

水道の基盤強化に資する浄水システムの更新・再構築
に関する研究 (*A-MODELS*)

浄水施設更新シミュレータ 2024
—更新のための費用便益比較—

解説書

2025 年 3 月

公益財団法人 水道技術研究センター

目次

1. はじめに	1
【用語の説明】 本文中での記載順.....	2
2. 浄水施設更新シミュレータの概要と構成	5
3. 入力条件	7
3.1 基本情報.....	7
3.2 入力情報（1）現状施設の情報.....	8
3.3 入力情報（2）その1 更新シナリオの条件.....	21
3.4 入力情報（2）その2 各シナリオの内容	27
4. シミュレーションの計算式	31
4.1 健全度評価	34
4.2 更新率	35
4.3 故障率	38
4.4 追加修繕費	39
4.5 （リスク）影響水量.....	41
4.6 （リスク）損失額	42
4.7 更新費	43
4.8 運転費	45
4.9 高度浄水処理の便益.....	49
4.10 総合評価方式	50
4.10.1 概要	50
4.10.2 電力使用量	52
4.10.3 浄水場面積	53
4.10.4 薬品費.....	54
4.10.5 維持管理難易度	55
4.10.6 定量的微生物リスク評価（QMRA）	56
5. 系列データ集計.....	59
6. マスターの変更.....	60
7. シミュレーション例	61
7.1 実施例1「凝集＋沈澱＋急速ろ過」へ「高度浄水処理(粉末活性炭)」を導入した場合	61
7.2 実施例2「沈澱＋緩速ろ過」から「膜ろ過」へ変更する場合.....	65
7.3 総合評価.....	68
8. 参考資料	70
8.1 急速ろ過.....	70
8.2 膜ろ過	70
8.3 緩速ろ過.....	71
参考文献	72

1. はじめに

我が国の浄水場の多くは、1960年代の高度成長期に建設されており、60年以上経過した施設の老朽化問題が顕在化しつつある。特に中小規模の水道事業体においては、ヒト・カネの確保が困難、という理由で更新を先送りにしているケースも多々見受けられる。これは更新による投資効果を見せる形で説明が難しいこと、経済的な比較を容易には行えないことなどが要因であると考えられる。そこで、本研究では、中小規模の水道事業体を主たる対象として、浄水施設の更新を検討する際の支援ツール『浄水施設更新シミュレータ 2014』をアップグレードし、ろ過方式を変更することによる効果も見せられるシミュレータとした。

具体的には、更新シナリオごとに追加修繕費（突発的な故障に対する修繕費を指す、詳細は後述）、更新費用、便益・リスクを金額で比較するシミュレータを Microsoft Excel を用いて作成した。なお、計算結果は実際の金額、数量を表すものではなく更新シナリオの違いをイメージするためのものである。

本書はその解説書であるが、シミュレータの操作方法については「浄水施設更新シミュレータ操作マニュアル」を別冊で作成している。

本シミュレータ（拡張子（.xlsm）のプログラム、解説書、操作マニュアル）は既往研究 *Aqua10* 研究プロジェクト「持続可能な水道サービスを目指して」（以後 *Aqua10*）の第1研究委員会における研究成果の一部をとりまとめたものを **A-MODELS** 研究プロジェクト「水道の基盤強化に資する浄水システムの更新・再構築に関する研究」（以後 **A-MODELS**）の第1小委員会でアップグレードを行ったものである。ポイントは以下に示す。

アップグレードのポイント

- ・浄水処理フローの選択肢を増やし、排水処理の選択を加えたシミュレーションプログラム
 - ・各設備分類の資産取得時費用の関数式を「水道事業の再構築に関する施設更新費用算定の手引き」（厚生労働省健康局水道課、平成23年12月）を基に入替
 - ・このとき、デフレータによる補正とアンケート結果を加味した補正係数を追加
 - ・設備分類を従来、5種類（建築、土木、電気、計装、機械）としていたが、4種類（建築構造物、土木構造物、電気設備（監視と計装を含む）、機械設備）へと変更
 - ・独自の更新基準年数の入力枠を追加
 - ・デフレータの値を最新の状況へ修正し、都度、最新のデフレータ値が入力可能な設定を追加
 - ・総合評価として5項目からなるレーダーチャートによる評価を追加
- 詳細な内容は3.入力条件以降に記載しているため、参照されたい。

【用語の説明】 本文中での記載順

アセットマネジメント	水道におけるアセットマネジメント（資産管理）とは、「水道ビジョンに掲げた持続可能な水道事業を実現するために、中長期的な視点に立ち、水道施設のライフサイクル全体にわたって効率的かつ効果的に水道施設を管理運営する体系化された実践活動」を指す。
浄水量（日最大）	計画浄水量（ $\text{m}^3/\text{日}$ ）
給水原価	営業費用＋営業外費用から受託工事費、材料及び不要品売却原価、付帯事業費を引いて年間総有収量で割った単価。有収水量 1 m^3 当たりの要する費用（ $\text{m}^3/\text{日}$ ）。浄水処理に関する運転費の計算などに用いているが、浄水処理以外の費用も含まれている。
メンテナンスレベル -評価基準 -スコア	浄水施設の維持管理の程度のこと、大規模浄水場のメンテナンス項目と実施頻度を参考に、人的要素、金銭的要素からなる評価基準を設定した。評価基準を数値（スコア）化してシミュレーションの計算式に用いている。
延長係数	設備を法定耐用年数の何倍の年数まで延長することが可能かを表す係数で、浄水場での実績から設定した。メンテナンスレベルによって係数は変化する。
デフレータ	物価上昇の指数を表すもので、ある設備の価格が基準年で 100 のとき、過去あるいは未来ではいくつかわかることができる。例えば、2000 年を基準年として 100 万円だった設備が、1980 年のデフレータ値 80 であれば、当時の価格は 80 万円だったことになる。
参照金額	シミュレータへの入力操作を簡略化、浄水フローを変更する際の相対費率を求めるために整理した費用を指す。計算根拠は「水道事業の再構築に関する施設更新費用算定の手引き」を元に、デフレータと A-MODELS アンケートによる補正を掛けたものを出力している。
TOC	水質基準のうち、有機物のことであり、全有機炭素（Total Organic Carbon）の略称である。 水中に含まれる有機物を炭素の量で示すもので、水質汚染を判断するうえでの重要な総括的指標として用いられる。
かび臭	ジェオスミンと 2-メチルイソボルネオール（2-MIB）のことであり、湖沼などで富栄養化現象に伴い発生する藍藻類や放線菌などの微生物が産生する物質であり、異臭味の原因物質である。
THMFP/THM	トリハロメタン生成能（Trihalomethane Formation Potential） トリハロメタン（Trihalomethane）のことである。 トリハロメタンは、水道原水にある有機物と消毒用の塩素とが反応してできる消毒副生成物のことである。

	トリハロメタン生成能は一定の条件で試料（原水など）の塩素処理を行って生成したトリハロメタン量をいい、トリハロメタン前駆物質量の指標となる。
相対運転費率	任意の浄水量において、浄水フロー「凝集＋沈澱＋急速ろ過」の運転費（浄水処理分）を 1.0 とし、各浄水フローの運転費の比率を表したものとなる。 計算根拠は R3 年度の水道統計を用いている。詳細は 4.8 を参照のこと。
健全度	設備の経過年数を法定耐用年数で除した値が 1.0 以下、1.0 超～1.5 以下、1.5 超かで、順に健全度資産、経年化資産、老朽化資産と分類される。
更新率	浄水場単位で設備の経過年数に対してどの程度の割合で設備が更新されているかを表すもので、既往研究（ <i>Aqua10</i> ）にて実施した浄水場へのアンケート結果から、電気設備（監視と計装を含む）、機械設備については、経過年数に対して更新度数が正規分布をとることが確認された。
更新費	建築構造物、土木構造物、電気設備（監視と計装を含む）、機械設備を更地の状態から建設した場合の費用のことで、解体工事費や仮設工事費は更新費には含んでいない。また、土木基礎、施設間の連絡配管などの費用は浄水場の土地形状等によって大きく異なるため除外している。費用の算出については 3.24.7 を参照のこと
運転費	浄水処理に関わる変動費と浄水処理に関わる人件費、委託料のこと。変動費については、動力費（電力、燃料）、薬品費、消耗品費に分けられる。給水原価の全国平均参考に変動費と人件費の単価を設定した。
粉末炭運転係数	希望フローで“粉末炭”を含む浄水フローを選択した場合に入力するもので、運転費に占める粉末炭の割合に影響する。粉末炭注入率/10（mg/L）と注入日数/365（日/年）の積で、粉末炭注入率が未入力の場合は 10 mg/L、注入日数未入力の場合は 365 日/年として計算される。
故障率	浄水施設中の電気設備（監視と計装を含む）、機械設備が経過年数によって確率的にどの程度故障が発生するのかを表している。
（故障時の）追加修繕費	追加修繕費とは、老朽化が原因の故障による設備等を緊急的に修繕する費用のことで、故障率と同様、浄水施設において、老朽化が原因の故障事例の報告はなく、ここでの追加修繕費は想定上のものである。

追加修繕費補正係数	追加修繕費は想定した計算式で算出しているが、実際のデータを有する事業体などで実情に合わせることが可能なように補正係数（初期値 0.3）を組み入れている。マスター変更で変更可能。
（リスク）影響水量	老朽化による設備故障で給水できなくなる一日当たりの浄水量（ $\text{m}^3/\text{日}$ ）のことで、老朽化しているからといって必ず発生するものではない。
（リスク）損失額	給水できなくなる浄水量によって生じる料金収入の損失と需要者への補償費の合計金額とした。損失額算出の基となる影響水量は電気設備（監視と計装を含む）、機械設備に起因する影響水量中の最大値（最大影響水量）とした。影響水量と同様、老朽化により必ず発生するものではない。
復旧日数	老朽化による設備故障で給水停止となってから修理が完了するまでの日数。損失額の計算において、給水できなくなる浄水量は最大影響水量に復旧日数を乗じたもので、需要者への補償日数＝復旧日数となる。
高度浄水処理の便益	現状の浄水フローにおいて高度浄水処理（粉末炭、粒状炭、オゾン＋粒状炭）が採用されておらず、更新する場合に高度浄水処理を採用した場合、需要者のうち家庭でボトルウォーターを利用している人がボトルウォーターを購入しなくなる費用とした。東京都水道局の調査結果（H17）を参考とした。

2. 浄水施設更新シミュレータの概要と構成

アセットマネジメントの観点で浄水施設の更新を検討するツールとして、厚生労働省（現国土交通省）の「水道事業におけるアセットマネジメントに関する手引き及び支援ファイル」、「アセットマネジメントの簡易支援ツール」が知られている。照井らは「浄水場更新計画におけるアセットマネジメントの活用手法の検討」において支援ファイルの、より高度な活用方法を提案した¹⁾。

浄水施設更新シミュレータでは、これらの考え方を取り入れ、資産の経年化状況、設備の老朽化が原因の故障によるリスクとしての影響水量及び影響水量分の損失金額（水道料金の減収と需要者への補償費）の予測、現状の浄水フローと施設規模で更新する場合、将来必要と考えられる浄水フローで更新する場合といったシナリオごとに、更新費とその後の追加修繕費、エネルギー、薬品、消耗品、人件費を含む運転費、高度浄水処理による便益を今後 50 年間に要する費用として提示するものである。

本シミュレータの構成とシミュレーションの流れを図 1 に示す。基本情報の入力（①②）、シナリオに関する情報（③）を入力後にシミュレーションを実行すると、資産の経年化状況、影響水量、損失額、シナリオごとの運転費、追加修繕費、更新費及び高度浄水処理の有無による便益が計算され、図表として表示される。

なお、本シミュレータを適用できる浄水場の規模（浄水量）は、1,000 m³/日以上（原則）、100,000 m³/日以下とする。これは、計算式の基データが 1,000～100,000 m³/日のものであることによる。ただし、1,000 m³/日未満、100,000 m³/日超を入力した際もシミュレーションは可能であるが、計算結果は参考となるため、実態を示すものではないことに留意されたい。

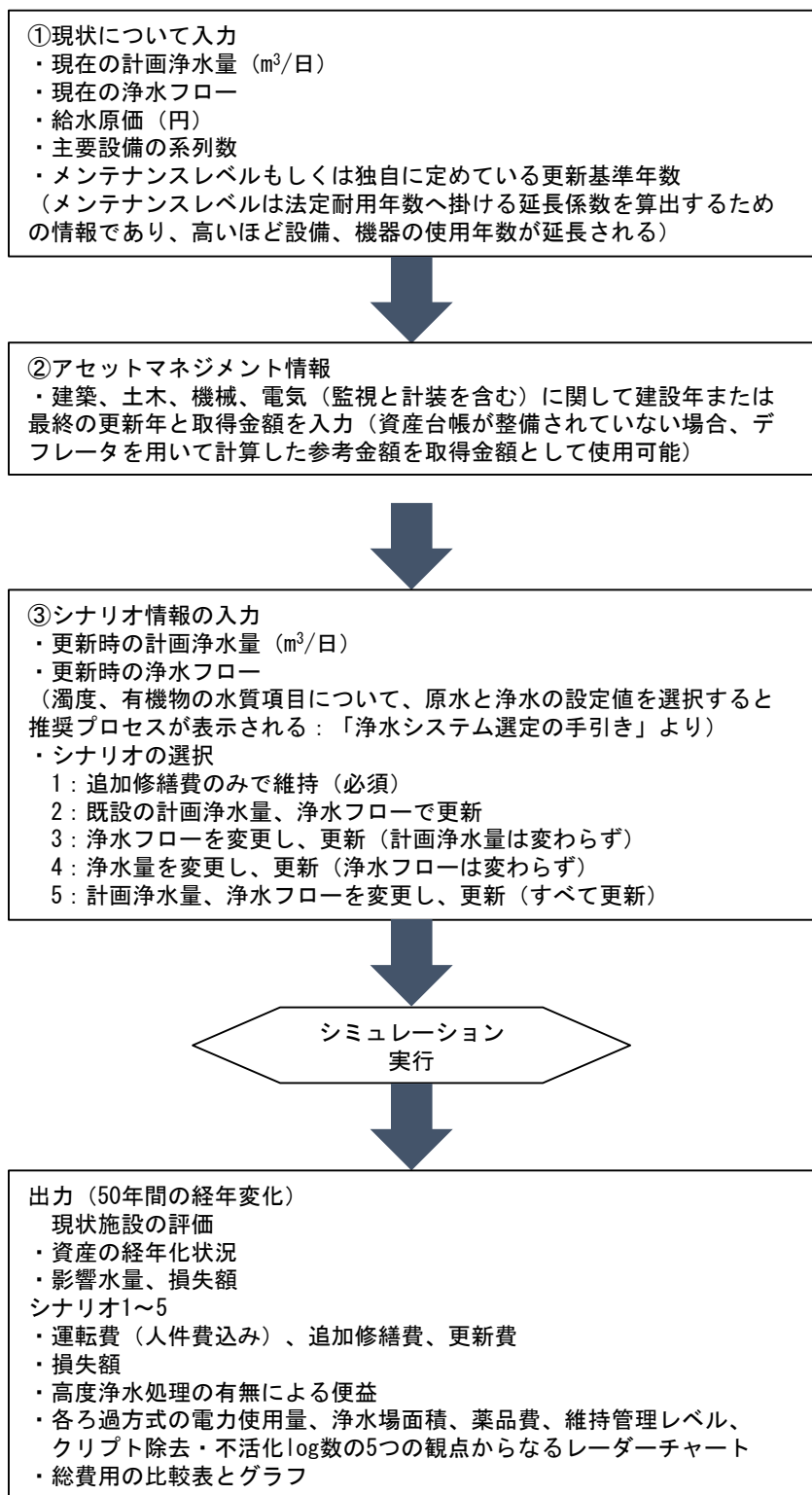


図 1 浄水施設更新シミュレータの概要

3. 入力条件

基本的に更新費用に関する計算式は、「水道事業の再構築に関する施設更新費用算定の手引き」を基に作成を行った。そこにアンケートによる補正を掛けて出力するようにしている。運転費用に関する計算式は水道統計から試算結果、その他の項目については *Aqua10* で設定された想定式を引き継いでいる。そのため、シミュレーション結果の一部は、想定値から算出されたものとなっている。シミュレータにおける入力条件、計算式とその根拠を以下に示す。

3.1 基本情報

基本情報は、本シミュレータの利用者が実施日や対象とした浄水場等を記録するためのもので、シミュレーションの計算には関係しない。実施者が必要に応じて記入する。

入力項目、記載内容、単位等を表 1 に、入力画面を図 2 に示す。全ての入力項目が計算に関係しないため、項目ごとの解説は省略する。

表 1 入力項目、記載内容、単位など（基本情報）

項目	計算式・記載内容	単位	入力の要否 ◎：必須 計算に必要 ○：任意 計算に影響 △：任意 計算に影響なし
作成日	-	-	△
事業体名	-	-	△
所在地	-	-	△
記入者	-	-	△
所属	-	-	△
連絡先	-	-	△

戻る

基本情報

次へ

基本情報

作成日	2024/10/28	日付入力
事業体名	飯田橋浄水場	
所在地	〒	都道府県 東京都
	文京区後楽	
記入者	水道太郎	
所属		
連絡先	03-000-1111	

次へ

図 2 入力画面（基本情報）

3.2 入力情報（1）現状施設の情報

“入力情報（1）”は、現状の浄水施設に関する情報を入力するもので、ほとんどの入力情報がシミュレーション結果に反映される。

入力項目、記載内容、単位等を表 2 に、入力画面を図 3 に示す。

表 2 入力情報（1）の項目

項目	計算式・記載内容	単位	入力の要否 ◎：必須 計算に必要 ○：任意 計算に影響 △：任意 計算に影響なし
浄水場名	-	-	△
現在の計画浄水量 （日最大）	-	m ³ /日	◎
現在の給水人口	-	人	◎
給水原価	（※水道事業ガイドラインなどを参考に算出した値を入力）	円/m ³	◎
原水種類	ダム放流水、ダム水、表流水、湖沼水、伏流水、浅井戸水、深井戸水、湧水、その他	-	△
ろ過方式	消毒のみ、緩速ろ過、急速ろ過、膜ろ過	-	◎
前処理+高度浄水処理	凝集、沈澱/前ろ過、普通沈澱、粒状炭、オゾンより組み合わせられたものから選択		◎
粉末炭の有無	有、無から選択	-	◎
粉末炭の注入率	上記、有、を選択時に入力可能		○
粉末炭の注入日数	同上		○
紫外線処理の有無	有、無から選択		◎
排水処理	天日乾燥床、機械脱水機から選択 ※選択しなくとも、計算は実行可能		○
主要設備の最小系列数	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 以上 から選択	系列	◎
その系列名称	-	-	△
更新年数	法定耐用年数×延長係数、指定年数（入力値）から選択する。 法定耐用年数×延長係数を選択した場合、下記、メンテナンスレベルへ遷移 指定年数（入力値）を選択した場合、入力画面へ遷移		◎
メンテナンスレベル	メンテナンスレベルスコア評価基準にて採点を行い、120～600 点の範囲となり、その点数に応じて延長係数が定まる。 未入力の場合は 360 点で計算される。	点	○
建築構造物の建設（更新）年	設備分類ごとに最後に更新した年を、更新していなければ建設年を記入。	（年）	◎
土木構造物の建設（更新）年	系列によって建設（更新）年が大きく異なる場合、系列ごとにシミュレーションを行い、	（年）	◎
電気設備（監視と計装を含む）の建設（更新）年	“系列の集計”を行う。別冊の「浄水施設更新シミュレータ・操作マニュアル」を参照。	（年）	◎
機械設備の建設（更新）年	数年違いであれば、いずれかの年に統一し、シミュレーションを行うことが望ましい。	（年）	◎

項目	計算式・記載内容	単位	入力の要否 ◎：必須 計算に必要 ○：任意 計算に影響 △：任意 計算に影響なし
建築構造物の取得金額	設備分類ごとに取得金額を記入。台帳が整備されておらず、取得金額が不明な場合、設備分類中の細目ごとの集計が困難な場合、などに参照入力を利用し、金額の概算を入力することができる。 参照入力で表示される金額を参考に任意の金額を入力するか、参照金額をそのまま入力する。	千円	◎
土木構造物の取得金額		千円	◎
電気設備（監視と計装を含む）の取得金額		千円	◎
機械設備の取得金額		千円	◎

入力情報(1)

I. 浄水場の情報

※: 入力必須項目

1. 浄水場名	飯田橋浄水場	
※ 2. 現状の計画浄水量(施設能力)	15,000	m ³ /日
更新する場合の計画浄水量(施設能力)	12,000	m ³ /日
※ 3. 現在の給水人口	?	32,000 人
※ 4. 給水原価	?	170 円/m ³
5. 原水種類	?	表流水
※ 6. ろ過方式	?	急速ろ過
7. 前処理+高度浄水処理	?	凝集+沈澱/前ろ過+オゾン+粒状炭
※ 8. 粉末炭の有無	?	☒ 有 ☐ 無
粉末炭平均注入率	?	mg/L
粉末炭注入日数	?	日/年
9. 紫外線処理の有無	?	☐ 有 ☐ 無
10. 排水処理	?	☐ 天日乾燥床 ☐ 機械脱水機
※ 11. 主要設備の最小系列数	?	3
12. その系列名称	?	沈澱水
※ 13. 更新年数	?	☒ 法定耐用年数 × 延長係数 ☐ 指定年数 (入力値)
※ 14. メンテナンスレベル	?	500

10.の選択解

浄水フロー

粉末炭+凝集+沈澱/前ろ過+オゾン+粒状炭+急速ろ過

メンテナンスレベル
スコア基準を入力する

※: 入力必須項目

II. 設備分類毎の情報

ここでの建設(更新)年は、主たる設備、機器を取得した年を入力(選択)して下さい。
また、取得金額は主たる設備、機器他のおおよその金額を入力(台帳からの転記あるいは参照入力)して下さい。

		建設(更新)年	取得金額	
※ 15. 建築構造物	?	1990年	55,893	千円
※ 16. 土木構造物	?	1950年	89,919	千円
※ 17. 電気設備	?	1990年	588,393	千円
※ 18. 機械設備	?	1995年	1,587,981	千円

図 3 入力情報 (1) の画面

・ 浄水場名

シミュレーション対象の浄水場名を入力する。

本シミュレータでは、同じ浄水場内の浄水施設であっても、建設年（あるいは最新の更新年）が大きく異なる場合や浄水フロー、設備規模が異なる系列については、別の浄水場（Excel の別ファイル）として情報入力を行う必要がある。保存するファイル名と浄水場名（実際には系列名）が一致するようにしておくと、複数系列の合算を行う際に便利である。例えば、建設年が 1965 年

と 1972 年の系列がある浄水場の場合、“飯田橋浄水場 1965”、“飯田橋浄水場 1972”などとする。

最終的な更新、修繕、運転、便益、損失費用については、系列の合算を行うことにより浄水場全体の各費用を求めることができる。合算できる系列数（ファイル数）は最大 5 つまでとなっている。

また、事業体内の複数の浄水場についてシミュレーションを行って、その結果を合算することにより、事業体全体での費用集計を行うことも可能である。

- ・現在の計画浄水量（日最大）

現状の浄水施設の浄水能力（ $\text{m}^3/\text{日}$ ）を入力する。

この数値は、浄水フローと併せて設備取得額の参照金額の算出、浄水処理に関する運転費、シミュレーション上で浄水フローを変更した場合の設備費、浄水処理に関する運転費、故障した場合の修繕費の計算に用いられる。

- ・現在の給水人口

現在の浄水場当たりの給水人口を入力する。

系列ごとにシミュレーションを行う場合、系列ごとの浄水量で給水人口を按分する。例えば、浄水場全体の給水人口が 60,000 人で浄水量 $10,000 \text{ m}^3/\text{日}$ と $20,000 \text{ m}^3/\text{日}$ の 2 系列の場合、給水人口は 20,000 人と 40,000 人となる。

この数値は、浄水施設の設備故障により給水不能となる浄水量を影響水量（想定上の水量）と定義し、影響水量によって発生する損失額（水道料金の減収と需要者への補償費）の計算に用いられる。

水道用水供給事業の場合は、影響水量に相当する人数を入力する。

- ・給水原価

現在の給水原価を入力する。

系列ごとの給水原価を算出するのは困難と思われるので、浄水場としての給水原価を入力する。この数値は、現状の浄水フローでの浄水処理に係わる運転費の計算に用いられる。なお、浄水場ごとの給水原価を算出していない場合は、事業全体の給水原価を入力する。

- ・原水の種類

系列の違い等を区別するための情報で、シミュレーションの計算には関係しない。実施者が必要に応じて記入する。

- ・ろ過方式

「消毒のみ、緩速ろ過、急速ろ過、膜ろ過」からろ過方式を選択する。選択した内容に応じて後述する前処理＋高度浄水処理の選択肢が自動的に絞られる機能となっている。

- ・前処理＋高度浄水処理

ろ過方式において、緩速ろ過、急速ろ過あるいは膜ろ過を選択した場合に、選択したろ過方式に応じて、前処理＋高度浄水処理を選択する。消毒のみの場合は、前処理＋高度浄水処理は選択できない。

緩速ろ過の場合、「普通沈澱、凝集＋沈澱/前ろ過、普通沈澱＋粒状炭、凝集＋沈澱/前ろ過＋粒状炭」から選択する。

急速ろ過の場合、「凝集、凝集＋沈澱/前ろ過、凝集＋沈澱/前ろ過＋粒状炭、凝集＋沈澱/前ろ過＋オゾン＋粒状炭」から選択する。

膜ろ過の場合、「凝集、凝集＋沈澱/前ろ過、粒状炭、粒状炭＋凝集、凝集＋沈澱/前ろ過＋粒状炭、凝集＋沈澱/前ろ過＋オゾン＋粒状炭」から選択する。

なお、沈澱/前ろ過は、前処理に沈澱池あるいは前ろ過のいずれかを含むことを意味する。

複数のプロセスからなる浄水フローについては順不同であるので、プロセスの並びが異なる場合も同じ浄水フローとして選択する。

ろ過方式、前処理＋高度浄水処理は、現在の浄水量（日最大）と併せて、設備取得額の参照金額の算出、シミュレーション上で浄水量を変更した場合の設備費、浄水処理に関する運転費、故障した場合の修繕費の計算に用いられる。

- ・粉末炭の有無

浄水フローに付随する項目で、「選択した前処理＋高度浄水処理」において、粉末炭の注入設備を有する場合は“有”を選択する。

粉末炭の有無は、現在の浄水量（日最大）と併せて、設備取得額の参照金額の算出、シミュレーション上で浄水量を変更した場合の設備費、浄水処理に関する運転費の計算に用いられる。

また、高度浄水処理の便益計算などに影響することから、水源事故対策としての設備の場合は“無”を選択する。

- ・紫外線の有無

浄水フローに付随する項目で、紫外線処理設備を有する場合は“有”を選択する。

紫外線の有無は、現在の浄水量（日最大）と併せて、設備取得額の参照金額の算出、シミュレーション上で浄水量を変更した場合の設備費、浄水処理に関する運転費の計算に用いられる。

- ・排水処理

シミュレーションの範囲に排水処理を含む場合は、排水処理方式に応じて、“天日乾燥床”、“機械脱水機”を選択する。排水処理を含まない場合は、いずれも選択しない。排水処理の選択を解除したい場合には、「10.の選択肢を解除」を押す。

排水処理の有無は、現在の浄水量（日最大）と併せて、設備取得額の参照金額の算出、シミュレーション上で浄水量を変更した場合の設備費の計算に用いられる。

- ・主要設備の最小系列数（その名称）

混和池、ブロック形成池、沈澱池、ろ過池などの浄水設備のなかで最も少ない設備数を選択（1～9）する。ほとんどの場合、着水井、浄水池は系列数が1となることから除外する。

この数値は、浄水施設の設備故障により給水不能となる浄水量＝影響水量（想定上の水量）の計算に用いられる。設備名称については、単なるメモとなるため省略してもよい。

- ・法定耐用年数×延長係数

法定耐用年数に対し、後述するメンテナンスレベルに応じた延長係数を乗算した値を更新サイクルとし、シミュレーションを実施するものとする。独自で更新基準年数を定めている場合は「指定年数」を参照とする。

- ・指定年数

前述の法定耐用年数×延長係数によらず、各水道事業体で独自に更新基準を定めている場合に選択する。この場合、建築構造物、土木構造物、電気設備（監視と計装を含む）、機械設備の4項目に対して設定を行う。こちらは50年間の中で何度の更新が発生するかを積上げるために必要な計算要素となる。そのため、細分化している場合は中央値、平均値などに集約した数値を入力することを前提としている。独自の更新基準を定めていない場合でも「浄水場における維持修繕・更新計画立案に向けた事例集」の4章に実務面に基づいた更新基準年数の目安を記載しているため、これを参考にして入力することができる。

法定耐用年数を使用する場合は、指定年数を選択する（デフォルト値が法定耐用年数）。

- ・メンテナンスレベル

Aqua10 おいて、浄水場の維持管理水準（メンテナンスレベル）と各水道事業体で設定している設備更新基準年数にどのような関係があるか調査することを主な目的として、12 浄水場（10 水道事業体）を対象に2010年6月16日～7月30日にヒアリングを実施した。

メンテナンスレベルを評価する方法として、6つの評価項目を設定して、ヒアリング結果を基に採点して数値化した。メンテナンスレベル評価基準を図4に示す。

つぎに、メンテナンスレベルと各設備の使用年数の関係を解析した。メンテナンスレベルスコアと各設備の使用年数の関係を図5、図6に示す。これらの散布図の相関関係から、法定耐用年数に対してどの程度使用年数を延長できるかを示す“延長係数”を表3のように決定した。

なお、メンテナンスレベルスコアが未入力の場合、メンテナンスレベルスコア＝360点（中間点）として、各設備（建築、土木、電気（監視と計装を含む）、機械）の延長係数が計算される。

確定して戻る

メンテナンスレベルスコア評価基準

最も近いと思われる評価レベルをチェックして下さい。全ての評価項目をチェックしないと、評価ポイントは有効なりません。

評価項目	評価レベル	score	スコア
技術スタッフの充実度	○ 維持管理を行うための技術スタッフが必要十分数確保されている	100	40
	○ 維持管理を行うための技術スタッフがある程度確保されている	80	
	● 維持管理を行うための技術スタッフが十分ではない。	40	
	○ 維持管理を行うための技術スタッフが明らかに不足している。	20	
予防保全への取り組み	○ 故障が発生する前に部品交換やオーバーホール等の必要な対応を行っている。	100	80
	● どちらかというと、故障が発生する前に部品交換やオーバーホール等の必要な対応を行っている。	80	
	○ 事故や故障が発生してから対応がほとんどである。	40	
	○ いつも事故や故障が発生してから対応している。対応が遅れる場合もある。	20	
マニュアルの充実度	○ 施設点検等に必要なマニュアルやチェックシートが充実している。また、内容も適宜更新されている。	100	80
	● 施設点検等に必要なマニュアルやチェックシートがあるが、見直しを行う必要を感じている。	80	
	○ 施設点検等に必要なマニュアルを作成中、あるいは作成する必要性を認識している。	40	
	○ 施設点検等に必要なマニュアルがない。どのように作成したらよいかわからない。	20	
点検・修繕履歴の管理	○ 点検・修繕履歴を適切に管理し、過去の履歴から将来の施設整備計画を策定している。	100	80
	● 点検・修繕履歴を管理しているが、管理面での課題もある。	80	
	○ 点検・修繕履歴はある程度は管理しているが、過去の履歴で逸散してしまったものも多い。	40	
	○ 点検・修繕履歴を適切に管理していない。過去の履歴もほとんどが逸散している。	20	
更新・修繕等の状況	○ 必要な修繕が確実に行われ、独自の基準に基づき施設が適切に更新されている。	100	80
	● 必要に応じて修繕が行われ、施設更新もある程度実施されている。	80	
	○ 必要最低限の修繕が行われ、施設更新の明確な基準もない。	40	
	○ 必要な修繕も先送りされることが多く、法定耐用年数を大きく超えて施設運用がなされている。	20	
更新・修繕等に必要な予算	○ 更新・修繕等に必要な予算が確実に認められている。	100	80
	● 更新・修繕等に必要な予算はほぼ認められている。	80	
	○ 更新・修繕に必要な予算は最低限度認められている。	40	
	○ 更新・修繕等に必要な予算がほとんど認められていない。	20	
評価ポイント		440	

図 4 メンテナンスレベル入力画面

表 3 設備の法定耐用年数に対する延長係数β

建築構造物（設備）	$\beta = 0.4027\text{Ln}(x) - 1.0614$	x = メンテナンスレベルスコア（図 4、図 5、図 6 参照） Aqua10 研究成果（浄水場へのヒアリング）より算出した近似式（図 5）を基本とし、電気設備（監視と計装を含む）は耐用年数を 20→15 年に見直し再計算（図 6）した。
土木構造物（設備）	$\beta = 0.4406\text{Ln}(x) - 1.247$	
電気設備 （監視と計装を含む）	$\beta = 0.4644\text{Ln}(x) - 0.9579$	
機械設備	$\beta = 0.2907\text{Ln}(x) - 0.3401$	
法定耐用年数：アセットマネジメント「簡易支援ツール」の記載に準ずる 建築構造物 50 年、土木構造物 60 年、電気設備（監視と計装を含む）15 年、機械設備 15 年		

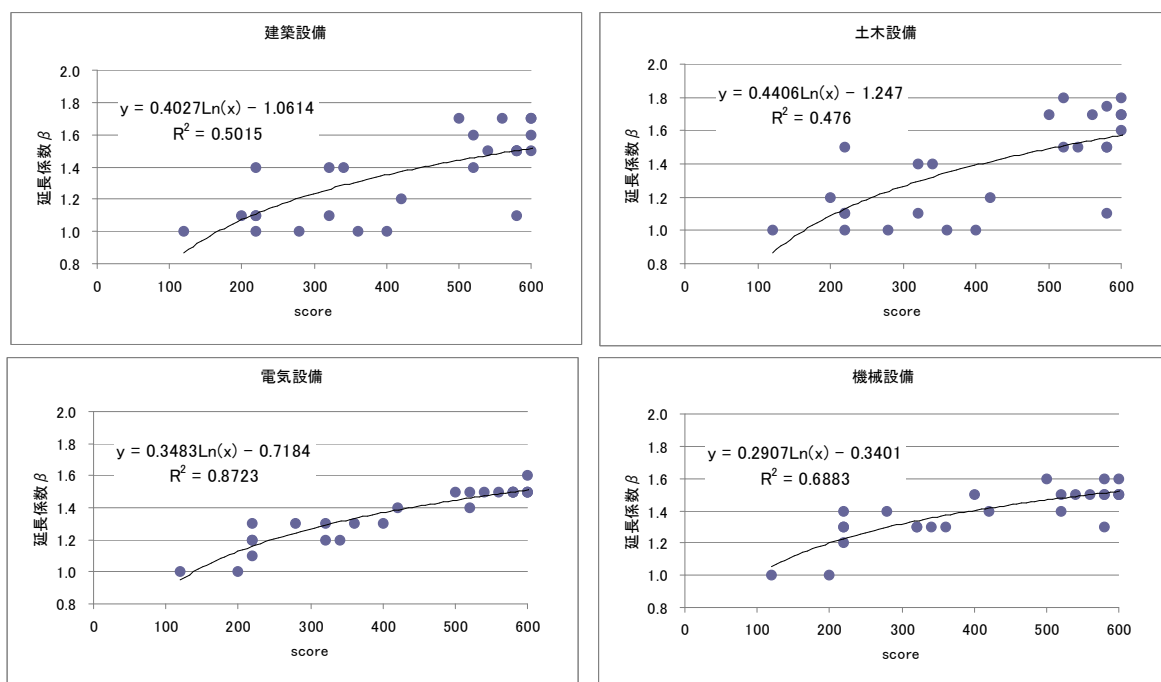


図 5 メンテナンスレベルスコアと延長係数の関係 (Aqua10 研究成果より抜粋)

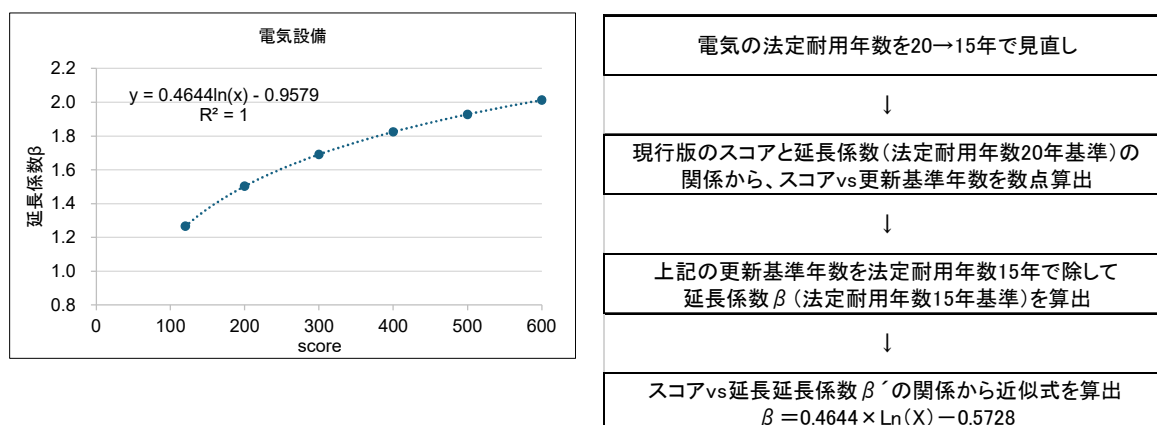


図 6 メンテナンスレベルスコアと延長係数の関係
(電気設備(監視と計装を含む)の近似式を見直し)

・建設(更新)年

建設(更新)年として主たる建築構造物、土木構造物、電気設備(監視と計装を含む)、機械設備の建設年あるいは最新の更新年を各々入力する。

※取得金額よりも先に入力することによって、取得金額を入力するときに参照金額を利用(参考となる金額の表示あるいは参考となる金額を転記)可能となる。

建設(更新)年は、設備の健全度評価、影響水量、損失額、故障時の追加修繕費、最初の更新年などに影響する。

・取得金額

資産管理台帳を基に入力することを前提としているが、先に“建設（更新）年”を入力しておけば“参照金額”を利用することも可能である。単に、更新シナリオによって、総費用がどの程度変化するかを見たい場合、“参照金額”をそのまま入力すると便利である。

参照金額はシミュレータの入力操作を簡略化するために、シミュレータ内にデータベースとして用意した設備費のことである。参照金額の基となるデータは、「水道事業の再構築に関する施設更新費用算定の手引き」を基に、建築、土木、電気（監視と計装を含む）、機械といった設備分類に費用を算出する計算式を作成^{*}した。

浄水処理における選択フローの取得金額や、追加設備、排水処理設備等を選択した際に加算される取得金額について、算出対象となる施設及び設備分類を表 4 に、その際の建設費計算式を表 5 に示す。

※取得金額の補正に関して

「水道事業の再構築に関する施設更新費用算定の手引き」には、「施設別工事実績調査の結果をもとに、統計的に取りまとめたものであり、すべての工事にそのまま適用できるものではなく、あくまでも全国平均的な概算工事費用を示していることに留意する必要がある。」との記載がある。

本シミュレータでは、①アンケートで得られた取得金額と②水道事業の再構築に関する施設更新費用算定額をデフレータ処理により現在価格換算したのちに、①÷②の設備比率を算出し、その 80 パーセンタイル値を補正係数（急速ろ過：1.46、膜ろ過：1.24、緩速ろ過：0.99）として、上記の取得金額に乗じることで、平均より多くの水道事業体で活用できるよう補正を行った。

表 4 建設費取得金額算出における対象施設及び設備分類

		浄水処理													追加設備	排水処理				
		着水井	急速攪拌池	フロック形成池	沈澱池（横流式傾斜板式等）	急速ろ過池（重力式等）	膜処理施設	緩速ろ過池	オゾン処理施設	活性炭処理施設（粒状）	薬品注入施設	塩素混和池	中央監視操作施設	浄水池・ポンプ井	紫外線処理施設	活性炭処理施設（粉末）	排水池・排泥池	濃縮槽	天日乾燥床	機械脱水機施設
設備分類	土木構造物	土	土	土	土	土	※	土	※	※		土		土	※	※	土	土	土	
	建築構造物						※		※	※	建				※	※				建
	機械設備	機	機	機	機	機	一式		一式	一式		機			一式	一式	機	機		機
	電気設備（監視と計装を含む）	電	電	電	電	電	※		※	※	電		電		※	※	電	電		電
1	消毒のみ	●									●	●	●	●						
2	紫外線＋消毒	●									●	●	●	●	●					
3	凝集＋急速ろ過	●	●			●					●	●	●	●						
4	凝集＋沈澱/前ろ過＋急速ろ過	●	●	●	●	●					●	●	●	●						
5	粉末炭＋凝集＋沈澱/前ろ過＋急速ろ過	●	●	●	●	●					●	●	●	●		●				
6	凝集＋沈澱/前ろ過＋粒状炭＋急速ろ過	●	●	●	●	●				●	●	●	●	●						
7	凝集＋沈澱/前ろ過＋オゾン＋粒状炭＋急速ろ過	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●						
8	膜ろ過	●					●				●	●	●	●						
9	凝集＋膜ろ過	●	●				●				●	●	●	●						
10	凝集＋沈澱/前ろ過＋膜ろ過	●	●	●	●		●				●	●	●	●						
11	粉末炭＋凝集＋膜ろ過	●	●				●				●	●	●	●		●				
12	粉末炭＋凝集＋沈澱/前ろ過＋膜ろ過	●	●	●	●		●				●	●	●	●		●				
13	粒状炭＋膜ろ過	●					●				●	●	●	●	●					
14	粒状炭＋凝集＋膜ろ過	●	●				●				●	●	●	●	●					
15	凝集＋沈澱/前ろ過＋粒状炭＋膜ろ過	●	●	●	●		●				●	●	●	●	●					
16	凝集＋沈澱/前ろ過＋オゾン＋粒状炭＋膜ろ過	●	●	●	●		●		●	●	●	●	●	●	●					
17	緩速ろ過	●						●			●	●	●	●	●					
18	普通沈澱＋緩速ろ過	●			●			●			●	●	●	●	●					
19	凝集＋沈澱/前ろ過＋緩速ろ過	●	●	●	●			●			●	●	●	●	●					
20	粉末炭＋凝集＋沈澱/前ろ過＋緩速ろ過	●	●	●	●			●			●	●	●	●	●		●			
21	普通沈澱＋粒状炭＋緩速ろ過	●			●			●			●	●	●	●	●					
22	凝集＋沈澱/前ろ過＋粒状炭＋緩速ろ過	●	●	●	●			●			●	●	●	●	●					
※（追加設備 選択） 紫外線															●					
※（追加設備 選択） 粉末活性炭																●				
※（排水処理 選択） 天日乾燥床																	●	●	●	
※（排水処理 選択） 機械脱水機																	●	●		●
【除外】浅井戸、深井戸、沈砂池、送配水ポンプ施設（浄水場内）、管理本館、受配電施設、自家発電施設、場内配管、場内整備など																				
注：「※※一式※」について 膜処理施設、オゾン処理施設、活性炭処理施設（粒状）、紫外線処理施設、活性炭処理施設（粉末）の施設は「水道事業の再構築に関する施設更新費用算定の手引き」では土建機電一式で算出されているが、アセットマネジメント「簡易支援ツール」に準じて、本シミュレータ中では機械設備の費用として計上している。																				

表 5 浄水フローごとの建設費（参照金額）の基本計算式

浄水フロー	設備分類	傾き a	切片 b
消毒のみ	土木	5,092	266,200,000
	建築	124.4	65,450,000
	機械	1,366	135,800,000
	電気（監視と計装を含む）	18,500	210,700,000
紫外線＋消毒	土木	5,092	266,200,000
	建築	124.4	65,450,000
	機械	15,400	190,800,000
	電気（監視と計装を含む）	18,500	210,700,000
凝集＋急速ろ過	土木	19,750	381,300,000
	建築	124.4	65,450,000
	機械	10,310	251,100,000
	電気（監視と計装を含む）	19,640	353,700,000
凝集＋沈澱/前ろ過＋急速ろ過	土木	31,740	411,200,000
	建築	124.4	65,450,000
	機械	25,280	230,400,000
	電気（監視と計装を含む）	21,900	379,500,000
凝集＋沈澱/前ろ過＋粒状炭＋急速ろ過	土木	31,740	411,200,000
	建築	124.4	65,450,000
	機械	28,510	659,900,000
	電気（監視と計装を含む）	21,900	379,500,000
凝集＋沈澱/前ろ過＋オゾン＋粒状炭＋急速ろ過	土木	31,740	411,200,000
	建築	124.4	65,450,000
	機械	31,990	1,711,000,000
	電気（監視と計装を含む）	21,900	379,500,000
膜ろ過	土木	5,092	266,200,000
	建築	124.4	65,450,000
	機械	27,200	667,800,000
	電気（監視と計装を含む）	18,500	210,700,000
凝集＋膜ろ過	土木	5,340	319,300,000
	建築	124.4	65,450,000
	機械	27,320	677,700,000
	電気（監視と計装を含む）	18,640	222,300,000
凝集＋沈澱/前ろ過＋膜ろ過	土木	17,340	349,200,000
	建築	124.4	65,450,000
	機械	42,290	657,000,000
	電気（監視と計装を含む）	20,900	248,100,000
粒状炭＋膜ろ過	土木	5,092	266,200,000
	建築	124.4	65,450,000
	機械	30,430	1,097,000,000
	電気（監視と計装を含む）	18,500	210,700,000
粒状炭＋凝集＋膜ろ過	土木	5,340	319,300,000
	建築	124.4	65,450,000
	機械	30,550	1,107,000,000
	電気（監視と計装を含む）	18,640	222,300,000

表 5（続き） 浄水フローごとの建設費（参照金額）の基本計算式

浄水フロー	設備分類	傾き a	切片 b
凝集＋沈澱/前ろ過＋粒状炭＋膜ろ過	土木	17,340	349,200,000
	建築	124.4	65,450,000
	機械	45,520	1,086,000,000
	電気（監視と計装を含む）	20,900	248,100,000
凝集＋沈澱/前ろ過＋オゾン＋粒状炭＋膜ろ過	土木	17,340	349,200,000
	建築	124.4	65,450,000
	機械	49,000	2,138,000,000
	電気（監視と計装を含む）	20,900	248,100,000
緩速ろ過	土木	34,770	418,900,000
	建築	124.4	65,450,000
	機械	1,366	135,800,000
	電気（監視と計装を含む）	18,500	210,700,000
普通沈澱＋緩速ろ過	土木	44,280	395,700,000
	建築	124.4	65,450,000
	機械	13,360	95,280,000
	電気（監視と計装を含む）	20,390	224,900,000
凝集＋沈澱/前ろ過＋緩速ろ過	土木	47,020	501,900,000
	建築	124.4	65,450,000
	機械	16,460	125,000,000
	電気（監視と計装を含む）	20,900	248,100,000
普通沈澱＋粒状炭＋緩速ろ過	土木	44,280	395,700,000
	建築	124.4	65,450,000
	機械	16,590	524,800,000
	電気（監視と計装を含む）	20,390	224,900,000
凝集＋沈澱/前ろ過＋粒状炭＋緩速ろ過	土木	47,020	501,900,000
	建築	124.4	65,450,000
	機械	19,690	554,500,000
	電気（監視と計装を含む）	20,900	248,100,000
以下、付加設備			
機械脱水機	土木	3,726	124,400,000
	建築	2,080	56,900,000
	機械	5,588	379,500,000
	電気（監視と計装を含む）	869.3	250,500,000
天日乾燥床	土木	3,726	124,400,000
	建築	－	－
	機械	869.3	138,800,000
	電気（監視と計装を含む）	372.6	120,100,000
紫外線	土木	－	－
	建築	－	－
	機械	14,030	55,030,000
	電気（監視と計装を含む）	－	－
粉末炭	土木	－	－
	建築	－	－
	機械	2,732	222,500,000
	電気（監視と計装を含む）	－	－

・建設費（参照金額）は、計画浄水量（公称能力）の一次式（ $y = ax + b$ ）で算出する。

設備費の参照金額算出方法を表 6 に示す。

表 6 設備費の参照金額算出方法

	計算式・条件	根拠・出典
Step1 設備基準金額の設定 (設備分類ごと)	選択した浄水フロー及び現状の計画浄水量 x から表 5 の浄水フローごとの建設費(参照金額)の基本計算式 ($y=ax+b$)により、設備分類ごとの取得金額を算出する。	表 5 浄水フローごとの建設費(参照金額)の基本計算式
Step2 設備基準金額の補正	基準設備費(補正) = 基準設備費 $\times$ 補正係数 補正係数： (急速ろ過) 1.46、(膜ろ過) 1.24、(緩速ろ過) 0.99	A-MODELS アンケート結果
Step3 取得年の価格	取得年の金額 = 基準設備費補正 $\times$ デフレータ	表 8 デフレータ

上表の Step1 での参照金額算出例と相対設備費率を表 7 に示す。

表 7 設備費の参照金額算出例と相対設備費率

	設備費(百万円)			相対設備費率		
	1,000 m ³ /日	20,000 m ³ /日	100,000 m ³ /日	1,000 m ³ /日	20,000 m ³ /日	100,000 m ³ /日
消毒のみ	703	1,180	3,190	0.603	0.442	0.354
紫外線+消毒	772	1,520	4,640	0.663	0.568	0.517
凝集+急速ろ過	1,100	2,050	6,030	0.945	0.768	0.671
凝集+沈澱/前ろ過+急速ろ過	1,170	2,670	8,990	1.000	1.000	1.000
粉末炭+凝集+沈澱/前ろ過+急速ろ過	1,390	2,940	9,490	1.190	1.100	1.060
凝集+沈澱/前ろ過+粒状炭+急速ろ過	1,600	3,160	9,740	1.370	1.190	1.080
凝集+沈澱/前ろ過+オゾン+粒状炭+急速ろ過	2,650	4,280	11,100	2.280	1.610	1.240
膜ろ過	1,260	2,230	6,300	1.080	0.835	0.701
凝集+膜ろ過	1,340	2,310	6,430	1.150	0.867	0.715
凝集+沈澱/前ろ過+膜ろ過	1,400	2,930	9,390	1.200	1.100	1.040
粉末炭+凝集+膜ろ過	1,560	2,590	6,920	1.340	0.971	0.770
粉末炭+凝集+沈澱/前ろ過+膜ろ過	1,630	3,210	9,880	1.390	1.200	1.100
粒状炭+膜ろ過	1,690	2,720	7,050	1.450	1.020	0.785
粒状炭+凝集+膜ろ過	1,770	2,810	7,180	1.520	1.050	0.799
凝集+沈澱/前ろ過+粒状炭+膜ろ過	1,830	3,430	10,100	1.570	1.280	1.130
凝集+沈澱/前ろ過+オゾン+粒状炭+膜ろ過	2,890	4,550	11,500	2.480	1.710	1.280
緩速ろ過	886	1,930	6,310	0.760	0.722	0.701
普通沈澱+緩速ろ過	859	2,340	8,600	0.737	0.879	0.956
凝集+沈澱/前ろ過+緩速ろ過	1,020	2,630	9,390	0.879	0.986	1.040
粉末炭+凝集+沈澱/前ろ過+緩速ろ過	1,250	2,910	9,890	1.070	1.090	1.100
普通沈澱+粒状炭+緩速ろ過	1,290	2,840	9,350	1.110	1.060	1.040
凝集+沈澱/前ろ過+粒状炭+緩速ろ過	1,460	3,120	10,100	1.250	1.170	1.130

※相対設備費率：凝集+沈澱/前ろ過+急速ろ過の設備費に対する当該フローの設備費の比率

建設（更新）年時の金額を現在価格に換算するためのデフレータを表 8 に示す。

なお、本デフレータの基準年度は入力最新年度（初期値 2023 年度）に自動計算され、2024 年度以降はユーザー側にて入力する必要がある

表 8 デフレータ

年度	治水事業	下水道	上・工業用水	補正值	出力デフレータ値 D	年度	治水事業	下水道	上・工業用水	補正值	出力デフレータ値 D
1900	0.0017	—	—	0.022	0.017	1963	—	22.2	—	22.2	17.522
1901	0.0017	—	—	0.022	0.017	1964	—	23.0	—	23.0	18.153
1902	0.0017	—	—	0.022	0.017	1965	—	23.7	—	23.7	18.706
1903	0.0017	—	—	0.022	0.017	1966	—	25.3	—	25.3	19.968
1904	0.0016	—	—	0.022	0.017	1967	—	26.7	—	26.7	21.073
1905	0.0017	—	—	0.023	0.018	1968	—	27.5	—	27.5	21.705
1906	0.0018	—	—	0.025	0.020	1969	—	29.5	—	29.5	23.283
1907	0.0021	—	—	0.028	0.022	1970	—	31.7	—	31.7	25.020
1908	0.0022	—	—	0.030	0.024	1971	—	32.4	—	32.4	25.572
1909	0.0022	—	—	0.029	0.023	1972	—	34.3	—	34.3	27.072
1910	0.0022	—	—	0.029	0.023	1973	—	43.8	—	43.8	34.570
1911	0.0023	—	—	0.031	0.024	1974	—	53.1	—	53.1	41.910
1912	0.0024	—	—	0.032	0.025	1975	—	53.7	—	53.7	42.384
1913	0.0024	—	—	0.032	0.025	1976	—	57.6	—	57.6	45.462
1914	0.0024	—	—	0.032	0.025	1977	—	60.5	—	60.5	47.751
1915	0.0023	—	—	0.031	0.024	1978	—	64.6	—	64.6	50.987
1916	0.0024	—	—	0.032	0.025	1979	—	70.2	—	70.2	55.406
1917	0.0030	—	—	0.040	0.032	1980	—	76.5	—	76.5	60.379
1918	0.0040	—	—	0.054	0.043	1981	—	77.4	—	77.4	61.089
1919	0.0059	—	—	0.079	0.062	1982	—	77.6	—	77.6	61.247
1920	0.0079	—	—	0.105	0.083	1983	—	77.5	—	77.5	61.168
1921	0.0065	—	—	0.087	0.069	1984	—	78.8	—	78.8	62.194
1922	0.0070	—	—	0.093	0.073	1985	—	—	77.7	77.7	61.326
1923	0.0070	—	—	0.094	0.074	1986	—	—	76.8	76.8	60.616
1924	0.0067	—	—	0.089	0.070	1987	—	—	77.3	77.3	61.010
1925	0.0064	—	—	0.085	0.067	1988	—	—	78.7	78.7	62.115
1926	0.0062	—	—	0.082	0.065	1989	—	—	82.4	82.4	65.036
1927	0.0059	—	—	0.078	0.062	1990	—	—	85.3	85.3	67.324
1928	0.0058	—	—	0.078	0.062	1991	—	—	87.6	87.6	69.140
1929	0.0057	—	—	0.075	0.059	1992	—	—	88.6	88.6	69.929
1930	0.0046	—	—	0.061	0.048	1993	—	—	88.4	88.4	69.771
1931	0.0041	—	—	0.055	0.043	1994	—	—	88.6	88.6	69.929
1932	0.0041	—	—	0.054	0.043	1995	—	—	88.8	88.8	70.087
1933	0.0041	—	—	0.055	0.043	1996	—	—	88.5	88.5	69.850
1934	0.0041	—	—	0.055	0.043	1997	—	—	89.4	89.4	70.560
1935	0.0042	—	—	0.056	0.044	1998	—	—	88.0	88.0	69.455
1936	0.0042	—	—	0.056	0.044	1999	—	—	87.0	87.0	68.666
1937	0.0050	—	—	0.066	0.052	2000	—	—	87.2	87.2	68.824
1938	0.0055	—	—	0.073	0.058	2001	—	—	85.6	85.6	67.561
1939	0.0065	—	—	0.087	0.069	2002	—	—	85.0	85.0	67.088
1940	0.0075	—	—	0.100	0.079	2003	—	—	86.0	86.0	67.877
1941	0.0083	—	—	0.111	0.088	2004	—	—	87.5	87.5	69.061
1942	0.0086	—	—	0.115	0.091	2005	—	—	89.0	89.0	70.245
1943	0.0100	—	—	0.132	0.104	2006	—	—	90.6	90.6	71.507
1944	0.0136	—	—	0.181	0.143	2007	—	—	93.5	93.5	73.796
1945	0.0509	—	—	0.677	0.534	2008	—	—	98.8	98.8	77.979
1946	0.1035	—	—	1.376	1.086	2009	—	—	94.0	94.0	74.191
1947	0.2446	—	—	3.253	2.567	2010	—	—	94.1	94.1	74.270
1948	0.0680	—	—	0.905	0.714	2011	—	—	95.3	95.3	75.217
1949	0.2554	—	—	3.397	2.681	2012	—	—	94.7	94.7	74.743
1950	0.7750	—	—	10.308	8.136	2013	—	—	96.6	96.6	76.243
1951	—	13.3	—	13.3	10.497	2014	—	—	99.5	99.5	78.532
1952	—	14.3	—	14.3	11.287	2015	—	—	100.0	100.0	78.927
1953	—	15.3	—	15.3	12.076	2016	—	—	100.1	100.1	79.006
1954	—	15.3	—	15.3	12.076	2017	—	—	102.0	102.0	80.505
1955	—	15.4	—	15.4	12.155	2018	—	—	105.8	105.8	83.504
1956	—	17.1	—	17.1	13.496	2019	—	—	108.9	108.9	85.951
1957	—	18.1	—	18.1	14.286	2020	—	—	108.9	108.9	85.951
1958	—	17.5	—	17.5	13.812	2021	—	—	113.7	113.7	89.740
1959	—	17.9	—	17.9	14.128	2022	—	—	122.7	122.7	96.843
1960	—	19.0	—	19.0	14.996	2023	—	—	126.7	126.7	100.000
1961	—	21.0	—	21.0	16.575	2024					
1962	—	21.8	—	21.8	17.206	2025					

※1900～1950 年度は下水道、上・工業用水道の数値が存在しないため、治水事業の数値を採用

3.3 入力情報（2）その1 更新シナリオの条件

ここでは、更新後のシナリオに関する情報を入力するもので、更新時に浄水量及び浄水フローを変更するシナリオを選択する場合に必要な情報を入力する。入力情報がシミュレーション結果に反映される。入力項目、記載内容、単位等を表 9 に、入力画面を図 7 に示す。

表 9 入力情報（2）の項目

項目	計算式・記載内容	単位	入力の要否 ◎：必須 計算に必要 ○：任意 計算に影響 △：任意 計算に影響なし
更新する場合の 計画浄水量	施設能力を入力	m ³ /日	◎
◆原水水質	「現状の原水水質」「将来予想される原水水質」のどちらか一方、又は、両方を入力する		
濁度	0.1 度以下、0.1 度超～2 度以下、 2 度超～10 度以下、10 度超～30 度以下、 30 度超～100 度以下、 100 度超～828.9 度以下	度	◎
TOC	1 mg/L 以下、1 mg/L 超～1.5 mg/L 以下、 1.5 mg/L 超～3 mg/L 以下、 3 mg/L 超～9.8 mg/L 以下	mg/L	◎
かび臭	1 ng/L 以下、1 ng/L 超～3 ng/L 以下、 3 ng/L 超～5 ng/L 以下、 5 ng/L 超～10 ng/L 以下、 10 ng/L 超～25 ng/L 以下、 25 ng/L 超～50 ng/L 以下、 50 ng/L 超～740 ng/L 以下	ng/L	◎
THMFP	0.015 mg/L 以下、 0.015 mg/L 超～0.04 mg/L 以下、 0.04 mg/L 超～0.07 mg/L 以下、 0.07 mg/L 超～0.245 mg/L 以下	mg/L	◎
◆浄水水質	要求される浄水水質		
要求される浄水水質 濁度	2 度以下、0.1 度以下、0.01 度以下	度	◎
要求される浄水水質 TOC	3.0 mg/L 以下、1.5 mg/L 以下、 1.0 mg/L 以下	mg/L	◎
要求される浄水水質 かび臭	10 ng/L 以下、5 ng/L 以下、3 ng/L 以下、 1 ng/L 以下	ng/L	◎
要求される浄水水質 THMFP	0.1 mg/L 以下、0.04 mg/L、0.015 mg/L 以下	mg/L	◎
要求される浄水水質 TOC	3.0 mg/L 以下、1.5 mg/L 以下、 1.0 mg/L 以下	mg/L	◎
◆原水レベル(出力情報)	原水水質情報を入力すると自動的に表示		
濁度	低-1、低、中、高、高高、高高高	-	-
TOC	低-1、低、中、高	-	-
かび臭	低-2、低-1、低、中、高、高高、高高高	-	-
THM	低-1、低、中、高	-	-
◆浄水レベル(出力情報)	浄水水質を入力すると自動的に表示		

項目	計算式・記載内容	単位	入力の要否 ◎：必須 計算に必要 ○：任意 計算に影響 △：任意 計算に影響なし
濁度	水質基準、標準選定指標、参考選定指標	-	-
TOC	水質基準、標準選定指標、参考選定指標	-	-
かび臭	水質基準、標準選定指標、 参考選定指標 1、参考選定指標 2	-	-
THM	水質基準、標準選定指標、参考選定指標	-	-
◆推奨プロセス (出力情報)	原水レベルと浄水レベルに応じて自動的に表示		
濁度除去プロセス	不要、(凝集+)膜ろ過、凝集+急速ろ過 緩速ろ過、凝集+沈澱/前ろ過+急速ろ過 (凝集+)(沈澱/前ろ過+)膜ろ過 普通沈澱+緩速ろ過 凝集+沈澱/前ろ過+緩速ろ過、	-	-
有機物除去プロセス	不要、凝集、粉末炭、粒状炭 オゾン+粒状炭	-	-
◆希望フロー	「推奨プロセス」参考に入力		
ろ過方式	消毒のみ、緩速ろ過、急速ろ過、膜ろ過	-	◎
前処理+高度浄水処理	凝集、沈澱/前ろ過、粒状炭 粒状炭+凝集、凝集+沈澱/前ろ過、粒状炭 凝集+沈澱/前ろ過+オゾン+粒状炭	-	◎
粉末炭の有無	有、無	-	◎
粉末炭平均注入率	粉末炭有の場合に入力。粉末炭有だが平均注入率が入力されない場合はデフォルト値(10 mg/L)として計算される	mg/L	○
粉末炭注入日数	粉末炭有の場合に入力。粉末炭有だが注入日数が入力されない場合はデフォルト値(365 日)として計算される	日/年	○
紫外線処理の有無	有、無	-	◎
排水処理	天日乾燥床、機械脱水機。選択しない場合はリセットする	-	○
◆現在の浄水フロー (出力情報)	入力情報(1)で設定した情報を反映して自動的に浄水フローが表示される		

入力情報(2)

III. 浄水量の情報

19. 更新する場合の計画浄水量 (施設能力)	?	12,000 m ³ /
----------------------------	---	-------------------------

IV. 推奨浄水プロセスの情報

原水水質、浄水水質は最大値で選択して下さい

	現状の原水水質	将来予想される原水水質	要求される浄水水質
20. 濁度	?	2度超～10度以下	30度超～100度以下
21. TOC	?	1.5mg/L超～3mg/L以下	3mg/L超～9.8mg/L以下
22. かび臭	?	50ng/L超～740ng/L以下	25ng/L超～50ng/L以下
23. THMFP	?	0.015mg/L超～0.04mg/L以下	0.07mg/L超～0.245mg/L以下

※「現状の原水水質」、「将来予想される原水水質」のどちらか一方もしくは「両方」入力して下さい。

プロセス選定

原水レベル(水質が良好な順に) 低-2、低-1、中、高、高高、高高高
浄水レベル(水質が良好な順に) 参考選定指標、標準選定指標、水質基準

	原水レベル	浄水レベル	推奨プロセス
濁度	高高	標準選定指標	凝集+沈澱/前ろ過+急速ろ過or (凝集+沈澱/前ろ過+膜ろ過)
有機物	TOC	高	標準選定指標
	かび臭	高高	標準選定指標
	THM	高	参考選定指標

希望フロー

※「推奨プロセス」を参考に入力下さい。

24. ろ過方式	?	急速ろ過
25. 前処理+高度浄水処理	?	凝集+沈澱/前ろ過
26. 粉末炭の有無	?	● 有 ○ 無
粉末炭平均注入率	?	10 mg/L
粉末炭注入日数	?	60 日/年
27. 紫外線処理の有無	?	○ 有 ● 無
28. 排水処理	?	○ 天日乾燥 ○ 機械脱水機

全ての水質項目に対して処理プロセスが不要となった場合、原水が地下水で鉄、マンガンを含むときは希望フロー「凝集+急速ろ過」を選択して下さい。

現在の浄水フロー

急速ろ過
凝集+沈澱/前ろ過+オゾン+粒状炭
有
無

図 7 入力情報 (2) の入力画面

- ・更新する場合の計画浄水量 (日最大)

将来、計画浄水量の増減が予想される場合、更新する場合の計画浄水量 (m³/日) を入力する。

この数値は、浄水フローあるいは希望フローと併せて設備費の算出、浄水処理に関する運転費、故障した場合の追加修繕費に用いられる。

- ・推奨浄水プロセスの情報

濁度、TOC、かび臭 (ジェオスミン若しくは 2-MIB 濃度のいずれか高い方)、トリハロメタン生成能 (THMFP) について、現状の原水水質ないし将来予想される原水水質の区分を選択する。現状と将来予想される原水水質の両方を選択した場合、推奨プロセスの選定では将来予想される原水水質 (原水区分) が用いられる。

プロセス選定にあたっては、本研究と並行して実施した「浄水システム選定の手引き」の成果において、原水区分と浄水区分 (水道水質基準、標準選定指標、参考選定指標) に応じて、適切な浄水プロセスが選定されるシステムを提案している (表 10)。

濁度、TOC、かび臭 (ジェオスミン若しくは 2-MIB 濃度のいずれか高い方)、総トリハロメタン生成能あるいは総トリハロメタン (THMFP/THM) の原水区分浄水区分を入力することにより、推奨される濁度除去プロセス群 (ろ過方式ごと) 及び有機物除去プロセス群が複数提示される。

なお、原水水質が原水区分の最高値を超過する場合は、最も高い区分を選定する。

この場合、本研究と並行して実施した「浄水システム選定の手引き」においてデータ取扱いがないことから、選定されたプロセス群は参考として取り扱われたい。

浄水区分のうち、「標準選定指標」は、処理プロセスを選定するための標準的な指標であり、浄水場で適切な運転管理が行われている場合に達成可能な値として、水道統計より全浄水場の出口濃度の年間最大値で累積頻度 90 %値を参考に設定した値である。一方、「参考選定指標」は、標準選定指標において選定される処理プロセスの性能差を可視化するために設定した値である。なお、本指標は事業体が置かれたそれぞれの事情において、処理性能を強化したい場合にプロセス選定のために活用することも可能である。

表 10 標準選定指標と参考選定指標の定義とその設定値

浄水区分		標準選定指標	参考選定資料
定義		➤ 浄水プロセスを選定するための標準的な指標 ➤ 浄水場で適切な運転管理が行われている場合に十分達成可能な値として設定した ➤ 水道統計の浄水場出口濃度の年間最大値累積頻度の 90 %値を目安に設定した値	➤ 標準選定指標に示される浄水プロセスがどこまで処理が可能かを可視化するために設定した指標 ➤ 事業体が置かれた事情において、処理性能を強化したい場合にプロセス選定のために活用することもできる
設定値	濁度	0.1 度	0.01 度
	TOC	1.5 mg/L	1.0 mg/L
	かび臭	5 ng/L	3 ng/L、1 ng/L
	総トリハロメタン	0.040 mg/L	0.015 mg/L

原水区分と浄水区分の設定により複数提示される推奨プロセス群は、基本的にそれぞれの設定値を満足する割合（達成率）が標準選定指標では 70 %以上、参考選定指標では 50 %以上の浄水プロセス群を提示している。

上記達成率は、**A-MODELS** において実施したアンケートデータ及び過年度研究（**e-WaterII**）データを整理・解析したものである。

・希望フロー

表 11 に基本システム一覧表を示す。本表は濁度除去プロセス群を列、有機物除去プロセス群を行として構成したものであり、推奨プロセスの情報で提示された各除去プロセス群が交差する浄水システムを基本として希望システムを選定する。空欄セルは濁度除去プロセス群と有機物除去プロセス群との組み合わせが不適合若しくは採用実績がない、あるいはほとんど見受けられないことを踏まえ、非推奨であることを示す。

基本システム一覧表（表 11）を参考にして、希望システムを選択する。希望するシステムと現状のシステムが一致する場合は希望システムを選択しなくてよい。又は、V シナリオの選択（図 8）でシナリオ 3 とシナリオ 5 を選択から外しても同様である。なお、希望システムを「凝集＋沈澱/前ろ過」「凝集＋沈澱/前ろ過＋粒状炭」又は「凝集＋沈澱/前ろ過＋オゾン＋粒状炭」とした場

合、粉末炭の有無のセルが選択できるようになり、「有」を選択すると“粉末炭平均注入率(mg/L)”と“粉末炭注入日数(日/年)”を入力するセルが出現する。各々未入力の場合、平均注入率 10 mg/L、注入日数 365 日/年として運転費中の変動費が計算される。

本シミュレータでは、基本的に原水が表流水であることを想定して、4 つの水質項目（濁度、TOC、かび臭、総トリハロメタン）を用いて推奨浄水プロセスを選定しているが、原水が地下水の場合でも、除去対象物質が鉄とマンガンのみで、現状の浄水プロセスが「凝集＋沈澱/前ろ過＋急速ろ過」であれば、希望システムとして「凝集＋急速ろ過」を選択することは可能である。

表 11 基本システム一覧表

濁度除去プロセス										
		不要	急速ろ過		膜ろ過			緩速ろ過		
有機物除去プロセス	不要	消毒のみ 又は 紫外線	凝集 +急速ろ過	凝集 +沈澱/前ろ過	膜ろ過	凝集 +膜ろ過	凝集 +沈澱/前ろ過	緩速ろ過	普通沈澱 +緩速ろ過	凝集 +沈澱/前ろ過
	凝集	-		+急速ろ過	-		+膜ろ過	-	-	+緩速ろ過
	粉末炭	-	-	粉末炭 +凝集 +沈澱/前ろ過 +急速ろ過	-	粉末炭 +凝集 +膜ろ過	粉末炭 +凝集 +沈澱/前ろ過 +膜ろ過	-	-	粉末炭 +凝集 +沈澱/前ろ過 +緩速ろ過
	粒状炭	-	-	凝集 +沈澱/前ろ過 +粒状炭 +急速ろ過	粒状炭 +膜ろ過	粒状炭 +凝集 +膜ろ過	凝集 +沈澱/前ろ過 +粒状炭 +膜ろ過	-	普通沈澱 +粒状炭 +緩速ろ過	凝集 +沈澱/前ろ過 +粒状炭 +緩速ろ過
	オゾン +粒状炭	-	-	凝集 +沈澱/前ろ過 +オゾン +粒状炭 +急速ろ過	-	-	凝集 +沈澱/前ろ過 +オゾン +粒状炭 +膜ろ過	-	-	-

3.4 入力情報（2）その2 各シナリオの内容

シナリオの内容を表 12 に、入力画面を図 8 に示す。

表 12 入力情報（2） シナリオ選択

項目		計算式・記載内容	単位	入力の要否 ◎：必須 計算に必要 ○：任意 計算に影響 △：任意 計算に影響なし
更新年	現状設備の更新時期で更新	入力情報（1）Ⅱ設備分類ごとの情報で入力した、建設（更新）年を起点として更新更新年数は、入力情報（1）13. 更新年数の選択に準じて、法定耐用年数×延長係数、あるいは指定年数で最初の更新をする（既に超過している場合は現在の西暦で更新）	-	◎ ※いずれを必ず選択する
	任意の年に一斉更新	最初の更新年は 2024 年～2074 年で任意に選択、以降は法定耐用年数×延長係数、あるいは指定年数で更新	-	
シナリオの選択	シナリオ 1 更新しない場合（追加修繕のみで対応）	入力情報（1）、Ⅱ. 設備分類ごとの情報で入力した建築、土木、電気（監視と計装を含む）、機械の取得金額に応じて修繕費等を計算	-	○
	シナリオ 2 現状と同じ浄水フロー、水量で更新	再構築の手引き、アンケート結果等に基づき更新費や修繕費等を算出	-	○
	シナリオ 3 希望の浄水フロー、現状と同じ水量で更新	再構築の手引き、アンケート結果等に基づき更新費や修繕費等を算出	-	○ ※任意の年に一斉更新を選択した場合に選択可能
	シナリオ 4 現状と同じ浄水フロー、将来予測の水量で更新	再構築の手引き、アンケート結果等に基づき更新費や修繕費等を算出	-	○
	シナリオ 5 希望の浄水フロー、将来予測の水量で更新	再構築の手引き、アンケート結果等に基づき更新費や修繕費等を算出	-	○ ※任意の年に一斉更新を選択した場合に選択可能

V.シナリオの選択

次回更新年 ☐ 現状設備の更新時期で更新 ☒ 任意の年に一斉更新

☒ シナリオ1 更新しない場合（修繕のみで対応）	2011年
☒ シナリオ2 現状と同じフロー・水量で更新、使用年数はメンテナンスレベルから算出	2019年
☒ シナリオ3 希望フローで更新、水量は現状と同じ、使用年数はメンテナンスレベルから算出	2020年
☒ シナリオ4 現状のフローで更新、水量は将来予測、使用年数はメンテナンスレベルから算出	2021年
☒ シナリオ5 希望フローで更新、水量は将来予測、使用年数はメンテナンスレベルから算出	2022年
	2023年
	2024年
	2025年
	2026年



図 8 シナリオ選択画面

・更新年

“現状設備の更新時期で更新”が“任意の年に一斉更新”を必ず選択する。なお、初期設定は“現状設備の更新時期で更新”となっている。

浄水フローを変更する場合や浄水量を増やす場合、各設備（建築、土木、機械、電気設備（監視と計装を含む））の耐用年数を基準として順次更新するのは非現実的である。よって、このケースでは“任意の年に一斉更新”のみ選択可能とした。

①現状設備の更新時期で更新を選択した場合

シナリオ2とシナリオ4を選択できるが、シナリオ4については“更新する場合の浄水量”が“現状の浄水量”よりも小さい場合にのみ選択可能である。

更新年周期は、各設備（建築、土木、機械、電気設備（監視と計装を含む））の使用年数（更新周期）＝法定耐用年数×延長係数、あるいは指定年数（表2、表3参照）で更新と規定した。このときの最初の更新年は以下のとおり。

最初の更新年（西暦）＝建設（更新）年＋法定耐用年数×延長係数 or 指定年数

（最初の更新年がシミュレーション実施年よりも前の場合、最初の更新年＝現在の年）

本シミュレータは浄水場の全面更新を行う前提で50年間の設備費、運転費を算出するものであるが、土木、建築設備の実耐用年数が長い（土木の場合 法定耐用年数60年×延長係数1.00~1.57）ため、条件によっては土木、建築の更新が一度も発生しない計算結果となる。

シミュレーション実施年から51~100年に発生した土木設備や建築設備の更新については、計算結果画面に表示されるが50年間の総費用には含まれない。

シナリオ 3、シナリオ 5 は希望の浄水フロー（現状とは異なる浄水フロー）で更新を実施する場合のシミュレーションであるが、上記のとおり“現状設備の更新時期で更新”は非現実的であることから選択不可となる。

②任意の年に一斉更新を選択した場合

任意の年に全ての設備（建築構造物、土木構造物、電気設備（監視と計装を含む）、機械）を一斉に更新する。

最初の更新年を本シミュレータの更新年である 2024 年から 50 年後までの 2074 年まで選択できるようにした。

なお、シミュレーション実施年から“一斉更新実施年の前々年まで”の間、各設備が「法定耐用年数×延長係数+1 年」を超過すると追加修繕費（表 13 参照）が発生する。“一斉更新実施年の前々年まで”としたのは、一斉更新の場合は計画的に更新するとの前提で、追加修繕費も計画的なものと考えた。つまり、故障による追加修繕費ではなく予防保全としての修繕費であり、計画的な修繕費なので更新の前年には追加修繕費が発生しないとの想定である。

・シナリオの選択

必ず実行されるシナリオ 1（追加修繕費のみ）を除く浄水施設更新シナリオ（シナリオ 2～シナリオ 5）を選択する。入力条件、更新年により選択可能なシナリオが異なる。

①シナリオ 1（追加修繕費のみ）

ほかのシナリオの比較対照となるため、シミュレーションは必ず実行される。

現状の設備を追加修繕費のみで維持した場合の健全度評価、故障率、影響水量、浄水処理に関する費用（追加修繕費、運転費、損失額）を年単位で計算して、50 年間の総費用を算出する。

②シナリオ 2（現状設備で更新）

現在の浄水フロー、浄水量で設備更新する場合のシミュレーションを行う場合に選択する。

浄水処理に関する費用（追加修繕費、運転費、損失額）を年単位で計算して、50 年間の総費用を算出する。

③シナリオ 3（希望フローで更新）

希望する浄水フロー（希望フロー）、現在の浄水量でシミュレーションを行う場合に選択する。

浄水処理に関する費用（追加修繕費、運転費、損失額、高度浄水処理の便益）を年単位で計算して、50 年間の総費用を算出する。

④シナリオ 4（更新する場合の計画浄水量で更新）

現状の浄水フロー、将来予測の浄水量でシミュレーションを行う場合に選択する。

浄水処理に関する費用（追加修繕費、運転費、損失額）を年単位で計算して、50 年間の総費用を算出する。

⑤シナリオ 5（希望フロー&更新する場合の計画浄水量で更新）

希望する浄水フロー（希望浄水フロー）、変更計画浄水量でシミュレーションを行う場合に選択する。

浄水処理に関する費用（追加修繕費、運転費、損失額、高度浄水処理の便益）を年単位で計算して、50年間の総費用を算出する。

なお、健全度評価、故障率、追加修繕費、運転費、損失額、高度浄水処理の便益については「4. シミュレーションの計算式」にて詳細を記す。

4. シミュレーションの計算式

シミュレーションに用いた計算式とその根拠を表 13、表 14 に示す。原則として、計算式は文献から引用あるいは既往研究 (*Aqua10*) におけるアンケートやヒアリング結果を踏襲し、採用している。

表 13 シミュレーションの計算式 (1)

項目	計算式	根拠
健全度評価	取得時の資産額をデフレータにより現在価格に換算 健全度＝設備の経過年数÷法定耐用年数 で、健全度が 1.0 以下なら健全資産、1.0 超～1.5 以下なら経年化資産、1.5 超なら老朽化資産、と判定し、健全度ごとに現在価格を集計する。※今後 50 年間物価上昇はなしと仮定	厚生労働省の「水道事業におけるアセットマネジメントに関する手引き及び支援ファイル」より
更新率	電気設備（監視と計装を含む）は正規分布確率（$\mu=26.6$、$\sigma=9.6$） 機械設備は正規分布確率（$\mu=25.9$、$\sigma=9.1$） $x(\) = \frac{1}{\sqrt{2}} \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{-}{-} \right)^2 \right\}$ 更新率＝$\sum x(\)$ X＝経過年数 ※建築物、土木構造物は統計結果でばらつきが大きいため対象外	Aqua10 プロジェクト成果より一部改変
故障率	故障率＝各設備の更新率÷延長係数 故障発生年＝法定耐用年数×平均延長係数の翌年以降 ※建築物、土木構造物は更新率が計算できないため対象外	既往研究報告書、文献、ヒアリング、アンケートからも明確な根拠が得られなかったため、適切と思われる計算式を作成（想定式） 延長係数は表 3 参照
追加修繕費	追加修繕費＝ 故障率×設備費×追加修繕費補正係数 追加修繕費補正係数の初期値＝0.3（マスターの変更で変更可能） 故障時の追加修繕費発生年； （更新年数）×平均延長係数＋1 年から更新実施年の前年まで 一斉更新時の追加修繕費発生年； （更新年数）×平均延長係数＋1 年から更新実施年の前々年まで ※一斉更新は更新時まで、設備投資を抑えるため、故障時対応の費用を計上するとの考え	追加修繕費を計算する式は想定のもの 追加修繕費補正係数は事業体でのケーススタディ結果から初期値 0.3 とした。
リスク 影響水量	影響水量＝（現在の浄水能力/主要設備最小系列数） ×故障率×（1－バックアップ率） バックアップ率＝0.6 ※電気設備（監視と計装を含む）も同様	「浄水場更新計画におけるアセットマネジメントの活用手法の検討」バックアップ率 60%は想定値
リスク 損失額	給水不可となる浄水原価＋需要者への補償費を算出 損失額＝（影響水量×給水原価＋影響人口×補償費）×復旧日数 影響人口＝最大影響水量÷浄水量×給水人口 復旧日数＝5 日、補償費＝7,428 円/人・日 最大影響水量＝電気（監視と計装を含む）、機械要因の影響水量中の最大値	復旧日数は想定値、補償費は「H23 年 水道事業の費用対効果分析マニュアル」の「第 V 編 資料集 3. 減・断水被害の算定方法について pp. 6」より

表 14 シミュレーションの計算式 (2)

	計算内容
シナリオ 1	更新費=0 (更新しないシナリオのため) 追加修繕費、運転費、損失額を計算 便益=0 (便益の基準となるため) 水量は現状の計画浄水量
シナリオ 2	更新費、追加修繕費、運転費、損失額を計算 便益=0 (便益の基準となるため) 水量は現状の計画浄水量
シナリオ 3	更新費、追加修繕費、運転費、損失額、便益を計算 便益は現状フローが高度浄水処理 (粉末炭、粒状炭、オゾン+粒状炭) でない場合に発生 水量は現状の計画浄水量
シナリオ 4	更新費、追加修繕費、運転費、損失額を計算 便益=0 (便益の基準となるため) 水量は将来予測の計画浄水量
シナリオ 5	更新費、追加修繕費、運転費、損失額、便益を計算 便益は現状フローが高度浄水処理 (粉末炭、粒状炭、オゾン+粒状炭) でない場合に発生 水量は将来予測の計画浄水量
共通の計算式	50 年間の費用を計算 ・ 追加修繕費 (4.4 参照) ・ 更新費=現在価格での設備費 ・ 更新回数=50 年÷ (更新年数) ・ 運転費 (浄水処理分) = 変動費 + 人件費 + 委託料 + 年間粉末炭費用 変動費 = 給水原価 × 0.132 (水道統計 (R3 年度) 全国平均の変動費率) 人件費 (膜ろ過以外) = 給水原価 × 0.11 (水道統計 (R3 年度) 全国平均の人件費率) 人件費 (膜ろ過) = 給水原価 × 膜ろ過以外の人件費率 × 0.8 (想定値) 委託料* = 給水原価 × (委託料率) 年間粉末炭費用 = 粉末炭単価 (円/m³) × 計画浄水量 (m³/日) × 粉末炭注入日数 (日/年) ・ 損失額 (4.6 参照) ・ 高度浄水処理の便益 (現状フローで採用されている場合は計算されない) = 更新時の浄水量 (m³/日) ÷ 0.330 (m³/日・人) × 0.128 × 33,000 (円/人・年) *委託料率は全国平均が算出されているが、初期値は 0 としている ※0.330 m³/日・人 ; 水道統計 (R3 年度) 全国平均より ※0.128×33,000 円/人・年 ; 東京都東村山浄水場の高度浄水処理導入時の B/C 報告書を参考

4.1 健全度評価

本シミュレータでは、浄水施設を建築構造物、土木構造物、電気設備（監視と計装を含む）、機械設備に分類している。これら各設備の資産価値を法定耐用年数に対する使用年数で評価したものが健全度となる。

まず、各設備の建設（更新）年と取得額（図 3 参照）をデフレーター（表 8 参照）により現在価値に換算する。つぎに、各設備の健全度を経過年数と法定耐用年数（表 3 参照）から以下のように判定する。

$$\text{健全度} = \text{経過年数} \div \text{法定耐用年数}$$

で、健全度が 1.0 以下なら健全資産、1.0～1.5 以下なら経年化資産、1.5 より大きければ老朽化資産となる。

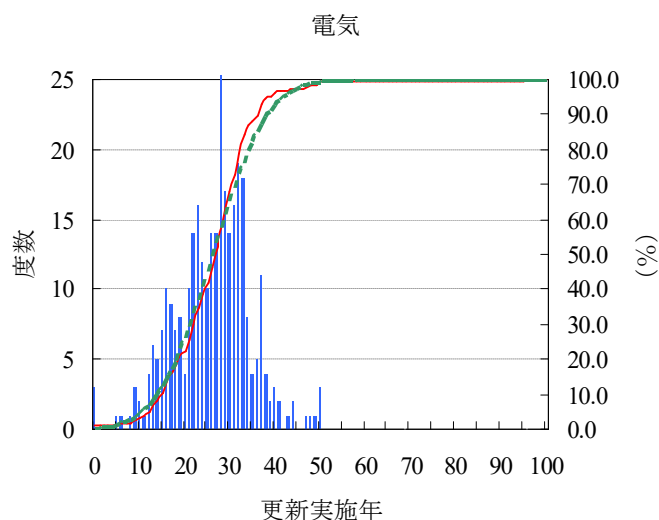
さらに、健全度ごと（健全、経年、老朽化）の現在価値を計算する。健全度の評価と健全度ごとの現在価値の計算を現在から 5 年ごとに繰り返す。これを 50 年後まで実施する。

4.2 更新率

ここでの更新率とは、浄水場単位で設備の経過年数に対してどの程度の割合で設備が更新されているかを表すもので、本シミュレータでは更新率を用いて浄水場設備の故障率、設備の故障による追加修繕費及び損失額を計算している。

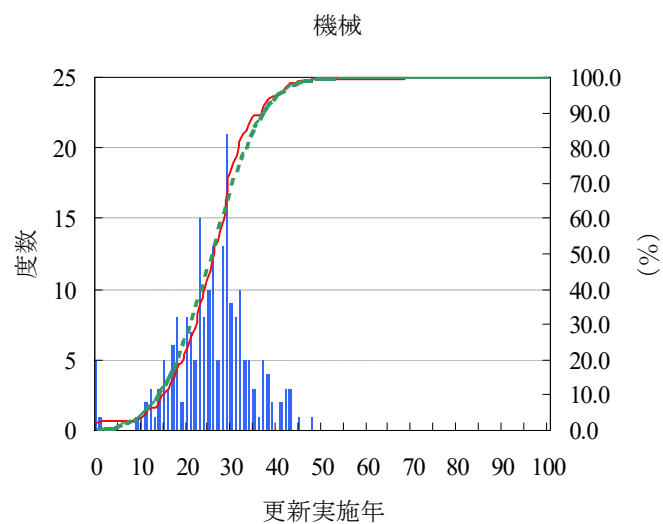
この更新率を求めるため、*Aqua10*において、水道事業体へのアンケートを実施したところ、電気設備（監視と計装を含む）、機械設備については正規分布確率となることが確認できた²⁾。建築設備、土木設備については、耐用年数が長いこともあり更新実績が少ないため統計処理するためのデータが不十分であった。アンケート結果から得られた電気設備（監視と計装を含む）の更新実施年と度数を図 9 に、機械設備の更新実施年と度数を図 10 に示す。正規分布確率を用いて経過年ごとの更新率を計算した結果を表 15 に示す。

ほとんどの浄水場では、設備の更新年数（実際の使用年数）は法定耐用年数よりも長くなっているが、使用環境、個々の設備、機材の品質とメンテナンスレベル（図 4 参照）が大きく影響していると考えられる。そのため、メンテナンスレベルから算出する方法に加えて独自入力箇所を設けている。



$$f_x(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right\} \quad \mu=26.6, \sigma=9.6$$

図 9 電気設備 正規分布関数（正規分布：緑破線、調査結果：赤）



$$f_x(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right\} \quad \mu=25.9、\sigma=9.1$$

図 10 機械設備 正規分布関数（正規分布：緑破線、調査結果：赤）

表 15 設備の経過年数と更新率

経過年数	更新率 (%)		経過年数	更新率 (%)	
	機械	電気		機械	電気
0	0.1	0.1	26	52.4	49.2
1	0.2	0.2	27	56.7	53.4
2	0.3	0.4	28	61.0	57.5
3	0.5	0.6	29	65.2	61.6
4	0.7	0.8	30	69.2	65.5
5	1.0	1.1	31	72.9	69.2
6	1.4	1.5	32	76.4	72.8
7	1.9	2.0	33	79.7	76.1
8	2.5	2.7	34	82.7	79.2
9	3.3	3.4	35	85.3	82.1
10	4.2	4.4	36	87.7	84.7
11	5.4	5.4	37	89.8	87.0
12	6.7	6.7	38	91.6	89.1
13	8.3	8.3	39	93.1	90.9
14	10.2	10.0	40	94.5	92.4
15	12.3	12.0	41	95.6	93.8
16	14.7	14.2	42	96.5	94.9
17	17.4	16.8	43	97.2	95.9
18	20.4	19.5	44	97.8	96.7
19	23.7	22.6	45	98.3	97.4
20	27.3	25.8	46	98.7	97.9
21	31.1	29.4	47	99.0	98.3
22	35.1	33.1	48	99.2	98.7
23	39.3	36.9	49	99.4	98.9
24	43.6	41.0	50	99.5	99.1
25	48.0	45.1	51	99.6	99.3

4.3 故障率

ここでの故障率とは、浄水施設のなかの電気設備（監視と計装を含む）、機械設備が使用年数によって確率的にどの程度故障が発生するかを表している。ただし、浄水施設において、老朽化が原因の故障事例の報告はなく、ここでの故障率は想定上のものである。

故障率を設定する上で「統計的に更新率がほぼ 100 %となっている年数を超過して使用すると故障する可能性がある」ことを前提条件とした。一方で、更新率はメンテナンスレベルによっても変化するはずであるが、アンケートによって得られた更新率（統計上の更新率）の基データにはメンテナンスレベルのデータが加味されていない。そこで、更新率をメンテナンスレベルで決定する延長係数で除した値をその設備の更新率（計算上の更新率）とし、故障率の基データとした。

計算上の更新率＝故障率

となるが、

「故障発生年は法定耐用年数に平均延長係数を乗じて得られる年数の翌年から」

と定義した。

つまり、故障発生年から更新年（＝法定耐用年数×延長係数）までの期間故障が発生することになる。

ここで、平均延長係数とは、図 4 に示したメンテナンススコアレベル評価基準において採点した点数の中間点（メンテナンススコアレベル評価基準は最低点 120 点、最高点 600 点であることから中間点は 360 点となる）での延長係数のことである。表 3 の延長係数の計算式にメンテナンススコアレベル評価基準のスコア 360 点を代入すると、電気設備（監視と計装を含む）、機械設備の平均延長係数は各々 1.33、1.37 となる。また、故障発生年＝法定耐用年数×平均延長係数＋1 なので、電気設備（監視と計装を含む）、機械設備の故障発生年は、28 年（27.6 年切上）、22 年（21.6 年切上）となる。

したがって、メンテナンスレベルによっては故障発生年よりも先に更新実施（延長係数が平均延長係数以下の場合）となるため故障は発生しないことになる（シナリオ 1 は設備更新しないので必ず故障が発生）。設備分類（電気設備（監視と計装を含む）、機械設備）、シミュレーション対象の浄水場の延長係数によっても異なるが、メンテナンスレベルが高いほど更新間隔が長くなるため故障率が高くなることになる。

4.4 追加修繕費

修繕費には、設備の経年劣化による故障による追加修繕費と、計画的・定期的に行う点検や整備などにより故障発生や劣化などを事前に予測して予防する予防保全のための修繕費がある。本シミュレータでは、

$$\text{追加修繕費} = \text{故障率} \times \text{設備の現在価値} \times \text{追加修繕費補正係数（初期値 0.3）}$$

と想定した。設備故障による追加修繕費は、“故障率”の説明で述べたように浄水施設の設備故障の事例がないことから、理論式を設定することができないため、上記の想定上の計算式を用いることとした。また、予防保全のための修繕費は日常的な設備運転に必要なため、以下に記載する「4.8 運転費」に含まれると想定した。

ところで、故障率は統計上の更新率をメンテナンスレベルで除したものであることから、メンテナンスレベルが高いほど故障率が低くなり追加修繕費も安くなる。したがって、更新を行わないシナリオ 1 においては、必ず故障が発生するためメンテナンスレベルが高いほど追加修繕費は安くなる。一方、シナリオ 2～シナリオ 5 については、メンテナンスレベルによっては故障が発生する前に設備更新となるため、むしろメンテナンスレベルが高い方が追加修繕費は高くなる（発生する）ことがある。

追加修繕費の計算式中に“追加修繕費補正係数”を加えているが、これは、予防保全としての修繕費実績を基に追加修繕費の予測が可能な場合、感覚的に計算結果と実情とのずれが大きい場合などに、実績あるいは感覚との差を補正するためのものである。常識的に、追加修繕費は最大でも設備費の 30%との考えから初期値 0.3 としているが、0.1～1.0 の範囲で変更可能である。詳細は「6. マスターの変更」を参照のこと。

更新率、故障率、シナリオ 1 の追加修繕費、シナリオ 2～シナリオ 5 の追加修繕費の計算の流れを図 11 に示す。

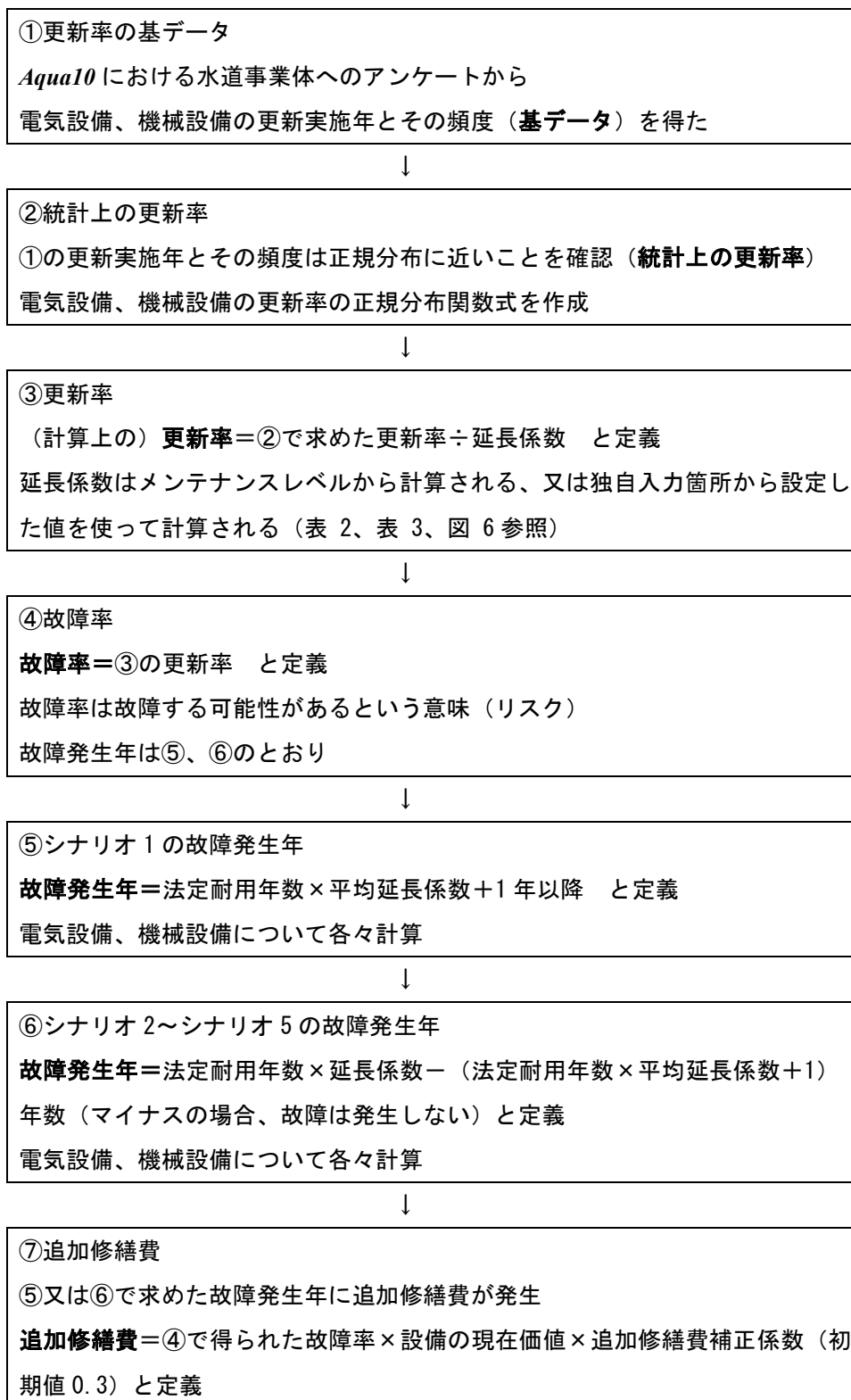


図 11 設備更新率から追加修繕費の計算までの流れ

4.5（リスク）影響水量

影響水量とは、老朽化による設備故障で給水できなくなる浄水量（ $\text{m}^3/\text{日}$ ）のことで、老朽化しているからといって必ず発生するものではなく、リスクが生ずるということである。

実際には故障が予測される機器や設備においては、予備機を備える、他の浄水場からのバックアップが得られることなどが考えられる。また、配水池容量と復旧時間などの条件によっても給水できなくなる浄水量は大きく変化するが、ここでは浄水場内の系列数のみ加味して、

影響水量＝（現在の浄水能力÷主要設備最小系列数）×故障率×（1－バックアップ率）

バックアップ率＝0.6（想定値）

と定義した。

4.6 (リスク) 損失額

ここでの損失額は、給水できなくなる浄水量によって生じる料金収入の損失と需要者への補償費の合計金額とした。影響水量と同様、老朽化により必ず発生するものではなく、リスクが生ずるというものである。

影響水量は電気設備（監視と計装を含む）、機械設備の故障率から計算されるが、仮に全ての設備が同時に故障したとしても、浄水場全体の影響水量が各影響水量の単純合計になるとは考えられない。したがって、損失額算出の基となる影響水量は電気設備（監視と計装を含む）、機械設備起因の影響水量のなかの最大値（最大影響水量）とした。

なお、需要者への補償費は、需要者が家庭や職場等で水道が使用できなくなった分を他の方法で代替した場合に発生する金額のことである。例えば、家庭での洗濯や入浴の代替としてコインランドリー、銭湯を利用すると仮定して補償単価が算出されている。

$$\begin{aligned} \text{損失額（円）} &= \text{影響水量（m}^3/\text{日）} \times \text{給水原価（円/m}^3\text{）} \times \text{復旧日数（日）} \\ &\quad + \text{影響人口（人）} \times \text{補償費（円）} \times \text{復旧日数（日）} \end{aligned}$$

$$\text{影響人口} = \text{最大影響水量} \div \text{浄水量} \times \text{給水人口、復旧日数} = 5 \text{ 日}$$

$$\text{補償費} = 7,428 \text{ 円}$$

$$\text{最大影響水量} = \text{電気設備（監視と計装を含む）、機械設備要因の影響水量中の最大値}$$

とした。

4.7 更新費

ここでの更新費とは、建築構造物、土木構造物、電気設備（監視と計装を含む）、機械設備を更地の状態から建設した場合の費用のことである。各シナリオでの更新費の算出式を表 16 に示す。更新費は、現在価値、入力金額、参照金額、現状のフロー、更新フロー、及び、デフレーターを用いてそれぞれ算出する。なお、ここでの設備費の計算は建築設備、土木設備、電気設備（監視と計装を含む）、機械設備の合計額に対して一律で行っており、個々の設備についての補正は行っていない。

一方、更新費から除外している費用としては、解体工事費、仮設工事費、土木基礎、施設間の連絡配管などがある。これらは浄水場の土地形状などによって大きく異なると考えられたためである。

シナリオごとの更新費算出結果を比較する際の留意点として、入力情報（1）の設備の取得金額の取り扱いがある。参照金額（水道事業の再構築に関する施設更新費用算定の手引を基に算出した設備費）を使用しなかった場合、すなわち、資産台帳に基づき手入力した場合、シナリオ 3 及びシナリオ 5（既設の浄水フローとは異なる浄水フローで更新）での更新費が、シナリオ 2 及びシナリオ 4（現在の浄水フローと同じフローで更新）と大きく異なる可能性がある。浄水フローが異なることに加えて、参照金額と資産台帳から入力された金額の前提条件が異なっていたり、地域特性、特殊な機器を使用していたりすることなども更新費に影響するためである。

表 16 更新費の計算方法

入力条件	各シナリオにおける設備費の計算方法
入力情報（1）の「取得金額」に参照入力を用いて入力した場合	表 5 を用いて、浄水フローに応じた切片を選択し、計画浄水量に基づいて算出する。建築構造物、土木構造物、電気設備（監視と計装を含む）、機械設備の 4 分類の設備費用を算出し、更新年数の選択肢に応じて年度を計上する。
入力情報（1）の「取得金額」に 1 つ以上、手入力をした場合 手入力：資産台帳に基づいた費用を指す	シナリオ 1、2 $\text{現在価値} = \text{入力金額} \times \text{デフレーター}$ $\text{更新費（各設備費）} = \text{現在価値に換算された各設備費}$ シナリオ 3 $\text{現在価値} = \text{入力金額} \times \text{デフレーター}$ $\text{更新費（総額）} =$ $\text{現在価値} \times (\text{更新フローの参照金額} \div \text{現状での参照金額})$ $\text{更新費（各設備費）} =$ $\text{更新費（総額）} \times (\text{各設備分類の資産割合})$ $\text{資産割合} = \text{設備分類の参照金額} \div \text{更新費（総額）}$

	シナリオ 4 現在価値 = 入力金額×デフレーター 更新費（総額）= 現在価値 ×（将来予測水量の参照金額 ÷ 現状での参照金額） 更新費（各設備費）= 更新費（総額）×（各設備分類の資産割合） 資産割合 = 設備分類の入力金額 ÷ 入力金額総額 シナリオ 5 現在価値 = 入力金額×デフレーター 更新費（総額）= 現在価値 ×（更新フローかつ将来予測水量の参照金額 ÷ 現状での参照金額） 更新費（各設備費）= 更新費（総額）×（各設備分類の資産割合） 資産割合 = 設備分類の参照金額 ÷ 更新費（総額）
--	--

4.8 運転費

ここでの運転費とは、浄水処理に関わる変動費と浄水処理に関わる人件費のことである。さらに、変動費については、動力費（電力、燃料）、修繕費、薬品費、消耗品費に分けられる。

浄水処理に関わる運転費のうち、動力費、薬品費を水道統計から算出することは可能であるが、消耗品費については分類項目、その他の中に含まれており、人件費については水道事業全体の人件費となっているため算出は困難である。したがって、想定した計算過程としているが、運転費に関する係数は水道統計（R3 年度）の全国平均値を参考とした。水道統計（R3 年度）の給水原価の構成割合を表 17 に示す。

表 17 給水原価の内訳の全国平均（（公社）日本水道協会 水道統計（R3 年度））

項目		構成比率	
人件費		11.0%	
変動費	動力費	3.7%	13.2%
	修繕費	8.7%	
	薬品費	0.8%	
支払利息		3.5%	
減価償却費		36.3%	
受水費		15.3%	
委託料		11.3%	
その他		9.4%	
給水原価全国平均値 167.79 円/㎡			

人件費は水道統計の人件費割合を採用している。そして膜ろ過の人件費は、原水水質、浄水量が同じ浄水場で膜ろ過を採用することにより、膜ろ過ではない場合よりも人件費が 2 割削減できると仮定した。これは、膜ろ過は基本的には無人運転が可能であるためである。

また、浄水フローが異なることによる運転費の違いは、水道統計（R3 年度）の費用構成の金額（動力費、修繕費、薬品費の合算）と該当する浄水フローが費用構成の大半を占める事業体のデータを用いて、次のとおり、算出した。

浄水フローごとの運転費相対費率＝

$$\{(\text{動力費} + \text{修繕費} + \text{薬品費}) \times 1,000 (\text{円})\} \div (\text{年間浄水量 (千 m}^3/\text{年)} \times 1,000 \div \text{稼働日数 (日)})$$

この浄水 1 m³ 製造あたりに必要となる費用（円/m³）から、各浄水フローの単価を比較し、運転費相対費率を算出した。一覧を表 18 に示す。水道統計による試算であり、給水原価に依存していることから、各事業体の運転実績に基づく結果であることに留意されたい。

表 18 基準浄水フローとの相対運転費率

浄水フロー	運転費相対費率 (-)
消毒のみ	0.949
紫外線+消毒	0.949 ^{※1}
凝集+急速ろ過	1.000 ^{※1}
凝集+沈澱/前ろ過+急速ろ過	1.000
粉末炭+凝集+沈澱/前ろ過+急速ろ過	1.000 ^{※2}
凝集+沈澱/前ろ過+粒状炭+急速ろ過	1.436
凝集+沈澱/前ろ過+オゾン+粒状炭+急速ろ過	1.436 ^{※1}
膜ろ過	1.048
凝集+膜ろ過	1.048
凝集+沈澱/前ろ過+膜ろ過	1.048
粉末炭+凝集+膜ろ過	1.048 ^{※2}
粉末炭+凝集+沈澱/前ろ過+膜ろ過	1.048 ^{※2}
粒状炭+膜ろ過	1.346
粒状炭+凝集+膜ろ過	1.346
凝集+沈澱/前ろ過+粒状炭+膜ろ過	1.346
凝集+沈澱/前ろ過+オゾン+粒状炭+膜ろ過	1.346 ^{※1}
緩速ろ過	1.018
普通沈澱+緩速ろ過	1.018
凝集+沈澱/前ろ過+緩速ろ過	1.018
粉末炭+凝集+沈澱/前ろ過+緩速ろ過	1.018 ^{※2}
普通沈澱+粒状炭+緩速ろ過	1.377
凝集+沈澱/前ろ過+粒状炭+緩速ろ過	1.377

※凝集+沈澱/前ろ過+急速ろ過を1として算出している

※1 データがないため、類似のフローと同等とした

※2 粉末炭を含むフローは後述の加算が入る

このとき、運転費の元データとして用いたものは水道事業体内での供給割合が高いものを抽出し、試算を行った。供給割合は以下の式により、その割合を元にした抽出条件は表 19 のとおりである。供給割合を算出しているのは受水による費用変動を可能な限り除去するためである。

供給割合＝

(浄水施設(消毒のみ、緩速ろ過池、急速ろ過池、膜ろ過装置)の計画浄水量の各数値) ÷
 {(浄水施設(消毒のみ、緩速ろ過池、急速ろ過池、膜ろ過装置)の計画浄水量の合計) +
 (計画一日最大取水量 浄水受水)}

表 19 水道統計上の抽出割合

浄水フローの区分	抽出を実施した割合
消毒のみ、紫外線+消毒	95.61%以上
緩速ろ過を含むフロー	80%以上
急速ろ過を含むフロー	100%
膜ろ過を含むフロー	80%以上

表 19 の条件で抽出を行い、表 18 の相対費率の試算を行っている。このとき、抽出条件を一部変更しているフローもあるため、表 19 へ記載をする。

表 20 抽出条件の一部変更

浄水フロー	備考
紫外線+消毒	該当するデータが少ないため、「消毒のみ」、「凝集+沈澱/前ろ過+急速ろ過」、「凝集+沈澱/前ろ過+粒状炭+(ろ過)」の相対運転費率と同等として扱うこととした
凝集+急速ろ過	
凝集+沈澱/前ろ過+オゾン+粒状炭+急速ろ過	
凝集+沈澱/前ろ過+オゾン+粒状炭+膜ろ過	
膜ろ過	データ数が少ないため、「凝集なし」から「凝集+沈澱/前ろ過」までを含めて集計を実施したため、同一の相対運転費率とした
凝集+膜ろ過	
凝集+沈澱/前ろ過+膜ろ過	
緩速ろ過	
普通沈澱+緩速ろ過	
凝集+沈澱/前ろ過+緩速ろ過	

相対運転比率を算出するために水道統計に基づいて試算しており、大元となる費用は各事業体の地域、水質、方式によって大きく異なるため、参考値とされたい。

表 18 の浄水フローのなかで“粉末炭”を含むものについては、さらに“粉末炭運転費係数（＝粉末炭の注入率×注入日数）”によって変化する。粉末炭の注入率（mg/L）と計画浄水量（m³/日）を基に、1日 1m³あたりの粉末炭の使用量より、粉末炭浄水単価を求め、運転費に加算することとした。なお、計算に用いる粉末炭の kg あたりの単価は 400 円/kg を初期値とした。これは 2024 年度中に調達を実施した粉末炭（ドライ炭）の公表単価の平均値である。必要に応じて単価を変更する場合は、「6. マスターの変更」を参照のこと。

浄水場の運転管理などを外部へ委託することもあり、水道統計でも委託料の割合が独立して集計されていることから委託料率を加味できるよう設定を変更し、入力枠を設けた。だが、この委託料は水道事業全体の委託に関わる費用を統計としているため、初期値は無記入（＝0%）とし、計上しない形としている。必要に応じて割合を変更する場合は、「6. マスターの変更」を参照のこと。

上記を元に、運転費を求める計算式は下記とした。

シナリオ 1、シナリオ 2、シナリオ 4 の場合

(浄水処理に関わる) 運転費 (人件費込み) =

$$\{(\text{変動費} + \text{人件費} + \text{委託料}) \times (\text{計画浄水量}) \times 365 + (\text{年間粉末炭費用})\} \times 50$$

計画浄水量には、現在の計画浄水量と将来の計画浄水量 (いずれも $\text{m}^3/\text{日}$) がシナリオ単位で選択される。365 (日) は 1 年間の日数、50 (年) は 50 年間分の運転費とするための係数としている。ここで、(変動費 + 人件費 + 委託料) は下記のとおりとなる。

変動費 + 人件費 + 委託料

$$= \text{現在の給水原価} \times 0.132 + \text{現在の給水原価} \times 0.11 + \text{現在の給水原価} \times 0 \text{ (膜ろ過以外)}$$

$$= \text{現在の給水原価} \times 0.132 + \text{現在の給水原価} \times 0.11 \times 0.8 + \text{現在の給水原価} \times 0 \text{ (膜ろ過)}$$

※委託料は初期値で 0% としているため、0 としている

また、年間粉末炭費用は下記のとおりとなる。

年間粉末炭費用 (円/年)

$$= \text{粉末炭浄水単価} (\text{円}/\text{m}^3) \times \text{計画浄水量} (\text{m}^3/\text{日}) \times \text{粉末炭注入日数} (\text{日}/\text{年})$$

ここで、粉末炭浄水単価、粉末炭使用量は下記のとおりとしている。

粉末炭浄水単価 (円/ m^3)

$$= \text{粉末炭使用量} (\text{kg}/\text{日}) \times \text{粉末炭 kg 単価} (\text{円}/\text{kg}) \div \text{計画浄水量} (\text{m}^3/\text{日})$$

粉末炭使用量 (kg/日)

$$= \text{平均注入率} (\text{mg}/\text{L}) \times \text{計画浄水量} (\text{m}^3/\text{日}) \div 1,000$$

※この $\div 1,000$ は m^3 を L へ補正する $\times 1,000$ と mg を kg へ補正する $\div 100,000$ を実施する数値

そして浄水フローが変更される場合には下記のとおりとしている。表 18 に基づく相対運転費率を加えて計算を行っている。

シナリオ 3、シナリオ 5 の場合

(浄水処理に関わる) 運転費 (人件費込み) =

$$((\text{相対運転費率} \times \text{変動費}) + \text{人件費} + \text{委託料}) \times (\text{計画浄水量}) \times 365 + \text{年間粉末炭費用} \times 50$$

$$= (((\text{更新後の浄水フローの相対運転費率} \div \text{現在の浄水フローの相対運転費率})$$

$$\times (\text{現在の給水原価} \times 0.132) + \text{現在の給水原価} \times 0.11 + \text{現在の給水原価} \times 0)$$

$$\times (\text{計画浄水量}) \times 365 + (\text{年間粉末炭費用})) \times 50$$

※委託料は初期値で 0% としているため 0 としている

4.9 高度浄水処理の便益

高度浄水処理の便益とは、現状の浄水フローにおいて高度浄水処理（粉末炭、粒状炭、オゾン＋粒状炭）が採用されておらず、更新する場合に高度浄水処理を採用した場合に、需要者のうち家庭でボトルウォーターを利用している人がボトルウォーターを購入しなくなったことによって削減された出費とした。

東京都水道局が、東村山浄水場にオゾン＋粒状炭（生物活性炭）の導入を検討する際に公開していた「平成 17 年度 高度浄水処理施設等整備事業の評価 東村山浄水場 高度浄水処理施設」では、高度浄水処理の採用によって水質改善行動が必要なくなる分を効果（便益）としている。水質改善行動の項目と実施割合を表 18 に示す。

表 21 の効果（便益）のうち、本シミュレータでは、年間一人当たりの費用として算出されている“ボトルウォーター購入”についてのみ便益として採用した。ほかの二つの便益は、対象となる浄水場の給水区域ごとに平均世帯人数を設定する必要があり、入力が煩雑なことから除外した。

高度浄水処理の便益（百万円/年）＝給水人口（人）×0.128×33,000（円/年・人）×10⁻⁶

給水人口（人）＝浄水量（m³/日）÷0.330（m³/日・人）

0.330（m³/日・人）は全国の 1 人 1 日平均給水量（R3 年度）

表 21 水質改善行動に係わる効果（便益）の算定

水質改善行動	実施割合	単価	対象人口当たり （円/人・年）
煮沸消毒	21.6 %	2,400 円/世帯/年	241
浄水器設置	39.5 %	6,550 円/世帯/5 年	241
フィルター交換		8,820 円/世帯/年	1,621
ボトルウォーター購入	12.8 %	33,000 円/人/年	4,224
・東京都東村山浄水場における高度浄水処理施設導入の検討時に行ったアンケート結果 ・改善行動対象人口 144 万人、改善行動対象世帯数 67 万世帯（世帯人数 2.15 人） ・浄水器設置のうち、マンションなど入居時に設置済みの割合を 25 %と想定し、その分は実施割合から除外 ・ボトルウォーターの持ち歩き用途などは実施割合から除外			

4.10 総合評価方式

4.10.1 概要

「総合評価方式」は、50年の総費用のような金額だけで優劣を評価するのではなく、浄水処理性能、維持管理の容易さ、省スペースなど、今後の更新工事で求められる特徴（費用以外に関する技術評価）も含めて総合的に評価を行う方式である。

各評価項目の説明を4.10.2～4.10.6に、評価のイメージを図12に示す。費用1項目、技術5項目からなり、各々の得点（＝配点×得点率）を算出し、得点合計が高いシナリオを高評価とする。

■総合評価		評価方法			シナリオ1			シナリオ2			シナリオ3			シナリオ4			シナリオ5		
分類	項目名	配点	最低	最高	値	得点	得点率	値	得点	得点率	値	得点	得点率	値	得点	得点率	値	得点	得点率
費用	● 総費用(百万円/50年)	50	13,900	33,400	27,819	14.3	0.29	0	50.0	1.00	0	50.0	1.00	0	50.0	1.00	0	50.0	1.00
	● 総費用リスク便益費込(百万円/50年)		16,500	39,600	33,022	0.0	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
技術	電力使用量(kWh/m ³)	10	0	50	19	6.2	0.62	19	6.2	0.62	19	6.2	0.62	19	6.2	0.62	19	6.2	0.62
	薬品費(円/m ³)	10	0	1,000	1	10.0	1.00	1	10.0	1.00	1	10.0	1.00	1	10.0	1.00	1	10.0	1.00
	浄水場面積(m ² /m ³)	10	0	10	2.4	7.6	0.76	2.4	7.6	0.76	2.4	7.6	0.76	2.4	7.6	0.76	2.4	7.6	0.76
	維持管理難易度	10	—	—	Ⅱ類	7.5	0.75	Ⅱ類	7.5	0.75	Ⅱ類	7.5	0.75	Ⅱ類	7.5	0.75	Ⅱ類	7.5	0.75
	クリプト除去・不活化log数	10	0.0	8.0	5.0	6.3	0.63	5.0	6.3	0.63	5.0	6.3	0.63	5.0	6.3	0.63	5.0	6.3	0.63
合計		100	—	—	—	51.9	—	—	87.6	—	—	87.6	—	—	87.6	—	—	87.6	—

図12 総合評価のイメージ

評価方法の初期設定値を表22に示す。

- ・費用：技術＝50：50、配点合計は100点とした。（初期設定：費用：技術＝50：50）
- ・ろ過を含まないフロー（例：消毒のみ）を選択した場合、得点算出ができず、技術評価の対象外となる項目（電力使用量、薬品費、浄水場面積など）がある。この場合、対象外項目の配点を0として、ほかの項目へ配点を調整することで各シナリオの比較評価は可能である。
- ・初期設定値が各事業体の実状に合わない場合は、評価方法の「配点」、「最低」、「最高」の一部が変更できるため、重視するポイントに合うよう調整いただきたい。

表22 評価方法の初期設定値

	項目名	評価方法			変動範囲と(得点率)		備考
		配点	最低	最大	最小点	最高点	
費用	総費用 (百万円/50年)	50	0	※			※各シナリオを最も高い費用1.2倍を評価最大とした。
	総費用リスク便益費込 (百万円/50年)		0	※			同上
技術	電力使用量 (kWh/m ³)	10	0.000	1.000	0.045 (0.95)	0.499 (0.50)	
	薬品費 (円/m ³)	10	0.00	5.00	0.65 (0.87)	2.23 (0.45)	
	浄水場面積 (m ² /(m ³ /日))	10	0.0	10.0	0.4 (0.96)	23.6 (0.00)	
	維持管理難易度 (—)	10	Ⅰ類：1.00 Ⅱ類：0.75 Ⅲ類：0.50		0.50 (0.50)	1.00 (1.00)	
	クリプト除去・ 不活化log数(—)	10	0.0	6.0	0.0 (0.00)	8.5 (1.00)	

※水色着色部は変更可能

評価項目の説明と評価方法について、費用項目を表 23 に、技術項目を表 24 に示す。
また、評価方法ごとの得点率イメージを図 13 に示す。

表 23 評価項目の説明と評価方法（費用項目：択一式）

評価項目（択一式）	説明	評価方法
総費用	更新費、追加修繕費、運転費（人件費込み）の今後 50 年間の合計	A
総費用リスク便益費込	リスク損失額（故障等による影響水量を損失額換算）、高度浄水処理による便益（費用換算）を、上記の総費用に加味した合計	A

表 24 評価項目の説明と評価方法（技術項目）

評価項目	説明	評価方法
電力使用量 (kWh/m ³)	前処理を含めろ過方式（緩速ろ過、急速ろ過、膜ろ過）ごとの浄水処理にかかる公称能力の単位水量あたりの電力使用量で、低いほど CO ₂ 低減などに寄与することを示す。 ＝年間電力使用量 (kWh/年) ÷ (公称能力 m ³ /日 × 365 日/年)	A
薬品費 (円/m ³)	前処理を含めろ過方式（緩速ろ過、急速ろ過、膜ろ過）ごとの浄水処理にかかる公称能力の単位水量あたりの薬品費で、薬品使用量の低減に寄与することを示す。 ＝年間薬品費 (円/年) ÷ (公称能力 m ³ /日 × 365 日/年)	A
浄水場面積 (m ² / (m ³ /日))	前処理を含めろ過方式ごと（緩速ろ過、急速ろ過、膜ろ過）にまとめた浄水処理にかかる単位公称能力 (m ³ /日) あたりの浄水場面積で、低いほど面積が小さく、更新時の省スペースに寄与することを示す。 ＝浄水場敷地面積 (m ²) ÷ (平均浄水量 m ³ /日 × 365 日/年)	A
維持管理難易度 (－)	選択した浄水フローに関する維持管理の難易度をⅠ類、Ⅱ類、Ⅲ類の３段階で評価するもので値が小さいほど難易度が低いことを示す。	C
クリプトスポリジウム 除去・不活化 log 数 (－)	選択した浄水フローにおけるクリプトスポリジウムの対数低減値を、「定量的微生物リスク評価 (QMRA)」を参考として可視化したもので、値が大きいほど除去・不活化性能が高いことを示す。	B

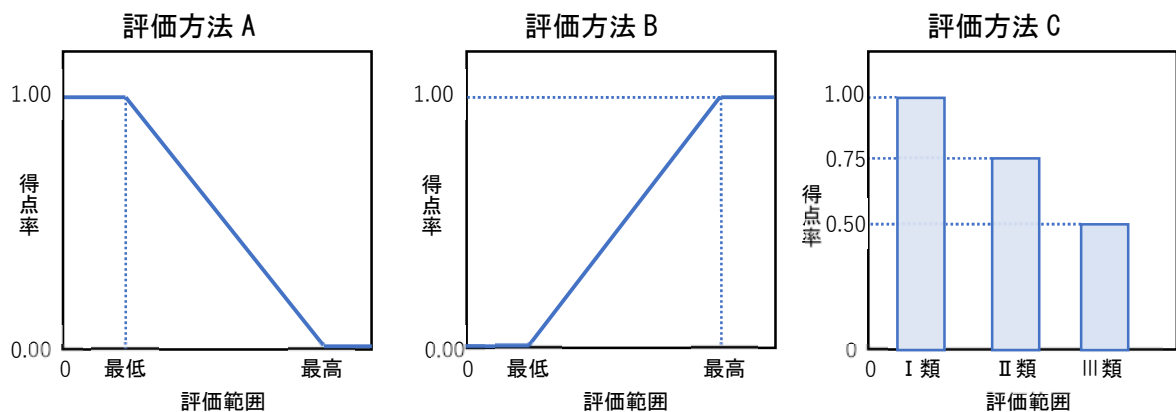


図 13 評価方法ごとの得点率イメージ

4.10.2 電力使用量

ここでの電力使用量とは、浄水場全体の電力使用量のうち、浄水場の立地等で電力使用量が大きく異なる取導水・排水・送配水を除いた浄水に関わる電力使用量と定義した。

A-MODELSにて収集したアンケート結果より、緩速ろ過・急速ろ過・膜ろ過の浄水処理方式ごとの平均浄水量に対する浄水電力使用量を集計した。この集計結果を図 14 に示す。全体的に膜ろ過の電力使用量は高い傾向となった。また、平均浄水量が小さい領域では急速ろ過より緩速ろ過の電力使用量は低く、平均浄水量が高くなると逆転する傾向がみられた。

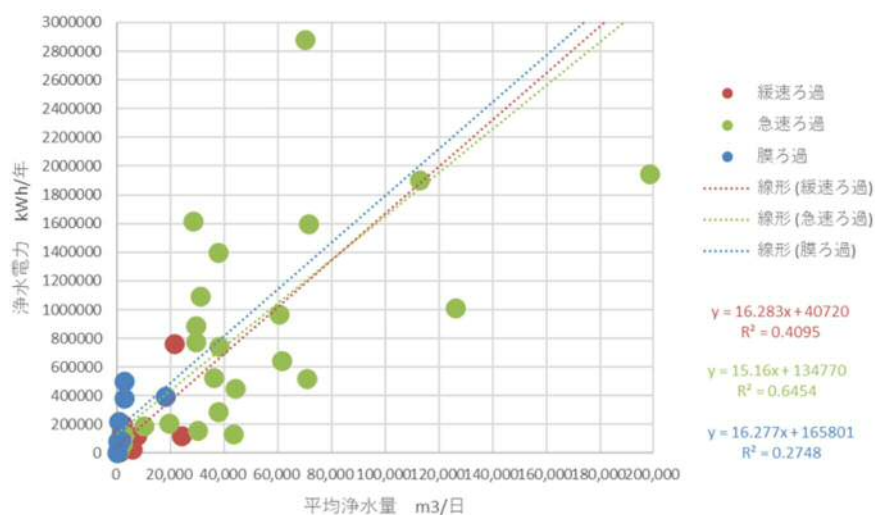


図 14 電力使用量集計結果

この集計結果より、浄水処理方式ごとの平均浄水量に対する浄水電力使用量の算出式は表 25 とした。

表 25 浄水処理方式ごとの平均浄水量に対する浄水電力使用量の算出式

	算出式
浄水電力使用量[kWh/年]（緩速ろ過）	$y = 16.283x + 40,720$
浄水電力使用量[kWh/年]（急速ろ過）	$y = 15.16x + 134,770$
浄水電力使用量[kWh/年]（膜ろ過）	$y = 16.277x + 165,801$

x : 平均浄水量[m³/日]

なお、浄水電力使用量の算出に使用したデータ数は 46 点と少なく、またオゾン処理のある浄水場も含まれているため留意のこと。

4.10.3 浄水場面積

ここでの浄水場面積とは、浄水場全体の敷地面積である。

*A-MODELS*にて収集したアンケート結果より、緩速ろ過・急速ろ過・膜ろ過の浄水処理方式ごとの計画浄水量に対する敷地面積を集計した。この集計結果を図 15 に示す。緩速ろ過が敷地面積を一番必要とし、次に急速ろ過、膜ろ過の順となる傾向がみられた。

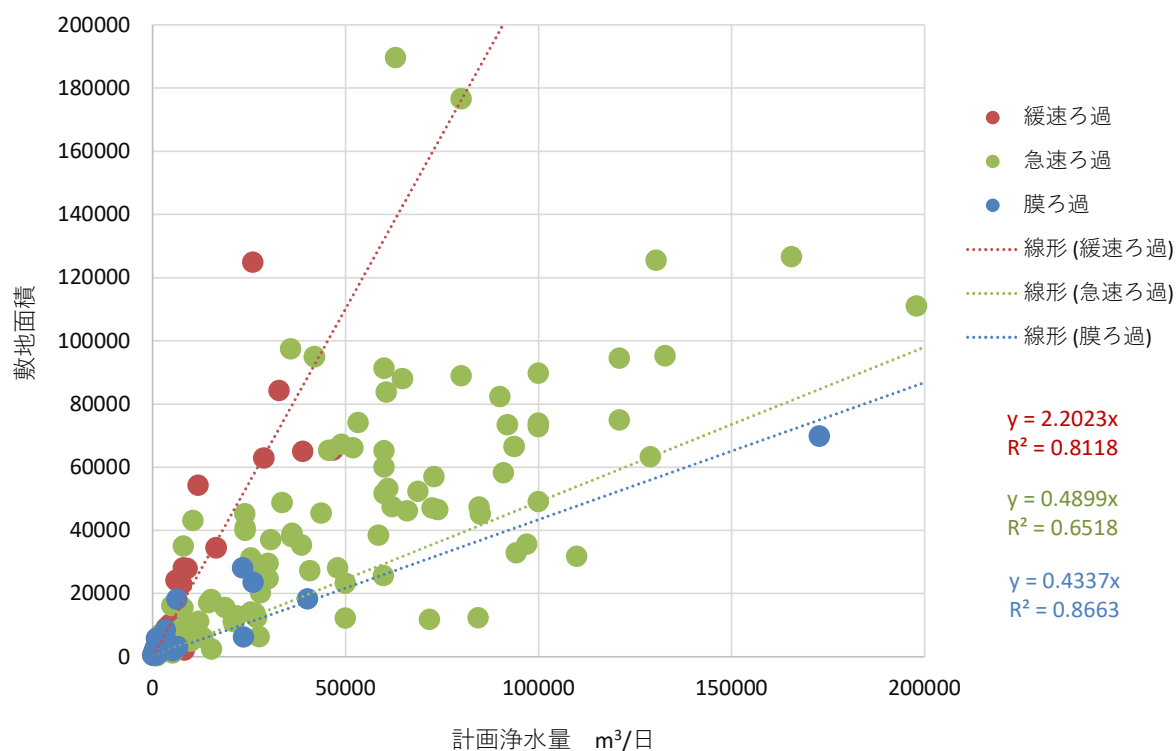


図 15 敷地面積集計結果

この集計結果より、浄水処理方式ごとの計画浄水量に対する敷地面積の算出式は表 26 とした。

表 26 浄水処理方式ごとの計画浄水量に対する敷地面積の算出式

	算出式
敷地面積（緩速ろ過）[m²]	$y=2.2023x$
敷地面積（急速ろ過）[m²]	$y=0.4899x$
敷地面積（膜ろ過）[m²]	$y=0.4337x$

x : 計画浄水量[m³/日]

なお、浄水場面積の算出には、将来用の敷地や駐車場用の敷地が含まれていたり、オゾン処理や活性炭処理のある浄水場も含まれていたりするため、留意されたい。

4.10.4 薬品費

薬品費とは、浄水施設内での浄水処理過程において、使用する薬品等の費用のことである。

本シミュレータの薬品費は、アンケート結果の年間薬品費（円/年）を浄水 1 m³ 当りに要する金額に変換し、その平均値を用いて算出した。処理フローによって使用する薬品が異なるため、アンケート結果を「急速ろ過」、「緩速ろ過」、「膜ろ過の凝集あり」、「膜ろ過の凝集なし」に分けて整理した。高度浄水処理（粉末活性炭、オゾン処理）に必要な薬品費は原水水質により大きく異なるため、平均薬品費を求める際に省いて整理した。

$$\text{平均薬品費（円/m}^3\text{）} = \text{年間薬品費（円/年）} \div \text{平均浄水量（m}^3\text{/日）} \div 365 \text{（日/年）}$$

アンケート結果から換算した薬品費（円/ m³）の基本統計量解析結果を表 27 に示す。

表 27 薬品費（円/m³）の基本統計量解析結果

	急速ろ過	緩速ろ過	膜ろ過 凝集あり	膜ろ過 凝集なし
平均値	2.23	0.65	2.77	1.35
標準誤差	0.23	0.08	0.96	0.31
中央値（メジアン）	1.78	0.61	1.63	1.07
標準偏差	1.98	0.38	2.55	1.07
分散	3.92	0.14	6.51	1.14
データの個数	53	22	7	12

4.10.5 維持管理難易度

維持管理の難易度は浄水処理システムを選定する上で考慮すべき重要な検討項目で、浄水処理システムが対象とする水質の除去性能で非常に優れていたとしても、維持管理の難易度が高く、そのシステムを運用する側で対応できなければ、有効な浄水処理システムとはいえない。

そこで、その難易度を示す基準（Ⅰ類、Ⅱ類、Ⅲ類）を分類し、浄水処理システムの選定に際して参考となる目安として、表 28 のとおり設定した。

表 28 基本フローごとの維持管理難易度

No	基本フロー	維持管理難易度			備考
		Ⅰ類	Ⅱ類	Ⅲ類	
1	消毒のみ	●			今回設定
2	紫外線＋消毒	●			〃
3	凝集＋急速ろ過		●		
4	凝集＋沈澱/前ろ過＋急速ろ過		●		
5	粉末炭＋凝集＋沈澱/前ろ過＋急速ろ過			●	
6	凝集＋沈澱/前ろ過＋粒状炭＋急速ろ過			●	
7	凝集＋沈澱/前ろ過＋オゾン＋粒状炭＋急速ろ過			●	
8	膜ろ過	●			
9	凝集＋膜ろ過	●			改訂_Ⅱ→Ⅰ
10	凝集＋沈澱/前ろ過＋膜ろ過		●		
11	粉末炭＋凝集＋膜ろ過		●		
12	粉末炭＋凝集＋沈澱/前ろ過＋膜ろ過			●	
13	粒状炭＋膜ろ過		●		
14	粒状炭＋凝集＋膜ろ過		●		改訂_Ⅲ→Ⅱ
15	凝集＋沈澱/前ろ過＋粒状炭＋膜ろ過			●	
16	凝集＋沈澱/前ろ過＋オゾン＋粒状炭＋膜ろ過			●	
17	緩速ろ過	●			今回設定
18	普通沈澱＋緩速ろ過	●			〃
19	凝集＋沈澱/前ろ過＋緩速ろ過		●		〃
20	粉末炭＋凝集＋沈澱/前ろ過＋緩速ろ過			●	〃
21	普通沈澱＋粒状炭＋緩速ろ過		●		〃
22	凝集＋沈澱/前ろ過＋粒状炭＋緩速ろ過			●	〃
Ⅰ類：オペレータが特別な浄水処理の知識を要求されず、運転マニュアルを理解することで運転管理できるシステム Ⅱ類：オペレータが原水水質の変動に応じて、管理、制御を適切に変更できる知識、経験を要求されるシステム Ⅲ類：オペレータが原水水質の変動に対して適切に対応できるとともに、特定のプロセスに関して専門的な知識、経験が要求されるシステム					

浄水処理システムの維持管理難易度は、浄水処理システムを構成する単位プロセスの数、単位プロセスの稼働実績の多少により変化する。

上表は「浄水技術ガイドライン 2010」の維持管理レベル⁷⁾を参考に、主に不溶解性成分を対象とする「緩速ろ過」や「膜ろ過」を「Ⅰ類」、凝集剤注入管理・制御が必要となる「急速ろ過」を「Ⅱ類」とすることを基本とし、溶解性成分への対応が増えると難易度が上昇（ランクアップ）することとした。緩速ろ過に前処理を含むフローは難易度を新たに設定し、膜ろ過を含む一部のフローは難易度の見直しを行った（例：凝集＋膜ろ過。凝集剤注入管理が比較的容易なため）。

なお、緩速ろ過を選定する際は、本指標で考慮していない定期的な削り取り作業等が必要となる点に留意いただきたい。

また上記の方針から、不溶解成分除去も必要ない「消毒のみ」「紫外線」は「Ⅰ類」とした。

4.10.6 定量的微生物リスク評価 (QMRA)

(1) 概要

世界保健機関 (WHO) は、2016 年に「定量的微生物リスク評価－水安全管理への適用－」を公開した (図 16)。

本書は、WHO が発行している水質関連の各ガイドライン (飲料水・廃水再利用・レクリエーション水) において推奨されているリスクに基づいた水質管理のうち、定量的微生物リスク評価 (QMRA: Quantitative Microbial Risk Assessment) を用いた水質管理手法に関して、最新の知見や適用事例を取りまとめたもので、2020 年に国立保健医療科学院による日本語翻訳版が公開されている。⁸⁾

危害因子として様々な微生物種についての記載があるが、本シミュレータではクリプトスポリジウムを対象とし、処理プロセスの組合せによる除去・不活化性能の比較に活用する。



図 16 QMRA 日本語翻訳版⁸⁾

(2) クリプトスポリジウムリスクの評価

本書の A3 ケーススタディ 3 では、フランスの多数の水道システムにおけるクリプトスポリジウムリスクの評価の一例として、図 17 に示すような各浄水処理工程における除去・不活化 log 数が示されている。⁸⁾

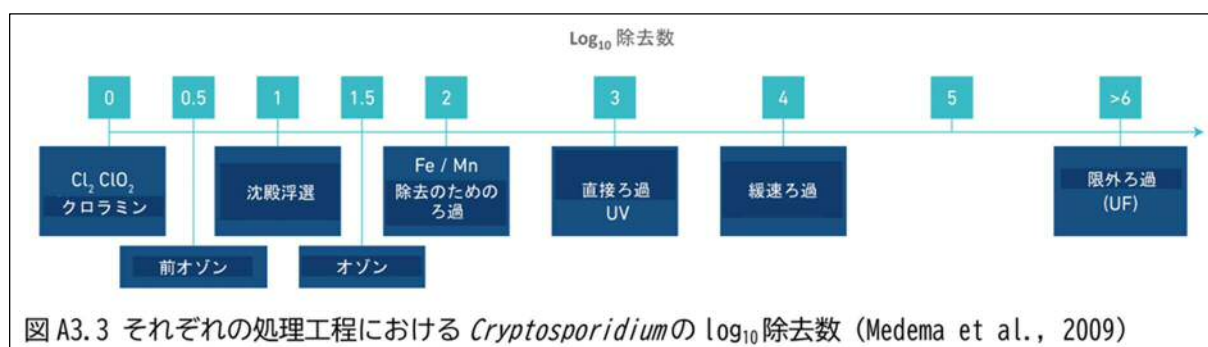


図 17 各処理工程におけるクリプトスポリジウム除去・不活化 log 数の一例⁸⁾

(3) 基本フローとクリプトスポリジウム除去・不活化 log 数

上記を参考に、沈澱や膜ろ過などの各処理工程の log 数を累計した基本フローごとのクリプトスポリジウム除去・不活化 log 数を表 29 に示す。なお、基本フローに紫外線 (UV) を付加する場合は、さらに 3.0 log が加算されることを示す。

表 29 基本フローごとのクリプトスポリジウム除去・不活化 log 数

No	基本フロー	クリプトスポリジウム除去・不活化 log 数						
		計	沈澱 1.0	オゾン 1.5	直接ろ過 3.0	緩速ろ過 4.0	膜ろ過 6.0	紫外線 3.0
1	消毒のみ	0.0						
2	紫外線+消毒	3.0						3.0
3	凝集+急速ろ過	3.0			3.0			
4	凝集+沈澱/前ろ過+急速ろ過	4.0	1.0		3.0			
5	粉末炭+凝集+沈澱/前ろ過+急速ろ過	4.0	1.0		3.0			
6	凝集+沈澱/前ろ過+粒状炭+急速ろ過	4.0	1.0		3.0			
7	凝集+沈澱/前ろ過+オゾン+粒状炭+急速ろ過	5.5	1.0	1.5	3.0			
8	膜ろ過	6.0					6.0	
9	凝集+膜ろ過	6.0					6.0	
10	凝集+沈澱/前ろ過+膜ろ過	7.0	1.0				6.0	
11	粉末炭+凝集+膜ろ過	6.0					6.0	
12	粉末炭+凝集+沈澱/前ろ過+膜ろ過	7.0	1.0				6.0	
13	粒状炭+膜ろ過	6.0					6.0	
14	粒状炭+凝集+膜ろ過	6.0					6.0	
15	凝集+沈澱/前ろ過+粒状炭+膜ろ過	7.0	1.0				6.0	
16	凝集+沈澱/前ろ過+オゾン+粒状炭+膜ろ過	8.5	1.0	1.5			6.0	
17	緩速ろ過	4.0				4.0		
18	普通沈澱+緩速ろ過	5.0	1.0			4.0		
19	凝集+沈澱/前ろ過+緩速ろ過	5.0	1.0			4.0		
20	粉末炭+凝集+沈澱/前ろ過+緩速ろ過	5.0	1.0			4.0		
21	普通沈澱+粒状炭+緩速ろ過	5.0	1.0			4.0		
22	凝集+沈澱/前ろ過+粒状炭+緩速ろ過	5.0	1.0			4.0		

(4) クリプトスポリジウム除去・不活化 log 数の目標及び前提条件

ここでは各フローの除去・不活化性能を定量比較することを目的として、以下の文献 8 を参考に、原水中濃度が比較的高い原水（下水放流を受けた河川水の文献値の 95 パーセンタイル値）を想定し、除去・不活化 log 数 6.0 以上が最高評価となるよう評価範囲（初期設定値）を定めた。

ただし、必要な除去・不活化 log 数は一律で一定値以上あれば良いものではなく、原水中濃度、一人あたりの飲用水量の設定条件に依存して最適な設定値は異なる。

実際には対策不要な清澄な水源や原水濃度が低い水源も多く、フロー選定において本項目を活用する際には、上記の前提条件での評価である旨を留意いただきたい。

（参考 1）国内調結果を基に 95%の浄水処理施設が達成できる除去・不活化 log 数の算出例⁹⁾

厚生労働省が実施した全国の水道事業を対象とする水道関連調査結果を基に、原水のクリプトスポリジウムの検出状況の把握とその定量的微生物リスク評価を行ったもので、全国のレベル 4 浄水施設 30 点（46 試料）のクリプトスポリジウム濃度は、0.5～32 個/10 L であり、試験水量 10 L 以上で検査されたレベル 4 の浄水施設の原水（全国 1,790 箇所）のクリプトスポリジウム試験結果を統合して、「1 つの仮想水源」として、95%の浄水処理施設が目標とした感染確率（ 10^{-4} /年）及び疾病負荷（ 10^{-6} DALYs/人）を満たすことができる必要な除去不活化 log 数は、非加熱飲水量が 2 L の場合 4.0～4.8log 必要とされている。

(参考 2) クリプトスポリジウム等の想定原水濃度を文献値の 95 パーセンタイルとした場合⁸⁾

QMRA の「Box 2.4 WHO 飲料水水質ガイドライン記載の手順にしたがって目標処理能を求める QMRA の例」では、これは下水放流を受けた河川水の文献値の 95 パーセンタイル値である 11 個/L を原水中濃度として設定したもので安全側の点推定に役立つ。

原水中濃度：11 個/L

非加熱飲用水量：1 L/人/日

疾病負荷(DALY/患者)： 1.5×10^{-3}

10^{-6} DALY/人/年に相当する水道水中病原体濃度(個/L)： 1.3×10^{-5}

より、健康上の目標を満たすために必要な除去・不活化 log 数(目標処理能)：5.9

健康影響評価

本 QMRA では、カンピロバクター、ロタウイルス、クリプトスポリジウムに関する用量-反応関係は WHO 飲料水水質ガイドラインに記載されているものを使用した。疾病負荷（患者一人当たりの DALYs）やこれら病原体に対する感受性集団の割合に関する現地データもないため、これらも WHO 飲料水水質ガイドラインの値を用いた。

	出典	カンピロバクター	ロタウイルス	クリプトスポリジウム
用量-反応関係 (1 微生物当たりの感染確率)	WHO 飲料水水質 ガイドライン 表 7.4	0.019	0.59	0.2
感染後の発症リスク	WHO 飲料水水質 ガイドライン 表 7.4	0.3	0.5	0.7
疾病負荷(DALY/患者)	WHO 飲料水水質 ガイドライン 表 7.4	4.6×10^{-3}	1.4×10^{-2}	1.5×10^{-3}
感受性を持つ人の割合 (%)	WHO 飲料水水質 ガイドライン 表 7.4	100	6	100

リスクの総合的判定

リスク管理上の課題とは、本水道水供給システムが 10^{-6} DALY/人/年という健康上の目標を満足する性能を有するかを評価することであった。ここでは、文献から収集したデータに基づいて決定論的 QMRA を行った。主たる不確実性は、文献データをこの具体的な水供給システムに利用することの妥当性である。このため、リスクを総合判定するにあたっては、参考病原体濃度の入力値として 95 パーセンタイル値を採用した。目標処理能は、原水中病原体濃度と健康上の目標値 10^{-6} DALY/人/年（上記参照）に相当する水質との差から計算した。そしてこれを処理能の推定値(文献データから引用; Hijnen & Medema, 2010)と比較した。この結果、複数のバリアが必要ではあるが、それらを組み合わせることで目標レベル 10^{-6} DALY/人/年を満足する水道水を生産できることを示すことができた。

	出典	カンピロバクター	ロタウイルス ^a	クリプトスポリジウム
原水 (個/L)	文献値の 95 パーセンタイル	240	0.5	11
10^{-6} DALY/人/年 ^b に相当する水道水中病原体濃度(個/L)	-	1.1×10^{-4}	1.1×10^{-5}	1.3×10^{-5}
健康上の目標を満たすために必要な除去・不活化 log 数(目標処理能)	-	6.3	4.7	5.9

5. 系列データ集計

入力情報（1）の“浄水場名”で述べたように、本シミュレータでは、同じ浄水場内の浄水施設であっても、建設年（あるいは最新の更新年）が大きく異なる場合や浄水フロー、設備規模が異なる系列については、別の浄水場（Excel の別ファイル）として情報入力を行う必要がある。

複数の系列データを集計（項目ごとに合計）する場合、各系列のシミュレーション結果を別々のファイル名で保存しておき、“系列の集計”を実行すると、図 18 に示すように更新費、追加修繕費、運転費（人件費込み）、便益、リスク（損失額）の各費用の合計金額が表示される。合算できる系列数（ファイル数）は、最大 5 つとした。

また、事業体内の複数の浄水場についてシミュレーションを行って、その結果を合算することにより、事業体全体での費用集計を行うことも可能である。以下に手順を示す。

- ①一つの浄水場に関して系列ごとにシミュレーションを行い、“系列の集計”を行う。
- ②他の浄水場についても同様の操作を行う。浄水場の数だけ“系列の集計”を行う。
- ③各ファイルの“系列の集計”の“総計（小計 1 + 小計 2）”を別の Excel ファイルのシートに合算する。

50年間の費用で比較					
シナリオの条件	シナリオ1 (修繕のみ)	シナリオ2 (現状と同じフロー・ 規模で更新)	シナリオ3 (希望フロー・ 同じ規模で更新)	シナリオ4 (現状と同じフロー・ 将来予測規模で更新)	シナリオ5 (希望フロー・ 将来予測規模で更新)
修繕費	37,364	2,690	0	2,706	0
A 浄水場(統合)	24,215	2,307		2,706	
B 浄水場(廃止)	13,148	382			
更新費	0	10,366	0	7,124	0
A 浄水場(統合)	0	6,091		7,124	
B 浄水場(廃止)	0	4,275			
運転費(人件費込み)	11,306	11,306	0	9,893	0
A 浄水場(統合)	7,066	7,066		9,893	
B 浄水場(廃止)	4,240	4,240			
小計1	48,670	24,362	0	19,723	0
リスク(損失額)	19,131	0	0	0	0
A 浄水場(統合)	14,899	0		0	
B 浄水場(廃止)	4,232	0			
高度処理による便益	0	0	0	0	0
A 浄水場(統合)	0	0		0	
B 浄水場(廃止)	0	0			
小計2	19,131	0	0	0	0
総計(小計1 + 小計2)	67,801	24,362	0	19,723	0

図 18 系列データの集計（一例）

6. マスターの変更

運転費（人件費込み）、粉末炭 kg 単価、追加修繕費は本シミュレータの“マスター変更”にて補正することができる。

運転費が実情と大きく異なると考えられる場合、マスター変更にて“人件費率”、“変動費率係数（動力費率、修繕費率、薬品費率）”、“委託料率”の変更を行う。初期値は、水道統計（R3 年度）の全国平均値を入力している。なお、予防保全のための修繕費は”マスター変更”中の”変動費率係数”内、“変動費・修繕費率”の数値を変更することで、対応可能である。

粉末炭 kg 単価は R6 年度の契約単価（公表資料）を基に試算を行った値を入力している。根拠については「4. シミュレーションの計算式“4.8 運転費”」を参照のこと。

追加修繕費は初期値を 0.3 とし、入力をしているため、“追加修繕費”の数値を 0～1.0 の範囲で変更することで、対応可能である。

7. シミュレーション例

シミュレーションの実施例として、費用比較に関する 2 つの計算結果と総合評価を以下に示す。

7.1 実施例 1「凝集＋沈澱＋急速ろ過」へ「高度浄水処理(粉末活性炭)」を導入した場合

①設定条件

現在施設

建設：1975 年

更新：2000 年に電気設備（監視と計装を含む）、機械設備のみ更新済み

浄水フロー：凝集＋沈澱＋急速ろ過

浄水量：15,000 m³/日

原水水質：濁度 2 度超～10 度以下、TOC 1.5 mg/L 超～3 mg/L 以下、

かび臭 50 ng/L 超～740 ng/L 以下、THMFP 0.015 ng/L 超～0.04 ng/L 以下

更新シナリオ（2030 年に一斉更新）

シナリオ 1・・・追加修繕のみで更新なし

シナリオ 2・・・フロー、浄水量同じ条件で更新

シナリオ 3・・・高度浄水処理導入、浄水量は同じ条件

（粉末炭 平均注入率 10 mg/L 注入日数 120 日/年）

シナリオ 4・・・フローは同じで浄水量を 12,000 m³/日にダウンサイジング

シナリオ 5・・・シナリオ 3 の高度浄水処理導入＋浄水量を 12,000 m³/日

2030 年に一斉更新する場合と比較して、現状設備の更新時期で更新する場合も併せて示す。

入力値のプレビューを図 19 に示す。

戻る
※入力された基本情報を確認し、画面下部にある【シミュレート実行】ボタンをクリックして下さい。
シミュレーション結果表示

I. 浄水場の情報

1. 浄水場名	飯田橋浄水場
2. 現状の計画浄水量(施設能力)	15,000 m ³ /日
3. 現在の給水人口	32,000 人
4. 給水原価	177 円/m ³
5. 原水種類	表流水
6. ろ過方式	急速ろ過
7. 前処理+高度浄水処理	凝集+沈澱/前ろ過+オゾン+粒状炭
8. 粉末炭の有無	無
粉末炭平均注入率	- mg/L
粉末炭注入日数	- 日/年
9. 紫外線処理の有無	無
10. 排水処理	機械脱水機
11. 主要設備の最小系列数	3
12. その系列名称	沈澱水
13. 更新年数	法定耐用年数×延長係数
14. メンテナンスレベル	480

II. 設備分類毎の情報

	建設(更新)年	取得金額	
15. 建築構造物	1975年	81,377	千円
16. 土木構造物	1975年	646,780	千円
17. 電気設備	2000年	923,618	千円
18. 機械設備	2000年	2,600,171	千円

III. 浄水量の情報

19. 将来の計画浄水量(施設能力)	12,000 m ³ /日
--------------------	--------------------------

IV. 推奨浄水プロセスの情報

	現状の原水水質	将来予想される原水水質	要求される浄水水質
20. 濁度	2度超～10度以下		0.1度以下
21. TOC	1.5mg/L超～3mg/L以下		1.5mg/L以下
22. かび臭	50ng/L超～740ng/L以下		5ng/L以下
23. THMFP	0.015mg/L超～0.04mg/L以下		0.015mg/L以下

24. ろ過方式	急速ろ過
25. 前処理+高度浄水処理	凝集+沈澱/前ろ過
26. 粉末炭の有無	有
粉末炭平均注入率	10 mg/L
粉末炭注入日数	120 日/年
27. 紫外線処理の有無	無
28. 排水処理	機械脱水機

V. シナリオの選択

次回更新:	任意の年に一斉更新	2030年
シナリオ1 更新しない場合(修繕のみで対応)		
シナリオ2 ✓ 現状と同じフロー・水量で更新、使用年数は選択した更新年数に基づいて算出		
シナリオ3 ✓ 希望フローで更新、水量は現状と同じ、使用年数は選択した更新年数に基づいて算出		
シナリオ4 ✓ 現状のフローで更新、水量は将来予測、使用年数は選択した更新年数に基づいて算出		
シナリオ5 ✓ 希望フローで更新、水量は将来予測、使用年数は選択した更新年数に基づいて算出		

シミュレート実行

図 19 実施例 1 の入力プレビュー画面

シミュレーション結果

シナリオ 1～5 に対して、50 年間の費用で比較できる図 20 が出力される。

浄水場名: 飯田橋浄水場

50年間の費用で比較

設備ごとの係数	建築構造物	土木構造物	電気設備	機械設備
更新基準年数	法定耐用年数: 50年	法定耐用年数: 60年	法定耐用年数: 15年	法定耐用年数: 15年
延長係数 β	1.42	1.47	1.91	1.45

シナリオの条件	シナリオ1 (修繕のみ)	シナリオ2 (現状と同じフロー・ 規模で更新)	シナリオ3 (希望フロー・ 同じ規模で更新)	シナリオ4 (現状と同じフロー・ 将来予測規模で更新)	シナリオ5 (希望フロー・ 将来予測規模で更新)
計画浄水量 $m^3/日$	15,000	15,000	15,000	12,000	12,000
浄水フロー	凝集+沈澱/前ろ過+オゾン+粒状炭+急速ろ過+機械脱水機	凝集+沈澱/前ろ過+オゾン+粒状炭+急速ろ過+機械脱水機	粉末炭+凝集+沈澱/前ろ過+急速ろ過+機械脱水機	凝集+沈澱/前ろ過+オゾン+粒状炭+急速ろ過+機械脱水機	粉末炭+凝集+沈澱/前ろ過+急速ろ過+機械脱水機
排水処理	機械脱水機	機械脱水機	機械脱水機	機械脱水機	機械脱水機
追加修繕費*	44,673	3,287	2,216	3,104	2,041
更新費*	0	11,958	7,990	11,267	7,327
運転費(人件費込み)*	11,726	11,726	10,141	9,381	8,185
小計1	56,399	26,970	20,347	23,751	17,552
リスク(損失額) 年ごとの影響水量を損失額に 換算したものを50年分計算	4,986	0	0	0	0
高度浄水処理による便益	0	0	0	0	0
小計2	4,986	0	0	0	0
総計(小計1+小計2)	61,384	26,970	20,347	23,751	17,552

図 20 実施例 1 の 50 年間の費用比較

図 20 の小計欄を見ると、追加修繕のみで浄水施設を維持するよりも、更新（シナリオ 2～5 いずれも）を行った方が 50 年間の総費用は安くなることが分かる。また、リスク・便益を含む費用で比較すると、高度浄水処理の（シナリオ 3 及びシナリオ 5）便益が大きく、高度浄水処理への更新が最も総費用が少なくすることが期待できる結果となった。

上記シミュレーション（2030 年に一斉更新）結果の費用発生時期を、シナリオ 2 を例に図 21 に示す。

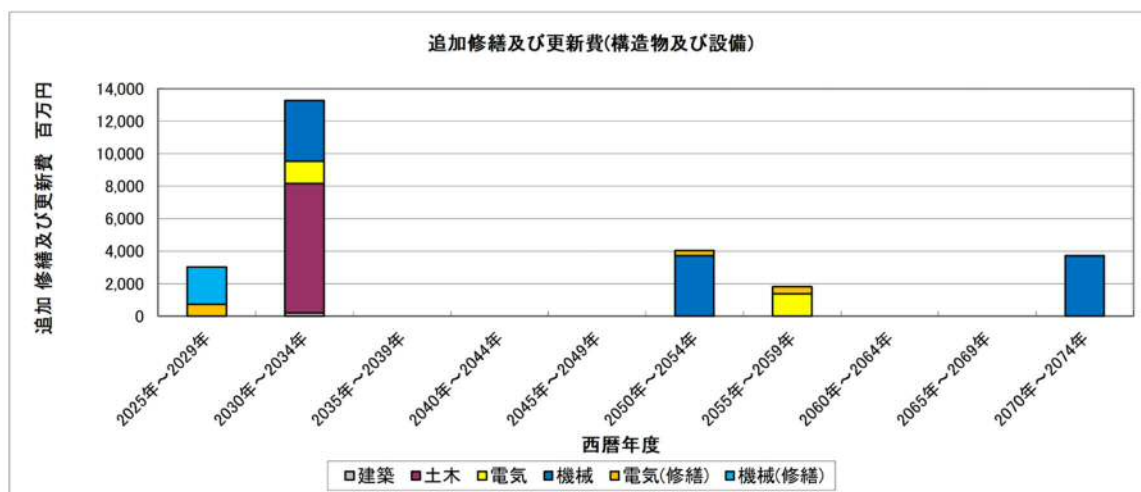


図 21 2030 年一斉更新の場合の費用発生タイミング（シナリオ 2）

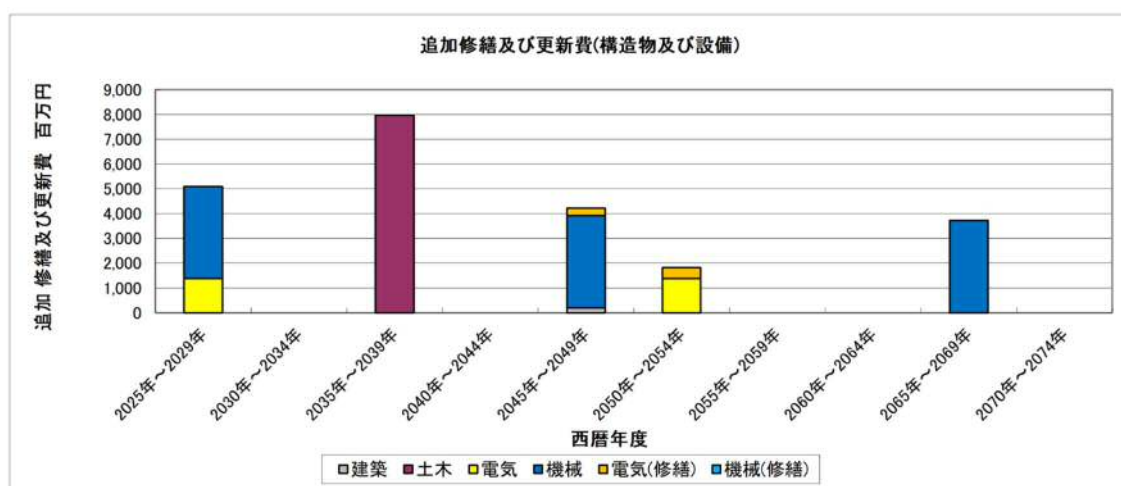


図 22 現状設備更新時期で更新する場合の費用発生タイミング（シナリオ 2）

2030 年の更新時期（2029～2033 年）に更新費用が発生し、その後は機械設備、電気設備（監視と計装を含む）の更新が 2029～2053 年度に発生する。これに対して、現状設備の更新時期に順次更新するシミュレーションでは、図 22 に示すとおり、更新費用がどの時期に必要となるか確認することができる。

7.2 実施例2「沈澱＋緩速ろ過」から「膜ろ過」へ変更する場合

①設定条件

現在施設

建設：1975 年

浄水フロー：沈澱＋緩速ろ過

浄水量：6,000 m³/日

原水水質：濁度 2 度超～10 度以下、 TOC 1.5 mg/L 超～3 mg/L 以下、
かび臭 3 ng/L 超～5 ng/L 以下、 THMFP 0.015 ng/L 以下

更新シナリオ（2030 年に一斉更新）

シナリオ 1・・・追加修繕のみで更新なし

シナリオ 2・・・フロー、浄水量同じ条件で更新

シナリオ 3・・・膜ろ過処理に更新＋浄水量は同じ条件

シナリオ 4・・・フローは同じで浄水量を 4,500 m³/日にダウンサイジング

シナリオ 5・・・膜ろ過処理に更新＋浄水量を 4,500 m³/日にダウンサイジング

入力値のプレビューを図 23 に示す。

I. 浄水場の情報		
1. 浄水場名	飯田橋浄水場	
2. 現状の計画浄水量(施設能力)	6,000 m ³ /日	
3. 現在の給水人口	15,000 人	
4. 給水原価	177 円/m ³	
5. 原水種類	伏流水	
6. ろ過方式	緩速ろ過	
7. 前処理+高度浄水処理	普通沈澱	
8. 粉末炭の有無	無	
粉末炭平均注入率	- mg/L	
粉末炭注入日数	- 日/年	
9. 紫外線処理の有無	無	
10. 排水処理	無	
11. 主要設備の最小系列数	3	
12. その系列名称	ろ過池	
13. 更新年数	法定耐用年数 × 延長係数	
14. メンテナンスレベル	480	

II. 設備分類毎の情報		
	建設(更新)年	取得金額
15. 建築構造物	1975年	0 千円
16. 土木構造物	1975年	397,472 千円
17. 電気設備	2000年	279,653 千円
18. 機械設備	2000年	87,866 千円

III. 浄水量の情報	
19. 将来の計画浄水量(施設能力)	4,500 m ³ /日

IV. 推奨浄水プロセスの情報			
	現状の原水水質	将来予想される原水水質	要求される浄水水質
20. 濁度	2度超～10度以下		0.1度以下
21. TOC	1.5mg/L超～3mg/L以下		1.5mg/L以下
22. かび臭	3ng/L超～5ng/L以下		5ng/L以下
23. THMFP	0.015mg/L以下		0.015mg/L以下
24. ろ過方式	膜ろ過		
25. 前処理+高度浄水処理	凝集		
26. 粉末炭の有無	無		
粉末炭平均注入率	- mg/L		
粉末炭注入日数	- 日/年		
27. 紫外線処理の有無	無		
28. 排水処理	無		

V. シナリオの選択		
次回更新:	任意の年に一斉更新	2030年
☒ シナリオ1 更新しない場合(修繕のみで対応)		
☒ シナリオ2 現状と同じフロー・水量で更新、使用年数は選択した更新年数に基づいて算出		
☒ シナリオ3 希望フローで更新、水量は現状と同じ、使用年数は選択した更新年数に基づいて算出		
☒ シナリオ4 現状のフローで更新、水量は将来予測、使用年数は選択した更新年数に基づいて算出		
☒ シナリオ5 希望フローで更新、水量は将来予測、使用年数は選択した更新年数に基づいて算出		

シミュレート実行

図 23 実施例 2 の入力プレビュー画面

②シミュレーション結果

シナリオ 1～5 に対して、50 年間の費用で比較できる図 24 を示す。

浄水場名:飯田橋浄水場

50年間の費用で比較					
設備ごとの係数	建築構造物	土木構造物	電気設備	機械設備	
更新基準年数	法定耐用年数:50年	法定耐用年数:60年	法定耐用年数:15年	法定耐用年数:15年	
延長係数 β	1.42	1.47	1.91	1.45	

シナリオの条件	シナリオ1 (修繕のみ)	シナリオ2 (現状と同じフロー・ 規模で更新)	シナリオ3 (希望フロー・ 同じ規模で更新)	シナリオ4 (現状と同じフロー・ 将来予測規模で更新)	シナリオ5 (希望フロー・ 将来予測規模で更新)
計画浄水量 m ³ /日	6,000	6,000	6,000	4,500	4,500
浄水フロー	普通沈澱+緩速ろ過	普通沈澱+緩速ろ過	凝集+膜ろ過	普通沈澱+緩速ろ過	凝集+膜ろ過
排水処理	無	無	無	無	無
追加修繕費*	4,040	447	1,130	405	1,060
更新費*	0	2,006	4,090	1,819	3,880
運転費(人件費込み)*	4,690	4,690	4,337	3,518	3,253
小計1	8,731	7,143	9,557	5,741	8,193
リスク(損失額) 年ごとの影響水量を損失額に 換算したものを50年分計算	2,333	0	0	0	0
高度浄水処理による便益	0	0	0	0	0
小計2	2,333	0	0	0	0
総計(小計1+小計2)	11,064	7,143	9,557	5,741	8,193

図 24 実施例 2 の 50 年間の費用比較

図 24 の小計欄を見ると、追加修繕のみで浄水施設を維持するよりも、更新（シナリオ 2～5 いずれも）を行った方が 50 年間の総費用は安くなることが分かる。シナリオ 2 とシナリオ 3 を比較すると、膜ろ過導入により設備費がやや増加するものの、50 年間の総費用ではほぼ同等と考えられる。

7.3 総合評価

本シミュレータでは、事業者のニーズに合った比較ができるように、新たに総合評価形式でのシミュレーション結果表示機能を追加した。費用比較だけでなく、浄水場面積や維持管理性に重み付け配点して比較できるようになっている。実施例2における総合評価の結果を図25に示す。それをレーダーチャートと棒グラフで示したものが図26である。

浄水場名: 飯田橋浄水場

■総合評価		評価方法			シナリオ1			シナリオ2			シナリオ3			シナリオ4			シナリオ5		
分類	項目名	配点	最低	最高	値	得点	得点率	値	得点	得点率	値	得点	得点率	値	得点	得点率	値	得点	得点率
費用	● 総費用(百万円/50年)	50	0	12,200	8,783	14.0	0.28	7,233	20.4	0.41	10,127	8.5	0.17	5,841	26.1	0.52	8,753	14.1	0.28
	● 総費用リスク便益費込(百万円/50年)		0	13,400	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00
技術	電力使用量(kWh/m ³)	10	0.000	1,000	0.063	9.4	0.94	0.063	9.4	0.94	0.120	8.8	0.88	0.069	9.3	0.93	0.146	8.5	0.85
	薬品費(円/m ³)	10	0.000	5,000	0.653	8.7	0.87	0.653	8.7	0.87	2.768	4.5	0.45	0.653	8.7	0.87	2.768	4.5	0.45
	浄水場面積(m ² /(m ³ /日))	10	0	10	2.2	7.8	0.78	2.2	7.8	0.78	0.4	9.6	0.96	2.2	7.8	0.78	0.4	9.6	0.96
	維持管理難易度	10	-	-	I類	10.0	1.00	I類	10.0	1.00	I類	10.0	1.00	I類	10.0	1.00	I類	10.0	1.00
	クリプト除去・不活化log数	10	0.0	6.0	5.0	8.3	0.83	5.0	8.3	0.83	6.0	10.0	1.00	5.0	8.3	0.83	6.0	10.0	1.00
合計		100	-	-	-	58.2	-	-	64.6	-	-	51.4	-	-	70.2	-	-	56.7	-

※「配点」は合計が100になるように入力して下さい。

図25 実施例2でのシミュレーション結果まとめ(総合評価方式)

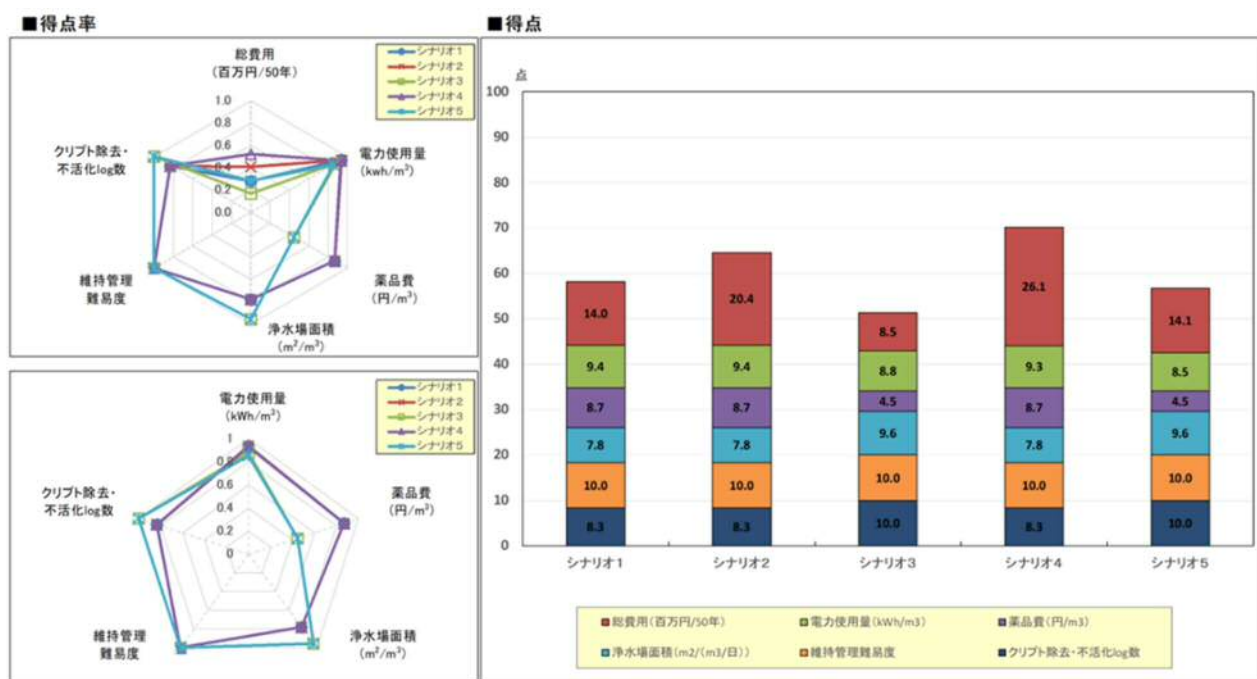


図26 実施例2でのシミュレーション結果まとめ(レーダーチャート・棒グラフ)

シナリオ4とシナリオ5を、50年間の総費用で比較するとシナリオ4(現在と同じ浄水フローで更新)がやや安価であるが、更新用地が確保できない場合、シナリオ5(膜ろ過で更新)の得点が高くなるケースを示す。事業者、対象浄水場のニーズに合わせて配点を変えることで、よりニーズに即した評価を行うことができる。

今回提案するシミュレータは浄水施設の更新を検討する際の第1段階として、更新をした方が良いかどうか、異なる処理フロー、施設規模を選択する場合にどの程度の費用がかかるかなどに

ついて事前の比較検討に用いることを想定した簡易的計算である。従って実際に更新を計画することになった場合には、施設の状況に応じた建設費、維持管理費などの詳細な計算をする必要がある。

8. 参考資料

本章では、3.2、表 6 設備費の参照金額算出方法のうち、設備基準金額の補正に使用した補正係数（急速ろ過：1.46、膜ろ過：1.24、緩速ろ過：0.99）の算出方法について述べる。

8.1 急速ろ過

アンケート結果から、凝集＋沈澱＋急速ろ過、凝集＋沈澱＋粒状炭＋急速ろ過、凝集＋沈澱＋オゾン＋粒状炭＋急速ろ過及びこれらの浄水処理フローに粉末活性炭を付加した浄水処理フローの回答を抽出した。そこから、更に取得金額の総額を算出できるように、土木設備、建築設備、機械設備及び電気計装設備全ての工種の取得金額の記載がある回答のみを抽出した。

抽出したアンケート結果について、土木設備、建築設備、機械設備及び電気計装設備の取得金額の総額をデフレータ処理により現在価格換算し、「①アンケートで得られた取得金額」とした。

抽出したアンケート結果に関して、アンケート結果に記載の計画浄水量に基づき、水道事業の再構築に関する施設更新費用の算定の手引きを用いて、「②水道事業の再構築に関する施設更新費用算定額」も算出した。なお、水道事業の再構築に関する施設更新費用の算定の手引きにおける算出範囲は、着水井、急速攪拌池、ブロック形成池、沈澱池、急速ろ過池、塩素混和池、浄水池・ポンプ井（直接基礎）、薬品注入施設、中央監視操作施設を含むとし、オゾン処理施設、粉末活性炭処理施設及び粒状活性炭施設については浄水処理フローに応じて含める・含めないを選択した。

「①アンケートで得られた取得金額」÷「②水道事業の再構築に関する施設更新費用算定額」の比率を算出し、その 80 パーセント値を補正係数（急速ろ過：1.46）とした。「②水道事業の再構築に関する施設更新費用算定額」で導出した取得金額に補正係数を乗じることで、より多くの水道事業体で活用できるよう補正を行った。

8.2 膜ろ過

アンケート結果から、凝集＋沈澱＋膜ろ過、凝集＋沈澱＋粒状炭＋膜ろ過、凝集＋沈澱＋オゾン＋粒状炭＋膜ろ過及びこれらの浄水処理フローに粉末活性炭を付加した浄水処理フローの回答を抽出した。そこから、更に取得金額の総額を算出できるように、土木設備、建築設備、機械設備及び電気計装設備全ての工種の取得金額の記載がある回答のみを抽出した。

抽出したアンケート結果について、土木設備、建築設備、機械設備及び電気計装設備の取得金額の総額をデフレータ処理により現在価格換算し、「①アンケートで得られた取得金額」とした。

抽出したアンケート結果に関して、アンケート結果に記載の計画浄水量に基づき、水道事業の再構築に関する施設更新費用の算定の手引きを用いて、「②水道事業の再構築に関する施設更新費用算定額」も算出した。なお、水道事業の再構築に関する施設更新費用の算定の手引きにおける算出範囲は、着水井、急速攪拌池、ブロック形成池、沈澱池、急速ろ過池、塩素混和池、浄水池・ポンプ井（直接基礎）、薬品注入施設、中央監視操作施設を含むとし、オゾン処理施設、粉末活性炭処理施設及び粒状活性炭施設については浄水処理フローに応じて含める・含めないを選択した。

「①アンケートで得られた取得金額」÷「②水道事業の再構築に関する施設更新費用算定額」の比率を算出し、その 80 パーセント値を補正係数（膜ろ過：1.24）とした。「②水道事業の再構築に関する施設更新費用算定額」で導出した取得金額に補正係数を乗じることで、より多くの水道事業体で活用できるよう補正を行った。

8.3 緩速ろ過

アンケート結果から、緩速ろ過、沈澱+緩速ろ過、凝集+沈澱+緩速ろ過、凝集+沈澱+粒状炭+緩速ろ過、及びこれらの浄水処理フローに粉末活性炭を付加した浄水処理フローの回答を抽出した。そこから、緩速ろ過と急速ろ過の2つが含まれていて緩速ろ過のみを分離できない浄水場を対象から除外した。結果として粒状活性炭と粉末活性炭の処理を持つ浄水場は評価対象の中に残らなかった。更に取得金額の総額を算出できるように、土木設備、建築設備、機械設備及び電気計装設備全ての工種の取得金額の記載がある回答のみを抽出し、8 浄水場が最終的な評価対象となった。

抽出したアンケート結果について、土木設備、建築設備、機械設備及び電気計装設備の取得金額の総額をデフレータ処理により現在価格換算し、「①アンケートで得られた取得金額」とした。

また、「②水道事業の再構築に関する施設更新費用算定額」の算出では、水道事業の再構築に関する施設更新費用の算定の手引きから、着水井、急速攪拌池、ブロック形成池、沈殿池、緩速ろ過池、塩素混和池、浄水池・ポンプ井（直接基礎）、薬品注入施設、中央監視操作施設の該当するものを選択した。

以上から、「①アンケートで得られた取得金額」÷「②水道事業の再構築に関する施設更新費用算定額」の比率を算出し、その 80 パーセント値を補正係数（緩速ろ過：0.99）とした。

参考文献

- 1) 照井義秀、松浦博司、青江洋典、伊藤雅喜、浄水施設更新におけるアセットマネジメント活用手法の検討、第 61 回全国水道研究発表会講演集、pp.64-65、平成 22 年 5 月
- 2) 水道技術研究センター 持続可能な水道サービスのための浄水技術に関する研究 (*Aqua10*) 成果報告書 平成 23 年 4 月
- 3) 水道技術研究センター 安全でおいしい水を目指した高度な浄水処理技術の確立に関する研究 (*e-Water II*) 報告書 平成 19 年 3 月
- 4) 伊藤禎彦、越後信哉、水の消毒副生成物、pp.14-19、技報堂出版
- 5) 木村昌弘、総合評価指標を用いた次世代へ向けての上下水道システムの再構築に関する研究、2008 年
- 6) 齊藤方正、木村昌弘、伊藤禎彦、DALY による水道水質のリスク評価、第 57 回全国水道研究発表会講演集、pp.716-717、平成 18 年 5 月
- 7) 水道技術研究センター 浄水技術ガイドライン 2010、pp.10~11、31、2010 年
- 8) 国立保健医療科学院、定量的微生物リスク評価ー水安全管理への適用ー (日本語版・Web 公開用)、p127、
URL:https://www.niph.go.jp/soshiki/suido/WHO_QMRA_jp.html、2020 年
- 9) 橋本ほか、“水道水質関連調査データを用いた水源のクリプトスポリジウム等検出状況とその定量的微生物リスク評価”、水道協会雑誌第 90 巻、pp.2-10、2021 年

＜浄水施設更新シミュレータアップグレードWGメンバー＞（敬称略）

（期間は年度で記載、記載なしは全期間（2021～2024））

副幹事	田中 宏樹	株式会社西原環境
企業リーダー	矢野 正人	株式会社フソウ
	小野寺 雄治	株式会社フソウ（2024）
企業委員	眞崎 晃明	オルガノ株式会社（2022～2024）
	雨宮 潤治	水道機工株式会社（2023～2024）
	北條 達也	水道機工株式会社（2023～2024）
	山本 崇史	水 ing エンジニアリング株式会社
	宮田 純	月島 JFE アクアソリューション株式会社
	金谷 道昭	東芝インフラシステムズ株式会社
	藤原 尚洋	株式会社西原環境（2022～2024）
	横井 浩人	株式会社日立製作所
事務局	内田 貴志	（2024）
	川瀬 優治	
	渡部 太士	（2023～2024）
	石塚 美和	（2022～2024）
（前任者）		
企業委員	白鳥 秀彦	オルガノ株式会社（2021）
	笹川 浩一	水道機工株式会社（2021～2023）
	的場 涼	水道機工株式会社（2021～2023）
	齋藤 真太郎	株式会社フソウ（2021～2024）
事務局	市川 学	（2021～2024）
	栗原 潮子	（2021～2022）
	白石 尚希	（2021～2023）

＜浄水技術研究推進委員会 メンバー＞（敬称略）

（期間は年度で記載、記載なしは全期間（2021～2024））

委員長	滝沢 智	東京大学大学院
委員	伊藤 禎彦	京都大学大学院
	伊藤 雅喜	芝浦工業大学
	大瀧 雅寛	お茶の水女子大学
研究協力者	山村 寛	中央大学
	安藤 直哉	北海学園大学
	酒井 宏治	東京都立大学
アドバイザー	堤 行彦	福山市立大学
委員	山西 陽介	前澤工業株式会社
	田中 宏樹	株式会社西原環境
	矢野 正人	株式会社 フソウ
	小野寺 雄治	株式会社 フソウ
	保科 克行	株式会社クボタ
	根本 雄一	前澤工業株式会社
	藤本 瑞生	株式会社神鋼環境ソリューション
	雨宮 潤治	水道機工株式会社
事務局	内田 貴志	(2024)
	佐々木 克之	(2023～2024)
	川瀬 優治	
	渡部 太士	(2023～2024)
	石塚 美和	(2022～2024)
	河渕 智実	(2024)
	塩谷 直之	(2024)
(前任者)		
事務局	市川 学	(2021～2024)
	栗原 潮子	(2021～2022)
	白石 尚希	(2021～2022)
	丸林 拓也	(2021)
	久保 章	(2021～2023)
	山下 玲菜	(2022～2023)

＜*A-MODELS* 第1小委員会メンバー＞（敬称略）

（期間は年度で記載、記載なしは全期間（2021～2024））

委員長	大瀧 雅寛	お茶の水女子大学
研究協力者	安藤 直哉	北海学園大学
オブザーバー	北川 義雄	一般社団法人 日本水道運営管理協会（2023～2024）
事業体委員	藤澤 直樹	盛岡市上下水道局
	鈴木 大介	山形市上下水道部（2023～2024）
	坂 健治	金沢市企業局
	藤原 康晴	東京都水道局（2023～2024）
	梅本 茂雄	川崎市上下水道局
	江上 芳郎	静岡市上下水道局（2024）
	松尾 純也	愛知県企業庁（2024）
	吉川 博朗	阪神水道企業団（2023～2024）
	亀川 剛	鳥取市水道局
	中村 秀司	広島市水道局
	三村 尚之	福岡市水道局
	泊 和朗	鹿児島市水道局（2023～2024）
副幹事	田中 宏樹	株式会社西原環境
企業リーダー	矢野 正人	株式会社フソウ
	小野寺 雄治	株式会社フソウ（2024）
企業委員	石崎 健介	石垣メンテナンス株式会社（2024）
	眞崎 晃明	オルガノ株式会社（2022～2024）
	雨宮 潤治	水道機工株式会社（2023～2024）
	北條 達也	水道機工株式会社（2023～2024）
	山本 崇史	水ingエンジニアリング株式会社
	神保 正樹	株式会社第一テクノ
	宮田 純	月島JFEアクアソリューション株式会社
	金谷 道昭	東芝インフラシステムズ株式会社
	藤原 尚洋	株式会社西原環境（2022～2024）
	川崎 貴義	株式会社明電舎
	横井 浩人	株式会社日立製作所
	星川 修一郎	株式会社日立プラントサービス（2023～2024）
事務局	内田 貴志	（2024）
	川瀬 優治	
	渡部 太士	（2023～2024）
	石塚 美和	（2022～2024）

(前任者)

オブザーバー	飯田 健義	一般社団法人日本水道運営管理協会 (2021～2022)
事業体委員	遠藤 直樹	山形市上下水道部 (2021～2022)
	富永 陽	東京都水道局 (2021～2022)
	柴山 明久	静岡市上下水道局 (2021～2023)
	東野 健太郎	愛知県企業庁 (2021～2023)
企業委員	北野 幸治	阪神水道企業団 (2021～2022)
	吉鶴 麗璽	鹿児島市水道局 (2021～2022)
	中田 利夫	石垣メンテナンス株式会社 (2021～2022)
	井村 哲也	石垣メンテナンス株式会社 (2022～2023)
	白鳥 秀彦	オルガノ株式会社 (2021～2022)
	笹川 浩一	水道機工株式会社 (2021～2023)
	的場 涼	水道機工株式会社 (2021～2023)
	鈴木 秀孝	株式会社日立プラントサービス (2021)
	渡邊 英幸	株式会社日立プラントサービス (2021～2022)
	齋藤 真太郎	株式会社フソウ (2021～2024)
事務局	市川 学	(2021～2024)
	栗原 潮子	(2021～2022)
	白石 尚希	(2021～2022)

水道の基盤強化に資する浄水システムの更新・再構築
に関する研究 (*A-MODELS*)

浄水施設更新シミュレータ 2024
解説書

令和 7 年 (2025 年) 3 月 発 刊

発行所 公益財団法人水道技術研究センター
〒112-0004

東京都文京区後楽 2-3-28 K.I.S 飯田橋ビル 7F

TEL 03-5805-0262

FAX 03-5805-0265

e-mail jwrcweb@jwrc-net.or.jp