

農業生産のスマート化
農畜産向けにおいセンサの開発

令和3年度成果

課題と目標

- (課題) Society5.0に資するフィジカル空間とサイバー空間のインターフェースとなるセンサ・アクチュエータに関して、世界最先端の国際研究拠点としての新組織を設置し、基礎・基盤研究に留まらず、応用・出口研究、挑戦的研究を推進する。
- (目標) 革新的なセンサ・アクチュエータの基盤技術体系を構築し、有効な社会実装を実現する。

「農畜産向けにおいセンサの開発」の概要

- 元施策: 革新的センサ・アクチュエータ国際研究拠点の構築 (R3年度: 2,368,262千円)
- PRISMで実施する理由: 農畜産実環境で利用可能な農畜産センサの研究開発を実施し社会実装を目指すためPRISMで実施する。
- テーマの全体像:

超小型・超高感度でガス分子を検出できるMSSデバイスの農畜産業への応用にむけたセンサの研究開発

【課題】 工業製品に匹敵する均一性 (定時・定量出荷、定品質、定価格等) を担保した農畜産物の実現に向け、栽培・管理技術の高度化による「精密農畜産業の実現」が求められている。



密閉空間を含む生産現場での簡易・迅速測定など、従来の手法では困難な条件下で、NIMS嗅覚センサによる検査・品質管理を可能にする
農産物の高効率生産・高付加価値化に貢献

出口戦略

- ・ 給餌時のサイレージや自動搾乳ロボットなど、密閉空間を含む農畜産の生産現場において、高精度センサデバイスを用いたリアルタイムな品質評価に活用できることから、農畜産物の生産性向上への貢献が期待される。
- ・ 最終的には、農畜産物の生育効率の飛躍的向上によって、スマート農業がより早く・高度に体系化され、我が国における農業の持続的発展と食料の安定供給に寄与することが期待される。さらに海外に技術移転を進めることで、100倍以上の規模を有する世界市場への展開と、世界規模での食糧問題への貢献が期待される。

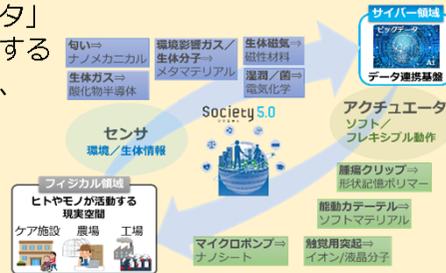
民間研究開発投資誘発効果等

- ・ 農畜産センサの開発と社会への実装が進めば、約60億円の民間投資誘発効果が期待される。
- ・ 農畜産物の出荷前後の密閉空間品質モニタリングが実現。乳牛代謝病等による乳量損失(約1,700億円/年)のうちサイレージ品質起因の20%程度(340億円/年)損失削減効果や、潜在性ケトosisによる損失(60億円/年)の削減、および生産性向上による財政支出の効率化も見込まれる。さらに国際基準の設備への搭載が進めば、国内市場の200倍程度の市場創出も期待できる。

アドオン（文部科学省）：114,475千円
 元施策名：
 革新的センサ・アクチュエータ国際研究拠点の構築
 （革新的材料開発力強化プログラム）：2,368,262千円

物質・材料研究機構では、我が国が伝統的に強みを有する物質・材料分野でイノベーションの創出を強力に推進するため、「革新的材料開発力強化プログラム」の一環として、世界トップレベルの人材プールを構築し、それを呼び水とした、国内外連携機関からの「人・モノ・資金」が集まるマテリアルズ・グローバル・センターを構築している。

その中で、日本発の概念である「Society5.0」を世界に先駆けて実現するために、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実社会）の融合を図る「革新的センサ・アクチュエータ」の研究を推進する国際研究拠点を構築するとともに、基礎・基盤研究に留まらず、センサの応用を見据えた応用・出口研究、将来を見据えた革新・挑戦的研究を推進する。



センサ技術の成果を農畜産業へ
 展開・社会実装

[PRISM]

拠点における基盤研究へ
 フィードバック

農畜産向けにおいセンサの開発

密閉空間を含む生産現場など、従来の手法では測定困難な条件下での品質検査や管理を、簡易・迅速に実現する高性能においセンサを開発する。PRISMでは特に農畜産分野で、AIを活用して牛の飼料や牛乳などの品質を評価する高精度におい識別システムを構築し、農畜産物の生産性・収益性向上に貢献する。

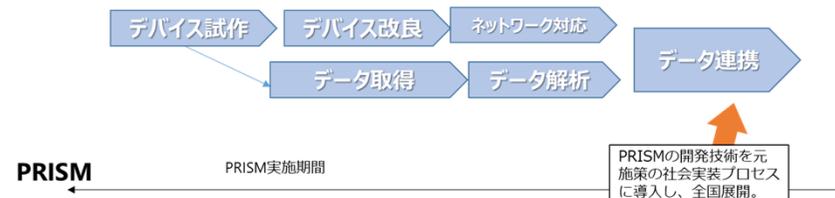


農畜産業の生産現場で、においによって農畜産物の品質をリアルタイムに検査可能にする。

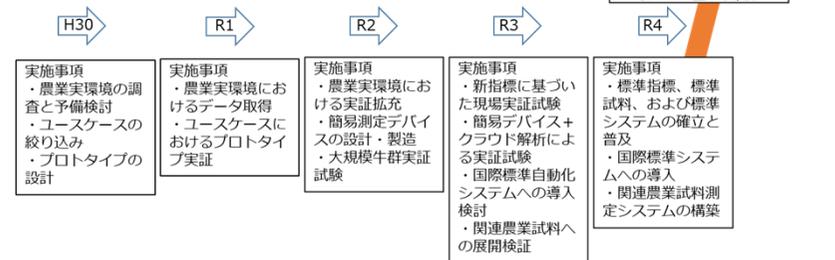
【開発のイメージ】

サイレージの嫌気性発酵品質や、搾乳ロボットでのインライン乳質検査など、他のセンシング技術では対応困難な現場や密閉空間における常時・簡易品質評価に対する強いニーズに応えるため、農業事業者の協力のもと大規模実証実験による統計的検証を行いつつ、においシグナルの複数拠点での実証試験を行い、現場での量産化システムに要求される仕様の定量的検証を行う。

元施策



PRISM



○データ連携を見据えたにおいセンサのプロトタイプの実用化における統計的検証と新指標の策定、および農畜産現場での実証と最適化

事業名等（※個別に目標を設定している場合）	当年度目標	目標の達成状況
①においセンサ	令和3年度に、大規模統計検査によるサイレージ品質の新指標の高精度化とケトース乳評価基準の策定、および計測デバイスとクラウド解析プラットフォームの設計	連携酪農家の全面的な協力によって実施された大規模牛群統計検査結果について、得られた大量のにおいデータと、血液検査や化学分析など各種メタデータとの相関を網羅的に検証した。これにより、サイレージや牛乳のにおい（揮発性成分）による簡易品質評価に関する暫定的な基準値を策定した。さらに、ここで策定される揮発性成分の濃度域に対応した感度を有する感応膜材料を開発し、実サンプルを用いた実証実験に成功した。また、においセンサ信号を自動で測定可能なオートサンプラーを作製し、大量のサイレージのにおいセンサ信号を取得中である。得られたデータについて、各種メタデータを含めた多角的な解析を進めている。これに加え、自動搾乳ロボットに搭載可能なにおいセンサシステムを作製し、実際の牧場での実証実験を実施中である。これまでに牛乳サンプル温度の安定化を実現し、個別モニタリング実験を実施中である。この他、クラウド解析プラットフォームと連携可能なスマートフォンアプリを作成し、小型簡易デバイスによるAIにおい識別システムを試作した。

農畜産向けにおいセンサの開発と最適化

- ・全国の酪農現場を視察し、ニーズ洗い出し
- ・モジュールと感応膜の検討と最適化によるセンサ試作
- ・現場実証、統計実証、量産仕様策定は現在進行中

ニーズ洗いだし



センサ試作



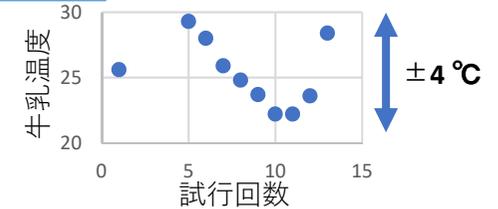
大規模牛群検査と大量データによる高精度AI解析



個体差が大きい → 各種メタデータと関連付けた個別モニタリングが重要

牧場での実証実験および高精度AI解析モデルの構築

第1回現場検証実験 (2021年12月)

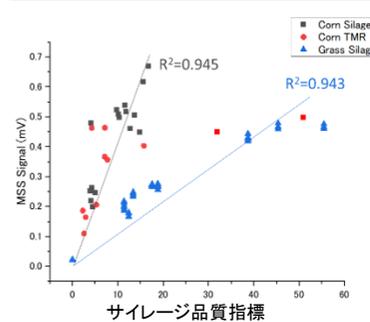


第2回現場検証実験 (2022年2月)



モデルケトーシス牛による実証実験 (2022年3月)

サイレージ揮発成分とおいセンサシグナルの解析



各サイレージ品種の揮発成分とおいセンサシグナルとの相関例



メタデータ連携AI解析モデルを構築中

- ・品種に依存しない普遍的指標の確立
- ・外れ値に対応した前処理法の確立

○民間からの貢献額：R3年度には10億円相当

当年度当初見込み	当年度実績
<p>①においセンサ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人件費：70人年程度（400百万円相当） ・機器等の提供：450百万円相当（半導体センサチップ製造ライン、測定デバイス作製プロセスライン、高精度ガス測定、試料測定環境） ・出口企業：MSS嗅覚センサの事業化に向けた約7社での投資（約4億円）に加え、畜産関連の飼糧会社や商社、および委託分析企業の投資を誘発 	<p>①においセンサ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人件費：100人年程度（500百万円相当）（化学工業メーカー、IoT関連企業等35社 各3名程度） ・機器等の提供：500百万円相当（半導体センサチップ製造ライン、測定デバイス作製プロセスライン、高精度ガス測定、試料測定環境、化学工業メーカー等5社） ・出口企業：MSS嗅覚センサに関するオープンな情報共有の場であるMSSフォーラムに新たに13社が加入。また畜産関連の飼料会社の新たな投資を誘発

○出口戦略

アウトカム目標：AIを活用した農業センサデバイス・システムの研究開発及び実証の実施。

当年度当初見込み	当年度実績
<p>大規模実証実験、長期定点測定、および自動測定システムで取得したセンサデータ点数（AIを用いたデータ解析に必要なデータ点数として）2022年3月末時点で30種・計1,000万点以上を目指す。</p>	<p>2022年3月末時点で30種・計1,000万点のデータを取得。</p>