

北海道十勝発スマートフードチェーンプロジェクト事業化戦略会議2023  
令和5年3月24日  
帯広市民文化ホール(帯広市)

# 大規模酪農の省力化技術と 特徴ある道産生乳生産に 向けた取組み

農研機構 北海道農業研究センター  
寒地酪農研究領域 領域長  
須藤 賢司



1

酪農と乳業の振興に向けたスマート酪農フードチェーン  
－現場ニーズと対応策－

2

オーチャードグラスとアルファルファ混播3回刈り導入による  
飼料生産省力化

3

低コスト乳牛行動モニタリングシステムによる  
発情行動の判別技術の開発

4

おいしい牛乳の評価手法開発

# 1. 酪農と乳業の振興に向けたスマート酪農フードチェーン

－現場ニーズと対応策－

- 労働力不足の深刻化を見越して飼料生産作業にも省力化、平準化が必要
- 酪農家の負担軽減・省力化のため簡易で安価な牛群モニタリングシステムが必要
- 北海道産生乳の特性を活かしたおいしい牛乳、乳製品の開発が求められる

## 酪農（生産基盤強化・省力化）

## 乳業（製品の高付加価値化）

飼料生産

飼養管理

生乳管理

乳製品

物流

### 飼料生産の作業効率化が必要

#### ■ 酪農現場・外部支援組織の声

- 牛の管理で手一杯、飼料生産は外部支援組織\*に依頼したい
- 輸入濃厚飼料費高騰への対策が必要



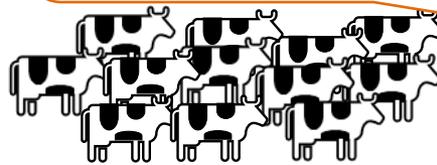
栄養価の高い飼料作物栽培と省力生産技術

\*TMRセンター・コントラクター

### 飼養管理の状態確認の省力化が必要

#### ■ 酪農現場の声

- 多頭飼養により個体毎の状態確認が困難
- 異常発見の遅れや発情見逃しをなくしたい



AIを活用したスマート飼養管理技術

### 自給飼料を給与した牛乳の特性が未評価

#### ■ 生産者団体・乳業メーカーの声

- 自給飼料給与率が高い道産生乳の特性を活かした乳製品を開発したい
- 加工用\*\*が多い道産生乳は安価なため付加価値が必要



自給飼料を活用した牛乳・乳製品開発に向けた牛乳の評価手法

\*\*粉乳やチーズなど

1

酪農と乳業の振興に向けたスマート酪農フードチェーン  
ー現場ニーズと対応策ー



2

オーチャードグラスとアルファルファ混播3回刈り導入による  
飼料生産省力化

3

低コスト乳牛行動モニタリングシステムによる  
発情行動の判別技術の開発

4

おいしい牛乳の評価手法開発

## 2. オーチャードグラスとアルファルファ混播3回刈り導入による 飼料生産省力化 – 飼料生産の要となるTMRセンターとは –

### ■ 戸別に対応していた飼料生産と圃場管理をTMRセンターに委託・集約

#### TMRセンターの作業概略図



TMR : Total Mixed Ration (完全混合飼料)  
TMRセンター : TMRの製造・販売を担う外部支援組織



① 原料草運搬  
バンカーサイロへ搬入

② バンカーサイロで  
踏圧



③ シートをかけて  
発酵・貯蔵

④ ミキシングトラックで  
配合飼料と混合

⑤ 梱包機で梱包

⑥ 酪農家に配送

#### TMRセンター組織数の推移 (北海道農政部資料より抜粋)

	H15	H20	H25	H30	R3
北海道	7	35	51	80	88

## 2. オーチャードグラスとアルファルファ混播3回刈り導入による飼料生産省力化 - オーチャードグラスとアルファルファ導入のメリット -

- 北海道内のイネ科牧草はチモシーが約8割を占め、2回刈りで刈り取り時期が集中するため、作業分散を図る必要がある
- 再生力に優れるオーチャードグラスは3回刈りが可能で作業時期の分散に有効
- アルファルファ混播により飼料の栄養価が向上し、施肥削減も可能

<チモシーとオーチャードグラス+アルファルファ混播の比較>

	チモシー (2回刈り)	オーチャードグラス+アルファルファ (3回刈り)
イネ科牧草の特徴	耐寒性が強い	再生力に優れ、3回刈り可能
アルファルファ混播のメリット		タンパク質、ミネラル含量向上 窒素肥料削減可能
粗タンパク質 (CP) 収量 (kg/ha)	1,258	<b>1,865</b>
TDN収量 (kg/ha)	5,625	<b>6,770</b>

チモシー



オーチャード  
グラス



アルファルファ



## 2. オーチャードグラスとアルファルファ混播3回刈り導入による 飼料生産省力化 – 技術導入前後の圃場利用イメージ –

- チモシー(2回刈り)のみの牧草利用体系の**一部にオーチャードグラスとアルファルファの混播(3回刈り)を導入**

### <技術導入前後の圃場利用イメージ>

現状：  
チモシー  
(2回刈り)



導入後：  
オーチャードグラス  
+アルファルファ  
(3回刈り)  
を一部導入



## 2. オーチャードグラスとアルファルファ混播3回刈り導入による 飼料生産省力化 – 刈り取り時期分散による作業時間の平準化 –

■ TMRセンター向けにオーチャードグラスとアルファルファ混播3回刈り技術を導入することで作業時期が分散、作業時間を平準化

### <時期別の収穫労働時間>

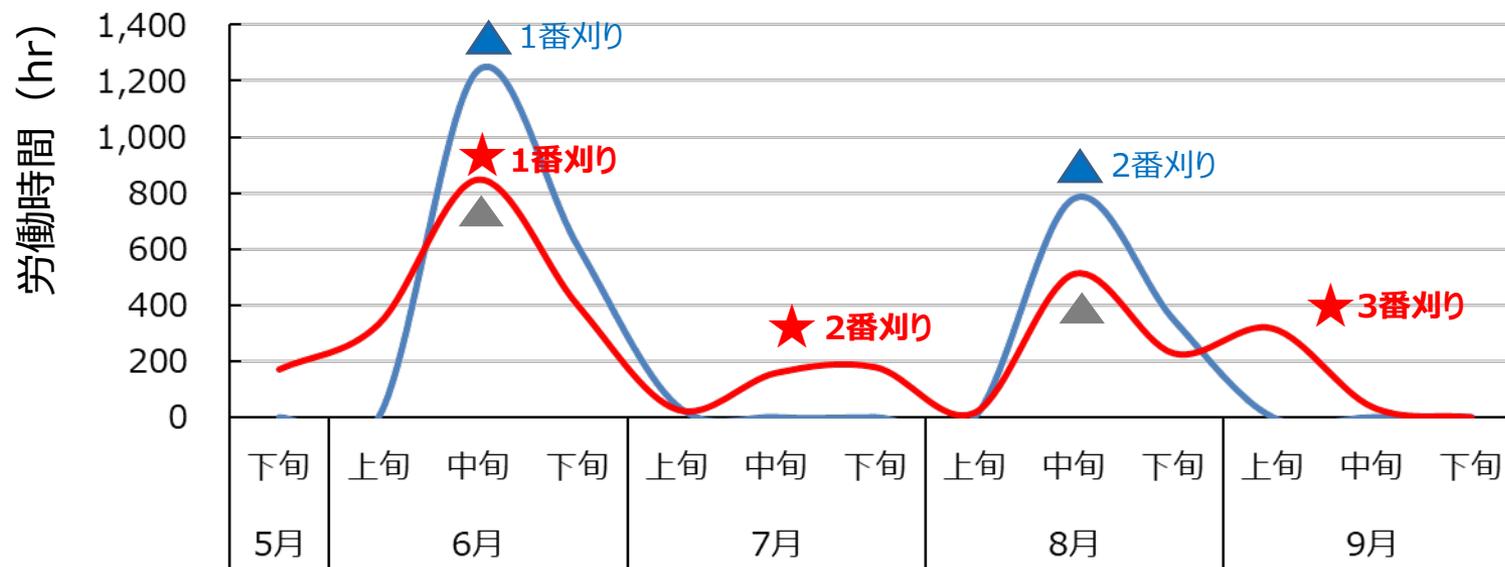
#### ■ 技術導入前

▲ チモシー（2回刈り） 100%

#### ■ 技術導入後

★ オーチャードグラス+アルファルファ（3回刈り） 30%

▲ チモシー（2回刈り） 70%



収穫作業が集中するチモシー 2回刈り

→ オーチャードグラスとアルファルファ混播3回刈りを導入することで作業時期が分散

## 2. オーチャードグラスとアルファルファ混播3回刈り導入による 飼料生産省力化 – 作業時間の平準化による経営メリット –

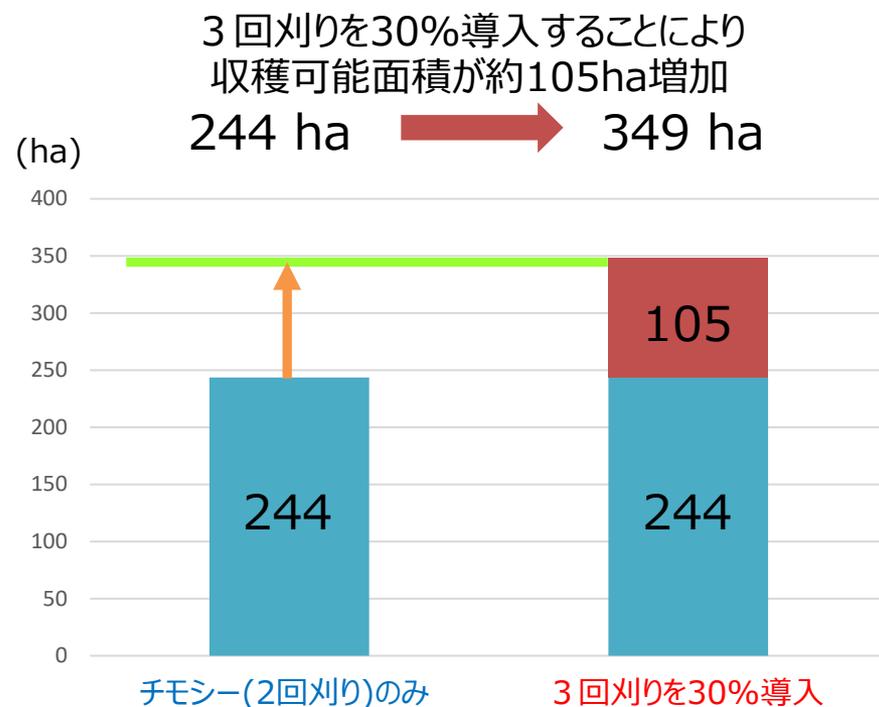
- 3回刈り体系では、サイレージ原料草運搬量のピークカットによって**トラックの台数を削減**
- 収穫時期分散によりハーベスタ1台当たりの収穫可能面積が拡大するため、**ハーベスタの台数を削減**

### ■ 作業時間の平準化による効果

	チモシー (2回刈り)	3回刈り30% 導入
トラック	10台 → 5台	5台
ハーベスタ	2台 → 1台	1台
TMR 製造費	1,187 (円/頭・日)	1,151 (円/頭・日)
飼育 頭数	1,000頭	1,000頭

サイレージ原料草運搬量のピークカット  
→トラック、ハーベスタの**必要台数が半減**

### ■ ハーベスタ1台の収穫可能面積 (ha)



収穫時期分散による  
ハーベスタ1台当たり収穫可能面積の増加  
→**稼働率の向上**

1

酪農と乳業の振興に向けたスマート酪農フードチェーン  
ー現場ニーズと対応策ー

2

オーチャードグラスとアルファルファ混播3回刈り導入による  
飼料生産省力化

3

低コスト乳牛行動モニタリングシステムによる  
発情行動の判別技術の開発

4

おいしい牛乳の評価手法開発

### 3. 低コスト乳牛行動モニタリングシステムによる発情行動の判別技術の開発 -発情検知の自動化-

- 大規模化が進む酪農経営において、**異常発見**の遅れや**発情見逃し**が問題化
- 多頭飼養牛群内の**個体毎のデータ**を**自動で取得**するシステムが求められていた
- 低コスト乳牛行動モニタリングシステムにより、乳牛個体の**発情検知**が**可能**に
- 推定した個体の牛舎内の位置も併せて確認できる

#### ■ 低コスト乳牛行動モニタリングシステムの特徴

発情検知が可能

斑紋の違いで個体を識別  
乳牛への個体識別センサ装着不要

汎用監視カメラ  
利用で低廉



既存の監視カメラも利用可能

#### ■ システムの動作表示イメージ（画面）



<発情個体>

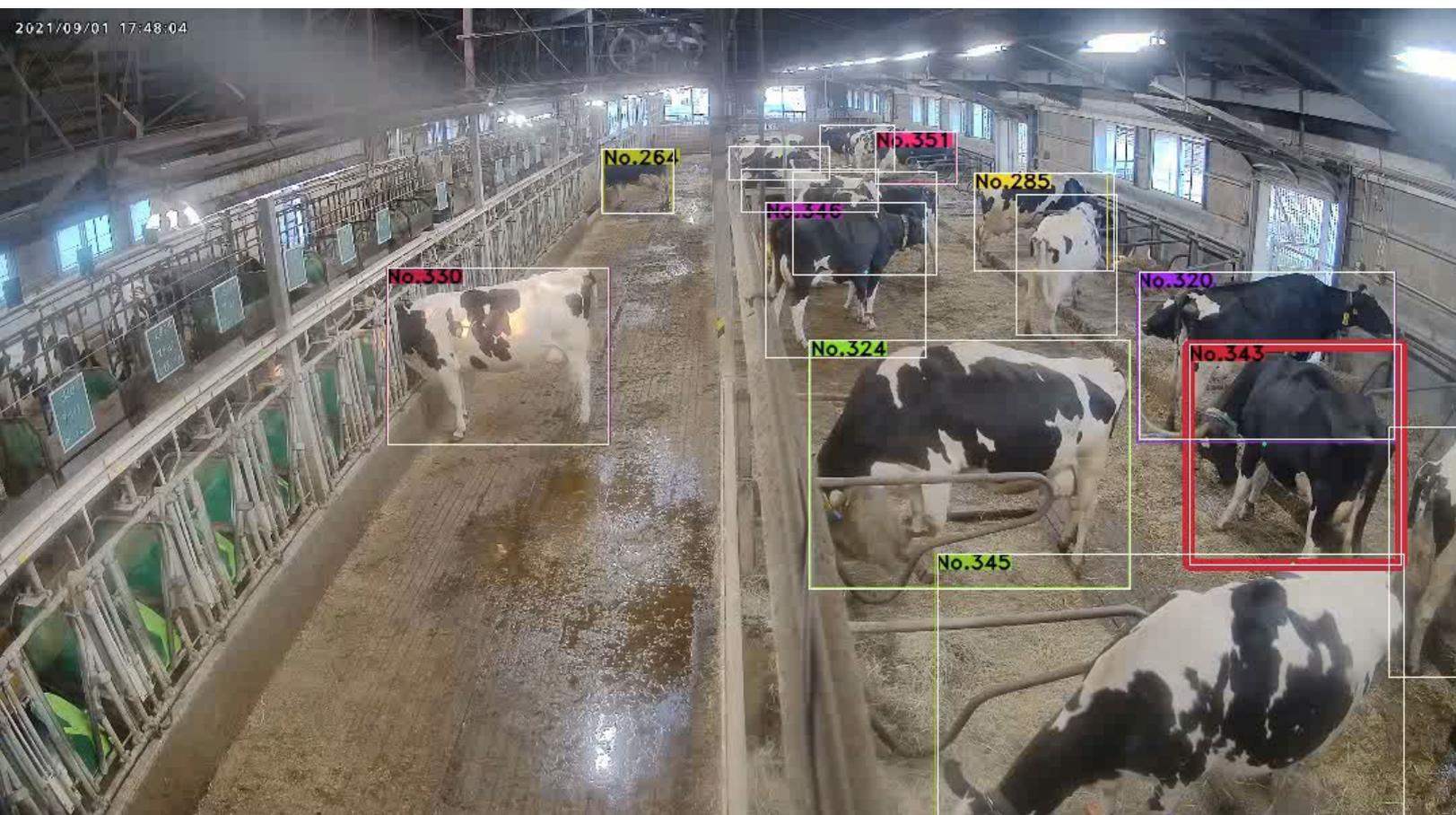
264	285	320
324	330	345
346	351	個体番号

343 発

赤字：発情と推定された個体  
黄色：画面上での存在位置  
= 牛舎内でのおよその場所がわかる

### 3. 低コスト乳牛行動モニタリングシステムによる発情行動の判別技術の開発 -発情検知の自動化-

#### ■ システムの動作表示イメージ (動画)



<b>343</b>		発
		
264	330	
		
285	338	
		
297	345	
		
299	346	
		
307	351	
		
320		
		
324		個体番号
		

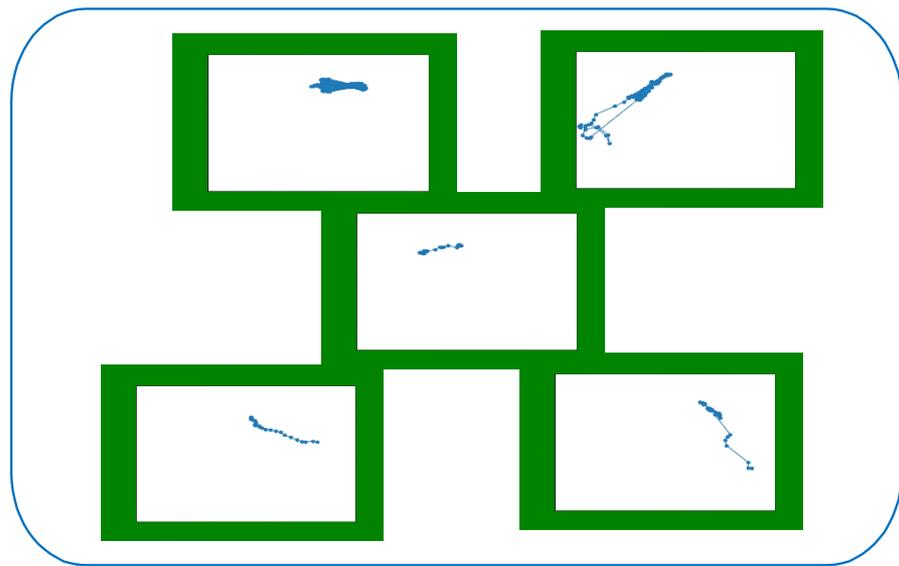
### 3. 低コスト乳牛行動モニタリングシステムによる発情行動の判別技術の開発 -AIによる発情行動の判別-

- 安価・簡便にデータを得られる汎用監視カメラ画像のAI処理により、多頭飼養下の乳牛個体の状態を判別できる手法を開発、特許出願（R4年9月）

#### <発情検知の仕組み> AI個体状態推定

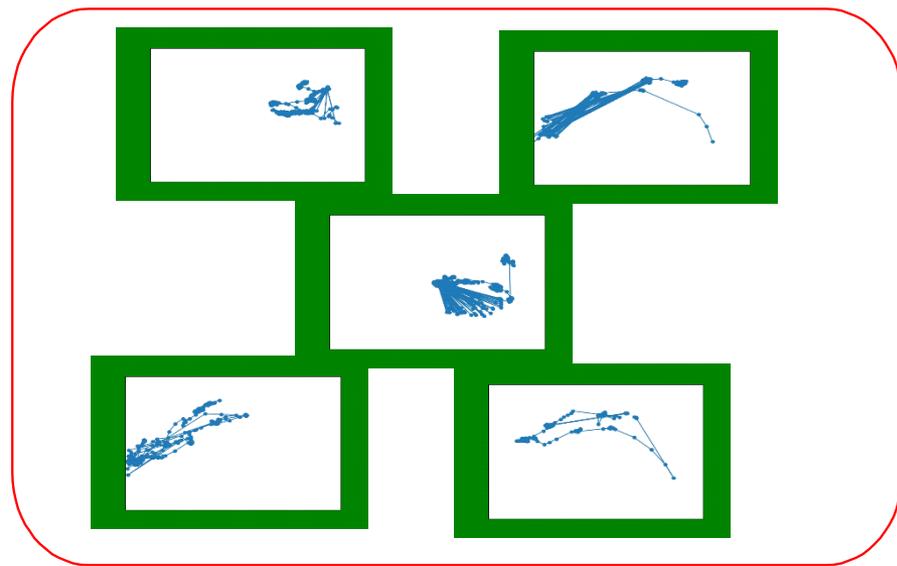
通常時

移動距離は短く、落ち着いている



発情時

落ち着きなく動き回り、移動距離や範囲が延びる



カメラ画面（緑枠）内の個体の移動軌跡例（青い点は軌跡を示す）  
→通常時と発情時の行動の違いをAIで判別

### 3. 低コスト乳牛行動モニタリングシステムによる発情行動の判別技術の開発 –システムのスペックと目標–

- 乳牛へのセンサ装着なしに、汎用カメラを利用可能で低廉な行動モニタリングシステムを構築し、道内の牧場で検証中
- 現地実証を通じたシステムの高度化を目指し、個体識別・追跡と状態推定精度・解析速度の向上（R5）、製品化（R7）

#### ■ 低コスト乳牛行動モニタリングシステムの特徴

項目	特徴
①乳牛に装着するセンサ	不要
②使用カメラ	汎用カメラ
③解析機器	小型・廉価
④外部との通信	不要
⑤対象頭数	50頭／カメラ
⑥価格	60万円（想定） （約100頭、カメラ2台の場合）

#### ■ 目標

現地実証を通じたシステムの高度化

- 個体識別・追跡と状態推定精度・解析速度の向上（R5）

#### 現状

20～80頭にカメラ1～2台で実証中、  
発情正解率70%（R4）

#### 目標

100頭あたりカメラ2台、  
発情正解率80%（R5）

- 製品化（R7）

1

酪農と乳業の振興に向けたスマート酪農フードチェーン  
ー現場ニーズと対応策ー

2

オーチャードグラスとアルファルファ混播3回刈り導入による  
飼料生産省力化

3

低コスト乳牛行動モニタリングシステムによる  
発情行動の判別技術の開発

4

おいしい牛乳の評価手法開発

# 4. おいしい牛乳の評価手法開発

－官能評価試験と成分分析－

- 自給飼料割合を高めた給与試験から得た牛乳の官能評価試験を実施、効率的な評価手法の確立にも取り組む
- 香気成分濃縮装置を用い、ガスクロマトグラフ質量分析計（GC/MS）により、官能評価結果に対する飼料品質の影響について分析中

## <現時点までの取組み>

### ■ 官能評価試験

評価法	対象	供試乳
CATA法*	農研機構 職員40名	・水分率が異なる牧草サイレージを給与した牛から得た牛乳 ・市販乳4種

### ■ 成分分析

官能評価結果に対する飼料品質の影響について、香気成分濃縮装置を用い、ガスクロマトグラフ質量分析計（GC/MS）により分析中

### ■ CATA法\*とは

#### CATA(Check-All-That-Apply)法

- ・回答者に負担をかけずに官能評価試験ができる
- ・マーケティング調査でよく用いられる
- ・アイスクリーム、ヨーグルト、チーズ、炊飯米、リンゴ、チョコレート、コーヒーなどで嗜好性が評価されている

#### 【参考文献】

- ・Varela, P. & Ares, G. (2012)  
Food Research International 48: 893-908
- ・島村ら (2017)  
日本家政学会誌 68: 478-485



# 4. おいしい牛乳の評価手法開発

－CATA法：牛乳の官能評価手法－

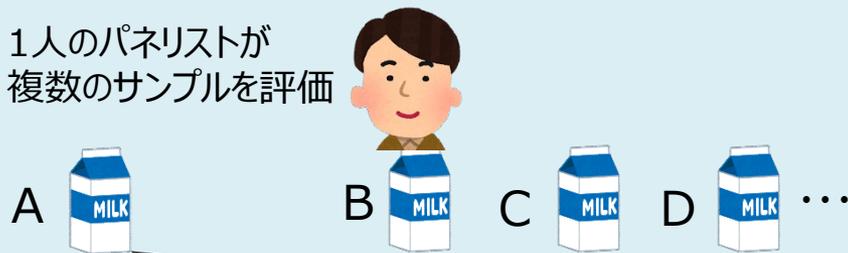
## ■ 牛乳のおいしさ評価に初めてCATA法を導入

### ■ CATA法の特徴

- 1) **熟練不要!** 官能評価の訓練が十分でない人でも参加できる
- 2) **在宅可能!** 自宅でもできる
- 3) **時短実現!** 短時間で終わることができる
- 4) **同時評価!** 複数のサンプルを同時に評価できる

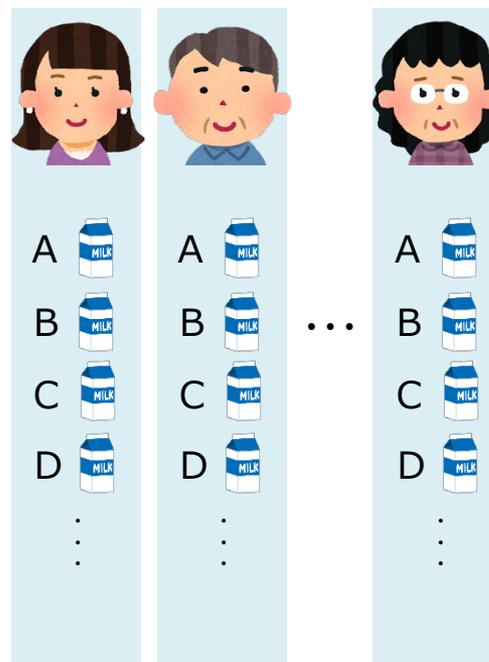
### ■ CATA法による牛乳のおいしさ評価

1人のパネリストが  
複数のサンプルを評価



【提示する特徴(評価用語)】 当てはまるものすべてに○

- |                                   |                                    |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 甘味が強い    | <input type="checkbox"/> 後味が悪い     |
| <input type="checkbox"/> 香りが強い    | <input type="checkbox"/> 味が好き      |
| <input type="checkbox"/> コクがある    | <input type="checkbox"/> 味が好みではない  |
| <input type="checkbox"/> 香りが好き    | <input type="checkbox"/> 脂肪を強く感じる  |
| <input type="checkbox"/> 色が良い     | <input type="checkbox"/> 甘い香りがある   |
| <input type="checkbox"/> あっさりしている | <input type="checkbox"/> 牛舎のにおいがある |
| <input type="checkbox"/> 後味が強い    | <input type="checkbox"/> 草のにおいがある  |



多くの人数の○が  
付いた項目が、  
その牛乳の特徴  
を表す

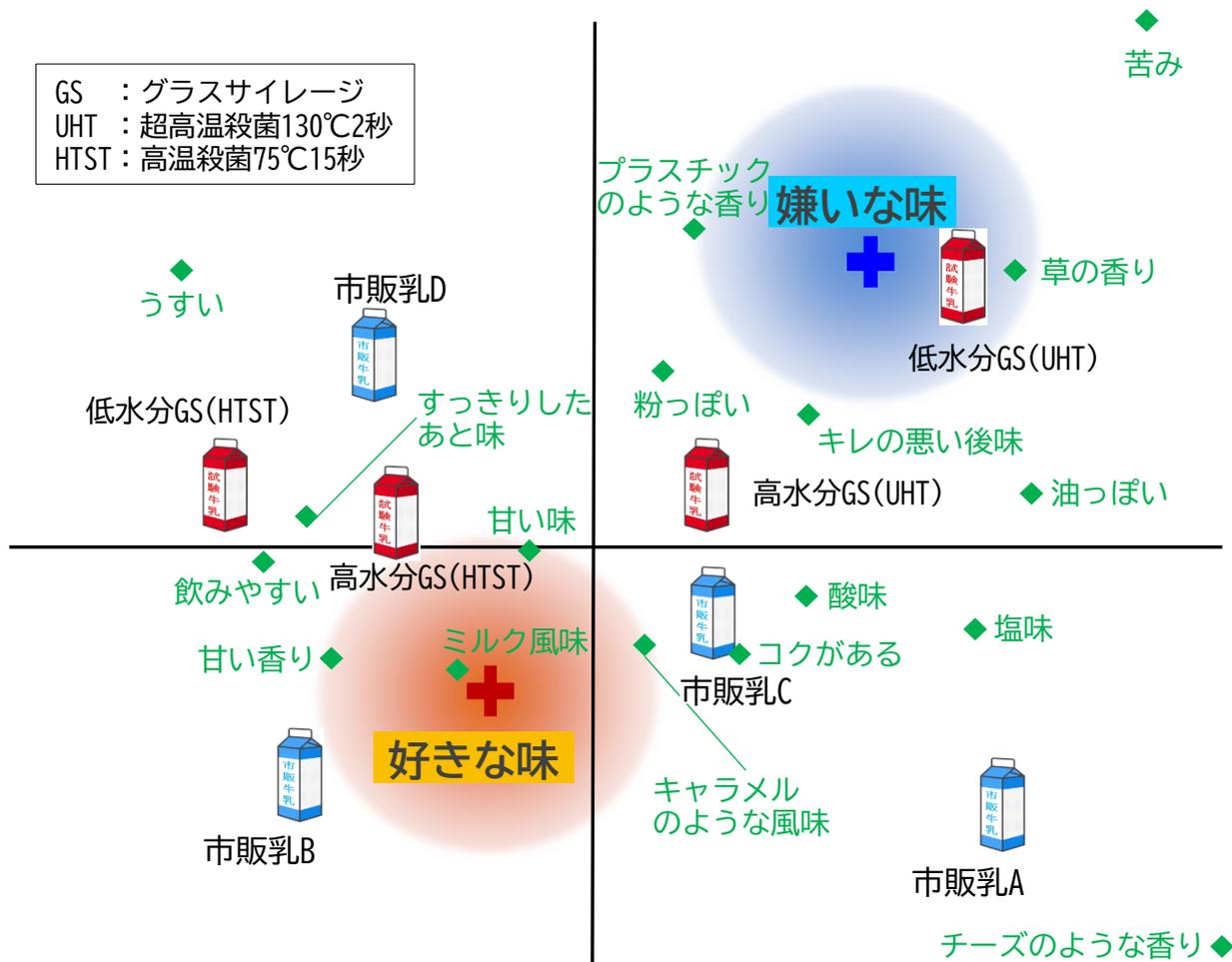
# 4. おいしい牛乳の評価手法開発

—道産乳の特性を活かした「独自製品」開発に向けて—

- CATA法により消費者に好まれる味の特徴を可視化
- 道産乳の特性（自給飼料利用割合が高いなど）を活かした「独自製品」開発を目指す(R7)

## ■ CATA法による牛乳のおいしさ評価の結果

GS : グラスサイレージ  
UHT : 超高温殺菌130°C2秒  
HTST : 高温殺菌75°C15秒



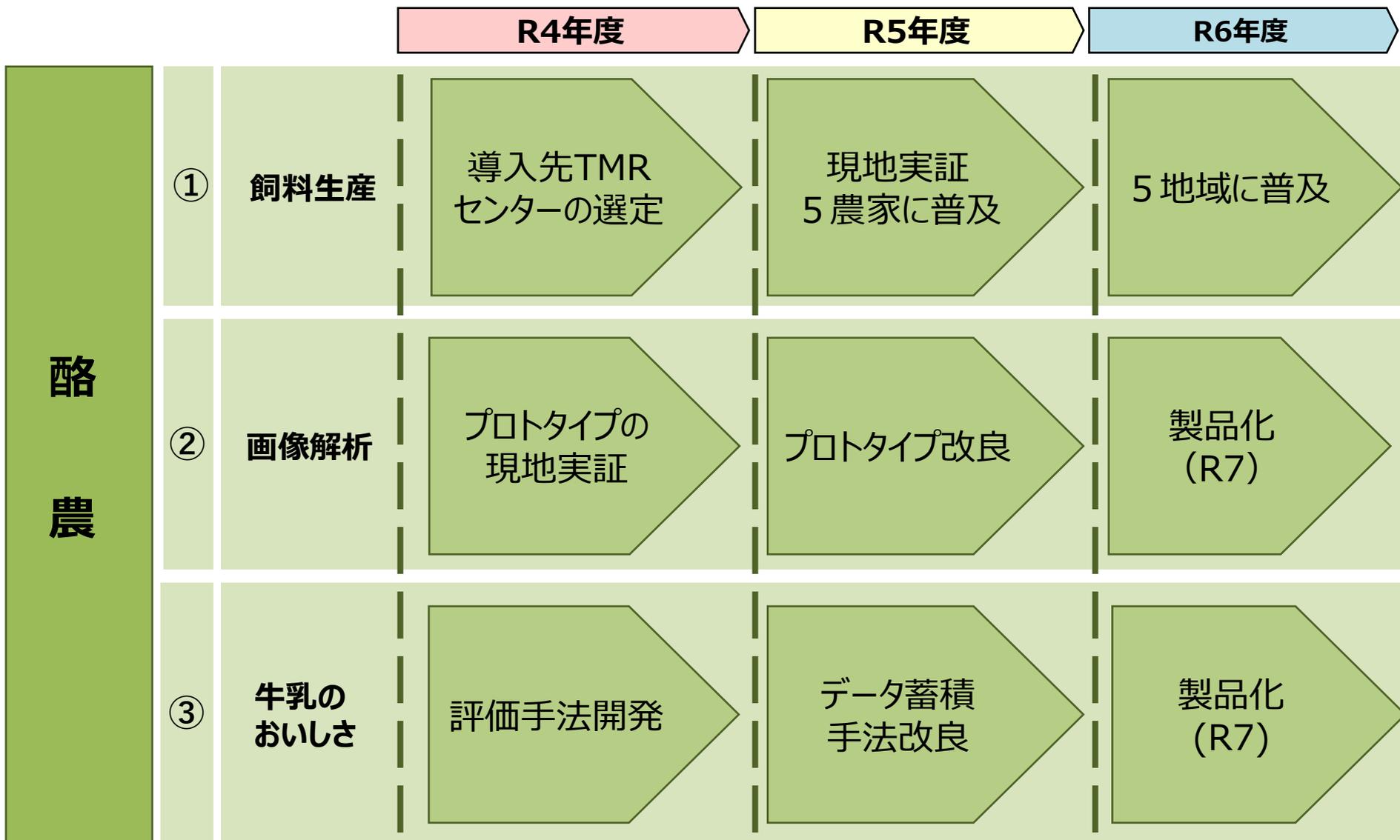
### <今後の取組み>

自給飼料給与による生乳のおいしさへの影響の解明

- CATA法の試験を継続
- GC/MS分析による牛乳の風味成分データ蓄積  
→分析値に基づくおいしさの客観的な評価



自給飼料利用割合が高いなど、道産乳の特性を活かした「独自製品」開発 (R7)





無断転載・複製・複写・  
Web上へのアップロード禁止

今後の連携に向けて

ー北海道十勝発スマートフードチェーンのお問合せ先ー



北海道農業・食品産業のスマートフードチェーン構築が真価を発揮するものにするため、今後とも一層の連携をよろしくお願いいたします。

【プロジェクトに関するお問合せ窓口（北海道）】

農研機構 北海道農業研究センター

研究推進部 事業化推進室

Tel.011-857-9212・9414、Fax.011-859-2178

E-mail : [hkd\\_tokachi\\_sfc@ml.affrc.go.jp](mailto:hkd_tokachi_sfc@ml.affrc.go.jp)