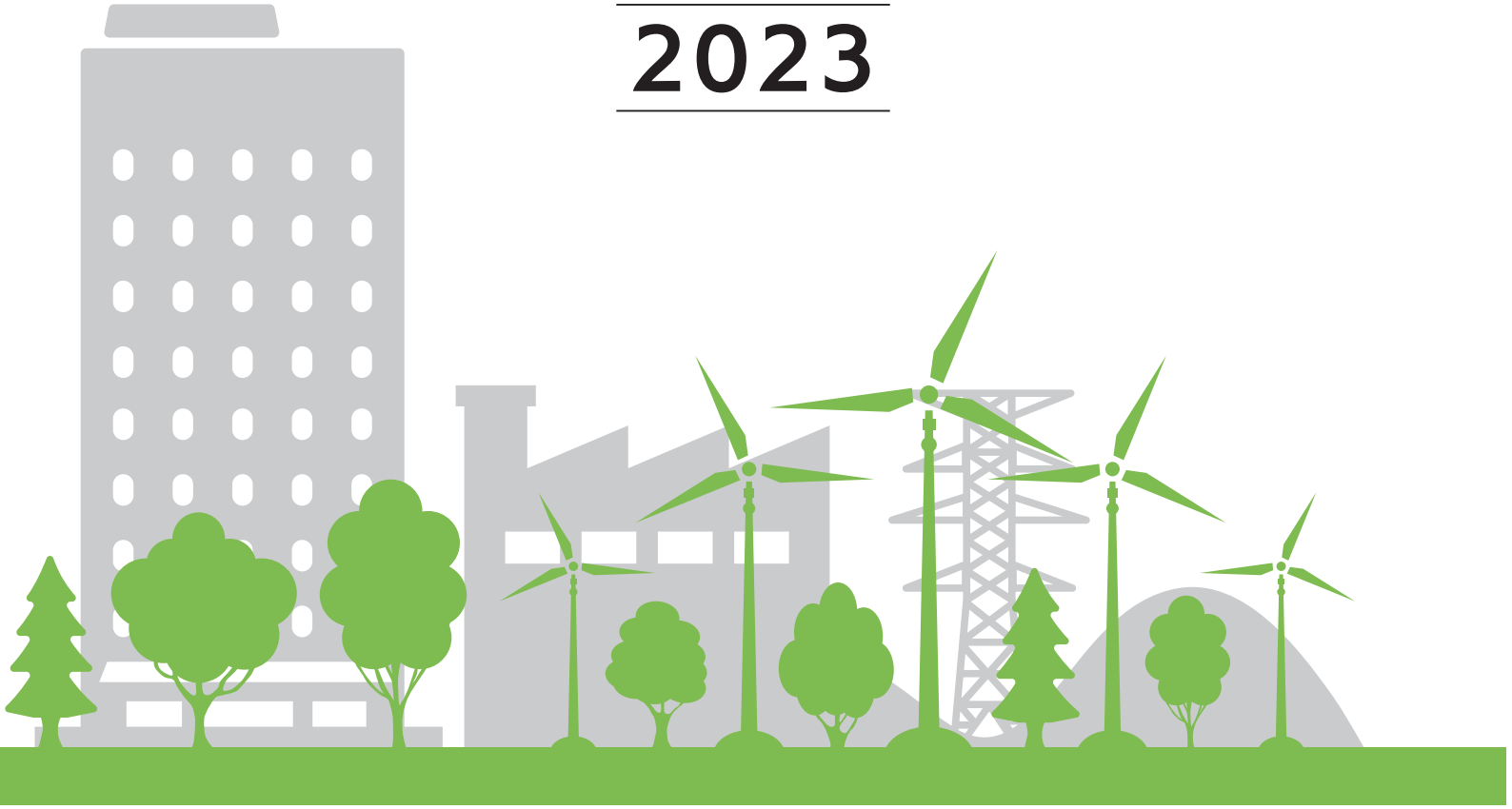
「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

工場・事業場の
脱炭素化実践
ガイドライン
2023



環境省

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）



工場・事業場の
脱炭素化実践
ガイドライン
2023

2023年3月

環境省

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

CONTENTS

第１章	はじめに	2
	第 1 章　工場・事業場の脱炭素化の概要	3
	1.1　脱炭素化の目的と意義	5
	1.2　脱炭素化の実践	7
	1.3　本ガイドラインについて	15
第２章	**第 2 章　工場・事業場の脱炭素化の実践手順**	19
	Step 1　脱炭素化目標の設定	23
	Step 2　削減余地診断	26
	Step 3　実施計画の策定	54
	Step 4　実施計画の実行	59
	Step 5　対策効果の検証	62
	Step 6　ステップアップ	68
第３章	**第３章　脱炭素化に役立つツールと使い方**	71
	3.1　対策メニューリスト	74
	3.2　対策効果算定の基本的な考え方と方法【対策効果算定シート】	80
	3.3　業種、システム、設備機器別の脱炭素化対策	107
	3.4　対策分析シート	118
巻　末	対策メニューリスト	124

別添 DVD	（1）第 3 章 3.3　業種、システム、設備機器別の脱炭素化対策（PDF）
	（2）対策メニューリスト（Excel）
	（3）対策効果算定シート（PDF）
	（4）PAC 年間電力算出ツール（Excel）
	（5）PAC 年間電力算出ツールの解説（PDF）
	（6）対策分析シート（PDF）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

はじめに

我が国は、2050年までにカーボンニュートラルを目指すこと、そして、2030年度には温室効果ガスを2013年度から46%削減することを目指し、さらに50%の高みに向けて挑戦を続けていくことを表明した。これらの目標とそれに向けたビジョン・道筋は、2021年10月に閣議決定された「地球温暖化対策計画」、「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」等に位置付けられている。

2030年度目標を部門別に見ると、エネルギー起源CO_2は、2013年比産業部門で38%減、業務部門で51%減の水準とするなど、非常に野心的な目標となっており、実現のためには、電力の排出係数の改善とともに、工場、業務用ビル等の既存ストック設備のエネルギー消費効率の改善が非常に重要である。また、費用対効果と効率性を高めるためには、単に高効率・省CO_2型の設備を導入するだけではなく、運用・管理体制の構築や強化等も加えて総量削減を確実に実行する仕組みも不可欠である。また近年、TCFD提言等に基づく開示や、SBT目標の設定、RE100への参加等、脱炭素化を企業経営に取り込む動き（脱炭素経営）が進展する中、既存ストックにおけるCO_2削減は光熱費削減だけでなく、気候変動対策に係る情報開示等を通じた企業価値の向上につながるという利点も有している。

このような背景のもと、環境省は、一定以上のCO_2削減を短期に達成する「脱炭素化促進計画」を策定した企業の設備更新に対して補助を行う「工場・事業場における先導的な脱炭素化取組推進事業（SHIFT事業）」を2021年度より開始した。この事業により、事業者による工場・事業場での脱炭素化に向けた取り組みのロールモデルとなる優良事例を創出してこれを国全体に横展開するとともに、電化・燃料転換の取り組みの加速化を図ることとしている。

SHIFT事業は、過去環境省が推進してきた「先進対策の効率的実施によるCO_2排出量大幅削減事業（ASSET事業）」と「CO_2削減ポテンシャル診断推進事業（ポテンシャル診断事業）」の診断事業の要素を、さらに統合・発展させた事業である。SHIFT事業では、ポテンシャル診断事業で課題となっていた「実施される対策は提案された対策のうちの3割程度」という状況を踏まえ、「診断」にとどまらず、具体的な実施方法や実施体制、実施時期などを示す「実施計画」の策定まで支援するという仕組みが構築された。

これに伴い、「CO_2削減ポテンシャル診断実践ガイドライン2019」を踏襲しつつ、SHIFT事業で用いる新たなガイドライン（本ガイドライン）を作成した。本ガイドラインが、SHIFT事業で支援機関のための活用指針にとどまらず、様々な関係者に活用され、これによって今後工場・事業場の脱炭素化に大きく寄与することを期待する。

2023年3月

工場・事業場の脱炭素化のための新ガイドライン作成検討会

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）



第１章

工場・事業場の脱炭素化の概要

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

1.1　脱炭素化の目的と意義

世界中のすべての国・地域が参加したパリ協定において、世界共通の長期目標として世界全体の平均気温の上昇を工業化以前に比べて 2[℃]を十分に下回るものに抑制することと、1.5[℃]未満に抑える努力を継続することが示された。それ以来、CO_2 をはじめとする温室効果ガス（以下、GHG という）の排出と吸収をバランスさせて正味の排出量をゼロにする、カーボンニュートラルを目指す取り組みが世界的に加速している。

機関投資家や金融機関が従来の財務情報だけでなく、環境（Environment）・社会（Social）・ガバナンス（Governance）に関する要素も考慮して企業を評価する ESG 投資の運用資産額は年々増加しており（2021 年 3 月末の国内運用資産額は約 515 兆円に達した）、近年では地域金融にも ESG の視点が組み入れられるようになってきている。

企業の側では、気候変動に関する取り組みを推進し、気候関連の財務情報を積極的に開示することで企業価値を高め、より多くの ESG 投資を呼び込むことが重要になる。パリ協定に整合した科学的根拠に基づく中長期の温室効果ガス削減目標（SBT）を企業が設定し、それを認定する SBT（Science Based Target）イニシアティブや、企業が自らの事業活動における使用電力を 100[%]再生可能エネルギー電力で賄うことを目指す国際的なイニシアティブである RE100 等に参加する企業も増加している。これらの企業の中には、サプライチェーン全体での GHG 排出量（**図 1-1** 参照）の排出削減の取り組みの一環として、サプライヤーに対して GHG 排出量の情報開示を求めたり、GHG 削減を働きかけたりする企業もある。



図 1-1　サプライチェーン排出量のイメージ

出典：『中長期排出削減目標等設定マニュアル』（環境省）
https://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply_chain/gvc/files/GHG_target_settei_manual.pdf

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

column サプライチェーン排出量

事業活動に伴う GHG 排出量を、対象とする活動の範囲により Scope1、Scope2、Scope3 の 3 種類に分類することが国際標準となっている（GHG プロトコル）。

①Scope1（直接排出量）：事業者自らによる GHG の直接排出（燃料の燃焼、工業プロセス）

②Scope2（間接排出量）：他社から供給された電気、熱・蒸気の使用に伴う間接排出

③Scope3（その他間接排出量）： Scope1、Scope2 以外の間接排出（自社員の出張、通勤、自社廃棄物処理に伴う排出量、生産・販売した製品の使用時の排出量、アウトソース先からの直接排出量等。15 のカテゴリーに分類）

国の温室効果ガス排出量算定･報告･公表制度は､事業活動に伴って排出される GHG 排出量を対象としている。一方、2022 年 4 月から東証プライム市場上場企業に対しては、気候関連財務情報開示タスクフォース（TCFD）またはそれと同等の枠組みに基づく開示が求められているが、TCFD が要求する開示項目には、Scope1、Scope2 とともに Scope3 も含まれる。

Scope1、Scope2、Scope3 を合計した排出量は、事業者の事業活動に関係する原材料調達・製造・物流・販売・廃棄など、一連の流れ全体から発生する GHG の排出量であり、サプライチェーン排出量と呼ばれる。

サプライチェーン排出量の詳細については、下記のサイトを参照されたい。

『グリーン・バリューチェーンプラットフォーム』

https://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply_chain/gvc/estimate_tool.html#no00

大企業が取り組むサプライチェーンのグリーン化には、サプライヤーとしての中小企業も無関係ではいられない。脱炭素化の趨勢に対応できなければ、サプライチェーンから排除される可能性すらある。工場・事業場の脱炭素化を積極的に進めることは、単に地球温暖化の防止に貢献するというだけではなく、自社の企業価値を高め、事業活動の存続、発展を可能にするという意義を持っている。『中小規模事業者のための脱炭素経営ハンドブック』には、中小企業が脱炭素経営に取り組む上での 5 つのメリット（**表 1-1**）が詳しく紹介されているので、参照されたい。

表 1-1　脱炭素経営への取り組みの５つのメリット

1	優位性の構築（自社の競争力を強化し、売上・受注を拡大）
2	光熱費・燃料費の低減
3	知名度や認知度の向上
4	社員のモチベーション向上や人材獲得力の強化
5	新たな機会の創出に向けた資金調達において有利に働くこと

出典：『中小規模事業者のための脱炭素経営ハンドブック』第１章（環境省）
https://www.env.go.jp/earth/SMEs_handbook.pdf

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

1.2　脱炭素化の実践

1.2.1　本ガイドラインが脱炭素化の対象とする排出量

本ガイドラインでは、2050 年カーボンニュートラル達成のために、すべての事業者が最小限取り組まなければならない、事業活動に伴う Scope1、Scope2 のエネルギー起源 CO_2 排出量を削減対象とする。

1.2.2　脱炭素化の方向性

カーボンニュートラルを実現した脱炭素社会の大まかな像は次のように提示されている（2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略、パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略）。

まず、電力部門の脱炭素化が大前提となる。再生可能エネルギー発電、水素発電、CO_2 回収付き火力発電、安全性を向上した原子力発電等のあらゆる選択肢を追求して電力部門の脱炭素化を実現する。電力部門以外（産業・運輸・業務・家庭部門）では、徹底した省エネルギーによるエネルギー消費効率の改善に加え、電化可能な分野は電化される。電力の脱炭素化が進む（排出係数がゼロに近づく）ことにより、電化は CO_2 削減に貢献する。高温の熱需要など電化が困難な部門では、水素、合成メタン、バイオマス等を活用しながら脱炭素化を進める。運輸部門では、電動化の推進とともに、CO_2 を活用した合成燃料の活用により、脱炭素化が進展する。CO_2 の排出が避けられない分野からの排出に対しては、CO_2 回収で対応する。

このような将来像を想定すると、事業者が取り組むべき脱炭素化の方向性は、①エネルギー消費量の削減、②エネルギーの低炭素化、③利用エネルギーの転換（電力部門の脱炭素化を前提とした電化の促進）の３つに整理することができる（**図 1-2** 参照）。

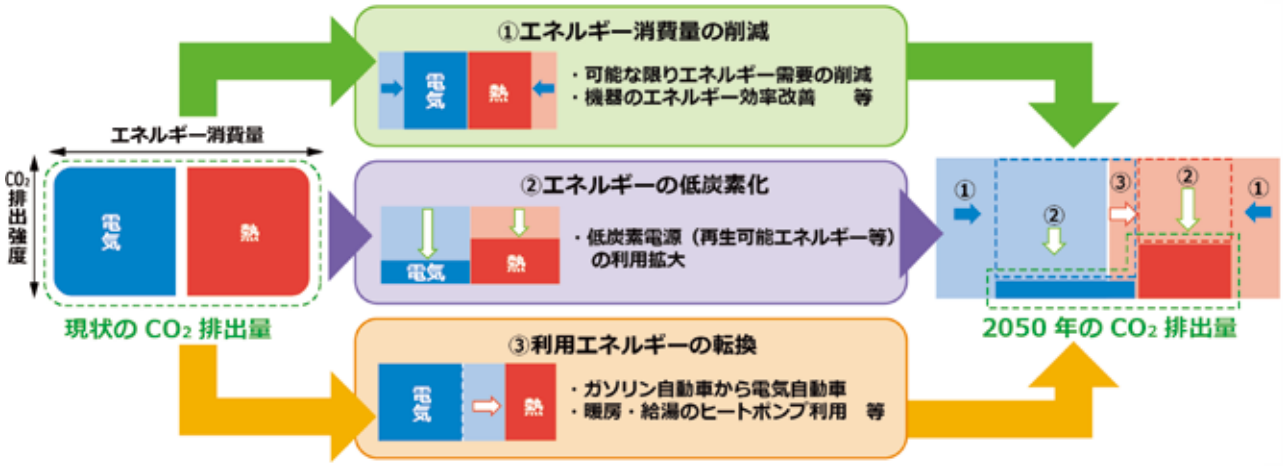


図 1-2　CO_2 大幅削減の方向性

出典：『温室効果ガス削減中長期ビジョン検討会とりまとめ』（環境省 2015 年 12 月）
https://www.env.go.jp/council/06earth/y060-129/mat02_6.pdf

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

column 電力部門の脱炭素化

2050 年カーボンニュートラルが実現した社会では、電化の進展により電力需要が増加することが予想されるが、すべての電力需要を 100[%]単一種類のエネルギー源で賄うことは困難である。

2021 年 10 月に改訂された第 6 次エネルギー基本計画は、2030 年度の総発電電力量に占める再生可能エネルギー発電の割合を 36～38[%]程度、原子力発電の割合を 20～22[%]程度と見込んでおり、2030 年度の全電源平均の使用端電力排出係数は 0.25[kg-CO_2/kWh]（2013 年度比 56[%]減）に下がると見込んでいる（**下図**参照）。

さらなる脱炭素化を実現するためには、再生可能エネルギーや原子力のように実用段階にある脱炭素電源だけでなく、水素・アンモニアの利用や CCUS（「二酸化炭素回収・貯留・有効利用」：Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage)により実質的に CO_2 を排出しない火力発電といった新たな選択肢を最大限追求する必要がある。2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略（2021 年 6 月）は、「洋上風力・太陽光・地熱（次世代再生可能エネルギー）」、「原子力」、「水素・燃料アンモニア」、「蓄電池」、「カーボンリサイクル」を、2050 年に向けて成長が期待される分野に選定して、電力部門のイノベーションを目指している。

2050 年カーボンニュートラルを目指す電気事業者の取り組みの詳細については、下記のサイトを参照されたい。

電気事業連合会『2050 年カーボンニュートラルの実現に向けて』
https://www.fepc.or.jp/sp/carbon-neutral/

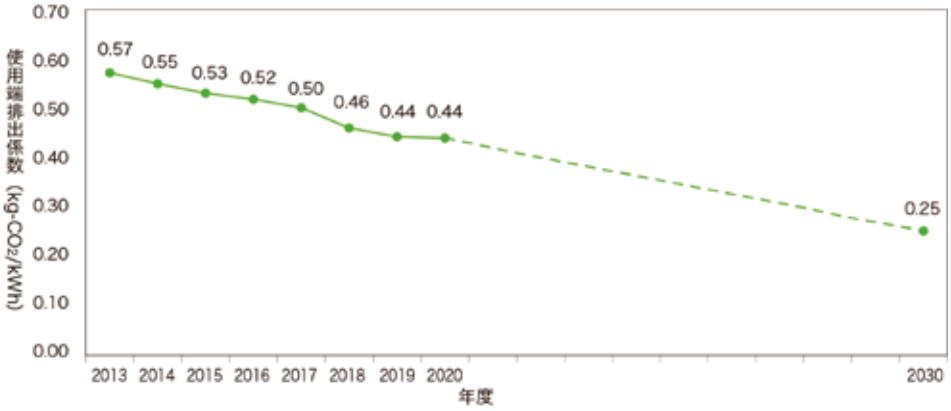


図　全電源平均の（使用端）電力排出係数の推移と見通し

出典：『電気事業のデータベース（INFOBASE）』（アクセス日 2022/8/23）
https://www.fepc.or.jp/library/data/infobase/index.html
『2030 年度におけるエネルギー需給の見通し』（2021 年 10 月）
https://www.meti.go.jp/press/2021/10/20211022005/20211022005-3.pdf

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

①エネルギー消費量の削減は、設備のエネルギー効率の改善、設備の運用方法の改善、建物の断熱性能の強化、コージェネレーションの活用等による徹底した省エネルギーに加えて、製造プロセスにおける材料効率の向上、ICT 技術の活用により、必要な効果を得ながら無駄やロスを排除してエネルギー需要を可能な限り削減することを目指す（以後、本ガイドラインではエネルギー消費量をエネルギー使用量と記す）。

②エネルギーの低炭素化は、燃料低炭素化と電力低炭素化の二つの方向性に大別される。燃料低炭素化の取り組みとしては、現在の技術を前提にすると、石油・石炭から天然ガス・バイオマス等への燃料の切り替えや太陽熱利用等の再生可能エネルギーの熱利用の拡大を挙げることができる。さらに、2050 年カーボンニュートラルに向けて、ガス供給の脱炭素化への取り組みも始まっている（**図 1-3** 参照）。ガスには、電化による対応が難しい高温度帯の熱需要への対応や、既存インフラや設備を利用した分散型エネルギーシステムの構築といった役割が期待されている。2020 年には、天然ガスの採掘から燃焼に至るまでの工程で発生する GHG を CO_2 クレジットで相殺すること（カーボン・オフセット）により、地球規模では、その天然ガスを使用しても CO_2 が発生しないとみなされるカーボンニュートラル(CN)都市ガスの供給が始められた。将来的には、再生可能エネルギーで水を電気分解して得た水素と CO_2 から合成したメタンや、水素、アンモニアへの置き換えが進み、2050 年にはガスの 90[%]は合成メタン、残りの 10[%]は水素、アンモニア等での供給が見込まれている。電力低炭素化の取り組みとしては、電気事業者が供給する電力の脱炭素化（コラム【電力部門の脱炭素化】(p.8) 参照）とともに、工場・事業場における太陽光発電やバイオマス発電等の再生可能エネルギー電気の自家消費拡大等を挙げることができる。将来的には、定置型燃料電池における水素の直接利用（純水素燃料電池）等も選択肢となる。

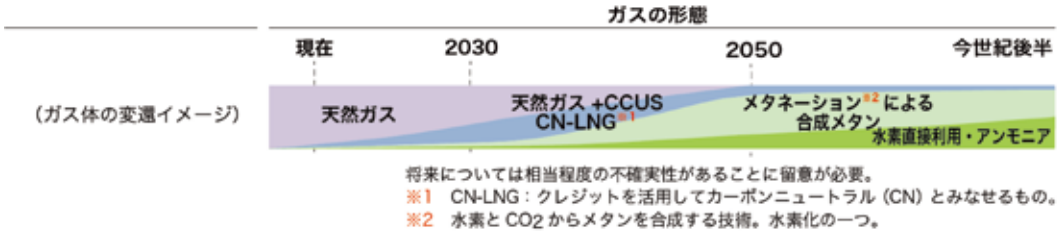


図 1-3　ガス体変遷のイメージ

出典：『2050 年に向けたガス事業の在り方研究会』中間とりまとめ（資源エネルギー庁　2021 年 4 月）
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/2050_gas_jigyo/pdf/20210405_4.pdf

③利用エネルギーの転換は、ガソリン自動車から電気自動車への転換、ガス給湯器からヒートポンプ給湯機への転換等、可能な範囲で、化石燃料の燃焼による熱エネルギーから電気エネルギーによる熱エネルギーへ転換する。製造業では、ボイラーからヒートポンプへの転換やボイラーとヒートポンプのハイブリッド利用、加熱工程におけるガス利用から電気利用への転換等の選択肢がある（コラム【熱源の脱炭素化】(p.11) も参照）。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

ヒートポンプは使用する電力の数倍もの熱を外気や排温水などからくみ上げて温水、熱風、蒸気等として供給できる。使用する電力に比べてくみ上げる熱が多いほど、ボイラーと比べて大きい省エネルギー効果と CO_2 削減効果が得られる。たとえば、冷却をチラー、加熱をボイラーでそれぞれ個別に対応している工場に冷温同時取出しヒートポンプ（吸熱側の低温の熱と放熱側の高温の熱を同時に出力できるもの）を適用すると、ヒートポンプから供給される熱は低温側と高温側を合わせて使用電力の 10 倍となることもあり、極めて高い省エネルギー性と CO_2 削減効果が期待できる。ヒートポンプは熱を使用する近傍に分散配置しやすいため、ボイラー室から熱の利用設備までの蒸気の移送ロス（配管からの放熱ロス、蒸気漏れ等）が大きい工場に導入すると、さらに大きな CO_2 削減効果が期待できる。

また、2030 年に向けて電力の排出係数が現状の 0.44[kg-CO_2/kWh]から 0.25[kg-CO_2/kWh]へと 43[%]低減すると（コラム【電力部門の脱炭素化】（p.8）参照）、電力使用に伴う CO_2 排出量も同一割合で減少するので、ヒートポンプの CO_2 削減効果はさらに大きくなることが期待される。

電気利用への転換はエネルギー効率改善や生産性向上の可能性も秘めている。たとえば、赤外線を用いる塗装乾燥では、空気を温めることなく対象物だけを均一に直接加熱できるので、エネルギー使用量の節減と加熱時間の短縮が可能となる。また、電気加熱装置は複数台を熱の使用場所に近接して配置する分散配置方式に適している。デジタル技術の進展により、電気加熱の優れた制御性を活かした様々な加熱プロセスの総合的な制御が可能になれば、いっそうの省エネルギーと生産性向上を期待することもできる。

これらの 3 つの方向性に沿って、2030 年度目標、2050 年目標の達成に向けた中長期的な工場・事業場の脱炭素化の道筋を構想しつつ、なるべく早く 2030 年度目標レベルの CO_2 削減を達成できるよう積極的な取り組みを進めることが重要である。本ガイドラインでは、工場・事業場における CO_2 削減活動の捉え方として、**表 1-2** に示す CO_2 削減対策の 6 類型を使用する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

column 熱源の脱炭素化

国が策定を進めているクリーンエネルギー戦略では、カーボンニュートラルに向けた熱源の脱炭素化の取り組みについて、熱需要の温度帯別に**下表**に示すような整理を行い、すべての温度帯の熱需要における熱利用効率化や未利用熱活用等、熱の有効活用に継続的に対応を強化していくとしている。

低温域の蒸気需要については、ヒートポンプへの転換が有力な選択肢である。取り出し温度の高温化、冷温同時供給化、大容量化等産業用ヒートポンプの適用範囲は着実に進展し、最高 200[℃]の熱の取り出しが可能な高温ヒートポンプも数年内の市場投入を目指して実証段階に入ろうとしている。今後事例の横展開が進んでいない点、設備費用が高額である点等の課題を整理し、さらなる支援に取り組むとしている。

ヒートポンプの導入が困難である中高温域については、中長期的な電源構成やコスト等を考慮の上、高効率電炉、過熱蒸気熱処理、レーザー加熱、マイクロ波を用いた化学品製造等での電気利用や、水素・アンモニア・合成メタン・バイオマス燃料等の非化石燃料への転換などのうち適切な選択肢に対して、既存燃料との調達コスト差等を踏まえた必要な支援に取り組む。

さらに高い温度域については、水素を用いた鉄鉱石の還元（水素還元製鉄）等の革新技術の確立に向けて、グリーンイノベーション基金等を通じた支援が行われている。研究開発リスクが高い点と、大型装置産業におけるプロセスの切り替えには長時間と巨大投資が必要となる点から、導入時期は 2030 年以降になると見込まれる。

表　熱源の脱炭素化に向けて取り得る対応の方向性

温度帯		熱源の脱炭素化に向けて取り得る対応の方向性	時期
全体		・熱利用効率化・未利用活用、連携省エネの推進、中小企業支援の強化	足下から
	200[℃]以下（蒸気）	・ヒートポンプ普及支援・技術開発	足下から
	100～1500[℃]付近	・電源の脱炭素化＋電化	足下～2030 年以降
		・水素・アンモニア・合成メタン・バイオマス燃料等非化石燃料の活用／既存燃料との調達コスト差を踏まえた支援	足下～2030 年以降
		・天然ガスシフト→非化石燃料への転換／既存燃料との調達コスト差を踏まえた支援	足下～2030 年以降
	2000[℃]付近	・技術革新（水素還元製鉄等）／既存燃料との調達コスト差を踏まえた支援	2030 年以降

出典：『クリーンエネルギー戦略』中間整理（経済産業省 2022 年 5 月）（一部加工）
https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/green_transformation/pdf/008_01_00.pdf

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

表 1-2　CO_2 削減対策の 6 類型

対策類型	類型の説明	3 つの方向性との対応
運用改善	工程・設備・機器等の運用方法改善によるエネルギー使用量の削減に伴う CO_2 削減	①エネルギー消費量の削減
部分更新・機能付加	工程・設備・機器の部分更新・機能付加によるエネルギー使用量の削減に伴う CO_2 削減	
設備導入	高効率設備・機器の更新・新設によるエネルギー使用量の削減に伴う CO_2 削減	
燃　料低炭素化	CO_2 排出係数の小さい燃料への転換による CO_2 削減	②エネルギーの低炭素化
電　力低炭素化	CO_2 排出係数の小さい電力の利用拡大による CO_2 削減	
電　化	燃料利用から電力利用への転換による CO2 削減	③利用エネルギーの転換

1.2.3　脱炭素化において事業者・支援者が果たす役割

脱炭素経営の重要性の認識

1.1 節で述べた通り、脱炭素経営は、単に気候変動対策という環境面からの要請であるにとどまらず、将来における自社の事業存続や企業価値の向上にとって欠かせない条件でもあることを事業者が理解して、自社が削減対策に取り組む目的や意義を明確にすることが脱炭素化実現の第一歩である。事業者は、国が掲げる 2030 年度、2050 年の削減目標や、SBT 目標（SBT イニシアティブが推奨する、パリ協定が求める水準と整合した、個々の企業の排出削減目標）等を参照するなどして、自社の具体的な CO_2 削減目標と目標年度を設定する。（→【第 2 章 Step 1】）

なお、環境省『中長期排出削減目標等設定マニュアル』には、SBT 目標と RE100 目標の設定方法が詳細に解説されているので参考にされたい。

解説 **【SBT 目標】**

一例として、中小企業（従業員 500人未満・非子会社・独立系企業）向け SBT 目標設定の要件を示す。

目標年	2030 年
基準年	2018 年、2019 年、2020 年、2021 年から選択
削減対象	自社が直接排出する CO_2（燃料の燃焼、工業プロセス)と、社外から購入した電気・熱・蒸気の使用に伴う CO_2 の排出量（Scope1 排出量、Scope 2 排出量）
目標レベル	Scope1, 2 排出量:少なくとも年 4.2[%]削減 Scope3 排出量:算定・削減（特定の基準値はなし）

出典：『グリーン・バリューチェーンプラットフォーム SBT 詳細資料』（環境省）
https://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply_chain/gvc/files/SBT_syousai_all_20221201.pdf

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

現状の理解

次に、事業者は、自社の CO_2 排出量を「見える化」して、社内外に開示するとともに、特段の対策を取らない場合に予想される目標年度の排出量と削減目標とのギャップの大きさを認識する必要がある。

事業活動に伴う主要な排出源（空調、照明、ボイラー、工業炉等）・排出活動（電力消費、重油消費、ガス消費等）を洗い出して、自社の事業活動に伴う CO_2 排出量を把握し、開示する。事業者が、国の温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度における特定排出者であれば、そのデータの利用も可能だが、特定排出者でない事業者は、必要に応じて外部からの支援を受けて、算定体制を構築し、データ収集と排出量の算定を行う。（→【第 2 章 Step 1】）

その上で、将来の事業成長（売上高や生産量等の伸び率）や電力排出係数の変化等、将来の CO_2 排出量に影響を及ぼす因子の見通しを立て、現在の延長線上に予想される目標年度の排出量と削減目標を比較することにより、目標達成のために実際に達成しなければならない CO_2 削減量の大きさをきちんと認識することが重要である。

支援者には、算定ルール（SHIFT 制度の場合は『SHIFT 事業モニタリング報告ガイドライン』）に則った、エネルギー購入記録、計量記録等の収集と品質管理、およびそれらを元にした CO_2 排出量の算定を支援することが期待される。また、現在の事業をこのまま継続した場合に予想される目標年度排出量の算定支援も、事業者の要望があれば行う。

排出削減のための取り組みの構想と中長期計画の立案

次の段階では、目標を達成して、脱炭素社会における優位性を獲得するために、自社の事業をどのように変革するか、また、エネルギー起源 CO_2 をどのように削減していくかを検討し、目標年度までにいつ何をするかを決める。

事業変革の検討では、業界・他社の動向や先進的企業の取り組みの調査結果等を踏まえて、脱炭素に貢献する製品・サービスの拡大や開発、CO_2 排出の少ないビジネスモデルへの変更、工場・事業場の集約を含めた事業の最適化、業務プロセス改革等を構想する。

エネルギー起源 CO_2 の削減については、削減余地診断（→ 【第 2 章 Step 2】）を行って、1.2.2 節で述べた 6 類型の対策による削減余地を把握し、事業者全体としての対策実施の優先順位、時期、規模等を構想する。

事業変革の検討結果とエネルギー起源 CO_2 の削減に関する検討結果を踏まえ、目標年度から遡って、いつ何をするかを中長期計画としてまとめる。実施体制（責任部門と責任者）、実施を促進する社内制度の整備（従業員教育、予算と実績の管理、成果の適切な評価等）も計画に含める必要がある。

水素や合成メタン等、将来的には実用化される可能性が高いが、市場化される時期や導入コスト、関連インフラの整備状況等の不確定要因のために、現時点で具体化できない対策については再検討の時期を設定する。中長期の取り組みには、確実性、予見

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

性が低い要素が多いため、必要に応じて外部の支援を受けながら、先進的企業の戦略や技術開発動向等に関する情報の収集に努めて、中長期計画の内容を継続的に見直すことが重要である。

支援者には、削減余地診断を実施して、事業者が所有する工場・事業場における削減余地を抽出し、削減対策の提案を行うことが期待される。長期的には、カーボンフリー・エネルギーへの転換に事業者が取り組まなければならないことを考慮して、短期的に解決可能な課題だけでなく、将来的に解決が見込まれる課題と解決方法について中長期的な視点で診断することが求められる。また、事業者の要望に応じて、提案した対策で活用可能な設備補助事業やファイナンスに係る情報の提供等を行うことも、支援者に期待される。

工場・事業場の削減実施計画の策定と実行

事業者全体の中長期計画に基づいて、事業者の所有する工場・事業場の削減実施計画を策定し（→【第 2 章 Step 3 】）、実行する（→【第 2 章 Step 4 】）。工場・事業場の実施計画は、数年（ 3 ～ 5 年程度。実情に合わせて決定する）の短期計画とし、実施した対策の効果を検証（→【第 2 章 Step 5 】）した結果を、次期計画の改善や、他工場・事業場への横展開等に活用（→【第 2 章 Step 6 】）しつつ、脱炭素化を進める。

支援者には、工場・事業場の実施計画の策定支援、計画通りに実施できない場合や目標達成が困難であると判断したときの対応策の準備、対策ごとの対策効果の算定と対策の有効性の検証の支援、および一連を通じて得られた知見を活用して取り組みのステップアップを支援することが期待される。

コミュニケーション

自社の取り組みを、脱炭素経営に取り組む目的と目標、自社の CO_2 排出の現状と取り組むべき重要課題、戦略、具体的な削減施策、取り組みの成果等に整理して、社外の取引先や金融機関投資家、ならびに自社の従業員に開示することは、1.1 で述べた脱炭素経営のメリットを実現するために必須である。なお、中小規模の事業者の場合は、まずできるところから開示に取り組み、段階的に内容を充実していっても良い（TCFD コンソーシアム『気候関連財務情報開示に関するガイダンス 2.0』）。

なお、本ガイドラインでは深く触れない、中長期的な事業の改革については環境省『SBT 等の達成に向けた GHG 排出削減計画策定ガイドブック』の第 3 章や環境省・経済産業省『中小企業版 SBT・RE100 取組事例』、コミュニケーションについては『SBT 等の達成に向けた GHG 排出削減計画策定ガイドブック』の第 5 章も参考にされたい。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

1.3　本ガイドラインについて

（1）本ガイドラインの目的

パリ協定で示された目標を達成するための取り組みは、今後数年間が正念場であるとされる（IPCC プレスリリース、IPCC 第 6 次評価報告書第 3 作業部会報告書政策決定者向け要約解説資料）。排出削減の取り組みが遅れれば遅れるほど、目標達成のための費用が増大するリスクや取り得る対策の選択肢が減少するリスク等が大きくなるからである。

本ガイドラインはこのような喫緊の課題の解決に向け、工場・事業場が 2030 年度削減目標の達成や 2050 年カーボンニュートラルの実現を目指して脱炭素化に取り組む際の指針として、削減目標の設定、削減余地診断の実施、脱炭素化促進計画の策定、脱炭素化促進計画の実行と効果検証、検証結果の活用の手順と、工場・事業場の脱炭素化を進める際に役立つツールを記載し、工場・事業場の脱炭素化の実践に役立てることを目的とする。

（2）本ガイドラインの位置づけ

本ガイドラインは、『CO_2 削減ポテンシャル診断実践ガイドライン 2019』（環境省）、以下ガイドライン 2019 と略記）を踏まえつつ、工場・事業場が脱炭素化に取り組む際の、診断（自己診断を含む）を活用した CO_2 削減計画の策定と実行の進め方を示している。同時に、SHIFT 事業を活用して脱炭素化に取り組もうとする工場・事業場の支援者（支援機関）により参照されることも想定している。SHIFT 事業においては「支援実施要領」「各種様式」とともに計画策定支援事業を実施するための文書のひとつと位置付けられ、支援機関が利用しなければならない資料とする。

以上のように、本章では工場・事業場の脱炭素化の取り組みを俯瞰し、本ガイドラインの目的、位置づけを述べた。

第 2 章では、脱炭素化目標の設定、削減余地診断の実施、実施計画の策定、実施計画の実行と効果検証、検証結果の活用の手順について順を追って記載し、脱炭素化の実行ステップを具体的に示す。削減余地診断については、ガイドライン 2019 における診断ステップを見直し、より実践的に診断に役立つように改善を施した。一例を挙げれば、エネルギーフロー図の作成に関する要求事項を明確化し、図例を示して作成方法をより具体的に説明した。

第 3 章では、脱炭素化に役立つツールとして、削減余地診断で用いる対策メニューリスト、対策効果算定の基本的な考え方と方法、業種・システム・設備機器別の脱炭素化対策、CO_2 削減ポテンシャル診断推進事業の分析結果をまとめた対策分析シートについて記載している。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

対策メニューリストは、CO_2 削減ポテンシャル診断推進事業における対策の提案状況を反映して同事業の対策メニューリストを更新したものに、新たな対策を追加して作成した。対策類型についても、脱炭素化を進める上で電化・燃料転換の重要性が増していることから、ガイドライン 2019 における 5 類型（運用改善、部分更新・機能付加、設備導入、燃料転換、電力低炭素化）から、「燃料転換」を「燃料低炭素化」と「電化」に分割した 6 類型へと詳細化した。また、対策メニュー選択の考え方に関する解説を加えた。

対策効果算定の基本的な考え方と方法では、削減効果を算定する際に拠るべき算定原則を示すとともに、算定結果に伴う不確かさを小さくするための考え方を述べた。さらに、主要な対策について算定の手順、方法を記載した事例として、ガイドライン 2019 の算定シートを改良した対策効果算定シートを提示した。

業種・システム・設備機器別の脱炭素化対策は、ガイドライン 2019 の「業種、システム、設備機器別の診断ポイントと対策技術」の内容をアップデートしたものである。

対策分析シートは、CO_2 削減ポテンシャル診断推進事業で提案された対策の中から、CO_2 削減余地が大きく容易に実施ができるにもかかわらず実施率の低い 32 の対策メニューを選定し、各々の対策が実施された理由と実施されなかった理由等の情報を抽出して作成したものである。

これらのツールが、削減余地診断の参考情報として役立つことを期待する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

参考資料

◆2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略、2020 年 12 月 25 日
https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201225012/20201225012-2.pdf

◆パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略、2021 年 10 月 22 日閣議決定
https://www.env.go.jp/content/900440767.pdf

◆エネルギー基本計画、2021 年 10 月
https://www.meti.go.jp/press/2021/10/20211022005/20211022005-1.pdf

◆中長期排出削減目標等設定マニュアル
https://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply_chain/gvc/files/GHG_target_settei_manual.pdf

◆気候関連財務情報開示に関するガイダンス 2.0、2020 年 7 月
https://tcfd-consortium.jp/pdf/news/20073103/TCFD%20Guidance%202.0.pdf

◆SBT 等の達成に向けた GHG 排出削減計画策定ガイドブック、2021 年 3 月
https://www.env.go.jp/earth/ondanka/datsutansokeiei/SBT_GHGkeikaku_guidbook.pdf

◆中小企業版 SBT・RE100 取組事例
https://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply_chain/gvc/case_smpl_chusho.html

◆カーボンニュートラルに向けた需要家サイドの取り組みの高度化～電化促進と水素利用～、矢田部隆志、『電気学会誌』、142-5、pp.264-267、2022 年 5 月

◆産業部門での電気利用による脱炭素化の課題と取り組み、浜屋敷 毅、『電気学会誌』、142-5、pp.268-271、2022 年 5 月

◆産業部門での水素利用による脱炭素化の課題と取り組み、圓井道也他、『電気学会誌』、142-5、pp.272-275、2022 年 5 月

◆IPCC 第 6 次評価報告書第 3 作業部会報告書プレスリリース、2022 年 4 月
https://report.ipcc.ch/ar6wg3/pdf/IPCC_AR6_WGIII_PressRelease-English.pdf

◆IPCC 第 6 次報告書 第 3 作業部会 報告書 政策決定者向け要約 解説資料、2022 年 4 月
https://www-iam.nies.go.jp/aim/pdf/IPCC_AR6_WG3_SPM_220405.pdf

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）



第２章

工場・事業場の脱炭素化の実践手順

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

工場・事業場の脱炭素化の実践手順

本章では、支援者が事業者の脱炭素化の取り組みを支援し、両者が協力して脱炭素化を実践する手順を示す。手順は「脱炭素化目標の設定」から「ステップアップ」までの６ステップにより構成される。

Step1 脱炭素化目標の設定

- 事業者自身の CO_2 排出状況を把握し、脱炭素化に関する情報を収集する。
- 事業者全体の脱炭素化に関する中長期目標を設定する。
- 中長期目標達成のための実施計画を策定する。

Step2 削減余地診断

- 工場・事業場の CO_2 削減余地診断を実施する。
- 診断結果から削減余地を抽出し、CO_2 削減対策を提案する。

Step3 実施計画の策定

- 実施する CO_2 削減対策を選定する。
- CO_2 削減対策の実施計画を策定する。
- CO_2 削減対策の効果を工場・事業場の短期目標とする。

Step4 実施計画の実行

- 実施計画を実行する。
- 対策実施効果を計測・算定し、短期目標の達成状況を確認する。

Step5 対策効果の検証

- 工場・事業場単位で実施した対策ごとの効果を検証する。

Step6 ステップアップ

- Step５までの実績を活用し、ステップアップを図る。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

各ステップはさらに複数のサブステップに分かれる。 6 つのステップとサブステップを**図 2-1** に示す。

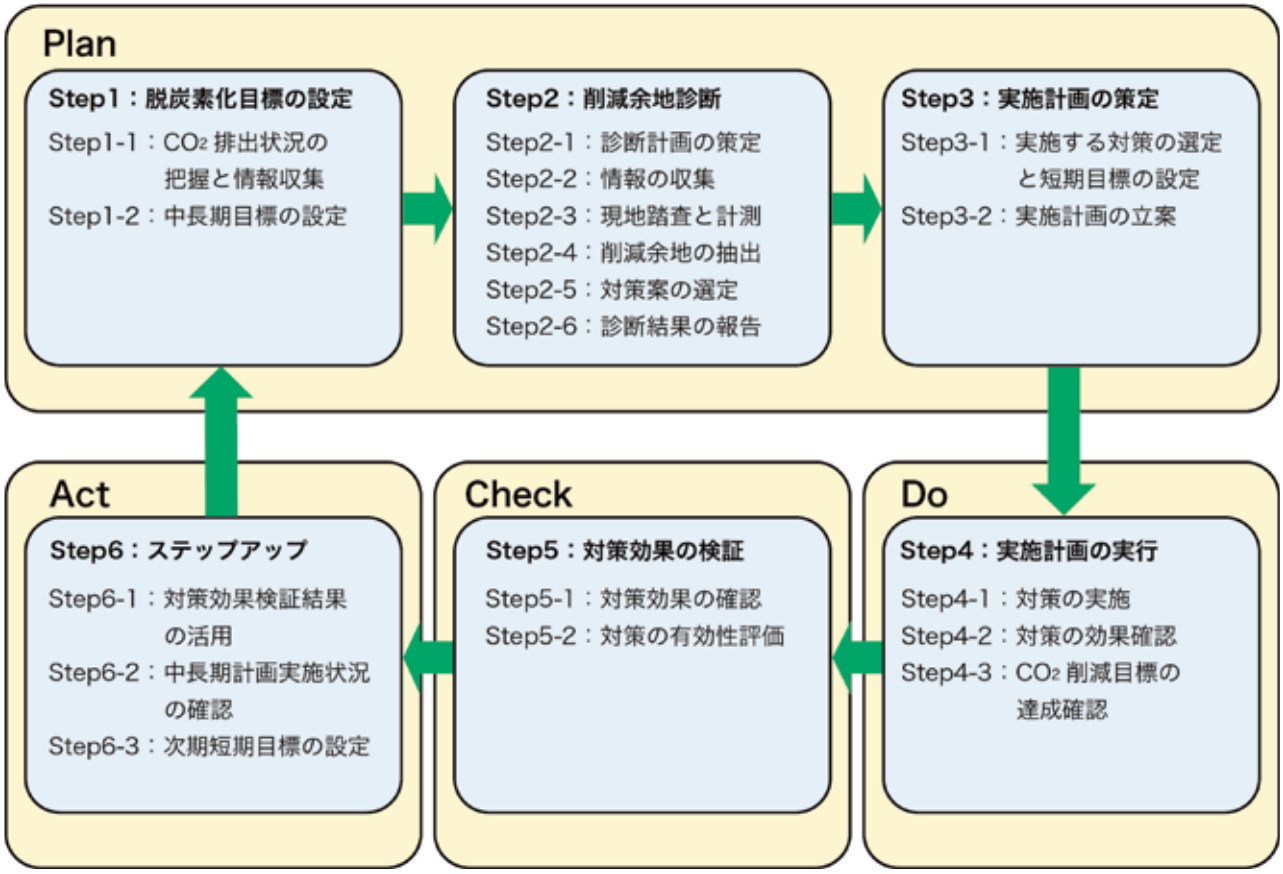


図 2-1　脱炭素化実践の 6 つのステップ

事業者は、脱炭素化の取り組みが一過性で終わらないよう Step6 まで進めたら新たな Step1 にステップアップしなければならない。

脱炭素化に初めて取り組む工場・事業場は、Step1 から始めていただきたい。

既に脱炭素化に取り組み成果を上げている工場・事業場は、Step6 から始めて Step1 へのステップアップを図っていただきたい。

なお、本章内に記載の「エネルギー使用量」「CO_2 排出量」「CO_2 削減量」は、とくに断りがない限り「年間エネルギー使用量」「年間 CO_2 排出量」「年間 CO_2 削減量」を指す。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

Step1　脱炭素化目標の設定

事業者は、中長期的な脱炭素化目標を設定する。目標には、達成する時期と達成したと判断できる水準を明示する。脱炭素化目標は、事業者の事業目標と整合している必要がある。

Step1-1 ➡ **CO_2 排出状況の把握と情報収集**
Step1-2 ➡ **中長期目標の設定**

Step1-1　CO_2 排出状況の把握と情報収集

（1）CO_2 排出状況の把握

事業者は、工場・事業場に電気や燃料等のエネルギーを供給しているエネルギー供給事業者から計量記録や購入記録を入手し、これらを使って工場・事業場の CO_2 排出状況を定期的に把握する。CO_2 排出状況を定期的に把握する仕組みは、CO_2 削減対策を実施後に CO_2 削減効果を検証する際にも活用される。

また、工場・事業場の CO_2 排出状況を基に事業者全体の CO_2 排出状況を把握する。

（2）外部情報の収集

事業者は、脱炭素化に関わる下記の情報を収集する。

- 脱炭素化に関連する国内外の動向
- 脱炭素化に関連する法令・条例および制度
- 現在および将来に採用が可能な脱炭素化に関する技術
- 脱炭素化に関連する業界内および同業他社の動向
- サプライチェーンにおいて、自社が期待されている脱炭素化の水準

Step1-2　中長期目標の設定

（1）事業者全体の中長期目標の設定

事業者は Step1-1 で収集した情報を基に、事業者全体の中長期的な脱炭素化目標と達成する時期を設定する。中長期目標は「どこまで脱炭素化できるか？」ではなく「どこまで脱炭素化すべきか？」を考えて設定する。

（2）中長期目標を達成するための取り組み

中長期目標の達成に向けて取り組むべき事項を選定する。取り組むべき事項は、大きく二つに分けられる。

- 事業者自身の事業を CO_2 排出量の小さい事業に変革するために、主に事業者で取り組む事項（以下、事業変革と略す）
- エネルギー起源の CO_2 排出量を削減するために、主に工場・事業場単位で取り組

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

む事項（以下、CO_2 削減対策と略す）

中長期目標を達成するために、上記二つの取り組みの実施計画を策定して実施する。

（3）事業変革と実施計画の策定

事業変革の取り組み内容は、Step1-1 に示す状況と情報を踏まえて高度な経営判断により決定される。事業変革の取り組みには、現在は実用化されていないが近い将来実用化が見込まれる脱炭素化技術の採用も含まれる。事業変革の取り組みの例を以下に示す。

例：脱炭素に貢献する製品・サービスの拡大や開発、ビジネスモデルの変更、工場・事業場の集約、業務プロセスの改革等

また、以下に示すような事業者全体の仕組みの改善も検討する。

➢取り組みの組織化

※脱炭素化に取り組む組織と責任者を明確にし、責任と権限の所在を明らかにする。

※脱炭素化の取り組みには、脱炭素化に関連する外部情報の収集も含まれる。

※支援者とコンサルティング等の契約を結び、継続的に支援を受けることも検討する。

➢従業員の教育

※脱炭素化に取り組む組織や人員に必要な知識や技能の習得を、他の従業員教育と同様にカリキュラムに組み込み教育し、脱炭素化人員の裾野を広げる。

➢予算と実績の管理

※脱炭素化のための投資と効果（コスト削減等）を予算化し、他の予算と同様に実績を管理することにより、見える化を図る。

➢成果の適切な評価

※脱炭素化の成果を上げた組織や個人を評価する仕組みを整備し適切に評価することにより、効果的な取り組みを持続させる。

事業者は、これらの事業変革の実施計画を策定する。事業変革は事業そのものと密接な関係があるため、個別の計画ではなく中長期的な事業計画の一部に組み込むことが望ましい。

事業変革の実施計画には、適切な頻度で進捗を確認する方法を明示する。

支援者が事業変革の取り組みを直接支援することは難しいが、脱炭素化技術や業界の動向等の情報を事業者に伝えて的確に助言することが望まれる。

（4）CO_2 削減対策の実施手順

事業者は、中長期目標をベースに工場・事業場ごとの CO_2 削減目標と目標達成時期（目標年度）を設定する。CO_2 削減対策は中長期目標を達成するまで段階を経て講じる対策であり、工場・事業場の CO_2 削減余地診断から始まり、短期目標の設定に続く。

中長期目標の設定から短期目標設定までのフローを**図 2.1.2-1** に示す。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

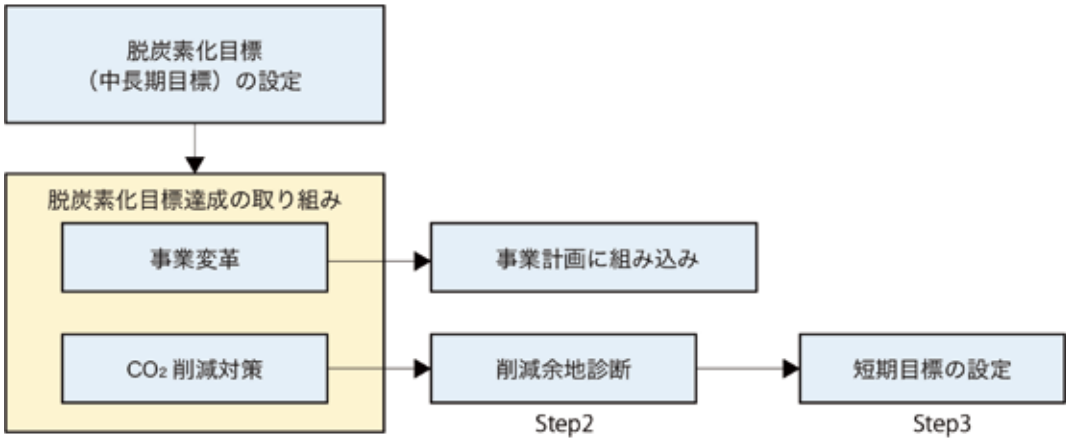


図 2.1.2-1　中長期目標から短期目標設定までのフロー

主に工場・事業場の単位で短期的に取り組む CO_2 削減対策が、複数の工場・事業場にまたがる場合もある。その場合、CO_2 削減量は対象となる工場・事業場の CO_2 削減量の合算値によって示される。CO_2 削減対策が、複数の工場・事業場にまたがる場合の例を**図 2.1.2-2** に示す。

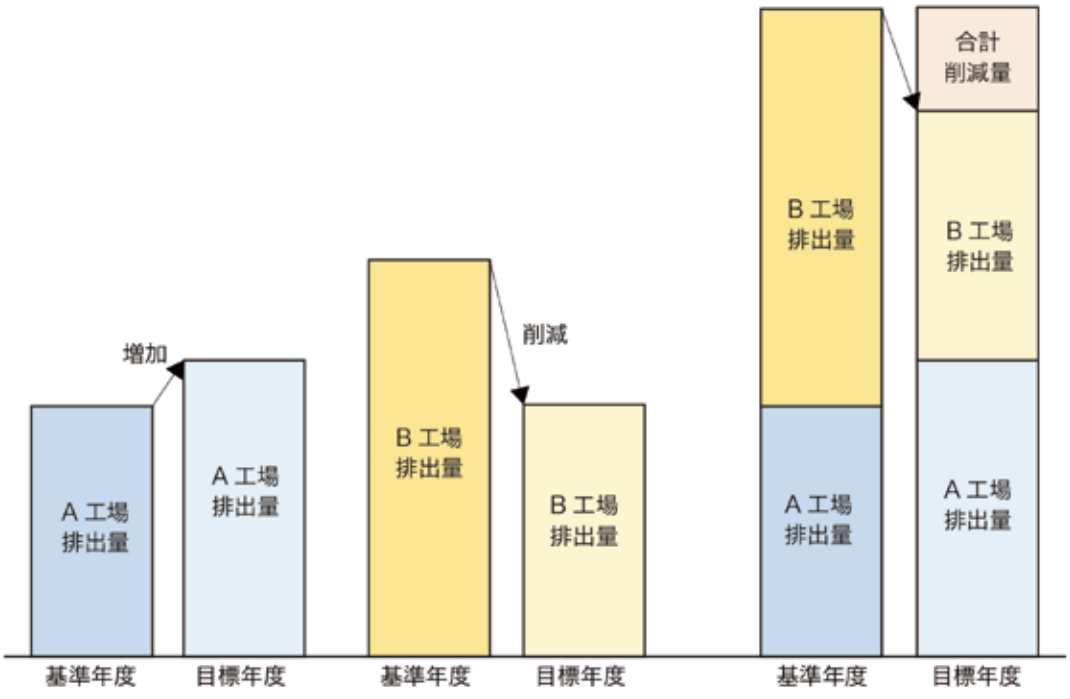


図 2.1.2-2　CO_2 削減対策が、複数の工場・事業場にまたがる場合の例

Step2 以降では、主に工場・事業場の CO_2 削減の取り組み手順を示す。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

Step2　削減余地診断

CO_2 削減対策を選定するために、削減余地診断を実施する。事業者自身が診断することもできるが、本章では支援者が診断し事業者に報告することを想定している。

支援者は、事業者が気付いている顕在化した課題（削減余地）を確認するとともに、事業者が気付いていない潜在的な課題（削減余地）を発見する。顕在化した課題（削減余地）の例として設備の老朽化による性能低下、潜在的な課題（削減余地）の例として断熱不備による放熱ロスが挙げられる。

診断は、以下のサブステップで実施する。

- Step2-1 ➡ **診断計画の策定**
- Step2-2 ➡ **情報の収集**
- Step2-3 ➡ **現地踏査と計測**
- Step2-4 ➡ **削減余地の抽出**
- Step2-5 ➡ **対策案の選定**
- Step2-6 ➡ **診断結果の報告**

支援者は、診断計画の策定から診断結果の報告に至る各サブステップにおいて事業者と密にコミュニケーションを取ることが重要である。

Step2-1　診断計画の策定

支援者は事業者および工場・事業場に関する情報やデータを入手し、診断計画を策定して事業者に提出する。診断計画には、以下の事項を明示する。

（１）診断範囲
（２）診断手順および手法
（３）診断スケジュール
（４）診断体制
（５）事業者が設定したCO_2削減の目標時期と目標時期までの削減量

Step2-2　情報の収集

（１）情報・データの収集

支援者は事業者の中長期目標と目標設定の意図をヒアリングし、必要な情報やデータを収集する。収集する情報およびデータはエネルギー（電気・燃料）の使用状況だけでなく、設備の稼働状況や定期検査等から得られる関連情報（燃焼設備の空気比、設備の排気温度等）も活用し、設備の定期メンテナンス状況や洗浄・清掃の実施状況も把握する。

工場・事業場の現状を把握するために収集すべき情報およびデータの例を**表 2.2.2-1** に示す。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

表 2.2.2-1　収集すべき主な情報およびデータの例

項目	概要
活動の概要	・工場の場合は、工場全体の稼働時間（年間稼働日数、稼働時間、休憩時間）、最終製品生産量・金額（最低直近 1 年間（月・日・時間別等）） ・事業場の場合は、建物・空調設備の稼働時間（年間稼働日数、稼働時間、休憩時間）
エネルギー使用と CO_2 排出の状況	・直近 1 年間以上の月別エネルギー使用量・コスト ・電気・ガス等の契約会社、契約種別、料金計算方法等 ・エネルギー管理状況（管理体制、管理方法、計測手段・対象） ・CO_2 排出量の経年変化 ・エネルギー使用プロセス ・主要なエネルギー使用設備機器（仕様、導入時期、運転状況） ・主要なエネルギー使用設備機器の運転管理日報、月報 ・主要なエネルギー使用設備機器のエネルギー使用量計測結果 ・受変電設備定期点検記録
省エネ･CO_2 削減等の実績と計画	・過去の省エネ・CO_2 削減等の取り組みの実績 ・省エネ・CO_2 削減等の取り組みの計画 ・省エネ・CO_2 削減等に関する要望（事業者が想定している削減余地を含む） ・導入あるいは合意しているエネルギーマネジメントシステム（ISO、エコアクション、独自 EMS 等） ・省エネ・CO_2 削減等に関する推進体制図等
設備・機器関連	・レイアウト図（建屋・設備） ・生産プロセス図 ・稼動時間 ・設備図（空調設備図、給排水設備図、蒸気・空気・空調等の配管・ダクト図、電気設備図） ・機器表、系統図、平面図、詳細図 ・入出力エネルギーの形態と量
省エネ･CO_2 削減投資に関する判断指標	・事業者が投資判断を行う際の指標（例えば、単純投資回収年数など）
削減余地に関連する情報	・工場・事業場の環境データ（CO_2 濃度、室温等） ・煤煙等計測データ、気象データ（気温等）等

エネルギー使用量等を把握するときには、次の点を工夫して実効的な診断につなげる。

- 日変化や月変化、季節変化等の傾向を把握するとともに、特異なデータを排除するために、1 年間以上のデータを取得する。
- 事業所全体の一括データ以外に、エネルギー使用量の大きい工程・設備・機器別の内訳となるデータを収集する。設備ごとのデータが収集できない場合には、設備仕様書やカタログ等に記載された定格値などから推計する。
- 空調、蒸気、圧空、冷凍・冷蔵、等のシステムや設備は、個別の設備・機器のデータのみでなく、エネルギーの発生、移送、消費のすべての段階の CO_2 排出とエネルギー消費を捉える視点からデータを収集する。とくに、エネルギーの消費目的を把握する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

なお、情報およびデータの収集にあたっては、以下の点に留意する。

- 情報およびデータの収集にあたって、事業者との間で守秘に関わる場合は、これを遵守する秘密保持契約（NDA : Non-Disclosure Agreement）を結ぶ必要がある。情報やデータの提供を依頼する際には当該データを分析する目的や、分析により把握できる内容を可能な限り説明し、事業者の納得を得ることが望ましい（例えば、酸素濃度や CO_2 濃度については、「燃焼装置の効率を検討する際には排気中の酸素濃度、適正換気量の設定には室内の CO_2 濃度が参考になる」のように必要性を示す）。
- 事業者自身が実測したデータについては、診断で利用可能か否かを判断できるように、当該データの計測方法や計測期間等の情報も同時に収集しておく。

すべての情報およびデータを事業者が保有しているとは限らず、保有していたとしても事前にすべてを提供するよう求めることは事業者に大きな負担を強いる恐れがある。支援者は必要な情報およびデータをヒアリングにより把握するとともに、下見などにより自ら準備する。

診断実施後には、これらの情報およびデータをエネルギーフロー図や表にまとめる。

（2）収集した情報・データの整理

工場・事業場に供給されているエネルギーの年間供給量・供給割合と CO_2 排出量の一覧表を作成する。種類の異なるエネルギーの年間供給量は、熱量（単位：GJ）に換算する。必要に応じて円グラフ等を作成しても良い。一覧表の作成例を**表 2.2.2-2** に、円グラフの作成例を**図 2.2.2-1** に示す。

表 2.2.2-2　エネルギーの年間供給量・供給割合と CO_2 排出量の一覧表作成例

エネルギー種別	年間供給量／供給割合			年間 CO_2 排出量／排出割合	
	購入単位	熱量換算[GJ]	供給割合[%]	排出量[t-CO_2]	排出割合[%]
電気	10,000[千 kWh]	99,700	68.4	5,000	61.8
A 重油	1,000[kL]	39,100	26.8	2,710	33.5
都市ガス	100[千 Nm^3]	4,500	3.1	223	2.8
LPG	50[t]	2,540	1.7	150	1.9

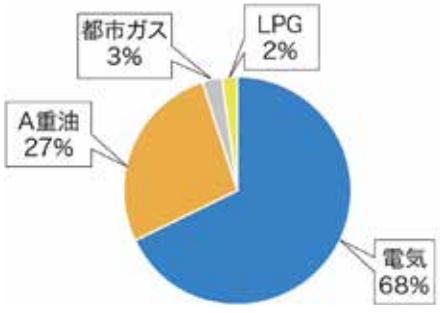


図 2.2.2-1　エネルギーの年間供給量の例

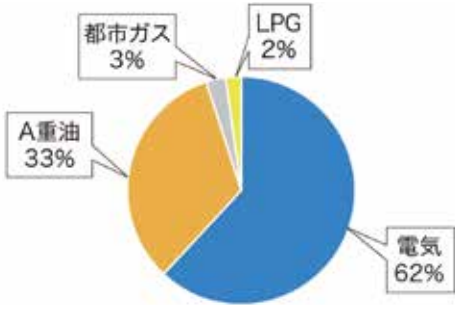


図 2.2.2-2　年間 CO_2 排出量の例

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

また、主要なエネルギー使用設備機器のエネルギー使用量計測結果（年間活動量）を入手できたときには、一覧表に整理する。一覧表の作成例を**表 2.2.2-3** に示す。なお、「年間活動量」の考え方については下記解説を参照されたい。

表 2.2.2-3　主要なエネルギー使用設備機器の年間活動量の一覧表作成例

設備機器名称	台数	稼働時間		エネルギー種別	年間活動量[単位]	年間 CO_2 排出量[t]
		[h/日]	[日/年]			
吸収式冷温水機	2 台	16	240	都市ガス	150[千 Nm^3]	335
				電気	10[千 kWh]	5
蒸気ボイラー	2 台	16	240	都市ガス	75[千 Nm^3]	168
				電気	10[千 kWh]	5
ビルマル（EHP）	室外機　5 台 室内機 20 台	16	180	電気	375[千 kWh]	188
コンプレッサー	2 台	12	240	電気	75[千 kWh]	38
電気メッキ設備	1 式	24	240	電気	150[千 kWh]	75

解説 **【温室効果ガス排出量の算定フローと活動量】**

温室効果ガス排出量は、原則として以下の方法によって計算される。

〈燃料の燃焼由来〉温室効果ガス排出量＝活動量×単位発熱量×排出係数

〈その他〉　　温室効果ガス排出量＝活動量×排出係数

活動量とは活動の種類ごとに当該活動の大きさを表す数量であり、例えば以下のようなものが該当する。

・エネルギー（燃料、電気、熱）の使用量
・燃料または原料として利用する廃棄物の焼却量
・原料（石灰石、ドロマイト等）の使用量
・製品または中間製品（クリンカ、シリコンカーバイド等）の生産量

『SHIFT 事業モニタリング報告ガイドライン』（環境省）
https://shift.env.go.jp/files/offering/2022/sf04f2_rev.pdf

本ガイドラインはエネルギーを中心に記載したので、本ガイドラインでの活動量はエネルギーの使用量となるが、本来活動量はエネルギーに限るものではない。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

（3）対策メニューリストの参照

第 3 章に掲載の「3.1 対策メニューリスト」と「3.3 業種、システム、設備機器別の脱炭素化対策」を参照して、診断先の業種や設備機器に関連する対策メニューを選択する。「対策メニューリスト」と「業種、システム、設備機器別の脱炭素化対策」は、本ガイドラインに別添の DVD に収録されている。これらのデータを参照する手順を以下に示す。

①「業種、システム、設備機器別の脱炭素化対策」を参照し、診断先の業種に該当または類似する業種の診断ポイントと対策技術を参照する。

②「業種、システム、設備機器別の脱炭素化対策」を参照し、診断先が使用しているシステム・設備機器に該当するシステム・設備機器の診断ポイントと対策技術を参照する。

③「対策メニューリスト」を参照し、診断先が使用しているシステム・設備機器に該当するシステム・設備機器の対策メニューを選択する。

「業種、システム、設備機器別の脱炭素化対策」に記載されている業種（24 種）、システム（4 種）、設備機器（9 種）を以下に示す。

●業種

(1) 食料品製造業
(2) 繊維工業
(3) 木製品・家具製造業
(4) 紙加工品製造業
(5) 化学工業
(6) 石油・石炭製品製造業
(7) プラスチック製品製造業
(8) ゴム製品製造業
(9) 窯業・土石製品製造業
(10) 金属素材製造業
(11) 金属製品製造業
(12) 機械器具製造・印刷業
(13) 電子部品・機器製造業
(14) 熱供給業
(15) 水道業
(16) データセンター
(17) 倉庫業
(18) スーパーマーケット
(19) ホテル・旅館
(20) 飲食業
(21) クリーニング業
(22) 病院
(23) 廃棄物処理業
(24) 事務所ビル

●システム

(1) 空調システム
(2) 蒸気システム
(3) 冷却水システム
(4) 圧空システム

●設備機器

(1) 照明設備
(2) 受変電・配電設備
(3) OA 設備
(4) 電動機・ポンプ・ファン
(5) 工業炉
(6) 冷凍・冷蔵設備
(7) 排水処理設備
(8) 再生可能エネルギー設備
(9) エネルギーマネジメントシステム（EMS）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

なお、対策メニューリストの大分類には上記に加えて以下の設備が記載されている。

(1) 昇降設備
(2) 給湯・温水利用設備
(3) 発電設備
(4) 水利用設備
(5) その他のシステム、設備機器

「対策メニューリスト」では、対策メニューが大分類・中分類・6 類型に分類されている。6 類型は、第 1 章 1.2.2 項の**表 1-2** に示したものである。対策メニューリストの 6 類型を利用すると、対応する CO_2 削減余地候補をリストアップしやすい。 6 類型と対応する CO_2 削減余地の例を**表 2.2.2-4** に示す。

表 2.2.2-4　6 類型と対応する CO_2 削減余地の例

6 類型	対応する CO_2 削減余地の例	対策例
運用改善	不要時に設備を運転しロスが発生	不要時の運転停止
	熱交換器の表面に埃が厚く付着	定期的な清掃・洗浄
	設定温度が適切でない	設定温度の適切化
部分更新・機能付加	排熱を回収せずに大気中に放熱	排熱回収機器の付加
設備導入	設備の老朽化でエネルギー効率が著しく低下	高効率設備への更新
燃料低炭素化	CO_2 排出係数の大きい燃料を使用	低排出係数の燃料に変更
電力低炭素化	CO_2 排出係数の大きい電気を使用	電力契約メニューの選択
電化	CO_2 排出係数の大きい燃料を使用	電気使用設備に変更
	燃料使用のエネルギー効率が低い	高効率な電気設備に変更

6 類型の中の「電化」は、1.2.2 項の「③利用エネルギーの転換」に相当し、対策メニューリストには 13 の対策メニュー（うち 5 つは「メニューにない対策」）が示されている。多くはボイラー等の燃焼加熱設備をヒートポンプや遠赤外線加熱式設備に更新する対策であるが、内燃機関や油圧駆動設備の電化対策も含まれる。診断先に該当する設備・工程があるときには、電化対策の可能性を検討いただきたい。燃料低炭素化を検討する際には、電化の可能性も検討いただきたい。電化によって短期的な CO_2 削減効果だけでなく、将来電力の低炭素化が進めば、さらに大きな削減効果が期待できる。

（4）削減余地候補の抽出

上記の手順で参照・選択した対策メニューに相当する CO_2 削減余地候補を抽出する。抽出する際には、CO_2 削減余地候補が事業者からの要望や支援者の得意分野に偏らないようにしなければならない。製造設備や医療機器のように、診断先に特有なシステム・設備機器についても CO_2 削減余地候補を漏らさないようにする。CO_2 削減余地候補の抽出例を以下に示す。

➢不要時や低負荷時の設備機器運転によるエネルギーロスの解消余地

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

➢配管からの放熱等、利用されずに廃棄されるエネルギーロスの解消余地
➢設備機器の低効率運転からのエネルギー使用量削減余地
➢加熱プロセスと冷却プロセスの並存によるエネルギーロスの解消余地
➢CO_2 排出量の多いエネルギーから少ないエネルギーへの転換（燃料低炭素化、電化）による CO_2 削減余地

CO_2 削減余地候補リストの例を**表 2.2.2-5** に示す。

表 2.2.2-5　CO_2 削減余地候補リストの例

No.	削減余地候補の場所	削減余地候補の内容	対応する対策メニュー番号	事業者の要望
1	事務棟の吸収式冷温水機	燃料（A 重油）の低炭素化	11140	○
2	事務棟の冷却塔	冷却水設定温度の緩和	11113	
3	工場の蒸気ボイラー	燃料（A 重油）の低炭素化	12142	○
4	工場の蒸気システム	給湯への蒸気利用の見直し（給湯設備の導入）	12310 29030	
5	工場の温水ボイラー	温水ボイラーのヒートポンプ化	29052	○
6	工場の照明	LED 照明の導入	21031	
7	工場の受変電設備	変圧器の低負荷率改善	22011	
8	工場の圧空システム	コンプレッサー排熱の回収	14122	
9	製品の加熱冷却工程	冷却時の排熱の放熱回収	33022	
10	工場の電気メッキ設備	メッキ効率の改善	33010	○

（5）現地踏査計画の立案

現地でのみ得られる情報を入手し確認するために、現地に赴き現地踏査を実施する。現地踏査の目的は、以下の二つである。

➢前項で抽出した削減余地候補の妥当性を確認する。
➢事前に入手した情報・データでは抽出できなかった削減余地を発見する。

現地踏査に先立ち、現地踏査の計画を立てる。現地踏査の時間には限りがあるので、エネルギー使用量の大きさ等から確認する項目に優先順位をつけておく。計測が必要な場合には、目的に合った計測器等の準備をしておく。診断先に特殊な工程や設備がある場合には、適切な現地踏査ができるように事前に調査し準備をする。

現地踏査計画立案の際には、削減余地候補に照らして以下に例示する点を考慮するが、削減余地候補に関連のある設備機器のみを確認することがないように注意する。

➢設備・機器の運転・維持・管理、およびその体制に問題はないか？
➢エネルギー使用量が多い設備・機器のエネルギー効率に問題はないか？
➢冷温水や蒸気の発生段階、移送段階、消費段階の効率に問題はないか？
➢設備・機器の稼働時間とエネルギーの使用時間に問題はないか？
➢重油等 CO_2 排出係数の大きい燃料が使われていないか？
➢供給を受けている電気事業者の CO_2 排出係数は大きくないか？

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

➢工程間の熱融通で削減可能なエネルギーロスは発生していないか？

➢エネルギーフロー図を作成する際に必要となる情報やデータに漏れはないか？

現地踏査計画の内容は、予め診断先に連絡しておくことが望ましい。とくに、設備機器の写真を撮影したり赤外線温度計で蒸気配管の表面温度を計測したりする場合には、予め診断先の了解を得ておく。

Step2-3 現地踏査と計測

（1）現地確認

設備管理者に踏査に同行してもらい、Step 2-2 で収集した診断先のエネルギー使用と CO_2 排出に関連する基本的な特性（製造工程や使用している設備・機器の仕様や稼動状況）を確認する。

Step2-2 でリストアップした CO_2 削減余地候補について確認し、対策実施の可能性の判断材料を得る。あわせて現地でなければ確認しにくい以下のような事項を確認し、新たな削減余地の抽出に努める。

➢老朽化や整備不良等により効率が著しく低下していると思われる設備機器はないか？

➢非稼働中も継続してエネルギーを使用している設備機器はないか？

➢空調設定温度等で、設備機器に必要以上の負荷をかけていないか？

➢蒸気や圧空が漏れている箇所はないか？

➢蒸気配管や加熱設備等の断熱保温の不備による放熱ロスはないか？

Step2-2 で事前に得られなかった工場・事業場に関する情報や CO_2 削減余地の判断に必要なデータを取得し、必要に応じて計測する。

現地踏査の際に、『CO_2 削減ポテンシャル診断ガイドライン［ポケット版］』（環境省,（2020））に記載の「業種別 CO_2 削減の着眼点」を参照することを推奨する。参考に、［ポケット版］の目次を**図 2.2.3-1** に示す。



図 2.2.3-1　『CO_2 削減ポテンシャル診断ガイドライン』［ポケット版］の目次

引用元：https://shift.env.go.jp/navi/guideline

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

（2）計測

計測する際には計測する目的を明確にして、目的に合った方法で計測する。計測には、定常値計測と変動値計測の 2 種類がある。

- 定常値は、変動が緩やかなエネルギー量である。
  - メータやゲージ等の確認により比較的短時間で状況把握が可能である。
  - 本来は稼働時間や生産量に合わせて変動すべきエネルギー量が変動しない場合に、エネルギーロスや無駄の多い箇所の発見につながる。
  - 夜間や休日などの非稼働時・待機時にもエネルギー量が減少しない設備を観察することも、エネルギーロス発見の糸口になる。
  - 定常値で示されるエネルギーの削減は、大きな削減余地につながることが多い。
- 変動値は、季節や曜日、時間帯、生産状況等で変動するエネルギー量である。
  - CO_2 削減余地が大きいと思われる工程・設備・機器等のエネルギー使用状況を一定期間、連続的に把握することで、削減余地を特定することができる。

CO_2 削減余地を正しく把握するためには 1 年間以上の連続的な計測が望ましいが、限られた期間しか計測できない場合には、計測結果が客観的で、エネルギー使用および CO_2 排出の実態を代表する値となるように補正・推計する。補正・推計の例を以下に示す。

- 計測時の稼働台数・稼働時間を、年間の稼働台数・稼働時間の変化に合わせて補正する。
- 短期間の計測結果から、季節的な変化を考慮して年間のエネルギー使用量を推計する。

計測を行う際には、計測方法、計測期間、計測値の妥当性や不確かさ（精度）について十分に検討し、計測器の取り付け箇所などを写真で記録しておく。

（3）過去に実施した対策の確認

過去に実施した省エネ・CO_2 削減の対策があれば、それらの対策の実施状況と効果を確認する。高効率設備や非化石エネルギー設備の導入実績がある場合は、導入後の稼働状況と削減効果の推移を確認する。また、運用改善の実績がある場合には、その効果が継続していることを確認する。実施したが想定よりも効果が小さかった対策が過去にあれば、状況を確認する。

このようにして、過去に実施した省エネ・CO_2 削減対策の中に新たな削減余地がないかを確認する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

Step2-4 削減余地の抽出

Step2-2 にて抽出した CO_2 削減余地候補を現地踏査で確認したうえで、CO_2 削減余地を抽出する。そのために、CO_2 排出の要因となっている主なエネルギー源とエネルギー使用設備・工程とエネルギーの流れを整理し、エネルギーフロー図を作成する。エネルギーフロー図を作成する目的は以下のとおりである。

- 工場・事業場全体のエネルギー使用状態と設備・工程の相互関係を体系的に把握するベースとなる。
- CO_2 削減余地につながるエネルギー源や設備・工程を選択し、削減余地の大きさを把握する。
- CO_2 削減余地の見落としを防ぐ。

エネルギーフロー図は、診断結果報告時に事業者の理解を得るためにも有効なツールである。さらに、エネルギーフロー図を設備の導入や更新に合わせて定期的に見直し、常に最新の状態にして誰でも参照できるようにしておくことが望ましい。

（1）主な設備・工程の活動状況、CO_2 排出状況の整理

主なエネルギー使用設備･工程の活動状況と CO_2 排出状況を整理し､図表に表わす。主なエネルギー使用設備・工程とは、例えば年間活動量（CO_2 排出量）が多い方から 5 個、あるいはエネルギー使用量（CO_2 排出量）の 80[%]を占める設備・工程である。主なエネルギー使用設備・工程を CO_2 排出量が多い順に一覧表を作成した例を**表 2.2.4-1** に示す。

表 2.2.4-1　主なエネルギー使用設備・工程の活動量と CO_2 排出量の一覧表作成例

設備・工程名称	台数	合計能力 [kW 換算/台]	稼働時間		エネルギー種別	年間活動量 [単位]	年間 CO_2 排出量 [t-CO_2]
			[h/日]	[日/年]			
吸収式冷温水機	1 台	350	16	240	都市ガス	105[千 Nm^3]	235
					電気	7[千 kWh]	3
	1 台	150	16	240	都市ガス	45[千 Nm^3]	100
					電気	3[千 kWh]	2
ビルマル（EHP）	室外機　5 台	20	16	180	電気	288[千 kWh]	144
	室内機 20 台	1.5	16	180	電気	87[千 kWh]	44
蒸気ボイラー	1 台	150	16	240	都市ガス	45[千 Nm^3]	100
					電気	6[千 kWh]	3
	1 台	100	16	240	都市ガス	30[千 Nm^3]	68
					電気	4[千 kWh]	2
電気メッキ設備	1 式	30	24	240	電気	150[千 kWh]	75
コンプレッサー	2 台	13	12	240	電気	75[千 kWh]	38

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

年間活動量と CO_2 排出量をグラフ化した例を**表 2.2.4-2** に示す。

表 2.2.4-2　年間活動量と CO_2 排出量をグラフ化した例

設備・工程名称	都市ガス[千 Nm^3]	電気[千 kWh]	CO_2 排出量[t-CO_2]
吸収式冷温水機	150	10	340
ビルマル（EHP）		375	188
蒸気ボイラー	75	10	173
電気メッキ設備		150	75
コンプレッサー		75	38

（2）エネルギーフロー図の作成

Step2-2 と Step2-3 で収集した情報とエネルギーの流れを整理し、工場・事業場のエネルギーフロー図を作成する。エネルギーフロー図に記載すべき内容を以下に示す。

- 主なエネルギー使用設備と工程
  - 設備は機能別に区別する（室外機と室内機、熱源と AHU と FCU、コンデンシングユニットと冷蔵ショーケース、等）。
  - 各設備の台数（変圧器は合計容量も）を記載する。
- エネルギー種別ごとの、エネルギーの形態（ガス、蒸気、冷温水、冷媒等）と流れ
- エネルギー使用設備と工程におけるエネルギーの年間活動量
  - ボイラーは年間発生蒸気量を記載する。
  - 熱を利用する設備は温度を記載する。
- エネルギー使用設備と工程におけるエネルギー形態の変化（都市ガス→蒸気等）
- エネルギー使用設備と工程におけるエネルギーの量的な変化とエネルギーロスの大きさ
- エネルギーロスに関連する事項と数量
  - 稼働時間、加熱温度、放熱温度、運転圧力、配管の長さ、加熱/冷却工程、等
- エネルギーの最終用途（設備名、工程名等）

診断計画策定の段階から、上記の内容をエネルギーフロー図に記載することを念頭に置き、データ収集をしておく。なお、事業者が所有する図面や資料をそのままコピーするのではなく、診断をした支援者が自ら有用なエネルギーフロー図を作成する。

エネルギーフロー図は配線図や配管図と同様に工場・事業場のエネルギーの流れを表すが必ずしも網羅的な図は必要なく、エネルギーフロー概要図と主要なシステム・設備・工程別のエネルギーフロー詳細図に分けると作成しやすい。

エネルギー源の年間活動量は、購買伝票や計測から算出した値を記入する。設備ごとに計測器が設置されていない等の理由で、設備容量等を利用して求めた年間活動量の推計値には（　）を付ける。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

（3）エネルギーフロー概要図の作成

エネルギーフロー概要図の作成例を**図 2.2.4-1** に示す。概要図には、工場・事業場で使用しているエネルギーのすべての使用設備と使用量を記載する。エネルギー使用量が少量の設備は「その他の設備」のようにまとめても良い。

概要図を作成したときには、システム・設備・工程別のエネルギーフロー図に詳細を記載する。

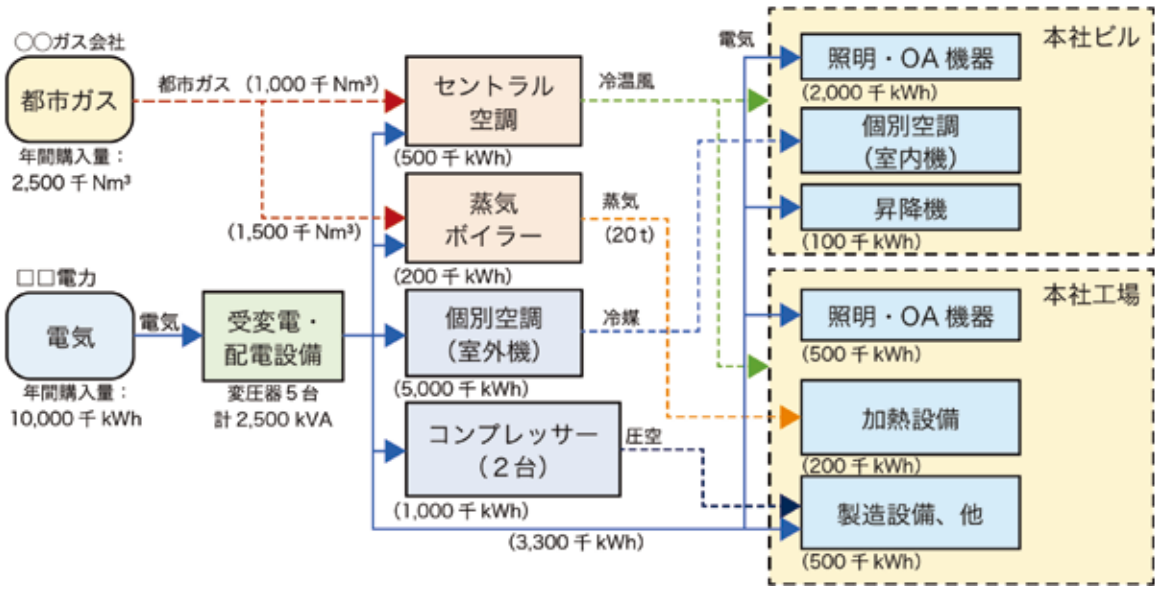


図 2.2.4-1　エネルギーフロー概要図の作成例

エネルギーフロー図のみでは表現が難しい場合には、エネルギーフロー図のほかに適切な図表を作成する。

例えば、設備機器の稼働時間とエネルギーの使用時間の計測結果を分析し CO_2 削減余地がある場合、各々の時間を示す図表を作成する。製造設備の稼働時間とエネルギー使用の関係図表の作成例を**表 2.2.4-3** に示す。

表 2.2.4-3　製造設備の稼働時間とエネルギー使用の関係図表の例

時刻	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
本社工場の操業			←	—	—	—	—	—	—	—	—	→			
射出成型機の稼働			←	—	—	→		←	—	—	→				
射出成型機の電力消費	←	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	→		

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

（4）システム・設備・工程別のエネルギーフロー図の作成

システム・設備・工程別のエネルギーフロー図は、「セントラル空調」「個別空調」「蒸気システム」「圧空システム」「給湯」「冷凍・冷蔵」「照明」「OA 機器」「受変電・配電設備」「電動機・ポンプ・ファン」「製造工程」等に分けて作成する。システム・設備・工程別のエネルギーフロー図には、設備・機器の台数を記入する。また、エネルギーフロー概要図と同様に、エネルギーの形態（電気・蒸気・冷温水・冷媒等）と用途（設備名等）を記載する。

空調システム（セントラル空調）のエネルギーフロー図の作成例を**図 2.2.4-2** に示す。空調システム（セントラル空調）のフロー図には、エネルギー使用量のほかに運転期間・冷温水温度・冷却水温度・冷暖房設定温度等を記入する。

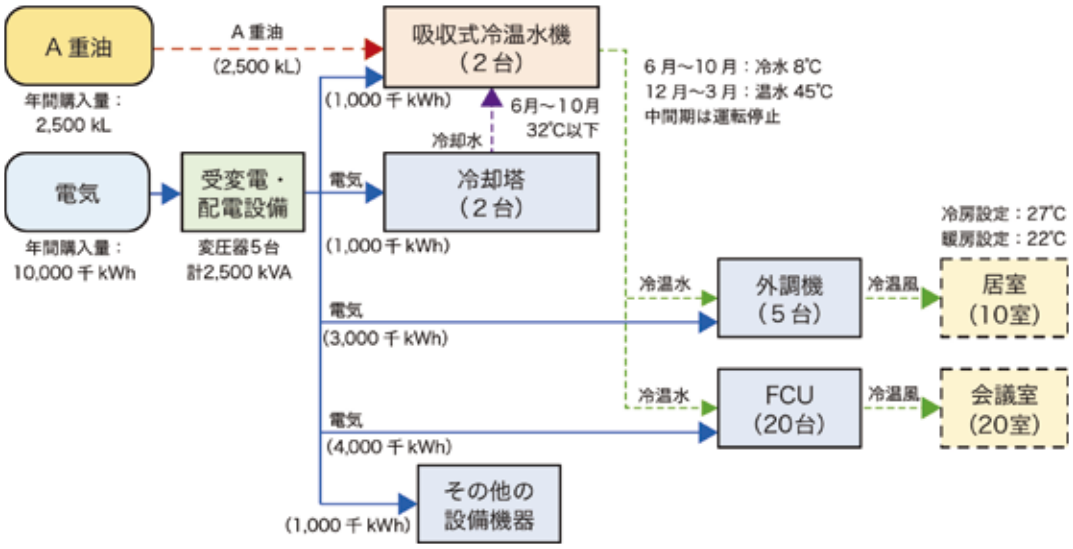


図 2.2.4-2　空調システム（セントラル空調）のエネルギーフロー図の作成例

空調システム（個別空調）のエネルギーフロー図の作成例を**図 2.2.4-3** に示す。空調システム（個別空調）のフロー図には、エネルギー使用量のほかに冷媒配管の最大長さ・冷暖房設定温度等を記入する。

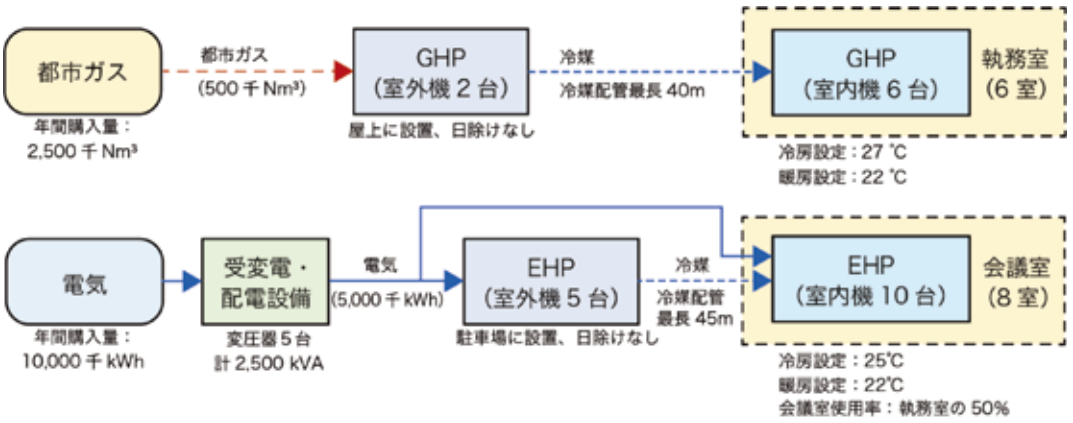


図 2.2.4-3　空調システム（個別空調）のエネルギーフロー図の作成例

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

蒸気システム・給湯設備のエネルギーフロー図の作成例を**図 2.2.4-4** に示す。蒸気システム・給湯設備のフロー図には、エネルギー使用量のほかに年間蒸気発生量・使用蒸気圧・蒸気温度・温水温度・蒸気配管の最大長さ・ドレン水温度等を記入する。

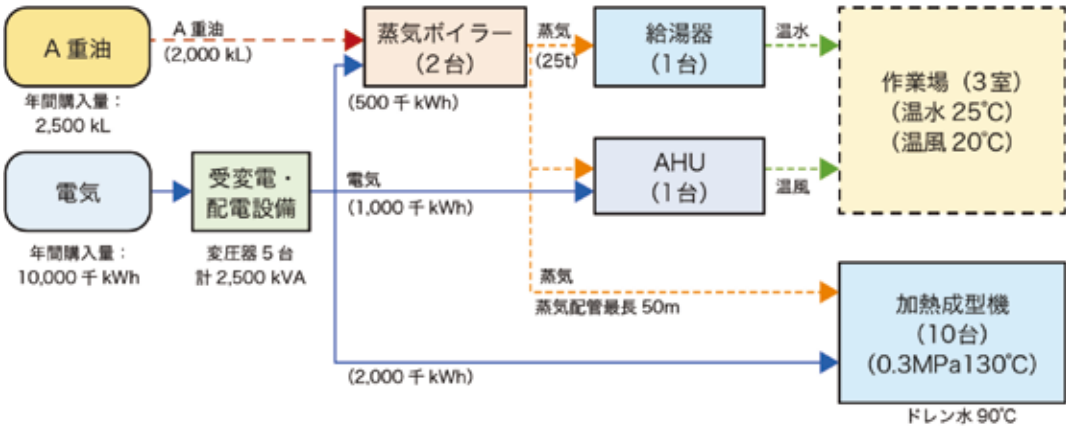


図 2.2.4-4　蒸気システム・給湯設備のエネルギーフロー図の作成例

圧空システムのエネルギーフロー図の作成例を**図 2.2.4-5** に示す。圧空システムのフロー図には、エネルギー使用量のほかに圧空の圧力・配管の最大長さ等を記入する。

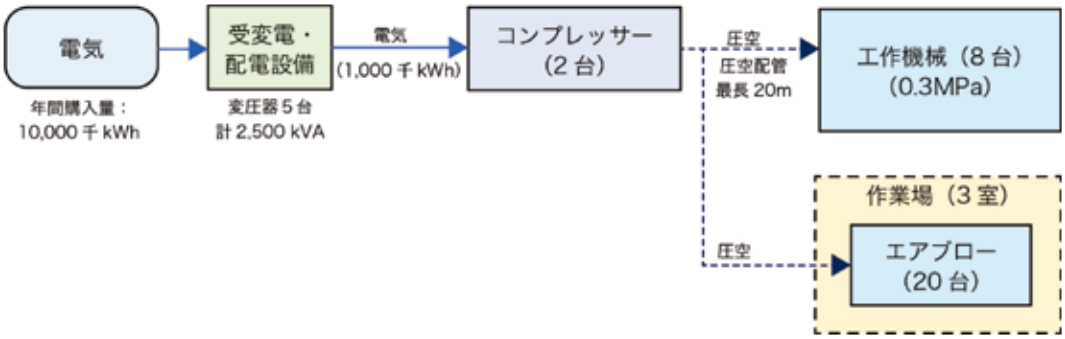


図 2.2.4-5　圧空システムのエネルギーフロー図の作成例

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

冷凍・冷蔵設備のエネルギーフロー図の作成例を**図 2.2.4-6** に示す。冷凍・冷蔵設備のフロー図には、エネルギー使用量のほかに冷却温度・冷媒配管の最大長さ等を記入する。

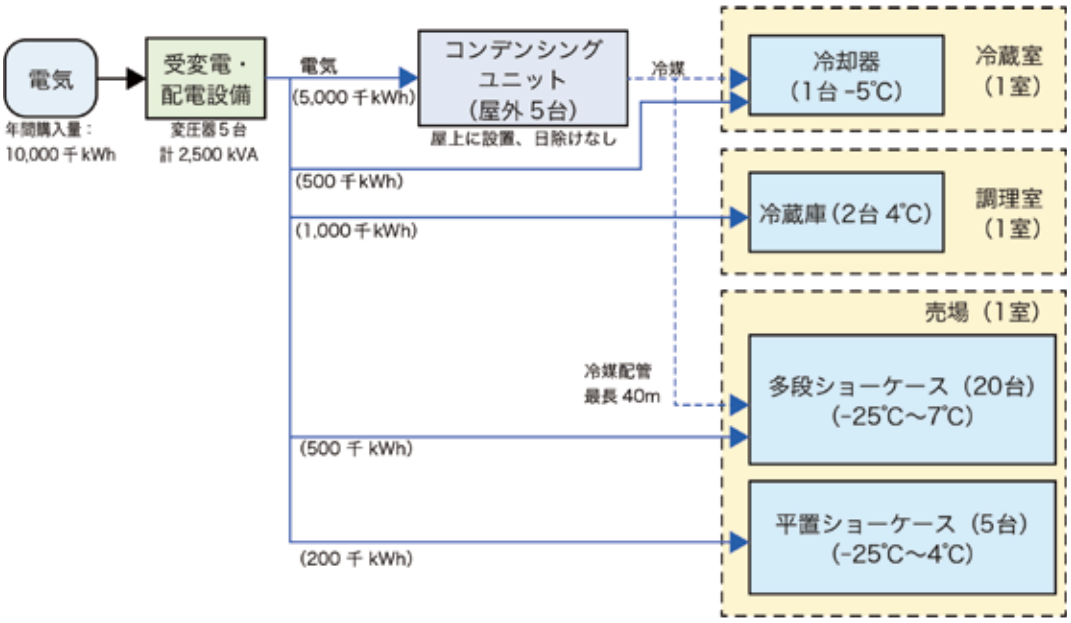


図 2.2.4-6　冷凍・冷蔵設備のエネルギーフロー図の作成例

照明設備・OA 機器のエネルギーフロー図の作成例を**図 2.2.4-7** に示す。照明設備・OA 機器のフロー図には、エネルギー使用量のほかに数量・運転時間等を記入する。

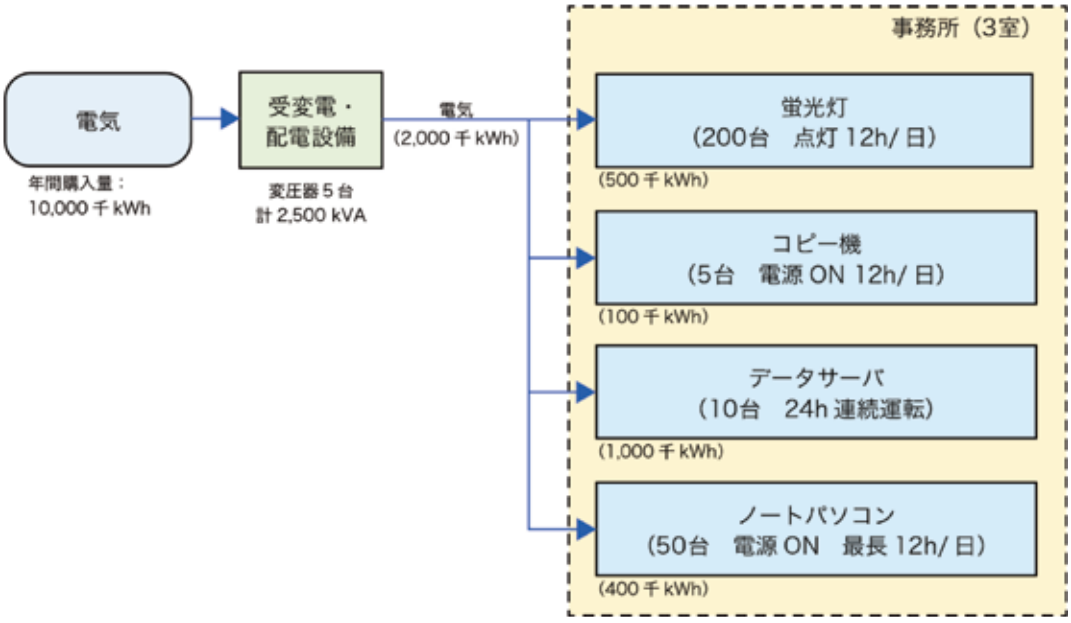


図 2.2.4-7　照明設備・OA 機器のエネルギーフロー図の作成例

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

発電設備、受変電・配電設備と電動機・ポンプ・ファンのエネルギーフロー図の作成例を**図 2.2.4-8** に示す。発電設備、受変電・配電設備と電動機・ポンプ・ファンのフロー図には、エネルギー使用量のほかに変圧器の容量・電動機の数量・電動機の運転時間等を記入する。

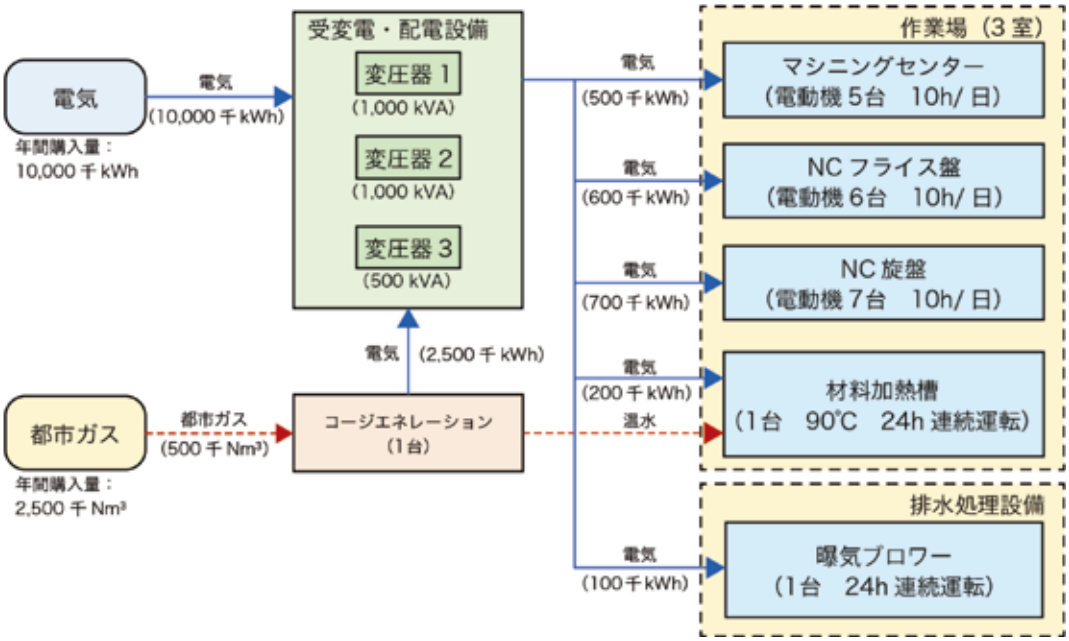


図 2.2.4-8
発電設備、受変電・配電設備と電動機・ポンプ・ファンのエネルギーフロー図の作成例

製造工程のエネルギーフロー図の作成例を**図 2.2.4-9** に示す。製造工程のフロー図には、エネルギー使用量のほかに連続運転／バッチ運転・運転時間・加熱温度／冷却温度・蒸気配管の最大長さ等を記入する。とくに加熱と冷却の両工程がある場合には、相互関係を記載する。

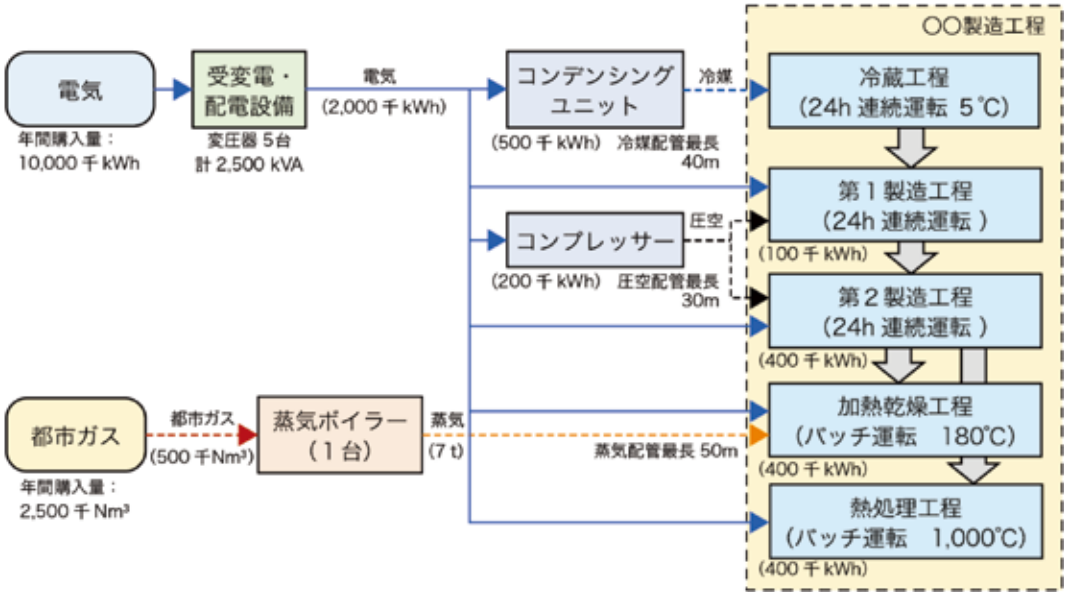


図 2.2.4-9　製造工程のエネルギーフロー図の作成例

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

参考に、工場・事業場のエネルギーフロー全体を示すフロー図の作成例を**図 2.2.4-10** に示す。本作成例では一部省略しているが、全体図においてもシステム・設備・工程別フロー図と同様にエネルギー使用量や温度等を記入する。

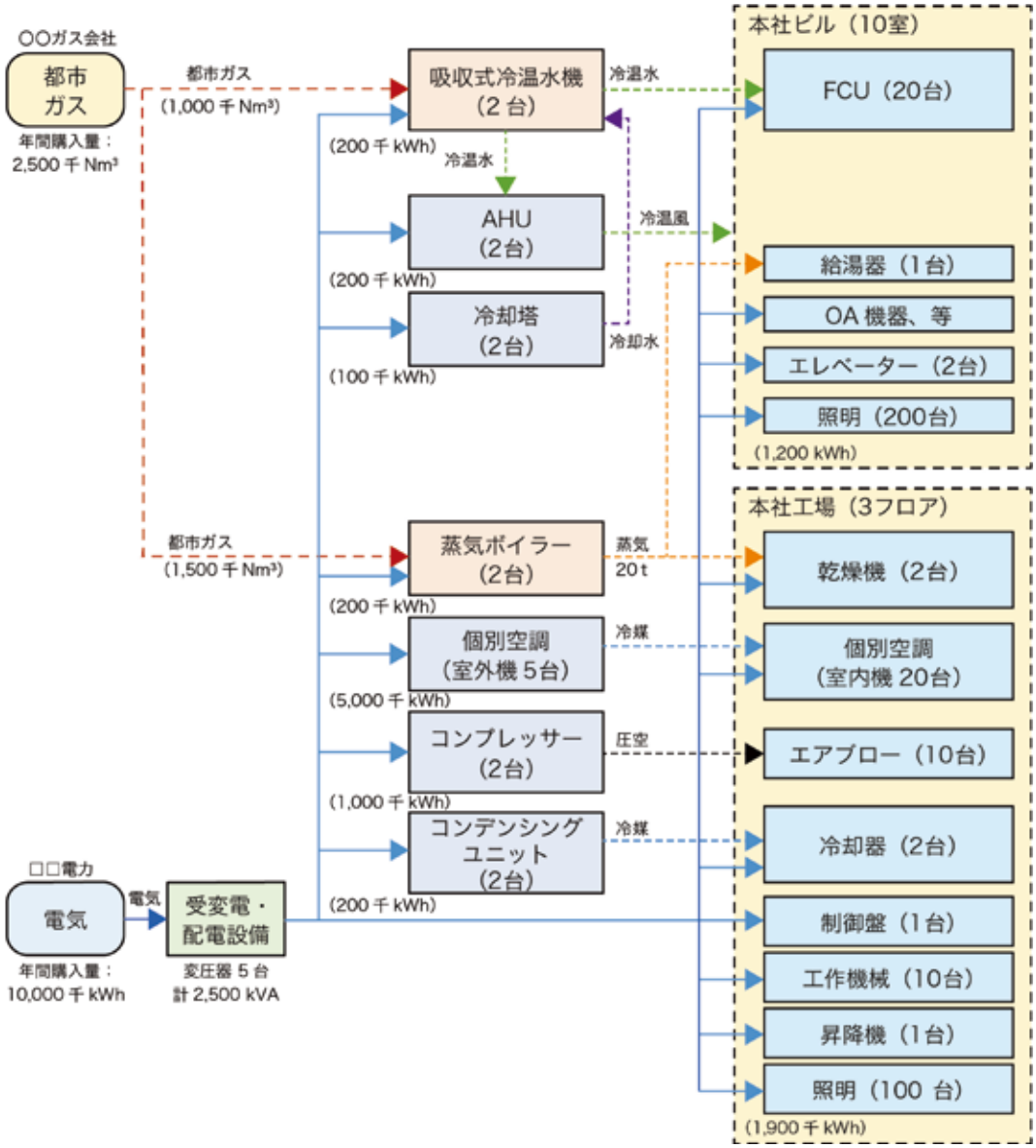


図 2.2.4-10　エネルギーフロー全体図の作成例

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

（5）エネルギー使用量・エネルギーロスおよび CO_2 排出量の分析

Step2-2 と Step2-3 で収集した情報を元に、工程・設備・機器等の区分ごとに使用エネルギーの種類、エネルギー使用量、エネルギーロス、CO_2 排出量の現状を分析する。

主要な設備・機器のエネルギー使用効率とエネルギーロスを把握すれば、システムや製造プロセス全体の最適化の観点から CO_2 削減余地を絞り込むことができる。

蒸気ボイラーのエネルギーロスの分析事例を以下に示す。

①蒸気ボイラーの年間発生蒸気量とボイラー効率等から、燃料の年間使用量を求める。

②蒸気ボイラーの年間活動量（燃料使用量）実績を求める（計測する）。

③②から①を減じた量を蒸気ボイラーのエネルギーロスとする。

工程・設備・機器等の区分ごとの実際のエネルギー使用量が得られない場合には、定格消費電力等のカタログ値と計測・ヒアリング等で得た負荷率、稼働時間等のデータから推計する。また、月単位、日単位などのエネルギー需要を分析し、工場・事業場の特性を把握する。

生産に見合ったエネルギー使用となっているかを確認する手法として、生産高のエネルギー使用原単位の分析が有効である。以下に示す原単位分析を行うことで、事業所全体あるいは各工程・設備・機器におけるエネルギー使用の特性を詳細に把握できる。

- エネルギー使用量の時系列分析（過去データとの比較）
- エネルギー使用量と生産量等との相関分析（生産量等との対比）
- エネルギー使用原単位の時系列分析（生産量あたりのエネルギー使用量等の原単位比較）

原油換算、熱量換算、CO_2 排出量換算等を行う際には、活動量のデータとともに換算係数や CO_2 排出係数の出典を明示する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

（6）削減余地の整理

現地踏査前に作成した CO_2 削減余地候補リスト（**表 2.2.2-5** に例示）を活用して、Step2-3 で確認した CO_2 削減余地を整理し、対策によって CO_2 削減に結びつけることができると思われる削減余地をリストアップする。このとき、CO_2 削減余地が事業者からの要望や支援者の得意分野に偏らないようにする。また、診断時に「削減の余地あり」と判断した客観的な根拠を事業者に示せるようにしておく。CO_2 削減余地を整理した例を**表 2.2.4-4** に示す。

表 2.2.4-4　CO_2 削減余地整理リストの例

No.	削減余地の場所	削減余地の内容	対応する対策メニュー番号	事業者の要望
1	事務棟の吸収式冷温水機	燃料（A 重油）の低炭素化	11140	○
2	事務棟の冷却塔	冷却水設定温度の緩和	11113	
3	事務棟の会議室の FCU	会議中以外の時間に稼働	11311	
4	工場の蒸気ボイラー	燃料（A 重油）の低炭素化	12142	○
5	工場の温水ボイラー	産業用温水ヒートポンプの導入	29052	○
6	工場事務所の照明	LED 照明の導入	21031	
7	工場の受変電設備	変圧器の統合による負荷率改善	22011	
8	工場の圧空システム	コンプレッサー排熱の回収利用	14122	
9	製品の加熱冷却工程	冷却時の排熱の回収利用	33022	
10	工場の電気メッキ設備	電極間距離とメッキ液の管理	33010	○

CO_2 削減余地をエネルギーフロー図に書き入れると整理がしやすい。CO_2 削減余地をエネルギーフロー図に書き入れた例を**図 2.2.4-11** に示す。

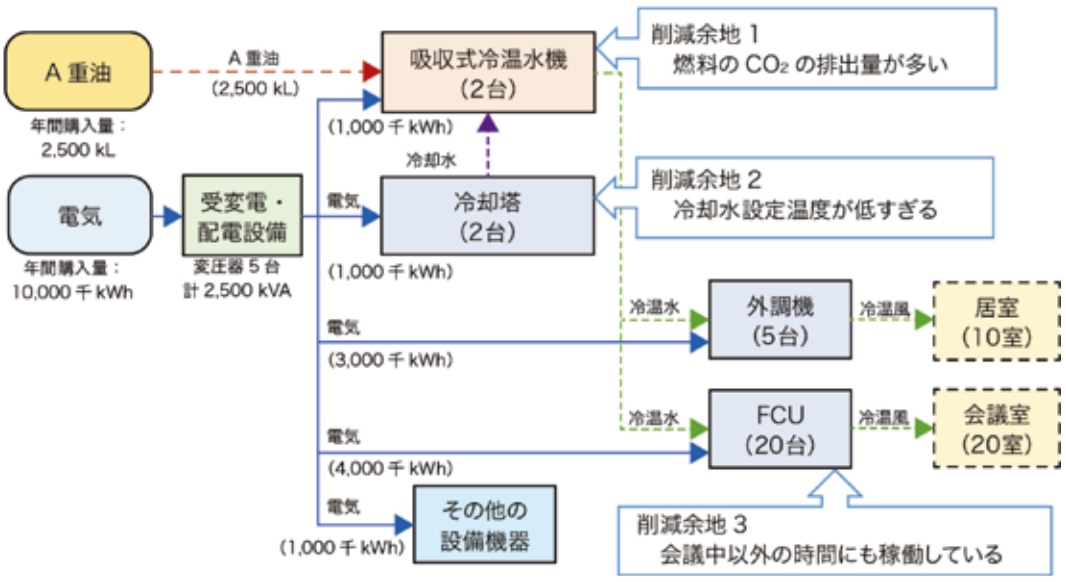


図 2.2.4-11　CO_2 削減余地をエネルギーフロー図に書き入れた例

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

Step2-5 対策案の選定

Step2-4 にて作成した CO_2 削減余地整理リストから工場・事業場の対策案を選定するまでの基本的なプロセスを以下に示す。

①CO_2 削減余地ごとに、CO_2 削減が可能な対策案の候補をリストアップする。
②候補ごとに、対策実施前（基準年度）の CO_2 排出量を算定する。
③候補ごとに、対策実施後（目標年度）の CO_2 排出量を算定する。
④候補ごとに、対策実施後の CO_2 削減量（対策効果）を算定する。
⑤候補ごとに、導入コストとランニングコスト削減額を推計する。
⑥候補ごとに、投資効果（投資回収年数等）を算定する。
⑦候補ごとに、④⑤以外の対策効果（安全性向上等）を挙げる。
⑧候補ごとに、必要な情報を整理する。
- ➢法規制等の適合状況
- ➢対象設備機器の稼働状況
- ➢対象設備機器の更新時期
- ➢製品等の品質や生産量への影響
- ➢環境（工場・事業場内を含む）への影響

⑨候補の中から対策案を選定し、提案時の優先順位を付ける。

（1）対策候補の選択

Step2-4 にて抽出した削減余地を削減に結びつける対策候補を、第３章に示す以下の資料を活用して選択する。これらの資料は、本ガイドラインに別添の DVD に収録されている。

- ●3.1 対策メニューリスト
- ●3.4 対策分析シート

対策候補を選択した後に、その対策を実施した場合の効果を適切な方法で推計する。推計すべき主な対策効果は、CO_2 削減量と投資回収年数である。

（2）CO_2 削減量の算定

CO_2 削減対策の提案・実施にあたっては、実施後に削減が見込まれる CO_2 排出量を事前に適切な方法で算定（推計）する必要がある。また、対策実施後には、実際の CO_2 削減量を容易に算定できることが求められる。

工場・事業場の CO_2 削減量は、対策ごとの CO_2 削減量を合算したものである。

※［対策ごとの CO_2 削減量（推計）］＝［対策実施前（基準年度）の排出量］
－［対策実施後の排出量（推計）］

※［対策ごとの CO_2 削減量（実績）］＝［対策実施前（基準年度）の排出量］
－［対策実施後の排出量（実績）］

※［工場・事業場の CO_2 削減量（推計）］＝［対策ごとの CO_2 削減量の合計（推計）］

※［工場・事業場の CO_2 排出量（推計）］＝［対策実施前（基準年度）の排出量］
－［CO_2 削減量（推計）］

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

対策ごとの CO_2 削減量の算定については、第 3 章の「3.2 対策効果算定の基本的な考え方と方法」を参照いただきたい。

工場・事業場の CO_2 排出量と対策効果（CO_2 削減量）の関係を**図 2.2.5-1** に示す。

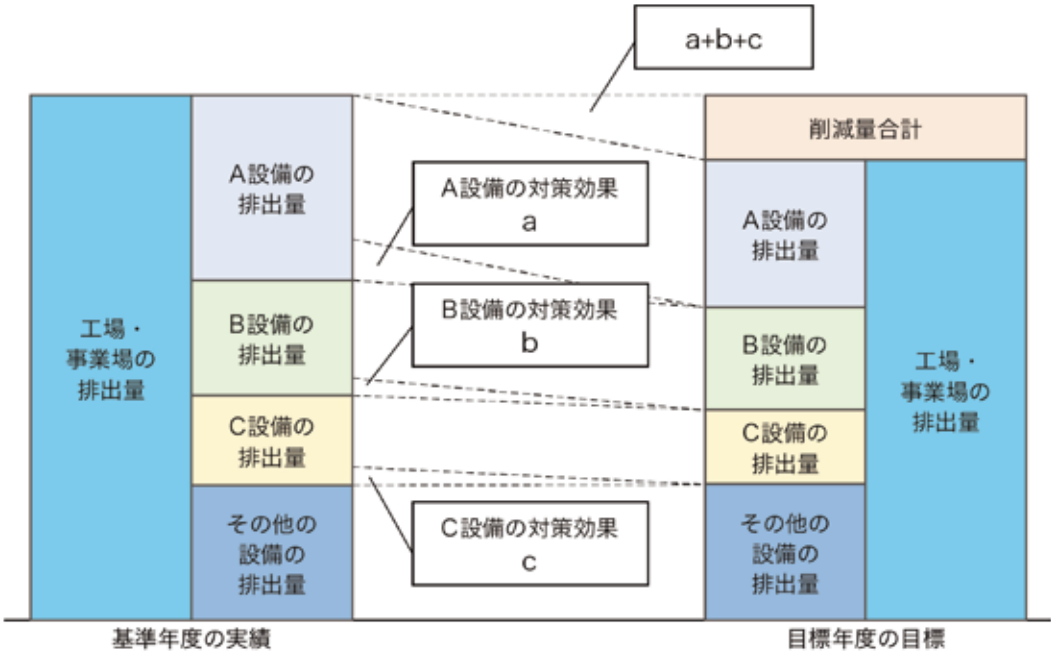


図 2.2.5-1　工場・事業場の CO_2 排出量と対策効果（CO_2 削減量）の関係

基準年度の排出量は、目標年度と適切に比較できる年度の CO_2 排出量であるが、連続する複数年度の CO_2 排出量の平均値を用いても良い。基準年度の排出量の求め方は、予め事業者と協議して決定する。

対策ごとの対策実施前（基準年度）の CO_2 排出量は、Step2-2 および Step2-3 で収集・計測した対象設備の年間エネルギー使用量（年間活動量）に CO_2 排出係数を乗じて算定する。対策を実施する設備の年間エネルギー使用量（年間活動量）を直接計測することが困難な場合には当該設備の仕様や稼働状況等を使って算定しても良いが、対策実施後の CO_2 削減効果を恣意的に大きく見せるような算定をしてはならない。

対策ごとの対策実施後（目標年度）の CO_2 排出量は、対策実施後に改善される条件を使って対象設備の年間エネルギー使用量（年間活動量）に CO_2 排出係数を乗じて算定する。

本ガイドラインに別添の DVD に収録されている「対策効果算定シート」には、いくつかの対策について CO_2 削減効果を算定する標準的な計算方法が示されているので、参照し活用していただきたい。

対策の中には、一方の設備では CO_2 排出量が削減されるが、他方では増加する対策がある。例えば冷却水ポンプの回転数を低減するとポンプモーターの電力使用量（CO_2 排出量）は削減されるが、冷却水を使用している設備機器の冷却効果が低下するため電力使用量（CO_2 排出量）が増加することがある。このような対策の場合には CO_2 排

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

出量の増加分も勘案し、増減分を合算した CO_2 削減量を算定する。

なお、BEMS・FEMS のようなエネルギー制御システムの導入や屋根の断熱強化のような空調負荷を低減する対策は、CO_2 削減量を正確に求めることが困難である場合が多い。このような対策には「対策効果算定シート」が提供されていないものもある。

また、蒸気配管の保温対策のように、すべての蒸気配管の表面温度を細かく測定しなければ CO_2 削減量を正確に求められない対策がある。

このように CO_2 削減量を正確に求めることが困難な対策の効果は、過去の類似事例の実績等と比較するなどして推計する。CO_2 削減効果を推計したときには、第三者が検算し算定結果の妥当性を検証できるように、前提条件と計算過程を明示する。

算定に用いた前提条件に不確定な要素が含まれる場合、CO_2 削減量が過大になることを避けるために、適切な余裕度（安全率）を乗ずることが望ましい。余裕度（安全率）を乗じた場合には、不確定要素の内容と余裕度（安全率）の根拠を記録する。

対策実施の前後で対策の効果に大きな影響を与えるような条件（運転条件、負荷条件、等）の変化があった場合には、対策の効果を正しく検証するために、対策実施後の条件に合わせて対策実施前（基準年度）の CO_2 排出量を再算定する必要が生じる場合があるので、算定時に使用した条件と計算過程を記録しておく。

対策ごとの CO_2 削減量を合算した工場・事業場の目標年度の CO_2 削減量が、事業者が目指す CO_2 削減量に満たない場合には、目指す削減量になるまで対策案候補を積み上げる。

（3）投資効果（投資回収年数等）の算定

実施にコストがかかる対策候補については、対策ごとに投資効果を算定する。代表的な指標である投資回収年数は必ず算出し、算定条件や算定過程、算定に用いた設備・機器、工事費などの価格の根拠資料（カタログ価格や見積り価格等）などと併せて報告する。

一般的に使用される投資回収年数（単純投資回収年数）の算定式を次に示す。

$$\text{投資回収年数（単純投資回収年数）} = \frac{\text{設備導入コスト}}{\text{年間ランニングコスト削減額 (a)}}$$

例 1：老朽 A 重油ボイラーと同じ性能の A 重油ボイラー（800 千円）に更新し、年間ランニングコストが 500 千円から 490 千円に削減される場合の年間ランニングコスト削減額（a）は 10 千円であり、投資回収年数は 80 年である。

例 2：A 重油ボイラーを都市ガスボイラー（1,000 千円）に更新し、年間ランニングコストが 500 千円から 450 千円に削減される場合の年間ランニングコスト削減額（a）は 50 千円であり、投資回収年数は 20 年である。

近い将来に使用できなくなる老朽設備を新規設備に更新する場合、新規設備の導入コストをそのまま使用して投資回収年数を算出すると、投資回収年数が過大になるた

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

め導入の判断が困難になる。老朽設備を更新する場合には、前記 2 例のように、同程度の設備に更新する場合と CO_2 削減につながる設備に更新する場合の投資回収年数を比較する必要がある。

また、投資回収年数の算定に設備導入コストの増加額を用いる方法もある。設備導入コストの増加額とは、CO_2 排出量が更新前と同程度の設備と対策候補の設備との導入コストの差額を指す。設備導入コストの増加額を用いる投資回収年数（単純投資回収年数）の算定式を以下に示す。

$$\text{設備導入コストの増加額を用いる投資回収年数（単純投資回収年数）} = \frac{\text{設備導入コストの増加額}}{\text{年間ランニングコスト削減額 (b)}}$$

設備導入コストの増加額を用いる場合には、年間ランニングコスト差額に CO_2 排出量が更新前と同程度の設備と対策候補の設備のランニングコストの差額を用いる。

例 2 の場合、設備導入コスト増加額は 200 千円で、年間ランニングコスト削減額 (b) は 40 千円であり、設備導入コストの増加額を用いる投資回収年数は 5 年となる。

回収年数の算定に設備導入コストの増加額を用いると、CO_2 排出量が小さい設備を導入する際の投資効果を適切に判断することができる。どのような投資回収年数の算定方法を採用するかを、事前に事業者と協議しておくことが望ましい。

なお、年間ランニングコストが増加する場合、投資を直接回収できないので投資回収年数は算定できない。設備導入コストの増加額を用いる投資回収年数を算定する場合、設備導入コストが増加しないときは投資回収年数による評価は不要である。

設備導入コスト増加額と年間ランニングコスト削減額の例を**図 2.2.5-2** に示す。

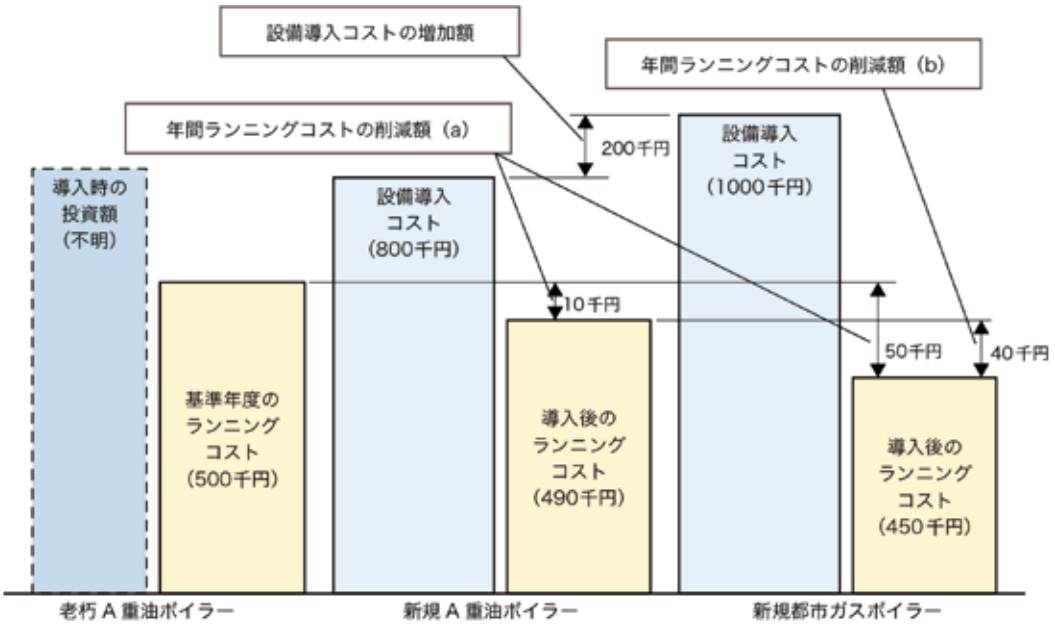


図 2.2.5-2　設備導入コスト増加額と年間ランニングコスト削減額の例

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

（4）対策案の選定

支援者は対策候補の CO_2 削減効果と投資効果を総合的に評価し、事業者に提案する対策案を選定する。対策案の選定にあたり、以下の点を考慮する。

- 対策候補の中で、十分に CO_2 削減効果が高い。
- 対策候補の中で、十分に投資効率が高い（例：投資回収年数が短い）。
- 設備の稼動状況や更新時期、生産製品への影響なども勘案した上で、受診事業者の実施の意思が高いと思われる。
- 工場・事業場の業種の特徴、現況に照らした必要性、有効性がある。
- 事業者が許容できる条件（コスト、工期、設備投資に対する姿勢）である。
- 対策実施後の運用管理が事業者で可能な対策である。
- 事業者の取り組み意欲や経験、設備等の利用状況に適合している。
- 運用改善、部分更新・機能付加などを受け入れやすい対策である。

本ガイドラインに別添の DVD に収録されている「対策分析シート」には、対策案を選定する際に参考となる情報が記載されているので、活用していただきたい。対策案選定の例を**表 2.2.5-1** に示す。

表 2.2.5-1　対策案選定の例

No.	削減余地の内容	削減余地発見の根拠	余地の大きさ	対策の可能性	対策メニュー番号
1	ボイラーの燃料（A 重油）の CO_2 排出量が大きい	事業者より依頼	大	可	12142
2	ボイラーが老朽化しており、効率が低下している	燃料使用量と蒸気発生量から効率を算定し、仕様書と比較	大	可	12131
3	蒸気配管の保温材が破損し、放熱ロスが発生している	目視および配管表面温度計測より	小	可	12222
4	不必要な蒸気配管があり、放熱ロスが発生している	目視による	中	検討	12221
5	温水ボイラーに燃料（LPG）を使用しており、電化（ヒートポンプ化）の余地がある	事業者より依頼	中	可	29052
6	電気メッキ設備の電極間距離やメッキ液の管理に不備があり、効率が悪い	事業者より依頼	小	可	33010

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

Step2-6 診断結果の報告

支援者は診断で得たデータや事象を支援者の知見に基づき分析し、診断結果報告書をまとめる。診断結果報告書の内容は、事業者の管理部署も加えた第三者が読んで理解できるように記載されなければならない。このため、診断に直接携わっていない者が精査・確認し、必要に応じた修正を図ることが望ましい。確認された診断結果報告書を用いて、事業者に診断結果を報告する。

報告および提案する内容を以下に示す。

（1）診断内容と結果の報告

診断結果では、立案した診断計画の実施状況から対策案の提案に至るまでの経過を報告する。診断の前に事業者から診断内容に関する要望があった場合には、その要望に対する見解を示す。

- 診断計画の実施状況
- 収集した情報・データの概要
- 現地踏査と計測の概要
- 抽出した削減余地の内容と抽出理由
- 事業者からの要望（事業者が目指す CO_2 削減量、設備更新の要否等）に対する見解

とくに削減余地の抽出理由と事業者からの要望に対する見解は、事業者が理解できるように分かりやすく示す。

（2）対策案の提案

支援者は、抽出した削減余地に対応する対策案を提案する。提案の際には、優先順位と提案理由を明示する。

事業者が実施することが困難であると思われる対策案であっても、効果が大きい対策案であれば極力提案する。合わせて、実施が困難であると思われる理由と実施するための条件も示す。事業者が実施することが困難であると思われる理由と実施を容易にするための条件の例には、以下のようなものがある。

- 設備導入コストが大きく、投資回収年数が事業者の導入判断基準を超える。
  - ●事業者に設備導入判断基準を見直してもらう。
  - ●設備導入補助等の事業を活用する。
- 職場環境や製品の品質に与える悪影響の大きさが予測できない。
  - ●影響が限定的と思われる範囲内で対策案を試行し、影響の大きさを予測する。
- 対策効果の算定に用いた前提条件に大きな不確定要素が含まれる。
  - ●不確定要素を除くために必要な計測を、時間をかけて実施する。
- エネルギーロスを削減する新たな技術があるが、採用や効果の事例が少ない。
  - ●限られた範囲内で対策案を試行し、効果を検証する。
- 運用改善対策を継続して実施するための人員が不足している。
  - ●専門業者に設備運用を委託することを検討する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

効果は大きいが事業者が実施することが困難であると思われる対策案は、Step6 にて次の取り組みにステップアップを図る際に有効な情報となる。

（3）提案情報の提供

提案する対策案の実施に向けて、以下に示す情報を提供する。

➢対策案の具体的な内容

- 対策の前後で変化するもの（新旧設備名、燃料の変更、冷温水の温度等）と変化しないもの（冷暖房の効果、蒸気発生量、作業台の照度等）を明示する。

➢CO_2 削減余地の根拠と対策案の提案理由

- CO_2 削減余地を示す際に、エネルギーフロー図を活用すると理解を得やすい。
- 設備の設置状況や保全状況を撮影した写真も説得力がある。

➢対策案ごとの CO_2 削減効果

➢工場・事業場全体の CO_2 削減効果

- 複数の対策案の CO_2 削減量を算定する。

➢対策案の実施方法

- 運用改善対策案の場合、新たな運用規定の内容（保守点検の頻度等）や周知方法を示す。運用規定が守られていなかった場合には、遵守のための運用体制の見直しが必要である。
- 設備導入・更新の場合、導入責任者の設定と導入スケジュール（資金調達、稟議、発注から検収、旧設備の撤去まで）を示す。

➢導入コストと投資回収年数

➢更新前後の比較図･･･（4）にて後述

➢対策実施後のモニタリングと効果算定法･･･（5）にて後述

提案情報を提供する際には、本ガイドラインに別添の DVD に収録されている「対策分析シート」も活用していただきたい。

また、CO_2 排出量は大きいが対策は不要と判断した設備・工程があれば、対策不要と判断した根拠も提案情報と合わせて示す。

なお、同一の設備に複数の対策を実施した場合には、対策ごとの CO_2 削減量を合算した値が工場・事業場の CO_2 削減量よりも多くなってしまうことがあるが、対策提案時には実施する対策が確定していないため、合算値をそのまま CO_2 削減効果とする。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

（4）更新前後の比較図の作成

提案する対策に設備更新が含まれる場合には、設備更新前後の比較図を使用すると更新内容が事業者に理解されやすい。設備更新前後の比較図の作成例を**図 2.2.6-1** に示す。

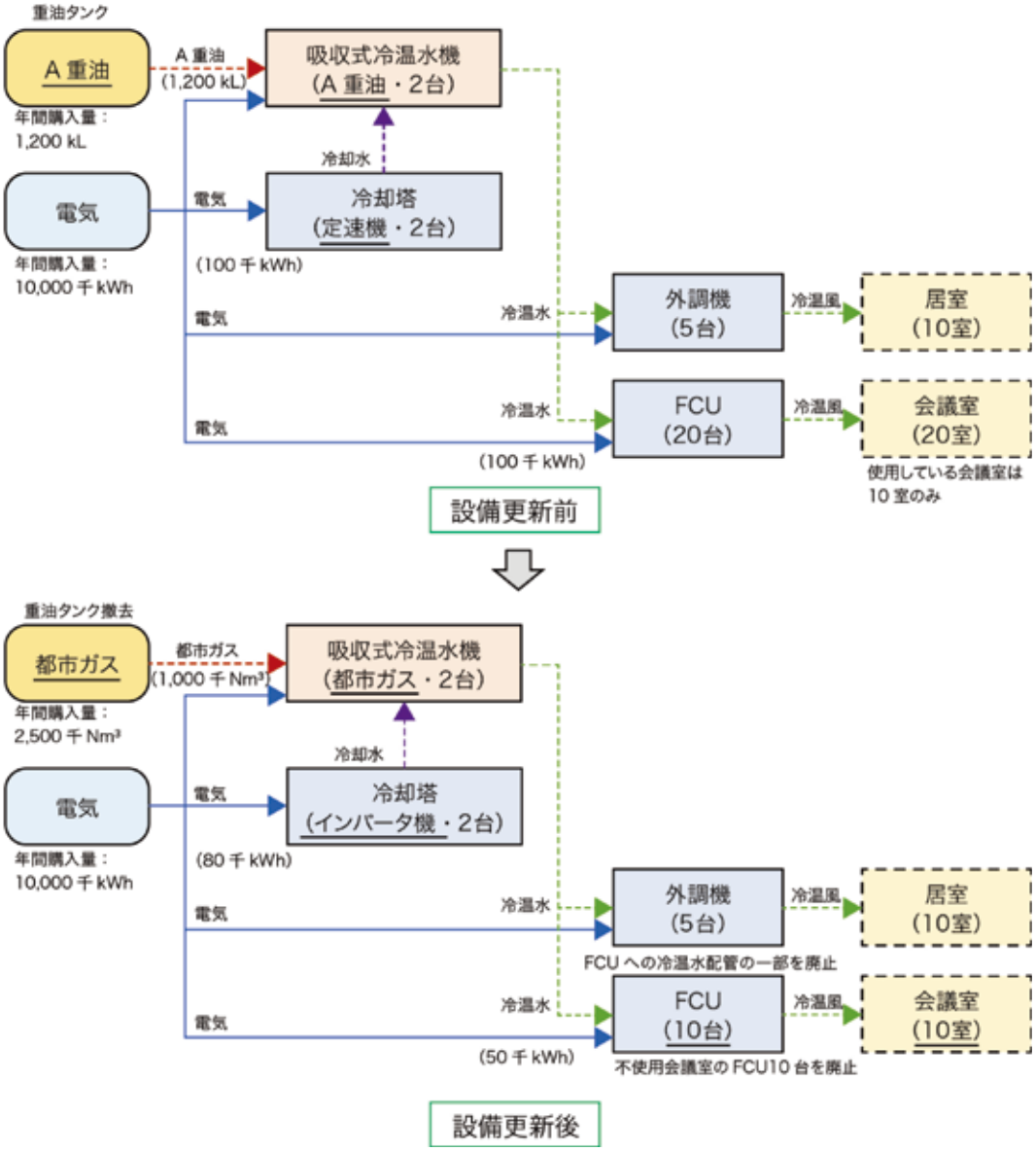


図 2.2.6-1　設備更新前後の比較図の例

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

（5）対策実施後のモニタリングと効果算定の方法

対策実施後に対策効果を算定しなければならないが、事業者自身が対策効果を算定する場合があるため、支援者は対策実施後のモニタリングと対策効果の算定方法を事業者に示さなければならない。その際の留意点は、以下のとおりである。

- ➢対策効果の算定対象範囲（バウンダリ）を漏れのないように設定する。
- ➢対策効果の算定に必要なデータとそのモニタリング方法および取得方法を示す。
- ➢対策効果の算定方法（算定式および算定に必要なデータ）を示す。
- ➢対策実施後の CO_2 削減量の算定方法には、対策実施前後で一貫性を持たせる。
- ➢対策実施後の CO_2 削減量の算定に用いる CO_2 排出係数等の定数は、対策前後で同一の値を用いる。
- ➢対策効果の算定に独自の手法を使用した場合には、使用した計算シート等を事業者自身が使えるように工夫し、提示しておく。

（6）対策実施に向けた情報提供とコミュニケーション

対策実施においては資金の確保も重要である。環境省等は CO_2 削減対策を推進すべく設備導入補助事業等を実施している。支援者は、事業者の要望に応じて、このような補助事業とともに、金利優遇、信用保証、税控除、エコリース等、各対策提案で活用可能なファイナンスに係る情報を提供する。ESCO 事業実施へのアドバイスや、対象となる設備・機器の CO_2 削減や省エネに長けた ESCO 等事業者の紹介や推薦も有効な情報である。

補助金を利用して設備を更新する場合、導入する設備機器の能力は導入前の能力を超えてはならない等の制約がある場合が多い。将来を見通して最適な能力の設備導入を提案する場合には、事業者と協議する必要がある。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

Step3　実施計画の策定

事業者は提案された対策案の中から実施する対策を選定し、実施計画を策定する。本章では、実施計画の策定において支援者が事業者を支援することを想定している。

Step3-1 ➡ **実施する対策の選定と短期目標の設定**
Step3-2 ➡ **実施計画の立案**

Step3-1　実施する対策の選定と短期目標の設定

（1）目標年度までの見通し

事業者が中長期目標をベースに設定した「CO_2 削減の目標時期」を実施計画の目標年度とする。対策を選定する段階で、対策実施の見通しに合わせて目標年度を見直しても良い。

工場・事業場の事業計画等を基に、対策を実施しない場合の目標年度までの CO_2 排出量の見通しを立てる。CO_2 排出量の増減が予想される場合には、その理由と排出量の算定方法を明示する。

対策を実施しない場合の目標年度までの CO_2 排出量の見通しの例を、**表 2.3.1-1** に示す。

表 2.3.1-1　対策を実施しない場合の目標年度までの生産計画と CO_2 排出量の見通しの例

年度	基準年度					目標年度
	01 年度	02 年度	03 年度	04 年度		XX 年度
生産計画 （基準年度比）			工場再整備に伴い 30[%]減産	工場再整備に伴い 50[%]減産		工場再整備と設備増設に伴い 20[%]増産
年間生産量[千 t]	500	500	350	250		600
CO_2 排出量[t-CO_2]	1,000	1,000	700	500		1,200

CO_2 排出量の算定方法

CO_2 排出量[t-CO_2]＝生産量[千 t]×CO_2 排出量原単位[t-CO_2/千 t]

CO_2 排出量原単位：CO_2 排出量[t-CO_2]÷生産量[千 t]＝2.0[t-CO_2/千 t]

（2）実施する対策の選定

事業者は、支援者から提案された対策の中から実施する対策を選定する。支援者は、提案した対策を事業者が選択した理由と選択しなかった理由を確認し、次の提案の参考にする。とくに、事業者が診断結果報告時には実施する意向を示したが実施計画策定時に実施しないと判断した対策があれば、実施しないと判断した理由を必ず確認する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

（3）CO_2 削減量の算定

対策案ごとの CO_2 削減量を算定し、それらを合算して工場・事業場全体の CO_2 削減量を算定する。CO_2 排出量の増減が予想される場合には、その影響を考慮する。

なお、同一の設備に複数の対策を実施して対策の効果が相互に連関する場合には、対策ごとの CO_2 削減量を単純に合算した値が工場・事業場全体の CO_2 削減量よりも多くなるため、対策ごとに順を追った算定が必要になることがある。

例えば、ボイラーの不要時停止と給水タンクの保温を実施する場合、CO_2 削減量は各対策効果の合算値よりも小さくなる。本例の場合、不要時停止対策後のボイラーの CO_2 排出量を算定したうえで、給水タンク保温対策による CO_2 削減量を算定しなければならない。本例の算定手順を以下に示す。

①ボイラーの不要時停止対策実施後の CO_2 排出量を算定する。

②①を用いて、ボイラーの不要時停止対策実施後の CO_2 削減量を算定する。

③①の CO_2 排出量をベースに、給水タンク保温対策による CO_2 削減量を算定する。

④②と③を合算し、ボイラーの CO_2 削減量を算定する。

同一の設備に複数の対策を実施する場合の CO_2 削減量の計算例を**図 2.3.1-1** に示す。

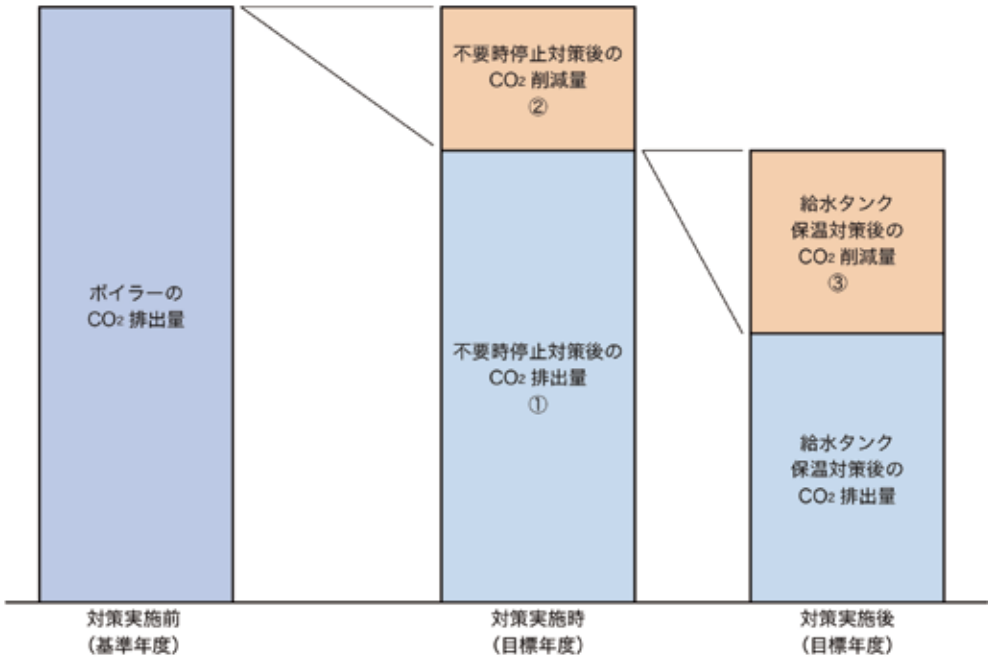


図 2.3.1-1　同一の設備に複数の対策を実施する場合の CO_2 削減量の計算例

また、前述のように算定に用いた前提条件に不確定な要素が含まれている場合には、CO_2 削減量が過大になることを避けるために、適切な余裕度（安全率）を乗ずることが望ましい。余裕度（安全率）を乗じた場合には、不確定要素の内容と余裕度（安全率）の根拠を明示する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

（4）短期目標の設定

目標年度の前年度までにすべての対策を実施するように計画を立てる。実施する対策ごとに実施年度とその効果（CO_2 削減量）を表にまとめる。

実施する対策ごとの実施年度と効果をまとめた例を**表 2.3.1-2** に示す。

表 2.3.1-2　実施する対策ごとの実施年度と効果の例

年度		基準年度					目標年度
		01 年度	02 年度	03 年度	04 年度		XX 年度
対策を実施しない場合の CO_2 排出量[t-CO_2]と増減理由		1,000	1,000	700	500		1,200
				工場再整備に伴う生産量減少	工場再整備に伴う生産量減少		増産計画に伴う設備増設
対策 1	実施		○	○	○		○
	削減量[t-CO_2]		5	10	10		10
対策 2	実施			○	○		○
	削減量[t-CO_2]			15	20		20
対策 3	実施				○		○
	削減量[t-CO_2]				20		40
削減量計[t-CO_2]			5	25	50		70
CO_2 排出量[t-CO_2]		1,000	995	675	450		1,130

※上表の例では、年度途中で実施した対策の実施年度の効果（CO_2 削減量）を月割りで割り引いている。

上記で求めた工場・事業場全体の CO_2 削減量を、工場・事業場の短期目標とする。短期目標には、目標を達成する目標年度を明示する。

表 2.3.1-2 の例では、目標年度（XX 年度）は増産計画に伴う設備増設が予想されているため、CO_2 排出量が 1,130[t-CO_2]（基準年度よりも増加）であれば CO_2 排出量を 70[t-CO_2]削減できたと言える。「XX 年度に CO_2 排出量を 70[t-CO_2]削減」が短期目標となる。

短期目標は、事業者が目指す CO_2 削減量を満足するように設定する。事業者が目指す削減量に届かない場合は、追加対策の要否を事業者と協議する。

ただし、短期目標の達成を容易にするために、「対策を実施しない場合の目標年度までの CO_2 排出量」を恣意的に大きく見通してはならない。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

Step3-2 実施計画の立案

事業者は、選定した対策の提案内容に基づき実施計画を立案する。必要に応じて、支援者の支援を受ける。選択した対策が複数ある場合には、工場・事業場全体の実施計画と個々の対策の実施計画を立案する。提案された対策のほかに事業変革に関連する対策があれば、同様に実施計画を立案する。

運用改善（不要時の設備運転停止、設定値の適正化、清掃・洗浄、等）対策の実施計画には、改善状態を継続維持するための具体的な運用規定の内容（運転マニュアルの改訂、チェックリストの作成、等）を明示する。過去に制定した運用規定が守られていなかった場合には、遵守のための運用体制の見直しも必要である。

設備導入・更新対策の実施計画には、以下の事項を明示する。

- 対策を実施する具体的な方法
  例：老朽化したガス焚き冷温水発生機 1 台を高効率チラー2 台に置き換える
- 対策と同時に改善する設置環境
  例：エアコン室外機を、直射日光／積雪を避けて設置する
- 対策を実施する手順と時期
  例：資金調達、稟議承認、チラー発注、設置・撤去工事、検収、チラー運転開始等
- 対策を実施する責任部署と責任者
  例：購入設備選定部署とその長、設置工事部署とその長
- 対策提案時に算定した対策効果（CO_2 削減効果、投資効果等）
- 対策実施後に対策の効果を確認する方法と時期または頻度
  例：チラーの消費電力計測器設置、計測部署、計測頻度
- 対策実施後に対策の効果の程度を判断する基準
  例：チラーの消費電力計測値と計画時の消費電力算定値との差異が 5[%]未満

対策の実施によって CO_2 削減以外の効果（業務効率の向上、コスト削減等）が期待できる場合には、確認すべき効果として実施計画に加える。

対策の CO_2 削減効果は、対策実施の翌年度の CO_2 削減量で表される。年度途中で実施する対策の実施年度の CO_2 削減量は、年間削減量を月割りで割り引いて求める。

実施計画に定める時期または頻度で対策の効果を確認することにより、対策の実施に関する早めの判断と処置につなげることができる。

また、計画通りに実施できない場合や目標達成が困難であると判断したときの対応策を事業者から求められることを想定して、支援者は追加対策等の代替策を準備しておくことが望ましい。

CO_2 削減目標と実施計画は、関係者に周知し共有する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

前述の Step2-2「情報の収集」から Step3-2「実施計画の立案」までの流れを確認する参考として、各説明の見出しを以下に再掲する。

Step2-2 情報の収集

（１）情報・データの収集
（２）収集した情報・データの整理
（３）対策メニューリストの参照
（４）削減余地候補の抽出
（５）現地踏査計画の立案

Step2-3 現地踏査と計測

（１）現地確認
（２）計測
（３）過去に実施した対策の確認

Step2-4 削減余地の抽出

（１）主な設備・工程の活動状況、CO_2 排出状況の整理
（２）エネルギーフロー図の作成
（３）エネルギーフロー概要図の作成
（４）システム・設備・工程別のエネルギーフロー図の作成
（５）エネルギー使用量・エネルギーロスおよび CO_2 排出量の分析
（６）削減余地の整理

Step2-5 対策案の選定

（１）対策候補の選択
（２）CO_2 削減量の算定
（３）投資効果（投資回収年数等）の算定
（４）対策案の選定

Step2-6 診断結果の報告

（１）診断内容と結果の報告
（２）対策案の提案
（３）提案情報の提供
（４）更新前後の比較図の作成
（５）対策実施後のモニタリングと効果算定の方法
（６）対策実施に向けた情報提供とコミュニケーション

Step3-1 実施する対策の選定と短期目標の設定

（１）目標年度までの見通し
（２）実施する対策の選定
（３）CO_2 削減量の算定
（４）短期目標の設定

Step3-2 実施計画の立案

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

Step4　実施計画の実行

事業者は対策を実施し、CO_2 削減目標の達成状況を確認する。

Step4-1 ➡ **対策の実施**
Step4-2 ➡ **対策の効果確認**
Step4-3 ➡ **CO_2 削減目標の達成確認**

Step4-1　対策の実施

事業者は、実施計画にしたがい対策を実施し、実施内容を記録する。計画通りに実施できない場合には、予め準備しておいた次善策を基に処置をする。実施内容の記録の例を**表 2.4.1-1** に示す。

表 2.4.1-1　実施内容記録の例

対策内容：高効率ボイラーに更新し、燃料を A 重油から都市ガスに転換する。					
	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
計画	導入稟議	ボイラー発注	更新・工事	運転切り替え	
実施	導入稟議	ボイラー発注		更新・工事	運転切り替え
コメント	計画通り	計画通り	工事業者の事情による遅れ（処置不要）	工事業者の事情による遅れ（処置不要）	工事の遅れに伴う遅れ（処置不要）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

Step4-2 対策の効果確認

事業者は、対策ごとの効果（CO_2 削減量等）を実施計画で定めた時期に、定めた方法で算定する。運用改善対策については、適切な頻度で改善状態が維持継続できていることも合わせて確認する。目標年度以前に効果を確認するのは、目標年度末になって初めて目標未達成が判明し手遅れになる事態を防ぐためである。

対策の効果確認の例を**表 2.4.2-1** に示す。

表 2.4.2-1　対策の効果確認の例

対策（該当の 6 類型）	対策内容	対策の実施確認	効果の確認方法
チラーの冷水出口温度の適正化（運用改善）	夏期の冷水温度　：　7[℃] 中間期の冷水温度：10[℃]	冷水温度の記録（日報等）	チラーの使用電力量と CO_2 排出量の変化
ボイラー給水タンクの保温（部分更新・機能付加）	給水タンクの表面全面を断熱材にて保温	給水タンクの表面温度	ボイラーの燃料使用量と CO_2 排出量の変化
高効率コンプレッサーの導入（設備導入）	老朽設備を新規設備に更新	導入設備の仕様と稼働記録	コンプレッサーの使用電力量と CO_2 排出量の変化
給湯設備の燃料を A 重油から都市ガスに転換（燃料低炭素化）	真空式温水ボイラーを A 重油式から都市ガス式に更新	燃料（A 重油と都市ガス）の使用量	真空式温水ボイラーの CO_2 排出量の変化
工業炉の燃料を都市ガスから電気に転換（電化）	工業炉を都市ガス式から電気式に更新	都市ガスと電気の使用量	工業炉の CO_2 排出量の変化

対策の実施責任者は対策ごとの効果（CO_2 削減量）の状況から、工場・事業場の CO_2 削減目標（短期目標）の達成見込みを判断する。目標達成が困難であると判断したときには対策ごとに原因を究明し、次善策にしたがって対処する。

なお、対策実施後に変化しないはずのもの（冷暖房効果、室内の照度等）が変化していないか、対策実施後に予期せぬ不具合（生産性の低下、振動騒音の発生等）が発生していないかも確認する。不具合が発生している場合には、実施した対策との因果関係を調査し対処する。目標達成が困難な状況や対策実施により発生した予期せぬ不具合を、放置してはならない。

一方、発生した不具合の要因として実施した対策が疑われることがある。

- 生産性が落ちたのは、空調の運転時間を短縮したからではないか？
- 製品の歩留まりが低下したのは、ボイラーの蒸気圧を下げたからではないか？
- 売上高が落ちたのは、売り場の照明を LED に変えたからではないか？

このような場合には、実施した対策と発生した不具合の因果関係をエビデンス等から冷静に分析し、適切に対処をする。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

Step4-3 CO_2 削減目標の達成確認

事業者は、Step3 で設定した工場・事業場の CO_2 削減目標（短期目標）の達成状況を目標年度末に確認する。工場・事業場の CO_2 削減目標（短期目標）が達成できなかった場合には、その要因を分析する。目標が達成できなかった要因には、以下が考えられる。

- ➢ 実施計画通りに実行しなかった。
- ➢ 実施計画策定時に算定した対策効果に誤りがあり、過大であった。
- ➢ 実施計画策定時に対策効果を算定したときの前提条件に、大きな変化が生じた。
  - ● 対策を実施しない場合の目標年度までの CO_2 削減量の見通しに誤りがあった。
  - ● 予期していなかった事態により、前提条件が大きく変化した。

目標未達の要因を分析し、新たな目標を設置し実施計画を策定する際の参考にする。

また、Step4-2 において「目標が達成できる」と判断していたにもかかわらず達成できなかったときには、判断を誤った要因も究明する。

なお、実施計画策定時には予期していなかった事態により対策効果を算定したときの前提条件が大きく変化したために CO_2 排出量が増加したと思われる場合、目標未達の要因には挙げるが工場・事業場の CO_2 削減量の見直しや目標達成状況の修正は行わない。

Step5 では、工場・事業場の CO_2 削減量の見直しではなく、対策ごとの効果（CO_2 削減量）を見直す手順を示す。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

Step5　対策効果の検証

支援者は、目標の達成結果に関わらず対策ごとの効果を検証し、検証結果を新たな診断に活用する。Step5 にて示す対策ごとの効果検証方法は、Step4 の工場・事業場の CO_2 削減量の確認方法とは関係がない。

Step5-1 ➡ **対策効果の確認**
Step5-2 ➡ **対策の有効性評価**

Step5-1　対策効果の確認

確認すべき対策効果は、以下の二つである。

➢対策を実施したことにより CO_2 排出量が削減できたか？
➢実施計画時に算定した対策効果通りに CO_2 排出量が削減できたか？

（1）対策効果の算定

支援者は、実施した対策ごとに CO_2 削減量を算定する。対策ごとの CO_2 削減量の算定方法を以下に示す。

［対策ごとの CO_2 削減量（実績）］＝［対策実施前（基準年度）の排出量］
－［対策実施後の排出量（実績）］

計画時と対策実施後の CO_2 削減量の比較を**図 2.5.1-1** に示す。本例は、対策実施によって CO_2 排出量は削減できたが、削減量は計画時の算定時よりも小さい事例を示す。

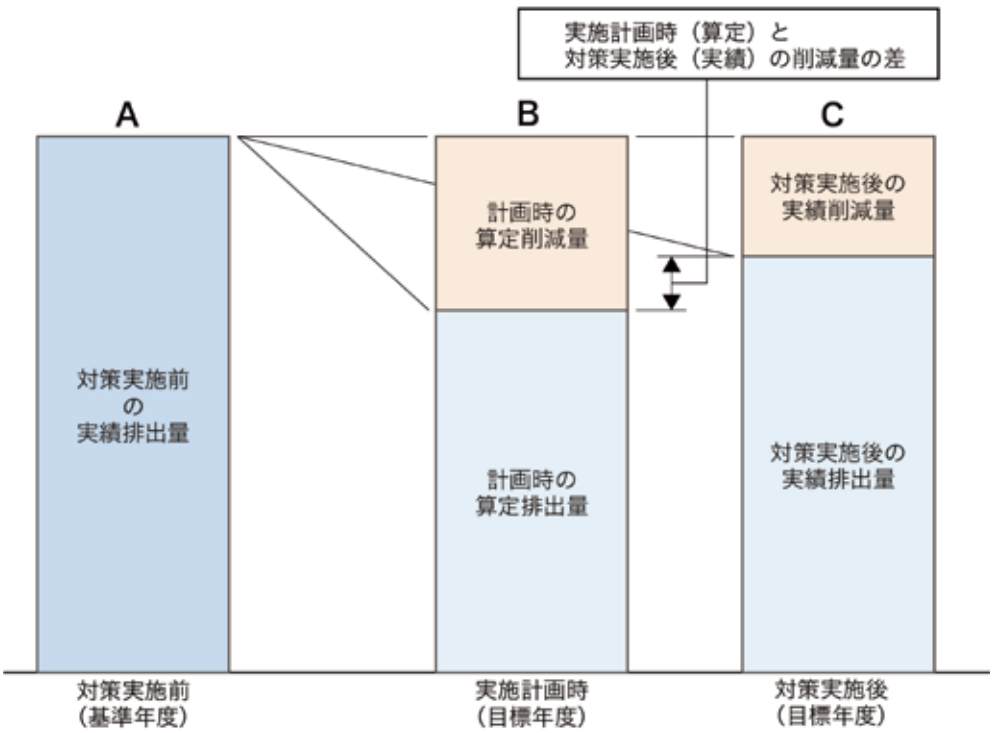


図 2.5.1-1　計画時と対策実施後の CO_2 削減量の比較

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

対策実施の前後で設備の運転条件や負荷条件が変化していることが多い。その場合、対策ごとの CO_2 削減量を正しく検証するために、対策実施前後の条件を合わせて再算定し、対策の効果を見直すことが望ましい。対策効果の見直し方法は、以下の二つである。

- 対策実施後の CO_2 排出量を対策実施前（基準年度）の条件に合わせて再計算する。
- 対策実施前（基準年度）の CO_2 排出量を対策実施後の条件に合わせて再計算する。

対策実施前（基準年度）のエネルギー使用量が正確に算定できている場合には、前者の方法で対策効果を正しく検証することができるが、対策実施前（基準年度）のエネルギー使用量が正確に算定できていない場合には、後者の方法で対策効果を検証する必要がある。

たとえば、対策実施後の CO_2 排出量を対策実施前（基準年度）の条件に合わせて効果を見直す手順は以下のとおりである。

①診断時に対策実施前（基準年度）の CO_2 排出量算定に用いた条件（運転条件、負荷条件等）を確認する。

②対策実施前（基準年度）の条件（運転条件、負荷条件等）の値を用いて、対策実施後の CO_2 排出量を再算定する。

③再算定した対策実施後の CO_2 排出量を用いて、対策実施による CO_2 削減量を再算定する。

対策実施後の CO_2 排出量の再計算過程を**図 2.5.1-2** に示す。

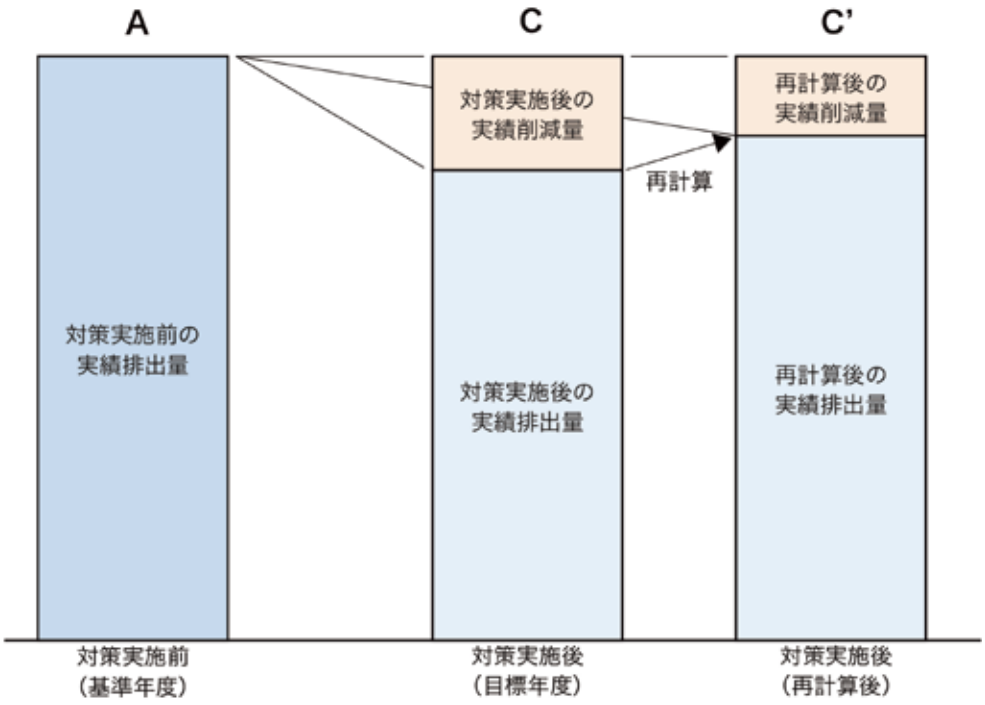


図 2.5.1-2　対策実施後の CO_2 削減量の再計算過程

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

対策効果の見直しの一例として、ボイラーの燃料転換（A 重油 → 都市ガス）対策の効果見直し手順を示す。

①対策実施前（基準年度）の A 重油ボイラーの A 重油使用量を燃料購入記録から求める。

②対策実施前（基準年度）の A 重油ボイラーの給水量（発生蒸気量）を計測・記録する。

③燃料転換対策実施後の都市ガスボイラーの給水量（発生蒸気量）を計測する。

④対策実施前後の給水量（発生蒸気量）を比較する。

⑤給水量（発生蒸気量）に 10[%]以上の増減がある場合、対策実施前の給水量（発生蒸気量）を用いて対策実施後の A 重油ボイラーの A 重油使用量を再算定する。

⑥再算定した対策実施後の A 重油使用量から CO_2 排出量を再算定する。

⑦再算定した対策実施後の CO_2 排出量を用いて CO_2 削減量を再算定する。

⑥と⑦が、図 2.5.1-2 の C'に相当する。

対策実施前（基準年度）の条件を用いて対策実施後の CO_2 排出量を再算定することが困難な場合には、その旨を対策効果の値に付記する。

また、同一の設備に複数の対策を実施した場合、対象設備の CO_2 削減量を個々の対策の CO_2 削減量に按分できない場合がある。例えば、ボイラーの不要時停止と給水タンクの保温を同時に実施した後にボイラーの燃料使用量を計測することにより CO_2 削減量が算定できたとしても、個々の対策による CO_2 削減量に分けて求めることはできない。このような場合には、実施した複数の対策による総合的な CO_2 削減量として記録する。

支援者は、対策ごとの効果を算定する。対策効果は CO_2 削減量だけでなく、可能であれば CO_2 削減率（対策実施による CO_2 削減量の対策実施前の CO_2 排出量に対する割合）も算定すると、有効性の評価がし易い。

なお、この見直しの結果は Step 4-3 の目標達成の確認結果に影響を与えるものではない。

（２）実施計画時の対策効果との比較

実施計画時に求めた対策効果と対策実施後に求めた対策効果を対策ごとに比較し、対策効果の算定方法を検証する。計画時に求めた対策効果（削減量）と CO_2 削減実績が異なる場合、以下のような要因が考えられる。

- 実施計画通りに対策が実施されなかった。
- 対策効果に影響を及ぼす事態が発生した。
- 計画時に求めた対策効果（削減量）の前提条件や算定方法に誤りがあった。

実施計画通りに対策を実施できなかった場合には、その要因を究明する。

対策効果に大きな影響を及ぼす事態が発生した場合には、対策効果に影響を及ぼした要因を特定し、前述（１）と同様に計画時の CO_2 排出量を再計算する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

実施計画時と対策実施後の CO_2 削減量の差を**図 2.5.1-3** に示す。

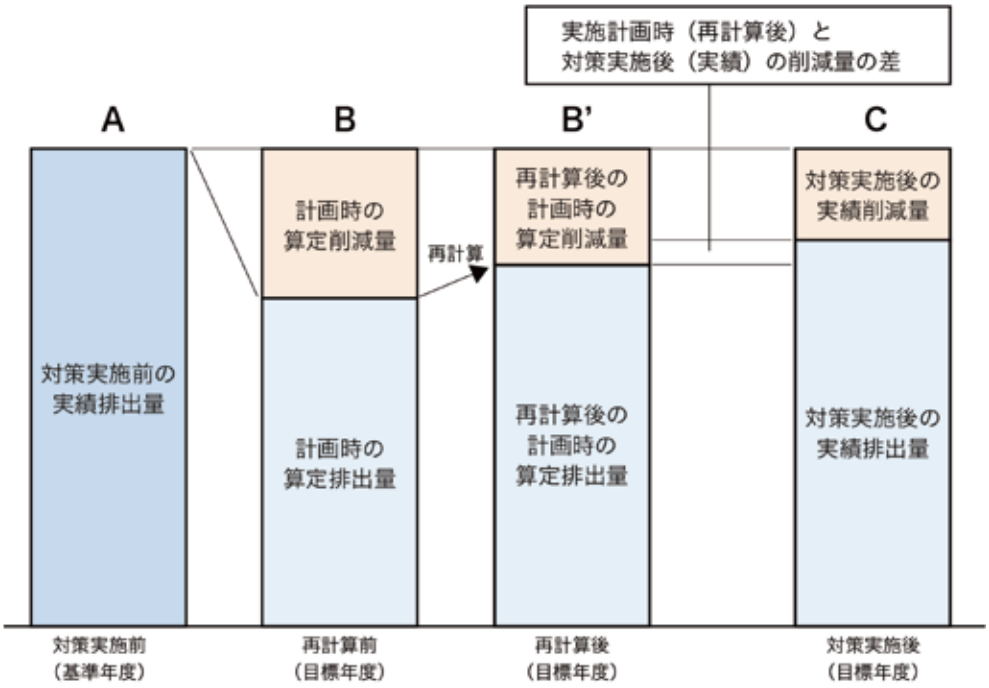


図 2.5.1-3　実施計画時と対策実施後の削減量の差

計画時に求めた対策効果（削減量）の前提条件や算定方法に誤りがある場合には、以下のような誤りの要因が考えられる。

- 計画時の対策効果算定に用いた前提条件が、対策実施後の状況と一致していない。
- 前提条件は一致しているが、対策効果（削減量）の算定に誤りがある。（計算ミス等）
- 前提条件を含めて、対策効果の算定方法が適切でない。

誤りの要因に応じて、前提条件を含めて対策効果の算定方法を見直す必要がある。

支援者は、計画時の算定方法の検証結果を次の診断の機会に活かす。

（3）診断の適切性の確認

支援者は、上記（2）の対策効果の比較結果から Step 2 の診断の適切性を確認する。

支援者は、診断の適切性の確認結果を次の診断の機会に活かす。

（4）エネルギーフロー図の改訂

支援者は、Step2 で作成したエネルギーフロー図を、対策実施後の状態に合わせて最新版に改訂する。エネルギーフロー図の最新版は、次の診断の機会に活用できる。

事業者は、設備の導入や更新に合わせてエネルギーフロー図を常に最新の状態にしておき、定期的に見直すことが望ましい。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

Step5-2 対策の有効性評価

（１）有効性の評価

対策の CO_2 削減率を算定することにより複数の対策の有効性を比較評価できる。CO_2 削減率は、対策の対象であるシステム・設備の年間 CO_2 排出量に対する CO_2 削減量の割合[%]である。

$$\text{対策の } CO_2 \text{ 削減率[\%]} = \frac{\text{対策実施による } CO_2 \text{ 削減量}}{\text{対策実施前の } CO_2 \text{ 排出量}}$$

※ 例えば、年間 CO_2 排出量が 1,000[t-CO_2]の A 重油焚きボイラー1 台を都市ガス焚きボイラー1 台に変更し、年間 CO_2 排出量を 950[t-CO_2]にした場合の CO_2 削減率はボイラー1 台あたり 5[%]（50[t-CO_2]／1,000[t-CO_2]）である。

CO_2 削減率が大きい対策ほど、有効性が高いと評価できる。例えばＡ重油焚きボイラー１台を都市ガス焚きに変更したときのCO_2削減率よりもバイオマスボイラーに変更したときのCO_2削減率が高ければ、バイオマスボイラーに変更する方が有効性が高いと言える。

予め有効性の判定基準を設定しておけば、個々の対策の有効性を判定・評価できる。

なお、対策を全体ではなく部分的に実施した場合には、CO_2 削減率をできるだけ定量的に捉える工夫が必要である。

※ 例えば、年間 CO_2 排出量が 1,000[t-CO_2]の A 重油焚きボイラー1 台の蒸気配管の全長の 10[%]に断熱処置をして年間 CO_2 排出量を 970[t-CO_2]にした場合、CO_2 削減率は断熱処理長 10[%]あたり 3[%]である。

CO_2 削減率は対策の有効性評価だけでなく、類似の対策を提案・実施する際の効果算定にも活用できる。とくに、Step2-5 にて述べた「CO_2 削減量を正確に求めることが困難な対策」の効果を推計する際に有効活用できる。

対策効果の検証結果と有効性評価の一覧表を作成することが望ましい。対策効果の検証結果と有効性評価の一覧表の作成例を**表 2.5.1-1** に示す。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

表 2.5.1-1　対策効果の検証結果と有効性評価の一覧表の作成例

対策（該当の 6 類型）	対策内容	対策効果の検証 〈CO_2 削減率〉	有効性評価
チラーの冷水出口温度の適正化（運用改善）	夏期の冷水温度　：　7[℃] 中間期の冷水温度：10[℃]	効果算定量と同量の CO_2 削減が認められた。 〈3.5[%]〉	有効性低い。
ボイラー給水タンクの保温（部分更新・機能付加）	給水タンクの表面全面を断熱材にて保温	効果算定量の約 50%の CO_2 削減が認められた。 〈2.0[%]〉	有効性低い。 適切な断熱材を選択する。
高効率コンプレッサーの導入（設備導入）	老朽設備を新規設備に更新	効果算定量の約 1.3 倍の CO_2 削減が認められた。 〈8.5[%]〉	有効性高い。
給湯設備の燃料を A 重油から都市ガスに転換（燃料低炭素化）	真空式温水ボイラーを A 重油式から都市ガス式に更新	効果算定量と同量の CO_2 削減が認められた。 〈15[%]〉	有効性高い。 ヒートポンプと比較する。
工業炉の燃料を都市ガスから電気に転換（電化）	工業炉を都市ガス式から電気式に更新	効果算定量と同量の CO_2 削減が認められたが、一部の製品の品質が低下した。 〈20[%]〉	有効性高い。 製品品質に与える影響を解決する必要がある。

※上表の例では、有効性の判定基準を CO_2 削減率 5[%]と設定している。

Step5 では CO_2 削減効果（削減量・削減率）を用いて対策の有効性を検証・評価する手順を述べたが、対策の有効性は CO_2 削減効果のみで評価できるものではない。費用対効果や実施の容易性等を事業者の実情に合わせて適切に判断し、対策の有効性を総合的に評価することが望ましい。

（2）取りこぼし対策の記録

各ステップで取りこぼした以下の対策について、取りこぼし要因と共に記録する。取りこぼし対策の要因分析は、Step6 で活かすことができる。

- **Step2**：削減余地は大きいが実施しにくいと判断して提案しなかった対策案
  CO_2 削減効果を正確に算定できないため提案しなかった対策案
- **Step3**：診断結果報告時に提案したが事業者が実施しなかった対策案
  診断結果報告時には事業者が実施する意向を示したが、実施計画策定時に実施しないと判断した対策案
- **Step4**：実施計画通りに実施できなかった対策

（3）対策実施に関連して発生した不具合の記録

対策実施に関連して発生した不具合について、要因と共に記録する。不具合の要因分析は、Step 6 で活かすことができる。

- 実施したが継続できなかった運用改善の対策
- 実施計画通りに実施したが想定した効果が確認できなかった対策
- 対策実施後に発生した予期せぬ変化や不具合の状況

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

Step6　ステップアップ

事業者は、中長期目標の達成に向けて取り組みを継続し、ステップアップを図る。支援者は、支援により得た知見を活用して事業者のステップアップを支援する。

取り組みのステップアップには、以下のようなものがある。

- ➢ 運用・管理体制の強化を図り、対策を確実に実施して脱炭素化目標の達成を目指す。
- ➢ 脱炭素化目標と達成状況を開示し、脱炭素化を事業運営に取り込む。
  - ● TCFD 提言等に基づく情報開示
  - ● SBT 目標の設定
  - ● RE100 への参加

Step6 では、脱炭素化目標を達成するためのステップアップの手順を示す。

Step6-1 ➡ **対策効果の検証結果の活用**
Step6-2 ➡ **中長期計画の実施状況の確認**
Step6-3 ➡ **次期短期目標の設定**

Step6-1 対策効果の検証結果の活用

支援者は、対策効果の検証結果を新たな取り組みに活用する。活用方法を以下に示す。

- ➢ 有効性が高く、再実施が可能な対策を抽出し提案する。
  - ● Step 5-2 にて求めた「対策の CO_2 削減率」を対策効果の算定に活用する。
  - ● 有効性が高い対策を優先的に提案する。
  - ● 有効性が高い対策は、事業者の実施判断を促しやすい。
- ➢ 取りこぼした対策案の取りこぼし要因を分析し、新たな取り組みに活かす。
- ➢ 対策実施に関連して発生した不具合の要因を分析し、新たな取り組みに活かす。

事業者は、他の工場・事業場やサプライヤーを含むグループ内に類似の有効な対策実施事例があれば、効率よく水平展開をすることができる。新たに工場・事業場を建設する計画がある場合には、有効性が高い対策を設計段階から取り込むことができる。

Step6-2 中長期計画の実施状況の確認

事業者は中長期計画の実施状況を確認し、取り組みのステップアップを図る。支援者は、事業者にステップアップの方法を提案する。取り組みのステップアップの例を以下に示す。

- ➢ 新たに実用化された脱炭素化技術や脱炭素化設備を導入する。
- ➢ インターナルカーボンプライシングを活用し、積極的な投資判断を促進する。
- ➢ 提供する製品やサービスの脱炭素化を図る。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

➢ 取り組みの範囲をサプライチェーン全体に拡大する。
➢ 新たな制度（排出量取引制度等）を利用する。

排出量取引制度を利用する場合、CO_2 排出量の削減実績として公的に認められない場合があるので注意が必要である。また、排出量取引制度を利用して CO_2 排出量を売却すると、売却量に相当する CO_2 削減量が減少することにも注意が必要である。

Step6-3 次期短期目標の設定

事業者は、Step4 の短期目標の達成状況を踏まえて、次期短期目標を設定するために、新たな Step1 に進む。必要に応じて、支援者の支援を受ける。

以上のように本章では、事業者と支援者が協力して脱炭素化を実践する手順を示した。脱炭素化の取り組みを一過性で終わらせず、第 1 章に示す脱炭素化経営を目指していただきたい。

column SHIFT 事業に関連した CO_2 価格付け（カーボンプライシング）

CO_2 の価格付け（カーボンプライシング、以後 CP という）による CO_2 排出抑制への取り組みみが世界的に拡大している。SHIFT 事業に関連した CP の手法には、排出量取引や、インターナルカーボンプライシング（Internal Carbon Pricing、以後 ICP という）がある。

排出量取引は、企業ごとに CO_2 排出量の上限を定め、排出量が上限を超える企業と下回る企業との間で排出量を売買する仕組みである。例えば SHIFT 事業においては、企業が計画した目標年度排出量を達成できなかった場合に、超過分を調達して償却する。

ICP は、企業が独自に CO_2 排出量に価格付けを行うものである。ICP の基本的な機能は、エネルギー機器別に CO_2 排出量を金額換算して表示することによる環境リスクの「見える化」、脱炭素目標達成に向けた企業内部のガバナンス向上、企業の脱炭素投資意思決定の強化・促進等である。SHIFT 事業への応用としては、エネルギー関連設備投資の実行可否判断に際し、排出量削減分の金額換算を行い、各年の設備投資効果に算入することが考えられる。例えば、SHIFT 事業の 2021 年度採択事業の中から高効率冷凍冷蔵庫の更新投資事例を選び、ICP の設定値別に投資回収年数の変化を調査した結果、従来の計算では初期投資額 2,800 千円の投資回収年数が 17.0 年の場合に、ICP を 10、50、100 [千円/t-CO_2]として排出量削減分の金額価値を投資回収分に組入れて計算すると、それぞれ投資回収年数は 13.7 年、7.7 年、5.0 年となる場合があった。このように、ICP の導入により設備投資判断基準の高度化が期待される。ICP の活用の詳細については以下の文献を参照されたい。

環境省：『インターナルカーボンプライシング活用ガイドライン』（2022 年 3 月）
https://www.env.go.jp/content/900440896.pdf

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）



第３章

脱炭素化に役立つツールと使い方

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

脱炭素化に役立つツールと使い方

本章では、脱炭素化に有効な対策と、実施時の効果算定に役立つツールを提示し、ツールの使い方を説明する。

第 3.1 節「対策メニューリスト」では、巻末に掲載する対策メニューリストの概要とメニューの選び方を説明した。リストは工場・事業場における CO_2 削減対策を体系的に整理したものであり、巻末に掲載した。支援者・事業者が CO_2 削減対策を漏れなく選定することを期待する。

第 3.2 節「対策効果算定の基本的な考え方と方法【対策効果算定シート】」では、選定された対策による CO_2 削減効果を精度良く定量的に算定するために、考慮すべき算定の原則、間違いやすい点、留意してほしい事項等を示した。代表的な対策については、具体的な数値や計算過程を記載した「対策効果算定シート」を作成し、別添の DVD に収録した。

第 3.3 節「業種、システム、設備機器別の脱炭素化対策」では、別添の DVD に収録されている、「3.3.2 業種別の診断ポイントと対策技術」「3.3.3 システム別の診断ポイントと対策技術」「3.3.4 設備・機器別の診断ポイントと対策技術」のそれぞれの使い方を説明した。ここには第 2 章 Step2 で現地踏査を行う際の診断ポイントと対策提案をする際の留意事項等が記載されている。

第 3.4 節「対策分析シート」では、別添の DVD に収録されている「対策分析シート」の内容と活用方法を説明した。「対策分析シート」は平成 28 年度から令和 2 年度に実施された CO_2 削減ポテンシャル診断推進事業にて提案された対策の中から今後優先的に取り組むべきと思われる 32 の対策メニューを選定し、実施状況を分析した。

脱炭素化の推進にあたり、これらのツールを活用していただければ幸いである。

◆DVD 版を快適にお使いいただくために◆

●DVD の閲覧方法

※PDF は必ず「Adobe Acrobat Reader」で閲覧してください。
「contents.pdf」が全体の目次になっています。
最初に「contents.pdf」をクリックして目次を表示させ、その目次から各 PDF にお進みください。
全ての対策効果算定シート、対策分析シートは対策メニューリスト（Excel）からも閲覧できます。

●PAC 年間電力算出ツール

PAC 年間電力算出ツールは、DVD を開いて PAC_denryoku_tool.xlsm をご自分の PC やハードディスク等にコピーしてお使いください。

●セキュリティ警告について

・PDF のリンクをクリックすると「セキュリティ警告」が出る場合があります。
　この場合「許可」をクリックしてお進みください。
・対策メニューリスト（Excel）をクリックすると「ファイルを起動」メッセージが出ますが
　「開く」をクリックしてお進みください。
・PAC 年間電力算出ツール（Excel）を開くと「セキュリティ警告」が出ますが、「コンテンツの有効化」をクリックしてお使いください。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

3.1 対策メニューリスト

3.1.1 概要

本ガイドラインの巻末に掲載する対策メニューリストは、工場・事業場における CO_2 削減対策を体系的に整理したものであり、その主な目的は次の 2 つである。

- 削減余地診断（第 2 章 Step2）における CO_2 削減余地候補のリストアップに役立てる。
- 対策ごとに付けた対策メニュー番号を利用して、どのような対策が実施されやすいかなどを定量分析することを可能とする。

本ガイドラインの対策メニューリストでは、**表 3.1.1** に示す、大分類、中分類、小分類に基づき対策メニューが体系的に分類されている。

表 3.1.1　対策メニューの分類

名称	説明
大分類	システム・設備に対応した 17 種類の区分を設けている。 11 空調システム 12 蒸気システム 13 冷却水システム 14 圧空システム 21 照明設備 22 受変電・配電設備 23 OA 機器 24 電動機・ポンプ・ファン 25 工業炉 26 冷凍・冷蔵設備 27 排水処理設備 28 昇降設備 29 給湯・温水利用設備 30 発電設備 31 水利用設備 32 エネルギー管理設備 33 その他のシステム、設備機器
中分類	ユーティリティシステム（大分類 11～14）において、ユーティリティの発生段階、移送段階、消費段階を区別する。ユーティリティシステム以外の大分類では用いない。
小分類	対策の 6 類型（運用改善、部分更新・機能付加、設備導入、燃料低炭素化、電化、電力低炭素化）を表す。類型の解説については、第 1 章　**表 1-2** を参照のこと。

すべての対策には、上の分類に基づく対策メニュー番号が振られている（**図 3.1.1** 参照）。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

（例）1 1 3 1 1　空調・換気不要時の空調・換気停止、運転時間短縮

- 通し番号（「メニューにない対策」の場合は０）
- 小分類（１:運用改善　２:部分更新・機能付加　３:設備導入
  ４:燃料低炭素化　5:電化　6:電力低炭素化）
- 中分類（大分類 11～14 に対しては、１:発生、２:移送、３:消費
  それ以外の大分類では 0）
- 大分類（**表 3.1.1** 参照）

図 3.1.1　対策メニュー番号の成り立ち

3.1.2　対策メニューの選び方

対策メニューの大分類には、その区分のシステム・設備を構成する主要な機器に関する対策およびシステム・設備の方式や制御に係る対策がまとめられている。

診断対象であるシステム・設備が、その区分に特有な機器だけでなく、他の区分のシステム・設備でも使用される機器から構成されている場合は、それぞれの構成機器に対応した複数の対策メニューの大分類から対策を選ぶことを想定している。

たとえば、大分類 11 の対策メニューには、空調システムの構成機器である冷却塔、チラー等に関する対策が含まれている。冷却塔やチラーは冷却水システムの構成機器でもあるが、冷却水システムの診断において冷却塔やチラーに関する対策を提案する場合には、大分類 11 の対策メニューを参照する。

対策メニュー選択の参考となるように、システム・設備区分ごとに診断対象となる主な機器と、対応する対策メニューの大分類を**表 3.1.2** に例示する。

なお、本体機器で利用するためのユーティリティ（蒸気、冷却水、圧縮空気）を発生する付属機器（本体機器に組み込まれている場合も含む）を対象とする対策は、ユーティリティシステム（蒸気システム、冷却水システム、圧空システム）の区分の対策メニューから選択する。

（例）レーザー加工機

- レーザー加工機の冷却水に関する対策であれば、**表 3.1.2** のシステム・設備区分「冷却水システム」の対策から選択する。
- レーザー加工機本体に関する対策（例えば、ガスレーザー加工機からファイバーレーザー加工機への更新）であれば、**表 3.1.2** のシステム・設備区分「その他のシステム、設備機器」の対策から選択する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

表 3.1.2　システム・設備区分の機器と対応する対策メニューの大分類の例示

システム・設備区分	対策提案の対象となる機器の例	対策メニュー大分類
空調システム	チラー、吸収式冷温水機、ターボ冷凍機、冷却塔、冷温水配管、蓄熱設備、ファンコイルユニット、エアハンドリングユニット、パッケージエアコン、ビルマルチ、ガスヒートポンプエアコン、加湿システム、スポット空調機、暖房機、輻射式冷暖房機、全熱交換器	11
	空調用蒸気ボイラー、蒸気配管	12
	冷温水ポンプ、換気ファン、冷却塔ファン	24
	空調用温水ボイラー	29
蒸気システム	蒸気ボイラー、給水タンク、純水装置、蒸気配管、スチームトラップ、ドレン回収装置、蒸気使用設備	12
	給水ポンプ、ドレン回収ポンプ	24
冷却水システム	冷却塔、チラー、ターボ冷凍機、蓄熱設備、冷却水/冷水配管	11
	冷却水/冷水使用設備（水冷式生産・加工機、化学反応槽、食品冷却装置等）	13
	送水ポンプ	24
	（加熱工程と冷却工程が両方存在している場合）熱源設備	29
圧空システム	コンプレッサー、清浄化装置、レシーバータンク、エアー配管、減圧弁、増圧弁、エアー使用設備	14
照明設備	照明設備（蛍光灯、LED、水銀灯、誘導灯等）、調光設備、制御機器	21
受変電・配電設備	変圧器、デマンド監視制御装置（EMS 設備を除く）、力率改善コンデンサ、周波数変換器、無停電電源装置（UPS)、配電線、負荷平準化用蓄電池	22
	受変電室排気ファン	24
OA 機器	パソコン、プリンター、その他事務用機器	23
電動機・ポンプ・ファン	各種電動機、送水ポンプ、油圧ポンプ、真空ポンプ、排気ファン、送風ファン、換気ファン、ブロワー、曝気ブロワー、集塵機	24
工業炉	乾燥炉、焼結炉、溶融炉、鍛造炉、キルン、脱臭炉、焼成炉	25
冷凍・冷蔵設備	冷却塔	11
	冷蔵ユニット、冷凍冷蔵庫（室）、冷凍機（空調用を除く）、フリーザー、コンデンシングユニット、ブラインクーラー、冷凍ショーケース、製氷設備	26
排水処理設備	コンプレッサー	14
	曝気ブロワー、排水ポンプ、循環ポンプ	24
	浄化槽、脱水機	27
昇降設備	駆動用電動機	24
	エレベーター、エスカレーター	28
給湯・温水利用設備	循環ポンプ	24
	温水ボイラー、給湯器、太陽熱温水器、温水タンク、熱交換器、温水配管、融雪用ボイラー、風呂（水風呂を除く）	29
発電設備	太陽光発電、燃料電池、バイオマス発電、ガスエンジンコージェネレーション、ガスタービンコージェネレーション、燃料電池コージェネレーション、蓄電設備	30
水利用設備	循環ポンプ	24
	水道、シャワー、水洗トイレ、水風呂	31
エネルギー管理設備	BEMS、FEMS	32
その他のシステム、設備機器	駆動用電動機	24
	自動販売機、食洗器、遊戯用設備、医療用機器、生産設備（工作機械、プラスチック加工機、プレス機械、印刷機械等）、搬送設備（フォークリフト、油圧ショベル、ベルトコンベア等）等	33

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

以下に、対策メニューの選択に際して注意が必要と思われるケースを、Q&A の形式でいくつか例示する。

■空調システム（大分類 11）

番号	質問	回答
11-1	老朽化した冷却塔を省エネタイプに更新することを提案する場合、どのメニューを選択すればいいか。	対策メニューの大分類 11（空調システム）から、11136 その他の高効率熱源機（ボイラーを除く）の導入（セントラル空調方式）を選んでください。
11-2	セントラル空調で熱源機として使用している A 重油ボイラーを高効率ガスボイラーに更新することを提案しようと思うが、空調システムの対策メニューに該当するものが見当たらない。「メニューにない対策」を選択していいか。	対策メニューの大分類 12（蒸気システム）から、12142 燃料転換（重油焚きからガス焚きボイラー）を選んでください。
11-3	冷却塔のファンをインバータ化してファン動力を低減することを提案しようと思うが、空調システムの対策メニューに該当するものが見当たらない。「メニューにない対策」を選択していいか。	対策メニューの大分類 24（電動機・ポンプ・ファン）から、24022 電動機・ポンプ・ファン等の回転数・流量・圧力調整（インバータ制御等）を選んでください。
11-4	換気ファンをインバータ化して風量を削減することを提案しようと思うが、空調システムの対策メニューに該当するものが見当たらない。「メニューにない対策」を選択していいか。	対策メニューの大分類 24（電動機・ポンプ・ファン）から、24022 電動機・ポンプ・ファン等の回転数・流量・圧力調整（インバータ制御等）を選んでください。
11-5	パッケージエアコン、ファンコイルユニットの不要時停止を提案する場合、11111 熱源機（ボイラーを除く）の不要時停止 を選択していいか。	パッケージエアコンやファンコイルユニットの不要時停止は、空調する部屋等の使用状況に応じて実施するので、11311 空調・換気不要時の空調・換気停止、運転時間短縮 を選択してください。

■蒸気システム（大分類 12）

番号	質問	回答
12-1	蒸気を使用するレトルト殺菌装置の断熱強化を提案する場合、レトルト殺菌装置は生産設備なので、対策メニューの大分類 33（その他のシステム、設備機器）から、33021 その他の設備機器等の保温 を選択すればいいか。	蒸気を使用する設備なので、対策メニューの大分類 12（蒸気システム）から、12322 蒸気使用機器の断熱保温を選んでください。
12-2	水を約 90[℃]まで加温（熱源は蒸気）して染色工程で使用した後、排水溝に放流されている温水から、熱交換器を介して熱回収することを提案する場合、どのメニューを選択すればいいか。	生産プロセスの温廃水に関する提案なので、対策メニューの大分類 33（その他のシステム、設備機器）から、33022 廃冷温水からの熱回収 を選択してください。 なお、熱交換器ではなく温水ヒートポンプを用いて熱回収する場合は、対策メニューの大分類 29（給湯・温水利用設備）から、29052 産業用温水ヒートポンプの導入 を選択してください。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

■冷却水システム（大分類 13）

番号	質問	回答
13-1	冷却水システムの熱源機（冷却塔を含む）や冷水配管に関する提案をする場合、どのメニューを選択すればいいか。	対策メニューの大分類 11（空調システム）から選択してください。大分類 11 に該当するメニューがない場合は、大分類 13 の「メニューにない対策」（13110, 13120, 13130）を選択してください。
13-2	レーザー加工機に組み込まれた冷却水循環装置に関する提案をする場合、どのメニューを選択すればいいか。	生産設備に組み込まれている装置であっても、冷却水に関する提案は冷却水システムの対策とみなします。冷却水循環装置（チラー）を対象とする提案の場合は、前項（13-1）と同じく、対策メニューの大分類 11（空調システム）から選択してください。
13-3	冷熱と温熱を両方同時に利用している工場で、冷水製造用チラーと温水製造用ボイラーを、冷温水同時取出式ヒートポンプに更新する提案の場合、どのメニューを選択すればいいか。	温水供給設備を対象とする提案なので、対策メニューの大分類 29（給湯・温水利用設備）から、29052 産業用温水ヒートポンプの導入 を選択してください。

■受変電・配電設備（大分類 22）

番号	質問	回答
22-1	ビルや工場のエネルギー使用状況を監視・分析し、設備機器の稼働を最適化することによりデマンドを抑制することを提案する場合、22023 デマンド制御の導入 を選択すればいいか。	ビルや工場のエネルギー使用状況を監視・分析し、設備機器の稼働を最適化するシステムの導入を提案する場合は、対策メニューの大分類 32（エネルギー管理設備）から、32031 BEMS/FEMS の導入 を選択してください。
22-2	休日等に余剰となる太陽光発電設備（既設）の発電電力を、全量自家消費するために蓄電設備の導入を提案する場合、どのメニューを選択すればいいか。	対策メニューの大分類 22（受変電・配電設備）から、22024 負荷平準化用蓄電池の導入 を選択してください。

■排水処理設備（大分類 27）

番号	質問	回答
27-1	曝気槽に流入する負荷（BOD、COD 等）が小さい時、インバータでブロワー回転数を制御して曝気量を減らすことを提案する場合、どのメニューを選択すればいいか。	対策メニューの大分類 24（電動機・ポンプ・ファン）から、24022 電動機・ポンプ・ファン等の回転数・流量・圧力調整（インバータ制御等）を選んでください。

■昇降設備（大分類 28）

番号	質問	回答
28-1	エレベーターの駆動モーターを PM モーター等の高効率モーターに更新することを提案する場合、どのメニューを選択すればいいか。	対策メニューの大分類 24（電動機・ポンプ・ファン）から、24032 プレミアム効率モーター（IE3）等の導入を選んでください。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

■発電設備（大分類 30）

番号	質問	回答
30-1	太陽光発電設備の発電出力は天候により変動する。余剰電力の発生を抑制して自家消費量を増やす目的で、太陽光発電設備（新設）とともに蓄電池の導入を提案する場合、蓄電池については大分類 22（受変電・配電設備）から、22024 負荷平準化用蓄電池の導入を選択するべきか。	太陽光発電設備と同時に蓄電池を導入する場合は、蓄電池を発電設備の一部とみなして、対策メニューの大分類 30（発電設備）から、30061 太陽光発電設備の導入を選んでください。

■その他のシステム、設備機器（大分類 33）

番号	質問	回答
33-1	ガスレーザー加工機からファイバーレーザー加工機への更新を提案する場合、どのメニューを選択すればいいか。	対策メニューの大分類 33（その他のシステム、設備機器）から、33031 その他の高効率設備機器等の導入を選んでください。
33-2	油圧式射出成形機から電動式への更新を提案する場合、どのメニューを選択すればいいか。	対策メニューの大分類 33（その他のシステム、設備機器）から、33051 油圧駆動生産設備の電動化を選んでください。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

3.2 対策効果算定の基本的な考え方と方法【対策効果算定シート】

CO_2 削減に取り組もうとする事業者が排出量削減を効果的に進めるためには、事業活動に起因する CO_2 排出量を正確に算定し、それに対応する CO_2 削減計画を立案・実施し、その成果を把握・評価することが必要である。

本節では、事例を用いて CO_2 排出量算定の手順を述べ、排出量を算定する時に考慮すべき原則、算定者が間違えやすい点や、留意事項等を示す。

3.2.1 算定の原則

- 合理性・普遍性

  算定式や数値には技術的合理性、普遍性を持たせることにより、第三者による理解・検証・合意が可能なものとする。

  具体的には計算式の考え方、各計算式や数値の根拠、出典および実績把握と評価の方法を明示することが大切である。また、技術用語、単位は正しく使い、数式、説明文（図表、報告書）、引用は分り易いものとする。

- 一貫性

  算定対象範囲（バウンダリ）を明確にし、活動量の算定は対策実施前、実施計画、対策実施後の各段階で、一貫した同一の方法で行う。さらに実績の効果検証と有効性確認も一貫して行う。

- 不確かさ

  信頼性の高い算定手順、方法、計算式や数値を用いることで、算定された排出量の不確かさを小さくし、算定結果の誤りに繋がる可能性（以後、算定リスクという）を低減させるよう努力する。

上記を鑑み、３.２.３では、システム・設備機器ごとの算定の原則を提示するとともに算定の手順、方法を記載した事例として、「対策効果算定シート」を別途、提示する。対策効果算定シートは本ガイドライン別添の DVD に収録されている。

CO_2 削減効果の算定は、事業者自身、またはその支援者が本節に示された内容に沿って行う。また、利用可能な場合においては、対策効果算定シートのフォーマットに沿って行う。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

3.2.2　算定の手順とポイント

対策実施前、実施計画、対策実施後の各段階の年間活動量を算定した後、対策効果の検証・有効性評価を行う。エネルギー種別活動量の算定結果を元にして、エネルギー使用量[GJ/年][*1]に換算し、CO_2排出量[t-CO_2/年]を算定する。これは対策実施前活動量、実施計画活動量、対策実施後活動量の各算定段階で共通であり、それぞれ先述の算定の原則に則って行う。

＊1：エネルギー種別活動量をエネルギー使用量[GJ/年]に換算するのは、通常 CO_2 排出係数が燃料の種類別に[t-CO_2/GJ]単位で記載されているためである。ただし、電気の CO_2 排出係数の単位は[t-CO_2/kWh]である。

（1）対策実施前の算定

①対策実施前の年間活動量算定

・エネルギー種別活動量を求めた後、燃料・電力別に記載する。
例：都市ガス[千 Nm^3/年]、電力[kWh/年]

・算定対象範囲（バウンダリ）に外部から供給された電力量・熱量の購買・消費実績もしくは計測よりエネルギー種別ごとに把握する。

・実績把握が難しくて直接使用量を求めることができず、推定する場合には、第三者による理解・検証・合意が可能になるように、計算式とその考え方、用いる数値の説明と根拠を明示する。

②対策実施前のエネルギー使用量[GJ/年]算定

・①で把握したエネルギー種別ごとの年間活動量からエネルギー使用量[GJ/年]を換算・算定する。
[エネルギー種別ごと対策実施前活動量]×[単位発熱量][GJ/活動量単位]

・単位発熱量の数値は指定の値[*2]があればそれを用いる。指定が無ければ直近の「総合エネルギー統計エネルギー源別標準発熱量表」（資源エネルギー庁）等を用いる。

＊2：環境省 SHIFT 事業では「SHIFT 事業モニタリング報告ガイドライン」内の燃料の単位発熱量・排出係数（デフォルト値）の活用指定がある。電力は、9.76 [GJ/千 kWh]（省エネ法　その他電力）

③対策実施前の CO_2 排出量[t-CO_2/年]算定

・②で算定したエネルギー種別ごとのエネルギー使用量から CO_2 排出量[t-CO_2/年]を換算・算定する。
[対策実施前のエネルギー使用量][GJ/年]×[CO_2 排出係数][t-CO_2/GJ]
（電力は、[電力使用量][kWh/年]×[CO_2 排出係数][t-CO_2/kWh]）

・CO_2 排出係数の数値は指定の値があればそれを用いる。指定が無ければ直近の「エネルギー源別標準発熱量・炭素排出係数一覧」（資源エネルギー庁）、電力は「電気事業者別排出係数」（環境省・経済産業省）等を用いる。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

（2）実施計画の算定

①実施計画の年間活動量算定

・算定した対策実施前の年間活動量と、運用改善や機器導入に伴う変化を考慮して、実施計画の年間活動量を算定する。対策実施前の年間活動量算定時と同様に、第三者による理解・検証・合意が可能となるよう配慮する。機器導入に際しては計画選定した機器仕様の容量・能力・性能などの妥当性[*3]を評価する。

＊3：環境省 SHIFT 事業の設備更新補助事業では現状と同程度の能力（出力）を有する機器への更新や再生可能エネルギーやコージェネレーション発電設備の 100[%]自家消費などの制約がある。

本段階で対策実施後の年間活動量の算定方法を決定する。算定の考え方と算定に用いる計算式、数値の説明とその根拠を明示する。計算式や数値は各算定段階を通して同一のものを使用する必要がある。

②実施計画のエネルギー使用量[GJ/年]算定

・①で算定したエネルギー種別ごとの年間活動量からエネルギー使用量[GJ/年]を換算・算定する。

・対策実施前のエネルギー使用量と実施計画のエネルギー使用量との差から、実施計画のエネルギー削減量を算定する。

［実施計画のエネルギー削減量］＝

［対策実施前のエネルギー使用量］－［実施計画のエネルギー使用量］

③実施計画の CO_2 排出量[t-CO_2/年]算定

・②で算定したエネルギー種別ごとのエネルギー使用量から CO_2 排出量[t-CO_2/年]を換算・算定する。

・対策実施前の CO_2 排出量と実施計画の CO_2 排出量との差から、実施計画の CO_2 削減量を算定する。

［実施計画の CO_2 削減量］＝

［対策実施前の CO_2 排出量］－［実施計画の CO_2 排出量］

（3）対策実施後の算定

①対策実施後の年間活動量算定

・実施計画で定めた実績把握の方法で、対策実施後の年間活動量を把握する。

②対策実施後のエネルギー使用量 [GJ/年]算定

・①で算定したエネルギー種別ごとの年間活動量からエネルギー使用量[GJ/年]を換算・算定する。

・対策実施前のエネルギー使用量と対策実施後のエネルギー使用量との差から、対策実施後のエネルギー削減量を算定する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

③対策実施後の CO_2 排出量[t-CO_2/年]算定

・②で算定したエネルギー種別ごとのエネルギー使用量から CO_2 排出量[t-CO_2/年]を換算・算定する。

・対策実施前の CO_2 排出量と対策実施後の CO_2 排出量との差から、対策実施後の CO_2 削減量を算定する。

（4）対策効果の検証・有効性評価

実施計画と対策実施後の CO_2 排出量、CO_2 削減量の算定値を比較して、差異が対策実施前、実施計画、対策実施後の 3 段階のどこでどのような問題があったかを確認し、実態把握の方法、計画の方法・内容を見直し、次の対策に活かす。

CO_2 削減量の評価のみならず、運転操作性、整備性、環境の変化、操業への影響を把握して、対策の有効性を総合的に判断することが望まれる。

（5）算定リスクの低減

活動量算定の際に用いる計算方法や数値の信頼性によって算定リスクの大きさが変化する。例えば、信頼性の低い計算方法や数値で実施計画の年間活動量を算定した場合、信頼性の高い計量器による実測値から対策実施後の年間活動量を算定した結果と大きく異なる可能性がある。よって、効果算定の際には、可能な限り信頼性の高い計算方法、数値を用いて不確かさを小さくし、算定リスクを低減させるように努めなければならない。

表 3.2.1-1　計算方法の信頼性のイメージ

	計算方法	信頼性
①	設備の動作原理に基づく計算	高
②	設備の動作原理に基づく計算を取捨した簡易計算／按分計算	中～低※

※取捨の内容・程度による

表 3.2.1-2　数値の信頼性のイメージ

	数値	信頼性
①	購買量や特定計量器による実測値	高
②	当該設備の仕様値（設備老朽化等により機器の効率が低下している場合は信頼性が低下する）	中
③	文献から引用した値（前提条件が合致していることが必要）	条件が違うと低いことが多い

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

3.2.3　システム・設備の算定原則と留意事項

不確かさを小さくして算定リスクを低減させるために考慮していただきたい算定原則と留意事項等を**表 3.2.3-1** にまとめた。最初に各システム・設備に共通する事項を、続いてシステム・設備毎に固有な事項を記載した。代表的な対策については、次節 3.2.4 で説明する対策効果算定シートを作成して具体的な計算過程を示し、別添の DVD に収録した。

表 3.2.3-1　算定原則と留意事項

算定原則と留意事項　（共通事項とシステム・機器）	
共通事項	1．対策実施前および実施計画活動量の算定　共通事項 ・算定の一貫性、算定式や数値の技術的合理性、普遍性など第三者による理解・検証・合意が可能な算定を行う。また、算定全般の考え方や計算式の考え方、計算式に用いる各式や数値の根拠、出典、実績把握と評価の方法を明示する。 ・算定に際して用いる計算式や数値は季節などの変動を考慮するとともに、より信頼性の高い係数等、数値を用いる。 ・購買伝票、帳票などや計器による活動量の直接把握の際は、エビデンスの提示、計器の必要精度の確認が必要である。計器の必要精度は環境省 SHIFT 事業モニタリング報告ガイドラインに記載されているので、公的補助事業で指定がない場合はこれを基準とする。 ・エビデンスを求められた場合は提示できるよう準備しておく。 ・エビデンスが無い場合は算定不可とし、「・・・とする」などの仮定や想定は行わない。 ・燃料種別の単位発熱量や CO_2 排出係数は指定値があればそれを用い、なければ「総合エネルギー統計エネルギー源別標準発熱量表」（資源エネルギー庁）もしくは「エネルギー源別標準発熱量・炭素排出係数一覧」（資源エネルギー庁）、電力は、「電気事業者別排出係数」（環境省・経済産業省）を用いる。なお、「電気事業者別排出係数」の値は毎年更新されるので当該年度のものを用いる。 ・電力量・熱量の計測によりエネルギー種別ごとの活動量を把握する場合は標準的な生産時、運転時の代表値を用いる。また、その値が代表値であることの根拠を示す。 ・計算過程や数値根拠の不明な値や、空調や太陽光発電等の算定で散見されるシミュレーション結果のみの数値は第三者による理解・検証・合意が不可能なので用いない。シミュレーション結果を用いる場合は算定の考え方や計算式の考え方、計算式に用いる各式や数値の根拠、出典を記載する。実測した場合も「実測結果」として結果の数値のみを記載することも同様に不適切であり、実測条件の記載と妥当性の説明が必要である。 ・診断結果に基づき対策実施前活動量を算定する場合、計算の前提条件は診断時のものを用いるが、異なる場合はその変更内容と理由を記す。 ・説明に図表の値を引用する際には、その値の記載箇所を明示する。また、機器更新の場合は図で付帯設備を含めた更新範囲を明示するなど、分かり易い資料を作成する。 2．実施計画活動量の算定 ・機器更新および新設の場合は高効率設備の導入に努めるとともに、設備の効率的な運用方法を考慮し、CO_2 削減量の上乗せ努力をする。 ・運用改善を効果に反映させる場合は、単なる努力だけでなく確実に実施可能な（センサー設置、制御付加、基準策定等の）エビデンスが必要である。 ・導入機器のメーカ名、型番、数量および算定に使用する仕様値を記載する。 ・対策実施前と実施計画の図表、仕様を比較掲載して違いを明示する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

共通事項	・同一設備に対する複数の提案では、対策実施前の年間活動量に留意して効果が二重計上されないようにする。 ・現状の負荷率が低い機器は、同等能力で更新する前に必要十分な能力を検討する。 ・機器更新の場合、公的補助事業では現状と同じ能力（出力）を有する機器への更新を求められるケースが多いので、募集要綱等の確認が必要である。 ・生産計画などで能力（出力）を現状よりも低減する場合は、その理由と更新機器の仕様の妥当性を計算などにより提示するとともに、事業者の了解である旨を記載する。事業者の了解を得たということだけの記載では妥当性の判断ができないので、判断理由を記載する必要がある。 ・燃料転換を行う場合は主燃料だけでなく、例えば既設 A 重油ボイラーの補器停止(重油ポンプ、バーナアトマイズ空気等）による付帯機器の CO_2 削減効果も忘れずに含める必要がある。 ・CO_2 削減量の算定リスクを小さくするために算定結果に安全率を掛ける場合は、計算式の途中ではなく算定結果が得られた後に行う。また、その安全率を設定した理由を明示する。 ・実施計画時には対策実施後の年間活動量算定の方法を決めておき、その妥当性を確認する。 ・対策実施後の年間活動量算定は、燃料使用量や電力量の実績を用いて通年で直接把握するのが最も信頼性が高いが、計算で推定せざるをえない場合は、対策実施前、実施計画の算定に用いた計算式と数値を用い、活動量算定方法の一貫性を保つ。 3. 対策効果の検証・有効性評価 ・CO_2 削減量が実施計画と大きく異なる場合は、対策実施前、実施計画、対策実施後のどの段階でどのような問題があったかを明らかにして、実態把握の方法、計画の方法を見直す。差異がない場合も計画の信頼性を評価する。詳細な内容は、本ガイドライン第 2 章を参照のこと。 4. 留意事項 ・数値には必ず SI 単位を付記する。また、記号・符号は正確に用いる。 誤記例　電力量[kWh]を電力[kW]で記載 単位の大小文字の誤用（kWh を kwh、Pa を pa と記載） ・ガス量は、指定のない限り標準状態（0[℃]、0.1013[MPa-abs]）の体積[Nm^3]に換算する。 ・数表を作成する際には合計欄を設け、合計値を記載する。 ・計算式と数値欄を別記する場合は数値式、計算結果を併記する。 ・計算結果の和差の有効数字、積商の有効数字は正しく用いる。 事例 12.3＋0.456＝12.756 → 12.8　小数点第 2 位を四捨五入して小数点第 1 位までとする。 12.34×7.65＝94.4010 → 94.4　有効数字は「7.65」の 3 桁とする。 1234÷765＝1.6130718･･･ → 1.61　有効数字 3 桁になるように 4 桁目を四捨五入する。
11 空調システム	1. 共通事項 令和元年度の CO_2 削減ポテンシャル診断推進事業では、空調システム関連の対策メニューの提案率は業務部門、産業部門でそれぞれ 21[%]、17[%]であり、提案数を基にした実施率はそれぞれ 43[%]、34[%]と高く、具現化しているものが多かった。中でも「高効率パッケージエアコンの導入」は、設備導入提案の中では提案数、実施数とも「LED 照明の導入」に次いで多い。（『令和 3 年度工場・事業場における先導的な脱炭素化取組推進事業

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

11 空調システム	報告書』） 空調システムの運用改善、部分更新・機能付加、設備（更新）導入による効果算定にあたって、活動量を通年で把握する方法は種々ある。それらの例を、下記〔活動量の算定方法の例〕①～④に示す。 算定にあたっては季節などの環境変動を考慮した不確かさの小さい考え方、計算式、数値を用いる必要がある。事務所、店舗では JIS B 8616:2015「パッケージエアコンディショナ」を用いて算定した場合でも、各月電力使用量の変動から求めた空調電力で妥当性を検証し、乖離があれば、現場の使用環境・状況に合わせた補正を行う。 〔活動量の算定方法の例〕 ①燃料使用量、電力量を購買・使用実績、計測器を用いて直接把握する。（対策実施前後の活動量の算定のみ適用可） ②各月の電力使用量から空調を使用していない月の電力使用量をベース電力量として差し引いた値を空調電力量として用いる。 ③JIS B 8616 やその他の根拠数値により使用量を推定する。下記式によるが、変数の数や数値は、算定者により使い方が異なる。 ［電力使用量］[kWh/月]＝［定格能力（仕様値）］÷（［定格 COP（仕様値）］×［平均 COP 比］） ×［月別平均負荷率］×［運転時間］×［稼働時間変換率］×［劣化率］ 式中、月別平均負荷率は外気温度の一次関数式から、稼働時間変換率は JIS B 8616 の 12 都市の外気温発生データから計算する。平均 COP 比は負荷率、空調機年代ごとに独自に策定する。劣化率も独自に推定する。 ④負荷率、運転時間の異なる月々の負荷を全負荷相当時間に換算して、定格消費電力（＝［空調機能力］÷［定格 COP］）に換算最大負荷時間を乗じて年間電力使用量を求める。 2．留意事項 ・工場等の大空間で機器発熱等のため場所により大きな負荷の偏りがある場合で、これを複数の空調機で処理している時の空調機の設備更新では、その偏りに即した対応が必要である。 ・熱源の電力量を［現状電力量］×［既設機 COP］÷［更新機 APF］の式で計算している事例があるが、COP と APF とは定義が全く異なるので、この計算は論理的でなく COP または APF 同士で比較することが必要である。 ・機器の老朽化に伴う対策実施前機の COP 補正は、種々の係数が文献等に上げられているが、対象機での実測等で妥当性が検証されない限り、算定の不確かさを大きくするので、注意が必要である。 ・運用改善の空調温度緩和では、一般的に 1[℃]当たり 10[%]の電力削減効果が使用されているが、最大でも 15[%]の削減までとするのが適切である。その際、「**[℃]温度緩和するとしたら」との数値だけの仮定、想定ではなく、実施可能であることのエビデンス（センサー取付け、制御、EMS、事業者方針等）が必要である。 ・温水ボイラー（冷温水発生機を含む）から空冷ヒートポンプチラーへの更新対策では、ヒートポンプの動作原理・特性がボイラーと全く異なることに注意が必要である。すなわち、空冷ヒートポンプは空気を熱源としているので、条件によっては着霜が避けられず使用できない場合もある。特に次の点は考慮されていない事例が多く見かけられ、留意する必要がある。 〔多雪地域への導入〕太平洋側と日本海側では着霜の影響は大きく異なる。低外気温度でも湿度が低ければ（相対湿度で、60[%]程度以下）着霜はしない。一方、特に日本海側寒冷地においては、除霜（デフロスト）用の専用熱源を用意すること等、細心の注意が必要である。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

11 空調システム

〔温水温度の低下〕寒冷地において、チラー（冷凍機）＋温水ボイラーによるセントラル空調システムの熱源を、空冷ヒートポンプチラーへ更新する場合に、温水温度の低下による空調機（AHU, FC 等）の能力低下が考慮されていない場合がある。温水ボイラーによる暖房では、空調機への供給温水温度は 60[℃]程度で設計されている場合が多い。一方、空冷ヒートポンプチラーの温水出口温度の上限は 55[℃]程度であるため、空調機の能力不足により暖房能力が不足する場合があるので注意が必要である。

高効率パッケージエアコンの導入の例

1. 対策実施前活動量および実施計画活動量の算定

対策実施前活動量が購買伝票や計測結果で把握できない場合には、前述の〔活動量の算定方法の例〕③のように、計算で推定する必要がある。ここでは、JIS B 8616 の期間エネルギー消費効率算出方法の考え方をベースにした算定方法を示す。

・計算式の考え方

空調機の電力使用量は季節（外気温度）によって大きく変動する。そこで、外気温度に応じて空調機の熱出力（負荷）と動作特性（COP）の双方が一定の割合で変化するものとして、使用温度ごとの電力使用量を推定し、期間で積算することで、冷暖房の各期のエネルギー使用量を算定する。

・計算式

冷房時の一般式(1)を下記に示す。暖房時も同様な式が考えられる。

$$Ec = \left(\frac{Qco}{\sigma co}\right) \times \sum_{i=1}^{m} \varepsilon ci \times t\,ci \qquad (1)$$

Ec：冷房時の年間電力使用量[kWh]
Qco：空調機の定格冷房能力[kW]
σco：冷房定格 COP[－]
εc：冷房時消費電力比[－]＝αc÷βc
αc：冷房空調負荷率[－]
βc：冷房 COP 比[－]
t c：冷房運転時間[h]
添え字 i：1～m（冷房を行う外気温度番号）、c：冷房、o：定格（基準）

・計算に使用する数値

外気温度ごとの冷房空調負荷率αc と冷房 COP 比βc は、外気温度 35[℃]時が定格で 1 であるとし、それらの関係に対し冷房対象外気温度区間で直線／曲線近似式を設定し、両区間内の温度ごとに求める。同時に、対象地域の 1 時間ごとの外気温度データから、冷房期間の温度ごとの発生時間（冷房運転時間 tc）を求める。

詳細は、本ガイドライン別添の DVD に収録されている対策効果算定シートおよび PAC 年間電力算出ツールの解説を参照されたい。

2. 対策実施後活動量の算定

対策実施後の空調機電力使用量は次式で求められる。

［対策実施前の空調機の電力使用量］×{［対策実施前の定格 COP］×(1－［COP 補正率］)}
÷［対策実施後の定格 COP］

COP 補正率は、経年劣化やインバータの効果などが定量的に把握できる場合に、使用する係数である。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

	高効率ヒートポンプチラーの導入の例
11 空調システム	・空調の設備導入の中で提案数、実施数が 2 番目に多い同メニューの算定方法事例を記す。 ・ここでの条件は、老朽化したガス焚き冷温水発生機の高効率空冷ヒートポンプチラーへの更新で、対策実施前活動量（都市ガス使用量）が把握されている場合についてである。 ・高効率パッケージエアコンの場合と同様に外気温度に応じた負荷率、COP を考慮することが望ましいが、ここでは冷・暖房時のヒートポンプチラーの定格値性能と冷温水発生機のそれとの比較で実施計画活動量（電力）を算定する方法を示す。 ・対策実施前の電力使用量については、冷却塔等補機類のモーター定格出力に運転時間を乗じて算出する。ただし、補機類の消費電力が上記、定格出力と異なる場合（インバータ制御等）は、それを考慮すること。 ・対策実施前と実施計画の活動量にそれぞれの単位発熱量、および CO_2 排出係数を乗じて、CO_2 排出量を算出する。 ・冷温水発生機の燃費が[kW]単位のみで表示されている場合は、これが燃料の高位発熱量基準か、低位発熱量かの確認が必要である。（冷温水発生機は高位発熱量基準が、ボイラーは低位発熱量基準が基本である。） 1．対策実施前活動量の算定 ・[ガス焚き冷温水発生機の活動量] ＝ [都市ガス 13A 活動量] ＋ [補機電力活動量] ・[ガス活動量 F'] ＝ [冷房ガス使用量 Fc'] [千 m^3/年] ＋ [暖房ガス使用量 Fw'] [千 m^3/年] ・[ガス活動量の[Nm^3]変換 F] [千 Nm^3/年]＝F'×0.957[Nm^3/m^3] ・[ガス活動量のエネルギー換算 PE1] [GJ/年] ＝ [ガス活動量 F] [千 Nm^3/年]×44.2[GJ/千 Nm^3] ・[ガス活動量による年間 CO_2 排出量 Cg] [t-CO_2/年] ＝ [ガス活動量のエネルギー換算 PE1] [GJ/年]×0.0513[t-CO_2/GJ] ・[補機電力活動量 E1] [kWh/年]＝(Pa＋Pf＋Pp)×t （Pa[kW]：本体電力、Pf[kW]：冷却塔ファン電力、Pp[kW]：冷却水ポンプ電力） ・[冷房時補機電力活動量 Ec1] [kWh/年]＝(Pa＋Pf＋Pp)×tc ・[暖房時補機電力活動量 Ew1] [kWh/年]＝Pa×tw （tc[h]：冷房稼働時間、tw[h]：暖房稼働時間） ・[年間補機電力活動量 E1] [kWh/年]＝Ec1＋Ew1 [補機電力による年間 CO_2 排出量 Ce] [t-CO_2/年]＝E1[kWh/年]×0.000441[t-CO_2/kWh] [ガス焚き冷温水発生機の年間 CO_2 排出量 C1] [t-CO_2/年]＝Cg＋Ce・・・・・① 2．実施計画活動量の算定 ・[年間冷房負荷 QLc'][GJ/年]＝ [冷房ガス使用量 Gc] [GJ/年]÷COPc1（1－α） ・[年間暖房負荷 QLw'][GJ/年]＝ [暖房ガス使用量 Gw] [GJ/年]÷COPw1（1－α） ・[年間冷房負荷 QLc][千 kWh/年]＝QLc'÷3.6 ・[年間暖房負荷 QLw][千 kWh/年]＝QLw'÷3.6 ・[ヒートポンプチラーの冷房電力使用量 Ec2][千 kWh/年]＝QLc÷COPc2 ・[ヒートポンプチラーの暖房電力使用量 Ew2][千 kWh/年]＝QLw÷COPw2 ・[ヒートポンプチラーの電力使用量 E2][kWh/年]＝Ec2＋Ew2 COP：成績効率[－]、α：経年劣化係数[－] 添え字： 1：対策実施前、2：実施計画、c：冷房、w：暖房

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

11 空調システム	・[空冷ヒートポンプチラーの年間 CO_2 排出量 C2] [t-CO_2/年] ＝E2[kWh/年]×0.000441[t-CO_2/kWh]・・・・② ・[CO_2 削減量] [t-CO_2/年]＝C1－C2＝①－② 3. 対策実施後活動量の算定 ・年間電力使用量の実績、計測把握、もしくは実施計画活動量と同様の方法で算定する。 4. 対策効果の検証・有効性評価 ・CO_2 排出量削減効果のみならず、経済性の他、電化による運転、整備性、環境改善などの効果も総合的に評価する必要がある。 ・電化による電力デマンドの増加については十分配慮する必要がある。
12 蒸気システム	1. 共通事項 ・ボイラー更新時の能力、台数の選定に際して、蒸気発生量の時間的な変動が大きい場合には、蒸気発生量の最大、最小値をみるためデータを時系列的に把握する必要がある。また、ボイラー仕様は相当蒸発量（100[℃]の飽和水を 100[℃]の飽和蒸気にする際の能力）で表示される場合が多いので、これを実際蒸発量に換算して検討する。 ・重油の年間活動量を購入使用量実績から求める場合は、重油タンクの各月の残量を計測し、各月の購入量を補正する。 ・燃料が都市ガスの場合に、ガスメータの値（ガス会社の請求書、単位：[m^3]）から得られた都市ガス使用量は、標準状態での値（単位：[Nm^3]）に換算する。 ・エネルギー使用量の計算に燃料の高位発熱量が使用されている場合があるが、ボイラー効率は低位発熱量基準なので注意が必要である。 ・対策実施前のボイラー効率に仕様値を使用するケースが多いが、運転等の変化により効率も変化している場合が多いので、運転実態に合わせるために、負荷率、ブロー率、給水温度、排ガス損失等を考慮したボイラー効率を使用することが望ましい。この場合は分析結果、運転実績から効率を求めた過程、数値を明示する。仕様値を使用する場合は(効率低下の考慮なく CO_2 排出量が低めになるが)その旨を記載する。 ・経年劣化については実測することが望ましいが、劣化係数等を使用する場合は、その根拠を提示する。 2.留意事項 ・燃焼用空気をボイラー自身の排ガスで予熱する場合は、同時に排ガス温度も下がるので、他の排ガス温度を下げる対策と重複して効果を考えてはならない。 ・空気比の適正化の検討に際して、排ガスの酸素濃度、排ガス温度、外気温度等の数値はボイラー運転の変動を考慮し、ある一定期間の平均値を用いて効果を算定する必要がある。 ・連続ブロー水が回収され、給水が予熱に利用されている場合には、ブロー水には不純物が多く含まれるため熱交換器にて顕熱を回収することが望ましい。この場合、各機器の耐熱、ポンプ類のキャビテーションを考量して給水の上昇温度を設定し効果を算定する必要がある。エコノマイザー付属の場合、熱吸収率が低下し、ボイラー効率が低下することを考慮して効果を算定する。 ・ブロー率を変更する場合は、缶水の濃縮度が変わるので、水処理薬品を含めた検討が必要である。ブロー率の削減がそのまま燃料使用量に比例するとして改善効果を算出する誤りが見られるが、ブロー率はあくまでも給水加熱のみに影響し潜熱には影響しないの

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

12 蒸気システム	で算定の際には注意が必要である。 ・蒸気システムから蒸気ドレンが回収され、ボイラー給水予熱に使用される場合には、連続ブロー水の回収の場合と同様に留意する。
	重油焚きからガス焚きボイラーへの燃料転換の例
	都市ガスボイラーは環境性、省エネ性に優れ、重油ボイラーに必要な燃料管理の手間が軽減され、また、重油タンクや重油ローリーの駐車スペースも不要となる。操業の容易化や整備面でのメリットもあることから、最も効果の見えやすい対策として、多く採用されている。 1．対策実施前活動量の算定 重油の年間活動量は購入使用実績あるいは現場での計測から求めるのが正確で望ましいが、ボイラーが複数ある場合は機別に把握されていないことが多い。この場合の重油活動量 F1 は、蒸気発生量 W（給水量）から求めることができる。 F1[kg/年]＝W[kg/h]×t[h/年]×(h"－h')[kJ/kg]÷(HL1[kJ/kg]×η1) h"－h':[飽和蒸気の比エンタルピー]－[給水の比エンタルピー] HL1：重油の低位発熱量、η1：対策実施前のボイラー効率 なお給水量はブロー量を除いた数値が望ましい。 ・対策実施前のボイラー効率は重油年間活動量が既知の場合、下式で計算する。 ［ボイラー効率］＝［蒸気発生量］×｛[飽和蒸気の比エンタルピー] －［給水の比エンタルピー］÷［重油活動量］×［重油の低位発熱量］｝ 2．実施計画活動量の算定 重油と都市ガスの低位発熱量と更新前後のボイラー効率の差異から都市ガス使用量を推定する方法と、蒸気発生量 W は固定として都市ガスの活動量を推定する方法があるが、いずれも考え方は同じである。都市ガスの年間使用量は次式による。 F2＝F1×HL1×η1÷HL2÷η2 F2：都市ガスの年間使用量[千 Nm^3/年]、HL2：都市ガスの低位発熱量[GJ/千 Nm^3] η2：実施計画のボイラー効率（仕様値） 3．対策実施後活動量の算定 活動量は燃料の購買・使用実績、流量計により直接把握するのが望ましいが、できない場合はボイラーごとの蒸気発生量から計算して推定する。 F2[kg/年]＝W[kg/h]×t[h/年]×(h"－h')[kJ/kg]÷(HL2[kJ/kg]×η2) 4．対策効果の検証・有効性評価 ・CO_2 削減量の対計画値のみではなく、燃料転換に伴う運転操作性、保守性、環境の変化、操業への影響を把握して対策の有効性を総合的に判断する。
14 圧空システム	コンプレッサーは投資回収期間が比較的短いので、可能な限り高効率の機種に更新するのが有効である。高効率機とは本体の風量増加、回転数制御や永久磁石埋込形（IPM）同期モーターの採用等である。常時低負荷で運転しているコンプレッサーは、サイズダウンし負荷率が高くなるようにする。 以下では、多く使われている汎用給油式スクリューコンプレッサーについて説明する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

14 圧空システム

1. 共通事項

・現状システムの最大空気量、必要最高圧力、末端での最大圧力低下、コンプレッサーの容量調整方式などの現状を把握することが重要であり、一定期間消費電力、圧力等の計測を行うことが望ましい。
・現場の圧力計はすべてゲージ圧力で表示されているが、計算式には絶対圧力を使用する。
・スクリューコンプレッサーの容量調整方法で広く使われているのは、吸込み絞り制御、回転数制御、ロード・アンロード、自動発停、スライド弁などであり、それぞれ風量比と消費電力比の関係特性は異なるので、対策実施前と実施計画で正しい特性を適用する。

2. 留意事項

・吐出圧力の低減を検討する場合は、単に機器の必要最高圧力を基準にするのではなく、最大空気消費量の時の配管末端での圧力低下、配管中にあるフィルター類による圧力損失も考慮する。また、瞬時圧力降下の有無も調べて圧力の設定値を決める。
・空気漏れ対策をする場合は、可能な限り超音波検知器等により漏れ箇所とその量を推定する。
・空気消費量削減のため、エアーブローガンをパルス化したりノズル口径を小さくしたりする場合、密度の高い金属切粉については事前のテストを行う。
・利用する風量、風圧は原則として対策実施前と等しいとして算定するが、（空気漏れ防止、吐出圧の低下など）実効性のある運用改善対策を採る場合は、この限りではない。
・所要風量変化（一定・変動・起動停止頻度）を確認して適正な容量・機能・台数のコンプレッサー導入を行う。
・台数制御、交互運転などの適切な運転方式を検討する。
・ボイラーや給湯装置がある場合は排熱回収による給水加熱、温水加熱を検討する。

適正容量の高効率コンプレッサーの導入の例

1. 対策実施前活動量の算定

・分電盤で実績把握するのが望ましいが、できない場合は下式で推定する。
・時系列の風量変化を把握するとともにピーク時の必要風量を確認する。
・$E1 = L \times \Sigma(k1i \times ti)$

E1：対策実施前のコンプレッサー電力使用量 [kWh/年]
L ：コンプレッサーの定格容量[kW]
k1i：対策実施前の消費電力比（吸込み絞り弁制御）
ti：稼働時間 [h/年]

2. 実施計画活動量の算定

・必要空気量および時系列の風量変化は対策実施前と同等とする。
・当該対策で導入する機器は、大半がインバータ制御型圧縮機で吐出圧を一定に保つように流量に応じて回転数を制御するので、消費動力が流量に相応して減少し、従来型（吸込み絞り弁方式）に比べ省エネ型である。ここでは必要空気量が変動することを前提に対策と活動量の算定式を記す。
・$E2 = L \times \Sigma(k2i \times ti)$

E2：実施計画のコンプレッサー電力使用量[kWh/年]
L ：コンプレッサーの定格容量[kW]
k2i：実施計画の消費電力比（インバータ制御）
ti：年間稼働時間[h/年]

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

14 圧空システム	・高効率機は、定格容量が同じでも吐出風量が増えている場合があるので、機器選定の際には風量増加分を考慮し、場合により定格容量を見直すことが必要である。 3. 対策実施後活動量の算定 ・分電盤で電力使用量の実績を把握する。最近のコンプレッサーは稼働状況と履歴を把握できるものが多いので、代表的な運転時に電力使用量を把握すると良い。 ・分電盤で実績把握が困難な場合は、上記稼働状況をもとにして実施計画活動量の算定式を用いて年間活動量を把握する。
21 照明設備	1. 共通事項 ・LED 等の高効率照明機器に更新する場合は、機器の消費電力[kW]、明るさ[lm]、個数を記載した照明機器比較一覧表を新旧対照して作成する。従来品の明るさが不明の場合は従来**W 型相当品などのように、機能仕様を比較できる表示をする。なお、照明機器の明るさ[lm]は作業台上での照度[lx]が変わらないものを選ぶ。 ・部屋によって点灯時間が異なる場合は上記比較表に点灯時間欄を設ける。 ・一般照明と誘導灯は点灯時間が異なるため別々に計算する。時間欄を設ける場合は比較表にまとめる。 ・タイマーや人感センサーなどの照明制御機能の追加は実施効果の確実性が高いが、不要箇所・不要時間帯の消灯、照明器具の清掃などの運用改善実施を効果に反映する場合は、単なる努力だけでなく、基準策定や職場体制整備等のような、確実に実施可能なエビデンスの記載が必要である。
	LED 照明の導入の例
	1. 対策実施前活動量の算定 ・対策実施前の照明の消費電力と数量、年間点灯時間を調べ、共通事項記載の照明機器比較一覧表で年間電力使用量を算定する。 ・照明分電盤で電力使用量を全期間（変動が少ない場合は代表的な一定期間）計測して上記計算の前提とするのが好ましいが、できない場合は日報等の帳票で点灯時間、点灯箇所を確認する。 2. 実施計画活動量の算定 ・実施計画の消費電力、数量、年間点灯時間から年間電力使用量を算定する。 ・採用予定の照明機器のメーカ名、型式・型番は必ず記載する。 3. 対策実施後活動量の算定 ・照明分電盤で電力使用量を全期間（変動が少ない場合は代表的な一定期間）計測して年間電力使用量を算定する。 ・直接電力使用量を計測できない場合は、実施計画活動量の算定時に使用した計画値を用いるが、（日報等の）点灯箇所・時間のエビデンスは提示できるよう用意する。 4.留意事項 ・消費電力は既設照明が蛍光灯の場合、安定器の消費電力も考慮する。安定器の撤去、バイパスをした場合はその旨記載する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

22 受変電・配電設備

1. 共通事項

・負荷率と点検記録：受変電設備は自家用電気工作物の定期的な点検が義務付けられており、点検記録は需要家が保管している。その結果からはおよその負荷状況などの稼働状況と不具合などの情報が把握できる。

・点検記録時点の稼働状況負荷率などは分からないため、変圧器の統合や更新を検討する際には昼夜間の時刻別データや電力需要が高い時期、低い時期のデータも把握する必要がある。

・変圧器負荷率は稼働時間帯と夜間・休日の電力使用量の差が大きければ、別々に設定する。

2. 留意事項

・現状の負荷率が低いようであれば適正容量での更新を検討する。

・二次電圧：受電電圧が送電系統の末端で低いことがあり、供給者に注意を促す必要がある場合もある（±5[%]以下としている供給者が多い）。

・力率が低い場合（省エネ法基準は 95[%]以上）は、力率コンデンサ容量の検討が必要であるが、負荷率や負荷状況によって力率は変動するため事業所の稼働状況や負荷状況により、力率調整コンデンサの複数台設置による切替を可能にするなどの対策も必要である。

・更新計画：変圧器本体は 20～30 年以上と長期間使用されることが多い。メーカなどは 20 年程度で更新を推奨している。また、PCB を使用しているものは保管や廃棄について法令で定められていることに留意する。

・平成 15 年の省エネルギー法の改正では油入変圧器、モールド変圧器がトップランナー機器に特定され、トップランナー基準に満たない変圧器の販売は制限されることになった。公共建築工事標準仕様書（国土交通省 平成 22 年）にも高圧変圧器はトップランナー基準であることが要求されている。このことからトップランナー変圧器を更新後標準的設備とする。

高効率変圧器の導入の例

1. 対策実施前活動量の算定

・対策実施前の負荷率は、負荷電流を計測し、定格電流で除して得る。

・対策実施前の変圧器の台数、特性、稼働条件を調べ、年間変圧器損失を算定する。

・$W1 = \Sigma_k [Wi1k + Wc1k]$

W1：年間変圧器損失 [kWh/年]

Wi1k：機器 k の無負荷損失 [kWh/年]

Wc1k：機器 k の負荷損失 [kWh/年]

Wc1k = [無負荷損] [kW] $\times r^2 \times$ [稼働時間] [h/年]

r：負荷率

$$r = \frac{\text{[期間中の平均需要電力] [kVA]}}{\text{[変圧器の定格容量] [kVA]}}$$

・需要電力の大きさが時間とともに変化する場合の負荷率

需要電力の大きさが時間とともに変化する場合は、次の式で等価平均変圧器負荷率 re を算出して上記式 r に re を用いる。

$$r_e = \sqrt{\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{N}\left(\frac{P_t}{K}\right)^2 \Delta T}$$

K：変圧器の定格容量[kVA]

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

22 受変電・配電設備	P_1～P_N: 測定時間中に記録された需要電力の計測値[kVA] T：測定時間の長さ[h] N：測定時間中に需要電力値を記録した回数 ΔT：需要電力値の計測間隔(＝T÷N) 2. 実施計画活動量の算定 ・実施計画の負荷率は、負荷電流の合計値が対策実施前とほぼ等しくなるように設定する。 ・W2＝Σg [Wi2g＋Wc2g] W2：年間変圧器損失[kWh/年] Wi2g：機器 g の無負荷損失[kWh/年] Wc2g：機器 g の負荷損失[kWh/年] 負荷損失は、対策実施前活動量の算定同様に求める。 3. 対策実施後活動量の算定 ・負荷電流を計測して対策実施後の負荷率を求め、実施計画と同様な方法で算定する。
23 OA 機器	・オフィス内の OA 機器の電力使用量の約 2 分の 1 を PC(パーソナルコンピュータ)の消費電力が占め、ついでコピー機、プリンターの電力使用量が多い。 ・機器更新、運用改善の効果を算定するためには個々の PC の消費電力、待機電力、稼働時間を仕様書、日報から調べ、対策実施前と実施計画の電力使用量を比較する。OA 機器の配電盤がある場合は直接計測することが望ましい。 ・デスクトップ PC、ノート PC 各 50、60 台の待機電力削減では、実施率 8 割で CO_2 削減量は 8[t-CO_2/年]程度である。算定内容は対策効果算定シートを参照のこと。 ・算定効果に反映する場合は、単なる努力だけでなく確実に実施可能な（モード変更、基準策定、記録方法の提示等の）エビデンスが必要である。
24 電動機・ポンプ・ファン	1. 共通事項 ・設備導入の対策メニューには 24031「適正容量のポンプ・ファン・ブロワーの導入」と 24032「プレミアム効率モーター（IE3）等の導入」がある。 2. 留意事項 ・ターボ型のポンプ、ファン、ブロワーで吐出側が無圧の場合は、回転数比の 3 乗に比例して動力は変化するが、出口側に圧力がある場合はこれを考慮して動力を求める。 ・高効率モーター導入時 開放型の 18.5[kW]以上は汎用モーターと比べて大きくなるので、取り合い寸法の確認が必要であり、取り換えの際には、カップリングやプーリーの交換、モーターベースの改造などが必要になる場合がある。定格回転速度が汎用モーターと比べ約 20～30 回転速くなり、ポンプやコンプレッサー・ファン・ルーツブロワー・クーリングタワーなどで用いるときは、回転速度が上がる事でモーターの出力が増加するので、定格電流値に近い状態で使用している場合、定格を超えないことを確認する。また、始動電流とトルクが高いため電流値や消費電力が増加し、漏電遮断機・電磁開閉器などの変更が必要となる場合がある。 ・流量が都度変化し、その幅が大きい場合は、インバータを同時導入するのが望ましい。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

24 電動機・ポンプ・ファン

適正容量のポンプ・ファン・ブロワーの導入の例

ポンプ・ファン・ブロワー等の運転状況を確認して、負荷に応じた適正な容量に見直すとともに高効率機器を選定することで、動力損失の低減を図る。

事例は、対策実施前のファンの仕様が、定格風量 Q1[m^3/min]、定格圧力 P1[Pa]であるが、設置後にダクトの構成を変更したために負圧側の圧力損失が低減し、現状の風量は Q11[m^3/min]と必要風量よりも過剰に運転されていたので、適正容量の高効率ファンに更新した場合を考える。

図 3.2.3-1 ①(Q1,P1)、②(Q11,P11)

以下、ポンプも考え方は同様である。

1. 対策実施前活動量の算定

・対策実施前のファンの年間電力使用量[kWh/年]：E1＝√3×V×I×cosθ×t

V: 電源電圧（三相）[kV]、I: ファン電流[A]、cosθ：力率で仕様値

t: 稼働時間[h/年]

・エネルギー使用量換算時の電力の単位発熱量：α＝9.76[GJ/千 kWh]

2. 実施計画活動量の算定

・既設のモーターを流用し、定格風量 Q2 が現状の定格風量 Q1 に等しい最新型ファンに更新した時の、ファンの年間電力使用量を算定する。

実施計画のファン電力使用量：E2[kWh/年]＝Q2×P2÷ζ÷η×t÷1,000

Q2：実施計画のファンの定格風量[m^3/s]

P2：実施計画のファンの定格圧力[Pa] (＞必要な風圧)

ζ:ファン効率

η:モーター効率

・計算では上記のようになるが、通常、ファンには性能曲線があるので同性能曲線と既存の圧損カーブとの交点から性能曲線に併記されている軸動力線より直接求めることができる。例えば、**図 3.2.3-1** の更新ファンの性能曲線と現状の圧損曲線との交点③(Q2,P2)の Y 軸値の動力部の値を読む。

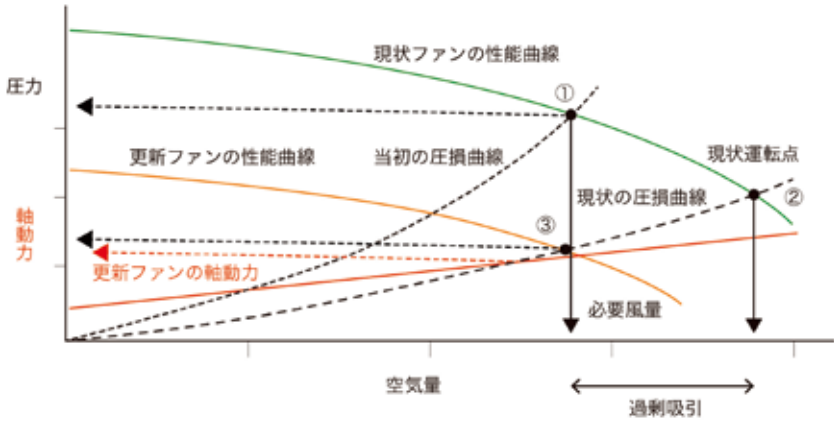


図 3.2.3-1　ファンの性能曲線と圧損曲線の関係

3. 対策実施後活動量の算定

・分電盤で電力使用量の実績を把握する。

・風量が都度変化する場合は、それぞれの状態ごとの積算を行う。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

25 工業炉

工業炉の廃熱損失は、炉の型式によって異なるが、溶解炉では排ガス損 51.6[%]、装入損 4.7[%]、冷却水損・炉壁損・リーク損 2.8[%]、除滓損 0.8[%]、耐火物・蓄熱 0.5[%]、有効熱 39.6[%]と言われている。

診断に当たっては、対象工業炉の熱収支を含めた実態調査を実施し、問題点の発掘、対策の提案を行うが、工業炉は生産設備の一部であり、生産活動への影響について十分留意した上で実施する必要がある。

1．共通事項

・エネルギー使用量の計算に、燃料の高位発熱量が使用されている場合があるが、燃焼炉の効率は低位発熱量基準なので注意が必要である。
・燃料が都市ガスの場合に、ガスメータの値（ガス会社の請求書、単位：[m^3]）から得られた都市ガス使用量は、換算係数（東京ガス（中圧）の例：0.957[Nm^3/m^3]）を乗じて標準状態での値（単位：[Nm^3]）に換算する。

2．留意事項

・空気比の適正化については、排ガスの酸素濃度、排ガス温度、外気温度等の数値は、工業炉の操業の変動を考慮して、一定期間の平均値を用いて効果を算定する。
・廃熱回収診断に当たって、リジェネレーティブバーナーを提案する場合は、バルブ開閉頻度が多いので、耐久性、保守性について事業者の理解を得る。また NOx 上昇が想定されるので、バーナー特性の検討を行うとともに適正な排ガス回収率を設定し効果を算定する。
・断熱強化対策を提案する場合、従来からセラミックファイバー等が使用されてきたが、最近では断熱性能のすぐれたマイクロポーラス（微細多孔構造）の活用が徐々に増えてきているので比較検討する。

燃焼炉の排ガスの熱回収の例

燃料は都市ガス 13A として、以下に計算例を示す。

1．対策実施前活動量の算定

対策実施前の都市ガス使用量 F1[千 Nm^3/年]はガス会社の請求書の数値に換算係数を乗じて、標準状態の値に換算した値を用いる。対策実施前のエネルギー使用量 PE1[GJ/年]は、対策実施前の都市ガス使用量 F1[千 m^3/年]に都市ガス単位発熱量 H[GJ/千 Nm^3]を乗じて PE1＝F1×H となる。対策実施前の CO_2 排出量 C1[t-CO_2/年]は、対策実施前のエネルギー使用量 PE1[GJ/年]に都市ガスの排出係数α＝0.0513[t-CO_2/GJ]を乗じて C1＝PE1×αとなる。

2．実施計画活動量の算定

実施計画の都市ガス使用量 F2[千 Nm^3/年]は　F2＝F1×Qy1÷Qy2

Qy1：対策実施前の単位燃料当りの有効に使用された熱量［kJ/Nm^3］

Qy1＝HL－Q1

Qy2：実施計画の単位燃料当たりの有効に使用された熱量［kJ/Nm^3］

Qy2＝Qy1＋ΔQ

HL:都市ガスの低位発熱量［GJ/千 m^3］

Q1:対策実施前の単位燃料当たりの排ガスの排熱量［kJ/Nm^3］

Q1＝｛G0＋(m－1)×A0｝×Cp1×（Tg1－Ta）

ΔQ:実施計画の単位燃料当たりの排熱回収量［kJ/Nm^3］

ΔQ＝Cp2×(Tg2－Ta)×A＝Cp2×(Tg2－Ta)×m×A0

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

25 工業炉	A:レキュペレータの通過空気量［Nm^3/Nm^3］ A0:理論空気量［Nm^3/Nm^3］ Cp1:排ガスの定圧比熱［$kJ/(Nm^3・K)$］ Cp2:予熱空気の定圧比熱［$kJ/（Nm^3・K)$］ G0:理論燃焼ガス量［Nm^3/Nm^3］ m:空気比 Ta:外気温度［℃］ Tg1:排ガス温度［℃］ Tg2:予熱空気温度［℃］ 実施計画のエネルギー使用量 PE2[GJ/年]は、実施計画の都市ガス使用量 F2[Nm^3/年]に都市ガスの単位発熱量 H[GJ/千 Nm^3]を乗じて PE2＝F2×H となる。 実施計画の CO_2 排出量 C2[t-CO_2/年]は、実施計画のエネルギー使用量 PE2[GJ/年]に都市ガスの排出係数α＝0.0513[t-CO_2/年]を乗じて C2＝PE2×αとなる。 実施計画の CO_2 削減量は C1－C2 となる。 3. 対策実施後活動量の算定 ・ガス会社の請求書から、標準状態に換算した年間都市ガス使用量を算定する。
26 冷凍・冷蔵設備	1. 共通事項 ・冷凍冷蔵庫は短期間から長期間にわたって食品等の品質を保持し、劣化を遅延させるために収蔵品に適した低温状態にして保存する設備であり、営業形態は自家用と業務用に分かれている。 ・自家用はスーパーマーケットやコンビニエンスストアの日配食品、冷凍食品、配送センター、食品加工工場など、温度設定は多岐で更新による年間消費電力の算出は複雑となる。 ・冷凍冷蔵庫のすべての消費電力を把握することが困難なときは、代表機器で期間実測を行い、他系統は温度・用途・運転実態、負荷率など実態に合わせて算定する。 用途：冷やされる製品の違い（比熱や入蔵時の温度） 運転実態：運転時間帯（入庫や出庫）や操業時間の差異 負荷率：冷凍機の定格能力や定格消費電力と比較される運転状態 2. 留意事項 ・内蔵型ショーケース：内蔵型は圧縮機を装備し、消費電力の実測時期・時間帯とその他の時期・時間帯とで庫内外温度差は異なるので、温度差の違いの影響を補正する必要がある。なお、単相圧縮機の場合は、この消費電力の温度差補正を省くことができる。 ・別置型ショーケース：ファンモーター、霜取ヒーターが設置されているので、それらの消費電力を加算する。霜取ヒーターの仕様は製品で霜取時間や回数が異なる場合があるので注意が必要である。 ・冷凍冷蔵庫一般： ✓冷凍冷蔵庫に入庫する製品の影響を受ける場合（運送途中で冷却されている場合や常温の場合など）は負荷率を補正する。 ✓冷凍機がインバータ駆動の場合は中間負荷率改善やインバータ効率を考慮する。 ✓既存設備での発停の多さや経年劣化など運転ロスが多い場合は、実測値にロス分が加算されているので、定格の電流値などからその大きさを算定する必要がある。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

29 給 湯 ・ 温 水 利 用 設 備	1．共通事項 ・給湯設備は、ボイラーのように燃料の燃焼熱を熱源とするものと、ヒートポンプ給湯機のように外気を熱源とするものとに大別され、各熱源機の特徴を理解し、算定方法を使い分ける必要がある。 ・ボイラーについては、「蒸気システム」の記載事項を参照のこと。 ・ボイラー等の燃焼設備では容量の大きさや燃焼温度の高さから負荷への追従性が良く、また、運転時間も比較的短く済んでいる場合が多いので、熱源をボイラーからヒートポンプ給湯機に置き換える場合には、下記の事項および留意事項に注意を要する。 ・一般にヒートポンプ給湯システムは夜間（朝方）の運転時間で昼間の負荷を貯湯槽にためるため、日平均給湯量［L/日］や時間平均給湯量［L/h］、ピーク給湯量［L/h］を把握し、負荷への追従性を確認する必要がある。 ・負荷状況は季節、時間ごとの運転状態（貯湯槽の貯湯容量や出湯量）を実測し、把握する。 ・実測困難な場合は類似の施設や代表的な建物用途・規模などからピーク給湯量（病院では 11 時から 14 時、旅館やホテルなどは 20 時から 22 時で、平均時間給湯量の 2～3 倍が目安）や継続時間を推定することが可能であるが、実測値との比較検証に留意する。 2．留意事項 ・ヒートポンプ給湯機はボイラーと比べて容量が小さいため、日平均貯湯量だけでなく時間平均出湯量を把握しておく必要がある。 ・貯湯槽の容量はピーク時間帯を賄う容量が最低限必要となる。 ・ピーク後の時間平均給湯量を追い焚きと併せて把握する。貯湯槽容量の決め方がボイラーを熱源とする場合と異なるので注意が必要である。 ・ヒートポンプ給湯機は外気温の低い夜間（朝方）が運転の中心となるので、熱源が空気の場合には気温低下による性能低下に注意が必要である。 ・空気熱源のヒートポンプ給湯機は、寒冷地や厳寒期に屋外コイルの積雪、着霜で著しく性能が低下する場合があり、留意する。 ・ヒートポンプ給湯機は、給水を一過性で出湯するもの（給水加熱）と、水を循環させて加温するものとで加熱特性が異なるので、使い方（貯湯槽との関わり）に留意する。
	高効率ヒートポンプ給湯機の導入の例
	給湯システムの熱源を温水ボイラーからヒートポンプ給湯機に置き換える場合を考える。 1．対策実施前活動量の算定 （燃料使用量から給湯量を算出） ・年間の給湯熱量 E（負荷）を各月の燃料使用量から算定する。 ・給水温度、焚き上り温度、各月の給湯量から平均 1 日給湯量[L/日]が計算できる。 （ピーク給湯量[L/h]と運転実態の確認） ・給湯量[L/h]は時間帯により変化する。実測値があればそれを使うことができる。この時、ピーク継続時間の確認が必要である。 ・ピーク給湯使用量[L/h]は現状の貯湯槽容量で賄う場合があるため、ピーク通過後の追い焚きを含めた貯湯残量から運転実態を確認する。 ・現状年間燃料使用量 F1

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

29 給湯・温水利用設備	F1＝Q1÷(η1×HL)[L/年] ここで Q1：年間平均給湯負荷[GJ/年] η1：ボイラー効率 HL：燃料低位発熱量[GJ/L] 2. 実施計画活動量の算定 1) ヒートポンプ給湯機と貯湯槽容量の確認 ・ヒートポンプ給湯機については、最も厳しい冬期／着霜期の条件で考える（たとえば給水 5[℃]、90[℃]出湯）。 ・貯湯槽が朝方満杯になる運転時間の確認をする。時間は 10[h]以内とする。 2) 冬期日中追い焚きに必要な熱源機容量（台数）の確認 ・ピーク終了後の貯湯槽の残量と必要湯量[L/日]を算出し、昼間の平均加熱給水量[L/h]から必要とされるヒートポンプ給湯機の容量と台数を確認する。 3) 年間消費電力 E2[kWh]の算定 ・給湯使用量から時間帯別運転パターン（給湯運転／追い焚き運転）を各期（中間期、夏期、冬期、着霜期（寒冷期））別に推定し、ヒートポンプの消費電力[kW]に運転時間を乗じて期別の電力使用量を求め、それらを集計して年間値とする。 E2＝［期別電力使用量の合計］[kWh/年]
30 発電設備	1. 共通事項 ・CO_2削減ポテンシャル診断推進事業では、発電設備の提案の大半が「太陽光発電設備の導入」であり、「高効率ガスコージェネレーションシステムの導入」が次ぐ。 ・再生可能エネルギー発電設備、コージェネレーション発電設備で発生した電力および熱エネルギーは、公的補助事業によっては 100[%]自家消費であることや、既存発電設備の発電量を上限とすることが必要になるなど、種々条件が付く場合があるので、計画にあたってはエネルギー使用設備機器の消費電力および消費熱エネルギーとの比較が必要である。 ・太陽光発電設備の導入ではシミュレーション結果のみの数値を記載している事例が多いが、シミュレーション結果のみならず、算定の考え方や計算式の考え方、計算に用いる式や数値の根拠、出典を記載する。 ・上記シミュレーションに用いる条件（アレイ傾斜角、アレイ方位角等）は必ず記載する。 ・寸法が判別できるパネルの配置図を、（屋根等の）設置場所とともに記載し、設置予定場所にパネルが設置できることを示す。 2. 留意事項 ・太陽光発電設備容量の設定値が大き過ぎる場合、昼間のピーク時に電力が消費しきれない。また、休日など工場非稼働時の電力使用量が発電電力量を下回る分があれば効果から除外する。 ・日射量のデータには積雪の影響が含まれていないので、降雪地では現場の使用実態に即した積雪の影響が考慮されている必要がある。 太陽光発電設備の導入の例 太陽光発電設備は新規導入事例が大半である。実施計画活動量の算定式とポイントを記す。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

30 発 電 設 備	1．実施計画活動量の算定 算定式は JIS C8907『太陽光発電システムの発電電力量推定方法』や（一財）日本電機工業会『太陽光発電システム計画ガイドブック』などに掲載されているが、表記方法の違いはあるものの算定の考え方や方法は標準化されており、下記の通りである。 また、新エネルギー産業技術総合開発機構(NEDO)が公開している『日射量データベース閲覧システム』の地域ごとの月平均日積算傾斜面日射量 HS を用いることができる。 https://appww2.infoc.nedo.go.jp/appww/index.html（2022 年 11 月 26 日確認） これらの式と月ごとデータベースを算定に用いることにする。 ①月間システム発電量の算出 月間システム発電量 E_{PM}[kWh/月]＝K×P_{AS}×H_{AM} H_{Am}：1～12 月の月平均傾斜面日射量（各月の月平均日積算傾斜面日射量 HS にその月の日数を乗じて算出） K：補正係数（日射量の変動、経時変化、パワーコンディショナー、温度上昇などによる損失） P_{AS}[kW]：アレイ出力（モジュール 1 枚当たりの出力 P_{MS}[kW]×モジュール枚数 n） ②年間システム発電量の算出 年間システム発電量 EPy[kWh/年]＝$\sum_{i=1}^{12} EPmi$ 詳細は、本ガイドライン別添の DVD に収録されている対策効果算定シートを参照されたい。 2．対策実施後活動量の算定 ・年間システム発電量 EPy[kWh/年]はパワーコンディショナー（交流）出力を計測し、月々の値を積算し算定する。 ・月間システム発電量 EPm[kWh/月]は変動するので、月ごとに直接求める。 3．対策効果の検証・有効性評価 ・実施計画活動量の算定値の 1～12 月の月間システム発電量 EPm をパワーコンディショナー（交流）出力と比較し、差異が大きければ理由を検討する。 ・性能を維持するためには『保守点検ガイドライン』などを参考に適切な保守が必要である。
	高効率ガスコージェネレーションシステムの導入の例
	・コージェネレーションシステム（コジェネ）とは、「共同」や「共通」という意味を持つ「コー（co-）」で始まる名前の通り、2 つのエネルギーを同時に生産し供給するしくみであり、「熱電併給システム」と呼ばれ、需要地で発電装置を使って電気を作り、発電時に排出される熱を回収して給湯や暖房などに有効利用する。 ・電力系統に事故が起きた場合でもエネルギー供給を継続することが可能であり、電力需給がひっ迫した時に、コジェネを稼動させて電気のピークカットに役立てることができる。 ・直接効果は、自家発電による購入電力の削減と、排熱回収によるボイラー燃料の削減による CO_2 削減である。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

30 発電設備	1．実施計画活動量の算定 新規導入例として、既存ガスボイラーをガスコージェネレーションシステムに置き換えることによる効果を算定する。 ①購入燃料削減量[千 Nm^3/年]：[ボイラー燃料削減量 Q2]－[コジェネ燃料使用量 Q1] Q1：[コジェネ燃料使用量] [千 Nm^3/年] ＝F2×［台数］÷HL×［運転時間］[h/年]×3.6[MJ/kWh] F2：[コジェネ燃料使用量] [kW/台] Q2：ボイラー燃料削減量[千 Nm^3/年] ＝E2÷η÷HL E2：総回収熱量[MJ/年] ＝F2[kW/台]×η3×［台数］×［運転時間］[h/年]×3.6[MJ/kWh] η3：[コジェネ排熱回収効率］＝［総合効率η1］－［発電効率η2］ η：既設ボイラーの熱効率 HL：都市ガス低位発熱量[GJ/千 Nm^3] ②総発電量ΔE[kWh/年]：(P1－F1)×［台数］×［運転時間］[h/年] P1：[コジェネ定格発電出力] [kW/台] F1：[コジェネ消費電力] [kW/台] CO_2 削減量[t-CO_2/年]：①×H×αf＋②×αe αf：排出係数（都市ガス）[t-CO_2/GJ] H：燃料単位発熱量（都市ガス）[GJ/千 m^3] αe：電力の排出係数[t-CO_2/kWh] 2．対策実施後活動量の算定 ・燃料削減量はボイラー燃料削減量からコジェネ燃料使用量を引くことで求まるので、ボイラーとコジェネ燃料使用量を直接計測するか、購入在庫実績の確認が望ましい。 ・総発電量はコージェネレーション設備発電量を積算する。 ・熱需要、電力需要の季節変化を考慮するため、各月もしくは季節（夏期、冬期、中間期）ごとに計測もしくは購入在庫実績の確認を行う。 3．対策効果の検証・有効性評価 ・実施計画と対策実施後の活動量、すなわち燃料削減量と総発電量を比較するが、併せて電気のピークカット効果も検証する。
31 水利用設備	・水道、シャワー、水栓トイレ、風呂などを対象として、(節水コマ、節水型シャワーヘッド等)節水機能、節水・省エネ便座、風呂蓋などの対策があり、福祉施設の診断では数多く改善提案されている。 ・以下は、効果の目安である。（算定は　環境省『SHIFT CO_2 削減対策 Navi』参照） 節水型シャワーヘッド：シャワーヘッド 20[個]、利用人数 80[人] → 2[t-CO_2/年] 節水コマ：蛇口 16[個]、200[人]、4[回/人] → 0.1[t-CO_2/年] トイレ手洗いの自動水洗、自動洗浄 16[台]、200[人]、4[回/人] → 0.1[t-CO_2/年]

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

32 エネルギー管理設備	1. 共通事項 ・エネルギーマネジメントシステム（EMS）に求められる機能 投入エネルギー量、２次側設備機器、システムの運転状態とエネルギー使用量データが収集でき、以下の機能を有するシステム。 ①可視化・検証：必要データの収集・演算・蓄積、帳票やグラフによるデータ出力、分かりやすい表示、評価指標のモニタリング・表示、改善効果検証 ②解析支援：データ解析・指標化、インプットとアウトプットの対比とパラメータ、特異点の抽出、改善要素の抽出支援、ムダ・ムラの排除 ③最適化：最適となる・なりそうな運転・稼働条件や設定値のガイダンス、エネルギー消費予測などの収集データを基にした、条件や想定の推定・シミュレーション機能 ④改善実施：最適化計算結果を基にした制御システムの改善・設定変更 ⑤これらの機能や支援ツールの開発に対応したバージョンアップの考慮 ・エネルギー収支把握については、事業所のエネルギーの種別と投入量を把握し、それらがどのように変換され、使用されているかの流れをプロセス、工程、システム、設備機器などについて概略でも把握すること。（エネルギーの流れとプロセス・工程の流れなどフロー図を作成すると効果的） ・エネルギーを使用した結果と対比できることが必要である。例えば空調システムであれば、エネルギー使用量と主要機器の稼働状況、室内環境データなどとの相関が分かるようにする。生産プロセスであれば同様に生産量や工数、歩留まりなどとの相関を分かるように、見えるように配慮する。リアルタイムでの生産や稼働情報との紐付け、主要パラメータの選定、設備や品種、ロットごとのエネルギーおよび CO_2 排出量原単位表示は必須である。 2.留意事項 ・EMS の設備そのものは CO_2 削減にならないので、設備単独では SHIFT 事業の補助対象とはならない。また、単純な見える化のみの機器は対象外である。導入機器に組込まれた限定的な制御機器は可能であり、導入機器の制御と効果算定が必要である。 遠隔監視制御、機器運転制御を有する集中管理装置はエネルギー発生・移送・消費を 1 システムとし、当該システムの既存機器機能やエネルギー供給の全部または一部を異種の機器に置換える場合は対象となる場合がある。 ・効果算定 EMS の一般的な省エネ効果は 5[%]程度（NEDO）と言われているが、効果算定に際しては合理的な根拠を明記すること。対象設備の EMS 制御の効果と計測に基づく運用改善効果算定が必須である。「遠隔監視・管理サービスの導入」による CO_2 削減効果を具体的な根拠なしに推定により計上した適切でない診断報告書の例がある。なお、「遠隔監視・管理サービスの導入」は空調機更新の際に提案される例が多いため、対策メニュー番号 11126 にある。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

3.2.4　対策効果算定シート

設備機器の更新／導入に伴う CO_2 削減効果の算定手順や方法について、代表的な 53 件の事例を「対策効果算定シート」に例示する。算定シートは全体で約 260 ページと多量になるので、別添の DVD に対策別に収録する。

CO_2 削減効果の算定結果に第三者からの理解・検証・納得が得られるためには、技術的合理性・普遍性のある算定式や根拠のある数値が用いられていなければならない。一方で、専門外の算定者では考え方が理解不足であったり、根拠が不明瞭であったりして、合理的な算定ができない場合も実際にはあり得る。対策効果算定シートは、算定者が精通していない分野の対策であっても一定水準以上の算定を行い、算定者による結果のばらつきが小さくなることを目的としたものである。したがって、本シートに記載した一般的な手順・方法より不確かさを小さくする独自の手順・方法が考えられる場合には、その手法による算定を妨げるものではない。なお、本シート以外の手法で算定を行う場合には、第三者からの理解・検証・納得を得るために、より丁寧な説明を行う必要がある。また、本シートは、比較的提案数の多い対策を中心に示しており、すべての対策を網羅してはいないので、算定シートがない場合には、類似する算定シートの計算過程を参考にして、共通する算定の原則、手順、留意事項に則り、不確かさの小さい合理的・普遍的な算定を行っていただきたい。

対策効果算定シートのフォーマットを**表 3.2.4-1** に示す。算定シートは、3.2.1「算定の原則」に則り、3.2.2「算定の手順とポイント」に従い、3.3.3「システム・設備の算定原則と留意事項」に基づいて、具体的な計算過程や数値による算定例を記載している。このため、本シートは 3.2.1 項～3.2.3 項の関連部分を理解した上で利用していただきたい。算定結果を第三者に報告する際に、別紙を多用したり表を羅列したりするだけでは理解を得られにくいこともあるので、シートに例示した各記入欄には、原則として算定に必要なすべての情報を記載するように努める必要がある。

別添の DVD に収録している対策効果算定シートの一覧を**表 3.2.4-2** に示す。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

表 3.2.4-1　対策効果算定シートのフォーマット

【対策効果算定シート】

対策の種類	対策名称	シート番号・対策メニュー名
工程名	システム・設備区分	対象設備
対策内容		

1．計画時の効果算定

効果算定のポイント[*1]	活動量算定の考え方、前提条件	
1)対策実施前[*2]	活動種別	A 重油
	年間活動量[*3]	活動量を実績・計測もしくは計算式で算出 [kL/年]
	エネルギー使用量	燃料別単位発熱量を乗じてエネルギー使用量算定 [GJ/年]　PE1
	CO_2 排出量	CO_2 排出係数を乗じて CO_2 排出量算定[t-CO_2/年]　C1
2)実施計画	活動種別	都市ガス（東京ガス 13A）
	年間活動量	計算式で算出[千 Nm^3/年]
	エネルギー使用量	燃料別単位発熱量を乗じてエネルギー使用量算定 [GJ/年]　PE2
	CO_2 排出量	CO_2 排出係数を乗じて CO_2 排出量算定[t-CO_2/年]　C2
実施計画エネルギー削減量、CO_2 削減量	PE1－PE2 [GJ/年] C1－C2 [t-CO_2/年][*4]	
留意事項	計算式、数値、対策の影響など	

2．対策実施後の効果算定

1)対策実施前（再記載）	活動種別	A 重油
	エネルギー使用量	燃料別単位発熱量を乗じてエネルギー使用量算定 [GJ/年]
	CO_2 排出量	CO_2 排出係数を乗じて CO_2 排出量算定[t-CO_2/年]　C1
3)対策実施後	活動種別	都市ガス（東京ガス 13A）
	年間活動量	活動量を実績・計測もしくは計算式で算出 [千 Nm^3/年]
	エネルギー使用量	燃料別単位発熱量を乗じてエネルギー使用量算定 [GJ/年]　PE3
	CO_2 排出量	CO_2 排出係数を乗じて CO_2 排出量算定[t-CO_2/年]　C3
実施後エネルギー削減量、CO_2 削減量	PE1－PE3 [GJ/年] C1－C3 [t-CO_2/年][*5]	
留意事項	計算式、数値、対策の影響など	

3．効果の検証・有効性評価

効果検証と有効性評価の手順	実施計画と対策実施後の差異と理由、対策効果の程度、運転操作性、整備性、環境の変化、操業への影響等

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

表 3.2.4-2 対策効果算定シート一覧表

シート番号	対策名称	大分類	中分類	6類型
C11112	吸収式冷温水機の燃焼空気比低減	空調システム	発生	運用改善
C11113	冷却水設定温度の適正化	空調システム	発生	運用改善
C11114-1	空冷ヒートポンプチラー冷水出口温度の緩和	空調システム	発生	運用改善
C11114-2	空冷ヒートポンプチラー温水出口温度の緩和	空調システム	発生	運用改善
C11131	高効率ターボ冷凍機の導入	空調システム	発生	設備導入
C11135-1	高効率パッケージエアコンの導入（電力使用量を計測）	空調システム	発生	設備導入
C11135-2	高効率パッケージエアコンの導入（PAC 年間電力算出ツール使用）	空調システム	発生	設備導入
C11151	吸収式冷温水機から高効率電気ヒートポンプへの更新	空調システム	発生	電化
C11211	フィルターの清掃（PAC 年間電力算出ツール使用）	空調システム	移送	運用改善
C11316	空調設定温度の緩和（PAC 年間電力算出ツール使用）	空調システム	消費	運用改善
C11322	CO_2センサーを利用した外気量自動制御システムの導入	空調システム	消費	部分更新・機能付加
C11327	窓の断熱性・遮熱性向上（遮光フィルム）	空調システム	消費	部分更新・機能付加
C11331	全熱交換器の導入	空調システム	消費	設備導入
C12113	ボイラーの運転圧力調整	蒸気システム	発生	運用改善
C12114	ボイラーの燃焼空気比改善	蒸気システム	発生	運用改善
C12122	ボイラー排ガス利用による高効率化	蒸気システム	発生	部分更新・機能付加
C12131	高効率ボイラーの導入	蒸気システム	発生	設備導入
C12142	重油焚きからガス焚きボイラーへの燃料転換	蒸気システム	発生	燃料低炭素化
C12222	蒸気配管・蒸気バルブ・フランジ等の断熱強化	蒸気システム	移送	部分更新・機能付加
C14111	コンプレッサーの吐出圧の低減	圧空システム	発生	運用改善
C14121	コンプレッサーの吸気温度の低温化	圧空システム	発生	部分更新・機能付加
C14131	適正容量の高効率コンプレッサー（インバータ等）の導入	圧空システム	発生	設備導入
C14133	熱回収式コンプレッサーの導入	圧空システム	発生	設備導入
C14211	配管の空気漏れ対策	圧空システム	移送	運用改善
C14321	エアーブローのパルス化	圧空システム	消費	部分更新・機能付加
C21022	照明制御機能（人感センサー）の追加	照明設備	——	部分更新・機能付加
C21031	LED 照明の導入	照明設備	——	設備導入

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

シート番号	対策名称	大分類	中分類	6 類型
C21033	高効率誘導灯（LED 等）の導入	照明設備	——	設備導入
C22011	変圧器の統合（既存設備利用）	受変電・配電設備	——	運用改善
C22031	高効率変圧器への更新	受変電・配電設備	——	設備導入
C22032	変圧器の統合（設備更新あり）	受変電・配電設備	——	設備導入
C23011	OA 機器の待機電力削減	OA 機器	——	運用改善
C24022-1	ファンの回転数制御機能の追加	電動機・ポンプ・ファン	——	部分更新・機能付加
C24022-2	冷却水設定流量の適正化（冷却塔循環ポンプのインバータ制御）	電動機・ポンプ・ファン	——	部分更新・機能付加
C24023	省エネファンベルトの導入	電動機・ポンプ・ファン	——	部分更新・機能付加
C24031	適正容量の高効率ポンプ・ファン・ブロワーの導入	電動機・ポンプ・ファン	——	設備導入
C24032	高効率モーターの導入	電動機・ポンプ・ファン	——	設備導入
C25012	燃焼炉の空気比改善	工業炉	——	運用改善
C25021	燃焼炉の排ガスの熱回収	工業炉	——	部分更新・機能付加
C25022	工業炉の断熱、保温の強化	工業炉	——	部分更新・機能付加
C25041	工業炉の燃料転換	工業炉	——	燃料低炭素化
C26011	冷凍・冷蔵設備の設定温度の変更	冷凍・冷蔵設備	——	運用改善
C26013	デフロスト間隔の延長	冷凍・冷蔵設備	——	運用改善
C26018	冷凍・冷蔵設備の冷却能力の回復	冷凍・冷蔵設備	——	運用改善
C26021	ショーケースナイトカバーの設置	冷凍・冷蔵設備	——	部分更新・機能付加
C26024	冷凍・冷蔵設備の断熱強化	冷凍・冷蔵設備	——	部分更新・機能付加
C26031	高効率冷凍・冷蔵設備の導入	冷凍・冷蔵設備	——	設備導入
C29011	電気給湯器の給湯温度の調整	給湯設備	——	運用改善
C29042	太陽熱給湯設備の導入	給湯設備	——	燃料低炭素化
C29051	高効率ヒートポンプ給湯機の導入	給湯設備	——	電化
C30031	ガスコージェネレーションシステムの導入	発電設備	——	設備導入
C30061	太陽光発電設備の導入	発電設備	——	電力低炭素化
C33031	省エネ型自動販売機の導入	その他のシステム、設備機器（生産設備、自販機等）	——	設備導入

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

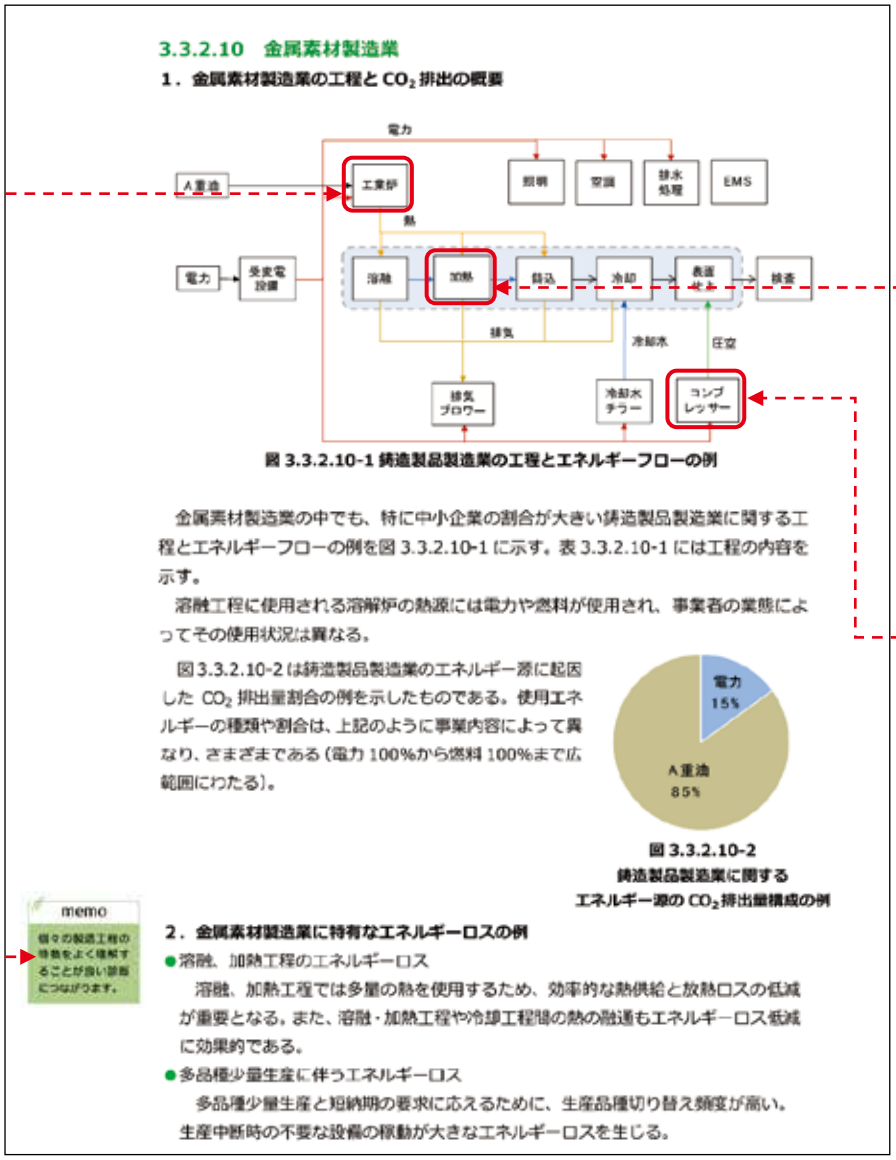
3.3 業種、システム、設備機器別の脱炭素化対策

3.3.1 本節の利用方法

DVD に収録されている、「3.3.2 業種別の診断ポイントと対策技術」「3.3.3 システム別の診断ポイントと対策技術」「3.3.4 設備・機器別の診断ポイントと対策技術」の使い方を説明する。

3.3.1.1 業種別編の利用方法

業種別に Step2 で現地踏査を行う際の診断ポイントと対策提案をする際の留意事項等を記載している。図上の確認箇所⇒対策⇒対策効果算定シート、対策分析シートとリンクをたどることにより、対策提案に必要な対策効果の算定方法や対策に関する情報を容易に入手できるようになっている。



3.3.2.10 金属素材製造業

1．金属素材製造業の工程と CO_2 排出の概要

図 3.3.2.10-1 鋳造製品製造業の工程とエネルギーフローの例

金属素材製造業の中でも、特に中小企業の割合が大きい鋳造製品製造業に関する工程とエネルギーフローの例を図 3.3.2.10-1 に示す。表 3.3.2.10-1 には工程の内容を示す。

溶融工程に使用される溶解炉の熱源には電力や燃料が使用され、事業者の業態によってその使用状況は異なる。

図 3.3.2.10-2 は鋳造製品製造業のエネルギー源に起因した CO_2 排出量割合の例を示したものである。使用エネルギーの種類や割合は、上記のように事業内容によって異なり、さまざまである（電力 100%から燃料 100%まで広範囲にわたる）。

図 3.3.2.10-2
鋳造製品製造業に関する
エネルギー源の CO_2 排出量構成の例

memo

2．金属素材製造業に特有なエネルギーロスの例

- 溶融、加熱工程のエネルギーロス

  溶融、加熱工程では多量の熱を使用するため、効率的な熱供給と放熱ロスの低減が重要となる。また、溶融・加熱工程や冷却工程間の熱の融通もエネルギーロス低減に効果的である。

- 多品種少量生産に伴うエネルギーロス

  多品種少量生産と短納期の要求に応えるために、生産品種切り替え頻度が高い。生産中断時の不要な設備の稼動が大きなエネルギーロスを生じる。

設備・機器の記号をクリックすると、3.3.4 節の設備・機器のページにジャンプする

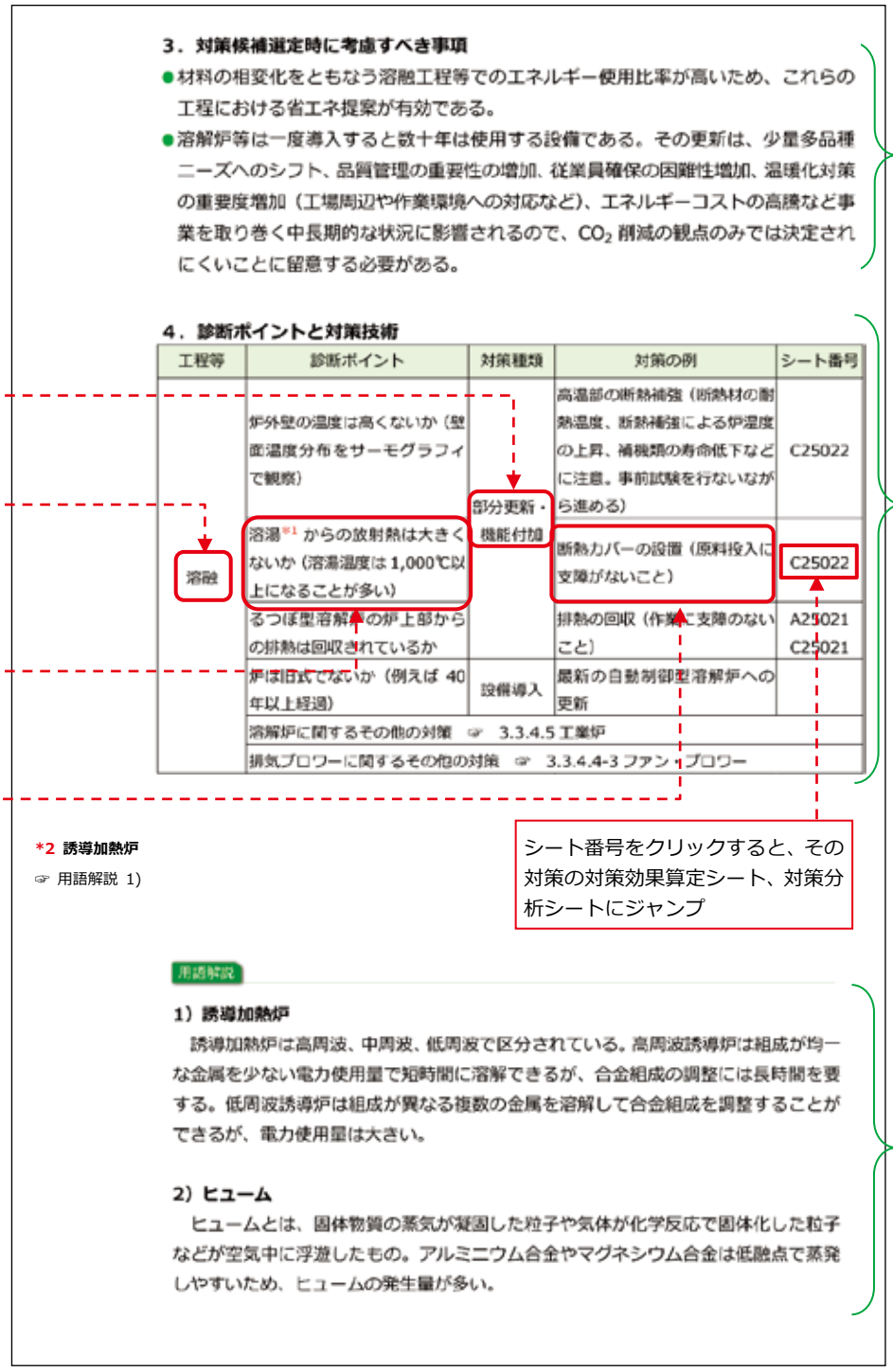
事業所と工程の全体的なイメージを掴み、例示された工程とエネルギーフローで確認箇所を把握する

生産工程の記号をクリックすると、その工程に関する診断ポイントと対策例にジャンプする

ユーティリティシステムの記号をクリックすると、3.3.3 節のシステムのページにジャンプする

理解の助けとなる事項、注意してほしい事項などを解説

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）



3．対策候補選定時に考慮すべき事項

- 材料の相変化をともなう溶融工程等でのエネルギー使用比率が高いため、これらの工程における省エネ提案が有効である。
- 溶解炉等は一度導入すると数十年は使用する設備である。その更新は、少量多品種ニーズへのシフト、品質管理の重要性の増加、従業員確保の困難性増加、温暖化対策の重要度増加（工場周辺や作業環境への対応など）、エネルギーコストの高騰など事業を取り巻く中長期的な状況に影響されるので、CO_2 削減の観点のみでは決定されにくいことに留意する必要がある。

4．診断ポイントと対策技術

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	シート番号
溶融	炉外壁の温度は高くないか（壁面温度分布をサーモグラフィで観察）	部分更新・機能付加	高温部の断熱補強（断熱材の耐熱温度、断熱補強による炉温度の上昇、補機類の寿命低下などに注意。事前試験を行ないながら進める）	C25022
	溶湯*1 からの放射熱は大きくないか（溶湯温度は 1,000℃以上になることが多い）		断熱カバーの設置（原料投入に支障がないこと）	C25022
	るつぼ型溶解炉の炉上部からの排熱は回収されているか		排熱の回収（作業に支障のないこと）	A25021 C25021
	炉は旧式でないか（例えば 40 年以上経過）	設備導入	最新の自動制御型溶解炉への更新	
	溶解炉に関するその他の対策 ☞ 3.3.4.5 工業炉			
	排気ブロワーに関するその他の対策 ☞ 3.3.4.4-3 ファン・ブロワー			

*2 誘導加熱炉
☞ 用語解説 1)

用語解説

1）誘導加熱炉

誘導加熱炉は高周波、中周波、低周波で区分されている。高周波誘導炉は組成が均一な金属を少ない電力使用量で短時間に溶解できるが、合金組成の調整には長時間を要する。低周波誘導炉は組成が異なる複数の金属を溶解して合金組成を調整することができるが、電力使用量は大きい。

2）ヒューム

ヒュームとは、固体物質の蒸気が凝固した粒子や気体が化学反応で固体化した粒子などが空気中に浮遊したもの。アルミニウム合金やマグネシウム合金は低融点で蒸発しやすいため、ヒュームの発生量が多い。

対策提案をする際の留意事項を把握する

工程、生産設備に関する診断ポイントと対策例を把握する

ボイラー等のユーティリティシステムやブロワー等共通的な設備の診断ポイント・対策例は、フロー図からジャンプするそれぞれの節に記載されている

理解を助けるための用語の解説

対策の 6 類型を記載

診断対象となる工程を記載

確認するべき診断ポイントを記載

診断結果に応じた対策の例を記載

シート番号をクリックすると、その対策の対策効果算定シート、対策分析シートにジャンプ

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

3.3.1.2　ユーティリティシステム編の利用方法

ユーティリティシステムについて、Step2 で現地踏査を行う際の診断ポイントと対策提案をする際の留意事項等を記載している。図上の確認箇所⇒対策⇒対策効果算定シート、対策分析シートとリンクをたどることにより、対策提案に必要な計測や、対策効果の算定方法や対策に関する情報を容易に入手できるようになっている。

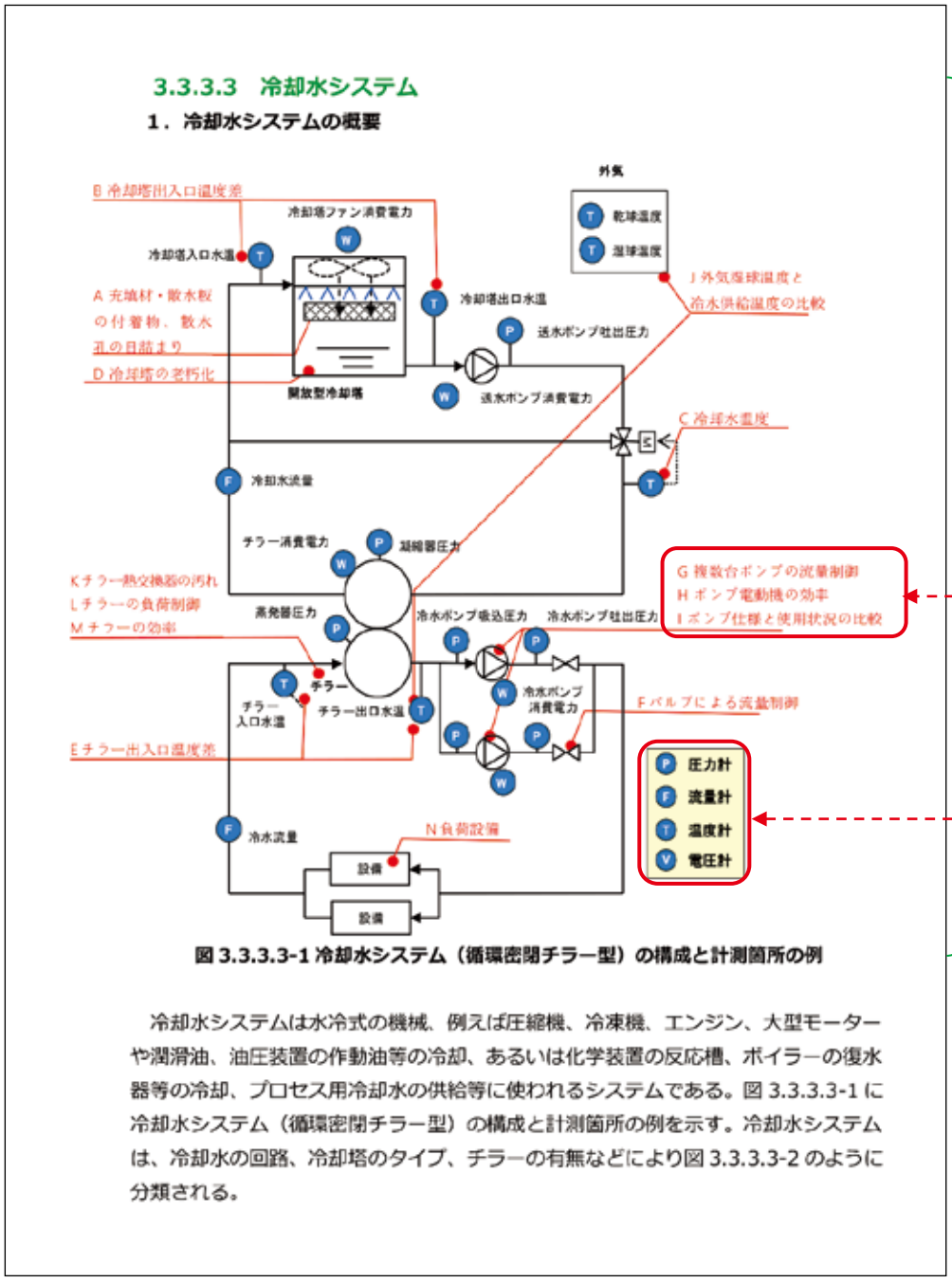


図 3.3.3.3-1 冷却水システム（循環密閉チラー型）の構成と計測箇所の例

冷却水システムは水冷式の機械、例えば圧縮機、冷凍機、エンジン、大型モーターや潤滑油、油圧装置の作動油等の冷却、あるいは化学装置の反応槽、ボイラーの復水器等の冷却、プロセス用冷却水の供給等に使われるシステムである。図 3.3.3.3-1 に冷却水システム（循環密閉チラー型）の構成と計測箇所の例を示す。冷却水システムは、冷却水の回路、冷却塔のタイプ、チラーの有無などにより図 3.3.3.3-2 のように分類される。

システムの全体的なイメージを掴み、診断において確認するべきポイントを把握する

診断の着目点と確認するべき事項を記載

確認事項をクリックすると「(5) 診断ポイントと対策技術」の該当場所にジャンプする

これらの記号を用いて計測が必要な場所と計測の種類を図示

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

2．冷却水システムのエネルギーロスの例

・冷却水出入口の温度差が小さいときは、流量過大であり、ポンプ過剰動力がロスとなる。

・負荷が小さい場合、冷却塔のファンを固定速度で運転するとファンの過剰動力が損失となる。

・チラーを使用して冷水（冷却水）の温度を下げている場合で、その温度が冬期の外気と同程度のときは、フリークーリング※1 を行なわないと、チラー動力の損失となる。

※1 フリークーリング
冷凍機を使って冷水（冷却水）を作っている場合、冬期に冷凍機を運転せずに冷却塔のみで冷水を作ること。ただし、フリークーリングで達成できる温度は外気湿球温度プラス数度である。また、寒冷地では負荷が減少すると凍結の可能性があるため、夜間の負荷が小さい場合は注意が必要である。

システムに特有なエネルギーロスの特徴を把握する

3．エネルギーロス把握のための計測方法

1）発生段階のロス把握

●冷却塔のロス把握のための計測

冷却水温度は外気の湿球温度に依存し、最大負荷時にアプローチ※2（冷却塔出口（冷却塔タンク内）の冷却水温度－外気湿球温度）が 5℃以下に保たれているかの確認が必要である（通常、アプローチが 5℃になるよう冷却塔は選定される）。外気の湿度・湿度の計測にはアスマン温湿計が使用される。

発生段階、移送段階、消費段階のエネルギーロスを分析するための計測方法を把握する

理解を助けるための脇注を随所に挿入

―― 中略 ――

4．対策候補選定時に考慮すべき事項

・負荷が小さい時はポンプ、冷却塔ファンの回転数を制御する。

・開放型冷却塔でフリークーリングを行なう場合は、機械ジャケットや凝縮器が汚れるので、熱交換器を入れて清浄な水を循環させるか、冷却塔の水質管理を厳しくすること。

・循環式開放型システムでポンプをインバータ制御する場合は、回転数の 2 乗に比例して全揚程が小さくなるので、実揚程や管路抵抗に対して十分か検討すること

・高効率型冷却塔は、内部の充填材量を大きくして接触面積を増やしているので、寸法的に大きくなることがある。

・トップランナーモーターに更新した場合、回転数が若干上昇するので、過負荷にならないか検討すること。プーリー比の変更、あるいはインバータで回転数を調整する。

対策提案をする際の留意事項を把握する

対策の 6 類型を記載

5．診断ポイントと対策技術

機器設備	診断ポイント	対策種類	対策の例	シート番号
冷却塔	内部の充填材や散水板等にスケールやスライムが付着していないか 散水孔が目詰まりしていないか A	運用改善	薬品による洗浄	
	チラーを使用している場合に、冷却塔の出口温度制御の設定値は適正か C		冷却水温度の適正化	C11113
	冷却塔の出入口湿度差が過大ではないか B	部分更新・機能付加	ファンのインバータ制御	
	冷却塔が劣化していないか D	設備導入	高効率型冷却塔に更新	

診断対象となる設備を記載

シート番号をクリックすると、その対策の対策効果算定シート、対策分析シートにジャンプ

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

3.3.1.3　設備・機器編の利用方法

どの業種においても、ある程度共通して使用される設備・機器について、Step2 で現地踏査を行う際の診断ポイントと対策提案をする際の留意事項等を記載している。

3.3.4.4　電動機（モーター）・ポンプ・ファン

3.3.4.4-1　電動機（モーター）

1．電動機の概要

電動機（モーター）とは、電気エネルギーを効率的に回転のエネルギーに変換する原動機であり、圧縮機、ポンプ、ファン等、回転機械やエレベーター、エスカレーター等の動力源として使われている。その消費電力は日本の産業部門の消費電力の 75%、日本の消費電力量全体の 55%を占めている。

電動機にはさまざまなタイプがあるが、一般に産業界で広く使われているのは、三相かご型誘導電動機である。

2．電動機で発生するエネルギーロスの例

- 電動機の効率はかなり高いが、出力、極数（ポール数）、周波数等によって変わり、大出力の方が効率は良く、極数が増えるにつれて効率はやや低くなる。また、低負荷になると効率は下がる。
- 電動機のロスとしては、電気的損失（鉄損、銅損）および機械的損失（軸受損失、空気との摩擦損失、冷却用ファンによる損失等）があるが、使用者が改善できるものではなく、電動機固有のものである。電動機は一般的に稼働時間が長いので、できるだけ効率の高い電動機を使用すべきである。高効率電動機としては、現在 IE2※1（高効率モーター）、IE3（プレミアム効率モーター）、IE4（スーパープレミアム効率モーター）がある。省エネ法で規定されているトップランナーモーターは IE3（プレミアム効率モーター）に相当する。

現在最も効率の高いモーターは、誘導電動機ではないが、IPM モーター（永久磁石埋込式同期電動機）で、その効率は IE4 に相当する。

※1 IE1～IE4
国際規格 IEC の効率レベルを示す記号

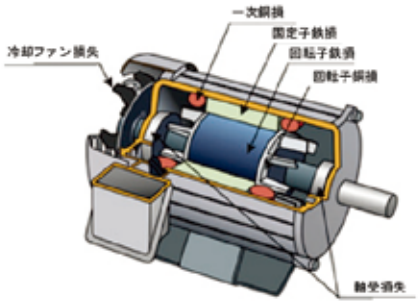


図 3.3.4.4-1 三相かご形誘導電動機の損失箇所（出典：［3］）

設備・機器が果たす役割や使われ方を把握する

設備・機器に特有なエネルギーロスの特徴を把握する

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

理解の助けとなる事項、注意してほしい事項などを解説

memo
インバータを使用している電動機に進相コンデンサを取り付けると、コンデンサ焼損やインバータトリップの原因となります。

対策提案をする際の留意事項を把握する

3. 対策候補選定時に考慮すべき事項

- 高効率電動機に更新すると運転回転数が 1.5～2.5%上昇するので、ポンプ、ファン等の動力が増加する。過負荷に注意し、必要ならバルブ、ダンパー、回転数等の調整により負荷を抑える。始動電流、トルクも増加するので、ブレーカー等の適合チェックを行なう。
- 標準効率モーターをプレミアム効率モーターに交換する場合は、特に開放型で寸法が大きくなることがある。
- IPM モーターは 1 台ごとに専用インバータが必要で、商用電源での直入れやスターデルタ起動は出来ない。また、同期電動機なのでスリップがなく、誘導電動機より回転数が上昇するので、上記の負荷抑制対策が必要である。
- IPM モーターは発電作用があるので、電源遮断後に過回転となる恐れのある装置ではインバータが損傷する。
- インバータを使用している場合は、進相コンデンサ（力率改善コンデンサ）を入れない。

4. 診断ポイントと対策技術

機器設備	診断ポイント	対策種類	対策の例	シート番号
電動機	過負荷でないか	運用改善	負荷の軽減	
	軸受け温度が異常に高くないか		軸受け部の給油点検（給油脂の実施を保守点検記録等で確認）	
	被駆動機（ポンプ、ファン等）の管路が、弁、ダンパー等で絞られていないか	部分更新・機能付加	回転数制御機能の追加（ポンプ、ファン等の流量制御方式を、インバータによる回転数制御に変更）	A24022 C24022-1
	電流が大きくかつ電路が長くないか		力率改善制御の追加（電動機回路に進相コンデンサを入れて力率を改善）	A22022 C22022
	低負荷ではないか	設備導入	負荷に見合った出力の電動機に更新（電流値を計測し、定格の 80～90%が望ましい。電動機の寿命による交換時に検討）	
	電動機効率が低くないか（特性表、銘板等で確認する）		プレミアム効率電動機（IE3）等高効率形に更新	A24032 C24032

対策の 6 類型を記載

シート番号をクリックすると、その対策の対策効果算定シート、対策分析シートにジャンプ

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）



「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

参考　日本標準産業分類と本ガイドラインにおける業種との対応

赤字は本ガイドラインの対象外

日本標準産業分類　第 12 改訂（中分類 01-99）		1	2	3	4	5	6	7	
大分類	中分類	食品製造業	繊維工業	木製品・家具製造業	紙加工品製造業	化学工業	石油・石炭製品製造業	プラスチック製品製造業	
A 農業、林業	01 農業								
	02 林業								
B 漁業	03 漁業(水産養殖業を除く)								
	04 水産養殖業								
C 鉱業、採石業、砂利採取業	05 鉱業，採石業，砂利採取業								
D 建設業	06 総合工事業（本社）								
	07 職別工事業（本社）（設備工事業を除く）								
	08 設備工事業　（本社）								
E 製造業	09 食料品製造業	●							
	10 飲料・たばこ・飼料製造業	●							
	11 繊維工業		●						
	12 木材・木製品製造業（家具を除く）			●					
	13 家具・装備品製造業			●					
	14 パルプ・紙・紙加工品製造業				●				
	15 印刷・同関連業								
	16 化学工業（大規模コンビナートを除く）					●			
	17 石油製品・石炭製品製造業						●		
	18 プラスチック製品製造業（別掲を除く）							●	
	19 ゴム製品製造業								
	20 なめし革・同製品・毛皮製造業		●						
	21 窯業・土石製品製造業								
	22 鉄鋼業（粗鋼生産を除く）								
	23 非鉄金属製造業								
	24 金属製品製造業								
	25 はん用機械器具製造業								
	26 生産用機械器具製造業								
	27 業務用機械器具製造業								
	28 電子部品・デバイス・電子回路製造業								
	29 電気機械器具製造業								
	30 情報通信機械器具製造業								
	31 輸送用機械器具製造業								
	32 その他の製造業	← 最も近い製造業を選択							
F 電気・ガス・熱供給・水道業	33 電気業（本社）								
	34 ガス業（本社）								
	35 熱供給業								
	36 水道業								
G 情報通信業	37 通信業								
	38 放送業								
	39 情報サービス業（データセンター）								
	40 インターネット附随サービス業								
	41 映像・音声・文字情報制作業								
H 運輸業、郵便業	42 鉄道業（移動体除く）								
	43 道路旅客運送業（移動体除く）								
	44 道路貨物運送業（移動体除く）								
	45 水運業（移動体除く）								
	46 航空運輸業（移動体除く）								
	47 倉庫業								
	48 運輸に附帯するサービス業								
	49 郵便業（信書便事業を含む）								

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

本ガイドラインにおける業種分類																	
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	ゴム製品製造業	窯業・土石製品製造業	金属素材製造業	金属製品製造業	機械器具製造・印刷関連業	電子部品・機器製造業	熱供給業	水道業	データセンター	倉庫業	スーパーマーケット	ホテル・旅館	飲食店	クリーニング業	病院	廃棄物処理業	事務所・ビル
																	●
																	●
																	●
					●												
	●																
		●															
			●														
			●														
				●													
					●												
					●												
					●												
						●											
					●	(●)											
						●											
					●												
																	●
																	●
							●										
								●									
																	●
																	●
									●								(●)
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
										●							
																	●
																	●

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

日本標準産業分類　第12改訂（中分類01-99）		1	2	3	4	5	6	7	
大分類	中分類	食品製造業	繊維工業	木製品・家具製造業	紙加工品製造業	化学工業	石油・石炭製品製造業	プラスチック製品製造業	
I 卸売業、小売業	50 各種商品卸売業								
	51 繊維・衣服等卸売業								
	52 飲食料品卸売業								
	53 建築材料，鉱物・金属材料等卸売業								
	54 機械器具卸売業								
	55 その他の卸売業								
	56 各種商品小売業								
	57 織物・衣服・身の回り品小売業								
	58 飲食料品小売業								
	59 機械器具小売業								
	60 その他の小売業								
	61 無店舗小売業								
J 金融業、保険業	62 銀行業								
	63 協同組織金融業								
	64 貸金業，クレジットカード業等非預金信用機関								
	65 金融商品取引業，商品先物取引業								
	66 補助的金融業等								
	67 保険業（保険媒介代理業，保険サービス業を含む）								
K 不動産業、物品賃貸業	68 不動産取引業								
	69 不動産賃貸業・管理業								
	70 物品賃貸業								
L 学術研究、専門・技術サービス業	71 学術・開発研究機関								
	72 専門サービス業（他に分類されないもの）								
	73 広告業								
	74 技術サービス業（他に分類されないもの）								
M 宿泊業、飲食サービス業	75 宿泊業								
	76 飲食店								
	77 持ち帰り・配達飲食サービス業								
N 生活関連サービス業、娯楽業	78 洗濯・理容・美容・浴場業								
	79 その他の生活関連サービス業								
	80 娯楽業								
O 教育、学習支援業	81 学校教育								
	82 その他の教育，学習支援業								
P 医療、福祉	83 医療業								
	84 保健衛生								
	85 社会保険・社会福祉・介護事業								
Q 複合サービス事業	86 郵便局								
	87 協同組合（他に分類されないもの）								
R サービス業（他に分類されないもの）	88 廃棄物処理業								
	89 自動車整備業								
	90 機械等修理業（別掲を除く）								
	91 職業紹介・労働者派遣業								
	92 その他の事業サービス業								
	93 政治・経済・文化団体								
	94 宗教								
	95 その他のサービス業								
	96 外国公務								
S 公務（他に分類されるものを除く）	97 国家公務								
	98 地方公務								
T 分類不能の産業	99 分類不能の産業								

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

ガイドラインにおける業種分類																
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	ゴム製品製造業	窯業・土石製品製造業	金属素材製造業	金属製品製造業	機械器具製造・印刷関連業	電子部品・機器製造業	熱供給業	水道業	データセンター	倉庫業	スーパーマーケット	ホテル・旅館	飲食店	クリーニング業	病院	廃棄物処理業	事務所・ビル
										(●)							●
										(●)							●
											●						
										(●)							●
										(●)							●
										(●)							●
																	●
																	●
											●						
																	●
																	●
																	(●)
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
												●					
													●				
													●				
														●			
																	●
																	●
																	●
																	●
															●		
															(●)		●
															(●)		●
																	●
																	●
																●	
					(●)												●
					(●)												●
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

3.4 対策分析シート

平成 28 年度から令和 2 年度の 5 年度間に実施された CO_2 削減ポテンシャル診断推進事業で提案された対策を令和 3 年度に分析したところ、CO_2 削減余地が大きく容易に実施ができるにもかかわらず実施率の低い対策があることが分かった。

これらの対策の中から今後優先的に取り組むべき対策として 32 項目を選び、各々の対策が実施された理由と実施されなかった理由等の情報を診断結果報告書（診断機関が診断結果を基に受診事業者に対策を提案した報告書）と事業報告書（受診事業者が対策の実施状況を環境省に報告した報告書）から抽出して対策分析シートを作成した。

対策分析シートは、本ガイドラインに別添の DVD に収録されている。

3.4.1 対策分析シートの活用

脱炭素化促進計画を策定する際に、次のような対策分析シートの活用が期待される。

- 事業所の業種や部門（産業、業務）に応じて、効果的な対策（削減余地ランク）、よく提案される対策（診断時提案率）、実施されやすい対策（事業報告書実施率）を知ることができる。
- 投資回収年数等、診断事業で実施された提案の内容に照らして実施計画を策定できる。
- 「実施の阻害要因（未実施理由）」を明らかにし、「実施理由」を活用すると、効果的な提案ができる。とくに実施率の低い対策を提案する際に、事業者に対策の実施を促すことができる。
- 提案する対策の組み合わせを検討する際に、併せて同時に実施されることが多い対策メニューを参考にできる。また、複数の対策を実施することによる相乗効果も期待できる。

3.4.2 対策分析シートの記載内容

対策分析シートには CO_2 削減ポテンシャル診断推進事業の診断結果報告書から推計した削減余地等の診断情報に加えて、同診断の事業報告書で報告された提案の実施に関する情報を記載した。

主な記載内容は、以下のとおりである。

- 対策メニュー名とシート番号
  - 対策メニュー名とシート番号は、SHIFT 事業の対策メニューリストの対策メニュー名とメニュー番号に対応している。
  - メニュー番号により対策分析シートを参照するために、対策分析シートのメニュー番号の先頭に記号 A を付したものをシート番号とした。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

➢該当するシステム・設備と６類型

●システム・設備名と６類型は、SHIFT 事業の対策メニューリストに対応している。

➢削減余地の全対策メニューの中での順位（全体、産業部門、業務部門）

➢表１　診断結果（削減余地、診断件数、診断時の提案数、診断時の提案率）

●対策分析シートの「削減余地」とは、**図 3.4.2-1** に示すように対策が適用可能であるにもかかわらず未実施である中小規模の事業所（年間 CO_2 排出量が 3,000[t-CO_2]未満）すべてがその対策を実施した場合に、削減される CO_2 排出量の総量を業種別に推計し積算した。

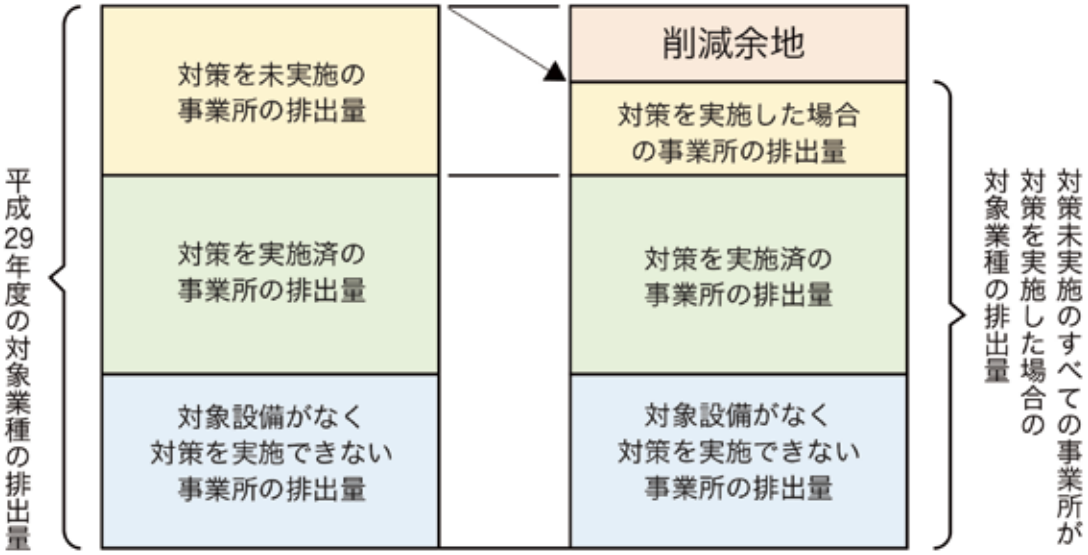


図 3.4.2-1　対策分析シートにおける「削減余地」の考え方

●対策分析シートでは、工場・事業場を総称して「事業所」と呼ぶ。

●さらに事業所を「日本標準産業分類　中分類」の「01 農業」から「32 その他の製造業」までの 32 業種（設備工事業、金属製品製造業等）を「産業部門」に、「33 電気業」から「99 分類不能の産業」までの 67 業種（倉庫業、宿泊業等）に「産業部門の本社や事務所等」を加えた 68 業種を「業務部門」に分類している。

●本ガイドライン第 2 章で使用している「削減余地」は、ある対策を実施することにより CO_2 排出量を削減できる可能性を示しており、対策分析シートで推計削減量を示す「削減余地」とは意味が異なる。

●診断時の提案率は、診断件数に対する診断時の提案数の比率であり、業種等に応じた対策メニューの提案頻度を表す。

●全業種と産業部門・業務部門のほかに削減余地の大きい上位 5 業種（診断件数 20 以上）に関する診断結果も記載した。

➢表２　対策提案の実施状況（事業報告書提案数、事業報告書実施数、事業報告書実施率）

●対策提案の実施状況は、事業報告書に記載されている提案数と実施数である。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

- ●事業報告書提案数は、事業者の事情等により診断時の提案数とは異なる場合がある。
- ●全業種と産業部門・業務部門のほかに削減余地の大きい上位 5 業種（診断件数 20 以上）に関する実施状況も記載した。

➢表 3　実施された対策の内容

- ●提案された対策のうち実施された対策の CO_2 削減量、導入コスト、運転コスト削減額、投資回収年数、事業所 CO_2 削減割合の分布状況（中央値、最大値、最小値等）を分析した。
- ●例えば A 対策が 100 件提案され、事業報告書で 10 件の実施が報告された場合、実施報告された 10 件の診断結果報告書に記載されている CO_2 削減量等の分布状況を分析した。（実施されなかった 90 件は分析対象外とした。）

➢表 4　提案された対策の実施理由と未実施理由

- ●事業報告書に記載されている対策提案ごとの実施理由と未実施理由の件数を記載した。

➢表 5　同時に実施されることが多い対策

- ●事業報告書を用いて複数の提案を実施した事業所の実施状況を整理した結果に基づき、同時に実施されることが多い提案の組み合わせを例示した。

➢特記事項

- ●実施された提案に関する参考情報を記載した。

対策分析シートの例を**表 3.4.2-1** に示す。

表 3.4.2-1 の「A11121：空調室外機の放熱環境改善」で飲食店の実施率は 29[%]だが診断時提案率は 15[%]と低く、飲食店では実施されやすいのに提案されていないことが分かる。また「表 5　同時に実施されることが多い対策」として「11135：高効率パッケージエアコンの導入」と「11316：冷暖房設定温度・湿度の緩和」が挙げられており、パッケージエアコンの更新と運用改善を同時に実施する事例が多いことが分かる。

「※特記事項」では、空調室外機の放熱環境を改善するために提案された様々な方法と導入コストとの関係が紹介されている。

「表 4　提案された対策の実施理由・未実施理由」と合わせて、「11121：空調室外機の放熱環境改善」を事業者に提案し実施を促すヒントを得ることができる。

対策分析シートを作成した 32 件の対策メニューを、**表 3.4.2-2** に示す。対策を提案する際には対策分析シートの記載内容を活用して、事業者が実施しやすくなるように支援していただきたい。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

表 3.4.2-1　対策分析シートの例

対　策　分　析　シ　ー　ト

対策メニュー名	空調室外機の放熱環境改善 （遮熱、散水等）	シート番号	A11121
システム・設備	空調システム	6 類型	部分更新・機能付加
削減余地順位	全体：34 位　産業部門：48 位　業務部門：29 位		

診断結果と対策提案実施の状況（診断結果は H28～R2 年度診断分、提案実施状況は H28～H31 年度診断分）

表 1．診断結果（対策の削減余地・診断時の提案率）　▶ 削減余地の大きい 5 業種(診断件数 20 以上)

	全体	産業部門	業務部門	76 飲食店	85 社会保険等の事業	25~31 機械工業	58 飲食料品小売業	83 医療業
削減余地［千 t-CO_2］	919	151	768	217	108	53	45	42
診断件数	3,303	1,216	2,087	46	484	127	102	179
診断時提案数	604	117	487	7	132	17	28	62
診断時提案率	18[%]	10[%]	23[%]	15[%]	27[%]	13[%]	27[%]	35[%]

表 2．対策提案の実施状況

	全体	産業部門	業務部門	76 飲食店	85 社会保険等の事業	25~31 機械工業	58 飲食料品小売業	83 医療業
事業報告書提案数	525	100	425	7	125	15	27	52
事業報告書実施数	40	10	30	2	9	3	1	2
事業報告書実施率	8[%]	10[%]	7[%]	29[%]	7[%]	20[%]	4[%]	4[%]

表 3．実施された対策の内容

	項目		最大値	中央値	最小値	平均値
提案・実施内容	CO_2 削減量	[t-CO_2/年]	5.8	1.9	0.04	1.9
	導入コスト	[千円]	2,617	1,000	0	841
	運転コスト削減	[千円/年]	293.9	47.0	1.7	71.2
	投資回収年数	[年]	62.5	11.4	0.0	16.3
	事業所 CO_2 削減割合	[%]	2.4	0.3	0.057	0.5

表 4．提案された対策の実施理由・未実施理由

実施理由	初期費用が安かったため	8	「初期費用が安かったため」を挙げた事業所が実施した主な対策は室外機の遮光である。
	補助金を活用できたため	0	
	投資回収年数が短いため	0	
	省エネ効果の根拠が明確で確実性があるため	8	
	その他　（無回答を含まず）	1	
未実施理由	初期費用が高かったため	91	「初期費用が高かったため」の対象は、室外機に散水装置や噴霧装置を設置する提案である。 「提案された設備の機能や運用に懸念」の理由としては、屋上への給水能力不足、排水能力等が挙げられている。
	提案された設備の機能や運用に懸念	12	
	補助金を活用できなかったため	9	
	投資回収年数が長かったため	24	
	省エネ効果の根拠が不明で確実性がなかったため	22	
	既存設備がまだ使えたため	2	
	対策実施により事業所の操業に影響が生じるため	6	
	その他　（無回答を含まず）	47	

表 5．同時に実施されることが多い対策

同時実施の順位	メニュー番号	対策メニュー名	同じ大分類
1	11135	高効率パッケージエアコンの導入（老朽化更新を含む）	○
2	11316	冷暖房設定温度・湿度の緩和	○

※ 特記事項

実施された対策について(表 3)

(1) 導入コストの最大例では、空調室外機に水噴霧装置を設置することを提案し実施された。導入コストの最小例では、室外機の向きを変えることによる空気の流れのショートサーキットの解消、室外機へのよしず掛け、室外機前面の障害物除去等を提案し実施された。

(2) 運転コスト削減の最大例は、空調室外機に遮熱ネットを設置して夏期の日中の凝集器の高圧回避運転を解消する提案である。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

表 3.4.2-2　対策分析シート一覧表

シート番号	対策メニュー名	大分類	中分類	6 類型
A11121	空調室外機の放熱環境改善（遮熱、散水等）	空調システム	発生	部分更新・機能付加
A11135	高効率パッケージエアコンの導入（老朽化更新を含む）	空調システム	発生	設備導入
A11152	高効率パッケージエアコンの導入	空調システム	発生	電化
A11211	空調機室内機のフィルター、コイル等の清掃	空調システム	移送	運用改善
A11311	空調・換気不要時の空調・換気停止、運転時間短縮	空調システム	消費	運用改善
A11316	冷暖房設定温度・湿度の緩和	空調システム	消費	運用改善
A11321	空調・換気のスケジュール運転・断続運転制御の導入	空調システム	消費	部分更新・機能付加
A11322	センサーを利用した外気量自動制御システムの導入	空調システム	消費	部分更新・機能付加
A11327	窓の断熱性・遮熱性向上（フィルム、塗料、ガラス、ブラインド等）	空調システム	消費	部分更新・機能付加
A12122	ボイラー排ガス利用による高効率化（給水予熱、燃焼空気予熱等）	蒸気システム	発生	部分更新・機能付加
A12131	高効率ボイラーの導入（潜熱回収型等）	蒸気システム	発生	設備導入
A12142	燃料転換（重油焚きからガス焚きボイラー）	蒸気システム	発生	燃料低炭素化
A14111	コンプレッサーの吐出圧の低減	圧空システム	発生	運用改善
A14122	コンプレッサー排熱の有効利用	圧空システム	発生	部分更新・機能付加
A14131	適正容量の高効率コンプレッサーの導入	圧空システム	発生	設備導入
A21022	照明制御機能（タイマー、センサー等）の追加	照明設備	——	部分更新・機能付加
A21031	LED 照明の導入	照明設備	——	設備導入

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

シート番号	対策メニュー名	大分類	中分類	6類型
A22023	デマンド制御の導入	受変電・配電設備	――	部分更新・機能付加
A22031	高効率変圧器の導入	受変電・配電設備	――	設備導入
A22032	変圧器の統合（設備導入）	受変電・配電設備	――	設備導入
A24011	ポンプ・ファン・ブロワーの不要時停止	電動機・ポンプ・ファン	――	運用改善
A24022	ポンプ・ファン・ブロワーの流量・圧力調整（インバータ制御等）	電動機・ポンプ・ファン	――	部分更新・機能付加
A24031	適正容量の高効率ポンプ・ファン・ブロワーの導入	電動機・ポンプ・ファン	――	設備導入
A24032	プレミアム効率モータ（IE3）等の導入	電動機・ポンプ・ファン	――	設備導入
A25021	燃焼炉の排ガスの熱回収	工業炉	――	部分更新・機能付加
A25041	工業炉の燃料転換	工業炉	――	燃料低炭素化
A26031	高効率冷凍・冷蔵設備の導入	冷凍・冷蔵設備	――	設備導入
A29031	高効率給湯器（ガス式・灯油式等）の導入	給湯・温水利用設備	――	設備導入
A29051	高効率ヒートポンプ給湯機の導入	給湯・温水利用設備	――	電化
A30061	太陽光発電設備の導入	発電設備	――	電力低炭素化
A32031	BEMS/FEMS の導入	エネルギー管理設備	――	設備導入
A33061	再エネ 100%電力への変更	その他のシステム、設備機器	――	電力低炭素化

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

巻末 対策メニューリスト

■空調システム（大分類 11）

番号	対策メニュー名	解説
11111	熱源機（ボイラーを除く）の不要時停止	運転停止が可能な時間帯に、チラー、吸収式冷凍機、冷却塔等の熱源機を停止することにより、運転時間を短縮し、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
11112	吸収式冷温水機の燃焼空気比低減	ガス吸収式冷温水機等に燃焼用空気を必要以上に供給すると、排ガス量が増えエネルギー損失が増大する。空気比を適正値に下げることで CO_2 削減を図る。
11113	冷却水設定温度・流量の適正化	冷却水入口温度を下げると、チラーの効率が向上する。冷却水設定温度を、冷房負荷に合わせてきめ細かく調整し、チラーの機器効率を向上させる。あるいは、冷却水量を冷房負荷に合わせて減量し、ポンプ動力を削減する。これにより CO_2 削減を図る。
11114	冷水・温水出口温度の調整	ヒートポンプチラーは、冷水出口温度の上昇・温水出口温度の低下により性能が向上する。冷房負荷が減る中間期・冬期に負荷に合わせて冷水出口温度を上げたり、暖房負荷が減る中間期に需要に合わせて温水出口温度を下げたりすることで、圧縮機の電力消費を低減し、CO_2 削減に繋げる。
11115	蓄熱システム運転スケジュールの調整	夜間電力を活用して冷水、氷、温水の形で蓄えた熱エネルギーを日中の空調に利用することで、昼間の空調電力をできるだけ低減するように運転スケジュールを調整する。
11116	密閉式冷却塔熱交換器のスケール除去	密閉式冷却塔などは、運転時間の経過とともに熱交換器銅管の外面や内面にスケールが付着して冷却能力を大幅に低下させる。定期的に熱交換器のスケール除去を行って、熱交換効率の改善と、それに伴う冷却塔ファンや冷却水ポンプの電力消費を低減し、CO_2 削減に繋げる。
11117	冷却塔充てん材の清掃	冷却塔充てん材にスケールやスライムが堆積すると、熱交換効率が低下し、それに伴い電力使用量が増加する。定期的（概ね 1 回/3 カ月）に目視でスケールやスライム等の付着状況を確認し、これらが堆積している場合は、清掃・除去することにより、エネルギー効率改善と CO_2 削減に繋げる。
11118	室外機フィンの清掃・洗浄	室外機のフィンを洗浄・清掃して、放熱効率を高めることにより、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
11110	メニューにない対策（運用改善）	空調システムにおいて、空調用熱源周りの運用改善に関するその他の対策 （例）中間期における室外機クランクヒーターの電源遮断
11121	室外機の放熱環境改善（遮熱、散水等）	室外機の遮熱、室外機熱交換器フィンへの散水や、周囲のスペースが十分に確保できない室外機の設置方法の見直しによるショートサーキットの解消など、放熱環境を改善することにより、室外機の冷却能力を高め、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
11122	フリークーリング制御機能の追加	外気温度の低い中間期や冬期などで一時的な冷房需要期に、冷凍機を運転せず外気を利用して冷水を製造することにより、熱源エネルギーの使用量や CO_2 の削減を図る。
11123	熱交換器温度制御の導入	熱交換器出入口温度差が一定となるようにインバータ等で熱媒の流量を制御して、搬送動力を削減することにより、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
11125	冷水蓄熱槽の放熱ロス改善	夜間電力等を使用する冷水蓄熱槽に関し、その断熱を強化して蓄熱ロスを低減する。これにより、昼間の空調電力使用量を更に削減し、CO_2 削減に繋げる。
11126	遠隔監視・管理サービスの導入	遠隔監視サービスにより、冷媒温度制御や圧縮機の容量制御などを自動制御することで、空調の電力消費を削減し CO_2 削減に繋げる。
11120	メニューにない対策（部分更新・機能付加）	空調システムにおいて、空調用熱源周りの部分更新・機能付加に関するその他の対策
11131	高効率ターボ冷凍機の導入	定格運転時の成績係数（COP）が 6 程度以上である超省エネ型冷凍機を導入する。高効率インペラ、高効率伝熱管、高効率フロート弁、低損失・長寿命軸受、低損失増速ギア等の採用により、従来機種より 20[%]以上の効率向上が可能であり、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図れる。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

番号	対策メニュー名	解説
11132	熱回収ヒートポンプの導入	冬期や夏期に冷房需要と暖房需要が同時に発生するビル等に、高効率の熱回収ヒートポンプを導入して排熱を有効活用することにより、空調エネルギーの低減と CO_2 削減を図る。
11133	デシカント空調システムの導入	デシカント空調システムは、空気中の湿分を乾燥剤により直接除去することで、従来方式の過冷却再生分のエネルギーが不要となる。乾燥剤の再生に排熱等を利用すると更に省エネとなる。このシステムの導入により CO_2 削減を図る。
11134	高効率ヒートポンプチラーの導入（老朽化更新を含む）	更新時期を迎え、効率が低下したヒートポンプチラーを高効率型に更新することで、空調エネルギーの低減と CO_2 削減を図る。
11135	高効率パッケージエアコンの導入（老朽化更新を含む）	更新時期を迎え、効率が低下したパッケージ型空調機を高効率型に更新することで、空調エネルギーの低減と CO_2 削減を図る。
11136	その他の高効率熱源機（ボイラーを除く）の導入（セントラル空調方式）	以下のような高効率熱源機を導入し、CO_2 削減を図る。 １）定格運転時の COP が 1.1 程度以上の吸収式冷温水機または定格 COP が 1.2 程度以上の吸収式冷凍機 ２）廃熱投入型吸収式冷凍機（ジェネリンク） ３）ヒートポンプ用の圧縮機をガスエンジンで駆動する熱源機のうち、冷房定格運転時の COP が 1.1 程度以上の機器 ４）省エネ型冷却塔
11130	メニューにない対策（設備導入）	空調システムにおいて、空調用熱源周りの設備導入に関するその他の対策 （例）高効率スポットクーラーの導入
11141	再生可能エネルギー（地中熱、太陽熱等）利用空調設備の導入	地中熱を熱源とするヒートポンプや、太陽熱を熱源とする機器を用いて生産した温熱・冷熱を冷暖房に利用することにより、空調エネルギーや CO_2 排出量の削減を図る。
11140	メニューにない対策（燃料低炭素化）	空調システムにおいて、空調用熱源周りの燃料低炭素化に関するその他の対策 （例）吸収式冷温水機の燃料低炭素化（A 重油から都市ガスに転換等）
11151	高効率ヒートポンプチラーの導入	老朽化したガス焚き冷温水発生機を高効率電気式ヒートポンプチラーへと更新し、CO_2 削減を図る。
11152	高効率パッケージエアコンの導入	ガス焚き冷温水発生機を用いたセントラル空調方式やガスヒートポンプを用いた個別空調方式を、高効率電気式パッケージエアコンを用いる個別空調方式に更新し、CO_2 削減を図る。
11150	メニューにない対策（電化）	空調システムにおいて、空調用熱源周りの電化に関するその他の対策 （例）温水ボイラー式床暖房からヒートポンプ式床暖房への変更
11211	空調室内機のフィルター、コイル等の清掃	空調機室内機のコイルやフィルターの汚れ・目詰まりにより、伝熱特性の悪化や風量の減少が生じ、熱交換器の性能が低下する。こまめな清掃等により性能低下を防ぐことで、空調エネルギーの低減と CO_2 削減を図る。
11210	メニューにない対策（運用改善）	空調システムにおいて、送風、送水等の運用改善に関するその他の対策 （例）送風ダクト内の清掃
11221	移送配管等の漏れ防止、断熱補修	点検・整備を定期的に実施して、冷媒循環用の配管等からの冷媒漏洩を防止するとともに、保温が不十分な個所の断熱を強化する。これにより、熱源機のエネルギー使用量や CO_2 の削減を図る。
11223	可変風量（VAV）制御方式の導入	負荷に合わせてファンの風量を制御する可変風量制御方式を導入し、中間期や冬期などの軽負荷時には、負荷にあった風量に調整することで、搬送エネルギー使用量や CO_2 排出量の低減を図る。
11220	メニューにない対策（部分更新・機能付加）	空調システムにおいて、送風、送水等の部分更新・機能付加に関するその他の対策 （例）送水管の配管経路の短縮・最適化

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

番号	対策メニュー名	解説
11231	大温度差送風・ 送水システムの導入	大温度差送風・送水システムは、熱媒である水や空気の往環温度差を大きく取り、その分、水や空気の流量を減らして、ファンや循環ポンプの動力を低減するものである。このシステムの導入により、水や空気の搬送動力を削減し、CO_2削減を図る。
11230	メニューにない対策 （設備導入）	空調システムにおいて、送風、送水等の設備導入に関するその他の対策 （例）摩擦抵抗の低い材質の送水管の導入
11311	空調・換気不要時の空調・換気停止、運転時間短縮	使用されていない部屋などの空調停止、車の出入りが少ない時間帯の駐車場の換気停止、あるいは中間期の予冷・予熱運転時間の短縮など、必要性や季節に応じて、空調や換気の運転管理をこまめに行うことで、CO_2削減を図る。
11312	外気取り入れ量の 縮小・停止	過剰な換気による外気の冷却または再加熱を防ぐため、CO_2濃度や CO 濃度が空気環境基準を超えない範囲で外気導入量を制限する。あるいは、就業前の予冷・予熱運転時の外気取り入れを停止し、ファン動力や熱源設備のエネルギー使用量を削減することにより、CO_2削減を図る。
11313	冷房時の再熱運転の停止	通年にわたって給気の冷却除湿や過冷却空気の再加熱運転を実施するのではなく、温度・湿度条件が厳しくない期間に停止することで、CO_2削減を図る。
11314	夜間等の冷気取入れ （ナイトパージ）	外気温度の低い夜間（空調時間外）に、ビルコンクリート躯体や居室に蓄熱された熱を夜の冷気で冷却することで、冷房立上げ時の冷房負荷を低減し、CO_2削減を図る。
11315	冷暖房ミキシングロスの防止	冬場もインテリア系統などで冷房運転を実施している場合、ペリメータ（窓際スペース）系統が暖房運転になっていると、冷風と温風の混合が発生して、その相殺により損失が発生する。インテリア等の設定温度や運転方法を見直し、混合損失を防ぐ。
11316	冷暖房設定温度・湿度の緩和	夏期/冬期に室内温度が過剰に低く/高く設定されている場合、快適性を損なわない範囲内で冷暖房の室内温度・湿度を緩和することで、熱源設備のエネルギー使用量やCO_2の削減を図る。
11317	全熱交換器の有効利用	有効利用されていない全熱交換器を適正に使用することで、外気負荷を低減し、空調エネルギーの低減とCO_2削減を図る。
11310	メニューにない対策 （運用改善）	空調システムにおいて、空調利用の運用改善に関するその他の対策 （例）出入口の開放時間の短縮
11321	空調・換気のスケジュール運転・断続運転制御の導入	利用状況に応じた部屋や駐車場等の空調、換気の発停など、スケジュール運転や断続運転等を実施することで、空調や換気のエネルギー使用量を節減し、CO_2削減を図る。
11322	センサーを利用した 外気量自動制御システムの導入	室内のCO_2濃度計測値によって過剰に設定された外気導入量を制御する。例えば、室内の人員密度に応じた外気導入量の制御、空調立ち上げ時の外気導入カットなどにより、空調のエネルギー使用量を削減する。
11323	外気冷房空調システムの導入（中間期に送風のみ）	中間期、冬期に冷房需要があるビルで、外気温度が室温より低い時には、冷凍機を運転せずに送風運転のみを行う外気冷房機能を導入し、空調エネルギーの低減とCO_2削減を図る。
11324	直接噴霧加湿による加湿蒸気量の低減	加熱式のスチーム加湿器を、圧縮空気等を用いて水を霧状にする直接噴霧加湿方式に切り替えることで、蒸気の生成エネルギーを削減し、CO_2削減を図る。
11325	空調ゾーニング細分化、発熱源の断熱強化	同一区画の空調エリアで室内利用状況が違う場合には、区画の細分化、空調機ゾーンまたは制御ゾーンの細分化を行う。細分されたゾーンごとに、過冷/過熱の防止、利用時間差に対応した空調運転を行い、空調のエネルギー効率を高めてCO_2削減を図る。
11326	屋根の断熱性・遮熱性向上 （遮熱塗料、散水等）	建物の屋根に、遮熱塗料や断熱材を施工したり、散水等による冷却をおこなうことで、屋根からの熱侵入を抑制する。それにより空調負荷を低減し、空調エネルギーの低減とCO_2削減を図る。
11327	窓の断熱性・遮熱性向上 （フィルム、塗料、ガラス、ブラインド等）	窓ガラスへの断熱・日照調整用の塗料やフィルムの付設、ガラスの複層化、ブラインドや庇等の設置により、窓からの熱侵入を抑制し、空調負荷の低減とCO_2削減を図る。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

番号	対策メニュー名	解説
11328	その他の建物断熱性・遮熱性の向上	建物の外壁への断熱材・遮熱塗料等の施工、あるいは窓枠の断熱サッシへの交換などにより、建物内外間の熱漏洩量を低減する。これにより空調負荷を低減し、空調エネルギーの低減と CO_2 削減を図る。
11320	メニューにない対策（部分更新・機能付加）	空調システムにおいて、空調利用の部分更新・機能付加に関するその他の対策 （例）空調空間の開口部へのエアーカーテン設置等による外気遮断
11331	全熱交換器の導入	空調室内は空気の入れ替えが必要であり、換気によって冷暖房した熱が逃げてエネルギーロスとなる。全熱交換器は、温度、湿度を合せた空気中のエネルギーを逃がさずに換気を行う設備であり、この導入により空調エネルギーの低減と CO_2 削減を図る。
11332	置換空調・成層空調システムの導入	天井が比較的高い空間を空調（冷房）する際、低い位置から冷気をゆっくり吹き出すことで作業者/執務者がいる低層部のみに冷空間を作る。空間全体の空調（対流空調）よりも冷房負荷を低減できることから、エネルギー効率改善と CO_2 削減に繋がる。
11333	高性能窓システム（エアフローウィンドー等）の導入	エアフローウィンドー、ダブルスキン等の高性能窓システム（窓廻り空調システム）を採用して建物の断熱性を高めることにより、空調エネルギーの低減と CO_2 削減を図る。
11330	メニューにない対策（設備導入）	空調システムにおいて、空調利用の設備導入に関するその他の対策 （例）シーリングファンの導入

■蒸気システム （大分類 12）

番号	名称	解説
12111	ボイラーの不要時停止	蒸気利用設備の起動時刻を考慮したボイラー運転、あるいは蒸気利用設備の暖気運転時間の見直しなどにより、ボイラー運転時間の短縮を図り、エネルギー使用量の低減と CO_2 削減につなげる。
12112	高効率ボイラーの優先運転（運転台数の削減）	効率のよいボイラーを優先的に運転して稼働率を上げることで、燃料使用量を削減し、CO_2 の削減を図る。
12113	ボイラーの運転圧力調整	蒸気利用設備の必要圧力と配管の圧力損失等を考慮したボイラー運転圧力とし、過大な運転圧力を避ける。圧力を下げることで、ボイラーの過剰加熱を防止するとともに、より大きな蒸気潜熱を得ることができ、多大な CO_2 削減効果が期待できる。
12114	ボイラーの燃焼空気比改善	燃焼装置（バーナー）の空気比（＝実空気量/理論空気量）が大きくなると、燃焼に寄与しない空気が増え、燃焼温度や燃焼効率の低下につながる。不完全燃焼を生じさせない範囲で実空気量を減らすことで、エネルギー使用量の低減と CO_2 削減を図る。
12115	バーナーチップの清掃・交換	手入れが悪い液体燃料用バーナーでは、バーナーチップ先端部の付着カーボンにより燃料液滴径の増大や不均一が生じ、不完全燃焼を引き起こす。また、バーナー容量が過大で稼働と停止を繰り返す場合、燃焼停止時の放熱ロスが効率低下の原因となる。適正バーナーを選定することにより、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
12116	ボイラーのブロー量の適正化	水質を確保するために排出されるブロー水の量と水質管理を行い、ブローによる熱損失や無駄な給水を防ぐことにより、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
12117	ボイラーの停止時間の電源遮断	ボイラー等の熱設備のエネルギー利用効率の向上を図るために設置する燃焼制御装置は、ボイラー等が停止し、使用していない時でも常に待機電力を消費している。このため、ボイラー等の停止時間中の電源を遮断し、燃焼制御装置の待機電力の低減と CO_2 削減を図る。
12110	メニューにない対策（運用改善）	蒸気システムにおいて、蒸気発生の運用改善に関するその他の対策 （例）ボイラー伝熱面の付着物の除去

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

番号	名称	解説
12121	給水タンク等の保温	給水タンクの表面温度は 90[℃]近くまで上昇する場合があり、放熱損失の原因となる。給水タンク類の保温を確実に実施することで放熱損失を低減させ、ボイラーの燃料使用量の低減と CO_2 削減を図る。
12122	ボイラー排ガス利用による高効率化（給水予熱、燃焼空気予熱等）	エコノマイザーや空気予熱器を利用し、排ガスによってボイラーの給水または燃焼用空気を予熱する。ボイラーの排熱を回収することで、燃料使用量の低減、CO_2 の削減を図る。
12123	ブロー水の顕熱回収（給水予熱装置の導入）	水質を確保するために排出されるブロー水の熱量を給水の予熱に利用することで、ブローによる損失熱量および燃料使用量の低減と CO_2 削減を図る。
12124	中小型ボイラーの省エネ燃焼システムの導入	中小規模ボイラー燃焼制御の機構を、最適酸素（O_2） 制御・最適押込風量制御する機構に変換することにより、燃焼空気の過剰吹込みを防止してボイラーのエネルギー効率を高めて CO_2 削減を図る。
12125	ボイラー本体の断熱保温	ボイラー本体の放熱量が高いと思われる高温部に保温材を施工し保温強化を図ることにより、放熱損失を低減させ、ボイラーの燃料使用量の低減と CO_2 削減を図る。
12120	メニューにない対策（部分更新・機能付加）	蒸気システムにおいて、蒸気発生の部分更新・機能付加に関するその他の対策
12131	高効率ボイラーの導入（潜熱回収型等）	排ガスの顕熱以外に排ガス中水蒸気の潜熱も回収するエコノマイザー等を導入し、回収した排熱を空気予熱や給水予熱に利用する（潜熱回収型）効率 90[%]以上の高効率ボイラーを導入し、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
12130	メニューにない対策（設備導入）	蒸気システムにおいて、蒸気発生の設備導入に関するその他の対策
12142	燃料転換（重油焚きからガス焚きボイラー）	硫黄分を含む A 重油は、排ガス温度が酸露点を下回ると硫酸腐食を生じるため、排ガス熱回収に制限がある。硫黄等をほとんど含まない都市ガスや LPG に転換することで、酸露点を気にせずに十分な排ガス熱回収が可能となる。併せて、CO_2 排出係数の違いにより CO_2 の削減もできる。
12143	燃料転換（重油焚きからガス焚きボイラー以外）	灯油から LPG・都市ガスへの燃料転換、LPG から都市ガスへの燃料転換等、ボイラー燃料をより CO_2 排出係数が小さいものに変更することにより CO_2 の削減を図る。
12144	バイオマスボイラーの導入（給湯用を除く）	木質系バイオマス等を燃料とするボイラーを設置し、A 重油、灯油等の燃料使用量を削減することにより、CO_2 削減を図る。
12140	メニューにない対策（燃料低炭素化）	蒸気システムにおいて、蒸気発生の燃料低炭素化に関するその他の対策
12151	高温ヒートポンプの導入	加温・乾燥プロセスにおいて、加熱・乾燥用の熱の供給設備をボイラーから高効率ヒートポンプ（廃熱回収型を含む）に変更することで、大幅な CO_2 削減を実現する。
12150	メニューにない対策（電化）	蒸気システムにおいて、蒸気発生の電化に関するその他の対策 （例）電気式蒸気ボイラーへの更新
12210	メニューにない対策（運用改善）	蒸気システムにおいて、蒸気移送の運用改善に関するその他の対策 （例）蒸気送気の不要時停止
12221	蒸気配管経路の見直し	温熱の搬送中は常に配管からの放熱によってロスが発生する。このため、蒸気の配管経路を見直すことで熱損失を低減し、CO_2 削減を図る。
12222	蒸気配管・蒸気バルブ・フランジ等の断熱強化	蒸気用配管、弁、フランジ等に保温カバー等を追加することで放熱損失を減らし、燃料使用量低減と CO_2 削減に繋げる。
12223	蒸気漏れの配管・継手・バルブ類の管理・更新	蒸気漏れによる熱損失を防ぐため、定期的に蒸気漏れの点検を実施するとともに、蒸気漏れがある配管・バルブ類または継手類や老朽配管、不良配管などを取り替えることにより、エネルギー効率を改善し CO_2 削減を図る。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

番号	名称	解説
12224	スチームトラップとドレン回収装置の管理・更新	ウォーターハンマーの発生や蒸気使用機器の効率低下を防ぐために取付けられたスチームトラップ、ドレン回収装置の正常な動作を維持するために保守点検、更新を確実に実施する。これにより。蒸気ドレンの適切な排出を確保し、無駄な蒸気流出を防止することにより、エネルギー効率を改善し CO_2 削減を図る。
12220	メニューにない対策（部分更新・機能付加）	蒸気システムにおいて、蒸気移送の部分更新・機能付加に関するその他の対策
12231	蒸気減圧ラインへのタービン設置による動力回収	ボイラーの高圧蒸気を減圧して使用する場合に、蒸気減圧弁の代わりに蒸気タービンを設置する。蒸気タービンで回収したエネルギーを冷凍機他に活用することで、総合的なエネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
12230	メニューにない対策（設備導入）	蒸気システムにおいて、蒸気移送の設備導入に関するその他の対策
12311	利用蒸気の温度･蒸気圧の低減	必要以上に高い圧力の蒸気では加熱ムラが起こりやすく、また、圧力が上昇すると蒸発潜熱が小さくなり加熱に必要な蒸気使用量が増加する。利用機器の使用条件を考慮しつつ、利用蒸気の温度・圧力を低減することにより蒸気使用量を低減し CO_2 削減を図る。
12310	メニューにない対策（運用改善）	蒸気システムにおいて、蒸気消費の運用改善に関するその他の対策 （例）利用機器の伝熱面の清掃
12321	ドレン水回収設備・フラッシュ蒸気利用設備の導入	蒸気利用設備のスチームトラップから排出される蒸気ドレンの顕熱を回収する。また、ドレン回収装置で回収した高圧ドレン水を、低圧条件下で再度蒸発させ（フラッシュ蒸気）、蒸気加熱機器、蒸気利用圧縮機、タービン等（フラッシュ蒸気利用設備）に使用する。これにより、ドレン排熱の回収量を高めて、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
12322	蒸気使用機器の断熱保温	蒸気使用機器の放熱量が高いと思われる高温部に保温材を施工し断熱を強化することにより、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
12320	メニューにない対策（部分更新・機能付加）	蒸気システムにおいて、蒸気消費の部分更新・機能付加に関するその他の対策
12330	メニューにない対策（設備導入）	蒸気システムにおいて、蒸気消費の設備導入に関するその他の対策 （例）蒸気式乾燥機をガス乾燥機に更新
12340	メニューにない対策（燃料低炭素化）	蒸気システムにおいて、蒸気消費の燃料低炭素化に関するその他の対策

■冷却水システム（大分類 13）

番号	名称	解説
13110	メニューにない対策（運用改善）	冷却水システムにおいて、冷却水発生の運用改善に関するその他の対策
13120	メニューにない対策（部分更新・機能付加）	冷却水システムにおいて、冷却水発生の部分更新・機能付加に関するその他の対策
13130	メニューにない対策（設備導入）	冷却水システムにおいて、冷却水発生の設備導入に関するその他の対策
13210	メニューにない対策（運用改善）	冷却水システムにおいて、冷却水移送の運用改善に関するその他の対策
13220	メニューにない対策（部分更新・機能付加）	冷却水システムにおいて、冷却水移送の部分更新・機能付加に関するその他の対策

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

番号	名称	解説
13230	メニューにない対策 （設備導入）	冷却水システムにおいて、冷却水移送の設備導入に関するその他の対策
13310	メニューにない対策 （運用改善）	冷却水システムにおいて、冷却水消費の運用改善に関するその他の対策 （例）水冷式機械の冷却部の清掃
13320	メニューにない対策 （部分更新・機能付加）	冷却水システムにおいて、冷却水消費の部分更新・機能付加に関するその他の対策
13330	メニューにない対策 （設備導入）	冷却水システムにおいて、冷却水消費の設備導入に関するその他の対策

■圧空システム（大分類 14）

番号	名称	解説
14111	コンプレッサーの吐出圧の低減	コンプレッサーの吐出圧力は必要以上に高く設定されている場合が多い。コンプレッサーは吐出圧力が高いほど動力が大きくなるため、圧縮空気使用設備の必要圧力を確認し、必要十分な吐出圧力に低減することにより、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
14112	コンプレッサーの運転時間短縮、不要時停止	コンプレッサーの必要稼動条件のチェックを行い、不要時には運転を停止することにより、電力消費低減と CO_2 削減を図る。
14113	コンプレッサーの台数制御装置のパラメータ設定変更	台数制御による稼働台数調整パラメータについて、コンプレッサーがアンロード状態に移行後、すぐに OFF するように設定を変更することにより、エネルギー効率を改善し CO_2 削減を図る。
14114	コンプレッサーのフィルター等の清掃	フィルターやミストセパレーター等付属機器や配管の定期清掃を徹底し、コンプレッサー動力の低減と CO_2 削減を図る。
14110	メニューにない対策 （運用改善）	圧空システムにおいて、圧空発生の運用改善に関するその他の対策
14121	コンプレッサーの吸気温度の低温化	コンプレッサーの吸気温度を低下させると空気密度が上がり、より多くの空気を圧縮処理できる。その結果、アンロード時間が増加して電力消費が減少し、CO_2 削減に繋がる。
14122	コンプレッサー排熱の有効利用	コンプレッサーの排熱を暖房期の室内暖房用等に利用することにより、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
14123	コンプレッサーの台数制御システムの導入	コンプレッサーは低負荷で稼動すると効率が低下する。多数のコンプレッサーが同時に稼動している場合、各々が低負荷運転となり効率が低下する。負荷に応じて必要台数のコンプレッサーのみを運転することで効率を高め、CO_2 削減を図る。
14120	メニューにない対策 （部分更新・機能付加）	圧空システムにおいて、圧空発生の部分更新・機能付加に関するその他の対策
14131	適正容量の高効率コンプレッサー（インバータ等）の導入	インバータ制御型圧縮機は、吐出圧を一定に保つように流量に応じて回転数を制御するので、消費動力が流量に相応して減少し、従来型（吸込み弁絞り方式）に比べ省エネ型である。インバータ制御型の採用でエネルギー効率改善と CO_2 の削減を図る。
14132	コンプレッサーからブロワーへの更新	水切りや槽内撹拌など、高い吐出圧空気を必要としない作業で、圧縮空気を減圧弁やバルブで減圧して使用している場合、コンプレッサーをブロワーに変更することで動力を減らし、CO_2 の削減を図る。
14133	熱回収式コンプレッサーの導入	熱回収式のコンプレッサーを導入し、圧縮熱を回収してボイラー給水や燃焼空気の予熱に利用することにより、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

番号	名称	解説
14130	メニューにない対策（設備導入）	圧空システムにおいて、圧空発生の設備導入に関するその他の対策
14211	配管の空気漏れ対策	圧空配管からの空気漏れの有無を確認し、漏れ対策を行うことで、コンプレッサーの電力消費を低減し、CO_2 削減を図る。
14210	メニューにない対策（運用改善）	圧空システムにおいて、圧空移送の運用改善に関するその他の対策
14221	配管ルートのループ化	圧縮空気の配管をループ化することで、末端設備での圧力低下を防止できる。これにより、コンプレッサーの吐出圧力の過剰な昇圧が不要となり、エネルギー効率の改善と CO_2 削減が図れる。
14222	レシーバータンクの設置	圧空システムに適切なレシーバータンクを設けると、吐出圧の脈動の抑制と、それに伴う吐出圧設定値の低減が可能となり、エネルギー効率改善と CO_2 削減に繋がる。また、コンプレッサーのロード・アンロードが減少し、故障の防止にもなる。
14220	メニューにない対策（部分更新・機能付加）	圧空システムにおいて、圧空移送の部分更新・機能付加に関するその他の対策
14230	メニューにない対策（設備導入）	圧空システムにおいて、圧空移送の設備導入に関するその他の対策
14310	メニューにない対策（運用改善）	圧空システムにおいて、圧空消費の運用改善に関するその他の対策 （例）製品選別機の非稼働時に圧空バルブを閉止
14321	エアーブローのパルス化やノズルサイズ変更	加工工場では圧縮空気の 5～7 割がエアーブローに使用される。パルスブローを作る専用機器を付けたり、ノズルを必要十分なサイズに小さくすることで、エアーブロー用の空気消費量を減らしてエネルギー効率を改善し CO_2 削減を図る。
14320	メニューにない対策（部分更新・機能付加）	圧空システムにおいて、圧空消費の部分更新・機能付加に関するその他の対策
14330	メニューにない対策（設備導入）	圧空システムにおいて、圧空消費の設備導入に関するその他の対策 （例）製品選別機の動力を圧空から電動機に変更

■照明設備（大分類 21）

番号	名称	解説
21011	不要箇所・不要時間帯の消灯	「常時は執務者や作業者が居ない」、「作業や運転がない」、「自動運転中」、「外光が十分」、「昼休み中」などの理由で消灯が可能なエリアで、基準を設けて消灯することにより、電力消費の低減と CO_2 削減を図る。
21012	照明器具の清掃	照明器具の反射部やランプの汚れによっても照度が低下する。定期的な清掃を実施することにより、照度の低下を最小限に抑え、照明交換時期の延長、作業効率向上につなげるとともに、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
21010	メニューにない対策（運用改善）	照明設備の運用改善に関するその他の対策 （例）高すぎる照度の適正化
21021	照明スイッチの細分化（配線回路の分割）	大空間の作業場や事務室などで、照明回路を分けてスイッチを細分化することにより、必要な場所のみを点灯できるようにする。これにより、電力消費の低減と CO_2 削減を図る。
21022	照明制御機能（タイマー、センサー等）の追加	調光式照明器具と調光用センサーを用いた自動調光制御方式を導入し、昼光を積極的に利用する。あるいは、使用時間の少ない廊下、便所等の点消灯を人感センサーやタイマーなどを導入して自動化することで、電力消費の低減と CO_2 削減を図る。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

番号	名称	解説
21023	タスクアンビエント方式の導入	視作業域のみタスク（作業）照明によって必要な照度を確保し、視作業域以外はアンビエント（周囲）照明によって、タスク照明より低照度で照明することで電力消費を低減し、CO_2 削減を図る。
21020	メニューにない対策（部分更新・機能付加）	照明設備の部分更新・機能付加に関するその他の対策 （例）照明反射板の設置
21031	LED 照明の導入	現行の照明として広く使用される蛍光灯照明などを LED タイプの高効率照明に置き換えることにより電力消費を低減し、CO_2 削減を図る。
21032	高効率照明（LED 以外）の導入	Hf 型照明器具（高周波専用ランプ、高周波インバータ安定器）、HID ランプ（高輝度放電灯）、有機 EL 照明などの導入によって電力消費を低減し、CO_2 削減を図る。
21033	高効率誘導灯（LED 等）の導入	建物の避難通路等には、消防法により定められた所定の誘導灯や通路誘導灯が設置され、常時点灯している。この誘導灯を高効率 LED 灯に変更することで電力消費を低減し、CO_2 削減を図る。
21030	メニューにない対策（設備導入）	照明設備の設備導入に関するその他の対策 （例）ソーラーLED 型外灯の導入

■受変電・配電設備（大分類 22）

番号	名称	解説
22011	変圧器の統合（既存設備利用）	長年稼動しているビルは、ビル内の各種機器の増減等で、各フィーダーの需要率や負荷率、不等率が変化している。そのため、配線抵抗と変圧器の変換エネルギー損失が最小となるように、軽負荷の変圧器を統合して電力消費を低減し、CO_2 削減に繋げる。
22012	受変電室の換気ファン動作設定温度の見直し	受変電設備の冷却用換気ファンは、その起動・停止の設定温度が過度に低く設定されている場合が多い。設定温度の見直しにより換気ファンの稼働時間を短縮し、電力消費の低減と CO_2 削減を図る。
22010	メニューにない対策（運用改善）	受変電・配電設備の運用改善に関するその他の対策
22021	変圧器の無負荷時遮断	変圧器には、夜間・昼間のみあるいは夏期のみなど稼動時間帯・時期が限られる負荷が繋がっている。変圧器は負荷に関わらず電圧が印加されている限り損失が発生するので、負荷がない時間帯・時期に、変圧器用開閉器を遮断することにより、損失低減と CO_2 削減を図る。
22022	力率改善制御（自動力率調整装置）の導入	力率が 100[%]に近いほど無駄が少なく、電力が有効に使用される。負荷力率の変化に追従した最適容量のコンデンサの自動投入・遮断等、力率を 100[%]に近づける力率改善制御装置を導入することで、電力損失の低減と CO_2 削減を図る。
22023	デマンド制御の導入	契約電力値の超過による違約料金支払いを防止するために、負荷の調整を瞬時または予測的に行うデマンド制御を導入する。
22024	負荷平準化用蓄電池の導入	高効率で大容量の定置用蓄電池等を導入して、夜間や電力余剰時に蓄電池に蓄えたエネルギーを昼間の消費電力上昇時に放電することで、電力ピークを抑える。
22020	メニューにない対策（部分更新・機能付加）	受変電・配電設備の部分更新・機能付加に関するその他の対策
22031	高効率変圧器の導入	変圧器は常に運転（通電）状態にあることが多いため、その損失低減は重要である。従来品に比べて大幅な低損失化を図った高効率変圧器を導入することにより、電力消費の低減と CO_2 削減を図る。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

番号	名称	解説
22032	変圧器の統合（設備導入）	長年稼動しているビルでは、各種機器の増減等で、各フィーダーの需要率や負荷率、不等率が変化している。そのため、配線抵抗と変圧器の変換エネルギー損失が最小となるようにし、消費電力量の削減を行う。更新する受変電設備は高効率型とし、電力消費をいっそう削減することにより CO_2 削減を図る。
22033	エネルギー損失の少ないコンデンサへの更新	一般に高圧コンデンサの耐用年数は 20 年～30 年程度である。最新コンデンサ機器は従来機器の 1 /2～1/5 も大幅に消費電力を低減していることから、更新計画の際には、低損失コンデンサを採用し、電力消費の低減と CO_2 削減を図る。
22030	メニューにない対策（設備導入）	受変電・配電設備の設備導入に関するその他の対策 （例）高効率整流器の導入

■OA 機器（大分類 23）

番号	名称	解説
23011	OA 機器の待機電力削減	パソコンやプリンター等の OA 機器に関して、不使用時に省エネモード等に設定するなどの管理を徹底し、待機電力の削減と CO_2 削減を図る。
23012	パソコンモニターの輝度調整	ディスプレイの輝度を調整し、出荷時の設定よりも輝度を下げることで電力消費を低減し、CO_2 削減を図る。
23010	メニューにない対策（運用改善）	OA 機器の運用改善に関するその他の対策
23020	メニューにない対策（部分更新・機能付加）	OA 機器の部分更新・機能付加に関するその他の対策
23031	高効率 OA 機器の導入	事務所等に設置されているパソコンやプリンター等の OA 機器を高効率タイプに更新する。機器本体の電力消費の低減に加えて、空調負荷も低減することにより、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
23030	メニューにない対策（設備導入）	OA 機器の設備導入に関するその他の対策

■電動機・ポンプ・ファン（大分類 24）

番号	名称	解説
24011	ポンプ・ファン・ブロワーの不要時停止	操業状況と、ポンプ･ファン・ブロワー等の稼動状況を比較することで、不要な稼動期間・時間帯を確認して稼働を停止し、電力消費の低減と CO_2 削減を図る。
24012	ポンプ・ファン・ブロワーの流体洩れ対策の実施	流体漏れは直接、電力損失につながる。ポンプ、ファン、ブロワーの漏れも含め、徹底した漏洩発見と処置を図ることにより、電力消費低減と CO_2 削減を図る。
24013	インバータ設定値の見直し	各種回転機器に使用されるインバータの設定値を見直すことにより、過剰な回転動力を適正化し、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
24010	メニューにない対策（運用改善）	電動機・ポンプ・ファンの運用改善に関するその他の対策 （例）循環ポンプの間欠運転
24021	ポンプ・ファン・ブロワーの台数制御機能の追加	ポンプ・ファン・ブロワー等を、負荷に合わせて最適な台数だけ運転する台数制御を導入することで、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
24022	ポンプ・ファン等の回転数・流量・圧力調整（インバータ制御等）	ポンプのバルブを絞った流量調整、あるいはファン・ブロワーのダンパーを絞った風量調整を、インバータによるモーター回転数制御による流量・風量調整に変更することで、電力消費低減と CO_2 削減を図る。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

番号	名称	解説
24023	省エネファンベルトの導入	動力伝達損失を低減する省エネ型のファンベルトに交換することで、動力損失を削減し、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
24024	ファン吸込みダンパー制御の導入	送風機の風量制御をダンパー制御で行う場合、吐出側ダンパー制御に比べて吸込み側ダンパー制御の方が省エネ効果が大きい。ファン風量が過剰になっている場合、ファンの吸込みダンパーを絞ることで、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
24025	ファンのプーリーサイズの適正化	モーターやプーリー、ファンベルトなどの電動システムの調整が不足すると、モーターとプーリーとの摩擦損失が増加し、動力伝達に損失が生じている場合が少なからずある。このため、ファンのプーリーを適正なサイズに変更し、動力損失を軽減することで、電力消費低減と CO_2 削減を図る。
24020	メニューにない対策（部分更新・機能付加）	電動機・ポンプ・ファンの部分更新・機能付加に関するその他の対策
24031	適正容量の高効率ポンプ・ファン・ブロワーの導入	ポンプ・ファン・ブロワー等の運転状況を確認して、負荷に応じた適正な容量に見直すとともに、導入機器として高効率機器を選定することで、動力損失を減らし、電力消費低減と CO_2 削減を図る。
24032	プレミアム効率モーター（IE3）等の導入	プレミアム効率モーター（IE3）、PM モーター、ダイレクトドライブモーター等の高効率モーターに更新することで、効率が向上し CO_2 削減に繋がる。
24030	メニューにない対策（設備導入）	電動機・ポンプ・ファンの設備導入に関するその他の対策

■工業炉（大分類 25）

番号	名称	解説
25011	バーナーの管理による効率改善	手入れが悪い液体燃料用バーナーでは、バーナーチップ先端部の付着カーボンにより燃料液滴径の増大や不均一が生じ、不完全燃焼を引き起こす。また、バーナー容量が大き過ぎて稼働と停止を繰り返す場合、燃焼停止時の放熱ロスが効率低下の原因となる。適正バーナーを選定することにより、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
25012	燃焼炉の空気比改善	工業炉の燃焼装置では、空気比（＝実空気量／理論空気量）が大きくなると、燃焼に寄与しない余剰空気の昇温や排気熱量の増大などの無駄なエネルギー消費が増える。不完全燃焼を起こさない程度に空気比を適正値に下げることにより、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
25013	燃焼炉開口部からのリーク防止	炉内圧力が外圧より高い場合、炉内の燃焼ガスが炉壁開口部から吹き出して損失となる。逆に炉内圧力が低い場合、外気が開口部から流入し、炉内温度を保つために余分の熱量が必要となる。開口部の面積を極力小さくしてリーク量を減らすことで、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
25014	燃焼炉内圧力の適正化	炉内圧力が外部より高い場合、炉内の燃焼ガスが吹き出して損失となる。逆に炉内圧力が低い場合、外気が炉内に流入し、炉内温度を保つために余分の熱量が必要となる。炉内圧力は極力小さな負圧にすることにより、危険な熱風吹き出しを防止とともに、熱損失の抑制と CO_2 削減を図る。
25015	工業炉の待機時間短縮	作業を集約して炉の起動／停止回数を減らし、炉壁の蓄熱損失を低減する。あるいは、種類の異なる材料を処理する場合、設定温度の変更に要する待ち時間を極力減らすように作業順序を見直すなど、待機時間短縮に留意する。また、管理基準の作成/徹底等により、運転管理を強化する。これらにより損失を低減し CO_2 削減を図る。
25016	工業炉の作業休止時における付帯設備の停止	作業休止時、燃焼炉の給気ブロワーや排気ブロワー他の付帯設備や補機を、手順にしたがって確実に停止し、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

番号	名称	解説
25010	メニューにない対策 （運用改善）	工業炉の運用改善に関するその他の対策
25021	燃焼炉の排ガスの熱回収	燃焼炉では排ガスの熱損失が最も大きい。排ガスの熱回収が行われていない炉では、排ガスの熱回収設備（レキュペレーター）を導入し、燃焼空気の予熱等に活用する。熱回収設備が導入済みの場合でも、熱回収率が十分であるか否かを確認する。
25022	工業炉の断熱･保温の強化	加熱炉や熱処理炉等の工業炉では、炉壁の断熱を十分に行い、放散熱量を極力低減することが重要である。熱伝導率の低い材料で断熱補強し、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
25023	リジェネレイティブ バーナーへの更新	蓄熱体を有する２つのバーナーA、B を 1 セットとし、A が燃焼中には、B のバーナーの蓄熱体を排ガスが通過することにより熱が蓄熱され、逆に B バーナーが燃焼中には、A バーナーの蓄熱体に排ガス熱が蓄熱される。これにより 8 割以上の排ガス熱を回収し、燃焼空気を予熱することによりエネルギー効率を高め、CO_2 削減を図る。
25020	メニューにない対策 （部分更新・機能付加）	工業炉の部分更新・機能付加に関するその他の対策
25030	メニューにない対策 （設備導入）	工業炉の設備導入に関するその他の対策 （例）高効率工業炉への更新
25041	工業炉の燃料低炭素化	硫黄分を含む A 重油は、排ガス温度が酸露点を下回ると硫酸腐食を生じるため、排ガス熱回収に制限がある。硫黄等を含まない気体燃料に転換することで、酸露点を気にせずに十分な排ガス熱回収が可能となる。併せて、CO_2 排出係数の違いにより CO_2 も削減できる。
25040	メニューにない対策 （燃料低炭素化）	工業炉の燃料低炭素化に関するその他の対策
25051	燃焼加熱式設備から 遠赤外線加熱式設備への更新	乾燥・焼成・金型加熱等の工程で用いられる燃焼加熱式設備を、遠赤外線乾燥装置等エネルギー消費効率の高い遠赤外線加熱式設備へ更新することによりエネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
25050	メニューにない対策 （電化）	工業炉の電化に関するその他の対策

■冷凍・冷蔵設備（大分類 26）

番号	名称	解説
26011	冷凍･冷蔵設備の設定温度の変更	被冷却物の搬入・搬出量や種類、外気温度等により、管理基準内で温度設定値を変更することで過冷却を防止し、冷凍・冷蔵設備のエネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
26012	冷凍設備低負荷時の ファンの停止	クーラーファン（ファンモーター含む）の発熱量が冷却負荷に占める割合は低くない。被冷却物量の少ない（低負荷）場合には、ファンモーターの停止により、冷却負荷の低減に努め、冷凍設備のエネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
26013	デフロスト間隔の延長	外気湿度の低い中間期や冬期、扉の開閉が少なく冷凍機の稼働時間が少ない期間、デマンド制御で冷凍機を停止している昼間の時間帯などに、冷凍・冷蔵設備のデフロスト間隔を長めに設定し、ヒーターの電力使用量を削減し、CO_2 削減を図る。
26014	冷凍･冷蔵設備の冷凍機の負荷低減	被冷却物の搬入・搬出量や庫内作業（作業員発熱、照明発熱等）や外気温度の変化等に起因する冷却負荷の変化に対応するため、冷凍・冷蔵設備の負荷を低減し運転条件を調整することで、冷凍・冷蔵設備のエネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
26015	冷凍・冷蔵設備の不要時停止	飲料ショーケース、客室の小型冷蔵庫等の電源を不要時に切ることにより、電力消費低減と CO_2 削減を図る。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

番号	名称	解説
26016	冷凍・冷蔵設備の防露ヒーター通電制御	ショーケースの結露防止用ヒーターの稼働を抑制、停止させることによりエネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
26017	コンデンシングユニット（室外機）のフィンの清掃・洗浄	コンデンシングユニット（冷凍機室外機）の冷却フィンを清掃、洗浄することにより冷凍機効率を高めて、電力消費低減と CO_2 削減を図る。
26018	冷凍･冷蔵設備の冷却能力の回復	冷媒漏洩等の冷却機能を低下させる原因を取り除き、機能回復することで、低下した冷凍・冷蔵設備のエネルギー効率を改善し CO_2 削減を図る。
26010	メニューにない対策（運用改善）	冷凍・冷蔵設備の運用改善に関するその他の対策 （例）空冷凝縮器のショートサーキットの解消
26021	ショーケースナイトカバーの設置	オープン型の冷凍冷蔵ショーケースにおいて、閉店から翌朝までの営業時間外に、冷気保持のためナイトカバーを設置して冷気の庫外流失を防止し、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
26022	冷凍・冷蔵設備におけるエアーカーテンの設置	冷凍・冷蔵設備の扉等の開口部にエアーカーテンを設置することにより、熱の流出入量を低減し、冷凍・冷蔵負荷の軽減と CO_2 削減を図る。
26023	冷凍・冷蔵設備の照明の LED 化	冷凍・冷蔵設備の熱負荷として、照明の発熱量はかなりの量を占める。LED 照明の導入により照明発熱量を削減することで、冷凍・冷蔵負荷の低減と CO_2 削減を図る。
26024	冷凍･冷蔵設備の断熱強化	冷凍・冷蔵設備の庫壁からの侵入熱を低減するために、庫壁の断熱を強化し、冷凍・冷蔵負荷を削減することにより、電力消費低減と CO_2 削減を図る。
26025	ショーケース用キャノピー照明の設置（棚照明の消灯）	多段型ショーケースにオーバーキャノピー照明を設置し、棚照明を消灯することによりエネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
26020	メニューにない対策（部分更新・機能付加）	冷凍・冷蔵設備の部分更新・機能付加に関するその他の対策 （例）熱媒体の輸送配管経路の断熱強化
26031	高効率冷凍・冷蔵設備の導入	高効率インバータ圧縮機、高効率ファンモーターなどを採用した高効率冷凍・冷蔵設備を導入することで、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
26030	メニューにない対策（設備導入）	冷凍・冷蔵設備の設備導入に関するその他の対策 （例）熱媒体の輸送配管経路の合理化および冷凍機の分散配置化

■排水処理設備（大分類 27）

番号	名称	解説
27011	曝気用ブロワーの操業に応じた運転停止	排水処理設備では、夜間や休日に操業が停止することで、負荷（BOD、COD 等）が無くなる場合がある。曝気用ブロワーに、夜間や休日を設定できるカレンダータイマー等を設置して、不要時にブロワーを確実に停止することにより、電力消費低減と CO_2 削減を図る。
27010	メニューにない対策（運用改善）	排水処理設備の運用改善に関するその他の対策 （例）曝気用ブロワーの間欠運転
27020	メニューにない対策（部分更新・機能付加）	排水処理設備の部分更新・機能付加に関するその他の対策
27030	メニューにない対策（設備導入）	排水処理設備の設備導入に関するその他の対策 （例）遠心脱水機をベルトプレス濾過機に変更

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

■昇降設備（大分類 28）

番号	名称	解説
28011	閑散期の昇降機・エスカレーター等の一部停止	通勤/退勤などの時間帯を外した、ビル内の人移動量が少ない時間帯に、同一系統のエレベーター（複数台）の一部を停止することで、搬送用電力消費の低減と CO_2 削減を図る。
28010	メニューにない対策（運用改善）	昇降設備の運用改善に関するその他の対策
28021	昇降機へのインバータ制御の導入	既設エレベーター等の制御装置を主体とする更新時に、インバータ制御方式や電力回生制御を導入して、電力消費低減と CO_2 削減を図る。
28022	エスカレーターへの人感センサー導入	人感センサーにより利用者を感知して自動的に運転を開始・停止する自動運転制御装置を導入し、電力消費低減と CO_2 削減を図る。
28020	メニューにない対策（部分更新・機能付加）	昇降設備の部分更新・機能付加に関するその他の対策
28030	メニューにない対策（設備導入）	昇降設備の設備導入に関するその他の対策 （例）高効率な昇降機への更新

■給湯・温水利用設備（大分類 29）

番号	名称	解説
29011	給湯温度･循環水量の調整	貯湯槽は高温ほど放熱量が大きい。このため衛生上許容される範囲で設定温度を下げ、貯湯槽や配管からの放熱量を減らすことにより、電気や燃料の使用量を削減する。循環水量は必要十分な量に調整し、循環ポンプの電力消費削減に努める。これらにより CO_2 削減を図る。
29012	給湯利用期間の短縮	給湯の必要性が必ずしも高くない中間期や夏期には、給湯を停止することで給湯期間を短縮する。これにより燃料や電力の使用量を低減し、CO_2 削減を図る。
29013	温水ボイラーの燃焼空気比改善	燃焼装置の空気比（＝実空気量/理論空気量）が大きくなると、燃焼に寄与しない空気が増え、燃焼温度や燃焼効率の低下につながる。不完全燃焼を生じさせない範囲で実空気量を減らすことで、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
29010	メニューにない対策（運用改善）	給湯・温水利用設備の運用改善に関するその他の対策 （例）給湯需要に合わせた給湯器運転台数の変更
29021	給湯配管類の断熱強化・保温	給湯配管の断熱補強により配管からの放熱量を低減し、燃料や電力の使用量および CO_2 の削減を図る。
29022	浴槽保温カバー導入による放熱防止	常時湯が張ってある状態の浴槽の場合、不使用時に浴槽蓋やシートを使用して湯面からの放熱を防止することにより、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
29020	メニューにない対策（部分更新・機能付加）	給湯・温水利用設備の部分更新・機能付加に関するその他の対策
29031	高効率給湯器・温水ボイラー（ガス式･灯油式等）の導入	低効率の給湯器や温水ボイラーを省エネルギー性能の優れた高効率タイプに更新し、燃料使用量および CO_2 の削減を図る。
29032	真空蒸気による加熱システムの導入	一般的に温水が使用されている 100[℃]以下の加熱工程で、真空蒸気（大気圧以下の蒸気）を利用することにより、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
29030	メニューにない対策（設備導入）	給湯・温水利用設備の設備導入に関するその他の対策
29042	太陽熱利用設備の導入	太陽熱を利用して 40～60[℃]の温水を製造する太陽熱給湯システムの導入により、従来型給湯器や温水ボイラーの燃料使用量を削減し、CO_2 の低減を図る。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

番号	名称	解説
29043	温水ボイラーの燃料低炭素化（バイオマスを除く）	灯油、A 重油等 CO_2 排出係数の大きい燃料を使用する温水ボイラーの燃料を、都市ガス、LPG 等のより CO_2 排出係数の小さい燃料（バイオマスを除く）に変更する。
29044	バイオマス焚き温水ボイラーの導入	木質系バイオマス等を燃料とする温水ボイラーを設置し、温水供給に使用されている A 重油、灯油、LPG 等の燃料の使用量と CO_2 を削減する。
29040	メニューにない対策（燃料低炭素化）	給湯・温水利用設備の燃料低炭素化に関するその他の対策
29051	高効率ヒートポンプ給湯機の導入	旧型の給湯器や温水ボイラーを省エネルギー性能の優れた高効率ヒートポンプ給湯機に更新し、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
29052	産業用温水ヒートポンプの導入	低温廃熱を回収して高温水に再生する廃熱回収ヒートポンプや、1 台で冷水と温水を同時に供給できる冷温水同時取出式ヒートポンプ等を導入することにより、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
29050	メニューにない対策（電化）	給湯・温水利用設備の電化に関するその他の対策

■発電設備（大分類 30）

番号	名称	解説
30010	メニューにない対策（運用改善）	発電設備の運用改善に関するその他の対策 （例）太陽光発電設備の定期的な保守点検
30020	メニューにない対策（部分更新・機能付加）	発電設備の部分更新・機能付加に関するその他の対策
30031	高効率ガスコージェネレーションシステムの導入	発電の際に捨てられていた熱機関からの排熱を回収し、冷暖房や給湯等に利用するコージェネレーションシステムを導入することで、総合エネルギー利用率を 80[%]程度に高め、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
30032	燃料電池コージェネレーションシステムの導入	燃料電池は、酸素と都市ガスや LPG を改質した水素から電気化学反応によって直接、電気エネルギーに変換するため、発電効率が約 40～60[%]と高く、CO_2 排出量も少ない。コージェネレーションシステムとして利用した場合は、発電と同時に発生する熱も有効活用することができる。
30030	メニューにない対策（設備導入）	発電設備の設備導入に関するその他の対策
30040	メニューにない対策（燃料低炭素化）	発電設備の燃料低炭素化に関するその他の対策
30061	太陽光発電設備の導入	太陽光発電は太陽光のエネルギーを直接電気に変換するので、発電に伴い CO_2 を排出することがない。電気事業者から購入する電気の一部を太陽光発電に置き換えることで、電気の CO_2 排出係数が小さくなり、CO_2 の削減が可能となる。
30062	バイオマス燃料を利用する発電設備の導入	木質系バイオマスを原料とするバイオマス固形燃料（木質ペレット、木質チップまたは薪等）を使用する自家発電設備またはコージェネレーション等を導入して、従来の系統電力を代替することにより、CO_2 の削減を図る。
30060	メニューにない対策（電力低炭素化）	発電設備の電力低炭素化に関するその他の対策 （例）小規模水力発電の導入

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

■水利用設備（大分類 31）

番号	名称	解説
31011	トイレ設備の節電機能の有効利用	設置されているトイレ設備の節電モードを有効活用し、便座ヒーターと洗浄用温水を夜間休止することで電力消費を低減し、CO_2 削減を図る。
31010	メニューにない対策（運用改善）	水利用設備の運用改善に関するその他の対策
31021	節水機能（節水コマ、節水型シャワーヘッド等）の導入	蛇口への節水コマの取付け、節水型シャワーヘッドへの更新等により、利便性や快適性を損なわずに節水を実現する。これにより、給排水動力や給湯用燃料使用量を低減し、CO_2 削減を図る。
31022	自動水栓・自動洗浄装置の導入	手洗いの自動水栓化や自動洗浄装置を利用することで、水の出し放しを防止して使用水量を節減する。これにより、給排水動力を節減し、CO_2 削減を図る。
31023	水道直結給水方式の導入	高置水槽給水方式等の給水設備を、水道管との直結給水方式に更新することで、水道本管の水圧を有効に利用して水の搬送動力を低減する。電力消費を低減し、CO_2 削減を図る。
31020	メニューにない対策（部分更新・機能付加）	水利用設備の部分更新・機能付加に関するその他の対策
31031	節水便器・省エネ便座等の導入	節水型の便座や待機電力を削減する省エネ型の温水洗浄便座に更新することで、給排水動力や暖房に使用される電力使用量を節減し、CO_2 削減を図る。
31032	中水道設備の導入	建物内の洗面・流しなどからの排水や雨水排水を浄化処理し、トイレ洗浄水や植栽の散水などの雑用水として再利用する、中水道設備を導入する。上水道料金の低減や断水時等の水の確保とともに、地域の公共上水道・雨水排水インフラへの負荷の軽減、地域レベルでの給排水動力の節減を図り、CO_2 削減に繋げる。
31030	メニューにない対策（設備導入）	水利用設備の設備導入に関するその他の対策

■エネルギー管理設備（大分類 32）

番号	名称	解説
32011	エネルギー管理体制の構築	省エネ法に基づき、エネルギー管理統括者、エネルギー管理企画推進者、エネルギー管理者・管理員を選任し、エネルギー使用の合理化を総合的な観点から推進する。エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
32010	メニューにない対策（運用改善）	エネルギー管理設備の運用改善に関するその他の対策
32020	メニューにない対策（部分更新・機能付加）	エネルギー管理設備の部分更新・機能付加に関するその他の対策
32031	BEMS/FEMS の導入	EMS（エネルギーマネジメントシステム）を導入して、ビルや工場等のエネルギー使用状況の「見える化」や、エネルギー使用機器の管理と運用の最適化を行う。省エネルギーや負荷の平準化等に留意しながら、エネルギーの合理的使用を図り、CO_2 削減につなげる。
32030	メニューにない対策（設備導入）	エネルギー管理設備の設備導入に関するその他の対策

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

■その他のシステム、設備機器（大分類 33）

番号	名称	解説
33011	その他の設備機器等の停止	夏期・冬期等の一斉休暇の際、自動販売機やその他設備を、支障のない範囲で停止することで、電力消費の低減と CO_2 削減を図る。
33012	その他の設備機器等の待機電力削減	非稼働日等に生産設備や付帯機器のブレーカーを落としたり、生産設備の稼働状況に合わせて付属機器の電源の ON/OFF を調整したりすることで、待機電力の低減と CO_2 削減を図る。
33010	メニューにない対策（運用改善）	その他のシステム、設備機器の運用改善に関するその他の対策 （例）材料の加熱・冷却時間の最適化
33021	その他の設備機器等の保温	射出成形機のシリンダー部、その他製造設備等の高温部等を断熱強化することで放熱量を低減し、加熱に要する燃料・電力量の低減と CO_2 削減を図る。
33022	廃冷温水からの熱回収	食品加工、化学、パルプ・紙加工など、大量の冷温水を使用する分野において、熱交換器を使用して廃棄される温水や冷水の熱を回収し、給水予熱/冷却や給湯等に再利用することにより、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
33023	生産設備の高温排気からの熱回収	生産設備の高温排気から廃熱を回収して有効利用することにより、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
33020	メニューにない対策（部分更新・機能付加）	その他のシステム、設備機器の部分更新・機能付加に関するその他の対策
33031	その他の高効率設備機器等の導入	利用者が少ない時間帯の照明の消灯や運転の停止などの機能の付いた省エネ型自動販売機、ファイバーレーザー加工機、LED-UV 印刷システム、すすぎ水再利用型食洗機など、「その他」以外の項目に分類されない高効率設備機器へ更新することにより、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
33041	バイオマス液体燃料の利用	バイオマス液体燃料（バイオディーゼル燃料）を車両等に使用することで、それまで使用していた化石燃料の使用量を削減し、CO_2 の低減を図る。
33042	グリーン熱証書の購入	グリーン熱証書を購入し、グリーンエネルギーCO_2 削減相当量の認証を受けることにより、CO_2 削減が可能になる。
33040	メニューにない対策（燃料低炭素化）	その他のシステム、設備機器の燃料低炭素化に関するその他の対策
33051	油圧駆動生産設備の電動化	油圧成形機、油圧プレス機械などをサーボ駆動機に更新することにより、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
33052	構内車両（フォークリフト等）の電動化	ガソリン式、ディーゼル式、LPG 式のフォークリフトからバッテリー式フォークリフトに転換することにより、エネルギー効率改善と CO_2 削減を図る。
33050	メニューにない対策（電化）	その他のシステム、設備機器の電化に関するその他の対策
33061	再エネ 100%電力への変更	小売電気事業者から自然エネルギー100[%]の電力を購入することにより、CO_2 の削減が可能となる。
33062	グリーン電力証書の購入	グリーン電力証書を購入し、グリーンエネルギーCO_2 削減相当量の認証を受けることにより、CO_2 削減が可能になる。
33060	メニューにない対策（電力低炭素化）	その他のシステム、設備機器の電力低炭素化に関するその他の対策

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

工場・事業場の脱炭素化実践ガイドライン　2023

監　修：令和４年度　工場・事業場の脱炭素化のための新ガイドライン作成検討会
委員長。三重大学　特任教授　坂内正明
委　員。早稲田大学政治経済学術院　教授　有村俊秀
早稲田大学大学院環境・エネルギー研究科　教授　小野田弘士
名古屋大学大学院工学研究科　准教授　小林敬幸
一般財団法人省エネルギーセンター　業務統括役　谷口裕一

制　作：環境省地球環境局地球温暖化対策課地球温暖化対策事業室

発行日　令和５年３月15日

リサイクル適正の表示：印刷用の紙にリサイクルできます。
この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料〔Ａランク〕のみを使用して製作しています。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

工場・事業場の
脱炭素化実践
ガイドライン
2023

