

RC賞受賞記念講演会

岩国工場排水SS上昇要因 活性汚泥安定化 活動の成果

三井化学株式会社

岩国大竹工場製造 1 部環境課

安井 克簡 (現：生産・技術本部安全・環境技術部保安技術G)

2022年7月5日

1. 概要
2. 処理水SS濃度安定化 解析手順
3. データ解析結果
4. 運転改善案と現状の結果
5. まとめ

1. 概要

課題

岩国工場では、プラント排水を活性汚泥（2AS）で処理（バクテリアによる処理）してから、海域へ放流している。
2AS不調時、2ASから排出される排水（処理水）中のSS（不溶性浮遊成分（汚濁成分を含む））が上昇し、SS濃度の協定値(25mg/L)を超過する懸念があった。
コンプライアンス違反に繋がる可能性があり、工場にとって大きな環境リスク

方策

プロセスシステム技術Gとコワークし、統計的解析手法（SPSSモデラー*を用いてランダムフォレスト、決定木法による解析を実施）を用い、活性汚泥の運転条件とSS濃度の相関性を検討した。 *参考資料に記載

結果

検討結果を基に運転安定化し、排水性状を安定化させることで**環境リスクを低減**

2. 処理水SS濃度安定化 解析手順

処理水SS濃度安定化の解析は、大きく傾向が異なる運転期間ごとに**グループ分け（クラスタリング）**して、それぞれのグループ（データセット）ごとにどのような**運転条件の影響が強い**か検討

①データ構造の確認 ◀

- ・**クラスタリング**（k-means法）及び**主成分分析**（PCA）を組み合わせ**データをグループ分け**し、グループ分けの妥当性を確認

②データ解析 層別データ個別解析 ▶

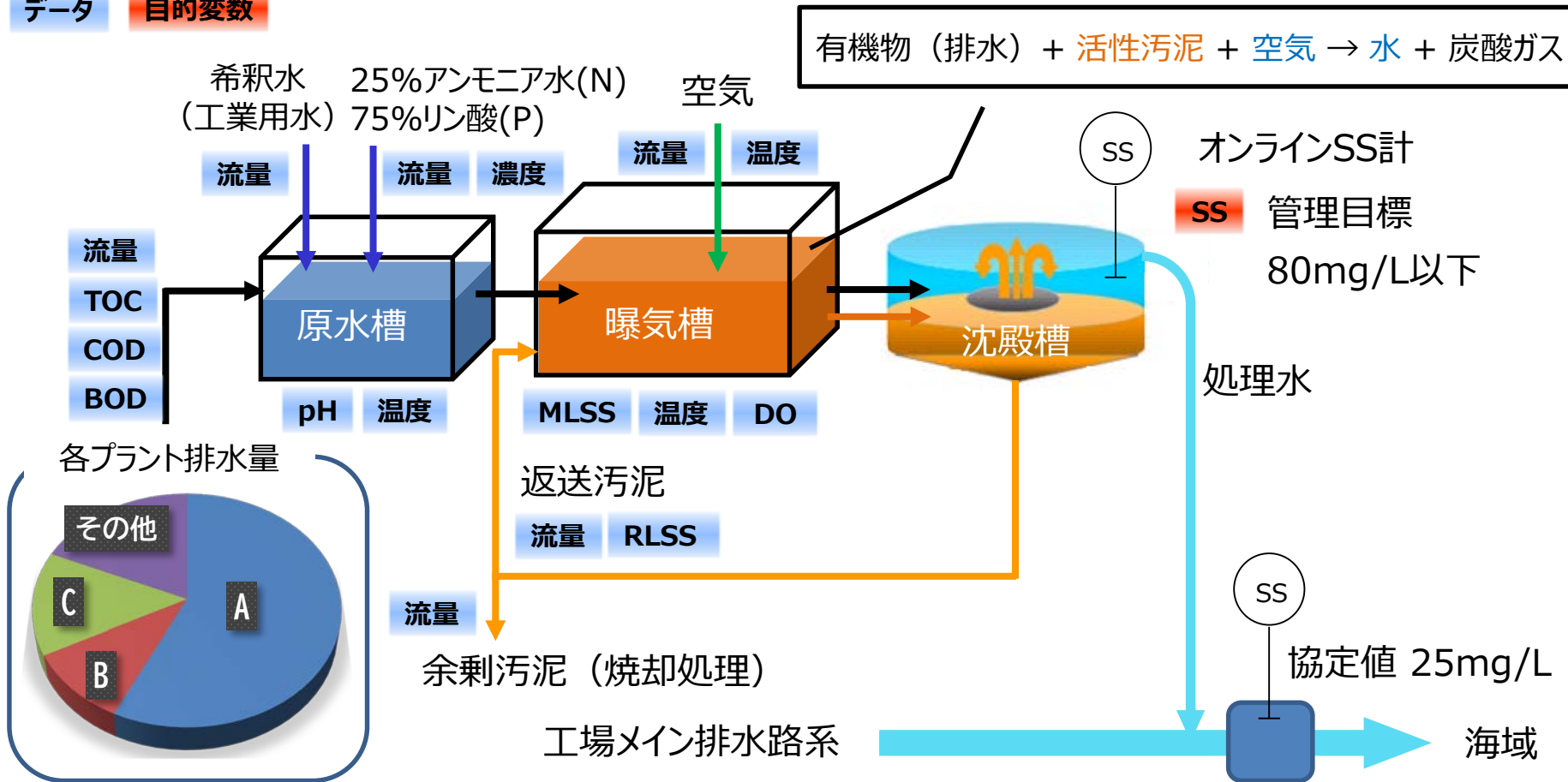
- ・**ランダムフォレスト**を用いて、データセット毎に説明変数（運転条件）の**処理水SSへの影響の大きさ**を検討
- ・**決定木法**を用いて、データセット毎に説明変数（運転条件）の**処理水SSへの影響の大きさ**を検討し、加えて運転条件の**影響が大きくなる**点を検討

③影響が大きいと判断された運転条件についての妥当性検討

- ・ランダムフォレスト、決定木から出された結果について、現場課と討議して妥当性を検討。データの見直し等を行い、再度、解析を実施
(処理水SSの**悪化要因が明確になったデータを除外して更に解析**を実施)

3-1. 岩国工場排水処理プロセス/ データ（運転条件）と目的変数（SS）

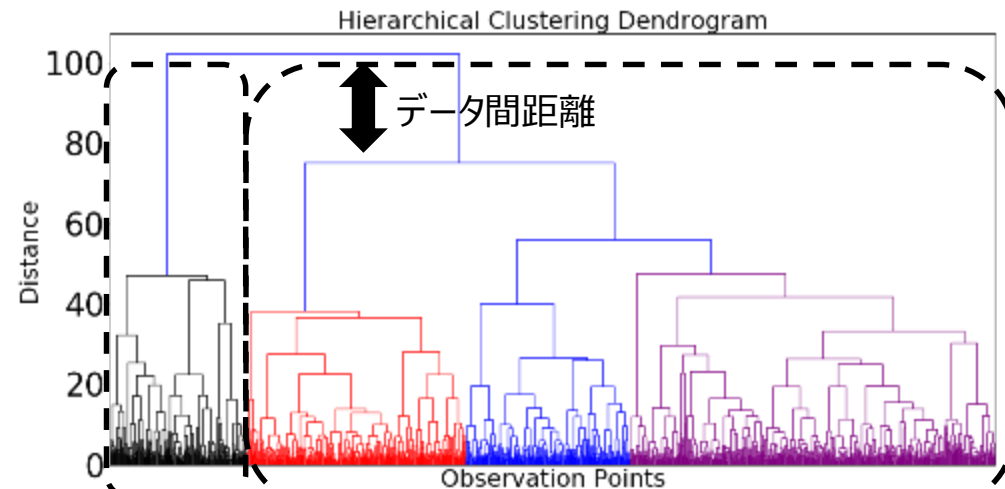
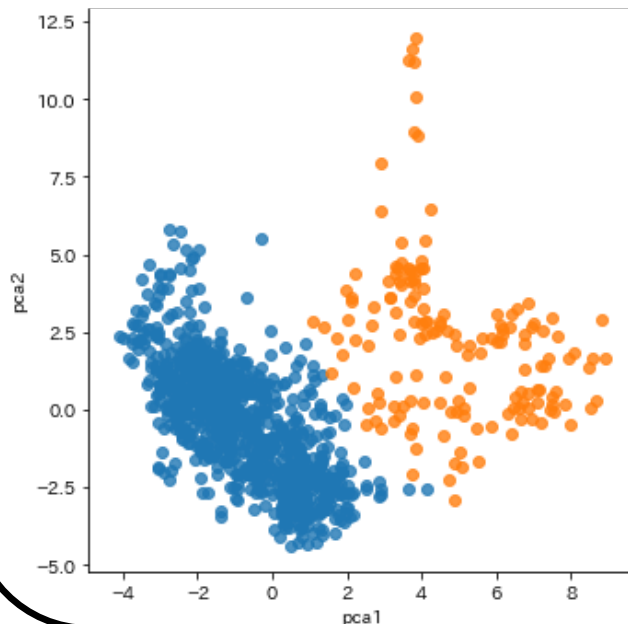
データ 目的変数



処理水SS（目的変数）に影響を与える可能性のある運転条件として、上記データを用いたデータ収集、また解析に使用できるようにデータ整理を実施
 （運転SF、技術SFを中心に、2015～2019年度に渡る大量のデータを整理）

2019年度のデータについて、クラスタリング（グループ分け）を行った結果を示す

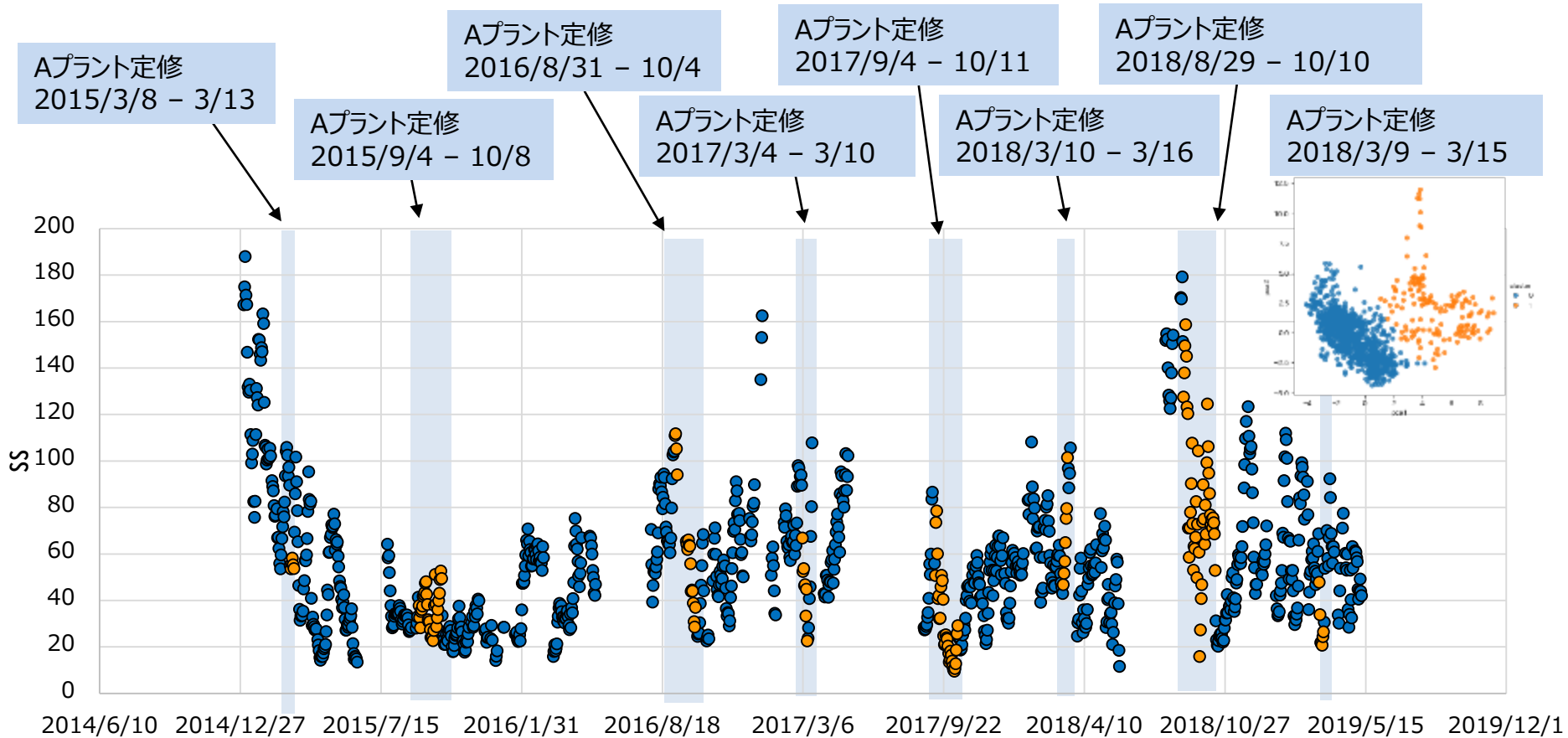
19年度_データセットクラスタリング結果（左右同じ解析/描画のみ変更）



- 19年度のデータでは、2AS運転データは大きく2つのグループに分けられた
- 同様に2015～2018年度についてもクラスタリングを行った結果、同様の傾向が得られた

⇒ 2つのグループに分けられた要因（運転条件）は何か？

3-3. クラスタリング データ分割理由の検討



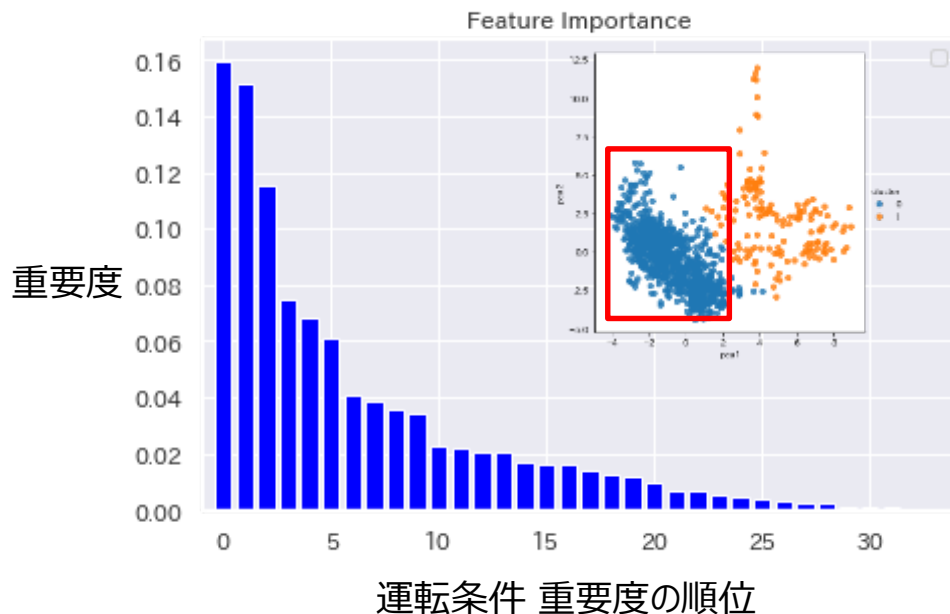
「クラスタリングで分けられた期間」と「SSの時系列データ」で何か特徴的なことがないか検討した結果、Aプラント定修とそれ以外であることが判明 ⇒ **排水量**でグループ分け
Aプラント定修時を外したデータセットを以降の解析に用いた (Aプラント定修時は別途解析)

プロセスシステム技術G、現場オペレーター、運転SF、技術SFを中心に討議し、妥当性を確認

3 - 4. ランダムフォレストによる解析

2015～2019年度の**Aプラント**運転中のデータについて、ランダムフォレストによる解析を行い、処理水SSに対する説明変数（運転条件）の影響の大きさを検討

説明変数（運転条件）の重要度



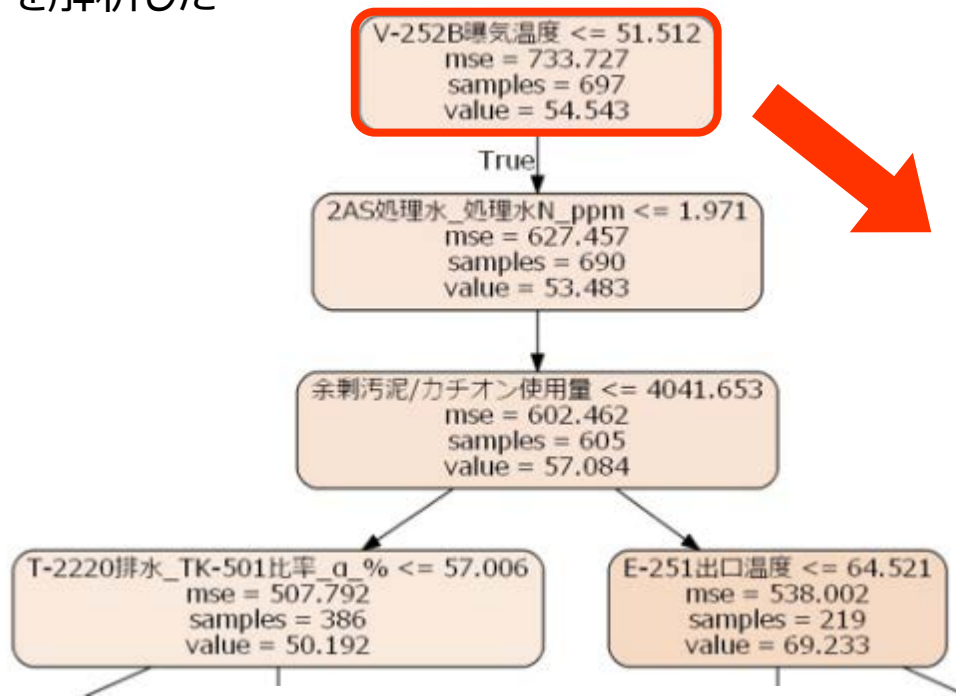
| 順位 | 工程 | 項目 | 単位 | 重要度 |
|----|------|------------|------|-------|
| 1 | 処理水 | T-N濃度 | mg/L | 0.159 |
| 2 | 原水 | T-N濃度 | mg/L | 0.151 |
| 3 | 原水 | Cプラント排水TOC | mg/L | 0.115 |
| 4 | 原水 | 希釈水量 | t/h | 0.075 |
| 5 | 曝気槽 | 温度 | ℃ | 0.068 |
| 6 | 余剰汚泥 | 流量 | t/h | 0.061 |
| 7 | 原水 | T-P濃度 | mg/L | 0.041 |
| 8 | 原水 | Cプラント排水流量 | t/h | 0.039 |
| 9 | 処理水 | T-P濃度 | mg/L | 0.035 |
| 10 | 原水 | Bプラント排水TOC | mg/L | 0.034 |

ランダムフォレストによる解析結果より、**処理水T-N濃度**（処理水中の窒素分の濃度）が最も影響している可能性が示唆された

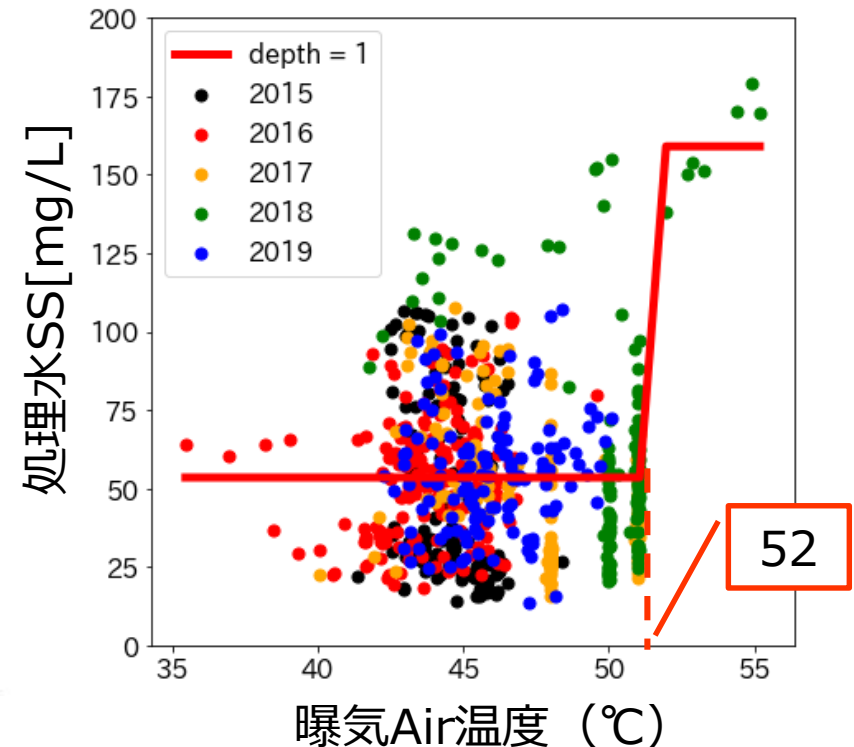
⇒ 現場課においても認識している運転条件が改めて示された
（プロセスシステム技術Gと現場課で討議を実施）

3 - 5. 決定木法による解析

グループ分けされたデータセット毎に決定木法による解析を行い、処理水SSへ影響が大きくなるプロセス変数（説明変数）及び、SSの傾向が変わる運転条件（平均値の差が最も大きくなる点）を解析した

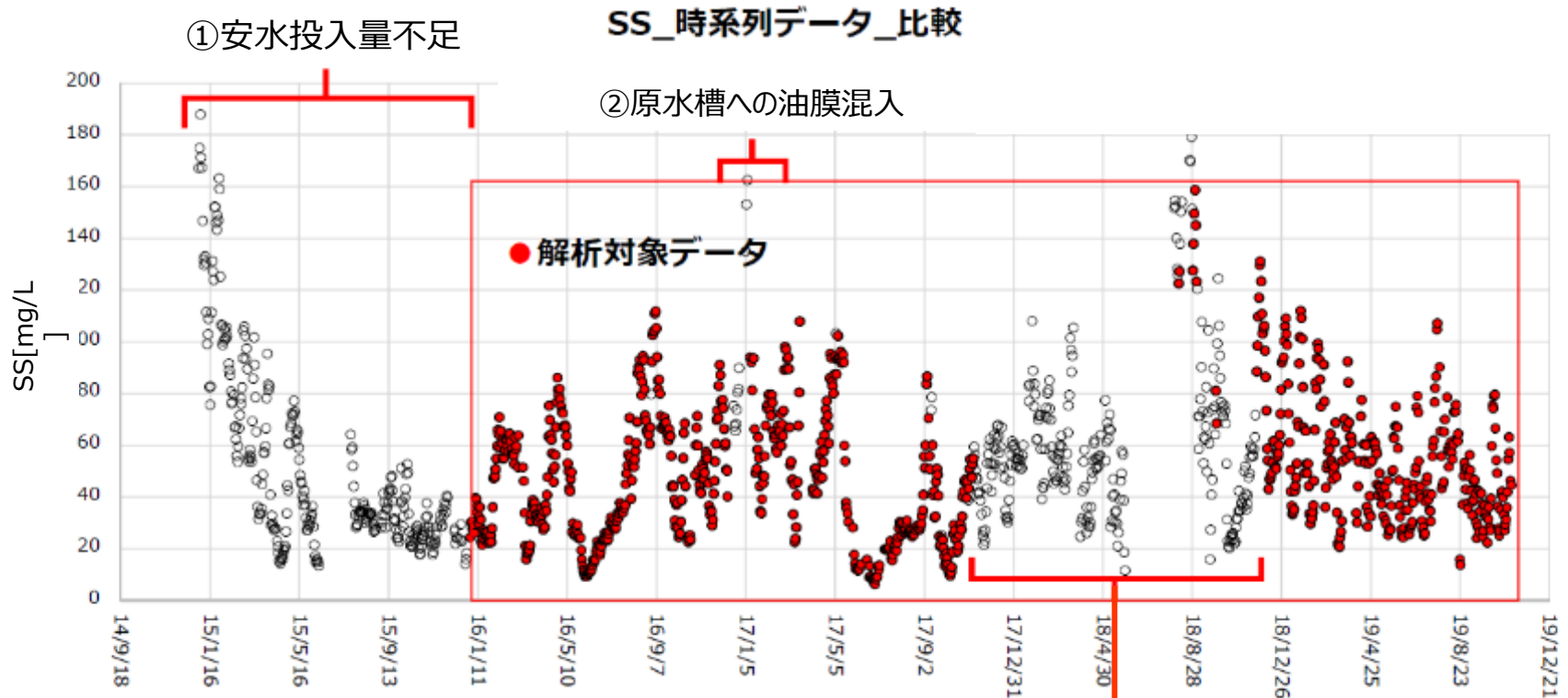


決定木法の解析結果一部抜粋



- ・曝気Air温度（曝気槽に吹き込むAirの温度）の影響が強い
 - ・曝気Air温度が52℃を境にSSが悪化する
- 上記2点が判明 ⇒ 現場課では、気づき難い条件

3 - 6. 解析対象の選定



③曝気Air温度管理温度外れ／④リン酸投入量不足

解析結果を関係者で討議した結果、①～④がSS濃度上昇要因と判明

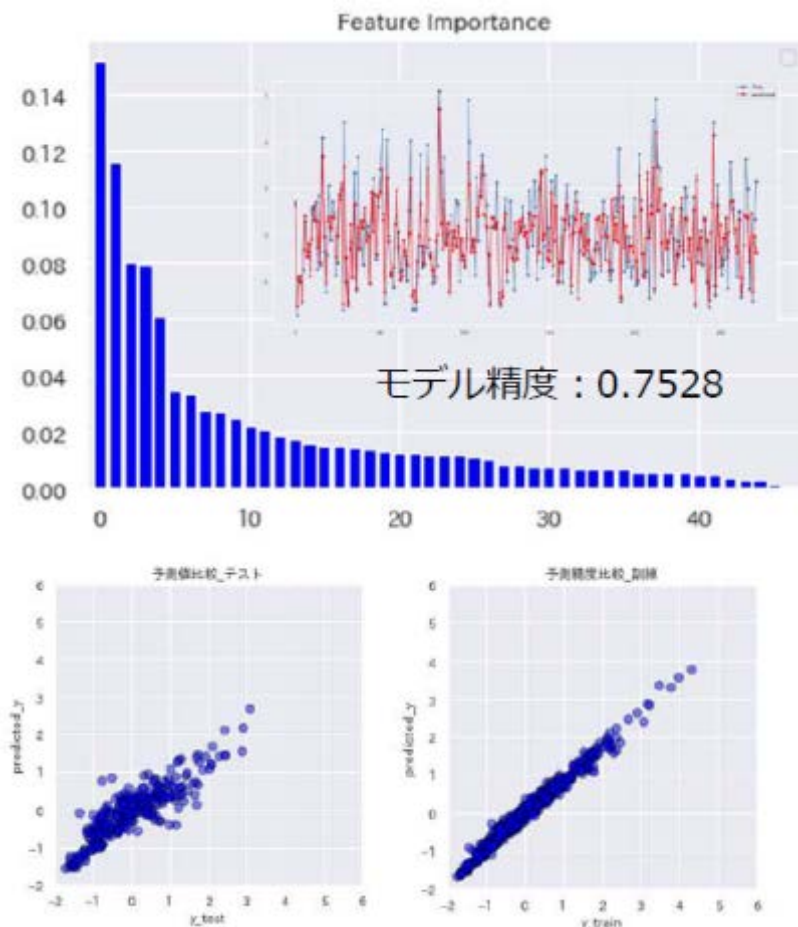
①**安水投入量**不足、②原水槽へのCプラント排水油膜混入、

③**曝気Air温度**が53℃よりも高温、④**リン酸投入量**不足（③の期間に含まれる）

これらの要因データを除外し、よりSS濃度変動幅が少ないデータを用いてSS濃度上昇に最も影響があるプロセス変数を探索した

3 - 7. 解析対象の選定後のランダムフォレスト 解析結果

説明変数（運転条件）の重要度



| 順位 | 工程 | 項目 | 単位 | 重要度 |
|----|-----|----------------------------|-------|-------|
| 1 | 原水 | Bプラント排水TOC | mg/L | 0.152 |
| 2 | 曝気槽 | 曝気量 | Nm3/h | 0.116 |
| 3 | 処理水 | 余剰汚泥/カチオン比 | - | 0.080 |
| 4 | 原水 | TK-501洗浄排水比率 | % | 0.080 |
| 5 | 原水 | Cプラント排水TOC | mg/L | 0.061 |
| 6 | 原水 | Cプラント T-2220排水TOC | mg/L | 0.035 |
| 7 | 処理水 | T-N濃度 | mg/L | 0.033 |
| 8 | 原水 | TK-101 Cプラント E-2402排水比率 | % | 0.028 |
| 9 | 原水 | TK-501 Cプラント T-2220排水比率 | % | 0.027 |
| 10 | 曝気槽 | 温度 | ℃ | 0.025 |

モデル精度は悪くないため、目的変数に影響を与える説明変数の重要度は信頼性があると考え

解析対象選定後のデータをランダムフォレストによる解析を実施

Bプラント排水TOC濃度が最も影響している可能性が示唆された

Bプラント定修後のSUのタイミング（TOC値上昇時）でSS上昇

定修によりBプラント排水に馴れていない汚泥となったことが原因と考える

4. 運転改善案と現状の結果

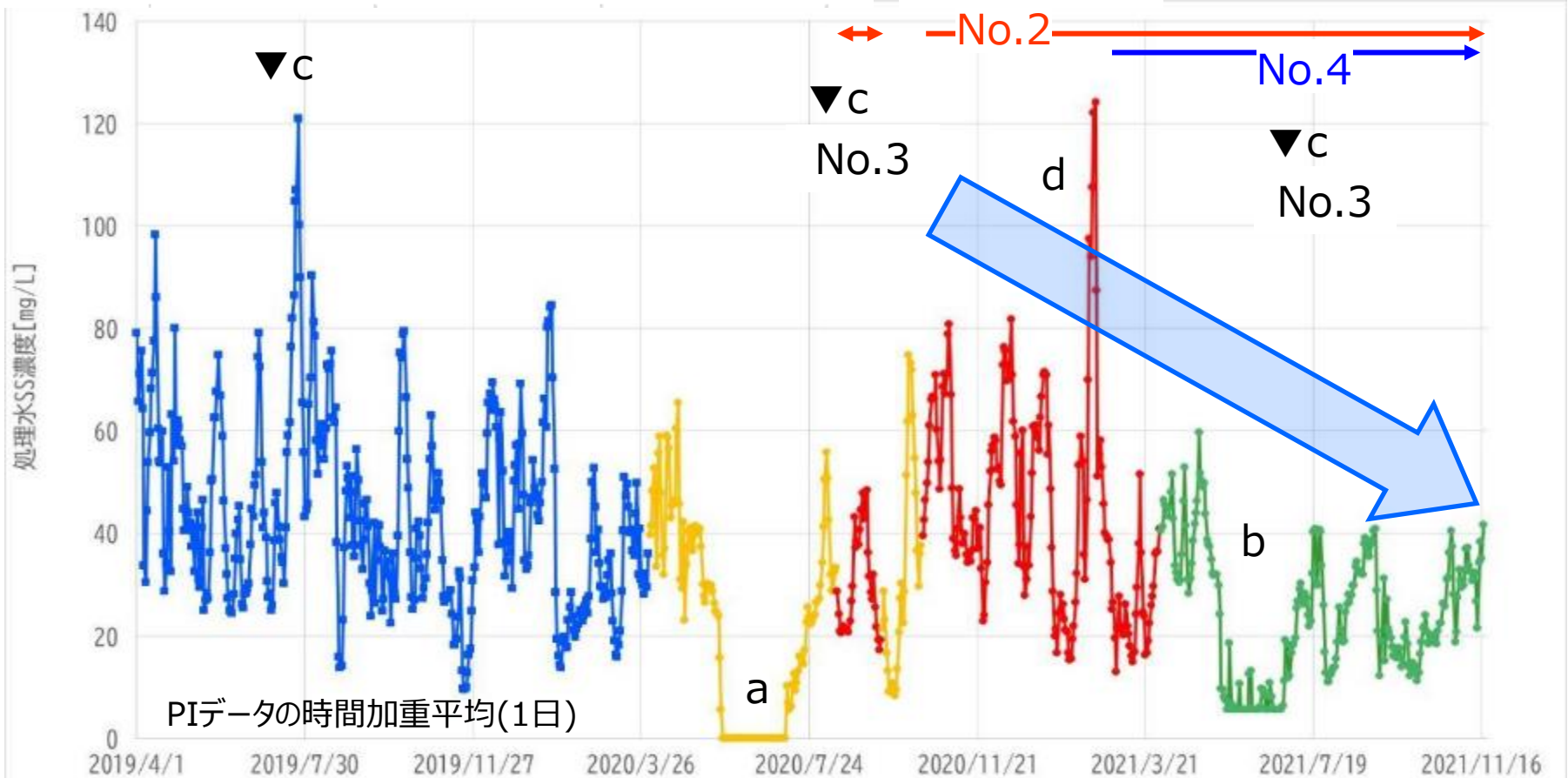
ランダムフォレスト、決定木法の検討結果についてプロセスシステム技術Gと現場課で討議を重ねていき、下記の対策を講じた

| No. | 運転条件 | 対策の概要 |
|-----|------------|--|
| 1 | 安水投入量 | バクテリアの栄養源である窒素分（アンモニア水として投入）が不足しないように添加量下限を規定（実施済） |
| 2 | 曝気Air温度 | 曝気Airによる局所加熱で、バクテリアがダメージを受けないように曝気Air温度の上限を規定 曝気Air温度50℃→45℃制御に変更 |
| 3 | Bプラント排水の変動 | BプラントSU時の排水を段階的にフィードupし、急激な変動を緩和することでバクテリアが不調になることを抑制する |
| 4 | カチオン添加量 | 脱水機で処理される余剰汚泥量に対するカチオン（凝集剤）量の下限を規定（濾液は曝気槽に返送している） |

No.2は20年8月、No.3は20年のBプラント SU、No.4は21年2月から実施
上記対策の結果を示すため、19年度からの処理水SS濃度のデータをまとめた

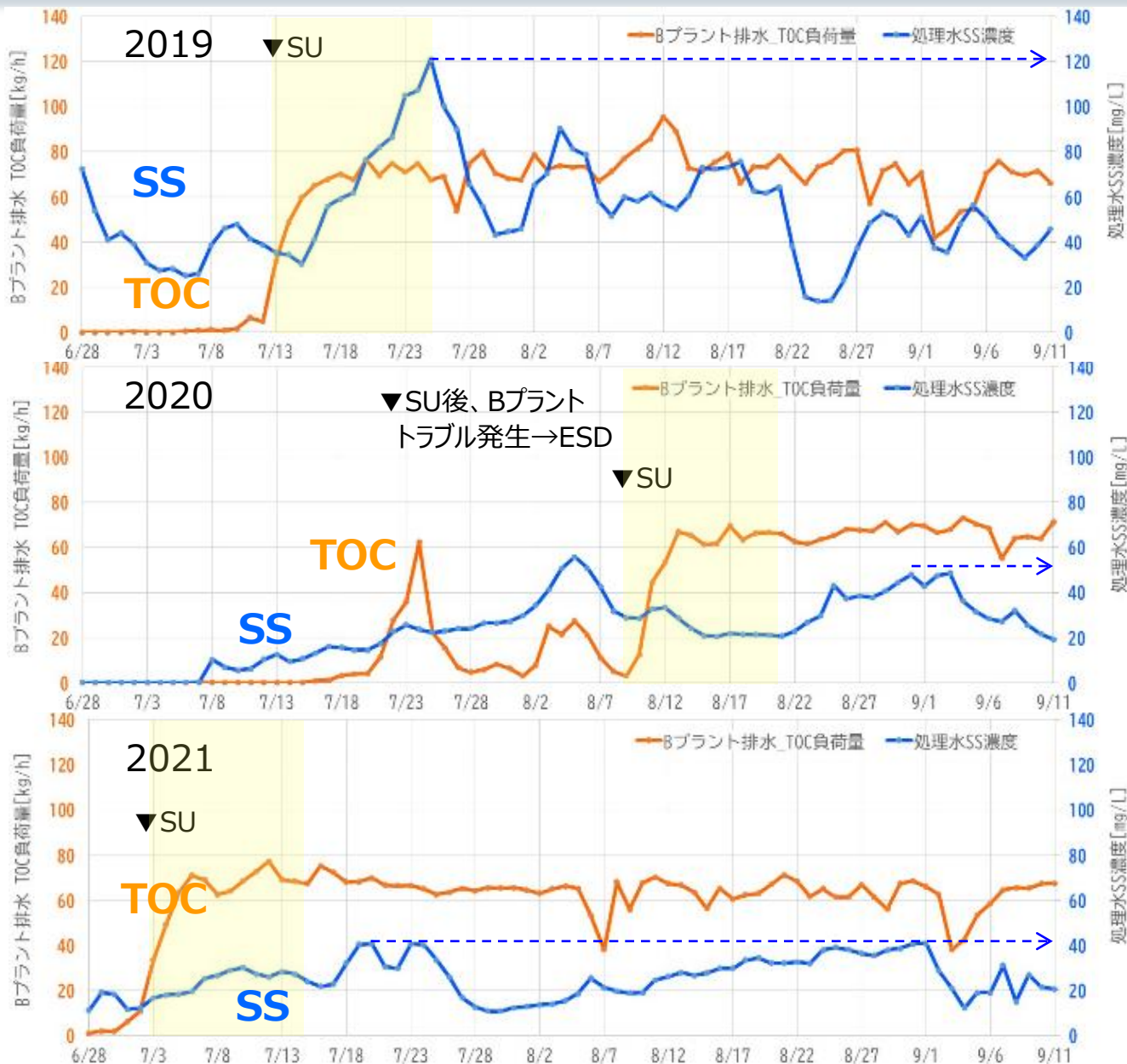
4. 運転改善案と現状の結果

■ 2019年度(50°C) ● 2020年度(50°C) ● 2020年度(45°C) ● 2021年度(45°C)



- a. 2AS沈殿槽開放点検
- b. 返送汚泥の埋設配管地上化工事のため、2AS沈殿槽開放
- c. Bプラント SU
- d. タンク内スラッジ混入トラブル

4. 運転改善案と現状の結果



対策未実施

Bプラント SU後
処理水SS濃度
最大値
121mg/L

No.3
対策実施

Bプラント SU後
処理水SS濃度
最大値
48mg/L

No.3
対策実施

Bプラント SU後
処理水SS濃度
最大値
41mg/L

5. まとめ

| No. | 対策 | | | 19年度 | 20年度 | 21年度 |
|-----|---------------------------|------|------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| 1 | 安水投入量 | | | 実施済 | | |
| 2 | 曝気Air温度制御温度変更 (50⇒45℃) | | | 未実施 | 2020/8 実施 | 実施 |
| 3 | Bプラント排水の フィード量調整 | | | 未実施 | 実施 | 実施 |
| 4 | カチオン添加量 | | | 未実施 | 2021/2 マニュアル改訂 | 実施 |
| 処理水 | SS濃度 | mg/L | 最大値 平均値 | 121 44 | 82* 39 | 60 29 |
| | TOC濃度 | mg/L | 平均値 | 32.7 | 27.2 | 25.2 |

上記対策を実施した結果、処理水SS濃度の最大値は19年度：**121**mg/L、20年度：**82**mg/Lに対し、21年度：**60**mg/Lであり、**環境リスクは大幅に低減**
 処理水TOC濃度減少により**環境負荷も低減**（1日当たり66.5kg-TOC）
 バクテリアの声を聴き、「バクテリアのエンゲージメント向上」を達成

* 2020年タンク内スラッジ混入トラブルを除く



ご清聴ありがとうございました