

**「省エネ施策評価の新手法開発  
(マージナル・アベイトメント・  
コスト・カーブ)」  
(プロジェクト研究)**

**ファイナル・レポート**

平成 27 年 8 月  
(2015 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

三菱 UFJ モルガン・スタンレー証券株式会社

産公
JR
15-068

## 目 次

## 第1章 業務の概要

1.1	業務の背景と目的.....	1-1
1.2	活動実績.....	1-1
1.2.1	第一次現地調査.....	1-3
1.2.2	第二次現地調査.....	1-4
1.2.3	第三次現地調査.....	1-5

## 第2章 現状把握と有意省エネ技術の抽出

2.1	省エネに係るインドネシア政府の動向.....	2-1
2.1.1	インドネシアにおける省エネ政策概観.....	2-1
2.2	省エネ推進状況.....	2-6
2.2.1	マクロ分析.....	2-6
2.2.2	エネルギー補助金.....	2-7
2.2.3	省エネ促進のための金融インセンティブ.....	2-10
2.2.4	エネルギー監査プログラム（工場及び大規模ビル向け）.....	2-10
2.3	省エネ推進の現状と課題.....	2-10
2.3.1	産業セクター.....	2-10
2.3.2	業務施設.....	2-15
2.3.3	住宅部門.....	2-20
2.3.4	まとめ.....	2-24

## 第3章 省エネ MACC 作成ガイドライン

3.1	MACC とは何か.....	3-1
3.2	MACC 作成の流れ.....	3-2
3.3	MACC の活用.....	3-7

## 第4章 インドネシア省エネ MACC

4.1	インドネシアの MACC の前提条件.....	4-1
4.1.1	工業分野.....	4-3
4.1.2	業務分野.....	4-5
4.1.3	住宅・業務分野双方にまたがる機器.....	4-7
4.1.4	住宅分野のその他省エネ技術.....	4-8
4.2	インドネシアの省エネ MACC.....	4-8
4.2.1	省エネ MACC.....	4-8
4.2.2	MACC から示される優先順位.....	4-11
4.2.3	Negawatt（省エネ発電所）の概念.....	4-13
4.3	優先案件及びプログラム向けインセンティブ提案.....	4-15
4.3.1	インセンティブの選択肢.....	4-15

---

4.3.2	インセンティブの提案.....	4-15
4.4	FGD を通して得たステークホルダーコメント .....	4-33
4.5	省エネ MACC の他国への適用 .....	4-35
<b>第 5 章 エネルギー消費データベース</b>		
5.1	省エネ政策立案・評価に必要なデータベース案 .....	5-1
5.2	マクロエネルギーバランス、基礎データの把握 .....	5-1
5.3	MACC 算定データ整理 .....	5-13
5.4	まとめ.....	5-14
<b>第 6 章 本案件の成果と今後の協力への提言</b>		
6.1	まとめと提言 .....	6-1

## 表リスト

表 1.2-1 作業計画.....	1-3
表 1.2-2 第一次現地調査活動実績.....	1-4
表 1.2-3 第二次現地調査活動実績.....	1-5
表 1.2-4 第三次現地調査活動実績.....	1-6
表 2.1.1-1 CFL の省エネラベリング基準.....	2-1
表 2.1.1-2 顧客種類別電力料金（2015 年）.....	2-2
表 2.1.1-3 スプリットエアコンに係る省エネラベル及び MEPS の要点.....	2-3
表 2.1.1-4 政府規則 No. 79/2014 の要点.....	2-4
表 2.2.2-1 ジャマリア地域と非ジャマリア地域（島嶼）の電力消費状況.....	2-9
表 2.2.2-2 地域別・供給電圧別電力供給コスト.....	2-9
表 2.3.1-1 主要産業サブセクター別エネルギー消費量.....	2-11
表 2.3.2-1 国別個別インバータ機割合.....	2-16
表 2.3.2-2 エアコン効率のインドネシア国家規格（SNI）.....	2-17
表 2.3.2-3 省エネ対策.....	2-19
表 2.3.3-1 住宅における地域別家電機器別電力消費量比率.....	2-21
表 2.3.3-2 インドネシアにおける家電の省エネポテンシャル.....	2-22
表 2.3.3-3 住宅における電力契約サイズ別導入可能家電（エアコンサイズと冷蔵庫）.....	2-23
表 2.3.3-4 冷蔵庫の省エネラベル基準.....	2-23
表 2.3.4-1 各セクター・サブセクターでターゲットとする技術・プログラム.....	2-24
表 4.1-1 対象技術及びデータソース：住宅・業務用分野.....	4-1
表 4.1-2 対象技術及びデータソース：工業分野.....	4-2
表 4.1.1-1 工業分野の技術・方策の前提条件（1）.....	4-3
表 4.1.1-2 工業分野の技術・方策の前提条件（2）.....	4-4
表 4.1.2-1 業務分野の技術・方策の前提条件（1）.....	4-5
表 4.1.2-2 業務分野の技術・方策の前提条件（2）.....	4-6
表 4.1.3-1 住宅・業務分野の両分野にまたがる技術・方策の前提条件.....	4-7
表 4.1.4-1 インドネシアにおける主要家電の電力消費量及び省エネポテンシャル予測.....	4-8
表 4.2.2-1 社会全体へのインパクト.....	4-11
表 4.2.2-2 政府へのインパクト.....	4-11
表 4.2.2-3 民間分野へのインパクト.....	4-12
表 4.2.2-4 MACC が示す優先順位のサマリー.....	4-13
表 4.2.3-1 検討した省エネ策を実施することによる節電効果予測（MW：2025 年断面）.....	4-14
表 4.3.1-1 省エネ促進のためのインセンティブの一般的な特徴.....	4-15
表 4.3.2-1 工業分野より収集したコメントのまとめ.....	4-16
表 4.3.2-2 工業界の要請に対する当初所見.....	4-17
表 4.3.2-3 他のアジア諸国における省エネインセンティブ制度.....	4-17
表 4.3.2-4 業務分野向け推奨インセンティブ.....	4-20
表 4.3.2-5 住宅・業務分野向け推奨インセンティブ.....	4-21

表 4.3.2-6 技術別、各種インセンティブ比較：住宅・業務分野 .....	4-22
表 4.3.2-7 技術別、各種インセンティブ比較：工業分野 .....	4-23
表 4.3.2-8 提案インセンティブ及び MACC の前提条件 .....	4-23
表 4.4-1 FGD .....	4-33
表 4.4-2 FGD で得られたコメント .....	4-34
表 5.2-1 インドネシアのマクロエネルギーバランス（2013年）PUSDATIN ハンドブック中の元データ .....	5-2
表 5.2-2 エネルギー診断サマリー記載事項の統一例 .....	5-6
表 5.2-3 工業部門の主要サブセクター別エネルギー消費量（MOI） .....	5-8
表 5.2-4 主要工業系サブセクター別エネルギー消費量推定値（エネルギータイプ別） .....	5-10
表 5.2-5 インバータエアコンに係る国別普及度統計値 .....	5-11
表 5.2-6 LG エアコンのラインナップ例 .....	5-12
表 5.2-7 POLYTRON エアコンのラインナップ例 .....	5-12
表 5.2-8 CHANGHONG エアコンのラインナップ例 .....	5-12
表 5.2-9 工業系主要サブセクターにおける導入期待省エネ技術 .....	5-13
表 6.1-1 政府の電力補助金削減のために推奨するアプローチ .....	6-1
表 6.1-2 低コスト省エネ策促進のための推奨アプローチ .....	6-2
表 6.1-3 本調査で提案する省エネ施策の定量的効果のまとめ（インセンティブを付与した 場合） .....	6-3

## 図リスト

図 1.2-1 業務フロー .....	1-2
図 2.2.1-1 インドネシアにおけるマクロエネルギーバランス（2013年データ） .....	2-6
図 2.2.1-2 インドネシアにおけるセクター別1次エネルギー消費量 .....	2-7
図 2.2.2-1 エネルギー/電力補助金推移（2015年は政府予想） .....	2-7
図 2.2.2-2 セクター（契約タイプ別）電気料金、電力使用量及び電力補助金 .....	2-8
図 2.2.2-3 インドネシアの州及び都市（行政区別） .....	2-10
図 2.3.1-1 鉄鋼産業の燃料別エネルギー消費量 .....	2-12
図 2.3.2-1 建物タイプ別電力消費量割合 .....	2-15
図 2.3.2-2 VRV エアコンシステム .....	2-17
図 2.3.2-3 ガラスからの入熱の低減 .....	2-18
図 2.3.2-4 ハード的省エネ手法イメージ .....	2-18
図 2.3.2-5 LED 照明 .....	2-19
図 2.3.2-6 グリーンシップ評価システムの審査項目 .....	2-20
図 2.3.2-7 2010年～2015年にグリーンシップとして認証された新設ビルにおけるエネ ルギー消費内訳 .....	2-20
図 2.3.3-1 住宅における契約電力サイズ別及び家電機器別電力消費量比率 .....	2-21
図 2.3.3-2 省エネ型冷蔵庫及びスプリットエアコン投入による累積節電効果 .....	2-22
図 3.1-1 EE&C MACC .....	3-1

図 3.1-2 MACC の算出式 .....	3-1
図 3.2-1 対象国におけるエネルギー事情の全体像分析フロー .....	3-2
図 3.2-2 インドネシアのエネルギーバランス（国全体） .....	3-2
図 3.2-3 電力の一次及び二次エネルギー .....	3-3
図 3.2-4 MACC 作成の手順 .....	3-3
図 3.2-5 省エネ投資実施の例（年別） .....	3-4
図 3.3-1 MACC が示す優先的な施策の例 .....	3-8
図 3.3-2 政府便益のみの MACC 例 .....	3-9
図 3.3-3 民間便益に係る MACC 例 .....	3-10
図 3.3-4 政府と民間の MACC 比較 .....	3-11
図 4.2.1-1 インドネシアの省エネ MACC（クロスセクター、政府・民間合計） .....	4-9
図 4.2.1-2 政府及び民間分野に分解された MACC .....	4-10
図 4.2.3-1 日本の省エネ政策の改定 2014（電力のピークカット効果を考慮） .....	4-15
図 4.3.2-1 インドネシアの省エネ MACC（インセンティブつき）（クロスセクター、 政府・民間セクター統合版） .....	4-25
図 4.3.2-2 インセンティブ制度導入後の MACC：政府及び民間分野分解版 .....	4-27
図 4.3.2-3 政府の MACC 比較：インセンティブ制度導入前・後 .....	4-28
図 4.3.2-4 毎年の販売台数及びインセンティブ対象の前提条件 .....	4-29
図 4.3.2-5 10年平均純便益の比較 .....	4-30
図 4.3.2-6 10年間の純便益の比較 .....	4-30
図 4.3.2-7 10年間のインセンティブ向け政府支出の比較 .....	4-31
図 4.3.2-8 毎年の販売台数・累積台数及びインセンティブ対象 .....	4-31
図 4.3.2-9 10年平均の純便益の比較 .....	4-32
図 4.3.2-10 10年間のインセンティブによる政府支出の比較 .....	4-33
図 5.1-1 省エネ政策立案・評価に必要なデータの全体像 .....	5-1
図 5.2-1 インドネシアのマクロエネルギーバランス（2013年） .....	5-2
図 5.2-2 インドネシアにおける電力の1次エネルギー換算値 .....	5-3
図 5.2-3 セクター別電気料金及び補助金分布 .....	5-4
図 5.2-4 電力契約サイズ別主要家電消費電力量内訳 .....	5-4
図 5.2-5 建物用途別エネルギー消費量内訳 .....	5-5
図 5.2-6 データ収集連携成功事例 .....	5-6
図 5.2-7 MEMR 省エネ診断からの有意情報の抽出 .....	5-7
図 5.2-8 工業部門エネルギー消費量統計値の不整合 .....	5-8
図 5.2-9 工業分野における CO2 排出量予測 .....	5-9
図 5.2-10 主要工業会等リスト .....	5-9
図 5.2-11 エアコンの SNI 基準 .....	5-11
図 5.3-1 エネルギー関連商工会等からの情報収集 .....	5-13
図 5.3-2 シェアの大きなメーカーヒアリング .....	5-14
図 5.3-3 国際協力機関調査結果の活用 .....	5-14
図 5.4-1 省エネ MACC 作成手順まとめ .....	5-15

## 略 語 表

略 語	正 式 名 称	
AC	Air Conditioner	エアコン
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AfD	Agence Francaise de Development	フランス開発庁
APKENINDO	Indonesia ESCO Association	インドネシア ESCO 協会
API	Indonesia Textile Association	インドネシア繊維協会
APKI	Indonesia Pulp & Paper Association	インドネシアパルプ・製紙協会
APPI	Indonesia Fertilizer Producers Association	インドネシア肥料協会
ASAKI	Indonesia Ceramic Industry Association	インドネシアセラミック協会
ASI	Indonesia Cement Association	インドネシアセメント協会
BAU	Business as Usual	現状維持
BEMS	Building Energy Management System	建物エネルギー管理システム
boe	Barrel of Oil Equivalent	石油換算バレル
BPPT	Agency for Assessment and Application of Technology	科学技術評価応用庁
BTU	British Thermal Unit	英国熱量単位
CD	Capacity Development	能力強化
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
CHP	Combined Heat and Power	熱電併給システム
CIT	Corporate Income Tax	法人税
COP	Co-efficient of Performance	エネルギー効率（エアコン等の）
COP	COP-FCCC: Conference of the Parties-Framework Convention on Climate Change	気候変動枠組条約締約国会議
C/P	Counterparts	カウンターパート
DANIDA	Danish International Development Agency	デンマーク国際開発援助庁
DBJ	Development Bank of Japan	日本政策投資銀行
DFID	Department for International Development, United Kingdom	英国国際開発省
DFR	Draft Final Report	ドラフト・ファイナル・レポート
DKI	Special Capital Region	特別区
DSM	Demand Side Management	デマンド・サイド・マネジメント (需要管理)
EC	Energy Conservation	省エネ
EC	Energy Commission (Malaysia)	エネルギー庁（マレーシア）
ECCJ	The Energy Conservation Center, Japan	一般財団法人省エネルギーセンター (日本)
EE	Energy Efficiency	エネルギー効率
EER	Energy Efficiency Ratio	エネルギー消費効率
EE&C	Energy Efficiency and Conservation	省エネ
EMI	PT. Energy Management Indonesia	再生エネ・省エネ公社(インドネシア)
ESCO	Energy Service Company	エスコ (エネルギーサービス会社)
FGD	Focus Group Discussion	フォーカスグループディスカッション

略 語	正 式 名 称	
FI	Financial Institution	金融機関
FIKI	Federation of the Indonesian Chemical Industry	化学産業協会
FPA	Fiscal Policy Agency	財政政策庁
GAPMMI	Indonesia Food & Beverage Association	インドネシア食品飲料協会
GBC	Green Building Council (Indonesia)	(インドネシア) グリーンビルディング協会
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GEF	Global Environment Facility	地球環境ファシリティ
GHG	Green House Gas	温室効果ガス
GW	Gigawatt	ギガワット
HP	Horsepower	馬力
IDR	Indonesian Rupiah	インドネシアルピア
IFC	International Finance Corporation	国際金融公社
Jamali	Jawa, Madura and Bali	ジャマリ (ジャワ、マドゥーラ、バリ)
Jamkrindo	Credit Guarantee Corporation of Indonesia	インドネシア信用保証機構
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間クレジット制度
JERI	Japan Economic Research Institute Inc.	株式会社日本経済研究所
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人 国際協力機構
JPOWER	Electric Power Development Co., Ltd.	電源開発株式会社
JPY	Japanese Yen	日本円
KfW	Development Bank of the Federal Republic and Federal States	ドイツ復興金融公庫
MACC	Marginal Abatement Cost Curve	マージナル・アバйтメント・コスト・カーブ、限界排出削減コスト・カーブ
MASKEEI	Indonesian Energy Conservation and Efficiency Society	インドネシア省エネルギー協会
MEMR	Ministry of Energy and Mineral Resources	エネルギー鉱物資源省 (エネ鉱省)
MEPS	Minimum Energy Performance Standard	最低エネルギー効率基準
METI	Ministry of Economy, Trade and Industry	経済産業省
MMBTU	Million Metric British Thermal Unit	百万英国熱量単位
MMSCF	Million Metric Standard Cubic Feet	百万標準立方フィート
MOE	Ministry of Environment	環境省
MOF	Ministry of Finance	財務省
MOPWPH	Ministry of Public Works and Public Housing	公共事業公共住宅省
MUMSS	Mitsubishi UFJ Morgan Stanley Securities Co., Ltd.	三菱 UFJ モルガン・スタンレー証券株式会社
MW	Megawatt	メガワット
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization	独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OJK	Financial Service Agency	金融庁
OTTV	Overall Thermal Transfer Value	総合熱貫流率
PLN	Perusahaan Listrik Negara (State Electricity Company)	国家電力会社



略 語	正 式 名 称	
PUSDATIN	MEMR Center for Data and Information	エネルギー鉱物資源省情報・データセンター
PV	Photovoltaic power generation	太陽光発電
RAD-GRK	Rencana Aksi Daerah penurunan emisi Gas Rumah Kaca (Local Action Plan for GHG Emission Reduction)	温室効果ガス排出削減に係る地方行動計画
RAN-GRK	Rencana Aksi Nasional penurunan emisi Gas Rumah Kaca (National Action Plan for GHG Emission Reduction)	温室効果ガス排出削減に係る国家行動計画
RIKEN	Rencana Induk Konservasi Energi Nasional (National Energy Conservation Master Plan)	国家省エネ計画
RIPIN	Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (Master Plan for National Industry Development)	国家産業開発マスタープラン
RKP	Rencana Kerja Pemerintah (Government Annual Work Plan)	政府年間作業計画
RM	Malaysian Ringgit	マレーシアリングgit
RPJMD	Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (Local Medium Term Development Plan)	地方中期開発計画
RPJMN	Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (National Medium Term Development Plan)	国家中期開発計画
RT	Refrigeration Ton	冷凍トン
RTTV	Roof Thermal Transfer Value	屋根の熱還流率
RUKN	Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (National General Plan for Electricity)	国家電源開発計画
RUPTL	Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik) (Electricity Supply Business Plan)	PLN 電力供給事業計画
TA	Technical Assistance	技術協力
THB	Thai Baht	タイバーツ
TOE	Ton of Oil Equivalent	石油換算トン
TOR	Terms of Reference	仕様
TSL	Two-step Loan	ツーステップローン
TV	Television	テレビ
UKCCU	UK Climate Change Unit	英国気候変動ユニット
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
UNEP	United Nations Environment Programme	国連環境計画
USD	US Dollar	米ドル
VAT	Value added tax	付加価値税
VND	Vietnamese Dong	ベトナムドン
VNEEP	National Target Energy Efficiency Program (Vietnam)	省エネ国家目標プログラム(ベトナム)
WB	World Bank	世界銀行
WWF	World Wildlife Fund	世界自然保護基金

# 第 1 章

## 業務の概要

## 第1章 業務の概要

### 1.1 業務の背景と目的

電力及び他のエネルギーの需給両面の高効率・省エネ化は、途上国における大きな課題であり、その知見不足が顕著である。成長段階にある国々では、成長に伴って増大する電力・その他エネルギーの需給バランスを確保する方策としてのデマンド・サイド・マネジメント推進への支援ニーズはとりわけ高い。

他方、我が国は1973年の第一次オイルショック以降の10年間で、エネルギー管理士制度の構築や高効率機器の導入促進施策を講じ、GDP比でこの間に約30%の省エネを達成してきた。この知見を活かし、国際協力機構（以下、「JICA」）は1980年代初頭から省エネルギー（以下、「省エネ」）、デマンド・サイド・マネジメント分野において、政策・制度構築を中心に32か国に及ぶ途上国支援を実施してきた。

しかしながら、多くの途上国では財政支援をはじめとする各種省エネ施策の導入優先度を判断するための定量的データが把握できておらず、優先政策の決定・実施に至る根拠が不足している。このような背景の下、本業務は、途上国における省エネ政策決定における合意形成の促進に向けて、効果の定量化・可視化により、各種省エネ施策の優先度を評価する手法を確立することを目的とする。なお、本業務では、一般に温室効果ガスの削減手法の分析に用いられる「マージナル・アバイトメント・コスト・カーブ（Marginal Abatement Cost Curve、以下「MACC」）を評価手法として活用することとし、インドネシア共和国（以下、インドネシア）を事例とした省エネ MACC の策定を通じ、手法の確立を目指す。具体的な成果目標を以下に記載する。

- (1) インドネシアを事例とした省エネ施策の定量的効果を MACC により可視化し、最適な省エネ政策パッケージを提案する。（対象セクターは、工業、業務、住宅）
- (2) MACC を活用した省エネ施策の定量的効果の評価手法に関し、他国への適用を念頭に置いた提言を行う。

現実に即した省エネ MACC を作成するためには、ベースとなるデータの入手が不可欠である。しかしながらインドネシアにおいては、エネルギー消費に係るデータは未だに体系的に整備されていない。このような背景の下、本業務では、既往の JICA 調査結果<sup>1</sup>、関係商工団体からのヒアリング及び主要省エネ機器メーカーの情報等を基に、計算に必要な基礎データを一部推定により確保した。本調査で作成した MACC を政策立案に活用する際には、その依拠するデータの確認、また適宜更新を行って頂きたい。また省エネ機器に係る課税制度については、関連情報の入手が出来なかったため、本調査では取り上げていない。今後のこの分野の検討にも期待したい。

### 1.2 活動実績

本調査は2015年3月より業務を開始した。業務フローを図1.2-1に、作業計画を表1.2-1にそれぞれ示す。

<sup>1</sup> インドネシア国省エネ普及促進調査 2009、インドネシア国デマンド・サイド・マネジメント実施促進調査 2012、インドネシア国グリーン経済政策に係る能力開発プロジェクト2015。

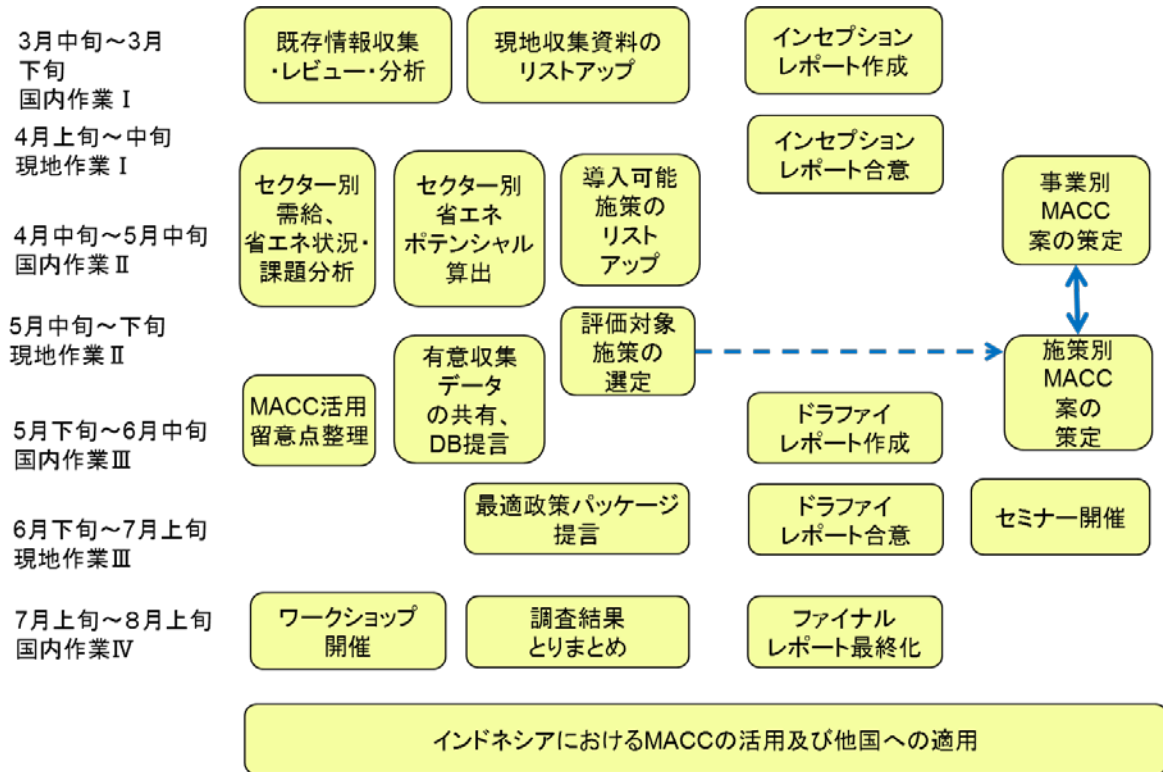


図 1.2-1 業務フロー

表 1.2-1 作業計画

作業項目	期間	2015年					
		3	4	5	6	7	8
<b>第一次国内作業</b>							
(1) 「イ」国省エネ取組情報の整理・分析		□					
(2) 現地で収集すべき情報・データのリストアップ		□					
(3) インセプションレポートの作成・提出		□					
(4) 第一次現地調査準備		□△					
<b>第一次現地作業・第二次国内作業</b>							
(1) インセプションレポートに係る協議、合意形成			■				
(2) 関係機関との協議・情報収集			■				
(3) セクター別のエネルギー需給動向、省エネ推進状況・課題分析			■	□			
(4) セクター別省エネポテンシャルの算出及び事業別MACC案の策定			■	□			
(5) セクター別導入可能省エネ施策のリストアップ			■	□			
(6) 第二次現地調査準備				□			
<b>第二次現地作業・第三次国内作業</b>							
(1) 評価対象施策の選定				■			
(2) 施策別MACCの策定				■	□		
(3) 最適な省エネ政策パッケージの提案					□		
(4) エネルギー消費量データの整理、共有及びデータベース構築提言				■	□		
(5) フォーカスグループディスカッション(FGD)の実施				■			
(6) MACCの他国への適用に向けた提言及び策定にかかる留意点の整理				■	□		
(7) ドラフト・ファイナル・レポートの作成・提出					□△		
(8) 第三次現地調査準備					□		
<b>第三次現地作業</b>							
(1) 調査成果に係る協議、合意形成						■	
(2) FGD（拡大版、省庁間）の開催						■	
(3) データマネジメント研修（技術移転）						■	
<b>第四次国内作業</b>							
(1) 他国への適用に向けた提言の最終化						□	
(2) ファイナルレポートの最終化						□△	

凡例： ■ 現地調査期間 □ 国内作業期間 △ 報告、報告書

### 1.2.1 第一次現地調査

第一次現地調査の活動実績を表 1.2-2 に示す。

第一次現地調査では、JICA、エネルギー・鉱物資源省（Ministry of Energy and Mineral Resources、以下「MEMR」）、工業省（Ministry of Industry、以下「MOI」）、公共事業公共住宅省（Ministry of Public Works and Public Housing、以下「MOPWPH」）、財務省（Ministry of Finance、以下「MOF」）、アジア開発銀行（以下、「ADB」）等の国際協力機関等と打合せを行い、調査の方向性、概要及び成果について協議した。合わせて、調査団は現地企業の協会数か所を面談のため訪問し、必要なデータ及び情報を収集した。

同現地調査を通じ、調査団は最近のエネルギーバランス及びエネルギー消費量に係る公表データを確認した。また、調査団は、インドネシアの主要な機器販売会社より有用な市場情報を収集した。

表 1.2-2 第一次現地調査活動実績

Date		Issue	Content
April 2	Thu	General	Meeting with JICA Indonesia Office 1
		General	Meeting with MEMR 1
		General	Meeting with MOF 1
April 3	Fri	Preparation	Preparation for kick-off Focus Group Discussion
April 4	Sat		
April 5	Sun		
April 6	Mon	General	Meeting with JICA Indonesia Office 2
		General	Meeting with MEMR 2
		General	Meeting with Daikin
April 7	Tue	General	Meeting with Agency for Assessment and Application of Technology
		General	Meeting with MOPWPH
April 8	Wed	General	Kick-off Focus Group Discussion
		Preparation	Preparation for interviews
April 9	Thu	Survey	On-site survey at Best Denki
April 10	Fri	Interview	Interview with Energy Management Indonesia
		Interview	Interview with PLN 1
		Interview	Interview with Indonesia Cement Association
April 11	Sat		
April 12	Sun		
April 13	Mon	Interview	Interview with Food and Beverage Association
		Interview	Interview with Green Building Council Indonesia
		Interview	Interview with PLN 2 (Jakarta & Tangerang Distribution Center)
		Interview	Interview with Steel Association
April 14	Tue	Interview	Interview with Textile Association
		Interview	Interview with Indonesia Pulp and Paper Association
		Interview	Interview with MEMR Data Center
		General	Meeting with JICA Indonesia Office 3
April 15	Wed	General	Meeting with MEMR 3
		General	Meeting with ADB
April 16	Thu	General	Meeting with MOF 2

### 1.2.2 第二次現地調査

第二次現地調査を2015年5月17日から同30日まで実施した。活動実績を表1.2-3に示す。第二次現地調査において、調査団は、MEMRと共同で関係機関・団体（MEMR情報・データセンター（MEMR Center for Data and Information、以下「PUSDATIN」）、MOF、MOI、MOPWPH、科学技術評価応用庁（Agency for Assessment and Application of Technology、以下「BPPT」）及びビル協会）を招聘し、第1回フォーカ

スグループディスカッション（Focus Group Discussion、以下「FGD」）を開催した。およそ 40 名が参加し、本調査に有益なインプットを得られた。調査団はまた、MACC の開発に必要な情報及びデータを収集すると共に、支援内容の重複を回避しながら、ADB 及び国際金融公社（以下、「IFC」）と相互知見を強化しつつ、有用データの共有に努めた。

表 1.2-3 第二次現地調査活動実績

Date		Issue	Content
May 18	Mon	General	Meeting with JICA Indonesia Office 1
		General	Meeting with MEMR 1
		General	Meeting with MOF 1
		Preparation	Meeting with a Hotel staff member for FGD preparation
May 19	Tue	General	Meeting with MEMR 2 (data collection)
		Interview	Interview with Hospital Association
		Interview	Interview with Ceramics Association
May 20	Wed	General	Meeting with IFC
		General	Meeting with MEMR 3 (data collection)
May 21	Thu	FGD	FGD 1
May 22	Fri	General	Meeting with MOI
May 23	Sat		
May 24	Sun		
May 25	Mon	Interview	Interview with Mayekawa
May 26	Tue	Interview	Interview with Indonesia Cement Association
		Interview	Interview with Daikin
May 27	Wed	Interview	Interview with Miura
		General	Meeting w with Singaporean energy service company
		General	Meeting with PLN
		General	Meeting with ADB
May 28	Thu	Interview	Interview with Asahimas
May 29	Fri	General	Meeting with JICA Indonesia Office 2
		General	Meeting with MEMR 4

### 1.2.3 第三次現地調査

第三次現地調査は、2015 年 6 月 28 日から同年 7 月 9 日まで実施された。活動記録を表 1.2-4 に示す。同現地調査において、調査団は第 2 回 FGD を開催し、現地政策担当者（PUSDATIN、MOF、MOI、及び MOPWPH）と調査成果と今後の課題等について協議した。また、その他政府及び非政府のステークホルダー（工業協会、ビルディング協会を含む）や国際協力機関を招いて拡張 FGD を行い、本調査で得られた知見を共有すると共に、参加者からは意見や情報の提供を受けた。拡張 FGD の参加者数は 70 名に上った。さらに、MACC 及び MACC 開発に必要なデータの種類等についての理解促進を図るため、MEMR 職員向けのデータマネジメント研修会を開催した。

表 1.2-4 第三次現地調査活動実績

Date		Issue	Content
June 29	Mon	General	Meeting with JICA Indonesia Office 1
		General	Meeting with MEMR 1
June 30	Tue	General	Meeting with MOI
July 1	Wed	Training	Full-Day training for MACC and database
July 2	Thu	General	Meeting with IFC
		General	Meeting with JICA Indonesia Office 2
July 3	Fri	General	Meeting with Japanese Embassy
July 4	Sat		
July 5	Sun		
July 6	Mon	FGD	Extended FGD (for Other Stakeholders)
July 7	Tue	FGD	FGD 2 (for Policymakers)
July 8	Wed	General	Meeting with JICA Indonesia Office 3
		General	Meeting with MEMR 2



## 第 2 章

### 現状把握と有意省エネ技術の抽出

## 第2章 現状把握と有意省エネ技術の抽出

### 2.1 省エネに係るインドネシア政府の動向

#### 2.1.1 インドネシアにおける省エネ政策概観

##### (1) 電球型蛍光灯のエネルギーラベリングに関する MEMR 省令 2014 年第 18 号 (No. 18/2014)

MEMR 省令 2011 年第 06 号 (No. 06/2011) により、インドネシアでは、電球型蛍光灯 (CFL) のエネルギー効率ラベリング規制が 2011 年に制定された。その後の照明機器市場の変化及び現状に合わせるため、MEMR は 2014 年に同制度を改定するものとして、当該省令 No. 18/2014 を制定した。同改定では、発光効率上限、暖色系電球 (< 4400 K) 及び寒色系電球 (> 4400 K) の分類のほか、より詳細なモニタリング手順とラベリング基準が網羅されている。同省令の主要点は以下の通りである。(スローガン: "More stars, more efficient" 「星が多いと効率も高い」最高は 4 つ星。)

- ・ パラ 2(1): インドネシア国家規格 (以下、「SNI」) No. 04-6958-2003 に基づいた省エネラベリングの適用義務 (家電等による電力利用—CFL の省エネラベリング)
- ・ パラ 6: 省エネラベリング適用に係る検証、認証及びモニタリングについては MEMR 省エネ局長が指揮監督する。
- ・ パラ 17: 本省令発効日を 2015 年 6 月 18 日とする。
- ・ 添付書類: CFL の省エネ基準

表 2.1.1-1 CFL の省エネラベリング基準

Power (Watt)	Luminous efficacy (lumens / watt)							
	2,700 K – 4,400 K				4,400 K – 6,500 K			
	1 Star	2 Star	3 Star	4 star	1 Star	2 Star	3 Star	4 star
≤ 8	< 34	≥ 34	≥ 44	≥ 54	< 33	≥ 33	≥ 42	≥ 51
> 8 – 15	< 38	≥ 38	≥ 48	≥ 58	< 37	≥ 37	≥ 46	≥ 55
> 15 – 25	< 42	≥ 42	≥ 52	≥ 62	< 41	≥ 41	≥ 50	≥ 59
> 25 – 60	< 46	≥ 46	≥ 56	≥ 66	< 45	≥ 45	≥ 54	≥ 63

出典: Attachment of MEMR Decree No. 18 Year 2014

##### (2) 国営電力会社 (以下、「PLN」) の電力料金に係る MEMR 省令 2014 年第 19 号、2014 年第 31 号 (No. 19/2014、No. 31/2014) 等

過去数十年にわたり、インドネシアの電力料金には多額の補助金が政府によって付与されてきた。補助金がついに国家予算の 20% を占めるに至り、政府は 2013 年より補助金の段階的な削減へと舵を切った。MEMR 省令 (No. 19/2014、No. 31/2014) により、政府は表 2.1.1-2 に示す電力料金を新たに設定した。

表 2.1.1-2 顧客種類別電力料金（2015 年）

Category	Price (IDR / kWh)	Category	Price (IDR / kWh)
<b>Residential / Household</b>		<b>Business / Commercial</b>	
R-1 / 450 VA	415	B-1 / 450 VA	535
R-1 / 900 VA	605	B-1 / 900 VA	630
R-1 / 1300 VA <sup>*2)</sup>	1,352	B-1 / 1300 VA	966
R-1 / 2200 VA <sup>*2)</sup>	1,352	B-1 / 2.2 – 5.5 kVA	1,100
R-2 / 3.5 – 5.5 kVA <sup>*2)</sup>	1,352	B-2 / 6.6 – 200 kVA <sup>*2)</sup>	1,352
R-3 / > 6.6 kVA <sup>*2)</sup>	1,352	B-3 / > 200 kVA <sup>*2)</sup>	1,020 <sup>*1)</sup>
<b>Industry</b>		<b>Government and Public</b>	
I-1 / 450 VA	485	P-1 / 450 VA	685
I-1 / 900 VA	600	P-1 / 900 VA	760
I-1 / 1300 VA	930	P-1 / 1300 VA	1,049
I-1 / 2200 VA	960	P-1 / 2.2 – 5.5 kVA	1,076
I-1 / 3.5 – 14 kVA	1,112	P-1 / 6.6 – 200 kVA <sup>*2)</sup>	1,352
I-2 / 14 – 200 kVA	972 <sup>*1)</sup>	P-2 / > 200 kVA <sup>**</sup>	1,115 <sup>*</sup>
I-3 / > 200 kVA <sup>*2)</sup>	1,115 <sup>*1)</sup>	P-3 (Street lighting)	1,352
I-4 / > 30 MVA <sup>*2)</sup>	1,191	-	-

\* The price for these categories are for LWBP block (Off peak). For peak hours (6 – 10PM), the above price will be multiplied by K factor

\*\* These electricity tariff categories are subjected to monthly tariff adjustment as regulated in MEMR decree No 09 / 2015. The tariff adjustment depends on the primary cost of electricity provision, i.e. a) USD to IDR exchange rate, b) Indonesia Crude Oil Price (ICP), and 3) inflation rate.

出典：MEMR Decree No. 19 及び No. 31/2014 を基に調査団作成

(3) スプリットエアコン<sup>2</sup>のエネルギーラベル及び最低エネルギー効率基準（MEPS）に係る MEMR 省令 2015 年第 07 号（No. 07/2015）

家電製品の省エネ情報を消費者に提供する目的で基準及びラベリングが適用されており、家電メーカーに対して製品の品質と効率の向上を促す効果も持つ。省エネラベルは、当初 CFL に対して 2011 年より適用が開始された後、エアコン、冷蔵庫、炊飯器、電気モーターへと適用拡大が計画されている。

スプリットエアコンに係る省エネラベル及び MEPS の要点を表 2.1.1-3 にまとめる。

<sup>2</sup> ルームエアコンの代表的形態。屋内機と屋外機が分離されたもの、セパレートエアコンとも言う。

表 2.1.1-3 スプリットエアコンに係る省エネラベル及びMEPSの要点

Article	Item	Description						
1.2	Labelling Standard	Energy Saving label follows SNI No 04-6958-2003						
1.3	Scope of Air Conditioning Equipment	HS code ex 8415.10.10.00 of single split wall mounted type with maximum cooling capacity 27,000 BTU / hour for both inverter and non-inverter types						
1.7	Product Certification Institution (LsPro)	Organization which conducts the certification of the AC equipment as per SNI ISO/IEC 17065:2012 and accredited by National Accreditation Committee or other accreditation agencies approved by Asia Pacific Laboratory Accreditation and International Laboratory Accreditation.						
1.8	Testing Laboratory	The testing laboratory conducts the test and verification of the AC equipment according to SNI / IEC 17025:2008						
10	Energy Saving Certification	Energy saving certificate is obtained through certification process 1a according to SNI / IEC 17067:2013						
13	Performance Test	LsPro conducts the performance test of AC equipment with reference to SNI 19-6713-2002. For the energy efficiency ratio (hereinafter “EER”) value determination, non-inverter AC measurement is to be conducted at full load, while inverter AC measurement is to be conducted under both full load and half (50%) load, with calculation $EER_{inverter} = 0.4 \times EER(\text{full load}) + 0.6 \times EER(\text{half load})$						
25	Applicability	The requirement for labelling and MEPS for AC equipment become mandatory effective from 01 August 2016.						
	Attachment 1	Criteria for Energy saving labelling for Air Conditioning equipment:						
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>1 Star</th> <th>2 Star</th> <th>3 Star</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>8.53 \leq EER \leq 9.01</math></td> <td><math>9.01 \leq EER \leq 9.96</math></td> <td><math>9.96 \leq EER \leq 10.41</math></td> </tr> </tbody> </table>	1 Star	2 Star	3 Star	$8.53 \leq EER \leq 9.01$	$9.01 \leq EER \leq 9.96$	$9.96 \leq EER \leq 10.41$
1 Star		2 Star	3 Star					
$8.53 \leq EER \leq 9.01$	$9.01 \leq EER \leq 9.96$	$9.96 \leq EER \leq 10.41$						
	Attachment 2	Procedures and Criteria for performance testing of Air Conditioning equipment						

Note: EER = Energy Efficiency Ratio, which is the ratio of cooling capacity (BTU / hour) to amount of electricity consumed (Watt).

出典：MEMR Decree No. 07/2015 及びその添付資料 1 に基づき調査団作成

#### (4) 国家エネルギー政策に係る政府規則 2014 年第 79 号 (No. 79/2014)

国家エネルギー政策は、エネルギー法 2007 年第 30 号の指令を受けており、エネルギーの自給及びエネルギー安全保障の確立のため、国家エネルギー委員会がエネルギー管理の方向性を定めるべく策定の準備を進めている。同規則は、エネルギーの利用率、開発優先度、活用、インベントリー、節約と多様化、環境と安全性、価格、補助金及びインセンティブ、インフラとアクセスのし易さ、研究開発、技術の適用など、エネルギー政策のすべての側面を規制するものである。同規則の主要点を表 2.1.1-4 に示す。

表 2.1.1-4 政府規則 No. 79/2014 の要点

Article	Item	Description
4	Validity	National Energy Policy is applied from year 2014 up to year 2050.
8	Target for provision and utilization of Primary and final energy	Accomplish the provisions of: <ul style="list-style-type: none"> <li>• The primary energy in year 2025 about 400 MTOE* and in year 2050 of about 1,000 MTOE</li> <li>• The utilization of primary energy per capita in year 2025 about 1.4 TOE and in year 2050 about 3.2 TOE</li> <li>• The provision of power plant capacity in year 2025 about 115 GW and in year 2050 about 430 GW</li> <li>• The utilization of electricity per capita in year 2025 about 2,500 kWh and year 2050 about 7,000 kWh</li> </ul>
9	National Energy Policy Target	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energy elasticity less than 1 by year 2025 aligned with the economic development</li> <li>• Reduction of final energy intensity of 1% per year until year 2025</li> <li>• Electrification ratio of 85% in year 2015 and approaching 100% by year 2020</li> <li>• Household gas use ratio of 85% in year 2015, and</li> <li>• Optimal primary energy mix : <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ For New and Renewable Energy, in year 2025 for minimum 23% and in year 2050 for minimum 31% aligned with the economy</li> <li>➢ For oil, in year 2025 less than 25% and in year 2050 less than 20%</li> <li>➢ For coal, in year 2025 minimum 30% and in year 2050 minimum 25%</li> <li>➢ For natural gas, in year 2025 minimum 22% and in year 2050 minimum 24%</li> </ul> </li> </ul>
17	Energy Conservation Policy	To increase energy efficiency on both supply and demand side, e.g. industry sector, transportation, household, and commercial
18	Energy Diversification Policy	To increase the share of new renewable energy use in the primary energy mix
22	Incentives	Both Central and Local Government will give incentives (fiscal and non-fiscal) to promote energy diversification and renewable energy development.

\* MTOE = million ton of oil equivalent

出典：Government Decree No. 79 Year 2014 に基づき調査団作成

#### (5) 産業に係る法令 2014 年第 3 号 (No. 3/2014)

産業に係る法令 No. 3/2014 は、自立的で競争力を持つ先進的な産業の実現と共に、「グリーン産業」とすることも目指すものである。当該新法令は、重要且つ戦略的なプログラムを含む、今後 20 年間にわたる国家産業開発マスタープラン（以下、「RIPIN」）（政令 No. 14/2014）を規定するものである。グリーン産業開発はこの法令 No. 3/2014（第 77 条及び 83 条）の一部として指令を受けており、1) 資源利用の適正化努力、2) 生産過程の効果と効率、3) 持続可能な産業の開発の 3 点を網羅する。

グリーン産業という概念の特性は、多様な省エネ手法にあり、材料の効率よい消費方法、代替原料の使用、エネルギー及び水消費原単位の低減、廃棄物量の削減、低炭素技術などが挙げられる。インドネシア政府はグリーン産業に係る規制の草案を準備中である一方、MOI も省令によって 4

つの製品（鉄鋼、ポルトランドセメント、パルプ・製紙、セラミックタイル）のグリーン産業基準の適用を目指している。

(6) 2015年－2019年国家中期開発計画に係る大統領令 2015年第02号

国家中期開発計画（以下、「RPJMN」）は、省庁や機関が戦略計画及び年間作業計画（以下、「RKP」）の準備をするためのガイドラインであり、また、地方政府が今後5年間にわたる地方中期開発計画（以下、「RPJMD」）を策定するための準備資料でもある。RPJMNでは、政府が国家開発に優先順位をつける中で、エネルギー資源（特にガス及び石炭）の生産量を上げて国内消費に注力すると共に、基本的なエネルギーインフラを向上させるといった、RPJMNにおける持続可能な国家開発の戦略的要素の1つとして、エネルギー需給構造の強靱化が特定されている。

ファイナンスの枠組みについては、国家予算（省庁/機関の予算、特別配分資金、国家予算からの支援及び補助金）、地方/州予算、海外補助金、信託資金、及び民間セクター/コミュニティから資金を拠出するとしている。

(7) 電力供給計画に係る MEMR 決定 No. 0074 K/21/MEM/2015

電力供給ビジネス計画（以下、「RUPTL」）は、電力供給事業に係る政府規則 2012 年第 14 号の指令に従って作成されたものであり、PLN のビジネス区域内の電力需要に応えるための電力インフラを、効率よく且つ十分な計画を練った上で開発するための手引書としての役割を持つ。RUPTL は電力需要負荷予測、発電容量拡充計画、送電・変電所・配電に係る開発計画を取り扱う。政府の RPJMN と共に、RUPTL にも 2015 年から 2019 年間の 35GW 電力開発プログラムへの言及があり、民間セクターが電力容量に寄与する割合が、2019 年の 15%～32%から、2024 年には 41%に拡大するものと予測されている。

(8) グリーンビルに係る MOPWPH 省令 2015 年第 02 号 (No. 02/2015)

グリーンビルに係る MOPWPH 省令 No. 02/2015 は、ビルからの温室効果ガス排出量削減活動支援及び、ビルに係る法令 No. 28/2002 に基づいた持続可能なビルの実現を目指して公布された。グリーンビルの要件の1つにビルの種類に合わせたエネルギー使用の最適化があるが、これは環境への悪影響を低減し、エネルギーの無駄によるコストを減らすことで達成される。なお、グリーンビルの省エネ性能評価基準には、建築外皮の断熱性能（Roof Thermal Transfer Value、以下「RTTV」）及び Overall Thermal Transfer Value、以下「OTTV」、最大は 35 W/m<sup>2</sup>）、排気システム、空調、照明、ビル内の動線、そしてこれらに該当する SNI を順守した電力システム等が含まれる。

この省令 No. 02/2015 が実施できるか否かは、ステークホルダー及び地方政府の参加によるところが大きい。2015 年は、グリーンビルの全国的な実施の最初のステップの1つとして、MOPWPH が3つの先駆的都市（バンドン、スラバヤ、マカッサル）を対象に能力開発支援を実施する。

(9) 持続可能な建設の実施のための一般ガイドラインに係る MOPWPH 省令 2015 年第 05 号

本省令は、経済、社会、環境の観点から、公共事業及び公共住宅のインフラ開発過程に持続可能性の原則を適用すべく発令された。インフラ開発におけるすべての段階で使用される資源は、土地、エネルギー、水、材料、エコシステムから成る持続可能性の原則に従わなければならない。

同省令におけるインフラ開発の段階とは、計画策定、技術計画、建設手順、ビルの利用及びビル

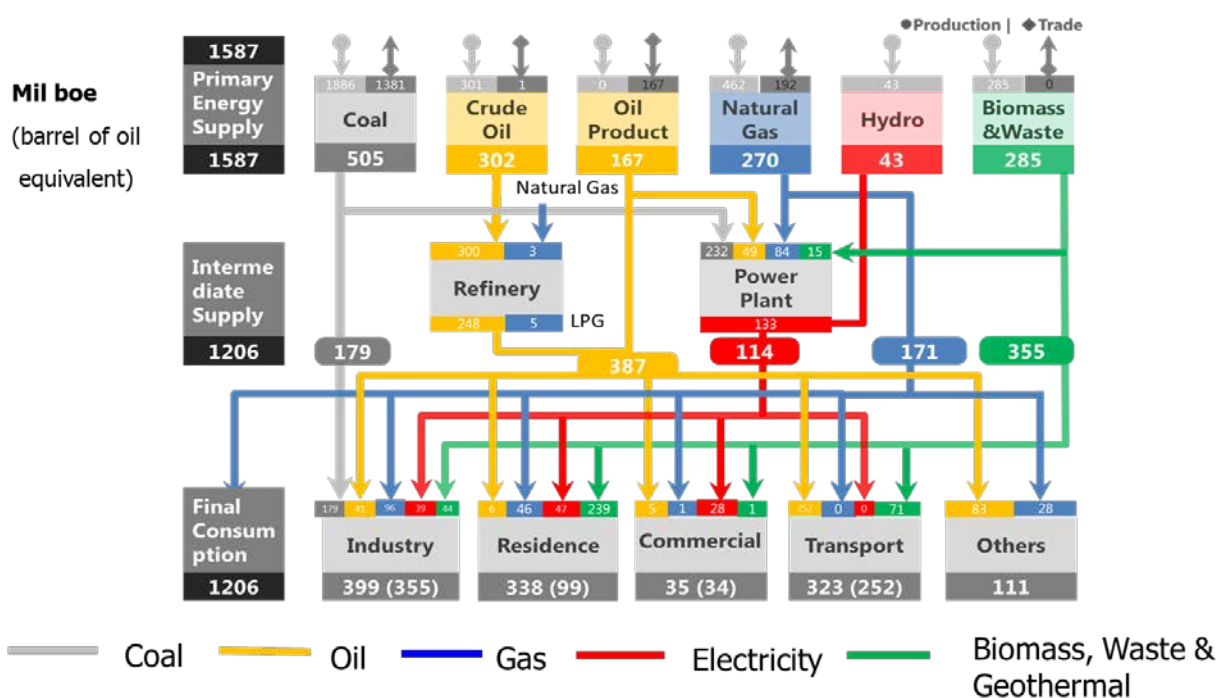
の取り壊しまでを言う。

## 2.2 省エネ推進状況

### 2.2.1 マクロ分析

2013年のインドネシアにおけるマクロエネルギーバランスを図 2.2.1-1 に示す。サプライサイドでは、石炭及び石油依存度が高いこと、デマンドサイドでは、工業・住宅及び運輸・交通部門のエネルギー消費が大きいことが分かる。

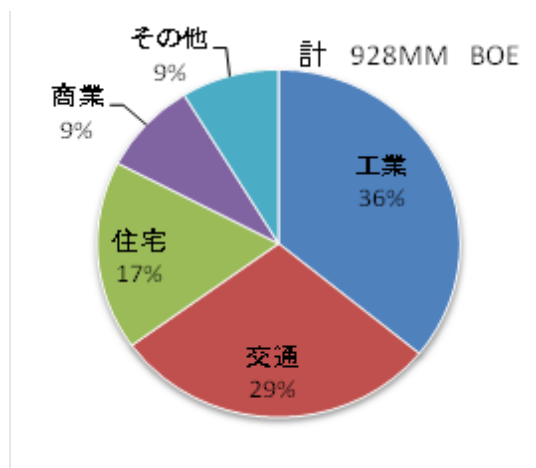
また、セクター別エネルギー消費を需要側から見た1次エネルギーベース<sup>3</sup>で整理（バイオマスを除く）した結果を、図 2.2.1-2 に示す。図から読み取れるように、工業、商業及び住宅の3セクターのエネルギー消費は全体の62%を占めることが分かる。



出典:PUDATIN Handbook of Energy and Economics 2014 データより調査団作成

図 2.2.1-1 インドネシアにおけるマクロエネルギーバランス（2013年データ）

<sup>3</sup> 1次エネルギーベースと2次（最終）エネルギーベースの最大の違いは、電力のエネルギー換算値に現れる。具体的には、2次エネルギーベースでは、1kWh=860kcal であるのに対し、火力発電依存度が極めて高いインドネシアでは、1次エネルギーベースでは1kWh=3185kcalとなる。



出典：2014 Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia データを基に調査団算出。

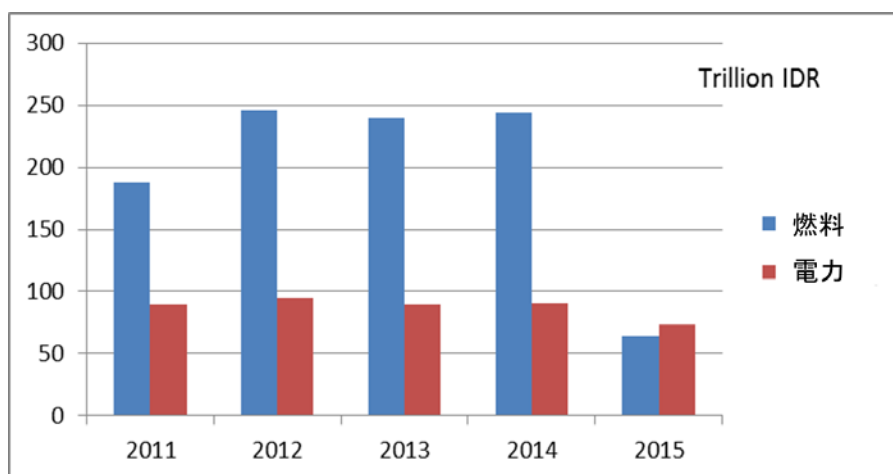
電力1次エネルギー換算； $860\text{kcal/kWh} \div 0.27$ 、(発電効率) =  $3,185\text{kcal/kWh}$ 、バイオマスを除く

図 2.2.1-2 インドネシアにおけるセクター別1次エネルギー消費量

エネルギー需要の将来予測では、(i) MEMR 見通し、(ii) BPPT が編集した「OUTLOOK ENERGI INDONESIA 2014」及び (iii) JICA インドネシア省エネ普及促進調査」(2009) のすべてにおいて、2025年のエネルギー消費量は2013～2015年の約2.0倍と予測されていることを踏まえて分析を行った。

## 2.2.2 エネルギー補助金

インドネシアでは、政策的・歴史的にエネルギー価格が政府補助金によって低く抑えられており、省エネ促進の最大の阻害要因となっていた。一方、インドネシア政府は、2014年新政権下で石油燃料向けと電力向けを合わせたエネルギー補助金を、2015年には前年の約4分の1となるIDR 85兆（約8,500億円）に抑える大胆なエネルギー補助金削減施策を打ち出した。図 2.2.2-1 に燃料補助金及び電力補助金の推移（2015年は見通し）を示す。省エネ推進を阻んでいた最大の要因であったエネルギー補助金政策の大幅な転換が進みつつある2015年は省エネ推進の好機といえる。

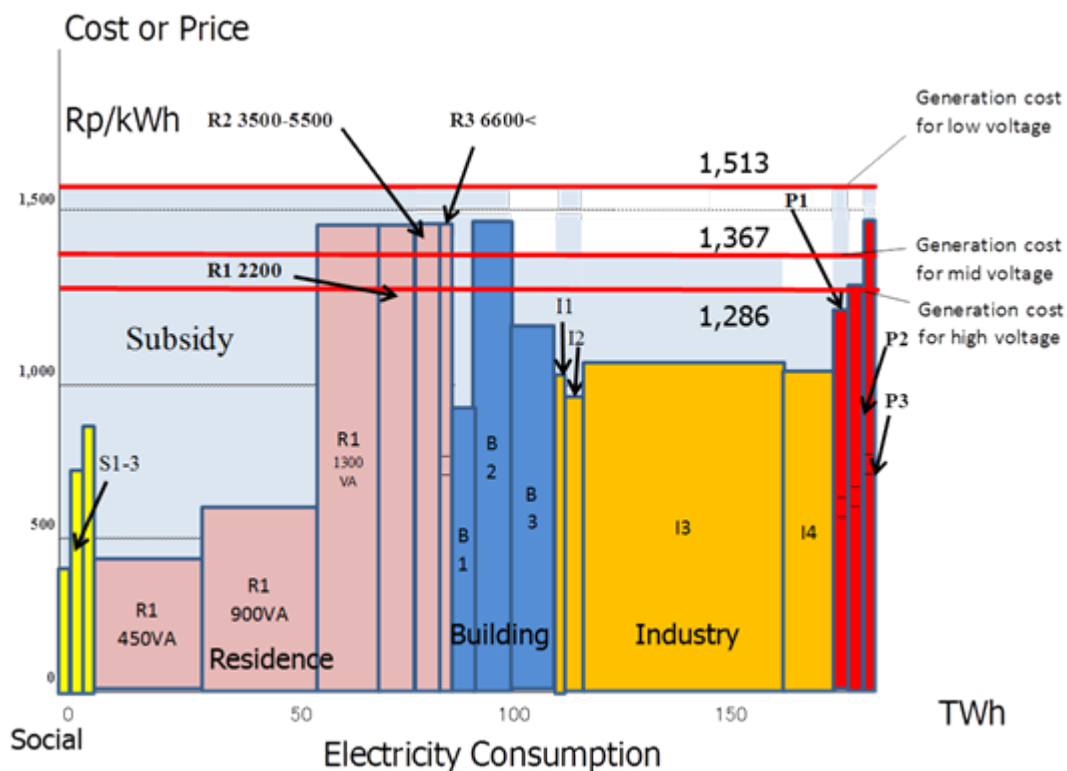


出典：インドネシア財務省、エネ鉱省及び PLN 情報を基に調査団作成

図 2.2.2-1 エネルギー/電力補助金推移（2015年は政府予想）



図 2.2.2-2 に 2015 年 5 月時点のセクター（電力契約）別電力使用量、電力単価及び補助金水準を示す。小規模住宅（以下、「900VA」）に対する電気料金水準は依然として極端に安価に据え置かれており、政府補助金のほとんどを占めている。このため、小規模住宅における省エネ意識は低い。小規模住宅の省エネ推進によって大きな便益を受けるのは政府（補助金削減）であり、この分野の省エネ推進・補助金削減を推進するためには、政府から民間に対し、何らかのインセンティブ策を提供することが有効と考える。また同様に、中規模工業（以下、「I3」）に対する電気料金水準も同様に、供給原価に比べ安価に設定されている。



出典： PLN2014 データ及び 2015 年 1 月の料金改定情報を基に調査団作成

図 2.2.2-2 セクター（契約タイプ別）電気料金、電力使用量及び電力補助金

また電力消費の地域特性について、ジャワ・マドゥーラ・バリ（以下、「ジャマリ」）地域と周辺の島嶼地域の特徴を分解したデータを表 2.2.2-1 に示す。島嶼地域の電力消費量は、ジャマリ地域より小さいが、発電原価が高いため、電力補助金額は逆に島嶼地域の方が多いたことが分かる。また、島嶼地域では、電力消費量の 79%が低圧（小口）契約消費者によって消費されており、このような小規模な消費者への省エネ推進が電力補助金削減に資することが分かる。また、表 2.2.2-2 に PLN より入手した地域別、供給電圧別電力の供給コストを示す。最も高い地域では供給コストは、約 4,000IDR/kWh となっている。

表 2.2.2-1 ジャマリ地域と非ジャマリ地域（島嶼）の電力消費状況

District	Electricity Consumption A (MWh/y)	Average Supply Cost B (IDR/kWh)	Average Price C (IDR/kWh)	Amount of Subsidy A* (B - C) (billion IDR/y)	%
Jamali	141,868	1,094	818	39,039	38
	(Composition) High Voltage: 9%, Medium Voltage: 41%, Low Voltage : 50%				
Outside Jamali	43,478	2,272	818	63,181	<b>62</b>
	(Composition) High voltage: 3%, Medium Voltage: 18%, <b>Low Voltage: 79%</b>				
Total (ave.)	185,345	1,370	818	102,220*	100

特記：ジャマリとはジャワ・マドゥーラ・バリの略。情報の補助金総額については、財務省統計値と約 10%の乖離がある。

出典：PLN Statistics 2014 及び PLN 2013 発電原価データより調査団作成

表 2.2.2-2 地域別・供給電圧別電力供給コスト

No	Uraian	BPP-TT (high V)	BPP-TM (medium V)	BPP-TR (low V)
1	ACEH	1,805	1,864	2,616
2	SUMUT	1,064	1,209	2,041
3	SUMBAR	1,598	1,650	2,003
4	RIAU	1,853	1,899	2,298
5	S2JB	1,504	1,572	1,950
6	LAMPUNG	1,408	1,494	1,855
7	BABEL	2,840	2,875	3,235
8	KALBAR	2,725	2,796	3,506
9	KALSELTENG	2,049	2,099	2,608
10	KALTIM	2,440	2,503	2,856
11	SULUTTENGGO	2,228	2,300	2,815
12	SULSELRABAR	1,627	1,685	1,967
13	MALUKU	3,064	3,116	3,842
14	PAPUA	2,919	2,954	3,452
15	NTT	2,792	2,848	3,290
16	NTB	3,169	3,253	3,898
17	BALI	918	976	1,196
18	JATIM	952	1,017	1,182
19	JATENG & DIY	934	991	1,165
20	JABAR	965	1,045	1,197
21	DKI	944	1,013	1,158



出典：PLN Data 2013（表）；Wikipedia（地図）

図 2.2.2-3 インドネシアの州及び都市（行政区別）

## 2.2.3 省エネ促進のための金融インセンティブ

省エネ促進のためのインセンティブ策定は、政府規則（Government regulation）No. 70/2009 で定められているが、現時点では具体的には実施されていない。インドネシア財務省は省エネ案件投資を促進するための低利融資プログラムの導入（約 50 億円）の検討を始めてはいるが、未だ実現していない。

一方で、財務省は産業セクター向けに VAT を免除するための IDR9,000 億の予算を 2010 年から計上している。同制度では、温室効果ガスを多く排出するセクターが優先され、鉄鋼・セメント・化学・セラミック・パーム油・紙パルプ及び繊維産業が含まれる。しかし、初年度は一件も申し込みがなく、財務省は翌年度から予算を IDR5,000 億に引き下げた。産業省によれば、産業界は求められる要件が複雑だったために、申請を躊躇したということである。これは、省エネ促進には経済性のみならず、受け手がインセンティブを活用しやすいよう、書類事務が明快であることの必要性を示している。

## 2.2.4 エネルギー監査プログラム（工場及び大規模ビル向け）

省エネに係る政令 No. 70/2009 の制定により、MEMR は政府及び民間双方のビルや工場に対してエネルギー監査を無料で実施している。2010 年~2013 年の間に 680 施設、2014 年にはビル 120 棟及び工場 180 箇所が同監査を受けている。

## 2.3 省エネ推進の現状と課題

省エネポテンシャルが大きな技術は、1) エアコン・冷蔵・冷凍、2) 加熱、3) モーター、4) エネルギー管理及び 5) 照明である。またエネルギー多消費産業の代表は、製鉄、繊維、肥料、セメント、セラミック、食品・飲料業界である。本業務の調査対象は、パルプ・製紙を除くエネルギー多消費産業とする。

### 2.3.1 産業セクター

表 2.3.1-1 に産業分野におけるエネルギー多消費サブセクターのエネルギータイプ別エネルギー消費量推定値を示す。

表 2.3.1-1 主要産業サブセクター別エネルギー消費量

Sub-sector	Energy consumption (supply data)					
	Electricity	Coal	Diesel	Gas	Others*	Total*
	kBOE (yr)					
Iron&Steel	<b>10,000</b>	530	4,476	<b>30000</b>	338	45,344
Textile	<b>10,000</b>	<b>9,000</b>	<b>4,000</b>	448	686	24,134
Chemical/Fertilizer	8,419	5,978	12,469	<b>15,000</b>	2,119	43,985
Cement	3,703	<b>90,000</b>	3,054	2,111	117	98,985
Ceramics	<b>1000</b>			<b>20,000</b>		21,000
Food & beverage	5,233	3,168	<b>10,000</b>	1,211	1,433	21,045
<b>Total</b>	<b>38,355</b>	<b>108,676</b>	<b>33,999</b>	<b>68,770</b>	<b>4,693</b>	<b>254,493</b>

特記：エネルギー別熱量換算計数は以下の通り：diesel (10.6996kWh/L), coal (5.9313kWh/kg), Gas (293kWh/MMBTU), 0.613boe=1MWh (2次エネルギーベース)

出典：MOI “Needs for Energy Planning for the Industry Sector towards the Acceleration of Industrialization” (2012) 及び 各種関係団体ヒアリング等を基に調査団作成 (太字は調査団入手、ヒアリングデータ)

### (1) セメント

セメント協会として、現状は特別な省エネ目標を掲げていないが、全体のエネルギー消費量の1%はバイオマス等の代替燃料にするとしている。2009年～2020年の間に、CO2排出量目標は5%である。

工場の稼働率は、2012年55%、2013年58%、2014年60%、2015年63%（予想）と徐々に向上しており、セメント製造量は概ね60MILトン/年水準である。石炭消費量は、クリンカー1トン当たり焼成用石炭0.25トン必要とされ、約40,000kBOE/年（2013年ベース）となる。一方、電力消費量の原単位は、100kWh/トンセメントで、約3,600kBOE/年である。

同産業の主な省エネ技術は、1) キルン効率の改善、2) 排熱回収システムの導入、3) 高品位炭（高発熱量）の使用、及び4) 可変周波数駆動（VFD）/ 変速（VSD）モーターの使用がある。この中で、特に費用対効果が高く、注目される技術は排熱回収である。セメント協会によれば、導入ポテンシャルは、業界全体（170MW）の約70%にあたる119MW程度という。導入に係る投資額はIDR20,000,000/kW程度で、投資回収年数は4年前後と試算される。

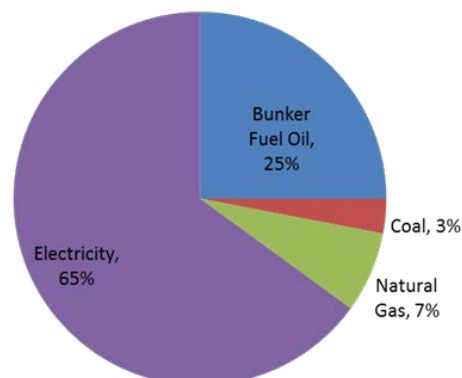
排熱回収に有効とされる3000クリンカーton/day以上の生成ラインを有するセメント事業者は、11社で24ライン存在（3000クリンカーton未満は1ライン）する。そのうち、排熱回収導入済みのラインは一か所のみであり、CDM事業として実施された。このように、セメント産業においては、排熱回収技術導入へのインセンティブ構築が最も期待される。

### (2) 鉄鋼

インドネシアの鉄鋼部門は、主に電気炉を用いて年間5億～6億トンのビレットを生産しており、1社（Krakatau）のみが総合的な鉄鋼製品の生産設備を保有している。インドネシア鉄鋼協会（以下、「IISIA」）の会員企業数は現在70社<sup>4</sup>であり、このうち30社は、年平均で25万トンのビレットを100%スクラップのみから製造する小さな製鉄工場である。棒鋼ミル、線材圧延機、圧延工場

<sup>4</sup> [http://www.steelindonesia.com/asosiasi/index.asp?Association\\_ID=ASS0000073](http://www.steelindonesia.com/asosiasi/index.asp?Association_ID=ASS0000073)

は再熱炉を使用している。図 2.3.1-1 が示すように、鉄鋼産業における主要エネルギー源は電力であり、これに燃料油と天然ガスが続く。



出典：MOI（2009年データ）

図 2.3.1-1 鉄鋼産業の燃料別エネルギー消費量

近年、インドネシアの鉄鋼産業は輸入製品との過酷な競争にさらされている。IISIA によると、効率の悪い電気炉を高効率なものに転換すれば、エネルギー消費の削減及び高効率化に寄与するが、これらへの投資はリスクを伴う。我が国の専門家によると、排ガスからの熱の改修等の炉の燃焼効率改善技術は限られているが、それに要するコストは、炉の大きさや状態及び接続している配管システムにより大きく異なる。インドネシアの鉄鋼産業にとって効果的なエネルギー削減方策の一つは、炉の排気熱を利用し、燃焼エアをあたため燃料の消費を抑えるリジェネバーナーへの転換である。炉に比べて寿命の短いバーナーは、より頻繁な更新が必要となり、高効率バーナーへの転換は、短期間での投資回収が期待できる。

### (3) 食品飲料

GAPMMI（以下、「インドネシア食品飲料協会」）に所属する会員企業は約 400 社である。この内、約 40%が大企業、45%が中企業、残りの 15%が小企業で構成されている。その他、協会には加盟していないが、インドネシアには約 500 万の食品飲料関連小企業がある。小さな屋台などでは、電気を違法に使用している事例もある。このように食品飲料業界は中小企業が中心のため、業界全体としてのエネルギー量を把握するのは極めて困難な状況である。

食品飲料業界の最大のエネルギー源は軽油、加熱用であり、この内約 10%は自家発電用である。この意味で、最大の省エネ策はボイラの高効率化といえる。

軽油の価格は、政府が統制しているガソリンスタンドでは IDR6,900 だが、企業が Puramina 経由で購入すると IDR12,000/L となってしまう。小企業はポリタンクを持ってガソリンスタンドに行っているのが現状である。

この他、大企業には、冷蔵・冷凍電力消費が多い。

#### (4) 繊維

インドネシア繊維協会の会員企業は、綿糸 22 社、紡績 300 社、縫製約 1,400 社と、同国を代表する産業の一つである。産業分野における GDP の占める割合、輸出金額の占める割合双方とも 2 位に位置づけられるなど、国際競争力の高い基幹産業といえる。

業界で消費している燃料は、概ね電力 70%、ガス 20%、石炭 5%、石油 5%といった比率となる。近年、顧客の中心であるヨーロッパ及び日本企業の環境配慮要請を受け、石炭中心から、電力中心に転換してきている。

繊維協会では、2005 年から、Technology Development Program を推進しており、このプログラムの下で、年平均 10%程度の省エネが既に達成されてきている。2007 年から 2010 年までの期間に、IDR10 兆の関連投資がなされた。

繊維産業の生産工程は、紡績工程と染色工程に大別される。それぞれの工程にボイラや空調などのユーティリティがあり、エネルギー消費の分析は、一般的にこの 3 分野に分類して行われるが、特に産業機器による消費量が注目される。

1970 年代には、多くの日系縫製機械が導入されたが、最近では安価な中国製機械の導入が主流となっている。中国政府が提供するインセンティブ制度を合わせると、中国製機械の価格は日系機械の半額程度となる。こうしたコスト効果の高い多くの機器は、概してエネルギー効率に劣る。機械の効率化により、大きな省エネが達成できる。

製造機器のなかで、織機や紡糸機器などの効率化が重要と言われている。特に、織機の更新は、省エネと共に生産性の向上に大きく寄与するもので、単位生産量ベースで 70%近い省エネが見込まれる。

他の産業同様、染色工程の排熱回収にポテンシャルがあるとされるが、繊維の目詰まり等、運用面に難がある。

#### (5) 肥料

インドネシア肥料協会は、国営の PUPUK Indonesia とその傘下の企業を中心に組織されているため、協会機能は、PUPUK Indonesia が担っている。

肥料業界の年間生産量は約 900 万トン。尿素生産工場は 15 か所、アンモニア生産工場は 14 か所ある。天然ガスの供給不足から、近年では燃料の大半を石炭に移行しつつある。既に 2 箇所石炭焚き発電システムを設置。現在、3 工場でも石炭焚き発電システムを建設中である。

消費エネルギーの約 97%は肥料の材料 (Feedstock)、残り 3%がエネルギー利用となっている。

肥料工場の場合、全体システムを更新すれば、原単位で 40MMBTU/t から 27MMBTU/t へと、約 30%の省エネが図れる。日本企業の IHI、三井物産、千代田化工などとシステム更新の話をしている。

その他、ガスの供給不足対応として、2018 年までに石炭ガス化プラントを稼働させる計画で、現在テストを実施している。PUPUK Indonesia の年次レポートには一部のデータが公表されている。

#### (6) セラミック

セラミック製品は、1) タイル、2) 衛生関係、3) 食器、4) 屋根の 4 種類に大別できる。セラミッ



ク協会傘下の事業所における 2014 年の年間生産キャパシティーは 550million m<sup>2</sup> で、実生産量は 500 million m<sup>2</sup> (40 - 42 million m<sup>2</sup>/month) と、90%を超える稼働状況であった。しかし、2015 年は、国内の景気後退を受けて、前年に比べ 20%の売り上げダウンと厳しい環境におかれている。

エネルギー消費量は、平均 2.8Nm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> 程度 (2.2-3.5Nm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> の範囲) である。主なエネルギーは天然ガスで、その平均消費量は 140MMSCF/day 程度である。一般のセラミックでは 125 -130MMSCF/day、食器、屋根材、衛生製品など特殊製品は 160MMSCF/day と、製造工程の違いによるガス消費量の差異がある。製造工程別の消費構成は、焼成工程で 55 - 60%、乾燥工程で 40 - 45% となる。

製造コストのなかで、こうしたガス消費に関する費用は 30%を占め、同じく約 10%を占める電力消費と共に、エネルギー消費コストが大きなウエイトとなっている。その他のエネルギーとして、石炭、オイルの使用があるが、小規模事業所や所内移動用重機における使用など、消費量は限定的であり、省エネのターゲットはガス・電気に絞られる。

上記のとおり、主な生成工程は、乾燥工程と焼成工程であり、原料は一般的に 20%程度の水分を含んでおり、乾燥工程に必要な熱量は物理的にはほぼ一定であると言える。この乾燥工程における省エネには、燃料噴霧量と空気量のコントロールによる燃焼の最適化がある。また、原料の構成物（シリコン投入）の変更による対策も考えられる。

最も有効な省エネ技術は、焼成工程から出る排熱を乾燥工程で使用する排熱回収であり、10%程度（総エネルギー量ベースで 4~5%程度）の省エネ効果がある。投資回収年は、3 年程度と試算される。既に 15%程度の事業者は、排熱回収技術を導入しているが、85%は未実施であり、補助金などのインセンティブ制度などは導入促進に有効である。

#### (7) パルプ製紙

世界でも生産量トップ 10 位内にランクされるインドネシアのパルプ製紙産業は、同国の重要輸出産業の 1 つである。同産業では多様なエネルギーを消費しており、石炭、ガス、石油製品（ディーゼル、ケロシン、潤滑油）、電力、バイオマス/バイオガスが含まれる。また、MOI が収集したデータによれば、エネルギー価格に応じて使用燃料の変更を行っている工場などでは、各燃料の消費割合は時間と共に変化することが分かっている。インドネシアのパルプ製紙工場では、自家用熱電供給のための排熱回収システム及びコジェネの利用は既に業界慣行である。しかしながら、熱電利用のための排熱回収をさらに推し進めることで、さらなるポテンシャルの掘り起しが見込まれる。そのような例として、ボイラでの蒸気生成用に排水からメタンを回収するという方法が見られた。このように、MEMR のエネルギー監査結果から、様々な選択肢による効率向上ポテンシャルの発掘余地はまだある。

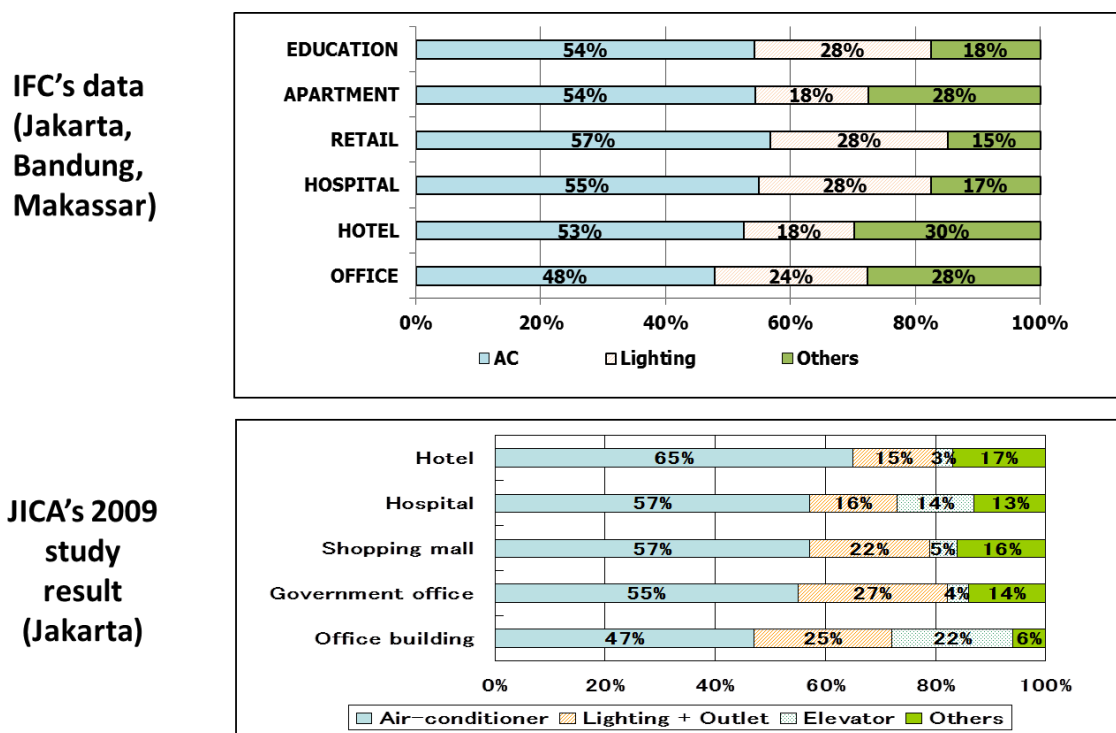
パルプ製紙セクターについて、(i) MEMR のエネルギー監査プログラムによる推奨のレビュー、(ii) 文献のレビュー、(iii) MEMR との面談結果から、JICA 調査団は、同セクターにおける省エネ技術の選択肢に優先順位をつけるには、検討すべき事項が多いと判断した。このため、同調査団は、パルプ製紙協会（以下、「APKI」）及びその会員企業とさらに詳細な協議を行った上で、同セクターの MACC 開発に着手するのが最善であると結論付けた。

### 2.3.2 業務施設

本調査では、2009年に行われた「インドネシア共和国エネルギー需給計画策定システム開発技術協力調査」における建物ごとの使用用途別エネルギー消費割合に関する実測データのアップデートを行った。図 2.3.2-1 に、同データと IFC が 2011 年から 2012 年に掛けてジャカルタ、バンドン、マカッサルの 3 都市で実施したシミュレーションモデルの結果を併記する。

最もエネルギーを消費する分野がエアコンであるという傾向に変化はなく、依然として全体消費量 50% 超える状況で、エアコンの高効率化は建物分野の省エネ促進では最優先課題に位置付けられる。

エアコン機器の効率化と共に、熱線遮蔽ガラスまたは Low-e ガラス等の導入による日射による空調負荷の低減や再生可能エネルギーの最適な活用によるグリーンビルディングの推進が重要である。



出典：Study to Promote EE&C (2009), JICA/J-POWER Compiled by JICA Study Team, based on the simulation data introduced by IFC in 2015 (conducted in 2012 from 2011 in 3 cities, Jakarta, Bandung and Makassar)

図 2.3.2-1 建物タイプ別電力消費量割合

#### (1) スプリットエアコン

2009 年に実施されたインドネシアのエネルギー効率化及び省エネ促進調査において、国内のエネルギー消費の 40% が、エアコン、冷凍機、及び冷却装置に関するものであることが推定された（一次エネルギーベース）。このように、冷却プロセスのエネルギー効率の改善は、最重要課題と位置づけられる。

2013 年には、エアコンの消費電力量測定方法（期間効率）に関する ISO16358 が制定され、インバータエアコンの普及は国際的なトレンドとなった。表 2.3.2-1 に、各国のスプリットエアコンに係るインバータタイプの普及率を示すが、2013 年のインドネシアにおける普及割合は僅か 5% であり、2014 年には 4% に低下している。JICA/J-Power が 2010 年～2011 年にインドネシア国における



デマンド・サイド・マネジメント実施促進調査（2012年）においてジャカルタで実施した一年間を通じた実証試験によれば、インバータ機は、ノンインバータ機に比べ、20%の省エネを実現するものと立証された。こうした背景を受け、本調査では、インバータエアコンの普及促進を提唱する。

表 2.3.2-1 国別個別インバータ機割合

Country	Inverter Ratio (%)
Japan	100
Singapore	78
China	50
Vietnam	30
Malaysia	(20)
Indonesia	5

出典：GfK（マレーシアのデータはJICA調査団による推計）

## (2) VRV/チラー

スプリットエアコンのインバータ化と同時に、インドネシアの建物分野の省エネ促進には、チラー等の冷却設備のVRV化は有効な技術であると言える。VRVとは、可変冷媒ボリュームのことで、負荷に応じて、最適な冷媒量に制御する技術のことである。一般的には、Variable Refrigerant Flow（以下、「VRF」）とも言われる。

インドネシアの国内規格のSNI 6390:2011では、空調機の最低効率（Coefficient of Performance、以下「COP」）を定めている。空調機は、その冷却タイプにより、空冷式と水冷式に分類されるが、インドネシアにおいては、普及機器の多くが空冷式である。

スプリットエアコンとは異なり、大型の空冷チラーは、機器能力が大きいほど高効率になる傾向がある。Table 2.3.2-2にSNI規格を示すが、VRV機器の効率は、他のチラーに比べ、20%から40%程度高効率であることが分かる。

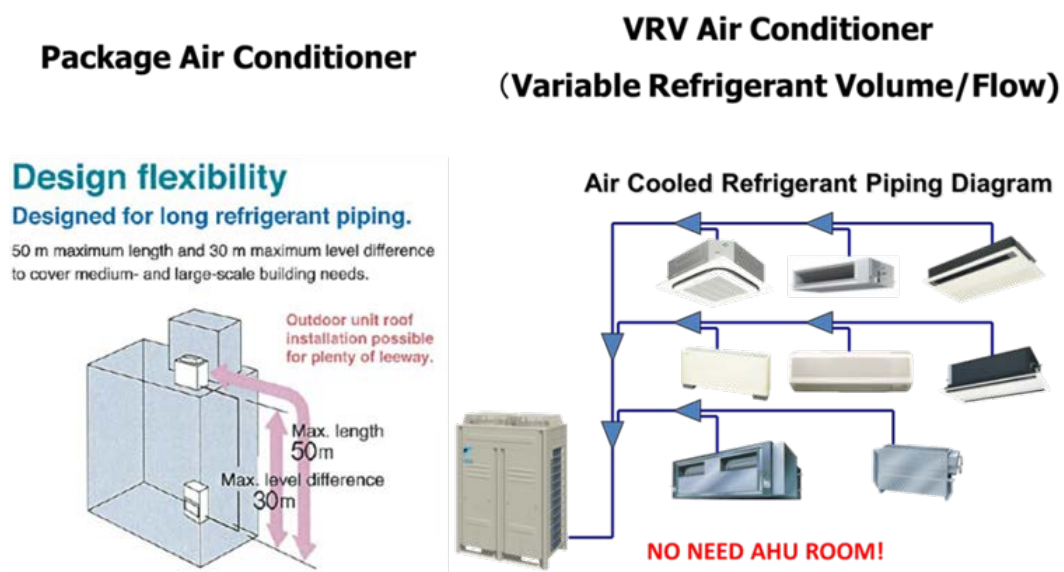
表 2.3.2-2 エアコン効率のインドネシア国家規格（SNI）

INDONESIAN STANDARD SNI 6390:2011		
Type of Air Conditioning	Minimum Energy Efficiency	
	COP	kW/TR
Split < 65,000 BTU/h	2.70	1.303
Variable Refrigerant Volume	3.70	0.951
Split Duct	2.60	1.353
Air Cooled Chiller < 150 TR (recip)	2.80	1.256
Air Cooled Chiller < 150 TR (screw)	2.90	1.213
Air Cooled Chiller > 150 TR (recip)	2.80	1.256
Air Cooled Chiller > 150 TR (screw)	3.00	1.172
Water Cooled Chiller < 150 TR (recip)	4.00	0.879
Water Cooled Chiller < 150 TR (screw)	4.10	0.858
Water Cooled Chiller > 150 TR (recip)	4.26	0.826
Water Cooled Chiller > 150 TR (screw)	4.40	0.799
Water Cooled Chiller > 300 TR (Centrifugal)	6.05	0.581

• Energy Efficient are measure at Outdoor temperature 33 °C in case of air cooled condenser , or 30 °C cooling water inlet temperature for water cooled condenser  
 • TR = Ton Refrigeration, 1 TR = 12,000  
 • For chille the EE are measured at 100 % load.

出典：SNI（バンドン工科大学プレゼンテーション）より JICA 調査団作成

機器効率に加え、VRV 機器の効果はデザインの柔軟性にある。ダクト式空調システムとは異なり、空調機械室やダクトスペースが不要で、建物デザイン上の柔軟性が確保されるとともに、1 台の屋外機と居室の用途に合わせた最大 10 台の室内機を自由に組み合わせが可能である。近年の技術革新により、冷媒配管の敷設可能距離も長くなり、屋外機設置場所の自由度も増している。図 2.3.2-2 に VRV エアコンシステムと従来のパッケージエアコンとの違いを示す。



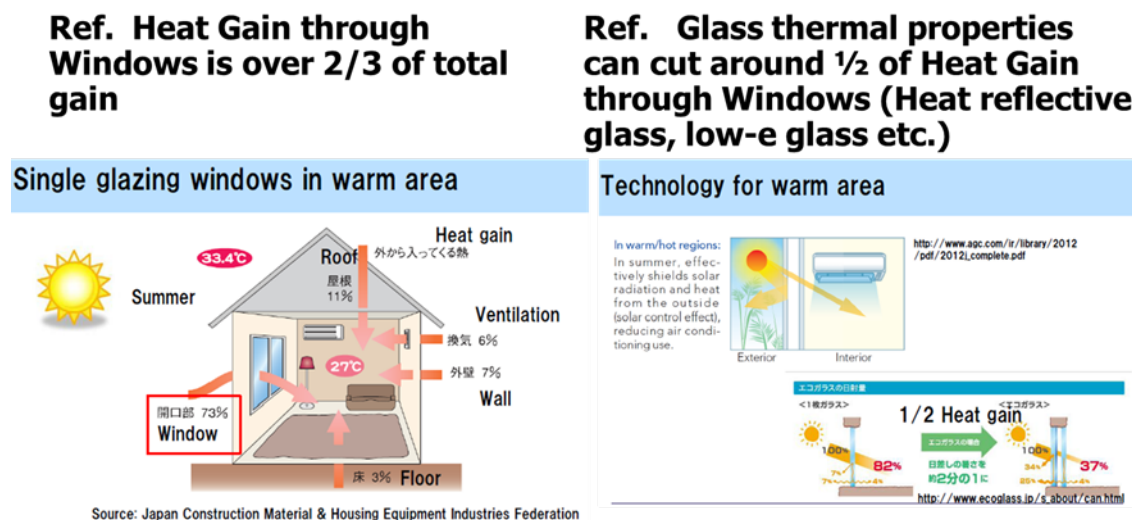
出典：ダイキン

図 2.3.2-2 VRV エアコンシステム

## (3) 遮熱ガラス

冷房機器の高効率化と同時に考慮すべき課題は、建物の熱還流値の改善である。建物の熱負荷の3分の2は、窓からの入熱であり、熱線反射ガラスやLow-e ガラスなどの遮熱効率の高い製品の採用は省エネ効果が高く、20～50%の熱取得を低減できる。また、壁や屋根の断熱など、熱負荷の少ない建物の設計が重要である。（図 2.3.2-3 参照）

現在、インドネシアの一般的な建物の熱還流値は、平均 60-100W/m<sup>2</sup> と言われている。これに対して、インドネシア規格及びジャカルタ市では、それぞれ 35W/m<sup>2</sup>、45W/m<sup>2</sup> を提唱している。



出典：日本建材・住宅設備産業協会を基に調査団作成

図 2.3.2-3 ガラスからの入熱の低減

## (4) 省エネ診断・ビル省エネ

適切な省エネ診断に基づく、建物の効率化によるビル省エネの実施により、20 - 30%の省エネが実現できる。省エネ手法には、機器の更新やシステムの導入などを伴うハード的手法（図 2.3.2-4 参照）と運用改善や省エネ意識の向上によるソフト的手法がある。

省エネ意識の低い事業者にとっては、多くのコストを必要としないソフト的手法が有効である。表 2.3.2-3 に、両手法の例をまとめる。



出典：MEMR プログラムのエネルギー監査報告を基に調査団作成

図 2.3.2-4 ハード的省エネ手法イメージ

表 2.3.2-3 省エネ対策

省エネ手法	
運用メンテナンス	システム更新
不要な照明の消灯	高効率機器への更新 (AC, 照明, ボイラ, etc)
冷房設定温度を上げる	エアコンの冷媒の更新
エアコンのフィルター清掃	パイプ、ダクト、ガラスの断熱
省エネ推進広告	エアコン容量の適正化
省エネ賞	屋根や窓の日除け

出典：MEMR プログラムのエネルギー監査報告を基に調査団作成

### (5) LED

LED ランプの開発は、照明省エネの革命と言われている。従来の蛍光灯タイプに比べ、約 50% のエネルギー削減効果があり、投資回収年月は 5 年から 9 年と試算される。

LED ランプの特徴は、省エネ性に加え、40,000 時間から 60,000 時間とも言われる長寿命性にある。一度導入すれば、一般に 10 年～20 年間交換は不要で、メンテナンスコストを考慮すれば、投資効果の高い技術であるといえる。(図 2.3.2-5 参照)



出典：JICA 調査団

図 2.3.2-5 LED 照明

### (6) グリーンビルディング

インドネシアでは、2009 年にインドネシアグリーンビルディング協会 (Green Building Council Indonesia、以下「GBC Indonesia」) が設立され、環境省令グリーンビルディング認証機関 No. 8/2012 によって認可された。

GBC Indonesia は、独自の判断基準及び診断方法に基づいて新築建物及び既存の建物のグリーン度合いを評価する「グリーンシップ」を開発し、認証サービスを提供している。グリーンシップは、対象建物に対して図 2.1.4-1 に示す 6 つの主要項目毎に評価し、銅、銀、金、プラチナの 4 段階のいずれかに認定する。

前述のビル省エネとは異なり、建物そのものの品質及び機能を評価するもので、主には新築ビル

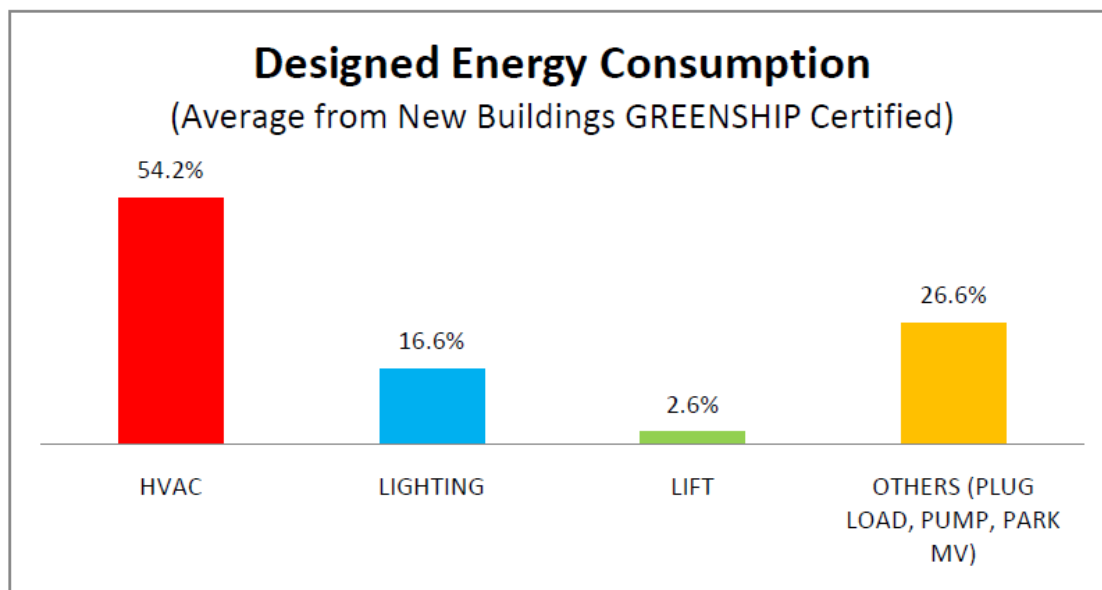
を対象として、長きに渡ってエネルギーを消費し続ける建物の省エネライフサイクルを実現する。



出典：GBC Indonesia

図 2.3.2-6 グリーンシップ評価システムの審査項目

グリーンシップ認証を受けた新設ビルにおけるエネルギー消費の内訳を図 2.3.2-7 に示す。比較的最新版省エネ技術を導入している新設ビルにおいても、空調（HVAC）におけるエネルギー消費量が過半を占めていることが分かる。



出典：GBC Indonesia

図 2.3.2-7 2010年～2015年にグリーンシップとして認証された新設ビルにおけるエネルギー消費内訳

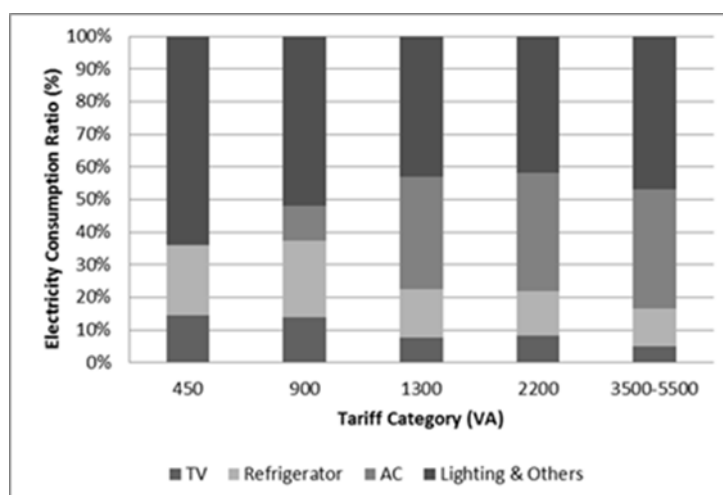
### 2.3.3 住宅部門

#### (1) 現状

2.2.2 で検討した通り、住宅部門（R1、R2、R3）は電気料金が低く抑えられており、多額の補助金が投入されている。

現状では、住宅部門の消費電力の内訳は図 2.3.3-1 の通りである。小規模契約の住宅（450VA、900VA）では、エアコン、冷蔵庫、テレビの消費率が高い（冷蔵庫とエアコンで消費量の 20-50% を占める）。





出典：インドネシア国におけるデマンド・サイド・マネジメント実施促進調査（2012年）、ジャカルタ、パレンバン、バリクパパン、マナド、デンパサールにて実施、JICA/J-POWER

図 2.3.3-1 住宅における契約電力サイズ別及び家電機器別電力消費量比率

ジャカルタ以外の地方においても、同様の傾向がみられ、特にエアコン、冷蔵庫の消費量の比率が高い。同データでは、照明の数字もその他とは区分されており、これによれば、照明の消費量も高い。そのため、同表も消費電力を下げるには、冷蔵庫、エアコン、照明に注力することが効果的であることを示している。（表 2.3.3-1 参照）

表 2.3.3-1 住宅における地域別家電機器別電力消費量比率

City (Number of Study Targets)	Electricity Consumption Rates of Home Appliances for Total in Household (%)						
	Lighting	Refrigerator	TV	AC	Wash Machine	Rice Cooker	Dispenser
Jakarta (48)	13.1%	17.9%	12.3%	19.0%	2.4%	9.3%	0.6%
Palembang (50)	18.2%	22.4%	11.5%	10.5%	3.1%	11.7%	1.9%
Balik papan (52)	14.8%	21.4%	15.4%	22.4%	3.1%	5.6%	2.4%
Manado (50)	14.7%	16.4%	15.1%	19.7%	1.9%	8.0%	6.3%
Denpasar (46)	20.0%	18.3%	9.4%	16.0%	3.5%	11.5%	2.5%
All	16.1%	19.5%	13.2%	17.2%	2.8%	9.5%	2.6%
	Elec. Kitchen	Water Pump	Computer	Water Heater	Elec. Iron	Fan	Others
Jakarta (48)	0.0%	0.2%	0.6%	0.2%	5.7%	5.1%	0.9%
Palembang (50)	0.0%	0.1%	2.7%	0.1%	6.3%	6.7%	1.3%
Balik papan (52)	0.1%	0.0%	3.2%	0.0%	5.3%	3.9%	1.0%
Manado (50)	0.2%	0.1%	3.1%	0.1%	5.5%	1.9%	1.1%
Denpasar (46)	0.0%	1.3%	2.3%	1.3%	6.9%	1.9%	1.1%
All	0.1%	5.6%	2.4%	0.2%	5.9%	3.9%	1.1%

出典：インドネシア国におけるデマンド・サイド・マネジメント実施促進調査（2012年）、JICA/J-POWER

なお、照明については既に政府及び PLN による普及啓発活動及びラベリング制度等の対策がとられており、CFL が全土に普及している。そのため、エアコン及び冷蔵庫についても、同じよう

に普及啓発活動及びラベリング制度を制定することにより、省エネ機種への導入促進が期待できる。

下記に、JICA と国連開発計画（以下、「UNDP」）が着目調査してきた家電に対するインドネシアにおける販売台数、平均消費電力、省エネポテンシャル予測を示す。冷蔵庫及びスプリットエアコンの寄与度が大きいことが読み取れる。また、図 2.3.3-2 に両機器について、標準品が市場に投入され続けた場合と、省エネ機器が市場に投入され続けた場合の累積電力消費量を示す。市場で購入される機器を、すぐに省エネ型に転換することにより、2025 年時点では、6,000MW の発電所相当の電力削減が見込まれる。

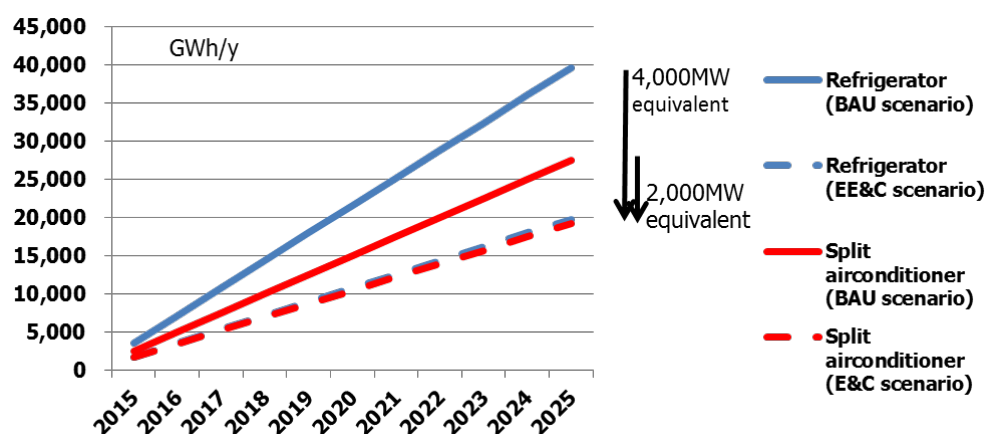
表 2.3.3-2 インドネシアにおける家電の省エネポテンシャル

	Market Size (u/y)	Average consumption (kWh/u/y)	(%) of Total electricity *1 in Household	EE&C Potential
Refrigerator	4,500,000 *3	800 *3	19.5%	50%*3
	6,200,000 *2	470 *2		16%*2
Air Conditioner	2,500,000 *3	1,000 *3	17.2%	30%*1,*2,*3
	1,400,000 *2	1,400 *2		
Lighting	-	-	16.1%	50% *3 (LED)
Ballast	To be replaced by LED			
TV	-	-	13.2%	
Rice cooker	-	-	9.5%	5%*2
Iron	-	-	5.9%	-
Fan	500,000 *2	150 *2	3.9%	50%*2

出典：\*1 インドネシア国におけるデマンド・サイド・マネジメント実施促進調査（2012年）、JICA/J-POWER；

\*2 Study on cost-effective development and implementation of energy efficiency standards and labelling program in Indonesia (2014), UNDP；

\*3 本調査（2015年）



特記：前表の JICA データを基に、標準機器と省エネ機器導入の差を試算。夕方のピーク時間帯への寄与度は年間平均の 2 倍と想定。

出典：JICA 調査団

図 2.3.3-2 省エネ型冷蔵庫及びスプリットエアコン投入による累積節電効果

表 2.3.3-3 の契約種別毎の家電（エアコン及び冷蔵庫）の導入状況を見ると、電力契約容量の制約により、特に補助金の多い 450VA 契約の住宅では冷蔵庫のみ使用しておりエアコンは使用できず、また、900VA の住宅では冷蔵庫及び 500W（7000Btu）のエアコンのみ使用可能である。そのため、この結果も、450VA 及び 900VA 契約の住宅での消費電力の削減を目指すのであれば、エアコン及び冷蔵庫の省エネ化の促進が効果的であることを示している。

表 2.3.3-3 住宅における電力契約サイズ別導入可能家電（エアコンサイズと冷蔵庫）

	Contract Size		
	450VA	900VA	1,300VA
Refrigerator	○	○	○
AC 5,000Btu (350W)	×	○	○
AC 7,000Btu (500W)	×	○	○
AC 9,000Btu (700W)	×	×	○

出典：製造業者へのヒアリング及び市場調査に基づき JICA 調査団作成

エアコンの省エネ化については、2.1.1 の「インドネシアにおける省エネ政策概観」内の表 2.1.1-3 スプリットエアコンに係る省エネラベル及び MEPS 及び 2.3.2 の「業務施設」を参照頂きたい。なお、現在市場に出回っている 5,000Btu 及び 7,000Btu のエアコンについては、すでに大半の製品が現在提案されているラベリング案の 4 星レベルに該当しており、インセンティブ制度の導入基準設定においては留意する必要がある。

冷蔵庫の省エネ化では、インドネシアで導入検討が進んでいるラベリング制度を活用することが有効である。冷蔵庫の省エネラベリング基準の政府最終案（現状）を表 2.3.3-4 に要約した。このうち、4 Star が省エネ促進の目標としてふさわしい水準であると考えられる。

表 2.3.3-4 冷蔵庫の省エネラベル基準

製氷機なし	
Star rate	算出式
1 Star	$\leq 465 + 1.378 \times V_{adj} \times 1.15$
2 Star	$\leq 1 \text{ Star} \times 0.77$
3 Star	$\leq 2 \text{ Star} \times 0.77$
4 Star	$\leq 3 \text{ Star} \times 0.77$
製氷機あり	
Star rate	算出式
1 Star	$\leq 465 + 1.378 \times V_{adj} \times 1.55$
2 Star	$\leq 1 \text{ Star} \times 0.77$
3 Star	$\leq 2 \text{ Star} \times 0.77$
4 Star	$\leq 3 \text{ Star} \times 0.77$

出典：MEMR（2015 年）

性能テストは SNI-ISO 04-15502-2008 または IEC 62552-2007 による。なお、表中の記号は以下のとおり：



調整内容積 ( $V_{adj}$ ),

$$V_{adj} = \sum V_i \cdot \Omega$$

- $V_i$  = 内容積
- $\Omega$  = ロードファクター

$$\Omega = \frac{T_a - T_i}{T_a - T_r}$$

- $T_a$  = 想定外気温度 (32 °C : SNI/ ISO 15502)
- $T_i$  = パート別定格温度
- $T_r$  = 生鮮食品保存定格温度(5°C)

## (2) 課題

前述の通り、住宅部門、特に小規模契約（450VA 及び 900VA）の住宅での消費電力を削減することが補助金削減につながる。これには、エアコンと冷蔵庫の省エネ化が重要である。一方で、これらの製品の省エネモデルと従来モデルの間には、2012 年の調査では省エネ機器と標準機器の価格差は、AC と冷蔵庫は、20%～50%、TV の価格差は 20%～30%があり、省エネモデルの方が高額である。省エネモデルで電気料金が節約できるとしても、小規模契約の住宅では電力料金が低く抑えられているため、投資回収には時間がかかり、消費者側には高額な省エネモデルを購入するインセンティブが働きにくい。過去の JICA 調査（2012 年インドネシア国におけるデマンド・サイド・マネジメント実施促進調査）のヒアリングでは、インドネシアの消費者は価格に対する感応度が高い傾向にあり、15%の価格差の場合は安価な方の商品、10%の価格差の場合はどちらとも予測し難いが、5%の価格差の場合には高い方の商品を購入する傾向があるとのことであった。

上記の状況を踏まえ、エアコンと冷蔵庫の省エネ化を促進するには、この価格差を縮小すべく、政府側からのインセンティブ供与が有効である。この裏付けとなる定量的な分析については 4.2 を参照頂きたい。

### 2.3.4 まとめ

表 2.3.4-1 は各セクター・サブセクターでターゲットとする技術・プログラムをまとめたものである。これらの技術を対象に MACC を作成する。

表 2.3.4-1 各セクター・サブセクターでターゲットとする技術・プログラム

Sector	Sub-sector	Target technologies/programs
Residential sector		Split AC
		Refrigerator
Commercial sector		Split AC
		Packaged AC (VRV)
		High efficient chiller
		Solar insulation
		LED*
		Green buildings

Sector	Sub-sector	Target technologies/programs
Industry sector	Cement	Heat recovery power generation
	Iron & Steel	Regenerative burner
	Food & Beverage	Industrial chilling compressor unit High efficient boilers
	Textile	High efficient weaving machine
	Fertilizer	Renewal of equipment
	Ceramics	Heat recovery

\*住宅向け照明については、これまでの政府・PLNの取り組みにより、相応の省エネ性がある  
CFLが全国的に普及しており、これをLEDに代替する費用対効果は、あまり大きくないと考える。

出典：JICA 調査団

省エネを促進するには、重要なプログラム・案件を実施するための政府の金銭的な支援は欠かせない。本章では、省エネを促進するための技術・方法を特定した。次章では、2025年まで（RIKENの目標年）の費用便益のインパクトを定量化し、MACC上に示した。定量分析及びMACCは、省エネに対する政府のアクションの優先づけ及び政府及びエンドユーザーそれぞれへの省エネのインパクトの評価をするために役立つものである。

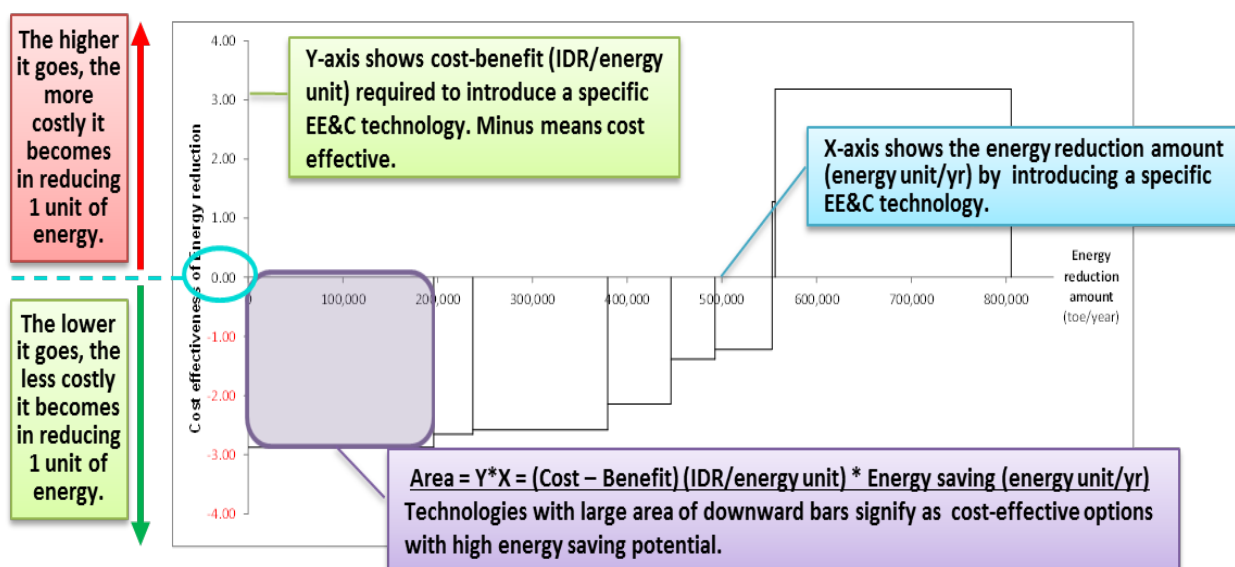
## 第 3 章

### 省エネ MACC 作成ガイドライン

### 第3章 省エネ MACC 作成ガイドライン

#### 3.1 MACC とは何か

省エネ MACC は、各省エネ策による費用対効果及びエネルギー削減量を示すグラフである。同グラフは、主に、政策策定において省エネ促進のための費用対効果の高い案件・プログラムの優先順位をつけるために活用できる。図 3.1-1 に示すとおり、MACC では、各プログラムのエネルギー削減量一単位 (boe) あたりのコストが低いものが縦軸の下方 (0 以下) に表示され、高いものは上方 (0 以上) に表示される。横軸はエネルギー削減量を示す。縦軸の 0 以下の面積 (boe/年 × (費用 - 便益) / boe) は、当該技術実施の優先順位が高いことを示している。MACC の試算は、政府及びエンドユーザーの便益の 2 つに分けて行った。図 3.1-2 は、両者を組み合わせた場合の算出方法を示している。



出典：JICA 調査団

図 3.1-1 EE&C MACC

**Formula of Cost effectiveness of Energy reduction in MACC**  

$$\{(A+B)-(C+D)\}/E$$

**A: Cost for government:** Annual gov't expenditure to operate EE&C regulatory measures (IDR/year)

**B: Cost for private sector:** Annual investment and maintenance cost for EE&C (IDR/year)

**C: Expected benefit for government:** Annual reduction of energy subsidy by EE&C implementation (IDR/year)

**D: Expected benefit for Private sector:** Annual cost reduction by EE&C investment (IDR/year)

**E: Expected Annual EE&C amount (BOE/year)**

出典：JICA 調査団

図 3.1-2 MACC の算出式

### 3.2 MACC 作成の流れ

MACC を作成する前に、省エネを取り巻く全体像を理解する必要がある。そのために、以下の情報を収集する必要がある（図 3.2-1）。データ収集の方法については 5 章で詳述する。

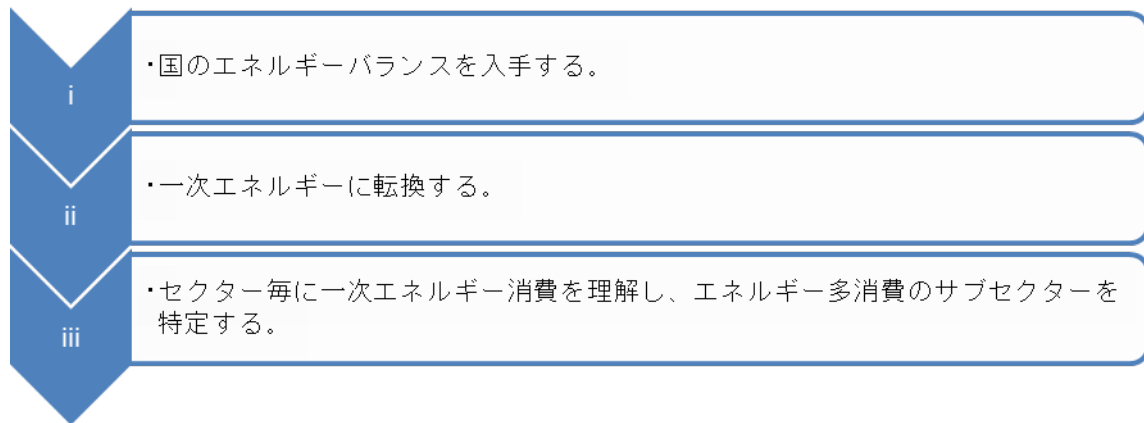
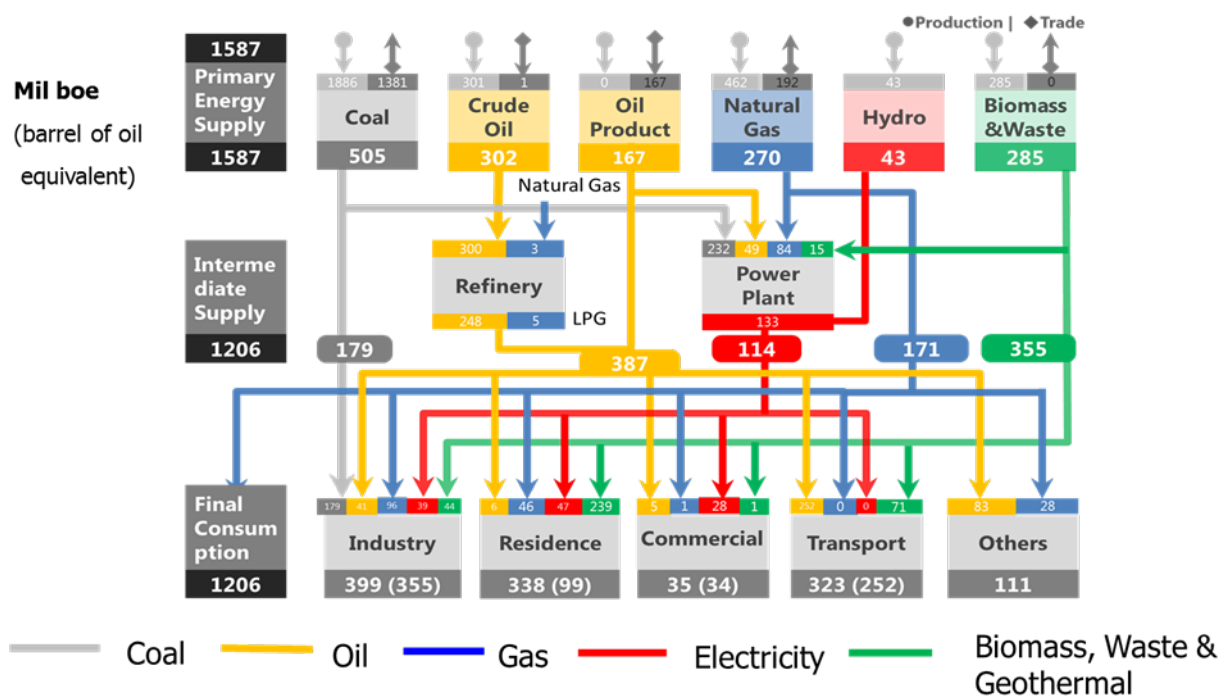


図 3.2-1 対象国におけるエネルギー事情の全体像分析フロー

i) 国のエネルギーバランスを入手する

図 3.2-2 は、インドネシアのエネルギーバランス（国レベル）の最終イメージを示している。



出典：Indonesia Energy Balance 2013, compiled by JICA Study Team, based on Global Act based on Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia, MEMR (million boe)

図 3.2-2 インドネシアのエネルギーバランス（国全体）

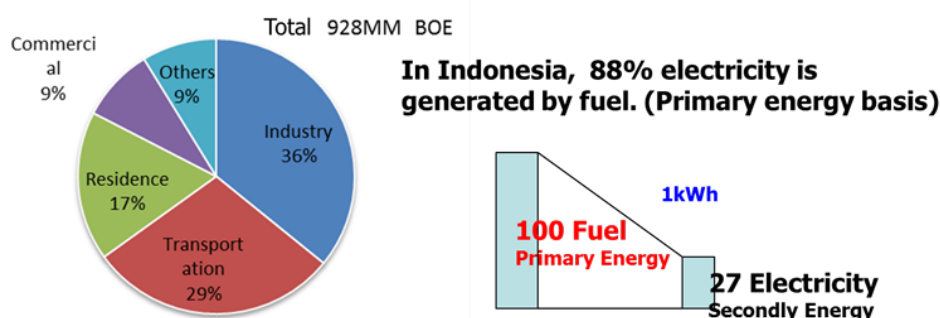
ii) 電力を一次エネルギーに転換

インドネシアでは、電力の 88% が化石燃料によって発電されている。この状況では、国内の省エネは二次エネルギーベースではなく、一次エネルギーベースで評価されるべきである。中間過程で使用された燃料を考慮しないため、二次エネルギーを基にした分析は誤解を生む可能性がある。一次エネルギーを基にした分析は、エネルギーの効率的な使用を達成するために直接資するものである。

エンドユーザーが消費する電力グリッドのための二次エネルギー：860kcal/kWh

火力発電所で消費するグリッドの一次エネルギー：3185kcal/kWh (860kcal/0.27)

0.27 は  $30\% \times (1.0 - \text{ネットワークロス}の10\%)$  から算出した、熱効率である



Note: Conversion factor for grid electricity to primary energy:  $860\text{kcal/kWh} \div 0.27$ , (generation efficiency, incl. network loss) = 3,185kcal/kWh, excluding biomass

**Secondary energy : consumed energy at end-users**  
**Primary energy : energy needed at generation side (thermal efficiency and network loss are considered)**

出典：JICA 調査団

図 3.2-3 電力の一次及び二次エネルギー

iii) セクター毎の一次エネルギー消費を理解し、エネルギー多消費のサブセクターを特定する。

上記を踏まえたうえで、図 3.2-4 に沿って MACC を作成する。

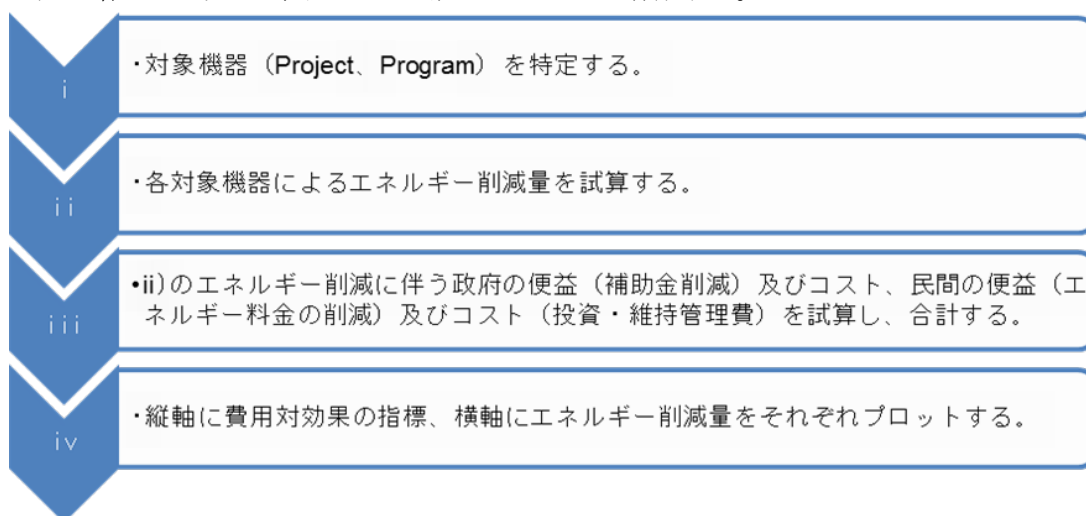


図 3.2-4 MACC 作成の手順

各ステップの詳細説明は以下の通りである。

i) 対象機器の特定

各セクター（産業・業務・住宅）のエネルギー消費の状況を分析し、省エネに資する機器（案件やプログラム）を抽出する。本報では 2.3 が同分析に該当する。

ii) 各対象技術・プログラムによるエネルギー削減量の試算

対象機器・プログラムを特定後、下記の情報を収集してエネルギー削減量を試算する。情報は、統計や企業・業界団体へのヒアリングを基に収集する。

複数年にわたるエネルギー削減量のポテンシャルの試算にあたっては、前年度のエネルギー削減効果も考慮する必要がある。例えば、向こう 10 年にわたって、毎年、新たに 10 機が導入されると想定し、現時点で 10 機が導入されたとしたら、今後 10 年間にわたる国内における機器の数は図 3.2-5 の通りである。

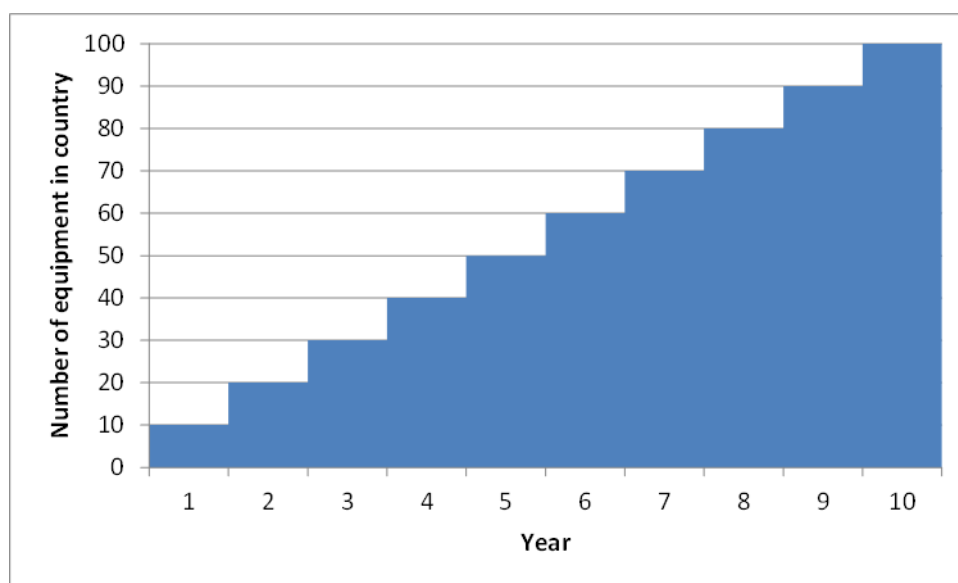


図 3.2-5 省エネ投資実施の例（年別）

各機器はそれぞれ省エネ効果をもたらす。累積効果を試算するには、機器の累積数の総効果を考慮する必要がある。一機器あたりの省エネ効果を「A」と仮定すると、今後 10 年の国内の省エネポテンシャルは、以下の通り、計算することができる。

（10 年間の省エネポテンシャル）

$$= A \times 10 + A \times 20 + A \times 30 + A \times 40 + A \times 50 + A \times 60 + A \times 70 + A \times 80 + A \times 90 + A \times 100$$

$$= A \times \left\{ \frac{100 - 10}{2} + 10 \right\} \times 10$$

初年度の機器数（この例では10台）と10年目の機器数（この例では100台）は、「現在、国内に存在する機器数」及び「10年後までに国内で導入された機器数（累積）」をそれぞれ示している。

計算を単純化するため、この2つの機器数の中央値、上記の算出式の $\left\{ \frac{100-10}{2} + 10 \right\}$ を使用することができる。

上記の公式を一般化すると、「10年間の省エネポテンシャル」は、以下の通りである。

$$= 1 \text{ 台あたりの省エネポテンシャル} \\ \times \left\{ \frac{2025 \text{ 年の目標台数 (国内の累積機器数) - 国内の機器数 (現時点)}}{2} + \text{国内の機器数 (現時点)} \right\} \times 10$$

上記の方法は、下記の技術・プログラムに共通して使用されている。各技術・プログラムを試算する算出式は以下の通りである。

(a) エアコン（スプリット型、中大型エアコン）・冷蔵庫

$$(\text{エネルギー削減量/年}) = (\text{対象機器の販売台数/年}) \times (\text{高効率機器の普及見通し/年}) \times (\text{従来型の消費電力量/年}) \times (\text{省エネ率})$$

(b) 熱線反射ガラス（日射遮蔽）

$$(\text{エネルギー削減量/年}) = (\text{新築ビルの床面積/年}) \times \text{省エネガラスの普及見通し} \times (\text{従来型ガラスの消費電力量/年}) \times (\text{省エネ率})$$

(c) グリーンビル

$$(\text{エネルギー削減量/年}) = (\text{新築ビルの床面積/年}) \times \text{グリーンビルの普及見通し} \times (\text{省エネ率})$$

(d) 高効率ボイラ

$$(\text{エネルギー削減量/年}) = (\text{省エネ機器の販売台数/年}) \times (1 \text{ 機器あたりの省エネ量})$$

(e) 産業用冷熱コンプレッサー

$$(\text{エネルギー削減量/年}) = (\text{対象機器の販売台数/年}) \times (\text{省エネ機器の普及見通し/年}) \times (\text{従来型の消費電力量/年}) \times (\text{省エネ率})$$



## (f) 肥料

$$(\text{エネルギー削減量}/\text{年}) = (\text{機器を更新するプラント数}) \times (1 \text{ プラントあたりの生産量}) \times (\text{省エネ量})$$

## (g) 繊維

$$(\text{エネルギー削減量}/\text{年}) = (\text{機器数}/\text{年}) \times (\text{一機器あたりの省エネ量}/\text{年})$$

## (h) セラミック/セメント

$$(\text{エネルギー削減量}/\text{年}) = (\text{排熱回収機器の数}/\text{年}) \times (\text{一機器あたりの省エネ量}/\text{年})$$

iii) ii) のエネルギー削減に伴う政府の便益（補助金削減）及び政策コスト、民間の便益（エネルギーコストの削減）及びコスト（投資・維持管理費）を試算し、合計する。

## (a) 政府の便益（ここでは、政府の便益を補助金削減額と定義）

$$(\text{補助金削減額}) = (\text{年間エネルギー削減量}) \times (1 \text{ ユニットあたりの補助金額}) \text{ (例えば、kWh あたり)}$$

## (b) 政府（政策）コスト

政策実施にあたってのコストがあれば、その試算を含める必要がある。しかし、インセンティブの必要性を特定する分析では、まずはその費用を含めずに MACC を作成し、インセンティブの必要性を特定する。その後、インセンティブ制度の影響を見るために、インセンティブのコストを加えて MACC を再度、作成する。

## (c) 民間の便益（ここでは、民間の便益をエネルギー料金の削減と定義した場合）

$$(\text{エネルギーコスト削減額}) = (\text{年間エネルギー削減量}) \times (1 \text{ ユニットあたりのエネルギー料金})$$

なお、LED については、機会費用（LED の代わりに従来型の電球を使用した場合にかかる費用）も便益として計上されている。また、肥料については、設備更新に伴う生産量増加（つまり売り上げ増加）も便益として見込んでいる。

## (d) 民間コスト

$$(\text{民間コスト}) = (\text{設備投資金額}/\text{耐用年数}) + (\text{維持費}/\text{年})$$

（低利融資スキームについては、利払いもコストとして加えられている）

エネルギー削減量との整合性を保つため（何が省エネにつながっているか）、設備費用は下

記のルールに従って計上されている。

- 新規で投入：従来型の機器と省エネ型（高効率）機器の価格差
- 機器の更新：更新にかかる総費用
- 排熱回収設備の導入：排熱回収設備の総額

#### iv) データをプロットする

縦軸：ii) 及び iii) の数値を用いて、各対象機器（プログラム）導入の費用対効果（以下では、「費用便益指標」）を下記の式を用いて指数化する。その指数を縦軸にプロットする。

$$\text{1boe あたりの費用対便益指数} = \frac{(A + B) - (C + D)}{E}$$

A：政府（政策）コスト（上記 iii) の (b))

B：民間コスト（上記 iii) の (d))

C：政府の便益（上記 iii) の (a))

D：民間の便益（上記 iii) の (c))

E：エネルギー削減量（上記 ii))

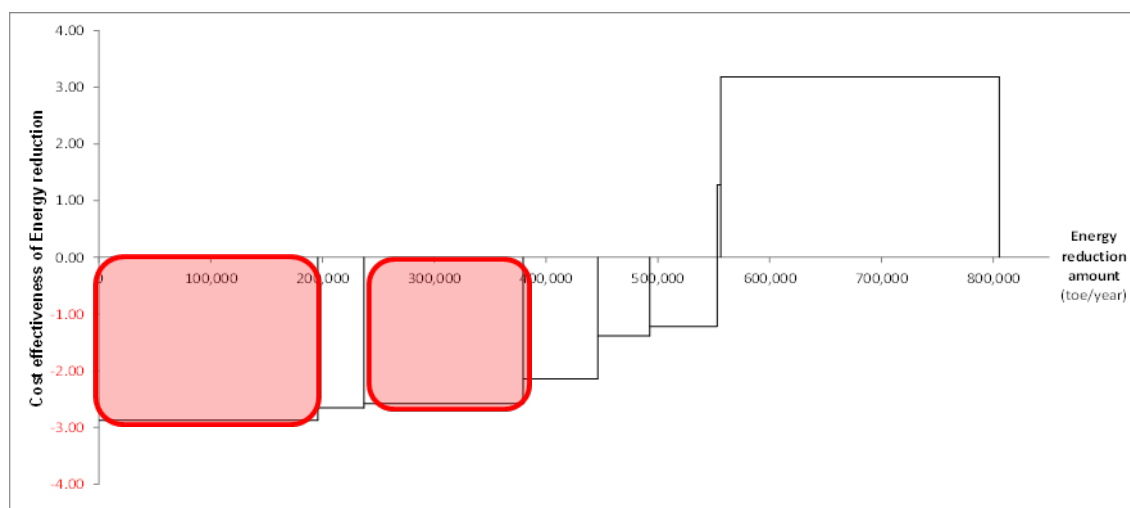
横軸：ii) の数字をプロットする。

### 3.3 MACC の活用

3.2 の手順で作成した MACC は、下記の通り活用が可能である。

- (1) MACC を用いて、対象機器導入によるインパクトを視覚化することで、政策上の焦点を当てる対象（例えばインセンティブ供与）及びその優先順位付けに活用する。

MACC でマイナス方向に面積が広い技術・プログラム、つまり費用対効果の大きい技術・プログラムは優先順位が高いと考えられる（面積＝1boe あたりの費用対効果×エネルギー削減量(boe)）。例えば、下記のような MACC（サンプル）では、赤で囲われた技術・プログラムの優先順位が高いとみなすことができる。



出典：JICA 調査団

図 3.3-1 MACC が示す優先的な施策の例

但し、これは数値化できる費用及び効果のみから導き出される優先順位であるため、最終的に政策上の優先順位を決定するにあたっては、定量化できない要素も勘案する必要がある。

- (2) 政府・民間に分割した MACC を作成し、インセンティブ供与を優先する機器（プログラム）を決める。

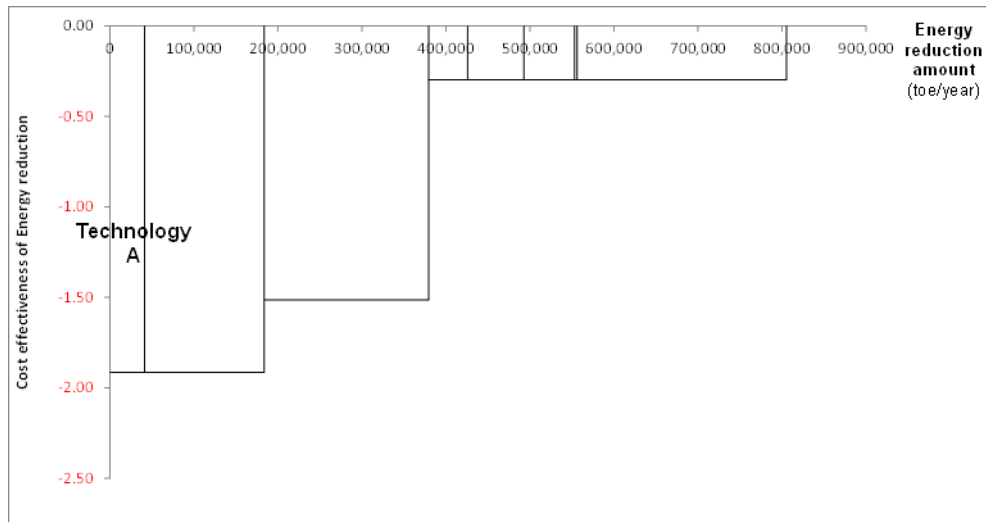
MACC は政策の中でもインセンティブ供与の対象の優先順位を検討する材料としても活用できる。但し、3.2 で説明した MACC は政府及び民間の純便益を合算したグラフであったが、インセンティブ供与の検討にあたっては政府及び民間を分解したグラフを作成する必要がある。その手順を下記に示す。

- 1) 対象技術・プログラムの特定（3.2 の政府・民間合算の場合と同様（p.3-6 参照））
- 2) 各対象技術・プログラムによるエネルギー削減量の試算（3.2 の政府・民間合算の場合と同様（p.3-6 参照））
- 3) 政府便益に係る MACC の作成
  - 2) のエネルギー削減に伴う政府の便益（補助金削減）を試算し、2)の数値と合わせて指数を算出し、縦軸にプロットする。横軸には2) の省エネ量の数字をプロットする。

$$1\text{boe あたりの費用対効果の指数(政府側)} = \frac{A}{B}$$

A：政府便益、B：上記 2) のエネルギー削減量

インセンティブ対象を特定する目的でグラフを使用する場合には、インセンティブに必要なコストを除いた形で試算する点に留意が必要である。なお、この際の政府便益の数値は政府・民間合算の際に政府の純便益として使用した数値と同じものである。



出典：JICA 調査団

図 3.3-2 政府便益のみの MACC 例

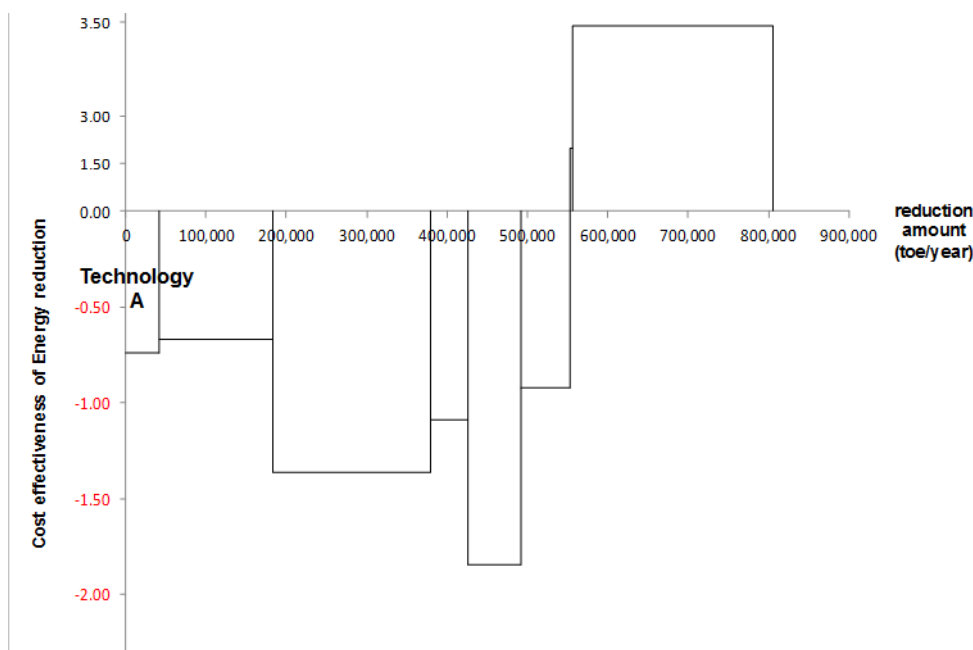
#### 4) 民間便益に係る MACC の作成

民間の便益（電力料金の削減）及びコスト（投資・維持管理費、一部の技術・プログラムでは利払いも含む）を試算し、2)の数値と合わせて指数を算出し、縦軸にプロットする。横軸には2)の数字をプロットする。

$$1\text{boe あたりの費用対効果の指数(民間側)} = \frac{(A - B)}{C}$$

A：民間コスト、B：民間便益、C：エネルギー削減量（上記2)）

なお、この際の民間便益及び民間のコストの数値は政府・民間合算の際に民間の便益・コストとして使用した数値と同じものである。



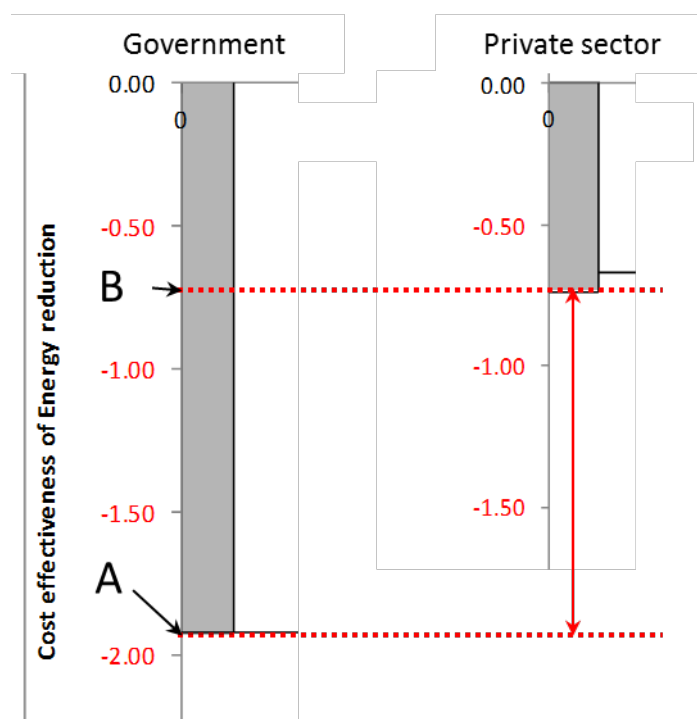
出典：JICA 調査団

図 3.3-3 民間便益に係る MACC 例

なお、同一の技術・プログラムについて、上述の 3) 及び 4) の費用対便益指標の縦軸の数値を合計すれば、3.2 の政府・民間合算の数値と同一になるはずである。一方、横軸の数値は 3.2 の政府・民間合算の数値でも、分解した場合でも同一、さらに政府のみ、民間のみの数値も同一になる。

5) 分解した MACC (3) 及び 4)) を並べて比較し、インセンティブ対象になり得る技術・プログラムを特定する。

3) の政府及び 4) の民間の分解された MACC を並べ、同一の技術・プログラムの費用対便益指数（縦軸）を比較する。政府の費用対便益指数が民間のものより高い（マイナス方向の絶対値が大きい）場合には、当該技術・プログラムの導入により政府純便益が民間を上回ることを意味しており、政府から民間に便益を移転（＝インセンティブの供与）する余地があることを示している。例えば、下図の場合、政府の費用対便益指数（A）＞民間の費用対便益指数（B）であり、 $(A) - (B)$  の一部を政府から民間に移転する余地があると考えられる。



出典：JICA 調査団

図 3.3-4 政府と民間の MACC 比較

(3) インセンティブの規模を試算し、MACC に反映する

1) 政府コストの試算

企業及び業界団体へのヒアリング、従来型との価格差等を勘案してインセンティブの水準を仮決めする。さらに、インセンティブの対象となり得る普及台数は同じようなヒアリングや統計データを基に想定する。これらの数値を用いて、インセンティブ策を導入した場合の政府側のコストを試算する。

$$(\text{インセンティブ対象の台数}) \times (1 \text{ 台当たりのインセンティブ額}) = (\text{インセンティブ導入による政府コスト})$$

2) 各対象機器によるエネルギー削減量の試算 ((2) の 2) と同一)

3) 政府側の MACC の作成

政府便益は (2) の 3) の数値と同一である。政府費用は 1) の数値、エネルギー削減量は 2) の数値を用いて、費用対便益指数 (下記) を算出し、縦軸にプロットする。

$$1\text{boe あたりの費用対便益指数（政府側、インセンティブ後）} = \frac{A - B}{C}$$

A：政府コスト（上記1）、B：政府便益、C：エネルギー削減量（上記2）

横軸には、2) の数字をプロットする。

#### 4) 民間側の MACC の作成

1) のインセンティブ額を (2) 4) の民間便益に加える。民間コストは (2) 4) で使用したコスト（投資・維持管理費、一部技術・プログラムには利払いを含む）と同一、エネルギー削減量は上記の 2) を用いる。これらの数値を用いて下記の指数を算出し、縦軸にプロットする。

$$1\text{boe あたりの費用対効果の指数(民間側)} = \frac{(A - B)}{C}$$

A：民間コスト、B：民間便益（エネルギー料金削減+インセンティブ額）、C：エネルギー削減量（上記2）

横軸には上記の 2) の数字をプロットする。

#### 5) 分解した政府及び民間セクターの MACC を並べて比較する

理論的には、政府と民間の費用対便益指標（縦軸）が同じ水準になるまで、政府がインセンティブを供与する余地があると考えられる。但し、政府側、民間側共に、定量的には把握できない（つまり MACC には反映できない）便益やコスト、投資金額とのバランス等があるため、実際にインセンティブ水準を決定するためには、それらも踏まえて総合的に判断する必要がある。

## 第 4 章

### インドネシア省エネ MACC



## 第4章 インドネシア省エネ MACC

### 4.1 インドネシアの MACC の前提条件

インドネシアの場合、MACC 作成の際、費用対便益の効果を算出するにあたっては、USD/toe を用いるよりも、インドネシアで一般的に使用されている IDR/boe を使用した。国際比較をする場合には、USD/toe の方が望ましい。

2.3 章の分析に基づき、MACC 作成のため、下記の対象技術が特定された。また、データは下記の情報源から収集した。

表 4.1-1 対象技術及びデータソース：住宅・業務用分野

Sector	EE&C Technology	Source / Note
Residence	Refrigerator	Market Data, Manufacturer Previous JICA Study UNDP Study
	Inverter AC	Market Data, Manufacturer Previous JICA Study
Building	Inverter AC	Market Data, Manufacturer Previous JICA Study
	Chiller, VRV	SNI, Manufacturer
	Heat Reflective Glass	SNI, Manufacturer
	LED	PLN Data, Previous JICA Study
	Reconditioning and Behavioral Change	MEMR Audit Reports
	Green Building	GBC Indonesia etc.

出典：JICA 調査団

表 4.1-2 対象技術及びデータソース：工業分野

Sub-sector	EE&C Technology			Source / Note
	1	2	3	
Cement	Waste Heat Recovery Power Generation	Mill	Inverter	Association
Food & beverage	Boiler	Chilling		Manufacturer
Iron & steel	Re-generative Burner			Other Research
Textile	Weaving	Lighting	Heat Recovery	Other Research
Fertilizer	Total System Renovation			Association
Ceramic	Heat Recovery			Association, Other Research
Glass	Heat Recovery	Lighting (LED)	Inverter	Factory, Other Research

出典：JICA 調査団

#### 4.1.1 工業分野

表 4.1.1-1 及び 4.1.1-2 は、工業分野の技術・方策の前提条件をまとめたものである。

表 4.1.1-1 工業分野の技術・方策の前提条件 (1)

	産業冷熱コンプレッサユニット	セメント産業：排熱回収発電	繊維：織機効率化
省エネポテンシャル	<p>平均稼働台数: 1310 台</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 2016 年時点の主要な製造メーカーの年間売上台数: 100 台 → 2025 年目標: 300 台。平均台数 200 台。</li> <li>➢ 市場シェア: 70%、つまり、市場全体は 200/70%</li> </ul> <p>1 台あたりの省エネ量: 91,980kWh</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 容量 100kW</li> <li>➢ 稼働時間: 8769 時間×70%</li> <li>➢ 省エネ率: 15%</li> </ul>	<p>発電ポテンシャル</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 2016 年時点 0</li> <li>➢ 2025 年時点での発電ポテンシャル (総量) : 119,000kW</li> <li>➢ 稼働時間: 8760 時間×70%</li> <li>➢ 発電効率: 27%</li> </ul>	<p>平均稼働台数: 2000 台</p> <p>1 台あたりの省エネポテンシャル: 45MWh</p>
政府便益	電力補助金 IDR200/kWh	電力補助金 IDR200/kWh	電力補助金 IDR200/kWh
民間部門の便益及び費用	<p><b>便益</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 平均電力単価: IDR1100/kWh</li> </ul> <p><b>費用</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 初期投資: IDR20 百万/台</li> <li>➢ 維持費: n/a</li> <li>➢ 金利: 12%</li> </ul>	<p><b>便益</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 平均電力単価: IDR1100/kWh</li> </ul> <p><b>便益</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 初期投資: IDR 5000 億/台</li> <li>➢ 耐用年数: 15 年</li> <li>➢ 維持費: IDR 150 億</li> <li>➢ 金利: 12%</li> </ul>	<p><b>便益</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 平均電力単価: IDR1100/kWh</li> </ul> <p><b>費用</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 初期投資: IDR 250 百万/台</li> <li>➢ 耐用年数: 20 年</li> <li>➢ 維持費: IDR7.5 百万</li> <li>➢ 金利: 12%</li> </ul>

出典：JICA 調査団

表 4.1.1-2 工業分野の技術・方策の前提条件 (2)

	高効率ボイラ	セラミック産業： 排熱回収	肥料：設備更新（原材料消費の削減を含む）	鉄鋼：リジェネバーナー
省エネポテンシャル	年間売上: 300 台/毎年 > 2016 年時点、0 台 > 2025 年時点、累積 3000 台 <b>1 台あたりの省エネ量:</b> 70,000m <sup>3</sup> /年	排熱回収ポテンシャル > 2016 年時点、0 > 2025 年排熱回収ポテンシャル(総量): 8.6 百万 boe ガス > 排熱回収設備を導入していない工場の割合: 85% > 熱回収率: 15%	> 1 工場あたりの生産量: 300,000 トン > 設備更新に伴う省エネ: 10 MMBTU/トン > 設備更新を行う平均プラント数: 2.5	> エネルギー消費: 264.0Mcal/トン > 鉄鋼生産量: 300,000 トン/年 > 導入プラント数 (現状 0 →2025 年で 30) > 省エネ率: 5%
政府便益	n/a	n/a	n/a	n/a
民間部門の便益及び費用	<b>便益</b> > ガス費用: IDR4500/m <sup>3</sup> <b>費用</b> > 初期費用: IDR 447 百万/台 > 維持費: IDR 18 百万/台 > 金利: 12%	<b>便益</b> > エネルギーコスト節減分: 5,725,722,420 IDR/年 <b>費用</b> > 初期投資費用: 17,177,167,260 IDR/年 > 耐用年数: 15 年 > 維持費: 342,207,900 IDR/年 > 金利: 12%	<b>便益</b> > 平均燃料単価: IDR4000/m <sup>3</sup> (石炭:ガス = 3:1、石炭の割合増加見込み) > 生産量 (販売量) 増加: 10%, USD400/トン <b>費用</b> > 初期投資費用: 200 百万 USD/プラント > 耐用年数: 30 年 > 維持費 6 百万 USD/年 > 金利: 12%	為替レート 13,000IDR/USD <b>便益</b> > 天然ガス及びバンカー油消費割合: 50% ずつ > 省エネ率: 5% > 1 プラントあたりの生産量: 300,000 トン/年 > 天然ガス費用: 0.132Gcal/トン 3.968 MMBTU/Gcal 価格: 7.9USD/MMBTU > バンカー油費用: 1GJ/238.8 1 to-MFO/41.57GJ 1000L/0.9634ton-MFO 8000IDR/L <b>費用</b> > 600,000USD/プラント > 耐用年数: 10 年 > 維持費: 8400USD/年/プラント > 金利: 12%

出典：JICA 調査団

#### 4.1.2 業務分野

表 4.1.2-1 及び表 4.1.2-2 は業務分野の技術・方策の前提条件をまとめたものである。

表 4.1.2-1 業務分野の技術・方策の前提条件 (1)

	チラー：高効率チラーへの転換	VRV への転換	熱線反射ガラスの導入
省エネポテンシャル	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 売上台数: 1800 台/年 (実績値)</li> <li>- 高効率チラーへの普及率: 高効率チラー台数/チラー総販売台数 = 2016 年時点 5% =&gt; 2025 年時点 50% まで上昇 (省エネ製品への転換率: 22.5% (2025 年までの平均、BAU の 5% 控除)、19.17% (インセンティブ期間の 2020 年までの平均))</li> <li>- エネルギー消費量                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 電気容量 (平均) 0.8kW/RT</li> <li>➢ 200RT (平均、主に空冷)</li> <li>➢ 稼働時間: 10 時間/日、300 日/年</li> </ul> </li> </ul> <p>高効率チラーへの転換による省エネ率: 20%</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 売上台数: 26,000 台/年 (実績値)</li> <li>- VRV への普及率: パッケージ AC(VRV)の販売台数/パッケージ AC の総販売台数=2016 年時点 20% =&gt; 2025 年時点 50% まで上昇 (インセンティブによる VRV への新規の転換率: 15.0% (2025 年までの平均) (つまり、BAU の 20% を控除))</li> <li>- エネルギー消費量                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 電気容量 (平均) 12kW(12HP)</li> <li>➢ 稼働時間: 10 時間/日、300 日/年</li> </ul> </li> <li>- パッケージ AC (VRV) への転換による省エネ率: 25%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 普及率: 熱線反射ガラス販売数 / ガラス総販売数 (2016 年時点 5% =&gt; 2025 年時点 50% まで上昇) (熱線反射ガラスへの転換: 22.5%/年 (2025 年までの平均、BAU 控除)/15.0%/年 (インセンティブ期間の 2020 年までの平均))</li> <li>- 熱線反射ガラスへの転換による省エネ率: 20%*35W/m<sup>2</sup>/3.5 (AC COP)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 大規模ビルの新築: 20 百万 m<sup>2</sup></li> </ul> </li> <li>- 稼働時間: 10 時間/日、300 日/年</li> </ul>
政府便益	電気料金 IDR 102/kWh (2013 年 B-クラス平均)	電気料金 IDR 102/kWh (2013 年 B-クラス平均)	電気料金 IDR 102/kWh (2013 年 B-クラス平均)
民間部門の便益及び費用	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 便益                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 電気料金: IDR1,333/kWh (2013 年 B-クラス平均)</li> </ul> </li> <li>- 費用                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 省エネチラー費用: IDR 1,000million (付加価値税 (以下、「VAT」) 抜き)</li> <li>➢ 省エネ製品への転換によるコスト増: IDR200 百万/台 (プラス VAT)</li> <li>➢ 金利: 12%</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 便益                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 電気料金: IDR 1,333/kWh (2013 年 B-クラス平均)</li> </ul> </li> <li>- 費用                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 投資コスト: IDR 80 百万/台 (プラス VAT)</li> <li>➢ パッケージ AC (VRV) への転換によるコスト増: IDR 40 百万/台 (プラス VAT)</li> <li>➢ 金利: 12%</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 便益                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 電気料金 IDR1,333/kWh (B-クラス平均)</li> </ul> </li> <li>- 費用                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ビルの新築費用: IDR10 百万/m<sup>2</sup></li> <li>➢ 熱線反射ガラスへの転換によるコスト増 1%</li> </ul> </li> <li>- 耐用年数 40 yrs</li> </ul>

出典: JICA 調査団

表 4.1.2-2 業務分野の技術・方策の前提条件 (2)

	グリーンビル導入	LED 導入	ビルの運用改善及び軽微改修
省エネポテンシャル	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>普及率:</b> グリーンビル/新築ビル全体: 2016年時点 1% =&gt; 2025年時点 30% まで上昇 (インセンティブによるグリーンビル増: 14.5%/年 (2025年までの平均、BAUの1%控除) /7.44% (インセンティブ期間 2020年までの平均))</li> <li>- <b>省エネ:</b> 50kWh/ m2               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 大規模ビルの新築: 20million m2</li> <li>➢ 稼働時間: 10時間/日、300日/年</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>LEDによる省エネ</b></p> <p>2013年の電力総消費量(167,486,000MWh) * 商業施設の割合 (9%) * 照明による電力消費 (20%) * LED普及率 (2016年時点 5% → 2025年時点 33%) * 省エネ率 (50%)</p>	<p>ビルの運用改善及び軽微改修による省エネ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2013年の電力総消費量 (167,486,000MWh) × 運用改善及び軽微改修をするビルの割合 (2016年時点 0% → 2025年時点 20%) × 省エネ率 (25%)</li> </ul>
政府便益	電気料金 IDR102/kWh (B2&B3の加重平均)	電気料金 IDR102/kWh (B2&B3の加重平均)	電気料金 IDR102/kWh (B2&B3の加重平均)
民間部門の便益及び費用	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>便益</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 平均電気料金: IDR1,333/kWh (B2&amp;B3の加重平均)</li> <li>➢ 電力料金×省エネポテンシャル×1.2 (「節水によるコスト減」をこの20%で考慮)</li> </ul> </li> <li>- <b>費用</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ビルの新築費用: IDR10百万/m2 (プラス VAT 抜き)</li> <li>➢ グリーンビル転換によるコスト増: 3%</li> <li>➢ グリーンビルの平均耐用年数: 20年</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>便益</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 平均電気料金: IDR1,333/kWh (B2&amp;B3の加重平均)</li> <li>➢ 機会費用 (従来型の電球の場合): LEDの1/10の価格、10年で4回交換</li> </ul> </li> <li>- <b>費用</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 国内の定格容量: 924MW</li> <li>➢ 40W * 2電球: IDR13,303</li> <li>➢ 耐用年数: 20年</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>便益</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 平均電気料金: IDR1,333/kWh (B2&amp;B3の加重平均)</li> </ul> </li> <li>- <b>費用</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 初期投資: 8,097,956,650IDR (20件のエネ鉞省のエネルギー監査報告書に基づく)</li> <li>➢ 耐用年数: 10年</li> </ul> </li> </ul>

出典: JICA 調査団

### 4.1.3 住宅・業務分野双方にまたがる機器

表 4.1.3-1 は住宅分野の技術・方策の前提条件をまとめたものである。

表 4.1.3-1 住宅・業務分野の両分野にまたがる技術・方策の前提条件

	スプリット型エアコン：インバーター型への転換	冷蔵庫：高効率冷蔵庫への転換
省エネポテンシャル	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 販売台数: 250 万台/年 50%は業務向け、50%は住宅向け</li> <li>- 普及率: インバータ AC の販売台数/AC の総販売台数 = 2016 年時点 5% =&gt; 2025 年に 30% まで上昇 (インセンティブによるインバータ AC への転換率: 2025 年までの平均, 12.5% (BAU を控除), 2020 年までの平均 (インセンティブ期間) 10.56%)</li> <li>- インバータ AC への転換による省エネ率: 30%</li> <li>- エネルギー消費: 住宅用:  <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 稼働時間: 7 時間/日, 365 日/年</li> <li>➢ 容量: 0.7 kW</li> </ul>                     業務用:  <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 稼働時間: 7 時間/日, 300 日/年</li> <li>➢ 容量: 0.7 kW</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 販売台数: 450 万台/年, 業務用 1/3, 住宅用 2/3</li> <li>- 普及率: 4 星水準の冷蔵庫の販売台数/冷蔵庫の総販売台数 = 2016 年時点 40% =&gt; 2025 年に 100% まで上昇 (インセンティブによる高効率冷蔵庫への転換率: 30%/年 (2025 年までの平均) (BAU を除く) /53.33%/年(2020 年までの平均, インセンティブ期間中)</li> <li>- 高効率冷蔵庫への転換による省エネ率: 23%</li> <li>- エネルギー消費:  <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 電力消費量/台(平均): 800kWh/台/年</li> </ul> </li> </ul>
政府便益	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 業務用: 電力補助金: 171.72IDR/kWh (B-1 から B-3 の加重平均)</li> <li>- 住宅用: 電力補助金: 659IDR/kWh (R-1 から R-3 の加重平均)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 業務用: 電力補助金: 171.72IDR/kWh (B-1 から B-3 の加重平均)</li> <li>- 住宅用: 電力補助金: 659IDR/kWh (R-1 から R-3 の加重平均)</li> </ul>
民間部門の便益及び費用	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 便益: 電力料金 業務用: 1,275.87IDR/kWh (B-1 から B-3 の加重平均) 住宅用: 854IDR/kWh (R-1 から R-3 の加重平均)</li> <li>- 費用  <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ インバータ AC の価格: IDR3.5 百万 (VAT 抜き)</li> <li>➢ インバータ付・なしの場合の価格差: IDR 1 百万/台 (プラス VAT)</li> <li>➢ 10 年間の維持費: 投資の 15%</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 便益: 電力料金 業務用: 1,275.87IDR/kWh (B-1 から B-3 の加重平均) 住宅用: 854IDR/kWh (R-1 から R-3 の加重平均)</li> <li>- 費用  <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 高効率冷蔵庫の価格: IDR2 百万 (VAT 抜き)</li> <li>➢ 従来型・高効率型冷蔵庫の価格差: IDR 0.5 百万/台 (プラス VAT)</li> <li>➢ 10 年間の維持費: 投資費用の 15%</li> <li>➢ 耐用年数: 10 年</li> </ul> </li> </ul>

出典: JICA 調査団

#### 4.1.4 住宅分野のその他省エネ技術

住宅分野には、上述の機器に加えて電気炊飯器、シーリングファン等の比較的電力を消費する機器がある。本調査の MACC においては、特に大きな省エネ効果が見込める冷蔵庫とスプリットエアコンについて考察し、他の機器については MACC 算定の対象外とした。

表 4.1.4-1 に、インドネシアにおける他の主要家電の電力消費量及び省エネポテンシャル推定値を示す。冷蔵庫とエアコンの省エネポテンシャルは最大、照明（LED 化）とテレビの省エネ化がこれに続いている。

表 4.1.4-1 インドネシアにおける主要家電の電力消費量及び省エネポテンシャル予測

	Market Size (u/y)	Average Consumption (kWh/u/y)	(%) of Total Electricity *1 in Household	EE&C Potential
Refrigerator	4,500,000 *3	800 *3	19.5%	50%*3
	6,200,000 *2	470 *2		16%*2
Air Conditioner	2,500,000 *3	1,000 *3	17.2%	30%*1,*2,*3
	1,400,000 *2	1,400 *2		
Lighting	-	-	16.1%	50% *3 (LED)
Ballast	To be replaced by LED			
TV	-	-	13.2%	
Rice Cooker	-	-	9.5%	5%*2
Iron	-	-	5.9%	-
Fan	500,000 *2	150 *2	3.9%	50%*2

出典：\*1：デマンド・サイド・マネジメント実施促進調査（2012年）、JICA/J-POWER

\*2：Study on Cost-effective Development and Implementation of Energy Efficiency Standards and Labeling Program in Indonesia, 2014, UNDP

\*3：本調査（2015年）

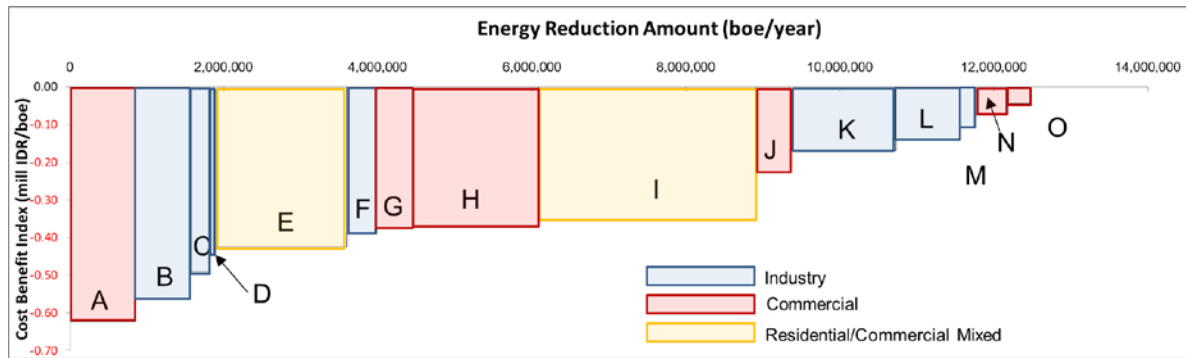
## 4.2 インドネシアの省エネ MACC

### 4.2.1 省エネ MACC

#### (1) 統合版 MACC（クロスセクター、政府・民間の合計）

統合版（政府・民間便益合計）の MACC を、図 4.2.1-1 に示す。工業、業務、住宅すべての分野に、経済意義のある省エネ策があること、単位エネルギー削減量当たりの経済効果は、ビルの省エネによるものが大きいこと、及び冷蔵庫・エアコンの省エネ化による量的経済効果（MACC 上の Y 軸の 0 以下面積）が大きいこと等が読み取れる。





A	業務用：ビルの運用改善及び軽微改修*
B	工業用：高効率ボイラ
C	工業用：産業冷熱コンプレッサユニット
D	工業用：鉄鋼：リジェネバーナー
E	住宅用・業務用：スプリット型エアコン：インバータへの転換
F	工業用：セラミック産業の排熱回収
G	業務用：LED 導入
H	業務用：グリーンビルの導入
I	住宅用・業務用：冷蔵庫
J	業務用：高効率チラーへの転換
K	工業用：肥料設備の更新（使用原材料削減も含む）
L	工業用：セメント産業の廃熱回収
M	工業用：繊維：高効率織機
N	業務用：パッケージ型エアコン、VRV への転換
O	業務用：熱線反射ガラスの導入

\*前提条件は、MEMR エネルギー監査報告（20 件）に基づく。

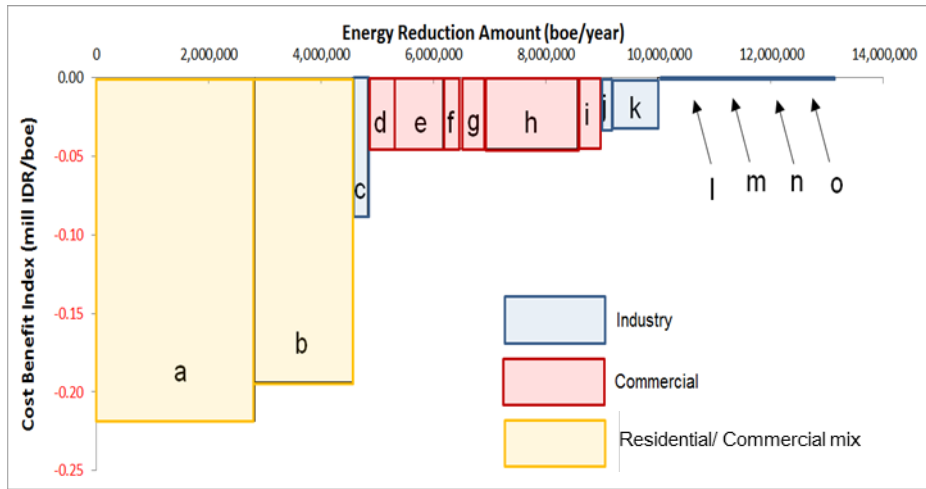
出典：JICA 調査団

図 4.2.1-1 インドネシアの省エネ MACC（クロスセクター、政府・民間合計）

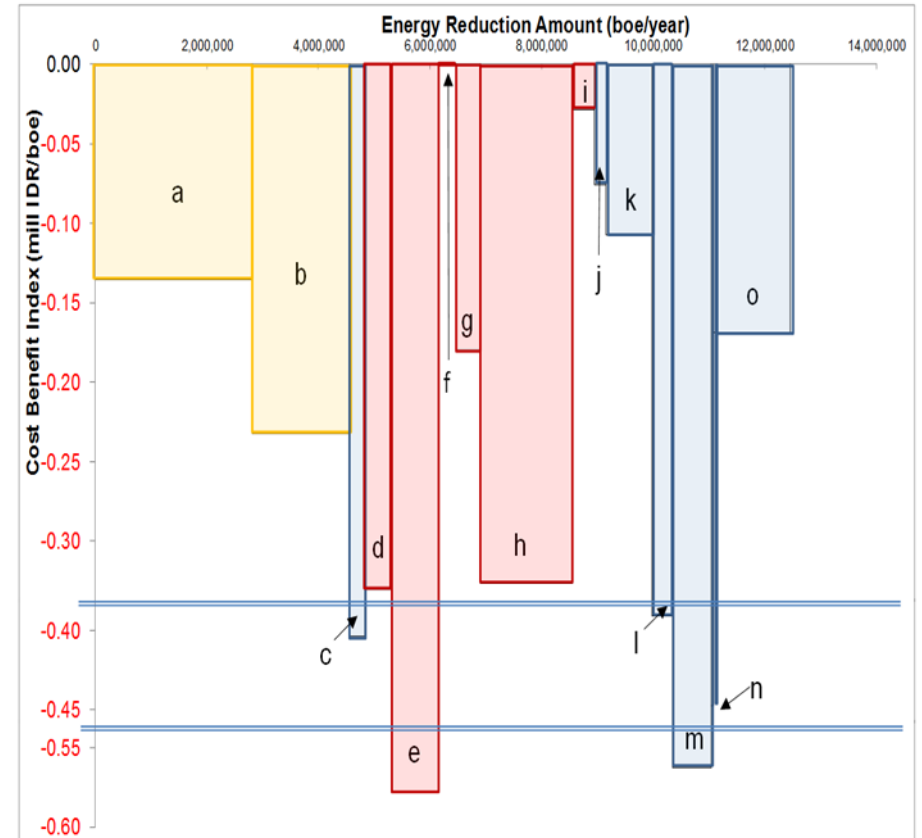
(2) 分解された MACC（政府及び民間部門）

前提条件は、4.2.1 (1) の MACC に使用したものと同一である。この前提条件に基づいて、政府と民間セクターに分解した MACC を図 4.2.1-2 に示す。政府便益については、電力補助金削減効果が大きい冷蔵庫・エアコンの省エネ化が大きく寄与すること、民間分野は総じて省エネ策導入によって得る経済便益は大きいことが読み取れる。

政府



民間セクター



a	住宅用・業務用：冷蔵庫
b	住宅用・業務用：スプリット型エアコン：インバータへの転換
c	工業用：産業冷熱コンプレッサユニット
d	業務用：LED 導入
e	業務用：ビルの運用改善及び軽微改修*
f	業務用：熱線反射ガラスの導入
g	業務用：高効率チラーへの転換
h	業務用：グリーンビルの導入
i	業務用：パッケージ型エアコン、VRV への転換
j	工業用：繊維：高効率織機
k	工業用：セメント産業の排熱回収
l	工業用：セラミック産業の排熱回収
m	工業用：高効率ボイラ
n	工業用：鉄鋼：リジェネバーナー
o	工業用：肥料設備の更新（使用原材料削減も含む）

\*前提条件は、MEMR エネルギー監査報告（20 件）に基づく。

出典：JICA 調査団

図 4.2.1-2 政府及び民間分野に分解された MACC

#### 4.2.2 MACC から示される優先順位

表 4.2.2-1 は、費用対便益指標（縦軸）×省エネ量（横軸）を基に、MACC から示唆される優先順位を示したものである。ランキングが高いほど、費用対効果のインパクトが大きいことを示している。特に、冷蔵庫・エアコンの省エネ化、グリーンビルの導入、ビルの運用改善・軽微改修及び高効率ボイラ導入による費用対効果インパクトが大きいことが分かる。

表 4.2.2-1 社会全体へのインパクト

ランキン グ	グラ フの ラベ ル	省エネ技術・プログラム	省エネ量 (boe/year) (A)	費用便益イ ンデックス (IDR/boe) (B)	インパクト -(A)*(B)
1	I	住宅用・業務用：冷蔵庫	2,819,800	-0.35	998,191
2	E	住宅用・業務用：スプリット 型エアコン：インバータへの 転換	1,733,907	-0.43	737,646
3	H	業務用：グリーンビルの導入	1,646,019	-0.37	611,471
4	A	業務用：ビルの運用改善及び 軽微改修	855,574	-0.62	532,616
5	B	工業用：高効率ボイラ	689,850	-0.56	387,837
6	K	工業用：肥料設備の更新（使 用原材料削減も含む）	1,379,700	-0.17	233,333
7	G	業務用：LED 導入	479,122	-0.38	179,833
8	F	工業用：セラミック産業の排 熱回収	365,500	-0.39	142,706
9	C	工業用：産業冷熱コンプレッ サユニット	273,466	-0.49	134,498
10	L	工業用：セメント産業の排熱 回収	828,354	-0.14	116,435
11	J	業務用：高効率チラーへの転 換	441,360	-0.22	99,250
12	N	業務用：パッケージ型エア コン、VRV への転換	398,450	-0.07	29,308
13	M	工業用：繊維：高効率織機	204,333	-0.11	22,170
14	D	工業用：鉄鋼：リジェネバー ナー	43,362	-0.45	19,397
15	O	業務用：熱線反射ガラスの導 入	306,500	-0.04	13,705

出典：JICA 調査団

表 4.2.2-2 政府へのインパクト

ランキン グ	グラ フの ラベ ル	省エネ技術・プログラム	省エネ量 (boe/year) (A)	費用便益イ ンデックス (IDR/boe) (B)	インパクト -(A)*(B)
1	a	住宅用・業務用：冷蔵庫	2,819,800	-0.22	616,653

ランキン グ	グラ フの ラベ ル	省エネ技術・プログラム	省エネ量 (boe/year) (A)	費用便益イ ンデックス (IDR/boe) (B)	インパクト -(A)*(B)
2	b	住宅用・業務用：スプリット型 エアコン：インバータへの転換	1,733,907	-0.19	335,356
3	h	業務用：グリーンビルの導入	1,646,019	-0.04	73,990
4	e	業務用：ビルの運用改善及び軽 微改修	855,574	-0.04	38,459
5	k	工業用：セメント産業の排熱回 収	828,354	-0.03	27,420
6	c	工業用：産業冷熱コンプレッサ ユニット	273,466	-0.09	24,090
7	d	業務用：LED 導入	479,122	-0.04	21,537
8	g	業務用：高効率チラーへの転換	441,360	-0.04	19,840
9	i	業務用：パッケージ型エアコン、 VRV への転換	398,450	-0.04	17,911
10	f	業務用：熱線反射ガラスの導入	306,500	-0.04	13,778
11	j	工業用：繊維：高効率織機	204,333	-0.03	6,764

出典：JICA 調査団

表 4.2.2-3 民間分野へのインパクト

ランキン グ	グラ フの ラベ ル	省エネ技術・プログラム	省エネ量 (boe/year) (A)	費用便益イ ンデックス (IDR/boe) (B)	インパクト -(A)*(B)
1	h	業務用：グリーンビルの導入	1,646,019	-0.33	537,480
2	e	業務用：ビルの運用改善及び軽 微改修	855,574	-0.58	494,157
3	b	住宅用・業務用：スプリット型 エアコン：インバータへの転換	1,733,907	-0.23	402,290
4	m	工業用：高効率ボイラ	689,850	-0.56	387,837
5	a	住宅用・業務用：冷蔵庫	2,819,800	-0.14	381,538
6	o	工業用：肥料設備の更新（使用 原材料削減も含む）	1,379,700	-0.17	233,333
7	d	業務用：LED 導入	479,122	-0.33	158,296
8	l	工業用：セラミック産業の排熱 回収	365,500	-0.39	142,706
9	c	工業用：産業冷熱コンプレッサ ユニット	273,466	-0.40	110,408
10	k	工業用：セメント産業の排熱回 収	828,354	-0.11	89,015
11	g	業務用：高効率チラーへの転換	441,360	-0.18	79,410
12	n	工業用：鉄鋼：リジェネバーナー	43,362	-0.45	19,397

ランキン グ	グラ フの ラベ ル	省エネ技術・プログラム	省エネ量 (boe/year) (A)	費用便益イ ンデックス (IDR/boe) (B)	インパクト -(A)*(B)
13	j	工業用：繊維：高効率織機	204,333	-0.08	15,407
14	i	業務用：パッケージ型エアコン、 VRV への転換	398,450	-0.03	11,397
15	f	業務用：熱線反射ガラスの導入	306,500	0.00	0

出典：JICA 調査団

MACC によって示される優先順位を表 4.2.2-4 にまとめる。省エネの量的効果、政府補助金削減及び社会全体の経済効果の観点では、冷蔵庫・エアコンの省エネ化の経済効果が最大となった。また、民間便益の観点では、グリーンビル・ビルの運用改善/軽微改修の効果が最大となった。

表 4.2.2-4 MACC が示す優先順位のサマリー

Ranking	Ranking by different conditions			
	(1) By the amount of EE&C	(2) By the Gov't Benefits (electricity subsidy reduction)	(3) By the Private Sector's net benefits	(4) By the overall net benefits
1	Residential/commercial mix-Refrigerator		Introduction of Green buildings	Residential/commercial mix-Refrigerator
2	Residential/commercial mix-Split AC: Conversion to inverter type		Building: Reconditioning & behavior change	Residential/commercial mix-Split AC: Conversion to inverter type
3	Introduction of Green buildings		Residential/commercial mix-Split AC: Conversion to inverter type	Introduction of Green buildings
4	Renewal of fertilizer facility	Building: Reconditioning & behavior change	High efficient boiler	Building: Reconditioning & behavior change
5	Building: Reconditioning & behavior change	Heat recovery power generation in cement industry	Residential/commercial mix-Refrigerator	High efficient boiler
6	Industry-Heat recovery power generation in cement industry	Industrial chilling compressor unit	Renewal of fertilizer facility (incl. material use reduction)	Renewal of fertilizer facility (incl. material use reduction)

出典：JICA 調査団

#### 4.2.3 Negawatt（省エネ発電所）の概念

インドネシア政府と PLN は、2019 年までに 35GW の新規電源を調達する目標を掲げている。しかしながら現時点でこの達成の目途は立っていない。これに対して、以上述べてきた省エネ方策を体系的に実施することにより、2025 年時点で約 10GW の電力の節約が見込める。これは 10GW との発電所を新たに建設することに相当するものであり、発電所建設に比べて、より安価で、早くまた CO2 フリーの対策と言える<sup>5</sup>。こうした省エネによる電力消費の削減 (W) は、省エネ発電

<sup>5</sup> MACC で考察できるように、効果的な省エネ策を実施することによって得られる費用対効果は大きい。これに対して、発電所

所建設と位置付けられ、削減による電力供給の創出を Negawatt と表現されている。

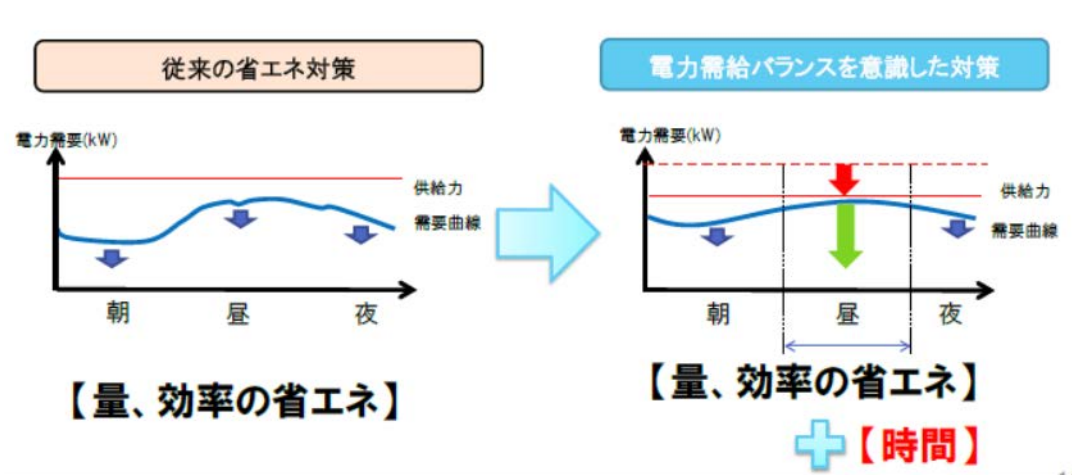
表 4.2.3-1 検討した省エネ策を実施することによる節電効果予測（MW：2025年断面）

	EE projects	Annual energy reduction amount (Unit)	Average MW added/year	MW saved in 2025
Residential/ Commercial mix	Residential/ Commercial mix-Split AC: Conversion to inverter type	764 GWh	192	1,918
	Residential/ Commercial mix-Refrigerator	1,242 GWh	312	3,119
Commercial	Commercial-Package AC: Conversion to VRV	176 GWh	44	441
	Commercial-Chiller: Conversion to high efficient chiller	194 GWh	49	488
	Commercial-Introduction of solar insulated glass	135 GWh	34	339
	Commercial-Introduction of Green buildings	725 GWh	182	1,821
	Commercial-Introduction of LED	211 GWh	53	530
	Commercial-Building: Reconditioning & behavior change	377 GWh	95	946
Industry	Industry-Heat recovery power generation in cement industry	365 GWh	92	916
	Industry-Industrial chilling compressor unit	120 GWh	30	303
	Industry-Textile: high efficient weaving machine	90 GWh	23	226
	Industry-Heat recovery in ceramic industry	Heat only	0	0
	Industry-High efficient boiler	Gas only	0	0
	Industry-Renewal of fertilizer facility (incl. material use reduction)	Gas/Coal only	0	0
	Industry-Iron and steel: Regenerative burner	Gas and oil only	0	0
Total		4,399 GWh		11,047

特記：計算の前提 2025年までの MW 削減量＝年間平均節電量÷ 8,760h/y ÷ 0.5（稼働率）×\*1.1（送配電ロス）×10年（累積）

また、同様の観点で、2011年の電力不足を受け、日本政府が2014年に改定した省エネ法の関連条項を図4.2.3-1に示す。これまでの、省エネの量的推進及び機器の省エネ性能の向上に加えて、ピーク時の電力削減が、省エネ法における規制、管理対象となった。

の建設は大きな投資を伴う。また、省エネはCO<sub>2</sub>の追加的排出を伴わないが、新規に建設された発電所からはライフサイクルを通じてCO<sub>2</sub>が排出され続ける。



出典：経済産業省 HP

図 4.2.3-1 日本の省エネ政策の改定 2014（電力のピークカット効果を考慮）

### 4.3 優先案件及びプログラム向けインセンティブ提案

#### 4.3.1 インセンティブの選択肢

インセンティブの選択肢としては、様々な選択肢があり、それぞれのオプションには利点・短所がある。表 4.3.1-1 では、それぞれの特徴をまとめている。

表 4.3.1-1 省エネ促進のためのインセンティブの一般的な特徴

インセンティブ	利点	難点
補助金	全ユーザーにとって魅力的	- 財政負担が重い - 不正を防ぐための管理費負担が重い
輸入関税減免	補助金に比べると実施が容易	一部の関税（例えばエアコン）は既に免除されている。
VAT 減免	補助金に比べると実施が容易	最大のインセンティブ額が VAT の水準に限定される。
低利融資	- 財政負担が限定的（金利の一部のみ） - 不正を防ぐため、銀行（保証会社）の審査能力を活用可能	- 便益を享受できるのは、銀行融資を用いての投資に限定される。 - 銀行員・保証会社が省エネ機器を見分けるためのメカニズムが必要。
保証		
リース促進	財政負担がないが、ユーザーにとって魅力的（リースに対する優遇税制を導入済み）	リース促進のための環境整備が必要。

出典：JICA 調査団

#### 4.3.2 インセンティブの提案

##### (1) 対象技術・プログラム向け提案インセンティブ

###### 1) 工業分野

MACC 分析の結果、工業分野における省エネ推進による政府への便益は、エネルギー補助金削減の観点から、住宅及び業務分野に対する省エネ推進の場合より小さいことが明確となった。しかしながら、省エネの加速が「インドネシア経済に多大なプラスの効果を与えることは、省エネ効率の向上が生産性を引き上げることで GDP の増大と税収に寄与し、またおそらくは雇用の増加をもたらすであろうことから明らかである。

産業別協会との第 1 回 FGD 及び民間分野との個別面談から収集したコメントのうち、工業分野に関するものを表 4.3.2-1 にまとめた。

表 4.3.2-1 工業分野より収集したコメントのまとめ

Industries	Comments
1) Interest in EE&C measures and current situation of the sector	
Export-oriented sub-sectors or sub-sectors with significant share in export	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Some are keen in replacing their old (second-hand) equipment with a ‘new’ and ‘high-efficient’ equipment to increase productivity and meet customers’ increasing demands in the level of product quality.</li> <li>• Large companies in some sub-sectors may be able to invest in the high-efficient equipment, provided that the payback period is short.</li> <li>• However, for some sub-sectors, the cost of high-efficient new equipment is nearly double of the cost of the low-efficient one, and without substantial incentives from the government, it is difficult to upgrade their equipment with the high-efficient ones.</li> <li>• Regardless, SMEs need special support from the government.</li> </ul>
Domestic demand-oriented sub-sectors	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Some are interested in reducing costs by introducing EE&amp;C measures.</li> <li>• However, they are challenged by the imported products, and their prime interest is to safeguard their market (hence, difficult to make any additional investment at this moment).</li> <li>• Some are dominated by state-owned companies and have a strategic plan to retrofit existing plants to increase the productivity while reducing the energy consumption.</li> <li>• Some sub-sectors have a wide variety of company size and industrial types that it is a herculean task to have a consensus as a sub-sector in terms of EE&amp;C strategies and incentives required to achieve the targets.</li> <li>• For large investment like introduction of waste heat recovery system, the industries need low interest loan at the rate of 0% to 3%, with government guarantee, and tax incentives as a package.</li> <li>• SMEs need all types of governmental assistance.</li> </ul>

出典：産業別協会及び企業へのインタビュー（2015年4月～5月）に基づき JICA 調査団作成

工業界では、以下の 3 点が満たされれば省エネ機器への交換を積極的に検討するのが一般的である。(i) 省エネ機器との交換が現在の生産レベルを阻害したり、機器交換の期間が予定を超過したりする可能性がない、(ii) 政府による十分なインセンティブ制度がある、(iii) 政府のインセンティブ制度への申請が容易である。これらの条件に対する JICA 調査団の当初所見を表 4.3.2-2 に示す。



表 4.3.2-2 工業界の要請に対する当初所見

	Issues	JICA Study Team's Initial Response
(i)	Not to affect the current production or take longer installation time than scheduled	<u>This could be a challenge</u> , because it may increase the construction costs to keep the effect at minimum. The higher the costs for installation, the more reluctant industries become to install effective EE&C equipment even at the time of scheduled replacement.
(ii)	Sufficient government incentives are given	<u>This could be a challenge</u> , due to the following reasons: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Regardless the company's size, all industries are currently facing severe competition in both domestic (against imported goods) and foreign (against cheaper commodities than what Indonesian industries can offer) markets and difficult to make any investment if it does not give a short-term result.</li> <li>- Potentials for EE&amp;C are different among the sub-sectors; some sub-sectors have already done many improvement with one or two year payback period and the remaining potential requires a long-term investment (e.g. the case of Cement Sector); some sub-sectors have not yet started in introducing EE&amp;C equipment and still have a wide range of options with short-payback period.</li> <li>- Credit rating and the level of investment required for installing EE&amp;C are different (e.g. difficult to compare a loan scheme for a cement factory introducing a waste heat recovery system with a food factory introducing a EE&amp;C boiler). If a flat rate of loan interest rates reduction (e.g. minus 2%) are introduced, reaction from industries may differ.</li> <li>- Some medium-size industries and SMEs need additional guarantee from the government to pass the bank's evaluation for loan application.</li> </ul>
(iii)	Easy to apply for the government incentives	<u>This could be solved</u> by introducing following schemes: <ul style="list-style-type: none"> <li>- A soft loan provided through commercial banks, which will submit all the documentations required for obtaining the governmental assistance (banks will be the intermediary to facilitate industries to opt for more EE&amp;C equipment</li> <li>- A leasing promotion</li> </ul>

アジアの他の国々では、既に低利融資や輸入税の免税などの方策が導入されている。これら諸国のインセンティブ制度を表 4.3.2-3 にまとめた。

表 4.3.2-3 他のアジア諸国における省エネインセンティブ制度

Country	Soft loan (with/without guarantee)	Guarantee	Tax exemptions	Others
Japan	- Interest subsidies to loans for capital investment provided by both central and provincial governments -(Provincial scheme: Interest subsidies to provide a loan at the rate of 1.2% with 10 years of tenure (Max 70 million JPY)		--	- 3-5% lease fee subsidy for low-carbon equipment
Malaysia	- 2% interest subsidy with 60% government guarantee with 10 years max. repayment		- Import duty and sales tax exemption for equipment manufacturers - Investment tax allowance,	--

Country	Soft loan (with/without guarantee)	Guarantee	Tax exemptions	Others
			import & export tax exemptions	
Thailand	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 10- 50% of total equity covered up to THB 50 million for 5-7 years (for venture capital, the rate is 10-30%)</li> <li>- (Revolving Fund) Low interest loans from commercial banks (capped at 4%) to EE&amp;C projects at a maximum of THB 50 million with the investment term of 7 years loan period.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- THB 10 million with a charge of 1.75% per annum of the guarantee amount; guarantee term no more than 5 years.</li> <li>-Grants for SMEs: 20% of the costs for EE products</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exemption from import duty for machinery regardless of zone and 3 year corporate income tax exemption on the revenue of existing project accounting for 50% of investment, excluding land cost and working capital.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- [Already ended in December 2012] 25% of Corporate income tax (hereinafter “CIT”) rate deduction</li> </ul>
Vietnam	<ul style="list-style-type: none"> <li>-30% of investment to the maximum of VND 70 million</li> <li>- Subsidy up to 30% or VND 5 billion per project</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preferential rate between 0%-150% of the cost, insurance and freight price of the imported goods</li> <li>- Exemption and reduction for domestically unavailable EE&amp;C and Renewable energy devices and equipment and parts</li> <li>- Exemption and reduction for parts and components for the manufacture of energy-efficient lighting devices and equipment; devices and equipment using solar and wind power.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preferential rate for CIT at 17% or 20% for 10 years</li> <li>- CIT exemption for 2 years</li> <li>- CIT at 2% if located in industrial park until 4th years</li> </ul>

出典：JICA 調査団

各推奨機器の初期投資コストの規模を考察すると共に、本調査で得たフィードバックや他国の事例を総合すると、インセンティブスキームで単独のメニューを提供するよりも、多彩なメニューを揃えるのが妥当であるとの結論に達した。例として、次の様な組合せがメニューの一部として考えられる。

- a) ソフトローン+保証パッケージ
- b) ソフトローン+保証+輸入税減免パッケージ
- c) リースの推進
- d) リースの推進+保証

保証制度が公的機関から提供される一方で、省エネ機器にかかる税（特に輸入税）の減免

を既存の優遇税率に追加することも考えられる。しかし、ソフトローン及びリースの推進の場合には、商業銀行及びリース会社から大々的な協力を得ることが必要となる。他国での調査経験に加え、インドネシアでは省エネ機器のリースが未だ普及していないことから<sup>6</sup>、大規模な能力強化活動（キャパシティ・ビルディング）の実施が、とりわけリーススキームの構築において重要となる。

リーススキームの利用メリットは、インドネシアの税制における法人税（25%）の算定時に、リース料が控除対象とされることである。省エネの推進にリース会社を活用することは大変有効である。例えば日本では、顧客の与信リスクを負う能力のないエンジニアリング会社がリース会社と組んでエネルギーサービス会社（以下、「ESCO」）サービスを提供するといった事例がある。しかしながら、他の調査<sup>7</sup>によるリース会社へのインタビューによれば、省エネ機器リース事業のリスクを取ることにリース会社は消極的である。したがって、リースを伴うインセンティブ制度の導入以前に、現地リース会社が省エネ機器リースに参入する場合の阻害要因を解決し、スキームの参加者となるための準備を十分しておくことは必須である。現在、現地リース市場が省エネ機器を取り扱うにはまだ機が熟していない状況であることから、本調査ではソフトローンのインセンティブ及びソフトローンと組み合わせたその他のインセンティブパッケージに重点をおいて検討する。

## 2) 業務分野

業務分野に対するインセンティブ提案を表 4.3.2-4 に示す。

<sup>6</sup> 過去には重機リースがインドネシアで行われたこともあったが、1997年のアジア金融危機以降は消費者市場へとシフトした。同国市場において発電機器等を含む重機リース事業には徐々に復活の兆しはあるものの、その適用は未だ限定的である。

<sup>7</sup> 三菱総合研究所他（2015年3月）、「Financial Scheme Development Project for Promoting Energy Saving in Jakarta, Indonesia.」

表 4.3.2-4 業務分野向け推奨インセンティブ

	スプリット型 AC	パッケージ型 AC (VRV、高効率チラー)	熱線反射ガラス	グリーンビル
推奨されるインセンティブ	VAT 免除/軽減	低利融資・信用保証	VAT 免除/軽減	土地建物税の軽減/免除
理由	実施が比較的容易で、消費者の購買行動に対し高い効果が見込まれる。	低利融資： 政府の財政負担が限定的な割に、企業にとって魅力的。 保証： 担保の代替として機能すれば、企業にとって魅力的。	実施が比較的容易で、消費者の購買行動に対し高い効果が見込まれる。	導入されれば、グリーンビル規制を強化する上で最も簡易で効果的な方法である。
他国事例	マレーシア： Energy Commission が認定したエアコンのような高効率家電に対する販売税の免除	マレーシア： Green Technology Financing Scheme 2%の利子補給、RM 500 百万上限の 60%の政府保証、15 年のリペイトメント上限  タイ： リボルビング・ファンド：50 百万タイバーツ上限の低利融資、期間 7 年上限 ESCO Fund: +1.75%/年の費用で、10 百万タイバーツ上限、最長 5 年の融資保証	マレーシア： Energy Commission が認定した断熱材のような高効率家電に対する販売税の免除  ベトナム： 国内で生産されていない省エネ機器に対する税免除	マレーシア： グリーンビル認証を持つ企業に対して、法人税の免除
留意点	不正を防ぐメカニズムが不可欠	実施の際には、対象となる機材を明確に特定する必要あり。 (例：対象機器リスト)	品質を厳しく担保するため、ガラスを枠に入れる企業に販売される段階で VAT を免除する必要がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>- マレーシアのケースのように、インセンティブを享受するための認証のようなエビデンスが必要。</li> <li>- 地方政府が関与するために、かなりの能力強化が必要。</li> </ul>

出典：JICA 調査団

3) 住宅・業務分野

住宅・業務分野で推奨されるインセンティブは下記の通りである。

表 4.3.2-5 住宅・業務分野向け推奨インセンティブ

	スプリット型 AC	冷蔵庫
推奨されるインセンティブ	VAT 免除/軽減	VAT 免除/軽減
理由	実施が比較的容易で、消費者の購買行動に対し高い効果が見込まれる。	実施が比較的容易で、消費者の購買行動に対し高い効果が見込まれる。
他国事例	マレーシア： Energy Commission が認定したエアコンのような高効率家電に対する販売税の免除	マレーシア： Energy Commission が認定した冷蔵庫のような高効率家電に対する販売税の免除
留意点	不正を防ぐメカニズムが不可欠	不正を防ぐメカニズムが不可欠

出典：JICA 調査団

## (2) 技術ごとの各種インセンティブ制度の比較

技術ごとに各種インセンティブ制度比較した結果を表 4.3.2-6 及び表 4.3.2-7 に示す。表内では、最も推奨するインセンティブに★印を、次に単体として推奨するインセンティブもしくは他のインセンティブとの組み合わせを推奨するインセンティブには○印を、強く推奨しないインセンティブには△印で評価している。小型で広く普及している機器については、VAT/他の税の減免が有効であり、また工業分野を中心とした大型の機器・プロジェクトについては、低利融資・保証、及び輸入関税の減免が有効と考える。

表 4.3.2-6 技術別、各種インセンティブ比較：住宅・業務分野

MACC のラベル	技術	補助金 (リベート)	輸入関税の 減免	VAT/他 の税の 減免	低利 融資	保証	リース	
a	住宅用・業務用： スプリット型エ アコン；インバー タへの転換	△/○	--/--	★/★	△/--	△/--	○/--	
		業務用：VAT の減免は大企業を動かすには十分魅力的だが、補助金・ローン+保証なしには中小企業を動かすのは困難。 住宅用：VAT (VAT 減税はリベートよりも管理が容易。450VA 及び 900VA のみを対象にリベートを供与することはあり得る)。融資及び保証は対象外。						
b	住宅用・業務用： 冷蔵庫	△/○	--	★/★	△/--	△/--	○/--	
		業務用：VAT の減免は大企業を動かすには十分魅力的だが、補助金・ローン+保証なしには中小企業を動かすのは困難。 住宅用：VAT (VAT 減税はリベートよりも管理が容易。450VA 及び 900VA のみを対象にリベートを供与することはあり得る)。融資及び保証は対象外。						
E	高効率チラーへ の転換	△	★	★	★	○	○	
I	パッケージ型エ アコン、VRV へ の転換	3 つのインセンティブパッケージを強く推奨（優遇税制のみでは、オーナーを動かすのは困難である可能性あり）。補助金は推奨されず（財政負担が重い）						
H	熱線反射ガラス の導入	△	X	★	△	△	x	
		輸入関税の減税は推奨されず（税関で品質をチェックするのは困難）。ガラスのみを対象にした融資またはローンも推奨されず（融資にしては金額が小さい）。						
g	グリーンビルの 導入	△	アイテムに よる	★	○	○	△	
		土地建物税の減免+床面積制限の緩和が推奨される。補助金は推奨されず（財政負担が重い）。						

凡例：★=最も推奨; ○= 次に推奨または他インセンティブとの組み合わせ; △= 強く推奨せず。

出典：JICA 調査団

表 4.3.2-7 技術別、各種インセンティブ比較：工業分野

MACC のラベル	技術	補助金 (リ ベート)	輸入関 税の減 免	VAT/他 の税の 減免	低利 融資	保証	リース
c	複数産業：産業冷熱コンプレッサユニット	Δ	★	O	★	★	Δ/x
m	複数産業： 高効率ボイラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 高価な機器（例：排熱回収設備）に対し低利融資及び保証をパッケージで提供することを高く推奨。</li> <li>- 省エネ機器がインドネシアで製造されていない場合には、高効率機器に対する輸入関税の減免を推奨（他の東南アジア諸国と同様に）</li> <li>- インドネシアの会計制度ではリース料を損金計上できるため、リースは潜在的には効果的なスキームであるが、地場のリース市場では産業機器リースに対するリスクをとることは時期尚早であるため、現時点では推奨せず。</li> <li>- 財政負担が重いため、直接の補助金スキームは推奨せず。</li> </ul>					
k	セメント： 排熱回収発電						
j	繊維：高効率織機						
l	セラミック：排熱回収						
o	肥料：肥料設備更新 （使用原材料削減も含む）						
n	鉄鋼：リジェネバーナー						

凡例: ★=最も推奨; O= 次に推奨または他インセンティブとの組み合わせ; Δ= 強く推奨せず。

出典：JICA 調査団

(3) インセンティブ制度実施の場合の MACC

インセンティブ制度が実施された場合、MACC の形状は変化する。インセンティブが実施された場合の MACC は、各技術について下記の前提条件を基に描いた。

表 4.3.2-8 提案インセンティブ及び MACC の前提条件

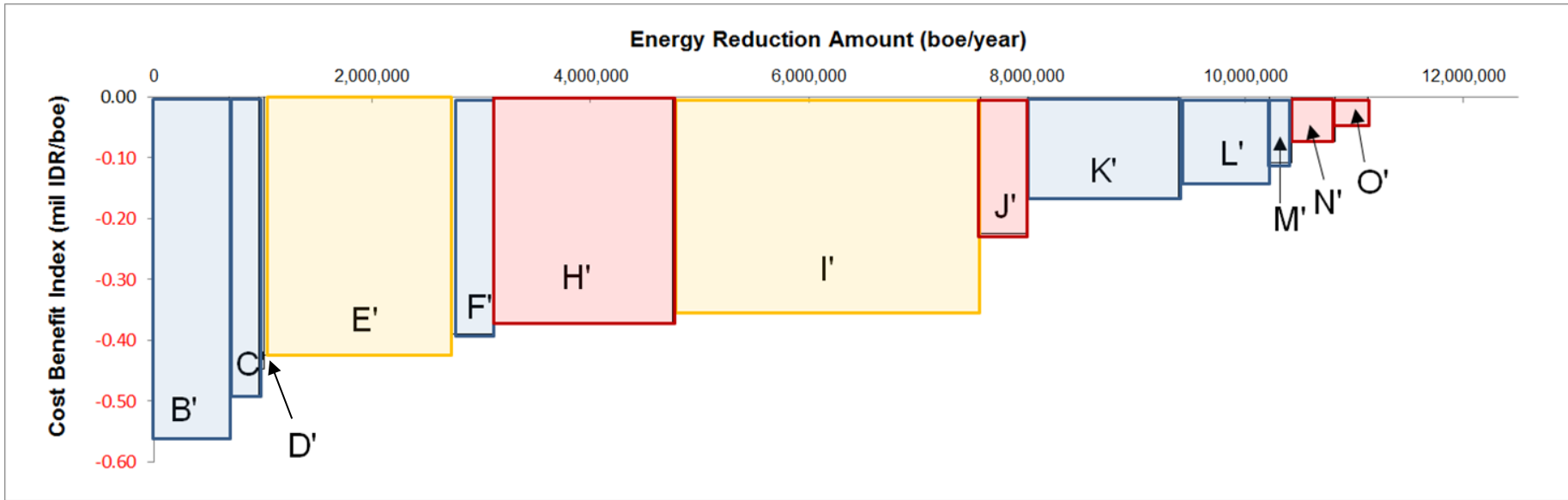
図 4.3.2-1 の MACC の データ ラベル	技術	インセンティブ提案及び MACC の前提条件
B'/ C'/ D'/ F'/ K'/ L'/ M'	工業用 - 高効率ボイラ - 産業冷熱コンプレッサユニット - 鉄鋼：リジェネバーナー - セラミック産業の排熱回収 - 肥料設備の更新（使用原材料削減も含む） - セメント産業の排熱回収発電 - 繊維：高効率織機	低利融資 - 5年返済 - 2%利子補給 - 5年元本均等返済 - 5年間、新規融資にインセンティブ供与

図 4.3.2-1 の MACC の データ ラベル	技術	インセンティブ提案及び MACC の前提条件
E'	住宅用・業務用：スプリット型エアコン：インバータへの転換	VAT 免除 (10%) インセンティブ期間 5 年
I'	住宅用・業務用：冷蔵庫	VAT 免除 (10%) インセンティブ期間 5 年
J'	業務用：高効率チラーへの転換	低利融資 - 3 年返済 - 2% 利子補給 - 3 年元本均等返済 - 3 年間、新規融資にインセンティブ供与
O'	業務用：熱線反射ガラスの導入	VAT 軽減 (9%) インセンティブ期間 5 年
H'	業務用：グリーンビルの導入	土地建物税軽減 (3 年間、0.16% 軽減) 土地価格: IDR 20 百万/m <sup>2</sup> (Bank Indonesia, Commercial property survey) インセンティブ期間 5 年
N'	業務用：パッケージ型エアコン、VRV への転換	低利融資 - 3 年返済 - 2% 利子補給 - 3 年元本均等返済 - 3 年間、新規融資にインセンティブ供与

出典：JJIA 調査団

図 4.3.2-1～4.3.2-3 より、インセンティブ策実施有無により、政府・民間の合計便益はほぼ変わらないが、政府の便益が減り、民間の便益が増加する構造となる。しかし、政府が相応の規模のインセンティブ策を講じ、民間の省エネ促進を支援したとしても、依然として政府便益が確保できるケースが多いこと（政府からの限界支援水準）が確認できる。





B'	工業用：高効率ボイラ
C'	工業用：産業冷熱コンプレッサユニット
D'	工業用：鉄鋼：リジェネバーナー
E'	住宅用・業務用：スプリット型エアコン：インバータへの転換
F'	工業用：セラミック産業の排熱回収
H'	業務用：グリーンビルの導入
I'	住宅用・業務用：冷蔵庫
J'	業務用：高効率チラーへの転換
K'	工業用：肥料設備の更新（使用原材料削減も含む）
L'	工業用：セメント産業の廃熱回収
M'	工業用：繊維：高効率織機
N'	業務用：パッケージ型エアコン、VRV への転換
O'	業務用：熱線反射ガラスの導入

本図のデータラベルは、図 4.2.1-1 に示したインセンティブなしの MACC の「J」を持たないデータラベルと一致している。

また、「ビルの運用改善及び軽微改修」及び「LED」はインセンティブ提案に含まれていないため、本図の MACC に含まれていない。

出典：JICA 調査団

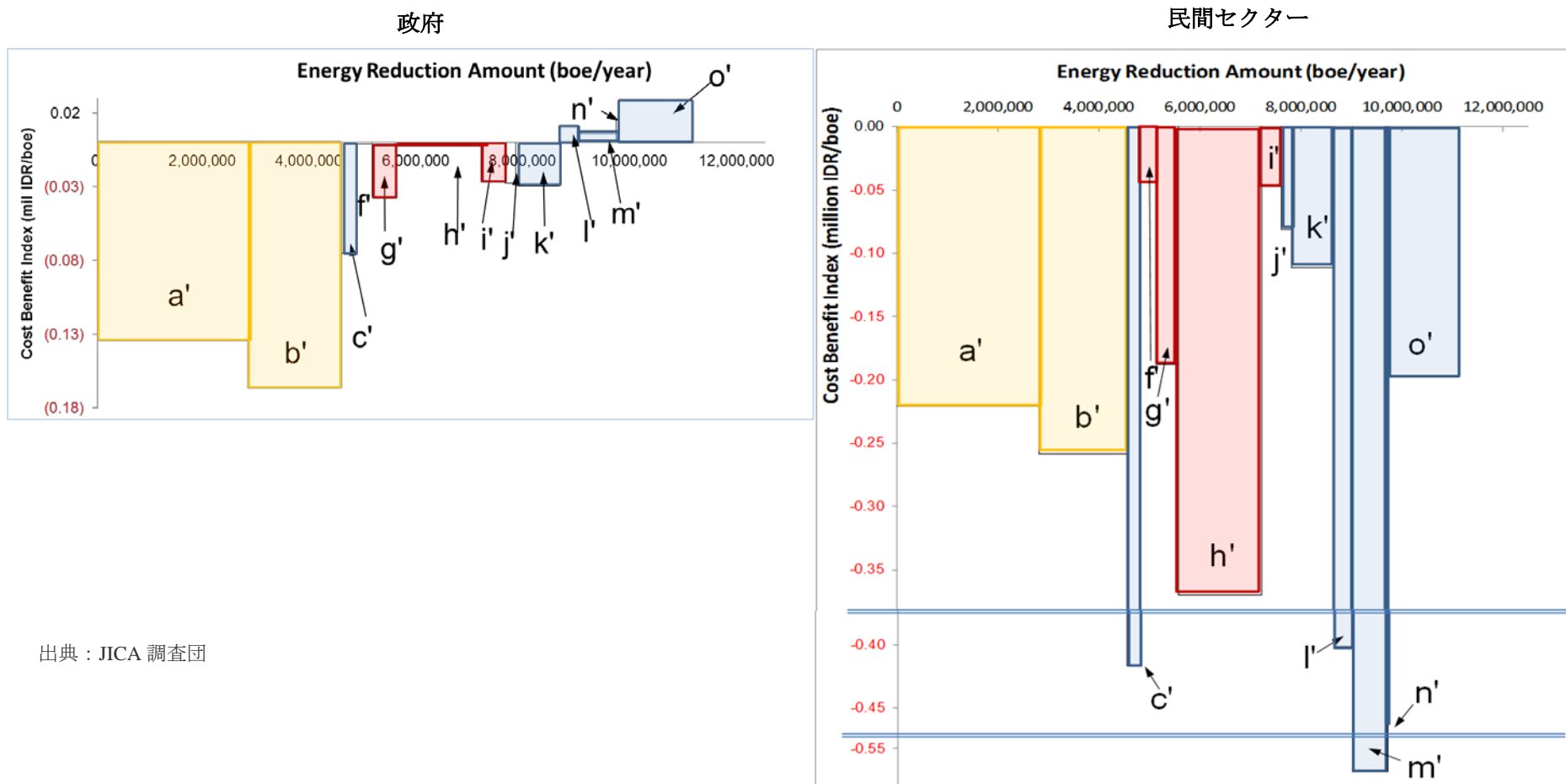
図 4.3.2-1 インドネシアの省エネ MACC（インセンティブつき）  
（クロスセクター、政府・民間セクター統合版）

インセンティブ制度によって取引費用が発生しない限り、インセンティブ付与後も、政府・民間分野を統合した MACC の形状は変わらない。本調査の MACC では、そのような取引費用は想定していない。インセンティブ導入によって、インセンティブ部分の便益は政府コストから民間分野の便益に移転される。その結果、インセンティブを導入した場合には、政府と民間セクターに分解された MACC の形状は変わる。

図 4.3.2-2 及び 4.3.2-3 にて対 応する記号	技術
a'	住宅用・業務用：冷蔵庫
b'	住宅用・業務用：スプリット型エアコン：インバータへの転換
c'	工業用：産業冷熱コンプレッサユニット
f'	業務用：熱線反射ガラスの導入
g'	業務用：高効率チラーへの転換
h'	業務用：グリーンビルの導入
i'	業務用：パッケージ型エアコン、VRV への転換
j'	工業用：繊維：高効率織機
k'	工業用：セメント産業の排熱回収
l'	工業用：セラミック産業の排熱回収
m'	工業用：高効率ボイラ
n'	工業用：鉄鋼：リジェネバーナー
o'	工業用：肥料設備の更新（使用原材料削減も含む）

上記の「j'」なしのデータラベルは、インセンティブなしの MACC のデータラベルと一致している。

また、「ビルの運用改善及び軽微改修」及び「LED」はインセンティブ提案に含まれていないため、上記の MACC に含まれていない。

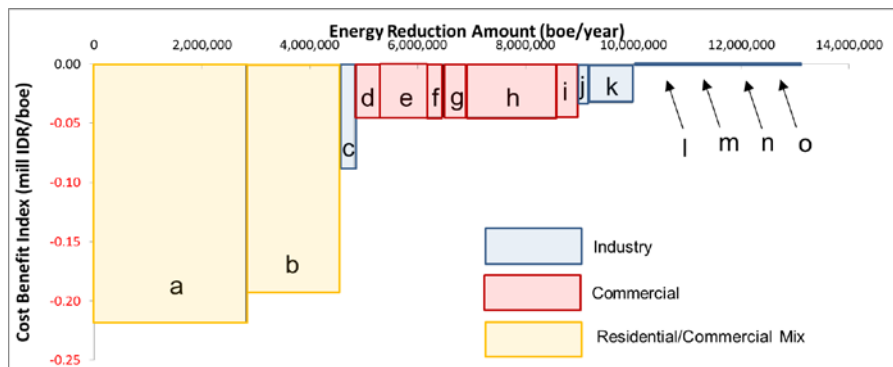


出典：JICA 調査団

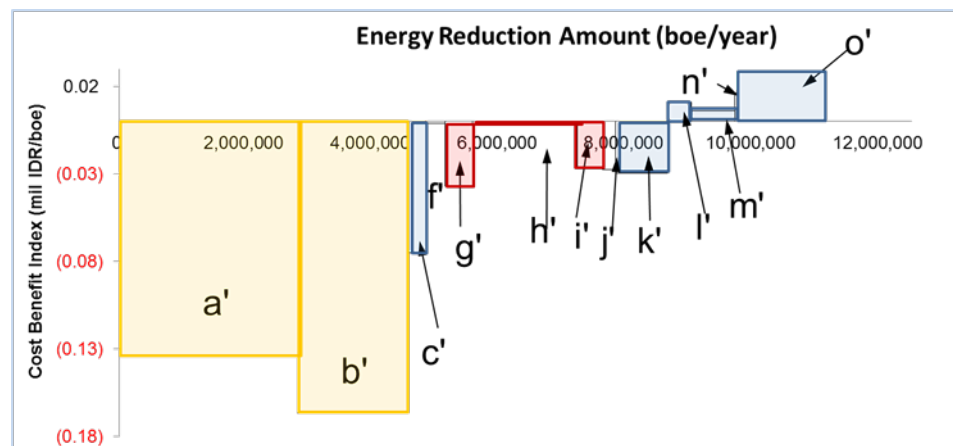
図 4.3.2-2 インセンティブ制度導入後の MACC：政府及び民間分野分解版

政府の MACC で減った部分は、各技術・プログラムを促進するため、民間分野に移転されたことになる。

インセンティブ制度なし



インセンティブ制度導入後



「e ビルの運用改善及び軽微改修」及び「d LED」はインセンティブ提案に含まれていないため、上記の MACC に含まれていない。  
 上記の「'」なしのデータラベルは、図 4.2.1-2 におけるインセンティブなしの MACC のデータラベルと一致している。

出典：JICA 調査団

図 4.3.2-3 政府の MACC 比較：インセンティブ制度導入前・後

## (4) 異なるシナリオの比較

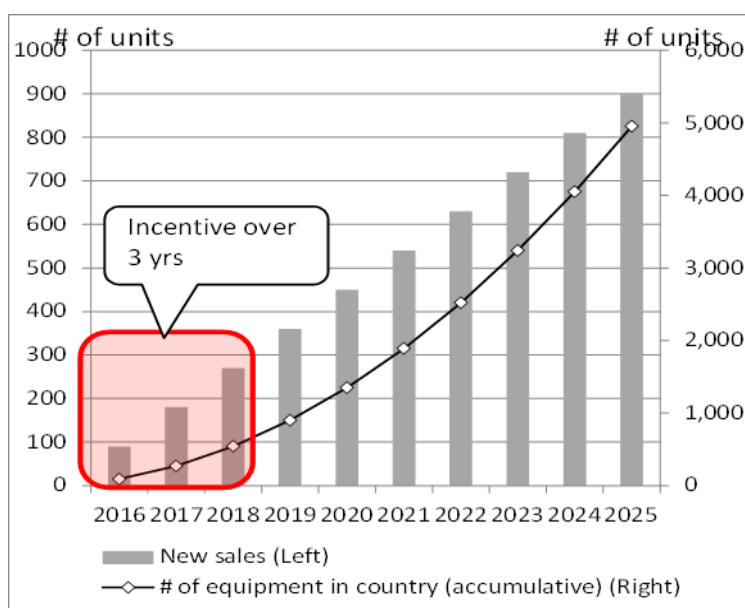
## 1) インセンティブスキーム間の比較

高効率チラー及びボイラを例に、インセンティブスキーム間（低利融資（2%/4%の利子補給）vs 補助金）の定量比較を実施した。

## a) 高効率チラー

<前提条件>

- 低利融資（2%または4%の利子補給）（MACC の前提条件と同一）vs 補助金（設備費用の20%）（両インセンティブで消費者行動には変化なしと仮定）
- インセンティブは3年間供与と仮定（MACC の前提条件と同一）
- インセンティブで同一の省エネポテンシャル/年と仮定：451,990 boe/年（MACC の前提条件と同一）
- 毎年の販売台数（MACC の前提条件と同一）：2016年時点の高効率チラー/チラーの販売総台数は5%、2025年には50%まで上昇と仮定。総販売台数は1800台/年と仮定。



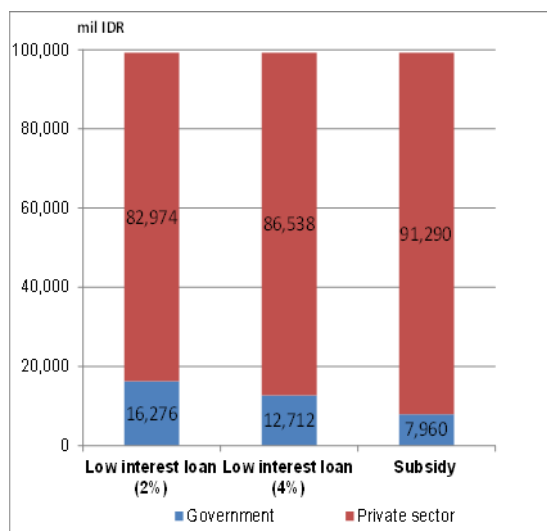
出典：JICA 調査団

図 4.3.2-4 毎年の販売台数及びインセンティブ対象の前提条件

<結果>

社会全体の10年平均の純便益は、インセンティブスキームに関わらず同一である。しかし、民間セクターの純便益は補助金の方が高い一方、政府純便益は低利融資よりも補助金の方が低い。利子補給の水準としては、政府の純便益は「利子補給（2%）」より「利子補給（4%）」の方が低いが、民間セクターの純便益は「利子補給（2%）」の方が「利子補給

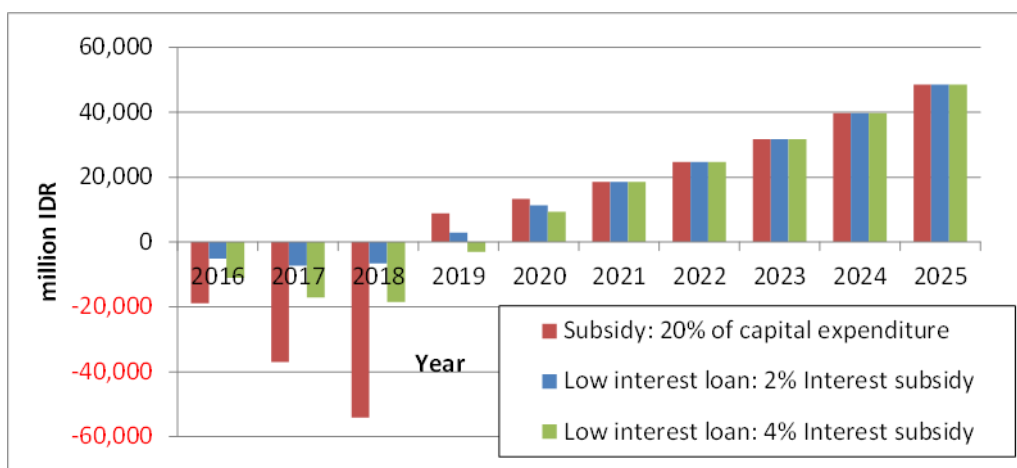
（4%）」よりも低い。



出典：JICA 調査団

図 4.3.2-5 10 年平均純便益の比較

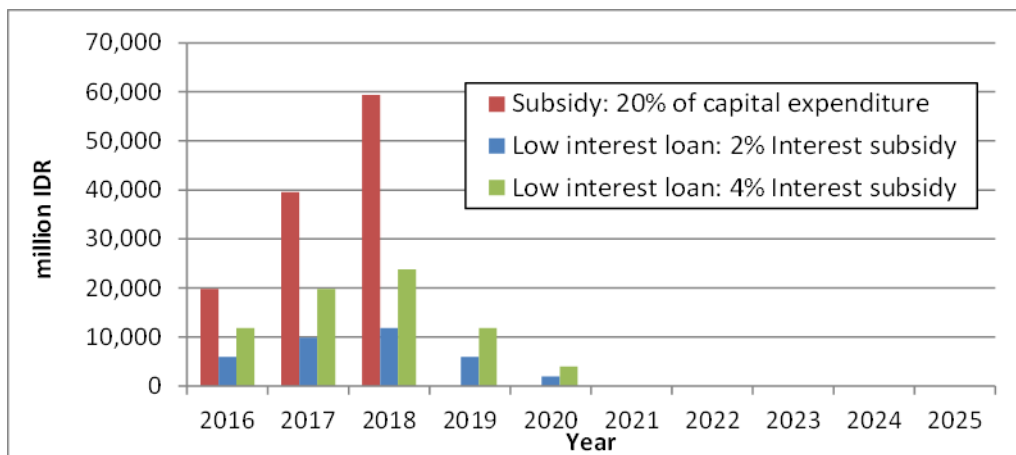
年ごとの純便益を比較すると、当初 3 年間では「補助金」は大きくマイナスになる。しかし、この 3 年間の後は、「低利融資（2%）」の純便益は「補助金」よりも低くなる。但し、その差は当初の 3 年に比べると小さい。「低利融資（4%）」の純便益は、「低利融資（2%）」と「補助金」の純便益の間になる。



出典：JICA 調査団

図 4.3.2-6 10 年間の純便益の比較

政府支出の観点では、当初 3 年では「補助金」の方がはるかに財政負担は重い、「低利融資」の方が財政負担は長く続く。



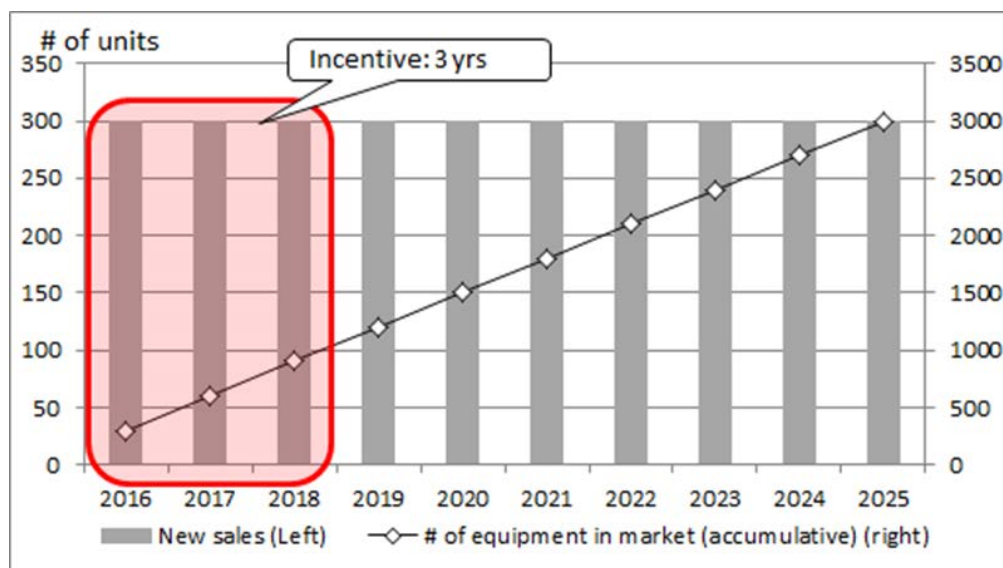
出典：JICA 調査団

図 4.3.2-7 10年間のインセンティブ向け政府支出の比較

b) 高効率ボイラ

<前提条件>

- 低利融資（2%または4%の利子補給）（MACC の前提条件と同一） vs 補助金（設備費用の20%）（両インセンティブで消費者行動には変化なしと仮定）
- インセンティブは3年間供与と仮定（MACC の前提条件と同一）
- インセンティブで同一の省エネポテンシャル/年と仮定：886,950boe/年（MACC の前提条件と同一）
- 毎年の販売台数（MACC の前提条件と同一）：高効率ボイラは2025年まで毎年300台販売と仮定。



出典：JICA 調査団

図 4.3.2-8 毎年の販売台数・累積台数及びインセンティブ対象

## ＜結果＞

社会全体での10年平均の純便益は三種類のインセンティブスキームで同一である。政府の純便益は「低利融資（2%、4%）」よりも「補助金」の方が低いが、民間セクターでは逆である。なお、政府便益は電力補助金の削減のみで算出されており、ボイラは電力消費を削減しないと仮定しているため、インセンティブ供与による政府の純便益はマイナスとして表れている。しかしながら、高効率ボイラによる省エネは電力料金削減では捉えられない便益を生むものであり、政府の純便益がマイナスだからといって、高効率ボイラにインセンティブを供与することが無駄だということの意味するわけではない。

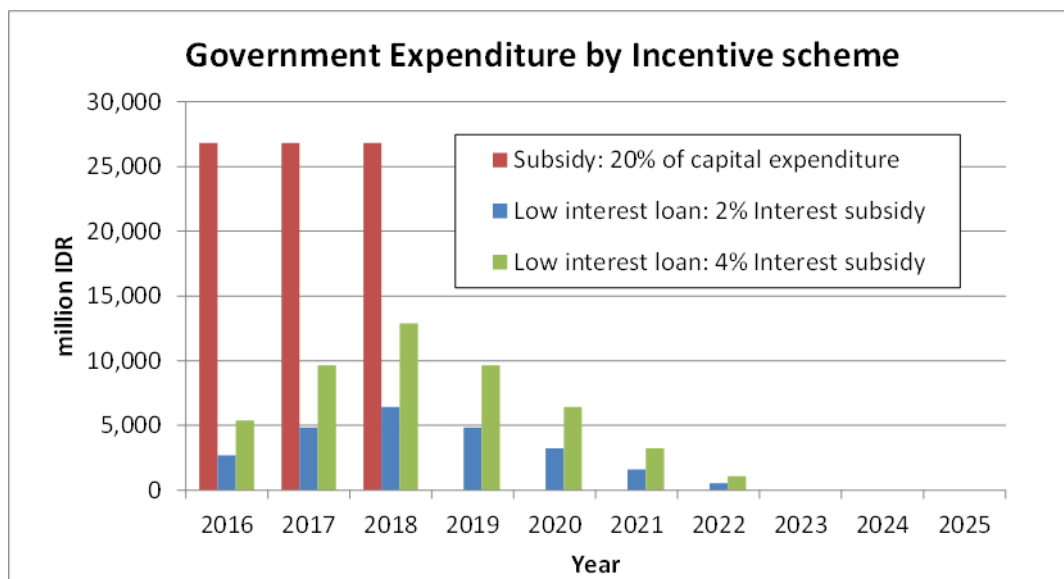


出典：JICA 調査団

図 4.3.2-9 10年平均の純便益の比較

政府支出の観点では、当初3年では「補助金」の方がはるかに財政負担は重い、「低利融資（2%/4%）」の方が財政負担は長く続く。





出典：JICA 調査団

図 4.3.2-10 10年間のインセンティブによる政府支出の比較

#### 4.4 FGD を通して得たステークホルダーコメント

MEMR と協働し、JICA 調査団は表 4.4-1 に示すようにフォーカス・グループ・ディスカッション (FGD) を 3 度開催した。

表 4.4-1 FGD

Event	Organized Date	Participants	Contents
FGD 1	May 21, 2015	- Other ministries - Building and industrial associations	- Explanation of the objective and study content
FGD 2	July 7, 2015	- Policymakers	- Sharing the findings of the study - Discussing issues related to core data problem and needs for harmonized data source
Extended FGD	July 6, 2015	- Other ministries - Building and industrial associations	- Sharing the findings of the study

出典：JICA 調査団

第 2 回 FGD では、すべてのコアデータを PUSDATIN) が取り纏めるべきであるとの意見で一致した。しかしながら、PUSDATIN は、MACC 開発に不可欠な重要データの 1 つであるデマンド・サイドデータへのアクセスを持っていないのが現状であり、それらのデータを収集している省庁間の継続的連携が重要であることを再認識した。

拡張 FGD においてヒアリングした参加者からの主なコメントを表 4.4-2 にまとめた。

表 4.4-2 FGD で得られたコメント

Topics	Comments
General	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EE&amp;C in supply-side should receive more attention than EE&amp;C in demand-side, as it requires relatively few players to achieve a significant result.</li> <li>• Although the Study focuses on MOI's 8 target industries for EE&amp;C for MACC development, the impact of the palm oil industries' contribution to EE&amp;C should also be revisited, as it uses recovered methane for power or heat generation.</li> <li>• Fuel change using biofuel could contribute in reducing import of oil and oil productions, and it should also be considered as a technology to foster EE&amp;C.</li> <li>• The Study should include the EE&amp;C potential by introducing co-generation, combined heat and power (hereinafter "CHP") and trigeneration, especially in the food &amp; beverage (sugar manufacturing), refining and smelting industries in the future.</li> <li>• Establishing co-generation and other power facilities established near demand (e.g. industrial zones) require multi-sector planning and local/government initiatives.</li> </ul>
Data-related	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demand-side data are scarce. Promoting EE&amp;C is important; however, the policymakers should also be careful with its 'rebound effect', that is, energy consumption level increases by shifting to energy-efficient equipment.</li> <li>• Some industries do not have the most recent detailed information and data. Though published, using old data to develop MACC is not appropriate and misleading, especially for the industrial sector. It is recommended not to include those sub-sectors until the comprehensive data are available.</li> </ul>
Incentives and ESCO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The government should provide a clear message in the expected role for incentives.</li> <li>• It is important to show an overall picture including the government's costs for introducing incentives (e.g. subsidies) and the cost saving achieved.</li> <li>• Providing clarification for (or justification of) any recommended figures, such as 2% of soft loan, is important.</li> <li>• Looking back the history, VAT reduction of 10% may be highly difficult to implement. It may be most useful to introduce income tax reduction.</li> <li>• EE&amp;C measures using efficient equipment require high upfront investment cost. In one of the donor's program, 11 facilities received energy audit; however, none on of them could implement the recommendations due to not only high investment costs and low electricity price, but also technology not exactly matching the needs and low capacity or knowledge of the engineers or the sub-sector.</li> <li>• EE&amp;C can be promoted using ESCO scheme. ESCO companies need incentives, special interest loan, collateral mechanisms, import duty reduction, tax holiday, etc.</li> <li>• ESCO is still a new concept for facility managers, and capacity building is essential in promoting ESCO,</li> <li>• Peak cut caused by behavior change (e.g. set government offices' room temperature at 23 degree C) will significantly reduce consumption.</li> </ul>

出典：JICA 調査団

JICA 調査団は、参加者からのすべてのコメントを了知した。これらのコメントから、省エネ MACC の品質向上と共に、将来的な対象分野の拡張に対する参加者の高い関心が見て取れる。

#### 4.5 省エネ MACC の他国への適用

インドネシアの事例で前述してきたように、MACC は省エネ推進インセンティブ施策の優先度を判断するツールとして有効と考える。

基本的な情報収集手順（マクロからミクロ）、評価フローはインドネシア事例で述べたとおりである。但し以下の点について当該国へのカスタマイズが必要となる。

- (1) インドネシアでは、同国のエネルギー統計で標準的に採用されている boe ベースの表示としたが、他国のケースでは国際的に普及している toe ベースを基本とする。toe ベースとすることにより、国際間比較も可能となる。
- (2) 電力を含め、エネルギー量の削減効果については、1 次エネルギーベースで考える。電力の 1 次エネルギー換算係数については、評価対象国の電源構成を基に個別に設定する。
- (3) 政府からの燃料補助金の拠出がない場合は、政府便益とエンドユーザー便益を分けて分析する必要はない。
- (4) 省エネの対象は、原則商業エネルギー（有価）とし、薪等のバイオマスエネルギーは含まない。

## 第 5 章

### エネルギー消費データベース

## 第5章 エネルギー消費データベース

### 5.1 省エネ政策立案・評価に必要なデータベース案

MACC 作成の過程で述べたマクロな視点のエネルギー消費データとミクロなエネルギー消費量データの両面の把握、アップデートの仕組み構築が必要と考える。以下、順に各データの概要と入手方法について概説する。図 5.1-1 にデータの全体像を示す。

- ✓ **Essential to have both macro and micro views related to EE&C**
- ✓ **Collect the most recent information and data on the following aspects:**

**Macro View:**  
**Energy Production and Import**  
**End Use by Sector**  
**Electricity is converted from fuel**

**Micro View:**  
**Energy Consuming Devices**  
**Eligible EE&C Technologies**  
**Energy Consumption by**  
**Sub-sector and Technology**  
**Energy Price Information**

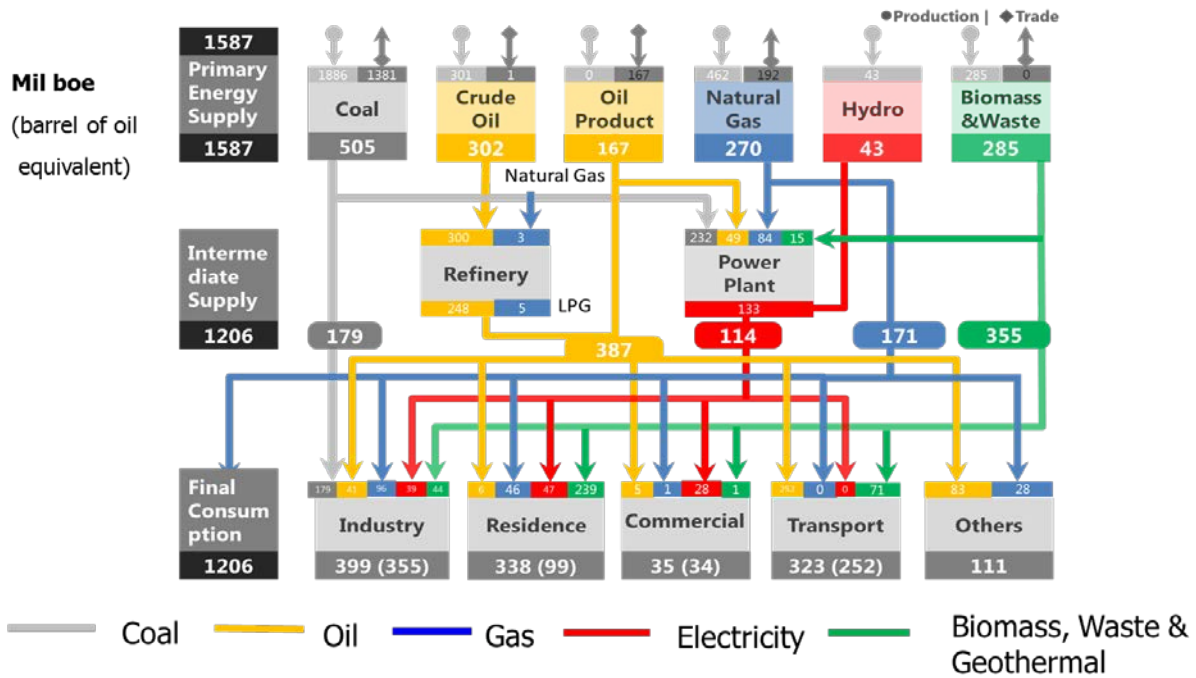
出典：JICA 調査団

図 5.1-1 省エネ政策立案・評価に必要なデータの全体像

### 5.2 マクロエネルギーバランス、基礎データの把握

#### (1) マクロエネルギーバランス

PUSDATIN のエネルギー経済ハンドブック（表 5.2-1）より図 5.2-2 を作成し、国全体としてのマクロエネルギーバランス（需給）を把握する。



出典：PUSDATIN エネルギー・経済ハンドブックより JICA 調査団作成

図 5.2-1 インドネシアのマクロエネルギーバランス（2013年）

表 5.2-1 インドネシアのマクロエネルギーバランス（2013年）PUSDATIN ハンドブック中の元データ

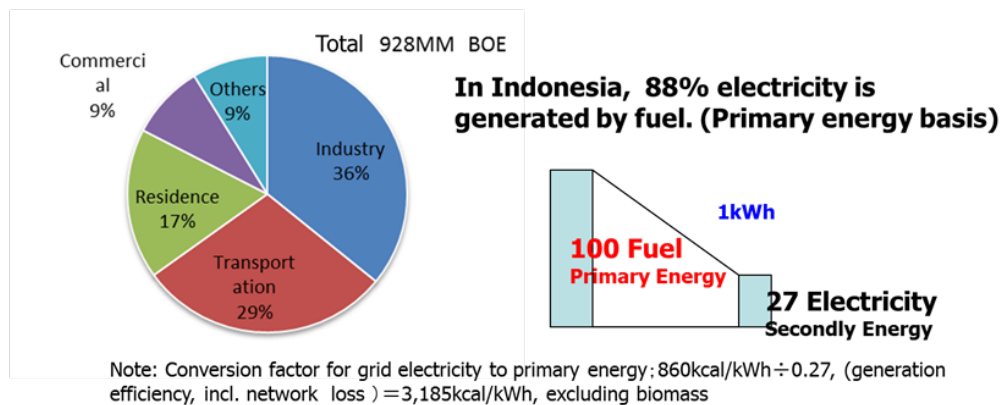
(Thousand BOE)														
	Hydro Power	Geothermal	Biomass	Coal	Br-quette	Natural Gas	Crude Oil	Fuel	Biofuel	LPG	Other Petroleum Product	Electricity	LNG	Total
<b>1 Primary Energy Supply</b>	42,627	15,245	285,120	410,567	0	402,121	306,137	209,569	71,074	30,658	-20,335	1,857	-159,509	1,595,131
a. Production	42,627	15,245	285,120	1,886,137	0	462,317	300,830	0	71,074	0	0	0	0	3,063,350
b. Import	0	0	0	463	0	0	118,334	192,656	0	28,130	6,509	1,857	0	347,949
c. Export	0	0	0	-1,380,724	0	-60,195	-117,380	-6,339	0	0	-26,845	0	-159,509	-1,750,993
d. Stock Change	0	0	0	-95,309	0	0	4,353	23,253	0	2,529	0	0	0	-65,175
<b>2 Energy Transformation</b>	-42,627	-15,245	-140	-231,662	130	-278,871	-300,134	119,366	0	17,143	80,094	132,522	181,963	-337,550
a. Refinery	0	0	0	0	0	-3,490	-300,134	160,447	0	4,807	80,094	0	0	-50,276
b. Gas Processing	0	0	0	0	0	-191,748	0	0	0	12,336	0	0	181,963	2,551
c. Coal Processing Plant	0	0	0	-153	130	0	0	0	0	0	0	0	0	-23
d. Power Plant	-42,627	-15,245	-140	-231,596	0	-83,633	0	-49,081	0	0	0	132,522	0	-289,802
- State Own Utility (PLN)	-32,767	-6,334	0	166,324	0	73,616	0	-49,047	0	0	0	100,511	0	-227,578
- Independent Power Producer (Non-PLN)	-9,860	-8,912	-140	-65,272	0	-10,017	0	-34	0	0	0	32,011	0	-62,224
<b>3 Own Use and Losses</b>	0	0	0	0	0	-42,538	-6,003	-608	-142	0	0	-17,453	-22,454	-89,198
a. During Transformation	0	0	0	0	0	-3,490	-6,003	0	0	0	0	-4,763	0	-14,256
b. Energy Use/Own Use	0	0	0	0	0	-39,048	0	0	0	0	0	0	0	-39,048
c. Transmission & Distribution	0	0	0	0	0	0	0	-608	-142	0	0	-12,690	-22,454	-35,894
<b>4 Final Energy Supply</b>	0	0	284,980	178,817	130	80,712	0	328,327	70,932	47,801	59,758	116,926	0	1,160,384
<b>5 Statistic Discrepancy</b>	0	0	0	0	0	-44,818	0	0	0	0	0	1,964	0	-42,854
<b>6 Final Energy Consumption</b>	0	0	284,980	178,817	130	125,529	0	328,327	70,932	47,801	59,758	114,962	0	1,211,237
a. Industry	0	0	44,374	178,817	130	95,431	0	40,778	0	693	0	39,466	0	399,688
b. Transportation	0	0	0	0	0	185	0	252,411	70,932	0	0	79	0	323,607
c. Household	0	0	239,246	0	0	122	0	6,396	0	45,839	0	47,330	0	338,934
d. Commercial	0	0	1,360	0	0	1,422	0	5,195	0	1,269	0	28,068	0	37,334
e. Other Sector	0	0	0	0	0	0	0	23,546	0	0	0	0	0	23,546
<b>7 Non Energy Use</b>	0	0	0	0	0	28,370	0	0	0	0	59,758	0	0	88,128

出典：PUSDATIN Handbook of Energy and Economic Statistics 2014

## (2) 電力の1次エネルギー換算

電力需要は1次エネルギー<sup>8</sup>で評価する。（国の実消費エネルギー量評価）図 5.2-2 参照。

1次エネルギー換算に必要な発電効率及び送配電ロスデータについては、PLN Sustainable Report 及び Statistics 等を参照する。



**Secondary energy : consumed energy at end-users**  
**Primary energy : energy needed at generation side (thermal efficiency and network loss are considered)**

出典: Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia (2014) 及び PLN Sustainable Report (2013)を基に JICA 調査団作成

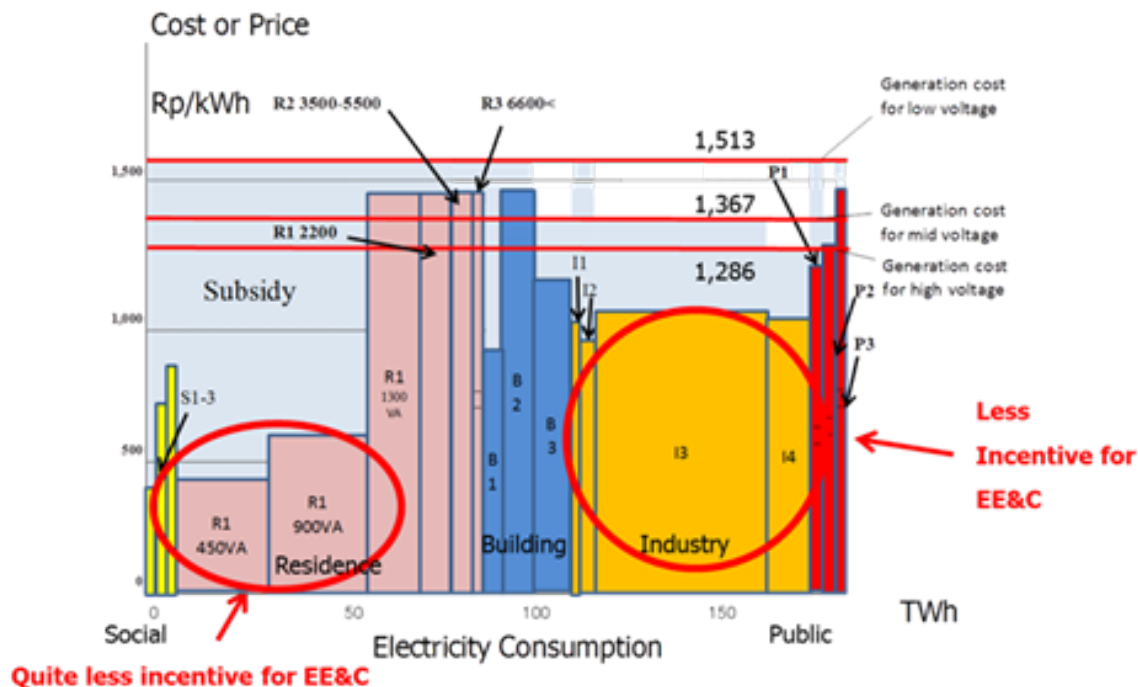
図 5.2-2 インドネシアにおける電力の1次エネルギー換算値

## (3) 電力その他補助金分布の把握

電力補助金については、PLN Statistics 及び時点の電気料金表より把握する。図 5.2-3 参照。

省エネ政策立案・評価においては、エネルギー補助金の削減を合わせて定量評価する。

<sup>8</sup> 電力の1次エネルギーベースと2次（最終）エネルギーベースの違いは、前者は電力を得るため必要なエネルギー（熱量）を示し、後者は最終需要時の取り出し可能エネルギー（熱量） $1\text{kWh}=860\text{kcal}$ である点である。



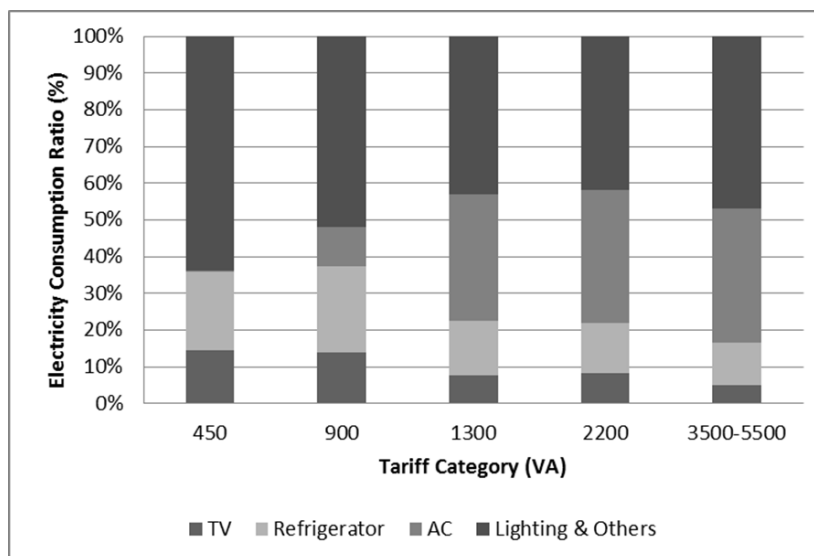
出典: PLN electricity consumption data (2014) 及び 2015 年 5 月料金表を基に JICA 調査団作成

図 5.2-3 セクター別電気料金及び補助金分布

(4) 分野（セクター）別情報整理

1) 住宅分野：主要家電別電力消費量測定情報

図 5.2-4 に示すようなエンドユーザー調査を、国際協力機関の協力を得て定期的（数年に 1 回）実施し、基礎情報の更新をしていくことが望ましい。



出典: インドネシア国におけるデマンド・サイド・マネジメント実施促進調査（2012）、Jakarta、Palembang、Balikpapan、Manado 及び Denpasar にて実施、JICA/J-POWER

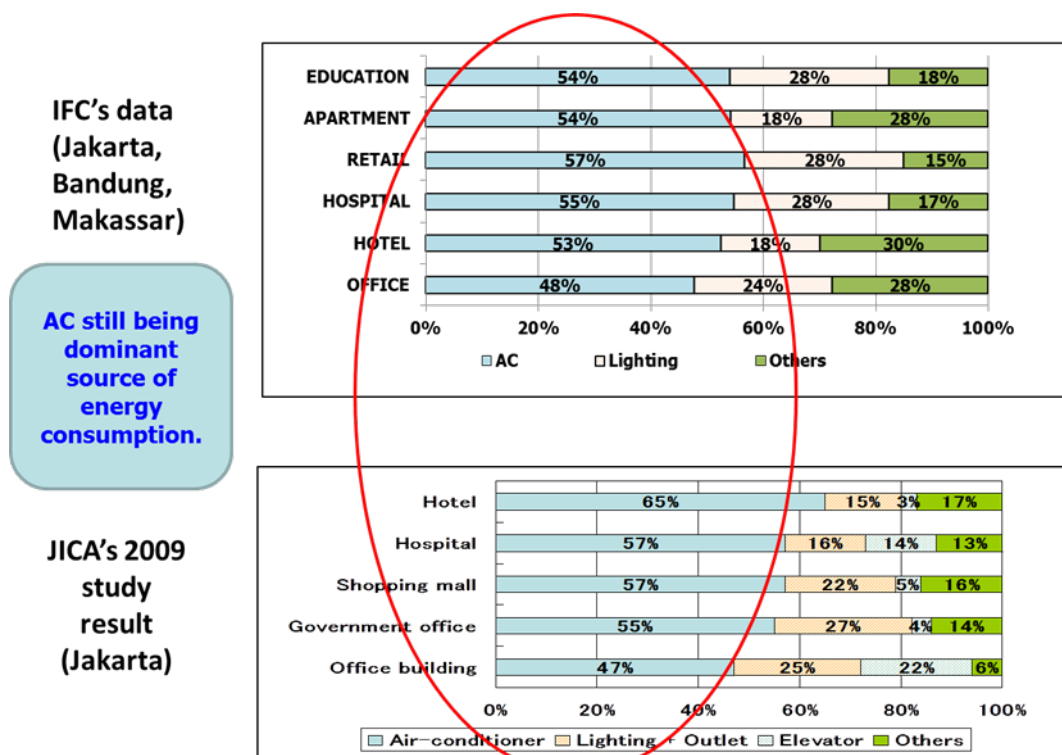
図 5.2-4 電力契約サイズ別主要家電消費電力量内訳



2) 業務分野：用途別エネルギー（電力）消費量情報

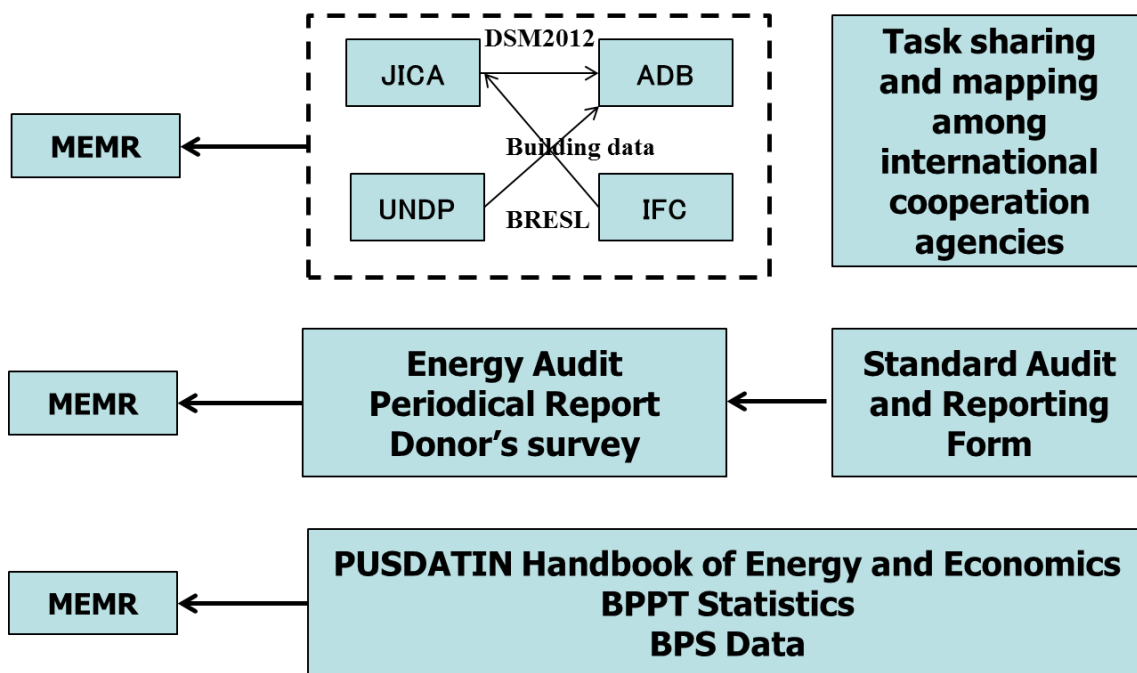
図 5.2-5 に示すようなエンドユーザーのエネルギー消費実態を、ドナーの協力、診断レポート情報の集約、エネルギー管理士制度からの情報吸い上げ、その他情報収集を得て、定期的（数年に 1 回）に基礎情報の更新をしていくことが望ましい。調査団が、他国際協力機関、MEMR 診断情報より入手した建物用途別エネルギー消費量内訳データを以下に記載する。

データの有効活用、一元化の観点から、図 5.2-6 に示すようなデータ収集・調整・共有・活用  
の関係機関連携が、現状のインドネシアでは欠如しており、これを確保していくことが喫  
緊の課題と考える。



出典: Simulation model results from the selected sample data collected from 3 cities between 2010-2014, IFC (上図) ; 省エネ普及促進調査 (2009)、JICA/J-POWER (下図)

図 5.2-5 建物用途別エネルギー消費量内訳



出典：JICA 調査団

図 5.2-6 データ収集連携成功事例

毎年実施されているエネルギー診断サマリー記載事項に表 5.2-2 に示す情報の記載をすることで統一し、キー情報の収集・蓄積を図る。これは、ビル・工場共通である。

結果、抽出される建物のエネルギー消費内訳情報の一例を図 5.2-7 に示す。

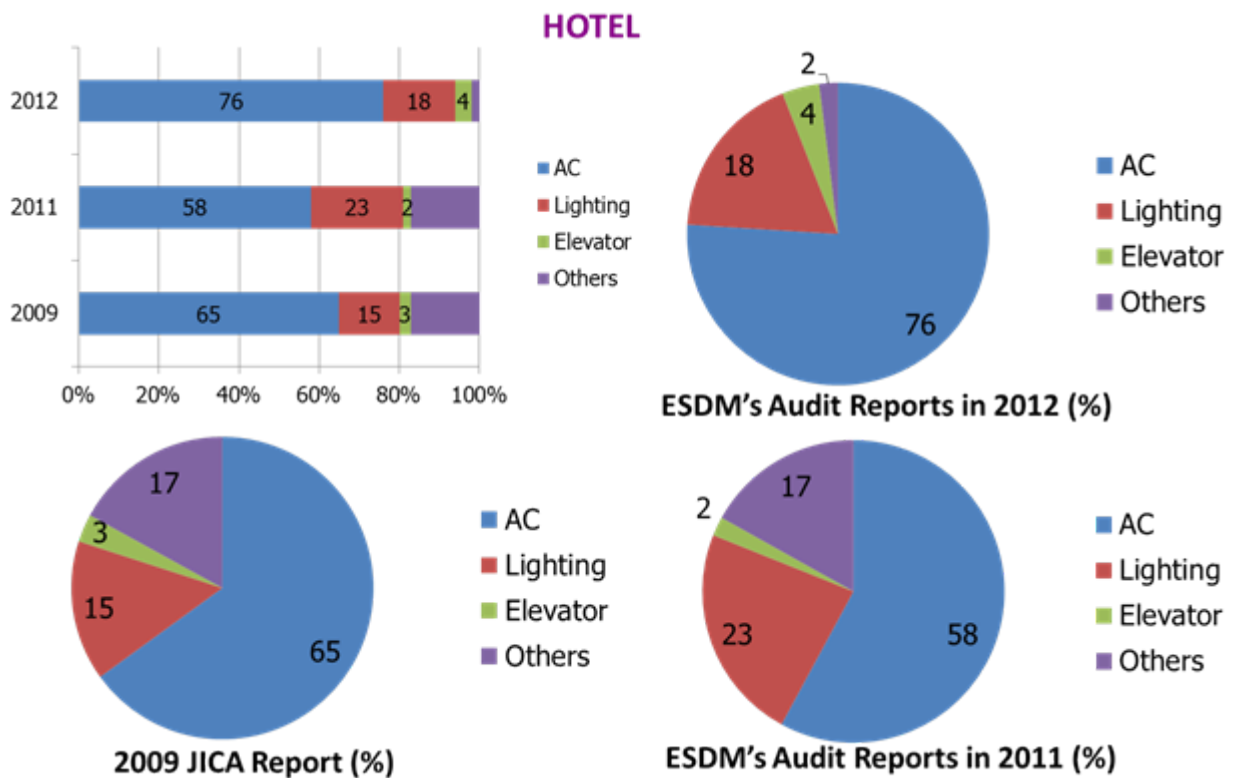
表 5.2-2 エネルギー診断サマリー記載事項の統一例

Building/factory Outline	
Building/ Factory Name	
Address	
Total Floor Space/ Production amount	M2 ton
Building Use/ main product	
Completion Day	
Facilities	
AC	Central Chiller (      Rt), Heat Pump (      HP),
Lighting	LED Installation (Yes or Not), If yes, percentage (      %)
Transport	Elevator, Escalator
Hot water	Boiler (      L), Electric heater (      kW)
Generator	Generator Installation (Yes or Not), If yes, capacity (      kW)

Year ( )	Annual Energy Consumption by energy type				
	Electricity	Coal	Diesel	Gas	Others
	GWh	kt	'000kL	MMBTU	GWh

Year ( )	Annual Electricity Consumption (GWh) by purpose				
	Total	Air-conditioner	Lighting/Outlet	Elevator	Others

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 5.2-7 MEMR 省エネ診断からの有意情報の抽出

3) 工業分野：

工業分野においては、まず国の代表的エネルギー消費量統計値間の不整合の統一：省エネ政策立案・評価に必要なデータベースを整備・作成する必要がある。図 5.2-8 参照。

## Existing Discrepancy in Industrial Energy Consumption Data

	Electricity	Coal	Fuel + Petroleum	Gas	Others	Total
PUSDATIN Handbook Energy Balance 2013	39,466	178,817	40,778	96,124	44,504	399,689
BPPT Energy Statistics 2012	36,900	123,100	49,500	123,700	43,300	376,500
MOI Total (Major sub-sectors) 2012	33,742	44,308	44,936	6,630	4,962	134,577

### Comments from related organizations

BPPT: It is difficult to know accurate figures

MOI: ditto

Industrial Associations: ditto

特記：MOI データは主要サブセクターのみの部分集計値

出典：JICA 調査団

図 5.2-8 工業部門エネルギー消費量統計値の不整合

このような工業分野のデータ不整合・未整備を補完し、大枠で工業分野のエネルギー消費状況を把握する 3 つの情報収集アプローチを以下に記載する。

a) 工業省とりまとめのサブセクター別エネルギー消費量データ

図 5.1-に示す工業省とりまとめのサブセクター別エネルギー消費量データをベースとして仮置きする。

表 5.2-3 工業部門の主要サブセクター別エネルギー消費量（MOI）

Sub-sector	Energy consumption (supply data)				
	Electricity	Coal	Diesel	Gas	Others
	GWh	kt	'000kL	MMBTU	GWh
Iron&Steel	2,784	55	256	1,756,314	23
Textile	5,351	1,107	353	938,225	47
Chemical/Fertilizer	5,161	618	714	2,350,512	144
Cement	2,270	2,318	175	4,415,700	72
Ceramics	--	--	--	--	--
Food & Beverage	3,208	327	984	2,534,130	97

出典: MOI Needs for Energy Planning for the Industry Sector towards the acceleration of Industrialization (2012)を基に  
JICA 調査団作成

b) 環境省等が主導する国の産業別 CO2 排出量ベースラインシナリオ

産業別、CO2 排出量の傾向と工業省データの整合を確認する。

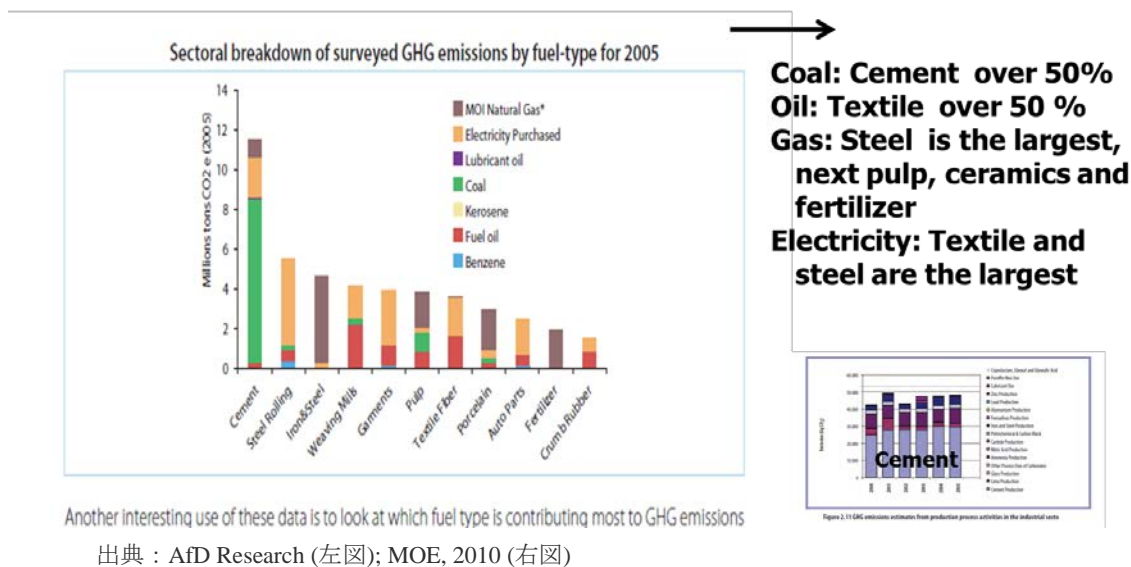


図 5.2-9 工業分野における CO2 排出量予測

c) 各種工業協会へのインタビュー、ヒアリング

ヒアリング結果、得られた情報より、工業省データを部分補正する。特に PLN、ガス協会データはサブセクター別分類がなされているため有意。

**Example)**

1. Indonesia Cement Association (ASI)
2. Food and Beverages Association (GAPMMI)
3. Iron and Steel Association (IISIA)
4. Textile Association (API)
5. Pulp and Paper Association (APKI)
6. Fertilizer Association (APPI)
7. Indonesia Ceramic Industry Association (ASAKI)
8. Gas Forum
9. Green Building Council Indonesia (GBCI)
10. Indonesia Hospital Association
11. PLN

出典：JICA 調査団

図 5.2-10 主要工業会等リスト

## d) 工業系サブセクターエネルギー消費実態概要の把握

上記3つのアプローチ（工業省基礎データ、CO2 排出分析情報及び関連協会ヒアリングより、情報を統合、整理し、表 5.2-4 を得る。

表 5.2-4 主要工業系サブセクター別エネルギー消費量推定値（エネルギータイプ別）

Sub-sector		Energy Consumption (Supply Data)					
		Electricity	Coal	Diesel	Gas	Others*	Total*
		kBOE (yr)					
Iron&Steel	Original	4,542	530	4,476	839	338	10,724
	JICA Revision	<b>10,000</b>	530	4,476	<b>30000</b>	338	45,344
Textile	Original	8,728	10,713	6,170	448	686	26,745
	JICA Revision	<b>10,000</b>	<b>9,000</b>	<b>4,000</b>	448	686	24,134
Chemical/Fertilizer	Original	8,419	5,978	12,469	1,123	2,119	30,108
	JICA Revision	8,419	5,978	12,469	<b>15,000</b>	2,119	43,985
Cement	Original	3,703	22,430	3,054	2,111	117	31,415
	JICA Revision	3,703	<b>90,000</b>	3,054	2,111	117	98,985
Ceramics	Original						
	JICA Revision	<b>1000</b>			<b>20,000</b>		21,000
Food & Beverage	Original	5,233	3,168	17,171	1,211	1,433	28,216
	JICA Revision	5,233	3,168	<b>10,000</b>	1,211	1,433	21,045
Total	Original	18,872	118,766	33,279	26,644	3,100	200,661
	JICA Revision	<b>64,438</b>	<b>150,965</b>	<b>72,863</b>	<b>73,663</b>	<b>9,048</b>	<b>370,977</b>

出典：MOI Needs for Energy Planning for the Industry Sector towards the acceleration of Industrialization (2012) 及び関連工業団体ヒアリングより JICA 調査団作成（太字は調査団入手、ヒアリングデータ）

## e) 有意技術情報

インドネシアにおける省エネ推進に寄与大と考えられる省エネ技術を抽出し、これらにかかる基礎情報をデータベース化して蓄積、更新していくことが望ましい。これらのデータは、代表的機器メーカー、家電など機器販売店、市場統計等から集めることができる。

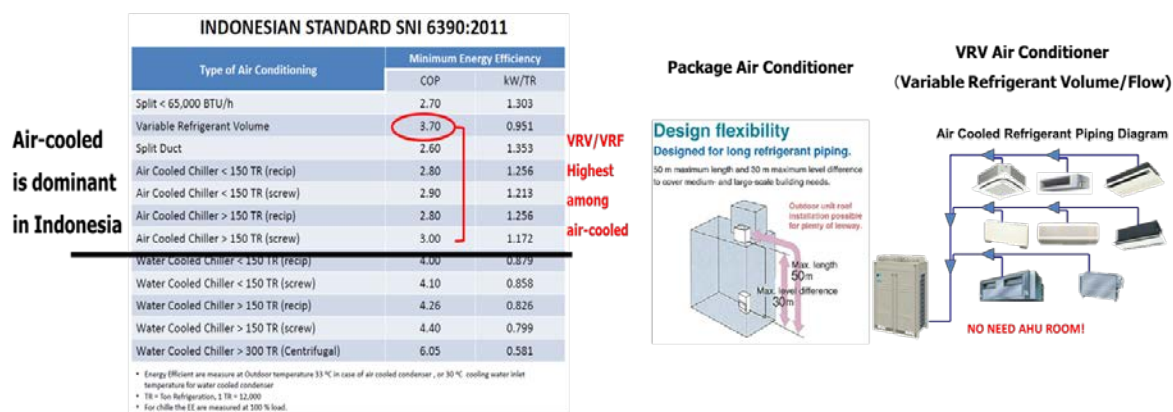
スプリットエアコンについては、インバータ化により、20～30%の電力消費量を削減できる（表 5.2-5 参照）。

表 5.2-5 インバータエアコンに係る国別普及度統計値

Country	Inverter Ratio (%)
Japan	100
Singapore	78
China	50
Vietnam	30
Malaysia	(20)
Indonesia	5

出典：GfK、マレーシアについては JICA 調査団推定

**By converting to VAV type, 20-30 % of electricity for air conditioners will be saved, compared with package type.**



**By converting to 5-10% higher efficient chillers than what SNI states, 20-30 % of electricity for chillers can be saved.**

出典: SNI (左図) ; Daikin (右図)

図 5.2-11 エアコンの SNI 基準

f) マーケットデータ

時点の市場調査を実施することにより、省エネ機器普及の実態、コスト水準が把握できる。2年に一回程度は機器を定めて、小規模な市場調査を実施すべきと考える。以下に、2014年に実施したエアコンの市場調査例を示す。これにより、市場で販売されている機器の省エネ性能、価格帯が把握できる。



## (スプリットエアコン)

インドネシアにおけるスプリットエアコンの販売台数は250万台/年水準。2014年は不景気のため、販売台数は10%強減の見通し。

5,000Btu及び7,000BtuのエアコンのEERは9.0～17.3に分布していた。このクラスのエアコンでは、大半の製品が現在提案されているラベリング案の4星レベルに該当し、EERが10.41以下のものは僅少であった。

他方、9,000BtuのエアコンのEERは、8.9～13.1に分布していた。このクラスでは、標準機種のエERは10.41以下であった。（一般にエアコンのサイズが大きくなると、EERは小さくなる。）

表 5.2-6 LG エアコンのラインナップ例

	5000Btu (350W)		7000Btu (500W)		9000Btu (700W)	
	EER (Btu/Wh)	Cost (IDR)	EER (Btu/Wh)	Cost (IDR)	EER (Btu/Wh)	Cost (IDR)
HERCULES	17.3	4,419,000	14.3	—	13.0	4,599,000
Skincare	15.0	—	12.8	—	13.1	—
Standard	10.9/11.0	3,719,000	10.4	3,829,000	9.3/8.9	3,919,000

出典：市場調査より JICA 調査団作成

表 5.2-7 POLYTRON エアコンのラインナップ例

	5,000Btu		9,000Btu	
	EER (Btu/Wh)	Cost (IDR)	EER (Btu/Wh)	Cost (IDR)
LC	—	—	13.0	3,199,000
LA	15.6	2,779,000	13.0	3,089,000

出典：市場調査より JICA 調査団作成

表 5.2-8 CHANGHONG エアコンのラインナップ例

	5,000Btu		7,000Btu		9,000Btu	
	EER (Btu/Wh)	Cost (IDR)	EER (Btu/Wh)	Cost (IDR)	EER (Btu/Wh)	Cost (IDR)
CSC-TI	14.9	3,199,000	—	—	13.8	3,149,000
CSC-K	14.9	3,029,000	—	—	13.8	3,259,000
CSC-K/C	12.5	2,899,000	13.7	2,999,000	10.2	3,090,000
CSC-JZ	9.0	2,799,000	—	—	—	—

出典：市場調査より JICA 調査団作成

エネルギー多消費産業サブセクターに導入することにより省エネ推進が期待されている代表的省エネ技術を表 5.2-9 に示す。これらの情報は、①エネルギー診断報告書、②業界ヒアリング、③主要機器メーカーヒアリング及び④国際協力機関報告書等より抜粋、集約記載した。



表 5.2-9 工業系主要サブセクターにおける導入期待省エネ技術

Sub-sector	EE&C Technology			Source / Note
	1	2	3	
Cement	Waste Heat Recovery Power Generation	Mill	Inverter	Association
Food & beverage	Boiler	Chilling		Manufacturer
Iron & steel	Re-generative Burner			Other Research
Textile	Weaving	Lighting	Heat Recovery	Other Research
Fertilizer	Total System Renovation			Association
Ceramic	Heat Recovery			Association, Other Research
Glass	Heat Recovery	Lighting (LED)	Inverter	Factory, Other Research

出典: MEMR Energy Audit Report より JICA 調査団作成

### 5.3 MACC 算定データ整理

省エネ MACC 算定に直接必要となるデータ収集方法について以下に記載する、いくつかの異なるソースからデータを収集し、これを統合分析していく必要がある。

(1) データ収集方法 1: 関連商工会からの情報収集

#### Example)

1. Indonesia Cement Association (ASI)
2. Food and Beverages Association (GAPMMI)
3. Iron and Steel Association (IISIA)
4. Textile Association (API)
5. Pulp and Paper Association (APKI)
6. Fertilizer Association (APPI)
7. Indonesia Ceramic Industry Association (ASAKI)
8. Gas Forum
9. Green Building Council Indonesia (GBCI)
10. Indonesia Hospital Association
11. PLN

出典: JICA 調査団

図 5.3-1 エネルギー関連商工会等からの情報収集

(2) データ収集方法 2： シェアの大きなメーカーからの情報収集

**Example)**

- 1. Room air conditioner (Daikin, Panasonic/Gobel, LG, Samson, Polytron, Sharp)**
- 2. Refrigerator(Sharp, Polytron, LG, Samson, Panasonic)**
- 3. VRV air conditioner (Daikin, LG)**
- 4. Chiller (Hitachi, Career, York, Daikin)**
- 5. Industrial chilling compressor (MYCOM)**
- 6. Boiler (Miura)**
- 7. Glass (Asahimas)**

出典：JICA 調査団

図 5.3-2 シェアの大きなメーカーヒアリング

(3) データ収集方法 3： 国際協力機関収集情報の活用

**Example)**

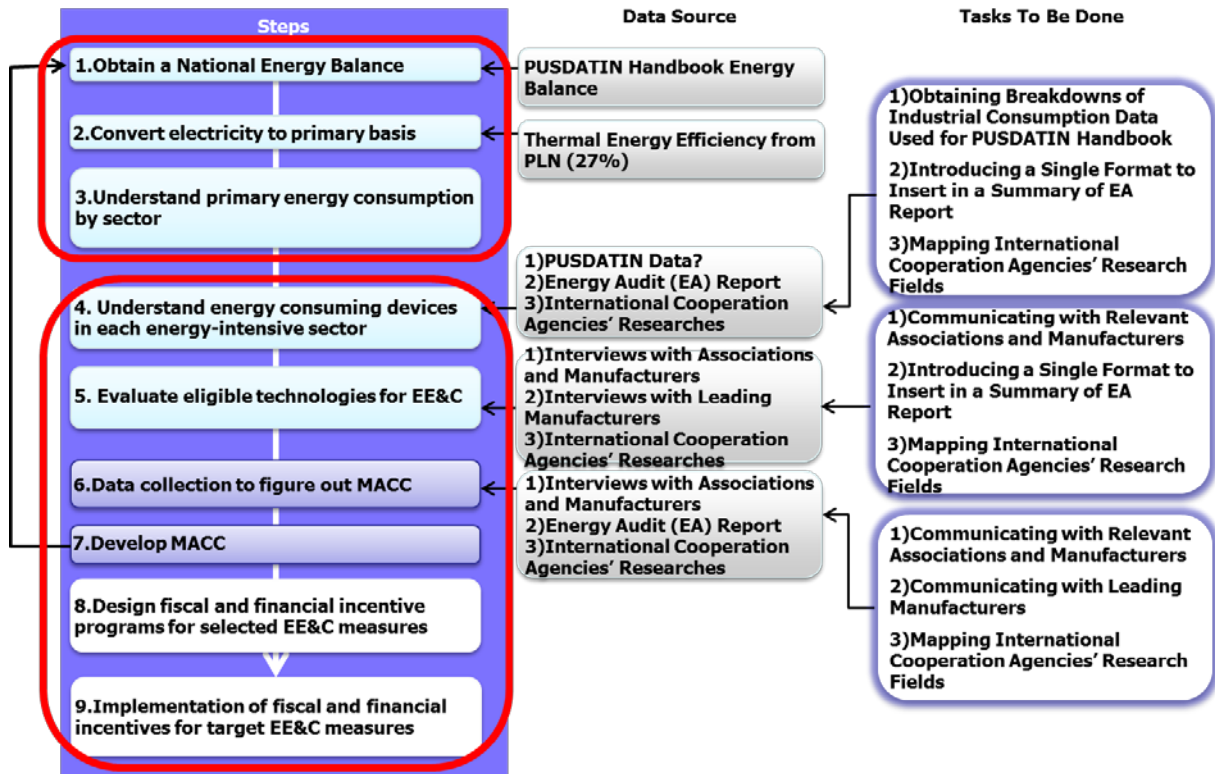
- 1. UNDP (BRESL), 2014 for appliances**
- 2. IFC for buildings, from 2010 to 2014**
- 3. JICA , 2012 for appliances**

出典：JICA 調査団

図 5.3-3 国際協力機関調査結果の活用

## 5.4 まとめ

以上述べてきた省エネ MACC 作成（省エネ政策立案・評価）に必要なデータの効率的収集、活用手順を図 5.4-1. にまとめて記載する。左列はデータ処理手順を、中列はこの作業に必要なデータソースを、右列はこのデータソースを体系的・効率的に構築するための準備作業を示す。



出典：JICA 調査団

図 5.4-1 省エネ MACC 作成手順まとめ

## 第 6 章

本案件の成果と今後の協力への提言

## 第6章 本案件の成果と今後の協力への提言

### 6.1 まとめと提言

省エネ MACC 作成により得られた知見を以下に記載する：

- (1) インドネシアにおける省エネを効率的に推進するためには、工業、業務及び住宅の3分野すべてを対象としたプログラムを組成することでその効果がより高くなると想定される。
- (2) 電力補助金削減の観点では、冷蔵庫とスプリットエアコンの省エネ推進の効果が大きいと考えられる。
- (3) 島嶼地域への電力補助金はジャマリ地域向けより大きく、これら島嶼地域の電力需要化の約80%は低圧契約である。これらの需要家には、冷蔵庫とスプリットエアコンの省エネ推進が特に有効と考えられる。

上記 (2) と (3) の推進には、単体政策ではなく下記の政策パッケージの投入が有効である。

表 6.1-1 政府の電力補助金削減のために推奨するアプローチ

Target:	Promising solution:	Package policy	
To reduce the gov't subsidy	EE&C with split air conditioner Refrigerator	Enactment of Labeling & MEPS regulation in 2015 and 2016	Fiscal & Financial incentives to accelerate the promotion

出典：JICA 調査団

- (4) 第4章で提案した省エネ策をすべて実施することで、2025年時点で約10,000MWの電力の削減が期待される。これは、火力発電所の新設に比して、実現までの時間が短く、安価でかつCO2フリーなアプローチとなり得る。

- (5) 提案インセンティブ制度：

住宅分野：消費税の減税

工業分野（大型業務分野を含む）：政府保証付低利融資

上記分野のインセンティブ制度については、インドネシア国内メーカーの省エネ機器生産能力開発プログラムの投入を並行して考えていく必要がある。工業分野の省エネ促進は必ずしも政府のエネルギー補助金削減にはつながらないが、潜在的にGDPの押上げ、雇用促進及び国の税収拡大につながる。

業務分野：省エネ投資に先駆け、エネルギーの無駄使いをなくしていく普及啓発（運用、設計）が有効である。ゼロコストで実施しうる省エネの余地は大きいと考える。

上記の推進には、単体政策ではなく下記の政策パッケージの投入が有効である。

表 6.1-2 低コスト省エネ策促進のための推奨アプローチ

Target:	Promising solution:	Package policy	
To implement the low cost solution	Commercial building reconditioning & behavioral change	Enactment of the ESCO (Energy Service Company) Regulation (in a near future)	Fiscal & Financial incentives to accelerate the promotion

出典：JICA 調査団

- (6) 省エネ MACC 複数の省エネ策の量的、経済的優先度を表示する手法として有効である。但し、依拠すべきエネルギー消費データが整備されていなければ、的確な情報発信はできない。
- (7) 省エネ MACC を政策決定に利用するためには、正確なエネルギー消費データの収集、更新が不可欠となる。

最後にインセンティブ付与のケースについて定量分析結果の全体像を表 6.1-3 に示す。

表 6.1-3 本調査で提案する省エネ施策の定量的効果のまとめ（インセンティブを付与した場合）

Sector	EE Projects	Type of Incentive	Annual energy reduction amount	Gov't + Private	Government			Private			Negawatt Effect
				Net Benefits	Net Benefits	Costs for introducing incentives	Benefits from Subsidy Reduction	Net Benefits	Investment and Maintenance Costs	Benefits from Energy Savings & Incentives	MW saved in 2025
	Units		boe/yr	mil Rp./yr	mil Rp./yr	mil Rp./yr	mil Rp./yr	mil Rp./yr	mil Rp./yr	mil Rp./yr	MW
Residential/ Commercial mix	Residential/ Commercial mix-Split AC: Conversion to inverter type	VAT reduction	1,733,907	737,646	289,175	46,181	335,356	448,471	395,313	843,783	1,918
	Residential/ Commercial mix-Refrigerator	VAT reduction	2,819,800	998,191	376,653	240,000	616,653	621,538	853,875	1,475,413	3,119
Commercial	Commercial-Package AC: Conversion to VRV	Low interest loan	398,450	29,308	10,589	7,322	17,911	18,719	222,508	241,227	441
	Commercial-Chiller: Conversion to high efficient chiller	Low interest loan	441,360	99,250	16,276	3,564	19,840	82,974	179,685	262,659	488
	Commercial-Introduction of solar insulated glass	VAT reduction	306,500	13,705	278	13,500	13,778	13,427	180,000	193,427	339
	Commercial-Introduction of Green buildings	Land&building tax reduction	1,646,019	611,471	2,524	71,467	73,990	608,947	622,050	1,230,997	1,821
	Commercial-Introduction of LED		479,122	179,833	21,537	0	21,537	158,296	614,833	773,129	530
	Commercial-Building: Reconditioning & behavior change		855,574	532,616	38,459	0	38,459	494,157	8,098	502,255	946

Sector	EE Projects	Type of Incentive	Annual energy reduction amount	Gov't + Private	Government			Private			Negawatt Effect
				Net Benefits	Net Benefits	Costs for introducing incentives	Benefits from Subsidy Reduction	Net Benefits	Investment and Maintenance Costs	Benefits from Energy Savings & Incentives	MW saved in 2025
	Units		boe/yr	mil Rp./yr	mil Rp./yr	mil Rp./yr	mil Rp./yr	mil Rp./yr	mil Rp./yr	mil Rp./yr	MW
Industry	Industry-Heat recovery power generation in cement industry	Low interest loan	828,354	116,435	24,625	2,795	27,420	91,810	61,796	153,606	916
	Industry-Industrial chilling compressor unit	Low interest loan	273,466	134,498	20,554	3,536	24,090	113,943	22,087	136,031	303
	Industry-Textile: high efficient weaving machine	Low interest loan	204,333	22,170	5,637	1,127	6,764	16,534	21,795	38,328	226
	Industry-Heat recovery in ceramic industry	Low interest loan	365,500	142,706	-4,063	4,063	0	146,768	83,011	229,779	0
	Industry-High efficient boiler	Low interest loan	689,850	387,837	-4,023	4,023	0	391,860	84,663	476,523	0
	Industry-Renewal of fertilizer facility (incl. material use reduction)	Low interest loan	1,379,700	233,333	-39,000	39,000	0	272,333	645,667	918,000	0
	Industry-Iron and steel: Regenerative burner	Low interest loan	43,362	19,397	-702	702	0	20,099	17,550	37,649	0
Total		--	12,465,296	4,258,395	758,519	437,279	1,195,797	3,499,877	4,012,930	7,512,806	11,047

出典：JICA 調査団



## 参考文献

- BPPT, Lembar Pengesahan Judul : Kajian Potensi Penerapan Sistem Kogenerasi Untuk Penghematan Energi Nasional 2014
- BPPT, Outlook Energi Indonesia 2014
- Centre for Climate Change Financing and Multilateral Policy, Fiscal Policy Agency, Ministry of Finance, Final Report :A Coherent Fiscal Policy Framework for Energy Efficiency in Indonesia 2014
- Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Buku Profil Investasi Efisiensi Energi 2013
- Fiscal Policy Office, Ministry of Finance, Emissions Reduction Opportunities and Policies:
- Green Building Council Indonesia, Average Energy Consumption (Design data) for Greenship NB per May 2015
- Kementerian Perindustrian, Program Kerja BPKIMI 2012, dalam Peningkatan Daya Saing dan Pengembangan Industri Hijau
- Kementerian Perindustrian, Program Kerja Tahun 2014, Isu Strategis dan Program Prioritas
- Ministry of Environment, Indonesia Second national Communication, Climate Change Projection for Present and Future Generation 2012
- National Council on Climate Change & JICA, Updating Indonesia's Greenhouse Gas Abatement Cost Curve, September 2014
- Otoritas Jasa Keuangan (OJK), Road Map for Sustainable Finance in Indonesia (2015-2019)
- PT PLN (Persero), Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2015-2024
- PUPUK Indonesia, Sustainable Report 2013
- PUSDATIN MEMR, Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2014
- Switchasia, Switch Asia-Mapping the State of SCP Policies and Tools in Indonesia 2013
- UNDP Indonesia, Barrier removal to cost-effective development and implementation of energy efficiency standards and labeling project (S&L) 2014
- UNDP Indonesia, Barrier removal to cost-effective development and implementation of energy efficiency standards and labeling project (Incentive) 2014
- Manufacturing Sector Technical Report 2009
- Ministry of Public Works and Housing, REGULATION OF THE MINISTER OF PUBLIC WORKS AND HOUSING REPUBLIC OF INDONESIA NUMBER 02/PRT/M/2015 CONCERNING GREEN BUILDING
- Dewan Nasional Perubahan Iklim, INDONESIA'S GREENHOUSE GAS ABATEMENT COST CURVE 2010
- MEMR, Penerapan Standar Kinerja Energi Minimum dan Pencantuman Label Tanda Hemat Energi Untuk PiRanti Pengkondisi Udara 2015
- PT PLN, PLN Statistics 2014
- PT PLN, PLN Sustainable Report 2014
- PT PLN. Penetapan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik (Tariff Adjustment) Bulan Mei 2015