

## 小規模水供給システムの安定性及び安全性確保に関する統合的研究

研究代表者	浅見 真理	国立保健医療科学院 生活環境研究部
研究分担者	伊藤 禎彦	京都大学大学院工学研究科
	島崎 大	国立保健医療科学院 生活環、境研究部
	小熊久美子	東京大学先端科学技術研究センター
	増田 貴則	鳥取大学大学院工学研究科 社会基盤工学専攻

### 研究要旨：

全国数千の地域において、水道管路等で構成される水道（上水道、簡易水道）及び飲料水供給施設等（以下、水供給システム）を維持することが困難となりつつある。水供給維持困難地域を含む地域において衛生的な水を持続的に供給可能とするための具体的方策の検討を実施すべく、検討を行った。

小規模水供給システムの位置づけ、現況（法令等遵守状況、水源の状況、規模等）、施設上の課題、管理上の課題（高濁対策、残塩注入、残塩保持）、水質上の課題（高濁、大腸菌の検出等）、水質検査上の課題（水質検査の簡略化可能性）、配水上の課題、財政上の課題、統計収集上の課題、制度上の課題等について整理を行った。

静岡県浜松市内において川上飲料水供給施設、明野飲料水供給施設、長沢飲料水供給施設の3箇所を調査・検討対象とした。原水・浄水・給水の水質調査を行うとともに、配水管路データ、各戸居住人数など解析に必要な情報を収集した。まず、3つの飲料水供給施設において、管網計算を行い配水管内流速分布を得た。ついで、別途実施している室内実験結果や、大阪地域・神戸地域での実地調査結果を活用して、配水管内に堆積する重量（ $g/m^2$ ）とその分布を推定した。この成果によって、第一段階 浄水処理、第二段階 配水管網の水理条件、第三段階 洗管の観点から、堆積量の重量分布の変化を検討することが可能となった。

塩素の注入、試薬の管理に課題があったことから、次亜塩素酸ナトリウム溶液の代替として、顆粒状の塩素化シアヌル酸系消毒剤の適用を想定し、水供給システムへの適用可能性について、大腸菌および耐塩素性従属栄養細菌の不活化能力ならびに残留特性等の面から評価したところ、消毒剤の残留濃度は、消毒対象となる細菌の種別により異なり、いずれも次亜と同程度以下の残塩保持濃度となる可能性が示された。各消毒剤のCT値および生残率に基づく不活化能力は次亜と同程度であるものの、対象とする細菌種やCT値に応じて前後することが明らかとなった。実際の水供給システムへの適用に際しては、このような各消毒剤の不活化能力ならびに残留特性の相違について留意する必要がある。

遊離残留塩素濃度の減少量が等しければトリハロメタンやハロ酢酸の生成量は各種消毒剤毎にほぼ同等であった。水電解次亜発生装置による次亜生成過程（電解中）において、トリハロメタンやハロ酢酸は生成していなかったが、塩素酸は増加するので、電解を繰り返す場合の塩素酸濃度の上昇には注意が必要である。現場の特性に応じて保存性、徐溶性、速溶性、使用性等の観点から消毒剤の検討を行うことが重要である。

小規模水供給システムに適した特徴を持つ紫外線消毒装置について、多種の微生物を対象に消毒性能を調べた。また、実施への紫外線装置の導入可能性を探るため、施設見学と実務者ヒアリングを実施した。実験では、複数の微生物種を対象とし、波長の異なる紫外線光源を用いて紫外線量

に対する不活化応答を調べた。その結果、菌種の違いによる紫外線の波長感受性の違いを定量的に示した。また、従属栄養細菌の紫外線感受性が低いこと（紫外線耐性が高いこと）、紫外線処理の結果として従属栄養細菌のうちでも特に紫外線耐性の高い種が選択的に残存しうることを示した。従属栄養細菌は、直接の健康リスクとの関連性は明確でないものの、水の衛生状態を示す目安として水質管理目標値が設定されており、小規模水供給システムへの紫外線消毒適用において従属栄養細菌の制御が課題であると考えられた。施設見学とヒアリングの結果から、現状では小規模施設に適した消毒方法は十分に検討されておらず、特に、消毒剤の補充や当番制での維持管理が住民の負担になっている実情が伺えた。消毒剤のにおいに対する抵抗感から消毒を実施しない小規模施設も多く、紫外線消毒であれば利用者の受容性が高まると期待された。総じて、水供給システムの施設規模に見合った消毒技術の開発やその持続可能な維持管理方式の検討が重要と考えられた。

飲料水供給施設相当規模および戸別井戸相当規模の水供給システムを利用している集落を対象に、ヒアリングおよびアンケート調査を実施したところ、表流水を水源としているある集落では、濁水やろ過施設閉塞断水への対応が必要であり、頻繁な点検清掃を行っていることがわかった。また、以前より戸別井戸を利用している集落においては、消毒無しで水を利用しており、機器故障による断水を経験している世帯があったが、今の状況で満足している住民が多く、共同井戸による水道導入プランを想定したアンケートへの賛成はほとんど見られなかった。一方、集落水道が残っている集落では、維持管理への負担感や水質・老朽化への不安感があり、半数の世帯が共同井戸による水道導入プランに賛成意見を表明した。地域の実情に応じた検討が重要である。

## A．研究目的

高齢化及び人口減少等により、全国数千の地域において水道管路等で構成される水道及び飲料水供給施設等（以下、水供給システム）を維持することが困難となりつつある。水供給維持困難地域を含む地域において衛生的な水を持続的に供給可能とするための具体的検討を実施すべく、水供給システムの最適化による給水の安定性・安全性確保に関する対策、既存の水供給システムの維持管理の改善、または、新たな水供給システムにおける安全性確保に関する方策について、住民との連携による維持を前提とした分散型の水供給システムの技術的及び運営面の研究を実施する。

具体的には、簡易水道や飲料水供給施設相当規模のシステムを対象に、

- 1 .多様な手法による水供給システムの最適化に関する検討
  - 2 .取水・送水・給水における管路の維持管理方法に関する検討
  - 3 .ろ過施設の簡便な維持管理方法に関する検討
  - 4 .小型紫外線消毒装置の基礎的知見の収集と実際への適用
  - 5 .錠剤型塩素消毒剤や電解型塩素発生装置の基礎的知見の収集と実際への適用
  - 6 .住民との連携による水供給システムの維持管理手法とそれらの知見共有方策に関する検討
  - 7 .上記をとりまとめた統合的な検討
- を実施し、施設（ハード）を管理（ソフト）の仕組みで支える水供給システムを構築することを目的とする。

## B．研究方法

- 1 )本研究では、まず、既存の資料から小規模水供給システムの位置付けを整理し、現状を把握する。更に現地調査及び聞き取り調査などを通し、施設上の課題や水質上の課題、財政上の課題など、技術上、制度上の課題を整理した。
- 2 )静岡県、岐阜県、鳥取県等の簡易水道、飲料水供給施設、その他の小規模水供給システムについて、現地調査、管理状況に関する聞き取りを実施した。また、原水・浄水の試料の分析により、現状の把握を行った。
- 3 )浜松市内3箇所の飲料水供給施設について、管網計算を行った。
- 4 )次亜塩素酸ナトリウム溶液の代替として、顆粒状の塩素化シアヌル酸系消毒剤の適用を想定し、水供給システムへの適用可能性について、大腸菌および耐塩索性従属栄養細菌の不活化能力ならびに残留特性等の面から評価した。
- 5 )紫外線照射装置の消毒性能を実験室規模の不活化実験で定量化した。
- 6 )鳥取県智頭町において飲料水供給施設相当規模および戸別井戸相当規模の水供給システムを利用している集落を対象に、ヒアリングおよびアンケート調査を実施した。

## C．研究結果及びD．考察

- 1 .小規模水供給システムの課題
  - 1.1 小規模水供給システムの位置づけ
- 水道とは水道法（昭和32年6月15日法律第177号）により、「導管及びその他の工作物により、水を人の飲用に適する水として供給する施設

の総体をいう」と規定されている。また、一般の需要に応じて、給水人口が 101 人以上に水道により水を供給する事業を「水道事業」とし、「専用水道」も合わせて、法 4 条で水質基準を定め、水道により供給される水の備えるべき要件を定めている。水道法の水質基準が直接的には不適用なものには「飲料水供給施設」、「飲用井戸」、「業務用飲用井戸」、「小規模貯水槽水道」、「営農飲雑用水施設」などの施設がある。

## 1.2 水質上の管理

水道法上における水道水は法第 4 条に規定する水質基準が適用されるが、水道法の適用外である小規模水供給システムは、都道府県や市町村が定める小規模水道や飲料水供給施設の水質基準を定めた条例に従っているケースが多い。また、飲用に供する井戸等及び水道法等の規制対象とならない水道であって、人の飲用に用いられているものについては、厚生労働省からも、「飲用井戸等衛生対策要領」において、都道府県、特別区、保健所設置市（平成 25 年 4 月以降は全ての市）に対して、適正管理について通知をしている。

しかし、台帳により設置場所等が把握できていない井戸もあり、飲用井戸等の水質検査受検率は約 1 割で、その水質検査を受けた井戸についてだけでも、約 2 割の井戸で水質基準値を超過している。現地調査を行う中で、毎日検査を行っていない施設管理者も見られた。

## 1.3 施設上の課題

飲供はもちろん、給水人口が減少している簡水において、水道・飲料水供給施設を維持することは極めて難しい状況にある。また、今でも町村部は市部に比べて、水道の整備が行われず、取り残された地域が多く存在している。

## 1.4 管理上の課題（高濁対策、残塩注入、残塩保持）

人口が減少し使用水量が減少している地域では、豪雨時に濁度が急激に上昇し、ろ過池が詰まるなど施設の維持管理が困難であることや、薬剤の使用期限が超過してしまうことがある。多くの場合次亜塩素酸ナトリウムが使用されている。しかし、次亜塩素酸ナトリウムは初期有効塩素の高いものほど不安定で、貯蔵中に有効塩素が減少しやすい。特に小規模水道においては、薬剤の使用量が極めて少ない為、かなり長期間の保存となる。更に、水道施設が山奥等の人々が巡回しづらい場所にあり、水道施設がある場所で薬剤の保管を行っていると、夏場はかなりの高温になり、有効塩素が減少しやすい状況となっている。

その他にも、施設の維持管理を住民が行っている場合、緩速ろ過のろ過砂のかきとりや、浄水処理のための薬剤の運搬等は住民の高齢化が進む

中では、非常に困難である。

更に、小規模の施設を複数抱えているようなところは毎日の施設の巡回、検査等に追われて緊急時の対応が困難であるため、施設巡回や毎日検査が簡素化できるような工夫が必要である。

## 1.5 水質上の課題（高濁、大腸菌の検出等）

水道水源の選定をする場合、基本的には安定的に清浄な原水が取れる水源を選ぶことが原則であるが、様々な小規模水道の現地調査を行う中で、S 県ヒアリングによると一度、降雨があると 3 日程度濁りが取れない、または濁度が高くなる水源や、イノシシのほか、野生生物に由来して大腸菌が検出される水源もあり、地域によっては水源の選択肢がほとんどない場合が見られた。

## 1.6 水質検査上の課題（水質検査の簡略化可能性）

特に小規模施設では、水質試験の検査費用の負担がかなり大きい。ある水道事業者では自前の水質試験所にて水質検査や、検査費用を補助する取り組みを行っている。しかし、全国的にはほとんどの事業者が、各管理者のみで水質試験の検査費用を捻出している。

## 1.7 配水上の課題

日常の維持管理や、災害時などにおける危機管理対応、そしてアセットマネジメントによる計画的な施設更新等、水道施設の適切な管理において水道施設の図面は必須項目である。中規模、大規模の水道事業者と異なり、小規模の水道事業者や小規模水道において、配水上の課題はまず施設の図面がないことである。台帳整備の補助等は本研究で対象としている小規模水供給システムは対象でないため、新たな国からの財政支援、又は都道府県や市町村からの技術支援が必要と考えられる。

## 1.8 財政上の課題

地理的条件が悪く、建設コストがかかる小規模水供給システムは給水原価が供給単価を上回っていること（原価割れ）が多く、料金収入も少ないため、水道料金収入だけでは経営が困難な状況にある。通常の給水手法にとって代わる、新たな給水手法については厚生労働省の調査でも検討が行われているが、運搬給水などは通常の給水手段と比較して特に優れているという結果ではなかった。一層の検討が必要である。

## 1.9 統計収集上の課題

簡易水道や小規模水供給システムは職員一人あたりの作業負担が大きく統計収集もかなりの負担となる。そのため水道統計と比較しても簡易水道の施設や水質状況に関するデータは少なく、小規模水供給システムに至ってはほとんどデータがないのが現状である。

### 1.10 制度上の課題

小規模水供給システムを所管する部局は市町村の衛生部局であることが多く(小さな自治体では水道法が適用される水道と共に所管されることも)水道における技術的なノウハウは水道部門が持っている事が多く、衛生部局が非常に苦勞するところである。そのため、衛生部局から、水道局へ事務委任している例もあった。

#### 2. 管路管理に関する検討

静岡県浜松市内 3 箇所の飲料水供給施設について、管網計算を行い配水管内流速分布を得た。ついで、別途実施している室内実験結果や、大阪地域・神戸地域での実地調査結果を活用して、配水管内に堆積する重量( $g/m^2$ )とその分布を推定した。この成果によって、第一段階 浄水処理、第二段階 配水管網の水理条件、第三段階 洗管の観点から、堆積量の重量分布の変化を検討することが可能となった。

#### 3. 消毒剤の消毒効果に関する検討

次亜塩素酸ナトリウム溶液の代替として、顆粒状の塩素化シアヌル酸系消毒剤 2 種 (SDIC および TCCA) の適用を想定し、水供給システムへの適用可能性について、大腸菌 (*E. coli* K12) および耐塩素性従属栄養細菌 (*S. paucimobilis*) の不活化能力ならびに残留特性等の面から評価した。消毒剤の残留濃度は、消毒対象となる細菌の種別により異なり、SDIC および TCCA いずれも次亜と同程度以下の残塩保持濃度となる可能性が示された。各消毒剤の CT 値および生残率に基づく不活化能力は次亜と同程度であるものの、対象とする細菌種や CT 値に応じて前後することが明らかとなった。実際の水供給システムへの適用に際しては、このような各消毒剤の不活化能力ならびに残留特性の相違について留意する必要がある。

#### 4. 消毒剤、電解装置による消毒副生成物

次亜塩素酸ナトリウム溶液の代替として、顆粒状の塩素化シアヌル酸系消毒剤の適用を想定し、水供給システムへの適用可能性について、大腸菌および耐塩素性従属栄養細菌の不活化能力ならびに残留特性等の面から評価した。消毒剤の残留濃度は、消毒対象となる細菌の種別により異なり、SDIC および TCCA いずれも次亜と同程度以下の残塩保持濃度となる可能性が示された。各消毒剤の CT 値および生残率に基づく不活化能力は次亜と同程度であるものの、対象とする細菌種や CT 値に応じて前後することが明らかとなった。

#### 5. 紫外線照射装置の消毒性能

紫外線照射装置の消毒性能を実験室規模の不活化実験で定量化した。対象微生物種として、大腸菌、大腸菌ファージ MS2 と Q $\beta$ 、枯草菌芽胞、

緑膿菌、レジオネラ属菌、従属栄養細菌を調査し、それぞれについて紫外線量に対する不活化応答を明らかにし、菌種の違いによる紫外線感受性の違いがあることが示された。

#### 6. 住民の管理に関する聞き取り調査

表流水を水源としている集落では、濁水やろ過施設閉塞断水への対応が必要であり、頻繁な点検清掃を行っていることがわかった。水源に係わらず、水量・水圧不足や濁水の発生などを契機として戸別井戸の導入が進んでいる集落があることが明らかとなった。また、以前より戸別井戸を利用している A 集落、B 集落においては、消毒無しで水を利用しており、機器故障による断水を経験している世帯が 3 割あったが、今の状況で満足している住民が多く、共同井戸による水道導入プランを想定したアンケートへの賛成はほとんど見られなかった。一方、集落水道が残っている C 集落では、維持管理への負担感や水質・老朽化への不安感があり、半数の世帯が共同井戸による水道導入プランに賛成意見を表明した。

また、水供給システムを新たに導入すると想定した場合に、集落住民が水供給システムに対して、安定性、安全性、維持管理性のうちのどのサービス要因を重視するかを把握し、各種水準のサービス要因への限界支払意思額を求めるために戸別井戸を利用している世帯が多い集落の住民を対象にコンジョイント分析を行った。その結果、調査した集落における世帯あたりの限界支払意思額は、断水が 10 年に 1 回となることに約 2,700 円/月、ろ過した水質に約 3,900 円/月、住民自身の管理労力が年に 1 回となることに約 2,000 円/月ということが示され、調査した集落においては水質要因が最も重視されていることが示された。ただし、集落や住民がおかれた水供給システムの状況やその認識によって新たな水道導入プランへの賛否意見が大きく分かれたことから、住民が求めるサービス要因や水準は集落によって異なるものと考えられる。さらなる調査を進め、集落住民が求める要因や水準を明らかにするとともに、集落住民が負担できる費用や労力の水準をさぐっていくことが重要と考えられる。本調査による結果を基礎資料とし、今後は外部団体と集落住民との連携による維持を前提とした水供給システム導入に対する関係者の負担意思を明らかにするとともに、技術面及び運営面の課題や実現可能性を検討することを試みたい。

#### E. 結論

全国数千の地域において、水道管路等で構成される水道(上水道、簡易水道)及び飲料水供給施設等(以下、水供給システム)を維持することが

困難となりつつある。水供給維持困難地域を含む地域において衛生的な水を持続的に供給可能とするための具体的方策の検討を実施すべく、検討を行った。

1．小規模水供給システムの位置づけ、現況（法令等遵守状況、水源の状況、規模等）、施設上の課題、管理上の課題（高濁対策、残塩注入、残塩保持）、水質上の課題（高濁、大腸菌の検出等）、水質検査上の課題（水質検査の簡略化可能性）、配水上の課題、財政上の課題、統計収集上の課題、制度上の課題等について整理を行った。

2．飲料水供給施設を調査・検討対象とした。原水・浄水・給水の水質調査を行うとともに、配水管路データ、各戸居住人数など解析に必要な情報を収集した。まず、3つの飲料水供給施設において、管網計算を行い配水管内流速分布を得た。ついで、別途実施している室内実験結果や、大阪地域・神戸地域での実地調査結果を活用して、配水管内に堆積する重量（ $g/m^2$ ）とその分布を推定した。この成果によって、第一段階 浄水処理、第二段階 配水管網の水理条件、第三段階 洗管の観点から、堆積量の重量分布の変化を検討することが可能となった。

3．塩素の注入、試薬の管理に課題があったことから、次亜塩素酸ナトリウム溶液の代替として、顆粒状の塩素化シアヌル酸系消毒剤の適用を想定し、水供給システムへの適用可能性について、大腸菌および耐塩素性従属栄養細菌の不活化能力ならびに残留特性等の面から評価したところ、消毒剤の残留濃度は、消毒対象となる細菌の種別により異なり、いずれも次亜と同程度以下の残塩保持濃度となる可能性が示された。各消毒剤のCT値および生残率に基づく不活化能力は次亜と同程度であるものの、対象とする細菌種やCT値に応じて前後することが明らかとなった。実際の水供給システムへの適用に際しては、このような各消毒剤の不活化能力ならびに残留特性の相違について留意する必要がある。

4．遊離残留塩素濃度の減少量が等しければトリハロメタンやハロ酢酸の生成量は各種消毒剤毎にほぼ同等であった。水電解次亜発生装置による次亜生成過程（電解中）において、トリハロメタンやハロ酢酸は生成していなかったが、塩素酸は増加するので、電解を繰り返す場合の塩素酸濃度の上昇には注意が必要である。現場の特性に応じて保存性、徐溶性、速溶性、使用性等の観点から消毒剤の検討を行うことが重要である。

5．小規模水供給システムに適した特徴を持つ紫外線消毒装置について、多種の微生物を対象に消毒性能を調べた。また、実施への紫外線装置の導入可能性を探るため、施設見学と実務者ヒア

リングを実施した。実験では、複数の微生物種を対象とし、波長の異なる紫外線光源を用いて紫外線量に対する不活化応答を調べた。その結果、菌種の違いによる紫外線の波長感受性の違いを定量的に示した。また、従属栄養細菌の紫外線感受性が低いこと（紫外線耐性が高いこと）、紫外線処理の結果として従属栄養細菌のうちでも特に紫外線耐性の高い種が選択的に残存しうることを示した。従属栄養細菌は、直接の健康リスクとの関連性は明確でないものの、水の衛生状態を示す目安として水質管理目標値が設定されており、小規模水供給システムへの紫外線消毒適用において従属栄養細菌の制御が課題であると考えられた。施設見学とヒアリングの結果から、現状では小規模施設に適した消毒方法は十分に検討されておらず、特に、消毒剤の補充や当番制での維持管理が住民の負担になっている実情が伺えた。消毒剤のにおいに対する抵抗感から消毒を実施しない小規模施設も多く、紫外線消毒であれば利用者の受容性が高まると期待された。総じて、水供給システムの施設規模に見合った消毒技術の開発やその持続可能な維持管理方式の検討が重要と考えられた。

6．飲料水供給施設相当規模および戸別井戸相当規模の水供給システムを利用している集落を対象に、ヒアリングおよびアンケート調査を実施したところ、表流水を水源としているある集落では、濁水やろ過施設閉塞断水への対応が必要であり、頻繁な点検清掃を行っていることがわかった。水源に係わらず、水量・水圧不足や濁水の発生などを契機として戸別井戸の導入が進んでいる集落があることが明らかとなった。また、以前より戸別井戸を利用している集落においては、消毒無しで水を利用しており、機器故障による断水を経験している世帯があったが、今の状況で満足している住民が多く、共同井戸による水道導入プランを想定したアンケートへの賛成はほとんど見られなかった。一方、集落水道が残っている集落では、維持管理への負担感や水質・老朽化への不安感があり、半数の世帯が共同井戸による水道導入プランに賛成意見を表明した。地域の実情に応じた検討が重要である。

## F．研究発表

1．研究成果の刊行に関する一覧表：刊行書籍又は雑誌名（雑誌の時は、雑誌名、巻数、論文名）、刊行年月日、刊行書店名、執筆者氏名

平山修久、伊藤禎彦：需要者へのコントロール感の付与からみた災害時の上水道システムにおける情報提供のあり方に関する検討，日本リスク研究学会誌，Vol.26，No.4，pp.199-208，

- 2017.
- 中西智宏, 周心怡, 西岡寛哲, 樽井滉生, 橋本雄二, 浅田安廣, 越後信哉, 伊藤禎彦, 藤井宏明, 鈴木剛史: 上水配水管内面に対する微粒子・マンガン・細菌の付着特性、土木学会論文集 G (環境)(環境工学研究論文集 第 54 巻), Vol.73, No.7, pp. \_505- \_514, 2017.
- Kumiko Oguma, Kaori Kanazawa, Ikuro Kasuga and Satoshi Takizawa, Effects of UV Irradiation by Light Emitting Diodes on Heterotrophic Bacteria in Tap Water, Photochemistry and Photobiology, in press. The American Society of Photobiology, <https://doi.org/10.1111/php.12891>. 2018 .
- Surapong Rattanakul and Kumiko Oguma, Inactivation kinetics and efficiencies of UV-LEDs against *Pseudomonas aeruginosa*, *Legionella pneumophila*, and surrogate microorganisms, *Water research*, 130, 31-37, 2018 (published online in Nov. 2017) , <https://doi.org/10.1016/j.watres>.
- 細井山豊、小熊久美子、滝沢智、大腸菌の不活化と光回復を考慮した紫外発光ダイオード (UV-LED) の評価、土木学会論文集 G(環境)、Vol.73, No.7, \_337- \_343 . 2017 .
- 小熊 久美子、紫外発光ダイオード (UV-LED) の水処理光源としての魅力、用水と廃水 vol.59、No.4、177-281、2017 .
- 2 . 学会発表
- 鳥居将士、朝野正平、栗田志広、島崎大、阿部功介、浅見真理 . 小型紫外線照射装置を用いた実験条件に関する一考察 . 全国水道研究発表会 ; 2017.10 ; 高松 . p.304-05.
- Asami M, Abe K, Simazaki D, Oguma K, and Ohno K. Trends in Operation and Management of Water Supplies with Size and Location Diversity, International Water Association World Water Congress & Exhibition, 16-21 Sep. 2018, Tokyo (poster accepted)
- Itoh, S., Nakanishi, T., Zhou, X., Nishioka, H., Kitada, J., Tarui, K., Hashimoto, Y., Kishimoto, J., Asada, Y., Echigo, S. : Management of particles in water distribution networks - Water supply system in a depopulation society and research needs -, Proceeding of the 26th Joint KAIST-KU-NTU-NUS Symposium on Environmental Engineering, pp.C-01\_6p, July 6-7, 2017, Ramada Seoul Dongdaemun, Seoul, South Korea.
- Zhou, X., Nakanishi, T., Nishioka, H., Tarui, K., Hashimoto, Y., Kishimoto, J., Asada, Y., Echigo, S., Itoh, S. : Behavior of suspended matters in drinking water distribution system, Proceeding of The 26th Joint KAIST-KU-NTU-NUS Symposium on Environmental Engineering, C-04\_8p, July 6-7. 2017, Ramada Seoul Dongdaemun, Seoul, South Korea
- 岸本如水, 中西智宏, 周心怡, 北田純悟, 樽井滉生, 橋本雄二, 浅田安廣, 越後信哉, 伊藤禎彦, 西岡寛哲: 上水配水管内の付着物実態調査と配水区域内堆積量分布の表示、環境衛生工学研究, Vol.31, No.3, pp.182-185, 2017.
- Kishimoto, J, Nakanishi, T., Zhou, X., Nishioka, H., Kitada, J., Tarui, K., Hashimoto, Y., Asada, Y., Echigo, S., Itoh, S. : Survey on micro-particles adhered inside water distribution pipes and a distribution of accumulated matters in a network, HUST & KU International Symposium on the Education & Research of the Global Environmental Studies in Asia in conjunction with the 10th Regional Conference on Environmental Engineering 2017, October 30-31, 2017, Hanoi, Vietnam.
- 三輪雅幸, 伊藤禎彦: 急激な人口減少と水需要の減少に直面したドイツ東部の水道事業に関する事例研究, 平成 29 年度全国会議 (水道研究発表会) 講演集, pp.148-149, 2017.
- 樽井滉生, 中西智宏, 西岡寛哲, 伊藤禎彦: 浄水中微粒子の配水管内付着に対する流速の影響, 第 52 回日本水環境学会年会講演集, 2018.
- 細井山豊, 小熊久美子, 滝沢智. 大腸菌の不活化と光回復を考慮した紫外発光ダイオード (UV-LED) の評価. 第 54 回環境工学研究フォーラム, 岐阜大学. 2017 年 11 月 18 日.
- 小熊久美子. 紫外線を利用した水処理技術の最前線. 第 20 回日本水環境学会シンポジウム, 和歌山大学, 2017 年 9 月 27 日.
- Kumiko Oguma and Rattanakul Surapong. Inactivation of *Pseudomonas aeruginosa*, *Legionella pneumophila* and Common Indicator Microorganisms by UV-LEDs at Different Wavelengths. IUVA 2017 World Congress & Exhibition, Dubrovnik, Croatia, September 18, 2017.
- 3 . 総説・解説
- 伊藤禎彦: 高度水処理技術を中心とする水の浄化システムの開発, ケミカルエンジニアリング, Vol.62, No.10, pp.1-7, 2017.
- 伊藤禎彦: 巻頭言 人口減少・水需要減少社会への挑戦, 水道技術ジャーナル, No.85, p.1, 2017.
- 三輪雅幸, 伊藤禎彦: 急激な人口減少と水需要の減少に直面したドイツ東部の水道事業に関する事例研究, 水道, Vol.63, No.2, pp.8-17, 2018.

#### 4. その他講演等

浅見真理：水道水質管理の現状と課題，千葉県水道局技術研修会，2017.11.24.

浅見真理：水道水質管理の現状と課題，第 153 回水道事業管理者協議会，東京，2017.11.30.

浅見真理：小規模水供給システムの水質管理について，第 50 回水道実務指導者研究集会，全国簡易水道協議会，東京，2018.2.28.

浅見真理：水道水質管理の現状と課題，平成 29 年度福井県簡易水道協会研修会，福井県，2018.3.19.

Sadahiko Itoh：Reestablishment of water supply system in a depopulation society and research needs，Kyoto University International Symposium, 5th Southeast Asia Network Forum / 23rd Southeast Asia Forum, February 4, 2017, Hotel Pullman Bangkok Grande Sukhumvit Asoke, Bangkok, Thailand.

伊藤禎彦：浄水処理-配水システムのトータルソリューション創出へ向けて，平成 28 年度日本ダクタイル鉄管協会関東支部講演会，千葉市生涯学習センター，2017.1.20.

伊藤禎彦：「濁度 0.1 度」から科学的根拠に基づく微生物的安全レベルの設定へ，日本紫外線水処理技術協会（JUVA）技術セミナー「濁度 0.1 度とは？～リスク管理と UV の役割～」，日本紫外線水処理技術協会技術委員会主催，お茶の水女子大学，2017.3.29.

伊藤禎彦：人口減少時代における浄水処理-配水システムのトータルソリューション創出へ向けて，第 27 回「水を語る会」，日本水道会館会議室，2017.5.13.

伊藤禎彦：水需要減少下における浄水処理・配水システム再構築の考え方と技術ニーズ，第 5 回水道技術工法研究会（滋賀）「水道事業の持続と強靱化に貢献する最新技術」，JA 滋賀中央会 2 階多目的ホール 2017.8.31.

伊藤禎彦：人口減少下における浄水処理-配水システム再構築の考え方と各種課題，平成 29 年度日本ダクタイル鉄管協会関東支部講演会新潟県会場，朱鷺メッセ，2017.10.11.

伊藤禎彦：水需要減少下における上水道システ

ム再構築の考え方と各種ニーズ，第 22 回 21 世紀水処理技術懇話会，北海道北見市，ホテル黒部，2017.11.9.

伊藤禎彦：水需要減少下における上水道システム再構築の考え方と技術ニーズ，一般公開シンポジウム 第 54 回環境工学研究フォーラム企画セッション「人口減少社会における環境工学の展開」，pp. 31-46, 岐阜大学講堂，2017.11.18.

中西智宏，周心怡，西岡寛哲，北田純悟，樽井滉生，橋本雄二，岸本如水，浅田安廣，越後信哉，伊藤禎彦：人口減少社会へむけた上水道システムの再構築と高機能化に関する総合研究，配水管内環境に関する報告会，大阪広域水道企業団水質管理センター会議室，2017.3.23.

中西智宏，周心怡，西岡寛哲，北田純悟，樽井滉生，橋本雄二，岸本如水，浅田安廣，越後信哉，伊藤禎彦：人口減少社会へむけた上水道システムの再構築と高機能化に関する総合研究，阪神水道企業団尼崎浄水場，2017.6.12.

小熊久美子：深紫外 LED を利用した水処理 -研究最前線と将来展望-。深紫外 LED で創生される産業連鎖フォーラム、三重大学、2018 年 3 月 2 日。（招待講演）

小熊久美子：紫外発光ダイオードの水処理への展開。第 46 回結晶成長国内会議（JCCG-46），浜松，2017 年 11 月 27 日。（招待講演）

Kumiko Oguma. Expansion of UV Light-Emitting diodes, UV-LEDs, to Water Treatment, IUVA Symposium: UV Technology Advancement for Water Environment. Singapore. November 6, 2017.（招待講演）

#### G. 知的所有権の取得状況

##### 1. 特許取得

なし

##### 2. 実用新案登録

なし

##### 3. その他

なし