

対策概要

■処理水量に応じた紫外線ランプ型式を採用することで、エネルギー消費量を削減する。

導入可能性のある業種・工程

上水道・工業用水道 / 高度浄水工程 / 紫外線処理設備

原理・仕組み

- 净水処理での紫外線殺菌装置に使用される紫外線ランプは、型式により出力、消費電力等が異なるため、処理水量に応じた紫外線ランプ型式を採用することで、エネルギー消費量を削減する。

紫外線ランプの構造と型式の比較

- 紫外線ランプは、石英ガラス内に封入された水銀蒸気と不活性ガスに電子が衝突して紫外線を生成する。蛍光灯とは異なり、紫外線ランプには蛍光体が塗布されておらず、紫外線がそのまま放射される。

	低圧	中圧
長所	<ul style="list-style-type: none"> 出力される波長が殺菌に有効な 253.7 nm であり、殺菌効率が高い ランプ 1 本当たりの消費電力が少ない 変換効率が高い ランプの寿命が長い 多灯装置のため、ランプ不点時の影響が少ない 	<ul style="list-style-type: none"> ランプ 1 本当たりの出力が高いため、設備を小さくできる 大容量の施設に対応できる 処理水温度に影響されない
	<ul style="list-style-type: none"> ランプ 1 本当たりの出力が小さいため、設備が大きくなる 	<ul style="list-style-type: none"> 運転温度が高いため、ファウリングが加速される ランプの寿命が短い 変換効率が低い

低圧紫外線ランプと中圧紫外線ランプの比較^[1]

出所) [1]公益財団法人水道技術研究センター「紫外線処理装置の低圧と中圧」
<https://www.jwrc-net.or.jp/docs/publication-outreach/qa/10-50.pdf> (閲覧日：2024年9月30日)

対策イメージ（処理水量に合わせた型式の選択）

- 低圧紫外線ランプは、出力は小さいがエネルギー消費量は少ない。一方で、中圧紫外線ランプは、出力は大きいがエネルギー消費量が多い。最大処理水量に応じた紫外線ランプ型式を採用することで、エネルギー消費量を削減することができる。
- 公益財団法人水道技術センターによる紫外線処理設備導入手引きでは、様々な規模を想定し、紫外線ランプの導入検討を紹介している。以下は、手引き内で示される例である。

最大処理水量	紫外線ランプの種類	装置の基準処理性能	設置数	ランプの消費電力
3,960m ³ /日	低圧	5,500m ³ /日	2基※	0.9kW
7,600m ³ /日	中圧	7,600m ³ /日	2基※	6.0kW
10,257m ³ /日	中圧	12,000m ³ /日	2基※	5.9kW

紫外線ランプの導入検討例^[2]

※うち1基は予備

出所) [2]公益財団法人水道技術研究センター「水道における紫外線処理設備導入に関する実務の手引き」
https://www.jwrc-net.or.jp/research-development/uv-ace/uv-ace_2nd_phase.pdf (閲覧日：2024年9月30日) (記載情報より図を作成)

効率・導入コストの水準

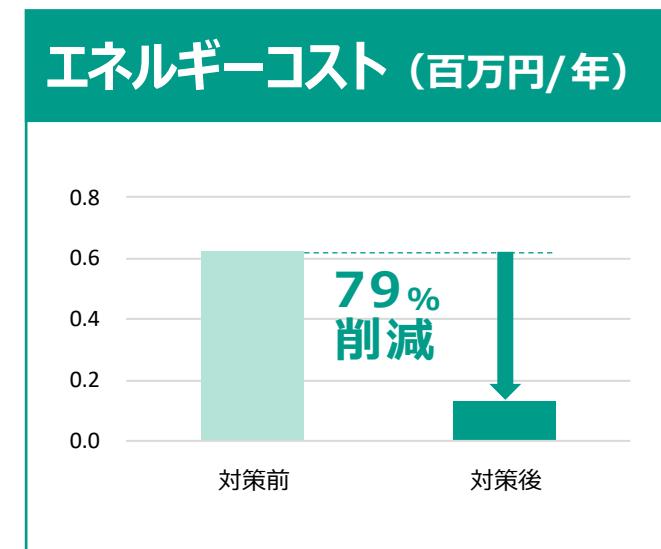
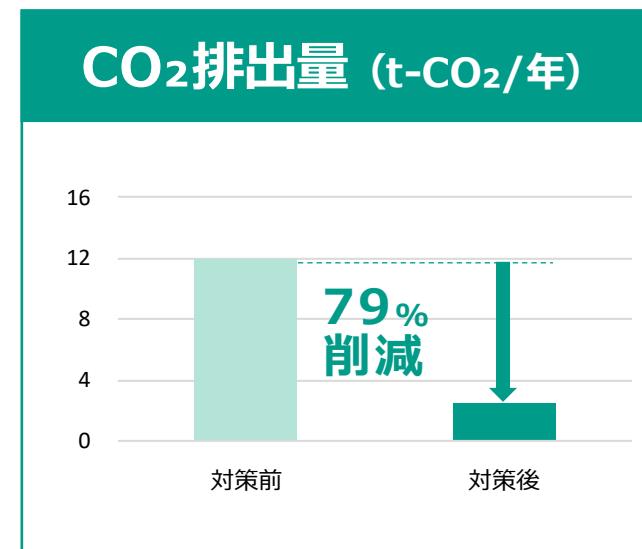
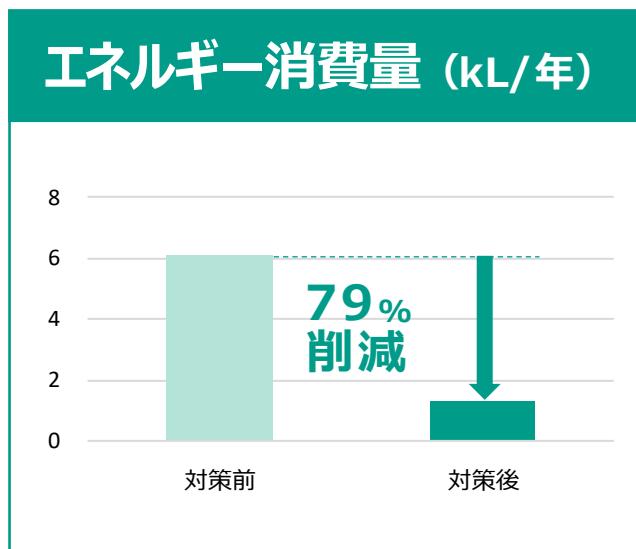
- 効率水準：－
- 導入コスト水準：－

導入効果

- 净水量が約4,000m³/日規模の浄水場において、基準処理性能7,600m³/日の中圧紫外線ランプから、基準処理性能5,500m³/日の低圧紫外線ランプにダウンサイジング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79%削減できる試算結果。



処理形態に応じた紫外線ランプの採用

設備導入



計算条件

- ・浄水量が約4,000m³/日規模の浄水場において、消費電力6.00kWの中圧紫外線ランプから、消費電力0.90kWの低圧紫外線ランプにダウンサイジングした場合を想定した。
- ・運転温度（中圧：600～900°C、低圧：40～100°C）調整のための消費電力は考慮しない。

項目	記号	Before	After	単位	数値の出所、計算式
電気の一次エネルギー換算係数	①	8.64	8.64	GJ/千kWh	【参考①】
電気のCO ₂ 排出係数	②	0.434	0.434	t-CO ₂ /千kWh	【参考①】
電気の単価	③	22.76	22.76	円/kWh	【参考①】
エネルギーの原油換算係数	④	0.0258	0.0258	kL/GJ	【参考①】
ランプの消費電力	⑤	6.00	0.90	kW	p1の事例より想定
1日当たりの稼働時間	⑥	24.0	24.0	h/日	想定値
ランプの殺菌処理能力	⑦	7,600	5,500	m ³ /日	p1の事例より想定
1日最大浄水量	⑧	3,960	3,960	m ³ /日	p1の事例より想定
電力消費量	⑨	27.4	5.7	千kWh/年	(⑤×⑥÷⑦×⑧) ×365日/年÷1,000
エネルギー消費量	⑩	236.6	49.0	GJ/年	⑨×①

計算結果

項目	記号	Before	After	単位	計算式
エネルギー消費量	⑪	6.1	1.3	kL/年	⑩×④
CO ₂ 排出量	⑫	11.9	2.5	t-CO ₂ /年	⑨×②
エネルギーコスト	⑬	0.62	0.13	百万円/年	⑨×③÷1,000

備考

- ・令和元年に紫外線処理の適用が地表水にも拡大されたことで、紫外線ランプの普及拡大が進んでいる。