

NEDO再生可能エネルギー分野成果報告会2025 プログラムNo.1-7

新エネルギー等のシーズ発掘・事業化に向けた技術研究開発事業
フェーズC(バイオマス利用促進分野)

自然乳酸発酵前処理でメタン発酵日数短縮と メタン収率を向上させる低炭素化技術の確立

発表：2025年7月17日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 村岡 英樹

*団体名 (企業・大学名など) (株)ヴァイオス、(国)九州大学、(国)京都大学

問い合わせ先 株式会社ヴァイオス E-mail:muraoka@vioce.jp TEL:0736-66-9356

1. 目的

食品廃棄物の中でも生ゴミのリサイクル率が低いという課題は収集過程における衛生的貯留にある。「自然乳酸発酵前処理」と呼ぶ新たに開発した新技術で、衛生的貯留を実現させながら、メタン発酵の日数短縮とメタン収率を向上させることで、メタン化システム全体の採算性の向上を達成し、我が国のバイオマス発電分野におけるメタン発酵技術の更なる普及加速を目指す。

2. 期間

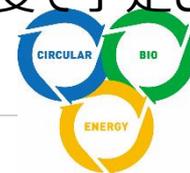
2024. 5. 16 ~ 2027. 1. 31

3. 目標（中間・最終）

本研究においては、収集拠点での「自然乳酸発酵」による一次処理を行う研究開発を行うことで、原料となる生ごみを衛生的に保ちつつ7日間以上と貯留期間を長くする技術を確認することを前提条件としたうえで、仮説検証・評価・大規模実証研究・再評価・経済性ならびに市場評価の獲得をステージとして研究をおこなう。

4. 成果・進捗概要

本研究により後段のメタン発酵に関してバイオガス回収量を最大化（10%以上のガス収量の向上と10%以上の発酵日数の短縮）する最適化研究を行っている。本研究では大規模実証のために製作した試作機を実際のユーザーに試用してもらう導入調査の実施を2025年度で予定している。



これまでの研究（フェーズB） ①



項目	目標（値）	現状での達成状況	残された課題とその対応
①乳酸発酵を利用した前処理技術の高度化			
常温下における優 先乳酸菌の選定	自然乳酸発酵による衛生的貯留 7日間の実現乳酸濃度を3.5日 以内に所定値まで上昇	乳酸処理の技術に関しては 技術・コスト両面でテスト 機で確立した	乳酸処理の活性化効率の向 上のために複合乳酸菌群を 作成する
②メタン発酵におけるエネルギー回収工程の高度化			
エネルギー回収工 程の高度化	メタンガス回収量で10%以上、 エネルギー回収量増加と発酵日 数を合わせて20%効率化	メタンガス回収量で10%以 上をほぼ実現。発酵日数の 短縮2割実現については検 証途中	成果の取りまとめや再現試 験を実施中である 次フェーズで実生ゴミによ る長期連続試験と反復試験 を計画
③システムの実用化に向けた検証			
オンサイト型の 乳酸処理装置の 設計	乳酸を所定濃度で保持し、後段 のメタン発酵のガス収率目標を 達成する装置設計	技術はほぼ確立も量産普及 機の設計には未着手	図面などを作成し提案内容 をブラッシュアップ予定



これまでの研究（フェーズB）

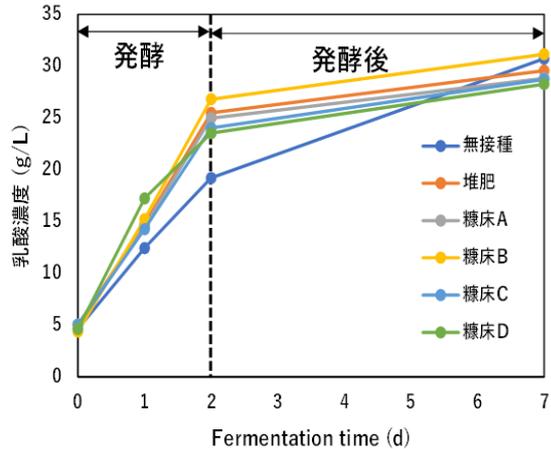


表1 中温発酵における乳酸濃度変化

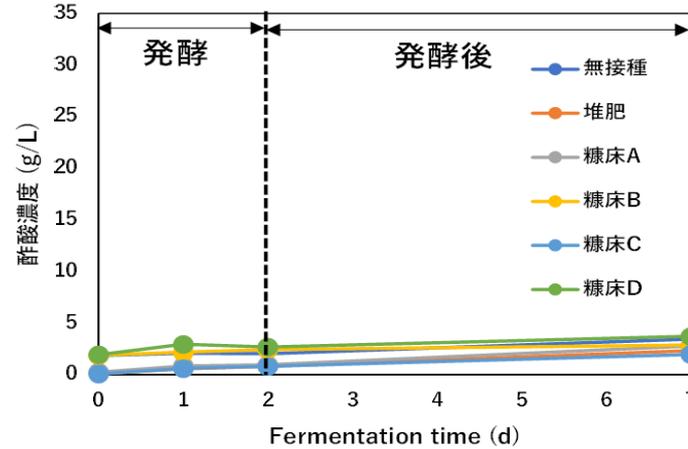


表2 中温発酵における酢酸濃度変化

所定乳酸濃度に3.5日以内に達成、また悪臭物質の因子となる酢酸ができる酸発酵経路は抑制されていることを確認。

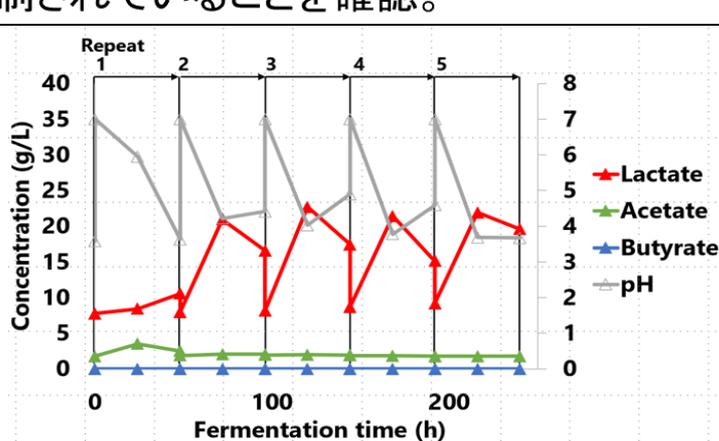


表3 生ごみ中温繰り返し流加発酵試験

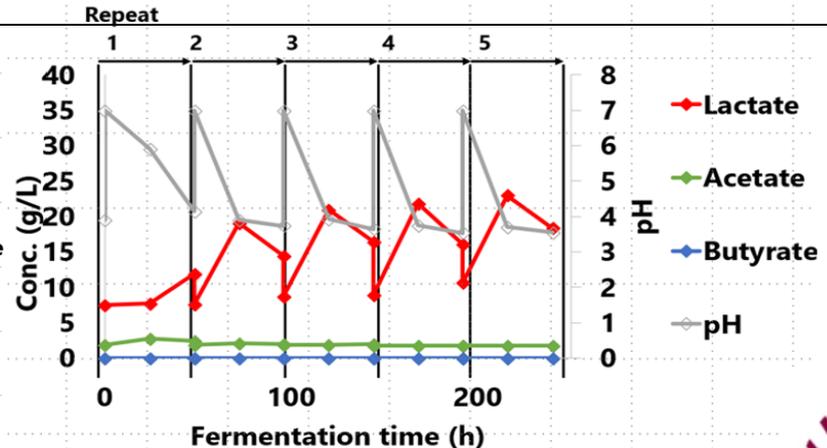


表4 汚染菌存在下での生ごみ中温繰り返し流加発酵試験



これまでの研究（フェーズB）

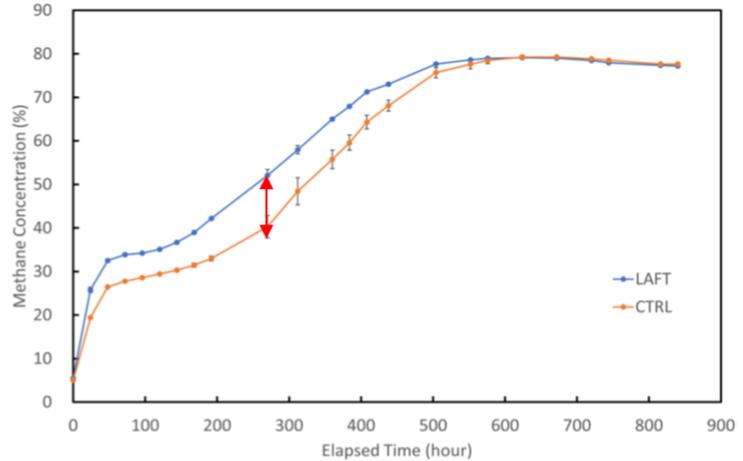
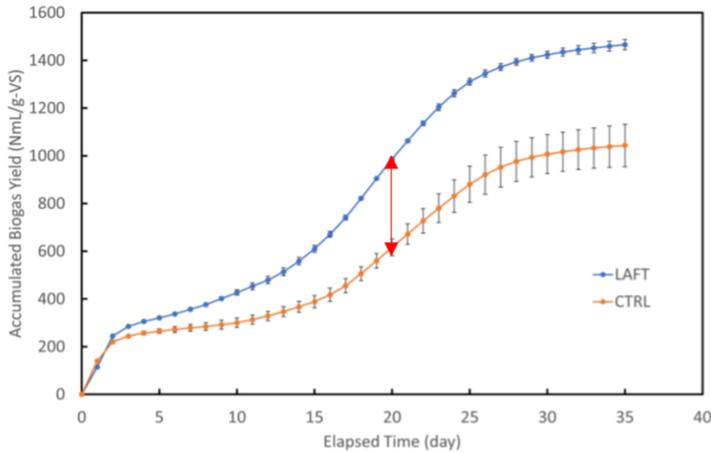


表7・8 乳酸前処理の有無によるバイオガス発生量・メタンガス濃度（VSあたり）

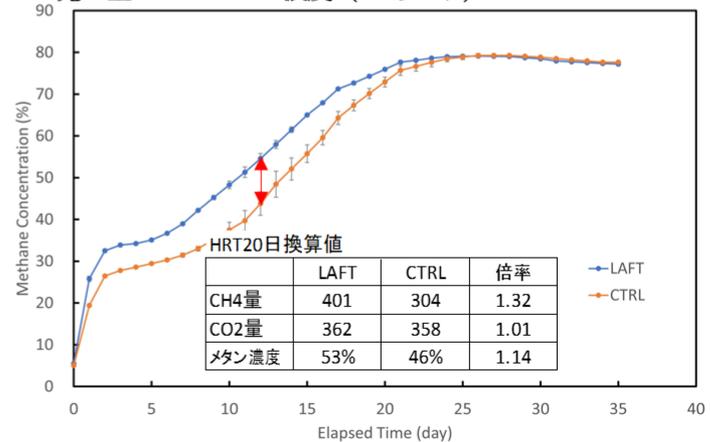
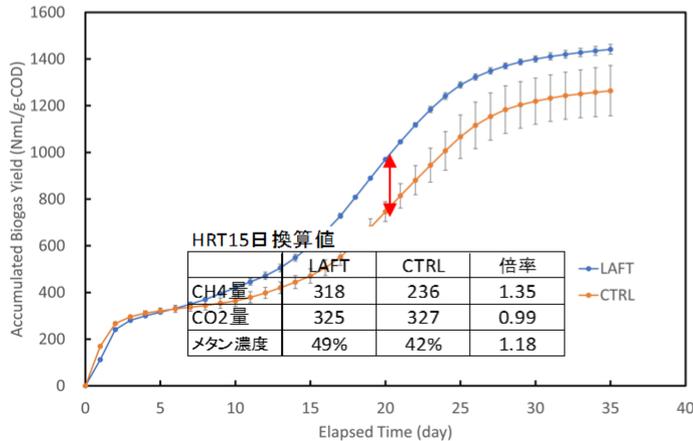


表9・10 乳酸前処理の有無によるバイオガス発生量・メタンガス濃度（CODあたり）

メタンガス回収量で15%以上増加を確認、発酵日数短縮については反復試験が必要



これまでの研究（フェーズB）

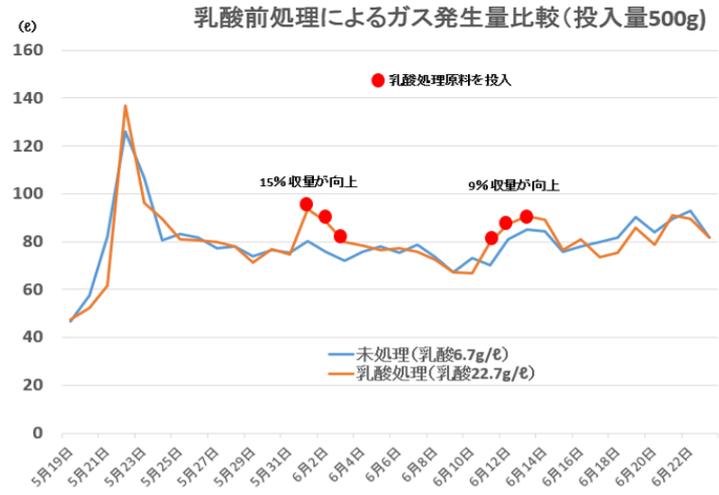
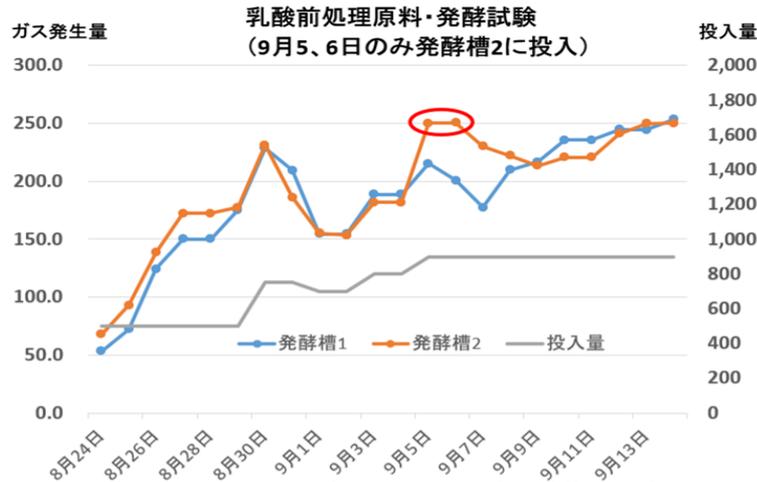


表11・12 乳酸発酵物を一定期間のみ投入した場合のバイオガス発生量の差異の試験結果

テスト機でのガス回収量で10%以上の増加について確認した(原料は食堂残渣を使用)

【まとめ】

常温下での自然乳酸発酵による衛生的貯留7日間の実現に対して、**初期投入時のみpH調整のため中和処理と種菌投入だけで(高度乳酸発酵は80℃の加温と随時の薬剤中和が必要)、流加(繰り返し)発酵することが確認され、優れた経済性を発揮することが確認された。**

また、メタンガス収量10%ならびに発酵日数10%短縮の合計20%の効率向上について、概ね実現できていることが確認された。



本事業のテーマ



研究開発 項目	目標	目標設定の根拠・理由
①	これまでの研究開発によって確立した乳酸処理の技術にを長期連続試験を通じて、ノウハウの蓄積と新たに複合乳酸菌群の探求をおこなう	地域性・季節性のある生ごみへの対応と、外気温変動に対応するため、ノウハウの蓄積と新たに複合乳酸菌群の探求が必要
②	大規模実証機サイズでも乳酸濃度を所定濃度まで1.0日以内に上昇を目指す	食品加工場などのオンサイト処理のニーズから1日での処理をラインナップが必要
③	メタンガス回収量で10%以上エネルギー回収量増加と発酵日数の合計でを20%の効率向上	ガス収量の増加は既に確認も、発酵日数の短縮2割実現の検証については、実生ごみによる大規模実証において長期連続試験と反復試験が必要
④	大規模実証機でもガス量増加、発酵日数短縮を実現	自治体・大企業への販売については実機での連続試験評価が重要



本事業での新たな発見



実生ごみを投入する反復試験によって、乳酸菌の優占種に変化が見られた。

1. フェーズBで探索した自然乳酸発酵に適した乳酸菌

秘匿事項

乳酸菌A

秘匿事項

乳酸菌B

秘匿事項

乳酸菌C

2. 本研究によって新たに探索した自然乳酸発酵に適した乳酸菌

秘匿事項

乳酸菌A

秘匿事項

(新)乳酸菌D

乳酸菌Aに共存し効率を上げる(新)乳酸菌Dが存在することが判明した。

この他、外気温の影響を受けたせいか12月・1月の乳酸発酵の効率が低下した事象も見られ、保温の有無を踏まえた複合菌の選定が必要とされる課題も判明

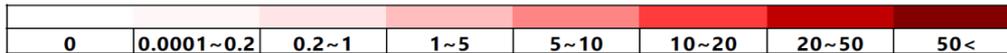


菌叢解析による評価

Bacterial community –with

乳酸菌A

● Dominance ratio(%)



A: Homo
B: Hetero
C: Non lactic acid bacteria

	1cycle(0)	1cycle(4)	1cycle(7)	2cycle(4)	2cycle(7)	3cycle(4)	3cycle(7)	4cycle(4)	4cycle(7)	Bacteria Name	
No.1										乳酸菌A	A
										新乳酸菌D	A
										その他乳酸菌	B
No.2										乳酸菌A	A
										新乳酸菌D	A
										その他乳酸菌	B
No.3										乳酸菌A	A
										新乳酸菌D	A
										その他乳酸菌	B
No.4										乳酸菌A	A
										新乳酸菌D	A
										その他乳酸菌	B
No.5										乳酸菌A	A
										新乳酸菌D	A
										その他乳酸菌	B
No.6										乳酸菌A	A
										新乳酸菌D	A
										その他乳酸菌	B

大学食堂の生ごみを原料とした連続試験において2サイクル目から新乳酸菌D種が発現した。



反復試験による再現性評価②

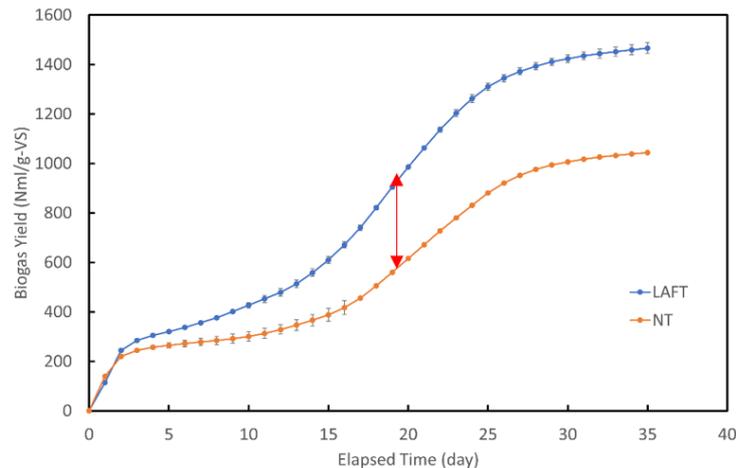
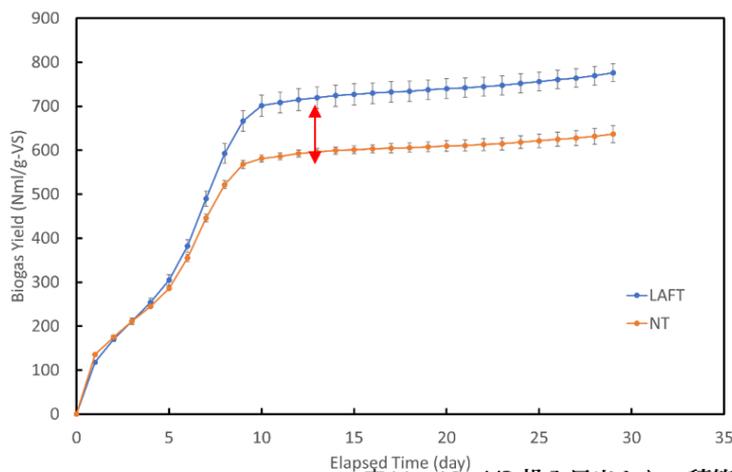


表11・12 VS投入量当たりの積算バイオガス発生量の平均値(汚泥と野菜くず)

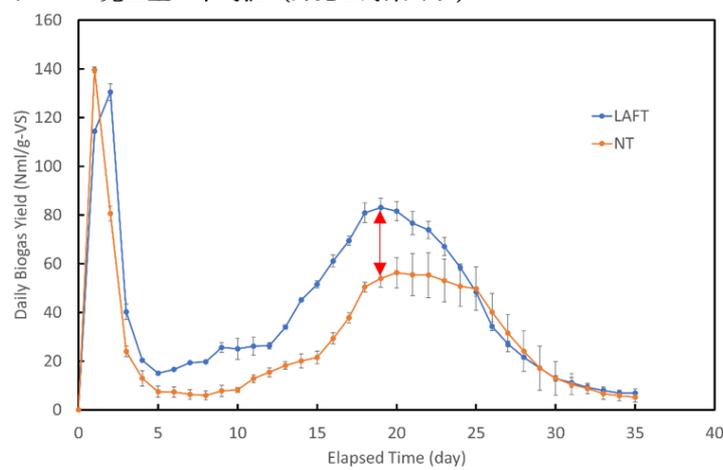
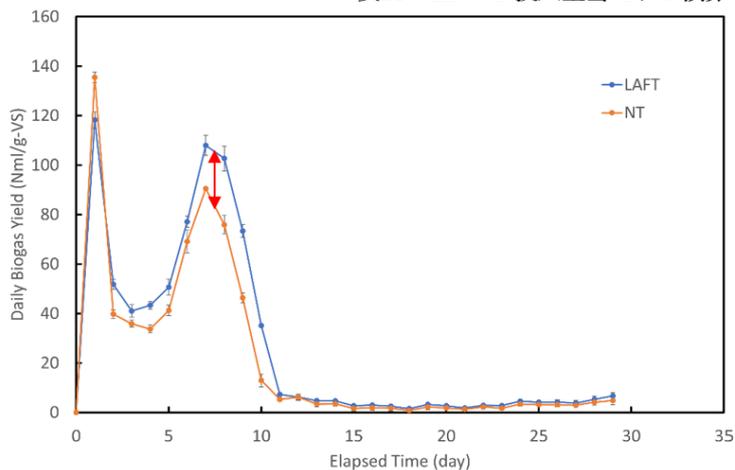


表13・14 VS投入量当たりの1日のバイオガス発生量の平均値(汚泥と野菜くず)

バイオガス回収量で20%以上増加を確認、発酵日数短縮については反復試験が必要

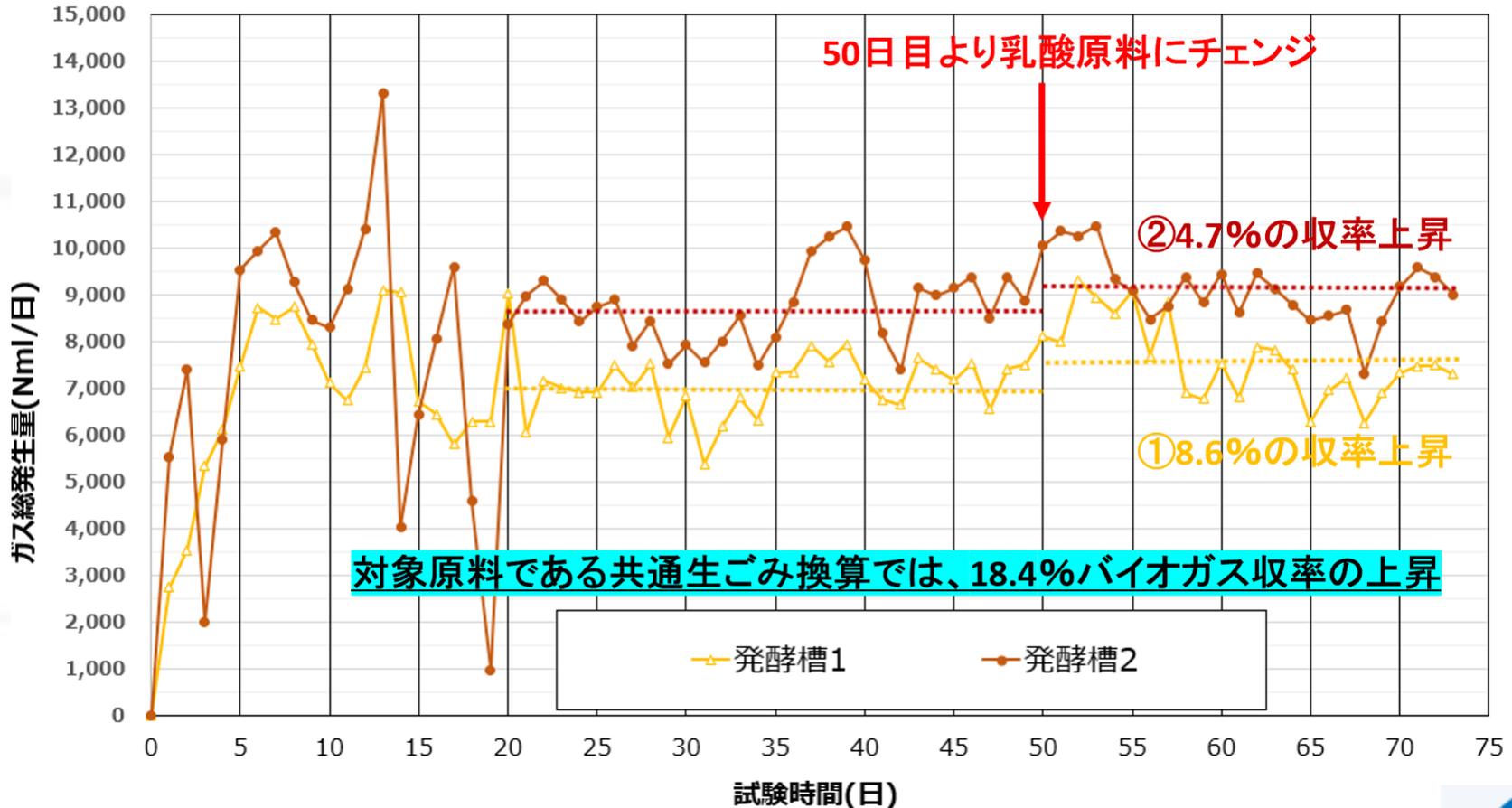
反復試験による再現性評価②



10L発酵試験①②

発酵槽1: 共通原料50g + 汚泥75g

発酵槽2: 共通原料50g + 汚泥150g



生ごみ + 汚泥の試験でも効果が検証された。



今後の実証予定

実証機を用いてフィールドで1年超の長期連続試験を実施（2025年5月導入）



陸前高田市の導入した乳酸発酵前処理ならびにメタン発酵実証機（原料は生ごみと汚泥）

