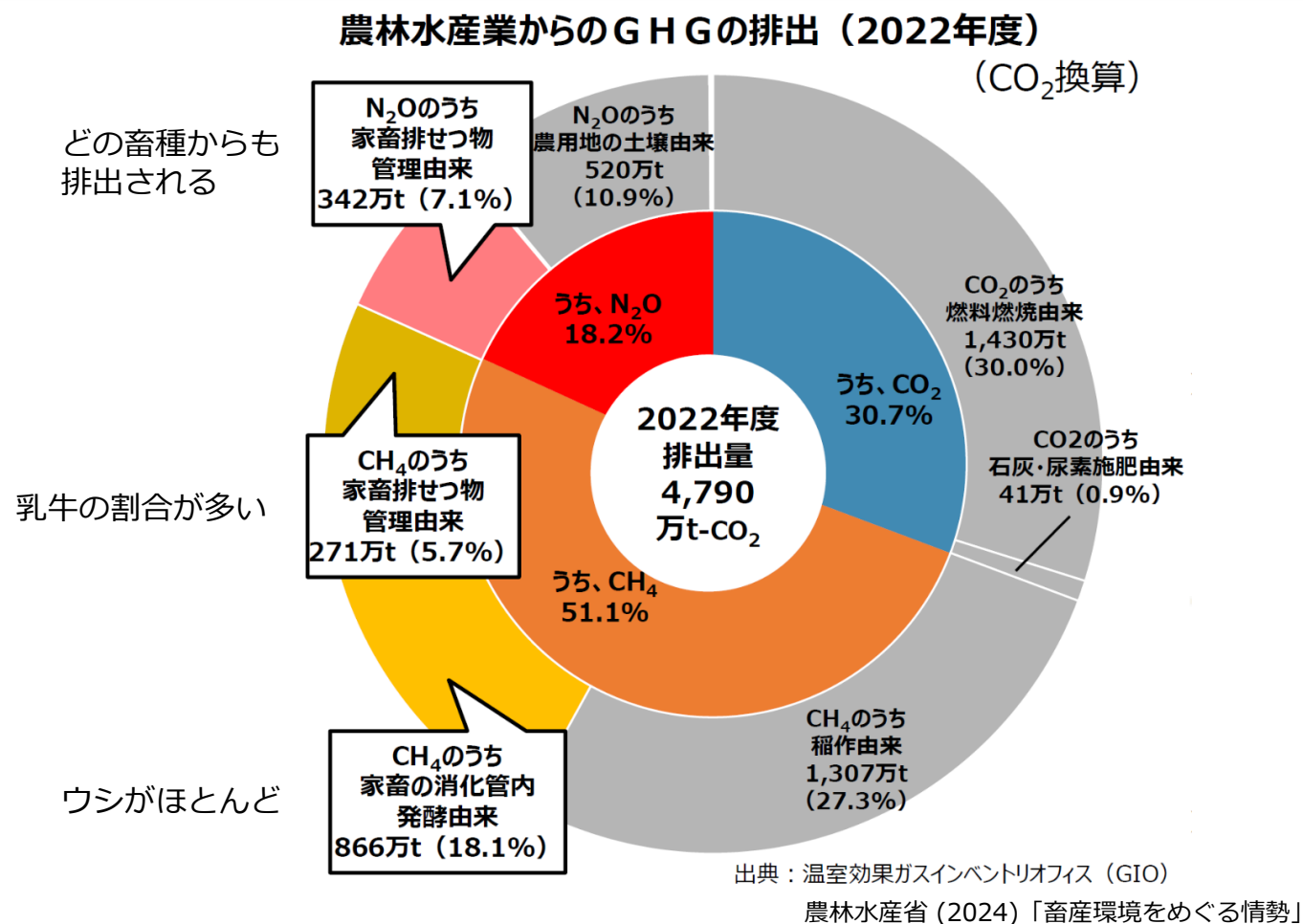


畜産からの温室効果ガスの削減について

農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門
荻野暁史

食料・農業・農村政策審議会企画部会地球環境小委員会 林政審議会施策部会
地球環境小委員会 水産政策審議会企画部会地球環境小委員会 第37回合同会議
2024年12月19日

日本の農業・畜産における温室効果ガス（GHG）

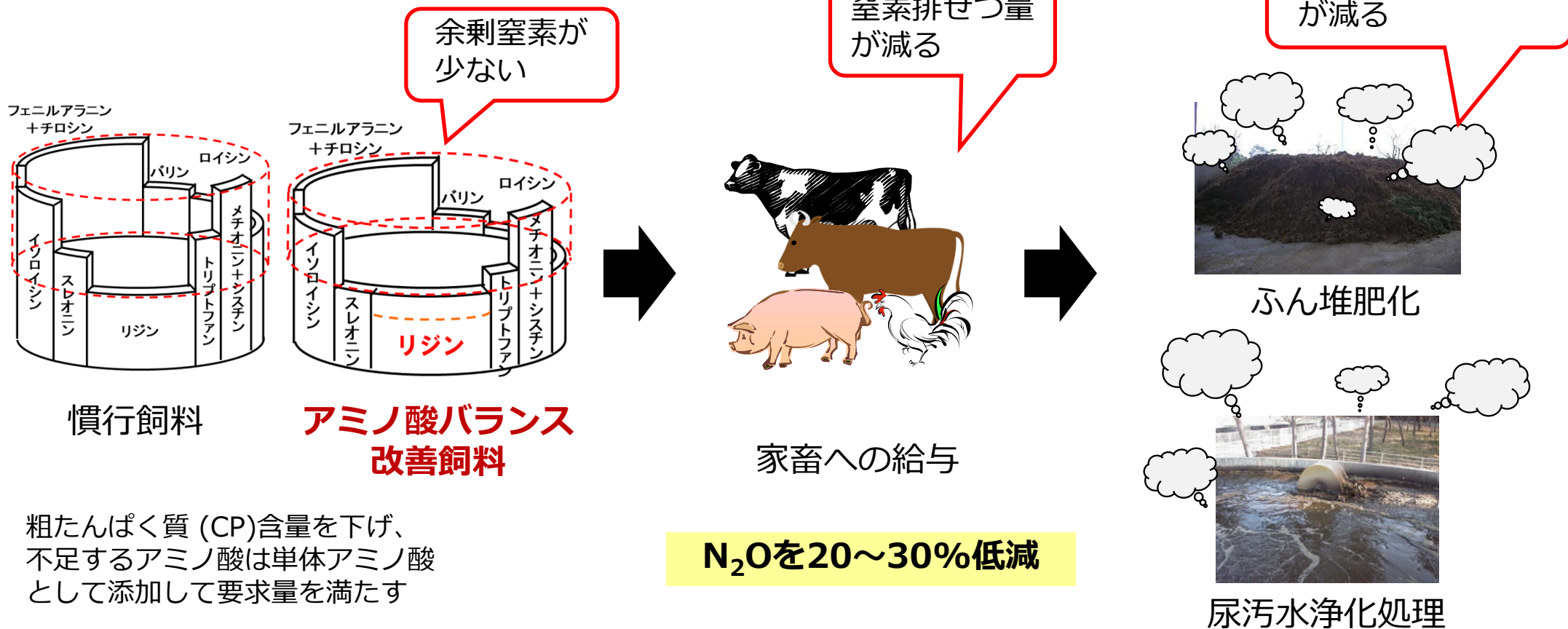


※値はCO₂換算値、CH₄：メタン、N₂O：一酸化二窒素

（参考）
日本全体のGHG排出量：約12億トン 1

GHG削減技術：現場への普及が期待されるもの1

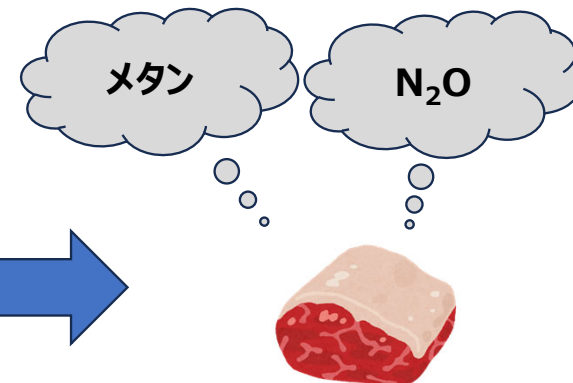
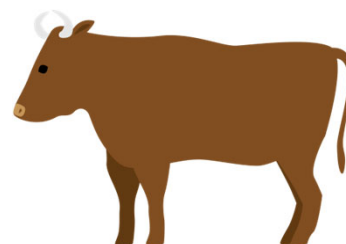
アミノ酸バランス改善飼料給与による 窒素排せつ量と堆肥化からの N_2O 等削減



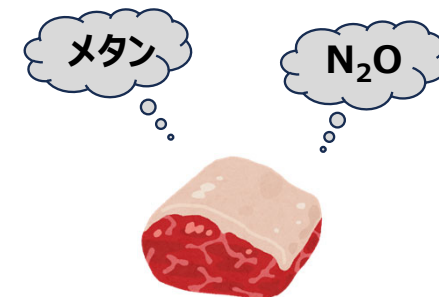
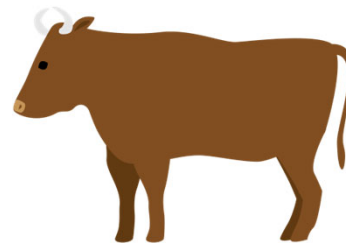
GHG削減技術：現場への普及が期待されるもの2

バイパスアミノ酸給与によるGHG削減

通常飼料
(プロジェクト
実施前)



バイパスアミノ酸
添加飼料
(プロジェクト
実施後)



ルーメンで分解されないよう
バイパス加工されたアミノ酸

肉牛への給与

出荷体重増
肥育期間短縮

出荷体重増：1頭あたりの排出量*は同じだが肉の量が増えるので生産物あたりのGHG排出量は低減
肥育期間短縮：1頭あたりの排出量*が減って肉の量は同じなので生産物あたりのGHG排出量は低減
*肉牛飼養に伴う消化管メタンと排せつ物管理からのメタン・N₂O

GHG削減技術：現場への普及が期待されるもの3

堆肥化における堆積発酵から強制発酵への変更

堆積発酵



強制発酵



乳牛

CH₄排出係数：3.8%
N₂O排出係数：2.4%

CH₄排出係数：0.1%
N₂O排出係数：0.5% (密閉型は0.25%)

肉牛

CH₄排出係数：0.1%
N₂O排出係数：1.6%

CH₄排出係数：0.1%
N₂O排出係数：0.5% (密閉型は0.25%)

豚

CH₄排出係数：0.2%
N₂O排出係数：2.5%

CH₄排出係数：0.3%
N₂O排出係数：0.5% (密閉型は0.16%)

排出係数の単位

CH₄: ふん尿中有機物あたり

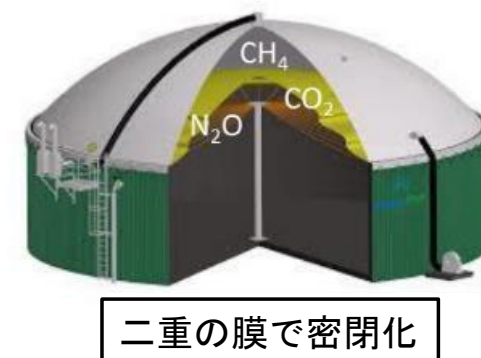
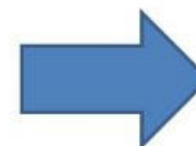
N₂O: ふん尿中窒素あたり

※NH₃の揮散が増加する可能性がある点には注意が必要

GHG削減技術：開発に目処がたっているもの 1

メタン発酵（バイオガス化）と消化液貯留槽からの排出の防止

メタン発酵（バイオガス）プラント



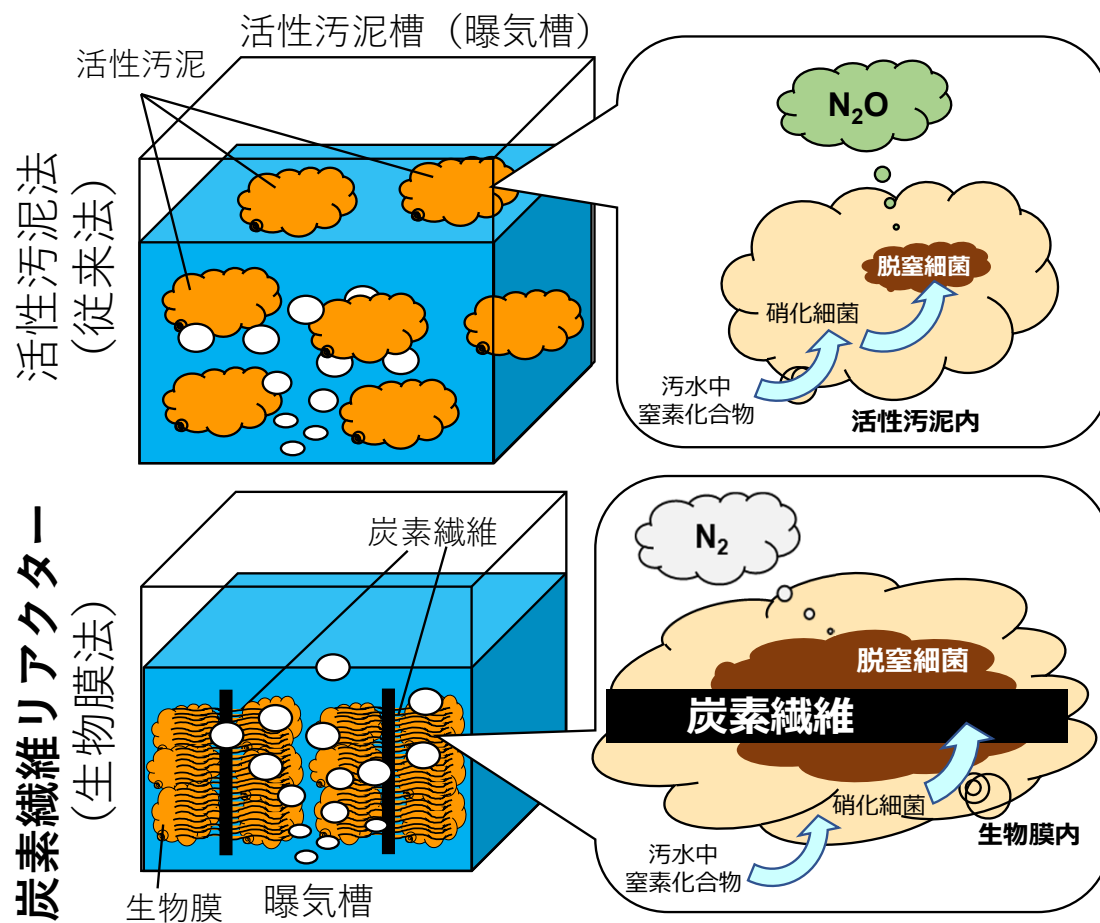
さらに消化液貯留槽を密閉化することで、
貯留時のメタン・N₂Oの排出を抑制

メタン発酵は密閉された発酵槽で反応が行われる
ため、発酵過程ではGHGは発生しない
+ バイオガスの熱利用や発電によりCO₂削減

※周辺に消化液を散布できる土地が必要なことに注意

GHG削減技術：開発に目処がたっているもの2

炭素繊維リアクターによる污水浄化処理からのN₂O削減



微生物は炭素繊維に付着しやすい

養豚農場での実証試験

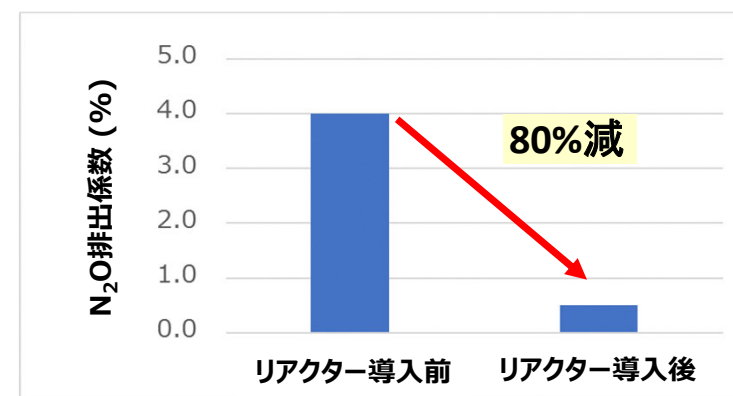


浄化処理施設 (曝気槽)



炭素繊維担体

リアクター導入前後のN₂O排出量



GHG削減技術：開発に目処がたっているもの 3

ウシの消化管メタンを削減する資材

○3-NOP

- ・ 3-ニトロオキシプロパノールという化学物質。
- ・ ルーメン内でメタンを生成する細菌の酵素反応を阻害する。
- ・ 今年11月、ウシからの消化管メタンを削減する飼料添加物として、我が国で初めて指定された。
- ・ 報告によると、メタンを30%程度削減。

○カシューナッツ殻液

- ・ ルーメン内でメタンの生成に関わる細菌を抑制。
- ・ 農業資材審議会では承認されており、指定に向けて手続中。
- ・ 乾乳牛やベトナムの肉牛で、メタンを20%程度削減との報告。

ウシルーメン発酵由来メタン排出量推定マニュアル

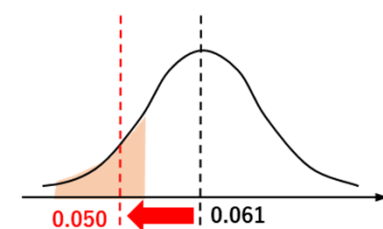
呼吸中メタン/二酸化炭素濃度比を活用した on farm 測定法

これまで多くの畜産家（コップ）がメタン排出量を削減するために様々な取り組みを行って来ましたが、その中でも「ウシルーメン発酵由来メタン排出量推定マニュアル」を活用することで、メタン排出量を削減することが可能となります。

気候変動戦略コンソーシアム
2022年3月

間接的に求められたメタン排出量からのメタン削減効果の試算。今後は呼吸測定によって得られたメタン排出量を用いて評価を行う。

低メタン産生牛の選抜育種により乳牛では10年間で5%削減



メタン産生効率*の現在の分布を育種により低い方へ

*メタン産生効率；摂取したエネルギーのうちメタンに変換されたエネルギーの比率

GHG削減技術：将来的に開発が見込まれるもの1 低メタン産生牛の育種技術の開発

メタン関連形質の遺伝率や有用形質との遺伝相関が評価されているが、飼料摂取量等から間接的に求められたデータも多く含まれ、**正確な評価には多数の実測値が必要**。

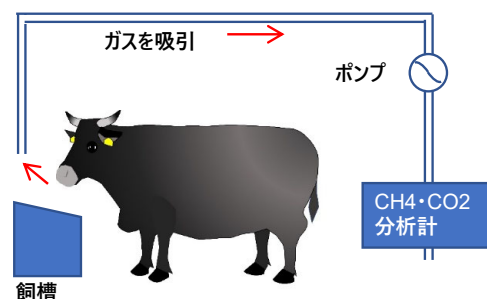
飼料摂取中あるいは搾乳中に**牛の呼気の一部を採取し**、1日の**メタン排出量を推定する算出式を提案**。農水省委託研究プロジェクトにおいて国内13の研究機関でメタン関連形質の収集を実施中。

メタン関連形質の遺伝率

	メタン排出量			
	1日あたり	DMIあたり	生産物あたり	余剰メタン
肉用牛	0.27-0.59	0.22-0.59		0.19
乳牛	0.11-0.44	0.12-0.44	0.21-0.38	0.10-0.21

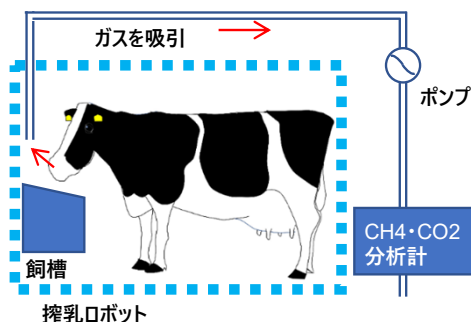
メタン関連形質と有用形質との遺伝相関

	対象形質	メタン排出量		
		1日あたり	DMIあたり	余剰メタン
肉用牛	DMI	0.84	-0.04	-0.25-0.1
	出荷体重/枝肉重量	0.79-0.81	-0.89-0.05	-0.11-0.18
	筋肉内脂肪/BMS	0.15-0.36	-0.13-0.1	0.13-0.21
乳牛	補正乳量/乳量	-0.08-0.89	-0.87-0.15	-0.53-0.05
	DMI	0.42	-0.60-0.35	-0.36-0.02



$$\text{CH}_4 \text{ (L/day)} = \text{CH}_4/\text{CO}_2 \text{ 比} \times (\text{HP} / 4.9) \times \text{RQ}$$

RQ, 呼吸商; HP, 熱発生量; MEI, 代謝エネルギー摂取量



$$\text{CH}_4 \text{ (L/日)} = -507 + 0.536 \times \text{体重(kg)} + 8.76 \times \text{ECM} + 5029 \times \text{CH}_4/\text{CO}_2 \text{ 比}$$

ECM, エネルギー補正乳量(kg/日)



肥育牛での呼気測定



搾乳ロボットにおける泌乳牛での呼気測定



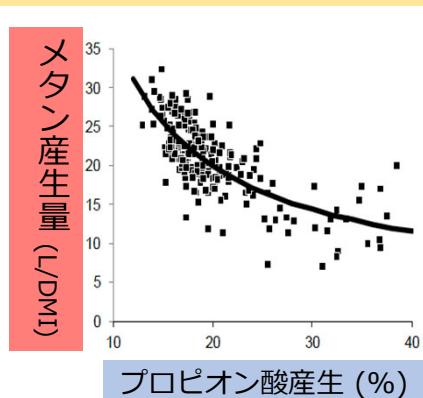
呼気測定システム

「ウシルーメン発酵由来メタン排出量推定マニュアル」より 8

GHG削減技術：将来的に開発が見込まれるもの2

メタン産生の少ない牛個体に特徴的な胃内細菌の活用（生菌資材）

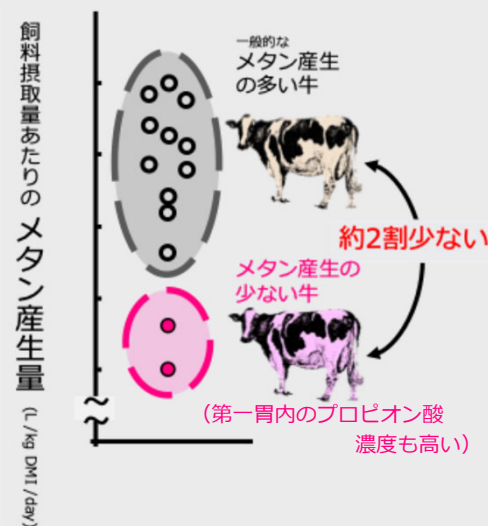
牛胃内において、**メタン産生**と
プロピオン酸割合は負の相関関係



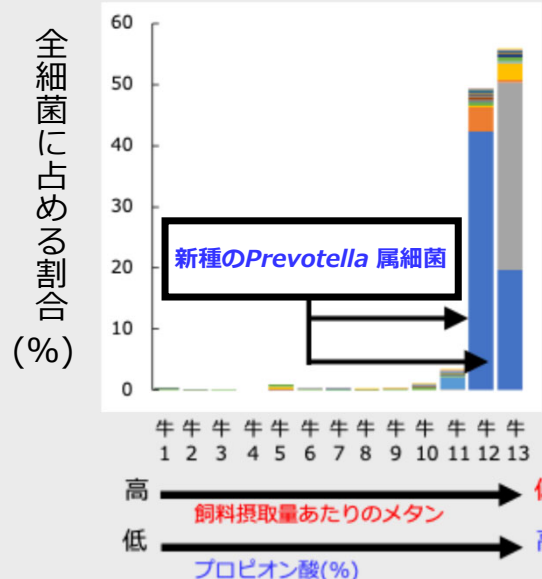
Williams 2019

牛の栄養となる**プロピオン酸産生**を
増強し、同時に**メタン**を減らすこと
が可能

メタン低減と**高プロピオン酸産生**
を両立する個体を特定



メタン産生の少ない牛で多数を占める
特徴的な胃内細菌を発見



メタン産生の少ない牛から
新種のPrevotella 属細菌
の分離・培養化に成功



新種登録

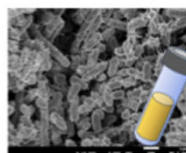
Prevotella lactificifex

(プレボテラ ラクティシフェックス)

プロピオン酸の前駆物質を
多く産生する特徴

生菌資材としての活用へ

2021-2022年



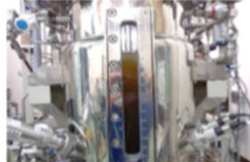
*Prevotella lactificifex*の
分離・特許化



牛への給与を可能に
プレボテラ属菌用
完全合成培地



2024年 培養スケールアップ



- 完全合成培地を用いて
30ℓタンク規模で培養
- 国内外で特許申請中
- 生菌資材以外の関連特許も複数申請中

2030年 資材化へ



低メタン産生牛と同様に

プロピオン酸産生の増強により

飼料摂取量あたりの**メタン産生量**を20%低減する

資材の開発を目指す