

連続自動水質計器の設置、活用状況に関する調査

研究代表者	小坂 浩司
研究分担者	浅見 真理
研究協力者	下ヶ橋 雅樹
研究協力者	小池 友佳子
研究協力者	斎藤 健太
研究協力者	宮林 勇一
研究協力者	佐藤 三郎

厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
「水道における連続監視の最適化および浄水プロセスでの処理性能評価に関する研究」
分担研究報告書

研究課題：連続自動水質計器の設置、活用状況に関する調査

研究代表者	小坂 浩司	国立保健医療科学院生活環境研究部水管理研究領域
研究分担者	浅見 真理	国立保健医療科学院生活環境研究部水管理研究領域
研究協力者	下ヶ橋 雅樹	国立保健医療科学院生活環境研究部水管理研究領域
研究協力者	小池 友佳子	八戸圏域水道企業団
研究協力者	斎藤 健太	横浜市水道局
研究協力者	宮林 勇一	横須賀市上下水道局
研究協力者	佐藤 三郎	(公社) 日本水道協会

研究要旨

全国約 330 の水道事業体を対象に、自動水質計器の設置、活用状況について調査を行った。4 つ（急速ろ過方式、消毒のみ、緩速ろ過方式、膜ろ過方式）の処理方式によらず、本研究で対象とした浄水場の 98%以上で、1 種以上の水質計器を設置していた。消毒のみの場合を除き、濁度計、残留塩素計、pH 計は複数地点で設置している割合が高かった。処理方式によって違いあるものの、全体的に見ると、メンテナンスを行っている場合、自己メンテナンスは 1 ヶ月以内、委託メンテナンスは 1 年以内の割合が共通して高い傾向にあった。処理方式によらず、水質計器の活用方法は、管理基準や指標値を設定している場合が多い傾向にあった。水質計器の原理として、生物センサーの場合は魚類監視装置が、残留塩素計の場合はポーログラフ法が、高感度濁度計の場合は粒子数計測法が多かった。水質計器に対する要望としては、メンテナンスフリー（点検、試薬、部品の交換等）であること、コストが低いことが共通していた。

A. 研究目的

原水の水質変動・水質異常を検知し、速やかに対応し安全な水道水の継続的な供給に対し、各プロセスで設置されている連続自動水質計器の果たす役割は非常に大きい。しかし、これまでのところどのような水質計器がどの地点に設置され、どのように活用されているかについて、その現状はほとんど整理されていない。また、その設置状況は、当然ながら処理方式によっても大きく異なると考えられる。

本研究では、全国の水道事業体を対象にアンケート調査を行い、連続自動水質計器の設置、活用状況について整理、解析を行った。このとき、処理方式別に集計した。

B. 研究方法

1. アンケート調査

2015 年 8～10 月、4 つ（急速ろ過方式、消毒のみ、緩速ろ過方式、膜ろ過方式）の処理方式別に全国の水道事業体から調査対象を選定し、それぞれの水道事業体に対し、該当する処理方式の代表的な 1 浄水場について電子メールでアンケート調査を行った（代表浄水場は、水道事業体側が選定）。上記 4 つの処理方式には、高度浄水処理を行っている場合も含まれている。このとき、各処理方式の調査事業体数は、それぞれ 224、58、29

および 20 であった（表 1）。1 水道事業体については、異なる 2 つの処理方式について調査依頼を行ったため、全調査事業体数は延べ 331 であった。

回答は、急速ろ過方式、消毒のみ、緩速ろ過方式、膜ろ過方式でそれぞれ 177、46、16、19 の浄水場について得た。膜ろ過方式の場合、19 浄水場のうち 1 つは海水淡水化の浄水場であった。水道事業体によっては複数の浄水場の回答を行ったところがあったこと、依頼した処理方式と異なる処理方式の浄水場に対して回答された場合があったことから、この数を用いて回収率の算出は行わなかった。

回答いただいた対象浄水場について、図 1 に地方区分の内訳を、図 2 に浄水場の施設能力の内訳を示す。地方区分によって対象浄水場数は 10～50 程度で、関東、中部、近畿、九州地方が多かった。また、緩速ろ過方式を除きいずれの処理方式でも全ての地方区分から回答を得た。施設能力については 1 万～5 万 m³/日のところが最も多かった。緩速ろ過、膜ろ過で >10 万 m³/日の浄水場の回答はなかったが、それ以外については処理方式によらず各施設能力の分類から回答を得た。

2. 質問内容

質問は、以下に示す 5 つの項目について行った（質問票は Excel ファイルで作成）。質問 1 の各

水質計器の設置、活用、メンテナンス状況は処理方式別に集計を行った。高度処理の浄水場は区別せずに集計した。質問 1 の代替指標および 5 種の水質計器の原理に関する質問、質問 2~5 は処理方式に分類せず集計した。

(1) 質問 1

設置箇所ごとに、以下の 5 点について選択式または自由記載で質問を行った。

- 各水質計器の設置の有無
- 各水質計器の自己メンテナンスの状況
- 各水質計器の委託メンテナンスの状況
- 各水質計器の活用状況
- 各水質計器の項目を何らかの項目の代替指標としている場合、その代替とされている指標

水質計器の設置箇所は、水道システムを、水源、浄水プロセス、給配水に分類し、浄水プロセスは処理方式ごとに設置箇所をさらに細分化した（原水の種類が地下水の場合、水源は無しとした）。これ以外の浄水プロセスがあった場合は、追加で記載してもらった。回答結果は、原水や浄水等に置き換えることができると考えられた場合は、修正した（例えば、着水井を原水に、配水池を浄水に変換）。浄水場によっては、プロセスをより細分化している場合があったが、本研究では、その一部は統合して取り扱った（例：フロック形成池～凝集沈殿池の結果は、凝集沈殿水とみなした）。このため、統合して取り扱ったプロセスそれぞれに同一の連続計器を設置していた場合、実際よりも設置箇所数は少なく見積もっていることになる。各処理方式の設置箇所は表 2 のように統一化された。いずれの処理方式も基本プロセス（水源、対象浄水場数が多かった浄水プロセス、給配水）と追加プロセス（浄水プロセスのうち対象浄水場数が少なかったプロセス）に分類した。本調査では、追加プロセスの設置順による違いについては区別せずに集計、解析した。

水質計器の設置の有無のみを対象としたため、同一箇所に測定原理の異なる同一種の水質計器が設置してあった場合、設置数は 1 とした（例えば、急速ろ過水に測定原理の異なる高感度濁度計が設置されていた場合）。また、給配水では、複数地点に同一の水質計器を設置している場合があったが、同様に設置数は 1 とした。

水質計器の活用状況は、自動制御、管理基準や指標、参考データからの選択とした。回答結果を統合して取り扱ったことで、ある設置箇所において、同一水質計器の複数の回答結果から、いずれかの回答を選択することになった場合、活用状況が自動制御、管理基準や指標、参考データの順に優先度を高めた。

水質計器は、表 3 に示す 23 種の水質計器を挙

げた。給配水等で利用されている多項目水質計器を設置していた場合、測定対象としている水質項目を挙げてもらった。その他の水質計器を設置している場合には、追加で記載してもらった（表 4）。追加で挙げられた 11 種の水質計器のうち、酸化還元電位（ORP）計、シルト密度指数（SDI）計、ホウ素計を除く 8 種は急速ろ過方式のみで設置、ORP 計は急速ろ過方式と膜ろ過方式で設置、SDI 計とホウ素計は膜ろ過方式のみで設置であった。生物センサー、残留塩素計、高感度濁度計、揮発性有機物（VOC）計、かび臭センサーの 5 種については、設置している場合、その測定原理を自由記載で質問を行った。

(2) 質問 2

設置している水質計器のうち、特に利用価値が高く、推奨できるものがある場合、その水質計器名と理由について、自由記載で質問を行った。

(3) 質問 3

設置している（設置していた）水質計器のうち、利用において課題があると考えられる場合、その水質計器名と理由について、自由記載で質問を行った。

(4) 質問 4

このような機能を持った水質計器があると便利と考えられるものがある場合、その水質計器名と理由について、自由記載で質問を行った。

(5) 質問 5

水質計器のデータの活用度を高める方法について、意見等があれば自由記載で質問を行った。

C. 研究結果および D. 考察

1. 各水質計器の設置、活用、メンテナンス状況

1.1 急速ろ過方式

急速ろ過方式では、対象とした 23 種のいずれかの水質計器（表 3）がいずれかの浄水場に設置されていた。それ以外の水質計器として 8 種（浄水処理モニター、連続臭気発生装置、蛍光光度計、トリクロロアミン計、溶存マンガン計、COD 計、全りん計、ORP 計、クロロフィル計）の水質計器が挙げられ、計 31 種の水質計器が設置されていた。いずれかの設置箇所に 1 種以上の水質計器が設置されていた浄水場の割合は 99%であった。図 3 に、設置されていた水質計器の設置地点数による分類を示す。設置率が 50%以上であった水質計器は、生物センサー、残留塩素計、濁度計、高感度濁度計、pH 計、アルカリ度計、電気伝導度計、水温計の 8 種で、残留塩素計の設置率が最も高かった（98%）。また、水質計器の設置地点数は、残留塩素計、濁度計、pH 計、水温計は複数箇所で設置している割合が高かった。

表 5 に、水質計器の設置箇所別の設置率を示す。

特に、設置率が高かった 8 種について、図 4 に、基本プロセスでの設置箇所別の設置率を示す。各設置箇所の対象数は、設置箇所によって回答が無かった場合があったため異なっている（他の処理方式でも同様）。濁度計は取水～給配水のいずれも設置率は約 30%以上あったが、特に原水、凝集沈殿水で高かった。一方、高感度濁度計はろ過水で設置率が高かった。残留塩素計は、凝集沈殿水以降のプロセスで高かった。pH 計は、取水～浄水で高い傾向にあり、特に、原水、凝集沈殿水、浄水で高かった。

表 6 に、水質計器の自己メンテナンスの頻度別の割合を示す。同一の水質計器を複数箇所に設置している場合、別々に回答を得ているため、回答数 (n) は回答があった水質計器数としている（委託メンテナンス、他の処理方式の結果についても同様）。水質計器によって n は異なるが、自己メンテナンスの頻度は、水質計器によらず、1 週間以内、あるいは 1 ヶ月以内（2 週間～1 ヶ月）の割合が高かった。不定期の実施、これまで未実施と回答したところも多くの水質計器で認められた（その割合は水質計器によって異なった）。

表 7 に、水質計器の委託メンテナンスの頻度別の割合を示す。全体的に見ると、委託メンテナンスの頻度は、1 年以内（6 ヶ月～1 年）の割合が高く、水質計器によっては 6 ヶ月以内（3～6 ヶ月）、1 ヶ月以内（2 週間～1 ヶ月）の割合が比較的高い場合もあった。ただし、生物センサーは、これまで未実施の割合が高かった。

表 8 に、水質計器の設置箇所別の活用状況を示す。全体的に見ると管理基準や指標値を設定している水質計器が多かった。自動制御を行っている水質計器の数は、凝集沈殿水～浄水の残留塩素計、原水の濁度計が比較的多かった。続いて、原水～浄水で pH 計の自動制御を行っているところが多かった。

1.2 消毒のみ

消毒のみの場合、いずれかの設置箇所に 1 種以上の水質計器が設置されていた浄水場の割合は 98%であった。設置されていた水質計器は 8 種であった。図 5 に、設置されていた水質計器の設置地点数による分類を示す。設置率が 50%以上であった水質計器は、残留塩素計、濁度計、pH 計の 3 種で、残留塩素計の設置率が最も高かった（98%）。また、水質計器の設置地点数は、水質計器によらず 1 地点の割合が高かった。

表 9 に、水質計器の設置箇所別の設置率を示す。原水の種類は、地下水と湧水があったが、湧水の場合のみ、水源があるとした。消毒のみの場合、

生物センサー以外の水質計器は、浄水、給配水への設置率が高いことが示された。

表 10 に、水質計器の自己メンテナンスの頻度別の割合を示す。自己メンテナンスの頻度は、生物センサー以外は、1 ヶ月以内（2 週間～1 ヶ月）という回答の割合が高く、続いて 1 週間以内の割合が高かった。これは、急速ろ過システムの場合と逆であった。水質計器によって対象数は異なるが、生物センサー、高感度濁度計、水温計は、不定期に実施の割合も比較的高かった。また、これまで実施していない、という浄水場もあった。

表 11 に、水質計器の委託メンテナンスの頻度別の割合を示す。委託メンテナンスの頻度は、自己メンテナンス同様、生物センサー以外は、3 ヶ月以内（2～3 ヶ月）、1 年以内（6 ヶ月～1 年）という回答の割合が高かった。また、3 年以内（1～3 年）、不定期、これまで実施していない、という浄水場も認められた。

表 12 に、水質計器の設置箇所別の活用状況を示す。全体的に見ると管理基準や指標値を設定している水質計器が多かった。自動制御を行っている水質計器の数は、浄水の残留塩素が比較的多かった。しかし、浄水に残留塩素計を設置しており回答があったうち、自動制御の割合は 23%であり、急速ろ過方式に比べると低い値であった。

1.3 緩速ろ過方式

緩速ろ過方式の場合、いずれかの設置箇所に 1 種以上の水質計器が設置されていた浄水場の割合は 100%であった。設置されていた水質計器は 13 種であった。図 6 に、水質計器の設置地点数による分類を示す。設置率が 50%以上であった水質計器は、残留塩素計、濁度計、高感度濁度計、pH 計の 4 種で、残留塩素計の設置率が最も高かった（94%）。また、水質計器の設置地点数は、残留塩素計と濁度計は複数箇所設置の割合が高かった。設置されていたのが 1 浄水場であった 5 種の水質計器は、紫外部吸光光度計、油分計、油膜計、アルカリ度計、溶存酸素計で、油分計を除き設置地点は 1 つであった（油分計は 2）。

表 13 に、水質計器の設置箇所別の設置率を示す。全体的には、原水、浄水での設置率が高い傾向にあった。濁度計は原水と凝集沈殿水（凝集沈殿を行っている場合）、高感度濁度計は緩速ろ過水と浄水での設置率が高かった。

表 14 に、水質計器の自己メンテナンスの頻度別の割合を示す。 n が 10 以上のところについて見ると、全体的には、自己メンテナンスの頻度の割合は、1 ヶ月以内（2 週間～1 ヶ月）が高く、2 週間以内（1～2 週間）、1 週間以内、不定期の割合が同程度の傾向にあった。

表 15 に、水質計器の委託メンテナンスの頻度別の割合を示す。 n が 10 以上のところについて見ると、全体的には、委託メンテナンスの頻度は、1 年以内 (6 ヶ月～1 年)、3 年以内 (1～3 年)、不定期の割合が高かった。これまで実施していない、という浄水場も認められた。

表 16 に、水質計器の設置箇所別の活用状況を示す。全体的に見ると管理基準や指標値を設定している水質計器が多かった。自動制御を行っている水質計器の数は、浄水での残留塩素計が多く、その割合は浄水で残留塩素計を設置していた浄水場の 53%であった。

1.4 膜ろ過方式

膜ろ過方式の場合、いずれかの設置箇所に 1 種以上の水質計器が設置されていた浄水場の割合は 100%であった。設置されていた水質計器は 17 種であった。このうち、3 種 (ORP 計、SDI 計、ホウ素計) は表 3 にある 23 種の水質計器以外であった。

図 7 に、水質計器の設置地点数による分類を示す。設置率が 50%以上であった水質計器は、残留塩素計、濁度計、高感度濁度計、pH 計、水温計の 5 種であった。残留塩素計、高感度濁度計、pH 計、は設置率が 80%を超え、特に残留塩素計の設置率は 100%であった。また、この 5 種は複数箇所設置の割合が高かった。設置されていたのが 1 浄水場であった 6 種の水質計器は、紫外部吸光光度計、油膜計、かび臭センサー、ORP 計、SDI 計、ホウ素計で、このうち、ORP 計、SDI 計、ホウ素計は海水淡水化施設への設置であった。かび臭センサー、ORP 計、SDI 計、ホウ素計の 4 種は複数地点に設置されていた。

表 17 に、水質計器の設置箇所別の設置率を示す。 n が 10 以上のところを見ると、全体的に原水、膜ろ過水、浄水において水質計器の設置率が高かった。

表 18 に、水質計器の自己メンテナンスの頻度別の割合を示す。 n が 10 以上のところについて見ると、全体的には、自己メンテナンスの頻度は、1 週間以内と 1 ヶ月以内 (2 週間～1 ヶ月) の割合が同程度であった。1 年以内 (6 ヶ月～1 年) と不定期のところも 10～20%程度認められた。

表 19 に、水質計器の委託メンテナンスの頻度別の割合を示す。 n が 10 以上のところについて見ると、全体的には、1 年以内 (6 ヶ月～1 年) が高かった。1 週間以内と不定期のところも 10～20%程度認められた。

表 20 に、水質計器の設置箇所別の活用状況を示す。全体的に見ると管理基準や指標値を設定している水質計器が多かった。他の処理方式と同様の傾向であった。自動制御を行っている水質計器

の数は、浄水の残留塩素計、原水の濁度計が比較的多かった。また、膜ろ過水の高感度濁度計、浄水の pH 計でも自動制御を行っているところがあった。

2. 水質計器の測定項目の代替指標としての利用

水質計器を他の項目の代替指標として利用している浄水場は 37 で、14 箇所に設置されていた 13 種の水質計器が該当した。表 21 に、水質計器を代替指標として利用している設置箇所別の浄水場数を示す 1 浄水場で複数の水質計器を代替指標として用いていた場合が多かったため、上記の浄水場数と表 21 の浄水場数の合計は一致していない。また、表 22 に、各水質計器が何の項目の代替指標として利用されているか、設置箇所別の浄水場数として示す。

13 種の水質計器のうち、生物センサー、高感度濁度計、塩素要求量計、紫外部吸光光度計、電気伝導度計を代替指標として利用しているところが多かった。このとき、生物センサーは毒物等 (毒性物質、有害物質、毒物等)、高感度濁度計はクリプトスポリジウム等、塩素要求量計はアンモニア態窒素、紫外部吸光光度計は有機物 (TOC やトリハロメタン (THM) 前駆物質を含む)、電気伝導度は毒物等、塩分 (塩化物、海水遡上を含む)、アルカリ度の代替指標として利用されていた。

また、代替指標以外に幾つかの水質計器については、以下に示すように活用方法も回答があった。

- 残留塩素計：塩素注入管理 (注入量の設定)、送水時の残留塩素の維持・管理、藻類対策
- 濁度計：活性炭注入 (量)、凝集剤注入量、取水の濁度から原水の濁度の推測
- 高感度濁度計：ろ過池の管理、凝集剤注入量
- pH 計：アルカリ剤注入量、凝集剤注入量、酸注入量
- アンモニア計：塩素注入量
- 紫外部吸光光度計：凝集剤注入量
- アルカリ度計：凝集剤注入量、アルカリ剤注入

3. 設置している水質計器の原理

生物センサー、残留塩素計、高感度濁度計、かび臭センサー、VOC 計の 5 種について、原理等の調査を行った。処理方式に分類せずに集計している。

①生物センサー

回答を得た 106 件のうち、設置していた生物センサーの原理は、魚類監視装置が 92%、魚類監視装置と微生物の両方が 3%、微生物が 6%であった。したがって、95%は魚類監視装置を設置していたことが示された。図 8 に、設置していた魚類監視

装置における魚類の種類を示す。複数回答有りの結果であるが、メダカ類（メダカ、ヒメダカ）、金魚が、それぞれ 42、32 と多いことがわかった。評価の仕方では、目視、光電スイッチ方式、赤外線センサー、活動電位方式、画像解析、忌避行動等が挙げられた。

②残留塩素計

回答を得た 204 件のうち、設置していた残留塩素計の原理は、全てのところでポーラログラフ法を採用していた。複数箇所を設置していた浄水場のうち、3 箇所では DPD 法による水質計器も設置していた（同一メーカーのもの）。ポーラログラフ法について、さらに有試薬方式か無試薬方式かを聞いたところ、56%が無試薬方式のみ、7%が有試薬方式のみ、22%が無試薬方式と有試薬方式の両方、16%が不明であり、その多くが無試薬方式を設置していることが示された（少なくとも約 80%）（図 9）。この傾向は、処理方式によらず同様であった。設置箇所によって無試薬と有試薬を使い分けている浄水場は急速ろ過方式がほとんどであった。

③高感度濁度計

回答を得た 171 件のうち、設置していた高感度濁度計の原理は、粒子数計測方式が最も多く 105 件、続いて透過散乱方式が 63 件であった（図 10）。それ以外として、表面散乱方式が 10 件、微粒子カウンタが 4 件、散乱光方式が 3 件、積分球式が 2 件、透過光方式が 1 件であった。複数台設置していた浄水場もあるため、回答数と各方式の高感度濁度計の合計は一致していない。また、本調査では濁度 0.1 以下を判定できるものを高感度濁度計として取り扱っており、濁度計ではないが微粒子カウンタも対象とした。粒子数計測方式の高感度濁度計について、より詳細な測定原理で分類した（図 11）。56 件は詳細な原理は不明であったが、原理がわかった 49 件のうちの多くが微粒子カウント方式であった（37 件）。

④かび臭センサー

回答を得た 10 件のうち、設置していたかび臭センサーの原理は、全てガスクロマトグラフ質量分析法（GC-MS 法）で、そのうち、2 件はパージトラップ・GC-MS 法との記載があった。残り 8 件については前処理方法はパージトラップかヘッドスペースのいずれかが推察された。

⑤VOC 計

回答を得た 2 件のうち、設置していた VOC 計の原理は、いずれも GC-水素炎イオン化検出（FID）法であった。前処理方法はパージトラップかヘッドスペースのいずれかが推察された。

4. 利用する水質計器の推奨、注意点、要望

4.1 推奨する水質計器

設置している水質計器のうち、特に利用価値が高くお勧めのものについて調査したところ、17 種類の計器について回答が得られた（表 23）。浄水処理を行う上で得られたデータの利用価値が高いこと、メンテナンスが容易であることが理由として多く挙げられた。

以下に、各水質計器について挙げられた推奨理由等を示す。回答内容は、同一の回答者が複数回答を行った場合がある（回答が 1 つであっても、その内容から複数にわけた方がいいと考えられた場合も、複数にした）。また、類似の内容のものは統合した。同一事業体が複数の浄水場について回答し、このとき回答者が同一で、内容が同じであった場合は、浄水場数は 1 つとして扱った。同様に、同一の水質計器でも設置箇所別に、同じ内容の回答を行っていた場合も、1 つとして扱った。これら集計方法は、3. 4. 1～3. 4. 4 で同様に行った。

①残留塩素計

- 水質による制限があるが、無試薬型の場合は管理が楽で使いやすいため。
- 校正の操作が容易であるため。

②高感度濁度計

- 濁度上昇時に数の多い粒子の大小で対応を変えることができるため。
- 微粒子数の監視で、ピコプランクトン等によるろ過漏出障害等の発生を把握しやすいため。
- 膜浸漬槽の膜ろ過処理水を管理する上で、小さな膜破断も検知することができるため。
- 微粒子カウント方式は、散乱光方式に比べ粒径ごとの微粒子個数の計測が可能で、クリプトスポリジウム対策に有効である。
- ろ過水濁度の管理には、レーザー光を使用した微粒子カウント方式が適している。

③濁度計

- 表流水の濁度変化に対し、自動制御による凝集剤の適正注入が可能のため。
- 表面散乱型は、検出部に検水が接触しないため汚れにくく、指示値のずれが発生しにくい。

④油分計

- 濃度のほか、臭気にも反応するため。

⑤pH 計

- 沈殿池入口に設置すると、凝集剤・凝集補助剤の注入が適正に行われているか確認できるため。
- マニュアル校正ができる（指示値を入力できる）ものが便利。

⑥紫外部吸光光度計

- THM 前駆物質除去のための粉末活性炭注入率

を適切に管理できるため。

- 沈殿水を監視することで、供給点の残塩管理が安定的に行えるため。
- 生物活性炭の状況を把握するために有効であるため。
- メンテナンスがほとんど不要であるため。

⑦アルカリ度計

- 凝集沈殿処理を行う場合は、苛性ソーダ等凝集補助剤の注入・停止の判断に必要であるため。また、複数の水源やダムへの流入水の増加時など、水質の変化に早期に対応可能となる。
- 凝集補助としての消石灰の注入量を調整できるため。
- 大きな故障も少なく、消耗部品の交換で、適正な数値を示してくれるため。

⑧アンモニア計

- 降雨による水質急変時、濁度計より早く反応するため。
- アンモニア濃度の上昇を早期に検出でき、薬注量の変更等浄水処理の対応が迅速にできるため。

⑨電気伝導度計

- 降雨による水質急変時、濁度計より早く反応するため。

⑩生物センサー

- (魚類監視装置は) 目視確認が即座に可能となるため。

⑪塩素要求量計

- 塩素注入率の変更など浄水場運転に速やかに反映させることができるため。
- アンモニア等によって消費される塩素量を知ることが出来るため。

⑫連続臭気発生装置

- 原水と浄水の過熱蒸気を連続的に発生させる装置である。いつでも迅速かつ容易に臭気確認を行うことができ、大変便利であるため。

⑬TOC 計

- 降雨による水質急変時、濁度計より早く反応するため。

⑭VOC 計

- 原水中の揮発性有機物質(ベンゼンなど 21 項目)を自動水質測定し、一定の値を超えると警報を発し、水質異常を早期に検知することができるため。

⑮かび臭センサー

- 取水時のジェオスミンや 2-MIB の濃度を把握し、必要に応じて粉末活性炭を投入することができるため。

⑯浄水処理モニター

- 1 m³/日程度の凝集沈殿、ろ過機能を有する小型浄水処理装置(処理水の濁度を自動水質測

定)である。薬注条件を実機に合わせて連続運転することで、浄水場の処理水質の変化を早期に把握することができるため。

⑰毒物監視装置

- 取水口上流における毒物の投込みや危険物運搬車の事故による流出事故等への備えとなるため。

4.2 利用における課題

これまでに設置した水質計器(現在は使用していないものを含む)のうち、利用において課題があると考えられるものについて調査したところ、16 種について回答が得られた(表 24)。メンテナンスが難しい、部品交換頻度が高いなどの理由が多く挙げられていた。また、安定した結果が得られず、運転管理の判断基準として利用できないという回答もあった。

以下に、各水質計器について挙げられた利用時の注意点等を示す。類似の回答は統合した。なお、集計した記載内容に関する対応方法、改善方法の有無等は、水質計器のメーカーに確認は取っていない。

①残留塩素計

- 温度補償付きだと外気温の影響を受けやすい。外気温の影響を受けにくいサンプル流路やセル形状の改良が必要と考えられる。
- 回転電極式ポーラログラフ法の残塩計(無試薬)において、電極の変形、表面の荒れによる測定値変化がありメンテナンスを多く要する。
- 高額なランニングコスト(消耗品が高額)。
- クロラミンの影響で、有試薬ポーラログラフ法による遊離残留塩素の測定値に、DPD 法による遊離残留塩素測定値との乖離が見られる。
- 無試薬ポーラログラフ法は、電気伝導率の変動により測定値に影響あり、手分析値との合わせ込みが必要。
- スパン校正を、現場へ行き手動で行わなければならない、その省力化が課題。
- 濁りがあると測定誤差が大きくなる。
- 試薬チューブ配管の閉塞が起こることがある。
- 原水での使用は汚れ等もあり、前塩素処理の効果把握すべき沈殿処理水の測定精度が悪い(低濃度が検出されない)。

②濁度計

- 試料水が原水の場合、汚れ易いため清掃頻度が多く要する。
- 沈殿処理水測定用として、0~5 度でスパン較

正ができない。

- レンジが大きいものは、精度が低くなってしまふ。
- 測定槽内に気泡が発生すると高濁度として測定する。

③pH計

- 試料水が原水の場合、汚れ易いため清掃頻度が多く要する。
- 計測値を出力することができないため、活用することができない。
- 鉄やマンガンによる色の沈着があるため、消耗品の寿命が短く、また測定値が安定しにくい
- 急激な水質の変化に対応できない場合がある。
- 塩化カリウム (KCl) 溶液の補給チューブ内に結晶が詰まることがある。
- 電極の内部液 (KCl 溶液) 流出部に不具合を持つ場合があり、季節 (水温) によって測定精度や安定性が変動する (ジェル内蔵式に多かった)。

④生物センサー

- アラームの誤報を防ぐために、魚体 (タナゴ) の大きさ、数等を常に同状態に保つ必要がある。
- 高濁時 (200 度以下で運用) に使用できない。
- メダカの個体死亡に関する水質異常の有無判断に苦慮している。
- 固定化微生物膜が短期間で使用不可能になる。
- 画像処理装置式の生物センサーが設置されているが、水質とは関係なくメダカが死滅するなど信頼性がなく運用が出来ていない。

⑤塩素要求量計

- 必要な測定値に対し、測定レンジが大きく精度が悪い。また、運用に手間がかかり、メーカー等への保守、修理の手配においてもが困難である。
- 状況 (河川水質) によって実測との差の変動が大きく安定しない。
- 原水を試料水とした場合、汚れによって測定値が安定せず、点検というより清掃に追われる。
- 原水に設置されている塩素要求量計の配管が細く、詰まることがある。

⑥アンモニア計

- イオンクロマトグラフ法のため分離カラム等の交換部品が多く、水温の変化により保持時間が変化すると不正確になる。
- センサー方式は1年程度でセンサー部の交換が必要になる。
- 原水温度が変化するたびに設定温度を変更

しなければならず手間が煩わしい。

⑦高感度濁度計

- レーザーの交換や精密校正を工場で作業するため、作業の際は代品の検出部を手配しなければならず、代品の有無や工場の空きによって作業完了までに時間がかかる
- 半導体レーザー前方散乱光干渉縞カウント方式の高感度濁度計は、アナログ出力が1点しかないため、遠方での監視を複数選択できない。
- 10 年前後で寿命を迎えるため維持費がかかる。
- レーザー式だとユーザーではメンテナンスができないので業者まかせになる。
- 色度に影響を受け、数値が高く出ることがある。

⑧多項目水質計

- 多項目一体型の水質計器は、多機能が複合されていてコンパクトであるが、コンパクトである分、管理には手間がかかり、部品代も割高。
- 濁度・色度・残留塩素・pH の4項目の多項目水質計器を設置しているが、数ヶ月で指示値がずれることが多い。また、メーカーによっては、電極などの計測部品の交換周期が早い。小型すぎるが故に内部が錯綜しており、直営での調整を行いづらい。
- コンパクトタイプの場合、試料水流路、測定セルとも小さく、流量も少量のため、気泡の影響を受けやすく、測定値の安定性に欠ける。また、セルまでの到達時間がかかり長くなるため、リアルタイムの水質監視に用いるには捨て水量を上げる必要がある。

⑨油分計

- 降雨等の水質変動時に応答する場合がある。
- 高濁時 (200 度以下で運用) に使用できない。
- 一度でも油分を検知するとセンサー交換が必要。
- センサーが高価で寿命が短く、交換の手間が煩雑で難しい。

⑩アルカリ度計

- 原水での使用で汚れるため pH 計、測定水ノズル等の保守が煩雑になる。
- バッチ式のため、測定値のばらつきが大きい。
- 有試薬型は試薬の追加が手間で、試薬チューブ配管の閉塞が起こることがある。

⑪紫外外部吸光度計

- 高濁度時 (濁質による吸光度が大) に濁度補正機能が有効に機能せず、実測値との差が大きくなる。
- 測定感度が低い為、高濃度の紫外線吸光度は測定できるが、水源河川や浄水処理工程水な

どの低濃度の紫外部吸光光度は測定できない。

⑫かび臭センサー

- 取扱いが難しく、メンテナンスできる者が限られる。
- メンテナンス周期が早く、費用も高額となる。
- 測定時間が1時間と長く、計測不良があれば復旧に長時間測定不可となる。
- 汚れの付着やリテンションタイムのズレ等による計測値の変動や高濁度の影響による配管類の目詰まり等の問題が発生する。

⑬油膜計

- 機器の感度調整が難しく、油膜以外にも反応する場合がある。

⑭TOC計

- サンプル水の濁質分の除去性が課題、ろ過フィルターのメンテナンスが重要。

⑮色度計

- セルの窓ガラスが茶色く曇り、定期的な分解清掃を要する。
- 測定方式の違いによって、大きな差がある。

⑯シアン計

- 誤作動があると影響が大きい。感度にも限界があり有効性に疑問が残る。
- 校正にシアンが必要となるため、標準物質の管理が必要となる。

4.3 水質計器に関する要望

このような機能を持った水質計器があると便利と考えられるものについて調査した。水質計器によらず共通の機能と、21種の水質計器についての回答が得られた(表25)。既存の装置に追加してほしい機能の他、現在は販売されていない計器について、今後、新たに開発されることを要望する内容も見られた。機能以外にも、便利と考えられる理由や価格についての内容もあった。

以下に、その内容について示す。類似の回答は統合している。

(1) 水質計器の種類によらず共通の機能

①メンテナンスフリーのもの

②自動採水機能を有するもの

③簡易的な測定データの遠隔監視

- 追加導入した際、監視システムに組み込めない場合に、監視室に無線等で動作する表示器が設置出来るもの。

(2) 個別の水質計器

①かび臭センサー

- 維持管理やメンテナンスが容易なもの。
- 研究が進められている分子膜等を用いたセ

ンサー。

● 安価なもの。

②残留塩素計

- 管末水の水質自動測定装置は各メーカーから出されているが、設置場所の用地確保の問題や価格面から導入が難しい面がある。残留塩素測定用に特化し、収納盤が電気引込柱等に取り付けできるようコンパクト化され、かつ、安価なものが開発されれば、設置場所の制約が少なくなることから需要があると考えられる。
- 無試薬であっても導電率変動を自動補正できるような計器。
- スパン校正を、遠隔・自動でできる計器。
- 鉄・マンガン成分を多く含む水質測定器の測定槽に汚れの付着しにくい材質を使用したもの。
- 結合残留塩素を無試薬で測定できるもの。

③臭気センサー

- 通常時の臭いのトレンドのようなものを持っておき、通常時との違いを把握できるようなセンサー。
- オペレータの臭気監視業務の負担軽減に繋がるため。
- 現在、管能法により測定している臭気強度について、臭気センサーの感度特性から自動・連続で行う機器が存在しないため、臭気強度計が存在すれば臭気強度に変わる指標として利用できるため。
- 臭気の種類やその強度を機械的に判定する装置。人の嗅覚は個人差が大きく、種類の判定には経験も必要であるなど、一律に判定できるものがあると助かる。
- かび臭だけでなく藻臭や下水臭などの割合も判定できると活性炭注入量の決定にすぐに活かせる。

④アンモニア計

- 普段の河川水の濃度が0.05 mg/L以下であるため、低濃度(0.1 mg/L未満)が精度よく測定できるもの。
- 分析スパンの短いもの。分析方法上、1時間スパンでの測定値表示の機器が多いように考えられる。

⑤凝集確認装置

- 凝集剤の使用状況、凝集状況、pHが同時に確認でき、凝集の状況が確認できるため凝集剤の使用量が削減できるため。
- 凝集剤注入については、原水水質によるフィードフォワード制御を行っているが、凝集沈澱効果の水質計器による確認は、時間遅れの大きい沈澱水を試料水として行うこととなる。混和水等の時間遅れの小さい試料水にて

フィードバック制御を行うことが可能となれば、高濁度原水等の対応が効率的に行えるため。

- レーザーにて粒子をカウントする機器はあるが、測定原理上清浄な水しか測定できない。たとえば、凝集剤を注入し攪拌した後、どの程度の大きさがどの程度あるかによって、凝集状態を把握したい。
- ⑥油分計
- 高感度かつ長寿命の検出器を持つもの。油流出事故対策のため。
 - 原水中の油分量や油種が判別できるもの。
- ⑦pH計
- 試薬の補充頻度が少ないもの（最低でも1年程度）。
- ⑧アルカリ度計
- 無試薬のもの。
- ⑨蛍光光度計
- 溶存オゾン濃度と相関性のある蛍光強度を用いた注入制御を行うことで、1年を通じて過不足のないオゾン注入を行うことが期待できるため。
 - 水源から配水に至るフミン物質や蛍光増白剤など、選択波長によって有機物の幅広い監視に活用できると考えられる。TOCや紫外部吸光光度より感度が高く、水質の変化を捉えやすいと考えられ、消毒副生成物の予測にも活用できる。
- ⑩ピコプランクトン計
- 原水モニタリングに対応可能な自動ろ過機能を備えたもの。
 - クリプトスポリジウム等対策指針のとおり、ろ過池処理水の濁度を0.1度で管理しているが、夏場においてはピコプランクトンの影響により0.1度での管理が難しい場面がある。ピコプランクトンによる濁度の影響を確認し、より適切な濁度管理が可能と考えられるため。
- ⑪有害物質、薬物検知器
- テロ等への備えがより一層重要となってきたため。
 - ドローン等の普及による薬物テロ対策等、薬物検知は重要度を増すものと考えている。
- ⑫病原微生物等（細菌、ウイルス）センサー
- 短時間で健康に被害を与える病原微生物に関する水質計器。
 - テロ等への備えがより一層重要となってきたため。
- ⑬原水水質分析装置（複数項目同時測定）
- TOCやかび臭など色々な項目を一度に計測できるような機器。どの薬品をどれだけ注入すればよいのか目標にできるもの。

⑭塩素酸計

- 夏場は浄水で塩素酸の濃度が高くなるので、監視できれば便利。

⑮塩素消費有機物計

- 塩素要求量とその中に含まれる有機物量、消毒副生成物の予想量などが測定できれば運転方法の変更に活用できる。

⑯活性炭要求量計

- 安全面を考慮して多めに注入する傾向にあるため。

⑰クリプトスポリジウム等センサー

- クリプトスポリジウム等をより簡便に検知するセンサー。現状の検査は、手間と時間がかかるだけでなく、操作に練度を要する。

⑱クロラミン計

- カルキ臭対策（水道水中のカルキ臭低減のため）。

⑲鉄・マンガン計

- 現状、マンガン等は除去用設備が無く、基準値を超えた際に早急に対策をとる必要があるため。

⑳フローサイトメーター

- 原水のプランクトンが判定できるもの。凝集剤や運転方法などの変更に活用できる。

㉑味覚計

- 他の測定機器の結果ではまったく異常がない（鉄が検出下限値など）水でも、飲んでみると甘い・苦い・溶剤のような味・鉄味など、明らかな異臭味を感じることもあるため。

4.4 水質計器のデータの活用度向上

自動水質計器のデータの活用度を高める方法について意見を求めたところ、17箇所から回答が得られた。その内容を分類したところ、連続水質計器の設置箇所、維持管理、機能に関するもの、データの共有やトレンドグラフ化など測定データの利用に関するものが挙げられた。主な内容を以下に示す。

①管路末端の監視への活用

- 末端給水栓に設置し、残塩・圧力等の一定管理制御に活用する。
- 管路の末端において、給水栓毎日検査の代替として活用できる。

②データから導出した薬品注入率計算式の利用

- pH計やアルカリ度計などのデータをもとに、凝集剤の注入量を自動的に算出できるようになればよいと思う。
- 式による薬品注入量の導出（例えば、濁度 Δ 度に対して、式によりPAC注入量を $\bigcirc\bigcirc$ mg/Lと算出）。

③データのデータベース化

- 市民からの問い合わせ等に対しても参考になり、迅速に対応できる。
- 原水水質と浄水工程水との水質相関をデータベース化することにより、浄水工程における各種不具合はもとより時期的な原水質の変遷、水質事故に至るまでの多様なケースに対応できる危機管理体制を構築できるものと期待している。
- 水質計器で計測したデータを情報系端末等に保存し、職員が利用できることが望ましいと考える。

④外部とのデータ共有

- ダム管理所の管理している水源の水質計器の測定データを浄水場に自動転送している。
- 同一の水系を水源とする浄水場や事業体間で多くの水質データをリアルタイムで共有できれば、より活用度は高まる。

⑤管理基準値の設定

- 水安全計画における管理基準等を監視する手段として、水質計器を的確に位置付ける。
- 水質計器の測定値に（管理基準に応じた）上下限警報を設定するとともに、逸脱時の対応方法を手順化する。

⑥データのトレンドグラフ化

- 残留塩素のみならず、水温、pH、電気伝導率、色度、濁度、圧力などの連続監視とともに、浄水場配水と管路の末端の各データをトレンドグラフにすることによって視覚化でき、より活用度が高まる。
- 各水質計器のデータをCRTなどでトレンド表示することで、計器異常の早期発見をすることができる。
- データのトレンドグラフ化により水質変化の推移が把握しやすい。
- トレンドを見ることにより下記のことが確認できる。

残留塩素計：注入割合に対する、残留塩素の量が把握できる。

濁度計：降雨時に何時間後に濁水が到達するか、おおむね推定できる。

高感度濁度計：逆洗後に完全に濁質が除去できたことを確認できる。

⑦水質計器の適切なメンテナンスの実施

- 何れの機器においても運用にあたり、適切な維持管理を行い正確な計測が行われていることが前提であることから、自動水質計器とは別途に定期的な水質監視を実施し、随時校正し利用することが必要。

⑧安価で簡便な水質計器の開発による導入率の向上

- 河川水を原水とする浄水場において、かび臭

物質濃度の上昇と油分の流入事故は大きな脅威であり、迅速な危機対応のためにも水質の連続測定は有効であると考えている。しかし、現在、広く採用されている計器類は維持管理の煩雑さやコスト高により容易に導入できるものではない。今後、センサー技術の進歩により比較的安価で簡便な水質計器が開発されることを希望する。

⑨通信機能を活用した管理方法

- アナログやステータス信号だけでなく、LAN接続も可能で自己サーバー機能があり、Wi-Fi 通信やBluetooth 通信機能でタブレットアプリと連携し、トレンド表示、メンテナンス履歴などが管理できると良いと考える。

⑩自動制御へ利用するための計器の異常値判断性の向上

- 水質計器のデータ（生物センサー、濁度の警報）により浄水場の自動停止の制御を組み込んでいるが、瞬時的な異常数値の発生があるため現在運用していない。水質データを制御に反映させる場合は、異常値の継続時間や複数の測定項目の結果を季節変動や水温の変化も考慮して取り込むシステムが必要。複数の水質データから現在の状況や今後の見通しを判断できる浄水場運転員の知識が必要。

⑪水質計器に関する情報の整理と解析

- 各事業体における、浄水処理や水質管理上の課題や留意事項を整理し、連続監視の必要性の有無を評価する。

E. 結論

- 1) 4 つ（急速ろ過方式、消毒のみ、緩速ろ過方式、膜ろ過方式）の処理方式によらず、本研究で対象とした浄水場の 98%以上（処理方式別の割合）で、1 種以上の水質計器を設置していた。消毒のみの場合を除き、濁度計、残留塩素計、pH 計は複数地点で設置している割合が高かった。処理方式によらず、全体的に原水と浄水での水質計器の設置率が高かった（消毒のみでは浄水のみ）。
- 2) 処理方式によって違いあるものの、全体的に見ると、メンテナンスを行っている場合、自己メンテナンスは1ヶ月以内、委託メンテナンスは1年以内の割合が共通して高い傾向にあった。
- 3) 処理方式によらず、水質計器の活用方法は、管理基準や指標値を設定している場合が多い傾向にあった。自動制御を行っている水質計器は、浄水での残留塩素計が多い傾向にあった。処理方式によっては、濁度計や pH 計の自動制御の割合が比較的高い場合もあった。

- 4) 代替指標として利用されていた水質計器は13種で、生物センサー、高感度濁度計、塩素要求量計、紫外吸光度計、電気伝導度計を代替指標として利用しているところが多かった。このうち、生物センサーは毒物等、高感度濁度計はクリプトスポリジウム等の代替指標として利用されていた。
- 5) 水質計器の原理として、生物センサーの場合、そのほとんどが魚類監視装置を設置し、魚類の種類としてメダカ類(メダカ、ヒメダカ)、金魚が多かった。残留塩素計の場合、原理について回答があった全ての浄水場で少なくともポーラログラフ法を採用し、そのうち無試薬方式が多かった。高感度濁度計の場合、回答があった中で、粒子数計測法式を採用している浄水場が最も多かった。
- 6) 使用を推奨する水質計器として、残留塩素計、高感度濁度計、濁度計が特に高く、これらは設置率も高い水質計器であった。
- 7) 水質計器に対する要望としては、メンテナンスフリー(点検、試薬、部品の交換等)であること、コストが低いことが共通していた。
- 8) 水質計器に関する活用度向上としては、連続水質計器の設置箇所、維持管理、機能に関するもの、データの共有やトレンドグラフ化など測定データの利用に関するものがあった。

F. 健康危険情報

該当なし。

G. 研究発表

1. 論文発表

該当なし。

2. 学会発表

- 1) 小池友佳子, 宮林勇一, 斎藤健太, 小坂浩司, 浅見真理, 佐々木万紀子, 佐藤三郎, 秋葉道宏. 全国の浄水場を対象とした連続自動水質計器の設置, 活用状況に関する調査. 平成 28 年度全国会議(水道研究発表会)講演集. 2016, 670-671.

H. 知的財産権の出願・登録状況(予定も含む。)

1. 特許取得

該当なし。

2. 実用新案登録

該当なし。

3. その他

該当なし。

表 1 調査対象事業体

浄水処理方式	対象事業体延べ数	回答浄水場数
急速ろ過	224	177
消毒のみ	58	46
緩速ろ過	29	16
膜ろ過	20	19
合計	331	258

表 2 各処理方式での水質計器の設置箇所

設置箇所	急速ろ過	消毒のみ	緩速ろ過	膜ろ過
水源	○	○	○	○
取水	○	○	○	○
原水	○	○	○	○
凝集沈殿水	○	—	△	△
急速ろ過水	○	—	—	△
緩速ろ過水	—	—	○	—
膜ろ過水	—	—	—	○
浄水	○	○	○	○
給配水	○	○	○	○
紫外線処理水	△	△	—	—
オゾン処理水	△	—	—	—
粒状活性炭処理水	△	—	—	△
曝気処理水	△	—	—	△
生物処理水	△	—	△	—
除鉄・除マンガン	—	△	—	△
原水調整槽	—	—	—	△
RO 膜ろ過調整槽	—	—	—	△
RO 膜ろ過水	—	—	—	△

RO：逆浸透、基本プロセス：○、追加プロセス：△

表 3 調査対象の水質計器

生物センサー	紫外外部吸光光度計	塩素要求量計	溶存酸素計
残留塩素計	TOC 計	アルカリ度計	溶存オゾン計
濁度計	油分計	電気伝導度計	色度計
高感度濁度計	油膜計	水温計	クロム計
pH 計	VOC 計	シアン計	フェノール計
アンモニア計	かび臭センサー	トリハロメタン計	

TOC：全有機炭素、VOC：揮発性有機物

表 4 追加で挙げられた水質計器

浄水処理モニター	トリクロロミン計	全りん計	SDI 計
連続臭気発生装置	溶存マンガン計	ORP 計	ハウ素計
蛍光光度計	COD 計	クロロフィル計	

浄水処理モニター：小型浄水処理装置、COD：化学的酸素要求量、ORP：酸化還元電位、SDI：シルト密度指数

表5 水質計器の設置箇所別の設置率 (%) (急速ろ過方式)

水質計器	水源	取水	原水	凝集沈殿水	急速ろ過水	浄水	給配水	紫外線処理水	オゾン処理水	粒状活性炭処理水	曝気処理水	生物処理水
<i>n</i>	166	177	177	173	177	177	169	2	12	22	2	4
生物センサー	2	22	34	3	11	11	1	0	0	5	0	0
残留塩素計	0	0	3	64	76	94	79	0	8	36	0	0
濁度計	8	47	88	79	30	38	41	0	8	27	0	75
高感度濁度計	0	1	1	2	76	35	8	0	0	32	0	0
pH計	5	39	88	72	49	76	25	0	8	45	50	50
アンモニア計	1	8	5	1	0	0	0	0	17	14	0	0
紫外外部吸光度計	1	5	5	5	5	2	0	50	0	45	0	25
TOC計	0	0	3	2	1	2	1	0	8	5	0	0
油分計	2	16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
油膜計	1	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VOC計	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
かび臭センサー	0	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
塩素要求量計	1	4	12	2	1	1	0	0	0	18	0	0
アルカリ度計	0	10	45	12	2	11	0	0	0	0	0	25
電気伝導度計	5	28	39	5	2	13	14	0	0	0	0	25
水温計	4	21	58	9	8	22	20	0	17	5	0	25
シアン計	1	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
トリハロメタン計	0	0	0	0	1	2	0	0	0	5	0	0
溶存酸素計	2	3	2	0	0	0	0	0	17	14	0	25
溶存オゾン計	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
色度計	0	1	4	4	7	21	39	0	8	14	0	0
クロム計	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フェノール計	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
浄水処理モニター	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
連続臭気発生装置	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0
蛍光光度計	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
トリクロロミン計	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
溶存マンガン計	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
COD計	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
全りん計	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ORP計	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
クロロフィル計	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表6 水質計器の自己メンテナンスの頻度別の割合 (%) (急速ろ過方式)

水質計器	<i>n</i>	1週間以内	2週間以内	1ヶ月以内	2ヶ月以内	3ヶ月以内	6ヶ月以内	1年以内	3年以内	3年超	不定期	これまで未実施
生物センサー	147	37	10	22	1	1	1	2	0	0	14	11
残留塩素計	556	30	6	32	2	3	2	1	0	0	19	6
濁度計	587	32	7	32	1	2	2	0	0	0	19	5
高感度濁度計	220	28	4	30	3	3	2	1	0	0	25	5
pH計	634	32	7	28	2	2	2	1	0	0	20	6
アンモニア計	30	20	3	17	0	3	0	0	0	0	27	30
紫外外部吸光度計	48	27	2	29	4	0	2	0	0	0	19	17
TOC計	11	18	9	9	0	0	0	0	0	0	18	45
油分計	32	25	6	28	0	3	0	0	0	0	16	22
油膜計	21	38	5	19	5	0	0	5	0	0	5	24
VOC計	2	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
かび臭センサー	10	30	20	0	0	0	0	0	0	0	10	40
塩素要求量計	39	31	0	33	0	0	0	0	0	0	15	21
アルカリ度計	141	32	5	27	1	2	0	0	0	0	21	12
電気伝導度計	182	26	7	26	1	1	1	1	0	0	22	16
水温計	247	19	3	23	0	2	2	3	0	0	23	25
シアン計	14	14	0	43	0	0	0	0	0	0	21	21
トリハロメタン計	6	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
溶存酸素計	17	35	18	6	0	0	0	0	0	0	12	29
溶存オゾン計	12	33	8	0	8	0	0	8	0	0	17	25
色度計	137	15	7	29	4	4	4	1	0	0	22	13
クロム計	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フェノール計	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
浄水処理モニター	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
連続臭気発生装置	6	33	0	33	0	0	0	0	0	0	0	33
蛍光光度計	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
トリクロロミン計	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
溶存マンガン計	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COD計	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0
全りん計	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0
ORP計	1	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
クロロフィル計	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表7 水質計器の委託メンテナンスの頻度別の割合 (%) (急速ろ過方式)

水質計器	n	1週間 以内	2週間 以内	1ヶ月 以内	2ヶ月 以内	3ヶ月 以内	6ヶ月 以内	1年 以内	3年 以内	3年 超	不定期	これまで 未実施
生物センサー	145	5	2	6	1	1	5	24	1	1	16	38
残留塩素計	558	3	2	3	4	4	12	43	6	3	12	8
濁度計	590	4	2	5	3	3	13	43	4	3	11	9
高感度濁度計	223	2	0	7	2	7	13	41	9	5	10	4
pH計	637	3	2	4	3	4	13	42	5	2	12	10
アンモニア計	31	16	13	29	0	3	6	23	0	3	3	3
紫外吸光度計	49	8	4	8	6	0	18	41	2	0	6	6
TOC計	16	0	0	31	0	25	38	6	0	0	0	0
油分計	33	9	3	18	3	21	15	27	0	0	0	3
油膜計	21	0	0	0	0	0	29	48	10	0	10	5
VOC計	2	0	50	0	0	0	50	0	0	0	0	0
かび臭センサー	10	10	10	60	0	10	0	10	0	0	0	0
塩素要求量計	39	8	13	8	0	13	5	46	0	3	0	5
アルカリ度計	141	8	3	5	6	6	11	39	6	6	8	4
電気伝導度計	186	5	3	9	3	6	10	42	4	2	6	10
水温計	251	4	4	7	4	5	8	35	5	2	10	18
シアン計	15	33	20	0	0	7	0	33	0	7	0	0
トリハロメタン計	6	17	0	33	50	0	0	0	0	0	0	0
溶存酸素計	18	22	0	22	0	0	11	28	0	0	6	11
溶存オゾン計	12	0	0	25	0	0	17	50	0	0	0	8
色度計	137	1	3	11	4	5	8	45	7	3	9	5
クロム計	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フェノール計	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
浄水処理モニター	1	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
連続臭気発生装置	6	0	33	0	0	0	0	0	33	0	33	0
蛍光光度計	1	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0
トリクロロアミン計	1	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
溶存マンガン計	1	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
GOD計	1	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
全りん計	1	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
ORP計	1	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
クロロフィル計	1	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0

表 8 水質計器の設置箇所別の活用状況（数値は浄水場数）（急速ろ過方式）

水質計器	活用状況	水源	取水	原水	凝集 沈殿水	急速 ろ過水	浄水	給配水	紫外線 処理水	オゾン 処理水	粒状 活性炭 処理水	曝気 処理水	生物 処理水
生物センサー	自動制御	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	2	24	32	3	8	12	1	0	0	0	0	0
	参考データ	1	9	27	3	11	7	0	0	0	1	0	0
残留塩素計	自動制御	0	0	1	31	54	50	9	0	0	4	0	0
	管理基準や指標値	0	0	4	63	73	113	117	0	1	3	0	0
	参考データ	0	0	1	11	5	3	7	0	0	1	0	0
濁度計	自動制御	0	7	57	9	3	5	1	0	0	0	0	1
	管理基準や指標値	6	58	86	118	45	57	63	0	1	4	0	2
	参考データ	7	19	12	9	4	5	5	0	0	2	0	0
高感度濁度計	自動制御	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	1	1	2	125	58	13	0	0	6	0	0
	参考データ	0	0	0	2	4	2	0	0	0	1	0	0
pH計	自動制御	0	2	28	23	13	14	1	0	0	1	0	0
	管理基準や指標値	4	47	103	86	62	111	38	0	1	6	1	2
	参考データ	5	20	23	15	12	8	4	0	0	3	0	0
アンモニア計	自動制御	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	管理基準や指標値	2	9	6	1	0	0	0	0	1	2	0	0
	参考データ	0	4	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0
紫外外部吸光度計	自動制御	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	5	3	6	3	2	0	1	0	8	0	1
	参考データ	1	3	4	2	4	1	0	0	0	2	0	0
TOC計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	0	2	2	1	2	1	0	1	1	0	0
	参考データ	0	0	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0
油分計	自動制御	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	2	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	参考データ	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
油膜計	自動制御	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	1	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	参考データ	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VOC計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	参考データ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
かび臭センサー	自動制御	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	6	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	参考データ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
塩素要求量計	自動制御	0	0	5	0	1	0	0	0	0	1	0	0
	管理基準や指標値	0	4	9	1	0	0	0	0	0	2	0	0
	参考データ	1	3	7	3	0	1	0	0	0	1	0	0
アルカリ度計	自動制御	0	2	15	5	0	1	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	7	48	13	3	9	0	0	0	0	0	1
	参考データ	0	9	15	2	0	10	0	0	0	0	0	0
電気伝導度計	自動制御	1	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	2	27	37	6	3	11	12	0	0	0	0	1
	参考データ	5	23	29	1	0	12	11	0	0	0	0	0
水温計	自動制御	0	1	7	1	1	2	1	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	1	14	29	4	3	11	14	0	0	1	0	1
	参考データ	6	23	64	9	10	25	18	0	2	0	0	0
シアン計	自動制御	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	1	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	参考データ	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
トリハロメタン計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0
	参考データ	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
溶存酸素計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	1	1	1	0	0	0	0	0	1	2	0	0
	参考データ	2	5	2	0	0	0	0	0	1	1	0	1
溶存オゾン計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
	管理基準や指標値	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
	参考データ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
色度計	自動制御	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	1	5	5	10	35	60	0	0	1	0	0
	参考データ	0	1	1	2	3	3	5	0	1	2	0	0
クロム計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	参考データ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フェノール計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	参考データ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
浄水処理モニター	自動制御	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	参考データ	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
連続臭気発生装置	自動制御	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	参考データ	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0
蛍光光度計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	参考データ	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
トリクロロミン計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	参考データ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
溶存マンガン計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	参考データ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COD計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	参考データ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
全りん計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	参考データ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ORP計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	参考データ	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
クロロフィル計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	参考データ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表9 水質計器の設置箇所別の設置率 (%) (消毒のみ)

水質計器	水源	取水	原水	浄水	給配水	除鉄・ 除マンガン	紫外線 処理水
<i>n</i>	5	46	46	46	40	6	1
生物センサー	0	0	9	2	0	0	0
残留塩素計	0	0	9	93	48	50	0
濁度計	20	13	15	37	30	17	0
高感度濁度計	0	9	11	22	3	0	0
pH計	0	4	15	43	15	17	0
電気伝導度計	0	0	2	11	13	0	0
水温計	0	4	2	24	15	0	0
色度計	0	4	2	22	25	0	0

表10 水質計器の自己メンテナンスの頻度別の割合 (%) (消毒のみ)

水質計器	<i>n</i>	1週間 以内	2週間 以内	1ヶ月 以内	2ヶ月 以内	3ヶ月 以内	6ヶ月 以内	1年 以内	3年 以内	3年 超	不定期	これまで 未実施
生物センサー	5	0	0	40	0	0	0	0	0	0	60	0
残留塩素計	68	25	3	41	1	6	1	4	0	0	13	4
濁度計	43	23	7	37	0	5	0	0	0	0	14	14
高感度濁度計	20	10	5	30	0	15	0	0	0	0	40	0
pH計	35	17	9	29	0	6	0	0	0	0	26	14
電気伝導度計	10	30	10	20	0	10	0	0	0	0	10	20
水温計	20	15	5	20	0	5	0	5	0	0	35	15
色度計	23	17	0	43	0	9	0	0	0	0	13	17

表11 水質計器の委託メンテナンスの頻度別の割合 (%) (消毒のみ)

水質計器	<i>n</i>	1週間 以内	2週間 以内	1ヶ月 以内	2ヶ月 以内	3ヶ月 以内	6ヶ月 以内	1年 以内	3年 以内	3年 超	不定期	これまで 未実施
生物センサー	5	0	20	0	0	0	0	0	0	0	40	40
残留塩素計	69	0	0	0	1	13	9	39	12	1	12	13
濁度計	44	0	0	0	0	18	11	25	11	5	5	25
高感度濁度計	20	0	0	0	0	20	5	25	20	0	20	10
pH計	36	0	0	0	0	22	8	28	14	11	0	17
電気伝導度計	11	0	0	0	0	36	9	18	9	18	0	9
水温計	20	0	0	0	0	15	10	25	15	0	10	25
色度計	23	0	0	0	0	30	9	22	9	0	9	22

表12 水質計器の設置箇所別の活用状況 (数値は浄水場数) (消毒のみ)

水質計器	活用状況	水源	取水	原水	浄水	給配水	除鉄・ 除マンガン	紫外線 処理水
生物センサー	自動制御	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	0	1	1	0	0	0
	参考データ	0	0	3	0	0	0	0
残留塩素計	自動制御	0	0	1	9	1	1	0
	管理基準や指標値	0	0	3	29	16	2	0
	参考データ	0	0	0	5	2	0	0
濁度計	自動制御	0	2	1	3	0	0	0
	管理基準や指標値	1	4	6	13	11	1	0
	参考データ	0	0	0	1	1	0	0
高感度濁度計	自動制御	0	1	1	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	3	4	9	1	0	0
	参考データ	0	0	0	1	0	0	0
pH計	自動制御	0	0	1	2	0	0	0
	管理基準や指標値	0	2	4	16	4	1	0
	参考データ	0	0	2	2	2	0	0
電気伝導度計	自動制御	0	0	0	1	0	0	0
	管理基準や指標値	0	0	0	2	2	0	0
	参考データ	0	0	1	2	3	0	0
水温計	自動制御	0	0	0	1	0	0	0
	管理基準や指標値	0	1	0	4	4	0	0
	参考データ	0	1	1	6	2	0	0
色度計	自動制御	0	1	0	2	0	0	0
	管理基準や指標値	0	1	1	6	9	0	0
	参考データ	0	0	0	2	1	0	0

表 13 水質計器の設置箇所別の設置率 (%) (緩速ろ過方式)

水質計器	水源	取水	原水	緩速ろ過水	浄水	給配水	生物処理水	凝集沈殿水
<i>n</i>	12	16	16	16	16	16	1	7
生物センサー	8	0	13	0	0	0	0	0
残留塩素計	0	0	0	0	94	63	0	0
濁度計	33	13	50	13	25	19	0	57
高感度濁度計	0	0	0	44	50	0	0	0
pH計	17	0	31	0	50	13	0	14
紫外外部吸光光度計	8	0	0	0	0	0	0	0
油分計	8	6	0	0	0	0	0	0
油膜計	8	0	0	0	0	0	0	0
アルカリ度計	0	0	0	0	0	0	0	14
電気伝導度計	17	6	6	0	6	0	0	0
水温計	17	6	19	0	19	0	0	0
溶存酸素計	0	0	6	0	0	0	0	0
色度計	0	0	0	6	6	13	0	0

表 14 水質計器の自己メンテナンスの頻度別の割合 (%) (緩速ろ過方式)

水質計器	<i>n</i>	1週間以内	2週間以内	1ヶ月以内	2ヶ月以内	3ヶ月以内	6ヶ月以内	1年以内	3年以内	3年超	不定期	これまで未実施
生物センサー	3	33	0	67	0	0	0	0	0	0	0	0
残留塩素計	25	8	16	44	8	0	0	0	0	0	16	8
濁度計	27	26	19	26	0	0	15	0	0	0	7	7
高感度濁度計	15	13	13	47	0	0	0	7	0	0	13	7
pH計	18	6	17	17	0	11	22	0	0	0	22	6
紫外外部吸光光度計	1	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
油分計	2	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
油膜計	1	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
アルカリ度計	1	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
電気伝導度計	5	0	0	40	0	0	20	40	0	0	0	0
水温計	9	0	11	22	0	0	11	22	0	0	22	11
溶存酸素計	1	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
色度計	4	0	25	75	0	0	0	0	0	0	0	0

表 15 水質計器の委託メンテナンスの頻度別の割合 (%) (緩速ろ過方式)

水質計器	<i>n</i>	1週間以内	2週間以内	1ヶ月以内	2ヶ月以内	3ヶ月以内	6ヶ月以内	1年以内	3年以内	3年超	不定期	これまで未実施
生物センサー	3	0	0	0	0	33	0	0	0	0	33	33
残留塩素計	25	0	0	0	0	0	4	28	28	8	24	8
濁度計	27	0	0	0	0	0	7	41	22	11	19	0
高感度濁度計	15	0	0	0	0	0	0	20	40	0	20	20
pH計	18	0	0	0	0	0	0	33	33	6	11	17
紫外外部吸光光度計	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
油分計	2	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
油膜計	1	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
アルカリ度計	1	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0
電気伝導度計	5	0	0	0	0	0	0	40	0	20	20	20
水温計	9	0	0	0	0	0	0	33	22	0	44	0
溶存酸素計	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0
色度計	4	0	0	0	0	0	0	25	50	25	0	0

表 16 水質計器の設置箇所別の活用状況（数値は浄水場数）（緩速ろ過方式）

水質計器	活用状況	水源	取水	原水	緩速ろ過水	浄水	給配水	凝集沈殿水
生物センサー	自動制御	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	1	0	1	0	0	0	0
	参考データ	0	0	1	0	0	0	0
残留塩素計	自動制御	0	0	0	0	8	2	0
	管理基準や指標値	0	0	0	0	7	8	0
	参考データ	0	0	0	0	0	0	0
濁度計	自動制御	0	2	2	0	0	0	0
	管理基準や指標値	4	0	4	2	4	3	3
	参考データ	0	0	2	0	0	0	1
高感度濁度計	自動制御	0	0	0	0	1	0	0
	管理基準や指標値	0	0	0	7	7	0	0
	参考データ	0	0	0	0	0	0	0
pH計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	2	0	5	0	7	2	1
	参考データ	0	0	0	0	1	0	0
紫外部吸光光度計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	0	0	0	0	0	0
	参考データ	1	0	0	0	0	0	0
油分計	自動制御	1	1	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	1	1	0	0	0	0	0
	参考データ	0	0	0	0	0	0	0
油膜計	自動制御	1	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	1	0	0	0	0	0	0
	参考データ	0	0	0	0	0	0	0
アルカリ度計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	0	0	0	0	0	0
	参考データ	0	0	0	0	0	0	1
電気伝導度計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	2	1	0	0	1	0	0
	参考データ	0	0	1	0	0	0	0
水温計	自動制御	0	0	0	0	1	0	0
	管理基準や指標値	2	1	0	0	1	0	0
	参考データ	0	0	3	0	1	0	0
溶存酸素計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	0	1	0	0	0	0
	参考データ	0	0	0	0	0	0	0
色度計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	0	0	1	1	2	0
	参考データ	0	0	0	0	0	0	0

表 17 水質計器の設置箇所別の設置率（%）（膜ろ過方式）

水質計器	水源	取水	原水	緩ろ過水	浄水	給配水	原水調整槽	曝気処理水	凝集沈殿水	粒状活性炭処理水	除鉄・除マンガン	急速ろ過水	RO膜ろ過調整槽	RO膜ろ過水
<i>n</i>	12	19	19	19	19	17	3	1	6	1	5	2	1	1
生物センサー	0	16	37	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
残留塩素計	0	0	5	37	84	53	100	0	17	0	100	50	0	0
濁度計	0	26	63	21	26	12	67	0	33	0	40	50	0	0
高感度濁度計	0	0	16	74	47	6	0	0	0	0	0	0	0	0
pH計	0	21	63	21	74	0	67	0	33	0	40	0	100	100
アンモニア計	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
紫外部吸光光度計	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
油分計	0	11	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
油膜計	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
かび臭センサー	0	0	0	0	5	0	33	0	0	0	0	0	0	0
アルカリ度計	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0
電気伝導度計	0	11	11	0	16	0	0	0	0	0	0	0	100	100
水温計	0	16	42	32	42	12	67	0	17	0	0	0	100	100
色度計	0	5	11	11	11	12	0	0	0	0	20	0	0	0
ORP計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100
SDI計	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ホウ素計	0	0	0	0	5	6	0	0	0	0	0	0	0	100

表 18 水質計器の自己メンテナンスの頻度別の割合（%）（膜ろ過方式）

水質計器	<i>n</i>	1週間以内	2週間以内	1ヶ月以内	2ヶ月以内	3ヶ月以内	6ヶ月以内	1年以内	3年以内	3年超	不定期	これまで未実施
生物センサー	11	45	9	9	0	0	0	0	27	0	0	9
残留塩素計	43	37	5	26	0	0	0	21	0	0	9	2
濁度計	35	29	9	26	6	0	0	17	0	0	11	3
高感度濁度計	25	24	0	36	0	4	0	12	0	0	16	8
pH計	42	24	17	24	0	5	0	17	0	0	12	2
アンモニア計	2	50	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0
紫外部吸光光度計	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
油分計	3	33	0	33	0	0	0	0	33	0	0	0
油膜計	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
かび臭センサー	2	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
アルカリ度計	2	0	0	50	0	0	0	50	0	0	0	0
電気伝導度計	9	22	0	67	0	0	0	0	11	0	0	0
水温計	30	33	0	0	0	7	0	3	0	0	13	43
色度計	10	30	0	30	0	0	0	40	0	0	0	0
ORP計	2	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SDI計	2	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ホウ素計	3	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 19 水質計器の委託メンテナンスの頻度別の割合 (%) (膜ろ過方式)

水質計器	n	1週間以内	2週間以内	1ヶ月以内	2ヶ月以内	3ヶ月以内	6ヶ月以内	1年以内	3年以内	3年超	不定期	これまで未実施
生物センサー	11	0	18	0	9	0	0	18	9	0	27	18
残留塩素計	43	12	0	7	0	2	7	53	5	2	12	0
濁度計	35	17	0	6	0	3	9	49	0	3	11	3
高感度濁度計	27	11	0	11	0	7	7	37	0	4	15	4
pH計	42	12	0	5	0	5	7	50	2	5	14	0
アンモニア計	2	0	0	50	0	0	0	50	0	0	0	0
紫外部吸光度計	1	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
油分計	3	0	0	33	0	0	0	33	0	33	0	0
油膜計	1	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0
かび臭センサー	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0
アルカリ度計	2	50	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0
電気伝導度計	9	11	0	0	0	0	0	78	0	0	11	0
水温計	32	3	0	0	0	3	3	38	3	0	22	25
色度計	10	30	0	10	0	0	0	50	0	0	10	0
ORP計	2	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0
SDI計	2	50	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0
ホウ素計	3	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0

表 20 水質計器の設置箇所別の活用状況 (数値は浄水場数) (膜ろ過方式)

水質計器	活用状況	取水	原水	膜ろ過水	浄水	給配水	原水調整槽	凝集沈殿水	除鉄・除マンガン	急速ろ過水	RO膜ろ過調整槽	RO膜ろ過水
生物センサー	自動制御	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	参考データ	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
残留塩素計	自動制御	0	1	1	8	2	2	0	2	0	0	0
	管理基準や指標値	0	0	6	7	6	1	1	3	0	0	0
	参考データ	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
濁度計	自動制御	0	5	0	1	0	1	0	1	0	0	0
	管理基準や指標値	5	3	4	4	2	1	2	1	0	0	0
	参考データ	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
高感度濁度計	自動制御	0	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	2	9	6	1	0	0	0	0	0	0
	参考データ	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
pH計	自動制御	0	1	1	4	0	1	1	1	0	1	0
	管理基準や指標値	4	6	3	5	0	1	1	1	0	0	1
	参考データ	0	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0
アンモニア計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	参考データ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
紫外部吸光度計	自動制御	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	参考データ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
油分計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	参考データ	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
油膜計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	参考データ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
かび臭センサー	自動制御	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	参考データ	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
アルカリ度計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	参考データ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
電気伝導度計	自動制御	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	2	2	0	1	0	0	0	0	0	1	1
	参考データ	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
水温計	自動制御	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1
	管理基準や指標値	2	3	0	2	1	1	0	0	0	0	0
	参考データ	1	4	4	4	0	0	1	0	0	0	0
色度計	自動制御	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	1	2	2	1	2	0	0	1	0	0	0
	参考データ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ORP計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	管理基準や指標値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	参考データ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SDI計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	参考データ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ホウ素計	自動制御	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	管理基準や指標値	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
	参考データ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 21 水質計器を代替指標として利用している設置箇所別の浄水場数（複数回答有り）

水質計器	取水	原水	凝集沈殿水	急速ろ過水	浄水	給配水	粒状活性炭処理水	オゾン処理水	生物処理水	原水調整池	膜ろ過水	緩速ろ過水	除鉄・除マンガン	RO膜ろ過調整槽
生物センサー	6	11	1	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
残留塩素計	0	1	3	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0
濁度計	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
高感度濁度計	0	0	0	8	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0
pH計	2	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
アンモニア計	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0
紫外部吸光度計	2	2	2	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0
塩素要求量計	1	6	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
電気伝導度計	3	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
水温計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
色度計	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
ORP計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SDI計	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

表 22 水質計器の設置箇所別の代替指標（括弧内の数値は浄水場数）（複数回答有り）

水質計器	取水	原水	凝集沈殿水	急速ろ過水	浄水	給配水	粒状活性炭処理水	オゾン処理水	生物処理水	原水調整池	膜ろ過水	緩速ろ過水	除鉄・除マンガン	RO膜ろ過調整槽
生物センサー	毒物等(8)	毒物等(9) 水質汚濁(3)	毒物等(1)	毒物等(1)	毒物等(4)									
残留塩素計		NH3(1)	NH3(1) 有機物(1) マンガン(1) 塩素消費(1) 臭気(1)	塩素消費(1)	NH3(1) NO2(1)					NH3(1) 酢酸類(1) THM(1) 鉄(1)	THM(1) マンガン(1)		マンガン(1)	
濁度計	藻類(1)	藻類(1)	藻類(1)											
高感度濁度計				クリプト等(8) 藻類(1)	クリプト等(1)						クリプト等(2)	クリプト等(1)		
pH計	藻類(1) 濁度(1) 毒物等(1)	藻類(1) 濁度(1) アルミ(1)	藻類(1) 濁度(1)	藻類(1)						アルミ(1)				
アンモニア計	臭気(1)	臭気(1)					臭気(1) 塩素消費(1)	塩素消費(1)						
紫外部吸光度計	有機物(2)	有機物(2) 塩素消費(1)	有機物(2) 塩素消費(1)		有機物(2)		有機物(1)		有機物(1)					
塩素要求量計	NH3(1)	NH3(6) 有機物(1) 魚卵(1)					NH3(2)							
電気伝導度計	毒物等(1) 塩分(3) アルカリ度(1)	毒物等(1) 塩分(2) アルカリ度(1)			アルカリ度(1)									塩分(1)
水温計										NH3(1) 酢酸類(1) THM(1)				
色度計					有機物(1) 塩素消費(1)	有機物(1) 塩素消費(1)								
ORP計		濁質(1)									濁質(1)			塩素(1)
SDI計		濁質(1)									濁質(1)			

毒物等：毒性物質、有害物質（農薬、化学物質含む）および毒物等、NH3：アンモニア態窒素、有機物：TOCおよびトリハロメタン（THM）前駆物質を含む、NO2：亜硝酸態窒素、クリプト等：クリプトスポリジウム等、アルミ：アルミニウム、塩分：塩化物および海水滲上を含む

表 23 利用を推奨する水質計器

残留塩素計 (16)	紫外部吸光度計 (4)	塩素要求量計 (2)	浄水処理モニター (1)
高感度濁度計 (11)	アルカリ度計 (4)	連続臭気発生装置 (2)	毒物監視装置 (1)
濁度計 (9)	アンモニア計 (4)	TOC計 (1)	
油分計 (7)	電気伝導度計 (3)	VOC計 (1)	
pH計 (5)	生物センサー (2)	かび臭センサー (1)	

括弧内の数値は回答浄水場数

表 24 利用において課題があると回答があった水質計器

残留塩素計 (19)	塩素要求量計 (9)	油分計 (5)	油膜計 (3)
濁度計 (11)	アンモニア計 (8)	アルカリ度計 (4)	TOC計 (2)
pH計 (10)	高感度濁度計 (7)	紫外部吸光度計 (4)	色度計 (2)
生物センサー (9)	多項目水質計 (5)	かび臭センサー (4)	シアン計 (1)

表 25 あると便利と考えられる水質計器（既存の水質計器への機能の追加も含む）

かび臭センサー (8)	pH計 (2)	原水水質分析装置 (複数項目同時測定) (2)	鉄・マンガン計 (1)
残留塩素計 (7)	アルカリ度計 (2)	塩素酸計 (1)	フローサイトメーター (1)
臭気センサー (6)	蛍光光度計 (2)	塩素消費有機物計 (1)	味覚計 (1)
アンモニア計 (5)	ピコプランクトン計 (2)	活性炭要求量計 (1)	
凝集確認装置 (3)	有害物質・薬物検知器 (2)	クリプトスポリジウム 等センサー (1)	
油分計 (3)	病原微生物等（細菌、 ウイルス）センサー (2)	クロラミン計 (1)	

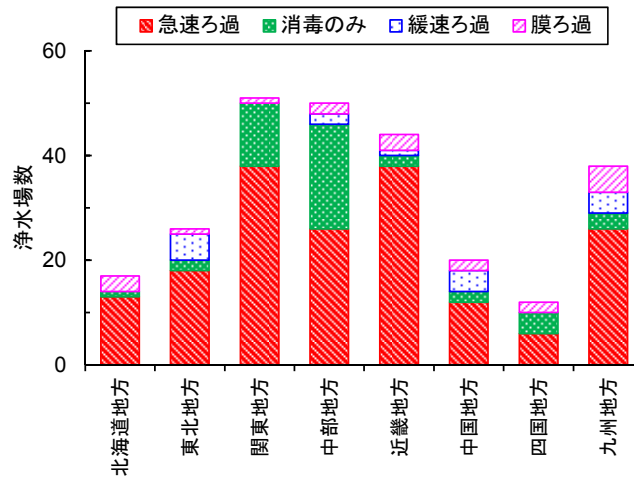


図1 対象浄水場の地方区分による内訳

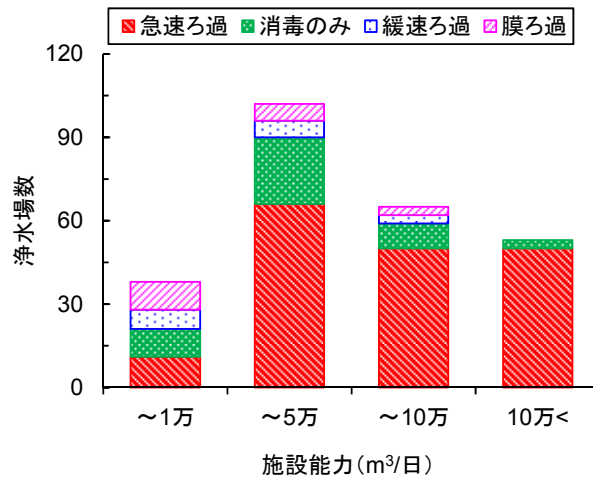


図2 対象浄水場の施設能力による内訳

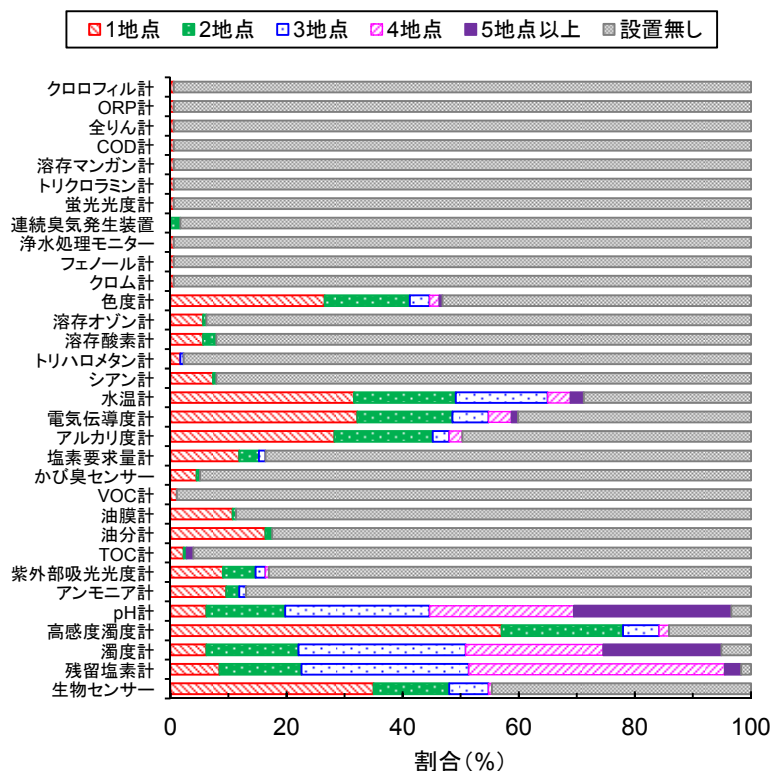


図3 水質計器の設置地点数別の設置率の割合（急速ろ過方式）

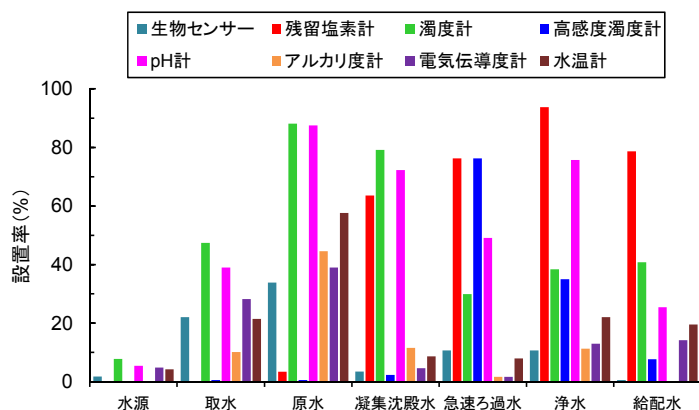


図4 設置率が高かった水質計器の基本プロセスでの設置箇所別の設置率（％）（急速ろ過方式）

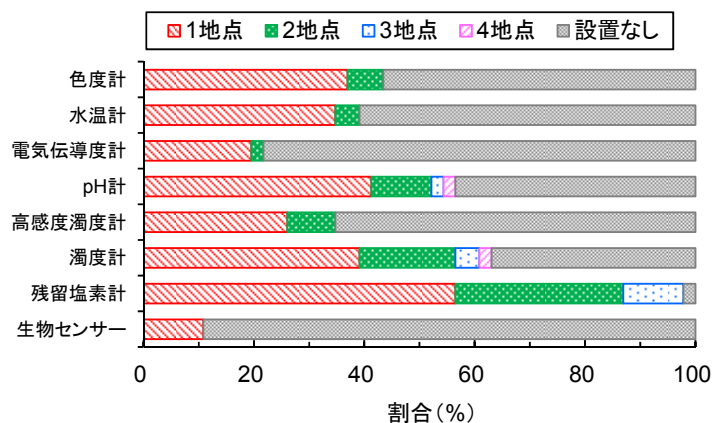


図5 水質計器の設置地点数別の設置率の割合（消毒のみ）

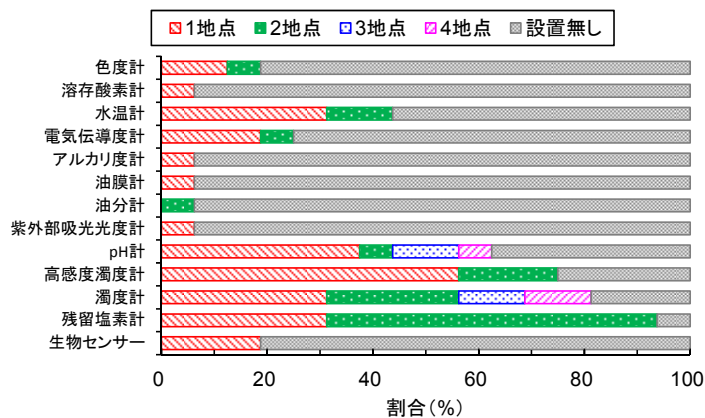


図6 水質計器の設置地点数別の設置率の割合 (緩速ろ過方式)

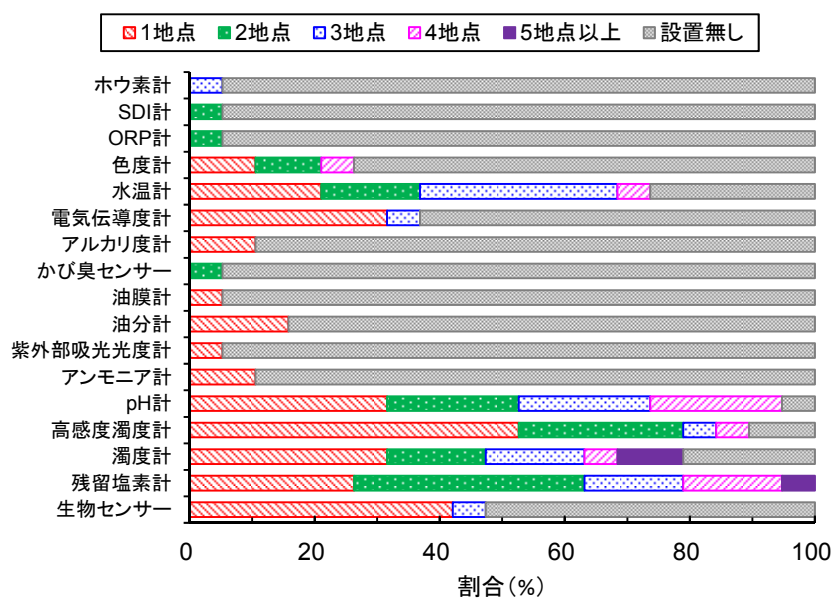


図7 水質計器の設置地点数別の設置率の割合 (膜ろ過方式)

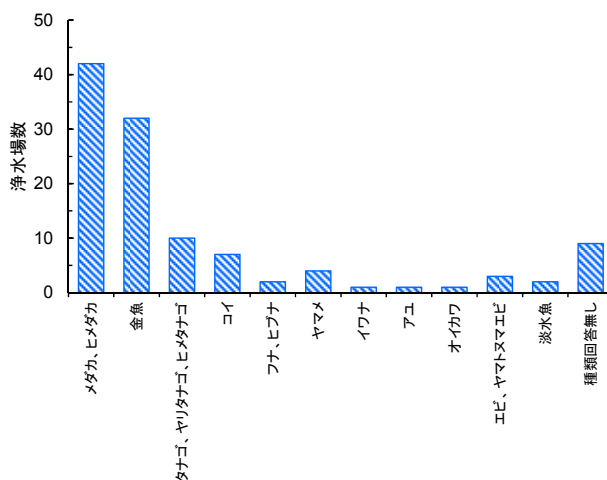


図8 設置していた魚類監視装置に用いた魚類の種類 (複数回答有り)

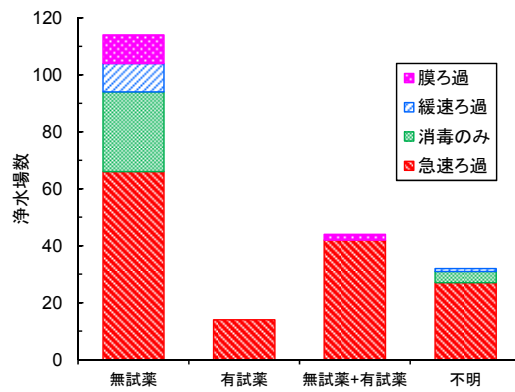


図9 設置していた残留塩素計のポーラログラフ法的方式

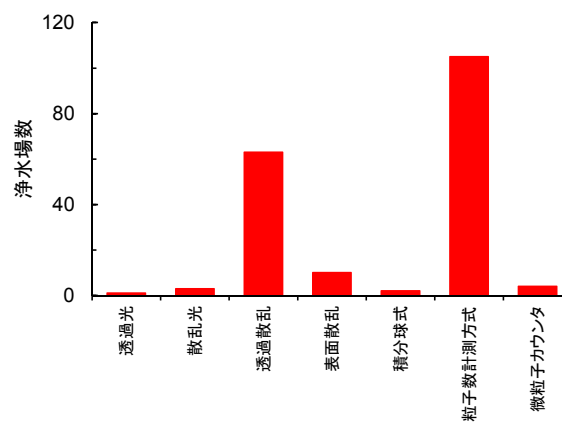


図10 設置していた高感度濁度計の測定原理（複数回答有り）

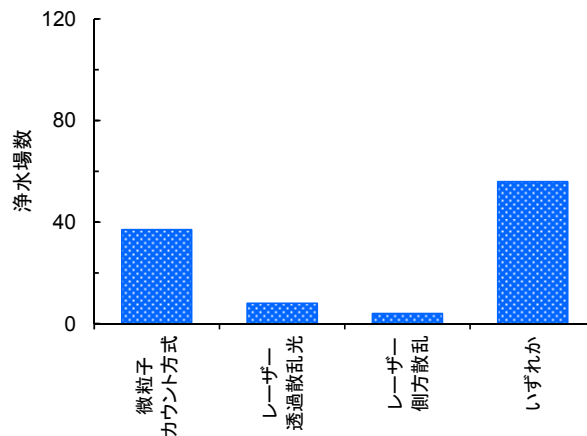


図11 設置していた粒子数計測方式の高感度濁度計の測定原理（複数回答有り）