

II. 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）  
「水道の基盤強化に資する技術の水道システムへの実装に向けた研究」  
分担研究報告書

水道システム全体を視野に入れた経済的な水質センサー及びデータ活用手法の開発等

研究分担者 三宅 亮 東京大学工学系研究科 教授

研究要旨

科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業において開発された小型水質計、及びそれに続く厚生労働省科学研究費補助金における実証試験を通して明らかにした、実用化に必要な性能諸元等の要件をベースに、センサーデータのポスト処理の品質を確保しつつ、経済的なセンサーを提案するために、計測の簡素化方法、及びそれを可能とする水質計を提案・検証し、データ伝送・活用方法の提案を目的として、令和3年は、提案に基づき試作した簡素な水質計を民間施設における給水地点に設置、原理評価を実施、課題の抽出、それに基づく改良を実施した。

A. 研究目的

水道システム全体を視野に入れた経済的な水質センサー及びデータ活用手法の開発等を行う。具体的には科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業において開発された小型水質計、及びそれに続く厚生労働省科学研究費補助金における実証試験を通して明らかにした、実用化に必要な性能諸元等の要件をベースに、計測の簡素化方法、及びそれを可能とする水質計を提案・検証し、データ伝送・活用方法の提案を目的とする。以上の目的を受けて、令和3年は、提案に基づき試作した簡素な水質計を民間施設における給水地点に設置、原理評価を実施、及び課題の抽出とそれに基づく改良を実施した。

す等の課題が発生した。そこで耐水構造の見直しや、ユニット内へ繋がる配線を最小とするために電子回路基板の極小化・内蔵化を進めることとした。



図1. 簡素化水質計による評価実験

B. 研究方法

図1に示すように、試作した簡素化水質計を神奈川県相模原市の民間施設における給水地点に設置、原理評価を実施した。その結果、水質計の耐水対策が不十分、かつ外部への微小な配線孔等の隙間から徐々に分析ユニット内部へ水が浸透し電気系へ影響を及ぼ

また、本倒立型の水質計は水頭圧にて試料液を導入しているため、外乱や外部からの気泡の侵入により導入流量や試薬添加量変動することが懸念された。そこでDPD試薬の発色波長域（赤色）と異なる波長域の色素（ブリリアントブルーFCF）を試薬パック添

加、本色素由来の透過光量変化の信号から、試料水の流量変動や、試薬の添加プロファイルを求め、塩素由来の信号値を補正する方式を新たに提案し、これらのアルゴリズム及び伝送データ量の低減のための計算アルゴリズムを備えたプログラムコードを開発した。

### C. 研究成果

防水・耐水構造を施し、また電子回路基板の分析ユニット内蔵化を図った第二次の改良水質計の外観写真を図2に示す。本水質計の試薬パックには補正用の青色色素が混入されている。直径で60 mm、高さ約350 mmまで小型・簡素化した。これらの改良により外部からの水侵入は無くなった。

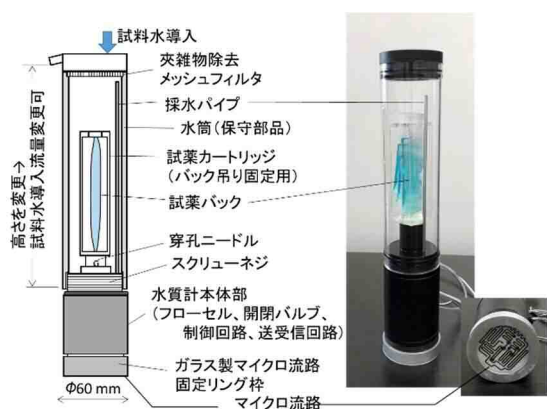


図2. 二次改良機の構成と外観

次に、ブリリアントブルーFCF色素による塩素由来の信号値を補正する方式の評価を実施した。補正した分析結果の一例を図3に示す。

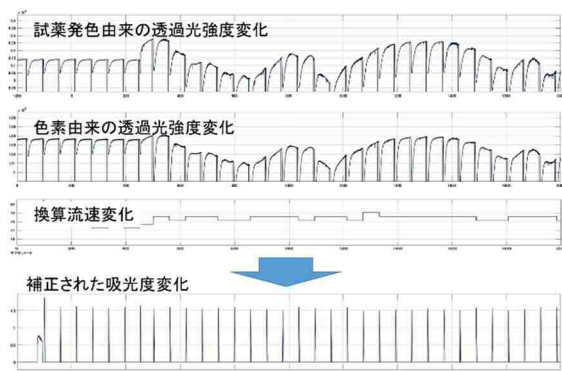


図3. 色素を用いた補正結果例

大きく変動している元来の信号値(最上段)に、色素からの吸光度信号を用いた信号強度補正や流速変化を加味した補正を加えることで安定した吸光度信号値(最下段)を得ることに成功した。

また図4に示すように、気泡等の影響で信号値が著しく低下した場合に、遠隔にて自動的に気泡除去動作を行う系を開発した。また伝送データ量の低減を目的に計算処理回路を組み込んだゲートウェイの製作及びIoT向けのクラウド公衆サービスへの自動でのデータ転送系を構築し、動作を確認した。

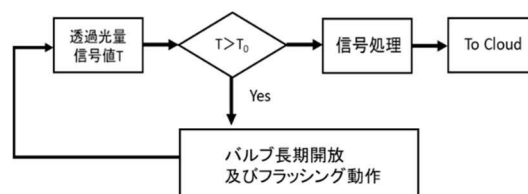


図4. 気泡除去制御及び信号処理・伝送系

以上に加えて、水質センサーの代替案である電極センサーを試作した。電極や配線は、樹脂ポリアミドフィルム上にパターンに沿ってレーザー溶解することによって簡易に形成可能とした。

### D. 考察

水質計においては、長期的には貯留槽から分析ユニットに至る流路内への汚れや詰まり等により流動抵抗が増加、流量が変化する可能性もあり、これらの変化については、継続的に検証、また、それらの変動を想定したアルゴリズムの修正を適宜実施している。また高温環境や屋外環境など実環境での中長期での設置評価にて検証する予定である。一方、電極センサーについては、図2に示す二次改良機の水質計本体部に実装し、試薬による湿式分析との相関性の確認、相補的活用法について検証予定である。

## E. 結論

センサーデータのポスト処理の品質を確保しつつ、経済的なセンサーを提案するために、既開発の湿式水質計の採取部と分析ユニット部を一体化した構成を提案、令和3年は、提案に基づき試作した簡素な水質計を民間施設における給水地点に設置、原理評価を実施及び課題の抽出、それに基づく改良を実施した。

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

該当なし

### 2. 学会発表

Yuta Kozuka, Zhou Lu, Tsukuru Masuda, Shintaro Hara, Toshihiro Kasama, Ryo Miyake, Norifumi Isu, and Madoka Takai, “EVALUATION OF BACTERIAL ADHESION STRENGTH ON ANTIFOULING COPOLYMER FILMS BY USING MICROFLUIDIC SHEAR DEVICES”, Proceedings of MicroTAS 2021, DOI: 978-1-7334190-3-1/μTAS2021

## G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

### 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