

ベトナムにおける排水処理の 高度化・省コスト対応制御システムの普及 事業

平成30年9月25日

公益財団法人 国際科学振興財団

有限会社 エイ・エル・エス (ALS)

株式会社 日水コン

(1)事業概要

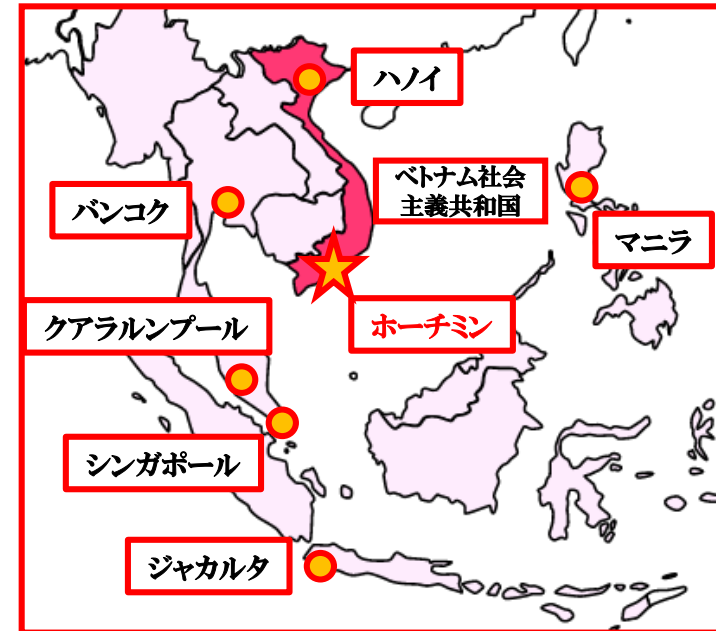
- **実施する国/地域** : **ベトナム社会主義共和国 ホーチミン市近郊**
- **実施目的**: ベトナム国は経済発展により水質汚濁が進行しており、排水処理施設整備が急務であるが、運転・維持管理費が足かせで、進捗が停滞している。本事業では、生活/産業系の有機性排水処理における**省エネと処理機能向上を同時に実現達成可能な生物反応制御システムを汎用化させ水環境改善への貢献**を目的とする。
- **実施内容**: FS調査においては、雨季・乾季の原水特性・処理特性を把握すると共に運転管理手法や運転コストを明らかにし、**適用技術をベトナムに最適化させる条件を求める**。実証試験では、本技術を適用した排水処理施設を実際に稼働し、処理能・汚泥特性を明らかにし、**運転コスト削減効率を検証**する。取得データより、現地適正価格を算出し、**価格帯に応じたビジネスモデルを構築**する。
- **適用する技術**: **AOSDシステム(自動酸素供給装置; Automatic Oxygen Supply Device)**
- **期待される成果**:
 - 富栄養化の原因となる窒素等を効率的に除去し**水環境への負荷低減**
 - 簡易自動制御運転で**原水の質的・量的変動に対応可能**で処理能安定
 - 生物処理に必要な酸素量の**最適曝気**により、**電力コストの抑制が可能**
 - 有機性排水処理曝気動力料削減により**温室効果ガスCO₂等発生抑制**
- **ビジネスモデルの概要**:
 - ① 新規/処理機能不足既存施設等の改善汎用化
 - ② 本技術導入コスト抑制のレンタルビジネス化
 - ③ 本技術の組み込まれた新規設備の販売整備加速

(2) 事業実施地域の状況・課題、モデル事業実施までの経緯

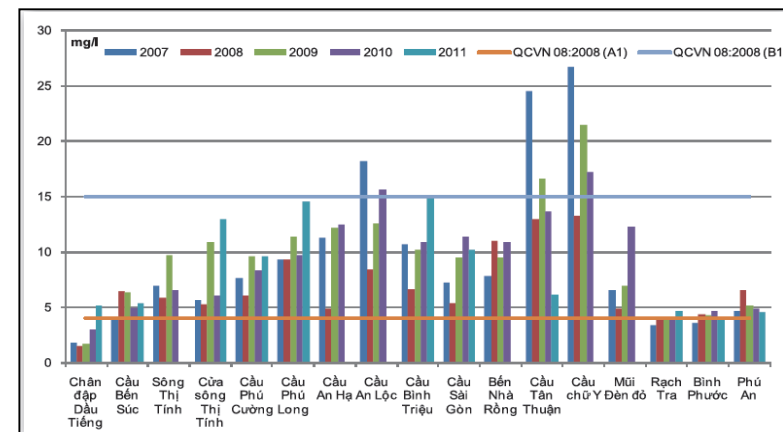
◎ 1985年の**ドイモイ(刷新)政策**の導入以後、ベトナム社会主義共和国の経済成長は著しく、**GDP成長率は、5%以上**を維持している。特に、ASEANの地理的中心に位置する商都ホーチミン市は、他の加盟主要都市と同様に著しい経済発展を遂げている。

◎ この地域では、**我が国からの投資・進出も増加傾向**にあり、この**成長の一端**を担っている。

◎ 一方、これらの経済発展は、**急激な産業化や人口集中**を引き起し、大量に発生する排水は適切に処理されず、**水質汚濁を加速**させている。未だ河川や運河と密接な関わりを持って生活する周辺住民に対しては、**健康被害が顕在化**しており、**ベトナム政府として、早急な健全化対応が迫られている。**

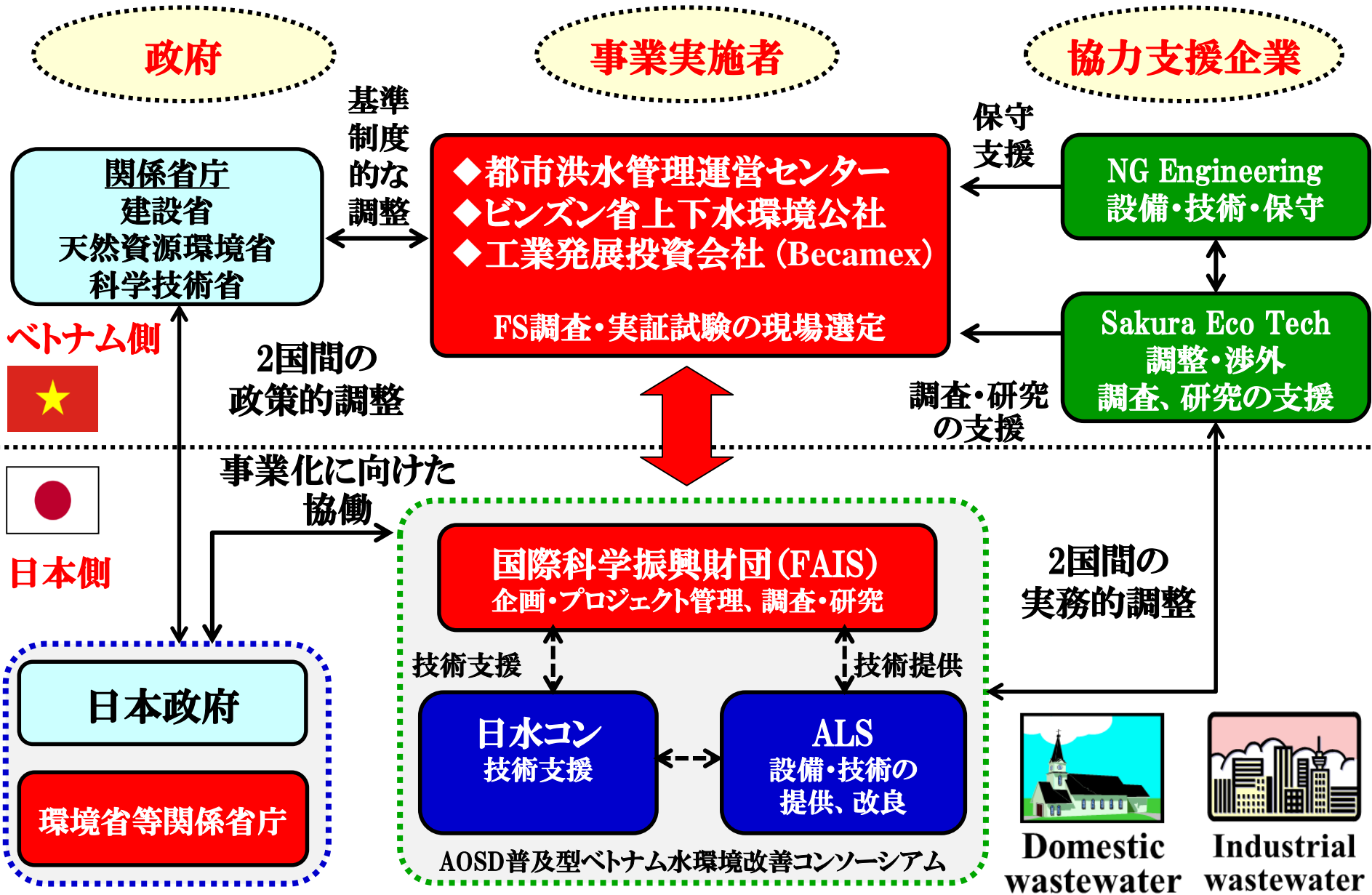


河川で漁を営む周辺住民 ヨドミに集まるゴミやホテイアオイ



サイゴン川のBOD濃度
(国家環境報告書2012より)

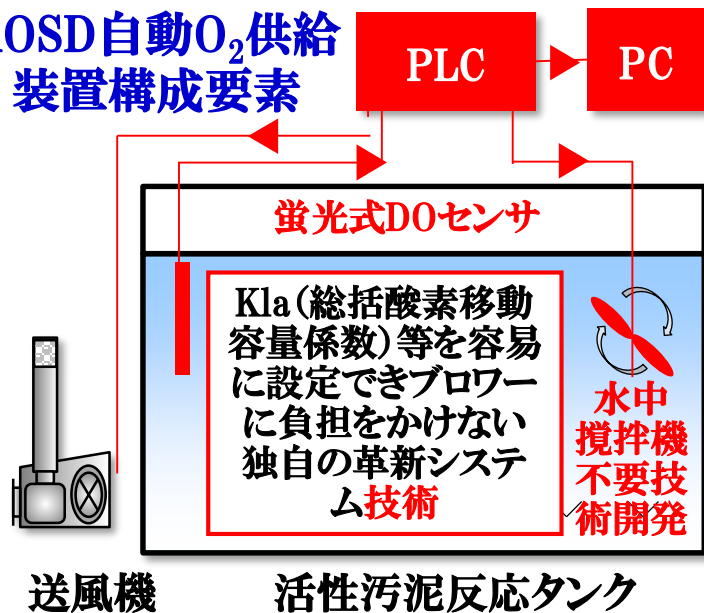
(3) 事業実施体制・関係機関



(4) 導入技術の概要

生物学的排水処理において、**有機物除去、窒素の硝化、内生呼吸等で必要とされる酸素量**を、制御データ(水温、溶存酸素(DO)等)から算出し、**ブロワのON-OFFを自動制御**することで、必要最小限の酸素量のみを供給する**最適化制御システム**で、我が国で閉鎖性水域の**窒素等の対策技術**として開発され**有機性排水処理施設等で実績がある**。近年、本システムの中核技術としての**蛍光式DOセンサ(LDO)**開発導入によりメンテナンスフリーで制御データが安定しAOSD制御能力の著しい向上に繋がって来ている。

AOSD自動O₂供給
装置構成要素



AOSDシステム導入のメリット

- ①生物学的硝化・脱窒最適制御による**窒素/有機物質等の処理能向上**
- ②生物反応の全自動制御による**原水変動への追従・処理機能安定化と高度処理化、維持管理の容易化**
- ③生物処理反応に必要な最小限空気供給による**曝気コスト効率的削減**
- ④生物処理に必要な消費電力エネルギー削減による**CO₂発生抑制**
- ⑤有機性排水処理既存施設への付加設置による**初期投資コスト削減**



悪臭
魚類の斃死
景観の悪化

大気CO₂

窒素等高度含有
処理水

アオコ/赤潮発生
水質汚濁加速

既設処理

AOSDシステム
導入施設



窒素等高度除去された処理水

AOSD

水環境健全創造再生
:汚濁物質発生ポテン
シャルを大幅低下

(4) 導入技術の概要

水処理法における自動制御方式使用電力削減高度化技術

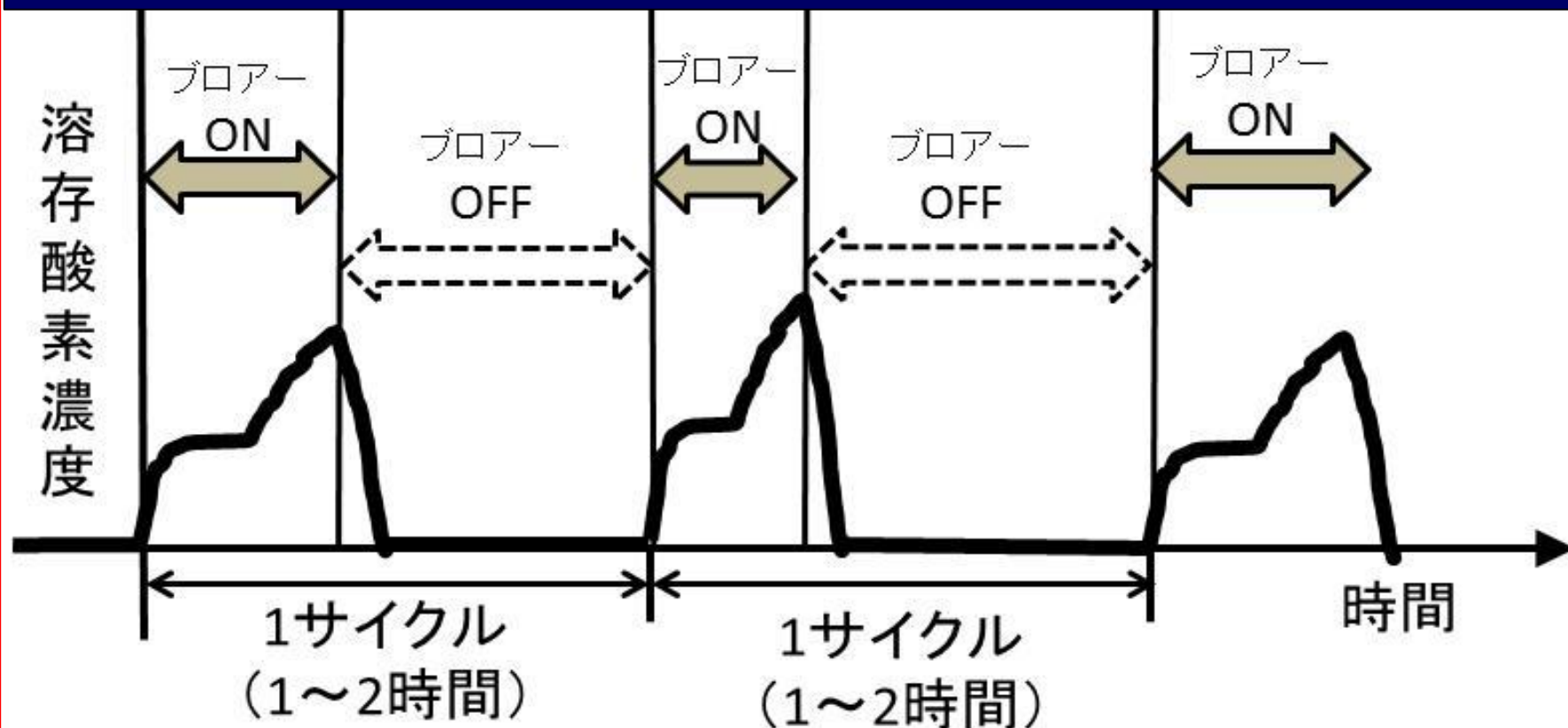
DOシステム制御項目	制 御 概 要
◎ AOSDシステム制御法	酸素の必要とされる量を、制御データ(水温、DO等)から算出して、ブロワを自動制御することで、必要最小限の酸素量のみ供給する制御システム
◎ DO、ORP、NH ₄ -N等システム制御法	DO、ORP(酸化還元電位)、NH ₄ -N等の計測値を基に、ブロワ風量を調整する制御システム
◎ NADHシステム制御法	活性汚泥微生物の呼吸反応に関係する補酵素NADHを指標として、送風量制御を行うもので、NADHを測定するセンサーと送風制御で構成される制御システム
◎ 間欠曝気システム制御法	単純に、ブロワをタイマー等により間欠的に運転する簡易制御システム
◎ AOシステム制御法／2点間DOシステム制御法	酸素の必要とされる量を、DO計を2か所設置して酸素の消費量を自動演算して、酸素の濃度勾配を基に必要酸素量を供給する制御システム

(4) 導入技術の概要

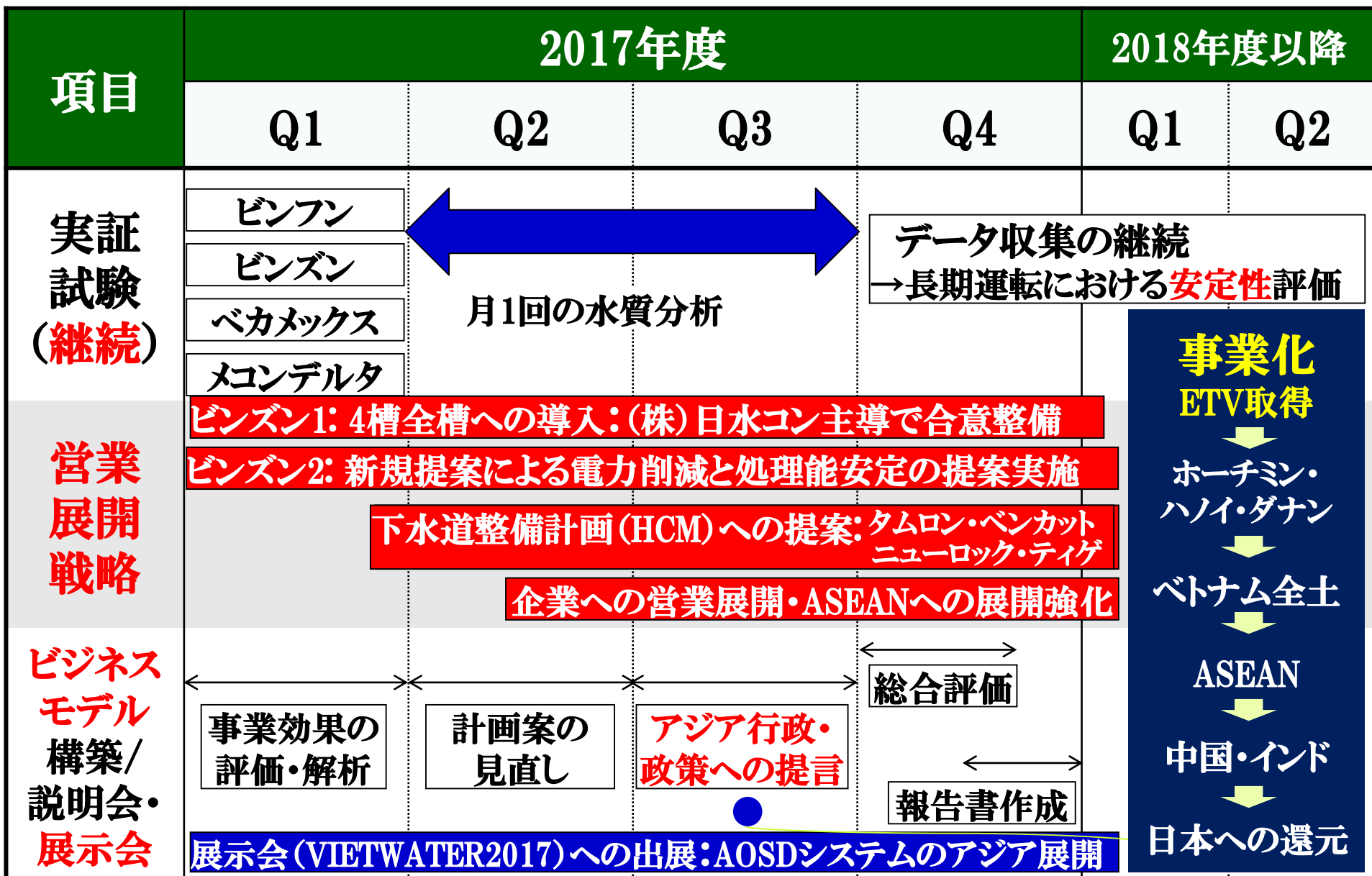
AOSDシステムのブローア制御：溶存酸素の動態パターン

◎ 本事業導入技術：**AOSD** (自動酸素供給装置; Automatic Oxygen Supply Device)システム

DOの上昇等ラインの勾配をもとに硝化・脱窒速度などの数式の係数を自動的に決定して必要な酸素供給量を順次計算して精度高く確定する。



(5) 事業実施工程



(6) FS調査/水環境改善効果実証試験の実施内容

生活系排水の回分式処理施設解析評価

トゥーザウモット Thu Dau Mot 下水処理場 (ビンズン省)



(6) FS調査/水環境改善効果実証試験の実施内容

生活排水系の公共下水施設の解析評価

ビンファン

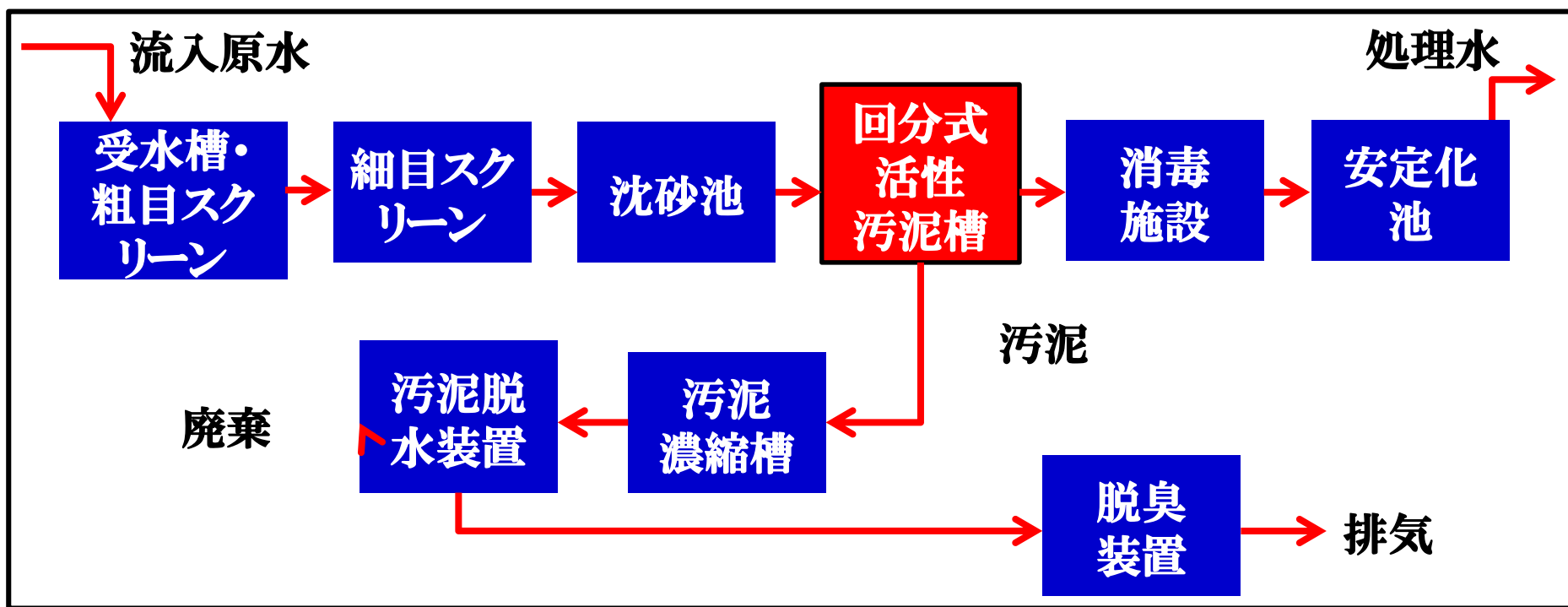
ホーチミン

Binh Hung下水処理場 (Ho Chi Minh市)



ビンズン下水処理施設フローシート

- 処理方式: **修正回分式高度活性汚泥法** (連続流入)
- 計画水量: 17,000 m³/day
- 実水量: 7,174 m³/day (2015年平均)
- 処理フロー



(6) FS調査/水環境改善効果実証試験の実施内容

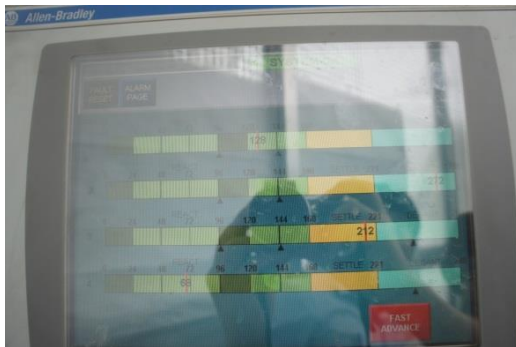


BINH DUONG : Thu Dau Mot 下水処理場のSBR
(連続流入回分式高度処理活性汚泥法)

回分式高度既設活性汚泥槽オペレーションの詳細

「①②③④の既設方式にAOSD:LDO蛍光電極設置による検証評価」

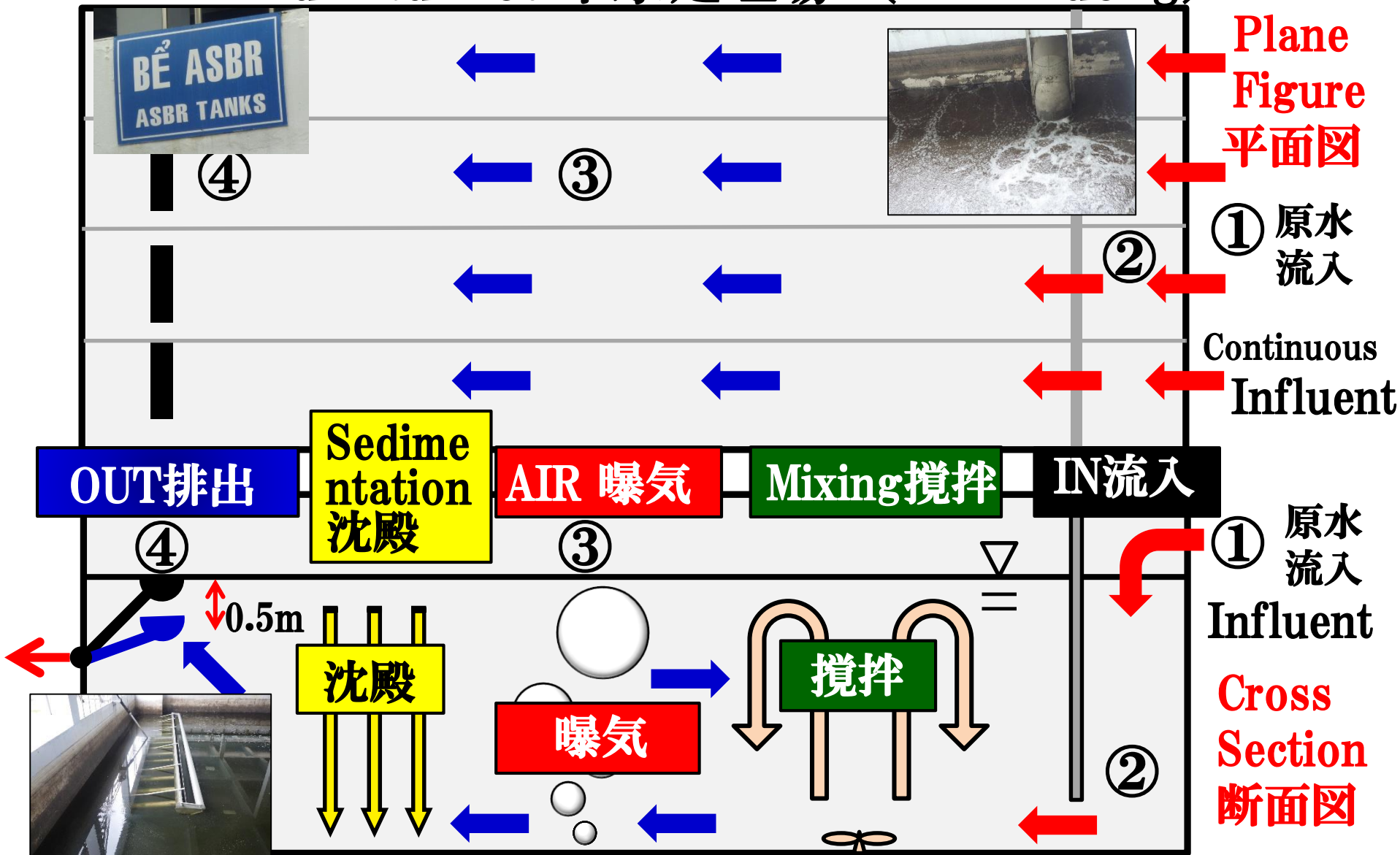
- ① 沈砂池からの原水は、各系列に連続流入
- ② 流入した原水は、隔壁で仕切られた槽に滞留後に、底部の連絡口より処理槽へ移送
- ③ 処理槽では、**攪拌・曝気・沈殿・上澄水排出**の4工程がタイマー制御にて、自動運転
- ④ 排水アームを水面から0.5m下げて、処理水排出



攪拌	曝気	攪拌	曝気	沈殿	上澄水排出
攪拌24分	曝気72分	攪拌24分	曝気48分	沈殿53分	排出67分
合計 288分 (4.8時間)					5サイクル/日

(6) FS調査/水環境改善効果実証試験の実施内容

Thu Dau Mot 下水処理場 (Binh Duong)



(6) FS調査/水環境改善効果実証試験の実施内容

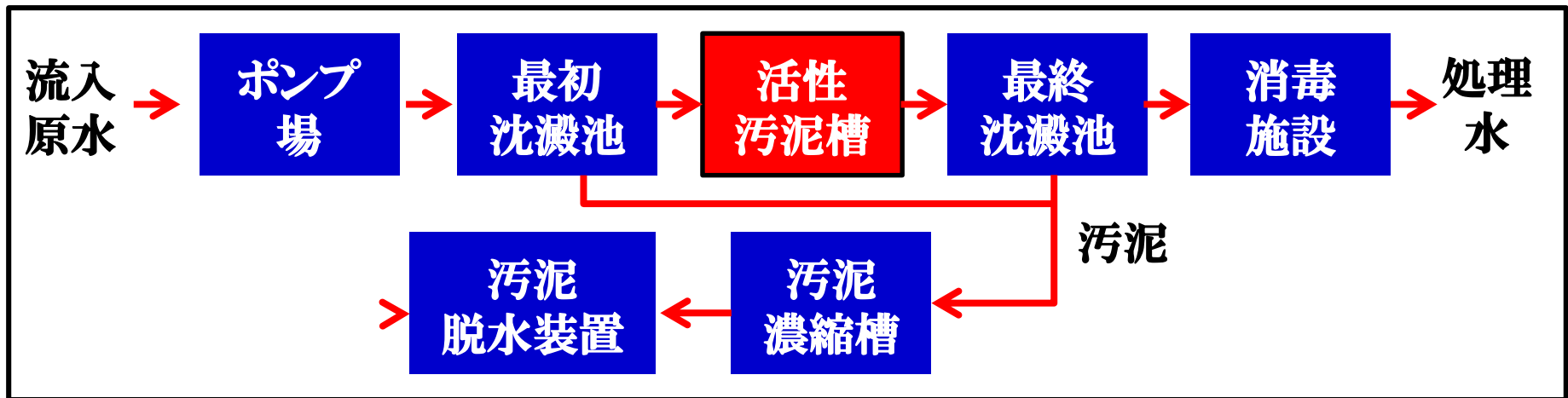


**BINH DUONG : Thu Dau Mot下水処理場のSBR
(回分式高度活性汚泥法) 上澄み水引き抜き装置**

ビンファン下水処理場

生物処理方式：滞留時間短縮修正活性汚泥法

- ・ 計画水量：141,000 m³/day
- ・ 実水量：145,214 m³/day (2015年平均)
- ・ 処理フロー



(6) FS調査/水環境改善効果実証試験の実施内容

10系列

J I H G F ↓ E D C B A

最初沈澱池

H27年度に新技術開発したブローに負担のない攪拌機不要の微曝気方式の採用で大規模等では確実な最適運転対応が可能

活性汚泥槽1系列4槽

AOSDシステムの低濃度・低負荷対応の有効性の確認

最終沈澱池

最初沈澱池

10系列

HRT:39分

水面積負荷:

108m³/m²/day

活性汚泥槽

長さ28m

幅 10.5m

深さ 5.5m

10系列・4分割

HRT:2.76時間

最終沈澱池

10系列

HRT:1.63時間

水面積負荷:

52m³/m²/day

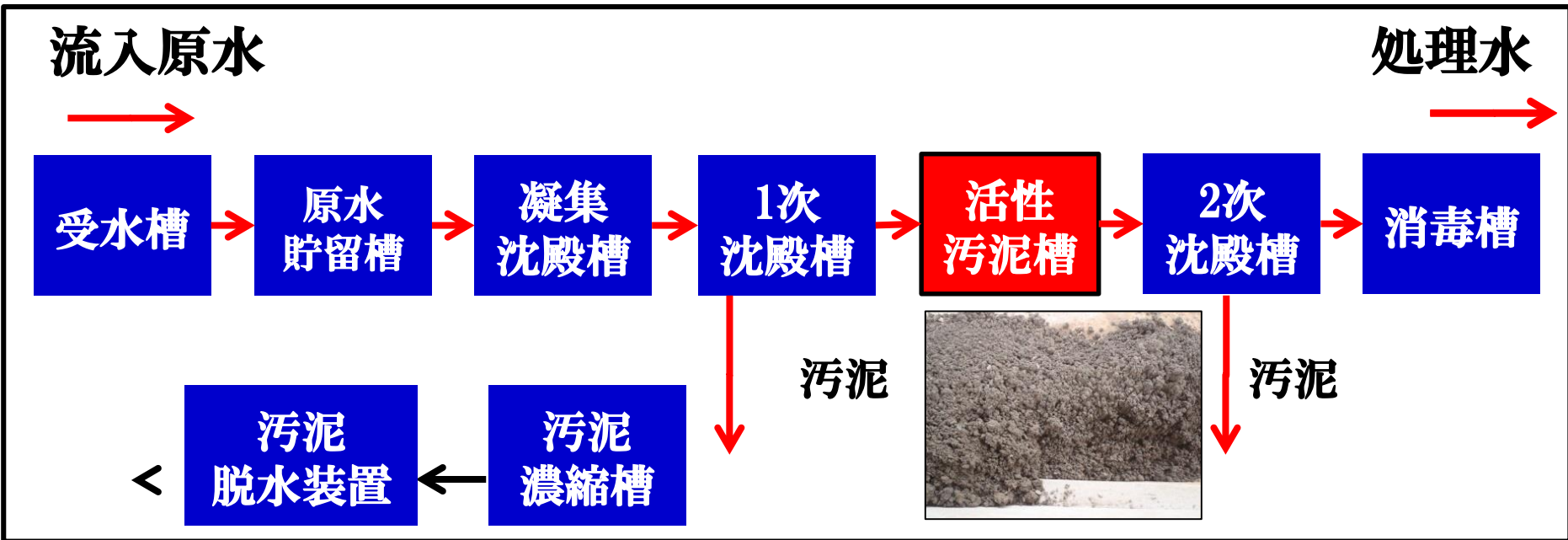
(6) FS調査/水環境改善効果実証試験の実施内容

AOSDシステムの中核となる蛍光式溶存酸素(LDO)計の適用



ベカメックス工業団地処理施設

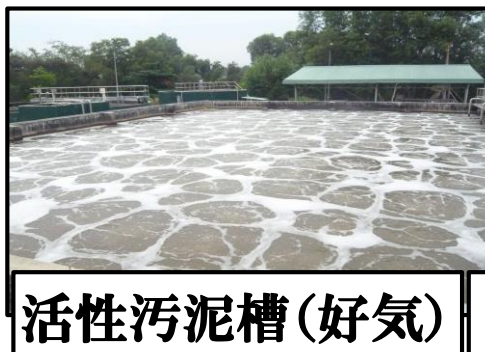
- ・ 処理方式：凝集沈殿+嫌気好気活性汚泥法



原水貯留槽



薬剤タンク



活性汚泥槽(好気)



脱水装置と脱水汚泥

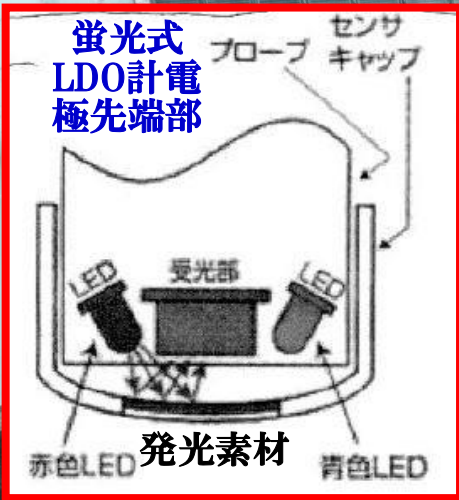
メコンデルタ排水処理施設



AOSDによる
VIETNAM食品加工
工排水処理設置
施設全景

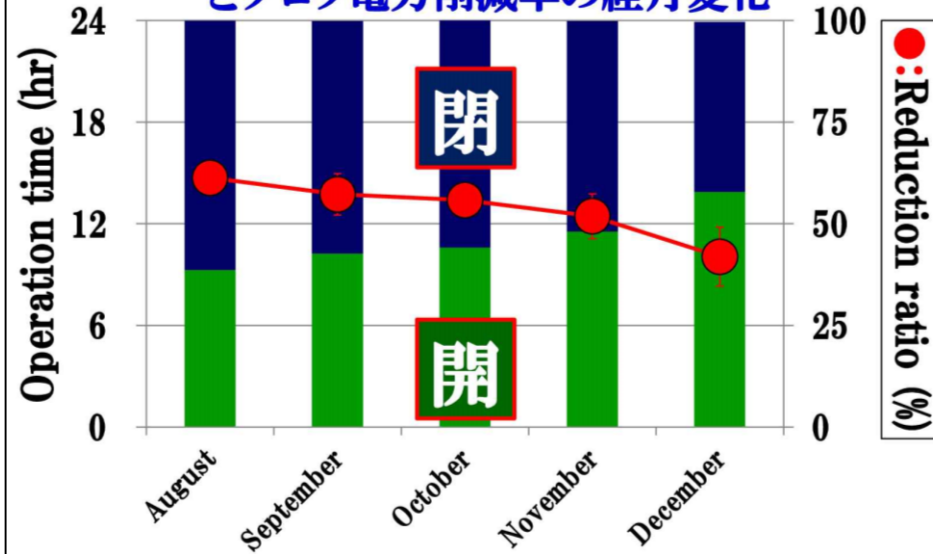


メコンデルタ排水処理施設 LDO蛍光式溶存酸素計設置状況

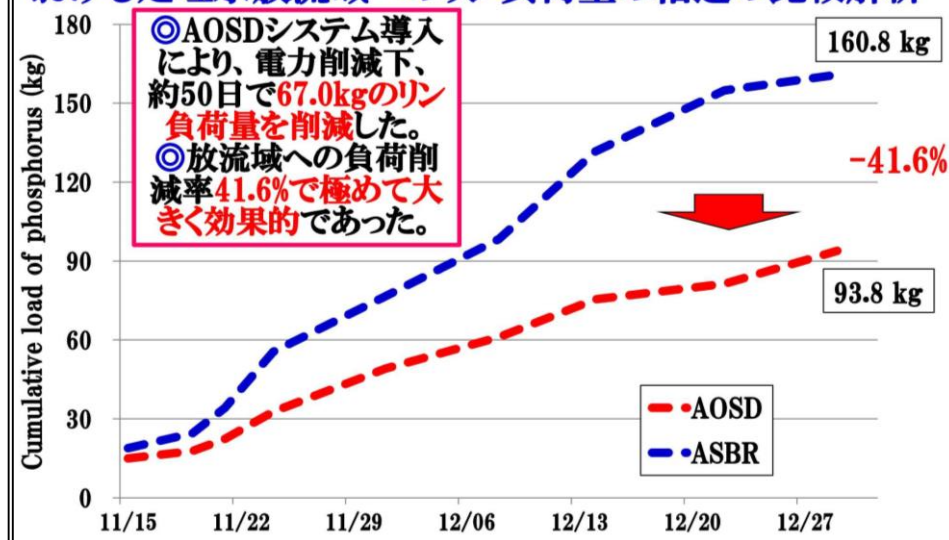


(6) FS調査/水環境改善効果実証試験の実施内容

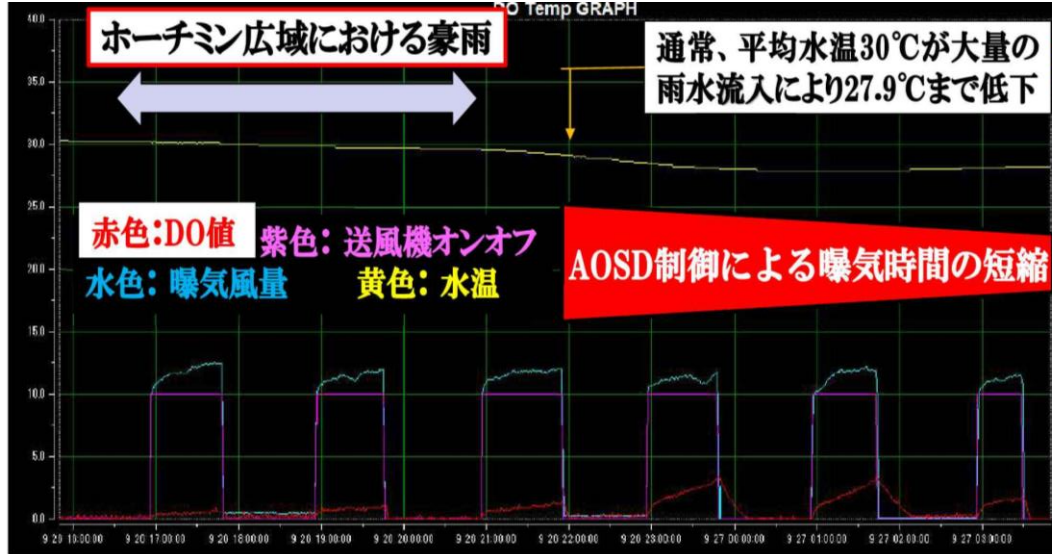
ピンファン処理場におけるバルブ開閉時間の平均値とプロワ電力削減率の経月変化



ビンズン下水処理場のAOSDシステム導入系と対照系における処理水放流域へのリン負荷量の相違の比較解析



豪雨による原水の急激な変化に対する最適制御 (ピンファン)



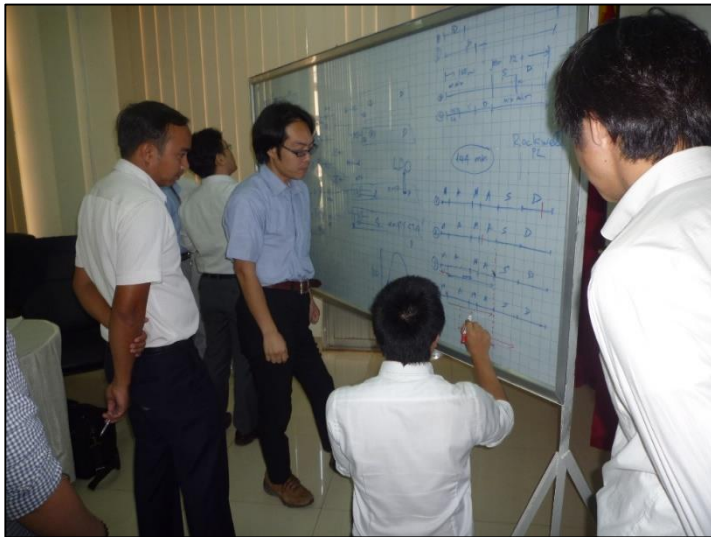
ベトナム南部の既存排水処理施設において、AOSD制御による実証試験が行われた結果、全ての施設において、電力削減と処理性能向上に伴う水環境への負荷低減が検証された。同時に、原水の急激な変化・負荷変動やヒューマンエラーに対する条件下最適制御追従も確認され現場から高評価が得られた。

(6) FS調査/水環境改善効果実証試験の実施内容



ベトナム技術者に対する簡易分析・透視度計測等指導状況

(6) FS調査/水環境改善効果実証試験の実施内容



AOSDシステム導入の重要性に対する意見交換と環境教育

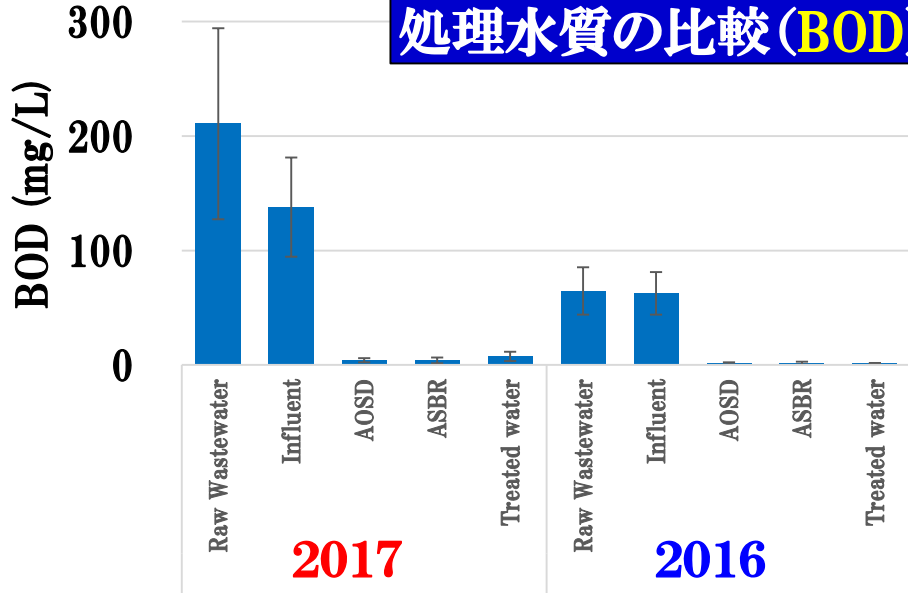
(6) FS調査/水環境改善効果実証試験の実施内容



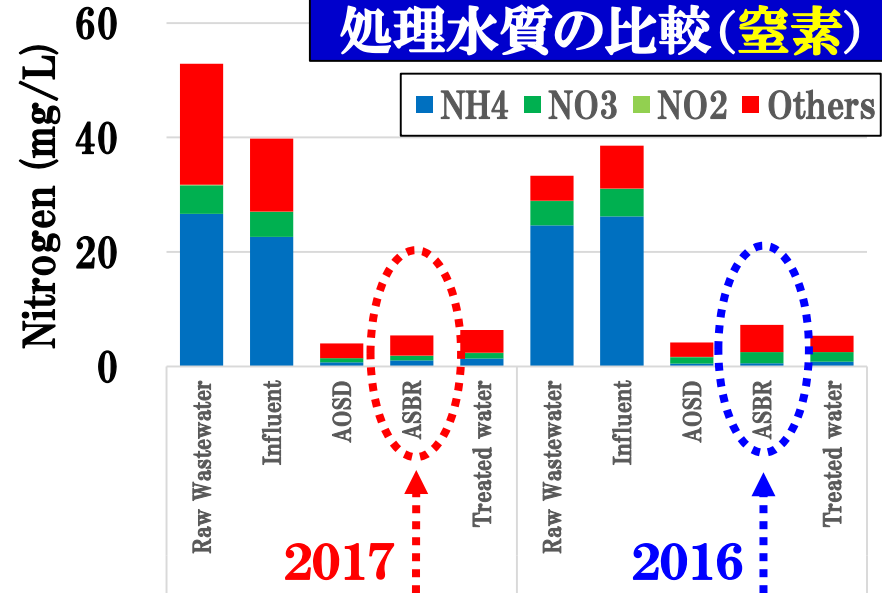
AOSDシステムの中核LDO溶存酸素電極の管理状況指導

(7)これまでの事業実施内容と結果概要 (ピンズン)

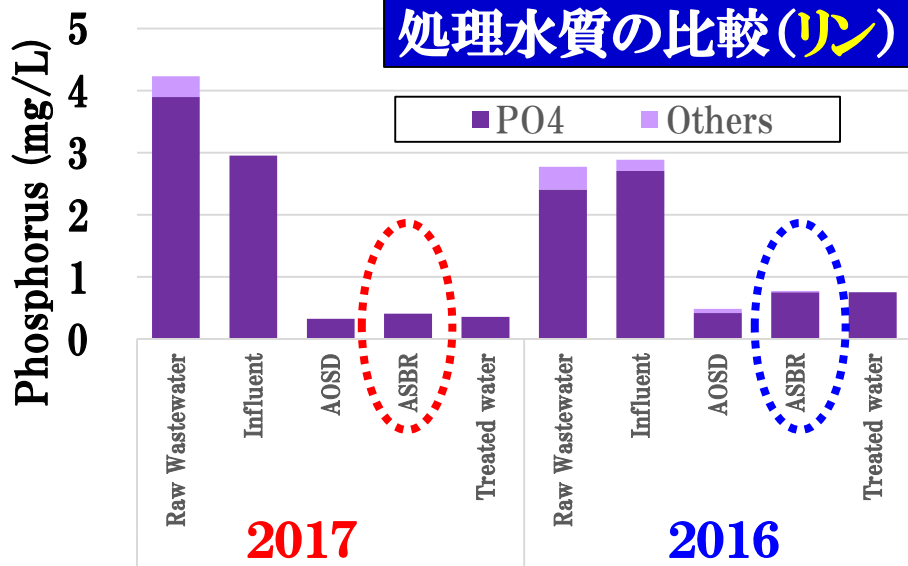
処理水質の比較 (BOD)



処理水質の比較 (窒素)



処理水質の比較 (リン)



ベトナム側でAOSDシステムの制御データに基づきマニュアル設定で運転したことで既存処理槽でも高度性能の確保されることが検証された。

[検証試験における運転条件の最適化]
 重視点を処理水質とした昨年度のプログラムから、より**省エネルギー**を重視したプログラムに変更し、**検証を継続した**。その結果、**省エネルギー**下で、**昨年度と同等以上の浄化能力を維持でき、安定的に処理可能**ことが明らかとなった。

(7)これまでの事業実施内容と結果概要 (ビンズン)

2016年12月: 11,700m³/d

Without AOSD: 488kWh/d, 0.15kWh/m³
Baseline (嫌気好気の高度処理既存方式)

AOSD:
 412kWh/d
 (高濃度モード運転)

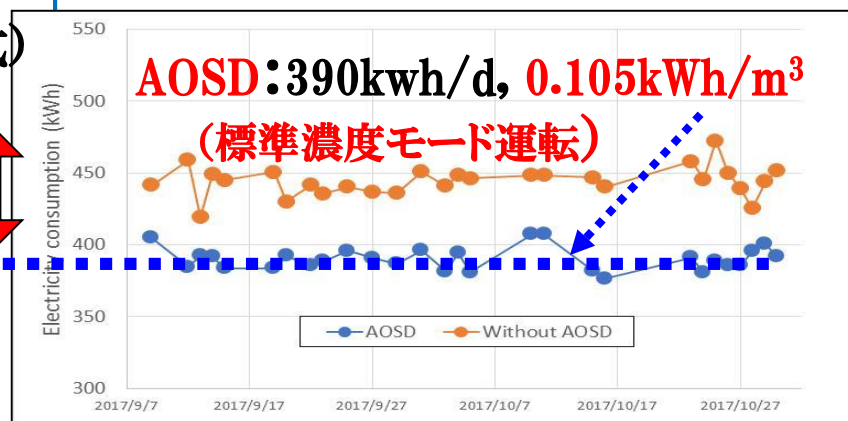
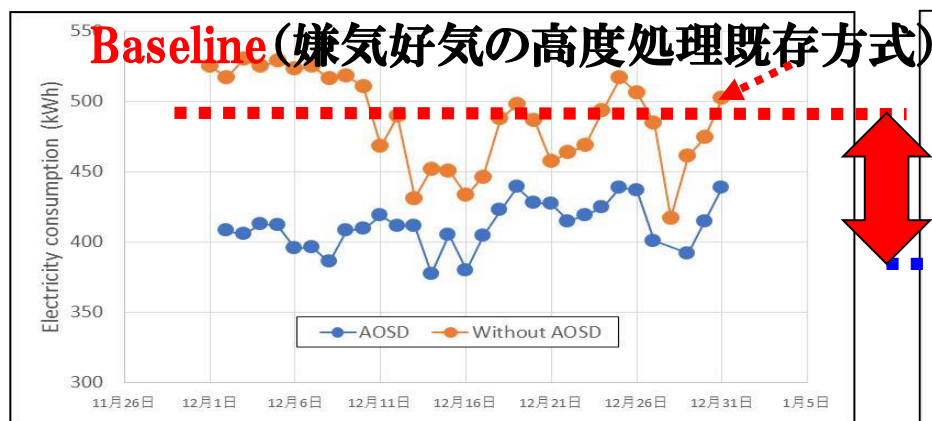
Reduction
 30%

2017年9-10月: 13,400m³/d

Without AOSD: 444kWh/d

AOSD:
 390kWh/d, 0.105kWh/m³
 (標準濃度モード運転)

ベトナムで
 AOSDシス
 テムの制御
 データに基
 づきマニュ
 アル設定
 運転



省エネ重視プログラムに変更されたAOSDシステムによる検証試験の結果、**嫌気好気の高度処理既存方式を比較対象**としても、昨年度と比較し、**処理水量増加**でも**電力削減効果30%**が達成された。

曝気槽のDO濃度に基づく解析

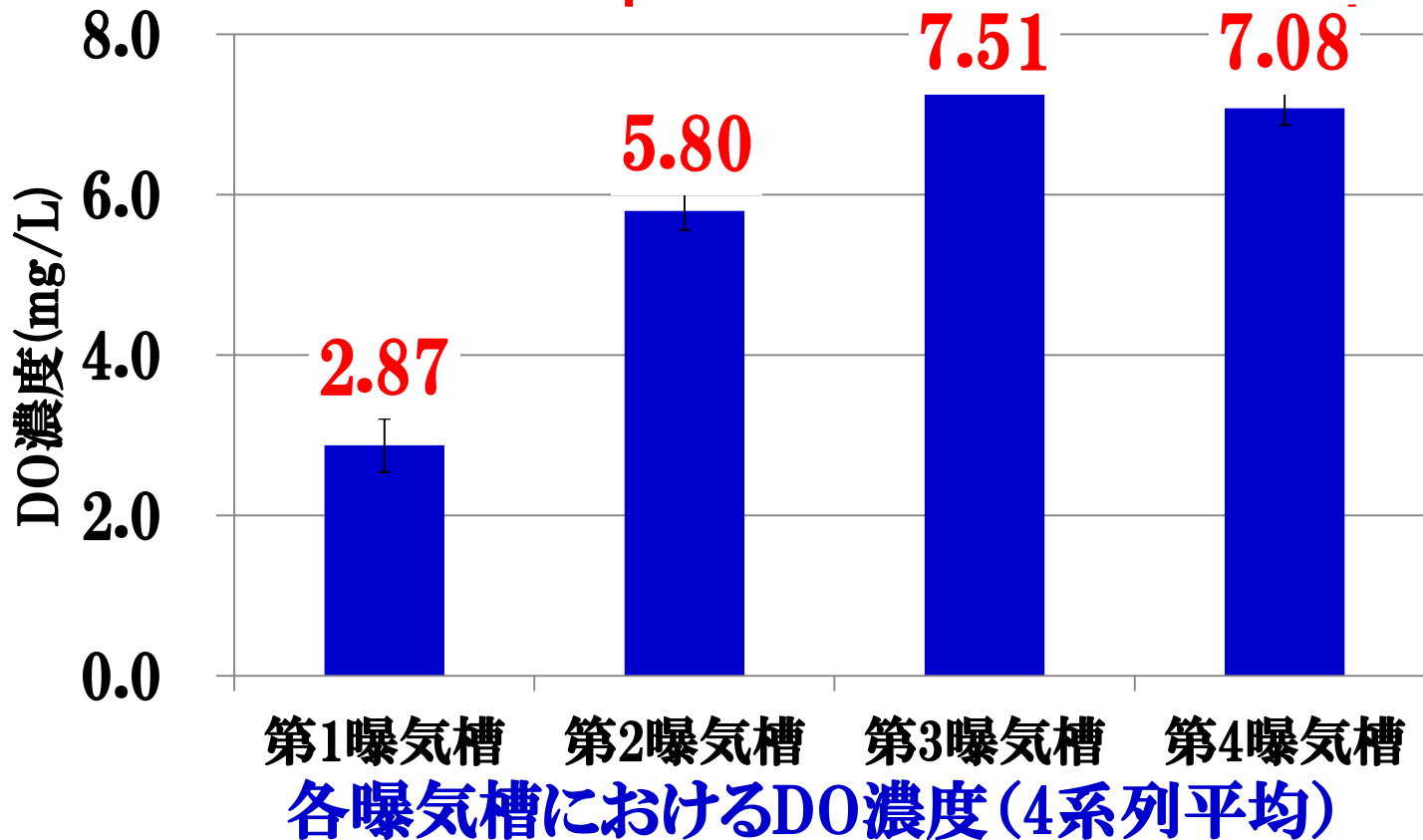
低負荷: 過剰曝気

第1
曝気槽

第2
曝気槽

第3
曝気槽

第4
曝気槽



DO濃度が第2曝気槽以降で5.0以上あり、必要以上に過剰曝気されていることが明らかとなった。AOSDシステム導入による曝気風量削減の可能性が確実視された。

4分割された活性汚泥曝気槽

活性汚泥法の処理能の水質分析に基づく解析

測定項目	原水	I系列処理水	J系列処理水
pH	6-7	5-6	5-6
COD _{Mn}	30-60	0	0
NH ₄ -N	>10	<0.2	<0.2
NO ₃ -N	<0.2	>10	>10
NO ₂ -N	0.005- 0.01	0.01- 0.02	0.01- 0.02

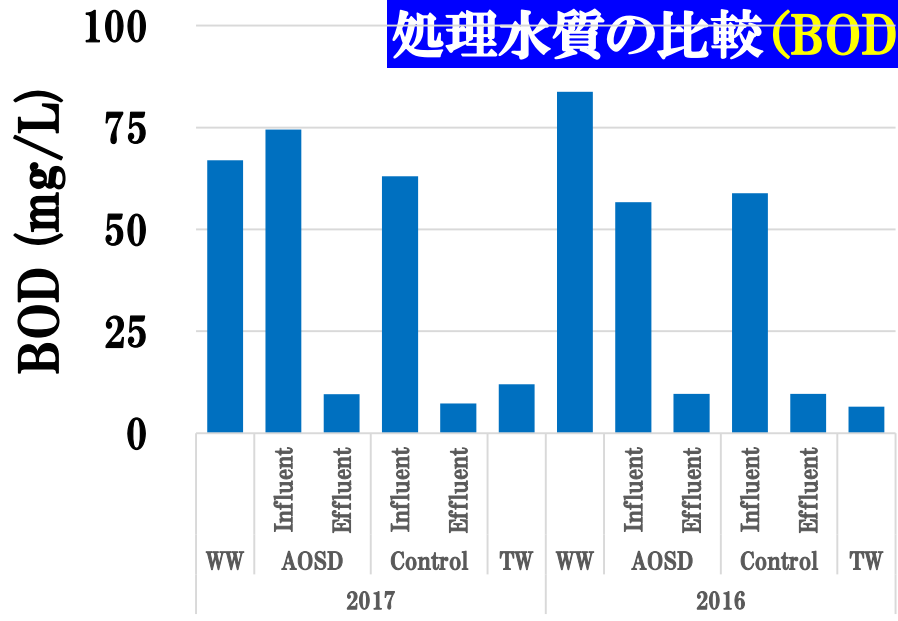
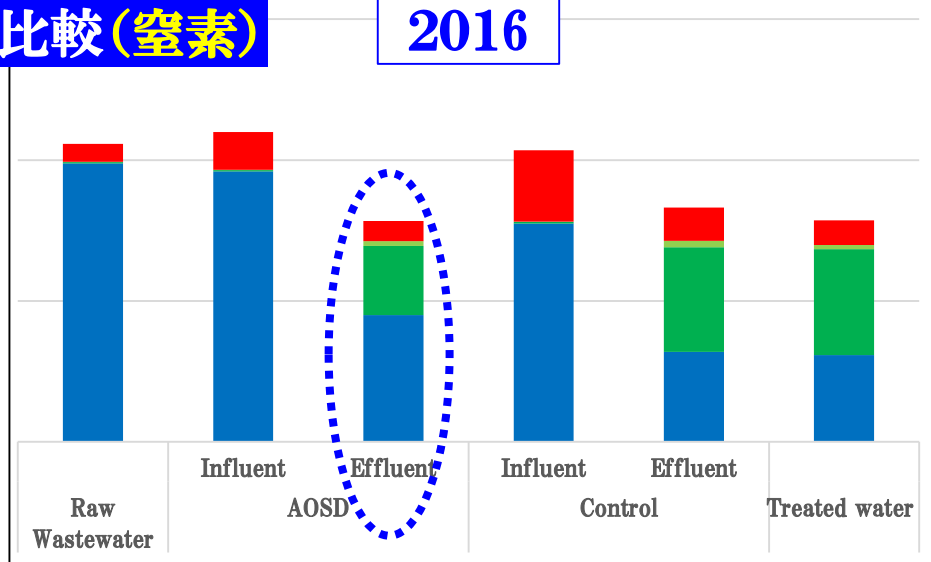
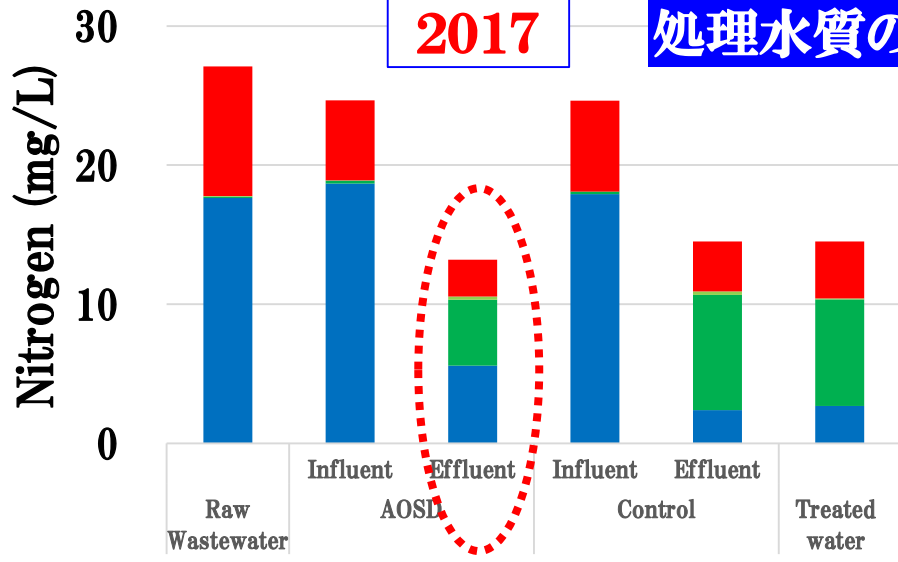
現場測定：pH試験紙と共立理化学研究所
パックテスト等による測定値

CODとNH₄-Nは十分に処理されており、**有機物除去能・硝化能は極めて高いが、NO₃-Nは高濃度で残存する。**この状況から、**AOSD導入により、窒素除去と電力使用量の削減が同時達成**できる可能性が示唆された。



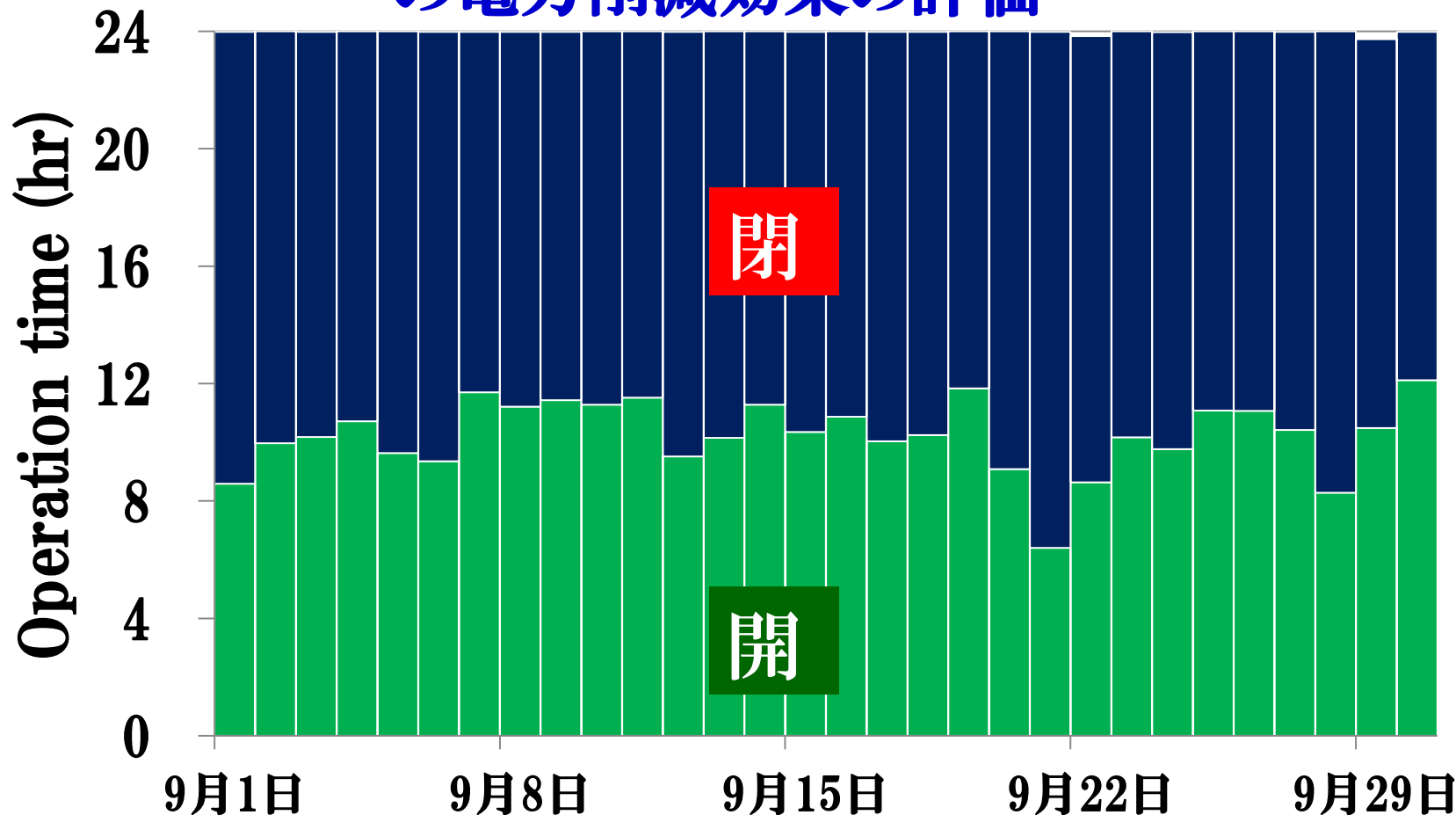
DOの測定結果も踏まえて、**精密分析**を行う施設として選定し解析評価を強化した。

(7)これまでの事業実施内容と結果概要 (ビンフン)



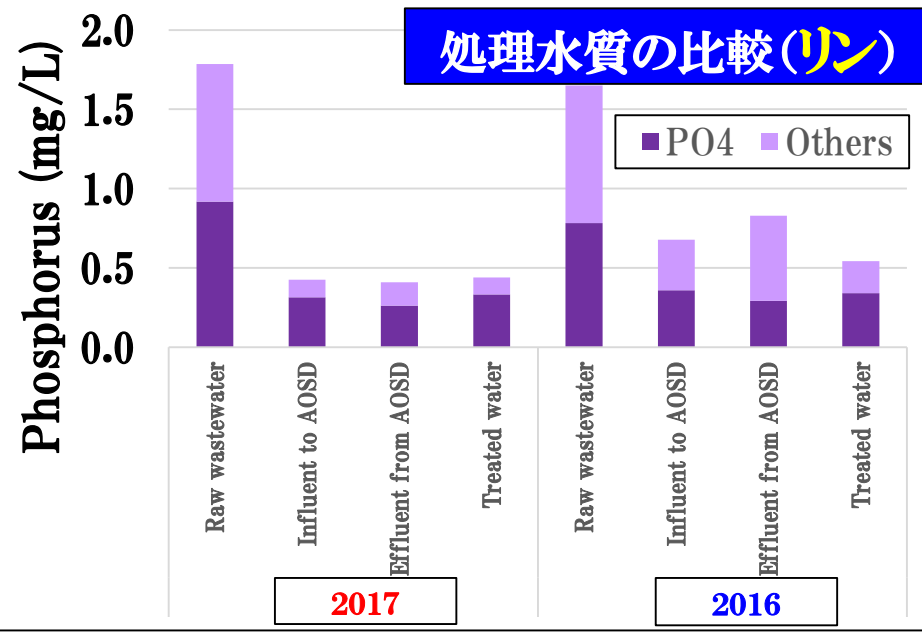
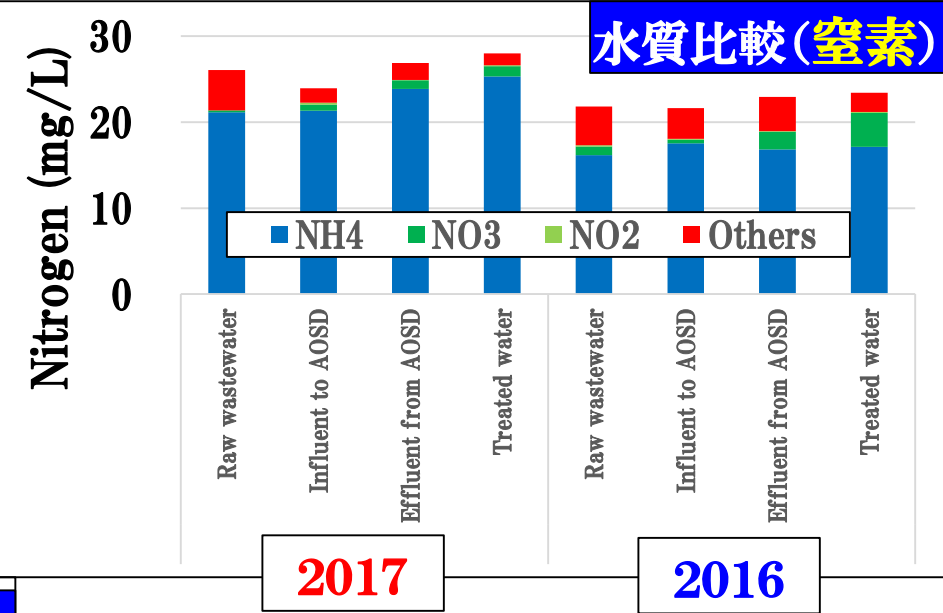
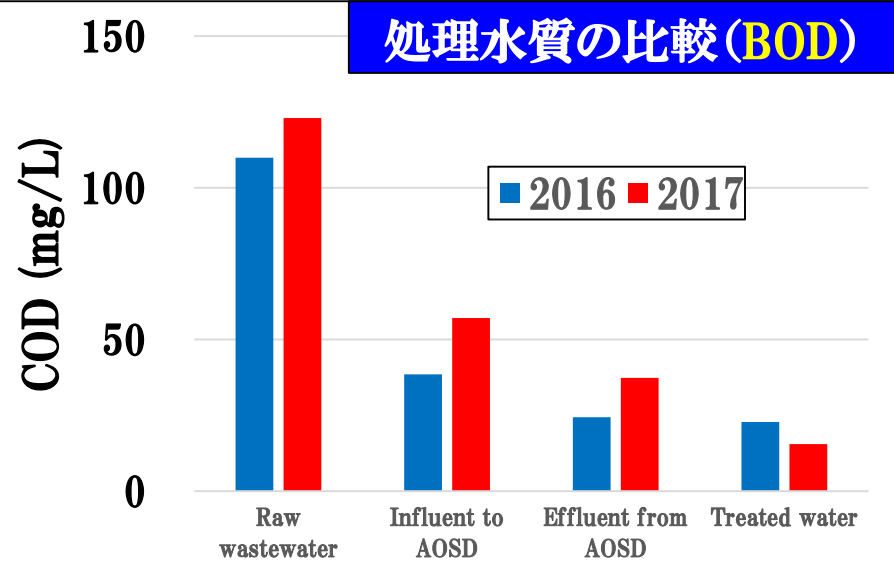
[検証試験における運転条件の最適化]
 嫌気好気のサイクル時間を、昨年度の**2時間から1時間に短縮**し、流入原水の急な変化に対応できるようにした。
 その結果、処理水質は昨年度と同様に**高い水準を示し、長期間安定的に維持**することの可能であることが明らかとなった。

ビンファン下水処理場における送風バルブの開閉時間からの電力削減効果の評価



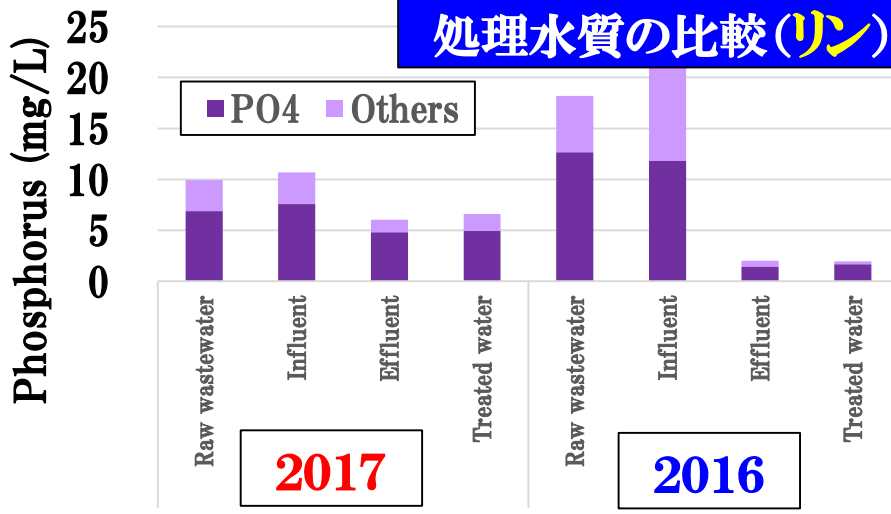
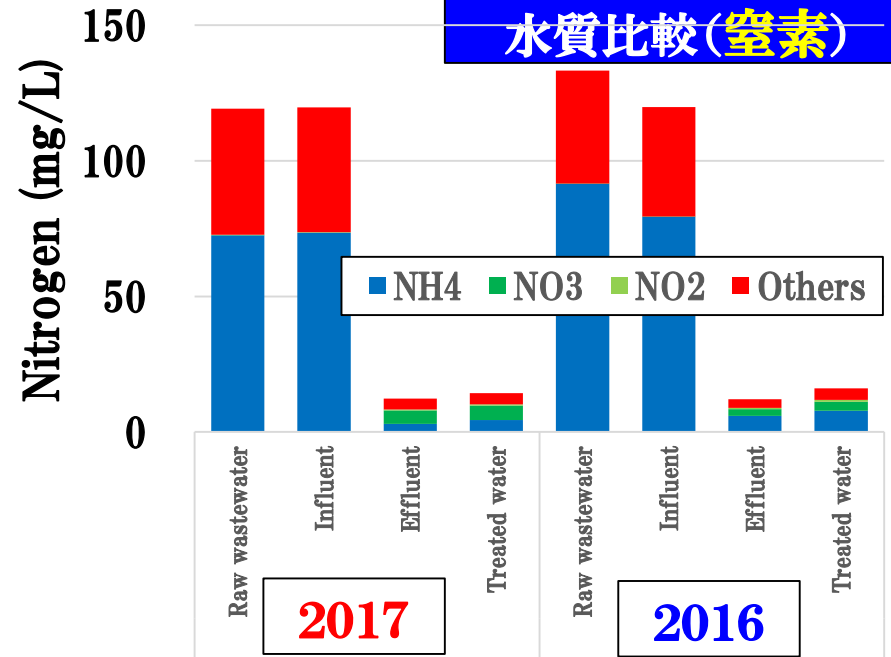
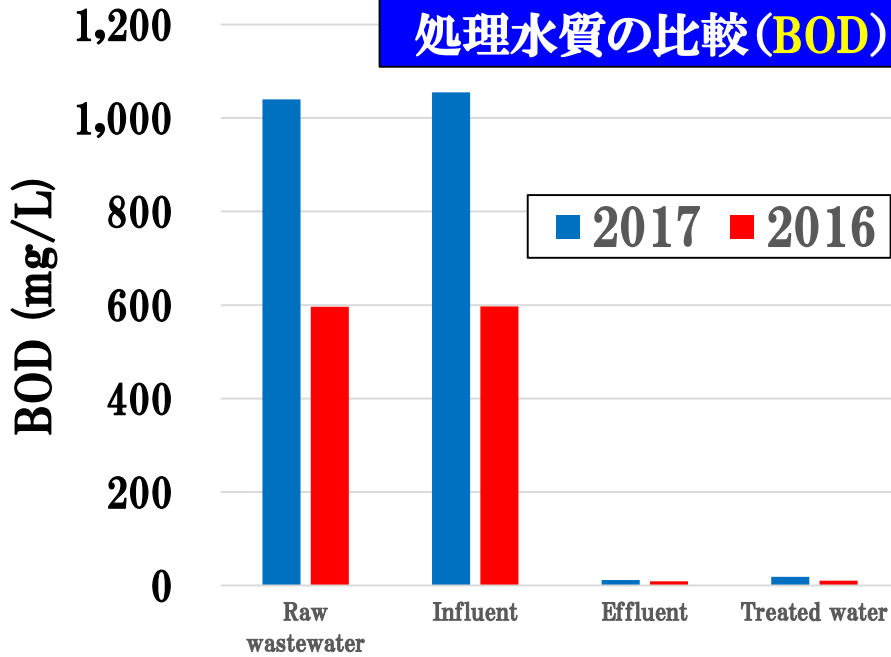
既存システムではブロワを24時間連続運転しているが、AOSDシステム系では、送風バルブの開閉によるシミュレーションを行ったところ、**原水水質の変化に自動追従していること、バルブ開の時間が約60%減の最適条件に制御**されていることが確認された。

(7)これまでの事業実施内容と結果概要 (ベカメックス)



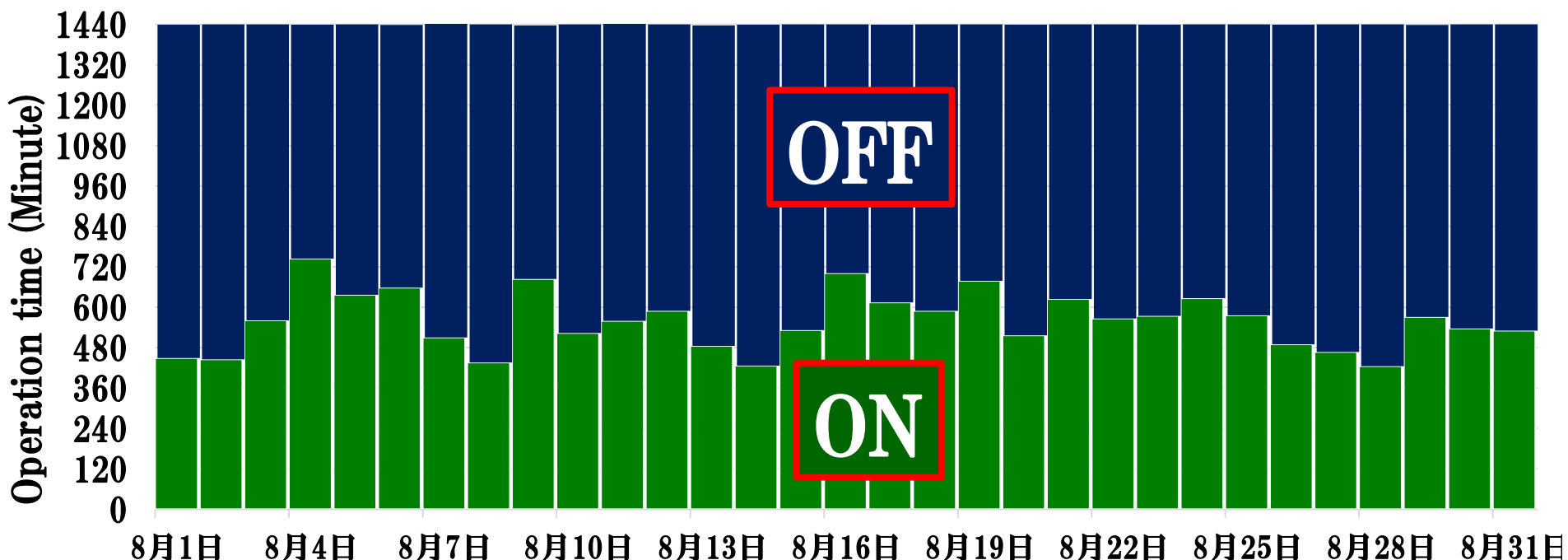
[実証試験における運転条件の最適化]
 平成28年度実証試験から安定して**適切な制御**がなされており、昨年度同様に**良好な処理能が継続的に確認**された。また、DOセンサーに付着するバイオフィームの特性や工業排水を対象とした場合の、維持管理頻度と交換部品に関する情報を得ることが出来た。

(7)これまでの事業実施内容と結果概要 (メコンデルタ)



[実証試験における運転条件の最適化]
 平成26年の設置から、平成28年度の実証試験を経て、長期的に安定した**適切制御**がなされている。本年度の検証試験においても、昨年度同様に**良好な高度処理能**が継続的に確認された。

メコンデルタ食品加工排水処理施設における8月のブロワ稼働時間



◎AOSDシステム導入前の既存処理施設では、ブロワを24時間連続運転していた。◎AOSDシステムを導入後、ブロワ稼働時間は最小425分(約7時間:8月28日)、平均559分(9.3時間)まで短縮され電力使用量削減率は61.2%に達することが明らかとなった。

(7)これまでの事業実施内容と結果概要 (ビンズン)

ヒアリング(2017年5月19日、9月5日、11月11日)

◆ ビンズン下水処理場の管轄機関であるBIWASEに対して提案の説明と了解合意

BIWASE参加者:

Gon氏(BIWASE副社長、
ビンズン最高責任者)

Phong氏(ビンズン1処理場長)

Tuyen氏(ビンズン2処理場長)

その他、現場管理者等



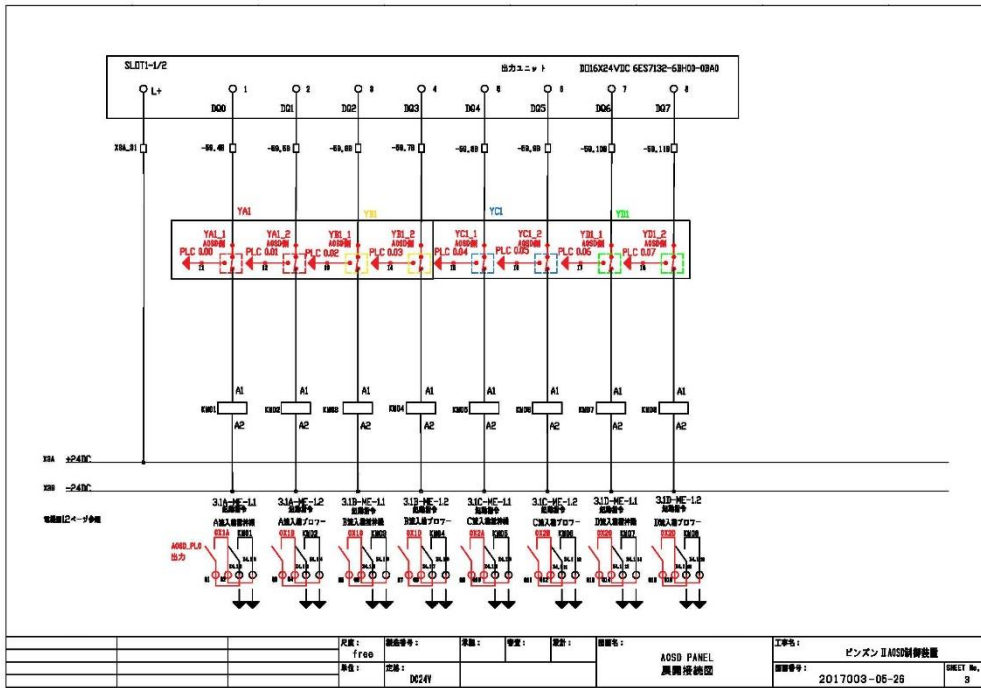
概要:

1. 実証検証試験の結果を高く評価しており、全槽導入を了解済み実施合意。
2. 処理水質を重視したプログラムによる実証試験に対し、より省エネが見込めるプログラムによる運転を継続し、対費用効果の更なる改善を図る。
3. BIWASE取締役会・ビンズン省人民委員会の了解を得るため、ビンズン1・2の両処理場長と協議の上、報告書をまとめ実施する。

(7)これまでの事業実施内容と結果概要 (ビンズン)

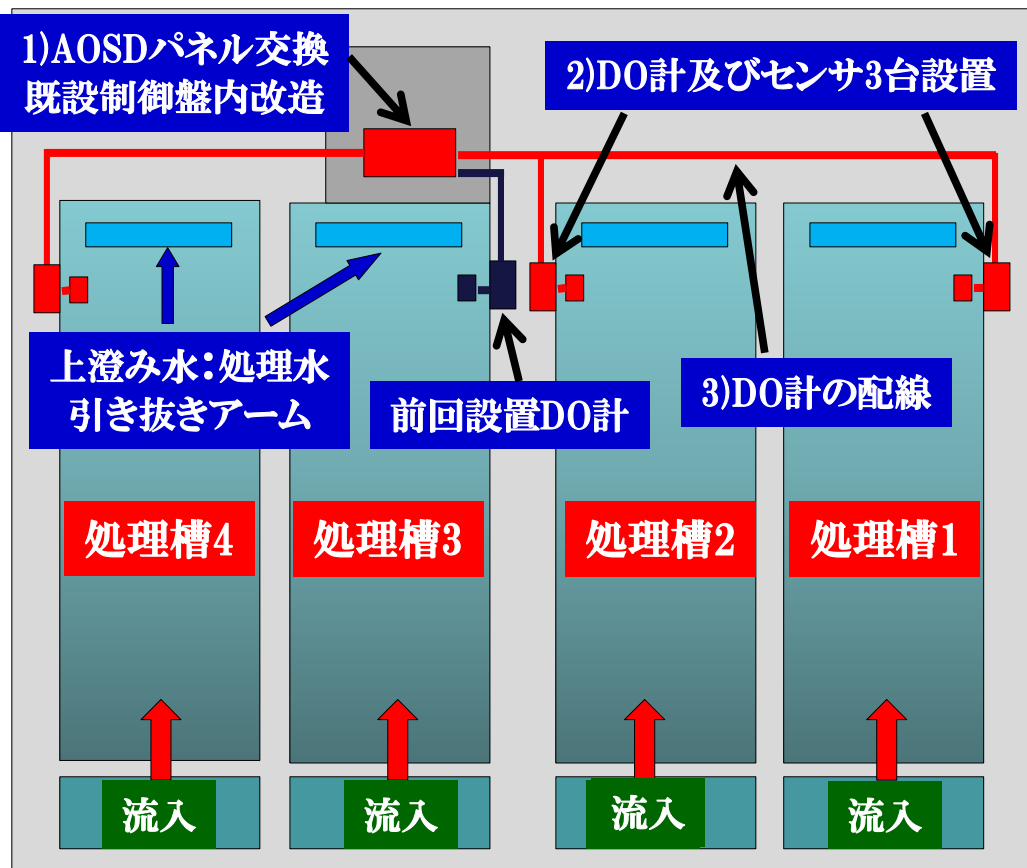
ビンズン1・2下水処理場の視察(2017年9月7,8日)

◎ビンズン2下水処理場の現場を調査し、ブロワ・攪拌機の諸元を確認した。
AOSD制御による電力削減効果を予測解析し、確実に効果の得られることを、确实化し検証できた。



◎ビンズン1への全槽導入、ビンズン2の既存システムへの導入を目的とした**改造図面**を作成し、了解を得た。

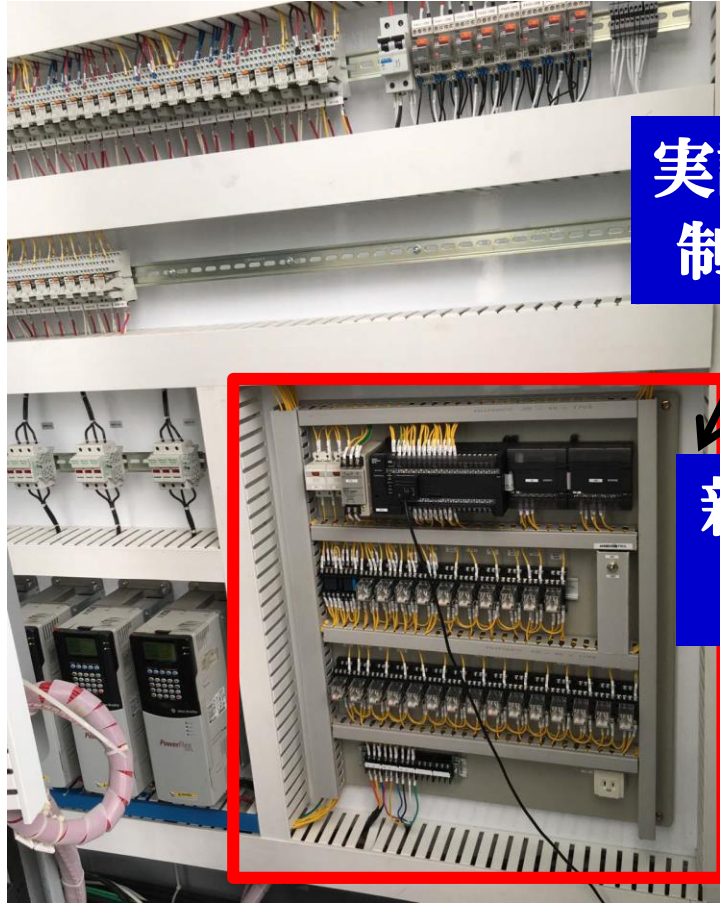
ビンズン1下水処理場(ビンズン省) 全処理槽をAOSDシステム制御化の概要



- 1) AOSD制御パネルを、実証試験時に既設制御盤内に組み込んだパネルと交換、これに伴う既設制御盤内の改造 (1槽用回路のAOSD制御パネルを撤去して、全処理槽の制御に対応したパネルに交換、これに伴う各制御信号取り合いの配線結線)
- 2) DO計及びセンサを設置 (実証試験時に処理槽3には設置済、処理槽1,2,4に3セット設置する)
- 3) AOSD制御盤とDO計の間の配線 (電源および信号線)

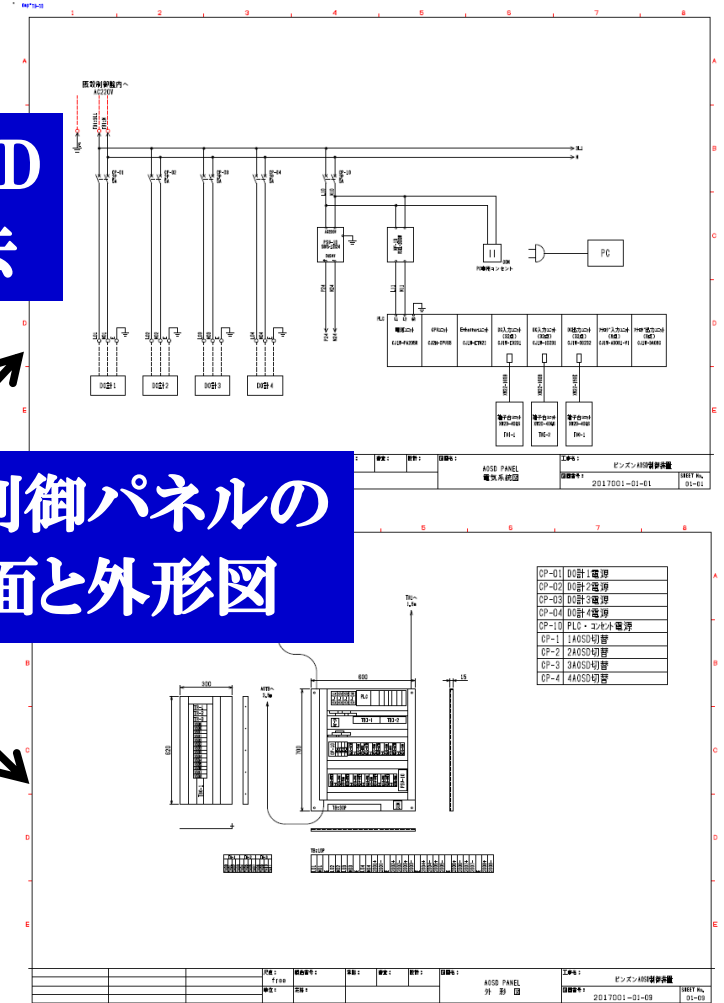
実証試験は処理槽No3のみで行った。
全処理槽AOSD制御の設計を行った。

ビンズン1下水処理場(ビンズン省) 全処理槽をAOSDシステム制御化の概要



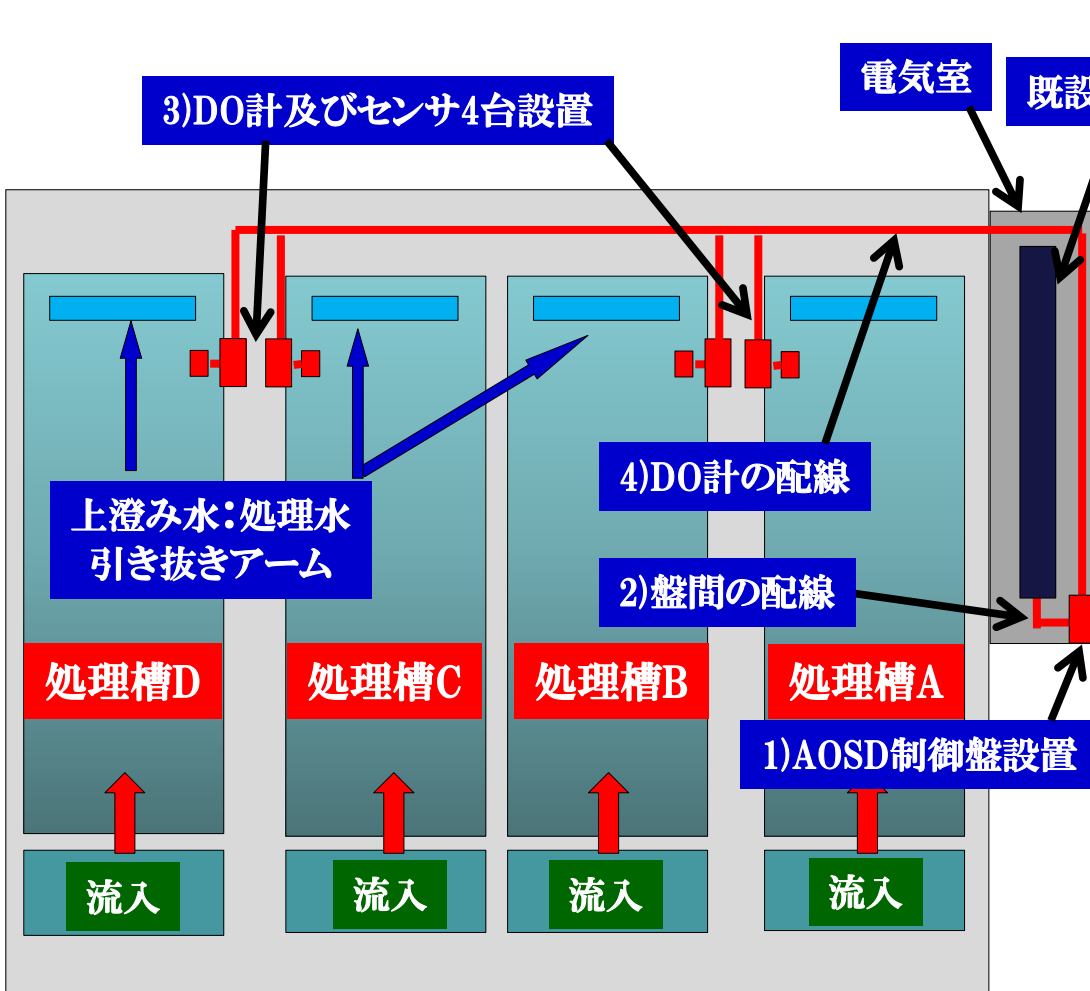
実証試験用AOSD
制御パネル撤去

新設のAOSD制御パネルの
予定電気図面と外形図



ビンズン2下水処理場(ビンズン省):[地球温暖化促進型] に対するAOSDシステム制御導入改善方策の概要

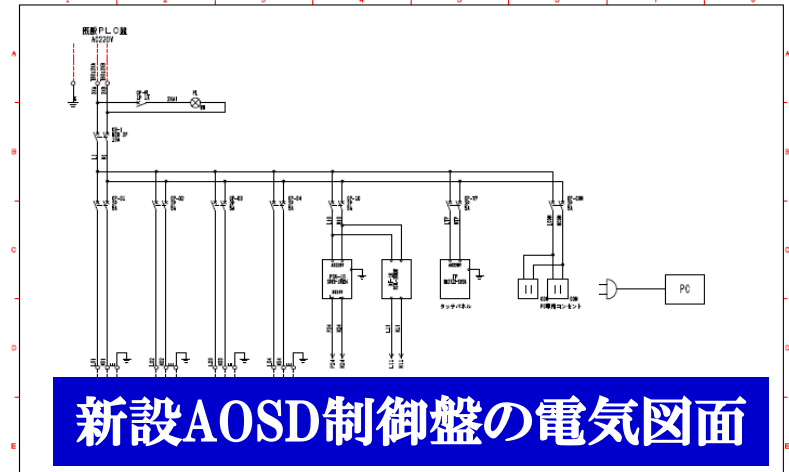
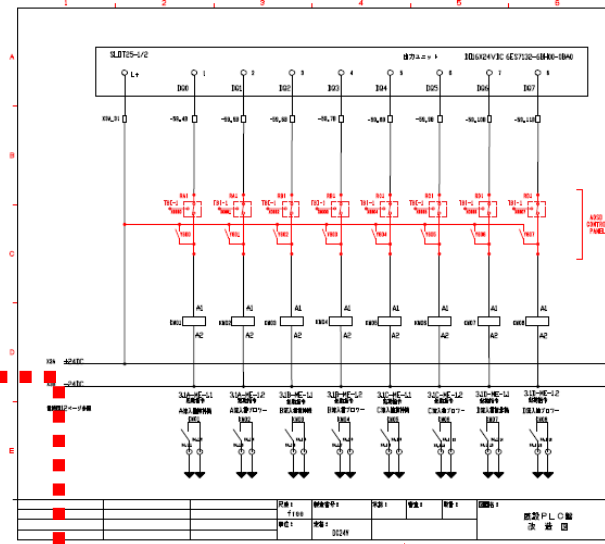
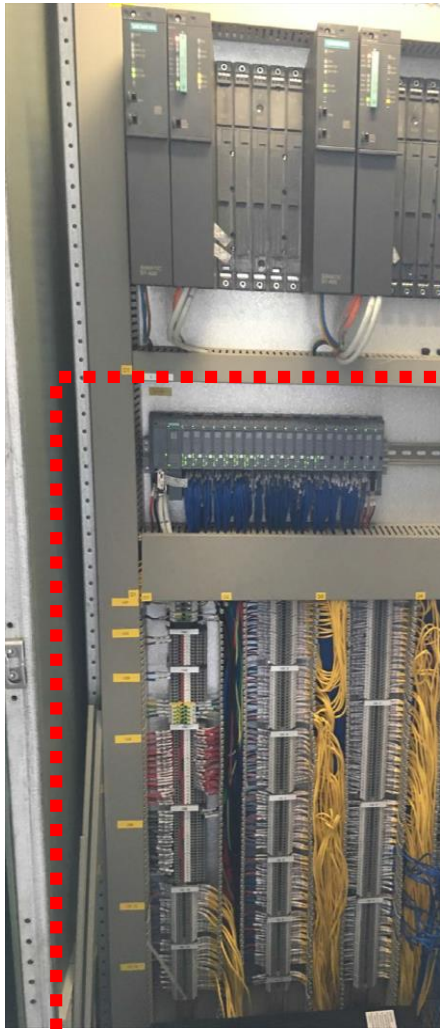
地球温暖化対策の機械式表面ばっ気方式導入の基本的な論理ミスに対する修復必須



- 1) AOSD制御盤は電気室に設置
- 2) AOSD制御盤と既設制御盤間の配線
(各種状態信号及び制御信号の取り合いの配線結線)
- 3) DO計及びセンサを設置
(処理槽近傍に設置しセンサは処理水排出側に設置する)
- 5) AOSD制御盤とDO計の間の配線(電源および信号線)

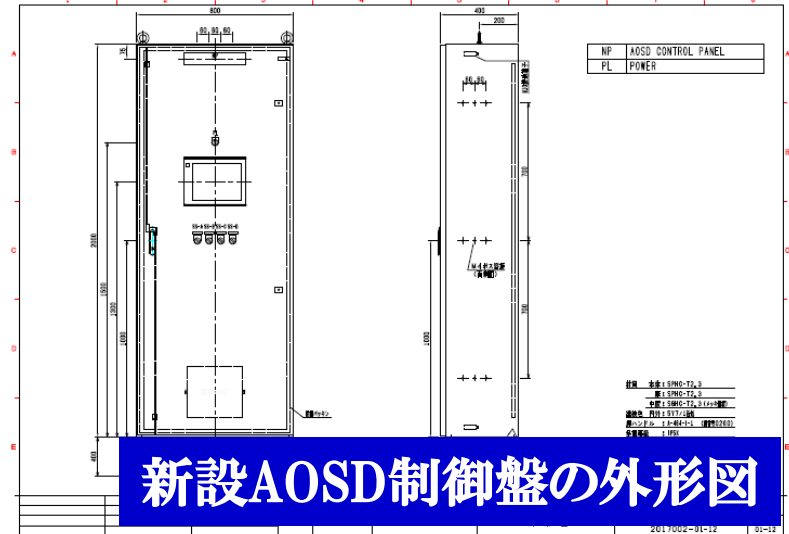
(7)これまでの事業実施内容と結果概要 (ピンズン2)

ピンズン2下水処理場(ピンズン省) 全処理槽をAOSDシステム制御化の概要



既設制御盤内への
新設盤からの回路、
配線結線図

新設盤からの配線
結線箇所



(7)これまでの事業実施内容と結果概要 (ビンズン2)



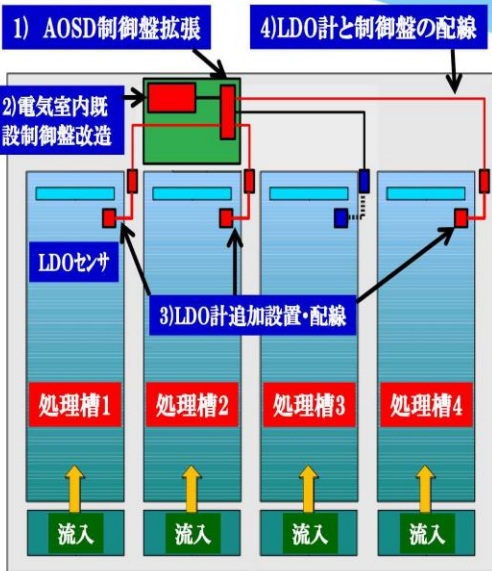
地球温暖化促進型表面機械ばっ気方式のAOSD/インバータ制御方式への改造
変換の必要不可欠性 (円借款事業の大きな問題点の改善必須)



ビンズン処理場二期の曝気装置とAOSDシステム優位性合意

ビンズン1期・2期下水処理場の改善方策の具体的提案

トゥザウモット下水処理場(回分式活性汚泥方式)における AOSDシステム制御のご提案 (概要)

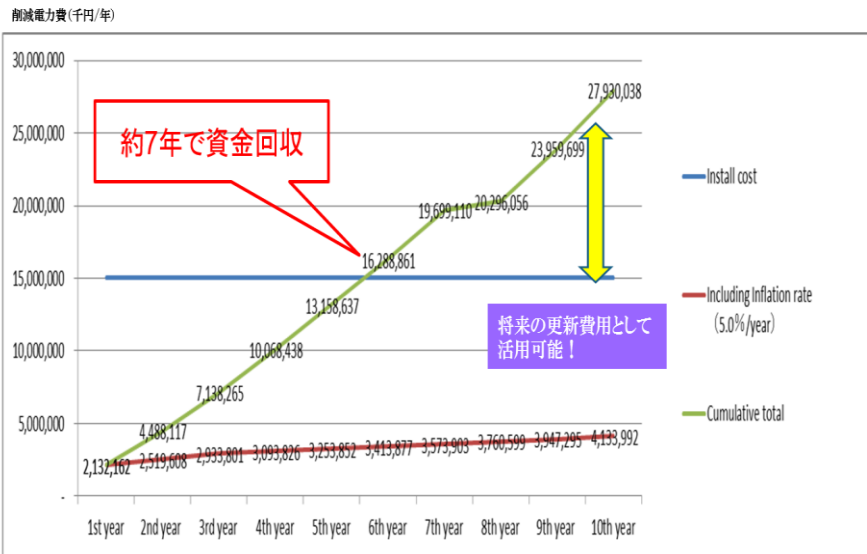


工事手順は以下の通り。

- 1) AOSD制御盤の拡張工事
- 2) 既設制御盤改造
- 3) LDO計の追加設置・配線
- 4) AOSDとLDO計の配線
- 5) 試運転。効果検証(2か月)
- 6) 試運転レポート

日本で長年蓄積された処理場の制御ノウハウ(AOSD)を全処理系列に導入し、省エネと水処理能力向上を同時に達成した**ベトナムのモデルプラント**とする！！

ビンズン処理場におけるコスト評価 AOSDシステム導入インセンティブ:7年で資金回収



将来、更なる電気代の値上げがあれば、さらに短期間で資金回収が可能に！
(過去10年で電気代は1.5倍に)

また実証実験の結果より、30%以上の電力費削減効果も期待できる。

- ◎ 実証試験結果に基づき、**全系列へのAOSD制御導入の実施**
- ◎ **AOSD制御導入による費用削減効果、投資資金回収の具現化**

(7)これまでの事業実施内容と結果概要 (ビンフン)

ヒアリング(2017年9月6日)「地球温暖化促進型の抑制型への変換必須」

◎ ビンフン下水処理場の管轄機関であるSCFC(洪水管理センター)に対して、効果的な改善方策に関するヒアリング

◎ 曝気風量の80%は捨てられ20%が使用されている根本的な大きな問題点

「ビンフン2期においては、この点、現状の連続曝気法の基本的問題を改善可能な、今後早急に必須となる、窒素・温暖化対策可能な嫌気好気法、すなわちAOSDシステム導入可能な設計変更を含めた対応が必要不可欠である。日本政府の税金の効果的運用が必須である。」

SCFC参加者:

Tan氏(ビンフン副処理場長)

Nghia氏(ビンフン処理場担当者・2期工事にも関与)

Tuong氏(ビンズン処理場・現場管理者) その他

概要:

1. 試験結果(特に大幅な電力削減の可能性示唆)を高く評価される。
2. 建設中の2期工事では、インバータ設置が計画されており、AOSD適用がより容易であるためその導入方策を検討し実施する。
3. 既存施設では、運用開始から約9年が経過し、今後、オーバーホールや予期せぬ故障による高額なメンテナンスコストが懸念されることを考慮した方式を導入する。
4. 既存施設(ビンフン1期)および建設中施設(ビンフン2期)に適用可能な、すなわち、AOSD導入を迅速に運用可能な、4-20mAなどの配線関連の対応は確実に実施する。
5. 科学技術局へ試験結果を報告し、共同で提案書を作成して、ホーチミン市人民委員会に提出して判断を仰ぎ実施推進する方向となった。

(7)これまでの事業実施内容と結果概要 (ビンファン)

ビンファン1期に設置されている大型送風機(予備機を含め2台)



諸元

風量: 360m³/min

静圧: 68kPa

消費電力: 480kW

配管材料:

SGP (配管用炭素鋼鋼管)

STPY400

(配管用アーク溶接炭素鋼鋼管)

曝気風量の80%は捨てられ20%

が使用されている大きな問題点

特徴

メリット

投資コストに対して、風量・静圧を確保する効率が高い。

デメリット

ベトナム国で汎用しておらず、修理やメンテの長期化・高額化に留意が必要である。

ビンファン1期にAOSDを導入するためには、全10系列の各々の処理ラインにおける**個別の曝気コントロール**が必要である。



現場サイドの懸念を解消しつつAOSDを導入するための方策を確実に実施する。

曝気システムの分散化に関する検討開始

日本の大都市(東京、横浜)での施設更新において、現在でも議論が続く最新技術を導入できるよう、推進、確実に実行する。

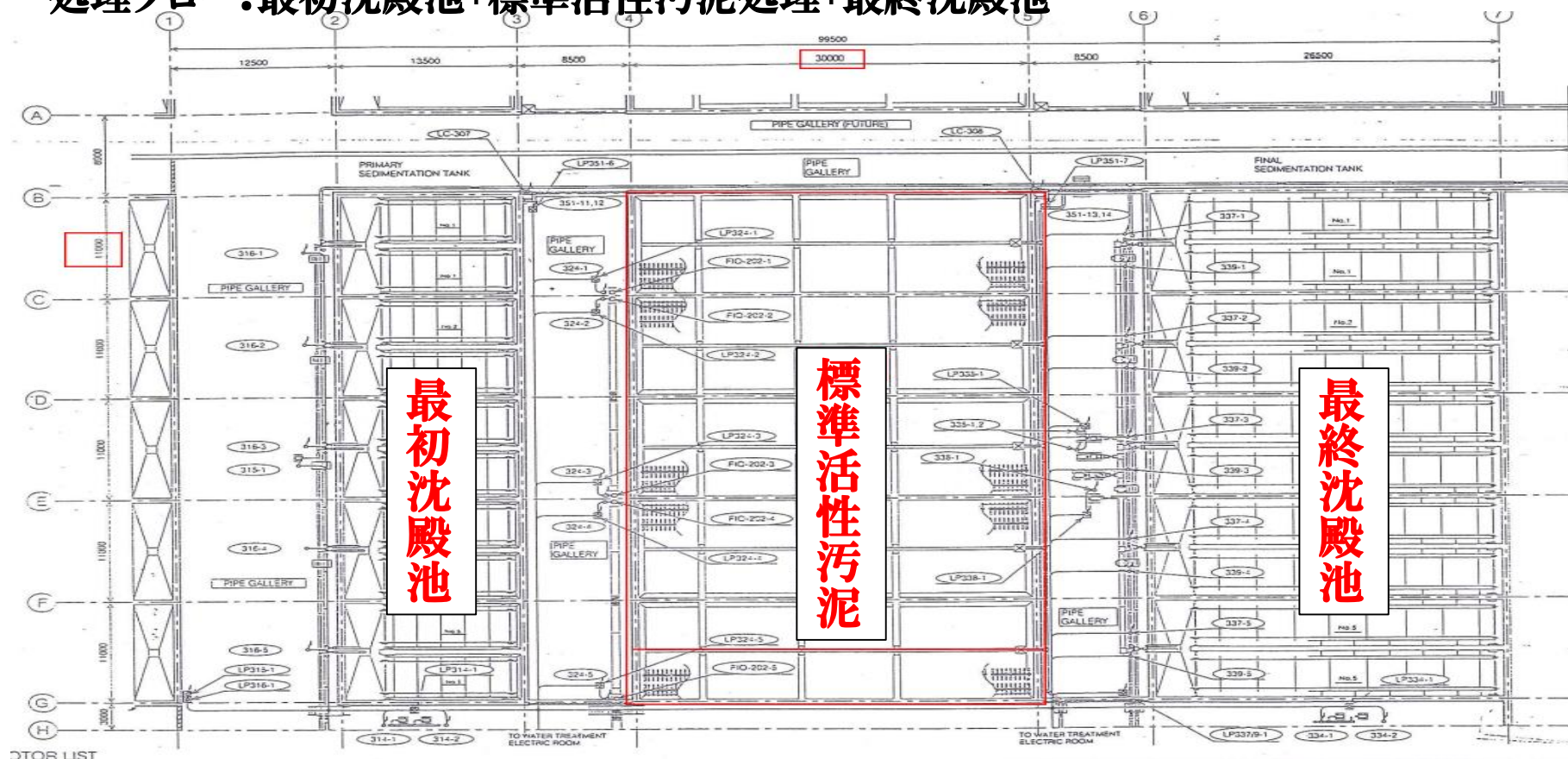
地球温暖化促進型の抑制型への変換
必須:円借款事業
問題点の改善必要不可欠

(7)これまでの事業実施内容と結果概要 (ビンファン)

ビンファン1期処理場の処理フローと全体図

処理量:141,000m³/day

処理フロー:最初沈殿池+標準活性汚泥処理+最終沈殿池



省エネ高度化のための検討技術

- ① 10槽に汎用小型ツールブローを設置する方法
- ② 水中曝気攪拌装置を設置する方法

(7)これまでの事業実施内容と結果概要 (ピンポン)

①10槽に汎用小型ツールブローを設置する方法

ツールブロー設置の特徴

全10槽のそれぞれの処理ラインに小型ツールブローを設置することで、**曝気システムを系ごとに独立させる。**



メリット

- ①分散化による系列ごとのAOSD制御可能
- ②小型化による消費電力の最適化達成
- ③汎用品利用による修繕・更新の簡便性

デメリット

- ◎ 地下設置
 - ①管廊が狭くなり、メンテナンス効率低下
 - ②騒音・発熱・吸気に関する対策が必要
- ◎ 地上設置
 - ①風雨対策が必要
 - ②配管の複雑化
- ◎ 共通
 - ①複雑化により中央監視が困難
 - ②静圧維持に特殊ブローが必要の可能性

コスト試算(1系列あたり)

- ◎ ブロワ選定:13,000千円
(**高静圧の特殊仕様のため、日本からの輸出**)
- ◎ 設備改造(圧力制御):3,000千円
- ◎ 設置付帯工事:2,000千円
- ◎ 配管加工及び保温・防音高次:2,000千円
- 合計:20,000千円

現在の電気代:3,000千円/年・系列

AOSDによる電力削減率を50%と仮定すると投資コストの回収に**13年**が必要。

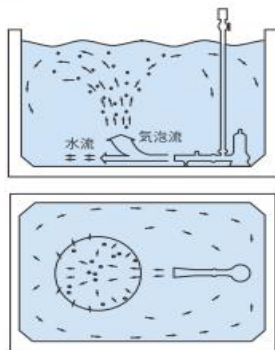
※汎用ブロワの置き換え、もしくは特殊ブロワを現地で調達できるか、検討が必要である。

②水中曝気攪拌装置を設置する方法

水中曝気攪拌の特徴

自吸式バルブの開閉により、曝気と攪拌を選択できるため、嫌気好気の交互運転を制御するAOSDシステムに最適である。

■対流パターン



斜流吐出で速く広い散気

吐出角度を下げることで斜流吐出型となりました。これにより、微細気泡混合液はより速くまで運ばれ、かつ循環水流を増大させるとともに、最深部までの確実な散気が可能となりました。

目づまりからの解放

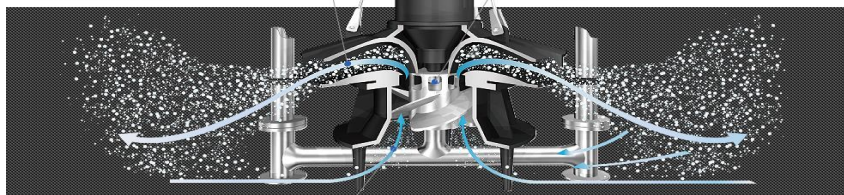
目づまりのない空気微細化機構によって性能の経年劣化を解消しました。

独自の技術で高い空気微細化

脚内通過水量が増加し遠心力で気泡の拡散力も強力になりました。同時に気泡微細化により気泡接触面積も増大します。

花弁状に分割して吐出力UP

吐出水路を花弁状に分割することによって吐出力を増大させました。



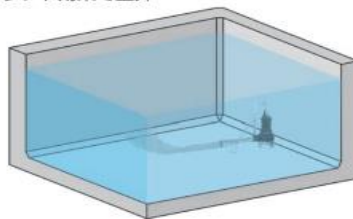
下部吸い込みで気泡の槽内滞留時間増大

阪神動力機械株式会社 アクアレーター

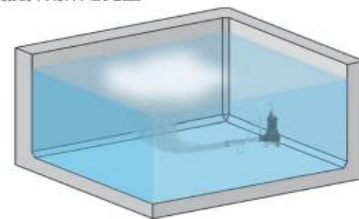
水中曝気攪拌の利点

- ① 現状運転をしながら設置出来る。
- ② 汎用品なので故障してもすぐに交換可能
- ③ モーターが小さいので電力料金が抑えられる
- ④ ブローヤより配管コストが安く 又ブローヤ室がいらぬ。
- ⑤ 現状の設備は改造をしない為、現状復帰がすぐに行える。

●エアリフト効果で上昇



●対流攪拌効果を発生



現地調達
可能性、
コスト評価
を含め解析
している。

(7)これまでの事業実施内容と結果概要 (コスト試算)

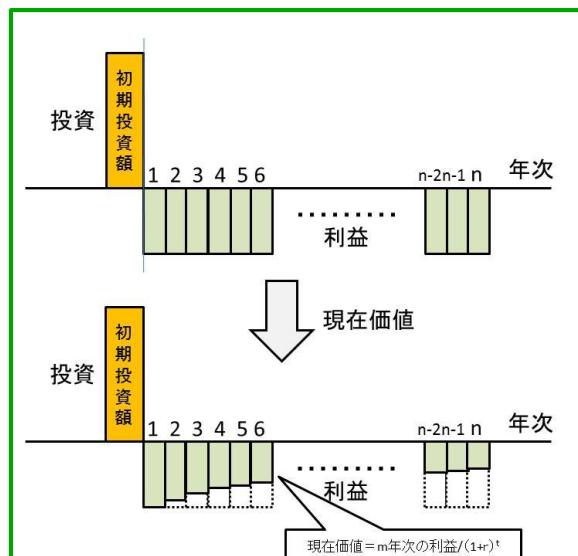
AOSDシステム導入の優位性の 現在価値法、内部収益率法、回収期間法からの解析評価

項目	概要	手法例	備考
現在価値 (PV:Present Value) 法	発生を時期を異にする貨幣価値を比較可能にするために、将来の価値を一定の割引率 (discount rate) を使って現在時点まで割り戻した価値として比較する方法。 「将来に想定するコストや利益を、現在の金額価値で比較するために、一般的な事業投資で期待される利率で割り戻して算定される金額」	NPV法 (Net PV Method) $NPV = \text{利益の現在価値} - \text{投資の現在価値}$ $NPV > 0$ ならば投資価値がある。	NPV法もB/C法も結論は同じになる 検討におけるポイント ・割引率の設定 ・公共事業等では、利益として、利便性や環境改善等の効果の金額換算評価方法
		B (Benefit)/C (Cost)法 $B/C = \text{利益(便益)の現在価値} / \text{投資の現在価値}$ $B/C > 1$ ならば投資価値がある。	
内部収益率 (IRR Internal Rate of Return) 法	現在の投資額と将来の利益の現在価値が等しくなるような割引率のこと。内部収益率は、投資の利回りを表す。 「株式投資と想定した場合の配当利回り」	考慮する費用、利益の範囲により種々のIRRがある EIRR (株に対する配当) :Equity (株主・株) IRR PIRR:Project IRR FIRR:Finance IRR	投資判断となる利回りの設定がポイント
回収期間 (Payback Period)法	投資が利益により回収される期間	$n(\text{年}) = \text{投資額} / \text{各年の利益}$	投資判断となる回収期間の設定がポイント

(7)これまでの事業実施内容と結果概要 (コスト試算)

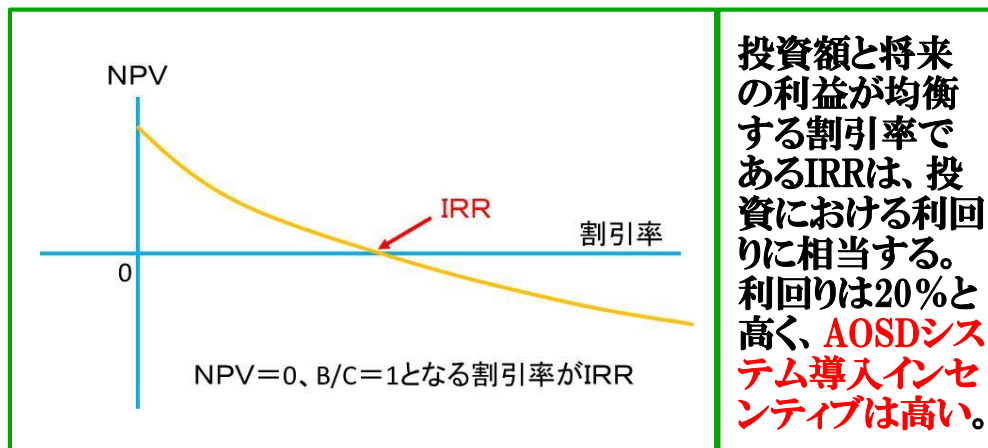
ビジネスモデル構築の基本としてのコスト評価 AOSDシステム導入インセンティブ:全評価法で投資効果優位性大

項目	(万円) 導入費用	(万円/年) 毎年の電気 料金削減額	B/C法		EIRR法		回収期間法	
			B/C	投資判断 B/C >1以上	EIRR	投資判断 EIRR >6%以上	回収年	投資判断 回収年 <7年
ビンファン処理場 第一期14.1万m ³ /日	8,000	1,892	2.6	○	23%	○	4.2	○



将来の電気料金削減費用を現在の金銭価値で15年間分、足した額は、AOSD導入額の2.3倍に達することより、**AOSDシステムの導入インセンティブは高い。**

IRRの概念図からのAOSDシステム導入の優位性の評価基準



投資額と将来の利益が均衡する割引率であるIRRは、投資における利回りに相当する。利回りは20%と高く、**AOSDシステム導入インセンティブは高い。**

現在価値の概念図からのAOSDシステム導入の優位性の評価基準

本解析技法を導入してAOSDシステム導入優位性を継続で得られる実証試験データを基に解析評価し汎用的ビジネスモデルを構築

◎ ベトナムでのビジネス活動展開強化

1. 現地ビール会社〈ハノイ・ホーチミン〉
2. 日系エンジニアリング会社
3. 日系大手食品メーカーACECOOK
4. 日系大手飲料メーカー

その他、日系イオンショッピングモールなどからの引き合いの対応



◎ ベトナムにおいて水環境分野に最も影響力のある展示会「**VIETWATER2017**」への出展によるAOSDシステムの発信

日時:2017年11月8~10日 場所:ベトナム国ホーチミン市7区

会場:Saigon Exhibition and Convention Center (SECC)



RENEWABLE
ENERGY



ENERGY
EFFICIENCY



多くの日本企業が出展するため、営業候補としての日系企業だけでなく、日本の技術に興味を持つ現地企業への展開も可能となる。

エネルギー効率化に関する展示会も共催し、電力削減に関心を持つ企業へのビジネスも同時に可能となる。

(7)これまでの事業実施内容と結果概要 (ハードウェアのコスト削減)

AOSD-lite開発:IoT機能内蔵型国際監視見える化革新技法

背景

- ・ AOSD (酸素自動供給装置)は大規模から中規模の排水処理施設を対象に開発されており、制御にはPLC (プログラマブルロジックコントローラー)を使用していたが、コストが高くなり、小規模施設では投資コストの回収に長期間を要していた。

開発目標

- ・ 小規模排水処理装置で使用できるレベルへのコスト削減
- ・ 既存AOSDと同様にSCADA (パソコンを用いたデータ・効果の見える化)機能
- ・ IoT (物のインターネット)機能を持つことで海外システムが日本で監視可能

仕様

- ・ ワンボードCPUへのAOSD埋め込みプログラム
- ・ ユニット化による省コスト化・堅牢性の確保
- ・ SCADA機能の埋め込み

展望

- ・ 小規模施設での営業展開の拡大
- ・ 故障や事故、盗難におけるリスク低減
- ・ レンタル事業における投資コスト削減



モノのインターネット (Internet of Things, IoT) とは、様々な「モノ(物)」がインターネットに接続され (単に繋がるだけでなく、モノがインターネットのように繋がる) 情報交換することで相互に制御する仕組み。

(7)これまでの事業実施内容と結果概要 (ハードウェアのコスト削減)

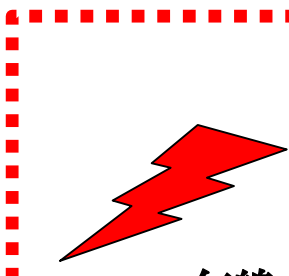
高い堅牢性を有することから、あらゆるAOSDシステムをインターネットと接続(IOT概念導入)が可能となった。

World Wide Web



インターネットを介して、システムの設置場所に関係なく、どこでもデータやアラームの確認が可能となった。

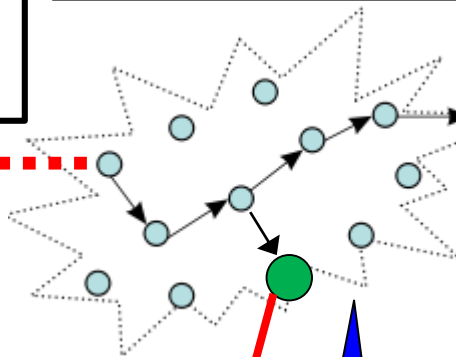
有線
(光回線、ADSL)



無線(3G/4G)



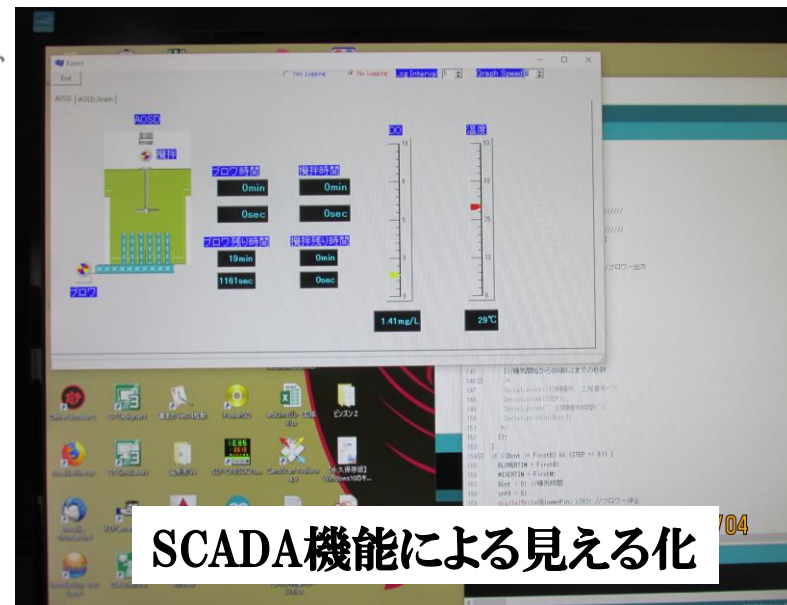
AOSD-Liteの開発



PC



スマートフォン



SCADA機能による見える化



SCADA機能を維持することで、電力コスト削減効果や制御状況、アラームを見える化することが可能である。

(8) 明らかになった課題と対応策

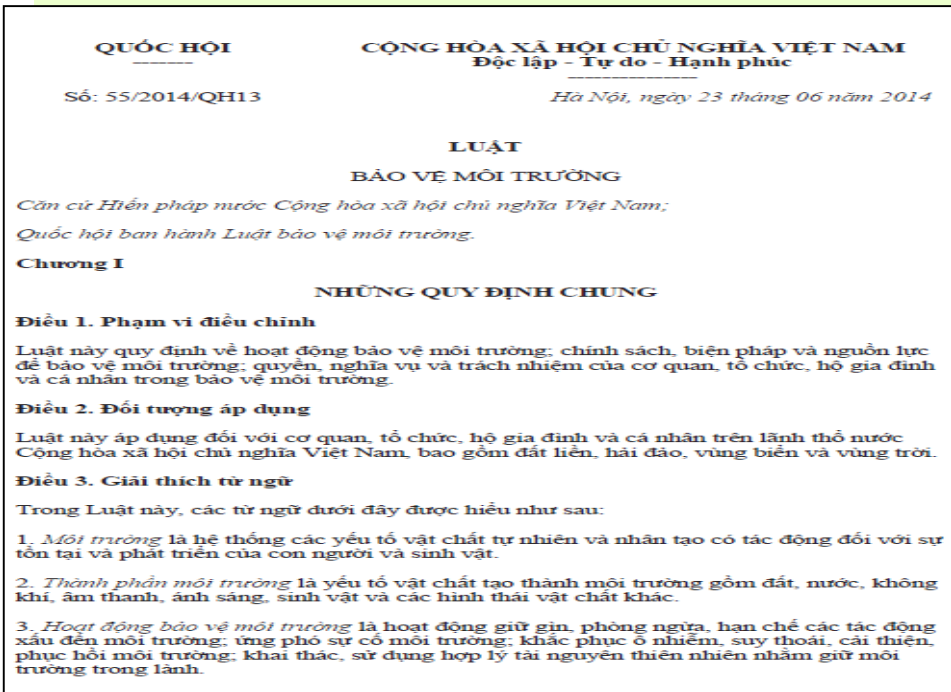
課題

環境保護法の改訂への対応

2015年1月1日より施行された環境保護法の改訂に準じて、その下部法規である政令(Degree)や通達(Circular)の新設・改訂が進む可能性があり迅速対応が必要である。

対応策

- 関係政府機関との連絡を密にとり、最新情報の入手に努める。
 - 改定が予想される分野での技術の改良や追加を事前に検討し、事業化する上での優位点となるようにする。例えば…工場及び工業団地における自動排水モニタリング装置設置の義務化！！！！
- 排水モニタリング機能を付加した
AOSDシステムの提案普及整備
- 国家技術基準QCVNによる排水規制の厳格化に備え、予めプログラムの修正を進めておき、設備といったハード、と同時に、ソフト対応できる体制の確実な準備対応をしておく。



改訂された環境保護法

(8) 明らかになった課題と対応策

課題

◎ 現地調達における課題

AOSDシステムに必要とされる日本の部材を現地代理店でも入手できることが明らかとなったが、**割高になる可能性**も示唆された。



現地の電材市場や機器販売商店でも日本メーカーの部材を購入することは可能であるが、倒産工場の払い下げ品や偽物が多いとの情報があり、**機器に対する精度管理が必要**である。

◎ 事業説明時の価格提示の課題

事業の有効性とシステム導入の説明の際、**価格提示を迫られるケース**が多く見受けられ信頼ある対応の必要性が明らかとなった。

対応策

- 機器は割高でも現地調達もしくは日本から輸入すべき技術の核となる部材と、現地で調達可能な安価な部材や労働力をうまく組み合わせられるよう、**実証試験を通じて、品質や耐久性の検討を進める。**



AOSD制御システム関連電線や配電盤等は現地調達でも十分な品質の部材を調達可能である。

- 説明先の排水水質や送風機サイズなどの情報に基づいて、**暫定価格を現場で提示できるよう、規格の適正化を進める。**

(8) 明らかになった課題と対応策

課題

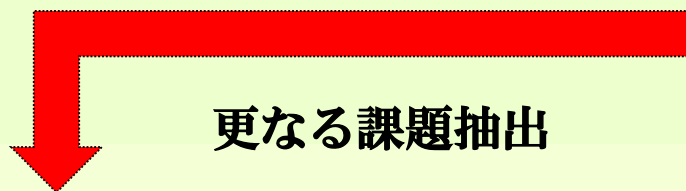
対応策

送風機オンオフ制御でのブロー負荷対応

現場での説明にて、本制御による送風機への影響に関する意見があった。メーカーへの確認で問題なし。回分式活性汚泥SBR方式等の現状運転で適正な制御がなされていることを伝えたことから、理解が深まる。

一般的に、新技法では、普及展開を推進する上では、理解共有化は共通の課題である。

- 回分式活性汚泥SBR方式、連続式活性汚泥方式の実証現場で、安全性に関するデータ取得し、**AOSDシステムのアジア地域展開技術資料を完成**する。
- **ブローへの負荷の無い微曝気方式を導入**する。
- 送風機制御の有無の可否の基での実証試験(電磁バルブによる風量制御等)により、技術有用性を示すこと、**送風機特性解析を同時に進め理解を可能とする。**



更なる課題抽出

高静圧により微曝気条件の設定が困難

実証試験では、電磁バルブを開閉することで攪拌工程を創出する「微曝気方式」によって優れた結果が得られた。実際の処理施設に設定する際、**送風管内の静圧**によって、この状態を設定するのが困難な場合もあり条件設定の必要なことが明らかとなった。

- 必要な静圧を維持できるブロワが低コストで**現地調達**できるか、調査を継続する。
- 実証・検証試験におけると同様、**バルブ制御**もシステムに組み込んで、低風量でも静圧を維持できる設定を検討する。

(8) 明らかになった課題と対応策

課題

◎ ベトナムでの実績要求

AOSDシステムの技術的な優位性と日本での実績は理解された。これから、現地実績の環境省アジア水環境改善モデル事業成果と共に普及整備基盤確立を踏まえた展開強化が求められる。

◎ 手続き・交渉の長期化

今後の事業化に伴う公共機関への申請手続きや潜在顧客との売買契約交渉などにおいては、日本の行政対応や商習慣と比較して、手続きや交渉の長期化を踏まえた対応が必要である。

例)「不備のない書類を受理してから15営業日以内に証明書を発給」等の規則があっても数カ月以上の遅れが生じるのは一般的。

対応策

- 実証試験を生活排水・事業場系排水処理分野の現場で実施し、ビジネス展開に向けた実績を着実に蓄積する。
- 海外ビジネス展開で有効な環境技術認証(ETV)を環境省主導で取得展開加速化する。
- スケジュールは幅を持って設定し、もし、明確な期日がある場合には、早期開始が必要不可欠である。
- メールや電話のみでの高度処理と電力削減AOSDシステムの交渉は不可能で、信頼できる現地企業や担当者(出来れば日本人)との協力体制を確保する。
- 潜在顧客の要望に振り回されず、成約の確度を十分に精査し、現地的な適切対応も駆使して交渉に臨むこととする。



(8) 明らかになった課題と対応策

課題

◎ベトナム側からのビンズン処理場の実証試験現場におけるAOSDシステム全面設置による解析評価成果の要求

高度処理と電力削減技法、AOSDシステムの技術的な優位性は理解された。

ビンズン処理場では現在の第一期に引き続き第二期工事にAOSDシステムを導入する上でも、現在の4槽のうちの1槽のみならず全槽で実証試験を行った成果が極めて強く要望されている。

◎ビンズン処理場第二期工事でAOSDシステムの導入による高度処理/電力削減対策の提言要求事業化に向けて提言を確実に実施する。

対応策

- **ビンズン処理場における実証試験を平成29年度、現在の1槽から4槽全体のAOSDシステム制御で行えるように改善を迅速確実に実施すると同時に、第二期工事の整備をAOSDシステム導入で展開を図れるように環境省の指導も踏まえて確実に対応する。**
- **AOSDシステムを導入したベトナムでの環境省事業で整備された代表的な水処理場モデルとしてアジア地域で大きくアピール発信できるようにする。**
- **ビジネス展開を加速化強化させる。**
- **ビンズン処理場第二期工事の整備をAOSDシステム導入で高効率電力削減で対応可能なように展開を図る。**

(9) 将来的なビジネスモデルと現在の展開状況

本年度の結果に基づいて、①既設改良、②リース、③新設販売の3タイプの事業を中核に事業化を進め、ベトナム等で展開可能な適正価格による現地での営業展開を継続する。

既存処理施設への付加改良

既に設置されている処理施設に、付加的技術として本制御システムを販売する。

- ◎既存施設の有効利用が可能である。
- ◎減価償却に鑑みて、ある程度の規模の処理施設への導入が必要である。

公共下水処理場や工業団地集中処理施設、民間工場処理施設等の中規模施設を対象に、300～1,500万円の受注金額での事業展開を目指す。

AOSDシステム設置後の維持管理や現地における営業は、**現地協力会社であるSakuraEcoTechや日系現地法人によってなされる体制が既に確立している。**ODA案件などの大型プロジェクトについては、日本側の日水コン等により展開する。**技術の完全現地化**を目指し、コストの更なる低減と受注増大化を図る。

制御システムの技術リース

制御システムを貸与し、効果（処理能向上や電気代削減）に応じて、料金を徴収する。

- ◎省コスト分からの支払原資捻出で、導入障壁が低い。
- ◎AOSD-liteの開発により、投資コストや盗難リスクが大きく改善された。

資金回収リスクの低い日系企業小規模施設を中心に、電力削減量、処理の安定性、メンテナンスの簡便性に応じて、10～50万円/月のリース料金を回収する。

新規処理施設としての販売

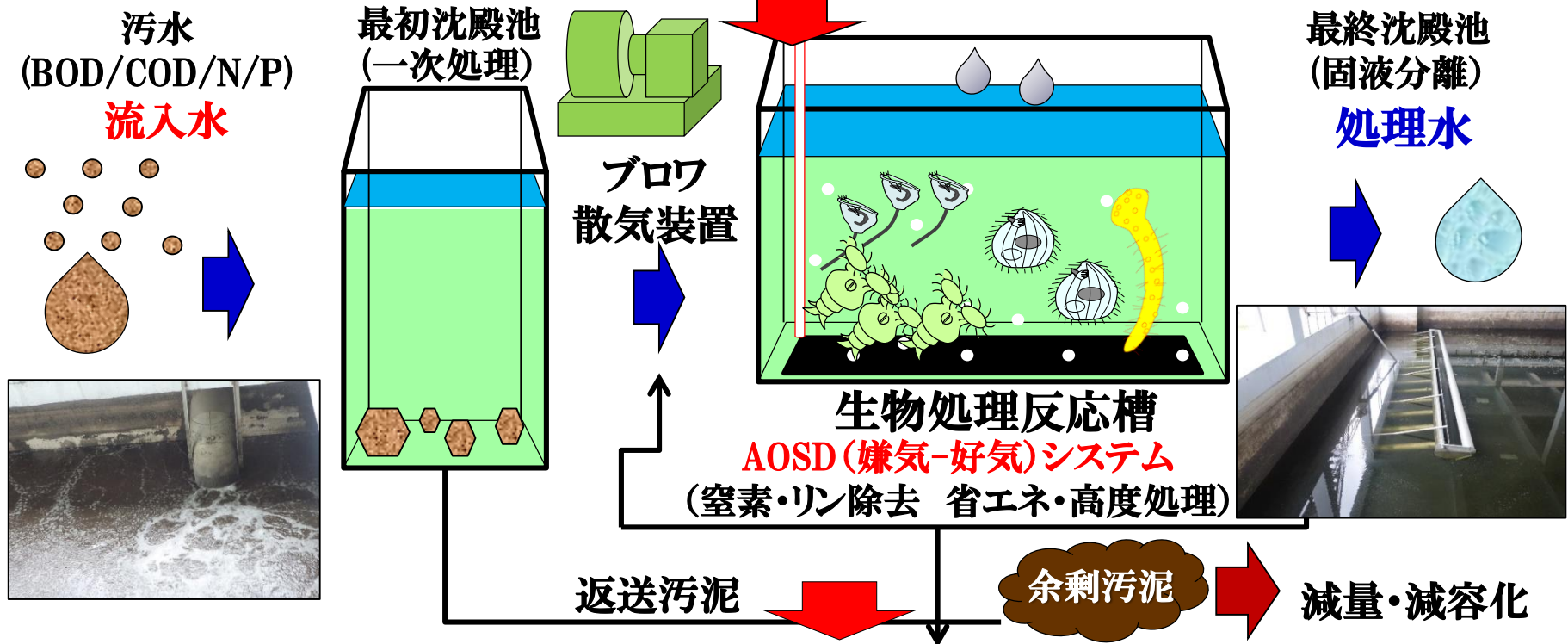
本制御システムに最適な槽の形状や容積、機器を設計し、新規設備として販売する。

- ◎投資コストに対して、最大限の効果が得られる。
- ◎ODA案件等のプロジェクトでは、準備に長期間を要する。

今後建設予定の公共下水処理場（ハノイ・ホーチミン、ASEAN）への展開を目指す。エンジ会社と協業し、大中小規模の新規設備案件に、進出することを強化する。

(10) 今後の予定

AOSD生物化学的嫌気好気最適反応理論原理を踏まえたアジア展開



- ① 生物学的硝化 (pH低下) 脱窒 (pH上昇) 中性化で生物活性上昇と同時に微生物凝集力が高まり沈降性上昇、処理水透明化促進、
- ② 窒素等除去能・電力削減能上昇、
- ③ 硝化脱窒等の効率化で温室効果ガス亜酸化窒素等発生抑制が可能

細菌類
 硝化細菌 *Nitrosomonas Nitrobacter* 属 等
 脱窒/BOD除去細菌
Pseudomonas 属 *Alcaligenes* 属 等

原生動物
 繊毛虫類 *Vorticella* 属 等 肉質
 虫類 *Arcella* 属 等 鞭毛虫類
Peranema 属 等

微小後生動物
 輪虫類 *Philodina* 属 等
 貧毛類 *Aeolosoma* 属 *Dero* 属 等

(10) 今後の予定

AOSDシステム導入生物処理管理容易優位性に基づくアジア展開

監視項目

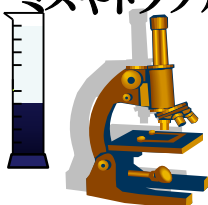
生物相、SV、沈殿槽の汚泥
界面、放流水の透視度等

操作項目

負荷変動、水温、pH、DO、栄養バランス
(BOD:N:P=100:5:1)、MLSS等

P (Plan) 排水基準を元に流入計画を設定し、D (Do) その計画に沿った事業活動を実施し、
C (Check) ミスやトラブルがないか運転管理を行い、A (Act) 問題があれば適切に対処する。

監視と操作の
適正化



PDCAサイクルを
日常の運転管理
に適用した高度化



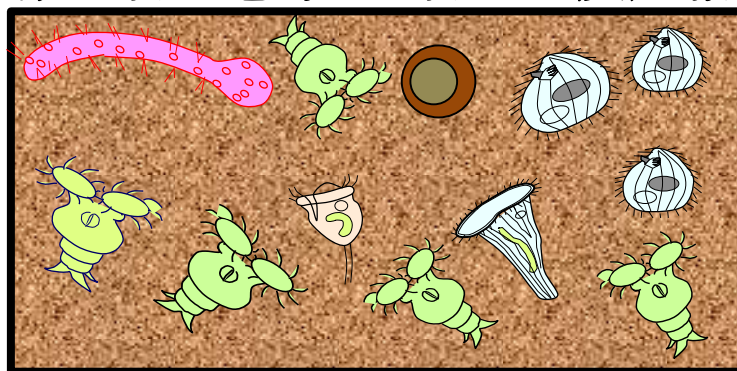
- ①環境負荷の低減化
- ②水循環機能強化

放流水の
高品質化

- ①省エネ減量・減容化
- ②バイオマス資源とし
て有機堆肥化等利用

余剰汚泥

微生物生態系：生物処理反応槽



微生物間の捕食・被食による
相互作用(食物連鎖機能)の最適化



流入
原水

AOSDによる
負荷変動の吸収
水質高度化

- 負荷変動
- ・水量負荷
- ・汚濁負荷

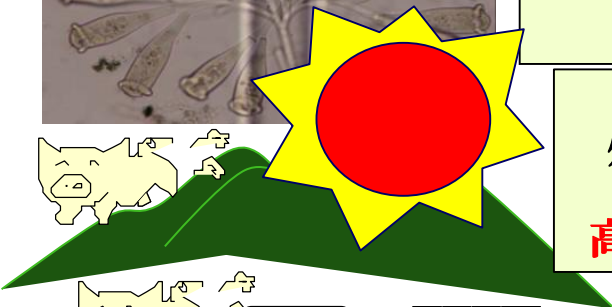
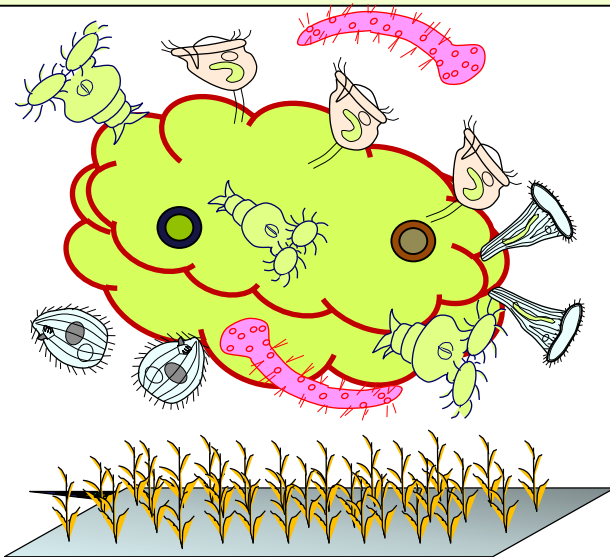


◎流入原水のBOD,N,P 濃度と微生物浄化機能の関係を評価しAOSD導入効果の優位性を検証する。◎水質特性を頻度高く分析解析して安全管理強化を可能とする。

(10) 今後の予定

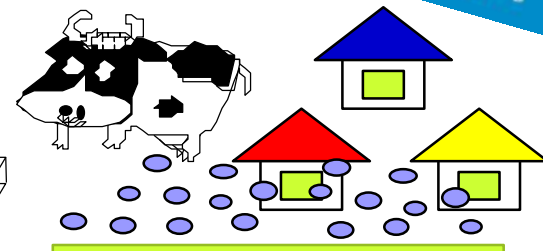
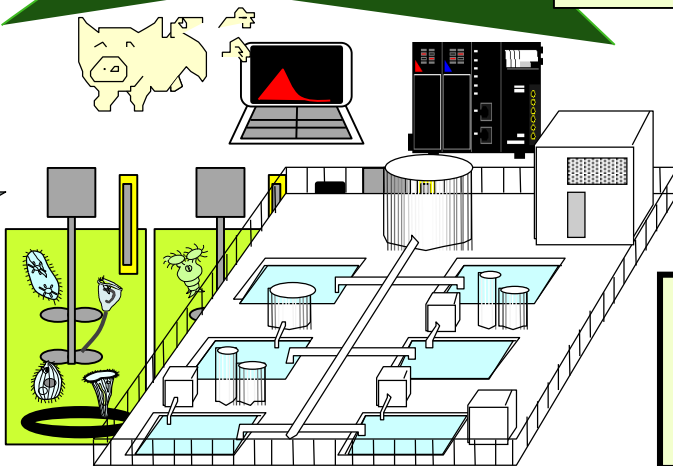
AOSDシステム導入戦略とアジア等を基盤とする国際化発信

- ◎富栄養化因子の低減化、◎食物連鎖の機能強化、◎生物学的硝化脱窒反応の高度効率化



- ◎季節変化の温度特性試験でAOSD制御による活性汚泥法の処理性能効果の比較解析よりAOSDシステムの実用化を図ること可能

- ◎処理規模の異なる処理場への導入可能
- ◎老朽化処理場の高度省エネルギー転換



- ◎環境負荷低減化による水・物質循環機能最適化
- ◎持続的な保全再生に貢献

- ◎エネルギー効果の最大化
- ◎温室効果ガスの削減
- ◎費用対効果の最大化

AOSD制御システム導入による過曝気抑制対策パラダイムシフト

COP21パリ協定対応 温帯/亜熱帯/熱帯地域への低炭素社会型 低コスト高度処理有機性排水処理システム汎用化

AOSDシステムの今後のビジネス展開方策

- ◎ **新設対応**: 分散型ブロワー、分散型攪拌曝気装置を踏まえた整備の重要性
- ◎ **既設対応**: 大型ブロワーの分散型ブロワー、曝気攪拌装置等への変換
- ◎ **処理規模に応じた対策**: 大規模下水処理場等は日水コン等による案件取得、中小規模は現地企業と連携した案件取得による棲み分けによる効果的整備
- ◎ **円借款の適正方策**: ブロワーの分散化による電力削減高度化、1期2期3期等と事業化される場合は、1期目の事業の問題点や誤りを踏まえた地球温暖化促進高度省エネ型方式の確実なる改善見直しによる展開の必要不可欠性
- ◎ **円借款の根本的改善点の課題**: ビンファン1期では大型ブロワー活用により必要空気量の80%を無駄に廃棄しているため適正ブロワー選定等の重要性
- ◎ **アジア展開の課題**: 下水処理場は東南アジア地域では普及率20%以下の国が多いため、下水処理場建設で、省エネ・電力削減・高度処理・維持管理の容易化なAOSDシステム導入を普及基本マニュアルとして日本政府/JICA/世界銀行等のCOP21対応方式として仕様書・設計書への基準化
- ◎ **日本への技術還元**: 日本の汚水処理システム方式への革新的AOSDシステムの技術還元による電力削減高度化・環境再生保全に貢献(アジア対応ETV)