

対策個票案（サンプル）

令和5年度温室効果ガス排出削減等指針検討委員会 第3回

2024年2月14日

対策概要

■ヒートポンプ式熱源装置（加熱熱源等）として、高効率高温水ヒートポンプ、高効率循環加温ヒートポンプ、高効率熱風ヒートポンプ、高効率蒸気発生ヒートポンプを導入するもの。

導入可能性のある業種・工程

■全業種

原理・仕組み

■ヒートポンプ式熱源装置は、従来のボイラーや給湯器に比べ性能（生成する熱量[MJ/s]÷投入動力[MJ/s]）が良いため、熱供給に要するエネルギーの削減が可能となり、CO₂排出削減につながる。

各種熱源の性能比較（例）

熱源	性能評価指数 COP又は熱効率	出所
① 水冷HPチラー	5.00~6.05	[1]
② 空冷HPチラー	3.41	[2]
③ 蒸気供給HPシステム	2.5~3.5	[3]
④ 冷温水発生機	1.36	[4]
⑤ 蒸気ボイラー	0.92~0.96	[5]
⑥ 給湯器	0.95	[6]

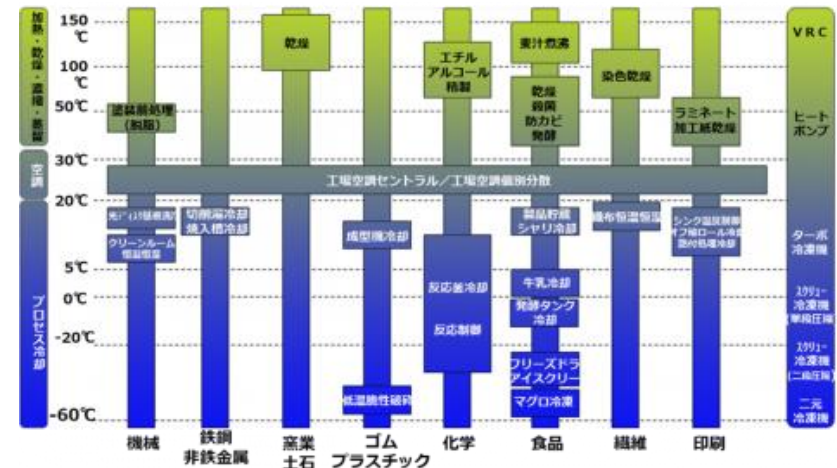
COP又は効率 = {生成する熱量(MJ/s)} / {投入動力(MJ/s)}

①~④は「COP」、⑤⑥は「熱効率」で示すことが多い。

出所) [1] KOBELCO (水冷インバータスクルーチラー「HEM II」) <https://kobelco-compressors.com/jp/ja-jp/products/heat-pump-chiller/hem2>
 [2] 三菱重工サーマルシステムズ (空冷HPチラー「MSV」) <https://www.mhi-mth.co.jp/business/air-to-water/>
 [3] 川重冷熱工業(株) (二重効用型冷温水機「Efficio NZ」) <https://www.khi.co.jp/corp/kte/product/chiller/efficio-nz/>
 [4] 日本LPガス団体協議会資料 (ボイラー) <https://www.nichidankyo.gr.jp/hojo/support/efficiency/index.html>
 [5] 日本ガス協会資料 (エコジョーズ) <https://www.gas.or.jp/gas-life/ecojozu/>
 [6] KOBELCO (蒸気供給HPシステム「SGH120」) https://kobelco-production.s3.ap-northeast-1.amazonaws.com/s3fs-public/document/2023-09/JP_Heat_Pump_General_Catalog_230623.pdf#page=4
 (いずれも閲覧日：2023年10月3日)

ヒートポンプの適用領域 [7]

- 産業分野に用いられるヒートポンプは、マイナス数十℃から100℃以上まで、幅広い温度域への適用が可能であり、様々な業種において空調、プロセス冷却、加温・乾燥等の幅広い工程に導入することができる。



出所) [2] エレクトロヒートセンター https://sangyo-hp.jeh-center.org/heatpump_factory.html (閲覧日：2023年10月3日)

効率・導入コストの水準

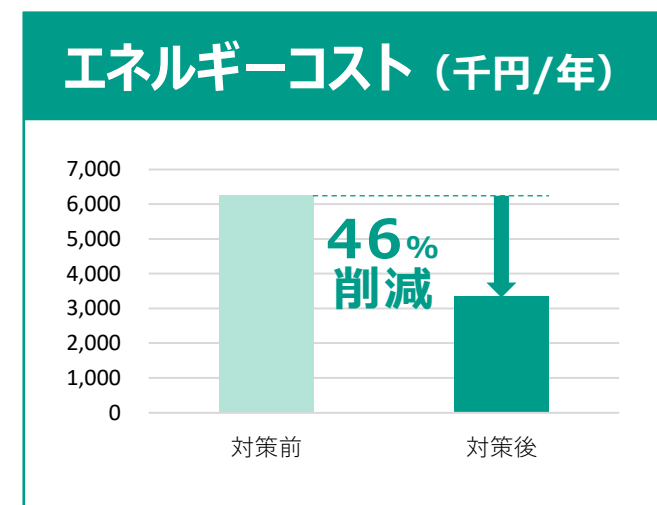
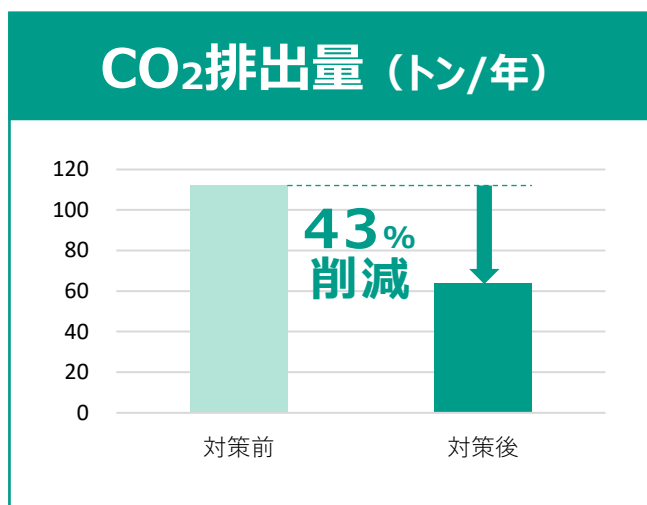
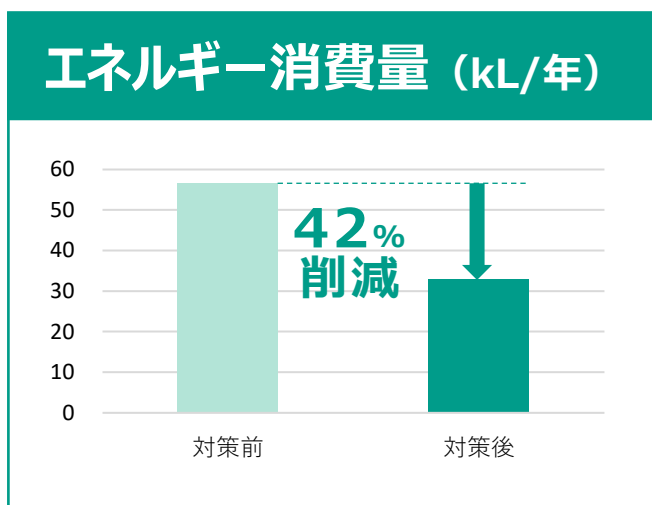
- 効率水準（最高水準）：成績係数（COP）3.4（高温水ヒートポンプ(水熱源・循環式)、加熱能力270kW以下の場合)
- 導入コスト水準（平均的な水準）：約2,600万円（高温水ヒートポンプ(水熱源・循環式)、加熱能力270kW以下の場合)
 - その他の条件（設備容量・能力等）の場合の効率水準・導入コスト水準については、[指針のファクトリスト](#)もご参照ください。また、具体的な該当製品等については[LD-Tech認証製品一覧](#)もご参照ください。

導入効果

- 平均出力100kWで年間5,000時間稼働している定格出力151kWの温水ボイラー（ボイラー効率82%）を、高温水ヒートポンプ（COP3.4）に更新したケースにおける試算例は以下のとおり。

導入効果の算出例

- ・ エネルギー消費量で42%、CO₂排出量で43%、エネルギーコストで46%削減できる試算結果。



利用可能な補助事業

- 脱炭素経営によるサプライチェーン全体での脱炭素化の潮流に着実に対応するための工場・事業場における先導的な脱炭素化取組推進事業（SHIFT事業）
- 脱炭素社会の構築に向けたESGリース促進事業

計算条件

- 平均出力100kWで年間5,000時間稼働している定格出力151kWの温水ボイラー（ボイラー効率82%）を、高温水ヒートポンプ（COP3.4）に更新したケースを想定した。対策の前後で年間の供給熱量が同じであるとした。

項目	記号	Before	After	単位	数値の出所、計算式
エネルギー種別	①	都市ガス	電気	—	想定
定格入力	②	14.7	45.6	Nm ³ /h、kW	メーカーカタログより想定 ^{[7][8]}
定格出力	③	151	155	kW	メーカーカタログより想定 ^{[7][8]}
運転時の平均出力	④	100	100	kW	想定値
負荷率	⑤	0.662	0.645	—	④÷③
稼働時間	⑥	5,000	5,000	h/年	20h/日×250日/年
都市ガスの単位発熱量／電気の一次エネルギー換算係数	⑦	45.0	8.64	GJ/千Nm ³ 、GJ/千kWh	【参考①】
CO ₂ 排出係数	⑧	2.31	0.434	t-CO ₂ /千Nm ³ 、t-CO ₂ /千kWh	【参考①】
エネルギー単価	⑨	128.3	22.76	円/Nm ³ 、円/kWh	【参考①】
都市ガス／電気消費量	⑩	48.7	147.1	千Nm ³ 、千kWh	②×⑤×⑥
エネルギー消費量	⑪	2190	1271	GJ/年	⑦×⑩÷1,000
エネルギーの原油換算係数	⑫	0.0258	0.0258	kL/GJ	【参考①】

出所) [1]株式会社日本サーモエナ 「低圧温水ボイラ・無圧温水ボイラNASGシリーズ」 https://www.n-thermo.co.jp/upload/pdf/upPdf/20220714103826_K0J0502.pdf

[2]コベルココンプレッサ株式会社 「ヒートポンプ総合カタログ」 https://kobelco-production.s3.ap-northeast-1.amazonaws.com/s3fs-public/document/2023-09/JP_Heat_Pump_General_Catalog_230623.pdf

(いずれも閲覧日：2023年10月3日)

エネルギー種別の単価、単位発熱量、CO₂排出係数や換算係数については、別途、参考①として数値とその諸元をまとめたファイルを掲載予定。

計算結果

項目	記号	Before	After	単位	数値の出所、計算式
エネルギー消費量	⑫	57	33	kL/年	⑨×⑩
CO ₂ 排出量	⑬	112	64	t-CO ₂ /年	⑦×⑨
エネルギーコスト	⑭	6,246	3,347	千円/年	⑧×⑨

備考

- 導入した設備は十数年使い続けることになるので、エネルギーコストやCO₂排出量削減の観点から極力効率の良いものを選択する。

対策概要

■ 燃料の燃焼を熱源として加熱する方式の炉に、廃熱回収率の高いリジネレイティブバーナーや高効率レキュペレータ、及びセラミックファイバー等の軽量・低熱伝導断熱材等により効率を高めたものを導入する。

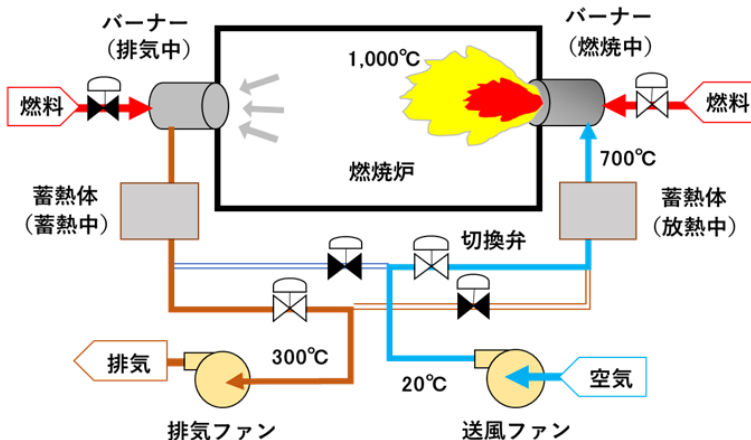
導入可能性のある業種・工程

■ 窯業・土石製品製造業（セメント製造業を除く）、非鉄金属製造業、金属製品製造業

原理・仕組み

- 排ガス等からの廃熱の回収や、断熱による放熱ロスの削減等により燃料消費量及びCO₂排出量の削減を図る。
- リジネレイティブバーナーを装備して廃熱回収すると、排ガス中の約70%の熱エネルギーの回収が期待できる^[1]。
- セラミックファイバー等により断熱を強化すると、2～33%程度のエネルギー消費量削減が期待できる^[2]。

リジネレイティブバーナーによる廃熱回収^[1]



・ リジネレイティブバーナーは、個々に蓄熱体を有する最低2台のバーナーで構成される。一方が燃焼中に、他方が蓄熱する。一定時間毎に燃焼するバーナーを切り替える。

断熱強化による省エネ効果^[2]

- ・ 断熱による省エネ率は、小型炉のほうが大きくなる傾向がある。
- ・ 炉容積に対する炉壁面積が相対的に大きくなるためである。

炉内温度	炉壁天井外面温度 (°C)		加熱容量別の炉壁熱損失(上段: kW) と省エネ率 (下段)					
	省エネ型	従来型	加熱容量320kW		加熱容量4MW		加熱容量95MW	
			省エネ型	従来型	省エネ型	従来型	省エネ型	従来型
1300°C以上	120	170	219	332	320	725	3,804	7,145
			26%		9%		4%	
1100°C以上 1300°C未満	110	160	181	336	339	636	3,372	6,205
			33%		7%		3%	
900°C以上 1100°C未満	100	150	147	291	276	553	2,771	5,402
			31%		6%		3%	
900°C未満	80	130	99	228	185	433	1,850	4,206
			29%		6%		2%	

出所) [1] 産業界の省エネルギー／環境負荷低減に大きく貢献する高性能工業炉
<https://webmagazine.nedo.go.jp/practical-realization/articles/201203jifma/> (閲覧日: 2023年8月21日) 等より作成

出所) [2] 令和3年度内外一体の経済成長戦略構築にかかる国際経済調査事業
 (工業炉のカーボンニュートラル対応に向けた動向調査) <調査報告書>
 株式会社富士経済 2022年3月31日 https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2021FY/000337.pdf
 (閲覧日: 2023年9月28日) より作成

効率・導入コストの水準

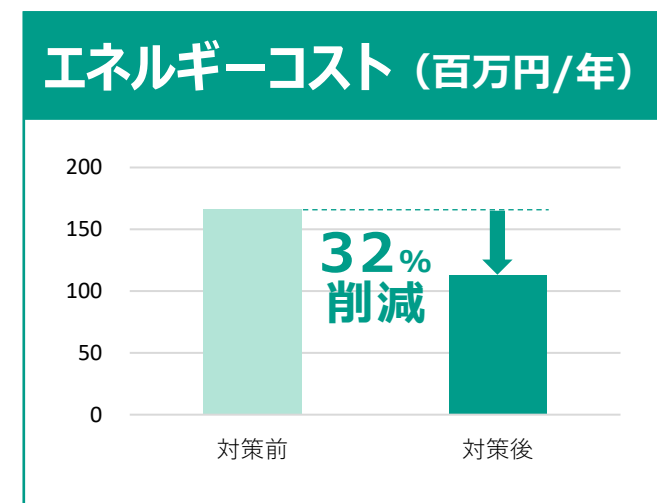
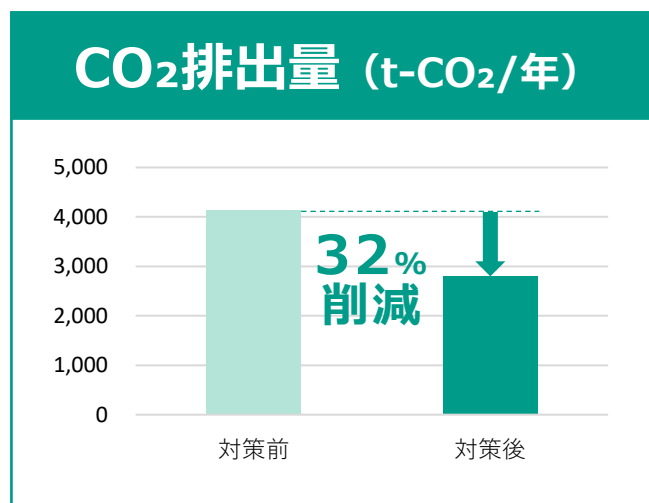
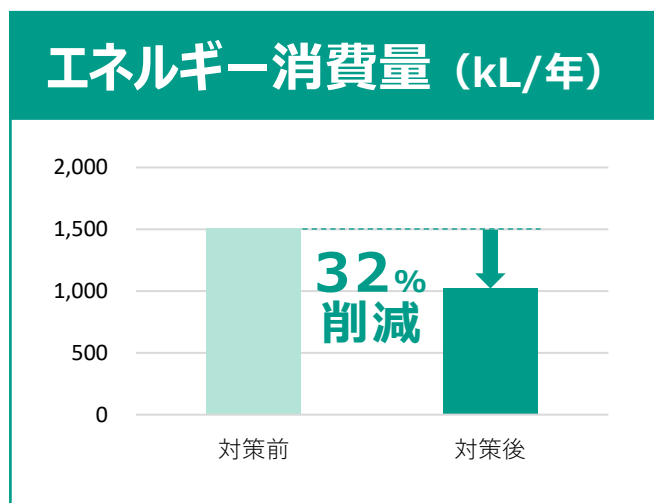
- 効率水準: -
- 導入コスト水準: -

導入効果

- 年間A重油消費量が1,500kLの熱処理炉（排ガス温度1,000℃）にリジエネレイティブバーナーを導入し、燃烧空気を700℃まで予熱した場合における試算例は以下のとおり。

導入効果の試算例

- 各指標で32%削減できる試算結果。



利用可能な補助事業

- 脱炭素経営によるサプライチェーン全体での脱炭素化の潮流に着実に対応するための工場・事業場における先導的な脱炭素化取組推進事業（SHIFT事業）
- 脱炭素社会の構築に向けたESGリース促進事業

計算条件

- 年間A重油消費量が1,500kLの熱処理炉（排ガス温度1,000℃）にリジネレイティブバーナーを導入し、燃烧空気を700℃まで予熱した場合を想定した。

項目	記号	Before	After	単位	数値の出所、計算式
A重油の単価	①	111,000	111,000	円/kL	【参考①】
A重油の単位発熱量	②	38.9	38.9	GJ/kL	【参考①】
A重油のCO ₂ 排出係数	③	2.75	2.75	t-CO ₂ /kL	【参考①】
蓄熱式バーナー導入効果	④	-	32%		予熱空気温度700℃として下図を基に想定 [3]
A重油消費量	⑤	1,500	1,020	kL/年	Before : 想定値 After : ⑤b×(1-④÷100)
エネルギー消費量	⑥	58,350	39,678	GJ/年	⑤×②
エネルギーの原油換算係数	⑦	0.0258	0.0258	kL/GJ	【参考①】

計算式の添え字bはBefore、aはAfterを示す。

エネルギー種別の単価、単位発熱量、CO₂排出係数や換算係数については、別途、参考①として数値とその諸元をまとめたファイルを掲載予定。

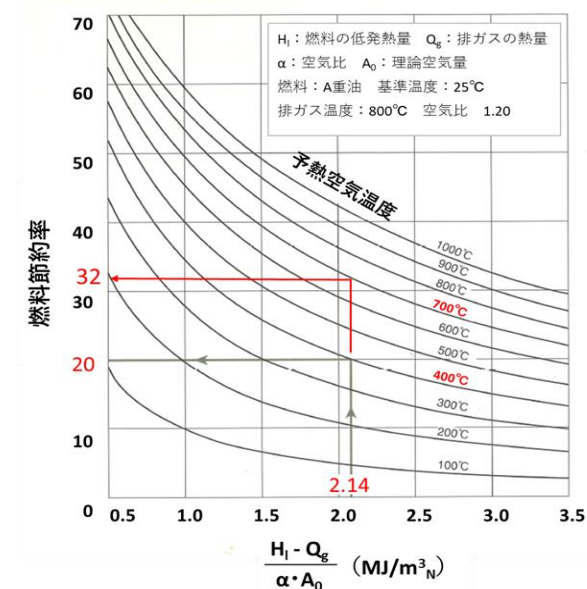
計算結果

- 計算結果には、燃烧空気流量及び排ガス量の減少に伴う、燃烧空気ファン及び排ガスファンの電気消費の削減は含まれていない。

項目	記号	Before	After	単位	数値の出所、計算式
エネルギー消費量	⑧	1,505	1,024	kL/年	⑥×⑦
CO ₂ 排出量	⑨	4,125	2,805	t-CO ₂ /年	⑤×③
エネルギーコスト	⑩	167	113	百万円/年	⑤×①÷1,000,000

備考

- リジネレイティブバーナーの蓄熱体は定期的にメンテナンスする必要がある。



出所 [3] 一般財団法人省エネルギーセンター
エネルギー管理のためのデータシート (2014年2月) より作成

対策概要

- 温湿度センサー、空調機のコイル・フィルター等の汚れや目詰まりの有無を定期的に監視・点検し、必要に応じて、清掃、フィルター交換、洗浄を行い、適正な圧力損失レベルや熱交換効率を確保する。

導入可能性のある業種・工程

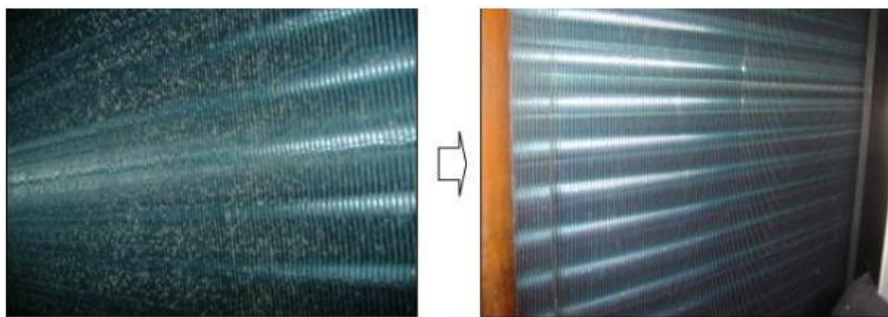
- 全業種

原理・仕組み

- 空調機等のコイル・フィルターの汚れや目詰まりは、冷却・加熱能力の低下、風量の低下、インバーター利用の場合は回転数増加に伴うファンの動力の増大等を引き起こし、空調システム全体のエネルギー消費量の増加につながる。定期的な清掃により、エネルギー消費量の増大を抑制する。

空調機コイル・フィルターの清掃

- 空調機等のコイル・フィルターの汚れや目詰まりの有無を定期的に監視・点検し、必要に応じてフィルター交換や洗浄を行う。
- 空調機のフィルターは、差圧計により圧力損失を把握する等して、適切な頻度で清掃又は交換する。



清掃前

清掃後

空調機コイルの清掃^[1]

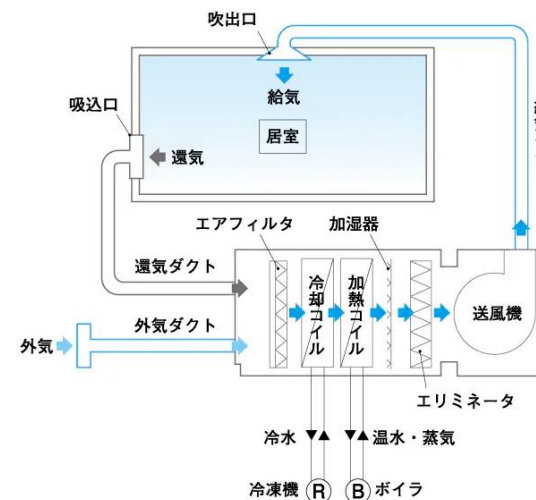
出所) [1] 環境省、「業務部門の対策メニュー詳細 (温湿度センサー・コイル・フィルター等の清掃・自動制御装置の管理等の保守及び点検)」
<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/gel/ghg-guideline/business/measures/view/43.html> (閲覧日: 2023年9月15日)より作成

効率・導入コストの水準

- 効率水準: -
- 導入コスト水準: -

空調機コイル内部の洗浄

- 蓄熱槽のような開放配管方式の場合は、密閉回路方式に比べてコイル内部に汚れが付着しやすいため、適切に水質管理を行うとともに、定期的に点検を行い、必要に応じて洗浄する。



空調機の内部イメージ^[2]

出所) [2] 株式会社MonotaRO、空調機 (エアハンドリングユニット) の構造
<https://www.monotaro.com/note/readingseries/kuchosetsubikisokouza/0313/> (閲覧日: 2023年9月15日)

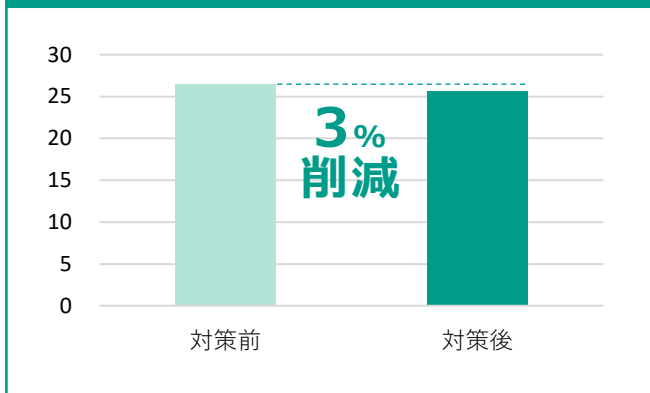
導入効果

- 定格消費電力の合計が110kWの個別空調システムにおいて、室内機のフィルター清掃及び室外機のコイルフィン洗浄を行い、風量が10%改善したケースにおける試算例は以下のとおり。

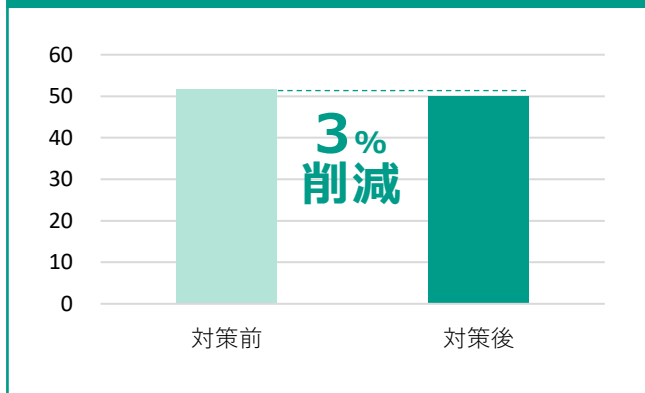
導入効果の試算例

- 各指標で3%削減できる試算結果。

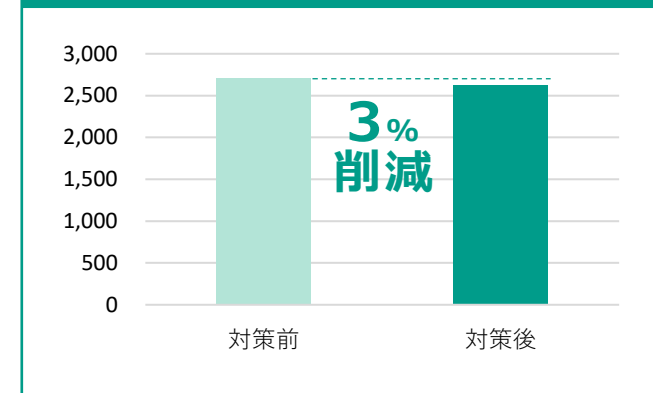
エネルギー消費量 (kL/年)



CO₂排出量 (t-CO₂/年)



エネルギーコスト (千円/年)



利用可能な補助事業

- —

計算条件

- 資料^[3]を基に、10%の風量改善によりエネルギー消費量が3%削減されると想定した。

項目	記号	Before	After	単位	数値の出所、計算式
電気の単価	①	22.76	22.76	円/kWh	【参考①】
電気の一次エネルギー換算係数	②	8.64	8.64	GJ/千kWh	【参考①】
電気のCO ₂ 排出係数	③	0.434	0.434	t-CO ₂ /千kWh	【参考①】
パッケージ型空調の定格消費電力の合計	④	110	110	kW	想定値
空調の年間運転時間	⑤	3,600	3,600	h/年	想定値 15h×240日と想定
負荷率	⑥	0.3	0.3	—	想定値
省エネ率	⑦	0	3%		資料を基に想定 ^[3]
電気消費量	⑧	119	115	千kWh/年	④×⑤×⑥×(1-⑦)÷1,000
エネルギー消費量	⑨	1,026	996	GJ/年	⑧×②
エネルギーの原油換算係数	⑩	0.0258	0.0258	kL/GJ	【参考①】

出所) [3]環境省 SHIFT事業CO₂削減対策メニュー「112111フィルターの清掃」<https://shift.env.go.jp/files/navi/measure/112111.pdf> (閲覧日)2023年9月15日)

エネルギー種別の単価、単位発熱量、CO₂排出係数や換算係数については、別途、参考①として数値とその諸元をまとめたファイルを掲載予定。

計算結果

項目	記号	Before	After	単位	数値の出所、計算式
エネルギー消費量	⑪	26.5	25.7	kL/年	⑨×⑩
CO ₂ 排出量	⑫	51.6	50.0	t-CO ₂ /年	⑧×③
エネルギーコスト	⑬	2,704	2,623	千円/年	⑧×①

備考

- 空調機のコイルを洗浄する際は、ストレーナー等の配管付属品も清掃することが望ましい。
- フィルターの目詰まりは、空間に浮遊する粉塵の量により異なるため、目詰まり状況を確認し、最適なメンテナンス頻度を決定すると良い。