

4-6 省エネルギー促進計画

4-6-1 省エネルギー促進計画と施策の優先度

4-3 および 4-4 項で述べた省エネルギー促進施策を基に省エネルギー促進計画を表 4-10 にまとめた。さらに、各省エネルギー促進施策を緊急度、基本概念、実績、容易度および重要性に分けて採点を行い総合的に評価し、その結果を表 4-11 にまとめた。この表からも以下の課題が重要であり、段階的に実施すべきと結論付けられる。

図 4-2 には、省エネルギー促進計画を、実施すべき施策別と年度別に展開しまとめた。

早期課題（早急に実施すべき施策）：

1. 省エネルギー促進委員会の設置
2. 省エネルギー促進規則の制定
省エネルギー促進規則には、以下の制度を含める。
 - (a) エネルギー管理企業制度
 - (b) エネルギー管理者制度
 - (c) エネルギー管理者資格制度
 - (d) 省エネルギー関連資料の報告義務
3. 省エネルギー促進基準の作成
4. 省エネルギー促進ガイドラインの作成
5. エネルギー管理者とその教育者の育成
6. エネルギー診断、教育啓蒙等の省エネルギー促進活動の強化
7. エネルギーデータベースの作成
8. PTM の省エネルギー促進グループの育成強化

中期課題：

1. 省エネルギー促進優遇税制の整備

長期課題：

1. 省エネルギー促進規則の改定
2. 省エネルギー促進基準の拡大
3. 省エネルギー促進ガイドラインの改訂
4. 省エネルギー促進金融の整備

Table 4-10 Plan for Promotion of Energy Efficiency

対応組織		当面の活動(1-4年)	短中期(5-7年)	中長期(8-10年)
政策制度	EPU	全体調整 省エネルギー法・省令等 法対象エネルギー 報告制度 勧告・公表制度 管理工場・建築物制度 管理者制度 管理者資格制度 表彰制度	省エネルギー促進委員会設置 第1次省エネルギー法 電気対象 省エネ年次計画(特定施設) 第1次工場エネルギー管理工場制度 第1次エネルギー管理工場 申請・認可方式	改訂省エネ法 熱・ガス、石炭等への拡大 省エネ活動浸透確認 改訂エネルギー管理工場制度 改訂エネルギー管理者制度 申請・審査・認可方式 エネルギー管理優良工場・建築物等表彰
	MECM	省エネルギー基準 工業部門 民生部門	第1次工場エネルギーガイドライン 第1次建築物エネルギーガイドライン ソフト面中心(管理・運転・保守)	改訂工場エネルギー管理基準(目標) 改訂建築物省エネルギー基準 建築物省エネへの拡大
	JBE&G	省エネルギーガイドライン 工業部門 民生部門 優遇措置 低金利制度	第1次工場省エネルギーガイドライン 第1次建築物省エネルギーガイドライン 大学・研究機関・企業等での教育 教育・訓練実施	改訂工場省エネルギーガイドライン 改訂建築物省エネルギーガイドライン (省エネルギー機器・設備) 低金利 担保保証
	人材育成	トレーナー教育 訓練 資格審査	資格審査	
促進活動	JBE&G	エネルギー診断 診断機器 省エネルギーパス データベース エネルギー統計	JICA提供測定機器利用した 診断活動の継続と拡大 基本データベースの構築(国内外統計)	組織・人材・器材充実に伴う 活動の広域化
	PTM	技術情報 普及活動 キャンパイン セミナー・展示会 出版	国内外省エネルギー技術情報 ソフト面(管理・運転・保守等) 省エネ効果PR PTM・データベース 収集情報の公開・宣伝	省エネ先進国への展開 最新技術・統計の高度解析と反映
ESCO		ESCOの活性化調査	ESCOの活性化	

Table 4-11 Priority of Measures for Promotion of Energy Efficiency (1)

大分類	中分類	項 目	緊急度	基本概念	実績(注)	容易度	重要性	総 合	優先度	
全体調整 省エネルギー法・省令等 法対象エネルギーギ ー	報告制度	省エネルギー促進委員会設置	5	5	5	3	5	23	A	
		第1次省エネルギー規則(電気主体)	5	5	5	3	5	23	A	
		改訂省エネルギー規則(熱、ガス、石炭等への 拡大)	1	5	5	1	5	17	B	
	勧告・公表制度	省エネルギー年次計画(特定施設)	5	5	5	4	4	5	23	A
		エネルギー原単位(エネルギー効率)	5	5	5	3	5	5	23	A
		省エネルギー活動浸透確認	1	4	5	5	3	3	18	B
	管理工場・建築物制度	第1次工場エネルギー管理工場制度	第1次工場エネルギー管理工場制度	5	5	5	3	5	23	A
			第1次工場エネルギー管理建築物制度	5	5	5	3	5	23	A
			改訂工場エネルギー管理工場制度	1	5	5	3	5	19	B
		管理者制度	第1次工場エネルギー管理者制度(工場)	5	5	5	3	5	5	23
第1次工場エネルギー管理者制度(建築物)			5	5	5	3	5	5	23	A
改訂工場エネルギー管理者制度(工場)			1	5	5	3	5	5	19	B
(管理者資格制度)	申請・認可方式(工場)	5	5	5	4	4	5	24	A	
	申請・認可方式(建築物)	5	5	5	4	4	5	24	A	
	申請・審査・認可方式(工場)	2	5	5	3	3	3	18	B	
	エネルギー管理優良工場・建築物等表彰	2	3	5	4	4	2	16	B	
省エネルギー基準 工業部門	第1次工場エネルギー管理基準(標準)	第1次工場エネルギー管理基準(標準)	5	5	5	1	5	21	A	
		改訂工場エネルギー管理基準(目標)	2	5	5	1	5	18	B	
	民生部門	第1次建築物エネルギー管理基準 ソフト面中心(管理・運転・保守)	4	5	5	2	5	5	21	A
		改訂建築物エネルギー管理基準 建築物省エネルギーへの拡大	2	5	5	1	5	5	18	B
省エネルギーガイドライン 工業部門	第1次工場省エネルギーガイドライン	第1次工場省エネルギーガイドライン	5	5	5	1	5	21	A	
		改訂工場省エネルギーガイドライン	2	5	5	1	5	18	B	
	民生部門	第1次建築物省エネルギーガイドライン	4	5	5	1	5	20	A	
		改訂建築物省エネルギーガイドライン	2	5	5	1	5	18	B	

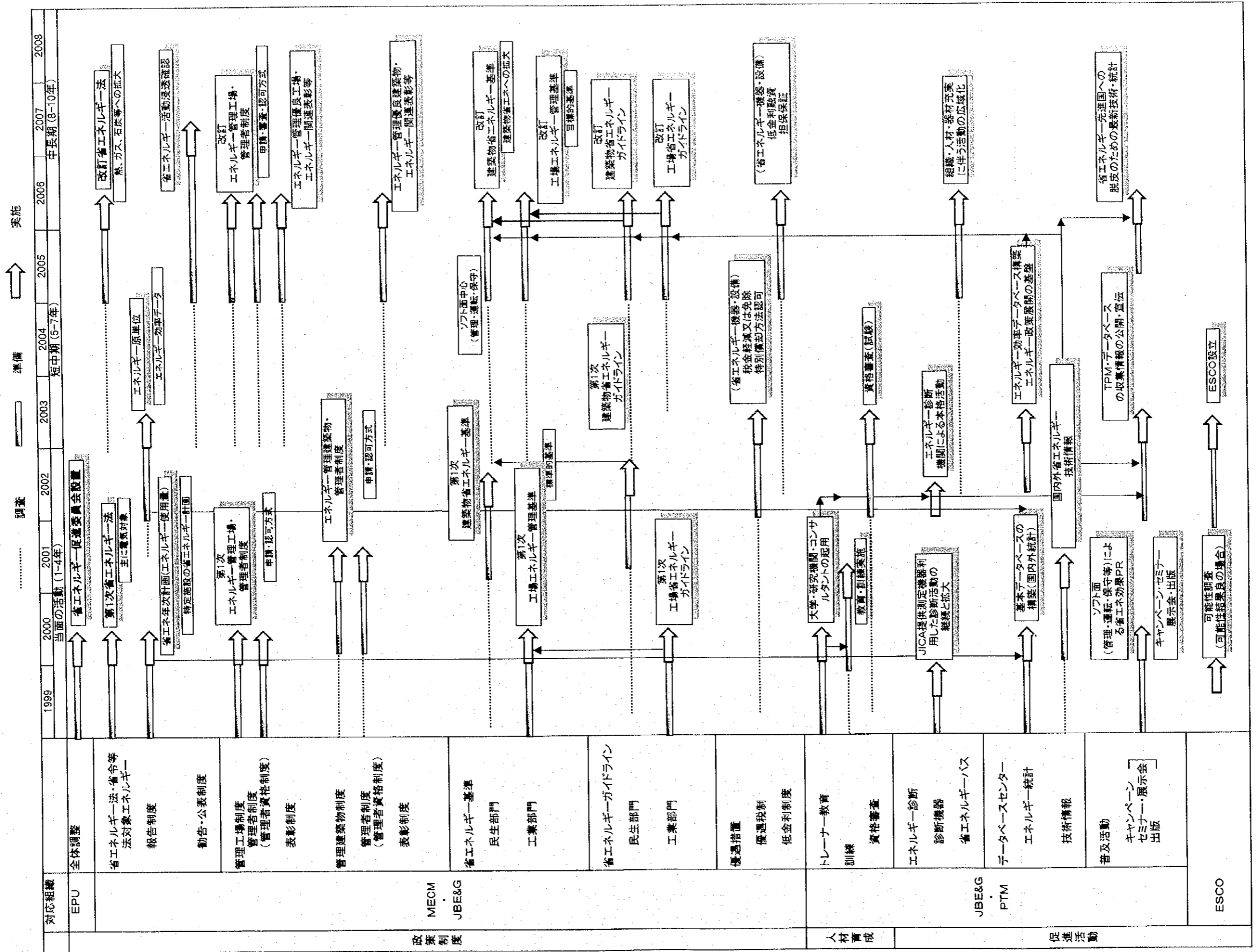
注：実績の無い場合、5点

Table 4-11 Priority of Measures for Promotion of Energy Efficiency (2)

大分類	中分類	項目	緊急度	基本概念	実績(注)	容易度	重要性	総合	優先度
優遇措置	優遇税制 低金利制度 その他優遇措置	(省エネルギー機器・設備)							
		税金軽減又は免除	3	5	5	2	5	20	A
		低金利	2	5	5	1	5	18	B
		特別償却方法認可 担保保証	3	5	5	3	5	21	A
トレーナー教育 訓練	資格審査	大学・研究機関・企業等での教育	5	5	3	3	5	21	A
		教育・訓練実施	5	5	3	4	5	22	A
		資格審査	3	4	4	4	4	19	B
エネルギー診断 診断機器		JICA 提供測定機器利用した 診断活動の継続と拡大	5	5	3	4	5	22	A
		エネルギー診断機関による本格活動 組織・人材・器材充実に伴う 活動の広域化	3	5	3	4	4	19	B
省エネルギーバス			2	5	1	4	4	16	B
データベースセンター エネルギー総計									
		基本データベースの構築 (国内外統計)	5	5	4	3	5	22	A
技術情報		エネルギー効率データベース構築	3	5	5	3	3	19	B
		エネルギー政策展開の基盤 国内外省エネルギー技術情報	5	4	3	3	4	19	B
普及活動キャンペーン セミナー・展示会 出版		ソフト面 (管理・運転・保守等) 省エネルギー効果 PR	5	5	3	5	4	22	A
		キャンペーン、セミナー、展示会、出版	4	5	3	5	4	21	A
ESCO		PTM・データベース 収集情報の公開・宣伝	3	5	5	3	3	19	B
		省エネルギー先進国への展開 最新技術・統計の高度解析と反映	1	4	5	1	3	14	C
ESCO		ESCO の調査	3	4	3	5	4	19	B
		ESCO の活性化 (調査結果に基づく)	3	5	3	2	4	17	B

注：実績の無い場合、5点

Figure 4-2 Plan for Promotion of Energy Efficiency



4-6-2 省エネルギー推進案

本案は、民間企業が省エネルギーを推進し、政府がサポートする施策をフローにまとめたものである。

(1) 目的

MECM、JBE&G、PTM と関係省庁の施策を適用しながら、計画—実施—見直しサイクルをモデル企業に適用しながら省エネルギーを図るものである。

(2) 計画概要

省エネルギーを全国的に推進する計画案を図 4-3 にまとめる。

(3) スケジュール

2000 年開始

1) 第 1 段階

1. モデル企業の選定
2. エネルギー診断実施
3. 診断結果に基づき省エネルギー計画の作成

2) 第 2 段階

1. モデル企業に於ける計画の実施
2. 実施結果の評価
3. 優良企業の表彰

3) 第 3 段階

全国展開

(4) 計画実施上の重要手段

図に問題点と手段をまとめた。その中で重要と考える手段は、以下の通りである。

1. 省エネルギー規則の制定
2. ガイドラインの作成
3. 優遇措置制度の確立

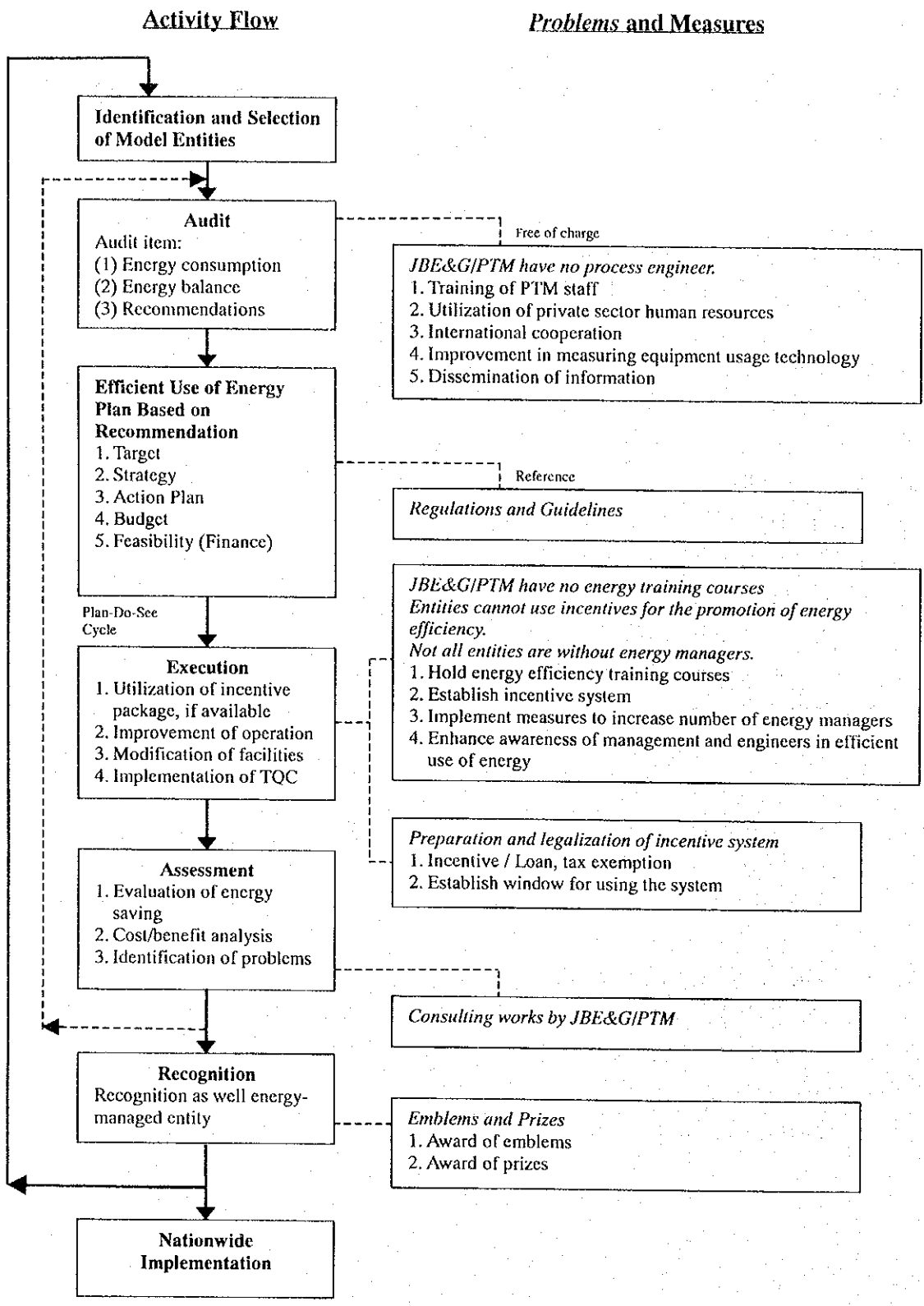


Figure 4-3 Plan for Extension of Promotion of Energy Efficiency

第5章 省エネルギー促進基準及びガイドライン

本章では省エネルギー促進を図るための基準とガイドラインをまとめる。なお、詳細は、報告書の本編の第7章を参照願う。

5-1 省エネルギー基準

5-1-1 省エネルギー促進基準の国際比較

マレーシア国の省エネルギー促進基準の妥当性を判断するため、発展途上国であるタイとトルコの現状を調査した。表 7-1 にその比較結果を示す。この表には、現在立案中のマレーシア国の促進基準も併記した。なお、本検討のベースとなっている日本の基準はほとんどの工業と民生部門にわたり、省エネルギー基準を規定しているが、本比較表への記載は省略した。

トルコには現在のところ、省エネルギー基準は制定されていないが、近い将来、制定の予定である。一方、タイでは 1992 年にエネルギー効率に関する法律を制定し、その中に省エネルギー効率も含まれている。これは、本検討で提案したマレーシア国の省エネルギー基準に比較すると、電気製品の効率のみを規定している。また、新タイ国建築基準も建物内に設置される電気製品の省エネルギー効率を建物面積に置換え規制したもので、建物そのものの省エネルギーを直接規制しているものではない。

電気製品の省エネルギー基準を確立することは、省エネルギー活動の第一ステップとして評価出来る。しかも、電気製品製造業者、使用者及び輸出入業者にその基準を満たす製品の取り扱いのみを遵守させることにより、容易に省エネルギーが進展する利点がある。さらに、電気製品製造業はマレーシア国の最重点産業のひとつであることから、電気製品の省エネルギー促進が他の民生及び工業分野への波及効果は非常に大きいと考えられる。

しかし、本検討で対象分野を単に電気製品の省エネルギーにとどまらず工業と民生部門の全般にわたって取り上げたのは、電気製品効率向上による省エネルギーのマレーシア国全体への省エネルギー寄与度が比較的小さいことによる。

従って、タイ国の現在の基準、マレーシア国が立案中の基準及びトルコ国の現状は、マレーシア国の今後の基準モデルとしてふさわしくないと考える。昨今のマレーシア国の経済成長と産業の成熟度を考えると、より高度な基準を設定しても実現可能である。その意味で、マレーシア国の省エネルギー基準は、日本をベースとして設定すべきであると考えられる。

Table 5-1 International Comparison of Energy Standards

分類	項目	マレーシア (計画中)	タイ	トルコ
民生部門	空調設備		水冷空調設備	エネルギーの効率的利用に関する法律には省エネルギー促進基準が含まれていない。トルコ政府は省エネルギー推進委員会との共同で以下の分野でのエネルギーの効率的利用に関するガイドライン設定を計画している。
	照明設備 建築物基準		空調設備 パッケージ設備 窓置型・分割型 蛍光灯 新建築物基準 空調設備効率 照明効率	1. 燃焼の改善 2. 加熱、冷却、熱移動の改善 3. 熱ロスの防止 4. 廃熱の回収と利用 5. 熱から動力への変換改善 6. 電気ロスの防止 7. 電気から動力への変換改善
工業部門	モーターシステム		可変速設備 高効率モーター 単相及び3相誘導モーター	
Electrical Appliance	エネルギー使用製品	冷凍庫 洗濯機 ランプ 変圧器 温水貯槽 テレビ ビデオ 真空掃除機		
	計画製品	蛍光灯 ファン (箱/天井/直立/テーブル壁型) 冷蔵庫 室内冷房機		

5-2 省エネルギー促進基準

今回のマレーシア国における民生3部門と工業3部門調査の結果、民生部門においては省エネルギーが進んだ日本の省エネルギー基準を、いきなり適用することは困難であることが判明した。

その理由は、既存の建築物は放熱等に関連する建築基準の見直しも含まれるため、より詳細・慎重な検討が必要であること。また、エネルギー関連機器についてはかなり旧式・効率の低いものが多いが、現在の経済情勢下では輸入による割高な外国品を使わざるを得ない事と、エネルギー価格が日本に比べ相対的に安価なため、効率の向上だけでは経済性が成立しがたいこと等からである。

しかしながら、日本の省エネルギー基準は技術的・経済的妥当性のもとで確立し、指標として民生全部門で大きな成果を上げていることから、マレーシア国の現段階での基準として採用するには無理でも、気候等環境の差異を考慮すれば長期的な省エネルギー基準設定のベースとして充分参考となろう。

従って、民生部門の省エネルギー基準及びそのガイドラインは、段階的に取組むことが現実的であるので、以下にその方法を述べる。

- (1) 目標 : 10年間で日本の現在の省エネルギーレベルを達成する。
- (2) 段階設定 : 前期4年と後期6年
- (3) 前期4年の要点 : 省エネルギー基準は達成が比較的容易なソフト面(管理・運転・保守)を主体に設定する。
- (4) 後期6年の要点 :
 - 新規設備については、日本の省エネルギー基準を適用する。
 - 既存設備については、改造による設備投資が比較的小規模ですむ省エネルギー基準を設定する。
 - 設備更新時の省エネルギー基準は新規設備並みの基準を適用する。

一方、今回調査した工業部門は、省エネルギーに対する意識・技術レベルも高く、ソフト面(管理・運転・保守)での省エネルギーは民生部門に比べ相対的に進んでいる。しかしながら、旧式の設備が多く最新式設備との効率差を解消する省エネルギー対策を検討することは、マレーシア製品の国際競争力強化にも結びつくことから、日本の省エネルギー基準・ガイドラインを直接適用することの意義は大きいと考える。

工業部門の場合は、前期4年では日本の省エネルギー基準の標準部分を適用・浸透した上で、後期6年で目標部分を適用するのが妥当である。

	区分	前期4ヵ年	後期6ヵ年
民生部門	新設	管理・運転・保	現在の日本の基準に準拠
	既存	守等のソフト面	投資を小規模に押さえること配慮
	更新	中心	現在の日本の基準に準拠
工業部門		基本基準	目標基準

5-2-1 民生部門（前期4年）

以下の3項目はソフト面中心であることから比較的容易に取り入れることができ、しかも投資が少ないか、或いは無くても済む項目なので、前期4年の基準としては現実的に採用可能と考える。

- (1) 照明基準
- (2) 環境管理基準
- (3) 電力負荷に関する管理基準

5-2-2 民生部門（後期6年）

建築物の外壁、窓等を通しての熱損失、空気調和設備、換気設備、照明設備、給湯設備について省エネルギー基準を定める。これは各設備の熱効率計算を厳密に行い、この基準を満足していない場合は、次節で述べるガイドラインに従い、省エネルギー対策を取らなければ達成できないもので、前期の基準より厳しく、投資もかなりの規模で必要となる。

5-2-3 工業部門（前期4年）

アジアの工業化先進国であるマレーシア国での省エネルギーは、まだまだ遅れている感を受ける。しかしながら、ここまで工業を育ててきた実績（特に人材育成の成果から）と国民性から判断し、省エネルギー活動に対する意識改革が浸透すれば、省エネルギー先進国が長い時間と技術・研究開発で培った省エネルギーに対する取り組み方法の習得は、比較的短期間に実現出来る可能性がある。従って、マレーシア国の前期4年は日本の省エネルギー基本基準を適用しても対応可能と考える。

省エネルギー基準を以下の7項目について規定する。

1. 燃料燃焼の合理化
2. 加熱、冷却、伝熱等の合理化
3. 放射、伝熱等による熱の損失防止
4. 廃熱の回収利用
5. 熱の動力等への変換の合理化
6. 抵抗等による電気の損失の防止
7. 電気の動力への変換の合理化

5-2-4 工業部門（後期6年）

この時期（後期6ヵ年）に入ると、省エネルギーに対する意識・人材育成・技術レベルの向上が進み、より高い目標の実現が可能となろう。設定べき基準は現在の日本の目標基準であり、マレーシア国の後期段階では、次項で述べるガイドラインをもとに取り組むことにより、実現可能であろう。

5-3 省エネルギーガイドライン

上記節で述べた省エネルギー基準を達成する為には、闇雲に検討を行うのではなく、省エネルギー先進国が培った省エネルギーガイドラインに従って取り進めるのが効率的である。また、このガイドラインは今回対象となった民生3部門、工業3部門のみならずあらゆる業界で利用できるものであり、マレーシア国のエネルギーセンターの技術的骨格となり得るものである。

5-3-1 民生部門

既存建築物のエネルギー効率向上（省エネルギー基準達成）のガイドラインは、以下のよう
に分類する。

短期目標：

1. 設備の運転管理、保守、住まい方、その他に関するもの

長期目標：

1. 建築物に直接関係するもの
2. 設備の改造及び増設に関するもの

5-3-2 工業部門

同様に工業部門のエネルギー効率向上（省エネルギー基準達成）のガイドラインは、以下のよう
に分類する。

1. 燃焼の合理化
2. 熱利用設備における加熱、冷却、熱移動等の改善
3. 熱利用設備における放射、伝熱等による熱損失の防止
4. 廃熱回収と利用
5. 熱併給発電設備の熱から動力への変換率の改善
6. 電気使用機器の抵抗等による電気損失の防止
7. 電気使用機器の電気から動力・熱への変換率の改善

短期目標： 上記改善項目の内、保守管理を主体とするものを短期目標とする。

長期目標： 上記改善項目の内、投資が必要となるものを長期目標とする。

第6章 エネルギー診断概要

本章では、エネルギー診断のモデル企業選定及びエネルギー診断の全般的手法をまとめる。

6-1 エネルギー診断のモデル企業選定

調査チームは、JBE&G と共同で詳細エネルギー診断のために、6つのサブセクターから各1つの工場と施設を選んだ。JBE&G は、14社を民生あるいは工業セクターからエネルギー診断の候補会社として選んだ。調査団と JBE&G は、診断対象企業選定を目的として簡易エネルギー診断を実施し、結果として、表 6-1 に示すように民生セクターから3つのモデル企業と工業セクターから3つのモデル工場を選んだ。

Table 6-1 Entities to be Audited

Commercial Sector	
Hotel:	Ming Court Vista Hotel
Shopping Complex:	Bandar Utama City Corporation Sdn. Bhd.
Hospital:	Hospital Seremban
Industrial Sector	
Cement:	Associated Pan Malaysia Cement Sdn. Bhd.
Food Processing:	Central Sugars Refinery Sdn. Bhd.
Steel:	Amsteel Mills Sdn. Bhd.

6-2 エネルギー診断の全般的手法

民生部門と工業部門のエネルギー診断の全般的手法と項目を、図 6-1 と図 6-2 に示すが手法と工程の概要は以下の通りである。

(1) 現状の把握

以下の項目を、第1次現地調査期間中に調査した。(1998年2月から3月)

1. 施設及び設備の概要
2. 稼働及び管理の状況
3. エネルギー使用量、原単位の推移
4. エネルギー管理・監視の状況
5. 主要製品のフローシート

6. 建築物断熱性の状況
7. 省エネルギー対策の実績と計画等
8. 燃料・電力等エネルギー価格の推移
9. 主要エネルギー消費設備の状況
10. 受電の状況
11. その他

(2) 問題点の把握と確認

以下の項目について、第1次現地調査・国内作業及び第2次現地調査の期間中に、見直しと精査を行った。(1998年2月から1998年7月)

1. 主要エネルギー消費設備と建築構造の問題点
2. 認識されているエネルギー消費の問題点
3. エネルギー診断の希望項目
4. エネルギー診断の重点項目と重点箇所
5. その他

(3) エネルギー診断計画の作成と準備

エネルギー診断計画を策定するため、以下の項目について、第1次国内作業期間において、見直しと作成を行った。(1998年3月から4月)

1. エネルギー診断の前提条件の分析と整理
2. エネルギー診断の詳細計画(計測、現場調査、計測機器・要員の配置その他)の策定
3. エネルギー診断の必要人員、スケジュールの立案
4. エネルギー診断に必要な準備作業と機器の改造の立案
5. その他

(4) エネルギー診断の実施

本段階は、JBE&G及び各施設のメンバーと協力して、第2次現地調査期間中(1998年7月から8月)及び(1998年9月から10月)に行われた。また、主要項目は以下の通りであった。

1. 企業側とのエネルギー診断詳細計画の説明と討議
2. 準備状況の確認(改造箇所、測定箇所)
3. 計測機器の配置
4. 計測機器の取り付けと較正
5. 設備の運転と周囲条件の観察
6. 計測と計測及び運転記録の収集

7. 対象設備の詳細情報と機器仕様の確認
8. 運転状況の観察による問題点の確認
9. 関連情報・資料・記録の入手
10. その他

(5) 対策を必要とする問題点の把握

測定を伴うエネルギー診断の結果、以下の項目が第2次現地調査・国内作業期間中（1998年6月から11月）に見直し、解析された。

1. 測定結果の見直しと分析
2. 関連情報・記録の見直しと分析
3. 問題点の把握と改良の必要性判定
4. 改良項目の精査と策定
5. その他

(6) 対策の評価と提言

総合的なエネルギー診断の最終段階として、以下の項目を第2次及び3次国内作業期間中（1998年7月から8月と10月から11月）に評価し、策定した。

1. 省エネルギー効果の計算と解析
2. 適切な対策の検索と選定
3. 対策の効果の算出と予測
4. 省エネルギー対策の総合評価

6-3 各施設のエネルギー診断の主要項目

施設と工場の形態は多様であり、民政及び工業各部門を代表している。また、エネルギー消費の形態も、電力・熱エネルギーと多様である。各施設のエネルギー診断の経過と結果については、7章から12章に詳述するが、エネルギー診断の主要項目について述べる。

(1) 民生部門

- 1) MingCourt Vista Hotel
 1. 受電・配電設備の状況
 2. 空調システムの状況
 3. 照明システムの状況
 4. 熱消費設備の状況

5. 全般的エネルギー消費の状況
- 2) Bandar Utama Shopping Complex
 1. 受電・配電設備の状況
 2. 空調システムの状況
 3. 照明システムの状況
 4. 全般的エネルギー消費の状況
 - 3) Hospital Seremban
 1. 受電・配電設備の状況
 2. 空調システムの状況
 3. 照明システムの状況
 4. 熱消費設備の状況
 5. 全般的エネルギー消費の状況
- (2) 工業部門
- 1) Associated Pan Malaysia Cement
 1. 原料粉砕部（電気消費）
 2. 石炭乾燥粉砕部（電気と熱消費）
 3. セメント粉砕部（電気消費）
 4. 燃焼部（電気と熱消費）
 5. エネルギー消費一般
 - 2) Central Sugars Refinery
 1. ボイラーと蒸気タービン・ジェネレーター
 2. 熱を消費している設備
 3. 蒸気トラップシステム
 4. 断熱システム
 5. 圧搾空気システム
 6. 冷却塔
 7. 発電と分配
 8. エネルギー消費一般
 - 3) Amsteel Mills
 1. 裁断（材料とエネルギー・バランス）
 2. EAF と LF（材料とエネルギー・バランス）

3. CCM (エネルギー・バランス)
4. 再加熱炉 (材料とエネルギー・バランス)
5. 棒とワイヤー・ロッド工場 (材料とエネルギー・バランス)
6. 受電、配電と消費.

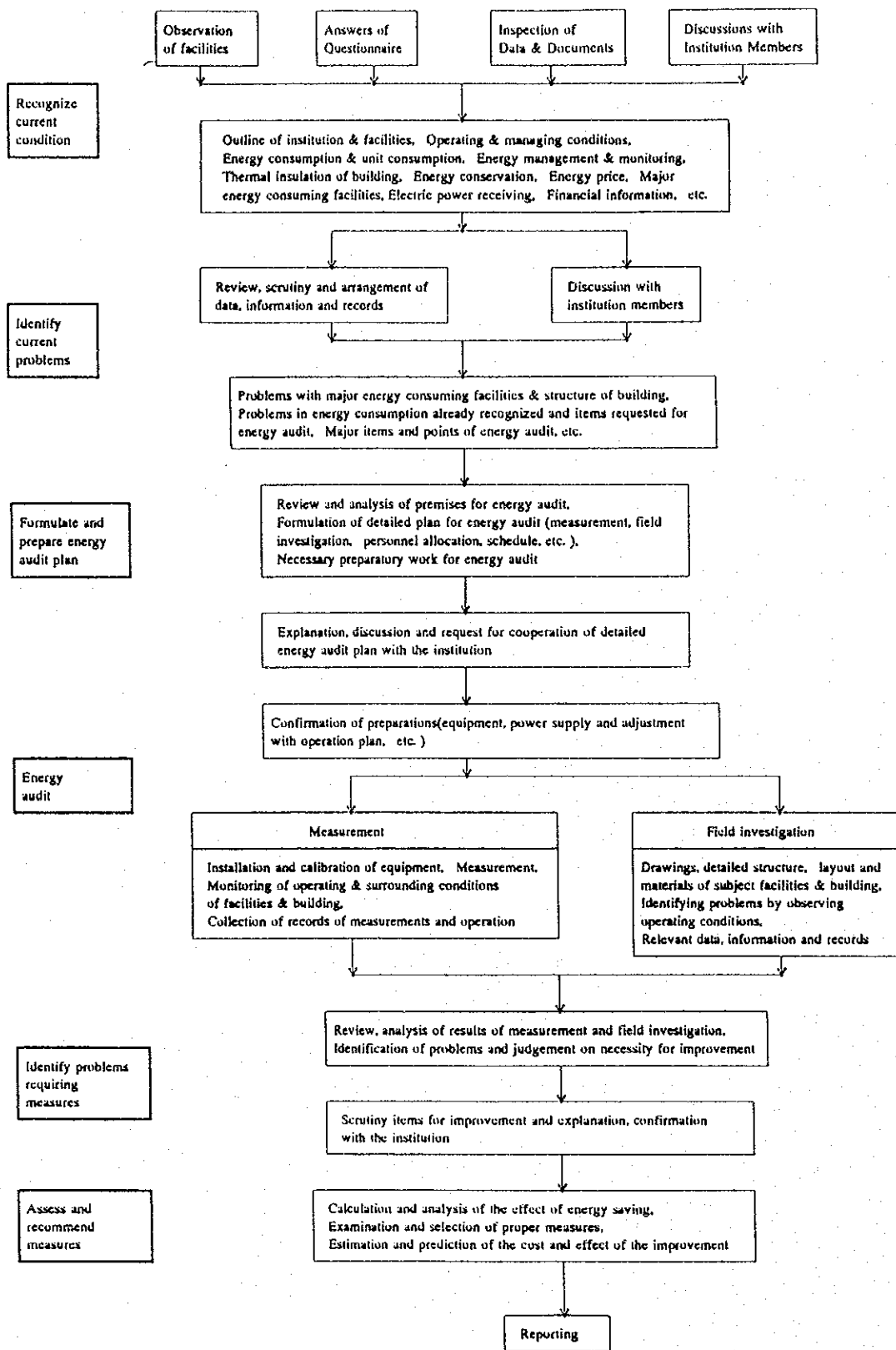


Figure 6-1 General Energy Audit Procedure (Commercial Sector)

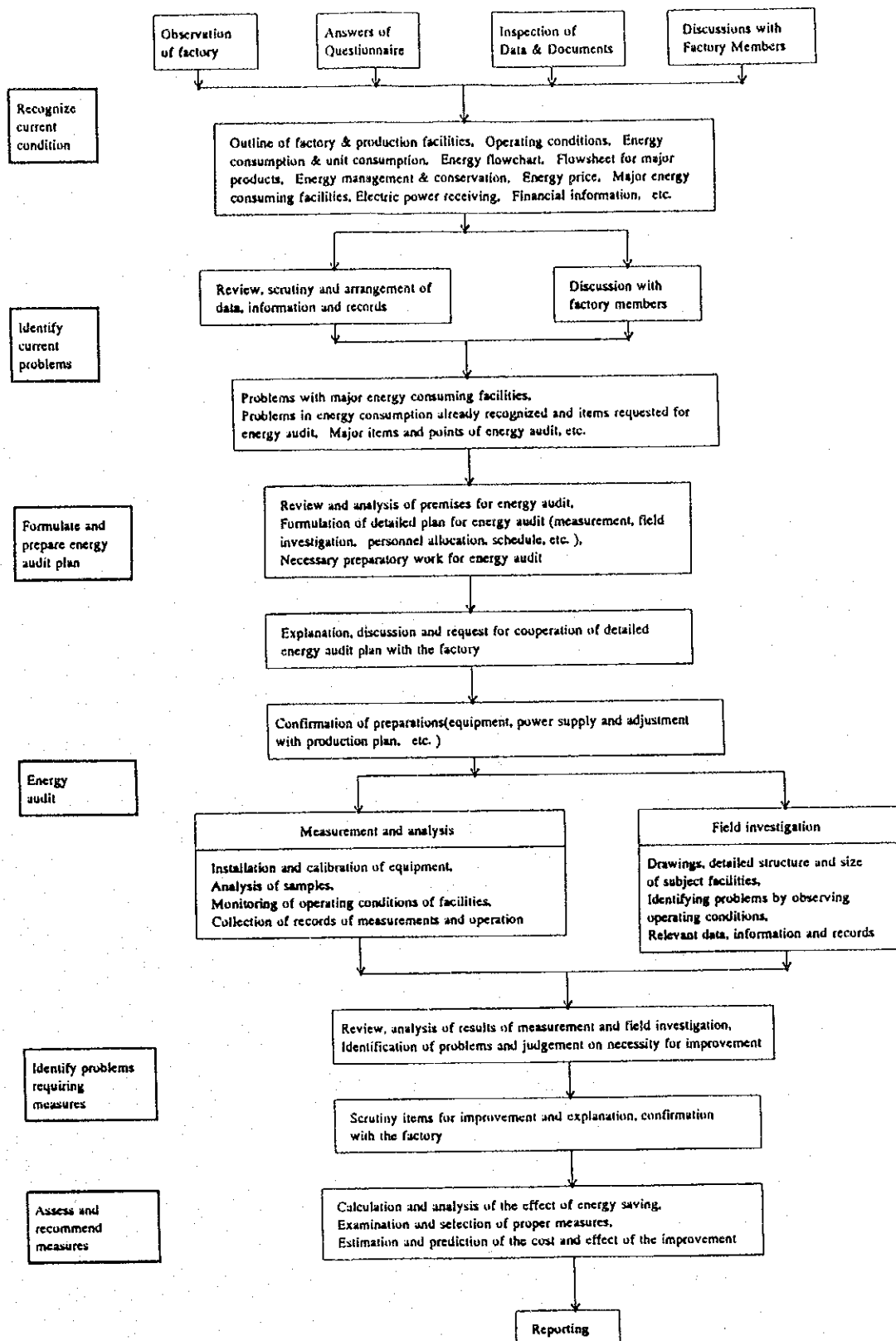


Figure 6-2 General Energy Audit Procedure (Industrial Sector)

第7章 ホテル（ミンコートビスタホテル）

1984年に設立されたクアラルンプールの典型的なホテルの一つであるミンコートビスタホテルは客室数447の14階建ての建物である。このホテルは、電力、燃料油、冷水、温水、および蒸気を使用する設備等、民生部門で採用されている様々な設備を備えている。このため、調査団は様々な形態のエネルギー消費を対象にエネルギー診断を行った。

7-1 ホテルの概要

7-1-1 ホテルの主要な特徴

(1) ホテル施設の運営の方法

1) 年間の稼働日数

年間365日稼働しており、年中無休である。

2) 設備の運転方法

各設備の特性により、バッチ、セミバッチ、連続の3種類の運転様式が採用されている。

3) 設備の維持補修の方法

ルーチンワーク型の維持管理が行なわれている。主要設備には予備の機器が設置されている。エレベーター、冷凍機、ボイラー、厨房機器、消防火施設のような特殊設備の維持管理は、設備の納入業者や特定の維持管理業者に委託されている。

(2) エネルギー消費の一般的な特徴

1) エネルギーの種類

1. 電力： 通常の使用電力は、全量、外部の電力会社からの買電となっている。全エネルギーコストの84%は、電力コストが占める。
2. 軽油： 軽油はスチームボイラー、温水ボイラーおよび緊急用の発電機で使用される。
3. LPG： LPGは厨房で使用される。

2) 電力、蒸気、冷水、温水の用途

1. 電力： 全ての空調施設、昇降機、冷凍機、給水施設等の動力と、照明設備を電力に依存している。
2. 蒸気： 洗濯工場の熱源として蒸気を使用している。
3. 冷水： 空調施設の AHU（冷風供給機）で冷水を使用している。
4. 温水： 調理場、衛生施設、プール、等で温水を使用している。

3) 受電関係

1. 料金システム： 昼間帯（8時～22時）電力料金と夜間帯電力料金の2本立て方式である。
2. 設備概要： 電圧は11kV、トランスフォーマーの容量は1.5MVAで2系列設置され各々連続運転されている。

(3) 事業内容

主要な事業内容は以下の通りである。

- 1) 宿泊施設： 特別室30を含み、447部屋
- 2) 多目的施設： 宴会、カクテルパーティー、劇場用の大部屋、各種会議室
- 3) 飲食施設： レストラン、食堂、喫茶室、バー、ラウンジ
- 4) 事務センター： 秘書業務、旅行業務、ファックス、コピー、パソコン
- 5) リクリレーション施設： プール、テニスコート、サウナ、体操施設
- 6) その他： 洗濯、送迎車、駐車場、美容室、等

(4) ホテルの特徴

本ホテルは四つ星級として認定され、営業は既に14年間行われている。ホテルの建物、主要施設は1984年に建設され、それ以来、大幅な改造、増設は行なわれていない。このため省エネルギーの面からは最近建設された近代的なホテルおよびビルに比べ、若干旧式なものとなっている。

7-1-2 ホテルの概要

ホテルの概要は以下の通りである。

- | | |
|--------------------------------|-------|
| (1) 従業員数： | 297 |
| (2) 管理者数： | 12 |
| (3) エネルギー関係技術者： | 20 |
| (4) ホテルの敷地面積（m ² ）： | 7,800 |

- (5) ビルの面積 (m²): (14 フロアーの合計面積) 35,100
- (6) 客数の傾向: 客室の占有率は、一例として、約 46 から 83%である。
- (7) ホテルの運営、管理
- 1) 運営、管理の要員を表 7-1 に示す。

Table 7-1 Staff for Operation and Maintenance

	Permanent staff	Consignor	Night duty
Management of facilities	20	Some for boiler, kitchen, lift, chiller management	2
Security management	7		3
Cleaning	50		4

- 2) 設備の管理:
1. 運転管理の為に、台帳が使用されている。
 2. 管理の項目は主要設備の運転状況の観察と状況の記録等
 3. 管理の水準は日常点検方式である。
 4. 維持補修の判断は設備製作者等の検査結果に基づいている。

(8) ホテルの運営経費

ホテルの運営経費の一部を占めるエネルギーコストおよび維持修繕費は、1997 年に、各々 2,333 kRM および 848 kRM であった。

7-2 設備の概要と主要なエネルギーの消費装置

ホテルの主要なエネルギー消費に関する施設の概要は以下の通りである。

(1) 空調システム

- 1) 空調システムは、中央集中方式である。

2) 能力:

冷凍機: 350 USRT - 3 機

AHU: 3 HP - 7 unit, 5HP - 19 unit, 7.5 HP - 6 unit, 10 HP - 3 unit,
15 HP - 5 unit, 20 HP - 1 unit, 25 HP - 1 unit

全体の馬力数は 311 HP。この中には、15 HP の常時待機の 1 台を含む。

- 3) ビルの断熱対策
このビルでは、特に断熱材を使用していない。
太陽光の遮蔽設備、窓のサッシやドアの気密設備等を設置していない。
 - 4) 換気設備
 - a) 室内の環境条件に対する規制値のデータは入手していない。
 - b) 換気の方法は集中方式である。押し込み送風機、吸引送風機、各冷風供給機のファン、換気扇が使用されている。
 - c) 全熱交換器を設置している。
 - 5) 運転状況
 - a) 運転モードは連続型で、運転時間は1日に24時間である。
 - b) 主送風機には風量の調節機能が設置されていない。その他のファンは稼働をオン/オフで調整している。
 - 6) ゾーン別空気調和システム
ある種のゾーン別の空気調和システムを採用している。
 - 7) エネルギー移送システム（空気、蒸気、給水、冷水）
 - a) 冷水配管、温水配管、蒸気配管を断熱材で保温している。
 - b) インバーター、その他の省エネルギー対策設備を採用していない。
- (2) 照明設備
- 1) 照度基準は入手していない。
 - 2) 蛍光灯の安定器は磁気式である。
- (3) 衛生設備、給水設備、排水設備
- 1) 給水の状況
 - a) 使用水の再利用、雨水の利用等を行っていない。
 - b) 水道水の水質基準は入手していない。
 - c) 給水設備、排水設備関する規制、基準は入手していない。
 - d) 給水の方法は受水槽とヘッドタンクを設置する給水方式である。
排水は、ホテル内で特別な処理を行わず、放出している。
 - e) 排水は再利用していない。

2) 衛生設備

- a) 節水システム、節水型の機器の活用を行っていない。
- b) インバータによる調節システムを採用していない。
- c) 省エネルギー型のモータの利用を行っていない。

3) 温水供給設備

- a) 温水は軽油を燃料とする温水ボイラーで作られている。
- b) 温水を客室、厨房、プール等で使用している。温水の温度は 65℃から 90℃である。

4) 廃熱回収

温水の廃熱回収は行っていない。

(4) ボイラー システム

- 1) スチームボイラーと温水ボイラーの形式は、内焚き水平型煙管ボイラーである。
- 2) 各ボイラーは2缶設置され、その内の1缶は予備である。スチームボイラーの主要な仕様は、圧力 10 kg/cm²、蒸気発生量 0.9 t/h である。
- 3) コントロールシステムは、各々、温水のボイラー出口温度および蒸気のボイラー出口圧力を検出し、上限、下限の設定値により、燃焼をオン・オフで操作する方式である。

(5) エレベーター

- 1) 客用のエレベータは4基で、業務用は3基である。
- 2) 運転条件は、速度 105 m/min、能力 17-20 人、停止階数 13-14 である。
- 3) 制限重量は客用エレベーターで 2,550 ポンド、業務用エレベーターで 3,000 ポンドである。
- 4) エネルギーの消費量を測定していない。

(6) 受電設備と配電設備

- 1) 受電方式は1系統受電である。

- 2) 受電電圧は 11 kV である。
- 3) トランスフォーマーの 1 次側電圧は 11 kV、2 次側電圧は 415 V である。
- 4) トランスフォーマーの形式は油封入型である。
- 5) トランスフォーマーを 2 系列で同時に運転しており、負荷率は非常に低い。
- 6) コンデンサーは、力率改善の目的で、低圧側の配電系統に設置されている。
- 7) 受電電圧の変動に対する規制があり、変動幅は +5 % から - 5 % に決められている。
- 8) 非常用電気の発電機は 400 kW の容量のものが 3 台設置されている。

7-3 エネルギー診断とその結果

7-3-1 主なエネルギー診断項目と測定結果

ホテルにおけるエネルギー診断の主要項目は次の通りである。

1. 電力受電および配電
2. 空調システム
 - (1) 機械的仕様
 - (2) 環境条件
 - (3) 電力消費量
3. 照明システム
4. 熱使用設備
5. エネルギー消費量

測定の結果は、以下の通りである。

- (1) 電力
 - 1) 受電電力量の測定結果

1. 6月7日の受電電力量の合計は 21,451 kWh/d である。TNB の電気料金体系に規定されるピーク時の電力消費量は 14,280 kWh/d、オフピーク時の電力消費量は 7,171 kWh/d である。全電力消費量に占める、オフピーク時の電力消費量の割合は 33.4% である。
 2. 電力の最大需要は 1,087 kW、最小需要は 662 kW、平均値は 894 kW である。
 3. 負荷率は 82.2 % である。1997 年の年間ベースの平均受電量基準の負荷率は 86.3% である。
 4. 6月7日の受電電力の負荷率と 1997 年の年間ベースの受電ピーク時の受電量とオフピーク時の受電量には大きな差があり、その差は約 400 kW である。
 5. 電圧と周波数は比較的安定している。
 6. 有効電力、無効電力、皮相電力のトレンドデータはピーク時とオフピーク時の電力に大きな差があることを示している。
 7. 力率は 0.86 から 0.92 であった。ピーク時には、受電電力は大きい、力率は小さな値を示している。一方、オフピーク時には、受電電力が小さく、力率は大きな値を示している。
- 2) 1.5MVA 変圧器関係の測定結果
1. 第1変圧器系統の受電電力は安定している。
 2. 第2変圧器系統の受電電力と力率はピーク時とオフピーク時に大きな差がある。ピーク時には受電電力は大きい、力率は小さくなっており、逆に、オフピーク時には力率は大きく受電電力は小さくなっている。
- 3) ファイダーに関するデータ
- ファイダーの系統には、3つの基幹配電系統 (N1,N2,N3) がある。N3 系統のピーク時とオフピーク時の電力消費量の差が大きい。
- (2) 照度と空調
- 1) 照度
ホテルのグランド フロアー、1階、2階および3階から 12 階の照度は、妥当な水準にある。
 - 2) 室内の温度
客室、廊下、パブリックスペース、チラー機械室、電気室、厨房、スチームボイラー室、温水ボイラー室およびエレベーター室の気温が測定された。これらのデータは、色々の場所の気温は 22-26℃で、若干低い事を示している。しかし、洗濯工

場とスチームボイラー室の気温は非常に高い。

3) ホテル内の気流の速度

パブリックスペース、廊下、ラウンジおよび厨房内の気流の速度を測定した。厨房の1地点の値を除き、測定値は0.5 m/s以下なので特に問題は見受けられない。

4) ホテル内の環境、湿度と炭酸ガス濃度

相対湿度、乾球温度および湿球温度の測定を実施した。相対湿度は74-83%で、若干、高めである。ロビーと屋外の炭酸ガス濃度はそれぞれ50-120 ppm、210 ppmで、ロビーの数値は比較的低い、屋外の数値は非常に高かった。これは、屋外の測定地点が駐車場に近かったのが原因で、異常値を示した可能性がある。

5) 換気用の空気の熱交換器

全熱交換器での、取り入れ外気の温度と排気の温度と流速は、各々、32℃、27.1℃と2.8 m/sであった。取り入れ外気的全熱交換器の出口の温度は29-30℃であった。熱交換器の伝熱面上の汚れが観察された。エアハンドリングユニット(AHU)の熱交換器でも同様のひどい汚れがあった。

(3) 冷水システム

1) 冷凍機

第2冷凍機と第3冷凍機の冷水の入口温度、出口温度を図7-1に示す。流速は、この装置に流量計が設置されてなく、又、JICAで今回準備した流量計も据え付けることが出来なかった為に、測定が出来なかった。冷凍機の運転方法は1台が24時間運転、他の1台が大体10時から22時の間運転される。

2) 冷水塔

第2冷凍機と第3冷凍機への冷却水の入口・出口温度および流量を図7-1に示す。

(4) 温水システム

1) 温水ボイラー

温水ボイラーの1次側循環水の入口温度、出口温度および流量を図7-2に示す。煙道ガス中の酸素濃度は0.6から0.8 vol.%であった。ボイラーの過剰空気率は約1.03であり、非常に低い値であった。煙道ガスの放出温度は284℃から308℃であった。これらのデータは、小型の油焼きボイラーにおける排ガスの標準値250℃と比較し、若干高い。循環水の流量とボイラーの燃焼運転の着火、消火の時間の

トレンドデータおよびボイラー運転の特記事項を図 7-3 に示す。

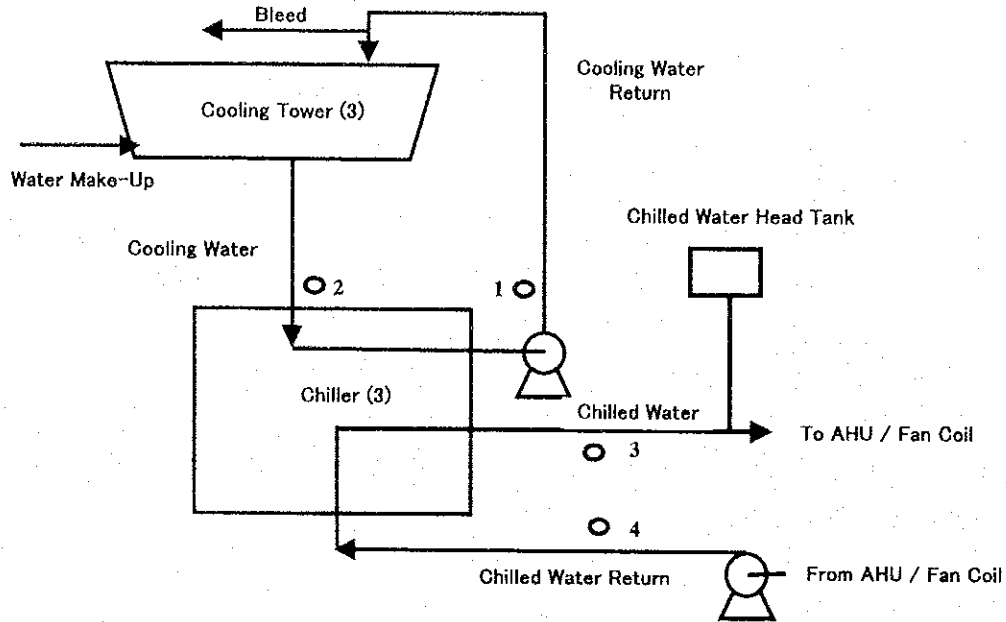
2) カロリファイヤー

カロリファイヤーは4基設置されている。各カロリファイヤーの2次側温水循環の入口、出口温度を図 7-2 に示す。一部のカロリファイヤーは稼動していない。

(5) スチーム ボイラー システム

蒸気の供給システム中の、ボイラー本体、コンデンセイトタンクおよび蒸気配管の表面温度、発生蒸気の温度と圧力、燃料消費量が測定された。ボイラー供給水の電気伝導度は通常の水準にある。

Chilled Water System



Data of Operation

Date	4/6/98						
------	--------	--	--	--	--	--	--

Chiller No.2

Time	9:45	10:15	11:15	12:00	12:45	14:15	15:30	16:40
Temperature °C								
1 Cooling Water Bar	32.0			32.0	32.0	32.0	31.0	32.0
1 Cooling Water Instrument	33.2	34.0	33.0	33.0	32.0	33.0	34.0	33.0
1 Cooling Water Return Surface T				32.0	32.0	32.0	32.0	32.0
2 Cooling Water Bar	29.7			29.0	30.0	30.0	28.0	29.0
2 Cooling Water Instrument	29.0	32.0	31.0	31.0	31.0	31.0	32.0	31.0
2 Cooling Water Return Surface T	31.5			30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
3 Chilled Water Bar	-	-	-	-	-	-	-	-
3 Chilled Water Instrument	5.0	6.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
3 Chilled Water Return Surface T	-	-	-	-	-	-	-	-
4 Chilled Water Bar	-	-	-	-	-	-	-	-
4 Chilled Water Instrument	8.0	10.0	8.0	8.0	8.0	8.5	8.0	8.0
4 Chilled Water Return Surface T	-	-	-	-	-	-	-	-

Chiller No.3

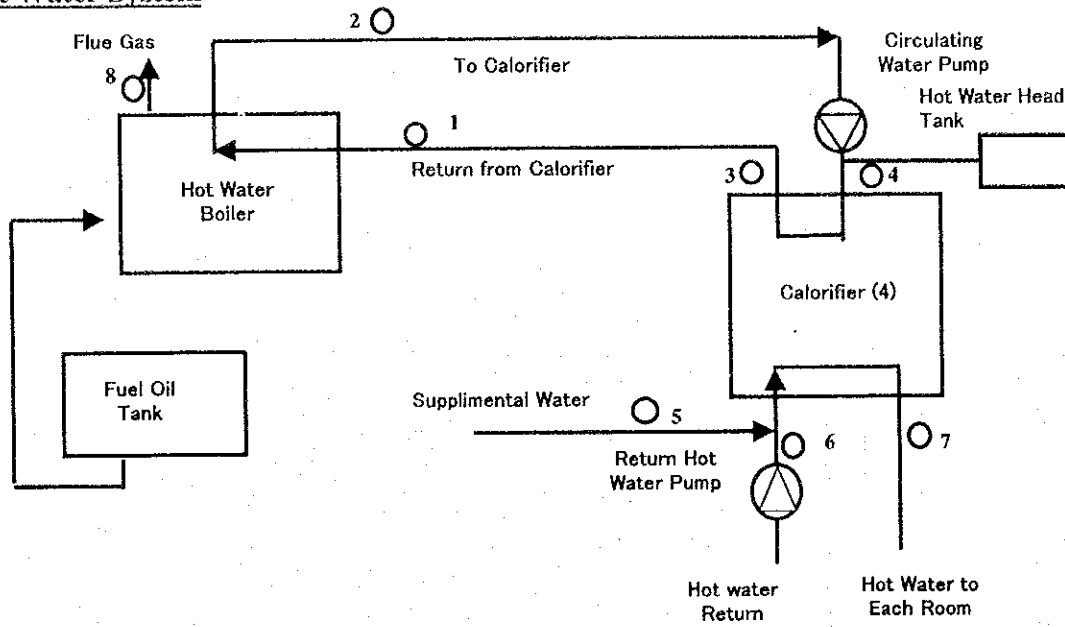
Time	10:45	11:15	12:00	12:45	14:15	15:30	16:40
Temperature °C							
1 Cooling Water Bar	31.0		31.0	32.0	32.0	31.0	31.0
1 Cooling Water Instrument	34.0	34.0	33.0	33.0	34.0	34.0	33.0
1 Cooling Water Return Surface T	31.0		32.0	32.0	33.0	33.5	32.5
2 Cooling Water Bar	29.0		29.0	29.0	29.0	28.0	30.0
2 Cooling Water Instrument	32.0	31.0	31.0	31.0	32.0	32.0	31.0
2 Cooling Water Return Surface T	29.0		29.0	29.0	30.0	30.0	30.0
3 Chilled Water Bar	-	-	-	-	-	-	-
3 Chilled Water Instrument	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.5	6.0
3 Chilled Water Return Surface T	-	-	-	-	-	-	-
4 Chilled Water Bar	-	-	-	-	-	-	-
4 Chilled Water Instrument	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.5	9.0
4 Chilled Water Return Surface T	-	-	-	-	-	-	-

Cooling Tower

Time	10:00	11:00	12:00	12:45	14:15	15:25	16:30
Flow Rate							
2 Cooling Water Return m ³ /h	230	572	563	555	542	543	560

Figure 7-1 Chilled Water System

Hot Water System



Data of Operation

Temperature

- 1 Return from Calorifier
- 2 Hot Water to Calorifier
- 3 Outlet of Calorifier

- 4 Inlet of Calorifier

- 5 Supplementary Water (1)
- 6 Hot Water Return from Each Rooms

- 7 Hot Water to Each Rooms

Date
Time
Calorifier No

10/6/98	10/6/98	10/6/98	10/6/98
10.00	12.00	14.00	0:00

Calorifier No	10/6/98 10.00	10/6/98 12.00	10/6/98 14.00	10/6/98 0:00
1	69	69	68	64
2	78	77	78	76
3	56	65	63	64
4	63	59	60	63
1	66	64	60	65
2	61	61	66	64
3	56	54	51	53
4	54	59	53	56
1	56	56	63	57
2	68	66	70	69
3	31	32	32	32
4	56	56	55	54
1	55	54	57	58
2	52	55	53	60
3	56	56	56	55
4	56	55	53	54
1	55	58	54	56
2	61	57	58	58
3	67	66	65	66

Flow Rate

- 1 Return from Calorifier

Time

12:00	12:27	14:30	15:08
38.8	1.6	17.8	18.2

Flue Gas Analysis

- 8 Contents

(Date: 9/6/1998)

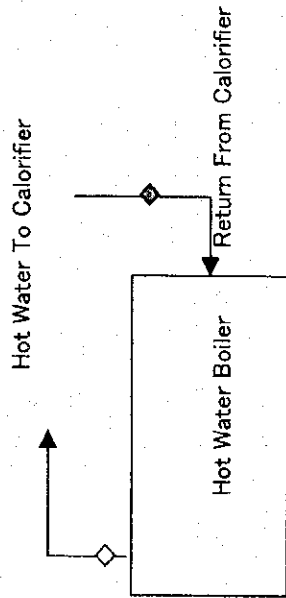
O2
CO2
CO
NO

	Low	High
Vol %	0.6	0.8
Vol %	14.0	15.0
ppm	192	357
ppm	58	62
°C	284	308

- 8 Temperature

Figure 7-2 Hot Water System

Hot Water Boiler Operation



Boiler Flow Rate

- ◇ Temperature Measurement Point
- ◆ Flow Rate Measurement Point

Flow Rate
Date: 5th June 1998
Boiler 2 in Operation

Cut IN	Cut Out	Duration
12:15	12:18	0:03
12:23	12:27	0:03
12:32	12:38	0:06
14:10	14:15	0:05
14:32	14:43	0:11
15:03	15:08	0:05

Date 11th June 1998

Cut IN	Cut Out	Duration
9:40	9:44	0:04
9:47	9:51	0:04
9:57	10:00	0:03
10:05	10:14	0:09
10:17	10:21	0:04

- Hot Water Boiler Operation Comments**
- a) 24-Hr operation
 - b) For Rooms and Washing
 - c) Temp. Set Points : Low 76 C High 87/90 C
 - d) High burning when load is high
 - e) Load is highest in morning 7.00 am to 10.00 am and in evening.

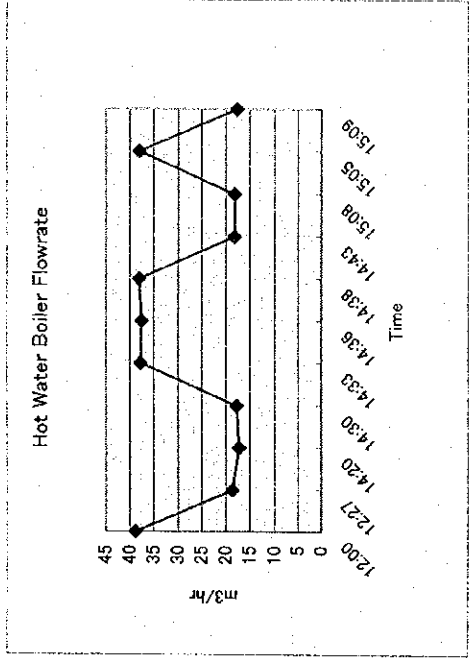


Figure 7-3 Hot Water Boiler Operation

7-3-2 エネルギーフローチャート

(1) エネルギーのタイプ別年間消費量の推移

電力、軽油、LP ガス、水道水の使用量およびその費用の 1995 年から 1997 年迄のデータを表 7-2 に示す。

Table 7-2 Trends in Annual Energy Consumption and Costs

Name of utilities	Unit	1995		1996		1997	
		Consumption	Costs kRM	Consumption	Costs kRM	Consumption	Costs kRM
Diesel oil	k l	319.8	208	380.4	247	354.7	231
LPG	Ton	110.9	133	95.5	115	122.7	147
Electricity	mWh	7,302	1,675	8,937	1,963	9,568	2,074
(Peak)	mWh	4,381		5,362		5,741	
(Off peak)	mWh	2,921		3,575		3,827	
(Demand)	kW	1,265		1,265		1,265	
City water	kTon	198	237	190	228	163	196

(2) エネルギーフロー

1997 年には電力、軽油、LP ガスで構成されるエネルギーが、このホテルの主要な設備で表 7-3 に示すように消費された。表中の%の数値はこのホテルのエネルギーフローの特徴を表している。表中のエネルギー消費割合(%)は、実測データにより1次エネルギー換算して計算したものである。主要なエネルギーの消費先は、空調、照明、エレベーター、衛生関係、厨房および洗濯工場である。エネルギーの供給源の主力は電力で、全体に占める割合は1次エネルギーベースで約83%である。

いずれのエネルギーも、1次エネルギー基準の kcal に換算し、表示されている。このホテルのエネルギーフローを図 7-4 に示す。

Table 7-3 Energy Flowchart of the Hotel

(1997)

Item	Electricity	Diesel oil	LPG	Total
The amount of consumption	(kWh) 9,568,000	354.7 (kl) 295.5 (ton)	(Ton) 122.7	
Primary energy 10 ⁶ kcal	(83.1 %)	3,044 (11.7 %)	1,350 (5.2 %)	
Primary energy total	10 ⁶ kcal			25,922 (100%)
Energy consuming facility				
Air-conditioning	14,854			14,854 (57.3%)
(1) Chiller system	6,243			6,243 (24.1%)
(2) Cooling Tower Sys.	2,583			2,583 (10.0%)
(2) Air Blower	861			861 (3.3%)
(3) AHU / Fan Coil U	2,799			2,799 (10.8%)
(4) Chilled Water Pump	2,368			2,368 (9.1%)
Lighting	3,229			3,229 (12.5%)
Lift	1,076			1,076 (4.2 %)
Steam boiler (Laundry)	-	1,586		1,586 (6.1%)
Hot water boiler/Calorifier (Hot water supply)	215	1,458		1,673 (6.4%)
Cooking / Restaurant	1,292		1,350	2,642 (10.2%)
Others	862			862 (3.3%)

Assumption:

1. Conversion factor of electricity to primary energy: 2,250 kcal/kWh
2. Low heating value of LPG: 11,000 kcal/kg
3. Low heating value and specific gravity of diesel oil: 10,300 kcal/kg and 0.8332
4. Percentage of diesel oil consumption: steam boiler 52.1%, hot water boiler 47.9 %

7-3-3 ホテルのエネルギー消費量原単位

ホテルのエネルギー消費量原単位は以下の図 7-5 の通りである。原単位はホテルの延べ床面積を 35,100 m² として計算されている。

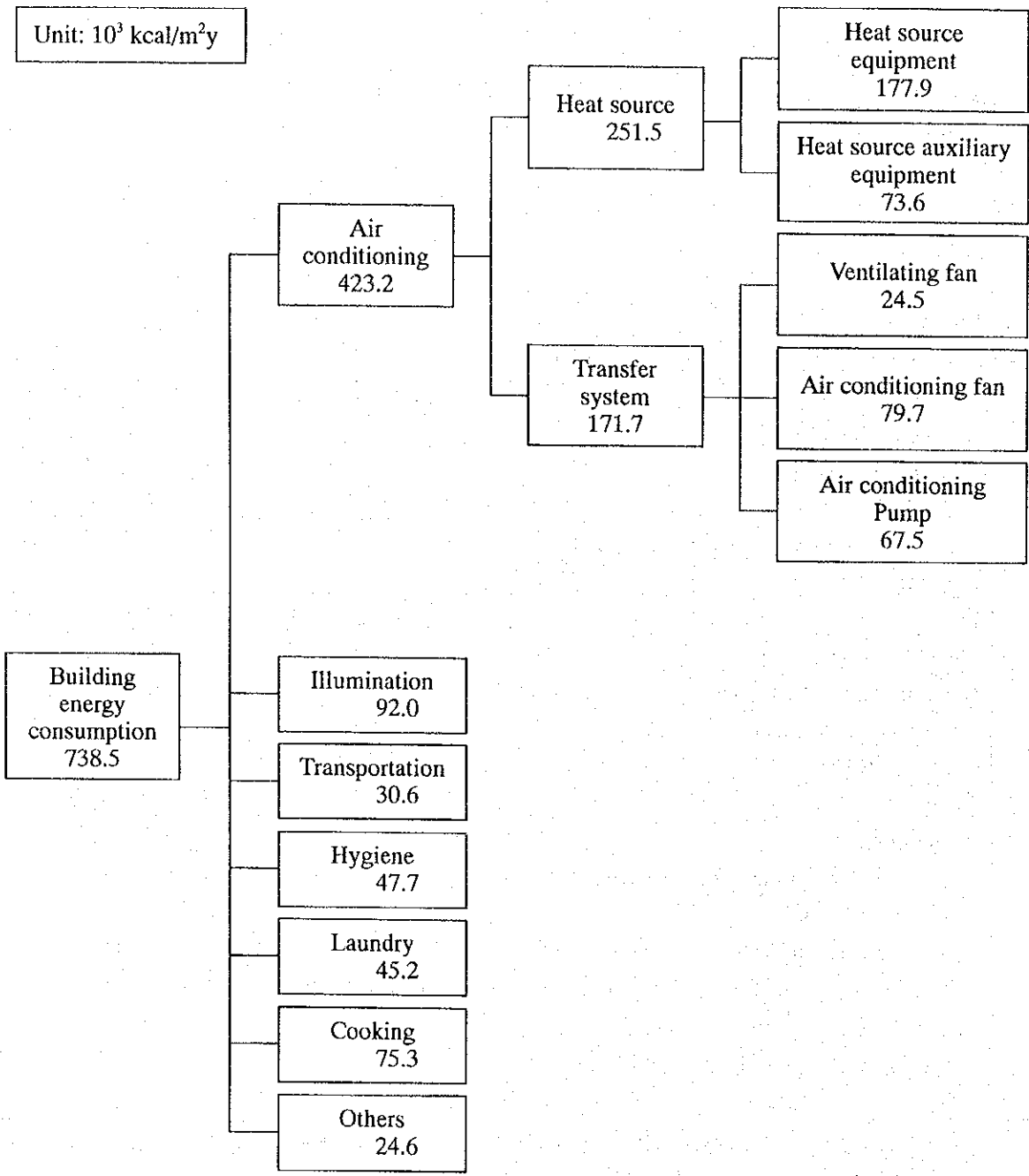


Figure 7-5 Unit Consumption of Energy in the Hotel

7-3-4 エネルギーの管理と省エネルギー活動および設備の問題点

(1) エネルギーの節減目標の設定

ホテル側では、エネルギーの節減目標を立てていない。しかし、エネルギー関係費の支払金額の推移には注目している。各種エネルギーの消費の数量管理は厳密に行われていない。

(2) ホテル全体でのエネルギー管理に対する組織的活動

初歩的な省エネルギー活動が、管理者の指示により行なわれている。例えば、照明をこまめに点灯、消灯を行なうこと等の省エネルギー活動が実施されている。

(3) データや記録を利用して行うエネルギー管理

この手の管理は、充分に行なわれていない。

(4) エネルギー管理の為の教育とトレーニング

ホテルはこの種の教育、トレーニングを行なった経験がない。

(5) ビルや施設の維持管理

1) 機器、施設、建物の点検、補修の時期に関する基準は特に定めていない。

2) メインテナンスの状態

メインテナンスの内容は、日常作業での点検管理と故障の発生時に修理する方法である。

メインテナンスの方法は2つのケースがある。1つは日常の点検作業をホテルの従業員で行うもの、他は特定施設の維持管理に対し、専門の業者に依頼して行うものである。

3) 短期、長期の保全計画を作成していない。

(6) 省エネルギー対策の実績とその成果

このホテルでは、省エネルギー対策工事を行っていない。地元マレーシアのコンサルタンツ会社が作成した電力の削減計画案を検討しているが、まだ初期段階である。

(7) ホテルの経営状況

競争が激しく、経営状況は厳しい状態である。そこで、エネルギーコストの削減およ

び全コストに占めるエネルギー部門の比率の低下、特に電気料金削減を計画している。

(8) エネルギー効率の推進に際しての問題点

- 1) 技術者の不足
- 2) 省エネルギーに関する知識、情報の不足
- 3) 計測機器の不足、施設の運転データの不足

7-4 省エネルギー対策

エネルギー診断の結果に従い、エネルギー効率を改善するための手法を本節では述べる。主要なポイントは以下の通りである。

1. 冷凍機システムに蓄熱槽の導入
2. 力率の改善
3. エレベーターの動力システムにインバーターによる調節機構の導入
4. 空調システムの改善
5. 給湯システムの改善
6. 蒸気ボイラーシステムの改善

7-4-1 冷凍機システムに蓄熱槽の導入

(1) 現状の問題点

前述の如く、ピーク時間帯とオフピーク時間帯の電力需要の差は大きい。その差は約400 kWであり、オフピーク時間帯の電力需要の比率は低い。

ピーク時間帯とオフピーク時間帯の電力需要の差が大きい現象の最大の理由は、第3冷凍機の電力消費量にある。第2変圧器系統の電力負荷が大きく変動している。第3冷凍機のピーク時間帯とオフピーク時間帯の電力需要の差は230 kWである。第3冷凍機は、第2変圧器系統から電力の供給を受けている負荷の1つである。

現状のところオフピーク時間帯には、冷水ポンプのみ稼働し、ピーク時間帯には、全機器が稼働している。

(2) 対策

上述により、オフピーク時間帯の電力消費を増やす方策や電力のデマンドの最大値を下げる方策を検討すべきである。そのため、蓄熱槽を設置し、又、オフピーク時間帯

に冷凍機を稼働させることにより、ピーク時間帯の電力消費量を減らすことは有効な方策と判断する。蓄熱槽を設置後は、冷凍機はオフピーク時間帯(22時から8時まで)に蓄熱槽に氷を貯える運転を行う。ピーク時間帯(8時から22時まで)には冷凍機は停止し、冷水ポンプだけが運転される。

(3) 効果

第3冷凍機システムの運用は下表に示す通り改善する方策を講じる。

現状の代表的な運転パターンと改善後の新しい運転パターンを図7-6に示す。

Table 7-4 New operational Scheme of Chiller No. 3

Equipment	At Peak	At Off-Peak
Chiller No.3 (181 kW)	×	○
Condenser water pumps (50 kW)	×	○
Chiller water pumps (47 kW)	○	○

Note: kW ... Motor Capacity, ○ : operated, ×: not operated

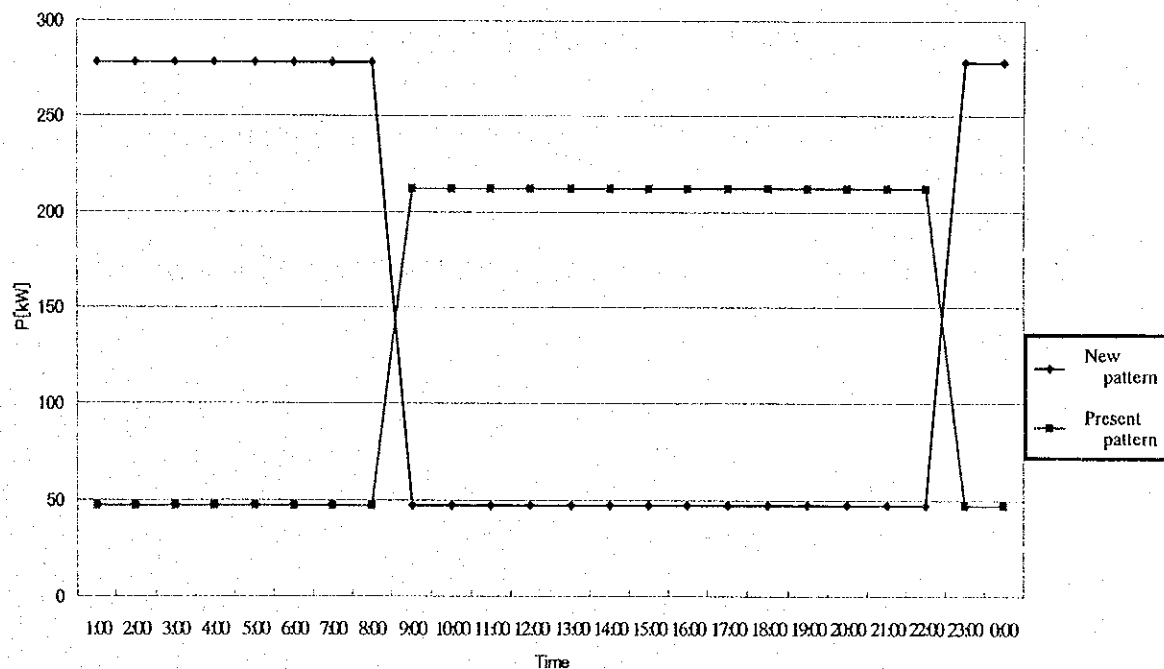


Figure 7-6 Chiller No.3 (Electricity)

7-4-2 力率の改善

(1) 現状の問題点

受電端における力率はピーク時間帯の消費電力が大きい時に低下する。これはコンデンサーの容量が不足していることを示す。

第2変圧器系統の力率は、受電端におけるのと同じ傾向で、ピーク時間帯に低下する。しかし、1.5 MVA 第1変圧器系統の力率は低下していない。

(2) 対策

上述により、第2変圧器の2次側の送電系統でコンデンサーの容量を増やす必要がある。

力率を100%迄改善するために、以下の算式に基づき、300 kVA のコンデンサーを設置する必要がある。

$$\begin{aligned}\text{Condenser Capacity} &= P \text{ kW} \times (\sqrt{(1-\cos^2 \theta 1)/\cos^2 \theta 1} - \sqrt{(1-\cos^2 \theta 2)/\cos^2 \theta 2}) \\ &= 575 \text{ kW} \times (\sqrt{(1-0.882^2)/0.882^2} - \sqrt{(1-1^2)/1^2}) \\ &= 575 \times 0.5343 = 307 \\ &\approx 300 \text{ kVA}\end{aligned}$$

(3) 効果

力率改善により、ケーブルでの送電ロスの低減に寄与する。

7-4-3 エレベーターの動力システムにインバーターによる調節機構の導入

(1) 現状の問題点

このホテルには7基のエレベーターがあり、その仕様条件は表 7-5 の通りである。

Table 7-5 Lift Specification

Control System	ACEE1-D	
Capacity	Lift No.1,2,3,4,6,7:	17 persons
	Lift No.5:	20 persons
Stops	Lift No.1,5,6,7:	14 stops
	Lift No.2,3,4:	13 stops
Speed	105 m/min.	
Operation	Lift No.1,2,3,4:	4C-OS75E
	Lift No.5,6,7:	3C-OS75E

7基のエレベーターは、全て旧式であり、リレー方式の運転制御システムであるが、順調に稼動しており、維持管理も良好である。

(2) 対策（将来用）

将来、エレベーター設備を改造する時には、省エネルギーと輸送の円滑な運用を達成する為に、VVVF 型動力供給システムを導入することが推奨される。VVVF 方式と既設の ACEE 方式の性能の比較は次の表 7-6 の通りである。

(3) 効果

表 7-6 に示す通り、VVVF 型動力供給システムは他方式に比べ、電力消費、メンテナンス性、信頼性の点で優れた運用が可能である。

Table 7-6 Performance Comparison of Power Supply Control System

	VVGD (Ward-Leonard system)	VVVF (variable voltage variable frequency)	ACEE (AC feedback control system)
Riding Comfort	Good Simple feedback control without tacho-meter	Excellent Perfect continuous torque control and complete feedback control with pulse generator	Very good Complete feedback control with tacho- meter. But, discontinuous torque control between motoring and braking
Landing Accuracy	Excellent	Excellent	Excellent
Noise	Large Starting noise of M- G set	Quiet Sine wave current controlled by PWM (Pulse Width Modulation)	Small Motor noise caused by thyristor controlled current
Power Consumption	Large Large consumption caused by M-G set	Very small, about half of ACEE Voltage and frequency control for induction motor at high efficiency	Small Static voltage control, but fixed frequency
Space for Machine Room	Large Large DC motor and M-G set	Very small Small sized single- winding AC motor and control panel	Small Small sized reconnect AC motor
Weight of Machine Room Apparatus	Large	Very small	Small
Reliability	Good Wear and tear of brushes and commutator of DC motor and M-G set	Excellent, superior to ACEE Solid state digital control by micro processor	Very good Solid state control by analog devices
Response	Poor Time lag to start due to starting time of M-G set	Excellent No time lag to start	Excellent No time lag to start
Maintenance-ability	Poor Required complex "compound adjustment"	Excellent No special adjustment	Very good No complex adjustment

7-4-4 空調システムの改善

(1) 現状の問題点

1) AHU と全熱交換器

AHU 及び全熱交換器とも汚れている。

2) 冷却塔

冷却塔には相当な汚れが見られる。

3) 新規取り入れ空気量

このホテルでは新規取り入れ空気量が過剰の状態にあり、ブローワー等の動力の増加が見られる。

4) 空調時の室温の設定温度

ホテル内の事務室、廊下、料理店は全て 20～23℃ と低い設定である。

特に運転管理人が常時滞在しない機械室、電気室、エレベーターのモータ室の室温は、省エネルギー運転指向の観点から、非常に低い。

5) 玄関扉

大量の外気がグランドフロアの裏口の扉から、ホテル内の冷気が正面の扉から出入りしている。

(2) 対策

1) AHU と全熱交換器

設備性能維持のため、AHU 及び全熱交換器の伝熱面の定期的な清浄が必要である。

2) 冷却塔

冷却塔内の充填物上に付着する藻の除去と藻の成長抑制剤としての適切な薬剤の使用が推奨される。

3) 新規取入れ空気量

ホテルの空調システムに、変風量方式 (VAV system) を導入することが推奨される。取り入れ空気の制御システムとして、ダンパーによる調節方式や羽根による調節方式及び色々な形式のモータ回転数の制御方式など各種の方式が使用されている。それらを表 7-7 に示す。各方式の電力の消費量の傾向は表 7-7 の通りである。

Table 7-7 Method of Variable Type Air Flow Control

Method	Sub-classification	Power Consumption
Damper Control	Discharge	Rank 1 (Largest)
	Intake	2
Vane Control	Intake	3
Control of Induction Motor Rotating Speed	Change of Number of Poles	4
	Control of Slip (Secondary Resistance Control System)	5
	Primary Frequency Control (VVVF)	6 (Smallest)

VVVF、インバーターによる回転数制御方式は、有効な手段として既設のモータに容易に利用できるもので、全熱交換器室に設置されている空気の取り入れ用ブロワーのモータに VVVF 方式を採用する事を、色々な手段の可能性のなかで、まず第1に検討すべきである。

- 4) 空調時の室温の設定温度
エネルギー節減のために設定温度を2～3℃上げるべきである。オン/オフスイッチを装備したファンで室温の調節を行うシステムの導入が推奨される。
- 5) 玄関扉
例えば、回転式の2重扉システムを正面玄関扉に、自動開閉扉システムを裏口の扉に、設置するような機密構造システムの扉に改造することが推奨される。

7-4-5 給湯システムの改善

(1) 現状の問題点

給湯ボイラーの燃焼の開始/停止運転の切り替え頻度が非常に頻繁であり、切り替えの間隔も短い。これはボイラーの運転が非定常で行れ、不完全燃焼が原因でボイラー効率を低レベルにしていると思われる。カリリファイヤーは4基すべてが稼動しているわけではない。

(2) 対策及び効果

給湯ボイラーの1次側循環水の出口の温度の設定値について、高温サイド、低温サイドともにチェックする事及びカリリファイヤーは4基による運転を推奨する。給湯水の貯蔵量を増やすために、新しいカリリファイヤーを増設することが推奨される。これは、貯熱用途として利用が可能なカリリファイヤーの台数を増設することで、電力消費のピークシフトを可能にするためである。

7-4-6 蒸気ボイラーシステムの改善

(1) 現状の問題点

安全弁のバルブシートから漏洩している蒸気の排気、コンデンセートタンクから出ている回収コンデンセートのフラッシュ蒸気の排気が観察された。

(2) 対策及び効果

安全弁の適切なメンテナンスとエネルギー節約の観点からフラッシュ蒸気の排熱回収の設備の設置が推奨される。

あるいは、ホテルの洗濯関係の仕事を、外注方式に切り替えることにより、スチームボイラーの運転が休止でき、省エネルギー及びコスト削減につながる方策を提案する。

7-4-7 省エネルギー対策のコスト

3つの推奨される改造工事の1998年11月時点の概略予算は以下のように見積もられた。見積りに際し、通貨の換算係数は1998年11月の相場の3.8 RM/US\$ と118 Yen/US\$ が使用されている。

	Recommended Modification Work	Yen	RM
1.	Ice storage system	92,900	2,991,000
2.	VVVF system in the lifts	64,500,000	2,076,000
3.	VAV system in space conditioning	4,132,000	133,000

Remark The cost difference of lift renewal based on the existing specification and the VVVF power supply system is 10 percent of the renewal cost, 208,000 RM.

7-5 省エネルギー対策の便益

7-5-1 マレーシアの現行エネルギー価格

提唱したすべての省エネルギー対策において電力が節減される。ミンコートピスタホテルにおける現在の電気料金は、テナガナショナルのタリフ（1997年5月1日発効）のC2区分に従っている。この区分のタリフに従い電力料金は以下ようになる。

-ピーク負荷料金（8時から22時まで）

0.208 RM/kWh

-オフピーク負荷料金 (22時から8時まで)	0.128 RM/ kWh
-最大需要料金	25.7RM/kW/month

7-5-2 対策の便益

各対策の便益を推算し、その結果を表 7-8 に示す。

Table 7-8 Estimation of Benefit from Measures

Measures	Benefit, RM/year
Ice storage system	118,338
VVVF system in the lifts	42,706
VAV system in the air-conditioning	47,582
Increase in room temperature	135,608

7-6 省エネルギー対策の財務分析

本節では投資による以下の対策の財務的フィージビリティを知るために財務分析を行う。

- 氷蓄熱システム
- エレベータの VVVF システム
- 空調における VAV システム

1 番目と 2 番目の対策については、古くなった機器を新規更新する際にこれらの対策を実施するという仮定のもとで財務分析を行う。このような条件の下においては、省エネルギー機器を設置するのに要する金額だけが省エネルギー便益を得るための投資額と考えられ、残りの投資は省エネルギーに関係なく必要な更新費用と考えられる。

実際は、氷蓄熱システムはチラー更新時に導入されるものと仮定し、新しいチラーの費用を財務分析に用いる投資額から差し引く。2 番目の対策については、エレベータの更新時にインバーターの付いた VVVF システムを導入するものと仮定し、インバーター関連費用だけを財務分析に用いる投資額として計上している。

7-6-1 財務分析の前提

財務分析は以下の前提のもとで行われる。

- 1) 為替レート： US\$ 1 = RM 3.8 ; US\$ 1 = JY 118
- 2) プロジェクト・ライフ： 運転開始から 15 年
- 3) 法人税率： 35 パーセント
- 4) 減価償却： 定額法が適用され、プラントおよび機械類に対する減価償却率は年 7.5%
- 5) 投資額： 表 7-9 にマレーシア・ドルで表示された投資額（前述の日本円で
の数値から換算した）を財務分析に使用する。既に前で述べたよ
うに、1 番目の対策ではチラー更新時に氷蓄熱システムを設置す
るものと仮定し、チラーの費用は投資額に含めない。また、2 番
目の対策では、エレベータの更新時にインバータも設置されるも
のと仮定しインバータ関連費用のみ投資額に計上する。

Table 7-9 Fixed Investment for Measures

Measures	Fixed Investment, RM
Ice storage system	1,887,000
VVVF system in the lifts	208,000
VAV system in the air-conditioning	133,000

7-6-2 財務分析の結果

表 7-10 に、上記 3 つの対策に対する税引き前 FIRROI、税引き後 FIRROI および回収期間を示す。

Table 7-10 Results of Financial Evaluation

Measures	FIRROI	FIRROI	Payback Period
	before tax	after tax	
Ice storage system	- 0.8%	- 0.5%	15.9 years
VVVF system in the lifts	19.0%	13.5%	6.3 years
VAV system in the air-conditioning	35.4%	24.9%	3.9 years

さらに 1 番目と 2 番目の対策に対しては、電気料金が現在の日本の水準と考えられる表 7-11 の価格にまで値上げされると仮定した場合の 3 種類の指標も計算した。この計算は電気料金が如何にこれらの対策の財務的フィージビリティに影響するかを知るために行われた。

Table 7-11 Assumed Rise in Electricity Rate for Study

	Assumed Electricity Rate for Study		Reference (C2 tariff)
Peak Load Rate	0.483 RM/kWh	(15 JY/kWh)	0.208 RM/kWh
0.128 RM/kWh	0.113 RM/kWh	(3.5 JY/kWh)	
Max. Demand Charge	49.9 RM/kW/month	(1,550 JY/kWh/month)	25.7 RM/kW/month

表 7-12 に、表 7-11 で仮定した電気料金のもとでの分析結果を示す。両方の対策とも、税引き前 FIRROI は約 21%、税引き後 FIRROI は約 15%増加する。回収期間は、氷蓄熱システムでは 11.3 年、エレベータの VVVF システムでは 2.8 年短縮する。

Table 7-12 Results of Financial Evaluation at Assumed Increased Electricity Rate

Measures	FIRROI	FIRROI after	Payback Period
	before tax	tax	
Ice Storage System	20.4%	14.5%	4.6 years
(Difference from the base)	(+21.2%)	(+15.0%)	(-11.3 years)
VVVF System in Lifts	40.8%	28.6%	3.4 years
(Difference from the base)	(+21.8%)	(+15.1%)	(-2.8 years)

7-6-3 財務分析の結論

現地調査の際入手した情報では、最近のマレーシアの貸出金利は年率 12 から 14%の範囲にある。この金利がマレーシアにおける資本の機会費用と考えられる。

前述の通り、氷蓄熱システムの対策はそれがチラー更新の時期に設置されるとの仮定のもと分析されている。分析の結果、FIRROI はすべて負の数値となり回収期間も 15 年以上である。このため、この対策は検討した条件のもとでは財務的にフィージブルではないと結論付けられる。しかし、表 7-12 に示した指標から判断すると、この対策も電気料金が日本の現在の水準にまで上昇すれば財務的にフィージブルになると言える。

VVVF システムの対策は、インバータ・システムがエレベータの更新時に設置されるものと仮定すれば、財務的フィージビリティのぎりぎりの水準にある。エレベータの更新計画の際に、インバータを付けるべきか否かさらに検討することを推奨する。もし電気料金が日本の現行水準にまで上昇すれば、この財務的フィージビリティは表 7-12 に示したように十分な水準に達する。

3 番目の対策である空調の VAV システムについては、税引き前、税引き後の FIRROI がそれぞれ 35.4%と 24.9%とマレーシアの資本の機会費用を十分上回るものとなり、また回収期間は 3.9 年となる。これらの好ましい指標により、この対策は財務的にフィージブルと考えられる。

7-7 省エネルギーのための提言

ミンコートビスタホテルのエネルギー診断および引き続き行われた検討に基づき、以下の様な省エネルギー対策を提言する。

(1) 投資が必要な対策

- (a) このホテルの空調に可変空気量 (VAV) システムを取り付けることを提言する。この対策は財務分析の結果財務的にフィージブルと言えるものである。
- (b) エレベータの更新時にエレベータにインバータ制御システムを取り付けることを検討するよう提言する。財務分析によれば、この対策は財務的フィージビリティのぎりぎりの水準にある。
- (c) ホテルのチラー・システムへの氷蓄熱システムの設置は TNB の現行電力料金体系の下では財務的にフィージブルとならないが、電気代が日本の今の水準に上昇すると仮定すれば財務的にフィージブルとなる可能性がある。将来において、電力料金が上がる状況があれば、この対策を検討することを提言する。

(2) 投資を必要としない対策

- (a) ホテルでは建物内の温度を上げることを提言する。この対策により温度を 2℃ 上げることによって年間 14 万リングットの電気代削減が期待され、ここで提言する対策の中でもっとも便益が大きいものと言える。

(3) その他の提言

その他の提言を表 7-13 に纏める。

Table 7-13 Other Recommendations

Category	Recommendations
Operation Management	(a) To reduce suction air volume during air-conditioning
	(b) To adjust suction air volume to control carbon dioxide content
	(c) To install automatic control for air-conditioning
	(d) To optimize setting temperature of water and air supply
	(e) To optimize setting temperature and humidity in air-conditioned rooms
	(f) To introduce local air-conditioning for areas where intensive air-conditioning is required
	(g) To adjust the setting temperature and pressure of the heat source for air-conditioning
	(h) To adjust the number of operating heat sources for air-conditioning
	(i) To control and adjust the number of operating fans and pumps in the air-conditioning system
Maintenance Management	(a) To inspect and repair air-leakage from the ducts
	(b) To clean the coils and filters of air-conditioners
	(c) To clean the condensers and evaporators of chillers
	(d) To inspect and repair automatic control instruments
	(e) To reinforce the monitoring system by increasing the number of measuring equipment pieces
	(f) To clean lighting appliances and exchange old lamps
	(g) To increase lighting efficiency by cleaning the inner surfaces of rooms
	(h) To extinguish lights around windows
	(i) To regularly open/close blinds
	(j) To regularly close front & stairwell doors
	(k) To frequently open/close windows
(l) To disseminate information on energy efficiency promotion and to request guests to follow it.	

第8章 複合商業施設

今回の検討で選択したショッピングセンターは、1995年に設立され、5階建総床面積（191,752 m²）の規模を持ちマレーシアで最も大きい複合商業施設のひとつである。エネルギー消費は電気が中心であり、エネルギー診断チームは電気について焦点をあて検討した。

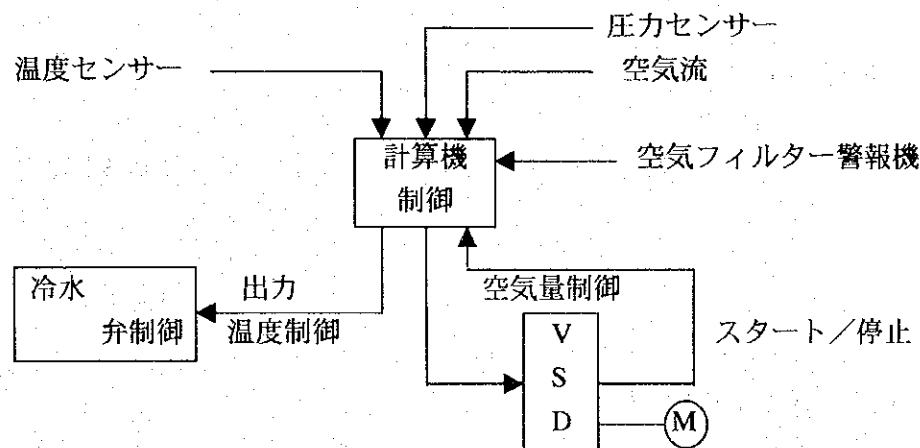
8-1 複合商業施設概要

- (1) 商業施設名：Bandra Utama Shopping Center（マレーシアで最大規模の商業施設）
- (2) 従業員数（設備管理スタッフ）：110名
- (3) 商業施設の全床面積：191,751m²
- (4) 設立年度：1995年8月15日
- (5) 営業時間：午前10時から午後10時まで

8-2 主なエネルギー使用設備

- (1) 室内環境制御システム：2系統の冷気の供給ダクトを備えた集中冷房システム
コンピューター制御によるVAV（空気流量可変）が採用されている。

冷凍器のコンピューター制御システム：



- (2) 換気設備： 駐車場と手洗所は独立した換気設備を備えている。
地下の換気は通常1台で緊急時2台運転される。
- (3) 冷房制御システム： 2区域システムが最適冷房を図るため採用されている。
- (4) 冷熱送風システム： 空気ダクトは2インチのグラスファイバーで覆われている。
- (5) 照明システム： 蛍光灯とハロゲン金属灯を使用している。
- (6) 水供給： 公共用水（市）を使用している。
- (7) エレベーターとエスカレーターの仕様：
乗客、重さ 1,600 kg、24人、60 m/分速度
- (8) 受電設備： 2系統受電、電圧 33kV

8-3 エネルギー診断の方法と結果

このショッピングセンターのエネルギー診断は、第1ステップで計測・測定、第2ステップでエネルギーバランス構築することにより実施した。評価・分析・改良策の提案を含むエネルギー診断結果を述べる。

ショッピングセンターの主なエネルギー診断の項目は以下の通り：

- 1. 電力受・配電
- 2. 冷房システム
 - (a) 機械性能
 - (b) 室内環境
 - (c) 電力消費
- 3. 照明システム

8-3-1 測定項目、測定箇所、測定機器

エネルギー消費の現状を算出・評価し、エネルギーバランスを構築するため以下の測定を実施した。

(1) 受電・配電

- 1) 高圧受電： 電圧、電流、電力、力率
- 2) 高圧配電： 電圧、電流、電力、力率
- 3) 低圧配電： 電圧、電流

(2) 冷房システム

- 1) 冷凍器と氷貯蔵システム： 冷媒の冷凍器出入り温度、冷媒流量（一次側と二次側）電圧、電流、電力、力率
- 2) 再冷塔： 出入り温度、流量
- 3) 送風システム（AHU）： 空気の電圧・電流・流量・温度、冷媒の出入り温度
- 4) 冷房区域： 温度、湿度、CO₂濃度
- 5) 冷房された部屋：冷房区域：温度、湿度、CO₂濃度
- 6) 建物外： 温度、湿度、CO₂濃度

(3) 照明システム

- 1) 共通区域：照度

(4) エネルギー消費

- 1) 電力消費
- 2) 冷媒（冷水）消費

(5) 現場調査・点検

- 1) 機器リストのチェック
- 2) 図面の調査
- 3) 機器と設備の運転状況調査

8-3-2 測定結果

代表的測定結果は以下の通り、

(1) 電力

単線結線図

TNB よりの電力受入ラインは二箇所ある。測定点は図 8-1 の①から⑨で示している。

(2) 受電点における電力消費量（図 8-2）

この図から昼間と夜間では、電力消費量が大幅に変化することが分かる。力率は妥当な値を示している。

(3) 冷凍器プラントおよび周辺設備 (図 8-3 と図 8-4)

冷凍システムは非常に最新かつ複雑であり運転パターンは著しく変化する。図にはパターン変化を簡略化して示してある。黒く塗りつぶされた機器は運転中であることを示す。

TRANSFORMER		
T11-1	33/11KV	15MVA TR.
T11-2	33/11KV	15MVA TR.
T3-1	11KV/3.3KV	5MVA
T3-2	11KV/3.3KV	5MVA
T1	11KV/433V	2000KVA
T2	11KV/433V	2000KVA
T3	11KV/433V	2000KVA
T4	11KV/433V	2000KVA
UC-T1	11KV/433V	2000KVA
UC-T2	11KV/433V	2000KVA
UC-T3	11KV/433V	1500KVA
UC-T4	11KV/433V	1500KVA

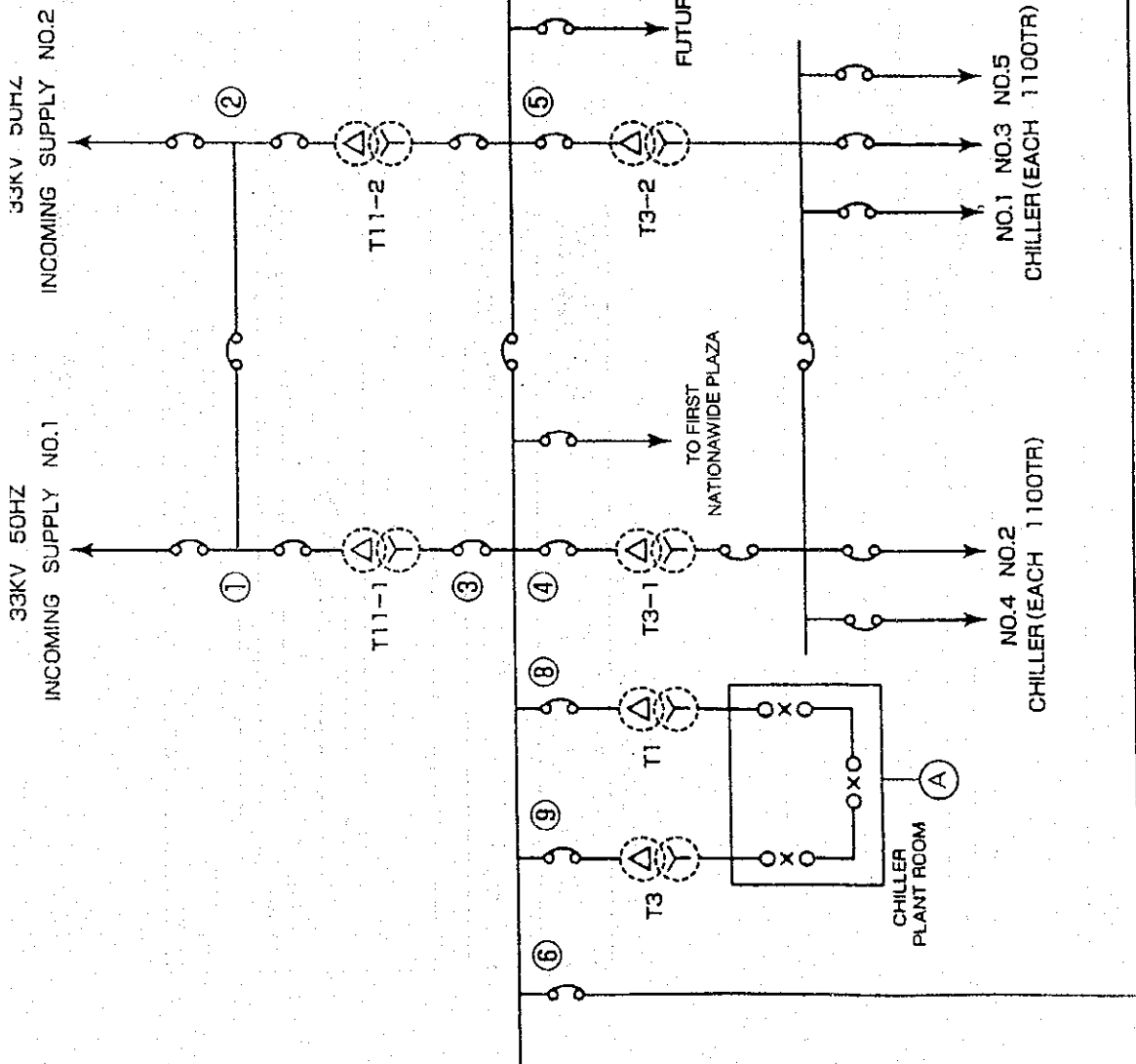
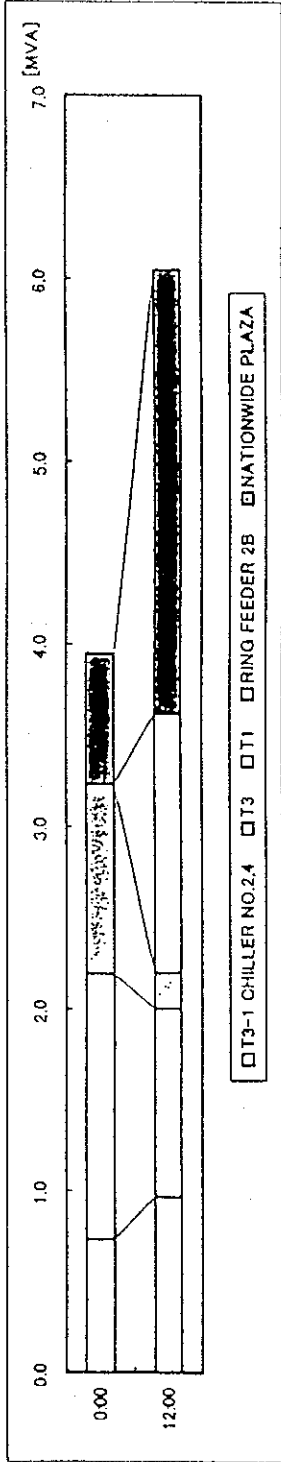


Figure 8-1 Single Line Diagram (Main)

Electric Consumption Balance No.1 [MVA]

	T3-1	T3	RING FEEDER	NATIONWIDE PLAZA	Incoming Supply No.1
CHILLER NO.2,4	0.73	1.46	2B		3.95
12:00	0.97	1.04	0.00	0.20	6.05
			1.42		



Electric Consumption Balance No.2 [MVA]

	T3-2	RING FEEDER	Incoming Supply No.2
CHILLER NO.1,3,5	0.61	1A	2.28
12:00	0.00	0.92	4.32
		3.05	

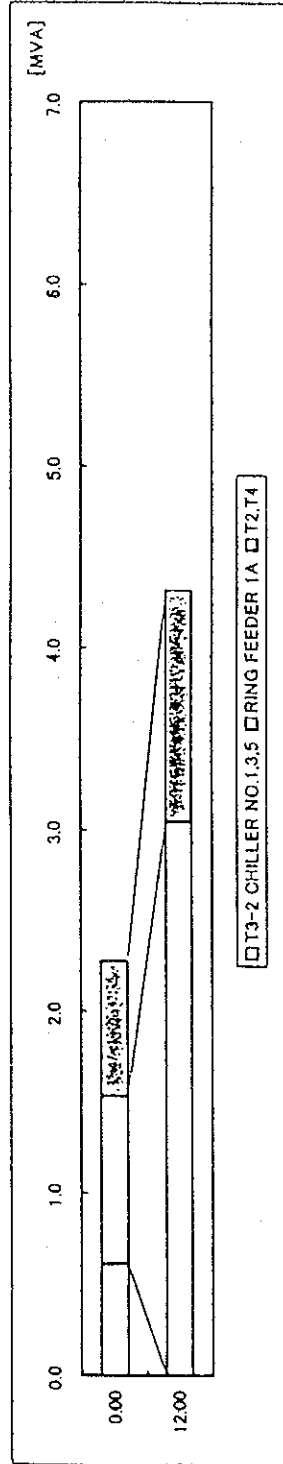


Figure 8-2 Electricity Consumption Pattern

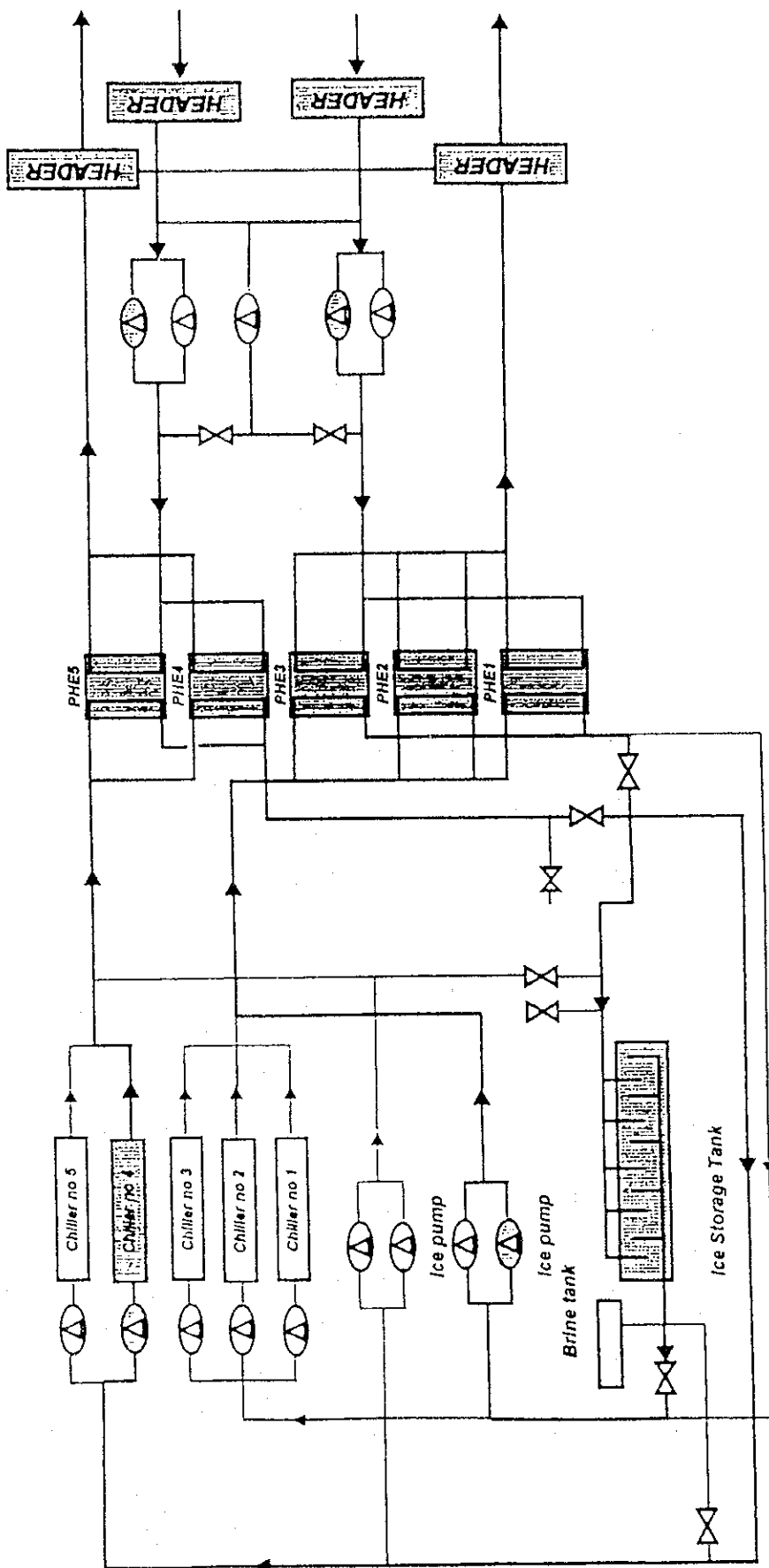


Figure 8-3 Brine / Chilled Water Loop (Daytime Operation)

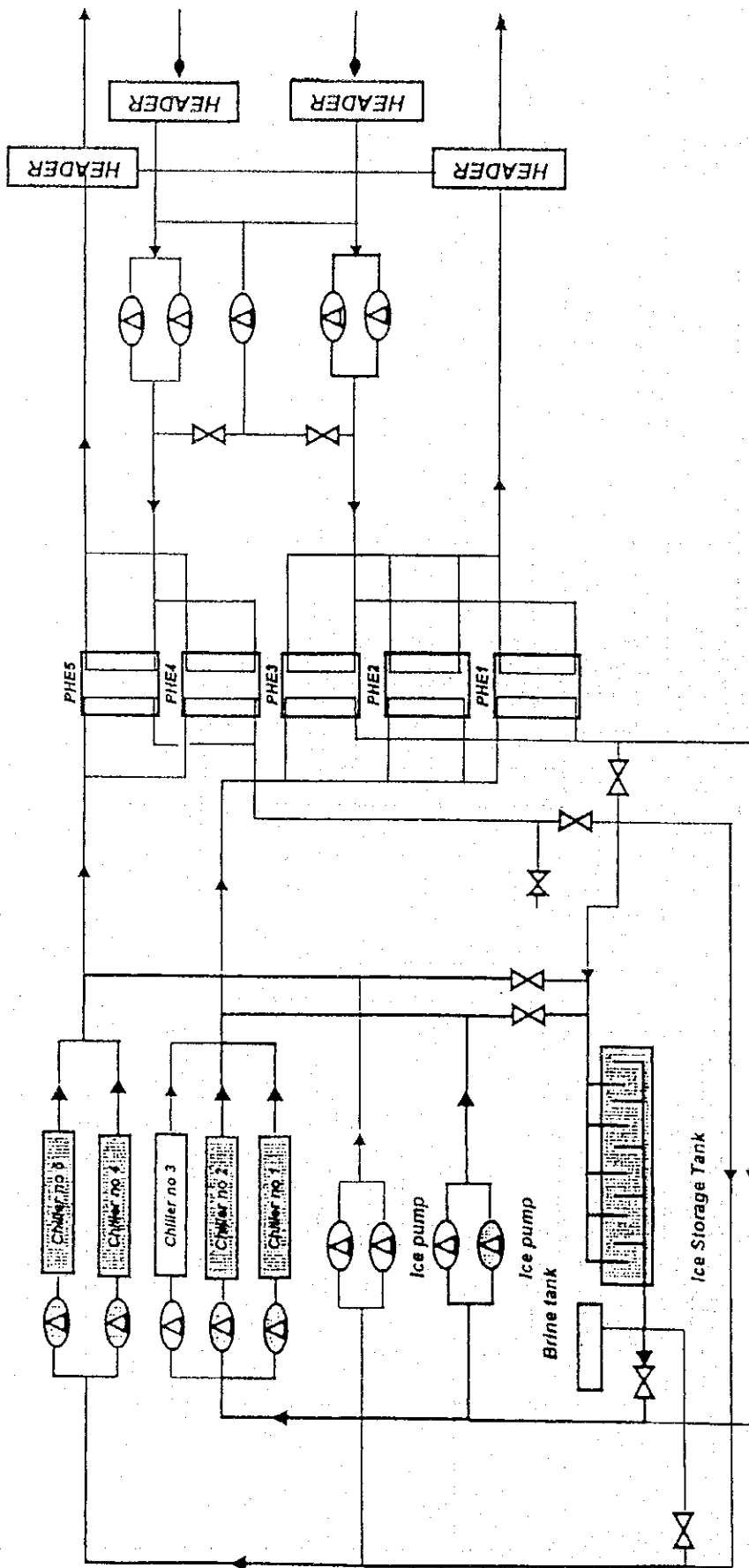


Figure 8-4 Brine / Chilled Water Loop (Nighttime Operation)

Table 8-1 (Air Condition) Heat Loss from Entrance

No	Average Velocity * m/s	Temp Inside °C	Temp Outside °C	Width m	Height m	Area m ²	Comments	Heat Release Rate (kcal/hr)
1	1.086	21	30	1.7	2.05	3.485		38053
2	1.024	24	28	2	1.71	3.42		15649
3	-0.9	25	31	2.37	2.1	4.977	Auto Door 6 Sec	30024
4	-0.86	26	30	2.37	1.76	4.1712		16030
5	1.7	22	25	2.37	1.76	4.1712	Auto Door /Broken	23765
6	1.57	22	27	2.37	1.76	4.1712	Auto	36580
7	1.6	20	30	2.33	1.76	4.1008		73299
8	-0.84	20	30	2.34	1.73	4.0482	Auto/Broken	37989
9	1.8	22	28	1.8	2.1	3.78		45607
10	2	23	30	1.77	2.1	3.717		58134
11	1.46	23	30	0.86	2.1	1.806		20620
12	1.53	24	31	1.77	2.1	3.717		44473
20	1.35	24	28	0.9	2.34	2.106		12705
Total								452.928

* 注：マイナス値は空気が内側から外側へ流れることを意味する。

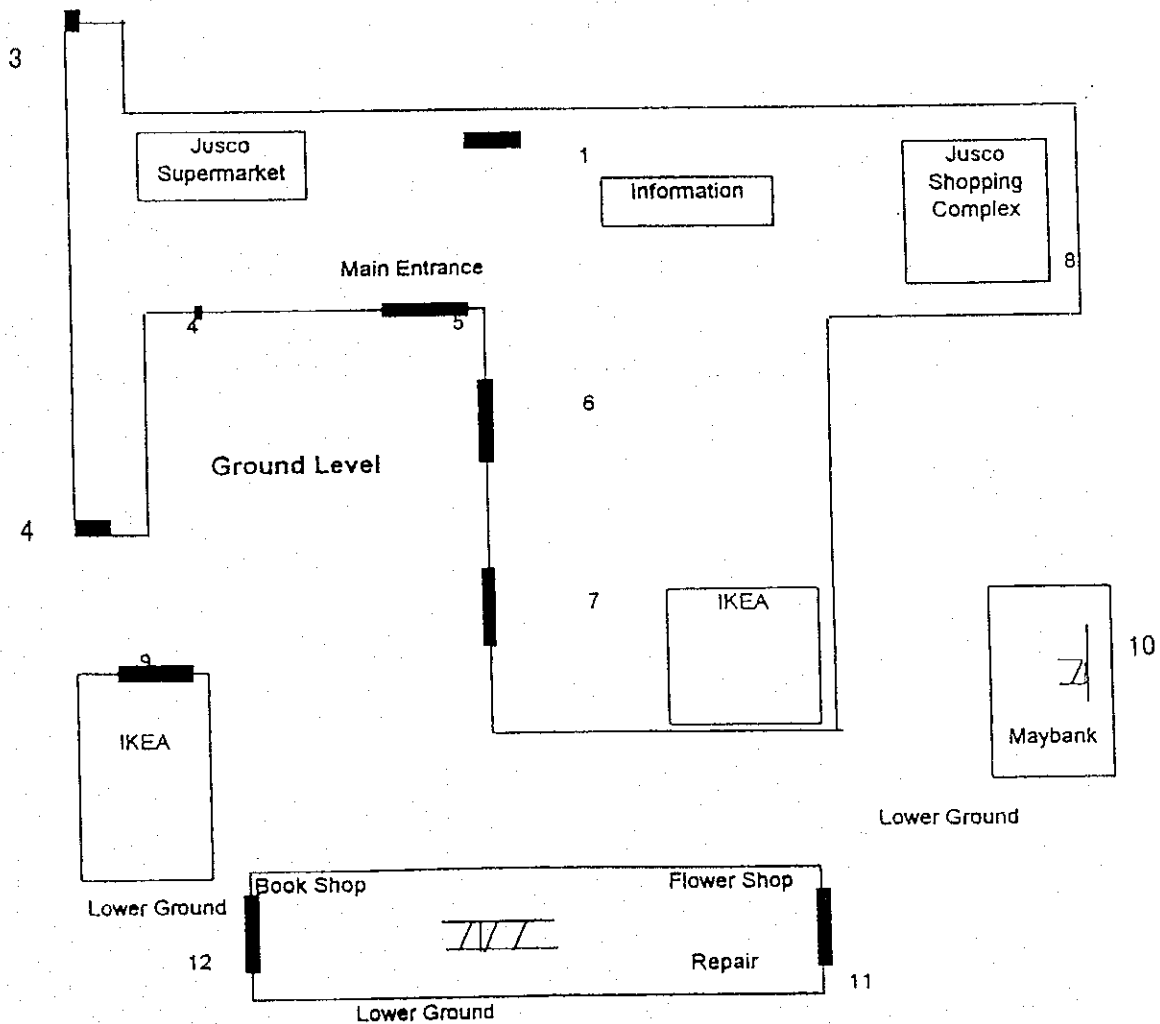


Figure 8-5 Measuring Points of Heat Loss

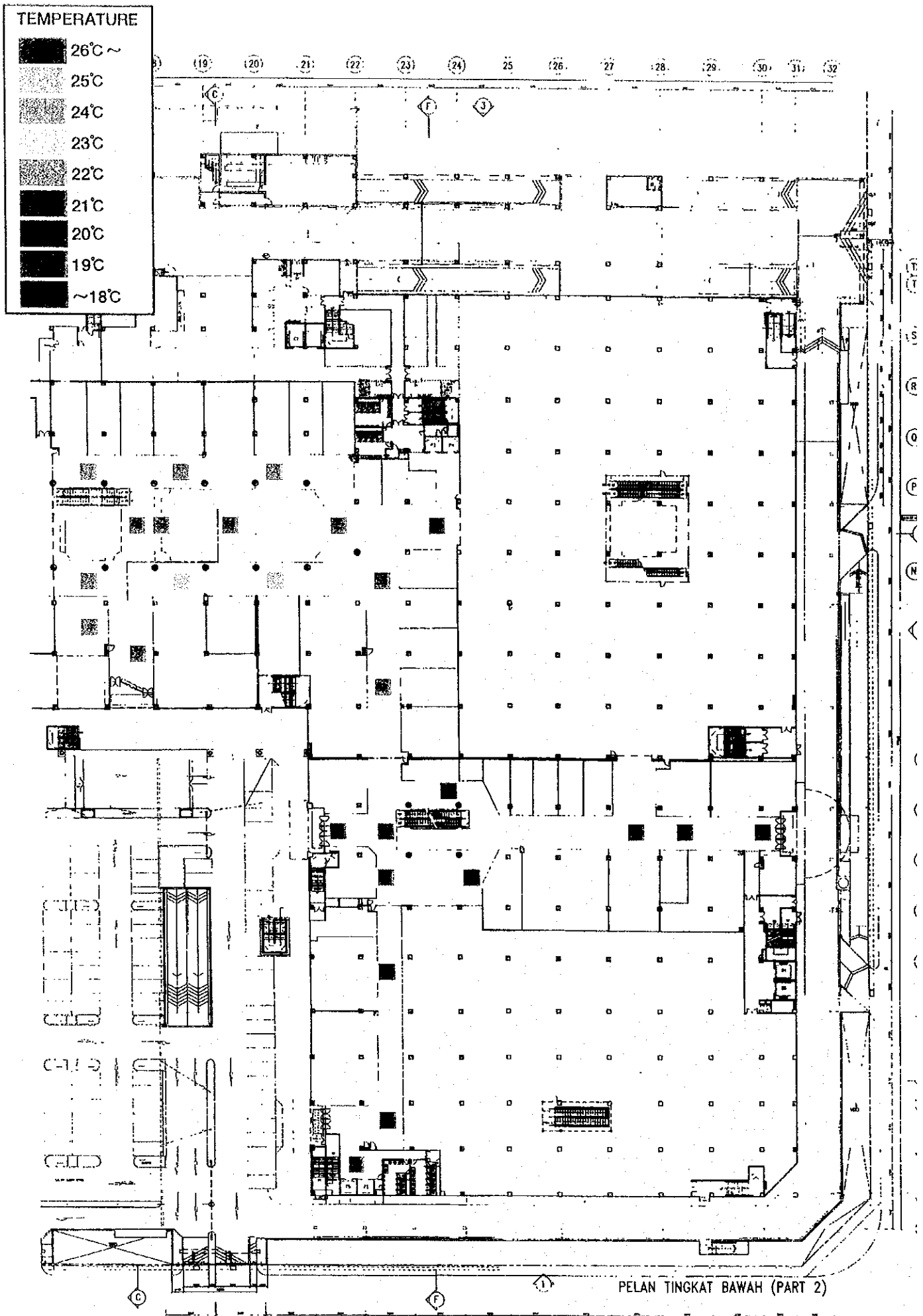


Figure 8-6 Temperature Pattern

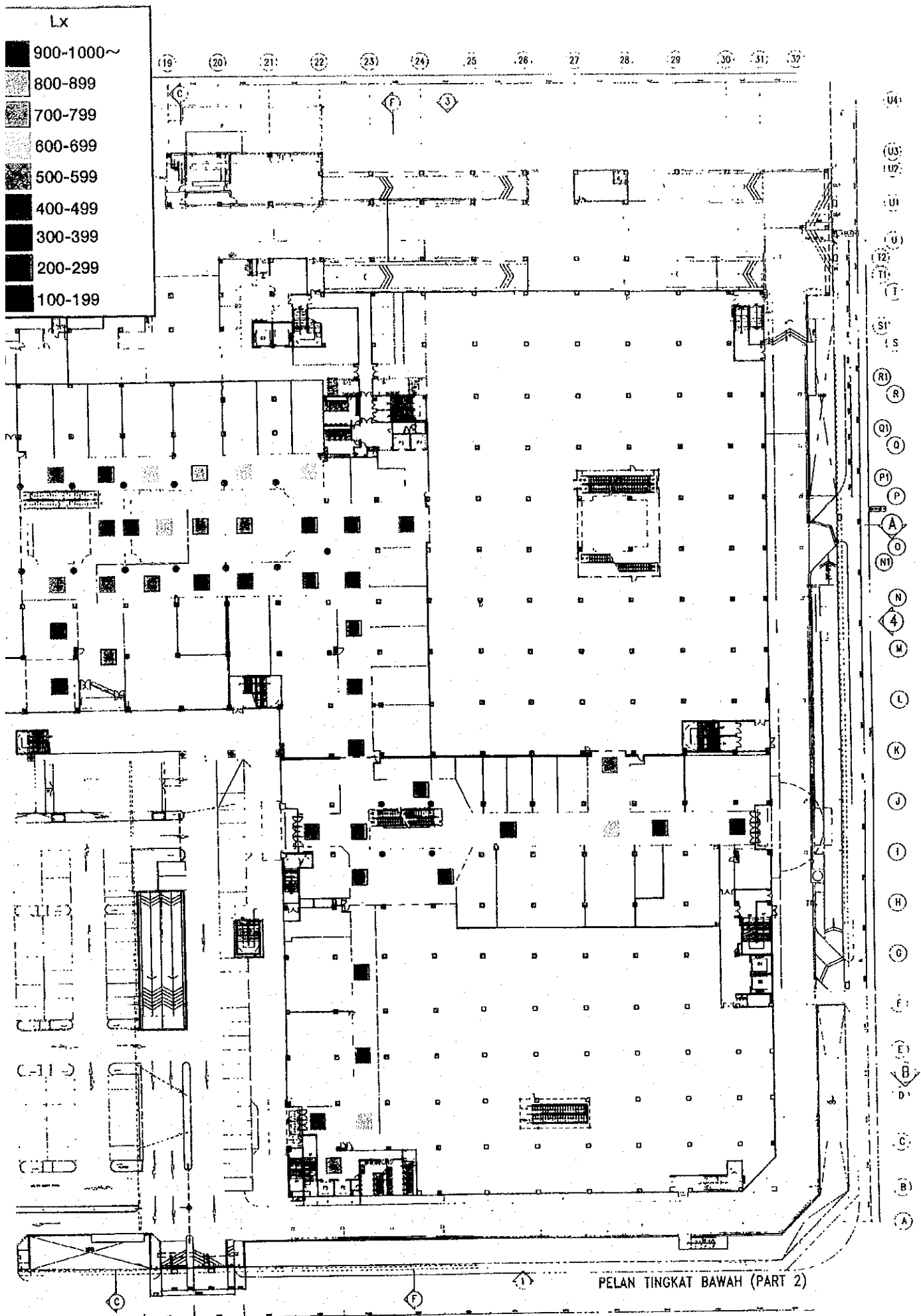


Figure 8-7 Illumination Intensity Pattern

(4) ショッピングセンター建物環境

- 1) 建物出入口からのエネルギー損失 (表 8-1 と図 8-5)
建物正面・側面・裏口等の出入口からの熱損失が大きい。
- 2) 建物内温度と照度 (図 8-6 と図 8-7)
図は、建物内の温度・照度を色によって区分している。

8-3-3 ショッピングセンターの全エネルギーバランス

Table 8-2 Total Energy Balance of the Shopping Complex

Energy Type	Utilization	Energy Consumption		Lake Side Building	
		Basic Unit	kcal / h*10 ³	Basic Unit	kcal / h*10 ³
Electricity	Chiller	4700 kwh/h	10575	490 kwh/h	1100
	Lighting	1870 kwh/h	4207	520 kwh/h	1170
	Lifts	300 kwh/h	675		
	Others	200 kwh/h	450		
LPG	Cooking	2.86 m ³ /h	68	3.01 m ³ /h	71
City Water	Kitchens / Toilets	12.23 m ³ /h	-	6.84 m ³ /h	-
Total			15907		

エネルギー換算率： (EL) 2250 kcal / kWh, (LPG) 23,640 kcal / Nm³

エネルギー仕様パターンと最大需要：

オンピーク消費： 70%
オフピーク消費： 30%
最大需要： 9380 kW

a) 再冷塔からの熱放出

全凝縮水： 24,700 Ton/Day
温度差： 3.78℃
放出熱量： 93,300×10³ kcal/Day

b) ショッピングセンターの全床面積： 191,751 m²

c) 単位面積当たりのエネルギー消費： 1,990 kcal / m²/Day
717×10³ kcal / m²/Year

日本のエネルギー消費レベルに比べ、このショッピングセンターのエネルギー消費率は高い、これは氷貯蔵システムによるものと考えられる (1996 年日本のデパート・

スーパーマーケット平均値： 345×10^3 kcal / m²/Year)。

図 8-8 にショッピングセンターのエネルギーフローを示す。

8-4 省エネルギー対策

8-4-1 電気受配電設備における改良

(1) 変圧器の需要率

それぞれの変圧器への電力負荷を最大値 80%以下に維持することを薦める。

(2) 電力バランス

変圧器能力には余裕があるので、負荷のアンバランスがあっても大きな問題はない。しかしながら将来更に負荷が増加する場合は、変圧器の効率とともに電力バランスを最適化するような検討が必要である。

(3) 受電電圧

タップ調整または自動電圧コントローラーの採用が望ましい。

(4) 周波数

日本でも周波数偏差に対する許容規制はない。しかしながら、日本の供給者は周波数を 49.8 と 50.2 Hz の間に保つようになっている (50 Hz 地域)。対策としては、運転条件を常時監視することを薦める。

(5) 電力消費

製氷設備を改良すること等により、70%程度にすることを薦める。

(6) 力率

低力率 (0.5 から 0.6) を解決するには、以下の対策をとることを薦める。

- 1) 運転方法改良 (製氷設備を含む) が必要である。力率から判断して、冷凍器 TX-1 系列は、稼働率が低いことが理由である。
- 2) リングフィーダー No.1A を除き力率が 0.6 と低すぎる。各相の不均衡電流を検討し、接続負荷を調整することを薦める。
- 3) 力率改善のためコンデンサー能力の見直しと自動力率調整の検討を薦める。

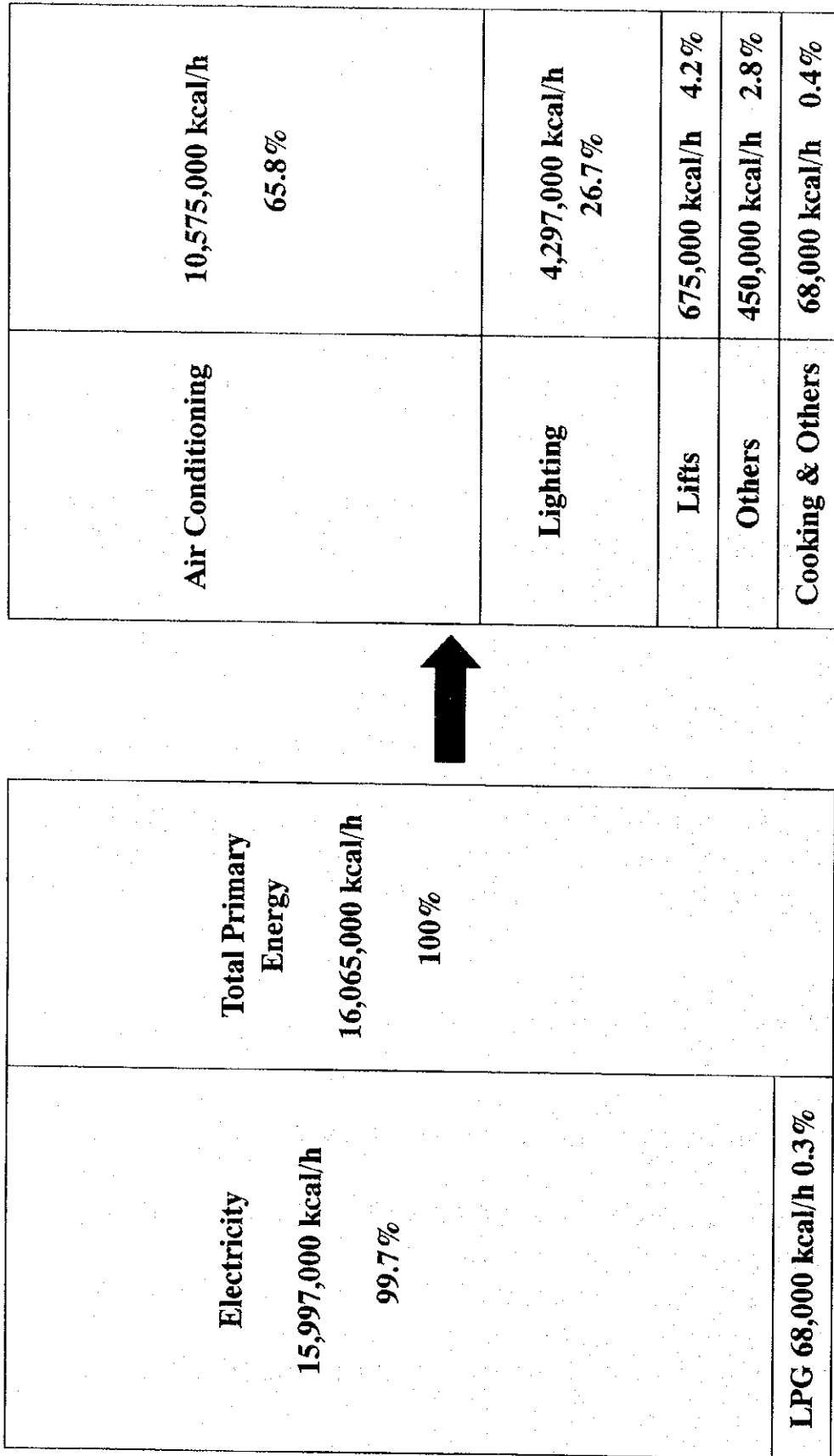


Figure 8-8 Energy Flow of Shopping Complex

8-4-2 冷房システムの改良

(1) 冷凍器

運転モードを改良することにより更なる省エネルギーが期待できる。

現状運転モード： 1系列運転/昼間、 4系列/夜間

改良運転モード： 0系列運転/昼間、 5系列/夜間

(No Chiller Operation 昼間)

この改良により最大需要チャージの低減と昼夜の電力価格差を最大限に利用を計ることができる。

しかしながら、夜間5基運転を実施しても十分な熱(冷熱)を供給することはできない。また氷貯蔵タンクの増設も必要である。

製氷能力：

$$700 \times 5 \text{ units} \times 10 \text{ Hours} = 35,000$$

必要な冷凍器増強(または、省エネルギー)規模： 3,000 RT

氷タンク増設必要能力： 10,000 RT

結論的には既存の予備タンクを最大限に利用したタンク増設を薦める。

この場合、採用技術として省エネルギー型新技術の採用を薦める。たとえば、日本においてかなりの実績あるプラスチックボール技術(潜熱利用貯槽)がある。

モーターの電気消費低減には水量可変システム(VVV)が効果的である。

マレーシアでは天然ガスの利用が広がってきているが、将来このショッピングセンターの拡張が現実的になったなら、天然ガスを利用することをコジェネレーション、吸収式冷凍器等とともに検討すべきである。

この冷凍器は冷媒としてエチレングリコールを使っている。エチレングリコールの濃度は28%(35%が最大限界濃度)である。エチレングリコールの濃度を増加させると溶融点も低下し温度差が広がる。したがって、冷凍器能力を増加させることが出来る。

(2) 空調設備

空調設備のメンテナンス強化を強く要望する。特にダクトの洩れ、フィルター洗浄、閉塞物の除去。このようなメンテナンスの徹底により、システム全体の差圧を低減することができ、空気量コントロールを採用すれば、電力削減につながる。

Bandar Utama City Corporation と JUSCO は、エネルギー供給者と利用者との関係にある

が総合的省エネルギーを進めるには、両者の協力が不可欠である。

(3) 他の設備

建物本体は極めて新しく、しかも建物内外の空気洩れ等がない近代的設備である。しかしながら、以下の点を考慮すればさらに省エネルギーが計れるであろう。

ブラインド・カーテンの取り付け (特に管理部門区域)

熱線吸収フィルムの採用による窓ガラスの改良

壁のスリット修理と天候変化対応ストリップの付替え

8-4-3 照明システムと室内環境の改良

(1) 各店舗の照度は比較的高いので、共通部分の照度を減少させることにより店舗内部を一層目立たせることが出来る。

(2) 照度の平準化には、次のような対策が考えられる。

1個スイッチがカバーする照明数を減少させること。

建物外からの光利用 (太陽光)

自動オン・オフスイッチの採用

照度調整

(3) 空調設備の空気量を減少させ平均温度を高くすることにより省エネルギーに繋げる。さらに、空調設備に熱負荷変動に対応するインバーターを採用することにより省エネルギーが計れる。

空気量可変システム(VAV)も検討の価値がある。

(4) 温度センサーをクリティカルな場所に設置することにより省エネルギー効果が計れる。

(5) 表・裏出入口は常時開放であり、熱ロスが大きく密閉型にすべきである。

8-5 省エネルギーポテンシャル

以下に省エネルギーポテンシャルを示す。

(1) 受電変圧器の停止：		20kW
(2) 照度低下：		24 kW
(3) 建物内温度上昇 2℃： 冷凍器の電力 20%低減		940 kW
(4) 出入り口からの熱ロス低減： 80% 低減 (452,000 kcal/h)		75 kW
(5) オフピーク時の電力利用：		940 kW-100 kW
低減電力：	$20+24+940+75-100=959$ kW	(23,000 kW/D)
夜間電力利用：	940 kW	(22,560 kW/D)
現在の電力使用量：	7,070 kW	(169,700 kW/D)
低減率：	13.5%	
転換率：	13.3%	

8-6 省エネルギー対策のコスト

以下に省エネルギー対策のコストを示す。

(1) 受電変圧器の停止

T-11-1 変圧器は、負荷が小さいため停止出来る。したがって、T-11-2 変圧器のみの運転となる。 手動停止操作が可能である。

費用：零

(2) 照度低減

1) 不必要な照明の消灯：100W*100 (10kW)

費用：零

2) 白色灯 (100W) を蛍光灯 (60W) に変更：40W*100 (4 kW)

費用：零

3) 照度による自動点灯・消灯システム：100W*100 (10kW)

費用： 266,000 円

(3) 建物内温度 2℃上昇

費用：零

(4) 出入り口からの熱ロス対策

80%の熱ロス低減 (452,000 kcal/h)

1) エアーカーテン 費用： 126,000 円

2) 回転ドア 費用： 8,000,000 円

(5) オフピーク時の電力利用

1) 氷貯蔵： 68,000,000 円

2) 冷媒・冷水熱交換器、冷媒タンク、ポンプ： 10,000,000 円

3) 計器： 8,000,000 円

4) 配管： 21,200,000 円

費用： 107,200,000 円

8-7 省エネルギー対策の便益

8-7-1 マレーシアの現行エネルギー価格

提唱したすべての省エネルギー対策において電力が節減される。バンドルウタマ・ショッピングセンターにおける現在の電気料金は、テナガナショナルのタリフ（1997年5月1日発効）のC2区分に従っている。この区分のタリフに従い電力料金は以下のようになる。

-ピーク負荷料金（8時から22時まで）	0.208 RM/kWh
-オフピーク負荷料金（22時から8時まで）	0.128 RM/kWh
-最大需要料金	25.7RM/kW/month

8-7-2 対策の便益

各対策の便益を推算し、その結果を表8-3に示す。

Table 8-3 Estimation of Benefit from Measures

Measures	Benefit, RM/year
Stoppage of Incoming Transformer	36,770
Decreasing the illumination intensity	58,533
Increasing the temperature of building area by 2°C	2,209,720
Prevention of heat loss from entrances	182,916
Utilization of off-peak electricity	836,520

8-8 省エネルギー対策の財務分析

本節では投資による以下の対策の財務的フィージビリティを知るために財務分析を行う。

- 照度の低下
- 出入口からの熱損失防止
- オフピーク電力の利用

8-8-1 財務分析の前提

財務分析は以下の前提のもとで行われる。

- (1) 為替レート： US\$ 1 = RM 3.8 ; US\$ 1 = JY 118
- (2) プロジェクト・ライフ： 運転開始から 15 年
- (3) 法人税率： 35%
- (4) 減価償却： 定額法が適用され、プラントおよび機械類に対する減価償却率は年 7.5%
- (5) 投資額： 表 8-4 にマレーシア・ドルで表示された投資額（前述の日本円での数値から換算した）を財務分析に使用する。

Table 8-4 Fixed Investment for Measures

Measures	Fixed Investment, RM
Decreasing the illumination intensity	8,566
Prevention of heat loss from entrances	261,685
Utilization of off-peak electricity	3,452,203

8-8-2 財務分析の結果

表 8-5 に、上記 3 つの対策に対する税引き前 FIRROI、税引き後 FIRROI および回収期間を示す。

Table 8-5 Results of Financial Evaluation

Measures	FIRROI	FIRROI	Payback Period
	before tax	after tax	
Decreasing the illumination intensity	683.3%	446.8%	0.2 years
Prevention of heat loss from entrances	69.9%	47.9%	2.1 years
Utilization of off-peak electricity	23.2%	16.4%	5.4 years

8-8-3 財務分析の結論

現地調査の際入手した情報では、最近のマレーシアの貸出金利は年率 12 から 14% の範囲にある。この金利がマレーシアにおける資本の機会費用と考えられる。3 つの対策すべてについて FIRROI はこの資本の機会費用を超える。また、回収期間は「照度の低下」と「出入口からの熱損失防止」の 2 つの対策については好ましく、残りの「オフピーク電力の利用」は妥当なものと言える。このことから、検討した 3 つの対策は、本調査で設定した条件においては財務的にフィージブルであると考えられる。

8-9 省エネルギーのための提言

バンドルウタマ・ショッピングセンターのエネルギー診断および引き続き行われた検討に基づき、以下の様な省エネルギー対策を提言する。

(1) 投資が必要な対策

- 1) 照度によって作動する自動オン・オフ・スイッチを設置し、白熱球を蛍光灯へ交換し、さらに不要な照明を消すことを提言する。この対策は財務分析の結果により財務的にフィージブルと考えられる。
- 2) 回転ドアおよびエアカーテンを取り付けることによって出入口からの熱損失を防止することを提言する。この対策の投資は財務的にフィージブルであると考えられる。
- 3) 現在の氷蓄熱システムを拡張することによってオフピーク電力をさらに利用することを提言する。この投資も財務的にフィージブルであると言える。

(2) 投資を必要としない対策

- 1) 受電トランス T-11-1 を停止することを提言する。この対策により投資なしで年間 37,000 リンギットの電気代が削減できると期待される。
- 2) 建物内の温度を 2℃上げることを提言する。この対策によって年間 220 万リンギットの電気代節減が期待される。この便益は提言する対策において最大のものである。

(3) その他の提言

その他の対策を表 8-6 に纏める。

Table 8-6 Other Recommendations

Category	Recommendations
Architectural Structure	(a) To install blinds and curtains on windows to shelter rooms from sunshine
	(b) To renovate glass windows by adopting thermic ray absorption film
	(c) To repair slits and replace weather strips on the walls
Renovation and Expansion of Air-conditioning	(a) To install an overall air heat exchanger in future when the number of customers increases
	(b) To make a study on the co-generation system if LPG becomes available as a heat source in future
	(c) To install an additional Variable Air Volume (VAV) system
	(d) To adjust the room pressure to prevent excess draft
Operation, Maintenance, Management, Living Style and Others	(a) To reduce suction air volume from entrances
	(b) To adjust suction air volume by installation of carbon dioxide detectors
	(c) To establish rules of air-conditioning system operation between Bandar Utama City Corporation and JUSCO before introducing an automatic control system for the air-conditioning system
	(d) To inspect and repair air leakage from the ducts
	(e) To clean coils and filters of air-conditioners
	(f) To clean condensers and evaporators of chillers
	(g) To reinforce the monitoring system by increasing the number of measuring equipment pieces
	(h) To clean lighting appliances and exchange aged lamps
	(i) To increase lighting efficiency by cleaning the inner surfaces of rooms
	(j) To extinguish lights around windows
	(k) To regularly open/close blinds
(l) To regularly close front & stairwell doors	
(m) To frequently open/close windows	