

メタン発酵の効率化と肥料成分の 回収システム

東京農業大学 地域環境科学部 生産環境工学科
教授 藤 ナロン

2026年7月7日

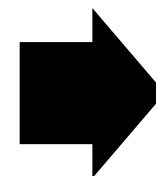
本日の内容

製鉄過程
の副産物

鉄鋼
スラグ



従来の
メタン
発酵



01

発酵期間を0.6倍短縮
できる

02

肥料成分を回収して、
そのまま農地へ還元で
きる

農業廃棄
物である
籾殻炭を
活用

CSH

環境にやさしい資源循環型エネルギーシステム

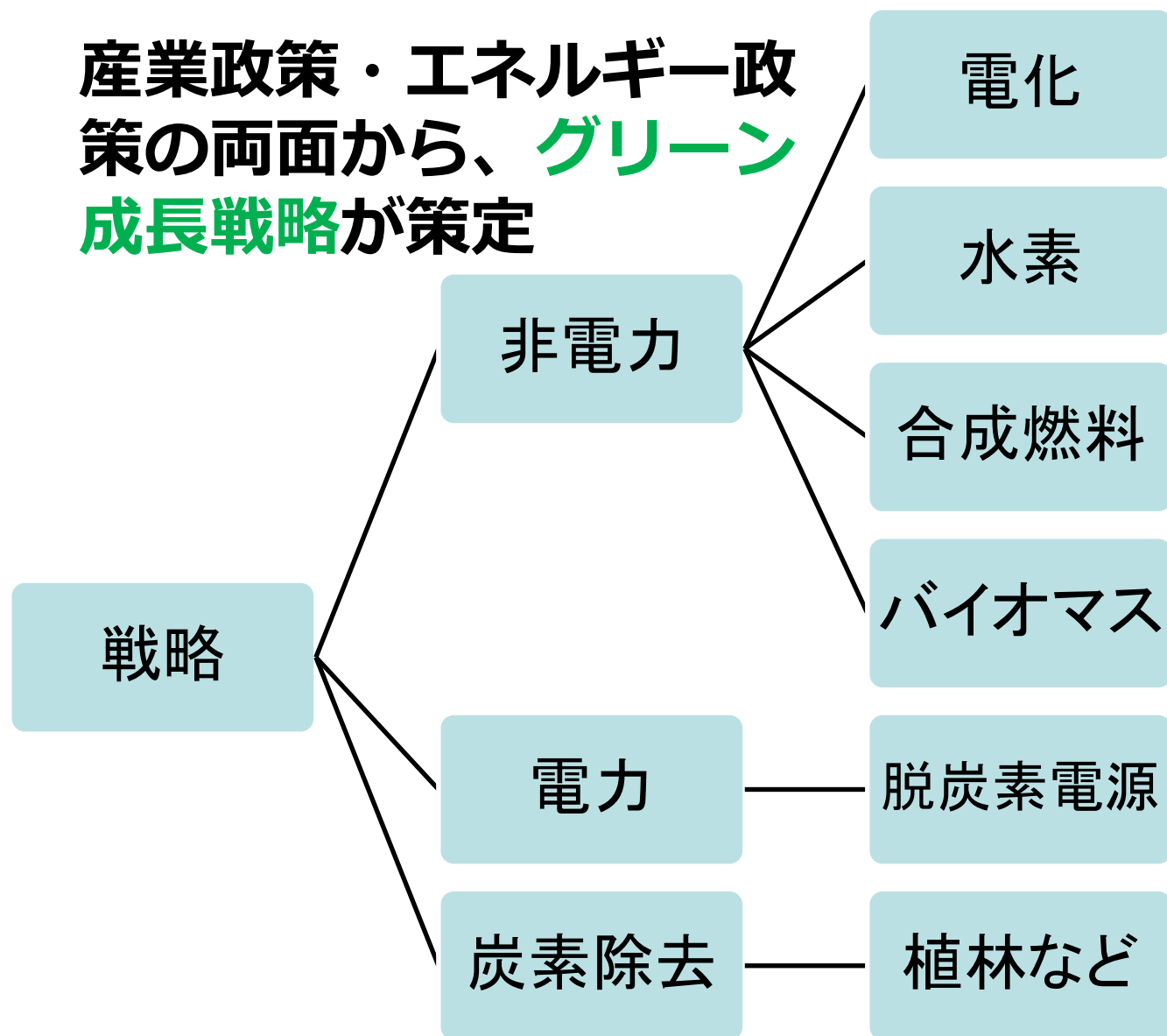
※CSH：ケイ酸カルシウム水和物

研究分野の概要や社会的位置づけ

日本政府は2020年に「**2050年カーボンニュートラル**」を宣言



産業政策・エネルギー政策の両面から、**グリーン成長戦略**が策定



一方、**農業生産分野**

日本は**肥料**の三大原料（窒素・リン酸・カリウム）の**ほぼ全量**を**海外**からの輸入



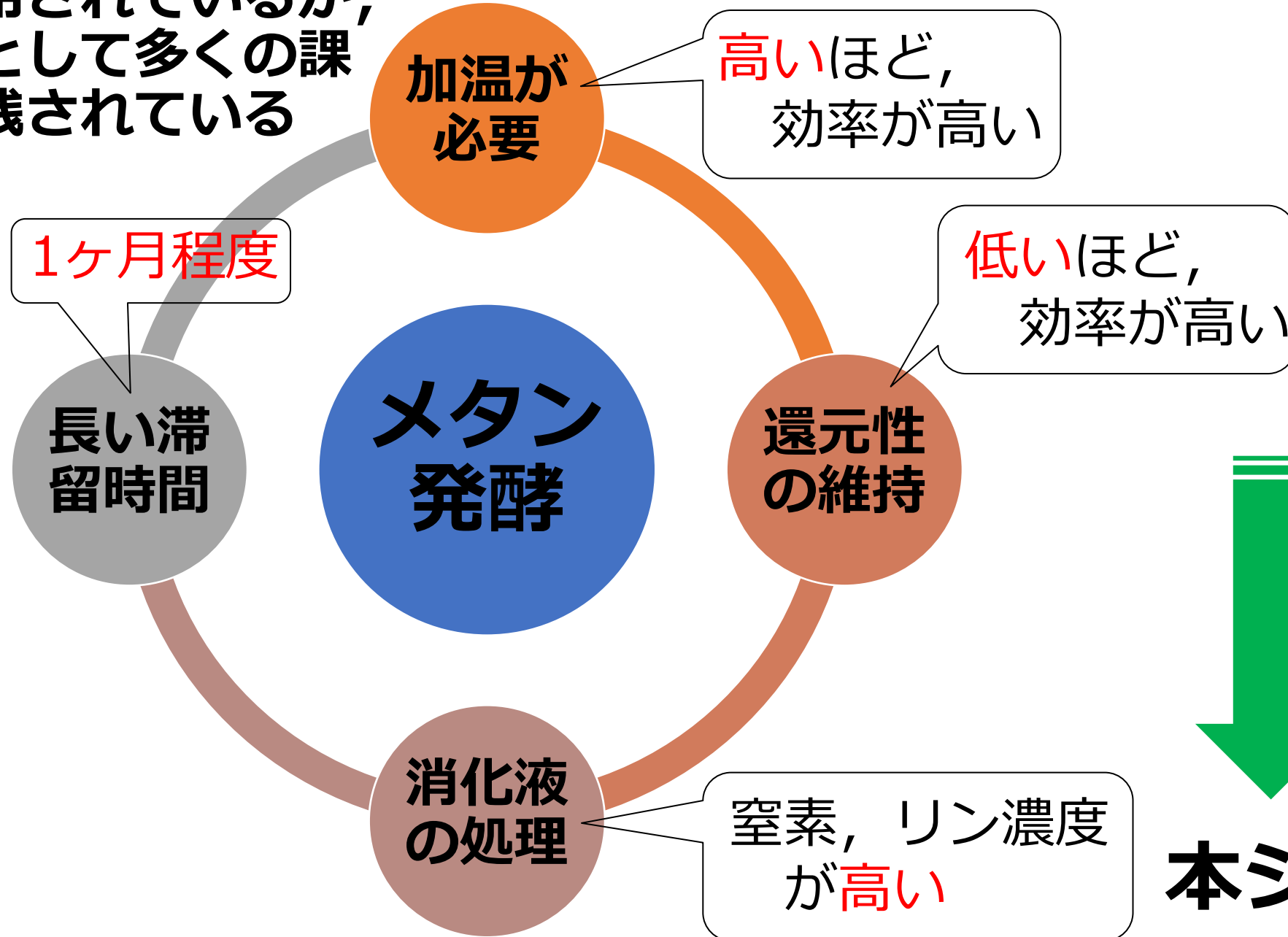
農林水産省の特集「**輸入原料に頼らない国内資源由来の肥料をつくる**」

本技術



従来技術とその問題点

メタン発酵は古くから利用されているが、依然として多くの課題が残されている



問題点とその解決

還元性
の維持

長い滞
留時間

相関関係
を有する

還元性が早期に発達すれば、
発酵期間が短くなる

発明の原点

利用することが環境保全や資
源の有効利用にも都合が良い

メタン発酵に
都合が良い

メタン発酵に
鉄鋼スラグ添
加の理由

特開

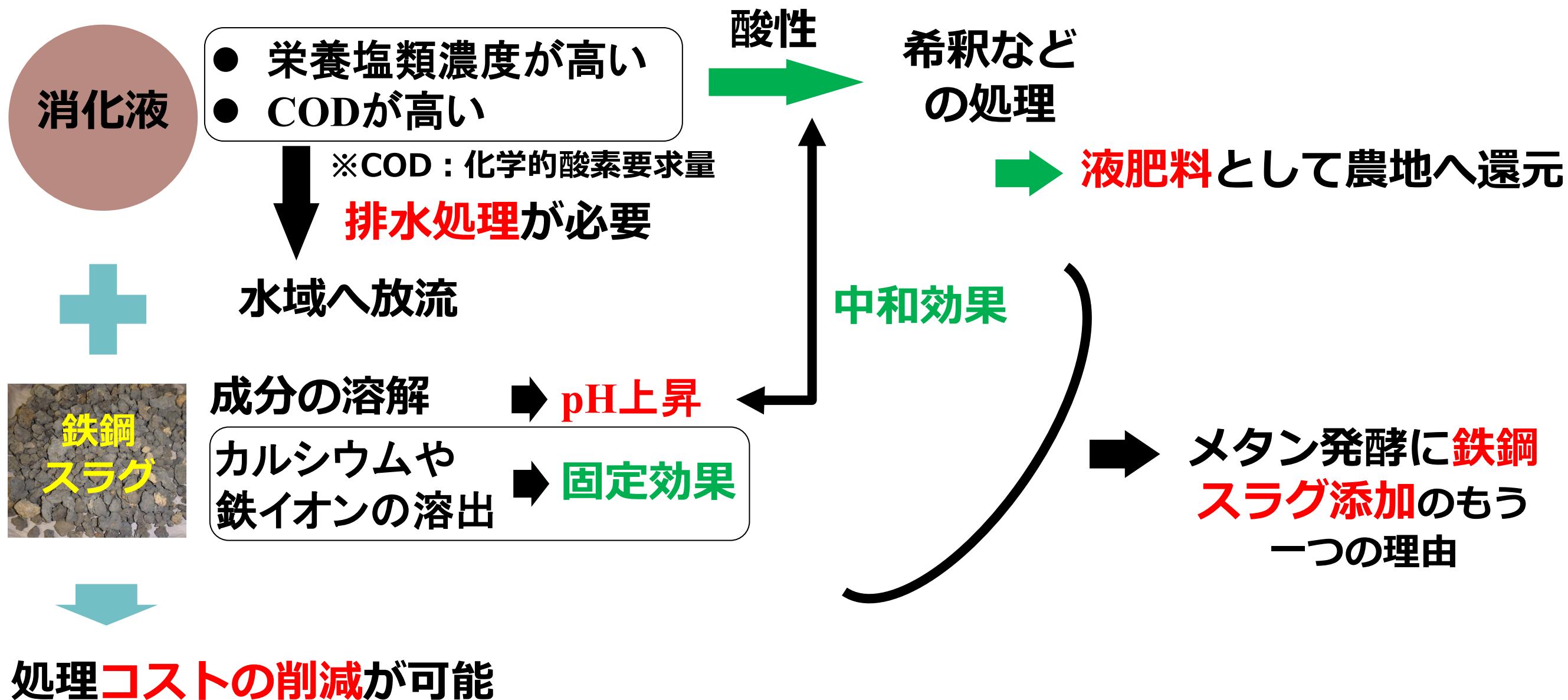
2025-110820



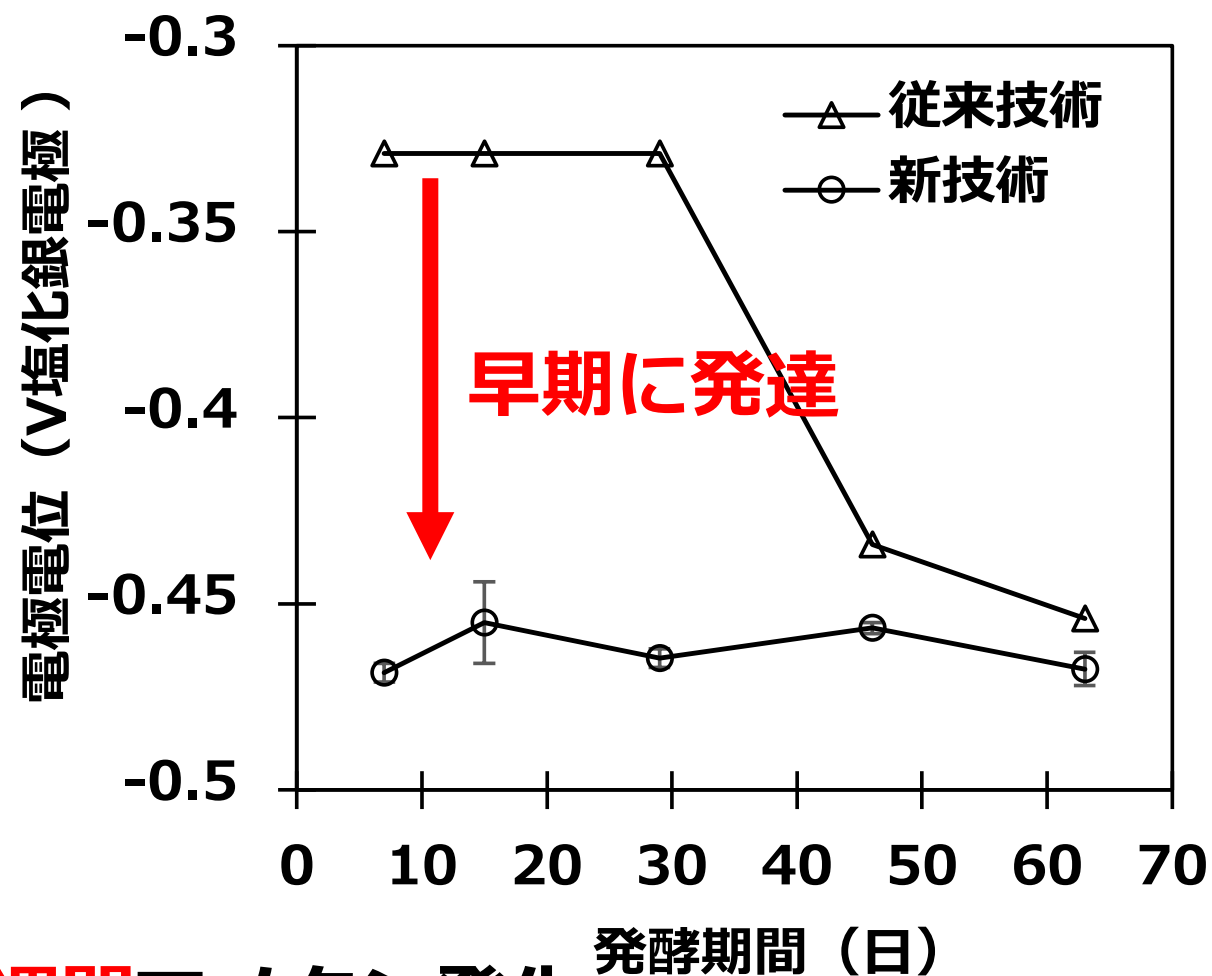
- 混合物の電極
電位 -0.4 V SHE
- 鉄イオンの溶解

電極電位 -0.2 V SHE

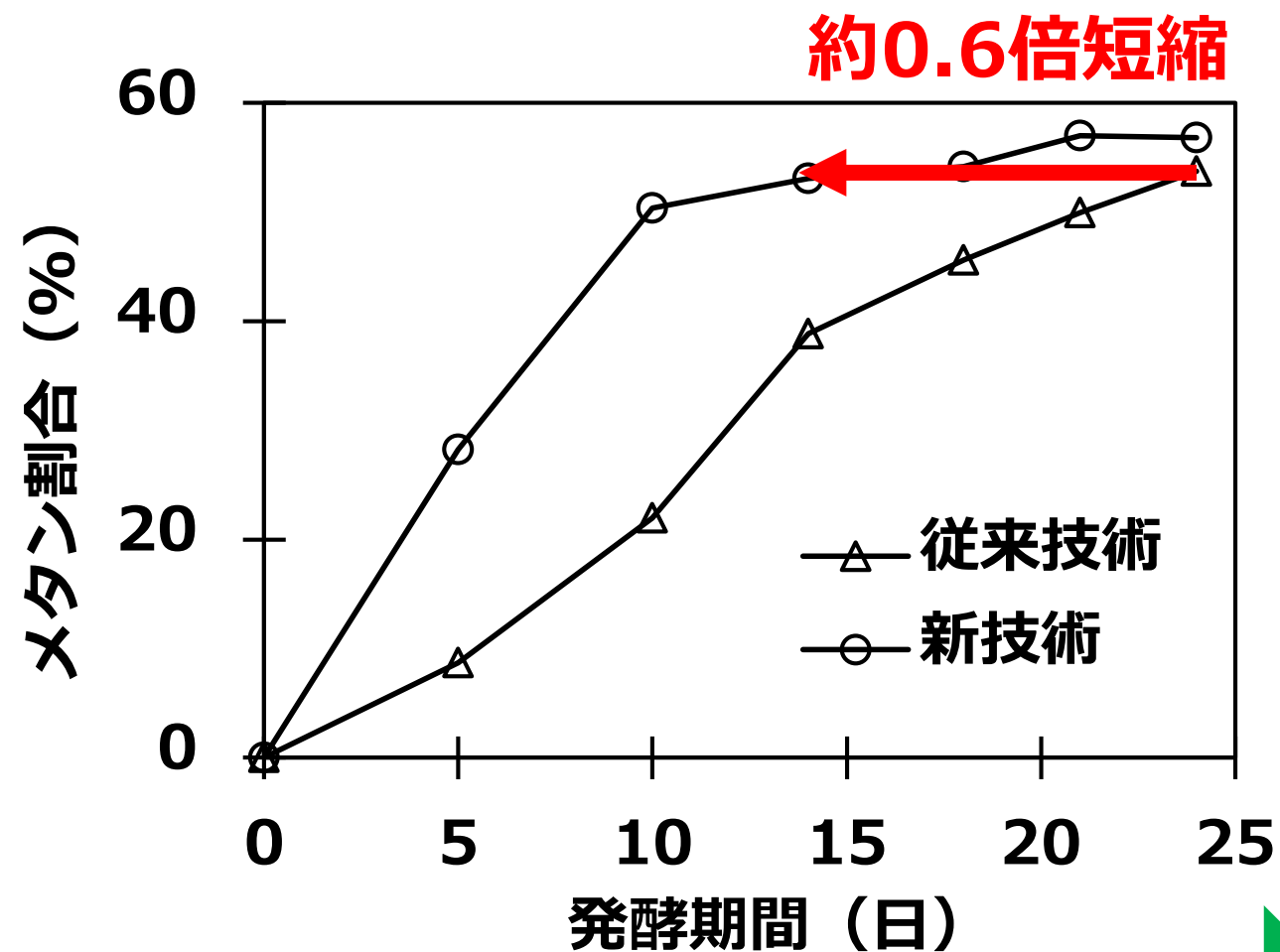
問題点とその解決



新技術の特徴・従来技術との比較

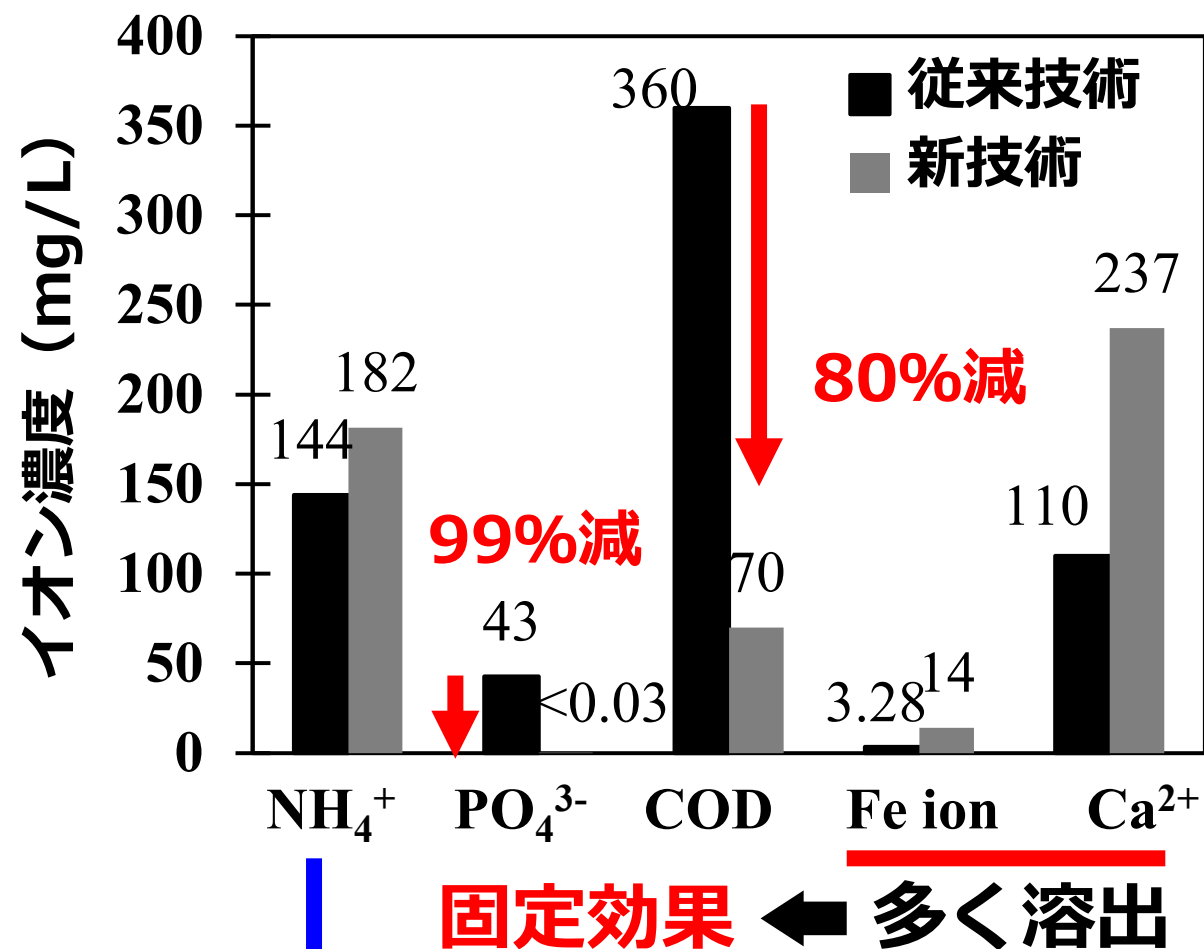


1週間でメタン発生
する電位に達した



本技術の適用により、運転コストの削減が期待される

新技術の特徴・従来技術との比較



りん酸とCODの除去
にも効果がある

本技術の適用により、排水処理コスト
の削減が期待される

増加傾向

吸着材の適用が必要

問題点とその解決

消化液

- 栄養塩類濃度が高い
- CODが高い

酸性



希釈などの
処理



液肥料として農地へ還元

そのまま肥料として利用
できる吸着材



使い勝手が悪い

- 保管施設
- 土壌から流出しやすい

ケイ酸カルシウム水和物の利用
Calcium Silicate Hydrate
略して CSH

〔カルシウムとシリカの水和反応により生成される水和物〕

用途

- 1970年代より断熱材や絶縁体等として建設現場に活用
- 近年では、藻類の増殖促進、水質浄化、養殖、肥料など、幅広い応用

新技術の特徴・従来技術との比較

従来製造法

- **高温高压**条件
 - 150～250℃
 - 880～2400kPa
- **蒸気養生**

設備的・エネルギー的
な制約がある

新製造法（特願2025-157787）

常温常圧下

毛管養生



粃殻炭 + 消石灰 + 水

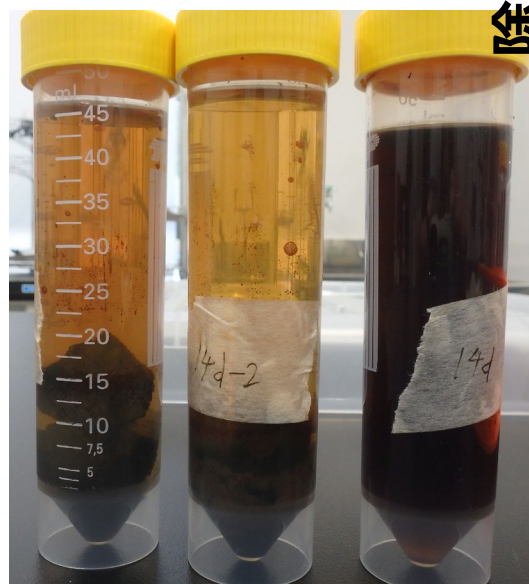


農業廃棄物
(粃殻) の活用

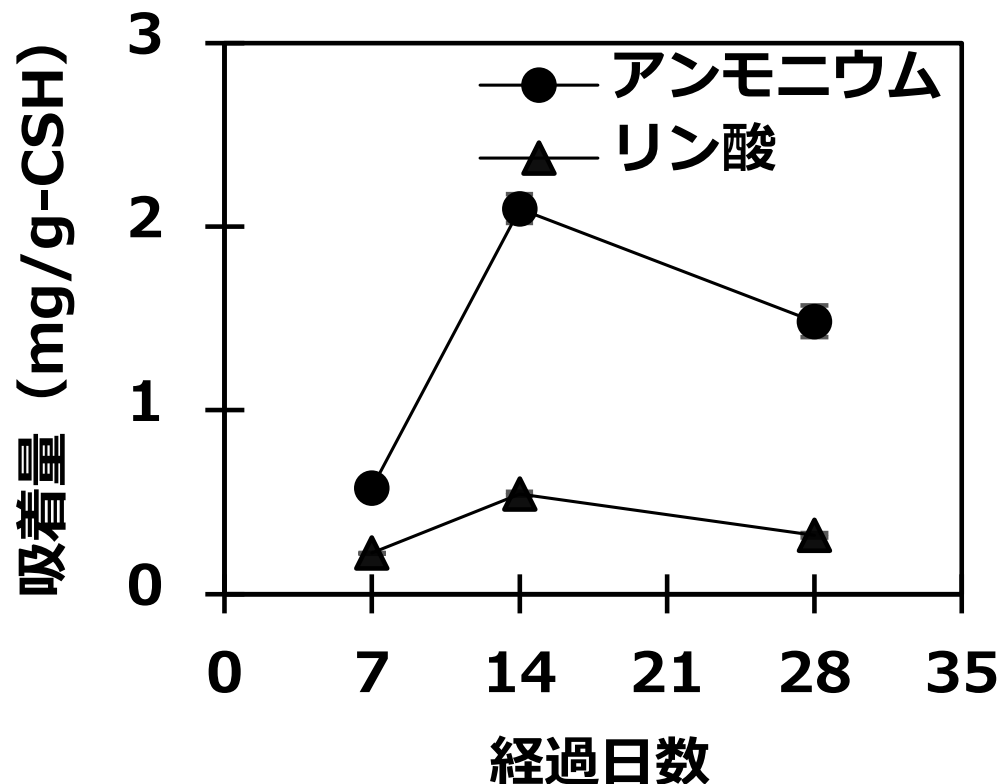
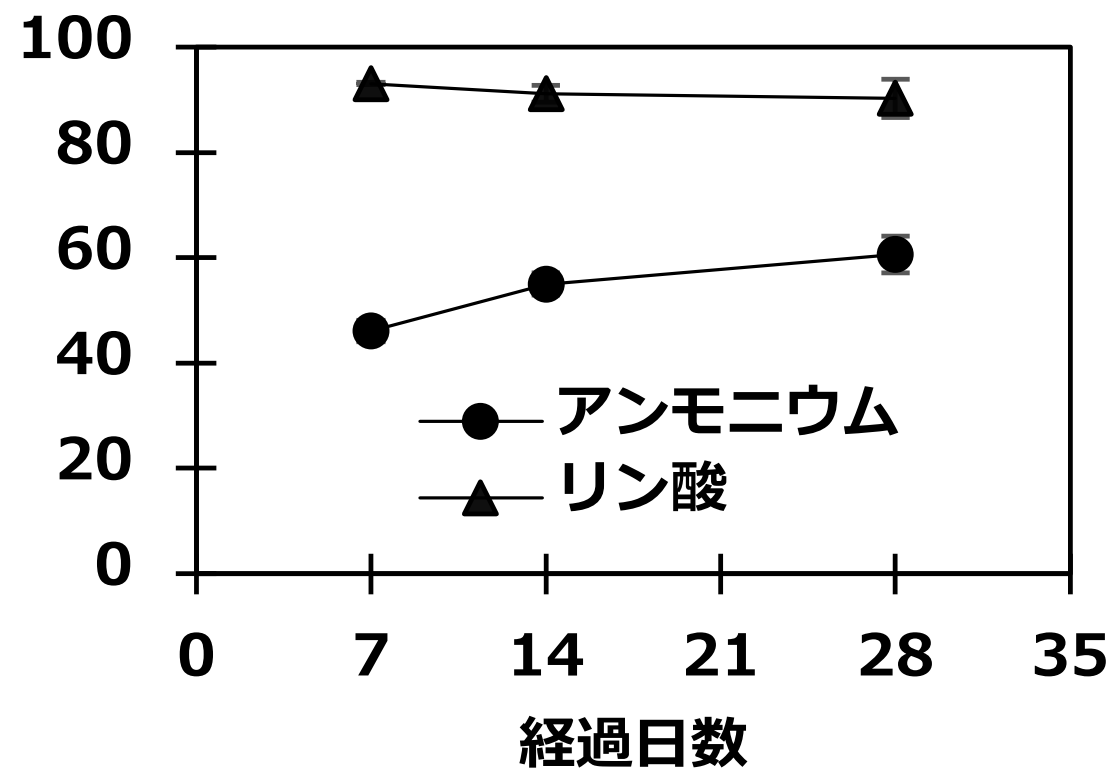
プロセスの簡略化，廃棄物の利用

本技術の適用により、製造コストの削減が期待される

新技術の効果

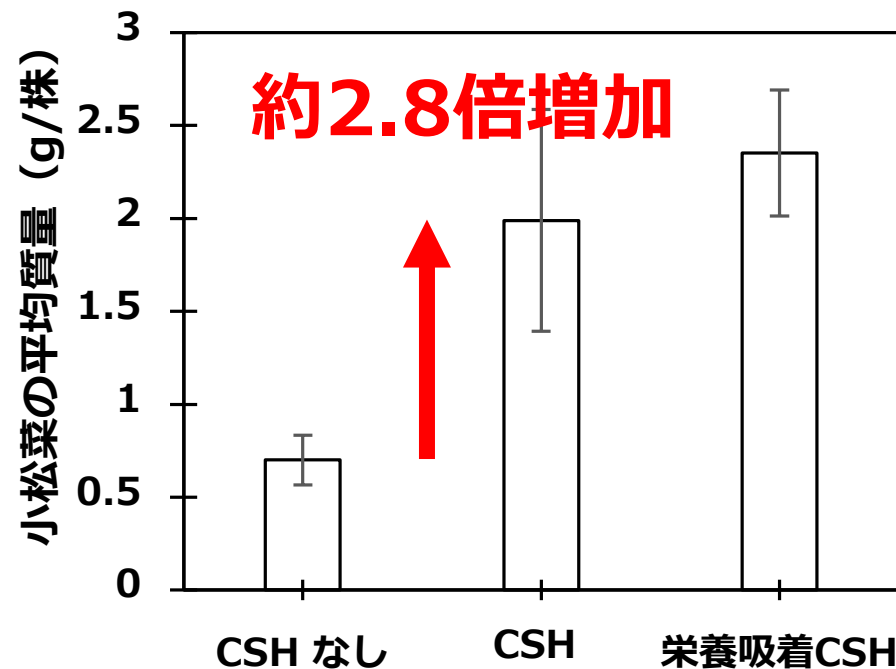


除去率 (%)

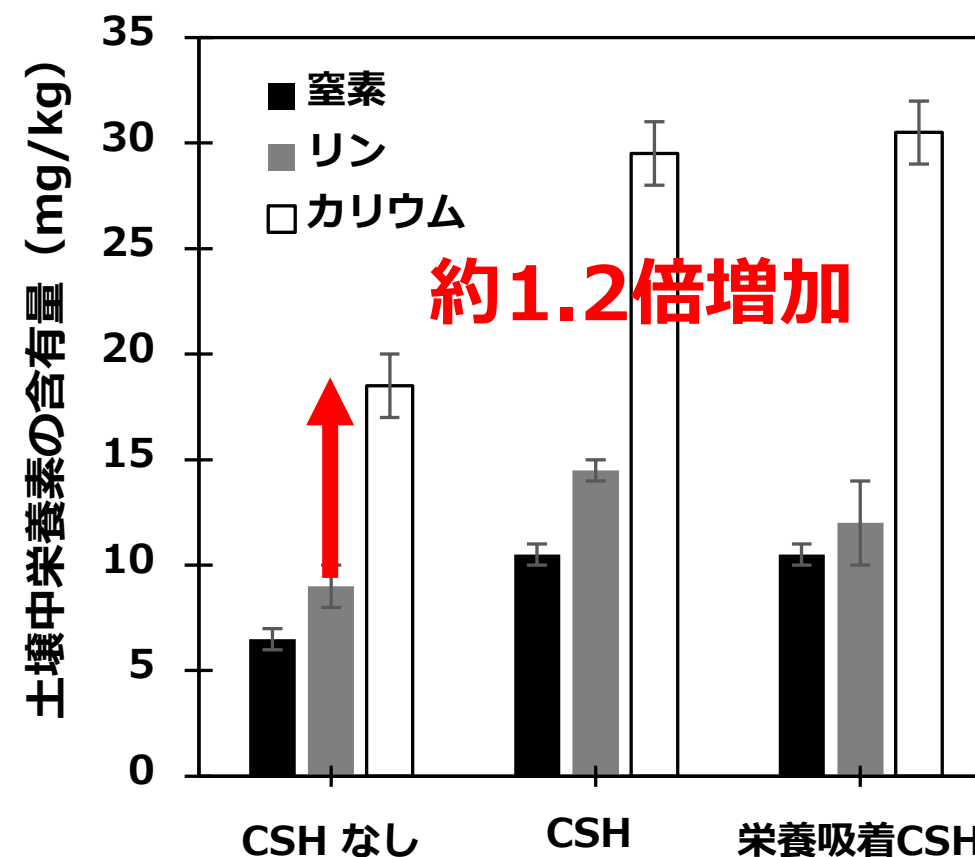


本製造法を利用しても、
栄養塩類を**吸着**できる

新技術の効果

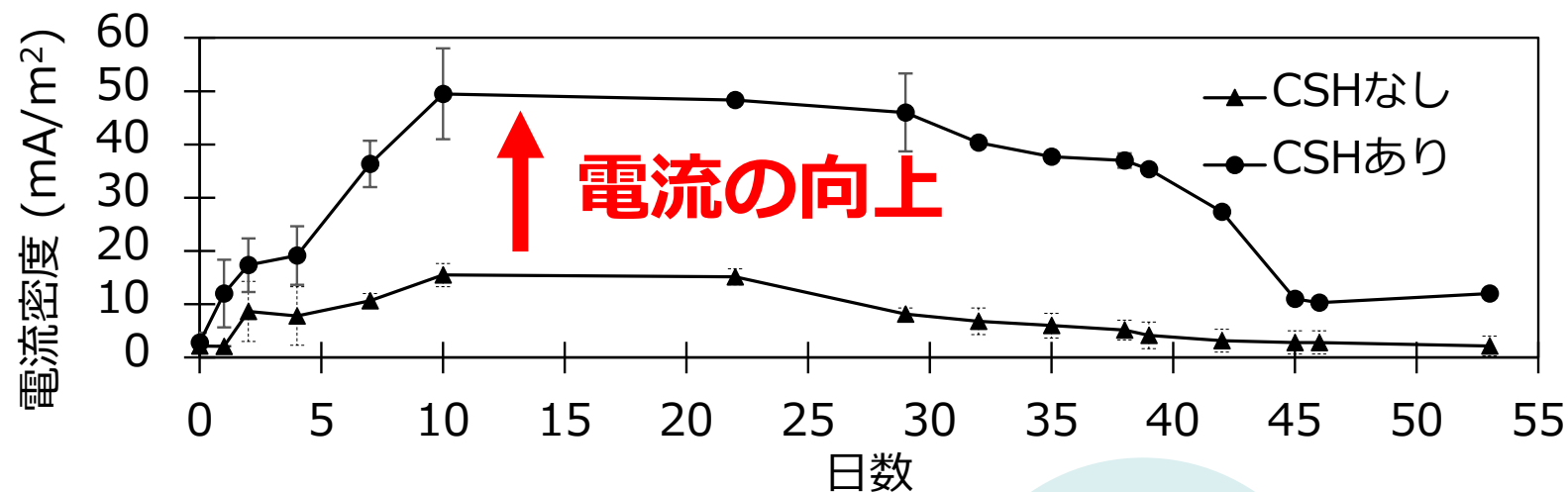
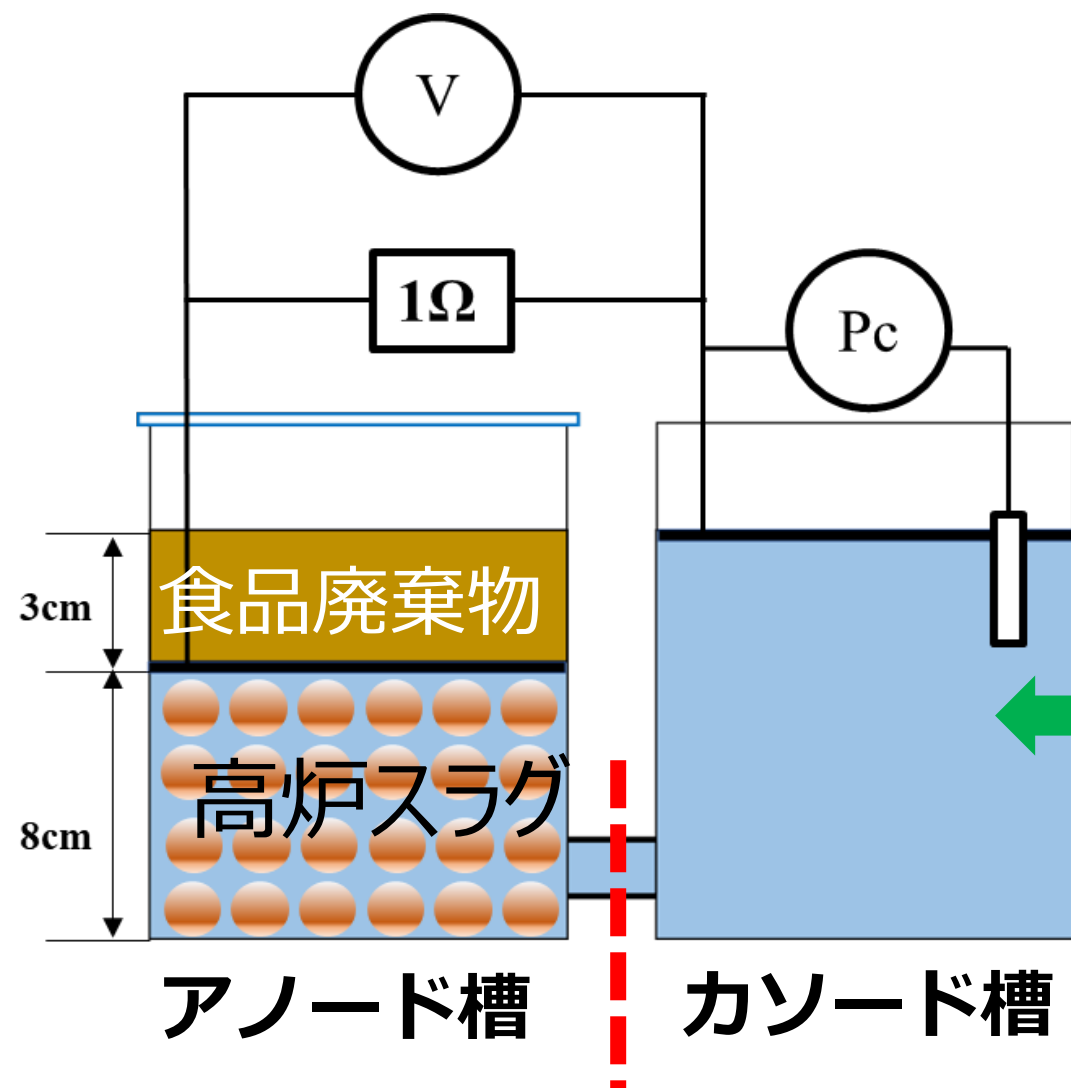


肥料としての効果が確認された



消化液に適用することで、肥料生産が可能に

微生物発電への応用も可能



CSH



性能が経時的に低下
(短い発電期間)

イオン交換膜なし ➡ カソード槽への物質拡散

食品廃棄物の処理

本技術

電力回収

肥料生産

特願2026-017461

想定される用途

- 本システムは、メタン発酵期間を短縮できることから中・小規模の農畜産現場において、メタンガス生産に関するメリットが大きいと考えられる。
- また、肥料成分の吸着効果も有することから、食品加工現場や下水処理プラントへの導入においても高い有用性が期待される。
- さらに、肥料成分を吸着したCSHは、そのまま肥料資材として利用可能であるため、農業生産分野への展開も可能であると考えられる。

実用化に向けた課題

- 現在、本技術は**基本構造**を確立し、ラボスケールでの効果確認を完了している。一方で、**スケールアップ**に伴う性能変化の評価が必要である。
 - また、**製造可能性**についても検証が求められる。
-
- 今後、**機械メーカー**と共同研究を行い、システムの構造設定を行っていく。
 - さらに、実用化に向けて、**製造システムの性能評価**を実施する必要がある。

社会実装への道筋

時期	取り組む課題や明らかにしたい原理等	社会実装への取り組み等
現在	● ラボスケールの検証が完了し、 実証実験の段階にある	
2年後	● 機械メーカーと共同でシステム の確立	試作・デモンストレーション実施 【知的財産活用商品化支援事業 へ応募し、研究資金獲得】
5年後	● システムの商品化 ➤ バイオガス・肥料の生産能力の評価 ➤ 肥料効果の評価	実証データの提供 【スタートアップ知的財産支援 事業へ応募し、研究資金獲得】
8年後	● システムの販売 ➤ 運転データの収集	システムの提供・サービス改善

企業への期待

本技術の効果は既に確認されており，装置の製品化技術を有する機械メーカーとの共同研究を希望する

バイオガス生産企業や農業分野への展開を検討している企業にとって，本技術の導入は有効である

企業のノウハウを活用することで，社会ニーズに適合した装置開発が可能である

企業への貢献

本技術はシンプルな構造を有し，製造プロセスの簡略化が可能であるため，製造および維持管理コストの削減に貢献できる

廃棄物（鉄鋼スラグ，粃殻炭）を活用することで環境保全に寄与するとともに，地域資源の利用により事業化が容易である

本技術は科学的根拠に基づき，現在は実証段階にある．本格導入にあたっては，技術指導を全面的に支援する．

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : メタンガスの製造方法
- 公開番号 : 特開2025-110820
- 出願人 : 東京農業大学
- 発明者 : トウ ナロン

- 発明の名称 : ケイ酸カルシウム水和物系材料の製造方法
- 出願番号 : 特願2025-157787
- 出願人 : 東京農業大学
- 発明者 : トウ ナロン

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 肥料成分を回収できる微生物燃料電池
- 出願番号 : 特願2026-017461
- 出願人 : 東京農業大学
- 発明者 : 藤 ナロン

お問い合わせ先

東京農業大学

研究・産学官地域連携推進部 知的財産担当

T E L 0 3 - 5 4 7 7 - 2 5 3 2

e-mail c h i z a i @ n o d a i . a c . j p