位置エネルギーを利用した施設の整備、電力原単位及び管路損失等を考慮した水運用システムの導入、需要予測システムの導入

設備導入

環境省

対策	位置エネルギーを利用した施設の整備、電力原単位及び管路損失等を考慮した水運用システムの導入、需要予測システムの導入

目　次

	頁
■ 位置エネルギーを利用した施設の整備	1
■ 電力原単位及び管路損失等を考慮した水運用システムの導入	4
■ 需要予測システムの導入	5

位置エネルギーを利用した施設の整備

設備導入

環境省

対策概要

■施設の建設、更新の際に位置エネルギーを活用できる場所に取水地点、浄水場及び配水池を建設または変更して、ポンプ設備の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 / 総合管理 / 水運用管理

原理・仕組み

■ 位置エネルギーを活用できる場所に取水地点、浄水場及び配水池を配置したり、自然流下による送配水範囲の拡大や、配水池直結型ポンプの設置等で、ポンプ設備のエネルギー消費量を削減する。

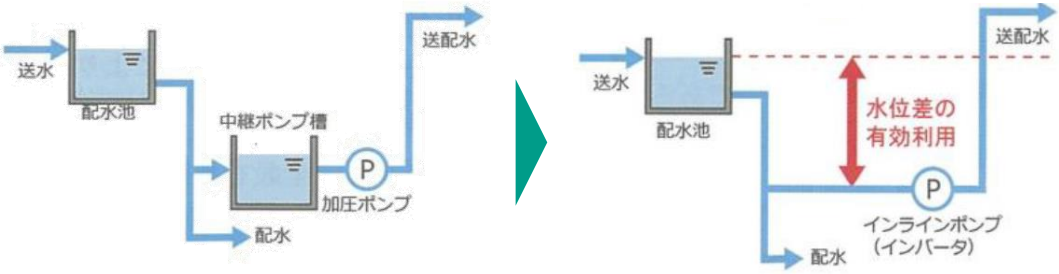
対策イメージ（施設の配置調整と自然流下範囲の拡大）

- 水が持つ位置エネルギーを活用できる場所に取水地点、浄水場及び配水池を配置することで、ポンプの使用率を低下させる（左図）。
- 既にある設備を用いて、自然流下による送配水範囲を拡大する等、水運用の変更でエネルギー消費量の削減を図ることも可能である。
- 位置エネルギーが利用可能な場所に配水池を新設し、加圧ポンプを廃止したことで、ポンプ設備の電力消費量原単位が「約0.325kWh/m³から約0.318kWh/m³[2]」に削減した事例がある。

自然流下による送配水範囲の拡大[1]

対策イメージ（配水池直結型ポンプの設置）

- 浄水場等からポンプ加圧または自然流下の送水を配水池で貯水し、ポンプ加圧により給水する施設においては、配水池で大気開放するため、浄水場等からの送水圧力を有効活用できないが、直結型の増圧ポンプ（インラインポンプ）またはバイパス管を設置することにより、残存圧力・位置エネルギーが有効利用され、ポンプ設備のエネルギー消費量が削減される。（右図）。



配水池直結型（インライン）ポンプによる位置エネルギーの有効利用[3]

出所）[1]名古屋市上下水道局「環境計画2030」https://www.water.city.nagoya.jp/file/51252.pdf（閲覧日：2024年9月11日）
[2]公益社団法人日本水道協会「水道施設におけるエネルギー対策の実際」（2009年） p.241

出所）[3]公益財団法人水道技術研究センター「水道における省電力ハンドブック」（2015年8月） p.10（図を縦から横に変更）

効率・導入コストの水準

■ 効率水準：－

■ 導入コスト水準：－

位置エネルギーを利用した施設の整備

設備導入

環境省

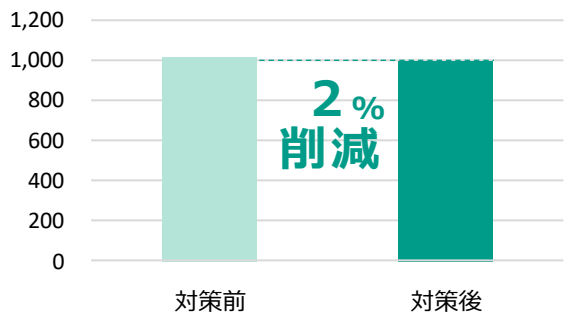
導入効果

■ 配水量14,000千m^3/年の配水池において、位置エネルギーが利用可能な場所に配水池を新設し、加圧ポンプを廃止することで、ポンプ設備の電力消費量原単位を0.07kWh/m^3削減したケースにおける試算例は以下のとおり。

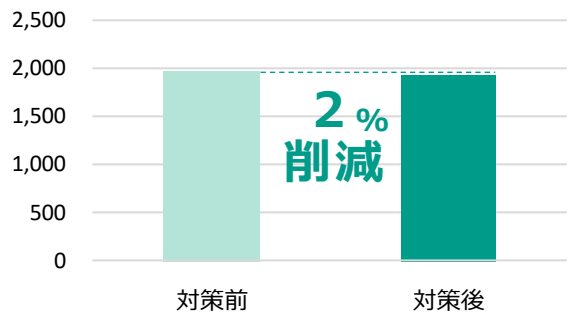
導入効果の試算例

- 各指標で2%削減できる試算結果。

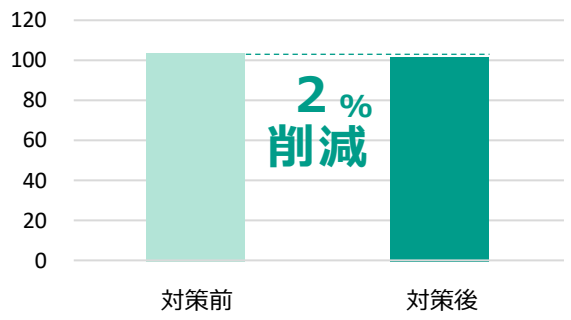
エネルギー消費量（kL/年）



CO_2排出量（t-CO_2/年）



エネルギーコスト（百万円/年）



位置エネルギーを利用した施設の整備

設備導入

環境省

計算条件

- 位置エネルギーが利用可能な場所に配水池を新設し、加圧ポンプを廃止することで、ポンプ設備の電力消費量原単位を0.07kWh/m^3削減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
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】
ポンプ設備の電力消費量原単位	⑤	0.33	0.32	kWh/m^3	p1の事例より想定
配水池からの送水量	⑥	14,000	14,000	千m^3/年	資料[4]を基に想定
電力消費量	⑦	4,550	4,452	千kWh/年	⑥×⑤
エネルギー消費量	⑧	39,312	38,465	GJ/年	⑦×①

出所）[4]横浜市水道局「令和4年度電力年報」https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/sumai-kurashi/suido-gesui/suido/torikumi/kankyohozen/denryokunenpou.files/0024_20240327.pdf（閲覧日：2024年8月29日）

計算結果

- 計算結果には、配水池新設のための工事費等は含まれていない。

項目	記号	Before	After	単位	計算式
エネルギー消費量	⑨	1,014	992	kL/年	⑧×④
CO_2排出量	⑩	1,975	1,932	t-CO_2/年	⑦×②
エネルギーコスト	⑪	104	101	百万円/年	⑦×③÷1,000

備考

- インラインポンプやバイパス管を設置する際には、夜間等の小流量時においても給水圧力が確保できることを確認する。

電力原単位及び管路損失等を考慮した水運用システムの導入

設備導入

環境省

対策概要

■電力原単位、及び管路損失の変化を考慮した水運用システムを導入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 / 総合管理 / 水運用管理

原理・仕組み

■ 単位水量当たりの電力消費量である電力原単位、及び水道施設における電力消費量の多くを占めるポンプ設備が大きく影響を受ける管路損失の変化を考慮した水運用システムを導入することで省エネを図る。

対策イメージ（電力原単位を考慮した水運用システム）

- 電力原単位とは単位水量当たりの電力消費量のことで、電力原単位が低いほどエネルギーの効率が良い。上水道における電力原単位は取水から配水までに使用される電力で計算される。
- エネルギー管理システムの導入や簡易電力計の設置を行う等、水運用システムを導入し、計測されたデータから計算した電力原単位をエネルギー消費量の削減に活用することができる。公益社団法人日本水道協会では、「令和3年度水道事業ガイドライン（JWWA Q 100）業務指標一覧」において、自治体ごとの電力原単位の指標値を公表している。[1]
- 動力設備の効率化を図るうえで、最も重要なパラメータの一つである電力原単位の可視化を試みる研究も行われている。可視化することにより、変更した水運用の効果の検証が短時間で可能になり、電力消費量の削減に資すると考えられる。[2]

対策イメージ（管路損失を考慮した水運用システム）

- 管路損失とは配管内で送水する際に生じる圧力低下のことで、配管径の大きさに対して流速が大きいほど管路損失は大きくなる。管路損失を考慮することで、水道施設で消費される電力の多くを占めるポンプ設備による電力消費量を削減できる。
- 管路損失を小さくする方法として、インペラカットや低流量での運転が挙げられる。一般に、ポンプ仕様は計画・設計・製作の各段階で余裕を持たせているため、稼働中のポンプ能力が過大な場合には、羽根車（インペラ）外径のカットや、低流量での運転により、管路損失を小さくしポンプ動力を減少させることができる。
- ポンプメーカーの川本製作所による試算では、吐出し量1.0m³/分、全揚程15m、軸動力3.0kWの場合、インペラ外径を5%カットすることで、軸動力は約20%削減されるとしている。[3]

ポンプの羽根車（インペラ）カットのイメージ[3]

出所）[1]公益社団法人日本水道協会「令和3年度水道事業ガイドライン（JWWA Q 100）業務指標一覧」
http://www.jwwa.or.jp/upfile/upload_file_20240321004.pdf（閲覧日：2024年10月9日）
[2]公益社団法人日本水道協会「令和２年度水道研究発表会講演集 電力原単位の可視化 -スマートメータBルートの活用-」
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jwwaproc/2020/0/2020_550/_pdf/-char/ja（閲覧日：2024年9月27日）

出所）[3]株式会社川本製作所「ポンプの省エネ化」
https://www.kawamoto.co.jp/closeup/eco/energy_saving.html（閲覧日：2024年9月27日）

効率・導入コストの水準

■ 効率水準：－

■ 導入コスト水準：－

備考

- 定期的に電力原単位を計算し把握することで、効率的な水運用の検討に役立てられる。

需要予測システムの導入

設備導入

環境省

対策概要　過去の配水運用実績データの収集・分析や常時データ監視により、変化する気象条件等から各配水地区の配水需要量を予測し総合的運転計画を立てることで、取水・送水・配水に係るポンプの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 / 総合管理 / 水運用管理

原理・仕組み

■ 季節・天候・曜日・時間等で変化する水需要量を、流量計や水圧計から収集された流量・圧力データをもとに予測し、送配水量・圧力を調整することで水運用を効率化しエネルギー消費を抑える。

流量計・水圧計の特徴と設置方法

- 流量計は、基本的に流量計室を新設するため土工事が必要であるが、断水なしで設置可能である。マンホールを閉じた状態でデータ回収可能で、市販電池で長期稼働可能である。配水小管網のうち管径・流量が大きい主要管路に設置する。
- 水圧計は、既存消火栓フランジ部に設置可能で土工事不要である。水量計同様、マンホールを閉じた状態でデータ回収可能で、市販電池で長期稼働可能である。給水区域内の圧力状況が満遍なく把握できるよう適切な間隔で設置する。

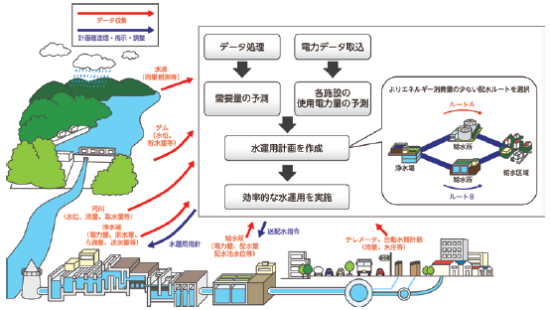
流量計[1]

水圧計[2]

出所）[1]日立システムズ「都内26か所に設置するIoT流量監視装置を東京都水道局へ提供」
https://www.hitachi-systems.com/-/media/news/2023/download/20230606.pdf（閲覧日：2024年7月23日）
[2]日立システムズ「都内120か所の消火栓に設置するIoT水圧監視装置を東京都水道局へ提供」
https://www.hitachi-systems.com/-/media/news/2022/download/20220415.pdf（閲覧日：2024年7月23日）

対策イメージ（需要予測システムによる効率的な水運用）

- 配水小管内に流量計・水圧計を設置し、水道使用実態（流量・流向・水圧）を定量的かつ正確に遠隔でリアルタイム監視する。季節・天候・曜日・時間等の収集されたデータを用いて常時需要予測をし、需要量に合わせて浄水量や配水量を調整することで、エネルギー消費量を削減できる。
- 神奈川県内広域水道企業団では、節電及び夜間電力を活用した効率的な水運用を行うことで、「電気料金削減率2.29%[4] 」となった事例がある。



効率的な水運用のイメージ[3]

出所）[3]東京都水道局「環境報告書2023」
https://www.waterworks.metro.tokyo.lg.jp/files/items/36292/File/2023-houkoku-all.pdf（閲覧日：2024年7月23日）
[4]公益社団法人日本水道協会「平成25年度全国会議（水道研究発表会）講演集」（発行日：2013年）p.69

効率・導入コストの水準

■ 効率水準：－

■ 導入コスト水準：－

需要予測システムの導入

設備導入

環境省

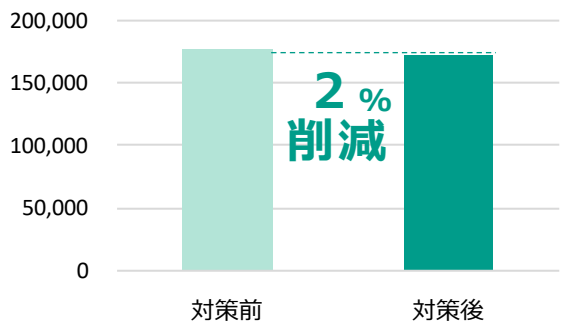
導入効果

■ 需要予測を導入し、需要量に合わせて浄水量や配水量を調整したことで、電気料金を2.29%削減できたケースにおける試算例は以下のとおり。

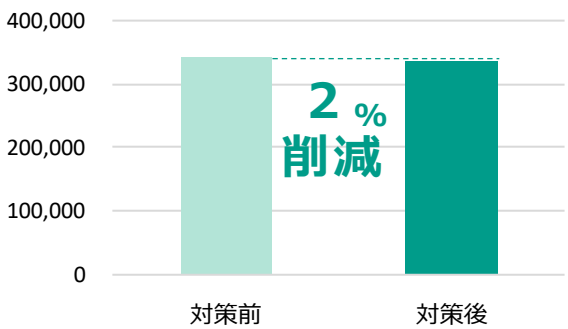
導入効果の試算例

- 各指標で2%削減できる試算結果。

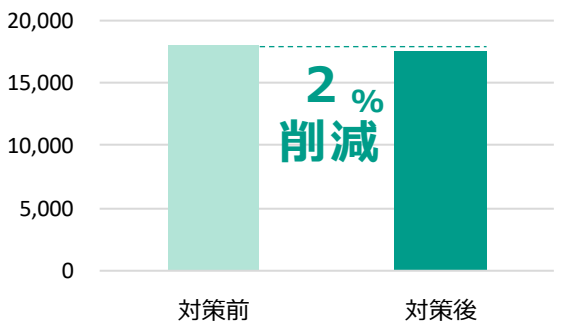
エネルギー消費量（kL/年）



CO_2排出量（t-CO_2/年）



エネルギーコスト（百万円/年）



需要予測システムの導入

設備導入

環境省

計算条件

- 需要予測を導入し、需要量に合わせて浄水量や配水量を調整したことで、電気料金を2.29%削減できた場合を想定した。

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】
総配水量	⑤	1,520,000	1,485,192	千m^3/年	Before：資料[5]を基に想定 After：⑤b×（1－⑥a÷100）
配水量削減率	⑥	–	2.29	%	p7の事例より想定
配水量1m^3当たりの電力消費量	⑦	0.52	0.52	kWh/m^3	資料[6]を基に想定
電力消費量	⑧	790,400	772,300	千kWh/年	⑤×⑦
エネルギー消費量	⑨	6,829,056	6,672,671	GJ/年	⑧×①

計算式の添え字bはBefore、aはAfterを示す。

出所）[5]東京都水道局「事業概要」https://www.waterworks.metro.Tokyo.lg.jp/files/items/36260/File/93-97.pdf（閲覧日：2024年10月16日）
[6]公益社団法人日本水道協会「令和3年度水道事業ガイドライン（JWWA Q 100）業務指標一覧」http://www.jwwa.or.jp/upfile/upload_file_20240321004.pdf（閲覧日：2024年7月22日）

計算結果

- 計算結果には、流量計・水圧計の導入コストは含まれていない。

項目	記号	Before	After	単位	計算式
エネルギー消費量	⑩	176,190	172,155	kL/年	⑨×④
CO_2排出量	⑪	343,034	335,178	t-CO_2/年	⑧×②
エネルギーコスト	⑫	17,990	17,578	百万円/年	⑧×③÷1,000

備考

- 安定供給と取水・送水・配水に係るポンプのエネルギー消費を抑えた水運用が両立したものであることが求められる。