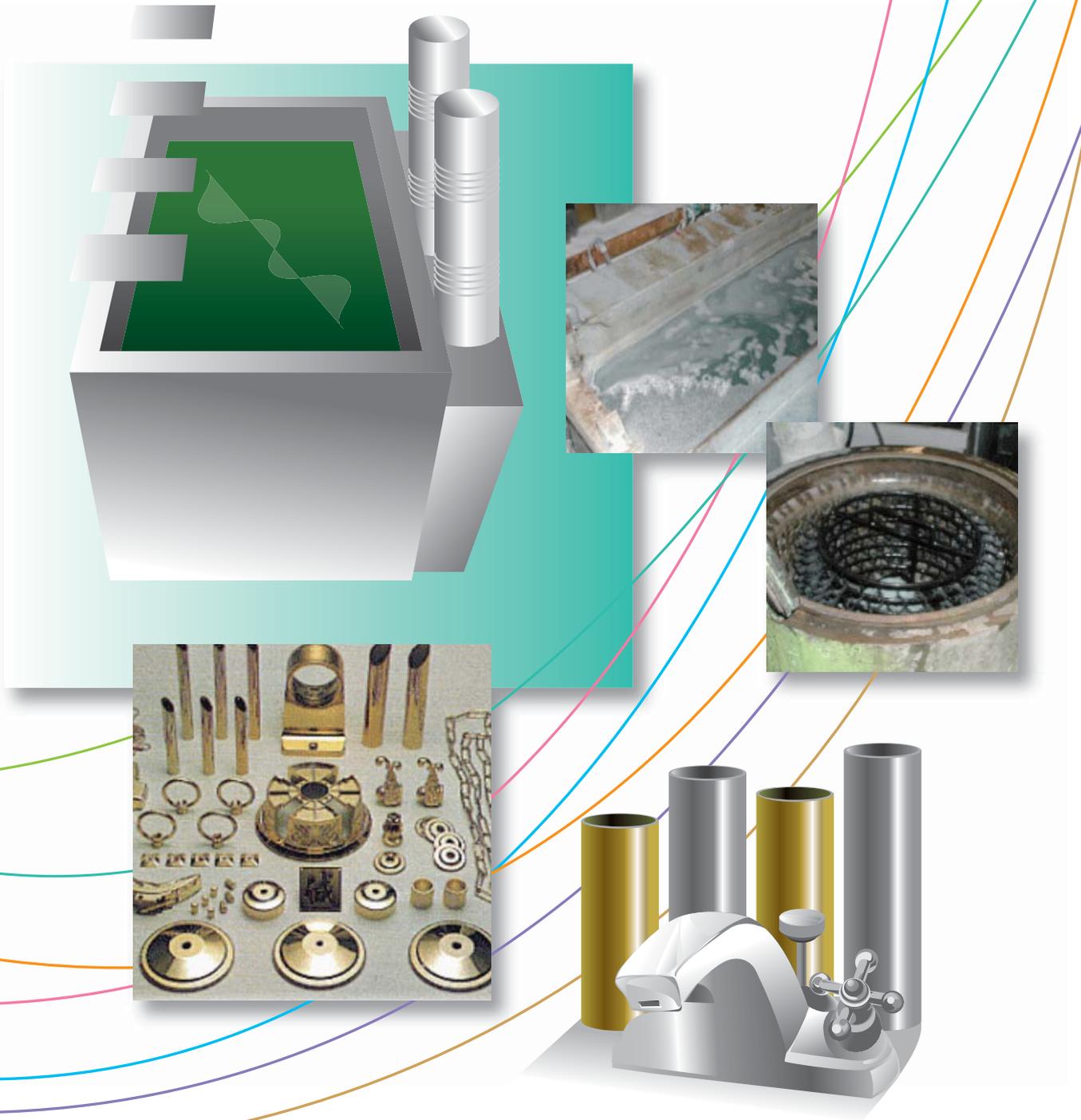


めっき工場の

省エネルギー対策



東京都環境局
東京都地球温暖化防止活動推進センター

1. はじめに

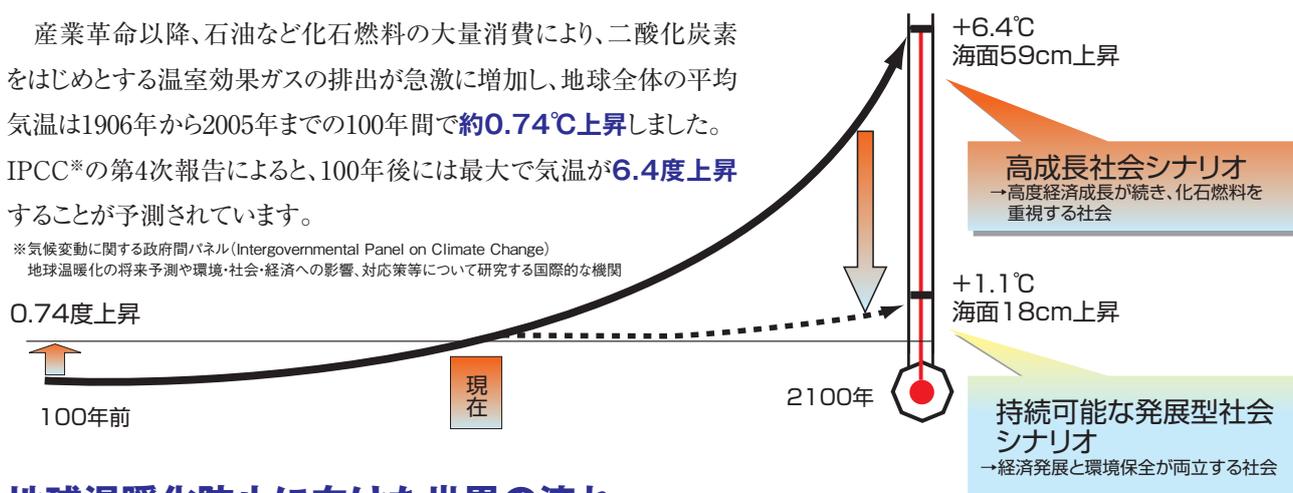
<地球温暖化の影響>

- ◆ 気温上昇
- ◆ 海面上昇
- ◆ 異常気象の増加
- ◆ 伝染病の拡大 など

地球温暖化の背景と進行状況について

産業革命以降、石油など化石燃料の大量消費により、二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスの排出が急激に増加し、地球全体の平均気温は1906年から2005年までの100年間で約**0.74℃上昇**しました。IPCC*の第4次報告によると、100年後には最大で気温が**6.4度上昇**することが予測されています。

*気候変動に関する政府間パネル(Intergovernmental Panel on Climate Change)
地球温暖化の将来予測や環境・社会・経済への影響、対応策等について研究する国際的な機関



地球温暖化防止に向けた世界の流れ

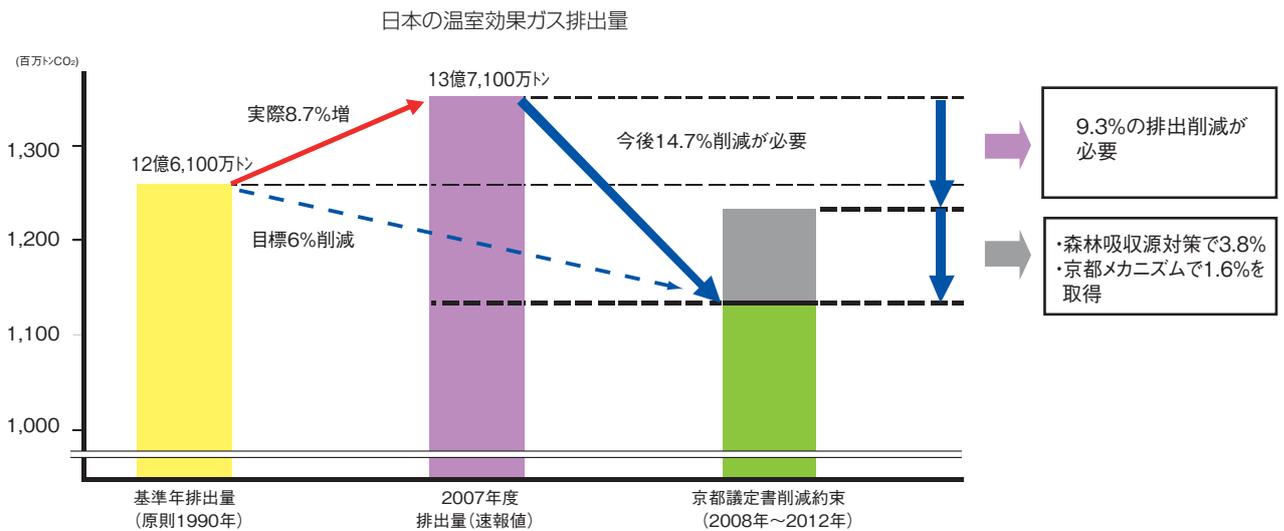
1997年に開催された気候変動枠組条約第3回締約国会議(COP3)において、京都議定書が採択され、加盟先進諸国は2008年から2012年までの5年間の温室効果ガス排出量を1990年比で一定割合削減することが義務づけられました。そして、**2008年からいよいよ削減義務の履行期間(京都議定書の第1約束期間)に入りました。**

温暖化対策は、京都議定書を達成すれば終わりというのではなく、議定書達成はあくまで「**大気中のCO₂濃度の安定化**」という大目標の1通過点に過ぎません。2007年12月にインドネシアのバリ島で行われた気候変動枠組条約第13回締約国会議(COP13)では、2013年以降の温暖化対策の枠組みの交渉の進め方をまとめた行程表である「**バリ・ロードマップ**」が合意され、「**ポスト京都議定書**」に向けた新たな一歩が踏み出されました。また、2008年7月に行われたG8北海道洞爺湖サミットでは、2050年までに世界全体の排出量の少なくとも50%の削減を達成するという目標を共有し、国連採択を求めることが決められました。

地球温暖化防止に向けた国内の動き

京都議定書において、日本は、2008年4月から2012年までの5年間の温室効果ガス排出量の平均値を、1990年比で**6%削減**することが義務づけられました。今までも、京都議定書目標達成計画や省エネ法などにより、温暖化対策が進められてきましたが、2007年度<速報値>の温室効果ガスの排出状況を見ると、1990年度比で**8.7%増**と大変厳しい状況にあります。温暖化対策をさらに強化するために改正省エネ法が2008年5月に公布され、東京都でも改正環境確保条例が2008年7月に公布されました。

目次	1.はじめに	p1
	2.めっき工場の概況	p3
	3.主な省エネルギー対策	p9
	4.省エネルギーの進め方	p11

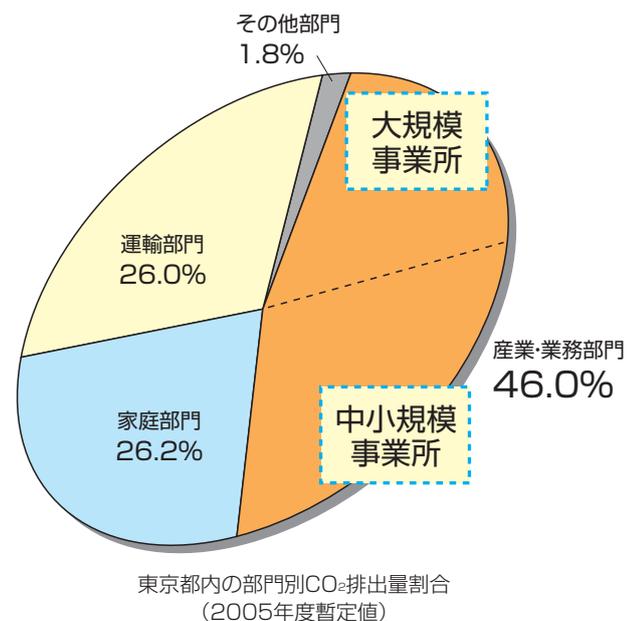


東京都内の二酸化炭素排出状況と温暖化対策について

東京都内の事業所から発生する二酸化炭素排出量の割合は、**工場や企業の建物等（産業・業務部門）からの排出**が最も多く、**全体の半数近く**を占めています。東京都では産業・業務部門の大規模事業所*に対して、「東京都地球温暖化対策計画書制度」により、5か年の二酸化炭素削減計画を記した計画書の提出を義務付けています。提出された計画書に対する助言や結果の公表、優良事業者への表彰などにより、より高いCO₂削減目標へと誘導していきます。

この「東京都地球温暖化対策計画書制度」の対象となっている事業所で、産業・業務部門における二酸化炭素排出量の約40%をカバーしており、残りの**約60%**は、**計画書制度対象外の中小規模の事業所**です。東京都内の産業・業務部門全体の温暖化対策を実現するためには、各中小規模事業所の皆様のより積極的な温暖化対策が必要です。

*燃料、熱及び電気の使用量の合計を原油換算した量が年間(前年度)1,500kℓ以上の事業所



省エネルギー対策の勧め

地球温暖化対策は永続的に取組まなければならない喫緊の課題です。「**経済活動の発展**」と「**環境問題の解決**」を両立した「**持続可能な社会**」を形成していくためには、効率的で無駄のないエネルギーの利用を推進していく「**省エネルギー**（以下「**省エネ**」といいます）」の推進が不可欠です。

このテキストブックは、東京都鍍金工業組合の協力により、アンケート調査と複数の店舗への省エネ診断結果に基づき、めっき工場における省エネ対策のポイントを解説しています。省エネ対策は、**温暖化対策**になるばかりでなく、**コスト削減**や**企業のイメージアップ**など大きな効果があります。お金をかけずにできる運用対策から設備改修が必要な対策までいろいろありますが、**皆様の実情にあった省エネ対策**に取組んでいただきたいと思います。

2.めっき工場の概況

1.めっき業の現状と特徴(アンケート結果より)

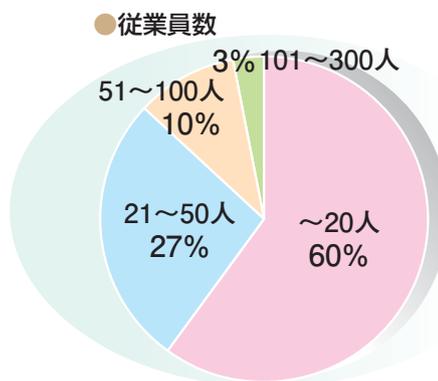
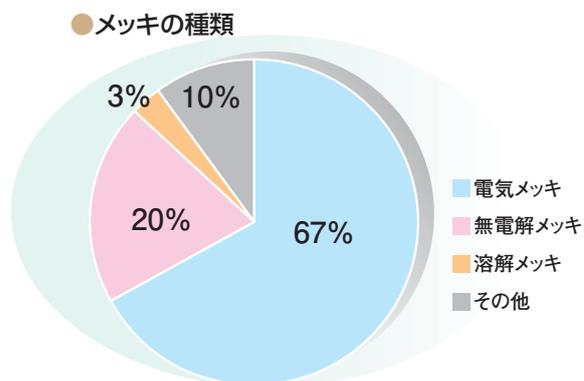
アンケート調査概要

- 東京都鍍金工業組合の組合員の皆様にご協力いただいてアンケート調査を実施しました。回答いただいた工場は74事業所でした。
- 事業所の平均売上高は約4億円で、エネルギー支払経費は約2,100万円、売上高当りのエネルギー費は5.3%となっています。
- 省エネルギーの推進について、社内組織化されている工場は18%と少なく、エネルギー使用量を管理していない工場は42%にもなり、今後の管理・強化が望まれます。
- 省エネルギー実施項目は①不要時の消灯、②空調機の設定温度見直し、③省エネ型照明器具の採用、④排気ファンのインバータ化⑤高効率空調機への取替などで半数の工場で実施済・検討中となっています。

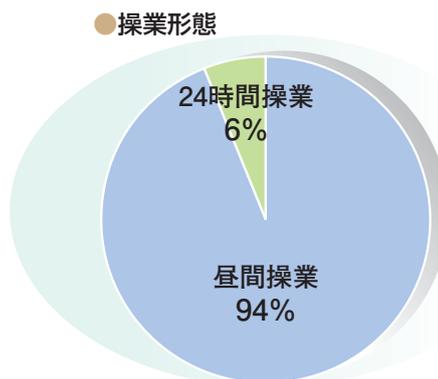
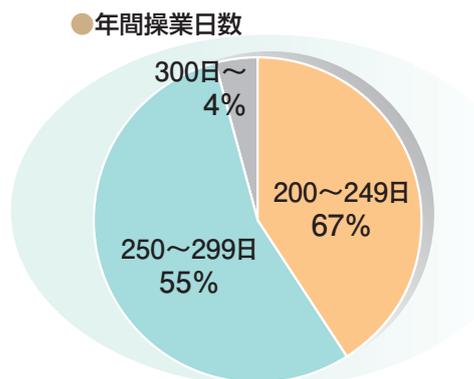
調査データの平均値	
資本金(69)	53.2百万円
敷地面積(68)	992㎡
事業所売上高(64)	406.8百万円/年
電力支払料金(50)	11,978千円/年
燃料支払料金(45)	4,497千円/年
上下水支払料金(49)	5,134千円/年
エネルギー支払金合計	21,609千円/年
対売上高エネルギー費	5.3%
従業員数(73)	35人

()内は調査データ数

(1)事業所の製品・従業員数

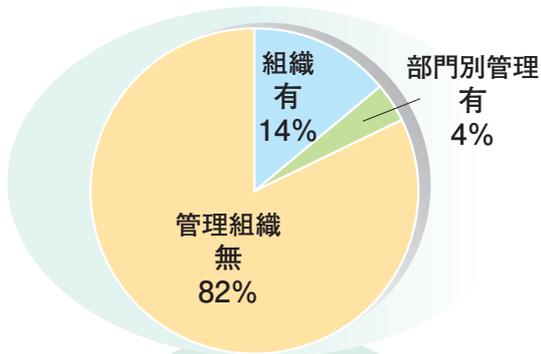


(2)めっき工場の操業日数・操業形態



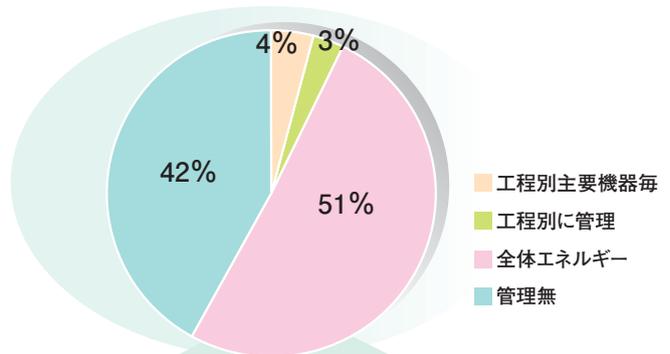
(3) 省エネルギーの組織、管理方法

● 省エネルギーの社内組織



8割の工場はエネルギー管理体制が組織化されていません。今後の組織化が望まれます。

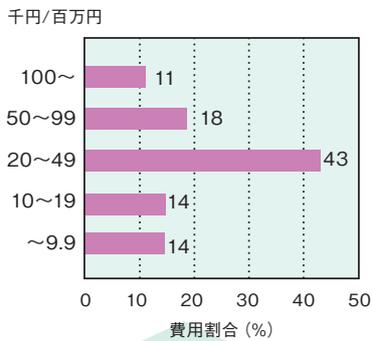
● エネルギー使用量の管理方法



主要機器、工程別にエネルギーの使用量を管理している工場はわずか7%です。今後の管理・強化が望まれます。

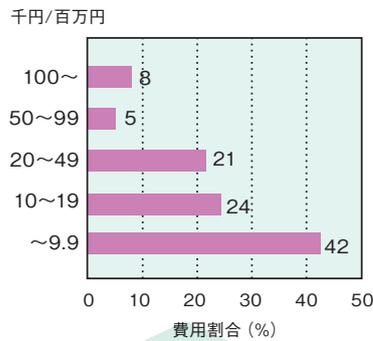
(4) 売上高に対するエネルギー費率

● 売上高当りの電力費用



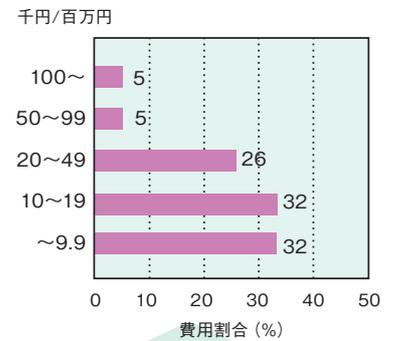
平均は29千円(売上高対比2.9%)でした。

● 売上高当りの燃料費用



平均は11千円(売上高対比1.1%)でした。

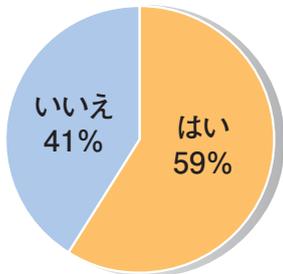
● 売上高当りの水道費用



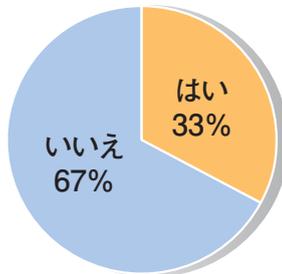
平均は13千円(売上高対比1.3%)でした。

(5) 省エネ運転管理、対策実施

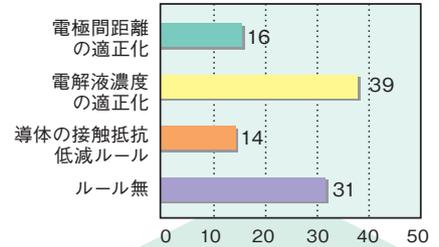
● エネルギー使用量の対前年度比較を行なっていますか？



● 主要な機器について、運転管理のルールを決めていますか？



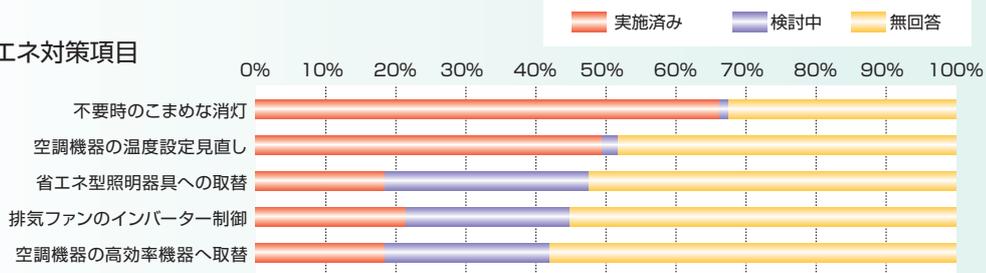
● エネルギー効率改善のためにルールを決めていますか？



電極間距離、電解液濃度など約70%の工場がルール化しています。

(6) 省エネルギー対策実施状況

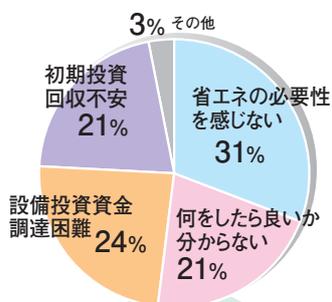
省エネ対策項目



省エネ型機器、排気ファンのインバータ化、空調機の高効率化などの設備改善を20%以上の工場で検討中です。

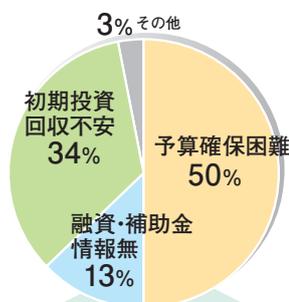
(7) 省エネルギーの課題と投資回収

● 省エネ対策の未実施の理由



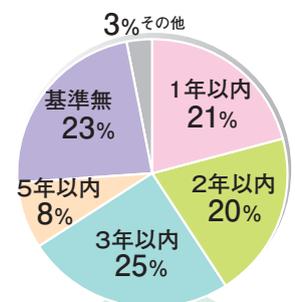
「何をしたら良いかわからない」「資金調達が困難」との回答が多くなっています。

● 省エネ投資のボトルネック



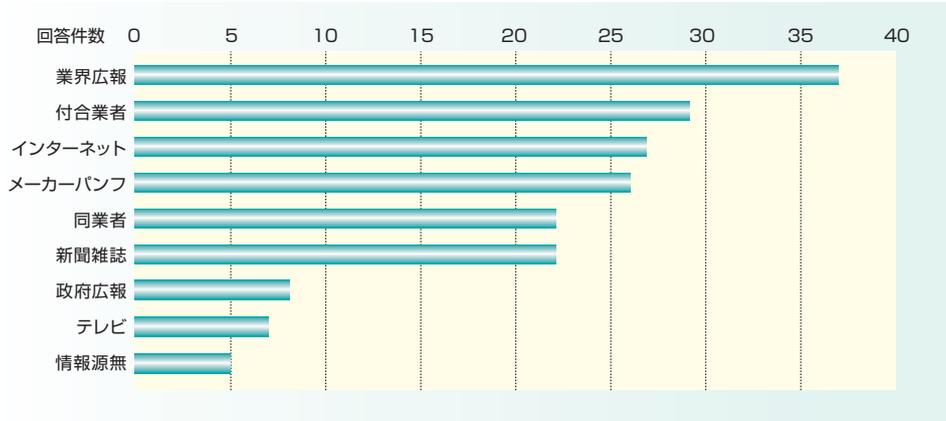
「予算が無い」「投資回収に不安」との回答が多くなっています。投資額と省エネ効果の算定を適切に行なうことが必要です。

● 省エネ投資の回収年数



回収年数は3年以内が66%、「基準はない」が23%になっています。

(8)省エネルギー情報取得先



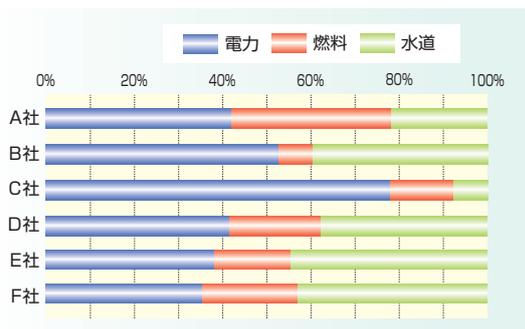
2.めっき工場の調査(省エネ診断結果より)

(1)現地省エネ診断概要

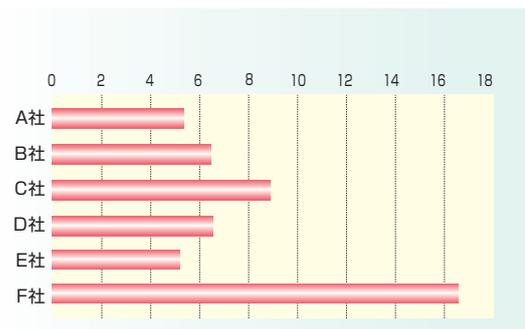
- 都内の6工場を調査診断しました。
- 6工場の平均従業員は55人、平均操業日数は250日、売上高規模は平均639百万円で、各社とも各種部品などの幅広いめっき製品を生産しています。
- 売上高に対するエネルギー費は平均8.2%、最大16.5%、最小5.1%でした。
エネルギー費の内訳は電気48%、燃料20%、水道32%でした。
- 契約電力に対する電力負荷率は平均33%、最大49%、最小22%でした。
- 電気料金単価は平均16.8円/kWh、最高17.8円/kWh、最低14.6円/kWhでした。
- 現地診断で1工場当たりの省エネ改善提案件数は平均8.2件、内訳は次の通りです。
投資を必要としない運用改善:3件
投資を要する設備改善:5.2件
- 改善提案に基づく省エネ率は運用改善7.3%・設備改善11.1%、合計18.4%でした。

(2)診断めっき工場の光熱費の分析結果

● エネルギー費比率(%)



● 対売上高エネルギー費率(%)



(3)省エネルギー改善提案内容

【運用改善対策の効果】

運用改善対策項目(投資を要しないもの)		効果の評価
共通	エネルギーの管理	○
照明	不要時の消灯	○
空調	設定温度の緩和	○
コンプレッサー	吐出圧低減	○
ボイラ	運転管理・空気比低減	◎
	圧力低減・トラップ整備	◎
めっき槽	給電改善・放熱防止	◎
乾燥炉	排気量の調整	○
改善効果(総使用エネルギー費対比)		7.3%低減

【設備導入対策の効果】

設備改善対策項目(投資を要するもの)		効果の評価
照明	高効率化	○
冷凍機	冬季のフリークーリング導入	○
コンプレッサー	吸気温度低減	○
ポンプ・ファン	インバータ化	◎
ボイラ・蒸気配管	保温・配管短縮	◎
めっき槽・乾燥炉	放熱防止	◎
受電設備	力率改善	○
	契約電力の低減	◎
改善効果(総使用エネルギー費対比)		11.1%低減

◎:効果が極めて大 ○:効果が大

〈省エネ診断の総括コメント〉

【優れた事例】

- 1.各企業とも経営トップの省エネ意識が高く、リーダーシップが発揮されていました。
- 2.ISO14001やエコアクション21の認証を取得して、環境方針を設定し、環境問題に取り組んでいる企業を多く見受けました。
- 3.設備のレイアウト図や設備管理台帳が整備されており、省エネ対策の推進に必要な現状把握の第一ステップはできていると思われまます。
- 4.パソコン等の事務機用にスイッチ付テーブルタップを使用し、作業終了後は電源を切って省エネを図っていました。
- 5.電気乾燥炉や材料の自動水洗ラインを自社で開発・設置して、省エネや節水に工夫されている状況を見受けました。
- 6.高効率照明器具を積極的に導入していました。

【改善を推奨する事項】

- 1.エネルギー使用量の管理が十分とは言えません。電気、燃料、水道の月別使用量の記録と前年対比、目標対比などデータをグラフ化して問題点を把握し改善を図りましょう。
- 2.エネルギーの最大消費設備はボイラです。運用改善・設備導入とも大きな効果が期待出来ます。省エネ対策として配管の保温、不要時の停止、空気比の適正化、燃焼時間の集中化・短縮化を図りましょう。
- 3.蒸気配管等の未保温部分があります。裸配管は放熱による損失と共に、夏季の冷房負荷の増大と作業環境悪化を生じます。裸配管のほか弁・継ぎ手・機器類などからも放熱しますので、裸部は極力保温を実施しましょう。
- 4.給排気ファンを工場休業時も含めて常時フル運転していますが、インバータ制御を導入し、作業状況に応じて風量調整することをおすすめします。
- 5.診断した6工場のうち4工場で上下水道料金が水道光熱費全体の40%前後に達していました。水使用量の増大は排水処理費にも影響します。水の使用方法についてルールを定めて、きめ細かな節水対策を行いましょう。

6. 照明に使用している40W蛍光灯は当面、省エネ型36Wランプに変更し、器具の更新時には高効率照明器具(Hf32W蛍光灯など)の採用をお奨めします。
7. 照明の不必要なところ、過剰照度のところは、ランプの間引、又は蛍光灯器具の撤去、プルスイッチ利用などで減光しましょう。また、ランプは定期的に清掃し明るさを保ちましょう。
8. 電気の契約条件が支払金額に影響します。最大電力の抑制を図ることにより、契約電力を下げ基本料金を低減しましょう。
9. ボイラの蒸気圧力、コンプレッサーの吐出圧力、ポンプの吐出圧力などは作業に支障のない範囲で低めに設定しましょう。
10. 不作業時の機械の空転防止、待機電力の遮断停止、空調温度の緩和など個々の装置の使用状況に着目し、きめ細かな省エネを図りましょう。

(4) 省エネルギーによるコスト低減効果

【運用改善対策の効果金額(提案事例)】



【設備導入対策の効果金額(提案事例)】



3. めっき工場の 主な省エネルギー対策

1 エネルギー管理体制の構築 p11

- 経営トップによる省エネルギー体制の構築
- 目標値の設定・目標値との比較
- 全員参加による省エネルギーの推進

2 エネルギーデータの管理 p11

- 毎月のエネルギー管理
- 原単位によるエネルギー管理

3 めっき装置の省エネルギー p12

- 生産計画に基づく電力ピーク対策
- めっき装置停止時の補機の停止
- 電源装置、給電導体、めっき槽内のエネルギー損失低減
- 溶融槽のエネルギー損失低減
- 換気の適正化(換気量、給気・排気のバランス)
- 用水量の低減
- 加熱・乾燥設備の省エネルギー
- 排水処理設備の省エネルギー
- 冷却水ポンプ、排気ファンのインバータ制御

4 コンプレッサの省エネルギー p16

- コンプレッサの吐出圧力低減
- エアー漏れ防止
- コンプレッサの吸気温度低減
- インバータ制御方式の採用



ガス



水道



コンプレッサー



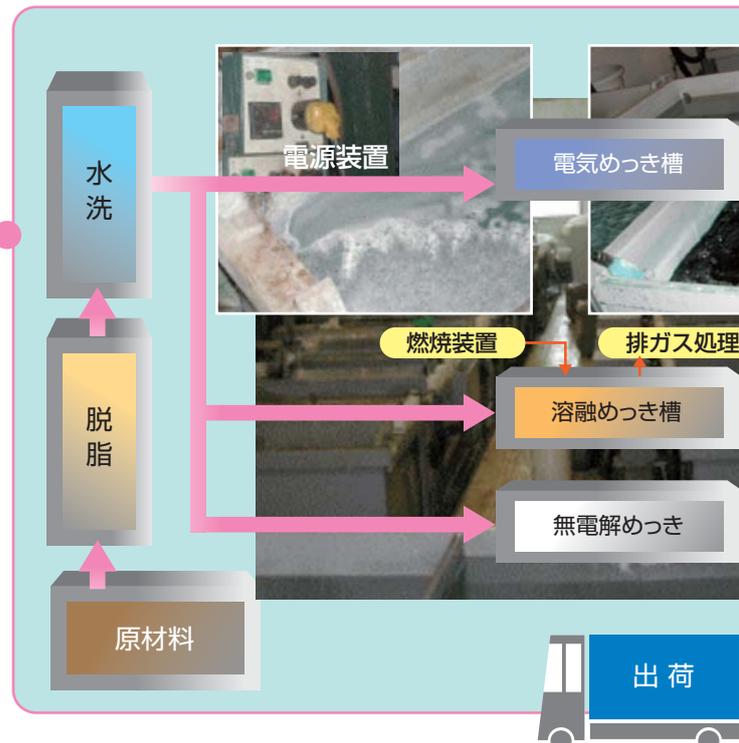
冷凍機



空調室内機



換気扇





受変電



ボイラ



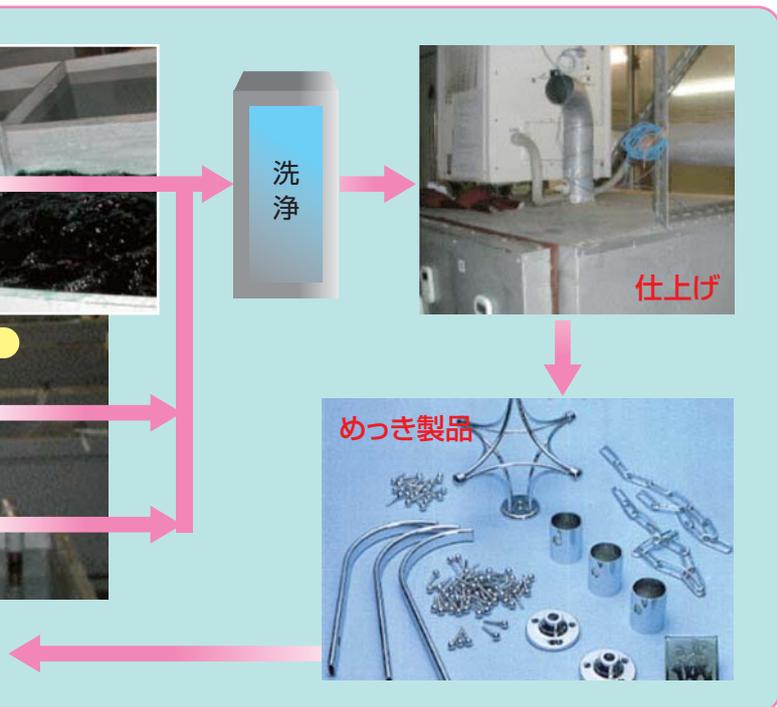
空調室外機



照明



照明



5 ボイラの省エネルギー

p17

- ボイラの効率管理
- 空気比の適正化
- 適正蒸気圧での使用
- 蒸気トラップのメンテナンス
- 蒸気配管、バルブの保温
- ドレンの回収

6 照明設備の省エネルギー

p19

- 適正照度の維持
- 点灯・消灯時間の管理
- 高効率照明器具の導入

7 空調設備・冷凍設備(チラー)の省エネルギー

p20

- 空調設定温度の緩和
- フィルターの掃除
- 空調使用時間の管理
- 空調時の外気導入
- 冷凍機(チラー)の効率運転
- 高効率空調機の導入
- 中間期・冬季のフリークーリング

8 受変電設備の省エネルギー

p22

- 負荷の平準化
- 受電力率の改善
- デマンドコントローラの設置

- 赤字：運用改善
- 緑字：設備導入

4.めっき工場の省エネルギーの進め方

1.エネルギー管理体制の構築

経営トップによる省エネルギー体制の構築

- 経営トップのリーダーシップが大事です。エネルギー管理体制を経営トップの指導で整備しましょう。
- エネルギー管理方針の策定と省エネルギー目標の設定をしましょう。
- 省エネルギーを推進するための役割分担を決めましょう。
- 高効率省エネルギー機器を積極的に取り入れましょう。



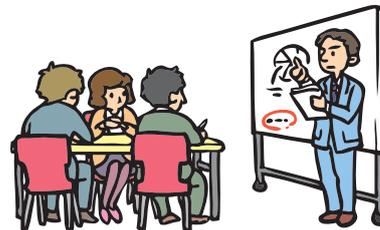
目標値の設定・目標値との比較

- 省エネルギーを継続して行うために“目標設定”、“実績確認”、“対策実施”そして“次の目標設定”といった継続的な取組みを行いましょ。
- 月ごとのエネルギー量の把握・評価も欠かせませんが、前日のエネルギー消費量を把握して翌日の行動に生かすことで速効性のある取組になります。



全員参加による省エネルギーの推進

- 全員参加の省エネ活動でなければ成果は上がりません。従業員の皆さん、関係者の皆さんに協力してもらいましょう。
- エネルギーの無駄やロスに気付いたら、みんなで話し合い、改善しましょう。
- 不要時の消灯、機械の空転防止など、無駄のない職場作りを進めましょう。
- 省エネ対策の成果は皆さんに報告して達成感の共有を図りましょう。

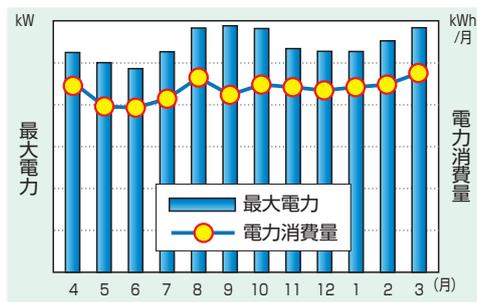


2.エネルギーデータの管理

毎月のエネルギー管理

- データによるエネルギーの管理を実行しましょう。
 - ・月別の電力、ガス、水道などの使用量をグラフ化して前年同月と比較し悪化していれば、原因を追究して対策を考えましょう。
 - ・電気の使用量については、照明、空調、動力などの内訳も把握しましょう。
- エネルギー管理のルールをきめて順守しましょう。
 - ・照明スイッチの色分けと点灯、消灯時間の標準化

電力の消費量と最大電力



- ・空調機の用途別運転開始時間、停止時間の標準化
- ・生産設備や給気ファン・排気ファンなどの運転の標準化など。

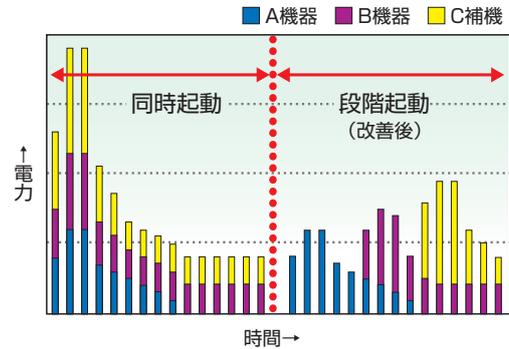
原単位によるエネルギー管理

- エネルギーの消費実績を把握し、原単位(売上高当りのエネルギー使用量など)で管理しましょう。原単位を他の工場と比較して、自工場の改善に役立てることもできます。

3.めっき装置の省エネルギー

生産計画に基づく電力ピーク対策

- めっき装置、ファン、空調機などは多量のエネルギーを消費します。生産設備の運転計画を作成し、負荷の平準化を図りましょう。
- これらの機械は起動時にも多くの電力を消費するので一斉に起動しないように、時間差起動を行い、最大電力を抑制しましょう。



めっき装置停止時の補機の停止

- 生産工程の補機として、ヒータ、ポンプ、ファン、コンプレッサー、ボイラなど様々な機械があります。作業を中断・停止した場合は、これらの補機も停止するよう心がけましょう。
- ボイラ点火後、運転が安定するまでの立ち上がり時間を確認しておき、ボイラ運転時間の短縮を図りましょう。
- 蒸気配管にバルブを設置し、蒸気を使用しない時は閉め切りましょう。

電源装置、給電導体、めっき槽内のエネルギー損失低減

- 高効率・高力率のインバータ電源装置を採用しましょう。
- 電源装置と電解槽間の距離をできるだけ近くし導体を短くしましょう。
- 導体接続部にめっきを施し、且つ接触面積を大きくして接触部の電気抵抗を小さくしましょう。

1) 導体などの接続部における接触抵抗の低減

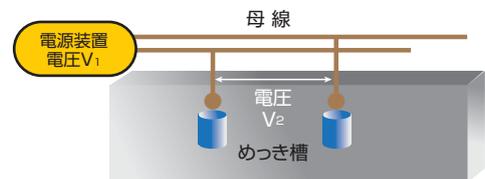
主回路の羽型開閉器、母線の接続部、母線と電極の接続部などの接触抵抗を小さくすることが大事です。温度上昇を監視するには、非接触温度計で測温するか、温度上昇で変色するサーモペイント、サーモテープなどを利用する方法があります。

2) 有効電圧の確認

右図に示すように電源装置の電圧 V_1 に対してめっき槽の電極間電圧 V_2 の比を見れば、有効に使用されている電圧比率が分かります。

$$\text{有効電圧比率} = V_2 / V_1 \times 100\%$$

V_2 が V_1 に近くなるように接触部の抵抗を低減すること、電源装置の効率改善を図ることなどが大事です。



めっき槽給電ブスバーからの放熱防止対策

- ブスバー電流を20%少なくすることにより、発熱損失を低減します。
- 現状の損失を4kW、損失は電流の2乗に比例、作業時間は電流の大きさに反比例し1.25倍とします。
- 稼働時間は5時間×2バッチ/日、246日/年とします。
- 節減電力量=4kW×(1-0.8²×1.25倍)×10時間/日×246日/年=1,968kWh/年
- 節減金額=1,968kWh/年×16.8円/kWh÷1,000=33千円/年
- 原油換算削減量=1,968kWh/年×0.252kl/MWh=0.50kl/年
- 温室効果ガス削減量=1,968kWh/年×0.386t-CO₂/MWh=0.76t-CO₂/年

解説

電気化学システムの省エネルギー

- ◆ 電解設備はファラデーの法則を利用して電気分解や電気めっきを行います。

電気分解による物質の析出量Wは電流Iアンペアと通電時間t秒の積に比例します。

$$W(g) = I \times t \div 96,500 \times (m \div n)$$

物質1(g)を析出させるに必要な電気量

$$\begin{aligned} Q(\text{クーロン}) &= I \times t \\ &= 96,500 \times W \times (n \div m) \end{aligned}$$

ここで、m:析出物質の原子量
n:析出物質の原子価
96,500:ファラデー定数

- ◆ 電気エネルギーと化学エネルギーの直接変換を行う電気化学システムのエネルギー変換効率 ϵ_w は次式のとおりです。

$$\begin{aligned} \epsilon_w &= \text{実際に得られた製品の生産量} / \text{電気エネルギーから生産される製品の理論量} \\ &= \text{理論電力量} / \text{実際の消費電力量} \\ &= (V_0 \times Q_0) / (V \times Q) = \epsilon_v \times \epsilon_i \end{aligned}$$

ここで

V_0 :理論分解電圧[V:ボルト]
 V :実際の単槽電圧[V:ボルト]
1 電解槽の端子電圧

Q_0 :理論電気量[C:クーロン]

Q :実際必要とした電気量[C:クーロン]
(電気量クーロンは電流と通電時間の積です)

ϵ_v :電圧効率= V_0/V

ϵ_i :電流効率= Q_0/Q

(1) 電圧効率の改善

電圧効率を上げるには、単層電圧すなわち1電解槽あたりの電圧を低下させる必要があります。単層電圧Vは次式で示されます。

$$V = V_0 + V_{ir} + V_s + V_c$$

ここで、

V_{ir} :過電圧[V]

V_s :電解液の抵抗による電圧降下[V]

V_c :接続導体による電圧降下[V]

したがって、電圧効率を上げる省エネルギー対策は次ぎのとおりです。

- ① その反応に対する過電圧の小さい電極材料の選択
- ② 電解液の抵抗率を下げる。
- ③ 電極間隔の短縮
- ④ 気泡率を下げる。
- ⑤ 電解浴の適正液温の維持
- ⑥ 導体、電極の電流密度の低減
- ⑦ 導体などの接続部における接触抵抗の低減

(2) 電流効率の改善

電流効率を上げるためには、実際に必要とされる電気量を低減することが必要です。

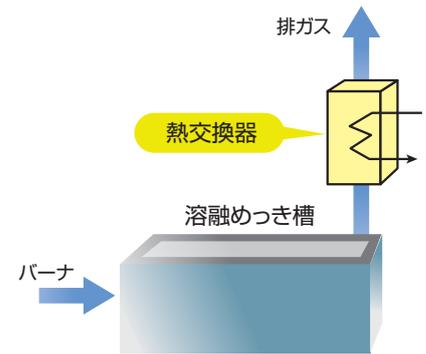
そのためには目的とする電解反応(主反応)以外の副反応、あるいは漏洩電流を極力抑制する必要があります。

したがって、電流効率を上げる省エネルギー対策は次ぎのとおりです。

- ① 副反応を抑制する。
- ② 不純物による電流の短絡を防止する。
- ③ 電極、電解液以外に電流が流れないように絶縁をよくする。

溶融槽のエネルギー損失低減

- 夜間、休止時は熔融面の放熱防止のため、遮蔽板でカバーしましょう。
- 熔融温度を計測し、作業中は過剰加熱にならないよう適正温度で管理・制御をしましょう。また保熱時の温度も基準化し管理しましょう。
- 熱交換器等で排熱を回収しましょう。
- 溶融槽を更新する場合は高効率(リジエネ)バーナ採用を検討しましょう。



湯洗槽の夜間放熱防止改善事例

- 湯洗槽の温度を55℃とする。自由表面で液は静止しているものとする。
- 全体表面積を5m×10m=50㎡と仮定する。
- 湯洗槽の放熱時間:8,760h-3,000h=5,760h
- 液が静止しているときの自由表面からの放熱量:820kcal/㎡・h
- フロート保温のある場合の放熱量:300 kcal/㎡・h
- 削減熱量:(820-300)kcal/㎡・h×50㎡×4.187kJ/kcal×5,760h×0.5÷10⁶=313.5GJ/年
- 削減ガス量:313.5GJ/年÷45GJ/千㎡÷0.7(ボイラ効率)=10.1千㎡
- 削減金額:59.3円/㎡×10.1千㎡=601千円/年
- 原油換算:10.1千㎡×1.19 kL/千㎡=12.0kL/年
- 温室効果ガス:10.1千㎡×2.31t/千㎡=23.3t-CO₂/年
- 設備費(仮定)2,000千円
- 投資回収年数2,000千円÷601千円=3.3年

換気の適正化(換気量、給気・排気のバランス)

- めっき工程は、湯洗槽、乾燥炉など電気ヒータや蒸気の使用により、多量の熱を放出し、冷房負荷は大きくなります。適切な給気・排気とスポットクーリングの採用をお勧めします。
- ボイラ室などの温熱放出部は気流の方向を考慮して、効率的な換気ができるようにしましょう。
- 空調機周辺に備品・物品のなど障害物を置かないようにして、気流を乱さないようにしましょう。
- 夜間、休日など工場休止中は換気を必要最小限にし、換気風量はファンのインバータ式回転数制御で調節しましょう。



排気孔

用水量の低減

- 水道水の使用方法をルール化し、節水しましょう。
- 温水槽の温度を計測して規定の温度に調整し、過剰加熱の防止と補給水の低減を図りましょう。
- めっき装置での用水低減により排水処理費も軽減されます。
- 節水ラベル表示、節水コマの取り付けなどで継続的な節水を図りましょう。
- 定期的に漏水チェック*を実施しましょう。



貯水槽

省エネ豆知識 *漏水チェック

作業終了後水道メータを読み取り、翌日、作業開始前に読み取った値との差から漏水をチェックできます。

加熱・乾燥設備の省エネルギー

- 連続式ライン乾燥炉は熱風放出を抑制するため開口部のシール・放出防止板を設置しましょう。
- 乾燥炉出入口は製品の通過に支障を生じない空間に遮蔽板を設置し、熱風の放出を抑制しましょう。
- バッチ式乾燥炉の排ガス損失を抑制するため、排気ダンパー開度は最小にしましょう。
- 乾燥炉内は熱風循環を良くして、乾燥効果を高めましょう。
- 温度条件(例えば120℃以下)が合えば熱源として電気加熱よりエネルギー効率のよい蒸気加熱に変更しましょう。
- 排熱を温度レベルに応じて、カスケード利用(例えば高温蒸気を乾燥に利用し、乾燥機出口蒸気ドレンを温水加熱に利用するなど)しましょう。

電気乾燥炉の放熱防止改善事例

- 乾燥炉の排気はダクトで大気に放出されておりますが、ダクトに簡易ダンパー板を取り付けることで、大幅に放熱損失低減を図ることが出来ます。
- 乾燥炉の年間電力消費量:7.0MWh/年
- 削減率:50%
- 節減電力量:7.0MWh/年×50%=3.5MWh/年
- 原油換算削減量:3.5MWh/年×0.252kL/MWh=0.13kL/年
- 温室ガス削減量:3.5MWh/年×0.386t/MWh=1.35t/年
- 節減金額:3.5MWh/年×16.8千円/MWh=59千円/年



排水処理設備の省エネルギー

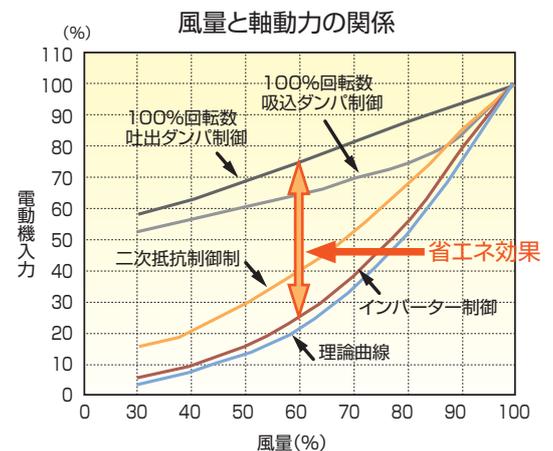
- 排水処理設備にはポンプ、ファン、攪拌機など多種類の機器を必要としますが、機器の腐食・損傷などが見られます。日常点検で正常な機能を維持しましょう。
- 高効率・高性能機器の導入を進めましょう(インバータ式回転数制御の採用、省エネ型Vベルト採用など)
- 廃液の処理量を少なくする工夫を実施しましょう。
 - (1) 処理水、非処理水の区分を明確にしましょう。
 - (2) 沈澱による不純物の除去を考えましょう。
 - (3) 自然放置・天日、排熱による蒸発など水分除去を考えましょう。
- 排水処理作業を停止している時、中断しているときは不要の機械も停止しましょう。



攪拌機のゆるんだVベルト

冷却水ポンプ、排気ファンのインバータ制御

- 必要な流量に応じてポンプやファンの回転数を制御するのがインバータ制御方式です。
- ポンプやファンの流量を調節する場合や、バルブで流量を絞っている場合は、インバータ制御を導入しましょう。大幅な省エネになります。
- インバータ制御を導入した場合は上限周波数を関東地区では50HZとし、これより低い周波数で運転しましょう。

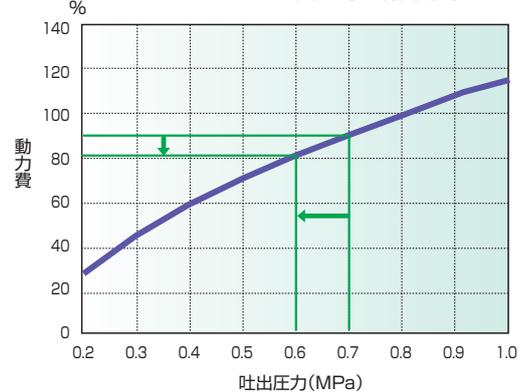


4. コンプレッサの省エネルギー

コンプレッサの吐出圧力低減

- 設備・装置に合った吐出圧力に設定しましょう。
- コンプレッサの圧力を0.1 MPa下げると、およそ10%の省エネルギーとなります。
- エア配管が細すぎたり、距離が長かったりすると圧力損失で末端の圧力が下がります。
- 圧力低下を少なくするために、配管の末端を連結してループ化しましょう。
- 瞬間的に多量のエアを使用し圧力低下があるときは、レシーバタンクを設置して圧力変動を少なくしましょう。

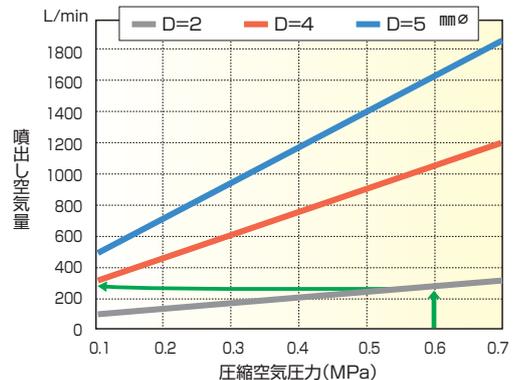
コンプレッサの吐出圧力と消費電力



エア漏れ防止

- 高圧エアはほんの少しの穴からでも、多量の漏れが発生しますので、エア漏れを徹底防止しましょう。
- 右図に示すように0.6 Mpaのとき2mmφの穴から280L/分 (1.7kW相当)のエア漏れとなります。
- エア漏れが30%以上にもなることがあり、大きな電力損失となります。
- 定期的なエア漏れ点検を行いましょう。
- コンプレッサを停止した時に、圧力が急激に低下する場合や起動時の昇圧に時間がかかるような場合はエア漏れの影響が考えられます。

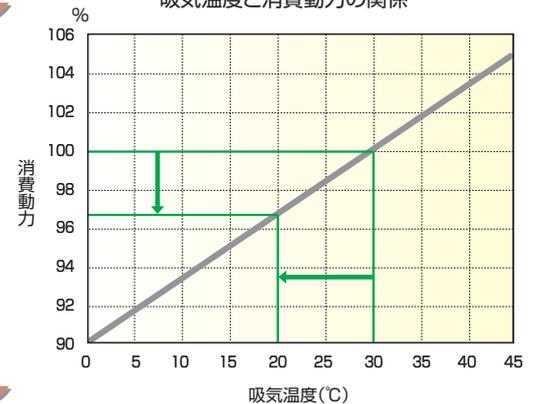
空気ノズルの噴出し量



コンプレッサの吸気温度低減

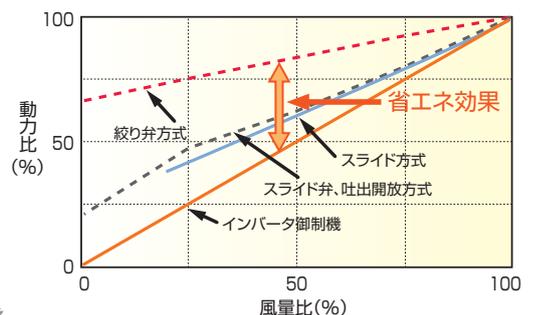
- コンプレッサの吸気温度は消費電力に影響します。10℃下げると、およそ3%の電力低減になります。
- 清浄な冷気吸引が出来るよう、周辺の雰囲気を確認しましょう。
- コンプレッサは運転中に熱を発生します。換気が出来るような設置場所を選びましょう。

吸気温度と消費電力の関係



インバータ制御方式の採用

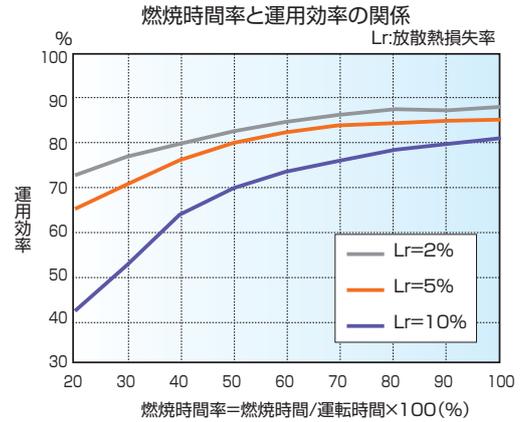
- コンプレッサの負荷変動の大きい場合には、インバータ制御を導入しましょう。
- 一定圧力を保ちながらエア使用量に応じて回転数制御を行うのがインバータ制御です。大幅な省エネになります。



5. ボイラの省エネルギー

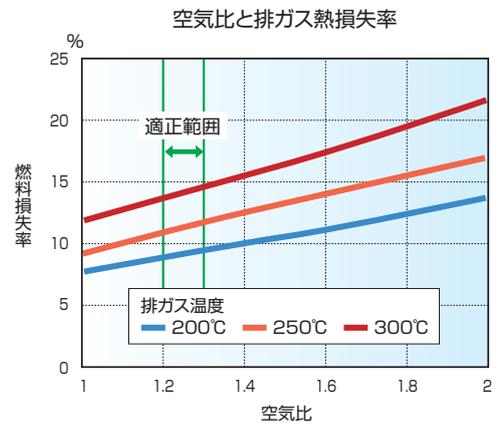
ボイラの効率管理

- 右図に示すように、ボイラ効率は負荷率が20%以下の軽負荷になると極端に悪化します。作業の集中化によりボイラを効率よく運転しましょう。
- ボイラから消費先までの蒸気配管距離は、極力短くなるようにしましょう。



空気比の適正化

- ボイラの省エネルギー対策として空気比の確認が重要です。
- 空気比とは燃料を燃焼する場合の理論空気量に対する必要空気量のことで、空気比1.2~1.3が適正值です。
- 定期検査のときに測定した排ガス中の酸素濃度から適正な燃焼が行われているか確認しましょう。
- 計測結果、酸素濃度が5%(空気比:1.3)以上なら空気比を少なくするよう整備会社に設定してもらいましょう。

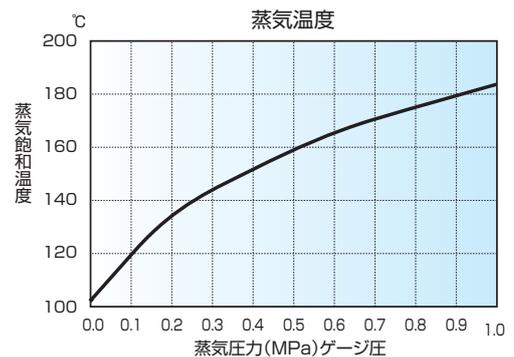


ボイラの空気比改善事例

- 排ガス温度=200℃, 空気比=1.6⇒改善1.3,
- 燃料量(フル負荷時)=20m³/h、年間負荷率=50%、年間稼働時間=2214時間
- 燃料低減率(対策前に比して)=2.1%
- 時間当りの燃料低減量=20m³/h×2.1%=0.42m³/h
- 燃料低減量=0.42m³/h×2214時間×50%=465m³/年
- 温室効果ガス削減量 =2.31×0.465km³/年=1.07t-CO₂
- 原油換算=0.465 ×1.16= 0.54kL/年
- 削減金額=105×465 ÷1000=49千円/年

適正蒸気圧での使用

- 右図のように蒸気圧力によって飽和蒸気温度は決まります。
- 蒸気温度が高くなると蒸気配管等の放熱損失も増大します。
- 乾燥機や湯温槽は必要温度が得られる限り低めに蒸気圧を設定しましょう。
- 蒸気圧の設定はボイラ本体の調整または減圧弁を使用して行います。



蒸気トラップのメンテナンス

- 蒸気トラップの機能は、蒸気の凝縮により発生した水分(ドレン)を、速やかに排出することです。
- 蒸気トラップが正常に機能しない現象として
 - ・ ドレンと蒸気が混在して吹き放し状態
 - ・ 蒸気が連続して漏れている蒸気漏れ状態
 - ・ 詰まりにより、ドレンが排出されない閉塞状態
 などです。異常を発見したら速やかに整備をしましょう。
- 日常の点検で、異常の早期発見と予防保全につとめましょう。

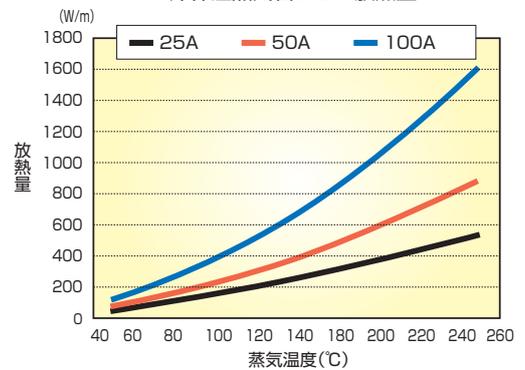


ドレンピットへの蒸気の放出

蒸気配管、バルブの保温

- 蒸気配管は裸のままでは多量の放熱損失が発生します。
- 蒸気配管の主配管は保温されていても、ボイラ周辺の配管や、フランジ、バルブ部分、ドレン戻り管の保温がない場合が見受けられます。
- 裸配管は火傷など安全上の問題と共に、放散熱で夏季は大きな冷房負荷の増加にもなります。
- 保温整備を徹底しましょう。

非保温蒸気管からの放熱量



蒸気配管の保温改善事例

- 平均サイズを25A、蒸気バルブ10個、フランジ20個、
- 未保温直管部も含めて直管相当長さは50m
- 蒸気温度を160℃、非保温蒸気管からの放熱量は220W/m
- 保温厚さ25mmでの保温効率80%とします。
- ボイラの稼働時間を2000h/年とし都市ガス発熱量45MJ/m³、
- ボイラ効率70%とします。
- 年間都市ガス削減量=220W/m×0.8×3.6kJ/hW×50m×2,000h/年÷(45MJ/m³×0.7)÷1000=2,013m³/年
- 節減金額=2,013m³/年×83.7円/m³÷1000=168千円/年

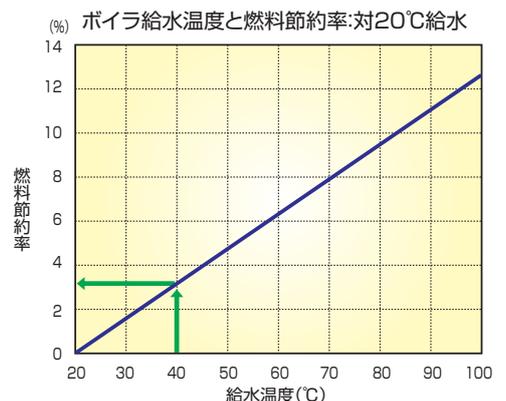


蒸気配管、バルブの未保温部分

- 原油換算:2,013m³×1.16÷1,000=2.3kL/年
- 温室効果ガス:2.01千m³×2.31t/千m³=4.6t-CO₂/年
- 投資額概算300千円とすれば
- 回収期間:300/168=1.8年となります。

ドレンの回収

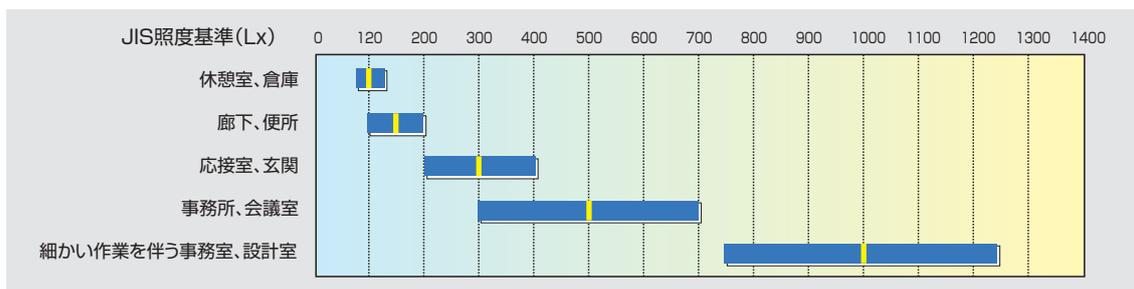
- めっき工場で使用される蒸気はほとんどが、温湯槽の加熱ですが、乾燥炉などに使用される蒸気は間接加熱で、ドレンは汚損がなく回収可能です。
- ドレンは高温の保有熱がありますから、ボイラ給水用に回収して省エネルギーを図りましょう。
- 回収ドレンが多い場合は、給湯タンクを設置して給湯に利用しましょう。
- 右図に示すようにボイラ給水温度が20℃上昇すると、3%の燃料節約ができます。



6.照明設備の省エネルギー

適正照度の維持

- 職場の状況に合わせて適正照度にしましょう。
- 高照度を要する場合は、全般照明と局部照明を組み合わせましょう。
- 明るい窓側は昼光を利用して消灯するか、減光する処置をとりましょう。
- 離席するときや、不要時にはこまめに消灯しましょう。
- 照明器具、ランプを年に1~2回清掃しましょう。
- 明るい窓側は昼光を利用して消灯するか、減光する処



不要時消灯改善事例

- 室内の照明について、過剰照明のところがあります。結線区分の再整理、消灯管理強化、不必要なところは蛍光灯を間引きます。
- 対象照明電力合計: 10,693kWh/年
- 結線区分の再整理、消灯管理強化など消灯率: 5%
- 節減電力量 = 10,693kWh/年 × 5% = 535kWh/年
- 原油換算削減量 = 535kWh/年 × 0.252kL/MWh ÷ 1000 = 0.13kL/年
- 温室ガス削減量 = 535kWh/年 × 0.386t/MWh ÷ 1000 = 0.21t/年
- 節減金額 = 535kWh/年 × 17.8円/kWh ÷ 1000 = 10千円/年

点灯・消灯時間の管理

- 作業準備中、作業中および終了後の各時間帯に分けて、作業場・事務所の照明を必要最小限にしましょう。
- 季節ごとの日照に応じ、外灯、駐車場などの点灯時間、消灯時間を決めて管理を行いましょ。
- スイッチ近傍に省エネ注意喚起の節電ラベル表示を行いましょ。
- 操業時間前後もONにするもの、操業時間帯のみONにするものなどスイッチ表示のON-OFFを明示し、消し忘れのないようにしましょ。



照明スイッチにラベル取り付け例

高効率照明器具の導入

白熱灯から高効率ランプへ更新

- 電球形蛍光灯は白熱灯と比較して、同じ明るさで消費電力は1/4~1/5、寿命は約6倍です。
- 東京都では白熱球一掃作戦のキャンペーンを行っております。1日の使用時間が数時間以上のときは白熱灯を電球形蛍光灯に変更することをおすすめします。

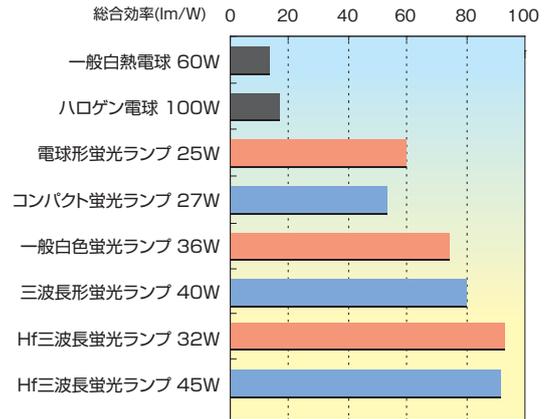


一般的な白熱球

電球形蛍光灯の例

Hf型高効率蛍光灯の採用

- Hf蛍光ランプは、普通型蛍光灯ランプと比較しておよそ30%の省エネルギーになります。照明器具更新の際はHf型高効率器具を採用しましょう。
- 高効率照明器具を採用した場合は、従来の明るさを保つために、灯数を減らすか、低ワット数ランプにしましょう。



Hf 照明ランプ改善事例

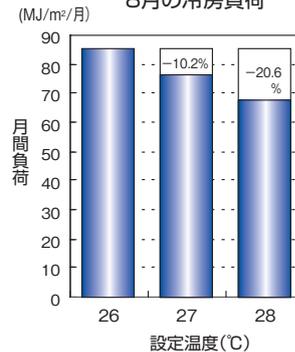
- 作業室、事務所などで使用中の普通型蛍光灯は156台です。
- 現状の照明電力: 36W×2灯=72W/台
- 改善による照明電力:Hf蛍光灯32W×2灯用、140台で同一照度を確保(現状より10%台数減)
- 点灯時間:3,855時間/年、稼働率:80%
- 節減電力量= $(36W \times 2 \text{灯} \times 156 \text{台}) - (32W \times 2 \text{灯} \times 140 \text{台}) \times 3,680 \text{時間/年} \times 80\% \div 1000 = 6,689 \text{kWh/年}$
- 原油換算削減量= $6.689 \text{MWh/年} \times 0.252 \text{kL/MWh} = 1.69 \text{kL/年}$
- 温室ガス削減量= $6.689 \text{MWh/年} \times 0.386 \text{t/MWh} = 2.58 \text{t/年}$
- 節減金額= $6.689 \text{MWh/年} \times 16.8 \text{円/kWh} = 112 \text{千円/年}$
- 投資金額=1,100千円
- 回収年数=9.8年

7.空調設備・冷凍設備(チラー)の省エネルギー

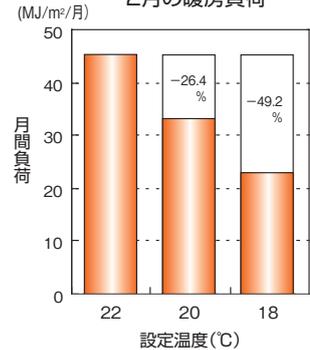
空調設定温度の緩和

- 空調の設定温度は、夏28℃、冬20℃が推奨値となっています。この温度を参考に設定温度基準を決めて守りましょう。
- 右図に示すように冷暖房温度を1℃緩和することで、空調エネルギーのおよそ10%の省エネルギーになります。
- 始業前や終了時の空調運転時間をなるべく短くしましょう。
- 事務室などに温度計を取り付けて管理しましょう。

8月の冷房負荷



2月の暖房負荷



出典:省エネルギーセンター

冷房設定温度を1℃上げた試算効果試算(例)

- 試算条件:冷暖房の設定温度を1.0℃緩和(夏季は高め、冬季は低め)することで、消費エネルギーを約10%削減することができます。
- 空調に要する全電力消費量:49,520kWh/年 削減対象エリアの空調機:80%とする。
- 節減電力量= $49,520 \text{kWh/年} \times 10\% \times 80\% \div 1000 = 3,962 \text{kWh/年}$
- 原油換算削減量= $3,962 \text{kWh/年} \times 0.252 \text{kL/MWh} \div 1000 = 1.00 \text{kL/年}$
- 温室ガス削減量= $3,962 \text{kWh/年} \times 0.386 \text{t/MWh} \div 1000 = 1.53 \text{t/年}$
- 節減金額= $3,962 \text{kWh/年} \times 16.8 \text{円/kWh} \div 1,000 = 67 \text{千円/年}$

フィルターの掃除

- 空調室内機のフィルターの掃除、交換を定期的に行いましょう。環境により、目詰まりの程度が大きく異なりますので事業所の状況を見て、適切な周期で清掃しましょう。
- フィルターが目詰まりした場合は送風量が低下し、冷暖房効果も低下してエネルギーロスになります。

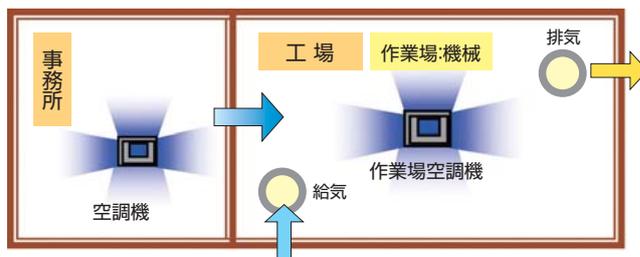


空調使用時間の管理

- 作業開始前あるいは終了後の空調運転時間の管理は省エネ管理の重要なポイントです。空調機の運転、停止はこまめに管理しましょう。

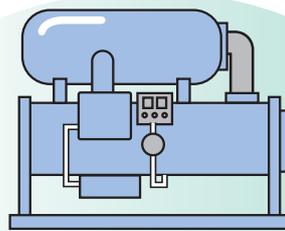
空調時の外気利用

- 室内では給気と排気のバランスがとても重要です。
- 過剰な換気は空調のエネルギーロスになります。
- 外気温度が低い場合は、空調機を止め換気ファンだけを運転して、外気冷房を行いましょう。



冷凍機(チラー)の効率運転

- 冷凍機の性能を示すCOP*は技術が進み、投入エネルギーに対し数倍の出力が得られますが、運転方法が不適切であると、性能は低下します。
- 夏以外では冷凍機出口冷水温度を上げると効率がよくなります。たとえば7℃を8~9℃に上げます。
- 冷凍機の冷却水温度をさげて、効率運転をしましょう。
- 空冷の場合は清浄な冷気を導入しましょう。



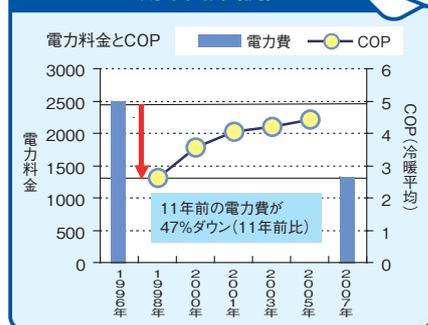
高効率空調機の導入

- 最新のパッケージ型空調機は効率が大きく向上しています。
- 右図の場合1998年時のCOP2.61に対して2005年時は4.2と約1.6倍にアップしており、凡そ40%の省エネになります。
- 空調機を更新する際は、ランニングコストも考慮して高効率機を採用しましょう。

省エネ豆知識 *COP

COPとは性能評価の基準で、投入エネルギーに対し、出力として得られた冷温熱エネルギーの比をいいます。ここでCOP:4.2とは入力1.0に対し4.2倍のエネルギーが得られたことになります。

効果試算(例)

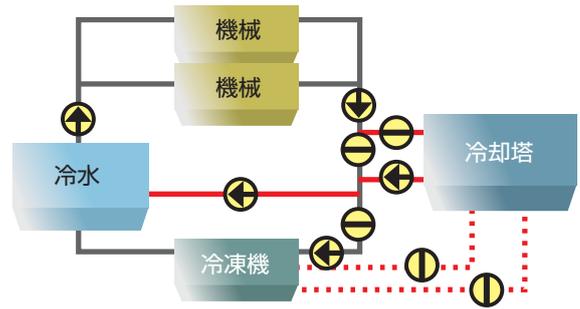


中間期・冬季のフリークーリング*

- 冷却塔を用いて外気で冷水を製造し、冷凍機負荷を低減します。
- フリークーリング方式で冷水を供給することにより、冷凍機の冬期エネルギー使用量を半減した事例もあります。

省エネ豆知識 *フリークーリング

フリークーリングとは、冬季などの外気温度が低い季節に冷凍機は停止して、冷却塔だけで冷水をつくり冷熱源として使用することで、省エネルギーを図るシステムです。



8. 受変電設備の省エネルギー

負荷の平準化

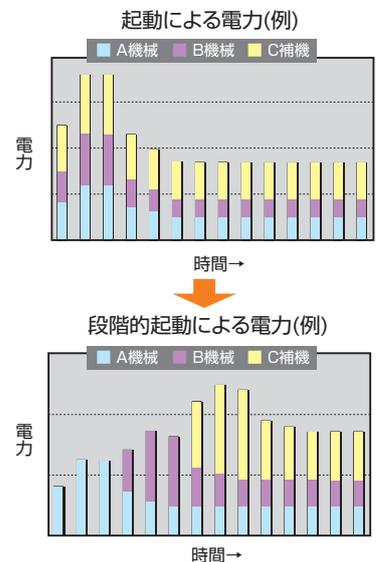
- 電気料金は基本料金と電力量料金を合計した金額です。最大電力を抑制することで基本料金を低減しましょう。

電気料金(1月あたり) = 基本料金 + 電力量料金

基本料金 = 契約電力(kW) × {185 - 力率(%)} ÷ 100 × 単価(円/kW)

電力量料金 = 月間使用電力量(kWh) × 単価(円/kWh)

- コンプレッサー・電気乾燥機・空調機などの電力多消費設備は計画的に起動し最大電力を抑制しましょう。



受電力率の改善

- ポンプ・ファンなどの機械を採用する場合は過大な容量にしないことが必要です。
- 力率が低い場合は力率改善コンデンサーを接続しましょう。
- 力率が向上することにより、電圧も安定し電力の基本料金も安くなります。

デマンドコントローラの設置

- デマンドコントローラは、使用電力量を予測し目標を超えないように負荷の低減、遮断を知らせる装置です。
- デマンドコントローラ導入により、電力超過の注意警報を発生した時はあらかじめ決めた順序で負荷を抑制しましょう。
- デマンドコントローラで、時刻別電力使用量を知ることができ、エネルギー管理に役立ちます。

省エネ豆知識 *最大電力について

高圧電力Aの場合、基本料金の算定基礎になる契約電力は、その1月の最大電力と前11月の最大電力のうち、何れか大きい値となります。

従って、ある月に1回でも大きな最大電力を発生すると、以後1年間は、この最大電力によって、基本料金を支払うこととなります。

しかも、最大電力は30分毎に計量されるので、1月の内、ある30分に不用意に最大電力を発生すると、以後1年間は高い基本料金を支払うことになるので注意が必要です。

発行者 東京都環境局都市地球環境部計画調整課
住 所 〒163-8001 東京都新宿区西新宿2-8-1 東京都庁第二本庁舎8階
電 話 03(5388)3443
F A X 03(5388)1380
ホームページ <http://www2.kankyo.metro.tokyo.jp/sgw/>

クール・ネット東京(東京都地球温暖化防止活動推進センター)
住 所 〒163-8001 東京都新宿区西新宿2-8-1 東京都庁第二本庁舎9階南側
電 話 03(5388)3439
F A X 03(5388)1384
ホームページ <http://www.tokyo-co2down.jp/>



古紙配合率70%再生紙を使用しています。
石油系溶剤を含まないインキを使用しています。