられる。BEMS導入後のビルの排出量は、1年ごとに報告する。

V (Verification) : 算定確認では、Rで報告された、計画の算定結果が適切かを確認するとともに、その根拠データを過去の電力会社・燃料会社の購買伝票を用いて確認する。クレジット創出の実績報告では、BEMS導入後の排出量の算定とベースライン排出量等の算定結果が適切かを確認する。

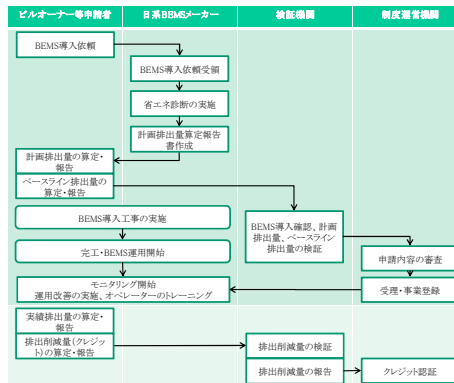


図-11 MRVのフロー表

azbil

Copyright © 2009 Yamatake Corporation All Rights Reserved.

## 6. ホスト国の持続可能な開発への寄与

タイ政府は、今後20年間の電力エネルギー消費を25%削減するため、省エネルギーの推進及び地球温暖化対策への取り組みに積極的な姿勢を示した。  
本調査で提案するBEMS普及制度の導入は、タイの業務部門のビルに対して持続的なエネルギー起源CO2排出量の削減に寄与し、以下に示す持続可能な開発への貢献が期待できる。

- BEMS導入によるベース電力の削減は、ピーク電力を低減することにつながり、電力供給設備増強時期の繰り延べに寄与することが期待され、タイの電力供給の安定化につながるものと想定される。
- タイにおける発電事業の燃料は、石炭やLNGの使用割合が高く、それらの海外輸入依存度も高い。BEMSによる使用電力の削減は、タイにおけるエネルギーセキュリティの向上にも寄与する。
- BEMS普及による“見える化”（設備・用途別のエネルギー使用量を詳細把握できること）の推進により、これまで検討が困難であった用途別のエネルギー使用量を用いた省エネ設備の導入政策や技術開発戦略の立案が可能になる。
- BEMSによる見える化は、ビルオーナー及びオペレーターに対する省エネ施策の効果検証機会を与え、運用改善への応用やこれに係る人々のエネルギー・環境問題への意識を高める機会となり得る。
- BEMS普及を通じたトレーニング、啓蒙活動等の人材育成活動を実施することにより、市場全体で連鎖的・自発的にエネルギー・環境対策に取り組む姿勢が拡大することも期待できる。同時に、BEMS導入にあたっては、省エネ診断、導入工事、システムの運用、データメンテナンス・各種計測、さらには検証業務などの関連雇用創出効果も見込まれる。



azbil

Copyright © 2009 Yamatake Corporation All Rights Reserved.



Thank you  
for  
your attention.

azbil

Copyright © 2009 Yamatake Corporation All Rights Reserved.