

CH<sub>4</sub>

# 畜産からのGHG削減技術の開発 －道総研が関わる研究－

N<sub>2</sub>O

CH<sub>4</sub>

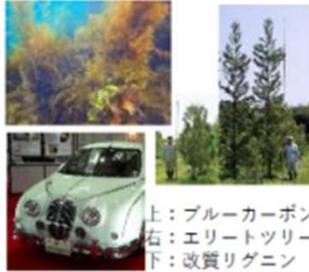
N<sub>2</sub>O

CH<sub>4</sub>



# 農業におけるGHG排出抑制の検討

## 2(5) 革新的環境イノベーション戦略(2020年1月策定)(農林水産分野の概要) (国内措置：緩和策) ④

<p><b>農地や森林、 海洋によるCO<sub>2</sub>吸収</b></p>	<p>■ 目標コスト ■ CO<sub>2</sub>吸収量</p>	<p>産業持続可能なコスト 119億トン～/年*</p>	 <p>上：ブルーカーボン 右：エリートツリー 下：改質リグニン</p>
<p>【技術開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 海藻類の増養殖技術等、<b>ブルーカーボンの創出</b></li> <li>● <b>バイオ炭</b>の農地投入や早生樹・エリートツリーの開発・普及等</li> <li>● 高層建築物等の木造化や改質リグニンを始めとしたバイオマ素材の低コスト製造・量産技術の開発・普及</li> </ul>	<p>【施策】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● バイオ技術による要素技術の高度化</li> <li>● 先導的研究から実用化、実証までの一貫実施</li> </ul>		
<p><b>農畜産業からの メタン・N<sub>2</sub>O排出削減</b></p>	<p>■ 目標コスト ■ CO<sub>2</sub>潜在削減量</p>	<p>既存生産プロセスと同等価格 17億トン/年**</p>	 <p>土壌のGHG排出削減「見える化」アプリ 土壌のCO<sub>2</sub>「見える化」サイト</p> <p>GHG削減量可視化システムのイメージ</p>
<p>【技術開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>メタン発生</b>の少ないイネや家畜の育種、N<sub>2</sub>Oの発生削減資材の開発</li> <li>● メタン・N<sub>2</sub>Oの排出を削減する農地、<b>家畜の管理技術</b>の開発</li> <li>● メタン・N<sub>2</sub>Oの削減量を可視化するシステムの開発</li> </ul>	<p>【施策】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 産学官による研究体制の構築</li> </ul>		
<p><b>再エネの活用&amp; スマート農林水産業</b></p>	<p>■ 目標コスト ■ CO<sub>2</sub>潜在削減量</p>	<p>エネルギー生産コストの大幅削減 16億トン～/年**</p>	 <p>太陽光発電 → 水電解により水素製造 小水力発電 → 再エネ電気利用 バイオマス発電 → 魚投飼料 スマート農林水産業</p> <p>農山漁村での再エネ・水素活用イメージ</p>
<p>【技術開発】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 農山漁村に適した<b>地産地消型エネルギーシステムの構築</b></li> <li>● 作業最適化等による燃料や資材の削減</li> <li>● <b>農林業機械や漁船の電化、水素燃料電池化</b></li> </ul>	<p>【施策】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 産学官による研究体制の構築</li> </ul>		

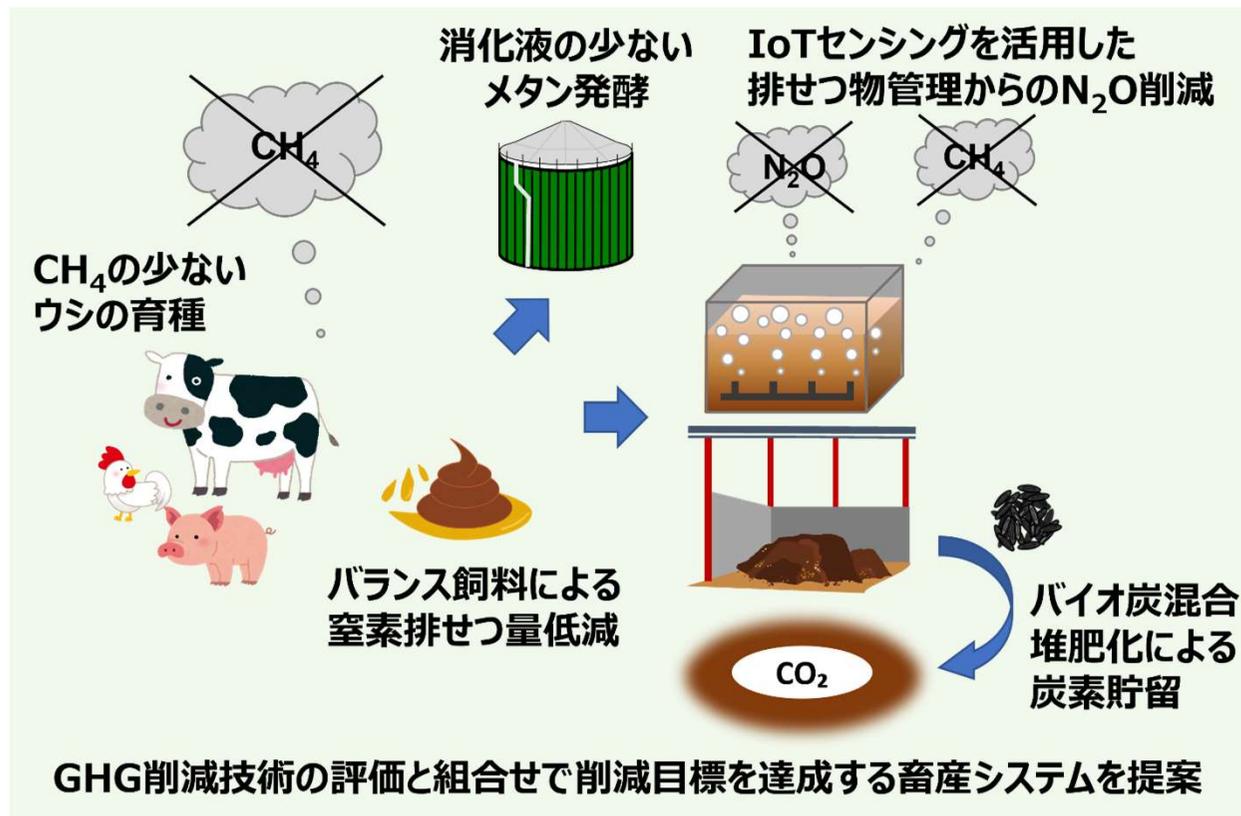
\*削減量・吸収量は世界全体における数値をNEDO等において試算。

\*\*潜在削減量は世界全体における数値を農林水産省において試算。

現在、農水省・内閣府プロジェクトにて研究中

# 畜産からのGHG削減技術の開発

農林水産省委託プロ「畜産からのGHG排出削減のための技術開発」



代表機関： 国立研究開発法人 農研機構 畜産研究部門・北海道農業研究センター・九州沖縄農業研究センター  
共同研究機関： 家畜改良センター、家畜改良事業団、岐阜県畜産研究所、兵庫県立農林水産技術センター畜産技術センター  
広島県立総合技術研究所畜産技術センター、鹿児島県農業開発総合センター畜産試験場、群馬県畜産試験場  
新潟県農業総合研究所畜産研究センター、栃木県畜産酪農研究センター、東北大学大学院農学研究科  
広島大学大学院統合生命科学研究科、埼玉県農業技術研究センター、茨城県畜産センター、  
熊本県農業研究センター畜産研究所、酪農学園大学、エア・ウォーター北海道株式会社、京都大学大学院農学研究科  
北海道立総合研究機構、岡山県農林水産総合センター畜産研究所

普及・実証支援機関：宮崎県畜産試験場、味の素株式会社、住友化学株式会社、太陽油脂株式会社、出光興産株式会社、明治飼糧株式会社  
フォス・ジャパン株式会社、伊藤ハム米久ホールディングス株式会社、キューピータマゴ株式会社

# 畜産からのGHG削減技術の開発

## 農林水産省委託プロ「畜産からのGHG排出削減のための技術開発」

農林水産研究の推進

革新的環境研究

(3) 脱炭素・環境対応プロジェクト

研究期間：令和4年度～令和8年度  
令和5年度予算概算決定額：112（125）百万円

### ② 畜産からのGHG排出削減のための技術開発【継続】

#### 背景と目的

- 2050年のカーボンニュートラルの実現を目指すためには、農林水産分野においても積極的に貢献していく必要。特に畜産は家畜の消化管内発酵や家畜排せつ物管理等による温室効果ガス（GHG）の排出が、我が国の農林水産分野におけるGHG排出量の3割程度を占め、排出削減が求められているところ。
- 一方、これまでの研究では、低メタン産生牛の育種の可能性や、アミノ酸バランス飼料など飼養管理改善によるGHG削減の方法が示されたところ。
- 畜産分野におけるGHGの更なる削減のため、低メタン産生牛の育種方法を確立するとともに、堆肥化工程等におけるGHG削減技術などの研究開発を実施。

#### 研究内容

##### 1. 低メタン産生牛作出のための育種方法の確立と応用

- ・農場レベルで多頭数のメタン産生量測定を可能とする、より簡易・安価な測定手法を開発。また、乳中の脂肪酸組成(乳牛)や飼養成績(肉牛)から間接的にメタン産生量を推定する方法の有効性を実証。
- ・簡易型メタン測定システムの農場レベルでのメタン削減資材評価方法開発への応用。



搾乳ロボット等で測定して育種

生産者の負担無くメタンを  
1800万トン削減(CO<sub>2</sub>換算、  
2050年までの累計)

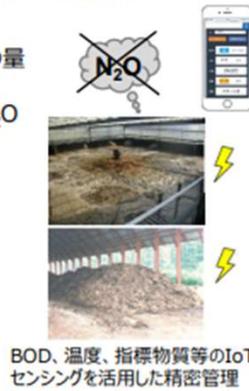
##### 2. 排せつ物処理におけるGHG削減技術の開発

- ・バランス飼料による窒素排せつ量の低減技術を開発
- ・排せつ物の精密管理によるN<sub>2</sub>O削減技術を開発

バランス飼料により乳牛の  
泌乳最盛期等も低減



排せつ物管理からのN<sub>2</sub>Oを30%削減



BOD、温度、指標物質等のIoT  
センシングを活用した精密管理

##### 3. GHG削減と同時に炭素貯留・再生可能エネルギー生産を行う技術の開発

- ・バイオ炭添加による堆肥化からのCH<sub>4</sub>・N<sub>2</sub>O削減効果や草地施用時の炭素貯留増強効果の検証
- ・消化液の少ない新たなメタン発酵技術の開発



バイオ炭添加による  
堆肥化

排せつ物管理からの  
GHGを35%削減



CO<sub>2</sub> 炭素貯留

##### 4. GHG削減システムの評価と提案

GHG削減技術を導入した場合の評価と技術の組み合わせにより削減目標を達成する生産システムを提案

#### 到達目標

1 経営体からのGHGの排出量を30%削減することが可能な技術を開発

#### 期待される効果

- ・ 農業分野で多くを占める畜産分野からのGHGの排出削減に貢献
- ・ 2050年までに農林水産業のCO<sub>2</sub>ゼロエミッション化の実現に貢献

# 畜産からのGHG削減技術の開発

ムーンショット型研究開発制度（内閣府）

## ムーンショット目標5

2050年までに、未利用の生物機能等のフル活用により、地球規模でムリ・ムダのない持続的な食料供給産業を創出



### 牛からのメタン削減は地球と食糧危機を救う

牛の消化管発酵で生じるメタンガスはゲップとして大気中へでていきますが、温暖化に影響するばかりでなく、飼料エネルギーの損失となります。2050年までに、このゲップメタンを80%削減し、温暖化抑止をはかるとともに、牛の乳肉生産効率を10%向上させます。同時にこれまで飼料に用いていた穀物を100%人類に回せるような家畜生産システムを構築し、世界に広めることで、人類の食糧危機救済に貢献します。

プロジェクトマネージャー（PM）：小林 泰男  
国立大学法人北海道大学大学院農学研究院教授

### 牛ルーメンマイクロバイオーム完全制御によるメタン80%削減に向けた新たな家畜生産システムの実現

キーワード：牛、ルーメン、マイクロバイオーム、メタン削減、生産性向上

#### 背景 メタン削減はなぜ必要か？

ムーンショット目標5には、「生物機能をフル活用し完全資源循環型の食料生産システムを開発する」とうたわれています。本課題では、牛の機能、とくにルーメンと呼ばれる第一胃に共生する微生物群（マイクロバイオーム）機能の最適化・完全制御をはかります。すなわち、微生物発酵で生じるメタンは温暖化ガスであるばかりでなく、飼料エネルギーの損失でもあります。発酵の制御を通して、メタンを最小化しエネルギーを乳肉生産に振り分ければ、温暖化緩和と家畜生産向上の両立につながります。

# 畜産からのGHG削減技術の開発

## ムーンショット型研究開発制度（内閣府）

### 研究内容

### メタンをどのように削減するか？

本プロジェクトでは、牛からのメタンを最小化する個別飼養管理システムの開発に挑戦します。まず、メタンを強力に抑制する飼料やマイクロバイオームをメタン最小化に導くプロ・プレバイオティクスを新たに開発します。併せて、ルーメン内に留置し発酵状況をリアルタイムで体外へ発信する新規デバイス（スマートピル）を開発します。受信したデータはAI解析して精密給餌プログラムを提案します。すなわち、個別別にルーメンのマイクロバイオームと栄養状態を制御・管理できる未来型の飼養管理システムを確立・普及拡大させることで、メタン削減と生産性向上の世界的展開をはかります。

メタン削減資材は北大・帯畜大・道総研・農研機構が科学的な探索と給餌プログラムの提案を、マイクロバイオームは農研機構・名大・全農が制御戦略を、スマートピルは東大・物材研・産総研・農研機構が技術革新を、各々担える強い研究・技術化基盤を有しています。



AI解析による最適飼養管理法を導入した酪農経営のイメージ

☆温暖化と食糧問題を同時に軽減！

### 2030年までの目標

2030年までに、ルーメンのマイクロバイオームを制御しメタンを低減する資材と、ルーメン内環境（VFA等）が常時モニタリング可能なスマートピルを開発します。スマートピルのデータを基にAI解析を介した牛個別給餌法の提案を開始するとともに、新規開発したマイクロバイオーム制御・メタン低減資材を、個別プログラムに基づき給与し、牛からのメタン発生を25%削減します。

2022年度中に、①低メタン牛に特徴的な細菌のうち未培養細菌の分離培養を実現、②スマートピルの基幹技術であるVFA総量センサのルーメンにおける測定条件を決定し、③メタン抑制候補資材のメタン抑制効果を牛で評価します。

### 研究担当機関

北海道大学/農業・食品産業技術総合研究機構/名古屋大学/全農飼料畜産中央研究所/物質・材料研究機構/東京大学/産業技術総合研究所/帯広畜産大学/北海道立総合研究機構



# 牛のゲップに係るGHG排出低減研究(現在進行形@道総研)

1. 牛ルーメンマイクロバイーム完全制御によるメタン80%削減に向けた新たな家畜生産システムの実現 (内閣府ムーンショット事業、R4~6年度)
2. カシューナッツ殻液混合飼料による牛由来メタン削減量の評価 (民間受託、R4~6年度)
3. 畜産からのGHG排出削減のための技術開発 (農林水産省委託プロ、R4~8年度)

農業分野における温室効果ガス (GHG) の排出削減が求められている。

GHG排出量の約半分を占める家畜の消化管発酵由来メタン削減技術を開発する。

## 2050年までの目標

みどりの食料システム戦略 (農林水産省2021~)  
「農林水産業のCO2ゼロエミッション化」

ムーンショット目標5 (内閣府2020~)  
「未利用の生物機能等のフル活用により、地球規模でムリ・ムダの無い持続的な食糧供給産業を創出」

## メタン削減手法

### ■ 削減資材の利用

1. ルーメンマイクロバイーム完全制御  
新規資材の探索・飼料化  
**新規飼料のメタン削減効果**
2. カシューナッツ殻液混合飼料  
**粗飼料主体時のメタン削減効果**

\* 下線部が酪農試参画部分

### ■ 消化管発酵の制御

1. ルーメンマイクロバイーム完全制御  
発酵動態モニタリング  
最適飼養管理による発酵制御

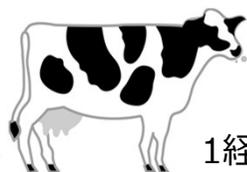
### ■ 育種改良

3. 畜産からのGHG排出削減  
農場レベルでのメタン測定法開発  
↓  
**簡易メタン推定法の精度検証**  
**メタン発生量と飼養成績データ収集**  
↓  
メタン発生量と遺伝特性の関係解明

消化管内メタン発生抑制

低メタン発生牛の作出

## 成果の活用



呼気のメタン80%削減

1経営体のメタン発生量30%削減  
(排泄物管理も含む)

**2030年 GHG排出量を2013年度比46%削減**

**2050年 カーボンニュートラルの実現**

# GHG測定システム（ヘッドボックス法@酪農試験場）



# 乾式メタン発酵システムの開発および再生敷料からのGHG精緻化

エア・ウォーター北海道・道総研(酪農試・畜試・中央農試)

## 研究開発の概要

○堆肥化が困難なソリッドおよびセミソリッド状のそれぞれの家畜ふん尿を対象とした乾式(A)及びセミ乾式メタン(B)発酵システムの開発

○消化液を利用した再生敷料から発生するGHGの精緻化および再生敷料の防疫面の評価

**ソリッド**  
積み上がるが堆肥化には副資材が必要  
TS: 16%以上  
ある程度堆積可能



ワラが多い



Stanchion barn



乾式

### A 乾式メタン発酵

- ・ソリッド対応  
ふん尿(ワラ混じり) → 嫌気発酵 → 堆肥盤 → 圃場還元
- ・国内での家畜ふん尿を対象とした成功例がほぼない。
- ・減容化(消化液の発生抑制)が可能  
(消化液排出量: 湿式 > セミ乾式 > 乾式)
- ・技術開発が必要  
○ベンチサイズの開発



### B セミ乾式メタン発酵

- ・セミソリッド対応  
ふん尿(ワラ混じり) → 前処理(破碎) → 固液分離(固形分) → 嫌気発酵 → 消化液貯留槽 → 圃場還元(液分: 堆肥化)
- ・現在、α版(商用化一步手前)
- ・減容化が可能(消化液排出量: 湿式 > セミ乾式)
- ・技術的な問題点の解決  
○セミソリッドふん尿の前処理装置の改良  
○β版開発



**スラリー**  
(消化液貯留タンク必須)  
TS: 13%未満



Free-stall barn



湿式

### C 湿式メタン発酵

- ・スラリー対応
- ・技術的に完成している。
- ・減容化しない

