

【平成26年度】低炭素塾

省エネのための設備の基礎 ～省エネ対策の基礎知識～

平成26年10月29日
一般財団法人主婦会館 プラザエフ
B2F会議室クラルテ
株式会社省エネソリューション
大西 義人

1

目 次

- I . 既設設備の取り組み
- II . 設備概要と省エネ対策のポイント

2

I. 既設設備の取り組み

表-1.3 既設システムへの取組み一覧（設備対応）

対 象	分 類	設備対応項目	
1	ボイラ	燃焼効率の維持・向上	①燃焼装置バーナなどの改造、②O2センサによる空燃比制御
		伝熱効率の維持・向上	①燃焼室内部の改造など
		負荷対応運転	①小容量機の設置、②アキュムレータの設置、③FDFのインバート化
		放射熱量(熱ロス)の低減	①断熱材仕様の強化・改善、②未断熱部の断熱施工、③遮熱ペイントによる放熱防止、④ドレントラップの性能向上
		熱回収	①エコノマイザ、エアヒータの設置、②蒸気ドレンの凝集水システムへの回収、③ブローホのフラッシュ蒸気、冷却熱の回収
2	冷凍機およびヒートポンプ	高効率機への更新	①高効率ボイラへの更新、②適正規模のボイラへの更新
		伝熱効率の維持・向上	①高性能伝熱管の採用、②チューブ自動洗浄装置の設置
		負荷対応運転	①小容量機の設置、②溶液ポンプのインバート化、③インバート高効率電動冷凍機の導入
3	冷却塔	熱回収	①熱回収型ヒートポンプの導入、②蓄熱槽の設置
		高効率機への更新	①高効率冷凍機への更新、②適正規模の冷凍機への更新
4	熱交換器 他機器全般	伝熱効率の維持・向上	①充てん材の更新
		負荷対応運転	①ファンのインバート化、②ファンの台数制御、③ファンのボールチェンジ化
5	地域導管およびプラント内配管	放射熱量(熱ロス)の削減	①断熱材仕様の強化・改善、②未断熱部の断熱施工、③蒸気ドレンの凝集水システムへの回収
		圧損の削減	①摩擦低減材、②低圧損形状設計
6	循環ポンプ	搬送動力の削減	①大温度差供給、②水和物スラリー高熱密度搬送、③実末端差圧制御
		負荷対応運転	①小容量機の設置、②溶液ポンプのインバート化、③冷水過流量への対応
		過剰動力の削減	①インバートカットによる動力削減
7	受変電設備	電気ロスの削減	①自動力率調整装置の設置、②力率調整用コンデンサの最適化、③高効率トランスの設置、④高効率モータの設置
		電気ロスの削減	①省エネルギー型照明器具への取替え
8	照明・換気ファンなど一般管理用施設	負荷対応運転	①換気ファンのインバート化、②換気ファンの温度による台数制御
		熱回収	①GE、GTコージョエネレーションシステムの導入
9	C G S	熱回収	①GE、GTコージョエネレーションシステムの導入
		新エネルギーなどの導入	①廃棄物燃料、②太陽光発電、③風力発電、④地中熱利用、⑤海水、河川水利用
10	そ の 他	熱回収	①GE、GTコージョエネレーションシステムの導入
		新エネルギーなどの導入	⑥下水、⑦井水利用、⑧蒸気減圧発電

I .既設設備の取り組み

1. 主要設備

- 1 ボイラー設備 … 蒸気ボイラ、 温水ボイラ等
- 2 熱源設備 … ターボ冷凍機、吸収式冷温水機、
空冷チラー、空冷ヒートポンプチラー等
- 3 空調設備… 空調機、空冷ヒートポンプパッケージ等
- 4 熱搬送動力設備… ポンプ、ファン等
- 5 受変電設備… 高効率トッランナー変圧器等
- 6 見える化設備…デマンド監視装置、BEMS
- 7 照明設備 … 高効率LED照明機器
- 8 CGS設備…コージェネレーション

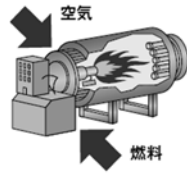
5

II .設備概要と省エネ対策のポイント

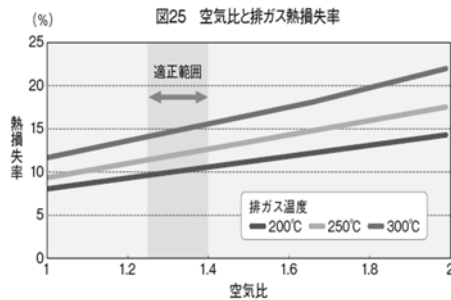
6

II.設備概要と省エネ対策のポイント

1. ボイラー設備 (1) 燃焼空気比の管理



写真IV-7-1 ガス燃き小型貫流ボイラ



出典:東京都(クール・ネット東京)省エネルギー対策テキスト(基本編)

7

II.設備概要と省エネ対策のポイント

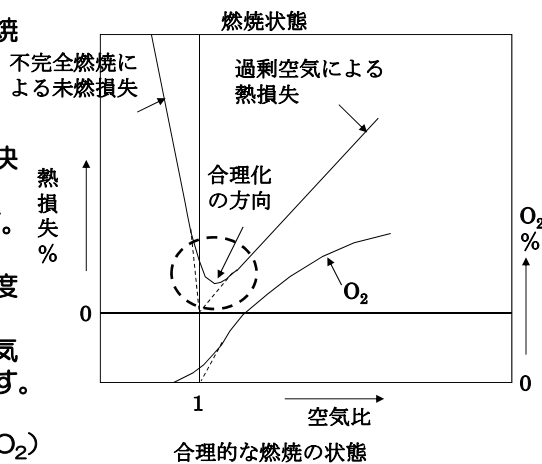
1. ボイラー設備 (2) 燃焼空気比の管理

適正な空気比で燃焼
させましょう!

ボイラーの大きさによって基準空気は決められていますが、通常1.2~1.3です。

排ガス中の酸素濃度(O₂パーセント)を測定すれば、空気比は次式の通りです。

$$\text{空気比} = 21 \div (21 - \text{O}_2)$$



8

II. 設備概要と省エネ対策のポイント

ボイラの基準空気比

表 ボイラの基準空気比（省エネルギー法の「判断基準」）

区 分	負荷率 (単位 :%)	基 準 空 気 比				
		固 体 燃 料		液 体 燃 料	気 体 燃 料	高 炉 ガ ス そ の 他 の 副 生 ガ ス
		固 定 床 (微 粉 炭)	流 動 床			
電 気 事 業 用	75~100	—	—	1.05~1.2	1.05~1.1	1.2
そ の 他	蒸 発 量 が 毎 時 30 ト ン 以 上 の も の	1.3~1.45	1.2~1.45	1.1~1.25	1.1~1.2	1.2~1.3
	蒸 発 量 が 毎 時 10 ト ン 以 上 30 ト ン 未 満 の も の	1.3~1.45	1.2~1.45	1.15~1.3	1.15~1.3	—
	蒸 発 量 が 毎 時 5 ト ン 以 上 10 ト ン 未 満 の も の	—	—	1.2~1.3	1.2~1.3	—
	蒸 発 量 が 毎 時 5 ト ン 未 満 の も の	—	—	1.2~1.3	1.2~1.3	—
小 型 貫 流 ボ イ ラ ー	100	—	—	1.3~1.45	1.25~1.4	—

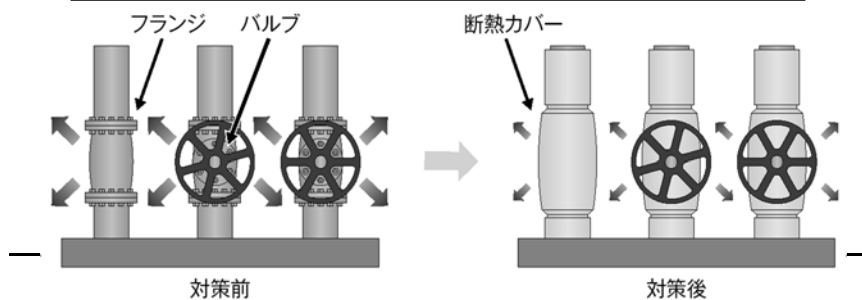
（備考）この表に掲げる基準空気比の値は、定期検査後、安定した状態で、一定負荷で燃焼を行うとき、ボイラーの出口において測定される空気比について定めたものである。

9

II. 設備概要と省エネ対策のポイント

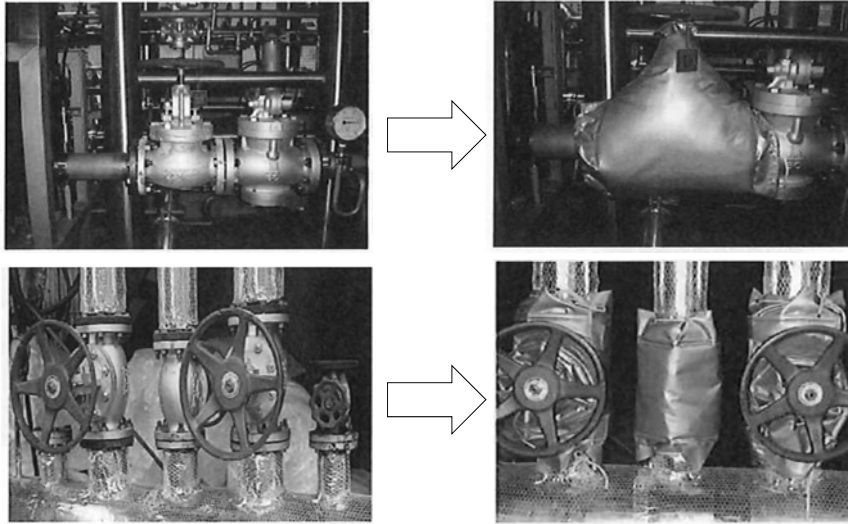
1. ボイラー設備 (2) 保温ジャケットの装着

蒸気配管やバルブの放熱を防止するために、
保温の整備を行いましょう。



10

保温ジャケット装着事例



11

Ⅱ. 設備概要と省エネ対策のポイント

【事例1】 蒸気バルブの保温

事業所の概要

用途 : 事務所ビル 延床面積 : 22,394m² (地上7階)

操業時間 : 2,370時間 (8:30 ~ 18:30)

診断時 (B1Fボイラー室)

ボイラー室内の蒸気ヘッダー出口と配管途中バルブが、保温施工されていない。

提案内容

着脱可能な保温ジャケットを取り付け、放散熱を防止する。

試算条件

蒸気: 0.7MPa-G、170°C 蒸気バルブ: 80A × 5個、50A × 7個、25A × 2個

非保温バルブからの放散熱量 : 80A (838W/個)、50A (522W/個)、25A (354W/個)

保温効率: 85%、ボイラー運転時間: 2,370h/年、ボイラー効率: 80%

熱損失低減量 = $(838\text{W/個} \times 5\text{個} + 522\text{W/個} \times 7\text{個} + 354\text{W/個} \times 2\text{個}) \times 0.85 \times 2,370\text{h/年}$
 $\times 3.6\text{MJ/kWh} = 62,000\text{MJ/年}$

効果

削減重油量 : $62,000\text{MJ/年} \div 36.8\text{MJ/L} \div 0.8 = 2,106\text{L/年} = 2.1\text{kL/年}$

削減金額 : $2.1\text{kL/年} \times 80\text{円/L} = 168\text{千円/年}$

投資金額 : $@15\text{千円/個} \times 14\text{個} = 210\text{千円}$

回収年数 : $210\text{千円} \div 168\text{千円/年} = 1.3\text{年}$

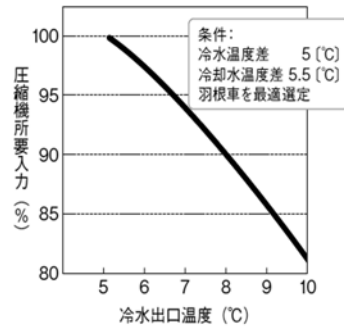
12

II. 設備概要と省エネ対策のポイント

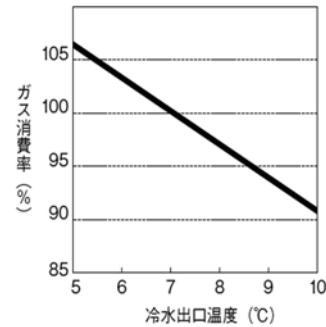
2. 熱源設備 (1) 冷水出口温度の管理

盛夏(7,8月)以外の冷房期間に冷水温度を上げて冷凍機を効率よく運転することが省エネにつながります。

図IV-2-3 ターボ冷凍機の冷水出口温度と
圧縮機 所要入力の関係



図IV-2-4 吸収式冷温水機の冷水出口温度と
ガス消費率の関係



出典: 東京都 (クール・ネット東京) 省エネルギー対策テキスト (基本編)

13

II. 設備概要と省エネ対策のポイント

2. 熱源設備 ※冷凍機各種

写真IV-2-1 吸収式冷温水機の外観



出典: T社ホームページ

写真IV-2-2 ターボ冷凍機の外観



出典: M社ホームページ

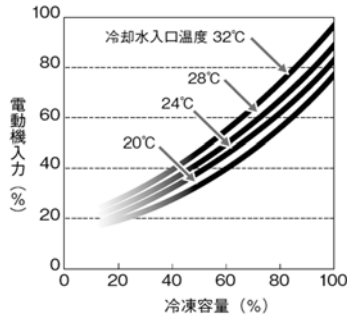
14

II. 設備概要と省エネ対策のポイント

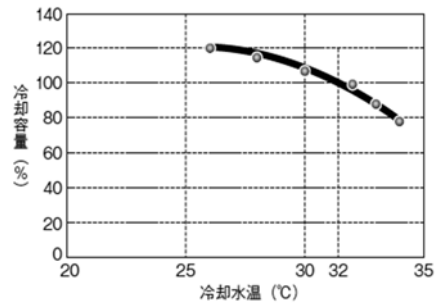
2. 熱源設備 (2) 冷却水入口温度の管理

冷却水温度を下げて効率運転しましょう！
下限温度はメーカーに確認して設定してください。

図IV-2-6 ターボ冷凍機の冷却水温と電動機入力



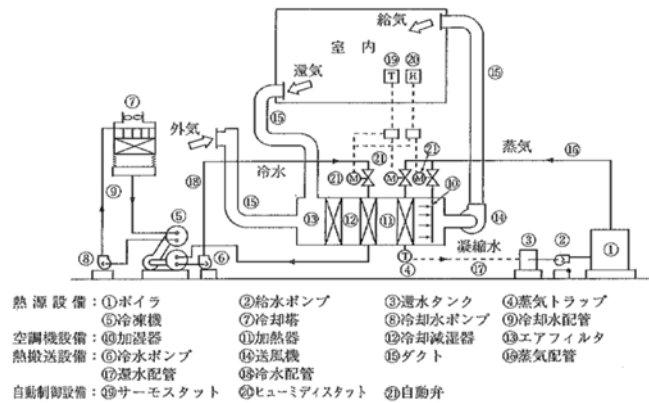
図IV-2-5 吸収式冷温水の冷却水温と冷容器量



15

II. 設備概要と省エネ対策のポイント

3. 空調設備 (1) 基本構成



空調設備の基本構成

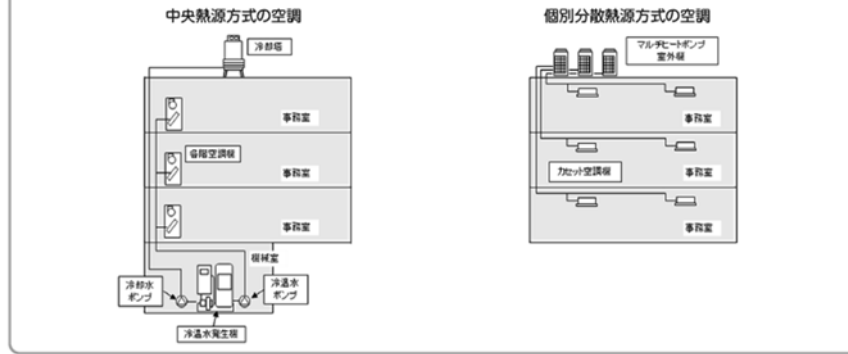
出典：省エネルギーセンター（エネルギー診断プロフェッショナルテキスト）

16

II. 設備概要と省エネ対策のポイント

3. 空調設備 (2)空調方式の分類

図Ⅲ-2-2 空調方式の模式図



空調方式の模式図

出典:東京都(クール・ネット東京)省エネルギー対策テキスト(実践編)

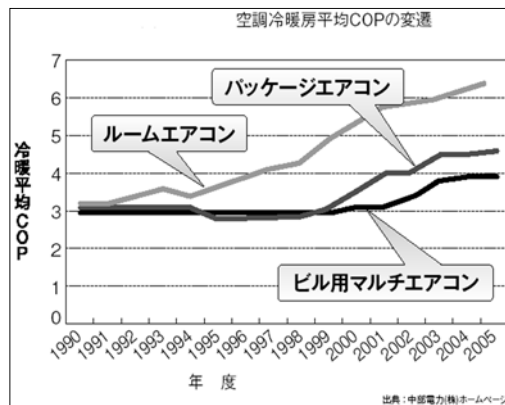
17

II. 設備概要と省エネ対策のポイント

3. 空調設備 (3)高効率機器の導入

更新時は高効率空調機を採用しましょう!

※COPとは投入したエネルギーを1として、その何倍の冷温熱を得られるかを示したもので、数値が大きいほど効率がよいことになります。



出典:東京都(クール・ネット東京)省エネルギー対策テキスト(実践編)

18

II. 設備概要と省エネ対策のポイント

3. 空調設備 (4) 全熱交換器の上手な利用

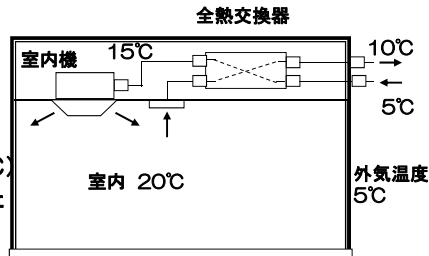
【全熱交換器の効果】

・例えば、右図のように外気(5℃)と室内の空気(20℃)を換気する場合、室内には冷たい5℃の空気が入ってきてしまうため、空調負荷の増大につながります。

・全熱交換器を導入すると、外気(5℃)と室内の空気(20℃)を熱交換するため、15℃の新鮮な空気が入ります。

・中間期で空調機を使用しない季節は、全熱交換器を熱交換から、普通換気に切替えて運転しましょう。

【全熱交換とは、空気中の水分も熱も室内排気と取り入れ外気が交換すること】



出典: 東京都(クール・ネット東京)省エネルギー対策テキスト(実践編)

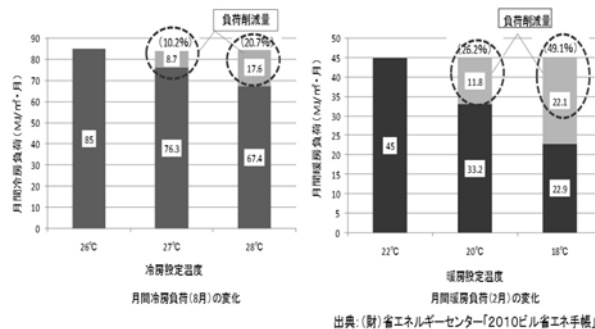
19

II. 設備概要と省エネ対策のポイント

3. 空調設備 (5) 設定温度の推奨

室内温度が夏期28℃、冬期20℃を維持する様
設定温度を調節しましょう

冷暖房温度を1℃緩和することで、空調エネルギーのおよそ
10%の省エネになります!



20

II. 設備概要と省エネ対策のポイント

4. 熱搬送動力設備 (1)ポンプ・ファン

ポンプ・ファン特性

$$Q \propto n$$

$$P \propto n^2$$

$$L \propto n^3$$

Q: ポンプ・ファン吐出量

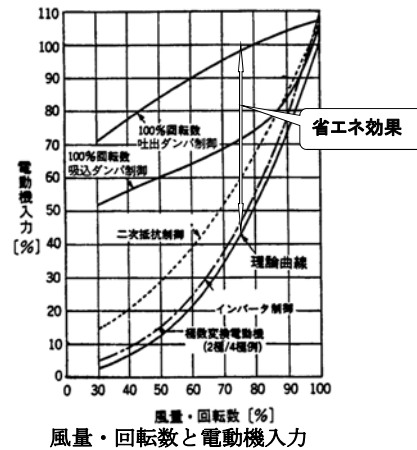
P: // 吐出圧

L: // 動力

n: // 回転数

注) \propto : 比例することを示します。

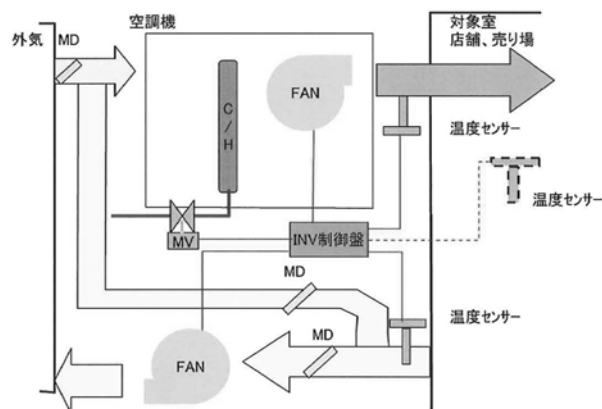
吐出流量が過大な場合や
出口バルブで流量を絞って
いる場合は回転数制御を
導入しましょう！



21

II. 設備概要と省エネ対策のポイント

4. 熱搬送動力設備 (2)INV導入事例 (空調機系統)



22

II. 設備概要と省エネ対策のポイント

【事例2】空調機給気ファン・還気ファンにINV導入

事業所の概要

用途 : 公立図書館 延床面積 : 2,394m² (地上3階)
 操業時間 : 4,140時間 (9:30 ~ 21:00)

診断時 (1F空調機械室)

空調機は常時定格運転しているが、空調機に取り付けられているSD開度は70%に絞って風量調整している。

提案内容

SD開度を100%にすると共に空調機ファンにINVを取りつけて、現状風量に見合う様回転数を下げて消費電力量の削減を行う。

試算条件

給気ファン: 5.5kW、 還気ファン: 3.7kW、 SD開度: 70%、 INV導入後の周波数: 35Hz
 インバータ効率: 95%、 電動機効率: 90%、 負荷率: 60%

効果

削減電力量 : $(5.5 + 3.7) \text{ kW} / 0.9 \times (1 - 0.7^3 / 0.95) \times 4,140 \text{ h} / \text{年} \times 0.6 = 16,224 \text{ kWh} / \text{年}$

削減金額 : $16,224 \text{ kWh} / \text{年} \times 25 \text{ 円} / \text{kWh} = 406 \text{ 千円} / \text{年}$

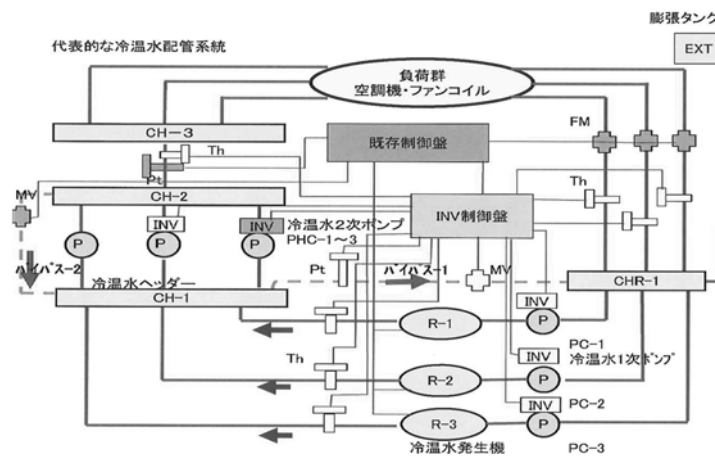
投資金額 : 885千円 (5.5kW @485千円、 3.7kW @400千円)

回収年数 : $885 \text{ 千円} \div 406 \text{ 千円} / \text{年} = 2.2 \text{ 年}$

23

II. 設備概要と省エネ対策のポイント

4. 熱搬送動力設備 (3) INV導入事例 (熱源廻り系統)



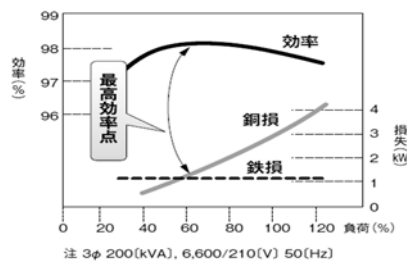
24

II. 設備概要と省エネ対策のポイント

5. 受変電設備 (1) 高効率変圧器の採用

- 1) 変圧器の適正負荷
 - ・変圧器の負荷を適正化(変圧器を集約)
- 2) 高効率変圧器の採用
 - ・更新時には高効率変圧器(低損失変圧器)を採用
- 3) 変圧器の長期不使用時の電源遮断
 - ・不使用時は、1次側変圧器の電源を遮断

図IV-1-8 変圧器の効率特性



25

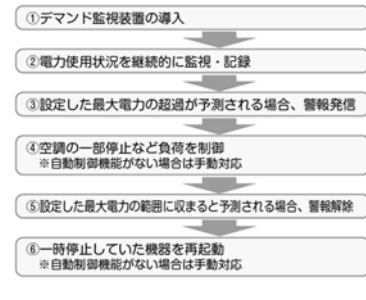
II. 設備概要と省エネ対策のポイント

6. 見える化設備 (1) デマンド監視装置の導入

デマンド監視装置は、最大電力の抑制に効果的です。
デマンド管理値(目標値)を適切に設定して有効活用しましょう

デマンド監視装置とは…受電盤に取り付けて工場やビルなどの電力使用状況を常時監視、記録する装置

図V-3-4 デマンド監視の流れ(イメージ)



《導入のメリット》

最大電力を抑制
⇒ 電気料金(基本料金)の低減

電力使用量の時間的推移を知る
⇒ 効果的な省エネ対策立案
対策後の効果確認
ムダの発見

26

Ⅱ. 設備概要と省エネ対策のポイント

6. 見える化設備 (1) デマンド監視装置の導入

デマンド監視装置導入に当たっての注意

① 電力会社への申請

- ・最寄りの電力会社営業所にパルスサービスの申請が必要
⇒ 電力会社の取引用積算電力計からパルス信号をもらって作動

② 電力会社の取引用積算電力計とデマンド監視装置の同期化

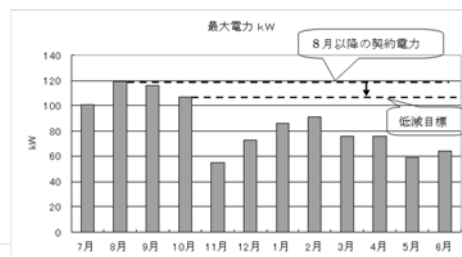
- ・デマンド監視装置は、取引用積算電力計の計量スタートに合わせて計量を開始することが必要
⇒ 設置業者が取引計器との同期化及び設置後の確認を求めましょう

27

Ⅱ. 設備概要と省エネ対策のポイント

6. 見える化設備 (1) デマンド監視装置の導入

デマンド監視装置導入による契約電力低減



受電力率: 100%

契約電力: 119kW → 107kW に低減したとします。

改善前の基本料金 = $119\text{kW} \times (185 - 100) \div 100 \times 1,687\text{円/kW} \times 12\text{月} \div 1,000$
= 2,048千円/年

改善後の基本料金 = $107\text{kW} \times (185 - 100) \div 100 \times 1,687\text{円/kW} \times 12\text{月} \div 1,000$
= 1,841千円/年

基本料金低減効果 = $2,048\text{千円/年} - 1,841\text{千円/年} = 207\text{千円/年}$

投資額を500千円とすれば、2.4年で回収できることになります。

28

II. 設備概要と省エネ対策のポイント

6. 見える化設備 (2) 多回路電力モニター

多回路電力モニターを導入すると、フロアやテナント単位で、時間帯・用途別の消費電力を「見える化」できます

《多回路電力モニター導入のメリット》

- テナント別、フロア別、用途別の電力使用量が総量とともに時系列でも把握できます。
- 工場では生産工程別の電力使用量が把握できます。
- 省エネや工程改善などについて、対策前後の効果を詳細に把握できます。
- グラフなど「見える化」されることにより問題点の把握が容易になります。

図V-3-8 多回路電力モニターの設置イメージ

写真V-3-6 分電盤への取付事例



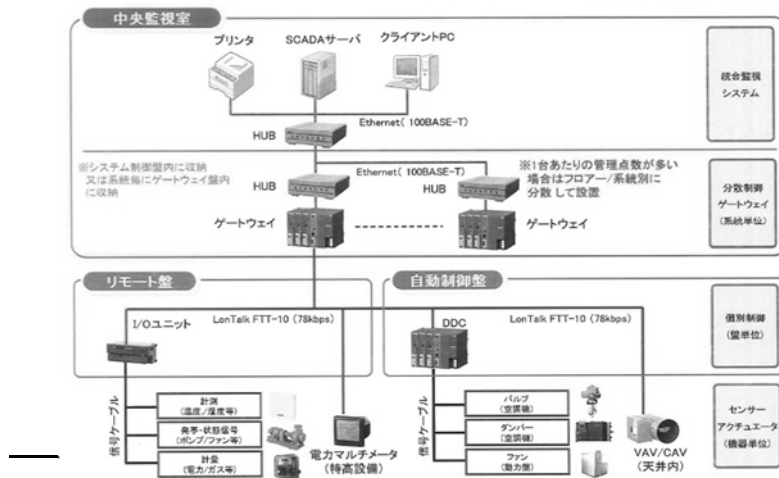
出典：東京都（クール・ネット東京）省エネルギー対策テキスト（実践編）

29

II. 設備概要と省エネ対策のポイント

6. 見える化設備 (2) BMS+EMS ⇨ BEMS

BEMS標準システム構成図



30

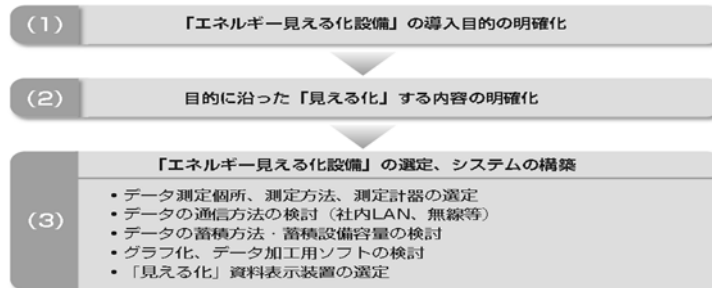
Ⅱ. 設備概要と省エネ対策のポイント

6. 見える化設備 (3) BEMSの導入

1) 事業所全体のエネルギーを総合的に管理

OBEMS(=Building Energy Management System)とは
ビル内のエネルギー使用状況(電気、燃料、水)や各設備の運転状況(空調、
照明、換気など)を監視、計測し、蓄積されたデータをグラフなど見える形で
提供するツールです。この機能に各種機器の制御機能も含める場合もありま
す。

2) 「エネルギー見える化設備」の導入目的の明確化



出典:東京都(クール・ネット東京)省エネルギー対策テキスト(実践編)

31

Ⅱ. 設備概要と省エネ対策のポイント

7. 照明設備 (1) 高効率照明器具

- ・Hf型蛍光灯: FLR40W ⇒ Hf32Wインバータ式蛍光灯
- ・電球型蛍光灯: 60W白熱灯 ⇒ 13W電球型蛍光灯
- ・LEDランプ: 60W相当 ⇒ 7WLED電球
- ・直管型LED: FLR40W ⇒ 20W直管型LED
→ 設備更新時には、要導入検討
- ・各種LEDランプ: ハロゲンランプ、クリプトン電球、
HIDランプ 等 ⇒ LEDランプ

32

Ⅱ. 設備概要と省エネ対策のポイント

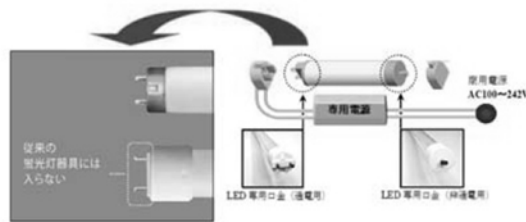
7. 照明設備 (2)直管型LED照明

《直管LEDランプのJISが制定されました》

JIS C8159-1(一般照明用GX16t-5口金付LEDランプ—第一部:安全仕様)を制定
ポイント

- 口金 誤装着防止のため専用の口金を規定
- ランプの落下防止 温度変化でランプが落下しないよう構造的な寸法変化範囲を規定
- 感電に対する保護 ○絶縁抵抗及び耐電圧性 ○光生物学的安全性

図Ⅲ-1-9 LEDランプ専用口金GX16t-5



平成25年4月22日付 経済産業省
産業技術環境局環境生活標準化推進室

Ⅱ. 設備概要と省エネ対策のポイント

7. 照明設備 (3)セラミックメタルハライドランプ



セラミックメタルハライドランプ
石英発光管
⇒ セラミック発光管

- ・省エネ性 :50%(水銀灯比)
- 水銀灯400W形(415W)
⇒セラメタ200形(208W)

《水銀条約》 ～ 水銀汚染防止に向けた国際的な水銀規制に関する新条約

- 水銀ランプの製造、輸出及び輸入が、2020年以降禁止となります。
⇒ 一般照明用の高圧水銀ランプが対象
- セラミックメタルハライドランプ、メタルハライドランプ及び高圧ナトリウムランプなどは対象外

Ⅱ. 設備概要と省エネ対策のポイント

【事例3】 高効率照明ランプの導入(セラメタ化)

事業所の概要

用途 : 体育施設 延床面積 : 22,394m² (地上5階)
 作業時間 : 4,200時間 (8:00~ 20:00)

診断時 (1階メインアリーナ)

水銀灯400W 形(光束:22,000lm)を100台使用。

年間消費電力量: 0.415kW / 台 × 100 台 × 4,200 h / 年 × (負荷率 80%) = 139,440 kWh/年

提案内容 (1階メインアリーナ)

現状の水銀灯をセラミックメタルハライドランプ200W形(光束:20,900lm)に更新する。

対策後の年間消費電力量: 0.208kW / 台 × 100 台 × 4,200 h/年 × (負荷率80%)
 = 69,888 kWh/年

効果

年間電力削減量: 139,440 kWh/年 - 69,888 kWh/年 = 69,552kWh/年

削減金額: 69,552 kWh/年 × 25.0 円/ kWh = 1,739 千円/年 (25.0円/kWhは電力単価)

投資金額: @15千円/台 × 100台 = 1,500 千円

回収年数: 1,500 千円 ÷ 1,739千円/年 = 0.9年

35

Ⅱ. 設備概要と省エネ対策のポイント

7. 照明設備

(4) 高輝度LED誘導灯



誘導灯の更新前後の比較

種別		消費電力 (W)	台数	消費電力合計 (W)
更新前	小型 (FL10W×1)	15	18	270
更新後	C級 (LED)	2	18	36

36

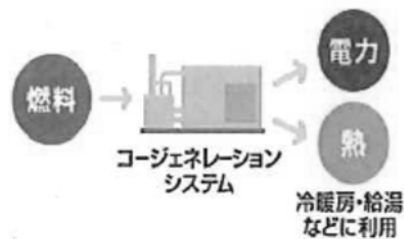
II. 設備概要と省エネ対策のポイント

7. CGS設備 (1) コージェネレーション

コージェネレーション

燃料の燃焼エネルギー

- ⇒ ガスエンジンやガスタービンを駆動
- ⇒ 発電機を回して電気をつくる
- ⇒ 排熱を回収
- ⇒ 工場の熱利用、又は
- ⇒ ビルの冷暖房・給湯などに利用
- ⇒ 分散型システム



37

II. 設備概要と省エネ対策のポイント

7. CGS設備 (1) コージェネレーションの特長

- ①省エネルギー・環境保全性
 - ⇒ 一次エネルギー消費量、CO2排出量とも削減
(火力発電所+ボイラー VS 天然ガスコージェネ)
- ②電力負荷平準化効果
 - ⇒ 電力需要のピーク時に稼働
 - ⇒ 自家発電によるピークカット、排熱利用機器によるピークカット
- ③エネルギーセキュリティの向上
 - ⇒ 商用電源との連系による電源の二重化、安定化
- ④経済性
 - ⇒ 常用発電設備を備えることで契約電力の低減、発電量に応じて従量料金も低減
 - ⇒ 排熱利用で電力・燃料両面でエネルギーコスト削減

38

ご清聴ありがとうございました。

株式会社省エネソリューション
大西 義人