

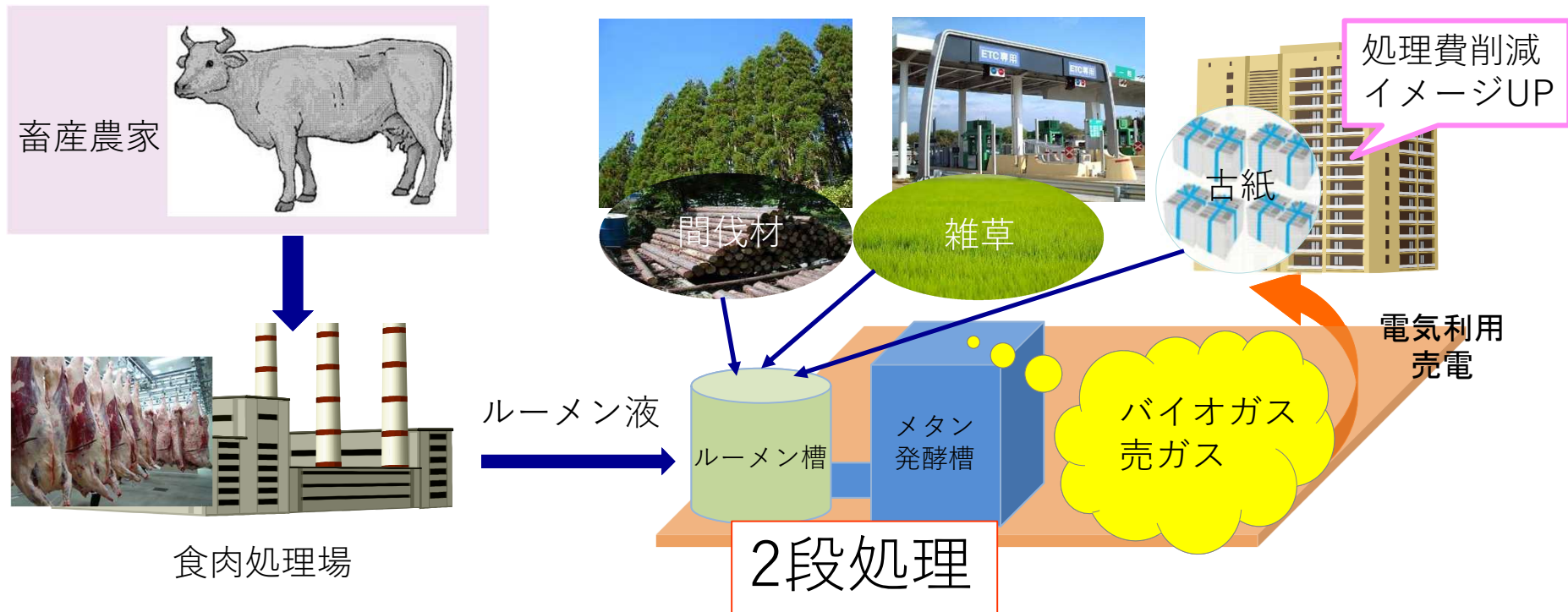
JPMJTR20U4

# 牛ルーメン液を活用したリグノセルロース バイオマスのメタン変換効率の改善

東北大学大学院農学研究科  
准教授 多田千佳

2022年2月18日

## 従来法



1. 従来法: 前処理+メタン発酵処理の2段階処理  
→ 新法: 1段階処理でリグノセルロースバイオマスのガス化効率UP
2. リグノセルロース廃棄物を利用してルーメン微生物群集の培養

# 既往研究：1 段処理の効果についての



pubs.acs.org/estengg



Article

## Understanding the Anaerobic Digestibility of Lignocellulosic Substrates Using Rumen Content as a Cosubstrate and an Inoculum

Xavier Fonoll,<sup>1</sup> Shilva Shrestha,<sup>1</sup> Samir Kumar Khanal, Joan Dosta, Joan Mata-Alvarez, and Lutgarde Raskin\*

Cite This: ACS EST Engg. 2021, 1, 424–435

Read Online

ACCESS |

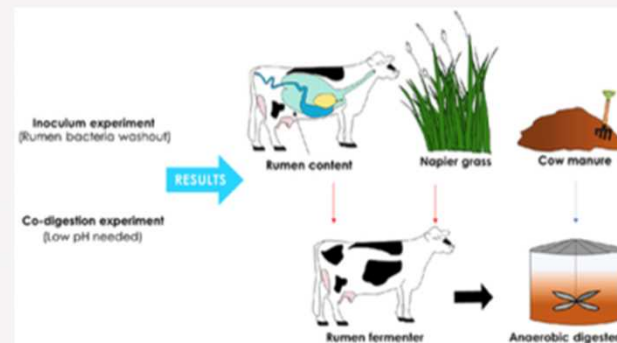
Metrics & More

Article Recommendations

Supporting Information

**ABSTRACT:** While rumen microorganisms are known to facilitate the hydrolysis of lignocellulosic substrates in anaerobic digestion (AD), it is unclear how rumen content can be used to maintain rumen microorganisms in continuous-flow AD systems. We used rumen content as either an inoculum or a cosubstrate in two separate AD experiments, and performed microbial and multivariate statistical analyses to study how to best use this resource to enhance AD. Hydrolytic bacteria such as *Fibrobacter* spp. remained present for two months of reactor operation when the rumen content was used as an inoculum, producing 0.3–0.5 g of short-chain fatty acids (SCFA) as acetic acid per gram of volatile solids (VS)<sub>fed</sub>. The lack of acetoclastic methanogens in the rumen content initially led to the accumulation of SCFA (10–15 g of SCFA as acetic acid per liter) as well as a low pH (5.9–6.8) and a low methane yield (0.02–0.05 L of CH<sub>4</sub> per gram of VS<sub>fed</sub>). The reactor performed similarly (0.1–0.2 L of CH<sub>4</sub> per gram of VS<sub>fed</sub>) to the control, which was not inoculated with rumen content, toward the end of the experiment, and the microbial analyses showed a washout of the rumen bacteria. Rumen hydrolytic bacteria remained in the reactor during the codigestion experiment. However, the methane yield (0.1–0.2 L CH<sub>4</sub> per gram of VS<sub>fed</sub>) was similar to that of the control reactor, which did not receive the rumen content as a cosubstrate, because the reactor conditions (pH > 6.9) were not favorable for the activity of rumen bacteria. Our analyses suggest that using rumen content as a cosubstrate at a low pH (6.0–6.5) is necessary to maintain rumen hydrolytic bacteria and enhance hydrolysis.

**KEYWORDS:** Rumen, anaerobic codigestion, *Fibrobacter*, lignocellulosic biomass, hydrolysis



2021年の論文で牛糞ベースにしたメタン発酵にルーメン液を入れ、ナピアグラスを入れて発酵した。

→しかし、メタン収率はコントロールとほとんど変わらなかった。

1段処理はよくない??

「本技術」は、**低環境負荷で安価な物質の添加**によって、以下を実現したものである。

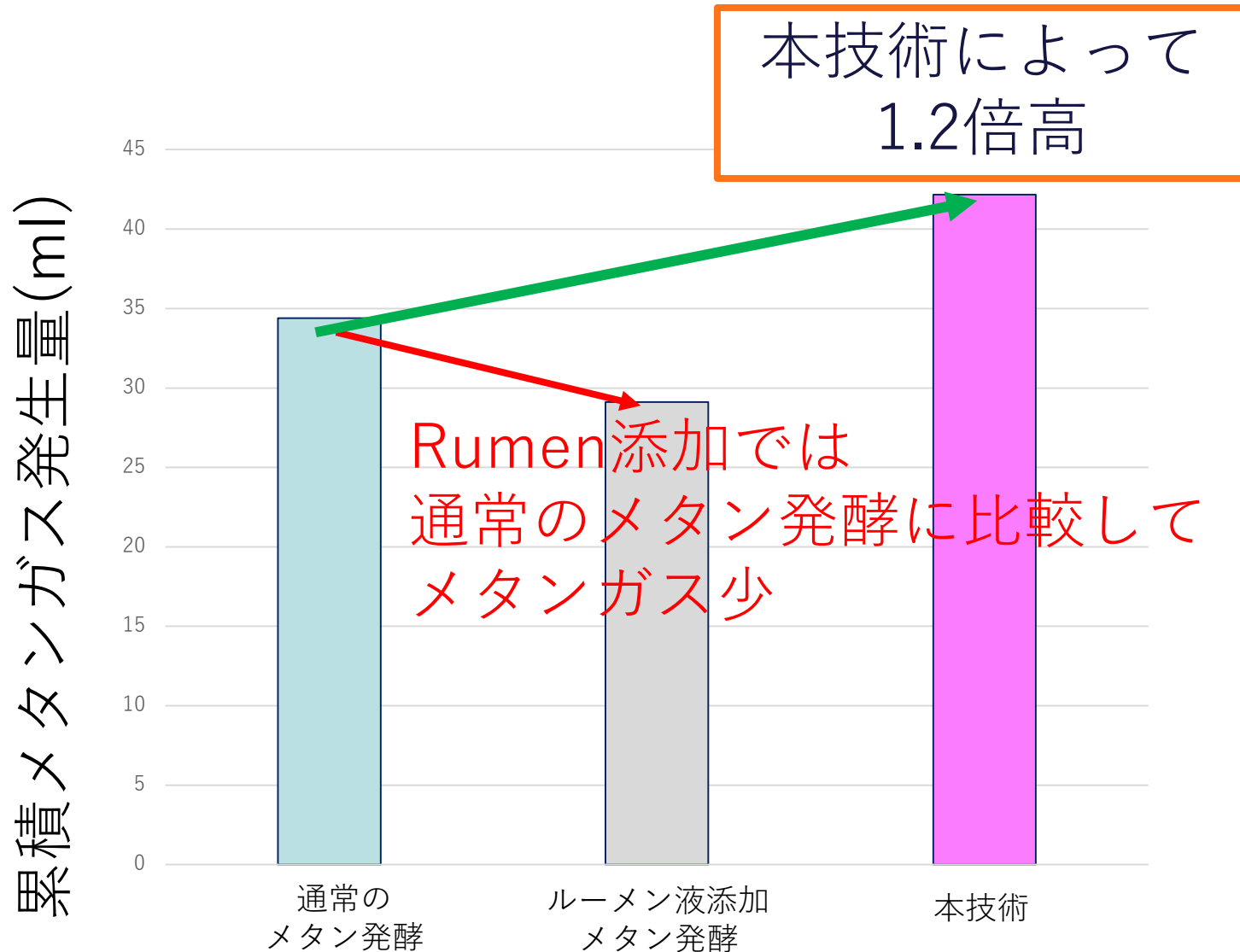
- ・ルーメン液の添加に伴うメタン発酵微生物の発酵能の低下防止
- ・セルロース分解やメタン発酵に寄与する微生物の共存環境の整備
- ・メタン発酵微生物の発酵能の向上

**⇒ その結果、1段処理で、メタン変換効率の顕著な向上を達成した。**

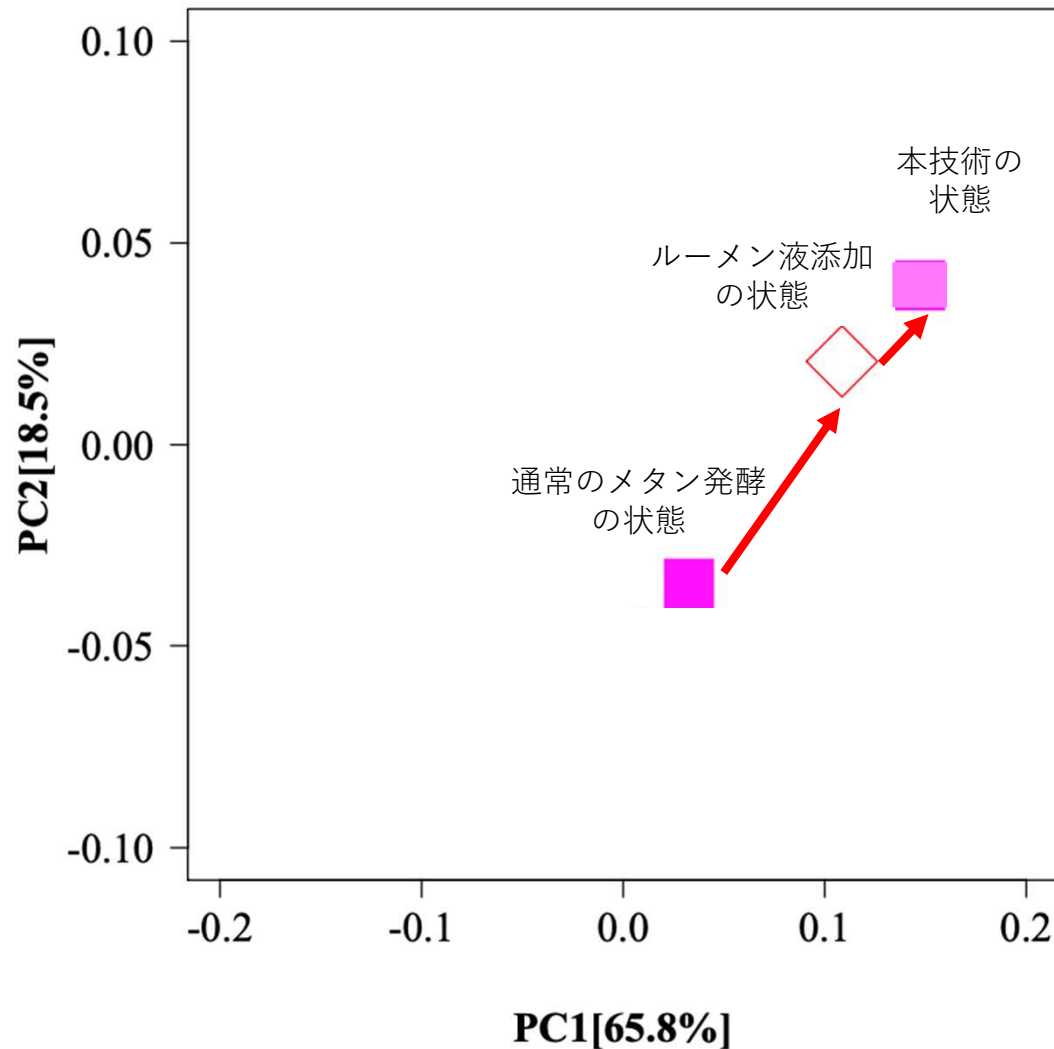
## 新技術の特徴・従来技術との比較

1. メタン発酵槽に直接牛胃液等添加により、リグノセルロースの分解を促進
2. 前処理タンク設置が不要になり、既存メタン発酵にも適用可能
3. メタン変換効率を通常のメタン発酵に比較して1.2～3.6倍高める

# 紙とコーヒーが原料の場合、ルーメン液添加による悪影響と本技術の促進効果



# 本技術による微生物群集構造の違い（主座標分析）



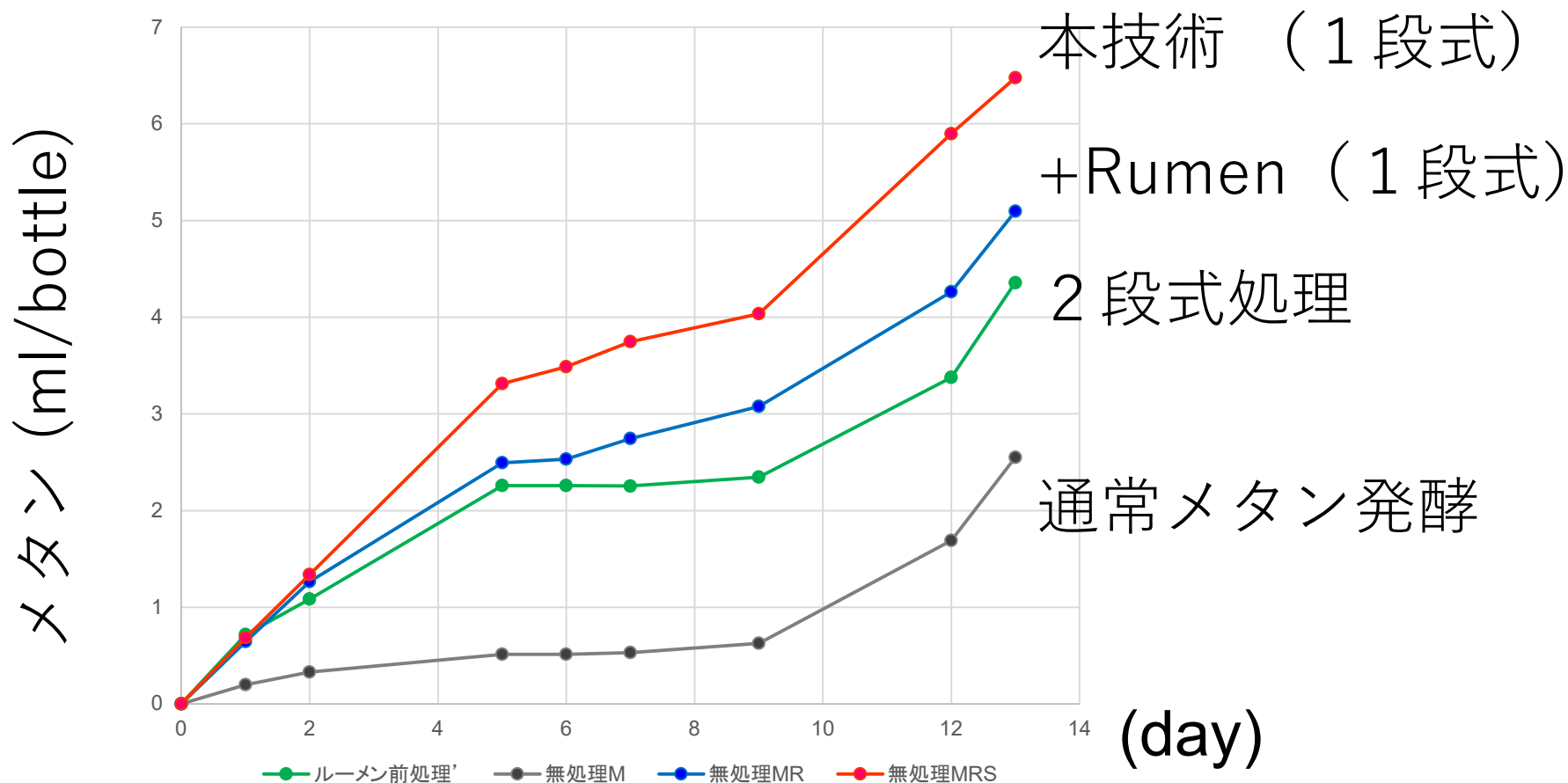
ルーメン液を添加すると明らかに、通常メタン発酵とは異なる微生物群集になる。

さらに、本技術によってもその群集シフトが見られる。

本技術によって

*Ruminococcus albus*  
*Butyrivibrio hungatei*  
*Prevotella ruminicola*  
多様なメタン菌 の維持

16S rRNAアンプリコンシーケンスによる微生物群集解析（細菌と古細菌を含む）



\*ルーメン液の持ち込み由来のメタンガス量は差し引いている。

本技術では無処理の2.5倍高い。  
+Rumenより1.3倍高い  
2段式処理 (ルーメン+メタン) より1.5倍高い



---

通常メタン発酵と比較しての  
メタンガス発生量

---

稲わら	1.25 倍
コーヒー滓	250 倍
ペーパースラッジ	1.4-5 倍
いちごの茎葉	2.5 倍

---

(バッチ試験の場合)

# 連続運転によるルーメン液等添加の効果の比較

投入原料：	乾燥茶葉（無粉碎）	1g/day
	コピー用紙(0.9 cm × 1.3 cm)	1g/day
	乾燥コーヒー滓(中挽き)	1g/day

## 成分：

セルロース	1.14 g/day
ヘミセルロース	0.12 g/day
リグニン	0.01 g/day

種菌：牛糞由来中温性メタン発酵種菌

本技術では、ルーメン液等をあらかじめ加えている。

HRT:20日，温度：35°C

## 通常メタン発酵

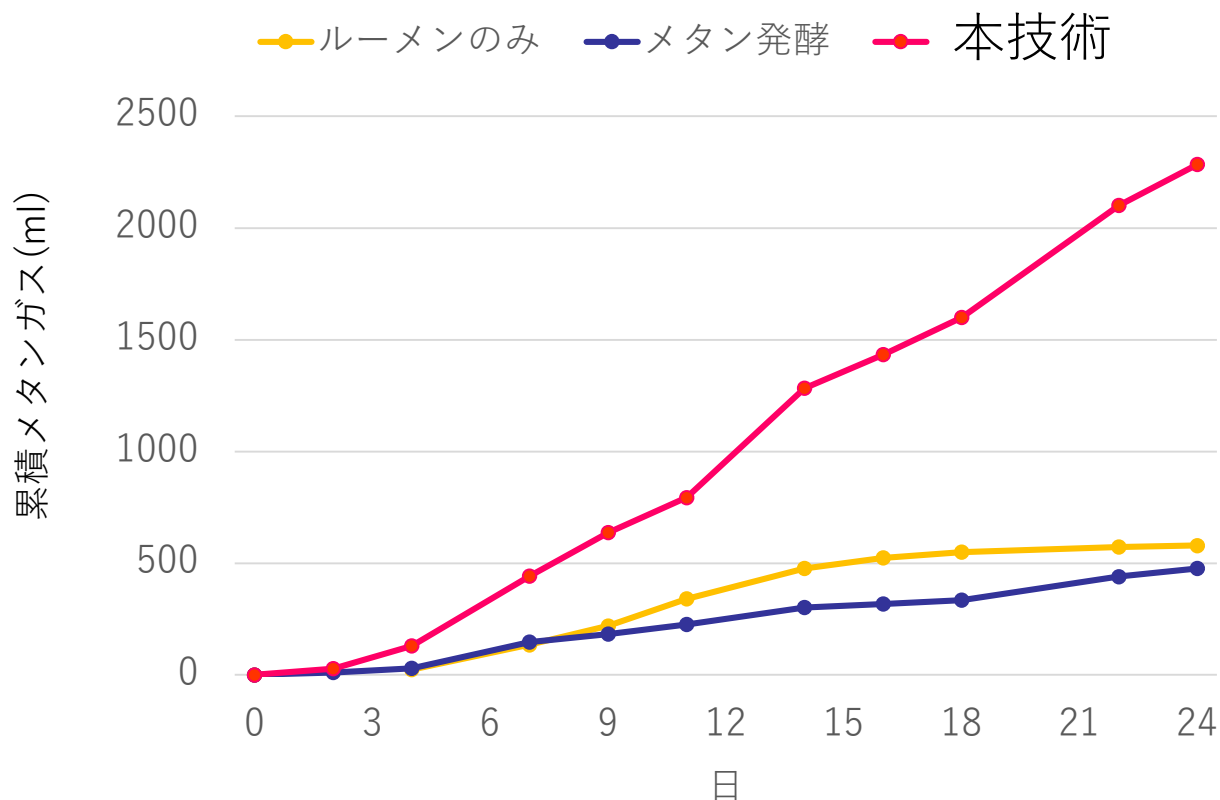


## ルーメン液等添加メタン発酵



通常メタン発酵では、紙などが溶けず、形が残っているがルーメン液等を添加したものは、それらが溶けている。

# 連続運転による本技術のメタン生成促進効果



3.6倍高い  
メタンガス発生量

最初のルーメン液等添加（本技術）によって、  
分解効果が20日以上続いた

## 想定される用途

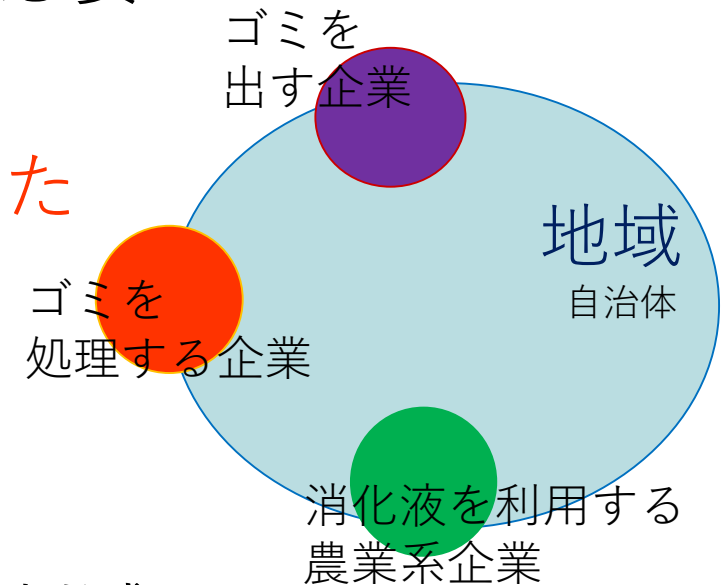
- 本技術によって、有機性廃棄物のメタン発酵処理性能を上げられる
- これまでメタン発酵処理に受け入れていなかった地域リグノセルロース系バイオマスも処理可能  
(古紙、雑草、農作物の茎葉、食品系でも難分解、など)
- 新素材 (CNFのような) も分解できるため、新素材の循環と再生可能エネルギー化に貢献

## 実用化に向けた課題

- 現在、実験室レベルでの連続運転は達成。しかし、実現場の廃棄物を用いた場合の効果が未解決
- 想定地域によって、バイオマスの種類がさまざま。地域を特定し、ゴミを排出する側、ゴミを処理する側にとって、メリットの出るあり方の計画
- 得られたバイオマスでメタン発酵し、その後の消化液の液肥としての価値の評価
- 地域内での資源循環の仕組みを形成

## 企業への期待

- メタン発酵施設設置の地域に合わせたバイオマスでの小規模プラント実験が必要
- メタン発酵技術を持つ企業を主体としたコンソーシアムによる共同研究を希望 (JST-ASTEP本格型など)
- リグノセルロース系廃棄物処理でCO<sub>2</sub>削減、再生可能エネルギー生産をアピール可能



# 本技術に関する知的財産権（1）

- 発明の名称 : 液状組成物
- 出願番号 : 特願2021-202026
- 出願人 : 東北大学
- 発明者 : 多田千佳、岡本将大



# 本技術に関する知的財産権（２）

- 発明の名称 : ルーメン液によるセルロース含有廃棄物を用いた有機酸発酵方法
- 特許番号 : 日本特許5920728  
米、英、独、仏で登録
- 出願人 : 東北大学
- 発明者 : 多田千佳、中井 裕、馬場保徳、  
福田康弘

# お問い合わせ先

東北大学産学連携機構知的財産部

T E L    0 2 2 - 7 9 5 - 5 2 7 0

F A X    0 2 2 - 7 9 5 - 5 2 8 6

e-mail : yurie.iino.d6@tohoku.ac.jp

toshio.kato.b2@tohoku.ac.jp

担当者：飯野由里江/加藤敏夫