

国際エネルギー使用合理化等対策事業
国際エネルギー使用合理化基盤整備事業

「ASEAN諸国における主要産業の
省エネルギー推進事業」

成 果 報 告 書

平成 2 0 年 3 月

財団法人省エネルギーセンター

まえがき

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

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

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

このような状況下において、2000～2003年度に行った ASEAN 10 カ国を対象とする各国 1 業種の省エネルギー診断調査ならびにエネルギー診断技術移転の成果に基づき、2004 年度からエネルギー診断や改善策の実施と普及基盤の強化を目指す新たな段階（フェーズ 2）に移行した。2007 年度はフェーズ 2 の終盤年度として、過去 7 年の成果の実施・普及を確認することを目的として同事業を展開した。

このための有効な手段として Technical Directory の作成と業種毎のデータベース・ベンチマークを継続した。

一方、実施と普及の基盤を強化する活動として、過去にエネルギー診断を実施した工場で推奨された改善策の実施状況を調査するフォローアップ調査とエネルギー診断技術の移転を確実にするための簡易エネルギー診断を新たな工場で実施した。本年度はベトナムで繊維、タイで鉄鋼、およびフィリピン・マレーシアで食品工場を対象に診断を実施した。加えて、各国でセミナー・ワークショップを開催しホスト国以外の異業種からも政府・工場関係者を招待し、省エネルギー実施成功事例を発表してもらうことで ASEAN 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 Technical Directory と、データベース策定に関する構想と策定方針も協議され、一部であるが具体例も披露された。

第 4 年度目の活動実施の結果、上記の目標に向かって着実に省エネルギー推進活動の基盤が醸成されつつあり、大変有意義であったと確信する。

本プロジェクトが ASEAN 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 20 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

・ 事業の目的および経緯	- 1
・ ベトナム	- 1
1. 活動概要	- 1
2. Thanh Cong Textile & Garment 社 OJT 診断概要	- 1
3. セミナー・ワークショップ	- 3
4. 感想と助言	- 5
5. 添付資料	
1) 2007 PROMEEC 産業ベトナム OJT 診断報告書	- 7
2) セミナー・ワークショップ プログラム	- 28
・ フィリピン	- 1
1. 活動概要	- 1
2. サンミゲル OJT 診断概要	- 1
3. セミナー・ワークショップ	- 4
4. 感想と助言	- 7
5. 添付資料	
1) 2007 PROMEEC 産業フィリピン OJT 診断報告書	- 10
2) セミナー・ワークショップ プログラム	- 28
・ マレーシア	- 1
1. 活動概要	- 1
2. Dewina Food International 社 OJT 診断概要	- 1
3. セミナー・ワークショップ	- 4
4. 感想と助言	- 7
5. 添付資料	
1) 2007 PROMEEC 産業マレーシア OJT 診断報告書	- 9
2) セミナー・ワークショップ プログラム	- 28
・ タイ	- 1
1. 活動概要	- 1

2. セミナー・ワークショップ	- 1
3. バンコクスチール社フォローアップ調査	- 4
4. PROMEEC 産業プロジェクトに関する討議	- 6
5. 添付資料	
1) セミナー・ワークショップ プログラム	- 8
. 総括ワークショップ	
1. ワークショップ概要	- 1
2. 2007年度の活動報告と2008年度の活動方針	- 2
3. フェーズ2の活動評価とフェーズ3に向けての基本方針	- 2

本文で使っている短略表示 (Abbreviation) は次の通りである。

EE&C	Energy Efficiency and Conservation
TD	Technical Directory
DB/BM	Database / Benchmark
OJT	On the job training
EMS	Energy Management System
SEC	Specific Energy Consumption
CSR	Corporate Social Responsibility
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
COP	Coefficient of Performance
DHCR	Direct Hot Charge Rolling
EM H/B	Energy Management Handbook
ACE	ASEAN Center for Energy
METI	Ministry of Economy, Trade and Industry
ECCJ	The Energy Conservation Center, Japan

Vietnam

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

Philippines

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

Malaysia

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

Thailand

DOE	Department of Energy
DEDE	Department of Alternative Energy Development and Efficiency
BSI	Bangkok Steel Industry Public Co., Ltd.
FTI/IEE	Federation of Thai Industries/Institute of Industrial Energy

概要

ASEAN 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8年目に入り、カウンターパートとなる ACE はじめ ASEAN 諸国関係者の活動も益々充実かつ定着し、最近の原油価格高騰に伴うエネルギー価格の上昇や2005年2月16日の京都議定書発効を背景に当該諸国のエネルギー消費量削減に向けて意識改革が浸透してきている。

今年度はフェーズ2の終盤年度として、過去3年間のフェーズ2活動の成果を集約し、より一層の自助努力によるこれまでの成果の実施・普及を確認する年と位置付けられた。即ち、フェーズ1を含め過去7年間に全 ASEAN 諸国10業種の工場で実施したエネルギー診断の成果を実施・普及するための基盤確立を目指すこととした。

具体的には、以下の活動をベトナム（繊維産業）・フィリピン（食品産業）・マレーシア（食品産業）・タイ（鉄鋼産業）の4カ国で実施した。

- ◆ 過去に診断調査した工場のフォローアップ調査と新規の工場の簡易エネルギー診断
改善策の実施・普及上の問題点把握と改善策を策定する。
- ◆ 技術要覧（TD）の作成
繊維・食品・鉄鋼の3業種における、ASEAN 諸国で有効な技術と各技術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（DB）の策定
工場における省エネルギー操業を支援するためのインハウス DB を策定し、ASEAN 諸国で実施に移すことを目標とする。今年度は繊維産業および食品産業における DB 策定と実際の工場への実施と普及に取り組む。

上記の国でエネルギー診断を含む調査やセミナー・ワークショップを実施した。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、調査により改善の実施率が悪い工場があり、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。

各国のセミナー・ワークショップでは、当該国の異業種を含む工場関係者および他の ASEAN 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。

今年度の事業における現地での活動は、ASEAN 諸国からの代表（フォーカルポイント）の参加を得て、2007年8月にホーチミンシティにて開催された Inception Workshop をもって開始された。同 Workshop で、本年度の実施計画、活動実施国、現地活動に必要な諸準備が確認された。その後、4ヶ国におけるワークショップを含む現地調査が、2007年12月までに順調に実施された。2007年2月、インドネシアボゴールにおいて、本年度最後の活動として、Summary / Post Workshop が開催された。同ワークショップには ASEAN

諸国からのフォーカルポイントが参加した。4ヶ国での活動成果を ASEAN 諸国に共有してもらうための報告と、TD の作成やインハウス DB の策定に関する討議が行なわれ、最後に来年度を含む将来の事業取り組み方針を協議して締めくくられた。

主要産業プロジェクトの本年度の具体的活動内容は、以下のとおりである。

・ 2007年10月15日 - 10月15日；

ベトナムにおける現地業務

1. ホーチミンシティの繊維工場において簡易エネルギー診断を行った。現地診断チームはホーチミンシティ省エネセンターの技術者にて組織された。診断は OJT 方式にて行なわれ、診断技術が同センター技術者に移転された。

2. セミナー・ワークショップには80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ベトナムおよび日本からの発表

(2) ベトナムと他の ASEAN 諸国の産業関係者による省エネルギー実施事例発表

(3) ベトナム・繊維工場の省エネルギー診断結果発表

(4) TD 作成・DB 策定活動について ACE および ECCJ からの発表

・ 2007年12月3日 - 12月7日；

フィリピンにおける現地業務

1. フィリピンでは食品工場(ビール)の簡易エネルギー診断を実施した。現地診断チームにはエネルギー省関係の3名の参加のみで、食品産業からの参加はなかった。

2. セミナー・ワークショップには34名が参加した。エネルギーサービス企業の参加者が主で、技術的な討論が活発に行われた。アセアン他国から報告があった食品産業の事例はたいへん好評であった。

・ 2007年12月10日 - 12月17日；

マレーシアにおける現地業務

1. クアラルンプールの食品工場(レトルト食品)において簡易エネルギー診断を実施した。現地診断チームはマレーシア省エネセンターの技術者にて組織された。診断は OJT 方式にて行なわれ、診断技術が同センター技術者に移転された。

2. セミナー・ワークショップには34名が参加した。食品産業からの参加者が多くあったこと、およびアセアン他国からの事例発表が参加者の関心に合致していたことから、たいへん有益なセミナーになった。

・ 2007年12月19日 - 12月20日；

タイにおける現地業務

1. 2006年に診断を行ったバンコクスチール(BSI)を訪問し省エネ提案の実施状況をフォローした。当社計画されていたガラス工場の診断は準備が整わず中止になった。

2. セミナー・ワークショップには86名が参加した。セミナー・ワークショップのテーマは「鉄鋼産業の省エネ」と「繊維産業の省エネ」であった。

. 2007年2月26日 - 2月27日 ;

Summary Workshop / Post Workshop (インドネシア/ボゴールで開催、ビルプロジェクトおよびエネルギー管理基盤整備プロジェクトと同時開催)

ミャンマーを除くアセアン9カ国から15名、ACE 4名、ECCJ 3名を加え22名が出席した。本年度はフェーズ2の最終年であることから、まずフェーズ2の評価が行われ、成果の出た点・成果の出なかった点およびその理由が明らかにされた。この評価を基に、来年度の事業方針を含むフェーズ3の基本方針が確認・合意された。

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

．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、ASEAN 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、東南アジア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 ASEAN 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 が主体となり開始された。ASEAN 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 ASEAN 10ヶ国のエネルギー関係大臣会合で承認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、ASEAN 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 ASEAN 諸国と日本の協力関係をより親密にすること。
- 2．ASEAN 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．ASEAN 諸国においてこの分野の日本の技術移転と省エネルギー優秀事例の導入を推進すること。
- 4．エネルギー診断とその OJT を通じて ASEAN 諸国の資質を高めること。
- 5．ASEAN 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 ASEAN 各国との協議に基づき下記の3フェーズにて推進するとの認識に基づき、本年度は第2フェーズ活動の4年目としての位置付けである。第1フェーズでは、ASEAN 10ヶ国全ての国において活動を行った実績に基づき ASEAN 諸国間で対等な立場で省エネルギー活動を展開出来る基盤を築くことができた。

第1フェーズ 日本から ASEAN 諸国への技術および経験の移転(2003年度に完了)

第2フェーズ 日本と ASEAN 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 ASEAN 諸国の自助努力で省エネルギーを推進

2004年度から第2フェーズに入り、実施と普及を推進するための基盤作りを開始した。即ち、過去にエネルギー診断を実施した工場でのフォローアップ調査、技術要覧(TD)作成および各国による各業種の DB / BM 策定を活動の基軸としている。本年度はこれらに従う活動を、ベトナムで繊維、タイで鉄鋼、フィリピンとマレーシアで食品を対象業種として実施した。活動の内容は、OJT に基づく簡易エネルギー診断、過去にエネルギー診断した工場におけるフォローアップ調査、およびセミナー・ワークショップである。

ベトナム（繊維産業）

平成19年度 ASEAN 諸国における主要産業の省エネルギー推進事業 Vietnam 活動報告書

1. 活動概要

- 10月15日(月) ECC-HCMC 技術指導（診断技術）
16日(火) Thanh Cong Textile & Garment 社にて OJT 診断
17日(水)（午前）Thanh Cong Textile & Garment 社にて OJT 診断
（午後）ECC-HCMC 技術指導（データ解析）
18日(木) ECC-HCMC 技術指導（データ解析/報告書作成）
19日(金) セミナー・ワークショップ

2. Thanh Cong Textile & Garment 社 OJT 診断

(1) 参加者

Thanh Cong Textile & Garment 社 1名 (Mr. Tuan Hung)
ECC-HCMC: 15名 (Dr. Nguyen Van Tuyen 他)
ACE: 2名 (Mr. Zamora, Mr. Ivan)
ECCJ: 3名 (川瀬太一郎、田中秀幸、武田こう吉)

(2) Thanh Cong Textile & Garment 社概要

生産開始	1967年（織布・染色整理からスタート）
主要製品	カジュアルウェア、子供服、スポーツ服 中間製品（布、糸）
主要設備	紡糸設備、織布編布設備、染色整理設備、縫製設備
年間売上高	US\$ 70 million
従業員	5,400名
敷地面積	216,000 m ²
輸出比率/輸出先	65% / USA(69%)、EU(8%)、日本(23%)
取得認証	ISO9001、ISO8000

(3) OJT 内容

食品プロセス講義（レトルトプロセス・冷凍・乾燥・殺菌）
診断準備（チーム編成・事前質問書・測定機器確認）
データ収集（操業記録収集・各種測定）
データ解析（省エネ対策絞込み・計算）
診断結果報告（速報）

(4) 診断結果(まとめ)

計算根拠等についての詳細は添付資料を参照されたい。

分野	省エネ課題	診断結果および対策	省エネポテンシャル
生産設備	染色機温排水の熱回収	バッチ染色機(TG800/1)の温排水の排熱を染色用水に回収する。そのため、プレート式熱交換器を設置する。	石炭節減：279t/y
	染色機の保温施工	表面温度は平均 80 であった。放熱損失を計算したが、放熱時間が短いこともあり大きな損失ではないことが判明。安価な樹脂製保温材が入手できれば、投資経済性はでてくる。	石炭節減：9.4t/h
	乾燥機排気ガス損失の減少	湿度センサーが故障している可能性があるので、メンテナンスが必要。	
用役設備	ボイラー空気比の低下	排ガス中の酸素濃度が 17-18%と高い。開口部の目詰め・覗き窓の閉止などの対策が必要(# 2 および # 6 ボイラー)	石炭節減：34%(# 2)および 28%(# 6) ただし、オン運転時のみ有効
	ボイラー排気ガスの熱回収	排ガス温度は 200 (推定値)であった。エアプレヒーターを設置し燃焼空気の予熱に回収するケースを検討したが熱回収量が少なく投資回収が困難。	石炭節減：13kg/h、ただし、オン運転時のみ有効
	コンデンセート回収	コンデンセートがほとんど回収されていない。蒸気使用先ごとに回収可能性を調査する必要あり。	使用先とボイラー室間の距離によるが、投資回収は概ね 1 年以内。
	圧縮空気の供給方法	現システムは樹状型の供給配管となっている。かつ、圧縮空気室が使用先から遠いので、これをリング型供給システムにする検討が必要。	ECC-HCMC に相談されたい。
エネルギー管理	エネルギー管理組織	省エネ推進方針を立てる、エネルギー担当を任命する、全工場をカバーするエネルギー委員会を組織する、従業員の省エネ意識を高揚する	
	エネルギー使用状況のモニタリング	石炭・電力・水の月次使用量を記録する、製品あたりのエネルギー使用量、ボイラーの蒸気発生原単位をモニターする。	

3 . セミナーワークショップ

日時 : 10 月 19 日 (金) 8:30 - 17:30

場所 : Liberty Hotel (Ho Chi Minh City)

出席者 :

Vietnam

Mr. Phuong Hoang Kim (Official of EECO, MOIT)

Mr. Huynh Kim Tuoc (Director, ECC-HCMC)

Dr. Nguyen Van Tuyen (Scientific Consultant, ECC-HCMC)

Mr. Hoang Thien Kim (Senior Consultant, ECC-HCMC)

Mr. Phan Nguyen Vinh (Specialist R&D Department, ECC-HCMC)、他
計 60 名

ASEAN Center for Energy (ACE)

Dr. Weerawat Chantanakome (Executive Director)

Mr. Christopher G. Zamora (Administration&Finance Manager)

Mr. Ivan Ismed (Technical Expert)

Malaysia

Mr. Ahmad Zairin (PTM)

Philippines

Mr. Artemio Habitan (DOE)

ECCJ

田中秀幸

武田曠吉

川瀬太一郎

小倉豊

(1) VIP 挨拶

ACE

Dr. Weerawat Chantanakome から ACE 活動・PROMEEC 活動、セミナー・ワークショップのプログラムについて紹介。METI/ECCJ の活動に謝意。

ECCJ

川瀬専門家から本プロジェクトの意義、経緯、最近の状況、日本の ASEAN への協力・貢献などに言及。Vietnam 政府、ECC-HCMC、ACE の活動に謝意。

Vietnam Government

工業貿易省 (MOIT) Mr. Phuong Hoang Kim から挨拶。METI/ECCJ、ACE の活動に謝意。

(2) セッション 1 : Policy and Initiatives on EE&C

Overview of EE&C Programs on ASEAN (Mr. Christopher G. Zamora, ACE)

アセアンにおける ACE の位置、EC-ASEAN, SOME - METI など主な EE&C 活動、それに PROMEEC 活動を紹介。アワードシステムなどへの参加呼びかけ。

Initiatives and Programs on ECCJ on EE&C in Industry in Japan (川瀬専門家、ECCJ)

日本の省エネ政策及び ECCJ の活動について紹介。3E の調和や省エネ法、指定工場、エネルギー管理士や国家試験、教育・研修、省エネ優秀事例全国大会などの話題。

Overview of Plans & Programs on EE&C in Vietnam (Mr. Phuong Hoang Kim, MOIT)

ベトナムは経済成長のためエネルギー消費が急激に増加。原油高のもと、省エネの推進をいっそう推進すべく省エネ法の制定を策定中。

(3) セッション 2 : EE&C Best Practices in Industries

Case Study 1 ? EE&C in Cement Industry (Philippines DOE, Mr. Aretmio Habitan)

セメント業界は外資中心で高効率プラントの導入が進み、エネルギー原単位は世界水準にある。通常の省エネ対策は実施済みであり、EMS も確立されている。EMS では、たとえばクリンカー原単位のような工程別 SEC を導入している。典型的な 13 対策が Best Practices として上げられている。未実施の対策は排熱回収発電など数少なくなっているため、更なる原単位低減は今後困難になる見通し。

Case Study 2 ? EE&C in Food Industry (Malaysia PTM, Mr. Ahmad Zairin)

PTM はこれまで 48 社を診断し 13%の省エネポテンシャルを見つけた。パーム油脂メーカー (Cargill Kuantan 社) の診断では 79,861GJ/年のポテンシャルを見つけ、そのうち 24,000GJ/年の省エネを実現した。PTM は復水回収・蒸気漏洩などの対策を独自に提案した。これらの低コスト対策は他社に適用可能である。

Case Study 3 - EE&C in Iron & Steel Industry

(Philippines DOE, Mr. Aretmio Habitan)

現在、全国に 50 設備がある。典型的な 13 対策が Best Practices として上げられている。そのうちの炉開口部に耐熱カーテンを設置する対策は日本専門家により提案された。

Case Study 4 - EE&C in Glass Industry (Malaysia PTM, Mr. Ahmad Zairin)

1992 年建設の旧式ガラス溶解炉で原単位は 8GJ/ton of molten glass であった。これを新型炉に取替え、原単位が EU 平均値である 4.8GJ/ton of molten glass まで低下させた。EU 平均値をベンチマークとして旧式炉の省エネ取替を決断した例である。

Results of Energy Audit in Thanh Cong Textile & Garment factory

(Vietnam, Mr. Phan Nguyen Vinh (Specialist R&D Department, ECC-HCMC))

バッチ式染色機・ステーター乾燥機・ボイラーに関する診断結果を報告した。バッチ式染色機では温排水の熱回収および染色機表面の保温について検討した。保温については節減熱量が少なく経済性がとれない。

EE&C Technology and Energy Audit in Textile Factory (ECCJ, 田中秀幸氏)

測定結果に基づきボイラー熱効率の計算過程を説明した。石炭炊きボイラーのためもあるが排ガス酸素濃度が 17-18%を示した。炉床から火の粉が盛んに舞い上がる状況であり、明らかにドラフト過剰と思われたので、ドラフトを段階的に絞るようリコメンドした。

EE&C Technology and Energy Audit of Electrical Facilities in Textile Factory

(ECCJ, 武田曠吉氏)

熱油ボイラー空気ファンおよび空気圧縮機を診断した。必要なデータが得られなかったため、一般的なファンの回転数制御による省エネ計算法を指導した。空気圧縮機については、供給配管系の構成を調査したところ、現在は樹状空気供給システムが使われているが、これを環状空気供給システムに変更することを検討するようリコメンドした。

(4) セッション3 : The Way Forward

Barriers Identified in Energy Audit and its Measures (ECCJ, 川瀬太一郎)

省エネ推進のバリエーションとして、政策・人的資源・技術と情報・資金・製造能力・社会と文化の6点を取り上げ、Thanh Cong Textile & Garment 社での観察を勘案しながら、バリエーションおよびその克服のための対策を説明した。

Updates on Development of Technical Directory (ACE, Mr.Ivan Ismed)

Technical Directory (TD)の目的、作成方法・Formatなどの説明とTDのシートの実例の説明があった。

Update on Development of In-house Database (ACE, Mr.Ivan Ismed)

In-house Databaseの目的・内容などについて、セメント産業の入力フォーマットを例にとり説明した。In-house DBの特徴は、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。これらは省エネルギー運転のための参考情報として使われる。

In-house Database for Textile Industry (ECCJ, 川瀬太一郎)

新しく作成された繊維産業の入力フォーマットについて、その内容を説明した。あわせて、工場で試行するよう要請した。とくに、In-house DBは工場内で省エネ推進の道具として使用するものであり、外部に出ることはないことを強調した。

(5) 閉会の辞

Dr. Weerawat Chantanakome (ACE)の閉会の辞をもって終了した。

4. 感想と助言

・訪問した繊維工場の省エネが進んでいなかった。工場幹部の関心が低いように見えた。中央政府・市政府の組織が整備され省エネ法等の法整備が進む中で、省エネを実行する現場にも対策を拡げているかねばならない。

・ECC-HCMCの事前準備はよかった。事前調査票の回答が事前に日本専門家に届いた。そのため適切な診断計画を立てることができた。また、必要な計測機器は準備されていた。惜しむらくは、工場への根回しができていなかったことである。たとえば、測定孔が準備されていなかったため、ステントー排気ガスの湿度測定を断念せざるを得なかった。

・OJT指導をする中で、ECC-HCMCの技術者の技術レベルをさらに高める必要があると感じた。ボイラー・回転機械など単体レベルの知識はあるが、これらを生産プラントと関連付けて見ることは苦手であった。プロセス知識の強化が望まれる。幸い勤勉かつ意欲的な国民性であり、教育次第で大変わりするのではないかと感じた。

・マレーシア・フィリピンの事例発表はともに素晴らしかった。とくにEMSが確立されており、他産業に大いに参考になる。発表事例はいずれも外資系企業の例であった。このような成功例を中小企業・地場産業に広げていくことが今後の課題である。

・今回のセミナーにはタイ・インドネシアが参加していなかった。彼らの参加を期待する。とくにタイは成功事例を豊富に蓄積しておりその体験を他国に伝えてほしい。

・ローカルチームがECC-HCMCの技術者で構成されていたため、OJTによる診断技術の移転がうまくいった。これまでは技術に精通していない管理畑の参加者が混じっていてときに退屈をかこっている様だった。本年は居眠りしている人は少なかった。

・ Mr. Zamora の適切なファシリテーションはセミナーでの聴衆の理解を大いに助けた。発表ごとに発表の意義をプロジェクト目的に照らして解説してくれた。

・ 最後に ECC-HCMC 技術者の感想を聞いたが、何人かから「知識と経験・診断チーム組織・データ収集・設備観察・データ解析についてこれまで知らなかった多くのことを学んだ、願わくはもっと長い期間の OJT にしてほしい」との声が出た。これはたいへん嬉しいことであった。

5 . 添付資料

- 1) 2 0 0 7 PROMEEC 産業ベトナム OJT 診断報告書
- 2) セミナー・ワークショップ プログラム

添付資料 1

タンコン繊維 OJT 診断報告書

1 訪問先

Thanh Cong Textile Garment Company (TCTGC)
36 Tay Thanh Street, Tay Thanh Ward, Tan Phu District, HCMC

2 実施年月日

2007 年 10 月 16 日(火) 8:30 ? 17:00
2007 年 10 月 17 日(水) 9:10 ? 12:30

3 参加者 :

ECC-HCMC (ホーチミン省エネルギーセンター)
Dr. Nguyen Van Tuyen (Scientific Consultant)
Mr. Hoang Thien Kim (Senior Consultant)
Mr. Phan Nguyen Vinh (Specialist R&D Department)、他
計 16 名
ACE (アセアンエネルギーセンター)
Mr. Christopher G. Zamora (Administration & Finance Manager)
Mr. Ivan Ismed (Technical Expert)
ECCJ (日本省エネルギーセンター)
田中秀幸、武田曠吉、川瀬太一郎
小倉豊 (ベトナム工業省に派遣中)
Thanh Cong Textile & Garment 社
Mr.Tuan Hung (Equipment engineer)

4 対応者

Mr. Hung (Equipment Staff)

5 Thanh Cong Textile Garment Company の概要

一般事項

生産開始	1967 年 (織布・染色整理からスタート)
主要製品	カジュアルウェア、子供服、スポーツ服 中間製品 (布、糸)
主要設備	紡糸設備、織布編布設備、染色整理設備、縫製設備
年間売上高	US\$ 70 million
従業員	5,400 名
敷地面積	216,000 m ²
輸出比率/輸出先	65% / USA(69%)、EU(8%)、日本(23%)
取得認証	ISO9001、SA8000

生産設備/生産能力

紡糸設備	Carding frame, Comber, Roving Frame, Ring Spinning,
------	---

	Cone winder /9000 tons/year
編布設備	Circulating knitting, Flat knitting /10000 tons/year
織布設備	Sizing, Warping, Weaving (Rapier, Water jet, Air jet) /8 million meters/year
染色整理設備	Jet dyeing, Scouring, Open-edge, Drying, Mercerizing, Finishing, Inspection /10000 tons/year for knitted cloths & 7 million meters/year for woven cloths
縫製設備	Sewing / 20 million pieces/year

設備のほとんどは、日本・米国・ドイツ・スイス・イタリア・台湾・韓国製である。関連情報はウェブページ (www.thanhcong.om.vn) を参照されたい。

エネルギー使用状況

TCTGC で使用されているエネルギーは重油、石炭と電力である。2006 年のエネルギー消費量をエネルギー単価とともに下表に示す。

表 5-1 TCTGC の生産量とエネルギー消費量(2006 年)

Products, Energy		Volume	Toe	Energy price	
Casual Ware	Pieces	20,000,000			
Fuel Oil	t/y	7,932.676	7,989toe/y	5,300 VDN/kg	US C37/kg
Coal	t/y	4,889	3,086toe/y	7,050 VDN/kg	US C10/kg
Electricity	MWh/y	45,307		1,184 VDN/kWh	US C8.2/kWh
				1¥ = 125VDN	

6 省エネに対する取り組み状況

同社に送付した質問表の回答から窺える状況は下記のとおりである；

エネルギー管理

省エネ委員会は組織されておらず、エネルギー管理者も任命されていない。エネルギー消費は料金支払いのためのデータ程度を把握しているのみ。従業員教育・表彰・カイゼン活動はなされていない。

設備の省エネルギー対策

設備納入時に付属していた省エネ機器以外にはほとんど対策がなされていない。また、一部の付属省エネ機器は、納入時以来一度も点検整備されていない。設備メーカーの指導も受けていないと推察される。

無投資または少額投資の省エネルギー対策

運転温度を下げるなどの運転改善はなされていない。省エネの為に保温の追加は計画されていない。また、スチームトラップの管理はなされていない。ボイラー排ガスの酸素の測定がされてお

らず空気比の管理を含む燃焼管理がなされていない。

以上のとおり、同社では省エネの取り組みはまったくなされていない状況にある。同社のポリシーにおいて省エネルギーの順位は相当低いものと推察される。同社に日本並みの省エネルギー対策を実施すれば、エネルギーコストは半減すると考えられる。まずやるべきことは経営者に省エネルギーの効果を理解させることであろう。なお、繊維大手の同社がこのような状況であることから、ベトナムの同業他社も類似の状況にあると推察される。

7 省エネ診断の手順

OJT 診断であることを考慮し、参加者に対しローカルチーム主体で実施するよう意識付けしながら、以下の手順で進めた。

繊維プロセス及び省エネ対策の概要講義

診断対象・データ収集/測定項目のブリーフィング

ローカルチームの役割の確認（リーダーの選定）

データ収集・測定の実施

データ解析と報告

最初の2項目は、初期情報を与える目的で ECCJ 専門家が担当した。ローカルチームのメンバー16名全員が ECC-HCMC の技術者であったことから、リーダーの選定は円滑に進んだ。長老格の Dr. Nguyen Van Tuyen の調整により、リーダーに Mr. Phan Nguyen Vinh、サブリーダーに Mr. Taon が選ばれた。通訳は ECC-HCMC 技術顧問の2名（Dr. Phan Nguyen Vinh、Mr. Hoang Thien Kim）が務めてくれて大いに助かった。データ収集・測定は ECCJ 専門家抜きでローカルチームがほとんどを実施した。データ解析は、実質的に ECCJ 専門家が担当したが、セミナー・ワークショップでの報告はリーダーの Mr. Phan Nguyen Vinh が行った。

8 省エネ診断結果の概要

診断対象として、バッチ染色機、ステンター乾燥機、ボイラー、回転機械(ファン、圧縮機)を選択した。詳細については添付資料を参照されたい。

バッチ染色機

温排水の熱回収および染色機表面の保温の2対策を取り上げた。前者においては、レシピ（染色手順）を入手し、温排水量の計算法・熱回収量の計算法を指導した。後者においては、表面温度を測定し、放熱量の計算法を指導した。後者の保温対策は経済性がないとの結果が出た。

ステンター乾燥機

排気ガス損失減少対策を取り上げた。排気ガスチムニーのガス速度および湿度を測定する予定であったが、測定孔がなく、また穿孔の工事許可が得られなかったため、測定を断念した。たまたま、別のステンターに湿度センサーが設置されていたので、その省エネ評価を行うことにした。湿度センサーの指示値は7g-H₂O/kg-Dry Airであった。本指示値は異常といえるくらい低い、これが正しいとすると排ガス量を現在の5分の1以下に減少できることになる。湿度センサーの指示に異常がある可能性があるため、湿度測定を行うべきことをリコメンドした。なお、担当者のお話では、1995年の設置以来、本センサーの点検をしたことはなく、納入時のままの状態とのことであった。10年以上も点検していないのではおそらくシステムは機能していないで、マニュアル状態で運転が継続されていたものと推察される。

ボイラー

熱油ボイラー・蒸気ボイラー各 1 基の診断を行った。両ボイラーとも排ガス分析およびボイラー各所の表面温度測定を行った。両ボイラーとも排ガス中の酸素濃度が 17-18%と異常に高く、ボイラー効率も 70%程度と非常に効率の悪い状態であった。OJT として、ボイラー効率計算法を指導した。

回転機械(ファン、圧縮機)

熱油ボイラー空気ファンの風量測定を行った。吸入圧・吐出圧の測定ができず、また性能曲線が入手できなかったため、省エネ効果を計算することは断念した。その代替りとして、ポンプ・ファンの回転数制御による省エネ効果計算法を指導した。空気圧縮機については、供給システムを調査したが、必要な情報が得られず省エネ対策の提示までに至らなかった。ただし、現システムは樹状供給システムであるため、これをリング供給システムにすることを検討するようリコメン

診断結果（まとめ）

計算根拠等についての詳細は次章を参照されたい。

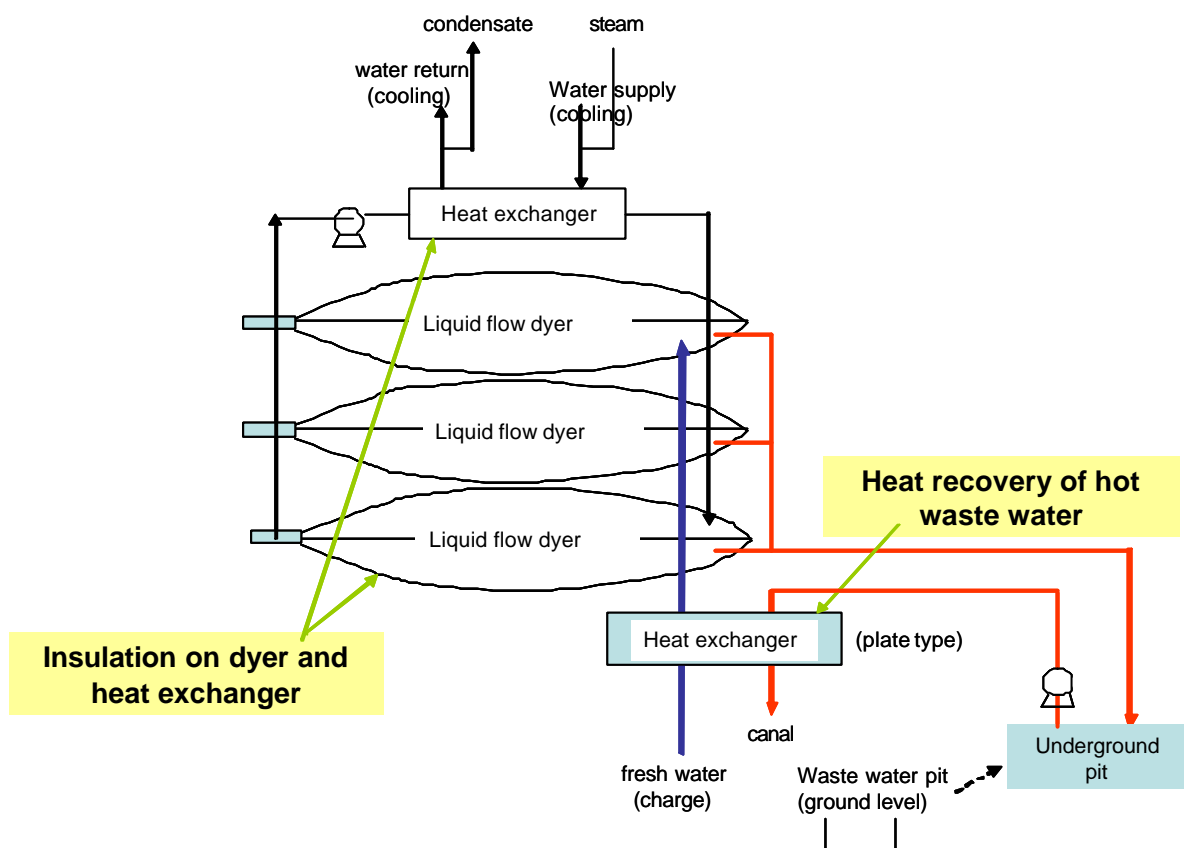
分野	省エネ課題	診断結果および対策	省エネポテンシャル
生産設備	染色機温排水の熱回収	バッチ染色機(TG800/1)の温排水の排熱を染色用水に回収する。そのため、プレート式熱交換器を設置する。	石炭節減：279t/y
	染色機の保温施工	表面温度は平均 80 であった。放熱損失を計算したが、放熱時間が短いこともあり大きな損失ではないことが判明。安価な樹脂製保温材が入手できれば、投資経済性はでてくる。	石炭節減：9.4t/h
	乾燥機排気ガス損失の減少	湿度センサーが故障している可能性があるので、メンテナンスが必要。	
用役設備	ボイラー空気比の低下	排ガス中の酸素濃度が 17-18%と高い。開口部の目詰め・覗き窓の閉止などの対策が必要（# 2 および # 6 ボイラー）	石炭節減：34%（# 2）および 28%（# 6） ただし、オン運転時のみ有効
	ボイラー排気ガスの熱回収	排ガス温度は200（推定値）であった。エアプレヒーターを設置し燃焼空気の予熱に回収するケースを検討したが熱回収量が少なく投資回収が困難。	石炭節減：13kg/h、ただし、オン運転時のみ有効
	コンデンセート回収	コンデンセートがほとんど回収されていない。蒸気使用先ごとに回収可能性を調査する必要あり。	使用先とボイラー室間の距離によるが、投資回収は概ね1年以内。
	圧縮空気の供給方法	現システムは樹状型の供給配管となっている。かつ、圧縮空気室が使用先から遠いので、これをリング型供給システムにする検討が必要。	ECC-HCMC に相談されたい。
エネルギー管理	エネルギー管理組織	省エネ推進方針を立てる、エネルギー担当を任命する、全工場をカバーするエネルギー委員会を組織する、従業員の省エネ意識を高揚する	
	エネルギー使用状況のモニタリング	石炭・電力・水の月次使用量を記録する、製品あたりのエネルギー使用量、ボイラーの蒸気発生原単位をモニターする。	

9 省エネルギー節減量の算出

9-1 バッチ染色機

大小100機以上のバッチ染色機が設置されていたがそのうちの3機(TG800/1)を診断した。概略フローを図9-1に示す。装置は3機の染色機と加温用熱交換器および新水張り込み用ポンプ・循環用ポンプで構成される。本図には後に提案する排水熱回収用の熱交換器も描かれている。

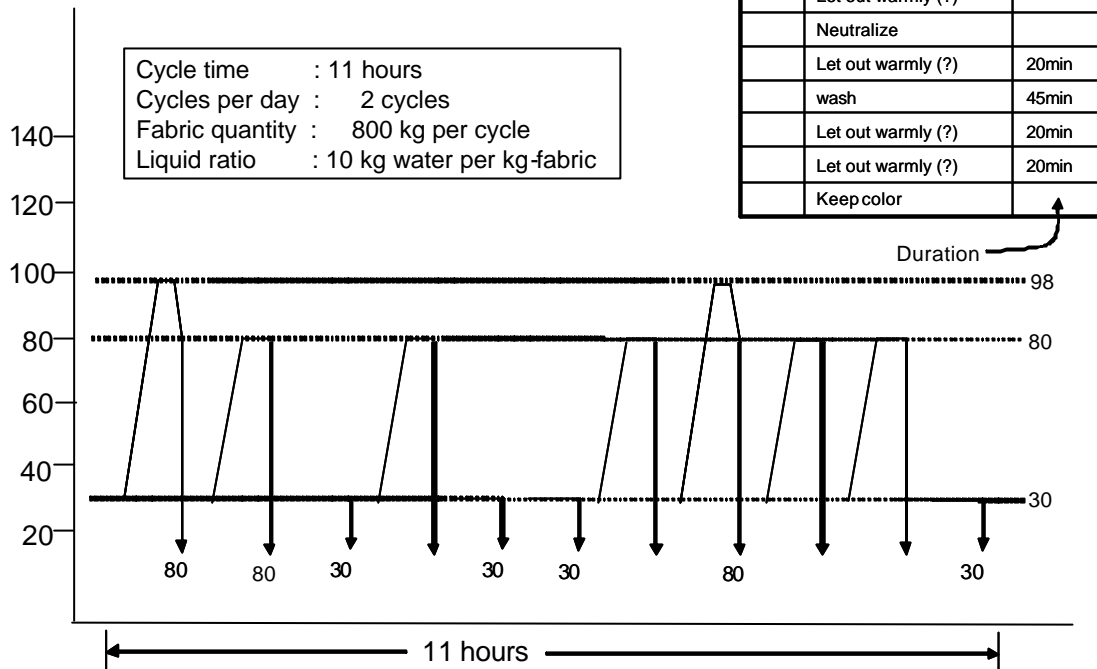
図9-1 Flow Diagram of Liquid Flow Dyer (TG801/1)



染色機は1サイクル11時間、1日に2サイクルのバッチにて運転される。布処理量は1サイクル800kgである。布1kgあたりに10kgの染色液または洗浄水を使用する(液比10と呼ぶ)。1サイクルの間に染色・中和・洗浄が図9-2のレシピに従って繰り返される。

図 9 - 2

Recipe of Dyeing Operation (TG800/1)



一般にバッチ染色機には次の4種類の省エネ対策が検討される；

- 染色機温排水の熱回収
- 染色機表面の放熱損失低減
- 染色液加熱用蒸気のコンデンセート回収
- 染色機温排水の再利用

ここでは、温排水の熱回収と染色機表面の放熱損失低減について検討した。

(1) 染色機温排水の熱回収

図 9-2 のレシピによると、操作 から 7 回の温排水が発生する。この温排水は図 9-1 に示すとおり、いったん排水ピットに溜め込み、その後ポンプで熱交換器に送られ新水と熱交換して冷却した後、カナルに放流される。なお、染色機からは温排水が自然流下するように排水ピットは地下に設置する必要がある。熱交換器は安価で場所をとらないプレート熱交換器が推奨される。同図には書いていないが温排水には糸くずが混入するので熱交換機の上流にフィルターを設置すること。

以下に石炭節減量の推算を行う；

(1) 温排水量

発生源：操作

1 操作の温排水量：布量 x 液比 = 800 kg x 10 = 8 ton/操作

1 サイクルの温排水量：8 ton/操作 x 7 = 56 ton/cycle

1 日の温排水量：56 ton/cycle x 2 cycle/day = 112 ton/day

(2) 熱回収量

温排水温度：80 (レシピ参照)

新水温度：30 (レシピ参照)

温排水熱交換器出口温度：40

温排水熱交換器出口温度は新水温度 + 温度アプローチで決定される。温度アプローチは小さいほど熱回収量が増えるが熱交換器の所要伝熱面積も増加する。染色産業では10程度に設定される。従って、 $30+10=40$ とした。

$$\text{熱回収量} = 112,000 \text{kg/day} \times 1 \text{kcal/kg} \times (80 - 40) = 4,480,000 \text{kcal/day}$$

(3) 石炭節減量

蒸気ボイラー効率：70% (仮定値)

石炭の発熱量：7,000 kcal/kg

年間操業日数：305 days

$$\begin{aligned} \text{石炭節減} &= 4,480,000 \text{kcal/day} / 7000 \text{kcal/kg} / 0.7 * 305 \text{ days} / 1,000 \\ &= 279 \text{ ton/year} \end{aligned}$$

(2) 染色機表面の放熱損失低減

高温表面からの放熱損失は対流損失と放射損失の2種類があり次式により計算できる；

$$\text{対流損失} : q_c = h * SA * (t_1 - t_0) \text{ kcal/h}$$

$$\text{熱伝達係数} = 2.24 * (t_1 - t_0)^{0.25}$$

t1 表面温度 ()

t0 周囲温度 ()

SA 表面積 (m²)

$$\text{放射損失} : q_r = 4.88 * \epsilon * SA * [\{ (t_1+273)/100 \}^4 - \{ (t_0+273)/100 \}^4] \text{ kcal/h}$$

放射率 (ステンレスの場合 0.3)

一般に表面温度が50以上の場合、保温の経済性があるとされる。保温材として、140程度以下の場合、耐熱ウレタン性の貼付型保温材が好んで用いられる。本保温材は施工が簡単かつ安価である。施工例を下記の写真に示す。メーカーのウェブサイトを参照されたい。



Test of Insulation Materials

参考ウェブサイト

<http://www.thaisekisui.co.th/>

以下に保温による石炭節減効果を計算する；

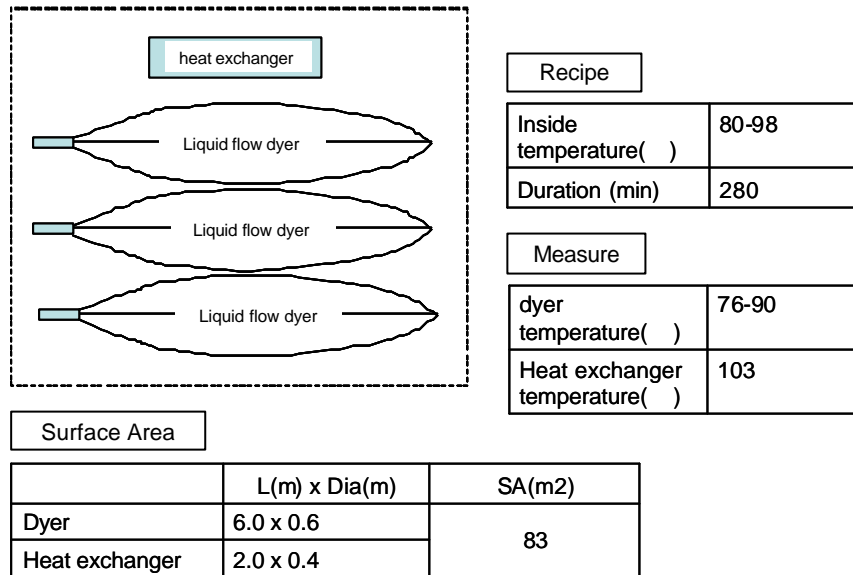
表面積・表面温度の測定

染色機本体および熱交換器の表面温度と表面積を測定し、以下の概略値を得た。厳密に言えば、配管・弁なども測定しなければならないが時間の制約のため省略した。

表面温度：平均値 80

表面積 : 83 m²

Surface Area and Temperature



放熱損失の計算

$$q_c = 2.24 * 83 \text{ m}^2 * (80 - 36) = 8,180 \text{ kcal/h}$$

$$q_r = 4.88 * 0.3 * 83 * [\{ (80+273)/100 \}^4 - \{ (36+273)/100 \}^4] = 7,790 \text{ kcal/h}$$

$$q = q_c + q_r = 15,970 \text{ kcal/h}$$

ここで、周囲温度は 36 であった。保温後の表面温度は周囲温度に近い温度になっている。そこで、上記損失値をもって保温施工前後の損失低減とみなした。

石炭節減量

レシピに示されるように、放熱損失が発生する時間は操作 における温度保持時間であり、その総和は 1 サイクルあたり 280 分、1 日あたり 9.4 時間となる。蒸気ボイラー効率、石炭発熱量、年間操業日数はそれぞれ 70%、7000kcal/kg、305 日として、

$$\begin{aligned} \text{石炭節減} &= 15,970 \text{ kcal/h} / 7,000 \text{ kcal/kg} / 0.7 * 9.4 \text{ hours/day} * 305 \text{ days} / 1000 \\ &= 9.4 \text{ ton/year} \end{aligned}$$

節減効果が非常に少ないので、投資回収が厳しいと予想される。保温材の価格次第である。保温材メーカーに相談されたい。

(3) その他の対策

染色液加熱用蒸気のコンデンセート回収および染色機温排水の再利用も重要な省エネ対策である。コンデンセート回収は通常ボイラー室のボイラー給水タンクに改修され

る。ボイラー室までの距離がある場合をのぞき 3 年以内の投資回収が期待できる。ボイラー室まで遠い場合でも染色機用の温水として利用できる。

染色機温排水のうち、たとえば操作 のすすぎ水は比較的清浄であり、マーセライザーなど他の染色設備で再使用できる。ほかに、操作 など同一設備内での利用が可能な場合もある。当然であるが、再利用の前に染色試験をして問題がないことを確認しなければならない。

9-2 ステンター

当工場には 10 機の乾燥機があり、そのうち 6 機がステンターであった。ステンターは連続式の布乾燥機であり、以下の省エネ対策が通常採られる；

排気ガス損失の低減

原反湿分の低減

過剰乾燥の防止

排気ガスの熱回収

ここでは、排気ガス損失の測定を計画した。排気ガスチムニーのガス速度および湿度を測定する予定であったが、対象の設備には測定孔がなく、穿孔工事が実用と成ったが許可が得られなかったので、測定を断念した。

そこで、別のステンターを調査した。当設備には湿度センサーが設置されていたので、その省エネ評価を行うことにした。湿度センサーの指示値は 7g-H₂O/kg-Dry Air であった。この指示値は異常といえるぐらい低い、これが正しいとすると排ガスを現在の 5 分の 1 以下に減少できることになる。排気ガスファンを点検したところ、モーターの回転数が落とされ過剰な排気ガスとなっているようには見えなかった。湿度センサーの指示に異常がある可能性があるので、湿度測定を行うべきことをリコメンドした。なお、担当者のお話では、1995 年の設置以来、本センサーの点検をしたことはなく、納入時のままの状態とのことであった。10 年以上も点検していないのではおそらくシステムは機能していないで、長期間マニュアル状態で運転が継続されていたものと推察される。

9-3 ボイラー

ボイラーは表 9-1 に示すように 3 基の蒸気ボイラーと 3 基のホットオイルボイラー稼働していた。エネルギー診断の対象として 2 基のボイラーを選んだ。

表 9-1 Boiler Specifications

Boiler name		Specification				User	Note
Steam Boiler	#1	Fluidized bed boiler	Coal fired	20t/h	7kg/cm ²	Dyer, Dryer, etc.	Without recuperator /economizer
	#2		Coal fired	10t/h	7kg/cm ²		
	#5	boiler	Coal fired	10t/h	7kg/cm ²		
Hot oil Boiler	#3		Coal fired	3.6GJ/h	250	Dryer, etc.	With recuperator only
	#4		Coal fired	3.6GJ/h	250		
	#6		Coal fired	3.6GJ/h	250		

以下は蒸気ボイラー（#2号）とホットオイルボイラー（#6号）に関して測定結果を表9-2、表9-3に示す。測定可能なところは、排ガス分析とボイラー本体およびダクトの表面温度のみであった。

表9-2 #2号蒸気ボイラーの操業データ

Measuring Items		Data		
Fuel	Kind of fuel		Coal	
	Supply temperature			
	Chemical component (Weight percent)		(Water 8%)	
	Higher calorific value		kJ/kg	
	Lower calorific value (Dried state)		7,300kcal/kg × 4.187kJ/kg	
	Consumption	Total volume		kg
Unit consumption		140kg/t-steam kg/h		
Water	Feed water	Total volume		kg
		Unit consumption		(4,000kg/h)
		Unit consumption per fuel		(7.143kg-s/kg-f)
	Temp. at inlet of boiler		30	
Blow water	Flow rate		kg/h	
Combustion air	Air volume supplied to boiler		m ³ N/h	
	Temperature	Inlet of boiler	35	
Steam	Pressure		6.5bar(g) = 0.75MPa(a)	
	Dryness of steam		%	
	Steam generation		4,000kg/h	
Exhaust gas	Gas volume		m ³ N/h	
	Temperature	Outlet of boiler		
		Suction side of fan		
		Discharge side of fan		123.6
Gas analysis	Outlet of boiler		CO ₂ : 2.51%, O ₂ : 18.12%, CO: 102ppm	
Boiler, duct surface temperature				
Boiler load factor			%	

表9-3 #6号ホットオイルボイラーの操業データ

Measuring Items		Data		
Fuel	Kind of fuel		Coal	
	Supply temperature			
	Chemical component (Weight percent)		(Water 8%)	
	Higher calorific value		kJ/kg	
	Lower calorific value (Dried state)		7,300kcal/kg × 4.187kJ/kg	
	Consumption	Total volume		6,000kg/d
Unit consumption		250kg/h		
Oil	Feed oil	Total volume		kg
		Feed rate		kg/h
	Temperature	Inlet of boiler	233	Actual temp. difference = 7 ~ 12
Outlet of boiler		250		
Combustion air	Air volume supplied to boiler		m ³ N/h	
	Temperature	Inlet of boiler		
Gas volume		m ³ N/h		

Exhaust gas	Temperature	Inside of boiler furnace	About 400
		Outlet of boiler	
		Suction side of fan	
		Discharge side of fan	196
Gas analysis	Outlet of boiler	CO ₂ : 3.52%, O ₂ : 17.0%, CO: 88ppm	
Air heater	Air temp.	Inlet of air heater	35
		Outlet of air heater	
	Gas temp.	Inlet of air heater	(400 ?)
		Outlet of air heater	(196 +)
Boiler, duct surface temperature			
Boiler load factor			%

#2 ボイラーのデータ解析および対策

(a) 理論空気量および理論排ガス量

- 石炭の成分 C 69.7%、H 5.4%、S 0.4%、N 1.5%

- 理論燃焼空気量: A_0

$$A_0 = 8.89C + 26.7(H - [O])/8 + 3.33S$$

$$= 8.89 \times 0.697 + 26.7(0.054 - 0.07/8) + 3.33 \times 0.004 = \underline{7.418 \text{ m}^3 \text{ N/kg}}$$

- 理論燃焼排ガス量: G_0

$$G_0 = 0.79A_0 + 1.867C + 11.2H + 0.7S + 0.8N + 1.244W$$

$$= 0.79 \times 7.418 + 1.867 \times 0.697 + 11.2 \times 0.054 + 0.7 \times 0.004 + 0.8 \times 0.015 + 1.244 \times 0.08 = \underline{7.880 \text{ m}^3 \text{ N/kg}}$$

- 理論乾き燃焼排ガス量: G_{0D}

$$G_{0D} = G_0 - (11.2H + 1.244W) = 7.880 - 0.704 = \underline{7.176 \text{ m}^3 \text{ N/kg}}$$

- 排ガス中の酸素濃度 18.12%

- 空気比: m

$$m = 21/(21 - [O]) = 21/(21 - 18.12) = \underline{7.3}$$

(b) ボイラー効率

- 乾き石炭の発熱量 7,300kcal/kg

- 石炭の水分 8%

- 湿り石炭の発熱量 = $7300 \times 4.186 \times 0.92 = \underline{28,120 \text{ kJ/kg}}$

- ボイラー給水エンタルピー@30 = 125.8 kJ/kg

- 蒸気エンタルピー@0.75MPa(絶対)および飽和蒸気= 2,765.6kJ/kg

- ボイラーの燃料消費量 140kg-coal/kg-steam (TCTGC 情報)

- 燃料発熱量 = 28,120kJ/kg

- ボイラー効率 = [発生蒸気エンタルピー]/[単位燃料発熱量]

$$= (1,000 \text{ kg} / 140 \text{ kg}) \times (2,765.6 - 125.8) \text{ kJ/kg} / 28,120 \text{ kJ/kg}$$

$$= 0.6705 (= 67.1\%)$$

(c) 空気比低減による石炭節減

測定時の酸素含有量は 18.12%、空気比は 7.3 であった。日本における石炭焚きボイラー(ストーカー)に関する法規定では 10t/h ボイラーの空気比基準値は 1.3~1.45 (目標値 1.2~1.3) となっている。排ガス温度は 123.6 と測定されたが、これは測定エラーが生じたと推定される。ボイラー圧力 0.75MPa (絶対)に対応する飽和温度は 167.7 であり、排ガスの温度はこれより高いはずであり、以下の解析では 200 と仮定して行う。

空気比を下げるためには、石炭供給量に対しファンからの送込み空気量を正確にコントロールして、さらに可能な限り開口部を減らすことである。そのために、石炭供給量を正確に計量する、蒸気の発生量(あるいは給水量とブロー水量)を正確に把握する、さらに排ガス分析を定期的に行い排ガス中の酸素含有量を確認することである。

ここで、空気比を 2.0 まで下げたとすれば、排ガス中の酸素含有量は 10.5%になる。この場合、燃焼空気量が減少し、従って石炭が以下の計算のように 34.1%も節減される。

空気比 m を 2.0 とした場合の石炭削減量

- 空気量を $5.3A_0$ 削減することにより、1kg の石炭当り xkg の石炭が削減可能と考える。

空気の比熱 : $1.3\text{kJ}/\text{m}^3\text{NK}$

排ガスの比熱 : $1.38\text{kJ}/\text{m}^3\text{NK}$

吸入空気温度 : 35

排気ガスの温度 : 200 (推定値)

- 過剰空気および xkg の石炭燃焼排ガスを 200 へ加熱する熱量が xkg の石炭の燃焼発熱量に相当するので以下の式が成り立つ。ただし排ガス温度は変わらないものとする。

$$[(5.3 + x) A_0 \text{m}^3\text{N}/\text{kg} \times 1.3\text{kJ}/\text{m}^3\text{NK} + x \times G_0 \text{m}^3\text{N}/\text{kg} \times 1.38\text{kJ}/\text{m}^3\text{NK}] \times (200 - 35) = x \times 28,120\text{kJ}/\text{kg}$$

- この式に前述の A_0 、 G_0 を代入して、 $x = 0.341\text{kg}$ (= 34.1%) の削減となる。

(d) 排ガス熱回収による石炭節減

ボイラー排ガスの排熱は燃焼空気予熱または給水予熱として回収される。ここでは、燃焼空気予熱について検討する。

熱交換器には並流式と向流式があるが、一般には効率の良い向流式が使われており、ここでも向流式熱交換器で検討する。熱交換器の仕様決定では空気比 $m = 1.3$ として、また、ボイラー能力は 10t/h あるが現状運転の 4t/h として行う。

- 前提条件

石炭使用量 : $W_{\text{coal}} = 140\text{kg}/\text{t-s} \times (1 - 0.386) \times 4\text{t-s}/\text{h} = 343.8\text{kg}/\text{h}$

予熱空気量 : $G_c = mA_0 \times W_{\text{coal}} = 1.3 \times 7.418\text{m}^3\text{N}/\text{kg} \times 343.8\text{kg}/\text{h} = 3,315\text{m}^3\text{N}/\text{h}$

入口空気温度 : 35 (= T_{c1})

排ガス量 : $G_h = [(1.3 - 1) \times A_0 + G_0] \times W_{\text{coal}}$
 $= [0.3 \times 7.418 + 7.880]\text{m}^3\text{N}/\text{kg} \times 343.8\text{kg}/\text{h} = 3,474\text{m}^3\text{N}/\text{h}$

入口排ガス温度：200 (= Th1)

- 熱交換器出口の空気および排ガス温度

図 9-4 の A. に示す式を使って計算する。

$$Q = G_h \times (C_{ph}/3.6) \times (Th1 - Th2) = G_c \times (C_{pc}/3.6) \times (tc2 - tc1) \text{ [W]}$$

$$G_h = 4t\text{-steam/h} \times 140\text{kg-coal/t-steam} \times (1-0.386) \times (G_0 + (m-1) \times A_0) \text{m}^3\text{N/kg-c}$$

$$= 3,474.6 \text{m}^3\text{N/h}$$

$$G_c = 4t\text{-steam/h} \times 140\text{kg-coal/t-steam} \times (1-0.386) \times m \times A_0 \text{m}^3\text{N/kg-c}$$

$$= 3,315.8 \text{m}^3\text{N/h}$$

$$Q = 3,474.6 \text{m}^3\text{N/h} \times (1.38 \text{kJ/m}^3\text{NK}/3.6) \times (200 - Th2)$$

$$= 3,315.8 \text{m}^3\text{N/h} \times (1.3 \text{kJ/m}^3\text{NK}/3.6) \times (tc2 - 35)$$

ここで、Th2 を現状の 123.6 と同じとして試算すると、Q = 101,760W、tc2 = 120 となる。

- 向流式熱交換器の仕様

図 9-4 の B. に示す式を使って Tm は、Ta = 88.6、Tb = 80.0

$$T_m = (88.6 - 80.0) / \ln(88.6/80.0) = 84.2$$

ここで K (総括熱伝達係数) はガス/ガスの場合、12 ~ 35W/m²K である。効率の良い熱伝達形状を採用するとして、ここでは 30W/m²K とする。

$$Q = K \times A \times T_m = 30 \text{W/m}^2\text{K} \times A \times 84.2 = 101,760 \text{W}$$

したがって、熱伝達面積 A は 40m² となる。

- 燃焼空気による回収熱量 101,760[W] (= 366,336kJ/h) は、約 13kg/h の石炭節約に相当する。

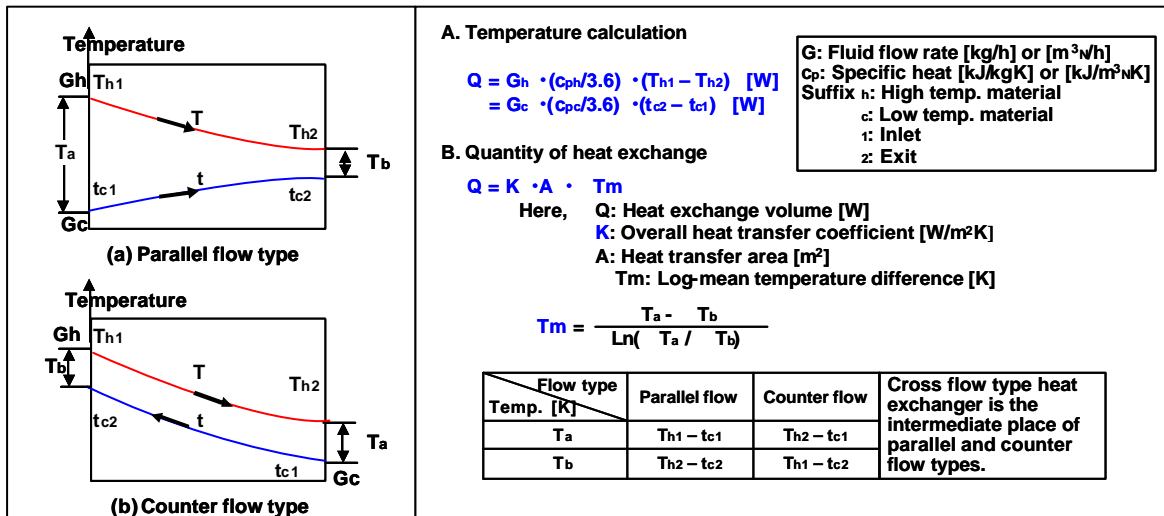


図 9-4 向流式熱交換器

(e) コンデンセート回収による石炭節減

工場で発生するコンデンセートをボイラー給水として回収した場合の石炭節減効果を試算する。図 9-5 のようなオープン型の回収システムが通常使われる。

ここで、ボイラーへの給水 4,000kg のうち 1,000kg を 80 のコンデンセートでまかなうとすれば、

$$(3,000\text{kg} \times 30 + 1,000\text{kg} \times 80) / 4,000\text{kg} = 42.5$$

すなわち、現状に比べて石炭節減量は 7.4kg/h となる。

$$(42.5 - 30) \times 4.187 \text{kJ/kgK} \times 4,000 \text{kg/h} / 28,120 \text{kJ/kg} = 7.4 \text{kg/h}$$

ドレーンやコンデンセート回収にはオープン型とクローズ型がある。オープン型では最高回収温度は 100℃ までであるが、クローズ型のほうが設備費は高くなるが熱の回収には効果が良い。

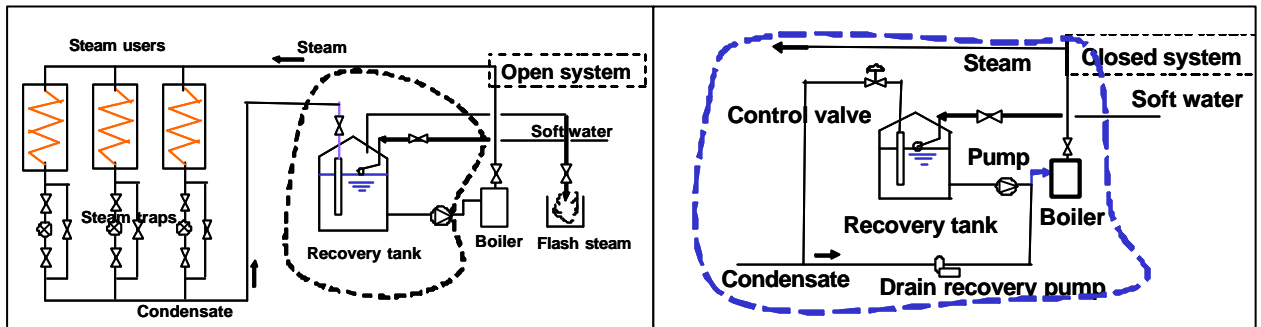


図 9-5 ドレーンやコンデンセート回収法

#6 ボイラーのデータ解析および対策

6 ホットオイルボイラーの燃料は # 2 ボイラーと同じ石炭である。使用量は TCTGC 情報で 250kg/h である。ホットオイルの温度は供給 245~250℃、戻り 233℃ という以外の他の情報は入手できなかった。ここでは、# 2 ボイラーの場合と同様に、空気比の低減および排ガスの熱回収について検討する。なお、本ボイラーは既に空気予熱器が設置済みである。

(a) 空気比低減による石炭削減

- 排ガス中の酸素含有量が 17% であり次式により空気比 m は 5.25 と計算された。

$$m = 21 / (21 - [O]) = 21 / (21 - 17) = 5.25$$

- 空気比 m を 2.0 とした場合、空気量は 3.25A₀ 削減される。1kg の石炭当り x kg の石炭が削減される場合、過剰空気および x kg の石炭に相当する燃焼排ガスを 400℃ へ加熱する熱量が x kg の石炭の燃焼発熱量に相当する。

入口空気温度：35

空気予熱器出口温度：200

(仮定値、排ガス温度 400℃ から推定して 200℃ は現実的な仮定である。)

空気の比熱：1.3kJ/m³NK

排ガス温度：400 (測定なし、TCTGC 情報)

排ガスの比熱：1.38kJ/m³NK

- 石炭節減量の計算：1kg の石炭当り x kg の石炭

$$(3.25 + x) \times A_0 \text{m}^3 \text{N/kg} \times 1.3 \text{kJ/m}^3 \text{NK} \times (400 - 200)$$

$$+ x \text{Gom}^3 \text{N/kg} \times 1.38 \text{kJ/m}^3 \text{NK} \times (400 - 35) = x \times 28,120 \text{kJ/kg}$$

この式に前述の A_0 、 G_0 を代入して、 $x = 0.282\text{kg}$ (= 28.2%) の削減となる。

(b) 排ガス熱回収による石炭節減

現在このオイルボイラーでは燃焼用空気の予熱が行われている。しかし、すでに空気温度は 200 近辺に達していると考えられ、空気予熱器を追加した場合の熱回収量は大きくないと考えられる。また、石炭の硫黄分 0.4% から推定して酸露点は 100 以上となり、150 以下にすることは現実的でない。実施する場合にはデータを収集し再検討する必要がある。なお、設置方法として、大形の空気予熱器に交換するか、既設の上部に空気予熱器を追加する等が考えられる。その際、空気ファンの容量(風量および風圧)も検討する。場合により交換が必要になるかも知れない。

9-4 保温強化

(a) バルブ・フランジの保温

ボイラー周辺の配管の保温自体はよく行われていたが、バルブやフランジの多くは裸のままであった。これらはメンテナンス時に着脱可能な構造を採用して保温すべきである。

例として、配管や、バルブ、フランジの保温なしの熱放散がどれだけあるかを示す。相当配管長さの計算は参考書あるいはハンドブック等を参照されたい。

計算例は 50A と 25A 蒸気配管のバルブ、配管、フランジの非保温部からの放散熱を計算したものである。下表は非保温部の相当配管長さを、図 9-6 は各種配管からの放散熱を単位長さ(m)当りでグラフに示している。

非保温部の相当配管長

Fluid temp.	Pipe size	Piping length	Valves No. & EQ	Flanges No. & EQ	Total bare piping EQ
Steam: 150°C	50A	3m	6 × 1.28m	20 × 0.49m	20.48m
Drain: 90°C	25A	5m	4 × 1.21m	10 × 0.54m	15.24m

保温効果計算：

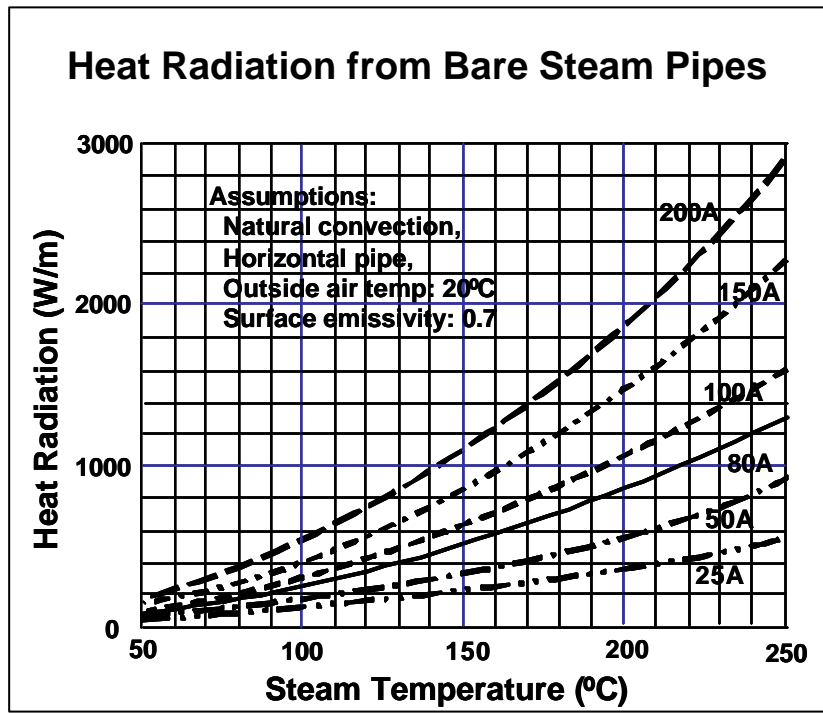
単位長さ当りの放散熱はグラフから、50A-150 では 300W/m、25A-90 では 100W/m、
 計算条件として保温効率:90%、ボイラー効率:80%、運転時間:20h/d × 300d/y =
 6,000h/y

保温前放散熱 = 400W/m × 20.48m + 100W/m × 15.24m = 9.716W = 34,978kJ/h

保温後放散熱削減量 = 34,978kJ/h × 0.9 = 31,480kJ/h

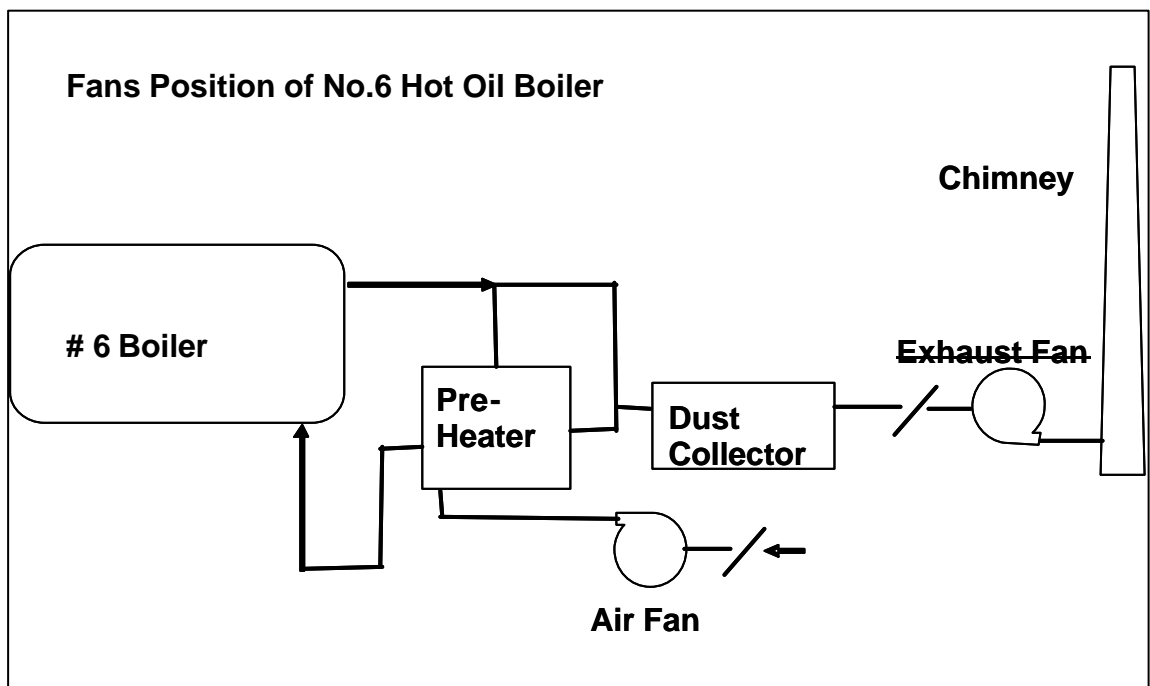
石炭の削減量 = 31,480kJ/h × 6,000h/y / (28,120kJ/kg × 0.8) = 8,396kg/y

図 9-6 各種配管からの放散熱(単位長さ(m)当り)



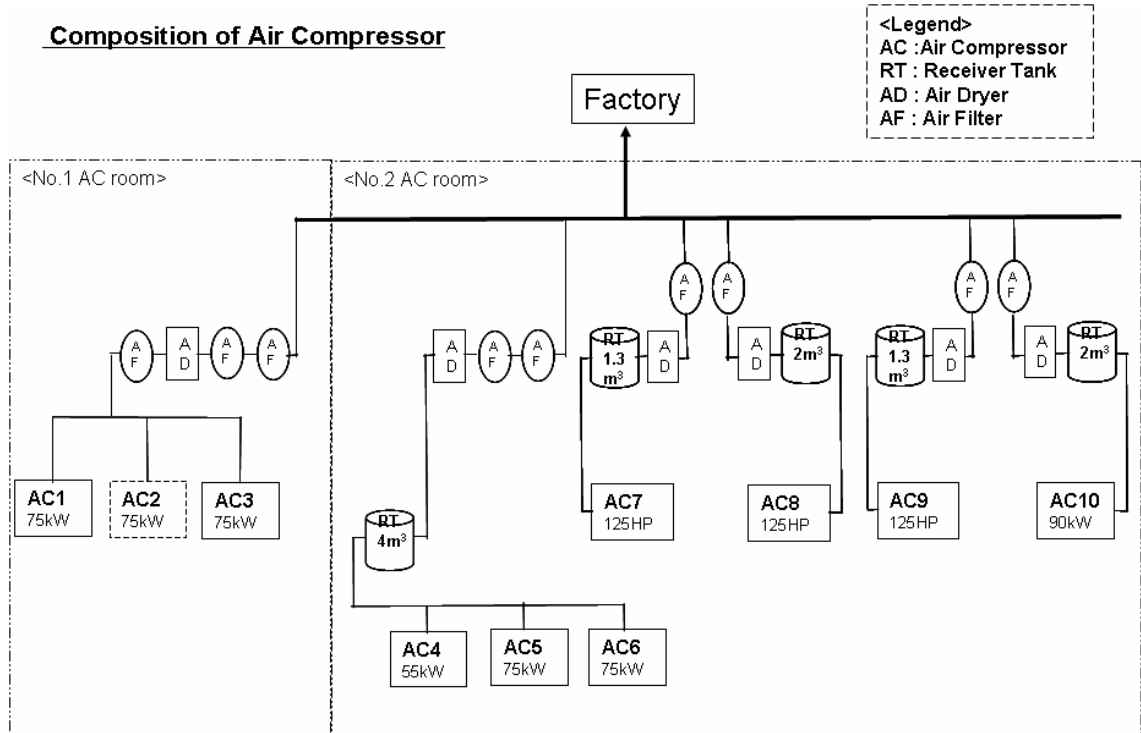
9-5 ファンおよびエアコンプレッサー

(a) ファン



(b) エアコンプレッサー

空気圧縮機については、供給システムを調査したが、必要な情報が得られず省エネ対策の提示までに至らなかった。ただし、現システムは樹状供給システムであるので、これをリング供給システムにすることを検討するようリコメンドした。



(Note) The number in the figure is tentative name. (No.1,2room, AC1 - AC10)

エアコンプレッサーは合計 9 台が設置されており共通のエア本管へ全数接続されている。空冷式(AC1~AC3)は上部吸込み / 前面排気(室外へ)であり、他機とは別の部屋に設置されている。水冷式(AC4~AC10)は送水ポンプ(22kW, AC10 : 3.7kW)を装備している。

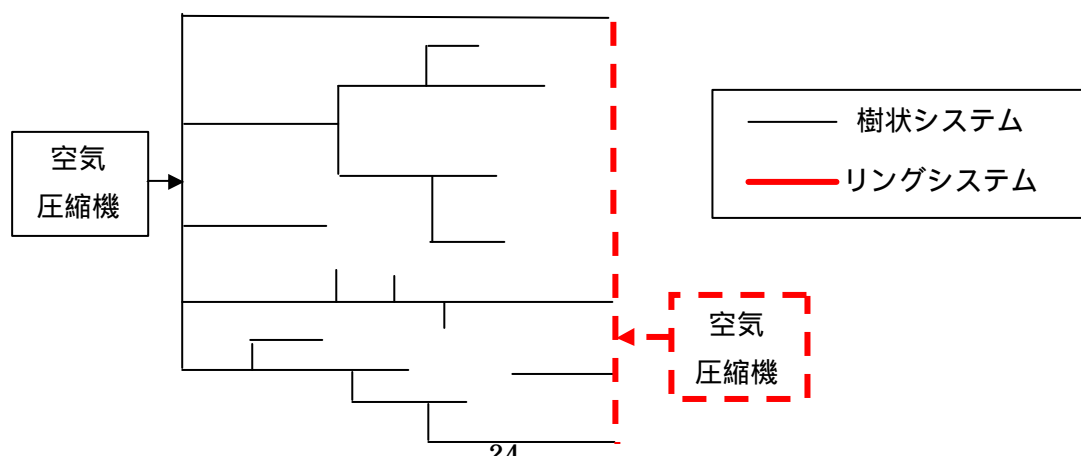
(運転方法)

部分負荷対応は、ロード / アンロード方式または吸込み絞り方式である。圧力設定値はロード圧力 6.1[kg/cm²]、アンロード圧力 7.1[kg/cm²]である。その他、台数選択方法、停止方法(機側手動操作?)、操業負荷状況等々未確認である。

(圧縮機仕様および操業状況)

10月17日現場確認時、稼働台数は6/9台であった。

AC1, AC3, AC5, AC6, AC8(6.9[kg/cm²], 100[A]), AC10(6.2[kg/cm²], 101[A])



No.	Motor [kW]	Flow rate [m3/min]	Pres- sure [MPa]	Type of AC/ Cooling system	Variable Capacity method	Manufac- turing year	Manufac- turer	Remarks
AC1	75	12	0.65	Air-cooling	Suction Valve ?	?	HITACHI	used machine
AC2	(75)							No use
AC3	75	12	0.65	Air-cooling	Suction Valve ?	?	HITACHI	used machine
AC4	55	9	0.65	Screw Water-cooling	Ditto	?	KOBELCO	ditto
AC5	75	12.3	0.65	Water-cooling	Ditto	?	IHI	ditto
AC6	75	12	0.65	Water-cooling	Ditto	?	HITACHI	ditto
AC7	92	12.3	0.65	Water-cooling	Load / Unload	2007	FUSHENG	125HP made in Vietnam
AC8	92	12.3	0.65	Water-cooling	Ditto	2007	FUSHENG	ditto
AC9	92	16	0.65	Water-cooling	Ditto	2003	FUSHENG	ditto
AC 10	90	15	0.65	Water-cooling	Ditto?	1998	SULLAR	Made in USA

10 工場現場の印象

省エネルギーにまったく関心がなさそうに見えた。逆に言えば、省エネルギーのポテンシャルが相当あると言える。仮にエネルギーコストが製造原価の 15%を占め、省エネルギー効果を 50%とすれば、7.5%の原価低減になる。

染色機・ボイラーなどほんの一部しか見ていないが、工場内は極めて乱雑であった。乾燥機周辺は 250 の熱媒が流れ、かつ近くに燃えやすい織布が積み上げられており、安全が気になった。また、ボイラー室では石炭の粉塵が舞い、熱油ポンプのフランジから油煙が上がる環境も安全上問題がありそうである（ただし換気はよかった）。省エネ対策より以前に安全対策に対する教育、たとえば 5S の実施が望まれる。

工場側の対応はあまりよくなかった。設備担当の担当者 1 名が対応してくれたのみで、工場幹部の話聞くことはできなかった。また、当該担当者もセミナー・ワークショップに参加しなかった。従って、上記の印象には筆者の勘違いがあるかもしれないが、少なくとも経営者の省エネルギーに対する意識はかなり低いものと推察される。以上のことは、ECC-HCMC と民間企業の関係があまり緊密ではないということを示唆しているのかもしれない。

以上

セミナー・ワークショップ プログラム

ACE



EE&C-S



MTI



METI



ECCJ

Agenda

**SEMINAR ON THE PROMOTION ON ENERGY EFFICIENCY AND
CONSERVATION (PROMECC) FOR MAJOR INDUSTRIES IN SOUTHEAST
ASIA**

19 October 2007, Liberty Hotel, Ho Chi Min City, Vietnam

8.00	-	8.20	Registration
8.20	-	8.30	Opening Remarks by Dr. Weerawat Chantanakome Representative from ASEAN Centre for Energy (ACE)
8.30	-	9.35	Opening Statement by Mr. Taichiro Kawase General Manager, Energy Conservation Center, Japan (ECCJ)
9.35	-	9.40	Welcome Remarks by Mr. Phuong Hoang Kim Representative from Ministry of Trade and Industry (MTI)
9.40	-	09.15	Group Photo Session and Coffee Break
Session 1 Policy and Initiatives on EE&C			
09.15	-	09.40	Overview of EE&C Programs of ASEAN: Presented by Mr. Christopher Zamora (ACE)
09.40		10.05	Initiatives and Programs of ECCJ on EE&C in the Industrial Sector in Japan: Mr. Taichiro Kawase, ECCJ
10.05	-	10.30	Overview of Plans and Programs on EE&C in Vietnam: Representative from Ministry of Trade and Industry (MTI)
Session 2 EE&C Best Practices in Industries			
10.30	-	11.00	Presentation: Case Study 1 Cement (Philippines) Best Practices for Energy Efficiency and Conservation in Cement industry in the Philippines ? DOE - Mr. Artemio Habitan
11.00	-	11.30	Presentation: Case Study 2 Food (Malaysia) Best Practices for Energy Efficiency and Conservation for Food Industry in Malaysia ? PTM ? Mr. Ahmad Zairin
11.30	-	12.00	Q & A Session
LUNCH			
13.00	-	13.25	Presentation: Case Study 3 Iron and Steel (Philippines) Best Practices for Energy Efficiency and Conservation in Steel/Iron Industry in the Philippines ? DOE - Mr. Artemio Habitan
13.25	-	13.55	Presentation: Case Study 4 Glass (Malaysia) Best Practices for Energy Efficiency and Conservation for Glass Industry in Malaysia ? PTM - Mr. Ahmad Zairin
13.55	-	14.20	Presentation: Result of the Energy audit in Textile Factory: Presented by Local Audit Team Mr. Vinh
14.20	-	14.45	Presentation: Result of the Energy audit in Textile Factory: Mr. Hideyuki Tanaka, ECCJ (Dyeing Machine & Dryer)
14.45	-	15.10	Presentation: Result of the Energy audit in Textile Factory: Mr. Kokichi Takeda, ECCJ (Electric Facilities)

15.10	-	15.20	Q & A Session
15.20	-	15.30	COFFEE BREAK
Session 3 The Way Forward			
15.30	-	15.50	Presentation: Barriers identified in Energy audit and Its Measures: Mr.Hideyuki Tanaka, ECCJ
15.50	-	16.10	Presentation: Updates on the Development of Technical Directory: Presented by Ivan Ismed (ACE)
16.10	-	16.30	Presentation: Updates on the Development of Database/ Benchmark/ Guideline for Industry: Presented by Ivan Ismed (ACE)
16.30	-	16.50	Presentation: In-house Database for Textile Industry): Mr.Taichiro Kawase, ECCJ
			Q & A Session
16.50	-	17.00	Awarding of Certificates of Attendance
17.00	-	17.10	Closing Remarks: ACE, ECCJ and Ministry of Industry, Vietnam

. フィリピン（食品産業）

平成19年度 ASEAN 諸国における主要産業の省エネルギー推進事業 フィリピン活動報告書

1. 活動概要

12/3 サンミゲル OJT 診断
12/4 同上
12/5 データ解析・レポート作成
12/6 セミナー・ワークショップ
12/7 サンミゲルに報告

2. サンミゲル OJT 診断概要

(1) 参加者

サンミゲル Polo 5名（Mr. Teodoro 技術部長、技術者4名）
PNOC 技術者2名（地熱関係）
DOE 1名（Mr. Domingo、フォーカルポイント）
ACE 2名（Mr. Zamora, Mr. Junianto）
ECCJ 3名（川瀬太郎、武田こう吉、黒田浩）

(2) サンミゲル Polo 工場概要

フィリピン最大のビール会社、中国等近隣国に進出（5工場）、麒麟ビールの資本参加（30%？）
Polo 工場はメトロマニラの最北に位置し、国内5工場のうち第2位
従業員452名（技術部42名うち技術者12名）
エネルギー消費（2006）
燃料 6492 TOE/y、電力 2793 万 kWh/y
生産設備 醸造ライン2系列
運転形態 週日運転（週末停止）、洗瓶ラインは24時間運転
省エネ活動 省エネ委員会を組織、CSR 活動が活発

(3) OJT 内容

食品プロセス講義（ビールプロセス・冷凍・乾燥・殺菌）
診断準備（チーム編成・事前質問書・測定機器確認）
データ収集（SCADA/操業記録収集・各種測定）
データ解析（省エネ対策絞込み・計算）
工場への診断結果報告（速報）

(4) 検討すべき省エネ対策

- a. 麦汁煮沸器熱回収と温水バランス改善
- b. 冷凍機 COP 向上対策（蒸発式凝縮器の最適運転）
- c. 冷媒循環ポンプの省エネルギー（インバーター適用）
- d. ボイラー効率向上対策
- e. 保温の強化（とくにビール瓶殺菌器周り）
- f. エネルギー管理強化（インハウス DB・操業データ活用）

(5) 診断結果（まとめ）

詳細については添付資料を参照されたい。

分野	省エネ課題	診断結果および対策	省エネポテンシャル
生産設備	麦汁煮沸器熱回収強化	煮沸蒸気・麦汁からの熱回収可能量を算出（工場全体の温水バランスの再検討必要） 煮沸蒸気コンデンサーの早期補修	熱回収可能量（仕込み1回） 煮沸蒸気：33,687 MJ 麦汁：49,371 MJ 麦汁昇温熱量の損失（仕込み1回） 12,468 MJ、燃料換算（油）297L
	ビール殺菌器保温強化	表面温度測定結果（ ） 予熱槽 40、殺菌槽 56、冷却槽 39 50 以上を保温する	殺菌槽のみ保温：表面温度 35 と仮定 121.8 MJ/h 燃料換算（油）2.9 L/h
用役設備	ボイラー熱効率改善	空気比 1.21-1.33 であり、運転は良好、また、排ガス温度 170-176 であるが、重油焚きであり酸露点腐食の懸念から排ガス熱回収は薦められない。 工場内に回収できていないコンデンセートがあるので回収を図るべき。	
	アンモニア冷凍機の COP 向上	冷凍供給側の COP 実効値測定：4.1 で問題なし。 エバコンは設計どおりの性能を発揮している。 エバコン設備に余裕があるが、現在の台数制御で省エネ	

		運転になっている（定速ピストン圧縮機を使っているの で、台数制御でよい）	
	回転機械の省エネ	# 3 グリコール供給ポンプに設置しているインバーター の省エネ評価を行なった、期待通りの性能が出ていた。	
エネルギー管理	インハウス DB	熱回収率の指標になる熱交換器出口温度などの省エネ ルギー運転に関するデータをモニターするべく、インハ ウス DB を構築する。	参考入力フォーマットの参考例を提 供した。
	省エネチェックリスト	運転・メンテナンスに必要な日常点検項目のチェッ クリストを活用し、非効率運転を未然に防ぐ。	省エネチェックリストの参考例を提 供した。

4. セミナー・ワークショップ

(1) 参加者 : 34名

フィリピン 26名

政府関係 (DOE 8名、PNOC 2名、PCIERO 1名、MERALCO 2名)
民間 (13名、ほとんどがエネルギーサービスコンサルタント関係、食品
企業から参加がなかった、担当者はエネルギーウィークと重なったと言いつ
ていた)

アセアン 3名

インドネシア Mr. Gunawan (KONEBA, Ind)

ベトナム Dr. Luong (HUT)

マレーシア Mr. Phubalan (PTM)

その他 5名

ACE Mr. Zamora, Mr. Junianto M

ECCJ Mr. Kawase, Mr. Takeda, Mr. Kuroda

(2) 発表概要

1) 「PROMEEC プロジェクトの概要と活動」

Mr. Zamora : ACE

アセアンにおける ACE の位置、EC-ASEAN, SOME - METI など主な EE&C 活動、それに PROMEEC
活動を紹介。アワードシステムなどへの参加呼びかけ。

2) 「日本の省エネルギー政策と省エネルギーセンターの活動」

Mr. Taichiro Kawase : ECCJ

日本の省エネ政策及び ECCJ の活動について紹介。3E の調和や省エネ法、指定工場、エネ
ルギー管理士や国家試験、教育・研修、省エネ優秀事例全国大会などの話題。

3) 「インドネシアにおける食品工場の省エネルギー診断活動」

Mr. Gunawan : PERSERO(Indonesia, former KONEBA)

旧 KONEBA は 1997 年以来、パーム油・製粉・製パンを含む 31 の食品工場を診断
した。その結果、合計 12.85% の省エネポテンシャルがあり、下記に示す通り、乾
燥・熱回収に重要な省エネ機会があることが明らかにされた；

乾燥エネルギーの低減	3.58%
排ガスの熱回収	2.97%
ボイラーの取替え	2.52%

ボイラー運転効率の改善	1 . 1 5 %
ディーゼル発電出力の増加	0 . 9 7 %
復水回収の強化	0 . 9 0 %
その他を含む合計	1 2 . 8 5 %

4) 「ベトナム食品産業の概要とビール工場の省エネ事例」

Dr. Pham Hoang Luong : HUT (Vietnam)

ベトナムには 2 3 2 , 0 0 0 の食品工場があり、その多くは SME である。食品としては、飲料・乳製品・食用油・菓子・冷凍食品・即席食品が代表的である。産業の抱える課題は、国産の旧式機械・環境汚染物の排出である。

Phu Yen 県にある Phu Minh ビール工場の診断がホーチミン省エネセンターによって実施された。2 0 0 6 年度の生産量は 1 4 6 , 1 0 0 ヘクトリッターである。エネルギー消費の 5 3 . 2 % は冷凍用の電力である。既設レシプロコンプレッサーの COP が 2 . 0 と低効率であることが判明し、効率の高い COP 4 . 0 の前川製作所製スクリュウコンプレッサーに交換された。投資回収は 3 . 2 年であった。

5) 「フィリピンの食品産業における省エネルギー活動」

Mr. Marlon Domingo : DOE (philippines)

エネルギー省は EC ways というキャッチフレーズのもとに省エネ活動を推進している。たとえば計測機器による測定・電力パトロールなどの活動が紹介された。食品産業に関する内容は少なく、わずかに、フィリピン食品産業の主な製品についての情報およびパイナップル工場の原単位低下の例のみであった。

6) 「ガラス容器工場における省エネルギー事例」

Mr. Phubalan Karunakaran : PTM (Malaysia)

JG containers 社は、1 9 7 2 年操業、食品・医薬等ガラス容器を日産 1 5 0 トン製造。エネルギーの 8 5 % はガラス溶解用の燃料が占める。同社の燃料原単位は 8 . 0 GJ/トンで欧米の水準 5 . 0 GJ/トンに比較し高い状態であった。過去 3 度の診断が実施され、その結果に基づき、以下の対策が実施され、燃料原単位が 5 . 7 GJ/トンに低下した。

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

7) 「食品工場における省エネルギー対策概要」

Mr. Taichiro Kawase : ECCJ

食品産業は製品が多彩で製品ごとに省エネ対策を考察することは効率的でない。そこで、食品産業で多用される、たとえば洗浄・蒸煮・乾燥・殺菌・冷凍・貯蔵など単位操作で対策を検討することが行われる。ここでは、最もエネルギーを消費する乾燥および冷凍の省エネルギー対策を物質移動・熱移動理論を交えながら説明した。

8) 「日本の某ビール工場における省エネルギー活動」

Mr. Hiroshi Kuroda : ECCJ

日本のビール工場における石油危機以降の省エネルギー取組みについて、日常管理から以下に示す最新技術の導入まで諸活動について報告があった。

- ・ 小型貫流ボイラーシステム
- ・ コージェネレーションシステム
- ・ 排熱利用型吸収式冷凍機
- ・ 嫌気消化排水処理システム

9) 「日本の食品工場における省エネルギー活動(電気関係)」

Mr. Kokichi Takeda : ECCJ

食品工場電気関係の対策として以下の事例が報告された；

- ・ ビール工場冷媒循環ポンプの回転数制御（インバーター）
- ・ でんぱん工場冷却水循環ポンプ
- ・ 食品工場集塵ファンの回転数制御（インバーター）

10) 「エネルギー管理ツールの開発および普及」

Mr. Junianto M : ACE

テクニカル・ディレクトリ (TD)の目的、作成方法・フォーマットなどの説明と TD のシートの実例の説明があった。また、インハウス DB についても同様の説明がなされた。

11) 「食品産業のためのインハウス DB 入力フォーマット」、「省エネ推進に対するバリエーションとその対策」

Mr. Taichiro kawase : ECCJ

インハウス DB の目的・内容などについて、食品産業の入力フォーマットを例にとり説明した。インハウス DB の特徴は、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。これらは省エネルギー運転のための参考情報として使われる。

(3) 質疑および討論：

Q : 日本のエネルギー消費量は省エネ法施行以前にすでに下がっているが、日本の省エネに法が貢献したという説明と矛盾するのではないか。

A : 日本の省エネは企業の自助努力により進展した、法はこれをさらに促進されるため制定された。

Q : ベトナム事例(ビール工場)で冷凍機をレシプロからスクリューに取り替えた理由はなにか。

A : 老朽化で COP が 2 まで低下したため COP の高いスクリューに代えた。

Q 某ビール企業の事例にある吸収式チラーの可変速制御について納入時組み込みであったのかあとで追加したのか。

A : 制御機器は納入時組み込みである。可変速制御とは冷媒の可変混合量制御を意味する。

Q フィリピンでは法律の制定に時間がかかっているがなぜか。

A : 各国の事情があるので一つの答えはない、トルコの例では EU 規制との調和・財政的な裏づけの議論に時間をとった。

Q 力率割引について、アセアン各国の制度はどうなっているか。

A : 各国から状況が説明された。マレーシア・インドネシアには割引制度がある。ベトナムは導入に向けて検討中である。日本では 85% 以下にはペナルティーが課される。

Q Ice slurry とはなにか。

A : Dr. Luong が回答した。氷蓄熱技術の一つ、シャーベットともいう。

Q ビール事例の報告の中で紹介された吸収式チラーで -5 の冷温実現とあるが詳しく知りたい。

A : 技術の本質は「従来より高真空運転をして -5 を得る際に生じるアイシング問題を LiBr 濃度を高濃度に厳密に制御すること、および高濃度高粘度下でも LiBr 水溶液が円滑に流動するように冷凍機内部の流体力学的設計を見直した点にある。

(4) フォトセッションおよびサーティフィケート授与

アセアンスピーカー 3 名に感謝状、フィリピン参加者 15 名に参加証が手渡された。

4 . 感想と助言

(1) OJT 診断はサンミゲル Polo で実施した。同工場は PROMEEC 産業の省エネコンペで

2等に入賞している。同コンペの申請書によると、ほぼすべての省エネ対策が採られているとのことであった。事実、申請書どおりの実施が確認され、アセアンの中では優秀工場であることは事実であるとの印象を受けた。同工場内には、省エネ委員会のメンバー写真入の大きな看板が立ててあった。紹介ビデオでは半分以上を CSR 活動に費やしていた。サンミゲルグループの社会的地位がよく窺えた。

- (2) 今回診断に参加された某ビール企業 OB の黒田専門家によると、日本のビール工場と比較すればまだ少しは改善の余地があるとのことである。工程間の熱統合を図るなど、工場全体での最適化に改善の可能性がある。たとえば、蒸煮工程の排熱を洗瓶工程に回し、ボイラー蒸気発生を抑えるような対策である。こういった対策は日本では実施済みである。
- (3) 同工場は SCADA システム・操業記録シートの採用など立派なデータ収集システムを持っているが、その蓄積されたデータが日常運転・予防保全といった活動に活かされていない現状もあった。たとえば、冷凍システムの運転を最適化しようという活動は見受けられなかったし、彼らに確認したところ、必要な知識は必ずしも備えていないようであった。インハウス DB の採用により、こういった日常運転のきめ細かい管理を進める必要があると感じた。
- (4) 上記(2)、(3)の点を指摘したところ、彼らも日常管理活動の更なる追求の重要性を納得してくれた。これに関し、日本の活動例をほしいとのことであったので、ちょうど黒田専門家が各工程のチェックリストを準備されていたので手渡した。この種のチェックリストを過去に使用したことはないということであらう感謝された。
- (5) 今回の診断活動には、フィリピン側から PNOG 技術者 2 名の参加があったのみである。とくに、食品企業からの参加がなかったのは残念である。実態的には、OJT というより、サンミゲル工場の省エネ診断になってしまった。フィリピン側の担当者は企業の実態を知る上でたいへん役に立ったとは言ってくれたが、準備に準備を重ねていただけにすっきりしないものが残る。
- (6) セミナーワークショップも同様の問題がある。当日、参加予定 40 名が 20 名弱になってしまった。フィリピン側から大雨とエネルギーウィークのためとの説明があったが、人数的には寂しいセミナーになってしまった。ただし、救われたのは質疑が活発であったことである。民間側出席者がエネルギーサービスコンサルタントが主体であったためか、診断に係る一般論ではなく具体論の質疑となったのでたいへん実践的な議論ができた。

(7) インドネシア・ベトナム・マレーシアからのスピーカーの選任が素晴らしかった。スピーカーは肥料工場の元技師・熱工学のプロフェッサー・省エネセンターの診断担当者でいずれも実務の経験があるのがよかった。質疑内容にはフィリピン側参加者も満足してくれたと思う。筆者は過去2回のOJT診断の経験を持つが、今回のスピーカーは最もよかったと考えている。

5. 添付資料

- 1) 2007 PROMEEC 産業フィリピン OJT 診断報告書
- 2) セミナー・ワークショッププログラム

添付資料 1

2007 PROMEEC 産業フィリピン OJT 診断報告書

1 訪問先

San Miguel Polo Brewery(SMPB)
MacArthur Hi-way, Valenzuela City, PhilippinesCMC

2 実施年月日

2007年12月3日(月) 9:30 ? 17:00
2007年12月4日(火) 9:30 ? 17:00
2007年12月7日(金) 9:00 ? 13:00

3 参加者 :

フィリピン政府

Mr. Marlon Rumulo Domingo(DOE)
Mr. Mmichaelle B. Anguluan(PNOC)
Mr. Rex Darell Vergel(PNOC)

ACE (アセアンエネルギーセンター)

Mr. Christopher G. Zamora (Administration&Finance Manager)
Mr. Junianto M (Technical Expert)

ECCJ (日本省エネルギーセンター)

黒田浩、武田曠吉、川瀬太一郎

4 対応者

Mr. Wilfredo R. CAmalang(factory manager)
Mr.Teodoro E. Elma(Engineering manager)
計 5 名

5 San Miguel Polo Brewery の概要

一般事項

フィリピン最大のビール会社、Polo 工場はメトロマニラの最北に位置し、同社国内
5 工場のうち第 2 位の生産規模、キリンビールが資本参加 (30 %)、中国等近隣諸
国に進出 (5 工場)、従業員 452 名 (技術部 42 名うち技術者 12 名)

生産設備

醸造ライン 2 系列、週日運転（週末停止）、洗瓶ラインは 24 時間運転

加熱設備 Rice Cooker, Mash Tun, Wort Kettle, CIP Heat Exchanger, Yeast Dryer（いずれも蒸気間接加熱）

殺菌設備 ビン殺菌 2 基、樽殺菌 1 基、缶殺菌 1 基、CIP 2 基（いずれも蒸気使用）

冷却設備 グリコール冷却器（-2、S&T）、ビール冷却器（1、S&T および PHE）、
冷水器（6-8、S&T および PHE）

用役設備

蒸気ボイラー 6 基（9.4T/Hx5 基、12.55T/Hx 1 基、100psig、燃料（重油とバイオガス））

空気圧縮機 4 基（Screw1 基 93kW 水冷、Piston 2 基各 280kW 水冷、centrifugal 1 基 261kW 水冷）

受配電設備 5000KVA x 9 トランス（34500V/4160V）

冷凍設備 低圧系 6 基（screw, ammonia, suct/disch 1.93-2.4bar/12bar, motor 522kW 4 基, 548kW 1 基, 360kW 1 基、Condenser は各 evaporative condenser、Evaporator は各 S&T）

高圧系 3 基（screw, ammonia, suct/disch 3.79-4.14bar/12bar, motor 746kW 3 基, Condenser は各 evaporative condenser、Evaporator は各 S&T）高圧系は冷水製造専用

エネルギー消費（2006）

燃料 6492TOE/年、電力 2793 万 kWh/年、

省エネ活動

CSR 活動が活発、省エネ活動も CSR 活動と連携実施、省エネ委員会を組織、エネルギー管理者も任命済み、省エネ提案褒賞制度あり、エネルギー使用量のモニター・記録・報告を実施、設備は予防保全にて管理、TPM/KAIZEN は実施中、エネルギー診断は自社スタッフ実施および外部コンサルを活用、ISO9000/ISO14000 取得済み、ほかに Don Emilio 賞・アセアン省エネ賞など各種の受賞あり、結論として申し分ない省エネ推進活動が行われている。

6 生産設備の調査

省エネ対策をかなり進めている工場であることから、実施済みの対策を除いて調査した。その結果、6)生産設備では麦汁煮沸器熱回収と温水バランス改善とビール瓶殺菌器周りのエネルギー損失低減を調査した。7)用役設備ではボイラー熱効率改善とアンモニア冷凍機の COP 向上と冷媒循環ポンプの省エネを検討した。8)エネルギー管理ではエネルギー管理強化として、操業データ活用のためのインハウスデータベースの導入をリコメンドした。

6-1 麦汁煮沸器熱回収と温水バランス改善

麦汁煮沸工程は最大の排熱源であり、これからの熱回収率を如何に高め、場内各所で使用する熱源として有効に活用できるかが、省エネルギーのポイントとなる。

排熱源は、「麦汁煮沸時の蒸発熱」と「煮沸された熱麦汁が発酵開始温度（pitching temperature）まで冷却する麦汁冷却時の熱」とである。

麦汁煮沸工程からの回収可能熱量

麦汁煮沸時の蒸発（Evaporation of water）からの熱回収

仕込 1 回当たり

煮沸終了時の麦汁量（cast wort）	1340 hL	麦汁冷却のデータより
蒸発率（percentage evaporation）	10%	一般的な製造方法 煮沸時間 90 分として

煮沸開始時の麦汁量（unboiled wort） x hL
 $(x - 1340) / x = 10/100, x = 1,489$

蒸発量（water evaporated）

$$1,489 \text{ hL} - 1,340 \text{ hL} = 149 \text{ hL}$$

回収可能煮沸蒸気の熱量（約 540 kcal/kg = 2,260 kJ/kg）

蒸発熱 540 kcal/kg (2,260 kJ/kg)

$$149 \text{ hL} \times 540 \text{ kcal/kg} = 8,046 \times 10^3 \text{ kcal (33,687 MJ)}$$

麦汁冷却（Wort cooling）からの熱回収

仕込 1 回当たり

麦汁から回収可能熱量

煮沸終了時の麦汁量（cast wort）	1,340 hL	麦汁冷却のデータより
麦汁の温度	プレート式熱交換器入口 98	麦汁冷却のデータより
	プレート式熱交換器出口 10	麦汁冷却のデータより

回収可能麦汁の熱量

$$1,340 \text{ hL} \times 1 \text{ kcal/kg} \times (98 - 10) = 11,792 \times 10^3 \text{ kcal (49,371 MJ)}$$

合計熱回収可能量 19,838 x 10³ kcal (83,058 MJ)

参考：麦汁煮沸釜内で循環する熱量比率

麦汁昇温熱量（Energy Storage System で消費する熱量）

麦汁中間タンク（Wort Pre-Run tank）からの麦汁を昇温

仕込 1 回当たり

昇温麦計量（煮沸開始時の麦計量） 1,489 hL

昇温温度 プレート式熱交換器入口 72 Polo 工場データより

プレート式熱交換器出口 92 Polo 工場データより

昇温に使用する熱量

$$1,489 \text{ hL} \times (92 - 72) = 2,978 \times 10^3 \text{ kcal (12,468 MJ)}$$

煮沸蒸気の熱量に対する比率 麦汁煮沸釜内で循環する熱量比率

$$2,978 \times 10^3 \text{ kcal (12,468 MJ)} / 8,046 \times 10^3 \text{ kcal (33,687 MJ)} \times 100 = 37\%$$

以上より、合計熱回収可能量から Energy Storage System で使用する分を除いた熱量が、工場内他プロセスの熱需要に対し効率よく使用できるように、最適システム設計を行う必要がある。具体的には、熱量（温度と量）要求と用途別の用水品質要求に分けて考えることが重要なことである。品質要求のある用水は仕込み原料用水・ビールに接触する用水、機器洗浄用水などである。

麦汁煮沸工程からの熱回収の現状

麦汁冷却（Wort cooling）からの熱回収

仕込 1 回当たり

麦汁の保有熱量（10 を基準として）

$$1,340 \text{ hL} \times 1 \text{ kcal/kg} \times (98 - 10) = 11,792 \times 10^3 \text{ kcal (49,371 MJ)}$$

麦汁は 4 段で 98 から 10 まで冷却される。第 1 段・第 2 段でボイラー給水・醸造用水の予熱として熱回収されている。第 3 段で冷却塔で冷却した後、第 4 段でブラインにより 10 まで冷却される。

第 1 段 ボイラー給水に熱回収

麦汁温度（98 90）、回収熱量 $1,072 \times 10^3 \text{ kcal (4,488 MJ)}$ 、回収率 9.1%

第 2 段 醸造用水に熱回収

麦汁温度（90 45）、回収熱量 $6,030 \times 10^3 \text{ kcal (25,246 MJ)}$ 、回収率 51.1%

第 3 段 クーリングタワーで大気放熱

麦汁温度（45 35）、放熱、 $1,340 \times 10^3 \text{ kcal (5,610 MJ)}$

第 4 段 ブライン冷却

麦汁温度（35 10）、冷却、 $3,350 \times 10^3 \text{ kcal (14,026 MJ)}$

湯量バランスの不安定性

現状の回収湯タンクシステムでは、麦汁煮沸工程の遅延等が原因で湯量バランスが崩れて湯量が不足する現象がある。新たに湯を製造して補給する無駄が発生する。

パンコンの早期補修

調査時には、煮沸蒸気の熱回収は、パンコン（vapor condenser）がメンテナンス中で、交換部品が未着のため長期停止していた。工程に支障はないとはいえ、大きな熱

エネルギーの損失である。

熱回収向上に対する提言（短期対策）

工場全体の温水バランスの再検討

煮沸蒸気・麦汁からの熱回収可能量は仕込 1 回当たり 83,058 MJ と算出された。

Energy Storage System で使用する 12,468 MJ を除いた 70,590 MJ の熱量から如何に熱回収率を高め、工場内プロセスの熱需要に効率よく使用できるかが省エネルギーのポイントである。

現在工場では蒸気ドレーン回収率の向上を目標としている。また省エネルギー推進に伴い温水需要の変化が予測される。これらを総合的に勘案した工場全体の温水バランスの再検討を推奨する。

パンコン（vapor condenser）の早期補修

調査時に停止していたパンコン（vapor condenser）は、早急に補修、再稼働が望まれる。工程に支障はないとはいえ、少なくとも麦汁中間タンクからの麦汁昇温熱量分は仕込 1 回当たり $2,978 \times 10^3$ kcal (12,468 MJ)、燃料換算（油）297L が損失となっている。

パンコンに限らず、省エネ設備は最大限設備能力が発揮できるように維持管理することが重要である。予備品管理と連動した保全計画が望まれる。

新技術情報（麦汁煮沸率 10%から 4%へ低減）

煮沸率低下の背景

将来、省エネルギーが進むと必要湯量が減少し湯余り現象が発生してくることが予測される。また、更に省エネルギーを推進するためには、醸造プロセスの転換が求められる。醸造プロセスの変更となれば、ビール品質に大きく影響する可能性があるため、慎重に検討する必要がある。現在、世界のビール業界で進行している技術を紹介するので参考とされたい。

煮沸釜内部加熱器

これまで、固定観念的に採用されてきた煮沸蒸発率 10%を循環ポンプで麦汁を強制対流させる煮沸釜内部加熱器によって、煮沸蒸発率 4%で所定の麦汁品質を得る技術である。ドイツのヴァイヘンシュテファン大学で研究され、ドイツ醸造機械メーカーが実用化している。蒸発熱の回収は従来通り Energy Storage System によって回収し、麦汁中間タンク（Wort Pre-Run tank）からの麦汁昇温用に使用するが、煮沸蒸発率 4%の回収熱量は麦汁昇温用熱量と略等価になるので、その他温水として熱回収する必要はない。これによって工程で使用する温水は必要時に必要量のみ製造することになるので、利用されない排熱を削減できることから省エネルギー的な技術といえる。

既設煮沸釜改造

導入に当たっては、既設煮沸釜の改造が必要であり、長期間の停止が必要となる。しかし、2系統の仕込み設備をもつ工場であれば、改造工事による製造への支障は少ないと思われる。

6-2 ビール瓶殺菌器周りのエネルギー損失低減

殺菌器（パストライザー）は予熱、殺菌、冷却の3部からなり、ビンが熱水噴霧中を通過することによって所要の温度に達し殺菌される。各部に要する時間はおおむね3分の1ずつである。通常、省エネルギーのため予熱槽と冷却槽の間で用水を向流に流す形式が採用される。

現状調査結果

パストライザーの形式

パストライザーの形式はDouble Deck Tunnel Pasteurizer 1600bpm (BARRY-WEHMILLER社製VORTEXタイプ)である。

パストライザーの寸法：幅 6m x 高さ 2.7m (水槽部 0.5m) x 長さ 30m

ビールびん容量：320 mL、処理量：1,500 bpm

入口ビール温度：0~4、出口ビール温度：35

通過時間（トラベルタイム）：50分

スプレー温度：殺菌強度管理に基づき設定されるが、概ね標準的な温度であった。

パストライザー表面温度の測定

予熱槽（第4槽）温度：49、表面温度：40

殺菌槽（加熱）温度：68、表面温度：56

殺菌槽（保持）温度：61、表面温度：51

冷却槽（第4槽）温度：44、表面温度：39

パストライザー周辺の状況

蒸気ドレーン配管に一か所の蒸気漏れがあった。床に破びんの散乱が見られたが、全体的に整然と管理されていた。

パストライザー表面からの放散熱

パストライザー表面からの放散熱を計算する。

場所	上面	側面（循環ポンプ側）	側面（蒸気供給側）
全表面積 A(m ²) (各ゾーンそれぞれ 1/3)	6.0 × 30.0 (6.0 × 10.0)	2.7 × 30.0 (2.7 × 10.0)	2.7 × 30.0 (2.7 × 10.0)
実測温度 Ta()：予熱	40	40	40

実測温度 Ta() : 殺菌	56	56	56
実測温度 Ta() : 冷却	39	39	39
周辺温度 To()	30	30	30
計算式	自然対流	$Q_n = [hc \times (T_a - T_0)^{0.25}] \times (T_a - T_0) \times A \text{ (W)}$	
	hc	3.26	2.56
	輻射	$Q_e = 5.68 \times \epsilon \times \{[(273+T_a)/100]^4 - [(273+T_0)/100]^4\} \times A \text{ (W)}$	
	放射率	0.95 (塗装面)	0.95 (塗装面)
現在の放散熱	$Q_1 = (Q_n + Q_e) = (30,741+33,853)W = 64,593kWh/h$ 233 MJ/h		

保温対象は通常 50 以上である。ここでは、殺菌部を保温することとし、保温後の表面温度を 35 とした。保温厚みは経済性、たとえば投資回収年で判断する。

現在の放散熱 (殺菌部のみ)	$Q_1 = (Q_n + Q_e) = (19,600+20,221)W$ 39,821 kWh/h 143.4 MJ/h
保温後の放散熱	表面温度 35 と仮定 $Q_1 = (Q_n + Q_e) = (2,496+3,508)W$ 6,004kWh/h 21.6 MJ/h
省エネ量	$143.4 - 21.6 = 121.8 \text{ MJ/h}$ 燃料換算 (油) $121.8 \text{ MJ/h} / 41.934 \text{ MJ/L}$ $= 2.9 \text{ L/h}$

参考：殺菌に必要な熱量

びん容器に充填されたびんビールは、ビール温度が約 2 である。このびんビールは、殺菌のためパストライザー内で約 60 まで加温され、その後冷却されてビール温度が約 35 度で排出される。

びんビール加温熱量：

ビール 320 mL

びん容器 335 g 比熱 0.265 cal/g

処理量 1,500 bpm 90,000 bph

60 まで加温する熱量

$$(320 + 335 \times 0.265) \text{ cal/} \times (60 - 2) \times 90,000 /h$$

$$2,134 \times 10^3 \text{ kcal/h} \quad 8,935 \text{ MJ/h} \quad 213.1 \text{ L/h}$$

冷却工程で回収した熱量がすべてびんビール加温に再使用されたとすれば

回収熱量

$$\begin{aligned} & (320 + 335 \times 0.265) \text{ cal/} \quad \times (60 - 35) \quad \times 90,000 \text{ /h} \\ & \quad \quad \quad 919.8 \times 10^3 \text{ kcal/h} \quad \quad 3,851 \text{ MJ/h} \quad \quad 91.8 \text{ L/h} \\ \text{びんビール加温熱量} & \quad \quad 213.1 \text{ L/h} - 91.8 \text{ L/h} = 121.3 \text{ L/h} \end{aligned}$$

瓶殺菌機保温に関する提言（短期対策）

これより、パストライザー表面からの放散熱（233 MJ/h）は 燃料換算（油）で 5.6 L/h になり、びんビール加温熱量の 4.6%に相当する。保温によりこのほとんどを節減することができるが、一般に表面温度が 50 以上の場合、保温の経済性があるとされる。ここでは、殺菌部を保温することとし、燃料換算（油）で 2.9 L/h の省エネ効果がある。保温材として、140 程度以下の場合、耐熱ウレタン性の貼付型保温材が好んで用いられる。本保温材は施工が簡単かつ安価である。施工例を下記の写真に示す。メーカーのウェブサイト参照されたい。パストライザーの側面は駆動機器類が付属しているので保温施工には十分な配慮が必要である。複雑形状部の保温をしない選択もある。



Test of Insulation Materials

参考ウェブサイト

<http://www.thaisekisui.co.th/>

7 用役設備の調査

7-1 ボイラー熱効率改善

運転中のボイラー 2 基の排ガス温度とガス分析を実施した。酸素濃度は 5 % 近辺、排ガ

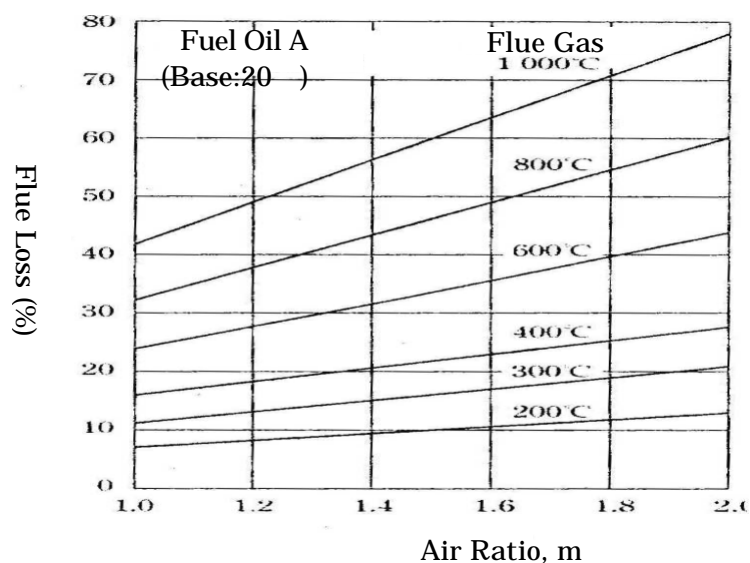
ス温度は180であった。硫黄分1%の重油を炊いており、酸素濃度も妥当であり、また空気予熱器導入の経済性もないと判断された。

ボイラー仕様および運転データ

	No.3 Boiler	No.6 Boiler
蒸気圧力	6.7 bar	6.7 bar
蒸気発生量 (定格)	9.4 t/h	12.5 t/h
燃料	重油	重油
排ガス温度	170	176
排ガス酸素濃度(O2%)	5.2%	3.7%
空気比	1.33	1.21
排ガス損失(%)	8.0%	7.5%

空気比は次式により推定した； 空気比 = $21/(21 - O_2\%)$

排ガス損失は下図から求めた、本図は A 重油の場合に使用するが、他の重油に対しても近似的に適用可能である；



省エネ対策の必要性

日本の省エネ法ではボイラー空気比、排ガス温度をそれぞれ1.3以下、200以下に下げることがを要求している。本ボイラーではほぼ両者をクリアーしており、特に省エネルギー対策をとる必要はない。

7-2 アンモニア冷凍機の COP 向上

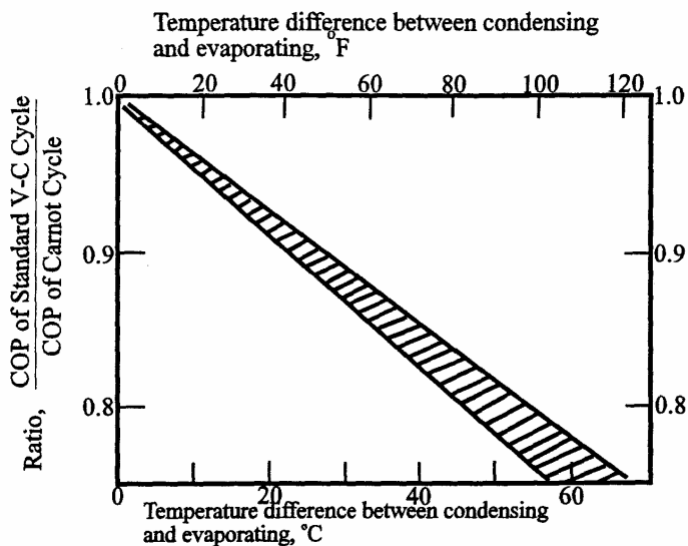
低圧系冷凍機 6 基と高圧系冷凍機 3 基に対し、8 基の蒸発式凝縮器（エバコン）が設置されていた。通常運転では 1 基ないし 2 基が稼働している。コンデンサー圧力が台数制御プラスオンオフ制御の組み合わせで制御されている。

冷凍供給側の COP 推定(参考)

冷凍供給側の COP と冷凍需要側の COP がある。冷凍供給側の COP は冷凍圧縮機の動力に対する冷凍プラント出口での冷凍供給の比である。冷凍需要側の COP は冷凍機の全投入動力に対するプロセスの冷凍需要の比である。プロセスの冷凍需要を測定できなかったの
で冷凍需要側の COP は推定できなかった。

コンデンサー圧力/温度	12.2 bar(g)/34.1
エバポレーター圧力/温度	2.14 bar(g)/-8
理論 COP (逆カルノーサイクル)	$(-8+273)/(34.1 - (-8)) = 6.3$
COP (スタンダードサイクル)	$6.3 \times 0.83 = 5.2$
冷凍圧縮機効率	80%
実効 COP	$5.2 \times 0.8 = 4.1$

ここで、R 値 (スタンダードサイクル COP に対する逆カルノーサイクル COP の比) は下図にて求めた。冷凍機圧縮効率は 80% と仮定した。



エバポラティブコンデンサー（エバコン）の性能評価

調査時（2007年12月4日）に第5エバコンのみが稼動していた。運転データは以下の通りであった；

湿球温度(wet bulb temperature)	24
循環水温度	26.5
温度アプローチ	26.5 - 24 = 2.5

エバコンにおける温度アプローチは通常3で設計される。エバコンはオンオフ運転されているので、エバコン単体としては100%負荷で運転されていたと考えられる。従って、エバコンは設計とおりの性能を発揮しているものと考えられる。循環水のチャネリングも観察されず、藻の発生等もなく、メンテナンスは良好であった。

エバコン運転台数の増加による省エネ効果

現状ではエバコン設備8台のうち、1台または2台運転であり、設備に余裕がある。エバコン運転台数を増加すれば、循環水の温度を下げられる。これはアンモニア凝縮圧力を低下できることを意味し、アンモニア圧縮比も下がり、圧縮機動力が低下する。しかし、本設備では、前述のとおり、温度アプローチが3以下に低下しており、1台増加しても、大きな温度低下を期待できない。一方、圧縮機タイプが定速ピストンであり、圧力の連続制御ができないという制限がある。従って、本設備では、エバコン設備の余裕を使って省エネ運転を行なうことができない。

仮に、本設備の圧縮機がインバーター付きスクルーであれば、エバコン設備の余裕を使って省エネ運転することが可能である。エバコン運転動力は増えるがそれ以上にアンモニア圧縮機動力の節減が期待できる。この場合の省エネポテンシャル推定法を以下に示す。

$$\text{エバコンの基本式 } Q = U \times A \times t$$

Q : 熱交換量 (kcal/h)

U : 総括伝熱係数 (kcal/m²h)

A : 伝熱面積 (m²)

t : 平均温度差 ()

ベース運転と省エネ運転の間で次式が成り立つ。添字をそれぞれ1, 2とする。

$$Q = U_1 \times A_1 \times t_1 = U_2 \times A_2 \times t_2$$

$$U_1/U_2 = (G_1/G_2)^{0.8}$$

Uは管内アンモニア流量の0.8乗に近似的に比例すると考えてよい。2台から3台に増加すると、A₁/A₂は2/3となる。同時にエバコン1台あたりの流量も2/3となる。現状の t₁は、アンモニア凝縮温度34.1とエバコン循環水温度26.5の差、つまり34.1 - 26.5 = 7.6である。以下の手順で、省エネ運転でのアンモニア凝縮温度は26.5 + 6.35 = 32.8と推定される。

$$t_2/t_1 = (U_1/U_2) \times (A_1/A_2) = (3/2)^{0.8} \times (2/3) = 0.92$$

$$t_2 = 6.9 \times 0.92 = 6.35$$

ベース運転および省エネ運転での凝縮器と蒸発器のアンモニア物性は以下のとおり；

	ベース運転		省エネ運転	
	凝縮器	蒸発器	凝縮器	蒸発器
圧力 bar(g) (Mpa)	12.2	2.14	11.6	2.14
温度	34.1	-8	26.5+6.3 = 32.8	-8

圧縮機動力は次式により推定できる；

$$L = k/(k-1) \times (P_s \times Q_s)/0.06 \times [(P_d/P_s)^{\{(k-1)/k\}} - 1] /$$

k : アンモニアの比熱比、1.31 at 15

P_s : 吸入圧力 (MPa)

P_d : 吐出圧力 (Mpa)

Q_s

: 圧縮機効率、通常 0.8

ここで、P_s × Q_s は理想気体の場合一定値であり、ここでも近似的に成り立つと仮定する。従って、

$$\begin{aligned} L_2/L_1 &= [(P_d/P_s)^{\{(k-1)/k\}} - 1]_2 / [(P_d/P_s)^{\{(k-1)/k\}} - 1]_1 \\ &= [(12.6/3.14)^{\{(1.31-1)/1.31\}} - 1] / [(13.2/3.14)^{\{(1.31-1)/1.31\}} - 1] \\ &= 0.96 \end{aligned}$$

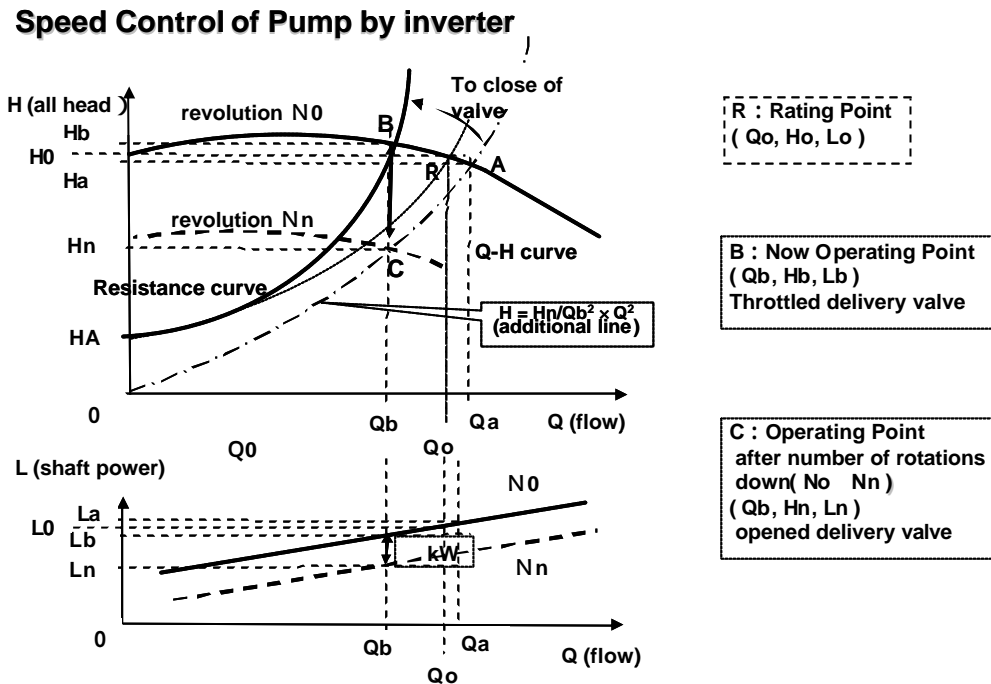
約4%のアンモニア圧縮機動力の節減となるが、エバコン2台を3台に増加しても省エネ効果は小さいことがわかる。従って、プロセス側の冷凍負荷が一定である限り、冷凍機側の省エネ効果は僅かであり、冷凍負荷を低減するほうが省エネ効果は高いことになる。

7-3 回転機械の省エネ調査

ポンプはグリコール供給ポンプに的を絞って調査をした。#3ポンプ(to PHE Fassen)はインバーター導入済みである。確認のため、測定データを使って省電力量を計算した。省電力量が大きく、インバーター導入の妥当性が確認できた。

インバーター導入の省エネ効果

a) 省電力ロジック



b) Glycol Pump #3 の計算例

今回の測定データ : Motor Rating L_0 37.3 kW (50HP)

Input power L_b' 2.65 ~ 2.97 kW (at 25Hz)

A 点の軸動力 L_a の算出と流量 Q_a 並びに揚程 H_a の推定

C 点の入力電力の測定データの 1 例は $kW_c = 2.81$ [kW] (変動範囲の平均値)

ポンプの効率がほぼ同じと仮定すれば

$$L_a = kW_c / (N_n / N_0)^3 / (t_c \times m_c)$$

$$= 2.81 / (25/60)^3 / (0.95 \times 0.7) = 25.8$$
 [kW] = 34.6 [HP]

L_a 曲線とポンプ性能曲線 (インペラー径 : $D_1 = 17.25$ [in] 相当で性能曲線からの性能劣化が無いと仮定) の交点から読み取ると

$$Q_a \quad 120$$
 [USGPM]、 $H_a \quad 340$ [ft]

C', C 点での揚程 H_n' , H_n の計算

$$H_n' = (N_n / N_0)^2 \times H_a = (25/60)^2 \times 340 = 59.0$$
 [ft]

Glycol Pump #3 の吐出弁絞り分の圧損を 30 [ft] と仮定すると

$$H_n \quad 59 - 30 = 29$$
 [ft]

流量 Q_b の算出と軸動力 L_b の推定

$$Q_b = (H_n' / H_a) \times Q_a = (59/340) \times 120 \quad 50$$
 [USGPM]

性能曲線からの読み取り値 $L_b \quad 29.3$ [HP] = 21.8 [kW]

省電力量の計算

$$\text{kW} = \text{L b} / \text{mb} \cdot - \text{kWc} = 21.8 / 0.92 - 2.8 = 20.9 [\text{kW}]$$

8 エネルギー管理

8-1 操業データの活用とインハウス DB

同工場は SCADA システム導入し、また現場各部門での操業データを専用の記録シートに記入保存している。ただし、蓄積されたデータの活用にまだまだ改善の余地があるように見えた。例えば、麦汁煮沸時のパンコン (vapor condenser) 熱回収を対象とした場合、インハウス DB のキーパラメーターから熱回収率をトレンド管理することで、パンコンチューブ汚れによる熱回収率の低下、機器不具合の早期発見が可能になる。

そこで、インハウス DB の効能を具体例をもって説明しその導入を薦めた。インハウス DB の入力フォーマットの参考例を提供した(添付)。

8-2 省エネチェックリスト

ビール製造の各工程の省エネチェックリストを提供した(添付)。当工場では、醸造工程の省エネ対策に比し、パッケージング工程の省エネ対策が遅れているように見える。今後は工程別、機器別の省エネチェックリストを活用して、サンミゲル各工場間で省エネ指標を比較するため、いわゆる星取表として活用されることを期待したい。

同様に用役設備についても省エネ対策項目をチェックリスト(星取表)化して、省エネ推進に活用されることを期待したい。

9 診断結果まとめ

分野	省エネ課題	診断結果および対策	省エネポテンシャル
生産設備	麦汁煮沸器熱回収強化	煮沸蒸気・麦汁からの熱回収可能量を算出（工場全体の温水バランスの再検討必要） 煮沸蒸気コンデンサーの早期補修	熱回収可能量（仕込み1回） 煮沸蒸気：33,687 MJ 麦汁：49,371 MJ 麦汁昇温熱量の損失（仕込み1回） 12,468 MJ、燃料換算（油）297L
	ビール殺菌器保温強化	表面温度測定結果（ ） 予熱槽 40、殺菌槽 56、冷却槽 39 50 以上を保温する	殺菌槽のみ保温：表面温度 35 と仮定 121.8 MJ/h 燃料換算（油）2.9 L/h
用役設備	ボイラー熱効率改善	空気比 1.21-1.33 であり、運転は良好、また、排ガス温度 170-176 であるが、重油焚きであり酸露点腐食の懸念から排ガス熱回収は薦められない。 工場内に回収できていないコンデンセートがあるので回収を図るべき。	
	アンモニア冷凍機の COP 向上	冷凍供給側の COP 実効値測定：4.1 で問題なし。 エバコンは設計どおりの性能を発揮している。 エバコン設備に余裕があるが、現在の台数制御で省エネ運転になっている（定速ピストン圧縮機を使っているの で、台数制御でよい）。	
	回転機械の省エネ	# 3 グリコール供給ポンプに設置しているインバーターの省エネ評価を行なった、期待通りの性能が出ていた。	
エネルギー管理	インハウス DB	熱回収率の指標になる熱交換器出口温度などの省エネルギー運転に関するデータをモニターするべく、インハウス DB を構築する。	参考入力フォーマットの参考例を提供した。
	省エネチェックリスト	運転・メンテナンスに必要な日常点検項目のチェックリストを活用し、非効率運転を未然に防ぐ。	省エネチェックリストの参考例を提供した。

10 補足資料

10-1 インハウス DB

【参考入力フォーマット】

Data Sheet for San Miguel Polo (Philippines)

Date & time			
Heat recovery system in the wort cooler Cooler type Wort amount (m3/batch) No of batch a day Wort rate (m3/h) inlet temp () outlet () Water rate (m3/h) inlet () outlet () Performance curve of hot water pump (manufacturer) Flow Sheet of heat recovery system around the wort cooler (SCADA)			
COP for new ammonia refrigeration system <u>Compressor type</u> No of compressors Elec Power at design (kW) at actual (kW) Suction pressure at design (bar G) at actual (bar G) Suction temperature at design () at actual () Discharge pressure at design (bar G) at actual (bar G) Discharge temperature at design () at actual () <u>Condenser type</u> Type of condenser No of condensers water temperature at vat at design () at actual () Dry bulb temperature at design () at actual () Wet bulb temperature at design () at actual () <u>Evaporator type</u> Type of evaporator No of evaporators Lowest temperature of refrigerated rooms at design () at actual () Glycol temperature at cooler inlet at design () at actual () Glycol temperature at cooler outlet at design ()			

at actual ()			
Flow Sheet of new ammonia refrigeration system (SCADA)			
Variable frequency drive (VFD) for glycol supply pump			
Pump type			
No of pumps			
glycol rate at design (m3/h)			
at actual (m3/h)			
Discharge pressure at design (bar G)			
at actual (bar G)			
Performance curve of glycol pump (Manufacturer)			
Flow Sheet of glycol supply system (SCADA)			

10-2 省エネチェックリスト

【省エネチェックリスト参考例の出典 URL】

http://www.oeenrcan.gc.ca/industrial/technical-info/benchmarking/benchmarking_guides.cfm#b

2.16 SOME BREWERY PROCESS-SPECIFIC ENERGY EFFICIENCY OPPORTUNITIES

Brewing:

- * Processing beer at high gravity throughout all major energy-using activities will reduce overall specific energy consumption. In addition, the brewery will realize a de facto increase of production capacity (better utilization of process vessels and equipment)
- * Gradual operation of steam valves on the kettle will modulate demand on the boiler. Control of steam use in wort boiling (programmable-logic controllers [PLC], personal computer [PC] applications) using steam mass flow control will prevent energy wastage.
- * Verification of the evaporation rate may reveal that evaporator is well in excess of the adequate minimum (generally set by brewing researchers at between 6% to 8%) wasting energy and water.
- * Volume-based rather than time-based control on burst rinses and CIP flows will reduce the volume of water used
- * Reduction in boiling time (while still achieving the required evaporation rate) will give a corresponding decrease in energy use.
- * Recovery of high-grade heat from kettle vapor, using either spray condensers or heat exchangers (spiral or plate), has significant energy conservation potential. However, hot water balance in the brewery must be carried out beforehand to determine best uses for recovered hot water. With the aid of PC or PLC, it is possible to obtain optimum recovery of the highest-grade heat possible and storage utilization. Benefits include energy savings, savings in water use and cost, and effluent cost savings. Heat recovery in the brewhouse is often a key to more effective energy use in the entire brewers.
- * Recovered heat from the kettle can be used for hot water preparation, as well as for preheating of wort before boiling or with steam ejector or mechanical compressor for wort boiling.
- * The brewery hot water system should be optimally based on recovered heat utilization rather than on heating cold water with steam or electricity. To optimize it, hot water balance should be calculated for the whole brewery.
- * Using heat-recovered hot water for functions such as CIP, bottle washing, and sterilization should be investigated. Hot water storage tank capacities should be calculated carefully to avoid hot water overflows and sewerage.
- * Keeping refrigerated areas as dry as possible (avoiding hosing down surfaces) will significantly reduce the refrigeration load.
- * Optimizing CIP, the reduction and re-use of rinse water and a reduction in temperature of cleaning solutions will bring about energy and water savings.

* Use of a low-pressure blower instead of high-pressure compressed air for conveying spent grains may be more economical.

Packaging:

* Insulate to economic thickness bottle washers and tunnel pasteurizers and steam and water pipes, valves, traps and the condensate system associated with their operation. Major savings in steam and water consumption will ensue, with reduced requirements on the HVAC load in the packaging hall and an improvement in the work environment.

* The (multiple) regenerative water circulation system in a pasteurizer requires optimum balancing. Consider using a cooling tower for cooling water conditioning to bring additional energy and water savings.

* Direct steam injection for heating water in pasteurizers and soakers results in loss of condensate.

* Heat from bottle washers and the bottle/can pasteurizer can be recovered.

* Water from soakers and pasteurizers can be recycled

* Water from the filler vacuum pumps and cooling water from the baler hydraulic pumps can be recycled.

* Review brewery-specific pasteurization requirements to achieve safe minimum pasteurization units (P.U.). The review may result in a reduction of an unnecessarily high P.U. and in energy savings.

* Installation of a heat recovery system from keg washer will save 40% of keg cleaning energy and recover 85% of heat required for heating incoming water.

* Use of low-pressure blowers, instead of air compressors, would enable tank pressurization during emptying without the use of CO₂ and without disturbing the protective blanket of CO₂ atop the beer.

* Optimize the rinsing section in the bottle washer; check the sizing and positioning of the nozzles; and tie the rinsing section function to the actual washer operation to avoid wasting water.

* Optimize packaging operations to achieve the best line efficiency possible. Line efficiency affects energy consumption to a great extent. Inefficient production results in higher specific energy consumption due to losses when the line is idle. Additionally, increased efficiency can result in a lesser number of shifts required to package the same volume of beer.

* Conveyors running without a load waste electrical energy, lubricants and water; contribute to accelerated wear and tear; and increase the power demand.

* Avoid using water hoses instead of brooms in areas where a broom and shovel will do a perfectly good job (e.g., on spilled solids such as spent grains; and on broken glass around fillers).

以上

セミナー・ワークショップ プログラム**AGENDA****INTENSIVE SEMINAR – WORKSHOP**

**PROMOTION OF ENERGY EFFICIENCY AND CONSERVATION (PROMEEC)
(MAJOR INDUSTRY) UNDER THE SOME-METI WORK PROGRAMME 2007-2008**

City Garden Hotel, Makati, Philippines

December 6, 2007

08:30 – 09:00	Registration
09:00 – 09:10	Welcome Remarks by the Host Country
09:10 – 09:20	Opening Statement by ECCJ The Energy Conservation Center, Japan (ECCJ)
09:20 – 09:30	Opening Statement by ACE ASEAN Centre for Energy (ACE)
	Tea Break & Group Photo Session
09:50 – 10:40	Session 1 : Seminar PROMEEC Project : Outline & Achievements
09:50 – 10:20	Presented by ACE Outline and Achievements of PROMEEC Project
10:20 – 10:40	Presented by ACE Initiatives & Programs of ECCJ on EE&C in the Industrial Sector in Japan
10:40 – 12:00	Session 2 : Seminar EE&C Best Practices in Food Industry (Part 1)
10:40 – 11:00	Presented by Mr. Gunawan Wibisono, Energy Management Indonesia Best Practices in Food Industry in Indonesia
11:10 – 11:30	Presented by Mr. Phubalan Karunakan, Pusat Tenaga Malaysia Best Practices in Glass Industry in Malaysia
11:30 – 12:00	Presented by ECCJ Overview of Energy Saving Technologies in Food Industry (General)
	Lunch
13:30 – 15:10	Session 3 : Seminar EE&C Best Practices in Food Industry (Part 2)
13:30 – 13:50	Presented by Mr. Phubalan Karunakan, Pusat Tenaga Malaysia Best Practices in Food Industry in Malaysia
13:50 – 14:10	Presented by Dr. Pham Hoang Luong, Hanoi University of Technology Best Practices in Food Industry in Vietnam
14:10 – 14:40	Presented by ECCJ Best Practices in Japanese Food Industry (Brewery & Soft Drink)
14:40 – 15:10	Presented by ECCJ Best Practices in Japanese Food Industry (Electrical Saving)
	Tea Break
15:30 – 16:10	Session 4 : Energy Management Tools
15:30 – 15:50	Presented by ACE Updates on Development of Database/ Benchmark/ Guideline for Industry:
15:50 – 16:10	Presented by ECCJ In-house Database for Food Industry
16:10 – 17:00	Session 5 : Discussion and Q&A
16:10 – 17:00	Facilitated by ACE

- | | |
|--|---|
| | 1)Barriers and Measures in EE&C Promotion
2)Trial Use of In-house Database (Cement, Textile, Food) |
|--|---|

COMPLETION of Activities	
---------------------------------	--

. マレーシア（食品産業）

平成 19 年度 ASEAN 諸国における主要産業の省エネルギー推進事業
マレーシア活動報告書

1 . 活動概要

12/10 食品工場診断技術指導
12/12 Dewina 社（レトルト食品）OJT 診断
12/13 同上
12/14 データ解析指導、Dewina 社に報告
12/17 セミナー・ワークショップ

2 . Dewina Food International 社 OJT 診断

(2) 参加者

Dewina 社 5 名（Mr. Nasir Nasuha 工場長、他に 3 名）
PTM 5 名（Mr. Zairin、Mr. Phubalan、他に技術者 3 名）
ACE 2 名（Mr. Zamora, Mr. Ivan）
ECCJ 3 名

(2) Dewina 社概要

レトルト食品製造、従業員 100 名強、エネルギー消費（350TOE/年@2006 年）
の小規模工場、PTM の隣（数百 m）に立地
生産設備 調理器、殺菌機、充填機、乾燥機、包装機、生産用冷凍冷蔵庫
用役設備 ボイラー（5t/h 1 缶）、空圧機（3 基）、貯蔵用冷凍冷蔵庫
運転形態 週日運転（週末停止）、昼間のみ稼動
省エネ活動 やっていない

(3) OJT 内容

食品プロセス講義（レトルトプロセス・冷凍・乾燥・殺菌）
診断準備（チーム編成・事前質問書・測定機器確認）
データ収集（操業記録収集・各種測定）
データ解析（省エネ対策絞込み・計算）
診断結果報告（速報）

(4) 検討すべき省エネ対策

生産設備

煮沸器・殺菌器

未保温部の保温

用役設備

ボイラー

ボイラー空気比の低下

コンデンセート回収の強化

ボイラー缶体の保温

冷凍設備

屋外冷凍冷蔵庫の省エネ

圧縮空気設備

レシーバタンクの増設

台数制御の導入

曝気用空気供給方法の変更

空気吸入温度の低下

(5) 診断結果（詳細については添付資料を参照のこと）

分野	省エネ課題	診断結果および対策	省エネポテンシャル
生産設備	煮沸器・殺菌器の保温	煮沸器・殺菌器とも未保温状態、表面温度は 100-130 程度。貼付型の樹脂製簡易保温材による保温が必要。	天然ガス節減：83,177Nm ³ /y
用役設備 ボイラー	ボイラー空気比の低下	排ガス測定値：O ₂ 濃度 9.4%、排ガス温度 194 であった。空燃比調製のためメカニカルリンクのチューニング	O ₂ 濃度を 4%に下げた場合の省エネ効果：天然ガス 12.8Nm ³ /h (削減率

		が必要。	4%)
	コンデンセート回収の強化	コンデンセート回収率は約 17%でありまだ低い。蒸気使用先ごとに回収可能性を調査必要。	投資回収は1年以内
	ボイラー缶体の保温	表面温度：缶体前面と胴体は 46 - 63 、後面は 140 。後面の保温が必要。	後面の保温効果：天然ガス節減 0.78 Nm ³ /h
用役設備 冷凍設備	屋外冷凍冷蔵庫の省エネ	全体に保温が劣化（ドアシール・壁・冷媒配管）日射対策必要（サンシェード等）庫内荷物配置の改善、庫内発熱の抑制	ドアシール部保温補修の効果：冷凍機電力節減 3,464kWh/y
用役設備 空気圧縮機	レシーバタンクの増設	アンロード率が 50%と低い。改善のため、レシーバタンク増設を検討したが省エネ効果が少なく投資回収が困難	レシーバタンクの省エネ効果：6.2kW
	台数制御の導入	常時3台運転を避けるため、制御方式の変更により台数制御を実施、	台数制御の省エネ効果：7.2kW
	曝気用空気供給方法の変更	高圧空気(5.5bar)の代わりに低圧空気(1.0bar)を供給、そのためブローを新設。	省エネ効果：9.9kW（年間通じて効果あり）
	空気吸入温度の低下	現状は吸入場所が不適切のため、吸入温度が 44 - 56 と高くエネロス発生。投資額僅少。	省エネ効果：1.5kW

3. セミナー・ワークショップ概要

(1) 参加者 : 34 名

マレーシア 24 名

Mr. Ahmad Zairin (PTM)

Mr. Phubalan Karunakaran (PTM)

Ms. Norhasliza Mohd Mokhtar (PTM)他

アセアン 4 名

インドネシア Mr. Iswan Nurbaso (Eastern Pearl Flour Mills)

フィリピン Mr. Teodoro Elma (San Miguel Polo Brewery)

タイ Mr. Tivakorn Jongmekwamsuk (CP Retailing & Marketing)

その他 6 名

ACE Dr. Weerawat, Mr. Christopher Zamora, Mr. Ivan Ismed

ECCJ Mr. Kawase, Mr. Kuroda, Mr. Takeda

(2) 発表概要

1) 「日本の省エネルギー政策と省エネルギーセンターの活動」

Mr. Taichiro Kawase : 日本 ECCJ

日本の省エネ政策及び ECCJ の活動について紹介。3E の調和や省エネ法、指定工場、エネルギー管理士や国家試験、教育・研修、省エネ優秀事例全国大会などの話題。

2) 「PROMEEC プロジェクトの概要と活動」

Dr. Weerawat Chantanakome : アセアン ACE

アセアンにおける ACE の位置、EC-ASEAN, SOME - METI など主な EE&C 活動、それに PROMEEC 活動を紹介。アワードシステムなどへの参加呼びかけ。

3) 「Eastern Pearl Flour Mills 製粉工場における省エネルギー対策」

Mr. Iswan Nurbaso : インドネシア

スラウェシ島(旧セレベス島)マカサ市に立地する月産6.4万トンの製粉工場。エネルギー消費は電力が500万kWh/月、燃料が55kL/月である。電力が全体の99%を占めることから、同社では電力原単位100kWh/トン以下を目標に省エネルギーに取り組んでいる。

これまで、力率改善、照明、インバーター化、高効率モーター等の対策を実施してきた。進行中あるいは計画中の主な対策は以下のとおり；

- ・ 空気輸送からエレベーター輸送への転換（進行中）
- ・ アイドル時間中の省エネ目的にインバーター導入
- ・ ブロワーからファンへの転換
- ・ バルブの自動化（進行中）
- ・ 輸送配管の単純化（曲管部などの除去か？）
- ・ プロセス排熱をボイラー水予熱として回収
- ・ 余剰冷熱の有効利用

4) 「食品工場における省エネルギー対策概要」

Mr. Taichiro Kawase : 日本 ECCJ

食品産業は製品が多彩で製品ごとに省エネ対策を考察することは効率的でない。そこで、食品産業で多用される、たとえば洗浄・蒸煮・乾燥・殺菌・冷凍・貯蔵など単位操作で対策を検討することが行われる。ここでは、最もエネルギーを消費する乾燥および冷凍の省エネルギー対策を物質移動・熱移動理論を交えながら説明した。

5) 「San Miguel Polo Brewery ビール工場における省エネルギー対策」

Dr. Teodoro Elma : フィリピン

サンミゲル Polo 工場は本年度の ASEAN 省エネ賞産業部門で第 2 位を受賞した。選考で評価された以下の省エネ対策について報告があった。

- ・ 麦汁水の熱回収（麦汁排熱を BFW 予熱・スパージ水加熱に有効利用したあと、冷却水で冷却、次いで冷水で発酵温度まで冷却する、いわゆるカスケード冷却方式を採用した）
- ・ 配管系の再設計（ボイラー室蒸気配管・コンデンセート回収配管・グリコール配管・CO₂ 回収配管・空気圧縮機冷却配管の見直しを行いエネルギー増加要素を取り除いた）
- ・ 高効率アンモニア冷凍機および高効率空気圧縮機の導入
- ・ 排水汚泥消化ガスの有効利用（ボイラー燃料）
- ・ 回転数制御の導入
- ・ コンデンセート回収
- ・ 自動制御システムの改善

6) 「CP Retailing & Marketing 冷凍食品工場における省エネルギー対策」

Mr. Tivakorn Jongmekwamsuk : タイ

バンコク北西 60 km に立地する日産 42 トンの冷凍食品を生産する従業員 2700 名を抱える大規模食品工場である。省エネに力を入れ、2007 年タイ省エネ賞を受賞した。プレゼンはたいへんよくできており、ビデオを上映するなど、内容のみならず発表テクニックも素晴らしいものがあった。

エネルギー消費の 66.7% は購入電力であり、そのうち 62% は冷凍用であり、冷凍食

品工場の典型的な消費構成である。電力原単位は2006年度は10%低下の目標に対して15.45%の実績であった。もちろん、電力デマンドモニターが設置されピーク負荷の監視がなされている。省エネルギー活動は多くの点で優等生である。エネルギー管理面ではポリシー・組織・教育・SGA・情報といった教科書的なメニューすべてが実施されていた。同社は他社のモデルになりうることに感じた。省エネ技術面でも、対策を3ステップに分類し確実に実施していた。以下、主な対策を列記した。

- ・揚物器電熱コイルの清掃徹底（ステップ1）
- ・クールパッド付コンデンシングユニット（ステップ2）
- ・高効率バラスト（ステップ2）
- ・春巻き焼きヒーター強化（ステップ2）
- ・空気圧縮機の統合と台数制御（ステップ2）
- ・湯掻き機の温度コントロール（ステップ2）
- ・発酵器の改善（ステップ2）
- ・空調機のタイマー運転（ステップ2）
- ・ポーク BBQ 製造プロセスの改善（ステップ3）
- ・春巻き成形プロセスの自動化（ステップ3）

7) 「JG Glass Containers ガラス工場における省エネルギー対策」

Mr. Phubalan Karunakan : マレーシア

JG containers 社は、1972年操業、食品・医薬等ガラス容器を日産150トン製造。エネルギーの85%はガラス溶解用の燃料が占める。同社の燃料原単位は8.0GJ/トンで欧米の水準5.0GJ/トンに比較し高い状態であった。過去3度の診断が実施され、その結果に基づき、以下の対策が実施され、燃料原単位が5.7GJ/トンに低下した。

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

8) 「Food Center 惣菜・弁当工場における省エネルギー対策」

Mr. Hiroshi Kuroda : 日本 (ECCJ)

日本の大手スーパーが有する惣菜加工センターについての事例である。同センターの主な作業は米飯製造・惣菜製造である。作業場は微生物対策のため低温に維持され、また製品は冷凍冷蔵庫に保管される。エネルギー消費の過半は冷凍用電力であり、本発表では、冷凍負荷の計算方法・省エネ対策事例が紹介された。省エネ対策事例を以下に示した。

- ・冷凍負荷低減方法（床水洗のミニマイズなど8件）
- ・蒸発式クーラー（散水で冷却した空気を使用）

- ・氷蓄熱設備
- ・エアカーテン（外気侵入防止）

9) 「エネルギー管理ツールの開発および普及」

Mr. Ivan Ismed : アセアン ACE

Technical Directory (TD)の目的、作成方法・Format などの説明と TD のシートの実例の説明があった。また、In-house Database についても同様の説明がなされた。

10) 「食品産業のためのインハウス DB 入力フォーマット」

Mr. Taichiro Kawase : 日本 (ECCJ)

In-house Database の目的・内容などについて、食品産業の入力フォーマットを例にとり説明した。In-house DB の特徴は、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。これらは省エネルギー運転のための参考情報として使われる。

(3) 質疑および討論 :

Q 日本では「毎年1%の省エネ改善を目標とする」とあるが、ペナルティーはあるのか(努力目標であり、従ってペナルティーはない)

4 . 感想と助言

(4) OJT 診断

1) Dewina 社の Mr.Nasuha 工場長は「これまで設備のメンテナンスは生産と安全の観点から実施していた。今回、省エネの観点があることを知った。多数の提案をいただいたことに感謝する」との挨拶があった。

2) PTM Mr. Zairin が「工場報告会で冷凍省エネの提案としてプロセス側(冷凍使用側)の対策を聞いたが、これまでは冷凍機側の省エネルギーの話ばかり聞いていたので、たいへん参考になった」と言っていた。プロセス側の対策(冷凍負荷の減少)は、今後の技術移転活動の視点になると思われる。

3) 今回の提案を実施するにあたり、PTM の協力が必要であることを訴えたところ、PTMも協力していくとの表明がMr.Zairin からあった。本件に関連し、工場およびPTMから節減額とともに投資額の情報もほしいとの要請があった。最終報告書に可能な限り

盛り込むよう努力すると回答した。

4) マレーシアの中小企業では Dewina 社のようにまだ省エネ活動を実施していない工場が多いことが窺われる。

5) 今回、圧縮空気の省エネ対策として大きな提案ができる見通しとなった。PTM が準備した 3 台のパワーモニターのお蔭である。マレーシアではうまくいったが他の国ではこのようなことは期待できない。そのため、ACE に最低限の計測機器を備えておき、当該国で手当てできない場合に備えるべきである。

6) 今回、国内のレトルト食品工場を見学し、日本での省エネ対策の現状を把握した上で、OJT 診断に臨んだ。その効果があって、殺菌機の保温など自信をもって提案することができた。教訓として、日本での現状把握を十分しておくことが重要と思った。

(5) セミナー・ワークショップ

1) 4 カ国からバラエティに富む事例が発表された。4 事例ともに即席食品(RTE, ready to eat) などの地場産業を対象にしており、文献等での情報収集が困難な分野である。マレーシアの出席者にもたいへん参考になったものとする。こういった参加者に役に立つ事例発表を準備することが Focal point および ACE に今後さらに求められる。

2) タイの冷凍食品工場の事例は省エネ対策を模範的に実施しておりその完成度に感心した。日本の同種工場と比較しても遜色はない。タイ国内の平均値はもっと低いと思うが、少なくともタイは国内に模範生がいて他社の指導をできる段階に達していることを実感した。

3) 今回の事例発表で、テクニカルディレクター掲載の価値あるいくつかの事例が報告された。とくにインドネシア・フィリピン・日本・タイからの発表事例はぜひ掲載したい事例であり、ACE に実施を促したい。

5 . 添付資料

1) 2 0 0 7 PROMEEC 産業マレーシア OJT 診断報告書

2) セミナー・ワークショップ プログラム

以上

添付資料 1

2 0 0 7 PROMEEC 産業マレーシア OJT 診断報告書

1 訪問先

Dewina Food Industries Sdn Bhd
Lot 11, Jalan P/98, Kawasan Perusahaan Bangi, 43650 Bandar Bary Bangi, Selangor,
Malaysia
www.brahimsfood.com

2 実施年月日

2007年12月12日(水) 10:00 ? 16:30 OJT audit at Dewina
2007年12月13日(火) 10:00 ? 11:30 OJT audit at Dewina
2007年12月14日(金) 10:00 ? 12:00 Reporting to Dewina

3 参加者 :

PTM (マレーシア省エネルギーセンター)

Mr. Ahmad Zairin Ismail
Mr. Phubalan Karunakaran
Mr. Nor Hisham Sabran
Mr. Mohd Ibrahim Bachik
Ms. Norazean Mohd. Nor

ACE (アセアンエネルギーセンター)

Mr. Christopher G. Zamora (Administration & Finance Manager)
Mr. Junianto M (Technical Expert)

ECCJ (日本省エネルギーセンター)

黒田浩、武田曠吉、川瀬太一郎

4 対応者

Mr. Mohd Nasir Nasuha (general manager)
Mr. Hj Mohd Zefri (senior engineering executive)
Mr. Syed Hassan (factory manager) 他
計 5 名

5 Dewina Food Internationalの概要

一般事項

1988年に操業開始、Brahimsブランドのレトルト食品を製造、従業員100名強、エネルギー消費は350TOE年@2006年の小規模工場、PTMの隣(数百m)に立地する。

生産設備

調理器：400kg釜が8基

殺菌器：レトルト設備(熱水貯湯式、日本製)

充填機：日本製4機、1機増設予定

冷凍設備：生産用冷凍冷蔵庫4室、屋外貯蔵用冷凍冷蔵庫4室

用役設備

ボイラー：生産用と屋外貯蔵用に各1缶

生産用ボイラー：1987年設置 2パス炉筒煙管型、天然ガス焚き、能力4.5 t/h
蒸気圧力(定格12bar、常用8-10bar)

空気圧縮機：3基

冷凍機：冷凍設備の冷凍冷蔵室ごとに設置

エネルギー消費(2006年)

天然ガス 114,048 Nm³/y (単価 0.5 RM/Nm³)

電力 925,056 kWh/y (単価 0.29 RM/kWh)

省エネ活動

未実施、これまで環境・安全の活動はしてきたが省エネの活動はやってこなかった。

6 生産設備の調査

6-1 煮沸器・殺菌器の省エネ対策

煮沸器・殺菌器ともに未保温であり、室内が高温になっていた。表面温度は100 - 130程度であった。保温は省エネのみならず作業環境改善にも貢献する。下記に示すとおり保温効果は大きいので保温することを進めた。また、日本では保温されている実績があることを伝えた。

担当者によると、機器納入メーカーが保温を禁止しているということであった。殺菌器は高温殺菌と急速冷却の繰り返し使用であり、これによる繰り返し応力疲労の影響があるかも知れないので、念のためメーカーと再度相談することを進めた。日本のメーカーでは「出荷時は未保温であることが多いようであるが、客先の希望で保温施工することはある、また、殺菌器のタイプにより、計器類が複雑に付属している部分は保温しないことが多い」と言っている。



熱水貯湯タンク

殺菌器（オートクレーブ）

殺菌器高温表面の保温効果

殺菌器は貯湯タンク部分とオートクレーブ部分からなる。ここでは、貯湯タンク部分の放熱量を計算する。高温表面からの放熱計算式を適用できる；

$$Q = Q_n + Q_e$$

$$Q_n = [hc \times (T_a - T_0)^{0.25}] \times (T_a - T_0) \times A \text{ (W)}$$

$$Q_e = 5.68 \times \epsilon \times \{ [(273+T_a)/100]^4 - [(273+T_0)/100]^4 \} \times A \text{ (W)}$$

ここで、Q : 表面から放熱量 (W)

Q_n : 自然対流による放熱分 (W)

Q_e : 放射による放熱分 (W)

T_a : 表面温度 (°C)

T₀ : 外気温度 (°C)

A : 表面積 (m²)

hc : 表面熱伝達係数 (W/m²K) 通常 2.56 使用

ε : 放射率 (-) 通常 0.95 使用 (ステンレスの場合 0.35)

周囲温度 35 (乾球温度)

表面温度 120 (保温前)、40 (保温後)

保温前の放熱量

$$Q_{n1} = hc \times (T_a - T_0)^{0.25} \times (T_a - T_0)$$

$$= 2.56 \times (120 - 35)^{0.25} \times (120 - 35) = 660.7 \text{ W/m}^2$$

$$Q_{e1} = 5.68 \times \epsilon \times \{ [(273+T_a)/100]^4 - [(273+T_0)/100]^4 \}$$

$$= 5.68 \times 0.35 \times \{ [(273+120)/100]^4 - [(273+35)/100]^4 \}$$

$$= 295.2 \text{ W/m}^2\text{h}$$

$$Q1 = Qn1 + Qe1 = 660.7 + 295.2 = 945.9 \text{ W/m}^2$$

保温補修後の放熱量

$$Qn2 = hc \times (Ta - To)^{0.25} \times (Ta - To)$$

$$= 2.56 \times (35 - 30)^{0.25} \times (35 - 30) = 19.1 \text{ W/m}^2$$

$$Qe2 = 5.68 \times \{ [(273+Ta)/100]^4 - [(273+To)/100]^4 \}$$

$$= 5.68 \times 0.35 \times \{ [(273+35)/100]^4 - [(273+30)/100]^4 \}$$

$$= 11.3 \text{ W/m}^2$$

$$Q2 = Qn1 + Qe1 = 19.1 + 11.3 = 30.4 \text{ W/m}^2$$

保温施工による省エネ効果

貯湯タンク寸法（推定） 5m 長さ x 直径 1.2m

保温面積 $5 \times (3.14 \times 1.2) = 18.8 \text{ m}^2$

放熱減少量 $Q = (945.9 - 30.4) \times 18.8 = 17,211 \text{ W}$

殺菌器操業条件 16 バッチ/日、加熱時間（殺菌+準備）40 分/バッチ

年間加熱時間 $40/60 \text{ h/batch} \times 16 \text{ batch/d} \times 250 \text{ d/y} = 2668 \text{ h/y}$

ボイラー効率 85%

天然ガス低位発熱量 $H1 = 43.96 \text{ MJ/Nm}^3$

年間放熱減少量 $17,211 \text{ W/m}^2 \times 18.8 \text{ m}^2 \times 2668 \text{ h/y}$
 $= 863.2 \times 10^6 \text{ Wh/y} = 863.2 \times 10^3 \text{ kWh/y}$
 $= 3,108 \times 10^3 \text{ MJ/y}$

年間天然ガス節減量 $3,108 \times 10^3 \text{ MJ/y} / 0.85 / 43.96 = 83,177 \text{ Nm}^3/\text{y}$

保温施工に関するコメント

施工の容易性から、まず殺菌器のうち貯湯タンク部分に保温を施すことを薦める。オートクレーブ部分も施工可能な部分は可能な限り施工すべきである。また、煮沸器および温水配管部の未保温部分も保温すべきである。一般に表面温度が 50 以上の場合、保温の経済性があるとされる。保温材として、140 程度以下の場合、耐熱ウレタン性の貼付型保温材が好んで用いられる。本保温材は施工が簡単かつ安価である。施工例を下記の写真に示す。メーカーのウェブサイトを参照されたい。殺菌器のオートクレーブ部分は機器類が付属しているので保温施工には十分な配慮が必要である。複雑形状部の保温をしない選択もある。



Test of Insulation Materials

参考ウェブサイト

<http://www.thaisekisui.co.th/>

7 用役設備

7-1 ボイラー空気比の低下

排ガス温度は 187 - 208 と高かったが、低負荷でオフ時間が長い状況下でエアプレヒーター設置の経済性はないものと判断される。保温可能箇所としてはリアヘッドの表面温度が 140 あり、貼付型簡易保温材の採用を提案した。

ボイラー運転状況

ボイラー蒸気圧力制御	8-10 kg/cm ² (オンオフ運転)
燃料使用量 (12月13日)	320 Nm ³ /h
排ガス O ₂	9.4%
排ガス温度	194

空気比低下の効果

排ガスO₂濃度の測定値は9.4%であった。NG焚きであり一般的には4%まで低下可能である。ただし、空気比変更の前にメカニカルリンクの調整が必要であるので、ボイラーメーカーに依頼する必要がある。

燃料：天然ガス低位発熱量 $H1 = 43.96\text{MJ}/\text{Nm}^3$

現状空気比： $m = 21/(21-9.4) = 1.82$

理論空気量 $A0 = 0.268 \times H1 = 0.268 \times 43.96 = 11.78 \text{ Nm}^3/\text{Nm}^3$

理論排ガス量 $G0 = 0.293 \times H1 = 0.293 \times 43.96 = 12.88 \text{ Nm}^3/\text{Nm}^3$

実際の燃焼ガス量 $G = G0 + (m - 1) \times A0$

$$= 12.88 + (1.82 - 1) \times 11.78 = 22.54 \text{ Nm}^3/\text{Nm}^3$$

7,213 Nm^3/h

改善後の空気比： $m = 1.2$ (O₂ = 4%に相当)

実際の燃焼ガス量 $G = G0 + (m - 1) \times A0$

$$= 12.88 + (1.20 - 1) \times 11.78 = 15.24 \text{ Nm}^3/\text{Nm}^3$$

4,877 Nm^3/h

燃焼ガス削減量に相当する燃料節減量

計算の前提：排ガス温度：200

排ガス比熱：1.306 kJ/ $\text{Nm}^3 \cdot \text{K}$

外気温度：30

天然ガス節減量 $0x \text{ Nm}^3/\text{h}$ ：

計算式 $\{ [(320 - 0x) \text{ Nm}^3/\text{h}/320\text{Nm}^3/\text{h}] \times (7,213 - 4,877) \text{ Nm}^3/\text{h}$

$+ 0x \text{ Nm}^3/\text{h}/320\text{Nm}^3/\text{h} \times 7,213\text{Nm}^3/\text{h} \} \times 1.306\text{kJ}/ \text{Nm}^3 \cdot \text{K}$

$\times (200 - 30) = 43.96\text{MJ}/\text{Nm}^3 \times 10^3 \times 0x \text{ Nm}^3/\text{h}$

$0x = 12.8 \text{ Nm}^3/\text{h}$

削減効果： $12.8\text{Nm}^3/\text{h} / 320\text{Nm}^3/\text{h} = 0.04$ (削減率 4%)

7-2 コンデンセート回収の強化

コンデンセート回収状況を推定するべく、ボイラー給水タンクまわりの温度を測定した。その結果、コンデンセート回収率は 17%と算出された。回収率を上げるためには、発生源である煮沸器・殺菌器まわりの蒸気使用状況を調査し熱バランスを検討する必要がある。PTM と協力し調査するようアドバイスした。

コンデンセート回収率の計算

ボイラー給水タンクでは下図のように、軟水と回収コンデンセートがタンクに入り、ボイラー給水として出てゆく。各ラインの表面温度を測定した；

軟水ライン：29

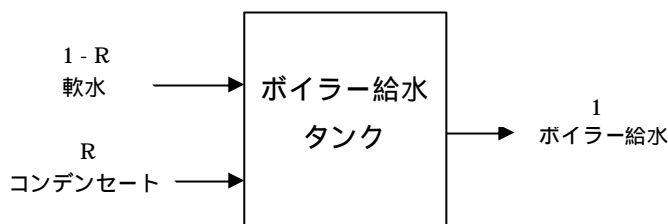
回収コンデンセートライン：66

ボイラー給水ライン：35

コンデンセート回収率を R とすると、次式が成り立つ；

$$(1 - R) \times 29 + R \times 66 = 1 \times 35$$

R = 0.17、従って回収率は 17% となる。



コンデンセートにはクリーンとダーティーがある。クリーンとは間接加熱用に使用した蒸気から生じたコンデンセートであり、ボイラー給水タンクへの回収の対象になる。

7-3 ボイラー缶体の保温

ボイラー前面（燃焼側）および胴部は保温が施されており、表面温度は 46 - 63 の範囲であった。保温が施されていない後面（排気側）は表面温度が 140 であった。

ボイラー缶体表面からの放散熱

場所		前面（燃焼側）	胴部	後面（排気側）
面積, A(m ²)		3	25	1.9 + 3
実測温度 Ta()		61	51	139
周辺温度 T0()		30	30	30
計算式	自然対流	$Q_n = [hc \times (Ta - T0)^{0.25}] \times (Ta - T0) \times A$ (W)		
	hc	2.56	2.56	2.56
	輻射	$Q_e = 5.68 \times \{ [(273+Ta)/100]^4 - [(273+T0)/100]^4 \} \times A$ (W)		
	放射率	0.95 (塗装面)	0.95 (塗装面)	0.95 (塗装面)

現在の放散熱	Qn(W)	562	2877	4418
	Qe(W)	650	3495	5390
	Qn + Qe(W)	1212	6372	9808
	kWh/h	1.2	6.4	9.8
	MJ/h	4.36	22.94	35.31
	(MJ/m ² h)	(1.45)	(0.92)	(7.21)
	燃料換算 Nm ³ /h	0.1	0.52	0.80

現在、保温が施されていない後面（排気側）は表面温度が 140 あり、低コストの貼付型簡易保温材を採用して保温を実施されたい。

保温対象は通常 50 以上である。ここでは、後面部を保温することとした。保温厚みは経済性、たとえば投資回収年で判断する。ここでは、保温後の表面温度を 35 とした。

現在の放散熱（後面部のみ）	Q1 = (Qn + Qe) = (4,418+5,390)W	9,808 W	35.31 MJ/h
保温後の放散熱	表面温度 35 と仮定 Q1 = (Qn + Qe) = (94+151)W	245W	0.9 MJ/h
省エネ量	35.3 - 0.9 = 34.4 MJ/h 燃料換算(天然ガス) 34.4 MJ/h / 43.96MJ/Nm ³ = 0.78 Nm ³ /h		

7-4 冷凍設備省エネ対策（屋外冷凍冷蔵庫）

生産用の冷凍設備は診断許可が下りなかったため、対象屋外貯蔵用冷凍設備のみを調査した。4室のコンテナ転用の冷凍冷蔵庫からなる屋外設備である。1室のサイズは5 m長さ×3 m高さ×2 m幅であり、各室にコンデンシングユニットが付属している。

所見と対策

保温、ドアシールの劣化が顕著であった。基礎との接合部付近・ドアシール付近は気温より 8 程度低い温度であった。また、風の当たらない部分の壁表面は結露しており、表面温度が露点にあることが窺われた。保温の劣化が進んでいると見られるので保温の補修が必要である。

晴天時の温度測定の結果、日射により南面・東面は 45 - 57 まで上がっていた。南面・

東面にサンシェード設置をリコメンドした。サンシェードはすだれ様の簡単なものでよい。

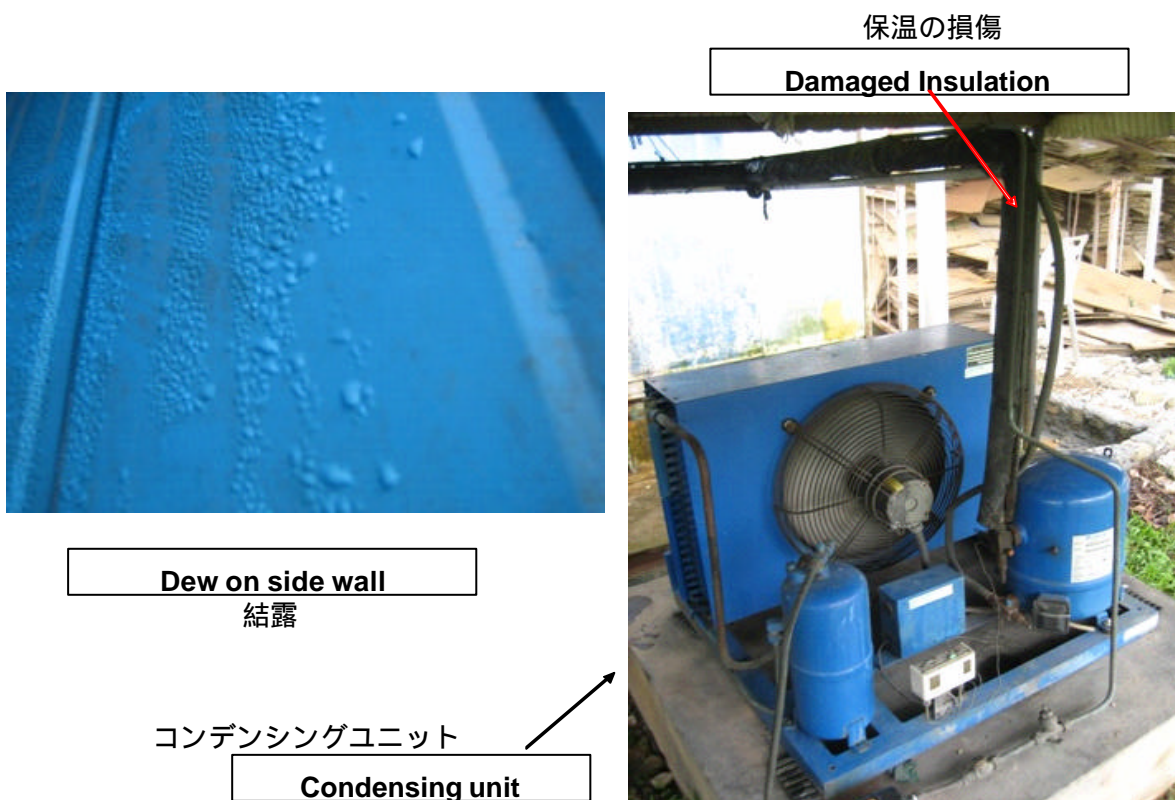
コンデensingユニットではコンプレッサーサクシヨンの保温が完全に劣化し浸水している状態であった。保温の早急な補修が必要である。

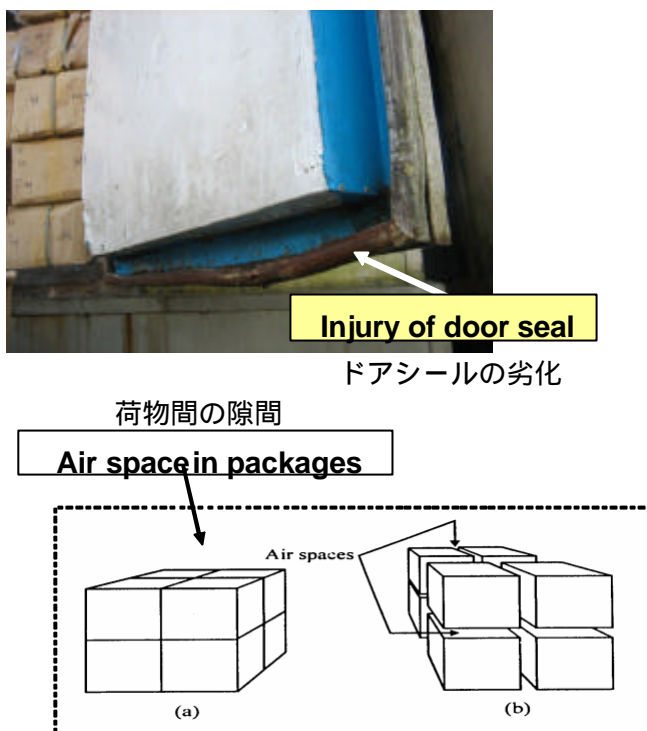
庫内には荷物が隙間なく積み上げられていたので、隙間を作り冷風と荷物間の熱交換を促進すべきことを説明した。

庫内発熱を最小化するため、庫内ランプはドア閉止時にオフとすること、また庫内ファンは2スピード型に切り替え、不要時は低速または停止することを薦めた。

以下の写真を参考にされたい。

屋外冷凍冷蔵庫における省エネ可能性



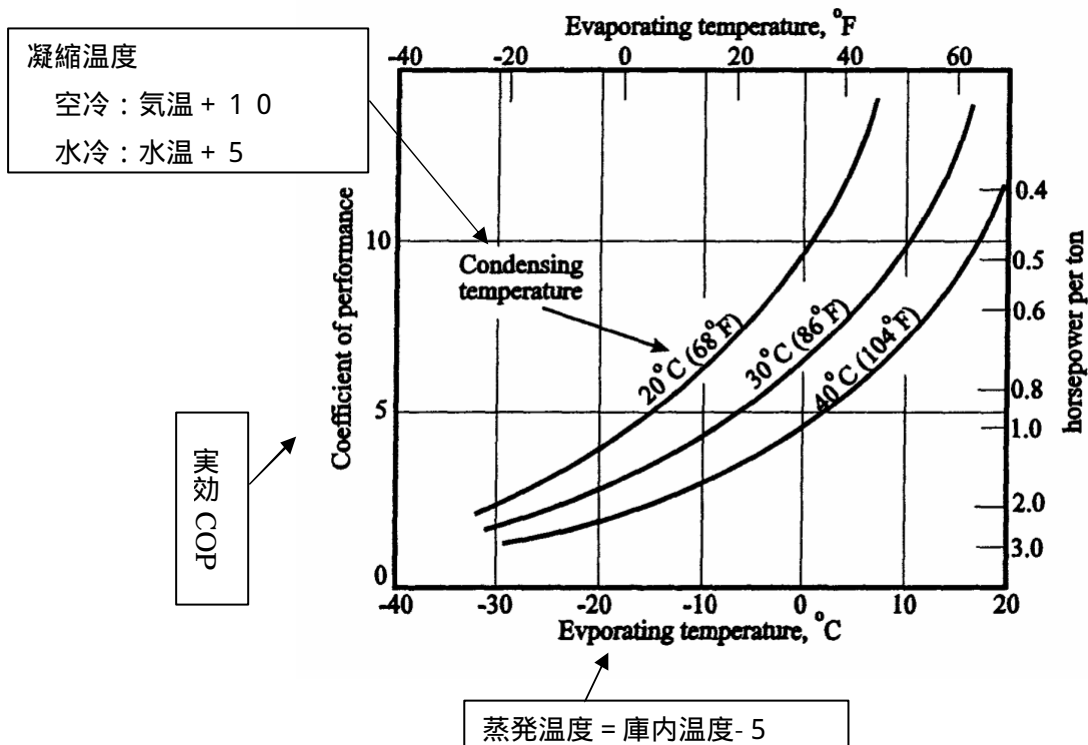


省エネ効果の計算法

第1ステップで冷蔵庫への入熱減少分（つまり冷凍負荷減少分） Q を計算、第2ステップで冷凍機動力低減分 P を計算という2ステップにて計算する。冷凍機動力低減分は以下の式により計算する；

$$P = Q + Q / COP$$

この式の第1項は冷凍機負荷減少分、第2項は第1項負荷減少分に対応する冷凍機動力低減分である。COP値は下図にて与えられるCOP値を圧縮機効率80%で除した値を近似的に用いることができる。



冷蔵庫ドアシール部の保温補修による省エネ効果

高温表面からの放熱計算式(下式)を低温表面にも近似的に適用できる；

$$Q = Q_n + Q_e$$

$$Q_n = [hc \times (T_a - T_0)^{0.25}] \times (T_a - T_0) \times A \text{ (W)}$$

$$Q_e = 5.68 \times \epsilon \times \{ [(273+T_a)/100]^4 - [(273+T_0)/100]^4 \} \times A \text{ (W)}$$

ここで、 Q : 庫内への入熱量 (W)

Q_n : 自然対流による入熱分 (W)

Q_e : 放射による入熱分 (W)

T_a : 外気温度 ()

T_0 : 冷凍庫外面表面温度 ()

A : 表面積 (m²)

hc : 外面熱伝達係数 (W/m²K) 通常 2.56 使用

ϵ : 放射率 (-) 通常 0.95 使用

冷蔵庫ドアシール部では外気温より 8 程度低い表面温度が測定された。そのときの外気温は 29 であった。保温補修により表面温度は外気温まで容易に改善することが可能

である。ここでは、薄手の保温を想定し、外気温より 2 低い外壁温度になったと仮定する。

外気条件 29 (乾球温度) & 75% (相対湿度)

外面温度 21 (保温補修前)、27 (保温補修後)

保温補修前の放熱量

$$Q_{n1} = hc \times (T_a - T_0)^{0.25} \times (T_a - T_0)$$

$$= 2.56 \times (29 - 21)^{0.25} \times (29 - 21) = 34.4 \text{ W/m}^2$$

$$Q_{e1} = 5.68 \times 0.95 \times \left\{ \left[\frac{(273+T_a)}{100} \right]^4 - \left[\frac{(273+T_0)}{100} \right]^4 \right\}$$

$$= 5.68 \times 0.95 \times \left\{ \left[\frac{(273+29)}{100} \right]^4 - \left[\frac{(273+21)}{100} \right]^4 \right\}$$

$$= 45.7 \text{ W/m}^2$$

$$Q_1 = Q_{n1} + Q_{e1} = 34.4 + 45.7 = 80.1 \text{ W/m}^2$$

保温補修後の放熱量

$$Q_{n2} = hc \times (T_a - T_0)^{0.25} \times (T_a - T_0)$$

$$= 2.56 \times (29 - 27)^{0.25} \times (29 - 27) = 6.1 \text{ W/m}^2$$

$$Q_{e2} = 5.68 \times 0.95 \times \left\{ \left[\frac{(273+T_a)}{100} \right]^4 - \left[\frac{(273+T_0)}{100} \right]^4 \right\}$$

$$= 5.68 \times 0.95 \times \left\{ \left[\frac{(273+29)}{100} \right]^4 - \left[\frac{(273+27)}{100} \right]^4 \right\}$$

$$= 11.7 \text{ W/m}^2$$

$$Q_2 = Q_{n2} + Q_{e2} = 6.1 + 11.7 = 17.8 \text{ W/m}^2$$

保温補修による冷凍負荷減少効果

保温補修面積 1 m²/store x 4 store = 4 m²

冷凍負荷減少量 Q = 80.1 - 17.8 = 62.3 W/m²

庫内温度 -20 冷凍機蒸発温度 -25

外気温 29 冷凍機凝縮温度 39

実効 COP 1.7

$$P = Q + \frac{Q}{COP}$$

$$= 62.3 + \frac{62.3}{1.7} = 98.9 \text{ W/m}^2\text{h}$$

$$= 866 \text{ kWh/m}^2\text{y}$$

$$4 \text{ 室合計 (4m}^2) = 866 \times 4 = 3,464 \text{ kWh/y}$$

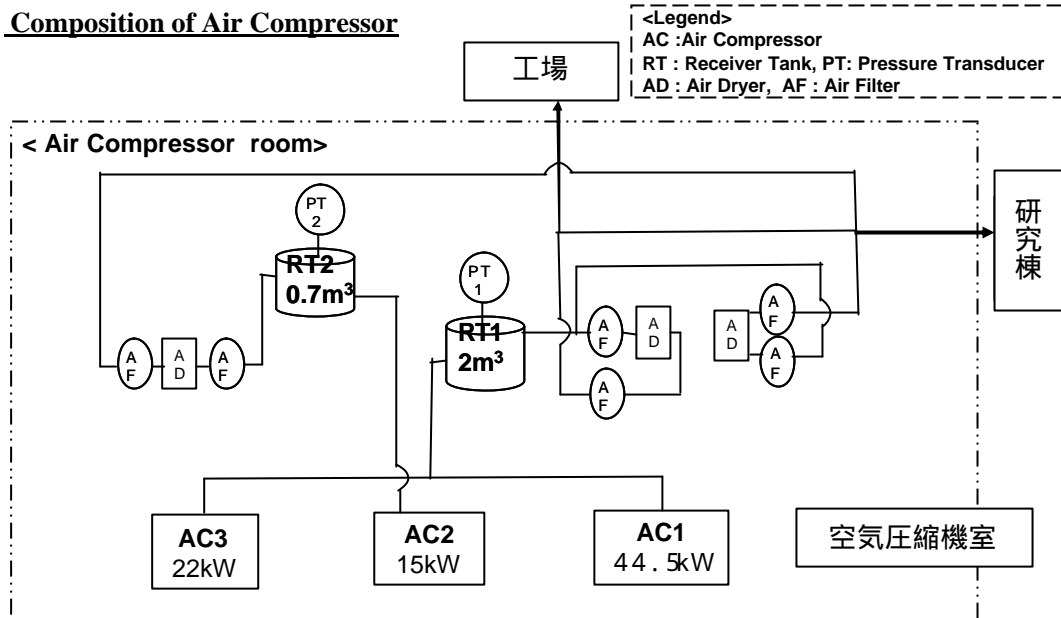
7-5 空気圧縮機の省エネ対策

圧縮空気設備の概要

空気圧縮機に関する書類が提供されなかったため、工場現場において機器銘板の読み取り、技術者ヒアリングを実施し、以下の設備概要を把握した。

圧縮空気供給フロー図

Composition of Air Compressor



空気圧縮機仕様およびロード/アンロード条件

No.	Motor [kW]	Flow rate [m³/min]	Pressure [MPa]	Type of AC / Cooling system	Variable Capacity method	Manufacturing year	Manufacturer
AC1	44.5 (60HP)	5.4	0.85	Screw Air-cooling	load /unload	1992?	Ingersoll-Rand (UK)
AC2	15	2.424	0.75	Screw Air-cooling	load /unload	1993	ATLAS (USA)
AC3	22	3.6	0.75	Screw Air-cooling	load /unload	1995	ATLAS (USA)

ロード/アンロード条件：ロード 0.55 MPa、アンロード 0.75 MPa
 起動/停止： 現場操作盤にて手動発停

空気圧縮機の運転データ収集

空気圧縮機 3 機のそれぞれの負荷変動およびアンロード時間率を把握するため、モーター負荷を 1 分間隔で約 19 時間にわたり測定した。測定はPTMの技術者が担当した。

電力・時間の測定データ

No.	Motor Mo [kW]	Load				Unload			Net P _{on} × T _{on} [kW]	P _{un} / Mo [%]
		Time		Ave.	Max.	Time		Ave.		
		t _{on} [min]	T _{on} [%]	P _{av} [kW]	[kW]	t _{un} [min]	T _{un} [%]	P _{av} [kW]		
AC1	44.5	318	49.0	39.67	40.87	331	51.0	17.11	19.44	38.4
AC2	15.0	325	50.1	14.70	15.52	324	49.9	7.41	7.36	49.4
AC3	22.0	315	48.5	20.19	21.32	334	51.5	11.91	9.79	54.1
Sum	81.5	-	-	-	-	-	-	-	36.59	-

注：電力測定データ（1分間隔値） AC1, AC2：電力実測値，
AC3：電流値からの計算値(1.7321 × (A1 + A2 + A3) / 3 × 436 × 0.7 / 1000 [kW])

3台運転時の負荷配分の状況

Power range [kW]	Load				Remark (Operation machine)
	Time		Ave.	Max.	
	t _{on} [min]	T _{on} [%]	P _{av} [kW]	P _{max} [kW]	
0	45	6.9	-	-	all machines unload
1 - 15	58	8.9	14.85	15.46	AC2
16 - 30	106	16.3	20.30	21.32	AC3
31 - 45	245	37.8	37.31	44.49	AC1 or AC2+AC3
46 - 60	159	24.5	56.19	60.86	AC1+AC2 or AC1+AC3
61 - 75	36	5.6	74.16	75.63	AC1+AC2+AC3
total	649	100.0	-	-	

1台運転時の負荷配分の状況

No.	Motor Mo [kW]	Load				Unload		
		Time		Ave.	Max.	Time		Ave.
		t _{on} [min]	T _{on} [%]	P _{av} [kW]	[kW]	t _{un} [min]	T _{un} [%]	P _{un} [kW]
AC2	15	385	88.7	15.60	16.03	49	11.3	5.35

測定データに対する考察

-) エアコンプレッサー 3台運転期間中の各々のロード率は 48.5～50.1%で正味のロード電力は定格 kW 対し約 45%と余裕があるが夜間・休日を除き運転台数は常時3台である。アンロード率は 51.5～49.9%でありアンロード時の消費電力が電力ロスとなっている。
-) 3台運転時のロード時の負荷分布状況では、AC1 1台での運転可能期間が 63.0%、2台運転必要期間が 24.5%、3台運転必要期間が 5.6%となっている。
- 3台運転時の必要継続時間は 1～7分間と短く且つ、不定期である。
-) エアコンプレッサー 1台運転は夜間・休日の生産休止中でも継続し、主に排水処理設備活性汚泥装置のエアレーション用に約 14.4kW を常時消費している。

現状運転におけるアンロード時の電力消費

$$\begin{aligned} kW_0 &= (39.67 \times 0.490 + 14.70 \times 0.501 + 20.19 \times 0.485) \\ &\quad + (17.11 \times 0.510 + 7.41 \times 0.499 + 11.91 \times 0.515) = 36.6 + 18.6 = 55.2 [\text{kW}] \\ \text{アンロード電力比率} &: 18.6/55.2 = 0.337 \end{aligned}$$

省エネ対策の検討

電力ロス的主要原因であるアンロード電力比率を低減するため、以下の4対策を検討した。

- ・ レシーバタンク増設等による運転台数の減少
- ・ 運転制御方式の変更（台数制御の導入）
- ・ 活性汚泥装置曝気用空気供給方法の変更
- ・ 空気吸い込み温度の低減

レシーバタンク増設等による運転台数の減少

3台運転必要期間は全体の5.6%に過ぎない。継続時間は平均1.4分、最大7分程度であり、ピーク負荷対策をすることにより、運転台数削減の余地がある。ピーク負荷対策として、レシーバタンクの増設によって3台運転必要期間を短縮する場合の省エネ効果を試算する。

レシーバタンク増設容量 V [m^3] の試算例を次に示す。

$$V = R / (P \times 10^4) \times Q \times t \times 1.293 \times 273.16$$

但し、 R : ガス定数 2.987、 $[\text{kg}/\text{m}^3]$: T [K] での空気密度 $= 1.293 \times 273.16 / T$

P [MPa] : (レシーバタンク内初期圧力) - (タンクより圧縮空気放出後の圧力)

Q [m^3] : t [min] 間にタンクより送出された空気量

$$P = 0.75 - 0.55 = 0.2 [\text{MPa}] (\text{アンロード圧力} - \text{ロード圧力}), \quad t = 2 [\text{min}],$$

$$Q = 2.424 [\text{m}^3/\text{min}] \times 2 [\text{min}] = 4.848 [\text{m}^3] \quad (\text{AC2 容量} : 2.424 [\text{m}^3/\text{min}]) \quad \text{と仮定すると}$$

$$V = 2.987 / (0.2 \times 10^4) \times 4.848 \times 2 \times 1.293 \times 273.16 = 5.11 \quad 5 [\text{m}^3]$$

上記のレシーバタンクを増設した場合のロード率は、AC1 : 約 79%、AC3 : 約 26% となり AC2 は常時スタンバイ状態で停止し必要に応じて起動(今回の3台運転期間中であれば2回程度)することとなるが電力消費量はほぼ無視出来るレベルとなる。

この場合の kW_1 は概略次の様になる。

$$\begin{aligned} kW_1 &= (39.67 \times 0.79 + 20.19 \times 0.26) + (17.11 \times 0.21 + 11.91 \times 0.74) \\ &= 36.6 + 12.4 = 49.0 [\text{kW}] \end{aligned}$$

$$\text{アンロード電力比率} : 12.4/49.0 = 0.25$$

$$\text{省電力量 } kW = kW_0 - kW_1 = 55.2 - 49.0 = 6.2 [\text{kW}] \quad \underline{\text{約 11\%の省エネ}}$$

この程度の省エネ量ではレシーバタンク増設の経済性は困難である。なお、ピーク負荷

対策としてはレシーバタンクを増設する前に先ずは、圧縮エアー使用量の削減、吐出圧力の低減或いはピーク負荷の特定とその平準化対策、スケジュール運転化の検討などを行うことを推奨する。

運転制御方式の変更（台数制御の導入）

台数制御の導入により運転機のアンロード運転期間中の停止を行いアンロード電力の削減を図る場合について概略の検討を行う。AC1 をベース運転機とし空気使用量に応じてAC3、AC2 の順で追加運転するものと仮定する。

今回の測定データを使い電動機の許容起動頻度を 10 回 / 時間以内と仮定すると、AC2 では約 80%、AC3 では約 30%が休止可能時間となる。

従って、この場合の kW_2 は概略次の様になる。

$$\begin{aligned} kW_2 &= 36.5 + (17.11 \times 0.47 \times 0.049 + 7.41 \times 0.95 \times 0.2 + 11.91 \times 0.74 \times 0.7) \\ &= 36.5 + 11.5 = 48.0[kW] \end{aligned}$$

アンロード電力比率： $11.5/48.0 = 0.24$

省電力量 $kW = kW_0 - kW_2 = 55.2 - 48.0 = 7.2[kW]$ 約 13%の省エネ

活性汚泥装置曝気用空気供給方法の変更

圧縮機電力使用量の測定データを分析する中で、生産設備が停止する夜間も圧縮機 1 基が稼動していることが判明した。工場側の説明では、活性汚泥装置のエアレーション用とのことであった。とすれば、5 bar 以上の圧縮空気は不必要であり、吐出圧力 1 bar 程度のブローに取り替えるべきことを提案した。

活性汚泥装置のエアレーション用圧縮空気から新設のブローから供給する場合の省エネ効果を概算する。この対策ではエアーコンプレッサー側は省エネになるが、新たに追加するブローの増力が増エネになる。

圧縮空気用動力の低下分

活性汚泥装置用空気分の圧縮空気動力を約 14.4kW と仮定する。この分を現状から削減すると、ロード率は、AC1：約 54%、AC3：約 8%となり AC2 は停止可能となる。

この場合の kW_3 は概略次の様になる。

$$\begin{aligned} kW_3 &= (36.5 - 14.4) + (17.11 \times 0.46 + 7.41 \times 0 + 11.91 \times 0.92) \\ &= 22.1 + 18.8 = 40.9[kW] \end{aligned}$$

アンロード電力比率： $18.8/40.9 = 0.46$

省電力量 $kW = kW_0 - kW_3 = 55.2 - 40.9 = 14.3[kW]$ 約 26%- の省エネ

は活性汚泥装置用ブロー代替分の消費電力を示す。

このケースでは、AC2 の使用頻度が少なくアンロード電力ロスが大きくなる。対策として、前述の同様なピーク負荷対策をとることにより、全体の空気使用量を下げ、AC2 を必要時のみ稼働させれば、更なる省エネが約 11kW 程度期待出来る。

新設ブロワーの所要動力

圧縮機動力は次式により推定できる；

$$L = k/(k-1) \times (Ps \times Qs)/0.06 \times [(Pd/Ps)^{\{(k-1)/k\}} - 1] /$$

k : 空気の比熱比、1.4 at 15

Ps : 吸入圧力 (MPa)

Pd : 吐出圧力 (Mpa)

Qs : 吸入量 (m3/min)

: 圧縮機効率、通常 0.8

ここで、Ps x Qs は理想気体の場合一定値であり、ここでも近似的に成り立つと仮定する。また、ブロワーにも適用できると仮定する。

既存圧縮空気圧力はロード圧力 0.55 MPa とみなす。活性汚泥装置曝気槽の液深 6m (推定) と制御代 4m の合計として、ブロワー吐出圧力は 0.1 MPa とした。

$$L1 = 14.4$$

$$L2/L1 = [(Pd/Ps)^{\{(k-1)/k\}} - 1]_2 / [(Pd/Ps)^{\{(k-1)/k\}} - 1]_1$$

$$= [((0.1 + 0.1)/0.1)^{\{(1.4-1)/1.4\}} - 1] / [((0.55 + 0.1)/0.1)^{\{(1.4-1)/1.4\}} - 1]$$

$$= 0.219 / 0.708 = 0.31$$

$$L2 = 14.4 \times 0.31 = 4.5 \text{ kW}$$

$$L = 14.4 + 4.5 = 9.9 \text{ kW}$$

活性汚泥装置は年間フル稼働であるので、圧縮機動力節減量は

$$9.9\text{kW} \times 8,760 = 86,724 \text{ kWh}$$

空気吸い込み温度の低減

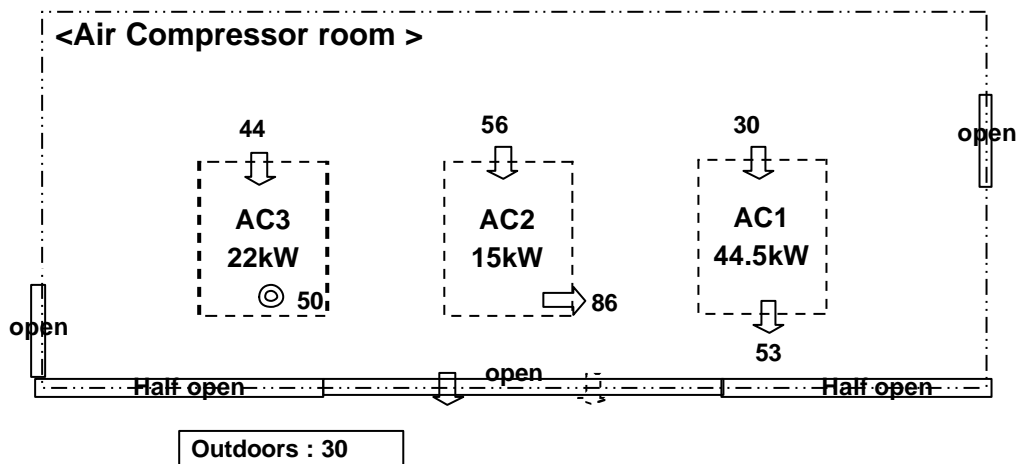
空気温度の測定

Condition of measurement

a) Measurement period : 12/12/2007, 16 o'clock, one point measurement

b) The measurement taking charge and preparation of measuring instrument : PTM

c) Ventilator was 1/2 running.



圧縮機動力節減量の計算

エアーコンプレッサー消費電力が吸込温度の絶対温度に比例するという関係を利用し、AC1の吸入温度30℃まで低下できた場合のAC2およびAC3の省エネ効果を以下に計算する。

$$\text{AC2} : \{(273+56)-(273+30)\}/(273+56) = 26/329 = 0.079 \quad \text{約 8\%の省エネ}$$

$$\text{AC3} : \{(273+44)-(273+30)\}/(273+44) = 14/317 = 0.044 \quad \text{約 4\%の省エネ}$$

省エネ効率を無視すると省エネ量の概算は次の様になる。

$$\begin{aligned} \text{kW}_4 &= 55.2 - (14.70 \times 0.501 + 7.41 \times 0.499) \times 0.08 \\ &\quad + (20.19 \times 0.485 + 11.91 \times 0.515) \times 0.04 = 55.2 - 1.5 = 53.7[\text{kW}] \end{aligned}$$

$$\text{省電力量 } \text{kW} = \text{kW}_0 - \text{kW}_4 = 1.5[\text{kW}] \quad \text{約 3\%の省エネ}$$

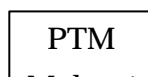
8 エネルギー管理

今回の診断において、Dewina社ではこれまで省エネ活動が行われていなかったことが判明した。同社幹部も今後、省エネに取り組むことを約束してくれた。省エネ対策について、技術的な対策以外に、エネルギー管理的な活動も重要であり、第一ステップとして下記の活動から取り組むようアドバイスした。実施にあたっては、PTMの助言を受けるよう進言した。

- ・エネルギー管理方針の文書化と
- ・エネルギー担当責任者の任命
- ・エネルギーデータの収集、記録、分析
- ・省エネルギー達成目標の設定
- ・従業員の省エネ意識の徹底

9 診断結果（まとめ）

分野	省エネ課題	診断結果および対策	省エネポテンシャル
生産設備	煮沸器・殺菌器の保温	煮沸器・殺菌器とも未保温状態、表面温度は 100-130 程度。貼付型の樹脂製簡易保温材による保温が必要。	天然ガス節減：83,177Nm ³ /y
用役設備 ボイラー	ボイラー空気比の低下	排ガス測定値：O ₂ 濃度 9.4%、排ガス温度 194 であった。空燃比調製のためメカニカルリンクのチューニングが必要。	O ₂ 濃度を 4%に下げた場合の省エネ効果：天然ガス 12.8Nm ³ /h（削減率 4%）
	コンデンセート回収の強化	コンデンセート回収率は約 17%でありまだ低い。蒸気使用先ごとに回収可能性を調査必要。	投資回収は 1 年以内
	ボイラー缶体の保温	表面温度：缶体前面と胴体は 46 - 63 、後面は 140 。後面の保温が必要。	後面の保温効果：天然ガス節減 0.78 Nm ³ /h
用役設備 冷凍設備	屋外冷凍冷蔵庫の省エネ	全体に保温が劣化（ドアシール・壁・冷媒配管）日射対策必要（サンシェード等）庫内荷物配置の改善、庫内発熱の抑制	ドアシール部保温補修の効果：冷凍機電力節減 3,464kWh/y
用役設備 空気圧縮機	レシーバタンクの増設	アンロード率が 50%と低い。改善のため、レシーバタンク増設を検討したが省エネ効果が少なく投資回収が困難	レシーバタンクの省エネ効果：6.2kW
	台数制御の導入	常時 3 台運転を避けるため、制御方式の変更により台数制御を実施、	台数制御の省エネ効果：7.2kW
	曝気用空気供給方法の変更	高圧空気（5.5bar）の代わりに低圧空気（1.0bar）を供給、そのためブローワーを新設。	省エネ効果：9.9kW（年間通じて効果あり）
	空気吸入温度の低下	現状は吸入場所が不適切のため、吸入温度が 44 - 56 と高くエネロス発生。投資額僅少。	省エネ効果：1.5kW

セミナー・ワークショップ プログラム

BASIC AGENDA(DRAFT)
INTENSIVE SEMINOR – WORKSHOP
PROMOTION OF ENERGY EFFICIENCY AND CONSERVATION (PROMEEC)
(MAJOR INDUSTRY) UNDER THE SOME-METI WORK PROGRAMME 2007-2008

The Legend Hotel, Kuala Lumpur

December 17, 2007

08:30 – 09:00	Registration
09:00 – 09:10	Welcome Remarks by the Host Country
09:10 – 09:20	Opening Statement by Mr. Taichiro Kawase The Energy Conservation Center, Japan (ECCJ)
09:20 – 09:30	Opening Statement by Dr Weerawat Chantanakome ASEAN Centre for Energy (ACE)
09:30 – 10:00	Tea Break & Group Photo Session
	Session 1 : Seminar PROMEEC Project : Outline & Achievements
10:00 – 10:30	Presented by Mr. Christopher Zamora (ACE) Outline and Achievements of PROMEEC Project
10:30 – 11:00	Presented by Mr. Taichiro Kawase (ECCJ) Initiatives & Programs of ECCJ on EE&C in the Industrial Sector in Japan
	Session 2 : Seminar EE&C Best Practices in Food Industry (Part 1)
11:00 – 11:30	Presented by Mr. Iswan Nurbaso (Indonesia) Best Practices in PT. Eastern Pearl Flour Mills
11:30 – 12:00	Presented by Mr. Taichiro Kawase (ECCJ) Overview of Energy Saving Technologies in Food Industry (General)
12:00 – 12:30	Presented by Mr. Teodoro Elma (Philippines) Best Practices in San Miguel Polo Brewery
12:30 – 14:00	Lunch
	Session 3 : Seminar EE&C Best Practices in Food Industry (Part 2)
14:00 – 14:30	Presented by Mr. Tivakorn Jongmekwamsuk (Thailand) Best Practices in CP Retailing & Marketing Company
14:30 – 15:00	Presented by Mr. Phubalan Karunakan (PTM, Malaysia) Best Practices in JG Glass Containers Factory
15:00 – 15:30	Presented by Mr. Hiroshi Kuroda (ECCJ) Best Practice in Food Center (Cold Store)
	Tea Break
	Session 4 : Energy Management Tools
15:30 – 16:00	Presented by Mr. Ivan Ismed (ACE) Updates on Development of Database/ Benchmark/ Guideline for Industry:
16:00 – 16:30	Presented by Taichiro Kawase (ECCJ) In-house Database for Food Industry
16:30 – 16:45	Closing Statement by Mr. Ahmad Zairin Pusat Tenaga Malaysia (PTM)
	COMPLETION of Activities

・タイ（鉄鋼産業）

平成19年度 ASEAN 諸国における主要産業の省エネルギー推進事業 タイ活動報告書

1. 活動日程

- 12/19 セミナー・ワークショップ
- 12/20 バンコクスチールフォローアップ調査

2. セミナー・ワークショップ

(1) 参加者 : 86名

タイ 77名

政府関係

Mr. Thammayot Srichuai (Deputy Director General, DEDE)

Mr. Yosapong Khupthaboot (Division of Policy Planning, DEDE)

Mr. Sarat Prakobchart (Senior Engineer, DEDE)

民間（繊維）・鉄鋼業界から多数の参加）

アセアン 4名

フィリピン Mr. Maximino Marquez (DOE)

インドネシア Mr. Purnomo (Bhineka Karya Manunggal, textile)

ベトナム Mr. Phan Nguyen Vinh (ECC-HCMC)

Dr. Nguyen Van Tuyen (ECC-HCMC)

その他 5名

ACE Dr. Weerawat, Mr. Ivan, Ms. Evangeline

ECCJ Mr. Kawase, Mr. Tanaka

(2) 発表概要

1) 「PROMEEC プロジェクトの概要と活動」

Ms. Evangeline : ACE

アセアンにおけるACEの位置、EC-ASEAN, SOME - METI など主なEE&C活動、それにPROMEEC活動を紹介。アワードシステムなどへの参加呼びかけ。

2) 「タイエネルギー省の省エネルギー推進計画および活動」

Mr. Yosapong Khupthaboot : タイ DEDE

タイのエネルギー情勢に関して、エネルギー消費は過去5年に年間5%の増加したこと、産業・運輸が主たる消費部門であること、2006年にエネルギー費がGDPの17%を占めたこと、そのうち88%が石油であること、輸入依存率が63%であることが報告された。

また、DEDEの省エネ推進活動に関して、DEDEの主たる活動は基準と規制 Standards and Regulations, 技術支援 Technical Assistance, 金融措置 Financial Incentives, 情報

提供 Information Service, 意識向上 Awareness Raising であること、技術支援の分野では、企業の自主エネ管理促進、産業・ビル分野の SEC 検討、新技術の実証、ESCO 推進に取り組んでいること、企業の自主エネ管理促進では 2000 強の設備で主に日常管理に属する省エネ対策が実施されたこと、金融措置の分野では、レボリングファンドと減税措置があること、減税措置には、省エネ投資に対する減税、エネ節減量に対応する税控除、省エネ設備輸入に対する減税があること、情報提供の分野では、ハンドブック・ガイドラインの発行、E-Learning Program、エネルギークリニック、Energy Display Center の事業を実施していることなどが報告された。

3) 製鉄産業の省エネ対策および PROMEEC での経験」

Mr. Hideyuki Tanaka : 日本 ECCJ

日本のミニミルにおいて 1985 年以降採用された技術について述べ、最近とくに普及の著しい DHCR や Regenerative Burner の省エネルギー効果について実例を用いて説明した。また日本で採用されているシャフト炉の方式やその効果も説明した。ASEAN における事例として、タイでの診断結果の解析と対策、フィリピンでの実施改善策を取上げ説明した。

4) 「タイにおける電炉操業技術開発 (スラグ泡改善)」

Dr. Kritsada Prapakorn : タイ Metal & Materials Technology Center (MTEC)

MTEC の研究者から、スラグ泡改善による電炉省エネ技術の研究が紹介された。スラグ泡改善のために、電弧安定化検出器の開発、スラグ組成の影響、化学エネルギー投入の最大化などが研究されていることが報告された。また、電炉操業に対する neural system、expert system の開発も行われていた (日本ではもう研究されていないと思う)。

5) 「フィリピンの鉄鋼工場における省エネルギー対策事例」

Mr. Marquez : フィリピン DOE

ルソン島南部の年産 35 万トンのメッキ・塗装鋼板コイル製造工場の事例である。部長格のエネルギー管理者を任命し、その下にスタッフを配し、各種の省エネ対策を実行した。省エネ効果は、重油 52 kL/y・LPG 2596 トン/y・電力 658 万 kWh/y であった。省エネ対策は、モーター回転数制御、高効率モーター転換、ボイラー空気比の低下、高効率ランプ転換などきわめて常識的な対策である。

6) 「繊維産業の省エネ対策および PROMEEC での経験」

Mr. Taichiro Kawase : 日本 ECCJ

繊維産業における代表的な省エネルギー対策を概観するとともに、染色排水からの排熱回収、繊維乾燥機の省エネルギーについて、日本およびアセアンで経験した診断事例を紹介した。あわせて、燃料・電気・用水に関する日本の原単位データの紹介、さらにインハウスデータベースを活用した省エネルギー指標のモニターの重要性について報告した。

7) 「インドネシアの繊維工場における省エネルギー対策事例」

Mr. Purnomo : インドネシア Bhineka Karya Manunggal (繊維工場)

西ジャワ州に立地する綿/ポリエステルベースの繊維工場であり、紡糸・染色整理・織布

までの一貫プロセスを有する。生産能力は、紡糸400トン/月、織布140万ヤード/月、染色110万ヤード/月、プリント20万ヤード/月である。コスト削減計画（CRP）が企画され、Mr. Purnomo をリーダーとするプロジェクトチームが組織され、2003年から活動が開始された。主な省エネ対策はユーティリティープラントに集中している；

- ・ 紡糸装置の28基のモーターにインバーターを適用
- ・ 染色工場等一部の建物に太陽光採光窓取り付け
- ・ 活性汚泥装置の表面曝気モーターの小型化（110kWから22kWへ）
- ・ スチーム配管の短縮（1100mから452mへ）
- ・ 空調設備凝縮器・蒸発器の定期洗浄

8) 「ベトナムの繊維工場における省エネルギー対策事例」

Mr. Phan Nguyen Vinh : ベトナム (ECC-HCMC)

去る10月に実施した PROMEEC 産業の OJT 診断結果について、診断のリーダーを務めた Mr. Phan Nguyen Vinh から報告された。ホーチミン市に立地する Thanh Cong 社は繊維一貫製造工場であり、製品年産22500トン・年間エネルギー消費20000kL弱・従業員4600名の大工場である。高圧バッチ染色機・連続乾燥機・ボイラーの省エネ対策についての報告であったが、使用されたパワーポイントが10月に ECCJ から提供したものとまったく同一であった。診断で提案された対策の実施はようやく着手されたばかりであり、早急な実施が望まれる。

9) 「エネルギー管理ツールの開発および普及」

Mr. IvanIsmed : ACE

Technical Directory (TD)の目的、作成方法・Format などの説明と TD のシートの実例の説明があった。さらに、インハウス DB (In-house Database) の目的・内容などについて、セメント産業の入力フォーマットを例にとり説明した。インハウス DB の特徴は、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。これらは省エネルギー運転のための参考情報として使われる。

10) 「繊維産業のためのインハウス DB 入力フォーマット」

Mr. Taichiro Kawase : 日本 ECCJ

新しく作成された繊維産業の入力フォーマットについて、その内容を説明した。あわせて、工場で試行するよう要請した。とくに、インハウス DB は工場内で省エネ推進の道具として使用するものであり、外部に出ることはないことを強調した。

(3) 質疑および討論：

Q 電気炉メーカー関係者からリジェネバーナーに関して、レキュペレーターより熱効率が高い理由、再熱加熱炉でのリジェネバーナー普及率、レードル加熱炉への適用実績・投資額/ペイアウトについての質問があった（田中専門家から NEDO の事例などを引いて懇切丁寧な回答がなされた。タイでは、リジェネバーナーのことがあまり知られていない

ようである)

Q フィリピンの繊維省エネ事例に対し、実施上の障害はなにかとの質問があった(発表者はトップの理解が重要とか一般的なことを答えていた)

Q ベトナムの繊維工場事例に対し、高圧バッチ染色機の保温施工に関してプロセスへの影響はないかとの質問があった(発表者から影響はないとの回答があった)

Q 繊維工場用の診断マニュアルに関して、たいへん興味がある。入手できないかとの要請があった。(質問者はエネルギー管理ハンドブックの AOTS 研修を受講した女性であった。川瀬から FTI/IIT に相談するようコメントした)

Q 繊維工場用のインハウスデータベースに関して、繊維の原単位データはあるかとの質問があった(染色産業はほとんど中国等に生産が移っており、最近のデータは入手していないので10年ほど前の日本染色協会のデータを説明した。)

(4) 所感

1) 製鉄・食品業界から50名(数値は後日補充)を超える関係者が参加した。また、アセアン各国および日本から6件の事例発表があった。ホスト国タイによる省エネ推進活動の報告はタイ独自の路線がよく表現され、なかなか聞き応えがあった。質疑も活発になされ本セミナーはますますの成果を納められた。この成果は Focal point 代理の Mr. Sarat 他による周到な計画・準備に負うところが大きいと考える。

2) 今回の事例発表で、テクニカルディレクター収載の価値あるいくつかの事例が報告された。とくにフィリピン・インドネシアからの発表事例はぜひ収載したい事例であり、ACE に実施を働きかけたい

3) タイから「スラグ泡改善による電炉省エネ技術の研究」が紹介された。本テーマは省エネ運転に重要であると思われるが、本プロジェクトのテーマとするエネルギー管理およびその普及という趣旨から逸脱するように思われた。以前、セミナー・ワークショップのテーマとして、ある国から「省エネルギー設計」が提案されたことがあったがこれも趣旨にそぐわない。こういったプロジェクト趣旨に対する誤解がいまだにあるように思える。

3. バンコクスチール社フォローアップ調査

(3) 参加者

BSI 10名(Mr. Somchai 製造部長、技術者9名)

DEDE 4名(Mr. Sarat、技術者3名)

ACE 2名(Mr. Ivan, Ms. Evangeline)

ECCJ 2名 (Mr. Tanaka, Mr. Kawase)

(2) 工場概要

1964年圧延操業・1973年から電気炉操業、バンコク南南東30kmのタイ湾海岸近くに立地、

電気炉25トン炉×2基(電炉能力300,000t/y)、CC(連続鑄造設備)×2基、

連続加熱炉×2基、RM(連続圧延機)×2基、

鉄筋バー年45万トン生産、亜鉛メッキ鋼板13万トン生産、

従業員600名

(3) フォローアップ結果

昨年OJT診断チームが提案した対策の実施状況がBSI側から説明された。タイ語/英語の通訳をMr. Saratが務めた。

1) 連続加熱炉壁面の保温

工場トップの実施許可待ちとのことでまだ実施されていない。保温効果の推定はタイ鉄鋼研究所(ISIT)によりなされたということであったが、保温効果の計算程度は工場技術者がやるべきことである。さらに、保温材に何をえばよいかという質問には少し驚いた。製鉄に限らず、工場の技術者にとっては極めて初歩的な知識である。

2) 連続加熱炉の開口部損失の低減

出口開口部に保温カバーを設置することが提案されたが、まだ実施されていなかった。省エネ効果が大きい割に、工事は簡単であるので、早急な実施が望まれる。なお、ハース位置での炉内圧が+0.4mmWCに調整されていた。OJT診断時には負圧であったので、冷空気の吸引量は減少しているはずである。現場点検では、開口部からのガス流出は少しあることが観察された。

3) LD予熱器の表面保温

完全に実施されていた。原単位は5.32litter/tonから5.05litter/tonに低下したとのこと。

4) 上記とは別に、会社独自で実施してきた対策が紹介された。最も効果があったのは、EAF供給電圧の増圧による省エネである。受電トランスのタップ位置を調節することにより2次側電圧を増圧しEAFに供給した。バッチ当りの処理時間が短縮された結果、放熱損失が低下し、電力・ディーゼル油を節減した。

(4) 所感

1) OJT診断時の提案が操業改善の対策であるにも拘らず、実施率は低かった。一つの要因として、OJT診断の最終報告書が同社に届いていなかったことが考えられる。ECCJが作成した最終報告書はACE・各国Focal pointを経由して工場に配布されることになっている。ECCJから非公式に工場に報告書を送るなどの工夫をして、配布を迅速・確実にする必要はある。

2) リヒーター加熱炉の保温材を何にしたらよいかという質問があった。また、同炉の酸素濃度を測定するようという専門家のコメントに対し、サンプリング孔をどのように空けるのかという質問があった。こういった極めて単純な質問がでる背景には技術者の基礎知識不足があるのではと感じた。

3) 同社は科学技術省管轄の MTEC およびタイ鉄鋼研究所等と省エネ関連技術を実施している。テーマは EAF スラグ安定化技術およびタンディッシュ予熱技術である。このような技術開発の過程で、電気炉・再熱炉等に関する工場技術者のプロセスの理解が深まれば、上記 1)・2)のみならずすべてに省エネ対策を正しく実施していくことに役立つだろう。

4 . PROMEEC 産業プロジェクトに関する討議

12月19日午前、当方(田中専門家・川瀬)と DEDE (Mr. Sarat およびほか3名の技術者)の間で PROMEEC 産業プロジェクトにおけるタイの役割について意見交換した。以下は主な内容である。

(ECCJ) タイは省エネルギーに関し省エネ技術・エネルギー管理両面につき、多くの技術と経験を蓄積しており、他のアセアン諸国より一歩進んでいる。今後は他の国にその知見を伝えるような活動を考えてはどうか。たとえば、他の国での OJT 診断活動にタイ技術者を派遣し測定を行うなどである。

(DEDE) ACMECS と呼ぶメコン流域各国で構成する協力機構がある。詳しくはタイ外務省ホームページを参照されたいが、資金は主にタイが負担することになっている。この中で、他国の技術者を招聘し、DEDE 管轄の研修センターで研修することが考えられている(注：研修センターはタイ省エネルギー管理研修センター ECCT とは別ものである)。

(ECCJ) 今回の活動において、当初、ガラス産業のプロセス診断をやりたいという要請がタイ側から出された。結局、PROMEEC ではプロセス固有の省エネ技術はプロジェクト範囲外であることを理由に取りやめた経緯があるが、この点を両者で再確認した。プロセス固有の省エネ技術は、NEDO の管轄であり、まず NEDO に相談されることを進めた。

(DEDE) 今回の活動で OJT 診断を断念することとなったが、その議論の過程で PROMEEC の趣旨はよく理解した。

(ECCJ) All participation プロジェクトは成功裏に終了したということであるが、それで終わりか、問題はないのか。

(DEDE) 実は Sustainability の問題がある。つまり、プロジェクトでは実際は Experts がすべてをやっていたので Experts が引き上げた後、活動が止まってしまっている。EM H/B は Sustainability の維持のためにたいへん役に立っていると考えている。

(ECCJ) 本プロジェクトの OJT 診断も実態的には ECCJ 専門家がやっ
てしまっている。Sustainable にはなっていない。何とかホス
ト国主導でやってほしいが、名案がない。ただ、ベトナムでは
ホーチミン省エネセンターの技術者が参加した、またマレーシ
アでは PTM の技術者が参加した。この技術者たちが次回の OJT
診断を主導していただくと Sustainability の維持につながるか
もしれない。

(ECCJ) 本日の議論を参考にして、今後の PROMEEC 活動にお
けるタイの役割およびプロジェクト終了後の Sustainability の
達成に関する意見について、次回のポストワークショップある
いはインセプションワークショップの場において開陳していただ
きたい。

以上



AGENDA
INTENSIVE SEMINAR
PROMOTION OF ENERGY EFFICIENCY AND CONSERVATION (PROMEEC)
(MAJOR INDUSTRY) UNDER THE SOME-METI WORK PROGRAMME 2007-2008
(Jaras Muang I, Twin Tower Hotel, Bangkok)
(December 19, 2007)

08:30 – 09:00	Registration
09:00 – 09:10	Opening Remarks from ASEAN Centre for Energy (ACE) Dr. Weerawat Chantanakome Executive Director, ACE
09:10 – 09:20	Opening Statement from Energy Conservation Centre of Japan (ECCJ) Mr. Taichiro Kawase, General Manager International Engineering Department , ECCJ
09:20 – 09:30	Welcome Address from Department of Alternative Energy Development and Efficiency (DEDE) Dr.Panich Pongpirodom Director General ,DEDE
09:30 – 09:50	Tea Break & Group Photo Session
09:50 – 10:20	Outline and Achievements of PROMEEC Industry Project (ACE) Presented by ACE
10:20 – 10:40	Incentive Programs to promote Energy Conservation for Thai Industry Presented by DEDE
10:40 – 11:30	Energy Conservation of Steel Industry in Japan & Experience from PROMEEC Programme Presented by Mr. Hideyuki Tanaka Energy Expert, ECCJ
11:30 – 12:00	Best Practice in Energy Conservation for Steel Industry from Thailand Presented by Dr. Kritsada Prapakorn Researcher, National Metal and Materials Technology Center (MTEC)
12:00 – 13:00	<i>Lunch</i>
13:00 – 13:30	Best Practice in Energy Conservation for Steel Industry from Philippines Presented by Mr. Max Marquez Department of Energy (DOE), Philippines
	<i>Lunch</i>
13:30 – 14:10	Energy Conservation of Textile Industry in Japan & Experience from PROMEEC Programme Presented by Mr. Taichiro Kawase General Manager, International Engineering Department , ECCJ
14:10 – 14:40	Best Practice in Energy Conservation for Textile Industry from Indonesia Presented by Mr. Purnomo General Manager of Engineering Dept. , PT. Bhineka Karya Manunggal 1
14:40 – 15:10	Best Practice in Energy Conservation for Textile Industry from Vietnam Presented by Mr. Phan Nguyen Vinh Specialist of Technology – R&D Dept., The Energy Conservation Centre of Vietnam
15:10 – 15:30	Tea Break
15:30 – 15:50	Updates on Development of Database/ Benchmark/ Guideline for

	Industry Presented by ACE
15:50 – 16:10	In-house Database for Industry Presented by ECCJ
16:10 -16:30	Q&A

・ 総括ワークショップ

1. ワークショップ概要

本ワークショップにはミャンマーを除く9カ国からのFocal PointとACEの関係者及びECCJ関係者、更に地元の関係者22名が参加致した。

昨年度活動の評価に基づくフェーズ2の成果の評価に関し率直な意見交換と討議を行い、この現状を認識した上でフェーズ3の活動をどう方向付けていくかに関し活発な討議が行われた。その結果、2004年からフェーズ2として移転された技術や改善策を確実に実施・普及する活動に重点をおいて活動してきて成果も上がり蓄積されているが、フェーズ2の目標とするレベルを達成するには更に改善努力が求められるとの結論に至り、その改善方針を確認した。更にこれらの確認に基づき来年度の基本実施計画を含む将来取組みを協議して参加者の基本的な合意を得ることができた。

今後この結果に従い、2009年度にASEAN各国で活動を実施したいプロジェクトとその具体的な活動内容を協議し、提案書を昨年同様各Focal PointからACEに5月第1週までに提出し、これらをECCJ-ACEで検討して実施計画案を作成して、本年7月上旬に開催予定のInception Workshopで実施計画を最終化することで合意した。

(1) Summary Workshop - Post Workshop 開催時期

2008年2月26日(火)～27日(水)

(2) Summary Workshop - Post Workshop 開催場所

Hotel Salak The Heritage, Bogor

Jl. Ir. H. Juanda No. 8, Bogor ? 16121, Indonesia

(3) Summary Workshop - Post Workshop 参加者

ASEAN10カ国から15名、ACE4名、ECCJ3名を加え総勢22名が出席した。参加者名を下記に示す。

アセアン関係者：15名

Dr. Weerawat Chantanakome, Executive Director, ACE

Mr. Sarat Prakobchat (Bureau of Energy Regulation and Conservation, DEDE), MOE Thailand (Chairman)

Mr. Amir Sharrifudin, Sustainable Energy Unit, Prime Minister 's Office (Energy Division)

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

Ms. Indarti, Head of EC Division, Ministry of Energy and Mineral Resources (MEMR), Indonesia

Mr. Khamso Kouphokham, Chief of Administration Division, Ministry of Energy and Mines

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

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

Philippines

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

Mr. Phuong Hoang Kim, Official on Energy and Environment, MOI, Vietnam

Mr. Christopher Zamora, Manager, ACE

Mr. Ivan Ismed, Project Officer, ACE

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

Mr. Junianto M., IT Staff, ACE

Ms. A. Desita Ekaputri, Statistics & Database Specialist, ACE

他インドネシア関係者 (DGEEU and ACE): 4 名

ECCJ: 3 名 (吉田部長、牛尾部長、田中専門職)

2. 2007年度の活動報告と2008年度の活動方針

2007年度の活動実施国から以下の報告があった。詳細については、前述の各国活動詳細を参照されたい。次いで、2008年度 of 取組み方針について、ECCJ から説明があり、参加者全員により確認・合意された。

今年度活動実施国 (業種)	今年度の活動成果と評価	来年度の取組み方針
以下の4ヶ国 ベトナム (繊維) フィリピン (食品) マレーシア (食品) タイ (セミナー主体。鉄鋼)	<p>1. 3カ国で Local Team を組織しエネルギー診断のOJT等の活動に積極的に取組み、参加者にはプロセスの基本的な理解を深めてもらう努力をした。</p> <p>2. セミナー・ワークショップは成果の普及に重点を置いた方法とプログラムに従い実施。活発な討議が行われた。</p> <p>3. Tech. Directory (TD) 編集で35の技術項目を追加しACE Web 掲載。In-house Database (IHDB) は食品と繊維分野に関し内容を討議、結果に従いACE が策定中。</p> <p>4. 改善の要点</p> <ul style="list-style-type: none"> - 各国参加者に関しては数だけでなく構成員の内容も考慮すべき - TD、IHDB とも改善・策定作業のスピードを上げるべき 	<p>以下を条件とし各国からの提案を求める。また、今年度の改善点を反映する。</p> <p>1. 強化 OJT</p> <p>1) Local Team の確実な組織</p> <p>2) 確実な調査前準備</p> <p>3) 上記を確約出来る国で活動</p> <p>2. Process の基本知識強化</p> <p>3. 業種別 In-house Database 策定及び Tech. Directory の改善・充実化。</p> <p>4. 各国での基本日程はエネルギー診断が1箇所ですべて4労働日、Follow-up が1箇所ですべて2労働日、Seminar-Workshop が1労働日の最大7労働日とする。</p> <p>3. 活動実施国は今年度訪問しなかった国を優先し最大3ヶ国を予定</p>

3. フェーズ2の活動評価とフェーズ3に向けての基本方針

フェーズ2の活動はほぼ計画通り完了しその蓄積も大きく成果が上がってきた。特に各国関係者の省エネの重要性と有効性に関する意識が年々高まってきた点、普及や情報共有のための各種ツールや情報システム類が整備されてきた点が大きな進歩である。

しかしながら、フェーズ2の重要な目標である自主努力の発現や移転された技術経験の地域普及と共有の観点から評価すると更に改善する必要がある。特に OJT で育成している将

来のリーダーやトレーナーとなる人たちが系統立てられて育成されているとは言えない。また、彼らを共有しあうような活動や彼ら自身による教育・普及活動が殆ど行われていない。また、ASEANでの活動を政策的に(技術・財政)支援するような各国政策面での対応が必ずしも十分でない。加えて、協力してくれた企業や各種団体に対するフォローやエネルギー管理ツール類の策定に必要な Focal Point を通じた各国から ACE への支援が十分でなく、持続性に課題が残っている。

フェーズ3の活動を目指すには、まず、上記がしっかり改善されていることが大きな前提となるので、来年度以降も上記の課題を意識して活動に取り組むべきである。この中で、強化すべき活動を明確化し、それに対する障害を特定しこれらの障害をなくす方策を確立して行くことが重要となる。これらの条件を満足した上で、さらに以下のような点を考慮する必要がある。

- (1)フェーズ2の成果を各国で自立発展的に拡大するための国家政策面での対応。内容によっては日本など先進国との2カ国間協力も検討。
- (2)アセアン諸国同士が不足な面を補足しあうような域内協力。
- (3)強化すべき活動の明確化。
- (4)3プロジェクト間の協力活動。(例えば、Focal Point? BOJ (Building)委員? BOJ (EM)委員のチームによる表彰制度参加促進活動など)
- (5)具体的な成果の評価のため、目標結果の定量化や成果の可視化。

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