

農業生産のスマート化

農畜産向けにおいセンサの開発

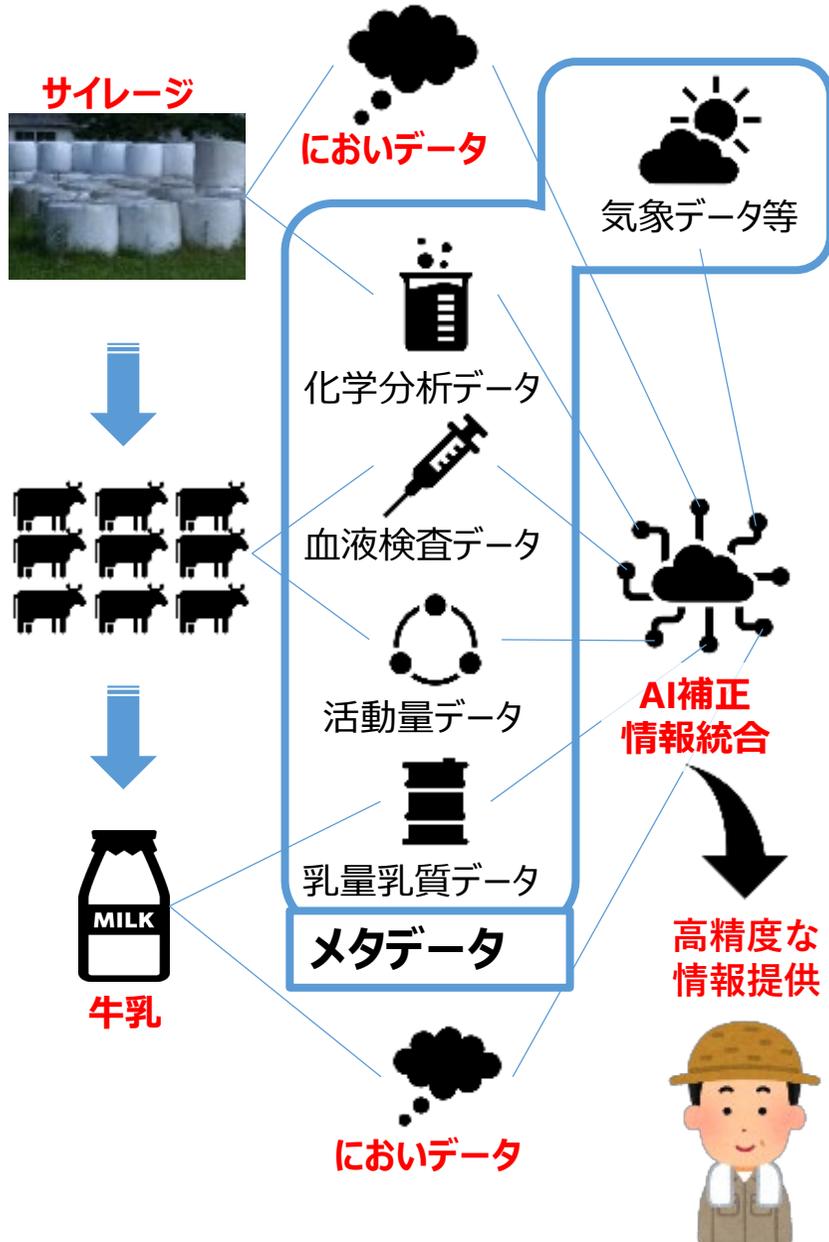
官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM)

「AI技術領域」

【継続事業】

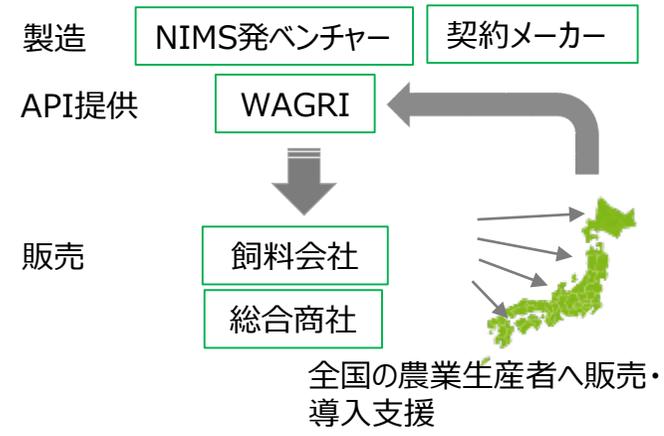
施策説明資料

令和4年3月
文部科学省



事業モデル

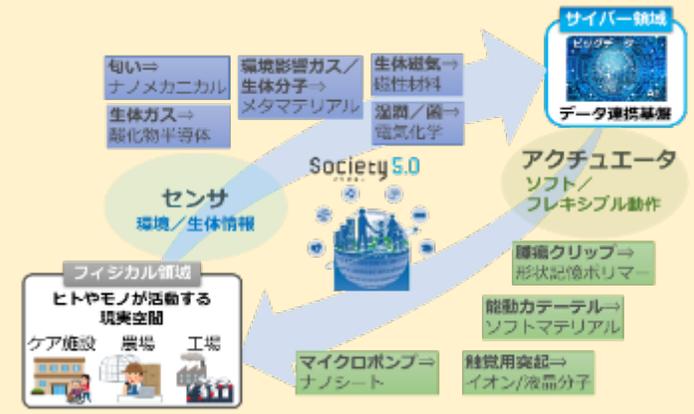
NIMS発ベンチャー又は契約メーカーが、簡易高精度におい測定システムを製造し、各地域の大規模農家又は主要飼料会社へ導入する。個々の農家は各社から販売される各種デバイスを導入する。また、NIMS発ベンチャーのネットワークでサイレージ品質と搾乳量との標準相関指標を継続的にアップデートし、WAGRIを通じて個々の農家等のユーザーに提供する。



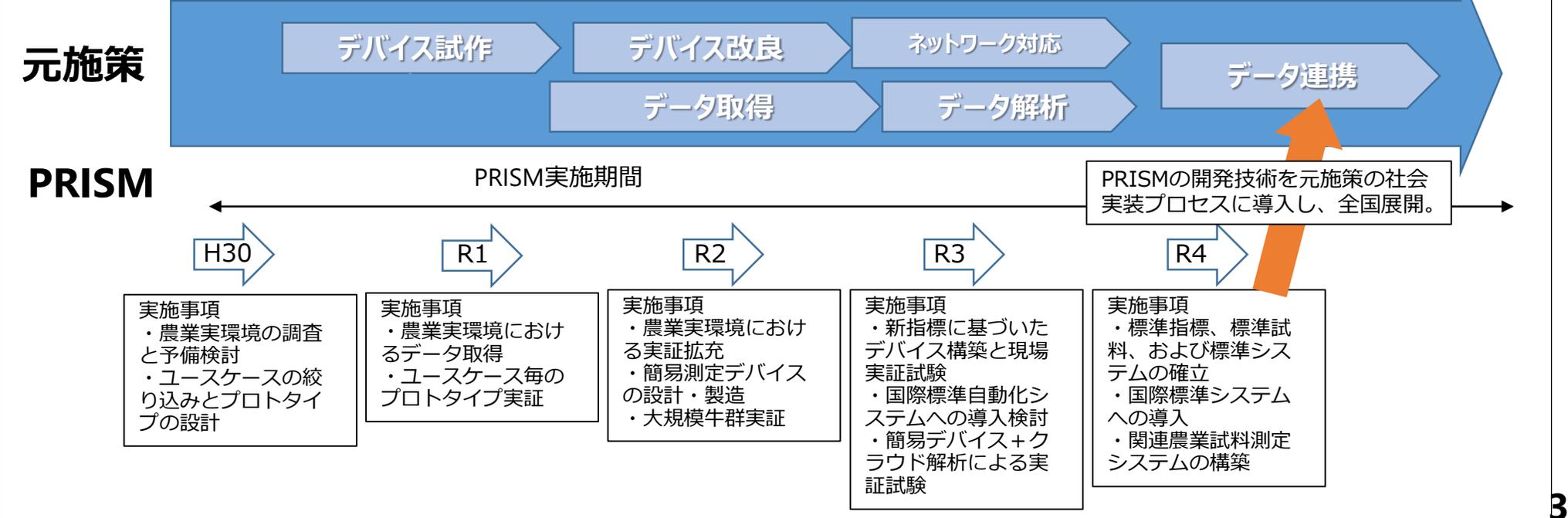
元施策名：革新的センサ・アクチュエータ国際研究拠点の構築 (革新的材料開発力強化プログラム)：2,368,262千円

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。



ロードマップ



資料3-1 「農畜産向けにおいセンサの開発」の概要①

(文部科学省 アドオン：114,475千円/元施策：R3年度2,368,262千円)

背景・現状

- 農畜産分野のうち特に酪農の分野では、牛に与える飼料（サイレージ）の品質が、搾乳量に直接影響を与えるだけでなく、牛の代謝病（ケトーシス）や牛乳の異臭などに関連することが確認されており、生産効率の鍵を握っている。現在、国内の搾乳牛（経産牛）は約85万頭であり、ケトーシスなどの代謝病に起因した乳牛の機能障害による損失は年間で約20万円/頭と試算されている。そのため搾乳牛全体では、年間で約1,700億円（＝85万頭×20万円）の損失となっている。
- 「サイレージの品質」については、1980年代以前に提案された指標（V-scoreやフリーク評点）に基づいているが、これまでに行った全国各地の牧場や飼料分析会社など現場での聞き取り調査から、これらの従来指標は、現場での生産性や感覚とズレている部分があることが明らかになっている。そのため、サイレージの品質評価とケトーシスの検知を組み合わせた生産性を向上させる新たなシステムの実装が現場で切望されている。



実施内容

- 「原料（飼料）」に関するサイレージ品質と、「生産物（牛乳）」に関する搾乳量や牛乳の品質を精度良く評価可能な新たな指標を確立する。まず高精度ガス分析装置を用いて、どの揮発性成分がそれぞれの品質と相関を持っているかについて、その濃度や経時変化なども含めた科学的な裏付けを与える。
- 確立される新たな指標の提示を軸として、現場でサイレージ品質を評価可能なセンサデバイスを構築する。これまでのPRISMでの研究開発の中で、サイレージの品質を測定できるニオイセンサの開発に成功（特許出願済み）しており、またサイレージの品質を決める揮発性成分の同定にも成功し、その機械学習モデルも確立されつつある。また、生産物である牛乳に関しても、ケトーシス乳の判別にも成功（特許出願済み）している。そのため、原料（飼料）と生産物（牛乳）の両端を評価可能なおいセンサを確立している。これらを踏まえ、現場で原料と生産物を簡易的に測定可能なセンサシステムを構築する。これにはセンサチップの作製、感応膜の選定と作製、サンプル導入システムの作製、解析モデルの開発、ユーザーインターフェースを含むソフトウェアの開発が含まれる。
- クラウド解析プラットフォームでのデータ連携システムを構築し、関連するメタデータも取り込むことにより、新たな指標の高精度化を目指す。これを総合して、生産性を向上させる最善策を現場で迅速に提示するシステムを構築する。
- 世界市場への展開を目指し、国際標準となっている各種デバイス・インフラへの統合を推進する。特に農畜産業界でデファクトスタンダードとなっている設備を開発している欧州企業との連携を強化し、統合システムの検討を進める。

研究開発目標

- 本施策では、生産効率に直結するサイレージの品質とケトーシスの罹患リスクに関して、分析に数週間を要する従来指標に代わり、現場での迅速な評価を可能にする新たな指標を策定することを最初の目標とする。
- さらに、新たに策定される指標を軸に、クラウド解析プラットフォームを通じたデータ連携によって、予測精度を継続的に向上させる仕組みを設計し、農畜産現場に常に最新・最適なフィードバックを提供できるシステムを構築し、全国に普及させることを最終目標とする。

資料3-2 「農畜産向けにおいセンサの開発」の概要②

(文部科学省 アドオン：114,475千円/元施策：R3年度2,368,262千円)

出口戦略

- 本事業では、現場での迅速評価を可能にする新たな品質評価指標を策定し、それを正確に測定可能なセンサデバイスを開発する。これにより、農畜産現場に常に最新・最適なフィードバックを提供できるシステムを構築し、約400億円/年と試算される乳量損失の削減、および生産性向上による財政支出の効率化を目指す。さらに国際基準の設備への搭載も推進し、国内市場の約200倍と試算される海外市場への展開も目指す。また、この一連の研究開発をモデルケースとし、医療・環境・安全分野への展開も推進する。

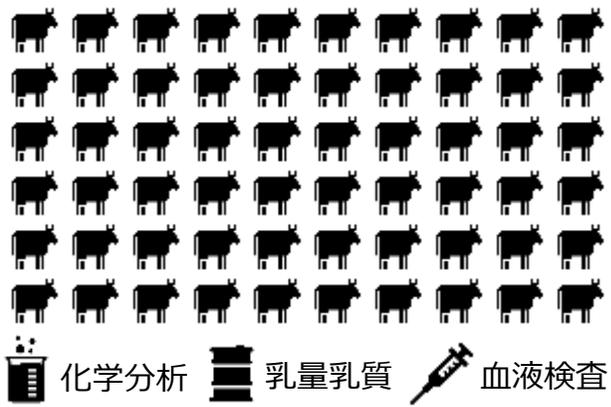
PRISMで推進する理由

- 本施策は、農畜産現場での実証実験が必須であり、また大規模な統計データを取得することが必要となるため、PRISMで推進している府省庁を超えた包括的な取り組みが必要となる。特に元施策で開発されるシーズ技術の現場への実装を進めるためには、元施策にアドオンするPRISM型施策が最適なアプローチであると言える。
- 本施策で実現を目指している、農畜産業の生産性を向上させる統合型センサシステムの構築・運用に関しては、飼料会社、委託分析会社、センサデバイス製造メーカー、クラウドシステム開発企業など、複数業種の多くの民間企業の参入が期待されるため、特定企業による単発的な投資ではなく、一連の民間企業群による継続的な投資誘発効果が期待される。
- 民間企業からの大規模な投資を誘発するためには、本施策で、サイレージ品質から搾乳量を予測する新たな指標を策定し、かつその有効性を実証・運用するモデルシステムを目に見える形で提示していく必要がある。これらの一連の研究開発を実施するためには、複数の研究者とエンジニアが専任として従事する必要があり、さらに統計的な裏付けを与えるためには、大規模な牛群検査を複数拠点で実施する必要がある。そのため、PRISMによるアドオンがなければ、一連の研究開発はほとんど不可能となる。

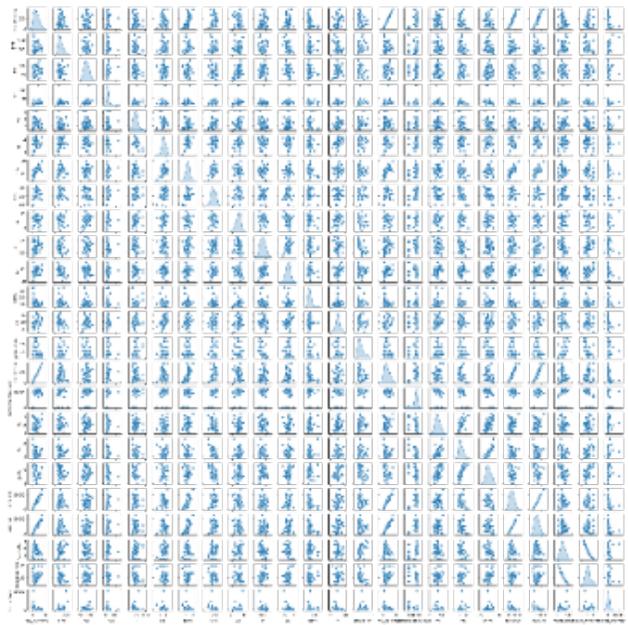
元施策がどのように加速されるか・戦略の位置づけ

- 元施策である「センサ・アクチュエータ研究開発プロジェクト」では、センサ・アクチュエータといった一連のシステム要素技術の研究開発をボトムアップ的に進めているが、PRISM施策において現場からのフィードバックが得られることで、トップダウン的に課題や目標仕様を定量的に設計することが可能となる。このようにシーズとニーズの両方を包含した施策となっていることが、Society5.0の実現に向けた最適な戦略である所以であり、従来の施策ではほとんど実現していない迅速な社会実装が期待される。

大規模牛群検査と大量データによる高精度AI解析



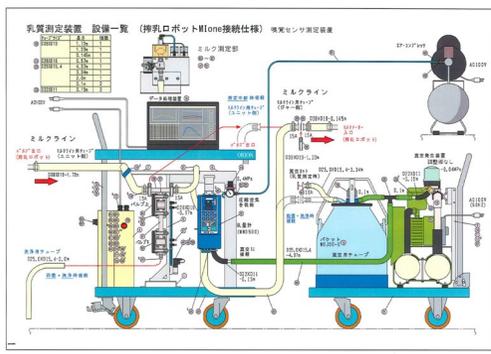
搾乳牛全頭試験



全メタデータとの網羅的相関分析

乳量や血液検査などのメタデータと関連付けた個別モニタリングの有効性を検証

個別モニタリングに向けた自動搾乳ロボットへの組み込み実証試験



個別モニタリング血液検査結果と嗅覚センサで
明確な相関を確認



2022年1月から牧場の搾乳ロボットでの実証実験予定

搾乳ロボットモデルと対応組み込みシステムを試作

大量サイレージの網羅的成分分析と新たな品質評価指標の策定



世界最先端ガス分析

化学分析／発酵分析

においセンサ測定

各データの相関を
網羅的にAI解析

品質の指標となる
揮発性成分の種類
と濃度を総合的
に検証

新たな品質評価指標を策定

全国各地のサイレージサンプル

目標

- 新たな品質指標に基づいたサイレージ品質評価システムおよびケトーシス乳検知システムの構築と現場実装およびクラウド連携システムの構築

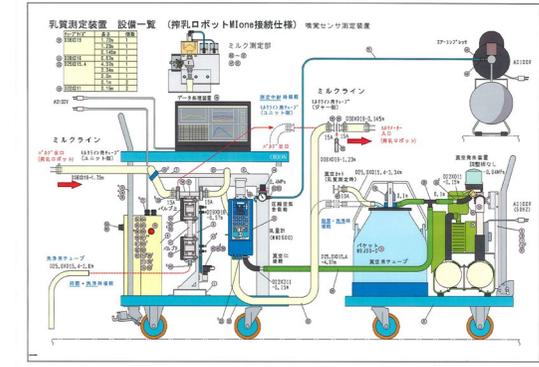
各事業の研究内容

■ 新指標サイレージ品質評価システム・ケトーシス乳検知システム

令和 3 年度までに実施した統計的な検証結果を元に設定した新たな指標に基づいて、最善策を現場に迅速にフィードバック可能なシステムを構築する。いずれのシステムにおいても、導入や維持管理にかかるコストと、導入によるメリットとのバランスを検証し、現場の農家の収益性向上はもちろん、システム製造メーカーや飼料会社などの関連企業にとってもメリットが出せるよう総合的にシステムの設計を行う。

■ 現場への実装とクラウド解析プラットフォームとの統合

現場に実装可能なシステムとするため、においセンサシステムの基本的な性能だけではなく、コストや耐久性なども考慮した設計・試作を行い、量産も見据えたシステムを構築する。令和 3 年度までに設計・試作を進めてきた高性能オールインワンにおい識別システムを基本としつつ、十分な品質評価精度が得られる範囲で必要最低限の要素を洗い出し、現場での最小限の操作で明確なフィードバックを与えられるシステムを構築する。また、継続的な品質評価精度を維持するために、クラウド解析プラットフォームと連携して、各種キャリブレーションや解析モデルの更新などが行えるシステムの実現を目指す。これらのシステムを元に、搾乳ロボットなど国際標準システムを展開している海外メーカーとの協議を進め、NIMS 発ベンチャーなども活用しながら、各地域における戦略的事業展開を推進する。



事業効果

これまでのPRISM施策実施に伴う事業効果実績および令和4年度の想定は以下の通り。

●令和2年度（実績）

- ・人件費：50人年程度（300百万円相当）（化学工業メーカー、IoT関連企業等15社 各3名程度）
- ・機器等の提供：350百万円相当（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：2020年度より改組したMSSフォーラムに新規入会した約14社による5億円相当（30名/年）の投資を誘発
MSSの事業化に向けて約5社での事業部レベルでの投資（約3億円）に加え、畜産関連の飼料会社や商社、および委託分析企業の投資を誘発

●令和3年度（見込み）

- ・人件費：100人年程度（500百万円相当）（飼料会社、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、飼料分析装置等7社）
- ・出口企業：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

●令和4年度（想定）

農畜産の現場で、嗅覚センサの具体的な出口を実証することで、以下のような効果が期待される。

- ・人件費：120人年程度（600百万円相当）（飼料会社、化学工業メーカー、IoT関連企業等40社 各3名程度）
- ・機器等の提供：600百万円相当（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、飼料分析装置等7社）
- ・出口企業：MSSの事業化に向けて約7社での事業部レベルでの投資（約6億円）に加え、畜産関連の飼料会社や商社、および委託分析企業の全国規模での投資を誘発

本PRISM施策に関連してNIMSと契約を締結した民間企業は35社