

北海道スマートフードチェーンプロジェクト事業化戦略会議2024  
2024年4月18日  
札幌市STVホール(札幌市)

# 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  
須藤 賢司

【2023年度推進テーマ】

自給飼料

## 国産高栄養自給飼料への置き換え

- ・オーチャードグラス早刈り1番草の利用



酪農

飼養管理

## AI低コスト乳牛監視システム

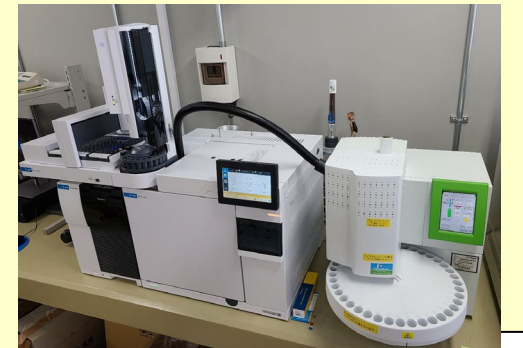
- ・映像監視システムを低コストで実現



おいしさ評価

## 牛乳のおいしさ評価と差別化商品開発

- ・牛乳**香気成分**の解明





1

国産飼料生産省力化技術と飼料の評価

2

低コスト乳牛行動モニタリングシステムの開発

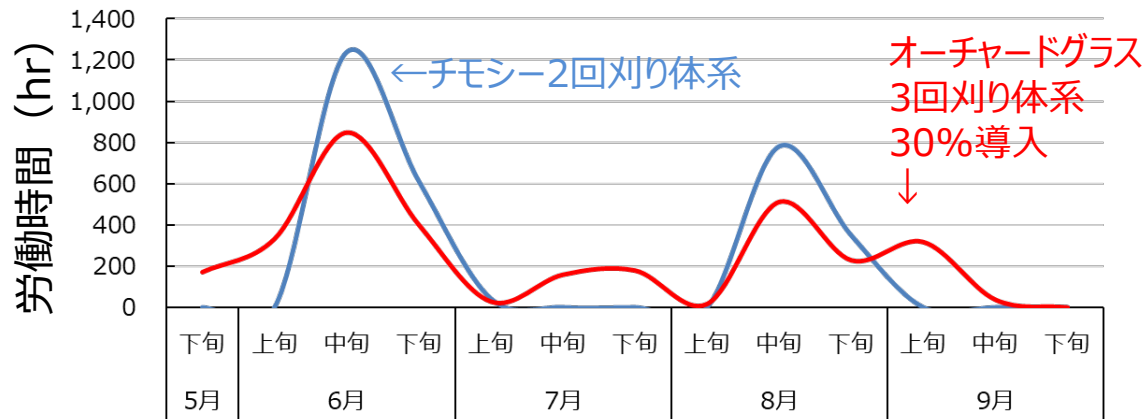
3

国産飼料を活用した牛乳のおいしさ評価手法開発

# 1-1. 国産飼料生産省力化技術と飼料の評価

## ーオーチャードグラス3回刈りの導入ー

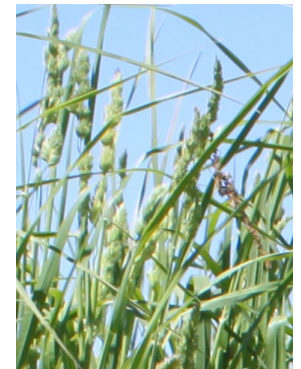
- **作業時期の分散・平準化**を狙いに、チモシー2回刈り体系へ**オーチャードグラス3回刈り体系**を一部導入
- さらに、**オーチャードグラス1番草の早刈り**により**栄養価向上**が期待される



時期別の収穫労働時間シミュレーション



チモシー



オーチャードグラス

飼養頭数 1,000頭の場合

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

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**

メニュー	技術のねらい
(2022年度の取組) チモシー2回刈り体系への オーチャードグラス3回刈り一部導入	作業時期分散 ピーク作業量カット 危険分散
(2023年度取組) オーチャードグラス <b>1番草早刈り</b>	<b>牧草栄養価向上</b>

# 1-2. 国産飼料生産省力化技術と飼料の評価

ーオーチャードグラス 1 番草早刈りによる牧草栄養価向上 (背景) ー

- 輸入飼料の急激な価格高騰が続き、酪農経営を圧迫
- 牧草やトウモロコシなどの飼料を高栄養自給飼料に転換し、経営の安定持続化

## 輸入飼料

アルファルファ乾草  
(輸入量35万t/年)



子実とうもろこし  
(輸入量1,100万t/年)



圧ペンとうもろこし



オーチャードグラス早刈り1番草

- ・高タンパク質  
アルファルファ乾草を代替
- ・高栄養  
圧ペンとうもろこしの一部を代替

自給飼料への転換

## 高栄養自給飼料

オーチャードグラス早刈り1番草



新品種「えさじまん」

※ 圧ペンとうもろこしは輸入とうもろこしを加工して製造。

輸入価格+輸送運賃+為替差額+国内加工賃などで価格が決定し、高騰化。国内価格：2020年 40.4円/kg  
→ 2022年 66.9円/kg 60%up、(公社) 配合飼料供給安定機構「飼料月報」より



# 1-3. 国産飼料生産省力化技術と飼料の評価

ーオーチャードグラス早刈り1番草の利用による牧草栄養価向上ー

- オーチャードグラスは雑草との競合に強く、**早刈り**に適する
- オーチャードグラスの早刈り1番草は**高タンパク質**、**高栄養**で輸入飼料の置き換えが可能

飼料設計：飼料中の**輸入アルファルファ乾草**を**オーチャードグラス**に置き換え  
粗タンパク質（CP）含量、可消化養分総量（TDN）を同等にするため、  
圧ペンとうもろこし（輸入濃厚飼料）も低減

	輸入 アルファルファ区	オーチャードグラス 1番草区
飼料構成（乾物%）		
<b>オーチャードグラス1番サイレージ</b>	<b>0.0</b>	<b>39.0</b>
アルファルファ輸入乾草	30.0	0.0
圧ペンとうもろこし	18.0	9.0

自給飼料の  
増給

輸入飼料の  
低減

※ とうもろこしサイレージ、配合飼料など他の飼料給与量は共通

CP含量（乾物%）	16.5	16.6
TDN含量（乾物%）	73.0	73.1

粗タンパク質（CP）含量：タンパク質以外の窒素化合物も含む。アルファルファなどマメ科牧草に特に多い。

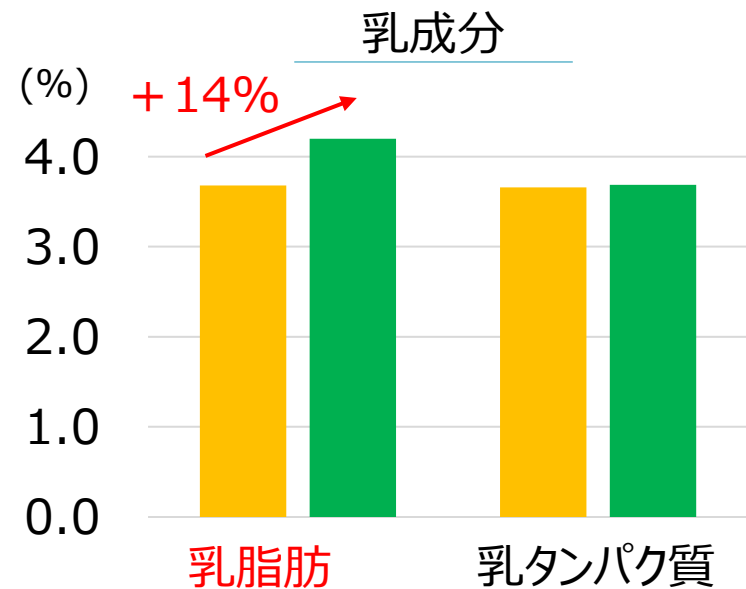
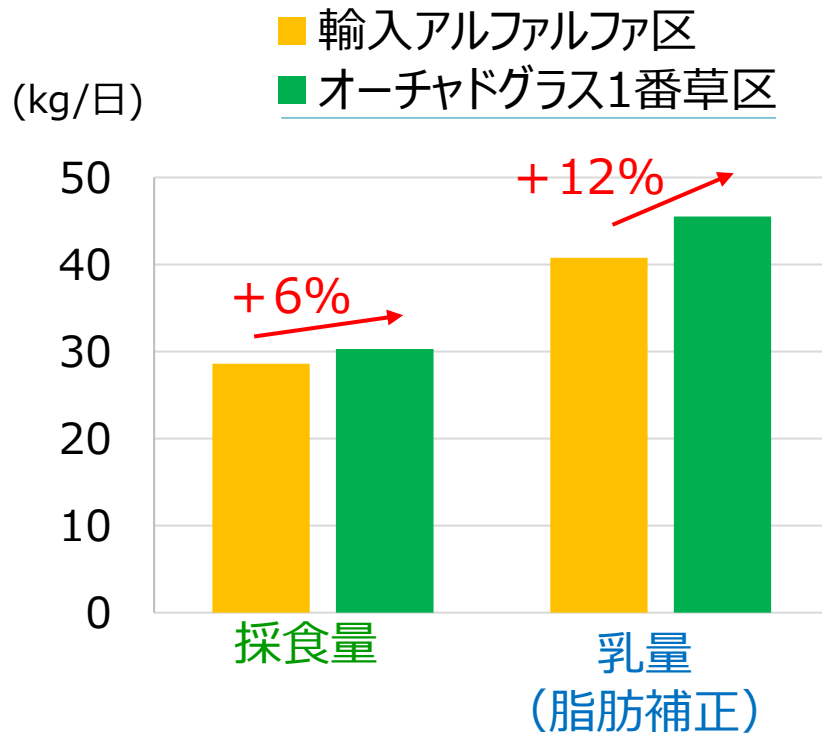
TDN：可消化養分総量（消化吸収される養分量の合計）

# 1-4. 国産飼料生産省力化技術と飼料の評価

ーオーチャードグラス早刈り1番草の利用による効果ー

- 輸入アルファルファに代替してオーチャードグラス早刈り1番草は乳生産性向上に有効
- 100頭規模での飼料費削減効果は年間1,100万円

## <採食量と乳生産性の評価>



輸入アルファルファから早刈りオーチャードグラス1番草への置き換え→  
採食量、乳量 (脂肪補正)、乳脂肪は増加

飼料費削減効果  
359円/日・頭  
11万円/年・頭  
1,100万円/年・100頭

# 1-5. 国産飼料生産省力化技術と飼料の評価

ーオーチャードグラスの導入（現地実証と導入調査）ー

- 1 番草早刈りオーチャードグラスサイレージを十勝地域の酪農家で給与実証
- TMRセンターや酪農家の調査を行い、**営農モデルを構築**、導入効果を事前評価

## 技術説明先（2023）

ホクレン  
十勝農協連  
道総研  
普及センター  
TMRセンター  
民間企業

▲ 導入候補TMRセンター：2箇所  
（大樹町、上士幌町）

★ 給与実証・営農モデルを構築  
（士幌町）

## 北農研

オーチャードグラス草地  
生産性調査  
サイレージ生産  
給与試験  
見学会開催

★ 草地、経営調査→  
営農モデル構築（大樹町）

● 「えさじまん」導入経営体：3箇所  
（名寄市、陸別町、由仁町）





1

国産飼料生産省力化技術と飼料の評価

2

低コスト乳牛行動モニタリングシステムの開発

3

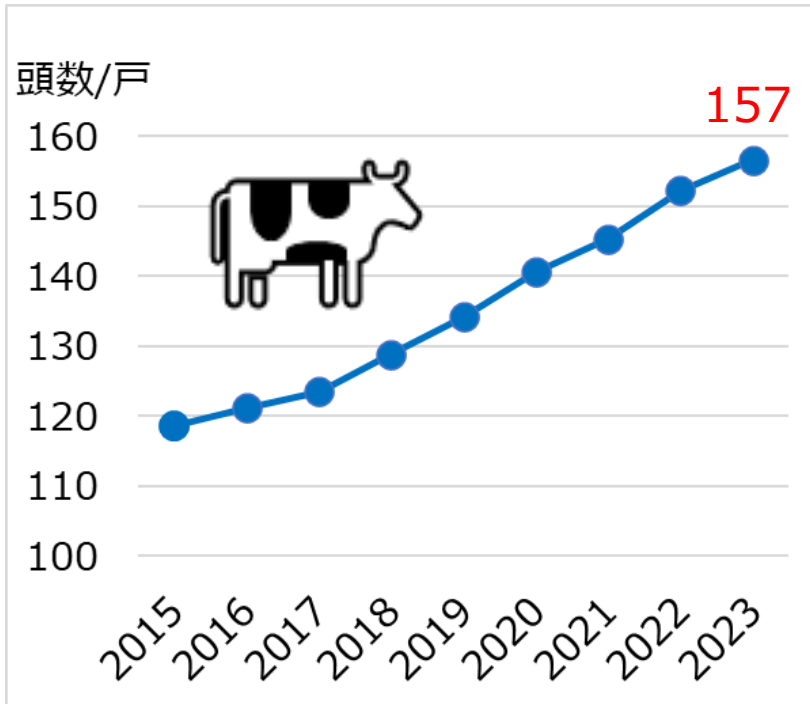
国産飼料を活用した牛乳のおいしさ評価手法開発

## 2-1. 低コスト乳牛行動モニタリングシステムの開発

### —多頭数管理の問題点—

- 1戸当たり飼養頭数は150頭を超え、監視に多大な労力を要する
- 乳牛の授精はタイミングが非常に重要だが、監視頭数が増えると発情見逃し（機会逸失）が増え、経済的損失

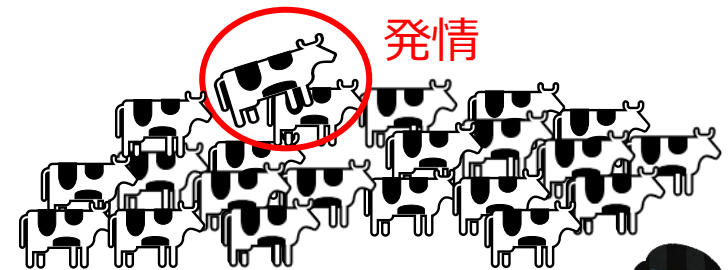
### ■ 北海道の1戸当たり乳用牛頭数※の推移



参考：農林水産省「畜産統計」  
※めすの全飼養頭数

### ■ 多頭数管理の問題点

- 発情が不明瞭なウシが増える傾向にあるなか、頭数が増えるとますます見逃しが増える。
- 発情個体を人工授精のために群れから分離する際、頭数が多いため探すのに時間がかかる。



割ける労力が無い上に  
ウシが多すぎて目が行き届かない！



## 2-2. 低コスト乳牛行動モニタリングシステムの開発

### ー技術の概要ー

省力的な牛群管理技術として

- 汎用監視カメラ利用（既存の監視カメラでも可）で低コスト（カメラ2台/100頭）
- 個体へのセンサー装着不要
- 各個体の行動をリアルタイムモニタリングし個体の状態を推定可能である映像監視システムを低コストで実現（原価60万円台）

### ■ 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

2023年度は、ウシ個体の状態を判別するAI手法を高度化、発情推定の精度を向上（2023年7月優先権出願）

## 2-3. 低コスト乳牛行動モニタリングシステムの開発

ー発情推定の精度向上ー

### ■ AI個体状態推定の仕組み

画面上でウシ個体の移動軌跡を示し、通常時と発情時の行動の違いをAIで判別

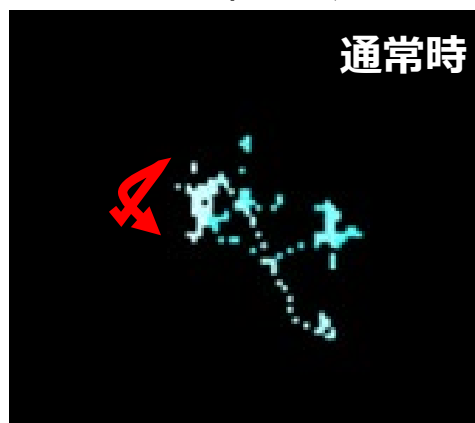
(2023年度改良点)

ウシの位置情報に一定時間あたりの移動距離の情報を加えてAIで解析

牛舎のモニタリング画面



時間は白から青へ進んでいる  
牛は白から青の方向へ動いている



一定時間あたりの移動少ない



一定時間あたりの移動多い

発情検知正解率が73%から81%に向上

→酪農家の牛群監視の負担を軽減、100頭規模で年間乳代80万円増収

根釧地区の3戸のフリーストール約300頭でデータ収集継続

実装に向けた事業化パートナー企業を募集中

1

国産飼料生産省力化技術と飼料の評価

2

低コスト乳牛行動モニタリングシステムの開発

3

国産飼料を活用した牛乳のおいしさ評価手法開発

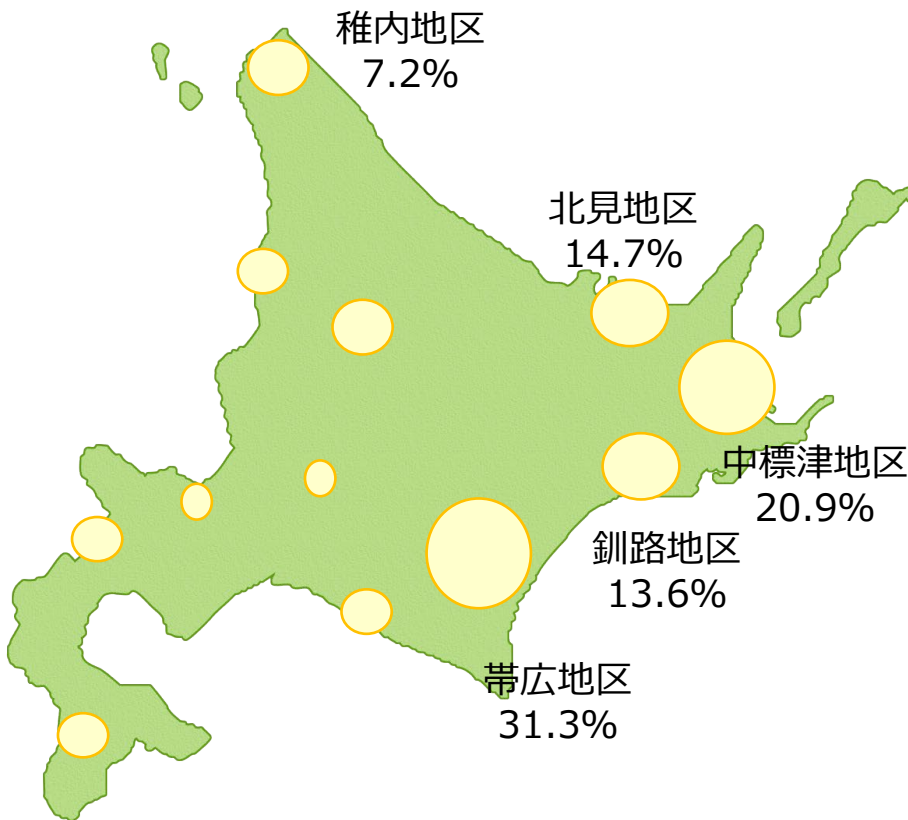


# 3-1. 国産飼料を活用した牛乳のおいしさ評価手法開発

## －北海道の生乳生産－

- 道内全域で酪農が盛ん、生乳生産量は特に道東・根釧が多い
- 北海道で生産される生乳は乳製品に加工される割合が高いが、**加工用乳価は低く付加価値が必要**（飲用乳価130円、加工用乳価（バター用）91円/2023年）

### ■ 北海道の地区別生乳生産量（シェア）



### ■ 付加価値がある生乳生産のために



生産地の自給飼料の特徴を活かした  
生乳生産が求められる

# 3-2. 国産飼料を活用した牛乳のおいしさ評価手法開発

## －新しい官能評価試験方法の導入－

- 自給飼料の割合や特性を変えて行った乳牛への給与試験から得た牛乳の官能評価試験を実施
- 評価者の熟練が不要で、短時間に複数サンプルの評価ができる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

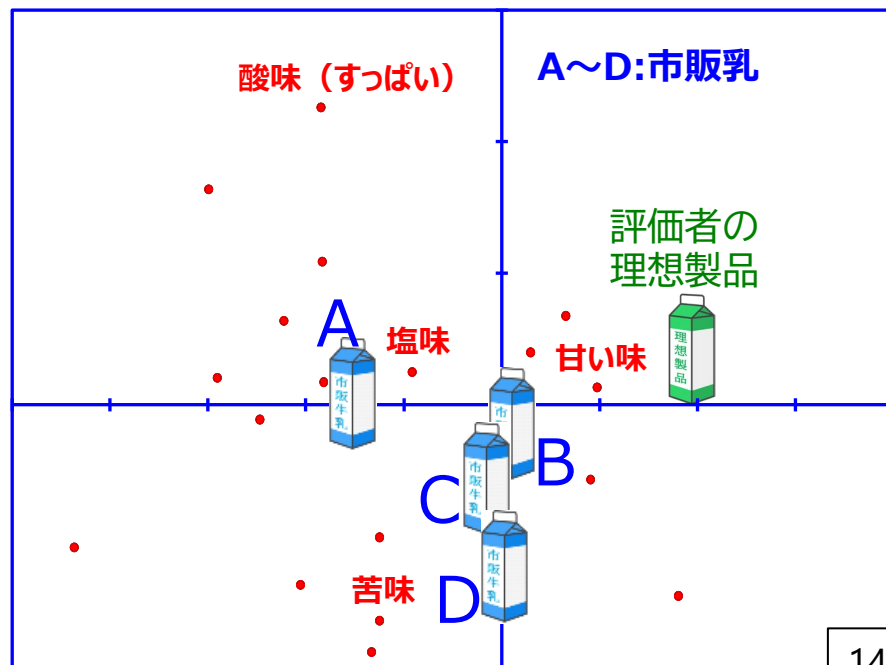
1人のパネリストが  
複数のサンプルを評価



【提示する特徴(評価用語)】 当てはまるものすべてに○

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

### ■ CATA法の評価結果表示例



# 3-3. おいしい牛乳の評価手法開発

－2023年度の進捗：香気成分データ整理手法開発－

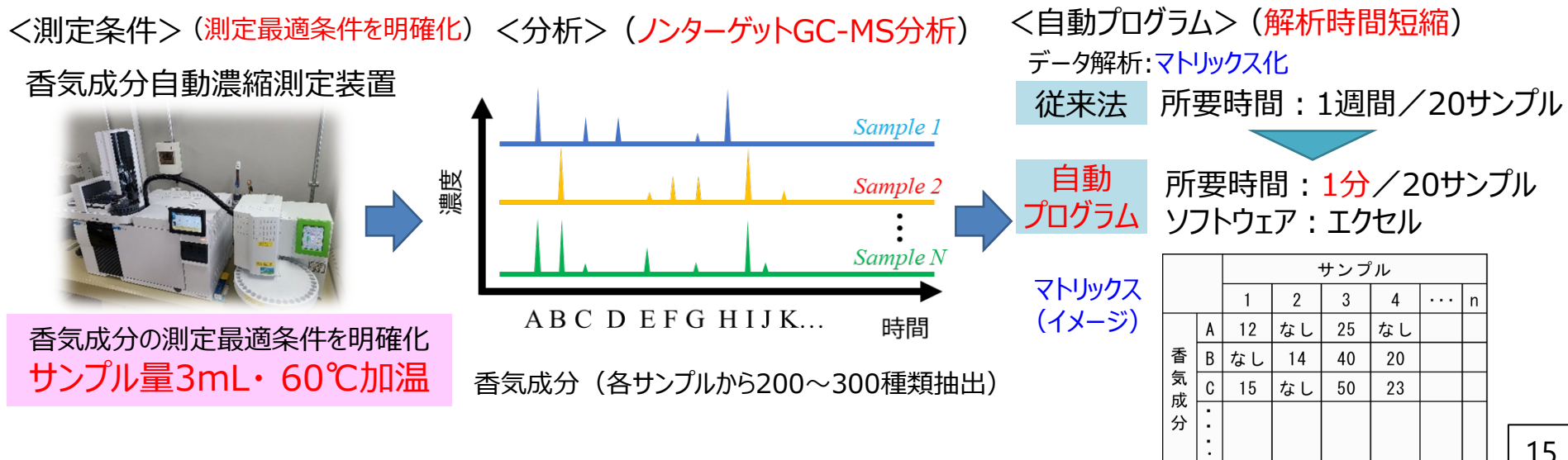
- CATA法での牛乳の評価から得られた消費者の「好ましさ」に影響するのはどのような香気成分なのかを明らかにする
- 香気成分データ解析用の自動プログラムを開発し、解析時間を飛躍的に短縮（20サンプル解析時間：1週間→1分）

(背景) 牛乳の香りは全貌が明らかでないため、香気成分の対象を絞らずに何が含まれているか調べる必要がある

(手段) 香気成分自動濃縮測定装置によるノンターゲットGC-MS分析 → 測定最適条件を明確化

(問題点) 従来法は未検出成分は出力されず、マトリックス化には手作業で全成分を網羅する形式に整えるため、膨大な労力を要していた

(対策) 香りの全構成成分を短時間で網羅できる自動プログラムを作成

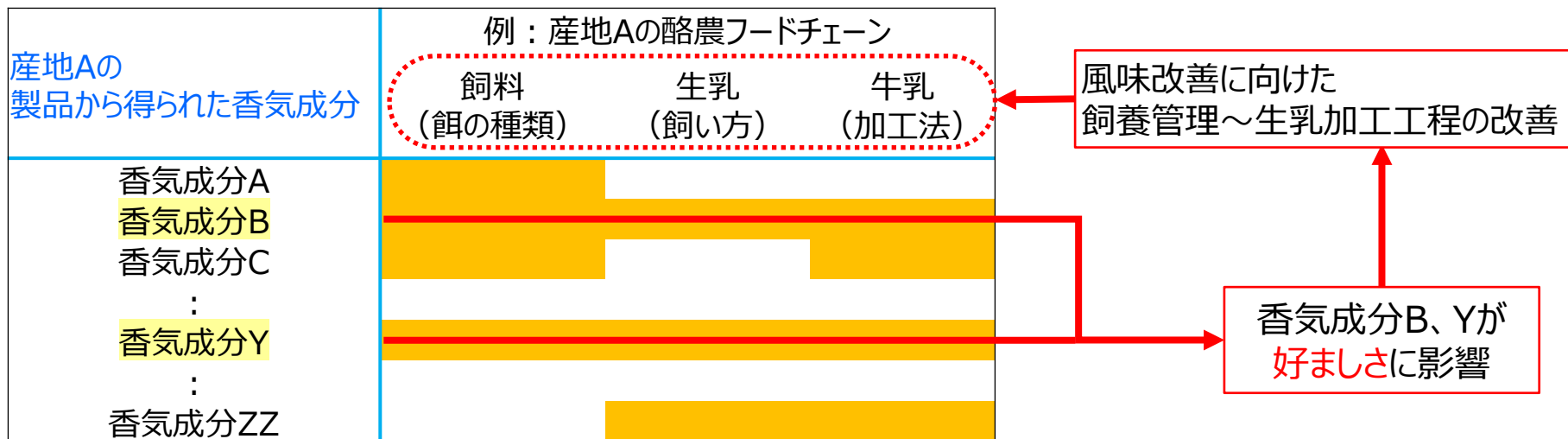


# 3-4. おいしい牛乳の評価手法開発

－今後の展望－

- 好ましさと評価項目の関係性を明らかにする
- 関係性の結果を生産・乳製品製造へのフィードバックにつなげる

多様な牛乳（地域・飼料・加工法）の香気成分の構成を解明のうえ、乳製品の好ましさに影響する香気成分を特定し、差別化商品の開発へ繋げる



科学的根拠とストーリー性のある差別化商品の開発

## 産地A

- ・飼料：牧草主体
- ・生乳：放牧あり
- ・牛乳：●℃▲秒殺菌



私はこれが好き！



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 : [hokkaido-sfc@ml.affrc.go.jp](mailto:hokkaido-sfc@ml.affrc.go.jp)





無断転載・複製・複写・  
Web上へのアップロード禁止