

第12回中日省エネルギー・環境総合フォーラム

# DDMOによるプラントのモデル化と 曝気風量最適システム

**郝娜**

横河電機（中国）有限公司  
新市場開拓部

November 25. 2018

# 会社概要

商号	横河電機株式会社 Yokogawa Electric Corporation
創立	大正4年（1915年）9月1日
設立	大正9年（1920年）12月1日
資本金	434億105万円
売上高	4,066億円（連結）
営業利益	327億円（連結）
経常利益	333億円（連結）
当期純利益※	214億円（連結）
開発投資比率	6.5%（連結）
従業員数	18,290人（連結）
自己資本比率	60.6%（連結）

※親会社株主に帰属する当期純利益 (2017年度実績)

# Yokogawa Group companies in China

- 横河電機（中国）有限公司(YCN)
- 横河電機（蘇州）有限公司(YCS)
- 上海横河国际贸易有限公司 (YSH)
- 上海横河電機有限公司 (YSI)
- 横河川儀有限公司 (CYS)

赤色：横河電機100%独資子会社

蓝色：中国企業との合弁子会社



横河電機（蘇州）有限公司



# Production Facilities in China

## 橫河電機（蘇州）有限公司(YCS)

工場所在地：江蘇省蘇州市

生產品目：Magnetic Flow Meter (AXF)、Vortex Flow Meter (DYF/UYF)  
Recorder (DX/MV/CX、 $\mu$ R/SR)

## 橫河川儀有限公司(CYS)

工場所在地：重慶市

生產品目：Pressure Transmitter/Differential Pressure Transmitter(EJA)

## 上海橫河电机有限公司(YSI)

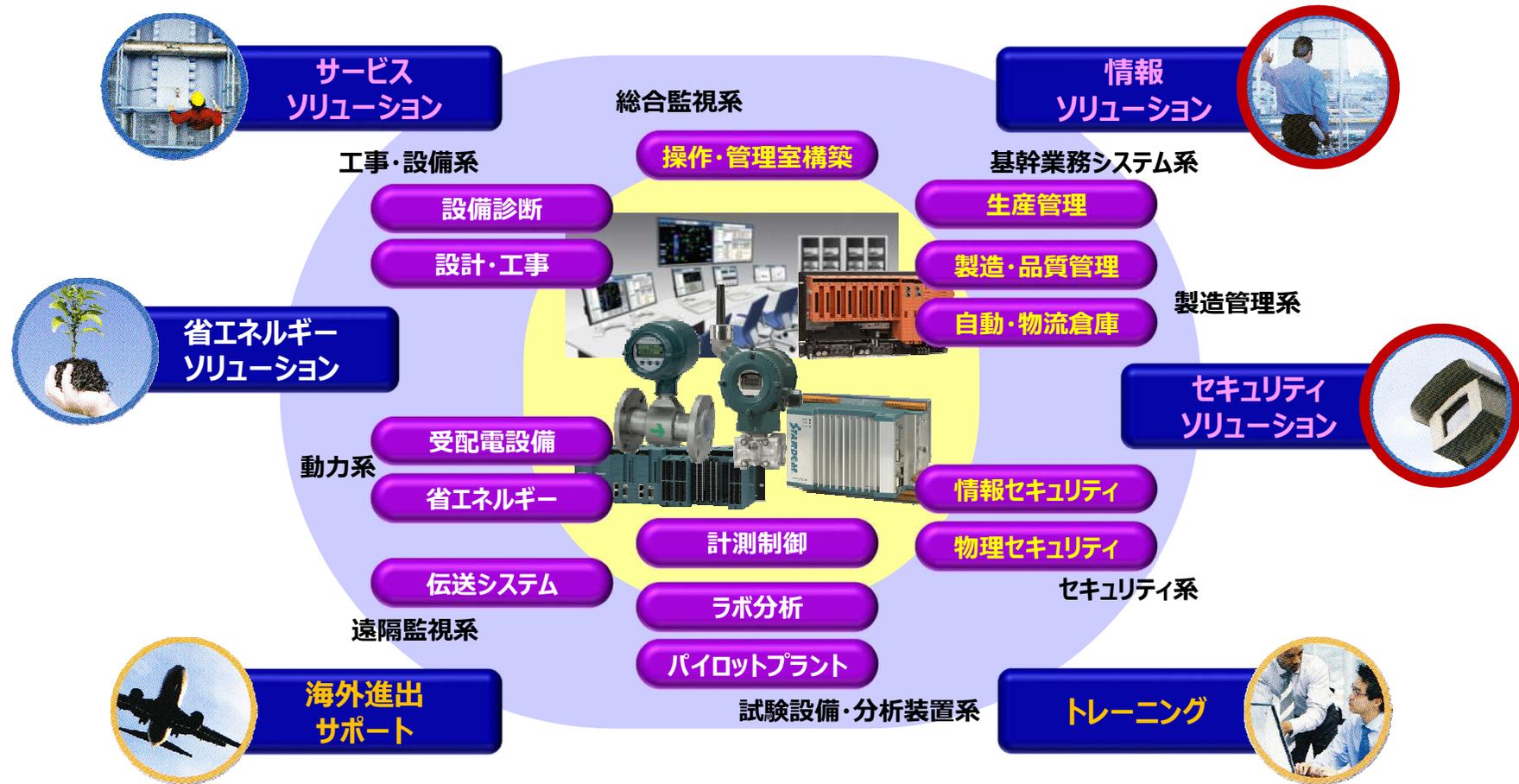
工場所在地：上海市

生產品目：Vortex Flow Meter(YEWFLO)、ADMAG Magnetic Flow Meter、RAMC  
Float type Flowmeter



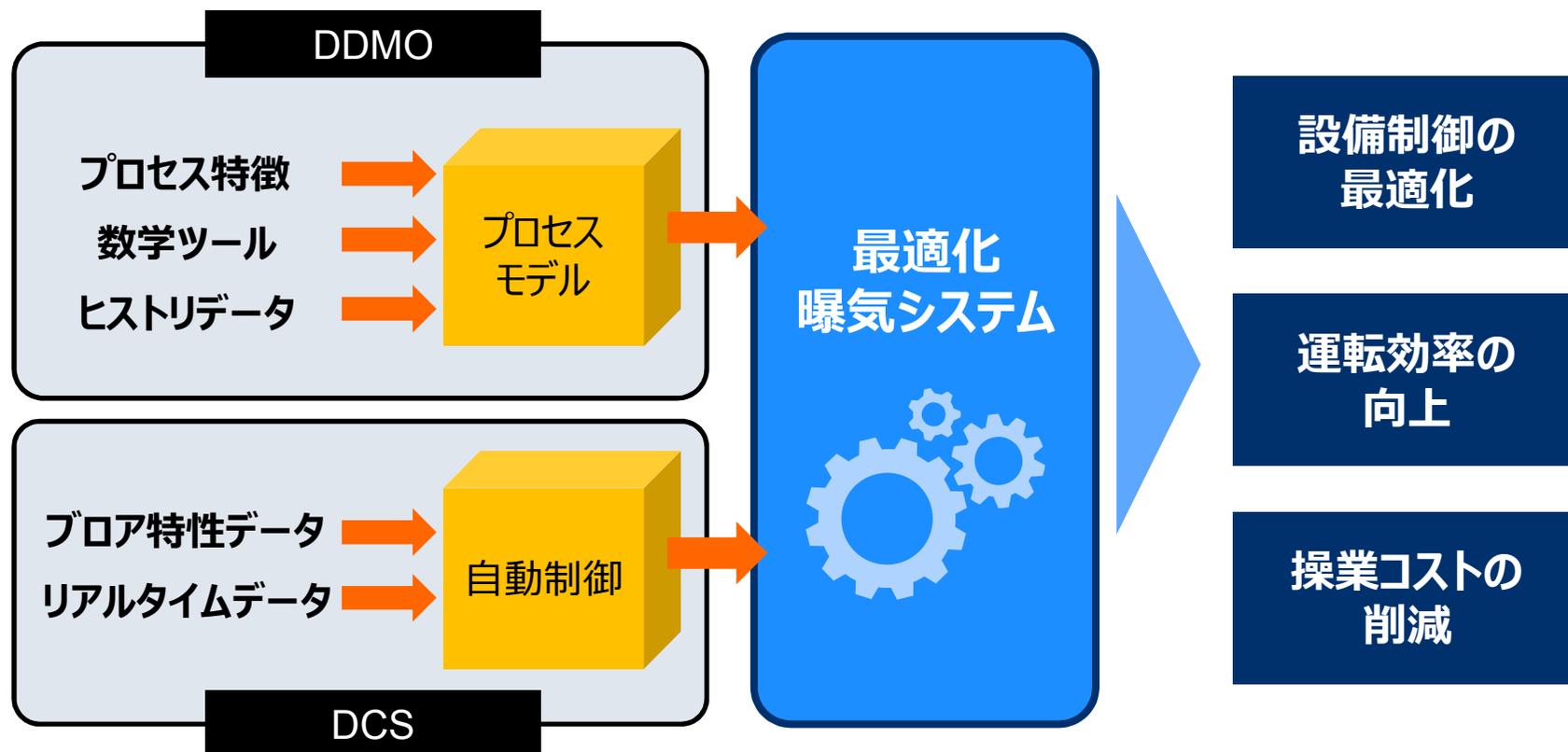
# 豊富なプロダクトと豊富なソリューション

豊富なプロダクトとノウハウで  
最適ソリューションを提供



# 要旨

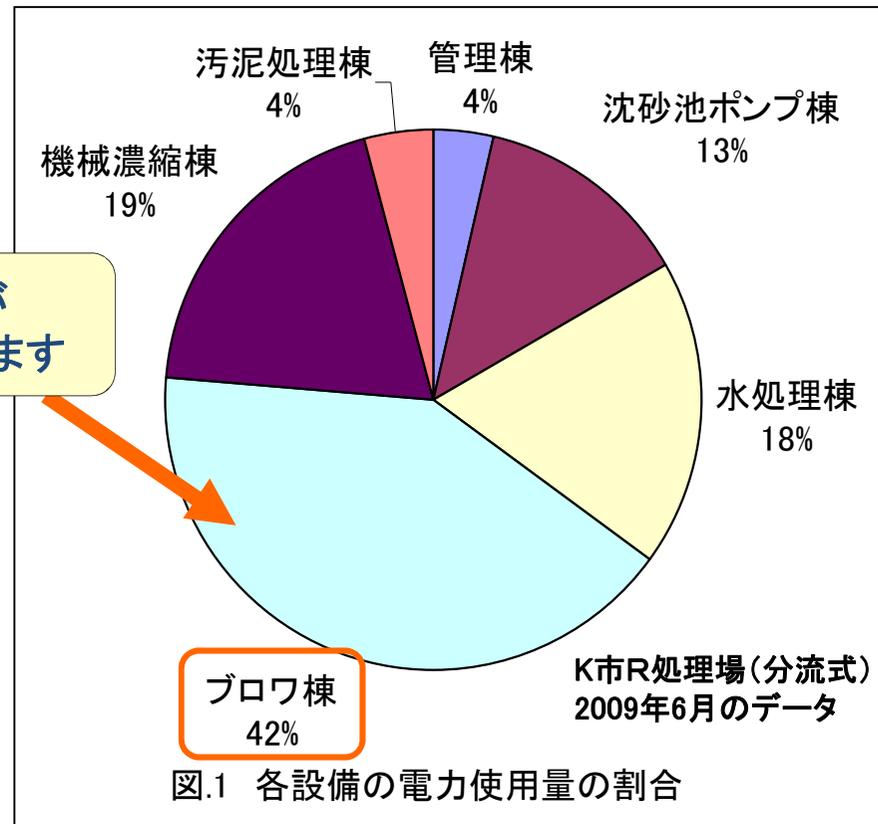
- 下水処理場を対象
- 実績データと施設情報による推定モデルの適用
- 放流水の水質基準を遵守、最大限省エネルギーとなるように曝気風量を制御
- 放流水COD<50mg/l NH4<5mg/l を維持、20%以上の原単位 (kwh/m<sup>3</sup>) 削減



# 下水処理場における電力消費例

処理場においては、ブロワ設備の電力消費量がもっとも大きい

ブロワ棟の電力消費量が  
全体の42%を占めています



曝気風量削減による省エネ効果は大きいと予測できます

# 下水処理場送風設備（ブロウ）の省エネ技術

## 〔既存の制御技術〕

- 1) 吸込み風量制御
  - ・インレットベーン制御(対象:ターボブロウ)
  - ・回転数制御(対象:ルーツブロウ)
  - ・送風圧力制御、台数制御
- 2) 曝気風量制御
  - ・汚水流入量比例制御 [FF制御]
  - ・DO制御 [FB制御]
  - ・汚水流入量比例制御+DO制御

## 〔省エネ型機械装置の導入による省エネ〕

- 1) 微細気泡型散気装置
- 2) 高効率ブロウ
  - ・空気軸受ターボブロウ(+インバータ制御)
- 3) 省エネ型機械攪拌装置

## 〔高効率機器の導入による省エネ〕

- 1) 高効率モータ
  - ・高効率誘導モータ、永久磁石モータ
- 2) インバータ

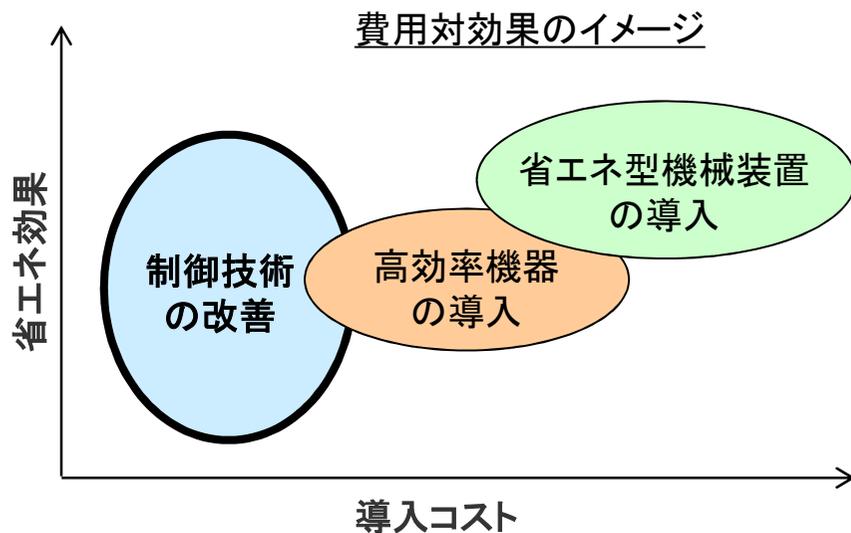
## 〔既存制御技術の改善(ICT活用)による省エネ〕

- 1) アンモニア制御(硝化制御)
- 2) アンモニア制御+DO制御
- 3) 2点DO合制御
- 4) 必要酸素量に基づく曝気風量制御

## 〔施設改良による水質改善+省エネ〕

- 1) 標準法→疑似嫌気好気法

当社の推定モデルによる最適曝気風量制御

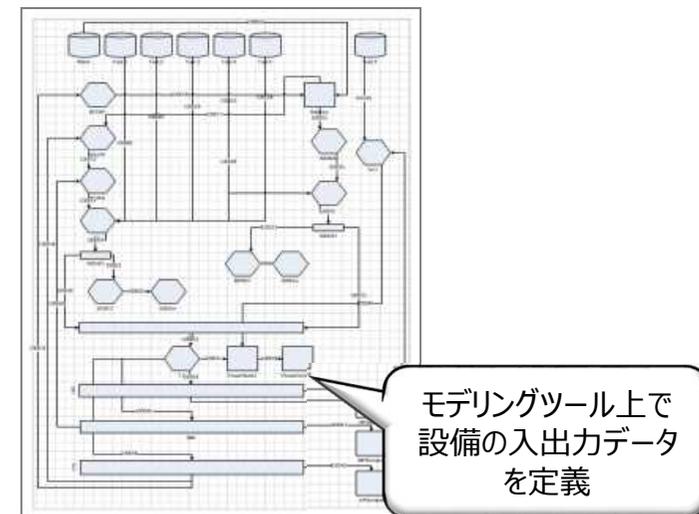
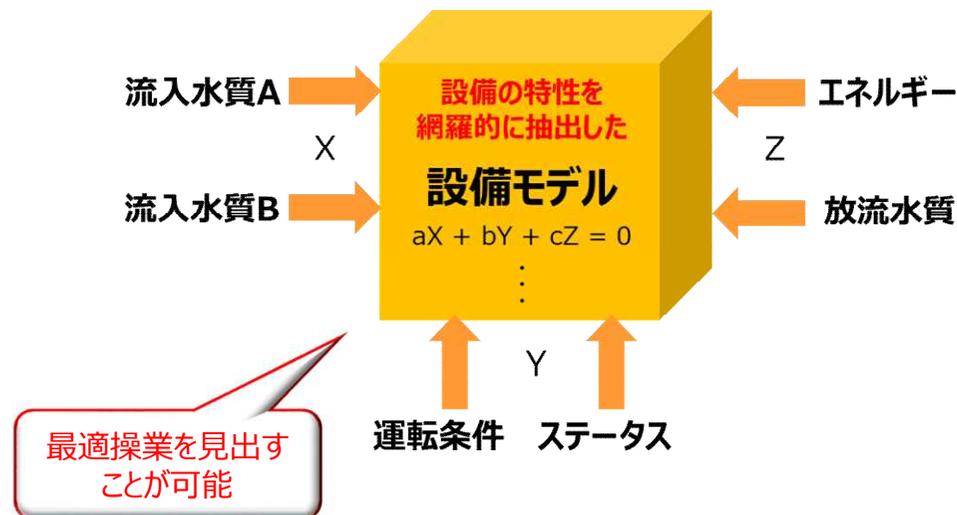


# 適用したモデリング技術（DDMO）

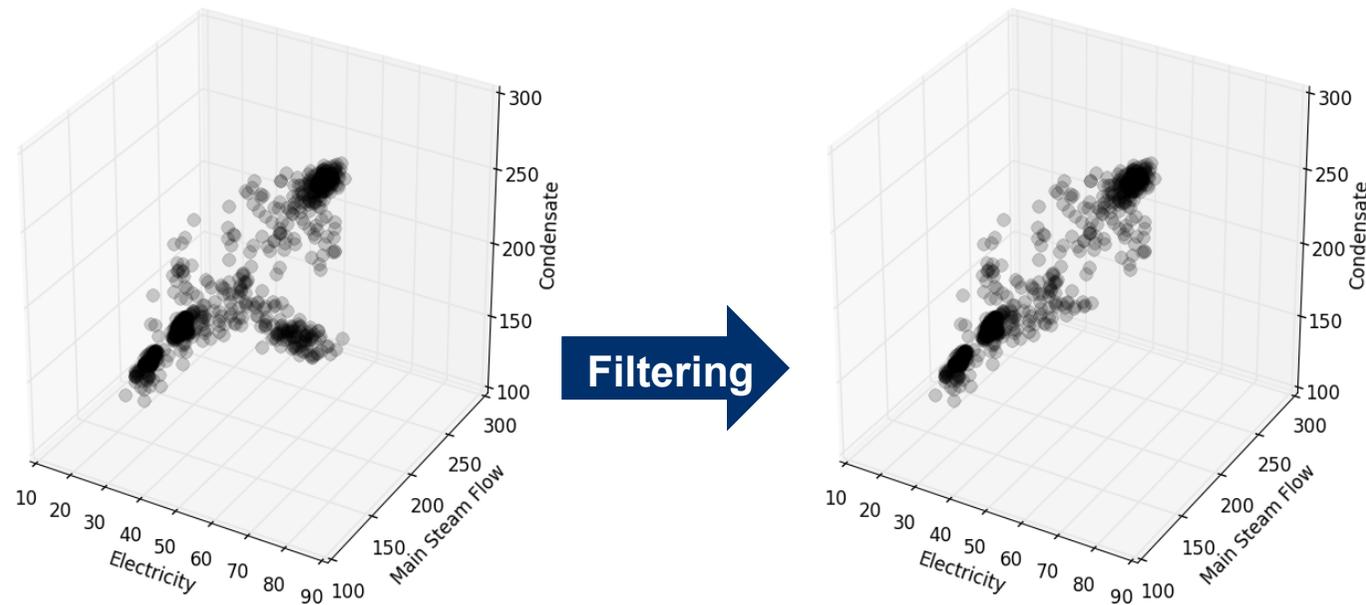
## 操業データから変数間の特性を網羅的に自動抽出

- DDMO（Data Driven Modeling for Optimization）とは
  - ◆ エネルギーと品質の最適化を目指す、最適化のためのデータ駆動型モデリング技術
- DDMOの特徴
  - ◆ 操業データを統計解析しプロセスの変数間の関係を特性式として抽出
  - ◆ 特性式は最適化用のモデルに変換
  - ◆ パラメータの再調整が容易であり、自動調整機能によりモデルの陳腐化を防ぐ

最適化のための  
モデル作成工数を  
大幅に削減

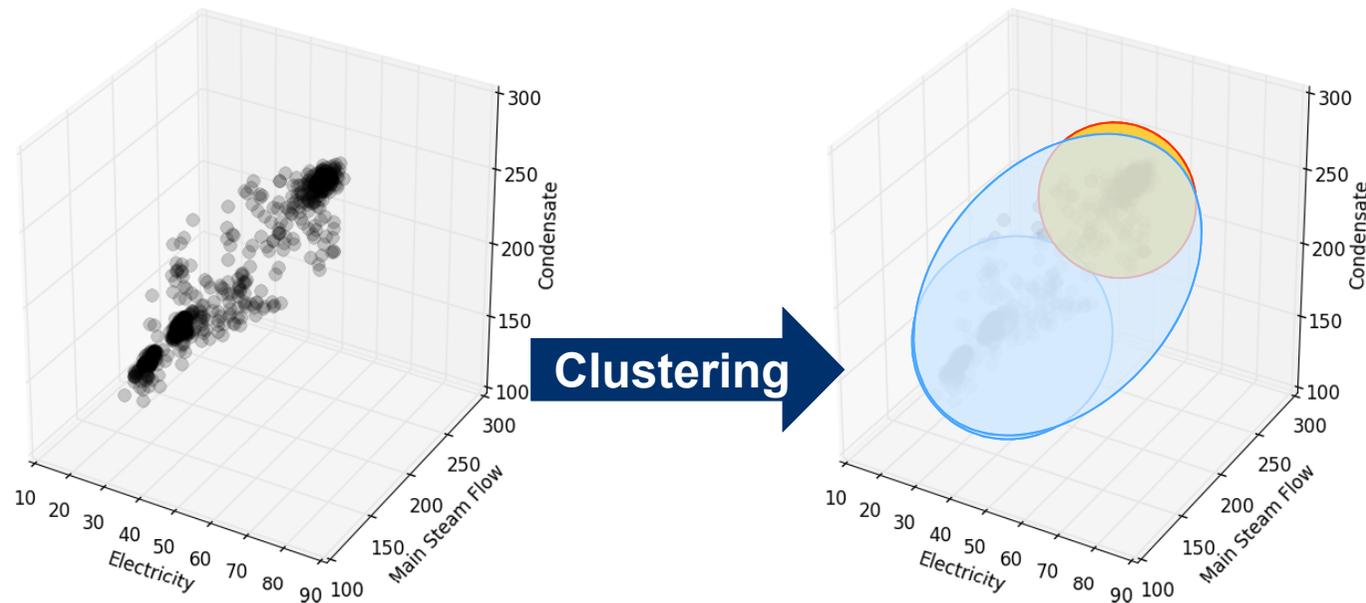
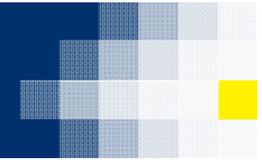


# DDMO Filtering



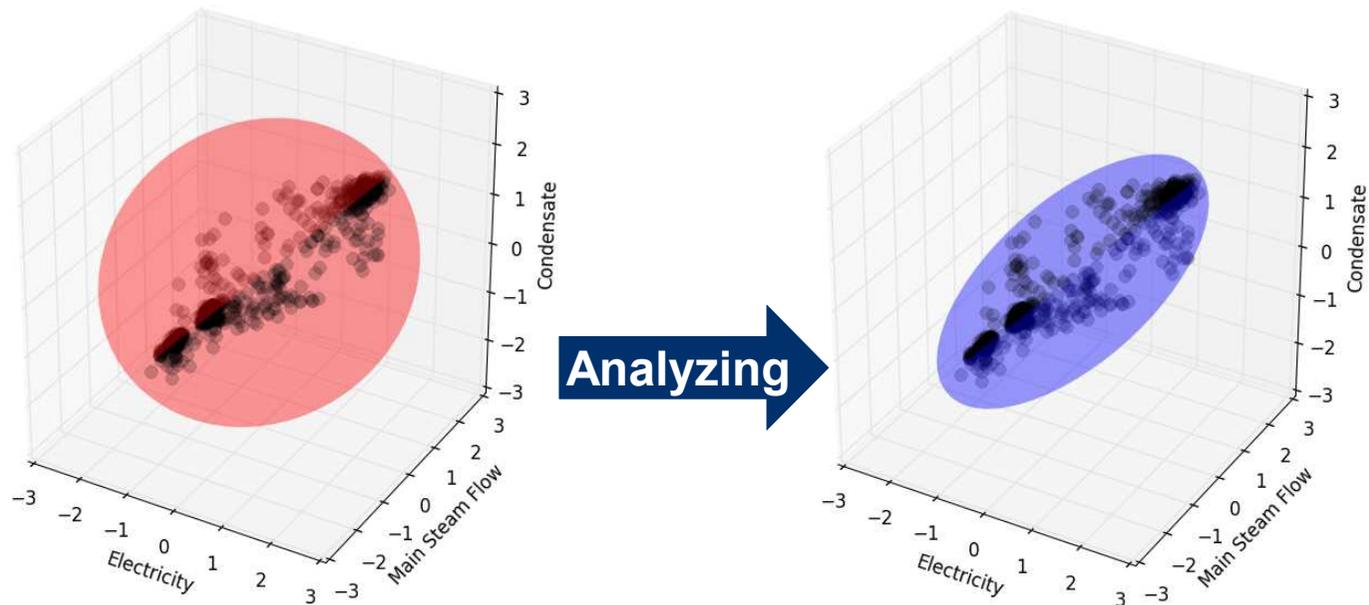
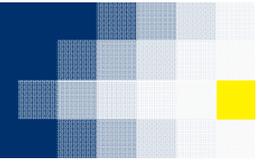
**運転データに含まれている異常値を除去します。**

# DDMO Clustering



同じ傾向やパターンを示すデータ領域のグループに分割します。

# DDMO Analyzing



  $y = 0.12 * X3 + 0.16 * X4 + 0.31 * X5 - 0.003 * X6 - 1.88$

  $0.67 * X1 - 0.084 * X2 - 0.0044 * X3 - 0.033 * X4 - 0.13 * X5 + 2.32 = 0$

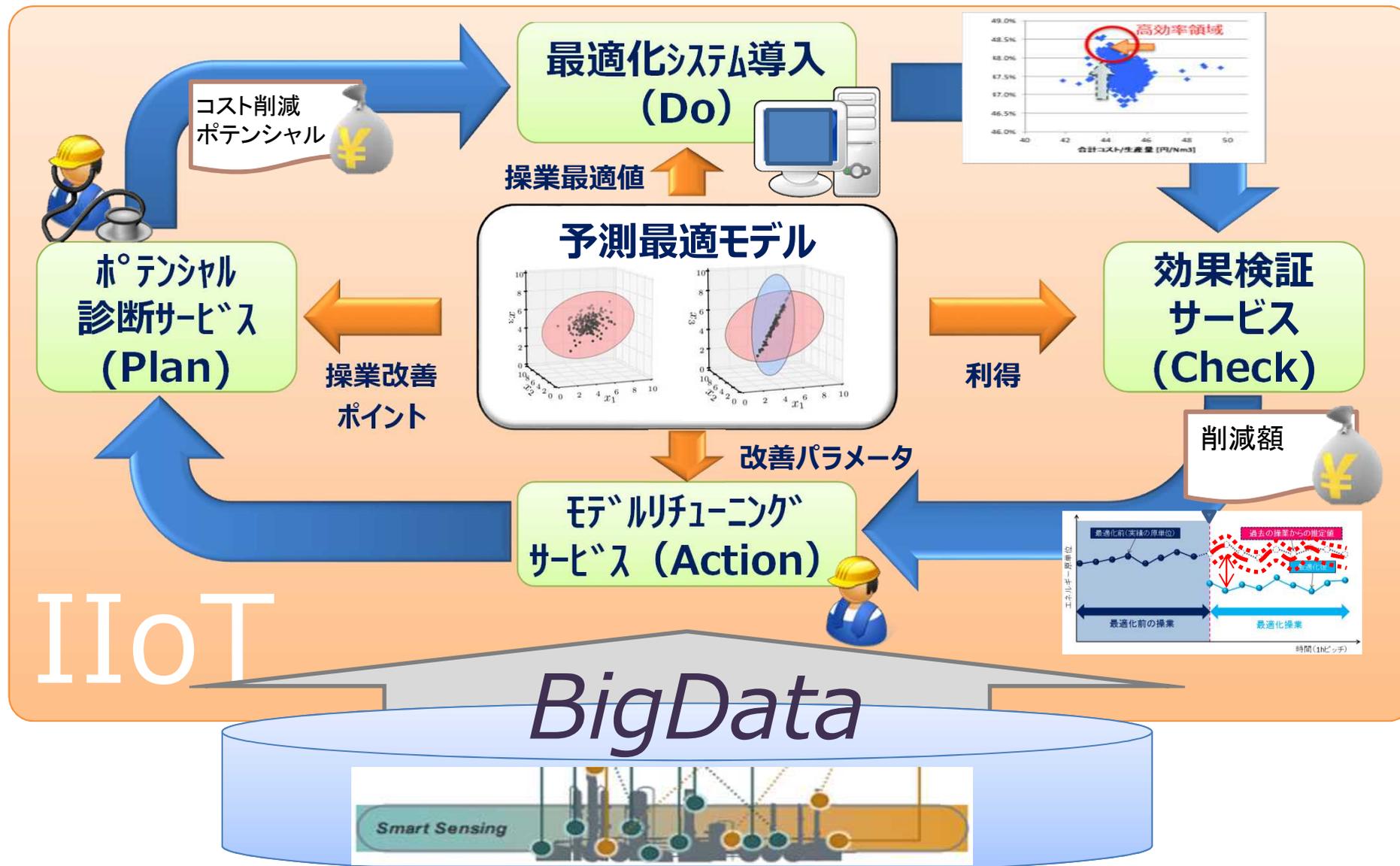
## DDMOの特徴と差別化のポイント

YOKOGAWA  
オンリーワンの技術

物理特性が不明な設備データの  
関係性を運転データから網羅的に数式化

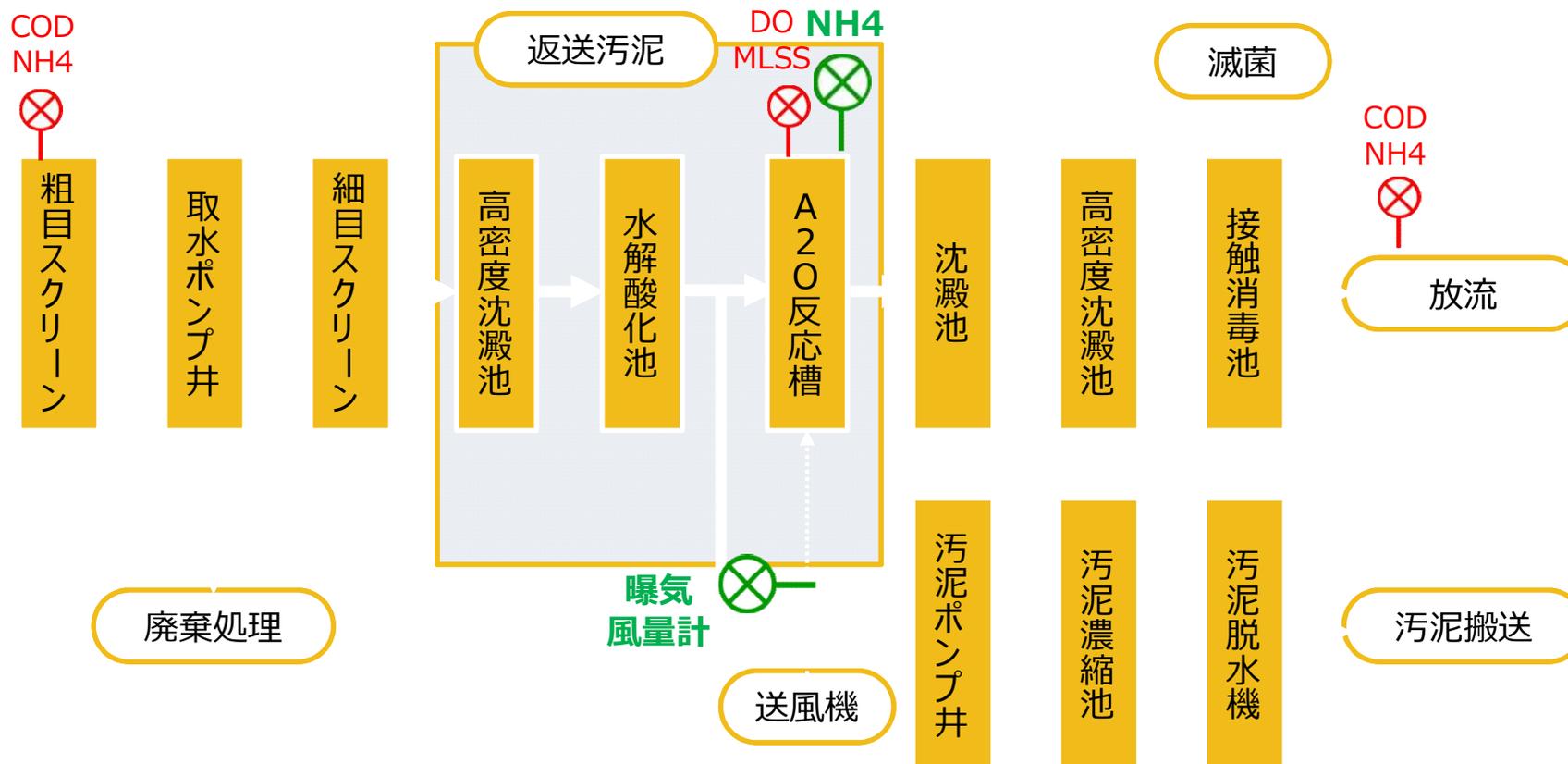
数式を最適化問題として定義し、  
自動的にプログラムに変換

# IIOT & Big Data を活用した最適化方案



# 導入事例

- 排除方式：分流式
- 処理方式：嫌気無酸素好気法 (A<sub>2</sub>O)
- 汚水流入量：79,000[m<sup>3</sup>/日] ※ I 期、II 期合わせて
- 処理場の管理基準値：COD 50[mg/l], NH<sub>4</sub> 5[mg/l]
- 試験対象系列：I 期設備 (汚水処理量：30,000[m<sup>3</sup>/日])



# 導入事例

- 排除方式：分流式
- 処理方式：嫌気無酸素好気法 (A<sub>2</sub>O)
- 汚水流入量：79,000[m<sup>3</sup>/日] ※ I 期、II 期合わせて
- 処理場の管理基準値：COD 50[mg/l], NH<sub>4</sub> 5[mg/l]
- 試験対象系列：I 期設備 (汚水処理量：30,000[m<sup>3</sup>/日])



滅菌

高密度沈澱池

接触消毒池

COD  
NH<sub>4</sub>



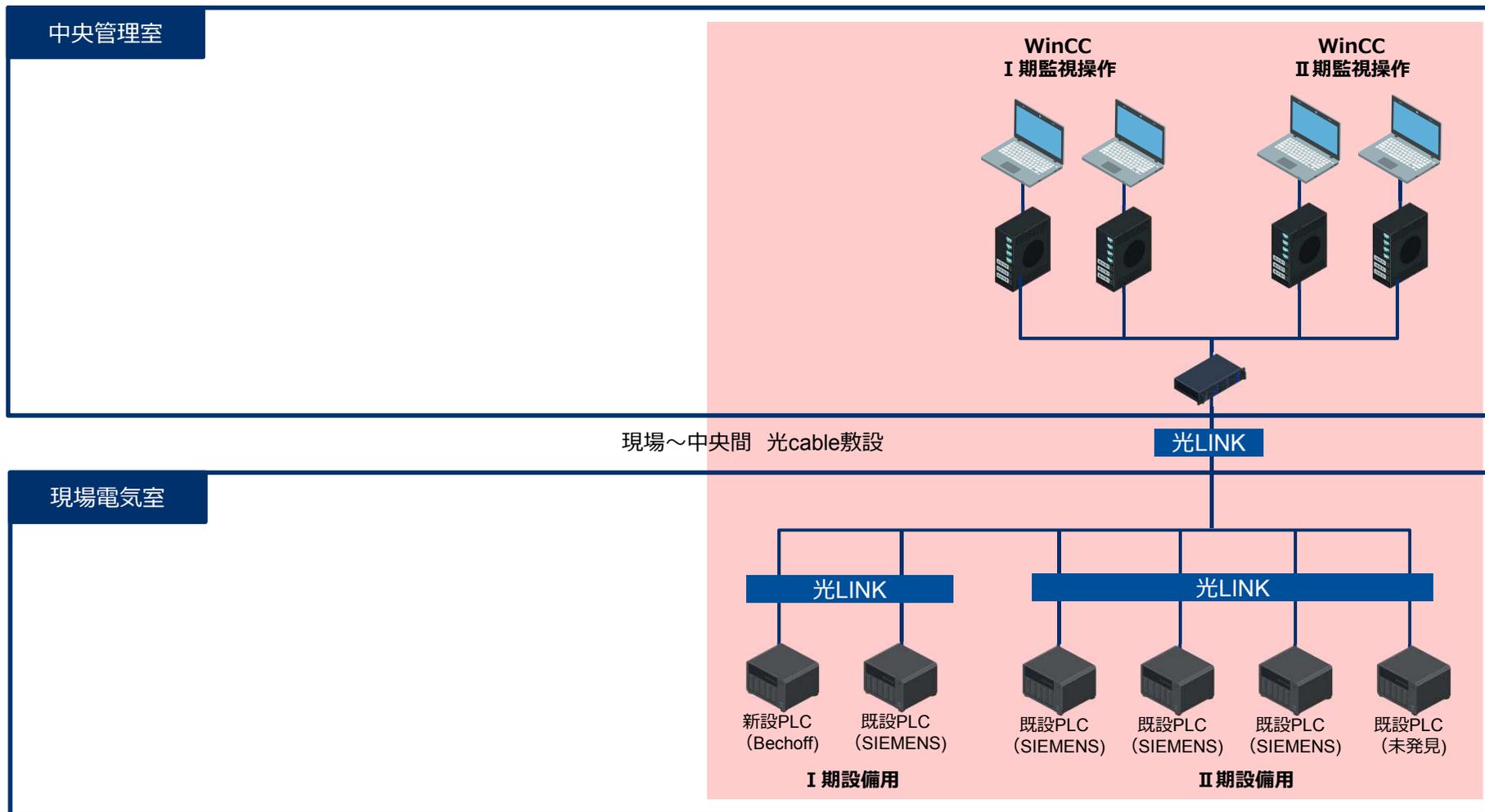
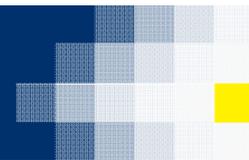
放流

污泥濃縮池

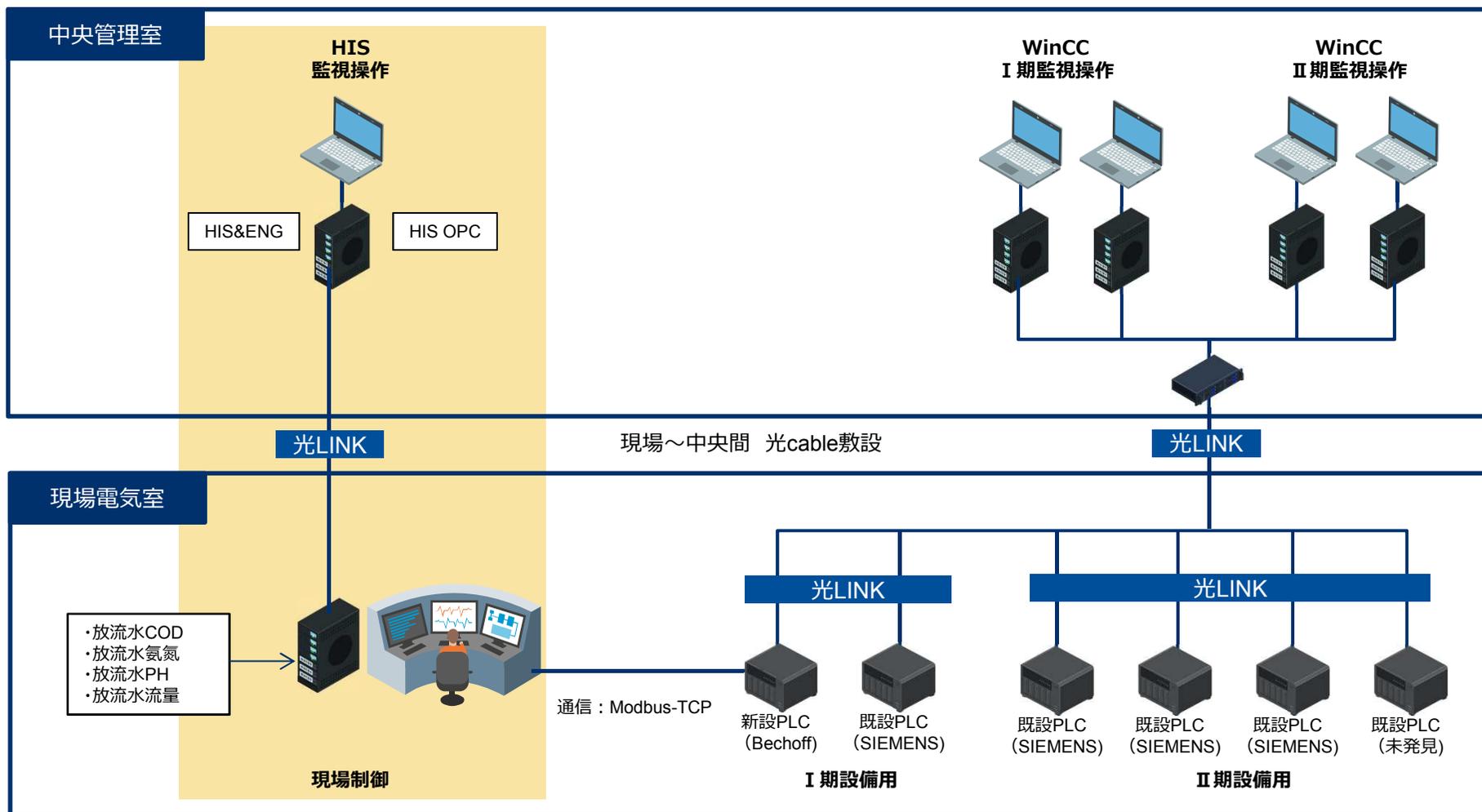
污泥脱水機

污泥搬送

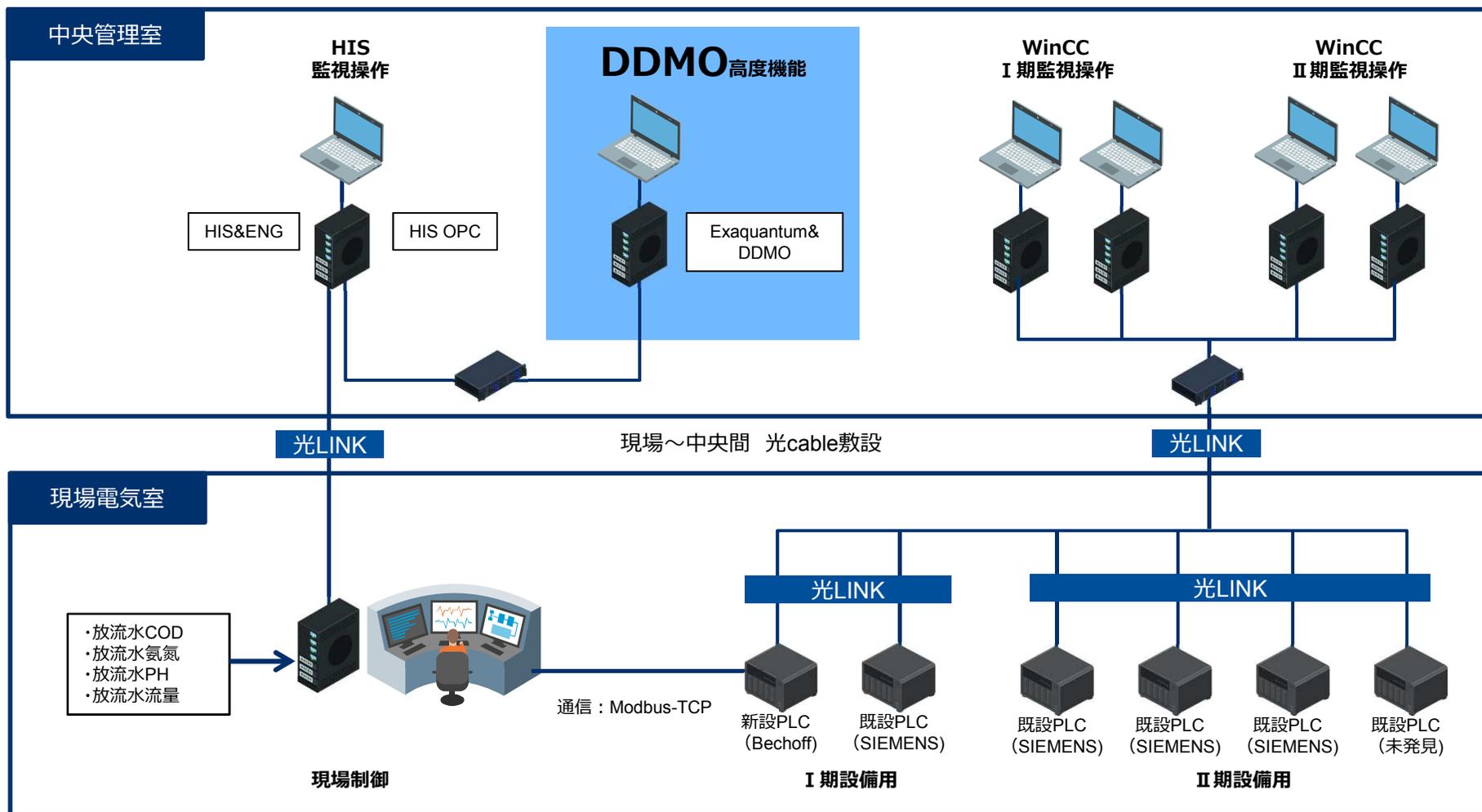
# システム導入事例



# システム導入事例



# システム導入事例

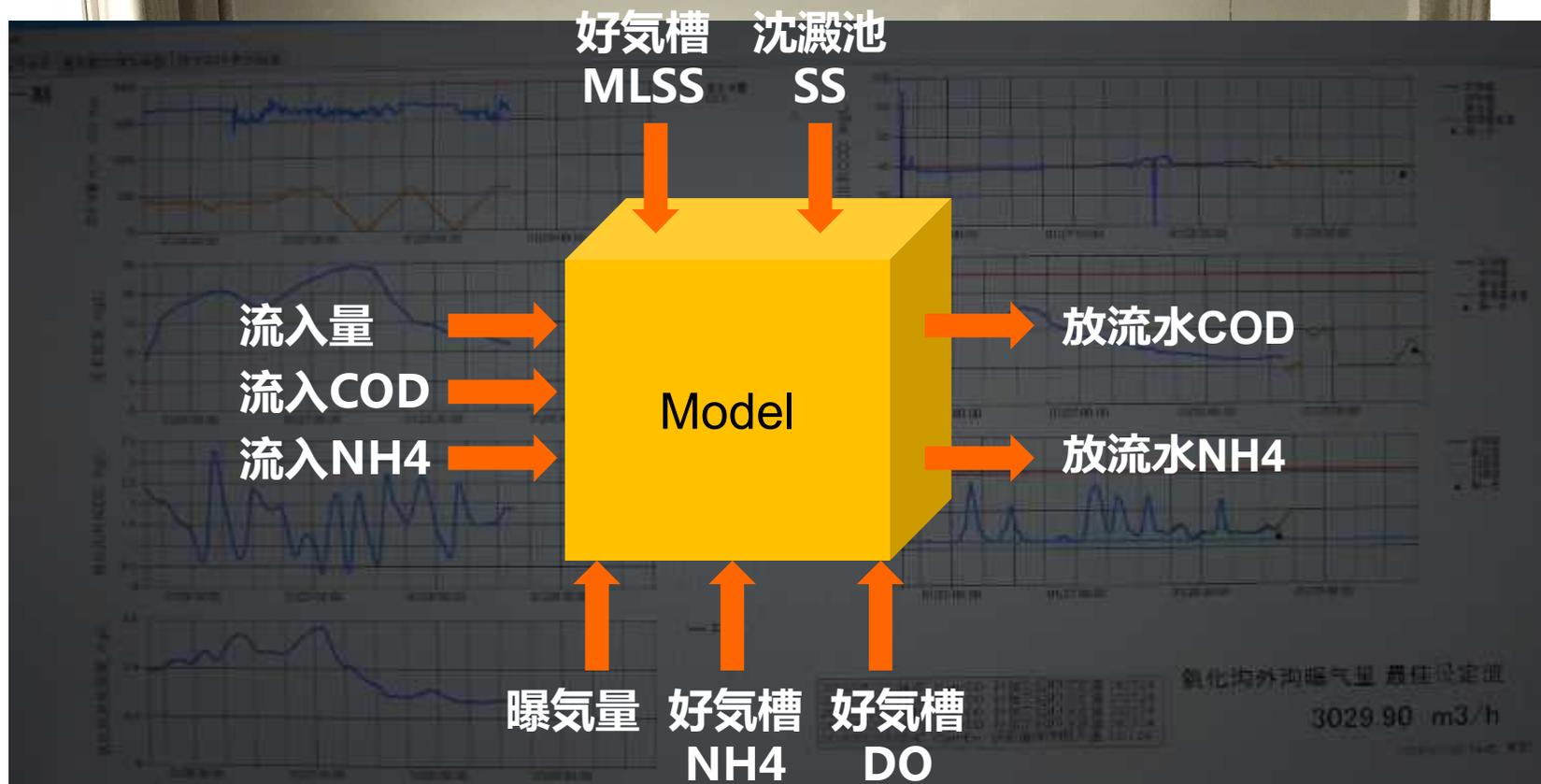


# 中央管理室

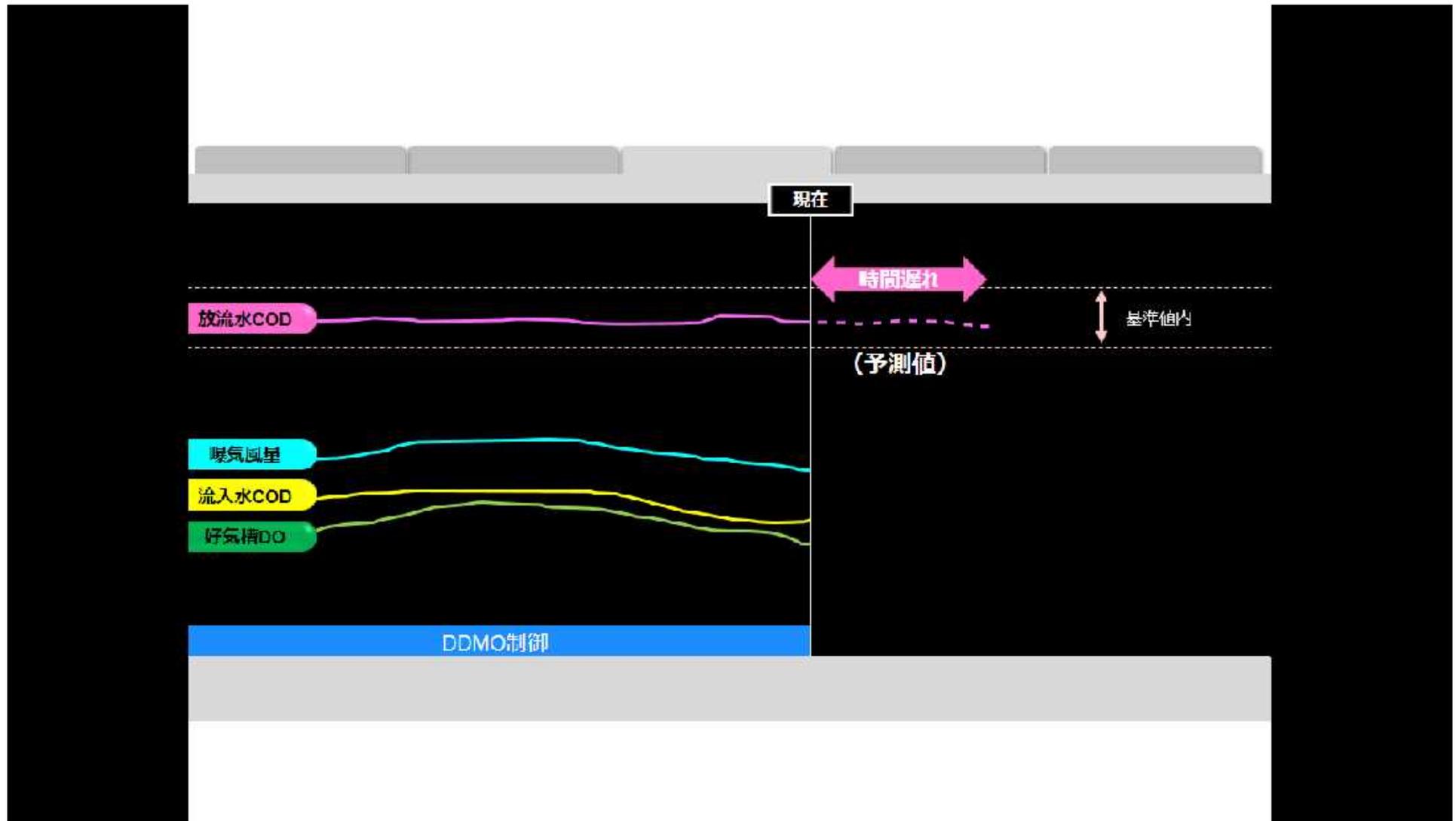




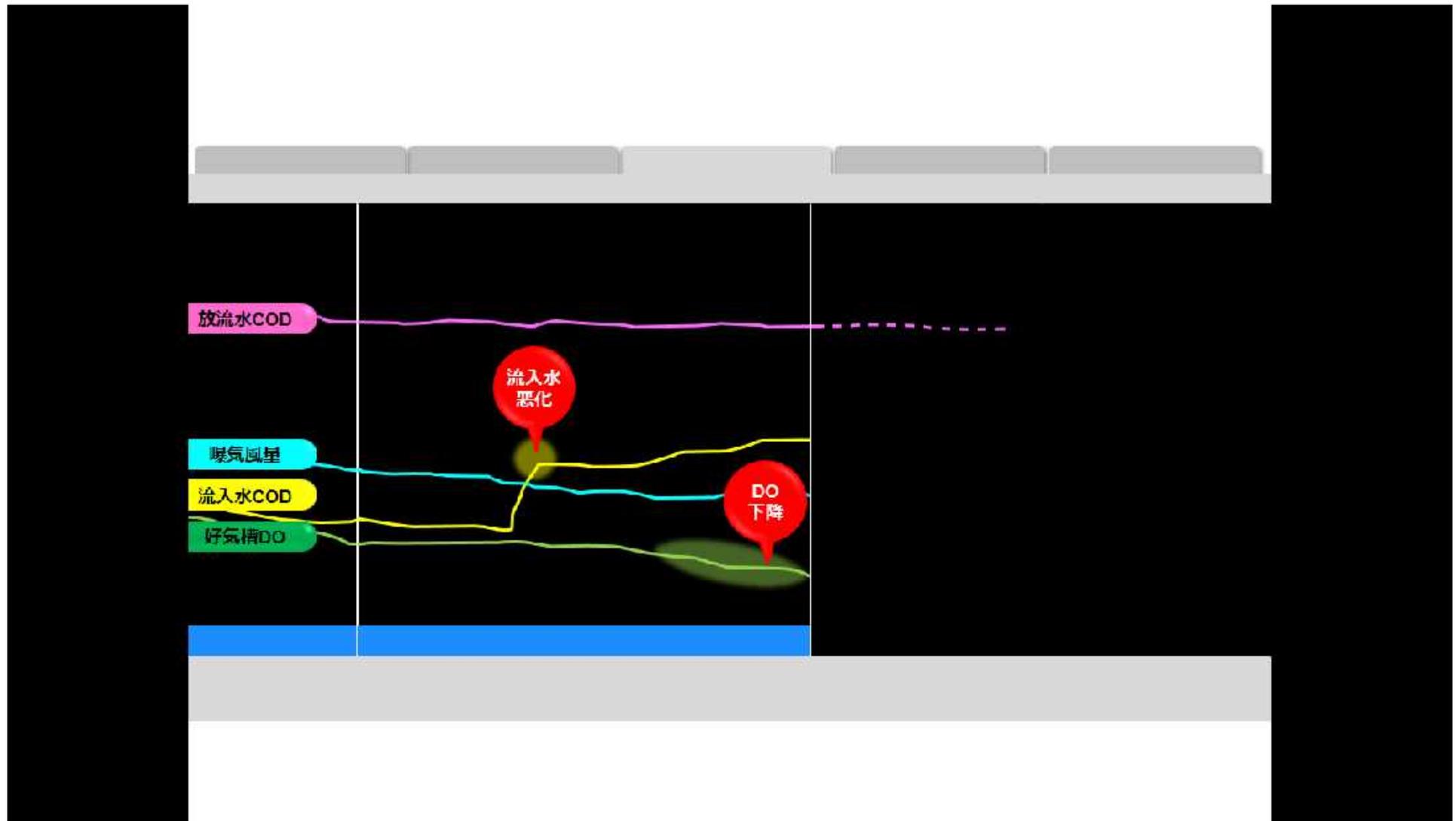
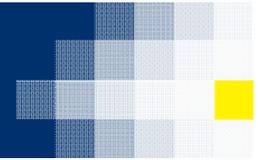
# DDMO モデル考案



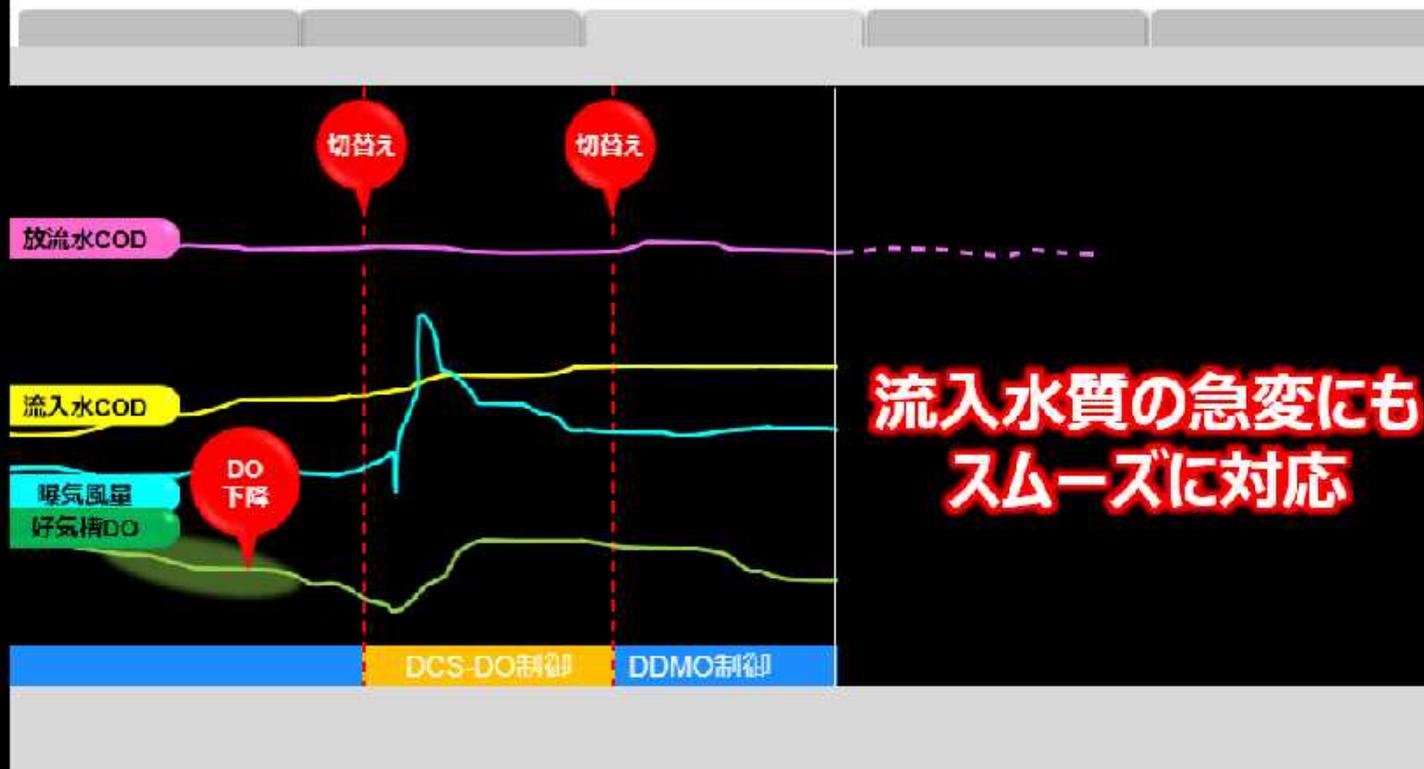
# 最適化システム 運用事例



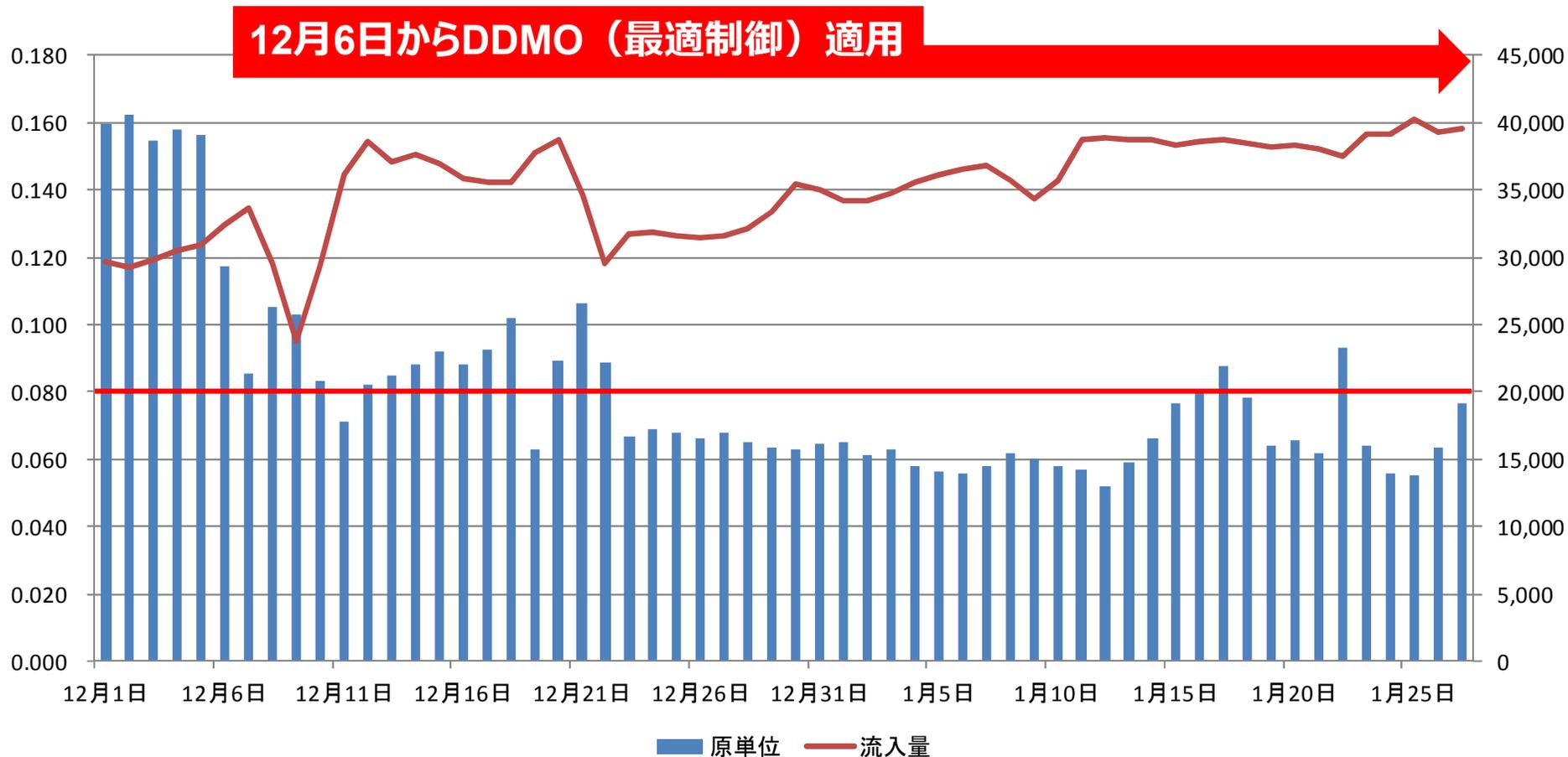
# 最適化システム 運用事例



# 最適化システム 運用事例



# 2017年12月1日からの日当たりの汚水流入量と原単位の推移



12月1日～5日の原単位は 0.15以上、これはMLSSに大きく起因。  
 12月22日からはMLSSも数値が安定し、DDMO導入と相まって0.08以下をほぼ維持

# 導入効果

## フロア電力量



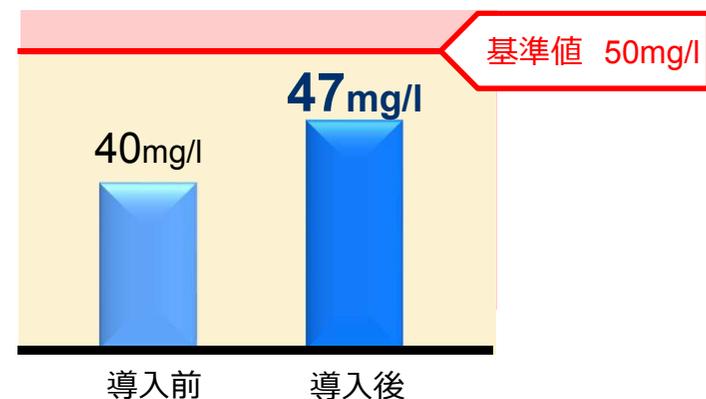
4,627 kw/d  
↓  
3,470 kw/d

## 原単位



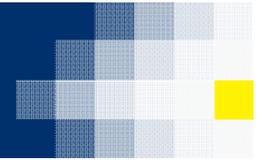
0.130 kw/m<sup>3</sup>  
↓  
0.098 kw/m<sup>3</sup>

## 放流COD



## 放流NH4





フロア電力量



4.627 kw/d

3,470 kw/d

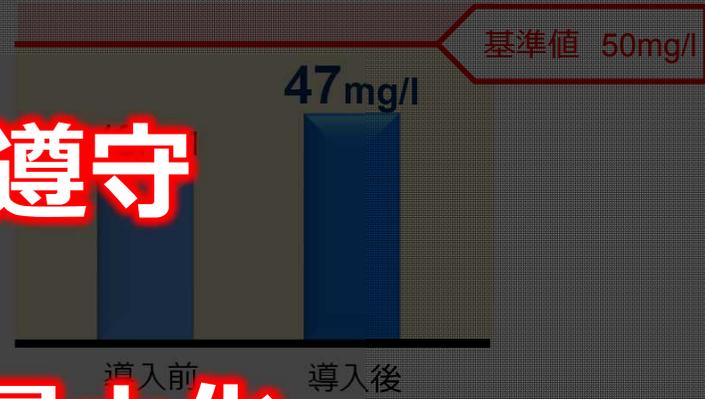
原単位



0.130 kw/m<sup>3</sup>

0.098 kw/m<sup>3</sup>

放流COD



**放流水質の遵守**  
+  
**省エネ効果の最大化**  
を実現

# 中国での取り組み Goldwind/Etechwin殿との連携

