

下水道がつなく 自然再興と経済循環

土木研究所

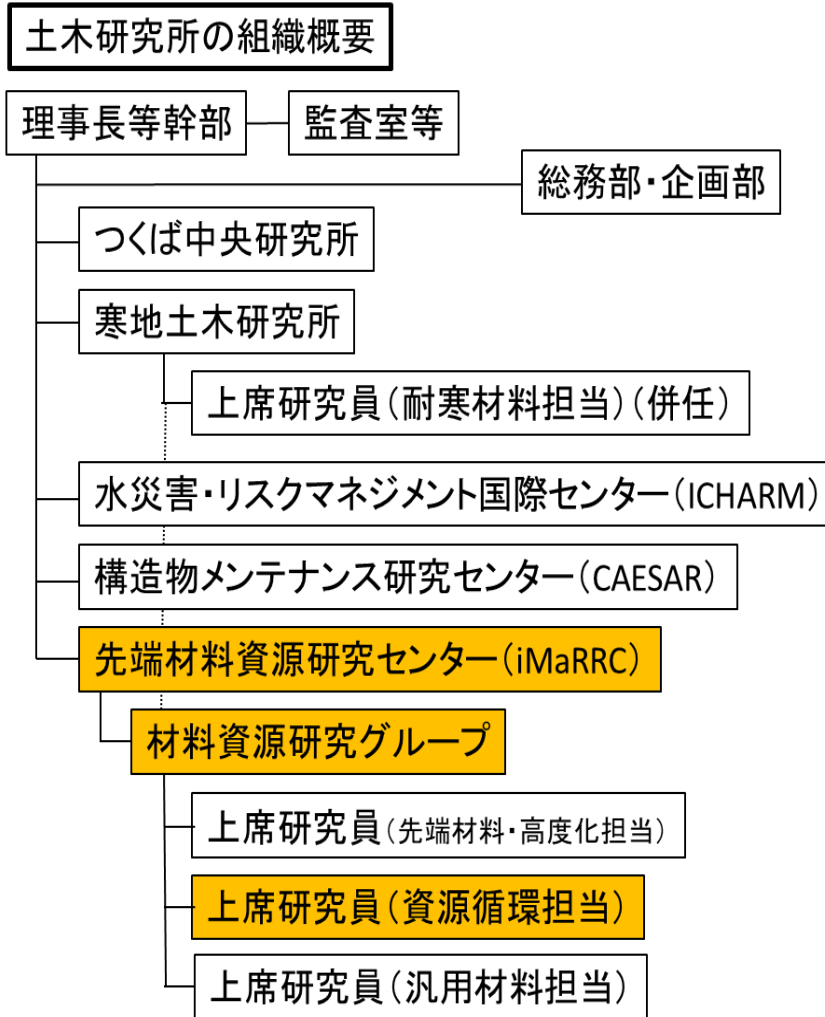
先端材料資源研究センター (iMaRRC)

材料資源研究グループ 上席研究員 (資源循環担当)

阿部 千雅

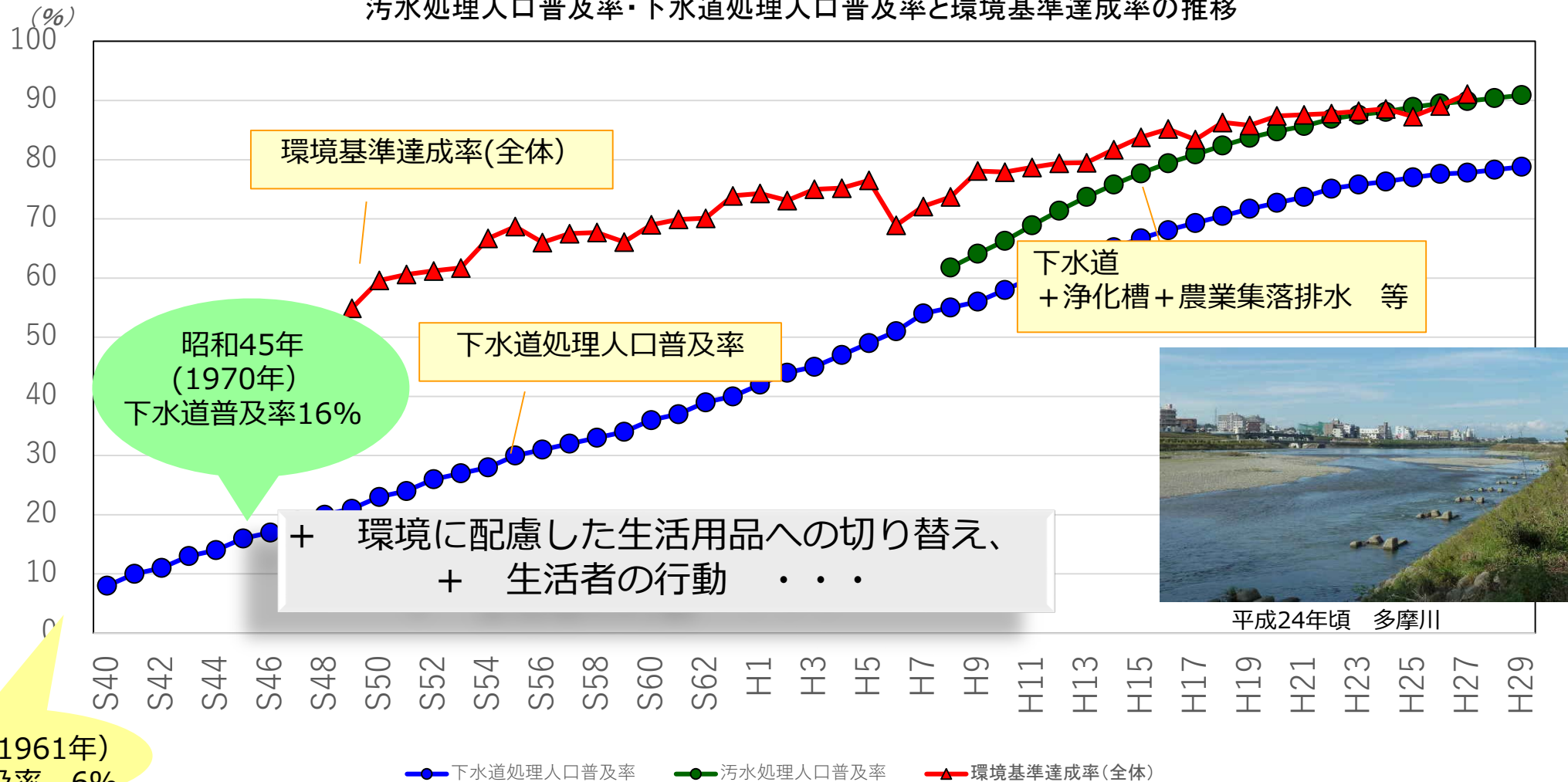
1. はじめに

土木研究所 iMaRRCについて



2. 下水道システム

汚水処理人口普及率・下水道処理人口普及率と環境基準達成率の推移



- 現代のような過密な都市活動が成り立つには下水道が必須
- 下水道は、都市機能と水循環・水環境をつないでいる

3. 下水道と自然再興(ネイチャーポジティブ)

「下水道がつくる水鳥のサンクチュアリー」 (鳥取県米子市)

中海の水質改善でラムサル条約継続可能に。



「水質改善で自然環境」 (青森県弘前市)

市内河川の水質改善で各種生物が生息するように。
絶滅危惧種ハグロトンボも訳30年ぶりに確認



約30年ぶりに確認

下水道が寄与する「豊かな海」(瀬戸内海)



写真1 赤潮の状況

かつて赤潮の発生など水質汚濁が深刻だった瀬戸内海。
下水道整備等により水質が大幅に改善したが窒素濃度の低下によるノリの色落ちが発生するように。

「きれい」なだけではない、
生物に必要な栄養を残す「豊かな海」を目指し
兵庫県の下水处理場では「季節別運転」を実施。



写真2 ノリの色落ち



図3 下水処理場の季節別運転 (イメージ図)

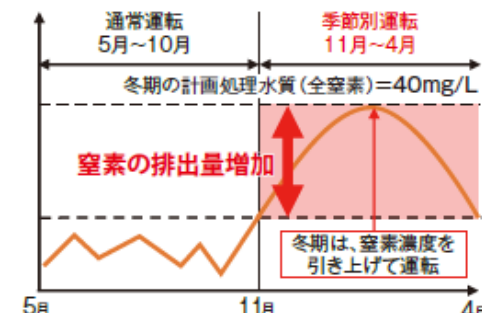
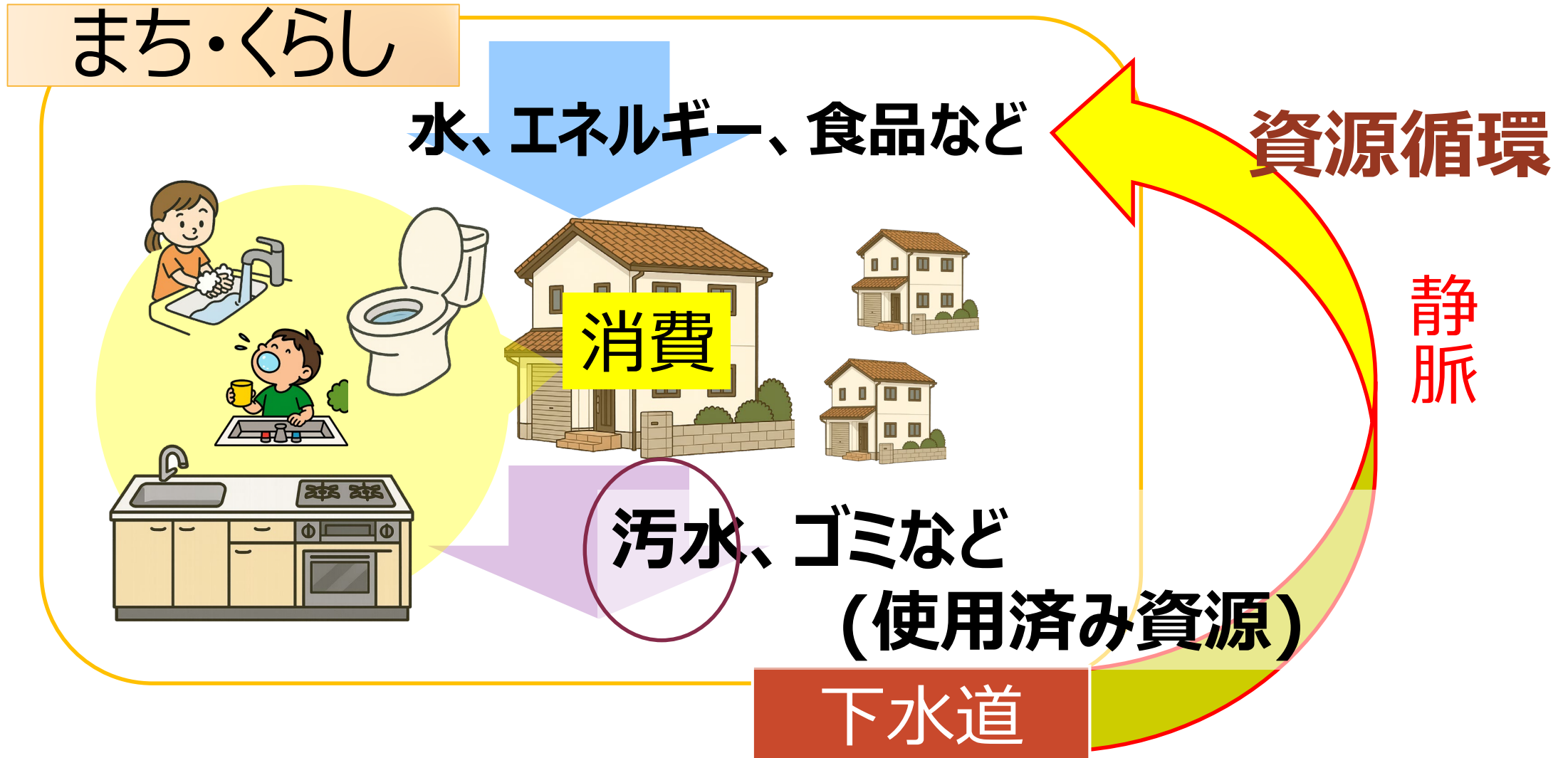


図4 季節別運転による放流水中の窒素濃度変化 (イメージ図)

4. 下水道と循環経済(サーキュラーエコノミー)

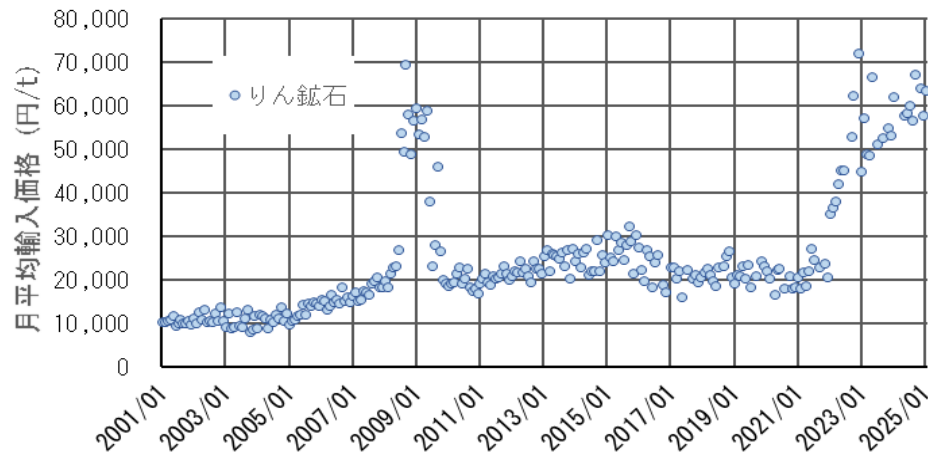
【4-1 下水道に**集まる**「使用済み資源」と資源循環】



下水道は資源の宝庫・・（例1）リン

【植物にリンは不可欠】

日本はリンをほぼ全量輸入



【下水汚泥にはリンがある】

○下水汚泥には、日本の年間需要量の約2割のリンが含まれている

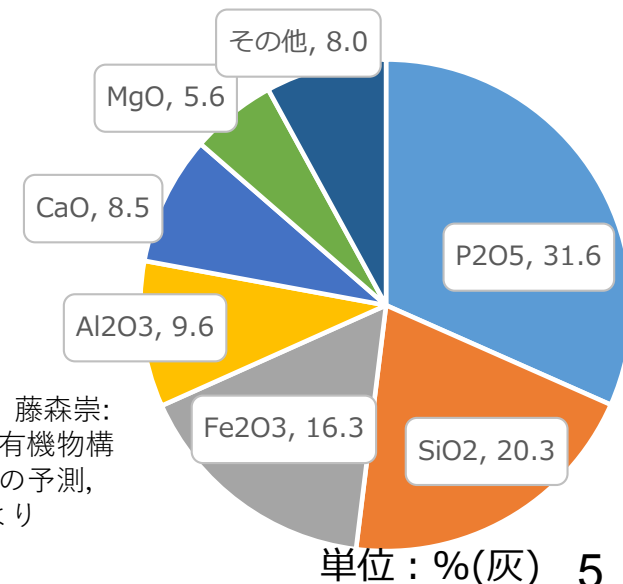
○下水汚泥の肥料利用は約1000処理場で実施中

【下水汚泥燃焼灰とその特性】

- ◆ 生活に由来するリンが下水に流入
- ◆ 焼却プロセスにより灰分中のリンの濃度は高くなり、リン鉱石並の濃度
- ◆ ただし、必ずしも植物が利用できる形態になるとは限らない（一部の焼却灰はク溶性が低い）

焼却灰の組成の例¹⁾

1) Mahzoun Yahya, 大下和徹, 高岡昌輝, 藤森崇: 下水汚泥脱水ケーキの全国組成調査による有機物構成元素を中心とした変遷推定と高位発熱量の予測, 下水道協会誌, Vol.54, pp.86-96, 2017 より (分流消化の平均値)



単位: %(灰) 5

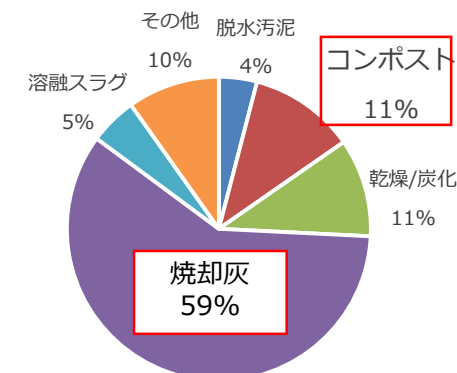
【研究内容】下水汚泥焼灰のク溶率に与える影響因子の把握

研究概要

都市部の既存施設でも対応可能な、
肥料として有効なリンの割合を高める手法を検討

焼灰中のリンのク溶率は下水処理場により異なるものの、
その要因については統一的な知見は得られていない。

→ 焼灰の分析と下水処理場の運転方法から、因子を抽出。



下水処理場から搬出される
下水汚泥の形態(R5年度)
(発生固形物量ベース)

令和6年度の成果

*1 ク溶率（リン）：全リンに対して、植物が利用できるリンの形態割合

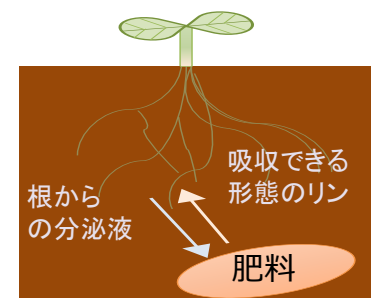
● **鉄系凝集剤**を添加している下水処理場では、

- ・ アルミ系凝集剤や高分子系凝集剤を添加している処理場と比べ、
相対的に**ク溶率が低い焼灰**となる
ことを明らかにした。

- ・ 凝集剤の添加工程も**ク溶率**に影響することを確認。

● 肥料利用を進める場合には**対策が必要**。

凝集剤の種類の変更や草木類等との混焼について検討。

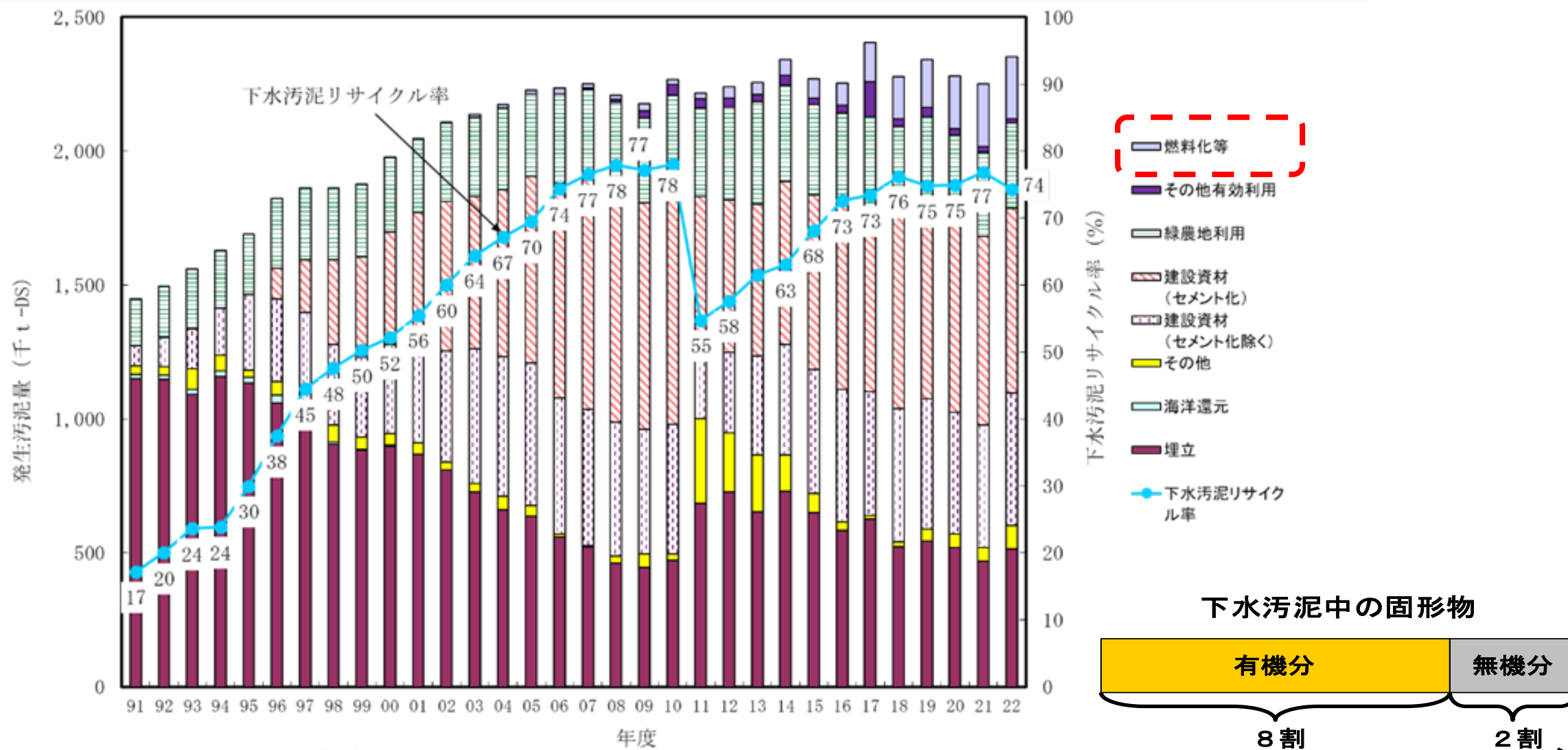


ク溶性のイメージ

凝集剤の違いによる
ク溶率の違い（分析例）

使用凝集剤	ク溶率
高分子	約7割
アルミ系	約6割
鉄系	約2割

下水道は資源の宝庫・・(例2) エネルギー



※汚泥処理の途中段階である消化ガス利用は含まれない。
 ※2011年度のその他は、97.6%が場内ストックである。

図 日本における発生汚泥量、利用用途 及び 下水汚泥リサイクル率の推移

【研究内容】 下水からの創エネルギー増加を目指す新たな下水処理法

- 2015年に提案されたHiCS(High-rate contact stabilization)法に着目。
- 汚泥が系内に滞留する時間(SRT)が2日未満。標準活性汚泥法(SRT:5-10日程度)と比べて短い。
- 有機物の酸化を抑制し、回収される有機物が多くなることで、**消化ガスの発生量の増加が期待**できる。
- 消化ガスの発生量の増加により、消化ガス発電施設が普及していない中小規模の下水処理場でも、導入できる可能性がある。

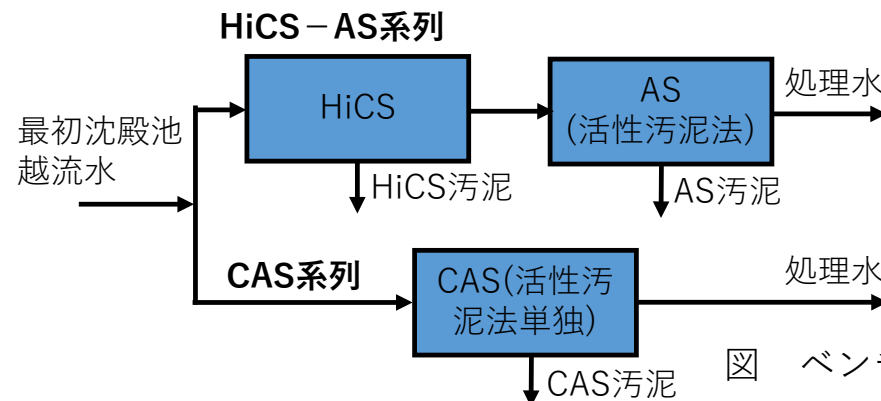


図 ベンチスケール実験のフロー図

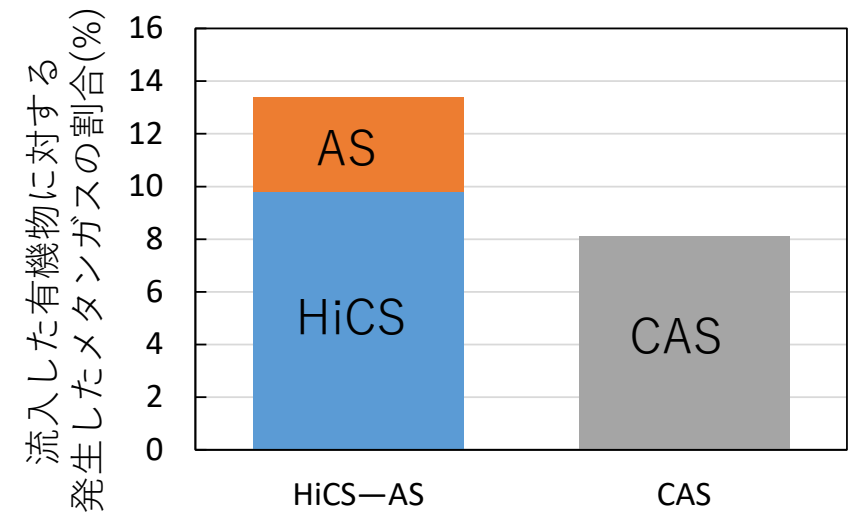
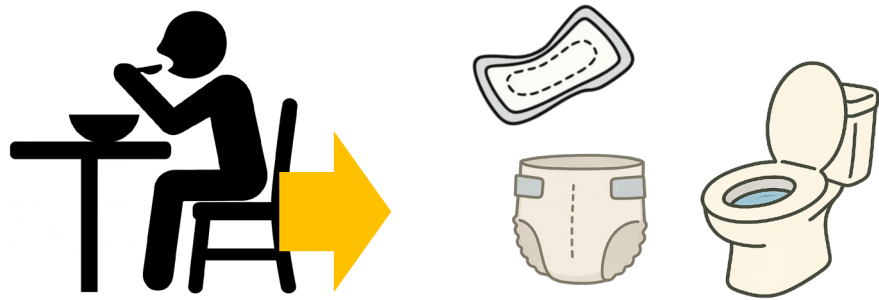


図 HiCS-AS法およびCAS法のメタンガス回収率 (試運転結果)

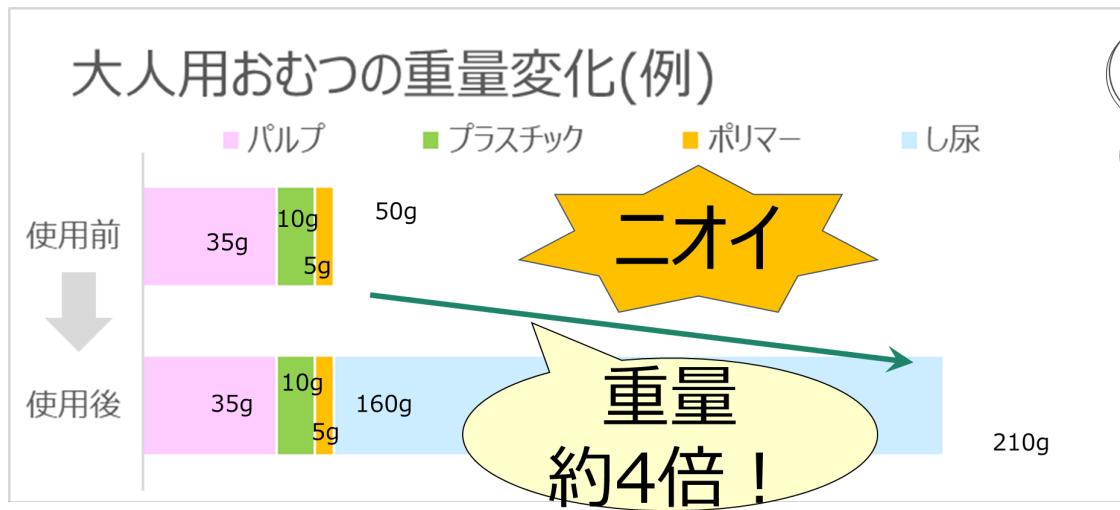
4. 下水道と循環経済(サーキュラーエコノミー)

【4-2 収集システムを**活用した**資源循環】 イメージ

生きている限り「排泄」する



使用後 おむつは重い&くさい



おむつゴミはストレス

重い。
ゴミの集積場まで
持っていくのは大変



置き場所

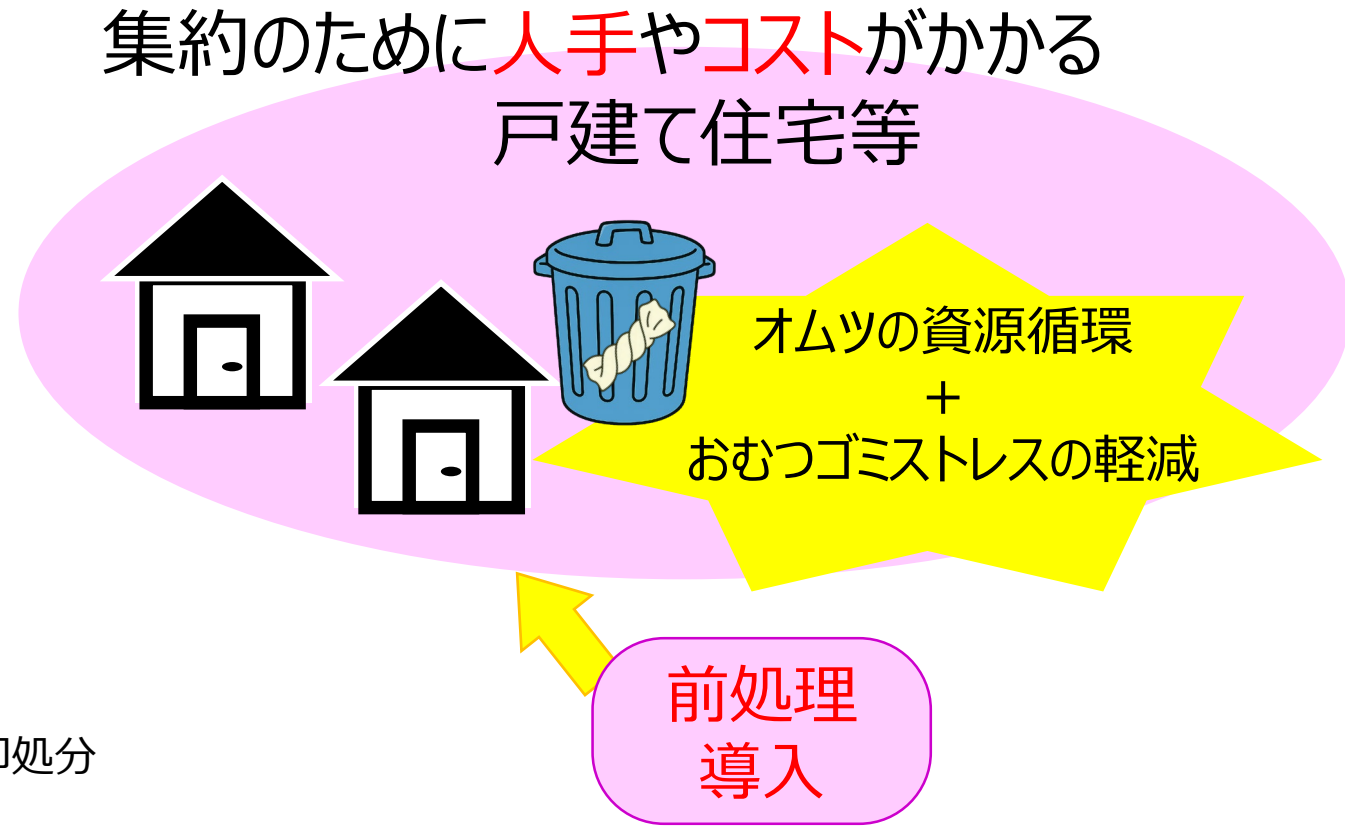
ニオイ



オムツゴミが発生した場所ですぐに前処理をすれば、
し尿も、使用済み紙オムツ資源も、循環させやすくなるのではないか？



今後、こんな活用ができれば・・・



→人手不足でも、資源循環 + オムツゴミストレスの軽減