

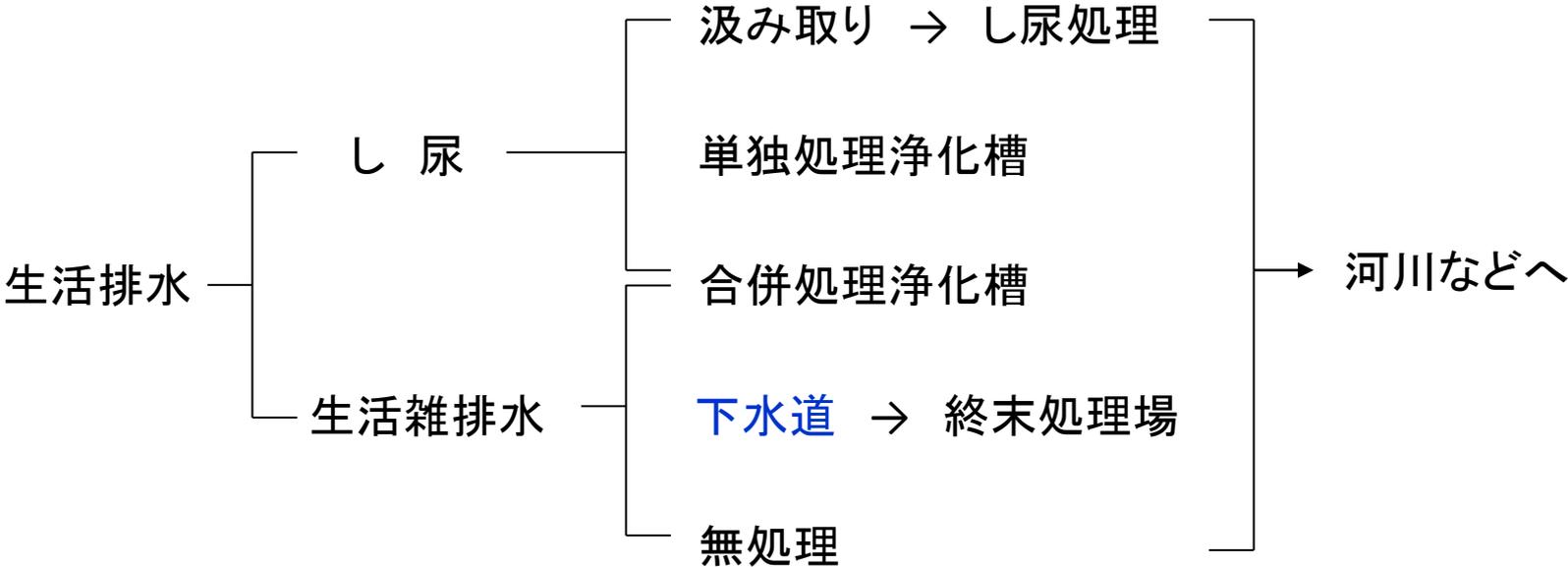
“ 活性汚泥の固液分離を促進する
バクテリアの分離と
その利用 ”

平成22年10月19日(火) 15:00～15:30

宇都宮大学院工学研究科

物質環境化学専攻 教授 柿井 一男

生活排水の処理方法



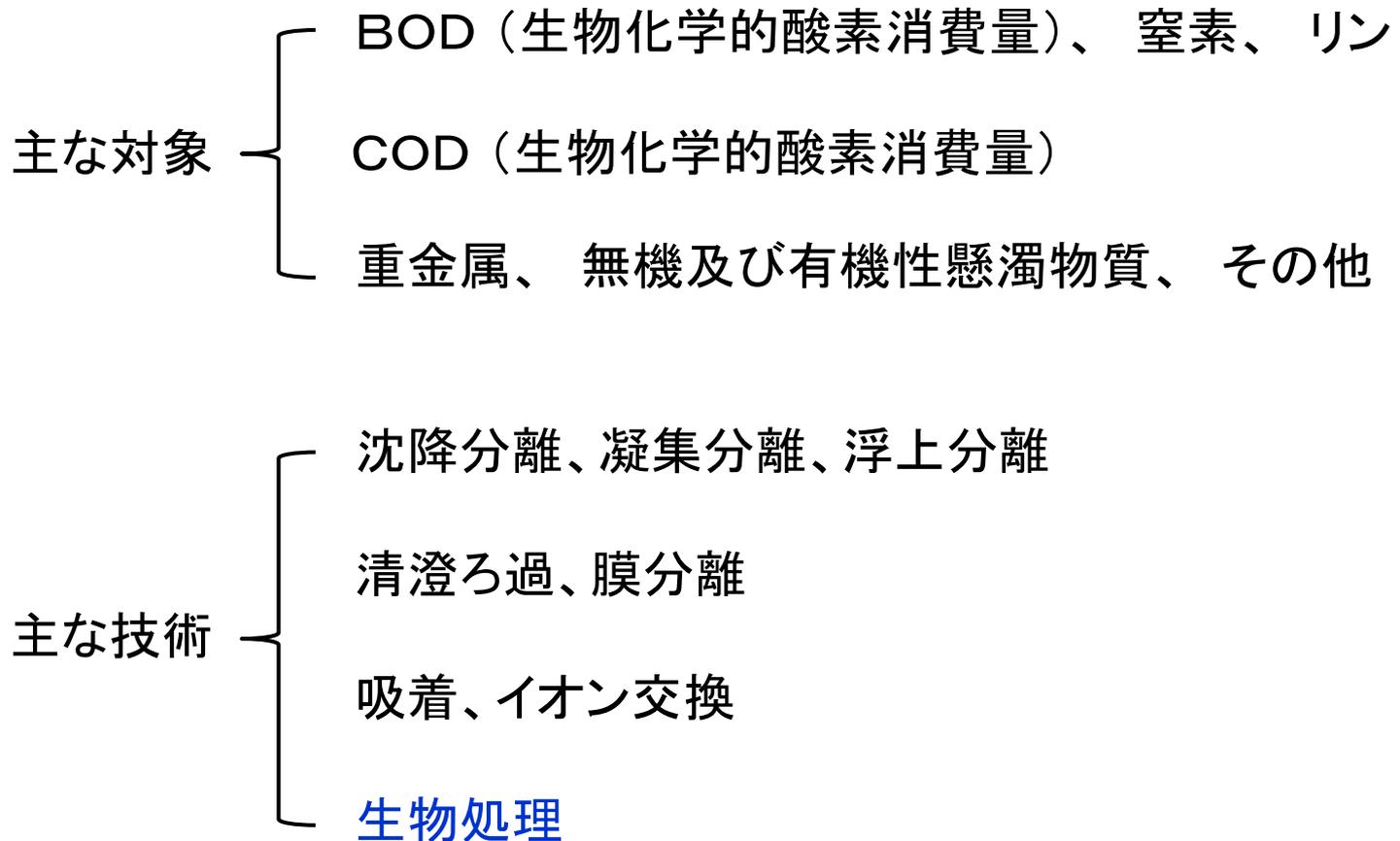
生活排水(住宅汚水)の標準的な水量と水質

(一人一日当たり)

排出源		汚水量 (ℓ/人・日)	BOD	
			負荷量(g/人・日)	濃度(mg/ℓ)
生活 雑排水	台所	30	18	600
	洗濯	40	} 9	} 75
	風呂	50		
	洗面	20		
	掃除雑用	10		
便水	便所	50	13	260
計		200	40	200

排水処理とは何か？

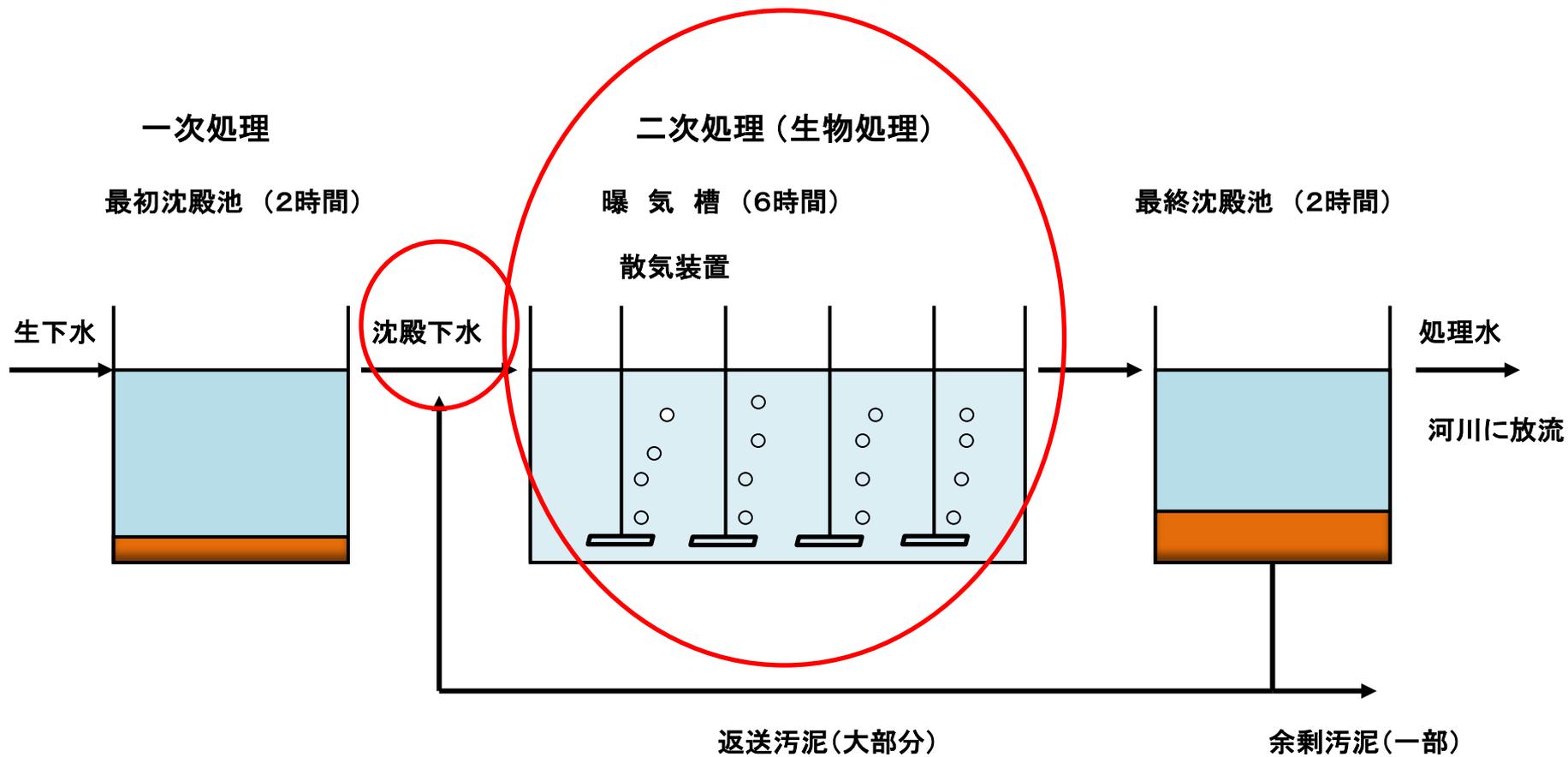
「可溶性及び懸濁性の汚濁物質を不溶化・固液分離する技術」



宇都宮市川田下水処理場の処理概要

1. 計画人口 : 301,070 人
2. 計画処理水量 : 218,880 m³/日
3. 形式 : 標準活性汚泥法
4. 流入及び処理水質

区 分	BOD	SS
流入水	210 mg/ℓ	170 mg/ℓ
放流水	20 mg/ℓ 以下	30 mg/ℓ 以下



標準活性汚泥法の流れ
(押し出し流れ方式)



最初沈殿池の越流水である沈殿下水と返送汚泥が混合する曝気槽流入部



生物処理がなされる曝気槽

糸状性細菌(糸状性バルキング原因微生物)

ろ過作用をする繊毛虫類

BOD除去の主体である
複数の細菌で形成された
凝集体(バイオフィロック)

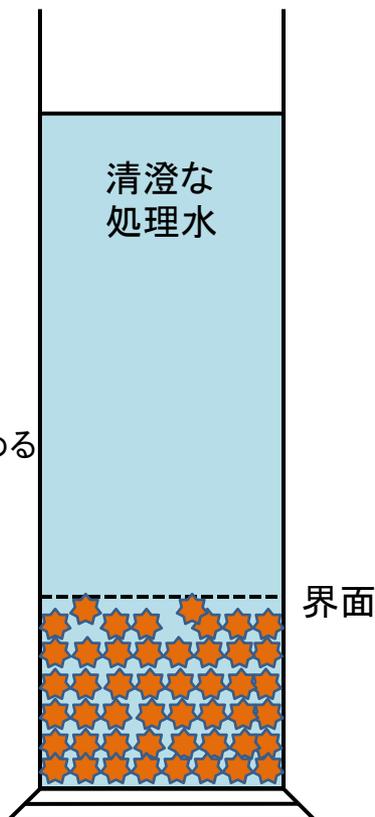
200 μ m



正常な汚泥

(緻密な汚泥)

短時間で固液分離可

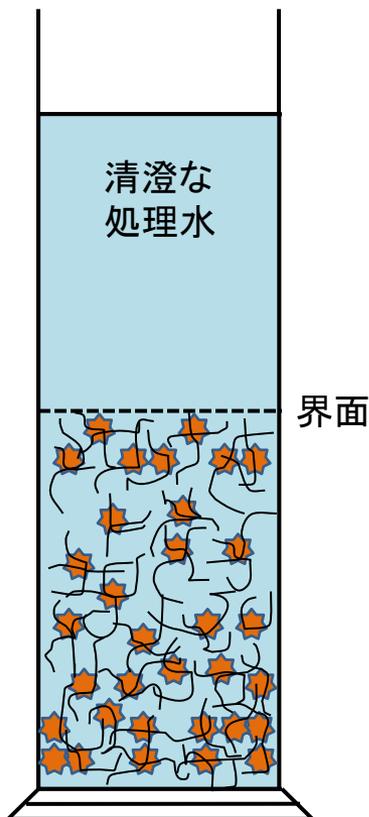


★ フロック

糸状性バルキング

(かさ張った圧密性の低い汚泥)

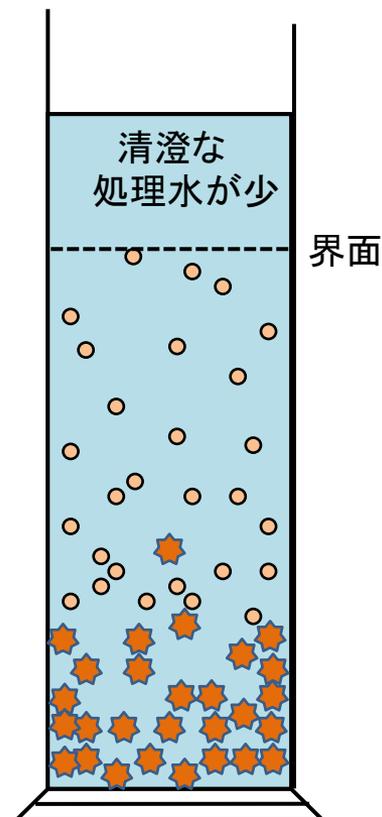
固液分離にさらに長時間が必要



〰 糸状性微生物

ピンポイントフロック

(分散した汚泥)



○ 微小フロックや遊離菌体



通常、不定形のフロック中に糸状性細菌が共存し、フロック強度を高める背骨の役割をしていると言われる。

粒子の沈降速度 $v = \frac{g(\rho_s - \rho)d^2}{18\mu}$ (cm/s) (ストークスの式)

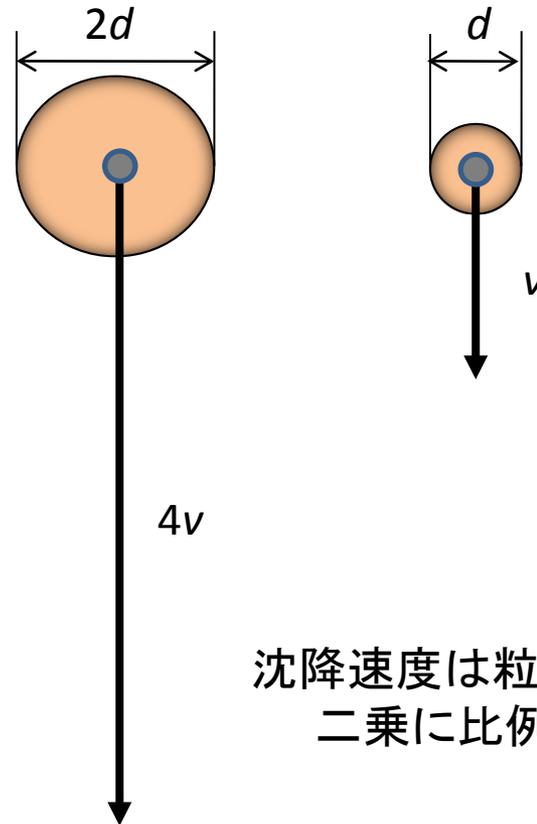
g : 重力加速度 (cm/s²)

ρ_s, ρ : 粒子及び水の密度 (g/cm³)

d : 粒子の直径 (cm)

μ : 水の粘度 (g/cm·s)

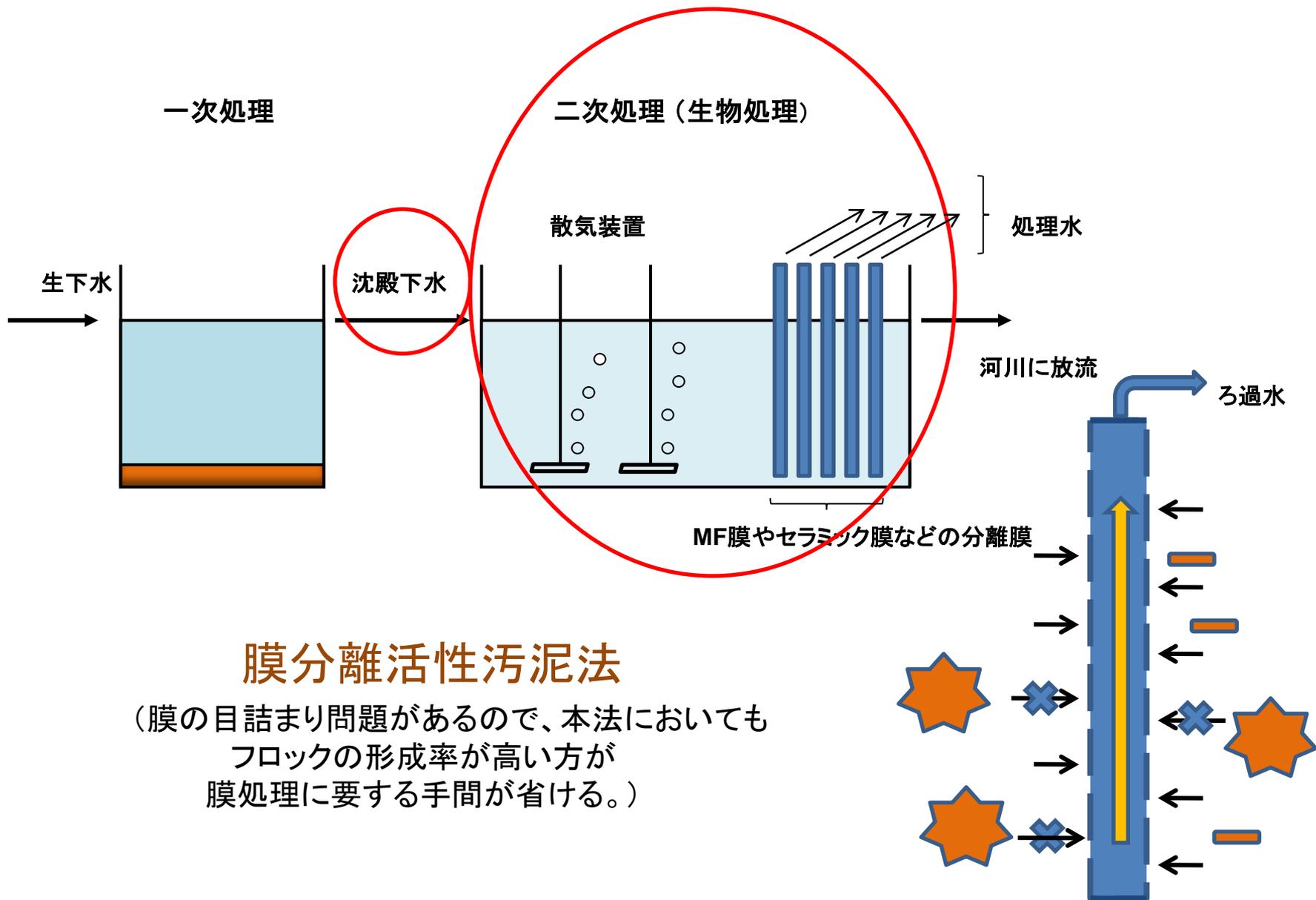
細菌の大きさは1マイクロメートル
 活性汚泥フロックの大きさは100マイクロメートル



沈降速度は粒子直径の二乗に比例する。

活性汚泥法の代表的な処理方式

- 標準活性汚泥法(押し出し流れ方式)
- 回分式活性汚泥法
- 酸化溝法(オキシレーションディッチ、窒素除去能あり)
- 嫌気好気活性汚泥法(リン除去法)
- 嫌気無酸素好気活性汚泥法(窒素・リン同時除去法)
- 膜分離活性汚泥法(最終沈殿池を要しない新方式)



膜分離活性汚泥法

(膜の目詰まり問題があるので、本法においても
フロックの形成率が高い方が
膜処理に要する手間が省ける。)

研究背景のまとめ

- 約100年の歴史をもつ活性汚泥法は広く有機性排水処理に利用されている。
- 本法の円滑な運転管理には、水質浄化に用いられる浮遊性の活性汚泥が固液分離性(凝集性・沈降性・圧密性)に優れることが必要である。
- 活性汚泥の固液分離障害として、汚泥の分散や糸状性バルキング(膨化)がある。
- 活性汚泥は、細菌を主体とし、原生動物(繊毛中類)、微小後生動物(ワムシ類)を含む複雑な微生物群のホモおよびヘテロ凝集体である。

したがって、水質浄化に役立つ微生物群を理解し、そのポピュレーションを適正にコントロールし、安定して固液分離性に優れた活性汚泥に維持するよう、プロセス管理を行うことが重要である。

研究戦略

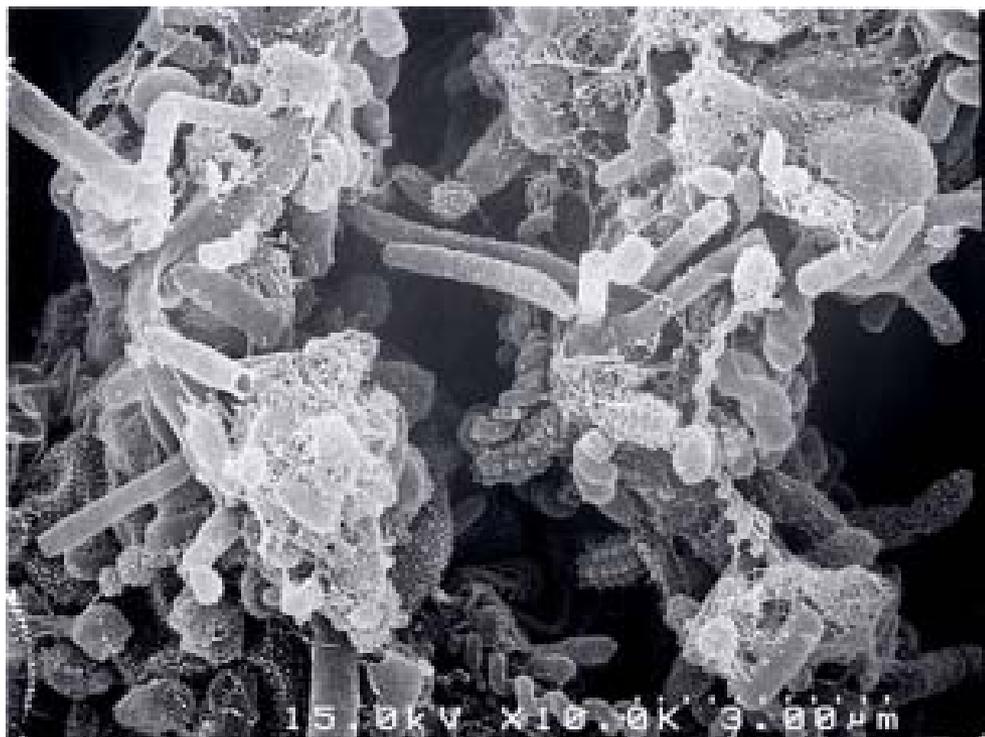
1. 活性汚泥にはどのような種類の細菌が存在するのか。
2. 活性汚泥構成細菌間のヘテロ凝集ネットワークの調査
3. 凝集を大きく促進する細菌種の特定
4. 凝集促進細菌の有用性の調査

実験結果

1. 活性汚泥にはどのような種類の細菌が存在するのか。

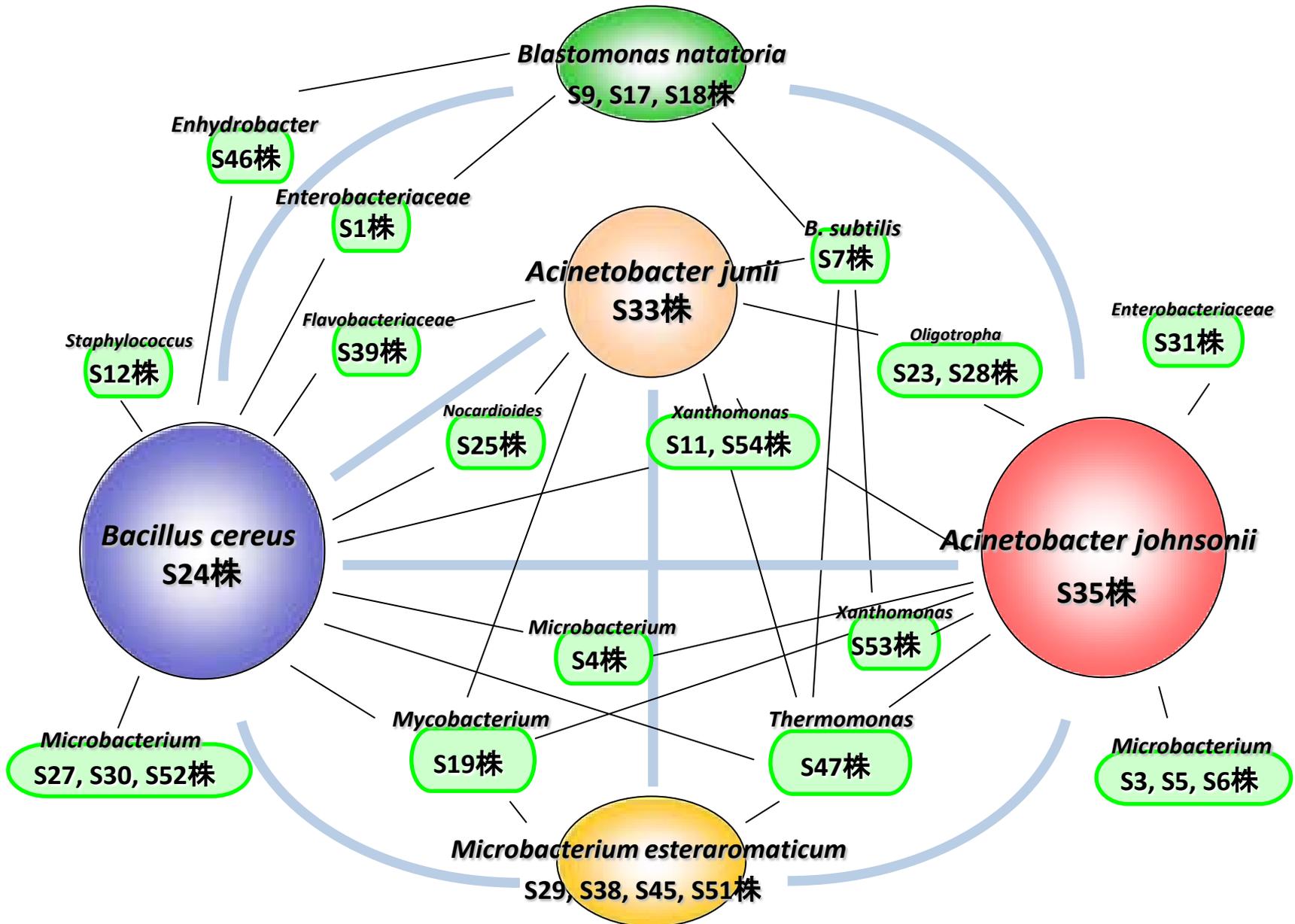
16S rRNA 遺伝子の塩基配列の解析から、

Acinetobacter,
Bacillus, *Blastomonas*,
Enhydrobacter,
Microbacterium,
Mycobacterium,
Nocardia, *Oligotropha*,
Staphylococcus,
Thermomonas,
Xanthomonas などの
属の細菌種と同定された。



下水活性汚泥の走査型電子顕微鏡画像

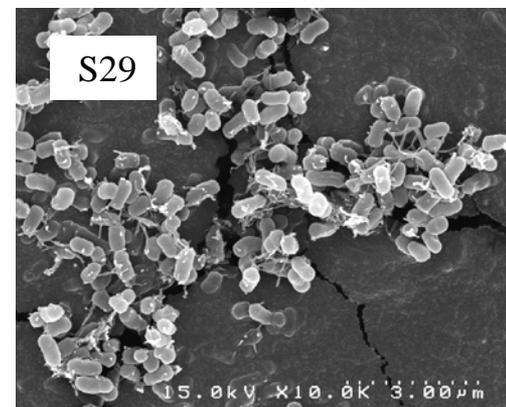
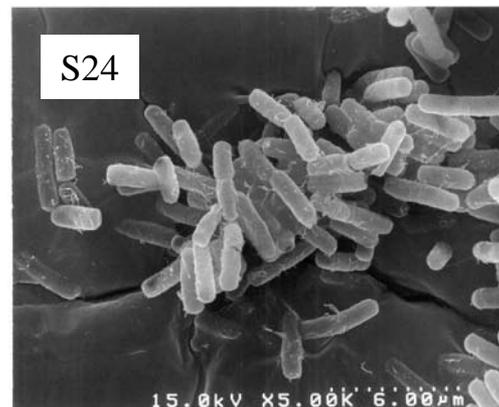
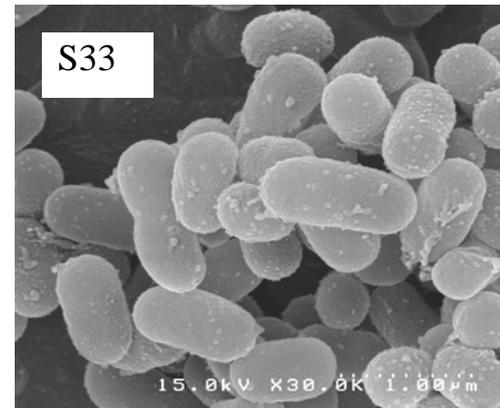
2. 活性汚泥構成細菌間のヘテロ凝集ネットワーク



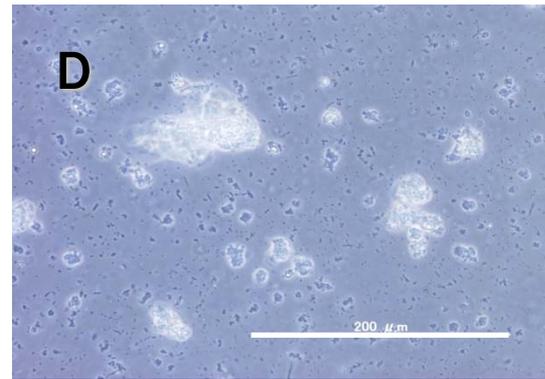
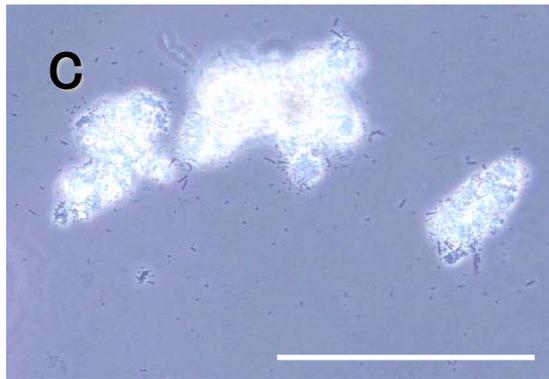
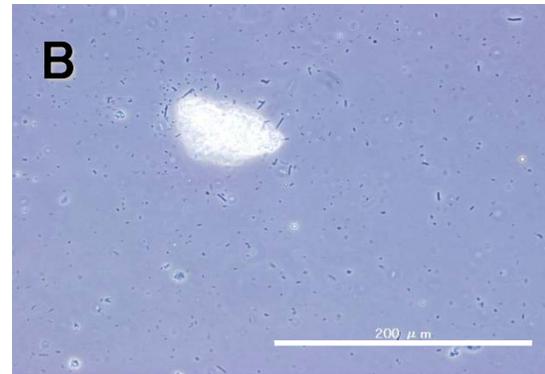
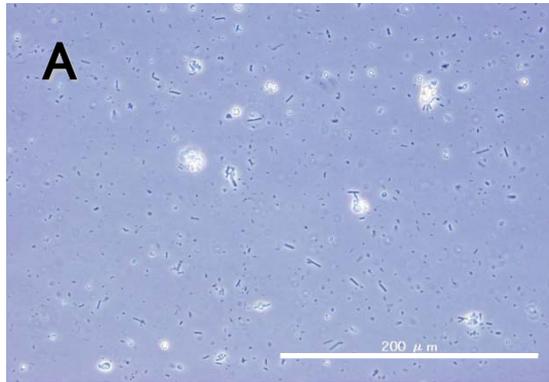
3. 凝集を大きく促進する細菌種の特定

Acinetobacter johnsonii (S35), *Acinetobacter junii* (S33),

Bacillus cereus (S24), *Microbacterium esteraromaticum* (S29, S38, S45, S51)



4. 凝集促進細菌の有用性の調査



凝集率を高め、
フロックサイズを
大きくすることから、
その有効性を確認した。

川田下水処理場の沈殿下水の凝集に及ぼす *A. johnsonii* S35 株の添加効果

A, 川田沈殿下水(0h) B, 川田沈殿下水(6 h後)

C, 川田沈殿下水 + *A. johnsonii* S35 株(混合比 1:0.4)

D, 川田沈殿下水 + *A. johnsonii* S35 株(混合比 1:1.5)

スケール Bar: 200 μm

新技術と従来技術の特徴

1. 本技術は凝集を促進する細菌を添加し、沈降性に優れた活性汚泥フロックを形成させ、固液分離性を改善させようとするもの。

外来微生物の積極的利用

2. 従来はBOD負荷、栄養バランス(BOD:N:P比)、溶存酸素濃度などのプロセス制御のみで対応していた。

プロセス内の微生物を利用

想定される用途

対象

膜分離活性汚泥法を含めた各種活性汚泥法を採用している企業や自治体における固液分離障害の改善・解消、汚泥の低減化

業界と規模

業界や活性汚泥法の規模には無関係

実用化に向けた課題

1. 固液分離障害を起こした活性汚泥の診断

プロセスの運転条件(BOD負荷、栄養バランス、溶存酸素濃度)、顕微鏡観察や特定遺伝子の蛍光染色などからの総合的な原因究明

2. 凝集促進微生物添加法の有用性の現場での検証

多様な活性汚泥への適用の可能性

有効な微生物添加量、機能の安定性・持続性

企業などへの期待

1. 企業・自治体などが抱えている水処理問題の提示
その現状認識と改善策の模索
2. 有機性排水の生物処理において、固液分離に支障のある企業・自治体への本技術の導入
3. 水処理技術者・担当者を有する企業・自治体との共同研究を希望

お問い合わせ先

4u連携コーディネーター
宇都宮大学 知的財産センター
特任教授 近藤三雄

TEL 028-689-6325

FAX 028-689-6320

e-mail kondou@cc.utsunomiya-u.ac.jp