

平成 21 年度成果報告書

国際エネルギー使用合理化基盤整備事業
省エネルギー人材育成事業
「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 2 2 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増大させないで使う技術、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年度にフェーズ1として、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および診断技術移転を実施した。引き続き2004～2008年度にフェーズ2として、エネルギー診断の実施とともに改善策の実施・普及を行うための省エネルギー推進基盤の構築を図った。

フェーズ2を終了するにあたり、PROMEEC 運営委員会においてプロジェクト評価が実施され、フェーズ3で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・浸透を目指すこととなった。この趣旨に従い、2009年度はアセアン各国による自主的なエネルギー診断の実施を支援するとともに改善策の実施・普及を推進することとした。

具体的な活動として、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。また、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。更に、技術要覧 (Technical Directory, TD) の作成作業と業種毎のデータベース (In-house Database, IHDB) ・ベンチマーク (Bench mark, BM) の構築作業を実施した。

本年度はミャンマーで自動車工場、ブルネイで石油精製工場、及びフィリピンで医薬品工場を対象にエネルギー診断を実施した。同時に、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 IHDB 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、一部ではあるが具体例も披露された。

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22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. ミャンマー（自動車産業）	II-1
1. 活動概要	II-
2. Myanmar Automobile Factory(1)のOJT診断	II-
3. 訪問指導	
LED Lamp Factory	
Nibban Electric & Electronics	
4. セミナー・ワークショップ概要	II-
5. 別添資料	II-
III. ブルネイ（石油精製産業）	III-1
1. 活動概要	III-
2. Brunei Shell PetroleumのOJT診断	III-
3. Butra Heidelberg Cementのフォローアップ診断	III-
4. セミナー・ワークショップ概要	III-
5. 別添資料	III-
IV. フィリピン（医薬品産業）	IV-1
1. 活動概要	IV-
2. Amherst LaboratoriesのOJT診断	IV-
3. セミナー・ワークショップ	IV-
4. 別添資料	IV-

本文で使っている短略表示（Abbreviation）は次の通りである。

General

AHU	Air Handling Unit
AVR	Automatic Voltage Regulator
BMS	building management system
CDU	Crude Distillation Unit
CFL	Compact Fluorescent Lamp
COP	Coefficient of Performance
CSR	Corporate Social Responsibility
DCS	Distributed Control System
DB/BM	Database / Benchmark
DHCR	Direct Hot Charge Rolling
DO	Dissolved Oxygen
EE&C	Energy Efficiency and Conservation
EI	Energy Efficiency Indicator
EM H/B	Energy Management Handbook
EMS	Energy Management System
ESCO	Energy Service Company
FP	Focal Point
FRL	Fluorescent Lamp
GDP	Gross Domestic Product
GMP	Good Manufacturing Practice
GTG	Gas Turbine Generator
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Point
HVAC	Heating, Ventilation & Air Conditioning
IDF	Induced Draft Fan
IHDB	In-House Database
ISO	International Organization for Standardization
JBIC	Japan Bank for International Cooperation
KPP	Key Process Parameter
LED	Light Emitting Diode
OJT	On the job training
PCB	Printed Circuit Board
PROMEEC	Promotion on Energy Efficiency and Conservation
SEC	Specific Energy Consumption

SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SH	Sensible heat
TD	Technical Directory
TOD	Total Oxygen Demand
TPM	Total Production Management
VAP	Voluntary Action Plan
VSD	Variable Speed Drive

ASEAN & UN

ACE	ASEAN Centre for Energy
ADB	Asia Development Bank
APAEC	ASEAN Plan of Action for Energy Cooperation
ASEAN	Association of South-East Asian Nations
EAS-ECTF	East Asia Summit - Energy Cooperation Task Force
SOME-METI	ASEAN Senior Officials Meeting on Energy - METI
UNEP	United Nations Environmental Program
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization
UNESCAP	United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific

Japan

AOTS	Association for Overseas Technical Scholarship
ECCJ	Energy Conservation Center, Japan
METI	Ministry of Economy, Trade and Industry

Myanmar

MAF1	Myanmar Automobile Factory (1)
------	--------------------------------

Brunei Darussalam

BHC	Butra Heidelberg Cement
BLNG	Brunei Liquefied Natural Gas
BSP	Brunei Shell Petroleum
DES	Department of Electric Service
ITB	Institut Teknologi Brunei
PMO	Prime Minister's Office
UBD	Universiti Brunei Darussalam

Philippines

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

Malaysia

PTM Pusat Tenaga Malaysia

Indonesia

EMI Energy Management Indonesia (PERSERO)

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10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機関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3の初年度として、過去9年間の活動成果を集約し、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、過去9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・普及するための省エネルギー推進基盤確立を目指すこととした。

具体的には、以下の活動をミャンマー（自動車産業）・ブルネイ（石油精製産業）・フィリピン（医薬品産業）の3カ国で実施した。

◆ エネルギー診断、フォローアップ調査および訪問指導

過去に診断していない工場ではエネルギー診断を、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、小規模工場では1日間の訪問指導を実施する。

◆ 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

10業種の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、鉄鋼産業・セラミクス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、自動車産業・石油精製産業・医薬品産業に対する 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。

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. 2009年9月28日－10月6日；

ミャンマーにおける現地業務

1. ヤンゴンの自動車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、エネルギー省の技術者、政府関係機関の技術者にて組織された。リーダーは第二工業省の技術者が務めた。診断は 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。
2. セミナー・ワークショップには52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。本プロジェクトでの初の試みとしてボイラー熱精算の演習を実施し、宿題を与え、回答に対する添削指導を行った。
 - (1) 省エネルギー政策とプログラムについてミャンマーおよび日本からの発表
 - (2) ミャンマー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) ボイラー熱精算の演習実施
 - (5) TD 作成・IHDB 策定活動について ACE および ECCJ からの発表

II. 2009年10月19日－10月27日；

ブルネイにおける現地業務

1. ブルネイでは、セリア市の石油精製工場でエネルギー診断を実施した。現地診断チームには、首相府、電力サービス部、ブルネイ工科大、ブルネイエルエヌジー、ブルネイシェル石油の技術者が参加した。リーダーは首相府の技術者が務めた。
2. 2000年にOJT診断を実施したセメント工場でフォローアップ診断を実施した。フォローアップチームには首相府、ブルネイ工科大の技術者が参加した。
3. セミナー・ワークショップには首相府、電力サービス部、ブルネイ工科大の技術者に加えて、石油精製・LNG生産・セメント企業からの参加者を含めて41名が参加した。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石油精製工場の診断結果の報告があった。また、ボイラー熱精算の演習も実施された。

III. 2009年11月29日－12月6日；

フィリピンにおける現地業務

1. マニラ市南部の医薬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、医薬品企業および診断工場の技術者により組織された。診断は OJT 方式にて行なわれ、診断技術がフィリピンの技術者に移転された。
2. セミナー・ワークショップには45名が参加した。エネルギー省、医薬品企業、エネルギー技術サービス会社、ホテル業界からの参加者を得て盛大であった。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医薬品工場の診断結果の報告があった。また、ボイラー熱精算の演習も実施された。

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。

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合意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緊密にすること。
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主要産業部門における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技術水準を高めること。
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3フェーズ初年度の活動と位置付ける。

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

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

第1フェーズでは、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および診断技術移転を実施した(2003年度に終了)。第2フェーズでは、エネルギー診断の実施とともに改善策の実施・普及を行うための省エネルギー推進基盤の構築を図った(2008年度に終了)。第3フェーズでは、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・浸透を目指す

こととなった（2009年度に開始）。

以上の経緯および趣旨に従い、2009年度はアセアン各国による自主的なエネルギー診断の実施を支援するとともに改善策の実施・普及を推進することとした。

具体的には、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。また、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。更に、技術要覧（Technical Directory, TD）の作成作業と業種毎のデータベース（In-house Database, IHDB）・ベンチマーク（Bench mark, BM）の構築作業を実施した。

エネルギー診断はミャンマーで自動車工場、ブルネイで石油精製工場、及びフィリピンで医薬品工場において実施された。エネルギー診断と同時に、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アセアン域内での情報共有を図った。

II. ミャンマー

1. 活動概要

METI 委託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、9月28日から10月6日までミャンマーに出張し、国営トラック工場の OJT 診断、国営 LED ランプ工場と民間家電製品工場の訪問指導、およびミャンマー産業関係者・ASEAN 各国関係者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。OJT 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、科学技術省、農業灌漑省、ミャンマー技術者協会、コンサルタント、ECCJ、ACE の技術者 26 名が参加した。セミナー・ワークショップは首都ネピドーにて開催され、第二工業省副大臣、ヤンゴン工科大学、マンダレイ工科大学、フィリピンおよびマレーシアからの 2 名を含めて 52 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 技術協力部 川瀬太郎、武田曠吉、浦久保秀隆

活動日程 9/28-10/1 OJT 診断 (Myanmar Automobile Factory (1) 工場、以下 MAF1 と略す)
10/2 訪問指導 (LED 社、Nibban Electronic 社)
10/5 セミナー・ワークショップ (於ネピドー)
10/6 ラップアップ会議 (ミャンマー第二工業省)

2. OJT診断 (MAF1 工場)

(1) 参加者 26 名

Ministry of Industry (2) : U San Lynn (Director, ローカルチームリーダー)、
U Thaw Da Pu (General Manager, MAF1 工場長), 他
Ministry of Industry (1) : U Wai Zin Oo (Assist Manager), 他
Ministry of Energy : Daw Saw Mu (First Engineer), 他
Ministry of Science & Energy : Dr. Aye Thant (Assist. Director), 他
Ministry of Agriculture & Irrigation : U Myint Soe (Assist Director), 他
Consultant : U Ohn Myint (Myanmar Engineering Society)
U Htun Naing Aung (Kaung Kyaw Say Co., Ltd)
U Shane Kyi (Uni-tech Co., Ltd)
ACE 2 名 (Ms. Maureen Balamiento, Mr. Bernard Ginting)
ECCJ 3 名 (Mr. Urakubo, 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 U Thaw Da Pu から工場概要の説明を受けた。

工場 第二工業省の管轄下にある国営自動車会社 MADI (Manmar Automobile & Diesel Engine Industries) は組立て 3 工場、部品工場 3 工場を有する。MAF1 は組立て 3 工場の一つでヤンゴン北 10 km のマヤンゴン地区の住宅地に立地する。MAF1 は 1962 年日野自動車の設備と技術を導入し創業開始、1970 年に日野自動車の支援は終了し、以後は独自技術で旧式のボンネットトラックを生産し現在に至っている。ボルト・ナットも内製しておりローカルコンテンツは 80% に及ぶ。

生産物 6.5 トントラック (年産約 300 台)

販売先 国内 100%

生産設備 プレス設備、板バネ設備、ボルト・ナット設備、クラッチ設備、組立て設備

エネルギー消費 重油 28,200 Gal/年, LPG 25,800 Kg/年、電力 1,025 MWh/年 (単価 25
チャット) (参考: 2008.12 現在 0.09JPY/チャット)

従業員 650 名

(3) 診断概要

1) 診断チームの構成

ローカル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、政府関係機関の技術者 27 名が参加した。参加者の所属は主としてトラック&ディーゼル、タイヤ&ゴム、繊維、食品、紙・パルプ、工具&電気の国営企業である。チームリーダーは第二工業省の Mr. San Lynn が務めた。

2) 現場点検による問題点の洗い出し

現場点検はウォークスルー方式で ECCJ 専門家と診断チームが協力して行った。工場側の要望により、熱処理炉・亜鉛メッキ設備・圧縮空気設備・受電設備を重点的に点検した。点検の結果、以下の問題点が洗い出された。言葉を換えれば、問題点は省エネルギーのチャンスを示唆するものである:

(a) 熱処理炉

全部で 9 炉ありいずれもバッチ炉である。このうち 7 炉は小型で設備稼働率が低いので、

省エネ設備の経済性を取るのが困難である。コストの掛からない対策として断熱性の改善が考えられる。現在の保温材は古い煉瓦が使われており、熱伝導率がさほど低くないのではないかと推察された。とりあえず表面温度を測定しもし高いようであれば、断熱材をセラミックファイバーに変更する経済性がありえる。

残り2炉は板ばね用の加熱炉と焼戻し炉であり、規模も大きくまた稼働率も高いので以下に示す省エネ対策の検討が必要と思われた：

- ・非生産時間中もバーナー燃焼を続けておりロスが発生している。バーナーを停止するかバーナー負荷を落とすかの対策を採るべきである。まず非生産時間の時間割合を明確にする必要がある。
- ・炉壁の保温強化 表面温度の高い部分が多い、炉壁各部の表面温度測定が必要。また、バッチ運転であり、冷却・加熱のサイクルが多いので炉体の蓄熱損失が大きい、熱容量の小さい断熱材・保温材、たとえばセラミックファイバーが省エネ対策として有効であろう。
- ・炉開口部からの輻射損失 入口・出口の開口部面積が大きく、遮熱カーテンの設置が必要。遮熱カーテンには耐熱性セラミックファイバーが有効である。
- ・炉圧が正圧気味であり、軽い熱風の吹き出しが観察された、炉圧を微負圧に保つためのダンパー調整・ファン回転数調整・煙突ドラフト強化の検討が必要。回転数も調節のためにはマニュアル調整型の安価インバーターの設置、またはモーターの極数増加が適当である。
- ・排ガス温度と酸素濃度を測定し、もし排ガス温度が高いようであれば空気予熱器の設置を検討すべきである。また、酸素濃度が高いようであればバーナー調整が必要である。
- ・空気ファン・排ガスファンの出口ダンパー開度が絞られている場合、ダンパーロスを低減すべくファン回転数調整を検討すべきである。

(b) 亜鉛メッキ設備

小型のメッキ槽と整流器から構成されている。省エネ余地としては、メッキ槽の電極表面の清掃を徹底し、汚れによる電気抵抗増加を最小限に抑えることがあげられる。しかし、設備が小さいので、経済性は取りにくいと考えられる。

(c) 圧縮空気設備

5機（レシプロ4、スクリー1）のうち、レシプロ3機、スクリー1機を点検した。5機は工場ごとに設置されており、お互いを結ぶ連絡配管はない。圧縮機容量が中小型であるので連絡配管を設置する経済性はないものと考えられる。

部品工場用レシプロ機2機のうち1機にベルトの緩みが観察された。他の1機について電流測定を行い、運転時間のうち約30%の時間はアンロード状態にあることを確認した。

組立て工場用のスクリー機1機においてアンローディング時間を短縮できないかを判断するため数時間の電流値測定を行った。使用側の状況を点検したところ多数の漏れを発

見した。末端バルブの閉め忘れなど管理面での問題があるようである。従業員教育の意識向上が必要である。なお、空気漏れ量を定量的に把握するため、終業後に圧縮機を停止し、レシーバータンクの圧力降下状況を追跡した（プレッシャードロップテスト）。その結果、相当量（暫定試算では50%）の漏れがあることが推定された。他工場の圧縮機にも同様な問題があるものと思われる。

(d) 受電設備

受電変電所4箇所を点検した。いずれも6600Vから400Vに降圧している。負荷率等を検討中である。力率は測定できなかった。なお、力率補償用のキャパシターはいずれの変電所にも設置されていない。

(e) 油圧設備

工場内各所で駆動用として油圧設備、空気圧設備が使用されている。プレス機械ではプレス時間以外は待機時間であるが、この間も油圧ポンプが稼動しエネルギーの無駄を生じている。そこで、プレス工場にある油圧プレス、空気圧プレスを点検した。油圧プレスでは、大半の時間が待機状態であることが確認された。たとえば、電磁弁設置などの対策検討が必要である。

(f) 照明設備

オフィスエリアのランプ間引きの実施、最新式の高効率蛍光灯の採用、昼食時間帯の消灯など、省エネルギー活動をかなりやっていた。また、工場建屋は昼光を取り入れる設計になっていた。残るものとして、蛍光灯への反射板取り付け、品質検査部門の局所照明(Task-ambient Lighting)程度である。

3) 計測

計測機器として、工場からクランプ式パワーメータおよび放射温度計が提供された。同じ種類の計器がACEからも提供された。また、ECCJから接触式温度計が提供された。いずれも有効に活用され、多くのデータを得ることが出来た。

パワーメータはファン2機のモーター負荷測定、および空気圧縮機モーターの負荷率測定に使用された。温度計は加熱炉の炉壁温度の測定に活用された。パワーメータの操作は安全を考慮し、工場技術者により行われた。

今後の測定に必要な計器として、燃焼ガス分析用の酸素メータ、ファン空気量測定用の熱線風速計またはベーン風速計が強く求められる。何故なら、省エネ対策として頻用される燃焼管理およびインバーター制御の評価に不可欠の計器であるからである。

4) データ解析（簡易）と報告

前項において、工場診断の結果、明らかにされた問題点が示された。そして、これらの問題点を解決する対策を検討するためのデータ収集が行われた。OJT 診断において得られた暫定結果を別添資料Ⅱ-1 Recommendations to Myanmar Automobile Factory (1)に列挙した。これらを診断最終日に工場幹部および診断チームに速報として報告した。本速報はネピドーで行われたセミナー・ワークショップにおいて発表された。

本速報に関して、活発な質疑が行われた。以下に主なものを列挙する：

- ・省エネ対策に必要なコスト情報
- ・コンプレッサーをブロワーに変換することの得失
- ・マイクロガスタービンの作動原理
- ・省エネ対策の効果の検証
- ・バッチ加熱炉扉の効果（省エネおよび安全の観点から）
- ・曲げ加工の作業改善
- ・クエンチング水槽に吸引フード設置
- ・老朽設備の更新に関する経済性
- ・浸炭炉を現在の電気炉からガス燃焼炉に転換することの経済性

5) データ解析（詳細）

ミャンマーにて収集したデータに対し、日本に持ち帰り詳細な解析を行った。

5-1) 熱分野の省エネルギー対策検討（別添資料Ⅱ-3 参照）

当工場には8基の加熱炉が設置されている。OJT 診断は燃焼負荷の大きいLS 5 及びLS 7 に対して実施した。以下に、各炉の運転状況、ヒートバランス検討結果および省エネ対策を説明する。

(a) LS 5 加熱炉

① 運転状況

この炉は、スプリングの焼入れを目的とする。炉の形式は連続炉であるが、炉が小さいため、炉内は予熱ゾーン、冷却ゾーン等のゾーン分けは行われていない。Work は、炉床上に設置されたコンベアーに乗って、炉内に送り込まれる。コンベアーへの供給は手動である。コンベアーの開口部は、幅 1,900mm 高さ 40mm の細長い隙間となっている。開口部には仕切り型のシャッターが設置され外気と遮断するようになっているが、炉の稼働中（work の供給中）は少々work を供給しない時間も、シャッターを閉めない。これは、シャッターの操作が人力で、操作が面倒なためと思われる。炉より出た Work は、多少

の熱間加工の後、直ちに焼入れ油槽に入れられ、急冷される。

② ヒートバランス試算

<u>(Heat Input)</u>		<u>(Heat Output)</u>	
バーナ燃焼量(MJ/hr)	3,903	スタックロス量(MJ/hr)	2,953.6
		放炎ガスロス量(MJ/hr)	615.0(15.8%)
		輻射ロス量(MJ/hr)	48.6
		壁面ロス量(MJ/hr)	93.2
		Work の持出熱量(MJ/hr)	192.6 (4.93%)
(合計) (MJ/hr)	3,903	(合計) (MJ/hr)	3,903

③ 診断結果

・この炉の最大の問題点は、炉の周囲の計器が殆ど壊れている点にある、もっとも重要な炉内温度計、炉内の圧力を示す Draft 計ともに壊れており、作動していない。もともとは、炉内の温度を計測して、バーナへの燃料供給量を制御するシステムとなっているが、温度計測による自動制御が壊れているため、燃料の制御は手動によっている。実際には、工場の熟練工（2人いるようである）が、炉内の Work の色を目視で確認し、燃料を手動制御している。その二人は相当の熟練工のようで、実際の生産にはその方法で何も問題は無いとのことである。（写真1参照）

至急、炉内温度計を修理し、さらに Draft 計を修理するように進言した。

・連続式の熱処理炉であるために、ワークの入り口出口には開口部が存在する。この開口部にはスライド式のシャッターが設置されているが、炉の稼働中はワークの出入りが多く、また、シャッターが手動であることから開けっ放しで運転されている。この部分からの熱ロス、上記ヒートバランス中に示すように計算上 15.8%と極めて大きい。シャッターの改良、メタルカーテンの取り付け等、早急な対策を必要とする。

・実質的な熱効率を示すワークの吸収する熱量が、4.93%と極めて小さいのはこれも省エネ上大きな問題である。ボイラとは異なり、規模の小さい焼鈍炉のため、熱効率は上げにくい、それにしてもこの値が 20%を上回るようにする必要がある。放炎ロスの低減、外気の吸い込み量の低減等、早急な対策が必要である。当日、O₂ 計測計が無いために計測できなかったが、この熱バランスから考えて、燃焼ガス中には相当多量（13%程度）の O₂ を含有するものと思われる

5-2) 電気分野の省エネルギー対策検討 (別添資料Ⅱ-4 参照)

(a) エア・コンプレッサー

当該工場はエア・コンプレッサーが各ショップ向けに分散配置されている。今回は、特定の機器に的を絞ってエア・コンプレッサーのアンロード率の調査、エア漏れの現場測定を行った。

① プレス・組立ショップ用エア・コンプレッサー(AC1)

エア漏れテストの結果エア漏れ率が約 50%と高かったので先ずはこの改善が必要である。

- ・エア漏れ個所の補修と定期点検(エア漏れチェックとその結果のフォロー)の強化
- ・圧縮エアの使用側での閉め忘れなどへの管理強化(従業員教育と管理体制の整備)

(エア漏れ改善による省電力量の概算)

エア漏れ量は、50%から 10%程度に改善出来たと仮定する。(エア使用量 40%減)

この結果、オンロード率は 55%(91%×0.6)、アンロード率 45%となる。

$$\Delta \text{kW} = (54\text{kW} \times 0.91 + 25\text{kW} \times 0.09) - (54\text{kW} \times 0.55 + 25\text{kW} \times 0.45) = 51.4 - 41.0 = 10.4 \text{ [kW]}$$

$$\text{省電力比率} = 10.4 / 51.4 \times 100 = 20.2 \text{ [%]}$$

エア漏れ改善後はアンロード時間比率が上がりアンロードロス削減対策が必要となる。

- ・エア・コンプレッサーの小容量化など。

(エア・コンプレッサーの小容量化による省電力量の概算)：容量の余裕代は 10%と仮置き。

小容量エア・コンプレッサーのオンロード入力 36[kW](54kW×0.6×1.1)、比率 83%(55×54/36)、アンロード入力 17[kW](25kW×36/54)、時間比率 17[%]と仮定する。

$$\Delta \text{kW} = (54\text{kW} \times 0.55 + 25\text{kW} \times 0.45) - (36\text{kW} \times 0.83 + 17\text{kW} \times 0.17) = 41.0 - 32.8 = 8.2 \text{ [kW]}$$

$$\text{省電力比率} = 8.2 / 41.0 \times 100 = 20 \text{ [%]}$$

コンプレッサー容量はメーカーの標準仕様から選定するので実際の値は若干変わってくる。

② 工作機械・スプリング・ショップ用エア・コンプレッサー(AC2,AC3)

測定データでは、アンロード率 29%であるが、AC1 と同様なエア漏れテストの実施結果にもよるが、エア漏れ改善後には更にアンロード率が悪化する可能性がある。

従って、省エネの視点としては次の項目が考えられる。

- ・エア漏れ量の把握とエア漏れ対策
- ・アンロードロスの削減(対策①を実施した後の検討課題)

エア・コンプレッサーの小容量化または高効率容量制御機(インバータ機)の導入。

但し、AC2+AC3 の 2 台同時運転のケースがあるのでエア・コンプレッサーの小容量化の検討の際には最大負荷時へ対応するための運転形態も考慮しなければならない。

$$\text{現状のアンロードロス} = 17\text{kW} \times 0.29 = 4.93 \text{ [kW]}$$

$$\text{AC2 全体に対する割合} = 4.93 / (60 \times 0.71 + 4.93) \times 100 = 10.4 \text{ [%]}$$

③ 大型自動車部品製造プラント用エア・コンプレッサー (AC4)

当該機は部分負荷対応制御機能が無く、軽負荷時にはレシーバタンク圧力が上昇し安全弁が作動している。また、運転/停止操作は、使用側からの連絡により機側での手動操作で行っている。このため、アンロードロスの発生が懸念されるが、今回はアンロード時間などのデータは入手出来なかったためその定量的な評価は出来ない。

今後の省エネ検討の視点は、AC2 の(b)項と同様である。

- ・エア漏れ量の把握とエア漏れ対策
- ・アンロード時間の把握とアンロード制御の自動制御化の検討並びに、アンロード比率が高い場合のエア・コンプレッサーの小容量化または高効率容量制御機の導入。

(b) 燃焼空気ファン

リーフ・スプリング・ショップ加熱炉並びにテンパー炉用燃焼空気ファンの調査を実施した。

① 加熱炉燃焼空気ファン

測定データによる電動機出力の推定値は、ファン定格時の軸動力とほぼ一致しておりファンはほぼ定格風量で使用されているが、空燃比設定による風量の変動状況は未確認である。省エネ推奨案として現状の操炉状態から使用風量及び圧力の低減などが出来ないだろうか。将来インバータの導入を検討する場合でも、空燃比設定制御装置の改造または導入が必要であれば、投資効率上案件成立が難しいものと思われる。

② テンパー炉燃焼空気ファン

当該ファンの消費電力が少なく省エネ対策による効果が左程期待出来ないのだが、ファンの省エネ計算の参考例として回転数低減時の省エネ量の試算を行った。

$$\Delta \text{kW} = \text{kWb}' - \text{La} \times (\text{Nn/No})^3 / (\eta_{tc} \times \eta_{mb}) \times \eta_{fa} / \eta_{fb} \text{ [kW]}$$
$$= 1.44/0.8 - 1.53 \times (0.91)^3 / (0.95 \times 0.8) = 1.80 - 1.51 = 0.29 \text{ [kW]}$$

$$\text{省電力比率} = 0.29 / 1.80 \times 100 = 16 \text{ [%]}$$

当該ファンのように固定抵抗(バーナ前必要圧力 600mmAq と仮定)が高い場合には回転数低減効果は少なく案件成立は難しい。

省エネ推奨案は(a)項と同様である。(使用風量及び圧力の低減など)

6) エネルギー管理の状況

同社では、従業員の省エネ意識向上のための活動をトップ主導で実施していた。とくに、照明設備の省エネ対策として、昼休み時間の消灯徹底、最新の高効率蛍光灯 FRL の採用を実施していた。また、蛍光灯の間引きを徹底的に実施していた。

今後の課題としては、上記の活動をさらに深化させるべく、以下の提言をした：

- ・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

メンテナンスをさらに充実させ、とくに加熱炉、空気圧縮機、油圧機械といった設備を長持ちさせることに重点を置くこと。

- ・計測と記録

エネルギー消費に関するデータのモニタリングと記録を行うこと。

(4) 所感

1) 1970年以前に日本が提供した機械設備がそのまま今日まで大事に使用されているのを見て正直な話、驚いた。日立・小松・三菱・東芝・新潟等々、日本メーカーの機械が如何にも頑丈な姿で並んでいた。そして、当時の技術では6.5トン級ボンネット型トラックの生産が精一杯だったのか、いまでも生産されているのを目前に見るのは誠に不思議な情景であった。また、日本の機械は長持ちすると何度も何度も言われたので最初はリップサービスかと思っていたが、最後にはミャンマーの人は本当に日本の技術を尊敬しているのではと思えるようになった。

2) PROMEEC 産業コーディネーターの 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と放射温度計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とディスカッションに使うことができた。

3) 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、メンテナンスが十分に行われていないのが実態である。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。

4) 今回のOJT診断には、他産業分野の技術者が多数参加した。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、効率的に学んでくれたものとする。自動車産業以外の産業にも本OJT成果が

拡大することを期待している。

3. 訪問指導

(1)経緯

当初計画では、昨年 OJT 診断を実施した繊維工場においてフォローアップ調査を行う予定であった。実際には、ミャンマー側からの要請で、急遽、国営の LED 工場、および民営の家電部品工場を訪問することになった。

(2)日時、参加者

1 0 月 2 日 午前 LED Lamp Factory 工場 (国営)
午後 Nibban Electric & Electronics (民間)
2 6 名 (OJT 診断参加者の全員)

(3) LED Lamp Factory 工場 (国営)

1) 工場の概要

経歴：第二工業省管轄の国営工場で、一昨年まではタンブラースイッチの工場であったが、昨年より電飾用 LED ランプの製造工場に切り替わった。設備および技術は中国から導入している。

製品：電飾用 LED ランプ

販売先：100%内需

製造能力：50,000個/シフト

製造工程：Lead frame → Epoxy bond → Die bond → Wire bond → Phosphor
→ Mold → 1st cutting → 2nd cutting

原材料：エポキシカバー、顔料、基板 (中国から輸入)

従業員：100名

対応：Mr. Myo Myint (前工場長)

2) 主要エネルギー設備

トランス 300KVA (6600V to 230V)

ディーゼル自家発電機

製造機械駆動用空気圧縮機

金半田付け用オーブン

ランプ製造室空調用パッケージエアコン

作業室空調用冷却塔（蒸発式空調）
作業室およびオフィス用照明設備

3) ウォークスルー結果および指導内容

- ・同工場は変圧器設備 300KVA が示すように小規模工場である。組織的な省エネ対策はまだ始まっていなかった。責任者を任命し、購入電力と自家発電燃料の記録をとるよう指導した。
- ・作業室および通路に多くの旧式の直管式蛍光灯が取り付けられていた。反射板のないもの・汚れているものがあったので、光沢のあるメタル製反射板を取り付けること、プルスイッチをつけること、高効率型の蛍光灯 FRL に順次交換していくことをリコメンドした。なお、局所照明はすでに導入されていた。
- ・作業室・通路の温度を測定したところ、25 - 30℃であった。パッケージエアコンはマニュアルで調整されていた。ランプ製造には厳密な温湿度管理は必要ないと見受けられた。
- ・金半田付け用オーブンは別室に隔離されており作業室との熱コンタミは回避されていた。オーブン排気管が保温されておらず表面温度 104℃であった。簡単な保温をするようアドバイスした。
- ・訪問時に自家発電機が稼動していた。平均して 1 日 1 回は稼動すること。直方体型の軽油タンクの液面レベルを記録し、燃料使用量の推移を監視するよう指導した。
- ・空気圧縮機はオン・オフ制御で運転されている。現場点検ではオフ時間が長いことが観察された。オフ時間が長いということは、空気圧縮機の容量が過大であることを意味する。ベビコンなどの設備小型化の検討が求められる。

(4) Nibban Electric & Electronics (民間)

1) 工場の概要

立地：ヤンゴンの東、車で 30 分の水田地帯のなかにあるダゴン工業団地に立地、製造部次長の Mr. Aye Ko が対応してくれた。同氏は 2008 年にカイゼンに関する AOTS 研修 (YKC) に参加したとのこと。社名 Nibban は二番という意味で創業者が日本の改善活動に学んで命名し、会社を運営する姿勢を戒めているという。

製品：テレビ用アンテナ、アンテナブースター、AVR、電圧安定器、炊飯器

製造設備：アンテナ組立て設備、PCB 設備、変圧器巻線設備、ワニス掛け設備、半田付け設備、金属板切断/パンチング設備、粉体塗装設備、マシニングセンター、射出成形機、他

認証取得：ISO9001-2000

従業員：200名

対応：Mr. Aye Ko（製造部次長）

2) 主要エネルギー設備

塗装ベーキングオーブン（LPGバーナー）

トランス（6600V to 230V）

ディーゼル自家発電機（2基）

空気圧縮機（4基）

射出成形機冷却用冷却水塔（2基）

オフィス用パッケージエアコン

作業室およびオフィス用照明設備

3) ウォークスルー結果および指導内容

・前述のように、同工場では1997年からカイゼン活動に取り組んでいる。Mr. Aye Koの執務室に、5S（5つの改善）、7W（7つの無駄）の張り紙がしてあった。不使用の部屋の消灯が徹底するなど、成果もでていたようであった。次のステップは一部従業員による活動から従業員全員による活動に持っていくことである。

・同工場では、「PLC（power line carrier）」と称する電力消費監視システムを設置している。電力モニター3個を設置し、電力消費を監視するとともに、パソコンにデータを蓄積している。小規模工場としては進んだ取組みをしていると言えよう。

・同工場は大きな建屋1棟の中を低い仕切りで間仕切りし、各種作業工程を配置している。空調設備を持たない中で、屋根からの入熱を抑えるため屋根裏にブランケットと思われる保温材をびっしり張り詰めていた。その中に、昼光利用のための透明ガラス天窓を配し、入熱抑制と昼光利用のバランスを取っている。

・作業工程の照明は直管式蛍光灯による局所照明とその上を覆うように配置されたハロゲンランプによる全体照明の組合せ方式になっている。蛍光灯の反射板が全般に汚れていたため、光沢のあるメタル板の反射板に取り替えるよう指導した。

・塗装ベーキング装置は2室式バッチ方式であり、LPGバーナーで170℃の焼付け温度を維持していた。排熱は回収されていない。小型装置であるので排熱回収装置の経済性はとれないであろう。なお、排気ガスの煙突がないので、安全・環境の観点から煙突を設置するようアドバイスした。

・射出成形機の省エネルギー対策として、一般に加熱筒（heating barrel）の保温、樹脂ドライヤーの保温、冷却水量の低減、油圧ポンプの待機時動力節減が検討される。本工場の成形機は小型であるので、いずれの対策も経済性がとりにくいと思われる。可能性がある

とすれば、加熱筒の保温と冷却水量の低減である。

・加熱筒の保温を検討する場合、セラミクス製の保温ブランケットのできるだけ安価なものを選ぶ必要がある。

冷却水量の低減についても経済性が取れる可能性がある。接触式温度計を用いて冷却水配管の表面温度を測定したところ、以下の結果を得た：

オイルクーラー入口	27.3℃
同出口	27.9℃
冷却塔入口	測定できず
同出口	26.4～27.0℃

オイルクーラーの出入り口温度差、および冷却塔の出入り口温度差の設計値はそれぞれ5℃、および5℃である。従って、上記データは冷却水循環量が過大である可能性を示唆する。そこで、第一ステップとして冷却水循環量を絞って、もし射出成形機の運転に支障がでないことを確認する。次いで第二ステップとして冷却水ポンプの回転数制御などのポンプ動力の節減対策を検討することを薦める。

・ディーゼル自家発電機は緊急用とは言いながら実態的に1日4時間稼動しているということである。ディーゼル発電機では、排気ガスの保有熱、およびシリンダー冷却水の排熱の熱回収が有効な省エネ対策である。排気ガス配管の表面温度を測定したところ400℃の高温であった。両方の排熱とも温水として回収するのが一般的であるが本工場では温水の需要がないのでこの方法は適用できない。もう一つの方法として排熱利用吸収式冷凍機による冷水の製造があるが、設備費が高くなるので本工場での適用は無理であろう。

(5)所感

・今回訪問した2工場とも小規模の工場であり、考えうる対策の多くは省エネルギー効果が小さく経済性が成り立たない。

・その中で、照明設備の省エネは比較的取り組みやすく、現に両工場とも大きな成果をあげていた。しかし、反射板の改善による照明ランプの節減はまだ取り組まれていないので今後の実行を期待する。

・今回の訪問では、時間の都合で点検できなかったが、圧縮空気の漏れは意外に見落とされているので、一度点検をお願いしたい。終業後、空気圧縮機を停止した後、エアレシーバーの圧力低下具合を測定することで、空気漏れ量を容易に推定することが出来る。ぜひ、一度トライしていただきたい。

3. セミナー・ワークショップ

(1) 日時場所

2009年10月5日 08:30-17:00

Chatrium Hotel, Nay Pyi Taw, Myanmar

(2) 参加者 : 52名

Ministry of Industry (2) 計13名

Mr. Kyaw Swa Khine, Deputy Minister

Mr. Myoe Aung, Director General, Directorate of Myanmar Industrial Planning

Mr. San Lynn, Director, Myanmar Industrial Construction Services,

(coordinator for PROMEEC industry)

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5名

Mr. San Tai Myint, Deputy General Manager

国营工場技術者 (繊維、食品、ビール、砂糖、紙・パルプ)

Ministry of Energy 計9名

Mr. Soe Aung, Director General, Energy Planning Department (focal point)

Ms. Wah Wah, Deputy Director、他

Ministry of Agriculture and Irrigation 計5名

Mr. San Thein, General Manager、他

Yangon Technological University 計3名

Mandalay Technological University 計1名

Myanmar Engineering Society 計4名

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

Mr. Myint Kyaw, Working Committee Member, 他

Suntac Technologies 計2名

Kaung Kyaw Say Co., Ltd 計2名

AE Engineering Co., Ltd 計1名

ASEAN (speaker) 計2名

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

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

ASEAN Center for Energy (ACE) 計2名

Ms. Maureen Cruz Balamiento, IT Specialist

Mr. Bernard Ginting, Technical Officer

The Energy Conservation Center, Japan (ECCJ) 計3名

Mr. Taichiro Kawase, Technical Expert, International Engineering department

Mr. Kokichi Takeda, Technical Expert, International Engineering department

Mr. Hidetaka Urakubo, Technical Expert, International Engineering department

(3) 発表概要

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

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

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

エネルギー省の Ms. Wah Wah 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、科学技術省
- ・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

日本省エネルギーセンターの川瀬太一郎から、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 Practices of Steel/Cement Companies and Energy Labeling in the 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鉄鋼工場およびセメント工場の省エネルギー対策がフィリピンエネルギー省の Mr. Marlon Domingo から報告された。

フィリピンには電炉メーカーが5社あり、ビレットを製造している。ビレットは圧延ロールにより棒鋼、線材等に加工される。棒鋼工場における主要エネルギー設備はウオーキングビーム加熱炉、排熱回収レキュペレーター、タンデム圧延ロール、空気圧縮機、冷却水設備である。ウオーキングビーム加熱炉では以下の省エネルギー対策が実施された：

- ・排熱回収レキュペレーターの取替えまたは改造
- ・非生産時間のエネルギー使用の低減
- ・炉壁にセラミックファイバー増し貼り
- ・加熱炉冷却水の管理強化（流量計の設置）

- ・ AC モーターの同時頻回始動の回避
- ・ 工場建屋・倉庫屋根に透明樹脂ルーフィング使用（昼光利用）

フィリピンには15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50万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）
- ・ カルサイナーエアリーク監視用オンラインO₂アナライザーの設置
- ・ プロセス制御システムの改善

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。

5) Energy Efficiency & Conservation in Food Factory in Malaysia

日産22,500缶の缶詰を製造する食品工場における事例が、マレーシア省エネセンター（PTM）の Mr. Zuri Hamidon から報告された。冷凍水産原料を解凍・湯通し・揚げの工程で前処理し、別工程で製造した調味液とともに缶詰に詰める。ついで、空気抜き・シーミング・殺菌・ラベル打ち・包装の工程を経て出荷される。エネルギー診断を実施し、以下の提案がなされた：

- ・ 冷凍貯蔵室の設定温度は3－6ヶ月の貯蔵を想定して決めていたが、実際の貯蔵期間は最大2週間であるので設定温度を緩和した。
- ・ レトルト殺菌設備で発生する生蒸気をボイラー脱気器の脱気スチームとして利用した
- ・ 脱気器を設置し、コンデンセートおよび余剰蒸気を回収する
- ・ 湯通し設備において、設備全体に囲いを設け、蒸気損失を低減した
- ・ これまで排気していた空気抜き設備から発生する蒸気を湯通し設備・揚げ設備に有効利用する
- ・ 湯通し設備、揚げ設備、蒸気配管の保温を実施した
- ・ 簡易水処理設備を設置し、処理水を水洗用水、缶冷却水、掃除用水として利用した
- ・ 消費先の必要圧力を確認したうえで、圧縮空気供給圧力を6 bar(g)に下げた

- ・力率が0.74と低い状態であったので、力率補償コンデンサーを設置した

6) Best Practices in Japanese Automobile Industry (heat energy)

日本省エネルギーセンターの浦久保秀隆から、日本の自動車工場における省エネ事例2件が報告された。

1件は、差動ギヤ浸炭処理用加熱炉に関する事例であり、トレイへのワーク積み込み改善、浸炭ガスの均一供給等によりワーク処理時間を短縮し、約15%の省エネ効果を達成した。今回のOJT診断を実施したミャンマーのトラック工場にもバッチ式の浸炭炉があり、本発表は大いに参考になったものと思われる。

他の1件は、スチームトラップ管理強化の事例である。自動車工場での事例ではないが、ボイラーを持つ工場はミャンマーにも数多いので、参考になったと考える。

7) Best Practices in Japan (electrical energy)

日本省エネルギーセンターの武田曠吉から電気エネルギーの省エネルギー対策について、下記の事例が報告された：

- ・エンジン工場の搬送設備・浸炭炉油圧設備・主軸モーターに関する対策
- ・受電設備の運用改善（非生産時の供給電圧低下、休日等の待機電力節減、等）
- ・浸炭設備における油圧ポンプのインバーター駆動化
- ・塗装ブース空調設備における空気供給ファンおよび排気ファンのインバーター駆動化
- ・圧縮空気設備においてインバーター駆動圧縮機の導入および台数制御
- ・圧縮空気設備の省エネルギー対策（各種小額対策の積み上げ）
- ・空調設備の省エネルギー対策（冷凍機運転の自動制御、ダンパー調整法、等）
- ・照明設備の省エネルギー対策（高効率蛍光灯の採用等）

これらの事例は、自動車工場の必須設備であり、ミャンマーの自動車工場にも適用できるものである。

8) Results of OJT Audit in Myanmar Automobile Factory(1)

ローカルチームに参加した第二工業省の Mr. Thaw Oo から Myanmar Automobile Factory (1)社で実施したOJT診断結果についての報告があった。詳細は別添資料II-2を参照されたい。提案された対策の主要部は、金属加熱炉の省エネルギー対策、圧縮空気設備の省エネルギー対策である。加えて、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も行っており、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

なる報告であった。

セッション3 Workshop on Energy Management Tools

9) Heat balance of fired heater

日本省エネルギーセンターの浦久保秀隆からヒートバランスに関する講義が行われた。本講義の狙いは、エネルギー管理ツールを使いこなすための基礎知識の涵養である。ヒートバランスの材料として、多くの工場で使用される産業用加熱炉（工業炉と俗称する）が選ばれた。与えられた時間が短くて講義のみとなったが、今後は計算演習も含めるよう改善していきたい。新しい試みとして、ヒートバランス計算の宿題が出された。提出は任意ではあるが、回答がECCJに後日送付され、ECCJの専門家が添削して回送する手順が示された。

10) Updating of TDs, IHDBs, EMHBs and Cyber Search

アセアンエネルギーセンター（ACE）のMr. Bernard から、ASEAN エネルギー管理ツール4種、つまり Technical Directory, In-house Database, Energy Management Handbook, 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。

11) IHDB for automobile industry and textile industry

日本省エネルギーセンター(ECCJ)の川瀬太郎 から自動車工場用および繊維工場用インハウスデータベース（IHDB）の概要および入力フォーマット記入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。これらは工場内各部署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す観点からミャンマーの自動車工場、繊維工場、食品工場、セメント工場でも積極的に採用するよう要請がなされた。採用にあたり、以下の実施手順が参考として示された：

- a. 業種ごとに参加工場の選定（業種あたり2社目安）
- b. IHDB 試用活動組織図の作成（役割分担の明確化）
- c. IHDB に取り込むデータ内容の決定（多すぎないように注意）
- d. データ収集・蓄積の開始（各参加工場が実施）
- e. 試用活動の進行管理（フォーカルポイントが担当）
- f. フォローアップの実施（次回インセプションワークショップにて報告）
- g. ロードマップの作成（ACE と共同で中長期計画を作成）

12) Myanmar primary energy resources, activities of EE&C and electrification of rural village with RE

ミャンマーエンジニアリング協会 (MES、エネルギー省管轄) の Mr. Myint Kyaw からミャンマーにおける最近の一次エネルギーの需要と供給、再生可能エネルギー (RE) の開発、省エネルギー対策、農村電化への取組み、他について発表があった。

一次エネルギー需給データ [2008、KTOE]

供給	原油等	1,789	需要	14,889
	天然ガス	1,721		
	石炭	558		
	水力	1,541		
	バイオマス	9,280		

2009年5月における RE の供給 (MW)

設備能力	水力	1,321
	風力 (25基)	0.52
	ソーラー (82基)	0.25
	バイオガス	1.6
	バイオマスガス化 (428基、rice husk 等)	21.50

(4) 所感

1) 第二工業省副大臣、エネルギー省 (フォーカルポイント)、科学技術省 (大学教授)、第一工業省および第二工業省管轄の国営工場の技術者、農業灌漑省の技術者、ミャンマー工学協会の技術者など多くの組織からの50名強の参加があった。

2) 各省技術者およびコンサルタントの方々から種々の話し掛けを受けた。エネルギー省の発表によると省エネルギー分野では、外国ドナーによる支援は日本の PROMEEC 以外にないとのことであった。外国の情報を得る場として本プロジェクトに対する期待を感じた。

3) 会場設営、配布資料、ランチサービスなど周到な運営をしていただいた。PROMEEC 産業コーディネーターの Mr. San Lynn をはじめミャンマー政府関係者に謝意を表したい。

以上

Myanmar Automobile Factory (1) OJT 診断



Mr. Thaw Da Pu (工場長) 前列中央

Mr. San Lynn (PROMEEC 産業 coordinator) 前列左から4人目

ばね工場加熱炉





LED 社訪問指導

Mr. San Lynn(前列左から 5 人目)
Mr. Myo Myint(前社長、前列左から 3 人目)



Nibban 社訪問指導

Mr. San Lynn(左から 8 人目)
Mr. Aye Ko (製造部次長、左から 13 人目)

セミナー・ワークショップ記念撮影



Mr. Kyaw Swa Khine
(第二工業省副大臣)

Mr. Soe Aung (focal point)

Mr. San Lynn ((PROMEC 産業コーディネーター)

別添資料Ⅱ

1. Recommendations to Myanmar Automobile Factory (1)
2. Results of OJT audit presented by Mr. Mr. Thaw Oo
3. 熱分野の省エネルギー対策の検討
4. 電気分野の省エネルギー対策の検討

Ⅲ. ブルネイ

1. 活動概要

METI 委託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、10月19日から10月27日までブルネイに出張し、石油精製工場の OJT 診断、セメント工場のフォローアップ指導、さらにブルネイ産業関係者・ASEAN 各国関係者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。OJT 診断には首相府 (PMO)、電力サービス部 (DES)、ブルネイ工科大 (ITB)、ブルネイシェル石油 (BSP、診断実施工場)、ブルネイエルエヌジー (BLNG)、ECCJ/ACE の技術者 5 名を含めて、総計 25 名が参加した。セミナー・ワークショップは Kiulap Plaza Hotel にて開催され、多数の政府関係者を含む 41 名の参加者を得て成功裏に終了することができた。なお、現地活動の合間に、ブルネイ大学 (UBD) とブルネイ工科大 (ITB) を訪問し、工場診断技術の研修について情報交換を行った。

出張者 技術協力部 川瀬太郎、武田曠吉、浦久保秀隆

活動日程 10/19-10/22 OJT 診断 (Brunei Shell Petroleum 工場、以下 BSP と略す)
10/24 セミナー・ワークショップ (於 Kiulap Plaza Hotel)
10/26-7 フォローアップ指導 (Butra Heidelberg Cement 社、以下 BHC と略す)
10/27 ラップアップ会議 (於 PMO)

2. OJT診断 (BSP製油所)

(1) 参加者 25名

PMO, Energy Division : Mr. Ahmad Mohammad (Head of EE&C, フォーカルポイント)

Mr. Lim Cheng Guan (Head of N&RE),

Mr. Hakeem Basir, Ms. Dina, 他

PMO, Dept of Electric Service : Mr. Muhud Amir (electrical eng), 他

Institut Teknologi Brunei : Mr. Kamarulzamaad (Assist. Estate Manager)

Mr. Hairol (mechanical eng)

Mr. Ahmad Syamaizar (mechanical eng)

Mr. Lim Pang Jen

Brunei Shell Petroleum : Mr. Yahya Mohammad (refinery manager)

Brunei LNG : Engineer : Mr. Azian (business analyst)

Mr. Hussin Elim (operation manager)

Ms. Nurul Hassanol (technologist), 他

ACE 2名 (Ms. Maureen Balamiento, Mr. Ivan Ismed)

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

(2) 工場概要

操業 1983年にロイヤルダッチシェルグループの製油所として操業開始。首都バンドル・スリ・ベガワンの西80km。

原油 ブルネイ沖合いの東西2地区の油田から供給、一部はセリア地区陸上部でも生産。原油性状は軽質。

主要設備 原油蒸留装置 (CDU) 12000BPSD
ナフサ改質装置 (Reformer) 5000BPSD

技術支援 シェル本部 (Shell Global Service が担当)

製品 ガソリン、ジェット燃料、ケロシン、ディーゼル、重油
重油以外は国内向け出荷

従業員 84名、運転はShell LNG社が担当

(3) 診断概要

1) 診断チームの構成

ブルネイ側から首相府 (PMO)、電力サービス部 (DES)、ブルネイ工科大 (ITB)、ブルネイエルエヌジー (BLNG)、ブルネイシェル石油 (BSP、診断実施工場)、これにECCJ/ACEの5名を加えて、総計25名が参加した。ブルネイチームのリーダーはPMOのMr. Hakeem Basirが務めた。

石油精製工程は複雑かつ高度であることから、ECCJ 専門家が診断を行い、ブルネイチームに随時、要点を説明する形のOJT診断とした。

2) PROMEEC プロジェクト趣旨の確認

プロジェクトの目的は工業設備の診断技術に関する人材育成であること、従って特定の課題についての技術サービスではないことを確認した。また、省エネ診断の対象設備は、プロセスの中核部分は対象外であり、ユーティリティー設備および生産プロセスの周辺設備、たとえば熱回収設備や乾燥機、冷凍機などに限定することを確認した。

3) 工場側の診断チームに対する要望、

リファイナリーマネージャーから3項目 (原油処理能力の向上、リフォーマーフィードの確保、製油所業務の効率化) に関する指導を期待するとの表明があった。いずれも工場の生

産能力増強あるいは生産コスト節減活動であり、省エネとの関係は薄いので対象外であると説明し、工場側も承知してくれた。

4) 診断作業の手順

- ・工場側へのインタビュー

工場設備の概要、省エネ活動の状況、診断時の安全確保、計測機器の提供など

- ・事前に送付していた調査表回答の確認
- ・日本の製油所における省エネ活動を紹介
- ・技術者の同伴による現場点検と必要に応じて討議
- ・診断結果の第一次報告（診断最終日に工場幹部へ）
- ・第二次報告（次年度3月に和文報告書発行）

5) 現場点検で洗い出された問題点

現場点検はウォークスルー方式でECCJ 専門家が中心となって行った。まず、コントロール室において、プロセスフローの確認、DCS（プロセス制御コンピューター）に蓄積されたヒストリカルデータの収集、運転員へのインタビューを行った。次に、現場に出て設備ごとに点検を行った。

CDUは次週から定期修理に入るという時期であり、現場が多忙を極めていたので、加熱炉まわりの点検のみを行った。また、Reformerについても、診断日が触媒再生作業と重なったため、通常運転時のデータを取ることは不可能であった。そこで加熱炉・ホットオイル系の簡単な外観調査のみとした。

(a) CDU加熱炉のメンテナンス

本加熱炉はシリンドリカルタイプの加熱炉であり、建設後36年を経過して設備の老朽化が目立つ時期に来ていた。たとえば、エアプレヒーターのチューブが穿孔し、空気漏れがあったので、現在、エアプレヒーターの冷空気側をブランク板にて遮断している。そして、今回の定期修理においてチューブ交換が行われる。以下、メンテナンスを中心に点検した結果を示す。

- ・ダンパーを地上から操作するワイヤーが破損していた。従ってダンパーは全開状態で放置されており、加熱炉内部の圧力（ドラフト）を調節できない状態であった。この状態では、燃焼室圧力が大気圧よりかなり低い状態になって、大量の外気を吸い込んでいたと推定される。

- ・さらに、ドラフトゲージがなんらかの不具合のため作動しておらず、ドラフトが読めない状態になっていた。このままでも、運転に支障はないが、エネルギーを浪費は続く。早

急に修理が必要である。なお、応急措置として、手作りの傾斜マンノメーターを仮設する方法もあるので検討されたい。

・DCS のデータによると、エアヒーター部 (AH 部) を流れる排ガス温度に異常が見られた。すなわち、AH 部上流の温度 360℃ に対し、下流の温度が 326℃ であった。前述の通り、AH 部は冷空気が遮断されているので、本来 AH 部における温度差はでないはずである。AH 部で何らかの空気漏れが発生していると推定される。

・空気漏れの想定原因として、(1)AH 部と Breeching 部または AH 部と convection 部間のジョイント破損、(2)AH 部を遮断しているブランク板の破損、(3)冷空気ヘッダーと AH 本体のジョイント部の破損が挙げられる。早急に点検を行い、補修をすべきである。なお、空気漏れを阻止することによる省エネ効果は約 2% である。

・点検の結果、想定原因 (1) が空気漏れの原因と判明した場合、AH 部のジョイント破損がなぜ発生するのかを明らかにしなければならない。本加熱炉の AH 部はいわゆる Hot wall、つまり外側に保温材を配置している。そして、上流 Convection・下流 Breeching 部は Cold wall、つまり内側に保温材を配置している。従って、ジョイント部に熱膨張差による熱応力を受けやすい構造になっている。これが最も可能性の高い破損原因である。

・チューブ穿孔の原因として、燃料中の硫黄分に起因する硫酸露点腐食の可能性を調査すべきである。硫酸露点の推定法を添付したので参考にされたい。露点の推定法は燃料油の硫黄分 (重量%) と硫酸露点の相関図として与えられている。従って、燃料ガスを焚いている場合、燃料油換算での硫黄分に変換することに注意されたい。

・以上の検討により硫酸腐食による穿孔と確認された場合、チューブを取り替えたとしてもいずれはチューブ穿孔が再発する。この場合は、チューブ表面を硫酸露点温度以上に昇温しておく必要がある。そのため、API ST 560 では 3 つの対応策を例示している。詳しくは別添資料 III-2 を参照されたい。

(b) CDU 中間製品の性状管理

石油製品には製品ごとに品質規格が定められている。日本では JIS 規格が適用される。製油所では規格外製品を出さないように規格より厳しい品質の運転つまり安全サイドの運転を行っている。しかし、品質を上げるために、運転条件を過酷にすると、エネルギー消費は増加し、設備の寿命も短縮する。しかも比例的に増加するのではなく指数関数的に増加する。

製油所における省エネのためには、過剰な品質の製品を避けることである。そのための前提条件として、運転条件と品質の関係を正確に把握しておく必要がある。BSP では DCS が設置され、過去のデータが DCS アーカイブとして蓄積されている。一方、ラボで試験された品質データも蓄積されている。今回の診断でケロシン中間製品の引火点とストリップングスチーム消費の関係を調査しようと試みたが、果たせなかった。そこで、添付に示すよ

うに過剰品質による増エネルギー、過剰品質を回避するための管理手法についてレクチャーを行った。この管理手法はその他の多くの品質規格、たとえばオクタン価、蒸留初留点、蒸留終点、RVP 蒸気圧、セタン価などにも適用可能である。

(c) 電気エネルギーの省エネルギー診断

製油所における電気の省エネ対策は主にスチームパワーシステムとプロセス原動機が対象になる。とくに設計時の想定と実際の運用時の条件が異なる場合である。当製油所の最大の原動機は Reformer のリサイクルガスコンプレッサーである。診断時はちょうど触媒再生時期と重なったため、同コンプレッサーの通常時の運転条件を把握できなかった。DCS のデータで状況は判断できると思われるがこれも時間の都合で実施できなかった。

そこで、稼働中の CDU 加熱炉用燃焼空気ファンおよび SCOT 原油輸送ポンプまわりのデータ収集を実施した。ファン・ポンプの前後の圧力・モーターの電流値のデータ収集、配管抵抗の観察（とくにダンパー・調節弁の開度、フィルターの前圧）を行った。以下にデータ解析の結果を示した。詳細は別添資料Ⅲ-4 を参照されたい。

なお、細かいことではあるが、同製油所では昼間でもプラント外灯が点灯され、ポンプモータースイッチ室も無人にも拘わらず点灯されていた。特別に安全上の理由がない限り消灯すべきである。

(c)-1 CDU 加熱炉用燃焼空気ファン

今回点検したファンは、現状は吸込み側ダンパーを絞って運転しているため省エネ検討の余地があり、測定データを活用し前提条件を設定して省電力量の試算を行った。

調査検討項目		調査測定・省電力量の試算結果
設備仕様		ファン仕様:不明, 電動機:11kW
現状の測定結果		入力電力:6.23kW(軸動力換算 5.6kW), 吸込みダンパー開度:75%
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)		インバータによる回転数低減
試算結果	主な仮定・前提条件	ファン軸動力曲線:締切り運転時に定格の30%、定格風量時80%と仮定 抵抗曲線:原点を通り定格風量時に性能曲線と交わると仮置き。 (バーナー前必要圧力、炉圧は不明、性能曲線も無い。計算例を示すことを目的としたので固定圧力分は便宜上無視して計算)
	計算結果	現風量における回転数低減代: 定格回転数の48% 回転数低減時の軸動力:0.97kW(入力電力換算 1.62kW)
	省電力量	4.6kW (固定圧力分を考慮していないので単なる参考値である。)

(c)-2 SCOT 原油輸送ポンプ

現状の電流値確認結果によると、電動機の負荷率が 22～47[%]と低く、更にポンプ仕様の所要動力に対する負荷率も 51～69[%]と低かった。低負荷率の原因は今後の調査に委ねるが、その原因に応じて省エネ対策案が分かれる。ここではポンプの小容量化による効率向上について試算した。

調査検討項目		調査測定・省電力量の試算結果
設備仕様		ポンプ:3台、ポンプ仕様は本文中記載、電動機:30kW
現状の測定結果		入力電力:各 9.2, 7.8, 15.7kW (軸動力換算:各 7.8, 6.6, 14.1kW)
省エネの視点 (原因-対策)		① 配管詰りによる配管圧損の増大-配管洗浄 ② ポンプの性能劣化-ポンプの分解点検整備またはポンプ更新 ③ ポンプの仕様選定ミス-ポンプの小容量化 ④ 流量の絞り調整-ポンプの回転数低減
省エネ方法(例)		ポンプの小容量化による効率向上
試算 結果	主な仮定・ 前提条件	ポンプ流量/軸動力特性:100%流量時を計算軸動力(100%)とし、締切り 運転時軸動力をその 40%の一次式と仮定
	推定結果	ポンプの効率アップ: #1ポンプ 0.4→0.83, #2ポンプ 0.22→0.83, #3ポンプ 0.55→0.83、電動機の効率も向上する。
	省電力量	#1:5.1, #2:5.9, #3:5.6kW (現状より各 55, 76, 36%ダウン)

更に、検討の過程で#1、#2 ポンプ用電動機の定格仕様(15 または 22kW が妥当)及び、#3 ポンプ吐出圧力仕様の選定が過大であることが判明した。

6) 日本の製油所において実績のある省エネ対策の紹介

製油所における省エネ対策は、省エネ優秀事例全国大会で毎年多数の事例が報告されている。また、石油学会の発行する月刊誌「ペトロテック」にも数多くの対策が紹介されている。特に、BSP の有する CDU および Reformer に関する省エネ対策を提供した。詳しくは別添資料Ⅲ-3 を参照願う。

7) 計測機器の準備

計測機器として、工場からクランプ式パワーメータが提供された。また、ECCJ から接触式温度計が提供された。いずれも有効に活用され、多くのデータを得ることが出来た。温度計は加熱炉の炉壁温度の測定に活用された。パワーメータは繊維・食品など通常の工場ではファン・ポンプのモーター負荷測定に使用される重要な計測機器である。しかし、製油所ということもあり、万一の事故を考慮して今回は使用しなかった。

一般の工場では、測定に必要な計器として、パワーモニター、温度計に加えて、燃焼ガス分析用の酸素メータ、ファン空気量測定用の熱線風速計またはベーン風速計が強く求め

られる。何故なら、省エネ対策として頻用される燃焼管理およびインバーター制御の評価に不可欠の計器であるからである。

8) データ解析と簡易報告

工場診断の結果、現時点において得られている検討結果を明らかにされた問題点を診断最終日に工場幹部および診断チームに速報として報告した。今後、日本に持ち帰り詳細なデータ解析を行い、明年3月に最終報告書〔和文〕として纏める予定である。速報の詳細は別添資料Ⅲ-1を参照されたい。本速報はセミナーワークショップにおいて、ECCJ 専門家から発表された。

9) エネルギー管理の状況

同製油所ではいわゆるエネルギー管理はほとんど行われていない状況であった。インタビューから推定すると、オペレーターは生産の観点からの運転をしており、省エネの観点からの運転はしていないように見受けられた。そこで、次のようなアドバイスを与えた：

- ・ 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
メンテナンスをさらに充実させ、とくに加熱炉、空気圧縮機、油圧機械といった設備を長持ちさせることに重点を置くこと。
- ・ 計測と記録
エネルギー消費に関係するデータのモニタリングと記録を行うこと。そのために DCS データを最大限に活用すること。

(4) 所感

1) 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、製油所はメンテナンスが十分に行われているのが普通であるが、同製油所ではまだまだ改善の余地があると見受けられた。今回のOJT 診断で、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。

2) 同製油所には数多くの DCS データは蓄積されているが、それらを省エネルギー用に活用

しているようには見えない。従業員が84名と少なく技術者も生産で手一杯であることはよく理解できる。省エネに関する知識は涵養している時間もないという状況であった。BSPはシェルグループの一員であり、シェル本部の技術サービスを受けられる立場にある。積極的にシェル本部の支援を受けるようアドバイスした。製油所長もこのアドバイスにうなずいていた。

3) PROMEEC フォーカルポイントの Mr. Ahmad Mohamad ほか、首相府エネルギー部のスタッフが十分な事前準備をしてくれた。おかげで、定期修理直前の多忙な中にも拘わらず多くのデータを収集することができた。ローカルチームには首相府エネルギー部およびブルネイ工科大の技術者が多数参加してくれた。ECCJ 専門家が中心になって診断を進めたが、少なくとも座学で学んだ診断の手順を実地で確かめてくれたと思う。また、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、効率的に学んでくれたものとする。

3. 訪問指導 (ブトラハイデルベルグセメント (BHC))

(1) 経緯

BHC社に対し2000年にOJT診断、2005年に第一回フォローアップ調査を実施しており、今回は第二回フォローアップ調査となる。

(2) 日時、参加者

10月26日 BHC社

16名 (ブルネイ側から11名、内訳はPMO4名・ITB5名・BHC2名)

(3) BHC社

1) 概要

同社は世界最大のセメント製造企業であるドイツのハイデルベルグ社の100%子会社であり、1996年に操業を開始した。クリンカーおよび副原料を輸入し、粉砕設備においてポルトランドセメントを製造し、主として国内向けに出荷している。製造能力は年産50トンで、近年の生産実績は年産20万トン以下であり、マレーシアへの輸出がストップして以来、低操業率に甘んじている。従業員は60名弱で、ブルネイ人が2/3を占める。シンガポールにあるハイデルベルグ社の技術センターがBHC社に対し技術的な支援を行っている。工場はバンドル・スリ・ベガワンの東部ムアラ地区で港湾設備に隣接して立地している。

2) 製造工程

原料受入れ (Jetty) → ベルトコンベアー → 原料サイロ (クリンカー、石膏) → 計量フィーダー → ボールミル → 分級機 → 製品サイロ (セメント) → 出荷 (バルク・大袋・小袋)

3) ヒアリング

・前回のフォローアップ調査以後の活動について、工場長の Mr. Thontowi Djauhari から説明を受けた。その後、事前に送付していた調査票に対する BHC 社の回答について、ヒアリングを行った。過去の指導に対する実施状況は以下の通り：

・圧縮空気設備にドライヤーを追加し、圧縮空気の乾燥度を上げた。その結果、集塵機 (バッグフィルター) の濾布目詰りが抑制され、槌打ちのための圧縮空気使用量が激減した。

・ボールミルの粉砕効率を改善するため、粉砕助剤 (cement grinding aid) の添加設備を設置した。現在、最適添加量を求めるテストを実施中である。現時点で、添加助剤の効果はあるとの感触を得ているとのこと。

・受電変圧器を小型に変更し、需要率を 64% から 84% に改善した。改善効果の評価方法を教えてほしいとの要望がだされた。

・受電変圧器に力率補償キャパシターを設置し、力率が 0.88 から 0.95 に改善された。力率補償による省エネルギー効果の計算方法について教えてほしいという要望があった。

・粉砕セメントを製品サイロに移送するため、現在は Van Compressor (ロータリーベーンタイプ) を使っているが、エネルギー効率が低い (2.5 kWh/t-cement)。これをメカニカルタイプ (0.5-1.0 kWh/t-cement) に替えたいが、経済性がとれないとのこと。これに対し JBIC 他の日本の低利融資制度を活用できないか、現地大使館に相談することをリコメンドした。

・DCS に蓄積された運転データの活用については未実施であった。いわゆる技術者は工場長を含めて 2 名しかおらず手が回らないのが実情のようである。

・圧縮空気の漏洩対策には未着手であった。漏洩量の把握方法について教えてほしいとの要望があった。

4) ウォークスルー結果および指導内容

・エネルギー管理のうち、技術的な側面は前述のように、技術者である工場長自らが率先して実施されており、申し分ない状態であった。一方、従業員の省エネルギー活動への参加という点では、やるべきことがあるように思われた。とりあえず、(1)PMO の協力を得て

啓蒙のための教育を行うこと、(2)DCS データを活用し原単位・エネルギー指標をプリントアウトし、従業員にモニターさせること、(3)消灯徹底など無駄撲滅のキャンペーンを張るなどから始めるようリコメンドした。

- ・これまでのフォローアップで指摘されていない省エネ対策として低負荷ファンの省エネルギーの可能性が見出された。候補機械はバグフィルターファンと集塵ファンである。ダンパー開度、モーター定格電流と実際の運転電流のデータを収集した。

- ・機械設備用の冷却水供給のため2基のシリンドリカル型冷却塔が設置されている。冷却水入口・出口の温度、周辺空気の乾球温度・湿球温度を測定したところ、冷却水循環量がプロセス側要求より過大になっている可能性が見出された。

- ・圧縮空気漏洩量の測定方法、力率補償による省エネルギー効果の計算方法、変圧器のサイズ縮小による省エネ効果の計算方法について簡単な説明を行った。

(4) 所感

- ・BHC 社は小規模の工場であり、かつ稼働率が約40%という状況であり、従業員も約60名に過ぎない。その中で、技術者である工場長が獅子奮迅の活躍をされて、小規模工場ながら多くの省エネルギー対策が実施されていた。

- ・小規模であるため、日本で実績のある諸対策は、ペイバック年が長くなり、なかなか実施できない状況である。こういった工場に対しては、JBIC の低利融資などの支援が必要であろう。

- ・BHC 社で実施された諸対策はエネルギー管理ツールであるテクニカルディレクトリー (TD) に登録する価値があると思う。たとえば、変圧器のサイズダウン、圧縮空気ドライヤーの設置などである。ACE とフォーカルポイントに TD に登録するよう依頼した。

- ・技術的な対策の観点から、小規模工場の省エネルギー活動のモデルになりうる。ASEAN ENERGY AWARDS への応募の可能性もあると考える。ただし、エネルギー管理面での取組みを強化した後に応募することが望ましい。たとえば、従業員の省エネルギー参加やエネルギーデータのモニタリングの実施が望まれる。

4. セミナー・ワークショップ

(1) 日時場所

2009年10月24日 08:30-16:30

Kiulap Plaza Hotel, Bandar Seri Begawan, Brunei Darussalam

(2) 参加者 : 41名

Prime Minister's Office 計名

Mr. Ahmad Mohamad, Energy Division, Head of EE&C unit (Focal Point)

Mr. Lim Cheng Guan, Energy Division, Head of N&R Energy unit

Dept of Electric Power Service : Mr. Amir (electrical eng), 他

Institut Teknologi Brunei : Mr. Kamarulzamaad (Assist. Estate Manager)

Mr. Hairol (mechanical eng)

Mr. Ahmad Syamaizar (mechanical eng)

Brunei LNG : Engineer : Mr. Azian (business analyst)

Brunei Shell Petroleum : Mr. Yahya Mohammad (refinery manager)

Mr. Hussin Elim (operation manager)

Ms. Nurul Hassanol (technologist), 他

Butra Heidelberg Cement 2名: Mr.

Mr.

ASEAN (speaker) 2名

Mr. Jun Ronaldo, , DOE, The Philippines

Mr. Than Tun Aung, deputy director, Myanmar Engineering Society

ACE 2名

Ms. Maureen Balamiento, Mr. Ivan Ismed

ECCJ 3名

Mr. Urakubo, Mr. Takeda, Mr. Kawase

(3) 発表概要

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

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

Mr. Ivan Ismed 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) EE&C Activities in Brunei Darussalam

PMO エネルギー部の Mr. Ahmad Mohamad からブルネイの省エネルギー関連組織および最近の省エネルギー活動について説明があった；

- ・ 省エネルギー担当はエネルギー省エネルギー部省エネルギー課
- ・ 省エネルギーの意義としての 3 Es (Energy security, economic competitiveness, environment protection)
- ・ ASEAN+6, APEC への参加
- ・ EE&C committee の設置 (2007)
- ・ 産業分野での活動 発電効率の向上および街灯のエネルギー管理
- ・ 民生商業分野での活動 政府ビルの空調時間規制、ビル省エネ基準の導入、省エネ照明の推進、電気製品の省エネラベリング、CFL 推進
- ・ 輸送分野での活動 スマートドライビング、公共輸送の積極利用、自転車の推奨
- ・ エナジーデー活動 各種啓蒙

ブルネイでのエネルギー消費は、産業分野 12%、運輸分野 52%、民生商業分野 36% であり、産業分野の比重が低い。省エネルギー活動の重点は運輸・民生に置かれている。

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

日本省エネルギーセンターの川瀬太郎から、日本の省エネルギー政策、産業分野における施策および省エネルギーセンターの役割について、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（石油産業を例にして）
- ・省エネルギーセンターの役割と活動概要
- ・ASEAN 他国における PROMEEC 産業活動の成果事例の紹介（食品産業を例にして）

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

4) Best Practices for EE&C of Cement and Oil Refining Industries in Myanmar

ミャンマーエンジニアリング協会の Mr. Than Tun Aung からミャンマーにおける省エネルギー施策およびセメント工場および石油精製工場における省エネルギー診断の結果が報告された。

- ・エネルギーセクター別の担当機関
 - 石油・ガス エネルギー省（PROMEEC フォーカルポイント）
 - 電力 第一電力省（水力）、第二電力省（火力、送電）
 - 石炭 鉱山省
 - バイオマス 森林省、農業灌漑省
- ・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）
- ・セメント工場・石油精製工場の省エネルギー診断
 - 2006年の PROMEEC 産業プロジェクトにおいて実施された OJT 診断に関する報告であった。現時点では、OJT 診断において提案された省エネ対策は実施されていないと推定される。

5) Best Practices for EE&C of Cement Industry in the Philippines

フィリピンのセメント産業の省エネルギー活動について、フィリピンエネルギー省の Mr. Ronaldo Parreno から報告があった。

- ・国内に20工場があり、生産能力は年産10万トンから50万トンである。一部にセミドライプロセスはあるがほとんどはドライプロセスである。12工場がルソン地区に立地する。
- ・セメント業界が1980年代から取り組んだ主要な活動として、重油から石炭への燃料転換と財務体質および設備のリハビリテーションがある。

- 設備のリハビリテーション

- Conversion from direct to indirect firing system

- Improvement of existing facility (dust recovery)

- Rehabilitation of small capacity kilns to achieve rated output

- Conversion of semi-dry process to dry process

- Installation of pre-calciner to increase plant capacity

- Rehabilitation of clinker cooler to increase kiln capacity

- 最近実施された主な省エネルギー対策

- Use of vertical roller mill at raw mill

- Installation of 5-stage new suspension preheater (NSP)

- Replacement of DC motors by variable speed drive instead of damper control

- Gas conditioning tower efficiency improvement

- Use of high efficiency fans and motors at clinker cooler

- Repair vacuum leaks at kiln hood door

- Installation of online oxygen analyzer at calciner exhaust to improve leak management

- Rice husk facility to use as alternative fuel resource

- 検討されている省エネルギー対策

- Waste heat recovery from kiln exhaust gas and clinker cooler exhaust gas

- Waste hot gas utilization for dryer

- Install VSD motor and controller for Kiln exhaust gas fan

- Install high efficiency separator at finishing mill

- Replace preheater fan to high efficiency fan

6) Best Practices in Japanese Oil Refining Industry

日本省エネルギーセンターの川瀬太一郎から、日本の石油精製工場における省エネ対策及び事例2件が報告された。

- 製油所操業においてはエネルギー消費に影響を与えるいくつかの因子があり、各因子がどのように影響するかについて説明があった：

- 原油の性状（軽質/重質、高硫黄/低硫黄など）

- 製品構成と要求品質（ガソリン重視か中間留分重視か、ハイオクタンかローオクタンかなど）

- 設備構成（ハイドロスキミング型か分解型か、潤滑油生産かなど）

設備運転の自由度（少数大型設備か多数小型設備か）

プロセス技術および技術の完成度（最新技術か旧技術か、実績の多寡など）

設備性能の時間的变化（腐食・汚れなどによる性能劣化）

環境規制

- ・ 製油所操業の最適化のツールとして、線形計画法が活用されていること。
- ・ 製油所のエネルギー効率を評価する方法として、Complexity Factor 方が採用されていること
- ・ 石油連盟が地球温暖化対策に関する自主行動計画の実施に取り組んでいること
- ・ 製油所で過去に採用された省エネルギー対策をステップ1、ステップ2、ステップ3に分類して紹介された
- ・ 省エネルギー対策の事例2件
予測制御手法による製油所スチームパワーシステムの最適運転
省エネルギー法に基づいた小集団活動による製油所省エネルギー実施

7) Best Practices in Japan (electrical energy)

日本省エネルギーセンターの武田曠吉から電気エネルギーの省エネルギー対策について、下記の事例が報告された：

- ・ オフサイトエリアの運転改善によるピーク電力の削減
- ・ 活性汚泥設備の曝気ブロー動力の節減
- ・ ボイラー室純水設備のポンプ台数の削減
- ・ ボイラー燃焼空気ファンを高効率ファンに取替え
- ・ 脱硫設備の大型レシプロ圧縮機の無段容量調節機構採用による電力節減

8) Results of OJT Audit in Brunei Shell Refinery

省エネルギーセンターの3専門家から Brunei Shell Petroleum 製油所で実施した OJT 診断結果についての報告があった。提案された対策の主要部は、CDU加熱炉、Reformer 加熱炉、および原油移送ポンプに関する。詳細は別添資料Ⅲ-1を参照されたい。なお、当初予定ではブルネイチームのリーダーが OJT 診断結果を発表する予定であったが、石油精製プロセスの複雑さに鑑み、ECCJの専門家が発表することに変更された。

セッション3 Workshop on Energy Management Tools

9) Heat balance of fired heater

日本省エネルギーセンターの浦久保秀隆からヒートバランスに関する講義が行われた。本講義の狙いは、エネルギー管理ツールを使いこなすための基礎知識の涵養である。ヒートバランスの材料として、多くの工場で使用される産業用加熱炉（工業炉と俗称する）が選ばれた。与えられた時間が短くて講義のみとなったが、今後は計算演習も含めるよう改善していきたい。新しい試みとして、ヒートバランス計算の宿題が出された。提出は任意ではあるが、回答がECCJに後日送付され、ECCJの専門家が添削して回送する手順が示された。

10) Updating of TDs, IHDBs, EMHBs and Cyber Search

アセアンエネルギーセンター（ACE）の Ms. Maureen Balamiento から、ASEAN エネルギー管理ツール4種、つまり Technical Directory, In-house Database, Energy Management Handbook, 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。

11) IHDBs for cement industry and food industry

日本省エネルギーセンター(ECCJ)の川瀬太一郎 からセメント工場用および食品用インハウスデータベース（IHDB）の概要および入力フォーマット記入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。これらは工場内各部署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す観点からブルネイのセメント工場、食品工場でも積極的に採用するよう要請がなされた。

本格採用に移る前に、IHDB 試用による問題点を洗い出すために、以下の実施手順が参考として示された：

- a. 業種ごとに参加工場の選定（業種あたり2社目安）
- b. IHDB 試用活動組織図の作成（役割分担の明確化）
- c. IHDB に取り込むデータ内容の決定（多すぎないように注意）
- d. データ収集・蓄積の開始（各参加工場が実施）
- e. 試用活動の進行管理（フォーカルポイントが担当）
- f. フォローアップの実施（次回インセプションワークショップにて報告）
- g. ロードマップの作成（ACE と共同で中長期計画を作成）

12) EE&C capacity building activities in Brunei Darussalam

PMO エネルギー部の Mr. Ahmad Mohamad からブルネイ政府が最近とくに力を入れている省エネルギー啓蒙および人材開発に関する活動について説明があった

啓蒙に関して、教育省との連携による小中高校エネルギー教育のカリキュラム導入、論文・ポスター・寸劇などの課外活動を実施している。また、大学では学生が省エネルギーを議論する場としてエナジークラブ作りの推進を図っている。

人材開発に関して、ECCJ とパートナーシップを組み、エネルギー管理の教材作りをしており、すでに ECCJ 専門家によるワークショップを実施した。教材は管理者用と技術者用が予定されている。さらに、本年 4 月に ITB の協力を得て、ビルディングの省エネ診断ワークショップを実施した。

技術的なノウハウの補充が今後の課題と認識し、ECCJ の支援を得て日本でのトレーニングを計画しているとのこと。

(4) 所感

1) 首相府各部、2 大学、ブルネイシェル石油、ブルネイ LNG、BHC セメント等から 3 4 名、ASEAN2 カ国/ACE/, ECCJ 技術者 7 名、総計 4 1 名の参加があった。ブルネイの人口を勘案すると、ブルネイ政府の省エネルギーに対する強い問題意識が窺える。

2) ブルネイのエネルギー消費の 8 8 % は輸送分野および民生・商業分野で占められる。ブルネイ政府の活動がビル・自動車中心になっているのは当然の帰結であろう。

3) Mr. Ahmad Mohamad は人材開発に関して、技術的なノウハウの移転が今後の課題として強調していた。たしかにスローガ的な事項はブルネイ政府関係者はよく理解しているように見える。問題はこれをどう実行して省エネの実をあげるかについて自信がないという状況であろう。ECCJ の支援もこの点を反映させるべきである。

4) 首相府技術者およびコンサルタントの方々から種々の話し掛けを受けた。Mr. Ahmad Mohamad の発表によると省エネルギー分野では、外国ドナーによる支援は日本の PROMEEC 以外にないようである。外国の情報を得る場として本プロジェクトに対する期待、そして ECCJ に対する期待を感じた。

5) 会場設営、配布資料、ランチサービスなど周到な運営をしていただいた。PROMEEC 産業コーディネーターの首相府エネルギー部 Mr. Ahmad Mohamad をはじめブルネイ政府関係者に謝意を表したい。

5. ラップアップミーティング

(1) 日時場所

2009年10月27日 09:30-12:30

Energy Division, Prime Minister's Office

(2) 参加者 :

Energy Division, PMO 7名

Mr. Alidi Mahmud, Head of Energy Division, PMO

Mr. Ahmad Mohamad, Head of EE&C unit, Energy Division

Mr. Lim Chen Guan, Head of N&R energy unit, Energy Division

他 4 staffs

ACE/ECCJ 5名

(3) 議題および主な結果

1) BS 石油およびBHセメントの活動概要の報告

両工場における活動概要と省エネ対策について報告した。エネルギー部ヘッドの Mr. Alidi から BS 石油工場に対する技術的支援の可能性について質問があった。PROMEEC の目的は人材育成であり、特定の技術サービスではないことを申し上げ、了解していただいた。

2) Quick Report の発行時期

BS 石油工場から報告書を早急に出してほしいとの要望が出された。BS 石油工場としては予算申請資料として活用したいということである。本件について、明年3月に最終報告書(和文)を METI に提出する日程を説明した。ただし、省エネ対策のタイトル、技術内容、コストの大小程度を1-2頁にまとめる程度であれば、明年1月末ごろには提出可能であると返答しておいた。

3) 省エネ関連の技術研修

本年から始めたエネルギー管理研修のカリキュラムに技術研修を追加することを計画している。そのため、Mr. Alidi から診断技術のトレーニングに協力してほしいとの話が出た。本件については ECCJ 国際協力本部に相談してほしい旨、伝えた。

4) IHDB の試用促進

ECCJ 側から IHDB の試用について、ACE とフォーカルポイントで協力して推進するよう要望した。対象産業はセメント産業と食品産業とした。さらに試用の進捗状況を明年のポストワークショップで報告してくれるよう要望した。

5) 産業分野の Asean Energy Award 応募

BHC社の省エネルギー活動はAsean諸国に参考になると思われるので、Asean Energy Award 応募の可能性について議論した。当方からは、従業員の省エネルギー参加やエネルギーデータのモニタリングなどが実施されれば、可能性があることを伝えた。

以上

Brunei Shell Petroleum OJT 診断



Mr. Ahmad Mohamad (フォーカルポイント、前列左から3人目)

原油常圧蒸留装置全景



Butra Heidelberg Cement 社フォローアップ調査



Mr. Thontowi Djauhari (工場長、左から 11 人目)
Mr. Ahmad Mohamad(フォーカルポイント、左から 12 人目)

セミナー・ワークショップ記念撮影



Mr. Ahmad Mohamad(フォーカルポイント)

別添資料Ⅲ

1. Recommendations to Brunei Shell Petroleum
2. 熱分野の省エネルギー対策の検討
3. 電気分野の省エネルギー対策の検討

IV. フィリピン

1. 活動概要

METI 委託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、10月28日から11月6日までフィリピンに出張し、医薬品工場の OJT 診断、フィリピン産業関係者・ASEAN 各国関係者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。OJT 診断には実施場所である Amherst laboratories から4名、同社の親会社である United Laboratories グループ各社から11名、エネルギー省 (DOE) から2名、ECCJ/ACE の5名、総計22名が参加した。セミナー・ワークショップはエネルギー省会議ホールにて開催され、多数の政府関係者を含む45名の参加者を得て成功裏に終えることができた。同セミナーにはマレーシアから電炉工場、インドネシアから繊維産業を含む4工場の省エネ事例の発表があった。なお、現地活動の合間に、エネルギー技術サービス企業が組織する ENPAP を訪問し、工場診断技術について情報交換を行った。

出張者 技術協力部 川瀬太郎、武田曠吉、浦久保秀隆

活動日程 10/29-11/5 OJT 診断 (Amherst Laboratories)

11/6 セミナー・ワークショップ (於エネルギー省会議ホール)

2. OJT診断 (Amherst Laboratories)

(3) 参加者 22名

Amherst Laboratories : Mr. Amado De Leon (engineering manager) & 3 engineers

United Laboratories Group : Mr. Anthony Arciaga & 10 engineers

Department of Energy (DOE) : Mr. Marlon Domongo, Mr. Maximino Marquez

ACE : Mr. Zamora, Mr. Junianto

ECCJ : Mr. Urakubo, Mr. Takeda, Mr. Kawase

(2) 工場概要

操業 United Laboratories Group に所属。マニラ南部 Laguna 市に立地。2007年3月に第一棟にて固体剤の生産を開始。本年11月に第二棟が完成し、液体剤の生産を開始予定。フィリピンにおける第一号かつ唯一の EU GMP 認証工場。他に ISO9000、ISO14000 および Halal 認定も取得済み。工場棟に BMS (building

management system)を導入。

原油・製品 原料は武田薬品などを含む外国企業から輸入。製品は内需・輸出用（量は不明）

生産設備 造粒設備（湿式。乾式）、流動層乾燥機、打錠設備、コーティング設備、熱風乾燥機、一次包装・二次包装設備、クリーンルーム（GMP 準拠）

用役設備 空調設備（HVAC）、圧縮空気設備、純水製造設備、ボイラー、廃水処理設備

エネルギー消費量（2008） LSF0燃料 203kL、電力 7.4×10^6 kWh

従業員 386名

(3) 診断概要

1) 診断チームの構成

Amherst laboratories から4名、United Laboratories グループ各社から11名、エネルギー省（DOE）から2名、ECCJ/ACE の5名、総計22名が参加した。フィリピンチームのリーダーは Amherst Laboratories の技術部長 Mr. De Leon が務めた。データ収集・データ解析の作業は3つのサブグループに分かれて行った。セミナー・ワークショップでのOJT成果の発表は Amherst Laboratories 技術スタッフ Mr. Aaron Cuaresma が行った。

2) PROMEEC プロジェクト趣旨の確認

プロジェクトの目的は工業設備の診断技術に関する人材育成であること、従って特定の課題についての技術サービスではないことを確認した。また、省エネ診断の対象設備は、プロセスの中核部分の対象外であり、ユーティリティー設備および生産プロセスの周辺設備、たとえば熱回収設備や乾燥機、冷凍機などに限定することを確認した。

3) 工場側の診断チームに対する要望、

United Laboratories の工場担当副社長である Mr. Limuel Razo から技術者の省エネ知識と技術を高めていただきたい、また、コストダウンに資することを教えていただきたいとの期待が表明された。また、技術部長の Mr. De Leon から HVAC 設備に関する最新の省エネ技術、具体的な省エネ提案を教えていただきたいとの要望が出された。

4) 診断作業の手順

・工場側へのインタビュー

Mr. De Leon から工場設備の概要、省エネ活動の状況などについて PPT による説明を受けた。

・事前に送付していた調査表回答の確認

今回は工場側による PPT による説明が完璧であり、調査票回答の確認は不必要だった。

- ・ 診断に必要な技術事項の講義
エネルギー診断の概要、HVAC 設備の省エネ対策（チラー、冷却塔）、医薬品工場の省エネ事例について講義
- ・ 現場点検と討議
今回は技術部長がリーダーであり、点検時の疑問は彼が対応してくれた。必要に応じて教室に戻り討議した。
- ・ 第一次報告
診断最終日に工場幹部へ診断結果速報として報告
- ・ 第二次報告
明年 3 月に METI に和文報告書を提出（6 月に ACE ホームページにアップロード）

5) 現場点検での知見および省エネ可能性（別添資料Ⅳ－1 参照）

工場長から要請のあった技術者教育を確実にを行うため、設備ごとに点検目的を説明しながら点検を行う方法でスタートした。現実には 20 名を超える参加者に騒音の中で説明するのは不可能であった。そこで、収集しようとするデータを一覧表にしたデータシートを各自に持たせた。そして、データシートの意味を教室にて事前に説明しておくことにした。その後、設備点検は ECCJ 専門家が行い、参加者はデータシートに点検事項を記入していく形式で進めた。これで、現場点検の趣旨をかなり浸透させることができた。

本工場は操業開始後 2 年を経過したばかりの若い工場であり、約 60% の低操業率状態にあった。また、組織だった省エネルギー推進活動も実施されていない状態であった。そこで、省エネルギー機会の洗い出しにあたって、以下の 4 カテゴリーに分類して現場点検を行った。

- カテゴリー 1 エネルギー管理システムの強化
- カテゴリー 2 低操業率に対応した設備運転条件の再チューニング
- カテゴリー 3 省エネルギー設備の追加
- カテゴリー 4 固体剤工場と液体剤工場を統合した用役供給の最適化（OJT の対象外）

(a) エネルギー管理システムの強化

・ 事前調査表に対する回答によると、同社で省エネルギー推進活動は一定の水準に達しているものの、エネルギー管理者が任命されていない、エネルギー削減のための目標を設定していない、外部コンサルタントのエネルギー診断を受けていないなど、いくつかの改善すべき事項も残っている。そこで、次のようなアドバイスを与えた：

- ・エネルギー管理責任者の任命

すでに省エネルギー推進委員会は設立されているが、エネルギー管理責任者が任命されていないので、実際の推進活動がなされていない。各職場ごとに責任者を任命し、ランプの消灯、非生産時のモーター停止、部屋の清掃、不要発熱源の除去などを実施し、必要なら施設部に修理を依頼する体制づくりをすること。

- ・エネルギー消費に関するデータのモニタリングと記録

そのために DCS に蓄積されたデータを最大限に活用すること（運転データとエネルギー消費量との関係を明らかにするなど）、エネルギー多消費設備（空気圧縮機など）のモーターに電流計または電力計をつけること、エネルギー管理用に携帯型の計測機器を購入すること（たとえば、活性汚泥装置用の DO 計、スチームトラップ管理用の聴診棒など）。

- ・ビルマネジメントシステム（BMS）の活用

同工場では厳密に空調された巨大建物の中で生産を行っている。そのため、ビルマネジメントシステム（BMS）を導入し、空調管理を行っている。BMS の中には、ビル内部の温度、湿度の情報のほか、用役供給設備のデータも入力されている。しかし、これらのデータはエネルギー管理用には活用されていない状況であった。そこで、エネルギー使用データをレポートにだし、関係部門で情報を共有し、エネルギー管理に役立てるよう指導した。

- ・IHDB 活用による省エネルギー運転の追及

エネルギー管理には、生産設備および用役設備を常に最適条件で運転することが重要であり、そのために設備ごとに省エネルギー指標（Energy Efficiency Indicator）を定め、定期的に管理することが重要である。そのため、省エネルギー指標となりうる重要運転条件（Key Process Parameter）を定期的に収集し、データベースとして蓄積し、エネルギー増加の兆候を早期に発見し、必要な修復作業を行えるようにしておくことを指導した。このようなデータベースは工場内で使用されるもので、In-House Data Base（IHDB）と称される。一般に IHDB は工場ごとに異なる内容となるが、用役設備については、ある程度の共通性がある。

- ・省エネルギー推進のロードマップ

外部コンサルタントの支援を得て、可能な省エネルギー対策を総点検し、各省エネ対策の実実施計画を短期・中期・長期に分類しておくこと。日本の省エネルギー法はエネルギー管理指定工場に対し、省エネルギー対策の中長期計画を作成・提出することを求めている。これは、ペイバック年の短い対策をつまみ食いし、大きな省エネ機会を見逃すことを避けること、つまり、中長期の視点に立って、省エネルギー対策を実施していくことの重要性を認識していることによる。本工場においても、中長期計画を策定するようアドバイスし

た。

- ・技術者の能力向上

OJT 診断に参加した技術者との議論の過程で、技術者の知識とスキルを高める必要性があると感じた。たとえば、冷凍機がどのような原理で作動しているのか、エネルギーは冷凍機になぜ必要なかを理解していない技術者も何人かいた。これらは、省エネルギー活動推進にとって必須の知識である。そこで、設備の原理 (process principle)、診断技術 (audit technology) について、技術者教育を強化するため、社外の技術サービス、たとえば Energy Service Provider、コンサルタントなどを活用するようアドバイスした。

- ・作業員の省エネ意識向上

同様に作業員の教育も必要である。作業員に対しては、省エネ意識 (awareness, consciousness) の涵養が目的となる。昼休みの消灯などには作業員の協力が必要である。また、機械の不具合などエネルギー増加の兆候をいち早く察するのも重要な省エネ活動である。小集団活動が成功するための必要条件の一つは省エネ意識である。

- ・設備のメンテナンス

省エネルギーの観点からは、不良スチームトラップ、保温損傷、圧縮空気漏洩、計器故障が主なメンテナンス対象である。これらは、運転自体には影響を及ぼさないもので、放置されることが多い。点検リストを作成し、定期的に点検・整備しなければならない。

(b) 熱設備の省エネルギー (別添資料IV-4 参照)

- ・ Inspection of Cooling Tower Performance

同社のエネルギー消費の60%を占める空調設備のエネルギー効率に影響を与える要因のうち最も大きいものは冷却水の温度である。冷却塔の性能を見る目安は、出口水温、および入口水温と出口水温の温度差 (Δt) である。出口温度は31℃以下、 Δt は3~4℃であり、冷却塔の性能にはとくに問題はなかった。出口温度は IDF ファンの台数を自動オン・オフ制御で調整していた。温度設定は31℃以上になるとオン、27℃以下になるとオフであった。省エネの可能性としては、オフの設定27℃をたとえば29℃に設定してオン時間を短縮してその結果として IDF ファンの電力節減を図れることがありうる。特に夜間は湿球温度が下がり、出口温度も下がってくるので、オフ設定温度の変更は効果的である。なお、実施にあたっては、マニラの湿球温度の日間較差を調査しておくこと、さらに実施する際にはオフ設定を27℃から徐々に上げていき問題ないことを確かめながら次のステップに移るといような注意が必要である。

・Maximization of Steam Condensate Recovery

ボイラー室および Level 2 のスチーム配管において、スチームトラップから排出されるドレンが回収されないで排水溝に放出されているケースが発見された。これらはボイラー給水タンク（本工場ではデアレーター）に回収されるべきである。トラップがタンクから遠い場合は、回収配管コストが高くなり、経済性が取れなくなることがある。このような場合、数個のトラップを集合するなどの工夫が必要である。

・Steam Trap Management

ボイラー室および Level 2 のスチーム配管において、スチームトラップの作動不良が発見された。これらは、ボイラー負荷を増加させ、燃料消費を増加させる。不良トラップは分解修理したり新品に取り替えること。取替えの際は、蒸気漏れを起こしにくいフリーフロート型のトラップが推奨される。また、不良トラップの早期発見のために、定期点検が重要であり、そのためにトラップ点検リストを準備しておくこと。また、不良トラップの発見のためのトラップ診断用聴診棒を購入しておくこと。聴診棒はトラップのサプライヤーから入手することができる。

・Insulation of Bare Part of Steam Piping and Fittings

ボイラー室および Level 2 において、保温されていないスチーム配管、温水配管があった。また、冷水配管においても裸の部分が Level 2 において発見された。これらは、ボイラー負荷の増加、空調負荷の増加を招き、ひいては燃料、電力の無駄使いを引き起こす。早急に保温を施すべきである。なお、操業から 2 年の現時点では、保温の劣化は生じていないが、操業年数が長くなると劣化で保温が損傷していく。この場合も早い段階に補修をしておくことが必要である。

・Optimum Boiler Operation

ボイラーの運転に関しては、排ガス温度を低く保ち、排ガス酸素濃度を適正值に維持することが重要である。OJT 診断時には、排ガス温度 170℃、排ガス酸素濃度 6% 強であった。ボイラー負荷は燃料使用量から推定すると約 25% と極めて低い。その中で、170℃ と 6% はとくに問題のない数値である。このような低負荷では、燃焼空気量を下げると、燃料と空気の混合が悪くなり、かえって不完全燃焼が増加することがある。黒煙がわず褐色の炎の状態を保つように空気量を調節する必要がある。本ボイラーでは、燃料と燃焼空気はリンク機構による比率制御が行われている。低負荷運転が続くようであればボイラーサプライヤー立会いのもとに空燃比調整が必要である。排ガス温度については、燃料油硫黄分による酸露点腐食に注意しなければならない。本工場の燃料油は重油と軽油のブレンドで硫黄分は 0.9% である。酸露点は約 150℃ であり、運転の排ガス温度 170℃ に近い。エコマイザーのチューブが局所的に酸露点以下にならないように定期修理時にチ

ューブ腐食の点検を行うべきである。

・Minimization of Heat Generation in Air Conditioned Space

空調室内での発熱源は空調負荷を増大させるので最小にしなければならない。発熱源として、スチーム使用設備、モーター使用設備、照明設備、フォークリフト、作業員、ドア開閉時の外気侵入がある。今回、スチーム使用設備の点検を行った。流動層乾燥機はたまたま停止中であり、高温表面が存在するのか確認できなかった。スチーム加熱ケトルが1基あり、そのスチーム配管は保温されていなかった。また、ケトルのジャケット表面は保温されていなかった。小型ケトルで表面積が小さいので、空調負荷には大きく影響しないと思われる。将来、ケトルが増設される場合には保温を考慮すること。

・Heat Recovery of Streams around pure water PHE

製造用純水は熱交換器をつかってスチームによる間接殺菌を受ける。殺菌された高温純水は冷却水により冷却された後、純水タンクに送られる。この際、冷却水に熱が捨てられているが、この熱をボイラー給水の予熱、あるいは温水製造器の原水予熱に回収できる可能性がある。今回のOJTでは時間の都合で点検できなかったが、今後の課題としたい。

(c) 電気設備の省エネルギー (別添資料IV-5 参照)

・コンデンサー冷却水ポンプ

コンデンサ冷却水ポンプ(18.5kW)は、チラー設備(4式)毎に合計4台が設置されている。当該ポンプ(測定時2台運転)の電動機負荷率は68-70%であり、ポンプ定格仕様時の軸動力に対する負荷率は71-73%となる。これを流量/軸動力曲線を仮定して流量に換算すると、流量定格に対し約59-61[%]と推定される。定格仕様と最終的に必要な仕様との比較結果により、インペラーカットなどの過剰仕様の削減による省電力対策の実行を推奨する。インペラーカットを行った場合の省電力量は大凡5kWと推定される。

・Inspection of Chilled Water and Condenser Pumps

冷水はチラーエバポレーター、2次ポンプ、プロセス、(冷水タンク)、一次ポンプ、チラーエバポレーターの順序で循環している。本システムでは、冷水タンクが設置されておらず、クローズドシステムとなっている。一次ポンプ(4台)は定速モーターで運転され、二次ポンプ(7台)はインバーター付き可変速モーターで運転されている。設備点検で、二次ポンプモーターの周波数が10-11Hzであり、実質的に回転していない状態であった。二次ポンプの吸入圧力と吐出圧力はほぼ同じで約6barであった。これは、冷水循環系の全流体抵抗が設計より低く一次ポンプのみで循環可能であることを意味する。流体抵抗は流速の2乗で変化する。現在の低操業率運転により冷水循環量が設計より少なくなっ

いるのが原因と思われる。そこで、一次・二次どちらかのポンプを停止することを進めたい。定格ヘッドは一次ポンプ 22.8 m、二次ポンプ 27.4 m であるので、一次ポンプを止め、二次ポンプのみの運転とする。この際、一次ポンプにバイパス配管を据え付ける必要がある。二次ポンプ運転による省電力量は大凡 8 kW と推定される。

・Reduction of Compressed Air Pressure

本工場での圧縮空気の用途はアクチュエーター駆動用、表面ブロー用、粉体移送用、固体剤微粒化用 (Micronizer) である。吐出圧力は平均 8.2 bar である。固体剤微粒化用以外は 7 bar 以下で十分である。一方、Micronizer は 3 ヶ月に一回、約 1.5 日使用されるのみである。したがって、大部分の時間、エネルギーロスをしていることになる。そこで、(1) Micronizer 用の専用小型圧縮機を設置するか、(2) 通常時は 7 bar 以下で運転し、Micronizer 運転時のみ、吐出圧力設定値を 9.2 bar に上げる、あるいは(3) マイクロナイザ専用昇圧機(新設)を設する等の対策が考えられる。(2)の場合、空気圧縮機サプライヤーに設定変更が可能かどうかについて確認する必要がある。なお、吐出圧力を 8.2 bar から 6.2 bar に下げた場合の省電力率は約 14.4% と推定される。

・Optimum Control of Air Compressors

本工場にはスクリー型圧縮機が 3 台設置され、通常は 2 台運転、1 基は待機している。運転中の空気圧縮機の負荷時間を測定したところ、1 基は 61%、他の 1 基は 22% の時間がアンロード状態であった。また、ロード設定圧・アンロード設定圧が 2 基ほぼ同じ圧力に設定されていた。アンロード時間を短縮するために、(1) 1 基を小型圧縮機に取り替えるか、(2) インバーター機に取り替えるかが考えられる。(2) のケースは、投資額が高くペイアウトが難しい。

・VSD of Aeration Blower of Activated Sludge Unit

本工場の活性汚泥装置には 3 基のエアブローが設置され曝気用空気を供給している。いずれも定速モーター駆動である。現在は工場の操業率が低く、BOD 負荷は設計値より低いと思われる。曝気状態の目視観察でも大きな泡が認められ過剰曝気の可能性がある。ポータブルの溶存酸素計 (DO メーター) により、DO を測定し、管理値 (通常 2-4 PPM) の範囲内では、曝気空気量を絞ってブローの省電力を測るべきである。曝気空気量を絞る方法としては、(1) 出口弁を絞る、(2) プーリー径を変更する、(3) モーターをインバーター可変速とする、の 3 法がある。(3) が省エネ効果が最大となるが、経済性を考慮するとプーリー径の変更が最も現実的である。なお、DO は毎日測定し管理すべきものであり、そのためのポータブル DO メーターの購入を推奨する (US\$ 2000 程度)。

・VSD of Miscellaneous Rotating Machineries

定速モーターで駆動されるポンプ・ファン/ブロワーの場合、流量の調節は吐出弁の開閉により行われる。低流量運転では、吐出弁を絞り圧力損失を作って流量調節を行う。圧力損失分だけエネルギーロスが発生する。そこで、この吐出弁の圧力損失を最小にするため、可変速モーターが適用される。つまり低流量運転では、モーター回転数を落とし、吐出弁をフルオープン状態にして省エネルギーを図るのが一般的である。最も多用される可変速モーターはインバーター付きモーターである。インバーターを適用すべきかの目安は、(1)吐出弁開度が50-60%以下に絞られている場合、(2)付加変動が大きいか頻度が高い場合である。一般に、空調設備は負荷変動が大きく、特に夜間負荷が低下する工場では、冷却水ポンプ、冷水ポンプ、AHU/集塵ファンのいずれにもインバーターを設置することが常識になっている。なお、インバーター化にあたって、可能な限り安価なインバーターを選択すべきである。故障すると操業に大きな影響を与える場合を除いて、オートマテック調整でなくマニュアル調整かつ高価な保護回路などのないインバーターで十分である。本工場では、次の機械のインバーター化を検討すべきである。

冷却水ポンプ（冷却塔循環水）

冷水ポンプ（冷水循環）

集塵ファン

用水ポンプ（ただし、オンオフ制御の場合を除く）

・冷却塔ファン(Cooling tower fan)

冷却塔ファン(18.5kW×4)は、送水温度制御により温度に応じて自動的に起動/停止し、更に台数選択もなされており省エネ運転が行われている。測定時の電動機負荷率は66-76%である。冷却塔ファンは、既に送水温度制御による省エネ運転が行われており特に省エネ推奨案はない。但し、更なる省エネ運転の可能性としては、現状の台数制御と組合せてファン1台にインバーターを導入し部分負荷対応の容量制御機能を追加することが考えられる。

6) 日本の医薬品工場において実績のある省エネ対策の紹介

医薬品工場における省エネ対策は、省エネ優秀事例全国大会で毎年多数の事例が報告されている。下記に列挙する代表的な事例をPPT資料にて説明した。詳しくは別添資料IV-3を参照願う。

- ・ Clean room A/C system in Abbott Japan, Katsuyama Plant
- ・ Cooling water system in Ajinomoto, Kyusyu Plant
- ・ Water supply pumps in Eisai, Tsukuba Laboratory
- ・ Utility facilities in Japan Chemical Research, Kobe Plant
- ・ Lighting fixture in Santen Pharmaceuticals, Noto Plant

- Utility facilities in Otsuka Pharmaceuticals, Tokushima Plant
- Ice-thermal storage system in Eisai, Tsukuba Plant
- A/C system in Pfeizer, Nagoya Plant
- Multi-effect evaporative water distillation unit in Otsuka Pharmaceuticals Tokushima Plant
- Flue gas desulfurization unit in Taiho Pharmaceutical Tokushima Plant
- Spray dried crystallizer in Fuji Pharmaceutical Toyama Plant

7) 計測機器の準備

計測機器として、DOE からクランプ式パワーメータが提供された。また、ECCJ から接触式温度計が提供された。いずれも有効に活用され、多くのデータを得ることが出来た。温度計はボイラー周り、冷却塔周りの温度測定に活用された。パワーメータはポンプ・ファン・コンプレッサーのモーター電流の測定に欠かせない重要な計測機器である。万一の事故を考慮して、パワーモニターの使用は工場側をお願いした。

一般の工場では、測定に必要な計器として、パワーモニター、温度計に加えて、燃焼ガス分析用の酸素メータ、ファン空気量測定用の熱線風速計またはベーン風速計が強く求められる。これらは、省エネ対策として頻用される燃焼管理およびインバーター制御の評価に不可欠の計器である。

8) データ解析と簡易報告

OJT 診断についての検討内容および問題点を診断最終日に工場幹部に速報として報告した。なお、親会社 United Laboratories, Inc から企画担当副社長 Mr. Nestor Felicio、工場担当副社長 Mr. Limuel Razo が参加した。本速報はセミナー・ワークショップにおいて、ローカルチームのメンバー Mr. Aaron Cuaresma から発表された。速報の詳細は別添資料 IV-4 を参照されたい。今後、日本に持ち帰り詳細なデータ解析を行い、明年 3 月に最終報告書〔和文〕として纏める予定である。本報告に対し活発な議論が行われた。

以下に主な質疑を示す：

Q (UniLab) 予算申請したいのでインバーター導入の計算法を教えてください。

A (ECCJ) 本プロジェクトの目的は診断技術のキャパビルであり、技術サービスを目的としない。本プロジェクトでは、どこに **Energy Saving Potentials** があるかを指導した。具体的な提案に関する詳細な計算ほかのサービスは **ESP (Energy Service Provider)** に相談されたい。当然、有料になるだろう。

C (DOE) **PROMECC** の目的は、啓蒙 (awareness) と **EE&C** 技術の市場開発である。**ESP** の技術サービスを活用していただきたい。

Q (UniLab) 空気圧縮機の負荷率はどのぐらいを目標としたらよいか。

A (ECCJ) 最初に設計段階での設備容量の決め方について述べたい。一般に設備の容量は通常運転時の必要容量に二種類の安全を追加して決める。その1は設計精度不足に起因する容量不足を補うための10%、その2は市場変動による容量増加要因を補うための10%である。したがって、設備は通常運転に必要な容量より20%大きな容量を持っている。

次に、既に据え付けられた設備をどう有効に使うかを述べる。設備の効率は定格容量、つまり負荷率100%で運転する時に最高の効率となる。一方、通常運転では、設備容量の80%、つまり負荷率80%で運転することになる。従って、100%運転に比較して低い効率での運転を余儀なくされる。負荷率80%では、効率の低下はそれほど顕著ではないので、とくに対策をとる必要はない。

しかしながら、ポンプ・ファンなどの回転機械では、所要動力が負荷率の3乗に比例することから、インバーターを採用すれば、80%負荷率の運転では所要動力が51.2% (= 0.8^3) に減少する。そこで、設計段階でインバーターが組み込まれることがしばしばである。質問に対する回答は一旦据え付けられた設備にたいする目標負荷率というものはないということになる (一種の禪問答)。

Q (UniLab) 温調型スチームトラップのメカニズムを教えてください。

A (ECCJ) 温調型とフリーフロート型を比較しながら説明した。

Q (UniLab) ボイラーのブローダウンについて？

A (ECCJ) 水質とブローダウンの関係、間欠ブローと連続ブロー、電気伝導度計の効用、TODの基準値等について説明した。

Q (UniLab) 吸収式チラーを採用しなかった理由は何か

A (UniLab) 吸収式チラーでは冷水の要求温度を満たせなかったため、機械式チラーを採用した。

Q (UniLab) 燃焼改善添加物 (fuel additive) の省エネ効果について

A (DOE) いろいろ市場に出ているが、効果を確認できていない

(4) 所感

1) 本工場は操業開始後2年しか経っていないフィリピンでは最大最新式の工場である。当然のことながら、医薬品製造基準 GMP は徹底的に遵守されていた。しかし、工場設備の設計に最近の省エネルギー技術がほとんど反映されていなかった。たしかに、一部の排気エアの熱回収、AHUブロワーのインバーター導入は行われていたが、不十分である。工場新設は省エネルギー技術を導入する絶好の機会であるのに残念なことである。マニラのコントラクターが建設を担当したとのことであったが、医薬品分野のエンジニアリングが未成

熟なのかと思える。

2) 省エネルギー管理についても、まだまだ未成熟であった。省エネルギー委員会は組織されているが、実際の活動はどの程度か疑問がある。技術者の多くがどのような省エネルギー技術があるのか知らない状態であった。メンテナンス状況も新設工場にも拘わらず保温の傷み、不良トラブルの発生などが出始めている状態であった。技術者の技術力向上、作業員の省エネルギー意識、データのモニターと記録、メンテナンス強化等、やるべきことが多いと感じた。

3) 本工場には DCS をベースとした BMS を設置している。基本的なエネルギーデータおよび重要な運転データはオンラインで収集されている。今後はこれらのデータをエネルギー管理にどう役立てていくかが求められる。その際、IHDB が有効であると思う。IHDB の活用を期待したい。

4) 既設の固体剤工場に隣接して 11 月に液体剤の工場が完成する。用役設備は固体剤工場とは完全に分離された別系統となる。別系統にすることは、一方のトラブルを他方に及ぼさないという長所はあるものの、用役単価は高くなるという欠点がある。工場操業に対する影響度を仕分けし、共通化できるものは共通化して工場全体の用役費を最小化していく検討が今後の課題となろう。ボイラー・蒸気システム、圧縮空気システム、排水処理システム、用水供給システムが対象になる。

3. セミナー・ワークショップ

(1) 日時場所

2009年11月6日 08:30-16:30
エネルギー省会議ホール

(2) 参加者 : 45名

Dept of Energy (DOE) 9名

Mr. Roy Kyamko, Senior Undersecretary
Ms. Evelyn Reyes, OIC-director
Mr. Artemio Habitan, OIC-chief, EE&C division

Group of United Laboratories, Inc 9名

Mr. Amado De Leon, Engineering manager of Amherst Labs
Mr. Anthony Arciaga, AVP-engineering service

Phramaceutical Industry (ex. United Labs Group) 8名

Philippines Council for Industry & Energy and Development (PCIERO) 2名

Energy Service Providers 6名

Hotel Industry 2名

ASEAN (speaker) 2名

Mr. Zul Azri Hamidon, PTM, Malaysia
Mr. Gannet Pontjowinoto, President director of PT EMI, Indonesia

ACE 2名

Ms. Christopher Zamora, Mr. Junianto M

ECCJ 3名

Mr. Urakubo, Mr. Takeda, Mr. Kawase

(3) 発表概要

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

1) Updates 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 および 2010-2015
- 17 EAEF EE&C プロジェクト

- ・ 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
- ・ AEMAS (ASEAN エネルギー管理者認定制度)
- ・ 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)。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。なお、現在、策定中の APAEC プログラム 2010-2015 には原子力の民生利用に係る取組みが新たに追加される見通しである。

2) EE&C Promotion Activities in the Philippines

DOE 省エネルギー課の Mr. Artemio Habitan からフィリピンの省エネルギー関連組織および最近の省エネルギー活動について説明があった；

- ・ エネルギー自給率の向上を目指し、省エネルギー推進と新・再生可能エネルギーの開発を活動の二本柱とする
- ・ エネルギー需要 輸送 34.6%、民生 28.5%、産業 25.4%、商業 10.1%、農業 1.4%
- ・ 省エネルギー担当はエネルギー省エネルギー部省エネルギー課
- ・ NEECP (National EE&C Program) 2004 年公式ロゴ (ec way of life) を選定
7 サブプログラム (啓蒙キャンペーン、家電 S&L、燃費ラン、政府 EM 活動 (GEMP)、エネルギー管理サービス/診断、表彰、自主行動計画 (VAP))
- ・ PEEP プロジェクト (Philippine Energy Efficiency Project)
目標：ピーク電力低減による電力コスト削減、
ファンド：US\$46.5mil (ADB loan US\$31.0mil、ADB grant US\$1.5mil、Gov't US\$14.0mil)
4 サブプロジェクト：照明、ビル・産業 superESCO、生活の省エネ啓蒙、省エネ支援
成果：ピーク電力低減 450MW
- ・ CFL 供与計画
1st lot (5 mil CFLs、マニラ地域)、2nd lot (4 mil CFLs、ルソン地区)、3rd lot (4 mil CFLs、ビサヤ地区・ミンダナオ地区)
- ・ 外国とのプロジェクト

ASEAN-PROMECC、ASEAN BP ビル、ASEAN EM Award 産業とビル

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、産業分野における施策および省エネルギーセンターの役割について、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（医薬品産業を例にして）
- ・省エネルギーセンターの役割と活動概要
- ・ASEAN 他国における PROMECC 産業活動の成果事例の紹介（食品産業を例にして）

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

4) EE&C Best Practices in Malaysia

マレーシア省エネルギーセンター（PTM）の Mr. Zul Azri Hamidon から、ビレット・棒鋼を製造する電炉工場の事例が発表された。

- ・1961年操業、ビレット 423kt/年、棒鋼 291kt/年、エネルギー費 RM65mil、従業員 1,060名、24時間操業
- ・製造工程 スクラップ受入れ→DC アーク炉→レードル炉→連铸機→再熱炉→圧延機→Laying→製品（棒鋼）
- ・No.1 圧延機圧縮空気漏洩対策 空気漏れ試験を実施し空気漏洩量を推定、漏洩箇所の特定（空気不使用時にも空気送気、配管およびジョイント、閉止弁を開放放置、エアガンの不適正取り扱い）
- ・老朽化したピストン圧縮機をスクリュウ圧縮機に取替え 75kW 機2基運転を1基運転にできた
- ・再熱炉の空気侵入対策 取出しドア・操作ドアからの空気侵入あり、取出しドアの下限位置を200mm下げた、操作ドアを補修しドアの傾きを除いた
- ・No.2 圧延機クエンチポンプにVSD設置 吐出弁制御からインバーター制御に変更、160kW ポンプ2基と225kW ポンプ1基にVSD設置
- ・No.2 圧延機冷却ブロワーにVSD設置 定速モーターからインバーター制御モーターに変更、37kW ブロワー2基と75kW ブロワー1基にVSD設置
- ・力率の改善 キャパシターバンクを設置し、力率を0.7から0.9に改善した

5)EE&C Best Practices in Indonesia

インドネシア PT EMI 社 (PERSERO) の Mr. Gannet Pontjowinoto から事例 4 件の説明があった。

・西ジャワ州の繊維一貫工場の事例

生産能力 Spinning : 350 ton/month
 Weaving : 1.35 million yarn/month
 Dyeing & finishing : 1.2 million yard/month
 Printing : 600,000 yard/month

No.	Energy saving potential	Energy saving recommendation	Implementation	energy saved
1	There are leaks in the compressed air distribution pipe	Repair the distribution pipe leakage	Improvement in the compressed air distribution pipe, mainly at the weaving division	46,000 kWh/month
2	Higher discharge pressure due to high pressure drop at the distribution pipe	Shorten the distance between main header to user point so we can reduce the pressure drop	Shorten the distance between the main header to user point, degrading the discharge pressure from 7.6 to 7.2 kg/cm ²	21,670 kWh/month
3	High inlet temperatur reduce the Elliot 320 & 330 compressor efficiency by 6 - 7%	Regular deaning activity at the compressor's intercooler&aftercooler will improve the efficiency	Regular deaning activity once every 6 months	9,360 kWh/month
4	Low free air temperature at night and high pressure drop at the condenser side	Raise the air conditioning system temperature setting Optimize the use of low temperature free air to conditioned the production room	Accelerate the use of low temperature free air and conduct regular cleaning of heat transfer equipments	29,600 kWh/month
5	Low performance hot oil and steam boilers	Boiler efficiency improvement & Changing the use of HFO to NG	Improving hot oil and steam boilers performance trough shell&tube cleaning, regular maintenance Repair and adjust the gas burner in the hot oil boilers	828,720 liter of IDO and 508,464 Nm ³ of NG
TOTAL ENERGY SAVING			106,630 kWh, 828,720 liter of IDO and 508,464 Nm ³ of NG	

・東ジャワ州の電炉工場

製造工程 Scrap/Sponge→EAF→LRF→CCM→(Billet)→BRF→Roughing→Intermediate→

Finishing→Wire rod

No.	Energy saving potential	Energy saving recommendation	Implementation	energy saved/year
1	High value (24.2%) of excess air for billet reheating process in Billet Reheating Furnace (BRF)	Reduce the amount of excess air that is needed for billet reheating process from 24.2% to 9.2%	Install BAF gas project	1,857,661 liter IDO
2	Heat loss in billets as a result of natural cooling (cooled billets from 600 to 40 °C)	Billets feeding arrangement to reduce the occurrence of heat losses due to waiting time	Setting the billets feeding mechanism	4,994,183 liter IDO
3	Tap to tap time can be reduce in Ladle Reheating Furnace (LRF)	Reduce tap to tap time up to 70 minutes to reduce electrical energy consumption in Ladle Reheating Furnace (LRF)	Reduce tap to tap time	7,175,550 kWh
TOTAL ENERGY SAVING				7,175,550 kWh and 6,851,844 liter of IDO

・南スマトラ州のガス処理プラント

主要設備 アミン脱硫ユニット、スタビライザー、プロパンチラー、GTG 発電機

No	DESCRIPTION	SAVING, MMSCFD
NO COST/LOW COST :		
1	Optimize operation of GTG will increase efficiency from 18 % to 23 % that will reduced HP Fuel consumption	0.14
2	Optimized operation of all heater will increase efficiency 5 %	0.10
3	Reducing excess air of (225-H-202) at standby condition will reduce fuel gas consumption	0.08
4	Optimized operation of air cooler by Reducing the number of fan operation at low ambient temperature will reduced electricity consumption	-
MEDIUM/HIGH COST :		
5	Optimize operation of Heater and utilized flare gas can be implemented by installing booster compressor** to compress gas up to 180 psig. This fuel gas can be used for Gas turbine and in turn it will reduce HP Fuel consumption	1
TOTAL =>		1.36
** Estimated payback period to install the system is 2.42 Years		

・西スマトラ州のセメント工場

Greenhouse Gas Emission Reduction at Industries in Asia Pacific program (GERIAP)において、8項目の改善提案がなされ、そのうち5項目が Cleaner Production Energy Efficiencyprogram (PBEE)によりフォローアップ評価を受けた。

No.	Energy saving potential	Recommendation	Implementation	Energy saved annually	CO ₂ reduction annually	payback period
1	Compressors in cement mill & cement kiln areas are generally operates on less than 75% of their nominal load	Optimization of compressor work through compressor interconnection	Install interconnection between compressors so	31.1 kW	143.79 ton	less than 4 months
2	Timer setting of air jet pulse filter in the bag house to the optimum operating time	Adjusting the timer settings on the optimum operating time of the air jet pulse filter	Adjust the timer settings	2,178 kWh	1.57 ton	-
3	There are a lot of leaks in the distribution pipe network of compressed air	Optimize the compressors working through compressed air leak repair	Repairing the compressed air leaks in the area of cement mill & kiln	163,800 kWh	118.6 ton	less than a month
4	Vacuum leak in the area of kiln system and raw mill	Optimize the work of induced fans through vacuum leaks repair	Repairing the vacuum leaks in manholes and compensators	2,268,728 kWh	1,643.28 ton	5 months
5	Fans operate far below their nominal load	Optimization of fans work through adjusting the rotation of the fans according to their working load	Variable speed drive installation and fan motor pulley replacement	11,550,000 kWh	8,354.96 ton	18 months
TOTAL ENERGY SAVING & CO ₂ REDUCTION				13,984,706 kWh	10,262.2 ton	

6) Best Practices in Japan (pharmaceutical factory)

日本省エネルギーセンターの浦久保秀隆から、日本の医薬品製造工場における事例2件が報告された。

- ・ スチームトラップ管理に関する省エネ活動
トラップからのドレン排出量の簡易測定、トラップメーカー4社のトラップ性能比較、最適トラップの決定、スチームトラップの識別標識などの管理活動を実施
- ・ クリーンルーム空調用チラーの省エネ対策
フリークーリングの活用（冬場の冷却水が冷水温度近くまで下がることを利用し、チラー運転を停止して省エネを図る）、吸収式チラーの熱交換器チューブの洗浄（熱交換性能を回復し燃料LPGを節減する）、ターボチラーの熱交換器チューブの洗浄（熱交換性能を回復しコンプレッサー電力を節減する）

7) Best Practices in Japan (electrical energy, pharmaceutical factory)

日本省エネルギーセンターの武田曠吉から電気エネルギーの省エネルギー対策について、下記の事例が報告された：

- ・ ISO14001に準拠したローコスト対策の積み上げによる省エネ

- ・生産の海外移転に伴う工場エネルギー管理方法の見直し
- ・用水ポンプへの VSD 適用（インバーター制御）
- ・小型コンプレッサーへの取替えによるアンロード時間の短縮
- ・クリーンルーム空調システムの省エネ（排気エアの熱回収、非生産時の温度・湿度管理値の緩和、非生産時の充填室ラミナーフロー設備の流量低減）
- ・スプレードライヤー冷凍設備の省エネ（ブラインポンプ・冷却水ポンプのインバーター化、冷凍コンプレッサーの台数制御）
- ・包装室の照明の省エネ（高効率照明器具の導入、照明制御の導入、照明エリアの細分化）

8) Results of OJT Energy Audit in Pharmaceutical Factory（別添資料IV-2）

Amherst Laboratories の技術スタッフ Mr. Aeron Cuaresma から同工場で実施した OJT 診断結果についての報告があった。提案された対策の主要部は、クーリングタワーの性能評価、冷水ポンプの省エネ運転、コンデンサートの回収、スチームトラップ管理の強化、配管未保温部の保温、空調スペースにおける発熱源の最小化、圧縮空気送気圧力の低下、活性汚泥装置曝気エアブローの省エネである。

セッション3 Workshop on Energy Management Tools

9) Heat Balance Practice of Fired Heater（別添資料IV-3）

日本省エネルギーセンターの浦久保秀隆からヒートバランスに関する講義が行われた。本講義の狙いは、エネルギー管理ツールを使いこなすための基礎知識の涵養である。ヒートバランスの材料として、多くの工場で使用される産業用加熱炉（工業炉と俗称する）が選ばれた。与えられた時間が短くて講義のみとなったが、今後は計算演習も含めるよう改善していきたい。新しい試みとして、ヒートバランス計算の宿題が出された。提出は任意ではあるが、回答が ECCJ に後日送付され、ECCJ の専門家が添削して回送する手順が示された。

10) Updating of TDs, IHDBs, EMHBs and Cyber Search

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4種、つまり Technical Directory, In-house Database, Energy Management Handbook, 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。

11) IHDBs for cement industry and food industry

日本省エネルギーセンター(ECCJ)の川瀬太郎 からセメント工場用および食品用インハウスデータベース (IHDB) の概要および入力フォーマット記入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。これらは工場内各部署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す観点からブルネイのセメント工場、食品工場でも積極的に採用するよう要請がなされた。

本格採用に移る前に、IHDB 試用による問題点を洗い出すために、以下の実施手順が参考として示された：

- a. 業種ごとに参加工場の選定（業種あたり 2 社目安）
- b. IHDB 試用活動組織図の作成（役割分担の明確化）
- c. IHDB に取り込むデータ内容の決定（多すぎないように注意）
- d. データ収集・蓄積の開始（各参加工場が実施）
- e. 試用活動の進行管理（フォーカルポイントが担当）
- f. フォローアップの実施（次回インセプションワークショップにて報告）
- g. ロードマップの作成（ACE と共同で中長期計画を作成）

(4) 所感

1) エネルギー省、エネルギー技術サービス企業、United Laboratories グループおよび他の医薬企業、ホテル業界から 4 5 名の参加者が集まり、エネルギー診断に対する関心の高さを感じた。医薬品産業以外の産業関係者あるいは大学関係者の参加がなかったのは残念である。少なくともセミナー・ワークショップで事例紹介のあったセメント産業・鉄鋼産業の関係者の参加を働きかけてほしかった。

2) マレーシア、インドネシアの事例発表はローコストの対策でありたいへん実用的な内容であった。ASEAN 諸国に普及させるべき内容である。テクニカルディレクトリーに登録されるよう関係国の協力と ACE の対応をお願いしたい。

3) 会場設営、配布資料、ランチサービスなど周到な運営をしていただいた。PROMEEC 産業コーディネーターのエネルギー省をはじめフィリピン政府関係者に謝意を表したい。

以上

別添資料IV

1. OJT 診断結果 (速報)
2. Results of OJT Energy Audit in Pharmaceutical Factory
3. Heat Balance Practice of Fired Heater
4. 熱分野の省エネルギー対策の検討
5. 電気分野の省エネルギー対策の検討

Amherst Laboratories OJT 診断



Mr. Nestor L. Felicio (企画担当 VP)

Mr. Limuel Razo (工場担当 VP)

OJT 診断データ解析



セミナー・ワークショップ記念撮影



Ms. Evelyn Reyes (OIC-director of DOE)

Mr. Roy Kyamko (Senior Undersecretary of DOE)

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 国際協力本部技術協力部の許可
を受けて下さい。

電話 03 (5543) 3018

Fax 03 (5543) 3022