

インドネシア国
省エネルギー普及促進調査

ファイナルレポート
省エネルギーガイドライン
ドラフト版

平成 21 年 8 月
(2009 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

委託先
電源開発株式会社

目 次

1. 省エネ管理の概要.....	1-1
1.1 エネルギー管理組織・体制作り・教育.....	1-3
1.1.1 推進委員会の設置（社長、工場長などがリーダー）.....	1-3
1.1.2 省エネ担当部門または担当者の設置と権限委譲.....	1-3
1.1.3 従業員教育.....	1-3
1.1.4 全員参加による改善活動.....	1-3
1.1.5 外部専門家によるアドバイス依頼.....	1-3
1.2 エネルギーの使用状況の把握・評価.....	1-4
1.2.1 収集資料・データ.....	1-4
1.2.2 エネルギー消費分析.....	1-4
1.3 改善目標の設定.....	1-9
1.3.1 経営者による省エネ方針の明確化.....	1-9
1.3.2 関係部門による具体的目標・計画の作成と実施.....	1-9
1.4 改善活動.....	1-10
1.4.1 省エネ診断チェックリスト.....	1-10
1.4.2 省エネ手法まとめ.....	1-10
1.5 改善効果確認.....	1-11
1.6 エネルギー管理・保守点検.....	1-11
1.6.1 エネルギー管理.....	1-11
2. 省エネ診断の手法.....	2-1
2.1 はじめに.....	2-1
2.2 診断の手順（概要）.....	2-2
2.2.1 「工場」の概要把握.....	2-2
2.2.2 診断計画の作成.....	2-3
2.2.3 診断計画に基づいた測定・調査の実施.....	2-4
2.2.4 改善項目に関する合意形成.....	2-4
2.2.5 改善案の検討.....	2-5
2.3 診断の着眼点.....	2-11
2.4 「工場」概要の把握.....	2-18
2.5 測定計画の作成.....	2-26
2.6 測定器の説明.....	2-30

2.6.1	計測器リスト	2-30
2.6.2	計測器の概要	2-30
2.7	測定データの処理	2-35
2.7.1	測定と誤差	2-35
2.7.2	測定データの収集と処理手順.....	2-36
2.7.3	測定データの処理	2-39
2.8	診断報告書作成	2-40
3.	特定工業と商業ビルにおける省エネ診断ガイドライン.....	3-1
3.1	共通技術	3-1
3.1.1	照明の省エネ	3-1
3.1.2	エアコンプレッサの省エネ.....	3-11
3.1.3	電動機の省エネ	3-20
3.1.4	電気設備の管理	3-28
3.1.5	変圧器の省エネ	3-33
3.1.6	送風機(ファン、ブロワ)の省エネ.....	3-39
3.1.7	ポンプの省エネ	3-45
3.1.8	ボイラの省エネ	3-55
3.2	鉄鋼業における省エネガイドライン.....	3-74
3.2.1	まえがき	3-74
3.2.2	電炉工場のプロセス概要と省エネテーマ.....	3-76
3.3	繊維染色業における省エネ診断ガイドライン.....	3-100
3.3.1	基本項目	3-100
3.3.2	染色加工工程における省エネ推進の着眼点.....	3-107
3.4	商業ビルの省エネ診断ガイドライン.....	3-146
3.4.1	基本事項	3-146
3.4.2	省エネ診断のチェックポイント.....	3-150
3.4.3	商業ビルにおけるエネルギー利用効率化手法.....	3-156
3.4.4	空調設備	3-164
3.4.5	搬送設備系の省エネ	3-170
3.4.6	制御・システム機器	3-174
3.4.7	照明設備	3-177
3.4.8	昇降機	3-178

表リスト

表 2.4-1	工場エネルギー診断事前調査票	2-19
表 2.4-2	商業ビルエネルギー診断事前調査票	2-23
表 2.5-1	AAA 工場 測定スケジュール(例)	2-28
表 2.5-2	Measuring Data Record	2-29
表 2.6.2-1	計測器リスト	2-31
表 2.7.2-1	データの処理例	2-38
表 2.8-1	工場エネルギー診断報告書書式(例)	2-41
表 3.1.1-1	光源の性能要素	3-4
表 3.1.1-2	各種光源の特性比較	3-6
表 3.1.1-3	工場・事務所の照度基準（「イ」国 国家規格 NI 03-6197-2000）	3-8
表 3.1.2-1	空気圧縮機の理論動力(kW)	3-13
表 3.1.2-2	空気漏れ測定結果	3-19
表 3.1.3-1	誘導電動機に対する電圧変動の影響	3-24
表 3.1.3-2	インバータ導入に伴うトラブルと対策	3-27
表 3.1.3-3	省エネ効果計算例	3-27
表 3.1.5-1	三相高圧変圧器の効率	3-34
表 3.1.5-2	低損失形変圧器と汎用変圧器の比較	3-35
表 3.1.5-3	鉄心材質による損失比較	3-36
表 3.1.6-1	送風機の特性比較	3-39
表 3.1.6-2	伝達効率(η_t)の値	3-41
表 3.1.6-3	余裕率(ϕ)の値	3-41
表 3.1.7-1	ポンプの裕度	3-48
表 3.1.8-1	ボイラの分類	3-55
表 3.1.8-2	ボイラの熱勘定表	3-60
表 3.1.8-3	ボイラにおける省エネ項目ボイラにおける省エネ項目	3-63
表 3.1.8-4	ボイラの目標空気比標準(日本の省エネ法)	3-68
表 3.1.8-5	工業炉の目標空気比標準(日本の省エネ法)	3-68
表 3.1.8-6	ボイラの排ガス温度基準	3-71
表 3.1.8-7	工業炉の目標排熱回収率	3-71
表 3.1.8-8	工業炉の表面温度基準	3-72
表 3.2.2-1	電炉工場における省エネ対策テーマ	3-77
表 3.2.2-2	電気アーク炉の熱勘定例	3-80
表 3.2.2-3	電気炉能力と電気機器の関係	3-81
表 3.2.2-4	電力省エネに関する代替エネルギーの効果	3-84
表 3.2.2-5	Tap-to-Tap 時間と電力原単位の関係	3-86

表 3.2.2-6	加熱炉の熱収支計算例	3-88
表 3.2.2-7	設備概要	3-96
表 3.2.2-8	操業データリスト	3-97
表 3.2.2-9	測定データリスト	3-98
表 3.2.2-10	熱収支計算表	3-99
表 3.3.1-1	エネルギー消費からみた繊維産業サブセクターの特徴	3-101
表 3.3.1-2	繊維産業におけるサブセクター別の省エネポテンシャル推計	3-105
表 3.3.2-1	染色加工工程別省エネ対策テーマ(短期～中期目標)	3-113
表 3.3.2-2	代表的な繊維の水分率	3-120
表 3.4.1-1	エネルギー管理の概要	3-146
表 3.4.1-2	各設備に対する計測点と計測項目	3-149
表 3.4.1-3	換算値例	3-150
表 3.4.2-1	建物の使い方の工夫による省エネ策	3-151
表 3.4.2-2	建物・施設の運転管理の工夫による省エネ策	3-152
表 3.4.2-3	建物・施設の維持管理による省エネ策	3-154
表 3.4.2-4	建物・施設の改修投資による省エネ策	3-154
表 3.4.3-1	用途別電力原単位例	3-156
表 3.4.4-1	空気調和におけるエネルギー利用の評価指標	3-170
表 3.4.6-1	BEMS の概念	3-175
表 3.4.8-1	ロープ式エレベータの制御方式の変遷	3-179
表 3.4.8-2	インバータ制御化による電力消費量の低減率	3-180
表 3.4.8-3	消費電力の概略計算式	3-181

図リスト

図 2.2-1	「工場」エネルギー診断のフローチャート	2-2
図 2.5-1	測定記録シート(例)	2-29
図 2.7.2-1	測定データの処理フロー	2-36
図 2.7.2-2	データの処理例(グラフ)	2-38
図 3.1.1-1	電球形蛍光灯(CFL)	3-3
図 3.1.1-2	各種光源の寿命特性	3-5
図 3.1.1-3	各種光源の光束経年特性	3-10
図 3.1.1-4	ランプと照明器具にダスト堆積による光束低下	3-10
図 3.1.2-1	空気圧システムの構成	3-11
図 3.1.2-2	エアコンプレッサーの型式別マーケットシェア	3-12
図 3.1.2-3	空気圧縮機の負荷特性	3-14
図 3.1.2-4	ターボ圧縮機のバタフライ弁方式と IGV 方式の比較	3-15
図 3.1.2-5	台数制御による負荷特性	3-16
図 3.1.2-6	小口径ノズルからの空気吹き出し量	3-19
図 3.1.3-1	三相籠形誘導電動機の出力による効率比較	3-21
図 3.1.3-2	三相籠形誘導電動機の負荷率による効率比較	3-21
図 3.1.3-3	高効率電動機の省エネ効果	3-22
図 3.1.3-4	回転数制御の分類	3-23
図 3.1.4-1	電力管理の分類	3-28
図 3.1.4-2	電力、重油、水の使用量の日別変化	3-29
図 3.1.4-3	日負荷曲線の例	3-30
図 3.1.4-4	変圧器の負荷と効率、損失の関係	3-31
図 3.1.4-5	コンデンサ設置場所	3-32
図 3.1.5-1	変圧器の効率例	3-34
図 3.1.5-2	変圧器の効率と力率の関係	3-34
図 3.1.5-3	アモルファス鉄心変圧器の負荷率と効率	3-36
図 3.1.5-4	珪素鋼板変圧器の負荷率と効率	3-36
図 3.1.5-5	2台の変圧器の使用例	3-37
図 3.1.6-1	各種送風機の実績曲線	3-40
図 3.1.6-2	ブローの省電力要素	3-42
図 3.1.6-3	送風機電動機入力比較	3-44
図 3.1.7-1	ポンプの分類	3-45
図 3.1.7-2	ポンプの形状	3-46
図 3.1.7-3	ポンプの実績曲線	3-47
図 3.1.7-4	汎用ポンプの効率	3-48

図 3.1.7-5	Colebrook による λ 値	3-49
図 3.1.7-6	回転数変更による変化	3-50
図 3.1.7-7	揚程変更による軸動力の差	3-51
図 3.1.7-8	回転数によるポンプ性能変化	3-51
図 3.1.7-9	ポンプの並列運転性能曲線	3-52
図 3.1.8-1	炉筒煙管ボイラ	3-55
図 3.1.8-2	水管ボイラ	3-56
図 3.1.8-3	石炭燃焼水管ボイラの設備フロー	3-57
図 3.1.8-4	スプレッダー・ストーカ燃焼装置	3-57
図 3.1.8-5	小型貫流ボイラ	3-58
図 3.1.8-6	ボイラ熱勘定の標準範囲	3-59
図 3.1.8-7	ボイラの省エネ特性要因図	3-62
図 3.1.8-8	ボイラ (20t/h) の熱勘定例	3-65
図 3.1.8-9	ボイラの空気比制御装置	3-67
図 3.1.8-10	基本的な燃焼制御装置	3-67
図 3.1.8-11	空気予熱による燃料節約率	3-70
図 3.2.1-1	鉄鋼製造プロセスフロー	3-75
図 3.2.2-1	電気炉製鋼法の原料と製品フロー	3-76
図 3.2.2-2	アーク炉工程フローと省エネ対策	3-79
図 3.2.2-3	補助バーナの設置例	3-82
図 3.2.2-4	助燃バーナの効果	3-82
図 3.2.2-5	酸素吹き込みの効果	3-83
図 3.2.2-6	Conceptional Drawing of Scrap Preheating Equipment	3-84
図 3.2.2-7	アーク炉操業における Tap-to-tap 時間と電力停止時間の関係	3-85
図 3.2.2-8	圧延工程フローと省エネ策	3-87
図 3.2.2-9	空気比と燃料原単位の関係	3-89
図 3.2.2-10	スキッドパイプの二重断熱方式	3-91
図 3.2.2-11	リジエネレティブバーナ設置の加熱炉概念図	3-92
図 3.2.2-12	空気予熱器の効果	3-93
図 3.2.2-13	ウォーキングビーム式加熱炉の熱収支計算図	3-94
図 3.3.1-1	「イ」国における繊維サブセクターの投資推移	3-106
図 3.3.2-1	木綿およびポリエステル混紡織物の連続式加工工程と装置	3-108
図 3.3.2-2	ポリエステル 100% フィラメント織物の加工工程と装置	3-110
図 3.3.2-3	木綿ニットの染色加工工程と装置	3-111
図 3.3.2-4	染色装置表面からの熱放散と断熱材効果	3-114
図 3.3.2-5	旧タイプの水洗槽	3-115
図 3.3.2-6	洗浄水の流量制御弁模式	3-116
図 3.3.2-7	シリンダー乾燥装置	3-118

図 3.3.2-8	シリンダー乾燥機の内部構	3-119
図 3.3.2-9	シリンダー乾燥機用ロータリージョイント断面図	3-119
図 3.3.2-10	繊維の乾燥とセット温度曲線	3-120
図 3.3.2-11	部分接触式水分センサー	3-121
図 3.3.2-12	全幅トラバース型水分センサー	3-121
図 3.3.2-13	テンター、乾燥機ファン用インバータ	3-124
図 3.3.2-14	排気湿度センサーとモニタリング	3-125
図 3.3.2-15	布地表面温度計(テンター天井据付型)	3-127
図 3.3.2-16	連続精練・リラックス装置	3-128
図 3.3.2-17	高温排水熱回収システム	3-128
図 3.3.2-18	2つの代表的な廃熱回収用熱交換機の外観および内部構造	3-129
図 3.3.2-19	ループ乾燥装置概略図	3-130
図 3.3.2-20	ネットコンベアー乾燥装置略図	3-130
図 3.3.2-21	ネットコンベアーでの熱風乾燥の概略図	3-130
図 3.3.2-22	代表的な高圧液流染色機概略図	3-131
図 3.3.2-23	バンドン近郊の染色企業排水処理曝気槽	3-135
図 3.3.2-24	バンドン近郊の染色企業の曝気槽へ送気管	3-136
図 3.3.2-25	ポリストリーム洗浄装置	3-137
図 3.3.2-26	Air-Flow 染色装置	3-137
図 3.3.2-27	省エネ機構を盛り込んだ染色機	3-138
図 3.3.2-28	幅方向伸縮可能ノズル テンター	3-138
図 3.4.3-1	Guidelines for Energy Conservation Measures for Office Buildings	3-157
図 3.4.3-2	Guidelines for Energy Conservation Measures for Large Retail Shops	3-158
図 3.4.3-3	Guidelines for Energy Conservation Measures for Hospitals Buildings	3-159
図 3.4.3-4	Guidelines for Energy Conservation Measures for Hotels Buildings	3-160
図 3.4.3-5	部門別エネルギー消費量	3-162
図 3.4.4-1	建物用途別エネルギー消費量内訳	3-164
図 3.4.4-2	冷凍機の冷水出口温度と電動機入力の関係	3-166
図 3.4.4-3	遠心式冷凍機の冷却水温度と電動機入力の関係	3-166
図 3.4.4-4	吸収冷凍機冷却水温度入力の関係	3-167
図 3.4.5-1	インバータ制御事例	3-171
図 3.4.5-2	VAV 制御	3-172
図 3.4.5-3	送水圧力制御の省エネ	3-173
図 3.4.6-1	「統合化 BEMS の構成」	3-176
図 3.4.7-1	Effect of Energy Conservation by Mode	3-178
図 3.4.8-1	駆動方式からの昇降機分類	3-179
図 3.4.8-2	インバータ制御の電力消費パターン	3-180
図 3.4.8-3	エスカレータの自動運転制御	3-182

1. 省エネ管理の概要

「イ」国における省エネ推進の一助として『省エネルギーガイドライン』（案） / 『Energy Efficiency and Conservation Guideline』（draft）をとりまとめた。

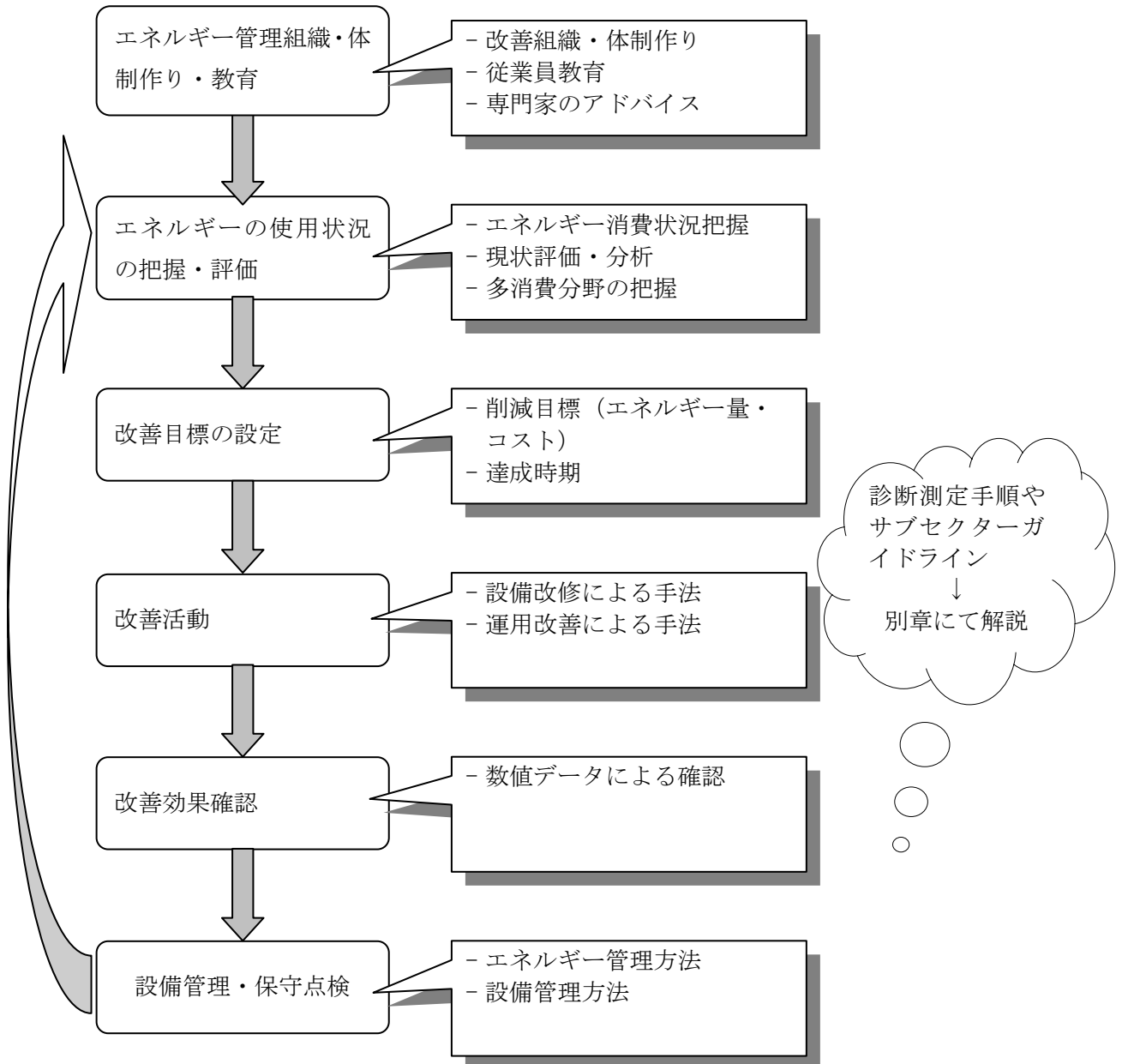
本ガイドラインの構成は以下のとおりである；

1. 省エネ管理の概要 / Outline of management for Energy Efficiency and Conservation (EE&C)
2. 省エネ診断の手法 / Methodology of conducting an energy audit
3. 特定工業と商業ビルにおける省エネガイドライン / Guideline for energy efficiency improvement and conservation on specified industries and commercial buildings
 - 3.1 共通技術 / Common technology
 - 3.2 鉄鋼業における省エネガイドライン / Guideline for energy efficiency improvement and conservation for iron and steel-making industry
 - 3.3 繊維染色業における省エネガイドライン / Guideline for energy efficiency improvement and conservation for textile industry, especially dyeing and finishing process
 - 3.4 商業ビルにおける省エネガイドライン / Guideline for energy efficiency improvement and conservation for commercial buildings

以下本章では、工場やビルにおける省エネ管理の概要について記述する。

下図は省エネ推進のための手順のフローである。

効率的、持続的に省エネを推進していくためには、この手順の実現が不可欠かつ早道と考える。



省エネ推進フロー

1.1 エネルギー管理組織・体制作り・教育

1.1.1 推進委員会の設置（社長、工場長などがリーダー）

効果的に省エネ管理を行うためには、個人の力では限界がある。そのため、なるべく事業場内の組織の上位者である社長、工場長などがリーダーとなる省エネ推進委員会を組織し、全員参加方式によりエネルギー利用の効率化を推進する体制を構築することが最も重要である。

推進委員会では、省エネ目標の設定や実効性のある計画の承認、および対策実施後の達成状況を定期的にチェックし、継続的に管理サイクル（Plan→Do→Check→Action→）を回していくことが必要である。

1.1.2 省エネ担当部門または担当者の設置と権限委譲

省エネ担当部門は、多部門にまたがる調整や経営者に対する承認行為が多く必要となる。省エネ業務を迅速化し円滑に推進するためには、省エネ担当責任者に対して適切に決定権限を与えることが大切である。

また、推進委員会で決定すべき内容を明確にしたり、関連部門とお互いにどのように仕事を分担するかを決めたりすることも重要である。

1.1.3 従業員教育

省エネ担当部門に必要な公的な資格や技能を明確にし、研修・教育スケジュールを計画し実行する。省エネ技術は、多分野にまたがる上、目新しい製品が次々と市場に投入されるので、部門設置時だけでなく、つねに反復して新しい知識や技術の習得に努めることが必要である。

なお、従業員教育を外部に委託して実施することも効果的である。

1.1.4 全員参加による改善活動

省エネ担当部門と協力する形で、各部門においては TQC 運動などの方法で工場長から現場の第一線の人たちまで全員参加方式により問題点と改善案の抽出（改善活動）を行うことが肝要である。

また、会社全体で省エネ改善効果を発表する機会を設けたり、表彰制度を設けることにより意識高揚を図りながら継続的に推進していったりすることも効果的である。

1.1.5 外部専門家によるアドバイス依頼

エネルギー管理組織の整備をはじめとし、省エネ活動が根付くまでは外部専門家のアドバイスを依頼することが効果的である。その他、技術的な判断や従業員教育など、継続的に必要となる業務についても外部専門家の力を借りることができる。

1.2 エネルギーの使用状況の把握・評価

1.2.1 収集資料・データ

エネルギー使用状況を把握して評価するための基本的な情報として、別添1で示すチェックリストを使用しながら以下のデータを収集・整理する。

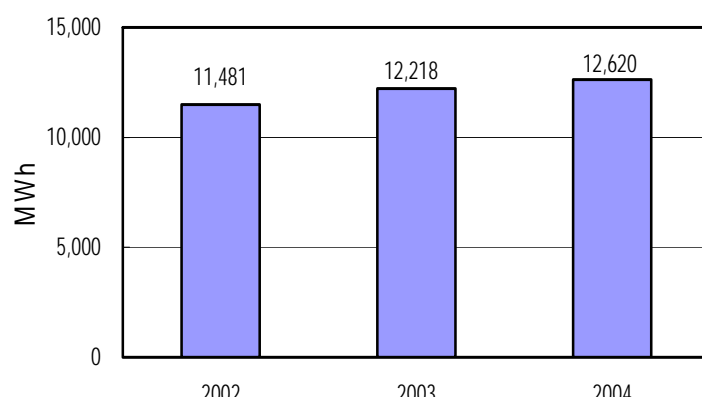
- (1) 建物、設備の竣工図
- (2) エネルギー消費データ（油、電気、水等）
- (3) 施設利用状況（施設利用時間、生産量等）
- (4) 設備運転各種データ（気温、冷温水温度、照度等）
- (5) 設備仕様（容量、効率等）

1.2.2 エネルギー消費分析

(1) 基本データ作成

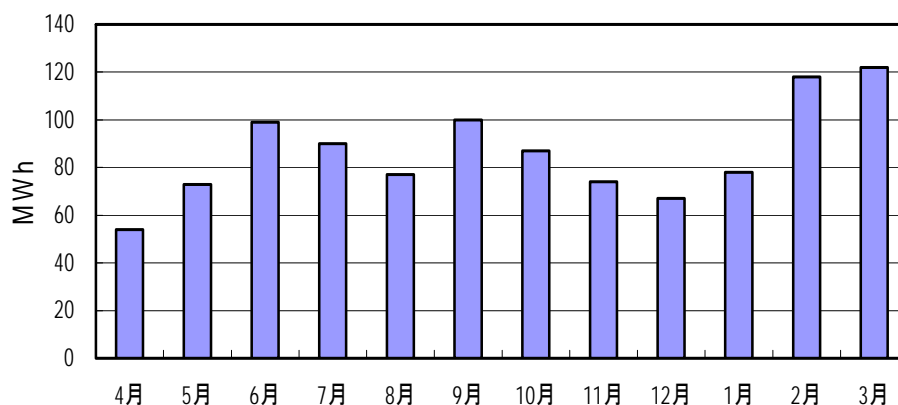
1) 年間消費量グラフ化

年間のエネルギー消費データ（電気・油・水等）のグラフを作成する。



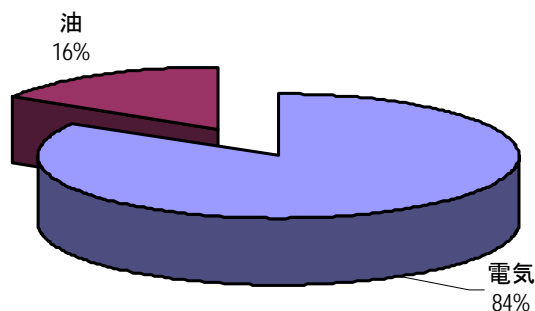
2) 月別消費量グラフ化

月別のエネルギー消費データ（電気・油・水等）のグラフを作成する。



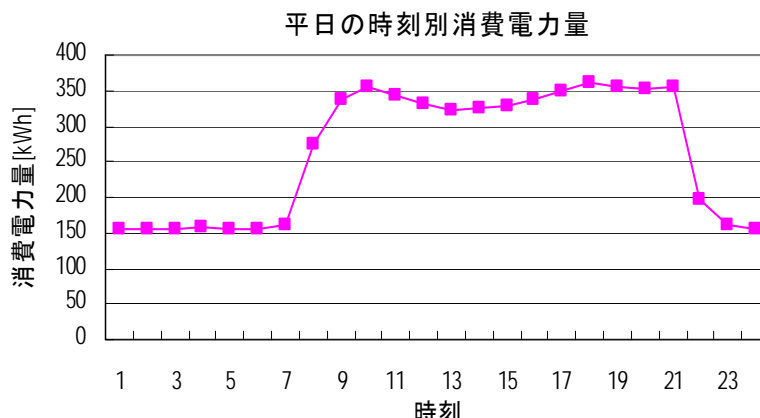
3) エネルギー別年間エネルギー消費量のグラフ化

エネルギー種別毎の年間消費量を MJ 単位に置き換え比率を算出する。



4) 代表日の時間別消費グラフ化

代表日のエネルギー消費データがある場合または、新たに電力量計を読み取る等によって時間別の消費量を把握・グラフ化する。



5) エネルギー消費原単位算出（建築延床面積当り、客室数当り、生産数当り等）

事務所・官庁施設・スーパーマーケット等については、建築延床面積あたりのエネルギー消費データ（MJ/m²年）を計算する。

ホテルについては、利用室あたりの消費データ（MJ/室年）を計算する。

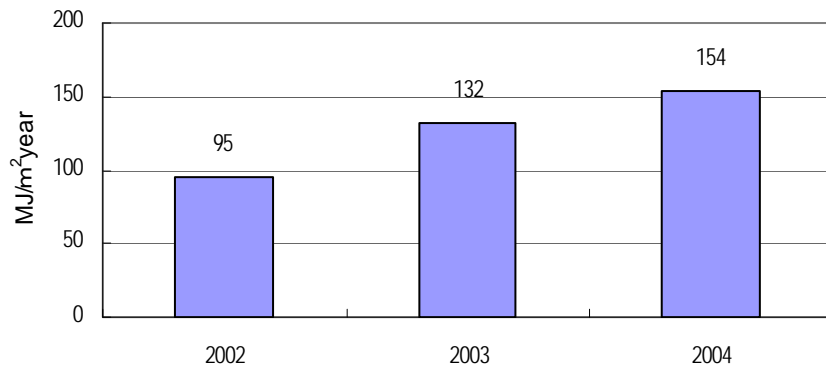
生産工場については、生産量あたりの消費データを算出する（飲料 MJ/Kl 年）

<算出例：事務所>

$$\frac{\text{年間エネルギー消費量 (MJ/year)}}{\text{建築延床面積 (m}^2\text{)}} = \text{エネルギー消費原単位 (MJ/m}^2\text{year)}$$

6) エネルギー消費原単位比較 (年・月等)

エネルギー消費原単位の年比較・月別比較を行う。



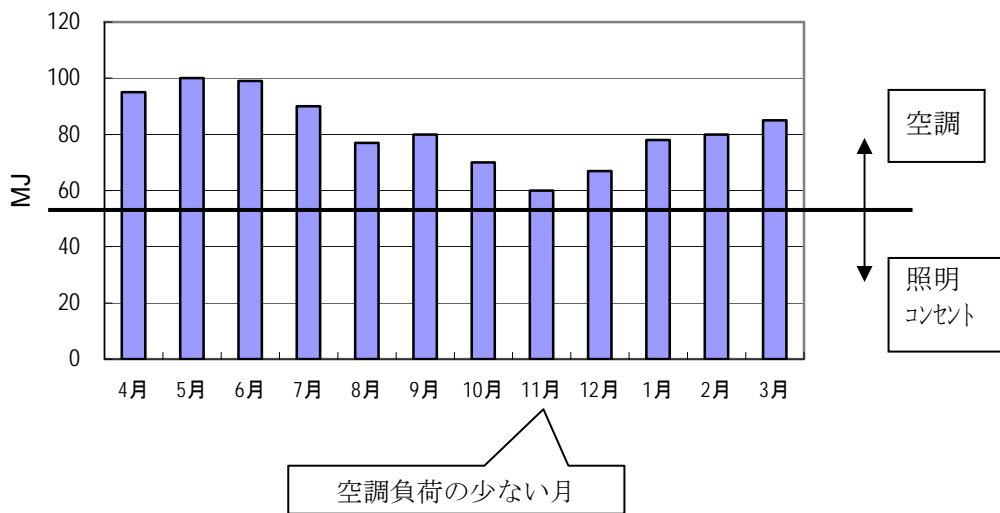
7) 環境状況把握

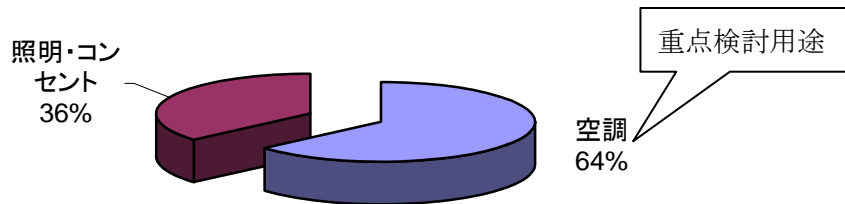
- 各室の照度分布を測定する。
- 各室の温度分布を測定する。
- 実際の末端電圧を測定する。

(2) データ分析

1) 多消費用途の把握 (省エネ策のターゲット抽出)

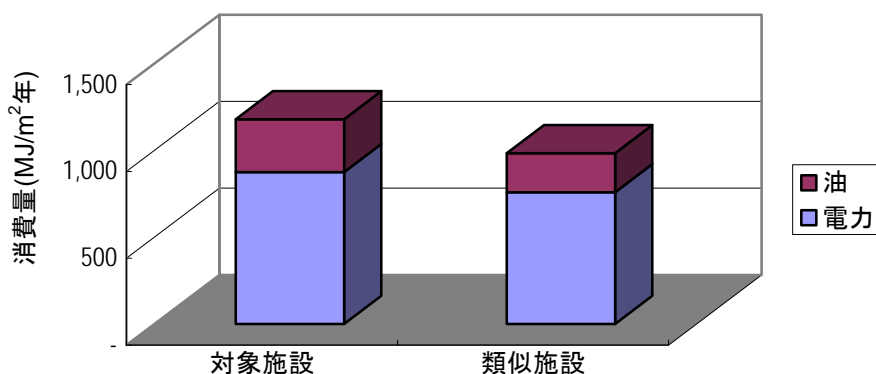
月別エネルギー消費量より、空調による消費量と照明その他の消費傾向を把握し、消費量の多い用途を重点に省エネ方策を検討する。





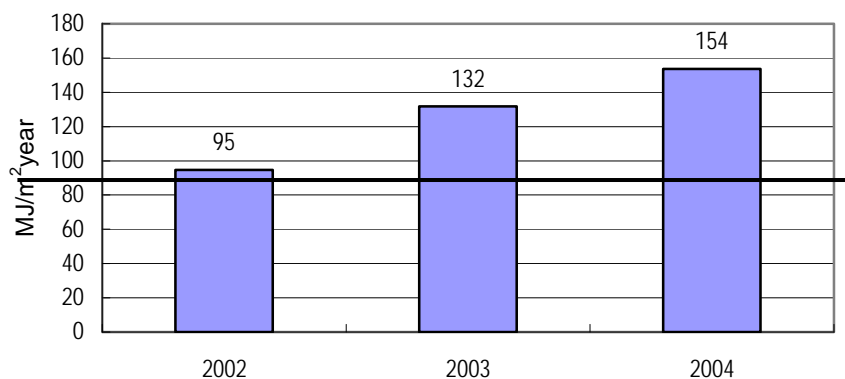
2) エネルギー消費原単位の他同種建物との比較

[施設エネルギー消費量の比較(床面積1m²当り)]



対象施設のエネルギー消費量が類似施設のデータと比較し、多いか少ないか把握

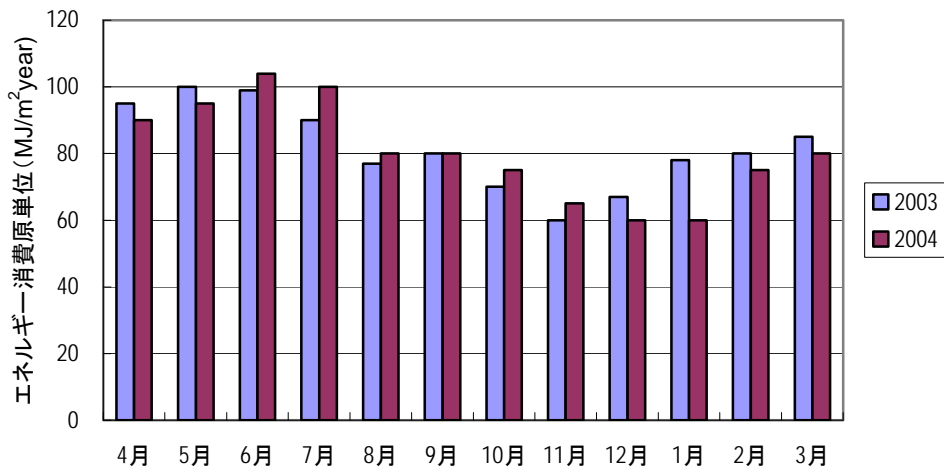
3) エネルギー消費傾向把握 (年推移)



なぜ増えた(減ったか)

- 施設の増設
- 利用時間の変更
- 外気温度(年平均温度)の差
- 上記以外が、無駄の発生(改善の効果)

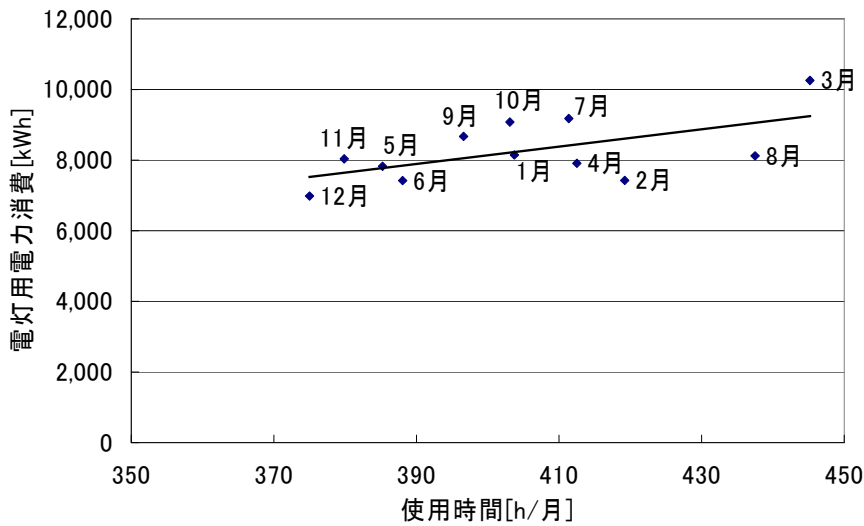
4) エネルギー原単位の大きい月と、小さい月の理由を把握
 (外気温度との比較、運転管理データとの比較等)



なぜ増えた(減ったか)

- 施設の増設
- 利用時間の変更
- 外気温度 (年平均温度) の差

上記以外が、無駄の発生 (改善の効果)



1.3 改善目標の設定

1.3.1 経営者による省エネ方針の明確化

省エネを円滑に進めるためには、経営者が参加する推進委員会において、省エネの方針を明確に設定することが必要である。例えば、「省エネ率 10%を 3 年以内に達成する。このための投資限度は年間 100 万円で、かつ投資回収年数 5 年以内のものに限る。」などの、「目標・達成期間・投資金額」を具体的に決めた目標設定が必要である。

1.3.2 関係部門による具体的目標・計画の作成と実施

関係部門は、省エネ方針に基づいて工程毎に具体的な目標を立て、推進計画表を作成し省エネ計画を実施する。

目標設定の方法としては、現状の把握に基づいて、自社事業内容を端的に反映するエネルギー指標の策定が必要である。エネルギー使用状況の把握と、エネルギー原単位等を分析した上、事業実態に合った目標を設定することにより、成果を目に見える形で集約することができる。

1.4 改善活動

1.4.1 省エネ診断チェックリスト

<例>

設備種類	チェック項目	重要度	効果	チェック	詳細検討必要条件	検討省エネ方法
管理状況	① 省エネルギーの管理体制はできているか	☆☆	☆☆	有無	無	ガイダンスに従い検討
	② 省エネルギーの啓蒙活動は実施しているか	☆☆	☆☆	有無	無	ガイダンスに従い検討
	③ 省エネルギーの目標を定めているか	☆☆	☆☆	有無	無	ガイダンスに従い検討

1.4.2 省エネ手法まとめ

(1) 設備改修チェックリスト

<例>

区分	省エネ方策	省エネ仕様の例	省エネ効果 (単位当り、%)	コスト (単位当り)	投資回収年数	手法のレベル
空調設備	⑱ 高効率空調機の使用	・エアコンを省エネタイプに更新する。	COP2.5→COP3.25インバータで電力約30%減	300US\$→400US\$	3.8(CO P2.5-3.3)	中コスト
空調設備	⑲ 高効率空調機の使用	・自然冷媒系高効率スクリーチラー(無段階制御)に更新する。	容量制御できない機器(ターボ等)に比べ10～30%空調エネルギー減	自然冷媒系高効率スクリーチラー	1.1(CO P4-6)	大コスト
照明設備	① 照明器具の高効率化(インバータ化他)	・高効率安定器	照明エネ15～30%減(照度低下あり)	高効率安定器	3.4	中コスト
照明設備	② 省エネ型ランプへの交換	・白熱灯を電球型蛍光灯(CFL)に交換(外灯など)	白熱灯60W/台→CFL14W/台で照明エネ77%減	白熱灯0.5US\$/台→2.5US\$/台	0.4	小コスト
照明設備	② 省エネ型ランプへの交換	・水銀灯をメタルハライドランプに交換(工場など)	水銀灯125W/台→MHL70W/台で照明エネ44%減	水銀灯20US\$/台→MHL24US\$/台	水銀灯→ナトリウム灯なら1.4	小コスト

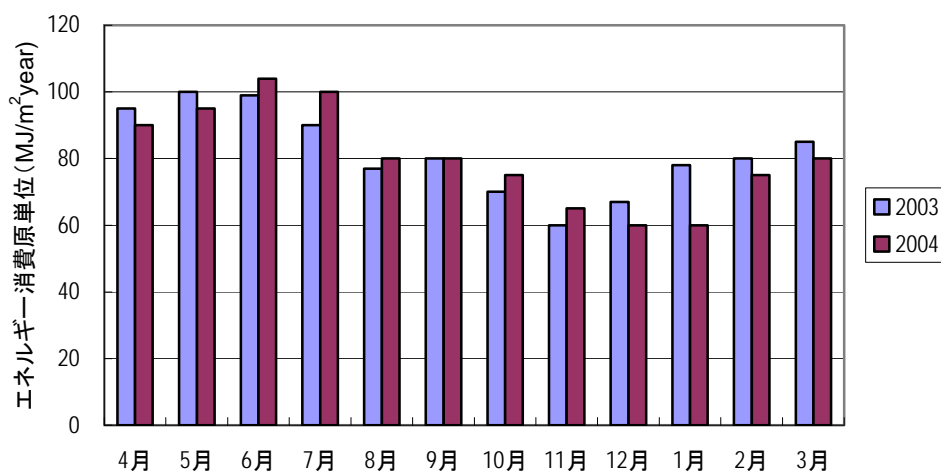
(2) 運用改善チェックリスト

<例>

区分	省エネ方策	省エネ仕様の例	省エネ効果 (単位当り、%)	コスト (単位当り)	投資回収年数	手法のレベル
空調設備	⑥ 熱源機器の効率運転	・凝縮器、蒸発器、圧縮機などは使用用途に適応した冷媒圧力・温度に調整	成績係数の向上	コスト増なし		運用
空調設備	⑥ 熱源機器の効率運転	・凝縮器に水が均等にかかる様に散水孔を工夫。	成績係数の向上	コスト増なし		運用
照明設備	③ 室内照度の適正化、無駄の削減	・初期照度補正による照度低減	蛍光灯W数×間引き本数	コスト増なし		運用
照明設備	③ 室内照度の適正化、無駄の削減	・照明器具の消灯(廊下、不使用室等)	蛍光灯W数×間引き本数×時間	コスト増なし		運用
照明設備	③ 室内照度の適正化、無駄の削減	・運用に合わせた照明時間帯制御(昼休みの消灯)	蛍光灯W数×間引き本数×時間	コスト増なし		運用
ポンプ・ファン	① ポンプ、ファンの適正容量		搬送動力の低減	コスト増なし		運用

1.5 改善効果確認

省エネ対策前と対策後の状況を比較し、改善効果を確認する。



1.6 エネルギー管理・保守点検

1.6.1 エネルギー管理

(1) 計測箇所、計測頻度

1) 電力

施設全体の系統電力と自家発電装置に電力量計を設置

計測頻度 : 月1回 代表週 : 日1回

用途別 照明コンセント系、空調動力系の電力盤に電力量計を設置

計測頻度 : 月1回 代表週 : 日1回

主要機器（冷凍機等）に電力量計を設置

計測頻度 : 月1回 代表週 : 日1回 代表日 : 時間1回

2) 蒸気

ボイラーへの燃料使用量メータの設置

計測頻度 : 月1回 代表週 : 日1回 代表日 : 時間1回

ボイラーへの給水流量メータの設置

計測頻度 : 月1回 代表週 : 日1回 代表日 : 時間1回

3) 温度、圧力測定

冷凍機 冷水系 温度計設置 温度測定

ボイラー 蒸気 圧力計設置 圧力測定

(2) 保守点検

設備・機器は、日頃の整備、点検、補修など良好な保全状態を保つことによって、その性能を十分に発揮する。設備・機器の保全は、エネルギー節約に役立つだけでなく、故障の発生や寿命の短縮を防ぐなどのメリットがある。

設備	箇所	保守の内容	頻度
照明	ランプ	清掃	年1回
		交換	2年に1回
	反射板	清掃	年1回
空調設備	エアフィルタ	清掃	随時
	ドレンパン	清掃	随時
	冷却コイル	清掃	年2回
	室外機	清掃	年2回
	送風機	Vベルト張力の調整（あるいは交換）	年2回
		ベアリング油注入（あるいはベアリング交換）	年2回
	冷媒回路	冷媒回路のチェック	年2回
	冷却水	冷却水交換（伝導度管理）	年2回
電気回路	温度調節器の作動確認	年1回	
ボイラー	バーナ	空気比の調整	年2回
	チューブ	内外面汚れのチェック	年1回
ターボ冷凍機	全般	構成機器調整、温度・圧力・振動・騒音確認	年1回
	凝縮器	凝縮圧力調整、チューブ清掃	年1回
	蒸発器	蒸発圧力調整、冷媒交換	年1回

2. 省エネ診断の手法

2.1 はじめに

工場および商業ビル（以下、「工場」）のエネルギー診断は「工場」におけるエネルギーの使用状況を明確にして、エネルギー管理の強化、設備改造およびプロセス変さらによるエネルギー使用効率の改善およびエネルギー損失の防止を提言するものである。

「工場」におけるエネルギー使用状況を把握するため、燃料、電力の使用量、被加熱物質の温度、排ガスのガス成分などのデータが必要であり、「工場」の計測器により読み取り、記録することが可能である。しかし、多くの「工場」では、生産または運用に関する計測器は設置されているが、エネルギー管理に関する計測器の設置および整備は十分ではないので、エネルギー診断において「工場」側から提供されないデータを診断チームまたは「工場」所有の測定器で測定して入手しなければならない。「工場」における測定に際しては、限られた時間内に正確な測定値を得る必要があり、測定器の設置、検出端の取り付け、測定中のデータの確認、データの記録、データの信頼性の確認などの作業が重要である。

この診断・測定マニュアルは、2007年に「イ国」内の鉄鋼工場、繊維染色工場および商業ビル（民間事務所ビル、官庁ビル、ホテル、病院、ショッピングモール）を調査した結果に基づいて作成したものであり、「工場」のエネルギー診断の手順と「工場」における測定技術、データ解析手法、診断レポート作成方法を主体にまとめたものである。「イ」国の技術者がエネルギー診断を行う際に、本マニュアルを参考として使用し、「工場」の省エネ推進に大きな成果を上げることを期待する。

2.2 診断の手順（概要）

「工場」エネルギー診断の一般的な手順を図 2.2-1 に示す。

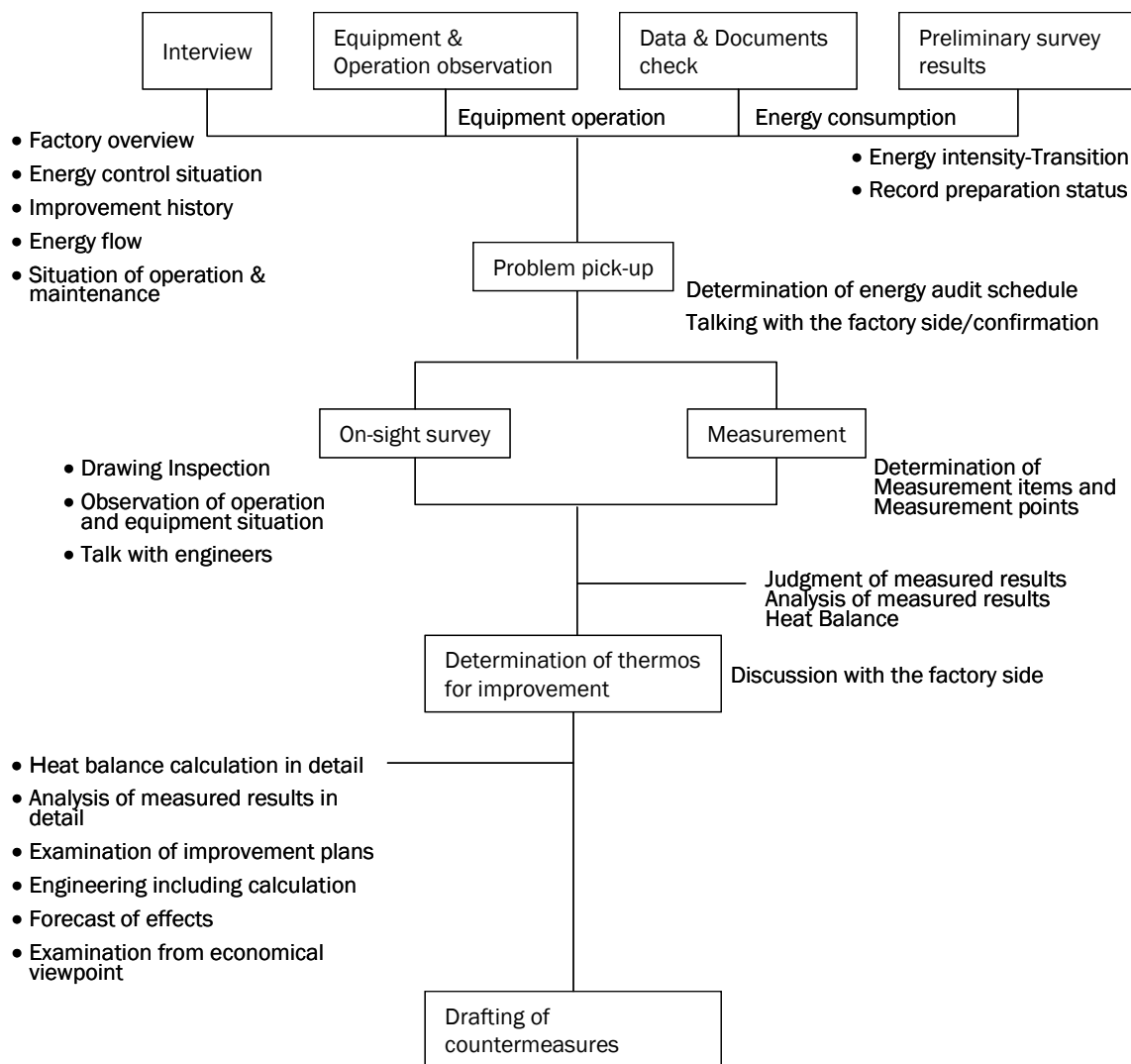


図 2.2-1 「工場」エネルギー診断のフローチャート

2.2.1 「工場」の概要把握

診断専門家は「工場」の規模、生産量、エネルギー使用量等下記に示す事項を把握すると共に、管理者の省エネに対する理解と熱意、これまでの取り組み、「工場」側が問題と考えている点を把握する。

(1) 工場の概要項目

- a. 工場概要（工場名、業種、資本金、売上額、従業員数、組織、沿革・業界におけるシェアと位置づけ等）
- b. 過去 5 年間の主要製品の生産量推移

- c. 過去5年間のエネルギー消費量推移
- d. 主要製品の製造工程図
- e. ボイラ等主要エネルギー消費設備の種類、能力、稼働状況
- f. エネルギーの工場内の流れ
- g. 電気系統単線結線図、受電設備の状況
- h. 工場配置図
- i. 工場側が問題と考え調査を希望している点
- j. 過去の省エネ対策実施項目
- k. 今後の省エネ対策実施計画
- l. 業界や当工場の景況ならびに省エネ対策の推進の阻害要因

(2) 商業ビルの概要項目

- a. ビル概要（ビル名、業種、オーナー、床面積、従業員数、組織、沿革、テナント等）
- b. 過去5年間のエネルギー消費量推移
- c. 空調設備等主要エネルギー消費設備の種類、能力、稼働状況
- d. エネルギーのビル内の流れ
- e. テナントとのエネルギー管理分担
- f. 電気系統単線結線図、受電設備の状況
- g. ビル配置図
- h. ビル側が問題と考え調査を希望している点
- i. 過去の省エネ対策実施項目
- j. 今後の省エネ対策実施計画
- k. 業界や当ビルの景況ならびに省エネ対策の推進の阻害要因

2.2.2 診断計画の作成

(1) チェックリストの作成

診断専門家は、予備調査表および「工場」管理者との事前面談で得たデータに基づき、「工場」において測定・調査する項目をリストアップして調査漏れが発生しないように、チェックリストを作成する。チェックリストを診断チームメンバー（プロセス、熱、電気、および測定の担当専門家）に配布し、内部会議にて測定・調査の方針および作業分担を検討する。工場と商業ビルのエネルギー診断チェック項目の例を表 2.2.2-1 と表 2.2.2-2 に示す。

- (2) 「工場」側の説明を聞きながら「工場」の全般的な視察を行うとともに、予備調査表やエネルギー消費・生産記録の点検によって次の点の概要を把握する。

- 設備・操業上の問題点
- 診断の重点を置くべき箇所
- 工場の技術水準
- 設備の老朽度・保守の程度
- 稼働率の変動状況
- エネルギー原単位水準およびその推移

(3) 診断計画を定める。

診断専門家は前記 b.の情報により、チェックリストの内容の修正、追加を行い、診断チーム内部会議を開き、次の事項を決定する。

- 測定・調査スケジュール
- 診断の重点を置く設備または工程
- 測定点、測定項目、測定時間
- 作業分担等

(4) 診断計画を「工場」側に説明して了解を求め、併せて以下の協力を依頼する。

- 生産計画との調整
- 試料採取または計測器挿入用測定孔の準備
- 電源準備
- 「工場」側立会者の指名

2.2.3 診断計画に基づいた測定・調査の実施

- 計測器の選定と配置
- 計測器への設定条件入力
- 適正なデータが得られているかどうかの監視
- 設備図面または実測による設備の詳細構造、寸法の調査
- 運転状態の観察による問題点把握
- 技術者からのヒヤリング
- 改善方策の経済効果を評価するのに必要な資料
(エネルギー価格、資金、コスト等)の調査

2.2.4 改善項目に関する合意形成

測定結果および調査データの出揃った段階で、今後の解析作業を経て報告書において改善策を提案する項目を整理し、「工場」側に説明して項目を確定する。

2.2.5 改善案の検討

チェックリスト記入のデータ、測定記録紙、データ記録メモリー（フロッピーディスク、PCカード、CDR、USBメモリーなど）、図面等を基に、熱収支計算、伝熱計算、流体輸送動力計算等の熱管理、電気管理解析を行い、改修または設備付加による省エネ改善方策を検討し、最も当該「工場」の実状に適した案を作成する。

これとともに、改善に要する概算コストと期待効果を算出し、これを基に共通の指標、手法を用いて各改善方策の経済評価を行い、その実行可能性、優先度を明らかにする。

また改善方策実施に伴い生ずる影響について検討し、実施上留意すべき点を示す。

表 2.2.2-1 工場エネルギー診断のチェック項目

設備名	チェック項目	チェック項目内容	
1. 一般管理事項	1. エネルギー管理体制	組織の整備、人材教育 環境管理との整合性 省エネ目標、投資予算 中長期計画 公的優遇制度利用 省エネ実施状況	
	2. 計測・記録の実施状況	計測器の設置、運用状況 計測器の保守、点検状況 定期的計測、記録の実施	
	3. 機器の保守管理	定期点検、日常点検 漏洩補修(水、空気、蒸気) 保温、断熱 機器清掃(フィルタ、ストレーナ)	
	4. エネルギー使用量管理	日報記録状況 日使用量、日負荷曲線 月使用量、前年度比グラフ	
	5. 主要製品の原単位管理	出荷額対比エネ原単位	
		生産数量対比エネ原単位	
	6. 環境関連の管理	CO ₂ 排出削減対策実施状況	
		LCA (Life Cycle Assessment) の状況	
		廃棄物処理 1 減量化、分別化、再資源化への取組 廃水処理	
	7. プロセスの改善	操業改善	
		ライン見直し	
		連続化、高効率化等	
	2. 空調、冷凍設備	1. 運転管理	設定温度、湿度の適正化 取入れ外気量の減少 熱源機器の台数管理 冷水出口温度設定変更 スケジュール運転 外気侵入遮断、換気状況 高温機器の輻射熱遮断
2. 省エネ対策		建屋断熱強化、日射遮蔽 外気利用 排熱回収利用、ヒートポンプ 搬送機器(ポンプ、送風機)の回転数制御(VAV 等) 局所クーリング、局所排気 成層空調、空調気積低減 氷蓄熱システムの利用	
3. 冷却設備の運転管理		冷凍機の運転動力 冷媒の出入口圧力 水の出入口温度・圧力	
4. 補機の運転管理		冷却塔の運転動力 水質管理(電気伝導度) ポンプ運転動力(水量、揚程)	

設備名	チェック項目	チェック項目内容
	5. 保冷・冷凍設備	出入時の管理 保温管理 高効率化
3. ポンプ、ファン、コンプレッサー	1. ポンプ・ファンの運転管理	弁開閉状況 ルートの改善(配管、ダクト) 使用流量、運転圧力 設計裕度チェック 回転数制御、台数制御
	2. コンプレッサー系統の運転管理	型式の見直し(スクリー/レシプロ、ブロワ) 容量と型式のマッチング 吐出圧、使用端圧の低減 高/低圧ラインの区分け 換気設備・周囲温度 配管太さ・配管ルート見直し エアレシーバの設置 台数制御 最適容量制御 リーク対策
4. ボイラ、工業炉、蒸気系統、熱交換器、廃熱、廃水等	1. 炉の燃焼管理	空気比、排ガス管理 バーナー、燃料、通風系統 燃焼制御装置 蓄熱型燃焼システム 燃料転換
	2. 炉の運転、効率管理	負荷率、起動/停止状況 台数制御 熱効率、熱勘定、熱分布 水質管理、ブロー管理
	3. 炉の断熱・保温および放熱防止	炉壁外面、ダクトの温度 断熱、断熱材(蓄熱損失) 開口部シール、炉内圧
	4. 炉の排ガス温度管理,廃熱回収	排ガス温度 熱回収(給水・空気予熱) 排ガス循環
	5. 蒸気の運転管理	乾き度、キャリーオーバー 設備の設定蒸気圧力、温度 蒸気流量
	6. 蒸気漏れ・保温の管理	配管系統、タンク等 負荷設備
	7. 蒸気配管系統の適正化	経路、配管サイズ 不要配管の整理 複数蒸気系の統合
	8. 蒸気系統の負荷平準化	アギュムレータの設置 エジェクタの真空ポンプ化 負荷側の対策
	9. 蒸気ドレン回収利用	蒸気圧回収(背圧タービン) スチームトラップ管理 ドレン回収先、回収系統 フラッシュ蒸気利用

設備名	チェック項目	チェック項目内容
	10. 熱交換器の運転管理	型式の適否 使い方、熱媒体の適否 整備状況(汚れ、圧損) 熱媒体、被加熱物温度 温度効率
	11. 廃熱・廃水削減	温水からの熱回収 排風ダクトの合理化 冷却水の循環利用 水中の不純物濃度管理
5. 受変電設備、電動機、照明、電気加熱設備	1. 受電設備管理	デマンド、負荷率、力率管理 使用量管理 料金管理(契約電力) 夜間電力の活用
	2. 変電設備管理	変圧器容量、電圧 需要率/負荷調整 不要負荷遮断
	3. 電動機容量・運転管理	設備容量、電圧、台数 回転速度制御 無負荷運転停止
	4. 照明設備の運用管理	高効率ランプ、器具の採用 目動点滅、局部照明の採用 灯具取付位置、回路分割 適正照度の管理 不要時間帯消灯、昼光利用 照明器具清掃、器具交換
	5. 電気加熱設備の運転管理	供給電圧、力率改善 製品出入、材料予熱 温度管理、加熱管理 断熱管理 負荷率向上 連続運転 排熱再利用
	6. 負荷平準化対策	運用形態見直し(作業時間、稼働率・負荷率等) 設備対応(蓄熱装置、吸収式冷温水機等)
	7. コージェネ等導入計画	設備型式、容量、燃料 季時別負荷変動 利用率、熱/電比 点検、予備電力、公害対策
	8. 新エネルギー等	燃料電池 太陽光発電 太陽熱
6. プロセス改善	1. 操業方法見直し 2. プロセスライン見直し 3. 高効率化、連続化等	

出典：「工場における省エネ推進のてびき」平成18年度版、(財)省エネルギーセンター

表 2.2.2-2 商業ビルエネルギー診断のチェック項目

設備名	チェック事項
共通	1. 省エネ促進のための組織・委員会などありますか？
	2. 省エネの目標管理をしていますか？
	3. 計測器で常時エネルギー測定をしていますか？
	4. 省エネの管理基準を作成していますか？
	5. 就業時間に対して設備の運転時間は適正ですか？
	6. エネルギー管理のシステムを導入していますか？
電気設備	1. 高効率変圧器の導入をしていますか？
	2. 高効率電動機を採用していますか？
	3. 変圧器の負荷率は適正ですか？(最大負荷率 30%以上)
	4. 受電力率は 100%に近い値ですか？
	5. デマンド監視制御を導入していますか？
	6. 配電線路末端での電圧低下はありませんか？
	7. 力率改善コンデンサーを自動制御していますか？
	8. OA 機器の省エネ対策は行っていますか？
照明設備	1. インバータ照明の導入をしていますか？
	2. 昼光利用を行っていますか？
	3. 執務場所の照度は十分ですか？
	4. 点滅スイッチの区画は適正ですか？
	5. 常時使用しない場所の電灯点滅は自動化されていますか？
	6. 照明器具や壁の汚れはありませんか？
	7. 高輝度誘導灯の導入はされていますか？
	8. 出入口、通路などの白熱球は蛍光灯化されていますか？
	9. 過照度の場所はありませんか？(JIS の基準と比較)
	10. 平面の照度バランスは適正ですか？
空調設備	1. 屋上・屋根の断熱は考慮されていますか？
	2. 外壁の断熱は考慮されていますか？
	3. 窓部の断熱は考慮されていますか？
	4. 出入口などの隙間風対策はされていますか？
	5. 居室内温度は適正ですか？
	6. 温度センサの位置・数は適正ですか？
	7. 熱源の運転管理の基準はありますか？ (外気温管理, 運転時間など)
	8. 不要な場所・時間に空調をしていますか？
	9. 居室内部分による温度のバラツキはありませんか？
	10. ファンの汚れなどで運転効率の低下はありませんか？
	11. 冷却塔の水処理をしていますか？
	12. 冷却塔の冷却水出入口温度は適正ですか？
	13. 冷水設定温度は適正に管理されていますか？
	14. 蓄熱システムの導入はされていますか？
	15. 冷房廃熱利用低温給湯の導入はされていますか？
	16. コ・ジェネレーションシステムの導入はされていますか？

設備名	チェック事項
	17. 中間期の外気冷房の導入はされていますか？
	18. 全熱交換機の導入はされていますか？
	19. 外気取り入れ量制御は行っていますか？ (最小外気取入量制御, 予冷・予熱時外気カットなど)
	20. ナイトバージは行っていますか？
	21. 熱源機の COP 管理は行っていますか？
	22. 燃焼の空気比は適正ですか？
	23. 給湯設定温度は高すぎませんか？(60℃を超えている)
	24. 燃焼設備の廃熱を利用する装置を行っていますか？
	25. ドレン回収の導入を行っていますか？
搬送動力 (ファン)	1. 駐車場換気ファンの制御は行っていますか？(CO ₂ 制御, 時間制御など)
	2. 機械室など換気ファンの制御は行っていますか？ (温度制御, 運転時間制御など)
	3. 一般空調機へのインバータを導入していますか？(運転時間の短縮策を含む)
	4. 高効率ファンの採用を行っていますか？
搬送動力 (ポンプ)	1. 冷却水・冷温水ポンプはインバータ制御ですか？
	2. 冷却水ポンプの熱源連動制御をしていますか？
	3. 配管抵抗低減のための対策を実施したことがありますか？
	4. 給水設備に直結方式を採用していますか？
	5. 節水器具の導入を行っていますか？
	6. 加圧給水圧力が高すぎませんか？
	7. 冷水管のクローズ運転は可能ですか？
昇降機設備	1. 高効率エレベーター(インバータ方式)を採用していますか？
保全	1. エアフィルターの汚れはありませんか？
	2. AHU・FCUのフィンコイルの汚れはありませんか？
	3. 熱交換器のチューブ清掃など熱源機のメンテナンスは適正にしていますか？
	4. 冷却塔のメンテナンスは適正にしていますか？
	5. 厨房のグリスフィルターの清掃はしていますか？
	6. 配管・ダクトの断熱は良好ですか？

2.3 診断の着眼点

日本においては「工場」の事業主が技術的、経済的に可能な範囲でエネルギーの使用の合理化を図るに当たって、判断の基準とすべき事項を経済産業省が公表している。

このなかでは省エネ技術を次の6つに分類し、主要な項目については遵守基準と目標水準を示している。

- (1) 燃料の燃焼の合理化
- (2) 加熱および冷却ならびに伝熱の合理化
- (3) 廃熱の回収利用
- (4) 熱の動力等への変換の合理化
- (5) 放射、伝導等による熱の損失の防止
- (6) 電気の動力、熱等への変換の合理化

目標水準は新設時の遵守基準であり、既存設備では努力目標である。したがって、これは省エネ診断に際してもよりどころとなり得るものである。参考として2008年4月1日に施行された日本の判断基準における遵守基準および目標水準を以下に紹介する。また、各項目別の合理化改善対策の例を列記する。

(1) 燃料の燃焼の合理化

No.	判断基準、目標水準	合理化改善対策
(1)-1-1	空気比制御改善	判断基準値を目標、燃焼制御装置
(1)-1-2	複数設備の熱効率向上	燃焼負荷調整、台数制御
(1)-1-3	燃料の燃焼効率向上	燃料の粒度、水分、粘度の調整
(1)-1-4	燃焼制御装置	計測機器（燃料供給量、排ガス温度、排ガス中酸素量）の設置、コンピュータによる燃焼制御
(1)-1-5	バーナー選定	形式、容量、Turn down ratio 整備、Tip 摩耗、空気比調整可能、リジェレティブバーナー採用
(1)-1-6	通風装置	通風量調整、燃焼室内圧力調整

(2) 加熱・冷却・伝熱の合理化

No.	判断基準、目標水準	合理化改善対策
(2)-1	加熱設備等	
(2)-1-1	スチーム加熱	スチームによる熱量の過剰な供給防止 不要時に蒸気供給弁を閉止

No.	判断基準、目標水準	合理化改善対策
(2)-1-2	乾き度	蒸気輸送系統の放熱防止、蒸気分離器導入
(2)-1-3	熱効率向上	複数設備への負荷配分 加熱設備の制御方法改善による熱の有効利用 ボイラ、冷凍機の小型化、分散配置、蓄熱化
(2)-1-4	熱負荷適正化	被加熱物の量、炉内配置、
(2)-1-5	容量適正化	工業炉の温度レベル、運転特性、稼働状況により、所要能力に見合った容量
(2)-1-6	反復加熱工程	工程待ち時間短縮 連続化、統合化、工程短縮、ホットチャージ
(2)-1-7	断続運転設備	運転集約化
(2)-1-8	伝熱管スケール付着防止	ボイラ給水の水質管理
(2)-1-9	熱交換器	熱伝導率の高い材料の使用 配列の適正化による熱効率向上
(2)-1-10	冷却器および凝縮器	入口温度 200℃未満目標で熱回収
(2)-1-11	加熱伝熱面	性状と形状の改善により熱伝達率向上
(2)-1-12	炉体・搬送具の熱容量減少	軽量化
(2)-1-13	直接加熱	直火バーナー、液中燃焼、直接通電
(2)-1-14	熱の多段階利用	多重効用缶、効用段数の増加 蒸留塔段数増加による還流比低下、 蒸気再圧縮 高温と低温の工業炉の組み合わせ
(2)-1-15	熱媒体輸送	配管経路の合理化により、放熱面積低減 開放型の蒸気使用設備、高温物質搬送設備に多い
(2)-1-16	予備処理	被加熱材の水分の事前除去、予熱、予備粉碎
(2)-1-17	温水媒体の加熱装置	真空蒸気媒体による加熱
(2)-2	空気調和設備、給湯設備等	
(2)-2-1	空調の管理	空調区画の限定、ブラインド管理による負荷の軽減 設備の運転時間、室内温度、換気回数、湿度 ビルエネルギー管理システム（BEMS）の採用
(2)-2-2	冷暖房温度	政府推奨の設定温度

No.	判断基準、目標水準	合理化改善対策
(2)-2-3	空調設備の熱源管理	熱源機とポンプ、冷却塔を含めた設備のエネルギー効率 複数の熱源機の台数制御、機器選択によるエネルギー効率 蓄熱式ヒートポンプ、ガス冷暖房システムの採用排熱駆動型熱源機の採用 負荷変動に対して台数制御、部分負荷高効率機器、蓄熱システムの採用 送風機およびポンプの負荷変動に対する回転数制御
(2)-2-4	空調設備の管理	負荷による複数の空調機の台数制御、機器選択によるエネルギー効率向上 熱需要の変化に対応できる容量 空調区画ごとに分別制御大温度差システムによる送風量・循環水量低減 トップランナー基準以上の機器
(2)-2-5	配管ダクトの断熱強化	熱伝導率の低い断熱材利用
(2)-2-6	空調区画の断熱性向上	壁と屋根の厚さの増加、熱伝導率の低い材料使用、断熱二重化、窓のブラインド、熱線反射ガラス、選択透過フィルム採用により日射遮蔽
(2)-2-7	外気利用	CO ₂ センサーによる外気導入制御、全熱交換器の採用により負荷の軽減 中間期に外気による冷房、冷却塔利用の冷房により熱源設備の消費エネルギー削減
(2)-2-8	屋内駐車場、機械室、電気室	換気用動力はセンサーによる風量制御の採用
(2)-2-9	給湯設備の管理	季節に応じ、給湯温度、給湯圧力等の給湯の効率 給湯負荷の変化に応じた運用、使用量が少ない箇所は局所式採用
(2)-2-10	給湯設備の熱源管理	熱源機とポンプ等の設備のエネルギー効率向上 複数の熱源機の台数制御によるエネルギー効率 ヒートポンプシステム、凝縮熱回収方式の採用
(2)-2-11	ガス温水器の新設	トップランナー基準以上の機器
(2)-2-12	石油温水器の新設	トップランナー基準以上の機器
(2)-2-13	ガス調理機器の新設	トップランナー基準以上の機器
(2)-2-14	ストーブの新設	トップランナー基準以上の機器

(3) 廃熱の回収利用

No.	判断基準、目標水準	合理化改善対策
(3)-1-1	廃ガス温度、廃熱回収率	判断基準を目標
(3)-1-2	廃エネルギー	排ガス、排気、排水、排液 コンデンサートの温度・量・性状 高温固体(赤熱コークス)、流体の検熱、潜熱、圧力、 可燃性成分の回収範囲 機械的エネルギー(水落差) 排圧力(Blast furnace、Fluid coker) 副生ガス(Steel converter) 冷熱(Liquefied Natural Gas) 自然エネルギー(太陽光、熱、外気温)
(3)-1-3	利用先	材料・原料加熱、燃焼用空気、給気加熱 ボイラ給水予熱、燃料予熱(油) スチーム発生、動力発生、発電 空調、地域熱供給、冷凍 魚養殖、温室加熱、融雪
(3)-1-4	手段	熱交換器、流動層 ヒートパイプ、ヒートポンプ、熱媒体利用 廃熱ボイラ、減圧式回収ボイラ タービン(有機溶媒、スチーム) 全熱交換器、リジェネレーティブバーナー 伝熱面の形状と性状の改善、伝熱面積の増加 蓄熱設備の利用
(3)-1-5	廃熱輸送設備	煙道、管の空気侵入防止、断熱の強化などにより廃熱 温度を高く維持

(4) 熱の動力等への変換の合理化

No.	判断基準、目標水準	合理化改善対策
(4)-1	発電専用設備	
(4)-1-1	エネルギー効率向上	高効率運転維持 複数の発電機の並列運転に負荷の配分蒸気タービンの 部分負荷における減圧運転 スチーム条件向上(温度、圧力、乾き度) コンバインドシステム スチーム減圧時の動力回収(例：背圧ターン)
(4)-1-2	発電所運転合理化	タービン、ノズル形状改善 復水器真空管理(掃除、水温、漏洩) 発電機運転管理、補機台数制御、 回転数制御、背圧、抽気条件最適化 ピークシフト(深夜・休日電力利用・蓄熱)

- | | | |
|---------|--------------|---|
| (4)-2 | コージェネレーション | |
| (4)-2-1 | コージェネレーション設備 | ボイラ、ガスタービン、蒸気タービン、ガスエンジン、ディーゼルエンジンの運転における負荷の増減
抽気タービン、背圧タービンの抽気圧力、背圧の許容最低値 |
| (4)-2-2 | 排熱の利用 | 蒸気または温水需要が大きく排熱の利用が可能な場合はコージェネレーション設備を設置 |

(5) 放射、伝導、抵抗等によるエネルギーの損失の防止

<u>No.</u>	<u>判断基準、目標水準</u>	<u>合理化改善対策</u>
(5)-1	放射、伝導等による熱の損失の防止	
(5)-1-1	保温・断熱	熱媒体輸送配管、加熱設備の断熱工事は JISA9501 工業炉の炉壁表面温度は判断基準による フランジ・弁部等保温強化 低熱伝導率断熱材使用、外被の放射率低下 カバー・蓋取り付け、保温部のメンテナンス バッチ炉断熱材の軽量化(かさ比重(1.0))
(5)-1-2	工業炉の炉壁面	性状と形状の改善により放射率向上 炉壁外面温度基準値以下 間欠運転炉には高密度 0.75 以下の断熱材
(5)-1-3	熱利用設備の断熱強化	断熱材の厚さ増加、熱伝導率の低い断熱材利用、断熱の二重化
(5)-1-4	熱利用設備の開口部	開口部の縮小または密閉、二重扉の取付、内部からの空気流による遮断
(5)-1-5	熱媒体の漏洩防止	回転部分、継手部分シール強化
(5)-1-6	放熱部分の減少	配管経路の改善、不要配管撤去 不使用配管の元弁閉止、盲入れ
(5)-2	抵抗等による電気の損失の防止	(受変電設備および配電設備)
(5)-2-1	変圧器、無停電電源装置	適正な需要率を維持 稼働台数の調整、負荷の適正配分 新設変圧器はトップランナー基準合格のもの
(5)-2-2	配電損失低減	配電線路の短縮、配電電圧の適正化
(5)-2-3	力率改善	受電端における力率は 90% 以上、 新設設備は力率 95% 以上を目標 変電設備の力率は進相コンデンサー配置で向上 進相コンデンサーは負荷の稼働または停止に連動して ON-OFF

- | | | |
|---------|---------|-----------------------------|
| (5)-2-4 | 三相不平衡改善 | 三相電源に単相負荷を接続時に電圧不平衡を防止 |
| (5)-2-5 | 最大電力抑制 | 負荷平準化、デマンドコントロール |
| (5)-2-6 | 電気の供給管理 | 電気使用設備について配電電圧、電流など電気の損失を低減 |

(6) 電気の動力・熱等への変換の合理化

<u>No.</u>	<u>判断基準、目標水準</u>	<u>合理化改善対策</u>
(6)-1	電動力応用設備、電気加熱設備等の管理	
(6)-1-1	電動機	高効率電動機の採用 負荷機械の運転特性と稼働状況による容量選定
(6)-1-2	運転	空転防止の管理標準設定、不要時の停止 複数の電動機使用において台数制御と負荷配分
(6)-1-3	流体輸送	ポンプ、ファン、ブローア、コンプレッサ
(6)-1-4	流体機械の負荷軽減	使用端圧力と吐出量の見直し、回転数変更、 台数制御、配管変更、インペラカット、 回転数制御(VVVF、クラッチ、極数変換) 流量低下(漏洩防止)、吸引温度低下、 配管抵抗減少(配管経路合理化、掃除)
(6)-1-5	エアコンプレッサー設置	小型化して分散配置 高圧空気の減圧使用を低圧のブローア設置に変更
(6)-1-6	電気加熱	誘導炉、アーク炉、抵抗炉
(6)-1-7	電気加熱設備の熱効率向上 材料装手法改善、ホットチャージ	無負荷稼働による電気損失の低減 断熱および廃熱回収利用、接触抵抗減
(6)-1-8	電解設備の電解効率向上	適当な形状と特性の電極の採用 電極間距離、電解液の濃度、導体の接触抵抗
(6)-1-9	計測管理電気使用量、電気の変換で得られた動力・熱の状態、排ガスの温度のコンピュータによる計測管理	
(6)-2	照明設備、昇降機、事務用機器、民生機器等	
(6)-2-1	照明の適正照度 JISZ9110 照度基準	調光による減光または消灯により不要な照明除外 昼光利用による消灯、照明自動制御装置採用 人体感知装置の設置、タイマー利用
(6)-2-2	照明の保守	照明器具、ランプの掃除、ランプの取替

(6)-2-3	照明器具の選択	電子回路式安定器(インバーター)付き蛍光灯(Hf 蛍光灯) HID ランプ等の高効率ランプ採用 清掃、ランプ交換の容易な照明器具 光源の発光効率、点灯回路の効率、照明場所への照射効率を含む総合的な照明効率による選定 昼光利用場所の照明設備の回路は、他の照明設備と別回路にする。 蛍光灯器具はトップランナー基準以上の機器
(6)-2-4	昇降機の運転	稼働台数制御 エスカレータ設備等は人感センサーにより、通行人不在時の停止
(6)-2-5	昇降機の保守	動力伝達部および電動機の機械損失の低減
(6)-2-6	事務用機器の運転	不要時の電源 OFF、低電力モード設定
(6)-2-8	複写機の選択	トップランナー基準以上の機器
(6)-2-9	電子計算機の選択	トップランナー基準以上の機器
(6)-2-10	磁気ディスクの選択	トップランナー基準以上の機器
(6)-2-11	テレビジョン受信機の選択	トップランナー基準以上の機器
(6)-2-12	ビデオテープレコーダ選択	トップランナー基準以上の機器
(6)-2-13	電気冷蔵庫の選択	トップランナー基準以上の機器
(6)-2-14	電気冷凍庫の選択	トップランナー基準以上の機器
(6)-2-15	電気便座の選択	トップランナー基準以上の機器
(6)-2-16	自動販売機の選択	トップランナー基準以上の機器
(6)-2-17	自動販売機の運転	缶・ボトル飲料自動販売機のタイマー等による夜間・休日販売停止
(6)-3-1	BEMS ビルの設備の系統別に年単位、月単位、日単位または時間単位でエネルギー管理を実施。	数値、グラフなどでエネルギー消費動向を把握 空気調和設備、電気設備の統合的なエネルギー制御 データから機器や設備の劣化状況、保守時期を把握

2.4 「工場」概要の把握

「工場」診断を開始する前に、前記 2(1)に示した「工場」の概要を知る必要がある。「工場」概要を把握するために、以下に示す予備調査表を配布し、回答を受け取る方法をとる。さらに、「工場」管理者または技術者に面談して、不明な点および疑問点を解消することは、「工場」診断準備として非常に有効である。

工場および商業ビルのエネルギー診断開始前に配布する事前調査票の例を表 2.4-1 と表 2.4-2 に示す。

表 2.4-1 工場エネルギー診断事前調査票

September 2007

Questionnaire before energy audit in industrial sector

JICA Study Team

<i>Company</i>	<i>/ President</i>
<i>Name</i>	
<i>Section</i>	
<i>Phone</i>	<i>/ Email</i>
<i>Date</i>	

1. General

Name of factory	
Address	
Factory Manager name	
Energy Manager name	
Kind of products	
Annual production capacity	
Number of engineers	
Number of employees	
Fuel consumption in 2006 (kilo liter of oil equivalent)	
Power receiving transformer capacity in 2006 (kVA)	

2. Annual energy consumption and energy intensity

	2002	2003	2004	2005	2006
Production (ton, sets)					
Sales Amount (Rp)					
Fuel oil (kilo liter)					
Fuel gas (1000 m ³ N)					
Coal (ton)					
Other fuel (ton)					
Electricity (MWh)					
Contract demand (kVA)					
Fuel intensity					
Electricity intensity					

Note 1. Other fuel means saw dust, rice husks, palm oil shell etc.

Note 2. Fuel intensity = Fuel consumption (kilo liter, ton, m³N) / (Production or Sales amount)

Note 3. Electricity intensity = Electricity consumption (kWh) / (Production or Sales amount)

3. Annual energy cost and energy cost ratio

	2002	2003	2004	2005	2006
Fuel oil (Rp)					
Fuel gas (Rp)					
Electricity (Rp)					
Total energy cost (Rp)					
Sales Amount (Rp)					
Energy cost ratio (%)					

Energy cost ratio = Total energy cost / Sales amount × 100

4. Energy consuming equipment and operation condition

4.1 Energy consuming equipment

No.	Equipment	Quantity	Main specifications
1	Steam boiler, Hot water boiler		
2	Heat media boiler, Dowtherm boiler		
3	Industrial furnace		
4	Air compressor		
5	Pump		
6	Blower		
7	Chiller		
8	Power receiving transformer		Capacity in total : kVA, Voltage: kV Power factor:
9			
10			
11			
12			

4.2 Contents of factory's request on energy audit

Request items for energy audit from the factory: Selection of request items:

- a. General management items:
 - 1) Energy management system
 - 2) Activity of measurement and record
 - 3) Maintenance of equipment
 - 4) Management of energy consumption
 - 5) Energy intensity management of main products
 - 6) Improvement of process
 - 7) Measures of load leveling
 - 8) Others
- b. Air-conditioning unit and freezing equipment:
 - 1) Overall operation control
 - 2) Energy conservation measures
 - 3) Operation control of cooling equipment
 - 4) Operation control of anxiety equipment
 - 5) Cold holding and freezing equipment
 - 6) Space heating equipment
 - 7) Others
- c. Pump, fan, compressor, cogeneration system:
 - 1) Operation control of pumps and fans
 - 2) Operation control of compressed air equipment
 - 3) Introduction plan of cogeneration system etc.
 - 4) Others
- d. Boiler and industrial furnace:
 - 1) Combustion control
 - 2) Operation and efficiency control
 - 3) Insulation and heat holding
 - 4) Temperature control of exhaust gas
 - 5) Others
- e. Steam system, heat exchanger, waste gas and waste water:
 - 1) Operation control of steam
 - 2) Management of steam leakage and heat insulation
 - 3) Optimization of piping
 - 4) Load leveling
 - 5) Condensate recovery of steam
 - 6) Operation control of heat exchangers
 - 7) Reduction of waste water and waste heat

- 8) Others
- f. Electricity equipment:
 - 1) Power receiving station control
 - 2) Power transformation equipment control
 - 3) Operation control and capacity of motors
 - 4) Management of lighting equipment
 - 5) Operation control of power heating equipment
 - 6) Others

4.3 Working time

- 1) Production section:

Annual operation days

Operation hour : to : Break hour: minutes

: to :

: to :
- 2) Office section

Start and close time : to : Break hour: minutes

4.4 Production flow diagram

4.5 Energy use conditions

1) Electricity

Equipment name	Power use ratio (%),

2) Heat

Fuel name	Combustion unit	Heat use equipment and heat use ratio (%)

表 2.4-2 商業ビルエネルギー診断事前調査票

September 2007

Questionnaire before energy audit in commercial sector

JICA Study Team

<i>Company</i>	<i>/ President</i>
<i>Replied by</i>	
<i>Name</i>	
<i>Section</i>	
<i>Phone</i>	<i>/ Email</i>
<i>Date</i>	

1. Building outline

Name of building	
Address	
Building Manager	
Energy Manager	
Usage of building	Public office, Only for office, Department store, Food supermarket, Hotel, Hospital, Shopping center, School, Laboratory, Others (_____)
Number of visitor	Weekday _____ persons (Holiday _____ persons)
Number of enrollment	
Operating time of building	Opening time _____ Closing time _____
Operating time of air conditioning	[Heating] Opening time _____ Closing time _____ [Cooling] Opening time _____ Closing time _____
Setting temperature and humidity of air conditioning	[Heating] _____ °C _____ % [Cooling] _____ °C _____ %
Building structure	Steel-frame / Reinforced concrete / _____
Building scale	Ground _____ floors, Basement _____ floors
Area which relates to building	Site area _____ m ² , Building area _____ m ² Gross floor space _____ m ²

2. Energy consuming equipment

No.	Equipment	Qty	Main specifications
1	Receiving system		Receiving voltage _____ kV, Contract demand ____ kW
2	Receiving transformer		Voltage ____/____, capacity ____ kVA
3	Private generator		Type _____, Capacity _____ kW _____ kV
4	Heat or cold source		Type _____, Capacity _____ USRT
5	Air conditioning		System ____ Central/Individual, Indoor unit _____
6	Thermal storage tank		System ____ Water/Ice, Capacity ____ t
7	Elevator		Speed ____ m/m Capacity ____ kg ____ Persons
8	Boiler		Type _____ Capacity _____ MJ/h
9	Air compressor		Type _____ Capacity _____ kW
10	Pump		Type _____ Capacity _____ kW
11	Ventilation fan		Type _____ Capacity _____ kW

3. Annual data

3.1 Annual energy consumption

	2004	2005	2006	Total
Gross floor space (m ²)				
Fuel oil (kilo liter)				
Fuel gas (1,000 m ³ N)				
Electricity (MWh)				
City water (Ton)				
Fuel intensity (MJ/m ²)				
Electricity intensity (kWh/m ²)				
Energy basic unit (MJ/m ²)				
Water intensity (kg/m ²)				

Note 1. Fuel intensity = Fuel consumption (MJ) / (Gross floor space (m²))

Note 2. Electricity intensity = Electricity consumption (kWh) / (Gross floor space (m²))

Note 3. Energy basic unit = Fuel intensity (MJ/m²) + Electricity intensity (MJ/m²)

Note 4. Water intensity = City water consumption (kWh) / (Gross floor space (m²))

3.2 Annual energy cost

	2004	2005	2006	Total
Fuel oil (Rp)				
Fuel gas (Rp)				
Electricity (Rp)				
City water (Rp)				

4. EE&C for Buildings

If you have ever introduced following countermeasures for EE&C, please check them.

- a) Heat exchanger for outdoor air inlet
- b) Heat recovering heat pump
- c) High efficiency heat pump or air conditioner
- d) Outdoor air inlet control (Minimum supply of outside air)
- e) Drive control of pumps and fans (Inverter controller)
- f) High efficiency belt for fans
- g) High quality heat insulation on piping and ducting
- h) High efficiency illumination (Inverter ballast)
- i) Compact fluorescent lamp
- j) High quality reflector for lighting fixtures
- k) Automatic photo-electric switch for illumination system
- l) High efficiency transformer
- m) Inverter control for elevators
- n) Power factor improvement condenser
- o) Double glassing for windows
- p) Heat reflection film on glass
- q) High quality heat insulation for wall and roof
- r) Water conservation device

2.5 測定計画の作成

測定作業は、「工場」の稼動状況にしたがって行われ、限られた時間内に精度の高いデータを得るために、綿密な測定計画を作成する必要がある。

測定計画は、「工場」の予備調査表、「工場」管理者との事前面談、チェックリストおよび診断チーム内部会議により作成され、「工場」側の了解を得て、決定される。

(1) 測定スケジュールの決定

測定スケジュールは、「工場」の運転計画および診断調査項目により、決定される。作業分担任は、測定担当専門家と診断専門家で相談して決定する。測定スケジュールの例を表 2.5-1 に示す。

「工場」の運転計画に対し、負荷の調整、測定時間中の事故防止などを、「工場」側に依頼する。8 時間以上の連続測定する場合は、記録計の監視、「工場」計器の記録を「工場」側に依頼する。「工場」の生産を阻害しないことが重要なことである。

(2) 測定項目、測定方法の決定

専門家の調査項目から優先順位を決定し、計測器により測定するもの、「工場」の計器の読み取り記録するもの、「工場」の計器から信号を出力してもらうもの、「工場」の運転記録から入手するものなどに分類する。スケジュール、作業人員、測定作業環境により、測定項目を決定する。測定方法は、使用計測器の選定、測定場所、測定対象物により決定される。

(3) 測定点の決定

測定項目に基づき、測定点を決定する。測定点は現場にて、代表測定値が取れること、センサー取り付けノズル、作業プラットフォームの状況、高熱、漏水、粉塵、感電などの測定環境を考慮して決定される。ガス採取ノズル、温度計取り付けノズル、風量計取り付けノズル、圧力計取り付けノズルなどのセンサー取り付けノズルの位置の選定は非常に重要なので、現状のノズル位置および形状が適切でない場合は、ノズル位置の変更、ノズルの新設を「工場」側に依頼する。蒸気、圧縮空気などの高圧気体の流量測定には、配管を切断して、オリフィスプレート、渦流量計などを取り付ける必要があり、配管の工事期間を考慮して、早い時期に「工場」側に工事を依頼する必要がある。

(4) 測定時間の決定

電力の負荷、空気圧縮機の負荷、冷凍機の負荷、ボイラの負荷などで、昼夜に変動のあるものは、24 時間以上の連続測定を行う。

負荷の変動の少ない機器に対して、30 分から数時間の連続測定を行う。

連続記録の取る必要のない機器に対して、30 分から 1 時間間隔の数分程度のスポット測定

を行う。

(5) 測定記録用紙の作成

測定記録は計測器自体に磁気ディスクなどの記録装置のあるもの、記録計の記録紙、磁気ディスクなどに記録するものを除き、測定担当者が記録用紙に書込む。記録用紙は測定開始までに作成し、測定担当者に測定記録を依頼する。

記録用紙の様式は、測定点と測定データを照合しやすいことおよび記録したデータの異常が発見しやすいことからフローシートや設備断面図を使用したものが望ましい。記録用紙の例を図 2.5-1 に示す。

(6) 測定データの処理

測定データは、測定専門家により 1 次処理され、オリジナルの測定記録と共に診断専門家に引き渡される。測定データの 1 次処理の方法、アウトプットは診断専門家と相談して決定される。

表 2.5-1 AAA 工場 測定スケジュール(例)

Period:

Member:

No.	Equipment	Measuring items	Team member	Factory membe	1st day		2nd day		3rd day		Remarks
					AM	PM	AM	PM	AM	PM	
1	Reheating furnace	Heat balance									
1.1		Fuel flow rate	A	M		████████████████████					
1.2		Fuel temperature	A	M		████	████				
1.3		Combustion air temperature	A	M		████	████				
1.4		Exhaust gas O2	B & C	M		████████████████████					
1.5		Exhaust gas temperature	B & C	M		████████████████████					
1.6		Furnace temperature	A	M		████████████████████					
1.7		Furnace O2	B & C	M		████	████				
1.8		Billet temp	B & C	M		████	████				
1.9		Billet volume		M		████████████████████					
1.10		Pee surface temp.	B & C	M		████	████				
1.11		Air fan motor Amp	D & E	M		████████████					
1.12		Cooling water temp.	B & C	M		████	████				
1.13		Cooling water volume	D & E	N		████	████				
2	Sub-station										
2.1		Electricity demand	D & E	N	████████████████████						
3	Water pump										
3.1		Motor electricity	D & E	N			████████████████████				
3.2		Water flow-rate	B & C	N			████████████████████				
3.3		Water pressure	B & C	N			████	████			
3.4		Water temperature	B & C	N			████	████			
4	Report to Factory		A, B, D&E							████	

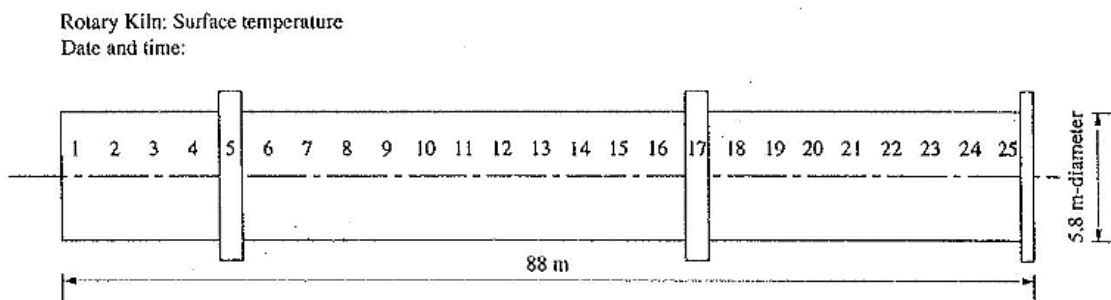


図 2.5-1 測定記録シート (例)

表 2.5-2 Measuring Data Record

No.	Maximum (C)	Average (C)	Minimum (C)	Maximum to Minimum (C)
1	279	271	264	15
2				
3				
6				
8				
10				
12				
14				
20				
22				
24				
Measuring equipment: Portable radiation pyrometer				

2.6 測定器の説明

工場および商業ビルのエネルギー診断に使用する計測器の種類、概要について説明する。

2.6.1 計測器リスト

2007年に「イ」国で実施した工場と商業ビルのエネルギー診断に使用した計測器のリストを表2.6.2-1に示す。

2.6.2 計測器の概要

計測器の計測原理および特長を以下に説明する。

(1) 圧力ゲージ（ブルドン管）

配管ラインに組み込んで圧力を測定する弾性式圧力計で一般的によく使用されている。測定範囲は、0～1.0 Mpa、0～2.0 Mpa、0～3.5 Mpa、0～5.0 Mpaの4種類である。

(2) デジタル微差圧計

気体の圧力を測定する携帯用の微差圧計で、圧力測定範囲は正負圧-50～50 mmAqである。主に加熱炉等の炉内圧力測定に利用する。データはアナログ信号 DC1.5V で出力され記録計に保存することができる。

(3) 圧力トランスミッタ

検出部に半導体歪みゲージを用いた圧力発信器で、圧力を電気信号に変換し伝送する。測定範囲は0～10 kg/cm²、0～50 kg/cm²である。データはアナログ信号 DC4-20mA で出力され、記録計に保存することができる。

(4) 棒状ガラス温度計

一般的によく使用されている液体封入ガラス温度計で、測定範囲は-20～100℃である。

(5) 温湿度計

一般的によく使用されている温湿度計で乾球温度と湿球温度から湿度を求めるもので、測定範囲は-20～50℃である。

(6) シース熱電対

ゼーベック効果を利用した温度計で金属索線をシース材で保護したものである。

Type-K はクロメルとアルメルからなる熱電対で測定範囲は0～1000℃である。

Type-R は白金と白金+ロジウム(13%)からなる熱電対で測定範囲は0～1300℃である。

表 2.6.2-1 計測器リスト

No.	Instrument	Q'ty	Requirement	
			Measuring range	Specifications
1	Exhaust gas O ₂ analyser	1	Oxygen: 0 to 25%	Measuring hour: Max. 12 hours continuous
2	Surface thermo-meter	2	Temperature: 0 to 500 degC	Digital type
3	Radiation thermo-meter	2	Temperature: 0 to 1000 degC	Infrared type
4	Infrared camera	1	Temperature: 0 to 900 degC	Memory for data saving
5	Differential pressure meter	1	Pressure: -1 to 1 kPa	Digital type
6	Ultra super sonic flowmeter	2	Pipe diameter: 20mm to 1000mm	Temperature: Max. 100 degC, Liquid in pipe: Water or oil
8	Steam trap checker	1	Detedter of performance of steam trap	
9	Power meter	3	380V, 300A,	Memory for data saving, Output signal: 1 to 5V or 4 to 20mA DC
10	Ultra super sonic leak detector	1	leakage of compressed air and steam	Up to 10 × 10–10 cc/s
11	Pressure transmitter	2	Pressure: 0 to 15 bar	Compressed air and steam pressure measurement
12	pH meter	1	pH: 0 to 14, temperature: 0 to 100 degC	
13	Conductivity meter	1	Conductivity: 0 to 5000 μS/cm	
14	Wet and dry hygrometer	3	Dry and wet bulb type	
15	Digital hygrometer	1	Range 5 to 98% RH	Relative humidity
16	Lux meter	1	Luminance: 20 to 5000 Lx	
17	Pitot tube	1	Range -05 to +2.5 Inc water	Western type
18	Hot wire anemometer	1	Gas speed: Max.50m, temperature: 400 degC	Length: 1m
19	Data logger	2	8-channel, input: V-DC, mA-DC, thermo-couple	Output signal: RS232C
20	Lap-top personal computer	1	Data receiving, data analysis	
21	Stop watch	1		
22	Tape measure (10m)	1		
23	Multi tester	1	V-DC, mA-DC, V-AC, Ohm	
24	Thermocouple	2	K type	SUS theath 2mm dia. Theath length: 1m or more
25	Bourdon tube	2	1 Mpa	Pressure measurement of compressed air

(7) 表面温度計

熱電対を使用したハンディタイプの温度計で、炉の表面温度等の測定に使用する。測定対象物が直接センサを接触させるため正確な温度を容易に測定することができる。測定範囲は $-50 \sim 600^{\circ}\text{C}$ である。

(8) 放射温度計

赤外線を利用した非接触式の温度計で、はなれた場所からの測定ができ測定期間中の最大値、瞬間値 1,100 sets まで保存することができる。低温用では $-30 \sim 1,200^{\circ}\text{C}$ 、高温用では $600 \sim 3,000^{\circ}\text{C}$ までの測定ができる。

(9) サクションパイロメータ

ボイラや燃焼炉等の高温ガス温度を測定するもので、センサ部分には白金ロジウム熱電対を使用し、放射シールドにより高温炉壁からの放射の影響を少なくしている。同時に熱電対中を高速排ガス等で排ガスを吸引することで他の熱影響をなくしてガス温度を測定することができる。データはアナログ信号 DC1-5V で出力され、記録計に保存することができる。

(10) 赤外線熱画像装置

測定対象物の温度を非接触で測定し、内蔵のカラーモニタに熱画像を表示することができる。測定範囲は $-10 \sim 950^{\circ}\text{C}$ である。データはフロッピーディスクに保存でき、専用のパーソナルコンピュータソフトで解析することができる。

(11) ポータブル型超音波流量計

ボイラの給水、燃料油などの液体流量を測定するときに使用するもので、この測定には超音波を利用しているため配管の外側から測定することができる。直接液体に触れることがないことから圧力損失がないという特徴がある。測定範囲は $-16 \sim 0 \sim +16 \text{ m/s}$ である。データはアナログ信号 DC1-5V で出力され、記録計に保存することができる。

(12) 渦流量計

配管ラインに組込んで流量を測定するもので、カルマン渦の渦列を検出することで流量を測定する。測定対象は液体、気体および蒸気のすべてにおいて可能である。データはアナログ信号 DC4-20mA で出力され記録計に保存することができる。

(13) 高温用熱線風速計

ボイラや燃焼炉等の排ガス流速測定に使用する熱線風速計であり、 500°C までの高温気流を $0 \sim 50 \text{ m/s}$ まで測定することができる。データはアナログ信号 DC0-1V で出力され記録計に保存することができる。

(14) 導伝率計

ボイラ等の給排水の水質を測定する携帯用の導伝率計で、測定範囲は $0 \sim 200 \text{ m/s/cm}$ である。測定液温度は $0 \sim 80^{\circ}\text{C}$ で、導伝率の測定と同時に液体の温度測定も可能である。

(15) pH 計

ボイラ等の給排水の水質を測定する携帯用の pH 計で、測定範囲は pH0 ~ pH14 である。測定液温度は 0 ~ 80°C で、pH の測定と同時に液体の温度測定も可能である。

(16) サンプリングガス前処理装置

酸素分析計、CO・CO₂メータで排ガス分析するために排ガス中のゴミや水蒸気を取り除き、排ガスを冷やすために使用するガス分析機器補助装置である。

主な機器構成は、ドレンセパレータ、ガス吸引ポンプ、フィルタ、電子クーラおよび流量計である。

(17) ポータブル酸素分析計（連続式）

ボイラや燃焼炉等の排ガス中の酸素濃度を測定するもので、測定範囲は 0 ~ 25% である。測定原理は、電気化学的酸化還元反応を利用したジルコニア方式である。データはアナログ信号 DCI-5V で出力され記録計に保存することができる。

(18) ポータブル酸素分析計（スポット）

ボイラや燃焼炉等の排ガス中の酸素濃度を測定するもので、測定範囲は 0 ~ 25% である。

ガルバニ電池式の小型酸素分析計のため短期的な測定に適している。

(19) スチームトラップチェッカー

スチームトラップの作動状況を判定するもので、800 個のデータを記憶することができる。記憶したデータはパーソナルコンピュータに転送して専用ソフトウェアで解析することができる。

(20) 低圧検電器

携帯用の小型検電器で、測定範囲は 50 ~ 600 V である。

(21) テスター

一般的に使用されるテスタで測定範囲は下記のとおりである。

DC: 200mV / 2V / 20V / 200V / 1,000V

200μA / 20mA / 10A

AC: 2V / 20V / 200V / 750V

200μA / 20mA / 10A

Ohm: 200Ω / 2kΩ / 20kΩ / 200kΩ / 2000kΩ / 20MΩ

(22) クランプ式電力計

単相から 3 相 4 線式の測定ができるクランプ式電力計で、測定した電圧、電流、有効電力をもとに無効電力、皮相電力、力率の演算をプリンタに表示する。データは付属の FDD unit に記録されパーソナルコンピュータの表計算ソフトで解析することができる。

(23) クリップオン AC パワーメータ

携帯用の電力計で、クランプセンサにより単相および平衡 3 相回路の kW、VArms および Arms を測定することができる。回路電圧は最大 600V(AC)である。

(24) トランスデューサ

電気設備の測定の際に電源と電気設備の間に設置し、電力値等を直接記録計で記録できるようにアナログ信号を出力することができる。

電力トランスデューサ (3P-4W 1000W, 100V/5A)

交流電流トランスデューサ (5A AC)

交流電圧トランスデューサ (110V AC)

無効電力トランスデューサ (3P-3W lag 1000 – lead 1000 var 100V/5A)

電力トランスデューサ (3P-3W 1000W 110V/5A)

(25) 回転計

接触および非接触にて測定できる回転計で測定範囲は 60 ~ 30,000rpm である。

(26) 照度計

携帯用の小型照度計で、センサーにはシリコンフォトダイオードが使用されている。

測定範囲は 0 ~ 19999Lux である。

(27) メモリ機能付記録計

各計測器、熱電対から出力されるアナログ信号を 20 点まで取込むことができ、内蔵のフロッピーディスクユニットでフロッピーディスクに記録すると同時に内蔵プリンタでカラープリントができる。フロッピーディスクに記録したデータは専用のソフトウェアで表計算ソフト用のデータに変換することができる。

(28) データロガー

各計測器、熱電対から出力されるアナログ信号を 8 ~ 16 点まで取込むことができ、内蔵のメモリーおよび PC カードに記録すると同時に LCD モニターで測定値の変化を監視できる。PVC カードに記録したデータは専用のソフトウェアで表計算ソフト用のデータに変換することができる。

(29) CO、CO₂メータ

ボイラや燃焼炉等の排ガスの CO と CO₂ 濃度を測定するもので、測定範囲は CO が 0 – 0.5 vol %、

CO₂ が 0 ~ 15 vol % である。測定原理は赤外線吸収の割合を利用した非分離型赤外線吸収式を採用している。データはアナログ信号 DC 0 – 1V で出力され、記録計に保存することができる。

(30) ピトー管式流速計

液体・気体等の流速および流量を測定するときに使用するもので、全圧と静圧から差圧を求め流速、流量を求めることができる。データはアナログ信号 DC 1 – 5V で出力され、記録計に保存することができる。

2.7 測定データの処理

2.7.1 測定と誤差

実際に計測器を用いて測定するときにはさまざまな要因により誤差が生じる。測定によって真の値を求めることは不可能であるため、解析に使用する測定値には誤差を含んだ値を用いるのが普通である。そのため誤差について理解を深め、できるだけ誤差を少なくさせることが大切である。

誤差の要因は以下の四つに大別される。

(1) 測定の原理、方法によるもの

測定に用いる物理法則や理論が、現実の測定対象や方法に適していないために誤差が生じる。

(2) 計測器によるもの

用いる計測器の不完全さ、狂いなどによる誤差で、測定値に“かたより”や“ばらつき”を生じさせる。

(3) 測定条件、測定環境によるもの

計測器と測定対象との相互作用（電氣的ならびに機械的インピーダンス）、環境や電源条件の影響、環境変化による測定対象自身の変化、不安定性により誤差を生じる。

(4) 読みとり方法によるもの

測定者の知覚の限界や読みとりのくせ、間違い、あるいは A-D 変換器の“まるめ”などによる誤差がある。

2.7.2 測定データの収集と処理手順

さまざまな測定データを基に解析を実施するためには、正しいデータ収集とデータ処理が必要となる。

(1) データ処理フロー

測定データの処理フローを図 2.7.2-1 に示す。

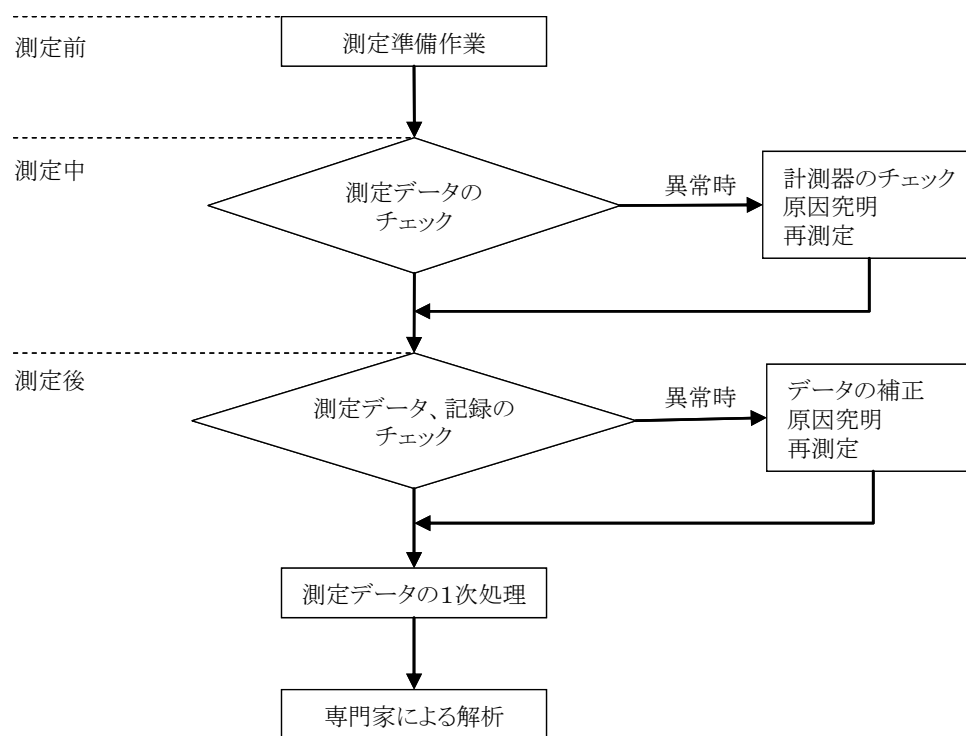


図 2.7.2-1 測定データの処理フロー

(2) データ処理の確認および注意事項

1) 測定開始前の確認および注意事項

- 定期的に計測器のメンテナンスを実施する。
- 測定開始前に計測器の校正を実施する。(Zero 点補正、スパン補正等)
- 配線、センサーの取付等が正しくなされているか確認する。
- 計測器自体の設定が正しくなされているか確認する。

2) 測定中の確認および注意事項

- 正常値、理論値と測定値を比較して異常の有無を確認する。
- 異常発生時は原因を究明し再測定する。
- 他の既設メータと比較する。(既設のメータがある場合)
- 数種類の計測器で測定し、それぞれの測定データと比較する。
- 「工場」の担当者からのヒアリングした値と比較する。

- 測定点（場所）による違いがないかを確認する。
- 長時間測定の場合など計測器に異常がないかを確認する。
- 測定対象（設備、ライン等）に異常や変化があった場合はその内容と時間を記録する。
- 関係者以外の計測器の操作を禁止する。

3) 測定後の確認および注意事項

測定したデータをスプレッドシート、グラフに整理して異常の有無を確認する。

異常が発生した場合は原因究明と共に専門家と相談し、データの補正または再測定を行う。

- 記録したデータを解析する際に見やすいように表やグラフにして整理する。
その際に日時、「工場」名、測定対象、その他特記事項等を記入する。
- 測定対象（設備、ライン等）が操業開始直後、操業終了直前、事故などによる一時的な中断など場合は測定データの変動が大きくなる。その際は解析しやすいようにその部分を取除くか専門家と相談して決める。
- 測定データの1次処理の例を表 2.7.2-1 および図 2.7.2-2 に示す。

表 2.7.2-1 データの処理例

Date / Time: 09-04-2006 12:12:12						
Factory: ABC Factory						
Facility: No.2 Boiler 02, Gas Temp & Ambient Temp						
Date	Time			Data 1 Ambient Temp (deg C)	Data 2 Gas Temp. (deg C)	Data 3 Gas O2 (%)
2006/09/04	1	2	4	29.8	197.4	19.72
06/09/04	1	2	4	9.9	197.2	19.74
06/09/04	1	2	4	29.9	197.8	19.77
06/09/04	1	2	4	29.9	197.3	19.86
06/09/04	1	2	5	29.8	197.0	20.01
06/09/04	1	2	5	31.0	196.6	20.09
06/09/04	1	2	5	9.6	7.3	20.15
06/09/04	1	2	5	29.9	197.0	20.19
06/09/04	1	2	5	29.9	196.8	20.22
06/09/04	1	2	0	29.2	197.0,	20.25
06/09/04	1	2	0	30.0	197.2	20.26
06/09/04	1	2	0	29.9	197.3	20.28
06/09/04	1	2	0	30.0	197.2	20.29

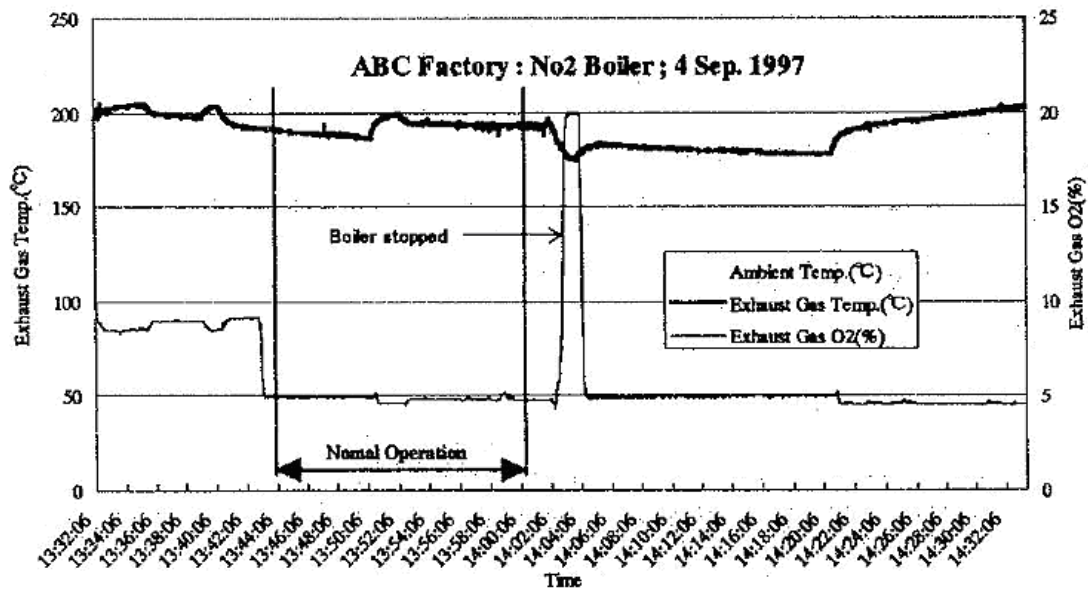


図 2.7.2-2 データの処理例 (グラフ)

2.7.3 測定データの処理

使用する計測器には、スポットで使用するもの、本体にメモリ機能を有するもの、記録計への信号出力ができる機能を有するものがある。

(1) スポットで使用するもの

- 測定漏れ防止のため専用の記録用紙等に測定データを記入する。

Pressure gauge (bourdon tube) (P-1 ~ P-4)

Glass thermometer (T-1)

Thermo-hygrometer (T-2)

Surface thermometer (T-8)

SC meter (W-1)

pH meter (W-2)

Oxygen analyzer (spot) (G-3)

Low voltage detector (E-1)

Tester (E-2)

Clip-on AC power meter (E-4)

Tachometer (TM-1)

Lux meter (L-1)

(2) 本体にメモリ機能を有するもの

計測器にフロッピーディスクユニットを内蔵するものは専用の解析ソフトウェアで解析し、メモリ機能があるものはデータを呼び出して整理する。

- Radiation pyrometer (T-9, T-10)

メモリ点数：100

- Infrared thermovision (T-12)

メモリ点数：30 画像 / 1 枚 (3.5 inch FD 2HD)

専用の解析ソフトで解析する。

- Steam trap checker (S-1)

メモリ点数：800

RS232C でパソコンへデータ送信後、専用ソフトで解析する。

- Cramp-on power meter (E-3)

本体に付属の FDD Unit に記録されたデータを Microsoft EXCEL に数値データとして読み込んで解析する。

(3) アナログ信号出力を有するもの

各計測器からの測定データはアナログ信号で出力され、メモリ機能付記録計のフロッピーディスクに記録することができる。フロッピーディスク内のデータは表計算ソフトウェア (MS Excel 等) で読んで表およびグラフを作成する。

- Digital low pressure indicator (P-5)	output : DC 1-5V	} to Hyprid recorder or data logger
- Steam pressure transmitter (P-6)	output : DC 4-20mA	
- Sheathed thermocouple (T-3 - T-7)		
- Suction pyrometer (T-11)	output : DC 1-5V	
- Ultrasonic flowmeter (F-1)	output : DC 1-5V	
- Vortex flowmeter (F-2)	output : DC 4-20mA	
- Hot wire anemometer (F-3)	output : DC 0-1 V	
- Oxygen analyzer (continuous) G-2)	output : DC 0-1 V	
- Transducer (E-5 - E-9)	output : DC 0-1V, 0-1.1mA	
- CO, CO ₂ meter (EC-1)	output : DC 0-1V	
- Pitot type flowmeter (EC-2)	output : DC 1-5V	

2.8 診断報告書作成

測定データを解析し、ガイドラインを参照して、改善対策を決めて、報告書を作成する。報告書の様式例を表 2.8-1 に示す。

報告書のチェック項目は、表 2.2.2-1 「工場エネルギー診断のチェック項目」の中から診断対象工場に関係あるものを選定する。

表 2.8-1 工場エネルギー診断報告書書式(例)

JICA / The Study on Energy Conservation and Efficiency Improvement in Republic of Indonesia

The Report of Factory Energy Audit
Of
XXXX Company
In
Republic of Indonesia

November 2007

Japan International Cooperation Agency (JICA)

1. Outline of the factory

- a. Factory name: XXX Company
- b. Location:
 - Tel
 - Fax
- c. The contents of business
 - Sub – sector:
 - Main product of the factory:
 - Capital: –
 - Annual shipment amount: –
 - The number of employees of the factory: – Persons
- d. Main person in charge at the energy audit: (Mr. Ms.)

2. Outline of energy audit

- a. Person engaged in energy audit
- b. Energy auditing date:
- c. Request items on energy audit (main items): Fill the request items of the factory from the questionnaire

3. Energy audit results

(1) Improvement proposal items and the expected effect after improvement measure implementation

No.	Observation list Classification No.	Improvement items (Itemized corresponding to an appending observation list)	Expected effects		
			Kind of Energy	The amount of energy conservation (kL/y, kWh/y etc.)	Amount of energy saving (Rp/y)
1					
2					
3					
4					
Total of expected results			Fuel (total) (A)		
			Electric power (total) (B)		
Energy conservation rate of the whole factory			Fuel (total) (A/D*100)		
			Electric power (total) (B/C*100)		

(2) The amount of the annual energy consumption, the energy cost ratio, and energy intensity of the whole factory in 2006

a. The Amount of annual energy consumption

Amount of electric power C = MWh (Purchased electric power E = (1,000kWh)

Amount of all fuel consumption D = k L (Diesel oil equivalent of fuel: kL =)

Details (before conversion)	Heavy oil ():	kL	City gas:	m ³
	Kerosene:	kL	L P G:	ton
	Light oil:	kL		

b. Energy cost ratio (Energy cost per annual shipment amount F=)

Annual production capacity (P) = ton

Annual electric power charge (G): Rupiah Power cost ratio: % (G/F × 100)

Annual fuel cost (H): Rupiah Fuel cost ratio: % (H/F × 100)

c. Energy intensity (Energy consumption per annual shipment amount etc.)

Electric power intensity per production (E / P) = kWh/ton

Fuel intensity per production (D / P) = L/ton

(3) Remarks

a. Plant operation hour

Annual operation days: days

Daily operation hours: hours, shifts

b. Energy price

Diesel oil: Rupiah/liter

Electric power: Rupiah/kWh

Factory Energy conservation audit

Observation list (Detailed explanation of improvement and expected effects are indicated in attached sheet)

1. General management items

Check items and contents	Evaluation (note 1)	The present condition and problems	Measures for improvement
General management items			
1. Energy Management Organization - Maintenance of an organization, capacity building - Adjustment with environmental management - Energy conservation target, investment budget - Medium and long term plan - Use of governmental incentive system - Energy conservation activity			
2. Implementation of Measurement and Record - Installation and operation of measuring instrument, - Maintenance and inspection of measuring instrument - Implementation of periodical measurement and record			
3. Maintenance Management of Equipment - Periodical inspection, daily inspection - Repairing of leakage (water, air and steam) - Heat insulation - Cleaning of equipment (filter and strainer)			

Check items and contents	Evaluation (note 1)	The present condition and problems	Measures for improvement
4. Energy consumption management - Daily report record - Daily consumption, daily load curve - Monthly consumption, Consumption graph comparing with previous year			
5. Energy intensity management of Main Products - Energy intensity per shipment amount - Energy intensity per Production amount			
6. Environmental management - Implementation of CO ₂ emission reduction measure - Practical use of Life Cycle Assessment (LCA): - Purchasing manufacture use disposal and recycling - Waste processing (measure for loss in quantity, separating and recycling) - Waste water treatment			
ISO 14001 acquisition situation	Acquisition on (year month day), Plan of acquisition on (year month),		

(Notes 1) Evaluation column sign A: Excellent B: Very good C: Good D: It is necessary to do more effort. E: It is necessary to do hard.

Energy conservation audit of a factory Observation list (Example)

2. Boiler, Industrial Furnace, Steam System, Heat Exchanger, Waste Heat, Waste Water, etc.

A check item and contents	The present condition and problems	The measure against improvement, and the expected effect per year (kL, kWh, 1,000 Rp)	
Boiler and Industrial Furnace			
1. Combustion Control - Excess air ratio, exhaust gas control - Burner, fuel, ventilation system - Combustion control unit - Regenerative type combustion system - Fuel conversion			
2. Heat Insulation, and Heat Dissipation Prevention - Temperature of outside surface, of furnace wall and duct - Heat insulation and insulation material (thermal storage loss) - Opening seal and inside pressure of furnace			
3. Exhaust Gas Temperature Control and Exhaust Heat Recovery - Exhaust gas temperature - Heat recovery (Supply water and air preheating) - Exhaust gas circulation			