

■ コ ラ ム

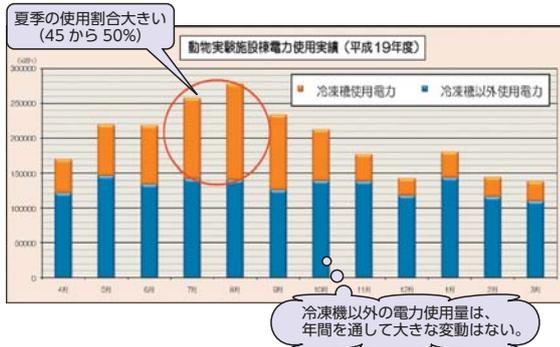
■ 参考資料

動物実験施設へのESCO事業の活用

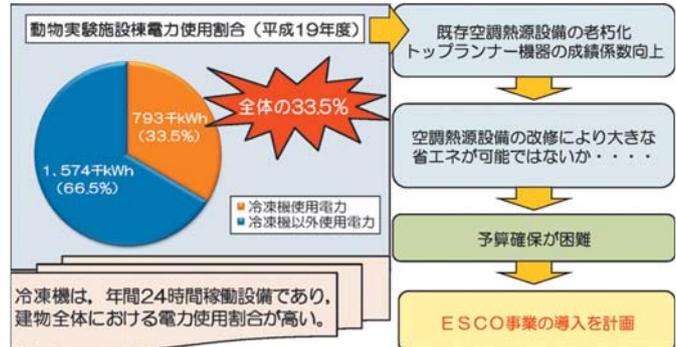
※実験装置の事例ではありませんが、動物実験施設の熱源の高効率化にESCO事業を活用している事例を紹介します。

施設概要

動物実験施設棟は、医学基礎研究に必要な不可欠な動物実験・飼育に特化した建物（R7-1 6,292 m²昭和61年3月竣工）。エネルギー源は主に電気を使用し、動物飼育のために365日24時間、空調による温度調整をしている非常にエネルギー原単位が大きい建物となっている。



動物実験施設棟電力使用実績



実態把握と対策に向けて

着眼点

- ・熱源機器が経年劣化（完成後24年経過）で効率が低下。
- ・トップランナー機器と比べてCOPが低い。
- ・蓄熱槽が活用されていない。（終日温度均一）
- ・蒸気弁に保温がないため無駄に放熱している。
- ・問題解決には、熱源設備の更新が必要となるが予算確保が困難。

実施内容

【目標設定】

省エネルギー手法	想定削減量 (M / 年)	想定削減率 (%)
① 熱源設備の高効率化	5,349,406	16.80%
② 冷水二次ポンプのインバーター化	2,981,041	9.30%
③ 冷却水排熱の暖房利用	734,723	2.30%
③ 冷却水排熱による給湯の一次加温	39,348	0.10%
合計	9,104,518	28.50%

契約：シェアドセービングスESCO方式、総事業費約2.5億円、省エネルギー率：28.5%
補助金：住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業（1/3以内）
建築物に係るもの（NEDO）

【対策内容】

ESCO導入前		ESCO導入後	
空調熱源設備	空冷ヒートポンプチラー (100RT CCP3.0)	空調熱源設備	高効率空冷モジュールチラー (77RT × 2 CCP3.2)
	空冷熱回収ヒートポンプチラー (100RT CCP3.0)		高効率水冷インバーターチラー (150RT CCP 5.0)
	各種搬送ポンプ		各種搬送ポンプ (更新+インバーター化)
	蓄熱槽 (600m ³) (空調熱源のクッションタンク化している)		蓄熱槽 (600m ³) (蓄熱利用)
給湯・加熱設備	露出蒸気弁の保温なし	給湯・加熱設備	露出蒸気弁の保温 水冷チラーの排熱利用で給湯を一次加温

①熱源設備の高効率化

効率が低く、経年劣化している空冷ヒートポンプチラーを、効率の高い水冷インバーターチラー、空冷モジュールチラー（国内トップランナー機器）へ更新しエネルギー使用量の低減を図る。また、冷温水蓄熱槽システムの温水蓄熱槽の中止により放熱ロスを防止する。

②冷水二次ポンプのインバーター化

冷水二次ポンプの高効率モータ化とインバーター制御の導入で、エネルギー使用量の低減を図る。

③冷却水排熱の暖房利用

高効率水冷インバーターチラーの冷却水排熱を暖房熱源とすることで、エネルギー使用量の低減を図る。

④冷却水排熱による給湯の一次加温

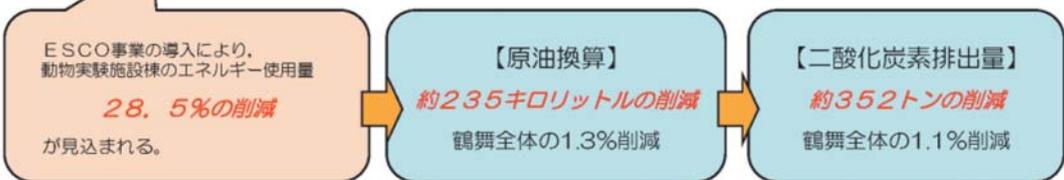
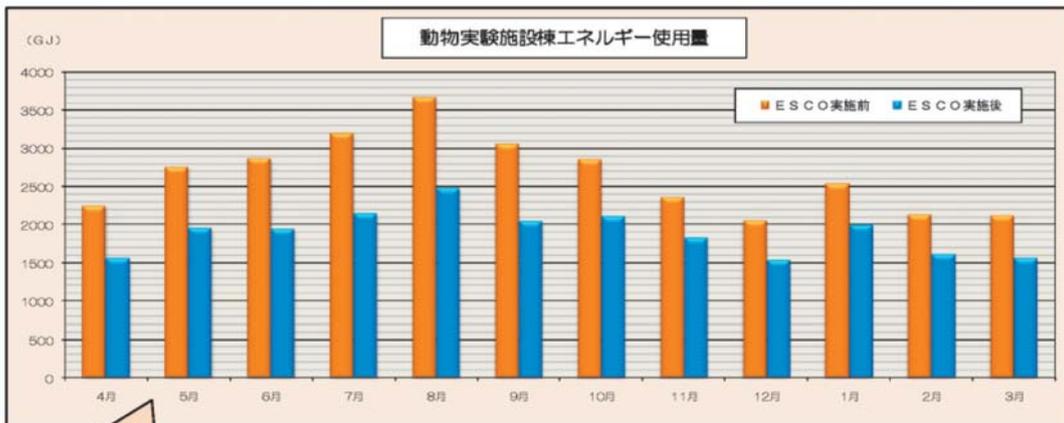
高効率水冷インバーターチラーの冷却水排熱を給湯一時加熱源とすることで、エネルギー使用量の低減を図る。



セパレート型空冷ヒートポンプチラー



高効率モジュール型空冷ヒートポンプチラー



効果

今回の ESCO 事業導入後は前述したように 28.5%の省エネ・9,104,518 MJ / 年のエネルギー使用量の低減を見込んでいます。また、導入後は蓄熱槽を有効活用（完全な夜間移行）する事でピーク時に昨年度デマンド実績値より 187kW の低減が見込める。

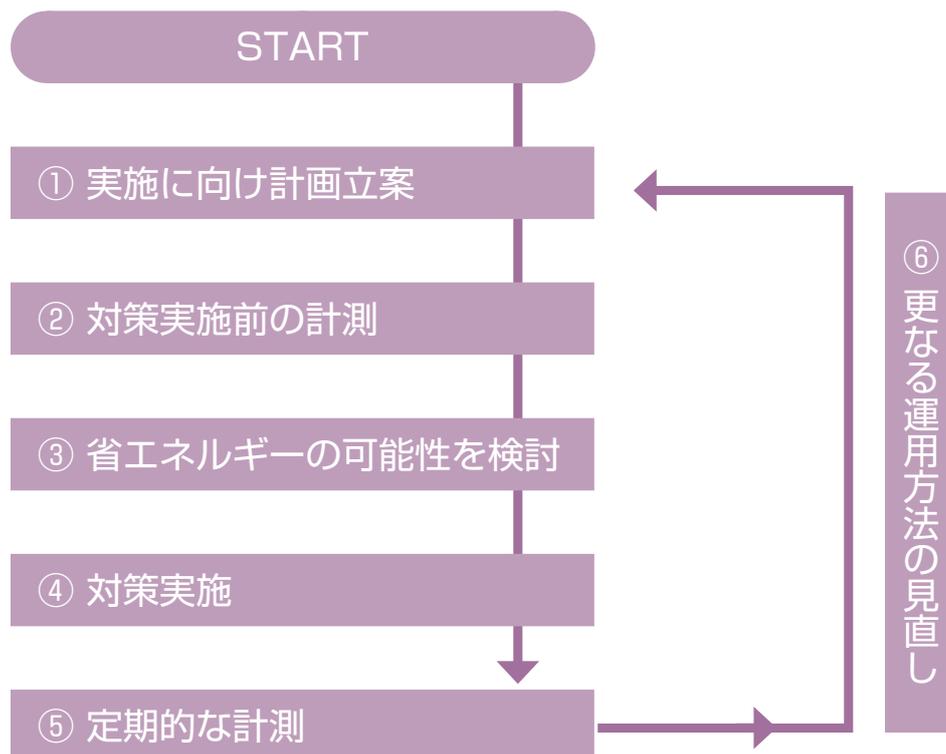
【なぜ ESCO 事業の導入が成功したか】

1. ESCO 事業の導入はトップの決意と意欲
トップの危機感
2. トップの強力なリーダーシップ
関係組織・関係者の説得による理解と協力
3. 決意した以上はやり遂げるための継続的努力
出来るまでやる、絶対あきらめない
4. 担当者の実行力
事業推進必要性の納得、やる気、意欲、豊富なコミュニケーション

実験装置等の省エネルギー実施手順

この運用改善の実施手順は、各大学の事例を参考として改善に取り組むときに、実施時の共通的な流れと留意点を記述しています。

実験装置の省エネルギー対策においても他の省エネルギー対策と同様に、計画 (Plan)、計画の実施 (Do)、評価 (Check)、計画の見直し (Action) からなる PDCA サイクルを意識した、一過性ではない継続的な取り組みとして推進することが重要です。



① 実施に向け計画立案

1. 実施チームを編成する。
研究者と省エネルギー担当で協力体制を作り責任者を選任する。

【留意点】

- ・ 実施する内容で、適宜、協力者を加えて対応する。

2. 対象となる装置等を選定する。

【留意点】

- ・ **エネルギー使用量が多いもの・使用時間が長いもの・台数が多いもの**を、まず対象候補として検討する。

3. 実施する装置の研究活動に必要な諸条件を確認する。

諸条件の確認項目は、P38の【諸条件等の確認】を参照。

【留意点】

- ・ 当初と目的や用途が変わっていることがあるので、図面や仕様書を机上で確認するだけでなく、研究者とエネルギー管理担当者が、現地で確認することが重要となる。

4. 実施スケジュールを作成する。

② 対策実施前の計測

- ・ 実状を把握し運用方法の見直しを図る。
- ・ 省エネルギー効果を検証する。
- ・ 研究への影響を評価する。

【留意点】

- ・ エネルギーに関する計測だけではなく、実験に影響をあたえる諸条件についても計測し研究者と共に確認する。

③ 省エネルギーの可能性を検討

研究活動に必要な諸条件と現状を比較し、省エネルギーを意識した運用方法の見直しを図り実施に向けて検討を行う。

確認する項目は、P39の【省エネルギーの可能性】を参照。

【留意点】

- ・ 実験に影響を与えないように、効果を確認しながら徐々に改善するように計画する。
- ・ 効果が得られなかった場合や実験に好ましくない影響を与えた場合に、直ちに元に戻せるように計画する。
- ・ 運転時間の短縮や不用時の停止について検討する。
- ・ エネルギーは変換の過程で、損失が発生するので、その部分の効率化を検討する。
- ・ 定期的な保守点検による初期性能の維持を検討する。
- ・ 実験装置以外の省エネルギー手法も、応用できることがあるので、幅広く情報収集する。

④ 対策実施

【留意点】

- ・ 使用者（研究者や学生等）への運用改善の周知は、日を空けず数回繰り返すことで、意識付けの徹底が図られる。

⑤ 定期的な計測

研究への影響や省エネルギー効果を把握する。また、装置の初期性能の維持や新たな運用方法・目標値の見直しのために、定期的な計測を行う。

【留意点】

- ・ 有効な効果が得られない場合は、元の設定に戻して計測値から解決策を検討する。

⑥ 更なる運用方法の見直し

しばらく運用し、計測値を元に運用方法や目標値の更なる見直しを行いPDCAサイクルによる継続的な取り組みを推進する。



※上記の結果を元に、継続的な取り組みとして管理標準を整理する。

【諸条件等の確認】

実施手順の確認内容 (必要な項目は適宜追加)	【解説・ポイント】
◎装置等の使用目的	・ 実験に必要な諸条件や使用スケジュールを検討するための基本要素となる。
◎経年状況	・ 劣化状況の目安となり、高効率機器への更新による省エネルギーの可能性を確認する。
◎使用時間	・ 時間短縮の可能性を確認する。
◎運転・管理マニュアル（管理標準）の有無	・ 現状の管理方法を確認する。
◎計測記録	・ 運用状態や効率低下を確認する。
◎メンテナンス（保全記録）の有無	・ 初期効率の維持を確認する。
◎定格消費電力	・ エネルギー使用量を推定するために有効となる。 (定格消費電力×使用台数×稼働率×稼働時間) ※継続的な取り組みとするためには定期的な計測による実際の消費電力値が必要となる。
実験装置 <ul style="list-style-type: none"> 対象実験装置類 A 対象実験装置類 B 対象実験装置類 C 	・ 装置の高効率化の目安となる。
空調設備 <ul style="list-style-type: none"> 空調機（再熱用ヒーター・加湿器を除く） 再熱用ヒーター 加湿器 	・ 実験装置のエネルギー使用は、空調のエネルギー使用に大きく影響をあたえる。 ※実験装置が直接屋外に排熱しない場合は、空調のためのエネルギー（同等～1/3程度）が必要となる。 ※空調システム（中央熱源方式・個別分散方式）を把握する。 （中央熱源方式は、室内機の定格能力で影響を判断する）
◎実験環境	
・ 温湿度条件 ・ 温湿度精度	・ 必要以上の温湿度条件で実験環境を維持すると空調のために多くのエネルギーを必要とする。 ・ 必要な温湿度条件やその精度と現状を確認する。
・ 換気量（実験条件や人員数等による風量）	・ 必要以上の換気は搬送や空調のために多くのエネルギーを必要とする。 ・ 必要な風量と現状を確認する。
・ 照度	・ 実験装置に照明装置が付属されている場合には、実験装置や作業空間で必要な照度が確保されているかを確認する。 （作業箇所以外の空間照度の低減の可能性）

【省エネルギーの可能性】

実施手順の確認内容 (必要な項目は適宜追加)	【解説・ポイント】
装置の使用方法を改善	
◎不用時の停止	<p>使用しない時は、スイッチを切ることが一番の省エネルギーとなる。</p> <p>待機電力がかかる装置は、手元スイッチのOFFだけではなく、電源回路からの遮断が有効となる。(実験盤のブレーカーの遮断やコンセントからプラグを抜き取る)</p> <p>使用者への周知・指導等による省エネルギー行動の意識付けの徹底方法を検討する。</p>
・ウォームアップ&クールダウンの短縮	断続的な実験は、立ち上がり時間や実験後の冷却時間を把握し、運転時間を最適化する。
・運転時間（使用時間含む）の短縮	<ul style="list-style-type: none"> ・実験手順の効率化で運転時間を短縮する。 ・使用装置の共有化・集約化で、総合的に使用時間を短縮する。
・使用時期のピークシフト	大きな電力を使用する断続的な実験は、デマンドピーク時を避けて運転し、最大使用電力を低減する。
実験環境の負荷を軽減	
◎温湿度条件の緩和	<p>実験目的に必要な温湿度条件以上の高精度で、実験環境を設定するとエネルギーの無駄となる。</p> <p>特に高精度の温湿度条件の維持は、冷凍機と電熱ヒーターが互いに打ち消しあって精度を高めているので、精度が高いほど多くのエネルギーを使用する。</p> <p>実験目的ごとに、温湿度や精度の設定の見直しを検討する。</p>
◎換気量の緩和	<p>実験目的に必要な以上の換気量を設定すると、換気の搬送動力と実験環境を維持するための空調負荷が増加する。外気冷房の可能性も含めて最適な換気量を設定する。</p> <p>また、台数制御やインバーター制御による効率的な風量調整を検討する。</p>
◎外気冷房	内部発熱が多い実験装置（年間冷房している場合）は、外気導入による冷却と排熱が室内に拡散しない効果的な排気で、空調エネルギーの低減を検討する。
◎外乱の遮断	実験装置や実験環境に影響を及ぼす外乱（外気温・日射・湿度）を、ブラインドの使い方の工夫や窓ガラスの遮光・断熱性能の向上による遮断・緩和を検討する。

実施手順の確認内容 (必要な項目は適宜追加)	【解説・ポイント】
装置の効率的な運転（一般的な考慮事項）	
◎ポンプ・送風機等の流体搬送効率の改善	<p>ポンプ・送風機等の流量は、最大負荷時の性能を確保する設定とされ、更にフィルター等の汚れ、機器の劣化等の効率低下を考慮して設定されている。装置発熱等が設定条件に達しないときは、流量の低減を検討する。</p> <p>クリーンルーム・ドラフトチャンバー・実験用冷却水等で低減の可能性がある。</p> <p>バルブやダンパーで経路を絞り抵抗を加える流量調整は、エネルギー損失が大きい。運転台数の最適化とインバーター等による回転数制御で、無駄なく流量調整することが有効となる。</p> <p>空調機を送風量や実験用冷却水の送水量を変更する場合は、冷凍効率と搬送効率を元に総合的に判断する。</p>
◎空調機・フリーザー等の熱交換効率の改善	<p>空調機等の熱交換を行う機器の能力は、最大負荷時の性能を確保する設定とされ、更にフィルター等の汚れ、機器の劣化等の効率低下を考慮して設定されている。負荷が設定条件に達しないときは、設定温度・冷水温度や流量の低減を検討する。</p> <p>フリーザー等の熱交換が必要な装置は、効率向上のために適切な対流空間をとる。（ショートサーキットや直射日光の影響も考慮）</p> <p>熱交換器等の発熱部の位置が屋内の場合は、発熱が空調負荷を増大させない配置とする。 また、ダクト等の使用や装置に熱媒体を貫流させて空調区画外への排熱も検討する。</p>
◎実験装置等と換気設備の関係	<p>発熱や排熱がある装置と換気設備の位置を確認し、発生源の近くで吸引・排出することで室内への拡散を防止し空調負荷の低減を検討する。</p>
◎実験装置等の断熱処理	<p>炉・乾燥器等の発熱する装置で表面温度が高いときは、実験装置を断熱（断熱強化）し、実験装置と空調機のエネルギーの使用の低減を検討する。</p>
◎熱交換コイルやフェルター等の保守	<p>熱交換効率や搬送動力の初期性能を維持するために、コイルやフィルター等の定期的な保守を検討する。</p>
◎その他、実験環境を低負荷で確保するための工夫	<p>その他、エネルギーが変換されていく過程には省エネルギーの可能性のあることに留意する。</p>

実施手順の確認内容 (必要な項目は適宜追加)	【解説・ポイント】
装置の効率的な運転（装置個別の考慮事項）	
◎恒温恒湿室	恒温恒湿室は、冷却・除湿・加温・加湿を順次制御して設定値に近づけるため、エネルギーの打ち消しが発生し、多くのエネルギーを必要とする。運転条件の見直しによる温湿度・精度の緩和や高効率な制御を行う機器の採用を検討する。
・ 運転時間の最適化	エネルギー使用量が多い恒温恒湿室は、一般の空調以上に運転時間の短縮に留意する。なお、長期間の運転停止は、通風が悪くなることからカビや臭気が発生するので定期的な換気が必要となる。
・ 温度管理の最適化	実験目的に合った温度条件にして過度な設定としない。
・ 湿度管理の最適化	<p>実験目的に合った湿度条件にして過度な設定としない。 特に湿度の制御には、加湿や除湿時に多くのエネルギーを必要とする。</p> <p>実験の種類によって、湿度条件の緩和や成行きにすることが可能な場合には、その時々で設定変更を使用者が簡単に行えるように設定方法をマニュアル化する。 また、ボタン一つで湿度条件を成行きにできる改造を施すことで使い勝手が向上する。</p> <p>恒湿運転時において、夏季の一般的な温度設定（27～28℃）では、絶対湿度が高くなるので、湿度管理に多くのエネルギーを使用することから低めの温度で管理する。 (高効率な制御ポイントを探すためには試行錯誤が必要)</p>
・ 重複運転の防止	一般空調室の中に恒温恒湿室がある場合は、実験等に支障がない限りどちらかの空調を停止する。
・ 保存用の運転	保存に使用する場合には、保存量を考慮し、小型の恒温恒湿保存装置を使用する等、効率的な方法による。
・ 空調機等の更新時の配慮	湿度の精度が厳しくないときは、冷媒レヒート式のヒートポンプパッケージの採用で、除湿時の再熱用消費電力を抑えることができる。 また、エネルギーの打ち消しが少ない高精度用の自動制御装置の採用も有効である。
◎実験用冷却装置	実験用冷却装置は、測定器等の安定使用のために、実験装置と冷却装置に冷却水を循環させる。 搬送動力の低減や冷却水温度の緩和による冷凍機の効率向上を検討する。
・ 搬送動力の最適化	<p>循環ポンプが定水量で制御されている場合は、行き還りの温度差の計測で、負荷量に合った送水量に調整する。 循環ポンプが定圧で制御されている場合は、不用時の圧力低下によるポンプの運転がおきないように、バルブ管理を徹底する。</p> <p>使用者が最適な流量や温度を確認できるようにフローメーターや温度計で流量を管理する。</p>
・ 冷凍機の効率向上	冷凍機で発生し実験装置に送水する冷水出口温度は、できるだけ高い温度に、また、外気に放熱するための冷却塔から冷凍機の冷却水入口温度は、できるだけ低い温度にすることで、冷凍機効率が向上する。 冷凍機や冷却塔の設定温度とポンプの送水量を調整し総合的な効率がよいところで運用する。
・ 自然エネルギーの利用	冬期や中間期に冷却塔や外調機を利用したフリークーリングで空調エネルギーを低減する。

実施手順の確認内容 (必要な項目は適宜追加)	【解説・ポイント】
◎クリーンルーム	クリーンルームは、清浄度の維持のために、圧力損失が大きいフィルターを使用し、循環風量が多く、運転時間も長いことから、多くのエネルギーを使用している。 循環風量の低減や風量制御方式の見直しを検討する。
・クリーン度の最適化	クリーン度を維持するために必要な風量を確認し、VAV等の風量調整と送風機のインバーター制御で調整する。 必要以上に高いクリーン度の場合は、循環風量を低減する。 特定箇所で高クリーン度が必要な場合はフィルター直下での作業やクリーンベンチで対応する。 必要に応じて作業レイアウトを変更し、他の作業空間のクリーン度を下げた循環風量を低減する。
・外気導入量の最適化	クリーンルームは、ホコリ等を吸引しないように、外気等を導入して室内を陽圧に保つ必要があるが、必要以上に導入量が多いと空調エネルギーが増加する。 外気導入量と差圧ダンパーを調整し外気導入量を低減する。
・使用時間外の適正化	クリーン度を低下させる要素が少ない使用時間外においても、通常と同じ循環風量を維持している場合は、エネルギーが無駄になっていることが考えられる。 使用時間外のクリーン度の必要性を確認し、隙間からのホコリの吸引を防ぐ程度の風量に低減する。 また、使用時間外の温湿度調整についても必要性を確認し、温湿度変化による装置の故障等に配慮して温湿度の設定を緩和する。
・その他の可能性	クリーン度以外にも、特殊な仕様が多いクリーンルームでは、そこに省エネルギーの可能性があるので、例えば、温湿度の仕様の見直しやその制御方法についても効率化を検討する。
◎ドラフトチャンバー等 局所換気	ドラフトチャンバーは、気流による封じ込めにより、実験者を有害ガス等から保護している。 空調された空気を大量に排気すると共に、空調負荷になりうる同量の外気等を給気していることから、風量の低減を検討する。
・風量の最適化	ドラフトチャンバーの必要風量は、作業者が面する開口の風速で決まることから、必要以上に扉を開放して作業することが無いようにする。 また、扉開度に応じて風量を可変し面風速を一定に維持するシステムが風量低減に有効である。 空調された空間に影響を与えないような給気方式（給気口の位置・エアカーテン方式）で多量の給気による空調負荷の増加を抑える。 ドラフトチャンバーを薬品保管のために連続運転している場合は、管理上、適切でないばかりかエネルギーの無駄になっている。 ドラフトチャンバーよりも排気量が少ない、排気機能付きの薬品保管庫を使用する。 排気の混合に問題がない場合は、複数のドラフトチャンバーのダクトをまとめて可変風量制御とし全体風量を低減する。
・他の換気装置との関係	一般換気とドラフトチャンバーの排気が重複しているときには、排気風量を考慮し同時稼働とならないように運用する。

実施手順の確認内容 (必要な項目は適宜追加)	【解説・ポイント】
◎フリーザー	フリーザーは、資料の変成を防ぐため連続で稼働している。 保存温度の緩和、高効率機器への更新を検討する。
・ 周辺環境の改善	周辺温度が高い場合や、排気した熱が短絡して給気されると十分な熱交換ができなくなり、効率が低下する。 周囲の発熱から影響を受けない距離に移動する。また、排熱が短絡しないようにメーカーの保全説明書に明記された空間を確保する。空間の確保が難しい場合は、ダクト等で空調負荷にならない位置で排熱する。
・ 保存温度の緩和	設定温度によって比例的に消費電力が増加する。 保存体の必要温度とフリーザーの設定温度を確認し、緩和の余地があるときは、温度を少しでも高く設定する。また、機種によって標準能力から、更に-5℃低い設定も可能な場合もあるが、稼働時間が著しく長くなり、電力消費量が増加すると共に、機器の劣化進行が早くなる。
◎圧縮空気設備	圧縮空気設備は、実験装置の駆動用空気源やホコリのブロー用で、コンプレッサーが稼働している。 空気の漏洩で、不用時においても圧力低下が起こりコンプレッサーが動作するので、タイマーによる不用時の停止や供給空気の質の見直しを検討する。
・ 漏洩の防止	圧縮空気は、小さな穴からの漏洩でも大きな損失になるので、配管経路の定期的な検査で漏洩を確実に防止する。 また、漏洩を減らすことが難しいときは、タイマーで不用時の圧縮機を停止する。
・ 圧力の最適化	使用箇所が必要とされる圧力を確認し、必要以上に圧力が高くないように設定する。また、供給箇所によって圧力が大きく異なるときは、使用量を考慮しつつ末端で増圧する。
・ 露点温度の見直し	使用箇所が必要とされる露点温度を確認し、ドライヤーを使用する必要性も含めて、過剰な低露点運転を防止する。
・ 使用方法の改善	ブローで使用している場合は、ノズルの口径や形状が用途に合うものとする。ノズルを対象に近づけることが可能で、使用範囲が狭い場合は、小さな口径のノズルを使用した方が使用量を低減できる。また、広い面積に適したノズルや風量を増加させるノズルもあるので、用途に合わせて選択することで使用量を低減する。
◎コンピューター関係	サーバーや大型計算機は、情報化の高まりに対応するため、多くのエネルギーを使用し連続稼働している。 情報量が少ないときのコンピューターの運用方法や冷却のための空調設備の効率化を検討する。
・ コンピューター本体の運用方法と冷却の効率化	グリーングリッドを参照 グリーングリッド：データセンターにおける消費電力と冷却についての問題に取り組むべく結成された非営利組織で、データセンター全体のエネルギー効率を向上する技術、最も効果的で効率的な実践方法等を提供している。 http://www.thegreengrid.org/

※温度・換気量等の設定に関しては、学校保健安全法・労働安全衛生法・建築物における衛生的環境の確保に関する法律等で基準が定められていることから不適切なものにならないように注意が必要となる。

※対策の検討は、実験装置・空調設備・換気設備等、関連する装置の総合的な効率で有効性を判断する。

平成 21 年 2 月 16 日
文教施設企画部長決定

大学等における省エネルギー対策に関する検討会

1. 趣旨

エネルギーの使用の合理化に関する法律（以下「省エネ法」）において、エネルギーを使用する者はエネルギーの使用の合理化に務めることが規定されている。大学等においても省エネルギー対策への対応が求められているところである。

これまで省エネ法は、エネルギーの使用の合理化を一層進めるため数度の改正が行われ、規制の強化が行われている。

さらなる省エネルギー対策が求められる中、多様な視点で大学等における省エネルギー対策の推進に資するため検討会を設置する。

2. 検討事項

- ①大学等における省エネルギー対策を推進するための方策
- ②実効性のある省エネルギー中長期計画を策定するための方策
- ③その他

3. 実施方法

別紙の学識経験者等の協力を得て、2に掲げる事項について検討を行う。なお、必要に応じて、その他の関係者の協力を求めることができる。

4. その他

この検討会に関する庶務は、大臣官房文教施設企画部参事官付において行う。

「大学等における省エネルギー対策に関する検討会」名簿

[構成員] (五十音順・敬称略)

伊香賀 俊 治	学校法人慶應義塾 慶應義塾大学工学部システムデザイン工学科教授
磯 部 雅 彦	国立大学法人東京大学 大学院新領域創成科学研究科教授
○ 高 村 淑 彦	学校法人東京電機大学工学部機械工学科教授
村 越 千 春	株式会社住環境計画研究所取締役副所長
判 治 洋 一	財団法人省エネルギーセンター エネルギー産業省エネ推進・技術本部長

(以上 5 名、○：検討会議長)

