

平成 20 年度成果報告書

国際エネルギー使用合理化等対策事業
国際エネルギー使用合理化基盤整備事業

「ASEAN諸国における主要産業の
省エネルギー推進事業」

成 果 報 告 書

平成 21 年 3 月

財団法人省エネルギーセンター

まえがき

近年、地球温暖化防止への取組が人類共通の課題となる一方で、経済の持続的発展が求められる、全く互いに相反する厳しい条件を克服していかなければならなくなった。

このような、厳しい条件を克服していくためには、エネルギーを効率良く使う技術、エネルギーをできる限り環境負荷にならないように使う技術、環境負荷にならないエネルギーの開発等の技術革新が求められる。

発展途上国の経済と環境の均衡ある発展に資するためには、それぞれの対象国におけるエネルギー使用と環境保全対策の実態を把握すると同時に、インフラの整備状況、生活習慣など国状を十分に調査し、対象国に対する受容可能でかつ適切な支援が必要である。

このような状況下において、2000～2003年度に行ったアセアン10ヶ国を対象とする各国1業種のエネルギー診断ならびにエネルギー診断技術移転の成果に基づき、2004年度からエネルギー診断や改善策の実施と普及基盤の強化を目指す新たな段階（フェーズ2）に移行した。2008年度はフェーズ2の最終年度として、過去8年の成果の実施・普及を確認することを目的として同事業を展開した。

実施・普及に対する有効な手段として、技術要覧（Technical Directory, TD）の作成作業と業種毎のデータベース(Database, DB)・ベンチマーク(Bench mark, BM)の構築作業を継続した。更に、実施と普及の基盤を強化する活動として、過去にエネルギー診断を実施した工場で推奨された改善策の実施状況を調査するフォローアップ調査を行った。また、エネルギー診断技術の域内普及を確実にするためのエネルギー診断を新たな工場で実施した。

本年度はタイで食品工場、インドネシアでセラミクス工場、及びミャンマーで繊維工場を対象にエネルギー診断を実施した。加えて、各国でセミナー・ワークショップを開催しホスト国以外の異業種からも政府・工場関係者を招待し、省エネルギー実施成功事例を発表してもらうことでアセアン域内での情報共有を図り、普及活動の基軸とした。なお、セミナー・ワークショップではこれまでに完成したTDとDBを実際の工場省エネルギー活動に活用するための方策について協議され、一部であるが具体例も披露された。

フェーズ2を終了するにあたり、PROMECC 運営委員会においてプロジェクト評価を実施し、上記の目標に向かって着実に省エネルギー推進活動の基盤が構築されたことを確認するとともに、今後はこれまでに移転した技術を含む省エネルギー推進基盤のアセアン各国の自助努力による活用、そしてアセアン各国国内への普及・浸透が課題となってくる。

本プロジェクトがアセアン各国の産業部門の省エネルギー・環境保全に寄与し、当該国が

環境調和型持続可能な経済発展を遂げていくことを祈念すると共に、本事業が日本国および当該国の技術交流並びに友好の架け橋となることを期待している。

平成21年3月
財団法人 省エネルギーセンター

目 次

まえがき

目次

短略表示

概要

I. 事業の目的および経緯	I -1
II. タイ（食品産業）	II -1
1. 活動概要	II -1
2. May Ao Foods 社 OJT 診断	II -3
3. セミナー・ワークショップ概要	II -11
4. 添付資料	II -17
III. インドネシア（セラミクス産業）	III -1
1. 活動概要	III -1
2. Lucky Indah Keramik 社 OJT 診断	III -1
3. Industri Sandang Nusantara 社フォローアップ診断	III -3
4. セミナー・ワークショップ概要	III -26
5. 添付資料	III -30
IV. ミャンマー（繊維産業）	IV -1
1. 活動概要	IV -1
2. Mayangone Textile (1) 工場 OJT 診断	IV -3
3. FAME Pharmaceuticals 社訪問指導	IV -3
4. セミナー・ワークショップ	IV -31
5. 添付資料	IV -35
V. 総括ワークショップ	V -1
1. ワークショップ概要	V -1
2. 2008年度の活動報告と2009年度の活動方針	V -1
3. フェーズ2の活動評価とフェーズ3に向けての基本方針	V -1

本文で使っている短略表示 (Abbreviation) は次の通りである。

ASEAN	Association of South-East Asian Nations
APAEC	ASEAN Plan of Action for Energy Cooperation
PROMEEC	Promotion on Energy Efficiency and Conservation
ISO	International Organization for Standardization
GMP	Good Manufacturing Practice
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Point
EE&C	Energy Efficiency and Conservation
TD	Technical Directory
DB/BM	Database / Benchmark
IHDB	In-House Database
OJT	On the job training
EMS	Energy Management System
SEC	Specific Energy Consumption
CSR	Corporate Social Responsibility
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
COP	Coefficient of Performance
VSD	Variable Speed
SH	Sensible heat
DHCR	Direct Hot Charge Rolling
EM H/B	Energy Management Handbook
TPM	Total Production Management
ESCO	Energy Service Company
ACE	ASEAN Center for Energy
METI	Ministry of Economy, Trade and Industry
ECCJ	The Energy Conservation Center, Japan
SOME-METI	ASEAN Senior Officials Meeting on Energy - METI
EAS-ECTF	East Asia Summit - Energy Cooperation Task Force
ADB	Asia Development Bank
UNEP	United Nations Environmental Programme
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization
UNESCAP	United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific
GDP	Gross Domestic Product
FP	Focal Point

Vietnam

DOE	Department of Energy
ECC-HCMC	Energy Conservation Center in Ho Chi Minh City
MOIT	Ministry of Industry and Technology
EECO	Energy Efficiency and Conservation Office
HUT	Hanoi University of Technology

Philippines

DOE	Department of Energy
PNOC	Philippines National Oil Corporation
PCIERO	Philippines Council for. Industry & Energy and Development
MERALCO	Manila Electric Railroad and Light Co.

Indonesia

BPPT	Energy Technology Center, MOST
EMI	former KONEBA
DGEEU	Directorate General for Electricity and Energy Utilization

Malaysia

PTM	Pusat Tenaga Malaysia
-----	-----------------------

Thailand

DOE	Department of Energy
DEDE	Department of Alternative Energy Development and Efficiency
BSI	Bangkok Steel Industry Public Co., Ltd.
FTI/IIIE	Federation of Thai Industries/Institute of Industrial Energy
ENCON	Energy Conservation
MOE	Ministry of Energy
MOF	Ministry of Finance

Myanmar

MTI	Myanmar Textile Industries
-----	----------------------------

概要

アセアン諸国は急速な経済発展を続けており、今後エネルギー消費量も急激に増加していくものと予想され、ますますエネルギーを効率良く使うことと地球温暖化防止への配慮が必要になると考えられる。

本プロジェクトも9年目に入り、カウンターパートとなる ACE はじめアセアン諸国関係者の活動も益々充実かつ定着し、最近の原油価格高騰に伴うエネルギー価格の上昇や2005年2月16日の京都議定書発効を背景に当該諸国のエネルギー消費量削減に向けて意識改革が浸透してきている。

今年度はフェーズ2の最終年度として、過去4年間のフェーズ2活動の成果を集約し、より一層の自助努力によるこれまでの成果の実施・普及を確認する年と位置付けられた。即ち、フェーズ1を含め過去8年間に全アセアン諸国10業種の工場で実施したエネルギー診断の成果を実施・普及するための基盤確立を目指すこととした。

具体的には、以下の活動をタイ（食品産業）・インドネシア（セラミクス産業）・ミャンマー（繊維産業）の3カ国で実施した。

◆ フォローアップ調査とエネルギー診断

過去にエネルギー診断を実施した工場ではフォローアップ調査を、過去に診断していない工場ではエネルギー診断を実施する。

◆ セミナー・ワークショップの開催

当該国の異業種を含む工場関係者および他のアセアン諸国の工場・政府関係者が参加し、それぞれの活動と改善実施例を発表し、成功事例・ノウハウといった成果をアセアン諸国に普及させる。

◆ 技術要覧（TD）の作成

鉄鋼産業およびセラミクス産業における、アセアン諸国で有効と思われる技術およびその成功事例を紹介して情報を共有し、これらの技術の実施・普及可能性を高める。

◆ インハウスデータベース（IHDB）の策定

昨年度に引き続き、セメント産業・繊維産業・食品産業における実際の工場への実施と普及に取り組む。新たに、鉄鋼産業・セラミクス産業に対する IHDB を開発し、実際の工場で試験的に使用し、その有効性を検証する。

各国での調査では、日本の専門家が過去に移転したエネルギー診断技術の習得状況を確認しながら、現地の関係者を実地で指導し、技術移転をより確実にする活動を実施した。また、提案の実施率が低い工場では、実施の障害になっている要因とその解決策を討議することにより将来の実施と普及への糸口を作った。

各国でのセミナー・ワークショップには多数の工場・政府参加者が集まり、このセミナー・ワークショップは情報の共有・普及の点で大きな役割を果たした。

本年度の現地活動では、アセアン諸国からの代表（フォーカルポイント）の参加を得て、ポートディクソン（マレーシア）にて２００８年７月に開催されたインセプションワークショップをもって開始された。同ワークショップで、本年度の実施計画、活動実施国、現地活動に必要な諸準備が確認された。その後、３ヶ国におけるワークショップを含む現地活動が２００８年１２月までに順調に実施された。

本年度最後の活動として、２００９年２月、マニラ（フィリピン）において、サマリー・ポストワークショップが開催された。同ワークショップにはアセアン諸国からのフォーカルポイントが参加した。３ヶ国での活動成果をアセアン諸国に共有してもらうための報告と、TDの作成やIHDBの策定に関する討議が行なわれ、最後に来年度を含む将来の事業取り組み方針を協議して締めくくられた。

主要産業プロジェクトの本年度の活動内容は、以下のとおりである。

I. ２００８年９月２８日－１０月４日；

タイにおける現地業務

1. サムトラカーン県の食品工場においてエネルギー診断を行った。現地診断チームはエネルギー省の技術者、エネルギーコンサルタントおよび診断工場の技術者にて組織された。リーダーはフォーカルポイントが務め、診断はOJT方式にて行なわれた。
2. セミナー・ワークショップには約５０名が参加し、以下の発表と討議を通じて積極的な情報交換が行われた。
 - (1) 省エネルギー政策とプログラムについてタイおよび日本からの発表
 - (2) タイと他のアセアン諸国の関係者による省エネルギー実施事例の発表
 - (3) 現地診断チームによるエネルギー診断結果の発表
 - (4) TD作成・IHDB策定活動についてACEおよびECCJからの発表

II. ２００８年１１月１７日－１１月２５日；

インドネシアにおける現地業務

1. インドネシアでは、ジャカルタ近郊のセラミクス工場でエネルギー診断を実施した。現地診断チームには、エネルギー鉱物資源省、科学技術省、省エネサービス公社、診断

工場の技術者の参加のみで、セラミクス産業からの参加はなかった。

なお、過去に診断を実施した東ジャワの繊維工場技術者との技術会議をジャカルタにて開催し、提案の実施状況および問題点を聞き、必要な助言・指導を行った。

2. セミナー・ワークショップには約50名が参加した。セラミクス産業を含む産業界からの参加者に加え、エネルギーサービス企業からの参加者もあり、活発な討論が行われた。アセアン各国関係者によるベストプラクティスの発表とともにセラミクス工場の診断結果の報告があり、参加者にとって有意義であったと思われる。

III. 2008年11月27日－12月2日；

ミャンマーにおける現地業務

1. ヤンゴン市内の繊維工場においてエネルギー診断を行った。現地診断チームは第一工業省、第二工業省、エネルギー省および診断工場の技術者により組織された。診断は1.5日間の簡易OJT方式にて行なわれ、診断技術がミャンマーの技術者に移転された。さらに、同市内の製薬工場（生薬）工場を訪問し、0.5日間と短時間ではあったが、省エネルギー活動の実際を聞くとともに、工場点検を行い、指導と助言を与えた。
2. セミナー・ワークショップは国営企業の技術者を中心に約40名の参加者を得て成功裏に終了することができた。国営企業からの参加者にとって、アセアン諸国からの事例発表はたいへん有益であったと考える。

IV. 2009年2月26日－2月27日；

サマリーワークショップ・ポストワークショップ

アセアン10ヶ国から10名、ACE 5名、ECCJ 3名に開催国フィリピンの関係者を加え22名が出席し、フィリピン/マニラで開催された。本年度はフェーズ2の最終年であることから、まずフェーズ2の評価が行われ、成果の出た点・成果の出なかった点およびその理由が明らかにされた。この評価を基に、来年度の事業方針を含むフェーズ3の基本方針が確認・合意された。

最後に、本事業の実施に際しては、ACE 始め各国の関連機関並びに関連企業担当者の全面的協力が得られた。ここに紙面を借りて厚く謝意を表したい。

平成 20 年度アセアン諸国における主要産業の省エネルギー推進事業
活動報告書

I. 事業の目的および経緯

本事業は、主要産業分野における省エネルギー技術の普及促進を図る為、アセアン側の活動を支援することにより、当該各国における主要産業の省エネルギー対策の推進に寄与・貢献していくことを通じ、アセアン諸国における省エネルギー並びに環境保全推進に寄与・貢献していくことを目的とする。

本プロジェクトはアセアン地域において増え続ける産業部門のエネルギー消費量を削減することを目指し、2000年に ASEAN Center for Energy (ACE) が主体となり開始された。アセアン側はこのプロジェクトを PROMEEC (Major Industries) と呼んでいる。PROMEEC とは ”Promotion of Energy Efficiency and Conservation” の略称でアセアン 10ヶ国のエネルギー関係大臣会合で認証されている経済産業省との協力プロジェクトである。この活動を通じて、アセアン諸国の産業部門の省エネルギー推進を、技術面、運営面から支援することに協力している。

本プロジェクトの目的は以下のとおりである。

1. エネルギー部門におけるアセアン諸国と日本の協力関係をより親密にすること。
2. アセアン諸国主要産業部門のエネルギーの効率化および省エネルギーを推進すること。
3. アセアン諸国においてこの分野の日本の技術移転と省エネルギー優秀事例の導入を推進すること。
4. エネルギー診断とその OJT を通じてアセアン諸国の資質を高めること。
5. アセアン諸国においてエネルギー診断のための技術要覧 (TD)・データベース(DB)・ベンチマーク(BM)を策定すること。

この協力事業は、これまでの ACE を含むアセアン各国との協議に基づき下記の 3 フェーズにて推進するとの認識に基づき、本年度は第 2 フェーズ活動の 4 年目としての位置付けである。第 1 フェーズでは、アセアン 10ヶ国全ての国において活動を行った実績に基づきアセアン諸国間で対等な立場で省エネルギー活動を展開出来る基盤を築くことができた。

- 第 1 フェーズ 日本からアセアン諸国への技術および経験の移転（2003 年度に完了）
第 2 フェーズ 日本とアセアン諸国と共同で、各国での改善策の実施と他国を含む普及
第 3 フェーズ アセアン諸国の自助努力で省エネルギーを推進

2004年度から第2フェーズに入り、実施と普及を推進するための基盤作りを開始した。即ち、過去にエネルギー診断を実施した工場でのフォローアップ調査、技術要覧(TD)作成および各国による各業種のDB/BM策定を活動の基軸としている。本年度はこれらに従う活動を、タイで食品、インドネシアでセラミクスと繊維、ミャンマーで繊維を対象業種として実施した。活動の内容は、OJTに基づくエネルギー診断、過去にエネルギー診断した工場におけるフォローアップ調査、およびセミナー・ワークショップである。

II. タイ（食品産業）

1. 活動概要

METI 補助金事業である標記事業の実施ため、9月28日から10月4日までタイに出張し、食品工場におけるエネルギー診断およびアセアン各国との情報交換を目的としたセミナー・ワークショップを実施した。

エネルギー診断にはエネルギー省、診断サービス会社、工場、ECCJ、ACE の技術者22名が参加した。当該工場ではエネルギー多消費設備である冷凍設備、煮沸・揚げ物器、回転機械、排水熱回収の診断技術について OJT 指導した。セミナー・ワークショップは約50名の参加者を得て盛会であった。同セミナーではマレーシア、フィリピン、ベトナム、タイからの省エネ成功事例の発表があった。OJT 参加者による診断成果発表の内容が高いレベルであったことから推測すると、今回の活動は同国における産業の省エネルギー推進と普及活動に大きな貢献をしたものと評価している。

出張者 ECCJ 国際エンジニアリング部 黒田浩、武田? 吉、川瀬太一郎

活動日程 9/29-10/2 OJT エネルギー診断（May Ao Foods 社）
10/3 セミナー・ワークショップ

2. エネルギー診断（May Ao Foods, 美欧食品）

(1) 参加者

DEDE 5名（Mr.Sarat、技術者4名）

Arun Chaiseri Consulting Engineers Co. 4名（Mr. Panja 副社長、技術者3名）

May Ao Foods 8名（Mr. Prasit 副社長、技術者7名）

ACE 2名（Mr. Zamora, Mr. Ninh Hai）

ECCJ 3名（Mr. Kuroda, Mr. Takeda, Mr. Kawase）

合計 22名

(2) 工場概要

1996年8月操業、

バンコク南東30kmのタイ湾海岸近くのバンプー工業団地に立地

生産物 水産食品（冷凍えび）

生産量 4299トン/年（2007年）

生産設備 解凍、洗浄、煮沸、急速冷凍、揚げ、包装、冷凍冷蔵倉庫、出荷

エネルギー消費 燃料444 kL/年、電力871万kWh/年 (2006年)

従業員 850名、2シフト

Website : www.mayaogroup.com

(3) 診断概要

1) 診断チームの構成

エネルギー省(DEDE)、診断サービス会社(Arun社)、ACE、ECCJの技術者14名で構成され、フォーカルポイントのMr. Saratがリーダーを務めた。Mr. SaratおよびArun社のMr. Panjaがタイ語/英語の通訳をしてくれた。Arun社が必要な計測機器の提供と測定作業をしてくれた。May Ao Foods社は、用役設備はもちろん生産設備についても積極的に公開してくれた。

2) インタビュー

設備点検に入る前に、生産工程、最近の生産高・エネルギー消費量のデータ、その他事前質問書に対する回答、および工場側の考える省エネに対する問題点について確認を行った。同社はISO、GMP、HACCP等の認証を取得しており、インタビューは効率的に進んだ。質問書の回答を添付資料II-1 (Food Energy Management Questionnaire) に示した。

3) 本診断に対する工場側の期待

工場側は冷凍設備の省エネと節水が最重要課題であると言っていた。同社に限らず冷凍、節水は水産食品工場の共通の課題である。

4) 設備点検

診断チーム全員が丸一日をかけて、設備の点検を行った。点検において確認された主な問題点を以下に示した。問題点をさらに詳しく解析するために各種測定作業を行った；

- ・ 冷凍機の効率低下
- ・ 冷凍負荷の低減
- ・ 加工室における高温表面の存在
- ・ 加工室における過剰照明エネルギー
- ・ 冷凍冷蔵庫内部の不必要発熱源
- ・ 冷凍冷蔵庫内の荷物配置
- ・ ボイラー効率の向上
- ・ 低温排水の冷熱回収
- ・ ポンプおよびファンの省エネルギー

(4) 診断結果

現地診断の最終日に、診断結果の概要を工場幹部・技術者に速報として報告した（添付資料Ⅱ-2（Preliminary reporting to May Ao Foods）参照）。帰国後にデータを詳細に解析し、以下の結論を得た。技術計算を含む各種検討の詳細は添付資料Ⅱ-3（Analysis of Energy Audit Data for Heat Energy）、及び添付資料Ⅱ-4（Analysis of Energy Audit Data for Electric Energy）を参照されたい。

1) エネルギー管理状況

質問書の回答には省エネ推進委員会の設置、エネルギー管理担当者の任命、従業員教育の実施などの活動は実施済みと書かれていた。生産設備に関しては、各種認証取得の過程で得た知識が活かされており、各種記録の実行など、整然とした操業が行われていることを確認した。しかし、用役設備に関しては、一部の改善はなされているもののまだまだ改善の余地があると感じた。たとえば、原単位管理は工場全体での原単位目標を定めて管理されていたが、用役設備とくに冷凍設備についての個別管理がなされていなかった。個別管理にはインハウスデータベース（IHDB）による管理強化が有効であると考えられるので、添付資料Ⅱ-5（In-House Data Base for Food Industry）を提供した。

2) 設備別状況

a) 冷凍機の効率低下

同社の冷凍設備は設置後10年以上を経過し老朽化の兆しが見られる。具体的には、コンデンサーの効率低下が疑われた。そこで、製氷機（M2 工場）のコンデンサー効率、クーリングタワー効率の測定を実施した。その結果、コンデンサー効率の低下が確認された。原因としては、コンデンサー伝熱管（水側）の汚れおよびアンモニア冷媒への空気混入が推定された。これらはすぐ対策できるものであり、元に復帰すれば、5－10%の冷凍機電力の削減が期待できる。なお、クーリングタワー本体の運転管理は良好であり、設計どおりの性能を示していた。他の冷凍機については、時間の制約から診断しなかったが、コンデンサー性能の低下が予想されるので早急に性能測定をすべきである。

b) 冷凍負荷の低減

冷凍使用側において、不必要な冷凍がいくつか発見された。たとえば、加工室における高温表面からの放熱、加工室における過剰照明エネルギー、冷凍冷蔵庫内部の発熱源はしるべき対策をとれば冷凍負荷から外せる負荷である。以下に個別に説明する。

c) 加工室における高温表面からの放熱

煮沸器(cooker)、揚げ物器(fryer)の表面が保温されていない。これらは空調された加工室に設置されているので、機器表面からの放熱は冷凍負荷の増加原因になるばかりでなく、空調負荷の増加をも招いている。そこで、これらを定量的に評価するため、未保温箇所の表面温度測定などを実施した。なお、一般的に高温機器は空調室から隔離するのが原則である。簡易プラスチックカーテンで区切る等の対策が望まれる。

d) 加工室における過剰照明エネルギー

加工室の天井が高く、多数の蛍光灯が設置され、空調負荷の増加を招いている。蛍光灯本数を減数するため、全面照明方式 (general lighting) から局所照明方式 (task-ambient lighting) への転換が効果的と考えられる。現状の照明エネルギーを把握するため、加工室の照度測定を実施した。まだ詳細計算を終わっていないが、蛍光灯本数を半減できるものと予想される。

e) 冷凍冷蔵庫内部の不必要発熱源

冷凍冷蔵庫では、ファンコイルモーター、庫内照明、庫壁からの熱侵入、フォークリフト動力源、ドアからの空気侵入および作業員の発熱が発熱源となる。これらの実態を調べるため、ファンコイルの運転状況、庫内照明の点灯状況、冷凍冷蔵庫の外壁温度、ドアの気密性を調べた。

ファンコイルは庫内温度が十分冷えている場合、停止するか低速モードにすべきである。同社のファンが低速・高速の選択ができるタイプかどうか確認できなかったが、もしそうでなかったら、2スピードタイプに交換すべきである。庫内照明は作業をしていない場合、消灯することが原則であり、そのため、人感センサー連動タイプに交換すべきである。冷凍冷蔵庫の外壁温度を測定した。外壁温度は周囲温度より 1 - 2 degC 低い状態であり、外壁の保温は正常であることを確認した。ドアの気密性に関してはとくに問題は見られなかった。

f) 冷凍冷蔵庫内の荷物配置の適正化

庫内の冷風流れはすべての荷物と接触することが重要である。流れのないデッドゾーンにある荷物は冷えるのに時間がかかり、結局冷凍機の運転時間が長くなってしまう。従って、荷物の間に隙間をとるようにすべきである。また、ファンコイル冷風吹き出し口前面の空気通路確保も重要である。同社には製品用倉庫と半製品用倉庫があるが、製品用倉庫のファンコイル吹き出し口に荷物を積みすぎているように見えた。

g) ボイラー効率の向上

天然ガス焚きのボイラー 2 缶が運転されていた。同社では外部会社に依頼して年 6 回の

排ガス測定を実施している。そのデータを入手して分析した。排ガスの酸素濃度は2－8％の間にあった。標準的には2－3.5％で管理すべきである。これを超えているデータがあったが、ボイラー低負荷運転時か燃焼室パージ運転直後に測定されたものと思われる。低負荷運転時に酸素濃度が高くなるということは、燃焼空気量の調節がなされていないことを示唆する。低負荷運転が続くときは燃焼空気量の調節が必要である。一方、排ガス温度は150－200degCの間にあった。この程度の温度であれば、エコマイザー設置などの排ガス熱回収対策は経済的にペイアウトが困難と思われる。

h) 低温排水の冷熱回収

冷凍魚加工室では解凍および冷水洗浄の工程から18degC程度の低温排水が発生する。一方で、洗浄用冷水を製造するための冷水機が設置されている。低温排水の冷熱を冷水機原料である軟水の予冷に活用すれば、冷水機電力の節減になる。そこで、低温排水の発生量の推定および低温排水の温度測定を実施した。多くの仮定をおいた上での結果であるが、M1工場の排水のみで、30,000kWh/年以上の回収効果が期待できる。

i) ポンプおよびファンの省エネルギー

同社には負荷変動の大きいと思われる数多くのポンプおよびファンがある。操業開始以来、負荷変動対策はとくに採られていないということであったので、負荷変動対策による回転機器の省エネ可能性を調べた。代表例として公共用水（市水）ポンプについて、モーター電力の日間変動データその他を測定した。概算値であるが、50％以上のポンプ動力の節減が期待できる。この節減率を他の多くのポンプ・ファンに適用すれば莫大な節減効果が期待できる。診断サービス会社のArun社と協力し、早急に対策をとるとともに、他のポンプ・ファンへの適用について検討すべきである。

(5) 所感

1) 昨年までのOJT診断とは違って今回のOJTでは、日本人の診断活動を見ているだけという参加者はほとんどなく、全員が診断に参加し何らかの作業を担当していた。今回の診断チームは、エネルギー省(DEDE)、診断サービス会社(Arun社)、ACE、ECCJの技術者14名で構成され、バランスの取れた布陣であった。今回の診断チーム構成は今後のPROMEEC活動のモデルケースとなると考える。なお、OJT診断の過程で、タイの診断サービス会社の技術力を理解できたのも大きな成果の一つである。

2) 事前質問書に対する回答を受け取ったのは診断現場に到着したときであったが、必要事項はきちんと記入されており、診断活動にたいへん役に立った。また、計測機器も日本側

の要求したとおりに準備されており、定量的な診断結果を出すのに役立った。

3) 診断チームの組織、事前質問書に対する回答、計測機器の手配など、万全の準備をしていただいたフォーカルポイントの Mr. Sarat に感謝したい。

4) 工場側も事前に今回の診断に対する要望事項を整理しており、また、診断に当たっては生産設備をすべて見せてくれた。おかげで、工場全体の運転を考慮しながら省エネルギー対策を提案することができた。工場側の省エネ意欲を感じるとともに感謝を申し上げたい。

3. セミナー・ワークショップ概要

(1) 日時場所

2008年10月3日 08:30-16:40

Ramada D'ma Bangkok Hotel

(2) 参加者 : 約50名

タイ政府関係 7名

Mr. Danai Egkamol (Director, Bureau of Energy & Conserv, DEDE)

Mrs. Amaraporn Achavangkool (DEDE)

Dr. Prasert (DEDE)

Mr. Sarat Prakobchart (Senior Engineer, DEDE)

Mr. Napha Wongpardit (Senior Engineer, DEDE)

Mr. Pinyo Tanthumart (Senior Engineer, DEDE)

Mr. Pittaya Kruakuanpet (Senior Engineer, DEDE)

タイ民間関係者 約35名

診断サービス企業

Mr. Panja Thanghirun (Arun Chaiseri Consulting Engineers Co.)

Mr. Chartdanai (Able Consultant Co.)

食品業界

Mr. Serresak Kodchompoo (May Ao Foods)

Mr. Thongchai Meechaiyo (May Ao Foods)

アセアン 3名

フィリピン Mr. Maximino Marquez (DOE)

マレーシア Mr. Phubalan (PTM, Malaysia)

ベトナム Mr. Phan Nguyen Vinh (ECC-HCMC)

その他 5名

ACE	Mr. Christopher Zamora, Mr. Nguyen Ninh Hai
ECCJ	Mr. Kuroda, Mr. Takeda, Mr. Kawase

(3) 発表概要

添付資料Ⅱ-6 (Agenda of Intensive Seminar? PROMEEC Major Industry Thailand Oct.3, 2008) のプログラムに従い、Dr. Prasart の司会により進行した。以下に、発表の概要を示した。

セッション1

Policy and Initiatives on EE&C in Industry Sector

1) 「Update of EE&C Activities in ASEAN」

Mr. Christopher Zamora から ACE の活動概要について以下の項目に分けて説明された。

- ・ APAEC プログラム 2004-2009
- ・ ASEAN-Japan 協力(SOME-METI、PROMEEC および多国間研修)
- ・ ASEAN ベストプラクティスコンペ(省エネ部門)
- ・ ASEAN+ 3 省エネルギー/再生可能エネルギーフォーラム
- ・ その他 EAS-ECTF、UNEP、ASEAN 財団、ADB、CDC との協力プログラム

このうち、APAEC プログラム 2004-2009 について詳しい説明があった。同プログラムには 6 プログラムエリアがあり、省エネルギーは第4プログラムエリアにて取り扱われること；省エネ機関の能力構築および民間の関与・省エネ機器市場の拡大を通じたアセアン域内協力強化を目標とすること；目標を達成するため、6 プログラムエリアの活動を行うことになっている。

次いで、第4プログラムエリアの主要な活動として、PROMEEC 活動についてもフェーズ1、フェーズ2、フェーズ3に至る経過と成果、および将来方向が紹介された。

(注：6 プログラムエリアとは情報の共有化とネットワーク化・アセアンエネルギー標準とラベリング・民間部門の参画・能力構築・ESCO 企業の育成・運輸部門の省エネの6エリア)

2) 「Update of EE&C Activities in Thailand」(添付資料Ⅱ-7)

DEDE の Mrs. Amaraporn Achavangkool からタイの最新の省エネルギー施策について以下の3項目に分けて説明があった；

- ・タイのエネルギー現状
- ・省エネ促進法の改正
- ・DEDE の省エネ推進施策

タイのエネルギー消費の2007年の伸び率は2006年に対し3.8%、運輸部門が最大の消費部門、輸入エネルギー比率は63%、輸入エネルギーはGDPの10%を占めた。輸入エネルギーの88%は石油であった。対GDPエネルギー原単位は15.2Kgoe/1000bahtとなった。

タイの省エネ促進法は昨年改正され、これまでの技術的な対策重視からエネルギー管理重視へと路線の変更がなされた。また、規制から支援へのパラダイムシフトを行うとの説明もあった。産業分野における主要な改正は；

- ・エネルギー大臣への権限移管
- ・エネルギー管理の強化
- ・ENCON 基金管轄の MOF（金融省）から MOE（エネルギー省）への移管
- ・エネルギー管理診断士または診断機関の権限強化

省エネ推進の主管官庁である DEDE の省エネ推進施策として、1)基準設定と規制、2)技術支援、3)金融支援措置、4)各種団体・機構のネットワーク協力、5)省エネ意識の高揚について詳しい説明がなされた。

3) 「Japan ' s Energy Conservation Policy and Measures for Industrial sector」

日本省エネルギーセンターの Mr. Taichiro Kawase から、日本の省エネルギー政策と産業分野における施策について、下記の5項目の観点から説明があった；

- ・日本の産業分野別のエネルギー原単位推移
- ・日本の産業分野における法的措置と省エネルギー施策
- ・産業分野における民間企業・団体における自主的活動
- ・省エネルギーセンターの役割と活動概要
- ・ASEAN-日本省エネ協力活動において蓄積された食品工場の省エネ対策事例

セッション2

EE&C Best Practices in Food Industry

4) 「Successful Cases from Malaysia」

マレーシア省エネルギーセンター(PTM)の Mr. Phubalan から、マレーシアにおける省エ

ネ事例2件（パーム油工場およびレトルト食品工場）が発表された。

パーム油工場の事例では、ステアリンタンクの温度管理、スチームリーク管理、スチームトラップ管理、コンデンセート回収、脱臭油廃熱を漂白油予熱源として回収、圧縮空気の漏洩対策、プロセス設備高温表面の保温、ボイラー燃料の変更といった多数の対策が報告された。

レトルト食品工場では、ボイラー効率の向上、冷凍設備の COP 向上、冷凍倉庫の外壁保温強化、煮沸器・殺菌器の高温表面保温、空気圧縮機の吐出圧力低下などの対策が提案された。

5) 「Successful Cases from the Philippines」

フィリピンエネルギー省(DOE)の Mr. Marlon Domingo から、エネルギー省が実施している省エネルギー診断活動、およびフィリピンにおいて実施された食品工場の省エネルギー対策がユーティリティ別に報告された（照明、冷凍機、排ガスファン、熱回収、ポンプ、ボイラー、空気圧縮機）。

さらに、パイナップル加工工場の事例が報告され、とくに冷凍機およびスチームコージェネレーションについて技術的に高度な省エネ対策が説明された。冷凍機の省エネを進める工場には大いに参考になる事例である。これらの事例はアセアンエネルギー管理ツールの一つ、テクニカルダイレクトリー（TD）に収載する価値があると考ええる。

6) 「Successful Cases from Vietnam」

ベトナム国ホーチミン市省エネルギーセンター（ECC-HCMC）の Mr. Phan Nguyen Vinh から、ベトナムにおける産業分野の省エネルギー対策の概要に加えて、ECC-HCMC の活動概要が紹介された。同氏の報告によると、ベトナムにおける食品加工工場の省エネポテンシャルは20%と推定されている。

また、ECC-HCMC は診断活動を積極的に実施しており、2001年から2008年の間に288工場を診断した。そのうち、食品34工場、繊維22工場、紙パルプ16工場、セラミクス8工場が含まれるという。

次いで、ビール工場の省エネルギー事例が報告された。年産4700kL（2006年実績）の小規模工場ではあるが、エネルギー診断を実施した結果、

- ・エネルギー管理システムの構築
- ・蛍光灯の変更（T10 から T8 に）および高効率バルブの採用
- ・麦汁廃熱の軟水による冷却（予熱された軟水は洗浄用温水およびボイラー給水に使用）
- ・冷凍圧縮機をピストン式からスクルー式に交換（COP の向上）
- ・水蓄熱システムの採用

・空気圧縮機の吐出圧力低下/VSD 駆動採用
の6対策が実施され、生産能力25%の増加、同時に石炭30%の節減、電力43%の節減を達成した。

7) 「Successful Cases from Thailand」(添付資料Ⅱ-8)

エネルギー診断サービス会社(Arun Chaiseri Consulting Engineers Co.)の Mr. Panja Thanghirun からタイにおける診断事例の報告があった。

Mr. Panja Thanghirun は、タイの食品工場では、以下の技術が有効に適用されていることを示した。たいへん有用な情報であり、アセアン各国に普及させるべき技術と考える；

- ・低温排水の熱回収
- ・冷凍機コンデンサーの廃熱回収
- ・ボイラーチューブ（燃焼ガス側）のクリーニング
- ・燃料重油の加熱（適正粘度管理）
- ・レトルトの自動制御
- ・冷凍機コンデンサーチューブ（冷却水側）のクリーニング
- ・冷却水のオゾン処理/低周波処理
- ・冷却塔ファンの軽量化（FRP 製ブレードの採用）
- ・冷却塔ファン・ポンプのインバーター化
- ・気化蒸発式空調
- ・缶/ボトルのエアナイフによる乾燥
- ・蛍光灯の交換（T10 から T8 へ）
- ・放電ランプの交換（水銀ランプからメタルハライドランプへ）

8) 「Tentative Result of Audit of May Ao Foods」(添付資料Ⅱ-9)

日本省エネルギーセンターの Mr. Hiroshi Kuroda は May Ao Foods 社で実施したエネルギー診断結果について以下の提言を報告した；

- ・クッカーおよび周辺配管のうち50degC以上の高温表面を保温すること
- ・低温排水の低温排熱を軟水の予冷熱源として活用すること
- ・市水ポンプにインバーターを設置し低負荷時の非効率を除去すること
- ・すべての空調設備に負荷変動対策を施すこと、具体的には冷水ポンプ・冷却水ポンプにインバーターを適用し低負荷時の非効率を除去すること
- ・加工室の照明方式を全面照明から局所照明に変更すること
- ・冷凍設備のコンデンサーチューブの冷却水側をクリーニングし、さらに冷媒に混入した空気をパージすること

- ・冷凍設備のコンデンサーを現状のシェルアンドチューブ式からエバポラティブ式に変更することを検討すること
- ・冷凍冷蔵庫、バッチフリーザーの庫内の発熱源を最小限にすること
- ・冷凍冷蔵庫、バッチフリーザーの庫内のファンコイルモーターを2スピード式に交換し、不必要な冷却を止めること

9) 「Successful Cases from Japan」

日本省エネルギーセンターの Mr. Kokichi Takeda から、日本における省エネ事例（電力の省エネルギー）が発表された；

- ・ビール工場の事例（冷凍設備ポンプへのインバーター導入など）
- ・でんぷん工場の事例（ウォーターハンマーの防止と遠隔オンオフ運転）
- ・食用油工場の事例（ボイラーファンに VSD 適用、集塵ファンの集約化）
- ・食用油工場の事例（空気圧縮機のサイズダウン）
- ・たばこ工場の事例（空調機にインバーター設置し、冷房オフシーズンの低負荷に対応）
- ・ビール工場の事例（高効率冷凍設備に交換、冷媒過熱度設定の緩和）

セッション3

Energy Management Tools and the Way Forward

10) 「Updating on Development of Technical Directory」 & 「Updating of In-House Data Base, Energy Management System Cyber Search」

アセアンエネルギーセンター（ACE）の Mr. Nguyen Ninh Hai から、ASEAN エネルギー管理ツールについて、テクニカルディレクトリー（TD）の目的、作成方法・入力フォーマットなどの説明と TD シート実例の説明があった。さらに、インハウスデータベース（IHDB）の目的・内容などについて、繊維産業の入力フォーマットを例にとり説明した。

11) 「Introduction to Trial Use of In-house Database in Food Industry」

日本省エネルギーセンターの Mr. Taichiro Kawase から食品工業用インハウスデータベース（IHDB）について説明があった。IHDB の特徴は、工場内部のエネルギー管理支援ツールとして、生産データ・エネルギーデータ・機器データのほかに、重要な運転パラメーター・エネルギー効率指標を含むことである。これらは工場内各レベルに対して省エネルギー運転のための参考情報を提供する。アセアン各国への普及を目指しているのでタイの食

品工場でも積極的に採用するよう要請がなされた。

(4) 所感

1) エネルギー診断サービス会社の技術者と交流できたのは有意義であった。交流した技術者の技術レベルはかなり高く、日本の専門家もよく勉強しておかないと困ったことになると感じた。

2) DEDE の Mrs. Amaraporn Achavangkool によるタイの最新の省エネルギー施策に関する発表はたいへん勉強になった。昨年の省エネ推進法の改正により、タイは技術重視から技術も含むエネルギー管理重視の方向に舵を切ったのを伺って、1992年の初代省エネ法制定以後のタイの着実な成長・進化を感じた。

3)出席者が約50名と予定の60名に達しなかったこと、質疑も予想より少なかったのが残念である。

以上

セミナーワークショップ



Mr. Danai (DEDE) 右から5人目

Mrs. Amaraporn (DEDE) 右から3人目

May Ao Foods 社



Mr. Prasit(副社長) 右から6人目

Mr. Sarat (DEDE) 右から8人目

4. 添付資料

- II-1. Food Energy Management Questionnaire
- II-2. Preliminary reporting to May Ao Foods
- II-3. Analysis of Energy Audit Data for Heat Energy
- II-4. Analysis of Energy Audit Data for Electric Energy
- II-5. In-House Data Base for Food Industry
- II-6. Agenda of Intensive Seminar? PROMEEC Major Industry Thailand Oct.3, 2008
- II-7. Update of EE&C Activities in Thailand
- II-8. Successful Cases from Thailand
- II-9. Tentative result on Audit of May Ao Feeds

III. インドネシア（セラミクス産業）

1. 活動概要

METI 補助金事業である国際エネルギー使用合理化基盤整備事業のうち「ASEAN 諸国における主要産業の省エネルギー推進事業」を実施するため、2008年11月17日から11月25日までインドネシアに出張し、セラミクス工場のエネルギー診断、繊維工場のフォローアップ調査および ASEAN 各国との情報交換を目的としたセミナー・ワークショップを実施した。

エネルギー診断にはエネルギー鉱物資源省、科学技術省、省エネサービス公社、工場、ECCJ、ACE の技術者 26 名が参加した。診断により、焼成炉の熱効率向上対策他により、20 ないし 30%の省エネルギーが可能なが示された。セミナー・ワークショップではアセアン各国から省エネルギーベストプラクティスの発表とともに OJT 診断結果の報告があり、約 50 名の参加者にとって有意義であったと思われる。

出張者 ECCJ 国際エンジニアリング部 畑賢次郎、武田 吉、川瀬太一郎

活動日程 11/17-11/21 エネルギー診断 (Lucky Indah Keramik 社)

11/24 フォローアップ調査 (Industri Sandang Nusantara 社)

11/25 セミナー・ワークショップ

2. エネルギー診断 (Lucky Indah Keramik 社)

(1) 参加者

DGEEU 4 名 (Ms. Feby, Ms. Devi、技術者 2 名)

BPPT 5 名 (Mr. Kito, Mr. Diding, Mr. Fahrudin、技術者 2 名)

EMI (旧 KONEBA) 1 名 (Mr. Kelik)

Lucky Indah Keramik 社 10 名 (Mr. Pandithakorale 工場長、Mr. Badwi 窓口、
技術者 8 名)

ACE 3 名 (Mr. Ivan, Mr. Junianto, Mr. Bernard)

ECCJ 3 名 (Mr. Hata, Mr. Takeda, Mr. Kawase)

合計 26 名

注 BPPT : Energy Technology Center, MOST

EMI : former KONEBA

(2) 工場概要

ジャカルタ西 35 km のタンゲラン県の住宅地の真中に立地

生産物 テーブルウェア（食卓陶器）

生産量 21008 トン/年（2007 年）

販売先 国内 80%、輸出 20%

生産設備 キルン 11 基（ビスケット 3 基、グロスト 4 基、デコレート 2 基、マイクロ 2 基、うちビスケットとグロストはトンネルキルン）、全基が高砂工業製（岐阜県）。

エネルギー消費 天然ガス 15362 m³/年、電力 7639 MWh/年（2007 年）

従業員 1800 名、3 シフト

Website : <http://www.luckyindah.com/>

(3) 診断作業の概要

1) 診断チームの構成

診断チームにはエネ鉱省、科学技術省、省エネサービス公社、工場、ACE、ECCJ の 26 名が参加した。リーダーは決まっておらず、DGEEU の Ms. Feby および ACE の Mr. Ivan が OJT 診断の進行役を務め、工場側のコーディネーターは Mr. Badwi が務めた。

2) インタビュー

設備点検に入る前に、生産工程、最近の生産高・エネルギー消費量のデータ、および工場側の考える省エネに対する問題点について確認を行った。次いで、事前質問書に対する回答の確認を行った。参考までに事前質問書のフォーマットを **添付資料Ⅲ-1 (Questionnaire on Ceramic Factory Energy Management)** に示した。

3) エネルギー診断に対する工場側の期待

工場側から、1) 省エネルギーの方法を学びたい、2) どのような省エネルギー対策が可能なのか、3) とくに、キルンと乾燥炉についての診断をお願いしたい、との表明があった。同社は外部コンサルタントによる診断を受けたことはないとのことであった。

4) 現場点検と測定

ビスケットキルン 1 基、グロストキルン用ドライヤー 1 基を集中的に点検した。初日に概略点検、次の 2 日間に詳細点検と計測器による測定を行った。工場側から常時数名の技術者が診断に付き添ってくれた。また、マノメーター・高温用温度計の提供、測定口の準備など大きな協力をいただいた。測定は PERSERO および BPPT の技術者が高温環境のなかで円滑に実施してくれた。キルン・ドライヤー以外に、ボールミル、フィルタープレス、用水設備、集塵機の点検も実施した。

5) データ解析と報告

最終日にデータ解析と不足データの収集を行い、結果を工場幹部に報告した。工場長は英国で材料工学を学んだ技術者であり、経営的な観点はもちろん技術的な観点から多くの質問をされた。報告に使用したパワーポイントを添付資料III- 2 (Recommendations to Lucky Indah Keramik (quick report)) に示す。

(4) 主な省エネルギー対策とエネルギー節減効果

	省エネ対策	省エネ効果	投資規模
焼成炉	1. キルン燃焼ガスの損失低減対策 サンドシールのメンテナンス キルンへの外気侵入防止 燃焼空気管理 排ガスファンのダンパー調整など	キルン燃料節減率22.2% (ダンパー調整効果を含まず)	中規模 (サンドシールの改修)
	2. 冷却帯冷却ガスの有効利用 焼成バーナー二次空気に送気 乾燥炉熱源に送気	キルン燃料節減率1.8% (二次空気効果のみ計上)	小規模 (ダクト追加)
乾燥炉	1. 焼きむら防止のための炉内温度分布の均一化 内部ガス循環ファンの設置 ドライヤー入口 出口の気密化	歩留まり向上、焼成時間の短縮 (省エネ効果の算出なし)	中規模 (循環ファン追加)
	2. 排ガス循環による熱回収	ドライヤー燃料の50%節減 (期待値)	小規模 (循環ダクト追加)
	3. 乾燥炉の運転停止)	ドライヤー燃料の全量	中規模 (循環ファン追加)
回転機械	1. 過大能力ファンの可変速制御		小規模 (簡易インバーター追加)

(5) 診断結果の解析

1) 現場点検による省エネルギー機会の洗い出し

a) エネルギー原単位データの分析

Lucky 社から提供された2006年から2008年までの生産量データおよびエネルギー消費量データをもとに回帰分析を行った。その結果、燃料原単位は19.0~23.0GJ/t、電力原単位は280~380 kWh/tであった。米国 Lawrence Barkley National Laboratory の報告書(Report LBNL46990)によれば、最新のトンネルキルンにおける燃料原単位はベスト値で2.43 ~ 4.44 GJ/t、平均値で10.8 GJ/tである。Lucky 社の燃料原単位は最新設備の約2倍のエネルギーを使用していると言える。回帰分析の詳細は添付資料III-3 (Regression analysis of energy consumption) を参照されたい。

b) 現場点検

熱の分野では、セラミクス製造エネルギーの60%を占める焼成工程（キルン）、20%を占める乾燥工程（ドライヤー）を中心に省エネルギーの可能性を調査した。電気の分野では、電気エネルギーの40%を占める原料粉碎工程およびポンプ・ファンなどの回転機械について調査した。主な調査結果を以下に列挙する。

この結果から、焼成工程では、外気侵入の防止による排ガス損失の低減、排ガス・冷却ガスの熱回収による省エネルギーの可能性が示された。

乾燥工程では炉内循環ファン設置による垂直温度分布均一化（焼きむらが低減され乾燥時間の短縮が可能）、乾燥工程冷却ガスの乾燥熱源使用による乾燥燃料の節減の可能性が示唆された。

回転機械では、焼成工程の排ガスファン・燃焼空気ファン・粉碎機集塵ファンの可変速度制御（VSD）の適用可能性が示された。

c) データ収集および測定

省エネルギー効果を推定するための測定も実施した。焼成工程では、燃焼効率を診るため、予熱帯通過ガスの残留酸素濃度と温度を測定した。また、炉内の燃焼ガスの流れの状況を診るため、炉内各所の圧力を測定した。乾燥工程では、炉内の垂直温度分布の均一性を推定する為、出口・入口の垂直温度分布を測定した。さらに排ガスの湿度を推定するため、出口近くのキルン内部にて乾球温度・湿球温度を測定した。回転機械における省エネルギー機会の有無を判断するため、複数ファンのモーター電流値・ダンパーの開閉を測定した。

d) 省エネ機会の洗い出し結果

焼成工程（キルン）

- ・サンドシールのメンテナンス不良（サンドシール切れによる外気の侵入、炉効率低下の一因）
- ・焼成帯バーナー燃焼空気として、冷却帯で発生する熱空気を使うべきところ、冷外気を使用（炉効率低下の一因）
- ・焼成帯バーナー天然ガスの流量・圧力の管理がなされていない（圧力計が壊れている）
- ・キルン全体の炉圧管理がなされていない、たとえば予熱帯に設置されている排気ガスファンの引きが強すぎ、不要な外気を吸い込み（ダンパー調節が必要、炉効率低下の一因）
- ・予熱帯に設置されている排気ガス吸引上部口下部口のうち上部口のみ使用（垂直方向温度分布不均一の一因）
- ・台車と炉壁の間隙が大きくかつ不均一（炉内ガス流速分布の不均一による焼成むら、引いては焼成時間の不当な延長の一因）
- ・炉内循環ファンが設置されていない（垂直方向温度分布不均一の一因）

乾燥工程（ドライヤー）

- ・垂直方向温度分布不均一による乾燥むら発生（不良品発生の主因）
- ・乾燥温度の管理がされていない（不良品発生の一因）
- ・排気ガスの熱回収がなされていない（炉効率低下の一因）

原料調整工程

- ・ボールミル運転マニュアルがない（原料張り込み量、ボール補給量、ボール径管理、空運転）
- ・フィルタープレス運転マニュアルがない（水分の測定）

回転機械（ファン・ポンプ）

- ・キルン燃焼空気ファン、粉碎機集塵ファンなど、いくつかのファンサイズが過大であり、吸引ダンパーが絞られていた（動力ロスの発生）

2) 焼成工程のデータ解析と省エネルギー対策

a) No.4 グロストキルンの熱精算

キルンに投入されたエネルギーが焼成に使われるエネルギー以外にどのような形で浪費されたかを量的に明らかにすることを目的に熱精算を行った。詳細な計算は添付資料Ⅲ-4 (Heat balance of No.4 glost kiln) に譲るとして、下記の結論を得た。

Heat Balance of No. 4 Glost Kiln			Production (ton/mo) : 228.5		
heat input	103kcal/t	%	heat output	103kcal/t	%
heat of combustion	5183.9	100.0	SH of fired goods	32.0	0.6
SH of wet fired goods	0.0	0.0	SH of saggar	101.3	2.0
SH of saggar	0.0	0.0	SH of kiln car refractory	65.9	1.3
SH of kiln car refractory	0.0	0.0	SH of kiln car iron part	25.4	0.5
SH of kiln car iron part	0.0	0.0	SH of waste gas from cooling zone	1697.2	32.7
			SH of combustion exhaust gas	1803.5	34.8
			other losses (radiation, etc)	1458	28.1
input total	5183.9	100.0	output total	5183.9	100.0

熱精算結果から、キルン燃焼ガスの損失（34.8%）、冷却帯の冷却ガスの排熱（32.7%）、炉体表面等からの放熱損失（28.1%）が大きいことが判る。また、量的には少ないが、キルン台車の持ち去る熱が 3.8%に上ることが判る。これらの損失を低減するために以下の対策が考えられる。

b) キルン燃焼ガスの損失低減対策と省エネルギー効果

排ガスファン吸入ガスの O₂ 測定値は 17%であった。現場点検で明らかになったように、サンドシールの破壊、キルン入口部からの外気侵入、排ガスファンの過度のガス吸引、燃

焼空気の過剰投入など多数の原因の結果として高い O₂ 濃度となったものと推定される。これらの原因を一つ一つ取り除くことにより、日本での実績値 9-12%程度まで低減することができる。

排ガス O₂ 濃度を 12%まで低減したときの熱精算は以下のとおりとなる。

Heat Balance of No. 4 Glost Kiln			Production (ton/mo) : 228.5		
heat input	103kcal/t	%	heat output	103kcal/t	%
heat of combustion	4035.0	100.0	SH of fired goods	32.0	0.8
SH of wet fired goods	0.0	0.0	SH of saggar	101.3	2.5
SH of saggar	0.0	0.0	SH of kiln car refractory	65.9	1.6
SH of kiln car refractory	0.0	0.0	SH of kiln car iron part	25.4	0.6
SH of kiln car iron part	0.0	0.0	SH of waste gas from cooling zone	1697.2	42.1
			SH of combustion exhaust gas	655.1	16.2
			other losses (radiation, etc)	1458	36.1
input total	4035.0	100.0	output total	4035.0	100.0

したがって、エネルギー節減量は天然ガス 438x10³m³-gas/yr と算出される。これは省エネルギー率では 22.2%の節減に相当する。

$$228.5\text{ton/mo} \times 12 \times 5183.8 \times 10^3 \text{kcal/ton} = 14213980 \times 10^3 \text{kcal/yr}$$

$$228.5\text{ton/mo} \times 12 \times (1803.5 - 655.1) = 3148913 \times 10^3 \text{kcal/yr}$$

$$= 438 \times 10^3 \text{m}^3\text{-gas/yr (天然ガス)}$$

$$3148913 \times 10^3 / 14213980 \times 10^3 \times 100 = 22.2\%$$

なお、上記の計算では、生産量、設備仕様など多くのデータを某国同種キルンのデータを参考にした推定値を使用している。実際のデータが入手できたとき、添付資料III- 4 (Heat balance of No.4 glost kiln) に示した計算手順に従い、再計算する必要がある。

c) 冷却帯の冷却ガス排熱の有効利用と省エネルギー効果

冷却帯の冷却ガスの排熱損失はキルン投入エネルギーの 32.7%を占めると推定された。本キルンには、冷却ガスファンが設置されており、一部のガスが焼成帯へ送られ、残部は隣接ドライヤーに送気される設計となっている。しかし、現在、このファンは停止されており、大半の冷却ガス排熱が大気に放出されているかキルン出口から大気に放出されているものと思われ、焼成帯あるいは隣接ドライヤーに送気されるガスは少量と推定される。

最近のキルンでは、冷却ガス排熱は焼成バーナー用の二次空気として、予熱帯への打込み空気として、残部はドライヤー熱源として活用されるのが常識である。今回の診断では、ドライヤーへどの程度の冷却ガスが送気されているのか測定できなかった。工場には、BPPT等のエネルギーサービス会社の支援を得て、冷却ガスファン出口のガス流速を測定し、ドライヤーで利用された排熱量を明らかにしておくことを薦めたい。

ここでは、焼成バーナー用の二次空気として冷却ガスを活用した場合の省エネルギー効果は、キルン燃料の 1.8% 節減と推定される。これはエネルギー節減量として天然ガス 34.9x10³m³-gas/yr に相当する。計算過程の詳細は添付資料Ⅲ- 5 (Heat Recovery of kiln cooling gas waste heat) に譲る。

d) 炉体表面等からの放熱損失の低減と省エネルギー効果

熱精算の結果から炉体表面からの放熱などのその他損失が 28.1%と大きいことが示された。今回、時間の都合から炉体外壁の温度測定をしなかったが、手の感触では表面温度はそれほど高いようには見えなかった。

日本の省エネ法は、以下の管理基準で保温対策をするよう求めているので参考までに示した。焼成帯では 110-160℃、予熱帯と冷却帯では 70-90℃以上の場合、保温の積み増しを検討すべきである。

Guideline for furnace insulation (Japanese Encon Law)

inside temp, degC	surface temp, degC		
	ceiling	side wall	bottom
1300 or higher	120	110	160
1100 - 1300	110	100	135
900 - 1100	100	90	110
900 or lower	80	70	90

3) 乾燥工程のデータ解析と省エネルギー対策

a) 排ガス循環による排ガス熱回収および省エネルギー効果

セラミックスの乾燥炉では通常 200℃以上の排ガスが放出される。このような高温排ガスの場合、相対湿度が数%と低いので、排ガスを循環しバーナーで発生した高温空気に混ぜて乾燥熱源とする事例が多く報告されている。添付資料Ⅲ- 6 (Exhaust gas recirculation in dryer of No.3 biscuit kiln) に排ガス循環の省エネルギー効果の検討結果を示した。それによると、50%の排ガスを循環しても乾燥速度はほとんど変化しない。したがって、ドライヤー用燃料を 50%削減することが期待できる。

b) 焼きむら原因の調査と炉内ガス循環ファンの設置

No.3 ビスケットキルン用ドライヤーを調査した。本ドライヤーは乾燥むらの多発による歩留まり悪化が問題になっていた。乾燥むらが発生している一因として温度分布不均一が考えられる。そこで、ドライヤーの入口における垂直断面温度分布の状況を調査したところ、上部温度は 70℃以上、下部温度は 55℃以下であった。垂直方向のガス循環がうまくいっていないことが予想された。ドライヤー内部の温度分布は測定していないが、同様の測定結果になると思われる。対策としては、炉長方向 3 箇所に循環ファンを設置するの

が効果的である。

なお、焼成キルンにおいても焼きむらの問題が生じており、垂直方向のガス循環がうまくいっていないことが予想される。焼きむらを解消することにより、歩留まり向上に加えて焼成時間短縮の効果が期待できる。どの程度の短縮が可能かを推定するには更なるデータの収集が必要である。

c) 乾燥炉温度分布の問題点

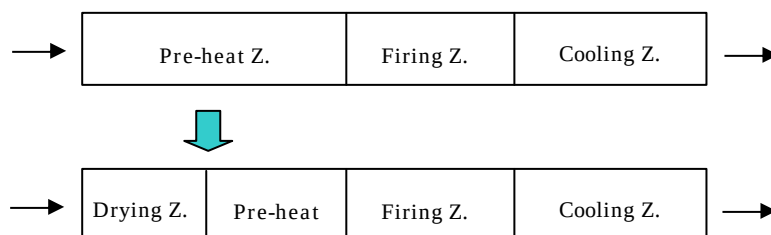
通常の乾燥炉では、被乾燥物の対する温度ショックを軽減するため、炉内温度を乾燥炉入口から出口に向けて徐々に温度を高くしている（水平方向温度分布）。しかし、本乾燥炉では、入口の熱風吹出し温度が高く出口の熱風吹出し温度が低くなっている。本炉では、被乾燥物の厚みが薄いので、入口の高温熱風による亀裂発生はほとんど発生していないが、煉瓦等の分厚い被乾燥物の場合、亀裂発生への恐れがある。この解決策として、ダンパー開度の調整により熱風吹出しを制御し、入口の温度を低くし出口の温度を高くする。

また、台車上下における温度差が大きいため（垂直方向温度分布）、台車下部の製品が乾燥不足になっていると思われる。この解決策は前述の通り、循環ファンを設置し、炉内上下方向の熱風循環を促進することである。

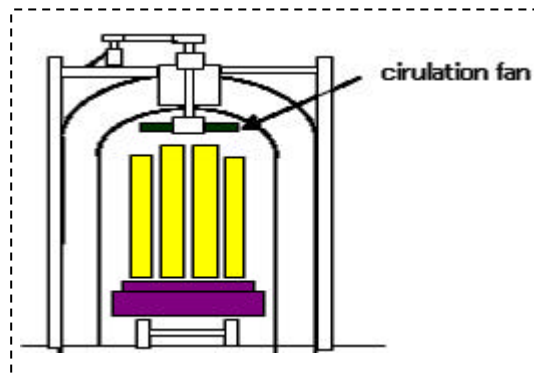
上記の b) 及び c) に関する詳細は添付資料Ⅲ－7（Effect of Temperature Profile in Dryer against Product Quality）を参照されたい。

4) 乾燥炉運転停止の可能性（焼成炉予熱帯の一部を乾燥帯転用）

日本では、焼成炉の予熱帯の一部を乾燥帯として使用することにより、乾燥炉の運転を停止した事例がある。これは炉長に余裕がある場合に可能である。本工場では、焼成炉は炉長が 100m 近くあり薄物食器の製造には十分な炉長を有すること、焼成炉予熱帯の温度分布と乾燥炉温度分布が似通っていることから、乾燥炉の運転を停止できる可能性が高い。この場合、焼成炉における必要な乾燥帯の長さは 20 m 程度と予想される。この分、予熱帯の長さが減少するが、この分を補うため、炉内への外気侵入を極小化し、また炉内ガス循環の改善を行い炉内上下の温度分布を均一化して予熱時間を短縮することが必要になる。省エネルギー効果として、乾燥炉の燃料の節減が期待できる。現乾燥炉の燃料消費量のデータがないので数量的に言えないが、少なくとも 20～30% の燃料節減が期待できる。



乾燥炉の項で説明したのと同様に、乾燥炉においても炉内への外気侵入の極小化のためにサンドシールを補修し、炉内ガス循環を改善するために循環ファンを設置することが薦められる。



5) 運転管理・設備メンテナンスに関する省エネルギー個別対策

前述した通り、現場点検において運転管理不十分・メンテナンス不十分によるエネルギー消費増加が生じていることが指摘された。以下の個別対策を早急を実施することを提案した。詳細は添付資料Ⅲ－8 (Management of Operation and Maintenance in Kiln & Dryer) を参照されたい。

a) Maintenance of Sand Seal Gutter ? Restore Sand-seal Function

サンドシールはキルン内部への外気侵入を食い止める重要な部分である。しかるに、現場では砂の粒径が大きすぎシールの役割を果たしていなかった、また砂そのものがシールボックスに入っていなかった。そのため、大量の空気がキルン内に侵入していた。また、焼成帯の熱風が台車下に侵入するのを防止する。そこで、粒径 1-5 ミリの砂を、炉長全体に充填することを薦めた。

b) Maintenance of Sand Seal Gutter ? Relocate Shooter and Optimize Sand Management

予熱帯の約 30 メートルはサンドが供給されていなかった。サンドシールのシュートを予熱帯入口に移動すべきである。また、サンド量が少なすぎるとシールが聞こなくなるので、サンドシールの高さを適正にするよう助言した。

c) Prevention of Air Leakage through Gaps between Carts

台車間の接続部の間隙は空気漏洩を起こしやすい箇所である。この部分は台車上部のラビリンス部分と台車下部の隙間の 2 種類がある。ラビリンス部にはセラミックファイバーを詰めること、台車下部間隙には水ガラスによるアルミ箔を付けることを薦めた。

d) Sealing of Entrance Door for Air-tightening

キルン入口にはドアが設置されているが、ドアと炉壁の間の隙間が多く、熱風が吹き出していた。機密性を良くするため、ドア両端のシールするシール止めおよびドアを炉壁に押し付けるプッシャーの設置を薦めた。プッシャーカムの回転により、ドアを開閉する。

e) Installation of Air-curtain at Kiln Exit

キルン出口から相当量の熱風が外部にでていた。これを防止するため押込みファンを設置しエアカーテンを作ることを薦めた。

f) Optimization of Internal Gas Flow for Even Heat Transfer to Materials

キルン内部循環ガスの吸気口は上下2口がある。炉内循環の効率化の観点から下部給気口を使用するよう薦めた。これにより、キルン内台車上まで熱風が循環でき、垂直方向温度分布が均一になる。なお、吸気口に蓄積した砂などはメンテナンス時に除去しておくこと。

g) Optimization of Stacking for Even Heat Transfer to Materials - Flat-top

キルン内の空気流れの偏りを防止するため、被加熱物の頂上がフラットになるよう積むことが重要である。なお、Lucky Indah Keramik 社では、Flat-top の積載にしており、管理は良好であった。

h) Installation of Circulation Fan for Enhancing Heat Transfer to Materials

キルンおよびドライヤーとも循環ファンが未設置であった。そのため、炉内垂直方向の温度分布が不均一となり、焼成むら・乾燥むらの原因になっている。また、焼成時間を不必要に長くしている要因になっている。これを解決するため、循環ファンの取り付けを薦めた。取り付けの方法にはキルン内部にファンをおく方法とキルン外部におく方法がある。

i) Reduction of Thermal Mass of Cart Furniture

キルン台車の耐熱サポートは可能な限り軽量化することが重要である。従来は中実の耐火レンガが使われていたが、これを中空の耐火レンガに変更することが省エネルギーになる。参考までに日本で実施されている中空耐火レンガの製造法を説明した。

なお、Lucky Indah Keramik 社では、中空レンガ・軽量断熱レンガの採用などを既に実施していたが、一層の軽量化余地が残っている。たとえば、ドーナツ状の鞘とか肉厚の薄い金属鞘などである。

j) Burner Management (Monitoring of Fuel Gas Pressure)

各バーナーの燃焼量は均一であることが重要である。そのため、燃料量ガスラインおよ

び燃焼空気ラインの圧力は一定に保つ必要がある。しかし、現場ではゲージが壊れて作動していなかった。メンテナンスおよびバーナー管理が必要である。

6) ファン・ポンプの省エネルギー

Lucky Indah Keramik 社には負荷変動の大きいと思われる数多くのファンがあるが、負荷変動対策としては、吸込みまたは吐出ダンパーを絞って運転している程度である。そこで、可変速度制御を含めて回転機械の省エネルギーの可能性を調べた。

代表例として No.4 グロストキルン用排ガスファン、同キルン用燃焼空気ファン及び粉碎機用集塵ファンについて、モーター電力の測定及び負荷変動状況の把握を行った。測定作業は EMI 社ほかインドネシア側の技術者が行なった。検討の結果、経済性の観点からベルト伝動プーリー径の変更による回転速度の低減を推奨する。

省エネルギー効果は、概算でそれぞれ 23,000kWh/y、37,400kWh/y、22,400kWh/y となった。技術サービス会社 EMI 社と協力し、早期の実施について検討すべきである。ポンプ関係では、可変速度制御の適用可能性のあるものは見つからなかった。検討の詳細は添付資料III-9 (Analysis of Energy Audit Data for Fans) を参照されたい。

a) キルン排ガスファン

[No.4 グロストキルン用排ガスファンの省エネ診断結果]

調査検討項目		調査測定・省電力量の試算結果
現状の調査・測定結果		入力電力：平均 9.53kW(軸動力換算 8.23kW)、変動範囲:9.1~10.1kW 吸込みダンパー開度：50% 入口ドア開放時の入口ドア部の風速測定：1~6 m/sec
省エネの視点		吸込みダンパーの圧力損失の回収による省電力
省エネ方法(例)		ベルト伝動のプーリー径の変更による回転数低減
試算結果	主な仮定・前提条件	ファン性能曲線は類似ファンの性能曲線を圧力補正し使用。
	計算結果	現状流量における回転数低減率：定格回転数の 82.2% 回転数低減時の軸動力：5.83kW(入力電力換算 6.90kW)
	省電力量	2.63kW(現状より 28%ダウン)、23,000kWh/y(稼働時間の仮定 8,760h/y)
その他の省エネ案		・グロストキルン入口ドア部のシール強化 ・炉圧制御の導入(手動制御でもよい)

b) キルン燃焼空気ファン

[No.4 グロストキルン用燃焼空気ファンの省エネ診断結果]

調査検討項目		調査測定・省電力量の試算結果	
		No.1 燃焼空気ファン	No.2 燃焼空気ファン
現状調査	入力電力 ダンパー開度	7.86kW(軸動力換算 6.64kW) 吐出ダンパー:50%	9.07kW(軸動力換算 7.66kW) 吐出ダンパー:53%
省エネの視点		吐出ダンパーの圧力損失の回収による省電力	

省エネ方法(例)		ベルト伝動のプーリー径の変更による回転数低減	
試算結果	主な仮定・前提条件		必要圧力：燃焼バーナー：4,903Pa(500mmAq)、炉圧：49Pa(5mmAq)、配管等抵抗分：490Pa(50mmAq)と仮置き。 ファン性能曲線は類似ファンの性能曲線を圧力補正し使用。
	結果	回転数低減軸動力	於現状流量：86.9%(定格 100%) 回転数低減時：4.82kW(入力 5.94)
	ファン 2 台の合計省電力量		於現状流量：85.9%(定格 100%) 回転数低減時：5.45kW(入力 6.72)
その他の省エネ案		4.27kW (No.1:1.92, No.2:2.35)、現状に対し 25%ダウン。 37,400kWh/y(炉の稼働時間：8,760h/y と仮定)	
		・ファン風量制御の導入	

c) 粉砕機用集塵ファン

[粉砕機用集塵ファンの省エネ診断結果]

調査検討項目		調査測定・省電力量の試算結果
現状の調査・測定結果		入力電力：平均 17.8kW(軸動力換算 15.2kW)、変動範囲：15.2～18.4kW 吸込みダンパー無し：開度 100% 吸引風量測定：91.2 m ³ /min (吸込み口 8 箇所の平均風速から推定)
省エネの視点		集塵風量の削減による省電力
省エネ方法(例)		ベルト伝動のプーリー径の変更による回転数低減
試算結果	主な仮定・前提条件	ファン性能曲線は類似ファンの性能曲線を圧力補正し使用。 抵抗曲線は現状通りとする。
	計算結果	現状流量での回転数低減代：定格回転数の 90% 回転数低減時の軸動力：13.3kW
	省電力量	4.5kW(現状より 25%ダウン)、22,400kWh/y(稼働時間 4,970h/y)
その他省エネ案		粉砕機 2 台の各単独運転時に停止機側集塵吸込み口閉止による省電力

(6) 所感

- 1) DGEEU および ACE の連携により、良好な事前準備が行われていた、診断チームにはエネルギー鉱省、科学技術省、省エネサービス公社、工場の技術者が参加し、診断チームとして適切なメンバー構成であった。計測機器は BPPT、EMI からガス分析計、温度計、風速計、電力モニターが提供され、さらに工場側から圧力計、高温用温度計が提供された。写真撮影など一部の制限はあったものの、設備の点検・診断について、工場側から十分な協力をいただいた。また、PROMECC の趣旨説明を含めて DGEEU および ACE のコーディネーターによる申し分ない活動進行役の労をとっていただいた。
- 2) 質問書の回答はインドネシア出発直前に日本に届いていた。製品生産量、燃料・電力消費量については満足すべき回答であった。しかし、生産設備・省エネ実施状況の質問に対する回答は一部のみかつ不正確であった。質問事項をよりわかりやすくする方向でフォーマットの見直しを検討したい。
- 3) OJT 診断した工場は、省エネ組織が整備されていないこと、運転管理基準が整備されていないこと、運転データのモニタリングが行われていないことなど、取組むべき省エネルギー活動がまだまだ残っていると判断される。
- 4) 診断チームの組織、事前質問書に対する回答、計測機器の手配など、万全の準備をしていただいたフォーカルポイントの DGEEU 関係者に感謝したい。

3. フォローアップ調査 (Industri Sandang Nusantara 社)

(1) 経緯

2005年に実施した Sandang Nusantara 社スラバヤ工場の診断に対するフォローアップ調査を実施した。当初予定では、ジャカルタ市の東部ブカシ県の本社工場にて会議を行う予定であったが、Sandang Nusantara 社の要請により、急遽、ACE 会議室にて会議を行うこととなった。スラバヤ工場から1名、ブカシ工場から3名および本社の1名、計5名の技術者が集合した。会議では DGEEU の Ms. Indarti がコーディネーターを務めた。

(2) 参加者

DGEEU 2名 (Ms. Indarti, Ms. Feby)

Sandang Nusantara 社5名 (Mr. Lukman Nulhakim, Mr. Bachtiari, Mr. Rahman Jamar (ブカシ工場), Mr. Endang Somantri (スラバヤ工場), Mr. Herno Pramudit (本社))

ACE 2名 (Mr. Ivan, Mr. Bernard)

ECCJ 3名 (Mr. Hata, Mr. Takeda, Mr. Kawase)

合計 12名

(3) 2005年の診断結果

2005年の診断では以下の提言がなされた。

ベンチレーション設備

- ・冷水温度アップによる省エネルギー (エアワッシャー用冷水)
- ・冷却水温度変更による省エネルギー (冷水製造装置用冷水塔)

圧縮空気設備

- ・空気圧縮機の出口圧力の低下
- ・圧縮空気配管系の空気漏れ防止

エネルギー原単位管理

- ・電気使用量の測定とデータの分析

(4) フォローアップ結果

最初に事前調査表の回答について確認を行った。回答にはスラバヤ工場の主要機器の仕様が記入されているのみで、フォローアップに必要な操業情報は記入されていなかった。そこで、スラバヤ工場における主要エネルギー使用設備と推定される設備について、当方から質問をする形でフォローアップを実施した。ポリエステルヤーン製糸工場の主要エネルギー消費設備はベンチレーション設備、空気圧縮機、紡糸機械、用水設備および受電設備である。

a) ベンチレーション設備

本設備は糸切れ防止のため空気条件（温度・湿度）を所定の範囲に維持する設備であり、紡績工程の主要エネルギー消費設備である。本設備にはエアワッシャー用の冷水製造設備、これに付属する冷却塔、空気供給ファン、循環空気ファンがある。冷水製造設備はとくに大気温度の高い乾季の短時間のみ運転され、エアワッシャー用に冷水を供給している。雨季を含む大部分の時間は、冷水製造設備を停止し、冷却塔から冷却水を直接エアワッシャーに送水している。紡績室（紡糸室と巻取り室）の空気条件は25－35℃、相対湿度55－65%を目標にしている。

空気供給ファンおよび循環空気ファンは定速運転であり、風量の調整はダンパー開度の調整により行っている。毎日、オペレーターが紡績室の温湿度計で空気条件を読み、予め作成された空気条件対ダンパー開度関係表に従って空気供給ダンパーと循環空気ダンパーの開度を手動調節している。ベンチレーション設備としては、省エネルギー運転がなされていると判断される。2005年度に提案された冷水温度のアップおよび冷却塔冷却水温度の変更は、冷水製造設備の運転時間が短時間であることから実施は見送られていた。

本設備の更なる省エネルギー対策として、（１）空気供給ファン、循環空気ファンに可変速駆動装置、好ましくはインバーターを設置し、ダンパー絞りにより生じるエネルギーロスを防止すること、（２）もし冷却塔入口・出口の温度差が5℃以下である場合、冷却塔の性能を調査すること（たとえば、濃縮度管理の見直し、水のチャネリング防止、散水ノズルの汚れの点検など）

b) 圧縮空気設備

紡績工程ではオートコーナー設備（auto-coner）の駆動用およびエアジェットルーム駆動用に圧縮空気が使用される。圧縮空気配管系の空気漏れ防止に対しては、特段の対策は実施されていなかった。一方、空気圧縮機の出口圧力の低下に対しては、対策が取られていた。すなわち、出口圧力を以前の8barから6.8barまで低下させていた。プロセス側の必要圧力はオートコーナー設備の6barである。一般的に空気圧縮機とプロセス末端の間の差圧は0.5bar以下とされているので、一定の対策は取られたものと評価される。もう一段の出口圧力低下を図るためには、ループ型供給システムの採用、過小サイズ配管等の圧力低下要素の除去といった対策が必要である。

c) エネルギー原単位管理

電気使用量の測定とデータの分析に関しては、工場全体の電力使用量は把握しているものの、プロセス毎の電力使用量は把握していない。また、データの分析はまだ実施に至っていない。とりあえず、生産量と電力使用量の関係を毎月のデータに基づきグラフ化することを薦めた。

グラフ化によりデータの分析が容易になる。グラフから、エネルギー消費を構成する固

定部分と変動部分を知ることができる。固定部分は生産量と関係のない、言い換えれば生産していない時にも消費されるエネルギー、たとえば照明エネルギー・空調エネルギーである。固定部分の低減はエネルギー原単位の低減に最も効果がある。

一方、変動部分は生産量に比例する部分であり、生産量が増加すれば変動部分も比例的に増加する。変動部分のスロープ（傾き）は単位生産量あたりの変動エネルギー消費量である。変動部分の省エネルギーは、グラフのスロープ（傾き）を緩くすることである。たとえば、熱回収設備を設置すれば、スロープ（傾き）が緩くなる。

グラフ化により、過去のデータの傾向があきらかになり、今後の動きの予測に役立つ。つまり、次年度の省エネルギー目標の設定に活用することができる。さらに、グラフを掲示することにより、従業員の省エネ意識共有に有効である。

d) 紡績機械

紡績機械は一般に定速運転のモーターで駆動されている。生産量の調整は多数ある紡績機械の台数制御によって行われる。一方、紡績工程で発生する綿屑（fluff）は集塵機により除去されている。集塵機は一般的に定速モーターで駆動されている。綿屑の発生量が少ないときには、エネルギー使用の無駄が発生している。綿屑の発生量にあわせて集塵力を調整できるようにインバーター駆動をリコメンドした。また、インバーターはマニュアル調整の安価品で十分であることを説明した。なお、紡績工程での省エネルギー対策の例を添付資料III-10（Energy saving measures in spinning and weaving processes）のとおり提供した。

e) 用水ポンプの省エネルギー

用水使用量は生産計画に従い変動することが多い。そのため、あらゆる変動に対応するべく用水ポンプは一般に余裕をみて設計される。現実には、生産量が計画を下回り、ポンプの低負荷運転を余儀なくされることがある。このような場合、低負荷運転によるエネルギー効率低下を回避するため、ポンプの可変速運転が行われる。簡便かつ安価なインバーターが好んで適用される。低負荷運転か否かの見分けはポンプ吐出弁が絞られているか否かで可能である。

f) 電源設備の省エネルギー

現在の受電端力率は0.92である。インドネシアの電力料金体系では、力率0.9以下ではペナルティーが課される。0.9以上では力率を改善してもボーナスはつかない。従って、現状でとくに問題はない。変圧器の負荷率については、情報が得られなかったので、ここでは評価はしない。

(5)所感

1) Sandang Nusantara 社の2工場と本社の技術者が集まって有意義な情報交換ができた。工場を訪問し実際の省エネ対策の実施状況を確認していないが、目的としたフォローアップ評価はできたと考える。

2)参加した技術者は生産・エネルギーを担当しているということであったが、自社の設備に関する理解（エネルギー使用の観点から）が不足しているように見えた。たとえば、ベンチレーション設備は紡績工場の最大のエネルギー消費設備であるのに、設備の目的である湿度管理がなぜ必要かなどを知らない人がいた。更なるプロセスの勉強が必要である。また、よく知られているはずのインバーターに関しても、言葉は知っているがどのようなケースで適用できるのかを知らないようだった。知識が実務に結びついていない状態である。

4. セミナー・ワークショップ

(1) 日時場所

2008年11月25日 08:30-17:00

Maharadja Hotel, Jakarta

(2) 参加者 : 約60名

インドネシア政府関係

Ms. Indarti (DGEEU, Ministry of Energy & Mineral Resources)

Ms. Feby (DGEEU, Ministry of Energy & Mineral Resources)

Ms. Devi (DGEEU, Ministry of Energy & Mineral Resources)

Mr. Edi H (BPPT, Energy Technology Center)

Mr. Immanuel Kelik (PT.EMI)

Mr. Iwan Rustandi (PT.EMI)

その他

インドネシア民間関係者

Mr. Pandithakorale (P.T. Lucky Indah Keramik, General Manager)

Mr. T.A. Kularatne (P.T. Lucky Indah Keramik, Product Advisor)

Mr. Badui (P.T. Lucky Indah Keramik, Coordinator)

その他

事例発表者 (アセアン各国)

フィリピン Mr. Marlon Domingo (Mr. Nguyen Ninh Hai (ACE)が代読)

ベトナム Mr. Phuong Hoang Kim (EECO, Ministry of Energy)

インドネシア Mr. Subagyo (Leces Pulp & Paper Mill, Indonesia)

ACE (Asean Center for Energy)

Mr. Christopher Zamora

Mr. Nguyen Ninh Hai

その他

ECCJ (The Energy Conservation Center, Japan)

Mr. Kenjiro Hata (Technical Expert)

Mr. Kokichi Takeda (Technical Expert)

Mr. Taichiro Kawase (General Manager)

(3) 発表概要

添付資料Ⅲ-11 (Agenda of Intensive Seminar ? PROMEEC Major Industry Indonesia)

Nov.25, 2008)のプログラムに従い、Ms. Maureen の司会により進行した。以下に、発表の概要を示した。

セッション1 Policy and Initiatives on EE&C in Major Industries

1) Overview of ASEAN Energy Efficiency (EE&C) Activities

Mr. Christopher Zamora から ACE の活動概要について以下の項目に分けて説明された。

- ・ APAEC プログラム 2004-2009
- ・ ASEAN-Japan 協力(SOME-METI、PROMEEC および多国間研修)
- ・ ASEAN ベストプラクティスコンペ(省エネ部門)
- ・ ASEAN+ 3 省エネルギー/再生可能エネルギーフォーラム
- ・ その他 EAS-ECTF、UNEP、ASEAN 財団、ADB、CDC との協力プログラム

このうち、APAEC プログラム 2004-2009 について詳しい説明があった。同プログラムには6プログラムエリアがあり、省エネルギーは第4プログラムエリアにて取り扱われること；省エネ機関の能力構築および民間の関与・省エネ機器市場の拡大を通じた ASEAN 域内協力強化を目標とすること；目標を達成するため、6項目の活動を行うことになっている。

(情報の共有化とネットワーク化、ASEAN エネルギー標準とラベリング、民間部門の参画、能力構築、ESCO 企業の育成、運輸部門の省エネ)。

次いで、第4プログラムエリアの主要な活動として、PROMEEC 活動についてもフェーズ1、フェーズ2、フェーズ3に至る経過と成果、および将来方向が紹介された。

2) Overview of Plans & Programme on EE&C in Indonesia (添付資料III- 1 2)

DGEEU の Ms. Indarti Suharto からインドネシアの最新の省エネルギー施策について以下の3項目に分けて説明があった；

- ・ インドネシアのエネルギー消費の動向
- ・ 最近の省エネルギー政策
- ・ 産業分野の省エネ推進施策

インドネシアのエネルギー消費の動向に関して、1970年/2006年の間、インドネシアのエネルギー消費の伸び率は7.8%であり、経済成長に伴い、急速にエネルギー消費が増加していること、しかしながら、産業分野のエネルギー原単位は、先進国あるいは近隣国に比較しかなり低い水準にあるとの報告があった。関連して、製鉄、セメント、セラミック、ガラス、繊維、タイヤ部門での省エネルギーがとくに遅れている。たとえば、

セラミック部門では、ベトナムの12.9GJ/tonに対し、インドネシアでは16.6GJ/tonという高い水準にとどまっている。したがって、省エネルギーのポテンシャルは高く、産業分野では15－30%と推定している、とのことである。

最近のインドネシアの省エネルギー政策に関して、2006年に大統領規則 No.5 が出され、2025年までにエネルギー弾性値を1以下にする目標が定められたこと、2007年に発布されたエネルギー法 No.30 の第25条では、省エネルギー推進のためのインセンティブとディスインセンティブが規定されたこと、本年度公布の大統領令 No.2 では、中央・地方政府に対し省エネルギーおよび節水を推進するため、空調・照明等で具体的な措置を取るよう要求するとともに、ナショナルチームを組織することが定められた、との報告があった。

産業分野の省エネ推進の面では、関係5省の協力による週日（月曜から金曜）の電力負荷を土曜（または月曜）にシフトすることを義務付けることが実施されているとのことと注目される（5省とはどの省か、シフトの具体的方法等は不明）。他に、外国ドナー関連として、ASEAN、JICA、UNDP、UNIDO、デンマーク、オランダとのプロジェクトが簡単に紹介された（詳細情報なし）。

3) Japan 's Energy Conservation Policy & Measures for Industrial Sector

日本省エネルギーセンターの Mr. Taichiro Kawase から、日本の省エネルギー政策と産業分野における施策について、下記の5項目の観点から説明があった；

- ・ 日本の産業分野別のエネルギー原単位推移
- ・ 日本の産業分野における法的措置と省エネルギー施策
- ・ 産業分野における民間企業・団体における自主的活動
- ・ 省エネルギーセンターの役割と活動概要
- ・ 日本のセラミクス工場の省エネ対策技術および事例

セッション2 EE&C Best Practices in Industries

4) EE&C Practices in Philippines Food Companies

エネルギー省が実施している省エネルギー診断活動、およびフィリピンにおいて実施された食品工場の省エネルギー対策がユーティリティー別に報告された（照明、冷凍機、排ガスファン、熱回収、ポンプ、ボイラー、空気圧縮機）。

さらに、パイナップル加工工場の事例が報告され、とくに冷凍機およびスチームコージェネレーションについて技術的に高度な省エネ対策が説明された。冷凍機の省エネを進める工場には大いに参考になる事例である。これらの事例は ASEAN エネルギー管理ツールの

一つ、テクニカルダイレクトリーに収載する価値があると考える。

なお、フィリピンエネルギー省(DOE)の Mr. Marlon Domingo が都合によりインドネシアに来られなくなり、急遽、ACE の Mr. Nguyen Ninh Hai が代読した。

5) Best Practices for EE&C :The Case Study Ceramics Industry in Viet Nam

ベトナム国エネルギー省(DOE)エネルギー効率推進室 (EECO) Mr. Phuong Hoang Kim から、セラミクス工場の省エネルギー事例が報告された。本例は PROMEEC プロジェクトにおいて 2000 年にエネルギー診断、2004 年にフォローアップ調査を実施した工場である。

Hai Duong Porcelain 工場概要：

- ・官民ジョイント会社、製品は陶磁器、年産 1400 万個を生産、従業員 955 名
- ・製造工程 原料粉碎、混合、調製、成形、乾燥、検査、出荷
- ・キルン 5 基 トンネル 1、デコレーション 2、シャトル 2

PROMEEC プロジェクトにおいて提案された改善対策に対する現在の実施状況は以下のとおり；

a) トンネルキルン

- ・セラミックファイバー保温追加による放熱損失の低減 — 検討したが未実施（未実施理由の説明なし）
- ・サンドシールの補修およびキルン炉内圧の調節による排ガス損失の低減 — 実施済み
- ・サンドシールのサンド量の適正化による台車下から炉内への侵入空気の低減 — 実施済み
- ・サガー/台車間の隙間確保およびサガー高さの確保による炉内温度分布の改善 — 実施済み
- ・キルン入口ドアの設置による外気侵入の防止 — 代案として FD ファンを用いたエアカーテン方式を採用
- ・バーナー 2－3 本を酸化雰囲気運転に変更 — 未実施（製品品質維持のための温度維持が必要のため変更不可能と判断）

b) ローラーハースキルン

- ・炉内圧を微正圧に保ち外気侵入を防止 — 実施済み
- ・ビスケット焼成の導入による焼成時間の短縮 — 実施済み

c) シャトルキルン

- ・高速型バーナーの導入による焼成時間の短縮 — 実施済み

6) Experience & Application of EE&C in LECES Pulp & Paper Mill

LECES 社の Mr. Subagyo からインドネシアの製紙工場の省エネルギー事例について報告があった。同工場は東ジャバに立地し、パルプから製紙までをカバーする一貫製糸工場である。主要製品はライナー紙、印刷紙、新聞用紙、ティッシュである。主要設備は5基の抄紙機のほか、バガスパルプ設備、脱墨設備、排水処理設備、原動プラントを有する。エネルギーコストは生産コストの24%を占める。

本発表では、老朽化した原動プラントの省エネルギー対策が紹介された。ボイラーでは火炉側チューブ表面の腐食の問題、蒸気タービンではタービン軸のクラック発生の問題、さらに力率が0.74という低い問題があった。これに対し、重油炊きからガス炊きへの転換、蒸気タービンの補修、力率補償設備（キャパシター）の追加の対策が取られた。同時にエコマイザー設置、蒸気タービンの抽気制御、蒸気トラップ管理、蒸気漏洩管理なども実施された。本対策の効果は、エネルギーコストの低減（2205万USD→1145万USD）、力率の改善（0.74→0.90）である。

7) Results of OJT Audit in one Indonesian Ceramic Factory

Mr. Kenjiro Hata は Lucky Indah Keramik 社で実施したエネルギー診断結果について報告した。提案の概要は添付資料Ⅲ-13（Results of OJT Audit in one Indonesian Ceramic Factory）を参照されたい。

8) Best Practices in Japanese Ceramics Industry (Electrical Energy)（添付資料Ⅲ-14）

日本省エネルギーセンターの Mr. Kokichi Takeda から、日本のセラミクス工場における省エネ事例（電力の省エネルギー）が発表された；

- ・キルン排熱回収の強化による既設電気ヒーターの運転停止
- ・トンネルキルンのファンモーターにインバーター設置
- ・用水ポンプ・ボイラー排ガスファンモーターにインバーター設置
- ・集塵機ファンモーターにインバーター設置
- ・空調設備ベンチレーションファンモーターにインバーター設置
- ・変圧器・空気圧縮機の統合
- ・照明設備の省エネルギー（高効率バラスト、局所照明、消灯管理）

提案の概要は添付資料Ⅲ-14（Best practices in Japanese Ceramic Factory Electrical

Energy)) を参照されたい。

セッション3 Energy Management Tools

9) Updates on Technical Directory

アセアンエネルギーセンター (ACE) の Mr. Junianto M から、ASEAN エネルギー管理ツールの一つである、Technical Directory (TD)の目的、作成方法・Format などの説明と TD シート実例の説明があった。

10) Updates on the In-House Database and Cyber Search system

ACE の Mr. Junianto M から、ASEAN エネルギー管理ツールのうち In-House Database (IHDB) および Cyber Search system の目的、作成方法・Format などの説明と入力シート例の説明があった。

11) In-House Database for Ceramics Factory

日本省エネルギーセンター(ECCJ)の Mr. Taichiro Kawase からセラミクス工業用インハウスデータベース (IHDB) の開発について説明があった。IHDB の特徴は、工場内部のエネルギー管理支援ツールとして、生産データ・エネルギーデータ・機器データのほかに、重要な運転パラメーター・エネルギー効率指標を含むことである。これらは工場内各レベルに対して省エネルギー運転のための参考情報を提供する。ASEAN 各国への普及を目指しているのでインドネシアのセラミクス工場でも積極的に採用するよう要請がなされた。詳細は添付資料III- 1 5 (In-House Database for Ceramic Factory) をご参照。

(4) 所感

1) 出席者が約60名と予定を超え、臨時の椅子を会場に持ち込んで対応した。質疑はそれほど活発ではなかった。他国からの発表および ECCJ 専門家の報告したセラミクス診断に関心が寄せられた程度であった。

2) DGEEU の Ms. Indarti Suharto によるインドネシアの最近の省エネルギー施策に関する発表はたいへん勉強になった。とくに、関係5省の協力による週日の電力負荷を週末にシフトする取り組みは、インドネシアの省エネルギー推進が具体的な活動の段階に入ってきたことを感じた。

参考写真





繊維フォローアップ調査

Ms. Feby & Ms. Indarti (DGEEU) 右から5人目と6人目



セミナー・畑専門家の発表

セミナー・全員写真



5. 添付資料

- III- 1. Questionnaire on Ceramic Factory Energy Management
- III- 2. Recommendations to Lucky Indah Keramik (quick report)
- III- 3. Regression analysis of energy consumption
- III- 4. Heat balance of No.4 glost kiln
- III- 5. Heat Recovery of kiln cooling gas waste heat
- III- 6. Exhaust gas recirculation in dryer of No.3 biscuit kiln
- III- 7. Effect of Temperature Profile in Dryer against Product Quality
- III- 8. Management of Operation and Maintenance in Kiln & Dryer
- III- 9. Analysis of Energy Audit Data for Fans
- III- 10. Energy saving measures in spinning and weaving processes
- III- 11. Agenda of Seminar/Seminar ? PROMEEC Major Industry Indonesia Nov.25, 2008
- III- 12. Overview of Plans & Programme on EE&C in Indonesia
- III- 13. Results of OJT Audit in one Indonesian Ceramic Factory
- III- 14. Best Practices in Japanese Ceramics Industry (Electrical Energy)
- III- 15. In-House Database for Ceramics Factory

IV. ミャンマー（繊維産業）

1. 活動概要

METI 補助金事業である国際エネルギー使用合理化基盤整備事業のうち「アセアン諸国における主要産業の省エネルギー推進事業」を実施するため、11月27日から12月2日までミャンマーに出張し、国営繊維工場のエネルギー診断、民間製薬工場の訪問指導およびアセアン各国との情報交換を目的としたセミナー・ワークショップを実施した。

エネルギー診断および訪問指導には第一工業省、第二工業省、エネルギー省、ECCJ、ACEの技術者17名が参加した。国営繊維工場では設備メンテナンスが行き届かずエネルギー消費増加の原因となっていたので、この点を重点的に指導した。セミナー・ワークショップは国営企業の技術者を中心に約40名の参加者を得て成功裏に終了することができた。

出張者 国際エンジニアリング部 武田? 吉、川瀬太一郎

活動日程 11/27-11/28am エネルギー診断 (Mayangone Textile (1)社)

11/28pm 訪問指導 (FAME pharmaceuticals 社)

12/1 セミナー・ワークショップ

2. エネルギー診断 (Mayangone Textile (1) 社)

(1) 参加者 17名

Ministry of Industry (2) : 7名 (Mr. San Lynn(focal point)、技術者6名)

Ministry of Industry (1) : 5名 (Ms. Ni Ni(factory manager)、技術者4名)

Ministry of Energy : 2名 (Mr. Soe Naing(Than Lyin oil refinery)、技術者1名)

ACE 1名 (Ms. Maureen Balamiento)

ECCJ 2名 (Mr. Takeda, Mr. Kawase)

注 第一工業省 Ministry of Industry (1)

第二工業省 Ministry of Industry (2)

(2) 工場概要

最初に、工場長 Ms.Ni Ni から添付資料IV- 1 (Summary of Mayangone Textile Factory (1))に基づき工場概要の説明を受けた。

工場 国営繊維会社 MTI (Myanmar Textile Industries) の24工場の一つでヤンゴン北10kmのマヤンゴン地区の住宅地の真中に立地する、MTI は第一工業省の管轄下にある。1979年トヨタ織機導入、以降大きな設備更新なし。

生産物 スーツ用生地、シャツ用生地、ロンジー用生地

生産量 生産物に対応して 356,400m²、631,629m²、24,685m²（2006年）

販売先 国内100%

生産工程 撚糸→コーン巻き→織り→経糸→サイズ→カレンダー

エネルギー消費 重油 98,064 L/年（単価 2643 チャット）、電力 243,700 kWh/年（単価 25 チャット）（参考：2008.12 現在 0.09JPY/チャット）

従業員 207名

(3) 診断概要

1) 診断チームの構成

診断チームには第一工業省、第二工業省、エネルギー省の技術者12名が参加した。参加者の所属は主として繊維、食品、ビール、砂糖、紙・パルプ、工具&電気、トラック&ディーゼル、タイヤ&ゴムの国営企業である。

2) 現場点検と測定

診断はウォークスルー方式で ECCJ 専門家が主体に行った。ベンチレーション設備の性能検討のため、冷水設備回りの外気温度/湿度、冷水/冷却水温度、ポンプ/ファンの電力を測定した。温度/湿度は ECCJ から持参した温度計、ポンプ/ファン電力はミャンマー側の用意した電力モニターにて測定した。ウォークスルーの知見は翌日、工場幹部に報告した。

3) データ解析と報告

以下に診断チームから提案した省エネ対策を列挙する。本提案は診断第二日目に工場幹部に速報として報告した。本速報はセミナー・ワークショップにおいて工場長の Ms. Ni Ni から発表された。

a) 設備の省エネルギー対策に関するコメント

- ・ 受電設備

負荷率が14%と低い（変圧器更新時に変圧器定格を縮小すること）

- ・ ボイラー

燃料油の温度管理がなされていない（管理温度を設定すること、重油粘度と最適温度の関係データを提供した）。

燃料油がリークしている（メンテナンスすること）。

排ガスダクトが腐食し大穴が開き、煙突が働いていない（メンテナンスすること）。

- ・ 地下水ポンプ

ヘッドタンクから水が雨のように漏れている（メンテナンスすること）。

- 蒸気配管
保温の脱落、未保温箇所が多数観察された（メンテナンスすること）。
- 冷却塔
充填物下部の状況を観察したところ、落下水の偏流が顕著であった。冷却塔入口
 • 出口の水温、外気の湿球温度を測定したところ、冷却効率が低下している可能性が推定された。（スプレーノズルの清掃、または充填物の交換をすること）。
- モーター電力の測定結果から冷水ポンプおよび IDF ファンのサイズが過大である可能性が推定された（小型のポンプ/ファンに取り替えるか、インペラカットを薦める）。
- ベンチレーション設備
冷風供給ファンのフィルター完全閉塞、湿度センサーの故障、織り室天井の大穴など多くの不具合が観察された。これらからベンチレーション設備は機能をまったく発揮していないと判断される。逆の解釈をすれば、ベンチレーション設備を止めても、運転に支障がないと言える（乾季あるいは夜間は設備を止められる可能性があるのでテスト運転を行うことを薦めた）。
- サイジング
蒸気配管の保温損傷、保温脱落、蒸気漏洩が見られた（メンテナンスすること）。
サイジングタンクの温度管理がなされていない（管理温度を設定すること）。
コンデンセートが回収されていないこと（サイジングタンクの補給水に使用すること）。
- カレンダー
蒸気配管の保温損傷、保温脱落、蒸気漏洩が見られた（メンテナンスすること）。
- 照明
紡糸室、織り室で局所照明が徹底されていた（他工場への水平展開を期待する）。
蛍光灯の反射板が汚れている（メンテナンスすること）。

b) エネルギー管理に関するコメント

- エネルギー管理体制を確立すること
省エネルギー推進委員会を組織すること、なお工場幹部の強いサポートが必要。
各設備にエネルギー責任者を任命すること。
従業員教育、とくにワーカーの教育を薦めること。担当官庁の助言を仰ぐこと。
- 設備のメンテナンス
メンテナンスがまったく実施されていない、とくにボイラー、保温、蒸気漏洩、冷却塔、ベンチレーション設備、照明に充填をおくこと。
- 計測と記録
エネルギー消費に関係する重要な変数のモニタリングと記録を行うこと、その際、インハウスデータベースを活用すること。

(4) 所感

1) フォーカルポイントの Mr.San Lynn ほか第二工業省関係者の事前準備は良好であった。ローカルチームには産業分野の関係省庁の技術者が多数参加した。計測機器も電力モニターだけではあるが準備してくれた。工場側の受入れ体制も万全であった。たとえば、工場概要および省エネ活動状況はパワーポイント資料として準備されていた。その結果、ヒアリング等の時間を節約でき、多くの時間を設備点検に使うことができた。

2) 工場の省エネルギー状況は、残念ながらほとんど進んでいない状況であった。とくにエネルギー管理の概念がまだ浸透していないこと、メンテナンスがまったく行われていないことが実態である。今回のウォークスルーで、多数のノーコストまたはローコストの省エネルギー対策が指摘された。今後、早急に実施していただきたい。

3) 今回の OJT 診断には、他産業分野の技術者が多数参加したが、エネルギー管理の意義、メンテナンスの重要性、ノーコストまたはローコストの省エネルギー対策について、実例を見ながら、学んでくれたものとする。

3. 訪問指導 (FAME Pharmaceuticals 社)

(1) 経緯

当初予定にはなかったが、ミャンマー側からの要請で、急遽、民間の製薬企業 FAME pharmaceuticals 社を訪問することになった。以下のとおりの小規模企業である；

製品：生薬（輸出 30%）

製造工程：原料乾燥（天日）、抽出（アルコール）、乾燥（電熱蒸発）

エネルギー消費：電力 218,400 kWh/年

従業員：250名

(2) 日時、参加者

11月28日午後

17名（Mayangone Textile Factory (1) OJT 診断参加者の全員

(3) 省エネルギー活動

同社は 2008 年の ASEAN アワードの応募企業である。省エネルギーには熱心で以下の活動を実施している；

- ・ 太陽熱乾燥室（抽出溶剤の蒸発）

- ・ 太陽熱乾燥室（原料薬草の天日乾燥）
- ・ クリーン排水の再利用（芝生散水）
- ・ 昼光利用（照明エネルギー節減）
- ・ 照明管理の徹底（ルックスメーター活用）
- ・ 力率補償装置
- ・ 生薬製造室の空調管理（温度・湿度調節）

(4) ウォークスルー結果

- ・ 同社の主要エネルギー消費設備は、アルコール溶剤の蒸発と空調エネルギーである。そこで、主要設備のみ点検した。
- ・ 溶剤の蒸発は天日と電熱オブンの２ステージ乾燥で行う。電熱オブンはパッケージ型で、放熱部分は十分に保温されており、これ以上の省エネ対策は考えにくい。
- ・ 空調は生薬製造室と保管倉庫に施されている。全部で８６基のパッケージエアコンが設置されている。それぞれ台数制御により室内条件が手動制御されている。
- ・ 空調空間の熱侵入の観点から、外壁保温、室内熱発生源、窓熱侵入を調べた。
- ・ 外壁保温状況を調べたが十分な保温厚みがあるようだった（ただし、表面温度、厚みを測定していない）。
- ・ 室内熱発生源に関しても、モーター等の発熱減は少なかった。照明も照度管理が徹底しており、適切に間引き照明になっていた。
- ・ 窓ガラスは普通ガラスであった。大きな熱侵入源と考えられるので二重ガラスあるいは遮熱ガラスに取り替えることをリコメンドした。
- ・ オフィスの室温は２７℃で管理されていた、良好である。

(5)所感

- ・ ASEAN アワードに応募するだけあって、省エネルギー対策はほぼ終了していると考えられる。
- ・ あまりに小規模の工場であり、省エネルギー効果は小さいが、その手法は大いに役立つ。ミャンマー他企業あるいはビル建築物、とくに空調設備の省エネルギーのモデルとしてその普及を期待する。

4. セミナー・ワークショップ

(1) 日時場所

２００８年１２月１日 ０８：３０－１７：００

Chatrium Hotel, Yangon, Myanmar

(2) 参加者 : 約40名

Ministry of Industry (2) 計10名

Mr. Kyaw Swa Khine, Deputy Minister

Mr. San Lynn, Director, Myanmar Industrial Construction Services,
(current focal point)

管轄国营工場技術者(工具&電気、トラック&ディーゼル、タイヤ&ゴム)

Ministry of Industry (1) 計13名

Ms. Ni Ni, Factory Manager, Mayangone Textile Factory (1)

Ms. San San, Factory Manager, Than Lyin Textile Factory

管轄国营工場技術者(繊維、食品、ビール、砂糖、紙・パルプ)

Ministry of Energy 計6名

Mr. Maung Maung Ohn Thaw, Assistant Director, Energy Planning Department

Mr. Soe Naing, Maintenance Engineer, Thanlyin Oil Refinery

その他技術スタッフ

Ministry of Electric Power (2) 計1名

Ms. San San Win, Deputy Director

Ministry of Forestry 計1名

Mr. Ne Win, Office of National Environment Commission

Ministry of Science & Technology 計2名

Dr. Thet Htoo Han, Deputy Professor, University of Technology (Kyaukse)

Dr. Min Zaw Aung, Acting Principal, University of Technology (Pakokku)

Myanmar Engineering Society 計1名

Mr. Ohn Myint, Director, Central Executive Committee, (former focal point)

Myanmar Economic Corporation 計1名

Mr. Yin Maung Nyunt, Deputy General Manager

Myanmar Engineering Society 計3名

Mr. Aung Myint, Joint General Secretary

ASEAN (speaker) 計3名

Mr. Zul Azri Bin Hamidon, Expert, PTM, Malaysia

Mr. Marlon Romulo Domingo, Senior Specialist, DOE, The Philippines

Mr. Le Duc Huy, Executive Director, ECC-HCMC, Vietnam

ASEAN Center for Energy (ACE) 計1名

Ms. Maureen Cruz Balamiento, IT specialist
The Energy Conservation Center, Japan (ECCJ) 計2名
Mr. Taichiro Kawase, General Manager, International Engineering department
Mr. Kokichi Takeda, Technical Expert, International Engineering department

(3) 発表概要

添付資料IV-2 (Agenda of Intensive Seminar ? PROMEEC Major Industry Myanmar Dec 1, 2008)のプログラムに従い、第二工業省メンバーの司会により進行した。以下に、発表の概要を示した。

セッション1 Policy and Initiatives on EE&C in Major Industries

1) Overview of ASEAN Energy Efficiency (EE&C) Activities (添付資料IV-3)

Ms. Maureen Balamiento から ACE の活動概要について以下の項目に分けて説明された。

- APAEC プログラム 2004-2009
- ASEAN-Japan 協力(SOME-METI、PROMEEC および多国間研修)
- ASEAN ベストプラクティスコンペ(省エネ部門)
- ASEAN+3 省エネルギー/再生可能エネルギーフォーラム
- その他 EAS-ECTF、UNEP、ASEAN 財団、ADB、CDC との協力プログラム

このうち、APAEC プログラム 2004-2009 について詳しい説明があった。同プログラムには6プログラムエリアがあり、省エネルギーは第4プログラムエリアにて取り扱われること；省エネ機関の能力構築および民間の関与・省エネ機器市場の拡大を通じた ASEAN 域内協力強化を目標とすること；目標を達成するため、6項目の活動を行うことになっている。

(情報の共有化とネットワーク化、ASEAN エネルギー標準とラベリング、民間部門の参画、能力構築、ESCO 企業の育成、運輸部門の省エネ)。

次いで、第4プログラムエリアの主要な活動として、PROMEEC 活動についてもフェーズ1、フェーズ2、フェーズ3に至る経過と成果、および将来方向が紹介された。

2) Overview of Plans & Programme on EE&C in Myanmar (添付資料IV-4)

エネルギー省の Ms. Soe Soe Nyein からミャンマーの最新の省エネルギー施策について以下の3項目に分けて説明があった；

- エネルギー政策の重点

- ・ エネルギーセクターの担当機関
- ・ 省エネルギー対策

ミャンマーのエネルギー政策の重点はエネルギー自給、新・再生エネルギーの活用、省エネルギーの推進、家庭用代替燃料使用の推進に置かれる。

エネルギーセクター別の担当機関は以下のとおり；

- ・ 石油・ガス — エネルギー省（エネルギーセクターのフォーカルポイント）
- ・ 電力（水力） — 第一電力省
- ・ 電力（火力、送電） — 第二電力省
- ・ 石炭 — 鉱山省
- ・ バイオマス — 森林省、農業灌漑省
- ・ 再生エネルギー — 科学技術省
- ・ 原子力 — 科学技術省

過去の省エネルギー活動

- ・ UNDP/ADB プロジェクト（1991、エネルギー診断等）
- ・ UNESCAP セミナー（3回、省エネルギー）
- ・ PROMEEC プロジェクト（数回、研修、診断、セミナー）

3) Japan 's Energy Conservation Policy & Measures for Industrial Sector (添付資料IV-5)

日本省エネルギーセンターの Mr. Taichiro Kawase から、日本の省エネルギー政策と産業分野における施策について、下記の5項目の観点から説明があった；

- ・ 日本の産業分野別のエネルギー原単位推移
- ・ 日本の産業分野における法的措置と省エネルギー施策
- ・ 産業分野における民間企業・団体における自主的活動
- ・ 省エネルギーセンターの役割と活動概要

セッション2 EE&C Best Practices in Industries

(4) EE&C in Textile and Glass Industries in Malaysia

JG containers 社は1972年操業、食品・医薬等ガラス容器を日産150トン製造。エネルギーの85%はガラス溶解用の燃料が占める。同社の燃料原単位は8.0GJ/トンで欧米の水準5.0GJ/トンに比較し高い状態であった。過去3度の診断が実施され、その結果に

に基づき、以下の対策が実施され、燃料原単位が5.7 GJ/トンに低下した。

- ・ 溶解炉の改造（炉制御システム追加）
- ・ アニール炉の改造
- ・ アニール炉の燃料転換
- ・ カレット洗浄水の再利用（フィルター設置）

(5) EE&C in Pulp & Paper and Cement Industries in Philippines

エネルギー省が実施している省エネルギー診断活動、およびフィリピンにおいて実施されたセメント工場および紙パルプ工場の省エネルギー対策が報告された。

フィリピンには17のセメント工場があり、年産10万トンの小規模工場から年産200万トンの大規模工場がある。製造プロセスの多くは乾式であるが、一部にセミドライプロセスも残存している。これまで採られてきた主な省エネ対策は；

- ・ セミドライキルンのドライキルン改造
- ・ プレカルサイナー増設による能力増強
- ・ クリンカークーラー改造による能力増強
- ・ クリンカークーラーに高効率ファンの導入
- ・ 5段NSPキルンの設置
- ・ 縦型ローラーミルの導入
- ・ 各種ファンのダンパー制御から可変速制御への転換
- ・ 籾殻燃料の使用（Rice Husk）

今後の省エネルギー対策として、クリンカークーラー排ガスあるいはサスペンションプレヒーター排ガスの排熱回収発電が検討されている。

紙パルプ工場については、循環式流動床ボイラーの導入により安価な石炭、バイオマスの使用されるようになった。

(6) Best Practices in Textile and Food Industries in Viet Nam

バンコク空港閉鎖に伴うフライトキャンセルのため、発表者のミャンマー入国が中止になり、本発表はキャンセルされた。発表資料の概要は以下の通り；

- ・ ホーチミン市省エネルギーセンターの活動紹介（省エネルギー診断、研修、広報など）
- ・ 2002年から2007年の間、288社の工場診断を実施（紙パルプ、機械、繊維、食品加工など）
- ・ ベトナムの繊維産業は、生産高の28%、付加価値の15%を担っている。また、省エ

ネポテンシャルは30%と推定されている。診断例として、昨年の PROMEEC 活動の成果が報告された。

- ・ ベトナムの食品産業は、生産高の15%、付加価値の17%を担っている。また、省エネポテンシャルは20%と推定されている。診断例としてビール工場の事例が報告された。

(7) Results of OJT Audit in Mayangone Textile Factory (1) (添付資料IV-6)

ローカルチームリーダー兼工場長の Ms. Ni Ni から Mayangone Textile Factory (1)社で実施したエネルギー診断結果について報告した。詳細は本報告書第I章を参照されたい。提案された対策は、老朽化した設備のメンテナンスおよびエネルギー管理体制に関する提案が主体であり、本セミナーに参加した他の国営工場の技術者に大いに参考になったものとする。

(8) Best Practices in Japanese Ceramics Industry (Electrical Energy) (添付資料IV-7)

日本省エネルギーセンターの Mr. Kokichi Takeda から、日本の繊維工場における省エネ事例（電力の省エネルギー）が発表された；

- ・ アセテート工場溶剤ガスブロワーの容量低減と高効率ブロワーの導入
- ・ インバーター機の導入による空気圧縮機のアンロード損失の低減
- ・ ベンチレーション設備の省エネルギー（外気利用、ファンのインバーター制御、加湿システム）

セッション3 Energy Management Tools

(9) Updates on Technical Directory, In-house Database, Cyber Search System

アセアンエネルギーセンター（ACE）の Mr. Junianto M から、ASEAN エネルギー管理ツール3種、つまり Technical Directory, In-house Database, Cyber Search System について、目的、作成方法・Format などの説明と記入例の説明があった。

(10) Trial Use of In-House Database for Textile Factory, and TPM for Equipment Maintenance (添付資料IV-8)

日本省エネルギーセンター(ECCJ)の Mr. Taichiro Kawase から繊維工業用インハウスデ

ータベース（IHDB）および小集団活動による設備メンテナンスの事例について説明があった。

IHDB の特徴は、工場内部のエネルギー管理支援ツールとして、生産データ・エネルギーデータ・機器データのほかに、重要な運転パラメーター・エネルギー効率指標を含むことである。これらは工場内各レベルに対して省エネルギー運転のための参考情報を提供する。ASEAN 各国への普及を目指しているのでミャンマーの繊維工場でも積極的に採用するよう要請がなされた。

また、繊維工場におけるメンテナンス活動について、ポンプの日常点検、シリンダー乾燥機の重点管理箇所を例にして、説明した。

(4) 所感

1) 第二工業省副大臣、新旧のフォーカルポイント、エネルギー省、科学技術省（大学教授）、第二電力省、ミャンマー工学協会の技術者、第一工業省および第二工業省管轄の国営工場の技術者など多くの組織からの参加があった。民間からの参加は皆無であった。

2) 多岐にわたる多くの質問がだされたが、全体として初歩的な質問であった。たとえば、セメントのクリンカー粉砕の省エネルギー対策、製紙各プロセスの運転コスト、トラック工場プレスマシンの省エネ対策、日本は京都プロトコルの約束を守れるのかなどである。

3) 休憩時間に国営工場の技術者と意見交換し、ミャンマーの技術水準を伺うことができた。そのうちの3名は日本の大学での留学経験があった。総じて控えめで親日的な態度であった。

4) エネルギー省の発表によると、省エネルギー分野では、過去に UNDP/ADP、UNESCAP のプロジェクトがあったが、現在の外国ドナーによる支援は日本の PROMEEC 以外にないとのこと。

Mayangone Textile Factory (2) OJT 診断



Ms.Ni Ni (工場長) 左から6人目

Mr. San Lynn (focal point) 左から5人目

冷却塔診断



FAME 製薬会社訪問調査



Mr. San Lynn (focal point) 中列左か2人目

ミャンマー政府関係者



Mr. Ohn Myint (旧 FP)

Mr. San Lynn (新 FP)

Mr. Kyaw Swa Khine (第二工業省副大臣)

セミナー・全員写真



Mr. Kyaw Swa Khine (第二工業省副大臣)

5. 添付資料

- IV-1. Summary of Mayangone Textile Factory (1)
- IV-2. Agenda of Intensive Seminar ? PROMEEC Major Industry Myanmar Dec 1, 2008
- IV-3. Overview of ASEAN Energy Efficiency (EE&C) Activities
- IV-4. Overview of Plans & Programme on EE&C in Myanmar
- IV-5. Japan ' s Energy Conservation Policy & Measures for Industrial Sector
- IV-6. Results of OJT Audit in Mayangone Textile Factory (1)
- IV-7. Best Practices in Japanese Textile Industry (Electrical Energy)
- IV-8. Trial Use of In-House Database for Textile Factory, and TPM for Equipment Maintenance

V. 総括ワークショップ

1. ワークショップ概要

本ワークショップにはアセアン10カ国からの Focal Point、ACE の関係者、ECCJ 関係者、及び開催国フィリピンの関係者を合わせて22名が参加した。

2008年度は、技術移転された改善策の確実な実施と普及に重点を置く Phase ? 2 から、アセアン各国による自立的発展的な活動に取り組む更なるレベル (Phase ? 3) に向けた活動に移行する年であり、この観点から今年度の事業の活動内容と成果を評価し、これらの評価結果をアセアン各国で共有して、来年度以降の活動方針を含む Phase ? 3 へ向けての基本方針を立案・協議し合意することができた。

この結果に従い、2009年度にアセアン各国で実施したいプロジェクトとその具体的な活動内容を策定し、その提案書を昨年同様各 Focal Point から ACE に5月第1週までに提出し、これらを ECCJ-ACE で検討して実施計画案を作成して、本年7月上旬に開催予定のインセプションワークショップで実施計画を最終化することで合意した。

(1) サマリーワークショップ・ポストワークショップ 開催時期

2009年2月26日(木)～27日(金)

(2) サマリーワークショップ・ポストワークショップ 開催場所

Richmonde Hotel

21 San Miguel Avenue, Ortigas Center, Pasig City, Philippines

(3) サマリーワークショップ・ポストワークショップ 参加者

アセアン10ヶ国から14名、ACE 5名、ECCJ 3名を加え総勢22名が出席した。参加者名を下記に示す。

アセアン関係者：14名

Ms. Loreta G. Ayson, Undersecretary, Department of Energy, Philippines

Mr. Prasert Sinsukuprasert, Director, DEDE, MOE Thailand (Chairman)

Mr. Ahmad bin Haji Mohamad, Special Duty Officer, Energy Division, Prime Minister's Office,
Brunei Darussalam

Mr. Lien Vuthy, Head of Energy Efficiency and Standard Office, MINE, Cambodia

Ms. Devi Laksmi, EC Division, Ministry of Energy and Mineral Resources (MEMR), Indonesia

Mr. Bouathep Malaykham, Director of Electric Power Management Division, Ministry of Energy

and Mines

Ms. Norhasliza Mohd Mokhtar, Program Manager, PTM, Malaysia

Mr. Thaung Nyunt, General Manager, No1. Machine & Machine Tool Factory, MOI (2),
Myanmar

Mr. Jesus C. Anunciacion, Chief Science Research Specialist, EE&C Division, DOE, Philippines

Mr. Malon Domingo, EE&C Division, Department of Energy, Philippines

Mr. Abdul Rashid B. Ibrahim, Deputy Director, Energy Market Authority, Singapore

Mr. Nguyen Van Long, Officer, Science and Technology dept., MOIT, Vietnam

2 officials, Department of Energy, Philippines Government

Ace : 5名

Mr. Manh Hung, Executive Director, ACE

Mr. Christopher Zamora, Manager, ACE

Mr. Ivan Ismed, Project Officer, ACE

Ms. Maureen C. Balamiento, Database and IT Specialist, ACE

Mr. Junianto M., IT Staff, ACE

ECCJ : 3名 (縫部本部長、吉田部長、牛尾部長)

2. 2008年度の活動報告と2009年度の活動方針

2008年度の活動実施国から以下の報告があった。詳細については、前述の各国活動詳細を参照されたい。次いで、2009年度 of 取組み方針について、ECCJ から説明があり、参加者全員により確認・合意された。

(1) 今年度活動実施国

タイ (食品)

インドネシア (窯業)

ミャンマー (繊維)

(2) 今年度の活動成果と評価

1) 3 カ国でローカルチームを組織しよく準備をした上でエネルギー診断・フォローアップ調査等の活動に積極的に取組み改善が見られた。また、参加者にはプロセスの基本的な理解を深めてもらう努力をした。

2) セミナー・ワークショップは多くの参加者を集め成果の普及に重点を置いた方法とプログラムに従い実施。開催国以外からも成功事例を発表し活発な討議が行われた。

3) テクニカルディレクトリー (TD) 編集で35の技術項目を追加し145の技術を ACE ホームページに掲載。インハウスデータベース (IHDB) は鉄鋼と窯業分野に関し ACE が策定中。

先に完成したセメント・食品・繊維の IHDB も含め各国の OJT で試用中。

4) 改善の要点

- 国によりまだ日本人専門家が主体的に診断作業を行った点はその改善が求められる。
- 診断 OJT にてトレーニングを各国で1日初日に実施してはどうか。
- セミナー・ワークショップには診断を実施した同じ業種からより多くの参加者を募る。
- IHDB の更なる使用と使用状況のフィードバックが重要で、ACE の効率的な調整が必要。
- TD はアセアン各国の専門家にもチェックを依頼し、信頼性を高める。
- TD の成功事例は表彰事例を引用できるように考慮すべき。
- TD や IHDB への Access 方法の改善が必要である。

(3) 来年度の取り組み方針

1) 以下の条件を満足する提案を各国から求める。これらの条件を確約できる国で活動する。

- 前述した改善点を検討し反映する。
- 強化 OJT エネルギー診断・フォローアップ調査・セミナー・ワークショップの実施
- ローカルチームの確実な組織
- 持続性・普及効果を高める視点からの業種選定
- 確実な調査前準備
- 工業プロセスの基本的理解
- 診断研修の基本プログラム策定

2) OJT 及び改善活動実施継続のためのツール作成

- 主要産業プロセスハンドブックを準備
- 業種別 In-house Database 改善と策定
- Tech. Directory の改善

3) 各国活動の大枠

- 活動実施国は最大3ヶ国を予定
- 各国での基本日程はエネルギー診断が1箇所4労働日
- フォローアップ調査が1箇所2労働日
- セミナー・ワークショップが1労働日、1ヶ国当たり最大7労働日とする。

3. フェーズ3に向けての基本方針

現在、次期アセアンエネルギー協力行動計画（APAEC2010-2015）の草案が検討される中で、PROMECC プロジェクトが APAEC の中の省エネ分野人材育成に係る重要活動になっている。従って、本プロジェクトでも技術移転成果を域内や各国で確実に実施・普及して行くための支援をアセアン及び各国政府の政策面で整備していくこと、域内各国間の偏差を許容し

ながら相互の不足を補完しあうアセアン諸国間の協力が今後益々重要になってくる。

このような状況下において、本プロジェクトフェーズ3ではこれまでの成果に基づく自立的発展的な活動に取り組む更なるレベルを目指すこととし、そのために以下の基本方針を参加者で確認・共有した。

- 1) 人材育成
- 2) 人材育成に資するシステム・ツールの作成
- 3) 上記を支援するためのアセアン及び各国の政策対応

上記基本方針に従い、技術移転成果を持続・普及させるための具体的活動として、以下の4点を構築することとした。

- 1) 各国ごとに指導者グループ組織の結成
- 2) 各国ごとにエネルギー診断訓練プログラム基本計画の策定
- 3) 技術移転成果の自立的実施と実施結果のフォロー
- 4) 必要な基本ツール類の改善と作成

以上の討議結果に基づき基本計画が確認され合意された。全体的にはフェーズ3に向けて現活動の改善に努めることを最優先とし、そのために集中すべき活動を特定し、3プロジェクトの連携強化をしつつ、数値目標の設定・評価を具体化したうえで実施することが合意された。

本報告書の内容を公表する際はあらかじめ財団法人
省エネルギーセンター 国際協力本部 協力総括部の許
可を受けて下さい。

電話 03 (5543) 3018

Fax 03 (5543) 3022