

2. 分科会における説明資料

次ページより、プロジェクト推進・実施者が、分科会においてプロジェクトを説明する際に使用した資料を示す。

議題5 プロジェクトの全体概要

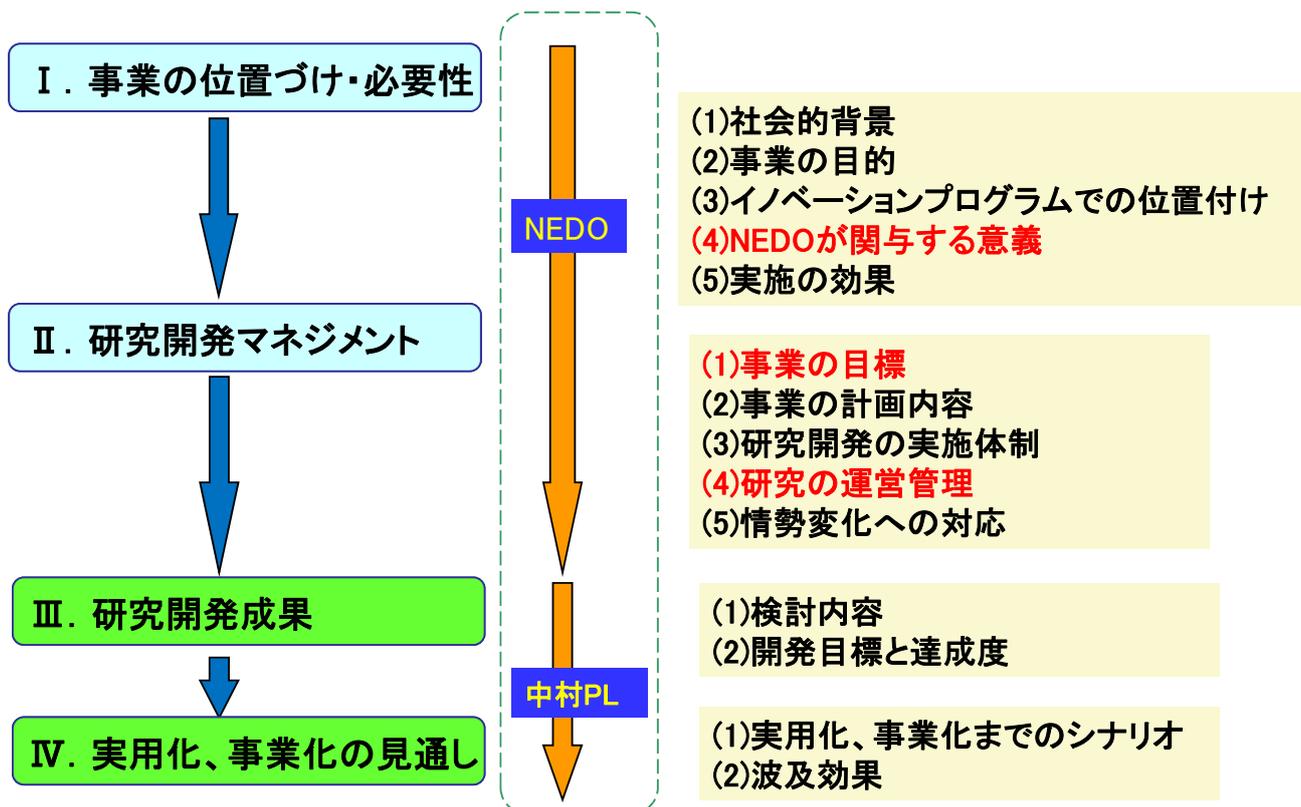
- 5.1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメントについて
- 5.2 研究開発成果、及び実用化・事業化の見通しについて

NEDO技術開発機構 環境技術開発部

2009年 10月 16日

1/44

概要説明 報告の流れ



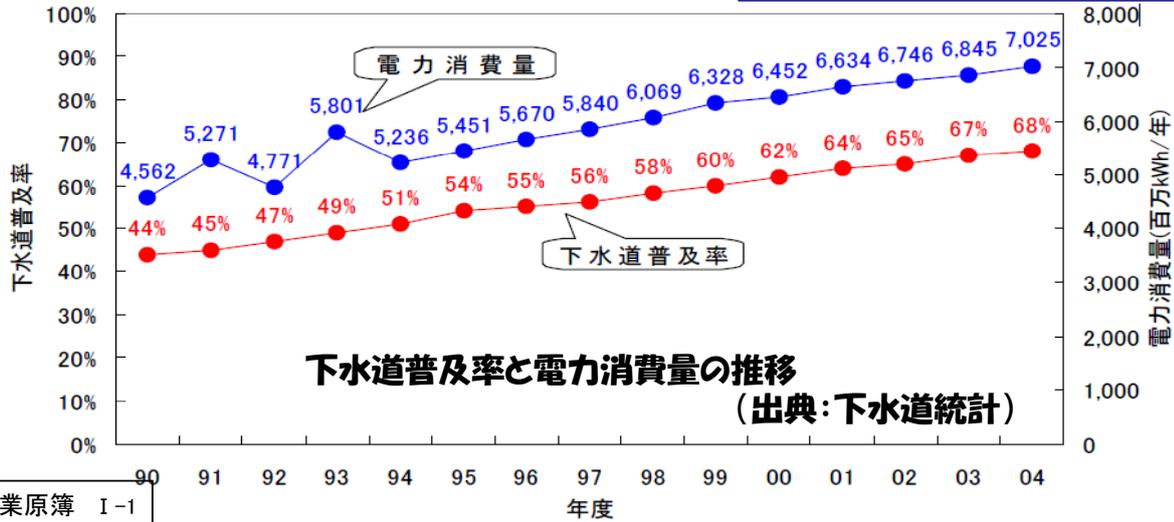
2/44

●下水道施設における電力・燃料消費量は、年々増加傾向にある。
 下水道における電力消費量は、我国の電力総消費量の約0.7%（約70億kwh）に達している。

下水道のみならず国内外の生活排水及び事業所廃水への適用が可能な、
省エネルギー性に優れた廃水処理技術の開発が急務。



- 嫌気性処理の利点：
 所用動力・汚泥発生が少ない
- 好気性処理の利点：
 良好な処理水質



長所

短所

所要動力が少ない
 汚泥発生量が少ない



処理水質が悪い
 加温が必要
 低濃度廃水に向かない

処理水質が良い



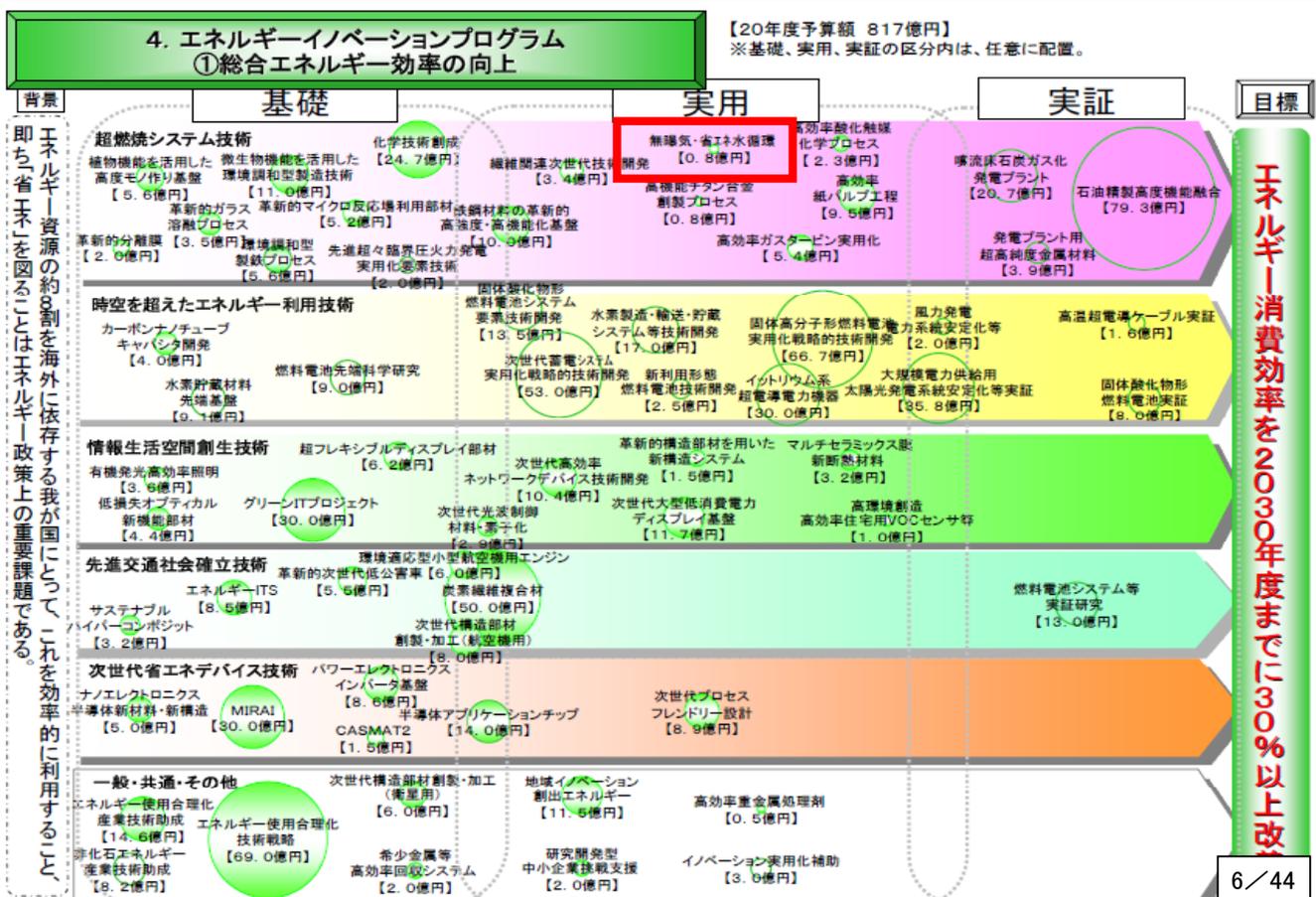
所要動力が大きい
 汚泥発生量が多い

●全体目標
 嫌気性処理と好気性処理の双方の長所を生かし、かつ双方の欠点を克服するために、
 加温が不要な嫌気性処理技術と、曝気が不要な好気性処理技術を組み合わせて、
 良好な処理水質が得られる省エネルギー型の廃水処理技術を開発する。

本プロジェクトは、イノベーションプログラム に基づいて実施

イノベーションプログラム

1. ITイノベーションプログラム
2. ナノテク・部材イノベーションプログラム
3. ロボット・新機械イノベーションプログラム
4. エネルギーイノベーションプログラム
 - ① 総合エネルギー効率の向上
 - ② 運輸部門の燃料多様化
 - ③ 新エネルギー等の開発・導入促進
 - ④ 原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保
 - ⑤ 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用
5. 環境安心イノベーションプログラム
6. 健康安心イノベーションプログラム
7. 航空機・宇宙産業イノベーションプログラム



エネルギーイノベーションプログラム

① 総合エネルギー効率の向上

(「エネルギーイノベーションプログラム基本計画の制定について」から抜粋)

プログラム目標

転換部門における「エネルギー転換効率向上」、産業部門における「製造プロセス向上」、民生・運輸部門における「省エネルギー」などにより、**エネルギー消費効率を2030年度までに少なくとも30%改善することを目指す。**

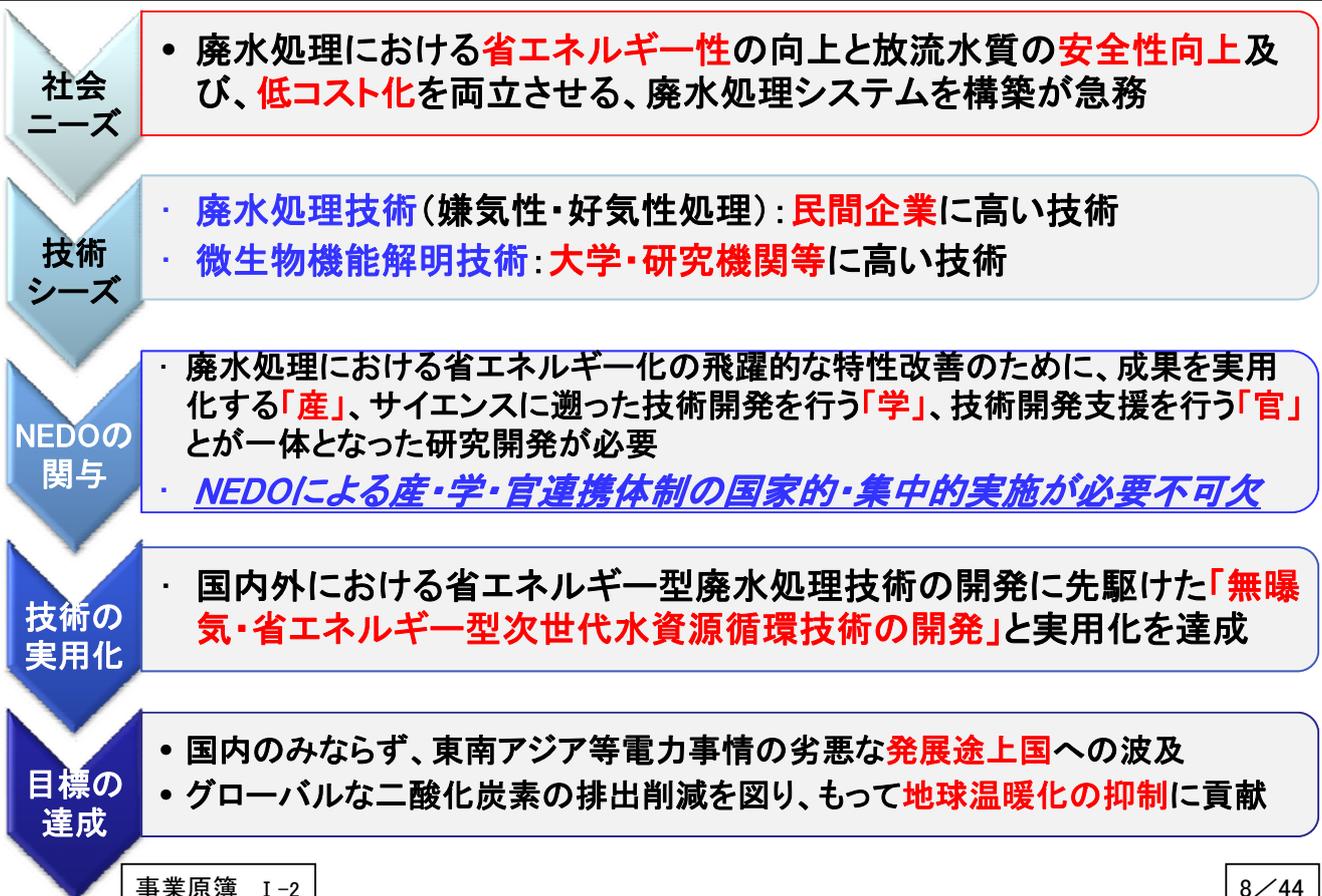
技術戦略マップ

● 3R分野

「汚泥系バイオマスを対象とした汚泥発生量を低減する廃水処理技術」

● グリーンバイオ分野

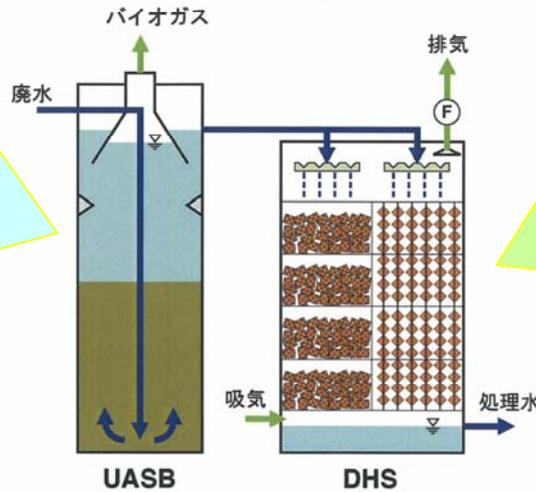
「生物機能を利用した環境への負荷低減技術」



(2) 実施の効果

本プロジェクトでは、以下の2つの装置の組み合わせによって開発目標の達成を目指す。

上向流式嫌気反応槽
 [UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket)]
 加温不要で低有機物濃度の廃水にも適用可能。
 →
省エネかつ汚泥廃棄物発生量の大幅低減に寄与できる。



技術開発システムフロー図

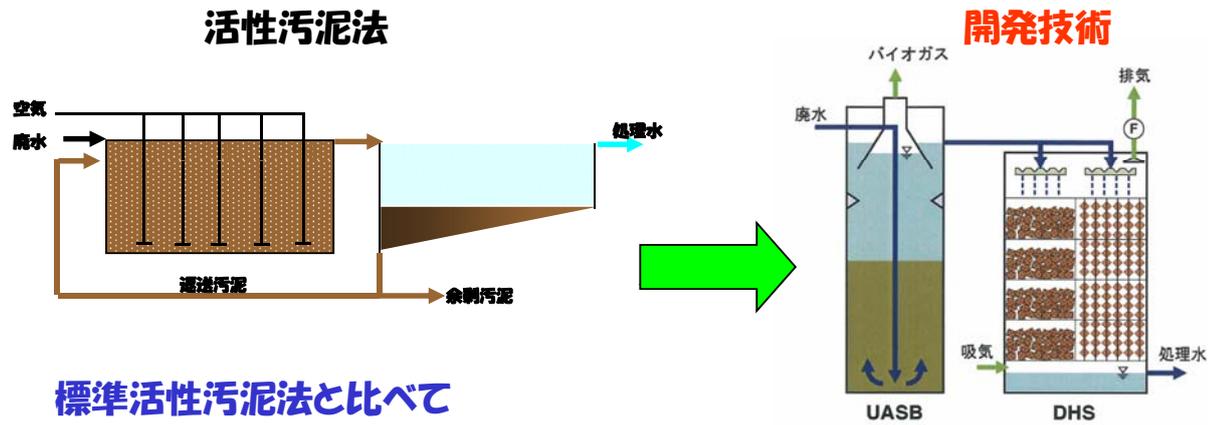
下降流式好気反応槽
 [DHS (Downflow Hanging Sponge)]
 上部から廃水を供給することで、スポンジ内に固定された微生物が空気中の酸素を利用して廃水を浄化する装置。
 →
曝気不要で大きな省エネ効果を生み出す。

(2) 実施の効果【費用対効果】

研究開発費用	約4.4億円 H18-H20(3年間)
市場規模	4兆円 (普及年数を30年とすると1300億円/年)
省エネルギー効果(2030年)	56万kl/年

- 産業廃水** 20,000事業所、対象水量:2,000万m³/日
 このうち、1/3を顕在市場、さらに1/2が普及可能な市場とする。
 →3,300事業所、330万m³/日に普及
 →70%省エネ実現により19億kwh/年、原油換算46万kLの削減効果
- 生活排水** 対象水量:1,000万m³/日
 このうち、1/3を顕在市場とする。
 →330万m³/日に普及。平均処理水量
 →70%省エネ実現により4億kwh/年、原油換算10万kLの削減効果

(1)研究開発目標の妥当性【目標値】



標準活性汚泥法と比べて

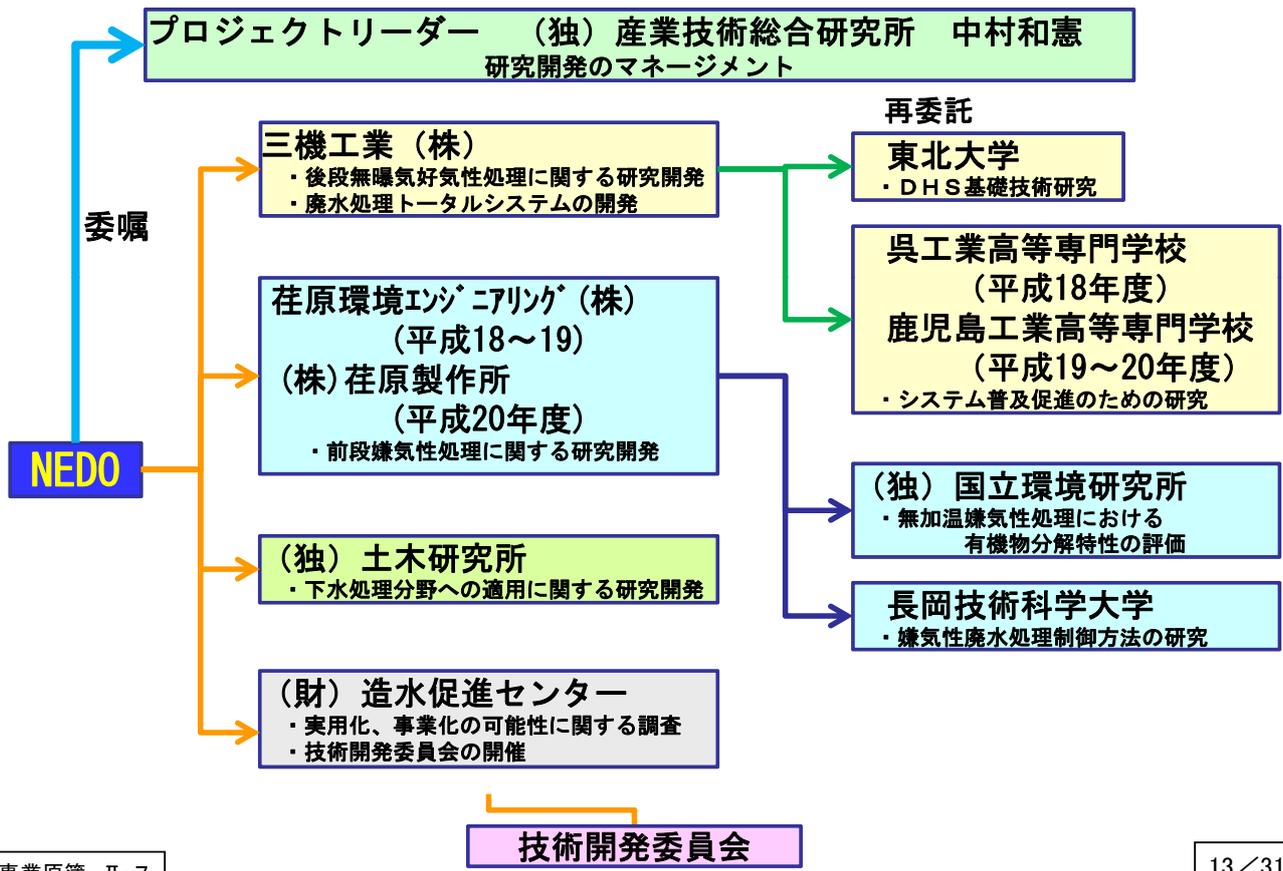
項目	目標値	設定根拠
エネルギー消費量	標準活性汚泥法に対して 70%削減	従来法0.36kWh/m ³ -下水に対し
CO ₂ 排出量	標準活性汚泥法に対して 70%削減	従来法0.2kg-CO ₂ /m ³ -下水に対し
汚泥発生量	標準活性汚泥法に対して 70%削減	従来法0.29kg-SS/m ³ -下水に対し
処理水質	標準活性汚泥法に対して BOD,SS,大腸菌群数は同程度	従来法BOD:5.0mg/L, SS:5.3 mg/L, 大腸菌群数:10 ⁵ ~10 ⁶ CFU/100mLに対し

(2)研究開発計画の妥当性【スケジュールと予算】

研究開発項目	平成18年度	平成19年度	平成20年度
(1) 前段 嫌気処理に関する研究開発 (荏原製作所、国立環境研、長岡技大)	58 (40.8%)	64 (38.1%)	49 (37.1%)
(2) 後段 無曝気好気性処理に関する研究開発 (三機工業、東北大学、鹿児島高専)	66 (46.5%)	83 (49.4%)	70 (53.0%)
(3) 廃水処理トータルシステムの開発 (三機工業)	11 (7.7%)	11 (6.5%)	5 (3.8%)
(4) 下水処理分野への適用に関する研究開発 (土木研究所)	7 (5.0%)	10 (6.0%)	8 (6.1%)

本事業は共同研究のため、事業費(予算)の1/2をNEDO負担

予算(百万円)	142	168	132
予算 3年間合計(百万円)	442		



<運営管理>

技術開発委員会

- 開催 : 3回/年
- 参加者 : PL、PJ参画メンバー、委員、各機関担当者、NEDO等
- 機能 : ① 全体認識の統一とプロジェクトの方向性の指導
② 個々の事業の方向性指導、進捗確認
③ 成果確認とその進捗状況に応じた次年度予算配分、方針指導

定例会議(テクニカルミーティング)

- 開催 : 1回/2月
- 参加者 : PJ参画メンバー、NEDO等
- 機能 : 成果・問題点の共有化、実施者間交流の活発化等

進捗フォローアップ会議

- 開催 : 1回/月
- 参加者 : グループ内メンバー、NEDO等
- 機能 : 研究内容の進捗状況確認、今後の方針を協議等

【マスコミ、ユーザーへの情報発信】

マスコミ発表や現地見学会によるユーザーの意見をプロジェクトマネージメントに活用

著作権等の都合、内容の印刷を控えさせていただきます。

【国際的にも事業成果を発信】

INDO CHEM.

CHEMICAL ENGINEERING

著作権等の都合、内容の印刷を控えさせていただきます。

情勢	対応
2009年に国内では、「海外水循環システム協議会」の発足、「省水型・環境調和型水循環プロジェクト」(NEDO)が開始するなど、水循環技術の社会的ニーズが高まり、特に省エネルギー化について注目されている。	<u>プロジェクトについては計画について大きな変更を行わず、開発目標の達成に向けて確実な遂行を目指した。</u>
該当するプログラムが2008年に「省エネルギー技術プログラム」から「エネルギーイノベーションプログラム」に変更された。	<u>プログラムの変更の際し、基本計画、実施方針及び実施計画書のプログラム名を変更した。実施内容については、変更事項無し。</u>

「無曝気・省エネルギー型次世代水資源循環技術の開発」
 (事後評価) 分科会 資料5-2

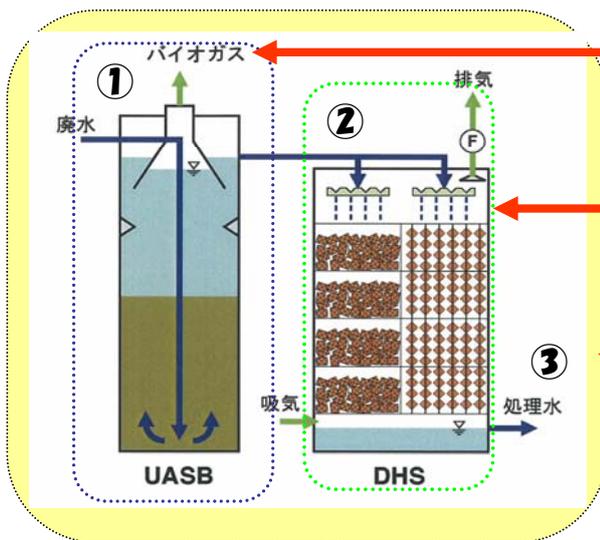
エネルギーイノベーションプログラム
 総合エネルギー効率の向上

議題5 プロジェクトの全体概要

- 5. 1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメントについて
- 5. 2 研究開発成果、及び実用化・事業化の見通しについて

NEDO技術開発機構 環境技術開発部

2009年 10月 16日



①前段嫌気処理に関する研究開発
無加温条件下における、安定かつ効果的な嫌気発酵法の確立

②後段好気性処理技術の開発
DHSの形状、構造の最適化

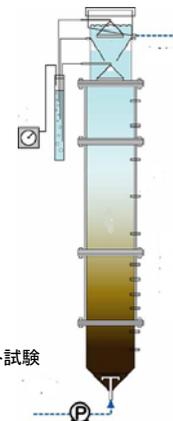
③処理システムの開発
システムとしての目標の達成度評価
難分解性廃水への適用性評価
下水処理への適用性評価

実用化、事業化の可能性に関する調査
技術動向・市場動向、市場規模、波及効果、実用化までの課題の検討とロードマップ作成

①前段嫌気処理に関する研究開発

無加温条件下における、安定かつ効果的な嫌気発酵法の確立
嫌気性微生物による有機物の分解およびメタン化に関するメカニズムの把握

下水を対象とした実証試験



反応槽の設計基準、構造、操作因子に関する研究開発(荏原)
無加温嫌気処理における有機物分解特性の評価(国立環境研究所)
嫌気廃水処理制御方法の研究(長岡技科大)

目的

- ・無加温UASB処理性能の実証
下水の中温消化汚泥を種汚泥とした場合の立ち上げ運転方法の把握。



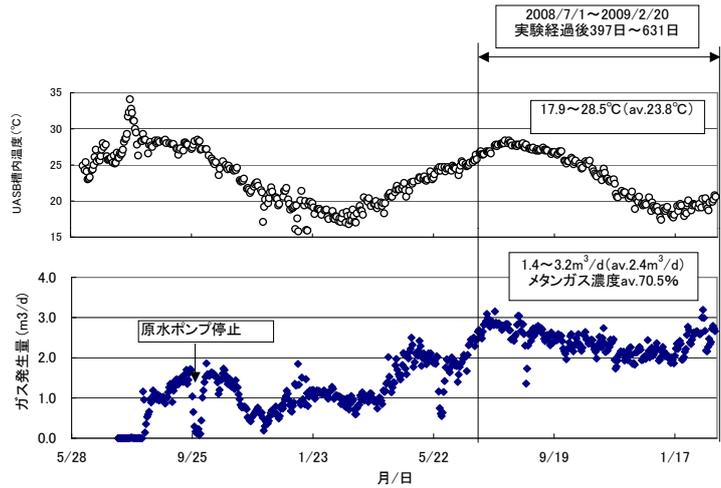
パイロットプラントUASB本体

1.5m × 2.8m × 高さ5m 有効容量20.2m³

成果

- ・定常運転時ではCOD_{Cr}除去率63.8%、SS除去率68.7%の安定した処理結果が得られた。

UASBパイロットプラント実験結果(水温とガス発生量の変化)

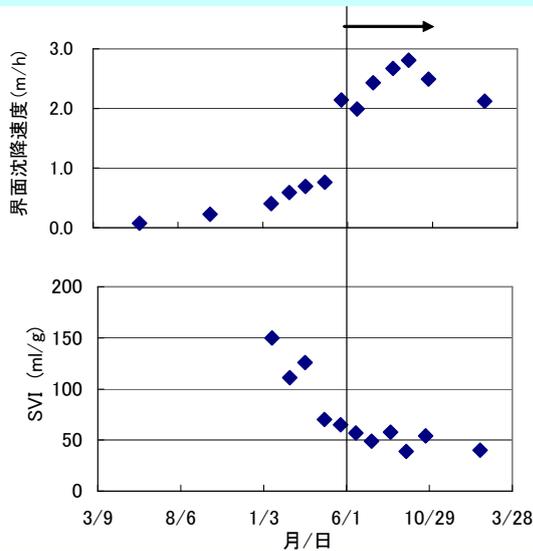


UASB処理成績(08/7/1~09/2/20期間の平均値)

	流入下水 (mg/L)	UASB処理水 (mg/L)	除去率 (%)
COD _{Cr}	400	145	63.8
SS	195	61	68.7

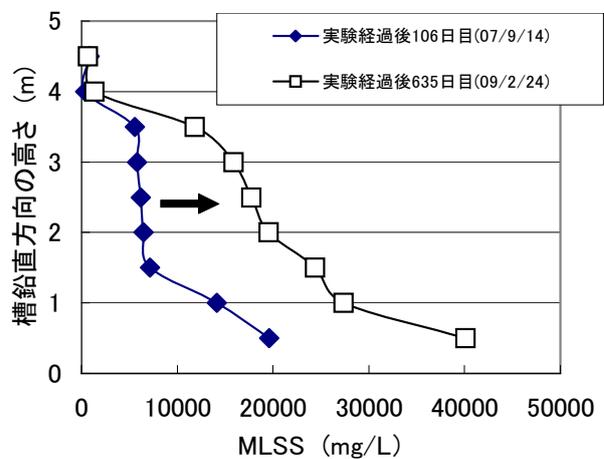
UASB槽内の汚泥性状の変化

下部汚泥の沈降速度、SVIの変化



(MLSS濃度4000~6000mg/L
サンプリング位置: 槽底部から0.75m)

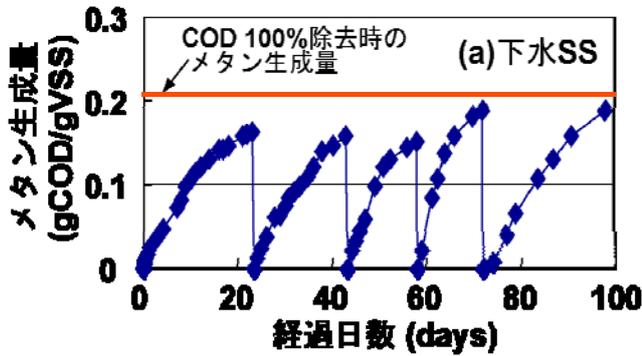
鉛直方向の汚泥濃度分布の変化



実験開始1年後において汚泥の沈降性が改善し、UASB槽内汚泥濃度が増加することにより安定した処理が可能となった。

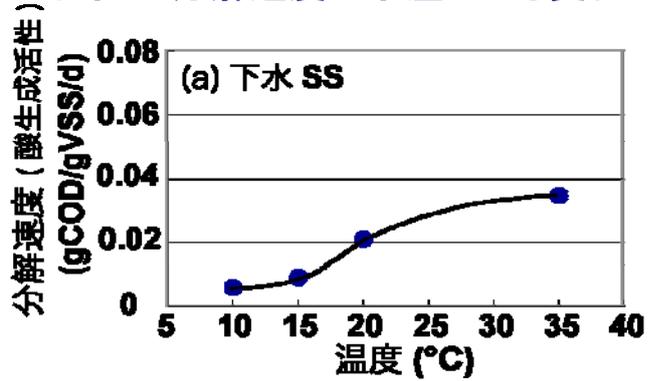
(1) 集積培養による固形有機物の常温分解特性の評価

下水SS集積培養におけるメタン生成



- ・20℃でも下水SSの分解は進行し、約8-9割の有機物がメタン化した。
- ・有機酸の蓄積は観察されず、SSの加水分解・酸生成が律速段階。

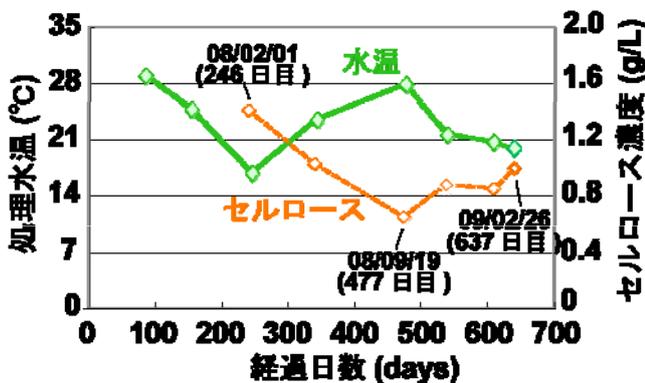
下水SS分解速度の水温による変化



- ・下水SSの分解速度は、20℃まで維持。水温15℃では大きく低下。
- ・冬季にSSの分解が律速になり易い。

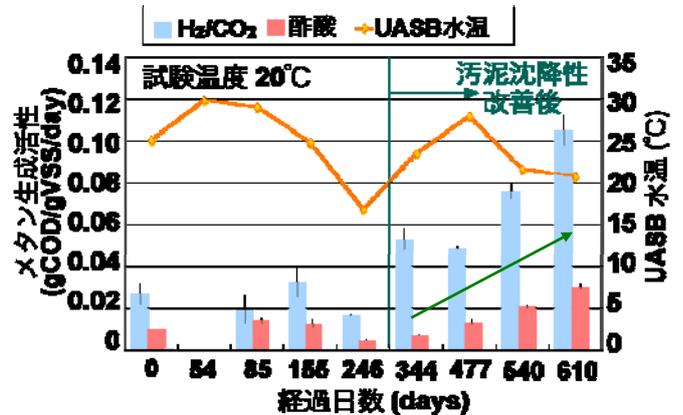
(2) パイロットプラントUASB槽における保持汚泥性状の評価

UASB槽汚泥のセルロース含量



- ・低水温期における保持汚泥へのセルロースの蓄積と、高水温期における分解の進行を確認。

UASB槽汚泥のメタン生成活性



- ・UASB槽汚泥の沈降性改善は、メタン生成細菌の集積化を促す。

(Day 344～610: 汚泥の沈降性改善後 水温低下に依らず継続的に活性増加)

下水処理UASBリアクターの低水温期における制御法に関わる基礎的知見を収集することを目的とし、長岡中央浄化センター(寒冷地)に小型UASBリアクターを設置し連続運転を行った

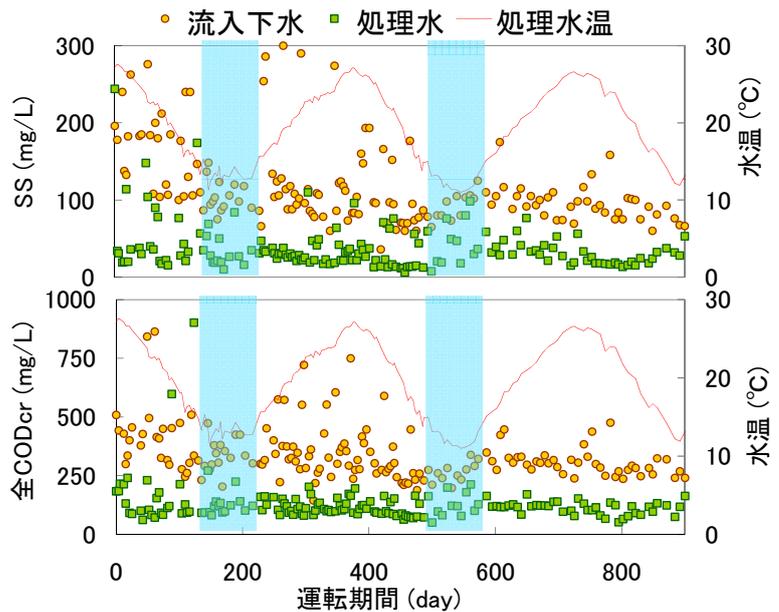


小型UASBリアクター

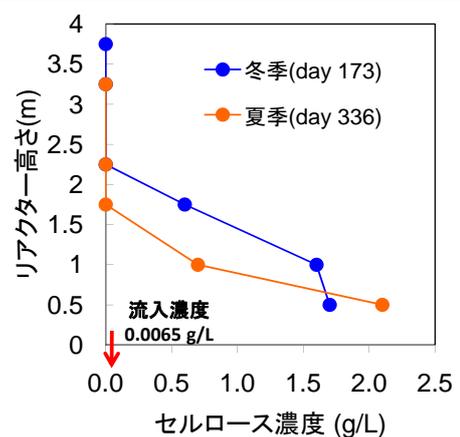
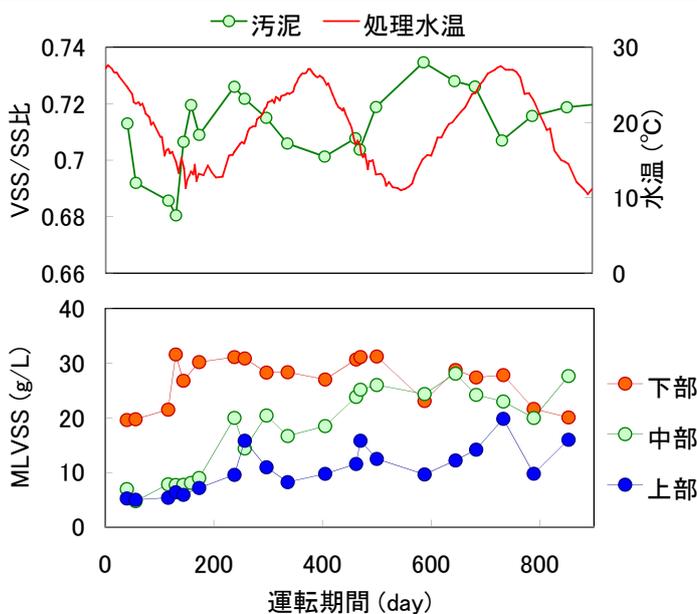
リアクター運転条件

- ◆ HRT 8時間
- ◆ 容積 1148 L (H4 m、D0.56m)
- ◆ 温度 外気温(10~27°C)

長岡中央浄化センターの初沈流入水



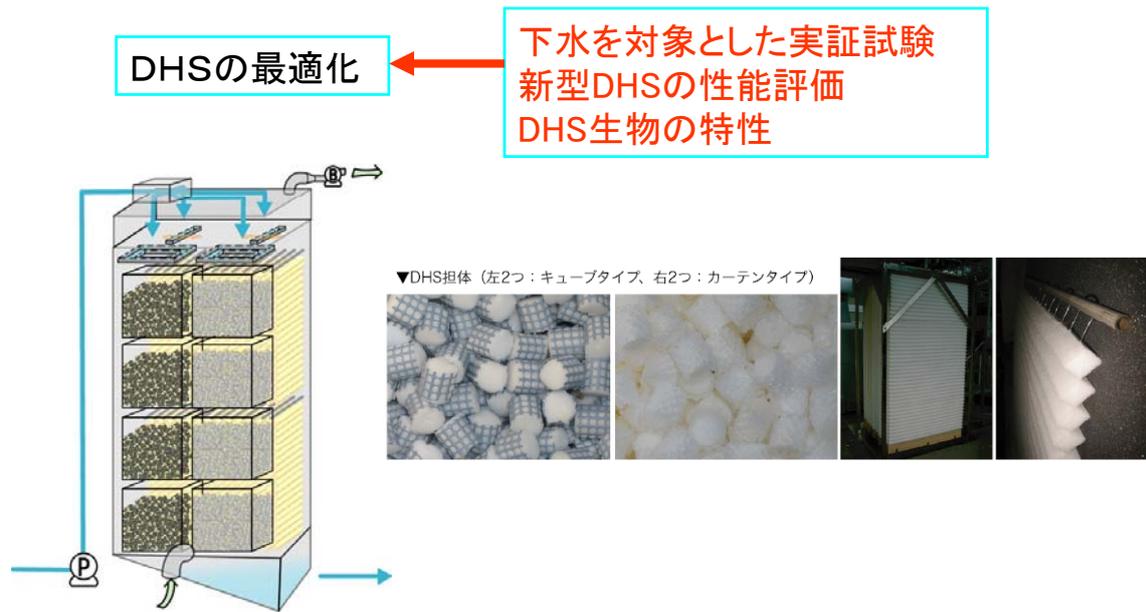
水温15°C以下の低温期間が3ヶ月程度であれば、流入負荷を低下させることなく運転の継続が可能(水温10°C程度まで対応可能)



冬期は有機物が蓄積する傾向にある(沈殿槽としての役割を果たす)。下部には難分解性物質(セルロースなど)蓄積することから、グラニューールの一部崩壊と、汚泥濃度の低下が観察された。

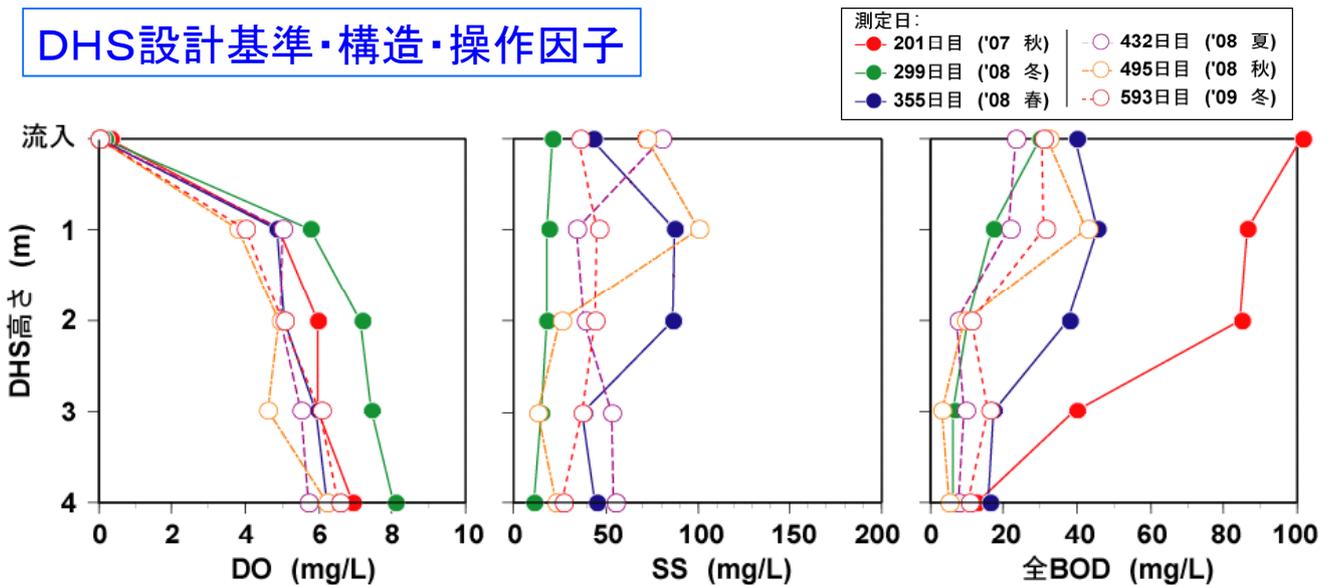
- 1) 消化汚泥を植種したリアクター保持汚泥は、SVI 20~60mL/gSSの良好な沈降性を維持した。
- 2) 反応槽容積設計に必要な、**汚泥(VSS)収率 0.013gVSS/gCODremoved**が求めた(COD-VSS負荷 0.047gCOD/gVSS/dayにおける)。
- 3) 汚泥引き抜きに関して、頻度はVSS収率が低いことから**1~2年に1度程度でも対応可能**であり、時期はSS成分の捕捉効果を維持するため**低温水期を避けて実施し**(春期以降の気温上昇期)、場所はグラニューールの一部崩壊が見られる**最下部**からが望ましいと考えられた

②後段好気性処理技術の開発



反応槽の設計基準、構造、操作因子に関する研究開発(三機工業)
DHS基礎技術研究(東北大学)

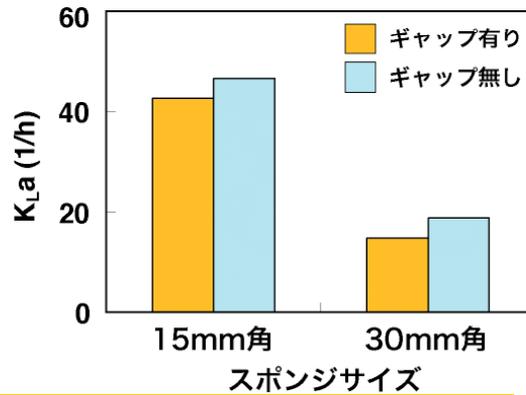
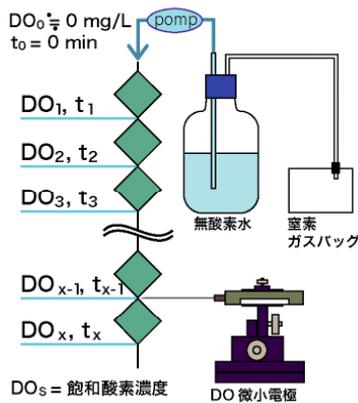
DHS設計基準・構造・操作因子



4m程度の流下長で安定した処理水質が得られた。
曝気動力をかけずに、BOD除去が良好に行えた。
反面、SSの除去が不得手であることが明らかとなった。

DHSの酸素供給能力

→ kLa (総括酸素移動容量係数)を用いて
スポンジ担体の物理的な酸素吸収能を調査



DHS K_La 14.8 ~ 46.6 (h⁻¹)
活性汚泥法 KLa 6 ~ 33 (h⁻¹)
 (Zamouche et al., Desalination, 206, 414-423, 2007.)

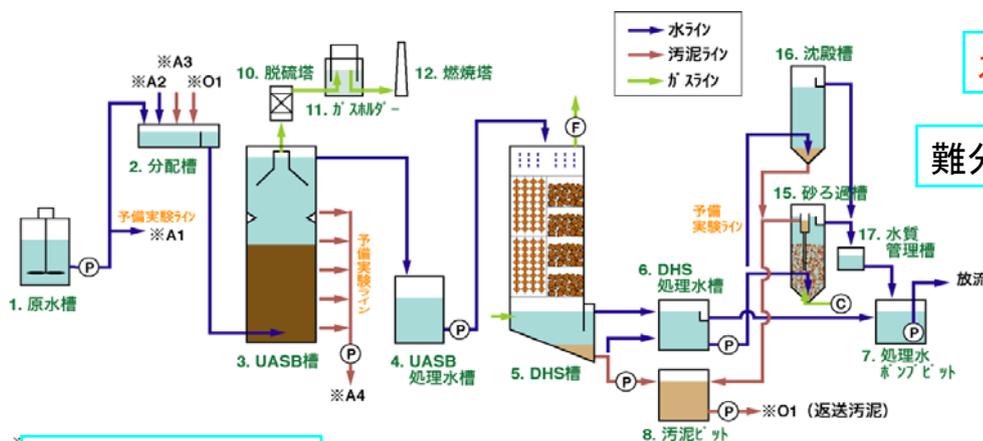
無曝気にも関わらず、活性汚泥法と同等の酸素供給能

(1)検討内容【開発システム③】

③廃水処理トータルシステムの開発

システムとしての目標の達成度評価

下水処理分野への適用評価



水質向上

難分解性廃水への応用

染色廃水
フェノール廃水
(ラボスケールテスト)

省エネルギー性
汚泥発生量
処理水質

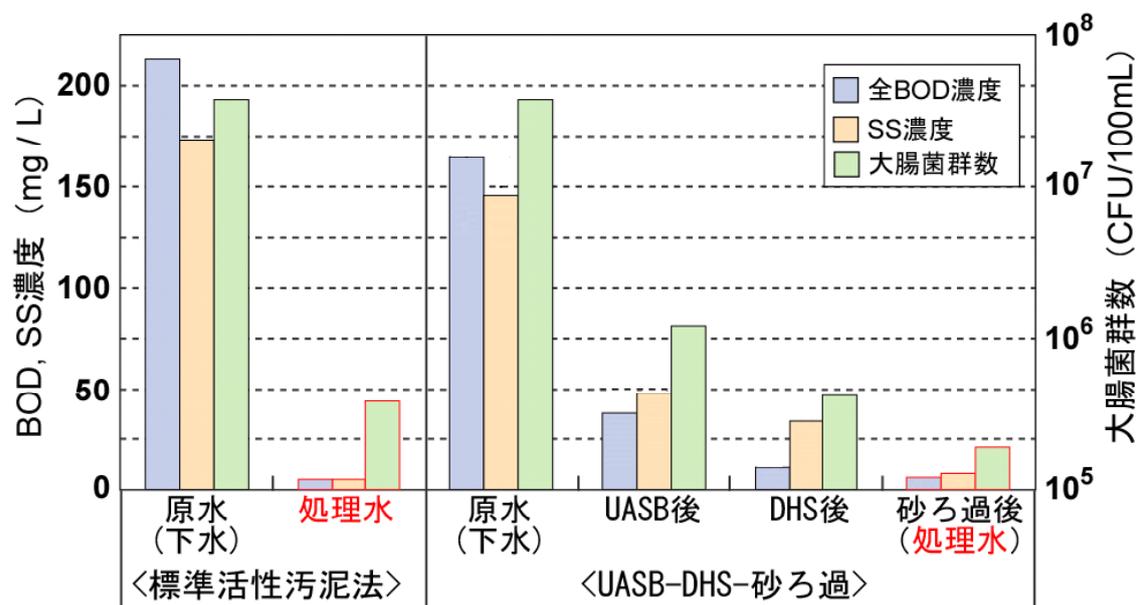
トータルシステムの開発 (三機工業)

下水処理分野への適用に関する研究開発 (土木研究所)

システム普及促進のための研究 (呉・鹿児島高専)

UASB-DHSパイロットプラントによる実下水処理

水質調査から所要システム構成を検討



UASB-DHS-砂ろ過システムを確立

UASB-DHSパイロットプラントによる実下水処理

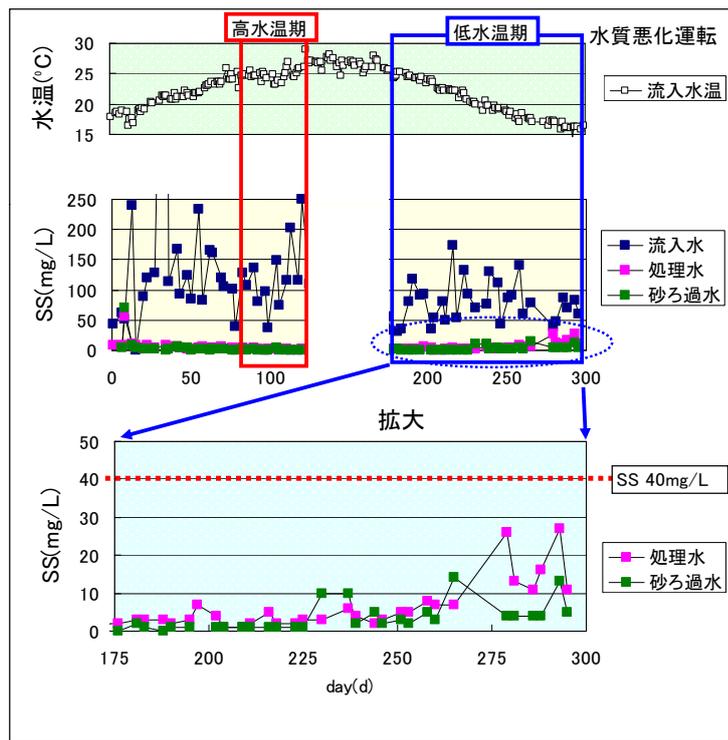
汚泥発生量、エネルギー消費量、CO₂排出量を調査

(目標: 活性汚泥法比 -70%)

	標準活性汚泥法	UASB-DHS-砂ろ過	
汚泥発生量 [kg-SS/m ³ -sew.]	0.288	0.043	-85%
エネルギー消費量 [kWh/m ³ -sew]	0.359	0.097	-73%
二酸化炭素排出量 [kWh/m ³ -sew]	0.199	0.054	-73%

パイロットプラント試験によって、所期の汚泥発生量、消費エネルギー量、CO₂排出量削減効果を確認した。

(1) UASB-DHSシステムに適した砂ろ過技術の基礎開発



意図的に流入水質を悪化させた場合 (pHの変化、低濃度フェノールの流入) の、SS除去効果について特に詳しく検討

高水温期の処理水質は良好で安定、砂ろ過は不要

低水温期に処理水質を悪化させて、処理水中にSSが多くなった場合でも、砂ろ過のSS除去効果は有効

(2) UASB-DHSシステムの下水処理分野への適用性評価

国内温暖地域の小規模下水道への適用性調査

九州・沖縄地方, 小規模: 計画人口1,000~10,000人

コストは低いかな?

標準活性汚泥法との比較

計画人口 (人)	維持管理費削減率 (%)	全費用削減率 (%)
1,000	18	11
5,000	18	8
10,000	18	8

全費用 = (維持管理費 + 建設費) の年費用換算値
建設費 = 標準活性汚泥法と同等と仮定

標準活性汚泥法よりも汚泥処理・エネルギー費を削減可能。処理場の維持管理費の約2割、建設費も含めた全費用の約1割を削減できる可能性があり、経済性の問題が導入の阻害要因となる可能性は低い。

産業排水への適用性調査

有機系で処理が難しい2つの排水の処理実験を行った。

- ①**染色排水**(嫌気好気による脱色) ②**フェノール排水**(生物毒性あり)
 BOD: 250 mg/L、SS: 200 mg/L 国内化学メーカーで処理が課題
 着色度: 6,000 **高濃度処理(CODcr: 2,000 mg/L)の可能性**

廃水種	処理システム	流入負荷	HRT	除去率
染色系 (実廃水)	UASB-DHS	0.2 ~ 0.8 kgBOD/m ³ /d	29 hr	BOD 90% 着色度 約60%
フェノール系 (模擬廃水)	UASB-DHS	2.3 kgCOD/m ³ /d	28 hr	COD 99%

染色系廃水、フェノール系廃水への適用可能性が示された。

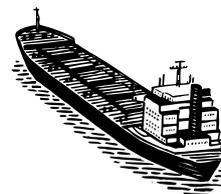
Ⅲ. 研究開発成果について (2)開発目標と目標の達成度

目標	達成度	本開発 (UASB-DHS-砂ろ過)
エネルギー消費量： 活性汚泥法に対して 70%削減	◎	73%削減 (汚泥処理含めると 推定78%削減)
二酸化炭素排出量： 活性汚泥法に対して 70%削減	◎	73%削減 (汚泥処理含めると 推定77%削減)
汚泥発生量： 活性汚泥法に対して 70%削減	◎	85%削減
処理水質： 活性汚泥法と同程度 (放流基準 BOD 15mg/L, SS 40mg/L) (H17下水道統計平均値 BOD 5.0mg/L, SS 5.3mg/L) (国分準人クリーンセンター 消毒前大腸菌群数 3.8×10^5CFU/100mL)	○	BOD : 5.6 mg/L SS : 8.0 mg/L 消毒前大腸菌群数 : 1.9×10^5CFU/100mL

	特許出願	5 件
	論文発表	13 件
	口頭発表(学会等)	48 件
	新聞、雑誌等	9 件

省エネルギー効果

	電力 kWh/年	原油 kL/年
産業廃水分野	19億	46万
生活排水分野	4億	10万
合計	23億	56万



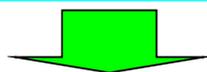
原単位:生活排水1m³当たり0.44kWh
 産業廃水1m³当たり2.2kWh
 電力1kWh=0.243L原油

(1) 実用化・事業化までのシナリオ【実用化のイメージ】

本事業の実用化は、「国内及び海外市場において、商業ベースで実規模のUASB+DHSシステムを受注・建設する」ところまでを指す。

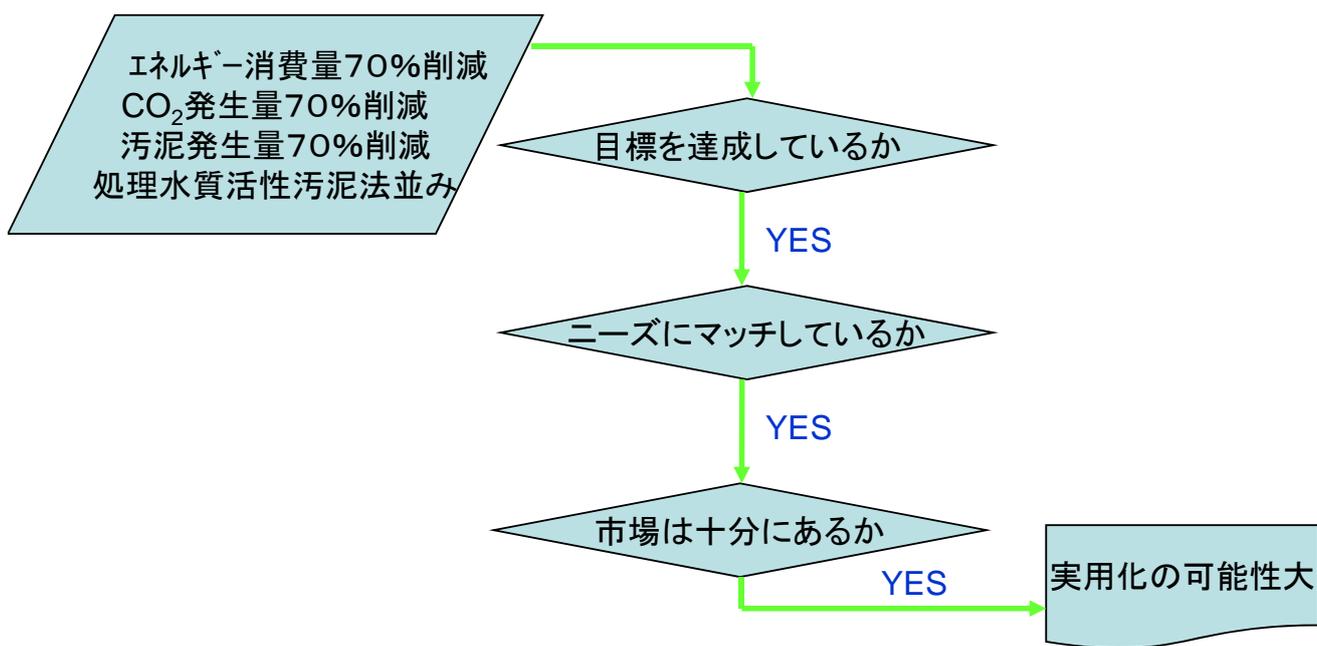


省エネルギー.....70%以上の省エネルギー性を確保
温暖化ガス発生量削減.....70%以上の温暖化ガス発生量削減を確保
汚泥削減.....汚泥発生量を70%以上削減
処理水質.....活性汚泥法と同等の水質



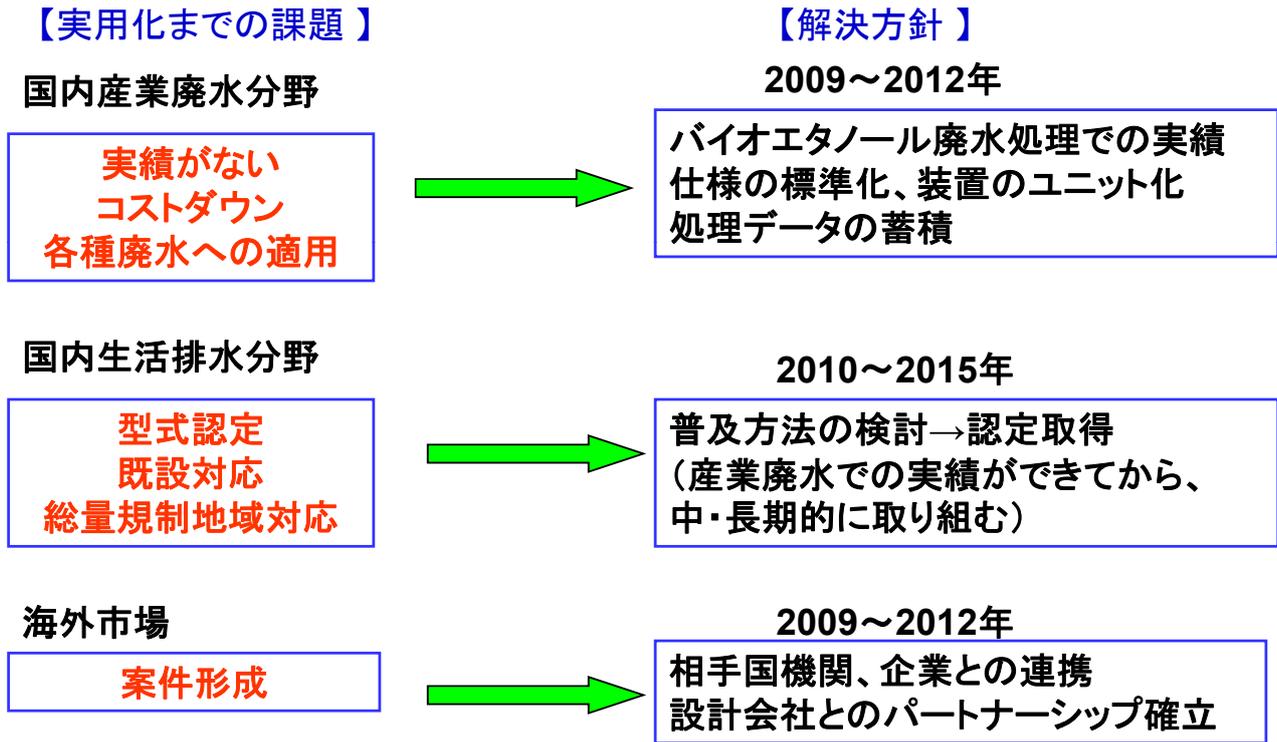
本開発技術は実用化の可能性が高い

(1) 実用化・事業化までのシナリオ【成果の実用化可能性】



• 実用化の可能性は大きい

(1) 実用化・事業化までのシナリオ【実用化の課題と解決方針】



事業化までのシナリオ

分野	課題	短期	中期	長期
		2009～2014年	2015～2024年	2025～
国内産業廃水	実績がない コストダウン 各種廃水への適用	バイオエタノール 廃液処理で実績 標準化・ユニット化 処理データの蓄積	普及・実用化	
国内生活排水	型式認定 既設対応 総量規制対応	普及方法の検討 (普及対象の絞り込み) 既設への対応検討 N、P除去	普及・実用化 (新規小規模)	普及・実用化 (既設大規模)
海外市場	案件形成	相手受け入れ機関 現地企業との連携 設計会社との パートナーシップ確立	普及・実用化	

- 国内産業廃水への普及を優先的に取り組む
- 国内生活排水市場への普及は中・長期的に取り組む
- 海外市場はインド・バングラディッシュなど低緯度地域への普及を図る

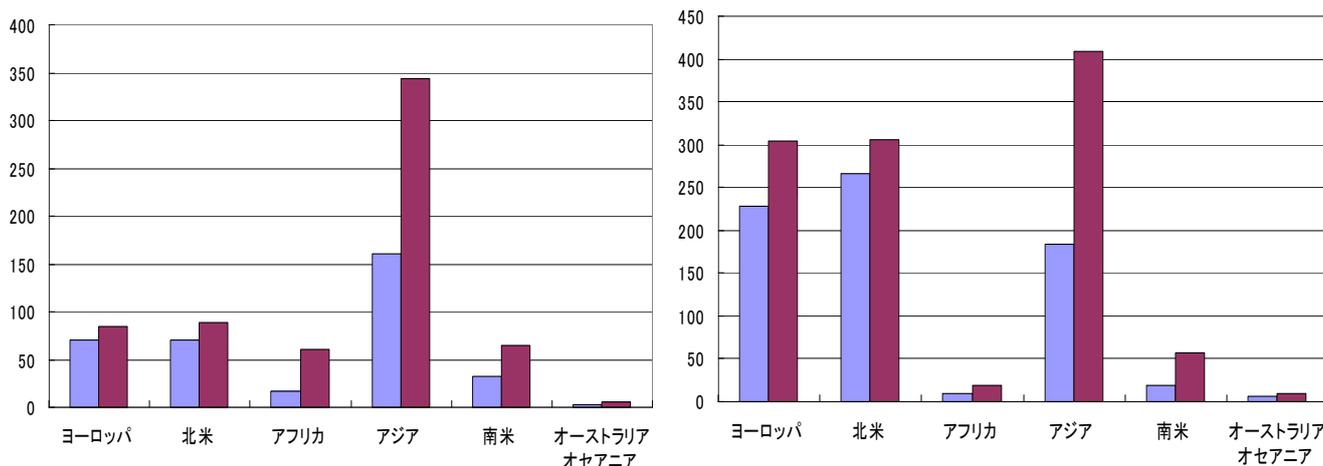
市場規模と経済効果

適用分野	事業所数	対象水量	平均設備費	成功率	普及年数	市場規模
		千m ³ /日	千円/m ³	-	年	百万円/年
産業廃水分野 (食品・飲料、繊維・染色、紙パルプ、印刷、化学、石油製品、ゴム製品、電子部品・デバイス、輸送機械など)	20,000	20,000	500	1/6	30	55,556
生活排水 (新設下水処理場)	10,000	10,000	700	1/3	30	77,778

- 産業廃水分野で555億円
- 生活排水分野で777億円 の経済効果が見込まれる

産業廃水は製造プロセスからの廃水と考え、該当業種ごとの新規補給水量から原料及びボイラ用水量を差し引いて推定した(平成18年度工業統計より)
 生活排水については、上水道と下水道の普及人口のギャップ=給水人口-処理区域人口 の生活排水処理設備が新たに必要と仮定し、さらに給水量≒生活排水量と仮定して対象水量を求め、1箇所当たりの処理水量を1,000m³/日と仮定して事業所数を推定した(平成18年度下水道統計、および平成18年度日本の水資源より)

海外への普及



1995年 ■と2025年 ■における世界の都市用水需要(単位: 十億トン/年)

- 国内のみならずアジア地域への普及が期待される
- グローバルな二酸化炭素排出量削減により地球温暖化の抑制に貢献

出典: Assessment of Water Resources and Water Availability in the World; Prof. I. A. Shiklomanov, 1996(WMO発行)

研究開発費用	約4.4億円 H18-H20(3年間)
市場規模	4兆円
省エネルギー効果 (2030年)	56万kl/年

業種	事業所数	対象水量 千m ³ /日	平均設備費 千円/m ³	導入率	普及可能な 市場規模 百万円
産業廃水	20,000	20,000	500	1/6	1,666,667
生活排水(新設下水処理場)	10,000	10,000	700	1/3	2,333,333
合計					4,000,000

業種	普及年数	市場規模	エネルギー 原単位	エネルギー削減 率	電力削減量	報告書用に 記載の数字	原油換 算係数	原油削減量	報告書用に 記載の数字
	年	百万円/ 年	kWh/m ³	%	千kWh/年	億kWh/年	kWh/L	kL/年	万kL/年
産業廃水	30	55,556	2.2	70%	1,873,667	19	0.243	455,301	46
生活排水(新設下水処理場)	30	77,778	0.44	70%	374,733	4	0.243	91,060	10
合計		133,333			2,248,400	23		546,361	56

プロジェクトの詳細説明

議題 6.1 前段嫌気処理技術の開発

(有機物の可溶化とメタン化技術の研究開発)

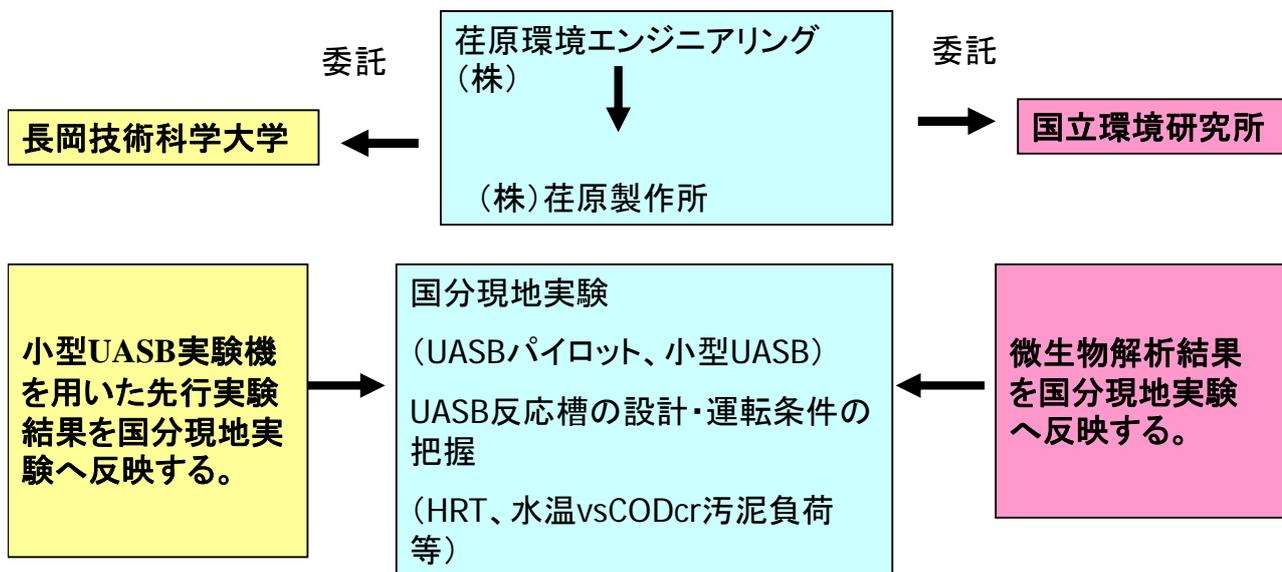
- 6.1.1 反応槽の設計基準、構造、操作因子に関する研究開発
荏原エンジニアリングサービス(株)
- 6.1.2 無加温嫌気処理における有機物分解特性の評価
(独)国立環境研究所
- 6.1.3 嫌気廃水処理制御方法の研究
長岡技術科学大学

2009年 10月 16日

1/34

Ⅲ. 研究開発成果について 前段嫌気性処理に関する研究開発(1)

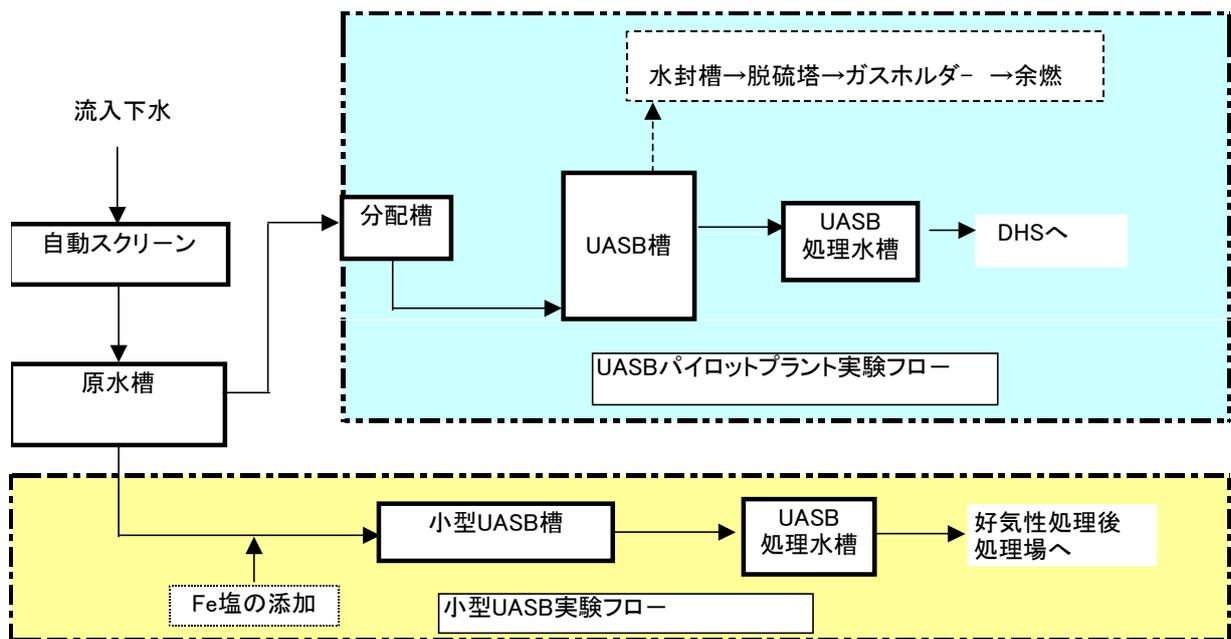
前段嫌気処理に関する研究開発 (有機物の可溶化とメタン化技術の研究開発)



研究の実施内容と工程

			項目	平成18年度	平成19年度	平成20年度
荏原	国分現地実験	UASBパイロット	(1)UASBプラントの設計と製作	←→		
			(2)UASB運転データ収集とデータ解析		←→	→
			(3)UASB設計・運転方法のまとめ			←→
		補完実験	高水温時におけるHRTの検討			↔
		小型UASB	Fe塩添加効果の検討			→
長岡技大	長岡下水	小型UASB	有機物分解特性とマスバランスの把握	←→		→
			国分パイロットUASBのマスバランス評価			←→
国環研			(1)集積培養による有機物分解特性の評価	←→		
			(2)国分UASBパイロットUASB保持汚泥性状		←→	→

UASB実験装置の処理フロー



UASB槽の概略仕様

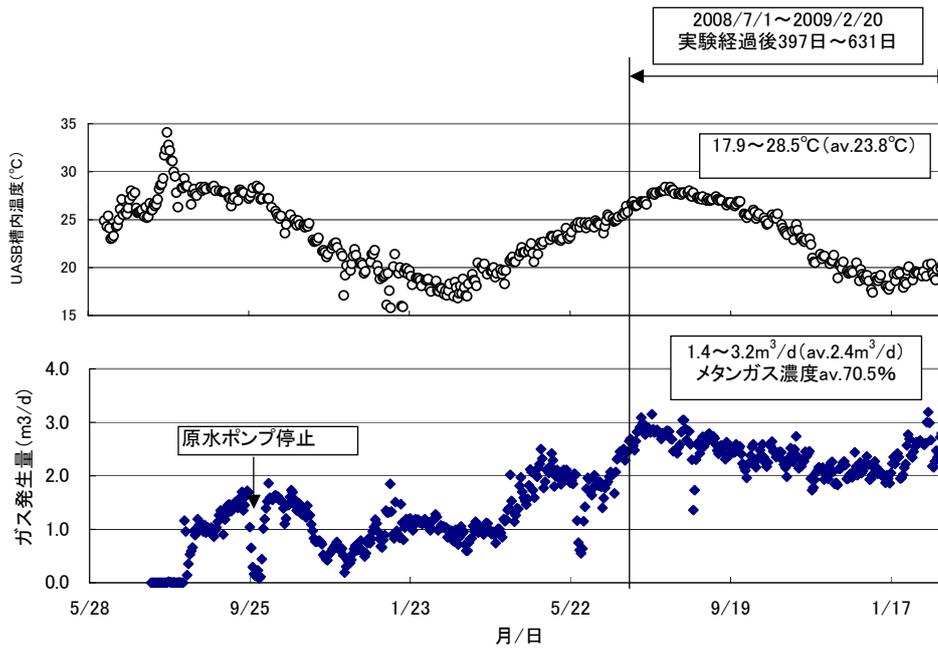
パイロットプラント	小型プラント
1.5m × 2.8m × 高さ5m 有効容量20.2m ³	直径0.5m × 高さ5m 有効容量 0.94m ³



国分隼人現地実験 流入下水(UASB原水)性状
(07/10/30~09/2/26)

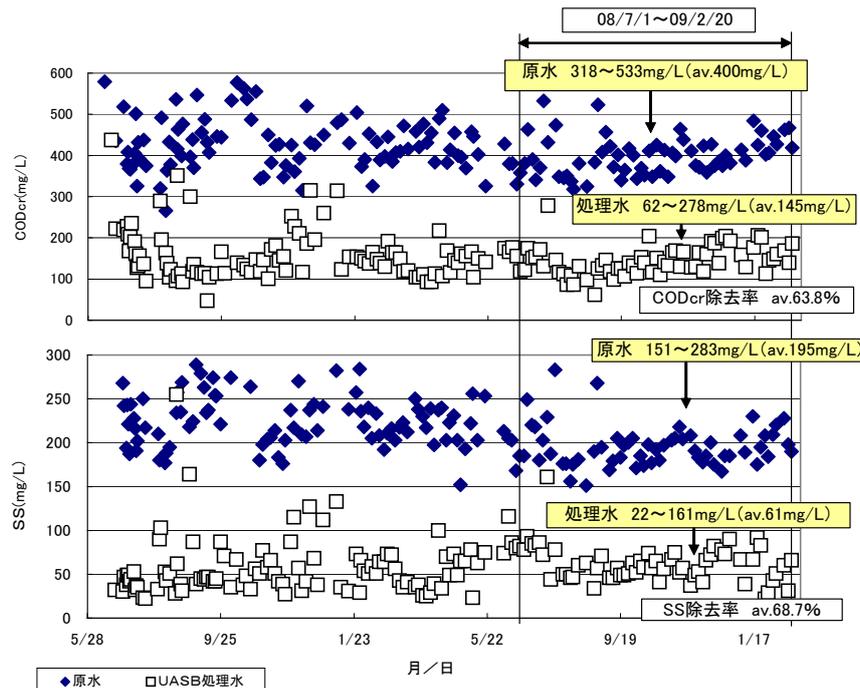
	範囲	平均
原水槽の水温 (°C)	13.8~28.7	22.7
pH (-)	7.1~7.8	7.5
SS(mg/L)	151~312	208
CODcr (mg/L)	315~520	402
S-CODcr (mg/L)	39~158	96.3
BOD (mg/L)	114~248	165
S-BOD (mg/L)	18.2~73.9	38.5

UASBパイロットプラント実験結果(水温とガス発生量の変化)



実験開始1年以降はガス発生量は安定した。

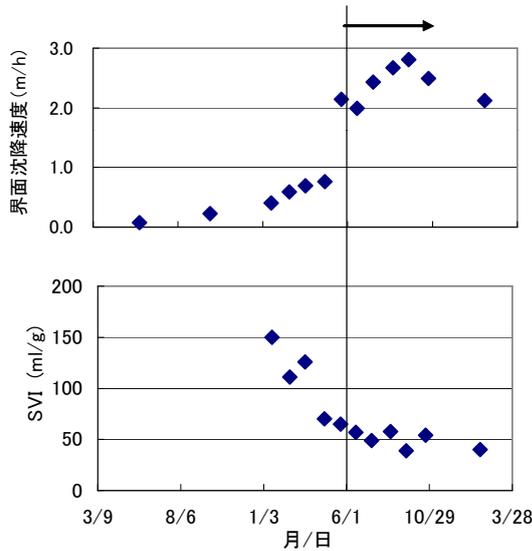
UASBパイロットプラント実験結果 (COD_{Cr}、SS変化)



COD_{Cr}除去率63.8%、SS除去率68.7%の安定した処理結果が得られた。

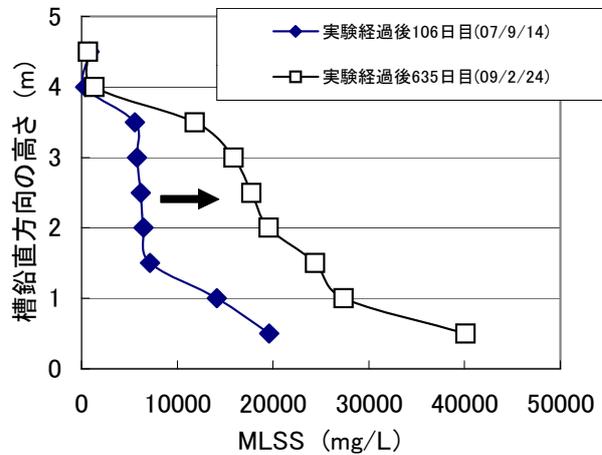
UASBパイロットプラント実験結果

下部汚泥の沈降速度、SVIの変化



(MLSS濃度4000~6000mg/L)
 サンプル位置: 槽底部から0.75m)

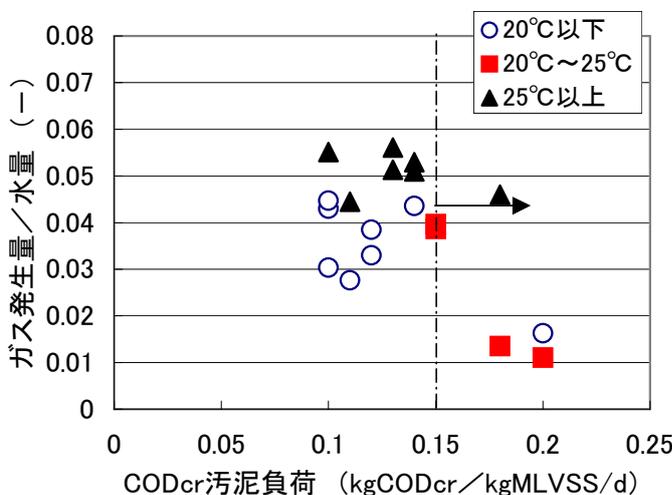
鉛直方向の汚泥濃度分布の変化



実験開始1年後において汚泥の沈降性が改善し、UASB槽内汚泥濃度が増加することにより安定した処理が可能となった。

UASBパイロットプラント実験結果

CODcr汚泥負荷とガス発生量／水量比との関係

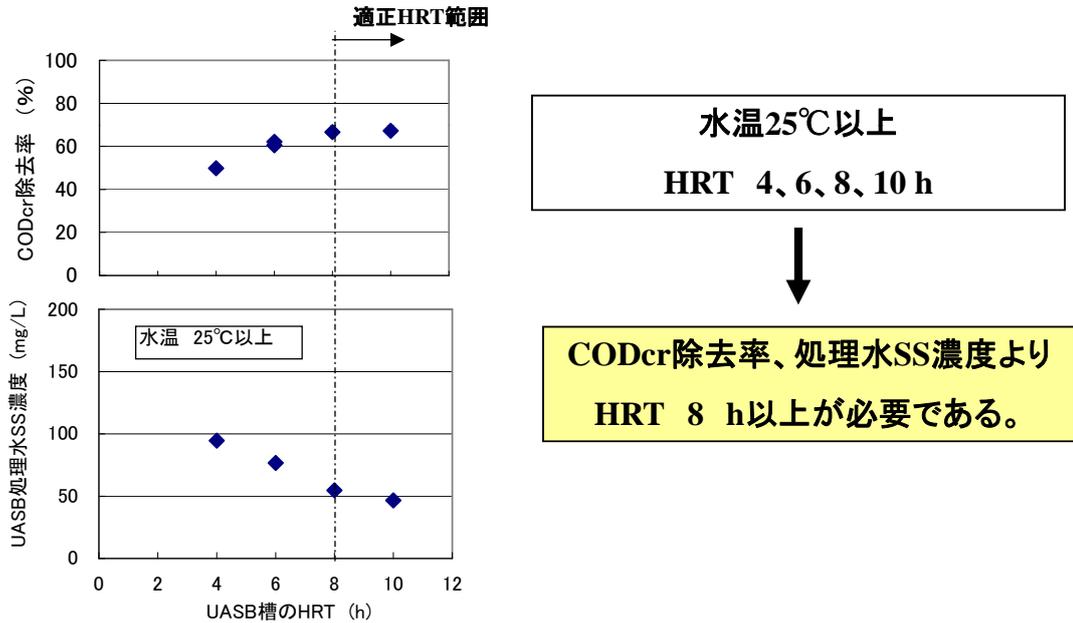


- ・水温20°C以下、20~25°C、25°C以上
- ・CODcr汚泥負荷と流入水量あたりのガス発生量の関係
- ・CODcr汚泥負荷0.15kg/kgMLVSS/d以上になるとガス発生量が低下

UASB槽のCODcr汚泥負荷は0.15kg/kgMLVSS以下に維持する。

小型UASB実験結果

HRTとCOD_{Cr}除去率、UASB処理水SS濃度との関係



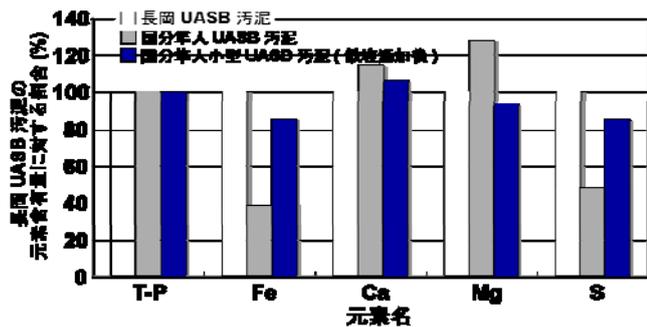
研究課題

- ・国分UASB汚泥中のFeとS含量が長岡UASB汚泥の約半分で沈降性が悪い。
- ・流入下水中のFe、SO₄濃度の差は少ない。

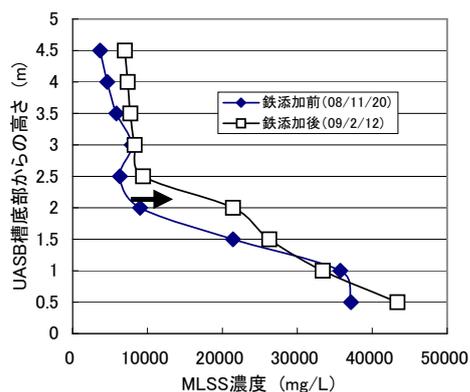
主要成果

- ・塩化第二鉄を2mg/L添加することにより汚泥の沈降性改善出来た。
- ・汚泥の沈降性にFeSが関与していることが確認できた。

UASB実験プラント保持汚泥の無機元素含有量の比較



槽鉛直方向のMLSS濃度分布の変化(国分準人小型UASB)



現地UASB実験の結果のまとめ

1. UASBパイロットプラントにおいて 水量 $50\text{m}^3/\text{d}$ (HRT10h)の処理条件で、COD_{Cr}除去率63.6%、SS除去率 68.7%の安定した処理結果が得られた。
2. COD_{Cr}汚泥負荷 $0.15\text{kg}/\text{kgMLVSS}/\text{d}$ に維持することで安定したメタン発酵処理できることがわかった。
3. 高水温時(25℃以上)のUASB処理の適正HRTは 8h以上が必要であることがわかった。
4. 原水に塩化第二鉄を2~4mg/l(asFe)添加することで、汚泥の沈降性を改善できることが確認できた。

都市下水の嫌気性処理(メタン発酵):

熱帯地域(水温 25-35℃)の一部で
実用化 (メキシコ, ブラジル, インド)



- ・ 固形有機物(SS)を多く含み冬季の水温低下時に処理性能が悪化
→ 日本など寒冷地域での実用化例無し
- ・ 処理性能の発揮に関わる保持汚泥の微生物学的な知見が欠如

目的: 低水温期におけるUASB槽安定運転のための基礎知見収集

- (1) 集積培養による固形有機物の常温分解特性の評価
- (2) パイロットプラントUASB槽における保持汚泥性状
(物性, 微生物活性)の評価

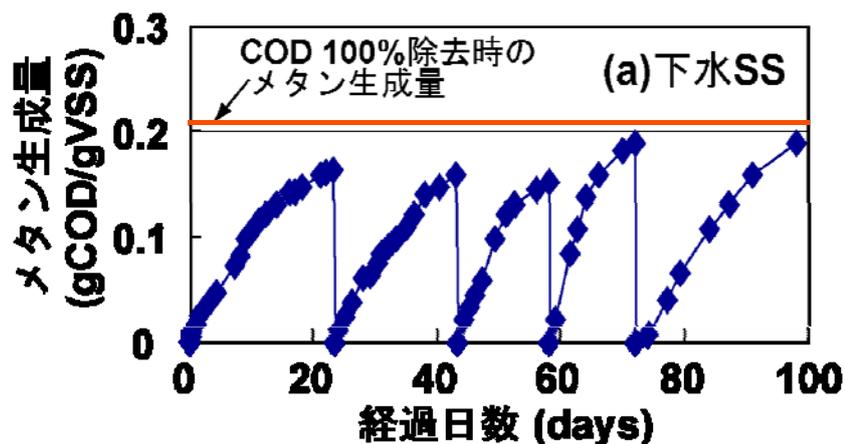
(1) 集積培養による固形有機物の常温分解特性の評価

- ・炭素源:
下水SS(初沈汚泥), セルロース,
タンパク質 等
- ・バイアル瓶(720 ml容量)を用いた
20°Cでの半回分培養
- ・植種: 下水処理UASB汚泥(長岡) + グラニュール汚泥



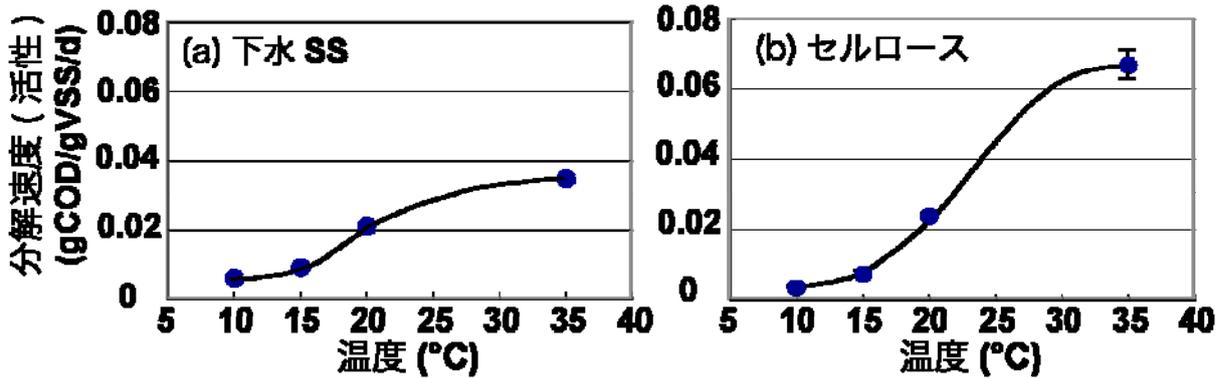
約100日間の培養後,
各固形有機物の分解速度と水温との関連を評価

下水SS集積培養におけるメタン生成の様相



- ・20°C条件でも下水SSの分解は進行し, 約80-90%
の有機物がメタン化された。
- ・中間代謝物の蓄積は観察されなかった。
(SS成分の加水分解・酸生成反応が律速)

固形有機物分解速度の水温による変化



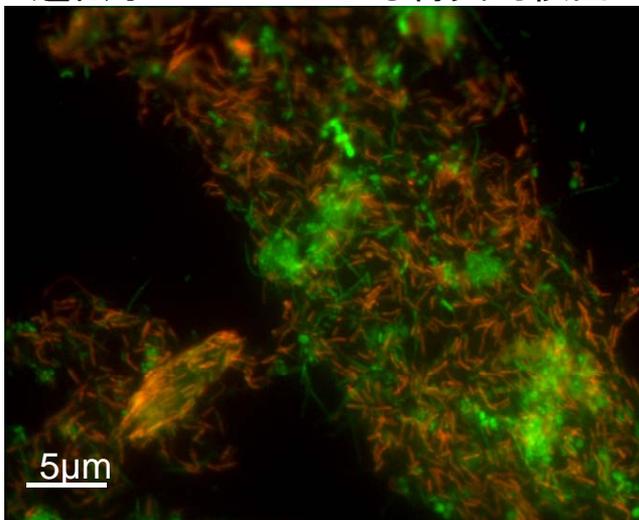
・下水に含まれる固形有機物(SS, セルロース等)の分解速度は, 20°Cまではある程度維持されるが, 水温15°Cでは大きく低下する傾向にあった。

・冬季に固形有機物の分解が律速となり易い。

集積培養と菌相解析によるセルロース分解細菌の同定

常温(20°C)条件下で, 集積化が生じたバクテロイダルス目のセルロース分解細菌を同定した。

遺伝子プローブによる特異的検出



オレンジ:
バクテロイダルス目
セルロース分解菌

緑:
その他真性細菌

(2) パイロットプラントUASB槽における保持汚泥性状の評価

UASB槽底部0.75 mから約3ヶ月おきに
汚泥試料を採取

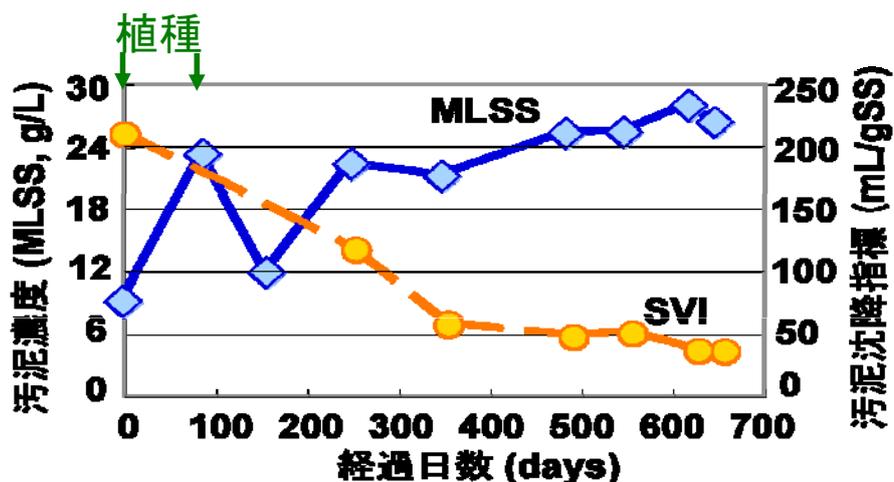


汚泥濃度(MLSS), 汚泥沈降指標(SVI),
セルロース含量, メタン生成活性, 菌相構造

水温変動と汚泥性状変化との関連を調査



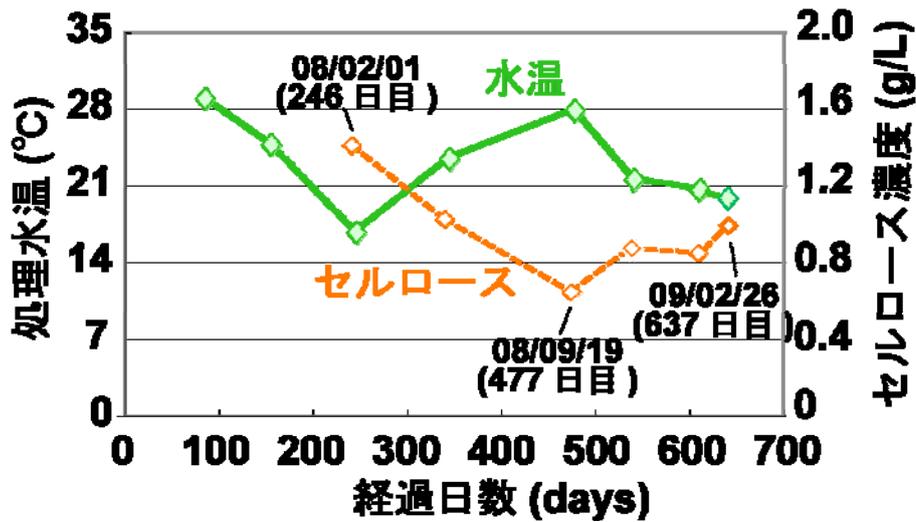
保持汚泥濃度(MLSS)と汚泥沈降指標(SVI)の経日変化



汚泥の沈降性改善(フロック化進行)により,
保持汚泥濃度は, 28 gSS/L程度に達した。

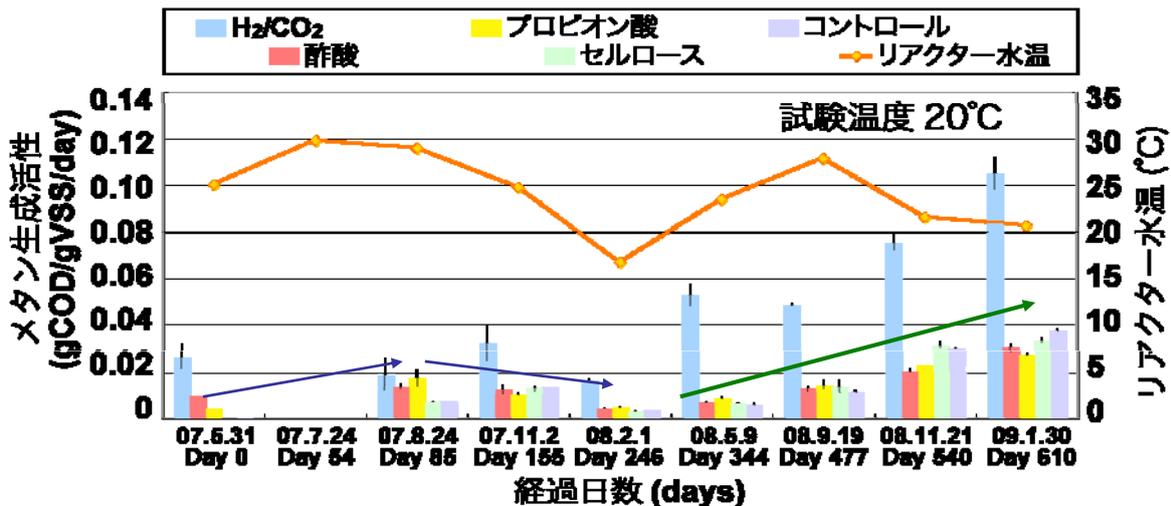
➔ UASB槽の早期安定化には, 植種汚泥の選択や
沈降性改善への対応が必要

保持汚泥のセルロース濃度と水温との関係



低水温期における保持汚泥中への下水SS由来セルロースの蓄積と、高水温期における分解の進行が確認出来た。

保持汚泥のメタン生成活性の変化



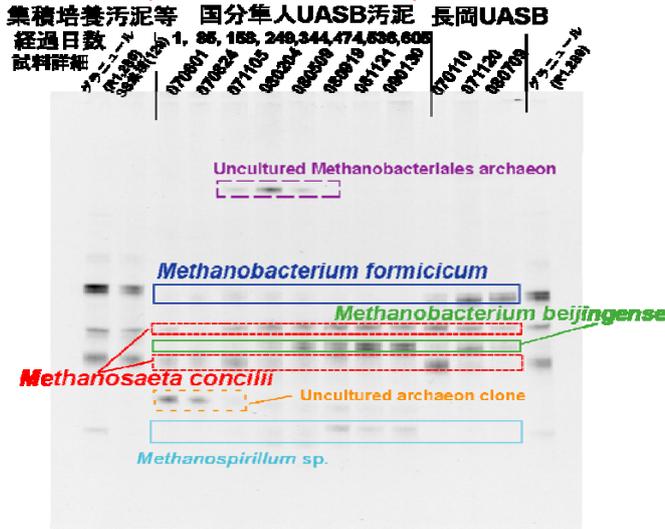
汚泥沈降性改善前 (Day 0～246):
メタン生成活性は低く、
水温に応じて増減

沈降性改善後 (Day 344～610):
水温の低下に依らず継続的に
活性が増加

➡ UASB槽汚泥の沈降性改善は、保持汚泥へのメタン生成細菌の集積化(保持)を促す

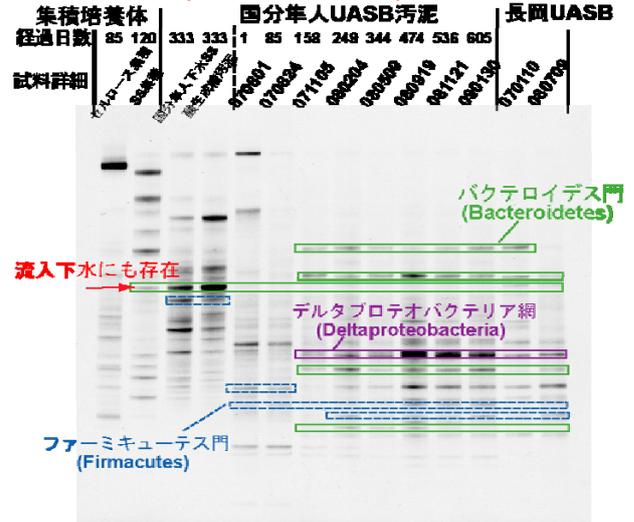
DGGE法による保持汚泥の菌相構造解析結果

古細菌(メタン生成細菌)



Methanosaeta属および
Methanobacterium属の
細菌の存在と集積化を確認した。
(定量PCRの結果)

真性細菌(酸生成細菌)



酸生成細菌としては、
ファーミキューテス門に加え
未培養バクテロイデス門の細菌の
優占化が確認された。

1. 都市下水のメタン発酵処理では、セルロース等を含む固形有機物成分(SS)の分解が律速であり、水温20℃未満で分解速度が大きく低下する。
2. パイロットプラントUASB槽の汚泥保持能の改善(沈降性改善)は、メタン生成細菌(*Methanosaeta*, *Methanobacterium*)の集積化を促し、低温期の処理性能の安定化に大きく寄与する。
3. 保持汚泥の菌相解析より、未培養のバクテロイデス門細菌が高頻度に検出され、有機物分解(酸生成)への寄与が示唆された。また、常温でのセルロース分解に寄与するバクテロイダルス目の細菌を同定した(分解促進のための利用が期待される)。

都市下水処理UASBリアクターの低水温期における安定運転のための制御法に関わる基礎知見を収集することを目的とした。

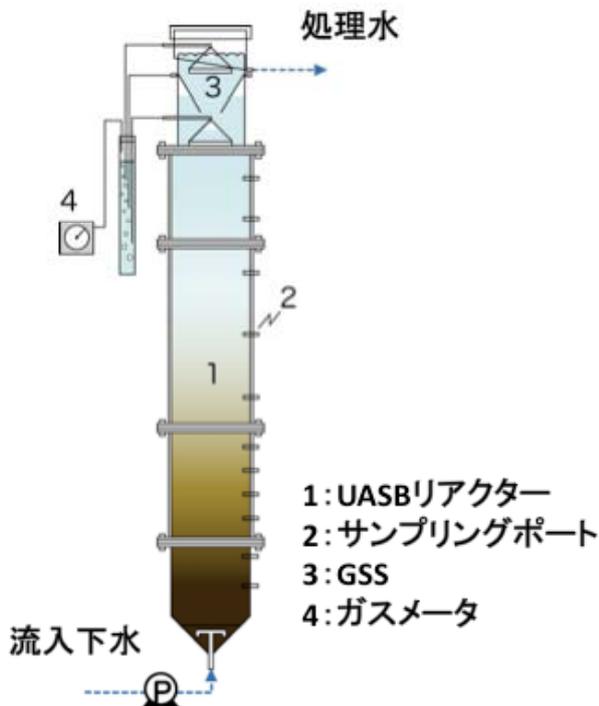
新潟県長岡市(寒冷地)に設置した小型UASBリアクターを連続運転し、以下のデータを収集した。

◆ 水温低下時における下水処理特性

- ◆ SS、COD_{Cr}、除去率

◆ 保持汚泥量および性状の変化

- ◆ MLSS、MLVSS、グラニューール粒径、SVI、VSS/SS



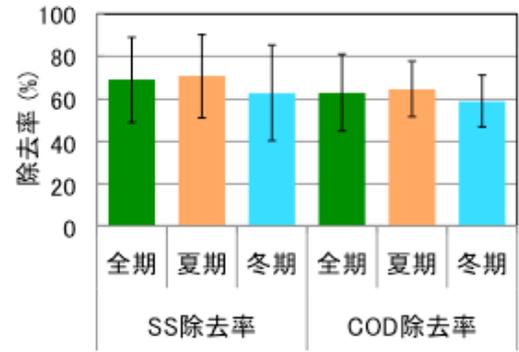
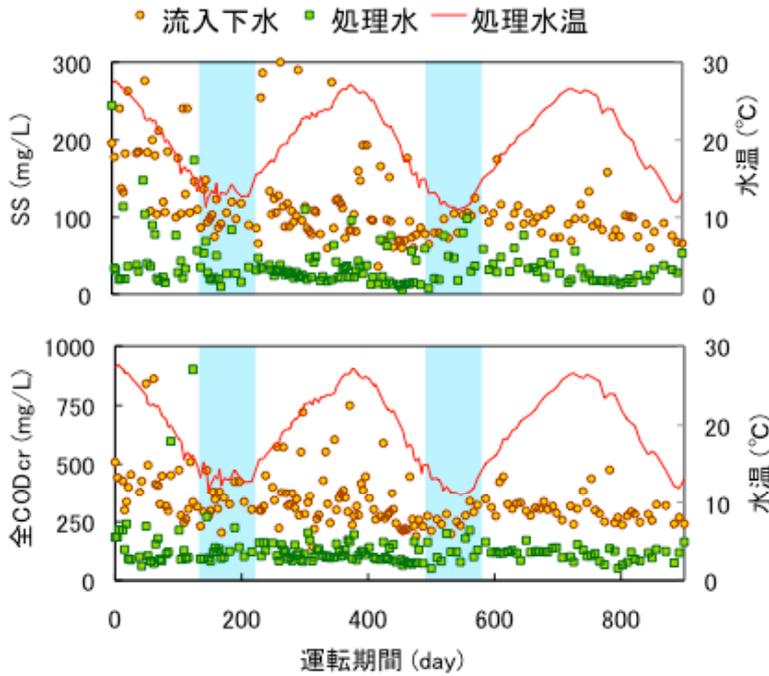
長岡中央浄化センターに設置されたUASBリアクター

◆ リアクター運転条件

- ◆ HRT 8時間
- ◆ 容積 1148 L (カラム 1022L)
- ◆ 高さ 4 m
- ◆ 内径 0.56 m
- ◆ 温度 外気温(10~27°C)

◆ 流入下水

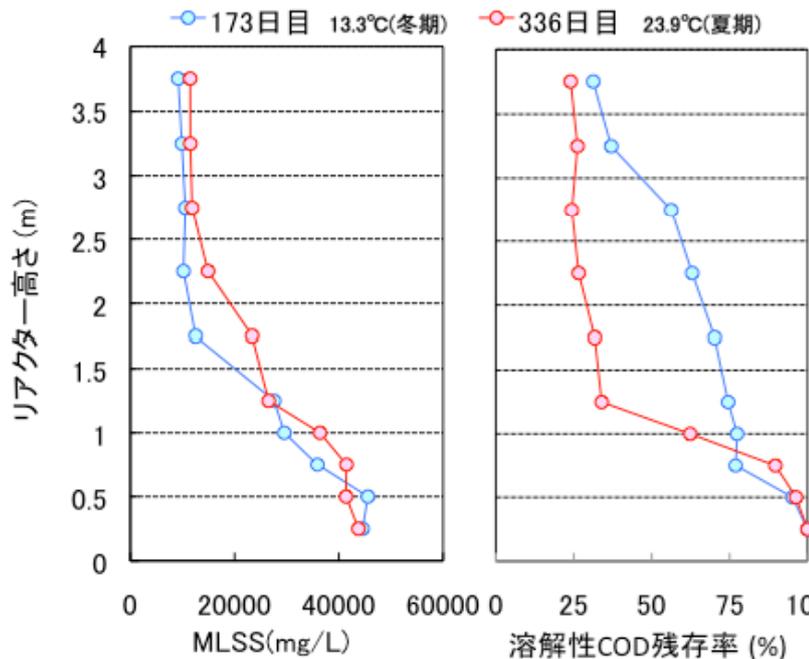
長岡中央浄化センターの初沈流入水



夏期: 20°C以上 冬期: 15°C以上

冬期における除去率の低下は、SS除去率は8%、COD除去率は6%に留まった。

水温15°C以下の低温期間が3ヶ月程度であれば、流入負荷を低下させることなく運転の継続が可能(水温10°C程度まで対応可能)



運転期間前半(1年目)

汚泥(MLSS)濃度

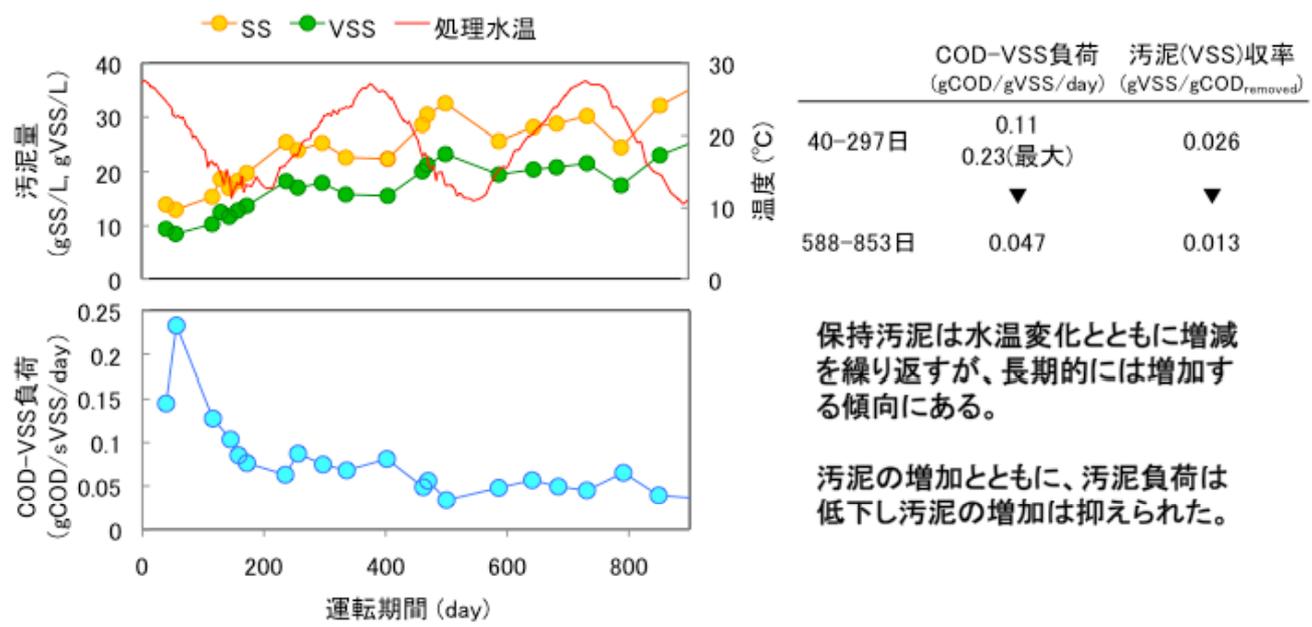
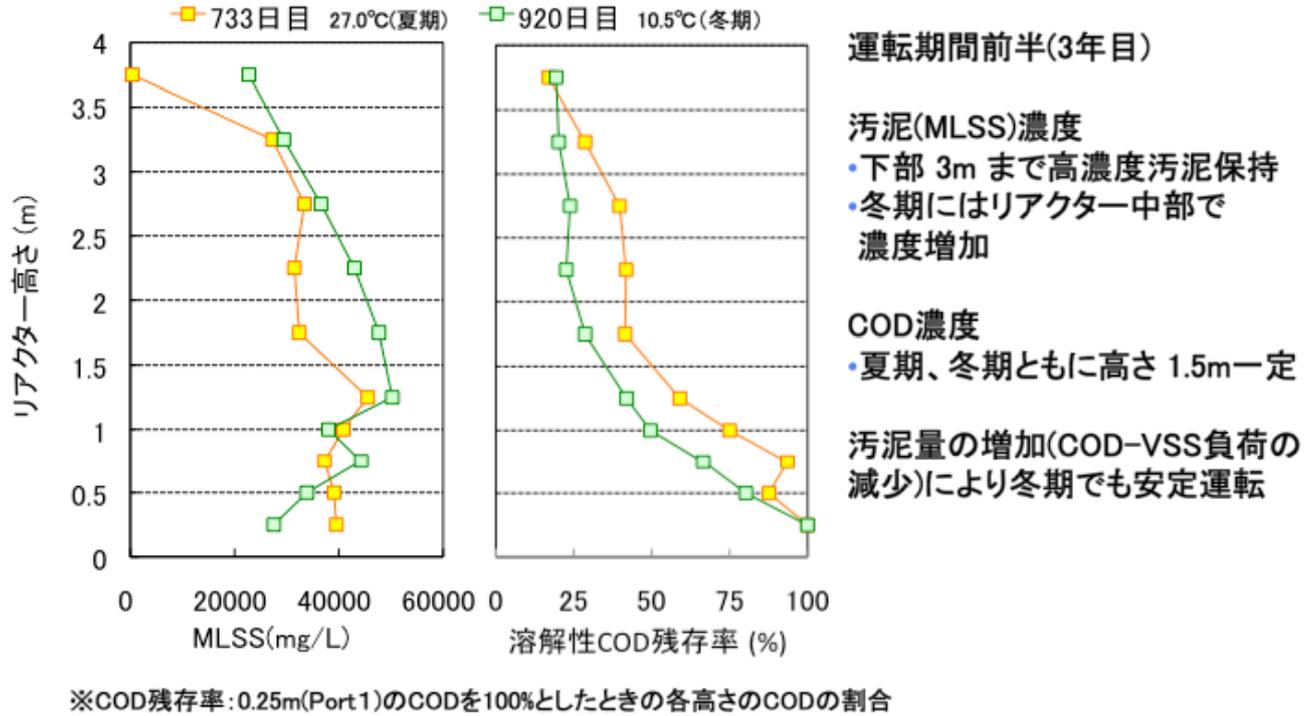
- 下部 1m まで高濃度汚泥保持
- 汚泥濃度プロファイルは冬期、夏期ともに同じ傾向

COD濃度

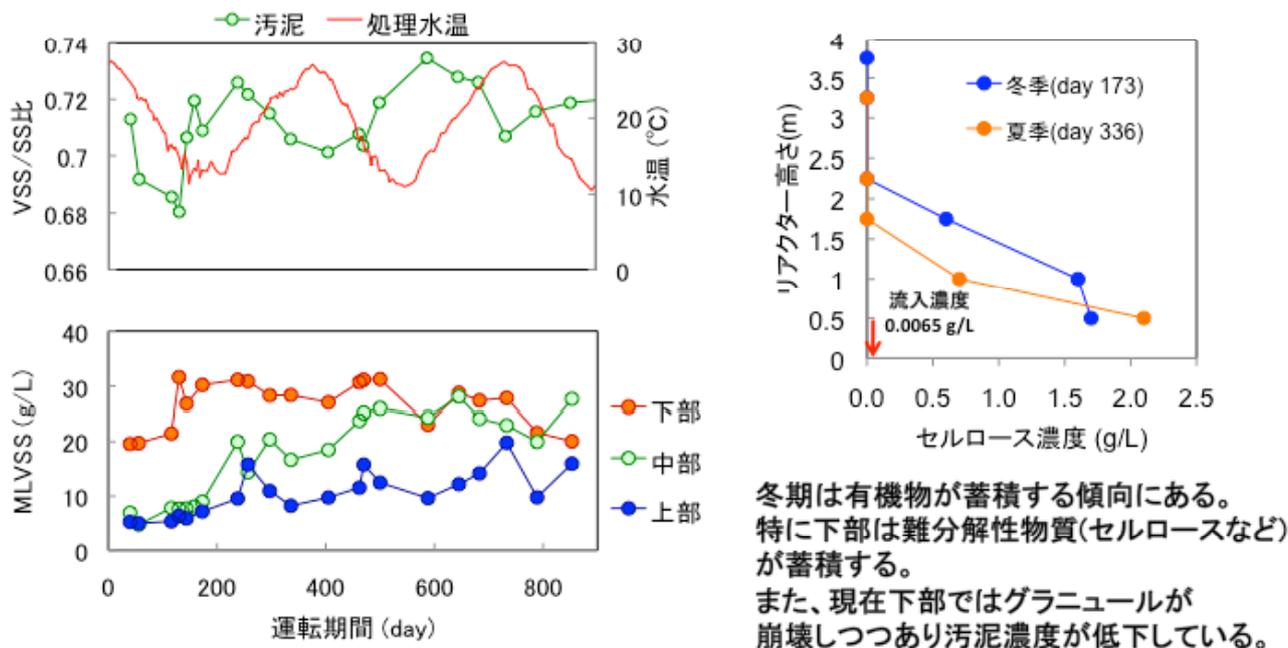
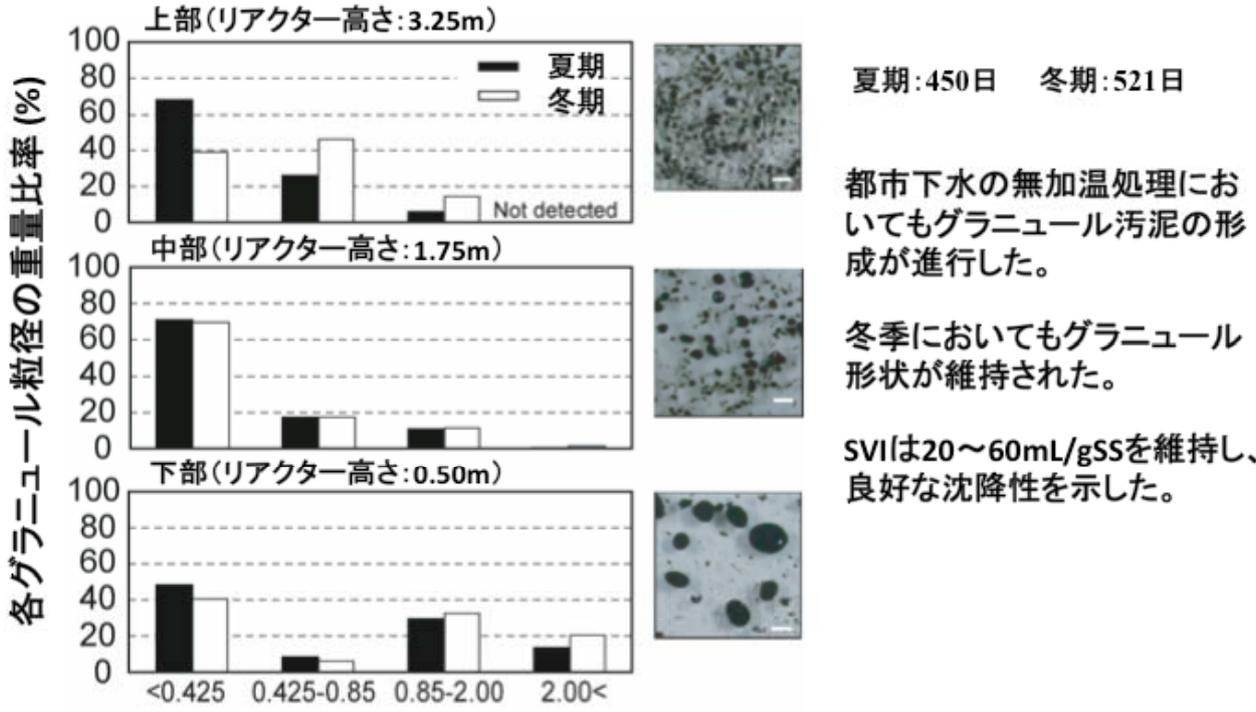
- 夏期は高さ 1.25m でほぼ一定
- 冬期は高さ 3.25m まで徐々に減少

冬期には十分な反応時間(高さ)が必要であると考えられる。

※COD残存率: 0.25m(Port1)のCODを100%としたときの各高さのCODの割合



約3年間、汚泥の著しい流失もなく運転できたため、汚泥の引抜き頻度はで少なくて良い(1~2年に1度程度)と考えられる。



汚泥の引抜きを行う場合、SS成分の捕捉効果を維持するため低温水期(冬期)は避け春期以降の気温上昇期に最下部の汚泥を引抜くことが望ましいと考えられる。

1. 水温15℃以下の低温期間が3ヶ月程度であれば、流入負荷を低下させることなく運転の継続が可能である。(水温10℃程度まで対応可能)
2. 汚泥濃度の低い運転初期の冬期は十分な反応時間(高さ)を維持することが必要である。また、汚泥濃度が増加後は、負荷の低下により冬期においても安定運転した。
3. 都市下水の無加温処理においてもグラニュール汚泥の形成が進行した。また、SVIは20~60mL/gSSを維持し、良好な沈降性を示した。
4. 有機物は冬期に蓄積し、特に難分解性物質は下部に蓄積する。運転が長期化すると下部においてグラニュールが減少し保持汚泥濃度が低下した。

汚泥の引抜きを行う場合、
 頻度: 1~2年に1度程度
 時期: 春期以降の気温上昇期
 引抜箇所: 最下部
 が望ましいと考えられる。

前段嫌気処理技術の開発のまとめ

(1) 反応槽の設計基準、構造、操作因子に関する研究開発

実装置に近いUASBパイロットプラント(有効容量20m³ 1.5m×2.8m×高さ5m 処理量40~50m³/d)を用い、消化汚泥を種汚泥した場合の立ち上げ運転、処理の安定性の把握を行う。



実験開始1年後において、汚泥の沈降性が改善し、UASB槽内汚泥濃度が増加することで、年間を通してCOD除去率63.8%、SS除去率68.7%の安定した処理結果が得られた。

(2) 無加温嫌気処理における有機物分解特性の評価

- (1) 集積培養による固形有機物の常温分解特性の評価を行う。
- (2) UASBパイロットにおける汚泥性状(物性、微生物活性)の評価を行う。



- (1) セルロースを含む固形有機物の分解が律速で、水温15℃で分解速度が大きく低下した。
- (2) 汚泥保持性改善はメタン生成菌の集積化を促し、低水温期の処理性能の安定化に寄与した。

(3) 嫌気廃水処理制御方法の研究

- 小型UASB実験機を用い
- (1) 水温低下時における下水処理特性
 - (2) 保持汚泥量および性状変化
- についての把握を行う。



- (1) 水温10~15℃の期間が3ヶ月程度であれば、流入負荷を低下させることなく運転継続が可能であった。
- (2) 都市下水の無加温処理においてもグラニュール汚泥の形成が進行した。(SVI20~60mL/gSS)

当初計画の研究内容を十分遂行できた。



査読付き論文 9件

プロジェクトの詳細説明

議題 6.2 後段無曝気好気性処理に関する 研究開発

(新規DHSの開発)

- 6.2.1 反応槽の設計基準・構造・操作因子に関する研究開発
三機工業(株)
- 6.2.2 DHS基礎技術研究
東北大学

東北大学

2009年 10月 16日

Ⅲ. 研究開発成果について 後段無曝気好気性処理に関する研究開発

研究体制

後段無曝気好気性処理に関する研究開発 (新規DHSの開発)

三機工業(株)

委託

東北大学

◇反応槽の設計基準・構造・操作因子
に関する研究開発(パイロットプラント実験)

- 担体構造等の開発
- 性能安定性調査
- 設計基準・構造・操作因子の検討

◇DHS基礎技術研究

- 担体の基礎的特性の把握
- 新規担体評価試験
- DHS内生物特性評価

基礎的知見の提供

実施内容と工程

DHSパイロットプラント(PP)による性能確認/実証 を実施

	H18年度	H19年度	H20年度
PP計画・設計・施工	■		
PP運転			
担体構造等の開発		■	
性能安定性調査			■

赤字: 今回報告

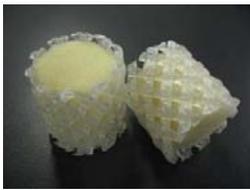
DHSパイロットプラント全景



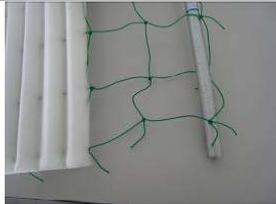
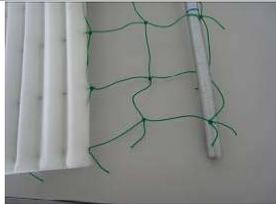
計画処理量50m³/d

国分隼人クリーンセンター敷地内に設置

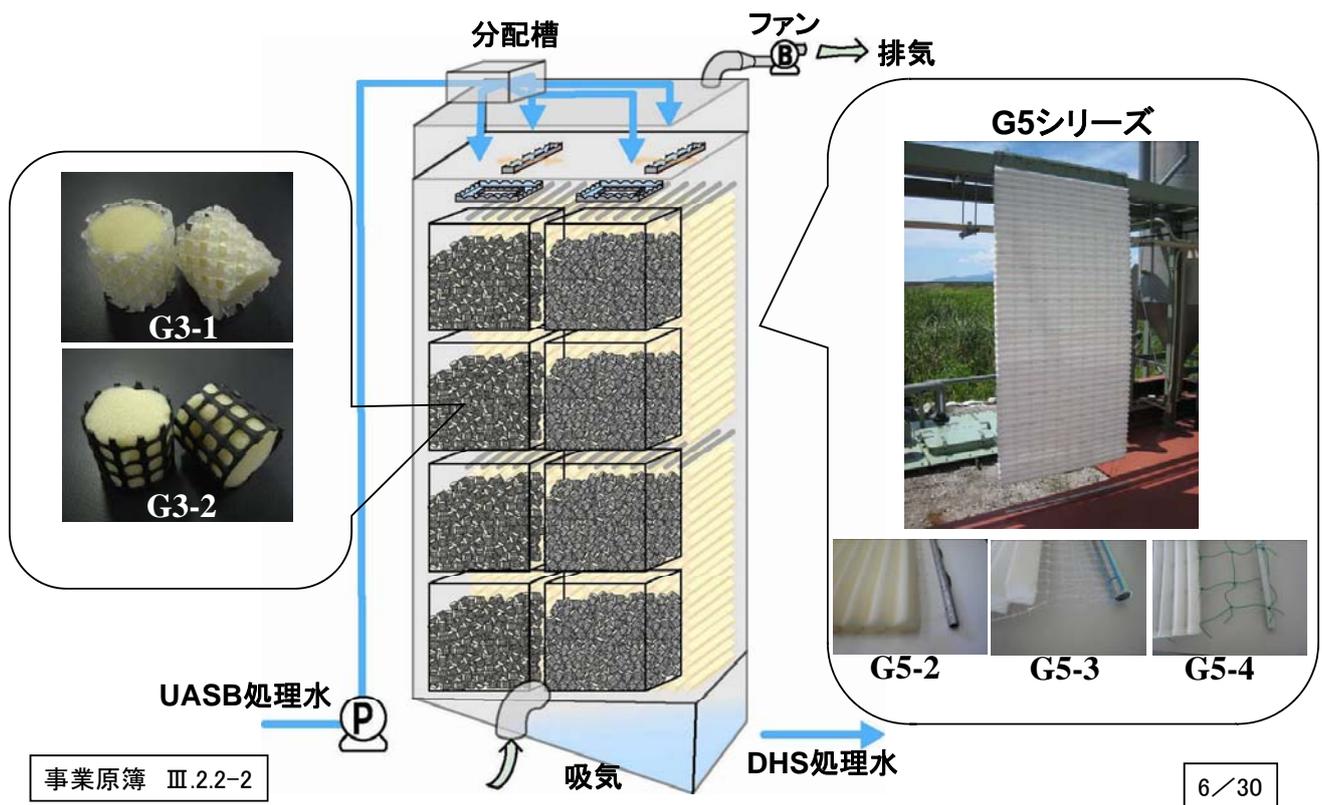
担体構造等の開発 **DHS担体① (キューブ型=G3シリーズ)**

担体種			
		G3-1	G3-2
スポンジ	材質	ポリウレタン	ポリウレタン
	セル径 [mm]	φ0.89	φ0.89
	サイズ [各mm]	L34×D34×H34	L34×D34×H34
	空隙率 [体積%]	98.5%	98.5%
保護材	材質	ポリプロピレン	ポリエチレン
	形状	ネットリング	ネットリング
	サイズ [各mm]	OD φ 35×ID φ 28×H35	OD φ 35×ID φ 31×H34
充填率 [体積%]		41 %	54 %

担体構造等の開発 **DHS担体② (カーテン型=G5シリーズ)**

担体種					
		G5-2	G5-3	G5-4.1	G5-4.2
スポンジ	材質	ポリウレタン	ポリウレタン	ポリウレタン	
	セル径 [mm]	φ0.89	φ0.89	φ0.89	
	サイズ [各mm]	L890×D24×H1900	L890×D24×H1900	L890×D24×H1900	L890×D24×H1600
	空隙率 [体積%]	98.5%	98.5%	98.5%	
形状	形状	縦糸	網	網	
	サイズ [mm]	糸ピッチ 50	網目 20×20	網目 100×100	
充填率 [体積%]		37 %	37 %	37 %	31 %

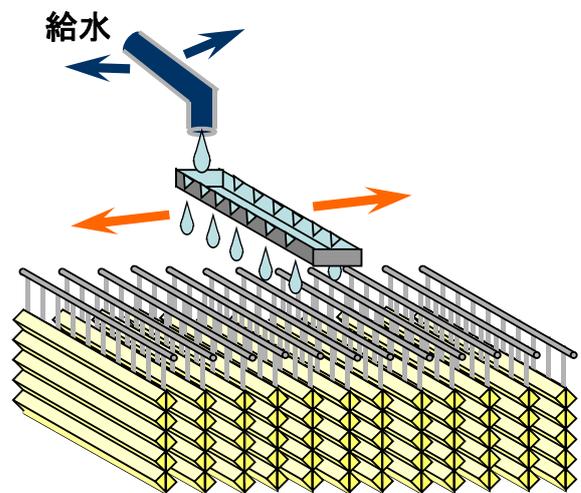
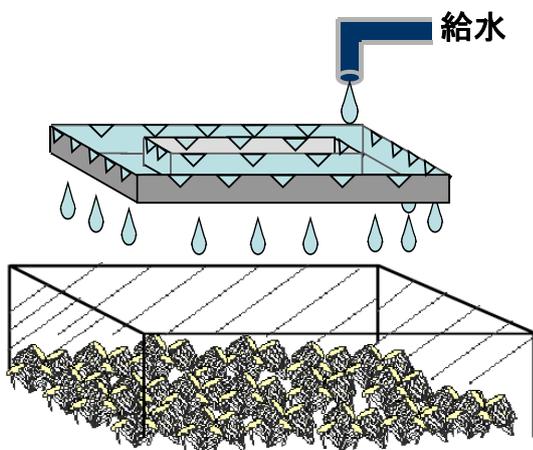
担体構造等の開発 DHSパイロットプラント模式図



担体構造等の開発 散水器の構造

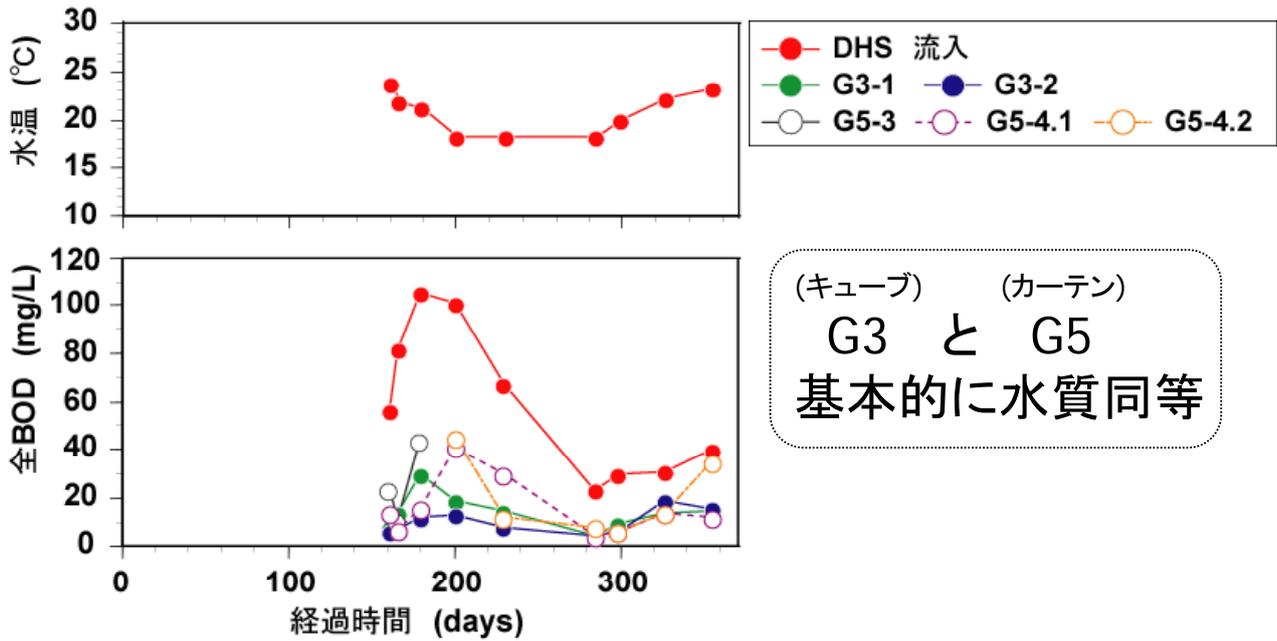
キューブ型担体 ⇒ 固定式

カーテン型担体 ⇒ 可動式



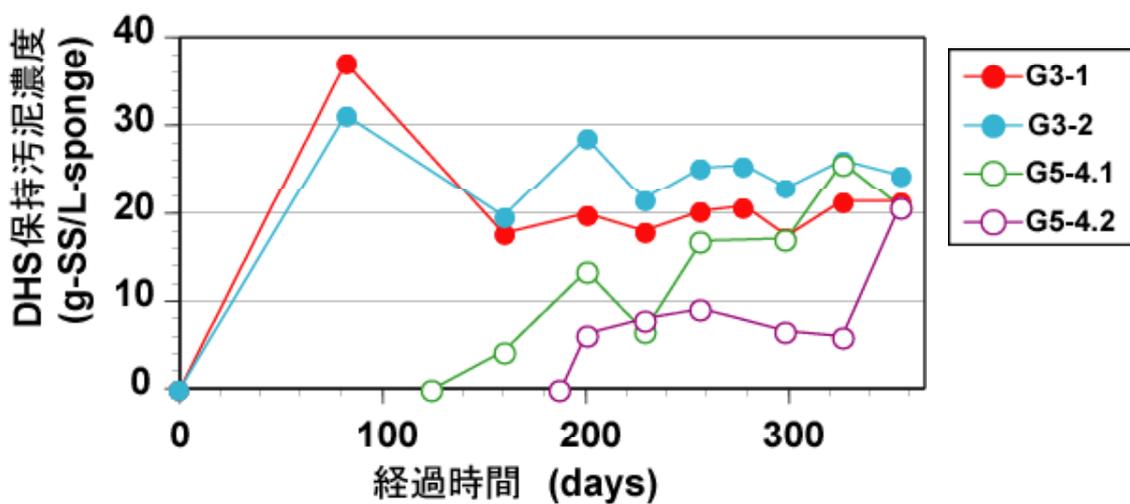
カーテン型は、散水器の分散精度に対する感受性が高い。
 (散水が偏ると、吊り加重も偏る ⇒ 偏流の助長)

担体構造等の開発 **担体別水質(BOD, SS)**



但し、G5 は突発的な処理水質変動が観察された

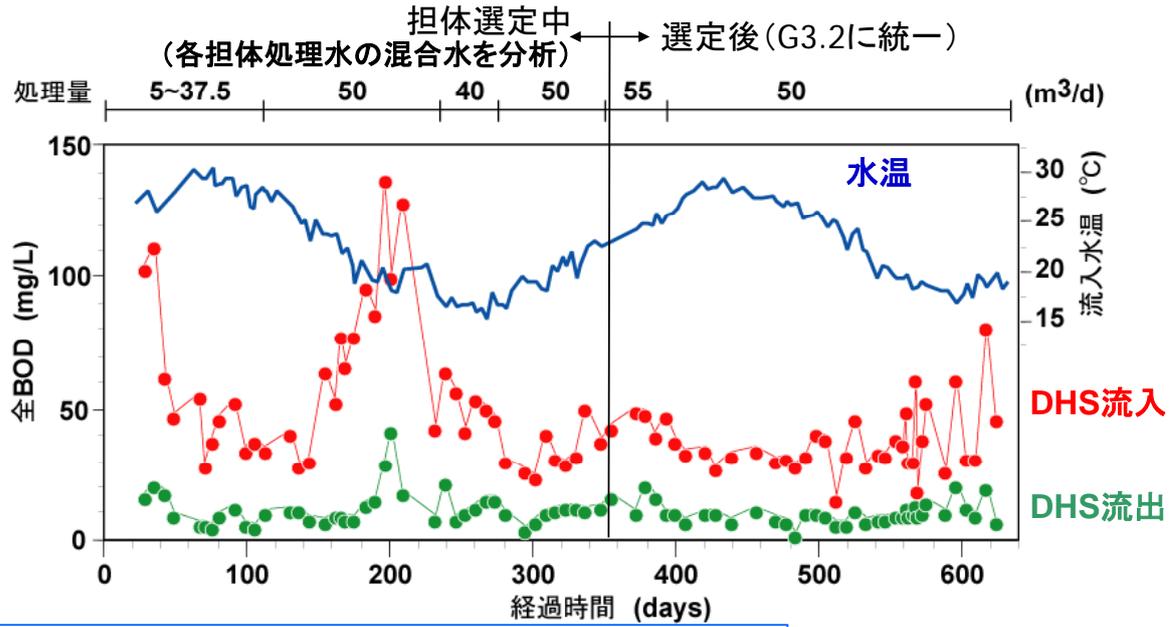
担体構造等の開発 **担体別保持汚泥濃度**



保持汚泥濃度
G5 < G3
(カーテン) (キューブ)

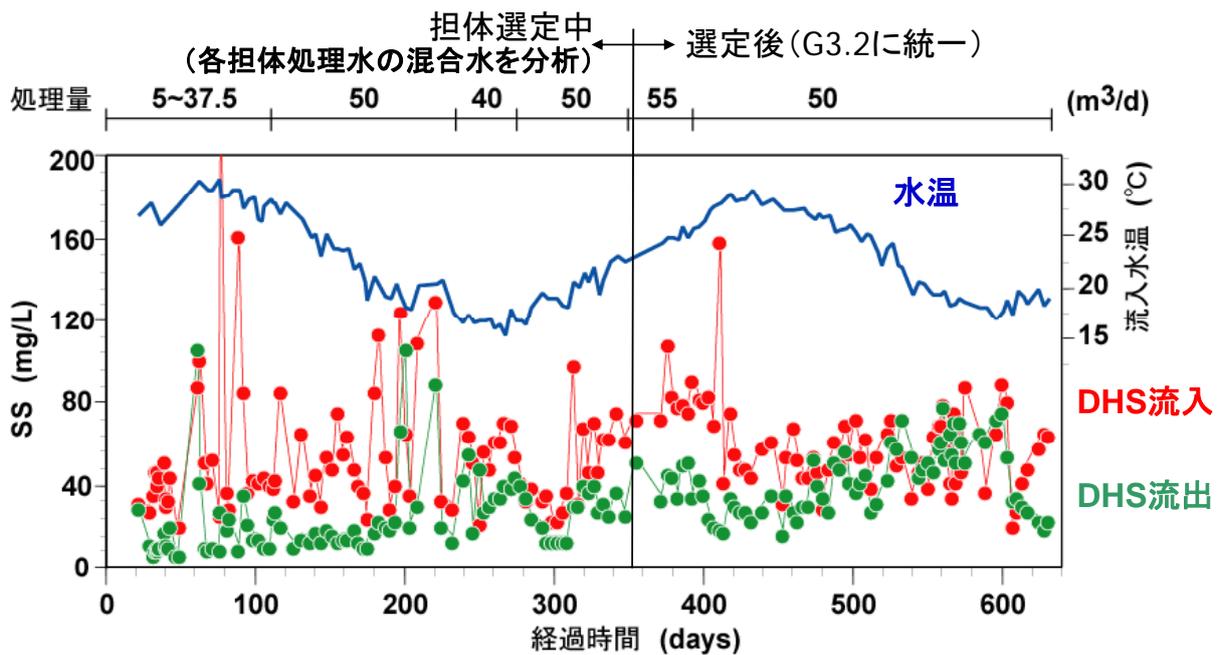
G5は汚泥濃度不均一の傾向
(偏流に起因)

性能安定性調査 **BOD処理成績**



BOD容積負荷実績 $0.5 \text{ kgBOD/m}^3\text{-sponge/d}$ (標準活性汚泥法 $0.3\sim0.8 \text{ kgBOD/m}^3\text{/d}$)
 処理水BOD (G3.2選定後) 平均 11mg/L 最大 22mg/L

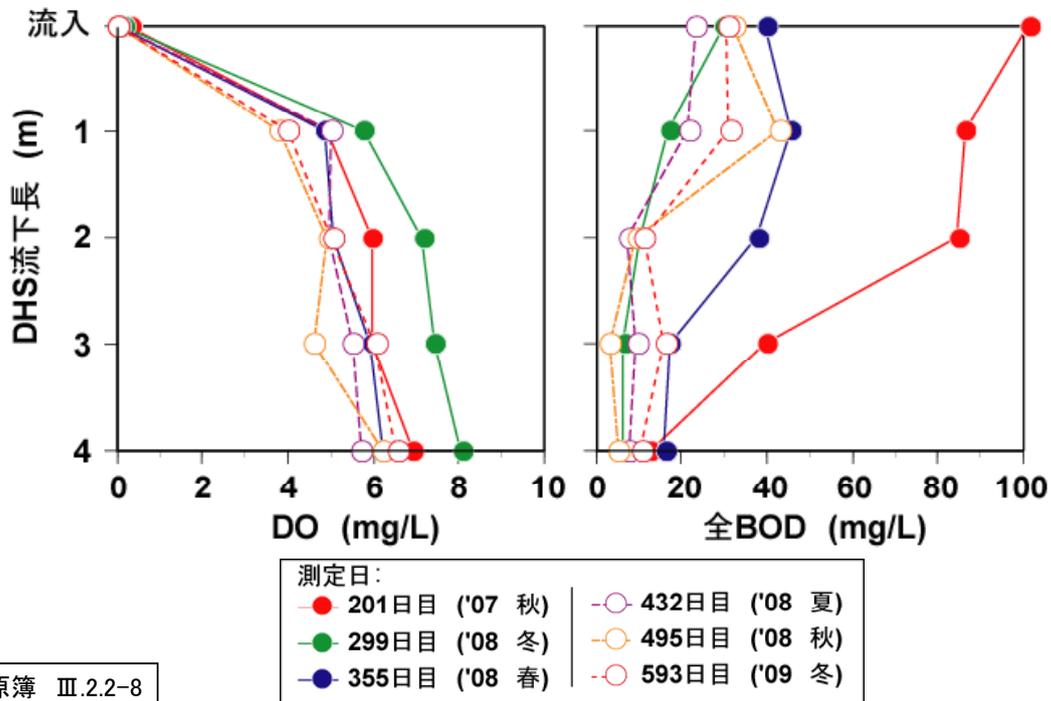
性能安定性調査 **SS処理成績**



DHSでのSS除去期待できない...?

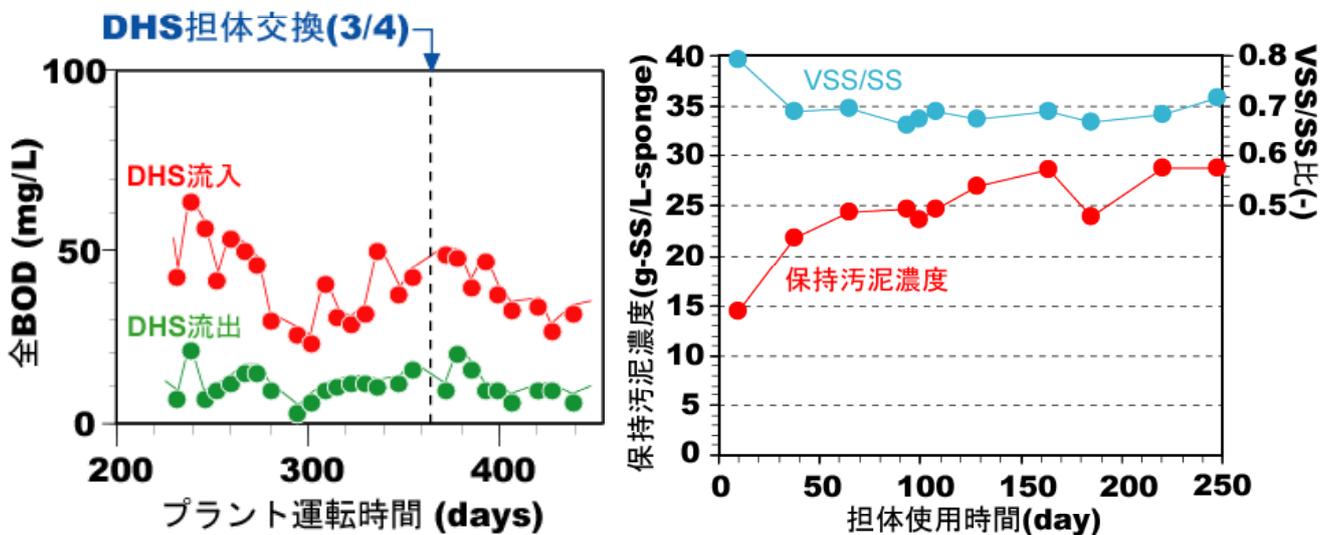
性能安定性調査 **処理水質プロファイル(DO, BOD)**

4m程度の流下長で安定した処理水質が得られた。



性能安定性調査 **DHSの特長・・・スタートアップ**

種汚泥なしでも、ごく短い期間でスタートアップが可能



担体交換(3/4)の影響検出せず
(水質分析間隔・・・1回/週)

汚泥植種なしで迅速な立上がり～安定
VSS/SSも長期間にわたり安定

<小 括>

○担体の開発

キューブ型担体が、強度、施工性の面ですぐれる。
 散水器 ⇒ キューブ型担体なら簡易型(固定式)でよい。

○処理性能

スタートアップが早い(<1週間)。
 BODは良好に除去。SSは苦手。
 保持汚泥性状安定(無機物の異常蓄積なし)

○DHS設計基準・構造・操作因子

流下長 ⇒ >4mで水質確保
 BOD容積負荷 ⇒ 活性汚泥法と同等程度
 汚泥管理 ⇒ 不要

実施内容と工程

DHSの有する基礎的な特性を把握するために、
 以下の内容と工程で研究を実施した。

赤字 : 今回報告項目

実施内容	H18年度	H19年度	H20年度
I 【 DHS担体の基礎的特性の把握 】			
①濃度影響評価試験	■		
②汚泥捕捉能力評価試験	■		
③酸素供給能力調査	■		
II 【 新規担体 (G3-2) 評価試験 】			
①小型DHSの処理性能評価	■		
②稼働中小型DHSにおける G3-2担体の酸素供給能力調査		■	
③窒素除去特性評価	■		
III 【 DHS内生物特性評価 】			
①微小動物定量評価		■	
②細菌群集構造解析		■	

I DHS担体の基礎的特性の把握

① 濃度影響評価試験

② 汚泥捕捉能力評価試験

③ 酸素供給能力調査

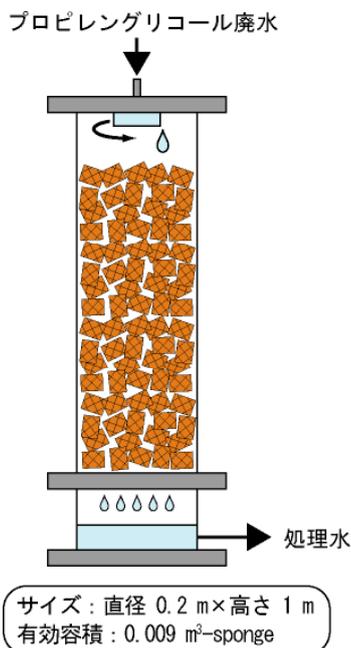
事業原簿 Ⅲ.2.2-10

16 / 30

DHS担体の基礎的特性 濃度影響評価

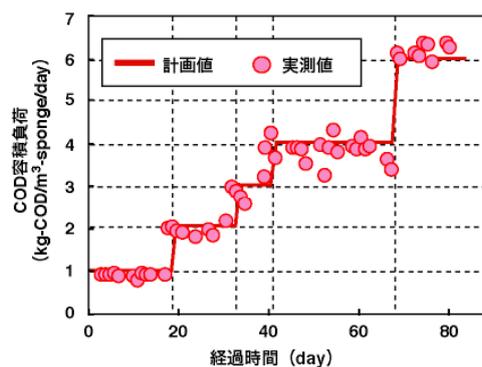
DHSの許容負荷(易分解性有機物を用いた試験)

→有機物負荷を増加させたときの応答を調査(新規担体G3.2使用)



プロピレングリコール廃水の組成

PG	1430	mg/L
(as COD _{Cr} :)	2500	mg/L
NH ₄ Cl	143	mg/L
KH ₂ PO ₄	16.5	mg/L
K ₂ HPO ₄	21.1	mg/L
SS	0	mg/L
処理水量	3.6 ~ 21.6	L/day
COD容積負荷	1.0 ~ 6.0	kg-COD/m ³ /day



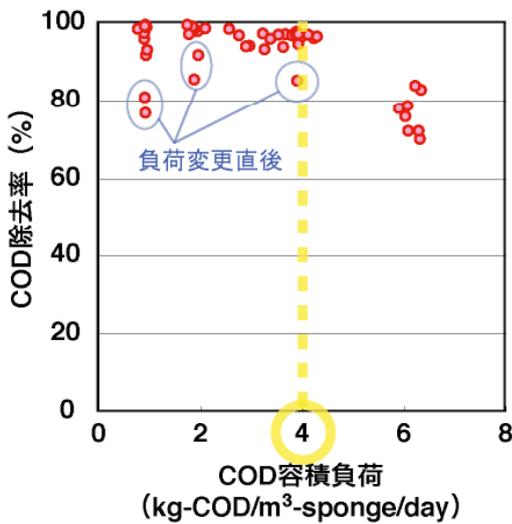
事業原簿 Ⅲ.2.2-10~11

17 / 30

DHS担体の基礎的特性 濃度影響評価

DHSの許容負荷(易分解性有機物を用いた試験)

→有機物負荷を水理的に増加させたときの応答を調査(新規担体G3.2使用)



COD容積負荷

4 kg-COD/m³/d 以下 →
(2.4 kg-BOD/m³/d 以下)

平均COD除去率

95% 以上
(BOD 97% 以上)

6 kg-COD/m³/d →
(3.6 kg-BOD/m³/d)

75% 程度に減少
(75% 程度)

従来の活性汚泥法で
アルコール系廃水の処理を行った場合…

BOD容積負荷 0.9-1.2 kg-BOD/m³/d 以上で
BOD除去率が 90% を下回る。

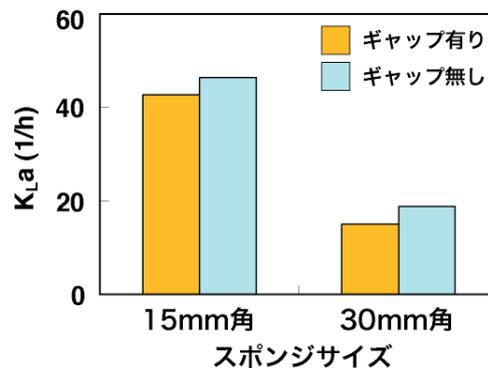
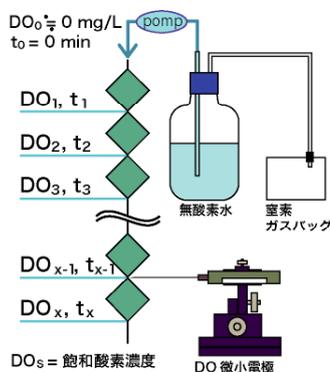
(参考: 水処理工学, 1990)

○ DHS単独での単一成分除去能力は、活性汚泥法に比べて極めて高い。

酸素供給能力調査

kLa(総括酸素移動容量係数)を用いて
スポンジ担体の酸素吸収能を評価

$$k_L a = \frac{2.303}{t_x} \log \frac{DO_S - DO_0}{DO_S - DO_x}$$



本実験で得られたkLa

DHS 14.8~46.6 (h⁻¹)

ASP 6~33 (h⁻¹)
(活性汚泥法)

R. Zamouche et al / Desalination, Vol.206, pp.414-423, 2007.

○ 無曝気にも関わらず高い酸素吸収能

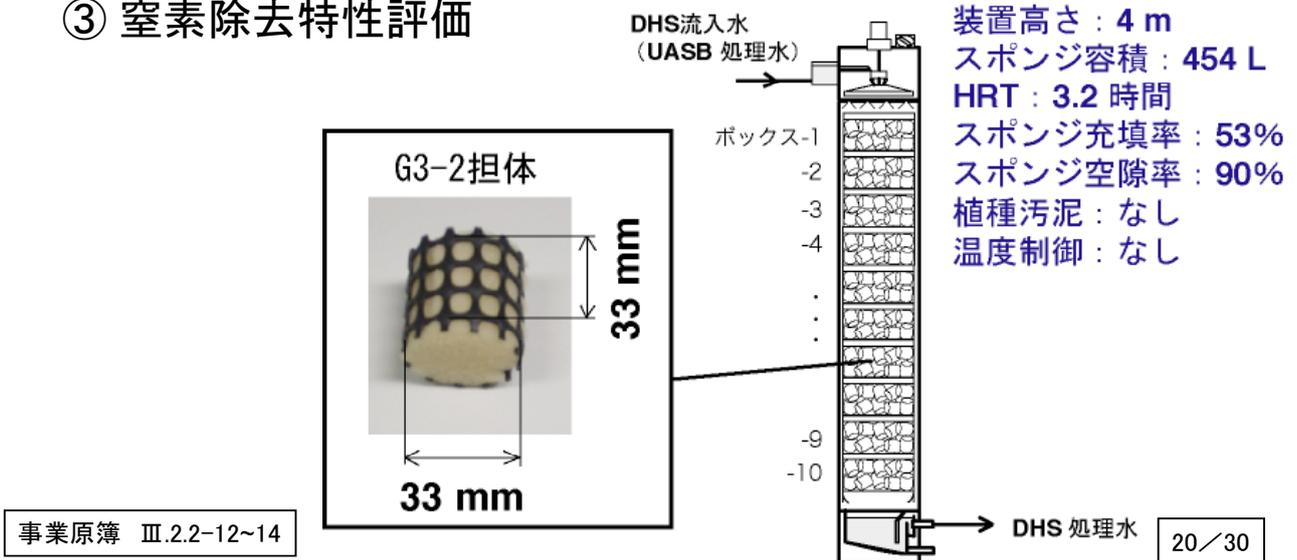
Ⅱ 新規担体(G3-2)評価試験

① 小型DHSの処理性能評価

→パイロットDHS試験(国分)に先立って下水処理UASB後段処理を実施

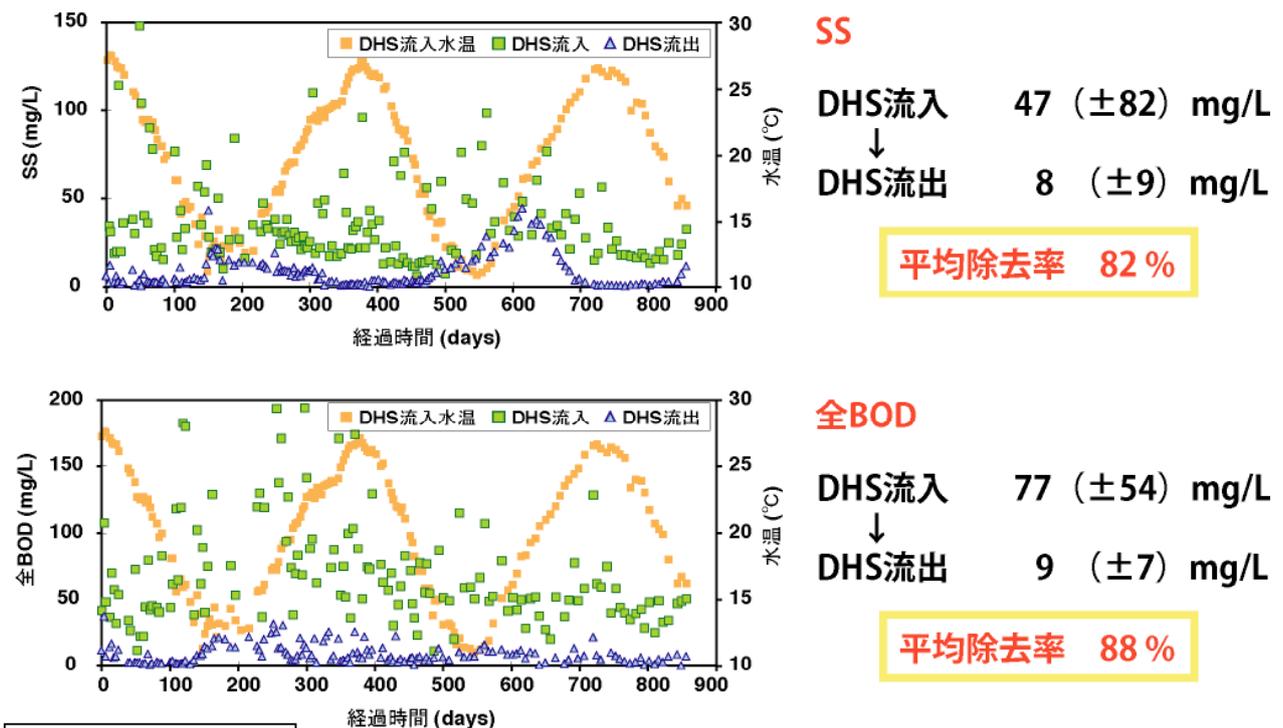
② 稼働中小型DHSにおけるG3-2担体の酸素供給能力調査

③ 窒素除去特性評価



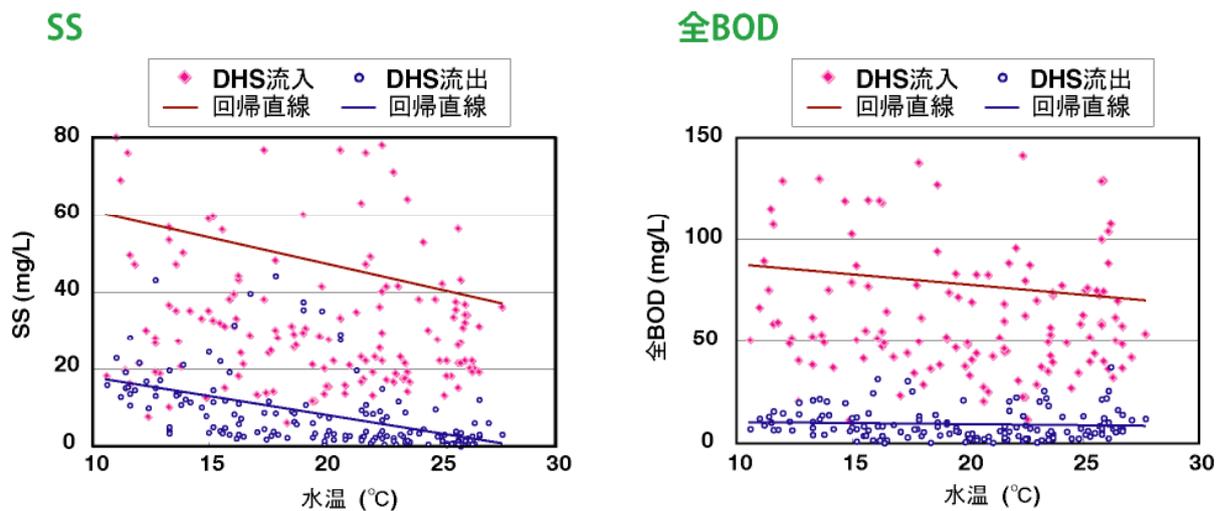
新規担体評価試験 小型DHS処理性能評価

SSおよび全BODの経日変化



新規担体評価試験 小型DHS処理性能評価

水質と温度の相関



- 水温10～28℃の温帯の気候域において全BODの除去は可能である。
- SSについては温度が下がるとDHS流入は大きくばらつく。DHSでは水温の低下に伴う処理性能の低下を緩和した。

→実証プラントの担体選定に反映

Ⅲ DHS内生物特性評価

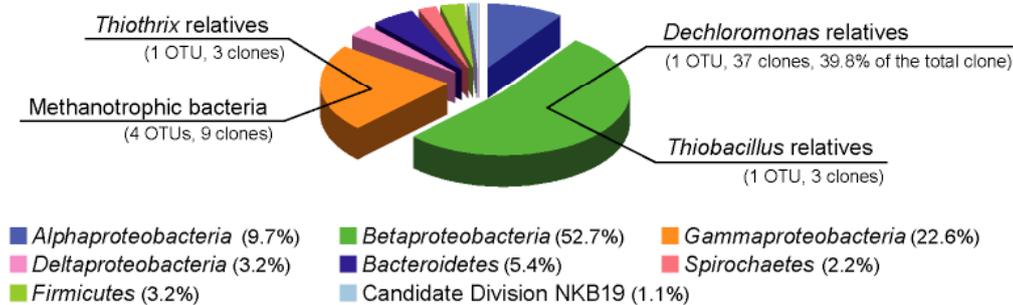
① 微小動物定量評価

② 細菌群集構造解析

DHS内生物特性評価 細菌群集構造解析

クローニング解析結果

◆ DHS 上部 のクローニング解析 (解析クローン : 93 → OTU : 32)



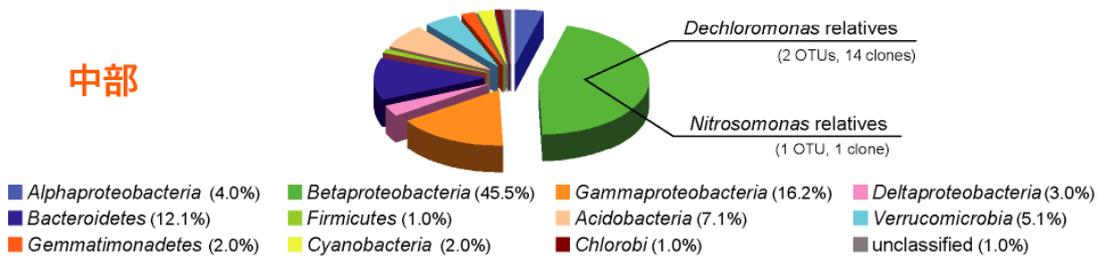
- 低級脂肪酸を資化するDechloromonas属が優占
→ DHSにおける嫌気分解と好気分解の同時進行を示唆
- メタン酸化細菌がみられる
→ DHS流入水 (UASB処理水) に含まれる溶存メタンを酸化

DHS内生物特性評価 細菌群集構造解析

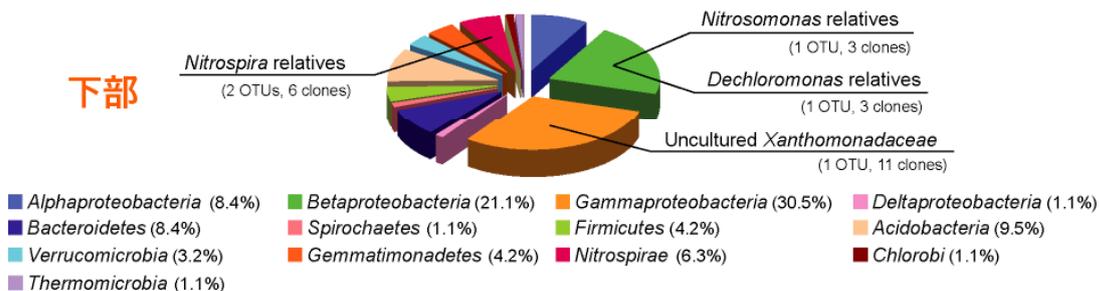
クローニング解析結果

◆ DHS 中部・下部 のクローニング解析 (中部: 解析クローン : 99 → OTU : 70, 下部: 解析クローン : 95 → OTU : 61)

中部



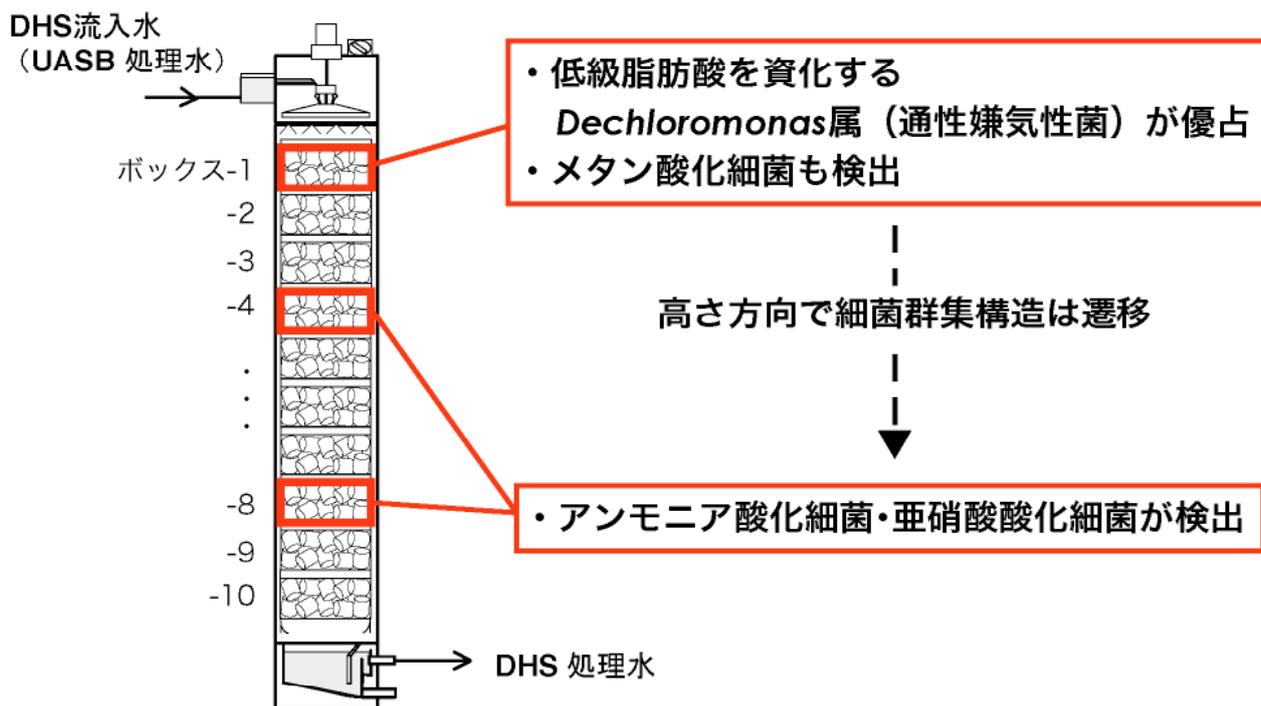
下部



- 流下方向で多様性がみられる。
- 特に下部においてアンモニア酸化・亜硝酸酸化細菌がみられる。

DHS内生物特性評価 細菌群集構造解析

クローニング解析結果



<小 括>

<スポンジ担体の基礎特性>

- ・ 好気性処理法として高い有機物負荷を許容できる。
COD容積負荷4 kg-COD/m³/d→平均除去率 95 %以上
- ・ 無曝気にも関わらず、スポンジ担体は
活性汚泥法と同等の酸素供給能力を有する。

<新規担体評価>

- ・ G3-2担体を用いたDHSは、優れた処理性能を有し、
水温10~28℃の気候においても有機物を十分除去した。

<DHS内生物特性評価>

- ・ DHS微生物群集構造は高さ方向に変化し、
水質プロファイルを反映する微生物の存在を明らかにした。

<総括> 成果の意義

◇反応槽の設計基準・構造・操作因子に関する研究開発

- ・適切な担体を選択した。
- ・2年に及ぶ連続運転から、無曝気・無加温での年間にわたる処理特性を把握した。

◇DHS基礎技術研究

- ・KLa等、反応槽設計にかかわる基礎的な知見を提供した。
- ・上記パイロットプラント試験に先立ち、新規担体の処理性能を評価することで、担体の選定を効率化した。
- ・有機物・窒素除去に関する微生物学的知見は、DHSが溶存メタン酸化や硝化の機能を有することを裏付けた。

<総括> 目標の達成度

◇目標

DHS反応槽の設計・操作上重要な知見を蓄積し、UASB-DHSトータルシステム確立の基盤をつくる。



◇結果

下記の重要な知見を得た(目標達成)

	得られた知見
設計に関わる知見	酸素移動効率(活性汚泥法と同等) 容積負荷(活性汚泥法と同等) 反応槽構造(流下長4m程度) 担体形状(キューブ型が取扱い易い) など
操作に関わる知見	スタートアップ早い(種汚泥なしで7~10日で定常状態) 汚泥管理不要(汚泥引抜き、汚泥追加、担体洗浄など不要)

成果の普及

論文発表(査読付) 11件
学会発表 多数

プロジェクトの詳細説明

議題 6.3 廃水処理トータルシステムの開発

- 6.3.1 トータルシステムの開発

三機工業(株)

- 6.3.2 下水処理分野への適用に関する研究開発

(独)土木研究所

- 6.3.3 システム普及促進のための研究

呉工業高等専門学校／鹿児島工業高等専門学校

2009年 10月 16日

Ⅲ. 研究開発成果について 廃水処理トータルシステムの開発

研究体制

廃水処理トータルシステムの開発

三機工業(株)

◇トータルシステムの開発

(パイロットプラントでの実下水処理試験)

- ・UASB-DHSシステムの確立
- ・汚泥発生量、エネルギー消費量、CO₂排出量の評価

委託

呉工業高専

鹿児島工業高専

◇システム普及促進のための研究

- ・産業排水への適用性調査
- ・衛生工学的評価
- ・微生物生態学的評価

(独)土木研究所

◇下水処理分野への適用に関する研究開発

- ・UASB-DHSシステムに適した砂ろ過技術の基礎開発
- ・UASB-DHSシステムの下水処理分野への適用性評価

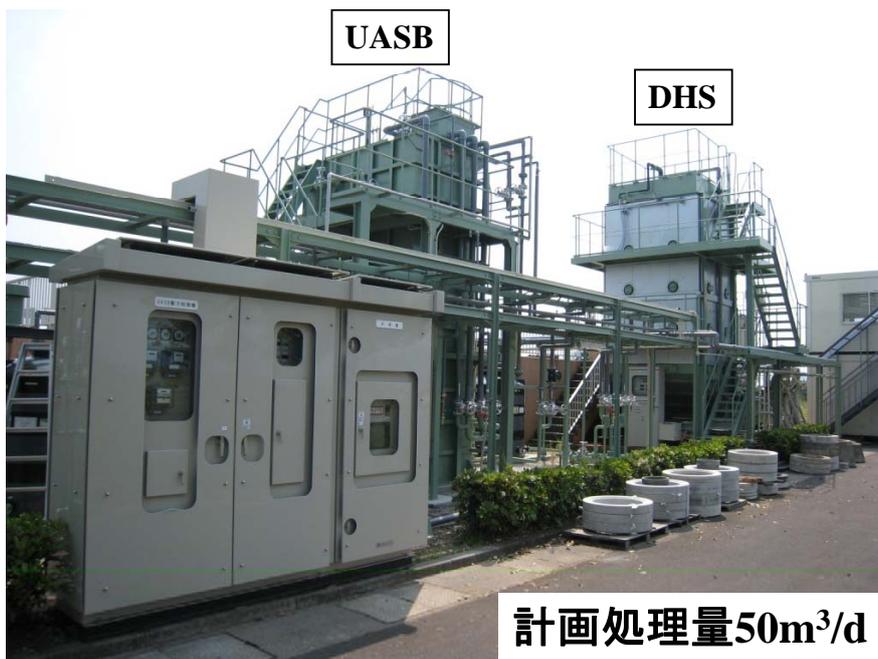
実施内容と工程

パイロットプラント(PP)によるUASB-DHS性能確認とそれに基づくトータルシステムの構築

	H18年度	H19年度	H20年度
PP計画・設計・施工	■		
PP運転			
システム条件等検討		■	
長期性能評価			■
システム評価			
24時間性能安定性			● ● ●
汚泥発生量		■	■
エネルギー/CO ₂ 排出		■	■

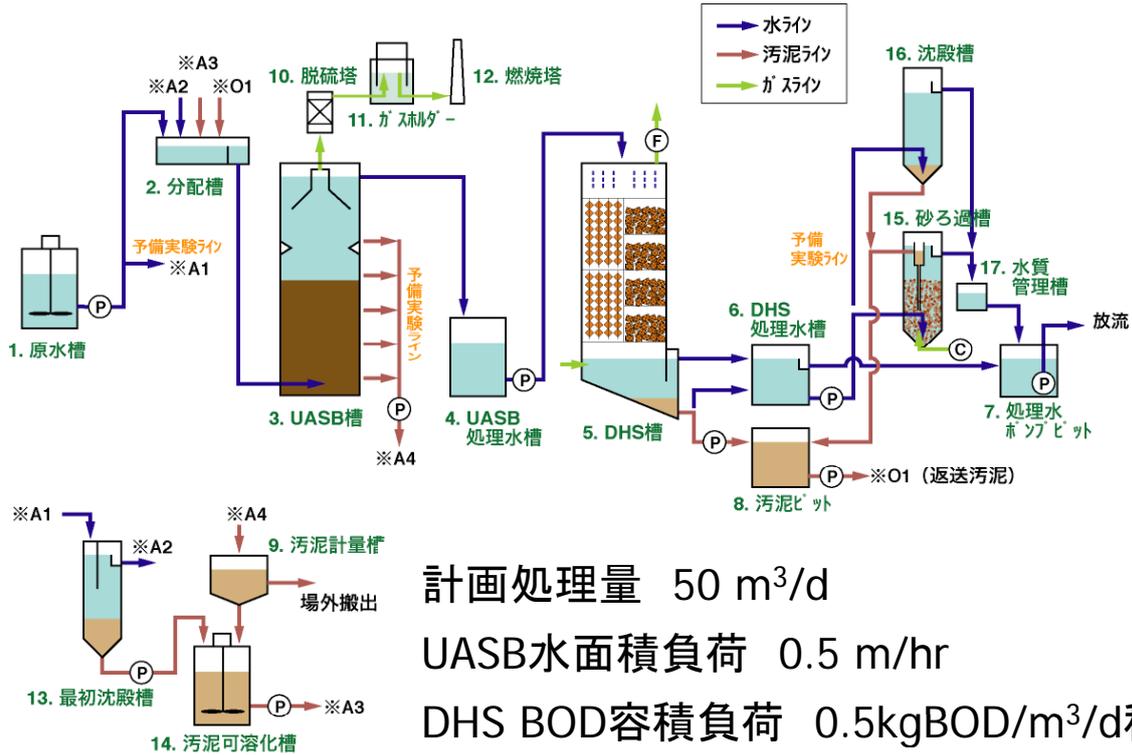
赤字: 今回報告

UASB-DHSパイロットプラント全景

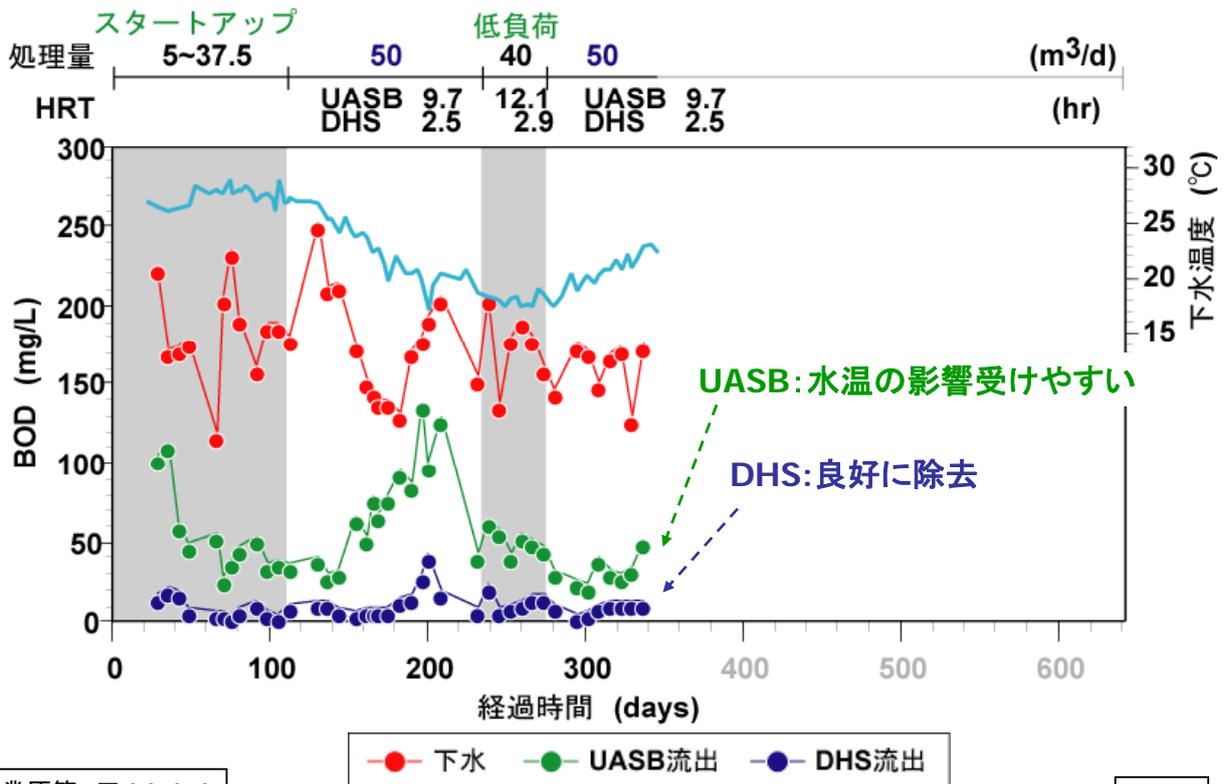


国分隼人クリーンセンター敷地内に設置

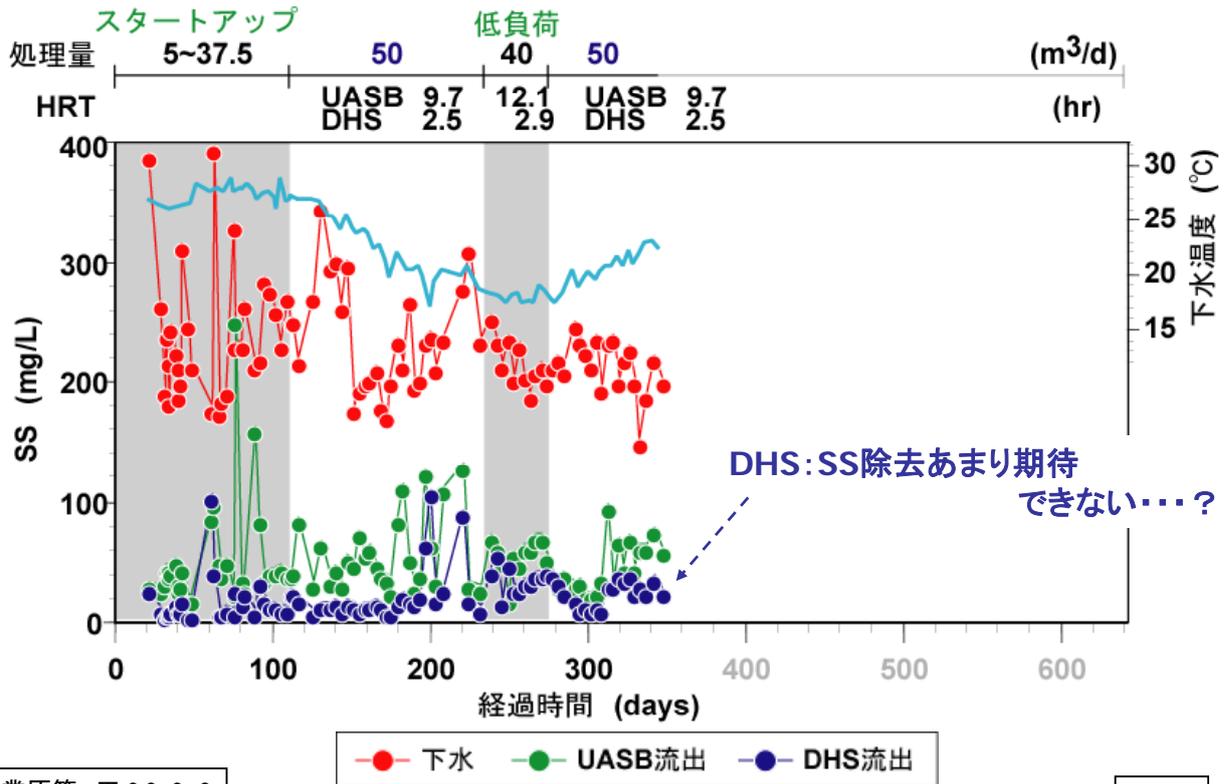
UASB-DHSパイロットプラントフロー



システム条件の検討 BOD処理性能調査



システム条件の検討 **SS処理性能調査**

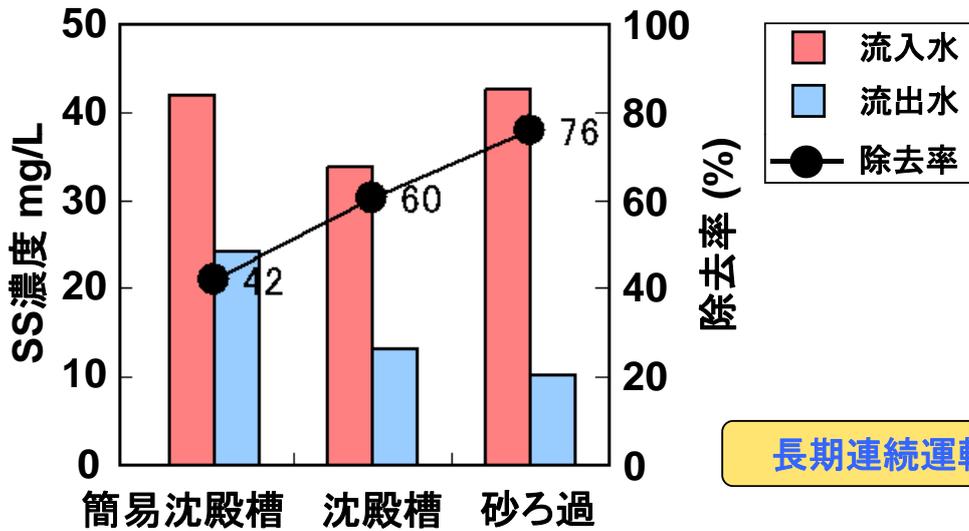


システム条件の検討 **SS後処理の検討**

後処理方式		調査期間	処理量 m ³ /d	水面積負荷 m ³ /m ² /d	HRT hr
簡易沈殿槽		14日間	50	9.9	1.2
沈殿槽		8日間	50	16.7	2.2
砂ろ過		81日間	50	50	1.0

システム条件の検討 **SS後処理の検討**

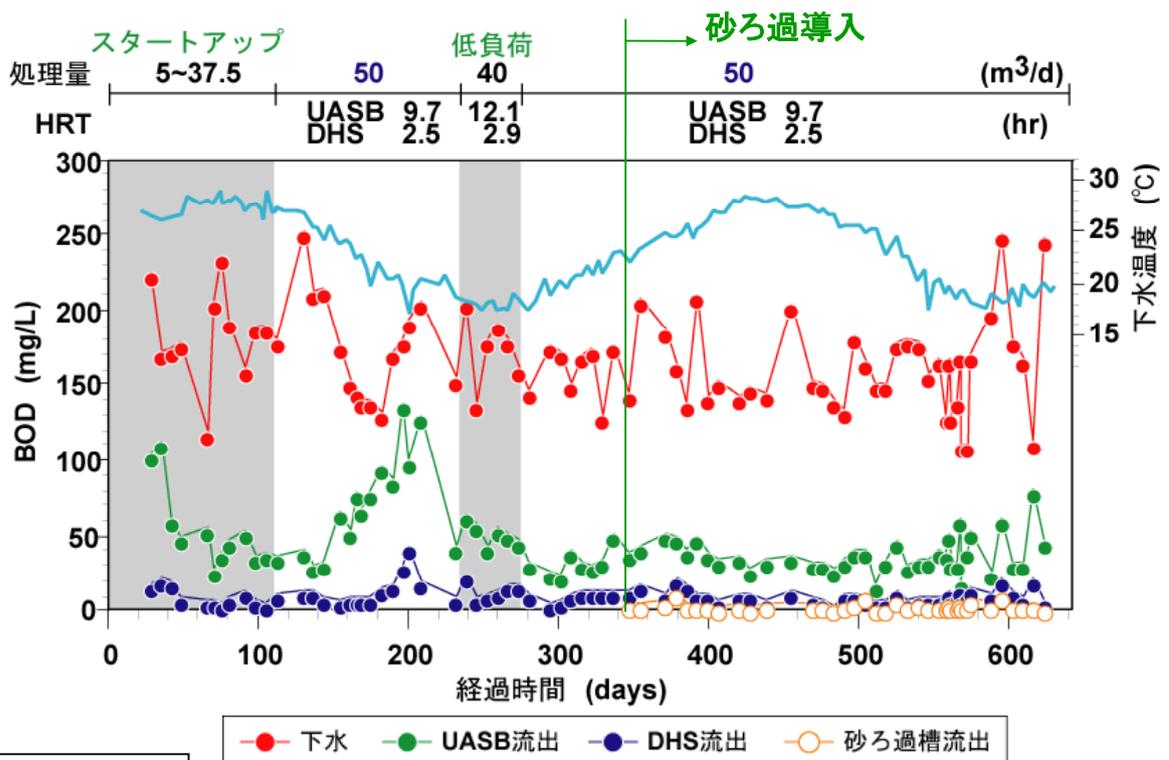
■ SS除去率 砂ろ過76% > 沈殿槽60% > 簡易沈殿槽42%



長期連続運転に採用

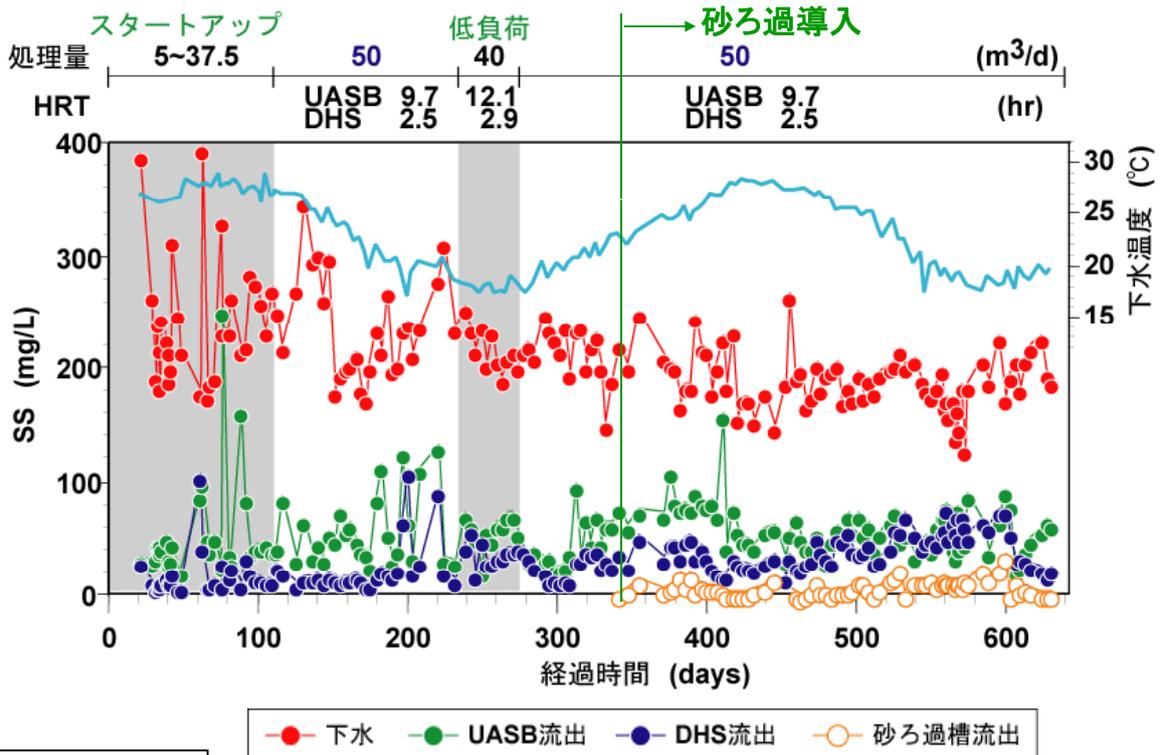
UASB-DHS-沈殿槽 あるいは UASB-DHS-砂ろ過
の有効性が確認された

長期性能評価(UASB-DHS-砂ろ過) **BOD処理成績**



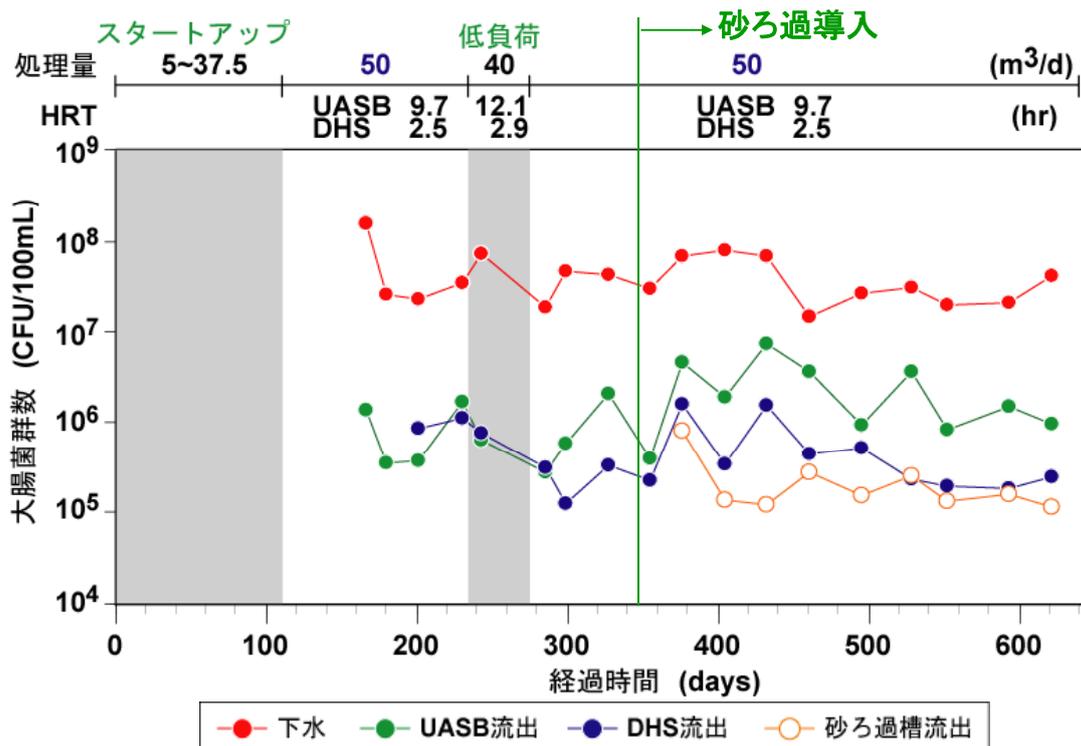
長期性能評価(UASB-DHS-砂ろ過)

SS処理成績



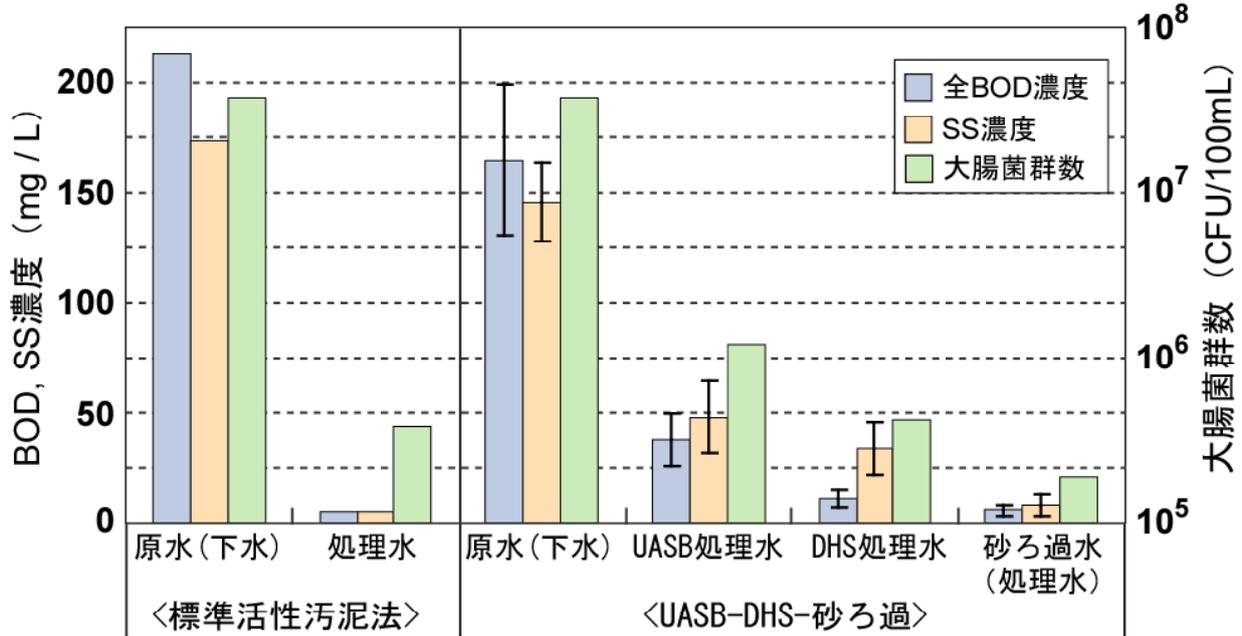
長期性能評価(UASB-DHS-砂ろ過)

大腸菌群処理成績



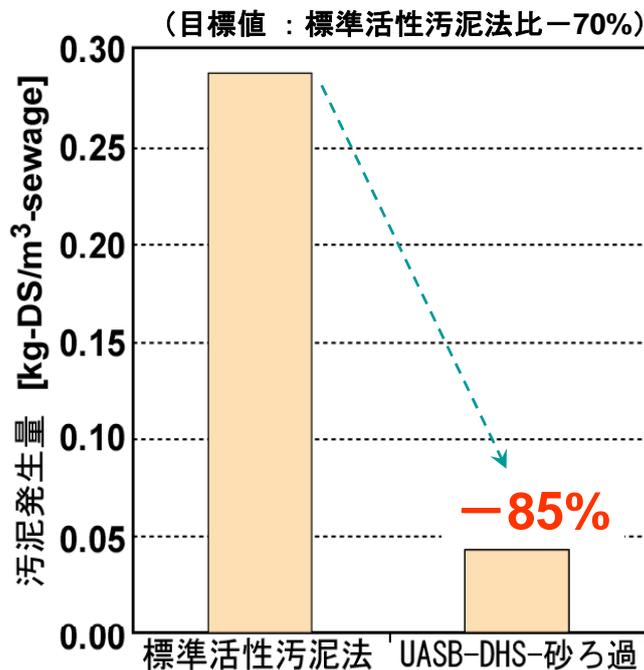
長期性能評価(UASB-DHS-砂ろ過) 水質まとめ

UASB-DHS-砂ろ過システム ⇒ 活性汚泥法と同等の水質を確保



長期性能評価(UASB-DHS-砂ろ過) 汚泥発生量

SS収支をもとに汚泥発生量算出 汚泥発生源: UASB, 砂ろ過or沈殿槽

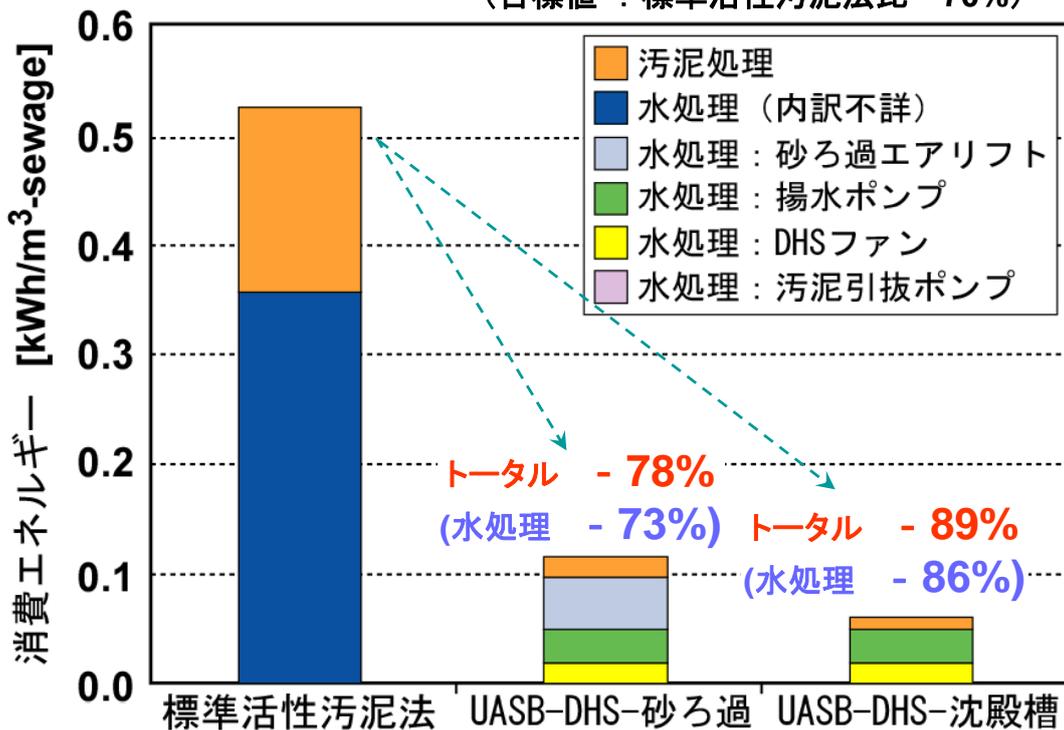


エネルギー消費量、CO₂ 排出量算定条件

動力	エネルギー消費量(kWh) 算定条件	CO ₂ 排出量(kg) 算定条件
汚泥引抜ポンプ	汚泥発生量(実測) / 揚程 8 m(仮定) / ポンプ効率0.7(仮定)	kWh × 0.555
DHS槽排気ファン	実測	
揚水ポンプ	揚水量(実測) / 揚程 8 m(仮定) / ポンプ効率0.7(仮定)	
ろ材洗浄動力	実測 (砂ろ過採用時のみ)	
汚泥処理	・発生汚泥量(実測) ・汚泥処理エネルギー単価(下水道統計より試算) より算出。	

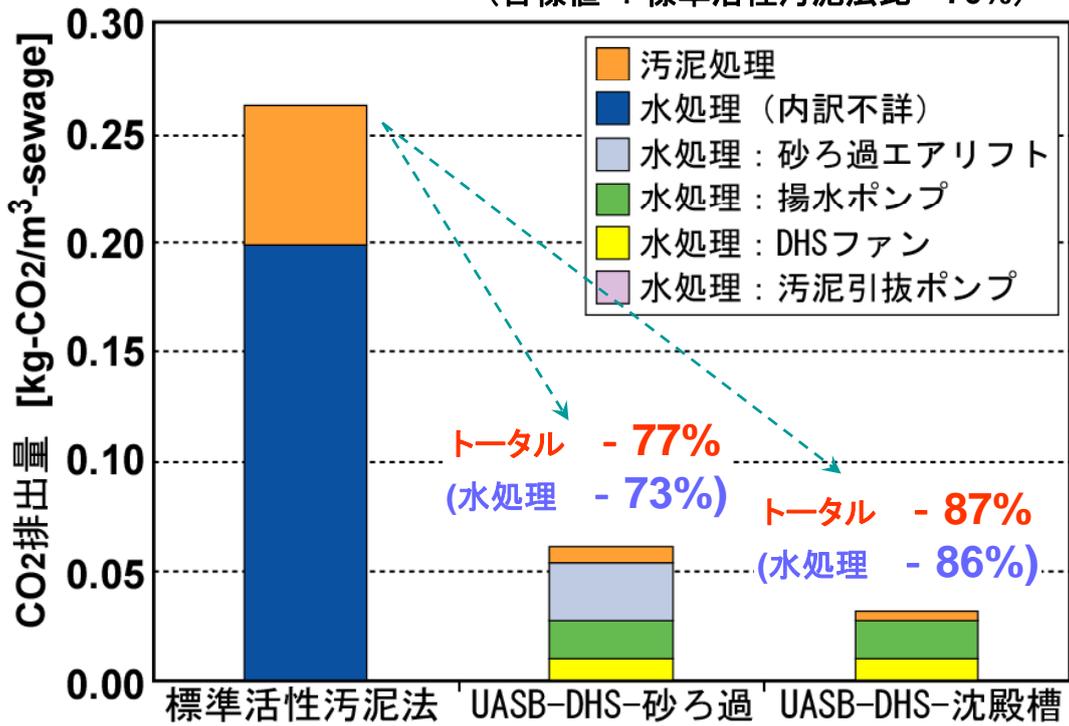
エネルギー消費量

(目標値 : 標準活性汚泥法比 -70%)



CO₂排出量

(目標値 : 標準活性汚泥法比-70%)



<小 括>

開発システム : UASB-DHS-砂ろ過

流入水=下水

UASB HRT 10hr 水面積負荷 0.5 m/hr

DHS HRT 2.5hr BOD容積負荷 <0.5kgBOD/m³/d

	活性汚泥法との比較
エネルギー消費量	-78% (水処理のみ-73%)
CO ₂ 排出量	-77% (水処理のみ-73%)
汚泥発生量	-85%
水質(BOD, SS, 大腸菌群)	同等

実施内容と工程

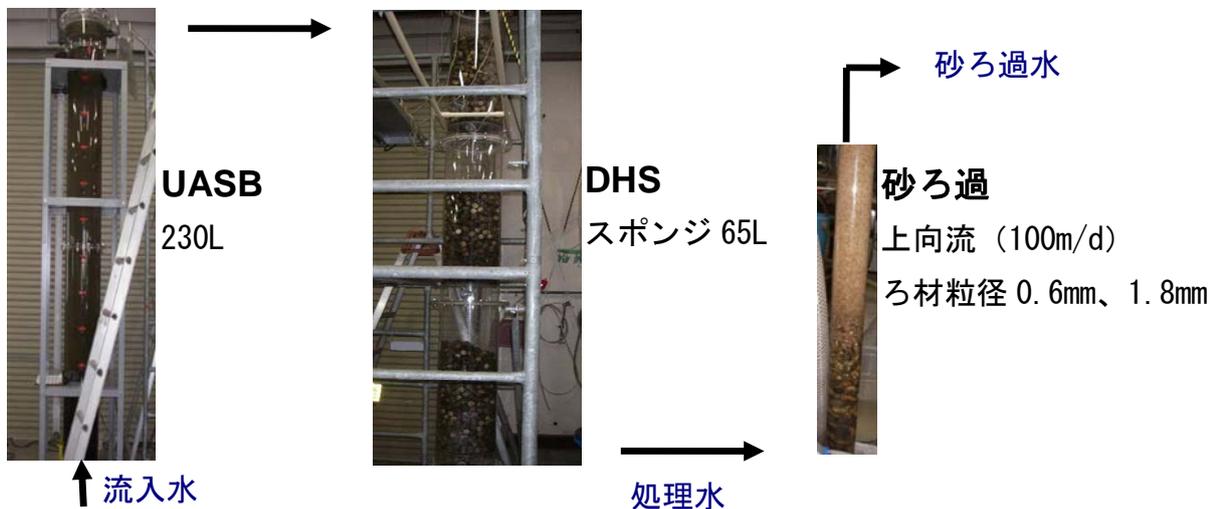
下水処理分野への適用に関する研究開発

研究開発項目	H18	H19	H20
①UASB-DHSシステムに適した砂ろ過技術の基礎開発	←————→		
②UASB-DHSシステムの下水処理分野への適用性評価		←————→	

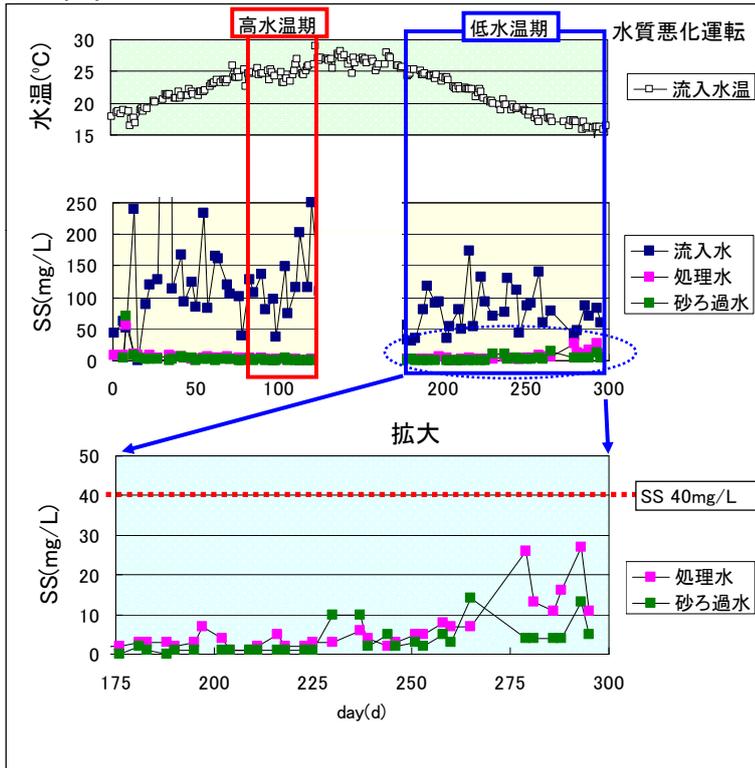
(1) UASB-DHSシステムに適した砂ろ過技術の基礎開発①

DHS後段処理としての砂ろ過技術の適用性調査

小型UASB-DHS-砂ろ過システム実験装置



(1) UASB-DHSシステムに適した砂ろ過技術の基礎開発②



意図的に処理水質を悪化させた運転時における、SS除去効果

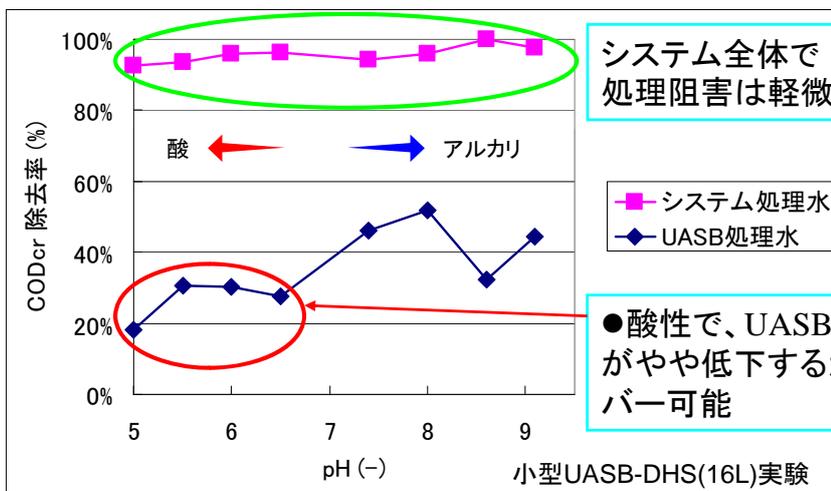
砂ろ過で常にカバーできるか？

高水温期の処理水質は良好で安定、砂ろ過は不要

低水温期に処理水質を悪化させて、処理水中にSSが多くなった場合でも、砂ろ過のSS除去効果は有効。

(2) UASB-DHSシステムの下水処理分野への適用性評価①

処理に阻害をもたらすおそれのある水質への適応性調査



処理阻害に強いのか？

システム全体で処理阻害は軽微

- (1) アルカリ性(pH9.1)
- (2) 酸性(pH5.0)
- (3) フェノール性(5mg/L)

●酸性で、UASBのCOD除去率がやや低下するが、DHSでカバー可能

下水で想定されるpH5.0~9.1の変動に対応可能。
フェノール5mg/Lの流入に対応可能。

(2) UASB-DHSシステムの下水処理分野への適用性評価②

国内温暖地域の小規模下水道への適用性調査

九州・沖縄地方, 小規模: 計画人口1,000~10,000人

コストは低いかな?

標準活性汚泥法との比較

計画人口 (人)	維持管理費削減率 (%)	全費用削減率 (%)
1,000	18	11
5,000	18	8
10,000	18	8

全費用=(維持管理費+建設費)の年費用換算値
建設費=標準活性汚泥法と同等と仮定

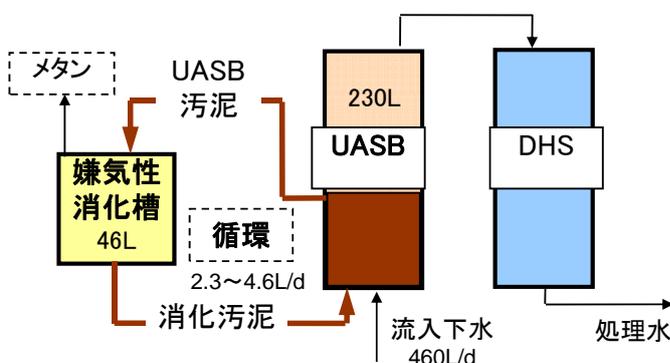
標準活性汚泥法よりも汚泥処理・エネルギー費を削減可能。
処理場の維持管理費の約2割、建設費も含めた全費用の約1割を削減できる可能性があり、経済性の問題が導入の阻害要因となる可能性は低い。

(2) UASB-DHSシステムの下水処理分野への適用性評価③

低水温時の汚泥発生量抑制・エネルギー回収促進の検討

汚泥を減らしつつエネルギー回収できるかな?

UASB-DHSシステム+嫌気性消化槽実験装置



低水温時のUASB汚泥蓄積を抑制

汚泥循環率(%)	UASB汚泥
0.5 (低循環)	増加 (UASBに蓄積)
1.0 (高循環)	減少 (消化槽で分解)

汚泥循環率=汚泥循環量/流入水量

嫌気性消化槽と汚泥循環させることで、汚泥発生量を抑制しエネルギー回収を促進できる可能性が示された。

<小 括>

- UASB-DHSシステムに適した砂ろ過技術の基礎開発
水温低下・水質悪化時の砂ろ過特性を把握できた。
- UASB-DHSシステムの下水処理分野への適用性評価
 - ①アルカリ性・酸性・フェノール性排水の流入に対して対応可能であることを確認できた。
 - ②活性汚泥システムと比較して、維持管理費を約2割、年費用を約1割削減できる可能性があり、経済性が導入の阻害要因となる可能性は少ないと試算できた。
 - ③嫌気性消化槽を追加することで、低水温時の汚泥発生量の抑制・エネルギー回収促進の可能性が示された。

研究の実施内容と工程

実施事項	平成 18 年度	平成 19 年度	平成 20 年度
1.UASB-DHS の産業排水への適用性調査			
①染色系廃水（実廃水）	←→		
②フェノール系廃水（模擬廃水）		←→	
2. 衛生工学的評価		←→	
3. 微生物生態解析			←→

産業廃水への適用性評価

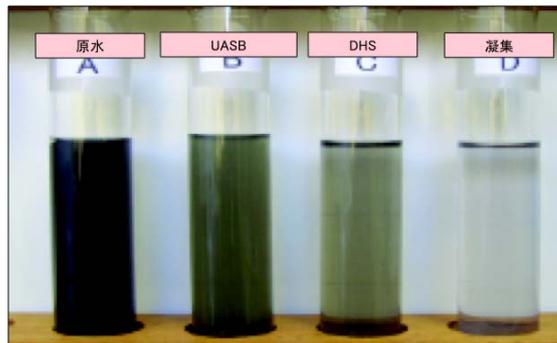
■有機系で処理が難しい2つの排水

①染色排水(嫌気好気による脱色)

BOD: 250 mg/L、SS: 200 mg/L

着色度: 6,000

無加温 + 脱色の可能性



UASB + DHSで脱色が可能

②フェノール排水(生物毒性あり)

国内化学メーカーで処理が課題

高濃度処理(COD_{Cr}: 2,000 mg/L)の可能性

産業廃水への適用性評価 処理成績

廃水種	処理システム	流入負荷	HRT	除去率
染色系 (実廃水)	UASB-DHS	0.2 ~ 0.8 kgBOD/m ³ /d	29 hr	BOD 90% 着色度 約60%
フェノール系 (模擬廃水)	UASB-DHS	2.3 kgCOD/m ³ /d	28 hr	COD 99%

染色系廃水、フェノール系廃水への適用可能性が示された。

<小 括>

■ 産業排水への適用性評価

- UASB-DHSシステムは染色系廃水、フェノール系廃水への適用可能性が示された。

■ 衛生工学的特性評価

- UASB-DHSシステムは活性汚泥法に匹敵する大腸菌群処理能力を示した。

■ 微生物生態評価

- DHS反応槽の代謝活性の評価
 - DHS反応槽上部で顕著な有機物酸化活性
 - 35℃と15℃で2倍の差
- DHS反応槽の高次生物解析
 - 活性汚泥法よりも高い多様性

<総 括>

成果の意義

◇嫌気-好気反応槽を用いたトータルシステムの開発

- ・UASB-DHSが技術的に実用に適うことを示した。
- ・同システムが二次廃棄物排出抑制、省エネ、地球温暖化抑制に貢献できることを示した。

◇下水処理分野への適用に関する研究開発

- ・UASB-DHSへの砂ろ過の適用に関する基礎的知見を提供した。
- ・酸性下水等への耐性を示し、技術的実用性を強化した。
- ・経済性が導入の阻害要因となる可能性は少ないことを示した。

◇システム普及促進のための研究

- ・UASB-DHSが有機性廃水処理の分野で広く適用できることを示した。

<総括>

目標の達成度

◇目標

活性汚泥法と同等の処理水質を確保しつつ、同法と比較し
汚泥発生量、エネルギー消費量、CO₂排出量を70%削減できる
下水処理システムを開発する



◇結果

UASB-DHS-砂ろ過システムを開発

	活性汚泥法との比較	目標
水質(BOD, SS, 大腸菌群)	同等	達成
エネルギー消費量	-78% (水処理のみ-73%)	達成
CO ₂ 排出量	-77% (水処理のみ-73%)	達成
汚泥発生量	-85%	達成

事業原簿 Ⅲ.2.3-6, 13, 22

30/31

成果の普及

論文発表 13 件
学会発表 多数
広報・マスコミ発表 9 件

知的財産権の取得

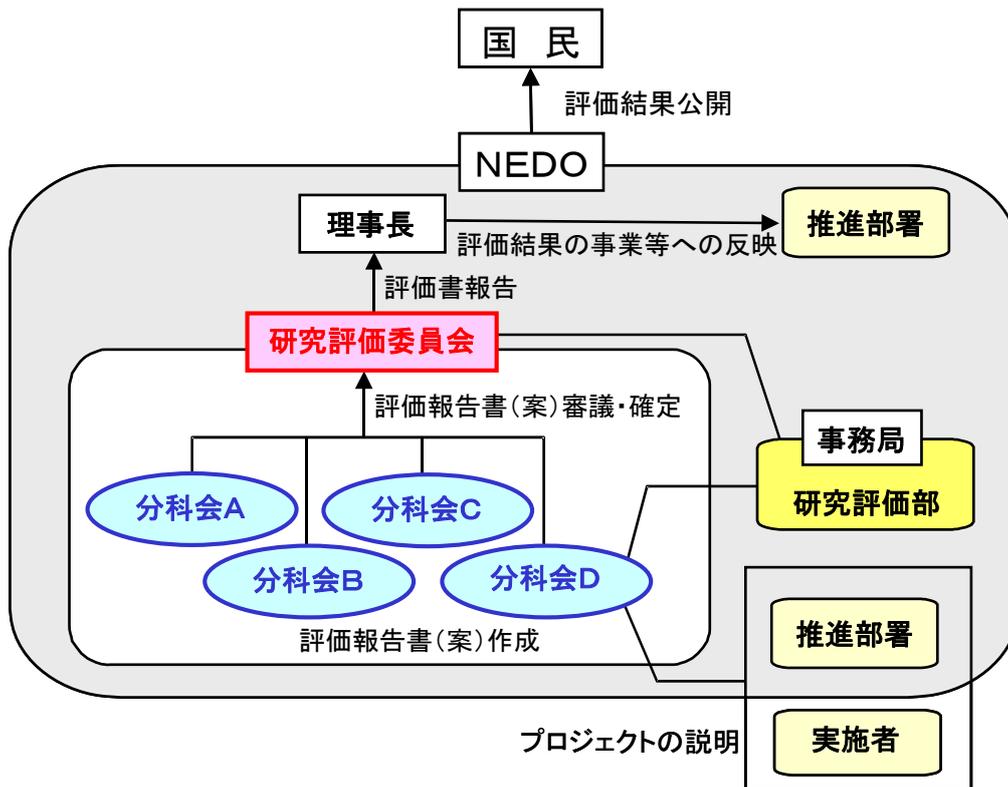
特許出願済 3 件
特許出願準備中 2 件

参考資料 1 評価の実施方法

本評価は、「技術評価実施規程」（平成 15 年 10 月制定）に基づいて研究評価を実施する。

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）における研究評価の手順は、以下のように被評価プロジェクトごとに分科会を設置し、同分科会にて研究評価を行い、評価報告書（案）を策定の上、研究評価委員会において確定している。

- 「NEDO 技術委員・技術委員会等規程」に基づき研究評価委員会を設置
- 研究評価委員会はその下に分科会を設置



1. 評価の目的

評価の目的は「技術評価実施規程」において。

- 業務の高度化等の自己改革を促進する
- 社会に対する説明責任を履行するとともに、
経済・社会ニーズを取り込む
- 評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を
促進する

としている。

本評価においては、この趣旨を踏まえ、本事業の意義、研究開発目標・計画の妥当性、計画を比較した達成度、成果の意義、成果の実用化の可能性等について検討・評価した。

2. 評価者

技術評価実施規程に基づき、事業の目的や態様に即した外部の専門家、有識者からなる委員会方式により評価を行う。分科会委員選定に当たっては以下の事項に配慮して行う。

- 科学技術全般に知見のある専門家、有識者
- 当該研究開発の分野の知見を有する専門家
- 研究開発マネジメントの専門家、経済学、環境問題その他社会的ニーズ
関連の専門家、有識者
- 産業界の専門家、有識者

また、評価に対する中立性確保の観点から事業の推進側関係者を選任対象から除外し、また、事前評価の妥当性を判断するとの側面にかんがみ、事前評価に関与していない者を主体とする。

これらに基づき、分科会委員名簿にある6名を選任した。

なお、本分科会の事務局については、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構研究評価広報部が担当した。

3. 評価対象

平成18年度に開始された「無曝気・省エネルギー型次世代水資源循環技術開発」プロジェクトを評価対象とした。

なお、分科会においては、当該事業の推進部署から提出された事業原簿、プロジェクトの内容、成果に関する資料をもって評価した。

4. 評価方法

分科会においては、当該事業の推進部署及び研究実施者からのヒアリングと、それを踏まえた分科会委員による評価コメント作成、評点法による評価及び実施者側等との議論等により評価作業を進めた。

なお、評価の透明性確保の観点から、知的財産保護の上で支障が生じると認められる場合等を除き、原則として分科会は公開とし、研究実施者と意見を交換する形で審議を行うこととした。

5. 評価項目・評価基準

分科会においては、次に掲げる「評価項目・評価基準」で評価を行った。これは、研究評価委員会による『各分科会における評価項目・評価基準は、被評価プロジェクトの性格、中間・事後評価の別等に応じて、各分科会において判断すべき者である。』との考え方に従い、第1回分科会において、事務局が、研究評価委員会により示された「標準的評価項目・評価基準」（参考資料 1-7 頁参照）をもとに改定案を提示し、承認されたものである。

プロジェクト全体に係わる評価においては、主に事業の目的、計画、運営、達成度、成果の意義や実用化への見通し等について評価した。各個別テーマに係る評価については、主にその目標に対する達成度等について評価した。

評価項目・評価基準

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) NEDOの事業としての妥当性

- ・ エネルギーイノベーションプログラムの下で、当該施策・制度の目標達成のために寄与しているか。
- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること、又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされる効果が、投じた予算との比較において十分であるか。

(2) 事業目的の妥当性

- ・ 内外の技術開発動向、国際競争力の状況、市場動向、政策動向、国際貢献の可能性等から見て、事業の目的は妥当か。

2. 研究開発マネジメントについて

(1) 研究開発目標の妥当性

- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標が設定されているか。
- ・ 具体的かつ明確な開発目標を可能な限り定量的に設定しているか。
- ・ 目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

(2) 研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール、予算（各個別研究テーマ毎の配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術を取り上げているか。
- ・ 研究開発フローにおける要素技術間の関係、順序は適切か。

(3) 研究開発実施の事業体制の妥当性

- ・ 適切な研究開発チーム構成での実施体制になっているか。
- ・ 真に技術力と事業化能力を有する企業を実施者として選定しているか。
- ・ 全体を統括するプロジェクトリーダー等が選任され、十分に活躍できる環境が整備されているか。
- ・ 目標達成及び効率的実施のために必要な実施者間の連携が十分に行われ

る体制となっているか。

- ・ 実用化シナリオに基づき、成果の受け取り手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、関与を求める体制を整えているか。

(4)情勢変化への対応等

- ・ 進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏かつ適切に対応しているか。
- ・ 計画見直しの方針は一貫しているか（中途半端な計画見直しが研究方針の揺らぎとなっていないか）。計画見直しを適切に実施しているか。

3. 研究開発成果について

(1)目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながる事が期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

4. 実用化、事業化の見通しについて

(1) 成果の実用化可能性

- ・ 産業技術としての見極め（適用可能性の明確化）ができているか。
- ・ 実用化に向けて課題が明確になっているか。課題解決の方針が明確になっているか。

(2) 事業化までのシナリオ

- ・ NEDO後継プロジェクト、NEDO実用化助成、企業内研究等、プロジェクト終了後の事業化までの道筋は明確か。
- ・ コストダウン、競合技術との比較、導入普及、事業化までの期間、事業化とそれに伴う経済効果等の見通しは立っているか。

(3) 波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

標準的評価項目・評価基準（事後評価）

2008. 3. 27

【事後評価 標準的評価項目・評価基準の位置付け（基本的考え方）】

標準的評価項目・評価基準は、第17回研究評価委員会（平成20年3月27日付）において以下のとおり定められている。（本文中の記載例による1…、2…、3…、4…が標準的評価項目、それぞれの項目中の(1)…、(2)…が標準的評価基準、それぞれの基準中の…が視点）

ただし、これらの標準的評価項目・評価基準は、研究開発プロジェクトの事後評価における標準的な評価の視点であり、各分科会における評価項目・評価基準は、被評価プロジェクトの性格等に応じて、各分科会において判断すべきものである。

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) NEDOの事業としての妥当性

- ・ 特定の施策（プログラム）、制度の下で実施する事業の場合、当該施策・制度の目標達成のために寄与しているか。
- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること、又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされる効果が、投じた予算との比較において十分であるか。

(2) 事業目的の妥当性

- ・ 内外の技術開発動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献の可能性等から見て、事業の目的は妥当か。

2. 研究開発マネジメントについて

(1) 研究開発目標の妥当性

- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標が設定されているか。
- ・ 具体的かつ明確な開発目標を可能な限り定量的に設定しているか。
- ・ 目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

(2)研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール、予算（各個別研究テーマ毎の配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術を取り上げているか。
- ・ 研究開発フローにおける要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・ 継続プロジェクトや長期プロジェクトの場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んだうえで活用が図られているか。

(3)研究開発実施の事業体制の妥当性

- ・ 適切な研究開発チーム構成での実施体制になっているか。
- ・ 真に技術力と事業化能力を有する企業を実施者として選定しているか。
- ・ 研究管理法人を経由する場合、研究管理法人が真に必要な役割を担っているか。
- ・ 全体を統括するプロジェクトリーダー等が選任され、十分に活躍できる環境が整備されているか。
- ・ 目標達成及び効率的実施のために必要な実施者間の連携 and/or 競争が十分に行われる体制となっているか。
- ・ 実用化シナリオに基づき、成果の受け取り手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、関与を求める体制を整えているか。

(4)情勢変化への対応等

- ・ 進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏かつ適切に対応しているか。
- ・ 計画見直しの方針は一貫しているか（中途半端な計画見直しが研究方針の揺らぎとなっていないか）。計画見直しを適切に実施しているか。

3. 研究開発成果について

(1)目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながる事が期待できるか。

- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

4. 実用化、事業化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 産業技術としての見極め（適用可能性の明確化）ができているか。
- ・ 実用化に向けて課題が明確になっているか。課題解決の方針が明確になっているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。

(2)事業化までのシナリオ

- ・ NEDO後継プロジェクト、NEDO実用化助成、企業内研究等、プロジェクト終了後の事業化までの道筋は明確か。
- ・ コストダウン、競合技術との比較、導入普及、事業化までの期間、事業化とそれに伴う経済効果等の見通しは立っているか。

(3)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

※基礎的・基盤的研究及び知的基盤・標準整備等の研究開発の場合は、以下の項目・基準による。

*基礎的・基盤的研究開発の場合

3. 研究開発成果について

(1)目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながることを期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

4. 実用化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 実用化イメージ・出口イメージが明確になっているか。

- ・ 実用化イメージ・出口イメージに基づき、開発の各段階でマイルストーンを明確にしているか。それを踏まえ、引き続き研究開発が行われる見通しは立っているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。

(2)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

* 知的基盤・標準整備等の研究開発の場合

3. 研究開発成果について

(1)目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながることを期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は公開性が確保されているか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 研究内容に新規性がある場合、知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

4. 実用化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 整備した知的基盤についての利用は実際にあるか、その見通しが得られているか。
- ・ 公共財として知的基盤を供給、維持するための体制は整備されているか、その見込みはあるか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。
- ・ J I S化、標準整備に向けた見通しが得られているか。注）国内標準に限る
- ・ 一般向け広報は積極的になされているか。

(2)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

参考資料 2 評価に係る被評価者意見

研究評価委員会（分科会）は、評価結果を確定するにあたり、あらかじめ当該実施者に対して評価結果を示し、その内容が、事実関係から正確性を欠くなどの意見がある場合に、補足説明、反論などの意見を求めた。研究評価委員会（分科会）では、意見があったものに対し、必要に応じて評価結果を修正の上、最終的な評価結果を確定した。

評価結果に対する被評価者意見は全て反映された。

本研究評価委員会報告は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO 技術開発機構）研究評価部が委員会の事務局として編集しています。

平成22年2月

NEDO 技術開発機構

研究評価部

統括主幹 竹下 満

主幹 寺門 守

担当 山田 武俊

* 研究評価委員会に関する情報は NEDO 技術開発機構のホームページに掲載しています。

(<http://www.nedo.go.jp/iinkai/kenkyuu/index.html>)

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地

ミュージア川崎セントラルタワー20F

TEL 044-520-5161 FAX 044-520-5162