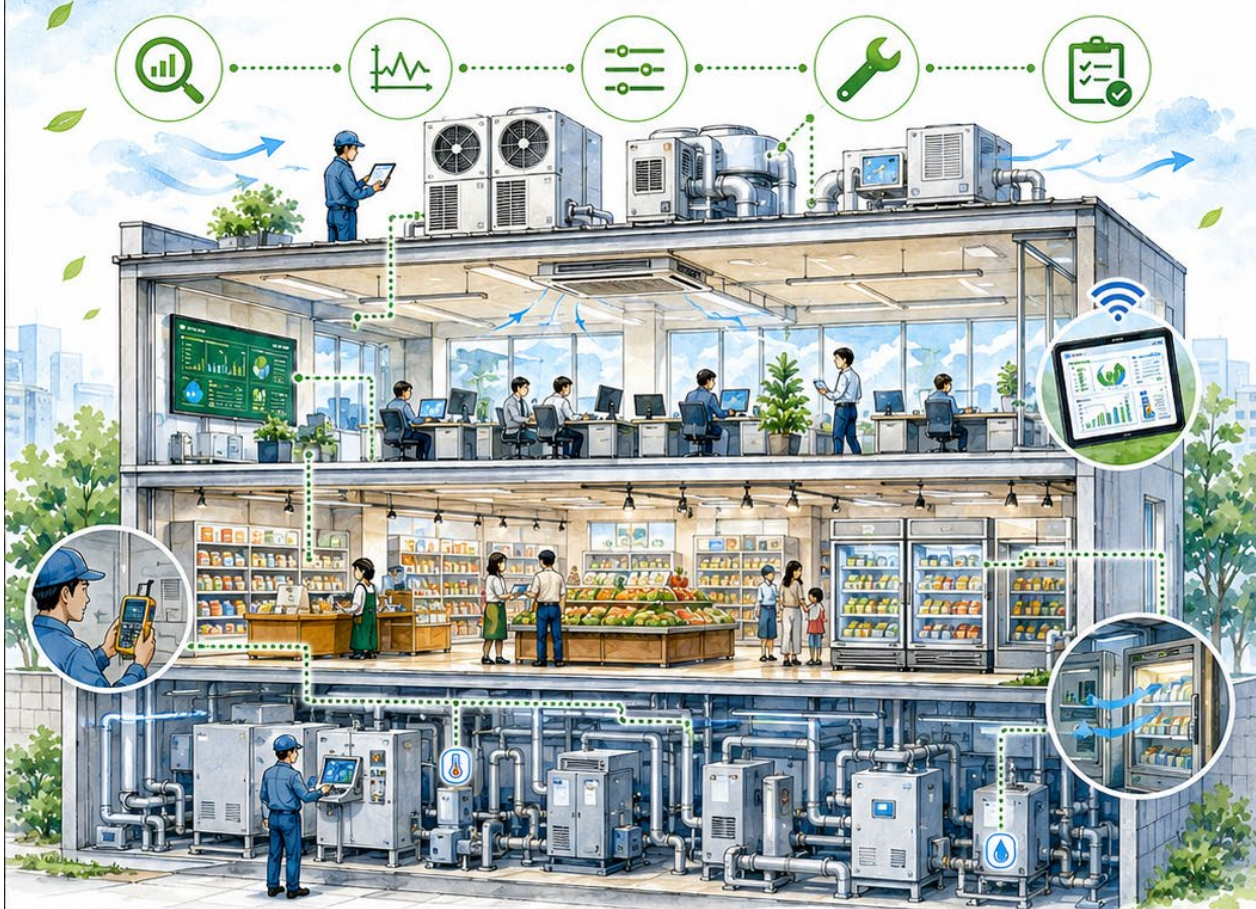


実践 エコチューニング教本

設備を替える前に、エネルギーの無駄をなくす

診断・運用改善・性能回復・制御・効果検証まで



診断する

データと現地確認で
無駄の原因を見える化



改善する

運用の工夫で
エネルギーを最適化



性能を回復する

フィルター・熱交換器など
本来の性能を取り戻す



制御する

最適な制御で
快適性と省エネを両立



効果を検証する

効果を測定・検証し
改善を継続する



小さな工夫の積み重ねが、大きな成果と未来をつくる。

ムリなく・ムダなく・ムラなくー 持続する省エネルギーを実現するために

目次

はじめに	4
第 1 部 エコチューニングとは何か	5
第 1 章 省エネルギーには二つの方法がある	6
第 2 章 最新設備は「内部チューニング済み」である	6
第 3 章 エコチューニングの定義	6
第 4 章 省エネルギーは二段階で考える	7
第 5 章 設備更新とエコチューニングは競合しない	7
第 2 部 エコチューニングの 5 大分類	8
第 6 章 5 つの視点で現場を見る	9
第 7 章 制御・運用最適化系	9
第 8 章 劣化改善・性能回復系	9
第 9 章 劣化診断では原因と程度を見る	10
第 10 章 環境・設置条件改善系	11
第 11 章 設備間干渉・システム最適化系	11
第 12 章 負荷適正化系	11
第 3 部 エコチューニング診断の基本思想	12
第 13 章 診断は「分かるもの」から始める	13
第 14 章 切り分け診断	13
第 15 章 分かりやすい原因を残したまま、分かりにくい原因に進まない	13
第 16 章 一つ改善したら、一つ測る	13
第 17 章 残差を見る	13
第 18 章 残差診断	14
第 19 章 見えない劣化を見るために、見える劣化を除去する	14
第 20 章 精密診断は最後に行う	14
第 4 部 エネルギーマネジメントの基本	15
第 21 章 最初に条件を定義する	16
第 22 章 適正エネルギーという考え方	16
第 23 章 快適性を犠牲にしない	16

目次

第5部 測る	17
第24章 電力を測る	18
第25章 環境を測る	18
第26章 見える化だけでは省エネにならない	18
第6部 空調エコチューニング	19
第27章 設定温度	19
第28章 運転時間	19
第29章 温湿度	19
第30章 気流	20
第31章 フィルターと熱交換器	20
第32章 室外機	20
第33章 換気	20
第34章 複数空調機の競合	20
第35章 IoTによる後付け制御	20
第7部 冷凍冷蔵エコチューニング	21
第36章 冷凍冷蔵設備の基本	21
第37章 ショーケース	21
第38章 空調と冷凍冷蔵の干渉	21
第8部 換気・照明・その他設備	22
第39章 換気設備	22
第40章 照明	22
第41章 給湯・ポンプ・ファン	22
第42章 工場設備	22

目次

第 9 部 制御とエネルギーマネジメント	23
第 43 章 制御とは何か	23
第 44 章 センサー制御	23
第 45 章 スケジュール制御	23
第 46 章 デマンド制御	23
第 47 章 EMS	23
第 48 章 AI によるエコチューニング	23
第 10 部 効果検証	24
第 49 章 前年同月比較だけでは不十分	24
第 50 章 ベースライン	24
第 51 章 原単位	24
第 52 章 外気補正	24
第 53 章 COP 評価	24
第 54 章 オンサイト空気エンタルピー評価	25
第 11 部 現場での実践	26
第 55 章 現場調査の基本手順	27
第 56 章 エコチューニング診断の 3 原則	27
第 57 章 改善提案	27
第 58 章 PoC	27
第 59 章 投資判断	27
第 12 部 エコチューニングから継続的エネルギーマネジメントへ	28
第 60 章 一度直せば終わりではない	28
第 61 章 継続的改善	28
第 62 章 設備更新の判断	28
第 63 章 これからのエコチューニング	28
おわりに	29

はじめに

省エネルギー対策というと、多くの場合、最初に思い浮かぶのは「古い設備を最新の高効率設備へ入れ替えること」です。設備更新は非常に有効な省エネルギー手法です。

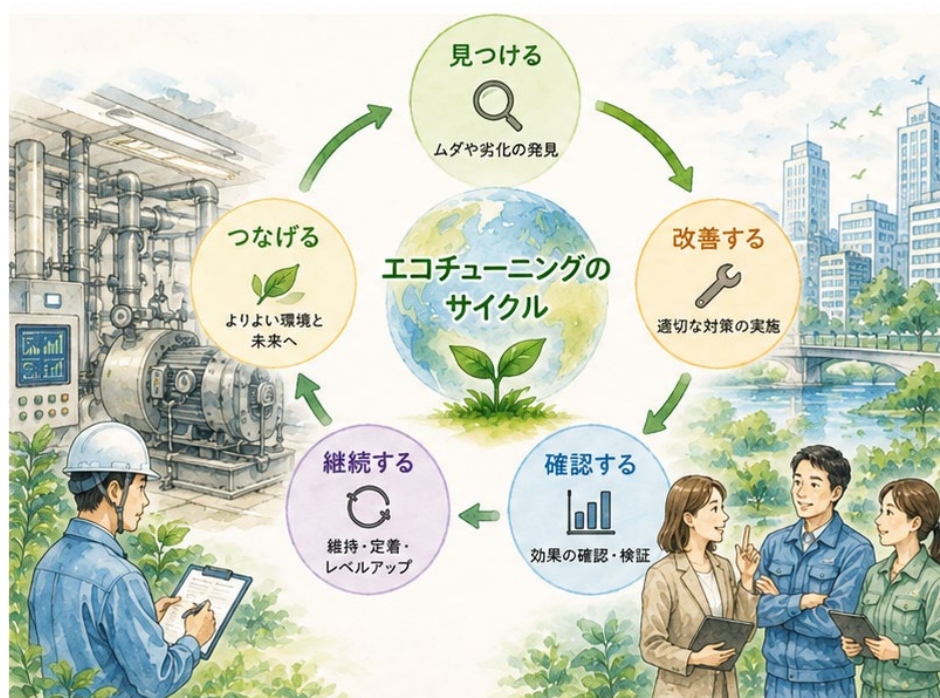
最新の空調設備、冷凍冷蔵設備、換気設備、照明設備、ポンプ、ファンなどには、従来機と比較して少ないエネルギーで同じ仕事を行うためのさまざまな技術が組み込まれています。空調設備であれば、高効率コンプレッサー、高性能熱交換器、高効率モーター、高性能ファン、インバーター、電子膨張弁、冷媒制御技術、各種センサー、高度な制御アルゴリズムなどです。

つまり、最新設備とは単に「新しい設備」なのではありません。メーカーが長年にわたって、圧縮する、熱を交換する、空気を送る、冷媒を制御する、モーターを動かすといった設備内部の仕事を研究し、最適化してきた結果として完成したものです。

最新設備とは、「メーカーによって機器内部が高度にチューニングされた設備」である。

しかし、メーカーは機器内部を最適化できても、その設備が実際に設置される現場まで完全に最適化することはできません。建物用途、利用人数、営業時間、温湿度条件、人流、日射、換気、他設備との干渉、清掃状態、機器内部の劣化などは、一つ一つの現場によって異なります。

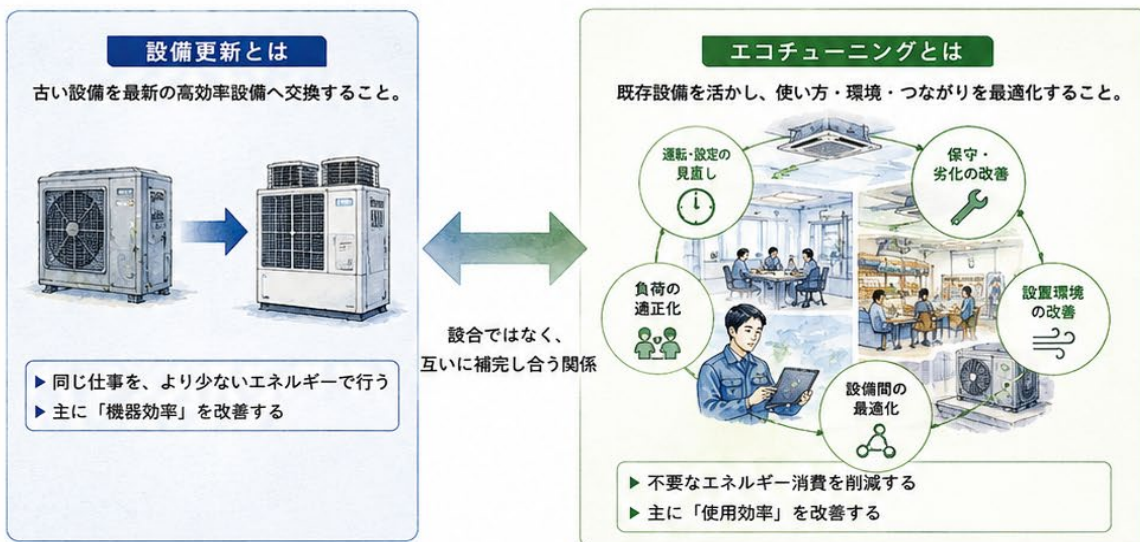
メーカーは機器内部をチューニングする。エコチューニングは、設備が置かれた現場全体をチューニングする。



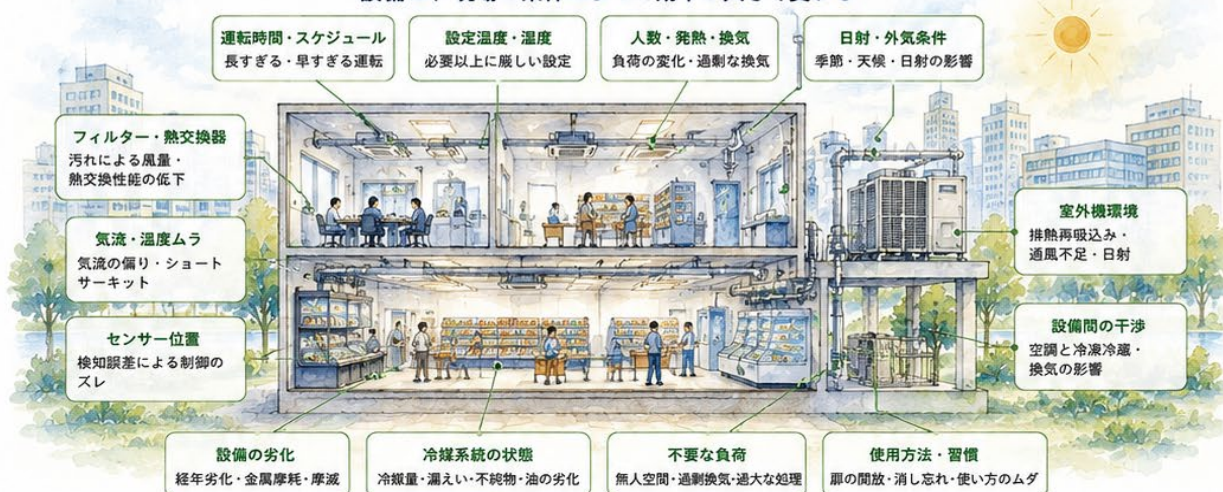
第1部

エコチューニングとは何か

設備を替える前に、できることがある。



設備は、現場の条件によって効率が大きく変わる



省エネルギーは二段階で考える

第1段階：エネルギーを効率よく作る

高效率設備によって、1kWhあたりの成果を最大化する。



第2段階：必要のないエネルギーを作らない

必要な環境・品質・生産性を維持しながら、不要なエネルギー消費をなくす。



結論

本当の省エネルギーは、「**高效率設備**」×「**エコチューニング**」で完成する。



第1章 省エネルギーには二つの方法がある

省エネルギーは、大きく「設備そのものを高効率化する方法」と「設備の使われ方を最適化する方法」に分けて考えることができます。前者が設備更新、後者がエコチューニングです。

1-1 設備更新とは何か

設備更新では、古い設備を最新の高効率設備へ交換します。同じ冷暖房能力や搬送能力を、より少ない電力で実現することで省エネルギーを図ります。主として改善しているのは「機器効率」です。

設備更新とは、同じ仕事を、より少ないエネルギーで行える設備へ交換すること。

1-2 エコチューニングとは何か

エコチューニングでは、設備そのものを原則として交換せず、既存設備を活かしながら、運転方法、設定値、制御方法、保守状態、設置環境、他設備との関係、処理している負荷を見直します。

- 必要のない時間に運転している
- 必要以上に冷やしている、または暖めている
- 過剰な換気をしている
- フィルターや熱交換器が汚れている
- 室外機が排熱を再吸込みしている
- 複数設備が互いに打ち消し合っている

したがって、「機械として高効率であること」と「現場全体として高効率であること」は別の問題です。

第2章 最新設備は「内部チューニング済み」である

最新設備では、メーカーがコンプレッサー、熱交換器、ファン、モーター、冷媒回路、インバーター、センサー、制御基板などを高度に最適化しています。設備単体としては、工場出荷時点ですでに相当程度チューニングされています。

一方、メーカーが出荷時点で最適化できないのが、現場固有の条件です。建物用途、営業時間、人員、人流、外気、日射、レイアウト、他設備との関係、清掃状態、実際の操作ルールなどは現場ごとに異なります。

機器内部の最適化はメーカー。現場側の最適化はエコチューニング。

第3章 エコチューニングの定義

エコチューニングとは、設備そのものを原則として交換することなく、既存設備の運転・制御・保守・使用環境・設備間連携・負荷条件を最適化することによって、必要な環境・品質・生産性を維持しながら、不要なエネルギー消費を削減する技術である。

設備更新が「設備を高効率化する技術」であるなら、エコチューニングは「設備を最適に働かせる技術」です。

第4章 省エネルギーは二段階で考える

第1段階 エネルギーを効率よく作る

高効率設備によって、1kWhの電力から、より多くの冷熱・温熱・動力を生み出します。これが設備更新です。

第2段階 必要のないエネルギーを作らない

エコチューニングによって、そもそも必要のない仕事を設備にさせないようにします。最新の高効率空調機でも、無人の空間を一日中冷暖房していれば、その時間帯の電力は無駄です。

設備効率が高いことと、使用効率が高いことは別です。

第5章 設備更新とエコチューニングは競合しない

エコチューニングは設備更新を否定するものではありません。設備が老朽化し、機器そのものの効率が大きく低下している場合には、設備更新が最適な解決策になることがあります。重要なのは順序です。

- 運用は適正か
- 劣化していないか
- 設置環境に問題はないか
- 設備同士が干渉していないか
- 不要な負荷を処理していないか

現場側のロスを取り除いてもなお設備そのものの効率が低ければ、設備更新を検討します。

エコチューニングは設備更新の代替ではなく、設備更新を正しく判断するための前工程でもある。

第2部

エコチューニングの5大分類

5つの視点で現場を見れば、エネルギーロスは必ず見つかる

エコチューニングでは、現場に存在するエネルギーロスを5つの視点から体系的に整理します。

それぞれは独立しているのではなく、互に関係し合い、組み合わせることでロスを生み出します。

1 制御・運用最適化系

設備そのものは正常でも、使い方が悪ければ大きなロスが発生する。

- 運転時間の見直し
- 設定温度の適正化
- 台数制御・ローテーション運転
- スケジュール制御
- 人感・CO₂・デマンド制御



2 劣化改善・性能回復系

設備は時間とともに劣化し、本来の性能を発揮できなくなる。

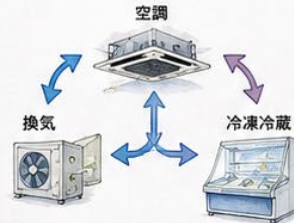
- フィルター・熱交換器の汚れ
- ファン・ベルトの劣化
- コンプレッサー・モーターの劣化
- 冷媒系統の健全性劣化
- センサー精度の低下



4 設備間干渉・システム最適化系

複数の設備が互いに影響し合い、効率を下けている。

- 空調と換気のバランス不良
- 冷凍冷蔵設備との相互干渉
- 冷房と暖房の同時運転
- 熱源・ポンプ・ファンの非効率運転
- 設備間の制御不整合



3 環境・設置条件改善系

周辺環境や設置条件が悪いと、設備は余計なエネルギーを使ってしまう。

- 室外機の排熱再吸込み・通風不良
- 直射日光・高温環境
- 吸排気の障害・気流の乱れ
- センサー位置不良・温度ムラ
- 吹出口・吸込口の閉塞



5 負荷適正化系

そもそも不要な負荷を処理していれば、どれだけ頑張ってもムダになる。

- 過剰換気・外気負荷の増大
- 日射負荷の増大
- 無人・過剰空調
- 開口部からの侵入負荷
- ゾーニング不足・局所負荷の見逃し



5つの視点で
エネルギーロスを
発見・改善

5つの分類は互に関連し合っている



ある原因を改善しても、別の原因が残っていればロスはなくなりません。
5つの視点を総合的に見て、バランスよく改善していくことが重要です。

5つの視点からの改善で得られる効果

エネルギー消費の削減
無駄なエネルギーを
確実に削減

コストの削減
光熱費・運転費の
継続的な削減

快適性・品質の向上
必要な環境を
より快適に維持

設備の信頼性向上
劣化の改善で
故障リスクを低減

環境負荷の低減
CO₂排出量を削減し、
持続可能な社会へ貢献



エコチューニングは、現場全体を最適化する総合的な改善活動です。

5つの視点でロスを見つけ、正しく改善し、継続していくことが省エネルギーの鍵となります。



第6章 5つの視点で現場を見る

本書では、エコチューニングを次の5領域に分類します。

- 制御・運用最適化系
- 劣化改善・性能回復系
- 環境・設置条件改善系
- 設備間干渉・システム最適化系
- 負荷適正化系

この5分類によって、現場で発生しているエネルギーロスを体系的に整理します。

第7章 制御・運用最適化系

設備そのものが正常でも、動かし方が悪ければ無駄が発生します。運転時間、起動停止、設定温度、設定湿度、台数、スケジュールなどを見直します。

- スケジュール制御
- 設定値適正化
- 台数制御
- ローテーション運転
- 人感制御
- CO₂連動制御
- デマンド制御
- IoT 制御

設備の「動かし方」を変えるエコチューニング。

第8章 劣化改善・性能回復系

設備は時間の経過とともに、さまざまな形で性能が変化します。重要なのは、劣化しているかどうかだけを見るのではなく、何が原因で、どの程度性能が低下しているのかを確認することです。

8-1 外部・表面的劣化

- フィルター汚れ
- 熱交換器汚れ
- ファン汚れ
- 室外機汚れ
- ベルト緩み
- 通風不良

これらは比較的確認しやすく、清掃や調整によって性能を回復できる場合があります。

8-2 内部・機械的劣化

見落としやすいのが機器内部の劣化です。コンプレッサー内部、軸受、シャフト、摺動部、モーター、バルブ、ポンプ、ファン回転部などでは、長期間の運転により金属摩耗や摩滅が進行します。

- 摩擦抵抗の増加
- クリアランスの変化
- 圧縮効率の低下
- 内部漏れ
- 回転抵抗の増加
- 振動の増加

こうした劣化は、故障に至る前の段階でも、同じ仕事をするために必要なエネルギーを増加させる可能性があります。

設備が動いていることと、本来の効率で動いていることは同じではない。

8-3 冷媒系統の健全性低下

空調設備や冷凍冷蔵設備では、冷媒単体の経年変化だけでなく、冷媒・冷凍機油・冷媒回路全体の健全性を見る必要があります。一般的な冷媒は適切に密閉・管理されていれば、経年だけで著しく変質するとは限りません。

- 冷媒漏えい
- 冷媒量不足
- 水分混入
- 空気や不純物の混入
- 冷凍機油の劣化
- 摩耗粉の混入
- 高温状態・過熱状態
- 修理・回収・再充填時の管理不良

こうした要因により、蒸発温度、凝縮温度、吸入圧力、吐出圧力、過熱度、過冷却度、吐出温度などが適正状態から外れ、COP 低下につながる場合があります。

第9章 劣化診断では原因と程度を見る

劣化診断では、「汚れている」「古い」という評価だけでは不十分です。

- 何が劣化しているのか
- なぜ劣化したのか
- どの程度劣化しているのか
- その劣化がエネルギー消費にどの程度影響しているのか

見るべきものは、見た目の劣化ではなく、性能への影響です。可能な限り、風量、温度差、電力、COP、運転時間、圧力、振動などによって定量化します。

第 10 章 環境・設置条件改善系

設備単体が正常でも、周辺環境が悪ければ効率は低下します。

- 室外機の排熱再吸込み
- 通風不足
- 直射日光
- 高温環境
- 狭い設置スペース
- 室内機の吹出口・吸込口障害
- 気流ショートサーキット
- 温度ムラ
- センサー位置不良

設備が働きやすい環境をつくるエコチューニング。

第 11 章 設備間干渉・システム最適化系

建物内では空調、換気、冷凍冷蔵、給排気、熱源、ポンプなどが相互に影響します。単体設備が正常でも、設備同士が競合すればエネルギーロスが発生します。

例えばスーパーマーケットの冬季では、オープンショーケースからの冷気が暖房負荷を増やし、暖房された空気がショーケースへ入り込むことで冷凍冷蔵負荷を増やすことがあります。

設備同士の関係を整えるエコチューニング。

第 12 章 負荷適正化系

最も根本的な省エネルギーは、設備に不要な仕事をさせないことです。

- 無人空間の空調
- 過剰換気
- 不要な照明
- 日射負荷をそのまま空調で処理
- 開口部からの大量の外気侵入
- 必要以上に広い空間の冷暖房

ゾーニング、日射対策、開口部対策、換気量適正化、人流対応、局所空調、局所換気、発熱源対策、商品配置改善などによって負荷そのものを減らします。

設備に余計な仕事をさせないエコチューニング。

第3部

エコチューニング診断の基本思想

見える原因から確認し、残差から見えない原因へ進む

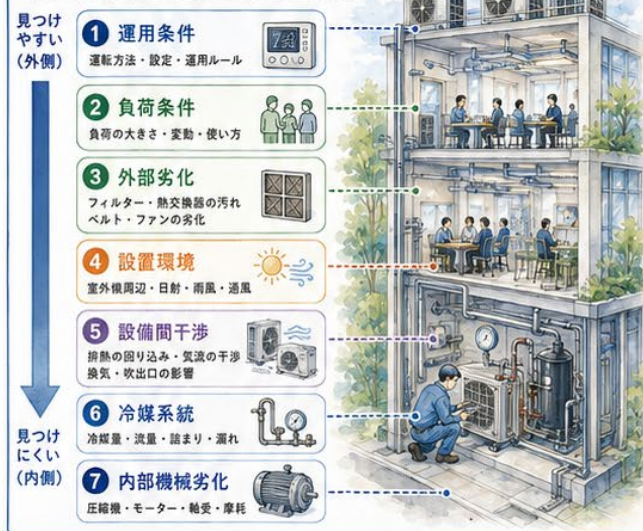
エコチューニング診断は、分かるものから一つずつ確認し、改善し、測定し、残ったロスから深い原因へ進む診断技術である。

診断の基本フロー



切り分け診断

原因候補を外側から内側へ順番に切り分ける。



残差診断

改善の積み上げでロスを減らし、残ったロスから深い原因へ進む。



なぜこの順序が重要か



診断の3原則



分かりにくい原因を知りたいければ、まず分かりやすい原因を取り除く。

エコチューニングは、改善と計測を繰り返しながら原因の解像度を高めていく診断技術である。

第 13 章 診断は「分かるもの」から始める

設備に性能低下が確認されても、最初から複雑で見えにくい原因に切り込む必要はありません。電力増加、能力低下、運転時間増加、COP 低下などの現象があれば、まず運転時間、設定値、外気条件、室内負荷、フィルター、熱交換器、風量、室外機環境、制御条件など、確認しやすいものから調べます。

見える原因から消して、見えない原因に近づく。

第 14 章 切り分け診断

設備性能低下には複数の原因が同時に関係していることがあります。そこで、原因候補を一つずつ切り分けます。本書ではこれを「切り分け診断」と呼びます。

- 運用条件
- 負荷条件
- 外部劣化
- 設置環境
- 設備間干渉
- 冷媒系統
- 内部機械劣化

基本的には、外側から内側へ診断を進めます。

第 15 章 分かりやすい原因を残したまま、分かりにくい原因に進まない

フィルター詰まり、熱交換器汚れ、室外機の排熱再吸込みなどの明確な問題が残っている状態で、コンプレッサー内部や冷媒系統に高度な対策を行っても、その効果は見えにくくなります。

複数のロスが混在していると、内部対策による改善が外部ロスに隠れたり、複数対策を同時に行うことで、どの対策がどれだけ効いたのか分からなくなったりします。

見えるロスを残したまま、見えないロスに手を入れると、結果まで見えにくくなる。

第 16 章 一つ改善したら、一つ測る

エコチューニングでは、改善と計測をセットにします。フィルター清掃、熱交換器洗浄、室外機環境改善などを、可能な範囲で一つずつ実施し、その都度、風量、電力、温度差、COP などを再測定します。

一つ改善する。一つ測る。

これによって、何を改善した結果、どれだけエネルギー性能が変化したのかを把握できます。

第 17 章 残差を見る

分かりやすいロスの一つずつ改善しても、本来性能との差が残ることがあります。この残った差を、本書では「残差」と呼びます。

例えば、本来必要なエネルギー使用量を 100、現在の使用量を 130 とすると、最初のロスは 30 です。運用改善で 10、熱交換器清掃で 5、室外機環境改善で 5 を削減した場合、残差は 10 になります。

この段階で、冷媒系統、コンプレッサー、モーター、軸受、金属摩耗、内部漏れ、センサー異常など、見えにくい原因を調べる合理性が高くなります。

第 18 章 残差診断

残差診断とは、確認しやすいロスを順番に除去し、それでも残るエネルギーロスから、より見えにくい原因を特定していく診断方法である。

残差診断の本質は、最初からすべてを解明しようとしません。分かるものを取り除き、残ったものを見て、さらに深い原因へ進みます。

第 19 章 見えない劣化を見るために、見える劣化を除去する

内部摩耗や冷媒系統の異常は、外から目視することが難しい領域です。だからこそ、外部の分かりやすい原因を先に除去することが重要です。熱交換器汚れを正常状態へ戻しても COP が低ければ、内部側の問題である可能性が高まります。

見える原因を改善すること自体が、見えない原因を診断するための準備になる。

第 20 章 精密診断は最後に行う

必要に応じて、冷媒分析、冷凍機油分析、振動診断、音響診断、圧力診断、コンプレッサー診断、分解診断などの高度な診断を行います。ただし、最初からすべての設備に実施するのではなく、簡易診断と改善によって残差が大きい設備を抽出したうえで行う方が合理的です。

第4部 エネルギーマネジメントの基本

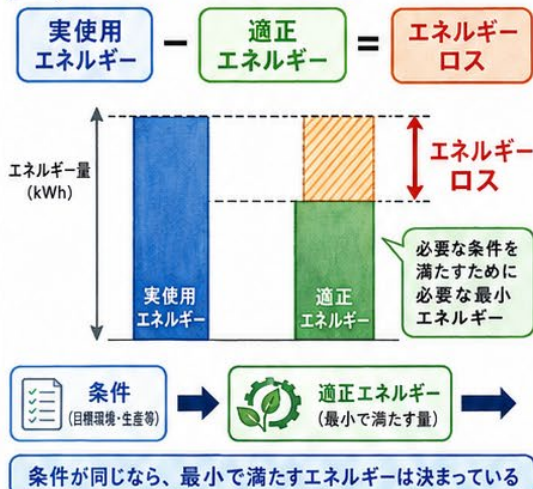
最初に条件を定義し、適正エネルギーを考え、快適性を犠牲にしない

1 条件を定義する

何kWh使ったかの前に、何を実現するために必要だったのかを考える



2 適正エネルギーとは



3 快適性・品質・生産性を維持する



エネルギーマネジメントの基本フロー



エネルギーマネジメントとは、必要な条件を明確にし、必要なエネルギーを考え、快適性・品質・生産性を守りながらロスを減らすこと。

第 21 章 最初に条件を定義する

エネルギーマネジメントでは、単に使用量を見るだけでは不十分です。まず、何を実現するためにエネルギーを使用しているのかを定義します。

- 室温
- 湿度
- CO₂濃度
- 照度
- 冷蔵温度
- 冷凍温度
- 生産量
- 営業時間
- 人数
- 稼働率

「何 kWh 使ったか」の前に、「何を実現するために必要だったのか」を考える。

第 22 章 適正エネルギーという考え方

本書では、必要な条件を満たすために必要と考えられる最小限のエネルギーを「適正エネルギー」と定義します。実使用量と適正量との差がエネルギーロスです。

$$\text{実使用エネルギー} - \text{適正エネルギー} = \text{エネルギーロス}$$

重要なのは前年比で減ったかどうかだけではなく、本来必要な量に対してどれだけ余分に使っているかを見ることです。

第 23 章 快適性を犠牲にしない

エコチューニングは単なる節電ではありません。極端な温度設定変更や設備停止で、快適性、品質、生産性を損なっては本来の目的を失います。

必要な環境・品質・生産性を維持したうえで、使用エネルギーを最小化する。



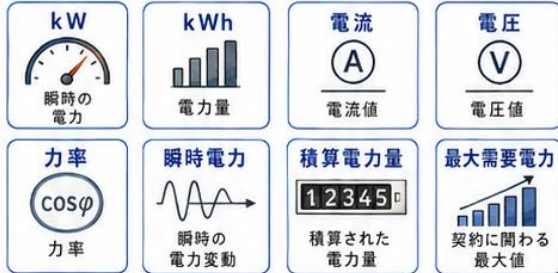
第5部 測る

データで現場を見れば、ロスの正体が見えてくる



1 電力を測る

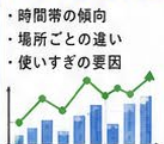
いつ・どこで・どれだけ電気が使われているかを確認する



主な計測機器



データで使い方を確認



2 環境を測る

エネルギーだけでなく、つくられている環境も測定する



主な計測機器



環境を数値で把握

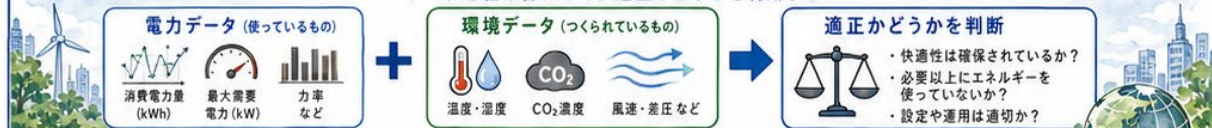


3 見える化だけでは省エネにならない

計測は手段であって目的ではない。データを活かし、改善につなげるが重要。



データを組み合わせて、適正かどうかを判断する



エコチューニングでは、電力と環境をセットで測り、改善につなげる。

計測はゴールではない。改善判断のための手段である。

第 24 章 電力を測る

- kW
- kWh
- 電流
- 電圧
- 力率
- 瞬時電力
- 積算電力量
- 最大需要電力

電力計測によって、いつ、どの設備が、どれだけ電力を使用しているかを確認します。

第 25 章 環境を測る

- 温度
- 湿度
- CO₂
- 空気エンタルピー
- 風速
- 表面温度
- 差圧
- 熱画像（サーモグラフィ）

設備がどれだけ仕事をしているかと、その結果としてどの環境が実現されているかを合わせて評価します。

第 26 章 見える化だけでは省エネにならない

計測 → 発見 → 仮説 → 改善 → 再計測 → 検証

計測はゴールではなく、改善判断を行うための手段です。

第6部 空調エコチューニング

設備を替えずに、使い方・状態・環境・連携を整えて、
空調効率を最大化する

ムリなく減らす
賢い省エネ



空調エコチューニングは、空調設備を本来あるべき状態で働かせる改善活動です。✧✧

第27章 設定温度

設定温度は空調消費電力に大きく影響します。ただし設定値だけでなく、室温、湿度、外気、人数、日射、放射、気流などを含めて評価します。

第28章 運転時間

- ・ 始業前運転
- ・ 終業後運転
- ・ 夜間運転
- ・ 休日運転
- ・ 消し忘れ

時間ロスは比較的発見しやすく、初期診断として重要です。

第29章 温湿度

空調は温度だけで評価できません。必要に応じて、不快指数、空気エンタルピー、PMVなども活用します。

第 30 章 気流

空調能力が十分でも、空気が必要な場所へ届かなければ快適性は得られません。その結果、利用者が設定温度を過剰に変更し、余分な運転が発生する場合があります。

第 31 章 フィルターと熱交換器

フィルターや熱交換器の汚れは、風量低下、熱交換性能低下、運転時間増加、ファン負荷増加などにつながります。ただし「汚れているから洗浄する」だけではなく、洗浄前後で風量、電力、温度差、COPなどを測定し、性能回復量を確認します。

第 32 章 室外機

- 吸込み温度
- 排熱再吸込み
- 通風
- 日射の影響
- 熱交換器の汚れ
- 周囲温度

室外機環境は、設備そのものを交換せずに改善できる重要な領域です。

第 33 章 換気

必要な換気量を確保しつつ、CO₂濃度、人数、営業時間、室用途などを考慮して過剰換気を避けます。

第 34 章 複数空調機の競合

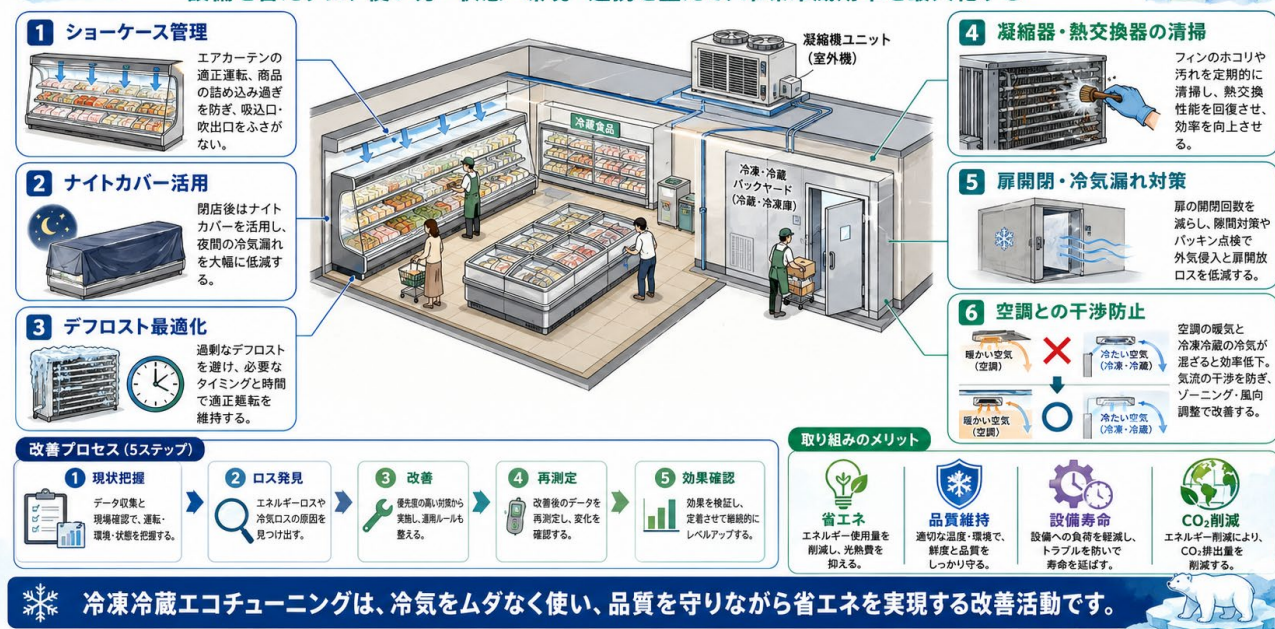
冷房と暖房の同時運転、設定温度差、気流干渉、センサー位置差などを確認し、単体設備ではなく空間全体として制御します。

第 35 章 IoT による後付け制御

温湿度センサー、CO₂センサー、電力センサー、赤外線制御、スケジュール、クラウド、AIなどを組み合わせることで、既存設備を交換せずに現場側から機能を拡張できます。

第7部 冷凍冷蔵エコチューニング

設備を替えずに、使い方・状態・環境・連携を整えて、冷凍冷蔵効率を最大化する



第36章 冷凍冷蔵設備の基本

コンプレッサー、蒸発器、凝縮器、ファン、冷媒、デフロスト、制御などを総合的に評価します。

第37章 ショーケース

- ・ ハニカム
- ・ エアカーテン
- ・ ナイトカバー
- ・ 商品陳列
- ・ 吹出口
- ・ 吸込口
- ・ デフロスト
- ・ 扉開閉

第38章 空調と冷凍冷蔵の干渉

オープンショーケースのある売場では、空調と冷凍冷蔵設備を別々に考えず、一方の設備の排出する熱・冷気がもう一方の設備の負荷になっていないかを確認します。



第39章 換気設備

CO₂制御、インバーター、外気量制御、全熱交換器、時間制御などによって適正化します。

第40章 照明

LED、照度適正化、人感制御、スケジュール制御、昼光利用などを検討します。

第41章 給湯・ポンプ・ファン

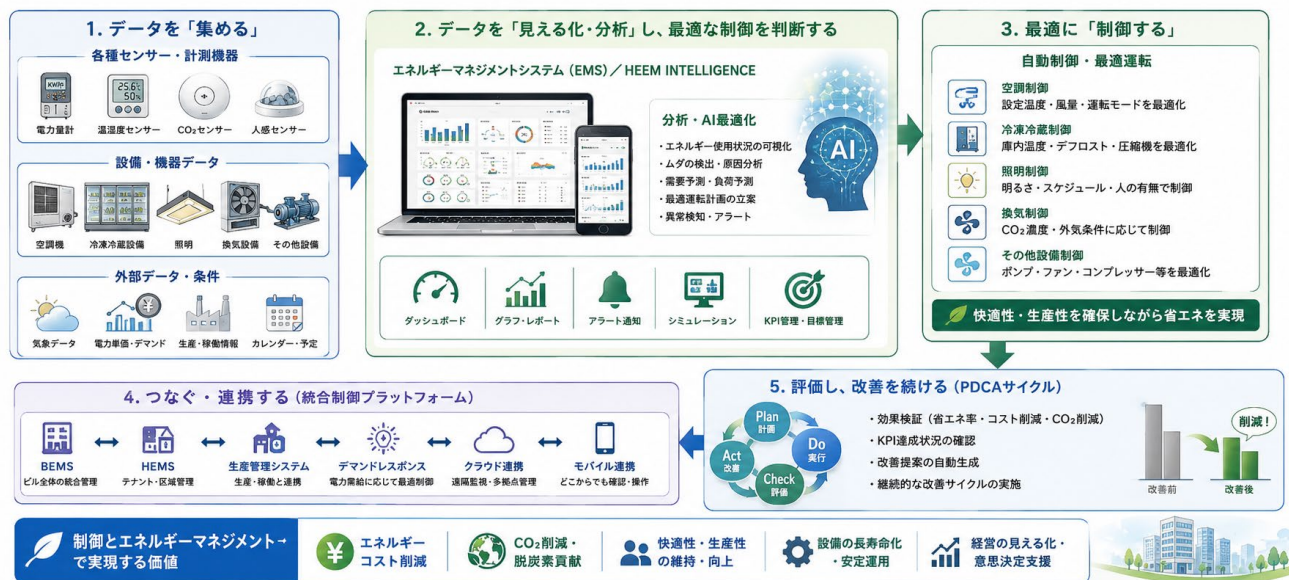
温度設定、圧力設定、台数制御、インバーター、運転時間、流量などを見直します。

第42章 工場設備

コンプレッサー、モーター、ポンプ、ファン、生産設備、待機電力、圧縮空気漏れなどを対象とします。

第9部 制御とエネルギーマネジメント

データと制御で、エネルギーを最適に使う仕組みをつくる



第43章 制御とは何か

必要な時に、必要な場所へ、必要な量だけエネルギーを供給する。

第44章 センサー制御

温度、湿度、CO₂、人感、照度、電力などのセンサー情報を利用します。

第45章 スケジュール制御

設備を使用する時間を最適化します。

第46章 デマンド制御

最大需要電力を管理し、ピークカット、ピークシフト、優先順位制御を行います。

第47章 EMS

EMSでは、計測・分析・判断・制御・検証を一体化します。重要なのは、見える化することではなく、見えた情報を設備の運転・制御に反映させることです。

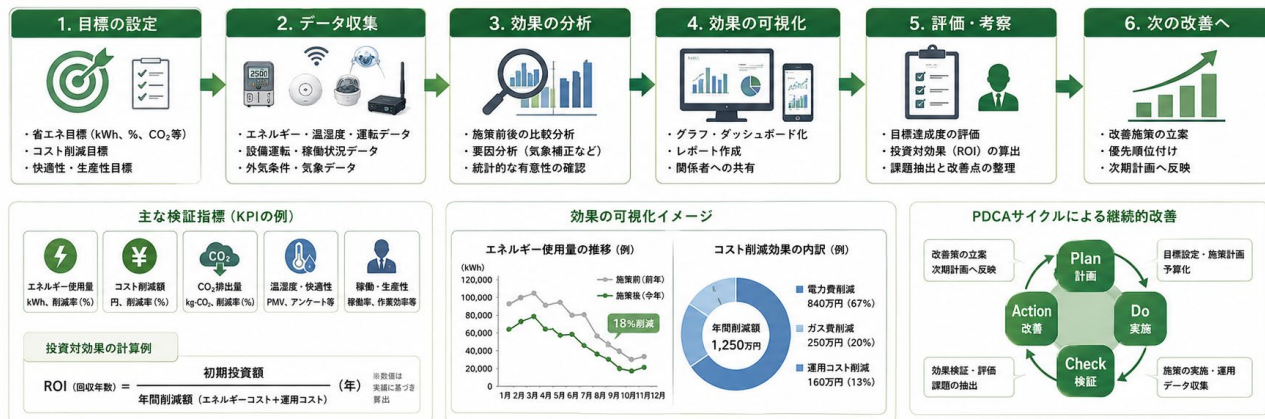
第48章 AIによるエコチューニング

電力、温湿度、外気、人数、営業情報、設備運転、過去の改善履歴などをAIが解析し、最適運転条件を提案・制御することが可能になります。ただし、条件を定義し、ロスを見つけ、原因を特定し、改善するという原則は変わりません。

第10部 効果検証 データで成果を確認し、次の改善につなげる

省エネ施策の効果を定量的に検証し、継続的な改善につなげることが重要です。
計測・分析したデータをもとに、投資対効果や環境貢献を可視化し、関係者と共有します。

エネルギー使用量の削減を確認 CO₂排出量の削減を確認 コスト削減効果を検証 快適性・生産性の向上を確認



第49章 前年同月比較だけでは不十分

省エネ効果を評価する際、前年同月との単純比較だけでは正確とは限りません。気温、湿度、営業時間、人数、生産量、稼働率などが異なるからです。

第50章 ベースライン

改善前の標準的なエネルギー使用量を設定します。

第51章 原単位

- kWh/m²
- kWh/人
- kWh/売上高
- kWh/生産数量

第52章 外気補正

空調負荷は外気条件の影響を強く受けるため、改善前後の比較では外気条件を補正する必要があります。

第53章 COP 評価

投入した電力に対して、どれだけ冷暖房能力を得られたかを評価します。設備が動いているかではなく、どれだけ効率よく動いているかを見ます。

第 54 章 オンサイト空気エンタルピー評価

温度と湿度から空気エンタルピーを求め、湿り空気の熱的状态を評価します。これを空調機の電力データと組み合わせ、現場における空調能力と電力消費の関係を分析します。

第11部

現場での実践



現場で測り、原因を見つけ、改善し、効果を確認める

エコチューニングは、現場での確認・計測・改善・再測定を通じて成果を積み上げる実践活動です。
分かる原因から一つずつ改善し、残ったロスから次の課題を見つけます。



現場実践の基本手順



診断の3原則

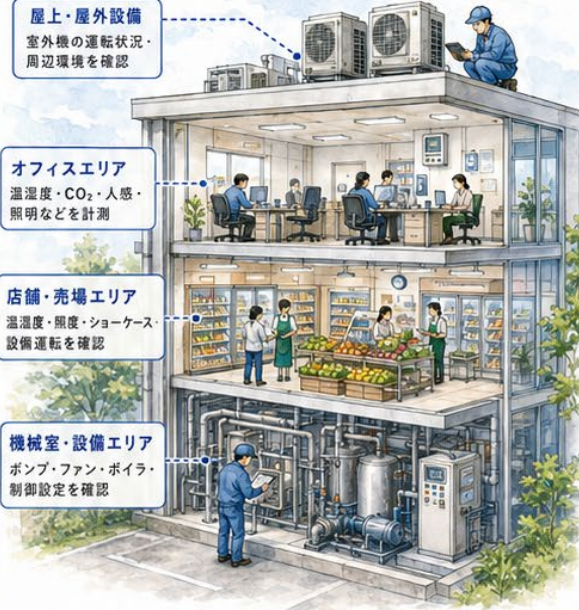
- 1 見える原因から確認する**
外側の原因から順番に確認する。
- 2 一つ改善したら、一つ測る**
改善の効果を測定し、確実に進める。
- 3 残ったロスから、見えない原因を探す**
残差を手がかりに、深い原因を探す。

屋上・屋外設備
室外機の運転状況・周辺環境を確認

オフィスエリア
温湿度・CO₂・人感・照明などを計測

店舗・売場エリア
温湿度・照度・ショーケース設備運転を確認

機械室・設備エリア
ポンプ・ファン・ボイラ・制御設定を確認



現場で確認する主な項目

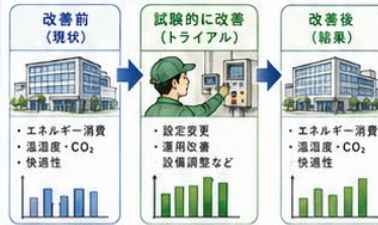
- 運用条件**
 - ・運転時間・設定温度
 - ・スケジュール
- 負荷条件**
 - ・外気・人数
 - ・日射・生産条件
- 劣化状態**
 - ・フィルターの汚れ
 - ・熱交換器の汚れ・風量
- 設置環境**
 - ・気流の状況
 - ・室外機周辺・換気状態
- 設備間干渉**
 - ・空調 × 換気
 - ・空調 × 冷凍冷蔵
- データ**
 - ・電力・温湿度・CO₂
 - ・運転データ・アラーム

改善提案のまとめ方

現象	現場で起きていること
原因	その原因は何か
程度	どのくらいの大きさか
改善方法	具体的な改善内容
想定効果	期待できる効果(省エネ・快適性など)
投資額	必要な投資金額
回収期間	投資回収の目安
効果検証方法	どのように効果を検証するか

PoC (小規模案証)

改善前と改善後と比較できる形で実施し、本格導入前に効果を確認する



投資判断

低コストで明確なロスから改善 → 効果確認 → 残差に対して必要投資を判断



不要な設備投資を防ぐ
投資は効果に見合うものに限定し、最小のコストで最大の成果を目指す

現場実践で
得られる成果



現場での実践は、エコチューニングを成果につなげるための**最前線**です。



第 55 章 現場調査の基本手順

- STEP 1 必要条件を確認する
- STEP 2 エネルギーと環境を測る
- STEP 3 分かりやすいロスを探す
- STEP 4 一つずつ改善する
- STEP 5 改善ごとに再測定する
- STEP 6 残差を見る
- STEP 7 必要に応じて高度な診断へ進む
- STEP 8 最終的な改善効果を検証する

第 56 章 エコチューニング診断の 3 原則

原則 1 見える原因から確認する

確認しやすい要因から診断します。

原則 2 一つ改善したら、一つ測る

対策ごとの効果を確認します。

原則 3 残ったロスから、見えない原因を探す

残差から内部劣化や複雑なシステム問題へ進みます。

第 57 章 改善提案

改善提案では、現象、原因、劣化・ロスの程度、改善方法、想定効果、投資額、回収期間、効果検証方法までセットで提示します。

第 58 章 PoC

本格導入前に小規模実証を行い、改善前と改善後を比較できる状態をつくります。

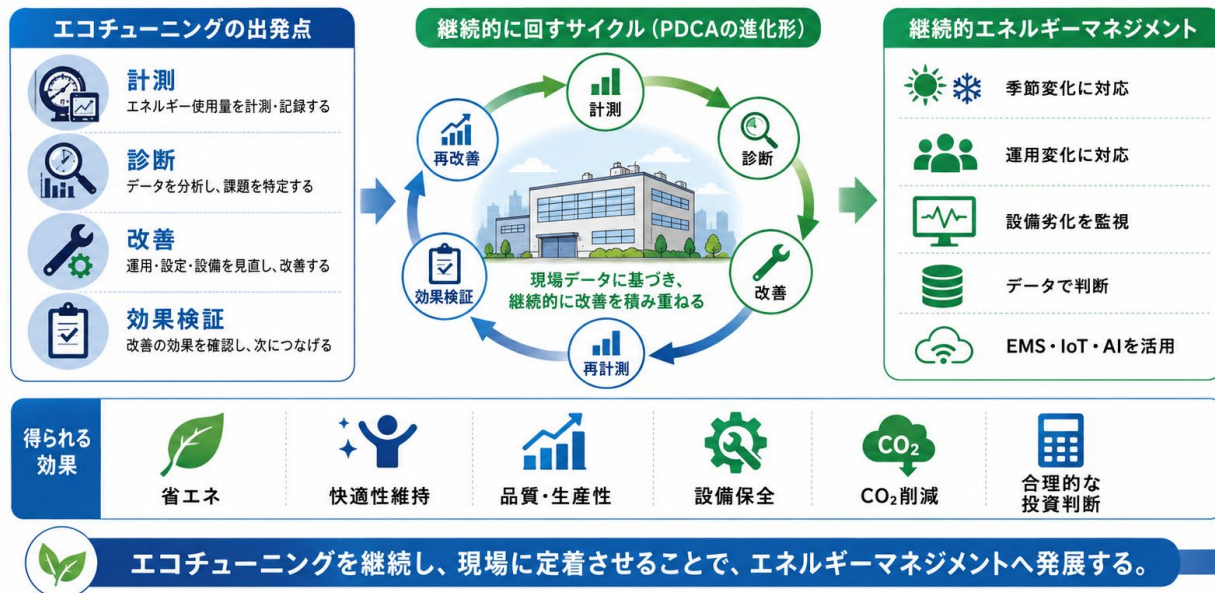
第 59 章 投資判断

低コストで明確なロスから改善し、そのうえで残差に対して必要な投資を行います。この順序によって不要な設備投資を防ぎます。

第12部

エコチューニングから継続的エネルギーマネジメントへ

一度の改善で終わらず、計測・診断・改善・検証を回し続ける



第60章 一度直せば終わりではない

最適な状態は固定されたものではありません。季節、人数、営業時間、生産量、レイアウト、設備劣化、外気、運用方法が変われば、適正条件も変化します。エコチューニングは一度実施して終わるものではありません。

第61章 継続的改善

計測 → 診断 → 改善 → 再計測 → 効果検証 → 再診断

このサイクルを継続することが、エネルギーマネジメントにつながります。

第62章 設備更新の判断

運用、負荷、外部劣化、設置環境、冷媒系統、設備間干渉を改善・確認してもなお性能が低い場合、設備そのものの性能限界が見えてきます。その段階で設備更新を検討することで、更新の必要性をより正確に判断できます。

第63章 これからのエコチューニング

IoT、センサー、EMS、AI、サーモグラフィ、3D 気流解析、デジタルツイン、自動制御、劣化予測などが重要になっていきます。しかし技術が高度になっても、本質は変わりません。

必要な条件を定義する。現状を測る。ロスを見つける。分かる原因から一つずつ取り除く。

改善ごとに測る。残ったロスから、より深い原因を探す。

おわりに

設備更新は重要な省エネルギー手法です。最新設備には、メーカーによる長年の技術開発の成果が詰め込まれています。言い換えれば、最新設備は機器内部についてはすでに高度にチューニングされています。

しかし、設備が置かれる現場は一つとして同じではありません。運転時間、人の使い方、気流、換気、周辺環境、他設備との関係は現場ごとに異なり、設備は時間とともに劣化します。だからこそ、設備を交換するだけでは省エネルギーは完成しません。

- 制御・運用を整える
- 劣化を発見し、原因と程度を調べ、本来性能へ戻す
- 設備が働きやすい環境をつくる
- 設備同士の干渉をなくす
- 不要な負荷そのものを減らす

そして、そのすべてを一度に行うのではなく、分かるものから一つずつ改善します。

分かりにくい原因を知りたければ、まず分かりやすい原因を取り除く。

分かりやすい原因を残したまま、分かりにくい原因へ切り込めば、改善の結果まで見えにくくなる。

エコチューニングでは、見える原因から確認し、一つ改善したら一つ測り、残ったロスを見て、その残差から見えない原因へ進みます。

エコチューニングとは、現場で発生しているエネルギーロスを一つずつ切り分け、その原因と程度を明らかにし、設備を本来あるべき状態へ近づけていく診断と改善の技術である。

設備更新が「機械を良くする」技術だとすれば、エコチューニングは「現場を良くする」技術です。

高効率設備 × エコチューニング

実践 エコチューニング教本

設備を替える前に、エネルギーの無駄をなくす

発行

一般社団法人グリーン環境保全機構

著作

谷津 亙・稲垣 友悟

著作権について

本冊子に掲載する文章、図版、構成その他の著作物について、著作権法で認められる場合を除き、著作者および発行者の許可なく、無断で複製・転載・改変・配布することを禁じます。

© 一般社団法人グリーン環境保全機構・谷津 亙・稲垣 友悟

実践 エコチューニング教本