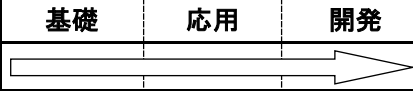
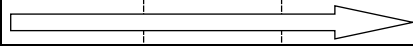


## 委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

|                |   |                 |           |   |
|----------------|---|-----------------|-----------|---|
| <b>研究課題名</b>   | 脱炭素・環境対応プロジェクトのうち畜産分野における気候変動緩和技術の開発  | <b>担当開発官等名</b>  |           | 研究開発官(基礎・基盤・環境)   |
|                |   | <b>連携する行政部局</b> |           | 大臣官房政策課技術政策室<br>大臣官房政策課環境政策室<br>生産局畜産部畜産振興課                                       |
| <b>研究期間</b>    | H29～R3（5年間）   | <b>総事業費（億円）</b> |           | 5億円（見込）   |
| <b>研究開発の段階</b> | <b>基礎</b>   | <b>応用</b>       | <b>開発</b> |  |
|                |  |                 |           |   |

### 研究課題の概要

農林水産分野から排出される温室効果ガス（GHG）（※1）の約1/3を占める畜産分野からの排出を削減するため、飼養管理技術の改善による畜産分野からのGHG排出削減技術の開発や、牛の生体・個体差に基づく消化管内発酵由来メタン削減技術の開発、畜産システム（※2）毎のGHG削減方策に関する研究開発を実施する。具体的には以下の通り。

〈Ⅰ 飼養管理技術の改善による畜産分野からのGHG排出削減技術の開発〉

乳用牛、肉用牛、採卵鶏におけるふん尿処理起源のGHGの排出を削減するため、生産性を損なわずに窒素排せつ量を低減するアミノ酸バランス改善飼料（バランス飼料）を開発し、GHG排出削減型飼料を確立する。

〈Ⅱ 牛の生体・個体差に基づく消化管内発酵由来メタン削減技術の開発〉

農林水産分野から排出されるGHGの約15%を占める牛の消化管内発酵由来メタンを削減するため、メタン産生に及ぼす影響を環境要因と遺伝要因の両者から解明し、メタン産出量削減に向けた牛の育種方策を確立する。

〈Ⅲ 畜産システム毎のGHG削減方策の提示〉

経営体からのGHGの排出量を20%削減可能な技術を確認するため、汚水浄化処理からのGHG削減技術を実証すると共に、畜産経営体からのGHG排出量評価モデルを開発し、新規に開発されるGHG緩和技術を畜産システムに組み込んだ場合のGHG削減効果を定量的に評価する。

#### 1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

1 経営体からのGHG排出量を20%削減可能な技術を開発（2013年排出量をベースとして）

#### 2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題としてのアウトカム目標（R8年）

約半数の畜産農家に普及した場合、畜産分野からのGHG排出量の1割以上を削減（2013年排出量をベースとして）

### 【項目別評価】

#### 1. 研究成果の意義

ランク：A

##### ①農林水産業・食品産業、国民生活の具体的なニーズ等から見た研究の重要性

温暖化による地球規模の環境の変化は、気象災害の増加・激化等により人々の生活に被害を与えるとともに、動植物の生態系に深刻な影響を及ぼしている。特に自然環境との関わりが深い農林水産業にとっては、温暖化は極めて重大な影響をもたらす要因となる。

平成28年（2016年）5月に閣議決定された「地球温暖化対策計画」（※3）では、GHGを2013年度比で2030年度までに26%減、2050年までに80%減とする大幅な排出削減目標を掲げ、抜本的排出削減を可能とする革新的技術の開発・普及などを最大限に追求するとされた。これを受けて農林水産省が、平成29年（2017年）3月に策定した「農林水産省地球温暖化対策計画」（※4）では、実用的な排出削減技術が確立していない削減効果の高い分野を中心に革新的な緩和技術の開発等を推進するとされ、推進すべき技術開発として「家畜の消化管内発酵や排せつ物からの排出など温室効果ガス排出量が大きく、

現時点で実用的な技術が確立していない畜産分野における排出削減技術」を掲げている。

また、2020年10月には、総理が2050年までにGHGの排出を実質ゼロとする目標を明言し、達成に向けての取組が指示されたところ。

一方で、牛肉の自給率は35%、牛乳・乳製品の自給率は59%であり、国内需要に応じるためには牛の増頭が必要とされているほか、2030年に農林水産物・食品の輸出を5兆円とする目標を達成するために、輸出の大きな割合を占めている牛肉の生産拡大が求められている。

以上のことから、生産性を損なわずにGHGの抜本的排出削減を可能とする革新的技術の開発を目指した本研究の意義は非常に大きく、具体的なニーズに対応した重要な研究である。

## 2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性

ランク：A

### ①最終の到達目標に対する達成度

本研究課題の最終到達目標として「1経営体からのGHGの排出量を20%削減可能な技術の開発」を目指しており、これまで以下の具体的成果が得られている。

#### 〈Ⅰ 飼養管理技術の改善による畜産分野からのGHG排出削減技術の開発〉

- ・家畜排せつ物処理起源のGHG排出を削減するため、慣行飼料と比較して粗タンパク質（CP）含量を2～3ポイント低く押さえる代わりに、必要なアミノ酸を添加したバランス飼料を開発した。生産性を損なうことなく、乳用牛、肉用牛、採卵鶏において1割以上の窒素排せつ量の低減を確認、GHG排出削減効果を解明した（乳用牛のふん尿貯留では30%、肉用牛の堆肥化では50%、採卵鶏の堆肥化では13%の削減ポテンシャル）。
- ・豚ふん及び肥育牛の堆肥化処理時に亜硝酸酸化細菌を添加する「亜硝酸酸化細菌添加技術」（※5）により、 $N_2O$ の発生量を2割以上削減（年間31万トン二酸化炭素等量）できることを明らかにした。
- ・臭気対策施設のアンモニア脱臭資材にアナモックス細菌（※6）を定着させ培養することにより、アンモニアを窒素ガスに変換させて除去し、 $N_2O$ の発生割合を1/4まで低減できることを明らかにした。

#### 〈Ⅱ 牛の生体・個体差に基づく消化管内発酵由来メタン削減技術の開発〉

- ・乳用牛については、搾乳ロボットを活用したメタン産生量測定システムの開発・基本技術を確立するとともに、搾乳牛のべ約500頭のメタン産生量を測定し、個体別メタン産生量データを蓄積した。収集データをもとに、乳用牛の余剰メタン産生量の遺伝率が0.1～0.2であることを確認した。
- ・肉用牛については、開発したメタン産生量推定式を用いて、メタン関連形質の遺伝率を推定し、黒毛和種集団のメタン産生関連形質の遺伝率が高いことを確認した。
- ・メタン関連形質と経済形質（枝肉形質や産乳形質等）との遺伝相関について、メタン関連形質の多寡は経済形質の悪化の要因にはならないことを明らかにした（育種上プラスとなりうる可能性については、3. ③参照）。
- ・乾物摂取量当たりのメタン産生量が少ない牛の第一胃に特徴的な2種類の細菌（特定細菌）の検出・定量系を作成し、当該特定細菌の一つである新規細菌の分離に成功した。

#### 〈Ⅲ 畜産システム毎のGHG削減方策の提示〉

- ・尿汚水浄化処理において炭素繊維担体の導入により効率よく脱窒を行うことで $N_2O$ が削減される実規模の炭素繊維リアクター（※7）を開発し、 $N_2O$ 排出量が約80%削減（年間約70万トン二酸化炭素等量）できることを明らかにした。
- ・家畜排せつ物の処理方法の違いによるGHG排出・吸収データを整備し、家畜排せつ物の利用方法としては、堆肥として草地飼料畑に還元することが最もGHG削減につながることを明らかにした。
- ・各畜種の経営体から排出されるGHGの削減量を見える化するための畜産環境評価モデルを開発。緩和技術の組み合わせによりGHGをどれだけ削減できるかを定量的に評価し、1経営体からのGHG排出を20%削減するシステムが構築可能であることを明らかにした。

## ②最終の到達目標に対する今後の達成可能性とその具体的な根拠

開発したバランス飼料については、3畜種において農家実証試験を開始済み。肥育豚に続き生産性を損なわないGHG排出削減型飼料として確立出来る見込み。

メタン産生量の少ない牛（低メタン産生牛）の作出については、多頭数の実測値をもとに牛のメタン産生量に関わる遺伝的要因を解明し、育種方策を確立すべく、データを収集中。順調に低メタン産生牛の微生物学的・生理学的特性を解明しており、メタン産生削減技術を論文等により順次公表中。

新たに開発した削減技術と既存の削減技術の組み合わせによるGHG削減効果を定量的に評価することで、最終の到達目標である「畜産システムとして1経営体からのGHG排出量を20%削減可能な技術の開発」が十分に達成できると考えられる。

### 3. 研究が社会・経済等に及ぼす効果（アウトカム）の目標の今後の達成可能性とその実現に向けた研究成果の普及・実用化の道筋（ロードマップ）の妥当性

ランク：A

#### ①アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠

バランス飼料については、すでに乳用牛、肉用牛、採卵鶏の全てにおいて農家実証段階での試験を実施中。なお、先行して実用化された肥育豚のバランス飼料に関しては、養豚経営における普及が確認されている（論文化、公表済み）。バランス飼料の約半数の畜産農家への普及によるGHG削減ポテンシャルは年間100万トン（CO2換算）と推計。

「炭素繊維リアクター」については、既存の污水浄化施設へ容易に導入するための設計が終了し、浄化処理会社と販売規格について検討している段階。

「亜硝酸酸化細菌添加技術」については、国内の主要なふん尿処理方法である堆肥化処理と污水浄化処理のそれぞれの過程において既に完成済み。

育種による低メタン産生牛の作出については、メタン測定技術の生産現場での実証、家畜改良関連団体による育種事業化により、肉用牛では世代更新間隔を5～10年と仮定すると、今後4～7%（平均5.5%）の削減、乳用牛についても同程度のGHGの削減が可能。

以上の研究開発状況から、アウトカム目標は十分達成できると見込まれる。

#### ②アウトカム目標達成に向け研究成果の活用のために実施した具体的な取組内容の妥当性

アウトカム目標の達成のために、研究コンソーシアムの普及・実用化支援組織の一員として畜産関係企業、飼料製造販売会社、全国各地の自治体の試験研究機関等を組み込んで実用化に向けた以下のような取組を実施。

- ・生産性に直結するバランス飼料の開発・実証に当たって、研究開発の初期段階から、バランス飼料に求められる特性や確認すべき飼養成績の項目等について意見交換を行い研究内容に反映。
- ・開発されるバランス飼料が畜産農家の生産性や効率性に対するニーズ等にも十分対応できるようにするため、各自治体の試験研究機関と連携して実証試験を実施。
- ・飼料に求められる重要な条件の一つである「持続的かつ安定的な供給」を満たすため、飼料製造販売会社から各種飼料原料の利用状況についての情報収集を行うほか、国内外のアミノ酸利用技術に関わる情報を入手し研究内容に反映。

得られた研究成果については、学術論文、国内・国際学会等発表、一般市民向けの講演会等を通じた積極的な情報発信を実施中。令和2年12月には、参加者数150名を超えるリモートでの研究発表会を開催し、研究の中間発表として、これまで得られた1経営体あたりのGHG排出を20%削減することが可能となる技術の組み合わせを畜種別に公開し、達成度をステークホルダー向けに説明、社会実装への課題を整理した。

これらの取組内容は、本研究課題の成果を早期実装化するために必要不可欠であり妥当である。

#### ③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

牛のルーメン発酵過程で牛のエネルギーが生成され、副産物として代謝性水素が発生するが、この代謝性水素からはメタンもしくはプロピオン酸が産生される。プロピオン酸は牛にとって効率の良いエネルギー源であるため、メタンの産生量を抑えプロピオン酸の産出量を高めることは乳・肉生産性の向上を図る上で重要である。したがって、低メタン牛の育種方策を確立することは、生産性に係る育種改良

の加速化にも貢献できる。

また、バランス飼料をはじめとした本研究の成果については、特に近年家畜頭数が著しく増加しているアジア諸国に向けて情報発信することにより、日本のみならず世界のGHG排出削減に貢献できる。

#### 4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

##### ①研究計画（的確な見直しが行われてきたか等）の妥当性

研究推進会議を年2回以上実施。研究の進捗を点検するとともに課題の確認を行い次年度の研究計画を作成した。研究計画は進捗状況等に応じて調整しており、妥当である。

##### ②研究推進体制の妥当性

行政部局と外部専門家を含む運営委員会を設置し、研究実施計画、研究資源、推進体制等について検証し、研究の進捗を管理。当初の予定どおり研究を進めることができた。さらに、研究コンソーシアム主催の各種検討会を開催することで、課題の共有に努めつつ効果的に研究を推進することができた。

以上のことから、効率的・効果的に研究が推進されるように調整が図られており、研究推進体制は妥当である。

##### ③研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性

「農林水産分野における気候変動・環境対応プロジェクト」全体で課題の進捗状況や研究成果の有用性を踏まえた予算配分の積極的な選択と集中を行っている。計画どおり進捗しており、最終目標の達成も十分見込まれることから、予算配分は妥当である。

#### 【総括評価】

ランク：A

##### 1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見

- ・温室効果ガスの削減は2050年カーボンニュートラルの実現に向けて喫緊の課題であり、本研究の必要性、重要性はますます高まっている。
- ・本研究では、経営体ごとの温室効果ガスの削減に向けた飼養管理、遺伝解析、排泄物管理などを総合的に組み合わせた開発が順調に進んでおり、研究目標の達成度は高いと判断する。このまましっかりと進めていただきたい。
- ・本研究で開発した温室効果ガスの削減技術は、生産性を下げずに削減効果を高めるという非常に優れた技術であり、高く評価できる。

##### 2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・普及に向けた取組として、生産者目線を心掛けた研究成果の周知、広報の仕組みの構築などを積極的に進めていただきたい。特に、普及につながるコストの見通しや、先進的な生産者が既に取り組んでいる事例も併せて研究成果のPRをするなど、参画する生産者を増やしていく取組を検討いただきたい。
- ・N<sub>2</sub>Oの削減技術は、学術的、あるいは環境面での効果はもちろんのこと、実用面での事例、効果も確認されていることから、経営効率の面でも成果を生かしていただきたい。
- ・世界的にカーボンニュートラルに対する重要性が高まっている背景からも、農水省としてこの取組を対外的にアピールすべきである。
- ・過去にJIRCASが海外で調査した事例などを参考にしつつ、今後は海外展開についても積極的に検討いただきたい。

[研究課題名] 脱炭素・環境対応プロジェクトのうち  
畜産分野における気候変動緩和技術の開発

| 用語               | 用語の意味  | ※<br>番号 |
|------------------|--|---------|
| 温室効果ガス (GHG)     | GHG=greenhouse gasの略。日射により暖められた地表面は赤外線を放出するが、温室効果ガスはこの赤外線を吸収し、熱が大気圏外に逃げることを防ぐことによって地球表面を保温する働きを有している。このため、温室効果ガスの増加が地球温暖化の原因となっている。農林水産分野については、二酸化炭素 (CO <sub>2</sub> )、メタン (CH <sub>4</sub> )、一酸化二窒素 (N <sub>2</sub> O) の3種類の温室効果ガスの排出量を削減することが、喫緊の課題となっている。なお、温室効果は、二酸化炭素に比べメタンは25倍、一酸化窒素は298倍となる。 | 1       |
| 畜産システム           | 当研究課題において定義。範囲としては各畜種の一つの経営体であり、これを対象として、GHG削減策を組み合わせる導入した際の削減率をライフサイクルアセスメント(LCA)により評価する。ただし、購入飼料等の資材生産時に経営外で排出されるGHGが削減策により変化する場合は、その差分もGHG排出量の計算に含めており、これによりGHGの排出される場所が変わっただけということを防ぐなどLCAの考え方を担保している。   | 2       |
| 「地球温暖化対策計画」      | COP21で採択されたパリ協定や「日本の約束草案」を踏まえ、我が国の地球温暖化対策を総合的かつ計画的に推進するための計画として、平成28年5月13日に閣議決定された。計画では、2030年度に2013年度比で26%削減するとの中期目標について、各主体が取り組むべき対策や国の施策を明らかにし、削減目標達成への道筋を目指すことを位置付けている。平成27年11月に閣議決定された「気候変動の影響への適応計画」と併せて一体的に推進することとしている。<br>なお、これを受け、農林水産省では平成29年3月に「農林水産省地球温暖化対策計画」を策定している。                    | 3       |
| 「農林水産省地球温暖化対策計画」 | 「地球温暖化対策計画」が閣議決定されたことなどを踏まえ、農林水産分野における緩和策を総合的かつ計画的に推進するため、平成29年3月に策定。農林水産省では、平成27年8月に策定された「農林水産省気候変動適応計画」とあわせて一体的に推進することとしている。   | 4       |
| 「亜硝酸酸化細菌添加技術」    | 堆肥化処理の過程で、亜硝酸酸化細菌を含む完熟堆肥を添加することにより強力な温室効果ガスである一酸化二窒素の排出を効果的に抑制する技術。窒素が豊富な資材である家畜ふん尿では、窒素の硝化に係わる微生物のひとつである亜硝酸酸化細菌の不足が一酸化二窒素の排出原因であり、人為的に添加を行うことで効果的な抑制が可能となる。本委託プロジェクトにおいて、豚ふん及び肥育牛ふんにも適応する添加方法を開発、その効果を実証した。   | 5       |
| アナモックス細菌         | アナモックス反応 (anaerobic ammonium oxidation : 嫌気性アンモニア酸化の略) を起こす微生物。無機態窒素 (アンモニアと亜硝酸) の反応で汚水中の窒素をガス (N <sub>2</sub> ) として除去できる。独立栄養細菌であり、増殖の倍加時間が常温で 9~11 日と極端に長い。比較的最近発見され、原理的に一酸化二窒素の発生を伴わないため、畜産排水への応用が期待されている。  | 6       |
| 炭素繊維リクター         | 炭素繊維 (炭素率9割以上で耐熱・耐薬、軽量で広く建築物や車両や機体に用いられている素材) を用いて、浄化処理を担う微生物を固定するための住処として開発した装置。嫌気性の微生物固定に優れ、汚水中の硝化反応と脱窒反応をバランス良く進行させることを可能とすることで、強力な温室効果ガスである一酸化二窒素の排出削減に大きな効果がある。本委託プロジェクトで養豚汚水の浄化処理施設の適応装置を開発、その効果を実証した。   | 7       |

# ○畜産分野における気候変動緩和技術の開発

## 背景・目的

◎「地球温暖化対策計画」（平成28年（2016年）5月閣議決定）において、地球温暖化対策と経済成長を両立させながら、温室効果ガス（GHG）排出量を2030年度までに26%減、2050年までに80%減とすることが目標とされている（2013年度比）。

◎この目標達成のためには、農林水産分野から排出されるGHGの約1/3を占める畜産分野において、既存対策の延長ではないGHGの抜本的排出削減を可能とする革新的技術の開発が急務となっている。

## 研究概要

## 畜産分野からのGHGは家畜生産段階の全てで発生

### I. 飼養管理技術の改善によるGHG排出削減技術の開発

乳・肉用牛、採卵鶏におけるふん尿処理起源GHG（一酸化二窒素）を削減するため、生産性を損なわずに窒素排泄量を低減するアミノ酸バランス改善飼料を開発・実証

従来の飼料

バランス改善飼料

バランス飼料

不足するアミノ酸を添加し、必要量を充足した上で余分な蛋白質を除外

↓

バランス飼料給与によるGHG排出削減技術の確立

### II. 牛の生体・個体差に基づく消化管内発酵由来メタン削減技術の開発

新規メタン発生測定システムを開発し、遺伝率等解析に必要なデータを収集

搾乳ロボットやドアフィーダでのガス採取

↓

低メタン発生牛作出に向けた育種方策を確立

### III. 畜産システム毎のGHG削減方策の提示

草地飼料畑管理（土壌炭素蓄積を含む）と新規・既存のGHG排出削減技術の評価

↓

主要畜種ごとの家畜生産システムGHG削減評価モデルの開発

↓

1経営体からのGHG排出量20%削減可能な技術体系の確立・提示

炭素繊維リアクタ

## 達成目標（2021年）

1 経営体からのGHG排出量を20%削減可能な技術を開発（2013年排出量ベース）

## 期待される効果

- 畜産分野からの温室効果ガスの排出削減に貢献
- 温室効果ガスインベントリ排出量の算定方法の改善

【ロードマップ（終了時評価段階）】

畜産分野における気候変動緩和技術の開発

| ～R1   | R2 | R3 | R4   | R5 - R8 | R9～ |
|---|----|----|--|---------|-----|
| <b>委託研究プロジェクト</b><br>養豚、肉用牛、採卵鶏農家等で GHG 削減実証<br>評価モデルによる GHG 削減技術の総合評価  |    |    | 1 経営体からの GHG の排出量を 20%削減可能な技術体系の確立<br>・様々な媒体の利用、動画等を活用した国民向け広報<br>・TLO等による技術移転、製品化販売活動   |         |     |
| <b>バランス改善飼料の開発と負荷軽減の検証</b><br>飼養管理技術の改善による生産性を損なわない GHG 排出削減型飼料の確立（論文発表：3 件）<br>GHG 発生の間接排出源となる NH <sub>3</sub> などの排出を低コストで抑制できる脱臭技術の開発（論文発表：2 件）   |    |    | 行政部局（大臣官房環境政策室、生産局等）と連携した普及計画の検討・策定<br>参画試験研究機関による学会発表、学術論文・商業誌での研究成果の情報発信<br>普及・実用化支援組織による生産者との意見交換会等を通じた低 CP 飼料のメリット周知。飼料会社への市販化の支援、都道府県の試験場、普及指導組織等を通じた普及                   |         |     |
| <b>牛の生体・個体差に基づく消化管内発酵由来メタン削減技術の開発</b><br>牛の個体別メタン産生量を測定システム（スポット法）の開発（論文発表：2 件）<br>メタン産生が少ない牛の生理学的・微生物学的特徴解明（論文発表：2 件）<br>メタン関連形質の遺伝率の解明と低メタン産生牛の育種方策の確立（論文発表：2 件）  |    |    | 家畜改良関連団体とのメタン測定と解析手法の生産現場における実証（新規プロジェクト研究）<br>低メタン産生牛の育種改良・増殖体制の整備に向けた検討・取組（新規事業）<br>普及・実用化支援組織を通じた乳用牛・肉用牛生産者への低メタン牛の情報提供と個別経営が行う「メタン排出の少ない生産物」作出への技術支援と、その削減行為の Jクレジット化等経済支援 |         |     |
| <b>各畜種経営への温室効果ガス削減システム提示と、削減技術選択</b><br>草地飼料畑における GHG 排出係数の算出と堆肥の還元等による GHG 排出削減技術の開発<br>メタン発酵からの GHG 排出削減方策確立（論文発表：2 件）<br>汚水浄化・堆肥化からの GHG 排出削減効果検証と管理技術の確立（論文発表：2 件、特許出願：1 件）<br>GHG 削減型畜産システムの評価（論文発表：2 件） |    |    | 草地飼料畑のカーボンオフセット機能評価手法の確立と家畜排せつ物処理手法と連携した国内最大削減量の把握（新規プロジェクト研究）<br>ゼロエミッション畜産物生産体システムの開発に向けた地域実証事業（新規事業）<br>GHG 測定方法の精緻化により、農業分野における温室効果ガスインベントリに関連する排出量の算定方法の改善に寄与             |         |     |

アウトカム  
【R12】

畜産分野からの GHG 排出量の 1 割以上を削減（約半数の畜産農家に普及した場合）

「地球温暖化対策計画」に基づく GHG 排出削減への短期目標（2030 年度までに 26%削減）や長期的目標（2050 年までに 80%削減）の達成に貢献（それぞれ 2013 年度比）

アジア諸国等への研究成果の情報発信による世界全体の GHG の排出削減に貢献

# I. 飼養管理技術の改善による畜産分野からの温室効果ガスの排出削減技術の開発

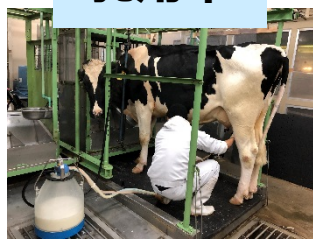
## 研究概要

乳用牛、肉用牛、採卵鶏におけるふん尿処理起源の温室効果ガス（GHG）の排出を削減するため、生産性を損なわずに窒素排せつ量を低減するアミノ酸バランス改善飼料（バランス飼料）を開発し、GHG排出削減型飼料を確立する。

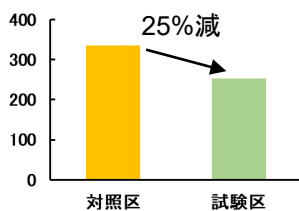
## 主要成果

### ■ バランス飼料の開発とGHG排出削減効果の解明

#### 乳用牛



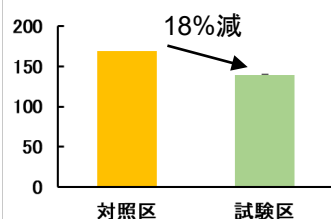
泌乳中後期における窒素排せつ量(g/日/頭)



#### 肉用牛 (ホル雄)



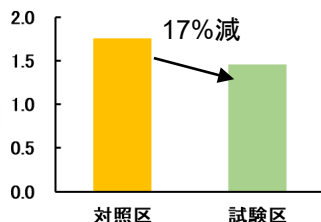
肥育全期間における窒素排せつ量(g/日/頭)



#### 採卵鶏



採卵前・中後期を通じた窒素排せつ量(g/日/羽)

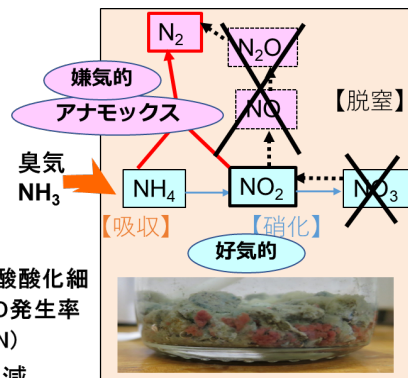
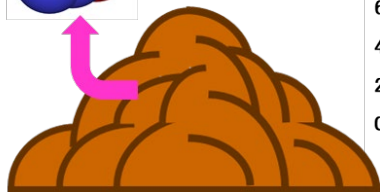
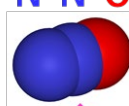


慣行飼料と比較して粗タンパク質（CP）含量が2-3%ポイント低いバランス飼料給与により、乳用牛、肉用牛と採卵鶏で、生産性を損なうことなく、窒素排せつ量を17~25%低減が可能なることを飼養試験で確認。

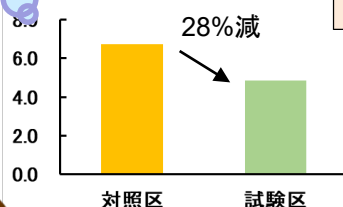
これら排せつ物への窒素排出低減により、乳用牛の貯留で30%、肉用牛の堆肥化では50%、採卵鶏の堆肥化では13%の温室効果ガス排出削減ポテンシャル（主に一酸化二窒素）があることも、一連の処理試験において確認。

堆肥化処理時の亜硝酸の蓄積を微生物の添加により解消 → 一酸化二窒素（ $N_2O$ ）の発生量を2割以上削減

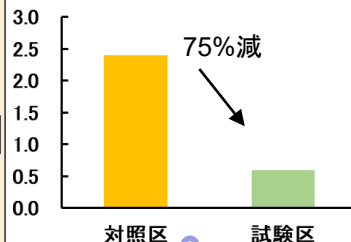
N-N-O



堆肥化時の亜硝酸酸化細菌添加による $N_2O$ 発生率 (N%初発TN)



アナモックス反応導入による $N_2O$ 排出係数の低減(%)



アンモニア脱臭資材とアナモックス細菌の混合培養 → 窒素除去量に対する $N_2O$ 発生割合を4分の1まで低減



# II. 牛の生体・個体差に基づく消化管内発酵由来メタン削減技術の開発

## 研究概要

農林水産分野から排出される温室効果ガスの約15% (CO<sub>2</sub>換算) を占める牛の消化管内発酵由来メタンを削減するため、メタン產生に及ぼす影響を環境要因 (第一胃内微生物相と生理的な特性の違い) と遺伝要因の両者から解析し、メタン產生量削減に向けた牛の育種方策を確立する。

## 主要成果

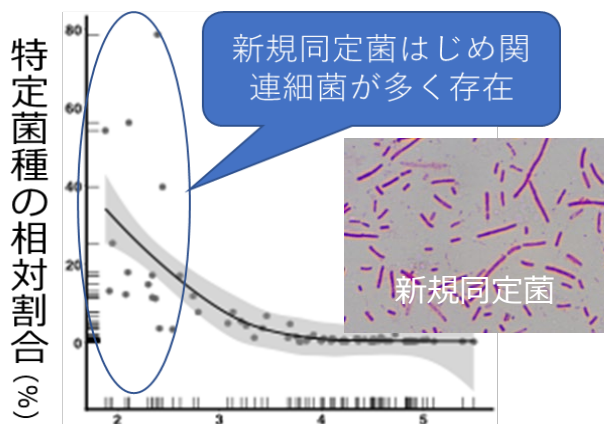
### ■ 育種現場で使える新規メタン產生測定システムを開発

- ・搾乳ロボットを利用 (乳用牛)
- ・搾乳中の呼気のメタン/炭酸ガス比を測定
- ・乳用牛用および肉用牛用測定システムを開発

### ■ 育種現場での多頭数の個体別メタン產生データの測定・蓄積を開始



### ■ メタン產生量の少ない個体の微生物学的特性を解明



メタン產生量と相関が高いレーメン内で產生される短鎖脂肪酸の割合  
※X軸は (酢酸+酪酸) / プロピオン酸比

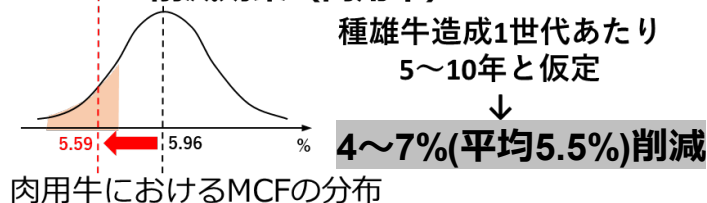
### ■ メタン產生量推定方法を開発

- ・飼養成績に基づく肉用牛のメタン產生量推定式を開発
- ・乳脂肪酸組成を活用した乳用牛のメタン產生量推定式を開発中

### ■ 低メタン產生牛の作出に向けた育種改良の可能性を評価

- ・収集データをもとに、乳用牛の余剰メタン產生量の遺伝率が0.1~0.2であることを確認
- ・間接検定データにより、黒毛和種集団のメタン產生関連形質の遺伝率が高いことを確認
- ・経済形質 (枝肉形質や産乳形質等) との遺伝相関に問題のないことを確認

### メタン產生効率 (MCF) の改善による削減効果 (肉用牛)



本成果である育種による削減と生産性向上により1経営体からのメタン排出量10~20%の削減効果が見込まれる。

# Ⅲ. 畜産システム毎の温室効果ガス削減方策の提示

## 研究概要

1 経営体からの温室効果ガス (GHG)の排出量を20%削減可能な技術を確立するため、汚水浄化処理からのGHG削減技術を実証すると共に、畜産経営体からのGHG排出量評価モデルを開発し、新規に開発されるGHG緩和技術を各畜産システムに組み込んだ場合のGHG削減効果を定量的に評価する。

## 主要成果

### ■ 汚水浄化処理からのGHG排出量を大幅に削減

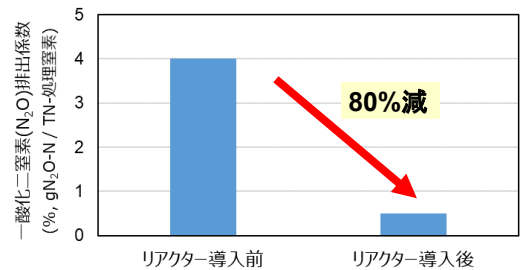
- ・ 尿汚水浄化処理において、炭素繊維担体の導入により効率よく脱窒を行うことで一酸化二窒素 (N<sub>2</sub>O) を削減する実規模の炭素繊維リアクターを開発し、養豚生産現場での実証試験を行った
- ・ 炭素繊維リアクター導入前と比較して、導入後はN<sub>2</sub>O排出量が約80%削減された



曝気槽内の炭素繊維リアクター

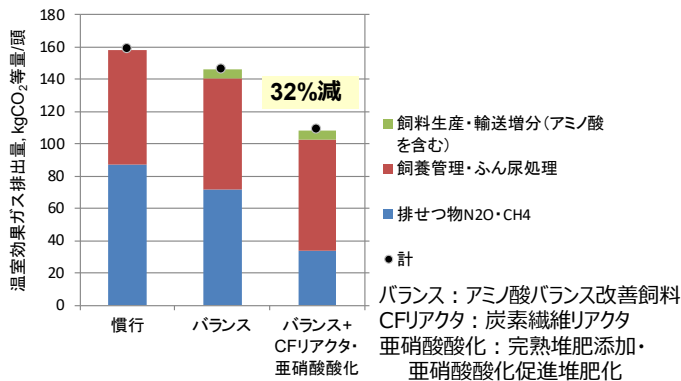
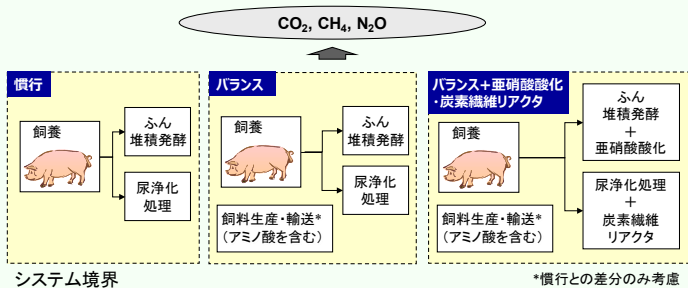


炭素繊維担体



炭素繊維リアクター導入時の一酸化二窒素排出量

### ■ 開発した畜産環境評価モデルで緩和技術導入効果を評価



(例) GHG緩和技術を組み合わせて導入した養豚システムとその評価結果

- ・ 各畜種の経営体から排出されるGHGの削減量を見える化する畜産環境評価モデルを開発

- ・ 開発したモデルを用いて、緩和技術を組み合わせ導入した各畜産システムの評価を行い、GHGを20%削減するシステムを提案

- ・ 草地土壌への家畜排せつ物由来有機物の施用量が増えるほどGHG削減に寄与することを解明、処理法の違いによるGHG排出/吸収データを整備