

人口減少社会における情報技術を活用した
水質確保を含む管路網管理向上策に関する研究

令和元年度 総括研究報告書

添付資料

研究体制

厚生労働科学研究費補助金による

「人口減少社会における情報技術を活用した水質確保を含む管路網管理向上策に関する研究」

研究体制

研究代表者	佐々木 史朗 ((公財) 水道技術研究センター 技術顧問)
研究分担者	安藤 茂 ((公財) 水道技術研究センター 理事長) 島崎 大 (国立保健医療科学院 上席主任研究官) 長岡 裕 (東京都市大学 教授) 荒井 康裕 (首都大学東京 准教授) 三宅 亮 (東京大学 教授)
研究協力者	木村 勇太 (神奈川県企業庁 谷ヶ原浄水場浄水課 主任技師) 渡邊 紀之 (静岡市上下水道局 水道部 水道施設課 主任技師) 今中 公政 (岡山市水道局 浄水課 課長代理) 向野 邦彦 (下関市上下水道局 浄水課 主任) 足立 和裕 (大分市水道局 浄水課 浄水管理担当班 参事補) 清塚 雅彦 ((公財) 水道技術研究センター 常務理事) 中川 慶太 ((公財) 水道技術研究センター 管路技術部長) 川上 堯 (同 研究員) 武内 宝巨 (同 研究員) 栗田 翔 (同 研究員)
予算執行管理者	中川 慶太 ((公財) 水道技術研究センター 管路技術部長) 武内 宝巨 (同 研究員)
経理事務担当者	北 富雄 ((公財) 水道技術研究センター 事務局長) 横田 彩子 ((同 主事)

事前アンケート調査票

事業体ヒアリング調査

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)

『人口減少社会における情報技術を活用した 水質確保を含む管路網管理向上策に関する研究』

ヒアリング調査

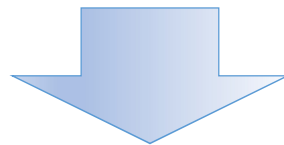


最終成果の素案事項

毎日検査におけるデータ活用方法の提案

◆ 提案

- 1.蓄積データをトレンド化して季節・水温等に応じた傾向把握(季節的特性)
- 2.トレンドに応じた残留塩素注入量の調整による残留塩素濃度の低減化・適正化
- 3.データ可視化による情報共有、現状把握
- 4.住民からの苦情が来た際の事象確認



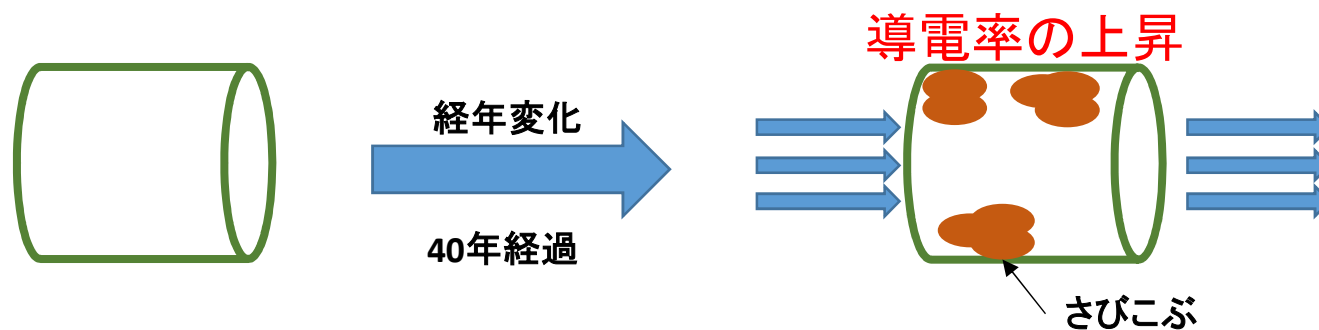
◆ 期待される効果

- 1.毎日検査結果の有効活用による水質の維持向上及び水質管理の適正化
- 2.残留塩素濃度の低下傾向に応じて速やかに塩素注入強化や排水等の対策を
施し、その効果を速やかに確認するといった予防的・即時的な水質管理が可能

今後の装置開発の方向性

◆ 導電率を活用した管路の老朽度予測

- 管網については、管の老朽化を導電率で判断できる可能性
- 管路内がきれいであれば、導電率は変化しないが、老朽化している場合はさびこぶの影響で導電率が上昇
- 気温によっても変わってくるので、夏冬など季節に応じて老朽化を判断できる指標検討



導電率と管路の経年化に対する相関を明らかにできれば、水質測定だけで老朽化予測が可能

今後の装置開発の方向性

◆ **メンテナンスフリー※の残留塩素濃度測定機器の開発**

- ✓ 導電率の測定機器(ポータブルタイプ)は、メンテナンスフリーであるため、残留塩素の測定に代わる指標として活用できれば、維持管理による省力化を図ることが可能
- ✓ 今後、導電率と残留塩素の相関などが明らかになれば、残留塩素測定に代わる指標としての活用可能性

※メンテナンスフリーとは、測定部に汚れが付着した場合、水洗い程度で管理可能であることを指す
基本的には、1年に1回程度の水洗いで管理可能

◆ **ビッグデータの活用**

- ✓ ビッグデータを活用した製品づくり、人手を必要としないデータ駆動型の社会を目指した製品の開発
⇒集めたデータの活用方法、アウトプットについて考えていく
- ✓ ビッグデータを活用することで、ベテラン職員がもつ経験的な技術の代替

今後の装置開発の方向性

◆ **メンテナンス時期を自己診断する機能を搭載した機器開発**

水質によって汚れの付着具合が異なり、それによって必要となるメンテナンス期間は違ってくるため、定期メンテナンスの適切な時期を機器の汚れ具合によって予測判断する自己診断機能を搭載した機器の開発検討

ただし、水道分野へ適用するためには、実証実験等を行い、使用できることが証明できない限り、製品化することは難しい

◆ **参考**

予兆診断システム

- ✓ プラントの稼働状況をモニタリングし、いつもと違う点を検知することでオペレータに注意を促し、事前保全をサポートするシステム（付帯設備の膨大なデータを用いて、いつもの状態を解析・学習させることで少しの変化を検知させる）
- ✓ 産業分野と同様に設備の監視制御により運転する水処理プラントへの適用ができるのではないかと考える（ポンプ等が故障する前の予兆システムなど）

送配水管における水質等の変化の予測

◆ NNモデルを活用した予測モデルの構築

- ✓ 配水システムの浄水場出口と末端水質データを用いてモデル構築
- ✓ 管網解析等を用いた水質予測では、管路や微地形情報が必要であるが、NNモデルでは水質データのみで予測可能
⇒管路情報や微地形情報がない中小規模事業者でも適用可能

◆ 適用条件

NNモデルの適用検討を行う上での必要データ
(モデル学習に利用する情報)は以下を基本とする。
時間間隔: 1時間単位の測定データ

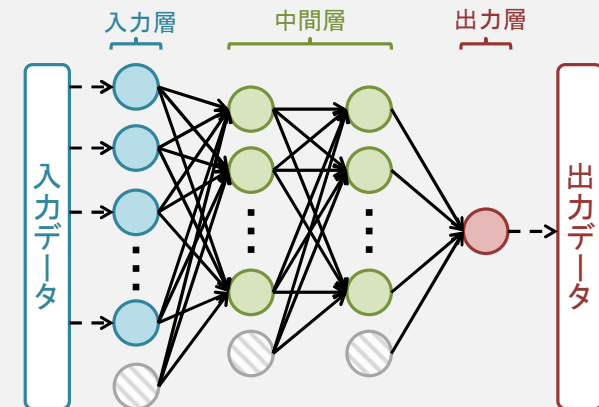
① 上流側の測定項目(浄水場での常時観測)

- ・残留塩素濃度[mg/L]
- ・流量[m³/h]

② 下流側の測定項目(管網末端の個人宅等での自動水質測定)

- ・残留塩素濃度[mg/L]
- ・水温[°C]

上流と下流の2点間の関係に注目
途中をブラックボックスとして捉える。

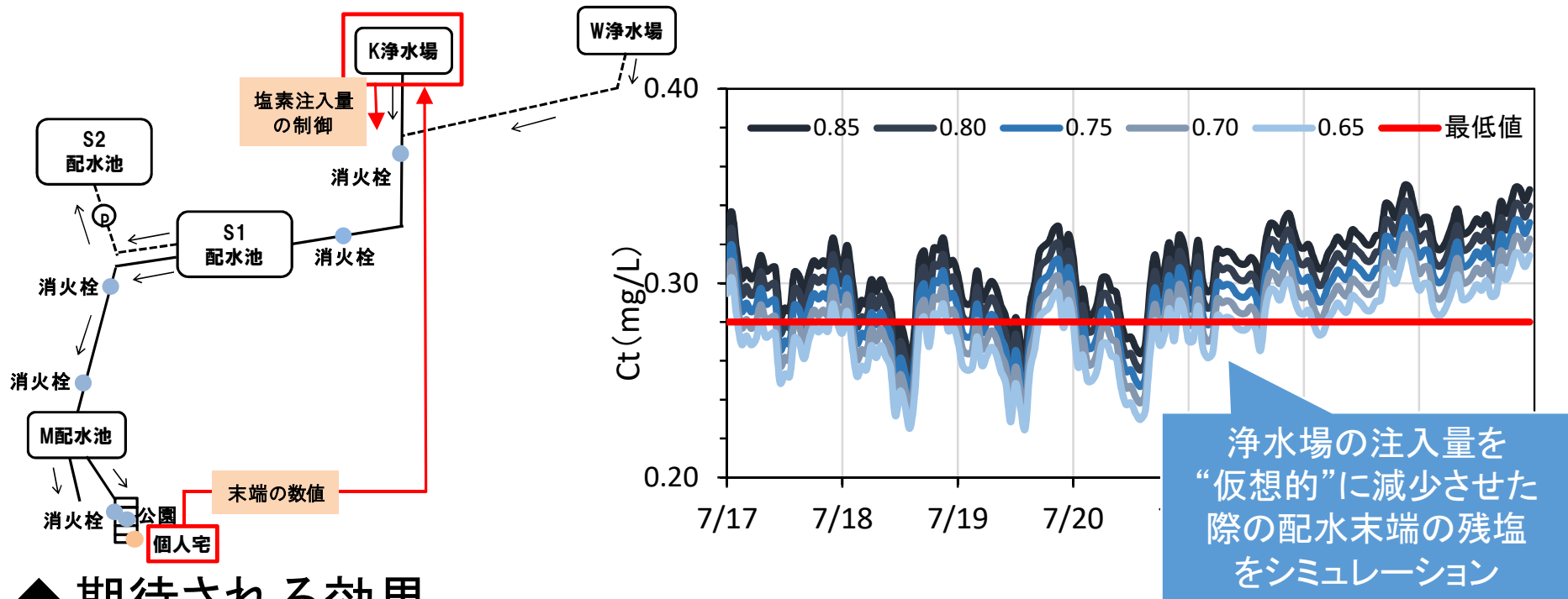


送配水管における水質等の変化の予測

7

提案

NNモデルを用いた配水末端の残留塩素濃度予測



◆ 期待される効果

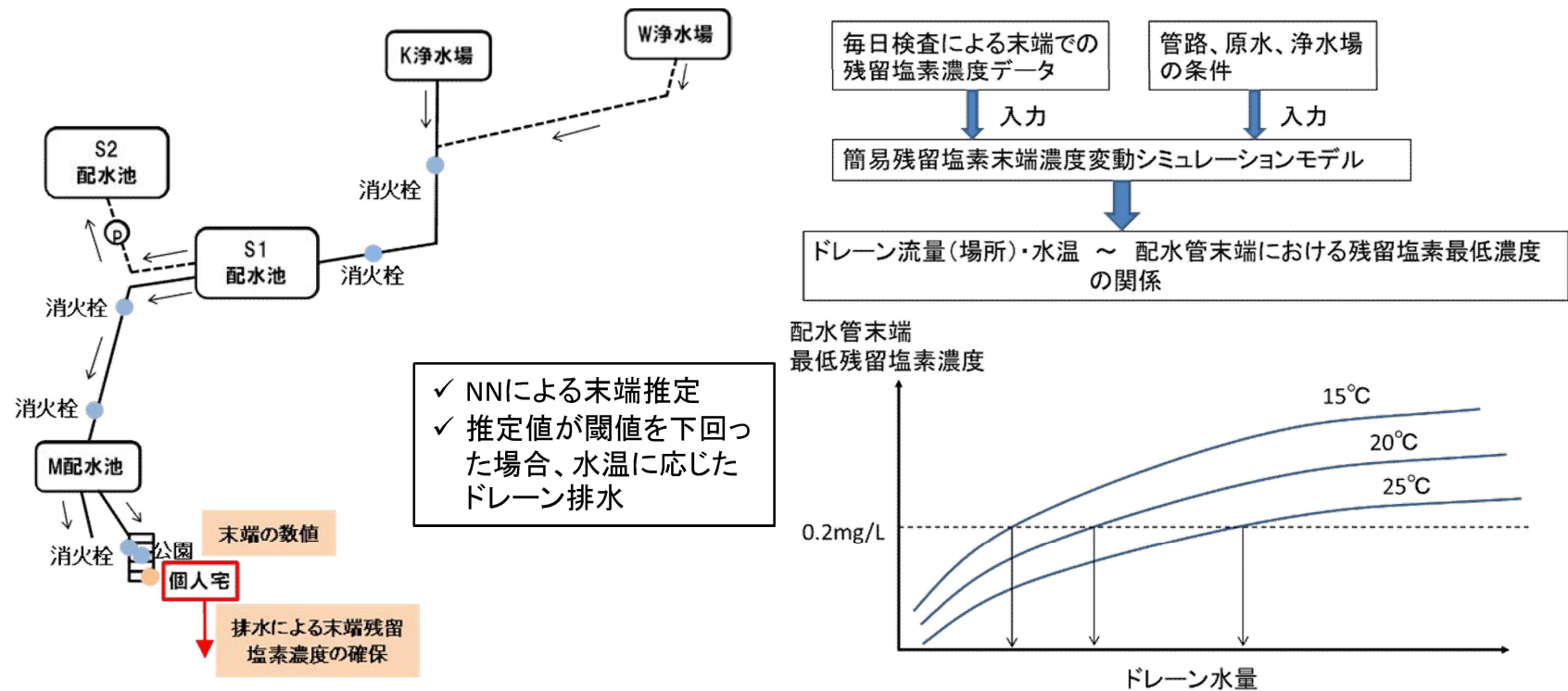
- ✓ 残留塩素濃度推定モデルの活用による水質管理の省力化
⇒適切な塩素注入量による水質管理の維持向上
- ✓ 浄水場での塩素注入量の制御(フィードフォワード制御)が可能

送配水管における水質等の変化の実証

提案

- ✓ ドレーン水量・水温と残留塩素濃度の相関関係を基にシミュレーションによる最適なドレーン排水量の設定、残留塩素濃度管理の適正化
- ✓ 残留塩素の水質管理に関する留意事項の抽出
併せて、管路内の水質に関する留意事項の抽出

送配水管における水質等の変化の実証

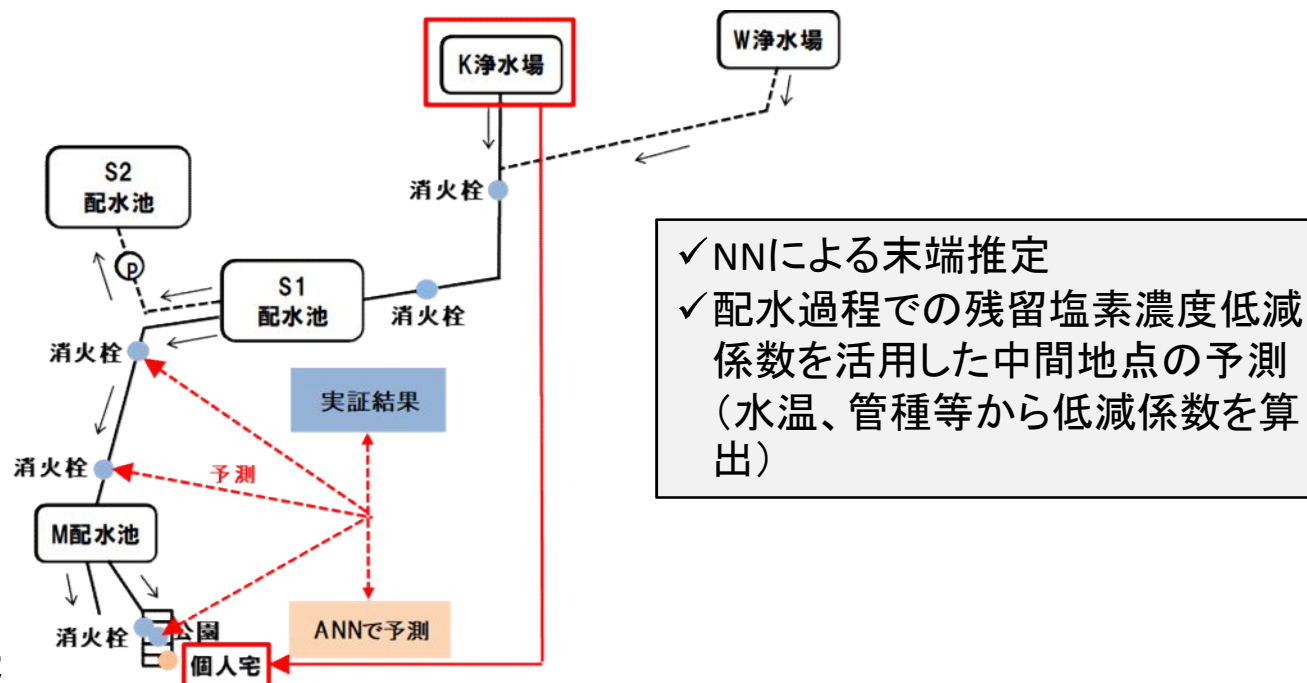


◆ 期待される効果

- ✓ 水質に関する留意事項を抽出することで、水質管理の維持管理の適正化
- ✓ シミュレーションモデルを活用した末端ドレーン排水による残留塩素濃度の適正管理が可能

提案

自動計測により測定した測定データを用いて、NNモデルで末端水質を予測し、その結果と実証結果を合せて他地点の残留塩素濃度の挙動を予測



◆ 期待される効果

- ✓ 少ないデータ(浄水場出口と配水末端)を用いることで、配水管網全域の予測が可能となり、水質管理の省力化・最適化
- ✓ 中間地点の水質管理の向上、適正化

小型水質計の開発

安価な小型水質計が開発可能となれば...

- 「コスト」や「設置場所の確保」等が機器導入の障壁となっている事業体でも、導入の可能性が広がる
- 配水末端に設置することで、リアルタイム監視及び人手による検査の代替可能

◆ 期待される効果

- ✓ リアルタイム監視と測定精度の向上による水質管理の適正化
- ✓ 従来の水質計と比較して、安価であるためイニシャルコストを低減可能
- ✓ NNモデルの適用条件である配水末端データの取得が可能
- ✓ 小型化による設置場所の自由度の向上

ヒアリング調査項目

12

Q1.毎日検査におけるデータの活用方法に関する提案について、貴事業体での活用可能性はありますか。（P2参考）

Q2.毎日検査におけるデータの活用方法で提案した活用方法の他、貴事業体が考える活用方法等がありますか。（P2参考）

Q3.今後の製品開発の可能性について、もし開発された場合、水質管理の省力化につながる可能性はありますか。また、実用化が可能となった場合、貴事業体での導入可能性はありますか。導入可能性がない場合、その理由もお聞かせください。（P3～5参考）

ヒアリング調査項目

13

Q4.NNモデルの構築が可能となった場合、貴事業体での導入可能性はありますか。（P6～7参考）

Q5.NNモデルを導入する場合、貴事業体が考える懸念事項等ありますか。（P6～7参考）

Q6.NNモデルを導入した場合、貴事業体ではどのような課題解決が期待できそうですか。（P6～7参考）

Q7.NNモデルと内挿による中間地点の水質予測が可能となった場合、導入可能性はありますか。また、導入可能性がある場合、貴事業体ではどのような課題解決が期待されますか。（P8～10参考）

Q8.末端の残留塩素濃度の推定値を基に、浄水場での塩素注入量を制御する手法（フィードフォワード制御）が可能となった場合、省力化につながりますか。（P8～10参考）

ヒアリング調査項目

15

Q9. ドレーン水量・水温と残塩濃度の相関関係から、最適なドレーン排水量を推定するシミレーションモデルの構築が可能となった場合、貴事業体での導入可能性はありますか。（P8～10参考）

Q10. シミレーションモデルを導入する場合、貴事業体が考える懸念事項等ありますか。（P8～10参考）

ヒアリング調査項目

16

Q11.安価な小型水質計の開発・製品化が可能となった場合、貴事業体での導入可能性はありますか。（P11参考）

Q12.小型水質計を導入した場合、貴事業体での水質管理等、どのような効果が期待されますか。（P11参考）

Q13.本研究で開発している小型水質計は、測定項目を残留塩素のみに特化していますが、その他、貴事業体が考える監視すべき測定項目はありますか。（P11参考）

ヒアリング調査項目

17

Q14. 貴事業体が小型水質計に求める性能、要件等がありますか。
(P11参考)

Q15. 本研究に対するご意見等ありましたら、お聞かせください。

ヒアリング調査議事録

事業体ヒアリング調査議事録

研究代表者 (佐々木技術顧問)	研究分担者 (安藤理事長)	予算執行管理者 (管路技術部長)	予算執行管理者

会 議 録

作成 武内

会議の名称	厚生労働科学研究費補助金による「人口減少社会における情報技術を活用した水質確保を含む管路網管理向上策に関する研究」の事業体ヒアリング調査
開催日時	令和元年 9 月 30 日 (月) 14:00～16:30
開催場所	岡山市水道局 三野浄水場 2階会議室
出席者	<p>【国立保健医療科学院】</p> <p>研究分担者 島崎 大</p> <p>【首都大学東京】</p> <p>研究分担者 荒井 康裕</p> <p>【公益財団法人水道技術研究センター】</p> <p>研究協力者 中川 慶太</p> <p>同 武内 宝巨</p> <p>【岡山市水道局】</p> <p>豊谷 泰之 様 (三野浄水場 浄水課 課長)</p> <p>難波 徹 様 (旭東浄水場 浄水課 課長補佐)</p> <p>青江 洋典 様 (三野浄水場 浄水課 整備係長)</p> <p>今中 公政 様 (矢原浄水場 浄水課 課長代理)</p> <p style="text-align: right;">計 8 名</p>
議題	議題 1：研究進捗状況及び最終成果（案）の報告
会議資料	資料Ⅰ：厚労科研の概要説明資料 資料Ⅱ：3ヵ年研究計画フローシート 資料Ⅲ：ヒアリングシート
会議内容（決定・確認事項、発言内容、決定理由、発言者（敬称略）など）	
<p>【議題 1】 毎日検査に関わるヒアリング調査について</p> <p>資料Ⅰ、Ⅱ、Ⅲに基づき、JWRC より岡山市水道局へ厚労科研の概要説明及び最終成果（案）の報告を行った。</p> <p>（説明内容）</p> <ul style="list-style-type: none"> 本ヒアリング調査は、厚生労働科学研究費補助金による研究の一環として、本研究の進捗状況や最終成果の提案事項である NN モデルの適用可能性、毎日検査の活用方法の素案報告等を実施し、事業体からの意見を最終成果に反映することを目的として実施する。岡山 	

市水道局より研究進捗状況及び最終成果（案）について意見回答をいただいた。主な内容を以下に記載する。

〈回答〉

【毎日検査におけるデータ活用方法について】

- 毎日検査のデータ活用方法の提案事項について、貴事業体での活用可能性はありますか。
 - ・ 毎日検査データについては、可視化による情報共有や現状把握、蓄積データのトレンド化を行うなど、活用できている。
 - ・ 当市は、残塩管理システムを導入しており、過去2年間分のデータをトレンド化・可視化（地図上で測定地点の残留塩素濃度を確認）して系統ごとに管理を行っている。測定地点は500点以上あり、人手による測定（保育所に委託）や自動水質測定装置による連続測定を行っている。
 - ・ 毎日検査を委託している保育所では、残塩 Web システムにアクセスして Web ブラウザ上でデータを入力できる。
 - ・ システムを導入した背景は、残留塩素臭気の苦情対応や管末残留塩素管理情報を局内（配水末端管理部署やお客様管理センター、浄水場管理部署等）で情報共有するためである。これら情報は、局内共有ドライブにあり、職員がだれでも閲覧できる。
 - ・ 残塩管理システムに活用しているデータ頻度は、日単位データであり、自動水質測定装置による連続測定地点については、決まった時間帯（朝9時ごろ）の残留塩素濃度値をその日の測定値としている。
 - ・ 残塩管理システムでは、浄水場出口から各測定地点の測定データをトレンド化しているため、配水末端に自動水質測定装置がない場合においても、トレンドグラフの傾向をみることで末端の残留塩素濃度を推定することが可能である。
 - ・ 残塩管理システムのように、途中地点までの残留塩素濃度の傾向を把握できれば、ある程度、末端の残留塩素濃度を推定できるので、必ずしも末端に自動水質測定装置を導入しなくても水質管理を行うことが可能であると考える。
- 毎日検査のデータ活用方法の提案事項の他、貴事業体が考える活用方法はありますか。
 - ・ 末端での毎日検査では、人手による測定を実施している地点もあり、そのような測定箇所では1日1回の測定頻度であるため、安価な小型水質計が開発されれば連続測定が可能となり、データの活用方法もよりきめ細かな活用ができるのではないかと考える。
- 小型水質計が開発された場合、貴事業体での導入可能性はありますか。
 - ・ 自動水質測定装置は、維持管理に要する労力がかかり、機器自体の費用も高額であるため、安価になるのであれば導入の可能性はある。また、当市では残塩濃度が低下しやすい期間・場所のみ、残塩モニタリングを行うニーズがあるため、持ち運びが容易な可搬式の水質計であれば、測定地点を変えることができ、さらに導入可能性は高まるのではないかと考える。
 - ・ 当市が管理している地域に離島があり、現地に行くだけでも時間を要するので、移動時間がかかる離島では自動水質測定装置による遠隔監視が望まれる。また、水質計の性能とし

て、測定だけでなく残留塩素濃度が低下した時に排水する機能があればよいと考える。

- ・ 水質計が小型になれば、盗難などされやすくなるため、導入するのであれば設置条件として、盗難対策などの予防措置の確立も必要になってくるのではないかと考える（バルブ BOX 内設置）。
- ・ 通信については、連続通信する必要はない。

【NN モデルの構築検討について】

- NN モデルの構築が可能となった場合、貴事業体での導入可能性はありますか。
 - ・ 現状、残塩管理システムがあり、毎日検査を活用した水質管理ができていますので、導入可能性は低い。しかし、人手不足等の課題を抱えている小規模事業体では、NN モデルを活用した末端の水質予測することは有効であると考えます。
- NN モデルを導入する場合、貴事業体が考える懸念事項等ありますか。
 - ・ システムが合流している配水系統では、推定するのはかなり難しいのではないかと考える。
 - ・ 当市では、おいしい水の管理目標値として、0.2～0.4mg/L の間で管理することを目標としているが、検証結果では推定値が 0.1mg/L 以上の誤差が生じていることから、管理目標値を基準とした場合、0.1mg/L 以上の誤差精度では活用できないと考える。
 - ・ NN モデルを導入するのであれば、さらに推定精度を高める（誤差を 0.1mg/L 以下とする）必要があると考える。
- NN モデルと内挿による中間地点の水質予測が可能となった場合、導入可能性はありますか。また、導入可能性がある場合、貴事業体ではどのような課題解決が期待されますか。
 - ・ 残塩管理システムを活用して、中間地点の測定管理はできている。
- 末端の残留塩素濃度の推定値を基に、浄水場での塩素注入量を制御する手法（フィードフォワード制御）が可能となった場合、省力化につながりますか。
 - ・ モデル構築するにあたっては、実際の現場での長期間の連続データ取得など多くの検証を重ねる必要があり、かえって労力がかかるのではないかと考える。
- シミュレーションモデルを導入する場合、貴事業体が考える懸念事項等ありますか。
 - ・ シミュレーションモデルを導入するにあたって、だれがモデル構築を行い、管理するのかといった懸念がある。もし、職員でモデル構築検討を行うのであれば、それなりのノウハウや労力がかかり、人手の省力化による水質管理にはつながらないのではないかと考える。

【小型水質計について】

- 安価な小型水質計の開発・製品化が可能となった場合、貴事業体での導入可能性はありますか。
 - ・ 管末については、ドレーン排水を行う必要があるため、水質計にドレーン機能が追加されれば、導入可能性は高まるのではないかと考える。

- 小型水質計を導入した場合、貴事業体での水質管理等、どのような効果が期待されますか。
 - ・ 可搬式であれば、測定地点を変えることができ、必要最低限の機器で水質管理ができるので、機器の導入費用を抑えた効率的な管理が期待できるのではないかと考える。

- 本研究で開発している小型水質計は、測定項目を残留塩素のみに特化していますが、その他、貴事業体が考える監視すべき測定項目はありますか。
 - ・ 残留塩素濃度の消費量と水温は高い相関があるため、測定項目として水温が追加されれば良いのではないかと考える。

- 貴事業体が小型水質計に求める性能、要件等がありますか。
 - ・ 小型水質計に求める性能、要件としては、可搬式の水質計、ドレーン機能の追加を求める。

以 上

研究代表者 (佐々木技術顧問)	研究分担者 (安藤理事長)	予算執行管理者 (管路技術部長)	予算執行管理者

会 議 録

作成 武内

会議の名称	厚生労働科学研究費補助金による「人口減少社会における情報技術を活用した水質確保を含む管路網管理向上策に関する研究」の事業体ヒアリング調査
開催日時	令和元年 12 月 5 日 (木) 10:00～14:00
開催場所	下関市上下水道局 長府浄水場 2階会議室
出席者	<p>【首都大学東京】</p> <p>研究分担者 荒井 康裕</p> <p>【公益財団法人水道技術研究センター】</p> <p>研究代表者 佐々木 史朗</p> <p>研究協力者 川上 堯</p> <p>同 武内 宝巨</p> <p>【下関市上下水道局】</p> <p>友澤 俊昌 様 (水質管理センター センター長補佐)</p> <p>安岡 亘昭 様 (北部事務所 所長補佐)</p> <p>富田 光 様 (北部事務所 主任)</p> <p>向野 邦彦 様 (浄水課 主任)</p> <p style="text-align: right;">計 8 名</p>
議題	議題 1：研究進捗状況及び最終成果（案）の報告
会議資料	資料Ⅰ：厚労科研の概要説明資料 資料Ⅱ：3 ヶ年研究計画フローシート 資料Ⅲ：ヒアリングシート
会議内容（決定・確認事項、発言内容、決定理由、発言者（敬称略）など）	
<p>【議題 1】 毎日検査に関わるヒアリング調査について</p> <p>資料Ⅰ、Ⅱ、Ⅲに基づき、JWRC より下関市上下水道局へ厚労科研の概要説明及び最終成果（案）の報告を行った。</p> <p>〈説明内容〉</p> <ul style="list-style-type: none"> 本ヒアリング調査は、厚生労働科学研究費補助金による研究の一環として、本研究の進捗状況や最終成果の提案事項である NN モデルの適用可能性、毎日検査の活用方法の素案報告等を実施し、事業体からの意見を最終成果に反映することを目的として実施する。下関市上下水道局より研究進捗状況及び最終成果（案）について意見回答をいただいた。主な内容 	

を以下に記載する。

〈回答〉

【毎日検査におけるデータ活用方法について】

- 毎日検査のデータ活用方法の提案事項について、貴事業体での活用可能性はありますか。
 - ・ 提案事項の活用可能性はあると考える。
 - ・ 下関市では、提案事項にある傾向把握についての取り組みを実施している。
 - ・ 取り組み内容としては、一部の配水区域を対象とした毎日検査データ（住民実施）をグラフ化して、浄水場出口での残留塩素濃度との相関関係を検証している。なお、相関関係については検証段階であるため、季節に応じた傾向把握まではできていない。
 - ・ 毎日検査は市内 56 箇所で実施しており、一日一回（時間指定なし）の毎日検査データを活用してグラフ化を行っている。
 - ・ 毎日検査データは、共有フォルダに保存して他部署との情報共有を図っているが、浄水場での運転管理にまでは反映できていない。
 - ・ 管路末端の残留塩素濃度や過去データの確認、過去の経験則等も踏まえて、浄水場出口での塩素注入量を設定している。
 - ・ 住民への報奨は、約 6,200 円/月である。

- 毎日検査のデータ活用方法の提案事項の他、貴事業体が考える活用方法はありますか。
 - ・ 当市では、提案事項に示す活用方法以外は、特に考えられない。
 - ・ 毎日検査データを運転管理に活用するためには、管理設備等に見える化した形でデータ活用すべきであると考ええる。

- 今後の製品開発の可能性について、もし開発された場合、水質管理の省力化につながる可能性はありますか。また、実用化が可能となった場合、貴事業体での導入可能性はありますか。
 - ・ 当市では、多くの浄水場は表流水を水源としており、表流水は導電率の変動が大きいことから、導電率を活用した残留塩素濃度の管理は難しいと考える。また、降雨によっても導電率は変わってくるため、導電率と残留塩素濃度の相関性を明らかにすることは難しいと考える。
 - ・ その他、導電率と相関のあるパラメータ（水温、溶解成分、水源等）についても検証する必要があると考える。
 - ・ メンテナンスフリーの測定機器が開発されれば、維持管理に要する労力削減等につながるため、導入可能性はある。
 - ・ 自動水質測定装置の導入障壁としては、通信費や維持管理費等のランニングコストが挙げられる。

【NNモデルの構築検討について】

- NNモデルの構築が可能となった場合、貴事業体での導入可能性はありますか。
 - ・ 当市では、自動水質測定装置導入によるリアルタイム監視が可能となれば、NNモデル導入可能性はある。(コスト面を考慮しない場合)

- NNモデルを導入する場合、貴事業体が考える懸念事項等ありますか。
 - ・ NNモデルは構築時の管網形態を対象としているため、管路工事による管網形態が変わることで、NNモデルの再構築や修正検討を行う必要があることが懸念事項としてある。

- NNモデルと内挿による中間地点の水質予測が可能となった場合、導入可能性はありますか。また、導入可能性がある場合、貴事業体ではどのような課題解決が期待されますか。
 - ・ 中間地点の予測が可能となれば、追加塩素の適正注入等に活用することができると考える。

- 末端の残留塩素濃度の推定値を基に、浄水場での塩素注入量を制御する手法（フィードフォワード制御）が可能となった場合、省力化につながりますか。
 - ・ フィードフォワード制御が可能となった場合、省力化につながると考える。

【小型水質計について】

- 安価な小型水質計の開発・製品化が可能となった場合、貴事業体での導入可能性はありますか。
 - ・ 毎日検査の代替となれば導入可能性はあるが、コスト面が導入の検討材料となる。

- 小型水質計を導入した場合、貴事業体での水質管理等、どのような効果が期待されますか。
 - ・ 人手で行っている毎日検査を自動水質測定装置による自動監視で行うことで、人労削減が期待される。

- 本研究で開発している小型水質計は、測定項目を残留塩素のみに特化していますが、その他、貴事業体が考える監視すべき測定項目はありますか。
 - ・ 水質計が監視すべき測定項目は色、濁り、残留塩素濃度が必要であると考え。その他、pHも測定すべき項目であると考え。

- 貴事業体が小型水質計に求める性能、要件等ありますか。
 - ・ 小型水質計に求める性能、要件としては、屋外設置での耐久性や経済性、維持管理のしやすさを求める。

【その他】

- ・ 電気伝導率は、降雨が発生すると低下傾向にあることが分かっているが、管路老朽化との相関までは明らかとなっていない。
- ・ 岡山市水道局が取り組んでいる残塩管理システムによる水質管理については、非常に良い取り組みであると考えており、当市でも検討材料として積極的に毎日検査データの活用・見える化を行っていきたいと考える。

以 上

研究代表者 (佐々木技術顧問)	研究分担者 (安藤理事長)	予算執行管理者 (管路技術部長)	予算執行管理者

会 議 録

作成 武内

会議の名称	厚生労働科学研究費補助金による「人口減少社会における情報技術を活用した水質確保を含む管路網管理向上策に関する研究」の事業体ヒアリング調査
開催日時	令和元年 9 月 20 日 (金) 13:30~16:00
開催場所	静岡市上下水道局 門屋浄水場 2 階会議室
出席者	<p>【国立保健医療科学院】</p> <p>研究分担者 島崎 大</p> <p>【首都大学東京】</p> <p>研究分担者 荒井 康裕</p> <p>【公益財団法人水道技術研究センター】</p> <p>研究協力者 中川 慶太</p> <p>同 武内 宝巨</p> <p>【静岡市上下水道局】</p> <p>渡邊 紀之 様 (水道部 水道施設課 葵北施設係 主任技師)</p> <p>水野 真児 様 (水道部 水道施設課 葵北施設係 主任技師)</p> <p>小松 憲明 様 (水道部 水道施設課 葵北施設係 係長)</p> <p style="text-align: right;">計 7 名</p>
議題	議題 1 : 研究進捗状況及び最終成果 (案) の報告
会議資料	<p>資料 I : 厚労科研の概要説明資料</p> <p>資料 II : 3 ヶ年研究計画フローシート</p> <p>資料 III : ヒアリングシート</p>
会議内容 (決定・確認事項、発言内容、決定理由、発言者 (敬称略) など)	
<p>【議題 1】 毎日検査に関わるヒアリング調査について</p> <p>資料 I、II、IIIに基づき、JWRC より静岡市上下水道局へ厚労科研の概要説明及び最終成果 (案) の報告を行った。</p> <p>〈説明内容〉</p> <ul style="list-style-type: none"> 本ヒアリング調査は、厚生労働科学研究費補助金による研究の一環として、本研究の進捗状況や最終成果の提案事項である NN モデルの適用可能性、毎日検査の活用方法の素案報告等を実施し、事業体からの意見を最終成果に反映することを目的として実施する。静岡市上下水道局より研究進捗状況及び最終成果 (案) について意見回答をいただいた。主な内容 	

を以下に記載する。

〈回答〉

【毎日検査におけるデータ活用方法について】

- 毎日検査のデータ活用方法の提案事項について、貴事業体での活用可能性はありますか。
 - ・ 毎日検査データをデータベース化して、水質管理に活用することは有効であると考え。現状、1 ヶ月分のデータを月末に回収するので、リアルタイムに活用することはできていない現状である。また、トレンドグラフ化するなどの活用はできていないため、季節に応じた傾向把握を行い、水質管理の向上に向けた一つの方法として、活用可能性はあると考える。
- 毎日検査のデータ活用方法の提案事項の他、貴事業体が考える活用方法はありますか。
 - ・ 末端の残留塩素濃度については、週 1 回委託業者に測定を依頼しており、残留塩素濃度が低い場合に追塩を行っている。そのため、季節に応じた傾向把握することができれば、委託業者にも情報共有することができ、指標（夏場はある地点で低下しやすい等）として活用できるのではないかと考える。
- 今後の製品開発の可能性について、もし開発された場合、水質管理の省力化につながる可能性はありますか。また、実用化が可能となった場合、貴事業体での導入可能性はありますか。
 - ・ 伝導率から管路の老朽度がわかるようになれば、管路更新の優先順位付けに活用することができ、効率的に更新を行うことが可能になると考える。ただし、管路の耐用年数は 40 年と長く、活用し続けるツールとしては難しいのではないかと考える。

【NN モデルの構築検討について】

- NN モデルの構築が可能となった場合、貴事業体での導入可能性はありますか。
 - ・ 浄水場データのみで末端の残留塩素濃度が予測できるようになれば、浄水場での末端水質管理や人手による測定などの省力化を図ることができるため、導入可能性はある。また、山間部などの電源がない地域では、測定データのみで末端の残留塩素濃度を推定することができる点も有用であると考え。
- NN モデルを導入する場合、貴事業体が考える懸念事項等ありますか。
 - ・ NN モデルを構築する上で、末端データが必要になってくるのが懸念事項としてある。水質計を設置していない区域では、末端データを取得するために水質計を設置する必要があるが、小規模な配水系統では、財政上、イニシャルコストの高い機器を導入できない。
 - ・ 水道法による毎日検査が義務付けられているため、NN モデルによる末端推定だけでは毎日検査の代替にはならない点も懸念事項としてある（結局、末端には自動水質測定装置や人手による測定値が必要となってくる）。ただし、水質管理の適正化という面においては、

有効であると考えます。

- NN モデルと内挿による中間地点の水質予測が可能となった場合、導入可能性はありますか。また、導入可能性がある場合、貴事業体ではどのような課題解決が期待されますか。
 - ・ 中間地点の予測よりは、最も残留塩素濃度が低くなる末端を推定すべきだと考える。

- 末端の残留塩素濃度の推定値を基に、浄水場での塩素注入量を制御する手法（フィードフォワード制御）が可能となった場合、省力化につながりますか。
 - ・ 現在、週 1 回の業務委託により末端の残留塩素濃度を測定しているが、浄水場でのフィードフォワード制御が可能となった場合、業務委託の削減による省力化やコスト低減が期待される。
 - ・ ただし、浄水場での塩素注入については、経験のある職員でないと適切な塩素注入量の調整が難しいため、フィードフォワード制御を行う以前に、技術を有する人手確保も必要となってくる。

- ドレーン水量・水温と残塩濃度の相関関係から、最適なドレーン排水量を推定するシミュレーションモデルの構築が可能となった場合、貴事業体での導入可能性はありますか。
 - ・ 残留塩素濃度が低下した時の対応策として、浄水場での追塩を行って対応しているが、配水管内での水の滞留によって、残留塩素濃度が低下した状況が続く場合がある。そのような場合、末端での常時ドレーン排水（1 箇所 20L/分）を行って対応しているが、常時ドレーン排水箇所は少なく職員だけで対応できているため、当市では導入可能性は低いと考える。

- シミュレーションモデルを導入する場合、貴事業体が考える懸念事項等ありますか。
 - ・ 常時ドレーン排水を行う上で、有収率の低下が懸念される。当市では、有収率 85～90%を目標にしている。

【小型水質計について】

- 安価な小型水質計の開発・製品化が可能となった場合、貴事業体での導入可能性はありますか。
 - ・ 自動水質測定装置の導入障壁として、イニシャルコストや通信費の問題があるが、水質計自体が安価になれば、導入可能性はあると考える。

- 小型水質計を導入した場合、貴事業体での水質管理等、どのような効果が期待されますか。
 - ・ 人手で行っている毎日検査を自動水質測定装置による自動監視で行うことで、人労削減が期待される。

- 本研究で開発している小型水質計は、測定項目を残留塩素のみに特化していますが、その

他、貴事業体が考える監視すべき測定項目はありますか。

- ・ 毎日検査については、自動水質測定装置等によって行うことで、人手の省力化ができるという点に期待している。よって、水質計が監視すべき測定項目は色、濁り、残留塩素濃度が必要であると考え。
- 貴事業体が小型水質計に求める性能、要件等ありますか。
- ・ 小型水質計に求める性能、要件としては、屋外設置での耐久性や電源のないような山間部にも設置できる機器（自動水質測定装置に電源を内蔵）、屋外でも設置しやすい小型の水質計を求める。

以 上

検討 WG 議事録

研究代表者 (佐々木技術顧問)	研究分担者 (安藤専務理事)	予算執行管理者 (管路技術部長)	予算執行管理者

会 議 録

作成 武内

会議の名称	厚生労働科学研究費補助金による「人口減少社会における情報技術を活用した水質確保を含む管路網管理向上策に関する研究」 令和元年度 第1回 WG 会議
開催日時	令和元年 6 月 4 日 (火) 9:30~11:30
開催場所	水道技術研究センター 第1会議室
出席者	<p>研究代表者 佐々木 史朗 (JWRC)</p> <p>研究分担者 安藤 茂 (JWRC)</p> <p>同 島崎 大 (国立保健医療科学院)</p> <p>同 荒井 康裕 (首都大学東京)</p> <p>同 三宅 亮 (東京大学)</p> <p>研究協力者 木村 勇太 (神奈川県企業庁)</p> <p>同 清塚 雅彦 (JWRC)</p> <p>同 中川 慶太 (JWRC)</p> <p>同 栗田 翔 (JWRC)</p> <p>同 川上 堯 (JWRC)</p> <p>同 武内 宝巨 (JWRC)</p> <p style="text-align: right;">計 11 名</p> <p>※JWRC：水道技術研究センター</p>
議題	<p>議題 1：令和元年度の研究進捗状況について</p> <p>議題 2：新規実証フィールドについて</p> <p>議題 3：今後のスケジュールについて</p> <p>議題 4：その他</p>
会議資料	<p>資料 I -1：令和元年度の研究進捗状況【島崎先生・安藤専務】</p> <p>資料 I -2：令和元年度の研究進捗状況【荒井先生】</p> <p>資料 I -3：令和元年度の研究進捗状況【三宅先生】</p> <p>資料 II：新規実証フィールドについて</p> <p>資料 III：今後のスケジュール</p> <p>別添資料 1：座席表</p> <p>別添資料 2：出席名簿</p> <p>別添資料 3：平成 30 年度 総括分担研究報告書</p>

会議内容（決定・確認事項、発言内容、決定理由、発言者（敬称略）など）

【議題 1】 令和元年度研究の進捗状況について

資料 I に基づき、各研究分担者より令和元年度の研究進捗状況について報告を行った。

<資料 I-1> 令和元年度の研究進捗状況 担当：島崎先生、安藤専務

資料 I-1 に基づき、安藤専務より令和元年度の研究進捗状況における送配水過程の水質管理等に係る既存技術の調査について報告を行った。

■ **【説明】** 安藤専務より説明を行った。

- ・ 「送配水管における水質管理等の既存技術の調査」について、米国環境保護庁 (USEPA) によるオンライン水質モニタリングに関するガイダンス書類一覧より情報収集を行った。
- ・ ガイダンス書類一覧の中で、水源監視や配水管網等に関するガイダンスが発刊されており、本研究の参考になるのではないかと考える。
- ・ USEPA による取組から、水質監視・対応システムのための配水システムにおけるオンライン水質モニタリングに関しての資料文献があり、オンラインモニタリングシステムの設計のための枠組みやモニタリング場所の選定と設置場所、水質モニタリングのケーススタディ等がまとめられていた。
- ・ 米国では、一般的なモニタリング場所として、浄水場出口やポンプ所、配水池等が適切であることが示されていた。
- ・ 米国の残留塩素の管理基準は、0.2mg/L～4.0mg/L であることが示されていた。
- ・ 米国水道協会は、配水管理者向けのガイダンスが作成されており、採水サンプルの適切な場所として、事業体職員の自宅や公共施設が推奨されていた。また、適切でない採水場所として、公園などが示されていた。
- ・ 今後は、これまで実施してきた国内外の文献調査結果が本研究成果にどのように活用できるのか、提案事項としてまとめを行っていく。

■ **【意見】** 研究分担者より意見・発言があった。

➤ 東京大学 三宅先生

- ・ 米国の残留塩素濃度の水質管理基準値は 0.2mg/L～4.0mg/L であり、日本の水質管理基準値と比較して上限値が高いが、管理上問題ないのか。
⇒実際の水質管理では、水質基準のひとつとしてトリハロメタンを抑制する規定もあるため、上限値 4.0mg/L ほど残留塩素濃度は高くないと思われる。(安藤専務)

<資料 I-2> 令和元年度の研究進捗状況 担当：荒井先生

資料 I-2 に基づき、荒井先生より令和元年度の研究進捗状況における送配水管の水質等の変化予測について報告を行った。

■ **【説明】** 荒井先生より説明を行った。

- ・ ニューラルネットワーク (NN) モデルの構築は、目的変数である残留塩素濃度消費幅を推定するため、NN モデルの説明変数に浄水場残留塩素濃度、個人宅水温、浄水場流

量をデータとして活用してきたが、新たに原水濁度のデータを追加して NN モデル構築の追加検討を行った。

- ・ 原水濁度については、雨の影響（雨が降ると原水濁度が上昇すること）を考慮して、説明変数に加えた経緯もある。
- ・ 2016 年の原水濁度データを訓練期間、2017 年の原水濁度データをテスト期間に活用した。
- ・ 原水濁度データを説明変数として追加検討を行う上で、予備検討を行った。具体的には、原水濁度の時間遅れを明らかにするため、過去の研究を踏まえて、モデル_0-1（時間遅れを 48 時間から 96 時間までの 4 時間毎のデータ 13 種類を説明変数として活用）とモデル_0-2（浄水場残留塩素濃度と同じく、11 時間までの時間遅れを考慮した 12 種類のデータを説明変数として活用）の 2 パターンで時間遅れの検証を実施した。
- ・ モデル_0-1 の検討結果では、訓練期間（モデル作成のための試行期間）とテスト期間を比較したところ、訓練期間では精度が高く学習がうまくいっていたが、テスト期間では汎化能力が低下して精度が低くなったことが明らかとなった。
- ・ NN モデル構築の最終目標は、汎化能力の高いモデル作成することが目的であるため、モデル作成期間である訓練期間で精度が学習させるデータの使い方も考慮する必要があることが検討結果から明らかとなった。
- ・ 原水濁度を説明変数に追加すると推定結果が良くなる期間と悪くなる期間が現れた。特に、2017 年 10 月の期間では、実測値と推定値の乖離が大きいことが明らかとなった。
- ・ 2016 年の時系列図より、原水濁度が上昇すると 36 時間～48 時間程度遅れて残留塩素濃度消費幅に影響を及ぼしていることが明らかとなった。よって、説明変数に加える原水濁度データは 48 時間まで遡った 12 種類のデータを活用することとした。
- ・ 48 時間までの時間遅れデータを説明変数に加えて検証した結果、訓練期間は、原水濁度データを追加した方が精度が高くなった。しかし、テスト期間（5～10 月の 6 か月間）は、原水濁度を追加していないモデルと比較してばらつきが見られ、精度が低くなったことが明らかとなった。そこで、テスト期間の 10 月分データを除外して検討した結果、精度は改善されたが、ばらつきは見られた。
- ・ 原水濁度の追加は、残留塩素濃度消費幅の推定の精度向上に寄与する反面、年度によって、時系列特性が異なるようなデータがあった場合、説明変数として加えると、かえって精度が低くなることもあることが明らかとなった。
- ・ 今後は、訓練期間の長さ（1 ヶ月・6 か月）と原水濁度の有無の 4 パターンの比較を行い、モデルのトレーニングに用いるデータの「量」と「質」の影響を明らかにする。
- ・ また、So 浄水場での検討を行い、原水濁度を追加した場合の影響についても検討を行っていく。

■ 【意見】 研究代表者、研究分担者、研究協力者より意見・発言があった。

➤ 神奈川県企業庁 木村協力者

- ・ 原水濁度の時間遅れは何時間程度、考慮しているのか。

⇒原水濁度の時間遅れは、47 時間まで考慮している。（荒井先生）

⇒Ka 浄水場から自動水質装置の末端までは、配水池の滞留時間等を考慮すると、72 時間程度は時間遅れがあるのではないかと推察される。（木村委員）

⇒今後、原水濁度を追加した NN モデル構築検証を進めていく中で、適切な時間遅れにつ

いても検討していく。(荒井先生)

➤ 東京大学 三宅先生

- ・ 原水濁度の濃度によって、残留塩素の消費量が影響することは理解できたが、水温の時間遅れについても時系列を広げると、季節変動による水温変化等が考慮されて NN モデルの精度向上につながるのではないかと考える。

⇒現在、水温については、2 時間遅れまでを考慮して検討を行っているが、今後の検証では水温の時間遅れについても時系列を広げて検証を行っていく。(荒井先生)

➤ 水道技術研究センター 安藤専務理事

- ・ 2016 年 8 月の原水濁度は、1000 度を超過しており、基準値を大きく上回るがこのような高濁度が発生した場合、なにか対応しているのか。

⇒配水池の容量にもよるが、一時的に取水停止して対応している。取水停止時間については、長くても半日程度だと考える。(木村委員)

➤ 水道技術研究センター 佐々木技術顧問

- ・ Ka 浄水場は膜処理の前工程として、凝集剤をいれているか。
- ・ また、原水濁度は浄水場出口で膜処理されており、残留塩素の消費については限定的ではないかと考える。つまり、残留塩素の消費に影響を与えている要因として、濁度以外の物質（有機物、アルカリ等）も影響しているのではないかと考える。

⇒凝集剤は入れておらず、膜処理のみで対応している。(木村委員)

⇒濁度以外の影響要因については、データ提供の可能有無や研究成果までの期間等を考慮して検討できればと考える。(荒井先生)

<資料 I-3> 令和元年度の研究進捗状況 担当：三宅先生

資料 I-3 に基づき、三宅先生より令和元年度の研究進捗状況における小型水質計の開発及び実証について報告を行った。

■ 【説明】 三宅先生より説明を行った。

- ・ 研究進捗状況としては、今後、屋外での実地検証を行う上で、採水方法や通信の課題があるため、採取部の改良検討を進めているところである。
- ・ 計器を屋外に設置する上で、防護するための BOX（縦 300mm×横 200mm）の試作を行った。なお、BOX は市販のものを使用している。
- ・ 今後は、BOX を屋外に設置して、内部室温や耐熱性、耐久性等についても検討を進めていく。
- ・ 試料水を採取する際に、採取口から分析部までのチューブ管が細いため、残留塩素濃度が（0.3mg/L 程度）消費されてしまった経緯がある。今後は、チューブ管の太さや材料等の再検討を行っていく。
- ・ 電源については、バッテリーを搭載させることを考えており、最終的には太陽電池で計器を稼働できるように考えている。
- ・ データについては、無線で飛ばすことを考えているが、無線データの中継地点としてゲートウェイを設置する必要があり、ゲートウェイ用の電源確保といった課題もある。

■ 【意見】 研究代表者、研究協力者より意見・発言があった。

- 水道技術研究センター 佐々木技術顧問
 - ・ 価格はどの程度、見込んでいるか。

⇒研究段階では計器の材料コストだけを考えているが、実用化した場合、組み立て・設置コスト等も考慮する必要があるため、現段階ではわからない。(三宅先生)
- 水道技術研究センター 川上協力者
 - ・ バッテリーは BOX 内に内蔵できるのか。

⇒BOX 内部に内蔵するのは難しいため、BOX 設置する周辺に設置することを考えている。(三宅先生)
- 水道技術研究センター 栗田協力者
 - ・ DPD 法で使用する試薬について、劣化を考慮すると、交換頻度はどの程度、見込んでいるか。

⇒劣化を抑えるための取組（無酸素状態で試薬を保持する等）は行っているが、3 か月まで劣化を抑えるまでには至っていないため、定期的（1 ヶ月～2 か月程度）に交換する必要がある。(三宅先生)

【議題 2】新規実証フィールドについて

資料Ⅱに基づき、新規実証フィールドについて説明を行った。

- 【説明】中川部長より説明を行った。
 - ・ 令和元年度は、これまでに実施してきた Ka 浄水場系統での測定結果の一般化を図ることを目的に、0t 浄水場系統と So 浄水場系統の 2 系統を新規実証フィールド候補とした。今回は、現地調査によって決定した新規実証フィールドについて報告する。
 - ・ 0t 浄水場系統の浄水方法は膜処理であり、浄水場から末端までの距離が 3.5km である。送水方法は、加圧ポンプ式であり、浄水場から個人宅末端までの管路口径は φ200、φ150 である。
 - ・ 計測項目は、原水については、濁度、浄水池は残留塩素濃度、濁度、pH、流量、個人宅末端は濁度、残留塩素濃度、pH、水温、色度、電気伝導率、水圧である。
 - ・ So 浄水場系統の浄水方法についても、膜処理であり、浄水場から末端までの距離が 3.0km である。
 - ・ So 浄水場系統の浄水方法は膜処理であり、浄水場から末端までの距離が 3.0km である。送水方法は、自然流下であり、浄水場から個人宅末端までの管路口径は φ150 である。
 - ・ 計測項目は、原水については、濁度、浄水池は残留塩素濃度、濁度、pH、流量、個人宅末端は濁度、残留塩素濃度、pH、水温、色度、電気伝導率、水圧である。
 - ・ 0t 浄水場系統の現地調査結果は、比較的交通量が多く、消火栓の設置箇所についても道路の真ん中に設置されているなど、採水しにくい場所にあった。
 - ・ So 浄水場系統の現地調査結果では、交通量が少なく、消火栓が設置されている場所は道路幅員が確保されていることから、採水しやすいことが明らかとなった。
 - ・ 消火栓の採水場所、現地までのアクセス、提供可能データ等を踏まえて、So 浄水場系統を新規実証フィールドとして選定した。
 - ・ 今後のスケジュールは、2019 年 7 月頃から 2020 年 1 月頃までに 5～6 回程度、採水を行う予定である。
 - ・ 採水地点は、So 浄水場原水、So 浄水場出口、浄水場から個人宅末端までの途中管 4

箇所、Ti 配水池入口付近、Ti 配水池出口付近の合計 8 箇所から採水を行う。

- ・ 測定項目は、水温、圧力、残留塩素濃度とし、分析項目は TOC、濁度、膜ろ過抵抗、濁度元素分析、濁度有機物定性分析を行う予定である。

■ 【意見】 研究代表者、研究分担者より意見・発言があった。

➤ 首都大学東京 荒井先生

- ・ Ka 浄水場系統と同様のデータを提供いただけるのか。
- ・ So 浄水場系統は、他系統からの流入はないか。

⇒Ka 浄水場系統と同様のデータ（浄水場データ（送水流量、濁度、残塩濃度、pH）、Ti 配水池流量データ、個人宅計測データ（濁度、残塩濃度、pH、水温、色度、電気伝導率、水圧）を提供可能である。（木村委員）

⇒So 浄水場系統は、他系統からの流入はない。（木村委員）

➤ 水道技術研究センター 佐々木技術顧問

- ・ 浄水場出口の計測項目として、水温は計測していないか。

⇒水温は計測していないと記憶しているが、再度確認を行う。（木村委員）

【議題 3】 今後のスケジュールについて

資料Ⅲに基づき、今後のスケジュールについて、事務局より説明を行った。

今後の主なスケジュールは以下のとおり。

■ 令和元年度

- ・ 第 1 回研究会議

開催時期：7 月 17 日（水）15:00～17:30

開催場所：水道技術研究センター 第 1 会議室

出席者：厚生労働省、代表者、分担者、事業体委員、事務局

※会議後、意見交換会を実施

- ・ 研究分担者間 WG 会議について

開催時期：9 月、12 月

開催場所：水道技術研究センター開催予定

出席者：代表者、分担者、事務局

- ・ 研究会議について

開催時期：6～7 月、10～11 月、1～2 月（年 3 回開催予定）

開催場所：水道技術研究センター開催予定

出席者：厚生労働省、代表者、分担者、事業体委員、事務局

【議題 4】 その他

- ・ 平成 30 年度の総括分担報告書を 5 月末に国立保健医療科学院へ提出した。報告書の

詳細内容については、各自で目を通しておくこと。

以 上

研究代表者 (佐々木技術顧問)	研究分担者 (安藤理事長)	予算執行管理者 (管路技術部長)	予算執行管理者

会 議 録

作成 武内

会議の名称	厚生労働科学研究費補助金による「人口減少社会における情報技術を活用した水質確保を含む管路網管理向上策に関する研究」 令和元年度 第2回 WG 会議
開催日時	令和元年 9 月 17 日 (火) 9:30~12:00
開催場所	水道技術研究センター 第1会議室
出席者	<p>研究代表者 佐々木 史朗 (JWRC)</p> <p>研究分担者 安藤 茂 (JWRC)</p> <p>同 島崎 大 (国立保健医療科学院)</p> <p>同 荒井 康裕 (首都大学東京)</p> <p>同 長岡 裕 (東京都市大学)</p> <p>同 三宅 亮 (東京大学)</p> <p>研究協力者 木村 勇太 (神奈川県企業庁)</p> <p>同 清塚 雅彦 (JWRC)</p> <p>同 中川 慶太 (JWRC)</p> <p>同 栗田 翔 (JWRC)</p> <p>同 川上 堯 (JWRC)</p> <p>同 武内 宝巨 (JWRC)</p> <p style="text-align: right;">計 12 名</p> <p>※JWRC：水道技術研究センター</p>
議題	<p>議題 1：研究進捗状況について</p> <p>議題 2：最終成果のまとめイメージ (案) について</p> <p>議題 3：今後のスケジュールについて</p> <p>議題 4：その他</p>
会議資料	<p>資料 I -1：研究進捗状況【荒井先生】</p> <p>資料 I -2：研究進捗状況【長岡先生】</p> <p>資料 I -3：研究進捗状況【三宅先生】</p> <p>資料 II -1：最終成果のまとめイメージ (案)【島崎先生・安藤理事長】</p> <p>資料 II -2：最終成果のまとめイメージ (案)【荒井先生】</p> <p>資料 II -4：最終成果のまとめイメージ (案)【三宅先生】</p> <p>資料 III：今後のスケジュール</p>

	別添資料 1：座席表 別添資料 2：出席名簿 別添資料 3：ヒアリング調査詳細
会議内容（決定・確認事項、発言内容、決定理由、発言者（敬称略）など）	
<p>【議題 1】令和元年度研究の進捗状況について</p> <p>資料 I に基づき、各研究分担者より令和元年度の研究進捗状況について報告を行った。</p> <p><資料 I-1> 研究進捗状況 担当：荒井先生</p> <p>資料 I-1 に基づき、荒井先生より研究進捗状況における送配水管の水質等の変化予測について報告を行った。</p> <p>■ 【説明】 荒井先生より説明を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ KaKa 浄水場系統のデータを用いた NN モデル構築では、2016 年 5 月～10 月を訓練期間、2017 年 5 月～10 月をテスト期間として検討を行った。検討結果では、訓練期間の推定精度のみが向上し、テスト期間では過学習状態であることが明らかとなった。 ・ 訓練期間データとテスト期間データの傾向が異なるため、テスト期間では過学習が起こったのではないかと考える。 ・ そこで、2017 年 5 月～10 月の時系列データを訓練期間データ、2016 年 5 月～10 月の時系列データをテスト期間データとした逆モデルを作成し、推定精度の検討を行った。 ・ 逆モデルを使った推定では、従来モデルと比較して訓練期間、テスト期間ともに、相関係数が 0.8 程度となり、精度向上（訓練期間の推定値とテスト期間の推定値の乖離を小さくすること）できたことが明らかとなった。 ・ モデルの汎用性の観点から言えば、逆モデルの方が望ましいモデル構築であることも明らかとなった。 ・ NN モデルを作成する際は、様々な期間のデータを訓練データに用いることが適切であることが示唆された。 ・ 新規実証フィールドである So 浄水場系統のデータを用いた NN モデル構築では、Ka 浄水場系統と同様の説明変数を用いることで、Ka 浄水場系統で構築した NN モデルと同様に推定できるか、比較検証した。 ・ 訓練期間データは 2016 年 5 月～10 月、テスト期間データは 2017 年 5 月～10 月のデータとした。 ・ NN モデル構築に用いる説明変数は、浄水場残留塩素濃度 B_t、浄水場流量 Q_t、個人宅水温 W_t とし、時間遅れに関しては、Ka 浄水場系統で検討した NN モデルと同等に設定して検討を行った。 ・ 原水濁度 R_t を加えたモデルについても構築を行い、原水濁度の有無で推定精度の比較検証を実施した。なお、原水濁度と残留塩素濃度消費幅の時間遅れについては、相互相関コログラムで検証を行い、9 時間と設定した。 ・ 原水濁度なしとして NN モデルの構築を行った場合、エポック（モデルの学習回数）ごとの損失関数（数値が高くなるほど過学習状態であることを表す）の推移は、訓練期間では損失関数が低くなったが、テスト期間ではほとんど変わらない結果が示された。 	

- ・ エポック（モデルの学習回数）ごとの相関関数（実測値と測定値の間に相関がどの程度あるのかを表す）の推移では、訓練期間とテスト期間ともに、相関係数が 0.7 程度となった。
- ・ 原水濁度ありとして NN モデルの構築を行った場合、エポックごとの損失関数の推移は、テスト期間で損失関数が増加し、過学習状態であることが示された。また、訓練期間とテスト期間の相関関数との間には、乖離がみられた。
- ・ 原水濁度なしとした場合の実測値と推定値の相関係数では、訓練期間とテスト期間ともに 0.7 程度であった。
- ・ 原水濁度ありとした場合の実測値と推定値の相関係数では、訓練期間において 0.9 となり、高い相関が示されたが、テスト期間については 0.5 程度となり、実測値と推定値の間に乖離が見られた。
- ・ また、実測値に対して推定値は、残留塩素濃度消費幅が少なく推定されていたため、安全面の観点から好ましいとは言えない。ただし、残留塩素濃度消費幅の挙動について局所的に変化している箇所について、再現できている期間もあることが確認できた。
- ・ 一方、原水濁度を説明変数に追加することが、汎化能力の向上に結びつくとは言えないことが示唆された。

■ 【意見】 研究代表者、研究分担者、研究協力者より意見・発言があった。

➤ 神奈川県企業庁 木村委員

- ・ 残留塩素濃度消費幅について、実測値の時系列データに消費幅 0.8mg/L とあるが、正しいデータであるか。
⇒間違いがないか確認を行う。(荒井先生)

➤ ※確認の結果、消費幅で間違いがないことがわかった。国立保健医療科学院 島崎先生

- ・ So 浄水場システムデータを用いた NN モデル構築検討では、逆モデルで検討を行っているか。
⇒逆モデルでの検証は行っていないため、今後、検証できればと考える。(荒井先生)

➤ 水道技術研究センター 安藤理事長

- ・ 9 月のテスト期間における原水濁度ありとなしの推定結果を比較すると、原水濁度ありの推定値が大きく乖離しているが、その要因はなにか。
⇒現時点での判断では、原水濁度を追加した場合、訓練期間においては精度が向上するのに対して、テスト期間では精度が低下するといった結果だけが明らかとなったが、その要因については今後、明らかにしていく。(荒井先生)

➤ 東京都市大学 長岡先生

- ・ So 浄水場システムにおける個人宅水温は、浄水場出口と配水末端で大きく異なることが明らかとなった。また、So 浄水場システムの Ti 配水池は、配水池水位が下がってきた場合、一定量供給される仕組み（配水池での滞留が発生）であるため、配水池の中で、残留塩素濃度が消費されている可能性がある。管網が単純だからといって、残留塩素濃度

の消費量も単純になるとは限らないのではないかと考える。

➤ 神奈川県企業庁 木村委員

- ・ 浄水場出口から配水末端までの時間遅れが3日程度あると考えられるが、NNモデル構築検討する際に考慮されているのか。

⇒説明変数における時間遅れは、Ka浄水場システムで用いた説明変数である。今後、各変数の時間遅れについても検討を進めていく。(荒井先生)

⇒流域ごとに時間遅れについては違いが出てくると考えられるので、検討いただきたい。

➤ 水道技術研究センター 佐々木顧問

- ・ 水道では、「時間遅れ」という言葉は妥当であるか。「時間遅れ」という表現は、到達時間が遅くなることを意味する。本研究では、過去の影響範囲や末端で計測された値が、過去に遡ったデータがその数値に影響を与えているかを意味しているため、時間遅れという表現を定義した方がいいのではないか。

⇒時間遅れという表現についても検討を行う。(荒井先生)

<資料 I-2> 研究進捗状況 担当：長岡先生

資料 I-2 に基づき、長岡先生より研究進捗状況における送配水管の水質等の変化の実証について報告を行った。

■ 【説明】長岡先生より説明を行った。

- ・ 8月14日にSo浄水場システムにて採水調査を実施した。
- ・ 残留塩素濃度の消費量については、配水池入口から出口にかけて大きく低減しているため、配水池内での滞留による影響が大きいと考えられる。ただし、同じ水塊を追って採水していないため、多少の影響があるかもしれない。
- ・ 水温については、浄水場から消火栓④までに6℃ほど上昇していることが明らかとなった。このことから、残留塩素濃度消費に影響を与えている可能性がある。
- ・ XRF分析結果では、Al濃度がTi配水池流入までは上昇していたが、配水池出口以降は減少したことが明らかとなった。

■ 【意見】研究分担者、研究協力者より意見・発言があった。

➤ 水道技術研究センター 中川部長

- ・ 今後の採水スケジュールについて、教えていただきたい。

⇒スケジュールについては、今後検討していく。(長岡先生)

➤ 東京大学 三宅先生

- ・ 配水池出口で残留塩素消費幅が大きいということは、不確実性が高いといえる。その点を踏まえると、水質計の設置候補場所として、不確実性の高い地点に設置する必要があるため、配水池出口も設置場所として考えられる。

<資料 I-3> 研究進捗状況 担当：三宅先生

資料 I-3 に基づき、三宅先生より研究進捗状況における小型水質計の開発及び実証について報告を行った。

■ 【説明】 三宅先生より説明を行った。

- ・ 研究進捗状況としては、桃山配水池にて水質計の実地検証を行った。
- ・ ポータブル電源と水質計を分けて設置し、検証を実施した。
- ・ 水質計で測定したデータ送信については無線で行い、通信距離は 100m 程度である。
- ・ 設置した翌日に台風が直撃したが、特に影響はなかった。
- ・ 水質計設置後、研究室でデータ受信を行っていたが、装置に試料水を送水する管が圧力によって抜けてしまい、測定ができなくなった。そのため、もう一度、実地検証を行う予定である。
- ・ ポータブル電源については、4 日程度で切れてしまうことが明らかとなった。
- ・ 今回の実証実験では、電源の確保や低消費電力化、水道からの引込管の強度設計、漏水等が発生した際の遠隔での状況把握と対応方法が課題として明らかとなった。
- ・ 今後は、消費電力の低減方法、引込管の強度設計等についても検討を進めていく。

■ 【意見】 研究代表者、研究分担者より意見・発言があった。

➤ 国立保健医療科学院 島崎先生

- ・ 水質計の試料水については、引き込みの際にある程度、圧力が必要か。
⇒水圧は、ある程度必要ではあるが、試料水を引き込むときは、一次溜容器に水を溜めて、引き込んでいる。(三宅先生)

➤ 水道技術研究センター 安藤理事長

- ・ ヒアリング調査結果では、水質計を公共施設（消防団小屋の壁）や電柱に設置していた。公共施設等に水質計を設置すると電源の確保も可能となるため、課題は解消されるのではないか。
⇒以前、電柱に設置して実証実験することを検討していたが、試料水の採水方法に課題があったため、実施しなかった経緯がある。今回の実証実験の目的としては、過酷な環境下に設置した場合の評価を行うことが目的であったため、Mo 配水池に設置した。今後、引込管の強度設計等を行い、公共施設等に設置可能な水質計の開発を目指す。(三宅先生)

➤ 首都大学東京 荒井先生

- ・ 電力消費の割合を教えてください。
⇒主な電力消費は、モバイルルーターによるデータ通信に消費されている。これは、計測したデータを送信する際に、ルーター内で計測データの自動計算を行っていることが電力消費が大きくなる要因だと考えられる。水質計自体は、全体の 20%程度である。(三宅先生)

➤ 水道技術研究センター 佐々木技術顧問

- ・ 水質計の計測がうまくいかなかった理由は、通信不具合によるものか、水質計の計測によるものか教えてください。
⇒試料水を引き込む引込管が抜けていたことが計測不具合の原因である。(三宅先生)

【議題 2】最終成果のまとめイメージ（案）について

資料Ⅱに基づき、各研究分担者より最終成果のまとめイメージ（案）について報告を行った。
＜資料Ⅱ-1＞最終成果のまとめイメージ（案） 担当：島崎先生

資料Ⅱ-1に基づき、島崎先生より送配水過程の水質管理等に係る実態把握、既存技術の調査・課題の抽出について、最終成果のイメージ（案）の報告を行った。

■ **【説明】** 島崎先生より説明を行った。

- ・ 配水過程の水質管理等の課題の抽出は、最終成果として遠隔監視装置に求めるニーズと毎日検査におけるデータの活用方法等の提案を行うことを考えている。
- ・ 配水過程の水質管理等の既存技術の調査は、小型水質計の開発に反映可能な技術整理、実用化が期待できるシーズ整理を最終成果のイメージとして考えている。
- ・ 水道事業者が遠隔監視制御システムに求めるニーズとして、これまでのヒアリング調査を踏まえて、「コストの低減化」、「設定変更の容易化」、「装置の小型化」を提案できればと考える。
- ・ 毎日検査におけるデータ活用方法の提案については、蓄積データをトレンド化して季節・水温等に応じた傾向把握やデータ可視化による情報共有・現状把握、トレンドに応じた残留塩素注入量の調整による残留塩素濃度の低減化・適正化を提案できればと考える。
- ・ 提案事項が実現可能となれば、毎日検査の有効活用による水質の維持向上及び水質管理の適正化が期待される。
- ・ 過去の企業ヒアリング調査等から、小型水質計に適用可能な技術整理を行い、その適用性に関する検討を行った。
- ・ 遠隔操作による校正やメンテナンス等の全自動化について、自動校正機能を搭載した機器は一般化されてきているが、あくまでも緊急時対応としての機能であり、最終的には人手による校正が必要となるため、全自動化は難しいことが伺えた。
- ・ 機器のコンパクト化は、機器自体は必要部材で構成されているため、コンパクト化は限定的であることが明らかとなった。また、開発を進めていけば、ある程度の小型化は可能であるが、機器が小さくなるとメンテナンスの際に支障になってしまうことが伺えた。
- ・ 定期メンテナンスの適切な時期を水道水質の汚れ具合によって予測判断する自己診断機能を搭載した機器の開発では、水質は日々刻々と変化しており、「汚れ具合」の基準設定が難しく、仮に機能を追加した場合、イニシャルコストが高くなることも明らかとなった。
- ・ 今後の装置開発の方向性について、導電率を活用した管路の老朽度予測を行う機器開発やメンテナンスフリーの残留塩素濃度測定機器の開発が検討されていた。いずれも、導電率と残留塩素の科学的相関性を明らかにする必要があると、製品化までの技術的ハードルが高いことが伺えた。

■ **【意見】** 研究代表者、研究分担者より意見・発言があった。

➤ 東京都市大学 長岡先生

- ・ 導電率を活用した管路の老朽度予測について、導電率だけでは残留塩素濃度の変化をとらえることは難しいのではないかと。
⇒あくまでも、開発の方向性としてのヒアリング調査結果であり、今後、実用化するためには導電率だけでなく、その他の水質項目についても検討する必要があると考える。（島崎先生）

- 水道技術研究センター 佐々木技術顧問
- ・ 水道法の毎日検査に関して、見直しの必要性を最終成果に盛り込むことは考えているか。
⇒毎日検査は、昭和 32 年に制定されており、今回の研究テーマにもある情報技術を活用する観点から、機器による連続測定義務化等、見直し提言も必要ではないかと考える。(安藤理事長)

<資料Ⅱ-2>最終成果のまとめイメージ(案) 担当：荒井先生

資料Ⅱ-2に基づき、荒井先生より送配管における水質管理等の変化の予測について、最終成果のイメージ(案)の報告を行った。

■ 【説明】荒井先生より説明を行った。

- ・ 最終成果として、NNモデルを活用した残留塩素濃度の予測モデル構築提案を考えている。
- ・ 配水システムの浄水場出口と末端水質データを用いて、モデル構築を行うため、従来の管網解析による水質予測と比較して、管路情報や地盤情報を必要とせずに予測することが可能となる。そのため、中小規模事業者では、少ないデータで予測可能となり、適用可能性が広がるのではないかと考える。
- ・ 適用条件としては、上流側の測定項目として、残留塩素濃度と流量の時間単位データが必要となり、下流側の測定項目は残留塩素濃度と水温の時間単位データが必要となる。上流側の測定については、中小規模事業者でも測定していることが多いが、下流側は測定している事業者が少ないため、三宅先生が開発する安価な小型水質計を導入できれば、モデル構築に必要なデータを取得できると考える。
- ・ NNモデルを活用した推定モデルを構築できれば、水質管理の省力化や適切な塩素注入量による水質管理の維持向上、浄水場での塩素注入量の制御が可能となる。

<口頭説明>最終成果のまとめイメージ(案) 担当：長岡先生

長岡先生より送配管における水質管理等の変化の実証について、最終成果のイメージ(案)の報告を行った。

■ 【説明】長岡先生より説明を行った。

- ・ 最終成果については、実証結果を踏まえた水質管理の在り方を提言できればと考える。
- ・ 残留塩素濃度の低減係数と内挿による中間地点の予測モデル構築を考えていたが、最終成果の提案としては難しいと考える。

■ 【意見】研究代表者より意見・発言があった。

- 水道技術研究センター 佐々木技術顧問
- ・ NNを活用した予測モデルと残留塩素濃度の低減係数を用いて、中間地点の予測は可能か。
⇒当初は、荒井先生の推定モデルと実証結果を踏まえた、残留塩素濃度の低減係数等の内挿による中間地点の予測モデル構築を計画していたが、研究を進める中で難しいことがわかった。最終成果の提案事項については、再考する。(長岡先生)

<資料Ⅱ-4>最終成果のまとめイメージ(案) 担当：三宅先生

資料Ⅱ-4に基づき、三宅先生より小型水質計の開発及び実証について、最終成果のイメージ

(案)の報告を行った。

■ 【説明】三宅先生より説明を行った。

- ・ 最終成果として、小型水質計の実フィールドに向けた外装・採取部の開発と評価と実フィールドの検証に基づく水質計器の諸元及び活用方針の提案を考えている。
- ・ 小型水質計の実フィールドに向けた外装・採取部の開発と評価は、屋外設置向けの水質計を開発するための外装構造及び採取インターフェースを開発する。
- ・ 実フィールドの検証に基づく水質計器の諸元及び活用方針の提案については、測定安定性向上策を盛り込んだ性能諸元や利用方法、配置案、計測頻度等を行うことを考えている。
- ・ 小型水質計の利用方法としては、常時設置用としてではなく、荒井先生のモデル構築に必要なデータ取得を目的とした利用方法等も提案事項として考えている。
- ・ また、配水池などの水質が不安定箇所を中心に設置することも案として考えている。

■ 【意見】研究代表者より意見・発言があった。

➤ 水道技術研究センター 佐々木技術顧問

- ・ 小型水質計は、製品化するレベルまで達しているか。
⇒屋外での実証実験の評価段階であり、製品化するレベルには達していない。(三宅先生)

【議題3】今後のスケジュールについて

資料Ⅲに基づき、今後のスケジュールについて、事務局より説明を行った。

今後の主なスケジュールは以下のとおり。

■ 令和元年度

- ・ 第2回研究班会議
開催時期：11月13日 9:30～12:00
開催場所：水道技術研究センター 第1会議室
出席者：厚生労働省、代表者、分担者、事業体委員、事務局
※会議後、意見交換会を実施予定
- ・ 第3回研究班会議
開催時期：2月(予定)
開催場所：水道技術研究センター 第1会議室
出席者：厚生労働省、代表者、分担者、事業体委員、事務局
※会議後、意見交換会を実施予定
- ・ 第3回WG会議について
開催時期：12月12日 9:30～12:00
開催場所：水道技術研究センター 第1会議室
出席者：代表者、分担者、事務局

【議題 4】 その他

事業体ヒアリング調査について報告した。以下にスケジュールを示す。

➤ 静岡市上下水道局

- ・ 日時：9月20日（金）13:30～17:00
- ・ 内容：ヒアリング調査及び現地調査
- ・ 参加者：島崎先生、荒井先生、中川部長、武内

➤ 岡山市水道局

- ・ 日時：9月30日（月）13:30～16:00
- ・ 内容：ヒアリング調査及び現地調査
- ・ 参加者：島崎先生、荒井先生、中川部長、武内
- ・

以 上

研究代表者 (佐々木技術顧問)	研究分担者 (安藤理事長)	予算執行管理者 (管路技術部長)	予算執行管理者

会 議 録

作成 武内

会議の名称	厚生労働科学研究費補助金による「人口減少社会における情報技術を活用した水質確保を含む管路網管理向上策に関する研究」 令和元年度 第3回 WG 会議
開催日時	令和元年 12 月 12 日 (火) 9:30~12:00
開催場所	水道技術研究センター 第1会議室
出席者	<p>研究代表者 佐々木 史朗 (JWRC)</p> <p>研究分担者 安藤 茂 (JWRC)</p> <p>同 島崎 大 (国立保健医療科学院)</p> <p>同 荒井 康裕 (首都大学東京)</p> <p>同 長岡 裕 (東京都市大学)</p> <p>同 三宅 亮 (東京大学)</p> <p>研究協力者 清塚 雅彦 (JWRC)</p> <p>同 栗田 翔 (JWRC)</p> <p>同 川上 堯 (JWRC)</p> <p>同 武内 宝巨 (JWRC)</p> <p style="text-align: right;">計 10 名</p> <p>※JWRC：水道技術研究センター</p>
議題	<p>議題 1 研究成果申告書の作成内容の確認について</p> <p>議題 2 最終成果に向けた分担者間の連携確認・情報交換等について</p>
会議資料	<p>資料 I -1 研究成果申告書 (第 1 稿)</p> <p>資料 I -2 資料集【島崎先生・安藤理事長資料】</p> <p>資料 I -3 資料集【荒井先生資料】</p> <p>資料 I -4 資料集【長岡先生資料】</p> <p>資料 I -5 資料集【三宅先生資料】</p> <p>別添資料 1：座席表</p> <p>別添資料 2：出席名簿</p> <p>別添資料 3：ヒアリング調査結果の報告</p>
会議内容 (決定・確認事項、発言内容、決定理由、発言者 (敬称略) など)	
<p>【議題 1】令和元年度研究の進捗状況について</p> <p>資料 I に基づき、各研究分担者より研究成果申告書の作成内容について報告を行った。</p>	

<資料 I-1、I-2>担当：島崎先生

資料 I-1 及び資料 I-2 に基づき、島崎先生より研究成果申告書（第 1 稿）作成内容における送配水管における水質管理等の課題の抽出、送配水管における水質管理等の既存技術の調査について報告を行った。

■ 【説明】 島崎先生より説明を行った。

- ・ ①-3 関連資料の調査により、送配水管における水質管理等の実態把握について、関連する全国水道研究発表会講演集、EICA 誌等の文献情報の収集を行った。調査結果では、既存測定データを活用して、残留塩素濃度と季節変動や流量・水温等の相関関係を明らかにし、適切な塩素注入量を決定する等の残留塩素濃度低減・均等化に向けた取り組み事例等が見受けられた。
- ・ ①-4 関連資料の調査結果から課題の抽出について、自動水質測定装置の導入に伴うコストや中央監視システムでの一括管理に向けた通信環境整備の必要性、運転管理者の確保等の課題があることが明らかとなった。
- ・ ②-3 国内外の事例や関連資料の調査について、国内外の学術文献を中心に送配水管における水質管理等に適用可能な要素技術の開発動向や方向性を取りまとめを行った。
- ・ ②-5 既存技術の適用性に関する検討について、平成 29、30 年度に実施した事業体、国内企業ヒアリング調査等より、送配水管における水質管理等の機器及び業務の遠隔化・省力化につながる技術の実態把握を行い、既存技術の適用性に関する検討を完了した。
- ・ ②-6. 検討結果を情報通信技術の活用及び水質計の開発へ反映では、既存技術の適用性に関する検討結果では、本研究期間内に反映可能な既存技術は見受けられなかったが、将来的な水質計開発の参考となる情報知見を得た。

■ 【意見】 研究代表者より意見・発言があった。

➤ 水道技術研究センター 佐々木技術顧問

- ・ 資料集の様式等に決まりはあるか。
⇒資料集の様式に決まりはないが、ある程度、体裁を整えて提出する必要がある。（島崎先生）
⇒事務局にて、各研究分担者の資料集の体裁を整えることとする。（武内）

<資料 I-1、I-3>担当：荒井先生

資料 I-1 及び資料 I-3 に基づき、荒井先生より研究成果申告書（第 1 稿）作成内容における送配水管の水質等の変化の予測について報告を行った。

■ 【説明】 荒井先生より説明を行った。

- ・ ③-4 予測モデルを活用した自動測定計器の活用に関する検討について、研究課題名の用語に「活用」が重複しているため、改めて研究課題名を再考する。
- ・ 達成状況については、残留塩素濃度減少幅を予測する NN モデルを構築し、浄水場の塩素注入量を変化させた場合の管網末端（個人宅）の残留塩素濃度をシミュレーションを行った。

- また、モデル構築に用いるデータは、浄水場出口と末端水質データであることから、管路情報や微地形情報がない中小規模事業体においても、可搬式の自動水質測定装置の併用によるデータ取得を行うことで適用可能と判断される。

■ 【意見】 研究代表者より意見・発言があった。

➤ 水道技術研究センター 佐々木技術顧問

- 研究課題③-3 についても本年度の記載内容ではないか。
⇒そのとおりである。研究課題③-3 についても追加記載する。(荒井先生)
⇒事務局にて研究成果申告書の作成指示案の再整理を行い、後日、追加の記載依頼を行うこととする。(武内)
- 「ANN モデル」と「NN モデル」が混在しているが、統一すべきではないか。
⇒「NN モデル」に統一することとする。(荒井先生)

<資料 I-1、I-4>担当：長岡先生

資料 I-1 及び資料 I-4 に基づき、長岡先生より研究成果申告書（第 1 稿）作成内容における送配水管の水質等の変化の実証について報告を行った。

■ 【説明】 長岡先生より説明を行った。

- ③-7 実証結果の予測モデルへの反映については、達成状況が当初予定していた期間より延長した形で変更修正して記載する。(達成見込み 令和 2 年 3 月に変更)
- ③-7 の達成状況は、実証フィールドにおける分析結果より、配水管内の流下に伴う残留塩素の低減速度の解析を進行中である。また、濁度、膜ろ過抵抗、元素分析結果などの相関関係の分析を進めており、③-3 で達成した管内水質モデルへ反映させるための基礎的データを蓄積しているところである。
- ③-8 実証結果より、小規模水道の管内水質に求められる監視項目と監視方法の提案についても、達成状況に変更があるため、修正を行うこととする。
- ③-8 の達成状況は、フィールドにおける分析結果より、配水管内の流下に伴う残留塩素の低減速度の解析、濁度、膜ろ過抵抗、元素分析結果などの相関関係の分析を進め、管内水質の劣化メカニズムについて検討を進めているところである。
- 資料集についても、添付図等修正したものを再提出する。
- 荒井先生が取り組む研究課題との関連については、NN モデルを活用した「浄水場出口と末端の残留塩素濃度の予測値」と「水温と残留塩素濃度の低減速度」との整合性を図ることで連携を取る予定である。

■ 【意見】 研究代表者より意見・発言があった。

➤ 水道技術研究センター 佐々木技術顧問

- So 浄水場系統での採水調査結果についてはどうするか。
⇒本研究の参考として、最終的な報告書に記載することとする。(長岡先生)

<資料 I-1、I-5>担当：三宅先生

資料 I-1 及び資料 I-5 に基づき、三宅先生より研究成果申告書（第 1 稿）作成内容における

小型水質計の開発及び実証について報告を行った。

■ 【説明】 三宅先生より説明を行った。

- ・ ④-4 実証フィールド内に小型計測機器を設置し、性能検証の実施について、平成 30 年度に提案した改良策（気泡除去動作プログラム、マイクロ分析流路の改良等）の機器への実装及び実フィールド対応の外装構造及び採取インターフェースを開発、これらを盛り込んだ小型計測機器を実証フィールド内に設置し、性能検証を実施し、採取インターフェース部の実用上の課題抽出と対応策を提案した。
- ・ ④-5 小型水質計器の実用化に必要な性能諸元、最適配置及び管理方法の検証については、達成状況を変更した形で修正する。
- ・ 達成状況は、小型水質計器に必要な性能諸元として、実フィールド評価に基づき採取インターフェース部の必要仕様を明らかにしたほか、ゲートウェイまでの通信可能距離の評価結果に基づく計器の配置案、機器の消費電力量及び所用通信時間（暗号化処理を入れた場合）に基づく機器の管理方法案を提示した。

■ 【意見】 研究代表者より意見・発言があった。

➤ 水道技術研究センター 佐々木技術顧問

- ・ 資料集については、記載内容を増やしてはどうか。
⇒取り組み状況等、もう少し詳細に記載し、ボリュームを増やした形で作成する。（三宅先生）

【議題 2】 最終成果に向けた分担者間の連携確認・情報交換等について

■ 【意見・発言】 研究代表者、研究分担者より意見・発言があった。

➤ 国立保健医療科学院 島崎先生

- ・ 研究課題②-3 について、米国の海外文献調査について、記載忘れていたため、申告書の方に追加記載する。

➤ 水道技術研究センター 安藤理事長

- ・ 最終成果については、毎日検査の提言についても記載してよいのではないかと。
⇒報告書へ記載する場合、厚生労働省へも内容確認すること。（佐々木技術顧問）
- ・ 研究成果の普及活動として、研発等で発表すべきではないかと。
- ・ 今後の展開として、報告していくべきだと考える。（佐々木技術顧問）

➤ 水道技術研究センター 佐々木技術顧問

- ・ 成果申告書に添付する資料集について、今年度実施した外部への発表内容（研発、IWA 等）を添付してはどうか。
⇒提出した論文集を添付することとする。（武内）
- ・ 研究課題②-5、②-6 についての資料集を添付してはどうか。
⇒研究課題②-5、②-6 に関する資料集を添付することとする。（武内）

➤ 水道技術研究センター 佐々木技術顧問

- ・ 資料集にヒアリング調査議事録は添付するか。
⇒資料集に議事録は添付しない方針とする。（武内）

【議題 3】 その他

別添資料 3 に基づき、事業体ヒアリング調査について報告した。以下にスケジュールを示す。

- 下関市上下水道局
 - ・ 日時：12月5日（木）10:00～14:00
 - ・ 内容：ヒアリング調査及び現地調査
 - ・ 参加者：佐々木顧問、荒井先生、川上研究員、武内

- 予算執行については、令和 2 年 2 月 29 日までに執行していただき、費目別の収支簿を 3 月 15 日に提出していただく。別途、各研究分担者の経理担当に通知する。

以 上

班會議 議事録

研究代表者 (佐々木技術顧問)	研究分担者 (安藤専務理事)	予算執行管理者 (管路技術部長)	予算執行管理者

会 議 録

作成 武内

会議の名称	厚生労働科学研究費補助金による「人口減少社会における情報技術を活用した水質確保を含む管路網管理向上策に関する研究」 令和元年度 第1回研究会議																																
開催日時	令和元年7月17日(水) 15:00~17:30																																
開催場所	水道技術研究センター 第1会議室																																
出席者	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 20%;">研究代表者</td> <td>佐々木 史朗 (JWRC)</td> </tr> <tr> <td>研究分担者</td> <td>島崎 大 (国立保健医療科学院)</td> </tr> <tr> <td>同</td> <td>長岡 裕 (東京都市大学)</td> </tr> <tr> <td>同</td> <td>荒井 康裕 (首都大学東京)</td> </tr> <tr> <td>同</td> <td>三宅 亮 (東京大学)</td> </tr> <tr> <td>研究協力者</td> <td>木村 勇太 (神奈川県企業庁)</td> </tr> <tr> <td>同</td> <td>今中 公政 (岡山市水道局)</td> </tr> <tr> <td>同</td> <td>渡邊 紀之 (静岡市上下水道局)</td> </tr> <tr> <td>同</td> <td>向野 邦彦 (下関市上下水道局)</td> </tr> <tr> <td>同</td> <td>足立 和裕 (大分市水道局)</td> </tr> <tr> <td>同</td> <td>清塚 雅彦 (JWRC)</td> </tr> <tr> <td>同</td> <td>中川 慶太 (JWRC)</td> </tr> <tr> <td>同</td> <td>栗田 翔 (JWRC)</td> </tr> <tr> <td>同</td> <td>川上 堯 (JWRC)</td> </tr> <tr> <td>同</td> <td>武内 宝巨 (JWRC)</td> </tr> <tr> <td>オブザーバー</td> <td>菖蒲 光徳 (厚生労働省)</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">計 16 名</p> <p>※JWRC：水道技術研究センター</p>	研究代表者	佐々木 史朗 (JWRC)	研究分担者	島崎 大 (国立保健医療科学院)	同	長岡 裕 (東京都市大学)	同	荒井 康裕 (首都大学東京)	同	三宅 亮 (東京大学)	研究協力者	木村 勇太 (神奈川県企業庁)	同	今中 公政 (岡山市水道局)	同	渡邊 紀之 (静岡市上下水道局)	同	向野 邦彦 (下関市上下水道局)	同	足立 和裕 (大分市水道局)	同	清塚 雅彦 (JWRC)	同	中川 慶太 (JWRC)	同	栗田 翔 (JWRC)	同	川上 堯 (JWRC)	同	武内 宝巨 (JWRC)	オブザーバー	菖蒲 光徳 (厚生労働省)
研究代表者	佐々木 史朗 (JWRC)																																
研究分担者	島崎 大 (国立保健医療科学院)																																
同	長岡 裕 (東京都市大学)																																
同	荒井 康裕 (首都大学東京)																																
同	三宅 亮 (東京大学)																																
研究協力者	木村 勇太 (神奈川県企業庁)																																
同	今中 公政 (岡山市水道局)																																
同	渡邊 紀之 (静岡市上下水道局)																																
同	向野 邦彦 (下関市上下水道局)																																
同	足立 和裕 (大分市水道局)																																
同	清塚 雅彦 (JWRC)																																
同	中川 慶太 (JWRC)																																
同	栗田 翔 (JWRC)																																
同	川上 堯 (JWRC)																																
同	武内 宝巨 (JWRC)																																
オブザーバー	菖蒲 光徳 (厚生労働省)																																
議題	議題 4-1 平成 30 年度第 2 回研究会議 議事録について 議題 4-2 研究進捗状況について 議題 4-3 今後のスケジュールについて 議題 4-4 その他																																
会議資料	【資料 I】 ：平成 30 年度 第 2 回研究会議 議事録 (案) 【資料 II-1】 ：【島崎先生・安藤専務】 【資料 II-2】 ：【荒井先生資料】																																

	<p>【資料Ⅱ-3】：【長岡先生資料】</p> <p>【資料Ⅱ-4】：【三宅先生資料】</p> <p>【資料Ⅲ】：全体研究スケジュール</p> <p>【別添資料 1】：座席表</p> <p>【別添資料 2】：出欠名簿</p> <p>【別添資料 3】：平成 30 年度 総括分担報告書</p> <p>【別添資料 4】：ヒアリング調査について</p>
<p>会議内容（決定・確認事項、発言内容、決定理由、発言者（敬称略）など）</p>	
<p>【議題 1】平成 30 年度第 2 回研究会議 議事録（案）について</p> <p>資料 1 に基づき、JWRC より平成 30 年度第 2 回研究会議議事録（案）について説明を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 特に質疑事項等は無く、正式に議事録として承認された。 <p>【議題 2】研究進捗状況について</p> <p>資料Ⅱに基づき、各研究分担者より令和元年度の研究進捗状況について報告を行った。</p> <p><資料Ⅱ-2> 【荒井先生資料】 担当：荒井先生</p> <p>資料Ⅱ-2 に基づき、荒井先生より令和元年度の研究進捗状況における送配水管の水質等の変化予測について報告を行った。</p> <p>■ 【説明】荒井先生より説明を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 平成 30 年度に実施した NN モデル構築検討では、説明変数に 11 時間までの時間遅れを考慮した浄水場残留塩素濃度、2 時間までの時間遅れを考慮した個人宅水温データ、5 時間までの時間遅れを考慮した浄水場流量データを活用して推定を行った。 ・ 令和元年度は、説明変数に原水濁度のデータを追加して残留塩素濃度消費幅の推定検討を行った。 ・ 原水濁度のデータを追加した理由は、雨が降ると原水濁度が上昇し、それに伴い、残留塩素濃度も低下（追加塩素の注入率等も上昇）するため、原水濁度を降雨に代わる指標として間接的に活用した経緯がある。 ・ 原水濁度データを説明変数として追加検討を行う上で、予備検討を行った。具体的には、原水濁度の時間遅れを明らかにするため、過去の研究を踏まえて、モデル_0-1（時間遅れを 48 時間から 96 時間までの 4 時間毎のデータ 13 種類を説明変数として活用）とモデル_0-2（浄水場残留塩素濃度と同じく、11 時間までの時間遅れを考慮した 12 種類のデータを説明変数として活用）の 2 パターンで時間遅れの検証を実施した。 ・ モデル_0-1 の検討結果では、訓練期間（モデル作成のための試行期間）とテスト期間を比較したところ、訓練期間では精度が高く学習がうまくいっていたが、テスト期間では精度にばらつきがみられ、汎化能力が低下して精度が低くなったことが明らかとなった。 ・ 予備検討のまとめとしては、原水濁度を説明変数に追加すると推定結果が良くなる期間と悪くなる期間が現れた。特に、2017 年 10 月の期間では、実測値と推定値の乖離が大きいことが明らかとなった。 ・ また、浄水場の残留塩素濃度管理の影響を受けている可能性があり、そのような期間 	

の推定は現モデルでは難しいと考える。

- ・ 原水濁度の時間遅れなどの条件を変更するなどの対応が必要であることが明らかとなったため、時系列図を確認し、現状の時間遅れの見直しを行った。
- ・ 2016年の時系列図より、原水濁度が上昇すると36時間～48時間程度遅れて残留塩素濃度消費幅に影響を及ぼしていることが明らかとなった。よって、説明変数に加える原水濁度データは48時間まで遡った4時間毎の12種類のデータを活用することとした。
- ・ 48時間までの時間遅れデータを説明変数に加えて検証した結果、訓練期間は、原水濁度データを追加した方が精度が高くなった。しかし、テスト期間（5～10月の6か月間）は、原水濁度を追加していないモデル（原水濁度なし： $r=0.886$ 、原水濁度あり： $r=0.940$ ）と比較してばらつきが見られ、精度が低くなったことが明らかとなった。
- ・ そこで、テスト期間の10月分データを除外して検証した結果、推定精度は改善されたがばらつきは見られた。
- ・ 原水濁度を追加したことで、訓練期間の精度は改善されたが、テスト期間に関する精度は同等か、それ以下になる可能性もある。
- ・ 原水濁度の追加は、残留塩素濃度消費幅の推定の精度向上に寄与する反面、年度によって、時系列特性が異なるようなデータ（浄水運転の人為的な操作等が起因している可能性のあるデータ）であった場合、説明変数として加えると、かえって精度が低くなることもあることが明らかとなった。
- ・ 原水濁度をモデルの説明変数に追加した場合の効果を比較検証した場合、原水濁度データ量（①濁度データなし、②12時間分、③24時間分、④48時間分）を増やしていくと、訓練期間の精度は向上していくが、テスト期間の精度は反比例して低下していく結果が得られた。このことから、モデルの過学習の可能性があり、汎化能力の低下を招いていると考えられる。
- ・ 今後は、訓練期間の長さ（1ヵ月・6か月）と原水濁度の有無の4パターンの比較を行い、モデルのトレーニングに用いるデータの「量」と「質」の影響を明らかにしていくことを考えている。
- ・ また、So浄水場システムのデータを追加検討し、原水濁度を追加した場合の影響についても検討を行っていく。

■ 【意見】 研究代表者、研究分担者、事業体委員より意見、発言があった。

➤ 東京都市大学 長岡先生

- ・ 実測値と推定値の散布図において、0～1で表現されているが、単位はなにか。

⇒残留塩素濃度消費幅（mg/L）だと認識しているが、改めて確認を行う。（荒井先生）

- ・ NNモデルの説明変数（浄水場残留塩素濃度、個人宅水温、浄水場流量）は、なにを根拠に決めたのか。

⇒初年度に実施した重回帰分析にて用いた計測データのうち、残塩消費幅と各要因との相互相関分析を行い、時間遅れが24時間以内となる範囲で最も相関が高くなる時間とその相互相関係数を基に時間遅れ及び説明変数を設定した。（荒井先生）

➤ 水道技術研究センター 佐々木技術顧問

- ・ 原水濁度が残留塩素濃度の消費に影響を与えていることはわかるが、高濁度が発生した場合、取水停止しているため、膜処理後の水質データを活用すべきではないか。

⇒膜処理後の濁度は、処理されており、ほぼ一定値であるため、活用しても検討結果に

影響を与えないと考えられる。(荒井先生)

- ・ 2017年10月の原水濁度の時系列図より、残留塩素濃度消費幅が低下する箇所がみられるが、原因はなにか。原因が分かれば、評価対象(説明変数として検討すべき計測項目)も明らかになるのではないかと考える。

⇒浄水場での追加塩素濃度を調整したため、末端での残留塩素濃度は減少しなかったことが考えられる。その他、残留塩素濃度を消費する物質(溶存成分等)が減少したことも要因としてあるのではないかと考える。(木村委員)

⇒溶解成分が残留塩素濃度の消費幅に影響しているのであれば、色度データ等も活用すると、より精度が上がるのではないかと考える。(向野委員)

➤ 大分市上下水道局 足立委員

- ・ Ka浄水場システムの現地確認として、原水濁度が高くなる(50度を超過する)と原水取水弁を止めて対応すると認識しているが、取水停止している間は膜処理も停止させているのか。

⇒原水取水弁のあとに原水池(150m³程度)を設けており、取水停止しても池の水を膜処理して対応している。(木村委員)

資料Ⅱ-3に基づき、長岡先生より令和元年度の研究進捗状況における送配水管の水質等の変化実証について報告を行った。

■ 【説明】長岡先生より説明を行った。

- ・ 昨年度までの検討結果について、流下距離に応じて残留塩素濃度が低下していることが明らかとなった。
- ・ 水道水中の濁質に起因する通水距離当たりのろ過抵抗と流下距離の関係では、流下距離に応じて、ろ過抵抗が大きくなっていくことが明らかとなった。
- ・ PTFE膜上の残渣物のIRスペクトルでは、1650cm⁻¹付近にピーク高さがみられ、これはたんぱく質由来のアミド結合であると推察される。また、流下距離に応じて、ピーク高さが高くなっていることからわかるように、管内にたんぱく質の発生源があることが明らかとなった。
- ・ これらたんぱく質が残留塩素濃度の消費に影響を及ぼしているのではないかと考える。
- ・ 新規実証フィールドの検討では、落合浄水場システムとSo浄水場システムの2システムを対象に現地調査を行った。
- ・ 現地調査の結果より、主にアクセス面や消火栓からの採水しやすさを踏まえて、So浄水場システムを新規実証フィールドに決定した。
- ・ 今後は、2019年7月頃～2020年1月頃までに5回程度、採水調査を行う予定である。
- ・ 検討を行った両水系(Ka浄水場システム、So浄水場システム)の原水及び管路プロフィールの違いに着目して、測定結果の整理を行う。

■ 【意見】研究代表者、事業体委員より意見、発言があった。

➤ 神奈川県企業庁 木村委員

- ・ So浄水場システムでは、12月頃に浄水場からTi配水池への配水管の更新工事がある(GPφ125の配水管をGXφ150へ更新)。そのため、採水調査を行う際は、工事の影響等を考慮して12月前後での採水調査を控えるよう留意する必要がある。

➤ 岡山市水道局 今中委員

- ・ たんぱく質の発生については、さびこぶが要因であるのか。
⇒バイオフィームがさびこぶに付着することで、残留塩素濃度の消費に影響を及ぼしているのではないかと考える。さびこぶが多いと、付着するバイオフィームの量も増加するため、さびこぶがたんぱく質発生要因の一つであると推察される。(長岡先生)

➤ 水道技術研究センター 佐々木技術顧問

- ・ IR スペクトルの検証結果において、 1650cm^{-1} でのピーク高さがたんぱく質の発生を示唆していることはわかったが、たんぱく質以外の発生物もあるか。
⇒ 3300cm^{-1} 付近でもピーク高さが高くなっているが、これもたんぱく質由来のアミド結合が要因であると推察される。その他、 2900cm^{-1} 付近でもピーク高さが高くなっているが、発生物質について検討中であるため、今後、明らかにしていく。(長岡先生)

➤ 下関市上下水道局 向野委員

- ・ 最終的なアウトプットとしては、どのような着地点を考えているか。
⇒荒井先生の最終成果である NN モデルの構築では、末端の残留塩素濃度予測は可能であるが、途中地点については、長岡先生の実測を踏まえて、推測可能な提案をできればと考える。(佐々木顧問)

資料Ⅱ-4に基づき、三宅先生より令和元年度の研究進捗状況における小型水質計の開発及び実証について報告を行った。

■ 【説明】 三宅先生より説明を行った。

- ・ 令和元年度の研究計画は、実証フィールド (Ka 浄水場系統) に小型水質計を設置し、性能検証を行う。また、採取インターフェースと通信環境の改良検証についても検討を進めていく。
- ・ 小型水質計の設置箇所を選定するため、Ka 浄水場系統での現地調査を実施した。現地調査結果より採水やアクセスの容易さ、小型水質計の設置場所が確保できるという点から、Mo 配水池にて、実地検証することが決まった。
- ・ 現地で検証する小型水質計の形状は、小型水質計本体に電源供給するためのポータブル AC 電源、取得データを送信するための無線ルーターを搭載した BOX タイプ ($90 \times 52 \times 100\text{cm}^3$) である。
- ・ 小型水質計を駆動する際や遠隔で測定データを送信するために電源が必要となってくるが、Mo 配水池では電源が確保できないため、ポータブル AC 電源を活用して検証を行う。
- ・ 従来のノート PC では、消費電力 (MAX : 60W) が大きく、ポータブル AC 電源の電力容量を2日間で消費したため、消費電力の少ないスティック PC (MAX : 10W) に代替して消費電力持続性の検討も行っている。
- ・ 現地での実証実験を行う際は、夏季高温下での検証となり、BOX 内に内蔵しているポータブル AC 電源等が高温となり、発火事故の恐れがあるため、定期監視を行いながら検証を実施する。
- ・ 今後の予定としては、8月中に現地での検証を実施し、高温下での検証結果と測定データの精度検証を行い、その結果を踏まえて、再度、現地での検証を行う予定である。

■ 【意見】 研究代表者、事業体委員より意見、発言があった。

➤ 大分市上下水道局 足立委員

- ・ 水質計は小型であるため、必然的に測定する試料水量が少なくなり、水質計測定部に

たどり着くまでに試料水が滞留し、残留塩素濃度低下の恐れがあるのではないかと。⇒一次貯留槽を設けて、そこから採水を行うため、常にフレッシュな水を採水することが可能である。(三宅先生)

➤ 静岡市上下水道局 渡邊委員

- ・ 現地での実地検証において、水質計の設置条件などはあるか。
⇒現地での実地検証では、ポータブル AC 電源や PC 等も設置するため、盗難防止として人目のつかない場所に置くことを考えている。また、PC 等も設置し、夏季高温下では故障の原因になる可能性があるため、設置条件等含めて今後検討していく。(三宅先生)

➤ 岡山市水道局 今中委員

- ・ 外部電源を使用した場合、雷の対策も必要になってくるのではないかと。
⇒太陽光発電や蓄電池で対策することを検討している。(三宅先生)

➤ 水道技術研究センター 佐々木技術顧問

- ・ 現地での実地検証では、ポータブル AC 電源や PC を内蔵した BOX タイプの簡易物置 (90×52×100cm³) を設置して検証するが、外部電源を使用した場合、さらに小型化することは可能か。
⇒外部電源を使用するとなると、ポータブル AC 電源部分がなくなるため、さらに小型化することは可能である。(三宅先生)

➤ 神奈川県企業庁 木村委員

- ・ 今後、小型水質計を実用化するにあたり、現地で PC は必要なのか。
⇒測定データを送信するためのゲートウェイの役割を担っているため、PC は必要となってくる。(三宅先生)

資料Ⅱ-1に基づき、島崎先生より令和元年度の研究進捗状況における送配水管における水質管理等の既存技術の調査について報告を行った。

■ 【説明】島崎先生より説明を行った。

- ・ 海外文献調査の一環として、米国環境保護庁 (USEPA) によるオンライン水質モニタリングに関するガイダンスの中で、監視場所の選定と設置場所、水質モニタリングのケーススタディ等に関する情報があり、本研究の参考知見として情報収集を行った。
- ・ 水質モニタリングは、水質変化を検出して、その原因を特定するために活用することができる監視システムである。
- ・ 本来は、監視すべき全ての箇所での監視することが理想であるが、予算上の制約により監視できる場所が限られる。
- ・ 米国では、配水系統の下流地点で汚染事故等が発生した場合、基準値として活用することができる浄水場流入地点や運転操作管理地点にあたる追加塩素注入施設やポンプ所、配水池等が一般的な監視場所として示されていた。
- ・ 病院、大学、娯楽地区、大量の水を使用する製造業者、過去に水質に関する問題が発生した区域等も追加の監視場所として示されていた。
- ・ 水質モニタリングの主な水質監視項目は、残留塩素濃度、pH、電気伝導率、水温であることが示されていた。
- ・ また、水道事業体の特性に応じて、アルカリ度、遊離アンモニア、溶存酸素、消毒副生成物、硝酸及び亜硝酸、酸化還元電位等も追加の監視項目として示されていた。
- ・ 残留塩素濃度は、遊離塩素 (0.2~4.0mg/L) とクロラミン (0.5~4.0mg/L) という管理目標値を設定していることが示されていた。
- ・ ケーススタディの一例として、Fi 水道局では、水質モニタリングを導入している理由

として、配水系統での意図的な汚染及び運転操作時に生じる水質変化を監視することを目的に導入していることが示されていた。

- ・ 監視項目は、残留塩素濃度、pH、電気伝導率、酸化還元電位、水温、濁度、UV-254 など様々な水質項目を監視していた。

■ 【意見】 事業体委員より意見、発言があった。

➤ 下関市上下水道局 向野委員

- ・ ケーススタディの中で、8つの移動ステーションとあるが、可搬式の自動水質測定装置という認識で間違いないか。

⇒可搬式の自動水質測定装置のことである。大きさは、スーツケース程度の大きさであると推察する。(島崎先生)

■ 本年度は、研究最終年度となるため、最終成果に向けて協力事業体より意見をいただきたい。

➤ 下関市上下水道局 向野委員

- ・ 下関市上下水道局が所管する配水系統の大多数が、管末に自動水質測定装置が設置されていない状況である。そういった中で、本研究成果である NN モデルによる末端残留塩素濃度の推定や安価な小型水質計が開発されれば、中小規模事業体にとって、課題解決の一助になるのではないかと考える。

- ・ 下関市上下水道局の実態として、主要な配水系統の浄水場では、7項目を監視していたが、監視項目が多くなると、それに伴ってメンテナンス費用がかかることから、残留塩素濃度、濁度、色度の3項目のみに絞った経緯があり、そのことから残留塩素濃度の監視が重要であると考ええる。

➤ 大分市上下水道局 足立委員

- ・ 自動水質測定装置を導入する場合、費用が高額となってしまうことから、安価な小型水質計が開発されれば、中小規模事業体でも導入が進むのではないかと考える。また、自動水質測定装置を導入することで、NN モデルを活用した末端の水質管理も可能となり、職員が少ない事業体などでも省力化を図った適切な水質管理が可能になると考える。

➤ 岡山市水道局 今中委員

- ・ 水質監視で一番重要なのは、残留塩素濃度と考える。
- ・ 岡山市が所管する山間部の水道では、末端を連続して測定できていない場所があるため、安価で小型で可搬式の水質計が開発されれば、導入が可能となり、さらなる水質管理の向上につながると考える。
- ・ 常設の水質測定装置をたくさん設置しても、校正などのメンテナンスができなくて正しいデータが送られてこないと意味がない。残塩の連続した傾向が見えれば管理をするうえで大変参考になるので、常設ではなく、可搬式の水質計になれば、活用の幅が広がるのではないかと考える。

➤ 静岡市上下水道局 渡邊委員

- ・ 小型水質計については、例えば、蛇口さえあれば設置できるような小型の水質計を開発していただければ、需要もあり、適切な水質管理を実現できるのではないかと考える。

➤ 神奈川県企業庁 木村委員

- ・ 可能であれば、水質計の適切な設置箇所についての提案をしていただければ、中小規

模事業体としても、費用を抑えた適正管理を行うことができるのではないかと考える。

【議題 3】今後のスケジュール

資料Ⅲに基づき、今後のスケジュールについて、事務局より説明を行った。主なスケジュールは以下のとおり。

➤ 第 2 回 WG 会議について

- ・ 開催時期： 9 月 17 日（火） 9 時 30 分～12 時 00 分
- ・ 開催場所：水道技術研究センター 第 1 会議室
- ・ 出席者：研究代表者、研究分担者、JWRC

➤ 第 3 回 WG 会議について

- ・ 開催時期： 12 月 12 日（木） 9 時 30 分～12 時 00 分
- ・ 開催場所：水道技術研究センター 第 1 会議室
- ・ 出席者：研究代表者、研究分担者、JWRC

➤ 第 2 回 研究班会議について

- ・ 開催時期：11 月 13 日（水） 9 時 30 分～12 時 00 分
- ・ 開催場所：水道技術研究センター 第 1 会議室
- ・ 出席者：厚生労働省、研究代表者、研究分担者、事業体委員、JWRC

【議題 4】その他

- ・ これまでの取組状況や最終成果（案）を研究協力事業体へ報告・提案を行って意見等いただき、最終成果に反映することで、より良い成果にすることを目的にヒアリング調査を実施予定である。
- ・ ヒアリング調査時期は、9 月～10 月を予定している。
- ・ 日程調整や詳細については、今後、進めていく。
- ・ すべての研究協力者から、倫理教育受講証明書を受理した。

以 上

研究代表者 (佐々木技術顧問)	研究分担者 (安藤理事長)	予算執行管理者 (管路技術部長)	予算執行管理者

会 議 録

作成 武内

会議の名称	厚生労働科学研究費補助金による「人口減少社会における情報技術を活用した水質確保を含む管路網管理向上策に関する研究」 令和元年度 第2回研究会議																																				
開催日時	令和元年 11月13日(水) 9:30~12:00																																				
開催場所	水道技術研究センター 第1会議室																																				
出席者	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20%;">研究代表者</td><td>佐々木 史朗 (JWRC)</td></tr> <tr><td>研究分担者</td><td>安藤 茂 (JWRC)</td></tr> <tr><td>同</td><td>島崎 大 (国立保健医療科学院)</td></tr> <tr><td>同</td><td>長岡 裕 (東京都市大学)</td></tr> <tr><td>同</td><td>荒井 康裕 (首都大学東京)</td></tr> <tr><td>同</td><td>三宅 亮 (東京大学)</td></tr> <tr><td>研究協力者</td><td>木村 勇太 (神奈川県企業庁)</td></tr> <tr><td>同</td><td>渡邊 紀之 (静岡市上下水道局)</td></tr> <tr><td>同</td><td>今中 公政 (岡山市水道局)</td></tr> <tr><td>同</td><td>向野 邦彦 (下関市上下水道局)</td></tr> <tr><td>同</td><td>清塚 雅彦 (JWRC)</td></tr> <tr><td>同</td><td>中川 慶太 (JWRC)</td></tr> <tr><td>同</td><td>栗田 翔 (JWRC)</td></tr> <tr><td>同</td><td>川上 堯 (JWRC)</td></tr> <tr><td>同</td><td>武内 宝巨 (JWRC)</td></tr> <tr><td>オブザーバー</td><td>菖蒲 光徳 (厚生労働省)</td></tr> <tr><td>同</td><td>草川 祐介 (厚生労働省)</td></tr> <tr><td>Program Officer</td><td>武村 真治 (国立保健医療科学院)</td></tr> </table> <p style="text-align: right;">計 18 名</p> <p>※JWRC：水道技術研究センター</p>	研究代表者	佐々木 史朗 (JWRC)	研究分担者	安藤 茂 (JWRC)	同	島崎 大 (国立保健医療科学院)	同	長岡 裕 (東京都市大学)	同	荒井 康裕 (首都大学東京)	同	三宅 亮 (東京大学)	研究協力者	木村 勇太 (神奈川県企業庁)	同	渡邊 紀之 (静岡市上下水道局)	同	今中 公政 (岡山市水道局)	同	向野 邦彦 (下関市上下水道局)	同	清塚 雅彦 (JWRC)	同	中川 慶太 (JWRC)	同	栗田 翔 (JWRC)	同	川上 堯 (JWRC)	同	武内 宝巨 (JWRC)	オブザーバー	菖蒲 光徳 (厚生労働省)	同	草川 祐介 (厚生労働省)	Program Officer	武村 真治 (国立保健医療科学院)
研究代表者	佐々木 史朗 (JWRC)																																				
研究分担者	安藤 茂 (JWRC)																																				
同	島崎 大 (国立保健医療科学院)																																				
同	長岡 裕 (東京都市大学)																																				
同	荒井 康裕 (首都大学東京)																																				
同	三宅 亮 (東京大学)																																				
研究協力者	木村 勇太 (神奈川県企業庁)																																				
同	渡邊 紀之 (静岡市上下水道局)																																				
同	今中 公政 (岡山市水道局)																																				
同	向野 邦彦 (下関市上下水道局)																																				
同	清塚 雅彦 (JWRC)																																				
同	中川 慶太 (JWRC)																																				
同	栗田 翔 (JWRC)																																				
同	川上 堯 (JWRC)																																				
同	武内 宝巨 (JWRC)																																				
オブザーバー	菖蒲 光徳 (厚生労働省)																																				
同	草川 祐介 (厚生労働省)																																				
Program Officer	武村 真治 (国立保健医療科学院)																																				
議題	議題 4-1 第1回研究会議 議事録(案)について 議題 4-2 令和元年の研究最終成果について 議題 4-3 ヒアリング調査結果報告について 議題 4-4 研究成果申告書について 議題 4-5 今後のスケジュールについて																																				

	議題 4-6 その他
会議資料	<p>【資料Ⅰ】：令和元年度 第1回研究班会議 議事録（案）</p> <p>【資料Ⅱ-1】：令和元年度最終成果のまとめ（島崎先生・安藤理事長）</p> <p>【資料Ⅱ-2】：令和元年度最終成果のまとめ（荒井先生）</p> <p>【資料Ⅱ-3】：令和元年度最終成果のまとめ（長岡先生）</p> <p>【資料Ⅱ-4】：令和元年度最終成果のまとめ（三宅先生）</p> <p>【資料Ⅲ】：ヒアリング調査結果のまとめ</p> <p>【資料Ⅳ-1】 令和元年 研究成果申告書 様式</p> <p>【資料Ⅳ-2】 令和元年 研究成果申告書の提出スケジュールについて</p> <p>【資料Ⅴ】 今後のスケジュール</p> <p>【別添資料 1】：座席表</p> <p>【別添資料 2】：出欠名簿</p> <p>【別添資料 3】：IWA-ASPIRE 報告</p>
会議内容（決定・確認事項、発言内容、決定理由、発言者（敬称略）など）	
<p>【議題 1】 令和元年度第1回研究班会議 議事録（案）について 資料1に基づき、JWRC より令和元年度第1回研究班会議議事録（案）について説明を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 特に質疑事項等は無く、正式に議事録として承認された。 <p>【議題 2】 令和元年の研究最終成果について 資料Ⅱに基づき、各研究分担者より令和元年の研究最終成果について報告を行った。</p> <p><資料Ⅱ-1> 【島崎先生・安藤理事長資料】 担当：島崎先生 資料Ⅱ-1に基づき、島崎先生より令和元年の研究最終成果における既存技術の調査について報告を行った。</p> <p>■ 【説明】 島崎先生より説明を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 送配水管における水質管理等の課題の抽出では、最終成果として遠隔監視装置に求めるニーズ及び毎日検査におけるデータの活用方法等の素案をまとめた。 ・ 送配水管における水質管理等の既存技術の調査は、小型水質計の開発に反映可能な技術整理、実用化が期待できるシーズ整理を行った。 ・ 遠隔監視装置に求めるニーズについては、人手による維持管理の省力化やイニシャルコストの低減化が求められていた。また、遠隔監視システムは、操作が煩雑で使用できる担当者が限られているため、誰にでも容易に操作可能なシステム開発が求められていた。 ・ 毎日検査におけるデータ活用方法の提案については、蓄積データをトレンド化して季節・水温等に応じた傾向把握やトレンドに応じた塩素注入量の調整による残留塩素濃度の低減化・適正化、データ可視化による情報共有を素案としてまとめた。 ・ 期待される効果として、毎日検査結果の有効活用による水質の維持向上及び水質管理の適正化と残留塩素濃度の低下傾向に応じて速やかに塩素注入強化や排水等の対策を ・ 施し、その効果を速やかに確認するといった予防的・即時的な水質管理が可能となる。 ・ 企業ヒアリング調査から既存技術の調査と適用性に関する検討を行った。遠隔操作に 	

よる水質計校正やメンテナンスの全自動化については、水質検査機器で採用している測定手法は、告示法を順守する必要があり、連続測定器による側手結果を手分析による結果と比較し、一致しない場合は手分析値に合わせこむことが要求されていることから、現時点では全自動化によるメンテナンスは難しいことが明らかとなった。

- ・ 機器のコンパクト化については、測定項目を絞れば小型化することは可能であるが、機器自体は必要部材で構成されているため、小型化については限定的であることが明らかとなった。
- ・ 定期メンテナンスの適切な時期を水道水質の汚れ具合によって予測判断する自己診断機能を搭載した機器開発では、「汚れ具合」の基準設定が難しいことや機器自体の故障予備点検も含めての定期メンテナンスのため、「汚れ具合」の指標だけでは定期メンテナンスの適正化は難しいことが明らかとなった。
- ・ 将来的に実用化が期待できるシーズについて、導電率の測定機器（ポータブルタイプ）はメンテナンスフリーであるため、残留塩素濃度の測定に代わる指標として活用できれば、維持管理による省力化を図ることが可能となる技術であることが明らかとなった。ただし、導電率と残留塩素の相関性を明らかにする必要がある。

■ 【発言】事業体委員より意見、発言があった。

➤ 下関市上下水道局 向野委員

- ・ 導電率と残留塩素濃度の相関は、単管路については相関性を見出すことは可能性としてあると思うが、管路延長が長く複雑になれば、相関性を見出すことは難しいのではないかと考える。

➤ 静岡市上下水道局 渡邊委員

- ・ 導電率や様々な水質項目を測定監視し、相関性を明らかにすることは水質管理やデータ蓄積として有効であると思うが、手間とコストを天秤にかけたときに、中小規模事業体などでは厳しいのではないかと考える。

資料Ⅱ-2に基づき、荒井先生より令和元年の研究最終成果における送配水管の水質等の変化予測について報告を行った。

■ 【説明】荒井先生より説明を行った。

- ・ NN モデルに入力する浄水場出口残留塩素濃度データを段階的（ $-0.05 \Rightarrow -0.10 \Rightarrow -0.15 \Rightarrow -0.20$ ）に減少させた場合、末端での残留塩素濃度消費幅がどのように変化するかシミュレーションを実施した。このシミュレーションを行うことで、浄水場出口での塩素注入量をどの程度、低減可能か推定することが可能となる。
- ・ 今回、検証を行うために活用した訓練データは、2016年7月10日～7月23日のデータを活用してモデルを構築した。テストデータは、2016年7月24日～7月31日のデータを活用してシミュレーションを実施した。
- ・ 学習条件は、ユニット数を増やすと推定値の増減がより表現されやすくなったため、前回の12ユニットから200ユニットに変更して検証を行った。
- ・ 訓練期間の短縮に伴い、バッチサイズは72から24、エポック数は500から100へ小

さく設定した。

- ・ 「時間遅れ」という表現を「時間差」と改めた。
- ・ 検証期間の前半頃（2016年7月24日～28日）までは、 $\pm 0.1\text{mg/L}$ 程度の誤差で推定することが可能であることが示された。
- ・ 後半（2016年7月29日～31日）は、残留塩素濃度消費幅の誤差が大きくなっているが、安全側に推定されたことが明らかとなった。
- ・ 構築した推定モデルを活用して、段階的に入力データである残留塩素濃度 B_t を減少させた場合、それに応じて残留塩素濃度消費幅も減少することが明らかとなった。また、残留塩素濃度消費幅を個人宅残留塩素濃度 C_t に差し引くと、同様に低下していくことが証明された。
- ・ シミュレーションの結果から、末端残留塩素濃度 C_t が管理目標値 0.28mg/L （モデル推定値の推定誤差を考慮して設定）の下限より低下する期間も存在することが明らかとなった。
- ・ このモデルを活用することで、浄水場残留塩素濃度 B_t をどの程度まで低減すればよいかを検討することが可能であることが示された。
- ・ 補足として、訓練データを2ヵ月学習させて場合の検証も実施した。検証結果では、残留塩素濃度消費幅の推定値の取り得る範囲が広くなり、推定精度が低下したことが明らかとなった。これは、長期間学習させたことで季節変動を考慮した推定結果となったため、推定幅が大きくなったと考える。

■ 【意見】 研究代表者、研究分担者、事業体委員より意見、発言があった。

➤ 国立保健医療科学院 島崎先生

- ・ 管理目標値の下限値 0.28mg/L は、どのように設定したのか。
⇒初年度の検討内容を踏まえ、個人宅末端の残留塩素濃度 0.2mg/L （給水栓までの消費分を加味した設定値）に推定誤差 0.08mg/L を考慮した値である。（NNモデルの推定誤差を基準にする場合、 0.08 ではなく 0.1 に設定するのが適切）（荒井先生）

➤ 東京都市大学 長岡先生

- ・ NNモデルの構築は、四季を考慮した場合、1年を通したデータを活用して構築すべきだと考えるがどうか。
⇒長期間のデータを活用してNNモデルを構築した場合、推定誤差が大きくなる懸念がある。本来は、1年を通したビッグデータを活用してNNモデルを構築することが理想ではあるが、季節ごとに分けて構築する方が推定精度としては高くなる。（荒井先生）
⇒推定モデルでは長期の予測は必要なく、少なくとも1週間先の推定値が予測できれば、フィードフォワード制御を行うことが可能だと考える。（佐々木顧問）

➤ 岡山市水道局 今中委員

- ・ 推定モデルを一般化するためには、学習条件の設定を容易することが必要であると考ええる。設定や構築が容易になれば、職員でもNNモデルを構築することが可能となり、中小規模事業体でも導入しやすくなるのではないかと考える。

資料Ⅱ-3に基づき、長岡先生より令和元年の研究最終成果における送配水管の水質等の変化実証について報告を行った。

■ 【説明】長岡先生より説明を行った。

- ・ 新規実証フィールドの So 浄水場が台風 19 号により被災し、浄水場が停止している。そのため、Ta 浄水場から配水を行っているが、通常の配水と逆送して配水しており、今後の採水調査が困難な状況である。
- ・ 残りの研究期間では、Ta 浄水場での採水調査を行うこととする。
- ・ So 浄水場系統での流下距離と残留塩素濃度の関係では、Ti 配水池まで流下距離に応じた残留塩素濃度が微増している結果となったが、試料水は水塊を追っていないためだと考える。また、Ti 配水池から先の残留塩素濃度は配水池の流入が間欠的であり、配水池内での水の滞留による塩素消費されたことが原因だと考えられる。
- ・ Ti 配水池流入までは、浄水と比較して Al 濃度の上昇がみられるが、配水池出口以降は減少した結果が示された。原因は不明である。
- ・ FT-IR 分析では、 1650cm^{-1} と 3300cm^{-1} 付近にピーク高さが示されており、他の採水箇所においても同様にピーク高さが示されていることから、たんぱく質由来の微粒子が発生していることが明らかとなった。
- ・ 荒井先生とのシミュレーションの実証を行う予定であったが、So 浄水場系統が停止しており、厳しい状況である。今後、荒井先生が取り組む研究とどのように関連させて研究成果を示していくのか検討する。

■ 【意見・発言】研究代表者、研究分担者、事業体委員より意見、発言があった。

➤ 神奈川県企業庁 木村委員

- ・ So 浄水場の被害状況は、台風 19 号により取水口が土砂に埋まってしまい、浄水場近くで大規模な土砂崩れや配管等に被害があったため停止している。令和 2 年に So 浄水場は停止予定であったため、前倒しした形で廃止し、今後復旧は考えていない。

➤ 水道技術研究センター 佐々木技術顧問

- ・ 水塊を追うような採水調査を行うことはどうか。
⇒水塊を追った採水調査を行うとなると、採水箇所には人員配置して調査を行う必要があり、現状の研究班体制では厳しい。(長岡先生)

➤ 東京大学 三宅先生

- ・ XRF 分析の検証結果において、炭素が上昇しているがなぜか。
- ・ ⇒炭素が増加した理由については不明であるが、PVDF 膜ろ過の膜素材が要因ではないかと考える。(長岡先生)

資料Ⅱ-4に基づき、三宅先生より令和元年の研究最終成果における小型水質計の開発及び実証について報告を行った。

■ 【説明】三宅先生より説明を行った。

- ・ 9 月に実施した屋外での実証実験結果のまとめ報告を行った。実証実験では、水道からの引込部の漏水が発生し、採水ができなかったことを踏まえて、水道からの引込管の強度増加と漏水等の事故発生時の遠隔での状況把握を対応策として抽出した。
- ・ 管路内での試料水長期滞留による塩素濃度の減少を防ぐため、フラッシュ採水方式と一次貯留槽の連動実装を行うことを対策案とした。
- ・ 通信環境の改良については、水質計と末端ゲートウェイとの間に外部障害物を設置して、

通信到達距離 (0m, 10m, 20m, 50m, 100m) の評価を実施した。障害物 (金属層) がない場合、水質計の通信制御部から末端ゲートウェイまで 100m 程度、通信可能であることが明らかとなった。

- ・ 障害物 (金属層) を 1 層はさむと、通信距離は 20m 程度まで通信可能であったが、通信距離が 50m の場合、データの欠損がみられた。
- ・ 障害物 (金属層) が 3 層の場合では、通信距離が 10m の場合においてもデータ欠損等の障害がみられた。検証結果より、障害物があると極端に通信到達距離が減少することが明らかとなった。
- ・ 通信データの安全性向上のため、データの暗号化処理を行う検証を実施した。検証結果では、データを暗号化する際の所要時間が 10 分程度かかり、暗号化する際の複合化処理が処理時間に影響を与えていると考えられる。
- ・ 給電環境の整備では、従来のノート PC をゲートウェイとして使用すると、消費電力 (MAX : 60W) が大きいため、消費電力の少ないスティック PC (MAX : 10W) に代替して消費電力持続性の検討を実施した。
- ・ 最終成果として、実フィールド検証に基づく水質計性能諸元及び活用方針 (利用法、配置案、計測頻度等) について提案を行う。

■ 【意見】 研究代表者、研究分担者、事業体委員、厚生労働省より意見、発言があった。

➤ 水道技術研究センター 佐々木技術顧問

- ・ 通信システムについてはどのような仕組みを考えているか。

⇒水質計から末端ゲートウェイまでは有線によるデータ送信を行い、ゲートウェイから先は公衆回線を使用してデータ送信することを考えている。(三宅先生)

➤ 国立保健医療科学院 島崎先生

- ・ 暗号化処理はどの段階で行っているのか。

⇒暗号化処理については、水質計で行っている。(三宅先生)

➤ 岡山市水道局 今中委員

- ・ 屋外での実証実験中に雷の影響等はどうだったか。

⇒水質計を屋外設置した期間が短く、天候変化までは把握できていないため、雷の影響があったかは不明である。(三宅先生)

➤ 神奈川県企業庁 木村委員

- ・ 今後、屋外での追加実証実験は考えているか。

⇒検証したいと考えているが、高温下での性能検証評価を検証目的のひとつとしていたため、夏季期間を過ぎたこの時期に実証実験を行うかどうかは今後検討する。(三宅先生)

➤ 厚生労働省 水道課 菖蒲課長補佐

- ・ 研究内容はおおむね、進捗とおりに進んでおり、研究内容についても非常に有意義なものであると考える。また、水道法が改正されて、基盤強化が謳われている中で基盤強化につながる施策、将来的に転用活用できるような研究成果を出していただければと考える。

➤ 国立保健医療科学院 武村様

- ・ 研究進捗状況については、進捗とおりに進んでいると感じる。残りの研究期間においても引き続き、研究成果に向けて取り組んでいただければと考える。

【議題 3】 ヒアリング調査報告について

資料Ⅲに基づき、JWRC より静岡市上下水道局、岡山市水道局でのヒアリング調査結果の報告を行った。

■ 【説明】 中川部長より説明を行った。

- ・ 静岡市上下水道局、岡山市水道局でのヒアリング調査結果について、報告を行った。

【議題 4】 研究成果申告書、研究計画書（継続申請用）について

資料Ⅳ-1、Ⅳ-2に基づき、JWRC より研究成果申告書作成依頼について、説明を行った。

■ 【説明】 武内研究員より説明を行った。

- ・ 研究成果申告書の「目標・成果物」及び「目標・成果物の達成状況(3年目評価時点)」の記載を12月4日(水)までに作成いただきたい。
- ・ 「資料集」へ添付する達成状況を証明する資料についても作成を行うこと。
- ・ 研究成果申告書の提出目途としては、12月26日(木)とする。

【議題 5】 今後のスケジュール

資料Ⅴに基づき、今後のスケジュールについて、事務局より説明を行った。主なスケジュールは以下のとおり。

➤ 第3回 WG 会議について

- ・ 開催時期：12月12日(木)9時30分～12時00分
- ・ 開催場所：水道技術研究センター 第1会議室
- ・ 出席者：研究代表者、研究分担者、JWRC

➤ 第3回研究班会議について

- ・ 開催時期：2月26日(水)14時00分～17時00分
- ・ 開催場所：水道技術研究センター 第1会議室
- ・ 出席者：厚生労働省、研究代表者、研究分担者、事業体委員、JWRC

【議題 6】 その他

- ・ IWA-ASPIRE (香港)にて、厚労科研の一部内容を発表した。詳細については、別添資料3を参照すること。

以上

研究代表者 (佐々木技術顧問)	研究分担者 (安藤理事長)	予算執行管理者 (管路技術部長)	予算執行管理者

会 議 録

作成 武内

会議の名称	厚生労働科学研究費補助金による「人口減少社会における情報技術を活用した水質確保を含む管路網管理向上策に関する研究」 令和元年度 第2回研究会議																														
開催日時	令和2年2月26日(水) 14:00~17:30																														
開催場所	水道技術研究センター 第1会議室																														
出席者	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">研究代表者</td> <td>佐々木 史朗 (JWRC)</td> </tr> <tr> <td>研究分担者</td> <td>安藤 茂 (JWRC)</td> </tr> <tr> <td>同</td> <td>島崎 大 (国立保健医療科学院)</td> </tr> <tr> <td>同</td> <td>長岡 裕 (東京都市大学)</td> </tr> <tr> <td>同</td> <td>荒井 康裕 (首都大学東京)</td> </tr> <tr> <td>同</td> <td>三宅 亮 (東京大学)</td> </tr> <tr> <td>研究協力者</td> <td>木村 勇太 (神奈川県企業庁)</td> </tr> <tr> <td>同</td> <td>渡邊 紀之 (静岡市上下水道局)</td> </tr> <tr> <td>同</td> <td>今中 公政 (岡山市水道局)</td> </tr> <tr> <td>同</td> <td>向野 雅彦 (下関市上下水道局)</td> </tr> <tr> <td>同</td> <td>清塚 雅彦 (JWRC)</td> </tr> <tr> <td>同</td> <td>中川 慶太 (JWRC)</td> </tr> <tr> <td>同</td> <td>栗田 翔 (JWRC)</td> </tr> <tr> <td>同</td> <td>川上 堯 (JWRC)</td> </tr> <tr> <td>同</td> <td>武内 宝巨 (JWRC)</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">計 15 名</p> <p>※JWRC：水道技術研究センター</p>	研究代表者	佐々木 史朗 (JWRC)	研究分担者	安藤 茂 (JWRC)	同	島崎 大 (国立保健医療科学院)	同	長岡 裕 (東京都市大学)	同	荒井 康裕 (首都大学東京)	同	三宅 亮 (東京大学)	研究協力者	木村 勇太 (神奈川県企業庁)	同	渡邊 紀之 (静岡市上下水道局)	同	今中 公政 (岡山市水道局)	同	向野 雅彦 (下関市上下水道局)	同	清塚 雅彦 (JWRC)	同	中川 慶太 (JWRC)	同	栗田 翔 (JWRC)	同	川上 堯 (JWRC)	同	武内 宝巨 (JWRC)
研究代表者	佐々木 史朗 (JWRC)																														
研究分担者	安藤 茂 (JWRC)																														
同	島崎 大 (国立保健医療科学院)																														
同	長岡 裕 (東京都市大学)																														
同	荒井 康裕 (首都大学東京)																														
同	三宅 亮 (東京大学)																														
研究協力者	木村 勇太 (神奈川県企業庁)																														
同	渡邊 紀之 (静岡市上下水道局)																														
同	今中 公政 (岡山市水道局)																														
同	向野 雅彦 (下関市上下水道局)																														
同	清塚 雅彦 (JWRC)																														
同	中川 慶太 (JWRC)																														
同	栗田 翔 (JWRC)																														
同	川上 堯 (JWRC)																														
同	武内 宝巨 (JWRC)																														
議題	<p>議題 4-1 第2回研究会議 議事録(案)について</p> <p>議題 4-2 3ヵ年研究の最終成果について</p> <p>議題 4-3 総括分担報告書及び総合報告書の作成について</p> <p>議題 4-4 その他</p>																														
会議資料	<p>【資料Ⅰ】：令和元年度 第2回研究会議 議事録(案)</p> <p>【資料Ⅱ-1】：最終成果のまとめ(島崎先生・安藤理事長)</p> <p>【資料Ⅱ-2】：最終成果のまとめ(荒井先生)</p> <p>【資料Ⅱ-3】：最終成果のまとめ(長岡先生)</p>																														

	<p>【資料Ⅱ-4】：最終成果のまとめ（三宅先生）</p> <p>【資料Ⅲ-1】：報告書作成についての説明資料</p> <p>【資料Ⅲ-2】：令和元年度 総括分担報告書 作成要綱</p> <p>【資料Ⅲ-3】：令和元年度 総合報告書 フォーマット（科学院省提出用）</p> <p>【資料Ⅲ-4】：令和元年度 総合報告書 フォーマット（厚労省提出用）</p> <p>【資料Ⅲ-5】：令和元年度 総括分担及び総合報告書作成スケジュール</p> <p>【別添資料 1】 座席表</p> <p>【別添資料 2】 出欠名簿</p> <p>【別添資料 3】 平成 28 年度 総合報告書（保健医療科学院提出用）</p> <p>【別添資料 4】 平成 28 年度 総合報告書（厚生労働省提出用）</p>
<p>会議内容（決定・確認事項、発言内容、決定理由、発言者（敬称略）など）</p>	
<p>【議題 1】 令和元年度第 2 回研究会議 議事録（案）について 資料 1 に基づき、JWRC より令和元年度第 2 回研究会議議事録（案）について説明を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 特に質疑事項等は無く、正式に議事録として承認された。 <p>【議題 2】 3 カ年研究の最終成果について 資料Ⅱに基づき、各研究分担者より 3 カ年研究の研究最終成果について報告を行った。</p> <p><資料Ⅱ-1> 【島崎先生・安藤理事長資料】 担当：島崎先生 資料Ⅱ-1 に基づき、島崎先生より 3 カ年研究の研究最終成果について、送配水管における水質管理等の課題の抽出及び既存技術の調査について報告を行った。</p> <p>■ 【説明】 島崎先生より説明を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 送配水管における水質管理等の課題の抽出では、平成 29、30 年度に実施した事業体ヒアリング調査結果等を踏まえ、遠隔監視制御装置に求めるニーズ及び毎日検査におけるデータの活用方法等の最終成果の取りまとめを行った。 ・ 遠隔監視制御装置に求めるニーズは、装置の小型化、装置の設定変更・操作の容易化、コスト低減化を提案事項とした。 ・ これら遠隔監視制御装置に求めるニーズを実現できれば、遠隔監視制御装置の普及促進につながるとともに、水質管理の適正化・省力化の両立が実現でき、水質の確保及び維持管理業務の向上が期待される。 ・ 毎日検査におけるデータ活用方法の提案では、蓄積データをトレンド化して季節等に応じた傾向把握、トレンドに応じた塩素注入量調整による残塩濃度の適正化、データ可視化による情報共有、現状把握、住民からの苦情が来た際の事象確認を提案事項として取りまとめた。 ・ これら提案事項を活用することで、毎日検査結果の有効活用による水質の維持向上及び水質管理の適正化、残留塩素濃度の低下傾向に応じて速やかに塩素注入量の強化、排水等の対策を施すことが可能となり、その効果を速やかに確認するといった予防的・即時的な水質管理が期待される。ただし、毎日検査データを活用するためには、トレンド化作業や一定期間のデータ（最低でも 1 カ年分）確保、データ可視化に伴う作業人員の確保等が課題である。 	

- ・ 送配水管における水質管理等の既存技術の調査は、小型水質計の開発に反映可能な既存技術整理、実用化が期待できるシーズ整理を行い、適用性に関する検討を実施した。
- ・ 既存技術の適用性に関する検討では、送配水管における水質、水圧管理等の機器やシステム及び管内水質管理等の業務の遠隔化・省力化等につながる技術として遠隔操作による校正やリモートメンテナンス機能、機器の小型化による可搬式装置、メンテナンス（清掃、点検、校正作業）の適切な時期を水質のコンディションベースで予測判断する自己診断機能、残留塩素濃度の低下傾向に応じた排水機能が確認された。
- ・ これら技術の適用性に関する検討結果では、残留塩素濃度の低下傾向に応じた排水機能等、すでに水道分野へ適用されている技術もあるが、その他の技術については、水道分野へ適用する上で技術的ハードルや開発に伴うコスト増加等の課題を抱えていることを確認した。
- ・ 送配水管における水質管理等の既存技術の調査のまとめとして、事業体が求めるニーズ把握及び企業シーズと開発方向性について知見を得ることができた。また、将来的に水道分野へ適用することで水質悪化の予防保全や維持管理の省力化に寄与する技術が明らかとなった。
- ・ その他、別研究テーマである小型水質計の開発との連携を図り、将来的な開発の方向性を示すことができた。
- ・ 取組課題を踏まえた今後の方針では、企業がもつシーズ技術を活用した毎日検査等、水質管理の強化に向けて、ICT 技術を活用した連続監視による精度向上、水質ビッグデータを活用した水質予測制御、水質異常時の早期警報および迅速対応の3つを提案事項として取りまとめた。

■ 【発言】研究代表者、研究分担者、事業体委員より意見、発言があった。

➤ 下関市上下水道局 向野委員

- ・ 毎日検査の提案事項については、データを可視化することで水道事業者の水質管理に対する意識が高まり、水質管理の向上につながるきっかけとなるのではないかと考える。

➤ 東京都市大学 長岡先生

- ・ 遠隔監視制御装置の導入コストと導入効果等、B/Cに関する文献等はあるのか。
⇒B/C等示すことができれば理想的ではあるが、文献調査の中では見受けられなかった。（島崎先生）

➤ 静岡市上下水道局 渡邊委員

- ・ これまでの事業体ヒアリング調査では、毎日検査方法として、手分析による測定と遠隔監視制御装置による測定はどちらが多い傾向であったか。また、装置の導入促進に向けて、必要なことはなにか。
⇒手分析による測定と遠隔監視制御装置による測定は、事業体によって異なるため、一概には言えない。（島崎先生）
⇒装置の導入促進に向けて、末端まで適正な水質管理を図っていくことを意識することが重要であると考え。（島崎先生）

➤ 水道技術研究センター 佐々木技術顧問

- ・ 毎日検査のあり方については、どう考えるか。
⇒ICT 技術を活用することで毎日検査方法のグレードアップを図っていくことが望ましいと考える。(島崎先生)

資料Ⅱ-2に基づき、荒井先生より3ヵ年研究の研究最終成果における送配水管の水質等の変化予測について報告を行った。

■ 【説明】荒井先生より説明を行った。

- ・ 既存測定データによる基本統計量の把握と相関分析では、浄水場残塩 Bt と個人宅残塩 Ct の差分を「残塩減少幅 Dt」と定義し、これをモデル化した。
- ・ 残塩減少幅 Dt との相関分析により、NN モデルの説明変数（時間差）を決定した。
- ・ 説明変数は、11 時間までの時間差を考慮した浄水場残塩濃度、2 時間までの時間差を考慮した個人宅水温、5 時間までの時間差を考慮した浄水場流量とした。
- ・ 検証を行うために活用した訓練データは、2016 年 7 月 10 日～7 月 23 日のデータを活用してモデルを構築した。テストデータは、2016 年 7 月 24 日～7 月 31 日のデータを活用してシミュレーションを実施した。
- ・ 学習条件は、ユニット数を増やすと推定値の増減がより表現されやすくなったため、前回の 12 ユニットから 200 ユニットに変更して検証を行った。
- ・ 訓練期間の短縮に伴い、バッチサイズは 72 から 24、エポック数は 500 から 100 へ小さく設定した。
- ・ 検証期間の前半頃（2016 年 7 月 24 日～28 日）までは、±0.1mg/L 程度の誤差で推定することが可能であることが示された。後半（2016 年 7 月 29 日～31 日）は、残留塩素濃度消費幅の誤差が大きくなっているが、安全側に推定されたことが明らかとなった。
- ・ 予測モデル構築における自動測定計器の測定データ活用に関する検討では、NN モデルに入力する浄水場出口残留塩素濃度データを段階的（-0.05⇒-0.10⇒-0.15⇒-0.20）に減少させた場合、末端での残留塩素濃度消費幅がどのように変化するかシミュレーションを実施した。
- ・ 段階的に入力データである残留塩素濃度 Bt を減少させた場合、それに応じて残留塩素濃度消費幅も減少することが明らかとなった。また、残留塩素濃度消費幅を個人宅残留塩素濃度 Ct に差し引くと、同様に低下していくことが明らかとなった。
- ・ シミュレーションの結果から、末端残留塩素濃度 Ct が管理目標値 0.28mg/L（モデル推定値の推定誤差を考慮して設定）の下限より低下する期間も存在することが明らかとなった。
- ・ このモデルを活用することで、浄水場残留塩素濃度 Bt をどの程度まで低減すればよいかを検討することが可能であることが示された。
- ・ 補足として、訓練データを 2 ヶ月学習させて場合の検証も実施した。検証結果では、残留塩素濃度消費幅の推定値の取り得る範囲が広くなり、推定精度が低下したことが明らかとなった。これは、長期間学習させたことで季節変動に伴う変動幅が大きくな

ったことが原因と考える。

- ・ 異なる地域のデータを用いた NN モデルの汎用性の検討を行った。検討条件は、地域 2 種類（鎌沢浄水場、底沢浄水場）、時間差の調整 2 種類（調整有り、調整無し）、訓練期間 3 種類（1 週間、2 週間、1 ヶ月）とし、これらを考慮した全 12 パターンで比較検討を行った。また、時間差の調整とは、相互相関コログラムから最適だと判断した時間差を説明変数に適用することを示している。
- ・ 訓練期間 3 種類については、2 週間の訓練期間を 2016 年 7 月 10 日～7 月 23 日、1 週間の訓練期間を 2016 年 7 月 17 日～7 月 23 日、1 ヶ月間の訓練期間を 2016 年 6 月 24 日～7 月 23 日とした。
- ・ 説明変数の浄水場残留塩素濃度については、11 時間前までの遡行平均をとったところ、時系列の整合性、精度ともに向上したため、遡行平均を適用した。
- ・ パターンの訓練期間での精度比較したところ、鎌沢浄水場では時間差調整を行ったほうが、精度向上したが、底沢浄水場では調整無しのほうが若干、精度が向上したことが示されたが、両地域では、同程度の精度が得られた。
- ・ 異なる地域のデータを用いて検討し、訓練期間での精度を比較した結果、提案するアプローチの汎用性が確認できた。
- ・ 提案したアプローチは、必要とするデータを最小限に留めているため、多くの事業体で適用する可能性は高いと言える。
- ・ 精度の面では改善の余地が残されていると考える。さらなる精度向上を図るためには、リカレントニューラルネットワークの一種である Long shortterm memory (LSTM) モデルの援用等が有用と考えられる。

■ 【意見】研究分担者、事業体委員より意見、発言があった。

➤ 東京都市大学 長岡先生

- ・ 訓練期間はいつの時期のデータを使用しているか。また、時間差調整無しの方が説明変数が多いが、精度低下する要因はなにか。
⇒訓練期間については、1 週間の訓練期間を 2016 年 7 月 17 日～7 月 23 日、2 週間の訓練期間を 2016 年 7 月 10 日～7 月 23 日、1 ヶ月間の訓練期間を 2016 年 6 月 24 日～7 月 23 日とした。（荒井先生）
⇒説明変数の多い時間差調整無しの方が訓練期間の精度が低下する要因については、後日、回答する。（荒井先生）

➤ 下関市上下水道局 向野委員

- ・ 訓練期間が短い方が精度向上しているが、要因はなにか。
⇒訓練期間が長くなると、季節性の変動幅が大きくなり、それに伴い予測幅も大きくなるためだと考える。（荒井先生）

資料Ⅱ-3 に基づき、長岡先生より 3 ヶ年研究の研究最終成果における送配水管の水質等の変化実証について報告を行った。

■ 【説明】長岡先生より説明を行った。

- ・ 新規実証フィールドの底沢浄水場では、3回ほど採水調査を行ったが、台風19号により被災し、採水調査が困難な状況となった。
- ・ 残りの研究期間では、谷ヶ原浄水場での採水調査を行った。
- ・ 測定項目は、残留塩素、E260、TOC、水温、圧力、膜ろ過抵抗（ $0.45\mu\text{m}$ または $0.5\mu\text{m}$ ）、濁質元素組成、濁質FT-IRとした。また、測定方法は元素分析、FT-IR分析を実施した。
- ・ FT-IR分析では、 1650cm^{-1} と 3300cm^{-1} 付近にピーク高さが示されており、他の採水箇所においても同様にピーク高さが示されていることから、たんぱく質由来の微粒子が発生していることが明らかとなった。
- ・ 残留塩素濃度低減速度とNNモデルで予測した残留塩素消費幅の比較を行い、連携を図ったところ、おおむね、一致していた。
- ・ 送配水管の流下に伴う残留塩素消費速度が水温の影響を強く受けることを確認した。
- ・ 残留塩素低減速度の実測値は、予測モデルによる値と整合性のあるものとなり、予測モデルの妥当性およびモデルの結果の配水管延長内での内挿が可能であることを示した。
- ・ 送配水管内では、微細な粒子（ $0.5\mu\text{m}$ 以上）の濃度が増加している傾向を確認した。
- ・ 管内ではたんぱく質などの有機物が発生していると推定された。
- ・ 提言として、送配水管の末端において、残留塩素を自動計測することによってモデルを構築し、浄水場から流下方向の残留塩素濃度の挙動を予測することができる。ただし、途中の配水池や他系統からの合流の影響等に留意する必要がある。
- ・ 送配水管の定期的な維持管理（洗管など）の必要性について、今後、考慮する必要がある。

■ 【意見・発言】研究分担者、事業体委員より意見、発言があった。

➤ 国立保健医療科学院 島崎先生

- ・ 残留塩素低減速度（実測値とモデルによる予測値との比較）グラフにおいて、水温データの測定箇所が実測値と予測値で異なる（浄水場出口水温と個人宅末端水温）ことから、どちらかの水温データに合わせて表現してはどうか。
⇒個人宅末端の水温データを浄水場出口水温に合わせて表現する。（長岡先生）

➤ 岡山市水道局 今中委員

- ・ 残留塩素濃度が流下距離に応じて上昇している箇所が見られるが、なぜか。また、残留塩素計は同じ計器を使用しているのか。
⇒水塊を追って採水調査を行っていないため、上昇している原因については不明である。（長岡先生）
⇒水質計は同様のものを使用して測定している。（木村委員）

資料Ⅱ-4に基づき、三宅先生より3ヵ年研究の研究最終成果における小型水質計の開発及び実証について報告を行った。

■ 【説明】三宅先生より説明を行った。

- ・ これまでの実証実験では、泡かみ判断プロトコルの搭載や試薬バッグの耐久性向上等、改良を重ね、検証を実施した。
- ・ 通信環境の改良については、水質計と末端ゲートウェイとの間に外部障害物を設置して、通信到達距離（0m, 10m, 20m, 50m, 100m）の評価を実施した。障害物（金属層）がな

い場合、水質計の通信制御部から末端ゲートウェイまで 100m 程度、通信可能であることが明らかとなった。

- ・ 障害物（金属層）を 1 層はさむと、通信距離は 20m 程度まで通信可能であったが、通信距離が 50m の場合、データの欠損がみられた。
- ・ 障害物（金属層）が 3 層の場合では、通信距離が 10m の場合においてもデータ欠損等の障害がみられた。検証結果より、障害物があると極端に通信到達距離が減少することが明らかとなった。
- ・ まとめとして、小型水質計の実フィールド設置に向けた外装・採取部の開発と評価を行った。
- ・ 最終成果では、実フィールド検証に基づく水質計性能諸元及び活用方針（利用法、配置案、計測頻度等）について取りまとめた。

■ 【意見】 研究分担者、事業体委員より意見、発言があった。

➤ 岡山市水道局 今中委員

- ・ コスト低減化等を考慮して、通信しない方法もあると考える。また、測定周期については、1 時間に 1 回程度でよいと考える。

➤ 水道技術研究センター 安藤理事長

- ・ 管網管理の観点から、水圧や流量等も測定可能となれば、実用化の実現に近づくのではないかと考える。

【議題 4】 総括分担報告書及び総合報告書の作成について

資料Ⅲに基づき、JWRC より総括分担報告書及び総合報告書の作成について、報告を行った。

■ 【説明】 武内より説明を行った。

- ・ 令和元年度総括分担報告書及び総合報告書の作成スケジュールは、資料Ⅲ-5 に示すとおりである。
- ・ 分担報告書及び総合報告書（厚労省提出用）については、研究要旨、研究目的、研究方法、研究成果、考察、結論を科学院から通知された留意事項を踏まえて、作成すること。
- ・ 作成形式（文体、フォントの大きさ等）については指定されていないが、統一した形式で提出を行うため、あらかじめ JWRC にて作成形式を決定した。分担報告書作成時には、JWRC 指定の形式を踏まえて、作成を行うこと。（資料Ⅲ-2 参考）
- ・ 分担報告書（第 1 稿）及び総合報告書（第 1 稿・科学院提出用）の提出期限は、3 月 9 日（月）とする。
- ・ 総合報告書（第 1 稿・厚労省提出用）の提出期限は、3 月 19 日（木）17 時までとする。

以上