

平成 22 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 23 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。この全く互いに相反する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い環境負荷を増大させない技術、環境負荷とならないエネルギーの開発等の技術革新が求められている。

このような状況下において、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し、対象国が受け入れ可能で、かつ対象国にとって適切な支援が必要である。

その具体的な活動として、本プロジェクトはアセアン10ヶ国を対象に、2000～2003年度をフェーズ1として、各国1業種のエネルギー使用工場に対する省エネルギー診断を実施して、その技術移転を行った。引き続き2004～2008年度をフェーズ2として省エネルギー診断を実施するとともに、エネルギー利用の改善策を実施・普及させる推進基盤として技術要覧（Technical Directory/ TD）の作成や業種毎のデータベース(In-house Database/ IHD)を構築することにした

2009年度からのフェーズ3ではアセアン各国が自助努力によりこれまでに移転した技術を含む省エネルギー推進基盤を活用することを通じてアセアン各国への当該基盤の普及・浸透を目指すことにした。

この趣旨に従い、2010年度は主要産業の工場における省エネルギー診断 On the Job Training/ OJT を実施して、省エネルギー診断技術の普及を計った。更にTDの作成と業種毎のIHDを構築することにした。

具体的にはカンボジアとラオスでビール工場を、タイ国で繊維縫製工場を対象に省エネルギー診断のOJTを実施した。同時にセミナー・ワークショップを開催して、ホスト国以外の政府、異業種の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。

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23年3月  
財団法人 省エネルギーセンター

## 目次

### 短略表示

概要	1
．事業の目的および経緯	3
．カンボジア王国（食品産業）	5
1．活動概要	5
2．省エネルギー診断 OJT（A 工場）	5
3．セミナー・ワークショップ	17
．ラオス（食品産業）	21
1．活動概要	21
2．工場省エネルギー診断 OJT（B 工場）	21
3．ビルの簡易省エネルギー診断 OJT（C ホテル）	27
4．セミナー・ワークショップ	29
．タイ国（繊維産業）	32
1．活動概要	32
2．工場省エネルギー診断 OJT（D 工場）	32
3．セミナー・ワークショップ	35
．TD および IHD の構築	37
1 活動概要	37
2．TD システム構築	37
3．IHD システム構築	38
4．ビルディング部門 IHD の現状と実施した改訂作業	38
5．産業部門 IHD の現状と実施した改訂作業	38

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
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
DSM	Demand Side Management
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
IHD	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
PROMECC	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

#### Cambodai

MIME	Ministry of Industry, Mines and Energy
DIME	Department of Industry, Mines and Energy

#### LAO PDR

MEM/DOE	Ministry of Energy and Mines/ Department of Electricity
PDEM	Provincial Dept of Energy & Mines
EDL	Electricite Du Laos

#### Thailand

DEDE	Ministry of Energy / Department of Alternative Energy Development and Efficiency
CPH	Castle Peak Holoding PLC
ESCC	Energy Saving Consultation Center

## 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11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の第2年度目として、過去10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・普及を確立する年と位置付けられた。即ち、過去10年間に全アセアン諸国10業種の工場で実施した省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、以下の活動をカンボジア（食品産業）、ラオス（食品産業）およびタイ国（繊維産業）の3カ国で実施した。

### ◆ 省エネルギー診断指導

診断を希望した工場を訪問し、日本の専門家による省エネルギー診断の OJT を実施して、訪問国の診断指導者および候補者に省エネルギー診断技術を移転する。訪問、診断した工場に省エネルギー診断結果を報告して、今後の省エネルギー活動に利用する。

### ◆ 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（Technical Directory / 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 ACE の Web site に収納して、その情報を共有し、それらの技術の実施・普及可能性を高める。

### ◆ インハウスデータベース（In-house Data base/ IHD）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 IHD 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。

・カンボジアにおける現地業務：2010年9月6日 - 9月14日

- 1．カンボジアのビール工場において省エネルギー診断 OJT を行った。現地診断チームはカンボジア工鉱業・エネルギー省、地方政府関係機関の技術者、大学関係者、診断先工場の技術者等で組織された。リーダーはビール工場の技術者が勤めた。
- 2．セミナー・ワークショップには37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カンボジアおよび日本からの発表
  - (2) 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省エネルギー診断結果の発表

・ラオスにおける現地業務：2010年10月4日 - 10月11日

- 1．ラオスで第2の都市パクセにあるビール工場で省エネルギー診断 OJT を実施した。なお、今回は新しい試みとして同時にビルディングの簡易診断 OJT も実施した。現地診断チームはラオス工鉱業省、電力 DSM 部、地方政府、診断先工場の技術者等で組織された。省エネルギー診断 OJT のリーダーはビール工場ではビール工場の技術者が、ビルディングでは電力 DSM 部の職員が勤めた。
- 2．セミナー・ワークショップには上記の技術者に加えて、ビール工場他からの参加者を含めて49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ビール工場とホテルの診断結果を報告した。

・タイ国における現地業務：2010年11月22日 - 11月29日

- 1．バンコクの縫製工場において省エネルギー診断 OJT を行った。現地診断チームはタイ・エネルギー省、EC 関連企業および診断工場の技術者により組織された。省エネルギー診断 OJT のリーダーはタイ・エネルギー省の技術者が勤めた。
- 2．セミナー・ワークショップには65名が参加した。タイ・エネルギー省、繊維業界、エネルギー技術サービス会社からの参加者を得て盛大であった。タイ国の同業ベストプラクティスの発表とともに縫製工場の診断結果を報告した。

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。

## ．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を通じ、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、惹いては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である。

本プロジェクトの目的は以下のとおりである。

- 1．省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．省エネルギー診断とその OJT を通じてアセアン諸国の省エネ技術水準を高めること。
- 5．アセアン諸国において省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実行している。本年度は第3フェーズ2年度の活動と位置付けている。

第1フェーズ：日本からアセアン諸国への省エネ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への普及

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業種の省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、省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、2010年度はアセアン各国による自主的な省エネルギー診

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、省エネルギー診断技術の域内普及を確実にするために省エネルギー診断を新たな工場で実施した。また、技術要覧（TD）の作成作業と業種毎のデータベース（IHD）の構築作業を実施した。

省エネルギー診断はカンボジアおよびラオスでビール工場、タイ国で繊維縫製工場において実施した。省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。

## ．カンボジア王国（食品産業）

### 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5日から9月16日までカンボジア王国に出張し、シアヌークビルにあるビール工場の省エネルギー診断 OJT、およびカンボジア王国産業関係者・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。ビール工場の省エネルギー診断 OJT にはカンボジア王国の工鉱業・エネルギー省、地方政府関係機関の技術者、大学関係者、診断先工場および ECCJ、ACE の技術者の技術者他 23 名が参加した。セミナー・ワークショップには上記参加者に加えて、総計 37 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）渋谷浩志、川瀬太一郎、（株）前川製作所・派遣講師）川崎 勉

活動日程 9/6-9/13 OJT 診断（A 工場）

9/14 セミナー・ワークショップ（於シアヌークビル）

### 2．省エネルギー診断 OJT（A 工場）

#### （1）参加者：23 名

Ministry of Industry, Mines and Energy/ MIME（4 名）: Mr. Lien Vuthy/ ローカル  
チームリーダー、Mr. Khlaing Amradararith、Mr. Khlaut Ousa、Mr. Chhon  
Chhim

Department of Industry, Mines and Energy/ DIME（3 名）: Mr. Chan Chourn, Mr.  
Som Savath、Mr. Koeut RA

A 工場（3 名）: Mr. TY Puthy、Mr. Chor Sambath、Mr. Nop Chanra

ACE（2 名）: Mr. Christopher Zamora、Mr. Junianto

ECCJ（3 名）: 渋谷浩志、川瀬太一郎、川崎 勉、通訳（1 名）、その他（7 名）

#### （2）工場概要：A 工場

当工場は 1992 年に現体制での操業を開始し、18 年の経験がある。ビール生産能力は 480kl/D で、現状はフル操業の状態である。蒸気発生能力 10 t/h、蒸気圧力 7 Bar の炉筒煙管型ボイラー 3 基を有し、燃料は重油、ディーゼルを利用し、燃焼空気ファンによる強制通風システムを利用している。またアンモニアを冷媒とした機械圧縮式冷凍システムを採用し、圧縮機はレシプロ式 3 基、スクリュウ式 6 基である。アンモニアの凝縮はエバポラティブコンデンサー 5 基で行い、アンモニアの蒸発はすべてプレート式熱交換器で行い、グリコール（PG）冷却と冷水製造を行っている。空気圧縮機は 75kW スクリュー圧縮機 3 基が設置されている。定格吐出圧力は 7.5bar、定格流量 11.6 m<sup>3</sup>/分である。現在、ビール生産能力向上のため、アンモニア圧縮機、エバポラティブコンデン

サー、アンモニアレシーバーなどの据付作業が進行中であった。

### (3) 診断概要

#### 1) 診断チームの構成

診断チームを用役設備チームとプロセス診断チームの2グループに分けた。用役設備の診断には当該工場技術者1名、関連省庁関係者4名および近隣工場技術者、ECCJ・ACE関係者2名の総計10名が参加した。チームリーダーには工場技術者が務めた。プロセス診断チームは当該工場技術者2名、関連省庁関係者5名および近隣工場技術者、ECCJ・ACE関係者3名の総計15名が参加した。チームリーダーは工場技術者が務めた。

#### 2) 診断作業の手順

診断作業は、当該工場の省エネ活動のヒアリング、工場設備の点検、計測機器を使った測定と操業記録等からのデータ収集、データの解析と省エネ対策立案、工場関係者への診断結果の報告という手順で行った。

診断作業の時点時点において、各種作業の意義を参加者に説明し、また中間データ解析を行い、データ解析のプロセスを説明・指導した。

対話型の説明・指導を徹底するため、白板の前に参加者を集めて説明を行う、参加者自身で計測作業とその記録を行うという工夫をした。

#### 3) 測定作業およびデータ収集

参加者の多くにとって測定は初体験ということであったので、事前に測定作業の目的、測定項目、測定箇所および使用する計測機器のガイダンスを行った。測定作業は各測定機器に対して担当者を決め、工場責任者立会いの下に測定し、データを記録した。測定機器を準備できなかったデータについては設備据付の計器指示値を読み、また操業日誌からデータを収集した。

#### 4) 用役設備の診断

ボイラー設備の状況

- ・ 蒸気発生能力10 t/h、蒸気圧力7 Bar のボイラー3基が設置されていた。通常運転では、No.2ボイラーが稼働し、No.3ボイラーがスタンバイしている。蒸気圧力が不足すると、No.3が立ち上がる制御システムである。
- ・ 燃料はNo.2が重油焚きで重油ヒーター付き、No.3はディーゼル油焚きで燃油ヒーターはなし。燃料流量は積算計にて1時間ごとに読み、日誌に記録している。
- ・ 蒸気流量はボイラー給水ラインに設置された積算計にて把握し、1時間ごとに日誌に記録、ブローダウンは間欠的に手動ブローしている。ブロー量は把握されていない。
- ・ ボイラー給水は食塩軟化設備で処理しただけの軟水とプロセスからのリターンコンデンサートの混合物をデアレーターで脱気した脱気水を使用している。
- ・ 通風方式は燃焼空気ファンによる強制通風である。

- ・ 燃焼空気量は燃料流量とのメカニカルリンクにより自動調整されている。燃焼空気量の開度指示は約 50 %であった。この時、ボイラー負荷は定格 10 t/h に対して 4 t/h 強の低負荷であった。
- ・ エアプレヒーター、エコノマイザーともに設置されていない。また、排ガスダクトのダンパーの存在を確認できなかった。

#### ボイラーの診断

- ・ 排ガス温度と排ガス中の酸素濃度

排ガス損失はボイラーにおける最大の損失源である。そこで、排ガス損失の大きさを把握するため、排ガス温度と排ガス中の酸素濃度を測定した。排ガス温度はボイラーに設置された排ガス温度指示計を読んで 170 を得た。また酸素濃度は酸素濃度分析計による測定から 0.9%から 1.2%であった。酸素濃度 1 %の場合、空気比は 1.05 となる。排ガス温度 170 であるから、排ガス損失はおおよそ 7 %となる。

日本の省エネ法の省エネ基準によると、小型ボイラーの場合、排ガス温度は 180 ~ 220 、酸素濃度は 3.5 ~ 5.0%である。従って、A 工場のボイラーNo.2 はこの基準をクリアしており、省エネルギーの観点からは問題はないと言える。

本ボイラーはエアプレヒーターもエコノマイザーも設置されていない。そんな中で効率が高いのは何故か？最大の理由は低負荷運転であることである。前述の通り、定格能力 10 t/h に対し、現在 4.4t/h の運転である。従って、蒸発管の伝熱面積に大きな余裕があり、排ガス温度を低下させている。第二の理由は、低空気比運転を行っていることである。結果として、日本の省エネ基準をクリアした高効率運転を行っている。しかしながら、重油焚きの場合、空気比 1.05 の運転を行うと、燃料の不完全燃焼を起こす可能性が高い。いわゆる未燃損失が発生する。本ボイラーの煙突から出る煙を観測したところ、わずかながら黒煙が認められた。ただし、実際の燃焼効率を推定するには排ガス中の CO 濃度を測定し、不完全燃焼の定量的検討をする必要がある。

- ・ ボイラー表面からの放熱損失

接触式温度計と放射温度計の双方を使って表面温度を測定した。両者の測定値はほぼ 2 以内の差に入り、良好な一致を示した。接触式温度計のデータおよび放熱損失の計算結果は以下の通り：

	表面温度 ( )	放熱損失 ( Kcal/h )
前部バーナー側	60 ( 4 点平均値、面積 4 m <sup>2</sup> )	1, 297
後部煙突側	44 ( 2 点平均値、面積 4 m <sup>2</sup> )	531
側部円筒部	37 ( 6 点平均値、面積 35 m <sup>2</sup> )	2,116
合計		3,944

合計の放熱損失は燃料の燃焼熱の約 0.5%に相当する。通常のボイラーでは 1 ないし 2 %であり、放熱損失は低いボイラーと言える。その理由は通常のボイラーでは表面温度の平均は 60 以上であるのに対し、本ボイラーでは平均で 40 と低いことである。一方、日本の省エネ法では、表面温度の省エネ基準として、70 ~ 80 以下を定めているが本ボイラーはこれを満たしている。以上のデータから、新たな保温の積み増しは不要であると判断できる。

- ・コンデンセート回収率の測定

クリーンなコンデンセートがどの程度ボイラーハウスに戻っているかを定量的に推定した。ボイラー給水タンクに出入りする水の熱バランスを取ることで、コンデンセート回収率を 16%と推定した。日本のビール工場では約 60%の回収率と言われており、大きな改善余地があると判断できる。とりあえず、スチームトラップおよび蒸気ヒーターのコンデンセートの回収から始めることを推奨する。

- ・ボイラー効率

間接法によりボイラー効率を推定したところ、91.9%の計算結果を得た。このような高効率は非現実的であり、実際には不完全燃焼による未燃損失、あるいはブローダウン損失が過小である可能性が高い。

- ・蒸発倍数

当該工場の No.2 ボイラーの積算流量計のデータから、蒸発倍数を 14.6 と推算した。日本の工場での蒸発倍数は 14~15 であり、当ボイラーはかなり効率の高いボイラーと言える。

- ・燃焼管理の指導

燃焼管理は排ガス温度の測定、酸素濃度の測定など、計測機器を活用して行うことは当然のことである。しかし、中小工場ではこれらの計測機器が揃っていないことが多い。そこで、計測機器がなくても燃焼管理ができることを理解させるため、No.2 ボイラーを例として、バーナー火炎の色・形状の観察、煙突から出る煙の観察を参加者とともに行った。たまたま、煙突から黒煙が出ていたので、その原因について、バーナーにおける重油と空気の混合状況、噴霧重油の油滴径の意味、重油粘度と油滴径の関係などを、白板を使って指導した。また、火炎の観察では、当日の火炎は暗赤色であった。正しい燃焼では火炎は赤橙色であること、暗赤色火炎は空気不足を意味することを説明した

### 蒸気配管系の保温強化

蒸気配管の各所で、保温の脱落・損傷が見られた。早急な修理が求められる。また、バルブ・フランジなどの配管付属物の多くが未保温であった。

### 冷凍システムの診断

ビール工場では、低温で発酵と貯蔵を行うため、大量の低温エネルギーを必要とする。大半のエネルギーはアンモニア圧縮機の動力として電気エネルギーの形で投入される。冷凍システムの省エネルギー対策は、冷凍供給側と需要側および共通対策に大別される。本診断では、アンモニア凝縮温度の低下、および冷凍負荷の低減について検討した。

- ・冷凍設備の状況

当工場ではアンモニアを冷媒とした機械圧縮式冷凍システムを採用している。圧縮機はレシプロ式 3 基、スクリー式 6 基である。アンモニアの凝縮はエバポラティブコンデンサー 5 基で行っている。アンモニアの蒸発はすべてプレート式熱交換器で行い、グリコール (PG) 冷却と冷水製造を行っている。

- ・アンモニア凝縮温度低下による省エネルギー効果

一般に冷凍システムの効率は成績係数 COP により評価される。COP の定義は簡単に言えば 1 kW の電力を費やして何 kW の冷凍を得られるかという指標である。凝縮温度 38 、蒸発温度-9 で設計された冷凍機において、凝縮温度を 1 下げた場合、COP は 2.2%改善される。軸動力 132kW の冷凍機の場合、 $132 \times 0.022 = 2.9\text{kW}$  の省エネルギーになる。本式は蒸発温度の上昇に対しても有効である。プロセス側でいわゆる冷し過ぎを起こしている場合、1 の冷却温度緩和により、約 2.2%の省電力を期待できる。

- ・冷凍負荷の低減

低温配管表面温度の測定と侵入熱量および電力節減効果を計算したが、電力節減量が小さく、保温施工費の回収は困難と判断された。

### 圧縮空気システムの診断

- ・空気圧縮機の運転状況

75kW スクリュー式空気圧縮機 3 基が設置されている。定格吐出圧力は 7.5bar、定格流量 11.6 m<sup>3</sup>/分である。圧力制御は圧縮機ごとにオンロード圧力とアンロード圧力の設定値が決められている。各圧縮機はオンロード圧力に達すると圧縮し、アンロード圧力になるとアンロード状態になる。実際の吐出圧力は平均 7 bar 程度である。時間の制約からアンロード時間の測定を省略したが、機械の音を聞く限り、アンロード状態の時間はなかった。常時フル稼働ではないかと推定される。

- ・圧縮空気消費プロセスの調査

圧縮空気の使用目的および必要圧力について意識している従業員は案外少ない。たとえば、水切り目的に圧縮空気を使用していることが多い。通常の水切りならば 1 bar 以下で十分であり、空気圧縮機からエアブローに切り替えることができる。そこで、圧縮空気の使用目的と必要圧力のヒアリングを行い、下記の調査結果を得た。

圧縮空気の使用目的	必要圧力/Bar
遠隔操作バルブの駆動 (発酵タンクシーケンス、CIP シーケンス)	4
グレインスクリーコンベヤーのゲート遠隔開閉	6
包装機械の吊り上げ駆動(樽)	5
包装機械の吊り上げ駆動(瓶・缶)	3
空気式制御弁への計装空気供給	6

本工場では機械駆動と制御弁用に圧縮空気が使われており、最大必要圧力は 6 bar であることが確認された。一般的に吐出圧力を 7 bar から 6 bar に下げると、圧縮機動力は 7 ~ 8 %低下する。そこで、駆動機械メーカーおよび制御弁メーカーに必要圧力を下げられないかを相談すること、また現状より低い圧力で稼働する機械を調査することをアドバイスした。

- ・吸入空気温度の低下による省エネルギー効果に関しては、本工場での圧縮空気吸入温度は 31.7 であった。この時の日陰の外気温度は 30 であった。この程度の温度差では、動力節約率は 0.5%程度にしかならず、外気を取り入れるためのダクト工事費を回収することは困難である。

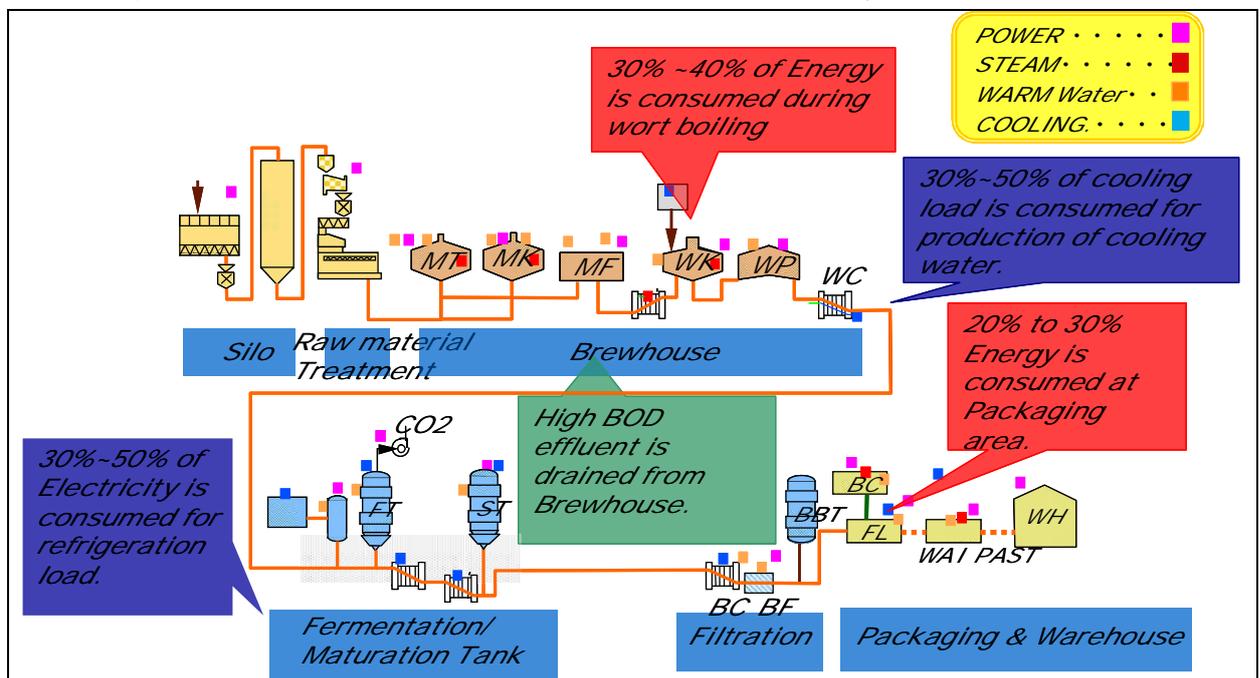
- ・圧縮空気室の位置

本工場の圧縮空気室は矩形の工場建屋の中央寄りに位置している。圧縮空気室から末端プロセスまでの配管は高々200m と推定される。この距離だと、圧縮空気室から末端プロセスまでの間における圧力降下は 0.5bar 以下とすべきである。しかるに現実には 1 bar 以上の圧力降下がある。圧縮空気配管の径が過小である可能性が高い。

### 5) プロセス診断

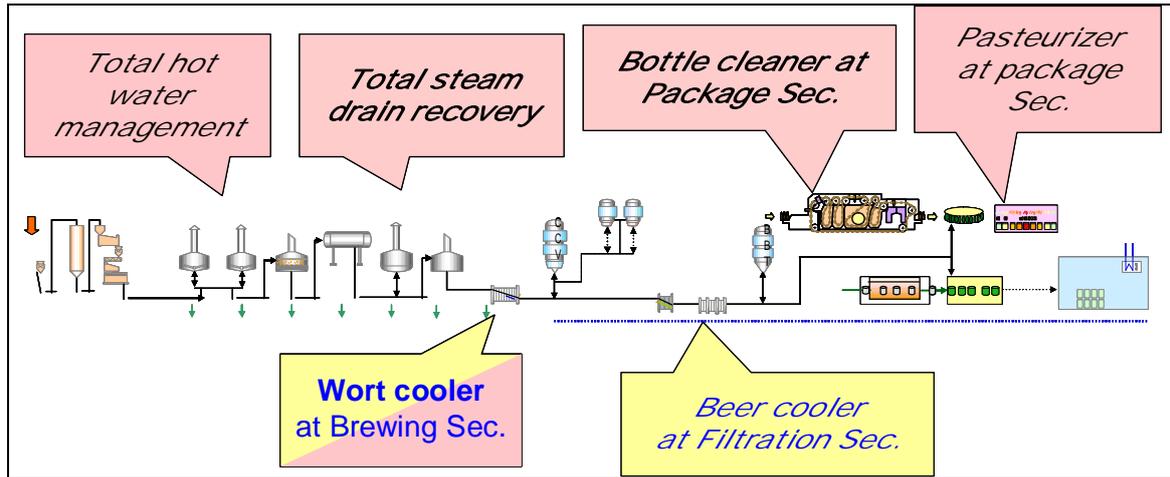
ビール工場でのエネルギーの主要消費場所

どのビール工場も製造工程が近似しており、エネルギーの主要消費場所は下図の通りである。蒸気は原料煮沸用として仕込工程、及び容器洗浄及び製品殺菌用としてパッケージ工程、電力は冷却用として発酵工程が代表的な消費場所である。



#### ビール工場でのエネルギー消費量改善検討箇所

- ・ウォルトパン及びウォルトクーラ（煮沸排蒸気回収、熱麦汁からの排熱回収）
- ・ビアクーラ（ビール品温管理）
- ・工場全般温水管理（温水による各種排熱回収、温水使用量削減）
- ・工場全般蒸気レン管理（ドレン回収率の向上）
- ・洗壘機管理（使用蒸気量削減）
- ・パストライザ（使用蒸気量、使用用水量削減）



主要プロセス設備のエネルギー使用状況把握と改善点

- ・ ウォルトクーラ：A 社では 2 系あり、2 ステップで麦汁（ウォルト）を冷却する系列と、1 ステップで冷却する系列とがある。各温度は以下の通りであった。1 ステップで冷却する方式が効率のよい。

1 step cooling

2 step cooling

2 step cooling	In	In (out)	out
Wort temp	<b>94</b>	<b>17.4</b>	<b>13 (12)</b>
Ice water tem	<b>4.0</b>	<b>74.4</b>	
PG temp		<b>-0.6</b>	<b>14.3</b>

- **There are 2 Wort cooler in A Factory**
- **1 step cooling & 2 step cooling like figures.**
- **2 step cooling Wort cooler had better to change to 1 step cooling.**
- **After that, Refrigerant energy can be saved.**

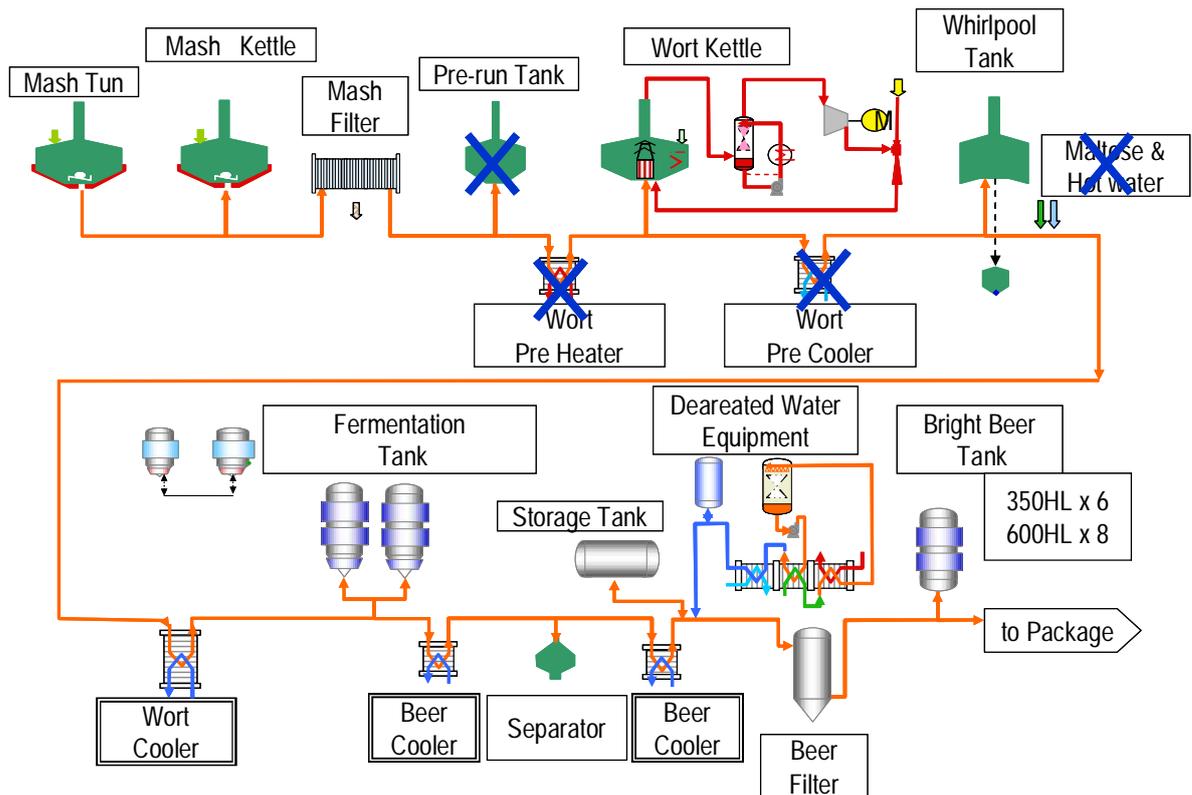
《改善点》

2 ステップの系列を 1 ステップで冷却する方式に更新することにより効率のよい冷却ができる。またプレート式熱交換器のプレートを増枚することより効率は向上する。

・ ピアクーラ

以下は A 工場の麦汁・ビールの流れである。今後麦汁からの更なる排熱回収が可能である。又、遠心分離機を常時使用しているとのことであったが、更に的確な酵母管理を実施することにより、電力を多消費する遠心分離機の使用時間を削減することが可能で

ある。更なる過室は低温にて管理されているが、扉が開放され冷却器に着霜していた。空調には丁寧な管理が必要である。



#### ・洗壘機

洗壘機の実際の各槽温度は目標値と現状はかなり異なっていた。何らかの理由があると推定されるが適切な温度を模索すべきである。又、46 の高温すぎ水が排水されていたが予洗槽への送水等回収利用が可能である。

#### ・壘・缶パストライザ（殺菌機）

適切に温度管理されている。但し、缶パストライザについては加熱槽とホールド槽の循環温水温度が逆転しており、省エネルギーの観点からも設定変更が必要である。

#### 保温の改善点

- ・仕込釜：仕込釜の上部が保温されておらず、保温することで、放熱ロスを削減することができる。
- ・BBT（ブライトビアタンク）から各フィラ（詰機）間のビール配管保温：保温外部部に結露が生じている。保温性能が低いので、適切なグレードでの保温更新が必要である。
- ・洗壘機、パストライザ高温部：高温部は温水タンクと同様保温することで、放熱ロスを削減できる。

#### 温水の使用状況把握と改善点の検討

温水の使用状況は他のビール工場に比較して極めてシンプルであった。又、各使用先で

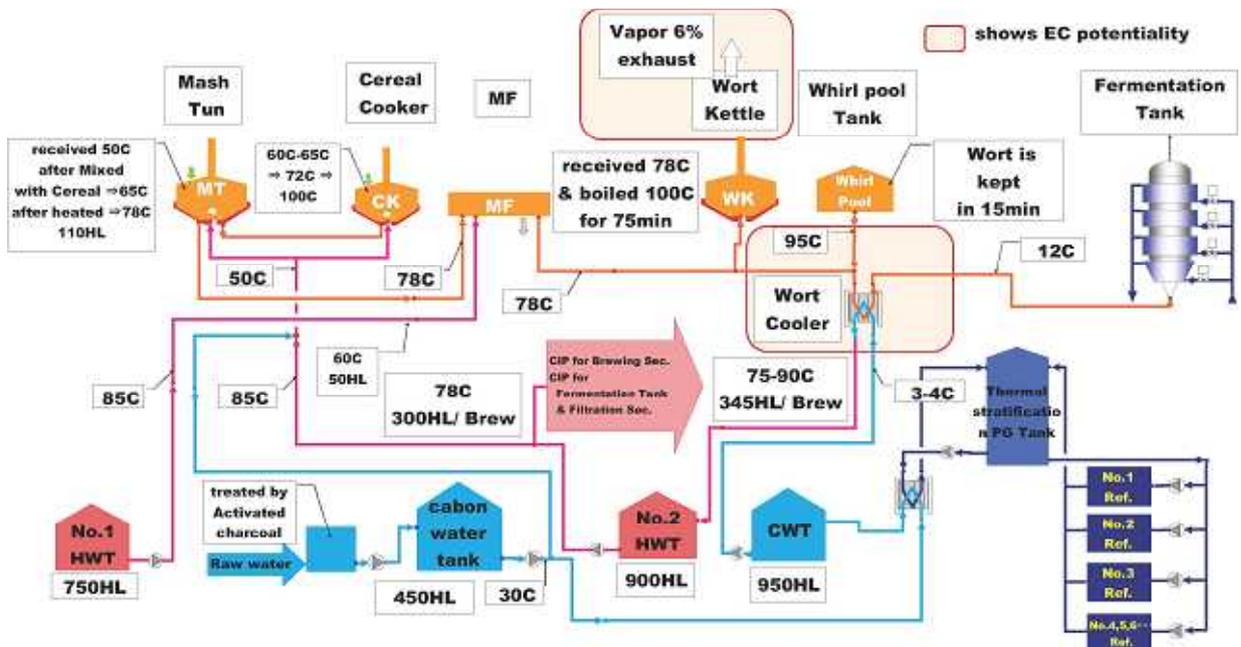
の温水の使用量の把握はされていなかった。

日本のビール工場では多くの箇所で廃熱を利用した温水製造が実施されており、それ故温水の製造量、使用量の全体把握が難しいのが実情である。省エネ対策をすればするほどビール工場の温水管理の重要度が上がる傾向にある。

今後、当 A 工場で廃熱を利用した温水製造が進むと日本のビール工場と同様に温水の製造量、使用量の把握がますます重要になってくると思われる。

以下に A 工場の現状の概略温水フローと一般的に行われている廃熱回収箇所を掲げる。

### 現状の概略温水及び麦汁フロー



### 廃熱回収箇所

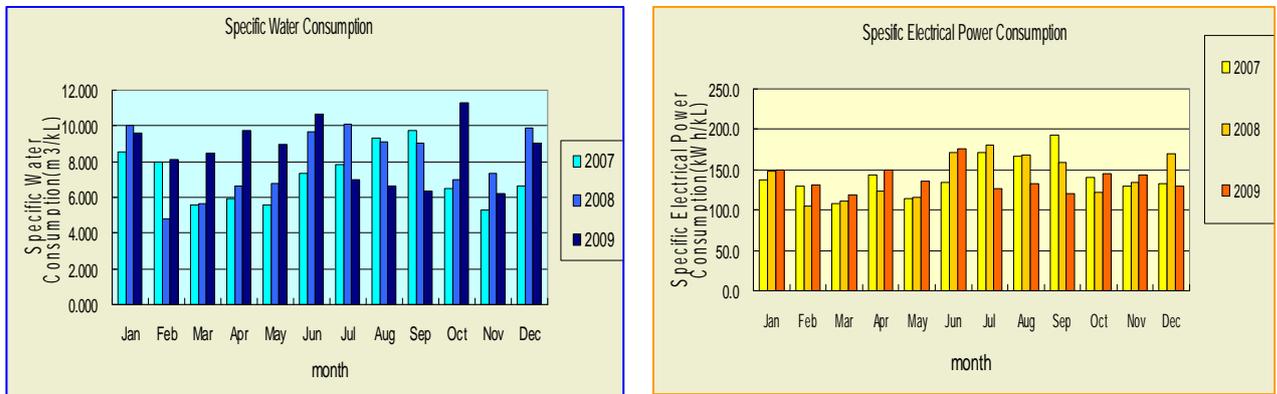
工 程	設 備 名	備 考
仕込	煮沸釜	煮沸排蒸気の回収
同上	ウォルトブレクーラ	ワールプールタンク前の麦汁からの排熱回収
同上	ウォルトクーラ	ワールプールタンク後の麦汁からの排熱回収
冷却設備	冷凍機コンプレッサ	冷凍機圧縮冷媒からの排熱回収
空気圧縮設備	エアコンプレッサ	圧縮エアからの排熱回収
炭酸ガス精製設備	炭酸ガスコンプレッサ	圧縮炭酸ガスからの排熱回収
パッケージ設備	樽詰機	樽内洗工程からの高温排水排熱回収
ボイラ設備	ボイラ	排気ガスからの排熱回収

### 原単位による工場全体のエネルギー消費量解析

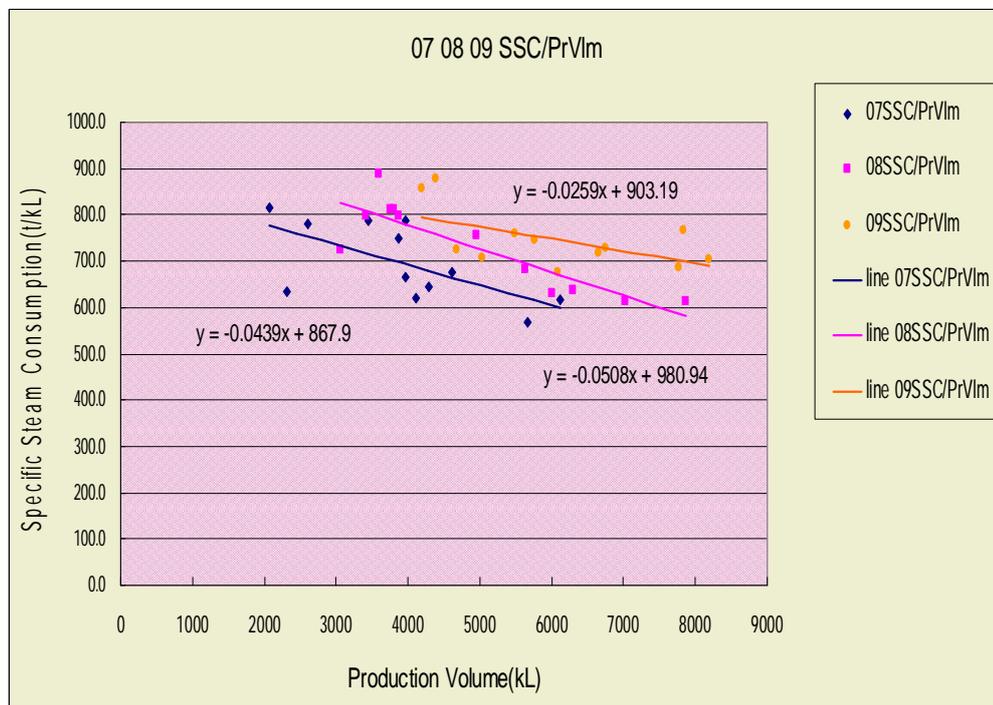
日本ではビール工場のみならずエネルギーの使用量の多い工場では工場運営の中でエネルギー管理を重要視している。ところが、一般的に海外のビール工場 特に生産量が近年飛躍的に伸びている国のビール工場では生産量増強優先で、工場の生産性や省エネルギーに対する関心が、工場トップから生産現場に至るまで大変低いのが現状である。当単元を開始するに当たり、最初にその重要性を認識することから講義した。その後、

過去3年分のデータの収集、表の作成、グラフの作成を実施した。更に、他の事例を参考にグラフから多くの情報を得られることを指導した。A工場の実績データからは、一般的な傾向からかなり外れた動向が判明しており、原因究明には至らなかったが、改善すべき点が多くあることを示唆していることは判明した。

グラフ - 1 : 用水の原単位、電力の原単位



グラフ - 2 : 年間製造量と蒸気原単位関係図



上記 A 工場の年間製造量 - 蒸気原単位グラフを見ながら、一般的には 2007 年、2008 年、2009 年の 3 年間の近時直線があたかも 1 本にまとめられること、また工場のエネルギー使用予定を推定する際にも当グラフを活用することにより、精度の高いエネルギー使用予定数量が得られること、更には例年に比較して、当直線が外れた場合は、工場の設備上、生産工程上の 4M 変動 (men, machines, materials and methods) のあったことが推定され、これによりエネルギー使用効率の改善に有用な情報を得ることがで

きることを説明した。

当該工場は年を追う毎に原単位が上昇する傾向にあり、製造量の増加に伴い何らかの原因で効率が減少した生産が行われていることを示唆している。

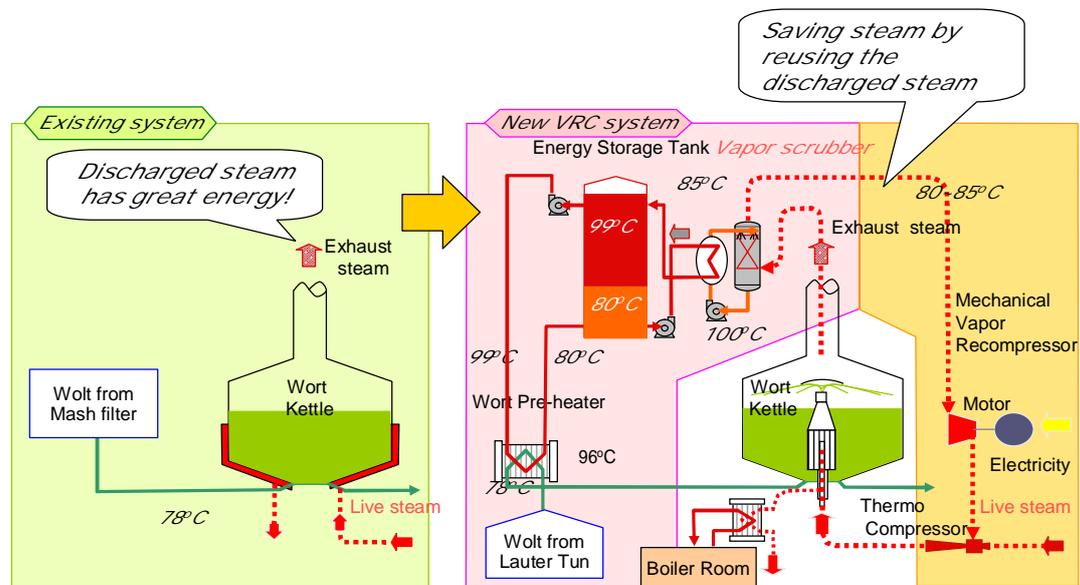
前述のとおり過去 3 年間で実施された設備上、生産工程上の 4M 変動を再度確認することによってエネルギー効率の向上が図れることを再度説明した。

## 7) 先進的な設備の紹介

### 蒸気再圧縮システム VRC (Mechanical Vapor Re-Compression) System

煮沸釜 (Wort Kettle) から排出される排出蒸気をスクラバで熱回収後、圧縮機、エジェクタを利用して圧縮し、加熱蒸気として再利用するシステムである。煮沸に必要な蒸気を半分以下に削減できる。

*\* This system was developed for energy saving with the aid from Japanese Government*



### 窒素発生装置による炭酸ガス削減システム

窒素発生装置を導入し、炭酸ガス使用場所の一部をその発生窒素で置き換えることにより炭酸ガス精製向けエネルギーの削減をする

炭酸ガスを窒素ガスで置き換えることができる箇所

窒素ガス送気タンク	タンク圧力 MPa	利用ガス量 m <sup>3</sup> /h
貯蔵タンク	0.50	500
フォアラフナハラフタンク	0.15	200
ブライトピアタンク	0.15	300
ガス水タンク	0.05	300
ろ過クッションタンク	0.15	200

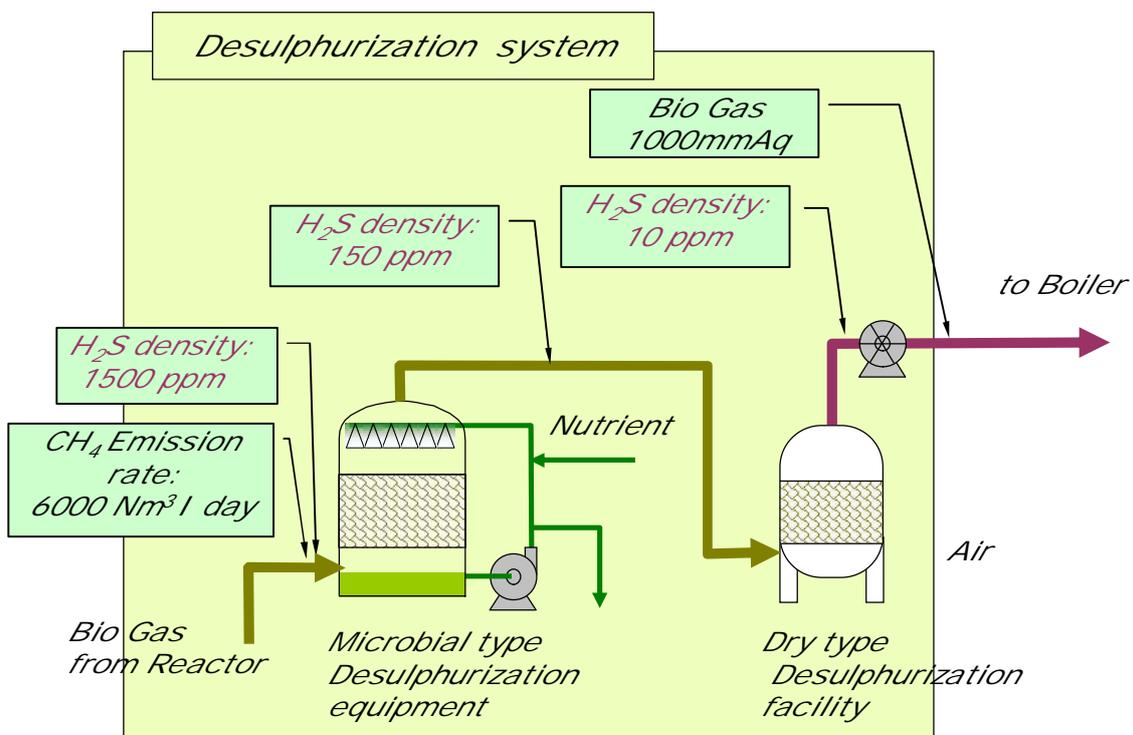
排水の嫌気処理により発生するバイオガスを利用したコジェネレーションシステム

<実施手順>

- ・嫌気処理装置への仕込工程から排出される高濃度排水の選択導入
- ・高濃度排水の嫌気処理
- ・発生するバイオガスの脱硫処理
- ・ボイラ燃料としてバイオガスの活用

<天然ガスの供給が得られる地域では>

天然ガスとバイオガスとの混合ガスを燃料としてコジェネレーションシステムの運転



#### (4) 所感

研修生は熱心に対応したが、要所での質問が少なかった。OJT のサイトとしてビール工場が選定されたが、殆どの参加者はビール製造出荷のような連続プロセスに馴染みがないので診断活動は理解されにくかったようである。カンボジアの産業は縫製や靴製造などの軽工業が主体であり、A 工場スタッフでもエネルギー管理の基礎知識に乏しい状態であった。従って専門家はエネルギー管理の基本や省エネ対策の基本に立ち返って指導するよう心掛けた。当研修を終えて、多数の研修生が「省エネに係る有益な情報や知識を得られたので自工場で広めたい」とコメントあった。疑問符はつくものの各工場で省エネが広まることを期待したい。

### 3 . セミナー・ワークショップ

#### ( 1 ) 日時場所

2010年9月14日 08:30 - 17:00

Sokha Beach Hotel ボールルーム

#### ( 2 ) 参加者 : 37名

セミナー参加者は ECCJ、ACE、MIME 等カンボジア政府関係者を含めて 37 名であった。前週の OJT 参加者に加えて地元シアヌーク州から 10 数名の参加があった。マレーシア&インドネシアからも講演者を呼び、全体として盛りだくさんのプログラム（本年から地球環境保護意識を加えている）が組みられ、17時30分頃まで熱心に行われた。セミナーの概要は以下の通り。

セミナーの冒頭、カンボジア政府、日本政府、ACE を代表してブティ次長、渋谷、ザモラ課長が開会挨拶を行った。セミナーでの各発表者の発表概要を以下に記載する。

#### ( 3 ) 発表概要

##### SESSION I: Policies, Programs and Initiatives on EE&C

###### Outline and Achievements of PROMEEC Project :

ACE の Mr. Zamora より PROMEEC 事業として以下の紹介

- ・ The ASEAN Plan of Action for Energy Cooperation/ APAEC 2010-2015 の全体像
- ・ No.4 プログラムに位置づけられた Energy Efficiency and Conservation は 2015 までに 2005 年を基準年としてエネルギー原単位 8%削減を目標としている他
- ・ PROMEEC 活動の実績紹介：2000 年に開始された活動の昨年までの実績集計

###### Realized Activities/Outstanding Improvements through PROMEEC Project

カンボジア FP の Mr. Vuthy よりカンボジアにおける PROMEEC 事業成果他として以下の発表

- ・ カンボジアの電力概況：EDC/ Electricity of Cambodia 保有の 2008 年の発電能力は 210MW、2024 年で 3,045MW を予測。EDC の電気料金は 9~25 US¢（地方 40~80 US¢）
- ・ カンボジアの電力需要：高い電力需要予測ケースの場合、2024 年の需要を 2010 年比で 6 倍を予測
- ・ カンボジアのエネルギー政策概況
- ・ 各国 & 各機関の省エネ活動への支援
- ・ カンボジアでの PROMEEC 活動実績、

###### Japan's EC Policy and Measures and EE&C Experiences in Industries

ECCJ 渋谷より日本の省エネルギー政策対策、産業の省エネルギー経験として以下の発

表

- ・日本のエネルギー使用実績トレンド、各セクター別各国比較
- ・日本の省エネ政策の経緯
- ・日本企業の省エネに対する取組方法&事例
- ・JASE-World の紹介等

## SESSION II: EE&C Best Practices in Industries

### EE&C of Unequal Compressors in DX - Active Heat-pipe and Intertwined Coil in Air Conditioning Unit

インドネシアの Mr. John Budi H Listijono より 2007 ASEAN Energy Award 「Heat Pipe 利用空調設備の大小コンプレッサー設置による省エネルギー」の以下の発表

- ・DX は Direct Expansion の略で、DX air-Conditioning unit 用に設計されたヒートパイプ利用したシステム
- ・大小 2 台の空気圧縮機を利用して、不可調整を実施

### EE&C of Chiller Energy Management System

マレーシアの Mr. Thirumalaichelvam Subramaniam より 2009 ASEAN Energy Award 「チラーのエネルギー管理による省エネルギー」の以下の発表

- ・集中制御空調システムで、各種センサー、10 秒間隔でのデータ収集、制御用ソフト等から構成される。
- ・システム導入による節減実績

### EE&C Best Practices in Japanese Brewery

川崎・派遣講師より以下の日本のビール産業の省エネルギー事例の紹介

- ・ビール業界のビジネス環境
- ・日本のビール工場原単位推移
- ・ビール工場での省エネ、用役消費割合
- ・VRC 等新技術のビール工場への適用

### Energy Audit Results and Recommendations

ローカルチーム・リーダーを務めた A 工場の Mr. TY Puthy より用役設備およびプロセス設備の省エネルギー診断結果の報告

## SESSION III : The Way Forward

### EE&C Measures for Industries

川崎・派遣講師より食品産業全般の省エネルギー対策の説明

- ・具体例として、ミルク工場での乾燥排ガスからの熱回収、製飴工場でのトンネル乾燥排ガスからの熱回収、食肉工場での室温調整等

### Development of Technical Directory, In-house Database and Online Energy

Information System : ACE の Mr. Junianto よりアセアン省エネ技術要覧 TD、データベース IHD、オンラインエネルギー情報システムに関して紹介

#### SESSION IV: Environmental Awareness and Financing

##### Situation of Environmental Awareness in Cambodia

FP の Mr. Vuthy よりカンボジアの環境意識として以下の説明

- ・再生可能エネルギーの水力発電の可能性が 10,000MW あるが、現状は 20MW 以下
- ・環境問題に対する教育・訓練と国民の認識向上が必要
- ・カンボジアの環境問題には認識に関する障害、財政の障害、制度の障害がある

##### Situation of Environmental Awareness and Financial Support System in Japan

ECCJ 渋谷より日本の環境意識と財務支援制度

##### Financing Opportunities and Schemes in ASEAN

ACE の Mr. Junianto よりアセアンの財務支援制度の紹介

#### ( 4 ) 所感

発表件数が多く、各内容を十分に説明する時間がなく、参加者の中には十分理解できなかった人もいたと思われる。その故か Q/A セッションでは省エネルギーに関する質問はなく、BB 大学の先生から環境関係の質問「 オゾンホールと冷媒 ( R-22 等 ) の使用禁止について、 地球温暖化問題について」の 2 件あった。発表件数の削減もしくは発表内容の削減等の工夫が必要と考える。

以上

省エネ診断 OJT 終了記念



低温配管温度測定情景



セミナー・ワークショップ演壇



セミナー・ワークショップ会場



別添資料（略）

- ：省エネルギー診断
- 1：省エネルギー診断部ループ分け
- 2：Energy Audit Results for Utility Units in Cambrew
- 3：Energy Audit Report on Process Units in Cambrew
- ：セミナー・ワークショップ
- 1：Outline and Achievements of PROMEEC Project
- 2：Realized Activities/Outstanding Improvements through PROMEEC Project
- 3：Japan's EC Policy and Measures and EE&C Experiences in Industries
- 4：Using unequal Compressors in DX - Active heat-pipe system and Intertwined coil can maintain the comfort condition during full load and partial load and save up to 40% of operation cost
- 5：Chiller Energy Management System
- 6：Best Practices in Japanese Brewery
- 7：Energy Audit Results and Recommendations
- 8：Overview of Energy Saving Technologies in Food Industry (General)
- 9：Technical Directory for Major Industries and Buildings PROMEEC 2010-2011
- 10：In-house Database for Building and Industry PROMEEC 2010-2011
- 11：Online Energy Information System PROMEEC 2010-2011
- 12：Situation of Environmental Awareness in Cambodia
- 13：Environmental Awareness and Financial Support System in Japan
- 14：Financing Support System in ASEAN
- ：講義時利用資料
- 1：Energy Conservation Technologies in Utility Plants
- 2：Energy Conservation in Industrial Refrigeration

## ・ラオス（食品産業）

### 1．活動概要

PORMEEC 事業の主要産業の省エネルギー推進事業を実施するため、10月2日から10月13日までラオス人民民主共和国・パクセに出張し、食品産業ビール工場の省エネルギー診断 OJT、ビルの簡易診断 OJT およびラオス産業関係者・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。診断 OJT には中央政府 3名、地方政府 10名、産業界 5名、ECCJ 専門家 4名、ACE の技術者 2名の合計 24名が参加した。セミナー・ワークショップは上記参加者に加えて、地元産業界等から 19名が出席し、ACE&ECCJ 関係者を含めると出席者の合計は 43名であった

出張者 技術協力部 岡本勤、技術専門職・川瀬太郎、佐野幸光  
(株)前川製作所・派遣講師 川崎 勉

活動日程 10/4-10/8 OJT 診断および診断結果報告  
10/11 セミナー・ワークショップ

なお、現地活動開始に当たり、地元チャンパサックのエネルギー・鉱物局（Energy and Mine Department of Champasack Province/ PDEM）局長の Ph.D Bounthong Dyvixay を表敬訪問した。ECCJ 岡本より訪問の目的を述べて、当 PROMEEC 産業活動への協力を依頼した。局長よりラオスでは 10%の送電ロスが発生しており、また電力需要が増大しているので省エネルギーが重要なことを認識している。また日本の支援が必要であれば日本大使経由で提案すること。日本をぜひ訪問して、日本の省エネルギー活動、効率よい日本の状況を見聞して欲しい等の意見交換を行った。

### 2．工場省エネルギー診断 OJT（B 工場）

（1）参加者 24名（3日目より8名はビルの省エネルギー診断 OJT へ移動）

Ministry of Energy and Mines/ Department of Electricity（MEM/DOE 3名）:

Mr. Bouathep Malaykham/ ローカルチームリーダー、Mr. Thammanonne Nakhavit、Mr. Viengsay Chantha

Provincial Dept of Energy & Mines/ PDEM（4名）: Mr. Khampasong Keobandid、

Mr. Paseuth keokhounmeung、Mr. Thouy Phetsavanh、Mr. Amkha Sakhamdi

Electricite Du Laos/ EDL（6名）: Mr. Khoonakhone Khinphoonsinh、

Mr. Khampasong Lattanaphone、Mr. Khamphanh Sosengdala、Mr. Sayanh Boupvanh、Mr. Phayvanh Manivong、Mr. Bounchiang Keovilayvanh

B 工場（4名）: Mr. Kikeo Somesaway、Mr. Somphone Phonthachack、Mr. Vongsavanh Syammala、Mr. Nivanxay Khosana

C ホテル ( 1 名 ) : Mr. Thouy Phetsavanh  
ACE ( 2 名 ) : Mr. Junianto、 Ms. Cindy Rianti  
ECCJ ( 4 名 ) : 岡本勤、川瀬太郎、川崎 勉、佐野幸光

## ( 2 ) 工場概要 : B 工場

蒸気発生能力 8 t/h、定格蒸気圧力 8 bar のボイラー 2 基を有し、燃料は重油を利用、通風方式は燃焼空気ファンによる強制通風システムを利用している。機械圧縮式冷凍システムはアンモニアを冷媒とし、圧縮機は 116.4 kW のレシプロ式 4 基が設置されている。

アンモニアの凝縮はエバポラティブコンデンサー 2 基で行い、アンモニアの蒸発はすべてプレート式熱交換器で行い、グリコール ( PG ) 冷却と冷水製造を行っている

## ( 3 ) 診断概要

### 1 ) 診断チームの構成

参加者を用役設備とプロセス設備の 2 つのグループに分けて省エネルギー診断 OJT を実施した。リーダーと記録係を各グループより選任してもらった。用役設備グループのリーダーには参加者から、プロセス設備のリーダーには B 工場のスタッフが選任された。プロセス設備も本来は参加者から選ぶのがベストであるが、プロセス自体の理解も難しく、次善の策として了承した。

### 2 ) 診断作業の手順

診断作業は、当該工場の省エネ活動ヒアリング、工場設備の点検、計測機器を使った測定と操業記録等からのデータ収集、データの解析と省エネ対策立案、工場関係者への診断結果の報告という手順で行った。

診断作業の時点時点において、各種作業の意味を参加者に説明し、また、中間データ解析を行い、データ解析のプロセスを説明・指導した。

対話型の説明・指導を徹底するため、白板の前に参加者を集めて説明を行う、参加者自身で計測作業とその記録を行うという工夫をした。

### 3 ) 測定器

日本より以下の 5 点の測定器を持ち込み、その用途および測定方法を指導した。実際の測定に際しては、最初に専門家が測定して、その模範を示して、その後、参加者に測定させて、記録を取らせた。

- ・放射温度計 ( 温度測定器 ) ハイテスタ 3443 ( メーカー : 日置電機 )
- ・温湿度計 HNCHNR ( メーカー : チノー )
- ・燃焼管理用デジタル酸素濃度計 XP-3180-E ( メーカー : 新コスモス電機 )
- ・クランプテスター ( 電流計 ) 2343 04 ( メーカー : 横河エムアンドシー )
- ・接触式温度計 ( 川瀬専門家所有 )

#### 4) 用役設備の診断

ビール工場の用役設備のうち最も重要な設備であるボイラーハウス、冷凍システム、および圧縮空気システムを省エネルギー診断対象として取り上げた

##### ボイラー設備

##### ・ボイラー設備の状況

蒸気発生能力 8 t/h、定格蒸気圧力 8 bar のボイラー 2 基が設置されていた。通常運転では、No. 2 ボイラーが稼動し、No. 1 ボイラーがスタンバイしている。また、省エネの観点から蒸気圧力を 6.5bar に下げて運転している。

燃料は重油焚き（C重油クラス）で重油ヒーター付きである。バーナー元で 80 に調節される。燃料流量は積算計にて 1 分ごとにコンピューターに蓄積される。

ボイラー給水は逆浸透膜で生成した高度処理水（RO 水）とプロセスからのリターンコンデンサートの混合物をデアレーターで脱気した脱気水を使用している。

燃焼空気量は燃料流量とのメカニカルリンクにより自動調整されている。燃焼空気量の開度指示は約 40%であった。この時、ボイラー負荷は定格 8 t/h に対して 3 t/h 弱の低負荷であった。通風方式は燃焼空気ファンによる強制通風である。排気側に 2.5 m の煙突を有するが、ボイラー出口でやや正圧の状態であった。エアプレヒーター、エコノマイザーともに設置されていない。また、排ガスダクトのダンパーを確認できなかった

##### ・排ガス損失の低減

排ガス損失の大きさを把握するため、排ガス温度と排ガス中の酸素濃度を測定した。排ガス温度はボイラーに設置された排ガス温度指示計を読み、180 から 220 の間で変動していることを確認した。酸素濃度は酸素濃度分析計による測定を行い、排ガス温度に呼応して 6.1%から 7.9%の間で変動していた。この変動は、仕込みバッチの切り替えに伴うプロセス側の蒸気使用量の変動に対してボイラーが追従していることを示す。平均酸素濃度 7%の場合、空気比は 1.5 となる。平均排ガス温度 200 であるから、排ガス損失はおおよそ 9%と読み取れる。

小型ボイラーの場合、排ガス温度は 180 ~ 220 、酸素濃度は 3.5 ~ 5.0%である。従って、B 工場のボイラーNo.2 は排ガス温度に関して日本の基準を満足するが、酸素濃度に関してはこの基準をクリアしていない。

従って、省エネルギーの観点から O<sub>2</sub>%（あるいは空気比）を下げられる余地があると言える。今、仮に酸素濃度を 5%に下げられたとすれば、排ガス損失は 7%程度に減少する。言い換えれば、ボイラー効率が 9 - 7 = 2%改善される。

本ボイラーの煙突から出る煙を観測したところ、わずかな黒煙も観察されなかった。また、火炎の色も白色がかかった橙色であり、不完全燃焼の指標である暗赤色は認められなかった。

##### ・ボイラー表面の放熱損失の測定

ボイラー表面温度を測定し、放熱損失の計算式に従って損失熱量を推定した。接触式温度計と放射温度計の双方を使って表面温度を測定した。両者の測定値はほぼ 2 以内の差に入り、良好な一致を示した。接触式温度計のデータは以下の通り。

	ボイラー表面温度( )	放熱損失 (kcal/h)
前部バーナー側	68 ( 3 点平均値、面積 4.2 m <sup>2</sup> )	1,931
後部煙突側	52 ( 3 点平均値、面積 4.2 m <sup>2</sup> )	938
側部円筒部	36 ( 6 点平均値、面積 39.7m <sup>2</sup> )	2,249
合計		5,118

合計の放熱損失は燃料の燃焼熱の約 0.7%に相当する。通常のボイラーでは 1 ないし 2 % であり、放熱損失は低いボイラーと言える。その理由は通常のボイラーでは表面温度の平均は 60 以上であるのに対し、本ボイラーでは平均で 40 と低いことである。一方、日本の省エネ法では、表面温度の省エネ基準として、70~80 以下を定めているが本ボイラーはこれを満たしている。以上のデータから、新たな保温の積み増しは不要であると判断できる。

#### ・コンデンセート回収率の測定

クリーンなコンデンセートがどの程度、ボイラーハウスに戻っているかを定量的に推定した。推定はボイラー給水タンクに出入りする水の熱バランスを取るにより可能であり、コンデンセート回収率を 61%と推定した。日本のビール工場では 50%~70%の回収率と言われており、本工場も同水準にあることが確認された。

#### ・ボイラー熱性能の評価

間接法によりボイラー効率を推定したところ、90.1%であった。ただし、設備年齢 2 年の最新型ボイラーではあるが、エコマイザー・エアプレヒーターが設置されていないことを考慮すると、このような高効率是非現実的である。重油発熱量を 10,000kcal/kg と仮定したが、実際の発熱量はもう少し低い可能性がある。正しい値を用いて計算しなおす必要がある

#### ・蒸気配管系の保温点検

蒸気配管の保温状況を点検した。ボイラー室、仕込み室、パッケージ室いずれにおいても保温状況は良好であった。バルブ、フランジ、ヘッダーも保温されていた。スチームトラップの吹きっぱなしも見られなかった。操業開始後 2 年であり、これは当然なことである。

### 冷凍システム

#### ・冷凍設備の状況

当工場では、アンモニアを冷媒とした機械圧縮式冷凍システムを採用している。圧縮機は 116.4 kW のレシプロ式 4 基が設置されている。アンモニアの凝縮はエバポラティブコンデンサー 2 基で行っている。アンモニアの蒸発はすべてプレート式熱交換器で行い、グリコール (PG) 冷却と冷水製造を行っている。

#### ・エバポラティブコンデンサーの性能評価

エバポラティブコンデンサーの性能はアンモニア凝縮温度を周辺空気の湿球温度にどこまで近づけられるかで評価する。アンモニア凝縮温度と湿球温度の差を温度アプローチと呼ぶ。温度アプローチの設計値はメーカーにより多少のバラツキはあるが、大略 8 である。なお、シェルアンドチューブコンデンサーの場合、温度アプローチは大略 1

3 である。当工場の温度アプローチは  $28.9 - 24.8 = 4.1$  となった。従って十分な性能がでていると評価できる。

- ・ テンレス製の未保温低温配管が見受けられ、保冷保温の強化が必要である。

#### 圧縮空気システム

- ・ 空気圧縮機の運転状況

55kW スクリュー圧縮機 3 基、食品製造用のためオイルフリー型の 2 段スクリュー圧縮機を採用している。定格吐出圧力は 8.0bar、定格流量 7.2m<sup>3</sup>/分である。現在の低操業に対応して、空気圧縮機の運転は 1 基運転、1 基スタンバイ、1 基予備の状態である。

- ・ 吐出圧力の低減による省エネルギー

一般に圧縮空気室から末端プロセスまでの圧力降下は 0.5bar 以下となるよう設計されている。本工場の場合、圧縮空気室から末端プロセスまでの配管は 200m と推定される。この距離だと圧力降下は 0.5bar 以上にはならないと推定される。現在の吐出圧力は平均 7.0bar であり、これを 5.0bar まで下げた場合の省エネルギー効果は 17% と推定される。

- ・ 圧縮空気冷却用クーリングタワーの性能評価

本空気圧縮機はピストンシリンダー冷却のため冷却水を使用している。クーリングタワーは押し込み通風式タワーが採用されている。クーリングタワーの性能は冷却水温度を周辺空気の湿球温度にどこまで近づけられるかで評価する。冷却水温度と湿球温度の差を温度アプローチと呼ぶ。温度アプローチの設計値はメーカーにより多少のバラツキはあるが、大略 5~5.5 である。温度アプローチを調べたところ  $29.5 - 25.8 = 3.7$  となった。従って、冷却塔として十分な性能がでていると評価される。

#### 5) プロセス設備の診断

- ・ 主要プロセス設備のエネルギー使用状況把握と改善点の検討、日本における先進技術の紹介、ビール工場では大切なユーティリティである温水の使用状況把握と改善点の検討、及び原単位による工場全体のエネルギー解析の手法を指導することにした。

- ・ ウォルトクーラ：プレート式熱交換器であるが、プレートを増枚するか、更新することで出口側原料温水の温度を上昇させることが可能である。

- ・ ビアクーラ：ビアクーラの PG 側（冷媒側）には 3 方弁が設置されており、冷却装置出口の PG 温度が - 4 であるにもかかわらず、ビアクーラ入口では - 0.1 になっており、ビールの冷却が十分出来ない状況である。制御方法の改善あるいは設備改善が必要である

- ・ 保温の改善点

瓶洗浄機およびパストライザー周辺の室温が日本に比べて高い状況にあった。スチームヒーターの設置されている中央部が特に暑い。表面温度を測定したところ、瓶洗浄機が 75 、パストライザーが 65 であった。保温施工は「作業環境改善および省エネルギーの両方に有効である」として、また低温部のバルブの保冷により放熱ロス削減を提言した。

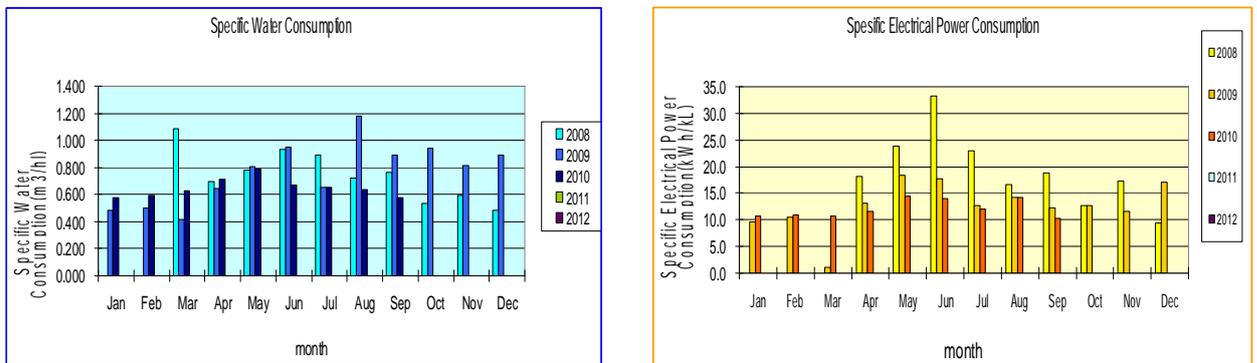
- ・ 温水の使用状況把握と改善点の検討

温水の使用状況は他のビール工場に比較して極めてシンプルであった。又、各使用先での温水の使用量の把握はされていなかった。日本のビール工場では多くの箇所で廃熱を利用した温水製造が実施されており、それ故温水の製造量、使用量の全体把握が難しいのが実情である。省エネ対策をすればするほどビール工場の温水管理の重要度が上がる傾向にある。今後、B工場の工場で廃熱を利用した温水製造が進むと日本のビール工場と同様に温水の製造量、使用量の把握がますます重要になってくると思われる。

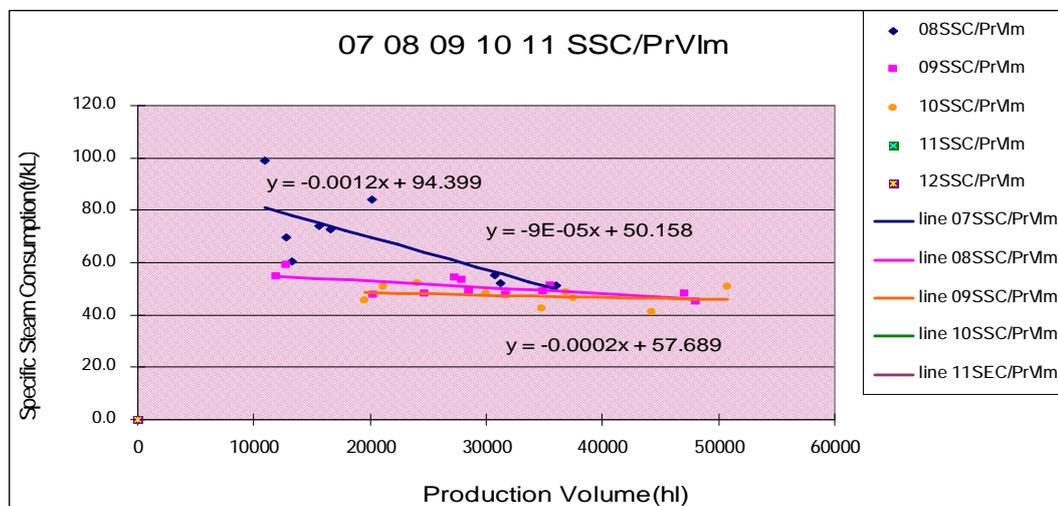
・原単位による工場全体のエネルギー解析の手法

日本ではビール工場のみならずエネルギーの使用量の多い工場では法令上での必要とあいまって、工場運営の中でエネルギー管理を重要視している。ところが、一般的に海外のビール工場 特に生産量が近年飛躍的に伸びている国のビール工場では生産量増強優先で、工場の生産性や省エネルギーに対する関心が、工場トップから生産現場に至るまで大変低いのが現状である。当単元を開始するに当たり、最初にその重要性を認識することから講義した。その後、過去3年分のデータの収集、表の作成、グラフの作成を実施した。更に、他の事例を参考にグラフから多くの情報を得られることを指導した。

グラフ - 1 : 用水の原単位、電力の原単位



グラフ - 2 : 年間製造量 - 上記原単位関係図



B工場の実績データからは、一般的な傾向からかなり外れた動向が判明しており、原因究明には至らなかったが、改善すべき点が多くあることを示唆していることは判明した。

上記 B 工場の年間製造量 - 蒸気原単位グラフを見ながら、一般的には 2008 年、2009 年、2010 年の 3 年間の近時直線があたかも 1 本にまとめられること、当工場の場合は 2008 年に操業を開始し、1 年目は設備の完成度が低く、操業要員も不慣れだったことがこのグラフより推察されること、

また、工場のエネルギー使用予定を推定する際にも当グラフを活用することにより、精度の高いエネルギー使用予定数量が得られること、

更には例年に比較して、当直線が外れた場合は、工場の設備上、生産工程上の 4 M 変動 (men, machines, materials and methods) のあったことが推定され、これによりエネルギー使用効率の改善に有用な情報を得ることができることを説明した。

当工場の場合 2009 年、2010 年の近似直線がほぼ重なっており、工場が安定してきていることを示している。但し、省エネルギーの観点からは、様々な改善がされていないことも同時に示している。

#### ・先進的な設備の紹介

蒸気再圧縮システム VRC、窒素発生装置による炭酸ガス削減システム、排水の嫌気処理により発生するバイオガスを利用したコジェネレーションシステムの 3 件を紹介した。詳細は A 工場診断時の紹介内容を参照願う。

#### (4) 所感

OJT のサイトとしてビール工場が選定されたが、先のカンボジアでの PROMEEC 産業 OJT と同様に殆どの参加者はビール製造出荷のような連続プロセスに馴染みがないので診断活動は理解され難かったようである。B 工場スタッフでもエネルギー管理の基礎知識に乏しい状態であった。従って専門家はエネルギー管理の基本や省エネ対策の基本に立ち返って指導するよう心掛けた。当活動が省エネルギー診断の OJT であることを強く訴えて、可能な限り参加者自らが測定し、データを集め、解析して、省エネルギー診断の報告書を作成して、自ら工場への報告、セミナーでの発表をするように指導した。

人材育成のため、診断内容に応じて適宜準備した資料を用いて、診断技術の講義を行い、また、計測機器 5 種類を持ち込んで、計測実務の指導を行った。大半の参加者にとって、技術講義と計測実務は初めての経験であり内容的に難しかったかもしれないが、省エネ推進人材育成の第一歩を踏み込んだことは確かである。

#### 3. ビルの簡易省エネルギー診断 OJT (C ホテル)

ビルの省エネルギー診断専門家が 10 月 6 日に当地へ到着して、ビルの省エネルギー診断 OJT 活動に入る予定であるが、その診断先が、前日 9:30 時点でも決まっていなかった状況であった。しかし、その後、宿泊している C ホテルの支配人よりホテル自体の省エネ診断 OJT を受け入れる旨の了解を得て、ビルの省エネルギー診断 OJT 活動が実施できることが直前になって決定される。

10月5日 14:00 よりボアセップ局長と ECCJ 岡本でホテルへ出向き、ホテル支配人/ Mr. Thouy Phetsavanh と面談し、翌日 10/6 午後からのビルの省エネルギー診断 OJT 活動の説明と協力依頼、セミナーへの参加要請を行った。

(1) 参加者 8名

MEM/DOE (1名)、PDEM (1名)、EDL (2名)、C Hotel (1名)、ACE (1名)、ECCJ (2名)

(2) ビル概要：C ホテル

- ・創業の歴史：当初、時の王 Jao Ma Ha Chee Vit の王宮として、Pakse District の中心部に建設が開始された。1969 年建物構造が完成し、1975 年に入居できる状態になったが、政情の変化により、王はフランスに避難することになり王宮として使用されることはなく、長い間放置されていた。その後、1994 年より 10 年間、タイ資本によりホテルとして運用されたが採算性が取れず撤退した。2003 年より 2 年間ラオス資本によりホテルとして改修工事を実施し、2005 年より 2008 年まで改修工事を進めながら一部操業を開始した。2008 年に改修工事が終了し、フル操業となった。
- ・規模：総延床面積 15,514m<sup>2</sup>、客室 115 室、空調面積：5,251m<sup>2</sup>、1 階～5 階を客室として使用、4 階は特別室、6 階は円形の会議室、別館：40 室、2 階建
- ・主要設備：空調設備概要/ 客室用エアコン：18KBTU × 48 台、12KBTU × 95 台 (パッケージ型空調機)、会議室(6 階)100,000BTU × 2 台、1 階多目的室 50,000BTU × 2 台  
電気設備概要/ 220V 受電、50Hz、トランスなし、給排水設備/揚水ポンプ 4.5kW × 1 台  
昇降機設備概要：エレベータ 10kW、7KW 各 1 台
- ・エネルギー消費量概要：年間電力量 (2009 年) 398,640kWh
- ・電力単価：835kip/kWh(0.1US\$/kWh、@1US\$=8,080Kip)

(3) 簡易診断概要

当ホテルは自然換気、各部屋、ブロック毎のローカル冷房および電気ヒーターによる温水供給等で近代的なホテルと大きく異なる。またボイラーも薪炊きと自然エネルギーを利用しており、省エネルギー診断する事項は限られた対象となった。その中で、昼間の調査および夜間の調査から、検討事項として 12 項目にまとめて参加者と追加調査並びに対策について討議した。庭、壁、パラペット、通路の夜間照明の削減、受付の夜間照明の削減、1 階トイレ照明のセンサー利用による ON/OFF、LED 照明の利用、2 台のエレベータの内、22 時以降一台停止する、5 点に関して改善事項として取り上げた。

#### 4. セミナー・ワークショップ

##### (1) 日時場所

2010年10月11日 9:00 - 17:00  
Champasak Palace Hotel のIFホール

##### (2) 参加者 : 49名

##### (3) 発表概要

冒頭、ラオス政府を代表してチャンパスセ州政府・副代表のチッパソン氏 (Mr. Bounsoy Chit PSAONG: Deputy Director Cabinet of Champasak Province) から開会の挨拶を頂いた。

#### SESSION I: Policies, Programs and Initiatives on EE&C

Outline and Achievements of PROMEEC Project : PROMEEC 事業紹介 (ACE/シンディ女史)

Realized Activities/Outstanding Improvements through PROMEEC Projects :ラオスにおける PROMEEC 事業成果 (FP/ ボアセップ局長)

Japan's Energy Conservation Policy and Measures and EE&C Experiences in Industries : 日本の省エネルギー政策対策、産業の省エネルギー経験 (岡本)

#### SESSION II: EE&C Best Practices in Buildings and Industries

2010 ASEAN Energy Award 「熱帯ビル部門 : ANA MANDARA ビラ : ダラット・リゾート&スパ」(ベトナム・ヌガ女史)

発表 2009 ASEAN Energy Award 「Thai Cold Rolled Steel Sheet Public Co., Ltd.改善例」(タイ国、Mr. Manop)

ラオスでの需要面管理 (Mr. Khoonakhone / EDL)

日本のビール産業の省エネルギー事例 (川崎氏)

省エネルギー診断結果 (a: プロセス/ Mr. Somphone、b: 用役設備/ Mr. Nivanxay, Beerlao、3. Mr. Sayanh of EDL/DSM)

#### SESSION III : The Way Forward

用役設備における省エネルギー対策 (川瀬氏)

ビルのエネルギー管理 (佐野氏)

アセアン省エネ技術要覧、データベース、オンラインエネルギー情報システム紹介 (ACE ジュニアント氏)

日本の環境意識と財務支援制度 (岡本)

アセアンの財務支援制度 (ACE ジュニアント氏)

#### (4) 所感

カンボジアでのセミナー・ワークショップ同様、発表内容が多く、各内容を十分に説明する時間がなく、参加者は十分理解できなかったと思われる。さらに進行役から時間が無いとの理由で Q/A セッションを省略されたので、一方通行の発表で終わってしまった。発表数、もしくは発表内容を削減する等の工夫が必要と考える。

プログラムの件数が多く、しかもラオス語と英語の通訳をはさむため、1件当たりの発表時間が足りない。そのため、セクション毎に質問時間を割り当てることができず、発表の最後にまとめて Q/A セッションを持つことにした。しかし、最終的に時間もなくなり、質問を受ける時間を確保できなかった。事務局には発表数と時間配分の再考が必要と感じられた。

以上



別添資料(略)

・省エネルギー診断関連資料

- 1 : Energy Conservation Technologies in Utility Plants
- 2 : EXCEL Sheet for Engineering Calculations
- 3 : Energy Conservation in Industrial Refrigeration
- 4 : Audit Data Sheets for Utility Plants
- 5 : Energy Audit Results for LBC Champasak Plant (Utility)
- 6 : Best Practice in Japanese Brewery
- 7 : Energy Audit Result for Process Units at Lao Brewery in Champasack Province
- 8 : Process Measure Item
- 9 : Existing Hot water & Wort flow st Brewing for Lao brewery in Pakse
- 10 : Existing & New Beer flow in Lao Brewery at Pakse
- 11 : Energy Data Table & Graph.
- . セミナー関連
- 1 : Outline and Achievements of PROMEEC Project
- 2 : Realized Activities/Outstanding Improvements through PROMEEC Projects
- 3 : Japan's Energy Conservation Policy and Measures and EE&C Experiences in Industries
- 4 : Ana Mandara Villas Dalat of Vietnam
- 5 : Thai Cold Rolled Steel Sheet Public Co., Ltd.
- 6 : Demand Side Management
- 7 : EE&C Best Practices in Japan
- 8 : Energy Audit Results and Recommendations ( a/ Process, b/ Utility, c/ Building )
- 9 : Energy Conservation Technologies in Utility Plants
- 10 : Energy Management for Building
- 11 : In-house Database for Building and Industry PROMEEC 2010-2011
- 12 : Technical Directories for Major Industries and Buildings PROMEEC 2010-2011
- 13 : Online Energy Information System PROMEEC 2010-2011
- 14 : Environmental Awareness and Financial Support System in Japan
- 15 : Available Financing Windows in ASEAN

## ．タイ国（繊維産業）

### 1．活動概要

PROMEEC 事業の今年度3回目に当た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21日から11月30日までタイ国・バンコックに出張し、繊維産業の縫製工場の省エネルギー診断 OJT およびタイ産業関係者・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。診断 OJT には中央政府7名、省エネルギー関連機関2名、当該縫製工場5名、ECCJ 専門家3名、ACE の技術者2名の合計19名が参加した。セミナー・ワークショップは上記参加者に加えて、政府関係者、地元産業界等から46名が出席し、ACE&ECCJ 関係者を含めると出席者の合計は65名であった

出張者 技術協力部 岡本勤、技術専門職・中津均、武田曠吉

活動日程 11/22-26 診断 OJT および診断結果報告  
11/29 セミナー・ワークショップ

### 2．工場省エネルギー診断 OJT（D工場）

#### （1）参加者 19名

Ministry of Energy / Department of Alternative Energy Development and Efficiency/ DEDE（7名）: Mr. Sarat Prakobchat, Mr. Sayam Machima, Mr. Pramote Pintong  
Mr. Piriya Klaikaew, Mr. Sittipol Kwangnok, Mr. Pitcha Suthigul  
Mr. Peanut Prajakwong,

ENERGY SAVING CONSULTATION CENTER/ ESCC（1名）: Mr. Nopporn  
Watanachai

D工場（5名）: Mr. Pisit Meesa-Ard, Mr. Pirat Joypan, Mr. Thanasate  
Thanaraweewan, Mr. Yongyut Suriyapananon, Mr. Somchai Onprew

Measuretronics Ltd（1名）: Mr. Jedsada Kulvisarut

ACE（2名）: Mr. Junianto M, Mr. Chanatip Suksai

ECCJ（3名）: 岡本勤、中津啓、武田曠吉

#### （2）工場概要

1976年設立のE社の縫製工場のD工場はバンコック郊外にあり、欧米を主体に輸出する製品を製造し、売上額は年間30MUS\$である。従業員2,200人、使用設備は布裁断機、各種ミシンおよびアイロン、用役設備は1Ton/Hrの小型ボイラー、空調機、Air Compressorで、エネルギー源として電気（2.5MWH/年）およびLPG（100Ton/年）を消費している。なお、電力単価は3.93B/Kwh/h = 11.8¥/Kwh(@3¥/B)、LPG単価は17.9B/Kg-LPG = 53.7¥/Kg-LPG(@3¥/B)に相当し、売上に対するエネルギー費用は1.2%になる。

### (3) 工場省エネルギー診断 OJT (D 工場)

#### 1) 診断対象設備とグループ分け

上述の通り使用設備の種類は少ないが、診断する対象設備を下記3グループに分けて、研修生も同様に3グループに割り振り、リーダーと各メンバーの分担を取り決めた。

グループ1：クーリングタワーと空調設備

グループ2：コンプレッサーと照明

グループ3：ボイラーとスチーム配管系等

#### 2) 工場のエネルギー管理全般

- ・効率的・省エネ型設備導入は今一步
- ・保温もバルブ・フランジなどには施工されて無く、徹底していない。
- ・メンテナンス・設備日常管理が今一步
- ・図面・仕様書・資料の整備が不十分
- ・データ採取・記録保管・解析など同じく今一步
- ・全売上額に対するエネルギー費用は小さく(約1%レベル)、緊迫性を感じられなかった。

#### 3) 設備の省エネルギー診断

クーリングタワー：冷却用ファン、循環ポンプ共に一定回転であったために 回転数制御方式を紹介した。クーリングタワーの空気整流用・ストレーナー用の多孔板・ネットが全台(4台)外れていたため、水滴が偏流していた。多孔板・ネットの設置を提案した。

裁断・縫製・アイロン掛け作業全室(計30室)の空調：室内に裸蒸気配管が ところどころ存在、早急なる保温を提案した。設定温度  $24 \pm 1$  のため、室によっては寒すぎる所が存在、設定温度をさらに1上げる事を提案した。そのためには、アイロン掛け室の放熱を少なくするために、アイロン用蒸気配管の保温を追加提案した。照明灯からの放熱も 室温を上げる作用があるので高効率型への変更を提案した。

エア・コンプレッサー

- ・2台構成であり、常時1台運転である。通常はNo.1機を稼働し、No.2機は超過勤務または休日の時間帯のみ稼働しているおり稼働時間は短い。従って、今回の診断対象からNo.1機のみとした。制御方式は、ロード/アンロード制御方式で、No.1機のオンロード/アンロード設定圧力は0.6 [MPa]/0.75 [MPa]であり吐出圧力により制御をしている。No.1機は2007年製と新しいがインバータ機を採用していない。
- ・No.1機のアンロード率の測定  
時系列データの計測には非常に有効で必須のものであるパワーモニターを使用して測定した。ただし、現地でのデータ解析時間が少なかったため、全測定データの内1時間分のみを使用してアンロード率を読み取った。その結果、アンロード率は約23%であり、大きなアンロードロスが発生している。更に、エア・コンプレッサはオンロード/アンロードを頻繁に繰り返しており(約15回/1h)、エア・コンプレッサの容量がエア消費量

を上回っていることを示唆している

- ・ No. 1 機の小容量化によるアンロードロスの削減  
エア消費量が不明なので、測定データからエア消費量を概算してみと、6.93[m<sup>3</sup>/min]で、この値は定格流量の約 84% (6.93/8.21) 相当となる。従って、エア・コンプレッサの標準仕様機から選定するとして、55kW 機を 45kW 機に変えた場合の省エネ効果を試算する。  
その結果、17,490 [kWh/y]、11%の削減が可能となる。
- ・ インバータ機導入によるアンロードロスの削減  
現状のロード時平均負荷は 42.4kW であり、これに相当するインバータ機消費電力は約 54%(定格 100%)と推定する。この省エネ効果は 58,080 [kWh/y]、36%になる。
- ・ インバータ機導入による吐出圧力の低減( 0.075MPa)  
インバータ機導入して吐出圧力を 0.6[MPa]に設定すると、現状のオンロード時平均圧力 0.675[MPa]より圧力を低減可能である。その省エネ効果は 9,095 [kWh/y]、6.5%に相当する。
- ・ レシーバタンク増設による吐出圧力の低減( 0.0375MPa)  
現状のアンロード圧力設定値を 0.75[MPa]から 0.675[MPa]へ変え圧力変動幅を半減することを前提に検討をする。この際、圧力変動幅は半減しても現状のロード/アンロード時間を同一に維持することを前提にするとレシーバタンクは 3[m<sup>3</sup>]の増設が必要となる。この省エネ効果は 4,477 [kWh/y]、3.2%に相当する。
- ・ エア漏れの削減( 10%)  
昼休みの休止時間を利用してエア漏れ率の測定を行い、次いでエア漏れチェッカー (CTRL Systems 社製 UL-102R)により各現場のエア漏れ個所の調査を行った。測定時、圧力はレシーバタンクの圧力計の指示、時間はストップウォッチを使用して読み取った。その結果、エア漏れ率は約 21%であり、エア漏れ個所数も多いことが判明した。
- ・ エア・コンプレッサの排気ダクト設置による換気ファンの停止  
現状、エア・コンプレッサ排気は建屋内へ放散しているが、排気ダクトを増設して屋外へ排出することで、建屋内の換気ファンを停止することが可能である。この省エネ効果は 9,570 [kWh/y]に当たる。  
照明灯：今回取り上げたモデル室 (B 棟 14 室) にて照度を測定し、不必要個所の消灯 (40 灯)により 5,940 [kWh/y]、高効率ランプ(インバータ付き Hf 形蛍光灯への交換)への更新により 9,794 [kWh/y]の省エネ効果を提案した。この対策案件は全室空調の負荷を低減し、省エネに貢献する。  
ボイラー：排ガス中 O<sub>2</sub> 濃度が 11%であり、5%を目標にする (88,490Bath/y) 事を提案した。ボイラー出蒸気主管の保温が不十分。フランジ、バルブなどには保温の無い箇所もところどころあった。保温の整備による省エネ効果として 11,500 kg-LPG/yr、205,850 Bath/y が期待できる。

#### (4) 所感

省エネルギー診断 OJT 対象者は中央政府、ESCC からの参加者であるが、OJT であることを主体に研修を行い、工場への報告書作成・報告、およびセミナーでの発表資料作成・発表も研修者が実施するように指導した。

工場の設備およびエネルギー使用状況の把握、省エネ対象事項の検討および、その内容を指導するには時間が少なすぎ、OJT 対象場所を提供した工場への省エネルギー診断結果は ECCJ の派遣専門家から見ると不十分な成果であったと言わざるを得ないが、工場幹部よりは診断結果に対して好感を持って受け入れて頂いた。なお、今事業の活動が当方の目論見近い状況に実行できた背景には FP の指導力に負うこと大であったと考える。

### 3. セミナー・ワークショップ

#### (1) 日時場所

2010年11月29日 9:00 - 13:00

Twin Tower Hotel 2階 Ming Mueang Meeting Room

#### (2) 参加者 : 65名

#### (3) 発表概要

セミナーの冒頭、タイ国政府を代表して DEDE 副長官 Mr. Thammayot Srichuai から開会の挨拶を頂いた。なお、セミナー内容は当地で 11 月上旬に「PROMEEC ビル部門セミナー」を開催した直後であったので、PROMEEC 事業紹介、日本の省エネ施策紹介等は省略し、セミナーは午前中で終了した。

日本の繊維産業における省エネルギー（中津専門家）

- ・ 繊維産業の歴史、化学繊維の開発推移
- ・ 日本の繊維産業に係わる統計資料
- ・ 化学繊維産業の省エネルギー事例

タイの繊維産業における省エネルギー事例（タイ優秀事例）（Ms. Sukanya Pipattraisorn/ Alpha Processing Co., Ltd.）: タイ語資料

タイの繊維産業における省エネルギー（Mr. Montri Vitayasak/ Thailand Textile Institute）: タイ語資料

Findings on Energy Audit from PROMEEC Activity（Mr. Sarat/ DEDE）

- ・ PROMEEC の説明、活動概況
- ・ 省エネルギー診断活動および診断結果

FP が作成、発表した省エネ診断結果の集計である。当発表に関して当初、幹事役の FP から ECCJ 専門家より発表することを要望されたが、議論の末、当方より OJT 研修冒頭に述べた通りに研修生より発表することにした結果である。結果的には FP が発表資料を上手く作成、発表して、首尾よく発表を終了できた

以上



#### 添付資料

- 1 : Guideline on Energy Audit in Electrical Equipments
- 2 : Castlepeak Holding PCL. ( 会社概要 PPT 資料 )
- 3 : Preliminary Information of Audited Factory for PROMEEC Program
- 4 : Overall Findings on PROMEEC INDUSTRY Activity
- 5 : Group 1 発表資料 ( Excel Sheet 2 枚 )
- 6 : Audit Result of energy-saving in Apparel Factory (Electric Facilities)
- 7 : Group 2 発表資料 ( Word File : 5 頁 )
- 8 : Group 3 発表資料 ( Word File : 1 頁 )
- 9 : Measures - Savings
- 1 0 : AGENDA / INTENSIVE SEMINAR on “Experience Sharing on Energy Conservation in Textile Industry”
- 1 1 : Japan Experience on Energy Conservation in Textile Industry
- 1 2 : Thailand Experience on Energy Conservation in Textile Industry ( Alpha Processing Co., Ltd. / Winner from Thailand Energy Award )
- 1 3 : Thailand Experience on Energy Conservation in Textile Industry ( Thailand Textile Institute )
- 1 4 : Preliminary Findings On PROMEEC INDUSTRY Activity

## . TD および IHD の構築

### 1 活動概要

今年度 PROMEEC 事業の一環として、ACE 事務局が所在するインドネシア・ジャカルタへ出張し、委託している産業およびビルディング部門の TD および IHD 構築に関して、現状のシステム構築状況および問題点を把握して、今後の開発に関して ACE 関係者と協議し、方針を策定した。

### 2 . TD システム構築

#### ( 1 ) TD に関する基本方針

TD は Technical Data Base 構築を目指すのではなく、PROMEEC 活動で得た Technical Items を Directory として集計、利用するシステムとする。

#### ( 2 ) 元データ

ASEAN Energy Awards Energy Efficiency Building、 Energy Management/ Best Practices Building & Industries で選ばれた事例を TD の基データとする。

#### ( 3 ) 使用するシステム

TD と Awards Web site を Rink して、TD より Awards Web site の適用資料を開くシステムとして、利用者にその事例を提供する。利用者は更に詳しい情報を得たければ、ASEAN Energy Awards を受けた事業所、もしくは会社へ連絡、もしくは他の検索 engine で技術情報を得る。なお、この点は今後さらに検討する。なお、TD より直接 ASEAN Energy Awards の記載個所に Access することを検討する ( ACE 担当 )

#### ( 4 ) TD に乗せる事項

ECCJ 専門家が TD に登録すべき事項を ASEAN Energy Awards の資料から選定して、ACE に連絡 & ACE が登録する。具体的には ASEAN Energy Awards 資料 Hard Copy に、TD に登録すべき事項として ECCJ 専門家がマーキング & Scan 後、ACE へ送付し、ACE が TD に登録する。過去の ASEAN Energy Awards と次年度以降の ASEAN Energy Awards が対象である。

#### ( 5 ) TD の分類

第一分類：建築/ 病院等、産業/ セメント等

第 2 分類以降：技術毎分類 ( 当件は Data 集計後、ECCJ が相談に乗る )

#### ( 6 ) ACE の作業内容 ( 担当：Mr. Juniant )

上記 TD 改訂案の説明資料を作成し、2月の PS WS で説明、PROMEEC Member から同意を得る。その後改訂作業開始。

TD System 広報を各 WS で実施

Rink & Access が容易になるように、資料サイズを適切な大きさにする。

TD & IHDB 毎の Access Pont 集計が出来るようにする ( TD & IHD の Access 頻度を把握して利用の目安とする )

### 3．IHD システム構築

#### ( 1 ) IHD に関する基本方針

省エネルギー診断先の事業所で EM Tool として利用して貰うことを IHD の第一目的とする。省エネルギー診断で事業所を訪問中にデータ受領し、IHD に入力し、データを確実なものとする。そのための具体策案を以下に記す。

#### ( 2 ) 省エネルギー診断時の活動 ( ACE よりの参加者が担当 )

診断初日に「EM Tool としての利用、データ入力後に診断ビル・工場に授与して、利用する」との IHD の目的、Form & 事例等を PPT 利用して説明、協力を得る。診断 2 日目以降、Data を受領、もしくは事前に入手したデータを IHD に入力  
診断先へのエネルギー - 診断結果報告会にて、ACE が IHD へ入力した結果 ( エネルギー消費のトレンド、原単位推移、可能であれば同業他と事業所との比較等 ) を ACE より報告する。完成した File を診断先の事業所に授与する。  
必要に応じて、診断した事業所の了解を得て、Incentive Seminar で ACE より、上記 の概要を報告する。

#### ( 3 ) 継続した Data 収集 ( ACE 担当者が実施 )

過去診断した事業所のデータ、当年度診断した事業所の当年度以降のデータは ACE が収集し、データの集積を図る。

### 4．ビルディング部門 IHD の現状と実施した改訂作業

#### ( 1 ) 現状

ビルディングに関する Data について ACE/ECCJ が保有するデータ、 Trial Usage として ACE が従来発表した IHD 数、今回確認した IHD 数を確認した結果、データ入力で進展が見られるが、Data Base には未 Up Load の状態である。

#### ( 2 ) File 改訂作業

Master File 作成の為に、2009 年に診断 OJT を実施した Cambodia の Hotel を取り上げ、データ入力し、必要な Form 改訂を行った。  
原単位 ( Specific Energy Use ) に関する入力項目がなかったので、総床面積当たり ( 室外駐車場を除く ) 空調面積当たりを加えた。なお、ACE 基準は特にないとこのことで、ACE 基準の原単位記入項目は未作成である。また、Excel の 2003 年版と 2007 年版ではグラフ表示が異なり、2007 年版に統一することで改訂した。

### 5．産業部門 IHD の現状と実施した改訂作業

#### ( 1 ) 現状

Master File として Cement Energy Management Questionnaire、Food Energy Management Questionnaire および Textile Energy Management Questionnaire と 3 業種用 File が Up Load されているが、利用されていない。  
産業部門 Data に関しても ACE/ECCJ が保有するデータ、 Trial Usage として

ACE が従来発表した IHD 数、今回確認した IHD 数を確認した。産業に関しては 2007 年/ Food & Textile、2008 年/ Textile の 3 件のみが ACE の PC に入力されたのみで、データ入力が多く、ECCJ の支援を要する状況である。なお、Data Base には未 Up Load の状態である。

( 2 ) File 改訂作業

産業部門は産業ごとに IHD Sheet が異なるので、ACE 担当者が途中まで作成した 2007 年に診断したベトナムの繊維産業のデータを入力して、繊維産業用の Master File とした。

なお、産業部門は産業種毎に Master File を作成することが要望されるので、ECCJ 専門家が時間を掛けて支援する必要がある。

以上

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