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18年3月

財団法人省エネルギーセンター

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 習慣など国状を充分に調査し、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 年度の 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実施成果に基づき、2004 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に移行した。2005 度も昨年に引き続き同事業を展開した。

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・ガイドライン作りを継続した。

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。今年度はカンボジアで縫製、フィリピンで鉄鋼、インドネシアで紙・パルプと繊維、およびブルネイでセメントと食品加工の工場を対象とした。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、とくに業種毎の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。二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18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
	カンポジア(縫製産業)	- 1
1		
2		
	2.1 June Textiles 社縫製工場の概要	- 3
	2.2 June Textiles 社縫製工場の前回診断結果概要	
	2.3 フォローアップ診断調査	- 6
3	. Berry Apparel 社縫製工場エネルギー簡易診断	
	3.1 Berry Apparel 社縫製工場訪問	-14
	3.2 助言・提案	-15
4 .	M&V International Manufacturing社縫製工場省エネルギーフォロー	
	アップ調査	-16
	4.1 M&V International Manufacturing社縫製工場の概要	
	4.2 M&V3 社縫製工場前回診断結果概要	-18
	4.3 フォローアップ診断調査	-19
5	. セミナー・ワークショップ	
	5.1 概要	
	5.2 セミナー・ワークショップ結果	
	フィリピン(鉄鋼産業)	- 1
1	. 活動概要	- 1
	Steel Asia 社圧延工場省エネルギーフォローアップ調査	
	2.1 Steel Asia 社圧延工場の概要	- 3
	2.2 Steel Asia 社圧延工場前回診断結果概要	
	2.3 フォローアップ診断調査	- 5
3	. Primary Steel 社圧延工場省エネルギー調査	-15
	3.1 Primary Steel 社圧延工場の概要	-15

	3.2 Primary Steel 社圧延工場の省エネルギー改善項目
	3.3 フォローアップ診断調査
4 .	セミナー・ワークショップ
	4.1 概要
	4.2 セミナー・ワークショップ結果
•	インドネシア(紙・パルプ、繊維産業)
	活動概要
	PT Kertas Leces 社紙・パルプ工場省エネルギーフォローアップ調査
	2.1 PT Kertas Leces 社紙・パルプ工場の概要
	2.2 PT Kertas Leces 社紙・パルプ工場の前回診断結果概要
	2.4 技術的検討と提案
3.	Industri Sandang Nusantara 社 Patal Grati 紡績工場エネルギー簡易
	診断
	3.1 Patal Grati 紡績工場訪問
	3.2 助言・提案
	3.3 改善提案項目および効果
4 .	セミナー・ワークショップ結果について
	4.1 概要
	4.2 セミナー・ワークショップ結果
	ブルネイ(セメント,食品加工業)
1 .	活動概要
2 .	Butra Heidelberg Cement (BHC)社セメント工場エネルギーフォロー
	アップ調査
	2.1 Butra Heidelberg Cement 社セメント工場の概要
	2.2 BHC 社前回診断結果概要
	2.3 フォローアップ診断結果
3 .	Kingston Beverage & Creamery Sdn. Bhd.社清涼飲料工場
	エネルギー簡易診断
	3.1 Kingston Beverage & Creamery Sdn. Bhd.社清涼飲料工場の概要
	3.2 省エネルギー活動の助言・提案
	4.4 改善済み項目について
4 .	セミナー・ワークショップ
	4.1 概要

	4.2 セミナー・ワークショップ	-32
	アセアンとしての取り組みについて	- 1
1.	総括ワークショップ・ポストワークショップ概要	- 1
2 .	主要産業に関する総括ワークショップ	- 3
	2.1 2005 年度の 4 カ国における主要産業省エネルギー活動	- 3
	2.2 工場フォローアップ診断	- 5
	2.3 2005 年度実施 4 カ国からの報告概要	- 8
	2.4 2005 年度 PROMEEC 活動計画	- 9
	2.5 討論	-12
3.	ポストワークショップ	-12
	3.1 TD について	-12
	3.2 DB/BM/GL	-12
. 資	料リスト	- 1

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/GL Database / Benchmark / Guideline

ACE ASEAN Center for Energy

METI Ministry of Economy, Trade and Industry
ECCJ The Energy Conservation Center, Japan

Cambodia

MIME Ministry of Industry, Mines and Energy, Cambodia

EE&S Office Energy Efficiency and Standard Office

EDC Electricite du Cambodge (カンボジア電力公社)

DET Department of Energy Technique

Philippines

DOE Department of Energy

DOST Department of Science and Technology

RE Renewal Energy

MERALCO Manila Electric Company (Old Name: Manila Electric Railroad and

Light Company)

ECPH Energy Conservation for the Philippines (2005 年 6 月実施の日本研修)

FAS Factory Automation System

WESM Wholesale Electricity Spot Market

Indonesia

MEMR Ministry of Energy and Mineral Resources

DIP De-Inking Plant、脱墨装置

BIO Biotechnology
PM Paper Machine

PLN 電力公社

KONEBA PT Konservasi Energi Abadi (Persero)

Brunei Darussalam

DES Department of Electrical Services, Prime Minister's Office

BHC Butra Heidelberg Cement

Malaysia

PTM Pusat Tenaga Malaysia (Malaysia 省エネルギーセンター)

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6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いっている。

今年度は第2段階に本格的に取り組む2年目の年として、過去4年間のフェーズ1プロジェクト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・普及に向けた年と位置付けられた。即ち、第2段階では、これまでの4年間で全ての ASEAN 諸国での10業種における工場でのエネルギー診断を実施した実績と成果に基づき、過去に各国で討議・提言された改善策を中心とする実際の改善を実施・普及するための基盤確立を目指す。

具体的には、以下の活動をカンボジア(縫製)・フィリピン(鉄鋼)・インドネシア(紙・パルプと繊維)・ブルネイ(セメントと食品加工)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ことを目的とする。
- ◆ 技術要覧(TD)の作成 縫製・鉄鋼・紙/パルプ・セメントの4業種における、ASEAN諸国で有効な技術と各技 術の成功実施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。
- ◆ データベース(DB)・ベンチマーク(BM)・ガイドライン(GL)の策定 省エネルギー活動を進めるための数値目標設定と目標達成のためのガイドライン提 供の仕組みを作り、実施に移すことを目標とする。今年度の課題として縫製・鉄鋼・ 紙・パルプ・セメントの4業種におけるデータベース策定が必須である。

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再度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ることができた。

各国のセミナー・ワークショップでは、上記に関する討議に加え当該国の工場関係者に加えて他の ASEAN 諸国の異業種を含む工場・政府関係者(過去にエネルギー診断した工場の関係者を含む)に参加してもらい、それぞれの活動と改善策の実施例を発表しても

らった。各国でのセミナー・ワークショップには多数の参加者が集まり、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、2005 年 6 月の Inception Workshop (ビル・エネルギー管理基盤整備の両プロジェクトと共通)で開始された。Inception Workshop で事業の円滑な開始を目的に実施計画が立てられ、現地業務の準備が確認された。その後、4ヶ国における調査とワークショップを2005年12月までに順調に実施できた。そして、2006年1月に行なわれた Summary / Post Workshops (ビル・エネルギー管理基盤整備の両プロジェクトと共通)では ASEAN 諸国から代表 (Focal Point)を集め、4ヶ国での活動結果と成果を ASEAN Benchmarking の活動成果結果を含め他の国にも共有してもらうための報告と、TD の作成や各国 DB / BM / GL 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。

2005年8月22日 - 9月2日(出張:8月21日 - 9月3日); カンボジアとフィリピンにおける現地業務(第1次)

- 1.カンボジアでは、過去調査の2縫製工場のフォローアップ調査と新規縫製工場の簡易エネルギー診断、フィリピンでは過去調査の圧延工場のフォローアップ調査と新規 圧延工場簡易エネルギー診断を行い調査結果の報告と討議を各工場にて実施した。
- 2.両国におけるセミナー・ワークショップ実施 各国 40 名から 60 名の参加者を集め、以下を実施し大変活発な討議を通じた積極的な 情報交換が行われ、また日本側で提案した TD 作成方針や DB / BM / GL 策定活動方針 も基本的賛同を得て成功裡に終了できた。
- (1)省エネルギー政策とプログラム(各国と日本)
- (2) 各開催国と他の 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) TD 作成方針の協議
- (4) 各開催国での DB 策定活動方針の協議

2005年12月5日-12月17日(出張:12月3日-12月19日); インドネシアとブルネイにおける現地業務(第2次)

1.インドネシアでは、過去調査の紙・パルプ工場のフォローアップ調査と新規紡績工場の簡易エネルギー診断、ブルネイでは過去調査のセメント工場のフォローアップ調

査と新規食品加工簡易エネルギー診断を行い調査結果の報告と討議を各工場にて実施した。

2.両国におけるセミナー・ワークショップ実施

各国 60 名から 100 名を越える参加者を集め、以下を実施し大変活発な討議を通じた 積極的な情報交換が行われ、また日本側で提案した TD 作成方針や DB / BM / GL 策定 活動方針も基本的賛同を得て成功裡に終了できた。

- (1)省エネルギー政策とプログラム(各国と日本)
- (2) 各開催国と他の 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) TD 作成方針の協議
- (4) 各開催国での DB 策定活動方針の協議

2006年1月26日-1月27日(出張:1月25日-1月29日);

Summary Workshop / Post Workshop

"Summary Workshop and Post Workshop on Promotion of Energy Efficiency and Conservation (PROMEEC) (Major Industry, Building and Energy management), SOME METI Work Program 2005 2006" (場所はBandung、Indonesiaで開催。ビル・エネルギー管理基盤整備と共通)に参加

シンガポール、ミャンマーとヴェトナムからの代表が欠席したが、ASEAN 各国、ACE 関係者と(財)省エネルギーセンター(ECCJ)代表を含め 22 名が集まり、以下の総括と協議を実施した。今回訪問した4ヶ国での活動をまとめて報告、4ヶ国で準備された省エネルギーに関する全般的な活動状況や方針を報告してもらった上で闊達な協議を行った。今後これらの実際の作業を具体的に進める方法をさらに良く理解し合う努力が必要な点は来年度以降の課題として残ったが、ASEAN 諸国によって今年度の活動成果に対しては高い評価を得ることができ、来年度以降の事業取組み方針も基本的合意を得ることが出来た。

開幕の挨拶(開催国など各関係者代表)

Summary Workshop

セッション1: 主要産業

- 本年度の活動結果・成果と評価
- 各国の活動評価や将来の改善策
- 各国の TD や DB 策定状況
- ASEAN の主要産業用 TD DB の策定状況
- 来年度以降の取組み方針

セッション2:ビル

セッション3:エネルギー管理

Post Workshop

セッション 1:各プロジェクトの Summary Workshop 討議結果の総括

セッション2:来年度以降の基本実施計画

今年度は持続的な省エネルギー活動の基盤を ASEAN 各国で確実に築いていくための支援 を目指し、各国の一層の自助努力を求めてレベルを高めた活動を展開した。全ての国で 活動実施のための協力を得ることが出来た結果、本年度も大きな成果を得ることが出来た。一方で、この活動の変化に十分に対応するための理解をさらに深め各国の対応体制 を構築する必要があり、今後の課題も明確となった。しかし、このことは本事業の内容が深まった結果このような課題が顕在化したと理解され、一歩前進したと評価される。

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 が主体となり設立された。ASEAN 側ではこのプロジェクトは PROMEEC (Major Industries)と称される。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省大臣会合で認証されている経済産業省との協力プロジェクトである。この活動を通じて、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 諸国の資質をたかめること。
- 5 . ASEAN 諸国においてエネルギー診断のデータベース(DB)・ベンチマーク(BM)および ガイドライン(GL)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 段階にて推進するとの認識に基づき、本年度は第 2 段階の活動の 2 年目としての位置付けである。第 1 段階での 2004 年 3 月までに、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段階 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段階 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段階 ASEAN 諸国の自助努力で省エネルギーを推進

咋年度からこの基盤に基づき、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/BK/GL 策定を活動の基軸としている。今年度はこれらに従

う活動を、カンボジアで縫製、フィリピンで鉄鋼、インドネシアで紙/パルプと繊維およびブルネイでセメントと食品加工を対象業種として実施した。

各国では、過去にエネルギー診断した工場において改善策の実施状況や問題点を把握するためのフォローアップ調査と、エネルギー診断技術の確実な移転を図るための新たな工場での OJT に基づく簡易エネルギー診断を地元関係者と共に実施した。加えて、セミナー・ワークショップを実施し、自国と他国から数業種の工場などから講師を招待して実施された改善策の成功事例や先端的な省エネ技術事例を紹介して、ASEAN 各国間での普及活動を行った。また、TD や各国用 DB / BK / GL の策定を推進するための構想や作成作業に関し討議を行い今後の方向付けをした。これらの活動は訪問した各国に省エネルギー推進基盤構築のための核と、他国に対する普及のネットワークを構築することを目的にしている。

最終的に各国の代表を集めて総括ワークショップを開催し、各国での活動実績と成果を 共有し将来の活動の基本計画を協議した。

Ⅱ. カンボジア (縫製産業)

1. 活動概要

フェーズ 1 (2002 年 1 2 月および 2003 年 2 月) で省エネルギー診断を実施した縫製工場のフォローアップ診断、および各種産業の省エネルギー実施例の発表を含めたセミナー・ワークショップをプノンペン(カンボジア)で開催した。

工場エネルギー診断はフォローアップの2縫製工場と新規の1縫製工場で行った。

今年度からは、6月に行われたインセプション・ワークショップの場で、MIME が主導的な立場でフォローアップ診断を実施し、その結果を報告することで合意されていたが、実際には ECCJ が中心となって進めなければなかった。また、フォローアップの2社の縫製工場を訪問したところ、事前に ACE 経由で MIME 宛てに送信しておいた質問状が両社に渡っていなかったため、回答確認調査に時間がかかった。

1. 1 実施年月日

2005年8月22日~26日

1. 2 実施場所

フォローアップ調査: June Textiles 社、M&V 社の縫製工場 (プノンペン市内)

新規工場簡易エネルギー診断: Berry Apparel 社縫製工場 (プノンペン市内)

セミナー・ワークショップ: プノンペンホテル (プノンペン市内)

1. 3 日程 (資料 No. D-101)

8月22日(月): June Textiles 社縫製工場フォローアップ診断

23 日(火): June Textiles 社縫製工場フォローアップ診断および Berry Apparel

社簡易診断訪問

24日 (水): M&V International Manufacturing (M&V) 社縫製工場フォローアップ

診断

25 日 (木): M&V 社縫製工場フォローアップ診断

26日(金): セミナー・ワークショップ

1. 4 関係者

ACE:

Mr. Christopher G. Zamora: Manager,

Mr. Ivan Ismed: Project Officer

カンボジア:

Mr. Lieng Vuthy, Deputy Director, Department of Energy Technique (DET), MIME

Mr. Heang Bora, Head of Energy Efficiency and Standard Office, DET, MIME (カンボジア Focal Point)

Mr. Ly Chamroeun, Vice Chief Officer, EE&S Office, MIME

Mr. Nong Chhavyvann, EE&S Office, DET, MIME

Mr. Choun Teiea, EE&S Office, DET, MIME

日本側専門家: ECCJ 国際エンジニアリング部 技術専門職

小川 史雄、天野 尚、田中 秀幸

カンボジアー般事情

(1) カンボジア事情

今回訪問したカンボジアの社会情勢を簡単に記す。

- 面積: 18.1万 km² (日本の約 1/2 弱)

- 人口: 13.5 百万人 (2002 年)

- 宗教: 仏教が主

- 政体: 立憲君主制

- 経済: 主要産業: 農林水産業 (GDP の 33.4%)、

工業 (GDP の 26.3%) (2002 年計画省資料)

一人当り GDP: 310 米ドル (2003)

通貨: リエル、1US\$ = 約4,000 リエル (2004年)

貿易 (2002年):

輸出: 縫製品、肉・野菜類、天然ゴム・ゴム製品を米、独、英、

シンガポール、日本へ。輸出額17.4億米ドル

輸入: 縫製用布、機械、車両、燃料をタイ、シンガポール、香港、

中国から。輸入額24.8億米ドル

- 経済概況: アジア経済危機の影響で外国投資や観光収入が減少し、一次経済成長率が鈍化したが、その後は5%後半から7%台の安定した成長率を保っている。2004年7月に発足した第3次連立政権も引き続き経済発展と産業育成を最重要政策目標と位置付けているが、海外直接投資の誘致が今後の鍵と言える。

(2) エネルギー事情

カンボジアでは RE エネルギー以外に水力等があるが、石油類はすべて輸入に頼っている。 電化率は 17%、首都圏の電気代は US\$0.15/kWh、ガソリンは約 3,500 リエル/L、軽油約 2,800 リエル/L であった。

2. June Textiles 社縫製工場省エネルギーフォローアップ調査

2. 1 June Textiles 社縫製工場の概要

(1) 会社概要

会社名: GIMMILL Industrial (Pte) Ltd. (RAMATEX/GIMMILL Group)

June Textiles Co., Ltd. (Cambodia)

本社はマレーシアにある。

工場名: June Textiles Co., Ltd. (Cambodia)

住所: Russian Blvd., Borei 100 Khnong, Sangkat Tek Thla, Khan

Russei Keo, Phnom Penh Tel: 023-883-338

製品: カジュアルウェア (主製品: T-シャツ)

生産量: 117 万ダース (2001 年実績)、169 万ダース (2004 年実績)

従業員: 4,393人 (2002年11月30日)、約5,000人(2005年8月)

勤務体制: 7.5 時間勤務2個班体制

 $(6:15\sim14:15 \quad (7.5 \text{ hours}), 14:15\sim22:15 \quad (7.5 \text{ hours}))$

(2) 縫製工場の製造工程とエネルギー消費

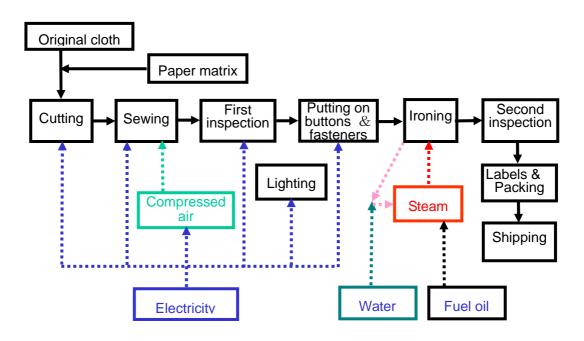
前回調査時の状況とフォローアップで訪問した際の結果を加味して示す。

1) 操業概要

同工場はマレーシアにある本社管理の下で T シャツを主体にしたカジュアル製品を 生産している。この会社は 1992 年に設立され、操業は 1994 年から行なわれ、縫製 品全量を USA、EU やオーストラリアへ輸出している。

エネルギー源は電力と石油製品で、電力は自工場内に設置されている IPP (Independent Power Producer)の Diesel 発電機からの電気を購入していたが、2001年からは EDC (カンボジア電力公社)からも購入するようにしている。14:15~22:15の時間帯は IPP からの電力を、その他の時間帯は EDC 電力を使っている。今回の調査時でもこの方法は変わっていないが、ボイラー用給水に水道水(市水)と蒸気ドレンを、ボイラー燃料油としては Diesel 油のみから「Diesel+重油」の混合油使用へと変更されていた。

図Ⅱ-2-1 に一般的な縫製工場の製造工程と使用エネルギーのフローを示す。 June Textiles も同様の製造工程を持っている。



図Ⅱ-2-1 一般的な縫製工場の製造工程と使用エネルギーのフロー

2) 設備

ボイラー No. 1 ボイラー: 貫流ボイラー 783kg/h

No. 2 ボイラー: 貫流ボイラー 500kg/h (休止中)

No. 3 ボイラー: 貫流ボイラー 300kg/h (休止中)

No. 4 ボイラー: 貫流ボイラー 783kg/h (今回、稼動中)

受電設備 22kV (トランス: 22kV/400~230V、1500kVA 1 基あり)

エアーコンプレッサー

No. 1 コンプレッサー 12.95m³/min×85.9kW

+リザーブタンク 1m3

No. 4 コンプレッサー 75kW +リザーブタンク 0.3m³

No. 2、3 コンプレッサーは撤去され、代わりに No. 4 が導入されていた。

縫製工場設備として裁断機、縫製機、アイロン、照明、空調装置等がある。

3) エネルギー消費量

表 II-2-1 に、2001 年と 2004 年の生産量および種類別エネルギー消費量を示す。

表Ⅱ-2-1 エネルギー消費量 (2001年および 2004年)

It	ems	2001	2004	Improvement (2004/2001)
Production (Dozens/y)	Casual wear	1, 170, 000	2,110,000×0.8=1,688,000 (By subcontract: 20%)	(1. 443)
Energy consumption	Fuel for Boilers (L/y)	Diesel 0il: 198,000	Diesel 0il: 30,000 Fuel 0il: 171,000 (Total = 201,000)	(1. 015)
	Electricity (kWh)	IPP: 1,676,000 EDC: 2,170,000 (Total=3,846,000)	IPP: 1,356,000 EDC: 3,549,000 (Total = 4,905,000)	(1. 275)
Energy	Fuel	0. 169L/Dozen	0. 119L/Dozen	0.704
Intensity	Electricity	3.287kWh/Dozen	2.906kWh/Dozen	0.884
Skill up of	Workers No.	4,400 Persons	5,000 Persons	(1. 136)
workers	Output per person	266 Dozens/person/y	338 Dozens/person/y	1. 27
Energy Price	Fuel	Diesel oil US\$0.35/L	Diesel oil US\$0.60/L	(1.71)
	Electricity	US\$0.122/kWh	US\$0.15/kWh	(1.23)

2. 2 June Textiles 社縫製工場の前回診断結果概要 前回診断時に示された改善項目は以下のとおりであった。

- (1) アイロン工程からの回収ドレンをボイラー給水およびその加熱に利用する。 アイロン工程からの回収ドレンは有効利用されずに廃棄されていた。これを有効利用 することにより、燃料油の約7kL/yを節約することが出来る。
- (2) ボイラー〜スチームヘッダー〜工場間の裸配管の保温 40A 配管の裸部 60m 長さに 30mm 厚保温材を施工することにより、燃料油の約 7.2kL/y を節約することが出来る。
- (3) エアーコンプレッサーの台数制御装置導入による省エネルギー 3台あるエアーコンプレッサー (75kW×1台、37kW×2台) の内、75kW1台を常時運転しているが、5秒周期でロード・アンロードを繰り返している。そのため、新リザーバタンクを設け、このタンク圧力によって複数エアーコンプレッサーの ON/OFF を制御するシステム導入を提案した。予測効果は、約113MWh/y の節減になるとした。

(4) 照明器具の取付け位置変更による省エネルギー

裁断室や縫製室の照明は天井取付け灯と吊り下げ式蛍光灯の併設となっている。この 吊り下げ式の位置を下げることにより、蛍光灯数を減らせるとした。年間約 47MWh の 節減が期待できるとした。

2. 3 フォローアップ診断調査

前回の診断指導項目実施状況のフォローアップ診断および新しい活動状況の調査のため 2日間にわたって同社縫製工場を訪問した。

(1)調査実施日:2005年8月22日(月)および8月23日(火)

(2)調査者:

カンボジア、DET、MIME

Mr. Lieng Vuthy、Deputy Director (22 日朝の挨拶のみ)

Mr. Heang Bora, Head of EE&S Office

Mr. Ly Chamroeun, Vice Chief Officer, EE&S Office

Mr. Nong Chhavyvann, EE&S Office

Mr. Choun Teiea, EE&S Office

日本、ECCJ 国際エンジニアリング部、技術専門職

小川 史雄、天野 尚、田中 秀幸

(3) 先方応対者:

Mr. Albert Teoh、Administration Manager (22 日朝の挨拶のみ)

Mr. L. K. Shyan, Account & Payroll

Mr. Pohlin, Maintenance Supervisor

(4) フォローアップ調査概要

22 日に June Textiles 社の工場を訪問したところ、事前に MIME 宛てに送信しておいた質問状が同社に渡っていなかった。同社は我々の調査に対して非常に協力的であったものの、回答を準備する時間が無かったために調査の効率が悪くなった。22 日の午前中に工場内を簡易診断し、午後は生産量・エネルギー消費量などにつき質問して回答を得た(資料 No. D-103)。一部のデータは時間を要するため翌日まわしとし、23 日午前に再び訪問して回答を受取るとともに再度現場のポイントとなる箇所を調査し、温度・照度などの測定を行った。

本工場は前回調査時(2002年12月および2003年2月)に比較して生産工程(原反受

入れ、裁断、縫製、アイロン、梱包出荷)や操業方法は基本的に同じであるが、生産量は4割以上増加しており、部分的改善(エアーコンプレッサー取替え、冷房システム改善、スチームドレン回収など)を実施済みであった。その結果、燃料および電気原単位がそれぞれ約30%減、12%減と大幅に改善されていた。

改善項目のうちスチームドレン回収は前回の助言に従った結果と思われる。エアーコンプレッサーは提案を参考に高効率機種を採用していた。蒸気配管の保温は一部分のみ施工されていたが、照明はほとんど元のままであった。

なお、本項に関する関連技術説明は、資料 No. D-116 "Follow up of Energy Audit EE&C Activities in Garment Industries, Cambodia"に示す。

なお、June Textiles 社からの入手資料はなかった。

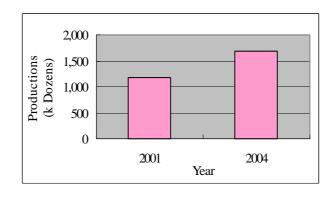
(5)調査結果

1) 生産状況とエネルギー原単位

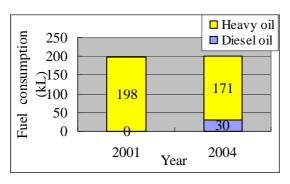
データは表Ⅱ-2-1 に示しているが、2001年と2004年の比較を図Ⅱ-2-2、Ⅱ-2-3 およびⅡ-2-4 のグラフに示す。生産量が3年前に比べ大幅に増えたが、燃料および電気の使用量の増え方が少ないために結果的に原単位は画期的に改善されている。この理由として同社が挙げたのは、

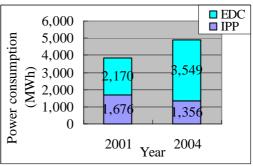
- 従業員の技能が向上したため効率が上がり、生産量が大きく増大した。3年間の間に一人当たり生産量が127%上昇している。
- 4-5 年毎にミシンなどを高効率かつ省エネルギー型に更新する。
- 後述するような省エネ投資の効果が出てきた。

ということであった。

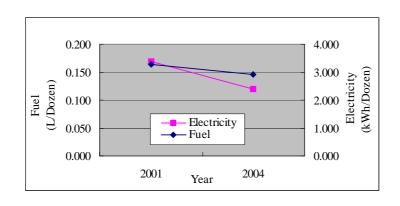


図Ⅱ-2-2 生産量の変化 (2001年と 2004年の比較)





図Ⅱ-2-3 燃料消費および電力消費の変化(2001年と2004年の比較)



図Ⅱ-2-4 エネルギー原単位の変化 (2001年と 2004年の比較)

2) エネルギー管理

Mr. Shyan は会計担当であるが、省エネルギーの重要性を良く理解していた。しかし 工場全体として意識は低く、データの把握も不充分であった。一方、ホワイトボー ドに班毎の生産量が表記されていた。小集団活動が芽生えていることが覗われる。 調査チームは Mr. Shyan の省エネルギーの重要性への理解を高く評価するが、今後 は計量体制を整えて、定量的データに基づく説得力ある活動へと展開していくこと が望まれる。

調査グループは用途別の電力使用量を把握するため、質疑応答と現場での調査を通じて表 II-2-2 に示す結果を得た。現場では、機器仕様および基数の確認、配電盤・コントロール盤等からの電力や消費量の読取り等を行い、質疑応答で得た情報も加味して推定したが、MIME の参加者や Mr. Shyan にとって参考になったと思われる。今後は、このようなやり方で時々刻々の変化を定量的につかむことが必要で、その結果問題点が明確になり、対策が立てやすくなってくるはずである。

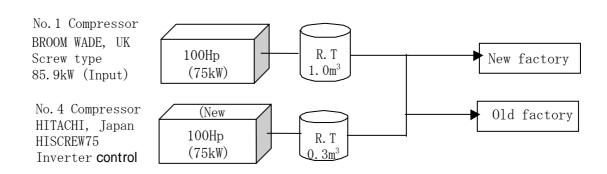
表Ⅱ-2-2 用途別電力使用量

	Equipment	Estimation	Power	Ratio
			Consumption	
1	Sewing	$(1440 \text{units}) \times (0.55 \text{kW}) \times 0.5 = 396 \text{kW}$	396kW	49%
	Machines	Total No.: 360units×4 Factories		
		Operation Ratio = 50%		
2	Lightings	1926units×0.08W = 154kW	154kW	19%
		Total No.: 321units×6 Factories		
3	Air	64units×1.5kW = 96kW	96kW	12%
	Conditioners			
4	Air	1 unit \times 75kW = 75kW	75kW	9%
	Compressors	One operating, one stand-by		
5	Air Cooling	Fan 40units×0.75kW = 30kW	43kW	6%
	System	Pump 6units×2.2kW = 13.2kW		
6	Others	40kW (Office, Elevator, Boiler pumps,	40kW	5%
		etc.)		
		Total	804kW	100%

(On the other hand, the total power consumption by readings of meters on panel was 840kW.)

3) エアーコンプレッサー

No. 1 コンプレッサー (Broom Wade 社製、75kW) に加えて新たに㈱日立製作所の Screw Compressor (HISCREW 75, 75kW) を約 3 ヶ月前に購入設置し、交互に使用していた。後者は Load の変化に応じて回転数を変化させ所要動力を節減するもので、調査グループが現場で見た際には、出口圧力が約 0.5MPa で安定した運転をしていた。No. 1、No. 2 コンプレッサーは撤去されていた。現在のエアーコンプレッサー構成を図 II -2-5 に示す。



図Ⅱ-2-5 エアーコンプレッサー構成

この圧縮空気は縫製工程(4つの縫製セクション、各約500台のミシンあり。ミシンのうち約半数は圧縮空気で切断した糸を送るタイプである。)へ送られている。各ミシン入り口にレギュレーターがあり、出口圧力を約0.4MPaに設定している。前回の改善策として提案済であるが、再度次のことを行うよう強調した。

a. 吐出圧力の低減

レギュレーターの圧力は必要以上に高いと思われ、徐々に下げて支障が無いかテストしてみることを提案した。これが下げられれば、コンプレッサーの出口圧力も下げることが可能で、省エネにつながる。例えば、出口圧力を 0.5MPa から 0.45 MPa へ下げた場合、電力消費量を約6%下げることが出来る。

b. 配管のループ化

配管圧力損失の低減のため、枝分かれしている末端配管をループ状に結合すれば、 工場内の圧力分布を平準化でき、配管圧力損失も減らすことが出来る。

c. 空気漏れ防止

空気漏れのチェックと補修を行うこと。漏れ量を5%以下にすることは大変だが、5%までは容易に出来ることを強調した。漏れ量の削減は諸に電力節減に反映できる。

また Mr. Shyan からは「上司からコンプレッサー出口配管の改造を検討するよう指示された。」との話があった。

4) 照明

a. 作業面の照度改善

前回の調査で作業場所での蛍光灯の取付け位置を下げることを提案したが、今回 再度現場を見たところ、未実施であった。ミシン作業は細かい作業に属し照度不 足は作業能率や不良率に影響する。比較的暗い部分の照度を測定したところ約 400Lux であり、これは日本の JIS 基準から見ると低目である。これと照らし合わ せると、800LX 程度は欲しい。

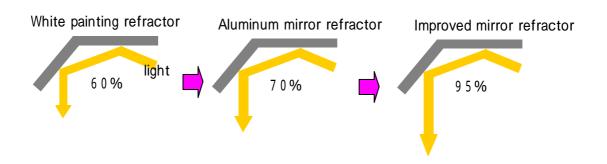
照度は、距離の二乗に反比例するので、前回の提案であるランプ位置を 500mm 低下すると距離が 1800mmから 1300mmに縮小され、照度は

 $(1800/1300)^2 \times 400LX = 1.917 \times 400LX = 767LX$

となりほぼ基準を満足する事になる。引き続き検討対象とすべきである。また低いところに新たに蛍光灯を設置した部屋では天井照明を消灯しても良いと考えられた。さらに窓側や倉庫・梱包出荷の部屋は必要以上に明るいと感じたが、Mr. Shyan の説明ではCCD型防犯ビデオの機能を発揮させるためには必要であるとのことだった。

b. 反射板の設置

アルミ鏡面や更に特殊コーティング処理した反射板を設ける事で、実効的照度を向上させることができる。図II-2-6 は反射率向上の一例で、この例では 1.5 倍の反射率向上が得られる。照明機器への取りつけは各種提案されており、蛍光ランプに直接取りつけるようなタイプもある。



図Ⅱ-2-6 照明反射率向上例

c. 交換時の高効率蛍光灯の採用

蛍光灯に関しては、Hf(高周波点灯型ランプ)を使用することで更に省エネが可能である。また、Hf 化することで各種の照度調整機能を付加することができる。

d. 照明器具の保守管理

ランプは、点灯時間と共に光束(明るさ)が低下していく。蛍光灯の場合は 5,000時間の点灯で照度が 86%になる (10,000時間では 80%)。さらに、汚れによる光束の減少も生じ、通常の環境下においても I年で光束が 85%に減少すると言われている。年間 5,000時間点灯の蛍光灯では、明るさは 73% (= 0.86×0.85) まで落ちることになる。そのため、 I年 I 回程度は清掃を心掛け、古い蛍光灯は交換していくべきであろう。

5) ミシンの動力

日本製のものが多く、消費動力は各 550W であった。Mr. Shyan の説明では4, 5年で入替えるそうで、その都度効率の良いものになっている。

同時に何%のミシンが動いているかという分布の推定は難しく、前記の推定計算では一応 50%と仮定した。

6)空調設備

1年半ほど前にそれまで使用していた作業部屋のエアコンを停止し、新たな冷気通風 方式を採用した。すなわち、一方の壁に排気ファン(40 基、各 0.75kW)を設置し、 反対側の空気導入側の壁に紙波板(米国製)を組合せた熱交換器を設置して上から 水を滴下させ、その蒸発潜熱で直接空気を冷却する。下に落ちた水は戻りの配管で 回収し、再度水ポンプ (6 基、各 1.65kW) で循環させる。この方式は大部屋に対する冷房方式としては最も安価な方法であると感じたが、現場では狭い部屋に大人数が働いているためか作業環境としては快適ではなかった。

なお、事務所の各部屋にはエアコン (64 基、各 1.5kW) が設置されているが、この設定温度 (20°) を上げることを助言した。

7) ボイラー、蒸気配管

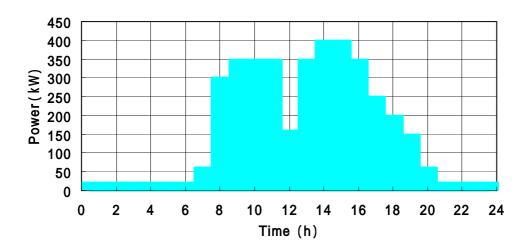
前回報告書に「No. 4 ボイラー増設中」とあるもの (1,725Lb/h) が既に稼動していた。これと No. 1 ボイラー (FULTON 製) との 2 基体制である。前回助言にあった「ドレンの回収」は約 1 年半前にドレンタンクを新設して実施済みである。現場で観察すると上部のドレン配管が下っている辺りから水蒸気が立ち上り、また時々タンクの壁をオーバーフローした水が流れ落ちる。一方、新水を供給する配管は手動バルブで開閉している。タンクの壁面の温度を測定したところ上部は80℃以上、下部でも60℃以上あり、これらと外気温度との差が大きいので効果が上がっていることが確認された。この状況から次の項目を再度助言した。

- a. スチームトラップの整備によりスチーム漏洩を防止する
- b. 新たな水の供給をタンクのレベル調節で自動的に行う
- c. ボイラー本体、スチームヘッダーや配管に未だ裸のところがあり保温する
- d. 燃焼管理(とくに空気比コントロール)を行うこと
- e. 排ガスからの熱回収を検討すること

8) 電力使用量管理

電力の力率改善のためのコンデンサ設置の確認や、電力使用量の把握について説明・討議した。

June Textiles 社縫製工場の配電系統には、電力量計が主要職場毎に設置されている。これを活用して、電力使用量の把握を行うことを薦めた。やり方は、毎日決まった時間に積算電力量計の指示を読み、前日との差で日毎の各部門での消費電力を把握する。このデータをもとに図 Π -2-7 に示すような、電力消費の日負荷曲線を求めることが出来る。表 Π -2-2 も参考にして、これを分析し削減すべき電力を決める。とくに、夜間電力の低減やピーク電力の低減が有効である。なお、瞬時電力を求めるには、電力量計の円盤の回転速度より知る事が出来る。このようなやり方により、更なる省エネ課題が見えてくるはずである。



図Ⅱ-2-7 電力消費の日負荷曲線

- 9) フォローアップによる過去3年間の省エネルギー活動結果まとめ
 - 3. 2項に揚げた前回診断による提案した改善事項の 4項目について、フォローアップ時の調査結果を表 II -2-3 にまとめて示す。

表Ⅱ-2-3 前回診断により提案された改善事項の省エネルギー活動結果

Recommended Technology/Practice	Adjudication	Status of Implementation
(1) Drain recovery from the	Yes	Installing of water tank for drain
ironing process		recovery
(2) Heat insulation for boilers,	No	Re-recommendation
steam header and bare piping		
(3) Introduction of control for	Yes	Installation of new compressor
number of compressors in		controlled by inverter
operation		
(4) Lighting improvement,	No	- Much investment cost
changing the position of the		- Recommended to fix reflectors
lighting fixtures		

3. Berry Apparel 社縫製工場エネルギー簡易診断

23 日午前の打合せにおいて突然 Mr. Shyan から調査団に対し、「皆さんの助言・提案は大変ありがたい。ついては同じ企業グループ(RAMATEX/GIMMILL Group)に属する Berry Apparel 社の新工場がスタートしたばかりなので、短時間で良いから見て気付いた点を指摘してくれないか?」との依頼があった。MIME が了解して応じることとした。 訪問時間は1時間余りであったが、はじめに工場内を見てまわり、その後省エネルギー上改善すべき項目をいくつか説明した。

3. 1 Berry Apparel 社縫製工場訪問

(1) 訪問概要

Berry Apparel (Cambodia) Co., Ltd. は June Textiles Co., Ltd.の姉妹会社で、RAMATEX/GIMMILL Group (Malaysia) に属している。

場所: Phum Chumpou Voin, Sangkat Choam Chao, Khan Dangkor,

Phnom Penh, Cambodia

訪問日: 2005年8月23日(火)12:30-13:45

訪問者: MIME Mr. Heang Bora (FP of Cambodia)

June Textiles Mr. L.K. Shyan (Account & Payroll)

ECCJ 小川 史雄、天野 尚、田中 秀幸

先方応対者: Mr. Kenny Ooi Kian Cheng (Factory Manager)

(2) 工場概要

Berry Apparel 社縫製工場は、June Textiles 社の工場から車で約30分の距離、プノンペン空港から約4kmのところにある広大な工業団地の中に充分な敷地面積を確保して建設され、第1期分が約3ヶ月前に稼動開始した新鋭工場である。June Textiles 社などの経験を生かして高効率・高生産性を目指した設計のように見受けられた。作業環境もはるかに良好である。

同工場は第 1 期として約半分の能力で稼動開始した。Worker の数は現在 2,000 人の 2 シフトで 4,000 人、将来はこの倍で 8,000 人、これに間接部門やその他の職種も入れて 10,000 人になる予定。

カンボジアではさらに大きな工場として、12,000 人規模の香港系の工場がある。しかし全部で約 200 社ある縫製会社の中で Ramatex グループはトップ 5 に入るとのこと。

1) 縫製工程

外観も新鋭工場らしい巨大な建物(50m×70m 程度)の中で、大人数の女子工員が一斉にミシンで作業している様子は壮観である。天井は優に 2 階分はあろうかと思われるほど高く、June Textiles 社と同じ方式である「水の滴下による冷気通風方式」の冷房が採用されている。天井から 10m おきに全ての幅にわたって透明なビニルシートが垂れ下がり、空気の通り道を床上数メートル内の作業場所に限定している。風が吹き抜けるのが感じられて快適な環境である。

2) アイロン工程

June Textiles 社の工場と同じくスチームの供給と戻りの2本の配管が設置されており、個々のアイロンから細い2本のフレキシブル配管が出てそれぞれに接続されている。ドレン回収がどう行われているかについてははっきりしなかったが、今のところ有効利用はされていない。

3) エアーコンプレッサー

やはり June Textiles 社と同じ㈱日立製作所の Screw Compressor が設置されていた。 出口圧力は約0.67MPa と高めの設定であった。

4) ボイラー

燃料油(マレーシアの石油会社 Petronas 名のタンクあり)を使用している。ボイラーの胴部のみ保温材が付けてあったが、ドレンの熱回収等は行われていなかった。 直ぐ近くにヘッダーが組んであり、下部のドレンがスチームトラップを経由して近くの道路脇に排出されており、水蒸気が盛んに立ち昇っていた。

3. 2 助言・提案

- 1)作業環境は、天井が高いこと、空気の流れがあること等で非常に良好である。ここでは冷気通風方式が有効に働いていると感じた。
- 2) 倉庫の高天井に設置されている蛍光灯は配光特性上適切でない。 取替え時に HID タイプなどに取替えてはどうか?
- 3) エアーコンプレッサーの吸込空気用フィルターを頻繁に清掃しているようだが、 吸気ダクトを設置してなるべくきれいな空気を吸込むようにしたらどうか? 吐出圧力も高めである。
- 4) ボイラー、蒸気配管等については June Textiles 社の工場で説明したと同様の助言項目を説明した。とくに、人手によるタンクへの給水や回収ドレンの有効利用については、早急に改善するよう提案した。

なお、Berry Apparel 社縫製工場からの入手資料はなかった。

- 4. M&V International Manufacturing 社縫製工場省エネルギーフォローアップ調査
- 4. 1 M&V International Manufacturing 社縫製工場の概要

(1) 会社概要

会社名: M&V International Manufacturing Ltd. (本社は中国、マカオ)

工場名: M&V International Manufacturing Ltd.

Cambodia 内に4工場あり、ここはその第3工場 (MV3) である。

住所: No. 1623 Chac Angre Kraum, Phnom Penh, Cambodia

Tel: (855) 23-425 041

製品: ニットウェア (セーター)

生産量: 510万着(2001年実績)、830百万着(2004年実績)

従業員: 3,000人(2002年11月)、約3,200人(2005年8月)

勤務体制: 8時間勤務(7:00~11:00, 12:30~16:30)、1個班体制

(2) 縫製(ニット)工場の製造工程とエネルギー消費

前回調査時の状況とフォローアップで訪問した際の結果を加味して示す。

1) 操業概要

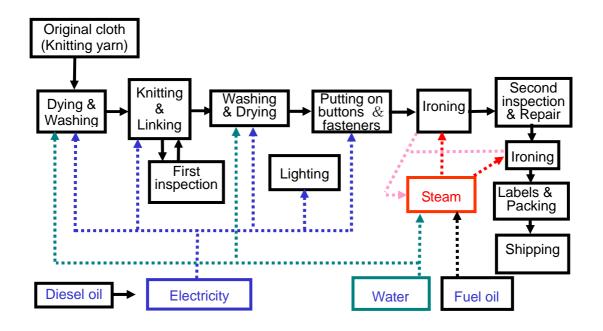
同工場は中国・マカオにある本社管理の下でセーターのみを生産している。生産の 組織・管理は全てマカオが掌握しており、MV3では本社の指示に従って生産してい るだけなので、前回同様詳細データはわからないとのだった。

この会社は 1994 年に設立され、MV 3 での操業は 1997 年から行なわれている。年間 生産量は 510 万着余り (2001 年) から、830 万着 (2004 年) へと増加していた。冬物品 が主であるため、冬季の生産が落ち込むことはあるが、全量が USA、EU 等への輸出 となっている。

エネルギー源は電力と石油製品で、電力は主に Diesel 発電機による自家発電に頼っているが、夜間照明等の電力は EDC から購入している。ボイラー用には河川水および重油を使用している。

3年前の診断調査時とほとんど変わっていない。

図Ⅱ-4-1に縫製(ニット)工場の製造工程と使用エネルギーのフローを示す。



図Ⅱ-4-1 ニット ウェアー工場の製造工程と使用エネルギーのフロー

2) 設備

ボイラー	No. 1 ボイラー	横型煙管ボイラー	4, 200kg/h
	No. 2ボイラー	貫流ボイラー	1,560 kg/h
	No. 3ボイラー	貫流ボイラー	783kg/h
	No. 4 ボイラー	横型煙管ボイラー	6,000kg/h
発電設備	3 基中 No. 2 & 3	Diesel 発電機が稼動	720KVA/各
受電設備	380V (トランス7		

縫製 (ニット) 工場設備として染色装置、洗濯機、乾燥機、縫製機、編み機、アイロン、照明、空調装置および水処理設備等がある。

3) エネルギー消費量

2002年の種類別エネルギー消費量を表II-4-1に示す。

表II-4-1 エネルギー消費量 (2001年~2004年)

年	2001	2003	2004
製品生産量、 万着/年 (比)	510 (100)	650 (127)	830 (165)
エネルギー消費量			
重油(ボイラー用) kL/年	928	1,044	1, 152
軽油(発電用)、 kL/年	480	536	592
電気(買電)、 MWh/年	214	不明	不明
エネルギー原単位			
重油 (ボイラー用)、L/着 (比)	0. 182 (100)	0. 161 (89)	0. 139 (76. 3)
軽油(発電用)、 L/着 (比)	0.094 (100)	0.082 (87)	0.071 (75.8)
エネルギー単価			
重油 (ボイラー用)	US\$0. 25/L		
軽油 (発電用)	US\$0.35/L		US\$0.60/L
電気(買電)	US\$0.152/kWh		

4. 2 M & V 3 社縫製工場前回診断結果概要

前回診断時に示された改善項目は以下のとおりであった。

(1) ディーゼルエンジン排ガスからの熱回収

No. 2、3ディーゼルエンジンの排ガスダクトに熱交換器を設置して、低圧蒸気を発生させる (Co-generation 化)。ボイラーの負荷低減と燃料低減で燃料油の約 28kL/y を節約出来るとした。

(2) 蒸気配管裸部の保温強化

約 65m 長の 25A 裸配に保温材を施工することにより、燃料油の約 3.1kL/y を節約出来るとした。

(3) 照明器具の取付け位置変更による省エネルギー

裁断室や縫製室の照明は天井取付け灯と吊り下げ式蛍光灯の併設となっている。この内、天井照明の方は消灯しても照度にほとんど影響を与えていないので、消灯することを提言した。その結果は、32MWh/yの低減になるとした。

4. 3 フォローアップ診断調査

前回の診断指導項目の実施状況フォローアップ診断および新しい活動状況の調査のため 2日間にわたって同社縫製(ニット)工場を訪問した。

M&V 3 工場は忙しいのか、本調査につきあまり協力的でないと思われた。応対した同社技術者が話せるのは中国語だけであり、同席した総務担当者が英語・クメール語・中国語の通訳をしたが、技術用語は知らないこともあり、コミュニケーション効率が悪かった。この工場にも事前送付の質問書が MIME から渡っておらず、また、会計上のデータは中国の本社に行っているとのことで、要求しても必ずしも思うような数字が出て来なかった(資料 No. D-104)。結局、2003 年、2004 年の生産量と燃料消費量を確認するにとどまった。さらに工場簡易診断では3年前に比べ立ち入り禁止区域が多く、発電機、ボイラー設備および通過した梱包ヤード兼アイロンヤードを見ただけであった。フォローアップ診断調査は時間も短く、簡単なものになってしまった。

(1) 調査実施日: 2005年8月24日(水)9:15 ~ 10:30 8月25日(木)9:00 ~ 12:00

(2)調査者:

カンボジア、Department of Energy Technique (DET)、MIME

Mr. Lieng Vuthy, Deputy Director

Mr. Heang Bora, Head of Energy Efficiency and Standard (EE&S) Office

Mr. Ly Chamroeun, Vice Chief Officer, EE&S Office

Mr. Nong Chhavyvann, EE&S Office

Mr. Choun Teiea, EE&S Office

ACE:

Mr. Christopher G. Zamora: Manager, PROMEEC

Mr. Ivan Ismed: Project Officer

日本、ECCJ国際エンジニアリング部、技術専門職

小川 史雄、天野 尚、田中 秀幸

(3) 先方応対者:

Mr. Shu Jin Fa, Maintenance Manager

Ms. Wen Ying Fang, C.O.C

(4) フォローアップ調査概要

同社の工場はセーターを中心とするニット製品であり、前回訪問時 (2002 年 12 月および 2003 年 2 月) も今回もこの点に大きな変化は無かった。前回は 2001 年のデータを

入手し、今回は 2003 年および 2004 年のデータを得た。これを比較すると製品生産量は着実に増加しており、これが主要因となってエネルギー消費原単位も大幅に低下した。純然たる省エネルギーの投資はあまりしていない様子であった。なお、在籍従業員数は 2001 年が 3,000 人、現在は約 3,200 人で、あまり変化がない。

本項に関する関連技術説明は、資料 No. D- 116 に示す。

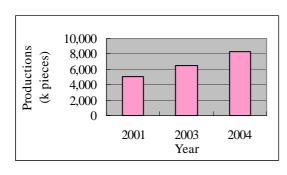
なお、入手資料は何もなかった。

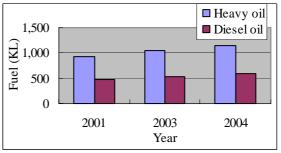
(5)調査結果

1) 生産状況とエネルギー原単位

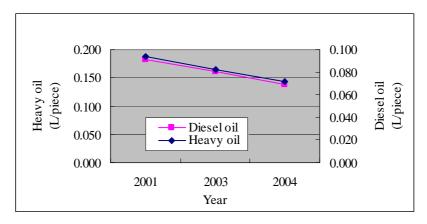
同工場のエネルギー消費状況を表 II-4-1 および図 II-4-2、II-4-3 に示している。重油はボイラー用である。電力は Diesel 発電機による自家発電(発電量は自家発電用軽油消費量に比例) と EDC からの受電(買電)の双方より成る。昼間は生産に必要な電気を自家発電でまかない、夜間(21 時一7 時)の保安電力のみ EDC からの買電によっている。

燃料、電力ともに大幅に原単位が減少(約 24%)しているが、この主な理由は生産量の飛躍的増加と見られる。





図Ⅱ-4-2 生産量と燃料消費の変化 (2001年~2004年)



図Ⅱ-4-3 エネルギー原単位の変化 (2001年~2004年)

2) エネルギー管理

生産量の増加により上記のとおりエネルギー原単位が大幅に改善されているが、同工場のエネルギー管理体制が優れているという印象は受けなかった。しかし、電力消費量については以下に述べるように制御盤メーターの瞬間値を毎日何回か読んでいるようであったが、これをどのように解析し、活用しているかは説明されないので不明である。以下関連項目につき述べる。

a. 季節変化

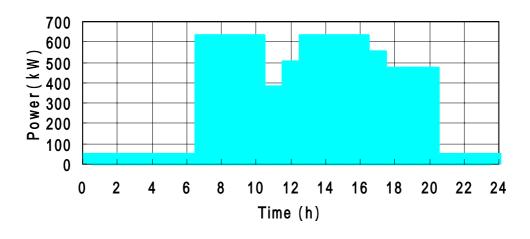
製品は主にアメリカなどに輸出されており、その性格上季節による需要(販売)の変化がある。生産量もこれに応じて変化する。大体4月から10月がピーク期間であり、それ以外はオフピーク期間である。この間の変化が大きいために(在籍従業員数に対して実働人数も変化させる)、電力消費量の瞬間値の読みだけでは年間を通してのデータの把握は不可能である。

b. 1日の中での消費量の変化

現在はピーク期間であり、例として昨日(8月24日)の時間による電力系の読みの数値は以下のように変化した。(なお、製品生産量は30,000着であった。)

07:00 - 11:00	630kW	(フル生産中)	自家発電
11:00 - 12:30	380kW	(昼休み)	同上
12:30 - 16:30	630kW	(フル生産中)	同上
16:30 - 21:00	470kW	(生産中)	同上
21:00 - 07:00	?	(保安電力)	買電

この電力計の読みを日負荷グラフに示したのが図II-4-4である。これにより、消費電力の大体の傾向を掴むことが出来る。



図Ⅱ-4-4 電力消費の日負荷グラフ

c. 燃料価格

2001 年に比較して現在は燃料価格が上昇している。電気代については現在の軽油価格が US\$0.6/L であり、仮に 1L から 4kWh 発電できるとすれば 1kWh 当り US\$0.15 となる。

3) ディーゼルエンジン排ガスからの熱回収

現場で見ると実施していない。今回も話題に出したが、先方の理解が今ひとつで議 論が噛合わなかった。今後検討すべき課題であると伝えた。

ディーゼルエンジンの場合、熱回収は排ガスからの回収とエンジンクーラントから の回収が可能であり、熱回収量は発電量とほぼ同量である。

現在 2 機の運転で約 600kW の電力を得ているので、熱出力も 600kWh (2,160MJ) を得る事が出来る。これは、ボイラー効率を 85%と想定した場合、95L/h (= 218kL/y) の節約に相当する。

4) ボイラー、蒸気配管

前回報告書にあるボイラーA, B, C&D の 4 基があった。ボイラー本体は保温されていた。 また、蒸気ヘッダーや配管の保温はほぼ保温済みであった。一部バルブやフランジ 等に裸部があり、徹底した保温が望まれる。

「ドレンの回収」は以前から行われていたが、実際に活用されているかどうかは不明であった。

スチーム出口圧力は約0.7MPaであり、消費側の必要圧力・温度を調査する必要があるだろう。排ガス配管の外壁表面温度を放射温度計で測定したところ109Cであった。

5) 天井(全般)照明の消灯

アイロン工程の部屋などを見ると未実施である。一方、包装工程の机上の照度を測定したところ380Luxであった。少し暗いが極端に低い数値ではない。前回診断時にはすでに休憩時や不要部の照明を意識的に消すことにしているとの話を聞いていた。今回は工場の一部のみの調査で、しかも操業中であったので全体がどうであったかは不明である。

- 6) フォローアップによる過去3年間の省エネルギー活動結果まとめ
 - 4. 2項に揚げた前回診断により提案した改善事項の3項目について、フォローアップ時の調査結果を表Ⅱ-4-2にまとめて示す。

表Ⅱ-4-2 前回診断により提案された改善事項の省エネルギー活動結果

Recommended Technology/Practice	Adjudication	Status of Implementation
(1) Heat recovery from exhaust gas	No	Recommended again
of diesel engines		
(2) Heat insulation for boilers,	Yes	Valves and flanges are needed for
steam header and bare piping		insulation.
(3) Lighting off the ceiling	(Yes)	Maybe OK
lightings in all shops		

5. セミナー・ワークショップ

5.1 概要

2005年8月26日(金)にセミナー・ワークショップを開催した。

セミナー・ワークショップでは最初にカンボジアの Under Secretary of State (国務副長官)である Dr. Sat Samy 閣下の開会の挨拶を頂き、最後は Director General, General Department of Energy, MIME である Mr. Tun Lean の挨拶で閉会となった。60 人弱の熱心な出席者があり、盛会かつ有意義なセミナー・ワークショップだった。

(1) 日時

8月26日(金)8:30 受付開始 16:50 閉会

(2) 場所

プノンペンホテル、1階 Crystal Ball Room、Phnom Penh, Cambodia

(3) セミナー・ワークショップ発表内容

資料 No. D- 109 のプログラムに示す。カンボジアからは MIME の EE&C 活動が報告された。ASEAN 諸国から 4 件の発表があった。質疑応答の際に英語ークメール後の通訳 (MIME 職員) が付いて要点を通訳した。

(4) 出席者

カンボジア:

- Dr. Sat Samy, Under Secretary of State
- Mr. Tun Lean, Director General, General Department of Energy, MIME
- Mr. Chan Socheat, Director, DET, MIME
- Mr. Lieng Vuthy, Deputy Director, DET, MIME
- Mr. Heang Bora, Head of EE&S Office, DET, MIME
- Ms. Chum Sopha, Head of Research Office, DET, MIME
- Mr. Ly Chamroeun, Vice Chief Officer of Energy Efficiency and Standard, DET, MIME
- Mr. Nong Chhavyvann, Staff, DET, MIME
- Mr. Choun Teiea, Staff, DET, MIME

カンボジア側一般参加者はでは58名。縫製企業からの参加者の他、大学の教師・ 学生も居たとMr. Vuthyの話。出席者リストを電子ファイルで送ってくれるよう 依頼したが結局未入手のままである。

ACE:

Mr. Christopher Zamora, Project Manager

Mr. Ivan Ismed, Project Officer

マレーシア:

Mr. Nor Hisham Sabran, Technical Assistant, Energy Industry & Sustainable Development, Division - MIEEP, PTM

ラオス:

Mr. Vanthong Khamloonvylayvong, Deputy Manager of Nam Ngum Hydropower Plant, Electricite du Laos (EDL)

インドネシア:

Mr. Subagyo, Supervisor, Pencana dan Evaluasi Produksi, PT Kertas Leces (Persero)

ヴェトナム:

Mr. Le Tuan Phong, Official on Energy and Environment, Ministry of Industry, Science and Technology Department

日本: ECCJ 国際エンジニアリング部 技術専門職 小川 史雄、天野 尚、田中 秀幸

5. 2 セミナー・ワークショップ結果

(1) オープニングセレモニー(祝辞および開会の辞)

1) ACE の挨拶

ACE の Executive Director である Dr. Weerawat の挨拶を Mr. C. Zamora が代読する 形で挨拶した。とくに最近の原油価格が空前の高値になっている状況に鑑みますます省エネルギーが重要となっていることを強調した。また主要産業・ビル・エネルギー管理の PROMEEC プロジェクト (ビルでの優秀事例の表彰を含む) などの ACE の活動に触れ、とくに主要産業については今年度の 4 カ国の中でカンボジアが最初の国である旨を述べた。

2) ECCJ

田中技術専門職が日本側 (METI および ECCJ) を代表して挨拶した。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・貢献などにつき述べた。

3) MIME

Under Secretary of State である Dr. Sat Samy 閣下がカンボジア語で挨拶した。(この英訳が配布された。) 高騰を続ける石油費用を省エネルギーにより削減し、競争力をつけること、さらにセミナーにより新しい知識を取り入れ活用して更なる省エネ

ルギーと地球温暖化に対処して行くよう挨拶された。 以上の部分について TVK (カンボジアテレビ) および Cambodia Daily (英字新聞) の取材・撮影が入った。この後写真撮影が行われた。

(2) 省エネルギー計画および活動報告

- 1) Overview of EE&C Activities in Cambodia (Mr. Vuthy, MIME) (資料 No. D-113) 資料は英語であるが、説明はカンボジア語で行った。Barriers として意識の欠如、 Policy の不明確など4つを挙げていた。またカンボジアにとって高価な輸入石油を 用いて電気をまかなっている苦しさが伺えた。国際的な協力を強く訴えていた。
- 2) Case Study 1 Glass, Malaysia Mr. Nor Sabran (資料 No. D-114) ガラス工場の技術者に代わって PTM のスタッフが発表している背景に PTM の自負と能力が伺われるようである。
- 3) Case Study 2 Hydropower, Lao PDR Mr. Vanthong 昨年発表した内容に対してまた若干新しいデータが追加されていた。資料の中で 1972 年以来のデータをきちんと纏めてグラフに表現しているのには感心した。 (資料 No. D-130:その後、少し変更されてインドネシアで報告されたものを添付。)
- 4) Case Study 3 Pulp & Paper, Indonesia Mr. Subagyo 燃料転換(重油から天然ガスへ、更に石炭へ)の説明には皆関心があったようであるが、燃料価格は政府の政策(補助あるいは税金など)による部分が大きく、国によって状況が違う点に注意する必要がある。

(資料 No. D-115:インドネシア、ブルネイで報告されたものと少し内容が異なる。)

5) Case Study 4 - Porcelain, Vietnam - Mr. Phong 昨年度 ECCJ が発表した資料を Update したものであるが、昨年の Follow Up で ECCJ が重ねて指摘あるいは助言した項目について、その後かなり実施されている事が判明した。(資料 No. D-125:フィリピンで報告されたものを添付。)

(3) フォローアップ診断結果報告

1) Follow Up Energy Audit Findings at Garment Factories - Mr. Bora, Mr. Amano 今回は主催国側のメンバーが中心になって Follow Up を行い、Workshop での発表も行うという事前の了解であったが、実際には ECCJ が資料を作成し、その中の最初の部分を MIME の Mr. Bora がカンボジア語で説明した。残りは天野技術専門職が発表した。(資料 No. D-116)

また Follow-up の発表内容については June Textiles 社から「社名は出さないで欲しい。また詳しいことも言わないで欲しい。」との要望があり、M&V 社の分も合わせ

て極力「カンボジアの縫製工場に一般的に言えること」とせざるを得なかった。参加した縫製同業者の関心が大変高く、それに応える発表内容であったと考える。

2) Barriers and Measures to implement EE&C - Mr. Ogawa 昨年度と同じ資料を利用したが、カンボジアの縫製産業を念頭に置いて、また当日行われた他の発表者の内容を引用しながら説明した。(資料 No. D-117)

(4) ワークショップ

- 1) Technical Directory Mr. Tanaka
 - TD の目的、作成方法・Format などを説明し、さらに実例を示して理解を深めた。またこのたび ACE、Mr. Ivan を雇用したこともあり、Mr. Zamora から「本件は ACE が担当して行う。」旨の説明もあった。(資料 No. D-118-1、-2)
- 2) Database/Benchmark/Guideline for Industry Mr. Ogawa 本項目は TD に比較すると優先度が低いこと、またカンボジアの縫製産業では未だ機が熟していないこともあり、簡略な説明に留めた。(資料 No. D-119)

(5) Q&A Session

Session 1 および Session 2 の夫々の最後に Q&A が行われた。熱心な質問が活発に出たが、内容的にはその場に相応しくないものもあった。以下に主な質疑応答を示す。

- Q: EC はエネルギー供給側と需要側とどちらがより責任を持って取り進めるべきか?
- A: 両方である。カンボジアの場合は先ず需要側がエネルギーの使用量を減らす努力をするのが実際的である。
- Q: ECのための機器類は何を基準にして採用したら良いだろうか?
- A: 今は未だだが将来的には TD も役立つ場面があると思う。メーカーのカタログとは 違ってユーザーの実体験を基にしているので。

(6) 閉会の辞

MIME の General Department of Energy の Director General である Mr. Tun Lean の閉会の辞(英語)をもって終了した。

以上

Ⅲ. フィリピン (鉄鋼産業)

1. 活動概要

フェーズ1 (2003 年 2 月 10 日~ 2 月 14 日) で省エネルギー診断を実施した Steel Asia 社のフォローアップ診断、2004 年 2 月 と 2005 年 2 月に JETRO-JEXSA 事業で行われた Primary Steel 社のフォローアップ診断、および各種産業の省エネルギー実施例の発表を含めたセミナー・ワークショップをメトロ マニラ(フィリピン)で開催した。

2005 年 6 月の Inception Workshop でフォローアップ診断の実施とその結果の報告では、DOE (Department of Energy, Philippines) が主導的な立場で実施することが決議されていたが、実際には全て ECCJ が中心で進めざるを得なかった。

1. 1 実施年月日

2005年8月29日~9月2日

1. 2 実施場所

フォローアップ調査: Steel Asia 社、Primary Steel 社の圧延工場(ともに

メトロ マニラ周辺)

セミナー・ワークショップ: Makati 市 (メトロ マニラ)

1. 3 日程(資料 No. D-101)

8月28日(月): フォローアップ診断(Steel Asia 社)

29日 (火): フォローアップ診断 (Steel Asia 社)、DOE 訪問

30日(水): フォローアップ診断 (Primary Steel 社)

9月 1日 (木): フォローアップ診断 (Primary Steel 社)、DOE 訪問

2日(金): セミナー・ワークショップ

1. 4 関係者

ACE:

Mr. Christopher G. Zamora: Project Manager

Mr. Ivan Ismed, Project Officer

フィリピン:

DOE

Mr. Marlon R.U. Domingo, Sr. Science Research Specialist, Energy Efficiency Division (フィリピンの Focal Point)

Mr. Michel Estrada, Energy Efficiency Division

DOST

Mr. Oscarlito Malvar, Science Research Specialist, Fuels and Energy Division Ms. Rochell, Fuels and Energy Davison

日本: ECCJ 国際エンジニアリング部 技術専門職

小川 史雄、天野 尚、田中 秀幸

フィリピンの一般情勢

(1) フィリピン事情

- 面積: 299,404km² (日本の8割の広さ)。7,109の島がある。

- 人口: 8,150万人(2003年世界銀行データ)

- 宗教: 国民の83%がカトリック、その他のキリスト教が10%、イスラム教は5%

- 政体: 立憲共和制

- 経済: 主要産業: 農林水産業(全就業人口の約37%が従事)

一人当り GDP: 1050 米ドル (2003 年)

経済成長率: 4.5% (2003年)

通貨: ペそ、約2円(2005年6月)

貿易 (2003年):

輸出: 電子・電気機器、輸送用機器等を米国、日本、オランダへ。

輸出額 357.5 億米ドル

輸入: 通信・電気機器、電子部品、発電用重電機器等を日本、米

国、韓国から。輸入額 374.5 億米ドル

- 経済概況: アジア通貨危機以降は緩やかな回復基調。03年の GDP 成長率 4.5%増を記録、 政府目標値 4.2-5.2%を達成した。今後、持続的な成長を維持していくには、 経済構造改革、財政赤字解消、不良債権処理、治安回復によるフィリピン経 済への信頼回復が課題である。

(2) エネルギー事情

フィリピンの1次エネルギーの自給率は約56%で再生可能エネルギー(RE)、地熱・水力・ガス等である。輸入は石油・ガス等44%である。産業部門の消費割合は総量26.5Mtoe/yの31%であった。(2003)

2005 年の電気代は地域により差があるが、首都圏では約 14¥/kWh である。また、ガソリンは約 65¥/L、軽油が約 60\$4/L であった。

2. Steel Asia 社圧延工場省エネルギーフォローアップ調査

2. 1 Steel Asia 社圧延工場の概要

(1) 会社概要

1966年から中国系のファミリー企業として設立され、年間3万トンの棒鋼生産を始めている(その後9万トンに増強した、M-II (旧工場))。旧工場に隣接した現在地には1994年から年間36万トン規模の建設計画が立てられ、1996年から操業が始まった。フィリピンの棒鋼(鉄筋バー)生産会社としては大手の一つであり、全量を国内消費向けに出荷している。

以下はフェーズ1の診断調査時の状況とフォローアップで訪問した際の状況を加味して示す。

会社名: Steel Asia Manufacturing Corporation

工場所在地: Ciudad Industria Bario Bahay Pari, Meycauayan, Bulacan

Tel: 632-638-8888 (Head Office in Pasig City)

(メトロ・マニラ北方車で約1時間のところ)

製品: 鉄筋バー(径 10、12、16、20、25、28、32、36、40、50mm)

電気炉は無く、素材を輸入し圧延のみを行っている。

従業員数: 450人(内技術者:56人)

勤務体制: 8時間勤務、3個班体制

(2) 圧延工場設備とエネルギー消費

1) 操業概要

同工場はビレット(素材)を外国から全量輸入しているため、外国の経済情勢に影響を受け易く、素材調達に苦労しているようである。フェーズ1の診断調査時は、原料不足で1週間の操業停止にして設備のメンテナンス中だった。今回(2005年8月)の訪問では、大量のロシア製ビレットが入荷していて、操業には問題ない様子であった。

フィリピンにおいては、いわゆるクロスカントリー式(往復式圧延)レイアウトが 多い中、圧延ラインは、一直線配置のすっきりしたレイアウトとなっている。

2) 設備

ビレット置き場 屋外、ガントリークレーン2基

圧延加熱炉 ウオーキングビーム式バンカー油焚き加熱炉

加熱炉能力:最大 65t/h、12mL ビレット加熱可能

バーナー配列:両側に配列、

排熱回収レキュペレーター付き

圧延機 18 スタンド タンデム 水平/垂直型 直線配列

連続焼入れ装置、クーリングベッド、自動結束機等

受電設備 トランス: 4基

エアーコンプレッサー: 6基

冷却水供給および水処理設備: 1式

圧延工場設備としてさらに非常用電源装置、照明、空調装置等がある。

3) エネルギー消費量

圧延工場の圧延生産量とエネルギー消費量の変化を表Ⅲ-2-1に示す。

表Ⅲ-2-1 圧延生産量とエネルギー消費量

年		2002	2003	2004
製品生産量、t/y	(比)	173, 713 (100)	173, 458 (100)	212, 103 (122)
エネルギー消費量				
重油 (加熱炉用)	kL/y	5, 412. 8	5, 403. 7	6, 776. 0
電気(圧延、他)	MWh/y	14, 613	17, 737	20, 877
エネルギー原単位				
重油 (加熱炉用)	L/t (比)	31. 16 (100)	31. 15 (100)	31. 95 (102. 5)
電気(圧延、他)	kWh/t (比)	84. 12 (100)	102. 26 (121. 6)	98. 43 (117. 0)

表記外に LPG・酸素 (ビレット切断用) および非常用自家発電設備用軽油がある。

2. 2 Steel Asia 社圧延工場の前回診断結果概要

前回診断時に示された改善項目は以下のとおりであった。

(1) 圧延加熱炉排ガスの熱回収を行う。

排ガス熱回収は燃焼空気加熱用金属製パイプ式レキュペレーターが使われているが、 さらなる燃料原単位低減策としてリジェネレイティブ バーナー採用検討を提案した。 これは、炉内排ガスが予熱帯やダクトを通過してある程度温度が下がった後レキュペ レーターへ入り、燃焼空気と熱交換するのに対し、リジェネレイティブ バーナーでは 高温の排ガスがリジェネレーターを介して加熱されるため、前者より高温の予熱空気 が得られ、省エネルギー率が10~20%高くなる。

(2) デマンド電力低減による基本料金削減化

実際の最大電力(15分デマンド値)が目標とするデマンド値をオーバしそうであれば、 自動的に警報を発し、優先度の低い設備(例えば、空調設備など)の負荷制限をして、 目標とするデマンドに収めるシステムである。

例えば、8,000kWの契約電力を500kW下げた場合、平均電気代5.5PHP/kWh程度とすれば、この地域での電気料金体系によれば、約 US\$26,630/y の料金削減が可能であるとした。このための設備化費用は1年程度で回収できるものである。

(3) MERALCO 受電力率改善による力率料金削減

2002 年の平均受電力率は 94.25%であった。この力率を 100%に改善した場合、約 US\$22,560/y の力率料金割引がえられる。必要な設備投資額の回収は 4 年半程度である。 デマンド電力低減や、力率改善はユーザー側の省エネルギーには直接結びつかないが、電力供給側の省エネルギーとして効果がある。

(4) エアーコンプレッサー台数制御化

6 基あるエアーコンプレッサーを個別運転から、台数制御化する。ただし、実運転状況 (オンロード/アンロード状況)が把握できなかったので予測効果は把握できていない。

2.3 フォローアップ診断調査

前回の診断指導項目の実施状況フォローアップ診断、およびその他の活動調査のため2 日間にわたって同社圧延工場を訪問した。

初日はこの州の祭日に当っていて、操業休止計画になっていたところを DOE からの要求 で休止予定を変更し、調査団を受入れてくれた。休日になっていたにも拘らず関係者を 網羅して出席させるなど、親切に対応してくれた。

(1)調査実施日:2005年8月29日(月) Steel Asia 社の工場訪問(フォローアップ)30日(火) Steel Asia 社の工場訪問(フォローアップ)

(2)調査者:

フィリピン:

Mr. Marlon R. U. Domingo, Sr. Science Research Specialist, Energy Efficiency Division, DOE (フィリピンの Focal Point)

Mr. Michel Estrada, Energy Efficiency Division, DOE

Ms. Rochell, Fuels and Energy Division (FED), DOST

Mr. Oscarlito Malvar, Science Research Specialist, FED, DOST

ACE:

Mr. Christopher Zamora, Project Manager

Mr. Ivan Ismed, Project Officer

日本: ECCJ 国際エンジニアリング部、技術専門職

小川 史雄、天野 尚、田中 秀幸

(3) 先方応対者:

Mr. Edgar C. Marquez, Senior Manager, Quality Assurance, Safety and Environment (エネルギー管理チーム リーダー)

Mr. Isagami Ignatio, Head, Electrical Maintenance

Mr. Herminio Gonzales, Head, Mechanical Maintenance

Mr. Edwin Menorca, Electrical Maintenance

Mr. Carlo Picatoste, Electrical Maintenance

Mr. Bayami Gabriel, Mechanical Maintenance

Mr. Elvin Lapena, Mechanical/Electrical Maintenance

Mr. Jhude Medrano, Engineering Development

Mr. Voltaire Mingal, Production

Mr. Andie Rodrieguez, Production

Mr. Fernan Acuna, Production (Furnace)

Ms. Jasmine Co, Energy Team Coordinator

(4) フォローアップ調査概要

初日の8月29日は、今回訪問の目的および全体の予定につき確認し、現場を見て廻り現在の状況および問題点の把握に努めた。また、予め送っておいた質問状の回答(資料 No. D-105)を得るとともに各項目につき議論した。二日目の30日午前中に現場を再度廻って電気関係の計測を行い、その結果を説明した上で全体の纏めを行った。結果的には前回の診断以来の改善についてはやや不明確であるものの、今年5月からEnergy Management Teamをつくって省エネ活動を開始したところであり、今後の成果が期待される。これは、Mr. Marquezが2005年6月に実施された「フィリピンを対象とした、"平成17年度国際エネルギー使用合理化と対策事業の研修生受入れ事業"(ECPH)」のメンバーとして日本へ行くことになったことが契機になったと思われる。なお、本項に関する関連技術説明は、資料 No. D-126(1)、(2) "Follow up of Energy Audit EE&C Activities in Steel Industry, Philippines"に示す。

なお、Steel Asia 社からの入手資料は、

「Fuel Consumption per Size」、「Water system Flow Diagram」」、「Mill Water, Mill Clean Water, Tempcore Water, Furnace Water Schematic Diagrams」、「Petron Fuel oil Typical Characteristics」であった。

(5)調査結果

1) 生産状況とエネルギー原単位

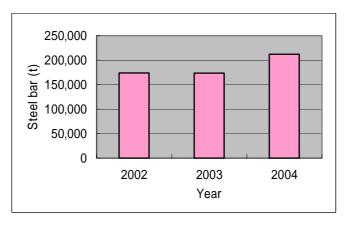
データは表Ⅲ-2-1 に示しているが、これをグラフ化して図Ⅲ-2-1、Ⅲ-2-2、Ⅲ-2-3 に示す。2004年の生産量は2002年に比べ22%の伸びとなっている。エネルギー原単位では燃料はほぼ横ばい、電力は21%(2003年)、17%(2004年)と増えている。これは、次の理由によるもので、数字のみでの判断は適切でないと思われる。

- a. 製品構成 (棒鋼サイズ) 別で操業条件が違い、原単位が変化する。 (他工場のデータでは、棒鋼サイズが一ランク下がると 1.2~2.5L/t 燃料原単位が増えると言われている。)
- b. 製品サイズ切換時のロスタイムにより、多品種生産では不利となる。

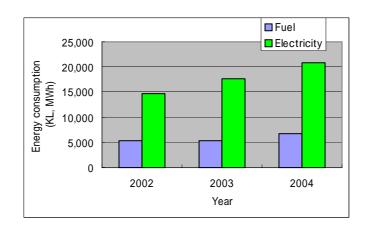
原単位を正しく評価するには、製品毎・工場毎の原単位を細かく見る必要がある。 工場でも製品毎の原単位把握の方向でデータを蓄積しているが、過去分のデータが なく上記のデータを補正する事は出来なかった。

8月29日、調査中の燃料原単位で見ると、同一サイズ(20mm~25mm 位か)で連続圧延中の操作室の表示では27L/t台の表示が出ていた。

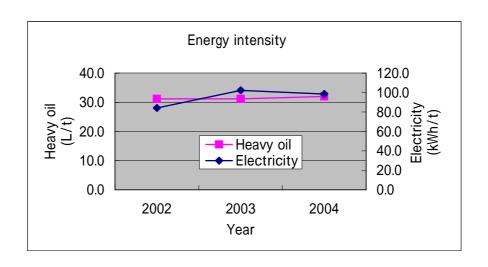
ここの圧延工場は、前回調査時には新ミルのみ稼動させているとのことだったが、 今回は、旧ミル(新ミル工場から 300m離れた所にある。視察なし。)も稼動してい た。ここでは両ミルのデータが一括りで管理されており、数字だけでは判断できな い。



図Ⅲ-2-1 生産量の変化



図Ⅲ-2-2 燃料消費および電力消費の変化



図Ⅲ-2-3 エネルギー原単位の変化

2) エネルギー管理活動

2005 年 5 月から新たに Energy Management Team を組織して、工場内の系統的な省エネ活動を開始した。各部からメンバーを出し、毎週会合を開いている。

Leader: Mr. Marquez

Coordinator: Ms. Co

Mr. Marquez が 2005 年 6 月に日本で行われた研修に参加したので、その成果を今後の同チームの活動に活かして行くとのこと。当面「休止時間のエネルギー消費を最小限に抑えることに重点を置く。また一般従業員への PR (意識向上) にも努力する。」とのことであった。

3) 加熱炉の空気比コントロールおよび排ガスからの熱回収

a. リジェネレイティブ バーナー採用の検討

提案項目についての検討は未実施である。理由は、既設のレキュペレーターによる燃料節約が30%に達しているのに満足しているとのこと。

実際のレキュペレーター入り口排ガス温度 700 \mathbb{C} 、空気温度は 30 \mathbb{C} から 350 \mathbb{C} になっている。時に 400 \mathbb{C} まで上るとのことだった。(しかし、この状態では、燃料節約は Max. 20 %程度と考えられる。)

リジェネレイティブ バーナーは確かに効果があるが、日本のメーカでも加熱炉 新設時に採用することはあり得るが、改造となるとコストや操業休止でなかなか 踏み切れないのが実情である。

Steel Asia 社では将来の検討課題として考えてもらいたい。

b. レキュペレーター内の空気漏れ

空気比を 1.1 で管理しているのに、レキュペレーター下流の煙突下排ガス中酸素 濃度は、「週1回排ガスの酸素濃度を測定している。5~7%である。」との回答で あった。空気比が 1.1 であれば、排ガス中の酸素濃度は約2%であるので、別の 問題として、おそらくレキュペレーター内で燃焼用空気が漏れこんでいる可能性 が大だと思われる。

この件については、現場で排ガス中の酸素濃度の測定を計画したが、サンプリングチューブの不備によって出来なかった。そこで、燃料用重油の成分や燃焼空気比、さらに煙突下の排ガス中酸素濃度値を使って、計算でどれだけ空気が漏れこんでいるかを示した。ただし、レキュペレーター入口での酸素濃度を調べていないので、ここでは加熱炉のビレット装入口・排出口および炉体やダクトからの空気侵入は無いものとしている。計算ではレキュペレーター内で予熱空気のうち、煙突下排ガス中酸素濃度が5%時の漏れ17%、6%時の漏れ23%、7%時は28%が排ガス中へ漏れていることが判明した。

今後はこれらの情報をもとにレキュペレーターの点検・修理を含め、前記 Energy Management Team が検討することを期待する。

c. 煙突用排気ファンの必要性検討

現場には煙突用排気ファンがあるが、どの程度有効に作動しているか疑問である。ファンの無い加熱炉も多い中、煙突ドラフト力と煙突高さの関係、およびダンパーによる排ガス吸引力のコントロールの検討を提案した。その結果、ファンを取去ることも可能になるかもしれない。

4) 受電設備のデマンド コントロール (最大電力管理)

未実施であるが、旧工場(M-II)が稼動開始したという状況変化もあり、再度現状に基づいて検討する必要があると思われる。

電力料金システムは、基本料金と従量料金で構成され、基本料金は、15分デマンド

で計測される月間最大電力で設定される方式である。人為的に監視制御するには、 15 分間隔は短く困難と思われる。したがって、計測システムによる監視が有効であり、FAS への機能組込みを提案する。

2003 年のフェーズ 1 診断で推奨しているデマンドメータの設置が考えられる。しかし、将来の管理機能の拡張を考えて、生産設備の制御システム FAS への機能組込みがより有効と考える。

一方、日常管理として電力使用量管理も大切である。これは配電系統内の電力量計 を活用して把握することができる。

やり方は、毎日決まった時間に積算電力量計の指示を読み、前日との差で日毎の各部門での消費電力を把握する方法が簡単である。更なる省エネ課題が見えてくるはずである。

同様な手法で電力消費の日負荷曲線を求めることができる。

さらにより詳しく、かつ機器を特定しての省エネを検討する場合には、電力量計が 必要になる。

5) 力率の改善

受電設備に関しては既に変圧器の直後にコンデンサーを設置済みであった。したがって、負荷側での力率改善による効果は、配電系統ラインでのオーム損失の改善に限定される。

大きなモーター類については検討するとのことである。これに関連して、8月30日に現場で測定した値を使って計算した。

ここで、配電損失 W(kW) は以下の式で近似される。

W =電圧降下率×皮相電力= $(\Delta V/V) \times (P/\cos \phi)$

 ΔV : 電圧降下、V: ライン電圧、P: 負荷電力、 $\cos \phi$: 力率

P/cos φ:皮相電力

その結果を表Ⅲ-2-2に示している。

ポンプやコンプレッサー等の配電損失は負荷電力に対し数%以下である。許容範囲 内にあると見られ、モーター側にコンデンサーを設けて力率改善を図るのはあまり 得策ではないといえる。

表Ⅲ-2-2 ポンプ等の負荷測定結果

ポンプ等の名称	ミル供給水用	冷却水用ポン	焼入用水ポン	コンプレッサ
項目	ポンプ (100hp)	プ(75hp)	プ (200hp)	— (200hp)
電圧 (V)	453	447	433	437
電流 (A)	99. 7	69. 2	183. 6	219
負荷電力(kW)	68. 7	48. 3	126. 0	142. 1
力率 cos ø	0.854	0.900	0. 909	0.850
送り側電圧 V (V)	456	436	448	448
負荷側電圧 (V)	453	447	433	437
電圧降下 ΔV (V)	3	9	15	11
Δ V/V	0.66%	1. 97%	3. 25%	2.46%
負荷電力/cos φ	80. 4	53. 7	138. 6	167. 2
配電損失 W (kW)	0. 53	1.06	4.64	4. 10
配電損失/負荷(%)	0.8%	2.2%	3. 7%	2.9%

6) エアーコンプレッサーの省エネルギー対策

a. エアーコンプレッサーの台数制御

台数制御設備は未実施であった。

Steel Asia 社は小規模の計装改造(コントロールバルブの変更など)で配管の合理化を行いたい、さらに将来回転数制御も検討する意向との説明であった。

エアーコンプレッサーの設備構成は 200hp×4台, 100hp×2 台の構成である。前回訪問時との差は旧工場 (M-II) の稼動である。M-IIを休止した時にエアーコンプレッサーを新工場 (M-I) 側に移設・集中化している。

ここでは台数制御を行うに当っての必要容量の調査と台数制御化の検討事項を次のように説明した。

設備構成は 200hp×4台, 100hp×2台の構成であるが、常時稼動は、200hp×2台, 100hp×1台程度と推測する。

必要実負荷比率は、常時稼動運転時で Load 時間 T1 と Unload 時間 T2 を計量し、 次式で推測できる。

負荷比率=T1/(T1+T2)

コンプレッサー吐出量=負荷比率×定格量

その上で、定格運転するメイン機種とロード/アンロード運転のサブ機種を設定す

る。運転制御は台数制御盤を設置するのが確実であるが、各機種の吐出圧力制御値を調整する事でも可能である。メイン機種に対して、サブ機種の圧力制御幅を狭くする事でメイン機種は常時運転、サブ機種はロード/アンロード運転となる。

b. リーク量の把握と対策

このためには出口側配管系の漏洩部を点検・修理する必要がある。

Steel Asia 社から「2週間ほど前に Energy Management Team の計画に基づいて点検を実施した。約50箇所の漏洩部が発見された。」との説明があった。もしそうであれば、漏洩部を修理した上で出口圧力を下げることが可能となるはずである。一般に、圧空システムは、新設配管でも3~5%の漏れがあり、経年と共に10%を越えて35%に及ぶ事もある。リークの主な部分は、配管の接続部(フランジ部の腐食、パッキングの劣化・隙間の発生、ボルトの緩み等)および機器のシール部(弾性体のシール(ゴム)やメタルシール部)、ホースの緩みや破れ、バルブの不完全閉止などである。

リーク量の把握方法は、工場が操業していないときにコンプレッサーを運転し、 その負荷率を求めることで知ることができる。

c. コンプレッサの配置について

コンプレッサーで圧縮された空気は、配管系によって末端設備まで圧送されるが、 その過程で圧力損失と流量の損失(漏れ)を伴う。したがって、過度の配間長に よる圧送は必ずしも有効とは言えない。コンプレッサーを負荷に応じて分散配置 した方が省エネルギーとなる場合もあるので検討が必要である。

その他、枝分かれ配管のループ化や重負荷へのレシーバータンク配置などの圧力 損失対応が考えられる。早急な対処が望まれる。

d. 叶出圧力の低減

コンプレッサー吐出圧力の制御が $100\sim110$ psi(= $0.7\sim0.77$ MPa)とやや高めである。これは、約 300m 離れている M-II 工場の末端圧力を維持するために必要とのこと。検討結果により、再度、M-II 用のコンプレッサーを元へ戻す必要があるかもしれない。

吐出圧力の低減策としては、まず、機器各々の必要圧力を調査した上で、圧力低減を図るのが望ましい。例えば、 0.7MPa から 0.6MPa にすれば、約8%の電力節減となる。

低圧負荷:減圧弁による低圧化

高圧負荷:ブースタによる増圧の可能性検討

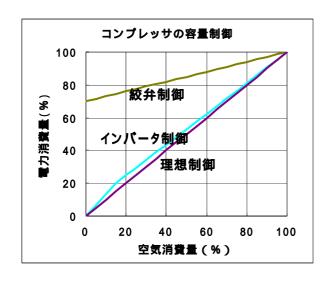
クリーナー用のエァブロー圧は、低圧(0.3MPa 程度)で充分である。等またレシーバータンクの圧力が 0.85MPa といった異常値を示すものもあった。データ管理の最初のステップとして、計器の読みがおかしい場合、早期に比較検討して必要な較正を行うことが重要である。

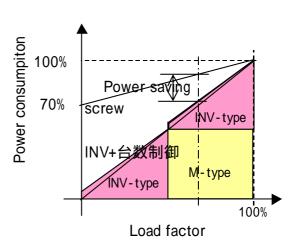
e. インバータ機種(可変負荷対応機種)への更新

スクリュータイプのコンプレッサーは一般に絞弁制御による容量制御であり、無 負荷状態でも定格の70%程度の電力を消費しており、部分負荷特性が悪い。

したがって、容量調整が必要なサブ機種には、インバータ制御のコンプレッサー が望ましい。システムの更新時期には、検討すべき事項である。

図Ⅲ-2-5 は各々のコンプレッサーの特性とシステム化した時の特性を示している。





図Ⅲ-2-5 コンプレッサーの運転特性

- 7) その他の省エネルギー対策
 - a. 加熱炉ドアーに耐熱キャンバスの取付け
 - b. 電力計の追加設置: 年内に設置の予定。
- 8) フォローアップによる過去2年間の省エネルギー活動結果まとめ
 - 2. 2項に揚げた前回診断により提案した改善事項の4項目およびその他項目について、フォローアップ時の調査結果を表Ⅲ-2-3にまとめて示す。
- 9) DOE 訪問時に気付いた省エネルギー対策等

DOE 事務所で気付いた特記事項を示す。

- ① 壁に日本の「5S」の英訳版が貼ってあった。日本のこの種の手法・精神が浸透しつつあることが感じられた。
- ② 天井の蛍光灯はチューブ3本セットのうち両端2本を取除き、代わりに大きなステンレスのReflectorが設けられていた。

表Ⅲ-2-3 前回診断により提案された改善事項の省エネルギー活動結果

Recommended Technology	Adjudi	Status of Implementation
	cation	
(1) Heat recovery from the furnace exhaust gas	Yes	By recuperator, the combustion air is preheated at 350°C, and fuel saving is about 20%. But no studying of regenerative burner system.
(2) Demand control for the electricity receiving/ transforming equipment	No	Under studying the methods
(3) Power factor improvement	Yes	Installed capacitor
(4) Control of the air compressors in service	No	Under studying - Re-arranging of control valves - Use of variable frequency drive
(5) Insulation of heat resistant cloth canvass for discharging and charging door of furnace	(Yes)	Installed in September, 2005.
(6) Installation of additional KWH meters	(Yes)	Installed in 2005.



Photograph at Steel Asia

3. Primary Steel 社圧延工場省エネルギー調査

Primary Steel 社圧延工場は本 PROMEEC プロジェクトでは新規診断工場である。しかし、2004年2月および2005年2月に JETRO-JEXSA 事業「平成16年度、フィリピン国鉄鋼産業における省エネルギー診断制度構築の支援」で省エネルギー指導が実施されており、実質的にはフォローアップとなる。2回にわたる診断指導以来若干の改善を実施済みであった。今回の調査団訪問を機に、さらに改善の努力を続けようという意欲が感じられた。

同社の副社長兼工場長である Mr. Go は ECPH の研修生のメンバーとして 2005 年 6 月に 日本を訪問しており、省エネルギーの意識は高いものがあり、調査団への対応も熱心か つ協力的だった。

3. 1 Primary Steel 社圧延工場の概要

(1) 会社概要

1998年に、以前のDependable Metal Co. が合併により、KUMECO(Kudos Metal Co.)の土地・設備を借りて鉄筋棒、丸棒、四角棒および小型アングルの生産を始めた。この会社はフィリピンにおいて中堅規模の圧延会社で、設備能力は年産24万トンである。2004年には、小棒鋼圧延の効率を上げるため圧延設備に3スタンドを追加し、また古くなった加熱炉のレキュペレーター更新をするなど積極的に取り組んでいる。

会社名: Primary Steel Corporation

工場所在地: No. 3 MGM Industrial Compound, Bagdaguin, Valenzuela City, 1442,

Philippines Tel: 63-9-36-97-83

(メトロ・マニラ北方車で約1時間のところ)

製品: 電気炉はなく、圧延専業(同業者からの小棒鋼委託圧延業)

鉄筋バー(径 10、12、16mm が主)

従業員数: 200人(内技術者:56人)勤務体制: 8時間勤務、3個班体制

(2) 圧延工場設備とエネルギー消費

2004年2月、2005年2月に JETRO の JEXSA 事業の情報も交えて省エネルギー活動を記述する。

1) 操業概要

今の生産品種は、鉄筋棒・丸棒(径10、12、16mm)・四角棒および小型アングル(最

大寸法 20mm) の小型棒鋼に特化して、同業者からの委託圧延を行っている。したがって、素材は依頼者が工場内へ持込み、製品を引き取る方法であって、この会社は素材調達や運輸の業務が無いだけ身軽であると言える。

小型棒鋼は大型棒鋼に比べ圧延能率も低く、エネルギー原単位が高くつく。したがってこの会社は、省エネルギーやコストダウン対策に力を入れ、他社がやりたがらない小型品種を積極的に取り込んでいる。

2) 設備

ビレット置き場 屋外、ガントリークレーン1基

圧延加熱炉 プッシャー式バンカー油炊き加熱炉

加熱炉能力:最大 40t/h、6 mL ビレット加熱可能

バーナー配列:加熱帯両側に配列、均熱帯は軸流式バーナー式

排熱回収レキュペレーター付き

圧延機 15 スタンド タンデム 水平/垂直型

直線配列だが、始めの粗圧延2段はクロスカントリー式

クーリングベッド、自動結束機等

受電設備 トランス: 4基(34.5KV)

エアーコンプレッサー: 2基 (180kW)

冷却水供給および水処理設備: 1式

圧延工場設備としてさらに非常用電源装置、照明、空調装置等がある。

3) エネルギー消費量

圧延工場の圧延生産量とエネルギー消費量の変化を表Ⅲ-3-1に示す。

表Ⅲ-3-1 圧延生産量とエネルギー消費量

年	2002	2003	2004	2005 (1-7)
製品生産量 t/y	109, 687	133, 981	120, 344	55, 615
(比)	(100)	(122)	(110)	(年換算 87)
エネルギー消費量				
重油(加熱炉用) kL/y	4, 489	4, 889	4, 026. 0	1,855
電気(圧延、他) MWh/y	11, 623. 5	15, 470	13, 975. 5	6, 541. 5
エネルギー原単位				
重油(加熱炉用) L/t(比)	40. 93 (100)	36. 49 (89. 2)	33. 45 (81. 7)	33. 35 (81. 5)
電気(圧延、他) kWh/t(比)	105. 97 (100)	115. 46 (109)	116. 13 (109. 6)	117.62 (111)

エネルギー単価と変化				
重油(加熱炉用)PHP/L	8.74 (100)	10.73 (123)	11.89 (136)	13.84 (158)
電気(圧延、他)PHP/kWh	4. 98 (100)	5.56 (112)	5. 50 (110)	7. 08 (142)

表記外に LPG・酸素 (ビレット切断用) および非常用自家発電設備用軽油がある。 2005 年 8 月 1PHP = 約 2 円

2 Primary Steel 社圧延工場の省エネルギー改善項目
 2004 年度までに提示された改善項目は以下のとおりであった。

(1) 加熱炉排ガスからの熱回収の強化

排ガス熱回収は燃焼空気加熱用金属製パイプ式レキュペレーターが使われている。しかし、予熱空気の温度は 250 C以下にとどまっている(Max.297 C)。この原因はレキュペレーター入り口排ガス温度が 600 C前後と低いことと、レキュペレーター内で予熱空気が漏れこんでいることが原因と考えられる。

排ガス温度が低いことは、加熱炉の予熱帯で排ガス熱が有効にビレットへ転換されているともいえるが、加熱炉のビレット装入口では開口部から熱気が出ている。この開口部を半分に減らすことで約 170kL/y の重油削減が出来ると見られる。またビレット排出部からは外気を吸い込んでいると見られることなどから、外気との可能な限りの遮断が必要である。また、加熱炉やダクトの保熱性を上げることも必要である。加熱炉の燃焼空気比が 1.0 未満で操業されていることは予熱されていない外気が相当量侵入していることを見越して操業しているのか、あるいは、計測器の不具合のいずれかだと思われる。

レキュペレーターを 2004 年 7 月に新品に交換されているが、2005 年 2 月、中で予熱空気が漏れこんでいることは既に確認されている。今後ともメンテナンスを強化すべきであろう。

(2) 圧縮空気の漏れ防止

Primary Steel 社の担当者が、約半分の配管ラインについて圧縮空気漏れ量を測定した結果では、12.1%という結果が出ている。配管ライン全体では 20%以上の空気が漏れていることになる。例えば、これを 1%減らしたら、約 80,000PHP/y のメリットとなる。したがって、この漏れ量を半減以下、目標 5%まで下げることを提案した。

(3) デマンド コントロールの実施

2004年12月の最大使用電力が4,085kWであった。過去の月別最大使用電力では4,000kW に近い月が多い。また、平均月間負荷率も50%程度と低い。 したがって、デマンド計を設置して各月の生産量等から勘案して月の最大電力使用量を決め、この値をオーバしないように努力すれば基本料金の削減になり効果も大きい。 例えば年間平均毎月1,500kWの削減を達成すれば次のような節減となる。

1, $500 \text{kW} \times 270$. $6P/\text{kW} \times 12 = 4$, 870, 800 PHP/y

3.3 フォローアップ診断調査

JEXSA 事業で提示された診断指導項目の実施状況フォローアップ診断、およびその他の 活動調査のため2日間にわたって同社圧延工場を訪問した。

副社長・工場長の Mr. Go は、2005 年 6 月に行われた METI-ECCJ 受入れ研修 (ECPH) に参加したメンバーであり、省エネルギー推進に熱心である。2004 年に省エネルギーで得たコスト削減額は 400 万ペソを超えるとのことで、今年も更なる削減を目指しているとのことであった。調査団にも親切に対応してくれた。

(1)調査実施日:2005年8月30日(水) Primary Steel社の工場訪問 9月1日(木) 同工場を再度訪問

(2)調査者:

フィリピン:

Mr. Marlon R. U. Domingo, Sr. Science Research Specialist, Energy Efficiency Division, DOE (フィリピンの Focal Point)

Mr. Eric Navarrete, Energy Efficiency Division, DOE

Ms. Rochell, Fuels and Energy Davison (FED), DOST

Mr. Oscarlito Malvar, Science Research Specialist, FED, DOST

ACE:

Mr. Ivan Ismed, Project Officer

日本: ECCJ 国際エンジニアリング部、技術専門職 小川 史雄、天野 尚、田中 秀幸

(3) 先方応対者:

Mr. Henry Go, Vice President - Operations (部分的)

Mr. Ramon R. Mangibunong, Assistant Plant Manager

Mr. Noel, Electrical Engineer

(4) フォローアップ調査概要

初日は、初めに今回訪問の目的および全体の予定につき確認し、現場を見て廻って現在の状況および問題点の把握に努めた。その後、会議室で、DOE を通じて予め入手して

いた質問状の回答の各項目につき議論した(資料 No. D-106)。二日目は現場を再度廻って、エアーコンプレッサーの電気計測および加熱炉排ガスの酸素含有量・温度測定を行った。最後に計測結果を説明した上で全体の纏めを行った。

なお、本項に関する関連技術説明は、資料 No. D-126 (1)、(2)に示す。

Primary Steel 社からの入手資料は何もなかった。

(5)調査結果

1) 生産状況とエネルギー原単位

データは表Ⅲ-3-1 に示しているが、これをグラフ化して図Ⅲ-3-1、Ⅲ-3-2、Ⅲ-3-3 に示す。生産量は 2002 年から 2005 年にかけて変動している。同社は他社の委託を受けて生産しているので生産量はその受注次第といえる。

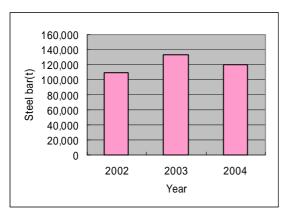
a. 重油

加熱の燃料は重油(No. 6 Fuel 0il あるいは Bunker 0il)である。100kL ほどの燃料タンクがあり、タンクローリーで受入れていた。燃料価格は表 Π -3-1 に示すとおり 2002 年から 2004 年にかけて約 36%、2005 年にかけては約 58%値上がりした。

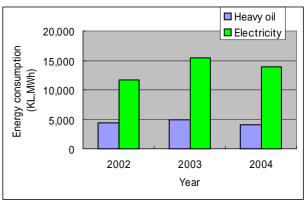
燃料原単位は年毎に改善されている。これは製品別原単位数値による目標管理を しており、後に述べるような各種の改善を実施した結果である。

b. 電力

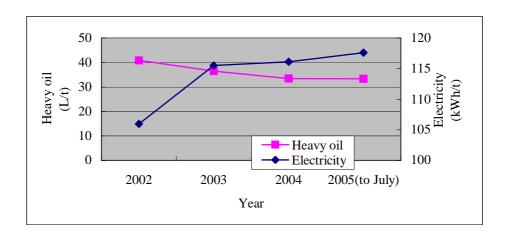
電気について同表で見ると原単位が悪くなっているが、主な理由は製品種別でより小径のものの比率が増えた。しかも、そのための圧延の仕上げスタンド3基を増設しているため(総計で15スタンドタンデム)の電力増であるとの説明であった。







図Ⅲ-3-2 燃料および電力消費量



図Ⅲ-3-3 エネルギー原単位の変化

2) エネルギー管理活動

今年3月以降次の4つのセクションで夫々「Energy Conservation Group」を組織した。

- ① Maintenance
- ② Production
- ③ Materials (倉庫など)
- 4 Administration

内容は省エネ意識の向上、照明やエアコンをこまめに消すこと、その他使用していない機器をこまめに止める、といった項目が多い。

また社内のエネルギー診断(燃料と電気が主体)は半年毎に実施する計画である。

3) 加熱炉排ガスからの熱回収

既設のレキュペレーターはチューブ損傷などがあり、燃焼用空気の出口温度は 2003年において 220 ℃と低かった。2004 年 7 月にレキュペレーターを同サイズの新品と取替えた結果、出口温度は 245 ℃ (最高記録は 297 ℃) と改善された。Primary Steel社の説明では「新しくしたので、もう空気漏れは無い。」とのことであった。しかし 9 月 1 日に排ガスの温度と酸素含有量をレキュペレーターの入口および出口において 2 回ずつ測定した。測定結果を表 \mathbf{III} -3-2 に示している。

また加熱炉操作室の計器で読んだ燃焼空気比(m) は 0.92 であった。この空気比の値は疑問であるが、途中での空気漏込みを見越したものか、計器がおかしいかのどちらかであろう。今後 Primary Steel 社側で検証する必要がある。

煙突からは僅かに黒煙が見られたが、排ガスのレキュペレーター入口(加熱炉出口) の酸素含有量からは加熱炉の燃焼状況の制御が良好であることが窺われる。

表Ⅲ-3-2 レキュペレーター前後の排ガス温度と酸素含有量測定値

	項目	測定回数	レキュペレー	レキュペレー	差
			ター入口	ター出口	
	排ガス温度	1回目	606	324	282
	$({}_{\circ}\!\mathbb{C})$	2回目	586	321	265
Ī	酸素含有量	1回目	2.3	5. 3	+ 3.0
	(%)	2回目	2. 0	4. 4	+2. 4

測定はレキュペレーター前後の温度測定孔を利用した。酸素濃度計は 1 基しかないため、温度・酸素の順に測った。したがって、1,2回とも温度・酸素は同時刻での測定値ではない。

この測定結果から、排ガスの酸素含有量が入口よりも出口が 2.4~3 %増加していることからレキュペレーターにおいて燃焼用空気が排ガス側に漏込んでいると考えられる。その結果出口温度も下がっていると考えられる。この酸素含有量から空気比を推定して概算すると排ガス流量に対して約 17%前後の空気漏込みがあると思われ、省エネルギーの観点から是正すべきである。当方からこの点を説明して、「次回の運転休止の機会を捉えてレキュペレーターでの空気漏洩を点検するよう」助言した。また燃料の性状などから排ガス流量を計算し、空気漏込み量を算定する方法も説明した。

4) 加熱炉ドアの改善

次の項目について改善済であった。

- ①. ビレット装入ドアにウィンチを取付け、高さを細かく調節できるようにした。
- ② 装入ドアの側方に幅調節可能なドアを新設した。
- ③ 供給側プッシャーのシーケンス改善済み。
- ④ ビレット排出ドアのシーケンス改善済み。それでもなおドアの開いている時間が 長い場合があったが、ビレットが変形しているため難しいとのこと。

5) 燃料重油の温度維持

燃料重油の温度を90℃から110℃まで上げた。さらに配管の保温、バーナー元のフレキシブルチューブの保温を強化した。重油温度は一般に言われている温度より少し高めであるが、これにより、バーナーでの噴霧状況が良くなり、燃焼がスムースになったとのこと。

6) 受電設備のデマンド・コントロール

検討したが、コスト的に見合わないとしている。実際問題として技術・知識不足で もあると説明していた。

電力料金システムは、基本料金と従量料金で構成され、基本料金は、15分デマンドで計測される月間最大電力で設定される方式である。15分デマンド方式では計量の間隔は短く、人為的に監視制御するのは困難と思われる。したがって、計測システムによる監視が有効であり、FASへの機能組込みを提案する。

さらに、配電系統内の電力量計を活用して、電力使用量を把握することを提案する。 毎日決まった時間に積算電力量計の指示を読み、前日との差で日毎の各部門での消費電力を把握する方法が簡単である。同様な手法で電力消費の日負荷曲線をもとめることができる。より詳しく、かつ機器を特定しての省エネを検討する場合には、電力量計が必要となる。

7) エアーコンプレッサーの省エネルギー対策

- a. 当面の省エネ対策として、
 - リークを減らすこと。現状は半分の範囲で 12.1%漏れている。全体では 20%越 えの漏れがあるかもしてないので早急に点検して補修すること。また定期的に 点検すべきだと助言した。
 - 圧縮空気の必要圧力を調べそれに見合う吐出圧力とする。配管のループ化や漏れの低減(流量減)による配管圧損減が期待できる。また、部分的にどうしても高い圧力が必要なところはブースタをつける等を検討したらよい。

等による省エネを図る必要があると考える。

b. エアーコンプレッサーの負荷率の検討

エアーコンプレッサーは 250hp (186kW) のものが 2 台あり、常時 1 台稼動 (1 台スタンドバイ) させている。ロード、アンロードを繰り返しているために能力が過大である可能性が考えられた。

① 電力計測

そこで、コンプレッサーの負荷率を推定する為に、ロードおよびアンロード時間および各々の状態での電力計測を行った。計測は2回行い、それらの平均値をデータとして採用した。測定結果を表Ⅲ-3-3に示す。

測定時の操業は 10mm 鉄筋バー生産、コンプレッサーは No. 2 号が稼動中。吐出 圧力の条件は、Pmax=0.57MPa、Pmin=0.54MPa で圧力制御されていた。

表Ⅲ-3-3 電力計測結果

項目	ロード時	アンロード時
時間(s)	9. 715	5. 69
時間比(%)	63. 1	36. 9
電圧 (V)	433. 5	421. 5
電流(A)	337. 5	232
電力(kW)	216. 5	149. 5
力率 (%)	87. 2	86. 1

② 負荷率の推定

コンプレッサー出力は、

Pout= $186kW \times 0.631 = 117.6kW$

一方、電気消費量としてのコンプレッサー入力は

 $Pin = 216.5kW \times 0.631 + 149.5kW \times 0.369 = 191.8kW$

コンプレッサー入力と100%稼動時電力の比は、

191.8 kW / 216.5 kW = 0.886 (88.6%)

アンロード時コンプレッサー入力と 100% 稼動時電力の比は、

 $149.5 \, \text{kW} / 216.5 \, \text{kW} = 0.691 \, (69.1\%)$

③ 効率の推定

コンプレッサーの効率は、コンプレッサー出力とコンプレッサー入力の比として次のように表示できる。

 $\eta = 117.6 \text{kW}/191.8 \text{kW} = 0.613 (61.3\%)$

銘板に示されている出力(186kW)と 100%ロード時出力(216.5kW)の比を効率 η_{100} とすれば、

 η_{100} = 186kW/216.5kW = 0.859 (85.9%)

となる。

運転時効率が 61%であればエアーコンプレッサーをインバータ式に取替えることは経済的にはなかなか成り立たない。したがって、当面は前記した漏洩部 点検による空気流量低下や出口圧力低下などを検討し、将来エアーコンプレッサーを取替える場合にはインバータ式も検討するよう助言した。

8) Primary Steel 社独自に実施した項目

a. ミル非稼動時用コンプレッサーの設置

ミル非稼動時など圧縮空気の必要量が低下する場合に対応するため、大型コンプレッサーを止め、75hpの小さいエアーコンプレッサー(中古品)を新設して対応するようにした(2005年8月設置)。

b. 事務所のエアコンの温度調節

こまめにエアコンを停止することを指示した。(実際には設定温度が低目のところも見受けられた。)

9) その他気付事項

- a. 所内を見て廻って気付いたのは不良品が各所に累積されていることである。これ は省エネルギーの地道な努力を一挙に覆してしまうような大きな要素である。歩 留まり向上策は、省エネルギー同様大事なことであるが、次の努力をして改善す ることが省エネルギーに大きく貢献することを彼らに対して力説した。
 - ダウンタイムの削減
 - 生産性の向上 (ロスの削減)

Mr. Ramon によれば製品歩留まりは 95%とのことであったが、現場の状況から は実際にはもっと悪いのではという気がした。この歩留まりを1%でも上げる 取組みが必要であろう。

b. 圧延電気室の5S

圧延工場の電気・コントロール室を訪問した際、これが工場の中の電気室かと思われるくらい綺麗にきちんとしてあって驚いた。埃一つないと言う綺麗さで、Mr. Go の話では、まず、1 つでもいいから他に誇れることをやろうと始めたとのこと。今後この運動は工場中に広がると思われるが、全員の意識が高まってくれば、省エネルギー活動もたやすく推進できるのではと感じた。

- 10) フォローアップによる最近の省エネルギー活動結果
 - 3. 2項に掲げた診断指導項目や独自に行った省エネルギー活動を今回調査時の確認結果を表Ⅲ-3-4にまとめて示す。

表Ⅲ-3-4 省エネルギー活動結果

Recommended Technology	Adjudication	Status of Implementation
(1) Heat recovery from the furnace exhaust gas		and reheating furnace issues
a. To raise the preheating	Yes	New recuperator was installed in
air temperature		2004. Air temp. is 245°C from 220°C.
b. To maintain the recuperator	Yes	The worn out tubes end was closed.
minimizing air leakage		Recuperator house-keeping is
		scheduled every month.
c. To solves the furnace door	Yes	Lifting type cover was installed at
opening issue, and to		charging door.
maintain the efficient		Discharging door opening time was
combustion		reduced by 3 seconds.
		Fuel oil temperature was raised to
		110 ℃ from 90 ℃ to attain the
		efficient combustion.
(2) Air compressor: To minimize	Yes	Air leakage is continuously monitored
the		by mechanical maintenance.
air leakage		
(3) Demand control of electricity	No	Under feasibility study
receiving/transformer equip.		



4. セミナー・ワークショップ

4. 1 概要

2005年9月2日(金)にセミナー・ワークショップを開催した。

セミナー・ワークショップでは最初にフィリピンの DOE、Assistant Secretary である Mr. Matanog M. Mapandi による開会の挨拶があった。総勢 42 人の熱心な出席者があり、盛会かつ有意義なセミナー・ワークショップだった。

(1) 日時

2005年9月2日(金) 8:30 受付開始 17:00 閉会

(2) 場所

Dusit Hotel Nikko, 2F, Yakal Room, Makati City, Philippines

(3) セミナー・ワークショップ発表内容

プログラムは資料 No. D-110 に示す。フィリピンからは DOE の全般的な省エネ活動の紹介、WESM および産業界から 2 件の発表があった。ASEAN から 3 件報告されたが、インドネシアとヴェトナムからのものはカンボジアで報告されたものと同じであった。

(4) 出席者

フィリピン:

Hon. Matanog M. Mapandi, Assistant Secretary, Department of Energy (DOE)

Mr. Marlon Romulo U. Domingo, Sr. Science Research Specialist, DOE

Mr. Eric Naovarette, Science Research Specialist, DOE

Mr. Oscarlito C. Malvar, Science Research Specialist, Dep't of Science & Technology (DOST)

Ms. Rochelle Retamar, Science Research Specialist, DOST

フィリピンの一般産業(鉄鋼を含む)からの参加者は約30名(Mr. Domingo による最終の終了証授与者の数)。中にはESCO や以前DOE に居たコンサルタントが目立った。

ACE:

Mr. Ivan Ismed, Assistant Project Coordinator

マレーシア:

Mr. Ghazali Talib, Energy Audit Engineer, Energy Industry & Sustainable
Development Division - MIEEIP, PTM

インドネシア:

Mr. Subagyo, Supervisor, Pencana dan Evaluasi Produksi, PT Kertas Leces (Persero)

ヴェトナム:

Mr. Van Long, Official on Energy and Environment, Ministry of Industry, Science and Technology Department

ECCJ: 国際エンジニアリング部 技術専門職 小川 史雄、天野 尚、田中 秀幸

- 4. 2 セミナー・ワークショップ結果
- (1) オープニングセレモニー(祝辞および開会の辞)
 - 1) フィリピン DOE の挨拶

DOE の Assistant Secretary である Mr. Mapandi が挨拶した。需要者も産業側も省エネの意識を持つべきだと述べ、また技術やシステムを含む能力の養成が必要とした。そのためには産業の中での協力が、さらには ASEAN 諸国間での協力が必要と強調した。フィリピンの産業の例としては鉄鋼、食品、化学を挙げた。

2) ECCJ

田中技術専門職が日本側 (METI および ECCJ) を代表して挨拶した。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・貢献などにつき述べた。

3) ACE

ACE の Executive Director である Dr. Weerawat の挨拶を Mr. Ismed が代読する形で挨拶した。とくに最近の原油価格が空前の高値になっている状況に鑑みますます省エネルギーが重要となっていることを述べた。PROMEEC そのものについても説明した。

この後写真撮影が行われた。

- (2) Session 1 EE&C 活動について
 - 1) Energy Efficiency and Conservation Promotion Activities in Philippines Mr. Domingo (資料 No. D-120)

Objectives, Strategies, Education Campaign, Energy Management Advisory Services, Demand Side Management, "Don Emillio Abello EE Award"等を含む概括的な説明であった。特に DOE の新しいロゴである"EC Way of Life"が印象的であった。(先日の工場訪問の際も DOE のスタッフがこのロゴ入りのTシャツを着ていた。)

2) Energy Efficiency and Conservation Activities of Industries in Japan - Mr. Tanaka (資料 No. D-121)

日本のエネルギー消費構造の変化、法律・行政の歴史、産業の努力、経団連の Action Plan、ECCJ の諸活動などを含む広範な説明で、出席者にも大いに参考になったと思われる。

- (3) Session 2 産業界における EE&C 事例
 - 1) Overview of Wholesale Electricity Spot Market-Mr. Fernandez (資料 No. D-122) WESM が成立するまでの経緯、その意義、更にこれが東南アジアでの新しい Trend になっていることなどを説明し、大変興味深い内容であった。
 - 2) Energy Efficiency and Conservation Best Practices in Chemical Industry Mr. Veloso (資料 No. D-123)

RI Chemical 社での経験で、Vapor Absorption 法により廃熱を有効利用して冷水を 高効率でつくった例の報告であった。

- 3) Energy Efficiency and Conservation Best Practices in Food Industry
 Mr. Erestain
 - 照明や高効率モーターなど省電力の例を発表したが、資料が一切無く、すべて口頭のみだったので、解り難かった。
- 4) Energy Efficiency and Conservation Best Practices in Iron & Steel, and Food Industry Mr. Talib (Malaysia) (資料 No. D-124)

PTM の活動として無料のエネルギー診断を行っている。発表者自身いろいろな産業の工場へ診断に行っており、その経験から今回の資料を纏めた。PTM は診断用の測定機器も各種取揃えている。

鉄鋼の例となった Malayawata 社は電気炉と圧延ミルを持ち、話題も加熱炉、圧縮空気、電気、冷却水など今回の出席者(鉄鋼業界から多数)にとって大変興味深い内容であったと思われる。また食品の例は食用油 (パームオイル) の製造工場の例で、最近 ECCJ が関係して診断指導を行っているテーマであった。

- 5) Energy Efficiency and Conservation Best Practices in Pulp & Paper- Mr. Subagyo (Indonesia)
 - カンボジアで発表した資料 No. D-115 を使っての報告であった。
- 6) Energy Efficiency and Conservation in Ceramic Industry Mr. Long (Vietnam) (資料 No. D-125)

カンボジアで発表したのと同じ内容であったが発表者は変わっていた。

(4) Session 3 フォローアップ調査結果とワークショップ

1) Findings of Follow Up Energy Audit at Iron and Steel Industry in the Philippines, Introduction (1) and Follow Up (2) - Mr. Domingo & Mr. Amano (資料 No. D-126 (1)、(2))

本テーマについては、ASEAN PROMEEC の活動目的や経緯資料の資料 (1) を DOE が 作成して報告、技術的内容部分 (2) を ECCJ が作成して報告した。後半は、電気や 加熱炉を中心とした技術的説明で、出席者の興味・関心に充分に応える発表内容で あった。

- 2) Barriers and Measures to implement EE&C Mr. Ogawa カンボジアで使った資料 No. D-117 を利用したが、フィリピンの鉄鋼産業を念頭に置いて、また当日の他の発表者の内容を引用しながら説明した。
- 3) Technical Directory (TD) Mr. Tanaka & Mr. Ismed TD の目的、作成方法・Format などを説明し、更に実例を示して理解を深めた。この 実例については Mr. Ismed が説明した。カンボジアで使った資料 No. D-118 を利用。
- 4) Database/Benchmark/Guideline for Industry Mr. Ogawa 本項目は最後に時間切迫の状況もあり、簡略な説明に留めた。カンボジアで使った 資料 No. D-119 を利用。

(5) Q&A Session

途中で適宜 Q&A があったが、最後にまた Q&A の時間が取られた。熱心な質問や意見が活発に出たが、年配のコンサルタントが数人居たこともあって、次第に政府批判のような雰囲気となった。とくにフィリピンの省エネルギー法が時限立法で成立した後時間切れで無効となった経緯を踏まえて、政府(DOE および DOST)の一段の努力を要請する発言が多かった。

またとくに DB/BM/GL については秘密保持条項との調整の難しさだけでなく、(主要産業における) データの整理・分析そのものの困難を指摘する声もあった。

(6) 閉会の辞

DOE の Director, Energy Utilization Management Bureau である Ms. Teresita M. Borra が挨拶する予定であったが急遽欠席となり、Mr. Domingo が閉会の辞を述べた。

以上

Ⅳ. インドネシア (紙・パルプ産業、繊維産業)

1. 活動概要

フェーズ 1 (時期: 2001 年 1 月 22 日~ 1 月 25 日) で省エネルギー診断が行われた PT KERTAS LECES 社のフォローアップ診断と、今回新規に採用された紡績工場の省エネルギー診断を 実施した。各種産業の省エネルギー実施例の発表を含めたセミナー・ワークショップをジャカルタ市で開催した。

1. 1 実施年月日

2005年12月5日~12月9日

1. 2 実施場所

フォローアップ調査: PT KERTASLECES 社、製紙工場(LECES 村、東ジャワ地区、

Surabaya 市南東約 120km)

新規省エネルギー診断: INDUSTRI SANDANG NUSANTARA (UNITPATAL GRATI)紡績

工場(東ジャワ地区、Surabaya 市南東約 80km)

セミナー・ワークショップ: ジャカルタ市

1. 3 日程 (資料 No. D-102)

2005年12月5日(月): フォローアップ診断 (PT KERTASLECES 社)

6日(火): フォローアップ診断 (PT KERTASLECES 社)

7日 (水): フォローアップ診断 (PT KERTASLECES 社)

8日(木): 省エネルギー新規診断 (PT Industri Sandang Nusantara

社 Patal Grati 紡績工場)

9日(金): 調査結果まとめ、PT KERTASLECES 社資料受取訪問

12日(月): セミナー・ワークショップ

1. 4 関係者

ACE:

Dr. Weerawat Chantanakome: General Director

Mr. Christopher G. Zamora: Project Manager

Mr. Ivan Ismed, Project Officer

インドネシア:

Ms. Meryam Ayuni, Directorate General of Electricity and Energy Utilization, MEMR (インドネシアの Focal Point)

Mr. Parlindungan Marpaung, Inspector Electricity, MEMR

日本: ECCJ 国際エンジニアリング部 技術専門職

小川 史雄、天野 尚、田中 秀幸

インドネシア情勢

(1) インドネシアー般事情

- 面積: 約189万平方キロ(日本の約5倍)

- 人口: 約2.15億人(2003年人口センサス))

- 宗教: イスラム教 87%、キリスト教 10%、ヒンズー教 2%

- 政体: 共和制

- 経済: 主要産業: 鉱業(石油、LNG、アルミ、錫)、農業(米、ゴム、パ

-ム油)、工業(木材製品、セメント、肥料)

一人当り GDP: 954 米ドル (2003 年)

経済成長率: 4.5% (2003年)

通貨: ルピア、約1円=約80RP(ルピア) (2005年12月)

貿易 (2003年):

輸出: 石油・ガス(25%)、輸送用機器・部品(17%)、繊維・

衣類 (12%) 等を日本 (21%)、米国 (13%)、シンガポール (8%) へ(イ側統計)。輸出額 610.58 億米ドル(IMF

統計)

輸入: 一般機器・輸送用機器(26%)、燃料・潤滑油(24%)、

化学原料・製品 (16%等を日本 (16%)、中国 (12%)、 シンガポール (11%) から(イ側統計)。輸入額 326.1 億米

ドル(IMF 統計)

- 経済概況: 97年7月のアジア通貨危機後、政府は IMF との合意に基づき、経済構造改革

を断行。経済は好調な民間消費や輸出に支えられ回復基調にあり、2003年末に IMF を卒業。ただし、国内・外国投資は通貨危機以前の水準に戻っておらず、ユドヨノ大統領は就任に当たり、外国投資の拡大を最大の課題と位置づ

けている。

(2) エネルギー事情

石油代は過去 5 年間で約 10 倍に値上がりしており、ガソリン代は US\$0.5/L となっている。電気代は US\$0.05/kWh であった。

2. PT KERTAS LECES 社紙・パルプ工場省エネルギーフォローアップ調査

2. 1 PT KERTASLECES 社 紙・パルプ工場の概要

(1) 会社概要

1938 年オランダ統治時代の創業。操業開始は 1942 年 2 月 22 日、No. 1 抄紙機 運転開始。オランダの会社が経営していたがインドネシア独立後 1961 年国営化され、その後 1982 年に民間会社として発展し、 5 基の製紙機を持ち 570t/d の生産能力がある。実生産量は 12~14 万 t/y である。

第1回(フェーズ1)の省エネルギー診断調査は2001年1月に行われている。

同社は第1回調査以後、省エネ活動に熱心で大きな成果を挙げておりその結果を毎回の PROMEEC Seminar に参加して発表している。今回の訪問に対しても非常に協力的であった。ただし、最近、外部環境の影響で経営上の問題が出ており対策に苦慮している状況が窺えた。訪問時もいくつかの主要装置の運転を停止して半分以下の負荷で操業していた。

以下は第1回目診断調査時の状況とフォローアップで訪問した際の状況を加味して示す。

会社名: PT Kertas Leces (Persero) Pulp and Paper Mill

工場所在地:J1. Raya Leces, Leces, Probolinggo 67202, Jawa Timur - Indonesia

Tel: 632-62-335-680993, Fax.: 632-62-335-680954

製品: 印刷用紙、工業用紙、ティッシュペーパー、新聞用紙、バガスパルプ

生産量は 12~14 万 t/y

従業員数: 約3,150人(8時間勤務-3個班体制)

(2) 製紙工場設備とエネルギー消費

1) 操業概要

第1回 (Phase 1) の省エネルギー診断調査時は順調な生産状態であると報告されていたが、現在は、後述するように主生産品の新聞用紙 (製品の約40%) の販売不振、その他により操業率が低下している。

2) 設備

発電用ボイラー $90t/h \times 4.484 MPa \times 5$ 基、重油燃焼を 2003 年に天然ガス燃焼に変更、最近エコノマイザーを追加設置している。

回収ボイラー 40t/h×4.594MPa×1基、および45t/h×4.48MPa×1基

Liquor 含有量: 43%

蒸気タービン EBPT (背圧タービン) 出力 19,400kW×1基

CT (復水タービン) 出力 19,400kW×1 基

ECT (抽気復水タービン) 出力 27,000kW×1基

抄紙機 1号機: 2,700mm×125m/min (段ボール用ライナー:30t/d)

蒸気消費 0.6MPa×3.5t/t-paper、電力消費876kWh/t-paper

2号機: 2,700mm×325m/min (産業用紙、筆記用紙:60t/d)

蒸気消費 1.25/0.6MPa×3t/t-paper、電力消費 695kWh/t-paper

3 号機: 6,000mm×550m/min (筆記用紙、印刷用紙:175t/d)

蒸気消費 0.6MPa×3t/t-paper、電力消費 810kWh/t-paper

4 号機: 2,400mm×900m/min (ティッシュペーパー:30t/d)

蒸気消費 3.3/1.25MPa×3.5t/t-paper、

電力消費 1,528kWh/t-paper

5号機: 7,000mm×750m/min (新聞用紙、筆記用紙、印刷用紙:275t/d)

蒸気消費 0.6MPa×1.8t/t-paper、電力消費 684kWh/t-paper

バガスパルプ設備

DIP (De-inking Plant: 脱墨設備)

排水処理設備

空気圧縮機 6基

給水ポンプ 11 基

等がある。

3) エネルギー消費量と単価

製紙工場の生産量とエネルギー消費量およびエネルギー価格を表 \mathbb{N} -2-1、表 \mathbb{N} -2-2 に示す。

表IV-2-1 製紙生産量とエネルギー消費量

Year					
Items		2000		2005	
Production & Used Energy	Unit				
Baggase pulp	t	14, 876		82	23
Deinked pulp	t	42, 865		0	
Paper production	t	135, 717		114, 273	
Energy source			toe/y		toe/y
Fuel oil	kL/y	147, 832	143, 397	5, 184	5, 028
LPG	kg/y	267, 290	297	0	0
Natural Gas	km³N/y	0	0	951, 149	81, 464
Electricity	MWh/y	219, 628		143, 669	

表IV-2-2 エネルギー価格 (US\$)

Energy Source	Unit	Price (2000)	Price (2005)
Fuel oil*	L	0. 0428	0.3937*
Natural Gas	m ³ N	-	0. 1228
LPG	kg	0. 1479	-
Electricity**	kWh	0. 0216	0. 0501

^{*} Excl. Transport Cost

** Electricity only, average price, exclude steam cost to plant

*** LPG used at PM (Paper Machine) #3 for Infrared Dryer up to Nov. 2001 and then changed to Natural Gas. Natural Gas was used at PM #3 and at the Power Plant, but since 2003 PM #3 has used no longer Natural Gas.

2. 2 PT KERTASLECES 社 紙・パルプ工場の前回診断結果概要

前回の診断時に示された改善項目は以下のとおりであった。全般的には「5S」が不十分であると指摘されていた。

(1) パワーボイラーおよびタービンの省エネ対策

2000 年の LECES 工場では自家発電率が 99%前後、重油代運賃込で概算 US\$43.5(5000円)/kL と安いので自家発電力単価は抽気発電の分は僅かに US\$0.0052(0.60円)/kWh、復水発電の場合でも US\$0.019(2.17円)/kWh である。

復水発電の単価は買電単価(ピーク帯 RP315,840=4.62円/kWh 夜間 RP 263,200 = 3.85 円 /kWh) の約半分の価格である。したがって、節電の投資は採算ベースでは一般的には非常に難しい。また、蒸気の単価は単純に計算すれば US\$3.78(435 円)/t であるが蒸気を 1 t/h 節減すると腹水発電を約 0.45 t/h 増加しなければならないので、節減効果は実際には約半分強の US\$2.09(240 円)/t 程度となるため、一般的には殆ど採算ベースに乗る投資は出来ないという状況であった。

- 1) スチームトラップ、バルブ、配管、ヒーター等の至る所から大量の蒸気が漏れて おり、さらに保温・塗装の修理が不十分である。
- 2) 給水ポンプ (BFP) の運転台数の減少

StageIIIの BFP 3 台と StageIVの BFP 1 台の合計 4 台を運転している。設計圧力が 6.85IMPa(2.9Im3/分)と高いが 6.0IMPa以下で十分であり、最大負荷が 240Im3/h 以下 であるので 1 \sim 2 台の運転で対応できる筈である。

定格 36.5Amp に対して、25,25,27,26Amp の負荷が掛かっており、合計負荷 889 kW である。これを 1 台運転にすれば、600kW の節減、2 台運転の場合 390kW の節減が可能となる。なお、工事費は 150 A の配管約 30 m と、切り替バルブ 2 個として US\$4,350(=50万円)である。

3) ブローダウンの水量が多すぎる。一ドレンフィルターの設置

給水の電気伝導率が $7.88\,\mu$ S/cm であるのに、ボイラーのブローダウン水量が 4 缶の 平均給水量の約 15%に達している。ブローされたブロー過熱水の熱は蒸気 4.67t/h に相当し、全て廃棄されている。JIS B 8223-1977 によれば 5.0MPa のボイラーの循環水電気伝導率は $800\,\mu$ S/cm 以下で良いので、給水の電気伝導率が現状の $7.88\,\mu$ S/cm であっても 4 缶で約 1%=2.5t/h のブローダウン量で良い筈である。

LECES 工場の純水装置は良好で純水の電気伝導率は $5~\mu$ S/cm 以下であるが、コンデンセートでは $7.88~\mu$ S/cm と高くドレンフィルターを設置すればボイラーチューブの損傷の懸念は無い。

ドレンフィルターの設置及び配管切り替え工事一式: US\$261,000(約30百万円)。 排ガスの温度が平均 214.2 $^{\circ}$ と高いが、LECES 工場で使用している重油のS分は 2.5%と低いので 130 $^{\circ}$ 程度まで廃熱回収できる。しかし前述の様に重油価格が約5,000円/kLと余りにも安いので、省エネ投資は困難である。

また、上記の対策等を実施すれば、本ボイラープラントの熱効率は約93%に改善できると推定される。

4) ボイラー発生蒸気の温度が低い

発生蒸気の圧力は日誌によると $4.4\sim4.5$ MPa で安定しているが、蒸気温度は稼動中 の $1\sim4$ 号ボイラーの 2 日間平均値で見ると、それぞれ 425、435、445、405 C とば らついている。とくに 1 号と 4 号ボイラーが低く、基本的に重大な問題である。

1号、4号の温度は各々10℃、30℃上昇できるので抽気・復水の比率一定として概算してみると、各々約7kW/t、2kW/tの発電量が増加する。復水の減少量は

1号ボイラーでは $2 \, \text{kW/t} \times 54.6 \, \text{t/h/200kW/t} = 0.55 \, \text{t/h}$

4号ボイラーでは $7 \, \text{kW/t} \times 39.5 \, \text{t/h/200kW/t} = 1.4 \, \text{t/h}$ と合計約 $2 \, \text{t/h}$ となる。したがって、約 US \$ 60, 400/y (= $2 \, \text{t/h} \times 8$, 000h/y/11.5 t/kL × US \$ 43.4(5,000 円)/kL、約 7 百万円/年) の利益となる。

5) タービンの抽気圧力が高過ぎる。

PM 2 (製紙機 2 号機), PM 4 のヤンキードライヤーおよびバガスパルプのダイジェスター以外はエバポレーターも含めて、0.25MPa 以下の蒸気で十分であるにも拘らず、実際には LP 蒸気ヘッダーの圧力を 0.5MPa としている。抽気蒸気の過熱度が高いのでドレンアタックの心配は無く、メーカーにブレード強度、スラストベアリング等の確認を要するが 0.4MPa 以下に出来る筈である。この場合、抽気の発電は 10kW/t $\times 50$ t/h=500kW 増加でき、約 2.5t/h 相当の復水発電を減少できる。利益は約 US \$75,480/y (=2.5t/h $\times 8,000$ h/y/11.5t/kL \times US \$43.4/kL、約 8.7百万円/年)となる。

6) 復水タービンおよび抽気復水タービンの排気温度が高い。

復水タービンは $59\sim62$ Cと高く、抽気復水タービンも $39\sim46$ Cと高目である。現在 クーリング水はクーリングタワーで冷却して循環使用しているが、平均気温 30 C・平均湿度 65 %と高いので冷却水の温度は 33 C 前後であり、排気温度は 42 C 前後に なってしまう。新水が年間を通じて 27 Cと低く、700 m³/h 程度使用しているのでコンデンサーのチューブの一部を新清水の加温に利用することが望ましい。

発電が増加する他に抄紙機のシャワー水の温度が上げられた分、脱水が向上して蒸気使用量を減少できる。復水量は10%以上削減出来る。新水の硬度が高く、TDS 特にSi0₂が多いのでコンデンサーのチューブの汚れが懸念される。

定期的にフラッシングするか自動的に洗浄できるようにする必要がある。

- (2) エバポレーターおよび回収ボイラーの問題点および提案
 - 1) 新水やバガスに珪酸カルシュームが多く含まれているため、バガスパルプの廃液 には珪酸カルシューム・蓚酸カルシューム等が多量に含まれる。そのためエバポレ ーターのチューブ汚れが大きな問題である。LECES のエバポレーターはこの事に配

慮して、No. 1 缶と No. 2 缶を切り替えて常時 1 缶を洗浄して居り、5 缶 4 重効用であるが、No. 3 缶以降も洗缶の必要がある。濃黒液濃度 37.8%を設計値の 45%へ上げれば、固形分あたりの発生蒸気量が増え、燃料費節減になる。硫黄(S)分の多い重油の使用量が減り、IDF等の腐食が減少できる。効果試算では US\$20,000/y。

- 2) 給液缶を現在の#5号缶から#4号缶に変更することを推奨する。 給液稀黒液の温度は85~90℃と高いので、設計ベースの蒸発温度が70~75℃の#4 号缶に給液すべきである。#4号缶で蒸発した蒸気は#5号缶で加熱蒸気として使用できるので、その分省エネとなる。効果試算ではUS\$7,600/y。
- 3)排ガス中の残 0_2 が7.0%と高いのにC0が5ppm と高い。 CO の規制値は20ppm であり、公害上は問題にはならないが回収ボイラーではC0の管理が重要である。回収ボイラーの黒液噴射バーナーは4基あるが現在3基しか使用していない。炉内の燃焼が不均一となるので、バーナーサイズを小さくして4基使用すべきである。助燃重油の量が多いので残 0_2 は2%以下まで下げられるので概略 3%程度発生蒸気量が増加する。効果試算ではUS\$980/y。
- 4)回収ボイラーの排ガスの熱を利用して黒液を濃縮するカスケードエバポレーターの排ガス中に相当量のNaO, $NaCO_3$, $NaSO_4$ 等が飛散している可能性が強い。スクラバーを設置して ($NaO+NaCO_3$) を回収し、石灰石が黄色であり、 $CaCO_3$ 純度が低そうなので購入の際純度の高いCaO に切り替えれば、NaOH の回収率は90%以上にできると思われる。

未回収の 50%中 30% (設計の 80%回収) 回収として NaOH 回収量増は、年間 US\$613,700(=70百万円)の利益となる。

蒸気が安いのでスクラバー排水乾燥用エバポレーターの設置をしても良いが、前述 したように重油ボイラーの排ガス温度が 200℃以上もあるので、これで濃縮すれば エネルギーは不要である。

工事費: 概算 US\$435,000(50 百万円)程度のため公害対策上からも是非とも実施すべきである。

(3) PM5の問題及び提案

- 1) 7S(整理、整頓、清掃、清潔、躾および省資源、省エネルギー)の推進 パルプや紙切れが至る所に散在している状況であり、始めの3Sから始める必要が ある。
- 2) ドライヤー各群の表面温度は略同一でありドライヤーの各群間の蒸気に圧力差がないため、ドライヤーの蒸気のコンデンシングドレンが上手く排出されないことがあり、ドライヤーシリンダー内に蒸気ドレンが溜り、ドライヤーの駆動モーターの負荷が上昇し、オーバーロードとなるためドライヤーのドクターは一本を除いて総

て撤去してあり、この一本も浮かして使用していない。

ドクターの負荷はドクターの整備が良ければ大きな負荷にはならないので、ドクターは全数復旧して使用すべきである。ドクターが無いと紙片や紙粉が除去できないためにカレンダーでの穴あきや紙切れとなる他、ドライヤーの表面に付着する粘着物が除去できないので、紙にピンホールが発生し、粘着物が付着することになるのは当然のことであり、その大きさが大きい場合には紙切れの発生となる。ドクターは整備して復旧すべきである。

- 3)ドライヤーの蒸気のドレイネージ・システムは約20本のドライヤーへの蒸気吹込みを止めて、蒸気差圧を各群間に0.04MPa以上取れるようにしなければ、蒸気のカスケード使用による省エネも出来ない上、ドライブの負荷上昇となり、増速することが出来ない。これらを改善すれば逆に750m/分~1000m/分位が適正スピードと言える。増速すれば速度の約2/3剰しか電力は増加しないし、蒸気原単位も向上するので大幅な省エネとなる。現状の最大日産量は240t/日であるが、1,000m/分に増速出来れば最大日産は500t/日にアップするのでその経済効果は莫大である。紙切れが減少できれば増速が可能となる。
- 4) 現状では紙切れが発生した場合に、その原因となりそうな状況の清掃もせずに、通紙作業に取り掛かるため、通紙時間は下記のように平均 12.0 分/回と少な目では有るが紙切が再発する傾向にある。PM 5 でも多い日には7 乃至 10 回もある。また、運転日数約 300 日間の内、PM 1 では1.3%、PM 3 では7.8%、PM 5 も 4.0%紙切があり、この前後に多量の不良紙を作っている事を考えると概略 2 倍程度の省エネとなるので紙切減少の効果は大きい。

とくに、PM3は年間3週間相当以上(23,4日)も紙切していることになる。プレスパートの3P出口のペーパーロールにゼブラ模様に粘着物が付着しているが、紙切れ時に綺麗に拭き取る必要がある。なお、DIPの粘着物除去が不十分と考えられるので、DIPのパルプの洗浄強化が必要である。

- 5) ドライヤーフードのメンテナンスが悪く、2FL は全面的に開放になっており、階下も数箇所開放されたままである。これは省エネに反するのみでなく、紙の乾燥にも悪いのでフードを整備すると共に、閉めることを励行させるべきである。
- 6) 2000 年の修繕費は僅か US \$ 1.200Mill であり、総売上高の 1.5%弱と少ない。日本では 3 %~3.5%程度が標準的であるが、修繕に関る人件費が安い点を考慮しても、設備の状況から判断して、2.5%程度に増加しなければ、折角の立派な設備が陳腐化してしまう。また、各抄紙機の稼働率が表Ⅲ-2-3 に示す如く低いのはメンテナンス不良の証明である。日本では通常 95%程度の稼働率であり、98%以上の抄紙機もある。

表Ⅲ-2-3 Leces 工場抄紙機の稼働率および各抄紙機要員数-4直3交代2000年実績

抄紙機 NO.	PM 1	PM2	PM3	PM4	PM5
稼働率 %	89. 77	75. 19	78. 62	84. 90	80. 09
要員数	70	83	105	79	98

以上の対策による増速で125t/日×340日/年=約43,000t/年の増産となる。

(4) DIP の問題点と提案

- 1) 設計能力 250t/日に対し実際の能力は約 200t/日であり、一番のネックは粗選スクリーンの能力不足であるがスクリーンプレートのスリットの形状を変えれば解決すると考えられる。
- 2) パルパーの負荷に余裕があり、パルパーの回転数を6%上げられるので、さらに 300t/日程度までは現有設備で達成できると思われる。ただし、次の3)・4) 項に 記述する対策が必要である。
- 3) フローテーターのフロスの量(脱墨の際に墨と填料及びパルプがフローテーター に注入される空気で泡となっている。ケーキのスポンジのようなもの)が異常に多 く、多量の良質なパルプが周辺に溢れている。

フロスのリジェクト率は 5.7%もあり良質の繊維を大量に含んでいるのでこの減量 が必要である。

現在フローテーターは5基がパラレルに運転されているが4基のみを1次に使用して、残りの1基を2次に使用すればロスを半減できる。パルプ歩留は2.9%向上する。

インドネシアの古紙は輸入が主体のため割高であり、とくに ONP (新聞古紙) は日本の約 2 倍の 24 円/kg である。2000 年ベースで、42,865 t/年の DIP を製造しており、61,151t/年の古紙を使用しているが、歩留が 70.1%から 73.0%に向上すればメリットは下記のように大きい。なお、日本の ONP の歩留は 85%以上であり、当工場使用の古紙も良質なので 83%程度には出来るものと推定する。すなわち、現状より12%向上(率では 18%)する。

- 61, 151t/y-42, 865t/y/0.73=2, 432t/y
- 2,432t/y×US\$205/t=US\$498,600/y (=57.3 百万円/年)
- 4) リジェクトの最終処理に Johnson スクリーンが使用されているが粗選スクリーン の3次スクリーン以外は5~6 oの丸穴が使用されている。

大きな異物が除去されないため、これら異物が細分化されて2次のスクリーンから 除去されなくなるまで液はスクリーニングされず循環する事になる。 是非とも 0.20~0.25mm²のスリットのプレートに取り替えることを推奨する。 歩留が 83%に上がれば LECES 工場の古紙価格が US \$ 205/t と高いので下記のように 莫大な利益となる。

2,000 年には DIP42,865 T を製造するのに 61,151t の ONP を使用したが、前述したように歩留が 83%にアップ出来れば下記のようなメリットがあり、スラッジ焼却設備も小規模で良くなる。

42,865t/y/0.83=51,645t/y

51,645t/y - 61,151t/y = 49,506t/y

9,506t/y×US\$205/t=US\$1,950,000/y=224 百万円/年

投資金額:超概算 US \$ 2,000,000 (焼却炉改善を含め 230 百万円)

(5) バガスの歩留まりが低い

- 1) バガスは収穫期が年間約半年であり、屋外貯蔵されている。LECES 工場では HYPO で BIO 対策をしているので劣化の心配は無いと言っていた。しかし、BIO 対策のため HYPO 水を散水しているとは言え、降雨が多いので未だ持ち込んだばかりと思われるものに既にカビが発生している。バガスサイロを建設すべきだと思われる。
- 2) バガスの価格は US \$ 83 (9,545 円) /BLT と高く、歩留が 36.8%と低い。晒バガスパルプの歩留は原産地により異なるが、一般的に 42%以上と推定されるので、2000年の実績パルプ 14,258t/y としてバガス原料の減少量および減少防止を実施した場合のメリットを算出すると下記の通りである。

 $35,508t/y-14,528t/y\times0.9/0.42=4,377t/y$

4,377t/y×US\$83=US\$363,000/y (=41.8 百万/年)

15,000t サイロ建設費推定: US\$1,300,000 (=150 百万円)

(6) PM5以外の抄紙機

- 1) PM2のシングルキャンバスは現在4本だけであるが8本にした方が良い。乾燥能力の減少の心配は無く、ドライブ負荷が約半減する。
- 2) PM2のプレスは#1P、#2P共直径が細いので大径の#3Pを設置した方が良い。
- 3) PM3のドライヤーのドクターは使用していないが、紙切れの多い原因の一つであるので、整備して使用すべきである。
- 4) PM 1 のクリーナーは 2 次までだが 3 次を付けるべきである。他の PM は 3 次までついている。

5) なお、PM3, 4には4次、5次を付けるかFRU等の設置を推奨する。省エネはエネルギー費が安いので難しいが省資源は古紙やパルプが高いので簡単に出来る。PM3, 4では各々3t/日、5t/日程度の原料が節減できると推定されるので、パルプの平均単価を各々50円/kg, 30円/kgとすれば、年間利益は各々約US\$435,000(=50百万円)、合計年間約US\$870,000(=100百万円)の原料費を節減することが出来る。

設備費は各々概算 US\$174,000 (=20 百万円)、US\$261,000 (=30 百万円)の合計約 US\$435,000 (=50 百万円)程度である。

2. 3 フォローアップ診断調査

前回(2001年1月)の ECCJ チームによる診断指導した項目の実施状況フォローアップ 診断、およびその他の活動調査のため 2 日半にわたって PT Kertas 社製紙工場を訪問し た。フォローアップ診断ではインドネシアの MEMR が主導的な立場で実施する趣旨であっ たが、実際には ECCJ が中心で進めなければならなかった。

調査の進め方では、最初に今回訪問の目的を確認し、全体の予定を打合せした。装置の 操業状況は後述のように停止中のものも多かったので、製紙(抄紙)機はNo.3に絞るこ とにした。また抄紙工程については前回診断調査で詳細な指摘がされているので、今回 はむしろユーティリティに着目して調査・助言することとした。

(1) 調査実施日:2005年12月5日(月)16:20-17:20、

6日(火) 9:00-16:00、

7日(水) 9:00-16:00 および

9日(金)13:00-14:00

(2)調査者:

インドネシア

MEMR:

Ms. Maryam Ayuni, Department of Energy Efficiency (インドネシアの Focal Point。5、6日のみ参加)

 $\mbox{Mr.}$ Parlindungan Marpaung, Inspector, Dept. of E. Efficiency $\mbox{PLN}:$

Ms. Sutji Rahayu, Jakarta Office (5、6日のみ参加)

日本: ECCJ 国際エンジニアリング部、技術専門職 小川 史雄、天野 尚、田中 秀幸

(3) PT KERTAS LECES 工場応対者

Mr. Ir. Djoko Wiryono, Manager Litbang (PROMEEC での発表者)

Mr. Ir. M. Nugroho Basuki, Manager Plant 1

Mr. Ir. Tri Prasetyono, Manager Plant 3

Mr. Ir. Didik Mudiarto, SI Plant 1B

Mr. Supriyadi, SI Plant 3B

Mr. Ir. Subagyo, SI PP Produksi (PROMEEC での発表者)

Mr. Ir. M. Arifin, SI Penelitian

Mr. Gatot Subroto, SV Utilitas

Mr. Ir. Bondan As, SV KSP 3

Mr. Sutarmadji, SV Compressor

Mr. Imam Hadi, Listrik

Mr. Z. Abldin Iw, Konera 4 (Ir. は学士をあらわす)

(4) フォローアップ調査概要

12月5日(月)は今回訪問の目的を確認し、全体の予定を打合せした。

12月6日(火)は先方から外部環境等の状況変化の説明および現場簡易診断(バガス置き場、発電機、ボイラー、3号製紙機、廃水処理装置)を行い、調査団から現場を見てのコメントを説明した。停止中の設備が多かったので、製紙機はNo.3号に絞ることとした。また抄紙工程については前回の診断で詳細な指摘がされているので、今回はむしろユーティリティに着目して調査・助言することとした。また紙切れ等の改善指摘事項の議論を行った。

12 月7日(水)は現場見学とエアコンプレッサーとポンプ(水源ポンプ室)の計測、全体のまとめを行った。さらに9日(金)の午後、資料受取に再度工場を訪問した。なお、PT Kertas Leces 社からの入手資料は、

「Boiler Performance Curve」、「Boiler Blow-down Volume」、「Air Compressor 仕様と稼働率」、「製紙機電力表」および「3号製紙機紙切れによる停止時間表 (2001~2005)」であった。

(5)調査結果

1) 最近の状況変化

PT Kertas 社工場は前回(2001年1月)エネルギー診断を行った際に、詳細にわたる改善の助言を受けてその多くを実行するとともに、燃料を重油から天然ガスに変更する等工場独自の改善も行って大きな成果を挙げている。その内容を毎回のPROMEECセミナー・ワークショップで発表しており、いわば本プロジェクトに参加する企業の優等生である。しかしながら今回調査団が訪問して聴取したところによれば、外部環境が大きく悪化しており、省エネルギーもさることながら円滑な操業を続けるために懸命の努力を続けているという印象を受けた。今回の訪問時もいくつかの主要装置の運転を停止して半分以下の負荷で操業していた。また将来計画として燃料をさらにガスから石炭へ変更する案件も資金面の制約で実行が危ぶまれる状況であった。

2000年の生産量は約135,700トンであったが、最近は120,000トン程度まで低下している。その主要な状況変化は概略以下のとおりである。PT Kertas 社の対策も含めて示す。質問回答を資料D-107に示している。

a. 原料 (バガス) 不足

現場を見た時にもバガス (Bagasse) の Depithing およびパルパー (Pulper) は運転を停止していた。バガスはジャワ島内の製糖工場から低価格で出てくるが、最近燃料価格が上がったので製糖工場内で燃料として燃焼するようになり、外部に出る量が減少した。対策は次の 2 項目である。

- PTPN (Plantation Enterprise) に依頼してバガスの供給量を増やして貰う。彼らは代わりに石炭を燃焼する。これにより 2006 年度は 68,000 トン確保できる見込みである。
- 代替原料を探す。例えばカリマンタンの長繊維樹木原料など。

b. 新聞用紙の販売不振

近年、新聞社が自前で紙を製造するようになり販売量が減少した。PT Kertas 社は輸出もしているが結果として生産量を減らしている。この関連で古紙を処理する DIP も運転停止した。この結果 5 号製紙機 (PM5)では新聞用紙の生産を止め、印刷用紙などを生産している。

c. 天然ガスの供給不安

PT Kertas 社は 2003 年 6 月に燃料を重油から天然ガスに転換して生産コストの引下げに成功した。しかし最近同工場に供給している天然ガス田(プルタミナの関連会社)で生産量が減少し始め、さらに供給元の圧力も低下している。このため天然ガスの供給量が割当制となり、この制約で一日の生産量が 250-300 トンくらいに落ちる時もある。対策として自家発電(天然ガス使用量)を減らして買電を増やしている。なお、新しい天然ガス田の発見を期待している様子であった。

d. 重油価格の上昇

重油そのものの消費量は少ないが、天然ガス価格も影響を受けて上がるため、燃料費の生産コストに占める割合が 17%から 22-23%まで上がってきた。これは燃料転換前の 24%とほぼ同レベルに戻っている。対策として次の項目が考えられる。

- エネルギー使用効率を上げる
- 燃料をさらに転換する

2006年に天然ガスから石炭燃焼に変更する予定であったが、業績低迷のため投資資金が不足している。

2) 訪問時の状況

上記のような状況変化に伴い、訪問時の装置稼動は以下のとおりであった。

装置名	(主な製品)	(能力)	稼動状況/運転停止理由
PM 1	ダンボール用ライナー	30t/D	操業中
PM 2	印刷用紙、工業用紙	60t/D	操業中
PM 3	印刷用紙	175t/D	操業中

PM 4 ティッシュ 30t/D 停止 メンテナンス

PM 5 新聞用紙、印刷用紙 275t/D 停止 生産調整

Bagasse Pulp Plant, including, Depithing Plant,

Vacuum Evaporator, Recovery Boiler, Lime Kiln,

Recausticizer & Chlor Alkali Plant、DIP 停止 生産調整

その他例えば、Power Boiler は5基のうち3基が稼動、Turbine Generator は3基のうち1基のみ稼動、排水処理装置は操業しているといった状態であった。

3) エネルギー価格および省エネルギー活動 エネルギー価格は次のとおり。

天然ガス 4.36US\$/MMBtu

重油 9.60US\$/MMBtu

石炭 1.90US\$/MMBtu (Base: 22, 190kJ/kg、1Btu = 1.055kJ)

電力は、

• Reactive Power Charge=609×{有効電力(kW)-0.62×無効電力(kVAr)}

RP/kWh

力率 85%でゼロになるので日本の場合と同じ

·Active Power Charge:通常時 = 439RP/kWh

@Peak Load 時(18:00-22:00) = 878RP/kWh

PT Kertas 社工場電気使用量は 17,400kW で、PLN から 2,400kW (14%)、自家発で 15,000kW (86%)。なお、2001 年診断時の自家発率は 99%であった。

なお、PT Kertas 社では Energy Manager 不在のため工場全体を統一的に見る視点は 苦手のようであった。

4) フォローアップ結果(前回との比較)

前回診断時(2001年1月)に ECCJ の宮部技術専門職が助言した項目を2.2項に示した。PROMEEC セミナー・ワークショップで提出された PT Kertas 社の省エネルギー活動報告書から、未実施項目のみについて同社からの説明と今回の調査団のコメントを表IV-2-4示す。前述したとおり、状況の変化により装置の稼働率が低下しために実施しなかった項目もある。

表IV-2-4 ECCJ 前回指摘事項の未実施分に関するフォロー結果

No	No. Finding		PT's Comment/Action	Follow-up result
F	Re	covery Boiler		
	3 Change the FDF and IDF to proper size, for both the quantity and the head		Has not been done yet: too expensive	Company policy of Payback period of investment is 3 years or less.
G	Po	wer Boiler		
	2	Should be connected to each	Has not been done yet, the	In the past, connecting the
		pump by a common header so	characteristic of the pumps	pumps was tried and major
		that you can stop the two BFPs	not the same	problems resulted.
		and thereby save about 400kW		(The issue may still be
		of electricity.		worth studying further.)
	3	Change the FDF and IDF to the proper size, for both the quantity and the head	Has not been done yet: too expensive	Same as F-3 above
	4	Remaining 0_2 content is too high (4 to 7% as measured by our team) should be reduced to less than 2%.	0_2 monitor has been installed. Excess 0_2 in the stack can be adjusted to 2% manually.	PT is now controlling the remaining 0_2 content at 2-4% depending on load levels. (Recommended that 0_2 be reduced to 2-3%)
	5	Exhaust gas temperature is high at 170 to 180°C	We have tried to add an economizer. The flue gas temperature has been decreased to 160°C.	There is no space to add a heat exchanger on-site.
Н	Tu	rbine and Generator		
	3	Electrical technician has mistakenly made some kind	Since 2001 we have had to	
		of error with the Power	install a new capacitor. The	0.99 and should be ok.
		Factor (PF)	power factor has now	
		130001 (11)	increased from 0.71 to 0.74.	
			The budget to install new	
			capacitors is US\$ 100,000.	
	4	If the PF rose from 70% to over 85%, then the pay back from the Electric Company will cover some of the cost.	New capacitors have been installed in electrical company (PLN) line since 2001, and no payments have been needed to Electric Company for reactive power.	Confirmed the situation as described

5) 現場調査結果と印象

現場を調査した印象では操業そのものへの取組みは真面目でレベルが高い。また前回(フェーズ1)の報告にもあった PT Kertas 社独自のモットー「5R」(インドネシア語で日本の 5S に相当する)が現場および事務所のあちこちに掲示されていた。

a. 抄紙機

抄紙機の紙切れ (Paper Break) 問題では 3 号抄紙機の紙切れデータを入手した。 2000 年のデータに比べ、回数と停止時間にばらつきがあるが少しずつ減少傾向が 見られる (表 \mathbb{N} -2-5)。 なお、抄紙機の速度 (\mathbb{m} /分) は変わっていないとのこと。

年	紙切れ回	紙切れによる	停止時間率
	数	停止時間 (分)	(暦日に対する割合%)
2000 (フェーズ 1	2, 292	33, 691	6, 4
データ)			
2001	2, 490	48, 510	9. 2
2002	2, 579	34, 310	6. 5
2003	1, 259	19, 240	3. 7
2004	2, 258	40, 245	7. 7
2005	1, 439	23, 843	4. 9
(12月5日まで)			

表IV-2-5 3 号製抄紙機の紙切れ状況

紙切れについて、日本の製紙工場での経験(稼働率が低下した時に抄紙機を止めて充分に清掃したところ紙切れが減少したこと)を紹介した。ここでもきちんと清掃したときには紙切れの頻度が下がり、最近では4%台にまで下がっているとの説明であった。

b. 発電用ボイラー

スチーム必要量約 150t/h に対して 3 基のボイラーを稼動 (1 基あたり 50t/h) させている。「75t/h で 2 基稼動させれば良い」という調査団の意見に対して PT Kertas 社は「天然ガスの供給に不安があるので安全を見て 3 基稼動させている」との回答であった。省エネ以前の問題であると判断した。

- c. 発電機および受電設備では発電機3基のうち1基稼動中
- d. エアコンプレッサープラント

広い敷地ではあるが、コンプレッサープラントからの中央給気方式を採用してい

る。プラントには、遠心型コンプレッサー4台,スクリュー型コンプレッサー2台が設置されておりそのうちで、遠心型コンプレッサー2台(CENTAC:500hp,KOBELCO:500hp)が運転中であった。KOBELCOはスクリュー型コンプレッサー1台を廃棄して新設したもの(2週間前の11月23日にCommissioningを行った)。スクリュー型(2台)を含め4台がスタンバイである。設備利用率の悪さがここでも目立った。

稼動のエアコンプレッサーはいずれも大型であり、またサクションベーンによる 容量制御なので、部分負荷対消費電力特性が悪い。過去の消費電力データを入手 したので検討することとした(後述)。

吐出圧力の制御幅は、0.65~0.7MPaであり、やや高めに設定されている。配管での圧力低下を考慮したものと思われる。実状は、遠心型の為か、吐出圧力の変動は少なくほぼ 0.66MPa であった。

レシーバタンク、ドライヤー(吸着式)を通して負荷機器へ供給されている。

e. 給水ポンプ

がない。

ユーティリティ設備の代表の一つとして、給水ポンプを調査した。

給水ポンプはモーター容量が 200kW と大きく、工場構外の 3 箇所 (Ronggo jalu で 2 箇所、Sumber Kramat で 1 箇所) から合計 11 台で各プラントへ給水している。 ただし、停止しているプラントがあるので現状はその内 1 箇所からの給水設備の みが稼動していた。工場から約 1 km 遠方の貯水池 (Ronggo jalu) より 5 台のポンプで給水されるが、当日は 2 台のみが運転。ここでも設備利用率が低かった。ここではポンプモーターに進相コンデンサーを設置する事で、力率を 95%に改善していた。ポンプモーター個々にコンデンサーを設置したので、進み力率の弊害

また、高圧 (6kV) のまま給電し、ポンプサイトで 1,000kVA の変圧器で低圧 (400V) 化してモーターに給電している。

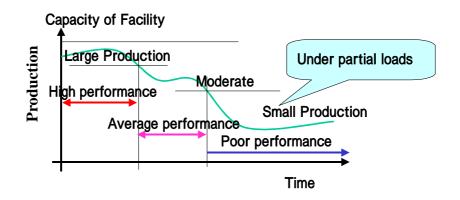
これらは、配電損失低減策の好事例である。この進相コンデンサーは、昨年の PROMEEC ワークショップで紹介されている。

前回の診断報告書で「給水は井戸水」との記述があるが、実際には給水地からの 給水であり、PT Kertas 社は国から工場処理水の一定量を周辺地域の農業用水と して供給する義務を負っている。

2. 4 技術的検討と提案

(1) 部分負荷運転対応の検討

工場の操業はフル操業が継続するとは限らず、ある時期には部分負荷運転(操業)を 余儀なくされる事態になる。図IV-2-1 に生産量と設備の運転状況を概念的に示した。



図IV-2-1 生産低下と部分負荷運転

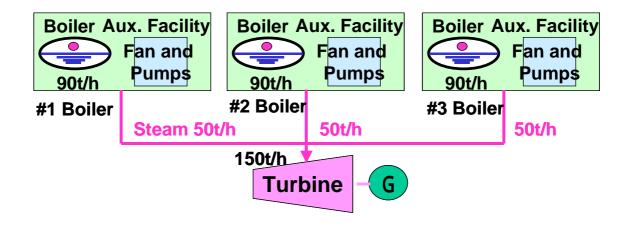
生産能力に見合った操業が行われている時は、効率も高く原単位も低く保持される。 しかし生産量が低下した場合は、設備稼動率の低下とともに随所に無駄や効率低下機 器が生じ、原単位も悪化する。生産設備は一般に需要量に合わせた規模に変更される が、ユーティリティ設備では対応が難しい場合がある。

PT Kertas 社のユーティリティ設備を例として部分負荷運転に対する対策を例示する。

1) ボイラーシステムの部分負荷運転

a. ボイラーシステムおよび運転現状

工場には3個の蒸気タービンシステムが設置されており、現在はそのうち1台が 運転されている。図IV-2-2 に稼動しているシステムの構成を示す。



図IV-2-2 PT Kertas 社ボイラーシステム

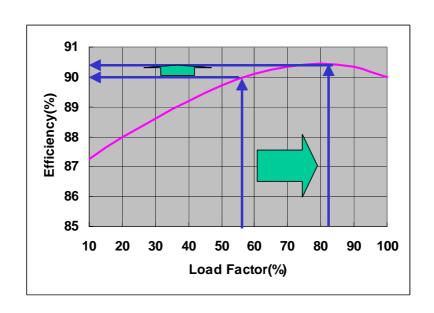
150t/h 定格の蒸気タービンに 90t/h 仕様のボイラー 3 台で蒸気を供給している。ボイラーの負荷率は 56% (= 50t/h/90t/h) である。

ボイラー能力(仕様)は90t/hなので、2台の運転でタービンの必要とする蒸気を賄うことができる。ここではボイラーを1台停止することが可能で、次のようなメリットが考えられる。

- ・ボイラーの負荷率アップによる効率向上、と
- ・補機の運転停止による省エネルギー

b. ボイラーの効率向上

ボイラー 2 台運転により負荷率は、83%(= 75t/h/90t/h)に向上する。 図IV-2-3 は PT Kertas 社で入手したボイラーの部分負荷特性である。



図IV-2-3 ボイラーの部分負荷特性 (PT Kertas 社)

低燃焼対応がなされているためか、部分負荷特性が非常に良好であり大きな燃料節減の効果は期待できない。グラフより僅かに 0.4% (= 90.4%-90.0%) の向上である。

c. 補機停止による効果

補機の運用が3ユニットから2ユニットへ削減される。

補機として、表IV-2-6 の機器および定格消費電力を考えた。ただし、FOP については現在ボイラーがガス焚きなので除外すると、全補機電力は 705kW になる。ファンやポンプの負荷率向上を考慮して、消費電力は定格に対して 65%から 90% に増加すると想定する。消費電力量を表IV-2-7 のように試算した。

表IV-2-6 ボイラーの補機

Fan / Pump	(kW)
FOP	11
BFP	315
DEP	75
FDF	315

表IV-2-7 各機器のエネルギー消費量

Items	Present	Improved
Number of Units in Operation	3	2
Load Factor of the Boiler (%)	56	83
Pumps and Fan Power Consumption Rate (%)	65*	90*
Power Consumption per Unit (kW)	458.3	634.5
Total power Consumption (kW)	1,375	1,269

(*: 想定值)

表IV-2-7より省エネルギー量は、

1,375kW-1,269kW = 106kW、106kW/1,375kW=0.077 (= 7.7%) となる。

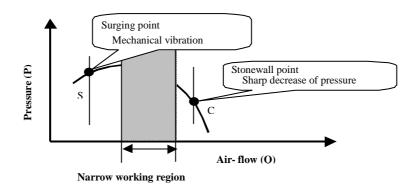
2) エアコンプレッサーの容量制御

電動機容量で 500hp クラスの遠心 (ターボ) 型4台とスクリュー型2台が設置されており、ターボ型2~3台の台数制御運転である。

a. ターボ型エアコンプレッサーについて

一般的に、ターボ型で代表されるダイナミック型は、スクリューやレシプロ型などの容量型の製作が難しい大容量領域で使われている。しかし、サージングやストーンウォールの現象により容量制御が困難である。図IV-2-4にサージングやストーンウォールについて示す。

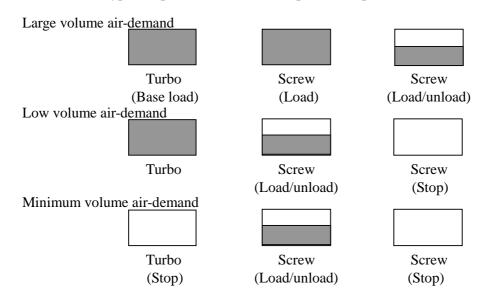
ターボ型は定出力運転に適した機種であり、スクリューやレシプロ型のような容量型と組み合わせることで変動負荷に対応するシステム構成が有効である。すなわち、ターボ型をできるだけベースロードに近づける為に、スクリューやレシプロ型によりターボ型で足りないエア分を追加する方式である。容積型のスクリューやレシプロ型は、ロード/アンロードが可能であり、アンロード時には軸動力を大きく下げることが出来る。



図IV-2-4 ターボ型コンプレッサーのストーンウォールとサージング

図IV-2-5 は、一般的なターボ型とスクリュー型コンプレッサーの組合せによる運転方法である。

Turbo type compressor: Base load operation Screw type compressor: Load/unload operation depends on demand

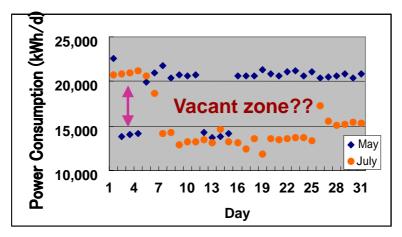


図IV-2-5 ターボ型とスクリュー型コンプレッサーの組合せによる運転

b. 稼動システム

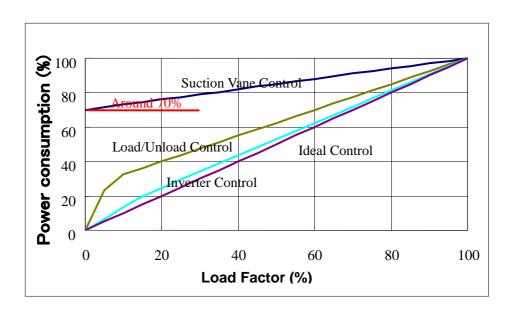
ターボ型の台数制御(マニュアルまたは自動)運転が行われている。ベースロードのエアコンプレッサー(2台)に対し1台を負荷に応じて0N/0FF運転している。以下に3台と2台の台数制御運転となっている特定の2ヶ月について、消費電力を図IV-2-6にグラフ化した。このグラフを見て不自然さが感じられる。何故15,000kWh/dから20,000kWh/dの間にプロットがないのか。エアコンプレッサー

の負荷は連続した分布とするのが自然であるから、図IV-2-6 のような分布の切れは考え難い。これらは、このターボ型エアコンプレッサーの部分負荷特性に起因していると考える。図IV-2-7 はエアコンプレッサーの各種容量制御の部分負荷特性である。



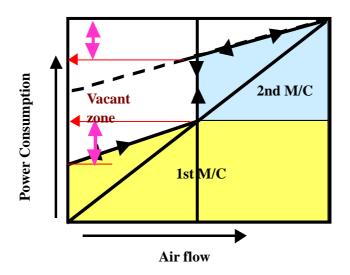
Power Consumption in May and July on 2005





図Ⅳ-2-7 エアコンプレッサーの各種容量制御の特性

ターボ型エアコンプレッサーの容量制御は、吸入弁制御が採用されている。吸入 弁制御では図の様に負荷がゼロになっても、消費電力はフルロードの約 70%の値 である。一方最近市場に出されたインバータ制御のエアコンプレッサー(スクリ ュータイプ)はほぼ理想的な部分負荷特性を示し、ロード/アンロード制御機は その中間に位置する。吸入弁制御機種2台の台数制御運転で、消費電力と容量制



図Ⅳ-2-8 吸入弁制御式エアコンプレッサーによる台数制御

全負荷の時は、2 台のエアコンプレッサーで圧縮空気を供給している。負荷が減少するにしたがって、1st M/C は全負荷運転のままで 2nd M/C は部分負荷運転にはいる。負荷が減少してほぼ半分 (50%) になると、2nd M/C は停止して 1st M/C 1台の運転になる。縦軸はこの一連の動作における消費電力である。

負荷の減少につれて、2nd M/C の部分負荷特性に沿って消費電力は減少していく。 部分負荷特性が悪いので電力の低下は緩やかである。負荷がほぼ 50%になっても、消費電力は全負荷時の 85% (= $50\%+1/2\times70\%$) 程度と多い。 負荷が 50%以下になると 2nd M/C は停止し、1st M/C 1 台の運転なるので以降は 1st M/C の部分負荷特性にしたがう。

この過程で、負荷率が 50%近傍で消費電力量が 85%から 50%に大きくステップダウンする。これが前述グラフのプロット無し領域に相当する。

c. 対応策

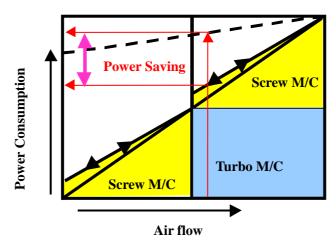
部分負荷特性の良好なインバータ制御機を使う方法は、現状では 75kW が最大容量であり、500hp 容量には対処できない。しかし、ロード/アンロード制御のスクリュー・コンプレッサーを容量制御機に使用することで相応の対応ができる。

図IV-2-9 は部分負荷と特性が改善されたシステムの制御状況を示す。

定負荷運転をターボ機,容量調整機をロード/アンロード制御のスクリュー機とする。負荷が大きい時は2台の運転になる。負荷の低下につれてスクリュー機の出力は低下する。消費電力も出力の低下につれて減少していく。負荷が50%以下になると定負荷運転のエアコンプレッサーを停止し、容量制御のエアコンプレッ

サーの単独運転になる。この構成では、図IV-2-6 のような大きな消費電力のギャップは発生しない。

改善効果は負荷率の発生分布に依存する。ここでは、負荷率の中心を 50%として、 0 から 50%と 50 から 100%までを幅 2 σ の正規分布を仮定した。



図IV-2-9 スクリュータイプとターボタイプの台数制御

試算結果は、吸入弁制御が理想形の制御に対して38%の消費電力増に対して、ロード/アンロード制御では14%増となった。約25%の省エネルギーである。 既設のスクリュー・コンプレッサーの制御を調査した上で、台数制御盤による容量制御の検討を提案する。

3) 電動機, ファンの部分負荷特性

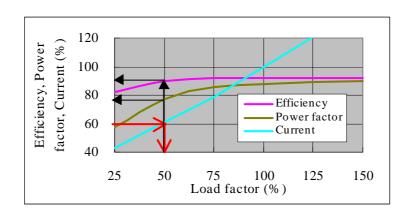
a. 電動機

誘導電動機の負荷率は、消費電力を測って定格値と比較する事で知ることで求められるが、電力測定は電圧と電流を同時に計測する必要があるので必ずしも簡易とはいえない。しかし、電動機が過大であるか否かの判断程度ならば電流計測のみで推測できる。図IV-2-10 はかご型誘導電動機(400V 駆動)の負荷率に対する効率、力率および電流(定格値に対する比率)の特性である。

電流と負荷率の関係図より、電流が定格値の 60%のとき、負荷率は 50%である。力率は 88%から 77%に、効率は 92%から 90%に低下している。高圧駆動の電動機でも やはり同じように電流が 60%で、負荷率は 50%程度に相当する

効率低下は高圧機でもせいぜい数%程度と微小とはいえ、負荷率 50%は需要の 2 倍規模の電動機を使用しているので改善対象である。

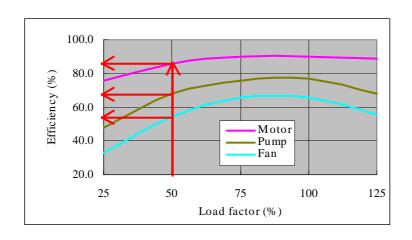
つまり、電動機が過大かどうかの判定の目安は、定格電流が 60%を超えるかどうかによる。



図IV-2-10 かご型誘導電動機(400V駆動)の特性

b. ポンプおよびファン

電動機に比較して、ポンプやファンの効率の負荷率に対する依存は大きい(図IV -2-11)。



図IV-2-11 ポンプおよびファンの負荷率と効率

負荷率が 50%ではポンプ、ファンともに効率が 10%低下している。また、負荷率が 50%以下での効率低下率は急激である。

前回の診断時(2001年1月)に計測された#701Bの補機の電流計測値を事例として表IV-2-8に示した。

DFP や FDF は設計値(定格値)電流に対して 60%以下の電流値である。これは負荷率が 50%以下の運転設備である。例えば、FDF はダンパでエアを 50%程度に絞り込んだ運転になっている可能性がある。プーリー比やギア比を変更して回転数を調整することにより大きな省エネルギーが可能である。

表IV-2-8 #701B のファンおよびポンプの電流計測値

	Capacity	Desigin	Design	Actual	Actual/
Fan/Pump	kW	Volt.	Amp.	Amp.	Design
1.FOP	11	380	22.5	14.5	0.64
2.BFP	315	6,000	36.5	29.5	0.81
3.DFP	75	380	131	67.4	0.51
4.FDF	315	6,000	36.6	17.5	0.48

(2) エアコンプレッサーシステムの運用

1)流量管理とエア漏れ管理

工場中央にエアコンプレッサー室を配置して、各工場に圧縮空気を配送している構成である。これは、設備の無駄を省き管理が集中できる長所があるものの、配管が長くなりエア漏れや圧力ロスの発生、供給と需要の不整合を発生するので、木目細かな管理が要求される。

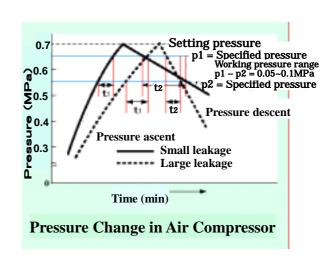
工場が停止の期間でも多量のエアの消費となっていないだろうか。フローメータを 是非設置して、流量管理と定期的なエア漏れチェックを行って欲しい。

エア漏れについては、新設配管でも $3\sim5$ %の漏れがあり、経年と共に10%を越えて35%に及ぶ事もある。リーク発生の主な部分は配管の接続部や機器のシール部などである。

リーク量は、工場が操業していないときにコンプレッサーを運転して図IV-2-12 の 方法で知ることができる。

Estimation of the Air leakage L: Air leakage (%)

$$L = \frac{t1}{t1 + t2} \times 100 \, (\%)$$



図IV-2-12 エア漏れ量のチェック

配管の末端を完全閉鎖してエアコンプレッサーを運転開始、規定圧力に達したら停止する。運転開始してから停止以後の吐出圧力の変化は図 \mathbb{N} -2-12 のようになる。ここで、 \mathbb{N} 1 は使用圧力, \mathbb{N} 1- \mathbb{N} 2=0.05~0.1 \mathbb{N} 1 で概算できる。

2) ドライヤーの検討

吸着式のドライヤーが設置されている。吸着式ドライヤーは電子部品製造用などかなり低い露点を必要とする工場にもパージを調整することで対応できる機種である。 この事は、過大な露点の設定になり、折角の圧縮空気をパージにより無駄に放出する結果となる可能性を持っている。以下のステップで露点管理の再検討を提案する。

- ① 必要な露点の確認
- ② パージ量の調整 (パージ時間)
- ③ ヒート式ドライヤー(冷凍式)による対応の可能性(切替えまたは併用)
- (3) 配電系での省エネの成功例(ポンプステーションの省エネルギー,力率の改善)
 - 1) 配電損失の低減

ポイントは次の様に集約される。

配電損失W[W]は、次式で表わされる。

 $W=I^2 imes r$ ここで I: 電流 [A]、r: 配電線の抵抗 $[\Omega]$

配電損失を低減するには、上式の電流(I)と配電線の抵抗(r)を小さくする事であり、

- a. 電流を小さくするには
 - ・負荷の中心まで高い電圧で電力を供給する
 - 力率を高くする
- b. 配電線の抵抗を小さくするには
 - ・低電圧配電線長を短くすることである。

PT Kertas 社の給水ポンプステーションはこれらの条件を全て満足し理想的な給電系統を構成している。具体的に対応状態を眺めてみる。

2) ポンプステーション

給水ポンプステーションは工場から約1km遠方の貯水池にあり、5台のポンプが配備されている。

図IV-2-13 に機器の接続の様子を単線結線で示した。 ここで、実施されている配電損失低減の手段を列挙する。

a. 高圧 (6kV) による長距離の給電

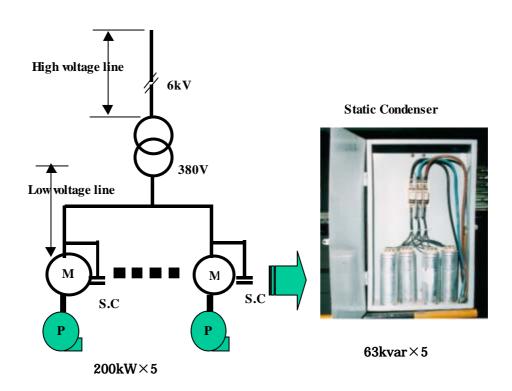
同一電力を給電する時に、電圧を高くすることで電流を小さくできる。その結果、 配電損失が低減される。

b. 変圧器を負荷の直近に設置

負荷の直近まで高圧で送電し、電流が大きくなる低圧配電線長を短くする。低圧配線での損失を低減する。

c. 進相コンデンサの設置

電動機に低圧進相コンデンサーを設置して力率を改善することで、配電線の電流が少なくなる。進相コンデンサーの設置により電流は320Aから280Aになったという。これにより、配電線での損失は77% (= $(280/320)^2$) に減少したことになる。



図IV-2-13 ポンプステーションの結線

3. Industri Sandang Nusantara 社 Patal Grati 紡績工場エネルギー簡易診断

第2の近隣の(新規)工場として Textile (Spinning)の Patal Grati 工場を訪問し、簡 易エネルギー診断を実施した。

PT Kertas 社製紙工場訪問は早くから決まっていたので、MOE に近隣の新規工場訪問のアレンジを依頼していた。しかし訪問先が確定したのは調査団訪問の3日前であった。先方にとって急な要請であったはずだが最終的に受入れて、調査団に対しても友好的・協力的であった。

Patal Grati 工場は省エネルギーに大変熱心で 1996 年に EC Committee を組織して活動 している。それらの説明を受けた後現場を調査し、気付いた点をコメントした。

本工場はポリエステル製糸を主体とした紡績工場である。綿やレーヨン等の製糸は同社 の他工場で行っている。

3. 1 Patal Grati 紡績工場訪問

(1) 訪問概要

会社名 : PT Industri Sandang Nusantara

工場名 : Unit Patal Grati

訪問日時 : 12月8日 (木) 9:00-16:00

場所 : Jl. Raya Grati KM.14 Grati、Pasuruan 67184、Jawa Timur, Indonesia

(Surabaya 南東約 80km)

先方応対者: Mr. Naulila, General Manager

Mr. Ir. Mulyono, Manager Teknik

EC 委員会 (Team Konservasi Energi) *のスタッフ6名

*「委員会」と称していたが実際には職制化されている

調杳団:

インドネシア、MEMR:

Mr. Parlindungan Marpaung, Inspector, Dept. of E. Efficiency 日本、ECCJ 国際エンジニアリング部 技術専門職

小川 史雄、天野 尚、田中 秀幸

(2) 工場概要

原料:ポリエステルヤーン(他にレーヨンおよび綿を原料とする工場があるが今回、調査団はポリエステルの工場のみを調査した。)

製品 :ポリエステルの糸

生産能力:400t/月(インドネシアのSpinning 工場としては中規模とのこと)

生産実績:現在は360t/月程度まで上がって、稼働率約90%

従業員数:536名(4直3交代のオペレーターを含む)

工場面積:26ha

操業形態:夜間・休日も含めて連続運転

但し順次機械毎に止めて定期修理を行う(3ヶ月に1回、各4時間)

使用エネルギー:電力のみ (PLN からの買電)

(3) 製造プロセス

次の8つの工程からなっている。

- a. Blowing: 原料ヤーンを Air Blower で吸引してダクト中を搬送し、Roller-Beater で圧縮成型する。
- b. Carding: 径 2cm くらいの糸状のものにする (ドラム缶状の容器に入れる)。
- c. Drawing: 機械の片側で Carding した 8 本を一度に巻き取って合わせて糸状にする。
- d. Speed: さらに糸を引いて縦型の糸巻きに巻き取る。
- e. Ring Spinning: この段階でいわゆる糸になる。(1 台の機械に数百個の Bobin がある。)
- f. Cone Winding: | 最後に糸に「撚り」をかけてコーン状の糸巻きに巻き取る。
- g. Packing (調査なし)
- h. Gudang (調査なし)

(4) エネルギー使用状況と省エネルギー活動

前述したように 1996 年から省エネ活動に取組み成果が上がったが、今でも電気代が 生産コストの 47%を占めているとのこと。

受電設備の Installed Capacity: 2,770kVA

Diesel Generator Capacity: $2 \times 1,250 \text{kW}, 1 \times 300 \text{kW}$

Mr. Mulyono (Technical Manager) がエネルギー管理者 (EC Committee の責任者) である。EC Committee は他の部門の管理者とスタッフもメンバーになっているが、主体は約 40 名のスタッフで、所内からなるべく電気の技術・知識を持っている人材をスカウトして教育を行い、彼の下に人事異動させた。これを約半数ずつ次の2グループに分けている。

- a. プロセス担当 : プロセス機器の巡回点検などを行い効率的使用を推進
- b. ユーティリティ担当:ユーティリティ機器につき同種の業務を行なう他にメンテ ナンスも担当している。

この活動の成果でエネルギー原単位が次のとおり改善された。

1996年 950kWh/Bale-Product (1 Bale =181kg)

2002年 850kWh/Bale

2005年 750kWh/Bale (Peak Load では 650kWh/Bale)

(5) 現場調査と印象

最初にプロセスの原料から製品までの流れに沿って調査し、ついでユーティリティ設備(空調関係・チラー、エアコンプレッサー、受電設備、発電機など)を調べた。 工場の作業環境は上記 EC 委員会のスタッフが毎時間巡回点検して温度・湿度を計測し、所定の範囲に入っていなければ是正するとのことであったが、蒸暑かった。 また現場の Housekeeping は概して未だしの感があり、日本の5S活動が必要である。

a. 照明

天井の蛍光灯を間引き、こまめに消灯しているなど工夫の跡が見られた。また電球の一部を蛍光灯型に変えつつあった。

b. 空調

温度 30℃から 33℃,湿度 65%が管理目標範囲になっており、乾球と湿球が対になっている温度計を作業場において環境を確認している。とはいえ湿度のコントロールの具体的設備は見当たらなかった。

しかし、Spinning と Winding の作業場環境には注意が必要らしく、冷水チラーと大掛かりな AHU 装置が 2 台設置されていた。

水冷のターボチラー (800RT) 2台は、現在は雨期で気温が高くないので停止していたが、乾期には運転するという。AHUでは、チラーの冷水を熱交換して、シャワー用の冷水を作りそれと空気の直接熱交換で室内用の給気を作っている。

基本的には、循環系を作っているが、外気とのエンタルピーにより、外気の取り込みや排気も可能なシステムになっている。ちなみに、当日の給気温度は 29.3℃であった。

c. エアコンプレッサー

30kW のモーターによるスクリュー型コンプレッサー4機が主体。当日は3台運転で 吐出圧力は、レシーバタンクで0.72MPa。スクリュー型にしては、圧力の変動は殆ど 無い。

0.65 \sim 0.8MPa の Load-Unload 制御と担当者は説明していたが、現場にいた時間帯 (20分くらい) の間には Load-Unload 動作はなかった。ドライヤーを通して負荷機器に供給される。

室内環境は、まずまずと言ったところで熱気は直接外部に放出される。 コンプレッサーラインとブロアーラインが1つある。 コンプレッサーの吐出圧力は低下させる余地

がありそうである。

d. 受電設備および緊急用発電機

20kV 受電で、2台の主変圧器(1,600kVA)で3.3kV に降圧しているラインと工場向けの直接低圧まで1段の変圧器で電圧を落としているラインで構成されている。

3.3kV より低圧トランス (7基)で380V を得ている。2段階の降圧は、冗長のように思えるが、歴史的産物だろうか。主変圧器は、油入りでコンサーベータ付の時代物なので、近々に更新が必要である。この時に配電系も見直す必要がある。しかし、非常用発電機の出力が3.3kV なので、連携に工夫が必要となる。

各フィーダには電流計がついているが、電力量計は受電部分の3系統のみ。各職場には積算電力量計が設置されていた。Mr. Mulyono は計量していると言う話であったが、 受電系を始めユーティリティ系の計測体制が見えなかった。

なお、Patal Grati 工場からの入手資料は、

「Power Single Line Diagram」、「Plant Layout」および「主要設備仕様」であった。

3. 2 助言・提案

最後に調査団から次のような助言・コメントを示した。

(1) 電気使用量データの分析、優先順位による対策

EC 委員会のスタッフが鋭意巡回して機器のデータを取っているのは大変結構であるが、そのデータを如何に分析するかが重要である。例えばプロセス毎や地域毎には把握していると思うが、さらに用途別(照明、空調、圧縮空気、ポンプなど)に分類できればなお良い。これを分析して重要度・有効性により優先順位をつけて省エネルギー対策をする事が大切である。

(2) 適正な使用条件の選択、設備容量に対する運転ポイント

現場調査中、必要能力に対して機器が大き過ぎる例が散見された。使用条件に応じて 適正な仕様機器に変更する検討が必要である。また変動する負荷に追随して高効率を 維持する工夫も必要。適正な使用条件選択の例として、エアコンプレッサー出口圧力 0.8MPa は高過ぎると思う。

Mr. Mulyo は Cone Winding の糸切れ対応に 0.8MPa が必要と言っていたが、コンプレッサー運転やレシーバタンクの圧力計は 0.7MPa を示していた。

(3) メンテナンスによる効率維持

EC 効率を維持するためにはメンテナンスが重要である。例としては圧縮空気の配管の

漏れを定期的に点検して修理する事が有効である。Grati 工場では1週間に1回点検しているとの説明であった。

(4) 今後は省エネルギー投資も要検討

Grati 工場は従来投資ゼロまたは小投資の EC 項目はほぼ実施済みと見受けられる。今後さらに EC を進めるためには若干の投資を伴う項目を検討する必要があろう。

(5) Mr. Parlin (MOE) からの助言・コメント以下の指摘があった。

- 1) Blowing の Roller-Beater では Vacuum で吸込む箇所の余分な開口部を塞ぐ
- 2) エアコンプレッサー室換気ファンの吸気を直接外気(室内より低温) からとする。
- 3) 主変圧器の部屋の換気を改善して環境温度を下げる

3. 3 改善提案項目および効果

前項の助言・提案のほかにその後 ECCJ にて検討した改善提案項目を記載する。

(1) ターボチラー冷水温度の制御

800RT×2台のターボ冷凍機が設置されている。運転状態が不明であるが、一般的省エネ事項として冷水と冷却水について述べる。

冷凍機の運転時の COP を大きくするには、次の条件が必要になる。

- 負荷率(=能力比)を大きくする
- ・ 冷却水温度を低くする
- ・冷水温度をなるべく高くする。

消費電力は、「総動力=冷却水ポンプ動力+クーリングタワー動力+冷凍機動力」なので、各構成機器を総合して判断しなければならない。

一般的に、速度制御を用いたターボ冷凍機では、クーリングタワーを制御しない方が 総電力は小さい。しかし、サクションベーン制御のみの場合はクーリングタワー側で 台数制御する方が総電力は小さいと言われている。双方の選択肢を比較して季節によ る運転パターンを設定することになる。

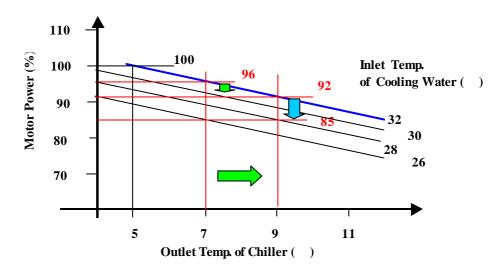
1)冷水温度アップによる省エネルギー

図IV-3-1 は、冷却水温度、冷水温度と電動機必要動力(消費電力の相当)の関係をグラフ化したものである。

冷却水温度 32°C, 冷水出口温度 5°Cの状態を基準にして、冷水温度, 冷却水温度を変化させた場合の電動機動力を示している。例えば、冷水出口温度を 5 °C, 7 °C,

9 ℃と高くしていくと、冷却水温度 32℃一定の条件では消費電力(動力)が 96%, 92%と減少する。

軽負荷時に冷水温度を上昇させることにより消費電力を節減できる。



図IV-3-1 冷水および冷却水温度と電動機動力の関係 (ターボ冷凍機)

2) 冷却水温度変更による省エネ

クーリングタワーの性能は、湿球温度によって変化する。スラバヤ地方の気象データとして表 \mathbb{N} -3-1に示すデータがある。

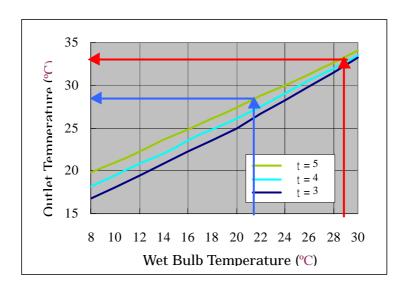
Items	Max.	Min.	Ave.
Ambient Temperature (°C)	32	29	30
Relative Humidity (%)	80	55	65
Wet Bulb Temperature (°C)	29	21	25

表IV-3-1 スラバヤ地方の気温と湿度

湿球温度は外気温度と相対湿度より求めた。湿球温度は 21℃から 29℃まで変化する。 図IV-3-2 に湿球温度とクーリングタワーの冷却水温度の特性を示す。 普通クーリングタワーは $\Delta t = 5$ ℃で運転されるので、この条件で読むと、得られる冷却水温度は 最低 28℃最高 33℃である。

冷水温度を 9 \mathbb{C} として冷却水温度を 32 \mathbb{C} から 28 度に下げると、冷凍能力は約 8 % (=1-85%/92% = 0.08) 向上し、電動機出力の低減が図られる。

冷却水温度を32℃に固定してクーリングタワーの省エネルギーを図るか、湿球温度 の低下に従って冷却水温度を下げて冷凍機で省エネルギーを図るかは、冷凍機の容 量制御法に依存する。クーリングタワーと冷凍機を総合して考え、季節による運転 パターンの最適化を図ることで電力節減になる。



図IV-3-2 クーリングタワーの湿球温度対冷却水温度

(2) エアコンプレッサー

30kW 電動機駆動のスクリュー コンプレッサー4台で台数制御運転している。廃熱の 処理に多少懸念はあるものの、設備の構成、設置環境には大きな課題は見当たらない が、省エネルギーを推進するに当たって留意すべき項目は、

1) 吐出圧力と消費電力

吐出圧力の制御範囲で 0.65~0.8MPa は高目である。

負荷機器各々の必要圧力を調査した上で叶出圧力の低圧化が望ましい。

対応として 低圧負荷:減圧弁による低圧化

高圧負荷:ブースタによる増圧の可能性検討

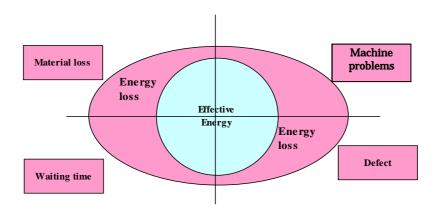
がある。クリーナー用のエアブロー圧などは、0.3MPa程度への低圧化が可能である。

2) 圧力とエア漏れ

コンプレッサーからの圧縮空気は、配管系によって末端設備まで圧送されるが、その過程で配管内摩擦等の圧力損失と配管系における漏れ等による流量損失が伴う。 前者は配管コストとの兼ね合いで設定され、後者はゼロを目指して管理される。リーク量の把握と対策は2項を参照してもらいたい。

(3) データ収集管理の機械化

生産ラインでの省エネルギーについて考える。消費エネルギーは、生産に活用された 有効エネルギーと無駄に消費されたロス (無効エネルギー) に分類される。無効エネ ルギーとしては、品質不良ロス, 待機時間ロス, 設備故障によるロス, 直材ロスが挙 げられる。図IV-3-3 は生産ラインにおける有効エネルギーとロスを示す。



図IV-3-3 有効エネルギーとロス

Patal Grati 工場では、材料の加工処理がなく直材ロスが少ないので省略し、その他のロスについて検討する。

1) 品質不良ロス

不良品に投入されたエネルギーは、無効なエネルギー消費である。すなわち、歩留まりの向上活動はそのまま省エネルギー活動である。歩留まりや品質に影響する要素はいろいろあるが、製造現場の環境管理を取り上げてみる。

Patal Grati 工場は温度と湿度を要件として定期的に状態把握管理されている。しかし、サンプリングポイントが少なくまた人手によるデータの採取には管理制度、対処速度に不安を感じる。品質や歩留まりに影響する要素なので、常時監視による環境維持の体制が必要である。特に連続して生産が進められている現場では、状況の把握と異常時の敏速な対応が要求される。その観点から、データ採取管理の機械化が Patal Grati 工場の次のステップと考える。

温度や湿度センサーは入手が容易で、電力量計もデータ伝送対応品が豊富である。 これらの機能を駆使したシステムの構築を推奨する。

2) 設備故障や待機時間によるロス

これらの期間に消費されるエネルギーは生産に寄与しない無駄なエネルギー消費に なる。待ち時間は生産計画の課題であるが、設備の故障による待機時間の発生は保 守課題である。

メンテナンスを定期的に実施して、予備保全による故障発生を未然に避ける体制の 説明があった。非常に有効な対応と評価する。さらに、設備の劣化磨耗などのトレ ンド管理機能も機械化システムにより保全体制の高度化を目指して欲しい。

4. セミナー・ワークショップ

4. 1 概要

2005年12月12日(月)にセミナー・ワークショップを開催した。

セミナー・ワークショップでは最初にインドネシアの Ministry of Energy and Mineral Resources の Soekanar 閣下の開会の挨拶を頂き、最後は ASEAN Center for Energy (ACE) の Director General である Dr. Weerawat の挨拶で閉会となった。60 人程度の熱心な出席者があり、盛会かつ有意義なセミナー・ワークショップであった。

(1) 日時

2005年12月12日(月)8:30 Registration開始 17:30 閉会

(2) 場所

Gran Mahakam Hotel, 2F (Ball Room), Jakarta, Indonesia

(3) セミナー・ワークショップ発表内容

セミナー・ワークショッププログラムを資料 No. D-111 に示す。

ACE から ASEAN の EE&C 活動について、日本からは ECCJ の産業省エネルギー指導についての説明があった。インドネシア政府機関からの発表が行われなかったことは、民間参加者にとっては不満が残ったのではと思われた。

インドネシアからはフォローアップ診断調査を行った紙・パ工場の報告が会社側から 行われた。ASEAN 諸国は Lao PDR、Malaysia、Philippine および Thailand からの発表 があった。

(4) 出席者

主な参加者は以下のとおり。

インドネシア:

- Mr. Soekanar, Secretary for Director General, MEMR, Directorate General of Electricity and Energy Utilization (DJLPE or DGEEU)
- Ms. Maryam Ayuni, DJLPE, MEMR
- Mr. Ir. Parlindungan Marpaung, Inspektur Ketenagallistrikan, DJLPE, MEMR
- Ms. Sutji Rahayu, Tariff Expert, Marketing Division, PNL
- Mr. Djoko, Manager of R&D, PT Kertas Leces (Persero)

インドネシア側一般参加者は約60名が、官庁およびいろいろな業種から参加していた。後日参加者リストを電子ファイルの形で送ってくれるよう依頼したが結局未入手。

ACE:

- Dr. Weerawat Chantanakome, Director General
- Mr. Christopher Zamora, Project Manager
- Mr. Ivan Ismed, Project Officer
- Mr. Junipard
- Ms. Maureen
- Ms. Tewi

ラオス:

Mr. Vanthong Khamloonvylayvong, Deputy Manager of Nam Ngum Hydropower Plant, Electricite du Laos (EDL)

マレーシア:

Mr. Pubalan, Energy Auditor, PTM

フィリピン:

Mr. Marlon Domingo, DOE

タイ:

Mr. Arthit Vechakij, Managing Director, Excellent Energy International Co., Ltd.

日本: ECCJ 国際エンジニアリング部 技術専門職 小川 史雄、天野 尚、田中 秀幸

4. 2 セミナー・ワークショップ結果

(1) オープニングセレモニー(祝辞および開会の辞)

1) ACE の挨拶

ACE の Executive Director である Dr. Weerawat からの挨拶は最近の原油価格高値の状況に鑑みますます省エネルギーが重要となっていることを述べた。また昨年 7月のマニラでの ASEAN 閣僚会議で 2004 年から 2009 年までの基本計画が決められた旨説明があった。さらに PROMEEC 活動を説明し、本日のプログラムの概要に触れた。

2) ECCJ

田中技術専門職が日本側(METI および ECCJ)を代表して挨拶した。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・貢献などにつき述べた。

3) DJLPE

Soekanar 閣下が挨拶した。インドネシア政府の省エネ政策などを述べ、開会を宣言した。

- (2) セッション 1: EE&C に関する政策とイニシアチブ
 - 1) Overview of ASEAN Plans and Programs on EE&C (Dr. Weerawat, ACE) (資料 No. D-127)

1967年の ASEAN 設立および発展を地政学的観点から説明し、また ACE の歴史や今果たしている役割などにつき述べた。最近、クアラルンプールで開かれた「ASEAN+3」のサミットにも言及があった。また 2010年まで 5年毎の ASEAN の一次エネルギーの見通しを述べ、石油が減って天然ガスが増える状況を説明した。 さらに ASEAN 各国のエネルギー資源開発に必要な投資金額の見通しについて述べ、インドネシアが飛びぬけて大きいと説明した。 EU と Energy Charter Secretariat に関して基本原則の交渉中とも報告した。 2004年~2009年の Multinational Cooperation について 6つの基本戦略の話があった。

2) Initiatives and Programs of ECCJ on EE&C in Industry in Japan (田中技術専門職、ECCJ) (資料 No. D-128)

日本のエネルギー消費および省エネルギーの努力の歴史や省エネ法、指定工場、エネルギー管理士、および ECCJ の診断、教育・研修コース、省エネ成功事例発表・表彰制度等の活動について説明した。

- (3) セッション 2:産業における EE&C 成功事例報告
 - 1) パルプ・製紙産業、インドネシア Mr. Djoko

燃料転換(重油から天然ガスへ、さらに石炭へ)の説明には皆関心があったようであるが、燃料価格は政府の政策(補助あるいは税金など)による部分が大きく、国によって状況が違う点に注意する必要がある。報告は資料 No. D-115 に先日の調査訪問時に説明された「最近の困難な状況」を加えた資料 No. D-129 によって行われた。

- 2) 水力発電、ラオス Mr. Vanthong (資料 No. D-130) カンボジア PROMEEC セミナー・ワークショップでの発表と同じであった。1972 年以 来のデータがきちんと纏めてグラフに表現されていた。
- 3) ガラス産業・繊維産業、マレーシア Mr. Phubalan (資料 No. D-131) ガラス産業 (JG Container 社)および繊維産業 (AMDB 社) の2業種の報告であった。 PTM がきちんと Energy Auditor の役割を果たしていること、携帯用の計測機器などを完備していることなどが印象に残った。
- 4) 鉄鋼産業・セメント産業、フィリピン Mr. Domingo (資料 No. D-132) フィリピン鉄鋼産業の現状紹介と、フィリピン産業界の EE 活動を表彰する「Don Emilio Abello EE Awards」に 2005 年に決まった 2 社 (Rolling Mill 主体会社と Steel Sheet Coating 会社) の活動報告があった。また Cement Industry については業界

の知人から聞いたという若干のコメントがあった。

5) バイオマスとバイオガスコジェネおよび ESCO について、タイ - Mr. Arthit (資料 No. D-133)

ESCO 会社社長の Mr. Arthit が間際に Mr. Prasert (タイの FP) に代役を頼まれて 出席、苛性ソーダ工場の例ではなく自分の得意な分野であるコジェネや ESCO の話を した。これは成功事例発表とは異なるが、10 個の KFS (Key Factors for Success) を含め示唆に富む話であった。質問も多く、参加者からは高い関心が示された。

(4) セッション 3: The Way Forward

- 1) Barriers and Measures to implement EE&C 小川技術専門職(資料 No. D-117) 過去の資料を利用したが、インドネシアの製紙工業を念頭に置いて、また当日発表者の内容を引用しながらの説明であった。
- 2) Technical Directory 天野技術専門職、Mr. Ivan, ACE (資料 No. D-138) TD の目的、作成方法・Format などを説明し、さらに実例を示して理解を深めた。また Mr. Ivan から TD シートの実例数例について説明があった。
- 3) Database/Benchmark/Guideline for Industry -小川技術専門職(資料 No. D-119) 各国のデータベースをネットワークでつないで ASEAN のデータベースを構築する計画に力点を置いた説明であった。

(5) Q&A Session

各 Session の最後に Q&A が行われた。合計で 20 件にのぼる活発な質問が出された。 以下に質疑応答の例を示す。

- Q: インドネシアの民間企業が ECCJ に Energy Audit をお願いしようと思ったら どういうルートで話を持って行ったら良いか? (似た質問がいくつかあった。)
- A: ECCJ は政府同士の間で決めた枠組みの中で活動する。一般性のある話ならば 自国政府または ACE に話してみたらどうか?
- Q: タイのECへのIncentiveの一つであるLow Interest Loan は誰が出すのか?
- A: ガソリン1リットル当たり 0.04 バーツの省エネルギー対策用の税金を徴収しており、これを Fund にする。政府がこれを市中銀行に年利 0.5%で貸出し、銀行は EC 実行者に対して年利 4%未満で貸付ける

他にBio-dieselやESCOのRisk Management、TDの完成期限などの質問が多数出た。

(6) 閉会の辞。

3 人の各 VIP (インドネシアの Soekanar 氏の代わりに Ms. Maryam) のコメントの後で Dr. Weerawat の閉会の辞をもって終了した。 以上

. ブルネイ(セメント産業、食品加工産業)

1.活動概要

フェーズ 1 (2001 年 2 月) で省エネルギー診断を実施したセメント会社のフォローアップ 診断、清涼飲料工場の簡易診断および各種産業の省エネルギー実施例の発表を含めたセミ ナー・ワークショップをバンダル・スリ・ブガワン (ブルネイ) で開催した。

セメント会社フォローアップ診断および調査では、簡易診断のみで計測器を使っての診断は出来なかったが、政府側から FP も含め、多くの参加者があった。診断調査は ECCJ が中心になって進めなければならなかったが、過去 5 年間の省エネルギー活動結果のまとめと発表はセメント会社が行った。清涼飲料工場の簡易診断にも多くの参加者があり、セミナー・ワークショップには、工場長以下数人が出席していた。

1.1 実施年月日

2005年12月14日~17日

1.2 実施場所

フォローアップ調査: セメント工場:Butra Heidelberg Cement SDN BHD

新規工場簡易エネルギー診断: 清涼飲料工場 : Kingston Beverage & Creamery Sdn. Bhd

セミナー・ワークショップ: センターポイントホテル、6F(Purple Jade Room), BSB

Brunei Darussalam (バンダル・スリ・ブガワン市内)

1.3 日程(資料 No. D-102)

12月14日(水): Butra Heidelberg 社セメント工場フォローアップ診断

15日(木): Kingston Beverage & Creamery 社清涼飲料工場簡易診断訪問

16日(金): スリア(ブルネイ西部)油田地区見学(周辺部をドライブで見学)

17日(土): セミナー・ワークショップ

1.4 関係者

ACE:

Dr. Weerawat Chantanakome, Executive Director

Mr. Ivan Ismed: Project Officer

ブルネイ: Prime Minister's Office、DES

Mr. Hj Umar bin Hj Mohd Tahir, Head of Energy Policy & Planning

Mr. Haji Abd Shawal bin Yaman, Energy Division

Mr. Pg. Zamra (Pg.はRoyal Familyを示す)

Mr. Ismail bin Hj. Mohd. Daud, Head of Unit, safety and Enforcement

日本: ECCJ 国際エンジニアリング部 技術専門職

小川 史雄、天野 尚、田中 秀幸

ブルネイー般事情

(1)ブルネイ事情

- 面積: 5,765km²(三重県とほぼ同じ)

- 人口: 35万人(2003年)(外国人在留者含む)

- 宗教: イスラム教(国教)、キリスト教、仏教、道教等

- 政体: 立憲君主制

- 経済: 主要産業: 石油、天然ガス

人当り名目 GDP: 13,418 米ドル (2003 年暫定)

通貨: ブルネイドル(=シンガポールドルと等価、1 ブルネイ

ドルは約65円(2005年1月))

貿易 (2003年):

輸出: 石油、天然ガス(総輸出額の約 90%)を日本(41%)、

韓国(11%)、タイ(9%)等へ。輸出額44億米ドル

輸入: 機械・輸送機器、製造品、食料をシンガポール(20%)、

マレーシア(20%)、米国(12%)、日本(10%)から。

輸入額 13 億米ドル

- 経済概況: 豊富な石油、天然ガス生産により安定した経済、高い所得水準を維持してき

たが、エネルギー資源への過度の依存から脱却すべく、石油川下産業の開発

等経済の多様化を目指している。

日本は技術協力を中心に ODA 協力を実施してきたが、1996年1月、ODA

卒業国となったため、1998年度をもって終了している。

(2)エネルギー事情

石油・天然ガスの生産国で日本、韓国等にその相当量を輸出している。ブルネイ西部の油田地区に 2000 年に石油産出量 10 億バレル達成の記念モニュメントが作られている。

2005年12月時点で、ガソリン代B\$0.5/L (=US\$0.32/L)、電力代B\$0.07/kWh (=US\$0.45/kWh)であった。

2. Butra Heidelberg Cement 社セメント工場省エネルギーフォローアップ調査

2.1 Butra Heidelberg Cement 社 (BHC) セメント工場の概要

(1)会社概要

会社名: Butra Heidelberg Cement SDN BHD (ドイツのセメント会社と 50% ずつ

出資の合弁会社)

工場名: Butra Heidelberg Cement (BHC)工場

住所: Lot 3, Serasa Industrial Area, Muara BT1728 製品: 普通セメント(タンク車および紙袋詰め出荷)

生産量: 22~25 万トン/年

従業員: 110人 (2001年2月))

勤務体制: 8時間勤務3個班体制

(2)セメント工場の製造工程とエネルギー消費

前回調査時の状況とフォローアップで訪問した際の結果を加味して示す。

1)操業概要

BHC 社ブトラセメント工場は、1993 年に設立され、ブルネイ国の首都であるバンダル スリ ブガワンから東に車で 30 分程のところに位置する国内唯一の粉砕主体のセメント工場である。設立当初は Butra Heidelberger Zement と称しドイツ企業との合弁会社であったが、その後今の名前になったようである。

生産能力は、年産50万トンの規模であるが、需要低迷のため、現在は年間25万トン以下の生産となっている。原料であるセメントクリンカーおよび石膏は全て東アジア(日本、台湾等)から輸入している。水深9m、25,000t/船級のバースを有している。通常2船/月現在は生産量が低下している為、1船/月程度の入船割合である。

製造設備については、時産能力 72 トンの閉回路方式のチューブミル 1 基 1 ラインを保有し、セパレーターに高性能型の 0 - SEPA (小野田式セパレーター)を採用している。貯蔵設備はクリンカーサイロ 1 基、石膏ストレージ 1 基、セメントサイロ 2 基で、出荷設備はパッカー、およびトラック積み込みタンクである。

本工場は、1997年に、ISO9002を取得しており品質面でも優位性がある。粉塵対策には気を使っており、1バッグフィルター/ホッパーの集塵設備に加え防塵ネット、散水設備等を備えている。

2)設備

クリンカー貯蔵サイロ:50,000t x 1基石膏ストレージ:6,000t x 1基

仕上げミルミルタイプ : 閉回路式チューブミル×1基

粉砕能力 : 72t/h

ミルサイズ : 直径 4,200mm x 長さ 10,500mm

ミルモーター容量: 2,800kW

セパレーター : 0-SEPA・N-1500 型×直径 3,000mm

ミルバグフィルタ : 集塵能力 110,000m³/h×1基

ミルバグフィルタファン : 110,000m³/h×700mmAq×355kW×1基

セメント輸送装置 : FK スクリューポンプ 80t/h×55kW×2基

セメント貯蔵サイロ : 容量 7,000t x 2 基

受電設備 : 受電圧 11kV、変圧器: 7,500kVA

3)エネルギー消費量

エネルギーは電力のみを使用している。BHC 社から入手した資料をもとに 2000 年~2005 年 (11 月まで)の生産量、電力消費量および電力原単位等を表 -2-1 に示す。

表 -2-1 エネルギー消費量(2000年~2005年)

Items		2000	2002	2004	2005	Improvement (2004/2000)
					(1~11)	[2005/2000]
Production	Cement	232,174	231,697	247,733	213,240	(1.07)
	(t/y)					[1.0]
Energy	Electricity					(1.13)
consumption	(MWh/y)	14,723.4	14,296.4	16,674.64	14,150.8	[1.05]
(All Plant)						
Energy	Electricity	63.42	61.70	67.31	66.36	(1.06)
Intensity	(kWh/t)					[1.05]
Energy	Electricity	0.045	0.045	0.045	0.045	(1.0)
Price	(US\$/kWh)					[1.0]

2 . 2 BHC 社セメント工場の前回診断結果概要

前回の調査対象設備はセメント粉砕設備1ラインであった。設備における温度、圧力の 測定結果では仕様値に近い値となっており、比較的良好な運転状況であると考えられた。 この運転状況を継続し、省エネルギーを推進するために提示された改善項目は以下のと おりであった。

(1)各センサー/メータ(圧力、温度、電力)類の整備、および維持管理をする 圧力計の配管は詰まったまま、電力メータは機能していない等、管理が行われていな いに等しい状況が見られた。センサー/メータ類が誤差なく正確な値を示すことは、 機器の正常かつ効率的な運転の維持のため、また故障を未然に防ぐ意味でも、大変重 要であるため、日常的な測定値のチェック、定期的なキャリブレーションおよびメン テナンスが必要である。

(2) 集塵ガスを 0-SEPA 用 2 次空気としての利用する

0-SEPA の 2 次空気としては、外気が取り入れられ利用されているが、本 0-SEPA は含塵空気を取り入れても何ら問題ない仕様となっている。一方、ミル前に配置されたクリンカー・ホッパ、石膏ホッパー周辺の集塵のため、専用の集塵機(バグフィルター)が設置されており、集塵箇所は比較的 0-SEPA に近いため、新たに、集塵箇所と 0-SEPA の 2 次空気ダクトとを接続する集塵管を設置し、集塵を行えば、集塵機の運転が不要となり、その分、省電力になる。また、この集塵機のメンテナンスも不要となるため、メンテナンス・コストの削減にもなる。コスト削減は電力消費量の削減(43.8MWh/y)、メンテナンス費削減等で年間 US\$5.300 となる。

(3)セメント輸送方式変更

セメントの貯蔵サイロまでの輸送には、圧縮空気輸送装置の1種であるスクリューポンプが用いられているが、一般に、圧縮空気輸送装置(エアリフト、スクリューポンプ等)は、機械式輸送装置(エアスライド、バケット・エレベータの組み合わせ)に比べ、同量の粉体を輸送するのに、約3倍の電力を消費する。したがって、機械式輸送方式への変更を検討すべきである。電力消費量の削減(188MWh/y)、電力コスト削減は年間 US\$8,600 となる。

(4) 定期補修のためのマニュアルおよびチェックシートの作成

設備の故障を未然に防ぐことを目的に、機器の定期的補修実施に向け、機器毎に点検マニュアル、および補修・取替え基準等を明記したチェックシートを作成することを 推奨する。

(5) クリンカーシュート、ガスダクト破損の再発防止策

ガスダクト、およびクリンカーシュートの摩耗による破損が目立つ。補修は頻繁に行われており、放置されてはいないものの、補修は、常に同じ方法によって行われているため、摩耗 - 破損 - 補修が繰り返されている。破損の原因や摩耗防止対策を検討し、再発防止を工夫すべきである。

(6)エアスライドのエア層分割化

エアスライドのエア層のスパンが長、分割されていないため、一箇所でもキャンバス

が破れるとエア層全でに原料が詰り、運転の継続が不可能となる。また、復旧に多大な労力と時間を費やす。したがって、エア層は分割すべきであり、そうすれば被害を最小限に留め、運転を継続することが可能となる。

2.3 フォローアップ診断調査

前回の診断指導項目実施状況のフォローアップ診断および新しい活動状況の調査のため BHC 社セメント工場を訪問した。

(1)調査実施日:2005年12月14日(水)9:00 16:30

(2)調査者:

ブルネイ: Prime Minister's Office、Department of Electrical Services (DES)

Mr. Hj. Abd Shawal bin Yaman, Energy Division (Focal Point)

Mr. Ismail Bin Hj. Mohd Daud, Head of Unit, Safety and Environment

Mr. Junidi bin Hj. Jafar

Mr. Hj. Nor Amin bin Mohd Yassin

Mr. Hj. Shamshul Zamicse bin Hj. Sabtu

Mr. Ahmad bin Hj. Mohammad

Mr. Mohad. Tazim bin Akub

Mr. Hj. Aziz bin Hj. Ali

Ms. Dyg. Noor Dina Zhrina binti Hj. Yahya

ブルネイ:University of Brunei Darussalam (UBD)教授

Dr. A. Q. Malik (パキスタン出身、Material 専攻)

Dr. M. Blundell (英国出身、Electrical 専攻)

日本: ECCJ 国際エンジニアリング部、技術専門職

小川 史雄、天野 尚、田中 秀幸

(3) 先方応対者:

Mr. Ardi Widjaja, General Manager

Mr. Achmad Hidayat, Maintenance Manager (前回同席)

他数名同席

(4)フォローアップ調査概要

本工場は 2001 年 2 月に ECCJ チームによるエネルギー診断を実施済みであり、今回はそのフォローアップを実施した。BHC 社にとっては操業以来 2 回目の診断経験という

ことであった。

調査団は上記訪問者リストにもあるように、DES から多数の参加者があり(そのうちの1名はオーストラリアのパースに留学中でRenewable Energy を研究している女性) またブルネイ大学で長年教えている2人の外国出身の教授も一緒であった。ブルネイFPのMr. Yaman が DES のスタッフを Energy Audit の OJT で教育して貰いたいと考えたとのことであった。

調査は、BHC 社からの過去 5 年間の省エネルギーに関する活動状況の説明および BHC 社との質問内容の確認討議、現地簡易診断、最後に更なる改善に対する説明・討議を行った。訪問時は、ミルの故障ということで操業は休止しており、出荷設備のみが稼動していた。

ACE 経由で事前に DES 宛てに送信しておいた質問書の回答書は DES から BHC 会社訪問の途中で入手した。そのため、調査が効率よく行えた。質問回答書は資料 No. D-108に示している。しかし、フェーズ 1 の報告書が会社側に届いていないことが判明し、若干の説明を要す事項もあった。

BHC 社の工場を訪問して判ったことは、2005 年 7 月から安い中国産セメントが国内市場に流れ込んできたことにより、前回の時より会社経営状況が悪化して、会社存亡の危機にさらされていること、また約 50%の低稼働率にあえいでいるため省エネ投資もし難いことであった。

株主のドイツの会社からは社長が3ヶ月に1回程度同工場を数日訪問するだけで、技術的支援もほとんど無いとのことであった。所長のMr. Wdjaja はインドネシアのジャカルタから約30km 南にあるインドセメント社で30年勤務したベテランであるが、このような低稼働率下の操業に苦慮していた。

なお、ブルネイ政府は12月を省エネルギー啓蒙活動開始の重要な月と発表しており、 今回のPROMEEC活動状況がブルネイ語・英語版の新聞に載っていた。

なお、BHC 社からの入手資料は、

「BHC 社パンフレット」、「2005 年電力消費量」、「Mi II の稼働率表」および「セミナーでの発表資料」であった。

(5)調査・討議結果

1)最近の状況変化と装置稼動状況

資料 No. D-135 にもあるように、ブルネイ国内市場の需要は 1996 年に最高値(約77万トン)を記録してからこの地域の経済低迷の影響を受けて低下している。最近 5年間の需要は 23万トン/年程度である。これに対し BHC 社の生産量はこの 5年間は 23~25万トン/年であり、生産能力 50万トン/年に比較して稼働率 50%程度である。 BHC 社の製品セメントは普通セメントから若干高品質化(クリンカー成分増)されて

いるがキルンを備えたセメント総合製造工場でないため価格競争力に限界があるのと、周辺諸国が5%程度の関税をかけているために、同社製品を輸出するのは無理である。しかるに2005年7月から中国製の安い製品(品質は定かでない)が無関税のブルネイ国に輸入されるようになったため同社製品の販売先が侵食されつつある。これまでの輸入実績は約2万トンとなっている。

2)生産状況とエネルギー原単位

使用エネルギーは電気だけで、政府(DES)から購入している。生産量当たりミルの電気使用原単位は50~56kWh/t-productである。2005年は1月の55.4から11月の57.9kWh/tまでやや高めである。これはプラント全体の電力原単位の約84%(平均)に相当している。装置が仮に生産能力100%で稼動すればこの数字は45kWh/tになるはずだとの説明であった。原単位がやや悪化しているのは製品品質の高レベル化と低稼働による運転開始・停止時のロスが増しているためと説明していた。

3)セメント工場簡易診断

現場では、粉砕工場のミルおよびミル駆動装置・クリンカーと石膏の原料供給装置・ 集塵装置・電気室・セメント搬送装置、クリンカーと石膏受入れ装置と貯蔵サイロ、 セメントサイロ、さらにエアコンプレッサー設備、セメント袋詰設備等を調査した。 設備は前回報告書の記載と概ね同じであった。主要な電気消費機器である仕上げミ ルはたまたま 2 日前にトラブルがあり運転停止していた。前回報告書では中国製ミ ルモーターの軸受温度の制約で粉砕能力を定格値まで上げられない問題が指摘され ていたが、既に米国製のモータに取替えられていた。能力は同じ 2,800kW であるが、 設計上の外気温度を充分高く取ってあるため問題無いとのことであった。

調査時に稼動していた設備はセメント袋詰設備とタンクローリーへの積み込み装置のみであった。出荷はタンクローリーでのバルク出荷と紙袋による包装品出荷との両方を行っていた。50kg の紙袋で BS 規格に合格している旨の記載があった。

全体として現場の整理整頓が余り良くないという印象を受けた。

なお、前回診断後、IS09001、IS014001を取得していた。

簡易診断およびその後の討議で話題にした項目について以下に解説を加える。

4)受配電系統

11kV で受電して、7,500kVA 変圧器で高圧 6.6kV を作っている。この電圧でミル用モータ(2,800kW)や搬送用のファン(355kW)に給電している。高圧ラインには1,200kvarの進相コンデンサが設置されている。しかし、この国では力率にチャージされないとのことなので、主変圧器の損失低減になっている程度であった。

受電変圧器が1台というのは、やや心配である。とくに工場の生産能力の50%操業ということより3,000kVA程度2台の運転の方が省エネ的でもあると感じた。

低圧動力用 380V はこの 6.6kV から 1000kVA 変圧器によって得ている。低圧ラインに も進相コンデンサを設置して配電系での損失低減を図っている。 これらの件に関し、以下のようにコメントした。

a. 現状の受配電系の課題

2005 年データによれば、全電力消費量の 84% (= 11,956MWh/14,151MWh)がミル関連の高圧電力である。また、ミルの稼動率は生産減のために、約 50% (計算上では 47%)である。既設の受配電系は図 -2-1 のように表すことが出来る。

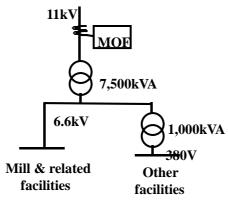


図 -2-1 受配電の概要結線図

受電変圧器は、50%の時間帯(ミルの稼動時間)で需要率(= 最大需要電力/設備容量)が47%(= 3,500kVA/7,500kVA)である。ミルが停止している残りの50%の時間帯では需要率4%(=300kVA/7,500kVA)と非常に低くなっている。ここで、ミル関連電力を3,200kW、その他電力を300kWとし力率を100%と仮定した。

b. 改善案

7,500kVA 変圧器の低需要率時間帯の無駄を省くために次の構成を考える。

7,500kVA 変圧器はミル専用としてミルが稼動する時間帯のみ通電し、停止の時間帯では解列する。これにより、低需要率時間帯での 7,500kVA 変圧器の損失を削除出来る。その他の工場施設用として、11kV 電源に接続できる 750KVA 変圧器を別置する。図 -2-2 に改善案を示す。

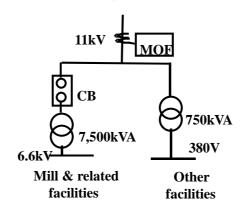


図 -2-2 改善案の受配電結線図

c. 効果の試算

工場のミル関連施設需要電力は 3,200kW で稼動時間率 50%、その他の施設が 300kW 終日一定とし、力率は 100%と仮定して試算する。なお、変圧器の無負荷損、負荷損は表 -2-2 に示す値。

Transformer Capacity	No-load Loss (kW)	Load Loss (kW)				
7,500kVA	14.5	60.6				
1,000kVA	1.88	11.89				
750kVA	1.44	9.52				

表 -2-2 受変電変圧器の損失特性

- 1日当りに換算した変圧器損失量は、負荷損と無負荷損の計算により以下となる。
 - 現状構成での変圧器損失量

7,500kVA 变圧器: 14.5kW×24h/d+60.6 kW×(3,500/7,500)²×12h/d

 $+60.6 \text{ kW} \times (300/7,500)^2 \times 12 \text{h/d} = 507.5 \text{kWh/d}$

1,000kVA 变圧器: 1.88kW×24h/d+11.89kW×(300/1,000)2×24h/d=70.7kWh/d

- 改善構成での変圧器損失量

7,500kVA 变圧器:14.5kW×12h/d+60.6 kW×(3,200/7,500)²×12h/d =

306.4kWh/d

750kVA 变圧器:1.44kW×24h/d+9.52kW×(300/750)²×24h=71.1kWh/d

以上より省エネ効果は

(507.5 + 70.7)kWh/d-(306.4 + 71.1)kWh/d=200.8kWh/d (= 73MWh/y)

であり、2005年の消費電力量を 15,437MWh (=14,151MWh×12/11)とすると 73MWh / 15,437MWh = 0.0047 (= 0.47%)

に相当する。

7,500kVA 変圧器は接続の変更で済むが、750kVA 変圧器は新設になる。低圧受電が可能であれば違ってくるが、改善率から判断して将来構想の一案であり、機会を得ての実施が好ましい。

5)エアコンプレッサー

200hp (= 149kW)のスクリュータイプのエアコンプレッサーが 2 台設置されている。 工場がほぼ停止状態にもかかわらず 1 台が常時稼動していた。容量制御方式で吐出 圧力 105~90psi とのこと。調査時は 103psi 程度で運転しており、ロード / アンロードの動作は観測されなかった。ただ、再生式クーラーの再生モードで 90psi 程度 に低下する。(100psi = 0.689Mpa)

クーラーの後にレシーバタンクが各エアコンプレッサーに設置されており、そこか ら各工場へ給気されている。レシーバタンクに圧力計がついているがセメント粉が 表面についていて全く読めなかった。負荷設備の一つとして、パッキング(包装)設備があり、レギュレータで 0.6MPa に安定化している。しかし、直接配管系から 10mm 径程度の清掃用と思われるゴムチューブがでており、圧縮空気の消費管理が弱いと思われた。

セメント工場にしては、再生型クーラーは贅沢と思って質問したが、露点を上げて 実験したらトラブルが起きたので必要とのこと。また、圧力の方も下げる事が出来 ないとのことで、エアコンプレッサーの容量構成を含めて疑問が残った。

a. エアコンプレッサーの吐出圧力と消費電力

吸着型ドライヤーで乾燥した圧縮空気を工場に配送している。診断当日は、1台運転,1台スタンバイであった。吐出圧力約0.7 MPa は高目であると思われる。図 -2-3 に基準吐出圧力を0.7 MPa として、低圧力化による省エネ効果をグラフ化した。

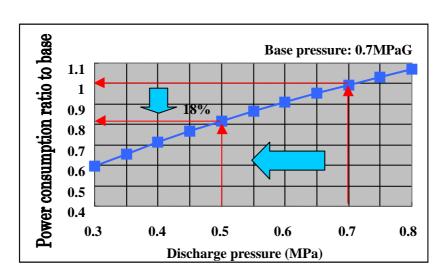


図 -2-3 吐出圧力と消費電力の関係

吐出圧力 0.7 MPa を 0.6MPa にすると 10%、0.5MPa にすると約 18%の電力節減となる。負荷機器各々の必要圧力を調査して、吐出圧力を低圧化することが望ましい。対応として、低圧負荷:減圧弁による低圧化

高圧負荷:ブースタによる増圧の可能性検討

がある。クリーナー用のエァブロー圧は、0.3MPa 程度への低圧化が可能である。b. 圧力とエア漏れ

エアコンプレッサーで製造された圧縮空気は、配管系によって末端設備まで圧送されるが、その過程で図 -2-4に示すように圧力と流量の損失が伴う。

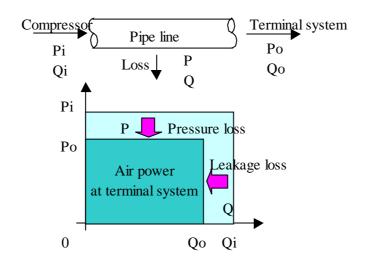


図 -2-4 圧力ロスとエア漏れ

P は配管内を圧縮空気が流れるとき管壁との摩擦や管の曲がり、管径の拡大・縮小などによって発生する損失であり、 Q は配管系における漏れ量である。 前者は配管コストとの兼ね合いで設定され、後者はゼロを目指して管理される。

c. 流量管理とエア漏れ管理

当工場は中央にエアコンプレッサーを集中配置して、各工場に圧縮空気を配送している構成である。これは、設備の無駄を省き管理を集中できる長所があるものの、配管が長くなりエア漏れや圧力ロスの発生,供給と需要の不整合が発生するので、木目細かな管理が要求される。

工場が停止中でも多量のエアの消費となっていないだろうか。フローメータを是 非設置して、流量管理と定期的なエア漏れチェックを導入して欲しい。

エア漏れについては、新設配管でも3~5%の漏れがあり、経年と共に 10%を越えて 35%に及ぶ事もある。リーク発生の主な部分は、

- ・配管の接続部:フランジ部の腐食,フランジ間の隙間の発生,ボルトの緩み
- ・機器のシール部:弾性体のシール(ゴム), メタルシール部

などである。

リーク量は工場が操業していないときにエアコンプレッサーを運転して図 -2-5 の方法で知ることができる。

配管の末端を完全閉鎖してからエアコンプレッサーを運転し、規定圧力に達したら停止する。運転開始してから停止以後の吐出圧力の変化は図 -3-5 のようになる。ここで、P1 は使用圧力 $P1 - P2 = 0.05 \sim 0.1 MPa$ 程度に設定する。

Estimation of the Air leakage L: Air leakage (%)

$$L = \frac{t1}{t1+t2} \times 100 \, (\%)$$

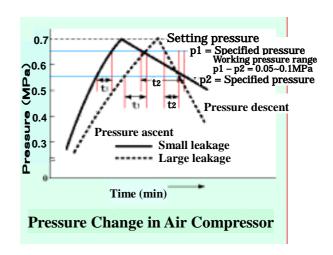


図 -2-5 エア漏れ量のチェック

d. ドライヤーの検討

吸着式ドライヤー(ヒートレスドライヤー)が設置されている。吸着式ドライヤーは電子部品製造用などかなり低い露点を必要とする工場にもパージを調整することで対応できる機種である。

表 -2-3 にパージと露点の関係を示した。パージ量 15%では露点が-19 になる。

表 -2-3 ヒートレスドライヤーのパージ量と露点

Dryer	Purge	ADP	PDP	Usage
	Ratio (%)	(OC)	(oC)	
Chiller Type	0%	-17	10	
Heatless Type	15%	-40	-19	Measuring & Control
	25%	-70	-55	Electronic parts

ADP: Atmospheric Dew Point, PDP: Pressure Dew Point

BHC 工場の露点は-8 とのこと。この露点の飽和水量は、2.531g/m³である。図 -2-6 は、露点と飽和水量の関係をグラフ化したものである。

当セメント工場で、圧縮空気配管が 0 以下になる工程は見当たらない。過大な露点の設定は、折角の圧縮空気をパージにより無駄に放出する結果となる可能性を持っている。そのため、以下のステップで露点管理の再検討を提案する。

必要な露点の確認

パージ量の調整 (パージ時間)

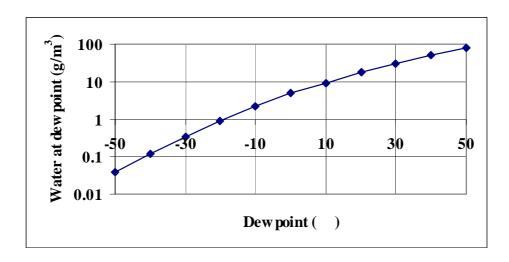


図 -2-6 飽和水量と露点

e. パージ量の削減について

前段に冷凍式ドライヤーなどを設置して露点を一段低下させ、その後に吸着式ドライヤーを使用する方式を図 -2-7 に示した。

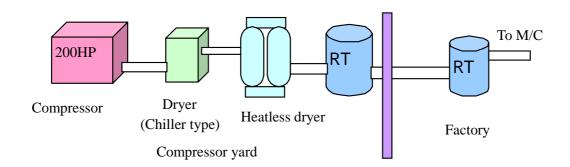


図 -2-7 前段に冷凍式ドライヤーを設置した方式

この方式では、より乾いた圧縮空気による再生となるので時間が短くなり、吸着器のパージ量が削減される。現状を 15%のパージと想定して、パージの削減量を試算する。

メーカーカタログによると、200hp (= 149kW)のエアコンプレッサーの吐出空気量は 28.5m³/min である。これよりパージに使われる空気量は、

 $28.5 \text{m}^3/\text{min} \times 60 \text{min/h} \times 0.15 = 256.5 \text{m}^3/\text{h}$

これは電力量換算では供給電力の 15%となるので、モータ効率を 90%とすると 149kW/0.9×0.15 = 24.8kW

となる。

エアコンプレッサーの出力空気を 42 、100%の飽和空気とすると、水分量は 56.5g/m3 である。また、冷凍式ドライヤーの出口温度の露点 (PDP) を 10 とす ると、水分量は 9.39g/m³ である。

パージが 56.5g/m³ からより乾燥した 9.39g/m³ の空気に変わるのでパージの効率が上がる。前置のドライヤーによる吸着ドライヤーのパージ量減少は、入口の水分負荷に比例する。たがって、パージ量の減少率は

 $1 - 9.39g/m^3 / 56.5g/m^3 = 0.83$

となる。これによる電力量削減量は

 $24.84 \text{kW} \times 0.834 = 20.7 \text{kW}$

であるが、前置ドライヤーの消費電力量を約 6.5kW と想定し、その分を差引いて 14.2kW の省エネとなる。この量は、エアコンプレッサーの消費電力に対して 14.2kW/165.6kW=0.0858 となる。

単純に吸着式ドライヤーを使用する代わりに、他のドライヤーを前置することで 全体の効率向上が図られる例である。

6)中央制御室およびデータ管理

データ管理システム FAS が設置されており、2台の CRT で工場の主要部のデータを 監視している。これは中国の計装メーカーによるものであった。データ管理では、 ラインプリンタで多量のデータを打ち出しているのみで、整理されている様子がな かった。

CRT-ディスプレイからデータを読み取って記録しているはずだが、1時間刻みでデータが操業日誌形式の用紙に手書きで記入されていた。これを、マニュアルで計算機にいれて作表や分析に活用している。メンテナンスなどユーティリティで10人の人員構成とのことなので、人的パワーは在るのかもしれない。とくに、電子化の計画は無かった。

旧式のシステムは OS の関係で他のシステムとの両立性に欠けていたが、本システム もその傾向があり電子媒体へのデータロギング機能の付加が困難なのかもしれない。 データ収集は、省エネ活動の基本である。それゆえに、機会を捉えて中央監視の電 子化を改善することを期待する。

7)電動機,ファン等の部分負荷特性

a. 電動機

誘導電動機の負荷率は、消費電力を測って定格値と比較する事で求められるが、電力測定は電圧と電流を同時に計測せねばならず必ずしも簡易とはいえない。しかし、電動機が過大であるか否かの判断程度ならば電流計測のみで推測できる。図 -2-8 はかご型誘導電動機 (400V 駆動)の負荷率に対する効率,力率および電

流(定格値に対する比率)の特性である。

電流と負荷率の関係図より、電流が定格値の60%のとき、負荷率は50%である。力率は88%から77%に、効率も92%から90%に低下している。高圧駆動の電動機でもやはり同じように電流が60%で、負荷率は50%程度に相当する

効率低下は少なく高圧機でも精々数%程度と微小とはいえ、負荷率 50%は需要の 2 倍規模の電動機を使用しているので改善対象である。

つまり、電動機が過大かどうかの判定の目安は、定格電流が 60%を超えるかどうかによる。

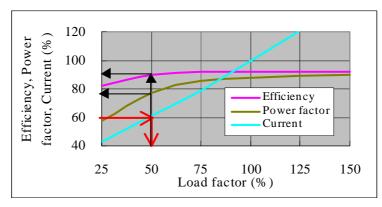


図 -2-8 かご型誘導電動機(400 駆動)の特性

b. ポンプおよびファン

図 -2-9 にポンプおよびファンの負荷率と効率を示しているが、電動機に比較して、ポンプやファンの効率の負荷率に対する依存は大きい。

負荷率が 50%ではポンプ, ファンともに効率が 10%低下している。また、負荷率が 50%以下では、効率の低下率が急激である。

表 -2-3 にフェーズ-1 診断時(2001 年 2 月)に計測された電動機の電流計測値を事例として表示した。セパレーターの電流比が極端に小さい。計測値の再確認が必要であるが、事実であるならば電動機およびファンの容量を検討する必要がある。

バグフィルターファンも検討対象といえる。ダンパー開度が65%とあるので風量を絞り込んでいる。プーリー比を変更して回転数を調整する事で省エネが図られる。

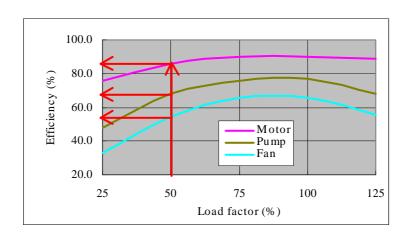


図 -2-9 ポンプおよびファンの負荷率と効率

表 -2-3 電動機の電流計測値

	Capacity	Design	Design	Actual	Actual/
Motor	kW	Volt	Amp	Amp	Design
Mill motor	2800	6,000	300	263	0.88
Separator	90	380	152	35	0.23
Bag filter fan	400	6,000	43	<u>2</u> 9	0.68

図 -2-10 は、ダンパー制御と回転数制御のモータ軸出力の比をグラフにしたものである。

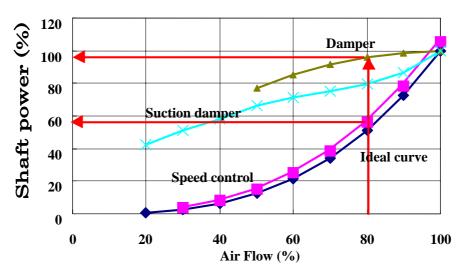


図 -2-10 ダンパー制御と回転数制御

もし風量の絞込みが 80%とすれば、回転数調整により 40%の省エネになる。 省エネ量は凡そモータの容量に対する比率となるので 400kW×0.40 = 160kW であ る。稼動率を50%として年間の節減量に換算すると

 $160kW \times 24h/d \times 365d/year \times 0.5 = 700,800kWh/y$

であり、工場の総電力消費量を 15,437MWh/y と想定するとこの量は、4.5%に相当する。

(6)前回の助言の実施状況

別添の質問回答書にもあるとおり、未実施の項目が多かった。これは前記したような操業自体が危ぶまれる状況で日常の対策に追われているのと EC 投資が低稼働率操業でなかなか回収できないためと思われる。

- 1)各センサー/メータ類の整備、および維持管理・・・実施済み 同社は BS 規格、IS09001 および IS014001 を取得済みであり、この内容は当然実施し ているとのことであった。
- 2)集塵ガスの 0-SEPA の 2次空気としての利用・・・未実施 これを実施すると製品品質に影響する可能性を恐れているからとのことであった。
- 3)セメント輸送方式変更・・・未実施 「これはアイデアとしては全く賛成だが現在の低稼働率操業では投資の回収ができ ない」とのことであった。
- 4)定期補修のためのマニュアルおよびチェックシートの作成・・・実施済み 後述する SOP (Standard Operating Procedures)は工場操業の全項目を網羅してお り、当然これも含まれている。
- 5)クリンカーシュート、ガスダクト破損の再発防止策・・・未実施 この内容について BHC 社は質問の意味が良く理解できていなかった(前回の英文報 告書が BHC 社に渡っていなかった)。ECCJ から内容を説明したが、Mr. Widjaja によれば「Self Lining のアイデアは面白いが、他にも Castable (不定形耐火物)やステンレス鋼などの材質に変える方法もあり、さらに検討する必要がある。」と前向きの回答が示された。
- 6)エアスライドのエア層分割化・・・未実施 この内容についても前項と同様の事情であったため ECCJ から説明した。もともとキャンバスが破れても取敢えず運転を継続しようというものであり、現在のような 50% 程度の稼働率では運転停止して補修しても問題は生じない。

(7)BHC 社独自の改善状況

BHC 社の説明資料(別添 PPT 資料)および回答書にも示されているが、以下のような項目を実施済み、あるいは計画している。

1) Reactivated Capacitor Bank 導入による力率の改善・・・実施済み

- 2) Grinding Aid (化学薬品を水に溶かしたもので、ミル用ボールへの粉砕粉付着防止剤。粉砕効率のアップ目的)の導入・・・計画中
- 3)SOPの導入・確立・・・実施済み
- 4) クリンカー受入れ時間を7日から4日に短縮・・・実施済み なお、これは受入れ作業のための電気消費量の節減だけでなく、時には船のデマ支 払額節減にも寄与するとのこと。
- 5)昼間の外部照明節減のための照明機器にタイマーを設置・・・実施済み
- 6)3基ある桟橋ホッパーの内、未設置の2基にバグフィルターを設置・・・実施済み (この項目は省エネではなくて環境対策である。)

また将来の検討項目としてはミルのタイプを現在のものから省エネタイプのものに変 更することも考えられるが、これも前記した状況から採算が取り難いとのこと。 3 . Kingston Beverage & Creamery Sdn. Bhd. 社清涼飲料工場エネルギー簡易診断

第 2 の訪問工場として DES が選定していたのは、都心に近い工業団地に立地している Kingston Beverage & Creamery 会社の清涼飲料やアイスクリーム製造工場であった。今回は初めてのエネルギー診断ということで、工場トップが親切に対応してくれるなど調査団に対しても友好的・協力的であった。

なお、ブルネイにはエネルギーを多く消費する工場が少なく、むしろホテルやリゾート 地の夜間ゴルフ場などでエネルギー消費量が多いとのことであった。

3.1 Kingston Beverage & Creamery 社清涼飲料工場の概要

(1)訪問概要

会社名 : Kingston Beverage & Creamery Sdn. Bhd.

訪問日時 : 2005年12月15日(木)10:20 - 17:00

場所 : Plot 73 & Lot 3,4,5 & 6, Beribi Industrial Complex, Jalan Gadong,

Gadong BE1118

先方応対者: Mr. Valentine Hon, general Manager

Mr. Albert K. G. Lim, Plant Manager

調査訪問者:

ブルネイ:DES

Mr. Hj. Abd Shawal bin Yaman, Energy Division (Focal Point)

Mr. Ismail Bin Hj. Mohd Daud, Head of Unit, Safety and Environment

Mr. Hj. Shamshul Zamicse bin Hj. Sabtu

Mr. Mohad. Tazim bin Akub

Mr. Hj. Aziz bin Hj. Ali

日本: ECCJ 国際エンジニアリング部 技術専門職

小川 史雄、天野 尚、田中 秀幸

(2)工場概要

会社創立は 1976 年であるが、訪問した工場は 1994 年に工業団地の一角に建設された もので、150 人の従業員で清涼飲料 (主にペプシコーラ)やアイスクリーム製造を行っている。

清涼飲料は缶およびペットボトル入りでそれぞれ月約 1,000 カートンを製造、配送している。繁忙期はラマダン明け時であり 3 個班体制で 24 時間操業をするが、それ以外の時は半日操業としている。(カートンは約 250cc 缶 50~60 本入り、1.5L ペットボトル 12 本入り。)

(3)製造プロセスと設備

製造工程は 4 ラインある。ペプシコーラ調合後、ペットボトルへの充填と缶への充填の 2 ライン、アイスクリーム製造ラインおよびペットボトル成型製造ラインである。これらの製造ラインはほとんどが電動式自動運転であった。製品のカートン詰めに一部人力介入がある程度であった。

飲料充填プロセスライン以外のエネルギー消費設備は、次のとおりであった。

ボイラー: ディーゼル油焚き煙管式:150psi (= 1.05MPa)×5t/h

x 1 基

エアコンプレッサー: 一般用として、遠心式コンプレッサー: 22hp×4基、

アイスクリーム製造用としてレシプロ式:1.3MPa、20hp

および 30hp 各 1 基

アンモニアコンプレッサー:100hp×1基

冷凍機: 5 hp と 7.5hp の 2 基

給水ポンプ: 多数あり

非常用ディーゼル発電機:380kVA×1基 停電時にアイスクリームプロセスを稼

動させるくらいの能力である。屋外に車輪付き架台上

に乗せたままであった。

受電設備: 11kVA を 1,000kVA 変圧器で 400V に変圧。

電力積算計(WHM、政府のもの)あり。

(4)エネルギー使用状況

使用エネルギーは電気とディーゼル油である。ディーゼル油はボイラー燃料およびトラックやフォークリフト等の輸送機器に使われていて、40~50m³くらいの受入れタンクが敷地内に設置してあった。

(5)現場簡易診断

工場概要を聞いた後、清涼飲料とアイスクリーム製造ライン、それに関係するユーティリティ関連設備、さらにペットボトルの成型機を見て廻った。

製造ラインは食品関係だけあって衛生面には最大の配慮を払い、また品質検査も頻繁に実施していた。市水受入れ・貯蔵、ボイラー、ディーゼル燃料受入れ・貯蔵、冷凍コンプレッサー、エアコンプレッサーなどのユーティリティ関係の設備は食品製造ラインとは別棟に隔離されていた。

設備では、アイスクリーム工程に使用する 100hp のアンモニアコンプレッサーが最大 負荷で、次がペットボトル成型機である(電動機が 50hp と 2 段式の成型機など)。 無効電力による電圧降下が気になり、進相コンデンサの事を聞いたが、設置していな

いという。この国では、無効電力や力率にたいする料金制度がないので気にならない

らしい。

工場外の配電線などを含めて、無効電流による損失が相当ありそうである。コンデンサは、比較的安価なので力率改善を国レベルで推進する方策も有るのではないか。電力負荷として、コンプレッサーが数も多く、且つ種類や吐出圧力も多様である。いずれもレシプロ型なので部分負荷はあまり気にならないが、吐出圧力の低圧化による省エネが考えられる。

(6)省エネルギー活動について

工場をエネルギー消費の観点から見学して会議室で省エネルギーの議論を開始したところ、同工場は基本的なエネルギー消費データを把握していないことが判明した。すなわち、電力消費量は毎月 DES から来る請求書で前月の使用量と費用がわかる。同様にディーゼル油は受入れ量が一括で管理され、ボイラーと輸送機器とでいくら使ったかは全く不明であった。このように、省エネルギー活動と言えるものはほとんど行われていない状況であった。実際にはエネルギー価格が安いことがあるが、それでも省エネルギーはすぐにでも始めるべきだと説明し、Kingston社に対して「省エネルギーの進め方」を解説した。

省エネルギーの第一歩は、エネルギー消費データの把握にある。消費エネルギーとして電力が主体なので、比較的簡単に実行できる積算電力量計を利用した電力消費量の把握方法を説明した。クランプ型の電流計を持っているので、それを利用して各製造ラインやユーリティの電力消費の概略値把握法も合わせて説明した。また更にエネルギー消費原単位の考え方を説明し、製品製造量あたりの整理が難しければ当面の方法として売上高あたりのエネルギー消費量を計算して推移を見てみることを助言した。なお、Kingston 社からの入手資料は、「Kingston 社パンフレット」、「清涼飲料製造プロセス」、「Flow Chart for Ice Cream Processing」および「セミナー・ワークショップ参加者リスト(ハードコピー)」であった。

3.2 省エネルギー活動の助言・提案

(1)エネルギー使用状況の把握

省エネルギー活動の第1歩はエネルギー使用状況の把握から始まる。

電力,燃料,水資源等の使用量を月,日ベースで把握する。省エネ活動の内容によって必要なデータは、計測器によるより細かな計量であったり、特定の設備に特化するものであったりする。

1)電力使用量の把握

a. 月間使用量

電力会社の料金請求書より読み取ることも出来るが、把握に時間的遅れがある。 日々の活動の評価には、日ベースの消費データが欲しくなる。積算電力量計によれ ば容易に計測出来るが、専用の電力量計を使用しなくても、電力会社の取引用積算 電力量計の表示を読む事で把握できる。

毎日決まった時間に積算電力量計の指示を読み、前日との差で日毎の各部門での消費電力を把握する方法が簡単である。表 -3-1 に記録フォーム例を示す。

Receiving power daily report Transformer #1 Transformer #2 Voltage Current P. Factor Acc. power Power Voltage Current P. Factor Acc. power Power 1(Fri) 2(Sat) = = 3(Sun) 4(Mon)

表 -3-1 受電電力日報

b. 日負荷曲線

1日の電力使用量を時間帯別に把握するために作成するものである。

これも、前述と同様な手法で原理的にもとめることができる。積算電力量計の指示を 1 時間ごとに読みその差分を取る事でその間の消費電力が求められるので、それを 1 日続けて日負荷曲線を得る事ができる。また、受電盤に電圧計,電流計,力率計がある場合は、電力はそれらの値より計算で得られる。

ここでは別の方法として、電力量計の円盤の速度より電力を求める方法を紹介する。 計測器が不要である。図 -3-1 は取引用積算電力量計の写真と回転円盤の図である。

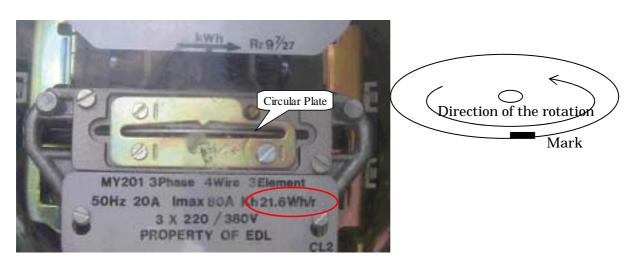


図 -3-1 取引用積算電力量計と円盤

Wh/r の値を知る。

積算電力量を表示している文字盤の近くに黒いマークのついた円盤が回転している。そして、その近くにメータの各種仕様が記載されている。その仕様記述の中で、「21.6Wh/r」(写真上の印部分)を読み取る。これは、円盤が1回転するに必要な電力量が21.6Whであることを示している。

Kingston 社の場合は、「1.5r/kWh」の様に単位が上記とは逆になっている。このときは、逆数を取り 1/1.5r/kWh=667Wh/r と計算して値をえる。

円盤速度の測定

円盤の回転速度の測定には円盤の黒いマークを利用する。測り方は任意であるが、例えば 10 回転するに要した時間を計測する方法が容易である。

このようにして得た円盤の回転スピードを S [回転/分]とする。

電力の計算

S [回転 / 分] を 1 時間の回転数に換算すると 60 × S [回転 / 時間] である。この値に Wh/r 値を掛けることで電力が求まる。計算式は

60×S[回転/時間]×1回転の電力(Wh/r値)

である。

測定例

Kingston 社の Wh/r 値は「1.5r/kWh」の表記より 667Wh/r である。

円盤の回転速度が S=20 [回転/分]だったとすると、その時の電力 P は

P = 60×20 [回転/分]×667Wh/r = 800kW

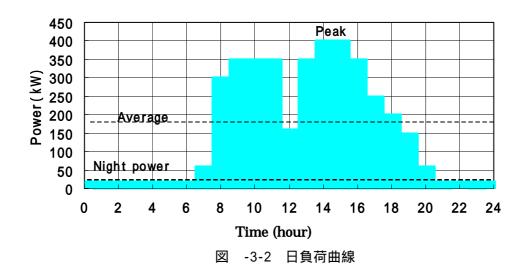
と計算で求まる。

以上は、計測器が未整備の状況下での計測を紹介したものである。後述する記録機能付電力量計を使用すれば、完璧に日負荷曲線を得る事が出来る。

各時刻の消費電力をグラフ化すると、図 -3-2 のような日負荷曲線が得られる。

c. 用途別電力使用量

受電電力を細分化した負荷別の電力使用量を把握する。配電盤で負荷幹線毎に細分化するのが便利である。クランプ電流計で各幹線の電流を測定して、力率を 0.8程度に想定して計算で求め、各電流値で受電電力を按分する方法が考えられる。力率の誤差が入るが高だか 10%程度であろう。この用途については問題にならない。ただし、この計測はその時刻での値であり、日間や月間での用途別電力量比率を求めるには積算電力量計を使わざるをえない。最終的には、積算電力量計を設置する方式が電力量管理では望まれる。



2)燃料使用量の把握

ボイラー用燃料配管に流量計をつけることを提案する。ボイラー用ディーゼル燃料 は配管で送られているため、管途中に流量計を設置することを提案した。また、蒸 気供給流量計の設置も必要である。

(2)データの分析と省エネ課題の発掘

データの変動や相互の関連を調べることでエネルギー消費構造を把握する。その中で、 改善すべき課題を発掘していく。

1)日負荷曲線の分析

日負荷曲線を分析して削減すべき電力を決める。特に、夜間電力の低減やピーク電力の低減が有効である。

工場の操業パターンと比較して、休み時間や夜間の非作業時間帯の電力使用に無駄はないかを調べる。夜間および休日の電力は常時消費している電力量であり、節約の効果は積算されるので大きくなる。

ピーク電力は作業を組替える事で分散出来る場合がある。ピーク電力は直接電力料 金に関係してくる。電力単価が高い時間帯の電力使用対策も同様の扱いである。

2)原単位

原単位は「生産に要したエネルギー使用量を生産量で除した値」で定義され、次式 で計算される指標である。

原単位 = エネルギー使用量 / 生産量

これは、省エネの実績を示す指標の一つであり、他社との比較や「原単位 1%削減」などのように省エネ活動の目標値として設定されている。

省エネルギーのレベルをマクロ的に表現しているので、工程毎のエネルギー使用量

と生産量の対比で工程別原単位として使う場合もある。

3)固定エネルギーの変動化

図 -3-3 のようにエネルギー使用量と生産量をプロットする事で、エネルギー消費を固定要素と変動要素に分割できる。

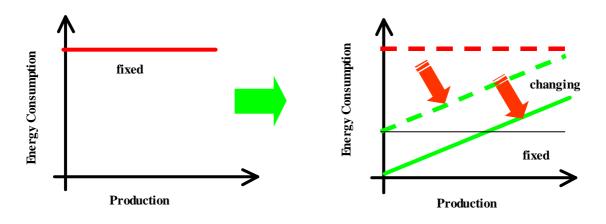


図 -3-3 エネルギー消費の固定要素と変動要素

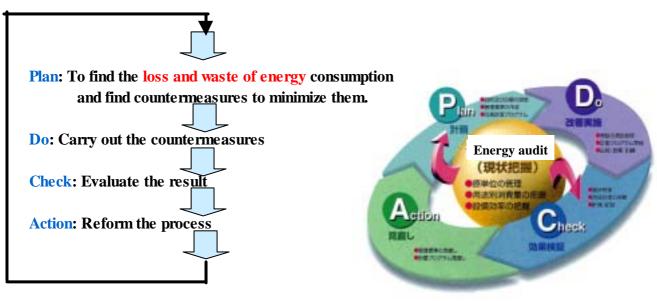
固定要素が多い生産系では、生産が減少した時の原単位悪化の程度が大きい。省エネ目標は、固定要素を変動要素に変えていくことであり、生産に無関係に動いている設備を生産に連動した運転に変換していくことが省エネルギー活動テーマになる。 一般にユーティリティ設備のエネルギー使用量が固定要素になりやすい。

(3)改善の実行

省エネ課題の発掘ができたら、それの対策を具体化して実行に移す事になる。 実行のプロセスは、Plan-Do-Check-Action のいわゆる PDCA サイクルにそって行う。 図 -3-4 に PDCA サイクルを示す。

ここで重要なことは、Check での成果の数値による把握である。数値で具体化された 成果は共有することが可能であり、活動の活性化につながる。省エネ活動での計測の 重要性の理由である。

提案の目的が達成されたならば、それを作業基準として標準化して歯止めとする。



Making improvements using the PDCA cycle

図 -3-4 PDCA サイクル

(4) 主な検討対象設備

1)モータ,ファン,ポンプ

ファンやポンプは、設計時に過大に設定される傾向がある。ポンプの場合を例とすれば、計画時点で実態との間で余裕をとる:10%,パイプの損失の見積余裕:50%,ポンプ容量選定時の余裕:10~15%などがあり、これらの余裕が重畳して実働時には負荷率が70%程度になっている場合が多い。

図 -3-5 はモータ、ファン、ポンプの負荷率に対する効率を示したものである。

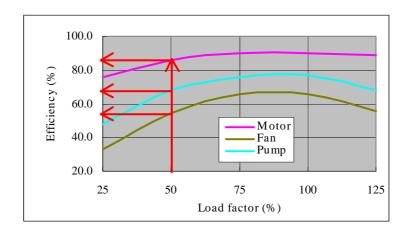


図 -3-5 モータ、ファンおよびポンプの負荷率と効率

負荷率が 50%ではポンプ, ファンともに効率が 10%低下している。また、それ以降の低下率は急激である。負荷率 50%は需要の 2 倍規模の過大な電動機を使用しているので改善対象である。

過大な設備の発見には、駆動用電動機の電流を測るのが簡便である。駆動用電動機の電流値が定格に対して 60%以下の場合は、ポンプやファンの負荷率が 50%以下になっていると考えられる。

負荷率向上策として、回転速度をプーリー比やギァ比の調整で低下させる容量調整 法が簡便である。

2)コンプレッサー

a. 吐出圧力の低圧化

レシプロ型コンプレッサーで主機と補機による台数制御となっているので、部分負荷対応は良好と思われる。念の為ロードとアンロード時の電動機の電流を計測して、容量調整が適切であるか否かを確認しておくとよい。アンロード時に電流が30%程度に低下しておれば良好である。

また、レシプロ型やスクリュー型のような容量型コンプレッサーでは、吐出圧力の 低圧化による電動機軸出力の低減量を図ることが出来る。

図 -3-6 に基準吐出圧力を 0.7MPa として、低圧力化による省エネ効果をグラフ化した。

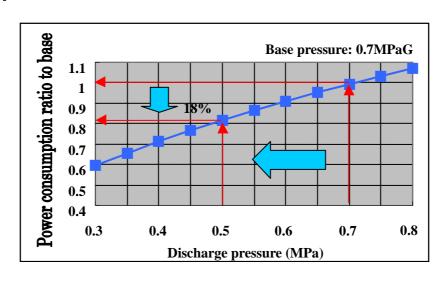


図 -3-6 吐出圧力と消費電力の関係

0.6MPa にすると 10%、0.5MPa にすることで約 18%の電力節減となる。負荷設備が要求する圧力を調査し低圧化による省エネを図りたい。

b. 露点管理とリーク管理

Kingston 社の工場では、低温職場が多い。圧縮空気の乾燥が十分であろうか。露

点温度以下になると配管に水分が溜まり、分圧の現象による圧縮空気の圧力低下や 配管の腐食によるリークの原因になる。

エア漏れについては、新設配管でも3~5%の漏れがあり、経年と共に10%を越えて35%に及ぶ事もある。リーク発生の主な部分は、

- ・配管の接続部:フランジ部の腐食、フランジ間の隙間の発生、ボルトの緩み
- ・機器のシール部:弾性体のシール(ゴム) メタルシール部 などである。

レシプロタイプのコンプレッサーの場合圧力変動があるため、エアリークのチェックは、工場が操業していない時にコンプレッサーを運転してロードとアンロードの比率を計る事で分かる(図 -3-7)。

エァ漏れ率 L は、 L = t 1 / (t1+t2) × 100 [%] で概算できる。

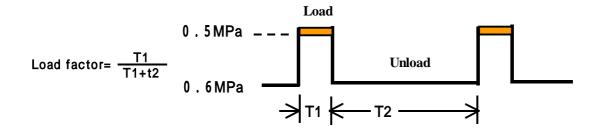


図 -3-7 エアリークのチェック

c. ボイラ、蒸気系

液体燃料の場合、空気比 m (= 燃焼用空気量/理論燃焼空気量)を 1.2 前後にコントロールする。

排ガスの有効利用として燃焼空気の予熱を行う。また、利用側の必要蒸気圧力を調査し蒸気の供給圧力を下げることを検討する。

高温のボイラー本体や配管、バルブ等の保温を行うとともに蒸気配管系では蒸気漏れの防止、ドレンの回収とボイラーへの再利用や熱交換利用をする。

熱帯地方では気温が高いことから、保温が充分に行われない傾向が見られるが、蒸気温度に比べ気温は 100 以上低いことを認識すべきである。

(4)記録計付き電力量計の準備

クランプ電流計は、Kingston 社で所有しているとのことであるが、機器を特定してより詳しく省エネを検討する場合には、エネルギー管理者の道具として、調査用の計測器が必要になる。記録機能付電力量計の保有を勧める。

データを直接パソコンに入力して分析が可能な電力量計が各計測メーカーから市販さ

れている。また、高調波計測, 歪率計測などあらゆる電気量が計測できる機能が付加されている。例えば、図 -3-8 は日本で市販されている電力量計で 40 万円程度である。



図 -3-8 記録機能付電力量計

4. セミナー・ワークショップ

4.1 概要

2005年12月17日(土)にセミナー・ワークショップを開催した。

セミナー・ワークショップは、ブルネイの Mr. Pg. Zamra (DES) が司会を務めて開会を宣言し始まった。ASEAN からは 3 カ国が参加し、ブルネイの DES を含めて 100 名以上の参加者という大盛況であった。熱心な質疑も行われ大変有意義なセミナー・ワークショップであった。

(1)日時

2005年12月17日(土)8:30 Registration開始 17:30閉会

(2)場所

The Centrepoint Hotel, 6F (Purple Jade Room), BSB, Brunei Darussalam

(3)セミナー・ワークショップ発表内容

発表プログラムは資料 No. D-112 に示す。

セッション 1 では ASEAN の全般的なエネルギー問題、ブルネイのエネルギー事情および日本から産業界の EE&C 活動の報告が行われた。セッション 2 では ASEAN 諸国のブルネイ、インドネシア、ヴィエトナムおよびマレーシアから省エネルギー活動の成功事例が報告された。日程の都合で参加できなかったフィリピンとラオスの報告を ECCJが代わって行った。セッション 3 では TD、DB/BM/GL の討議を行った。

今回は、ACEのMr. Christopher Zamora が欠席したため、DESのMr. Pg. Zamra がセミナー・ワークショップの司会をつとめた。今回は各発表に5分程度の質疑応答の時間を取ったが、会場から熱心な質問が相次ぎ、充実した議論ができた。また Media Permata (地元紙)や Borneo Bulletin (英文紙)などマスコミ関係者も会場に来ていた。新聞報道もあり、夜のテレビでも放映されたとのことである。

(4)出席者

ブルネイ:DES

Mr. Hj Umar bin Hj Mohd Tahir, Head of Energy Policy & Planning

Mr. Haji Abd Shawal bin Yaman, Energy Division

Mr. Pg. Zamra (Pg.はRoyal Familyを示す)

Mr. Ismail bin Hj. Mohd. Daud, Head of Unit, safety and Enforcement その他多数

ACE:

Dr. Weerawat Chantanakome, Executive Director

Mr. Ivan Ismed

インドネシア:

Mr. Subagyo, PT Kertas Leces

ヴェトナム:

Mr. Tran Minh Khoa, Institute of Technology

マレーシア:

Mr. Ibrahim Hishamdin, Pusat Tenega Malaysia (PTM)

日本: ECCJ 国際エンジニアリング部 技術専門職

小川 史雄、天野 尚、田中 秀幸

ブルネイの一般参加者は DES を含めて 100 名以上という盛況であった。官庁からの出席者が多数と思われるが、国営石油会社やブルネイシェル、訪問した 2 工場などからも参加していた。後日参加者リストを電子ファイルの形で送ってくれるよう依頼したが未入手である。

4.2 セミナー・ワークショップ結果

(1)オープニングセレモニー

1) ACE

ACE の Executive Director である Dr. Weerawat からの挨拶は、インドネシアにおけるのとほぼ同様の内容であったが、初めて訪れたブルネイが緑豊かな美しい国であることに触れ、また最近クアラルンプールで開かれた東アジアサミットでエネルギーが重要な話題となった旨説明した。また ACE における自分の Position の後任はヴェトナムの番だがその次はブルネイの番となっている(もしヴェトナムが固辞すれば直ぐブルネイとなる)と述べた。

2) ECCJ

田中技術専門職が日本側(METI および ECCJ)を代表して挨拶した。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・貢献などにつき述べた。

3) DES

Mr. Hj. Umar bin Hj. Mohd Tahir 閣下が挨拶した。ブルネイ政府の省エネ政策などを述べ、今回の産業 PROMEEC の Audit を含む活動に触れ、開会を宣言した。なお、同氏は一日中この Workshop で熱心に聴取され、最後に終了証を参加者に握手しながら手渡された。途中質疑にも参加された。

(2) セッション1: EE&C に関する政策とイニシアチブ

- 1) Overview of ASEAN Plans and Programs on EE&C (Dr. Weerawat, ACE) インドネシアの時と同じ資料を使ったが特にブルネイに関係するところを強調しながら説明した。発表資料はインドネシアで使ったものと同じ No. D-127 であった。
- 2) Energy Overview in Brunei Darussalam (Mr. Yaman, DES) (資料 No. D-134) ブルネイの石油・天然ガスの生産状況、発電設備、分野別エネルギー使用状況、エネルギー需給の推移、エネルギー政策(石油・電力)、省エネ政策などの説明があった。
- 3) Initiatives and Programs of ECCJ on EE&C in Industry in Japan (田中技術専門職、ECCJ)(資料 No. D-128)

直前に司会の Zamra 氏から「省エネの意義や目標は解ったがどのように実行すれば良いのか?」という質問があり、田中技術専門職から「日本の例を参考にしたらどうか」というやり取りがあって説明をはじめた。そのために 3E の調和や省エネ法、指定工場、エネルギー管理士、全国大会などの話題を聴衆が熱心に聴いていた。

(3)セッション2:産業におけるEE&C 成功事例報告

- 1)セメント産業、ブルネイ Mr. Widjaja(資料 No. D-135) 省エネルギーフォローアップ調査団が先日訪問した Butra Heidelberg Cement 社の Widjaja 所長が省エネルギー活動報告を発表した。要点を手際良く纏めていた。こ の機会をとらえて「セメントの輸入を取敢えず制限するよう」政府に求めていた。
- 2) パルプ・製紙産業、インドネシア Mr. Subagyo (資料 No. D-129) インドネシアで調査団が訪問した PT Kertas Leces 社の発表であった。インドネシアでの発表と同じ内容を Mr. Subagyo が報告した。
- 3) セラミックス・陶磁器産業、ヴェトナム Mr. Khoa (資料 No. D-136)
 Mr. Phon の代役で来ることが急遽決まったとのこと。2004 年度に調査団が訪問した
 HAPOCO 社の他にもう 1 社 (Mailam Ceramic)の省エネルギー活動を含めた発表であった。
- 4)ガラスと繊維産業、マレーシア Mr. Hi shamdin (資料 No. D-131) PTM からインドネシアでの発表と同じ内容の発表があった。
- 5)鉄鋼産業(フィリピン)および水力発電(ラオス) ECCJ の田中・小川両技術専門職が代理で報告した。(資料 No. D-130 の一部、No. D-137) フィリピンの発表者がフライトの予約が取れず欠席したので ECCJ から代わりに 2 項目を発表した。両産業ともブルネイには無いので、2 項目の内容は最小限のものとし、田中技術専門職から一般的な省エネの進め方を講演した。

(4)セッション3: The Way Forward

- 1) Barriers and Measures to implement EE&C 小川技術専門職 資料No. D-117を利用し、セッション2の発表内容を引用しながらの説明であった。
- 2) Technical Directory 天野技術専門職(資料 No. D-138)
 インドネシアのワークショップと同様、TDの目的、作成方法・Format など理解を深めるため実例を示して説明した。また、ACEのMr. Ivan から TDシートの実例につき説明があった。さらに、Dr. Weerawat からブルネイでも自分自身の TD 作成を進めるようにとの補足説明があった。
- 3) Database/Benchmark/Guideline for Industry 小川技術専門職 インドネシアでの発表と同じ説明資料 No. D-119 で説明された。

途中でブルネイシェルの技術者から「このデータベースをやって何の得があるのか?政治的な思惑も絡むのではないか? Energy Chain の最初の供給のところから最終の消費のところまで全体のプロセスとしてデータを取った方が良いのではないか?国によって Subsidy の実態が違うので比較は難しいのではないか?」と盛沢山の質問があり、それに答えているうちに Mr. Yaman からも「そう言えば別途 APECのデータベース構築を進めているが、各国の事情が違い纏めるのが大変だ。例えばエネルギーの単位統一ひとつを取って見てもバラバラである。」などと発言があって議論となった。

Dr. Weerawat からも「この DB 構築は ASEAN 諸国政府の合意のもとに進めているものである。」といろいろ補足説明があった。最後は時間切れとなり、Weerawat 氏も「本件 1 カ国でも反対の国があれば進められない。SOME の場も含めて良く議論して関係者全員が合意していることを確認したい。」と締めくくった。

(5)質疑応答

前記したように各項目発表に Q&A があった。熱心な質問が活発に出た。以下に質疑 応答の例を示す。

- Q: Energy Audit を受ける工場に何か Incentive はあるのか?
- A: You pay less energy bills. That 's it. (Mr. Yaman)
- Q: 日本の省エネ法を守らない場合の罰則は?
- A: 罰則として罰金などの規定があるが、日本企業の場合はむしろ会社の Reputation を大切にするので皆守る。

(6)閉会の辞。

Dr. Weerawat および田中技術専門職の閉会の辞をもって終了した。

以上

. ASEAN としての取組みについて

1. 総括ワークショップ概要

ASEAN 諸国の主要産業・ビルの省エネルギー推進およびエネルギー管理基盤整備の3プロジェクト共通の Summary Workshop と Post Workshop がバンドン、インドネシアで開催された。本ワークショップは ASEAN 7 カ国の代表と ASEAN Center for Energy (ACE)および (財)省エネルギーセンター(ECCJ)の代表が一堂に会し、3プロジェクトの今年度実施実績・成果を評価し、来年度以降の取組方針を確認するものであった。各事業の総括ワークショップでは今年度の主要産業・ビル・エネルギー管理の3プロジェクトの活動結果が日本側から報告され、活動の評価や成果また課題につき参加者を含め全員で討議した。

- 1 . 1 Summary Workshop Post Workshop 開催時期 2006年1月26日(木)~27日(金)
- 1.2 Summary Workshop Post Workshop 開催場所
 Grand Preanger Hotel (Bandung), JL Asia Africa 81 P.O. Box 1220, Bandung, West Java,
 Indonesia
- 1.3 Summary Workshop Post Workshop 参加者

ASEAN からは 10 カ国の FP (フォーカルポイント)が出席することになっていたが、実際には ASEAN 7 カ国から 13 名、ACE 5 名、ECCJ 4 名を加え総勢 22 名が出席した。参加者名を下記に示す。なお、ミャンマー・シンガポール・ヴェトナムは関係者が既に旧正月の休暇に入ったとの理由で欠席した。

Indonesia (7名)

Ms. Maryam Ayuni: Head of Energy Conservation Div., MEMR

Ms. Endang Lestali: Cordinator, Energy Conservation and Environmental

Research Program, Center for R & D on Energy and

Electricity Technology, MEMR

Ms. Devi Laksmi: Staff of Energy Conservation Div., MEMR

Dr. Nugroho Sulami: Department of Engineering Physics, Institute Technology

Bandung

Ms. Sutji Rahayu: Tariff Expert, Marketing Div., Indonesia Electricity

Corporation (PT PLN (Persero)), Observer

Dr. Ir. Widodo W. Purwanto: Head of Clean Energy & Products Research Group,
Universitas Indonesia, Observer

Mr. Pramdi B. Pradja PT KONEBA, Observer

Brunei Darussalam (1名)

Mr. Haji Abd Shawal bin Yaman: Head of Energy Div., DES

Cambodia (1名)

Mr. Lieng Vuthy: Deputy Director, Dept. of Energy Technique, MIME

Lao PDR (1名)

Mr. Khamso Kouphskham: Deputy Chief of EMD, Ministry of Industry and Handcrafts,

Dept. of Electricity, Elect. Manage. Div. (EMD)

Malaysia(1名)

Mr. Ahmad Zairin Ismail: Deputy Director, Energy Industry & Sustainable

Development Div., PTM

Philippines (1名)

Mr. Marlon R. Domingo: Senior Science Research Specialist, Energy Efficiency

Div., Energy Utilization Management Bureau, DOE

Thailand (1名)

Dr. Prasert Sinsukprasart: Department of Alternative Energy Development and

Efficiency (DEDE)

ACE (5名)

Dr. Weerawat Chantanakome: Executive Director

Mr. Christopher Zamora: Administration and Finance Manger

Ms. Maureen C. Balamiento: Database and IT Specialist

Mr. Ivan Ismed: Project Officer

Mr. Junianto M.: IT Staff

ECCJ (4 名)

Mr. Tsuzuru Nuibe: Senior General Manager

Mr. Kazuhiko Yoshida: General Manager Mr. Yoshitaka Ushio: General Manager

Mr. Hideyuki Tanaka: Technical Expert

2 . 主要産業に関する総括ワークショップ

Workshop Agenda (資料 No. D-201) に従い、Dr. Prasert の進行で進められた。

2 . 1 2005 年度の 4 カ国における主要産業省エネルギー活動

第一次活動(フェーズ 1)では ACE-ECCJ により ASEAN10 カ国の主要産業省エネルギー診断が行なわれている。第二次活動(フェーズ 2)の 2年度目として下記の 4 ヶ国において、各主要産業のフォローアップ省エネルギー診断調査、およびフェーズ 1 の診断指導の ASEAN における普及状況を調査する目的で一部新規工場の訪問調査を実施した。さらに、それぞれの国においてセミナー・ワークショップを実施した。総括ワークショップではこれら 4 カ国での活動の概要をまとめて報告した。(資料 No. D-202)

第二次活動二年度目 ASEAN 訪問国と業務期間

Cambodia2005年8月22日~26日Philippines2005年8月29日~9月2日Indonesia2005年12月5日~12日

Brunei Darussalam 2005年12月14日~17日

表 -2-1 に各国に於ける活動状況を示す。

表 -2-1 Overview of Phase-2 Activities in 2005

Country		Brunei	Cambodia	Indonesia	Philippines	
Items Time		Dec. 13~17	Aug. 22~26	DEC. 5~12	Aug. 29 ~ Sep.2	
	1. Follow-up / Energy Audit		Cement & Food Processing Factories	3 Garment Factories	Pulp/Paper and Textile Factories	2 Rolling Mill Factories
2. §	2. Seminar-Workshop 1) EE&C Policy		Brunei - MOE	Cambodia-MIME	ACE	Philippines - DOE
			ACE ECCJ		ECCJ	ECCJ
	Cement	(Brunei)	Brunei - BHC			
	Ceramics	(Vietnam)	Vietnam - MOI	Vietnam - MOI		Vietnam - MOI
۱.,	Chemical (Caustic Soda) (Thailand)					Philippines - R.I. Chemicals Co.
	Garment	(Cambodia)		F-up: MIME/ECCJ		
Activities	Food	(Singapore)				Malaysia - PTM Philippines- URC
lo	Iron/Steel	(Philippines)	(ECCJ)		Philippines - DOE	F-up: DOE/ECCJ Malaysia - PTM
EE&(Oil Refinery	(Myanmar)				
<u>\$</u>	Power	(Lao PDR)	(ECCJ)	Lao PDR-MIH	Lao PDR-MIH	Power - DOE
	Pulp/Paper	(Indonesia)	Indonesia - PT Kertas Leces	Indonesia - PT Kertas Leces	Indonesia - PT Kertas Leces	Indonesia - PT Kertas Leces
l	Textile	(Malaysia)	Malaysia -PTM		Malaysia -PTM	
	Other Industries		Glass-Malaysia	Glass-Malaysia	Glass - Malaysia Co-Gene & ESCO	
					- Thailand	
Ŀ	3) Way Forwa	rd	What are the Barriers & Measures for the Implementation of EE & C [ECCJ] Development of Technical Directory, DB/BM/GL for Industry [ECCJ & ACE]			

セミナー・ワークショップでは、開催国の省エネルギー政策や産業の省エネルギー活動が報告された。また、ASEAN 3 ~ 4 カ国からは発表者が来訪して、その国の主要産業省エネルギー活動を報告した。また、開催国から要求があった他国のテーマで、発表者が訪問できなかった国の主要産業報告は ECCJ が代理で報告した。

外国からの報告は、ヴェトナムのセラミックス、ラオスの水力発電、インドネシアの紙・パルプ、マレーシアのガラス・繊維・食品および鉄鋼、フィリピンの鉄鋼およびタイのコ・ジェネレーション、ESCO など盛沢山であった。

4カ国での活動の概要を次項に示すが、詳細は各国の活動の項 ~ を参照して貰いたい。

(1)ブルネイにおける活動

4日間の活動期間中、セメント工場フォローアップ診断調査と食品加工工場の簡易診断を実施した。4日目の最終日にセミナー・ワークショップを実施した。このセミナー・ワークショップには100名を越える参加者があり、省エネルギーに対するブルネイの関心の高さがうかがわれた。ASEANからはヴェトナムのセラミックス、インドネシアの紙・パルプ、マレーシアのガラス・繊維が報告され、活発な質疑が交わされた。セメント工場では、ECCJの質問書への回答や省エネルギー活動報告がきちんとまとめられており、レベルの高い工場管理が行われていた。セミナー・ワークショップでは工場長が出席して活動報告を行った。

(2)カンボジアにおける活動

1週間の活動期間中、2つの縫製工場のフォローアップ診断調査を行った。さらに、この1社の姉妹会社が最近新設工場の操業を開始したというので、簡易診断を要請されカンボジアの FP と ECCJ が訪問した。5日目の最終日にセミナー・ワークショップを実施した。

フォローアップ診断調査を行った2社は、ともに省エネルギーに熱心であった。フォローアップ結果の報告は ECCJ が行わざるを得なかったが、同業者への刺激になったと思われる。

ASEAN からは、ヴェトナムのセラミックス、ラオスの水力発電、インドネシアの紙・パルプ、マレーシアのガラス産業についての成功事例が報告された。これら産業のテーマ選定はカンボジア MIME 要求によるものであったが、出席者への良き情報提供になったと思われる。

(3) インドネシアにおける活動

東ジャワにある紙・パルプ工場のフォローアップ診断調査を行ったが、ジャカルタからの移動等を考え、6日間の活動期間であった。さらに同地区で紡績工場を簡易診断してジャカルタへ戻り、6日目にセミナー・ワークショップを実施した。

フォローアップ診断調査を行った紙・パルプ工場は、省エネルギーに熱心で、これまでの活動によりフェーズ 1 で提案された改善事項を検討し実施できることは全て実施済みであった。この工場の省エネルギー活動報告は、これまで毎回の PROMEEC セミナー・ワークショップで発表されており、ASEAN 諸国の産業界への与えた影響は大きいと思われる。

ASEAN からは、ラオスの水力発電、マレーシアのガラス・繊維、フィリピンの鉄鋼およびタイのコ・ジェネレーション、ESCO 産業についての成功事例が報告された。

(4)フィリピンにおける活動

フィリピンでは鉄鋼・圧延工場のフォローアップ診断調査と他の圧延工場の簡易診断 を行い、5日目にセミナー・ワークショップを実施した。

フォローアップ診断調査を行った圧延工場では、省エネルギーチームを作るなど熱心に省エネルギー・コストダウンに取り組んでいた。ただし、このような活動に取り組み始めたのは、管理者が日本での省エネルギー研修に参加してからのごく最近のことであった。フォローアップ診断結果の報告は ECCJ が行わざるを得なかった。

ASEAN からは、マレーシアの食品・鉄鋼、ヴェトナムセラミックス、インドネシアの紙・パルプについての成功事例が報告された。

2.2 ASEAN 諸国における省エネルギー活動状況

(1)工場フォローアップ診断

第一次活動で省エネルギー診断を実施した工場のその後の活動成果をまとめたものが表 -2-2 である。今年度訪問の 4 ヶ国の主要産業工場と 2004 年度フォローアップ診断のその後の活動報告内容を加味して、提案・指摘事項に関する達成状況を「完了・検討中・未実施」に分類して示している。

2005 年度のフォローアップ診断の結果では完了と検討済みを合わせて全体の 90.0% が何らかの手が打たれて、既に成果が出ているものであった。残りの 10%は検討中と未実施の項目であって、今回の診断の後、近い内に何らかの手が打たれるものであった。

2004 年度分をあわせると 83.3%の実施率であり、2004 年度の 64.5%を大きく上回っており、概ね活発な活動が行われていると言える。またこの表で、インドネシアの紙・パルプ工場の省エネルギー活動が活発に行なわれたことがわかる。ヴェトナムのセラミックス工場の活動は 2004 年度のフォローアップ診断の後に行われたものであり、工場あげての活動が行われたことを物語っている。

表 -1-2 Summary of EE&C Activities (Follow-up Energy Audit)

Country			Item Numbers and Ratio (%)			
		Company Name (Industry)	Recommended by ECCJ	Finished or Studied	Under Study	Not Imp- Imented
2005	Brunei	Butra Heidelberg Cement (Cement Industry)	6	5 83%	0 0%	1 17%
	Cambodia	M&V International Mfg (Garment Industry)	3	2 67%	0 0%	1 33%
		June Textile Co. Ltd. (Garment Industry)	3	2 67%	0 0%	1 33%
	Indonesia	PT KERTAS LECES (Pulp/Paper Industry)	34	28 ⇒ 34 100%	0 0%	6 ⇒ 0 0%
	Philippines	Steel Asia Mfg. Corp. (Iron/Steel Industry)	4	2 50%	1 25%	1 25%
ation	Vietnam	Hai Duong Porcelain Co. (Ceramics Industry)	11	2 ⇒ 10 91%	0 0%	9 ⇒ 1 9%
Presentation	Lao PDR	Num Ngum Hydropower Plant (Power Industry)	4	4 100%	0 0%	0 0%
2004 + Pre	Malaysia	Arab-Malaysia D. B. (Textile Industry)	9	4 44%	5 56%	0 0%
	Myanmar	Mann Thanbayakan (Oil Refinery)	4	2 50%	2 50%	0 0%
		Total 2004 only	78 62	65 (83.3%) 40 (64.5%)	8 (10.3%) 7 (11.3%)	5 (6.4%) 15 (24.2%)

(2)新規訪問工場の省エネルギー活動

2005 年度に新たに訪問した工場は4カ国各1工場ずつであった。詳細は各国の活動の項に詳述しているが、3工場はエネルギー管理開始のスタート位置についたところであった。他の1工場は過去にエネルギー診断を受け、しかも工場長自らが日本でのエネルギー管理研修を経験したことがあり、この PROMEEC プログラム・フェーズ1に参画した他の工場並に省エネルギー活動を展開していた。

どの工場も最近のエネルギー価格の高騰に対し何らかの手を打ちたいとの意欲が感じられ、今回の調査団受入れに結びついたと思われる。現地での診断指導で得た情報を活用し、省エネルギー推進を行うことを期待したい。

(3) 工場エネルギー診断、セミナー・ワークショップ参加者について

2005 年度の PROMEEC 活動では、各国の政府関係者および企業の管理者・技術者等がフォローアップ調査や新規工場エネルギー診断等を主体的に実施し、ECCJ 専門家は彼らを支援して、いわゆる OJT 指導をすることとなっていた。実際には、ECCJ 専門家が前面に立って実施しないと何も進まない状況であったが、2005 年度の工場エネルギー診断参加者は、OJT 指導を取り入れた関係で表 -2-3 に示すように平均 1.6 人から 4.2 人へと増加している。

セミナー・ワークショップの参加者は予算の関係もあったと思われるが、71.5人から56.5人へと減少している。

表 -2-3 各国における診断やセミナー参加者

項	目	年度		
		2004 年度	2005 年度	
エネルギー診断	診断工場数	7	9	
	全参加者数	11	38	
	平均人数/工場	1.6	4.2	
セミナー・ワーク	開催回数	4	4	
ショップ	全参加者数	286	226	
	平均人数/回	71.5	56.5	

(4)セミナーで報告された省エネルギー成功事例概要

成功事例報告では6カ国から14項目の発表が行われた。この中でいくつかの省エネルギー対策実施概要を表 -2-4に示す。昨年度と同様の報告であったラオスの水力発電所の活動、マレーシアのガラス工場および繊維産業の例は省いている。また、インドネシアの紙・パルプ工場の省エネルギー活動は今年度も報告されているが、インドネシアの活動内容の項に詳しく述べているので省いている。

表 -2-4 ASEAN 発表の省エネルギー成功事例

Country	Industry	EE&C Activities	
Malaysia	Food Industry (Edible Oil Refinery)	1. Installation of economizers on LP boilers 2. Waste heat recovery from hot water boilers 3. Process oil cooling by cold feed water 4. Condensate collection system Total fuel saving = 116,703GJ/y (=Approx. 2,920kL/y)	
Malaysia ·	Iron/Steel Industry Capacity: EAF: 700kt/y, Mill: 550kt/y	1. 2-stage recuperator (Recovery of flue gas temp.) 2. Air compressor change, from piston type to screw type: Power saving = 45% 3. VSD for rolling mill cooling water pump process Power saving = 25% compared to throttle valve Power saving = 1.7%, Fuel saving = 13.7% Total cost reduction = 3%	
Distinguis	Chemical Industry RI Chemical Corp.	Change the 200RT refrigeration system from a vapor compression type to a vapor absorption type, wherever there is waste heat and a need for chilled water. Effect on productivity: +3.6%	
Philippines	Iron/Steel Industry (By DOE)	Introduction of outline of Philippines' steel industry and "2005 Don Emilio Abello EE Awards" [Rolling Mill Co. saved 580kL/y of fuel oil by heat recovery from the furnace, etc. and Steel sheet coating Co. saved 107kL/y of oil]	
	Porcelain Industry (By MOI)	Significant percentage improvement after 2004 follow up. Similar presentation at last Summary-Workshop	
Vietnam	Brick Industry (By MOI)	Energy audit at brick factory: Fuel saving = 3%. Power saving = 13% by insulation strengthening, etc.	
	Energy Audits at 12 industrial factories (By Institute of Energy)	Main measures identified by audit: VSD, boiler improvements, condensate collection system, maintenance method, compressed air system, etc. Saving: Fuel = 0~38%. Power = 5~40%	

(5) 2005 年度 ASEAN の省エネルギー活動まとめ

今年度の活動を通して、ASEAN の国々において省エネルギー活動が盛んに行われるようになっているとの印象を強く受けた。とくにエネルギー資源の乏しい国々にとって、最近のエネルギーコストの高騰が省エネルギーとコストダウン活動に拍車をかけつつあると思われる。

省エネルギー活動を進めるには、企業トップの認識と指導、各工場に見合ったきっかけが必要であるが、省エネルギーはコストダウンに繋がり、企業の利益ひいては社会のために役立つということが判れば、この活動はますます活発化すると思われる。 ASEAN 諸国において省エネルギー推進にまだ多くの障害があることは否定できないが、この PROMEEC プログラムや各種の省エネルギー研修等によって障害が克服されていくと信じる。

(6) 各産業の省エネルギー推進の障害と対策

今年度の現地調査で感じたことは、昨年度と同じ障害が未だに存在することであった。例えば、政策の不足、人材不足、技術レベルが低い、資金が無い、情報不足等が取り上げられ論じられたが、その他に省エネルギー推進の障害となっているのは、企業トップの姿勢にあると思われる。経営状況が良いところは省エネルギーに力を入れなくても利益を出しているということかもしれないが、エネルギー価格が上昇していくにしたがって変化していくと思われる。

2.3 2005年度実施4カ国からの報告概要

総括セミナーの席で、今年度の省エネルギー受入れホスト国となった4カ国から EE&C 活動が報告された。

(1) ブルネイからの報告(資料 No. D-203)

石油、天然ガスの生産国であることから、エネルギー価格がやすい。一方、省エネルギー設備は高価であるが、EE&C へのインセンチブがないなど省エネルギーを進める環境になく、国民の省エネルギーへの関心も薄いという状況を報告している。したがって、一般への EE&C 教育、アクションプラン・方針作成や実施のための議論が必要としている。

(2)カンボジアからの報告(資料 No. D-204)

17%の電化率と高い電気代という現状を克服していくため、今後 10 年間で約 3 倍の電力供給が計画されている。主に、縫製産業の PROMEEC 活動が報告されたが、国内での省エネルギー普及が必要と思われる。

今後進める活動として、再生可能エネルギーや省エネルギーについてタイとの協力、 PROMEEC 活動参加、国内では CEEP (カンボジアエネルギー効率化プロジェクト)の推進等を挙げている。

(3) インドネシアからの報告(資料 No. D-205)

6 業種以上の産業について簡易エネルギー診断 6 件、詳細診断 15 件を行ったと報告された。この中には今回の PROMEEC 活動で行った診断活動も含まれている。

また、省エネルギーデータベース(DB)やエネルギー効率モデル(EEM)等の情報システムが MEMR にて開発されている。メニューには、会社概要、設備や電力使用量、燃料消費量、エネルギー使用設備、省エネルギー活動等が含まれていると報告された。

(4) フィリピンからの報告(資料 No. D-206)

PROMEEC 活動による鉄鋼産業の省エネルギー診断とセミナー実施について説明、PROMEEC 活動は企業間の情報網構築に役立っており、TD や DB は企業の EE&C に役立つものとしているが、まだ多くの障害が存在していることも述べている。

フィリピンには産業・ビルを対象にした表彰制度があり、産業では 2004 年度に 23 件が、2005 年度に 15 件が表彰されている。

法はまだ成立していないが、条令や規則等を列記して説明された。

2 . 4 2006 年度 PROMEEC 活動計画 (資料 No. D-207)

2006 年度の METI-ASEAN PROMEEC は、ACE、ECCJ および ASEAN 各国の FP (Focal Point) が母体なって 2005 年度と同様の活動を続ける予定である。図 -2-1 に予定表を示すが、2006 年度の現地調査は 8 月、11 月に 2 カ国ずつで行う計画である。対象国は残っているシンガポールとタイの 2 国に加え、省エネルギー活動を活発に推進し十分な対応が可能な 2 カ国を募集し、2006 年度のインセプションワークショップで決定することにしている。

実施に当たって、ASEAN 側は診断を受ける工場の確定、5人以上の診断チームの結成と役割分担の決定、事前学習の実施、さらに質問書回答の事前準備を義務付ける。実施期間は各国 1 週間の予定で、フォローアップ診断と新規エネルギー診断を合わせて最大2工場実施し、その後セミナー・ワークショップで診断チームから結果を報告する。セミナーでは開催国からの省エネルギー活動報告と要請された ASEAN 諸国からの発表等も予定している。ワークショップでは技術標準作成活動(TD)、データベース(DB)・ベンチマーク(BM)・ガイドライン(GL)の作成や状況に関する討議を予定している。

最後の締めくくりとして、2006年度のまとめと最終のワークショップを行う。

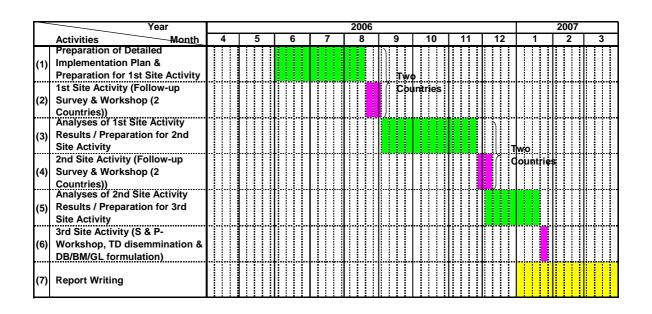


図 -2-1 Implementation Schedule, PROMEEC (Industry) for 2006 - 2007

2.5 討論

(1)OJTを目的とした省エネ診断について

- 1)5人程度からなるエネルギー診断チームを形成し、診断前の準備を十分やる必要があるという ECCJ 要求に対し異議は出なかったが、その構成員の能力条件を明確にする必要があるとの意見が出された。適格者が揃うかどうか疑問である。
 - 一方 ASEAN 側からは、ECCJ の専門家が診断チームに対し、診断技術・方法に関する詳しい講義を数時間程度してもらいたい、独自で診断が実施可能な産業とそうでない産業や分野があるとブルネイ、カンボジア、インドネシア、ラオス、フィリピンから希望が出された。現在、エネルギー診断を独自で実施している国は、その実施部隊が対応すればよいとの意見も出された(ECCJ、ACE)。診断開始前に関係者への実地訓練を希望するものであるが、必要により検討すべき項目であろう。
- 2)ECCJ の専門家はスーパーバイザーとしてローカルのエンジニアの診断を指導してもらうようなやり方が目標である(タイ、インドネシア)との認識も示された。「省エネルギーにはエネルギー診断が最も重要であり、診断技術を習得するためには実際に自分で経験することが重要である。この OJT を目的としたエネルギー診断活動の持続性は重要であり、習得するレベルは各国で異なる点、考慮する必要がある。ECCJ のリーダーがその方法について提案すればよい(ECCJ、ACE)」とした。

(2)省エネルギー成功事例の重要性

1)セミナーでの成功事例紹介は、出席者に省エネルギーに対するモーチベーションを

与える意味で非常に良い。エネルギー診断を実施した工場のその後の状況を紹介する ことは省エネルギー推進に有効である。着眼点や省エネルギーのやり方等は全産業に 役立つ。(マレーシア、ラオス、ブルネイ)

2)成功事例は非常に参考になり、政府がレポートの提出をやりやすくし、多くの事例を収集すればよい。法作りにも役立つ(インドネシア)。

インドネシアではエネルギー診断後 6 ヶ月でレポート提出を要求しており、実際に省エネルギー成功事例も報告されている。しかし、診断の意味・目的を業界に十分理解させることは非常に難しく、事例報告は少ない。今年から協会を通して、政府の意向を伝えて診断、事例報告の目的を理解させていきたい。現在、JETRO、ECCJ の協力で東ジャワで $4\sim6$ の産業でパイロット工場を決め、省エネ推進プロジェクトが始まっている。

3)診断を実施する工場のロケーションの問題(ラオス) 以前、片道車で1日の町にでも診断を行なっており、その場所での診断が、有効であるならば実施可能。ケースバイケースで判断する。(ACE、ECCJ)

3. ポストワークショップ

3.1 TD (Technical Directory) について

ACE から技術 Directory (産業・ビル)の編集したもの(日本側から与えたデータで作成したものでまだ成功事例は入っていない。)とデータベース(ビルのみ)に関し作成したものを紹介した。形は整いつつあるが中身はこれから ACE の担当者と調整を強化して仕上げて行く必要がある。

3 . 2 DB/BM/GL (Database/Benchmark/Guideline)

(1)本事業の目標と活動範囲の明確化

産業における Database/Benchmarking/Guideline の構築は守秘義務の問題があり、非常に難しいという認識は共通しているが、本事業ではエネルギー診断に基づく一連の活動を系統だったエネルギー管理を進めるためのシステムいわゆる "In-hose Database / Benchmark / Guideline System "構築として位置付け、各工場や各ビルで使用できる標準的なデータベースを設計し、各企業で使用してもらうことを目標にするもので、(ビルの ASEAN ラベリングなど)政策策定のツールとするための統計システムでない点を強調した。また ACE からは時間的にも簡単に出来るものではないが産業用を含め来年度に明確なものができるのでそれを示してからさらに議論を進めたいとの説明が加えられた。

(2) Database / Benchmarking / Guideline システムの構築に関する議論

- 1)如何なる或は如何なる目的で Database (エネルギー消費量、プロセス、設備等)を構築するのか重要。インターネットで簡単に手に入るようなデータでは意味がない、かなり詳細なデータが必要である。(タイ)
- 2)内部データ管理、内部 Benchmarking が重要で実現可能なシステムである。 内部 Database は工場・ビルの現場で必要とするデータであって、実際に省エネを実施するために必要な Database である (ECCJ)。他には統計的なデータがある。 内部 Database は一種のモデルと考えると政策上も有益な情報である。(ブルネイ)
- 3)マレーシアのガラス工場の例で、政府の主導で Benchmark を示すことで省エネの実績を上げている例があるが、内部データのみでは省エネは進まない、外部の成功事例の情報を得ることは重要である。(ECCJ)
- 4)内部 Benchmarking と外部 Benchmarking があるが、会社は秘密保持のため情報提供を嫌がるのは仕方ない。各産業内でその協会が中心になって何らかの同意書を交わし、情報の交換を行うような仕組みを作ればよい。マレーシアでは4つの産業でこの種の対応を行っている。また診断結果を Database として利用すればよい。3~4工場の情報で十分である。(マレーシア)

5)診断データだけでは十分なシステムとはいえない。実際に工場内で使用するのに有効なシステムを全ての産業で構築することは殆ど不可能である。20社程度からのデータでは不十分。(タイ)

より多くのデータがあればそれだけよいが、日本の経験から、少ないデータでも有効である。(ECCJ)

6) ACE にとって有意義な討論であり、今後の作業に生かしたい。ACE としても ASEAN 各国の CCI (Chamber of Commerce & Industry)に協力を仰ぎ、情報の収集を行うこと も考慮したい。(ACE)

ACE の提案に協力したい。(ASEAN 各国)

インドネシアでは3産業でDatabaseの構築を進めており協力したい。

確かに Database は有益であり、この活動は重要である。また誰がアクセスできるかが重要であり、またそれが問題になる。一般に公開すれば守秘義務の問題がある。(ラオス)

このテーマは、ASEAN 全体の共通システムとして実施することは難しい。国ベースでやるべき。(タイ)

最終的には、これらは 2000 年からの活動の成果を具体的に DB などに落とし、実際に実施や普及に活用できるものにする重要な活動との基本方針を理解してもらえ、引き続き本来の取組み方法で進めることを確認した。

以上の協議結果に基づき、サマリーワークショップでは今年度の活動成果が大変高く評価され、またポストワークショップでは来年度の取組方針と計画の基本内容を全員で確認し、最終的に日本側から提案された基本計画の案につき Focal Point である各国代表 (ACE 関係者を含む)全員の合意を得ることが出来た。

以 上

. 資料リスト

各国で実施した現地活動時および主要産業に関する総括ワークショップの資料をリストアップしている。資料は、

「現地活動スケジュール、省エネルギー診断時の質問回答書、セミナー・ワークショッププログラム、アセアン各国の成果発表資料、ACE 発表資料および ECCJ 発表資料」である。なお、セミナー・ワークショップ参加者リストは 1 カ国のみの入手だった関係で添付していない。本文中の資料番号は"資料 No.D-100"等で示している。

- 1. 省エネルギー診断およびセミナー・ワークショップ資料
- 1.1 ECCJ 専門家活動 Schedule
 - D-101 1次現地調査日程表
 - D-102 2次現地調査日程表
- 1.2 フォローアップおよび新規診断調査質問回答書
 - D-103 Cambodia June Textiles 社回答書
 - D-104 Cambodia M&V 社回答書
 - D-105 Philippines Steel Asia 社回答書
 - D-106 Philippines Primary Steel 社回答書
 - D-107 Indonesia PT. Kertas Leces 社回答書
 - D-108 Brunei Darussalam Butra Heidelberg Cement 社回答書
- 1.3 4カ国におけるセミナー・ワークショッププログラム
 - D-109 Cambodia におけるセミナー・ワークショッププログラム
 - D-110 Philippines におけるセミナー・ワークショッププログラム
 - D-111 Indonesia におけるセミナー・ワークショッププログラム
 - D-112 Brunei Darussalam におけるセミナー・ワークショッププログラム
- 1.4 Cambodia におけるセミナー・ワークショップ報告資料
 - D-113 Overview of EE&C Activities in Cambodia
 - D-114 Case Study, Glass Industry in Malaysia
 - D-115 Case Study, Pulp and Paper Industry in Indonesia
 - D-116 Follow Up of Energy Audit Findings at Garment Factories, Cambodia
 - D-117 What are the Barriers and Measures on the Implementation in Industry?
 - D-118 The Development of Technical Directory (1) and Sample (2)

D-119 The Development of Database/Benchmark/Guideline for Industry

1.5 Philippines におけるセミナー・ワークショップ報告資料

- D-120 EE&C Promotion Activities in the Philippines
- D-121 EE&C Activities in Industries in Japan
- D-122 Overview of Wholesale Electricity Spot Market, Philippines
- D-123 EE&C Best Practices in Chemical Industry, Philippines
- D-124 EE&C Best Practices in Iron & Steel, and Food Industry, Malaysia
- D-125 EE&C Best Practices in Ceramic Industry, Vietnam
- D-126 Findings of Follow Up Energy Audit at Iron and Steel Industry in the Philippines, Introduction (1) and Follow Up (2)

1.6 Indonesia におけるセミナー・ワークショップ報告資料

- D-127 Overview of EE&C Programs of ASEAN, ACE
- D-128 Initiatives and Programs of ECCJ on EE&C in Industry in Japan
- D-129 Case Study of Pulp and Paper, Indonesia
- D-130 Case Study of Hydropower, Lao PDR
- D-131 Case Study of Glass/Textile Industry, Malaysia
- D-132 Case Study of Steel and Cement, Philippines
- D-133 Case Study of Co-generation and ESCO, Thailand

1.7 Brunei Darussalam におけるセミナー・ワークショップ報告資料

- D-134 Energy Overview in Brunei Darussalam
- D-135 Case Study of Cement Industry, Brunei Darussalam
- D-136 Case Study of Ceramics/Porcelain and Brick Industry, Vietnam
- D-137 Case Study of Steel and Energy Audit, ECCJ for Philippines
- D-138 The Development of Technical Directory, ECCJ

2.総括ワークショップ資料

- D-201 Summary Workshop Agenda (Industry Only)
- D-202 Summary of Local Activities, ECCJ
- D-203 Evaluation and Future Improvement of Local Activities, Brunei Darussalam
- D-204 Evaluation and Future Improvement of Local Activities, Cambodia
- D-205 Evaluation and Future Improvement of Local Activities, Indonesia
- D-206 Evaluation and Future Improvement of Local Activities, Philippines
- D-207 Proposed Plan for 2006-2007, ECCJ

本報告書の内容を公表する際はあらかじめ財団法人 省エネルギーセンター 国際エンジニアリング部の許可を 受けて下さい。

電話 03 (5543)3018

Fax 03 (5543) 3022