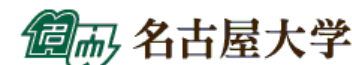
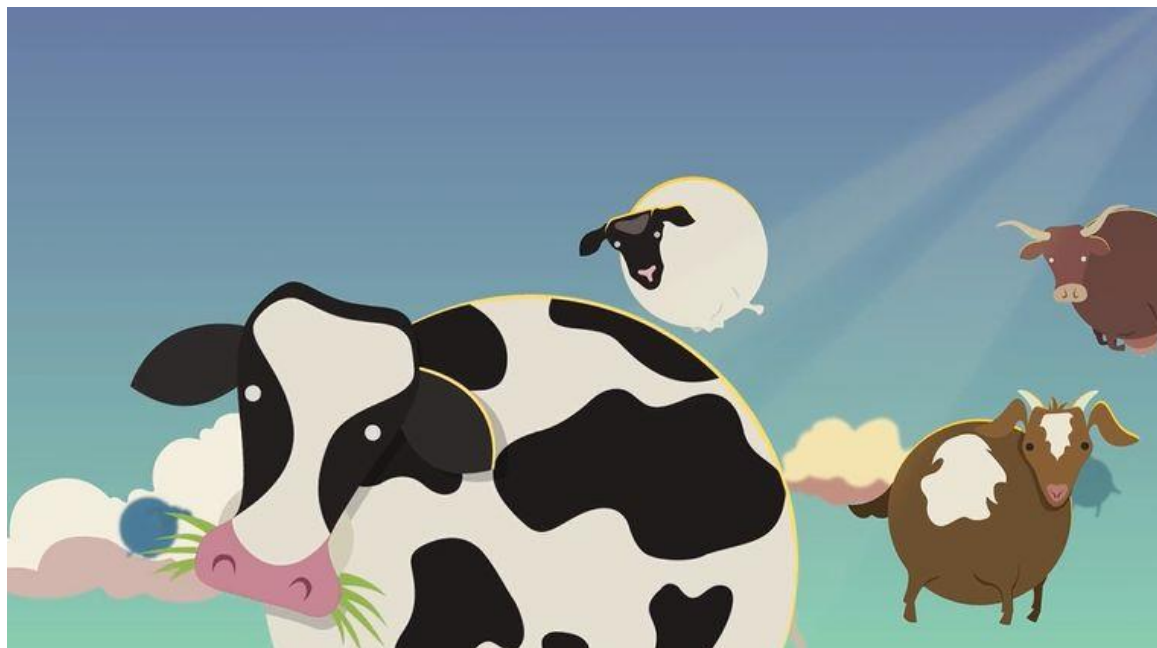


ルーメンマイクロバイオーーム完全制御 によるメタン80%削減に向けた 新たな家畜生産システムの実現

PM 小林泰男（北海道大学）





MOONSHOT

RESEARCH & DEVELOPMENT PROGRAM

ムーンショット型研究開発制度は、我が国発の破壊的イノベーションの創出を目指し、従来技術の延長にない、より大胆な発想に基づく挑戦的な研究開発（ムーンショット）を推進する新たな制度です。

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



2020

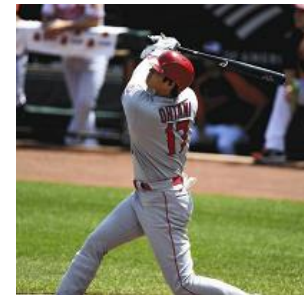
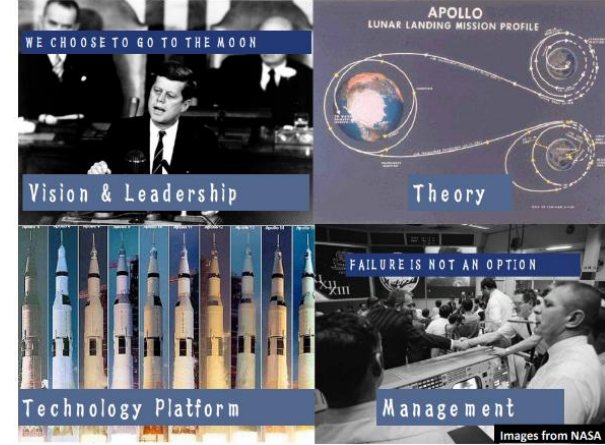


本研究課題

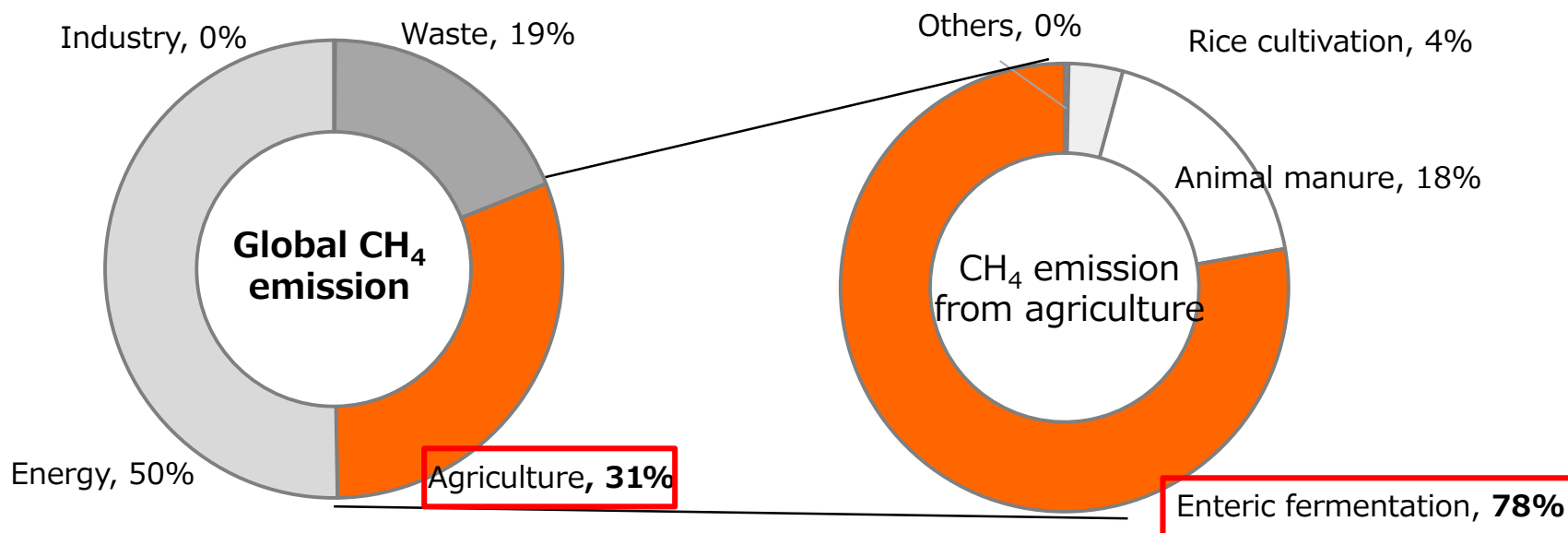


2050

環境保全と
畜産物供給増
の両立

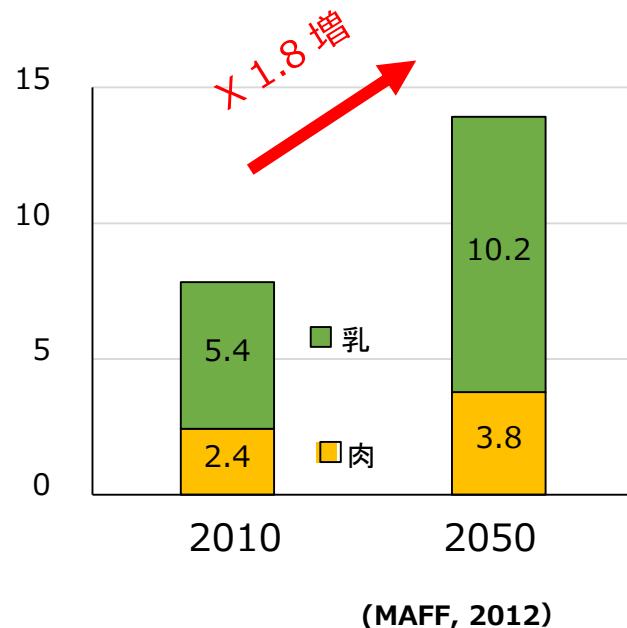
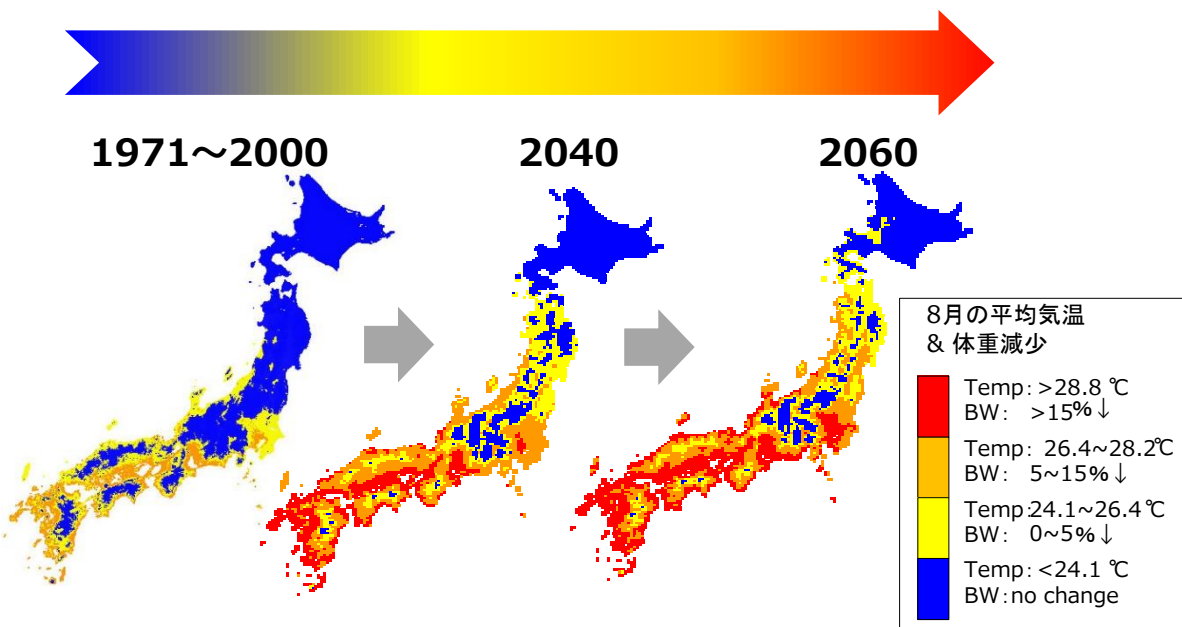


- ✓ 温暖化は全世界で災害の原因となっている
- ✓ パリ協定で「日本は2050年までにGHGの80%削減」を表明
- ✓ 農業はメタンガスの主要な排出源で、主に消化管発酵由来である。
- ✓ 私たちの研究ではウシ第一胃（ルーメン）由来メタンの80%削減をはかる



- ✓ ウシは暑熱耐性が低く、温暖化がつづくとも生産の減少は必至
- ✓ 畜産物の需要は 2050年に1.8倍（2010年比）に高まる ←人口増加と経済の進展

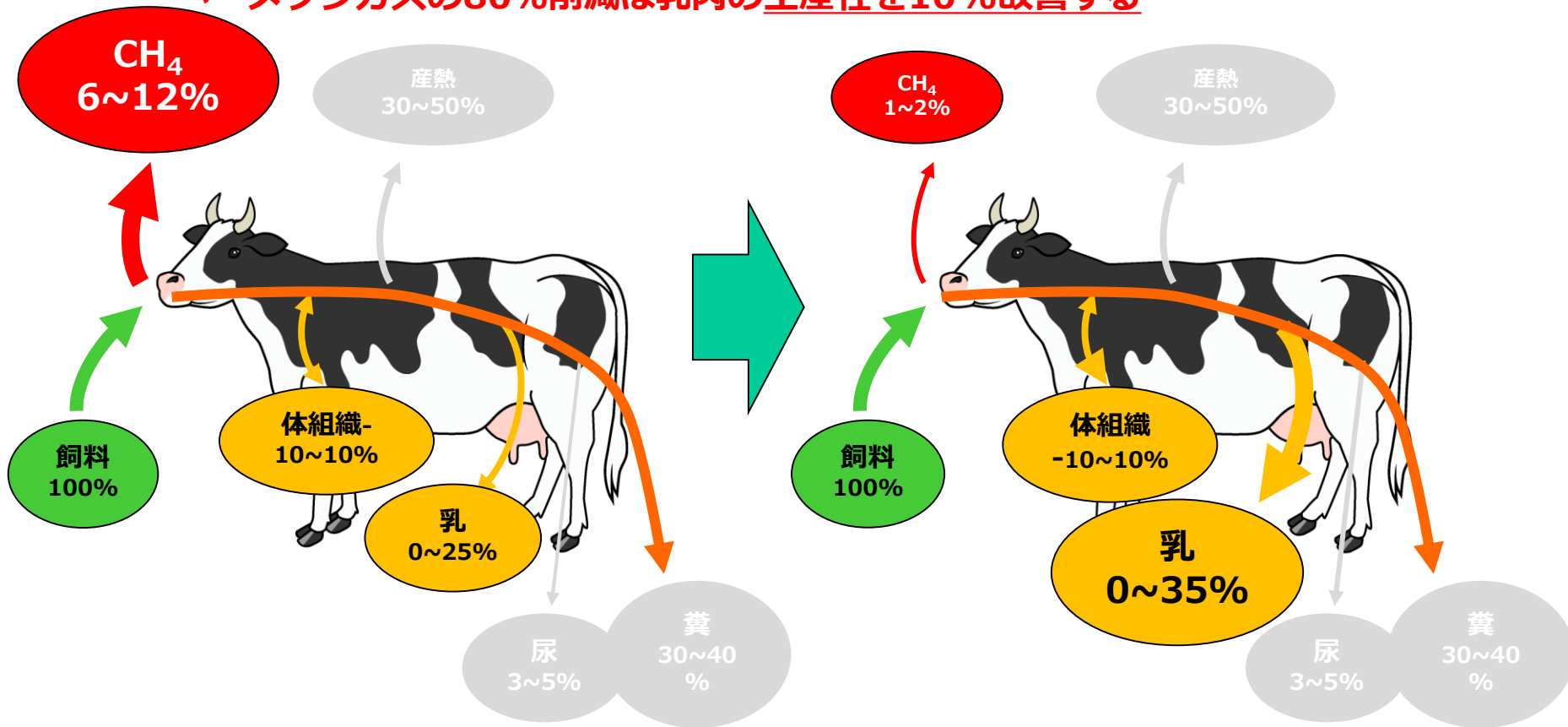
気温上昇& 家畜生産減少



畜産物供給にかかわる懸念

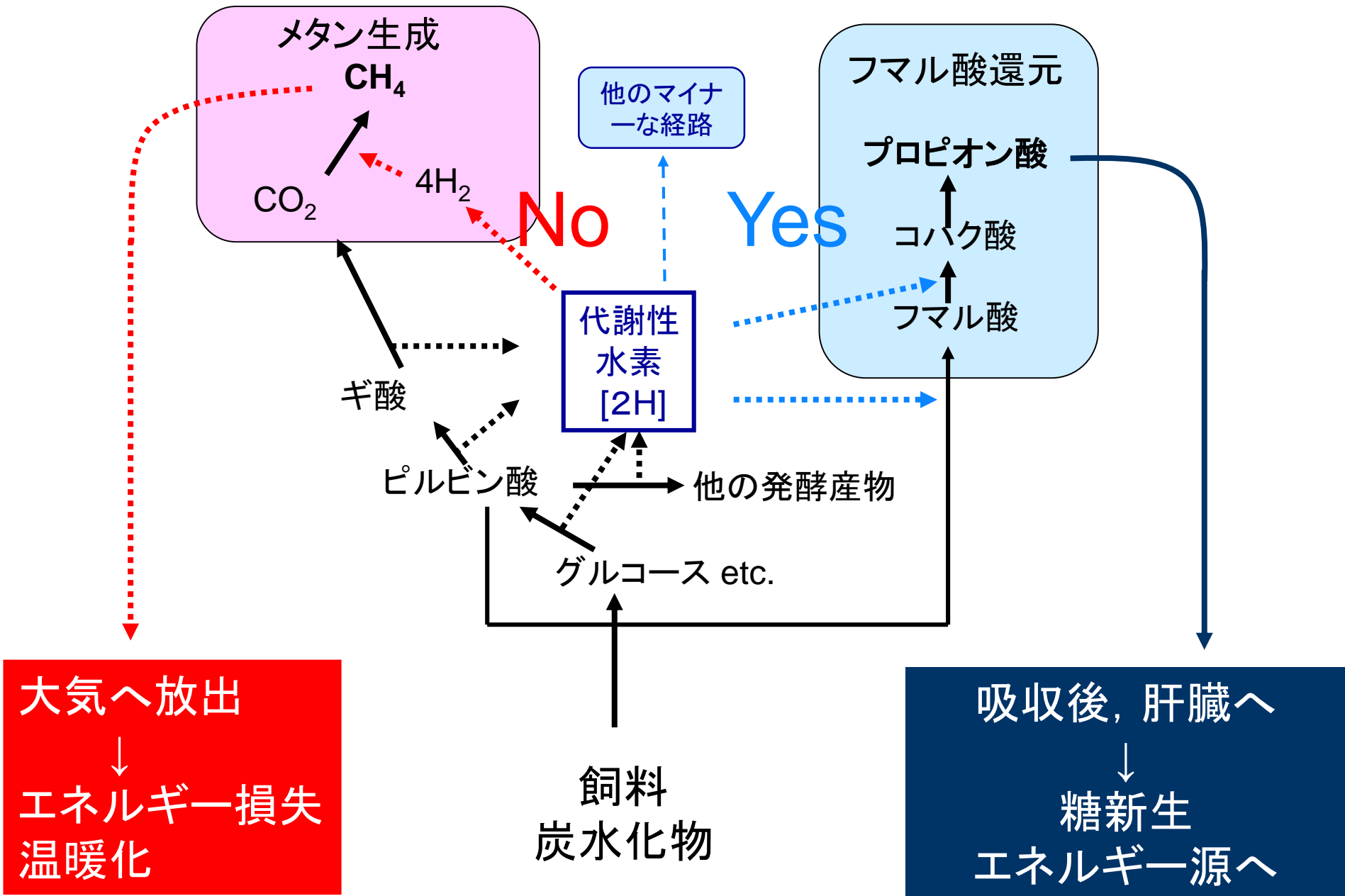
牛ルーメンマイクロバイオーム完全制御によるメタン80%削減に向けた新たな家畜生産システムの実現

- ✓ 飼料エネルギーの6-12%がメタンガスとして損失する
- ✓ メタンガスの80%削減は乳肉の生産性を10%改善する



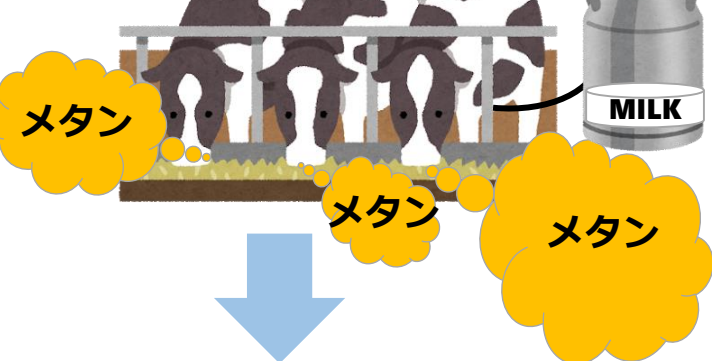
生産性10%改善は 43%の経営利益向上をもたらす (Fox ら. 2001)

メタン抑制法？ 水素処理系をかえメタン低減を導くルーメン微生物相へ転換



2050年に目標とする家畜生産の姿

2020



2050

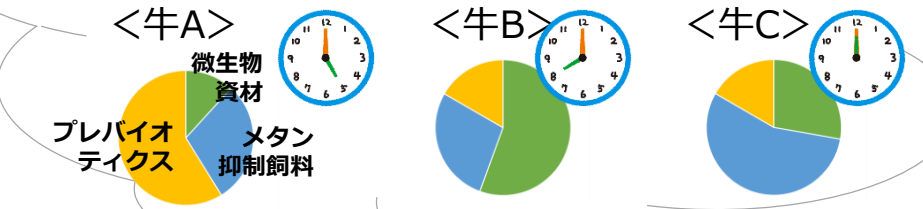


ルーメン環境のリアルタイム情報に基づく
個体に応じた最適飼養管理が実現

○牛の体調・生産量等の情報の取得



○最適給与法の提示



牛体内からの情報発信
↓
AIによる情報管理・提案
↓
給餌システムへ反映

当研究課題の組織構成

Program Director: 千葉

他の
7課題

PM: 小林



北海道大学
HOKKAIDO UNIVERSITY

Advisory board

研究機関、飼料会社などの専門家

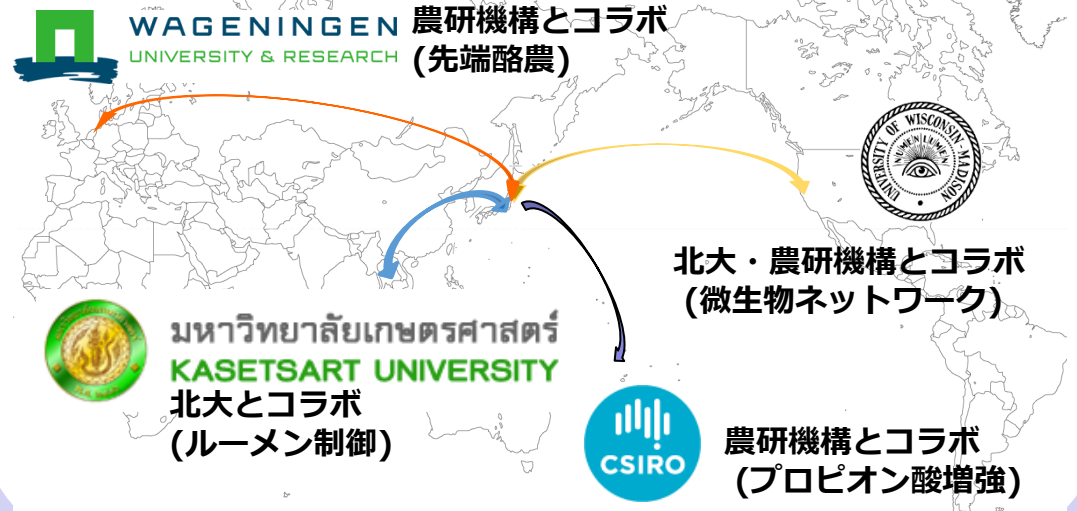
PI: 三森（農研機構）, 伊藤（東大）, 小池（北大）

研究資金, 企画管理, 応用・普及, 社会認知, 知財申請, 倫理管理
etc.

All Japan



Collaboration



本研究課題の分担項目

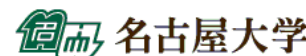
1. 即効戦略: メタン抑制飼料



JSFA 一般社団法人
日本科学飼料協会



2. 長期的戦略: 低メタン牛の特定



3. 組み合わせる新技術-スマートビル (ルーメン留直)



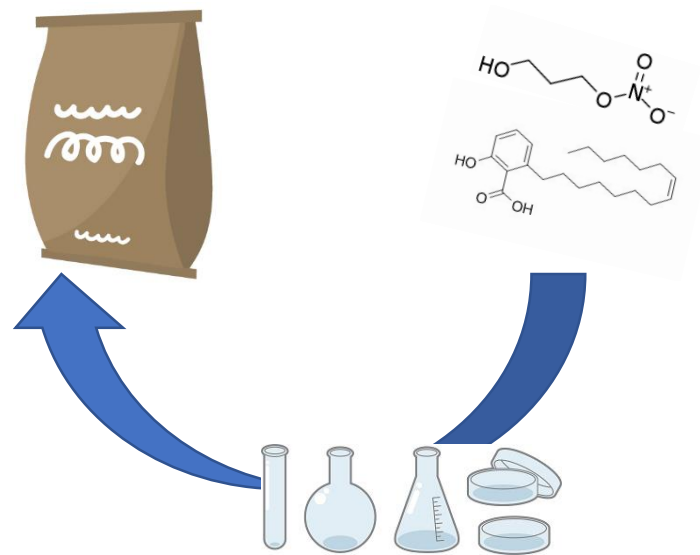
国立研究開発法人 物質・材料研究機構
National Institute for Materials Science



最終段階… 個体別飼料給与管理システムの確立・普及

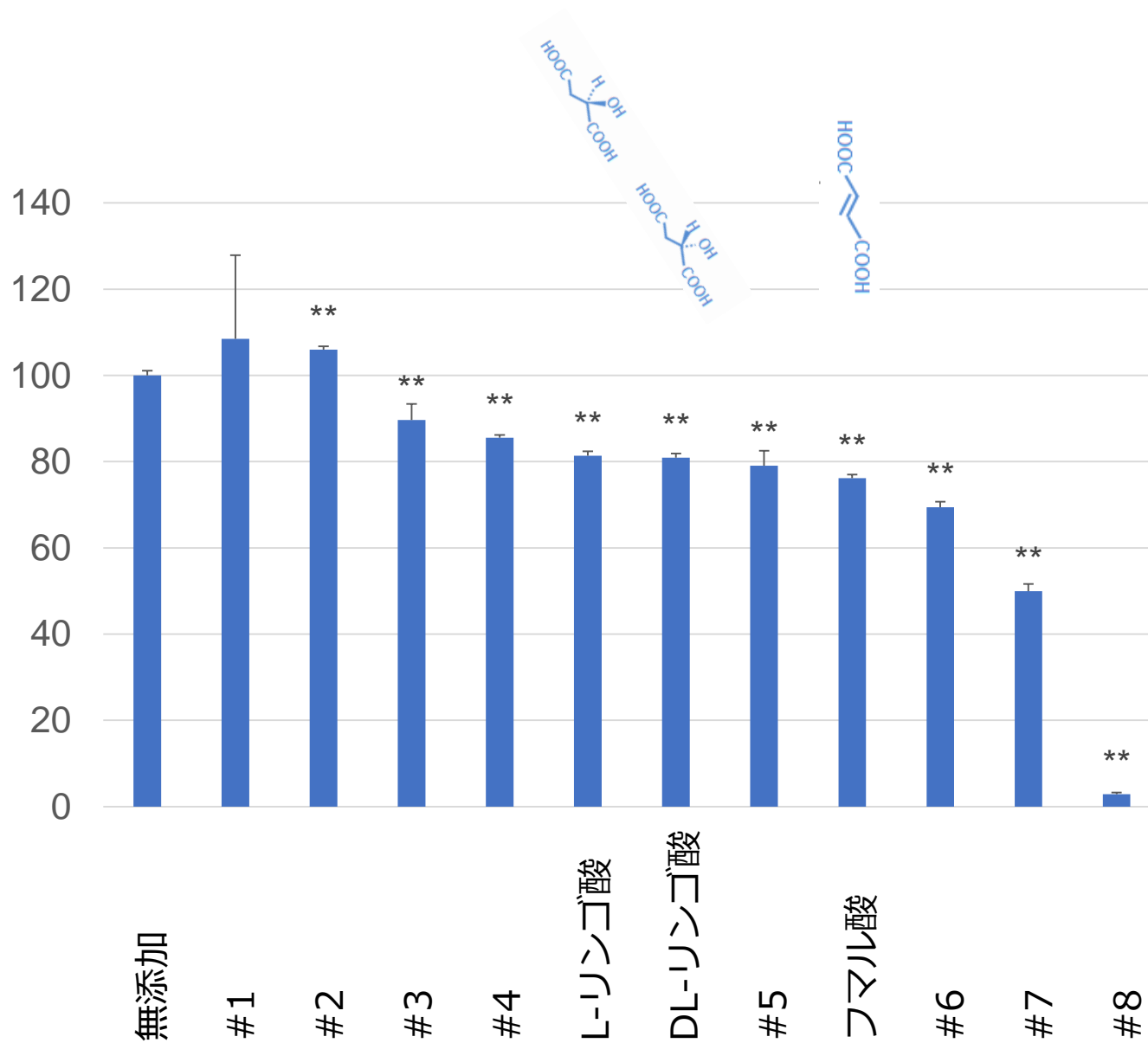
AIがスマートビルからのリアルタイム発酵情報を基にメタン削減
に最適な飼料、給与量、給与時間をウシ個体ごとにデザインし、自
動給餌機に指令

1. 即効戦略: メタン低減飼料

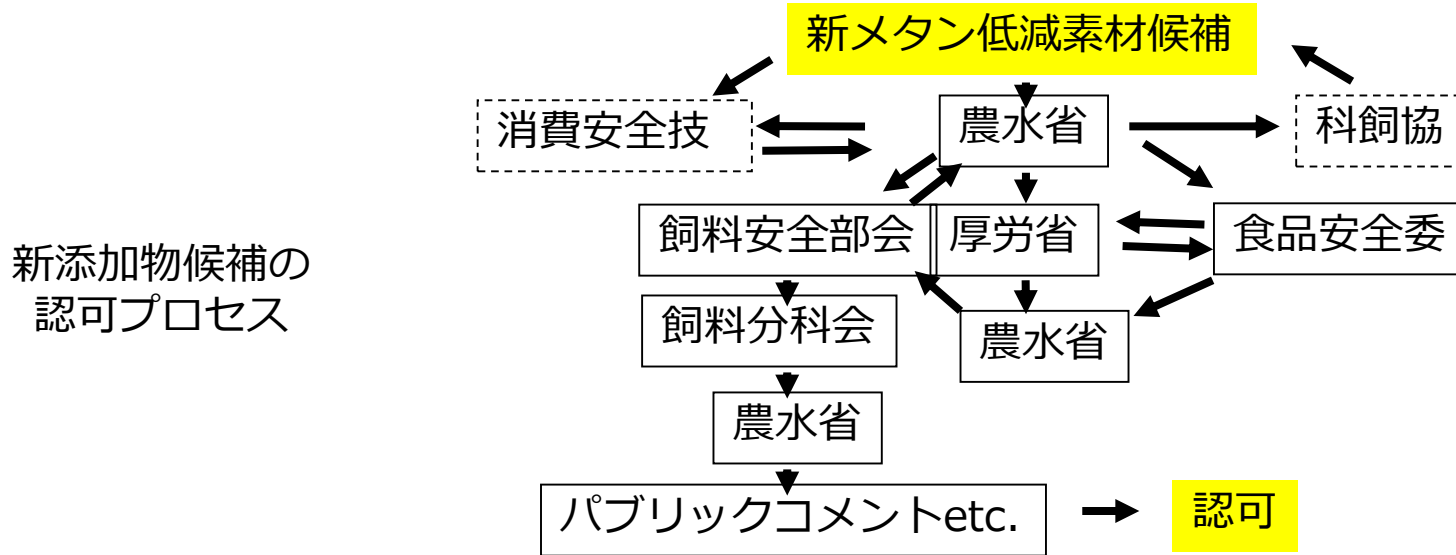


北海道大学:

ルーメンのメタン低減効果を有する新素材の探索



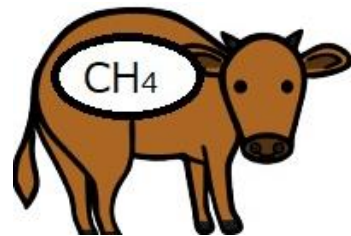
飼料安全法: 新飼料・飼料添加物利用のキーとなる



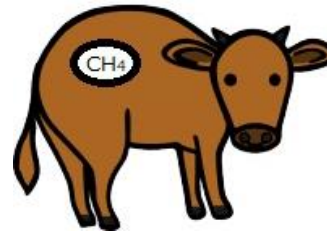
飼料添加物カテゴリ

目的	内容
飼料品質の劣化予防 (17)	抗酸化物、防カビ剤など
栄養素・その他有用飼料原料の補給(94)	アミノ酸、ビタミン、ミネラルなど
飼料栄養素の効率利用促進 (45)	抗生物質、生菌剤、有機酸など
新カテゴリー設置? ---家畜由来温室効果ガスの低減	メタン低減 etc.

2. 長期戦略: 低メタン牛の特定



VS.



低メタン産生牛

低メタン家畜（ウシ）の胃内細菌叢の特徴

OTU taxonomy^a OTU

低メタン群

高メタン群

reference number

(n = 11)

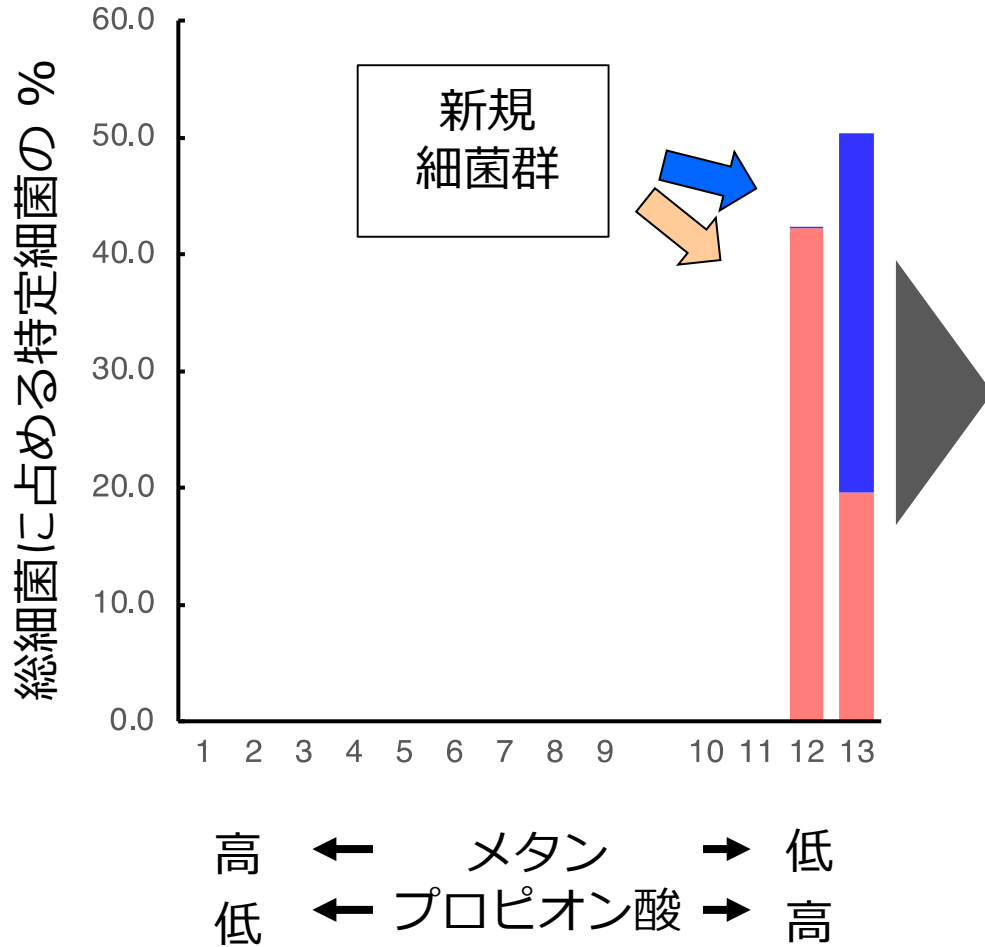
(n = 10)

OTUs MORE ABUNDANT IN COWS IN CLUSTER L

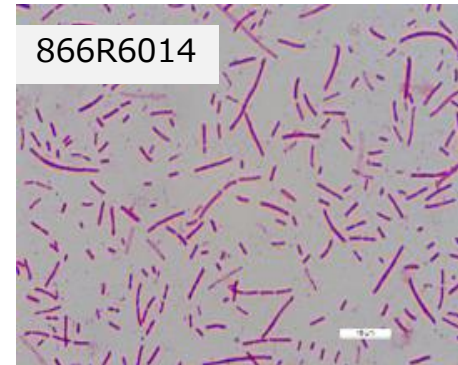
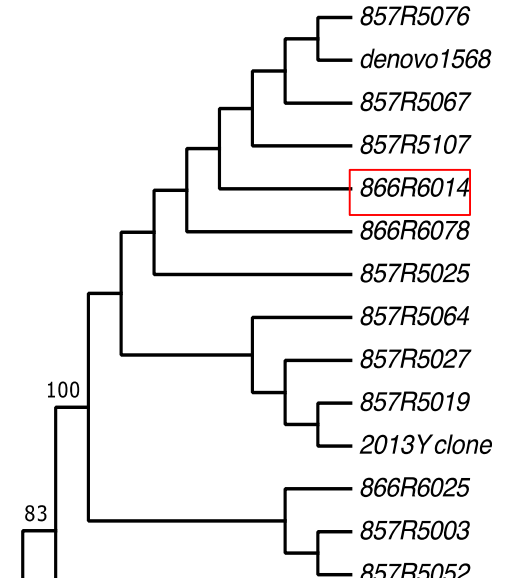
<i>Succinivibrionaceae</i> 807342	1.99	0.44
<i>Prevotella</i> 290504	1.67	0.09
<i>Prevotella</i> 100265	1.08	0.44
<i>Prevotella</i> 84373	0.88	0.57
<i>Prevotella</i> 2115	0.86	0.68
<i>Prevotella</i> 241137	0.82	0.46
<i>Prevotella</i> 268683	0.65	0.26
<i>Bacteroidales</i> 107308	0.48	0.33
<i>Prevotella</i> 2093	0.39	0.30
<i>Prevotella</i> 205082	0.35	0.26
<i>Prevotella</i> 576319	0.34	0.24
<i>Paraprevotellaceae</i> 143138	0.29	0.14
<i>Ruminococcus</i> 270733	0.28	0.10

Danielsson
ら (2017)

低メタン牛から新規細菌を分離・培養化に成功
 → 低メタン牛の特定・選抜に活用！



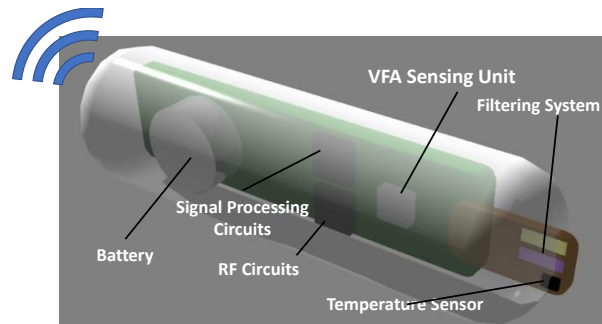
新規 *Prevotella*



3. 組み合わせる新技術:

スマートピル

→ルーメン内発酵パターンを連続モニタリング



スマートピル概念図

ウシルーメン用スマートピル開発の現状

	測定項目	MoonSyst (Hungary)	Sagentia (UK)	SmaXtec (Germany)	NARO (Japan)
1	pH	○	○	○	○
2	アンモニア	×	×	×	×
3	VFA	×	×	×	×
4	メタン	×	×	×	×
5	温度	○	○	○	○
6	ルーメン収縮	×	×	×	○
7	バッテリー寿命	6y	?	4y	6mo

SRI International (USA) and NARO (Japan) 参照

1. メタン生成は呼吸室やフード法で計測できるが、ルーメンのVFAプロフィールから推定可能
2. VFAはガスクロなどで計測可能だが、装置を小型化しルーメンに留置することは不可能
3. ルーメンpHや温度を計測するピルは存在するが、VFA計測できるピルはない

物質材料研 & 東京大学:

VFA 計測をめざしたルーメン留置型スマートピルの開発

分離が容易

Cellulose
($C_6H_{10}O_5$)_n

Amino
acids

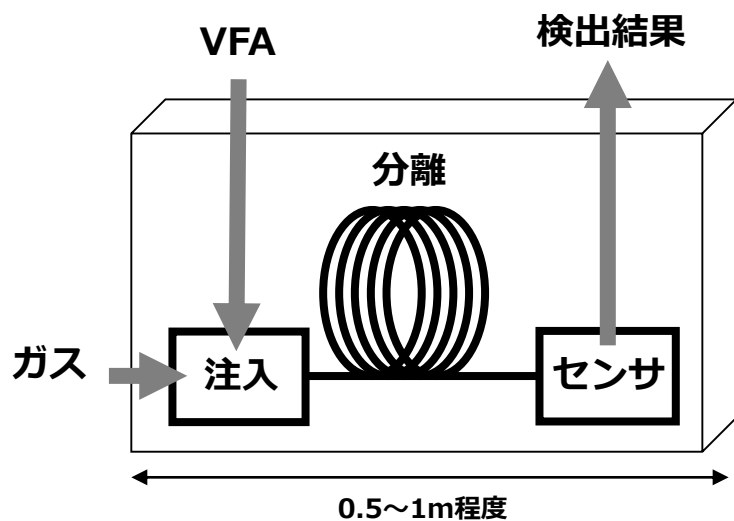
分離・検出が困難

VFAs

Acetate
 CH_3COOH
Butyrate
 $C_4H_8O_2$

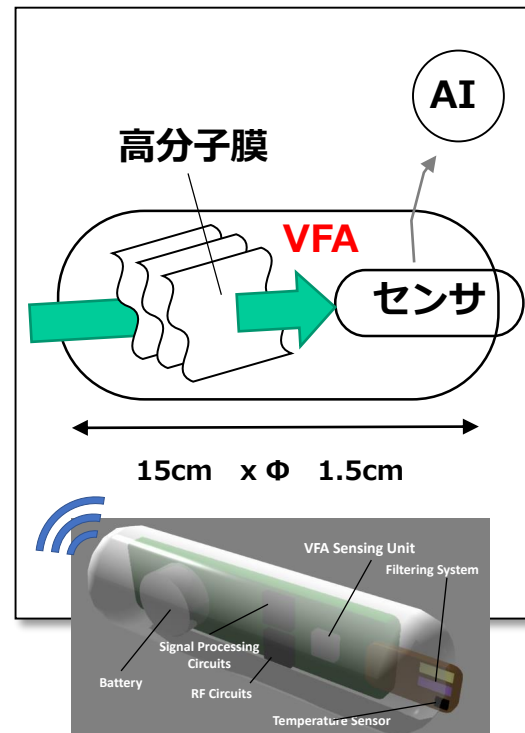
Propionate
 CH_3CH_2COOH

ガスクロマトグラフィー



- 分選・検出の候補素材
- 1.人工脂質膜
 - 2.高分子透過膜
 - 3.NIR
 - 4.共振式 VOC センサ

スマートピル

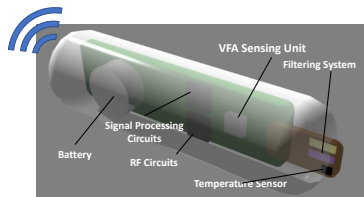


低メタン・高位乳生産飼養管理サービスの新規事業化&関連産業

本研究プロジェクト



VFA測定スマートピル



メタン抑制飼料



最適飼養管理
設計アプリ

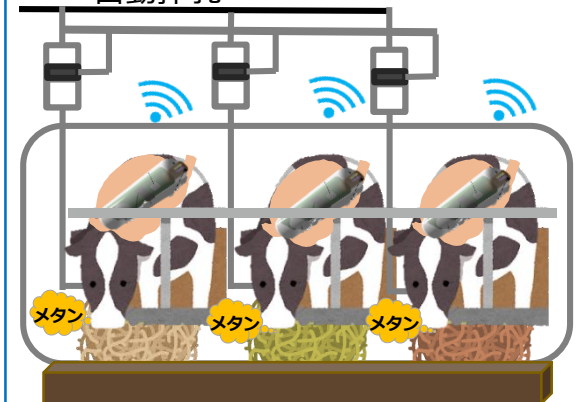


乳量UPによる収益性向上
低環境負荷畜産物生産による
差別化

農家



自動給餌
自動搾乳



個体別飼料設計・給与

- ・ルーメン情報
- ・乳量・乳質
- ・飼養管理情報
- ・生体情報

民間への
技術移転



共同研究で
開発加速化

スマートピル・飼料の販売
最適飼養管理アプリの提供

新規飼養管理サービス

〇〇製作所

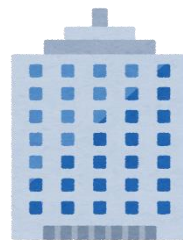


スマートピル

飼料メーカー



メタン抑制飼料



最適飼養管理
アプリ

データの
フィードバック



システムの
精緻化

電子機器

飼料製造

ICTベンダー

機具・施設製造



北海道大学

牛は良き家畜
(BC8000～AD2000)

良質なタンパク提供

副産物(非可食部)提供

ヒトと食物競合なし

牛は悪者
(1970-2020)

同左

同左

穀物多給(食競合)

温暖化貢献(メタン)

牛を適正に飼い牛と共生
(2021～2050)

同左

同左

食競合なし(100%草で飼う)
穀物→ヒト食糧に

温暖化最小化(メタン削減)

牛メタン
80%削減

気候犯罪者
地球のために牛を食べない
No Beef Monday (Paul McCartney)



徐々にGrass-fed milk & beefへ

飼料の原点回帰と生産性向上←科学技術
畜産物の嗜好転換←国民の認識と産業構造の変換

いずれも本MS課題の力で実現すること！