

肉用牛生産分野における温室効果ガス 削減をめぐる情勢

本日の話題

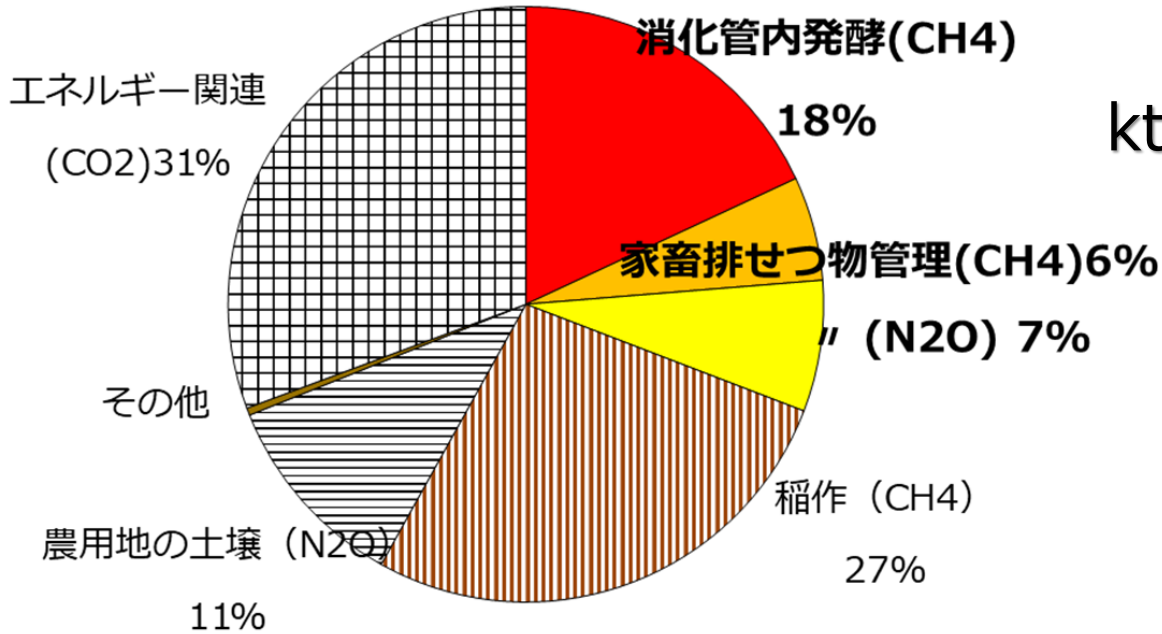
1. メタンの温室効果に関する再評価の話題 ―肉用牛では・・・―
2. メタン抑制資材の開発状況
3. 削減成果の活用方策（Jクレジット、見える化）

- ・ 肉用牛生産における環境負荷とその軽減（2022/9/20）
<https://www.youtube.com/watch?v=GD4VNmzxdac>
- ・ 環境負荷軽減をめぐる最近の研究動向と今後の課題（2024/2/20）
<https://www.youtube.com/watch?v=fprd9Ywt5m8>
におけるご紹介内容も参考にして下さい。

元東北大学農学研究科教授
寺田 文典

我が国の肉用牛生産からの温室効果ガス発生状況

日本の総排出量の0.5%、農業分野の11%



kt-CO₂換算

3000

2000

1000

0

消化管内発酵に由来するCH₄は全体の85%を占める

CH₄

N₂O

肥育牛 繁殖雌牛 排せつ物処理
消化管内発酵

農林水産分野から排出される
温室効果ガスの発生割合
(4,796万tCO₂換算、2022年度確報値
国立環境研究所、2024)

日本の総発生量の4.2%

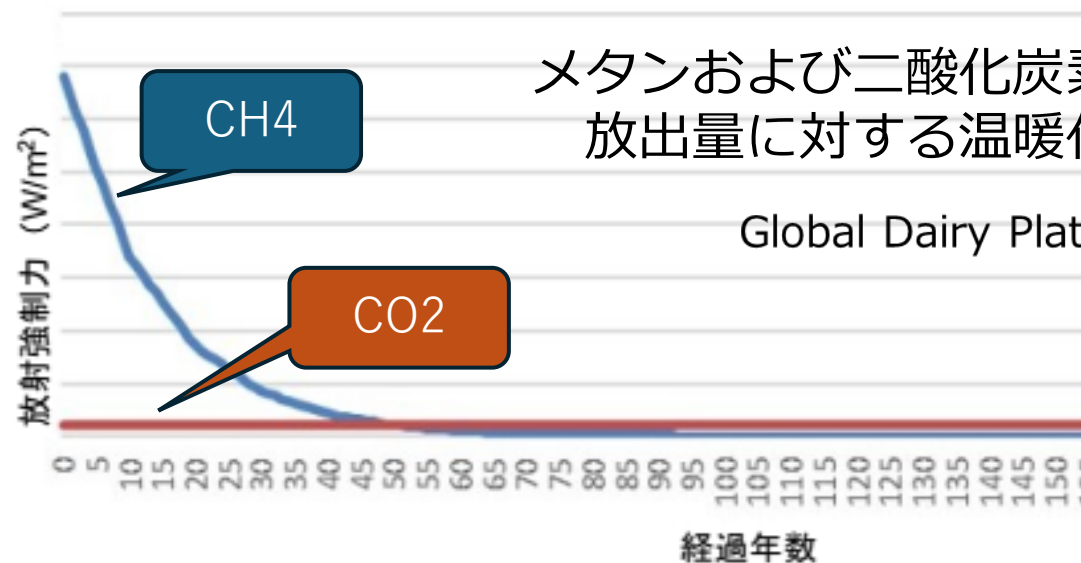
温室効果ガスの地球温暖化係数（GWP）

	半減期 (年)	放射強制力 ($\text{Wm}^{-2}\text{ppb}^{-1}$)	GWP20	GWP100	GWP500
二酸化炭素	数千年	1.33×10^{-5}	1	1	1
メタン	11.8	5.7×10^{-4}	79.8	27	7
一酸化二窒素	109	2.8×10^{-3}	273	273	130

温室効果は、その**放射強制力**、**大気中の濃度**、および大気中の**滞留時間（寿命）**によって決定

※ 放射強制力 様々な要因により地球の放射収支を変化させようとする力

IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, doi:[10.1017/9781009157896](https://doi.org/10.1017/9781009157896). より作成

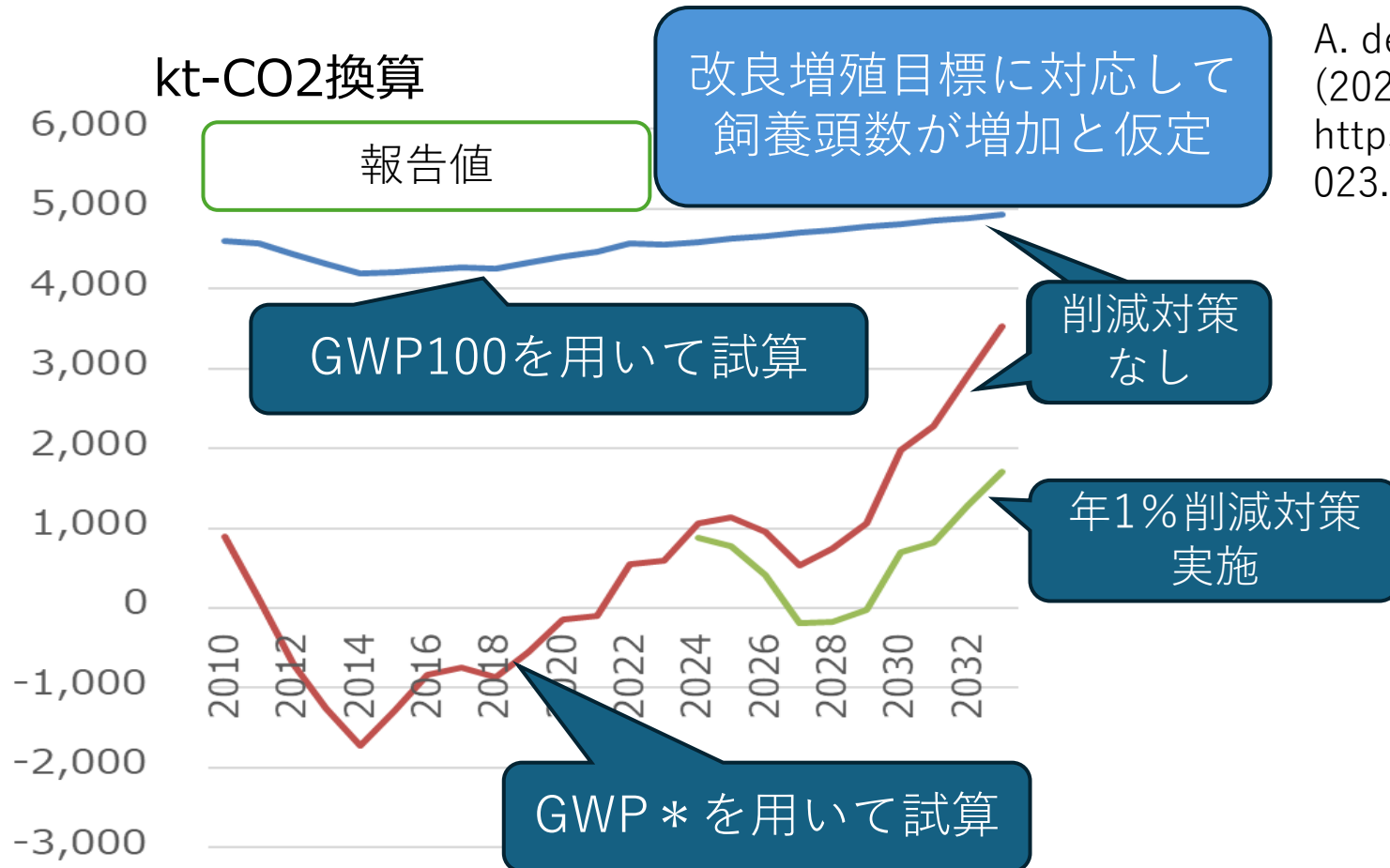


短寿命ガスの新しい評価法 GWP*（スター）

$$\text{ECO}_{2\text{-we}} = \text{GWP}_H \times \{ [0.75 \times (\Delta\text{ESLCP}/\Delta t) \times H] + [0.25 \times \text{ESLCP}] \}$$

【CH₄排出量の変化率】 【CH₄排出量】

ECO₂-we は推定CO₂ -we、GWP_Hは時間軸H（100年）におけるCH₄の従来型地球温暖化係数、ΔESLCPは先行する Δt（20年）と比較したCH₄排出量の変化率、ESLCPは対象研究年度におけるCH₄排出量



A. del Prado et al., Animal 17 (2023)

<https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100790>

新たな地球温暖化対策計画における畜産分野の目標

農林水産省 2025/03

- 「農林水産省地球温暖化対策計画」(2017年3月策定)は、政府の「地球温暖化対策計画」を踏まえ、農林水産分野の地球温暖化対策を総合的かつ計画的に推進するため、農林水産省が自主的に策定する計画。
- 2050年ネット・ゼロの実現や1.5℃目標に整合的で野心的な目標としての2035年度60%、2040年度73%の温室効果ガス削減に向け、「みどりの食料システム戦略」等を踏まえ、2025年4月に「農林水産省地球温暖化対策計画」を改定し、農林水産分野における地球温暖化対策を最大限推進。

2013年度比で
2030年度 6.3%
2040年度 15.8% 削減

畜産分野に係る温室効果ガス削減対策

2030年度削減目標：メタン 22万t-CO₂
一酸化二窒素 7万t-CO₂
2040年度削減目標：メタン 154万t-CO₂
一酸化二窒素 49万t-CO₂

- ・ アミノ酸バランス改善飼料の給与
- ・ バイパスアミノ酸の給与
- ・ 家畜排せつ物管理方法の変更
- ・ 牛の消化管内発酵由来メタンの発生を抑制する飼料添加物の給与



メタン抑制資材の開発状況

飼料安全法における取り扱い

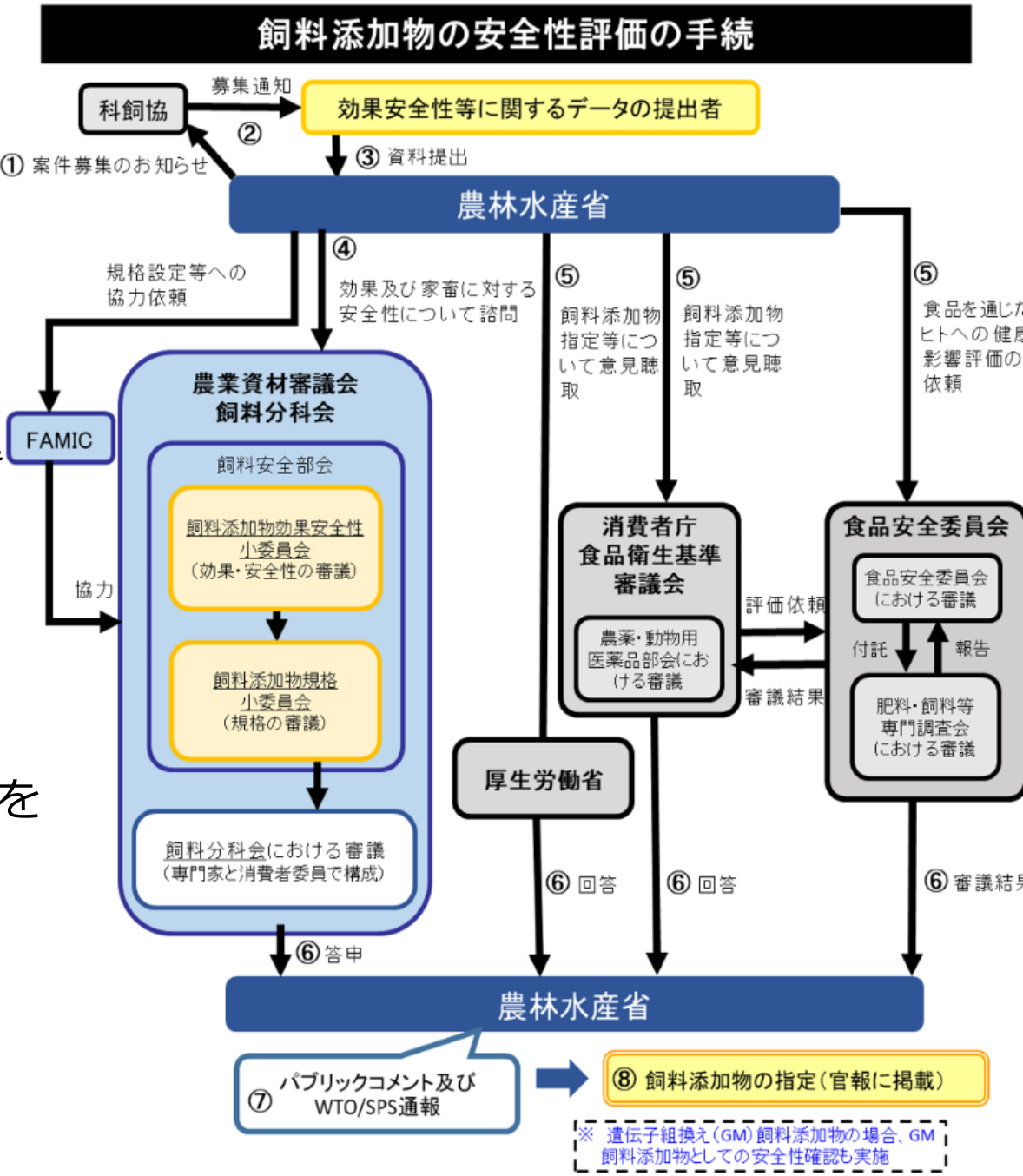
令和5年12月26日
農林水産省消費・安全局
畜水産安全管理課長

【飼料添加物の用途】

- 用途1 飼料の品質の低下の防止
- 用途2 飼料の栄養成分その他の有効成分の補給**
- 用途3 飼料が含有している栄養成分の有効な利用の促進

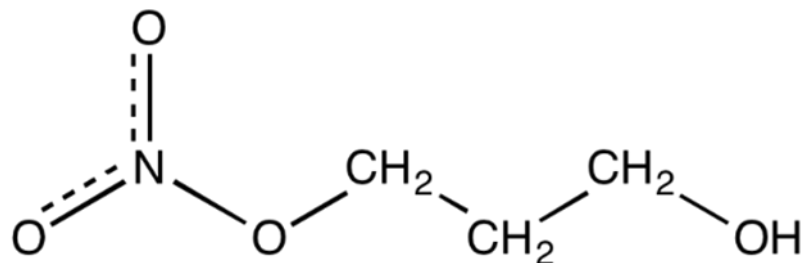
< GHG削減効果があるとされる資材の表示の可否の例 >

- 飼料添加物の指定を受けていない物質（飼料原料）
「削減できる」→ 不可
- 「用途2」のGHG削減資材として、飼料添加物の指定を受けた物質
「削減できる」→ 可
- 「用途2」として、飼料添加物の指定を受けた物質（例：リジン、メチオニン、ヒスチジンなど）
「用途3」として、飼料添加物の指定を受けた物質（酵素、着香料）
「結果として削減できる」→ 可



飼料添加物として認可されたメタン抑制資材

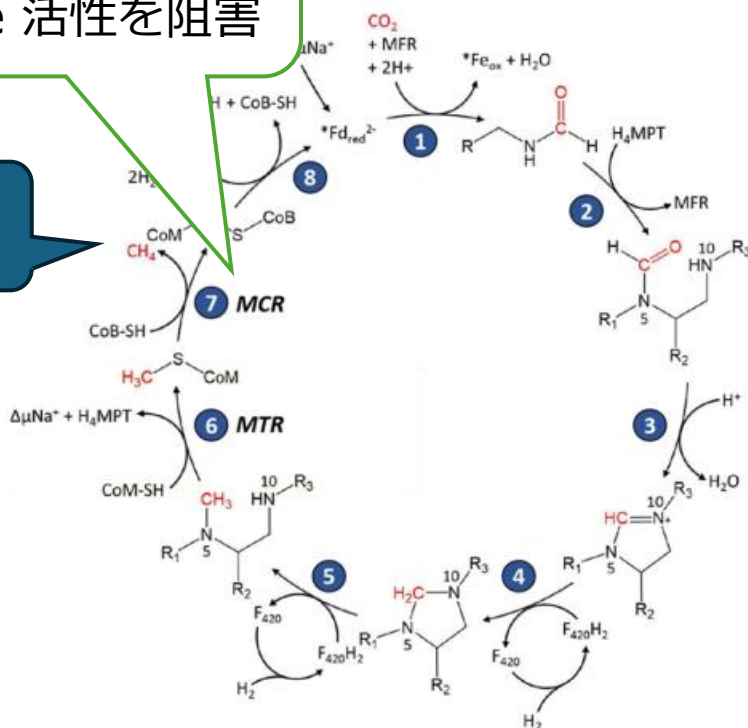
1. 3-NOP [商品名：ボベアー® (DSM株式会社)]



乳牛での報告例

メタン産生菌のmethy
coenzyme-M
reductase 活性を阻害

CH₄排出



Reference, 3-NOP dose	CH ₄ 排出量
Haisan et al. (2014), 130	-
Hristov et al. (2015), 40	-
Hristov et al. (2015), 60	-
Hristov et al. (2015), 80	-
Lopes et al. (2016), 60	-
Haisan et al. (2017), 68	-
Haisan et al. (2017), 132	-
Van Wesemael et al. (2019), 71	-
Van Gastelen et al. (2020), 51	-
Melgar et al. (2020a), 60	-
Melgar et al. (2020b), 37	-
Melgar et al. (2020b), 55	-
Melgar et al. (2020b), 73	-
Melgar et al. (2020b), 92	-
Melgar et al. (2020b), 137	-
Yanibada et al. (2020), 60	-
Bampidis et al. (2021), 54	-
Bampidis et al. (2021), 57	-
Melgar et al. (2021), 61	-
Schilde et al. (2021), 48	-
Schilde et al. (2021), 51	-
n Gastelen et al. (2022), 56	-
n Gastelen et al. (2022), 66	-
n Gastelen et al. (2022), 65	-
n Gastelen et al. (2022), 75	-
n Gastelen et al. (2022), 77	-
n Gastelen et al. (2022), 87	-

CH₄排出量 推奨添加量 (3-NOPとして)

Methane production.

乳牛 **60**~100 mg/kg 乾物飼料
(飼料中に 0.006~0.010%相当)
・肉牛 **100**~150 mg/kg 乾物飼料
(" 0.010~0.015%相当)



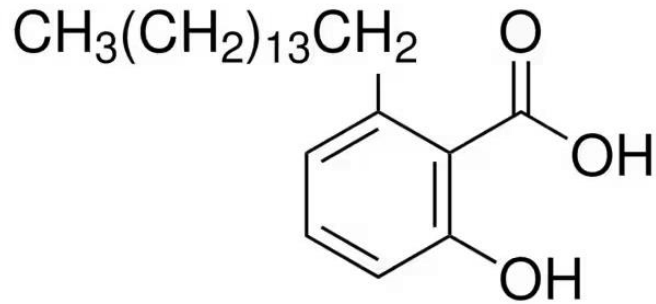
30%のメタン排出
削減効果が期待

平均投与量 70.5 mg/kgDM → 平均 32.7%削減

E. Kebreab et al., J. Dairy Sci. 106:927-936.2023.

飼料添加物として認可されたメタン抑制資材

2. カシューナッツ殻液 [商品名：ルミナップ® (株 エス・ディー・エス バイオ テック)]



グラム陽性菌の生育を抑制することで
ルーメン微生物叢を制御

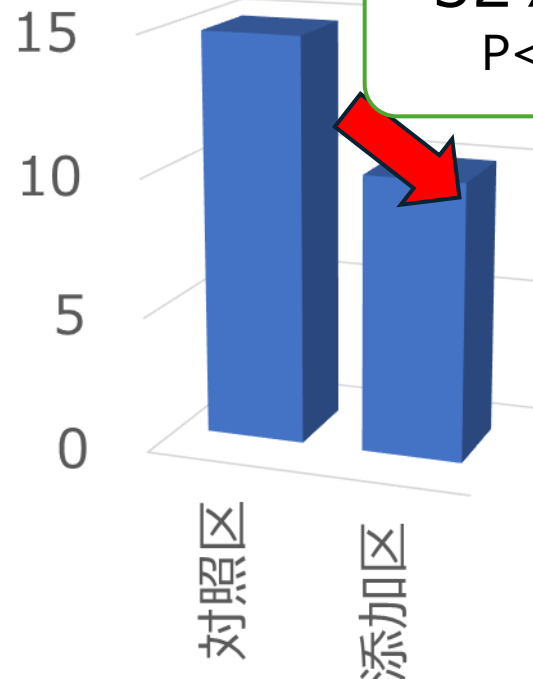
推奨添加量：牛用飼料 飼料中におおよそ 0.1%

我が国では 2012 年より飼料原料として流通しており、現在までに摂取した家畜及びその家畜から生産される畜産物について、安全性に関わる問題は報告されていない。 飼料添加物評価書, 2025

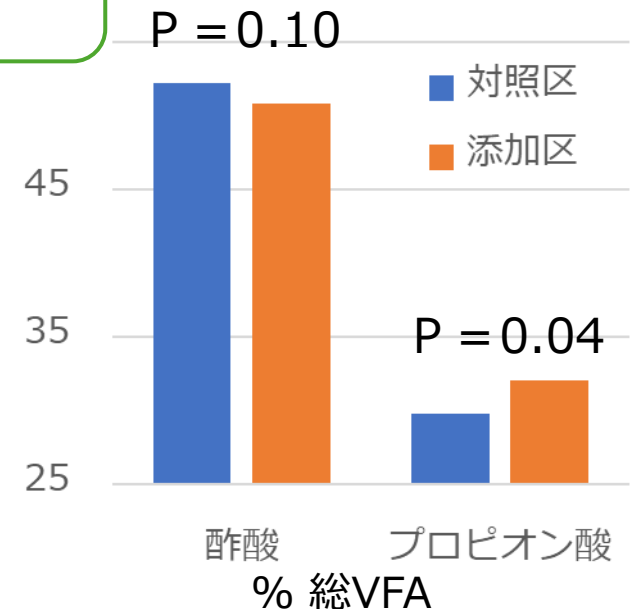
CH₄/DMI (L/kgDMI) 【泌乳牛の成績】



g/kg DMI



【肉牛の成績】



海外で商品化されているメタン抑制資材例

1. 植物二次代謝産物の利用 [例えば、精油、商品名 アゴリン ルミナント (オルテック)]

乳牛への精油ブレンド（1頭あたり1日1g）の長期投与（≥28日）効果時の平均応答比（試験区/対照区）

Parameter	n	応答比	95% CI	p-Value
			Min.-Max.	
DMI (kg/d)	16	1.003	0.980-1.026	0.777
Milk yield (kg/d)	19	1.036	1.016-1.056	<0.001
Milk Fat (g/kg)	9	1.013	0.971-1.057	0.541
Milk protein (g/kg)	9	0.993	0.973-1.012	0.465
Milk SCC (log/mL)	3	1.000	0.987-1.012	0.972
FPCM yield (kg/d)	15	1.041	1.028-1.054	<0.001
FCE (kg/kg)	12	1.044	1.007-1.080	0.016
Rumen pH	3	1.005	0.988-1.020	0.578
Total VFA (mmol/L)	6	0.978	0.932-1.026	0.373
Acetate (%)	4	1.002	0.986-1.017	0.844
Propionate (%)	4	1.002	0.948-1.059	0.932
Butyrate (%)	4	0.974	0.888-1.067	0.568
Protozoa (log cells/mL)	3	0.992	0.941-1.045	0.770
CH ₄ production (g/d)	7	0.912	0.868-0.958	<0.001
CH ₄ yield (g/kg DMI)	7	0.871	0.802-0.945	0.001
CH ₄ intensity (g/kg FPCM)	5	0.901	0.807-1.000	0.050

推奨給与量：

乳用牛 = 0.8～1.2g/日・頭

肉用牛 = 0.15g～0.2g
/100kg体重・頭

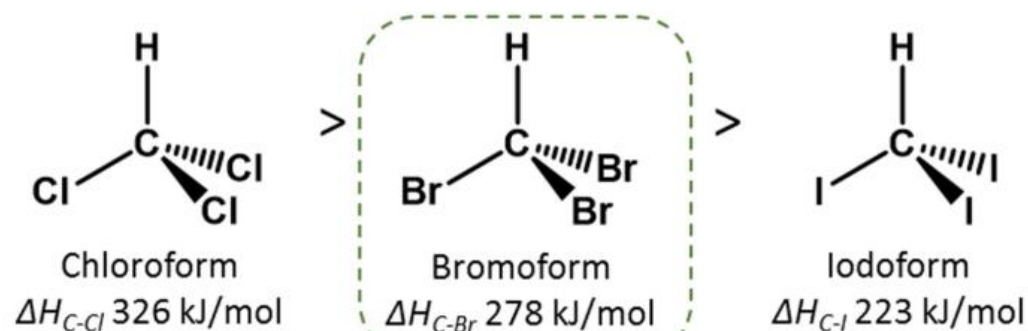
抑制メカニズムの可能性

- 1) 摂取量への影響
- 2) 原虫個体数の減少
- 3) メタン生成菌の減少
- 4) ルーメン発酵パターンの変化

※ 精油の効果は、植物の種類、収穫時期、抽出または化合物の合成方法、投与量に大きく依存

海外で商品化されているメタン抑制資材例

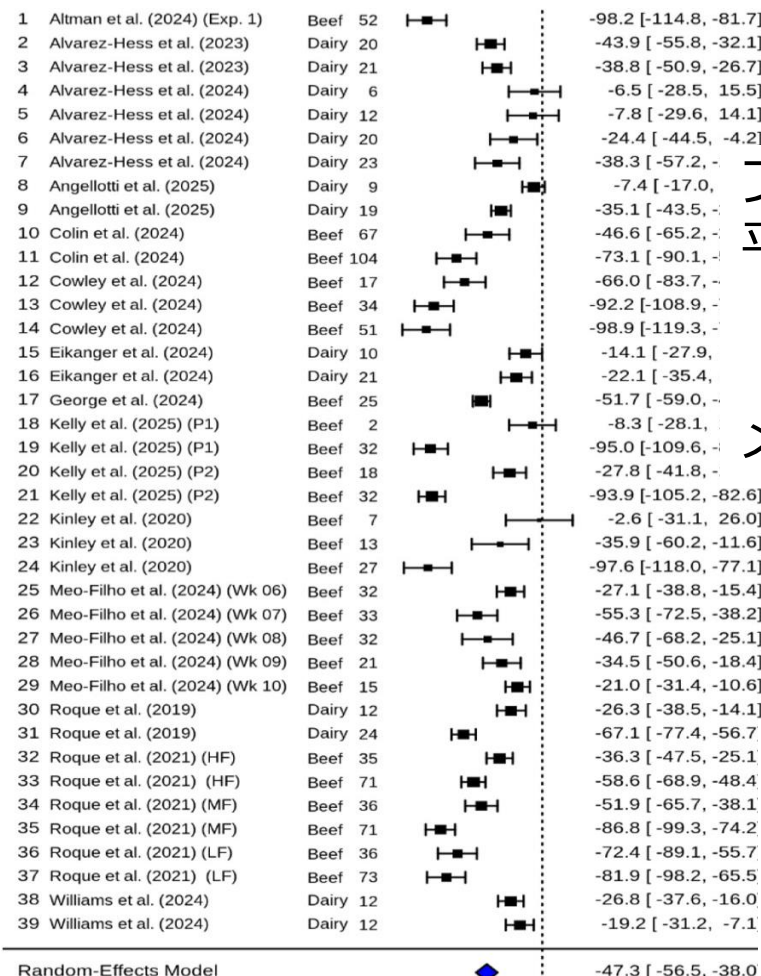
2. 海藻 [例えば、カギケノリ (紅藻類)]



CH₄排出

メタン産生菌
の酵素活性を
阻害

図 肉牛と乳牛の試験におけるブロモホルム投与量とCH₄産生量



ブロモホルムの飼料添加
平均 28.3 mg/kg DM

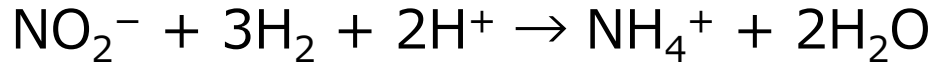
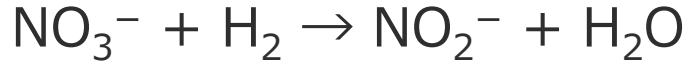
メタン排出量 47%減少

E Kebreab et al., J. Dairy Sci. 108:11071–11093. 2025
<https://doi.org/10.3168/jds.2025-26960>

Christopher R.K. et al., Algal Research 64 (2022).
<https://doi.org/10.1016/j.algal.2022.102673>

海外で商品化されているメタン抑制資材例

3. 硝酸塩 [例えば、SilvAir (カーギル)]



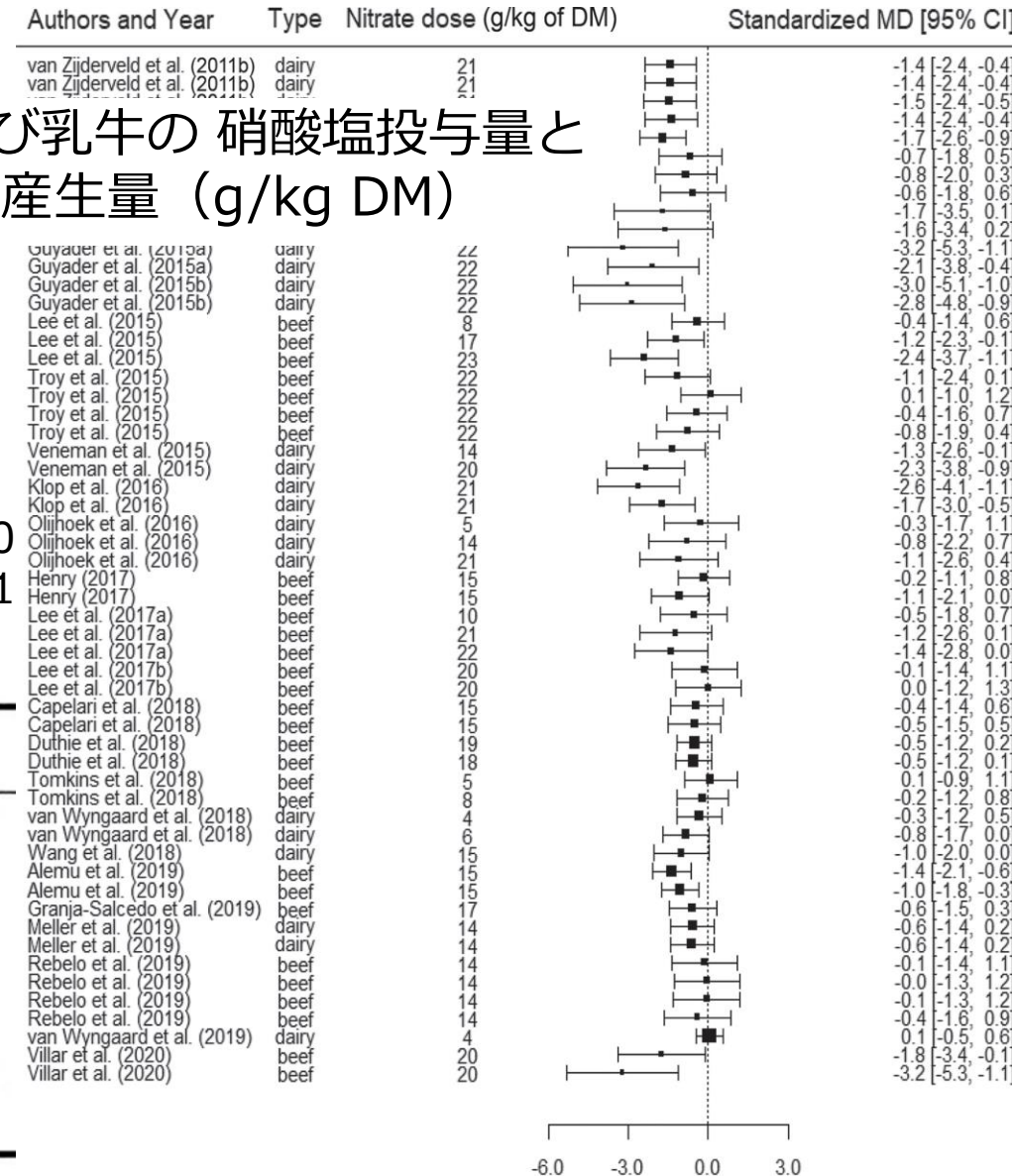
硝酸塩添加効果 CH₄産生量 乳牛 $-20.4 \pm 1.89\%$
(16.7g/kgDM) 肉牛 $-10.1 \pm 1.52\%$

X. Y. Feng et al., J. Dairy Sci. 103:11375–11385. 2020
<https://doi.org/10.3168/jds.2020-18541>

表4 乳牛に対する粗飼料中のNO₃-Nレベル

NO ₃ -N (乾物中、%)	摘 要
0.0～0.10	どんな状態の乳牛にも給与して安全
0.1～0.15	非妊娠牛には安全。妊娠牛には全乾物中の50%に制限するのが最善。
0.15～0.20	全乾物中の50%に制限すれば、安全に給与できる。
0.20～0.35	全乾物中35～40%に制限すべきである。0.20%以上の飼料は妊娠牛に与えるべきでない。
0.35～0.40	全乾物中25%に制限すべきである。妊娠牛には給与禁止。
0.40以上	0.4%以上の飼料は中毒の可能性あり。給与禁止。

肉牛および乳牛の 硝酸塩投与量と
CH₄産生量 (g/kg DM)



メタン抑制効果が期待される飼料原料

1. 高脂肪含有資材〔例えば、脂肪酸Ca（太陽油脂株式会社）〕

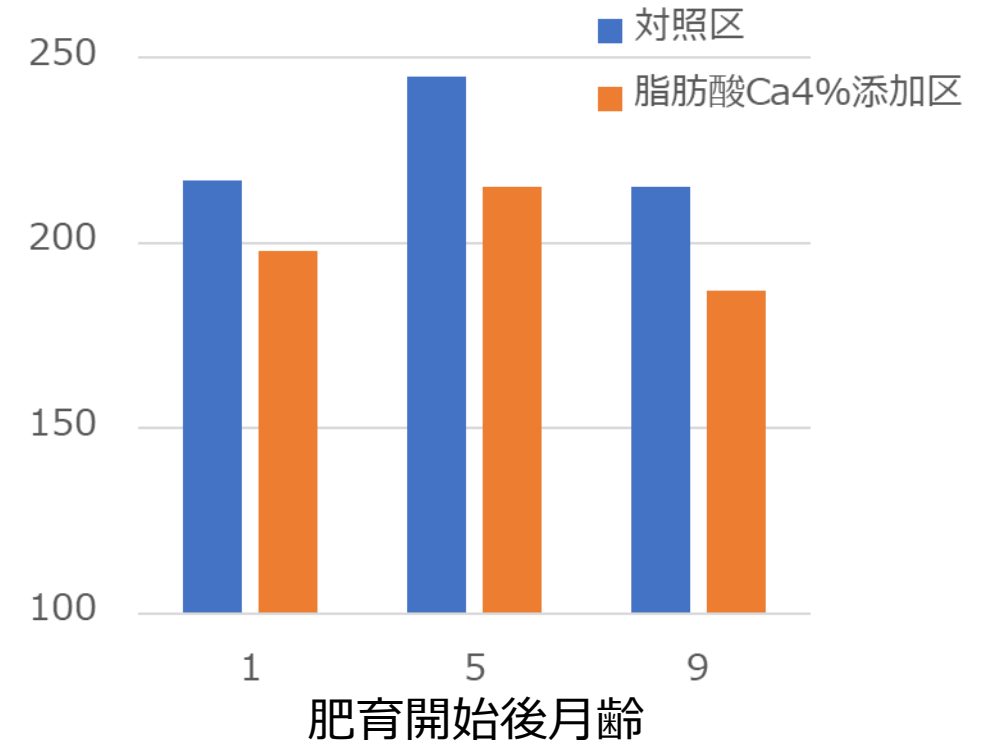
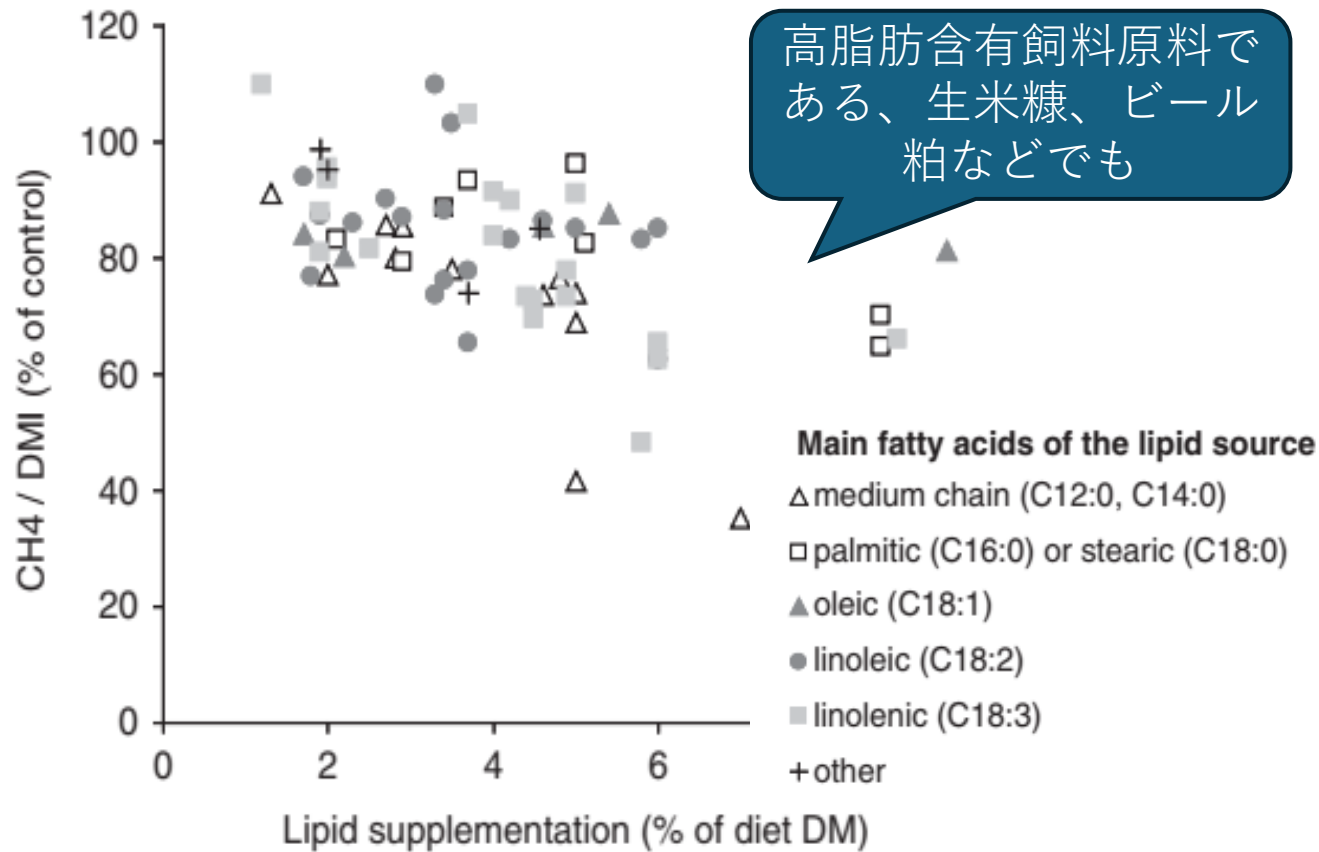


図 反芻動物における脂質給与がメタン産生に及ぼす影響：
既存文献のレビュー

Martin C et al., Animal (2010), 4:3, pp 351–365.
doi:10.1017/S1751731109990620

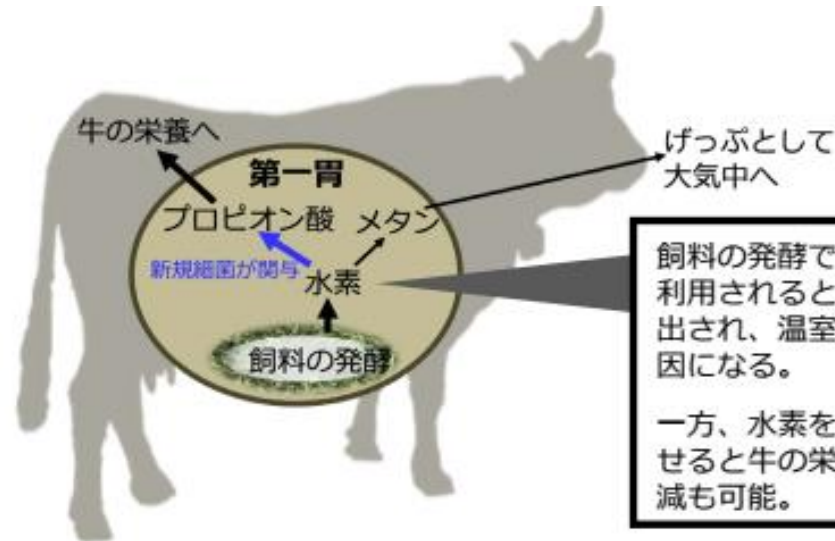
図 アマニ脂肪酸カルシウム4%添加による
メタン産生抑制効果

柴ら, 日畜会報, 74, 37-42, 2003.

研究開発が進められているメタン抑制資材

1. 微生物資材 [例えば、プロピオン酸産生菌（農研機構他）]

農林水産技術会議 2022年農業技術10大
ニュースから

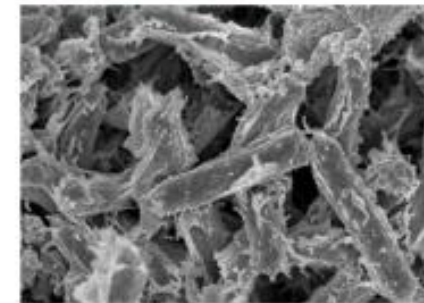


飼料の発酵で生じる水素がメタン産生に利用されると、げっぷとして大気中に放出され、温室効果ガスとして温暖化の原因になる。

一方、水素をプロピオン酸産生に利用させると牛の栄養になり、メタン産生の低減も可能。

低メタン産生牛から
分離された新規細菌種
Prevotella lacticifex

(プレボテラ ラクティシフェックス)

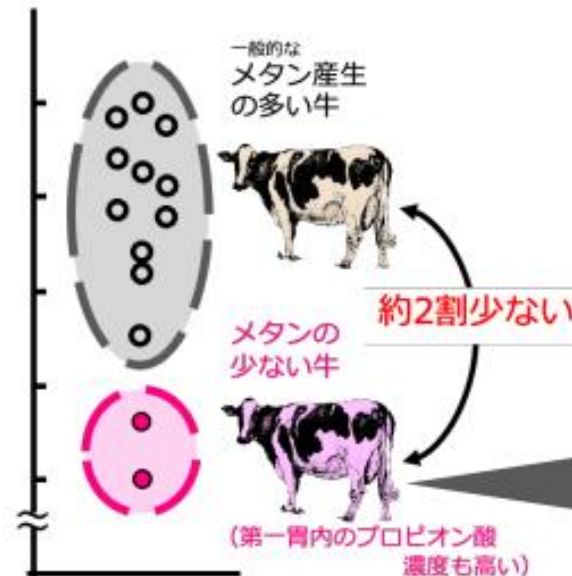


プロピオン酸の前駆物質を
多く産生する特徴がある

農研機構にある、国内唯一の
牛用の生体ガス精密測定装置



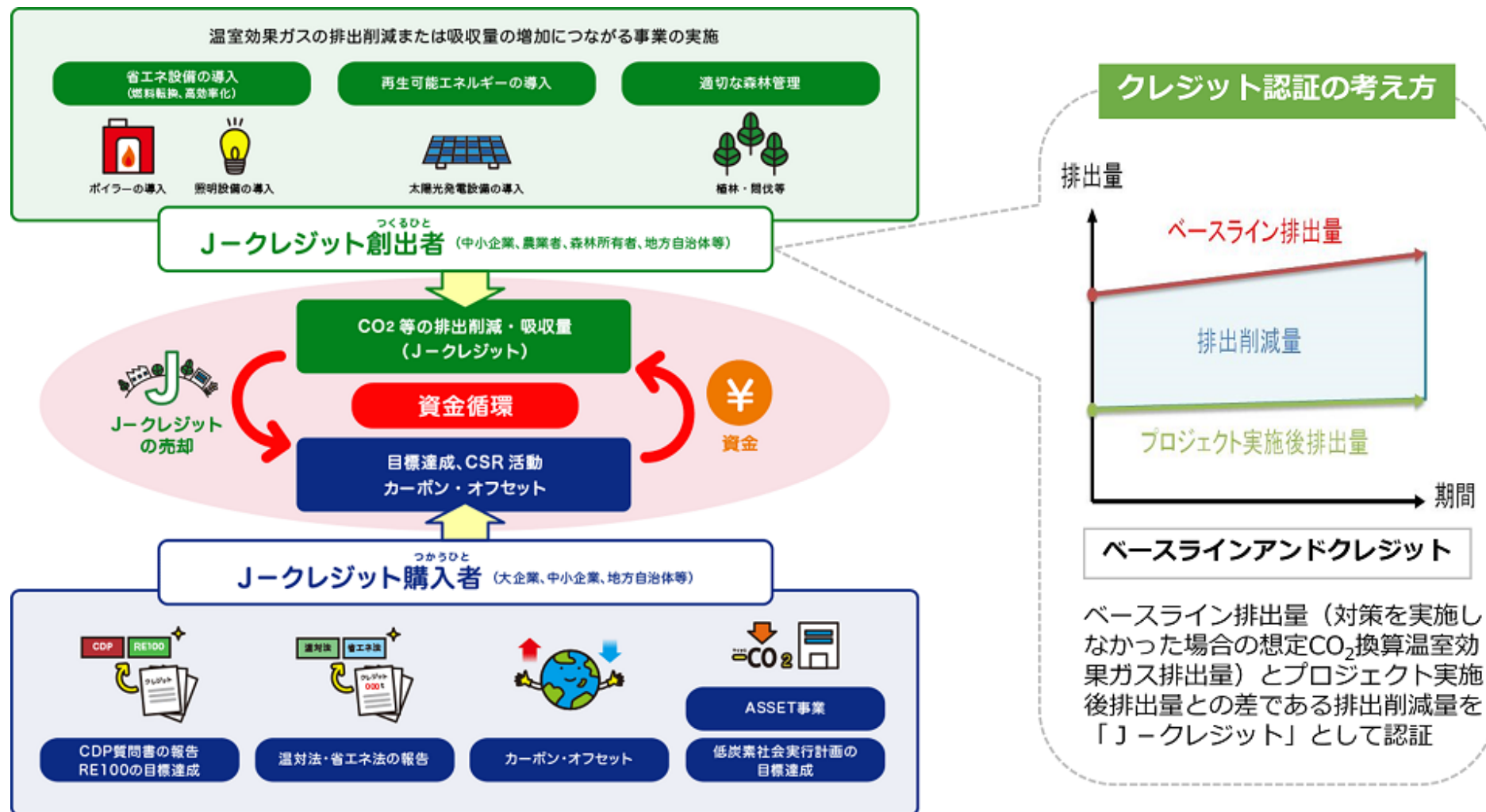
飼料摂取量あたりのメタン産生量



削減成果の活用方策 ー Jクレジット ー

方法論；農業関係 6件（内畜産関係は3件）

AG-001 牛・豚・ブロイラーへのアミノ酸バランス改善飼料の給餌
AG-002 家畜排せつ物管理方法の変更
AG-006 肉用牛へのバイパスアミノ酸の給餌

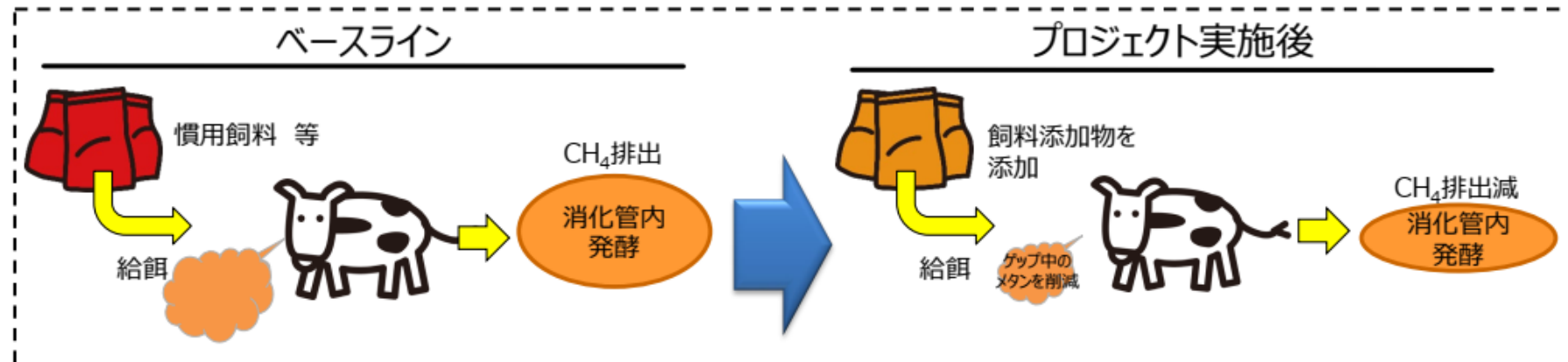


2. 牛の消化管発酵由来メタンの削減の方法論策定

- **背景**：飼料を変更することで、牛の消化管発酵由来メタンを削減する活動を対象とした新規方法論策定の要望が複数件あり。
- **方針**：飼料添加物の給餌による方法論の策定を検討してはどうか。

<背景>

- ・ 2050年ネット・ゼロの実現に向け、農林水産分野における地球温暖化対策を最大限推進していく観点から、畜産分野においても、GHG排出削減の推進が求められている。
- ・ 我が国では、GHG削減を目的として飼料に添加する資材を、飼料安全法における「飼料添加物」に位置付け。
- ・ これまで、EUをはじめ世界的にGHG削減効果のある飼料添加物等として、使用が認められている「3-ニトロオキシプロパノール（3-NOP）」のみが飼料添加物として指定されており、資材の提供が1社に限られていた。
- ・ このような中、令和7年5月1日に「カシューナッツ殻液」が飼料添加物に指定されたことから、複数社から、消化管発酵由来のメタン削減に効果のある飼料添加物が提供可能となったところ、GHG排出削減の手段として、これら飼料添加物の給餌が提案されている。



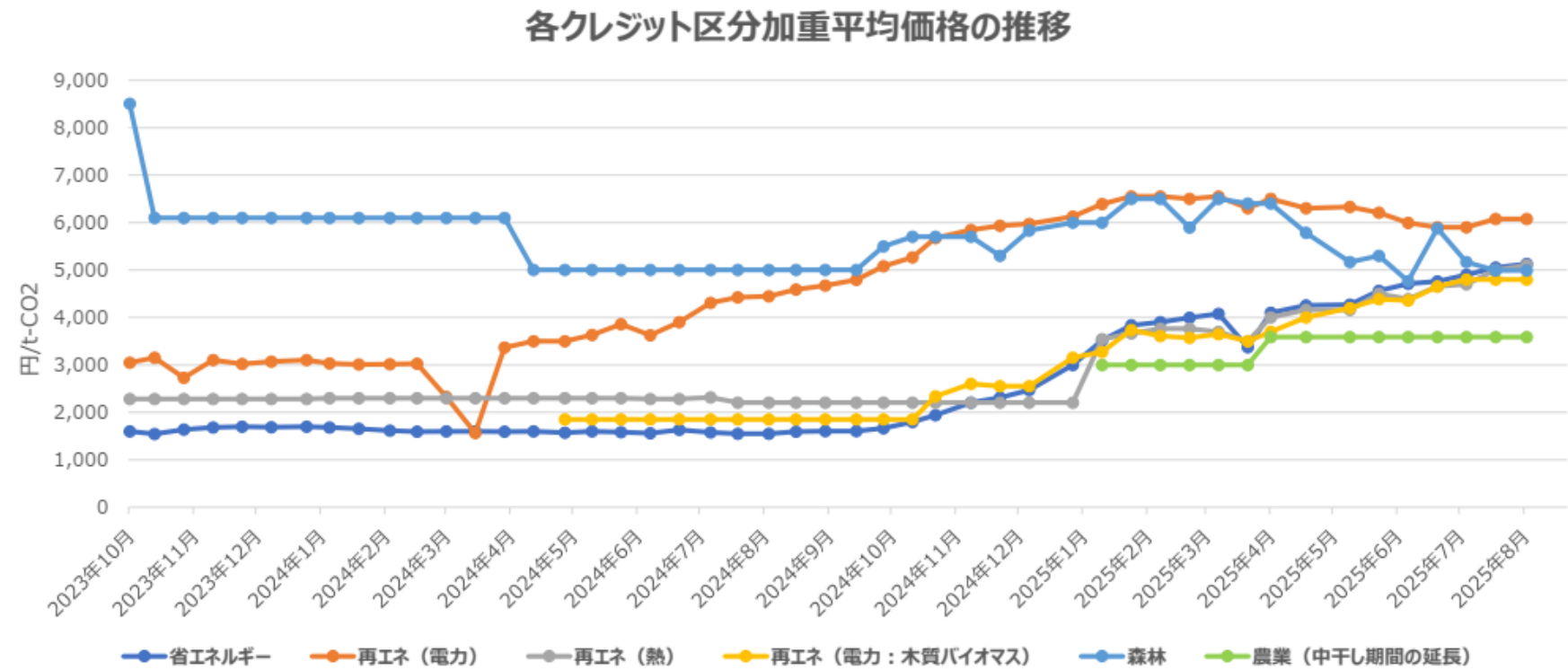
第40回 J-クレジット制度運営委員会資料（2025年9月4日）から

https://japancredit.go.jp/steering_committee/data/haihu_250904/1_inkai_shiryo.pdf

5. カーボン・クレジット市場における取引状況について

- 再エネクレジット（電力）について、市場開設当時は約3,000円で取引されていたところ、直近では約2倍の約6,000円で取引されている。
- 2025年1月6日から「農業（中干し期間の延長）」及び「農業（バイオ炭）」の区分が追加された。

2025年 8月15日時点



(出典)東京証券取引所カーボン・クレジット市場における取引結果をもとに経産省で作成

肥育牛（和牛、雄）

$$70.9 \times 28 / 1000 = 1.985 \text{t/年・頭}$$

添加物による削減効果を
30%と見込み

CO₂の取引価格を5,000
円/tとすると販売収入は

$$1.985 \times 0.3 \times 5,000 = 2,978 \text{円/年・頭}$$

(8.2円/日・頭)

※ メタン削減剤の開発目標

サプライチェーンとしてGHGs削減を

カーボンオフセットからカーボンインセッティングへ
ー負担と成果のシェアリングー



企業活動において環境活動のアピールは必須に！



サプライチェーン排出量とは？

- 事業者自らの排出だけでなく、事業活動に関係するあらゆる排出を合計した排出量を指す。つまり、原材料調達・製造・物流・販売・廃棄など、一連の流れ全体から発生する温室効果ガス排出量のこと
- サプライチェーン排出量 = **Scope1排出量** + **Scope2排出量** + **Scope3排出量**
- GHGプロトコルのScope3基準では、Scope3を**15のカテゴリに分類**

自社の排出責任
はサプライ
チェーン全体へ
と拡大



Scope1 : 事業者自らによる温室効果ガスの直接排出(燃料の燃焼、工業プロセス)

Scope2 : 他社から供給された電気、熱・蒸気の使用に伴う間接排出

Scope3 : Scope1、Scope2以外の間接排出(事業者の活動に関連する他社の排出)

1

削減成果の活用方策 - 「見える化」 -

- 経営改善（効率化、健全性向上）
- サプライチェーンへの情報提供
（食料システムとしての削減策の具体化）
- 消費者の理解醸成（わかりやすい情報発信）



簡易算定シート結果画面イメージ 【肉用牛】

算定結果表示シート

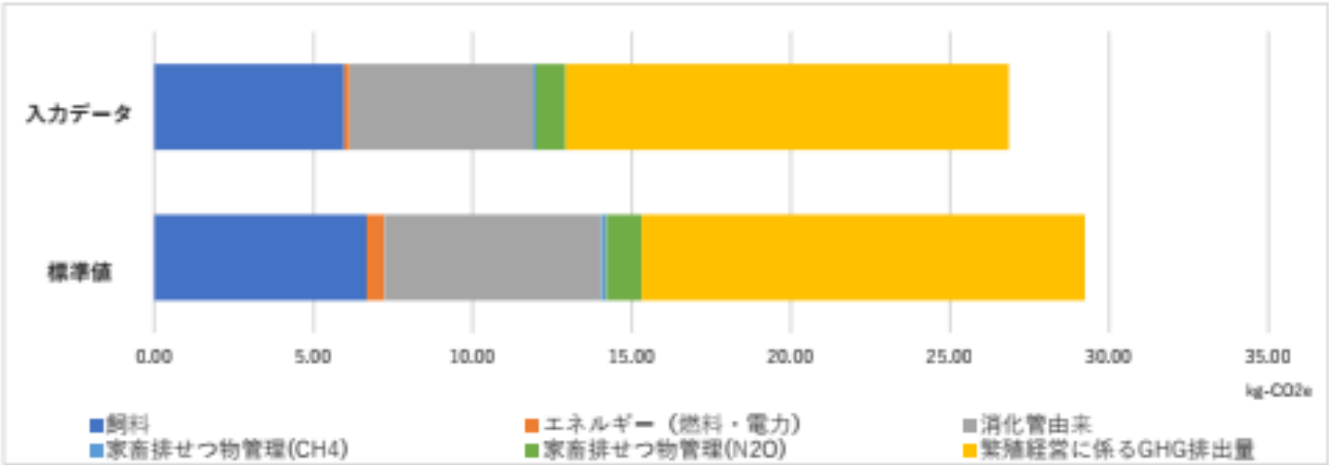
製品名	肉用種
生産地	鹿児島県
算定者	算定 太郎
算定者連絡	03-****-****
算定実施日	2024年2月12日
データ収集期間	2023年1月1日～2023年12月31日
温室効果ガス排出量 削減の取り組み	効率的な飼料の給餌
	国産飼料の活用
	-
	-
	省エネルギー
	排せつ物処理

農林水産省 令和6年度 フードサプライチェーンにおける脱炭素化の実践とその可視化の在り方検討会 第1回検討会 資料より
https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyos/seisaku/climate/visual/attach/pdf/r6_1-9.pdf

枝肉1kgあたりの温室効果ガス排出削減量（CO₂換算値）

GHG削減量（対標準値） ※マイナス表記が削減分、プラス表記は増加		割合
合計	-2.39 kg-CO ₂ e/kg	-8.18%
飼料	-0.71 kg-CO ₂ e/kg	-10.60%
エネルギー（燃料・電力）	-0.39 kg-CO ₂ e/kg	-70.31%
消化管由来	-1.04 kg-CO ₂ e/kg	-15.24%
家畜排せつ物管理(CH ₄)	-0.07 kg-CO ₂ e/kg	-49.35%
家畜排せつ物管理(N ₂ O)	-0.18 kg-CO ₂ e/kg	-16.33%
繁殖経営に係るGHG排出量	0.00 kg-CO ₂ e/kg	0.00%

枝肉1kgあたりのGHG排出量



入力したデータに基づくGHG排出量（枝肉1kgあたり）			標準値（枝肉1kgあたり）		
枝肉1kgあたりのGHG排出量	26.84 kg-CO ₂ e/kg	割合	29.24 kg-CO ₂ e/kg	割合	
飼料	5.96 kg-CO ₂ e/kg	22.21%	6.67 kg-CO ₂ e/kg	22.81%	
エネルギー（燃料・電力）	0.16 kg-CO ₂ e/kg	0.61%	0.55 kg-CO ₂ e/kg	1.89%	
消化管由来	5.78 kg-CO ₂ e/kg	21.54%	6.82 kg-CO ₂ e/kg	23.33%	
家畜排せつ物管理(CH ₄)	0.08 kg-CO ₂ e/kg	0.29%	0.15 kg-CO ₂ e/kg	0.52%	
家畜排せつ物管理(N ₂ O)	0.93 kg-CO ₂ e/kg	3.48%	1.12 kg-CO ₂ e/kg	3.82%	
繁殖経営に係るGHG排出量	13.92 kg-CO ₂ e/kg	51.87%	13.92 kg-CO ₂ e/kg	47.63%	

本日のまとめ

- 我が国の肉用牛産業からの温室効果ガス排出量は今後増大？
→ 抑制努力は必須
- メタン排出抑制資材の開発状況 飼料添加物としての認可は現在、2件
→ 選択肢（新規資材）は、今後、増えそう
- Jクレジットの活用、見える化の取組により、低メタン牛飼養の実践とサプライチェーンとしての削減を

今できることは積極的に行おう

ご清聴、ありがとうございました。