

脱炭素水道システム構築へ向けた調査等一式

報 告 書

令和2年6月

厚生労働省医薬・生活衛生局水道課

株 式 会 社 日 水 コ ン

目 次

第 1 章	業務概要	1
1.1	背景と目的	1
1.2	業務内容	1
(1)	CO2 削減方策の整理	1
(2)	ケーススタディ実施のための事前調査(第 1 回アンケート)	1
(3)	ケーススタディによる検証	1
(4)	CO2 削減効果の分析	2
(5)	CO2 削減ポテンシャル量の調査(第 2 回アンケート)	2
(6)	普及方法の検討	2
第 2 章	CO2 削減方策の整理	3
2.1	CO2 削減方策の整理方法	3
2.2	CO2 削減方策の整理結果	5
2.3	CO2 削減方策の詳細情報	12
第 3 章	ケーススタディ実施のための事前調査	64
3.1	調査目的および調査方法	64
3.2	アンケート集計結果	80
(1)	アンケート回答状況	80
(2)	年間浄水量、電力使用量、電力原単位	81
(3)	高低差と電力原単位	84
(4)	ポンプ設備の状況	89
(5)	CO2 削減方策の実施状況	91
3.3	調査結果のまとめ	97
第 4 章	ケーススタディによる検証	103
4.1	目的	103
4.2	対象事業者の選定	105
4.3	実施方法	110
4.4	実地調査	115
4.5	ケーススタディのとりまとめ	116
(1)	エネルギーを最も使用する工程	116
(2)	送水・配水施設における末端圧制御によるポンプ制御の適正化	117
(3)	送水系統の流量制御等によるポンプ制御の適正化	119
(4)	インバーター等を利用したシステム導入によるポンプ運転制御方式の改善	121
(5)	高効率ポンプ・エネルギー消費効率の高いモーターの導入	122
(6)	取水・導水・送水・配水工程等における自然流下系統の有効利用	123
(7)	位置エネルギーを利用した施設の整備	124

(8) エネルギー原単位の分析のための電力計の設置	125
(9) 設備の集中監視等による広域的運用システムの導入	126
(10) エネルギー損失の少ない変圧器の導入	127
(11) 力率改善装置の採用等	128
(12) 広域化の検討	129
4.5 ケーススタディのとりまとめと類型化の視点	130
(1) ケーススタディのとりまとめ	130
(2) 水道施設の類型化に必要な条件	132
第 5 章 CO2 削減効果の分析	133
5.1 CO2 削減効果の分析方法	133
5.2 CO2 削減方策と指標及び数式化、コスト	137
第 6 章 CO2 削減ポテンシャル量の調査	145
6.1 調査目的および調査方法	145
6.2 アンケート集計結果	165
(1) アンケート回答状況	165
(2) インバーターの導入(取水工程～送水工程)	166
(3) 配水工程における推定末端圧制御システム及びインバーター導入	168
(4) 高効率モーターへの転換	169
(5) 位置エネルギーに優れた水源からの優先取水	170
(6) 受水圧力の活用	172
(7) 受変電設備の更新	175
(8) 配水ブロックの再編等の再構築等	178
(9) 位置エネルギーを活用した配水ブロックの見直し	179
6.3 水道施設の類型化	180
(1) インバーターの導入(取水工程～送水工程)	180
(2) 配水工程における推定末端圧制御システム及びインバーター導入	180
(3) 高効率モーターへの転換	181
(4) 位置エネルギーに優れた水源からの優先取水	181
(5) 受水圧力の活用	182
(6) 受変電設備の更新	182
(7) 配水ブロックの見直し	183
(8) 位置エネルギーの利用(施設統廃合等)	183
(9) 位置エネルギーの利用(広域化等)	184
6.4 CO2 削減ポテンシャルの推計	185
(1) インバーター及び高効率モーターの導入	185
(2) 位置エネルギーに優れた水源からの優先取水	189

(3) 受水圧力の活用	191
(4) 受変電設備の更新	194
(5) 配水ブロックの見直し	196
(6) 位置エネルギーの利用(施設統廃合等)	198
(7) 位置エネルギーの利用(広域化等)	201
(8) CO2 削減ポテンシャル量の推計結果(まとめ)	203
6.5 2030 年度中期目標に対する達成度評価	205
(1) 2030 年度中期目標	205
(2) CO2 削減ポテンシャル推計値の達成度評価	206
第 7 章 普及方法の検討	208
7.1 地球温暖化対策計画と水道における CO2 削減ポテンシャル	208
7.2 上水道事業者等における取組	209
7.3 普及に向けた PR	210
7.4 普及シナリオと普及方法	218
(1) インバーター及び高効率モーターの導入	219
(2) 位置エネルギーに優れる水源からの優先取水	221
(3) 受水圧力の活用	223
(4) 受変電設備の更新	225
(5) 配水ブロックの見直し	227
(6) 位置エネルギーの利用(施設統廃合等)	229
(7) 位置エネルギーの利用(広域化等)	231
第 8 章 業務のとりまとめ	233
8.1 業務結果のまとめ	233
(1) CO2 削減方策の整理(第 2 章)	233
(2) ケーススタディ実施のための事前調査(第 1 回アンケート)(第 3 章)	233
(3) ケーススタディによる検証(第 4 章)	233
(4) CO2 削減効果の分析(第 5 章)	233
(5) CO2 削減ポテンシャル量の調査(第 2 回アンケート)(第 6 章)	233
(6) 普及方法の検討(第 7 章)	234
8.2 今後の課題	238

第1章 業務概要

1.1 背景と目的

全国の水道事業者（大臣・知事認可の上水道事業者及び水道用水供給事業者、以下「上水道事業者等」という。）における電力消費は年間 73.3 億 kWh と、日本全体の電力消費の 0.8%を占めている（平成 28 年度実績）。地球温暖化対策計画（平成 28 年 5 月 13 日閣議決定）で定める CO2 排出量の削減目標を達成するためには、水道事業においても積極的な取組が必要である。

これまでも水道事業においては、省エネルギー機器への更新や再生可能エネルギーの普及等の環境対策の実施等により CO2 排出量を着実に削減してきているが、地球温暖化対策計画で定める目標には不十分であり、新たな対策等が必要な状況である。今後、水道施設の更新や水需要の減少を踏まえた水道施設の統廃合等も見据えたうえで、現状の水道システムにおけるエネルギーロスを把握し、位置エネルギーの活用、施設（設備）のダウンサイジング、エネルギー効率の良い水道施設への集約等、より効率的な CO2 削減方策を講じていく必要がある。

本事業においては、地球温暖化対策計画で定められた CO2 削減目標達成のために「脱炭素水道システム」の普及に向けた上水道事業者等の取り組みを促すために、効果的な CO2 削減方策を整理し、それぞれの CO2 削減方策に適した水道施設を類型化することにより、上水道事業者等における CO2 削減効果及びコスト削減効果を定量的に示すとともに、上水道事業者等への取組の普及方法を検討する。

1.2 業務内容

本業務の調査内容は下記に示すとおりである。

（1）CO2 削減方策の整理

投資レベル別（投資が伴わない方策、設備更新等に投資が伴う方策、水供給工程の見直し等に投資が伴う方策）、水供給工程別に CO2 削減方策を整理した。

（2）ケーススタディ実施のための事前調査（第 1 回アンケート）

（1）で整理した CO2 削減方策等の実施状況のほか、実施された対策については上水道事業者等における省エネルギー効果、コスト、期間を調査した。また上水道事業者等の施設諸元（水源種別等）、水位高低図等のアンケート調査により、施設条件による電力原単位（kWh/m³）の差異について分析を行った。この分析結果を踏まえ、ケーススタディ対象事業者を選定するための条件を検討した。

（3）ケーススタディによる検証

上記（2）で整理した選定条件（水源、施設規模、CO2 削減方策の実施状況）を考慮してケーススタディ対象事業者（50 事業者）を選定した。実地調査により、電力原単位の削減効果、対策に要した期間や事業費を調査し、CO2 削減効果や効果をより確実にするための留意点、CO2 削減量に影響する指標等の整理を行った。また、水道施設の類型化に必要な条件について整理を行った。

(4) CO2 削減効果の分析

ケーススタディで「CO2 削減効果に影響を及ぼす指標等」が明らかになった対策と配水ブロックシステムの導入に係る対策について、理論式を基にした CO2 削減効果の数式化、コストの定量化を行った。

(5) CO2 削減ポテンシャル量の調査（第 2 回アンケート）

上水道事業者等による CO2 削減ポテンシャル量を推計するため、「CO2 削減効果に影響を及ぼす指標等」を踏まえた水道施設の類型化を踏まえ、CO2 削減方策の実施状況と実行可能性について第 2 回アンケートで調査を行った。上記(4)で整理した CO2 削減効果の算定方法を参考にして CO2 削減ポテンシャルを推計し、地球温暖化対策計画で定められた 2030 年度中期目標に対する、CO2 削減ポテンシャル推計値の達成度評価を行った。

(6) 普及方法の検討

上水道事業者等の CO2 削減に向けた取組を促すため、水道事業における環境対策 PR 資料、モデル的な実施や横展開のための課題抽出、地球温暖化対策計画で定められた 2030 年度 CO2 削減中期目標を見据えた普及シナリオ、具体的な普及方法の検討を行った。

第2章 C02 削減方策の整理

2.1 C02 削減方策の整理方法

水道事業者全体での C02 削減ポテンシャル量を推計するにあたり、水道事業者で実施されてきた C02 削減方策について情報収集を行った。

なお、本調査では「再生可能エネルギーによる発電」、「建築設備（空調、照明）の更新等による電力使用量の削減」については検討対象から除外し、水道システムにおける電力使用量削減方策（C02 削減方策）を対象とした（図 2-1）。

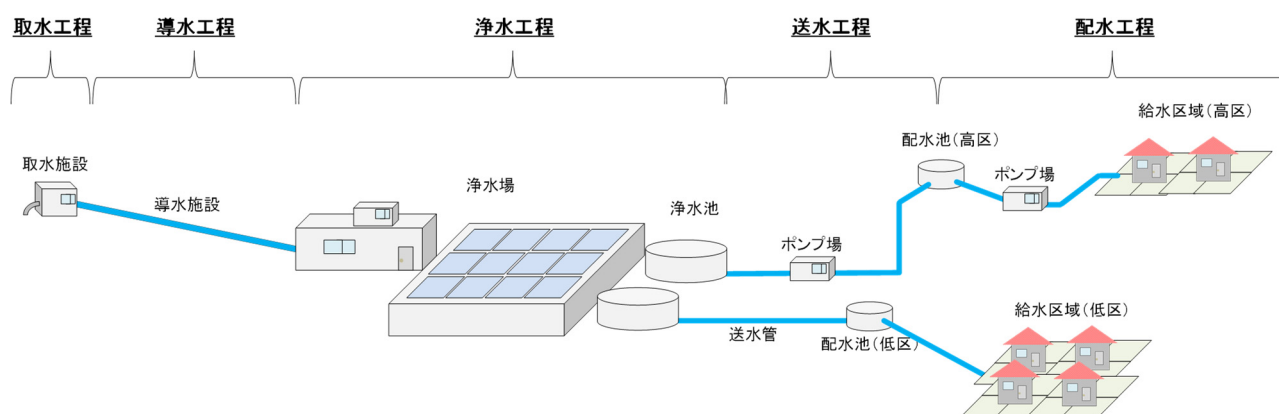


図 2-1 水道システムにおける水供給工程のイメージ図

水道システムにおける C02 削減方策は、以下に示す文献に掲載された情報を基に整理を行った。

【参考とした文献等】

- ・『水道施設におけるエネルギー対策の実際 2009』社団法人日本水道協会
- ・『水道事業における環境対策の手引書(改訂版)』平成 21 年 7 月、厚生労働省
- ・『水道における省電力ハンドブック』2015 年 8 月、公益財団法人水道技術研究センター
- ・『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省
- ・『水道研究発表会論文集』公益社団法人日本水道協会主催

また、整理にあたっては、今後実施する第 1 回アンケートを見据え、2 つの視点（水供給工程別、投資レベル別）から整理を行うこととした。

① 水供給工程別の方策

水道事業では、事業者ごとに「水源の種類や位置」「浄水場の位置・処理方式」「配水区域の面積や位置」が異なる。これらの差は、「取水・導水工程」「浄水工程」「浄水処理のうち高度処理工程」「排水処理工程」「送水・配水工程」それぞれに関わるポンプの規模・稼働時間・揚程等の差に直結すると考えられる。

そこで、抽出した C02 削減方策を、以下に示す 6 つの工程ごとに整理することとした。

1. 取水・導水工程

水源から浄水場の着水井までの間に電力を要する設備等を対象とし、これらの CO2 削減方策を整理する。

2. 浄水（沈殿・ろ過）工程

浄水場内において、電力を要する水処理設備を対象とし、これらの CO2 削減方策を整理する。なお、高度処理（オゾン処理、紫外線処理等）に関する設備及び排水処理設備は、別項目で計上するため、本項目の対象外とする。

3. 高度浄水工程

浄水場内において、特に電力を要すると考えられる高度浄水処理設備を対象とし、これらの CO2 削減方策を整理する。

4. 排水処理工程

浄水場内において、電力を要する洗浄水等の排水処理及び排泥処理に関する設備等を対象とし、これらの CO2 削減方策を整理する。

5. 送水・配水工程

浄水場で処理された浄水を給水区域へ供給するために必要な送水設備や配水設備を対象とし、これらの CO2 削減方策を整理する。

6. 総合管理のための設備

水道事業全体に関わる方策や複数の工程に関する方策については、総合管理のための設備として整理する。

② 投資レベル別の方策

水道事業者における CO2 削減方策は、運転管理上の工夫によって達成されるものと、大規模な投資が必要となるものがある。

運転管理上の工夫による CO2 削減方策は、投資が不要または小規模であることで取組みやすいものであるが、抜本的な方策にはなりにくいと考えられ、CO2 削減効果は小さくなる傾向にあると想定される。

一方、大規模な投資を伴う CO2 削減方策は、複数年にわたる事前準備・計画を経て実施する必要があるため、長い期間を要するものの、エネルギー効率の良い水道システムの再構築が可能となるため、CO2 削減効果が大きいと考えられる。

ここでは、検討開始から実施に至るまでの期間を考慮し、以下に示す3段階の投資レベルに分け、整理することとした。

レベル1：投資が伴わない削減方策

現有施設・設備を最大限活用し、運用上の工夫によって達成される CO2 削減方策を整理した。具体例として、「流量の平準化に伴う管路抵抗の軽減」によるエネルギー削減などが挙げられる。

レベル2：設備更新等に投資が伴う削減方策

一部の既存設備更新等を伴う、CO2 削減方策を整理した。具体例として、高効率機器の導入などが挙げられる。

レベル3：水供給工程の見直し等に投資が伴う削減方策

多くの既存設備更新を伴うものや、施設自体の更新等に伴う CO2 削減方策を整理した。具体例として、施設更新に伴う取水位置の変更などが挙げられる。

2.2 CO2 削減方策の整理結果

前述で整理した2つの視点（水供給工程別、投資レベル別）を踏まえて、CO2 削減方策を整理し表 2-1 に示した。

表 2-1 C02 削減方策の整理結果（1/6）

工程			投資レベル			効果	マニュアルページ番号	出典元（一例を挙げる）			
			1	2	3			文献※	ページ数等	事業体名	削減効果（左記事例より）
			投資が伴わない 方策 （運転管理方法の 見直し等）	設備更新等に 投資が伴う方策 （既存設備更新等）	水供給工程の 見直し等に 投資が伴う方策 （施設の統廃合等）						
設備区分	削減方策	方策内容									
1. 取水・導水工程											
ポンプ設備	・ ポンプ吸込圧力の有効利用、流量の平準化に伴う管路抵抗の軽減による運転の効率化	送水流量が増えたと管路抵抗が増大し、ポンプ必要動力が増加するため、流量を平均化し管路抵抗の低減を図ることが電力消費量の抑制につながる。	●			設備運転の効率化	p.S2-1	G	p.508-509	東京都	原単位：0.065kWh/m3 → 0.061kWh/m3（6%減）
除塵機	・ 運転時間・運転間隔の調整による運転の効率化	除塵機は表流水に含まれているごみ、木片、藻等の浄水設備への流入を防止し、除去する設備である。除塵機を連続運転すると電力消費量は増加するので、運転時間、運転間隔の調整を行い、無駄な運転をなくすことで消費電力の低減を図る。	●			設備運転の効率化	p.S2-4	－	－	－	－
除塵機	・ 上下流の水位差による運転制御	除塵機のスクリーンで表流水に含まれているごみ、木片、藻等の浮遊夾雑物を捕捉する。除塵機が運転されて捕捉された夾雑物が装置外に排出される。夾雑物が捕捉されて上下流の水位差が生じた時のみ除塵機を運転することで、無駄な運転をなくすことができる。	●			位置エネルギーの有効活用	p.S2-5	－	－	－	－
ポンプ設備	・ ポンプ設備における台数制御システム・可動羽根制御システム・インバーター等を利用した回転速度制御システム等の導入による運転制御方式の改善	上水道・工業用水道部門におけるポンプ運転のエネルギー消費量は非常に大きい。ポンプで必要な水量や水圧で送水する制御方法としては、バルブ開度制御、台数制御、回転速度制御、可動羽根制御がある。バルブ開度制御は吐出側のバルブ開度を変化させて損失水頭を増減することで流量を制御するため、ポンプのエネルギー効率が高い。他の運転制御方式を採用することにより消費電力の削減を図ることができる。		●		高効率設備の導入	p.S1-1	A	p.97-101	広島市	電力量： 58%削減（1,200m3/h 取水） 33%削減（2,400m3/h 取水） CO2：486t/年削減
ポンプ設備	・ 羽根車改造等によるポンプ容量の適正化	設置されているポンプの仕様が現状の使用条件に対して過剰である場合、吐出弁の開度調整等での流量調整は、無駄な電力消費を行っていることが多い。ポンプ設備を更新する場合に揚程、容量、台数を適正なものに見直し、電力消費量を削減する。ポンプ本体が十分に使用に耐えられる場合は、羽根車の加工・交換等により現状の運転条件に見合ったポンプ容量に改造することによって、電力消費量削減を図る。		●		高効率設備の導入	p.S1-5	A	p.123-127	名古屋市	電力量： 55万kWh削減 （1億3千万m3導水） CO2：249t/年削減
ポンプ設備	・ 高効率ポンプ・エネルギー消費効率の高いモーターの導入	ポンプの新設・更新時にはポンプ特性に合わせた永久磁石同期モーター等の高効率モーター、トッランナーモータを搭載したポンプとし、エネルギー効率の向上、消費電力の削減を図る。		●		高効率設備の導入	p.S1-7	A	p.168-171	広島市	電力量：9,600kWh削減 CO2：5.3t/年削減

※文献リスト
A：水道施設におけるエネルギー対策の実例 2009、公益社団法人日本水道協会
B：水道事業における環境対策の手引書（改訂版）、平成21年、厚生労働省水道課
C：水道における省電力ハンドブック、平成27年、公益財団法人水道技術研究センター
D：水道施設設計指針（2012）、公益社団法人日本水道協会
E：第60回（平成21年度）全国水道研究発表会講演集、公益社団法人日本水道協会
F：第63回（平成24年度）全国水道研究発表会講演集、公益社団法人日本水道協会
G：平成25年度全国会議（水道研究発表会）講演集、公益社団法人日本水道協会
H：平成26年度全国会議（水道研究発表会）講演集、公益社団法人日本水道協会
I：平成27年度近畿地方整備局研究発表会 論文集
J：横浜市水道局 発表資料【「厚生労働大臣賞」第17回 日本水大賞 川井浄水場再整備による環境に配慮した水道システムの実現】
K：環境への取組 平成25 年度版、阪神水道企業団
L：東大阪市 水道ビジョン
M：平成26年度 環境報告書（千葉県水道局）
N：水道協会雑誌（平成17.2 第845号）、公益財団法人日本水道協会
O：温室効果ガス排出抑制等指針 業務部門（環境省）

表 2-1 C02 削減方策の整理結果 (2/6)

工程			方策内容	投資レベル			効果	マニュアルページ番号	出典元（一例を挙げる）			
設備区分	削減方策	1		2	3	文献 [※]			ページ数等	事業体名	削減効果（左記事例より）	
		投資が伴わない方策 （運転管理方法の見直し等）		設備更新等に投資が伴う方策 （既存設備更新等）	水供給工程の見直し等に投資が伴う方策 （施設の統廃合等）							
2. 沈殿・ろ過工程												
沈殿設備	・ 原水の質に応じた運転時間・運転間隔の調整によるスラッジ掻き寄機の運転の効率化	沈殿池のスラッジ掻寄機は連続的に運転されることがあるが、処理水量の減少や原水濁度の低下などにより沈殿池下部に堆積するスラッジ量が少ない場合がある。この場合、掻寄時間や間隔を調整し、運転時間を必要最小限にすることにより、消費電力の削減を図る。	●			設備運転時間の削減	p.S2-6	A	p.269	気仙沼市	CO2：4.8t/年削減	
ろ過池設備	・ 洗浄の頻度・時間等の見直し及びろ抗（ろ過抵抗）到達洗浄等による洗浄の効率化	ポンプ洗浄方式のろ過池において、電力消費が大きいのは、洗浄工程である。定期洗浄をろ抗洗浄などに切り替えるなどして、逆洗、表洗用ポンプの運転時間を減らすことより電力消費量の削減を図る。	●			設備運転時間の削減	p.S2-7	A	p.274	札幌市	電力量：23,000kWh/年削減	
ろ過池設備	・ 洗浄速度・圧力の適正化	ろ過設備において水の粘性により洗浄強度が変わるため、同じ水量でも水温の低い（粘性の高い）冬場は洗浄強度が高く洗浄水量は夏場に比べて少なくて済む。水温や膨張率に応じて洗浄速度・流量や圧力を適正にすることにより、洗浄時間の短縮、洗浄排水量の削減、洗浄ポンプや洗浄排水返送ポンプの運転時間の減少による電力消費量の削減を図る。	●			設備運転の効率化	p.S2-9	－	－	－	－	
膜ろ過設備	・ 頻度・時間等の見直しによる膜洗浄の効率化	膜設備は定期的に物理洗浄（ポンプによる逆流洗浄、ブローによる空気洗浄等）を行い、膜への付着物を除去し膜間差圧の上昇を抑える方法が取られる。 物理洗浄の頻度は、膜供給水や膜モジュールの形状などにより異なるが、概ね 15 分～数時間に 1 回程度と頻度が高く、電力を消費する。 洗浄の効率化を図り、時間の短縮、洗浄間隔を延ばし、電力消費量を低減する。	●			設備運転時間の削減	p.S2-10	D	p.260	－	－	
凝集池設備	・ 急速攪拌かくはん装置・緩速攪拌かくはん装置の効率化のための低速モーター又はインバーター制御システムの導入等による駆動方式の見直し、駆動軸の改良、翼車の材質・構造等の改良	浄水処理において、急速攪拌・緩速攪拌を行う凝集池で利用される機械的攪拌装置は、一般的に連続運転であり、電力消費量が大きい。 設備の新設、更新時には高効率モーターの採用やインバーターによる回転速度制御など駆動方式の見直しにより、消費電力の削減を図る。		●		高効率設備の導入	p.S1-10	H	p.494-495	東京都	電力量：7,300kWh/年削減 CO2：2.78t/年削減	
凝集池設備	・ 迂流式凝集池の導入	凝集池は混和池とブロック形成池で構成され、混和池では主に機械攪拌を用い、ブロック形成池では機械攪拌と水流による迂流式攪拌が用いられる。 迂流式は、水の持っている水頭（流入部と流出部の水位差）を攪拌に利用するもので、機械的可動部がなく電力を必要としないため、省エネルギーである。但し、導入にあたっては処理流量の変動に対しても十分な攪拌力を確保できるようにする構造や対策が必要である。		●		高効率設備の導入	p.S1-11	A	p.262-263	札幌市	－	
沈殿設備	・ 効率的な駆動方式の採用によるスラッジ掻き寄機の運転の効率化	スラッジ掻寄機は連続運転されることがあるが、排泥装置などの機器との連動した運転をすることにより、電気使用量の削減を図る。既存設備の運転を効率化することで費用をかけないで省エネルギーが可能である。 また、スラッジ掻寄機の制御方式をインバーターによる回転速度制御などに更新することや、スラッジ掻寄機本体を軽量化することでモーター出力が小さくて済み消費電力の削減を図ることができる。		●		高効率設備の導入	p.S1-13	I	新技術・新工法部門：No.05	奈良県	電力量：19,500kWh/年 → 6,900kWh/年	
沈殿設備	・ 排泥制御装置・圧力水噴射装置・界面計・濃度計の導入による排泥設備の運転の効率化	沈殿池からの排泥は、高濃度で少量排出することが後段の処理（濃縮、脱水）のために有利であり、さらに排泥ポンプ等の運転時間が短縮されるため、電力消費量の削減を図ることができる。 排泥ホッパー・堆積汚泥の界面検知、排泥濃度の測定、排泥制御装置により排泥間隔、排泥時間を制御、圧力水噴射での水みちの破壊による効果的な汚泥排出などを行い、排泥に係る電力消費量の低減を図る。		●		高効率設備の導入	p.S1-15	F	p.490-491	福岡県南広域水道企業団	－	
ろ過池設備	・ 自己逆流洗浄型自然平衡形ろ過池の導入	自然平衡形ろ過池とはろ過水流量の制御機構を持たず、ろ過池内外の水位差をろ過の駆動力としたものである。 自己逆流洗浄型とは複数の池でユニットを構成し、洗浄には他の池のろ過水、位置エネルギーを利用して洗浄する方式である。サイフォン等を使用し、大型の逆流ポンプなど電力消費を使用する機器がないため消費電力が少ない。 ろ過池設備の新設、更新時に自然平衡形ろ過池（自己逆流洗浄型）の導入により消費電力の削減を図る。但し、設置に必要な条件を充分検討する必要がある。		●		位置エネルギーの有効活用	p.S1-17	A	p.273	津軽広域水道企業団	－	
膜ろ過設備	・ 台数制御システム・可動羽根制御システム・インバーター等を利用した回転速度制御システム等の導入によるポンプ運転制御方式の改善	上水道・工業用水道部門におけるポンプ運転のエネルギー消費量は非常に大きい。ポンプに必要な水量や水圧で送水する制御方法としては、バルブ開度制御、台数制御、回転速度制御、可動羽根制御がある。 バルブ開度制御は吐出側のバルブ開度を変化させて損失水頭を増減することで流量を制御するため、ポンプのエネルギー効率が高い。他の運転制御方式を採用することにより消費電力の削減を図ることができる。		●		高効率設備の導入	p.S1-19	C	p.17	－	電力量：157万kWh削減	
膜ろ過設備	・ 流入落差を利用した膜ろ過システムの導入	膜ろ過設備はケーシング収納方式、槽浸漬方式に大別されるが、共に膜ろ過の駆動力にポンプ圧力（供給、吸引）を使用するのが一般的である。 取水地点から浄水場までの高低差（流入落差）や浄水場内で利用できる水位差による位置エネルギーを膜ろ過の駆動力として活用することで、通常の膜ろ過に必要なポンプ動力を不要もしくは軽減し、電力消費量の削減を図る。		●		位置エネルギーの有効活用	p.S1-24	J	－	横浜市	－	
膜ろ過設備	・ PAC（ポリ塩化アルミニウム）の注入等の前処理設備の導入	原水水質によっては、凝集剤注入等の前処理を行うことで膜汚染が低減され、膜の物理的洗浄、薬品洗浄回数が減り、付帯ポンプ類の運転時間が短くなる場合があり、電力消費量削減につながる。		●		高効率設備の導入	p.S1-26	N	p.2-10	－	－	
膜ろ過設備	・ RO 膜（逆浸透膜）ろ過の排水圧力を利用した動力回収水車の導入	逆浸透法（RO 法）の海水淡水化施設では、高圧ポンプによって逆浸透膜に高圧の海水を供給し生産水（脱塩水）を取り出す。この際、膜を通過せずに排水される濃縮排水の圧力はほぼ供給海水圧力に等しい高圧を保っている。 動力回収水車は、濃縮排水の圧力エネルギーを回転力の形の機械エネルギーに変換して回収する装置で、回収されたエネルギーは高圧ポンプを駆動するモーターの補助動力として利用される。 動力回収タービンを設置することで高圧ポンプの電力消費量が低減する。		●		位置エネルギーの有効活用	p.S1-27	A	p.154-156	福岡地区水道企業団	CO2：約5,662 t /年削減	
薬品注入設備	・ 薬品注入の効率化のための自然流下注入方式の導入・原水の質に応じた薬品注入制御の自動化	薬品注入方式はポンプ圧送、インジェクタ圧送、自然流下方式がある。自然流下方式は高低差を利用し薬品を注入するもので、常時運転が必要な注入ポンプを必要としないため電力消費量の少ない薬注方式である。 原水に応じた薬品注入制御の自動化を行い、適正な注入により薬品の使用量を抑えることで関連する設備の電力消費量の低減を図る。但し、原水水質及び浄水処理過程における水質監視の強化が必要となる。		●		位置エネルギーの有効活用	p.S1-29	A	p.278	新発田市	－	
薬品注入設備	・ 高効率注入ポンプの導入	薬品注入ポンプは幅広い注入量範囲に対応するため、各種のモーター、注入制御が行われている。 渦電流継手モーター等を使用の薬品注入ポンプは動力伝達効率が悪いため、インバーター制御の注入ポンプに更新することで、電力消費量の削減を図る。 老朽化した注入ポンプを吐出量精度の高いポンプに更新することは、薬品の適正注入により薬品量、施設効率の改善につながる。		●		高効率設備の導入	p.S1-30	A	p.279-282	柏崎市	－	
薬品注入設備	・ 水質計測の効率化のための高効率サンプリングポンプ・インライン型の水質計測設備の導入	採水点からの水質計器までの時間（流速、滞留時間）を把握し、サンプリングポンプの小型化や、水質計器の設置場所を測定点近接へ変更するなどにより電力の削減を図る。また水質測定の応答性向上は薬注制御の適正管理につながる。		●		高効率設備の導入	p.S1-31	－	－	－	－	
薬品注入設備	・ 大・小容量を組み合わせた注入機の導入	薬品注入機、薬品注入ポンプにて広範囲のレンジに対して低レンジで運転することは、無駄な動力を使うことになる場合がある。 大・小容量注入機の組合せを採用し、適切な注入レンジで運転することにより電力消費量の削減を図ることができる。		●		高効率設備の導入	p.S1-32	－	－	－	－	

表 2-1 C02 削減方策の整理結果 (3/6)

工程			投資レベル			効果	マニュアルページ番号	出典元（一例を挙げる）			
設備区分	削減方策	方策内容	1	2	3			文献※	ページ数等	事業体名	削減効果（左記事例より）
			投資が伴わない 方策 （運転管理方法の 見直し等）	設備更新等に 投資が伴う方策 （既存設備更新 等）	水供給工程の 見直し等に 投資が伴う方策 （施設の統廃合 等）						
3. 高度処理工程											
オゾン処理設備	・ オゾン注入量の制御によるオゾン発生装置の運転の効率化	オゾン発生器の運用は原単位（電力量／発生量）を用いてエネルギー管理をし、注入量に対する発生器の運転台数など、消費電力が最適となるような運転パターンの設定を行う。 また、溶存オゾン濃度計による処理水オゾン濃度の連続自動測定で、オゾン注入量自動制御を行い、使用電力量を削減する。	●			設備運転の効率化	p.S2-11	K	p.4, 9	阪神水道企業団	電力量：1,209,462kWh/年削減
粒状活性炭ろ過池設備	・ 洗浄頻度・時間等の見直しによる洗浄の効率化	粒状活性炭ろ過池の洗浄は逆流洗浄、表面洗浄か空気洗浄、逆流洗浄で行われ、洗浄における洗浄ポンプ、ブロー等の電力消費量が大さい。 洗浄頻度、洗浄時間等を見直し、ポンプ、ブロー類の運転時間を減らすことで電力消費量の削減を図る。	●			設備運転時間の削減	p.S2-13	E	p.168-169	東京都	CO2：31t/年削減
粒状活性炭ろ過池設備	・ 洗浄速度・圧力の適正化	活性炭ろ過池の洗浄において適正な洗浄を行うには洗浄時の活性炭膨張率が重要である。 活性炭の膨張率は水の粘性、水温によって大きく変化する。 膨張率が適正な範囲になるように逆流速度・流量や圧力を制御することにより、ポンプの過剰運転を避け電力消費量を低減させる。	●			設備運転の効率化	p.S2-15	A	－	－	－
紫外線処理設備	・ 紫外線照射強度・照射時間の制御による紫外線処理の効率化	紫外線処理装置にランプ寿命を考慮した調光制御（段階的に電圧を上げ紫外線照射強度を調整）、流量に比例した紫外線照射強度制御、紫外線照射強度の自動制御（原水の紫外線透過率と流量に応じ紫外線照射量が一定になるよう自動制御）などの照射強度制御を組み込むことでエネルギー効率の向上を図る。	●			設備運転時間の削減	p.S2-16	－	－	－	－
オゾン処理設備	・ 高効率オゾン発生装置の導入	オゾン発生器は誘電体（ガラス）を介した電極間に交流高電圧を印加し、無声放電を生じさせ空気をオゾンに変化させる。そのため、非常に大きな電気エネルギーを消費する。 高効率オゾン発生器は消費電力が少なく、空気源ブローも小さくなり、従来のものに比べて省電力を図ることができる。		●		高効率設備の導入	p.S1-33	B	p.Ⅲ-9	千葉県	－
オゾン処理設備	・ 排オゾン処理設備における排熱回収	処理後に排気される高温ガスが保有している熱エネルギーを、熱回収器を用いヒーター加熱前の低温側のガスと熱交換することにより、ヒーターの加熱量、消費電力の削減を図る。		●		高効率設備の導入	p.S1-34	A	p.283-285	大阪府	年間熱回収量：21万kWh
オゾン処理設備	・ 空気源ブロー吐出熱の回収	オゾン発生器の空気源として使用されるブローは連続運転であり、ブロー（吐出）空気の温度が高い。 この吐出熱を回収し、他の用途に転用することは電力消費量の削減につながる。		●		高効率設備の導入	p.S1-36	－	－	－	－
紫外線処理設備	・ 処理形態に応じた紫外線ランプの採用	紫外線ランプ型式により変換効率、寿命、出力が異なるので処理水量、間欠運転の有無、設置スペースに応じた紫外線ランプ型式を採用することで、電力消費量を抑える。		●		高効率設備の導入	p.S1-37	－	－	－	－
4. 排水処理工程											
排泥濃縮槽設備	・ 運転時間・運転間隔の調整による運転の効率化	排泥濃縮設備において、運転時間が長くエネルギー消費の多い送泥ポンプや汚泥掻き機等については、界面計により濃縮槽の沈降した排泥スラッジ量等を把握・監視し、運転間隔を最大限長くするなどの対策を行う。	●			設備運転時間の削減	p.S2-17	B	p.Ⅱ-142	－	－
排泥脱水設備	・ 運転時間・運転間隔の調整による脱水の効率化、天日乾燥及び脱水機の使用による脱水の効率化	電力消費量の多い機械脱水方式の省エネルギーを図るには、天日乾燥との併用、効率的な駆動方式の選定、運転時間・運転間隔の調整などがある。 施設内の遊休地などを活用した電力消費の無い天日乾燥と組み合わせて、含水率等を考慮した運転時間等の調整により、電力削減を行う。	●			設備運転時間の削減	p.S2-18	M	p.12	千葉県	CO2：638t/年削減
排泥脱水設備	・ 脱水機に連動した搬送設備の制御	ベルトコンベア等の脱水ケーキ搬送設備の運転を脱水機の運転工程に合わせて制御する。これにより搬送設備の無駄な運転時間をなくし、電力消費量の削減を図ることができる。	●			設備運転時間の削減	p.S2-21	－	－	－	－
排泥濃縮槽設備	・ 台数制御システム・可動羽根制御システム・インバーター等を利用した回転速度制御システム等の導入によるポンプ運転制御方式の改善	上水道・工業用水道部門におけるポンプ運転のエネルギー消費量は非常に大きい。ポンプに必要な水量や水圧で送水する制御方法としては、バルブ開度制御、台数制御、回転速度制御、可動羽根制御がある。 バルブ開度制御は吐出側のバルブ開度を変化させて損失水頭を増減することで流量を制御するため、ポンプのエネルギー効率が低い。他の運転制御方式を採用することにより消費電力の削減を図ることができる。		●		高効率設備の導入	p.S1-19	C	p.17	－	電力量：157万kWh削減
排泥濃縮槽設備	・ エネルギー消費効率の高いモーターの導入	ポンプの新設・更新時にはポンプ特性に合わせた永久磁石同期モーター等の高効率モーター、トッランナーモータを搭載したポンプとし、エネルギー効率の向上、消費電力の削減を図る。		●		高効率設備の導入	p.S1-39	－	－	－	－
排泥脱水設備	・ 脱水の効率化に適した駆動方式の選定、脱水の効率化のための排熱利用による濃縮汚泥の加温	電力消費量の多い機械脱水方式の省エネルギーを図るには、効率的な駆動方式の選定、運転時間・運転間隔の調整などがある。 コージェネレーションシステムは2 つ以上のものを同時に生じさせる装置という意味で、ガスタービンを使って発電機を稼働させて発電し、ガスタービンの排熱をボイラで回収して、蒸気（熱）を発生させる装置である。 浄水場にコージェネレーションシステムを導入し、システムから発生する排熱を利用することにより、濃縮汚泥を加温させて脱水性を良くし、脱水後に乾燥し脱水ケーキの減量化を図ることで、脱水に必要な電力消費量を削減する。		●		高効率設備の導入	p.S1-40	A	p.408-410	大阪広域水道企業団	－
排泥脱水設備	・ 天日乾燥処理施設の導入	天日乾燥は、汚泥の脱水・乾燥を自然の作用を利用して行うもので、上澄水の排除とろ過により汚泥の含水率を下げた後、太陽熱や風により水分を蒸発させ、乾燥させる。 自然エネルギーを利用するため機械脱水に比べ大幅な電力削減となる。施設内の遊休地などを活用し、濃縮汚泥を天日乾燥し、排水処理で使用する電力を抑制することができる。		●		高効率設備の導入	p.S1-43	M	p.12	千葉県	CO2：638t/年削減

表 2-1 C02 削減方策の整理結果（4/6）

工程			方策内容	投資レベル			効果	マニュアルページ番号	出典元（一例を挙げる）			
設備区分	削減方策	1		2	3	文献 [※]			ページ数等	事業体名	削減効果（左記事例より）	
		投資が伴わない 方策 （運転管理方法の 見直し等）		設備更新等に 投資が伴う方策 （既存設備更新 等）	水供給工程の 見直し等に 投資が伴う方策 （施設の統廃合 等）							
5. 送水・配水工程												
ポンプ設備	・ 送水・配水施設における末端圧制御・送水系統の流量制御等によるポンプ制御の適正化	送水系統の流量を極力一定にするよう制御することや、ポンプ効率を加味しポンプ原単位の一冊効率のよい運転パターンなどで電力消費量を軽減する。	●			設備運転の効率化	p.S2-22	C	p.27-32	－	電力費：21%削減、5～8%削減	
ポンプ設備	・ 大・小容量ポンプの組合せによる幅広い需要量への対応	水需要量の変動が大きく、送水を1 台のポンプで対応する場合、送水量が小さい時のバルブ開度制御での流量制御（バルブの損失水頭を増減）はポンプの電力が無駄に使用されることになる。 容量の異なる大小のポンプを台数制御、または回転速度制御との組み合わせで効率的に運転し、幅広い需要量変化にて対応することで消費電力の削減を図る。	●			設備運転の効率化	p.S2-29	F	p.404-405	東京都	電力量：635kWh/日削減	
ポンプ設備	・ 適正な配水池容量の確保による定量送水	需要ピークに備えて予め適正な配水池貯留を確保することは、浄水量や送水量をできるだけ均等化し、管路損失等を少なくする点で省エネルギー対策となる。 配水池容量を増加させることにより、浄水施設における電力消費量の平準化（ピークカット）を図り、契約電力の減量（動力費削減）に資する。	●			設備運転の効率化	p.S2-30	C	p.51-53	－	－	
ポンプ設備	・ 送水・配水施設における台数制御システム・可動羽根制御システム・インバーター等を利用した回転速度制御システム等の導入によるポンプ運転制御方式の改善	上水道・工業用水道部門におけるポンプ運転のエネルギー消費量は非常に大きい。ポンプで必要な水量や水圧で送水する制御方法としては、バルブ開度制御、台数制御、回転速度制御、可動羽根制御がある。 バルブ開度制御は吐出側のバルブ開度を変化させて損失水頭を増減することで流量を制御するため、ポンプのエネルギー効率が低い。他の運転制御方式を採用することにより消費電力の削減を図ることができる。		●		高効率設備の導入	p.S1-45	A	p.109-113	大阪市	電力量：648万kWh/年削減 CO2：2,450t/年削減	
ポンプ設備	・ 羽根車改造等による適正規模の設備容量のポンプの導入	設置されているポンプの仕様が現状の使用条件に対して過剰である場合、吐出弁の開度調整等での流量調整は、無駄な電力消費を行っていることが多い。 ポンプ設備を更新する場合に揚程、容量、台数を適正なものに見直し、電力消費量を削減する。 ポンプ本体が十分に使用に耐えられる場合は、羽根車の加工・交換等により現状の運転条件に見合ったポンプ容量に改造することによって、電力消費量削減を図る。		●		高効率設備の導入	p.S1-49	A	p.248-250	札幌市	電力量：25万kWh/年削減 CO2：140t/年削減	
ポンプ設備	・ 高効率ポンプ・エネルギー消費効率の高いモーターの導入	ポンプの新設・更新時にはポンプ特性に合わせた永久磁石同期モーター等の高効率モーター、トッランナーモータを搭載したポンプとし、エネルギー効率の向上、消費電力の削減を図る。		●		高効率設備の導入	p.S1-7	A	p.172-174	光市	電力量：69.2万kWh/年削減 CO2：384t/年削減	
施設全体	・ ブロック配水システムの導入	ブロック配水システムとは、配水地域を配水ブロックに分割し、ブロックごとに水量・水圧の管理をするシステムである。 地形、地勢によってブロックを分割し、ブロックごとに流量監視などで配水圧を適正化、均一化を図り、水運用を高度化するとともに、工事、事故被害等の局所化（リスクの低減など）を図る必要がある。 配水ブロック化が直接的に環境負荷の低減に寄与するものではないが、水運用と組み合わせ、配水圧均一化によるエネルギー損失の低減及び漏水防止を図ることその効果が発揮される。			●	施設の維持管理の合理化 （情報共有による削減要因、対策の立案等）	p.S1-51	A	p.242-244	仙台市	－	
施設全体	・ 漏水防止対策の推進	漏水を防止することによって、水道システムとして管理すべき必要水量を総体的に減少させることができる。 このため、取水・導水・送水・配水に係るポンプの電力消費量、浄水処理および排水処理などにかかるランニングエネルギーが節約できる。			●	施設の維持管理の合理化 （水圧管理、管路更新等）	p.S2-25	M	p.24-25	千葉県	CO2：191t/年削減	
ポンプ設備	・ 送水・配水管路の分離による圧力管理の適正化	送水管は浄水場から配水池への管路であり、管路内は常に一定の水量を流すことがエネルギーの観点から必要になる。これに対して、給水区域内に布設された配水管は、配水池から水道水を分配する管路であり、水使用状況に合わせた水量を送るものである。 送水管と配水管は、このように管路機能が異なるが、送水と配水を兼ねている（配水池へ送る途中で部分的に分岐して配水している）場合は、配水池への送水と配水を同時に行うことから、水量・水圧・水質管理が難しくなる。 送・配水管を分離し、送水管を送水専用管とし、送水ポンプの運転を安定化させエネルギー節約を図る。			●	設備運転の効率化	p.S2-27	L	p.11-12, 17-18	東大阪市	－	

表 2-1 C02 削減方策の整理結果 (5/6)

工程			投資レベル			効果	マニュアルページ番号	出典元（一例を挙げる）			
設備区分	削減方策	方策内容	1	2	3			文献 [※]	ページ数等	事業体名	削減効果（左記事例より）
			投資が伴わない 方策 （運転管理方法の 見直し等）	設備更新等に 投資が伴う方策 （既存設備更新 等）	水供給工程の 見直し等に 投資が伴う方策 （施設の統廃合 等）						
6. 総合管理											
水運用管理	・ 取水・導水・送水・配水工程等における自然流下系統の有効利用	水の持つ位置エネルギーを利用して、極力ポンプ等の電氣的なエネルギーを使用せずに水の輸送（取水・導水・送水・配水）を行う。取水点、浄水場や配水池などで自然エネルギーを活用できる条件から、電力量が大きいポンプ施設でのエネルギー消費を抑制させる施設整備を行う。 起伏の多い地形などで配水池に送水する場合、受水槽で一旦浄水を受け入れ再度ポンプで加圧する方式から、元の配水池の水位を有効利用できる配水池直結型（インライン）ポンプを設置し、位置エネルギーを有効利用する。	●			位置エネルギーの有効活用	p.S2-31	A	p.233-235	名古屋市	CO2：23t/年削減
監視制御システム	・ LCD（液晶表示装置）・LED（発光ダイオード）表示灯等省エネ型の監視制御装置の導入	LCD（液晶表示装置）、及び LED 表示灯は通常のランプに比較して消費電力が少なく長寿命である。 水処理制御設備の表示装置等に、省エネルギー型の監視制御装置を採用し、省エネルギー化を図る。 一個あたりの省エネルギー効果は小さいが、対象数が多い場合、省電力及び長寿命という特徴から、省エネルギー・省資源の複合的な効果が得られる。	●			高効率設備の導入	p.S1-66	－	－	－	－
水運用管理	・ 位置エネルギーを利用した施設の整備	標高の低い位置に設置されている浄水場は、ポンプによる圧力を中心とした水の輸送を行っている。 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、電力使用量が大きいポンプ設備のエネルギー消費を抑制させる施設整備が大きな省エネルギー対策となる。 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（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る。			●	位置エネルギーの有効活用	p.S1-53	A	－	－	原単位：0.325kWh/m3⇒ 0.318kWh/m3へ減少
水運用管理	・ 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	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。 水道施設で消費される電力の多くはポンプ設備による使用電力量で、水量による管路損失の変化はポンプの動力に大きく影響する。 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することにより、省エネルギーを図る。			●	施設の維持管理の合理化 （情報共有による削減要因、対策の立案等）	p.S1-57	G	p.68-69	神奈川県内広域水道企業団	電気料金：2.3%削減
水運用管理	・ 需要予測システムの導入	需要予測システムは過去の配水運用実績データを収集・分析するとともに、常時データ監視を行い、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するシステムである。 このシステムを導入することにより、予測されたデータから総合的運転計画を立てることが可能になり、取水・送水・配水の水道施設の全体の省エネルギー化に寄与する。			●	施設の維持管理の合理化 （情報共有による削減要因、対策の立案等）	p.S1-60	G	p.68-69	神奈川県内広域水道企業団	電気料金：2.3%削減
監視制御システム	・ エネルギー原単位の分析のための処理工程単位・主要設備単位・機器単位での電力計の設置	省エネルギー対策において、処理工程及び電力消費量の多いポンプ類等の主要機器の電力消費量を把握することは極めて有用である。 処理工程及び主要設備、機器単位ごとの電力計を設置し、基礎データの収集、解析を行うことにより、どの処理工程、機器で省エネルギー化を図れば電力原単位を削減できるか判断し、対策を立案、実施することが可能となる。			●	施設の維持管理の合理化 （情報共有による削減要因、対策の立案等）	p.S1-62	G	p. 508-509	東京都	ポンプ原単位：0.117kWh/m3 → 0.100kWh/m3（15%減）
監視制御システム	・ エネルギー管理システムの導入	取水から導水、浄水、送配水過程におけるエネルギー使用量が把握できるエネルギー管理システムを導入することにより、一元的に集約した水道施設の電力データを水運用計画に取り込み、計画配水量に対する各施設の使用電力量及びトータル電力量の表示及び予測することができる。 これにより、エネルギー消費の少ないルートに水量配分をシフトするなど、安定給水とともに効率的な水運用を行い、消費エネルギーの削減を図ることができる。			●	施設の維持管理の合理化 （情報共有による削減要因、対策の立案等）	p.S1-64	G	p.68-69	神奈川県内広域水道企業団	電気料金：2.3%削減
監視制御システム	・ 配水管網への水圧監視システムの導入	配水管網への水圧監視システムを導入することにより、配水ポンプの過剰な運転の減少や、弁の開閉操作により最適水圧で配水を行うことができ、電力消費量の削減を図ることができる。 また配水管網の水圧を適正に調整することは漏水量の抑制にもつながる。			●	施設の維持管理の合理化 （情報共有による削減要因、対策の立案等）	p.S1-67	C	p.27-32	－	電力費：21%削減、5～8%削減
監視制御システム	・ 設備管理の一元化・設備の集中監視等による広域的運用システムの導入	広域的運用システムは（複数の）浄水場の設備運転状況や水質、配水池等の水位、配管網の流量、水圧などを水源から配水までの水のフロー全体の集中監視、一元管理を目指すものである。 これにより水道水の生産・供給に要するコストやエネルギー消費の少ない浄水・配水方法等の判断が可能になる。 また、一元管理による各種データを蓄積・分析することで水運用システムの構築や水道水の供給の安定性向上、漏水事故、設備事故、水質事故等発生時の迅速な復旧計画に対しても有用である。			●	施設の維持管理の合理化 （情報共有による削減要因、対策の立案等）	p.S1-69	B	p. I -93	仙台市	－

表 2-1 C02 削減方策の整理結果 (6/6)

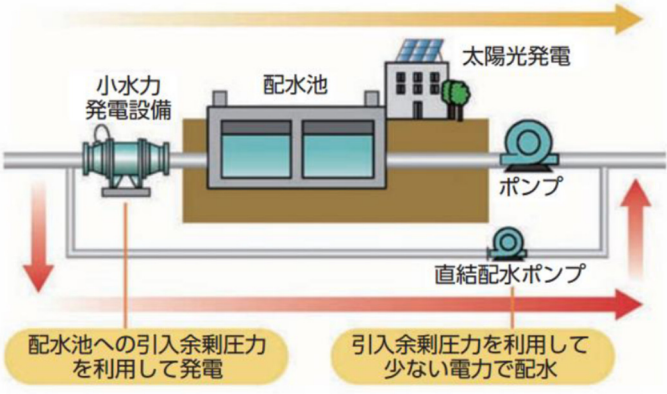
工程			方策内容	投資レベル			効果	マニュアルページ番号	出典元（一例を挙げる）			
設備区分	削減方策	1		2	3	文献 [※]			ページ数等	事業体名	削減効果（左記事例より）	
		投資が伴わない 方策 （運転管理方法の 見直し等）		設備更新等に 投資が伴う方策 （既存設備更新等）	水供給工程の 見直し等に 投資が伴う方策 （施設の統廃合等）							
7. その他業務部門対策												
受変電・配電設備	・ モールド変圧器・アモルファス変圧器・トッランナー変圧器等エネルギー損失の少ない変圧器の導入	2003年4月の改正省エネ法以降、高圧受配電用変圧器等がトッランナー方式の対象機器となった。このため、機器更新にあたっては、トッランナー基準ともの達成度を表示した省エネラベル（グリーンラベル、オレンジラベル）を目安とし、スーパー高効率タイプを選定する。 トッランナー変圧器の規格 JIS C4304 標準仕様油入変圧器、JIS C4306 標準仕様モールド変圧器 JEM 1482 準標準仕様油入変圧器、JEM 1483 準標準仕様モールド変圧器		●		高効率設備の導入	業務部門対策	○	「エネルギー損失の少ない変圧器への更新」	－	電力量：29,994kWh削減 CO2：16.6t削減	
受変電・配電設備	・ 適正規模の設備容量の変圧器の導入	更新にあたっては、各フィードの需要率や負荷率、不等率を算出し、適正な負荷配置となるよう、配電盤の2次側配線を検討する。概ね50％程度の負荷率となるような容量を算出し、変圧器を選定する。		●		高効率設備の導入	業務部門対策	○	「エネルギー損失の少ない変圧器への更新」	－	電力量：29,994kWh削減 CO2：16.6t削減	
受変電・配電設備	・ 変圧器統合による無負荷損の削減及び負荷率の向上	複数台設置している変圧器の中で変圧器容量の40％以下の負荷で運用している変圧器がある場合、当該変圧器の負荷を他の変圧器に分散して、負荷のなくなった変圧器の断路器を遮断停止する。 負荷の移設方法として、以下の2つの方法がある。 ①低圧配電盤 1 次側の幹線を他の変圧器に盛り替え、負荷側の幹線は変更しない。 ②低圧配電盤に遮断器を増設し、2次側の幹線を盛り替える。		●		高効率設備の導入	業務部門対策	○	「変圧器の統合」	－	電力量：4,770kWh削減 CO2：2.6t削減	
受変電・配電設備	・ 高効率無停電電源装置の導入	従来の「常時インバータ給電方式」は、常に整流回路とインバータ回路が稼働しているため、電力ロスは大い。高効率装置である「常時商用給電方式」の UPS は、常時インバータ運転を行わず変換ロスが低減できる。		●		高効率設備の導入	業務部門対策	○	－	－	－	
受変電・配電設備	・ 自動力率改善装置の採用等による力率改善	自動力率調整装置を設置し、さらに調整装置からの信号を受け投入/遮断が自動的にできるように既存の高圧進相コンデンサ用開閉装置を高圧真空電磁接触器に変更する。 自動力率調整装置できめ細かい力率調整を行うには、容量の小さい進相コンデンサを複数台設置する		●		高効率設備の導入	業務部門対策	○	「力率改善制御システムの導入」	－	－	
受変電・配電設備	・ デマンド制御の導入	デマンド監視装置及び制御装置により、自動的にデマンド制御できるシステムを導入する。 デマンド監視部は電力計から送られている計量パルスを受けて、デマンド制御演算を行い、演算結果によってデマンド制御部から負荷制限を実行する。制御方法には「同時計測法」「予測制御法」の2通りある。		●		高効率設備の導入	業務部門対策	○	「デマンド制御の導入」	－	－	

2.3 C02 削減方策の詳細情報

表 2-1 に整理した C02 削減方策について、詳細な情報を表 2-2～表 2-63 に整理した。

また、事業者において具体的な事例がある場合には、それらの方策による効果等についても併せて整理した。

表 2-2 CO2 削減方策の詳細情報 (1/62)

工程	取水・導水工程
設備区分	ポンプ設備
方策名	ポンプ吸込圧力の有効利用、流量の平準化に伴う管路抵抗の軽減による運転の効率化
内容	ポンプ設備においてポンプ吸水井の水位を高くすることにより、吸込水面と吐出水面の差をできる限り小さくなるように水位管理を行い、実揚程を下げることでポンプ運転に必要なエネルギーを抑制し、使用電力量を削減する。 また、水槽等で一旦圧力が解放され、再度ポンプ圧送するような場合には、解放される圧力を配管よりそのまま引き込み、ポンプの吸込圧力として利用し少ない電力で送水できるインラインポンプ等を設置する。 送水流量が増えると管路抵抗が増大し、ポンプ必要動力が増加するため、流量を平均化し管路抵抗の低減を図ることが電力消費量の抑制につながる。 取水、導水に限らず浄水、送水、配水に関連するポンプに対しても同様である。  図 引入余剰圧力の利用イメージ
事例・実績等	【出典】 平成 25 年度全国会議（水道研究発表会）、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 東京都水道サービス 【効果】 ・ 原単位削減効果：0.065kWh/m³⇒0.061kWh/m³へ縮減
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-3 C02 削減方策の詳細情報 (2/62)

工程	取水・導水工程
設備区分	除塵機
方策名	運転時間・運転間隔の調整による運転の効率化
内容	除塵機は表流水に含まれているごみ、木片、藻等の浄水設備への流入を防止し、除去する設備である。 除塵機を連続運転すると電力消費量は増加するので、運転時間、運転間隔の調整を行い、無駄な運転をなくすことで消費電力の低減を図る。
事例・実績等	【出典】 上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル（平成 28 年 3 月）、環境省 【効果】 不明。方策例として紹介。
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-4 C02 削減方策の詳細情報 (3/62)

工程	取水・導水工程
設備区分	除塵機
方策名	上下流の水位差による運転制御
内容	除塵機のスクリーンで表流水に含まれているごみ、木片、藻等の浮遊夾雑物を捕捉する。除塵機が運転されて捕捉された夾雑物が装置外に排出される。 夾雑物が捕捉されて上下流の水位差が生じた時のみ除塵機を運転することで、無駄な運転をなくすることができる。
事例・実績等	【出典】 上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル（平成 28 年 3 月）、環境省 【効果】 不明。方策例として紹介。
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-5 CO2 削減方策の詳細情報 (4/62)

工程	取水・導水工程
設備区分	ポンプ設備
方策名	ポンプ設備における台数制御システム・可動羽根制御システム・インバーター等を利用した回転速度制御システム等の導入による運転制御方式の改善
内容	上水道・工業用水道部門におけるポンプ運転のエネルギー消費量は非常に大きい。ポンプで必要な水量や水圧で送水する制御方法としては、バルブ開度制御、台数制御、回転速度制御、可動羽根制御がある。 バルブ開度制御は吐出側のバルブ開度を変化させて損失水頭を増減することで流量を制御するため、ポンプのエネルギー効率が低い。他の運転制御方式を採用することにより消費電力の削減を図ることができる。 台数制御は複数のポンプのうち必要な水量に合わせて運転台数を変更するもので、制御方法が簡単である。ただし、予備ポンプを考慮すると、ポンプ設置台数の増加があることに留意する必要がある。 回転速度制御は誘導モーターの回転速度が供給される電源周波数に比例するため、インバーターを用いて電源周波数を変化させ回転速度を制御し、ポンプの吐出量、吐出圧を変化させる方式である。流量変動が大きい場合に導入効果が期待でき、低速度回転域においてエネルギー効率が低下する液体抵抗器方式からインバーター制御方式等に変更することなどで省エネルギーを図ることができる。 可動羽根制御は、一般的に取水・導水工程等の大型のポンプで用いられ、ポンプ羽根車の羽根角度を変化させることにより、1 台のポンプに複数のポンプの特性を持たせポンプ軸動力の損失を抑えて流量の調整ができる。ただし構造が複雑で、水中部に駆動部分が多い点に留意する必要がある。 運転制御方式の改善にあたっては、送水・配水施設に限らず水道全般に適用されるが、各方式の持つ特徴を認識し、単独または併用方式を比較検討して方式を決定することが必要である。
事例・実績等	【出典】 水道施設におけるエネルギー対策の実例 2009、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 広島県広島市 【効果】 ・電力量の削減率： 58% (1,200m³/h 取水の場合)、 33% (2,400m³/h 取水の場合) ・費用対効果：8 年で設備費を回収できる計算
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-6 CO2 削減方策の詳細情報 (5/62)

工程	取水・導水工程
設備区分	ポンプ設備
方策名	羽根車改造等によるポンプ容量の適正化
内容	設置されているポンプの仕様が現状の使用条件に対して過剰である場合、吐出弁の開度調整等での流量調整は、無駄な電力消費を行っていることが多い。 ポンプ設備を更新する場合に揚程、容量、台数を適正なものに見直し、電力消費量を削減する。 ポンプ本体が十分に使用に耐えられる場合は、羽根車の加工・交換等により現状の運転条件に見合ったポンプ容量に改造することによって、電力消費量削減を図る。 ただし、ポンプ設備変更に伴い電気付帯設備の改造・変更が必要となる場合があるので留意する必要がある。
事例・実績等	【出典】 水道施設におけるエネルギー対策の実際 2009、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 愛知県名古屋市 【効果】 ・ CO2 削減量：約 249t-CO2/年。 ・ 年間経済効果は約 950 万円（導水量 1 億 3 千万 m³ で電力量の差は 55 万 kWh、電力単価を 17.3 円/kWh の場合）
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-7 C02 削減方策の詳細情報 (6/62)

工程	取水・導水工程												
設備区分	ポンプ設備												
方策名	高効率ポンプ・エネルギー消費効率の高いモーターの導入												
内容	上水道・工業用水道部門における電力消費量は取水・導水・送水・配水のポンプ設備が大きな割合を占める。 ポンプの新設・更新時にはポンプ特性に合わせた永久磁石同期モーター等の高効率モーター、トッランナーモーターを搭載したポンプとし、エネルギー効率の向上、消費電力の削減を図る。 ただし、既存のモーターをエネルギー消費効率の高いモーターに交換する場合には、モーターサイズ、定格回転速度、始動電流、モーター発生トルクなどが変わる場合があることに留意し、検討する必要がある。 また、流体解析等により吐出される液体の損失が少なくなるように羽根車やケーシングの構造などを最適化し、ポンプ効率を向上させた高効率ポンプを選定することで省エネルギーを図ることができる。												
	モーターの効率及び損失低減率 <table><thead><tr><th>モーターの効率 (%)</th><th>7.5kW損失 (W)</th><th>7.5kW効率 (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>86.0</td><td>1220.9</td><td>86.0</td></tr><tr><td>88.7</td><td>955.5</td><td>88.7</td></tr><tr><td>90.4</td><td>796.5</td><td>90.4</td></tr></tbody></table> 図 従来モーターとトッランナーモーターの比較	モーターの効率 (%)	7.5kW損失 (W)	7.5kW効率 (%)	86.0	1220.9	86.0	88.7	955.5	88.7	90.4	796.5	90.4
モーターの効率 (%)	7.5kW損失 (W)	7.5kW効率 (%)											
86.0	1220.9	86.0											
88.7	955.5	88.7											
90.4	796.5	90.4											
事例・実績等	【出典】 水道施設におけるエネルギー対策の実績 2009、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 広島県広島市 【効果】 ・ 電力削減量：9,600kWh/年 ・ 電気料金縮減額：165,000 円/年 ・ CO2 排出抑制量：5.3t-CO2/年 ・ 費用対効果：設備費の回収は 13 年の計算												
備考													

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-8 CO2 削減方策の詳細情報 (7/62)

工程	沈殿・ろ過工程
設備区分	沈殿設備
方策名	原水の質に応じた運転時間・運転間隔の調整によるスラッジ掻寄機の運転の効率化
内容	沈殿池のスラッジ掻寄機は連続的に運転されることがあるが、処理水量の減少や原水濁度の低下などにより沈殿池下部に堆積するスラッジ量が少ない場合がある。 この場合、掻寄時間や間隔を調整し、運転時間を必要最小限にすることにより、消費電力の削減を図る。 ただし、スラッジを堆積させすぎて、掻寄機運転に支障をきたす等、浄水処理に影響がないように留意する。
事例・実績等	【出典】 水道施設におけるエネルギー対策の実際 2009、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 宮城県気仙沼市 【効果】 24 時間運転を行ってきたスラッジ掻寄機を、1 日 1 時間の運転とした。 ・ CO2 削減効果：4.8t-CO2/年 ・ 費用：運用改善のためコストはゼロ
備考	長期間の運転停止によりスラッジが堆積した状態で運転を再開すると、大きな負荷がかかり運転不能になることもあるため、スラッジの堆積状況とホッパー容量を考慮して間欠運転を行う場合は、長期間の停止を避けて、たとえば一日 1 回の運転にするなど、適切な運転回数とする。

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-9 CO2 削減方策の詳細情報 (8/62)

工程	沈殿・ろ過工程
設備区分	ろ過池設備
方策名	洗浄の頻度・時間等の見直し及びろ抗（ろ過抵抗）到達洗浄等による洗浄の効率化
内容	ポンプ洗浄方式のろ過池において、洗浄工程の電力消費は大きい。洗浄頻度、洗浄時間等の見直しによって、逆洗、表洗用ポンプの運転時間を減らすことにより電力消費量の削減を図る。 ただし、ろ過継続時間とろ過水水質との関連性を見極めて、浄水処理に影響のないことを確認し、洗浄不足にならないようにする。
事例・実績等	【出典】 水道施設におけるエネルギー対策の実際 2009、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 北海道札幌市 【効果】 ろ過池持続時間の延長可能性を調査したところ、48 時間から 60 時間へ延長可能であることが判明。 ・ 電力削減効果：23,000kWh/年 ・ 洗浄水量の削減効果：328,000m³/年 ・ 費用：運用改善のためコストはゼロ
備考	ろ過継続時間と水質との関連性を見極める必要があるので、浄水処理に影響のない範囲で、試験的に洗浄頻度、時間等を変更して動向を確認する。

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-10 CO2 削減方策の詳細情報 (9/62)

工程	沈殿・ろ過工程
設備区分	ろ過池設備
方策名	洗浄速度・圧力の適正化
内容	ろ過設備において水の粘性により洗浄強度が変わるため、同じ水量でも水温の低い（粘性の高い）冬場は洗浄強度が高く洗浄水量は夏場に比べて少なく済む。 水温や膨張率に応じて洗浄速度・流量や圧力を適正にすることにより、洗浄時間の短縮、洗浄排水量の削減、洗浄ポンプや洗浄排水返送ポンプの運転時間の減少による電力消費量の削減を図る。
事例・実績等	【出典】 水道施設におけるエネルギー対策の実際 2009、公益社団法人日本水道協会 【効果】 不明。方策のみ紹介。
備考	水の粘性により洗浄強度が変わるため、同じ水量でも洗浄強度の高い冬季は、洗浄水量を減らすことができる。

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-11 CO2 削減方策の詳細情報 (10/62)

工程	沈殿・ろ過工程
設備区分	膜ろ過設備
方策名	頻度・時間等の見直しによる膜洗浄の効率化
内容	膜設備は定期的に物理洗浄（ポンプによる逆流洗浄、ブロワーによる空気洗浄等）を行い、膜への付着物を除去し膜間差圧の上昇を抑える方法が取られる。 物理洗浄の頻度は、膜供給水や膜モジュールの形状などにより異なるが、概ね 15 分～数時間に 1 回程度と頻度が高く、電力を消費する。 洗浄の効率化を図り、時間の短縮、洗浄間隔を延ばし、電力消費量を低減する。
事例・実績等	【出典】 水道施設設計指針（2012）、公益社団法人日本水道協会 【効果】 不明。P. 260 「5.8.6 膜洗浄と排水処理」の解説にて紹介
備考	物理洗浄方式の採用に当たっては、膜や膜モジュールの種類、ろ過方式、運転制御方式等それぞれに適した洗浄方式とし、消費動力、水の損失が少なく効果的で維持管理が容易な方法が望ましい。 物理洗浄の頻度は、膜供給水や膜モジュールの形状などにより異なるが、概ね 15 分～数時間に 1 回程度であり、膜ろ過流束を小さくした場合は洗浄間隔をのばすこともできる。

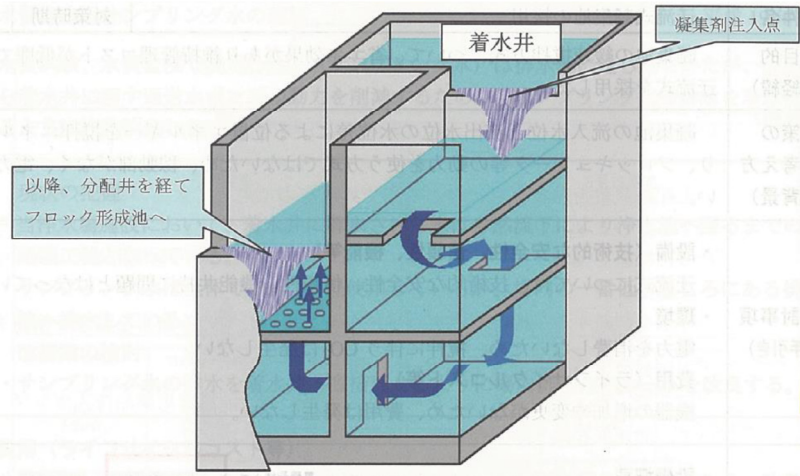
出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-12 CO2 削減方策の詳細情報 (11/62)

工程	沈殿・ろ過工程
設備区分	凝集池設備
方策名	急速攪拌装置・緩速攪拌装置の効率化のための低速モーター又はインバーター制御システムの導入等による駆動方式の見直し、駆動軸の改良、翼車の材質・構造等の改良
内容	浄水処理において、急速攪拌・緩速攪拌を行う凝集池で利用される機械的攪拌装置は、一般的に連続運転であり、電力消費量が大きい。 設備の新設、更新時には高効率モーターの採用やインバーターによる回転速度制御など駆動方式の見直しにより、消費電力の削減を図る。 また、消費電力の少ない攪拌装置の構造・材質等への改良、変更、モーター容量のダウンサイジングを行う。
事例・実績等	【出典】 平成 26 年度全国会議（水道研究発表会）、公益社団法人日本水道協会 【効果】 フレーム型フロキュレータの導入により、以下の効果があった ・ 電力削減量：約 7,300kWh/年（従来比 20%減） ・ CO2 削減量： 2.78t-CO2/年
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-13 CO2 削減方策の詳細情報 (12/62)

工程	沈殿・ろ過工程
設備区分	凝集池設備
方策名	迂流式凝集池の導入
内容	凝集池は混和池とフロック形成池で構成され、混和池では主に機械攪拌を用い、フロック形成池では機械攪拌と水流による迂流式攪拌が用いられる。 迂流式は、水の持っている水頭（流入部と流出部の水位差）を攪拌に利用するもので、機械的可動部がなく電力を必要としないため、省エネルギーである。 ただし、導入にあたっては処理流量の変動に対しても十分な攪拌力を確保できるようにする構造や対策が必要である。  図 水流自体のエネルギーを利用した混和池のイメージ
事例・実績等	【出典】 水道施設におけるエネルギー対策の実際 2009、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 北海道札幌市 【効果】 不明。迂流式凝集池の採用事例について紹介。
備考	—

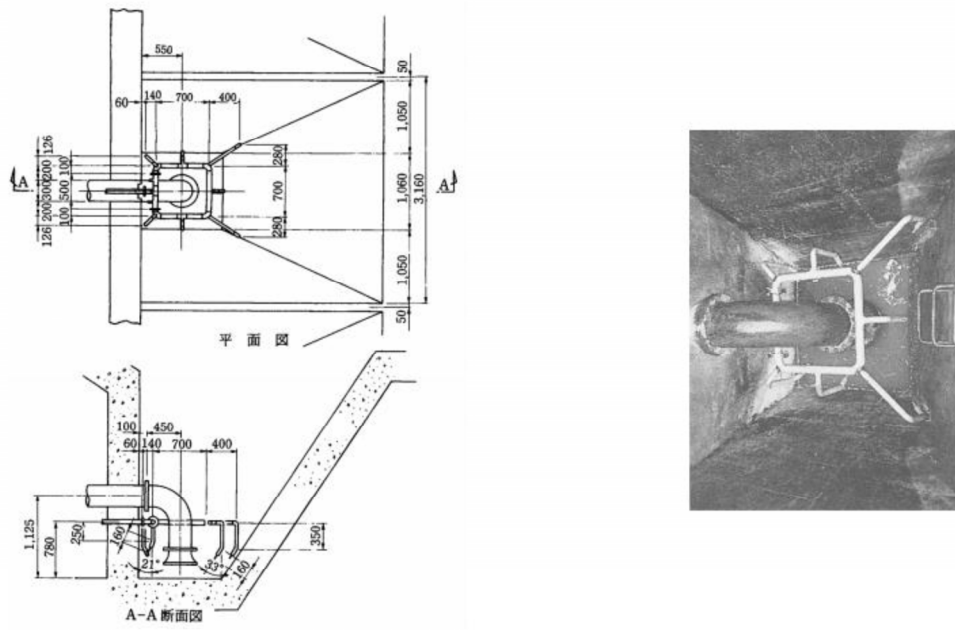
出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-14 CO2 削減方策の詳細情報 (13/62)

工程	沈殿・ろ過工程																														
設備区分	沈殿設備																														
方策名	効率的な駆動方式の採用によるスラッジ掻き奇機の運転の効率化																														
内容	スラッジ掻寄機は連続運転されることがあるが、排泥装置などの機器との連動した運転をすることにより、電気使用量の削減を図る。既存設備の運転を効率化することで費用をかけないで省エネルギーが可能である。 また、スラッジ掻寄機の制御方式をインバーターによる回転速度制御などに更新することや、スラッジ掻寄機本体を軽量化することでモーター出力が小さくて済み消費電力の削減を図ることができる。 表 更新前後の重量比較の例 <table><tr><th colspan="2">項目 \ 型式</th><th>①従来式汚泥掻寄機（金属チェーン式）</th><th>②ノッチチェーン式汚泥掻寄機</th></tr><tr><td rowspan="5">機器構成</td><td>本体チェーン</td><td>SUS304</td><td>合成樹脂</td></tr><tr><td>フライト</td><td>合成木材</td><td>FRP</td></tr><tr><td>水中軸受</td><td>FC250</td><td>PE（ポリエチレン）</td></tr><tr><td>地底レール</td><td>レール鋼</td><td>プラスチック</td></tr><tr><td>シユール</td><td>FCD600</td><td>合成樹脂（ポリアミド）</td></tr><tr><td colspan="2">設備重量（単位：t）</td><td>26</td><td>7.4</td></tr><tr><td colspan="2">重量比較（②/①）</td><td colspan="2">28.5%</td></tr></table>			項目 \ 型式		①従来式汚泥掻寄機（金属チェーン式）	②ノッチチェーン式汚泥掻寄機	機器構成	本体チェーン	SUS304	合成樹脂	フライト	合成木材	FRP	水中軸受	FC250	PE（ポリエチレン）	地底レール	レール鋼	プラスチック	シユール	FCD600	合成樹脂（ポリアミド）	設備重量（単位：t）		26	7.4	重量比較（②/①）		28.5%	
項目 \ 型式		①従来式汚泥掻寄機（金属チェーン式）	②ノッチチェーン式汚泥掻寄機																												
機器構成	本体チェーン	SUS304	合成樹脂																												
	フライト	合成木材	FRP																												
	水中軸受	FC250	PE（ポリエチレン）																												
	地底レール	レール鋼	プラスチック																												
	シユール	FCD600	合成樹脂（ポリアミド）																												
設備重量（単位：t）		26	7.4																												
重量比較（②/①）		28.5%																													
事例・実績等	【出典】 奈良県広域水道センター 資料、平成 27 年度近畿地方整備局研究発表会 論文集 新技術・新工法部門：No. 05 【事業者】 奈良県 【効果】 汚泥掻寄機の更新に伴い、従来型との比較を行い、ノッチチェーン式の導入を決めた。 ・電力量削減効果：19,500kWh/年（従来型）⇒6,900kWh/年（導入品） ・電力費用削減効果：233,000 円/年（従来型）⇒83,000 円/年（導入品）																														
備考	—																														

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-15 CO2 削減方策の詳細情報 (14/62)

工程	沈殿・ろ過工程
設備区分	沈殿設備
方策名	排泥制御装置・圧力水噴射装置・界面計・濃度計の導入による排泥設備の運転の効率化
内容	沈殿池からの排泥は、高濃度で少量排出することが後段の処理（濃縮、脱水）のために有利であり、さらに排泥ポンプ等の運転時間が短縮されるため、電力消費量の削減を図ることができる。 排泥ホッパー堆積汚泥の界面検知、排泥濃度の測定、排泥制御装置により排泥間隔、排泥時間を制御、圧力水噴射での水みちの破壊による効果的な汚泥排出などを行い、排泥に係る電力消費量の低減を図る。  図 全面ホッパー排泥圧力水噴射装置の例
事例・実績等	【出典】 第 63 回（平成 24 年度）全国水道研究発表会、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 福岡県南広域水道企業団 【効果】 不明。取組み事例について紹介。
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-16 CO2 削減方策の詳細情報 (15/62)

工程	沈殿・ろ過工程																																										
設備区分	ろ過池設備																																										
方策名	自己逆流洗浄型自然平衡形ろ過池の導入																																										
内容	自然平衡形ろ過池とはろ過水流量の制御機構を持たず、ろ過池内外の水位差をろ過の駆動力としたものである。 自己逆流洗浄型とは複数の池でユニットを構成し、洗浄には他の池のろ過水を、位置エネルギーを利用して洗浄する方式である。サイフォン等を使用し、大型の逆洗ポンプなど電力消費を使用する機器がないため消費電力が少ない。 ろ過池設備の新設、更新時に自然平衡形ろ過池（自己逆流洗浄型）の導入により消費電力の削減を図る。ただし、設置に必要な条件を検討する必要がある。 表 流量調節方式と流出入方式 <table><tr><th colspan="2" rowspan="2">調節方式</th><th rowspan="2">流入法</th><th colspan="2">流出法</th></tr><tr><th>非カスケード</th><th>カスケード</th></tr><tr><td rowspan="10">定速ろ過法</td><td rowspan="3">流量制御方式</td><td>カスケード</td><td></td><td></td></tr><tr><td>非カスケード</td><td></td><td></td></tr><tr><td>水位制御</td><td></td><td></td></tr><tr><td rowspan="3">水位制御方式</td><td>カスケード</td><td></td><td></td></tr><tr><td>非カスケード</td><td></td><td></td></tr><tr><td>水位制御</td><td></td><td></td></tr><tr><td rowspan="2">自然平衡方式</td><td>カスケード</td><td></td><td></td></tr><tr><td>非カスケード</td><td></td><td></td></tr><tr><td rowspan="2">減衰ろ過法</td><td>非カスケード</td><td></td><td></td></tr><tr><td>水位制御</td><td></td><td></td></tr></table>	調節方式		流入法	流出法		非カスケード	カスケード	定速ろ過法	流量制御方式	カスケード			非カスケード			水位制御			水位制御方式	カスケード			非カスケード			水位制御			自然平衡方式	カスケード			非カスケード			減衰ろ過法	非カスケード			水位制御		
調節方式					流入法	流出法																																					
		非カスケード	カスケード																																								
定速ろ過法	流量制御方式	カスケード																																									
		非カスケード																																									
		水位制御																																									
	水位制御方式	カスケード																																									
		非カスケード																																									
		水位制御																																									
	自然平衡方式	カスケード																																									
		非カスケード																																									
	減衰ろ過法	非カスケード																																									
		水位制御																																									
事例・実績等	【出典】 水道施設におけるエネルギー対策の実際 2009、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 青森県津軽広域水道企業団 【効果】 不明。サイフォン式ろ過池の採用事例について紹介。																																										
備考	—																																										

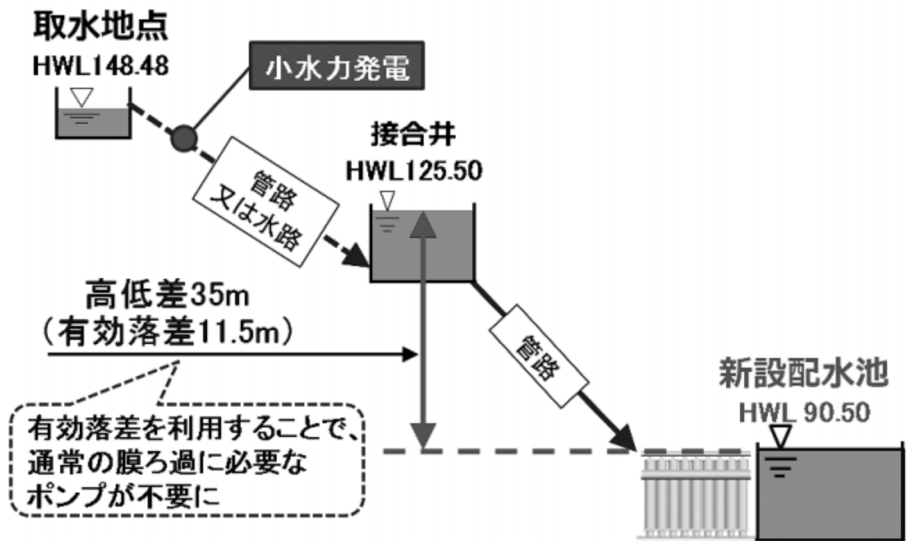
出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成28年3月、環境省を基に作成

表 2-17 C02 削減方策の詳細情報 (16/62)

工程	沈殿・ろ過工程
設備区分	膜ろ過設備
方策名	台数制御システム・可動羽根制御システム・インバーター等を利用した回転速度制御システム等の導入によるポンプ運転制御方式の改善
内容	水道におけるポンプ運転のエネルギー消費量は非常に大きい。ポンプに必要な水量や水圧で送水する制御方法としては、バルブ開度制御、台数制御、回転速度制御、可動羽根制御がある。 バルブ開度制御は吐出側のバルブ開度を変化させて損失水頭を増減することで流量を制御するため、ポンプのエネルギー効率が低い。他の運転制御方式を採用することにより消費電力の削減を図ることができる。 台数制御は複数のポンプのうち必要な水量に合わせて運転台数を変更するもので、制御方法が簡単である。ただし、予備ポンプを考慮すると、ポンプ設置台数の増加があることに留意する必要がある。 回転速度制御は誘導モーターの回転速度が供給される電源周波数に比例するため、インバーターを用いて電源周波数を変化させ回転速度を制御し、ポンプの吐出量、吐出圧を変化させる方式である。流量変動が大きい場合に導入効果が期待でき、低速度回転域においてエネルギー効率が低下する液体抵抗器方式からインバーター制御方式等に変更することなどで省エネルギーを図ることができる。 可動羽根制御は、一般的に取水・導水工程等の大型のポンプで用いられ、ポンプ羽根車の羽根角度を変化させることにより、1 台のポンプに複数のポンプの特性を持たせポンプ軸動力の損失を抑えて流量の調整ができる。ただし構造が複雑で、水中部に駆動部分が多い点に留意する必要がある。 運転制御方式の改善にあたっては、送水・配水施設に限らず水道全般に適用されるが、各方式の持つ特徴を認識し、単独または併用方式を比較検討して方式を決定することが必要である。
事例・実績等	【出典】 水道における省電力ハンドブック 平成 27 年、公益財団法人水道技術研究センター 【効果】 ・ 電力削減量：157 万 kWh/年 ・ 電気削減額：2,500 万円/年 ※ 導入費用は 528 百万円
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-18 CO2 削減方策の詳細情報 (17/62)

工程	沈殿・ろ過工程
設備区分	膜ろ過設備
方策名	流入落差を利用した膜ろ過システムの導入
内容	膜ろ過設備はケーシング収納方式、槽浸漬方式に大別されるが、共に膜ろ過の駆動力にポンプ圧力（供給、吸引）を使用するのが一般的である。 取水地点から浄水場までの高低差（流入落差）や浄水場内で利用できる水位差による位置エネルギーを膜ろ過の駆動力として活用することで、通常の膜ろ過に必要なポンプ動力を不要もしくは軽減し、電力消費量の削減を図る。  図 有効落差を利用するイメージ
事例・実績等	【出典】 横浜市水道局 発表資料「【厚生労働大臣賞】第 17 回 日本水大賞 川井浄水場再整備による環境に配慮した水道システムの実現」 【事業者】 神奈川県横浜市 【効果】 施設の再整備に際して、取水地点と浄水場との高低差から生じる位置エネルギーを活用する方式を採用。
備考	—

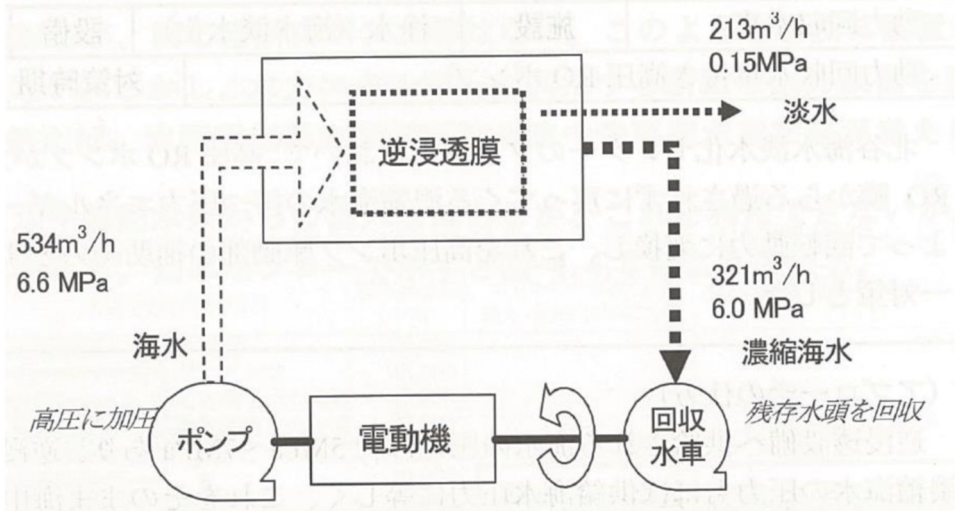
出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-19 CO2 削減方策の詳細情報 (18/62)

工程	沈殿・ろ過工程
設備区分	膜ろ過設備
方策名	PAC（ポリ塩化アルミニウム）の注入等の前処理設備の導入
内容	膜ろ過の前処理は、膜面の損傷防止や膜汚染低減対策としての機能維持と処理水質の両面に関連する。 原水水質によっては、凝集剤注入等の前処理を行うことで膜汚染が低減され、膜の物理的洗浄、薬品洗浄回数が減り、付帯ポンプ類の運転時間が短くなる場合があり、電力消費量削減につながる。 ただし、必要となる前処理は原水の性状、水質によって異なることに、十分留意する必要がある。
事例・実績等	【出典】 水道協会雑誌（平成 17.2 第 845 号）、公益社団法人日本水道協会 【効果】 不明。凝集剤の極微量添加による無機 MF 膜の閉塞解消効果について紹介
備考	膜ろ過施設の前処理は、原水の水質、処理目標水質等を勘案し、必要に応じて以下のものなどの適切な方法を選定する。 1. 夾雑物除去装置 2. 凝集剤注入設備 3. 次亜塩素酸ナトリウム注入設備等

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-20 CO2 削減方策の詳細情報 (19/62)

工程	沈殿・ろ過工程
設備区分	膜ろ過設備
方策名	R0 膜(逆浸透膜)ろ過の排水圧力を利用した動力回収水車の導入
内容	逆浸透法(R0 法)の海水淡水化施設では、高圧ポンプによって逆浸透膜に高圧の海水を供給し生産水(脱塩水)を取り出す。この際、膜を通過せずに排水される濃縮排水の圧力はほぼ供給海水圧力に等しい高圧を保っている。 動力回収水車は、濃縮排水の圧力エネルギーを回転力の形の機械エネルギーに変換して回収する装置で、回収されたエネルギーは高圧ポンプを駆動するモーターの補助動力として利用される。 動力回収タービンを設置することで高圧ポンプの電力消費量が低減する。  図 逆浸透膜に対する残存圧力を回収する仕組みのイメージ
事例・実績等	【出典】 水道施設におけるエネルギー対策の実際 2009、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 福岡県福岡地区水道企業団 【効果】 電力消費の極めて大きい海水淡水化プラントに対する省エネルギー対策として導入。 ・電力削減効果：15,100,000kWh/年 ・CO2 削減効果：5,662t-CO2/年
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成28年3月、環境省を基に作成

表 2-21 CO2 削減方策の詳細情報 (20/62)

工程	沈殿・ろ過工程
設備区分	薬品注入設備
方策名	薬品注入の効率化のための自然流下注入方式の導入・原水の質に応じた薬品注入制御の自動化
内容	薬品注入方式はポンプ圧送、インジェクタ圧送、自然流下方式がある。自然流下方式は高低差を利用し薬品を注入するもので、常時運転が必要な注入ポンプを必要としないため電力消費量の少ない薬注方式である。 原水に応じた薬品注入制御の自動化を行い、適正な注入により薬品の使用量を抑えることで関連する設備の電力消費量の低減を図る。ただし、原水水質及び浄水処理過程における水質監視の強化が必要となる。
事例・実績等	【出典】 水道施設におけるエネルギー対策の実際 2009、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 新潟県新発田市 【効果】 不明。薬品注入量のパターン制御の事例について紹介。
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-22 CO2 削減方策の詳細情報 (21/62)

工程	沈殿・ろ過工程
設備区分	薬品注入設備
方策名	高効率注入ポンプの導入
内容	薬品注入ポンプは幅広い注入量範囲に対応するため、各種のモーター、注入制御が行われている。 渦電流継手モーター等を使用の薬品注入ポンプは動力伝達効率が悪いいため、インバーター制御の注入ポンプに更新することで、電力消費量の削減を図る。 老朽化した注入ポンプを吐出量精度の高いポンプに更新することは、薬品の適正注入により薬品量、施設効率の改善につながる。
事例・実績等	【出典】 水道施設におけるエネルギー対策の実際 2009、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 新潟県柏崎市 【効果】 ・電力削減量：69.2%（次亜塩素酸ポンプ）、84.6%（PAC 用ポンプ） ・電力削減額：37,448 円/年
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-23 CO2 削減方策の詳細情報 (22/62)

工程	沈殿・ろ過工程
設備区分	薬品注入設備
方策名	水質計測の効率化のための高効率サンプリングポンプ・インライン型の水質計測設備の導入
内容	浄水処理における水質計測設備は取水から浄水まで採水地点が多数で、また常時、採水・測定が必要なため、サンプリングポンプは連続運転となり電力を消費する。 採水点からの水質計器までの時間（流速、滞留時間）を把握し、サンプリングポンプの小型化や、水質計器の設置場所を測定点近接へ変更するなどにより電力の削減を図る。また水質測定の応答性向上は薬注制御の適正管理につながる。
事例・実績等	【出典】 上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル、平成 28 年 3 月（環境省） 【効果】 不明。方策例として紹介。
備考	—

出典）『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-24 CO2 削減方策の詳細情報 (23/62)

工程	沈殿・ろ過工程
設備区分	薬品注入設備
方策名	大・小容量を組み合わせた注入機の導入
内容	浄水処理の薬品注入においては、幅広い範囲での注入量を制御することが必要になることが多い。 薬品注入機、薬品注入ポンプにて広範囲のレンジに対して低レンジで運転することは、無駄な動力を使うことになる場合がある。 大・小容量注入機の組合せを採用し、適切な注入レンジで運転することにより電力消費量の削減を図ることができる。
事例・実績等	【出典】 上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル、平成 28 年 3 月（環境省） 【効果】 不明。方策例として紹介。
備考	—

出典）『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-25 CO2 削減方策の詳細情報 (24/62)

工程	高度処理工程
設備区分	オゾン処理設備
方策名	オゾン注入量の制御によるオゾン発生装置の運転の効率化
内容	オゾン発生設備は非常に大きな電気エネルギーを消費するため、運転の効率化を図り電力消費量を削減する。 オゾン発生器の運用は原単位（電力量／発生量）を用いてエネルギー管理をし、注入量に対する発生器の運転台数など、消費電力が最適となるような運転パターンの設定を行う。 また、溶存オゾン濃度計による処理水オゾン濃度の連続自動測定で、オゾン注入量自動制御を行い、使用電力量を削減する。
事例・実績等	【出典】 環境への取組 平成 25 年度版、阪神水道企業団 【事業者】 阪神水道企業団 【効果】 電力削減効果：1,209,462kWh/年
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-26 CO2 削減方策の詳細情報 (25/62)

工程	高度処理工程
設備区分	粒状活性炭ろ過池設備
方策名	洗浄頻度・時間等の見直しによる洗浄の効率化
内容	粒状活性炭ろ過池の洗浄は逆流洗浄、表面洗浄か空気洗浄、逆流洗浄で行われ、洗浄における洗浄ポンプ、ブロワー等の電力消費量が大きい。 洗浄頻度、洗浄時間等を見直し、ポンプ、ブロワー類の運転時間を減らすことで電力消費量の削減を図る。 ただし、活性炭ろ過池からの微小生物の漏出がないように留意して洗浄条件を変更する必要がある。
事例・実績等	【出典】 第 60 回（平成 21 年度）全国水道研究発表会、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 東京都 【効果】 電力使用に伴う CO2 排出量の削減を目的に、洗浄方法の変更を実施。 ・ 電力削減効果：76,100kWh/年 ・ CO2 削減効果：31t-CO2/年
備考	粒状活性炭吸着設備の前段で塩素処理を行わない場合はもちろん、塩素処理を行った場合でも活性炭吸着槽内で微生物が繁殖し、これを餌として後生動物が増殖することがある。 このような場合の洗浄頻度は、損失水頭のみによって行わず、後生動物のライフサイクルを考慮して行う必要がある。 また、水の粘性により洗浄強度が変わるため、同じ水量でも洗浄強度の高い冬季は、洗浄水量を減らすことが望ましい。

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-27 CO2 削減方策の詳細情報 (26/62)

工程	高度処理工程
設備区分	粒状活性炭ろ過池設備
方策名	洗浄速度・圧力の適正化
内容	活性炭ろ過池の洗浄において適正な洗浄を行うには洗浄時の活性炭膨張率が重要である。 活性炭の膨張率は水の粘性、水温によって大きく変化する。 膨張率が適正な範囲になるように逆洗速度・流量や圧力を制御することにより、ポンプの過剰運転を避け電力消費量を低減させる。
事例・実績等	【出典】 水道施設におけるエネルギー対策の実例 2009、公益社団法人日本水道協会 【効果】 不明。方策のみ紹介。
備考	固定層式の水逆洗洗浄速度は、使用する粒状活性炭によって異なり、水温により膨張率が変化する。通常、膨張率を 30～40%程度にして行われる。 また、水の粘性により洗浄強度が変わるため、同じ水量でも洗浄強度の高い冬季は、洗浄水量を減らすことが望ましい。

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-28 CO2 削減方策の詳細情報 (27/62)

工程	高度処理工程
設備区分	紫外線処理設備
方策名	紫外線照射強度・照射時間処理の効率化
内容	紫外線処理装置にランプ寿命を考慮した調光制御（段階的に電圧を上げ紫外線照射強度を調整）、流量に比例した紫外線照射強度制御、紫外線照射強度の自動制御（原水の紫外線透過率と流量に応じ紫外線照射量が一定になるよう自動制御）などの照射強度制御を組み込むことでエネルギー効率の向上を図る。
事例・実績等	【出典】 上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル（平成 28 年 3 月）、環境省 【効果】 不明。方策のみ紹介。
備考	—

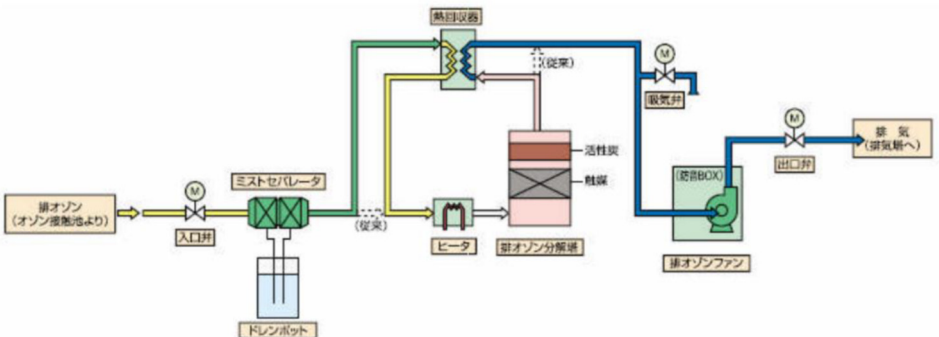
出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-29 CO2 削減方策の詳細情報 (28/62)

工程	高度処理工程
設備区分	オゾン処理設備
方策名	高効率オゾン発生装置の導入
内容	オゾン発生器は誘電体（ガラス）を介した電極間に交流高電圧を印加し、無声放電を生じさせ空気をオゾンに変化させる。そのため、非常に大きな電気エネルギーを消費する。 高効率オゾン発生器は消費電力が少なく、空気源ブロワーも小さくなり、従来のものに比べて省電力を図ることができる。 ただし、散気装置などの他のオゾン設備との適性や処理性を確認する必要がある。
事例・実績等	【出典】 水道事業における環境対策の手引書（改訂版）、平成 21 年、厚生労働省水道課 【事業者】 千葉県 【効果】 不明。事例のみ紹介。
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-30 CO2 削減方策の詳細情報 (29/62)

工程	高度処理工程
設備区分	オゾン処理設備
方策名	排オゾン処理設備における排熱回収
内容	オゾン処理で発生する排オゾンは、排オゾン処理（触媒または活性炭を使用）によって処理され大気へ開放される。 触媒を使用する方式の場合、排オゾンガスをヒーターで昇温してから触媒と接触させることが必要で、通常では処理後の排ガスは高温状態で排気される。 処理後に排気される高温ガスが保有している熱エネルギーを、熱回収器を用いヒーター加熱前の低温側のガスと熱交換することにより、ヒーターの加熱量、消費電力の削減を図る。  図 排オゾン処理装置の熱回収の例
事例・実績等	【出典】 水道施設におけるエネルギー対策の実際 2009、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 大阪府 【効果】 ・熱回収量（計算値）：21 万 kWh/年
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-31 CO2 削減方策の詳細情報 (30/62)

工程	高度処理工程
設備区分	オゾン処理設備
方策名	空気源ブローア吐出熱の回収
内容	オゾン発生器の空気源として使用されるブローアは連続運転であり、ブローア（吐出）空気の温度が高い。 この吐出熱を回収し、他の用途に転用することは電力消費量の削減につながる。
事例・実績等	【出典】 上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル、平成 28 年 3 月（環境省） 【効果】 不明。方策例として紹介。
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-32 CO2 削減方策の詳細情報 (31/62)

工程	高度処理工程												
設備区分	紫外線処理設備												
方策名	処理形態に応じた紫外線ランプの採用												
内容	浄水処理での紫外線殺菌装置に用いられるランプには、低圧水銀ランプ、中圧水銀ランプのいずれかが使用される。大規模な施設では中圧ランプが、それ以外の施設では低圧ランプが使用されることが多い。 紫外線ランプ型式により変換効率、寿命、出力が異なるので処理水量、間欠運転の有無、設置スペースに応じた紫外線ランプ型式を採用することで、電力消費量を抑える。 表 低圧水銀ランプと中圧水銀ランプの一般的性状 <table><tr><td>項目</td><td>低圧水銀ランプ</td><td>中圧水銀ランプ</td></tr><tr><td>波長</td><td>単波長（253.7nm）</td><td>多波長（254nm を含む）</td></tr><tr><td>メンテナンス</td><td>変換効率が高い ランプ寿命長い 概して年一回のランプ交換 1本あたりの出力が小さい ランプ本数が多く設備が大きくなる 大容量施設に対応困難 多灯装置のため、ランプ不点時の影響が少ない 運転温度が低いためスリーブに汚れが付着しにくい 単波長のため生物が繁殖しにくい</td><td>変換効率が低い ランプ寿命短い 概して年二回のランプ交換 1本あたりの出力が大きい ランプ本数が少なく設備を小さくできる 大容量施設に対応可能 小灯装置のため、ランプ不点時の影響が大きい 運転温度が高いため、スリーブに汚れが付着しやすい 多波長のため藻類が繁殖することがある</td></tr><tr><td>共通の課題</td><td colspan="2">水銀蒸気を使用しているため、スリーブが破損した場合には温度差により水銀ランプの破損も生じ、ランプ内の水銀が処理水中あるいは紫外線照射装置の外部に流出する</td></tr></table>	項目	低圧水銀ランプ	中圧水銀ランプ	波長	単波長（253.7nm）	多波長（254nm を含む）	メンテナンス	変換効率が高い ランプ寿命長い 概して年一回のランプ交換 1本あたりの出力が小さい ランプ本数が多く設備が大きくなる 大容量施設に対応困難 多灯装置のため、ランプ不点時の影響が少ない 運転温度が低いためスリーブに汚れが付着しにくい 単波長のため生物が繁殖しにくい	変換効率が低い ランプ寿命短い 概して年二回のランプ交換 1本あたりの出力が大きい ランプ本数が少なく設備を小さくできる 大容量施設に対応可能 小灯装置のため、ランプ不点時の影響が大きい 運転温度が高いため、スリーブに汚れが付着しやすい 多波長のため藻類が繁殖することがある	共通の課題	水銀蒸気を使用しているため、スリーブが破損した場合には温度差により水銀ランプの破損も生じ、ランプ内の水銀が処理水中あるいは紫外線照射装置の外部に流出する	
項目	低圧水銀ランプ	中圧水銀ランプ											
波長	単波長（253.7nm）	多波長（254nm を含む）											
メンテナンス	変換効率が高い ランプ寿命長い 概して年一回のランプ交換 1本あたりの出力が小さい ランプ本数が多く設備が大きくなる 大容量施設に対応困難 多灯装置のため、ランプ不点時の影響が少ない 運転温度が低いためスリーブに汚れが付着しにくい 単波長のため生物が繁殖しにくい	変換効率が低い ランプ寿命短い 概して年二回のランプ交換 1本あたりの出力が大きい ランプ本数が少なく設備を小さくできる 大容量施設に対応可能 小灯装置のため、ランプ不点時の影響が大きい 運転温度が高いため、スリーブに汚れが付着しやすい 多波長のため藻類が繁殖することがある											
共通の課題	水銀蒸気を使用しているため、スリーブが破損した場合には温度差により水銀ランプの破損も生じ、ランプ内の水銀が処理水中あるいは紫外線照射装置の外部に流出する												
事例・実績等	【出典】 上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル、平成 28 年 3 月（環境省） 【効果】 不明。方策例として紹介。												
備考	—												

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-33 C02 削減方策の詳細情報 (32/62)

工程	排水処理工程
設備区分	排泥濃縮槽設備
方策名	運転時間・運転間隔の調整による運転の効率化
内容	排泥濃縮設備において、運転時間が長くエネルギー消費の多い送泥ポンプや汚泥掻寄機等については、界面計により濃縮槽の沈降した排泥スラッジ量を把握・監視し、運転間隔を最大限長くするなどの対策を行う。
事例・実績等	【出典】 水道事業における環境対策の手引書（改訂版）、平成 21 年、厚生労働省水道課 【効果】 不明。方策のみ紹介。
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-34 C02 削減方策の詳細情報 (33/62)

工程	排水処理工程
設備区分	排泥脱水設備
方策名	運転時間・運転間隔の調整による脱水の効率化、天日乾燥及び脱水機の使用による脱水の効率化
内容	電力消費量の多い機械脱水方式の省エネルギーを図るには、天日乾燥との併用、効率的な駆動方式の選定、運転時間・運転間隔の調整などがある。 施設内の遊休地などを活用した電力消費の無い天日乾燥と組み合わせて、含水率等を考慮した運転時間等の調整により、電力削減を行う。 コージェネレーションシステムは、2 つ以上の二次エネルギーを得るシステムであり、ガスタービンを使って発電機を稼働させて電気エネルギー、排熱をボイラで回収して熱エネルギー（蒸気）を得る等のシステムをいう。 浄水場におけるコージェネレーションシステムから生じる排熱を有効利用することにより、濃縮汚泥を加温させて脱水性を良くし、脱水後に乾燥し脱水ケーキの減量化を図ることで、脱水に必要な電力消費量を削減する。
事例・実績等	【出典】 平成 25 年度 環境報告書、千葉県 【効果】 不明。取組みを紹介。
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-35 C02 削減方策の詳細情報 (34/62)

工程	排水処理工程
設備区分	排泥脱水設備
方策名	脱水機に連動した搬送設備の制御
内容	ベルトコンベア等の脱水ケーキ搬送設備の運転を脱水機の運転工程に合わせて制御する。これにより搬送設備の無駄な運転時間をなくし、電力消費量の削減を図ることができる。
事例・実績等	【出典】 上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル、平成 28 年 3 月（環境省） 【効果】 不明。方策例として紹介。
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-36 C02 削減方策の詳細情報 (35/62)

工程	排水処理工程
設備区分	排泥濃縮槽設備
方策名	台数制御システム・可動羽根制御システム・インバーター等を利用した回転速度制御システム等の導入によるポンプ運転制御方式の改善
内容	水道におけるポンプ運転のエネルギー消費量は非常に大きい。ポンプに必要な水量や水圧で送水する制御方法としては、バルブ開度制御、台数制御、回転速度制御、可動羽根制御がある。 バルブ開度制御は吐出側のバルブ開度を変化させて損失水頭を増減することで流量を制御するため、ポンプのエネルギー効率が低い。他の運転制御方式を採用することにより消費電力の削減を図ることができる。 台数制御は複数のポンプのうち必要な水量に合わせて運転台数を変更するもので、制御方法が簡単である。ただし、予備ポンプを考慮すると、ポンプ設置台数の増加があることに留意する必要がある。 回転速度制御は誘導モーターの回転速度が供給される電源周波数に比例するため、インバーターを用いて電源周波数を変化させ回転速度を制御し、ポンプの吐出量、吐出圧を変化させる方式である。流量変動が大きい場合に導入効果が期待でき、低速度回転域においてエネルギー効率が低下する液体抵抗器方式からインバーター制御方式等に変更することなどで省エネルギーを図ることができる。 可動羽根制御は、一般的に取水・導水工程等の大型のポンプで用いられ、ポンプ羽根車の羽根角度を変化させることにより、1 台のポンプに複数のポンプの特性を持たせポンプ軸動力の損失を抑えて流量の調整ができる。ただし構造が複雑で、水中部に駆動部分が多い点に留意する必要がある。 運転制御方式の改善にあたっては、送水・配水施設に限らず水道全般に適用されるが、各方式の持つ特徴を認識し、単独または併用方式を比較検討して方式を決定することが必要である。
事例・実績等	【出典】 水道における省電力ハンドブック 平成 27 年、公益財団法人水道技術研究センター 【効果】 ・ 電力削減量：157 万 kWh/年 ・ 電気削減額：2,500 万円/年 ・ 導入費用は 528 百万円
備考	—

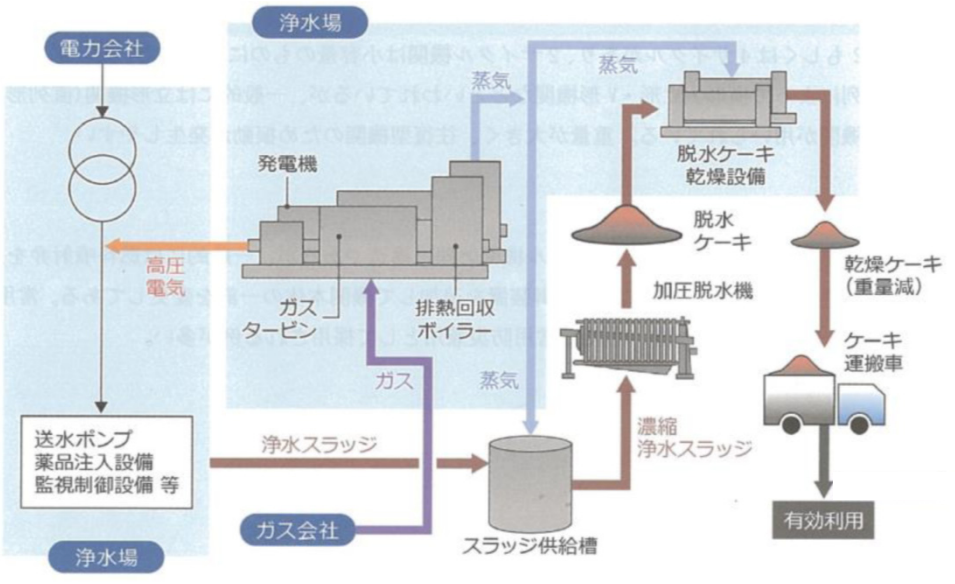
出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-37 C02 削減方策の詳細情報 (36/62)

工程	排水処理工程																
設備区分	排泥濃縮槽設備																
方策名	エネルギー消費効率の高いモーターの導入																
内容	エネルギー消費効率の高いモーターによる電力の削減量は運転時間に比例するため、連続運転される機器ほど効果が大きい。 連続運転される排泥池、濃縮槽の汚泥掻寄機等にエネルギー消費効率の高いモーターを採用し、電気使用量削減を図る。 ただし、既存のモーターをエネルギー消費効率の高いモーターに交換する場合には、モーターサイズ、定格回転速度、始動電流、モーター発生トルクなどが変わる場合があることに留意し、検討する必要がある。 モーターの効率及び損失低減率 <table border="1"><thead><tr><th>モーターの効率クラス</th><th>7.5kW損失 (W)</th><th>7.5kW効率 (%)</th><th>規格</th></tr></thead><tbody><tr><td>IE1</td><td>1220.9</td><td>86.0</td><td>JIS C 4210:2010相当</td></tr><tr><td>IE2</td><td>955.5</td><td>88.7</td><td>JIS C 4212:2010相当</td></tr><tr><td>IE3</td><td>796.5</td><td>90.4</td><td>トッランナーモーター</td></tr></tbody></table> 図 従来モーターとトッランナーモーターの比較	モーターの効率クラス	7.5kW損失 (W)	7.5kW効率 (%)	規格	IE1	1220.9	86.0	JIS C 4210:2010相当	IE2	955.5	88.7	JIS C 4212:2010相当	IE3	796.5	90.4	トッランナーモーター
モーターの効率クラス	7.5kW損失 (W)	7.5kW効率 (%)	規格														
IE1	1220.9	86.0	JIS C 4210:2010相当														
IE2	955.5	88.7	JIS C 4212:2010相当														
IE3	796.5	90.4	トッランナーモーター														
事例・実績等	【出典】 水道施設におけるエネルギー対策の実際 2009、公益社団法人日本水道協会 【効果】 不明。方策のみ紹介。																
備考	—																

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成28年3月、環境省を基に作成

表 2-38 CO2 削減方策の詳細情報 (37/62)

工程	排水処理工程
設備区分	排泥脱水設備
方策名	脱水の効率化に適した駆動方式の選定、脱水の効率化のための排熱利用による濃縮汚泥の加温
内容	電力消費量の多い機械脱水方式の省エネルギーを図るには、効率的な駆動方式の選定、運転時間・運転間隔の調整などがある。 コージェネレーションシステムは2つ以上のものを同時に生じさせる装置という意味で、ガスタービンを使って発電機を稼働させて発電し、ガスタービンの排熱をボイラで回収して、蒸気（熱）を発生させる装置である。 浄水場にコージェネレーションシステムを導入し、システムから発生する排熱を利用することにより、濃縮汚泥を加温させて脱水性を良くし、脱水後に乾燥し脱水ケーキの減量化を図ることで、脱水に必要な電力消費量を削減する。  図 コージェネレーションシステムのフロー
事例・実績等	【出典】 水道施設におけるエネルギー対策の実際 2009、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 大阪広域水道企業団 【効果】 ・ 発電量：8,100 万 kWh/年 ・ 事業費：約 18 億 9,000 万円（発電設備及び乾燥機等を含む） ・ 補助金：約 6 億 4,000 万円
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-39 CO2 削減方策の詳細情報 (38/62)

工程	排水処理工程
設備区分	排泥脱水設備
方策名	天日乾燥及び脱水機の使用による脱水の効率化
内容	天日乾燥は、汚泥の脱水・乾燥を自然の作用を利用して行うもので、上澄水の排除とろ過により汚泥の含水率を下げた後、太陽熱や風により水分を蒸発させ、乾燥させる。 自然エネルギーを利用するため機械脱水に比べ大幅な電力削減となる。施設内の遊休地などを活用し、濃縮汚泥を天日乾燥し、排水処理で使用する電力を抑制することができる。 ただし、機械脱水に比べ広大な設置面積が必要となり、処理は天候に左右される。そのため、導入する地域の立地、気候条件や利用可能敷地等を十分検討する必要がある。  図 汚泥の天日乾燥
事例・実績等	【出典】 平成 25 年度 環境報告書、千葉県 【事業者】 千葉県 【効果】 ・ CO2 削減効果：638t-CO2/年
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-40 CO2 削減方策の詳細情報 (39/62)

工程	送水・配水工程
設備区分	ポンプ設備
方策名	送水・配水施設における末端圧制御・送水系統の流量制御等によるポンプ制御の適正化
内容	末端圧制御とは配水管末端の圧力を計測又は予測し、圧力監視により過剰な配水圧力を極力少なくするようにポンプ側の吐出圧力を制御する方式である。 通常、ポンプの圧力が一定の場合、流量が減少する夜間等は末端圧力が過剰に上昇してしまふことがあるが、末端圧制御を行いポンプの吐出圧、送水流量等を制御することにより、流量減少時でも効率的な運転が可能となる。 末端圧制御により必要揚程（吐出圧力）が小さくて済むためポンプ所要動力減となり省エネルギーとなる。副次的効果として圧力低減は漏水量削減効果がある。 また送水系統の流量を極力一定にするよう制御することや、ポンプ効率を加味しポンプ原単位が一番効率のよい運転パターンなどで電力消費量を軽減する。 通常制御 ポンプ 圧力50 (昼→夜) 末端圧力 20→42 消費エネルギー100 通常、ポンプの圧力が一定の場合、流量が減少する夜間等は末端圧力が過剰に上昇してしまふ 末端圧制御 制御 ポンプ 圧力28 圧力計測 末端圧力 20 消費エネルギー56 (▲44%) 末端圧力を計測し、ポンプ側を制御することにより、流量減少時でも効率的な運転が可能 図 末端圧制御の効果イメージ
事例・実績等	【出典】 水道における省電力ハンドブック 平成 27 年、公益財団法人水道技術研究センター 【効果】 ・削減電力費：5～8%（日平均給水量：50,000 m³/日）
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-41 C02 削減方策の詳細情報 (40/62)

工程	送水・配水工程
設備区分	ポンプ設備
方策名	大・少量ポンプの組合わせによる幅広い需要量への対応
内容	水需要量の変動が大きく、送水を 1 台のポンプで対応する場合、送水量が小さい時のバルブ開度制御での流量制御（バルブの損失水頭を増減）はポンプの電力が無駄に使用されることになる。 容量の異なる大小のポンプを台数制御、または回転速度制御との組合わせで効率的に運転し、幅広い需要量変化にて対応することで消費電力の削減を図る。
事例・実績等	【出典】 第 63 回（平成 24 年度）全国水道研究発表会、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 東京都 【効果】 ・ 電力削減効果：635kWh/日
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-42 C02 削減方策の詳細情報 (41/62)

工程	送水・配水工程
設備区分	ポンプ設備
方策名	適正な配水池容量の確保による定量送水
内容	需要ピークに備えて予め適正な配水池貯留を確保することは、浄水量や送水量をできるだけ均等化し、管路損失等を少なくする点で省エネルギー対策となる。 配水池容量を増加させることにより、浄水施設における電力消費量の平準化（ピークカット）を図り、契約電力の減量（動力費削減）に資する。 ただし、滞留時間の長期化に伴う残留塩素の低下などに留意する必要がある。
事例・実績等	【出典】 水道事業における環境対策の手引書（改訂版）、平成 21 年、厚生労働省水道課 【効果】 不明。方策のみ紹介。
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-43 CO2 削減方策の詳細情報 (42/62)

工程	送水・配水工程
設備区分	ポンプ設備
方策名	送水・配水施設における台数制御システム・可動羽根制御システム・インバーター等を利用した回転速度制御システム等の導入によるポンプ運転制御方式の改善
内容	上水道・工業用水道部門におけるポンプ運転のエネルギー消費量は非常に大きい。ポンプで必要な水量や水圧で送水する制御方法としては、バルブ開度制御、台数制御、回転速度制御、可動羽根制御がある。 バルブ開度制御は吐出側のバルブ開度を変化させて損失水頭を増減することで流量を制御するため、ポンプのエネルギー効率が低い。他の運転制御方式を採用することにより消費電力の削減を図ることができる。 台数制御は複数のポンプのうち必要な水量に合わせて運転台数を変更するもので、制御方法が簡単である。ただし、予備ポンプを考慮すると、ポンプ設置台数の増加があることに留意する必要がある。 回転速度制御は誘導モーターの回転速度が供給される電源周波数に比例するため、インバーターを用いて電源周波数を変化させ回転速度を制御し、ポンプの吐出量、吐出圧を変化させる方式である。流量変動が大きい場合に導入効果が期待でき、低速度回転域においてエネルギー効率が低下する液体抵抗器方式からインバーター制御方式等に変更することなどで省エネルギーを図ることができる。また、インバーター制御で回転子に永久磁石を用いた永久磁石同期モーター（PM モーター）は、界磁電流が不要で、すべりも無いので電力損失がなく省エネルギーである。 可動羽根制御は、一般的に取水・導水工程等の大型のポンプで用いられ、ポンプ羽根車の羽根角度を変化させることにより、1 台のポンプに複数のポンプの特性を持たせポンプ軸動力の損失を抑えて流量の調整ができる。ただし構造が複雑で、水中部に駆動部分が多い点に留意する必要がある。 運転制御方式の改善にあたっては、送水・配水施設に限らず水道全般に適用されるが、各方式の持つ特徴を認識し、単独または併用方式を比較検討して方式を決定することが必要である。
事例・実績等	【出典】 水道施設におけるエネルギー対策の実例 2009、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 大阪府 【効果】 ・ 電力削減量：約 648 万 kWh/年 ・ CO2 削減量：約 2,450t-CO2/年。
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-44 CO2 削減方策の詳細情報 (43/62)

工程	送水・配水工程
設備区分	ポンプ設備
方策名	羽根車改造等による適正規模の設備容量のポンプの導入
内容	設置されているポンプの仕様が現状の使用条件に対して過剰である場合、吐出弁の開度調整等での流量調整は、無駄な電力消費を行っていることが多い。 ポンプ設備を更新する場合に揚程、容量、台数を適正なものに見直し、電力消費量を削減する。 ポンプ本体が十分に使用に耐えられる場合は、羽根車の加工・交換等により現状の運転条件に見合ったポンプ容量に改造することによって、電力消費量削減を図る。 ただし、ポンプ設備変更に伴い電気付帯設備の改造・変更が必要となる場合があるので留意する必要がある。
事例・実績等	【出典】 水道施設におけるエネルギー対策の実際 2009、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 北海道札幌市 【効果】 ・ 電力消費量 : 25 万 kWh/年 ・ CO2 削減量 : 約 140t-CO2/年
備考	—

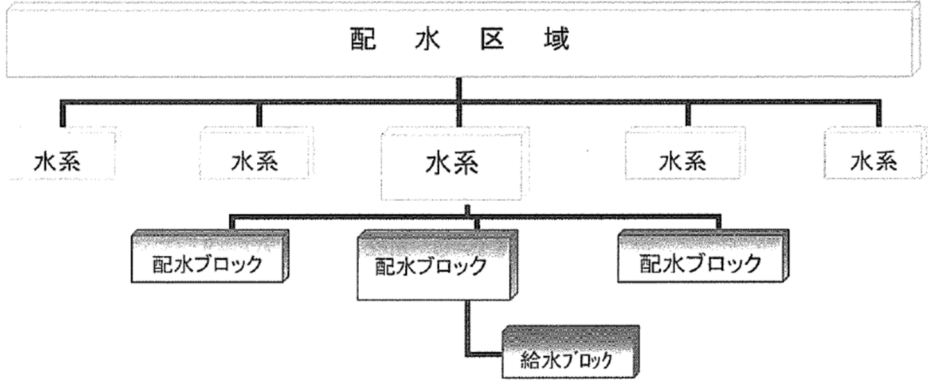
出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-45 CO2 削減方策の詳細情報 (44/62)

工程	送水・配水工程
設備区分	ポンプ設備
方策名	高効率ポンプ・エネルギー消費効率の高いモーターの導入
内容	上水道・工業用水道部門における電力消費量は取水・導水・送水・配水のポンプ設備が大きな割合を占める。 ポンプの新設・更新時にはポンプ特性に合わせた永久磁石同期モーター等の高効率モーター、トップラナーモーターを搭載したポンプとし、エネルギー効率の向上、消費電力の削減を図る。 ただし、既存のモーターをエネルギー消費効率の高いモーターに交換する場合には、モーターサイズ、定格回転速度、始動電流、モーター発生トルクなどが変わる場合があることに留意し、検討する必要がある。 また、流体解析等により吐出される液体の損失が少なくなるように羽根車やケーシングの構造などを最適化し、ポンプ効率を向上させた高効率ポンプを選定することで省エネルギーを図ることができる。
	図 従来モーターとトップラナーモーターの比較
事例・実績等	【出典】 水道施設におけるエネルギー対策の実例 2009、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 山口県光市 【効果】 ・ CO2 排出抑制量：384t-CO2/年 ・ ライフサイクルコスト：930 万円/年（耐用年数 20 年） ・ 電力料金縮減：1,121 万円/年
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-46 CO2 削減方策の詳細情報 (45/62)

工程	送水・配水工程
設備区分	施設全体
方策名	ブロック配水システムの導入
内容	ブロック配水システムとは、配水地域を配水ブロックに分割し、ブロックごとに水量・水圧の管理をするシステムである。 地形、地勢によってブロックを分割し、ブロックごとに流量監視などで配水圧を適正化、均一化を図り、水運用を高度化するとともに、工事、事故被害等の局所化（リスクの低減など）を図る必要がある。 配水ブロック化が直接的に環境負荷の低減に寄与するものではないが、水運用と組み合わせ、配水圧均一化によるエネルギー損失の低減及び漏水防止を図ることでその効果が発揮される。  図 ブロック配水システムのイメージ
事例・実績等	【出典】 水道施設におけるエネルギー対策の実際 2009、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 宮城県仙台市 【効果】 不明。方策内容について紹介。
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成28年3月、環境省を基に作成

表 2-47 C02 削減方策の詳細情報 (46/62)

工程	送水・配水工程
設備区分	施設全体
方策名	漏水防止対策の推進
内容	漏水を防止することによって、水道システムとして管理すべき必要水量を総体的に減少させることができる。 このため、取水・導水・送水・配水に係るポンプの電力消費量、浄水処理および排水処理などにかかるランニングエネルギーが節約できる。 漏水は浄水損失、エネルギー損失のみでなく、給水不良、道路陥没などの災害にもつながり、大きな損失となるため漏水防止対策の推進は重要である。 水道ビジョンでは有収率の目標を大規模水道事業体で 98%以上、中小規模水道事業体 95%以上としている。 有収率を向上させるには無収水量の削減を図る必要があり、無収水量の大部分は漏水量である。 具体的な漏水防止対策としては、老朽管、石綿セメント管、鉛製給水管の更新がある。
事例・実績等	【出典】 平成 26 年度 環境報告書 平成 25 年決算版、千葉県水道局 【事業者】 千葉県 【効果】 ・漏水防止効果：757,747m³/年 ・C02 削減効果：191t-C02/年
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-48 CO2 削減方策の詳細情報 (47/62)

工程	総合管理のための設備
設備区分	ポンプ設備
方策名	送水・配水管路の分離による圧力管理の適正化
内容	送水管は浄水場から配水池への管路であり、管路内は常に一定の水量を流すことがエネルギーの観点から必要になる。これに対して、給水区域内に布設された配水管は、配水池から水道水を分配する管路であり、水使用状況に合わせた水量を送るものである。 送水管と配水管は、このように管路機能が異なるが、送水と配水を兼ねている（配水池へ送る途中で部分的に分岐して配水している）場合は、配水池への送水と配水を同時に行うことから、水量・水圧・水質管理が難しくなる。 送・配水管を分離し、送水管を送水専用管とし、送水ポンプの運転を安定化させエネルギー節約を図る。 図 送水管・配水管の分離のイメージ
事例・実績等	【出典】 東大阪市 水道ビジョン、東大阪市上下水道局 【事業者】 大阪府東大阪市 【効果】 不明。方策内容について紹介。
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成28年3月、環境省を基に作成

表 2-49 CO2 削減方策の詳細情報 (48/62)

工程	総合管理のための設備
設備区分	水運用管理
方策名	取水・導水・送水・配水工程等における自然流下等の有効利用
内容	水の持つ位置エネルギーを利用して、極力ポンプ等の電氣的なエネルギーを使用せずに水の輸送（取水・導水・送水・配水）を行う。 取水点、浄水場や配水池などで自然エネルギーを活用できる条件から、電力量が大きいポンプ施設でのエネルギー消費を抑制させる施設整備を行う。 起伏の多い地形などで配水池に送水する場合、受水槽で一旦浄水を受け入れ再度ポンプで加圧する方式から、元の配水池の水位を有効利用できる配水池直結型（インライン）ポンプを設置し、位置エネルギーを有効利用する
事例・実績等	【出典】 水道施設におけるエネルギー対策の実際 2009、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 愛知県名古屋市 【効果】 停電時も安定的に給水を行う観点から、自然流下で給水できる施設を整備。 ・ 電力削減効果：50,000kWh/年 ・ CO2 削減効果：23t-CO2/年
考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-50 CO2 削減方策の詳細情報 (49/62)

工程	総合管理のための設備
設備区分	監視制御システム
方策名	LCD（液晶表示装置）・LED（発光ダイオード）表示灯等省エネ型の監視制御装置の導入
内容	LCD（液晶表示装置）、及び LED 表示灯は通常のランプに比較して消費電力が少なく長寿命である。 水処理制御設備の表示装置等に、省エネルギー型の監視制御装置を採用し、省エネルギー化を図る。 一個あたりの省エネルギー効果は小さいが、対象数が多い場合、省電力及び長寿命という特徴から、省エネルギー・省資源の複合的な効果が得られる。
事例・実績等	【出典】 水道施設におけるエネルギー対策の実際 2009、公益社団法人日本水道協会 【効果】 不明。方策のみ紹介。
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-51 CO2 削減方策の詳細情報 (50/62)

工程	総合管理のための設備
設備区分	水運用管理
方策名	位置エネルギーを利用した施設の整備
内容	標高の低い位置に設置されている浄水場は、ポンプによる圧力を中心とした水の輸送を行っている。 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り水地点、浄水場及び配水池を建設または変更して、電力使用量が多いポンプ設備のエネルギー消費を抑制させる施設整備が大きな省エネルギー対策となる。 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（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る。 図 インラインポンプによる位置エネルギーの有効利用
事例・実績等	【出典】 水道施設におけるエネルギー対策の実際 2009、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 宮城県仙台市 【効果】 配水池の新設に伴い、ポンプ圧送による給水区域が減少。 ・ 原単位：0.325kWh/m³⇒0.318kWh/m³へ減少
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成28年3月、環境省を基に作成

表 2-52 CO2 削減方策の詳細情報 (51/62)

工程	総合管理のための設備
設備区分	水運用管理
方策名	電力原単位及び管路損失などを考慮した水運用システムの導入
内容	電力原単位とは単位水量当たりの電力消費量のこと、電力原単位が低いほどエネルギーの効率が良い。 水道施設で消費される電力の多くはポンプ設備による使用電力量で、水量による管路損失の変化はポンプの動力に大きく影響する。 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することにより、省エネルギーを図る。 配水制御システム 三野浄水場 旭東浄水場 企業団受水 鴨越浄水場 圧力監視局等により各地区の需要量を把握し、各浄水場からの配水圧力、配水制御所のバルブの開きを調整することによって配水を相互融通。 図 配水制御システムのイメージ
事例・実績等	【出典】 平成 25 年度全国会議（水道研究発表会）、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 神奈川県内広域水道企業団 【効果】 東日本大震災を機に、効率的な電力使用を考慮した水運用を実施。 ・電気料金削減効果：2.3%
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-53 C02 削減方策の詳細情報 (52/62)

工程	総合管理のための設備
設備区分	水運用管理
方策名	需要予測システムの導入
内容	水需要量は季節、天候、時間等により変化する。 需要予測システムは過去の配水運用実績データを収集・分析するとともに、常時データ監視を行い、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するシステムである。 このシステムを導入することにより、予測されたデータから総合的運転計画を立てることが可能になり、取水・送水・配水の水道施設の全体の省エネルギー化に寄与する。 ただし、安定供給と取水・送水ポンプの消費エネルギーを抑えた省エネルギーである運用が両立したものであることが求められる。
事例・実績等	【出典】 平成 25 年度全国会議（水道研究発表会）、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 神奈川県内広域水道企業団 【効果】 東日本大震災を機に、効率的な電力使用を考慮した水運用を実施。 ・電気料金削減効果：2.3%
備考	—

出典）『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-54 C02 削減方策の詳細情報 (53/62)

工程	総合管理のための設備
設備区分	監視制御システム
方策名	エネルギー原単位の分析のための処理工程単位・主要設備単位・機器単位での電力計の設置
内容	省エネルギー対策において、処理工程及び電力消費量の多いポンプ類等の主要機器の電力消費量を把握することは極めて有用である。 処理工程及び主要設備、機器単位ごとの電力計を設置し、基礎データの収集、解析を行うことにより、どの処理工程、機器で省エネルギー化を図れば電力原単位を削減できるか判断し、対策を立案、実施することが可能となる。
事例・実績等	【出典】 平成 25 年度全国会議（水道研究発表会）、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 東京水道サービス 【効果】 原単位を 0.117kWh/m³→0.100kWh/m³（15%減）に削減することへ繋がった。
備考	—

出典）『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-55 C02 削減方策の詳細情報 (54/62)

工程	総合管理のための設備
設備区分	監視制御システム
方策名	エネルギー管理システムの導入
内容	取水から導水、浄水、送配水過程におけるエネルギー使用量が把握できるエネルギー管理システムを導入することにより、一元的に集約した水道施設の電力データを水運用計画に取り込み、計画配水量に対する各施設の使用電力量及びトータル電力量の表示及び予測することができる。 これにより、エネルギー消費の少ないルートに水量配分をシフトするなど、安定給水とともに効率的な水運用を行い、消費エネルギーの削減を図ることができる。
事例・実績等	【出典】 平成 25 年度全国会議（水道研究発表会）、公益社団法人日本水道協会 【事業者】 神奈川県内広域水道企業団 【効果】 東日本大震災を機に、効率的な電力使用を考慮した水運用を実施。 ・電気料金削減効果：2.3%
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-56 C02 削減方策の詳細情報 (55/62)

工程	総合管理のための設備
設備区分	監視制御システム
方策名	配水管網への水圧監視システムの導入
内容	配水管網への水圧監視システムを導入することにより、配水ポンプの過剰な運転の減少や、弁の開閉操作により最適水圧で配水を行うことができ、電力消費量の削減を図ることができる。 また配水管網の水圧を適正に調整することは漏水量の抑制にもつながる。 需要変動に対応した水圧管理を行うには、きめ細かな監視・制御が必要となる。
事例・実績等	【出典】 水道における省電力ハンドブック 平成 27 年、公益財団法人水道技術研究センター 【事業者】 不明 【効果】 電力費最大 21%削減のケースと、5~8%削減のケース有り。
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-57 CO2 削減方策の詳細情報 (56/62)

工程	総合管理のための設備
設備区分	監視制御システム
方策名	設備管理の一元化・設備の集中監視等による広域的運用システムの導入
内容	広域的運用システムは（複数の）浄水場の設備運転状況や水質、配水池等の水位、配管網の流量、水圧などを水源から配水までの水のフロー全体の集中監視、一元管理を目指すものである。 これにより水道水の生産・供給に要するコストやエネルギー消費の少ない浄水・配水方法等の判断が可能になる。 また、一元管理による各種データを蓄積、分析することで水運用システムの構築や水道水の供給の安定性向上、漏水事故、設備事故、水質事故等発生時の迅速な復旧計画に対しても有用である。
事例・実績等	【出典】 水道事業における環境対策の手引き（改訂版）、平成 21 年、厚生労働省水道課 【事業者】 宮城県仙台市 【効果】 不明。効果的な水運用方策について紹介。
備考	—

出典)『上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル』平成 28 年 3 月、環境省を基に作成

表 2-58 C02 削減方策の詳細情報 (57/62)

工程	その他業務部門対策
設備区分	受変電・配電設備
方策名	モールド変圧器・アモルファス変圧器・トップランナー変圧器等エネルギー損失の少ない変圧器の導入
内容	【対策の目的】 変圧器の耐用年数は 20 年～30 年であり、それ以降は、経年劣化による故障頻度が増すため、変圧器の更新を検討する必要がある。 旧式変圧器は効率が悪く、特に需要に対して大きな変圧器容量では無負荷損が多く、年間損失電力量が多い。更新計画の際には、統合による変圧器の高効率運転や高効率変圧器を採用し、省エネルギー化を図る。 高効率変圧器は、高性能の低損失鉄心材料の採用と、コイル構造の改良や胴体抵抗の小さい銅の採用により従来型の変圧器に比べ無負荷損が少なく負荷損も低減されることから、高効率変圧器へ更新し、電力量ロスの低減や C02 排出量の削減を図る。 【対策の概要】 更新にあたっては、各フィーダの需要率や負荷率、不等率を算出し、適正な負荷配置となるよう、配電盤の 2 次側配線を検討する。概ね 50%程度の負荷率となるような容量を算出し、変圧器を選定する。 ○トップランナー変圧器の規格 ・ JIS C4304 標準仕様油入変圧器、JIS C4306 標準仕様モールド変圧器 ・ JEM 1482 準標準仕様油入変圧器、JEM 1483 準標準仕様モールド変圧器
留意点	高効率型変圧器は、従来型に比べてイニシャルコストは高いが、無負荷損と負荷損を大幅に削減可能なことから、長期に使用すれば経済的效果が得られる。 トップランナー変圧器の電力ロスの基準値は同じだが、メーカーにより無負荷損＋負荷損の組み合わせが違ふ。そのため、その変圧器の「年間平均負荷率」の実態に適した無負荷損と負荷損の組み合わせのものを選ぶことが必要である。

出典) 温室効果ガス排出抑制等指針 業務部門 (環境省)

表 2-59 CO2 削減方策の詳細情報 (58/62)

工程	その他業務部門対策
設備区分	受変電・配電設備
方策名	適正規模の設備容量の変圧器の導入
内容	【対策の目的】 変圧器の耐用年数は 20 年～30 年であり、それ以降は、経年劣化による故障頻度が増すため、変圧器の更新を検討する必要がある。 旧式変圧器は効率が悪く、特に需要に対して大きな変圧器容量では無負荷損が多く、年間損失電力量が多い。更新計画の際には、適正容量の変圧器を設置する。 【対策の概要】 更新にあたっては、各フィーダの需要率や負荷率、不等率を算出し、適正な負荷配置となるよう、配電盤の 2 次側配線を検討する。概ね 50%程度の負荷率となるような容量を算出し、変圧器を選定する。
留意点	トッランナー変圧器の電力ロスの基準値は同じだが、メーカーにより無負荷損＋負荷損の組み合わせが違ふ。そのため、その変圧器の「年間平均負荷率」の実態に適した無負荷損と負荷損の組み合わせのものを選ぶことが必要である。

出典) 温室効果ガス排出抑制等指針 業務部門 (環境省)

表 2-60 CO2 削減方策の詳細情報 (59/62)

工程	その他業務部門対策
設備区分	受変電・配電設備
方策名	変圧器統合による無負荷損の削減及び負荷率の向上
内容	【対策の目的】 変圧器の損失に負荷損（銅損）があり、この負荷損は負荷の 2 乗で増えるため、同一の負荷容量でも変圧器の容量により損失が異なる。負荷に関係しない無負荷損と負荷損を考慮すると、変圧器容量の概ね 40%程度の負荷で運転すると最適な変圧器運用となる。 【対策の概要】 複数台設置している変圧器の中で変圧器容量の 40%以下の負荷で運用している変圧器がある場合、当該変圧器の負荷を他の変圧器に分散して、負荷のなくなった変圧器の断路器を遮断停止する。 負荷の移設方法として、以下の 2 つの方法がある。 ①低圧配電盤 1 次側の幹線を他の変圧器に盛り替え、負荷側の幹線は変更しない。 ②低圧配電盤に遮断器を増設し、2 次側の幹線を盛り替える。
留意点	費用回収年数を検討し、トップランナー変圧器よりさらに効率の良い高効率変圧器の採用も検討する。

出典) 温室効果ガス排出抑制等指針 業務部門（環境省）

表 2-61 CO2 削減方策の詳細情報 (60/62)

工程	その他業務部門対策
設備区分	受変電・配電設備
方策名	高効率無停電電源装置の導入
内容	従来の「常時インバーター給電方式」は、常に整流回路とインバーター回路が稼働しているため、電力ロスは大い。高効率装置である「常時商用給電方式」の UPS は、常時インバーター運転を行わず変換ロスが低減できる。

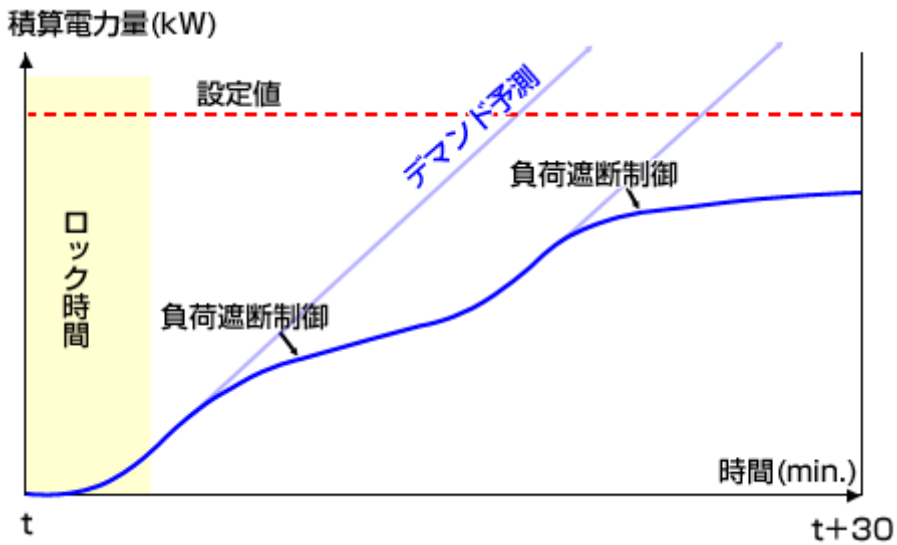
出典) 事業者向け CO2 排出削減のための自己診断ガイドライン＜第 2 版＞（産業部門・業務部門）

表 2-62 CO2 削減方策の詳細情報 (61/62)

工程	その他業務部門対策
設備区分	受変電・配電設備
方策名	自動力率改善装置の採用等による力率改善
内容	【対策の目的】 自動力率調整装置は、受電点での力率を常時監視し、設定範囲を超えた遅れ力率となった場合には進相コンデンサを追加投入する、逆に設定範囲を超えた進み力率となった場合には、相応の進相コンデンサを遮断する一連の作業を自動的に行う装置である。結果人手を要せずに正確な力率管理ができ、また夜間や軽負荷時に起こる力率の進みを防止し、電力会社の基本料金割引の適用を受けるとともに回路電圧の上昇を抑えることができる。 【対策の概要】 自動力率調整装置を設置し、さらに調整装置からの信号を受け投入/遮断が自動的にできるように既存の高圧進相コンデンサ用開閉装置を高圧真空電磁接触器に変更する。 図 高圧真空電磁接触器 自動力率調整装置できめ細かい力率調整を行うには、容量の小さい進相コンデンサを複数台設置する 図 低圧進相コンデンサユニット

出典) 温室効果ガス排出抑制等指針 業務部門 (環境省)

表 2-63 CO2 削減方策の詳細情報 (62/62)

工程	その他業務部門対策
設備区分	受変電・配電設備
方策名	デマンド制御の導入
内容	【対策の目的】 電力基本料金は契約電力値に比例して決定されるため、契約電力値をできるだけ小さく決めることが有利である。 一方、契約電力値を超過して電力を使用した場合は、違約料金を取られるため、契約電力値の超過を防止し、負荷の調整を瞬時、或いは予測的に行う方法をデマンド制御という。 このため、デマンド制御を導入することで、契約電力値を超過しないようにし、電力の効率的利用を行い、消費電力の削減や CO2 排出量の削減を図る。 【対策の概要】 デマンド監視装置及び制御装置により、自動的にデマンド制御できるシステムを導入する。 デマンド監視部は電力計から送られている計量パルスを受けて、デマンド制御演算を行い、演算結果によってデマンド制御部から負荷制限を実行する。制御方法には「瞬時計測法」「予測制御法」の 2 通りある。  図 デマンド制御による負荷の OFF
留意点	デマンド管理は、日々の電気使用量を時間推移で把握するとともに、電気負荷と事業所内の状況の比較を行い、電気負荷と密接に関係する値を把握する。 デマンド制御対象負荷の選定は、停止に伴う影響を考慮する。

出典) 温室効果ガス排出抑制等指針 業務部門 (環境省)

第3章 ケーススタディ実施のための事前調査

3.1 調査目的および調査方法

第2章で整理したCO2削減方策と同等の事業の実施実績、検討状況、その他のCO2削減方策の実施の実績、検討状況、ケーススタディ対象事業者を選定するに当たり必要となる項目を把握することを目的として、全国の上水道事業者等（約1,400）を対象としてアンケート調査を実施した。

アンケートの記入要領および調査票は図3-1～図3-9及び表3-1～表3-6に示すとおりである。

2019 年 7 月 16 日

水道事業における CO2 削減ポテンシャル調査 記入要領

【本調査の背景】

全国の水道事業における電力消費は、日本全体の電力消費の 0.8% を占めていると報告されています（年間 73.3 億 kWh、平成 28 年度実績）。しかし、地球温暖化対策計画（平成 28 年 5 月 13 日閣議決定）で定める CO2 排出量の削減目標を達成するためには、水道事業においても更なる取組が必要となります。

具体的には、CO2 排出量を、2030 年度までに 26% 削減、2050 年度までに 80% 削減（ともに 2013 年度比）することが求められています。

本調査は、今後の支援制度や整備方策等を検討する材料とするため、全水道事業体を対象として、水道施設における CO2 削減ポテンシャルを調査することとしました。ご協力をお願いいたします。

【本調査の目的】

- ① 事業体全体及び施設・設備に関する情報にご回答いただくことで、各水道事業体におけるエネルギー消費状況（どの工程にエネルギーがかかっているか）を把握します。これは、水道統計で集計されている情報をさらに詳細にお伺いするイメージです（図 1 を参照）。

	年間取水量（千m3/年）				
	ダム直接	...	原水受水	その他	合計
X 浄水場系統	*****	...	*****	*****	*****
Y 浄水場系統	*****	...	*****	*****	*****
Z 浄水場系統	*****	...	*****	*****	*****
事業体全体	*****	...	*****	*****	*****

今回の調査でお伺いしたい情報
（水道統計に掲載される情報の詳細）

水道統計で把握できる情報

図 1 本調査で知りたい情報のイメージ

- ② 省エネ設備の導入状況や CO2 削減方策の導入・実施状況に加え、それらを推進する上で障害となっている事象を把握することで、水道事業としての CO2 削減ポテンシャル量の試算や、国としての普及方策（補助金の活用、マニュアルの策定）の検討に使用します。

【本調査の対象】

2019（平成 31）年 3 月 31 日現在において、認可を得ている計画給水人口が 5,001 人以上の水道事業（上水道事業と称する。）および水道用水供給事業が調査対象です。

4. 調査対象期間

年間の実績値については2018年度（2018（平成30）年4月1日から2019（平成31）年3月31日まで）の実績とし、その他の項目については2018（平成30）年度末現在（2019（平成31）年3月31日現在）のものとして回答してください。

【回答方法】

1. 基礎情報について

貴水道事業体の基礎情報についてご回答ください。また、ヒアリング調査（CO2削減方策実施の実情や支援制度等への要望等をお伺いすると共に、現地調査を実施します）の受入可否についてもご回答をお願いいたします。

なお、本シートは貴水道事業体全体の情報をご記入ください。

2-1. 水量・電気使用量に関する情報について

系統別（浄水場別）に、水源ごとの年間取水量・給水量等・工程ごとの電力使用量を記入してください。電力使用量は可能な範囲で工程ごとに分けてご記入ください。分けて記入することができない場合には、備考欄にどの工程の電力使用量が含まれるかを記入してください。2018年度（2018（平成30）年4月1日から2019（平成31）年3月31日まで）の実績値を記入してください。

※調査票2-1の浄水場等CD（2桁）＋枝番（2桁）とは、「平成28年度水道統計 水質編」に記載されている番号のことです。

2-2. 水位高低に関する情報について

○水源の水位（標高）に関する情報

系統別（浄水場別）に、取水している水源の水位（標高表記）を記入してください。複数の取水源から取水している場合は、それぞれの水位（標高表記）を記入してください。同種の水源から、2か所以上取水している場合は、平均を記入してください。

例）2か所の深井戸から取水している場合は、2か所の水位の平均値を記入します。

○水位高低に関する情報

系統別（浄水場別）に、着水井～需要地の平均管理水位（標高）または標高を記入してください。なお、複数の施設がある場合は、最も標高の高い施設の管理水位（標高表記）及び最も標高の低い施設の管理水位（標高表記）を記入してください。需要地の標高については、給水区域内の標高が異なる代表地点を5地点ほど選定いただき、地表面標高の平均値、最大値、最小値をご記入ください。

例）配水池が3か所（1：+600m、2：+700m、3：+300m）ある場合は、「最も標高の高い施設の管理水位」に+700m、「最も標高の低い施設の管理水位」に+300mと記入します。

【注意事項】

1. 調査票 2-1. ～2-4. については浄水場系統ごとに回答してください。

図2に示すように、浄水場から需要地までを1つの系統として、その系統ごとに年間取水量、年間浄水量、電力使用量、水位高低、浄水施設及び主要構造物、ポンプ設備の状況をご回答ください。浄水受水と配水のみを行っている系統については、配水池から需要地までを1つの系統としてご回答ください。なお、全体給水量の5%未満である小規模な浄水場系統については、ご記入いただかなくても結構です。

浄水場が複数あって、かつ、その需要地が重複している場合には、可能な範囲で水道施設をどちらかの系統に振り分けてご回答ください。その際は、1つの施設が複数の系統に属することがないようにご注意ください。系統を分けて回答することが困難な場合には複数の浄水場から需要地までを1系統としてご回答頂いても結構です。

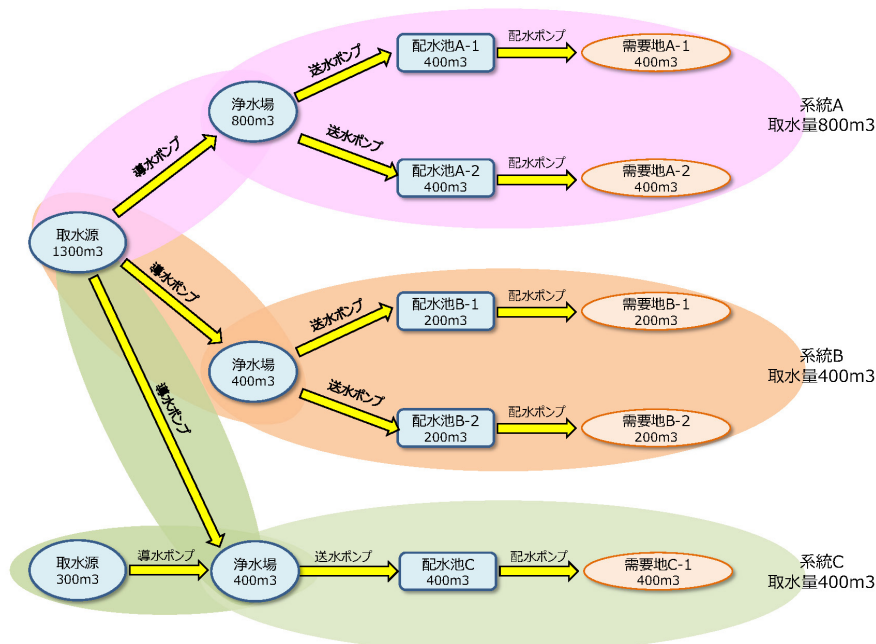


図2 本調査で対象とする系統（浄水場別）のイメージ

2. エクセルファイルは、以下のルールに則りファイル名を入力してください。

「都道府県番号（半角2桁）＋整理番号（半角3桁）－水道事業体名.xlsx」

※整理番号とは、平成28年度 水道統計（施設・業務編）に示されている貴事業体に振られた3桁の番号のことです。

3. 回答を整理する際に障害となるため、シート名の変更、行列の変更を行わないでください。

なお、2-2.の回答を基に、図3のようなフローを作成することができると考えており、これに基づいてより効率的な水道システムの検討を行ってまいります。

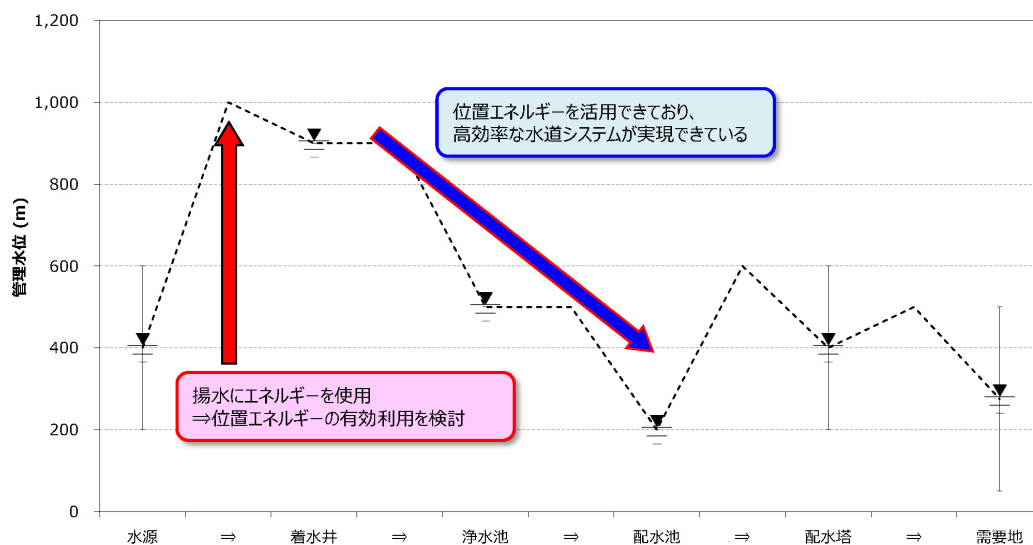


図3 回答から得られる情報のイメージ

2-3. 原水水質・浄水施設・主要構造物に関する情報について

○原水水質に関する情報

系統別（浄水場別）に原水水質（2018年度平均値）を記入してください。

なお、複数の水源から取水する場合もあると考えられるため、原水水質は、着水井等の各水源の水が混合した場所の水質を記入してください

○電力消費が大きいと考えられる施設の有無に関する情報

浄水工程において電力消費が大きいと考えられる処理方法を列挙しています。

これらの処理方法のうち、各系統（各浄水場）に設置されている設備について「○」をつけてください。

なお、具体的な処理方法には上げていない処理方法についても、電力消費が大きいと認識している設備があれば、「その他」の欄に具体的な処理方法を記入してください。

○主要構造物に関する情報

系統別（浄水場別）に、浄水施設及び配水施設の主要構造物に関する情報を、記入してください。

2-4. ポンプ設備に関する情報について

系統別（浄水場別）に、取水・導水施設～配水施設に設置されたポンプ設備の情報（台数の合計、揚水量の合計、原動機出力の合計）を記入してください。ポンプ設備は、2018（平成 30）年度末現在（2019（平成 31）年 3 月 31 日現在）で稼働している状況にある施設等について記入してください。予備を含み、薬注、採水用ポンプは含みません。

また省エネ対策を実施しているポンプ設備の情報についてもご記入ください。なお、本調査では以下のいずれかの対策を実施しているポンプを「省エネ対策を実施しているポンプ」と定義します。

【ポンプ設備の省エネ化】

1. インバーター制御システムの導入による運転制御方式の改善
2. 台数制御システムの導入による運転制御方式の改善
3. 羽根車の改造による運転制御方式の改善
4. 高効率ポンプ・モーターの導入

3. CO2 削減方策の実施状況について

既往事例等から整理した CO2 削減方策について、各事業体での実施状況や検討状況を回答してください。また、挙げられていない CO2 削減方策があれば、一番下に追記して下さい。

なお、CO2 の削減を目的として実施した方策はもちろん、CO2 削減を目的としていなかったが結果的に CO2 削減につながった事例についても選択・回答してください。

- 例1) 地下水の取水量制限がかかったため、上流側の水利権を取得し、表流水からの取水に切り替えた。その結果、地下水をくみ上げるポンプにかかっていた電力代が低減し、結果として CO2 削減につながった。
- 例2) 保有する浄水場の稼働率が 40%を切っていたことから、近隣市町村との広域化による施設の統廃合に踏み切った。その結果、全体としてランニングコストが縮減されたとともに、CO2 削減も達成した。

●選択肢

・実施の有無

1. 実施済
2. 該当施設無し
3. 検討中※
4. 未実施

・実施可能とする施策

1. 管理基準の変更
2. 省エネ診断の受診
3. 補助金の利用
4. 自治体上位計画との整合等
5. 人員の増加
6. コンサルタントからの支援
7. その他（具体的に回答ください）

※検討中とは、2019 年 3 月末時点で未実施ではあるが、実施に向けて検討中であることを指します。

【記入例（回答が難航すると考えられるもの）】

1. 全量受水している事業体について

全量受水している事業体については、「2-1. 貴事業体の取水量・浄水量・電力使用量に関する情報」への記入が難航すると考えられます。この場合は、浄水場名の欄に「受水池名」や「配水池名」を記入し、浄水受水量を記入してください。

また、この場合の給水人口について、系統が複数ある場合には、水量で案分し入力してください。

浄水場等CD(2桁) + 枝番(2桁)	浄水場名	当該系統全体の給水人口(人)	ダム直接		浄水受水(千m3/年)
			(千m3/年)	ダ	
受水のみ事業体	H受水池	4,000人			440
	C受水池	2,000人			220
	T配水池	3,000人			330
	N受水池	3,000人			330

図 4 全量受水している事業体の回答方法

2. 複数の浄水場から配水系統が一体化している事業体について

複数の浄水場を所有しているが、配水系統が一体化している事業体についても、「2-1. 貴事業体の取水量・浄水量・電力使用量に関する情報」への記入が難航すると考えられます。この場合は、浄水場名の欄に「浄水場名」を記入した上で、分割して記入できる部分まで各系統ごとの情報を記入してください。図 4 のような場合では、配水工程の電力使用量を一番上の浄水場にのみ記載し、備考欄へ一括計上の旨を記載しています。

浄水場等CD(2桁) + 枝番(2桁)	浄水場名	年度の電力使用量(2018年度実績)					
		取水工程(kWh)	導水工程(kWh)	浄水工程(kWh)	送水工程(kWh)	配水工程(kWh)	【自動計算】合計(kWh)
市民が配水で一体化	AS浄水場	10,000 kWh	20,000 kWh	20,000 kWh	20,000 kWh	400,000 kWh	470,000 kWh
	MS浄水場	0 kWh	20,000 kWh	20,000 kWh	20,000 kWh		60,000 kWh
	KN浄水場	0 kWh	20,000 kWh	20,000 kWh	20,000 kWh		60,000 kWh
	HM浄水場	0 kWh	20,000 kWh	20,000 kWh	20,000 kWh		60,000 kWh

図 4 配水系統が一体化している事業体の回答方法

平均管理水位	水源、着水井、浄水池、配水池、配水塔、 需要地それぞれについて、平均管理水位 を標高表記で記入する。	速度	(圧力式汙過装置を含む)。すなわち(計 画浄水量)÷(計画における常用池の汙 過面積の和)
最も標高の高い施設 の管理水位	水源、着水井、浄水池、配水池、配水塔、 需要地それぞれについて、複数の施設が ある場合には、最も標高の高い位置に設 置された施設・設備の平均管理水位等を 標高表記で記入する。 なお、需要地については直結給水階高を 考慮せず、最も高い場所に位置する需要 地の標高を記入する。	膜ろ過装置系列 数	膜で汙過を行う装置(逆浸透膜装置を含 む)。
		膜モジュール数	単数または複数のエレメントをまとめ て一体化したものの数(逆浸透膜装置を 含む)。
		膜表面積	計画処理量にあたる膜表面積の合計値 (逆浸透膜装置を含む)。
		浄水池	浄水を配水池にポンプ揚水する場合、浄 水をたくわえて送水の調節を行う池。
		配水池	浄水場に付属する配水池。
最も標高の低い施設 の管理水位	需要地それぞれについて、複数の施設が ある場合には、最も標高の低い位置に設 置された施設・設備の平均管理水位等を 標高表記で記入する。 なお、需要地については直結給水階高を 考慮せず、最も低い場所に位置する需要 地の標高を記入する。	配 水 施 設	配水池数 浄水を貯留して送水量の調節を行う池。 配水場数 配水池及び配水塔を有する配水場の数 で、浄水場に付属するものを除いた。

2-3. 原水水質・浄水施設・主要構造物 シート

調査項目		記入内容
原水水質		2018 年度における、原水の平均 TOC 濃度を記入する。 なお、本調査での原水は、取水源を指すのではなく、着水井(浄水処理前)での水質とする。
浄水施設	緩速ろ過池	遅い流速で生物膜により汙過を行う汙過池。
	緩速ろ過池ろ過面積	汙過面積は計画浄水量にあたる汙過面積の合計値。
	緩速ろ過池ろ過速度	計画浄水量を浄水するための汙過速度。 すなわち(計画浄水量)÷(計画における常用池の汙過面積の和)
	急速ろ過池	凝集沈澱の後に早い流速で汙過を行う(圧力式汙過装置を含む)。
	急速ろ過池ろ過面積	汙過面積は計画浄水量にあたる汙過面積の合計値(圧力式汙過装置を含む)。
	急速ろ過池ろ過	計画浄水量を浄水するための汙過速度

2-4. ポンプ設備 シート

調査項目			記入内容
施設別ポンプ設備	取水	台数	2018 年度末時点で、稼働しうる状況にある施設等について記入する。 取水・導水・浄水・送水・配水の各施設において、直接水を送るためのポンプ(予備を含む)を対象とし、薬注、採水用ポンプを除く。
	導水	揚水量	
	原動機出力		
	浄水	台数	
	揚水量		
	原動機出力		
送水施設	送水	台数	
	揚水量		
	原動機出力		
配水施設	配水	台数	
	揚水量		
原動機出力			

図 3-7 アンケート記入要領 (7/9)

用語集

1. 基礎情報 シート

調査項目	記入内容
整理番号	平成 28 年度 水道統計（施設・業務編） に示されている貴事業体に振られた 3 桁の番号
年間電力使用量	務所を除く水道施設での電力使用量
計画日最大給水量	分水を含む計画日最大給水量 （明確でない場合は空欄でよい）
実績日最大給水量	分水を含む一日最大給水量 （2018 年度実績）
実績日平均給水量	分水を含む一日平均給水量 （2018 年度実績）

2-1. 水量・電力使用量 シート

調査項目		記入内容
浄水場番号		「平成 28 年度水道統計 水質編」に記載されている番号
当該系統全体の給水人口		各浄水場から配水される 2018 年度末時点での給水人口
年間取水量		2018 年度における取水量実績
地	ダム直接	ダム等から直接導水路等により取水
表	ダム放流	水源手当をダム等に依存し、下流で取水
水	湖沼水	天然湖等の貯水池から直接取水
	表流水（自流）	上記以外の河川水の取水
地	伏流水	河床、湖水またはその付近を潜流している水
下	浅井戸水	自由水面を有し第一不透水層に達するまでの井戸（浅井戸）から取水する水
	深井戸水	第一不透水層以下の水を集水する井戸（深井戸）から取水する水
原水受水		用水供給事業または分水を受けた原水量
その他		湧水、天水、海水等上記以外の水
浄水受水		用水供給事業または分水を受けた浄水量

年間 浄 水 量	消毒のみ 緩速汙過 急速汙過 膜ろ過	浄水方法を区分して該当する浄水量を記入する。 高度浄水処理・その他の処理とは通常の浄水方法以外の処理を行っている場合の浄水量で前塩素処理及び中間塩素処理を除く。
	計 （うち高度浄水 処理等計）	膜ろ過（海水・淡水化）以外の処理水量を内数で記入した。
年間の給水量・分水量、用水量		給水量、分水量、用水量の合計 給水量：水道事業者が自己の給水区域に 対して給水した実績量。 分水量：当該水道用水供給事業者の実績 給水量。 用水量：当該水道事業者が他の水道事業者に分水した実績給水量。
電力 使 用 量	取水・導水工程 浄水工程 送水工程 配水工程	当年度における水道法第 3 条第 8 項の水道施設（水道のための取水、貯水、導水、浄水、送水、及び配水施設であって、当該水道事業者の管理に属するもの）の年間電力使用量（kWh）を入力する。また、事務所（庁舎、役場、オフィス等）の電力使用量を含まない。但し、事務所の電力使用量と切り分けることが出来ない部分については、水道施設の電力使用量とする。 なお、本数値に再生可能エネルギー設備による電力使用量は含まれない。

2-2. 水位高低 シート

調査項目	記入内容
水源の水位	取水している水源の平均管理水位を標高表記で記入する。 浄水受水の場合は、供給元の浄水施設が位置する標高を記入する。

図 3-8 アンケート記入要領（8/9）

	揚水設定高		ポンプ設備の揚水設定高を記入する。
	揚程高の最も大きいポンプの設定値		各施設において、複数の揚程高が設定されたポンプ設備がある場合、最も揚程高の大きいポンプについて、その揚水設定高を記入する。
	揚程高の最も小さいポンプの設定値		各施設において、複数の揚程高が設定されたポンプ設備がある場合、最も揚程高の小さいポンプについて、その揚水設定高を記入する。
施設別ポンプ設備	省エネ対策済み	台数 揚水量 原動機出力	以下 4 項目に該当するポンプ設備がある場合は、その台数、用水量、原動機出力の合計値を記入する。 1. インバーター制御システムの導入による運転制御方式の改善 2. 台数制御システムの導入による運転制御方式の改善 3. 羽根車の改造による運転制御方式の改善 4. 高効率ポンプ・モーターの導入

図 3-9 アンケート記入要領 (9/9)

表 3-1 アンケート調査票 (1/6)

水道事業におけるCO2削減ポテンシャル調査

【1. 事業体の基礎情報】

貴事業体全体の基礎情報についてお伺いします。下記、1～14の項目について、ご回答ください。
記入終了後は、次のシートにも回答をお願いします。

1. 貴事業体の都道府県番号（2桁）＋整理番号（3桁）
2. 事業体名
3. エネルギー等を管理する部署名
4. エネルギー等を管理する管理責任者名（回答者）
5. 電話番号
6. メールアドレス
7. 水道施設の年間電力使用量（2018年度）
※事務所の使用量は除きます
8. 給水人口（2018年度末）
9. 計画一日最大給水量（2018年度）
10. 実績日最大給水量（2018年度）
11. 実績日平均給水量（2018年度）
12. 直結給水階高（給水条例等）
13. 広域化構想又は広域化計画の有無

広域化を検討している他自治体⇒

広域化を推進する上での課題⇒

14. 水道ビジョンの策定状況（省エネ目標等の計画部分の有無と内容）※1

※1 水道ビジョンにおいて、省エネ目標/CO2削減目標などが掲げられていれば、その内容をご記入ください。また、PDF等での提供が可能な場合は、当該箇所のデータを本調査票と共に提出ください。
省エネ目標/CO2削減目標などが掲げられていない場合は、その旨を記入してください。

※2 2019年7月～10月の期間に、当課が業務委託をする業者（株式会社日水コン）によるヒアリング調査を実施します。このヒアリング調査は、回答いただいたCO2削減方策の実情やCO2削減方策導入のために必要な支援制度等への要望を直接お伺いするとともに、実際の現場を確認させていただくものです。
ヒアリング対象事業所は、各事業体の意向に加え、規模・配水方法等を踏まえて選定いたします。

表 3-2 アンケート調査票 (2/6)

[illegible]

表 3-3 アンケート調査票 (3/6)

[illegible]

表 3-4 アンケート調査票 (4/6)

【2-3. 貴事業体の浄水施設、主要構造物に関する情報】

主な系統別（浄水場系統）にご回答ください。

[illegible]

表 3-5 アンケート調査票 (5/6)

[illegible]

表 3-6 アンケート調査票 (6/6)

【3. 当該系統におけるCO2削減方策の実施状況】															
当該系統における、CO2削減方策の実施状況についてご回答ください。															
方策レベル	方策	対象となる設備の区分	方策の内容	実施の有無 (プルダウン)	実施済みの場合は、対策 を実施している浄水場系 統（例：〇〇浄水場系 統、全系統など）	未実施の場合、実施可能とする施策（案） (プルダウン)	電力消費量 削減効果 (kWh/年)	処理水量・ 通水量 (m3/年)	【自動計算】 水量当たりの 電力使用量削減効果 (kWh/m3)	整備費 (千円) (実施予定の場合は、見込み等)	点検補修費 (千円/年) (実施予定の場合は、見込み等)	整備期間等 (自由記入)	備考 (自由記入)		
レベル 1	投資が伴わない 方策 (運転管理方法の 見直し等)	1 運転の効率化	1 取水・導水工程（ポンプ設備）	1 流量の平準化に伴う管路抵抗の軽減											
			取水・導水工程（除塵機）	2 運転時間・運転間隔の調整による運転の効率化											
			2 浄水（沈殿・ろ過）処理	1 原水の質に応じた運転時間・運転間隔の調整によるスラッジ掻き機の運転の効率化											
			3 高度浄水処理	1 オゾン注入量の制御によるオゾン発生装置の運転の効率化											
			2 紫外線照射強度・照射時間処理の効率化												
			4 排水処理（排泥濃縮機）	1 運転時間・運転間隔の調整による運転の効率化											
		2 維持管理の効率化	排水処理（排泥脱水機）	2 運転時間・運転間隔の調整による脱水の効率化											
			5 送水・配水工程	1 適正な配水池容量の確保による定量送水											
			6 総合管理のための設備	1 取水・導水・送水・配水工程等における自然流下等の有効利用											
			2 浄水（沈殿・ろ過）処理	1 洗浄の頻度・時間等の見直し											
			2 2次（ろ過抵抗）到達洗浄等による洗浄の効率化												
			3 洗浄速度・圧力の適正化												
		3 管理水位の変更による 省エネルギー化	4 頻度・時間等の見直しによる膜洗浄の効率化												
			1 高度浄水処理	1 洗浄頻度・時間等の見直しによる洗浄の効率化（粒状活性炭）											
			2 洗浄速度・圧力の適正化（粒状活性炭）												
			1 取水・導水工程	1 取水ポンプ揚程設定値を低下											
			2 浄水（沈殿・ろ過）処理	1 ポンプ揚程設定値を低下											
			3 高度浄水処理	1 ポンプ揚程設定値を低下											
		4 水源取水水量の変更	4 排水処理	1 ポンプ揚程設定値を低下											
			5 送水・配水工程	1 管理水深値を低下											
1 取水・導水工程	1 自然流下の利用できる水源からの取水水量増加														
2 浄水（沈殿・ろ過）処理	1 低速モーターの導入等による駆動方式の見直し（急速攪拌装置・低速攪拌装置）														
レベル 2	設備更新等に 投資が伴う方策 (既存設備更新等)	1 高効率機器の導入		2 効率的な駆動方式の採用によるスラッジ掻き奇機の運転の効率化											
				3 RO膜（逆浸透膜）ろ過の排水圧力を利用した動力回収水車の導入											
				4 流入落差を利用した膜ろ過システムの導入											
			3 高度浄水処理	1 高効率オゾン発生装置の導入											
		2 自動化システムの導入	5 送水・配水工程	1 送水・配水施設における末端圧制御によるポンプ制御の適正化											
				2 送水・配水施設における送水系統の流量制御等によるポンプ制御の適正化											
			6 総合管理のための設備	1 配水管網への水圧監視システムの導入											
				2 電力原単位及び管路損失などを考慮した水運用システムの導入											
		3 適切な機器の導入/最適化		3 エネルギー原単位の分析のための処理工程単位・主要設備単位・機器単位での電力計の設置（見える化）											
			2 浄水（沈殿・ろ過）処理	1 駆動軸の改良、泵車の材質・構造等の改良による効率化（急速攪拌装置・低速攪拌装置）											
			4 排水処理	1 天日乾燥及び脱水機の使用による脱水の効率化											
				2 脱水の効率化に適した駆動方式の選定											
			5 送水・配水工程	1 大・少量ポンプの組合わせによる幅広い需要量への対応											
				2 適正な配水池容量の確保による定量送水											
レベル 3	水供給工程の 見直し等に 投資が伴う方策 (施設の新築合等)	1 位置エネルギーの活用	1 取水・導水工程	1 上下流の水位差による運転制御（除塵機）											
			2 浄水（沈殿・ろ過）処理	1 ばね式凝集池の導入											
				2 自己逆流洗浄型自然平流ろ過池の導入											
			6 総合管理のための設備	1 取水・導水・送水・配水工程等における自然流下等の有効利用											
		2 広域化/施設の新築合		2 位置エネルギーを利用した施設の整備											
				1 フロック配水システムの導入											
				2 送水・配水管路の分離による圧力管理の適正化											
				3 漏水防止対策の推進											
その他	上記以外の取組みに ついてご記入ください。		4 設備管理の一元化・設備の集中監視等による広域的運用システムの導入												

3.2 アンケート集計結果

(1) アンケート回答状況

2019 年 7～9 月に実施した第 1 回アンケートについて、回答状況を整理し表 3-7 に示した。

第 1 回アンケートは、1,093 件の回答があり、回答率は 76.8%であった。なお、1,093 件のうち 1 件は、様式 1（水道事業者に関する基礎情報）のみの回答であったため、後段の整理は全事業者数を 1,092 件として取り扱った。

表 3-7 アンケート回答結果

	都道府県	回答事業者数	アンケート発送数	回答率
01	北海道	67	99	67.7%
02	青森県	23	27	85.2%
03	岩手県	28	28	100.0%
04	宮城県	31	35	88.6%
05	秋田県	14	22	63.6%
06	山形県	31	33	93.9%
07	福島県	39	41	95.1%
08	茨城県	35	47	74.5%
09	栃木県	26	26	100.0%
10	群馬県	25	25	100.0%
11	埼玉県	48	56	85.7%
12	千葉県	36	49	73.5%
13	東京都	5	6	83.3%
14	神奈川県	14	21	66.7%
15	新潟県	22	32	68.8%
16	富山県	12	15	80.0%
17	石川県	14	19	73.7%
18	福井県	9	17	52.9%
19	山梨県	11	18	61.1%
20	長野県	37	65	56.9%
21	岐阜県	29	41	70.7%
22	静岡県	28	41	68.3%
23	愛知県	40	44	90.9%
24	三重県	28	31	90.3%
25	滋賀県	18	24	75.0%
26	京都府	14	24	58.3%
27	大阪府	44	45	97.8%
28	兵庫県	41	48	85.4%
29	奈良県	15	30	50.0%
30	和歌山県	28	29	96.6%
31	鳥取県	7	12	58.3%
32	島根県	13	15	86.7%
33	岡山県	21	27	77.8%
34	広島県	22	22	100.0%
35	山口県	14	16	87.5%
36	徳島県	10	18	55.6%
37	香川県	0	1	0%
38	愛媛県	23	32	71.9%
39	高知県	8	17	47.1%
40	福岡県	46	56	82.1%
41	佐賀県	13	19	68.4%
42	長崎県	16	23	69.6%
43	熊本県	18	30	60.0%
44	大分県	17	17	100.0%
45	宮崎県	15	20	75.0%
46	鹿児島県	18	33	54.5%
47	沖縄県	20	27	74.1%
	合計	1,093	1,423	76.8%

(2) 年間浄水量、電力使用量、電力原単位

1,092 の水道事業者から回答があり、4,064 系統についての回答を得た。ただし、水量や電力使用量について単位ミスと思われる回答があり、これらを除くと 960 の水道事業者、3,609 系統についての有効回答が得られた。

有効回答分の給水人口は 0.8 億人であり全国給水人口 1.2 億人の 68%、年間浄水量は 91 億 m³ であり全国合計値 149 億 m³ の 61% に相当する。電力使用量は 4,183 百万 kWh であり全国合計値 7,215 百万 kWh の 58% であった。

年間浄水量当たりの電力使用量（以下、「電力原単位」と呼ぶ）は 0.459kWh/m³ であった。

表 3-8 給水人口、年間浄水量、電力使用量のアンケート集計値

		上水道事業者等の数	系統数	給水人口	年間浄水量	年間の電力使用量	電力使用量/年間浄水量
				人	千m ³ /年	kWh	kWh/m ³
本調査	有効回答	960	3,609	81,205,493	9,115,092	4,183,238,234	0.459
	無効回答	132	455	15,260,887	2,048,271	764,802,603	0.373
【参考】水道統計 (平成28年度版)		1447	-	120,229,643	14,895,810	7,215,555,210	0.484

356 の水道事業者、1,553 系統について工程別の電力使用量の回答が得られたことから、工程別の電力使用量を集計すると、送水工程と配水工程で全体の 60% の電力が使用されていることが把握された。

表 3-9 工程別の電力使用量

	上水道事業者等の数	系統数	取水工程	導水工程	浄水工程	送水工程	配水工程	合計
			kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
工程別の電力使用量が把握できた回答	356	1,553	216,269,965	93,758,415	208,609,575	527,838,438	228,589,397	1,275,065,790
			17.0%	7.4%	16.4%	41.4%	17.9%	100.0%

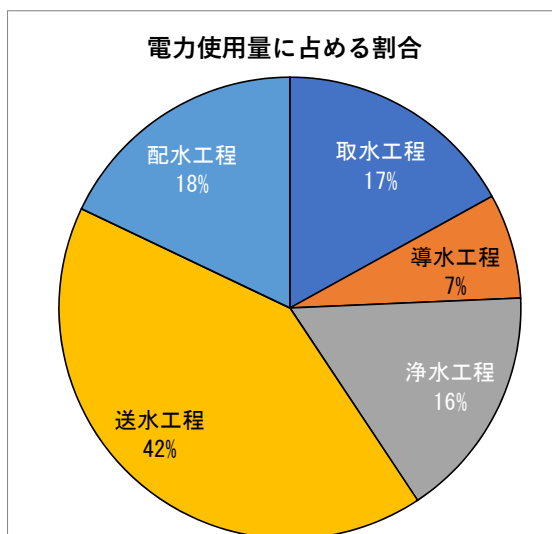


図 3-10 電力使用量に占める各工程の割合

系統ごとの給水人口の規模別に、給水人口、年間浄水量、電力使用量を集計し表 3-10、図 3-11 及び図 3-12 示した。給水人口の規模が小さいものほど、電力原単位が大きくなる傾向が認められた。

全国水道事業者の電力使用量に占める割合は、特定の規模で大きくなっていないことから、全国水道事業者における脱炭素の取り組みを進めるためには、規模によらず、各事業者で実施できる対策を進めていくことが必要である。

上水道事業等の系統ごとの電力原単位の分布は図 3-13 のとおりであり、最頻値は 0.5～0.6kWh/m³であった。

表 3-10 給水人口規模別の電力使用量

給水人口	上水道事業者等の数	系統数	給水人口	年間浄水量	年間の電力使用量	電力使用量/年間浄水量
			人	千m ³ /年	kWh	kWh/m ³
0.5万人未満	174	1303	500,117	102,252	46,799,686	0.458
0.5万～1万人未満	159	432	1,158,331	141,478	77,403,662	0.547
1万～2万人未満	155	376	2,269,513	236,140	140,379,600	0.594
2万～3万人未満	90	180	2,232,746	214,934	106,084,281	0.494
3万～5万人未満	93	185	3,642,336	337,448	149,380,929	0.443
5万～10万人未満	88	174	6,104,709	545,303	254,417,222	0.467
10万～25万人未満	59	105	9,144,204	793,337	299,970,468	0.378
25万～50万人未満	12	27	3,939,844	271,932	88,385,336	0.325
50万～100万人未満	3	12	2,017,580	65,698	22,652,880	0.345
100万人以上	4	8	8,201,616	713,995	181,398,738	0.254
系統ごとに人口が把握できない	956	3,601	73,003,877	8,401,097	4,001,839,496	0.476
計	960	3,609	81,205,493	9,115,092	4,183,238,234	0.459

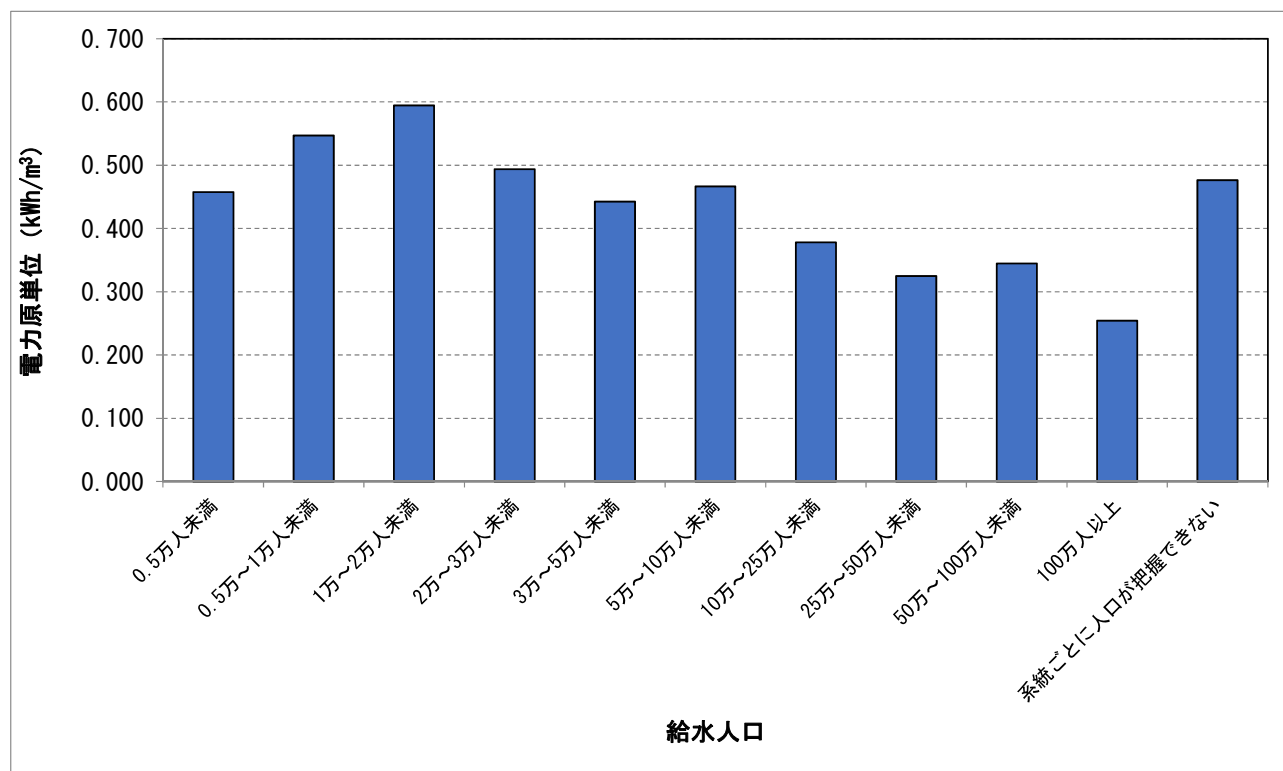


図 3-11 給水人口規模別の電力原単位

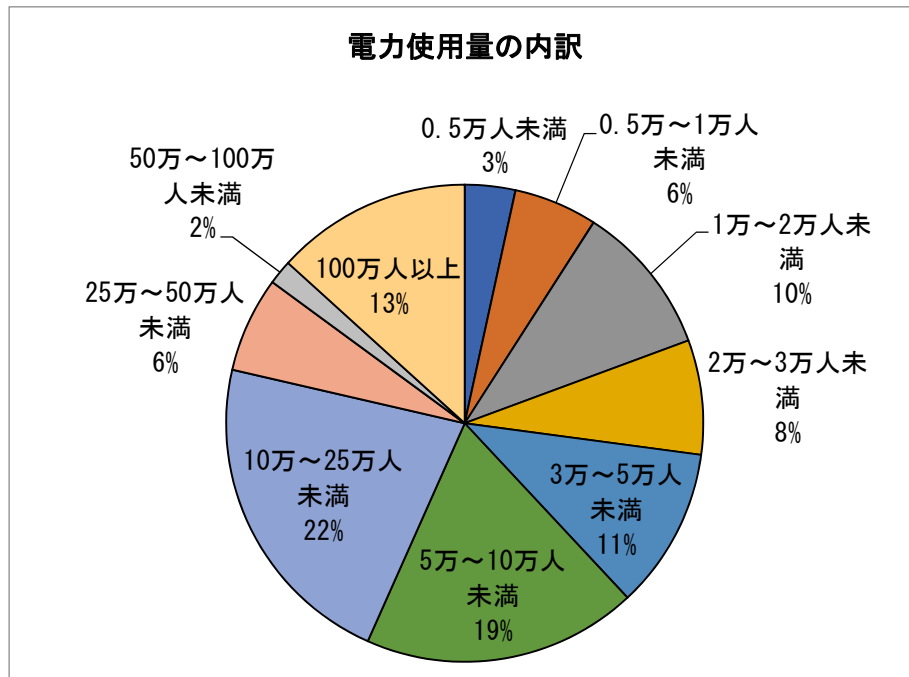


図 3-12 全国の電力使用量に占める給水人口規模別水道事業者の割合

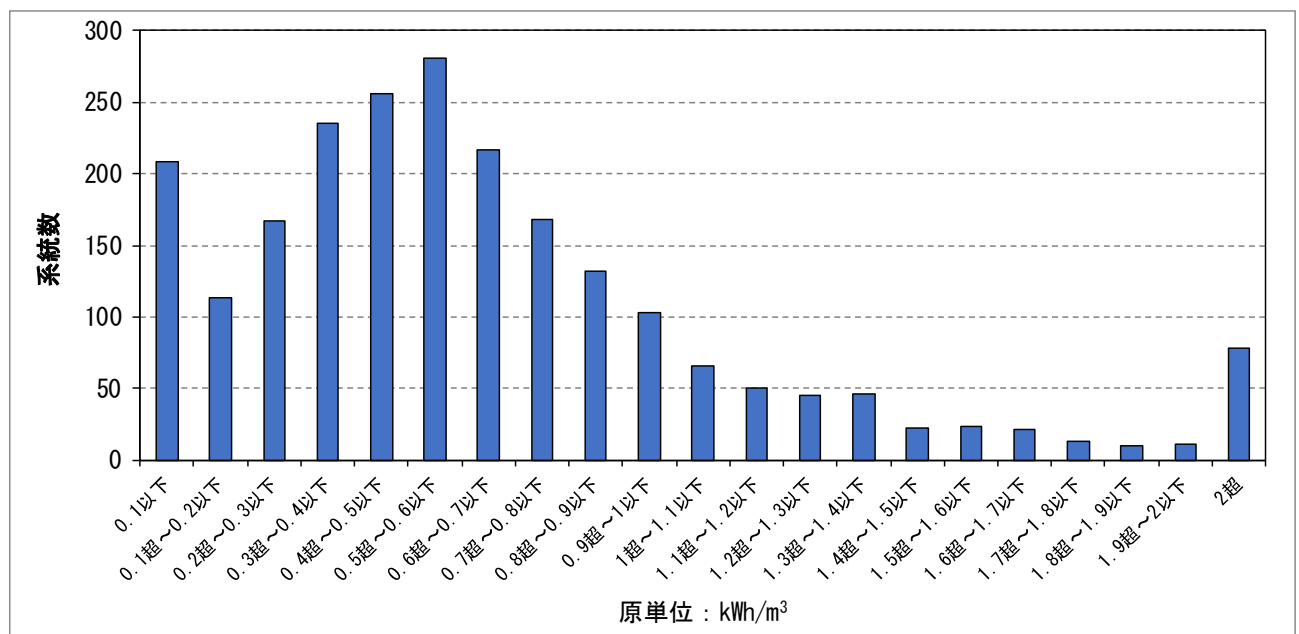


図 3-13 系統別の電力原単位の分布

(3) 高低差と電力原単位

系統ごとに水源から給水区域までの水位高低図について把握を行った。水源や配水池などが複数ある場合には、標高の最大値と最小値の平均値を採用して、当該系列の揚程高とした。

図 3-14 の水位高低図では、取水から浄水場までは自然流下方式で、浄水場から配水池までの送水がポンプ加圧方式となっている。このことは、上流取水と自然流下方式での配水となっており、水源水質の安全性の確保のための水源の上流化が実施されている。また、自然流下方式での配水は、災害時等の停電の場合でも配水が可能となっていることが全国の水道施設の傾向であることが確認できた。

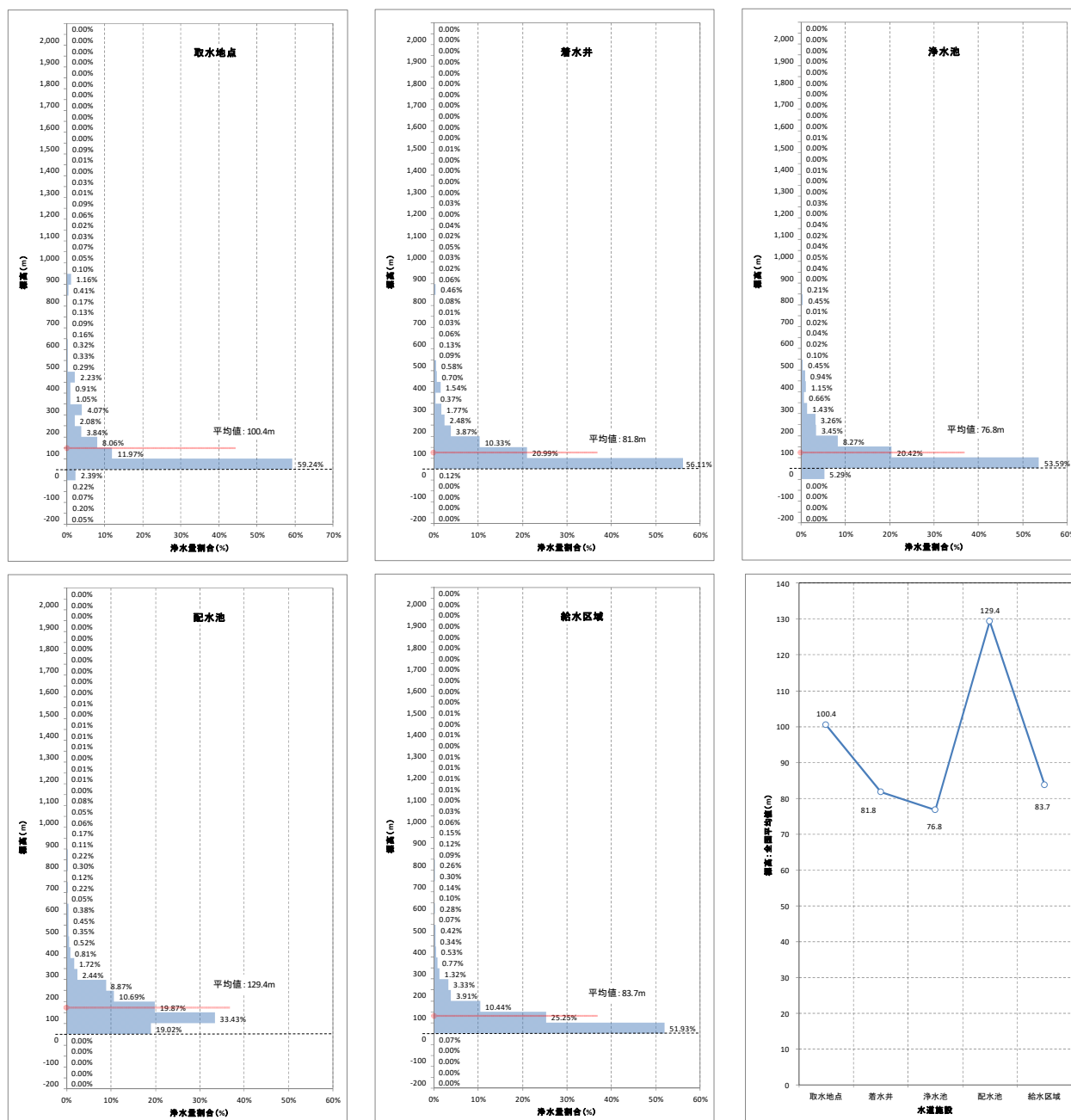


図 3-14 水位高低図

一方、給水区域標高別の浄水量割合は、図 3-15 に示すように標高が 0～100m の区間が全体の 77% となっており、図 3-16 に示すように地下水源等の標高の低い水源から、高いところへ設置された配水池から給水区域への自然流下方式となっている。この標高区間では、人口の集中とともに、水源位置を上流に確保できていないことが確認できた。

標高が 100～200m の区間は、全体の 14% となっており、取水から配水まで自然流下方式で水道水を供給する形態となっていることが確認できた。このことは、比較的標高の高い給水区域では、自然流下方式が採用できる配水池の設置が容易であることで、ポンプ圧送のための電力使用量が少ないことが確認できた。

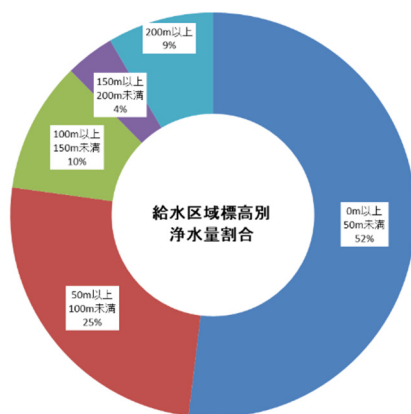


図 3-15 給水区域標高別の年間浄水量割合

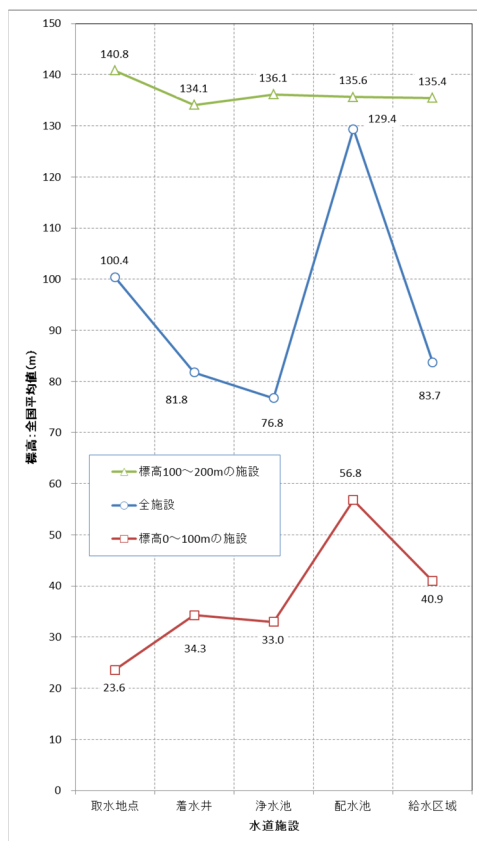


図 3-16 給水区域標高別の水位高低図

標高別の水位高低図から図 3-17 のような自然流下方式とポンプ加圧方式の境界の概念図が考えられ、2つの方式の採用される境界は、距離（導水距離と送配水距離）と標高に関係し、水量により境界の勾配が変わることとなる。このことから、規模による違い、水供給工程の高低差がエネルギーの使用状況に関連すると考えられる。

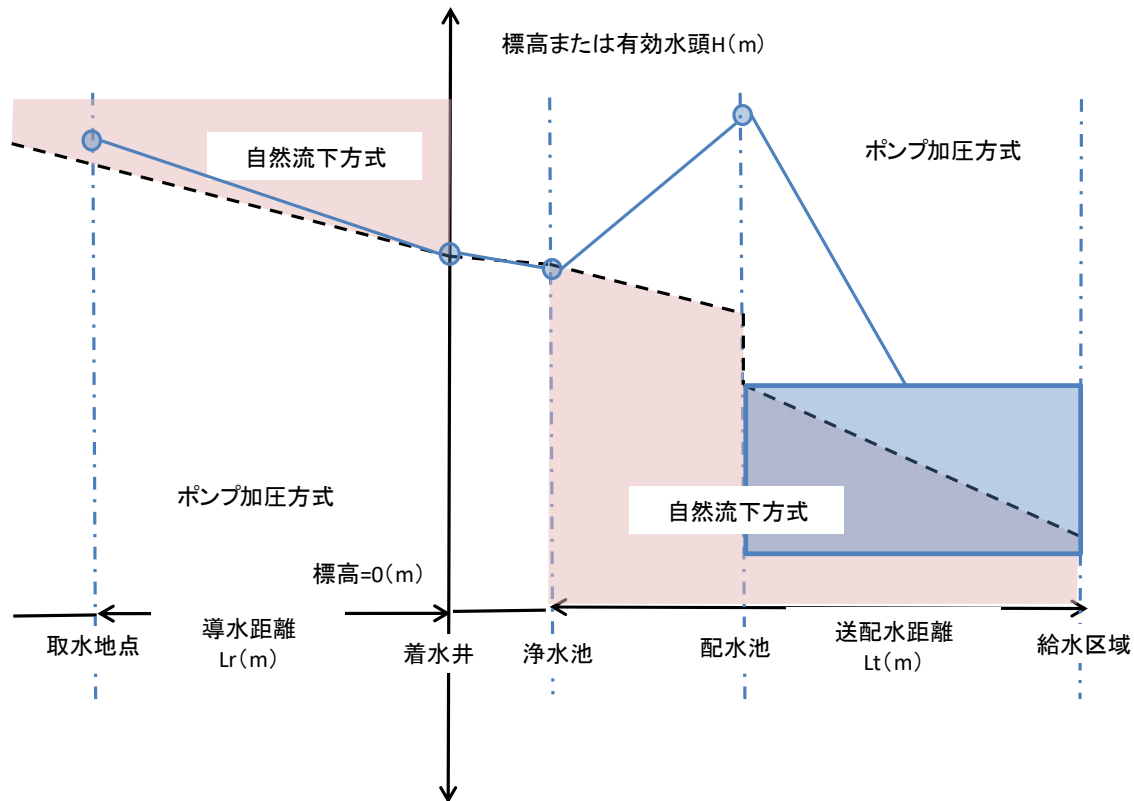


図 3-17 水位高低図による自然流下方式とポンプ加圧方式の概念図

着水井から給水区域までの揚程高について集計した結果を、表 3-11 及び図 3-18 に示す。自然流下で給水区域まで水を輸送できていると考えられる系列数は全体の 22%であった。揚程高が 100m を超える系列も、全体の 10%となっている。

揚程高と電力原単位の関係（図 3-18）を見ると、揚程高が大きくなるほど電力原単位が大きくなる傾向が認められる。直線の傾きは $0.0031 \text{ kWh/m}^3/\text{m}$ であり、揚程高が 10m 増加すると電力原単位が 0.031 kWh/m^3 増加することを示している。

毎秒 1 m^3 の水を 10m の高さまで輸送するときの出力は、

$$1,000 \text{ kg/s} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 10 \text{ m} \times 0.001 = 98 \text{ kW}$$

揚程高 10m、吐出量 $1 \text{ m}^3/\text{s}$ のポンプを 1 時間動かした場合の水量当たりの電力使用量は、

$$98 \text{ kW} \times 1 \text{ h} / (1 \text{ m}^3/\text{s} \times 3600 \text{ s}) = 0.027 \text{ kWh/m}^3$$

となり、図 3-18 の結果とおおむね整合している。ポンプ効率を 80% とすれば、

$$0.027 \text{ kWh/m}^3 \div 0.8 = 0.034 \text{ kWh/m}^3$$

であり直線の傾きに近くなる。これらの傾向より可能な限り自然流下方式とすると、電力原単位の削減につながることが把握された。なお、切片は給水区域の高低差等により生じるエネルギーと考えられる。

表 3-11 揚程高の分布と電力原単位（平均値）

	系列数	割合	電力原単位 (kWh/m ³)
自然流下のみ	531	23.0%	0.483
0m～10m以下	253	11.0%	0.587
10m～20m以下	169	7.3%	0.654
20m～30m以下	172	7.4%	0.703
30m～40m以下	153	6.6%	0.797
40m～50m以下	157	6.8%	0.583
50m～60m以下	181	7.8%	0.717
60m～70m以下	166	7.2%	0.704
70m～80m以下	129	5.6%	0.997
80m～90m以下	92	4.0%	0.830
90m～100m以下	71	3.1%	0.839
100m～110m以下	48	2.1%	0.769
110m～120m以下	36	1.6%	0.810
120m～130m以下	34	1.5%	0.994
130m～140m以下	21	0.9%	1.043
140m～150m以下	19	0.8%	1.352
150m～160m以下	12	0.5%	0.813
160m超	65	2.8%	0.869
計	2,309	100.0%	0.683

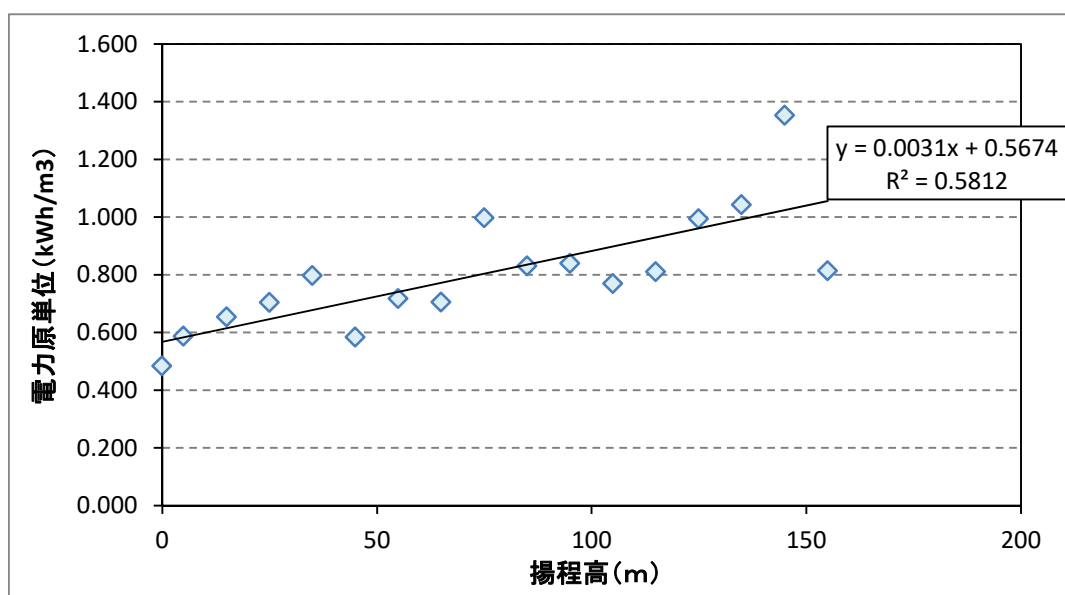


図 3-18 揚程高と電力原単位の関係

系統ごとに揚程高と電力原単位を整理すると、図 3-19 のとおりである。ばらつきが大きく明確な傾向は認められないが、回帰式を求めると揚程高が 10m 増加すると電力原単位が $0.025\text{kWh}/\text{m}^3$ 増加する傾向がみられた。この数値は、前述の理論式による推定値とおおむね整合している。

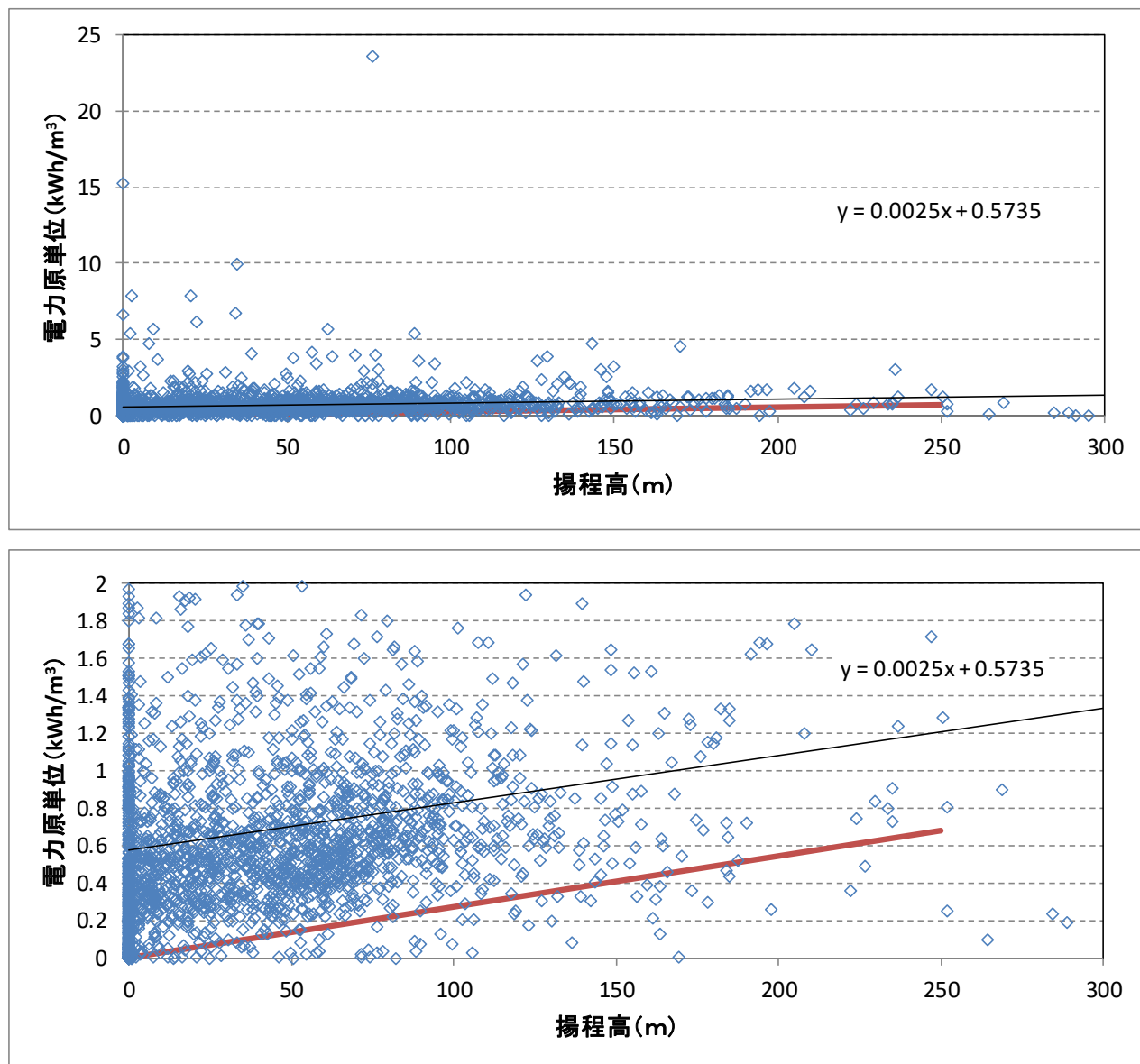


図 3-19 揚程高と電力原単位の関係（系統ごと）

(4) ポンプ設備の状況

ポンプ設備の状況については、3,549 系統について有効な回答が得られた。台数、揚水量、出力それぞれについて省エネルギー対策済みのものと、未対策のものに区分した。

ポンプ台数でみた場合には対策済みの割合が低い、揚水量、出力で見た場合には対策済みの割合が増加している。これらの結果から、比較的大きなポンプについては省エネルギー対策が進んでいると考えられる。

また、取水設備よりも送水、配水設備のポンプの方の省エネルギー対策が進んでいる。

表 3-12 ポンプ設備の台数、揚水量、出力

	台数(台)			揚水量(m ³ /min)			出力(kW)		
	計	うち省エネ対策済み	未対策	計	うち省エネ対策済み	未対策	計	うち省エネ対策済み	未対策
取水施設	7,275	1,110	6,165	28,642	10,847	17,795	235,882	72,489	163,393
導水施設	1,266	328	938	17,546	11,625	5,920	180,484	103,177	77,307
浄水施設	3,588	761	2,827	21,103	11,162	9,940	118,227	55,603	62,624
送水施設	10,217	2,327	7,890	46,662	26,344	20,318	725,039	382,026	343,013
配水施設	9,642	3,918	5,724	29,240	20,297	8,943	361,534	222,036	139,498
合計	31,988	8,444	23,544	143,192	80,275	62,917	1,621,166	835,330	785,836

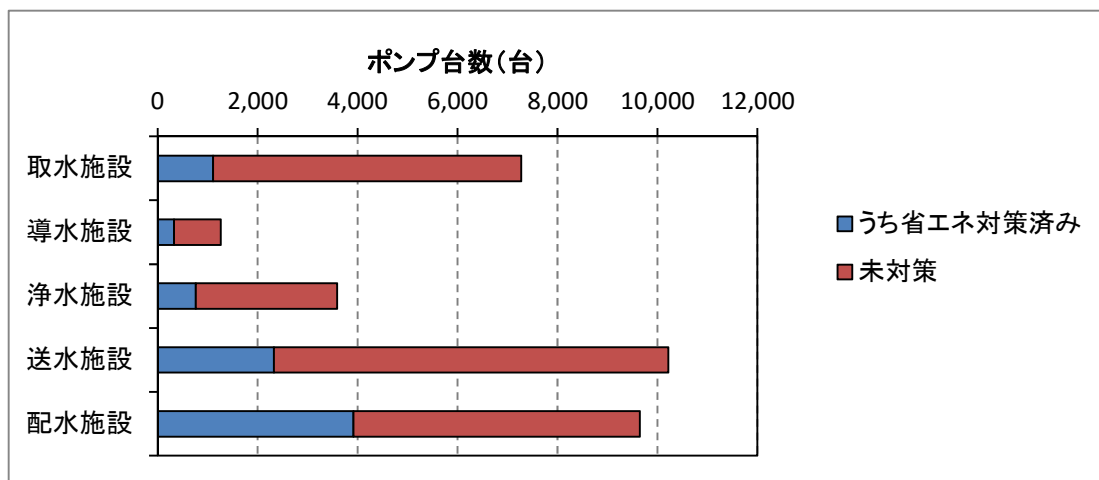


図 3-20 ポンプの省エネルギー対策の実施状況 (台数ベース)

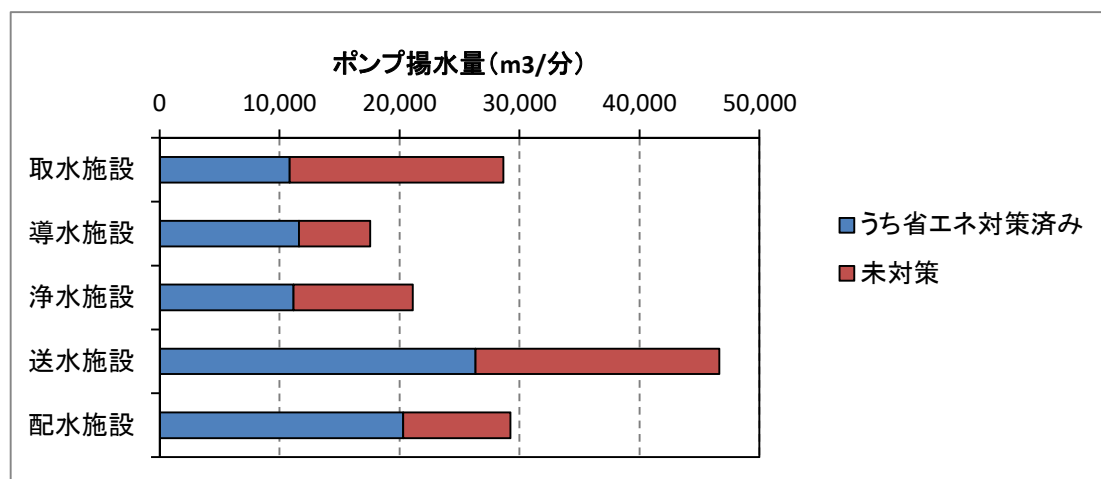


図 3-21 ポンプの省エネルギー対策の実施状況（揚水量ベース）

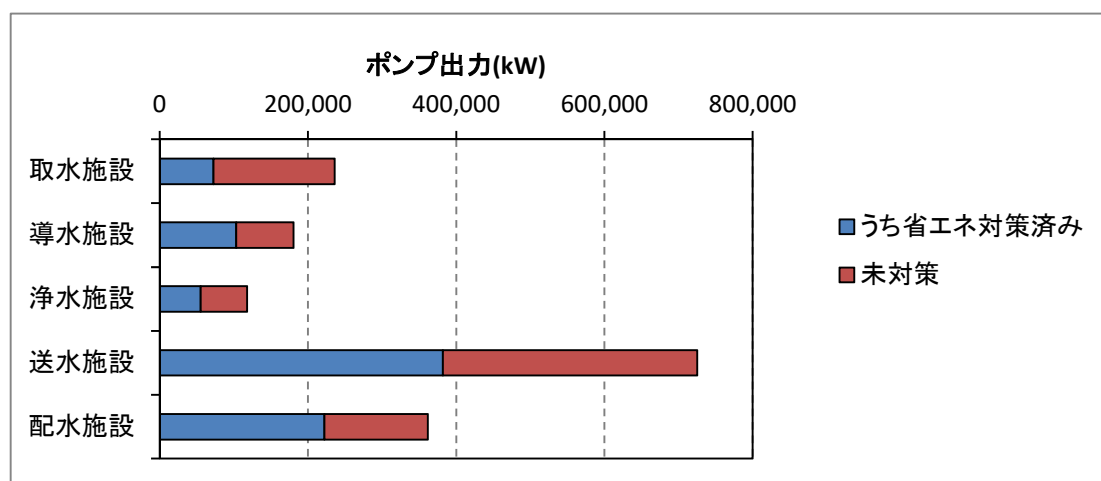


図 3-22 ポンプの省エネルギー対策の実施状況（出力ベース）

(5) CO2 削減方策の実施状況

事業者アンケート回答より、CO2 削減方策の実施状況について以下に整理した。

① 取水・導水工程

取水・導水工程に係る CO2 削減方策の実施状況は表 3-13 及び図 3-23 に示すとおりである。

このうち、「ポンプ吸引圧力の有効利用、流量平準化に伴う管路抵抗の軽減による運転の効率化」については、「該当施設なし」の割合が低く、広く実施可能な対策であると考えられる。

加えて、「未実施」と回答した事業者が 44%を占めており、今後普及することによる削減余地も大きいと考えられる。

表 3-13 取水・導水工程に係る対策の実施状況

方策レベル	設備区分	削減方策	実施済	未実施	検討中 (概略・基本 設計)	検討中 (詳細設計)	該当施設 なし	無回答	合計
レベル1 投資が伴わない 方策 (運転管理方法の 見直し等)	ポンプ設備	ポンプ吸引圧力の有効利用、流量の平準化に伴う管路抵抗の軽減による運転の効率化(p.S2-1)	208	483	12	5	292	97	1097
	除塵機	運転時間・運転間隔の調整による運転の効率化(p.S2-4)	133	206	4	2	655	97	1097
	除塵機	上下流の水位差による運転制御(p.S2-5)	46	209	5	2	736	99	1097

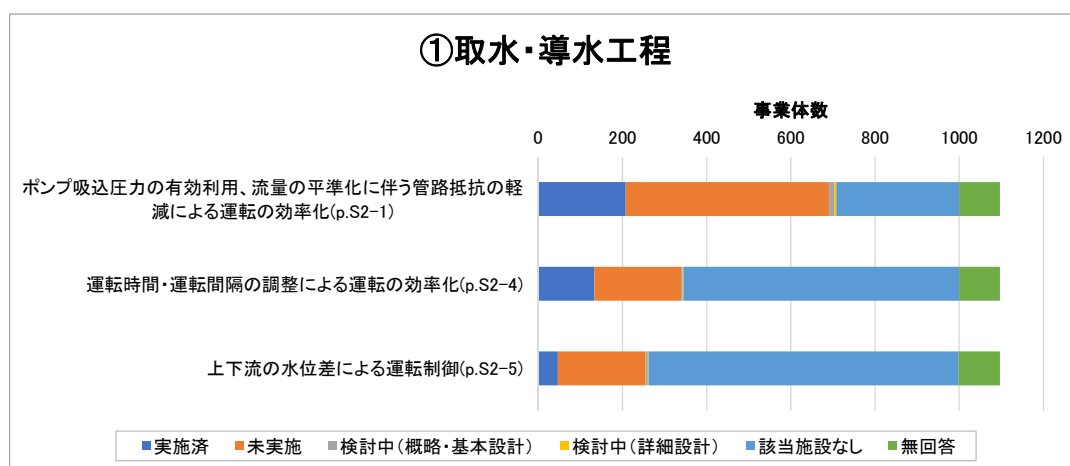


図 3-23 取水・導水工程に係る対策の実施状況

② 沈殿・ろ過工程

浄水工程の沈殿・ろ過工程に係る CO2 削減方策の実施状況は表 3-14 及び図 3-24 に示すとおりである。

「洗浄の頻度・時間等の見直し及びろ抗（ろ過抵抗）到達洗浄等による洗浄の効率化」は他の対策と比較して「該当施設なし」が少ないことから、他事業者へ展開できる余地は大きいと考えられる。

また、凝集池設備に係る攪拌装置の効率化については「未実施」の事業者が多く、今後普及することによる削減余地は大きいと考えられる。

表 3-14 沈殿・ろ過工程に係る対策の実施状況

方策レベル	設備区分	削減方策	実施済	未実施	検討中 (概略・基本設計)	検討中 (詳細設計)	該当施設なし	無回答	合計
レベル1 投資が伴わない方策 (運転管理方法の見直し等)	沈殿設備	原水の質に応じた運転時間・運転間隔の調整によるスラッジ掻き寄せ機の運転の効率化((p.S2-6))	121	262	7	1	610	96	1097
	ろ過池設備	洗浄の頻度・時間等の見直し及びろ抗(ろ過抵抗)到達洗浄等による洗浄の効率化(「洗浄の頻度・時間等の見直し」に特化して確認)((p.S2-7))	339	288	14	3	360	93	1097
	ろ過池設備	洗浄の頻度・時間等の見直し及びろ抗(ろ過抵抗)到達洗浄等による洗浄の効率化(「ろ抗(ろ過抵抗)到達洗浄等による洗浄の効率化」に特化して確認)((p.S2-2))	201	366	10	4	420	96	1097
	ろ過池設備	洗浄速度・圧力の適正化((p.S1-5))	231	329	7	5	429	96	1097
	膜ろ過設備	頻度・時間等の見直しによる膜洗浄の効率化((p.S2-10))	62	152	5	1	780	97	1097
レベル2 設備更新等に投資が伴う方策 (既存設備更新等)	凝集池設備	急速攪拌かくはん装置・緩速攪拌かくはん装置の効率化のための低速モーター又はインバーター制御システムの導入等による駆動方式の見直し、駆動軸の改良、翼車の材質・構造等の改良(「低速モーターの導入」に特化して確認)((p.S1-10))	83	380	13	7	516	98	1097
	凝集池設備	急速攪拌かくはん装置・緩速攪拌かくはん装置の効率化のための低速モーター又はインバーター制御システムの導入等による駆動方式の見直し、駆動軸の改良、翼車の材質・構造等の改良(「駆動軸の改良、翼車の材質・構造等の改良」に特化して確認)((p.S1-10))	77	412	9	6	496	97	1097
	凝集池設備	迂流式凝集池の導入((p.S1-11))	81	294	6	1	616	99	1097
	沈殿設備	効率的な駆動方式の採用によるスラッジ掻き寄せ機の運転の効率化((p.S1-13))	58	264	7	8	660	100	1097
	ろ過池設備	自己逆流洗浄型自然平衡形ろ過池の導入((p.S1-17))	150	262	4	4	578	99	1097
	膜ろ過設備	流入落差を利用した膜ろ過システムの導入((p.S1-24))	10	159	4	2	824	98	1097
	膜ろ過設備	RO 膜(逆浸透膜)ろ過の排水圧力を利用した動力回収水車の導入((p.S1-27))	2	124	2	0	871	98	1097

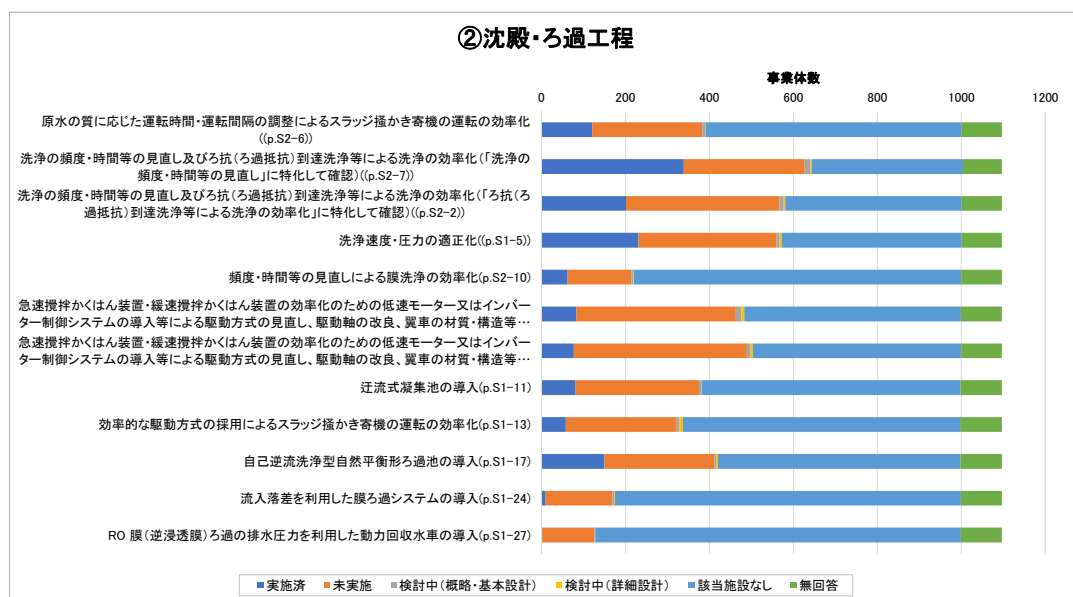


図 3-24 沈殿・ろ過工程に係る対策の実施状況

③ 高度処理工程

高度処理工程に係る CO2 削減方策の実施状況は表 3-15 及び図 3-25 に示すとおりである。

まず、高度処理工程は原水水質によって要否が左右されることから、本工程を有する事業者が限られてくる。そのため、対象施設がある事業者に絞ってその回答割合を見ていく。

粒状活性炭ろ過池設備に係る「洗浄頻度・時間等の見直しによる洗浄の効率化」や「洗浄速度・圧力の適正化」を実施している事業者は、該当事業者の約 1/3 に上り、比較的实施しやすい対策であることが推察される。

一方、高度処理工程は処理水質に直接影響するものであるため、「未実施」の事業者全てへ普及させることは難しいと考えられる。

表 3-15 高度処理工程に係る対策の実施状況

方策レベル	設備区分	削減方策	実施済	未実施	検討中 (概略・基本 設計)	検討中 (詳細設計)	該当施設 なし	無回答	合計
レベル1 投資が伴わない 方策 (運転管理方法の 見直し等)	オゾン処理設備	オゾン注入量の制御によるオゾン発生装置の運転の効率化(p.S2-11)	16	54	2	1	929	95	1097
	粒状活性炭ろ過池設備	洗浄頻度・時間等の見直しによる洗浄の効率化(p.S2-13)	50	94	3	1	853	96	1097
	粒状活性炭ろ過池設備	洗浄速度・圧力の適正化(p.S2-15)	41	97	3	1	859	96	1097
	紫外線処理設備	紫外線照射強度・照射時間の制御による紫外線処理の効率化(p.S2-16)	24	106	1	0	870	96	1097
レベル2 設備更新等に 投資が伴う方策 (既存設備更新等)	オゾン処理設備	高効率オゾン発生装置の導入(p.S1-33)	5	128	2	2	862	98	1097

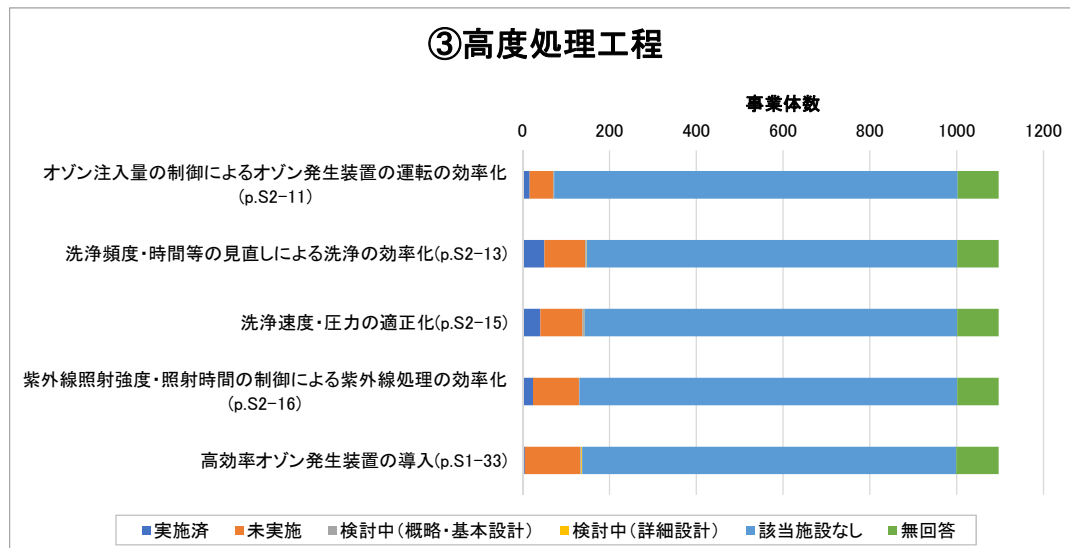


図 3-25 高度処理工程に係る対策の実施状況

④ 排水処理工程

排水処理工程に係る CO2 削減方策の実施状況は表 3-16 及び図 3-26 に示すとおりである。

「該当施設なし」の割合が高いことから、他事業者へ展開できる余地は小さいと考えられる。

また、該当施設を有する事業者においても、「実施済」と「未実施」の差が小さく、普及することによる削減余地は小さいと推察される。

表 3-16 排水処理工程に係る対策の実施状況

方策レベル	設備区分	削減方策	実施済	未実施	検討中 (概略・基本 設計)	検討中 (詳細設計)	該当施設 なし	無回答	合計
レベル1 投資が伴わない 方策 (運転管理方法の 見直し等)	排泥濃縮槽設備	運転時間・運転間隔の調整による運転の効率化(p.S2-17)	158	204	6	3	628	98	1097
	排泥脱水設備	運転時間・運転間隔の調整による脱水の効率化、天日乾燥及び脱水機の使用による脱水の効率化(「運転時間・運転間隔の調整による脱水の効率化」に特化して確認)(p.S2-18)	99	135	5	2	759	97	1097
	排泥脱水設備	運転時間・運転間隔の調整による脱水の効率化、天日乾燥及び脱水機の使用による脱水の効率化(「運天日乾燥及び脱水機の使用による脱水の効率化」に特化して確認)(p.S2-18)	237	188	8	3	565	96	1097
レベル2 設備更新等に 投資が伴う方策 (既存設備更新等)	排泥脱水設備	脱水の効率化に適した駆動方式の選定、脱水の効率化のための排熱利用による濃縮汚泥の加温(p.S1-40)	64	216	10	3	704	100	1097

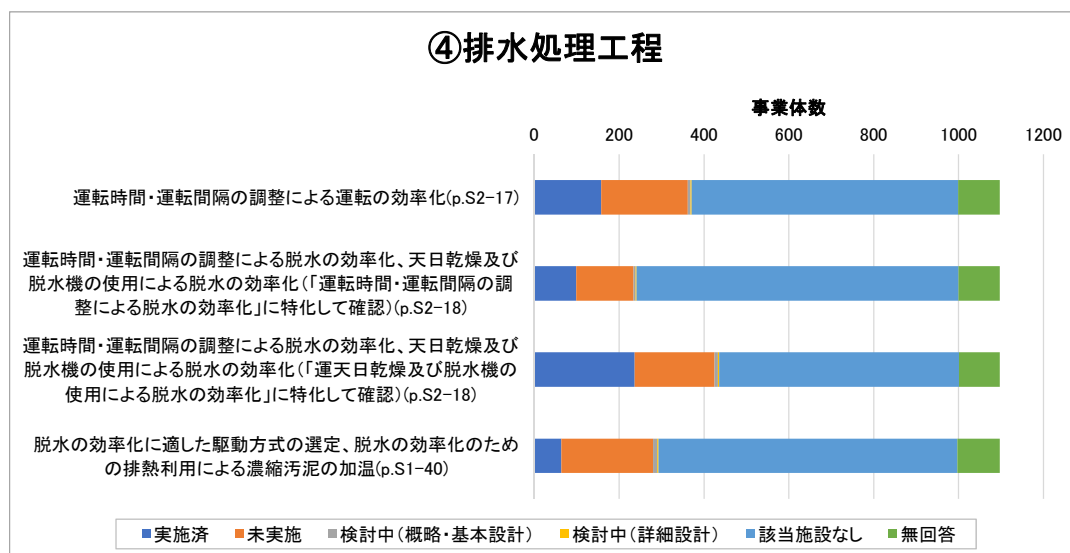


図 3-26 排水処理工程に係る対策の実施状況

⑤ 送水・配水工程

送水・配水工程に係る CO2 削減方策の実施状況は表 3-17 及び図 3-27 に示すとおりである。

「該当施設なし」の事業者が少なく、広く実施が可能と考えられる。

また、前述の表 3-9 から、送水・配水工程が占める電力使用量は全体の約 60%であることが示されているため、400 件以上ある「未実施」の事業者に今後普及することによって、大きな削減が可能であると推察される。

表 3-17 送水・配水工程に係る対策の実施状況

方策レベル	設備区分	削減方策	実施済	未実施	検討中 (概略・基本設計)	検討中 (詳細設計)	該当施設 なし	無回答	合計
レベル1 投資が伴わない 方策 (運転管理方法の 見直し等)	ポンプ設備	大・小容量ポンプの組合せによる幅広い需要量への対応 (p.S2-29)	176	578	12	2	234	95	1097
	ポンプ設備	適正な配水池容量の確保による定量送水(p.S2-30)	406	417	23	2	160	89	1097
レベル2 設備更新等に 投資が伴う方策 (既存設備更新等)	ポンプ設備	送水・配水施設における末端圧制御・送水系統の流量制御 等によるポンプ制御の適正化(「末端圧制御」に特化して確 認)(p.S2-22)	200	498	10	0	295	94	1097
	ポンプ設備	送水・配水施設における末端圧制御・送水系統の流量制御 等によるポンプ制御の適正化(「流量制御」に特化して確 認)(p.S2-22)	291	467	12	1	227	99	1097
レベル3 水供給工程の 見直し等に 投資が伴う方策 (施設の統廃合等)	施設全体	ブロック配水システムの導入(p.S1-51)	153	546	34	4	245	116	1098
	施設全体	漏水防止対策の推進(p.S2-25)	399	416	38	4	115	126	1098
	ポンプ設備	送水・配水管路の分離による圧力管理の適正化(p.S2-27)	224	461	20	2	278	115	1100

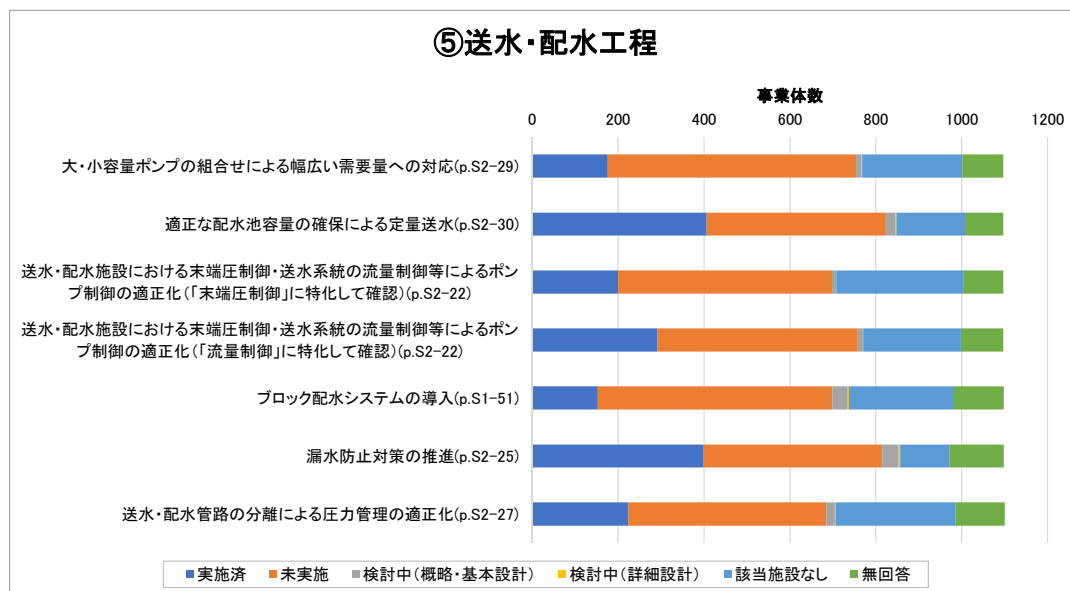


図 3-27 送水・配水工程に係る対策の実施状況

⑥ 総合管理

総合管理に係る CO2 削減方策の実施状況は表 3-18 及び図 3-28 に示すとおりである。

「該当施設なし」の事業者は少なく、広く実施が可能な対策と考えられる。

この中で、方策レベル 1 の「取水・導水・送水・配水工程等における自然流下系統の有効利用」と方策レベル 3 の「位置エネルギーを利用した施設の整備」はどちらも位置エネルギーを有効活用する対策であるが、前者は全体の半数近く（47％）が「実施済」であることに比べ、後者は約 1/4（25％）にとどまっている。投資が必要であることがハードルになっていると想定されるが、「未実施」の割合が約 40％を占めており、今後普及することによる削減余地も大きいと推察される。

また、水運用管理・監視制御システムの導入については「未実施」の事業者が多く、普及による削減余地が大きいと考えられるが、中でも「設備管理の一元化・設備の集中監視等による広域的運用システムの導入」は導入事例が多く、比較的容易に取り組むことのできる対策であると想定される。

なお、本調査では各対策に関するエネルギー削減量等の実績もアンケート項目に盛り込んでいたが、具体的な数値を回答いただいた事例は少数であった。これは、「エネルギー原単位の分析のための処理工程単位・主要設備単位・機器単位での電力計の設置」を実施している事業者数が 64 件（回答事業者の約 6％）であったことを踏まえて考察すると、工程ごと・設備ごとに電力計等が設置されていないために対策ごとの効果が把握できない事業者が大多数を占めていることが原因として考えられた。

表 3-18 総合管理に係る対策の実施状況

方策レベル	設備区分	削減方策	実施済	未実施	検討中 (概略・基本 設計)	検討中 (詳細設計)	該当施設 なし	無回答	合計
レベル1 投資が伴わない 方策 (運転管理方法の 見直し等)	水運用管理	取水・導水・送水・配水工程等における自然流下系統の有効利用(p.S2-31)	517	300	17	8	169	86	1097
レベル3 水供給工程の 見直し等に 投資が伴う方策 (施設の統廃合等)	水運用管理	位置エネルギーを利用した施設の整備(p.S1-53)	277	444	30	6	242	98	1097
	水運用管理	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(p.S1-57)	47	715	12	3	221	99	1097
	監視制御システム	エネルギー原単位の分析のための処理工程単位・主要設備単位・機器単位での電力計の設置(p.S1-62)	64	745	6	5	178	99	1097
	監視制御システム	配水管網への水圧監視システムの導入(p.S1-67)	92	652	9	1	243	100	1097
	監視制御システム	設備管理の一元化・設備の集中監視等による広域的運用システムの導入(p.S1-69)	333	438	46	5	165	111	1098

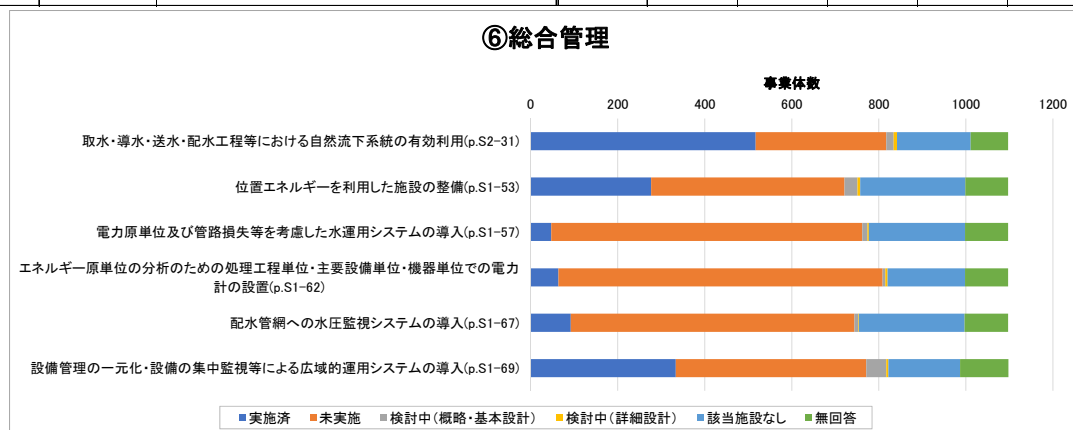


図 3-28 総合管理に係る対策の実施状況

3.3 調査結果のまとめ

全国の上水道事業者等へのアンケート結果より、以下の事項が把握された。

- ・電力原単位は $0.459\text{kWh}/\text{m}^3$ であった。
- ・送水、配水工程で全体の 60% の電力が使用されていることが把握された。
- ・電力使用量に占める割合は、特定の規模に偏っていないことから、脱炭素の取り組みを進めるためには、規模によらず、各事業者で実施できる対策を進めていくことが必要である。
- ・揚程高と電力原単位の関係（前述、図 3-19）を見ると、揚程高が大きくなるほど電力原単位が大きくなる傾向が認められた。直線の傾きは $0.0031\text{kWh}/\text{m}^3/\text{m}$ であり、揚程高が 10m 増加すると電力原単位が $0.031\text{kWh}/\text{m}^3$ 増加することを示している。可能な限り自然流下方式とすると、電力原単位の削減につながることを把握された。
- ・比較的大きなポンプについては省エネルギー対策が進んでいると考えられる。また、取水設備よりも送水、配水設備のポンプの方が省エネルギー対策は進んでいる。
- ・水道システムにおける電力使用量は、距離（導水距離と送配水距離）と取水地点から給水区域までの標高差に関係している。距離は、浄水場システムの規模（年間浄水量）と関係があり、標高差は水源種別（ダム、河川水、地下水、浄水受水）と関係があると考えられる。このため、ケーススタディ対象事業者を選定する際は、規模と水源種別の 2 つの観点から選定することとした（表 3-19）。

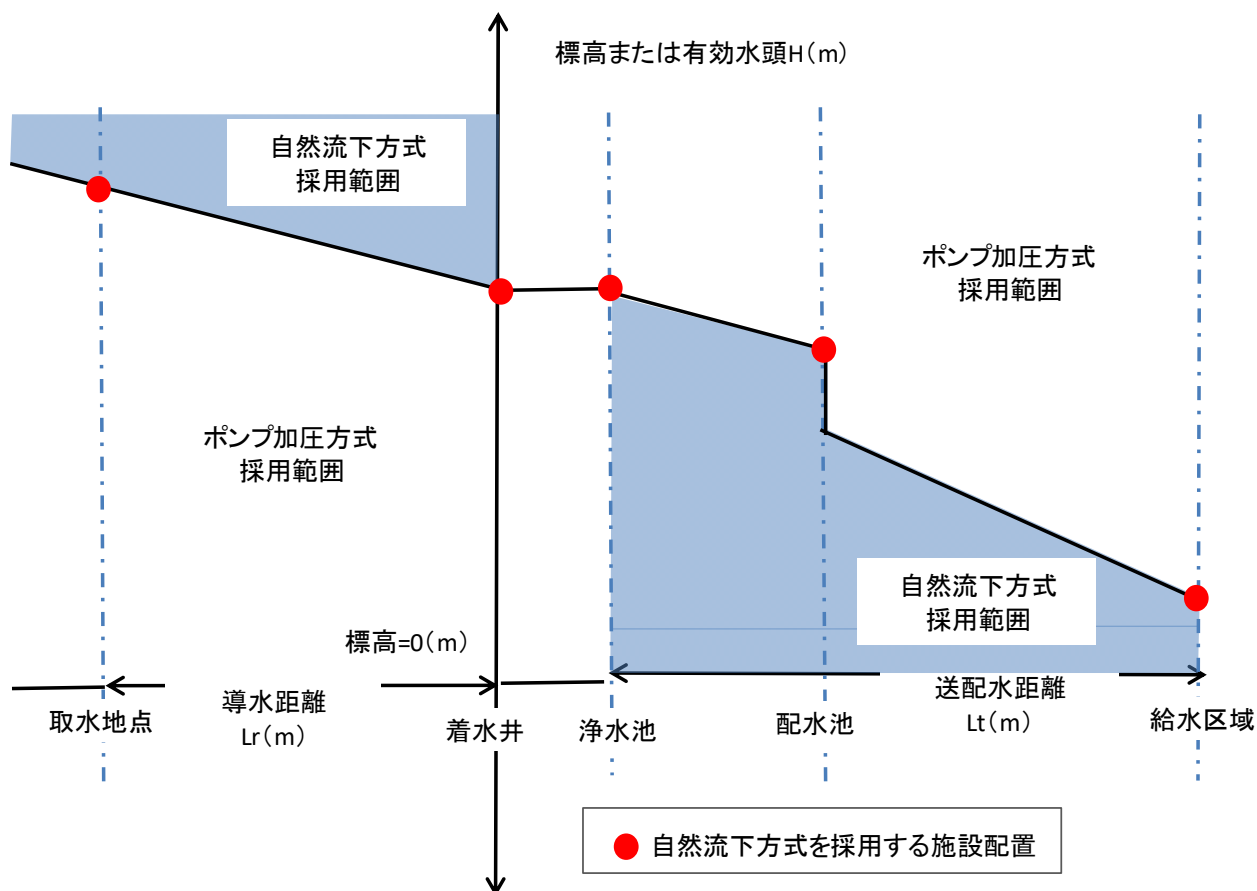


図 3-29 水道システムにおける水の輸送に係る概念図

表 3-19 ケーススタディ対象事業者を選定するにあたり考慮する 2 つの視点

水源 供給水量 (m ³ /日)		ダム	河川	地下水	浄水受水
小	6,000 未満	A	B	C	D
中	6,000～20,000	E	F	G	H
大	20,000 以上	I	J	K	L

また、CO2 削減方策の実施状況について調査したところ、以下の事項が把握された。

○取水・導水工程

- ・「ポンプ吸引圧力の有効利用、流量平準化に伴う管路抵抗の軽減による運転の効率化 (p. S2-1)」は、広く実施可能な対策であると同時に、今後普及することによる削減余地も大きいと考えられる。

○沈殿・ろ過工程

- ・「洗浄の頻度・時間等の見直し及びろ抗（ろ過抵抗）到達洗浄等による洗浄の効率化 (p.S2-7)」は他事業者へ展開できる余地は大きいと考えられる。
- ・凝集池設備に係る攪拌装置の効率化については「未実施」の事業者が多く、今後普及することによる削減余地は大きいと考えられる。

○高度処理工程

- ・粒状活性炭ろ過池設備に係る「洗浄頻度・時間等の見直しによる洗浄の効率化 (p. S2-13)」や「洗浄速度・圧力の適正化 (p. S2-15)」は、比較的实施しやすい対策であると推察されるが、高度処理工程は処理水質に直接影響するものであるため、「未実施」の事業者全てへ普及させることは難しいと考えられる。

○排水処理工程

- ・「該当施設なし」の割合が高く、他事業者へ展開できる余地は小さいと考えられる。
- ・該当施設を有する事業者においても、「実施済」と「未実施」の差が小さく、普及することによる削減余地は小さいと推察される。

○送水・配水工程

- ・「該当施設なし」の事業者が少なく、広く実施が可能な対策と考えられる。
- ・送水・配水工程が占める電力使用量は全体の約 60%であるため、400 件以上ある「未実施」の事業者は今後普及することによって、大きな削減が可能であると推察される。

○総合管理

- ・「該当施設なし」の事業者は少なく、広く実施が可能な対策と考えられる。
- ・位置エネルギーを活用する対策のうち、投資が必要な「位置エネルギーを利用した施設の整備 (p. S1-53)」はハードルが高い一方で、「未実施」の割合が約 40%を占めており、今後普及することによる削減余地も大きいと推察される。
- ・水運用管理・監視制御システムの導入については「未実施」の事業者が多く、普及による削減

余地が大きいと考えられるが、中でも「設備管理の一元化・設備の集中監視等による広域的運用システムの導入（p. S1-57）」は導入事例が多く、比較的容易に取り組むことのできる対策であると想定される。

- ・「エネルギー原単位の分析のための処理工程単位・主要設備単位・機器単位での電力計の設置（p. S1-62）」を実施している事業者数が 64 件（回答事業者の約 6%）であったことから、工程ごと・設備ごとに電力計等が設置されていないために対策ごとの効果が把握できない事業者が大多数を占めていることが推察される。

上記にて工程別に整理した対策のうち、普及の可能性があるものや削減余地があるものについて、その効果を定量化し、CO2 削減ポテンシャルを推計していくことが有効と考えられる。水道システムにおける電力使用量は、水の輸送に係る部分が最も大きくなっていることから、ケーススタディでは取水・導水工程、送水・配水工程におけるポンプ設備に関する対策、位置エネルギーの利用に関する対策、変圧器等の受電設備に関する対策を取り上げ（表 3-20、網掛けの項目はケーススタディ対象外）、対策効果と費用、確実に効果を得るための留意点、省エネルギー効果に影響を及ぼす要因の把握を行うこととした。

表 3-20 ケーススタディで取り上げることとした対策一覧(1/3)

工程			第 1 回アンケート		ケーススタディでの事前確認項目
設備区分	削減方策		施設諸元把握	対策実施状況の把握	
1. 取水・導水工程					
ポンプ設備	・ ポンプ吸込圧力の有効利用、流量の平準化に伴う管路抵抗の軽減による運転の効率化		－	○	－
除塵機	・ 運転時間・運転間隔の調整による運転の効率化		－	○	－
除塵機	・ 上下流の水位差による運転制御		－	○	－
ポンプ設備	・ ポンプ設備における台数制御システム・可動羽根制御システム・インバーター等を利用した回転速度制御システム等の導入による運転制御方式の改善		○	○	○
ポンプ設備	・ 羽根車改造等によるポンプ容量の適正化		○	○	○
ポンプ設備	・ 高効率ポンプ・エネルギー消費効率の高いモーターの導入		○	○	○
2. 沈殿・ろ過工程					
沈殿設備	・ 原水の質に応じた運転時間・運転間隔の調整によるスラッジ掻き寄機の運転の効率化		－	○	－
ろ過池設備	・ 洗浄の頻度・時間等の見直し及びろ抗（ろ過抵抗）到達洗浄等による洗浄の効率化	洗浄の頻度・時間等の見直しによる洗浄の効率化	－	○	－
		ろ抗（ろ過抵抗）到達洗浄等による洗浄の効率化	－	○	－
ろ過池設備	・ 洗浄速度・圧力の適正化		－	○	－
膜ろ過設備	・ 頻度・時間等の見直しによる膜洗浄の効率化		－	○	－
凝集池設備	・ 急速攪拌かくはん装置・緩速攪拌かくはん装置の効率化のための低速モーター又はインバーター制御システムの導入等による駆動方式の見直し、駆動軸の改良、翼車の材質・構造等の改良	低速モーターの導入等	－	○	－
		駆動軸の改良、翼車の材質・構造等の改良	－	○	－
凝集池設備	・ 迂流式凝集池の導入		－	○	－
沈殿設備	・ 効率的な駆動方式の採用によるスラッジ掻き寄機の運転の効率化		－	○	－
沈殿設備	・ 排泥制御装置・圧力水噴射装置・界面計・濃度計の導入による排泥設備の運転の効率化		－	○	－
ろ過池設備	・ 自己逆流洗浄型自然平衡形ろ過池の導入		－	○	－
膜ろ過設備	・ 台数制御システム・可動羽根制御システム・インバーター等を利用した回転速度制御システム等の導入によるポンプ運転制御方式の改善		○	○	－
膜ろ過設備	・ 流入落差を利用した膜ろ過システムの導入		－	○	－
膜ろ過設備	・ PAC（ポリ塩化アルミニウム）の注入等の前処理設備の導入		－	○	－
膜ろ過設備	・ RO 膜（逆浸透膜）ろ過の排水圧力を利用した動力回収水車の導入		－	○	－
薬品注入設備	・ 薬品注入の効率化のための自然流下注入方式の導入・原水の質に応じた薬品注入制御の自動化		－	○	－
薬品注入設備	・ 高効率注入ポンプの導入		－	○	－
薬品注入設備	・ 水質計測の効率化のための高効率サンプリングポンプ・インライン型の水質計測設備の導入		－	○	－
薬品注入設備	・ 大・小容量を組み合わせた注入機の導入		－	○	－

表 3-20 ケーススタディで取り上げることとした対策一覧(2/3)

工程			第1回アンケート		ケーススタディでの事前確認項目
設備区分	削減方策		施設諸元把握	対策実施状況の把握	
3. 高度処理工程					
オゾン処理設備	・ オゾン注入量の制御によるオゾン発生装置の運転の効率化		－	○	－
粒状活性炭ろ過池設備	・ 洗浄頻度・時間等の見直しによる洗浄の効率化		－	○	－
粒状活性炭ろ過池設備	・ 洗浄速度・圧力の適正化		－	○	－
紫外線処理設備	・ 紫外線照射強度・照射時間の制御による紫外線処理の効率化		－	－	－
オゾン処理設備	・ 高効率オゾン発生装置の導入		－	○	－
オゾン処理設備	・ 排オゾン処理設備における排熱回収		－	－	－
オゾン処理設備	・ 空気源ブロフ吐出熱の回収		－	－	－
紫外線処理設備	・ 処理形態に応じた紫外線ランプの採用		－	－	－
4. 排水処理工程					
排泥濃縮槽設備	・ 運転時間・運転間隔の調整による運転の効率化		－	○	－
排泥脱水設備	・ 運転時間・運転間隔の調整による脱水の効率化、天日乾燥及び脱水機の使用による脱水の効率化	運転時間・運転間隔の調整による脱水の効率化	－	○	－
		天日乾燥及び脱水機の使用による脱水の効率化	－	○	－
排泥脱水設備	・ 脱水機に連動した搬送設備の制御		－	－	－
排泥濃縮槽設備	・ 台数制御システム・可動羽根制御システム・インバーター等を利用した回転速度制御システム等の導入によるポンプ運転制御方式の改善		－	－	－
排泥濃縮槽設備	・ エネルギー消費効率の高いモーターの導入		－	－	－
排泥脱水設備	・ 脱水の効率化に適した駆動方式の選定、脱水の効率化のための排熱利用による濃縮汚泥の加温		－	○	－
排泥脱水設備	・ 天日乾燥処理施設の導入		－	－	－
5. 送水・配水工程					
ポンプ設備	・ 送水・配水施設における台数制御システム・可動羽根制御システム・インバーター等を利用した回転速度制御システム等の導入によるポンプ運転制御方式の改善		○	○	○
ポンプ設備	・ 大・小容量ポンプの組合せによる幅広い需要量への対応		－	○	－
ポンプ設備	・ 適正な配水池容量の確保による定量送水		－	○	－
ポンプ設備	・ 送水・配水施設における末端圧制御・送水系統の流量制御等によるポンプ制御の適正化	末端圧制御	－	○	○
		流量制御	－	○	○
ポンプ設備	・ 羽根車改造等による適正規模の設備容量のポンプの導入		○	○	○
ポンプ設備	・ 高効率ポンプ・エネルギー消費効率の高いモーターの導入		○	○	○
施設全体	・ ブロック配水システムの導入		－	○	－
施設全体	・ 漏水防止対策の推進		－	○	－
ポンプ設備	・ 送水・配水管路の分離による圧力管理の適正化		－	○	－

表 3-20 ケーススタディで取り上げることとした対策一覧 (3/3)

工程		第 1 回アンケート		ケーススタディ での事前確認 項目
設備区分	削減方策	施設諸元把握	対策実施状況の把握	
6. 総合管理				
水運用管理	・ 取水・導水・送水・配水工程等における自然流下系統の有効利用	－	○	○
監視制御システム	・ LCD（液晶表示装置）・LED（発光ダイオード）表示灯等省エネ型の監視制御装置の導入	－	－	－
水運用管理	・ 位置エネルギーを利用した施設の整備	－	○	○
水運用管理	・ 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	－	○	－
水運用管理	・ 需要予測システムの導入	－	－	－
監視制御システム	・ エネルギー原単位の分析のための処理工程単位・主要設備単位・機器単位での電力計の設置	－	○	○
監視制御システム	・ エネルギー管理システムの導入	－	－	－
監視制御システム	・ 配水管網への水圧監視システムの導入	－	○	－
監視制御システム	・ 設備管理の一元化・設備の集中監視等による広域的運用システムの導入	－	○	○
7. 共通				
受変電・配電設備	・ モードル変圧器・アモルフラス変圧器・トプランナー変圧器等エネルギー損失の少ない変圧器の導入	－	－	○
受変電・配電設備	・ 適正規模の設備容量の変圧器の導入	－	－	－
受変電・配電設備	・ 変圧器統合による無負荷損の削減及び負荷率の向上	－	－	－
受変電・配電設備	・ 高効率無停電電源装置の導入	－	－	－
受変電・配電設備	・ 自動力率改善装置の採用等による力率改善	－	－	○
受変電・配電設備	・ デマンド制御の導入	－	－	－

第4章 ケーススタディによる検証

4.1 目的

脱炭素水道システムを構築するためには、CO₂削減効果や対策実施に係る費用、実施にあたっての留意点、CO₂削減効果に影響する要因等を把握し、全国ベースでのCO₂削減ポテンシャルを推計するとともに、上水道事業者等に対して必要な情報提供を行うことにより、対策を水平展開することが必要と考えられる（図4-1）。

そこで、本ケーススタディは、CO₂削減を行った事業者に協力を頂き、CO₂削減方策を実施済、検討中、検討したが断念、未検討に分けて実施内容等を確認した。

実地調査においては、特に実施済みの対策については効果と費用、留意点、影響要因を把握した。

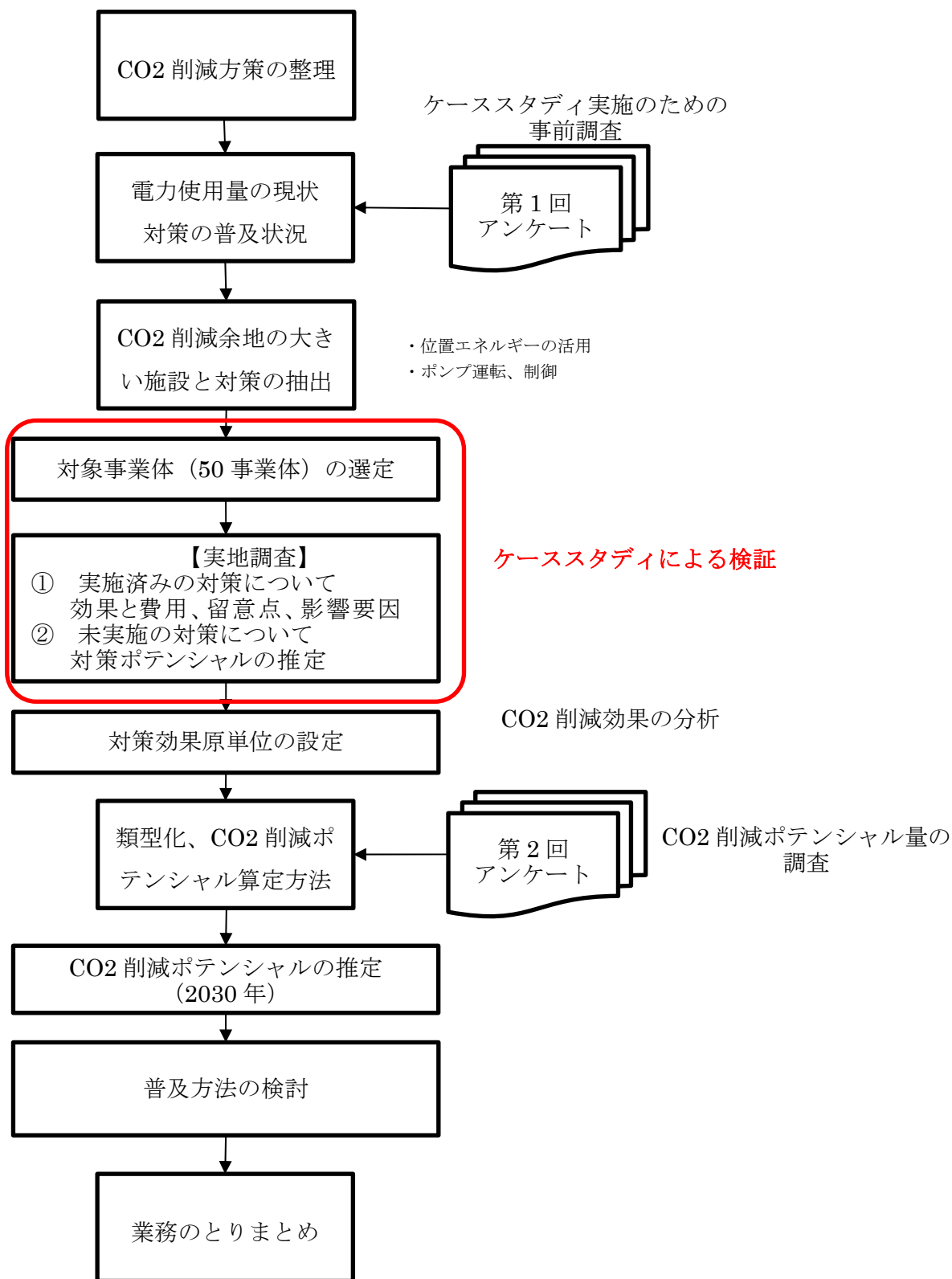


図 4-1 脱炭素水道システム構築に向けた調査におけるケーススタディの位置づけ

4.2 対象事業者の選定

対象事業者の選定では、エネルギー使用量に偏りがあると思われる水源種別と事業規模に着目して、第1回アンケートの回答内容を踏まえて代表的な事業者を抽出した。

対象事業者は、取水方法からダム、河川、地下水、浄水受水の4種類、そして、供給水量の小、中、大の3種類の組み合わせとして、表4-1に示す12分類とした。

表4-1 対象事業者の分類

水源 供給水量 (m ³ /日)		ダム	河川	地下水	浄水受水
小	6,000 未満	A	B	C	D
中	6,000～20,000	E	F	G	H
大	20,000 以上	I	J	K	L

第1回アンケートの結果から各対象事業者の件数を求めた結果と、各分類の平均電力原単位を表4-2、表4-3に示す。原単位は、地下水、河川、ダム、浄水受水の順に小さくなり、いずれも供給水量が多くなるに従って小さくなっていった。

表4-2 第1回アンケートの対象事業者数

水源 供給水量 (m ³ /日)		ダム	河川	地下水	浄水受水
小	6,000 未満	18	98	98	76
中	6,000～20,000	38	78	137	103
大	20,000 以上	104	78	65	132
合計		160	254	300	311

表4-3 第1回アンケートの対象事業者の平均電力原単位 (単位: kWh/m³)

水源 供給水量 (m ³ /日)		ダム	河川	地下水	浄水受水
小	6,000 未満	0.577	0.556	0.821	0.251
中	6,000～20,000	0.474	0.456	0.602	0.231
大	20,000 以上	0.328	0.435	0.498	0.237
平均値		0.391	0.488	0.651	0.238

第1回アンケートの結果を基に、CO₂削減方策を実施している事業者や、CO₂削減方策を検討中の事業者を4か所選定し、先行して調査することにした。そして、電力量の削減量が多い事業者を8か所、広域化を実施している事業者を8か所、残り30か所を種別で選択して、表4-4に示す事業者数を1次案で提案した。表4-5に事業者名を示す。

表4-4 1次案のケーススタディ事業者内訳

水源 供給水量 (m ³ /日)		ダム	河川	地下水	浄水受水
小	6,000 未満	1	4	4	4
中	6,000～20,000	2	4	6	5
大	20,000 以上	6	6	3	5
合計		9	14	13	14

表 4-5 1 次案で提案した事業者名

No.	都道府県	事業体名	原単位	分類
1	01	a1	1. 162	A
2	01	f1	0. 575	F
3	01	i 1	0. 065	I
4	02	j1	0. 575	J
5	03	b1	1. 586	B
6	03	f2	0. 876	F
7	03	j2	0. 342	J
8	03	j3	0. 441	J
9	04	h1	0. 158	H
10	07	c1	1. 384	C
11	08	e1	1. 322	E
12	08	g1	1. 108	G
13	09	g2	0. 532	G
14	10	f3	0. 638	F
15	11	h2	0. 558	H
16	11	h3	0. 434	H
17	11	i1	0. 175	L
18	12	d1	0. 526	D
19	12	e2	0. 265	E
20	14	b2	0. 631	B
21	15	c2	0. 495	C
22	15	g3	1. 141	G
23	20	g4	0. 364	G
24	20	g5	0. 960	G
25	20	j4	0. 282	J
26	23	h4	0. 966	H
27	23	j5	0. 273	J
28	26	k1	0. 706	K
29	26	l2	0. 787	L
30	27	d2	0. 513	D
31	27	k2	0. 915	K
32	28	c3	1. 349	C
33	28	h5	0. 315	H
34	29	i 2	0. 250	I
35	29	l3	0. 990	L
36	30	d3	0. 611	D
37	32	g6	1. 010	G
38	34	b3	0. 610	B
39	34	c4	1. 114	C
40	34	f4	0. 706	F
41	34	j6	0. 536	J
42	35	l4	0. 498	L
43	37	i 3		I
44	38	d4	0. 512	D
45	40	i 4	0. 394	I
46	40	i 5	0. 396	I
47	42	i 6	0. 510	I
48	43	k3	0. 620	K
49	44	b4	0. 714	B
50	47	l5	0. 025	L

4	先行訪問先
8	改善認められる
8	広域化
30	種別

1次案に対して省エネルギー量が大きい事業者を追加し、18か所まで増やした。最終的にケーススタディを受け入れた表4-6に示す事業者を選択した。

選択した事業者は、先行が3か所（盛岡、名古屋、奈良）、省エネルギー量の大きい事業者が18か所、広域化の実施が12か所、種別で選択が17か所であった。

表4-6 ケーススタディの選択事業者内訳

水源 供給水量(m ³ /日)		ダム	河川	地下水	浄水受水	合計
小	6,000 未満	0	2	1	2	5
中	6,000～20,000	2	2	6	5	15
大	20,000 以上	9	8	6	7	30
合計		11	12	13	14	50

選択した事業者の平均電力原単位を表4-7に示す。

表4-7 ケーススタディの選択事業者の平均電力原単位（単位：kWh/m³）

水源 供給水量(m ³ /日)		ダム	河川	地下水	浄水受水	合計
小	6,000 未満	---	0.837	1.421	0.511	0.823
中	6,000～20,000	0.631	0.725	0.435	0.363	0.476
大	20,000 以上	0.340	0.368	0.581	0.169	0.356
合計		0.393	0.505	0.578	0.287	0.439

今回選択した50か所の事業者の平均電力原単位は、表4-3に示す第1回アンケートの対象事業者の平均電力原単位とほぼ同じであり、選択は妥当と判断した。表4-8に事業者名および訪問日程を示す。

また、表4-9に訪問事業者の特徴と主なCO₂削減方策を示す。

表 4-8 ケーススタディの選択事業者名

No.	水道事業体台帳番号	都道府県	事業体名	原単位 (kWh/m ³)	分類	訪問日程
1	01016	01	旭川市水道局	0.302	I	2019/12/05
2	01142	01	中空広域水道企業団	0.575	F	2019/11/27
3	02051	02	八戸圏域水道企業団	0.575	J	2020/01/10
4	03001	03	盛岡市上下水道局	0.342	J	2019/10/28
5	03019	03	二戸市	0.876	F	2019/11/29
6	03042	03	軽米町	1.586	B	2019/11/28
7	07003	07	福島市	0.029	L	2019/12/02
8	07504	07	福島地方水道用水供給企業団	0.207	I	2020/01/22
9	10032	10	長野原町役場上下水道課	1.421	C	2019/12/12
10	10504	10	群馬県企業局(群馬県(東部地域))	0.252	I	2019/12/04
11	11009	11	戸田市水道事業	0.175	L	2019/12/13
12	11023	11	幸手市	0.377	H	2020/01/23
13	11029	11	白岡市	0.306	H	2019/12/16
14	12035	12	酒々井町	0.357	G	2019/12/18
15	12083	12	いすみ市	0.265	E	2019/12/17
16	12501	12	九十九里地域水道企業団	0.328	I	2020/01/17
17	17019	17	野々市市	0.483	G	2019/12/20
18	19013	19	山梨市	0.339	G	2020/01/15
19	19036	19	東部地域広域水道企業団	0.998	E	2019/12/18
20	20006	20	小諸市	0.364	G	2019/12/03
21	20014	20	岡谷市	0.960	G	2020/01/16
22	20066	20	飯島町	0.088	B	2019/12/06
23	20501	20	浅籠水道企業団	0.105	G	2020/01/20
24	21001	21	多治見市水道事業	0.065	L	2019/12/11
25	21501	21	岐阜県	0.389	I	2020/01/23
26	23001	23	名古屋市上下水道局	0.273	J	2019/11/19
27	23007	23	一宮市	0.305	K	2020/01/10
28	24012	24	鈴鹿市上下水道局	0.525	K	2020/01/27
29	27009	27	摂津市	0.486	L	2020/01/09
30	27011	27	高槻市	0.287	L	2019/12/25
31	27018	27	交野市水道局	0.915	K	2019/11/26
32	27025	27	松原市	0.071	L	2019/12/12
33	27037	27	高石市	0.071	L	2019/12/10
34	27042	27	熊取町	0.260	H	2020/01/14
35	28003	28	高砂市	0.322	K	2020/01/22
36	28007	28	丹波篠山市	0.731	H	2020/01/17
37	28018	28	西播磨水道企業団	0.618	K	2020/01/15
38	29501	29	奈良県	0.250	I	2019/11/28
39	32012	32	出雲市上下水道局	0.803	K	2019/12/20
40	33018	33	岡山市水道局	0.276	J	2020/01/16
41	33502	33	備南水道企業団	0.311	J	2020/01/15
42	34009	34	広島市	0.536	J	2019/12/24
43	34012	34	呉市上下水道局	0.196	J	2019/11/21
44	35001	35	下関市上下水道局	0.543	I	2019/12/19
45	38031	38	今治市(波方)	0.512	D	2020/01/14
46	40001	40	北九州市上下水道局	0.394	I	2020/01/10
47	40084	40	田川広域水道企業団 川崎町水道事務所	0.510	D	2019/12/09
48	40096	40	宗像地区事務組合	0.396	I	2019/11/29
49	41004	41	西佐賀水道企業団	0.141	H	2020/01/09
50	44001	44	大分市	0.433	J	2020/01/08

3	先行訪問先
18	改善認められる
12	広域化
17	種別

表 4-9 訪問事業者の特徴と主な CO2 削減方策

No.	分類	事業体記号	特徴	実施した対策
1	B	B1	取水口が浄水場よりも低く、配水池が高く、送水にエネルギーを使用	
2	B	B2	位置エネルギーを使い、取水、送水でポンプ使用なし	開設当時から位置エネルギーを最大限利用
3	C	C1	取水口が低く、高い配水池へ送水している	流量監視する監視制御システム、配水ポンプの更新
4	D	D1	配水池で圧力を開放し、さらに高い地域へ送水	水源と浄水場の箇所数を削減
5	D	D2	高い配水池へ送水	配水池等を削減
6	E	E1	浄水場から一部を除き自然流下で送水	1か所浄水場の廃止により385kWh/年の消費電力削減
7	E	E2	低い取水口から高い配水池へ送水	逆洗の回数を2日に1回から6日に1回に変更
8	F	F1	浄水池が低い、ダムからの放水を河川から取水	
9	F	F2	低い位置から取水し、高い位置へ送水	
10	G	G1	8割が井戸水、2割が浄水受水、浄水場が比較的高い位置にある	送水ポンプをインバーター化
11	G	G2	8割が井戸水、2割が浄水受水、高い位置の配水池へ送水	送水ポンプをインバーター化、推定末端圧で配水量を管理
12	G	G3	7割が井戸水、3割がダム、配水池が比較的低い位置にある	1系統の水系配水ポンプを高効率型に更新、電力原単位が20%向上
13	G	G4	標高の高い井戸を利用、標高の高い配水池へ送水	
14	G	G5	8割が井戸水、2割が河川、取水ポンプが最もエネルギーが高い	浄水場の配水池を高い位置に移設する予定
15	G	G6	井戸の水中ポンプのみエネルギーを使用し、他はすべて位置エネルギー利用	水中ポンプを18.5kwから15kwにダウンサイジングして、19%削減
16	H	H1	7割が浄水受水、3割が深井戸水	効率良い運転パターンでポンプを運用、インバーター化
17	H	H2	8割が浄水受水、2割が井戸水	
18	H	H3	全量浄水受水、一部高い配水池があるが、自然流下を利用	
19	H	H4	6割が浄水受水、4割が自己水、一部を除き、配水池が低く、自然流下で送水	配水ポンプをインバーター化
20	H	H5	8割が浄水受水	変圧器を300 k VAと500 k VAの2系統から500kVAの1系統に変更
21	I	I1	河川取水の7割を自然流下で取水、自然流下で配水	
22	I	I2	標高の高い位置に浄水場を設置し、主に自然流下で送水している	ダム新設、浄水場を高位置設置
23	I	I3	比較的低い位置の受水池へ送水	
24	I	I4	35mの高さをポンプで取水、10mの高さの受水池へポンプで送水	ポンプの更新時にインバーター化
25	I	I5	水源は4ダム、河川からポンプで取水、受水池へポンプで送水	取水ポンプをダウンサイジング
26	I	I6	8割をダムからの表流水を利用、一部の高台を除き、自然流下で配水	送水ポンプをインバーター化
27	I	I7	ダムから自然流下で取水、浄水場が低く、ポンプで送水	浄水場の更新時に、ポンプ類を高効率に変更する予定
28	I	I8	ダムと河川水をほぼ半分ずつ取水、河川からの水処理にエネルギー使用	取水量が確保できれば、エネルギー効率の高い水系からの取水
29	I	I9	7割を河川からの水を揚水したダムを利用	
30	J	J1	ポンプで河川から取水し、ポンプで高い位置に配水している	
31	J	J2	40%のエネルギーを使用している浄水場を80m高いところに移設計画	取水ポンプをインバーター化
32	J	J3	高い取水口を利用し、位置エネルギーを利用	自然流下を行うために、配水管を新設、配水ポンプをインバーター化
33	J	J4	8割以上を河川から取水、エネルギーの9割がポンプによる送水	流量を弁制御で制御していたが、回転数制御に変更
34	J	J5	エネルギーの25%が取水ポンプ、75%が送水ポンプ	配水池の水位を変更し、ポンプエネルギーを削減
35	J	J6	浄水場が低い位置に設置し、高い配水池へ送水している	ポンプのダウンサイジングにより40%削減
36	J	J7	原水を高い位置で受水できる取水口を設置	導水ポンプの高効率化等により、ポンプ消費エネルギー量が50%削減
37	J	J8	河川脇の取水口を利用し、低い位置の浄水場から高い位置の配水池へ送水	ろ過砂をブレンド砂に変更し、洗浄時間を2日から5日に延長
38	K	K1	7割が地下水等の自己水源、3割が浄水受水	末端圧力制御
39	K	K2	8割が地下水、2割が浄水受水、高い配水池へ送水している	送水ポンプをインバーター化
40	K	K3	7割が地下水、3割が浄水受水	生物接触ろ過方式により、薬品量を10分の1に削減
41	K	K4	半分を浄水受水、残りを伏流水と井戸水、配水圧力制御	配水ポンプで二次抵抗制御からインバーター制御に変更し21.9%削減
42	K	K5	河川脇の浅井戸から取水、高い配水池へ送水	更新時に高効率モータに更新、原水の炭酸除去設備のファン停止
43	K	K6	低い位置に浄水場があり、高い配水池へ送水（簡水統合による増加）	インラインポンプを30kwから18.5kwへダウンサイジングし、40%削減
44	L	L1	河川からの水を浄水から、浄水受水に変更	浄水場を廃止、浄水受水に変更し、エネルギー量を97%削減
45	L	L2	8割が企業団、2割が地下水	送水ポンプをインバーター化
46	L	L3	全量浄水受水、圧力を利用して配水池へ送水（ポンプによる増圧あり）	送水ポンプ場は75kWから45kWにダウンサイジングし40%削減
47	L	L4	7割が浄水受水、3割が深井戸から取水	配水ポンプをダウンサイジングとインバーター化
48	L	L5	7割が浄水受水、3割が深井戸から取水	配水ポンプをインバーター化
49	L	L6	全量浄水受水、一部高い位置の配水池へポンプで送水	送水ポンプをインバーター化
50	L	L7	全量浄水受水、供給圧力を使って送水	受水圧を利用した送水

4.3 実施方法

ケーススタディの作業フローを図 4-2 に示す。

対象事業者に対し依頼を行い、ケーススタディへの協力を得た後は、本業務受託者より、事前提供資料の提供依頼等の実施についての連絡を行った。

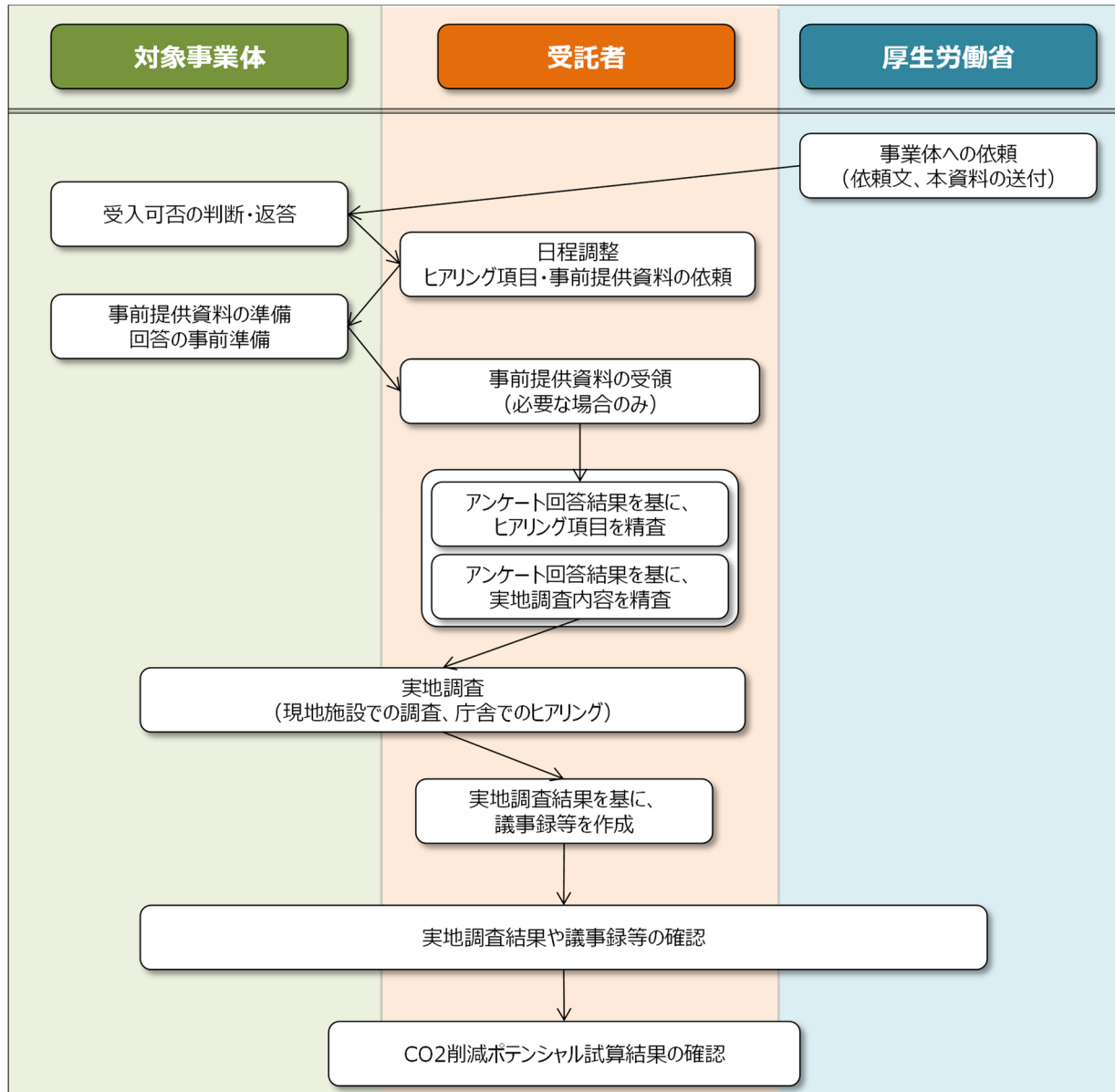


図 4-2 ケーススタディ実施フロー

事前資料として、以下の 5 種類の資料を事前に入手した。

- 1) 水道台帳 5：浄水施設フロー図（浄水場ごとに記入）
- 2) 水道台帳 6：原水（取水地点ごと又は水利権ごとに記入）
- 3) 水道台帳 7：浄水設備
- 4) 水位高低図
- 5) ポンプ等の施設一覧表

ヒアリング内容と選定理由を表 4-10 に示す。

表 4-10 ヒアリング内容と選択理由

設備区分		対策	※備考	調査項目の選択理由
全工程		エネルギーの最も使用する工程		省エネ診断等で最も使われている調査項目で、最もエネルギーを使用することを特定し、その対応した省エネを実施しているかを確認する。
		どの工程でエネルギーを最も使っているか。その理由も分かれば記入		
ポンプ設備等	設備の使用 方法	送水・配水施設における末端圧制御によるポンプ制御の適正化	p. S2-22	送水・配水工程のエネルギーは60%と高く、また自動ポンプ制御について未実施が多く、削減余地が大きいと考えられ、適用の状況及び、適用の可能性について調査する。
		・末端圧制御によりポンプの吐出圧や送水流量等を制御する。		
		送水系統の流量制御等によるポンプ制御の適正化	p. S2-22	送水系で使用するエネルギーの割合が41%と高く、運転パターンの状況を確認し、効率の高いパターンの変更の可能性を調査する。
		・送水系統の流量の制御やポンプ効率のよい運転パターンに変更する。		
	設備の選 択	インバーター等を利用したシステム導入によるポンプ運転制御方式の改善	p. S1-45	インバーター制御を行っている事業者が多くいたので、インバータの使用状況（使用内容とその効果）を調査する。
		・インバーター等を利用したシステム導入によりポンプ運転制御方式を改善する。		
		高効率ポンプ・エネルギー消費効率の高いモーターの導入	p. S1-7	省エネ対策済みの設備割合が低く、最新のトップランナー等の高効率モータへの変更により効率向上が行えるが、実態を調査する。
		・高効率ポンプ・エネルギー消費効率の高いモーターを導入する。		
水運用管 理	設備の使用 方法	取水・導水・送水・配水工程における自然流下系統の有効利用	p. S2-31	自然流下を利用している事業者に対して具体的な利用内容と、未実施事業者に対して自然流下への変更の可能性を調査する。
		・水の持つ位置エネルギーを利用して水の輸送を行う。		
	設備の選 択	位置エネルギーを利用した施設の整備	p. S1-53	原単位が0.1前後と低い事業者は、位置エネルギーを利用している設備と思われるので、位置エネルギーの使用状況を確認し、他への応用の可能性を調査する。
		・取水地点、浄水場、配水池を位置エネルギーを活用できる場所に設置する。 ・直結型の増圧ポンプまたはバイパス管を設置する。		
監視制 御シ ス テ ム	設備の選 択	エネルギー原単位の分析のための電力計の設置	p. S1-62	多くの事業者が、設備が複数台設置されており、各設備に電力計等を設置して個別評価し高効率化の運転ができるかを調査する。
		・処理工程及び電力消費量の多いポンプ類等の主要機器の電力消費量を把握するため、処理工程及び主要設備、機器単位ごとに電力計を設置する。		
		設備の集中監視等による広域的運用システムの導入	p. S1-69	広域化等により、設備の統廃合を行っているが、広域情報を集中管理する状況把握し、効果等を評価する。
		・水のフロー全体集中監視、一元管理により、水道水の生産・供給に要するコストやエネルギー消費の少ない浄水・配水方法等の判断が可能となる。		
受変 電・ 配 電 設 備	設備の選 択	エネルギー損失の少ない変圧器の導入	※※業 務部 門 対 策 の 解 説 を 参 照	計画時に比べて実使用時で供給水量が異なる事業者があり、設計時の電力使用を考慮した大型の変圧器が稼働している可能性があり、実態を調査する。
		・20年以上前の古い変圧器は内部劣化等により効率が悪くなっており、トップランナー製品の導入により省エネルギーを実現する。		
		力率改善装置の採用等		
		・力率を高めるコンデンサーを利用し省エネルギーを実現する。		変圧器の近傍にある力率調整コンデンサーの使用状況を確認する。

聞き取る CO2 削減方策の項目は、第 1 回アンケート結果及び、「上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル 平成 28 年 3 月 環境省」を参考に CO2 削減ポテンシャルが大きいと思われる項目を上記の理由により選択した。

高度処理工程と排水処理工程は第 1 回アンケートで該当施設なしの割合が多く、ケーススタディのヒアリングから除いた。但し、全工程の中で最もエネルギーが使用される工程として、高度処理工程又は排水処理工程と回答した事業者に対しては、具体的な対策内容等について調査確認した。

表 4-11 から表 4-15 のヒアリングシートは、訪問事業者に事前に送付した。

表 4-11 は、対策の実施状況を、実施済、検討中、検討したが断念、未検討で分類して記入、表 4-12 は実施済の内容を記載、表 4-13 は検討中の内容を記載、表 4-14 は検討したが断念した内容を記載、表 4-15 は未検討の内容をそれぞれ記載して頂いた。

表 4-11 ヒアリングシート（実施状況）

次表に挙げる温室効果ガス削減対策について、当てはまる項目に1つずつ [○] をつけてください。

設備区分	対策	※備考	実施済	検討中	検討したが	未検討
全工程	エネルギーの最も使用する工程 どの工程でエネルギーを最も使っているか。その理由も分かれれば記入					
ポンプ設備等	設備の使用 方法	送水・配水施設における末端圧制御によるポンプ制御の適正化 ・末端圧制御によりポンプの吐出圧や送水流量等を制御する。	p.S2-22			
		送水系統の流量制御等によるポンプ制御の適正化 ・送水系統の流量の制御やポンプ効率のよい運転パターンに変更する。	p.S2-22			
	設備の選択	インバーター等を利用したシステム導入によるポンプ運転制御方式の改善 ・インバーター等を利用したシステム導入によりポンプ運転制御方式を改善する。	p.S1-45			
		高効率ポンプ・エネルギー消費効率の高いモーターの導入 ・高効率ポンプ・エネルギー消費効率の高いモーターを導入する。	p.S1-7			
	設備の使用 方法	取水・導水・送水・配水工程等における自然流下系統の有効利用 ・水の持つ位置エネルギーを利用して水の輸送を行う。	p.S2-31			
	設備の選択	位置エネルギーを利用した施設の整備 ・取水地点、浄水場、配水池を位置エネルギーを活用できる場所に設置する。 ・直結型の増圧ポンプまたはバイパス管を設置する。	p.S1-53			
監視制御システム	設備の選択	エネルギー単位の分析のための電力計の設置 ・処理工程及び電力消費量の多いポンプ類等の主要機器の電力消費量を把握するため、処理工程及び主要設備、機器単位ごとに電力計を設置する。	p.S1-62			
		設備の集中監視等による広域的運用システムの導入 ・水のフロー全体集中監視、一元管理により、水道水の生産・供給に要するコストやエネルギー消費の少ない浄水・配水方法等の判断が可能となる。	p.S1-69			
受変電・配電設備	設備の選択	エネルギー損失の少ない変圧器の導入 ・20年以上前の古い変圧器は内部劣化等により効率が悪くなっており、トップランナー製品の導入により省エネルギーを実現する。	※※業務部門対策の解説を参照			
		力率改善装置の採用等				
		力率を高めるコンデンサーを利用し省エネルギーを実現する。				

※備考
上水道・工業用水部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル 平成28 年3月 環境省 p21～26、表3-7、温暖化効果ガスの排出の抑制等に係る措置（ハードに関する対策）の「節電」欄にある、具体例が記載されたページ番号

※※業務部門対策の解説を参照
環境省 温室効果ガス排出抑制等指針 業務部門の指針（対策メニュー）
<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/gel/ghg/guideline/business/>

表 4-12 ヒアリングシート（実施済の詳細内容）

(1) 実施済の施策									
実施済の施策内容									
実施に至った経緯									
実施にあたっての障害と解決策									
実施にあたって有効と感じた施策や補助									
必要となった他部局との調整等									
他事業者への普及に必要と考えられるもの（適応範囲、トップダウン、法改正、補助等）									
他の事業者への適応可能性を判断するための指標（立地、高低差、配管ルート、地形、距離等）									
実施済の場合									
実施に要した期間（検討段階、整備段階）									
実施に要した事業費（検討段階、整備段階）									
実施による効果（経費や人件費の削減等、費用削減以外のプラス面なども含む）									
実施によるマイナス面（事前の検討結果ほどエネルギー削減効果がなかったなど）									

表 4-13 ヒアリングシート（検討中の詳細内容）

検討中の施策内容								
検討に至った経緯								
検討にあたっての障害と解決策								
検討にあたって有効と感じた施策や補助								
必要となった他部局との調整等								
他事業体への普及に必要と考えられるもの（適応範囲、トップダウン、法改正、補助等）								
他の事業体への適応可能性を判断するための指標（立地、高低差、配管ルート of 地形、距離等）								

表 4-14 ヒアリングシート（検討したが断念した詳細内容）

検討したが断念した施策内容								
検討に至った経緯								
断念した経緯								
検討にあたっての障害								
検討にあたって有効と感じた施策や補助								
検討にあたって、あれば有効であった（実施できた）と考える施策や補助								
他事業体への普及に必要と考えられるもの（適応範囲、トップダウン、法改正、補助等）								
他の事業体への適応可能性を判断するための指標（立地、高低差、配管ルート of 地形、距離等）								

表 4-15 ヒアリングシート（未検討の詳細内容）

No.1								
未検討の施策内容								
未検討の理由（〇〇のため検討する余地がない、検討対象の施設がない）								
検討が可能となる条件（〇〇があれば、検討を開始できる）								
No.2								
未検討の施策内容								
未検討の理由（〇〇のため検討する余地がない、検討対象の施設がない）								
検討が可能となる条件（〇〇があれば、検討を開始できる）								

4.4 実地調査

実地調査は、事前送付したヒアリングシートの回答を踏まえて、未記入の内容の聞き取り、CO2削減方策の具体的な内容、問題点等の聞き取り調査を行った。また、2030年の取り組みについても将来計画として確認した。

実地調査は、午前中に事業者の事務所を訪問し、事前提出書類に対する内容確認等のヒアリング調査を実施し、午後はエネルギーを最も使用されている工程を有する浄水場を訪問し、主にポンプの使用状況を調査した。

4.5 ケーススタディのとりまとめ

ヒアリングの項目別にケーススタディの結果を以下に示す。なお、効果を確実にするための留意点、指標、コストは項目ごとに示す。

(1) エネルギーを最も使用する工程

エネルギーを最も使用する工程の平均電力原単位と該当件数の結果を表 4-16 に示す。

取水と送水の両方ともエネルギー使用が多いと回答した事業者があり、この項目のみ、複数回答を含めており、総計が 56 となっている。

なお、今回のケーススタディでの訪問先の中に、全工程の中で最もエネルギーが使用される工程として、高度処理工程又は排水処理工程と回答した事業者はなかった。

表 4-16 エネルギーを最も使用する工程の平均電力原単位 (kWh/m³) と該当件数

調査項目	原単位 (kWh/m ³)	件数	ダム		河川			地下水			浄水受水		
			E	I	B	F	J	C	G	K	D	H	L
導水・取水を含む	0.407	11	2	2	0	0	1	0	4	1	0	0	1
			4		1			5			1		
送水・配水を含む	0.436	44	0	9	1	2	8	1	4	5	2	5	7
			9		11			10			14		
その他	0.088	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
			0		1			0			0		
導水・取水を含む	0.407		0.631	0.358	---	---	0.342	---	0.321	0.803	---	---	0.071
			0.495		0.342			0.417			0.071		
送水・配水を含む	0.436		---	0.340	1.586	0.725	0.368	1.421	0.505	0.537	0.511	0.363	0.169
			0.340		0.543			0.613			0.287		
その他	0.088		---	---	0.088	---	---	---	---	---	---	---	---
			---		0.088			---			---		

送水・配水に最もエネルギーを使っている事業者が 44 と多い。導水・取水が多いと回答した事業者は、送水・配水が多いと回答した事業者よりも、平均電力原単位が 7%低い。

その他の 1 件は、導水と配水の両方共、自然流下を利用しておりポンプを使っておらず、急速ろ過用の薬液攪拌モーターが 24 時間使用しているために、最もエネルギーを使う設備が攪拌モーターであり、原単位も 0.088 kWh/m³と低い事業者であった。

ケーススタディは、午前中の書類調査及び午後の現地調査を行う際に、最もエネルギーを使う工程を中心に CO2 削減方策内容を調査した。

(2) 送水・配水施設における末端圧制御によるポンプ制御の適正化

末端圧制御（推定末端圧制御等を含む）のありなしの平均電力原単位と該当件数の結果を表 4-17 に示す。

なお、未実施の中に、配水池から自然流下で配水しているために、該当する設備がないと回答した事業者は非該当として分け、末端圧制御には、配水ポンプの圧力から末端圧を推定する推定末端圧制御等を含めた。

表 4-17 末端圧制御ありなしの平均電力原単位 (kWh/m³) と該当件数

調査項目	原単位 (kWh/m ³)	件数	ダム		河川			地下水			浄水受水		
			E	I	B	F	J	C	G	K	D	H	L
末端圧制御あり	0.420	23	1	3	0	1	3	1	2	2	0	3	7
			4		4			5			10		
末端圧制御なし	0.395	6	1	0	0	0	0	0	2	2	0	1	0
			1		0			4			1		
末端圧制御非該当	0.472	21	0	6	2	1	5	0	2	2	2	1	0
			6		8			4			3		
末端圧制御あり	0.420		0.998	0.374	---	0.575	0.297	1.421	0.650	0.610	---	0.314	0.169
			0.530		0.366			0.788			0.213		
末端圧制御なし	0.395		0.265	---	---	---	---	---	0.420	0.562	---	0.141	---
			0.265		---			0.491			0.141		
末端圧制御非該当	0.472		---	0.323	0.837	0.876	0.410	---	0.235	0.572	0.511	0.731	---
			0.323		0.575			0.403			0.584		

末端圧制御を行っている事業者は 23 であり、末端圧制御を行っていない事業者は 6 であり、配水池から自然流下で配水しているために非該当と回答した事業者は 21 であった。末端圧制御を行っている事業者は、行っていない事業者よりも、平均電力原単位が 6% 高く、末端圧制御の効果は見られなかった。これは、末端圧制御を行っていない事業者が 6 と少ない影響があったと思われる。

また、配水池から自然流下で配水しているために非該当と回答した事業者に対しては、配水池の水位を下げることによる配水ポンプの使用エネルギー削減の検討の有無を確認したが、多くの事業者は、安定供給の観点から、検討する予定はないとの回答であった。

原動力の電力と、ポンプの吐出量、ポンプ全揚程の関係を図 4-3 に示す。末端圧制御を行うとは、受側槽の量（水の使用量）が変化した場合に、ポンプ吐出量を制御することにより、全揚程を一定にすることになり、吐出量を削減した分だけ原動機の電力を削減できる。

[CO2 削減効果]

- ・今回のケーススタディでは、CO2 削減効果が明確にならなかったため、追加調査が必要になる。

[コスト]

- ・今回のケーススタディでは、コストが明確にならなかったため、追加調査が必要になる。

[効果をより確実にするための留意点]

- ・末端圧制御の効果を確認するためには、末端圧制御を行っていない事業者の追加調査が必要と思われる。
- ・末端圧の監視精度確保と末端圧情報を踏まえたポンプ制御の最適化技術等が必要である。今後の技術開発（AI 技術活用等）も期待される。

[CO2 削減量に影響する指標等]

- ・水使用の変化量、全揚程、ポンプ容量

$$P = \frac{9.8 \times Q \times H}{\eta_p \times \eta_g \times \eta_m}$$

P : 原動機の電力 (kW)
 Q : ポンプの吐出量 (m³/s)
 H : ポンプの全揚程 (m)
 η_p : ポンプの効率
 η_g : 減速機伝達効率
 η_m : 原動機の効率

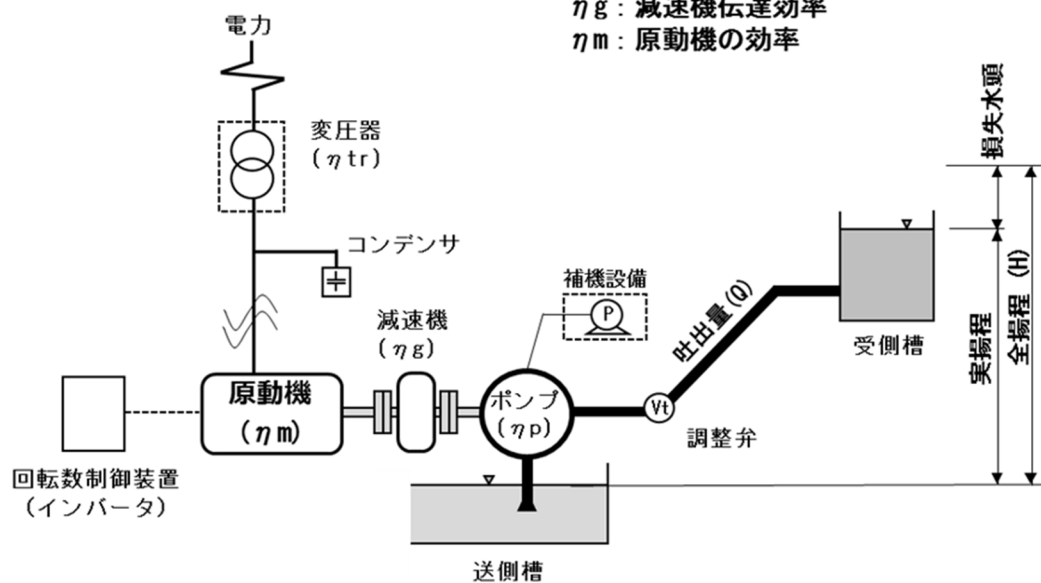


図 4-3 原動機の電力

(3) 送水系統の流量制御等によるポンプ制御の適正化

流量制御のありなしの平均電力原単位と該当件数の結果を表 4-18 に示す。

表 4-18 流量制御のありなしの平均電力原単位 (kWh/m³) と該当件数

調査項目	原単位 (kWh/m³)	件数	ダム		河川			地下水			浄水受水		
			E	I	B	F	J	C	G	K	D	H	L
流量制御あり	0.420	33	2	6	0	1	7	0	4	4	1	4	4
			8		8			8			9		
流量制御なし	0.474	17	0	3	2	1	1	1	2	2	1	1	3
			3		4			5			5		
流量制御あり	0.420		0.631	0.349	---	0.575	0.371	---	0.535	0.540	0.512	0.377	0.255
			0.419		0.397			0.537			0.338		
流量制御なし	0.474		---	0.323	0.837	0.876	0.342	1.421	0.235	0.664	0.510	0.306	0.055
			0.323		0.723			0.644			0.196		

流動制御を行っている事業者が 33 と多い。流動制御を行っている場合には、行わない場合に比べて平均電力原単位が 11%低い。

配水圧力の制御以外でも、配水池の水位を適切に調整するために、送水ポンプでも流量制御を行っている事業者があった。また、供給水量の減少により、供給量に比べて容量が大きいポンプを使用している事業者で、調整弁を絞って流量制御を行っている場合があった。

図 4-4 に調整弁を絞った調整したポンプ動力 (P2) と回転数制御で調整したポンプ動力 (P3) を示す。理論的にはポンプ動力は回転数の 3 乗に比例するので、弁制御よりも回転数制御の効果が大きい。特に弁で流量を制御している場合には、回転数制御等への更新が効果的と判断する。

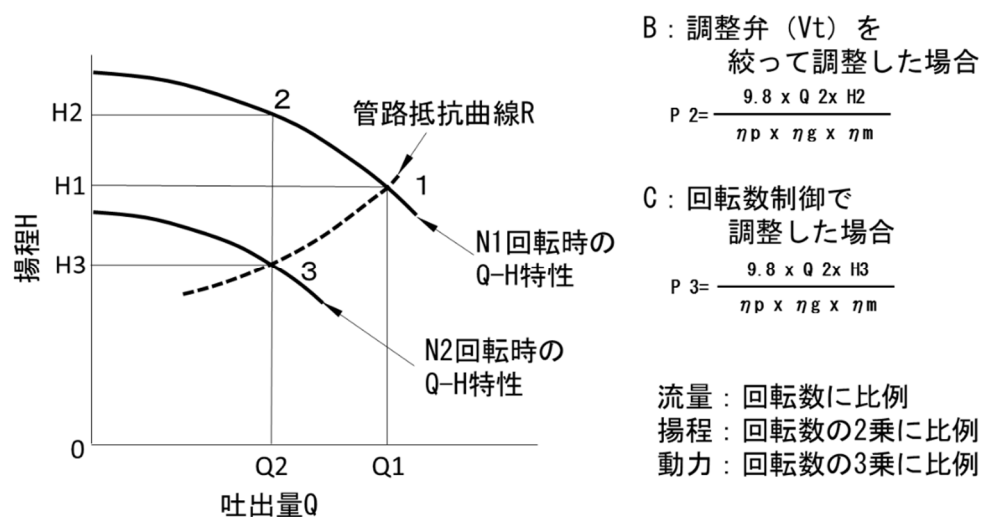


図 4-4 ポンプの特性曲線のイメージ図

なお、ポンプ更新時にダウンサイジングを行っている事業者があり、効果を上げている例があった。

[CO2 削減効果]

- ・ダウンサイジングとして、37kW 2 台を 22kW 2 台に変えて、省エネルギー効果は 60%であった。

[コスト]

- ・ダウンサイジングとして、37kW 2 台を 22kW 2 台に変えて、イニシャルコストとして 5,560 千円の費用を要した事業者があった。
- ・ランニングコストは、単価 25 円/kWh、2 台交互運転として、1,642 千円/年削減された。

$$(37\text{kW}-22\text{kW}) \times 24 \text{ 時間/日} \times 365 \text{ 日/年} \div 2 \times 25 \text{ 円/kWh} = 1,642 \text{ 千円/年}$$

[効果をより確実にするための留意点]

- ・調整弁を絞って流量制御を行っている場合、回転数制御への変更が効果的である。
- ・供給水量の減少に伴い、ポンプのダウンサイジングは、電力削減の効果がある。

[CO2 削減量に影響する指標等]

- ・供給水量とポンプ能力
- ・弁による調整の有無と流量の調整割合

(4) インバーター等を利用したシステム導入によるポンプ運転制御方式の改善

インバーター制御のありなしの平均電力原単位と該当件数の結果を表 4-19 に示す。

表 4-19 インバーター制御のありなしの平均電力原単位 (kWh/m³) と該当件数

調査項目	原単位 (kWh/m ³)	件数	ダム		河川			地下水			浄水受水		
			E	I	B	F	J	C	G	K	D	H	L
インバーター制御あり	0.427	38	2	5	1	2	7	1	4	5	1	4	6
			7		10			10			11		
インバーター制御なし	0.476	12	0	4	1	0	1	0	2	1	1	1	1
			4		2			3			3		
インバーター制御あり	0.427		0.631	0.374	0.088	0.725	0.338	1.421	0.472	0.515	0.510	0.419	0.186
			0.447		0.390			0.588			0.300		
インバーター制御なし	0.476		---	0.298	1.586	---	0.575	---	0.360	0.915	0.512	0.141	0.065
			0.298		1.080			0.545			0.239		

インバーター制御を行っている事業者が 38 と多い。インバーター制御を行っている場合には、行わない場合に比べて平均電力原単位が 10%低い。

インバーター制御は、流量調整を行うポンプで多く使用されて、特に、流量調整を弁制御からインバーター制御に変更した場合には CO2 削減効果が認められていた。

ポンプの使用台数制御を行う事によりインバーター制御を使用せずに、流量調整を行っている事業者があった。更に、容量の異なるポンプを組み合わせることで流量調整を行っている事業者もあった。

インバーター制御は、流量を調整する以外に、ポンプ起動時の過電流を抑えるために使用している場合があり、起動後に流量調整を行わない場合は、インバーターが追加される分ロスとなるので、CO2 削減効果は期待できないと思われる。

[CO2 削減効果]

- ・送水ポンプ 3 台をインバーター化して、21.9%エネルギー量を削減した。
- ・送水ポンプ 2 台をインバーター化して、420 千 kWh/年のエネルギー量を削減した。

[コスト]

- ・170kW の送水ポンプ 3 台をインバーター化して、イニシャルコストが 20,000 千円の費用を要した事業者があった。

ランニングコストは、12,230 千円/年削減された。

$$170\text{kW} \times 3 \text{ 台} \times 12 \text{ 時間/日} \times 365 \text{ 日/年} \times 0.219 \times 25 \text{ 円/kWh} = 12,230 \text{ 千円/年}$$

- ・送水ポンプ 2 台をインバーター化して、イニシャルコストが 70,000 千円の費用を要した事業者があった。ランニングコストは、10,500 千円/年削減された。

[効果をより確実にするための留意点]

- ・ポンプの回転数制御を行う場合には、インバーター制御は CO2 削減効果が大きいと思われる。
- ・インバーター制御以外にポンプ台数制御による流量調整も効果的と思われる。

[CO2 削減量に影響する指標等]

- ・弁による調整の有無と流量の調整割合

(5) 高効率ポンプ・エネルギー消費効率の高いモーターの導入

高効率製品のありなしの平均電力原単位と該当件数の結果を表 4-20 に示す。

表 4-20 高効率製品のありなしの平均電力原単位 (kWh/m³) と該当件数

調査項目	原単位 (kWh/m³)	件数	ダム		河川			地下水			浄水受水		
			E	I	B	F	J	C	G	K	D	H	L
高効率製品あり	0.408	25	0	5	0	0	5	1	3	2	0	2	7
			5		5			6			9		
高効率製品なし	0.469	25	2	4	2	2	3	0	3	4	2	3	0
			6		7			7			5		
高効率製品あり	0.408		---	0.374	---	---	0.332	1.421	0.594	0.859	---	0.283	0.169
			0.374		0.332			0.820			0.194		
高効率製品なし	0.469		0.631	0.298	0.837	0.725	0.427	---	0.275	0.442	0.511	0.416	---
			0.409		0.629			0.371			0.454		

高効率製品を使用していると回答した事業者は、25 であり、使用の有無の事業者数は同じであった。高効率製品を使用している場合は、使用していない場合に比べて平均電力原単位が 13%低い。

モーターは、2015 年前は 1 E 1 レベルのモーター（効率：93%、50Hz, 90kW）が多用されていたが、2015 年にモーターのトップランナー制度が導入されてから、1 E 3 レベルのモーター（効率：95.2%、50Hz, 90kW）が高効率製品として使用されるようになっていた。

高効率モーターは、従来の汎用モーターに比べて回転数が高くなり、仕事量が増加し電流値が増加する場合があるため、仕事量を調整する必要がある。このことからポンプ本体と同時に交換する事が望ましいが、高効率モーターのみ交換する場合にはポンプの調整が必要になることがある。

現地調査では、古いポンプを使っている場合が散見された。特に大容量ポンプは長く使用されている場合が多くあった。一般的に大容量のポンプは受注生産のために高価であり、古いポンプを定期的なメンテナンスにより長く使用していた。

高効率製品への更新は、省エネルギー効果を高めることに直接つながると考えられるので、使用状況を確認することにより省エネルギー効果を評価できると思われる。

[CO2 削減効果]

- 今回のケーススタディでは、CO2 削減効果が明確にならなかったため、追加調査が必要になる。

[コスト]

- 75kW の高効率ポンプ 10 台導入し、イニシャルコストが 37,000 千円の費用を要した事業者があった。ランニングコストは、2,053 千円/年削減された。（高効率化による改善率；2.5%）

$$75\text{kW} \times 10 \text{ 台} \times 12 \text{ 時間/日} \times 365 \text{ 日/年} \times 0.025 \times 25 \text{ 円/kWh} = 2,053 \text{ 千円/年}$$

[効果をより確実にするための留意点]

- 高効率モーターは汎用モーターに比べて回転数が高くなるので、ポンプ本体と調整が必要になる。

[CO2 削減量に影響する指標等]

- 2015 年（トップランナー制度導入年）以前のポンプ容量と台数

(6) 取水・導水・送水・配水工程等における自然流下系統の有効利用

自然流下利用のありなしの平均電力原単位と該当件数の結果を表 4-21 に示す。

表 4-21 自然流下利用のありなしの平均電力原単位 (kWh/m³) と該当件数

調査項目	原単位 (kWh/m ³)	件数	ダム		河川			地下水			浄水受水		
			E	I	B	F	J	C	G	K	D	H	L
自然流下利用あり	0.417	32	2	9	1	2	7	1	4	2	0	2	2
			11		10			7			4		
自然流下利用なし	0.477	18	0	0	1	0	1	0	2	4	2	3	5
			0		2			6			10		
自然流下利用あり	0.417		0.631	0.340	0.088	0.725	0.358	1.421	0.323	0.859	---	0.224	0.047
			0.393		0.405			0.633			0.135		
自然流下利用なし	0.477		---	---	1.586	---	0.433	---	0.658	0.442	0.511	0.456	0.218
			---		1.010			0.514			0.348		

自然流下利用の事業者は 32 と多い。自然流下利用の場合は、利用していない場合に比べて平均電力原単位が 13%低い。

山間部に浄水場を設置することで、取水・導水と配水池までの送水に自然流下を利用し、原単位が 0.1 kWh/m³ 以下の事業者があった。昭和 50 年の水道供給を行っているが、当初から位置エネルギーを有効に使えるようにしていた。

ダムから自然流下で導水し、多くが浄水場よりも低い位置にある受水池に自然流下で送水して、6 市町への水道供給している事業者があった。これを利用して、従来、都市河川から取水し、高い位置の配水池に送水していた市が、浄水受水に切り替えて、97%のエネルギーを削減していた。6 市町村全体の水道事業全体のエネルギーが、広域化を行う前に比べて 60%のエネルギーを削減していた。

専用の送水管を増設して自然流下を利用することで配水場へのポンプアップを止めた事業者があった。

自然流下は、地形が大きく影響しているので、利用できる範囲が限定されるが、広域化等の検討時に可能な範囲で利用する事が望ましい。

[CO2 削減効果]

- ・今回のケーススタディでは、CO2 削減効果が明確にならなかったなので、追加調査が必要になる。

[コスト]

- ・地形が影響するので、コストを出すためには更なる調査が必要と考える。

[効果をより確実にするための留意点]

- ・位置エネルギーに優れる水源を利用する場合、当該水源が水量、水質の面でも問題ないことを確認する必要がある。
- ・浄水受水の水圧を活用する場合には、用水供給事業との協議等が必要である。

[CO2 削減量に影響する指標等]

- ・削減可能なポンプ揚程高
- ・浄水受水の圧力

(7) 位置エネルギーを利用した施設の整備

位置エネルギー利用のありなしの平均電力原単位と該当件数の結果を表 4-22 に示す。

表 4-22 位置エネルギーの使用のありなしの平均電力原単位 (kWh/m³) と該当件数

調査項目	原単位 (kWh/m³)	件数	ダム		河川			地下水			浄水受水		
			E	I	B	F	J	C	G	K	D	H	L
位置エネルギー使用あり	0.332	22	2	4	1	0	3	0	5	1	0	3	3
			6		4			6			6		
位置エネルギー使用なし	0.522	28	0	5	1	2	5	1	1	5	2	2	4
			5		8			7			8		
位置エネルギー使用あり	0.332		0.631	0.253	0.088	---	0.361	---	0.330	0.915	---	0.378	0.055
			0.379		0.293			0.427			0.216		
位置エネルギー使用なし	0.522		---	0.410	1.586	0.725	0.371	1.421	0.960	0.515	0.511	0.341	0.255
			0.410		0.612			0.708			0.340		

位置エネルギーを使用していると回答した事業者は、22 であり少ない。位置エネルギーを使用している場合は、使用していない場合に比べて平均電力原単位が 36% 低く、効果が大きいと判断できる。

浄水場の位置を、現在よりも 80m 高い位置に移設等で、400 万 kWh の削減を計画している事業者があった。

位置エネルギーの利用で、最も効果的と思われた事例として、大阪地区で浄水受水の受水圧を利用して配水池へ送付していた事業者が多くあった。浄水受水の場合には、受水池を設け、送水ポンプを用いて送水している場合が多いが、大阪府では受水圧の利用を認めており、有効利用した事業者の原単位が 0.1kWh/m³ 以下であった。

受水圧力を有効に利用できる所の有無と、受水圧と流量と受水圧の利用の有無を確認することが重要と思われる。

[CO2 削減効果]

- ・今回のケーススタディでは、CO2 削減効果が明確にならなかったため、追加調査が必要になる。

[コスト]

- ・コストを出すためには更なる調査が必要と考える。

[効果をより確実にするための留意点]

- ・位置エネルギーの利用が可能となる上流側の施設への切り替えは、施設統廃合や広域化等による既存の施設を最大限に有効活用することが必要。
- ・施設立地のための新たな用地確保、水利権等、関連部局との柔軟な調整を図ることが必要。

[CO2 削減量に影響する指標等]

- ・CO2 削減量を計算する指標としては、受水量と削減できる揚程高がある。

(8) エネルギー原単位の分析のための電力計の設置

エネルギー原単位の分析のための電力計の設置することによる見える化の実施のありなしの平均電力原単位と該当件数の結果を表 4-23 に示す。

表 4-23 見える化実施のありなしの平均電力原単位 (kWh/m³) と該当件数

調査項目	原単位 (kWh/m ³)	件数	ダム		河川			地下水			浄水受水		
			E	I	B	F	J	C	G	K	D	H	L
見える化実施あり	0.403	23	1	5	0	0	7	0	1	2	0	2	5
			6		7			3			7		
見える化実施なし	0.469	27	1	4	2	2	1	1	5	4	2	3	2
			5		5			10			7		
見える化実施あり	0.403		0.998	0.377	---	---	0.371	---	0.105	0.859	---	0.496	0.196
			0.481		0.371			0.608			0.282		
見える化実施なし	0.469		0.265	0.294	0.837	0.725	0.342	1.421	0.501	0.442	0.511	0.275	0.102
			0.288		0.693			0.569			0.293		

見える化を実施していると回答した事業者は、23 であり少ない。見える化を実施している場合は、実施していない場合に比べて平均電力原単位が 14%低い。

ポンプ場ごとに電力計を設置している場合は、個別評価が可能であるので、ポンプ場ごとに電力計を設置した場合も、見える化を実施とした。

ポンプに電力計を個別に設置することで、個別の原単位を把握することにより、効率の良いポンプを使うことで CO2 削減を行っている事業者があった。この事業者のポンプは古くメンテナンスを実施しているが、メンテナンス時期の判断にも個別原単位での評価を用いていた。

[CO2 削減効果]

- ・今回のケーススタディでは、CO2 削減効果が明確にならなかったため、追加調査が必要になる。

[コスト]

- ・電力計の設置に 8,107 千円を要した事業者があった。

[効果をより確実にするための留意点]

- ・見える化（計測）だけでなく、動力設備の能力評価を行い更新優先順位に反映させることが必要。
- ・見える化（計測）だけでなく、省エネルギー化のための分析、対策検討を実施することが必要。

[CO2 削減量に影響する指標等]

- ・見える化だけでは CO2 削減にはつながらないため、指標等については該当なしとする。

(9) 設備の集中監視等による広域的運用システムの導入

設備の集中監視等による広域的運用システムの導入することで、広域で集中制御が可能となるが、広域で集中制御のありなしの平均電力原単位と該当件数の結果を表 4-24 に示す。

表 4-24 広域で集中制御のありなしの平均電力原単位 (kWh/m³) と該当件数

調査項目	原単位 (kWh/m ³)	件数	ダム		河川			地下水			浄水受水		
			E	I	B	F	J	C	G	K	D	H	L
広域で集中制御あり	0.382	30	1	4	1	2	5	0	5	2	0	3	7
			5		8			7			10		
広域で集中制御なし	0.524	20	1	5	1	0	3	1	1	4	2	2	0
			6		4			6			4		
広域で集中制御あり	0.382		0.998	0.313	0.088	0.725	0.326	---	0.449	0.618	---	0.456	0.169
			0.450		0.396			0.497			0.255		
広域で集中制御なし	0.524		0.265	0.362	1.586	---	0.437	1.421	0.364	0.563	0.511	0.224	---
			0.346		0.724			0.673			0.367		

広域での集中制御を実施していると回答した事業者は、30 であり多い。広域での集中制御を実施している場合は、実施していない場合に比べて平均電力原単位が 27% 低く、効果が大きいと判断できる。

広域での集中管理は、CO₂ 削減よりは人件費の削減を主目的として実施している事業者が多くあった。

[CO₂ 削減効果]

- ・今回のケーススタディでは、CO₂ 削減効果が明確にならなかったなので、追加調査が必要になる。

[コスト]

- ・監視システム導入で 20,000 千円を要した事業者があった。
- ・中央監視システムの導入で 111,684 千円を要した事業者があった。

[効果をより確実にするための留意点]

- ・水圧、流量、電力量等の運転管理情報、広域的な運用により CO₂ 削減が全体として削減されていることを把握する必要がある。

[CO₂ 削減量に影響する指標等]

- ・広域での集中制御により無駄な電力ロスが削減されると考えられるが、CO₂ 削減量に影響する指標は水道システム全般にかかわるものになるので、指標等については該当なしとする。

(10) エネルギー損失の少ない変圧器の導入

エネルギー損失の少ない変圧器の導入のありなしの平均電力原単位と該当件数の結果を表 4-25 に示す。

表 4-25 最新の変圧器ありなしの平均電力原単位 (kWh/m³) と該当件数

調査項目	原単位 (kWh/m ³)	件数	ダム		河川			地下水			浄水受水		
			E	I	B	F	J	C	G	K	D	H	L
最新の変圧器あり	0.348	25	0	5	0	0	4	0	1	4	1	3	7
			5		4			5			11		
最新の変圧器なし	0.529	25	2	4	2	2	4	1	5	2	1	2	0
			6		8			8			3		
最新の変圧器あり	0.348		---	0.344	---	---	0.320	---	0.483	0.595	0.512	0.378	0.169
			0.344		0.320			0.573			0.257		
最新の変圧器なし	0.529		0.631	0.335	0.837	0.725	0.415	1.421	0.425	0.554	0.510	0.341	---
			0.434		0.598			0.582			0.397		

最新の変圧器を使用していると回答した事業者は、25 であり、使用の有無の事業者数は同じであった。最新の変圧器を使用している場合は、使用していない場合に比べて平均電力原単位が 34%低く、効果が大きいと判断できる。なお、平均電力原単位が 34%低くなる効果は最新の変圧器を使用しただけではなく、電気設備の更新等が含まれていると考える。

変圧器の更新の際に、多くの事業者は変圧器の容量削減も併せて行っていた。変圧器は法定耐久年数が 15 年と長いために、多くの事業者が古い設備を使っていた。更に計画時に予想していた配水量の大幅な伸びを考慮して、現状の電気使用量に比べて、容量が大きな設備を使っていることが多くあった。緊急的に他の浄水場への供給を考慮して変圧器が 2 系ある事業者があったが、通常 1 系統のみ稼働させて、鉄損を減少させる工夫を行っている。

変圧器もモーターと同様にトップランナー制度が 2014 年に導入され、2014 年以降は、効率の高い変圧器を使うようになっている。10 年前に比べてトップランナー製品（5 年）は、12.5%改善されており、20 年前に比べて、比べてトップランナー製品（5 年）は 39.4%改善されている。

[CO2 削減効果]

- ・今回のケーススタディでは、CO2 削減効果が明確にならなかったなので、追加調査が必要になる。

[コスト]

- ・変圧器の更新時に 150kVA から 50kVA へ容量を削減した費用は、1,100 千円を要した事業者があった。
- ・変圧器の更新に、22,000 千円を要した事業者があった。

[効果をより確実にするための留意点]

- ・受電量に比べて変圧器の容量が大きい場合があり、今後の使用電力量を考慮して、容量を下げることも CO2 削減になる。

[CO2 削減量に影響する指標等]

- ・総受電量、導入年度と変圧器の容量、台数

(11) 力率改善装置の採用等

力率改善装置の採用のありなしの平均電力原単位と該当件数の結果を表 4-26 に示す。

表 4-26 力率改善のありなしの平均電力原単位 (kWh/m³) と該当件数

調査項目	原単位 (kWh/m ³)	件数	ダム		河川			地下水			浄水受水		
			E	I	B	F	J	C	G	K	D	H	L
コンデンサーでの力率調整あり	0.365	34	1	7	0	1	6	0	3	4	1	4	7
			8		7			7			12		
コンデンサーでの力率調整なし	0.595	16	1	2	2	1	2	1	3	2	1	1	0
			3		5			6			2		
コンデンサーでの力率調整あり	0.365		0.265	0.346	---	0.575	0.337	---	0.516	0.591	0.512	0.377	0.169
			0.336		0.371			0.559			0.267		
コンデンサーでの力率調整なし	0.595		0.998	0.320	0.837	0.876	0.458	1.421	0.353	0.562	0.510	0.306	---
			0.546		0.693			0.601			0.408		

コンデンサの力率調整を使用していると回答した事業者は、34 であり多い。コンデンサの力率調整を使用している場合は、使用していない場合に比べて平均電力原単位が 39%低く、効果が大きいと判断できる。なお、平均電力原単位が 39%低くなる効果はコンデンサの力率調整だけではなく、電気設備の更新等が含まれていると考える。

[C02 削減効果]

- ・コンデンサでの力率調整は、変圧器等の電気設備との関係もあり、個別の評価が困難と思われる。変圧器等の更新時に併せて更新することが多い。
- ・今回のケーススタディでは、C02 削減効果が明確にならなかったなので、追加調査が必要になる。

[コスト]

- ・コストを提案するためには更なる調査が必要と考える。

[効果をより確実にするための留意点]

- ・電力会社との協議により、力率改善装置の採用の効果を見極める必要がある。

[C02 削減量に影響する指標等]

- ・力率とその変動。

(12) 広域化の検討

C02 削減方策を確認したのちに、口頭で広域化に関する状況を確認した。表 4-27 に結果をまとめた。またそのヒアリングを以下に示す。

表 4-27 広域化の検討

No.	項 目	件数	備 考
1	広域化実施	12	渇水等に対する水源の確保が目的
2	C02 削減効果検証	1	福島地方水道用水供給企業団で総エネルギーが 60%削減
3	市町村の合併で浄水場等の統廃合済み	2	効率が悪い浄水設備を統廃合

広域化を行っている多くの事業者は、市町村個別では安定した水の確保ができずに、隣接する市町村が共同で企業団を設置していた。

広域化で C02 を 60%削減した事業者として、福島地方水道用水供給企業団があった。この企業団は上流にダムを作り、ダムから自然流下で浄水場に導き、浄水場から低い受水池へ自然流下で送水していた。企業団は、6 市町への水道用水供給しており、企業団と 6 市町が水道事業で使用している総エネルギー量が広域化する前に比べて 60%ほど削減した。

市町村合併により、供給領域が拡大して合併前に比べて広域化になった市があった。広域化になった際、効率の悪い浄水場中心に 37 から 12 まで削減し、高効率化を図っていた。

広域化により、浄水場の統廃合や、取水口の高い位置への変更等が可能となるために、C02 削減効果は高いと判断する。

どの事業者も県レベルでの話し合いが開かれている事が確認できたが、具体的な内容は今回訪問した担当者から聞くことができなかった。

4.5 ケーススタディのとりまとめと類型化の視点

(1) ケーススタディのとりまとめ

ケーススタディ（50 事業者）の現地調査結果より、取り上げた対策について以下の 4 つの点を整理し、表 4-28 に示した。

- ・ CO2 削減効果
- ・ 対策に係るコスト（イニシャル、ランニング）
- ・ 効果をより確実にするための留意点
- ・ CO2 削減量に影響する指標等

表 4-28 ケーススタディで取り上げた対策の CO2 削減効果、コスト、留意点及び
CO2 削減量に影響する指標等

工程	対策	CO2削減効果	イニシャル/ランニングコスト	効果をより確実にするための留意点	CO2削減量に影響する指標等
送水・配水	送水・配水施設における末端圧制御によるポンプ制御の適正化	情報量が少ないため、定量的な効果の算出は困難	情報量が少ないため、定量的なコストの算出は困難	・末端圧の監視精度確保と制御の最適化技術等が必要。今後の技術開発 (AI技術活用等) も期待される。	・水需要の時間変動 ・全揚程 ・ポンプ容量
	送水系統の流量制御等によるポンプ制御の適正化	・37kW 2台を22kW 2台にダウンサイジングして、省エネ効果60%を得た事例があった。	・37kW 2台を22kW 2台にダウンサイジングした際に、イニシャルコストとして5,560千円を要し、ランニングコストとして1,642千円/年削減できた事例があった。	・調整弁を絞って流量制御を行っている場合、回転数制御への変更が効果的である。 ・供給水量の減少に伴うポンプのダウンサイジングは、電力削減の効果がある。	・供給水量とポンプ能力 ・弁による調整の有無 ・流量の調整割合
取水・導水・送水・配水	インバーター等を利用したシステム導入によるポンプ運転制御方式の改善	・送水ポンプ3台をインバーター化して、21.9%エネルギー量を削減した事例があった。 ・送水ポンプ2台をインバーター化して、420kWh/年のエネルギー量を削減した事例があった。	・170kWの送水ポンプ3台をインバーター化した際に、イニシャルコストとして37,000千円を要し、ランニングコストは、12,230千円/年削減できた事例があった。	・ポンプの回転数制御を行う場合には、インバーター制御はCO2削減効果が大きいと思われる。 ・インバーター制御以外にポンプ台数制御による流量調整も効果的と思われる。	・弁による調整の有無 ・流量の調整割合
	高効率ポンプ・エネルギー消費効率の高いモーターの導入	情報量が少ないため、定量的な効果の算出は困難	・75kWの高効率ポンプ10台導入し、イニシャルコストとして37,000千円を要し、ランニングコストは、2,053千円/年削減できた事例があった。(高効率化による改善率: 2.5%)	・高効率モーターは汎用モーターに比べて回転数が高くなるので、ポンプ本体と調整が必要になる。	・2015年(トップランナー制度導入年)以前のポンプ容量と台数
総合管理	取水・導水・送水・配水工程等における自然流下系統の有効利用	情報量が少ないため、定量的な効果の算出は困難	情報量が少ないため、定量的なコストの算出は困難	・位置エネルギーに優れる水源を利用する場合、水量、水質の面でも問題ないことを確認する必要がある。 ・浄水受水の水圧を活用する場合には、用水供給事業との協議等が必要。	・削減可能なポンプ揚程高 ・浄水受水の圧力
	位置エネルギーを利用した施設の整備	情報量が少ないため、定量的な効果の算出は困難	情報量が少ないため、定量的なコストの算出は困難	・位置エネルギーの利用が可能となる上流側の施設への切り替えは、施設統廃合や広域化等による既存の施設を最大限に有効活用することが必要。 ・施設立地のための新たな用地確保、水利権等、関連部局との柔軟な調整を図ることが必要。	・削減できる揚程高 ・受水量
	エネルギー原単位の分析のための処理工程単位・主要設備単位・機器単位での電力計の設置	情報量が少ないため、定量的な効果の算出は困難	・電力計の設置に8,107千円を要した事業体があった。	・動力設備の能力評価を行い更新優先順位に反映させることが必要。 ・省エネルギー化のための分析、対策検討を実施することが必要。	—
	設備管理の一元化・設備の集中監視等による広域的運用システムの導入	情報量が少ないため、定量的な効果の算出は困難	・監視システム導入で20,000千円を要した事業体があった。 ・中央監視システムの導入で111,684千円を要した事業体があった。	・水圧、流量、電力量等の運転管理情報、広域的な運用によりCO2削減が全体として削減されていることを把握する必要がある。	—
その他業務部門対策	モールド変圧器・アモルフラス変圧器・トップランナー変圧器等エネルギー損失の少ない変圧器の導入	情報量が少ないため、定量的な効果の算出は困難	・変圧器の更新時に150kVAから50kVAへと容量を削減し、費用は、1,100千円を要した事業体があった。 ・変圧器の更新に、22,000千円を要した事業体があった。	・受電量に比べて変圧器の容量が大きい場合があり、今後の使用電力量を考慮して、容量を下げることもCO2削減になる。	・総受電量 ・導入年度 ・変圧器の容量、台数
	自動力率改善装置の採用等による力率改善	情報量が少ないため、定量的な効果の算出は困難	情報量が少ないため、定量的なコストの算出は困難	・電力会社との協議により、効果を見極める必要がある。	・力率 ・力率の変動

(2) 水道施設の類型化に必要な条件

ケーススタディの事業者の抽出では、水源種別と事業規模を分類の基本としたが、CO2 削減方策の実施事例を踏まえると、例えば、位置エネルギーの活用のためには用水供給からの受水方法、隣接事業者との高低差等の地形条件も、視点として組み込む必要がある事が確認できた。

第5章 CO2 削減効果の分析

5.1 CO2 削減効果の分析方法

本章では、ケーススタディで「CO2 削減効果に影響を及ぼす指標等」が得られた対策と配水ブロックシステムの導入に係る対策（表 5-1 において○印を付した対策）について、理論式を基にした CO2 削減効果の数式化、コストの定量化を試みた。

表 5-1 CO2 削減効果の分析で取り上げた項目 (1/3)

工程		第 1 回アンケート		ケーススタディ での事前確認 項目	CO2削減効果の 分析
設備区分	削減方策	施設諸元把握	対策実施状況の把握		
1. 取水・導水工程					
ポンプ設備	・ ポンプ吸込圧力の有効利用、流量の平準化に伴う管路抵抗の軽減による運転の効率化	—	○	—	○
除塵機	・ 運転時間・運転間隔の調整による運転の効率化	—	○	—	—
除塵機	・ 上下流の水位差による運転制御	—	○	—	—
ポンプ設備	・ ポンプ設備における台数制御システム・可動羽根制御システム・インバーター等を利用した回転速度制御システム等の導入による運転制御方式の改善	○	○	○	○
ポンプ設備	・ 羽根車改造等によるポンプ容量の適正化	○	○	○	—
ポンプ設備	・ 高効率ポンプ・エネルギー消費効率の高いモーターの導入	○	○	○	○
2. 沈殿・ろ過工程					
沈殿設備	・ 原水の質に応じた運転時間・運転間隔の調整によるスラッジ掻き寄せ機の運転の効率化	—	○	—	—
ろ過池設備	・ 洗浄の頻度・時間等の見直し及びろ抗（ろ過抵抗）到達洗浄等による洗浄の効率化	洗浄の頻度・時間等の見直しによる洗浄の効率化	—	○	—
		ろ抗（ろ過抵抗）到達洗浄等による洗浄の効率化	—	○	—
ろ過池設備	・ 洗浄速度・圧力の適正化	—	○	—	—
膜ろ過設備	・ 頻度・時間等の見直しによる膜洗浄の効率化	—	○	—	—
凝集池設備	・ 急速攪拌かくはん装置・緩速攪拌かくはん装置の効率化のための低速モーター又はインバーター制御システムの導入等による駆動方式の見直し、駆動軸の改良、翼車の材質・構造等の改良	低速モーターの導入等	—	○	—
		駆動軸の改良、翼車の材質・構造等の改良	—	○	—
凝集池設備	・ 迂流式凝集池の導入	—	○	—	—
沈殿設備	・ 効率的な駆動方式の採用によるスラッジ掻き寄せ機の運転の効率化	—	○	—	—
沈殿設備	・ 排泥制御装置・圧力水噴射装置・界面計・濃度計の導入による排泥設備の運転の効率化	—	○	—	—
ろ過池設備	・ 自己逆流洗浄型自然平衡形ろ過池の導入	—	○	—	—
膜ろ過設備	・ 台数制御システム・可動羽根制御システム・インバーター等を利用した回転速度制御システム等の導入によるポンプ運転制御方式の改善	○	○	—	—
膜ろ過設備	・ 流入落差を利用した膜ろ過システムの導入	—	○	—	—
膜ろ過設備	・ PAC（ポリ塩化アルミニウム）の注入等の前処理設備の導入	—	○	—	—
膜ろ過設備	・ RO 膜（逆浸透膜）ろ過の排水圧力を利用した動力回収水車の導入	—	○	—	—
薬品注入設備	・ 薬品注入の効率化のための自然流下注入方式の導入・原水の質に応じた薬品注入制御の自動化	—	○	—	—
薬品注入設備	・ 高効率注入ポンプの導入	—	○	—	—
薬品注入設備	・ 水質計測の効率化のための高効率サンプリングポンプ・インライン型の水質計測設備の導入	—	○	—	—
薬品注入設備	・ 大・小容量を組み合わせた注入機の導入	—	○	—	—

表 5-1 CO2 削減効果の分析で取り上げた項目 (2/3)

工程			第 1 回アンケート		ケーススタディでの事前確認項目	CO2削減効果の分析
設備区分	削減方策		施設諸元把握	対策実施状況の把握		
3. 高度処理工程						
オゾン処理設備	・ オゾン注入量の制御によるオゾン発生装置の運転の効率化		－	○	－	－
粒状活性炭ろ過池設備	・ 洗浄頻度・時間等の見直しによる洗浄の効率化		－	○	－	－
粒状活性炭ろ過池設備	・ 洗浄速度・圧力の適正化		－	○	－	－
紫外線処理設備	・ 紫外線照射強度・照射時間の制御による紫外線処理の効率化		－	－	－	－
オゾン処理設備	・ 高効率オゾン発生装置の導入		－	○	－	－
オゾン処理設備	・ 排オゾン処理設備における排熱回収		－	－	－	－
オゾン処理設備	・ 空気源ブロワ吐出熱の回収		－	－	－	－
紫外線処理設備	・ 処理形態に応じた紫外線ランプの採用		－	－	－	－
4. 排水処理工程						
排泥濃縮槽設備	・ 運転時間・運転間隔の調整による運転の効率化		－	○	－	－
排泥脱水設備	・ 運転時間・運転間隔の調整による脱水の効率化、天日乾燥及び脱水機の使用による脱水の効率化	運転時間・運転間隔の調整による脱水の効率化	－	○	－	－
		天日乾燥及び脱水機の使用による脱水の効率化	－	○	－	－
排泥脱水設備	・ 脱水機に連動した搬送設備の制御		－	－	－	－
排泥濃縮槽設備	・ 台数制御システム・可動羽根制御システム・インバーター等を利用した回転速度制御システム等の導入によるポンプ運転制御方式の改善		－	－	－	－
排泥濃縮槽設備	・ エネルギー消費効率の高いモーターの導入		－	－	－	－
排泥脱水設備	・ 脱水の効率化に適した駆動方式の選定、脱水の効率化のための排熱利用による濃縮汚泥の加温		－	○	－	－
排泥脱水設備	・ 天日乾燥処理施設の導入		－	－	－	－
5. 送水・配水工程						
ポンプ設備	・ 送水・配水施設における台数制御システム・可動羽根制御システム・インバーター等を利用した回転速度制御システム等の導入によるポンプ運転制御方式の改善		○	○	○	○
ポンプ設備	・ 大・小容量ポンプの組合せによる幅広い需要量への対応		－	○	－	－
ポンプ設備	・ 適正な配水池容量の確保による定量送水		－	○	－	－
ポンプ設備	・ 送水・配水施設における末端圧制御・送水系統の流量制御等によるポンプ制御の適正化	末端圧制御	－	○	○	○
		流量制御	－	○	○	○
ポンプ設備	・ 羽根車改造等による適正規模の設備容量のポンプの導入		○	○	○	－
ポンプ設備	・ 高効率ポンプ・エネルギー消費効率の高いモーターの導入		○	○	○	○
施設全体	・ ブロック配水システムの導入		－	○	－	○
施設全体	・ 漏水防止対策の推進		－	○	－	－
ポンプ設備	・ 送水・配水管路の分離による圧力管理の適正化		－	○	－	－

表 5-1 CO2 削減効果の分析で取り上げた項目 (3/3)

工程		第 1 回アンケート		ケーススタディ での事前確認 項目	CO2削減効果の 分析
設備区分	削減方策	施設諸元把握	対策実施状況の把握		
6. 総合管理					
水運用管理	・取水・導水・送水・配水工程等における自然流下システムの有効利用	－	○	○	○
監視制御システム	・LCD（液晶表示装置）・LED（発光ダイオード）表示灯等省エネ型の監視制御装置の導入	－	－	－	－
水運用管理	・位置エネルギーを利用した施設の整備	－	○	○	－
水運用管理	・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	－	○	－	－
水運用管理	・需要予測システムの導入	－	－	－	－
監視制御システム	・エネルギー原単位の分析のための処理工程単位・主要設備単位・機器単位での電力計の設置	－	○	○	－
監視制御システム	・エネルギー管理システムの導入	－	－	－	－
監視制御システム	・配水管網への水圧監視システムの導入	－	○	－	－
監視制御システム	・設備管理の一元化・設備の集中監視等による広域的運用システムの導入	－	○	○	－
7. 共通					
受変電・配電設備	・モールド変圧器・アモルフラス変圧器・トプランナー変圧器等エネルギー損失の少ない変圧器の導入	－	－	○	○
受変電・配電設備	・適正規模の設備容量の変圧器の導入	－	－	－	－
受変電・配電設備	・変圧器統合による無負荷損の削減及び負荷率の向上	－	－	－	－
受変電・配電設備	・高効率無停電電源装置の導入	－	－	－	－
受変電・配電設備	・自動力率改善装置の採用等による力率改善	－	－	○	－
受変電・配電設備	・デマンド制御の導入	－	－	－	－

5.2 CO2 削減方策と指標及び数式化、コスト

1) インバーター等を利用したシステム導入によるポンプ運転制御方式の改善 (p. S1-45)

- (1) 指標：流量負荷率
- (2) 数式化：ポンプの原動機出力 [kW] × 年間稼働時間 [h] × 更新による改善率
- (3) コスト：50～150 千円/kW (容量の大小で相違、制御盤別置の場合は追加費用)

① 流量が定格の 60% の場合の削減効果

図 5-1 に示すように流量をバルブで制御した場合と、インバーターで制御した場合の所要電力の関係を示す。

例えば、バルブで制御した場合の消費電力が定格の 76% であった場合に、インバーターで制御した場合の消費電力は定格の 25% となる場合、省エネルギー量は、

定格消費電力 (kW) × 運転時間 (h/年) × (0.76—0.25)

となる。

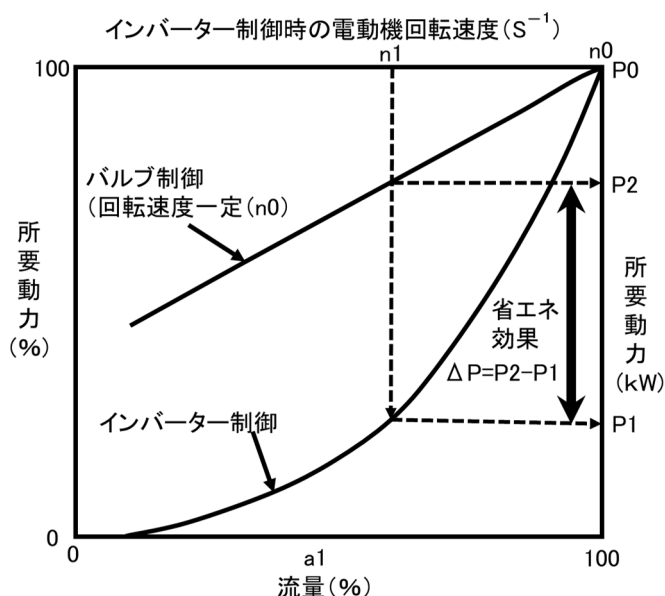


図 5-1 インバーター導入効果

② 吐出圧を一定に制御した場合の削減効果

吐出圧を一定として回転数制御を行った場合のポンプ特性は図 5-2 のようになる。

この場合の削減効果は、負荷率(流量比=回転数比)の二乗に比例する。

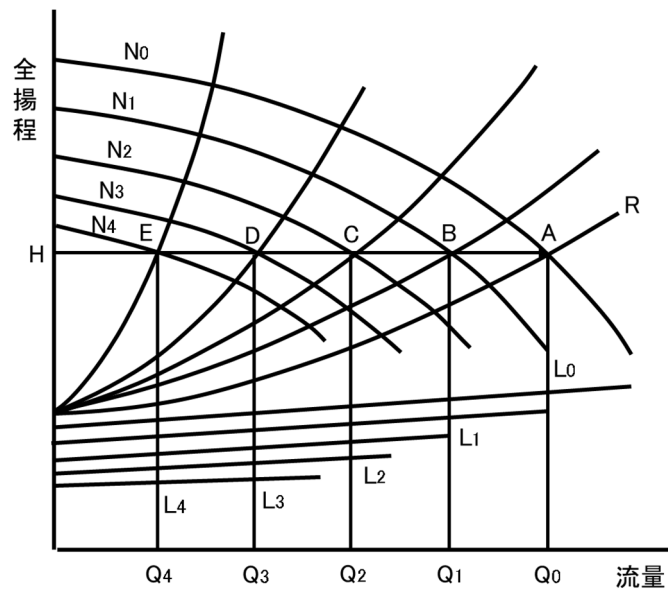


図 5-2 吐出し圧力一定制御

注意点

インバーター制御は、以下の場合に効果が大きい

- ・ 時間的に流量の変動が大きい(昼夜間格差を含む)
- ・ 日別の流量変動が大きい (平日と休日など)

インバーター周波数設定値は定格時の周波数の場合は損失があるため省エネルギー効果は望めない。

(3) コスト：センサー設置の場合と想定末端圧制御で異なる。

139

3) 高効率ポンプ・エネルギー消費効率の高いモーターの導入 (p. S1-7)

- (1) 指標：モーター効率比
- (2) 数式化：原動機出力 [kW] × 年間稼働時間 [h] × 更新による改善率
- (3) コスト：汎用品と受注品で異なる

既存モーター特性におけるモーター効率と高効率モーター特性によるモーター効率の比率に比例して電力消費量が削減される。

例えば、90kW のモーターの場合、従来のモーター効率は 93%であるが、トップランナーのモーター効率は 95.2%である。従来のモーターからトップランナーのモーターに変更すると 2.24kW (2.5%) エネルギーを削減できる。 $(90 \times (100/93 - 100/95.2) = 2.24)$

従来のモーター効率は IE1 (標準モーター効率) が殆どを占め、2015 年度に制定されたトップランナーモーター効率は IE3 と定められている。

モーター効率の既存モーターと高効率モーターの効率比較例を図 5-4 に示す。

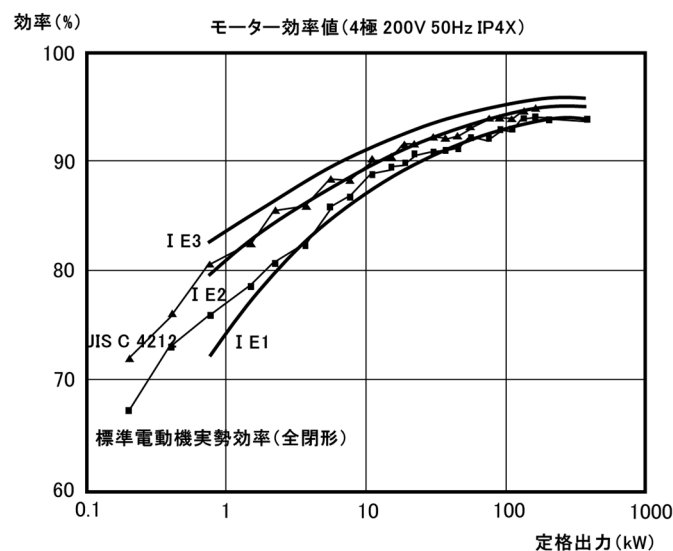


図 5-4 クラス別のモーター効率

4－1) 取水・導水・送水・配水工程等における自然流下系統の有効利用 (p. S2-31) (優先取水)

(1) 指標：水量、ポンプの揚程

(2) 数式化：自然流下の有効利用が可能な水量 $[\text{m}^3]$ $\times$ ポンプの揚程値 $[\text{m}]$
 $\times$ 重力加速度 $9.8 [\text{m/s}^2]$ $\times$ $1,000 [\text{kg/m}^3]$ $\times$ $1/3,600,000 [\text{kWh/J}]$

(3) コスト：ケースごとに相違

水道用水を受水する場合には、自然流下と同様に受水時にエネルギーを使わない。水源として水道用水を受水する場合と地下水や河川から取水する場合の2種類があった場合、用水受水の割合を大きくすることによりエネルギー削減が可能となる。削減エネルギーは、用水受水に切替えた水量とその量をポンプで取水した際のポンプ揚程を掛けた値となる。

一般的に、用水受水のコストが、各事業者で取水し浄水する場合よりも高くなることが多く、用水受水の割合を低く抑える傾向にある。

また用水受水以外でも、高い位置から取水し自然流下で導水できる場合には、自然流下の切替えた水量にポンプ揚程を掛けた値だけエネルギーの削減ができる。

取水を高い位置に変えることにより、水質も良好になる場合には、使用する PAC 等の薬品使用が少なくなる利点があり、ろ過装設備など浄水施設の内容で異なるが、ろ過浄水設備電力も削減される。

井戸水を使っている場合には、井水の水位の低下、掘替えしなど経年や環境の変化により変動することに注意する必要がある。

4-2) 位置エネルギーを利用した施設の整備 (p. S1-53)

- (1) 指標：位置エネルギーを利用できる水量、位置エネルギーで利用できる圧力
- (2) 数式化：受水水量 [m³] × 残圧利用によって削減されるポンプ揚程高 [m]
× 重力加速度 9.8 [m/s²] × 1,000 [kg/m³] × 1/3,600,000 [kWh/J]
- (3) コスト：ケースごとに相違

図 5-5 に示すように、位置エネルギーを利用した事例として、用水受水している場合に、受水圧を利用してインラインポンプ等で増圧し、配水池へ送水している場合があった。この場合、配管内の摩擦係数を考慮しない場合では、浄水池と配水池の水位の差（実揚程 1）となる。

一方、図 5-6 に示すように、一般的に用水受水を受水池で受け受水圧力を開放させ、その後、受水池からポンプで配水池へ送水している。この場合、配管内の摩擦係数を考慮しない場合では、受水池と配水池の水位の差（実揚程 2）となる。受水圧を開放せずに、受水圧を利用することにより、配管内の摩擦係数を考慮しない場合では、浄水池と受水池の水位の差が受水圧となり、この分だけ P 1 ポンプは P 2 ポンプに比べて揚程を下げることができ、エネルギーを低減できる。

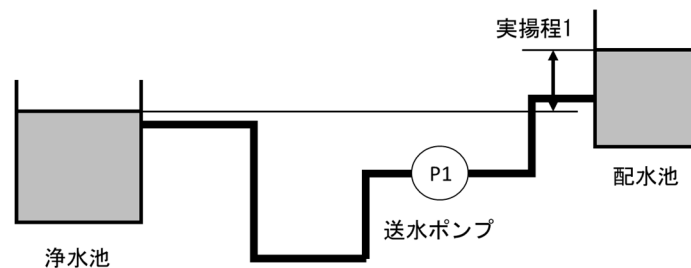


図 5-5 位置エネルギーを利用した例

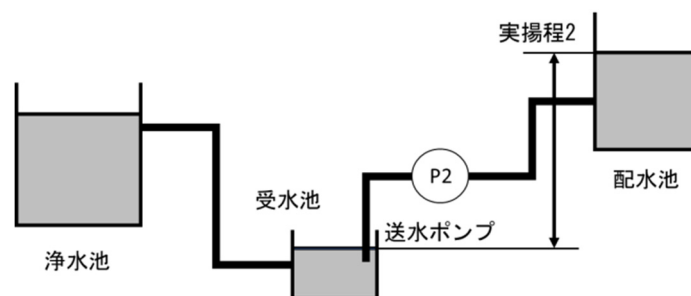


図 5-6 位置エネルギーを利用しない例

用水受水以外でも、受水池等で受水圧を開放せずに、直接配管してインラインポンプ等で増圧し送水することにより、同様にエネルギーを低減できる。配水池を使わず、直接配水ポンプを使って配水している場合も、受水池を設けずに直接送水ポンプに配管する事により、位置エネルギーを利用することができる。

コストは、バイパス配管、逆止弁、運転制御回路ソフト変更などが係わり、ケースごとで異なる。

5) エネルギー損失の少ない変圧器の導入

- (1) 指標：削減率 10～35%程度（容量、年式、型式、負荷率で相違）
- (2) 数式化：受電量 [kWh] × 更新によって改善されるロス割合
- (3) コスト：受電電圧、容量などで異なる（普通高圧変圧器単体で、30～100 千円 /kVA）

変圧器は、図 5-7 に示すように油入変圧器とモールド変圧器があり、エネルギー消費効率の向上を図ることが特に必要な機械器具として 2014 年にトップランナー製品に登録された。

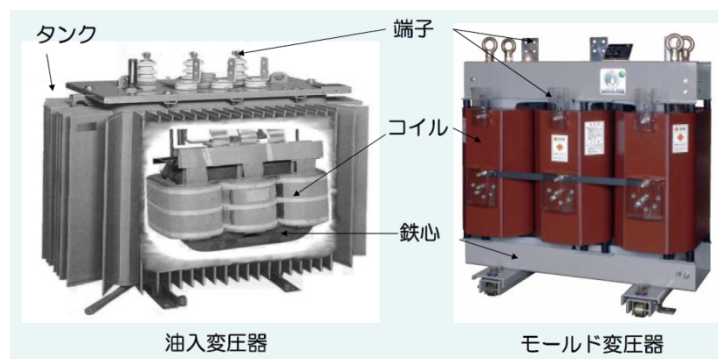


図 5-7 変圧器の種類

変圧器は法的耐久年数が 15 年と長く、30 年以上使用している例が多く見られた。図 5-8 にエネルギー消費効率を示すが、1999 年度以前の変圧器に比べて、トップランナー製品は 50%以上消費効率が向上している。

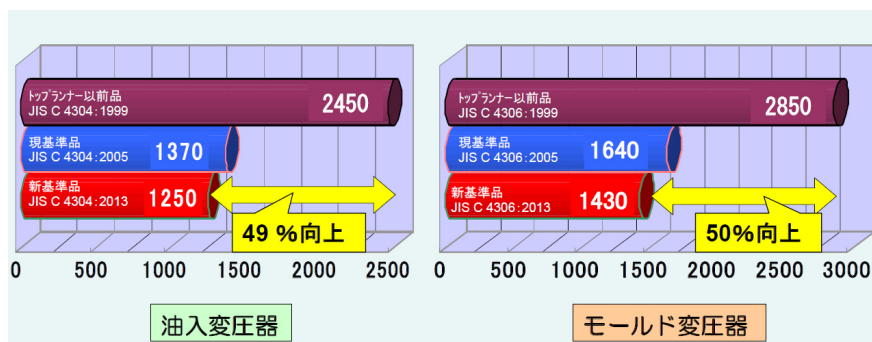


図 5-8 エネルギー消費効率の比較（3 相 50Hz 500kVA 基準負荷率 40%）

変圧器の損失量は、無負荷損と負荷損の足し算となる。無負荷損とは、主に鉄損であり変圧器の材質による。最近では、この無負荷損を抑えたアモルファス変圧器がある。また、負荷損は、巻線抵抗による抵抗損が、半分以上を占め、銅損とも言う。

また、2009 年の各社の出荷実績を加重平均した 171kVA 器 1 台あたりの全損失は、1999 年度のエネルギー消費効率が 861W、旧基準値のエネルギー消費効率が 596W、トップランナーの新基準値は、エネルギー消費効率が 522W であった。これにより、トップランナーのエネルギー消費効率（全損失 [W]）の改善率は、1999 年度に対して 39.4% $((861-522)/861)$ 、旧基準値に対して 12.5% $((596-522)/522)$ である。

6-1) 配水ブロックシステムの導入（高低差がある場合、ブロックの見直し）(p. S1-51)

(1) 指標：ブロックの見直しによる供給水量の差、ブロックの見直しによる緩和された高低差

(2) 数式化：変更した水量 $[\text{m}^3]$ $\times$ 緩和された高低差 $[\text{m}]$
 $\times$ 重力加速度 $9.8 [\text{m/s}^2]$ $\times$ $1,000 [\text{kg/m}^3]$ $\times$ $1/3,600,000 [\text{kWh/J}]$

(3) コスト：個別評価

高低差が大きい場合は、高い位置の配水池などのブロックから自然流下で低高度の配水池や供給先などをブロック化することにより配水池間の送水ポンプ動力削減・軽減、配水ポンプの削減・軽減が図ることが可能となる。配水池を高度の高い位置に数十メートル程度移設を行い、配水ポンプを削減する事例もある。この場合は配管の抵抗を小さくするため口径拡大や経路検討を行うことが有効である。

6-2) 配水ブロックシステムの導入（原単位に差がある場合、ブロックの見直し）(p. S1-51)

(1) 指標：ブロックごとの設備機器構成等個別条件で相違。

配水池の統合、浄水設備の統合も含む。

(2) 数式化：変更した水量 $[\text{m}^3]$ $\times$ 原単位の差 $[\text{kWh/m}^3]$

(3) コスト：同上

用水受水を配水しているブロックと浄水場から配水しているブロックでは、浄水場から配水しているブロックの原単位は高くなる。それは、井戸水の汲み上げや、河川からの取水にエネルギーを使うためである。このように、原単位に差がある場合には、配水ブロックを再構築し、配水ブロック内施設の使用優先順位付により電力消費量の抑制、CO2 抑制などが図れる。一般的に、用水受水は自己浄水に比べてコストが高い傾向にあり、コストバランスも配慮する必要がある。

なお、ここで示すコストは、全てイニシャルコストを示している。ランニングコストは、すべて共通で 25 円/kWh に削減電力量を乗じた金額とする。

第6章 CO2 削減ポテンシャル量の調査

6.1 調査目的および調査方法

2019 年 7～9 月に実施した第 1 回アンケート及びケーススタディを基に、有効と考えられた CO2 削減方策を抽出した。このうち、CO2 削減量を定量化できる項目については、試算に必要となる情報や数値を第 2 回アンケートとして調査することとした（図 6-1 参照）。

本アンケートでは、2019（平成 31）年 3 月 31 日現在において、認可を得ている計画給水人口が 5,001 人以上の水道事業（上水道事業と称する。）および水道用水供給事業を対象とした。

アンケートの記入要領および調査票は図 6-2～図 6-9 及び表 6-1～表 6-10 に示すとおりである。

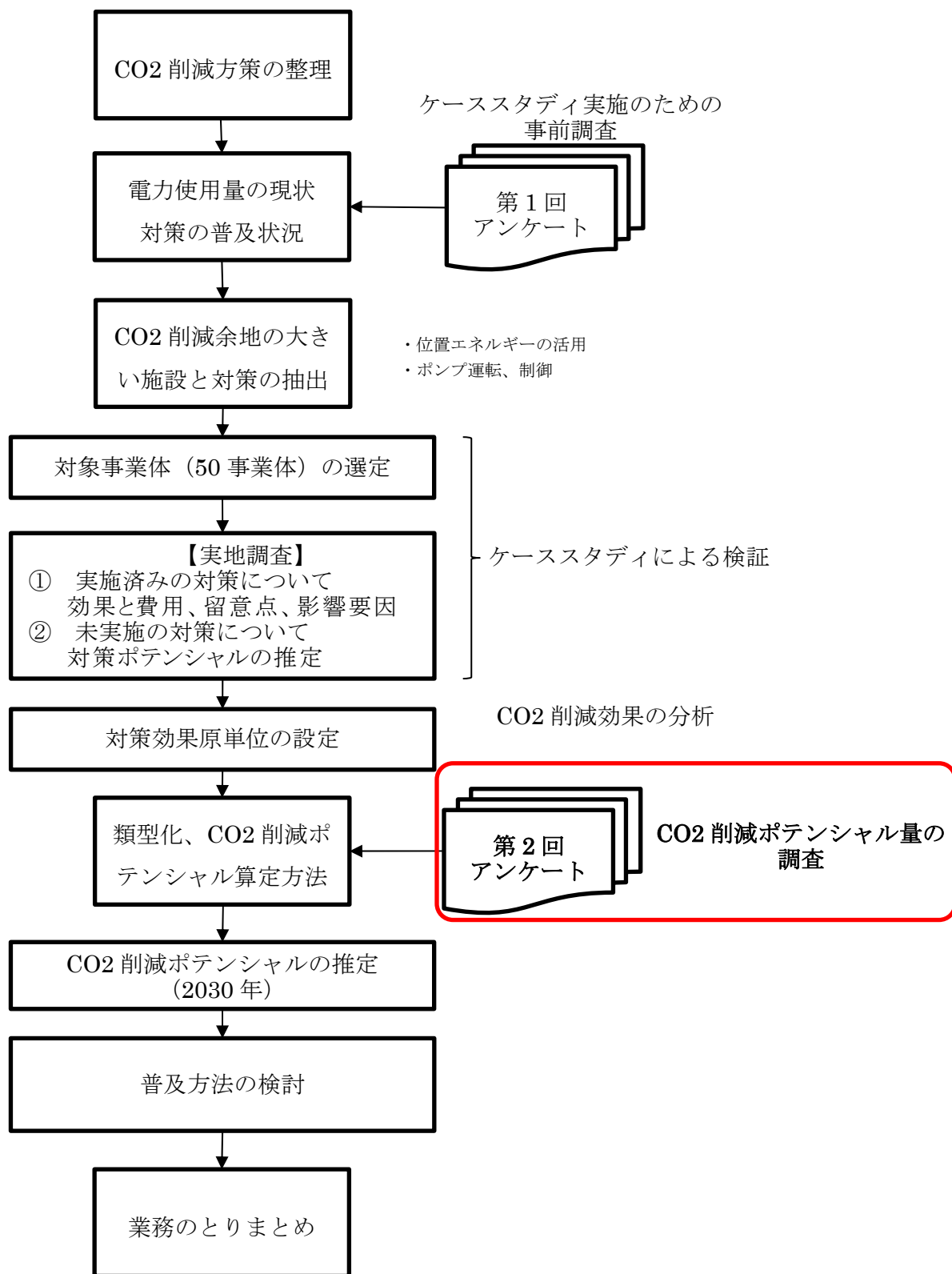


図 6-1 本業務における第2回アンケートの位置づけ

2020年2月13日

水道事業における CO2 削減ポテンシャル調査（第2回） 記入要領

【本調査の背景】

全国の水道事業における電力消費は、日本全体の電力消費の0.8%を占めていると報告されています(年間73.3億kWh、平成28年度実績)。しかし、地球温暖化対策計画(平成28年5月13日閣議決定)で定めるCO2排出量の削減目標を達成するためには、水道事業においても更なる取組が必要となります。

具体的には、CO2排出量を、2030年度までに26%削減、2050年度までに80%削減(ともに2013年度比)することが求められております。

本調査は、今後の支援制度や整備方策等を検討する材料とするため、全水道事業体を対象として、水道施設におけるCO2削減ポテンシャルを調査することとしました。ご協力をお願いいたします。

【本調査の目的】

2019年7～9月に実施した第1回アンケート及びケーススタディを基に、広く日本全国に普及できると考えられた取組みを抽出しました。このうち、各種取組みによって削減されるCO2量を定量化できる項目について、試算に必要な情報や数値をお伺いします。

本省では、回答いただいた数値を基に、取組みごとのCO2削減ポテンシャルを算定し、今後の施策検討に使用します。

【本調査の対象】

2019(平成31)年3月31日現在において、認可を得ている計画給水人口が5,001人以上の水道事業(上水道事業と称する。)および水道用水供給事業が調査対象です。

【注意事項】

1. 調査票は浄水場系統ごとに回答してください。

本調査は、浄水場系統ごとにご回答いただきます。調査票は、「平成 28 年度水道統計 水質編」に記載されている番号で区分します。

浄水受水と配水のみを行っている系統については、配水池から需要地までを 1 つの系統としてご回答ください。なお、全体給水量の 5%未満である小規模な浄水場系統については、ご記入いただかなくても結構です。

浄水場が複数あって、かつ、その需要地が重複している場合には、可能な範囲で水道施設をどちらかの系統に振り分けてご回答ください。その際は、1 つの施設が複数の系統に属することがないようにご注意ください。系統を分けて回答することが困難な場合には複数の浄水場から需要地までを 1 系統としてご回答頂いても結構です。

※ 第 1 回アンケートのご協力いただいた事業体においては、回答提出時の系統を利用してください。

2. エクセルファイルは、以下のルールに則りファイル名を入力してください。

「都道府県番号（半角 2 桁）＋整理番号（半角 3 桁）－水道事業体名.xlsx」

※整理番号とは、平成 28 年度 水道統計（施設・業務編）に示されている貴事業体に振られた 3 桁の番号のことです。

3. 回答を整理する際に障害となるため、シート名の変更、行列の変更を行わないでください。

4. 調査対象期間

年間の実績値については 2018 年度（2018（平成 30）年 4 月 1 日から 2019（平成 31）年 3 月 31 日まで）の実績とし、その他の項目については 2018（平成 30）年度末現在（2019（平成 31）年 3 月 31 日現在）のものとして回答してください。

【回答方法】

○事業体・系統の情報について

貴水道事業体の基礎情報についてご回答ください。

系統の基礎情報は、「平成 28 年度水道統計 水質編」に記載されている番号で区分します。

※ 第 1 回アンケートにご協力いただいた事業体においては、第 1 回アンケートの系統を貼り付けてください。

○設問 1～3 の回答範囲について

設問 1～3 については、図 1 に示す系統についてご回答ください。

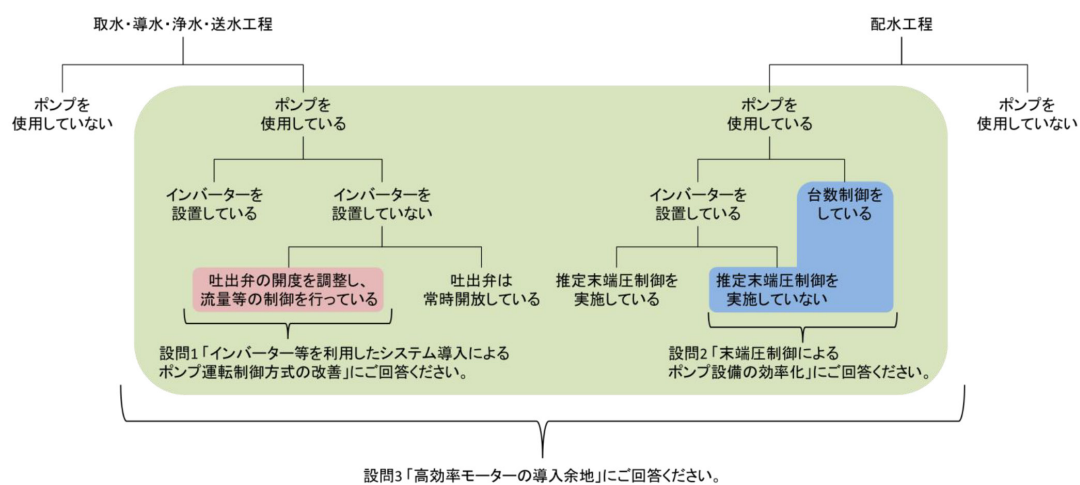
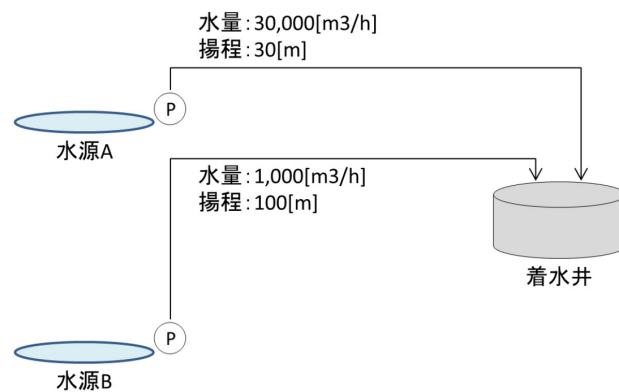


図 1 設問 1～3 の回答について

1. インバーター等を利用したシステム導入によるポンプ運転制御方式の改善について

取水・導水・浄水・送水工程において、吐出弁の開度を調整することで流量等を調整しているポンプ設備についてご回答ください。

なお本設問は、各系統において最もエネルギー消費量が大きなポンプについてご回答ください（図2のイメージ図を参照）。



水量[m³/h] × 揚程[m] ∝ 消費エネルギー

として考え、上記の例では、水源Aからの取水が回答対象となります。

図2 設問1の回答対象について

○定格揚程

対象のポンプ設備について、定格揚程（複数台設置されており、定格揚程が異なる場合は最も大きいもの）を記入してください。

○実揚程

対象のポンプ設備について、運用している現在の実揚程を記入してください。

○定格流量の合計値

対象のポンプ設備について、定格流量の合計値を記入してください。

○実流量の合計値

対象のポンプ設備について、実流量の合計値（総水量）を記入してください。

○設置台数

対象のポンプ設備について、設置台数を記入してください。

なお、予備は含みません。

○一台当たりの平均稼働時間

当該工程に係るポンプ設備の平均的な日稼働時間をご回答ください（図3のイメージ図を参照）。

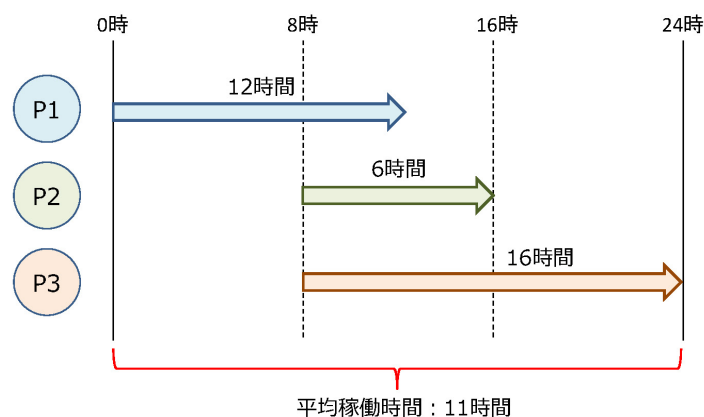


図2 平均稼働時間の算出イメージ

2. 末端圧制御によるポンプ設備の効率化について

系統別（浄水場別）に、「ポンプによる配水・給水区域の有無」「末端圧制御の実施状況」をご回答ください。

「ポンプによる配水・給水区域の有無」が“○”、「末端圧制御の実施状況」が“×”となる場合は、使用しているポンプに関する情報についてご回答ください。

加えて、「弁」を絞り流量を調整しているポンプがある場合には、そのポンプの情報もご記入ください。

【系統の情報から自動でリンク】		ポンプによる配水・給水区域がありますか		配水工程・給水工程に用いるポンプに関する情報			
浄水場等CD(2桁) + 枝番(2桁)	浄水場名	末端圧制御（推定末端圧制御）を行っていますか	設置台数（予備は除く）	原動機出力の合計 [kW]	日最大給水量発生日の時数係数 [-]	日平均給水量 [m ³ /日]	
記入例		○	5	225	1.4	6,000	
		○					
		○					
		×					

左の設問で回答した「○」「×」に応じて、回答範囲が変わります。黄色のセルをご記入ください。

図3 回答範囲のイメージ

3. 高効率モーターの導入について

本設問では、2015年度以前に設置されたポンプに関する情報をご回答いただきます。

工程・設置年度ごとに、総設置台数、原動機出力の合計をご回答ください。

4. 位置エネルギーの活用について

本設問では、位置エネルギーの活用に関する設問にご回答いただきます。

4-1. 位置エネルギーに優れる水源からの優先取水

本設問は、複数の取水源を有する系統についてご回答ください。

複数系統から取水している系統において、位置エネルギーに優れる水源からの取水量を増加させることの可能性や切替え可能な水量等をご記入ください。

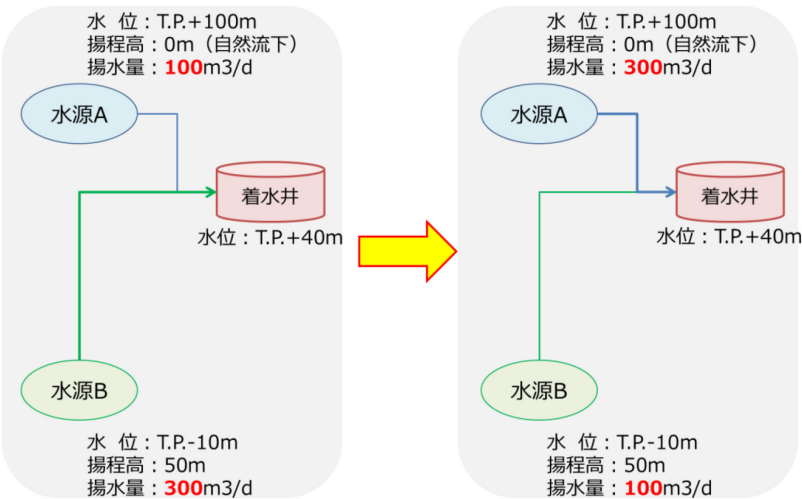


図4 位置エネルギーに優れる水源からの優先取水のイメージ

4-2. 受水圧力（残圧）の有効利用

用水受水や浄水受水に該当する系統についてご回答ください。

受水圧力の活用状況や活用による揚程高等の削減余地についてご記入ください。

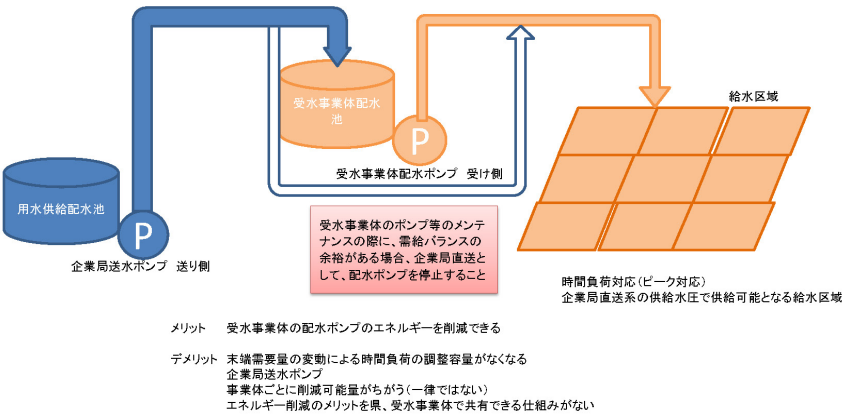


図5 受水圧力（残圧）の活用イメージ

5. 受変電設備の更新

本設問では、受変電設備の設置状況についてお伺いします。

受変電設備は、該施設の電力量全体の効率化が図れます。

そこで、各系統への受変電設備設置年度をお伺いすることで、次回更新のタイミングや更新時のエネルギー削減量を試算する情報をご回答ください。

6. 配水ブロックの見直し・再構築による効率化

本設問では、配水・給水区域の見直し（再構築）によって、位置エネルギーの活用が図れる可能性がある区域についてお伺いします。

具体的には、減圧弁の利用によって配水している区域があるなど、エネルギーのロスが多いと考えられる給水区域を想定しています。

6-1. 高低差がある場合のブロック分割による CO2 削減

給水区域に高低差がある場合に、減圧弁等で失われているエネルギーが削減についての設問です。

図 6 には、ブロック分割による CO2 削減の例を示します。

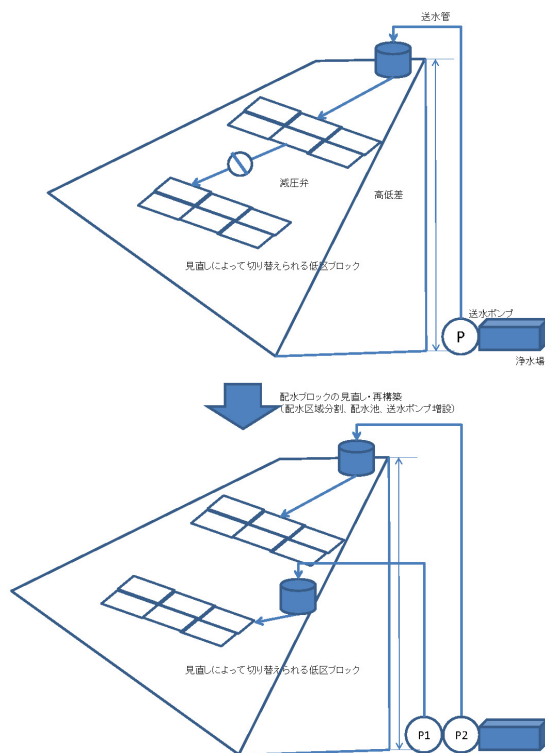


図 6 高低差がある場合のブロック分割による CO2 削減の例

6-2. 電力量原単位が小さい系統の給水区域拡大による CO2 削減

異なる系統で1つの給水区域に配水している場合に、電力量原単位が小さい系統を優先して配水することで給水区域全体のエネルギー量を削減することに関する設問です。

図7には、電力量原単位が小さい系統の給水区域拡大によるCO2削減の例を示します。

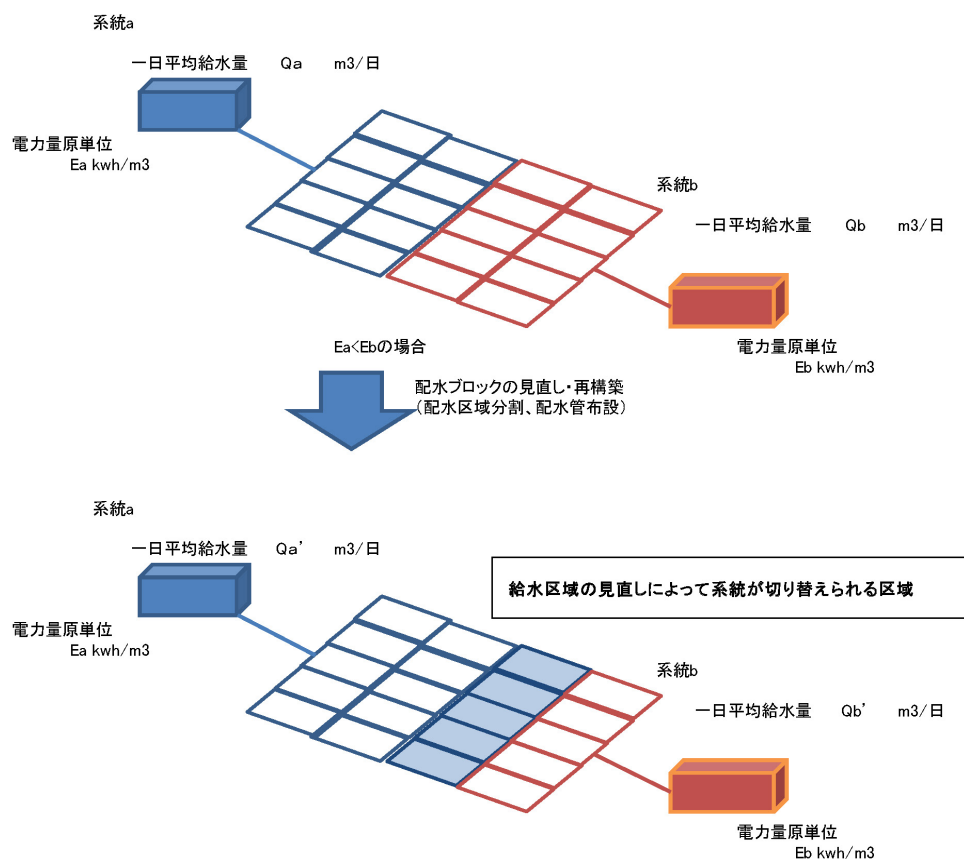


図7 電力量原単位が小さい系統の給水区域拡大によるCO2削減の例

水道事業におけるCO2削減ポテンシャル調査 (第2回)

【お礼】

2019年7月から実施した「水道事業におけるCO2削減ポテンシャル調査 (第1回)」にご協力いただき、ありがとうございました。
また、ヒアリングを受諾いただきました事業体の皆様には、重ねて御礼申し上げます。

ご回答いただいたアンケート結果及びヒアリング調査結果から、水道事業に係るエネルギー消費の現状や使用エネルギーの削減に向けた様々な検討・取組みを整理させていただいているところです。

その中で、水道事業としてエネルギーの削減 (結果としてCO2削減) をより一層進めるために有効と考えられる取組みを抽出し、これらに関する各事業体殿でのポテンシャル量を把握するため、第2回のアンケートを実施いたします。
ご協力のほど、よろしくお願いいたします。

表 6-2 アンケート調査票 (2/10)

【事業体の基礎情報】

貴事業体全体の基礎情報についてお伺いします。下記、1～6の項目について、ご回答ください。
記入終了後は、次のシートにも回答をお願いします。

- 1. 貴事業体の都道府県番号（2桁）＋整理番号（3桁）
- 2. 事業体名
- 3. エネルギー等を管理する部署名
- 4. エネルギー等を管理する管理責任者名（回答者）
- 5. 電話番号
- 6. メールアドレス

【システムの基礎情報】

貴事業体が有するシステムを下の表に張り付けてください。
貼り付けていただいた情報は、以降全てのシートに反映されます。
なお、システムは、「平成28年度水道統計 水質編」に記載されている番号で区分します。

※ 第1回アンケートにご協力いただいた事業体は、アンケート回答時に記載した「浄水場等CD(2桁)＋枝番(2桁)」及び「浄水場名」を貼り付けてください。

	浄水場等CD(2桁)＋枝番(2桁)	浄水場名
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		

表 6-3 アンケート調査票 (3/10)

【1. インバーター等を利用したシステム導入によるポンプ運転制御方式の改訂】

ボンプの定格揚程と比較して設定している実揚程が低い場合は、「弁」の開度によって調整する場合も多くなります。

このような場合には、インバータを利用することで使用エネルギー自体を削減することにつながり、国としてインバータの導入に対して補助をしてみました。

本設問では、各工区において最も消費エネルギー量大きいポンプ設備の情報を活用することで、インバータの導入地域とインバータ導入時の使用エネルギー削減効果を試算します。

吐出弁の開度を調整し、流量等の制御を行っているポンプについてご回答くださ

[illegible]

表 6-4 アンケート調査票 (4/10)

【 2. 末端圧制御によるポンプ設備の効率化】

末端圧制御を行うことで、時間によっては吐出圧力の削減余地が生まれ、結果として送水・配水に係るポンプの使用エネルギー削減につながります。

ここでは、給水量の時間係数を設定して、末端圧制御導入による効果を算定します。

加えて、推定末端圧制御の実施には、流量を調整できるインバーターの設置が不可欠です。本設問では、インバーターの設置余地についても同時に伺ひます。

「ポンプによる配水・給水区域がある」系統についてのみご回答ください。

「ポンプによる配水・給水区域がある」系統かつ、「弁」の開度を絞っているポンプについてご回答ください。

[illegible]

表 6-5 アンケート調査票 (5/10)

[illegible]

表 6-6 アンケート調査票 (6/10)

【4. 位置エネルギーの活用】

【４-１. 位置エネルギーに優れる水源からの優先取水】

複数の水源から取水している場合、位置エネルギーの優れる水源からの取水を優先的に行うことで、取水・導水工程におけるエネルギー使用量を削減することができます。

本設問は、複数の水源から取水している系統について、位置エネルギーに優れる水源の有無やその水源からの優先取水について、ポテンシャルとその実現に向けた課題をお伺いします。

[illegible]

表 6-7 アンケート調査票 (7/10)

【4. 位置エネルギーの活用】

【4-2. 受水圧力（残圧）の有効利用】

用水受水・浄水受水時の受水圧を活用することによって、エネルギーの削減が可能と考えられます。

例えば、受水圧力を利用することでこれまで使用してきた揚水ポンプが不要になった例や、揚程が小さくなったことで大幅なエネルギーの削減、結果として電気使用量の削減に至った事業体がありました。

また、ポンプ圧送による配水についても、圧力を開放せずに直結及びインラインでの増圧を実施することで、ポンプの小規模化及びエネルギーの削減に至った事業体がありました。

そこで、本設問では、用水受水または浄水受水している系統について、受水圧力の活用状況と、活用によって削減可能なエネルギー量を試算するための情報を記載いただきます。

[illegible]

表 6-8 アンケート調査票 (8/10)

【5. 受変電設備の更新】

水道事業に係る各施設においては、受変電設備が設置されています。

受変電設備は当該施設における全電力がかかわる設備であるため、数パーセントのロスでもエネルギー量としては大きなものとなります。

一般的に、受変電設備の更新に伴って効率が良くなるとされており、水道事業においても「受変電設備の更新に伴うエネルギー削減」は大きいと考えられます。

ここでは、取水・受水工程、浄水工程、送水・配水工程それぞれにおける受変電設備の設置/更新年度を把握し、将来的なエネルギー削減量を試算するための指標を回答いただきます。

受電系統が同じ・同敷地内にある等により、施設ごとに区別することができない場合は、主に該当する施設の項目に、数値を入力してください。

[illegible]

表 6-9 アンケート調査票 (9/10)

【6. 配水ブロックの見直しによる効率化】

【6-1. 高低差がある場合のブロック分割】

送水・配水工程の見直し（再構築）によって、位置エネルギーの活用が図れるような計画をお持ちの場合、情報をご記入ください。

本設問では、給水区域内において高低差があり、ブロック分割をすることで揚水エネルギーの削減を図るような計画についてお尋ねします。

[illegible]

表 6-10 アンケート調査票 (10/10)

【 6. 配水ブロックの見直しによる効率化】

【6-2. 電力量原単位が小さい系統の給水区域拡大】

送水・配水工程の見直し（再構築）によって、位置エネルギーの活用が図れるような計画をお持ちの場合、情報をご記入ください。

本設問では、異なる系統で1つの給水区域に配水している場合に、電力量原単位が小さい系統を優先して配水することで給水区域全体のエネルギー量を削減を目指す計画についてお尋ねします。

[illegible]

6.2 アンケート集計結果

(1) アンケート回答状況

2020年2月に実施した第2回アンケートについて、回答状況を整理し表6-11に示した。

第2回アンケートは、全部で952件の回答があり、全体の回答率は66.9%であった（なお、H29年水道統計を基に集計した結果、第2回アンケートに回答のあった事業者のH29年度の電力使用量は約 6.2×10^9 kWh/年で、全体の82.6%であった。）。

表 6-11 アンケート回答結果

都道府県	事業者数			H29年度の電力使用量(kWh/年) ^{※2}		
	回答数	全数 ^{※1}	回答率	回答事業者	全数 ^{※3}	カバー率
01 北海道	60	99	60.6%	109,958,000	129,546,478	84.9%
02 青森県	23	27	85.2%	97,158,049	99,983,021	97.2%
03 岩手県	26	27	96.3%	62,397,621	70,109,558	89.0%
04 宮城県	29	35	82.9%	52,891,232	71,249,316	74.2%
05 秋田県	5	22	22.7%	32,092,788	54,314,131	59.1%
06 山形県	28	33	84.8%	28,322,144	35,113,674	80.7%
07 福島県	37	41	90.2%	66,061,858	73,102,766	90.4%
08 茨城県	26	47	55.3%	148,331,347	208,463,758	71.2%
09 栃木県	24	26	92.3%	77,651,222	87,376,908	88.9%
10 群馬県	11	25	44.0%	83,039,347	97,883,934	84.8%
11 埼玉県	38	56	67.9%	372,163,106	442,050,224	84.2%
12 千葉県	30	49	61.2%	161,139,321	387,529,450	41.6%
13 東京都	6	6	100.0%	821,478,101	821,478,101	100.0%
14 神奈川県	13	21	61.9%	452,703,203	466,928,606	97.0%
15 新潟県	19	32	59.4%	85,434,754	112,657,764	75.8%
16 富山県	11	15	73.3%	23,554,532	30,415,505	77.4%
17 石川県	11	19	57.9%	30,656,608	50,691,587	60.5%
18 福井県	12	17	70.6%	45,174,209	48,883,989	92.4%
19 山梨県	8	18	44.4%	28,577,459	49,563,478	57.7%
20 長野県	34	65	52.3%	59,901,287	102,793,300	58.3%
21 岐阜県	27	41	65.9%	110,815,634	127,240,354	87.1%
22 静岡県	28	41	68.3%	152,880,374	214,513,261	71.3%
23 愛知県	38	44	86.4%	198,677,286	336,527,360	59.0%
24 三重県	9	31	29.0%	91,258,081	143,394,791	63.6%
25 滋賀県	19	24	79.2%	98,501,872	104,367,552	94.4%
26 京都府	15	24	62.5%	108,624,757	132,302,565	82.1%
27 大阪府	44	45	97.8%	703,603,163	729,902,313	96.4%
28 兵庫県	36	48	75.0%	458,455,697	477,434,088	96.0%
29 奈良県	19	30	63.3%	66,430,311	83,704,011	79.4%
30 和歌山県	25	29	86.2%	72,661,368	82,505,504	88.1%
31 鳥取県	2	12	16.7%	23,630,258	33,986,624	69.5%
32 島根県	13	15	86.7%	47,984,751	49,089,488	97.7%
33 岡山県	22	27	81.5%	110,304,001	118,970,547	92.7%
34 広島県	17	22	77.3%	130,670,925	176,946,093	73.8%
35 山口県	11	16	68.8%	64,339,119	83,524,306	77.0%
36 徳島県	8	18	44.4%	25,241,988	53,640,440	47.1%
37 香川県	1	1	100%	52,151,143	52,151,143	100%
38 愛媛県	16	32	50.0%	57,098,497	74,732,266	76.4%
39 高知県	8	17	47.1%	26,652,022	37,150,249	71.7%
40 福岡県	32	56	57.1%	139,560,567	239,127,603	58.4%
41 佐賀県	8	19	42.1%	34,848,430	51,674,510	67.4%
42 長崎県	16	23	69.6%	104,708,519	123,655,398	84.7%
43 熊本県	14	30	46.7%	79,387,987	100,265,509	79.2%
44 大分県	16	17	94.1%	61,091,793	65,506,998	93.3%
45 宮崎県	14	20	70.0%	59,640,967	71,303,742	83.6%
46 鹿児島県	27	33	81.8%	93,821,952	103,101,947	91.0%
47 沖縄県	16	27	59.3%	180,972,984	192,438,722	94.0%
合計	952	1,422	66.9%	6,192,700,634	7,499,292,932	82.6%

※1 水道事業体数の全数は、平成29年度水道統計に掲載のあった事業体数とした（ただし、香川県については広域化が行われたことから、全数を1件とした）

※2 平成29年度水道統計における「水道施設の電力使用量計」を指標として用いた

※3 水道事業体数の全数は、平成29年度水道統計に掲載のある「水道施設における電力使用量計」を都道府県毎に集計した

(2) インバーターの導入（取水工程～送水工程）

第 2 回アンケート 設問 1 において、取水～送水工程におけるポンプへのインバーター設置余地を確認した。

インバーターの導入による CO2 削減効果は、各工程に設置されたポンプの定格揚程・定格流量量に対する実績揚程・実績流量から、効率化の割合を試算した。

インバーターによる効率化の割合は、ポンプの稼働状況から推計した（表 6-12、図 6-10）。

ポンプ能力	定格揚程	H_o	m
	定格流量	Q_o	m ³ /日
運転実績	実績揚程	H	m
	実績流量	Q	m ³ /日

揚程割合 a	$(H_o - H) / H_o$
流量割合 b	$(Q_o - Q) / Q_o$

揚程曲線	$H = 1.3 - 0.3 \times b^2$
抵抗曲線	$R = a + (1 - a) \times b^{1.85}$

吐出弁制御による効率曲線	$K = H \times b$
インバータ制御による効率曲線	$S = R \times b$

インバータ制御による効率化の割合	
$T = K - S$	
$T = (1.3 - 0.3 \times b^2) \times b - (a + (1 - a) \times b^{1.85}) \times b$	

表 6-12 ポンプの稼働状況から推計した電力量削減割合

流量割合 (Q_0-Q)/ Q_0 揚程割合 (H_0-H)/ H_0	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
10%	12%	23%	32%	39%	44%	45%	41%	33%	19%
20%	11%	21%	30%	36%	40%	41%	38%	30%	18%
30%	10%	19%	27%	33%	37%	37%	34%	28%	16%
40%	9%	17%	24%	30%	33%	34%	31%	25%	15%
50%	8%	15%	22%	26%	29%	30%	28%	22%	13%
60%	7%	13%	19%	23%	26%	26%	24%	19%	12%
70%	6%	11%	16%	20%	22%	23%	21%	17%	10%
80%	5%	10%	14%	17%	18%	19%	17%	14%	8%
90%	4%	8%	11%	13%	15%	15%	14%	11%	7%

※ 吐き出し流量が0%で揚程が130%となるポンプを想定

H_0 : 定格揚程、 H : 実績揚程

Q_0 : 定格流量、 Q : 実績流量

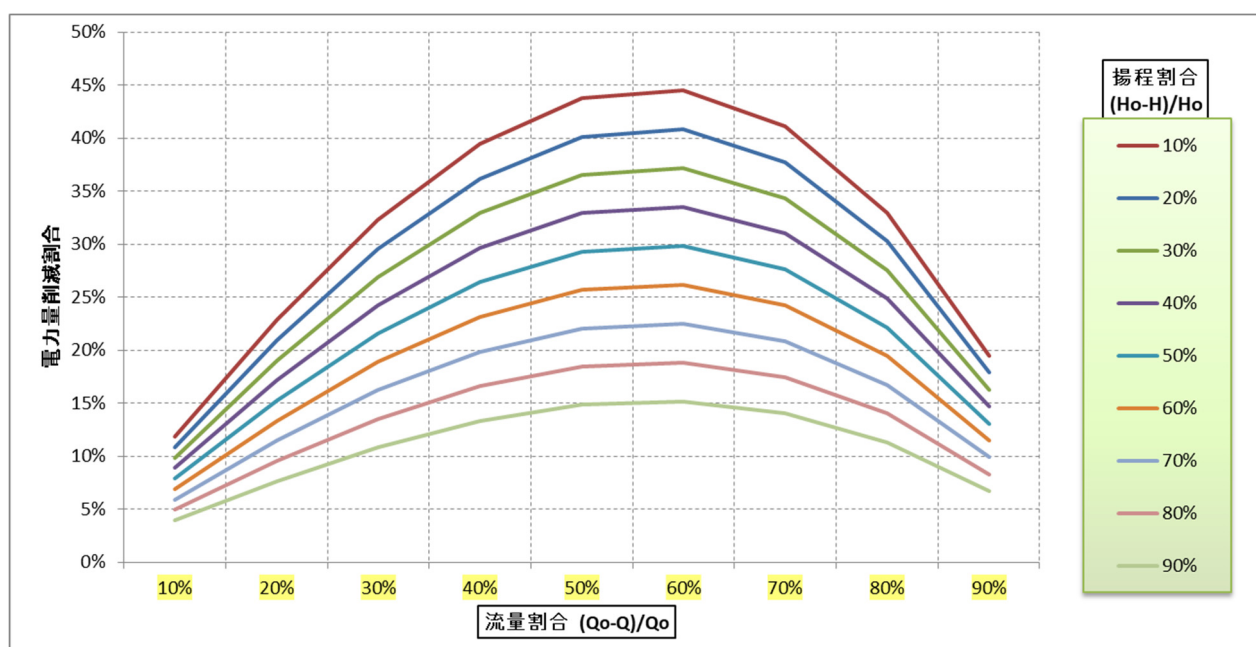


図 6-10 ポンプの稼働状況から推計した電力量削減割合

表 6-13 に水供給工程ごとのインバーター制御導入による電力削減量の算定結果を示す。

表 6-13 インバーター制御の導入による電力削減量の算定結果

		取水工程	導水工程	浄水工程	送水工程	合計
削減可能エネルギー量	[kWh/年]	80,673,027	17,508,694	21,842,526	211,722,556	331,746,803
削減可能CO2量※	[t-CO2/年]	39,368.4	8,544.2	10,659.2	103,320.6	161,892.4

※ 単位エネルギー当たりのCO2量は、R2.1.7公表の電気事業者別排出係数の代替値(0.000488 t-CO2/kWh)を用いた

(3) 配水工程における推定末端圧制御システム及びインバーター導入

第 2 回アンケート 設問 2 において、配水工程に設置されたポンプの使用実態とインバーター設置による推定末端圧制御システムの導入余地を確認した。

配水工程の推定末端圧制御システムの導入効果は、(2) のインバーターの導入効果に加えて、需要の時間変動に追従するための損失を時間係数で割り増し、一日の稼働時間率で割り引いたものとして算定した (表 6-14 参照)。

表 6-14 配水工程における推定末端圧制御システム及びインバーター導入効果

系統NO	ポンプによる 配水・給水区域 がありますか	末端圧制御 (推定末端 圧制御)を 行っていますか	配水工程・給水工程に用いるポンプに関する情報 (推定末端圧制御の導入による効果算定に用いる指標)				推定末端圧制御に必要なポンプのインバーター化に関する情報				削減ポテンシャル算定に関する情報								
			設置台数 (予備は除く) [台]	原動機出力 の合計 [kW]	時間最大 給水量 [m3/時間]	日平均 給水量 [m3/日]	配水・給水工程				年間電力量 [kWh/年]	時間係数 [-]	一日当たりの 稼働時間 [h]	a=ΔH/H	b=ΔQ/Q	効率化 割合	削減電力量 [kWh/年]		
							定格揚程 (最も大きいもの) [m]	実揚程 (左記のポンプ) [m]	定格流量の 合計値 [m3/h]	実流量の 合計値 [m3/h]								一台当たりの 平均稼働時間 [時間/日]	
16	○	×	2	18.5	52	384	100	94	12	3.8	24	162,080	3.3	1.0	0.08	0.68	0.43	228,810	
86	○	×	3	135	370	5878	24	10	756	600	14	1,192,600	1.5	0.6	0.58	0.21	0.14	149,536	
145	○	×	3	23	35	163.5	70	60	53	35	8	201,480	5.1	0.3	0.14	0.34	0.34	117,821	
174	○	×	2	15	85.69	42.84	50	30	8.31	7.61	16	131,400	48.0	0.7	0.40	0.08	0.08	315,873	
444	○	×	1	30	218	298	75	65	232	218	8	262,800	17.6	0.3	0.13	0.06	0.07	80,788	
468	○	×	2	4	32.3	578	65.2	51.7	76	24	12	35,040	1.3	0.5	0.21	0.88	0.38	9,027	
543	○	×	2	5.5	7	10	36	5	33	1	2	48,180	16.8	0.1	0.86	0.97	0.02	1,674	
575	○	×	1	18.5	117	2800	28	20	135	117	24	162,080	1.0	1.0	0.29	0.13	0.13	21,491	
592	○	×	3	135	490	7000	28	13	500	300	9	1,182,600	1.7	0.4	0.50	0.40	0.26	198,764	
593	○	×	2	30	110	1400	36	20	100	60	11	262,800	1.9	0.5	0.44	0.40	0.28	84,104	
594	○	×	5	118	410	4200	50	40	516	178	8	1,033,680	2.3	0.3	0.20	0.66	0.40	320,182	
595	○	×	6	270	1061	11300	50	40	1224	472	8	2,385,200	2.3	0.3	0.20	0.61	0.41	722,477	
603	○	×	5	107	412	5140	24	8	948	214	4.8	937,320	1.9	0.2	0.75	0.77	0.17	59,875	
604	○	×	2	22	65	841	68	33	35	35	12	192,720	1.9	0.5	0.51	0.00	0.00	0	
605	○	×	4	262	317	3312	40	7	1456	138	6	2,295,120	2.3	0.3	0.83	0.91	0.08	99,788	
650	×	×	5	375	814	12768	50	38.3	1527	532	11.5	3,285,000	1.5	0.5	0.23	0.85	0.39	928,761	
687	○	×	5	225	350	3175	60	48	208	200	5	1,971,000	2.6	0.2	0.20	0.94	0.04	48,882	
689	○	×	4	141	247	3400	50	40	155	120	24	1,235,160	1.7	1.0	0.20	0.23	0.23	502,875	
670	○	×	3	165	323	3246	45	36	258	230	19	1,445,400	2.4	0.8	0.20	0.11	0.12	304,378	
672	○	×	12	801	1600	19390	50	40	517	450	24	7,016,760	2.0	1.0	0.20	0.13	0.14	1,939,973	
673	○	×	2	60	110	904	45	36	105	105	8	525,600	2.9	0.3	0.20	0.00	0.00	0	
674	○	×	3	79	90	45	45	36	126	70	24	692,040	48.0	1.0	0.20	0.44	0.38	12,730,230	
686	○	×	4	52.5	163	1367	43.2	41	211.8	195.3	7	459,900	2.9	0.3	0.05	0.08	0.10	27,046	
697	○	×	2	11	84	217	20	3	84	48	5	98,360	9.3	0.2	0.85	0.43	0.16	29,084	
698	○	×	15	60.5	225	1934	72	45	131	107	1	529,980	2.8	0.0	0.38	0.18	0.16	10,029	
886	○	×	4	310	1368	5641	55	39	1368	235	9	2,715,600	5.8	0.4	0.29	0.83	0.25	1,487,218	
922	○	×	5	280	991	7130	45	32	1314	297	12	2,452,800	3.3	0.5	0.29	0.77	0.30	1,230,843	
929	○	×	3	55.5	142	745	45	35	212.4	31	12	486,180	4.6	0.4	0.22	0.85	0.24	264,076	
938	○	×	4	90	150	1600	50	13	254	150	4	788,400	2.3	0.5	0.70	0.81	0.22	182,884	
945	○	×	8	9000	13064	325869	100	84	3408	2045	14.4	78,840,000	1.0	0.6	0.16	0.40	0.38	17,071,578	
948	○	×	3	33	77.14285714	561	45	33.6	158.4	57,244,897,996	9.8	289,080	3.3	0.4	0.25	0.84	0.38	148,925	
949	○	×	3	90	119,827,5862	1003	56	9.6	270	86,465,517,24	11.6	788,400	2.9	0.5	0.83	0.68	0.17	184,839	
961	○	×	3	96	310,612,4449	2308	30	3	177	493.2	235,510,2041	9.8	578,160	3.2	0.4	0.84	0.52	0.13	102,875
980	○	×	2	44	91.25	444	87	43.4	117.6	37	12	395,440	5.1	0.5	0.50	0.69	0.28	167,585	
1193	○	×	2	64	98	1233	60	33	216	51	9	560,640	1.9	0.4	0.45	0.76	0.26	104,388	
1362	○	×	19	320	88	1595	88	47	90	30	8	2,803,200	1.3	0.3	0.47	0.67	0.30	389,844	
1484	○	×	1	3.7	11	12	55	43.5	11	0.5	24	32,412	22.0	1.0	0.21	0.95	0.09	62,534	
1573	○	×	3	135	600	3253	40	20	793.8	138	5	1,182,600	4.4	0.2	0.50	0.83	0.20	217,651	
1576	○	×	8	270	1540	22401	48	28	1224	953	15	2,385,200	1.8	0.6	0.58	0.24	0.16	368,704	
1577	○	×	3	66	380	4685	28	20	545.4	195	14	578,180	1.9	0.8	0.29	0.84	0.37	242,682	
1850	○	×	1	19	50	1200	62	42	60	50	24	166,440	1.0	1.0	0.32	0.17	0.16	26,200	
1851	○	×	1	11	43	1032	50	39	48	43	24	96,360	1.0	1.0	0.22	0.10	0.11	10,889	
1852	○	×	1	11	53	1272	41	34	54	53	24	96,360	1.0	1.0	0.17	0.02	0.02	2,014	
1935	○	×	3	140	308	6592	65	59	96	50	24	1,228,400	1.1	1.0	0.08	0.48	0.43	587,085	
1969	○	×	3	111	409	9624	55	39	409	400	24	972,360	1.0	1.0	0.29	0.02	0.02	22,005	
1970	○	×	2	90	292	3720	70	55	292	155	24	788,400	1.9	1.0	0.21	0.47	0.39	575,542	
1971	○	×	2	90	188	1408	86	74	188	58	24	788,400	3.2	1.0	0.14	0.89	0.40	1,017,066	
2051	○	×	4	90	179	1714	59	48.1	15	11.4	16	788,400	2.5	0.7	0.18	0.24	0.25	329,233	
2095	○	×	1	15	12	145	30	20	90	12	12	131,400	2.0	0.5	0.33	0.87	0.20	29,891	
2096	○	×	5	122.5	225	3033	50	40	318	225	8	1,073,100	1.8	0.3	0.20	0.29	0.29	184,771	
2079	○	×	1	75	210	2525	40	38	390	210	12	657,000	2.0	0.5	0.05	0.46	0.44	280,176	
2118	○	×	2	480	1100	15015	55	49	2100	1100	9	4,204,800	1.8	0.4	0.11	0.48	0.43	1,184,314	
2126	○	×	3	180	420	5659	55	50	660	540	10	1,576,800	1.8	0.4	0.09	0.18	0.21	248,898	
2128	○	×	1	95	12	5941.9	80	68.6	247.5	247.5	24	832,200	0.0	1.0	0.14	0.00	0.00	0	
2140	○	×	8	800	1274	23173	47	16	3978	490	6	7,008,000	1.3	0.3	0.68	0.89	0.11	265,348	
2217	○	×	4	740	2100	18000	47	11	2688	2100	18.3	6,482,400	2.8	0.1	0.77	0.22	0.11	1,85,078	
2329	○	×	12	2207	3651	72296	99	85.8	1386	947	16,398,2684	19,333,320	1.2	0.7	0.13	0.32	0.33	5,239,788	
2330	○	×	12	2095	1752	33562	220	191.4	833	777	22,386,55462	18,352,200	1.3	0.9	0.13	0.07	0.08	1,676,461	
2331	○	×	8	1791	2793	58558	102	94.5	4253	2793	15,761,0985	15,689,500	1.1	0.7	0.07	0.34	0.36	4,289,331	
2332	○	×	8	890	1687	36320	69	39.6	2124	1268	14,327,68392	8,672,400	1.1	0.6	0.43	0.40	0.29	1,851,071	
2417	○	×	2	55	150	125	77	66	150	125	10	481,800	28.8	0.4	0.14	0.17	0.19	1,076,870	
2499	○	×	2	74	300	3000	42.5	35	416	360	8	648,240	2.4	0.3	0.18	0.13	0.15	76,847	
2656	○	×	2	150	142	1167	120	91	285	140	9	1,314,000	2.9	0.4	0.24	0.51	0.39	558,828	
2657	○	×	7	823	1074	17133	85	39	2324	1070	24	7,209,480	1.5	1.0	0.54	0.54	0.28	3,072,232	
2736	○	×	3	18.5	140	1780	40	19	250.2	195	17	162,080	1.9	0.7	0.75	0.46	0.20	49,598	
2893	○	×	2	44	350	4861	15	7	600	202	24	385,440	1.7	1.0	0.53	0.66	0.28	163,921	
3073	○	×	1	30		1593	30	22	158	104	16	262,800	0.0	0.7	0.27	0.34	0.31	0	
3080	○	×	2	60	106	1492	40	35	257	240	3.8	525,600	1.7	0.2	0.13	0.07	0.08	10,963</	

(4) 高効率モーターへの転換

第2回アンケート 設問3において、各工程に設置されたモーター台数や原動機出力を確認した。

「減価償却資産の耐用年数等に関する省令（平成三十年三月三十一日公布（平成三十年財務省令第三十一号）改正）」において、水道業用設備の法定耐用年数は18年と設定されている。

C02削減目標年となっている2030年度までに耐用年数を迎えると考えられるモーターとして、2019年度時点で設置後5年以上経過しているモーターに関する情報を収集した。

アンケート回答を基に集計した結果は、表6-15に示すとおりである。

表6-15 2030年度までに更新を迎えると考えられるモーターに関する情報

	取水施設		導水施設		浄水施設		送水施設		配水施設	
	設置台数 [台]	原動機出力 [kW]	設置台数 [台]	原動機出力 [kW]	設置台数 [台]	原動機出力 [kW]	設置台数 [台]	原動機出力 [kW]	設置台数 [台]	原動機出力 [kW]
設置後5～20年経過	3,746	109,896	1,015	67,382	2,189	58,134	4,898	407,811	4,924	167,284
設置後21～30年経過	962	33,658	782	22,608	960	23,212	1,621	127,086	1,890	76,921
設置後31年以上経過	567	41,570	710	48,824	521	25,110	1,332	194,004	1,127	55,036
合計	5,275	185,124	2,507	138,814	3,670	106,456	7,851	728,902	7,942	299,242

上記の情報に加え、前述の設問で得られた工程別のポンプ稼働時間の平均値を掛け合わせることで、モーターでの使用電力量を推計し、表6-16に示した。

また、高効率モーターへの更新によるエネルギー削減率は、第5章にて事例に出した2%として試算し、電力削減量を表6-17に示した。

表6-16 2030年度までに更新を迎えると考えられるモーターの使用電力量

	取水施設	導水施設	浄水施設	送水施設	配水施設	合計
	使用電力量 [kWh/年]	使用電力量 [kWh/年]	使用電力量 [kWh/年]	使用電力量 [kWh/年]	使用電力量 [kWh/年]	使用電力量 [kWh/年]
設置後5～20年経過	509,423,835	194,295,420	176,766,865	1,503,395,731	717,257,370	3,101,139,221
設置後21～30年経過	156,020,268	65,189,303	70,578,971	468,503,645	329,812,233	1,090,104,420
設置後31年以上経過	192,697,642	140,784,725	76,352,702	715,196,483	235,976,683	1,361,008,235
合計	858,141,746	400,269,448	323,698,538	2,687,095,859	1,283,046,286	5,552,251,877
工程別平均稼働時間 [h/日]	12.7	7.9	8.3	10.1	11.7	—

表6-17 2030年度までに更新を迎えると考えられるモーターの電力削減量

	取水施設	導水施設	浄水施設	送水施設	配水施設	合計
	削減可能電力量 [kWh/年]	削減可能電力量 [kWh/年]	削減可能電力量 [kWh/年]	削減可能電力量 [kWh/年]	削減可能電力量 [kWh/年]	削減可能電力量 [kWh/年]
設置後5～20年経過	10,188,477	3,885,908	3,535,337	30,067,915	14,345,147	62,022,784
設置後21～30年経過	3,120,405	1,303,786	1,411,579	9,370,073	6,596,245	21,802,088
設置後31年以上経過	3,853,953	2,815,694	1,527,054	14,303,930	4,719,534	27,220,165
合計	17,162,835	8,005,389	6,473,971	53,741,917	25,660,926	111,045,038

【C02削減量の試算】

削減されるC02量は、削減エネルギー量 [kWh/年] × 0.000488* [t-C02/kWh] より、
111,045,038 [kWh/年] × 0.000488 = **54,190.0** [t-C02/年]

※ 単位エネルギー当たりのC02量は、電気事業者別排出係数の代替値（R2.1.7環境省・経済産業省公表）を用いた。

(5) 位置エネルギーに優れた水源からの優先取水

第2回アンケート 設問4-1においては、位置エネルギーの活用方策の一つとして、「位置エネルギーに優れた水源からの優先取水」の実施状況と実施余地を確認した。

本方策は、複数の水源から取水していることが前提条件となるが、回答のあった3,402系統のうち、複数水源からの取水を実施している系統は1,092系統であった。

複数水源からの取水を実施している1,092系統のうち、位置エネルギーに優れた水源がある系統が264系統あった。

この264系統のうち、205系統においては既に位置エネルギーに優れた水源からの優先取水を行っていた。優先取水を行っていない59系統のうち、優先取水が可能である系統は2系統のみであった（表6-18参照）。

表 6-18 位置エネルギーに優れた水源からの優先取水による効果

	複数水源からの取水	位置エネルギーに優れた水源がある	既に位置エネルギーに優れた水源からの優先取水を行っている	優先取水が可能である
該当する	1,092	264	205	2
該当しない	2,144	826	59	57
無回答	166	2	0	0
合計	3,402	1,092	264	59

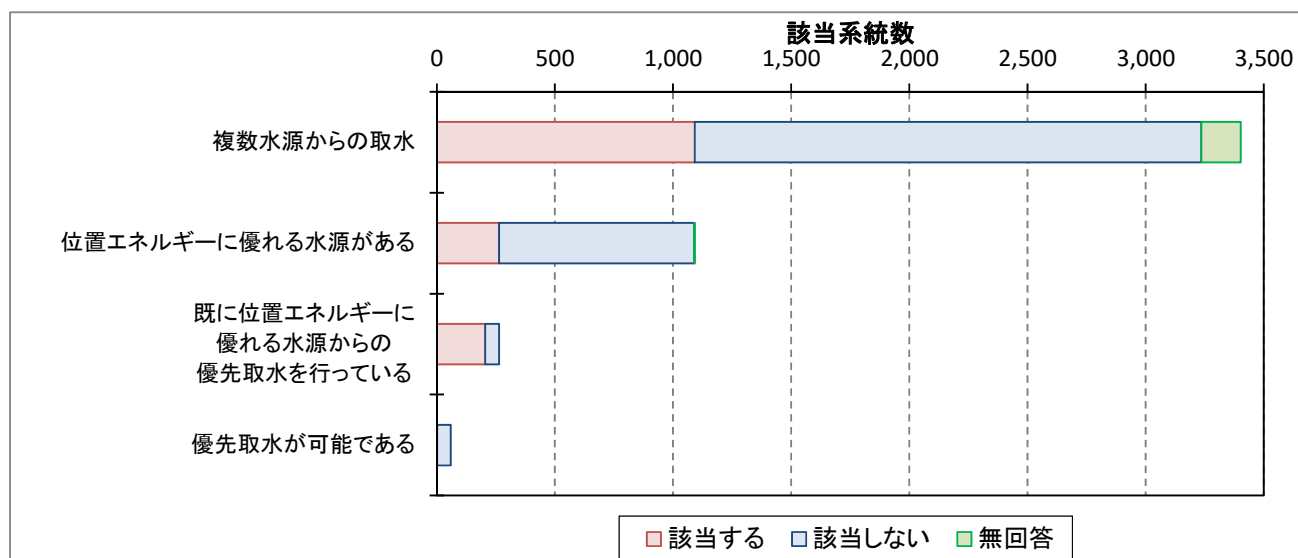


図 6-11 位置エネルギーに優れた水源からの優先取水に関する回答結果

C02 削減余地があると見込まれる 2 系統に関する情報を表に示す（表 6-19）。

回答のあった 2 件のうち、1 系統については、C02 削減に必要な情報が記入されていなかったため、情報が提供された 1 系統での C02 削減量を計上する。

表 6-19 C02 削減余地があると見込まれる 2 系統に関する情報

整理No.	最も位置エネルギーに 優れる取水源の水位 (地盤高) [T.P.m]	最も位置エネルギーに 劣る取水源の水位 (地盤高) [T.P.m]	切替の可能な水量 [m3/年]
1	-	-	-
2	1.92	-3.5	146,000

【エネルギー削減量の試算】

水量 [m³/年] × 削減される揚程高 [m] × 9.8 × 1,000 ÷ 3,600,000

= 削減エネルギー量 [kWh/年] より、

146,000 m³/年 × 5.42 [m] × 9.8 × 1,000 ÷ 3,600,000 = **2,154** [kWh/年]

【C02 削減量の試算】

削減される C02 量は、削減エネルギー量 [kWh/年] × 0.000488* [t-C02/kWh] より、

2,154 [kWh/年] × 0.000488 = **1.1** [t-C02/年]

※ 単位エネルギー当たりの C02 量は、電気事業者別排出係数の代替値（R2.1.7 環境省・経済産業省公表）を用いた。

(6) 受水圧力の活用

第2回アンケート 設問4-2においては、位置エネルギーの活用方策の一つとして、「受水圧力の残圧利用」の実施状況と実施余地を確認した。

本方策は、用水受水または浄水受水していることが前提条件となるが、回答のあった3,403系統のうち、用水受水または浄水受水している系統は868系統であった（表6-20）。

用水または浄水を受水している系統のうち、受水圧力を活用していない系統は671系統あり、これらについては、方策の導入余地があると見込まれる。

ただし、方策の実施によって削減される揚程高について、具体的な数値を回答できた系統が211系統であった。本業務では、具体的な回答のあった211系統（具体的な数値が把握できたのは115系統）について、CO2削減効果を試算する（表6-21、表6-22参照）。

表6-20 受水圧力の活用が見込まれる事業者

	用水受水・浄水受水をしている	既に受水圧力を活用している（小水力発電は除く）	受水圧力の残圧利用により削減される具体的な揚程高が分かる
該当する	868	193	211
該当しない	2,390	671	460
無回答	145	4	-
合計	3,403	868	671

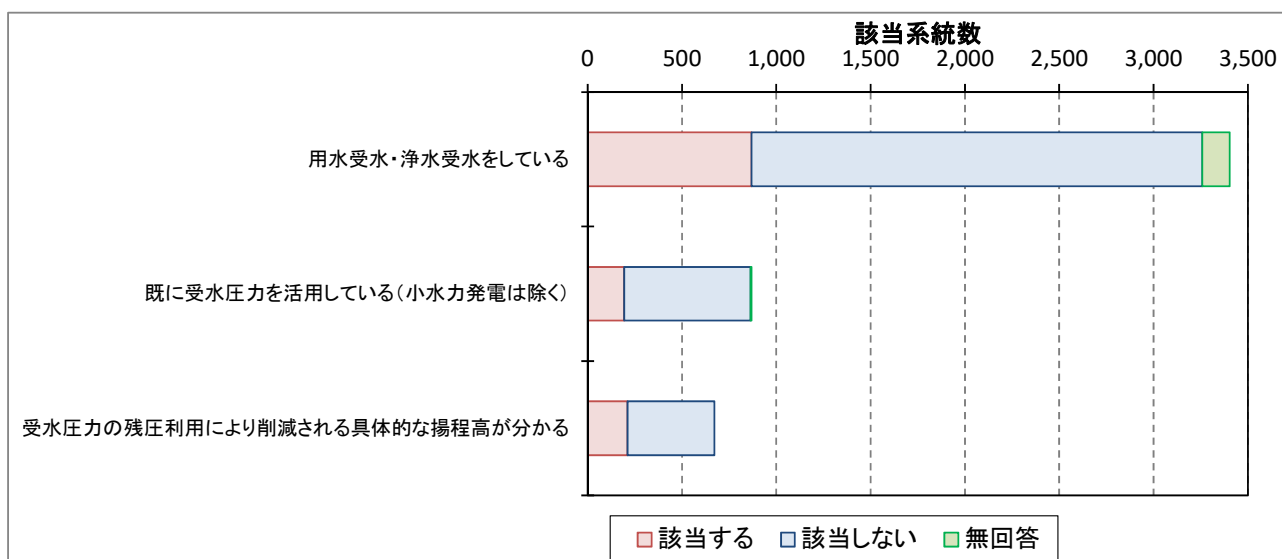


図6-12 受水圧力の活用余地に関する回答結果

【エネルギー削減量の試算】

水量 Q [m³/年] × 削減される揚程高 H [m] × 9.8 × 1000 ÷ 3,600,000
= 削減エネルギー量 E [kWh/年] より、算出する。

【CO2削減量の試算】

削減されるCO2量は、削減エネルギー量 [kWh/年] × 0.000488* [t-CO2/kWh] より、
25,308,282 [kWh/年] × 0.000488 = **12,350.4** [t-CO2/年]

※ 単位エネルギー当たりのCO2量は、電気事業者別排出係数の代替値（R2.1.7環境省・経済産業省公表）を用いた。

表 6-21 受水圧力の活用が見込まれる事業者

整理NO.	受水水量 [m3/年]	削減可能な揚程高 [m]	削減エネルギー量 [kWh/年]	削減CO2量※ [t-CO2/年]
1	11,227,649	87.5	2,674,364	1,305.1
2	23,416,420	37.0	2,358,554	1,151.0
3	12,721,970	15.0	519,480	253.5
4	731,250	30.0	59,719	29.1
5	4,300,000	83.0	971,561	474.1
6	4,440,000	80.0	966,933	471.9
7	256,000	15.0	10,453	5.1
8	777,000	20.0	42,303	20.6
9	79,000	3.0	645	0.3
10	5,178,970	70.0	986,882	481.6
11	2,276	10.0	62	0.0
12	3,188	10.0	87	0.0
13	1,424	10.0	39	0.0
14	1,455,355	25.0	99,045	48.3
15	10,842,850	13.7	404,378	197.3
16	8,350,460	9.0	204,586	99.8
17	4,956,860	34.5	465,532	227.2
18	9,414	51.1	1,310	0.6
19	299,339	20.0	16,297	8.0
20	1,002,499	20.0	54,581	26.6
21	673,605	29.4	53,966	26.3
22	3,450,222	10.2	95,989	46.8
23	261,334	11.0	7,826	3.8
24	5,073,000	39.3	542,726	264.9
25	1,795,730	34.2	167,182	81.6
26	4,092,357	30.0	334,209	163.1
27	72,464	30.0	5,918	2.9
28	3,345,500	0.1	546	0.3
29	1,257,724	3.0	10,271	5.0
30	2,112,838	5.0	28,758	14.0
31	2,854,293	40.0	310,801	151.7
32	6,612,000	6.5	116,996	57.1
33	6,643,027	10.0	180,838	88.2
34	4,860,000	30.0	396,900	193.7
35	1,120,000	40.0	121,956	59.5
36	9,451,610	7.0	180,106	87.9
37	2,338,244	0.4	2,451	1.2
38	6,861,292	0.4	7,658	3.7
39	4,253,512	49.0	567,371	276.9
40	2,804,058	20.0	152,665	74.5
41	335,877	63.4	57,969	28.3
42	3,364,000	20.0	183,151	89.4
43	2,333,000	20.0	127,019	62.0
44	273,385	28.0	20,838	10.2
45	4,000,000	51.0	555,333	271.0
46	459,900	92.0	115,179	56.2
47	1,920,274	61.0	318,872	155.6
48	911,540	37.0	91,812	44.8
49	62,680	36.5	6,228	3.0
50	143,847	17.0	6,657	3.2
51	160,437	27.0	11,792	5.8
52	383	5.6	6	0.0
53	109	7.1	2	0.0
54	5,238,569	58.0	827,112	403.6
55	0	10.0	0	0.0
56	7,876	6.0	129	0.1
57	3,358,180	7.5	68,563	33.5
58	3,039,710	1.5	12,412	6.1
59	3,935,530	10.0	107,134	52.3
60	11,879,380	14.5	468,906	228.8
	—	—	25,308,282	12,350.4

※ 単位エネルギー当たりのCO2量は、R2.1.7公表の電気事業者別排出係数の代替値(0.000488 t-CO2/kWh)を用いた

表 6-22 受水圧力の活用が見込まれる事業者（続き）

整理NO.	受水水量 [m3/年]	削減可能な揚程高 [m]	削減エネルギー量 [kWh/年]	削減CO2量※ [t-CO2/年]
61	10,049,130	24.0	656,543	320.4
62	5,621,510	4.0	61,212	29.9
63	5,108,060	29.0	403,253	196.8
64	9,559,740	1.0	26,024	12.7
65	24,763,351	11.3	763,771	372.7
66	1,750,880	37.0	176,353	86.1
67	388,193	40.0	42,270	20.6
68	219,965	0.5	299	0.1
69	4,470,700	77.0	937,108	457.3
70	1,034,057	50.0	140,747	68.7
71	365,000	30.0	29,808	14.5
72	1,382,717	0.7	2,522	1.2
73	242,380	0.1	92	0.0
74	458,908	0.5	675	0.3
75	82,300	0.7	155	0.1
76	134,821	0.5	169	0.1
77	29,213	0.4	35	0.0
78	6,390,700	23.0	400,129	195.3
79	63,685	20.0	3,467	1.7
80	1,248,509	90.0	305,885	149.3
81	1,187,469	104.0	336,186	164.1
82	770,274	108.0	226,461	110.5
83	1,387	5.0	19	0.0
84	1,417,510	54.0	208,374	101.7
85	385	35.0	37	0.0
86	6,184,600	15.0	252,538	123.2
87	2,348,440	12.0	76,716	37.4
88	2,719,550	5.0	37,016	18.1
89	65,000	78.0	13,802	6.7
90	240,240	19.0	12,426	6.1
91	6,133,000	14.0	233,735	114.1
92	3,200,000	50.0	435,556	212.6
93	3,800,000	10.0	103,444	50.5
94	908,586	35.6	88,052	43.0
95	25,918,790	14.0	987,794	482.0
96	5,482,370	10.0	149,242	72.8
97	2,676,800	0.3	2,186	1.1
98	1,800,000	50.0	245,000	119.6
99	3,845,370	24.0	251,231	122.6
100	1,149,473	45.0	140,810	68.7
101	1,075,786	70.0	204,997	100.0
102	3,699,630	17.0	171,211	83.6
103	778,149	10.0	21,183	10.3
104	2,616,567	5.0	35,614	17.4
105	1,756,920	5.0	23,914	11.7
106	301,797	5.0	4,108	2.0
107	99,436	5.0	1,353	0.7
108	1,483,220	23.0	92,866	45.3
109	3,692,721	29.0	291,520	142.3
110	123,000	20.0	6,697	3.3
111	3,230,000	5.0	43,964	21.5
112	794,000	15.0	32,422	15.8
113	3,924,000	15.0	160,230	78.2
114	434,986	50.0	59,206	28.9
115	3,635,561	31.0	306,801	149.7
	—	—	25,308,282	12,350.4

※ 単位エネルギー当たりのCO2量は、R2.1.7公表の電気事業者別排出係数の代替値(0.000488 t-CO2/kWh)を用いた

(7) 受変電設備の更新

第2回アンケート 設問5においては、各系統における受変電設備の設置年度と受電量を確認した。

受変電設備の更新に伴い改善されるロス割合は数パーセントではあるが、各施設における全ての電力が経由する設備であることから、設備更新による削減されるエネルギー量は少なくない。

本調査に回答のあった3,402系統について、設置年度ごとの受電量を積み上げたものを表に示す。

全体で見て、最も受電量が多いのは、1994年度に設置（または更新）された受変電設備であった。

ここでは、メーカーヒアリングを踏まえて、受変電設備の耐用年数を30年と設定し、CO2削減目標年となっている2030年度までに交換時期を迎えると考えられる受変電設備として、2000年度以前に設置された設備を対象とした。

なお、設置年度が不明である受変電設備については、2030年度までに交換時期を迎えるものとして考えた（図6-13参照）。

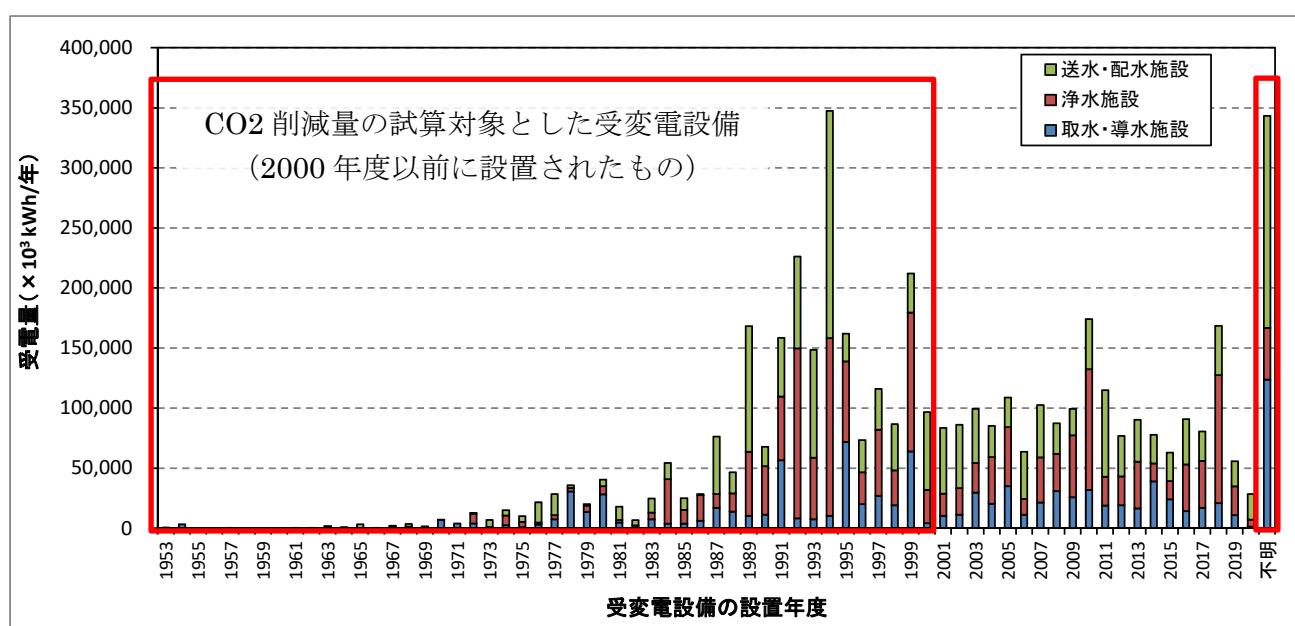


図 6-13 受電設備の設置年度

続いて、受変電設備の更新に伴って改善されるロス割合について考える。

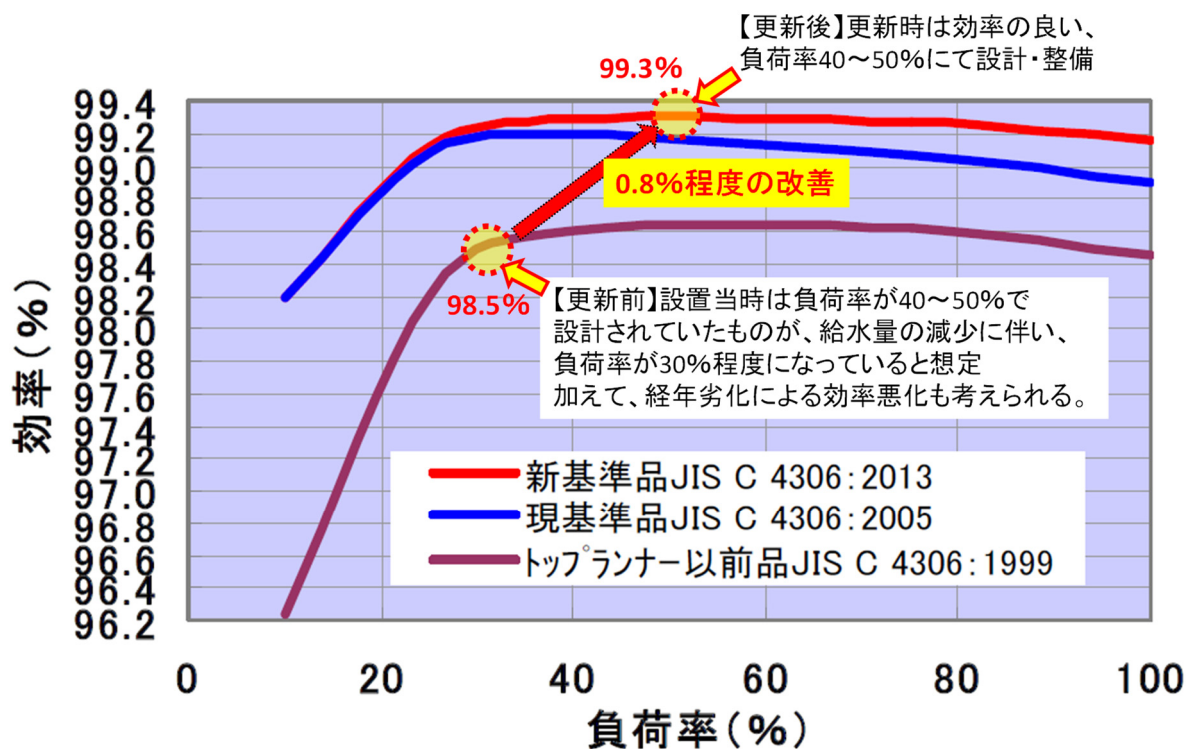
図6-14に、モールド式変圧器の負荷率－効率曲線を示した。

グラフを見てもわかるように、変圧器の最高効率点は40～50%前後であり、機種選定時にもこの負荷率を考慮して設計・整備されることが望ましいとされている。

ここでいう負荷率は、変圧器容量に対する負荷であり、人口減少等に伴う給水量の減少等によって施設全体の稼働率が下がれば、この負荷率も減少することとなる。

ケーススタディを通して、この負荷率が10～20%に落ち込んでいる事業者も見受けられた。

ここでは、更新前の変圧器をトップランナー以前品・負荷率30%、更新後の変圧器を新基準品・負荷率50%とともに、更新前の変圧器は経年劣化による効率悪化も考慮して、更新に伴うエネルギー改善率を1% ($0.8\% + \alpha$) と仮定した。



出典)「トップランナー変圧器 2014」導入による省エネルギー (2013 年 5 月、一般社団法人 日本電機工業会) に記載されたモールド式変圧器の負荷率-効率曲線を参考とした

図 6-14 受変電設備の更新によるエネルギー消費効率向上の考え方

【CO₂ 削減量の試算】

受電量 [kWh/年] × 更新によって削減されるロス 1% = 削減エネルギー量 [kWh/年] より算出
 続いて、削減される CO₂ 量は、削減エネルギー量 [kWh/年] × 0.000488※ [t-CO₂/kWh] より、
 27,069,393 [kWh/年] × 0.000488 = **13,209.9** [t-CO₂/年]

※ 単位エネルギー当たりの CO₂ 量は、電気事業者別排出係数の代替値 (R2.1.7 環境省・経済産業省公表) を用いた。

表 6-23 受電設備の更新による電力削減量

設置年度	取水・導水施設 における受電量 [×1,000 kWh/年]	浄水施設 における受電量 [×1,000 kWh/年]	送水・配水施設 における受電量 [×1,000 kWh/年]	総受電量 [×1,000 kWh/年]	削減エネルギー量 [kWh/年]	削減CO2量※ [t-CO2/年]
1953	673	0	0	673	6,725	3.3
1954	3,280	0	0	3,280	32,800	16.0
1955	0	0	0	0	0	0.0
1956	0	0	0	0	0	0.0
1957	0	451	0	451	4,508	2.2
1958	0	0	0	0	0	0.0
1959	0	0	0	0	0	0.0
1960	0	0	0	0	0	0.0
1961	0	16	0	16	161	0.1
1962	0	108	0	108	1,083	0.5
1963	824	0	943	1,767	17,667	8.6
1964	273	572	0	845	8,450	4.1
1965	195	0	3,164	3,359	33,589	16.4
1966	0	40	0	40	397	0.2
1967	655	1,063	245	1,963	19,631	9.6
1968	990	283	2,241	3,514	35,138	17.1
1969	196	496	826	1,518	15,178	7.4
1970	7,043	117	0	7,160	71,597	34.9
1971	4,096	0	0	4,096	40,961	20.0
1972	3,974	8,034	756	12,765	127,649	62.3
1973	686	375	5,783	6,845	68,448	33.4
1974	2,565	8,099	4,302	14,965	149,654	73.0
1975	867	4,461	4,816	10,144	101,440	49.5
1976	3,022	1,764	16,914	21,701	217,008	105.9
1977	7,525	3,413	17,590	28,528	285,281	139.2
1978	30,600	2,944	2,166	35,711	357,106	174.3
1979	13,447	5,489	1,139	20,075	200,750	98.0
1980	28,192	6,825	5,436	40,453	404,533	197.4
1981	4,825	2,077	11,012	17,914	179,144	87.4
1982	487	1,858	4,359	6,704	67,041	32.7
1983	7,371	5,606	11,705	24,682	246,824	120.5
1984	3,776	37,161	13,463	54,401	544,006	265.5
1985	3,733	11,544	9,697	24,974	249,741	121.9
1986	6,294	21,216	1,064	28,574	285,743	139.4
1987	16,891	11,638	47,743	76,272	762,725	372.2
1988	13,689	15,212	17,558	46,459	464,592	226.7
1989	10,321	53,432	104,453	168,206	1,682,056	820.8
1990	11,340	40,380	16,147	67,867	678,666	331.2
1991	56,506	53,087	48,997	158,590	1,585,904	773.9
1992	8,060	141,739	76,335	226,134	2,261,342	1,103.5
1993	7,476	51,218	89,805	148,499	1,484,994	724.7
1994	10,483	147,734	189,253	347,470	3,474,704	1,695.7
1995	72,095	66,773	23,151	162,018	1,620,183	790.6
1996	20,157	26,461	26,864	73,482	734,815	358.6
1997	27,061	54,955	34,023	116,040	1,160,398	566.3
1998	19,058	29,259	38,222	86,539	865,393	422.3
1999	64,025	115,415	32,695	212,135	2,121,352	1,035.2
2000	4,312	27,521	64,750	96,583	965,826	471.3
2001	10,473	18,143	54,775	83,391	-	-
2002	11,309	22,033	52,760	86,101	-	-
2003	29,619	24,682	45,163	99,465	-	-
2004	20,378	38,986	25,923	85,287	-	-
2005	35,001	49,084	24,800	108,885	-	-
2006	11,353	13,027	39,203	63,584	-	-
2007	21,432	37,563	43,649	102,644	-	-
2008	30,921	31,092	25,325	87,338	-	-
2009	25,808	51,526	22,036	99,371	-	-
2010	31,883	100,574	41,820	174,277	-	-
2011	18,855	23,997	72,235	115,087	-	-
2012	19,161	23,854	33,957	76,972	-	-
2013	16,588	38,854	34,837	90,279	-	-
2014	39,046	14,808	23,992	77,846	-	-
2015	24,018	15,300	23,694	63,012	-	-
2016	14,318	38,954	37,611	90,882	-	-
2017	17,087	38,913	24,563	80,563	-	-
2018	20,951	106,622	41,076	168,649	-	-
2019	10,807	24,061	20,878	55,747	-	-
2020	1,360	5,816	21,230	28,406	-	-
不明	123,803	43,139	176,477	343,419	3,434,192	1,675.9
合計	1,011,233	1,719,864	1,813,628	4,544,724.28	27,069,393	13,209.9

※ 単位エネルギー当たりのCO2量は、R2.1.7公表の電気事業者別排出係数の代替値(0.000488 t-CO2/kWh)を用いた

(8) 配水ブロックの再編等の再構築等

第 2 回アンケート 設問 6－1 においては、同一系統内における配水ブロックの見直し余地について確認した。

配水ブロックの再編等による電力削減量は表 6-24 に示すとおりである。これは、見直しによって削減される揚程高に見直しによって切替えられる低区ブロックの一日平均給水量を乗じて算定したものである。

表 6-24 配水ブロックの再編等による電力削減量

整理No.	計画の内容に関する情報					削減ポテンシャル量の試算結果	
	見直しによって削減される揚程高 [m]	見直しによって切替えられる低区ブロックへの一日平均給水量 [m3/日]	新たに整備する必要がある連絡管路等の口径 [mm]	新たに整備する必要がある連絡管路等の総延長 [m]	新たに整備する必要がある配水池容量 [m3]	電力使用量 [kWh/年]	CO2量※ [t-CO2/年]
1	42						
2		0			1000		
3	94	800	250	2900	0	74,720	36.5
4	37	37	Φ150	243.6		1,360	0.7
5	46.5	109	150	1600	450	5,036	2.5
6	13	5400	0	0	0	69,752	34.0
7	44.7	未定	0	0	0		
8							
9							
10							
11	119	500	150	5	無し	59,120	28.9
12	58	144	Φ150	420	200	8,299	4.0
13	25	10508	500	7484	8200	261,022	127.4
14	20	11470	Φ500	1000		227,934	111.2
15	0	1396	0	0	0		
16	23	17000				388,502	189.6
17	50	32370	Φ1000, Φ700, Φ500	10000		1,608,160	784.8
18	40	0	Φ200	1400			
19	17	1379	Φ75～Φ400	8550	1000	23,293	11.4
20	35	1480	Φ200, Φ150	1213	3000	51,469	25.1
21	60	1009	Φ300, Φ250, Φ200, Φ150,	13391	1225	60,153	29.4
22	50	1000	Φ250	50	0	49,681	24.2
23	35	2500	Φ250	2350	0	86,941	42.4
24	24	607	Φ150	1000	なし	14,475	7.1
25							
26							
27							
28	45	900	Φ200	2500	0	40,241	19.6
29	55	638	100	2000	140	34,866	17.0
30	不明	不明	不明	不明	不明		
31	不明	不明	不明	不明	不明		
32	不明	不明	不明	不明	不明		
33	130	90	Φ100	9700	110	11,625	5.7
合計		89,337.0		65,806.6	15,325.0	3,076,647.7	1,501.4
平均	46.2	4,060.8	143.8	3,133.6	957.8	161,928.8	79.0

※ 単位エネルギー当たりのCO2量は、R2.1.7公表の電気事業者別排出係数の代替値(0.000488 t-CO2/kWh)を用いた

(9) 位置エネルギーを活用した配水ブロックの見直し

第2回アンケート 設問6-2においては、効率的な（原単位の低い）系統からの配水区域を拡張することによる、配水ブロックの見直し余地について確認した。

位置エネルギーを活用した配水ブロックの見直しによる電力削減量は表 6-25 に示すとおりである。

表 6-25 位置エネルギーを活用した配水ブロックの見直しによる電力削減量

整理No.	異なる系統間で電力原単位に差があり、配水・給水区域の見直しによって効率化を図ることが可能な区域に関する情報								エネルギー量			
	電力原単位が小さい系統に関する情報				電力原単位が大きい系統に関する情報				計画の内容に関する情報			削減CO2量※ [t-CO2/年]
	給水区域の見直しによって 系統が切替えられる 区域の 一日平均給水量 [m3/日]	現在の一日平均給 水量 [m3/日]	系統の使用電力 [kWh/年]	現在の一日平均給 水量 [m3/日]	系統の使用電力 [kWh/年]	新たに整備する必 要がある 連絡管路等の口径 [mm]	新たに整備する必 要がある 連絡管路等の総延 長 [m]	新たに整備する必 要がある 配水池容量 [m3]	削減エネルギー量 [kWh/年]	増えるエネルギー 量 [kWh/年]	収支 [kWh/年]	
1	1,200	4,000	111,373	1,200	422,197	0	0	2,530	422,197.0	33,411.9	388,785.1	189.7
2-1		12,615	1,006,006									0.0
2-2				9,820	1,163,940							0.0
2-3		12,743	1,416,816									0.0
2-4		27,016	1,630,800									0.0
3-1	9,057	2,835	588,022				450	3,800				0.0
3-2				684	472,570							0.0
3-3				1,737	548,904							0.0
3-4				482	323,531							0.0
3-5				3,401	401,115							0.0
4-1				4,022	439,289							0.0
4-2	900	1,309	16,603			150	1,400		98,075.6	11,415.4	86,660.3	42.3
5	2,500	66,409	6,470,059	37,811	4,310,121	なし	なし	なし	284,978.0	243,568.6	41,409.4	20.2
6	626	626	63,966	1,581	515,484	150	720	-	204,106.9	63,966.0	140,140.9	68.4
7-1				280,325	26,762,606							0.0
7-2	29,000	349,062	27,985,380						2,768,627.7	2,325,019.7	443,608.1	216.5
8	200	684	57,208	2,651	526,325	不明	不明	不明	39,707.7	16,727.5	22,980.2	11.2
9	7,500	400	149,735	7,500	1,764,951	250	1,100		2,807,531.3	1,764,951.0	1,042,580.3	508.8
10	1,500	10,587	112,081	1,500	312,667	200	1,000		312,667.0	15,880.0	296,787.0	144.8
11-1	1,480	11,821	4,244,723	1,480	563,108	150	1,213	3,000	563,108.0	531,443.2	31,664.8	15.5
11-2	1,009	742	143,097	1,009	334,971	200	13,391	1,225	334,971.0	194,588.8	140,382.2	68.5
12				123	19,179	100	953					0.0
13-1	595	32,389		22,826	-	-	-					0.0
13-2	2,490	17,188	1,557,219	64,683	6,759,315	1,350	500(事業中)		260,202.7	225,592.0	34,610.7	16.9
14	4,063	153		4,063								0.0
15-1						不明	不明	不明				0.0
15-2						不明	不明	不明				0.0
15-3						不明	不明	不明				0.0
16	500	2,000	225,662	4,000	648,414				81,051.8	56,415.5	24,636.3	12.0
									合計	2,894,245.1		1,314.8

※ 単位エネルギー当たりのCO2量は、R2.1.7公表の電気事業者別排出係数の代替値(0.000488 t-CO2/kWh)を用いた。

6.3 水道施設の類型化

実施しようとする CO2 削減方策に応じて、以下のように水度施設の類型化を行った。

(1) インバーターの導入（取水工程～送水工程）

水道事業においては、多くの自治体でポンプ設備を使用している。この中には、吐出弁の開度を調整し、流量等の制御を行っている場合がある。これらは、インバーターを設置することで流量を制御するとともに、使用エネルギーの削減が可能となる。これを踏まえ、ポンプ設備の使用状況に応じて類型化することで、インバーターの導入余地が明らかとなる。

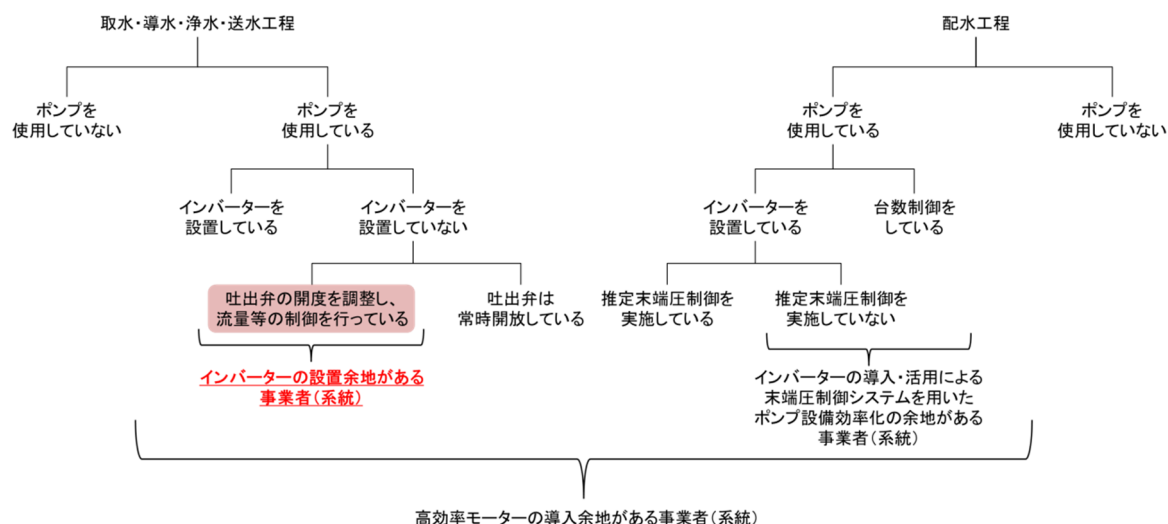


図 6-15 取水工程から送水工程におけるインバーターの導入余地に関する類型化フロー

(2) 配水工程における推定末端圧制御システム及びインバーター導入

配水工程において、自然流下による配水ができない区域ではポンプ設備を使用せざるを得ないが、推定末端圧制御システムにより、需要に応じた供給量の変動は使用エネルギーの削減につながる。これを踏まえ、配水工程のポンプ使用状況に応じて類型化することで、インバーターの導入と推定末端圧制御の導入余地が明らかとなる。

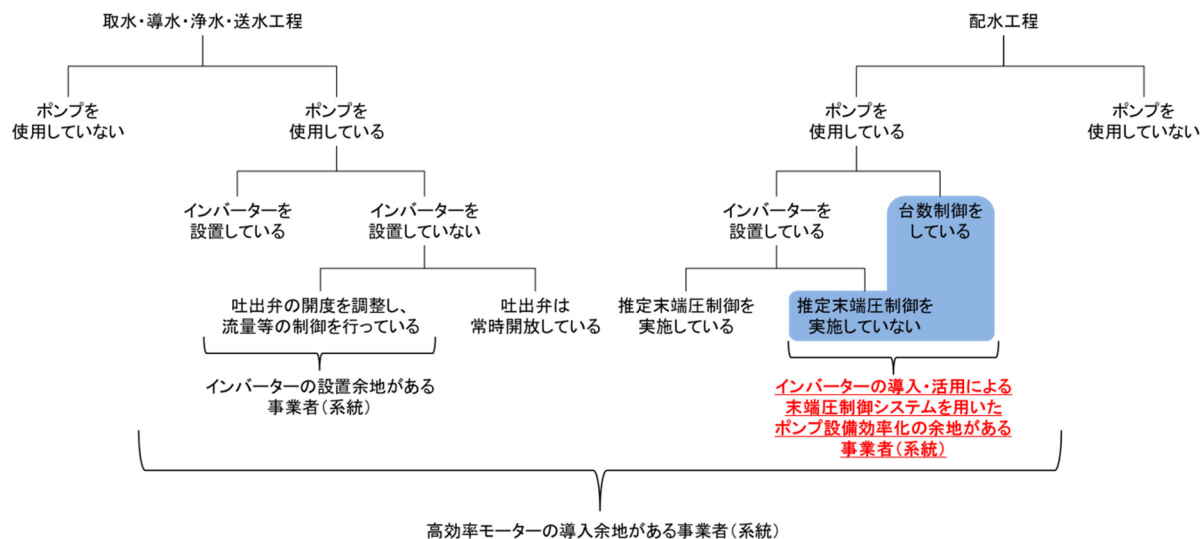


図 6-16 推定末端圧制御システム及びインバーター導入余地に関する類型化フロー

(3) 高効率モーターへの転換

水道事業においては、多くの自治体でポンプ設備を使用している。このポンプの動力であるモーターは、技術の進歩によりエネルギー変換効率が向上してきている。設置されているモーターを適切な時期に更新していくことで、エネルギーのロスが削減される。このことから、設置状況に応じて類型化することで、インバーターの導入余地・高効率モーターの導入余地が明らかとなる。

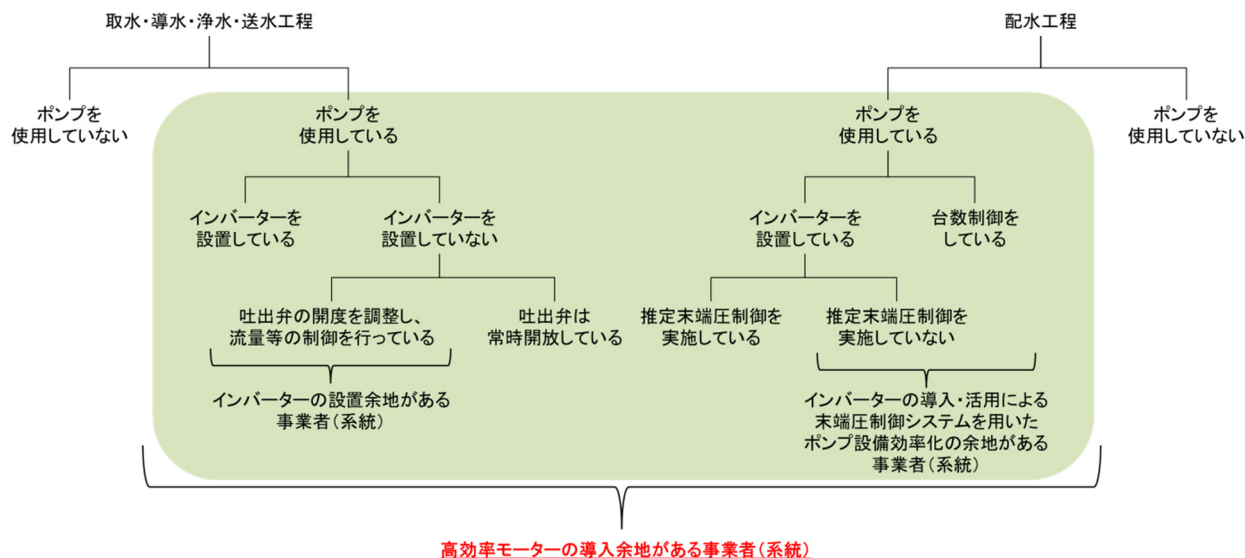


図 6-17 高効率モーターの設置余地に関する類型化フロー

(4) 位置エネルギーに優れる水源からの優先取水

水道事業において、使用電力の大半をポンプ等の動力が占めている。このことから、位置エネルギーを有効活用し、ポンプによる揚程高を削減することが CO2 削減につながる。

ここでは、複数の水源から取水している系統について、位置エネルギーに優れる水源の有無と優先取水の状況で類型化する。

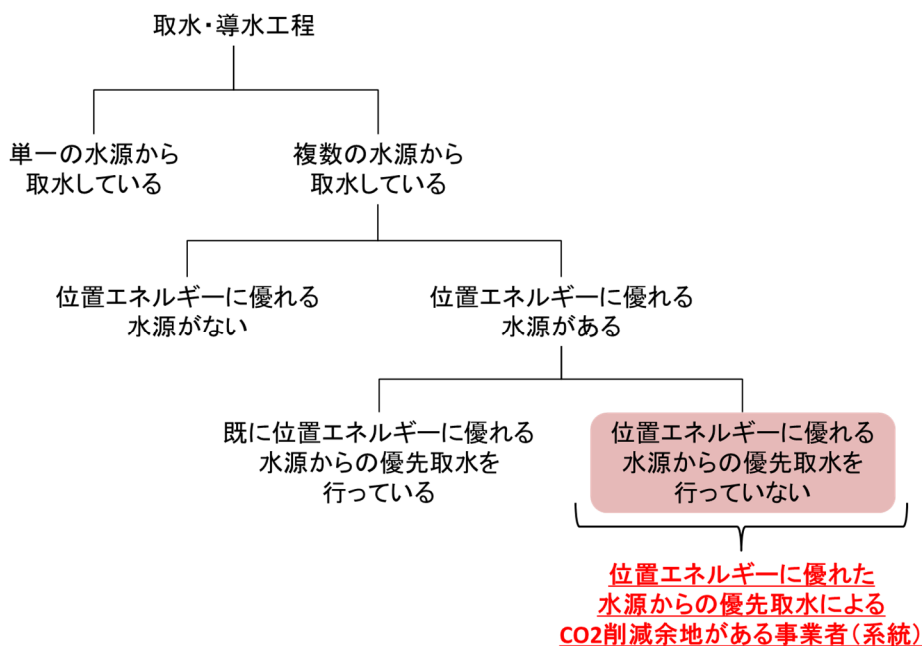


図 6-18 位置エネルギーの活用のうち、位置エネルギーに優れる水源からの優先取水による CO2 削減余地に関する類型化フロー

(5) 受水圧力の活用

水道事業において、受水圧力を一旦圧力開放し、その後ポンプ等で揚水する事例がケーススタディでも見受けられた。このような系統においては、圧力開放せずに残圧を利用することで、ポンプによる揚程高が削減され、CO2 削減につながる。

ここでは、用水受水・浄水受水している系統について、受水圧力の活用状況から類型化する。

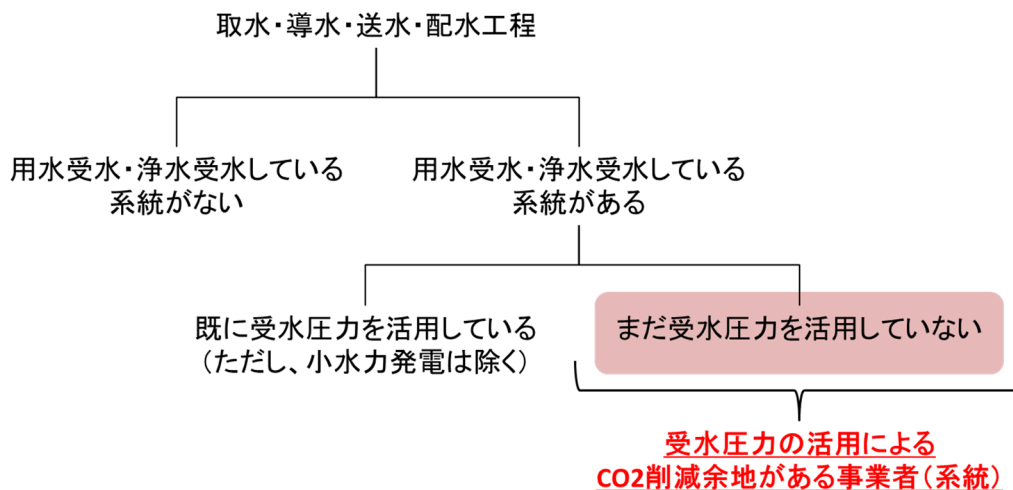


図 6-19 位置エネルギーの活用のうち、受水圧力の活用による CO2 削減余地に関する類型化フロー

(6) 受変電設備の更新

水道施設においては、ポンプ等をはじめとする大容量の電気設備から、建築設備等の小規模容量の電気設備が混在している。これらに対応するため、水道施設では受電時に変電設備を介して各電気設備に適した電気容量へと調整している。この受変電設備は施設に関わる全ての電力に関わる設備であり、ここのロスが軽減されることで CO2 削減につながる。

ここでは、受変電設備の更新状況から類型化を行う。

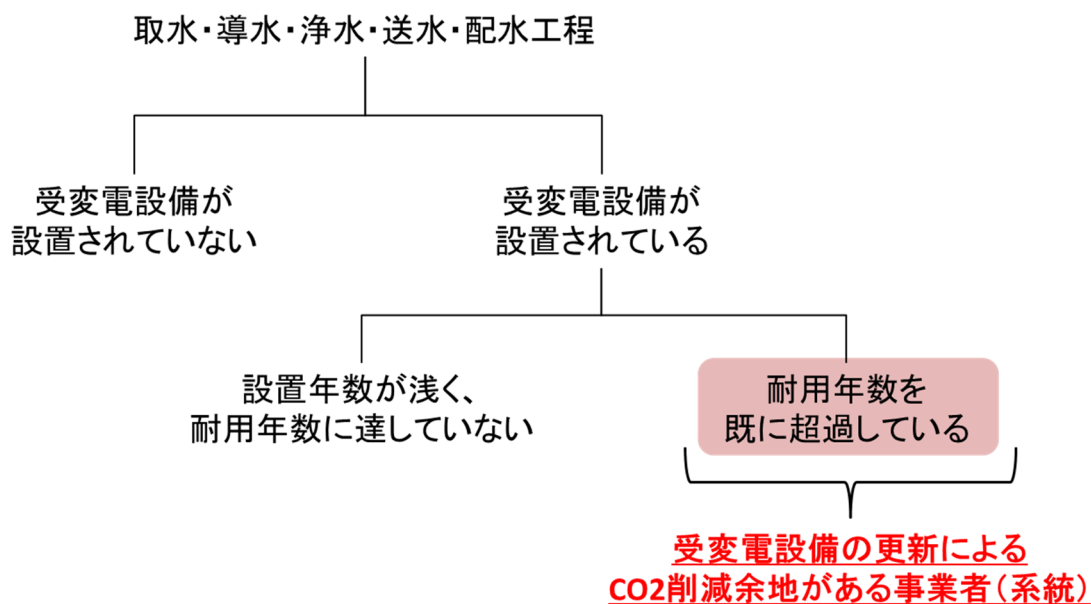


図 6-20 受変電設備の更新による CO2 削減余地に関する類型化フロー

(7) 配水ブロックの見直し

送水・配水工程における使用電力量は、浄水池から配水池・給水区域へと送水・配水することにかかるポンプの電力使用が主と考えられる。

このうち、給水区域の最も高い地点へ揚水し、そこから自然流下で配水するのが基本であるが、給水区域の高低差によっては、減圧弁を設置している箇所があると考えられる。このような場合は低区給水区域に対して配水池が高すぎる状況であるため、配水ブロックを見直すことによって揚水エネルギー・CO₂ の削減が可能である。

また、隣接する系統の配水池が高所にある場合には、配水系統を切り替えることによって揚水エネルギー・CO₂ の削減が可能となる。

ここでは、上記の視点に則り、減圧弁で制御している配水区域の有無・隣接する配水系統の効率から類型化する。

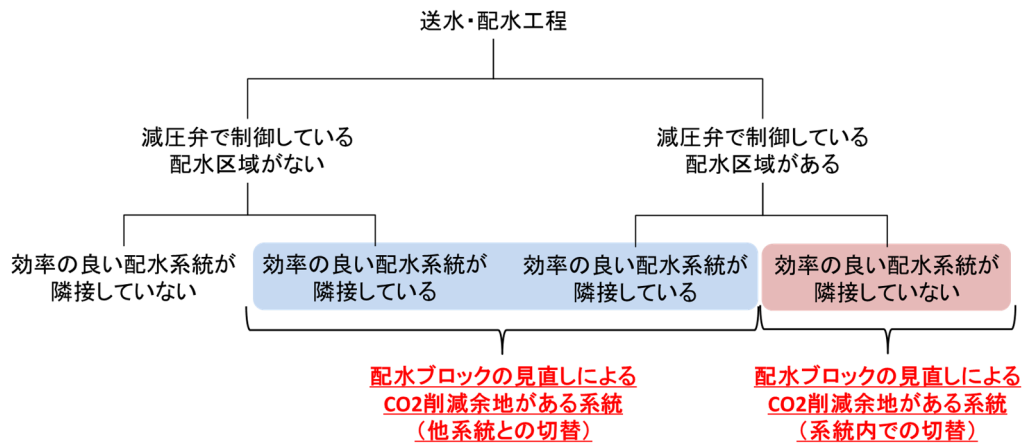


図 6-21 配水ブロックの見直しによる CO₂ 削減余地に関する類型化フロー

(8) 位置エネルギーの利用（施設統廃合等）

複数水源、複数施設から給水している事業者の場合、水需要の減少や施設更新需要を踏まえて施設の統廃合を行うことが考えられる。この際、同事業者内で最も標高の高い水源に取水を集約することができれば、ポンプ揚程を削減することで使用エネルギーの削減につながる。

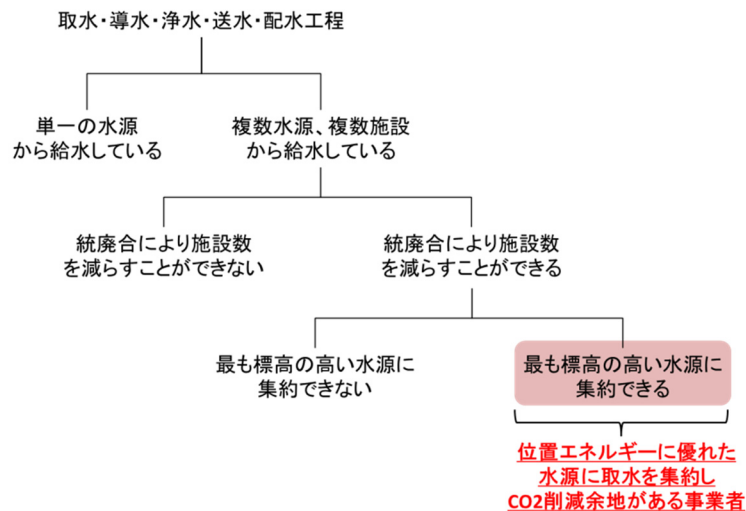


図 6-22 位置エネルギーの活用（施設統廃合等）による CO₂ 削減余地に関する類型化フロー

(9) 位置エネルギーの利用（広域化等）

水道事業者では経営基盤の強化を目的として周辺事業者と広域化に取り組むことが今後考えられる。この際、施設配置の見直し、施設の共同化によってポンプ揚水量、揚程を減らすことができれば、使用エネルギーの削減につながる。

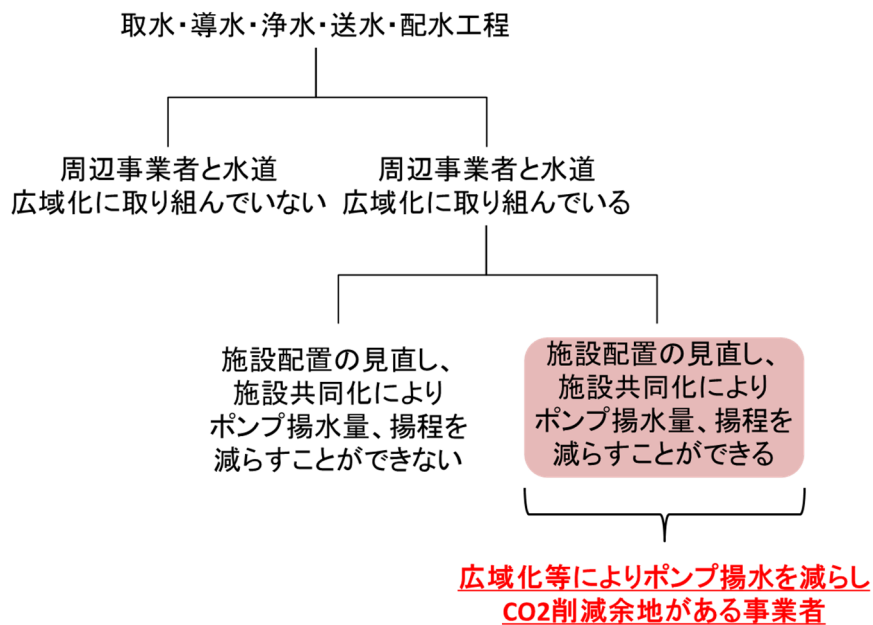


図 6-23 位置エネルギーの活用（広域化等）による CO2 削減余地に関する類型化フロー

6.4 CO2 削減ポテンシャルの推計

第2回アンケートでは、952事業者からCO2削減ポテンシャル推計に必要な情報を得た。

ここでは、6.3に示した水道施設の類型化を踏まえて、日本の水道システム全体でのエネルギー及びCO2削減ポテンシャルを推計した。

(1) インバーター及び高効率モーターの導入

① インバーターの導入によるCO2削減ポテンシャル量の推計

【対応する削減方策】

- ・ポンプ設備における台数制御システム・可動羽根制御システム・インバーター等を利用した回転速度制御システム等の導入による運転制御方式の改善 (p. S1-1)
- ・羽根車改造等によるポンプ容量の適正化 (p. S1-5)
- ・送水・配水施設における台数制御システム・可動羽根制御システム・インバーター等を利用した回転速度制御システム等の導入によるポンプ運転制御方式の改善 (p. S1-45)
- ・羽根車改造等による適正規模の設備容量のポンプの導入 (p. S1-49)
- ・ポンプ吸込圧力の有効利用、流量の平準化に伴う管路抵抗の軽減による運転の効率化 (p. S2-1)
- ・送水・配水施設における末端圧制御・送水系統の流量制御等によるポンプ制御の適正化 (p. S2-22)

【エネルギー・CO2削減ポテンシャル】

第2回アンケート結果から得られた、取水～送水工程におけるインバーター導入によるエネルギー・CO2削減ポテンシャル量及び配水工程におけるインバーターを利用した推定末端圧制御に伴うエネルギー・CO2削減ポテンシャル量は、表6-26に示すとおりである。

表 6-26 インバーターの導入による削減ポテンシャル量

		取水工程	導水工程	浄水工程	送水工程	配水工程 ^{※2}	合計
削減可能エネルギー量	[kWh/年]	80,673,027	17,508,694	21,842,526	211,722,556	65,786,590	397,533,393
削減可能CO2量 ^{※1}	[t-CO2/年]	39,368.4	8,544.2	10,659.2	103,320.6	32,103.9	193,996.3

※1 単位エネルギー当たりのCO2量は、R2.1.7公表の電気事業者別排出係数の代替値(0.000488 t-CO2/kWh)を用いた

※2 配水工程は、インバーターの導入による推定末端圧制御システムの導入も含む

ここで、第2回アンケートに回答のあった925事業者の電力使用量が、全事業者での電力使用量のうち82.6%を占めていることを踏まえ(表6-11を参照)、日本の全水道事業者へインバーターを導入した際のエネルギー及びCO2削減ポテンシャル量を拡大推計で試算した(表6-27参照)。

表 6-27 全水道事業者へのインバーターの導入による削減ポテンシャル量推計

		取水工程	導水工程	浄水工程	送水工程	配水工程	合計
削減可能エネルギー量	[kWh/年]	80,673,027	17,508,694	21,842,526	211,722,556	65,786,590	397,533,393
削減可能CO2量※	[t-CO2/年]	39,368.4	8,544.2	10,659.2	103,320.6	32,103.9	193,996.3



× 1.000/0.826(× 1.21)

○全水道事業者への拡大推計

		取水工程	導水工程	浄水工程	送水工程	配水工程	合計
削減可能エネルギー量	[kWh/年]	97,614,363	21,185,520	26,429,456	256,184,293	79,601,774	481,015,406
削減可能CO2量※	[t-CO2/年]	47,635.8	10,338.5	12,897.6	125,017.9	38,845.7	234,735.5

※ 単位エネルギー当たりのCO2量は、R2.1.7公表の電気事業者別排出係数の代替値(0.000488 t-CO2/kWh)を用いた

【事業費】

表 6-27 に示した削減ポテンシャルを実現するために必要な事業費について試算した。

「5.2 CO2 削減方策と指標及び数式化、コスト」で示したように、インバーターの導入によるコストは、50～150 千円/kW である。

本調査から得られた工程別の平均運転時間から原動機出力の合計値を推定し、平均的なコストとして 100 千円/kW をかけることで事業費を算出した（表 6-28 参照）。

表 6-28 全水道事業者へのインバーターの導入にかかる事業費の推計

		取水工程	導水工程	浄水工程	送水工程	配水工程	合計
削減可能エネルギー量	[kWh/年]	97,614,363	21,185,520	26,429,456	256,184,293	79,601,774	481,015,406
平均稼働時間	[h/日]	12.7	7.9	8.3	10.1	11.7	—
原動機出力の合計	[kW]	21,058	7,347	8,692	69,493	18,565	—
インバーター導入コスト	[百万円]	2,106	735	869	6,949	1,857	12,516

② 高効率モーターの導入による CO2 削減ポテンシャル量の推計

【対応する削減方策】

- ・高効率ポンプ・エネルギー消費効率の高いモーターの導入（p. S1-7）

【エネルギー・CO2 削減ポテンシャル】

第2回アンケートを通して得られた、高効率モーターの導入によるエネルギー・CO2 削減ポテンシャル量は、表 6-29 に示すとおりである。

表 6-29 高効率モーターの導入による削減ポテンシャル量

		取水工程	導水工程	浄水工程	送水工程	配水工程	合計
削減可能エネルギー量	[kWh/年]	17,162,835	8,005,389	6,473,971	53,741,917	25,660,926	111,045,038
削減可能CO2量※	[t-CO2/年]	8,375.5	3,906.6	3,159.3	26,226.1	12,522.5	54,190.0

※ 単位エネルギー当たりのCO2量は、R2.1.7公表の電気事業者別排出係数の代替値(0.000488 t-CO2/kWh)を用いた

ここで、第2回アンケートに回答のあった925事業者の電力使用量が、全事業者での電力使用量のうち82.6%を占めていることを踏まえ（表 6-11 を参照）、日本の全水道事業者へ高効率モーターを導入した際のエネルギー及びCO2 削減ポテンシャル量を拡大推計で試算した（表 6-30 参照）。

表 6-30 全水道事業者への高効率モーター導入による削減ポテンシャル量推計

○第2回アンケート結果から計上

		取水工程	導水工程	浄水工程	送水工程	配水工程	合計
削減可能エネルギー量	[kWh/年]	17,162,835	8,005,389	6,473,971	53,741,917	25,660,926	111,045,038
削減可能CO2量※	[t-CO2/年]	8,375.5	3,906.6	3,159.3	26,226.1	12,522.5	54,190.0



× 1.000/0.826(× 1.21)

○全水道事業者への拡大推計

		取水工程	導水工程	浄水工程	送水工程	配水工程	合計
削減可能エネルギー量	[kWh/年]	20,767,030	9,686,521	7,833,505	65,027,720	31,049,720	134,364,495
削減可能CO2量※	[t-CO2/年]	10,134.3	4,727.0	3,822.8	31,733.5	15,152.3	65,569.9

※ 単位エネルギー当たりのCO2量は、R2.1.7公表の電気事業者別排出係数の代替値(0.000488 t-CO2/kWh)を用いた

【事業費】

表 6-30 に示した削減ポテンシャルを実現するために必要な事業費について試算した。

まず、第1回アンケート結果から、各工程のポンプに関する情報を整理した（表 6-31 参照）。

表 6-31 各工程のポンプに関する情報（第1回アンケートより）

		取水施設	導水施設	浄水施設	送水施設	配水施設	合計
揚水量の合計	[m3/min]	21,975	8,148	11,350	29,118	12,597	83,188
原動機出力の合計	[kW]	168,448	98,110	70,081	443,443	160,176	940,258
原動機出力当たりの揚水量	[(m3/d)/kW]	188	120	233	95	113	127

続いて、2030 年度までに更新を迎えるモーターの原動機出力合計値を試算した結果、1,765,784 kW であった。

表 6-31 を踏まえて考えると、揚水量の合計値は 216,725,723 m³/日となる（表 6-32 を参照）。

表 6-32 2030 年度までに更新を迎えると考えられるモーター（表 6-15 から試算）

	取水施設		導水施設		浄水施設		送水施設		配水施設	
	設置台数 [台]	原動機出力 [kW]	設置台数 [台]	原動機出力 [kW]	設置台数 [台]	原動機出力 [kW]	設置台数 [台]	原動機出力 [kW]	設置台数 [台]	原動機出力 [kW]
設置後5～20年経過	3,746	109,896	1,015	67,382	2,189	58,134	4,898	407,811	4,924	167,284
設置後21～30年経過	962	33,658	782	22,608	960	23,212	1,621	127,086	1,890	76,921
設置後31年以上経過	567	41,570	710	48,824	521	25,110	1,332	194,004	1,127	55,036
合計	5,275	185,124	2,507	138,814	3,670	106,456	7,851	728,902	7,942	299,242
 $\times 1.000/0.826(\times 1.21)$										
拡大推計時の原動機出力 合計値[kW]	—	224,121	—	168,055	—	128,882	—	882,447	—	362,278
原動機出力当たりの揚水量 [(m ³ /d)/kW]	—	188	—	120	—	233	—	95	—	113
揚水量の合計値 [m ³ /d]	—	42,102,838	—	20,096,910	—	30,057,418	—	83,441,087	—	41,027,469

「水道事業の再構築に関する施設更新費用算定の手引き（平成 23 年 12 月、厚生労働省健康局水道課）」の、送配水ポンプ設備（場内）の機械工事及び電気計装設備の費用関数を適用し、事業費を 910,338 百万円と算出した。

○機械工事

事業費は、 $0.0025 \times \text{浄水場施設能力 m}^3/\text{d} + 23.4924$ 百万円 であるため、
浄水施設能力に揚水量の合計値を代入し、事業費を計上した。

$$0.0025 \times 216,725,723 + 23.4924 = 541,838 \text{ 百万円}$$

○電気計装設備

事業費は、 $0.0017 \times \text{浄水場施設能力 m}^3/\text{d} + 66.7258$ 百万円 であるため、
浄水施設能力に揚水量の合計値を代入し、事業費を計上した。

$$0.0017 \times 216,725,723 + 66.7258 = 386,500 \text{ 百万円}$$

合計：910,338 百万円

(2) 位置エネルギーに優れる水源からの優先取水

【対応する削減方策】

・取水・導水・送水・配水工程等における自然流下系統の有効利用（p. S2-31）

【エネルギー・CO2削減ポテンシャル】

位置エネルギーに優れる水源からの優先取水によるエネルギー・CO2削減余地は、図 6-24 の類型化フロー図に示す着色部分の事業者が該当する。

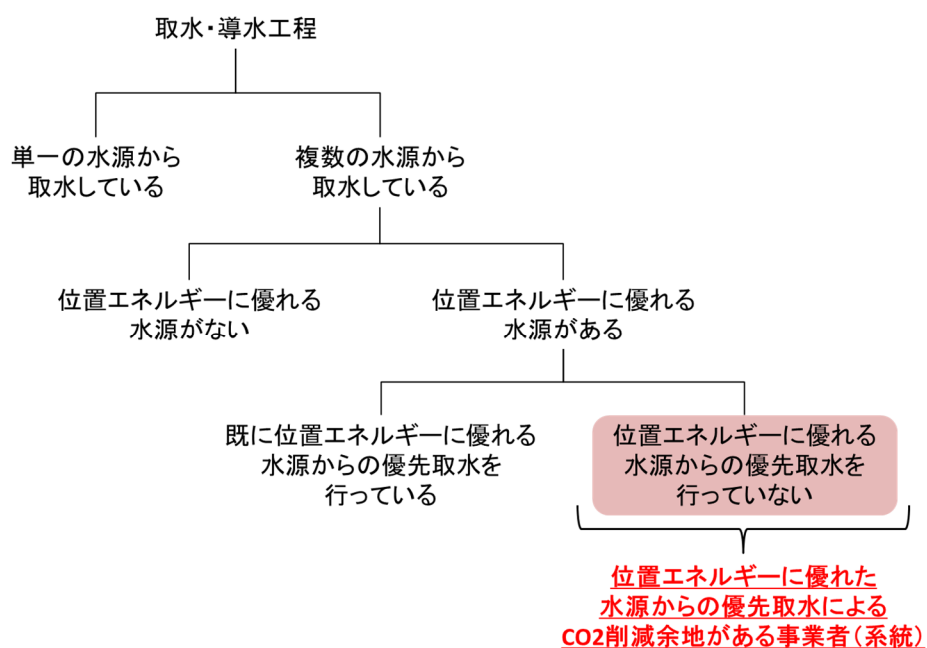


図 6-24 位置エネルギーの活用のうち、位置エネルギーに優れる水源からの優先取水による CO2 削減余地に関する類型化フロー（図 6-18 を再掲）

第 2 回アンケートを通して、位置エネルギーに優れた水源からの優先取水が可能な系統は 2 系統しかなかったが、位置エネルギーに優れる水源があるにもかかわらず、何らかの理由で優先取水を行っていないものが 57 系統あった。

この理由を確認すると、表 6-33 に示すような内訳であった。この結果から、水量不足である系統において拡大推計することは現実的ではないため、残りの 22 系統について拡大推計を行うこととした。

表 6-33 位置エネルギーに優れた水源から優先取水できない理由

	位置エネルギーに優れた水源はあるが、優先取水ができない理由※		
	水利権	水量不足	その他（水質等）
該当系統数	15	35	13

※複数回答を含む

拡大推計を行うに際して、切り替え可能な水量等の情報がないため、本項では唯一回答のあった1系統に関する情報を22倍することで推計することとした。

表 6-34 位置エネルギーに優れた水源から優先取水による削減ポテンシャル推計（回答事業者）

		アンケート結果		拡大推計
削減可能エネルギー量	[kWh/年]	2,154	 × 22	47,391
削減可能CO2量※1	[t-CO2/年]	1.1		23.1

※1 単位エネルギー当たりのCO2量は、R2.1.7公表の電気事業者別排出係数の代替値(0.000488 t-CO2/kWh)を用いた

ここまでの推計は、回答のあった事業者での拡大推計である。ここからは、全事業者への拡大推計を行う。

回答のなかった事業者における、位置エネルギーに優れた水源からの優先取水については、適切な指標がないと考えられる。そこで、回答事業者に占める優先取水可能な事業者の割合が全国でも適用されると仮定し、事業者数による拡大推計を行った。

表 6-35 位置エネルギーに優れた水源から優先取水による削減ポテンシャル推計（全事業者）

		アンケート結果		拡大推計
削減可能エネルギー量	[kWh/年]	47,391	 × 1,422/952 (× 1.49)	70,788
削減可能CO2量※1	[t-CO2/年]	23.1		34.5

※1 単位エネルギー当たりのCO2量は、R2.1.7公表の電気事業者別排出係数の代替値(0.000488 t-CO2/kWh)を用いた

【事業費】

本事業においては、既にある設備を有効活用し、位置エネルギーに優れた水源からの優先取水を行うものであるため、事業費は0とした。

(3) 受水圧力の活用

【対応する削減方策】

- ・位置エネルギーを利用した施設の整備 (p. S1-53)

【エネルギー・CO2 削減ポテンシャル】

受水圧力を活用することによるエネルギー・CO2 削減余地は、図 6-25 の類型化フロー図に示す着色部分の事業者が該当する。

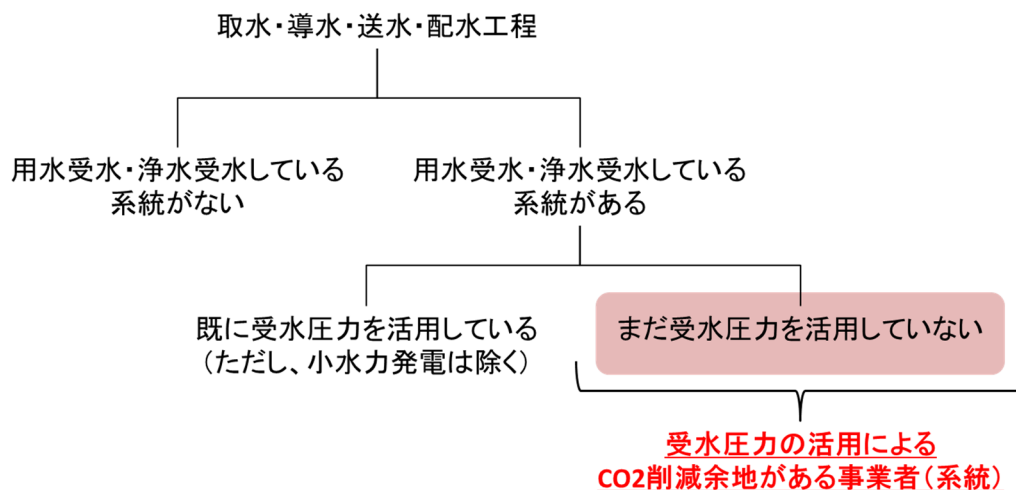


図 6-25 位置エネルギーの活用のうち、受水圧力の活用による CO2 削減余地に関する類型化フロー (図 6-19 を再掲)

第2回アンケートを通して得られた、受水圧力の活用によるエネルギー・CO2 削減ポテンシャル量は、表 6-36 に示すとおりである。

アンケート結果から、系統別の水量と削減揚程高を加味して、平均削減揚程高を算出した。

表 6-36 受水圧力の活用による削減ポテンシャル量推計

		アンケート結果
削減可能エネルギー量	[kWh/年]	25,308,282
削減可能CO2量 ^{※1}	[t-CO2/年]	12,350.4
受水水量	[m3/年]	372,268,247.2
平均削減揚程高 ^{※2}	[m]	25.0

※1 単位エネルギー当たりのCO2量は、R2.1.7公表の電気事業者別排出係数の代替値(0.000488 t-CO2/kWh)を用いた

※2 削減可能エネルギー量と総受水水量から、平均的な削減揚程高を算出した。

浄水受水を行っている全事業者への拡大推計に際しては、アンケート結果から算定した平均削減揚程高（25.0m）と、H29 水道統計から得られた日本全体での浄水受水量（4,588,253,000 m³/年）から、削減エネルギー・CO₂ 量を試算し、表 6-37 に示した。

表 6-37 浄水受水を行っている全事業者における受水圧力活用の削減ポテンシャル量推計

		アンケート結果	拡大推計
削減可能エネルギー量	[kWh/年]	25,308,282	311,927,762
削減可能CO ₂ 量※ ¹	[t-CO ₂ /年]	12,350.4	152,220.7
受水水量	[m ³ /年]	372,268,247.2	4,588,253,000
平均削減揚程高※ ²	[m]	25.0	25.0

※1 単位エネルギー当たりのCO₂量は、R2.1.7公表の電気事業者別排出係数の代替値(0.000488 t-CO₂/kWh)を用いた

※2 削減可能エネルギー量と総受水水量から、平均的な削減揚程高を算出した。

【事業費】

表 6-37 に示した削減ポテンシャルを実現するために必要な事業費について試算する。

理想的なモデルでは、一度受水池で圧力開放していたものをインライン化し、揚程高を削減する形となる（図 6-26 参照）。

しかしながら、需要の変動に関わらず、受水量を一定に保つことを供給元から求められることが多い（図 6-27 参照）と、ケーススタディで判明した。

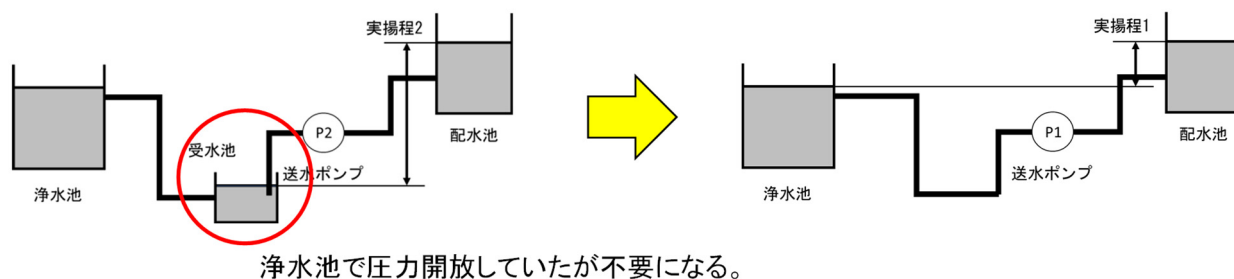


図 6-26 受水圧力の理想的な活用方法

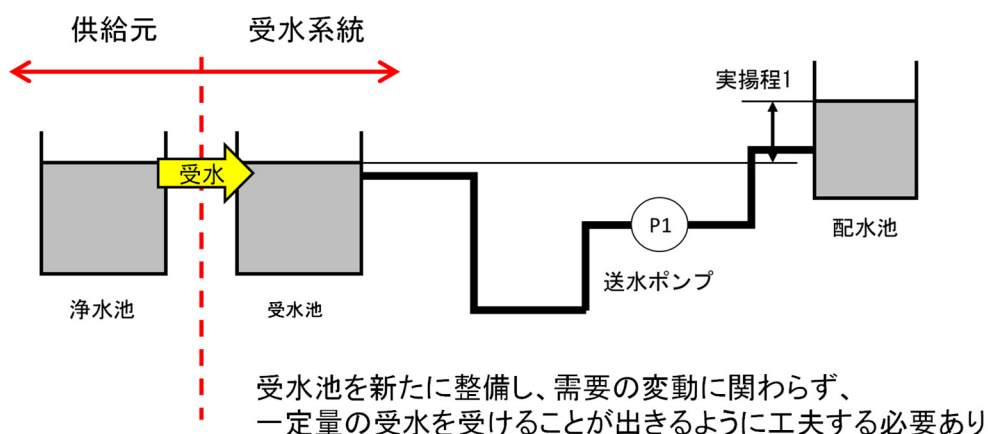


図 6-27 受水圧力の現実的な活用方法

ここでは、図 6-27 に示したような、受水池を新たに整備するとして考え、事業費を計上する。

具体的には、水道事業全体の浄水受水量（4,588,253,000 m³/年）から、12 時間分の水量を貯留できる配水池を仮想的に整備すると考えた。

水道事業全体の浄水受水量（4,588,253,000 m³/年）から、整備すべき配水池の有効容量は、
 $4,588,253,000 \text{ m}^3/\text{年} \times 1/365 \times 1/24 \times 12 = 6,285,278 \text{ m}^3/12\text{h}$

「水道事業の再構築に関する施設更新費用算定の手引き（平成 23 年 12 月、厚生労働省健康局水道課）」より、RC 造の配水池の費用関数が、 $0.1100 \times \text{有効容量} + 0.2386$ 百万円であるため、事業費は、 $6,285,278 \text{ m}^3 \times 0.1100 + 0.2386 = 691,381$ 百万円となる。

(4) 受変電設備の更新

【対応する削減方策】

- ・モールド変圧器・アモルファス変圧器・トップランナー変圧器等エネルギー損失の少ない変圧器の導入（業務部門対策）

【エネルギー・CO2 削減ポテンシャル】

受変電設備の更新によるエネルギー・CO2 削減余地は、図 6-28 の類型化フロー図に示す着色部分の事業者が該当する。

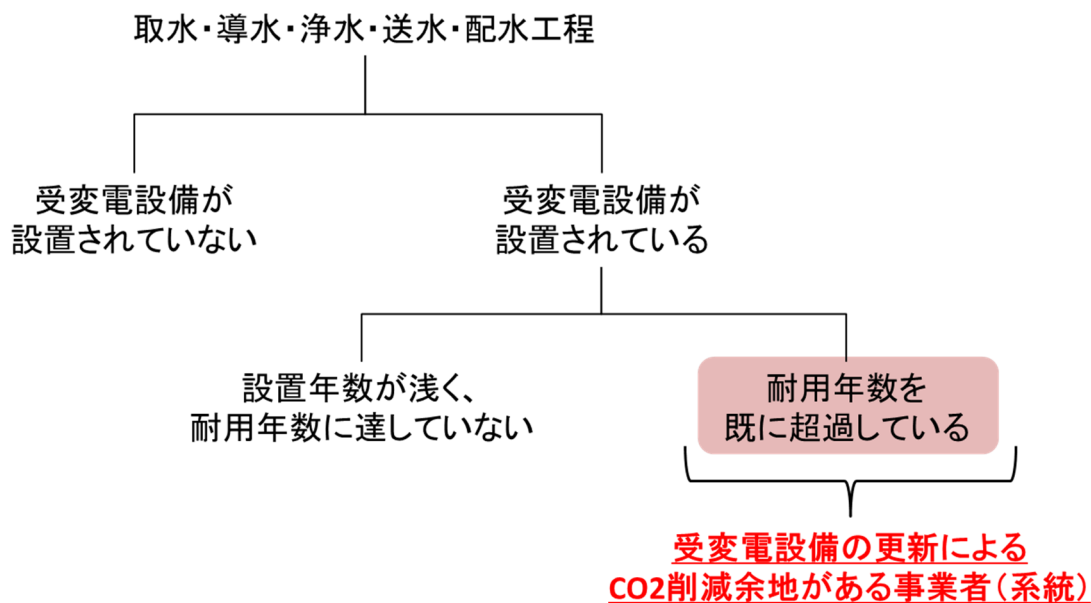


図 6-28 受変電設備の更新による CO2 削減余地に関する類型化フロー
(図 6-20 を再掲)

第 2 回アンケートに回答のあった 925 事業者の電力使用量が、全事業者での電力使用量のうち 82.6%を占めていることを踏まえ（表 6-11 を参照）、日本の全水道事業者で適切な時期に受変電設備を更新することによるエネルギー及び CO2 削減ポテンシャル量を拡大推計で試算した（表 6-38 参照）。

表 6-38 全水道事業者における受変電設備更新の削減ポテンシャル量推計

		アンケート結果		拡大推計
削減可能エネルギー量	[kWh/年]	27,069,393	→	32,771,662
削減可能CO2量※1	[t-CO2/年]	13,209.9		15,992.6

※1 単位エネルギー当たりのCO2量は、R2.1.7公表の電気事業者別排出係数の代替値(0.000488 t-CO2/kWh)を用いた

【事業費】

表 6-38 に示した削減ポテンシャルを実現するために必要な事業費について試算した。

「5.2 CO2 削減方策と指標及び数式化、コスト」で示したように、受変電設備の導入コストは、30～100 千円/kVA である。

第 2 回アンケートで得られた総受電量と変圧器定格容量の合計値から、0.000426 kVA/(kWh/年)と求められた。

第 2 回アンケートに回答のあった 925 事業者の電力使用量が、全事業者での電力使用量のうち 82.6%を占めていることを踏まえ（表 6-11 を参照）、水道事業全体のうち更新対象となる受変電設備の受電量を、 $4,544,724,277 \text{ kWh/年} \times 1.000 \div 0.826 = 5,502,087,502 \text{ kWh/年}$ と仮定した。

このうち、受電量当たりの変圧器定格容量から、更新対象となる受変電設備の定格容量合計を、 $65,543,324 \text{ kWh/年} \times 0.000426 \text{ kVA/(kWh/年)} = 2,685,019 \text{ kVA}$ と推計した。

この値を用い導入コストを試算すると、以下の事業費となった。

なお、導入コストは平均値の 65 千円/kVA とした。

$$2,685,019 \text{ kVA} \times 65 \text{ 千円/kVA} = 174,526 \text{ 百万円}$$

(5) 配水ブロックの見直し

【対応する削減方策】

- ・ブロック配水システムの導入 (p. S1-51)

【エネルギー・CO2 削減ポテンシャル】

配水ブロックの見直しによるエネルギー・CO2 削減余地は、図 6-29 の類型化フロー図に示す着色部分の事業者が該当する。

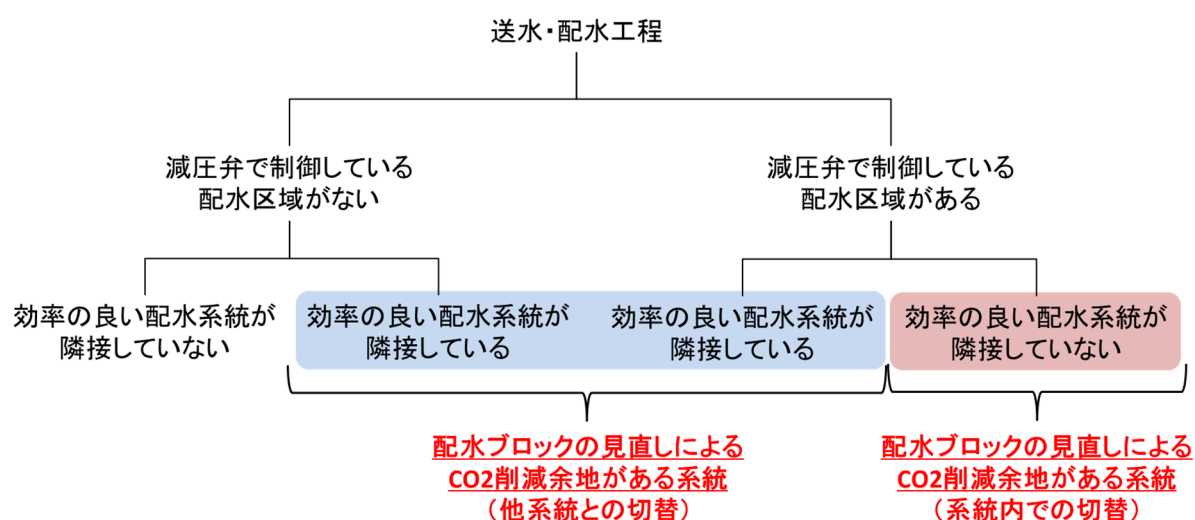


図 6-29 配水ブロックの見直しによる CO2 削減余地に関する類型化フロー
(図 6-21 を再掲)

回答のなかった事業者において、配水ブロックの見直しに伴う削減ポテンシャルを算定できる適切な指標がない。そこで、回答事業者の給水量を基に、拡大推計を行った。

アンケート回答事業者における給水量は、12,189,534 千m³/年 (H29 水道統計より) であった。全事業者における総給水量は 14,709,889 千m³/年 (H29 水道統計より) であることから、アンケートから得られた削減ポテンシャルを、1.21 倍することで算定した。

表 6-39 全水道事業者における受変電設備更新の削減ポテンシャル量推計

		アンケート結果		拡大推計
削減可能エネルギー量	[kWh/年]	5,770,893	× 14,709,889 / 12,189,534 (× 1.21)	6,964,105
削減可能CO2量※1	[t-CO2/年]	2,816.2		3,398.5

※1 単位エネルギー当たりのCO2量は、R2.1.7公表の電気事業者別排出係数の代替値(0.000488 t-CO2/kWh)を用いた

【事業費】

配水ブロックの見直しに際して必要な事業費について試算する。

【アンケート回答事業者】

○同一系統内の切り替え

「水道事業の再構築に関する施設更新費用算定の手引き（平成 23 年 12 月、厚生労働省健康局水道課）」より、開削工 ダクタイル管の費用関数が、 $37.1881 \times e^{0.0023 \times \text{口径}} \times \text{管路延長}$ 百万円である。また、RC 造の配水池の費用関数が、 $0.1100 \times \text{有効容量} + 0.2386$ 百万円であるため、

事業費は、6,650 百万円となる。

○他系統からの切り替え

「水道事業の再構築に関する施設更新費用算定の手引き（平成 23 年 12 月、厚生労働省健康局水道課）」より、開削工 ダクタイル管の費用関数が、 $37.1881 \times e^{0.0023 \times \text{口径}} \times \text{管路延長}$ 百万円である。また、RC 造の配水池の費用関数が、 $0.1100 \times \text{有効容量} + 0.2386$ 百万円であるため、

事業費は、3,229 百万円となる。

【全事業者への拡大推計】

○同一系統内の切り替え

アンケート回答事業者における事業費を、給水量ベースで拡大推計すると、
 $6,650 \text{ 百万円} \times 1.21 = 8,047 \text{ 百万円}$ となる。

○他系統からの切り替え

アンケート回答事業者における事業費を、給水量ベースで拡大推計すると、
 $3,229 \text{ 百万円} \times 1.21 = 3,907 \text{ 百万円}$ となる。

(6) 位置エネルギーの利用（施設統廃合等）

【対応する削減方策】

- ・位置エネルギーを利用した施設の整備（p. S1-53）

【エネルギー・CO2 削減ポテンシャル】

位置エネルギーの利用（施設統廃合等）によるエネルギー・CO2 削減余地は、図 6-30 の類型化フロー図に示す着色部分の事業者が該当する。

CO2 削減ポテンシャルの算定方法は、以下のとおりである。

電力量削減ポテンシャル[kWh]

$$= \text{自然流下の有効利用が可能な水量} [\text{m}^3] \times \text{ポンプの揚程値} [\text{m}] \\ \times \text{重力加速度 } 9.8 [\text{m/s}^2] \times 1,000 [\text{kg/m}^3] \times 1/3,600,000 [\text{kWh/J}]$$

ここに、「ポンプの揚程値」は、当該水道事業者が保有する複数水源の内、取水地点の標高最大値からの差分とする。さらに、全国の CO2 削減ポテンシャルは、第 1 回アンケートで回答のあった、取水・導水の使用電力量と比較して、小さい方の値を採用することとした。

当該事業者等の電力量削減ポテンシャル[kWh]

$$= \Sigma (\text{取水地点の標高最大値一個々の取水地点標高}) [\text{m}] \times \text{個々の浄水量} [\text{m}^3] \\ \times \text{重力加速度 } 9.8 [\text{m/s}^2] \times 1,000 [\text{kg/m}^3] \times 1/3,600,000 [\text{kWh/J}] \\ \text{または、取水・導水の使用電力量の小さい方の値} [\text{kWh}]$$

全国の電力量削減ポテンシャル[kWh]

$$= \Sigma \text{当該事業者等の電力量削減ポテンシャル} [\text{kWh}] \\ = 262,219,700 [\text{kWh}]$$

全国の CO2 削減ポテンシャル[t-CO2]

$$= \text{全国の CO2 削減ポテンシャル} [\text{kWh}] \\ = 262,219,700 [\text{kWh}] \times 0.000488 [\text{t-CO2/kWh}] \\ = 127,963.2 [\text{t-CO2}]$$

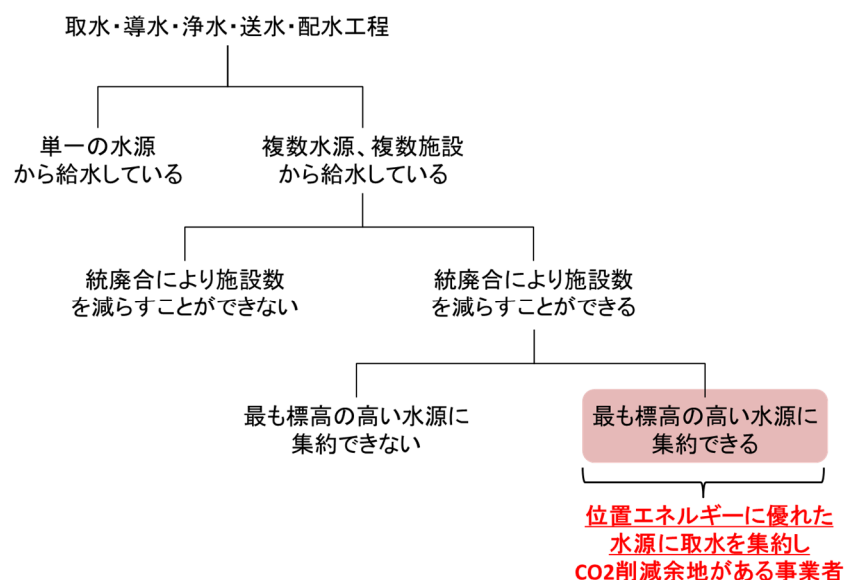


図 6-30 位置エネルギーの活用（施設統廃合等）による CO2 削減余地に関する類型化フロー
（図 6-22 を再掲）

回答のなかった事業者において、位置エネルギーの活用（施設統廃合等）による削減ポテンシャルを算定できる適切な指標がない。そこで、回答事業者の給水量を基に、拡大推計を行った。

アンケート回答事業者における給水量は、12,189,534 千 m^3 /年（H29 水道統計より）であった。全事業者における総給水量は 14,709,889 千 m^3 /年（H29 水道統計より）であることから、アンケートから得られた削減ポテンシャルを、1.21 倍することで算定した。

表 6-40 位置エネルギーの活用（施設統廃合等）の削減ポテンシャル量推計

		アンケート結果		拡大推計
削減可能エネルギー量	[kWh/年]	262,219,700	$\times 1.000/0.826(\times 1.21)$	317,457,264
削減可能CO2量 ^{※1}	[t-CO2/年]	127,963.2		154,919.1

※1 単位エネルギー当たりのCO2量は、R2.1.7公表の電気事業者別排出係数の代替値(0.000488 t-CO2/kWh)を用いた

【事業費】

削減ポテンシャルを実現するために必要な事業費は、「水道事業の再構築に関する施設更新費用算定の手引き平成 23 年 12 月、厚生労働省健康局水道課」の取水施設の建設費の費用関数を用い、浄水量に対する建設費用を算定することとした。

全国の水道事業等で上流にさかのぼることで、位置エネルギーを活用できる水源は、9,859,519 m^3 /日あり、これが移設した場合の取水口施設の費用は 18,868 百万円と算定できた。

表 6-41 位置エネルギーの利用（施設統廃合等）の事業費の推計

		(単位:百万円)
取水口	浄水量(全国計)(m3/日)	9,859,519
土木工事	$y = 0.0014 x + 61.9784$	13,865
機械工事	$y = 0.0004 x + 48.9662$	3,993
電気計装工事	$y = 0.0001 x + 24.3946$	1,010
合計		18,868

【全事業者への拡大推計】

○同一系統内の切り替え

アンケート回答事業者における事業費を、給水量ベースで拡大推計すると、
 $18,868 \text{ 百万円} \times 1.21 = 22,830 \text{ 百万円}$ となる。

(7) 位置エネルギーの利用（広域化等）

【対応する削減方策】

- ・位置エネルギーを利用した施設の整備（p. S1-53）

【エネルギー・CO2削減ポテンシャル】

位置エネルギーの利用（広域化等）によるエネルギー・CO2削減余地は、図 6-31 の類型化フロー図に示す着色部分の事業者が該当する。

CO2削減ポテンシャルの算定方法は、以下のとおりである。

電力量削減ポテンシャル[kWh]

$$\begin{aligned} &= \text{自然流下の有効利用が可能な水量} [\text{m}^3] \times \text{ポンプの揚程値} [\text{m}] \\ &\quad \times \text{重力加速度 } 9.8 [\text{m/s}^2] \times 1,000 [\text{kg/m}^3] \times 1/3,600,000 [\text{kWh/J}] \end{aligned}$$

ここに、「ポンプの揚程値」は、第1回アンケートで回答のあった、取水・導水の使用電力量とすることとした。

当該事業者等の電力量削減ポテンシャル[kWh]

$$= \text{当該事業者等の使用電力量} [\text{kWh}]$$

全国の電力量削減ポテンシャル[kWh]

$$= \Sigma \text{当該事業者等の電力量削減ポテンシャル} [\text{kWh}]$$

$$= 884,150,547 [\text{kWh}]$$

全国のCO2削減ポテンシャル[t-CO2]

$$= \text{全国のCO2削減ポテンシャル} [\text{kWh}]$$

$$= 884,150,547 [\text{kWh}] \times 0.000488 [\text{t-CO}_2/\text{kWh}]$$

$$= 431,465.5 [\text{t-CO}_2]$$

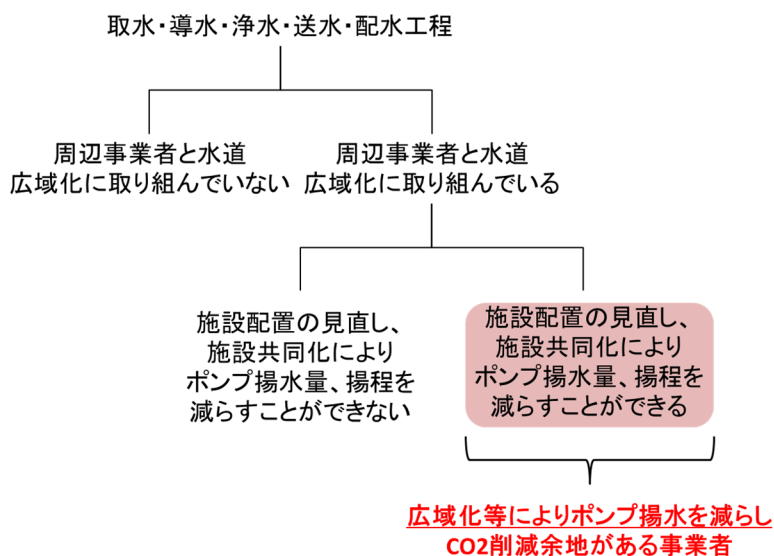
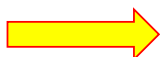


図 6-31 位置エネルギーの活用（広域化等）による CO2 削減余地に関する類型化フロー（図 6-23 を再掲）

回答のなかった事業者において、位置エネルギーの利用（広域化等）による削減ポテンシャルを算定できる適切な指標がない。そこで、回答事業者の給水量を基に、拡大推計を行った。

アンケート回答事業者における給水量は、12,189,534 千 m^3 /年（H29 水道統計より）であった。全事業者における総給水量は14,709,889 千 m^3 /年（H29 水道統計より）であることから、アンケートから得られた削減ポテンシャルを、1.21 倍することで算定した。

表 6-42 位置エネルギーの利用（広域化等）の削減ポテンシャル量推計

		アンケート結果		拡大推計
削減可能エネルギー量	[kWh/年]	884,150,547	 $\times 1.000/0.826(\times 1.21)$	1,070,400,178
削減可能CO2量※1	[t-CO2/年]	431,465.5		522,355.3

※1 単位エネルギー当たりのCO2量は、R2.1.7公表の電気事業者別排出係数の代替値(0.000488 t-CO2/kWh)を用いた

【事業費】

削減ポテンシャルを実現するために必要な事業費は、「水道事業の再構築に関する施設更新費用算定の手引き平成23年12月、厚生労働省健康局水道課」の取水施設の建設費の費用関数を用い、浄水量に対する建設費用を算定することとした。

全国の水道事業等で上流にさかのぼることで、位置エネルギーを活用できる水源は、9,429,433 m^3 /日あり、これが移設した場合の取水口施設の費用は18,051 百万円と算定できた。

表 6-43 位置エネルギーの利用（広域化等）の事業費の推計

		(単位:百万円)
取水口	浄水量(全国計)(m^3 /日)	9,429,433
土木工事	$y = 0.0014x + 61.9784$	13,263
機械工事	$y = 0.0004x + 48.9662$	3,821
電気計装工事	$y = 0.0001x + 24.3946$	967
合計		18,051

【全事業者への拡大推計】

○同一系統内の切り替え

アンケート回答事業者における事業費を、給水量ベースで拡大推計すると、
18,051 百万円 $\times 1.21=21,842$ 百万円 となる。

(8) CO2 削減ポテンシャル量の推計結果（まとめ）

各方策の実施によるエネルギー削減ポテンシャル量及びCO2削減ポテンシャル量を整理すると図 6-32 及び表 6-44 に示すとおりである。

そのうち電力および CO2 削減ポテンシャル量に占める各対策の割合は図 6-32 に示すとおり (1)-①インバーターの導入、(1)-②高効率モーターの導入、(3)受水圧力の活用、(4)受変電設備の更新といった設備の高効率化で削減できる量は削減ポテンシャル全体の 41%程度であり、残りの 59%は (2)位置エネルギーに優れる水源からの優先取水、(5)配水ブロックの見直し、(6)位置エネルギーの活用（施設統廃合等）、(7)位置エネルギーの活用（広域化等）といった水道システム自体の見直しによるものが占めている。

次に全ての水道事業者等が取り組んだ場合の電力使用量の削減ポテンシャルの合計値は表 6-44 に示すとおり 2,355 百万 kWh/年であり、これは、平成 29 年度における全国の上水道事業者等における電力使用量（7,499 百万 kWh/年）の 31.4%に相当する。

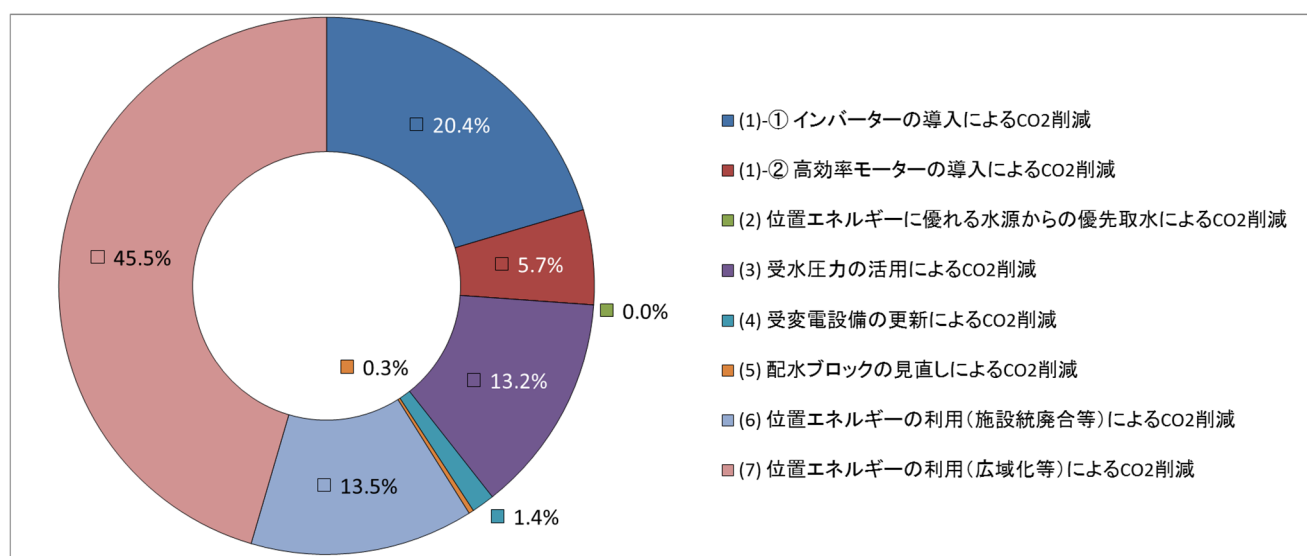


図 6-32 CO2 削減ポテンシャルの構成割合

表 6-44 CO2 削減ポテンシャル量の算定結果

方策名	マニュアルでの方策	第2回アンケートによる削減ポテンシャル		拡大推計方法			拡大推計結果		
		エネルギー削減量	CO2削減量※	推計の考え方	拡大推計に係る指標		エネルギー削減量	CO2削減量※	割合
		[kWh/年]	[t-CO2/年]		アンケート回答事業者	全事業者	[kWh/年]	[t-CO2/年]	
(1)-① インバーターの導入によるCO2削減	・ポンプ設備における台数制御システム・可動羽根制御システム・インバーター等を利用した回転速度制御システム等の導入による運転制御方式の改善 (p.S1-1) ・羽根車改造等によるポンプ容量の適正化 (p.S1-5) ・送水・配水施設における台数制御システム・可動羽根制御システム・インバーター等を利用した回転速度制御システム等の導入によるポンプ運転制御方式の改善 (p.S1-45) ・羽根車改造等による適正規模の設備容量のポンプの導入 (p.S1-49) ・ポンプ吸込圧力の有効利用、流量の平準化に伴う管路抵抗の軽減による運転の効率化 (p.S2-1) ・送水・配水施設における末端圧制御・送水系統の流量制御等によるポンプ制御の適正化 (p.S2-22)	397,533,393	193,996.3	アンケート回答事業者の電力使用量を基に拡大推計	電力使用量 (H29) : 6,192,700,634 kWh/年	総電力使用量 (H29) : 7,499,292,932 kWh/年	481,015,406	234,735.5	20.4%
(1)-② 高効率モーターの導入によるCO2削減	・高効率ポンプ・エネルギー消費効率の高いモーターの導入 (p.S1-7)	111,045,038	54,190.0	アンケート回答事業者の電力使用量を基に拡大推計	電力使用量 (H29) : 6,192,700,634 kWh/年	総電力使用量 (H29) : 7,499,292,932 kWh/年	134,364,495	65,569.9	5.7%
(2) 位置エネルギーに優れる水源からの優先取水によるCO2削減	・取水・導水・送水・配水工程等における自然流下系統の有効利用 (p.S2-31)	2,154	1.1	ステップ① 位置エネルギーに数れる水源がありながら、理由があって優先取水ができないと回答のあった事業者について、水量の不足によるものを除いて事業者数での拡大推計を行う ステップ② 回答事業者数を基に拡大推計	ステップ① 優先取水可能と回答した事業者数 (具体的な数値が回答されたもの) : 1件 ステップ② 回答事業者数: 952件	ステップ① 水量不足以外の理由で優先取水できないと回答した事業者数: 22件 ステップ② 全事業者数: 1,422件	70,788	34.5	0.0%
(3) 受水圧力の活用によるCO2削減	・位置エネルギーを利用した施設の整備 (p.S1-53)	25,308,282	12,350.4	具体的な回答から平均的な削減揚程高を算出し、総浄水受水量を基に拡大推計 (原水受水は、(6)(7)の推計に含まれるため、除外)	具体的な回答のあった受水量 (H29) : 372,268,247 m3/年	総浄水受水量 (H29) : 4,588,253,000 m3/年	311,927,762	152,220.7	13.2%
(4) 受変電設備の更新によるCO2削減	・モールド変圧器・アモルフラス変圧器・トップランナー変圧器等エネルギー損失の少ない変圧器の導入 (業務部門対策)	27,069,393	13,209.9	アンケート回答事業者の電力使用量を基に拡大推計	電力使用量 (H29) : 6,192,700,634 kWh/年	総電力使用量 (H29) : 7,499,292,932 kWh/年	32,771,662	15,992.6	1.4%
(5) 配水ブロックの見直しによるCO2削減	・ブロック配水システムの導入 (p.S1-51)	5,770,893	2,816.2	アンケート回答事業者の給水量を基に拡大推計	給水量 (H29) : 12,189,534 千m3/年	総給水量 (H29) : 14,709,889 千m3/年	6,964,105	3,398.5	0.3%
(6) 位置エネルギーの利用 (施設統廃合等) によるCO2削減	・位置エネルギーを利用した施設の整備 (p.S1-53)	262,219,700	127,963	アンケート回答事業者の電力使用量を基に拡大推計	電力使用量 (H29) : 6,192,700,634 kWh/年	総電力使用量 (H29) : 7,499,292,932 kWh/年	317,457,264	154,919.1	13.5%
(7) 位置エネルギーの利用 (広域化等) によるCO2削減	・位置エネルギーを利用した施設の整備 (p.S1-53)	884,150,547	431,465	アンケート回答事業者の電力使用量を基に拡大推計	電力使用量 (H29) : 6,192,700,634 kWh/年	総電力使用量 (H29) : 7,499,292,932 kWh/年	1,070,400,178	522,355.3	45.5%
合計		1,713,099,400	835,993	—	—	—	2,354,971,661	1,149,226	100.0%
	水道システム全体の電力使用量 (H29水道統計より) と削減ポテンシャル量の割合	—	—	—	—	—	7,499,292,932	⇒	31.4%
	水道システム全体の電力使用量 (H25水道統計より) と削減ポテンシャル量の割合	—	—	—	—	—	7,407,417,002	⇒	31.8%

6.5 2030 年度中期目標に対する達成度評価

(1) 2030 年度中期目標

「地球温暖化対策計画、平成 28 年 5 月 13 日閣議決定、環境省」(水道事業における省エネルギー・再生可能エネルギー対策の推進等)では、上水道事業等においては、ポンプへのインバーターの導入等の省エネルギー設備の導入や、小水力発電や太陽光発電などの再生可能エネルギー発電設備の導入により、2013 年度に対して 2030 年度に、電力量を 99,909 万 kWh 削減し、CO2 排出量を 33.6 万 t-CO2 削減することを見込んだ目標としている。

CO2 削減目標の内、省エネルギーにより削減される電力量を 75,057 万 kWh とし、削減される CO2 排出量を 27.8t-CO2 を見込んでいます。

一方、再生可能エネルギーの発電による削減される電力量は、2013 年度の 5,861 万 kWh から 2030 年度には 24,852 万 kWh への増加を見込み、削減される CO2 排出量は 5.8 万 t-CO2 を見込んでいる(表 6-45)。

表 6-45 「地球温暖化対策計画」の水道事業の CO2 排出削減見込み量

年 度	2013	2020	2030
排出係数(kg-CO2/kWh)	0.57	0.57	0.37
電力量削減量(万 kWh)対 2013 年度	---	55,637	99,909
省エネルギー電力量(万 kWh)	---	37,485	75,057
再生可能エネルギー発電量(万 kWh)	5,861	18,152	24,852
CO2 排出削減量(万 t-CO2)対 2013 年度	---	28.4	33.6
省エネルギーによる(万 t-CO2)	---	21.4	27.8
再生可能エネルギーによる(万 t-CO2)	---	7.0	5.8

出典：「地球温暖化対策計画、平成 28 年 5 月 13 日閣議決定、環境省」

(水道事業における省エネルギー・再生可能エネルギー対策の推進等)

(2) CO2 削減ポテンシャル推計値の達成度評価

本調査の上水道事業者等への「CO2 削減ポテンシャル量の調査」アンケート結果の拡大推計により、省エネルギー設備の導入等による省エネルギー電力量の推計値は、96,711 万 kWh である（(1)～(5)の削減方策）。これに対して、前述の 2030 年度の「地球温暖化対策計画」の水道事業の CO2 排出削減見込み量の電力削減量（省エネルギーと再生可能エネルギーの合計）は、99,909 万 kWh であり、水需要の減少は見込まないものの目標値に対して 96.8%を電力削減量から CO2 削減ポテンシャルとして見込むことが可能となった（排出係数を 2017 年度で固定すると CO2 削減ポテンシャルとしても 96.8%を見込まれる）。

わずかに目標に満たない CO2 削減量については、施設統廃合や広域化等による位置エネルギーの利用の推進や再生可能エネルギー（現状維持程度）を追加することで、2030 年度の目標に到達することが可能と考えられる（表 6-46）。

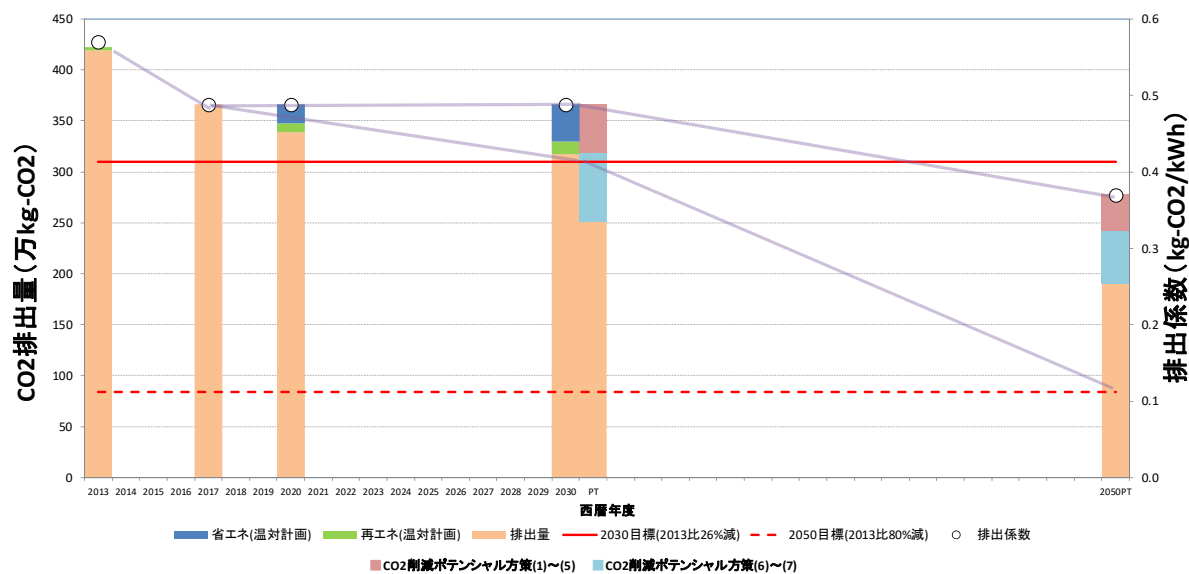
表 6-46 CO2 削減ポテンシャルの推計値

番号	CO2削減方策	削減電力量 (万kWh)	削減CO2 (万t-CO2)
(1)	インバーター及び高効率モーターの導入	61,538	30.0
(2)	位置エネルギーに優れる水源からの優先取水	7	0.0
(3)	受水圧力の活用	31,193	15.2
(4)	受変電設備の更新	3,277	1.6
(5)	配水ブロックの見直し	696	0.3
(1)～(5) 小計	「CO2削減ポテンシャル量の調査」アンケート結果の拡大推計	96,711	47.1
(6)	位置エネルギーの利用(施設統廃合等)	31,746	15.5
(7)	位置エネルギーの利用(広域化等)	107,040	52.2
(6)～(7) 小計	水供給工程の高低差及び電力使用量等から拡大推計	138,786	67.7
(1)～(7) 合計	位置エネルギーの利用(広域化等)によるCO2削減方策の拡大推計	235,497	114.8

CO2 削減ポテンシャルを削減量につなげるには、省エネルギー型設備等への更新改築、ダウンサイジング等の規模の適正化が 2030 年までの間に実施され、さらには、受水圧力の活用等の着実な実施についてとりかかる必要がある。

図 6-33 に示すように CO2 削減の見込みと削減ポテンシャルを直線で結び、CO2 削減目標に向けた傾向を確認すると、2013 年度から 2017 年度までの CO2 の低減傾向のほぼ延長線上に 2030 年度の削減目標があるが、これまでの設備更新の目的である老朽化や耐震化等に CO2 削減を加えて整備優先順位を前倒しすることが必要となる。

また、施設の統廃合や広域化等における送水工程、配水工程の見直し、水源位置の上流化により位置エネルギーを積極的に活用する自然流下となる施設への再構築は、関係機関との調整や整備期間が長期に及ぶことが想定される。このため、方策(1)～(5)に加えて(6)(7)のうち、現在検討中の施設等、実施に時間を要さない箇所から随時施設の再構築を行うことで、2030 年中の達成は可能になると考えられる。



- (1) インバーター及び高効率モーターの導入による CO2 削減
- (2) 位置エネルギーに優れる水源からの優先取水による CO2 削減
- (3) 受水圧力の活用による CO2 削減
- (4) 受変電設備の更新による CO2 削減
- (5) 配水ブロックの見直しによる CO2 削減
- (6) 位置エネルギーの利用（施設統廃合等）による CO2 削減
- (7) 位置エネルギーの利用（広域化等）による CO2 削減

注 1) 2017 年度（H29 年度）の電力使用量に排出係数（0.000488t-CO2/kWh）を乗じて CO2 排出量の実績値を算出し、その値から、2013 年度比で見込まれている再生可能エネルギー発電量、省エネルギー量分の CO2 排出量を差し引き、2020 年度、2030 年度の電力使用に伴う CO2 排出量を算出している。

注 2) 2030 年度における削減ポテンシャル量を考慮したケース（PT）は、2017 年度の CO2 排出量から、方策(1)～(7)で推計された CO2 削減ポテンシャル量を減じて、2030 年度の電力使用に伴う CO2 排出量を算出した。水需要量の減少は考慮されていない。

図 6-33 「地球温暖化対策計画」CO2 排出削減見込量と CO2 削減ポテンシャル量

第7章 普及方法の検討

7.1 地球温暖化対策計画と水道における CO2 削減ポテンシャル

「地球温暖化対策計画 平成 28 年 5 月 13 日閣議決定 環境省」では、2030 年度において、2013 年度比 26.0%減の水準(本調査では水道統計より 2013 年度排出量 422 万 t-CO₂、削減目標排出量 310 万 t-CO₂ と試算)を中期目標としており、削減ポテンシャル算定基準年である 2017 年の排出量 366 万 t-CO₂ からは 56 万 t-CO₂ の削減が必要と試算される。また、表 7-1 に示すように水道事業において 2030 年度でエネルギーミックスのある排出係数に基づいた場合 33.6 万 t-CO₂ の削減を見込んでいる。

一方、本調査での CO₂ 削減ポテンシャルは、全ての水道事業者等が取り組んだ場合で約 115 万 t-CO₂ (2017 年度の排出係数に基づく試算)であることから、水需要の減少は見込まないもののポテンシャルの中から削減を積み重ねて 2030 年度までに実現することが目標となる。

表 7-1 上水道の CO₂ 排出削減見込量 (地球温暖化対策計画、H28)

具体的な対策	各主体ごとの対策	国の施策	地方公共団体が実施することが期待される施策例	対策評価指標及び対策効果						
				対策評価指標		省エネ見込量	排出削減見込量	省エネ見込量及び排出削減見込量の積算時に見込んだ前提		
上下水道における省エネ・再エネ導入										
水道事業における省エネルギー・再生可能エネルギー対策の推進等	水道事業者等：省エネルギー・再生可能エネルギー対策の実施	水道事業における省エネルギー・再生可能エネルギー対策導入の推進	水道事業者等：省エネルギー・再生可能エネルギー対策の実施	再生可能エネルギー発電量 (万kWh)		(万kL)		(万t-CO ₂)		
				2013年度	5,861	2013年度	—			
				2020年度	18,152	2020年度	—	2013年度	—	・全国の水道事業者等を対象とし、省エネルギー・再生可能エネルギー対策の実施状況に係る調査を実施 ・各事業者における省エネルギー量及び再生可能エネルギー量を合算して全体量を算出 ・国が、水道事業における省エネルギー・再生可能エネルギー対策の導入を支援することによる効果を加算 ・省エネルギー量については、エネルギー使用の合理化分、再生可能エネルギー量については、再生可能エネルギー設備における発電分、CO ₂ 排出量が削減されると想定
				2030年度	24,852	2030年度	—			
				2013年度比省エネルギー量 (万kWh)		(万kL)		2020年度	28.4	
				2013年度	—	2013年度	—			
				2020年度	37,485	2020年度	9.6	2030年度	33.6	
				2030年度	75,054	2030年度	19.3			

※1 電力の排出係数は、将来の電源構成について見通しを立てることが困難であることから、エネルギーミックスのある2030年度を除き、2013年度の排出係数に基づいて試算。

※2 2020年度の数字は2030年度に向けた進捗状況を確認するための目安である。

別表1-42

7.2 上水道事業者等における取組

C02 削減ポテンシャルの算定対象とした C02 削減方策について、C02 削減量当たりの年費用を整理すると表 7-2 に示すとおりである。

以上から上水道事業者等における取組としては、以下のように考えられる。

まず、現状の施設を大幅に変更する必要がなく費用が少ない方策として、以下の(2)、(3)が考えられるので、実施可能な上水道事業者等において 2030 年度を一つの目標に実施していく。

- (2)位置エネルギーに優れる水源からの優先取水による C02 削減
- (3)受水圧力の活用による C02 削減

さらに、近年の水需要量の減少、施設更新需要の増加という背景を踏まえると、施設のダウンサイジングや更新時期を迎えた機械設備(受変電設備、ポンプ設備)の更新が適宜行われていくと考えられることから、以下の(1)、(4)、(5)の方策も進めていく。

- (1)インバーター及び高効率モーターの導入による C02 削減
- (4)受変電設備の更新による C02 削減
- (5)配水ブロックの見直しによる C02 削減

さらに、施設統廃合や広域化を検討している上水道事業者等にあつては、以下の(6)、(7)の方策を進めていく。

- (6)位置エネルギーの利用(施設統廃合等)による C02 削減
- (7)位置エネルギーの利用(広域化等)による C02 削減

このような取組により、推計された(1)～(5)の C02 削減ポテンシャル量、及び(6)と(7)の C02 削減ポテンシャル量の一部が 2030 年度までに削減され、削減目標を達成することが可能になると考えられる。

表 7-2 C02 削減方策に関する費用比較

番号	削減方策	削減電力量 kWh	削減CO2 t-CO2	費用 百万円	耐用年数※ 年	CO2単位当たり費用 百万円/t-CO2・年
(1)-①	インバーターの導入によるCO2削減	481,015,406	234,736	12,516	16	0.003
(1)-②	高効率モーターの導入によるCO2削減	134,364,495	65,570	910,338	16	0.868
(2)	位置エネルギーに優れる水源からの優先取水によるCO2削減	70,788	35	0	---	0.000
(3)	受水圧力の活用によるCO2削減	311,927,762	152,221	691,381	16	0.284
(4)	受変電設備の更新によるCO2削減	32,771,662	15,993	174,526	16	0.682
(5)	配水ブロックの見直しによるCO2削減	6,964,105	3,398	11,954	38	0.093
(6)	位置エネルギーの利用(施設統廃合等)によるCO2削減	317,457,264	154,919	22,830	58	0.003
(7)	位置エネルギーの利用(広域化等)によるCO2削減	1,070,400,178	522,355	21,842	58	0.001

※地方公営企業法施行規則による法定耐用年数

水道用又は工業用水道用構築物のうち、取水設備、導水設備、浄水設備、配水設備及び橋りよう 58年
水道用又は工業用水道用構築物のうち、配水管及び配水管附属設備 38年
水道用又は工業用水道用機械及び装置のうち、電気設備、ポンプ設備、薬品注入設備及び滅菌設備 16年

7.3 普及に向けた PR

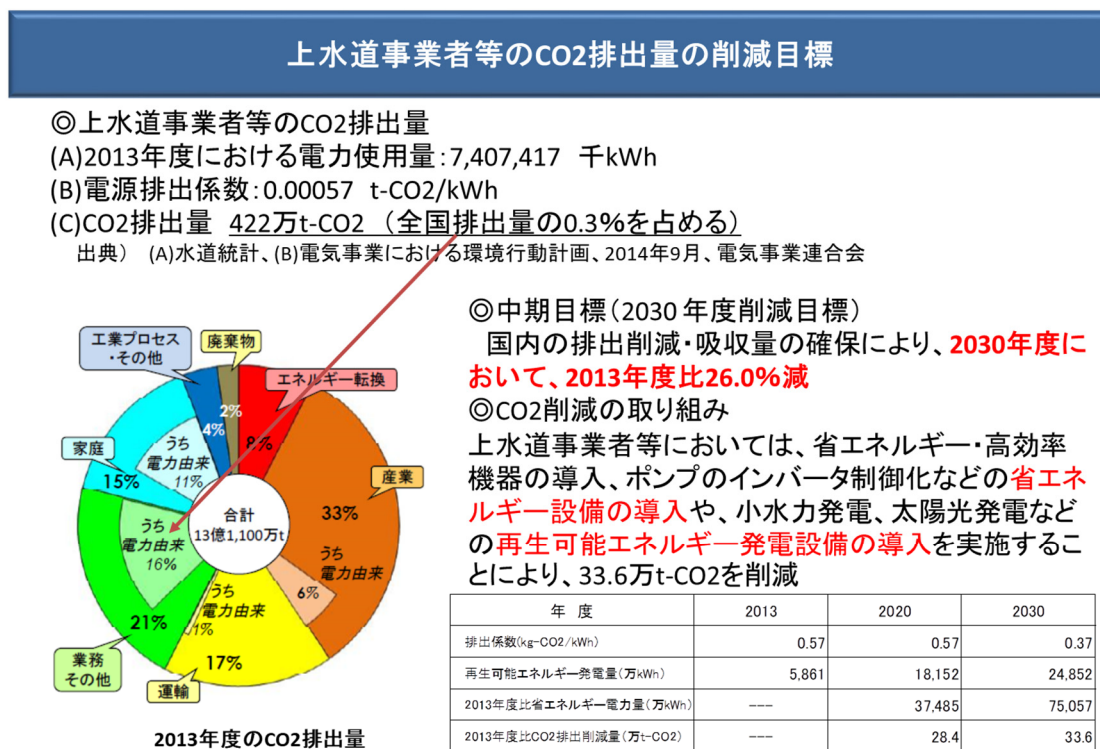
上水道事業者等のCO2削減に向けた取組を促すため、CO2削減方策の普及に向けたPR資料として、本調査で得られた成果をスライド形式にとりまとめたものを以下に示す（図7-1～図7-16）。

脱炭素水道システム構築へ向けた調査等一式

背景と目的、内容

- 上水道事業者等の電力消費は年間73.3億kWh（日本全体の電力消費の0.8%（平成28年度実績））であり、CO2削減には電力使用量の削減が必要
- 水道施設の更新や水需要の減少を踏まえた水道施設の統廃合等も見据えたうえで、現状の水道システムにおけるエネルギーロスを把握
- 位置エネルギーの活用、施設（設備）のダウンサイジング、エネルギー効率の良い水道施設への集約等、より効率的なCO2削減方策を実施
- 「脱炭素水道システム」の普及に向けた、効果的なCO2削減方策を整理
- CO2削減方策に適した水道施設を類型化し、CO2削減効果等を定量化
- CO2削減方策取組に関する普及方法を検討

図7-1 上水道事業者等におけるCO2削減方策の普及に向けたPR資料（1/16）



出典）地球温暖化対策計画 平成28年5月13日閣議決定

図 7-2 上水道事業者等における CO2 削減方策の普及に向けた PR 資料 (2/16)

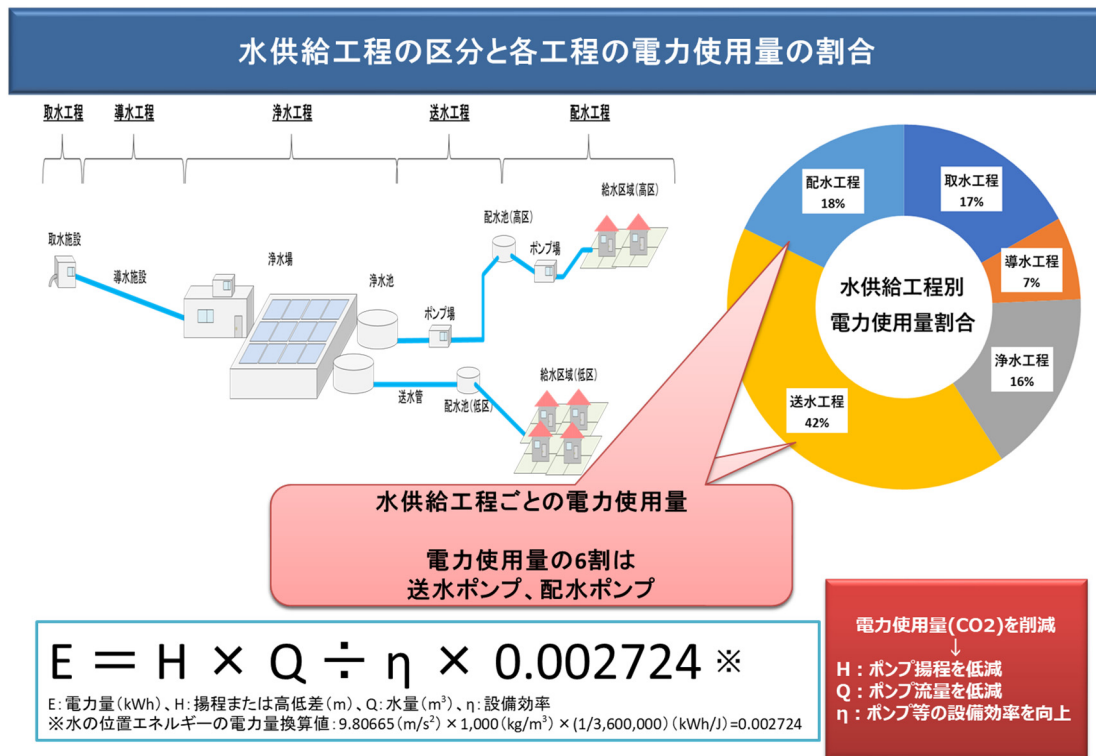


図 7-3 上水道事業者等における CO2 削減方策の普及に向けた PR 資料 (3/16)

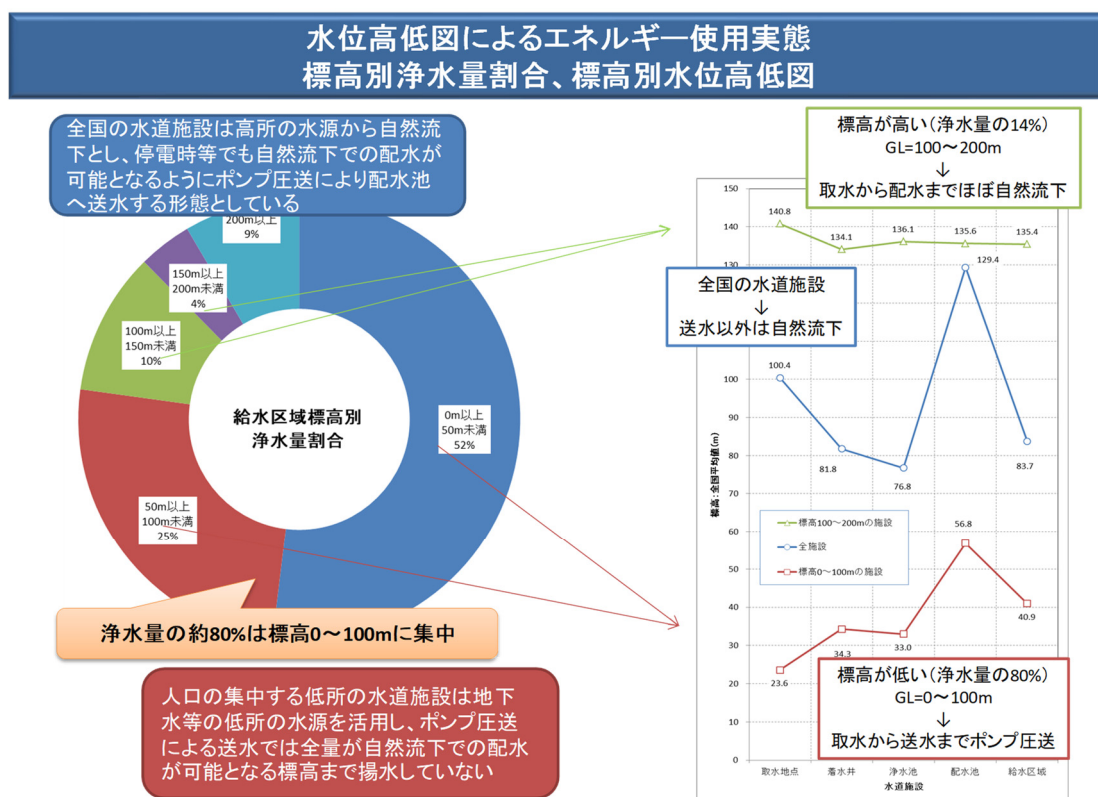


図 7-4 上水道事業者等における CO2 削減方策の普及に向けた PR 資料 (4/16)

新水道ビジョンの理想像とCO2削減とのつながり

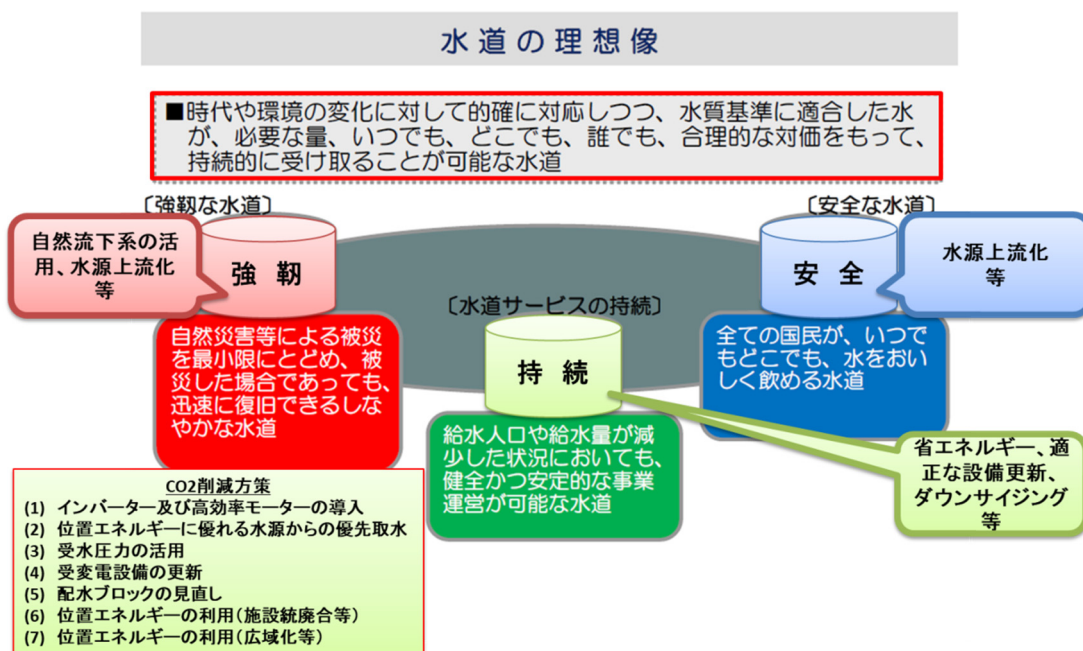


図 7-5 上水道事業者等における CO2 削減方策の普及に向けた PR 資料 (5/16)

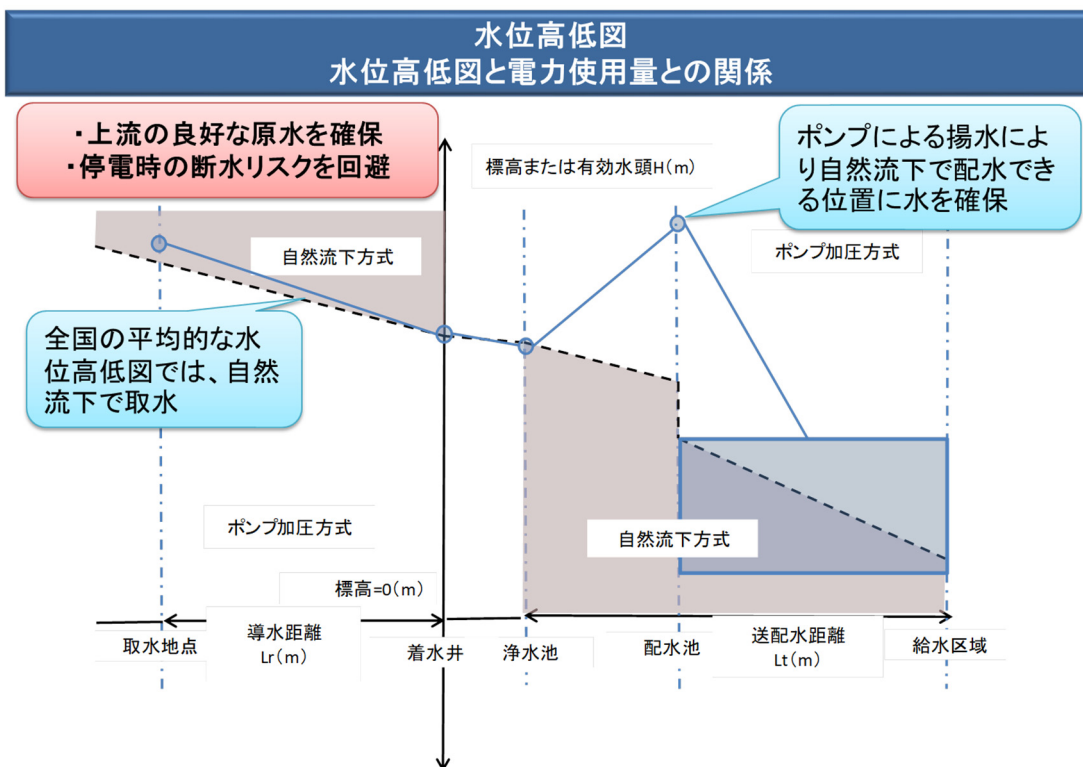


図 7-6 上水道事業者等における CO2 削減方策の普及に向けた PR 資料 (6/16)

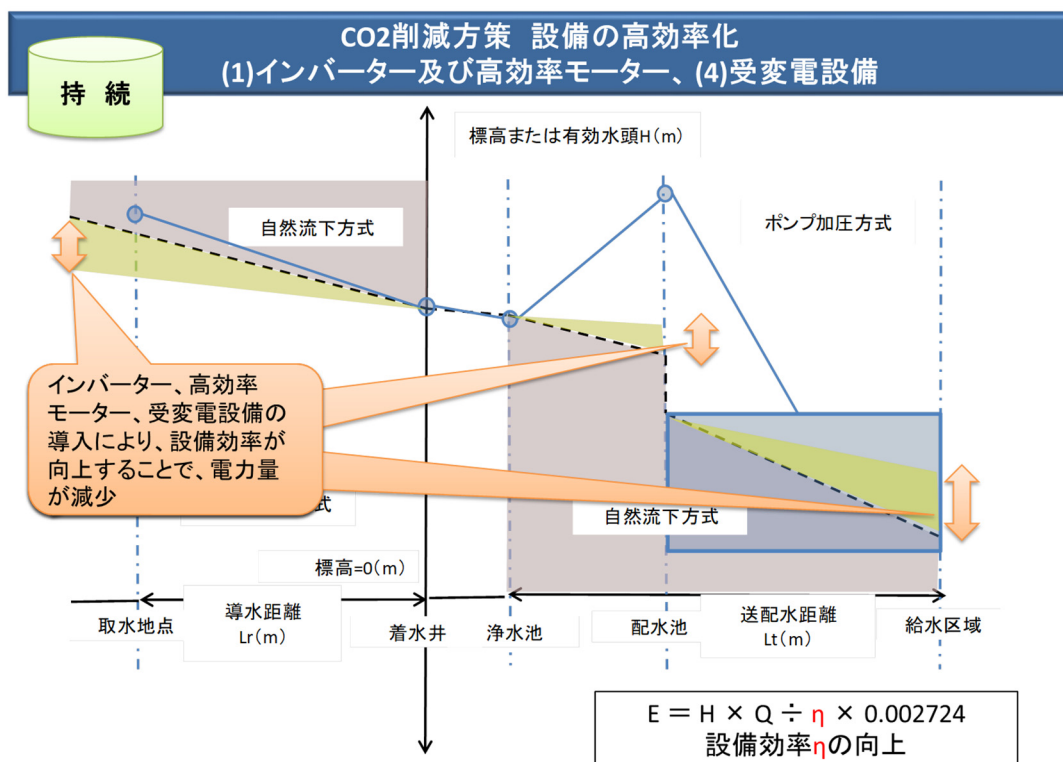


図 7-7 上水道事業者等における CO2 削減方策の普及に向けた PR 資料 (7/16)

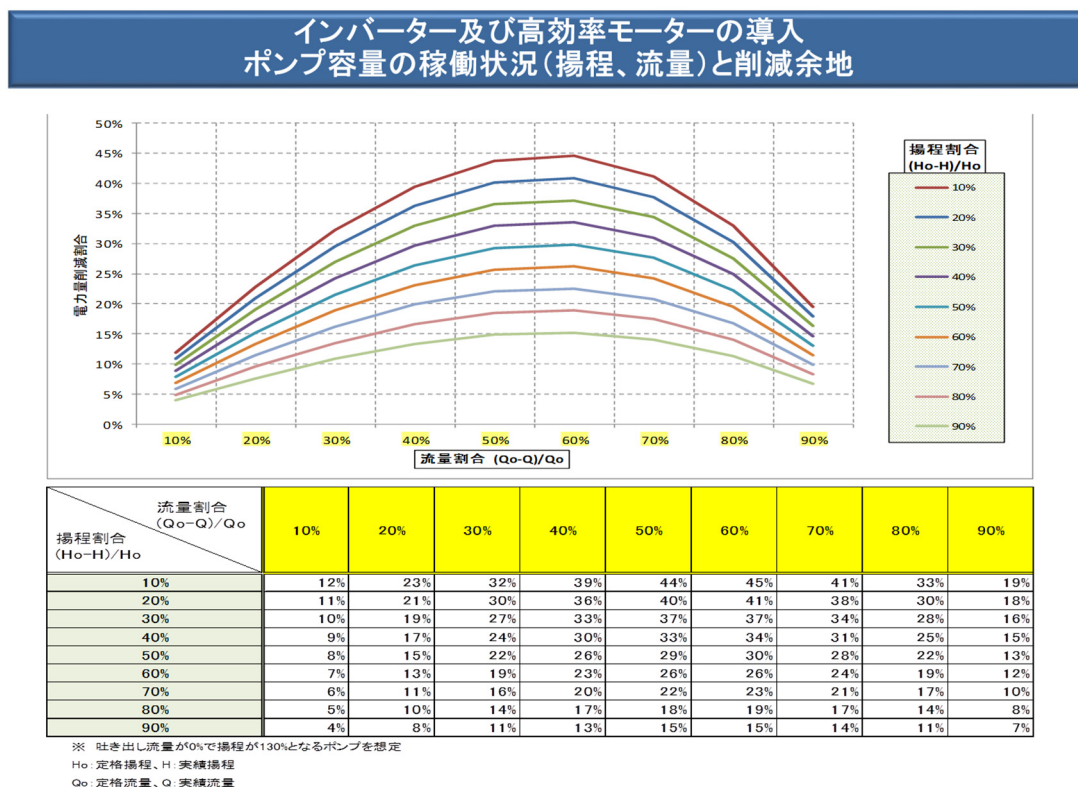
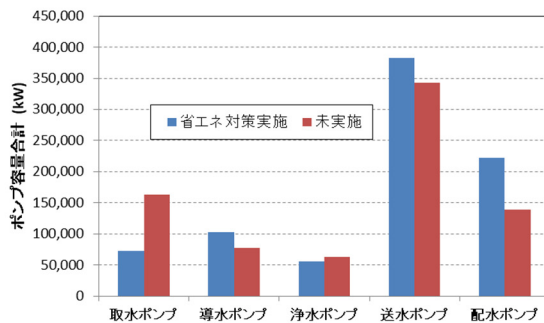


図 7-8 上水道事業者等における CO2 削減方策の普及に向けた PR 資料 (8/16)

CO2削減方策 設備の高効率化 普及状況と普及方法

E H Q η の見える化、更新支援



水道情報活用システムの運用

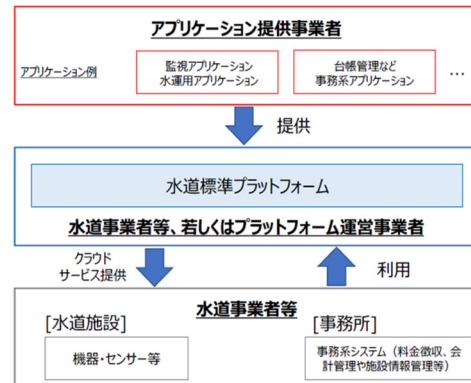


図 7-9 上水道事業者等における CO2 削減方策の普及に向けた PR 資料 (9/16)

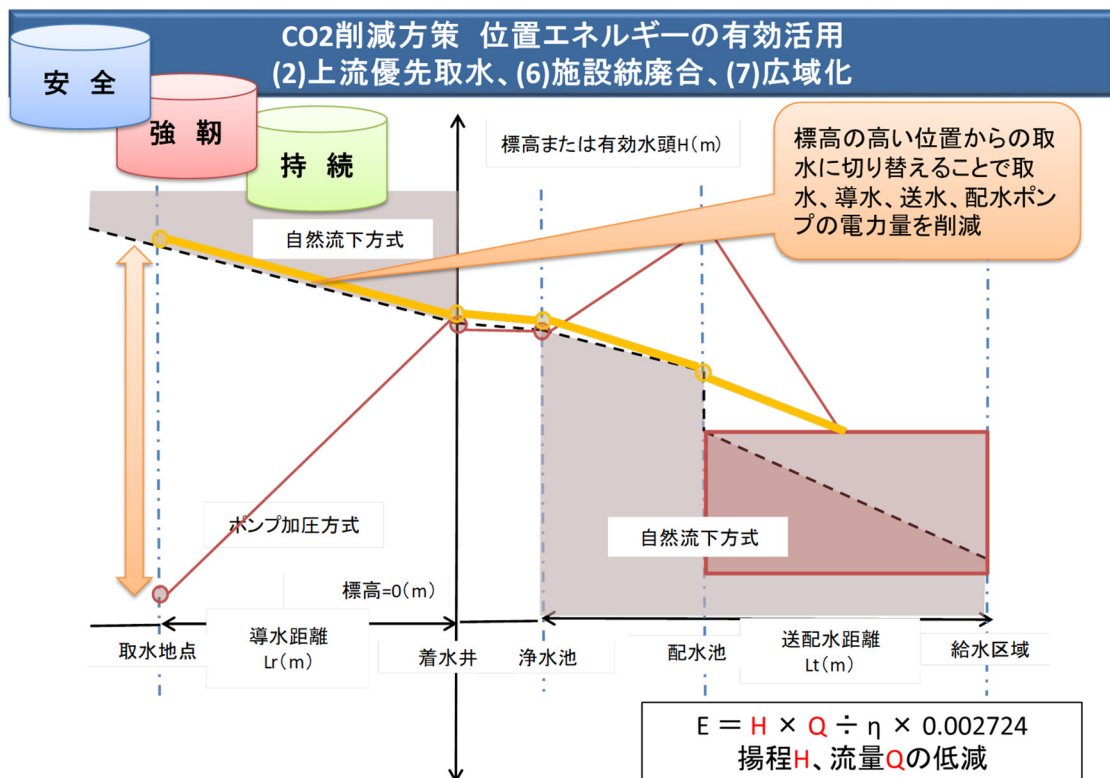


図 7-10 上水道事業者等における CO2 削減方策の普及に向けた PR 資料 (10/16)

CO2削減方策 位置エネルギーの有効活用
普及状況と普及方法

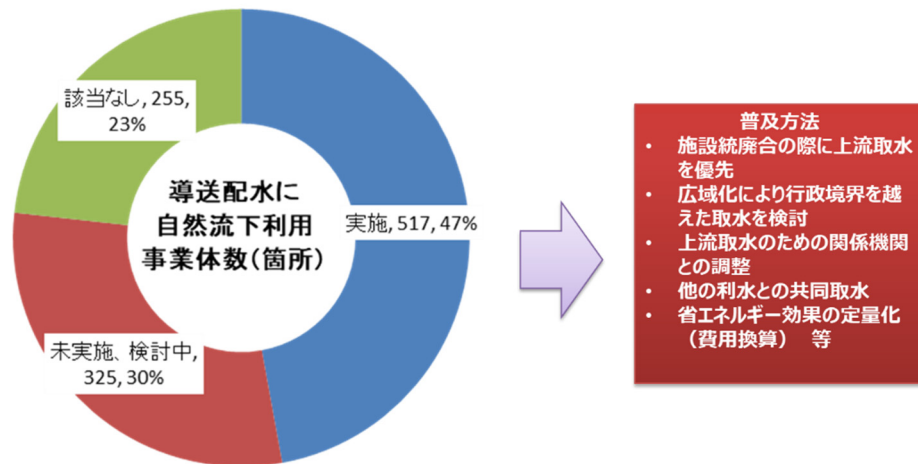


図 7-11 上水道事業者等における CO2 削減方策の普及に向けた PR 資料 (11/16)

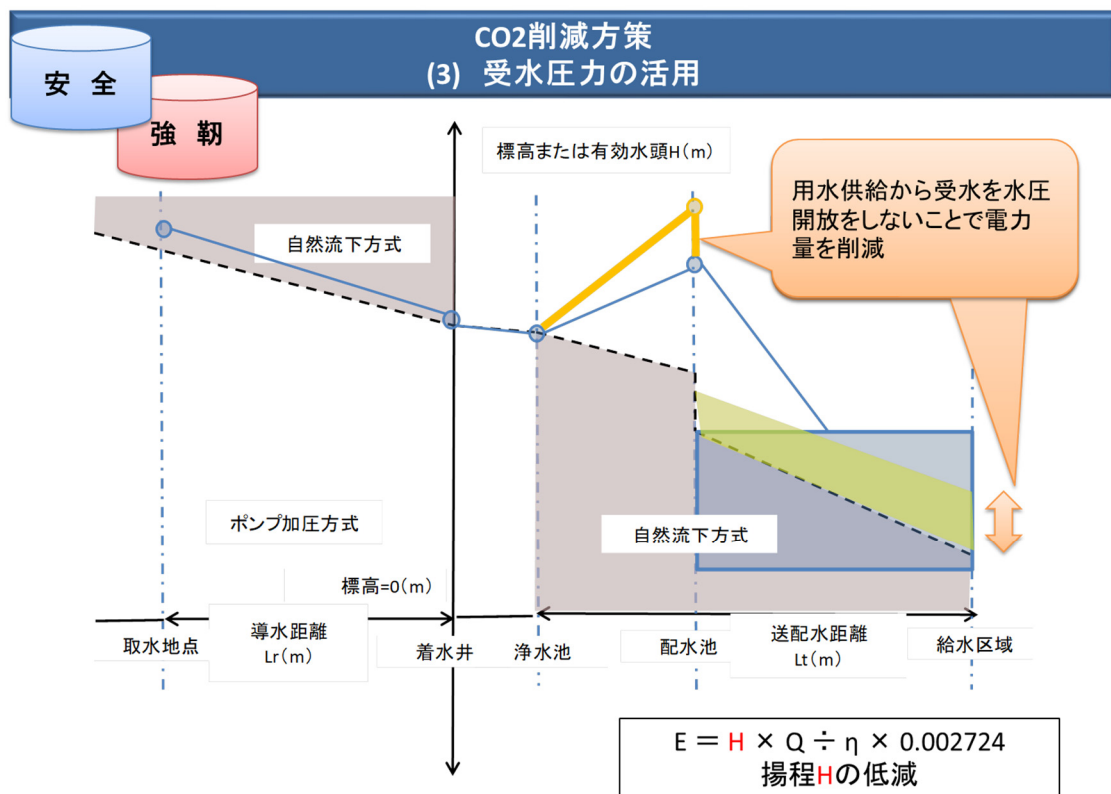


図 7-12 上水道事業者等における CO2 削減方策の普及に向けた PR 資料 (12/16)

CO2削減方策 受水圧力の活用
普及状況と普及方法

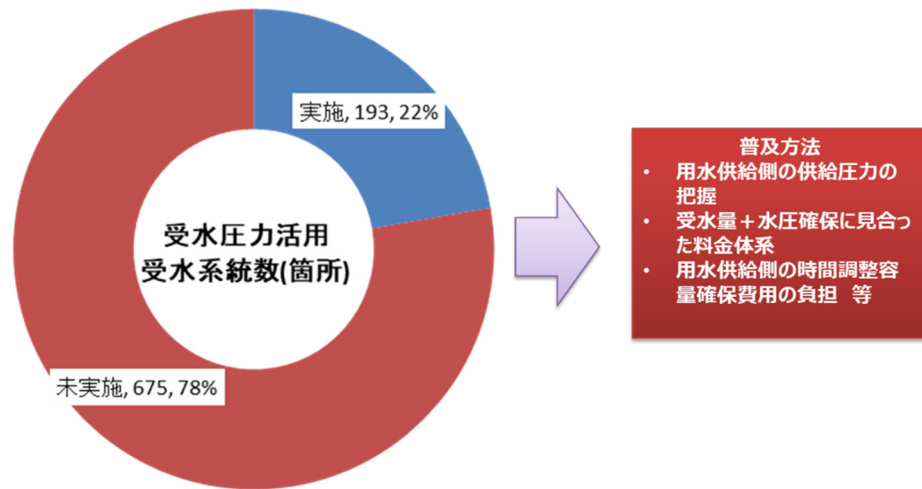


図 7-13 上水道事業者等における CO2 削減方策の普及に向けた PR 資料 (13/16)

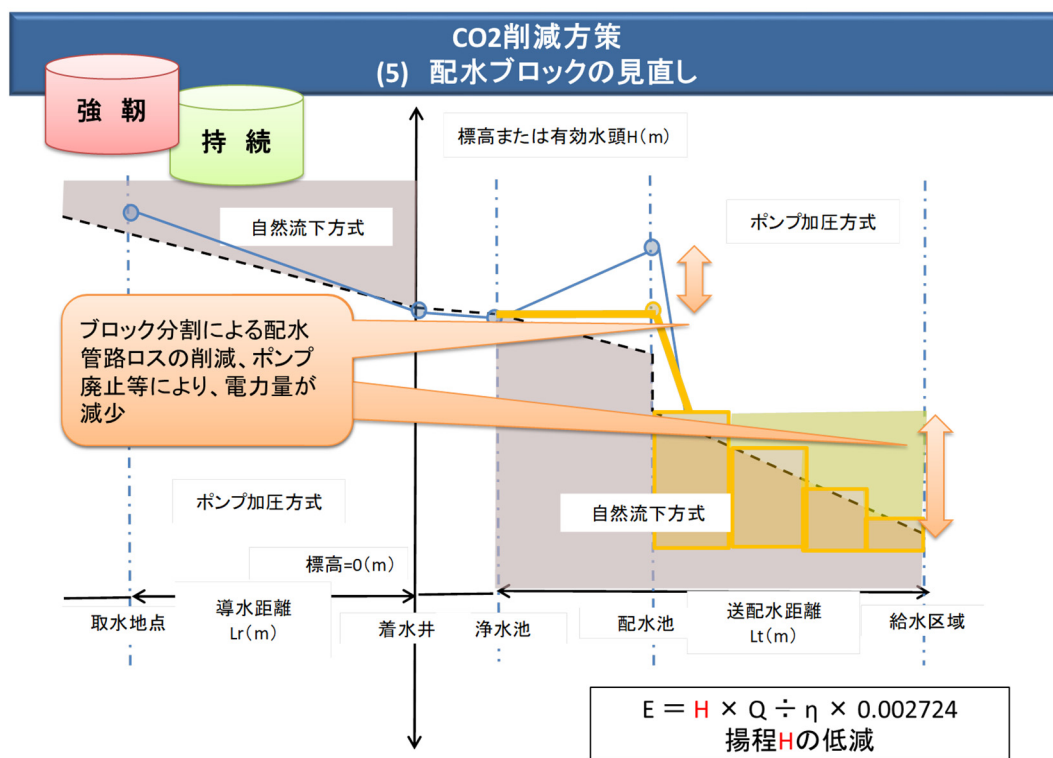


図 7-14 上水道事業者等における CO2 削減方策の普及に向けた PR 資料 (14/16)

CO2削減方策 配水ブロックの見直し 普及状況と普及方法

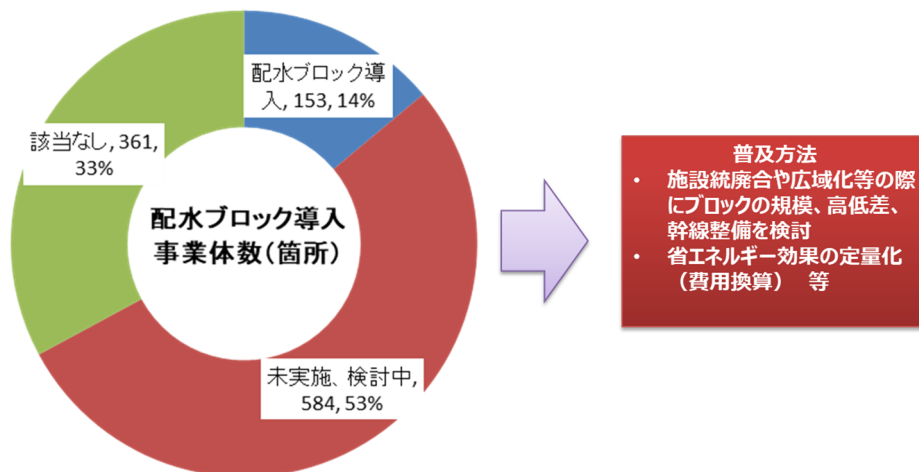


図 7-15 上水道事業者等における CO2 削減方策の普及に向けた PR 資料 (15/16)

CO2削減ポテンシャルと実施方策のロードマップ

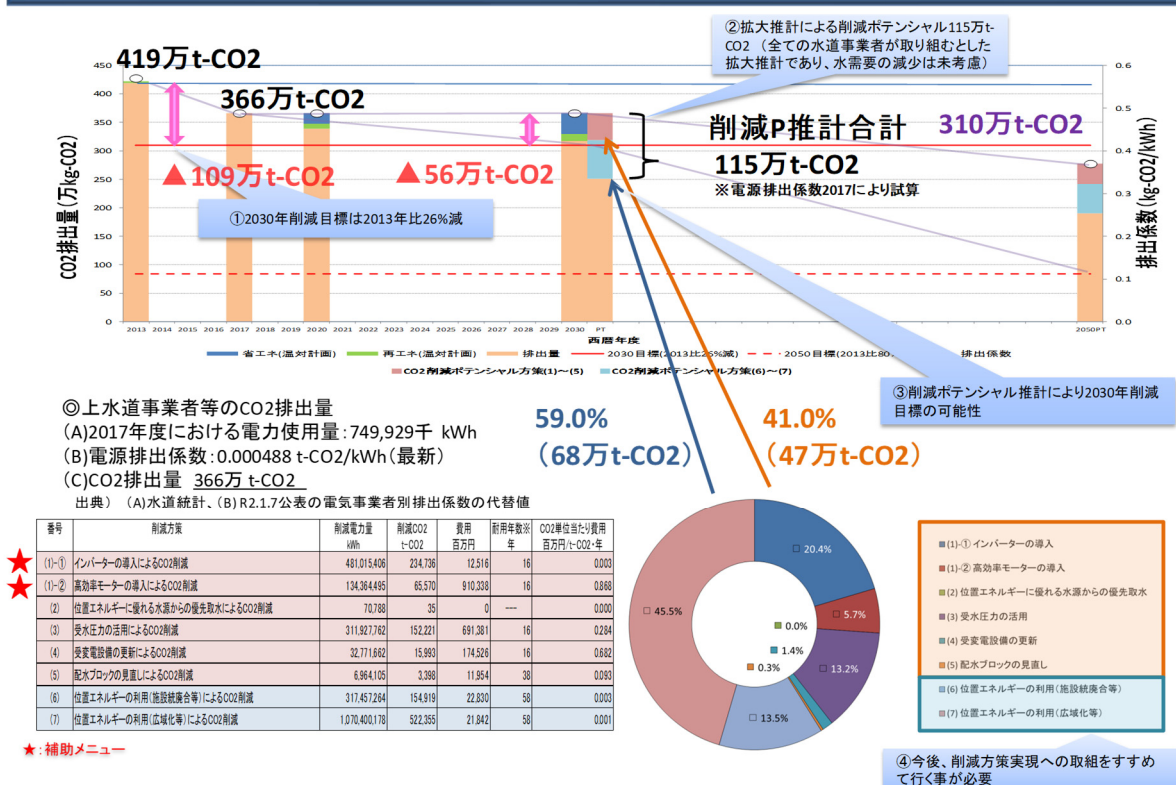


図 7-16 上水道事業者等における CO2 削減方策の普及に向けた PR 資料 (16/16)

7.4 普及シナリオと普及方法

上水道事業者等の CO2 削減に向けた普及シナリオとして、水道事業者等が実現に取り組んでいる新水道ビジョン（図 7-17）の中に本調査で取り上げた CO2 削減方策それぞれを位置づけ、CO2 削減の普及を図っていくことが必要となる。

新水道ビジョンに掲げられた「安全」、「強靱」及び「持続」の 3 つの項目と各 CO2 削減方策のつながりは表 7-3 のようになる。

以下に各 CO2 削減方策それぞれについてイメージとともに示し、また、普及方法等をケーススタディ調査の結果を参考に整理した。

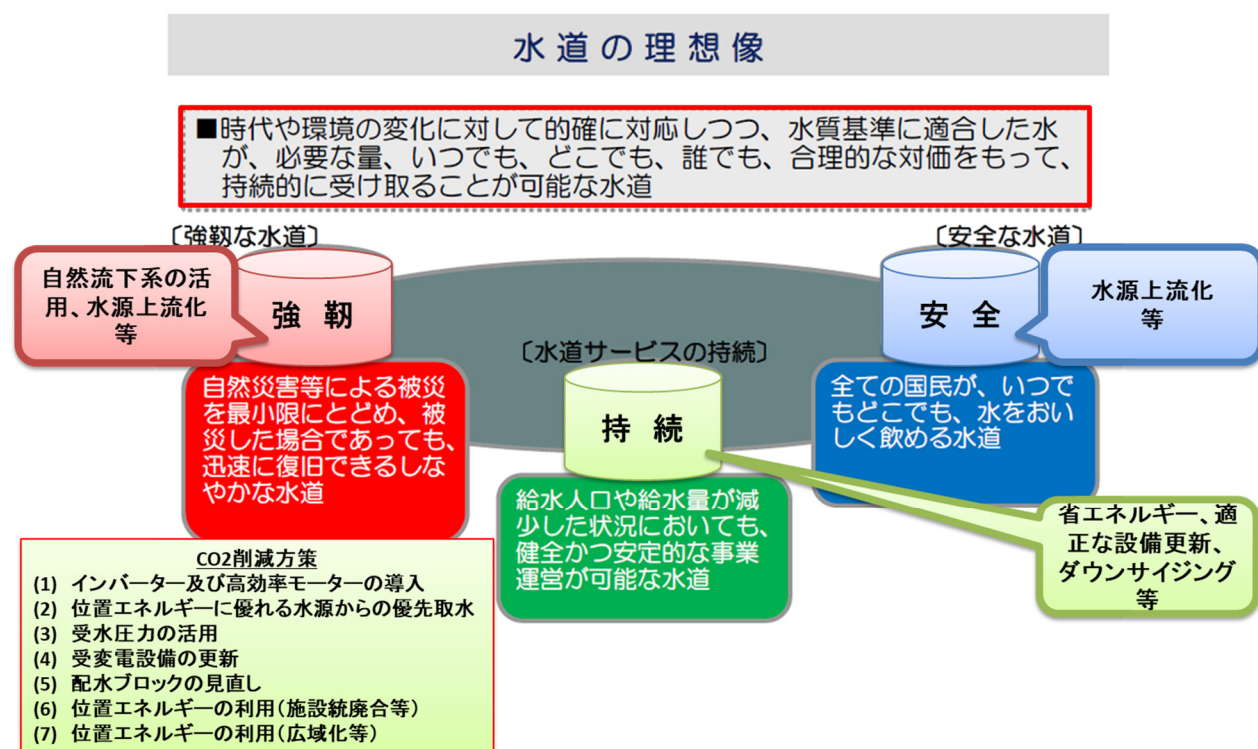


図 7-17 新水道ビジョン「水道の理想像」と CO2 削減方策の位置づけ

表 7-3 新水道ビジョンの「水道の理想像」と CO2 削減方策とのつながり

CO2削減方策		水道ビジョンの理想像		
		安全な水道	強靱な水道	水道サービスの持続
(1)	インバーター及び高効率モーターの導入	---	・施設の健全度が低下しない施設更新	・施設更新時の再構築 ・施設の適正な維持管理 ・施設情報の電子化 ・資産管理の徹底 ・ダウンサイジングによる効率化
(2)	位置エネルギーに優れる水源からの優先取水	・水源、取水の上流化での良好な水源確保	・自然流下系での停電時給水	・施設更新時の再構築
(3)	受水圧力の活用	---	---	・施設更新時の再構築 ・施設の適正な維持管理
(4)	受変電設備の更新	---	・施設の健全度が低下しない施設更新	・施設更新時の再構築 ・施設の適正な維持管理 ・施設情報の電子化 ・資産管理の徹底 ・ダウンサイジングによる効率化
(5)	配水ブロックの見直し	---	---	・施設更新時の再構築
(6)	位置エネルギーの利用(施設統廃合等)	・水源、取水の上流化での良好な水源確保	・自然流下系での停電時給水	・施設更新時の再構築
(7)	位置エネルギーの利用(広域化等)	・水源、取水の上流化での良好な水源確保	・自然流下系での停電時給水	・施設更新時の再構築

(1) インバーター及び高効率モーターの導入

インバーター及び高効率モーターの導入は、新水道ビジョンの「水道の理想像」の「水道サービスの持続」として、施設更新とともに進んでいくことが考えられる。

表 7-4、図 7-18 に示すように、設備のエネルギー損失が軽減されることで、使用電力量を削減し、自然流下方式となる範囲が広がる。

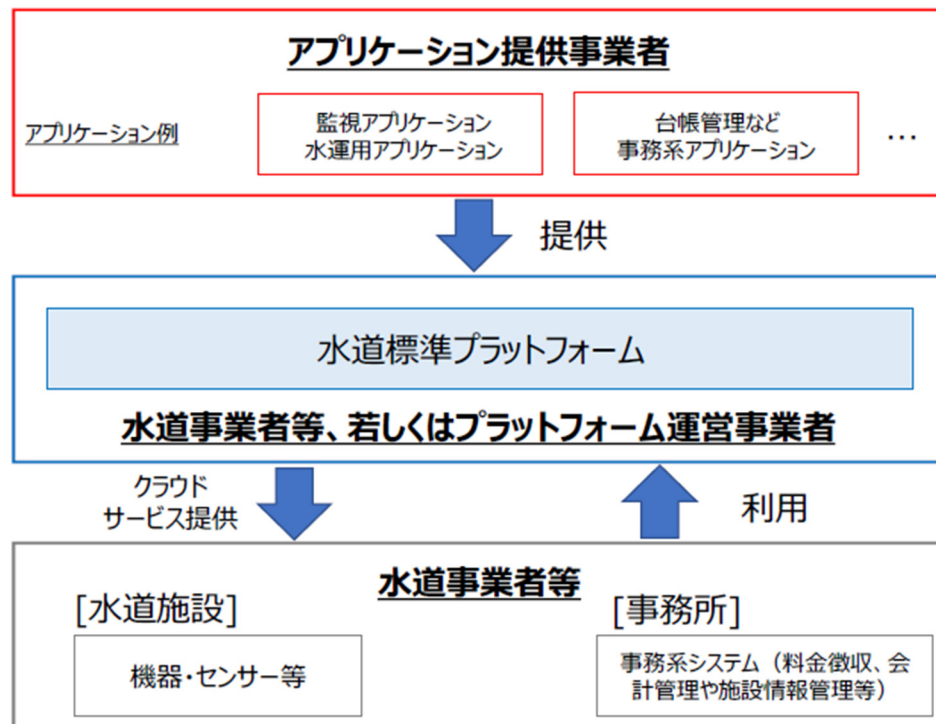
表 7-4 インバーターの導入及び高効率モーターの設置の普及方法等

方策名	インバーターの導入及び高効率モーターの設置 参考：鈴鹿市ケーススタディ
内容 (例)	過大容量となっている送水ポンプにインバーターを設置し電力使用量を削減 (A 浄水場から b 配水場への送水ポンプに設置)
効果	送水エネルギーの削減
費目	送水施設更新
課題	・インバーター制御の装置基盤が高額であり、部品交換等のメンテナンスが必要であり定期的に高額な費用が発生する ・高調波対策、空調設備が必要で維持費が高い ・導入費用に見合った、電気使用料の削減とならない ・ポンプ規模が大きく、高効率機器の選択ができない
普及 シナリオ	・ポンプの容量が過大となる場合は、設備更新費用を助成する ・2030 年までの実施は比較的容易
普及方法	需要減等に伴い、ポンプの容量を見直す場合に可能性調査を実施



図 7-18 インバーターの導入及び高効率モーターの設置のイメージ

設備更新においては、図 7-19 に示す「水道情報活用システム」にあるように、ポンプ設備等の諸元と運転情報（揚程、流量、電力使用量等）を一元管理し、CO2 削減ポテンシャルや運転効率等を定期的に提供する仕組みでの運用が考えられる。



水道情報活用システム導入の手引き ～水道事業等の持続的な運営基盤の強化に向けた CPS/IoT の活用～、
平成 31 年 4 月、経済産業省商務情報政策局情報産業課、厚生労働省医薬・生活衛生局水道課

図 7-19 水道情報活用システム

(2) 位置エネルギーに優れる水源からの優先取水

位置エネルギーに優れる水源からの優先取水は、新水道ビジョンの「水道の理想像」の「安全な水道」の上流取水による良好な水質確保や、「強靱な水道」の自然流下により災害時にエネルギー供給がなくとも供給可能にする等と、ともに進んでいくことが考えられる。

表 7-5、図 7-20 に示すように位置エネルギーに優れる水源からの優先取水により、水供給工程全体における位置エネルギーの活用が図られることから、ポンプ加圧方式の範囲を縮小する。

表 7-5 位置エネルギーに優れる水源からの優先取水の普及方法等

方策名	位置エネルギーに優れる水源からの優先取水 参考：名古屋市ケーススタディ
内容 (例)	配水場の給水区域を見直すことで送水ポンプの電力使用量を削減 (d 配水場を廃止し、c 配水場からの自然流下による配水に切り替える)
効果	送水エネルギーの削減
費目	配水施設新設（配管増径等）、既設施設撤去
課題	・現状の施設では位置エネルギーを活用できる水源が限られる ・残存する既設配水池の調整容量、送水管能力の確認 ・新たな配水幹線ルート確保（道路占用、用地確保等）
普及 シナリオ	・自然流下に切り替えることで削減できる CO2 量に応じた事業費補助を実施 ・既設ルートの拡張の場合、2030 年までの実施は比較的容易
普及方法	需要減等に伴い、配水池の調整容量が不要となる場合に可能性調査を実施

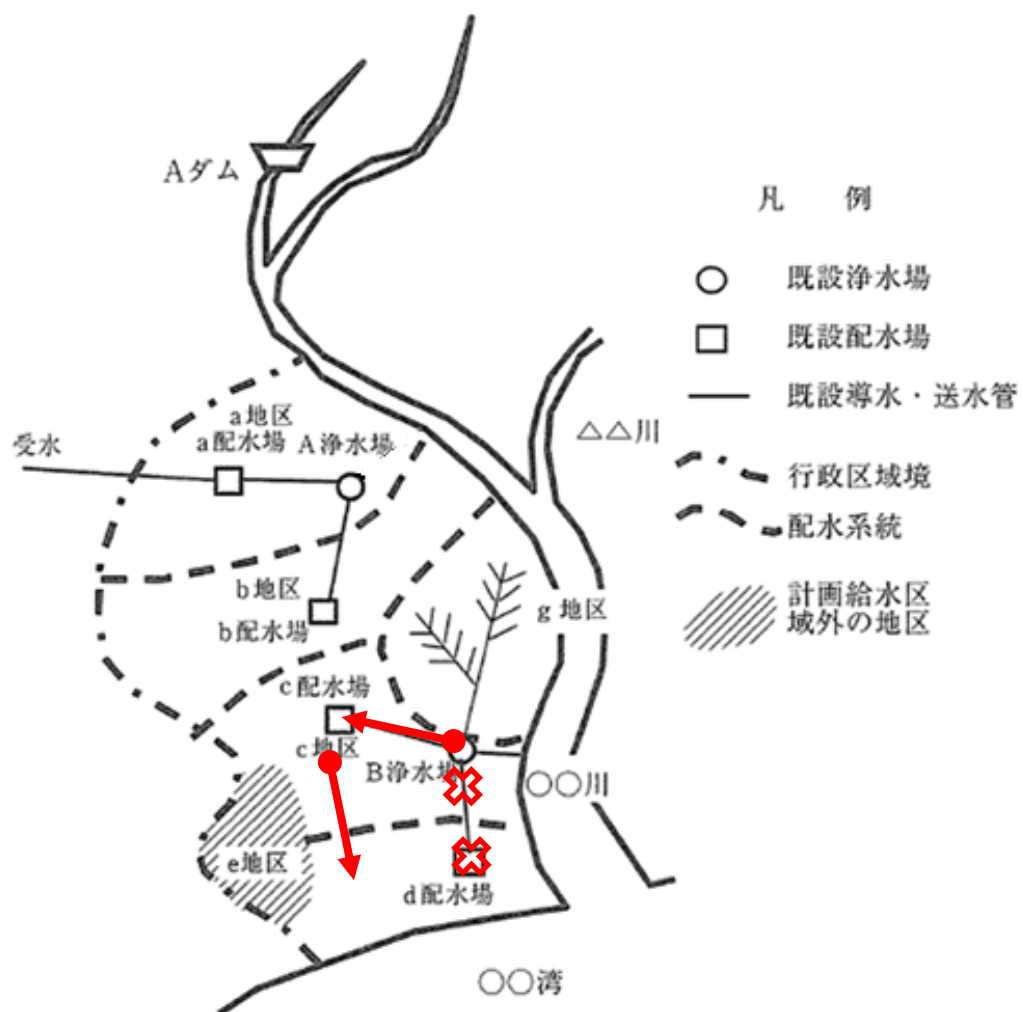


図 7-20 位置エネルギーに優れる水源からの優先取水のイメージ図

(3) 受水圧力の活用

受水圧力の活用は、新水道ビジョンの「水道の理想像」の「強靱な水道」の自然流下により災害時にエネルギー供給がなくとも供給可能にすることや「水道サービスの持続」の広域化等の連携の強化を目的として進んでいくことが考えられる。

表 7-6、図 7-21 に示すように受水圧力の活用により、配水工程における位置エネルギーの活用が図られることから、ポンプ加圧方式の範囲を縮小することとなる。

表 7-6 受水圧力の活用の普及方法等

方策名	受水圧力の活用 参考：高石市ケーススタディ
内容 (例)	配水場の圧力開放をなくすことで配水ポンプの電力使用量を削減 (a 配水場を廃止し、受水からの直圧配水に切り替える)
効果	配水エネルギーの削減
費目	配水池新設（調整容量）、既設配水場・配水ポンプ撤去
課題	・用水供給への受水流量変動の報告、電力消費削減量を報告する必要がある ・施設の移譲。広域化による施設統廃合。配水ブロックの見直し。直送系の設定 ・調整機能を用水供給側で持つこととなり、配水容量確保、送水ポンプのインバーター制御等の施設整備が必要となる
普及 シナリオ	・直接配水に切り替えることで削減できる CO2 量に応じた事業費補助を実施 ・既設ルートの拡張の場合、2030 年までの実施は比較的容易
普及方法	用水供給の事業者の可能性調査を実施

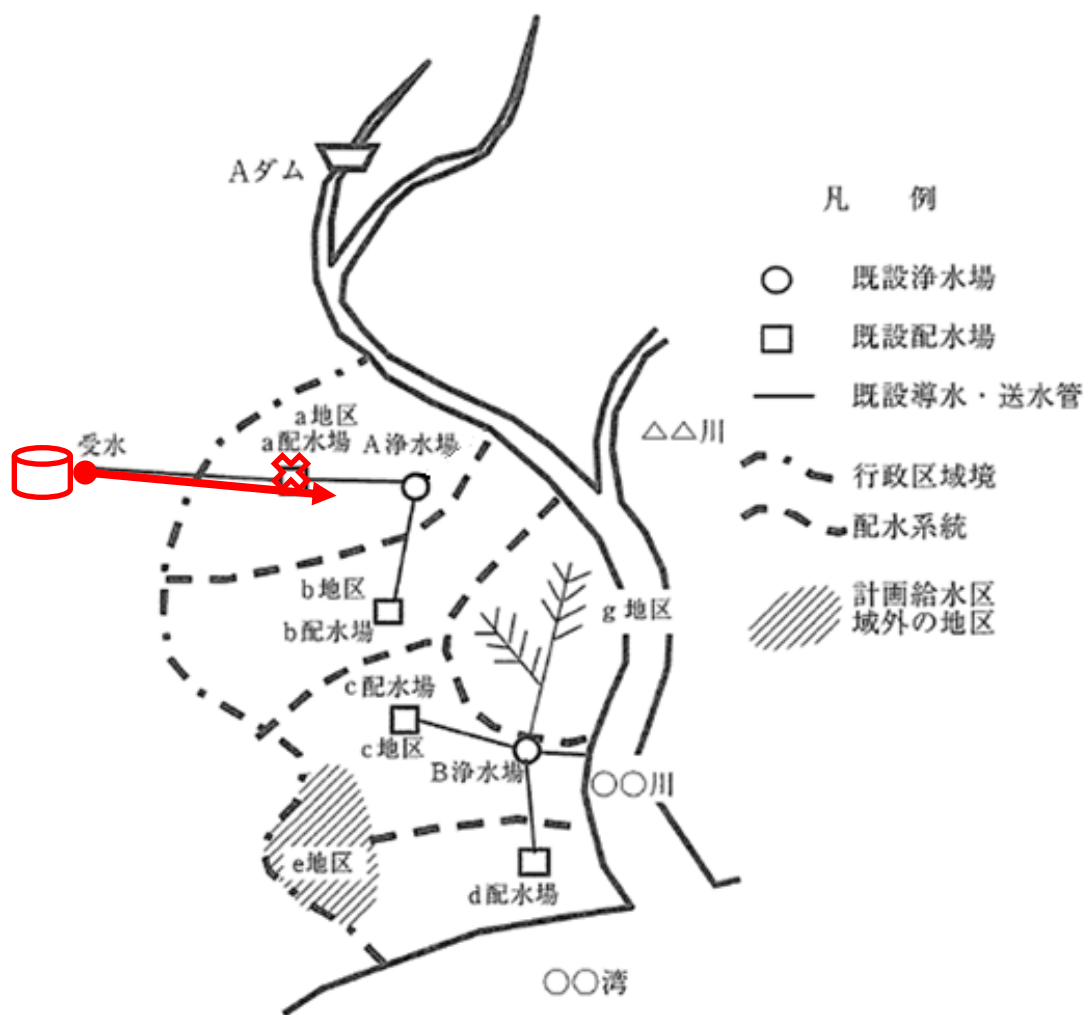


図 7-21 受水圧力の活用のイメージ図

(4) 受変電設備の更新

受変電設備の更新は、前述の「インバーター及び高効率モーターの導入」と同様に、新水道ビジョンの「水道の理想像」の「水道サービスの持続」として、施設更新とともに進んでいくことが考えられる。

表 7-7、図 7-22 に示すように「インバーター及び高効率モーターの導入」と同様に設備更新においては、「水道情報活用システム」の活用により普及することが考えられる。

表 7-7 受変電設備の更新の普及方法等

方策名	受変電設備の更新 参考：鈴鹿市ケーススタディ
内容 (例)	非効率な受変電設備を更新し電力使用量を削減 (A 浄水場の受電設備を更新)
効果	浄水場内全体の受電ロスを削減
費目	受変電設備更新
課題	・耐用年数を迎えているものから順次更新を実施する ・変圧器の更新は 30～40 年周期で検討。補助金があれば更新時期の見直しもある ・費用対効果を確認することで、早期の更新の検討ができる ・CO2 削減方策として単独での導入は、費用的に難しいため、設備更新時の導入を考える
普及 シナリオ	・設備更新費用を助成する ・2030 年までの実施は比較的容易
普及方法	需要減等に伴い、受電量を見直す場合に可能性調査を実施



図 7-22 受変電設備の更新のイメージ図

(5) 配水ブロックの見直し

配水ブロックの見直しは、新水道ビジョンの「水道の理想像」の「安全な水道」の配水管網の再構築を目的として進んでいくことが考えられる。

表 7-8、図 7-23 に示すように配水ブロックの見直しにより、配水工程における流下能力に応じた適正な給水区域への効率的な配水が図られることから、ポンプ加圧方式の範囲を縮小することとなる。

表 7-8 配水ブロックの見直しの普及方法等

方策名	施設統廃合（同一事業者の施設の統廃合） 参考：呉市ケーススタディ
内容 (例)	配水場の給水区域を見直すことで送水ポンプの電力使用量を削減 (B 浄水場を廃止し、b、c 配水場からの自然流下による配水に切り替える)
効果	導水、送水エネルギーの削減
費目	配水施設新設（配管増径等）、既設施設撤去
課題	・ 残存する既設配水池の調整容量、送水管能力の確認が必要となる ・ 新たな配水幹線ルートの確保（道路占用、用地確保等）が必要となる ・ 配水ブロックの検討は、浄水場、配水池等の更新時の設計諸元へ影響することから、今後の需要減少を考慮したダウンサイジングの基本となる ・ 配水ブロックの検討での省エネルギー対策は今後必要となる
普及 シナリオ	・ 自然流下に切り替えることで削減できる CO2 量に応じた事業費補助を実施 ・ 2030 年までの実施は該当するものがないと困難
普及方法	需要減等に伴い、浄水場が不要となる場合に可能性調査を実施

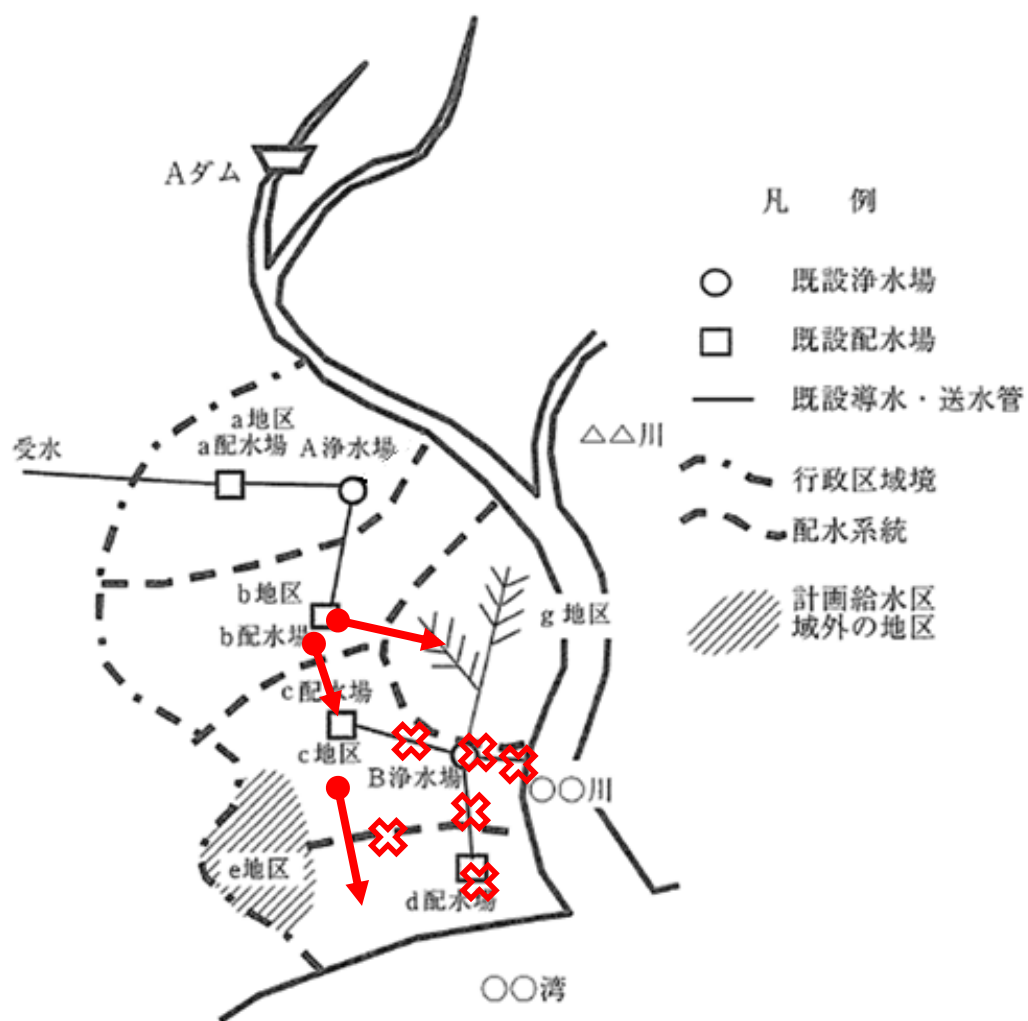


図 7-23 配水ブロックの見直しのイメージ図

(6) 位置エネルギーの利用（施設統廃合等）

表 7-9、図 7-24 に示すように位置エネルギーの利用（施設統廃合等）は前述の「位置エネルギーに優れる水源からの優先取水」と同様に、新水道ビジョンの「水道の理想像」の「安全な水道」の上流取水による良好な水質確保や、「強靱な水道」の自然流下により災害時にエネルギー供給がなくとも供給可能にすることを目的として進んでいくことが考えられる。

表 7-9 位置エネルギーの利用（施設統廃合等）の普及方法等

方策名	位置エネルギーの利用（施設統廃合等） 参考：盛岡市ケーススタディ
内容 (例)	取水地点を上流に移設することで導水ポンプの電力使用量を削減 (B 浄水場の取水を自然流下で導水可能な位置まで上流側に移設)
効果	導水エネルギーの削減
費目	取水施設新設、導水施設新設、既設施設撤去
課題	・ 移設する取水地点までの区間の水利権、維持流量等の河道への影響 ・ 新たな導水ルート確保（道路占用、用地確保等） ・ 上流側の水利権は行政界を越える ・ 導水ルートの変更による道路占用等の用地確保が困難となる ・ 施設用地を高い場所に確保できない ・ 多額の費用が必要となる（水源開発費等）
普及 シナリオ	・ 自然流下に切り替えることで削減できる CO2 量に応じた事業費補助を実施 ・ 2030 年までの実施は該当するものがないと困難
普及方法	需要減等に伴い水利権の見直しがある場合に可能性調査を実施

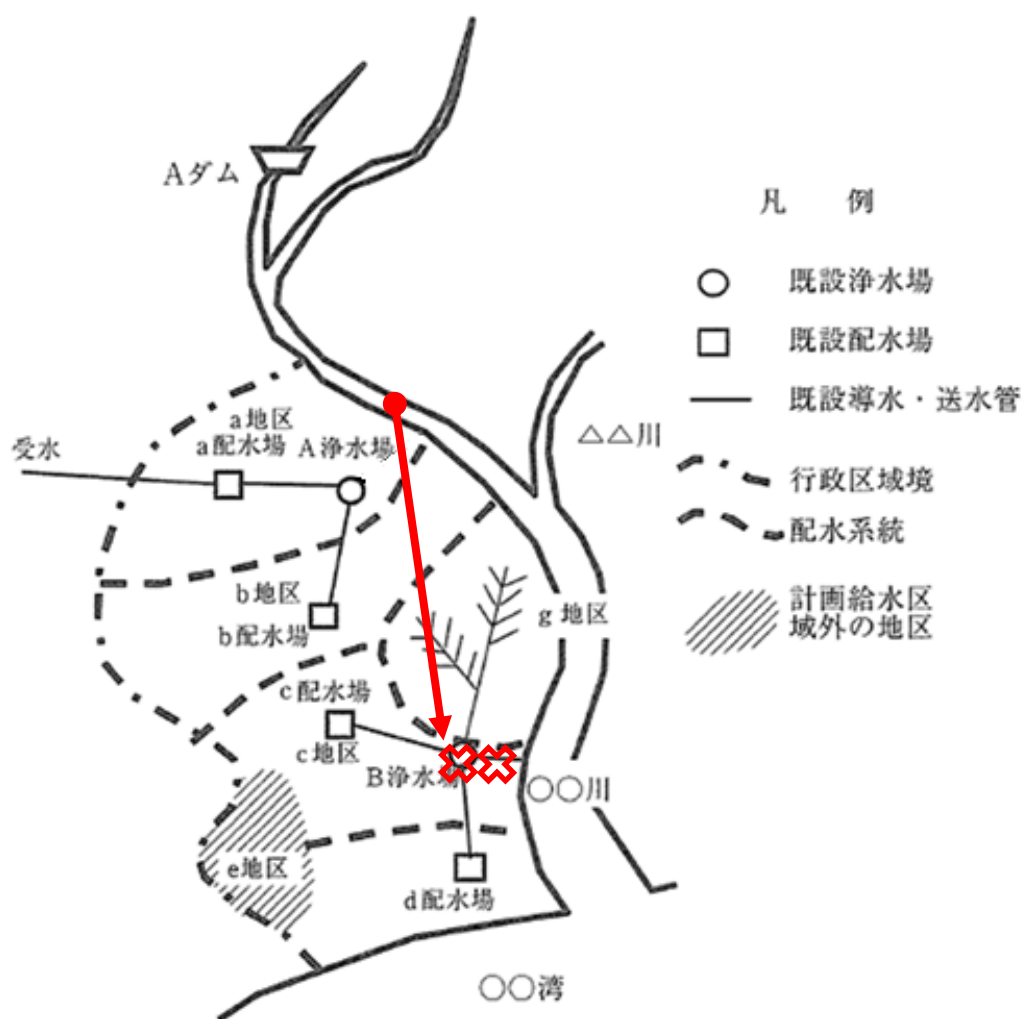


図 7-24 位置エネルギーの利用（施設統廃合等）のイメージ図

(7) 位置エネルギーの利用（広域化等）

表 7-10、図 7-25 に示すように位置エネルギーの利用（広域等）は前述の「位置エネルギーに優れる水源からの優先取水」と同様に、新水道ビジョンの「水道の理想像」の「安全な水道」の上流取水による良好な水質確保や、「強靱な水道」の自然流下により災害時にエネルギー供給がなくなるとも供給可能にすることを目的として進んでいくことが考えられる。

表 7-10 位置エネルギーの利用（広域化等）の普及方法等

方策名	施設統廃合（他事業者との広域化に伴う統廃合）参考：福島市ケーススタディ
内容 (例)	配水場の給水区域を見直すことで送水ポンプの電力使用量を削減 (A、B 浄水場を廃止し、用水供給の新浄水場の自然流下による送水に切り替える)
効果	送水エネルギーの削減
費目	配水施設新設（配管増径等）、既設施設撤去
課題	・ 残存する既設配水池の調整容量、送水管能力の確認 ・ 新たな配水幹線ルートの確保（道路占用、用地確保等） ・ 広域での大規模な取水の変更は、他の利水者、水源管理者や他水道事業者等との調整が困難である ・ 事業費に占める CO2 削減効果の費用割合を算定することが困難となる
普及 シナリオ	・ 自然流下に切り替えることで削減できる CO2 量に応じた事業費補助を実施 ・ 2030 年までの実施は該当するものがないと困難
普及方法	広域化事業がある場合に可能性調査を実施

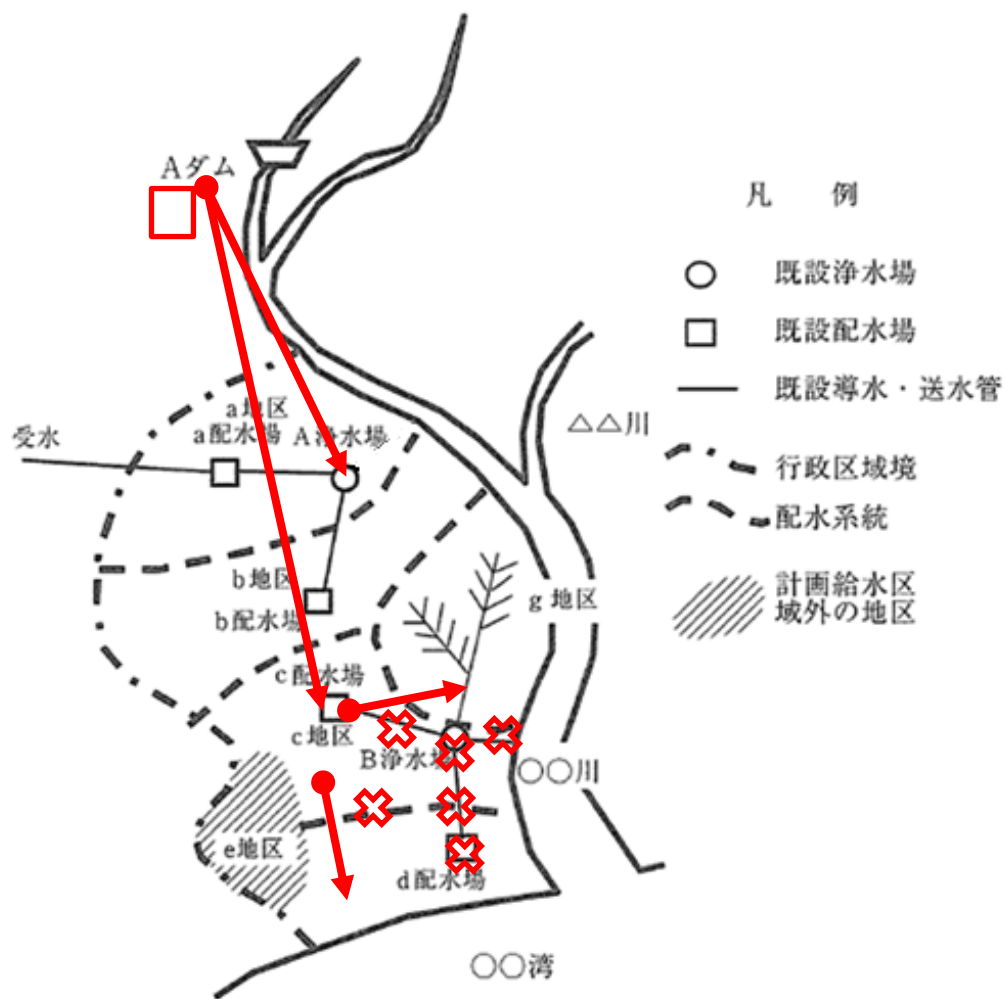


図 7-25 位置エネルギーの利用（広域化等）のイメージ図

第8章 業務のとりまとめ

8.1 業務結果のまとめ

本業務の結果の概要は以下のとおりである。

(1) CO2 削減方策の整理（第2章）

「上水道・工業用水道部門における温室効果ガス排出抑制等指針マニュアル 平成28年3月環境省」等の水道事業の温暖化対策に関するマニュアル等をもとに、水供給工程別（取水、導水、浄水、送水及び配水）、投資レベル別にCO2削減方策を整理し、第3章以降の検討の対象とするCO2削減方策を整理した。

(2) ケーススタディ実施のための事前調査（第1回アンケート）（第3章）

(1)で整理した対策等の実施状況のほか、実施された対策については事業者におけるエネルギー使用実態、省エネルギー効果、コスト、期間について上水道事業者等へアンケート調査を実施した（調査対象：1,447件、回答数：960件）。

また、事業者の施設諸元（水源種別等）についても調査し、「実施例の多い対策」、「CO2削減効果（省エネルギー効果）の大きい対策」、「水源方式別、配水方式別の対策実施数の集計結果」等から、対策ごとにどのような方式の事業者で実施されているかを整理し、第4章以降の検討の対象とした。

(3) ケーススタディによる検証（第4章）

今後広く実施が可能、またはCO2削減効果が大きい12項目の対策について、対策実施前後の電力使用量原単位が把握されている事業者を抽出した。その中から給水人口、水源種別、稼働率、標高差等に偏りが生じないように50事業者を選定した。

電力使用量原単位の削減効果、対策に要した期間や事業費を調査し、CO2削減効果、留意点、対策効果に影響する指標を整理した。

また、対策ごとに対策が有効であるための条件を整理した。

(4) CO2 削減効果の分析（第5章）

対策ごとにCO2削減効果、コスト（イニシャル、ランニング）を定量化した。

水道システムの電力消費に係る特性（規模、水源種別、配水方式、浄水処理方式）を踏まえてCO2削減方策を選定した。

(5) CO2 削減ポテンシャル量の調査（第2回アンケート）（第6章）

対策が有効であるための条件、(4)で採用した説明変数、対策ごとの事業実施予定、実施予定がない場合は対策実施するための条件を上水道事業者等へアンケート調査を実施した（調査対象：1,430件、回答数：952件）。

また、全国の水道施設を類型化、事業者ごとの事業実施予定を考慮して、CO2削減ポテンシャル量、概算コストを推計した。

(6) 普及方法の検討（第7章）

従来の普及に関する支援等を整理し、事例、問題点等を踏まえ、普及シナリオ及び普及方法の検討を行った（図8-1）。

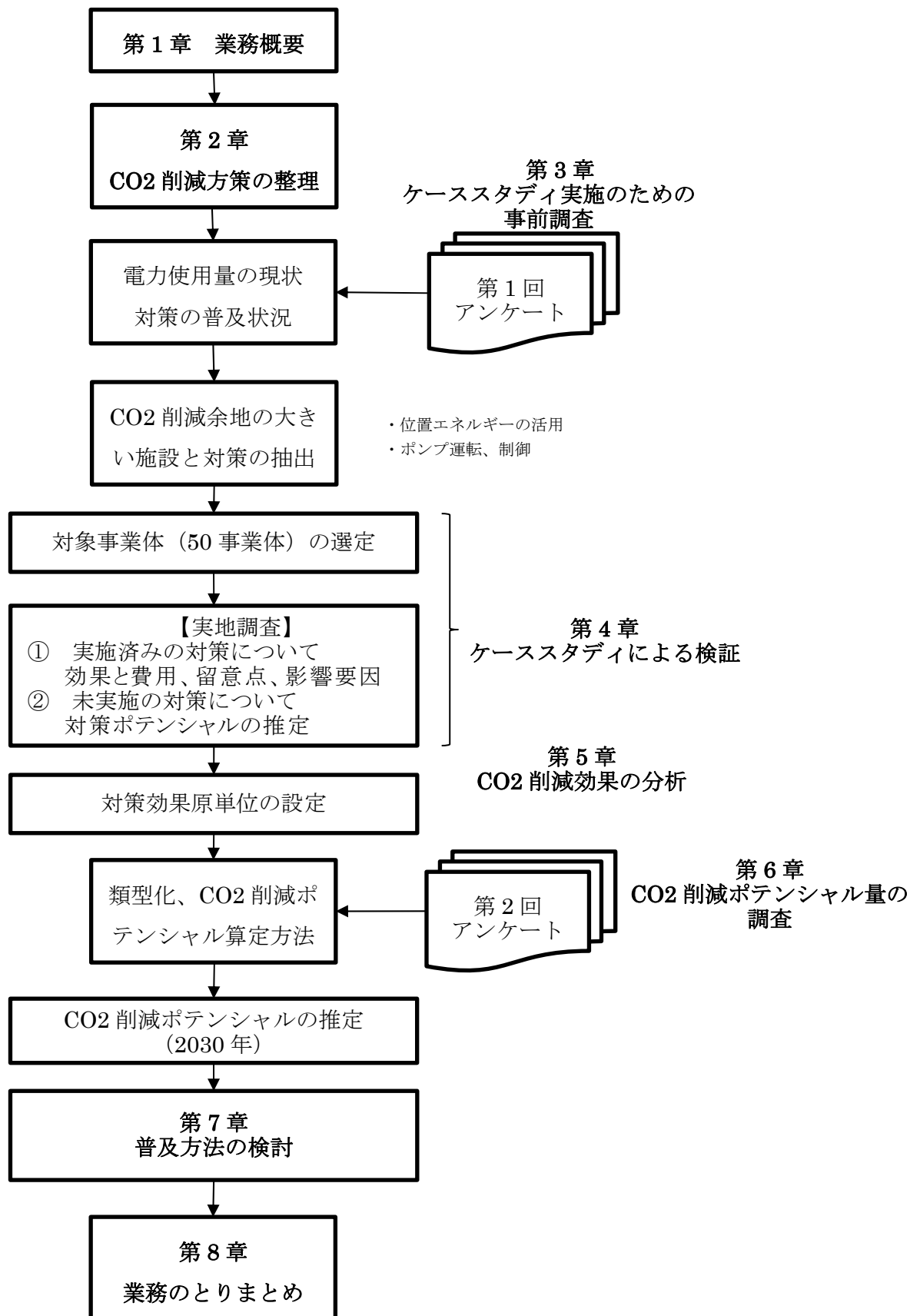


図8-1 本調査の構成と検討手順

本調査では、図 8-2 に示すように水供給工程ごとに、CO2 発生量を把握し、機器、設備の高効率化、制御方法の最適化、水運用及び広域化といった、事業実施の難易度のレベルごとに、CO2 削減方策が実施できるようにすることとして、方策の具体例と効果を提案した。

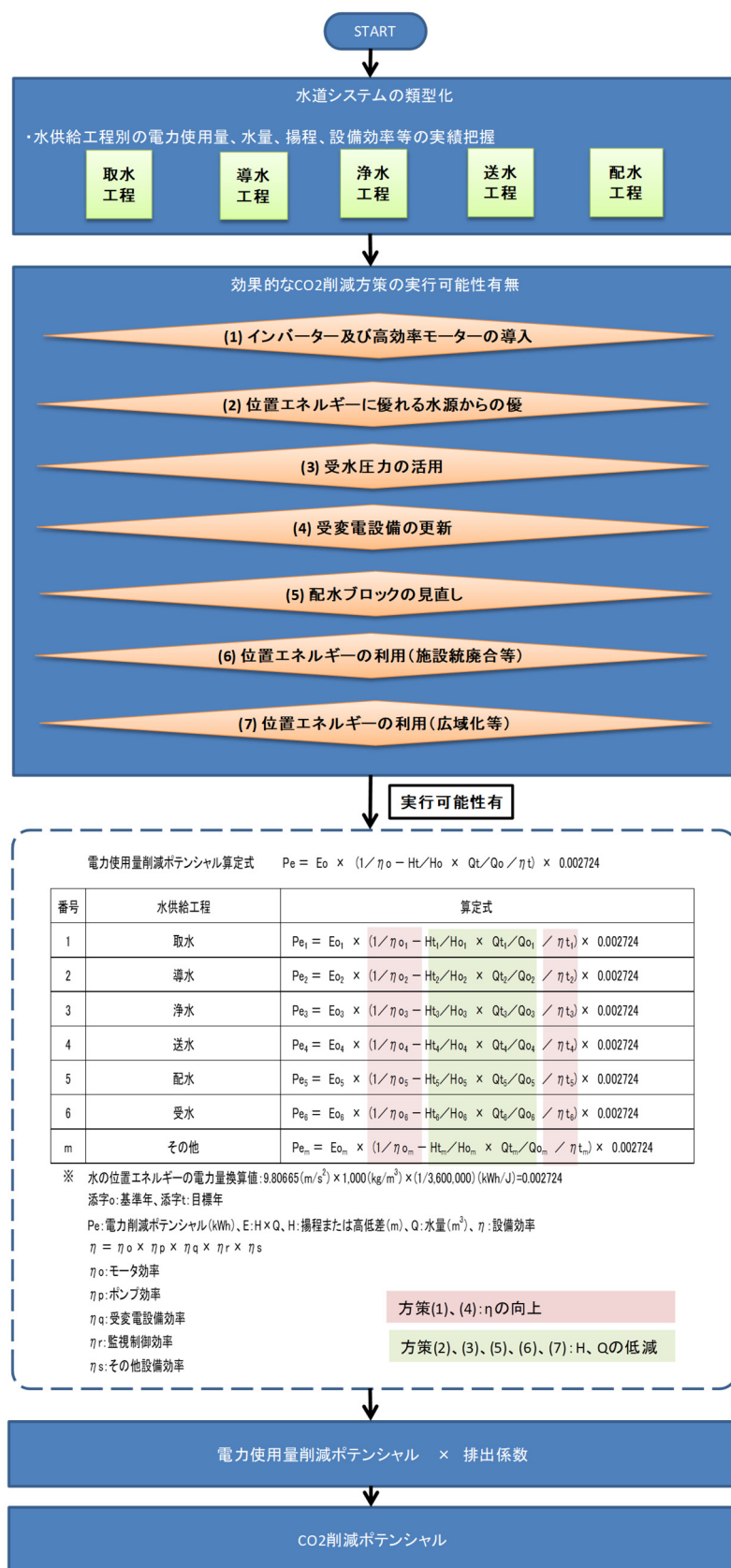


図 8-2 水供給工程ごとの CO2 削減方策適用フロー

位置エネルギーの活用は、電力使用量が 0kWh となり、恒久的な効果が期待できる。以下にケーススタディ調査で得られた、2つの優良事例を以下に挙げる。

(ア)位置エネルギーを利用した脱炭素水道システムを構築した事例

浄水場を廃止して、浄水受水に全て変えてエネルギーの使用量を大幅に削減した例として、表 8-1 に示す福島市水道局の例がある。

福島市上水道は、平成 19 年前半までは阿武隈川より取水し、渡利浄水場で処理後、各配水池へ送水していた。平成 15 年ごろから福島地方水道用水供給企業団からの浄水受水に切り替え、平成 19 年度から約 99%が浄水受水となり、渡利浄水場を廃止した。

浄水受水への切り替えにより、電力使用量(動力費)が平成 14 年度の 2,153 万 kWh から平成 30 年度は 74 万 kWh と 97%減と大幅な CO2 削減効果があった。

削減効果は、取水や浄水工程、送水工程でのポンプ設備を廃止し、給水区域のほぼ全域が自然流下方式に変わったことと、福島地方水道用水供給企業団からの浄水受水により、浄水処理が不要になったことである。特に、都市排水を含む河川から取水していたため汚泥処理に浄水場全体の 1/4 のエネルギーを使用していた。

福島市の水道用水を供給しているのは、表 8-2 に示す福島地方水道用水供給企業団である。

福島地方水道用水供給企業団は、摺上川ダムから原水を取水し、9km の導水トンネルを用いて自然流下により、すりかみ浄水場まで導水している。原水水質監視では、イワナを飼えるほど清廉であり、PAC 等の薬品量は少ない。

福島地方水道用水供給企業団は、3 市（福島市、伊達市、二本松市）と 3 町（国見町、桑折町、川俣町）に水道用水を供給しており、7～8 割は福島市への給水である。

福島地方水道用水供給企業団の年間電力使用量は 800 万 kWh で、3 市、3 町の受水事業者が使用している 200 万 kWh を加えた 1,000 万 kWh は、用水供給をする前の受水事業者の電力使用量の合計値 2,700 万 kWh の約 40%であり、約 60%のエネルギー量削減となっている。

表 8-1 自己水源から浄水受水への切り替えによる効果

事業者	福島市水道局
施策	浄水場を廃止し、浄水受水に切り替えた
	受水圧を利用し、配水池へ送水している
効果	97%減（福島市で浄水していた電力使用量：2,153 万 kWh 浄水受水に変更後の電力使用量：74 万 kWh）

表 8-2 用水供給を行っている事業者について

事業者	福島地方水道用水供給企業団
施策	イワナが飼えるほど清廉な原水
	ダムから自然流下で導水
	自然流下で 6 市町の受水池へ送水（一部ポンプ使用）
効果	60%減（企業団供給前の 6 市町電力使用量：2,700 万 kWh、 企業団供給後の電力使用量：1,000 万 kWh）

(イ) 将来、位置エネルギーを利用して脱炭素水道システムを構築する事例

取水口を上流に移して位置エネルギーを有効に使う例として、表 8-3 に示す盛岡市上下水道局の例がある。

盛岡市上下水道局では、日最大給水量 11 万 m³/日（平成 11～12 年度の過去最大時）の水道水を供給している。施設能力は、米内浄水場が 32,450m³/日、中屋敷浄水場が 30,850m³/日、沢田浄水場が 30,400m³/日、新庄浄水場が 33,000m³/日である。盛岡市の給水人口の減少等による水需要減少に伴い、効率の低い中屋敷浄水場を廃止し、米内浄水場と新庄浄水場から配水する浄水施設の統廃合で対応予定である。

中屋敷浄水場の廃止と合わせて、米内浄水場の取水地点を現地点より 70～90m 高い場所に移し、さらに全て処理方式を緩速ろ過方式に変更することで、全電力使用量 1,000 万 kWh/年から 400 万 kWh/年を削減することを見込んだ計画としている。2034 年頃の竣工を目指して、基本計画の策定等今後の検討により変更となることもあるが、CO₂ 削減に大きな効果があるとしている。

表 8-3 取水地点の上流移設と緩速ろ過方式への切り替えの効果

事業者	盛岡市上下水道局
施策	取水地点を 70～90m 高い場所に移動
	急速ろ過方式から緩速ろ過方式へ変更
効果	40%減（400 万 kWh/年削減）

8.2 今後の課題

本調査では、これまでの水道事業に関する省エネルギー対策等を参考に、CO2 削減方策の実行可能性について、2 種類のアンケート調査と実地調査により、確認した。

CO2 削減ポテンシャルは、複数の削減方策を積み上げることで、全ての水道事業者等が取り組んだ場合の電力削減ポテンシャル 2,355 百万 kWh/年と平成 29 年度実績比 31.4%、CO2 削減ポテンシャルは約 115 万 t-CO2（2017 年度の排出係数に基づく試算。水需要の減少は見込まない）となることを推計した。そして、その実現には、省エネルギー型設備等への更新改築、ダウンサイジング等の規模の適正化や、受水圧力の活用等の着実な実施と、CO2 削減ポテンシャルの多くを占める、位置エネルギーの活用のために水利権の調整、水輸送経路の確保、膨大な事業費等の制約を解消する必要があることが確認できた。

水道施設の電力の大部分を消費するポンプ設備では、電力使用量、流量、揚程の定格と運転実績を知ること、インバーター制御の導入やダウンサイジング等の改善が効果的に行えることも確認できた。

今後は、需要量が減少することも考慮すると、インバーター制御の導入やダウンサイジングが CO2 削減に大きく寄与することもあり、ポンプ設備運転状況を一元管理して、耐用年数によるアセット管理に加えて、改良の実施を効率的に実施することも有効と考えられる。

また、広域化計画や事業統合の際には、位置エネルギーに優れた水源からの取水可能性についての検討を積極的に行うことも有効と考えられる。

以上から、CO2 削減目標の達成に向けた今後の課題としては、それぞれの水道事業者等に以下の取組を促していくことである。

- ① CO2 削減方策の選定と CO2 削減ポテンシャルの推計
- ② 優先して取り組むべき CO2 削減方策の決定
- ③ 上記の CO2 削減方策の実施の実現 など