

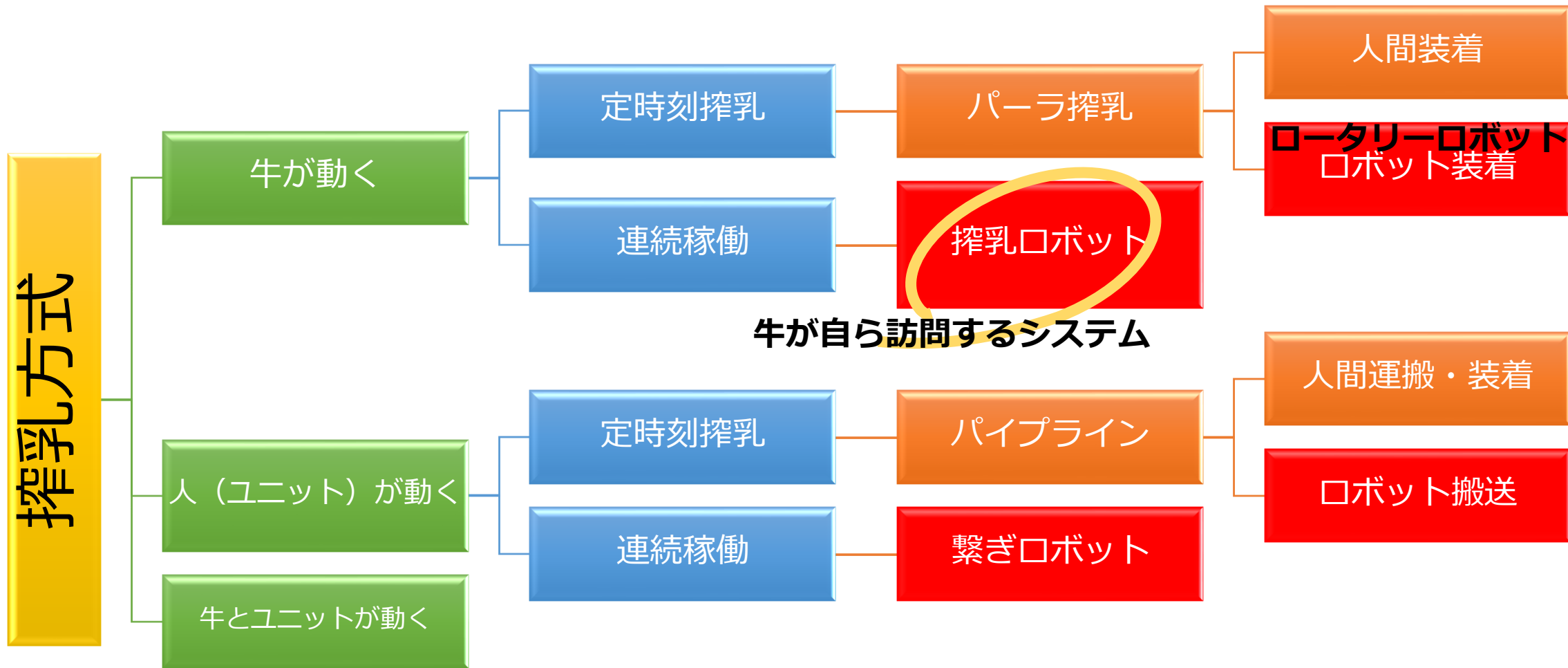
# 搾乳の自動化と酪農の未来

酪農学園大学 森田 茂



# 自動化された搾乳：ロボット搾乳の位置づけ

～さまざまなロボット開発～



# 自動搾乳システムで可能になること

## ①酪農作業のフレックスタイム化・軽労化

酪農家のQOL（生活の質）向上

## ②雇用労働者への対応

従業員数の削減、技術向上

## ③個体乳量の向上への挑戦

生産効率の向上、牛乳の質向上

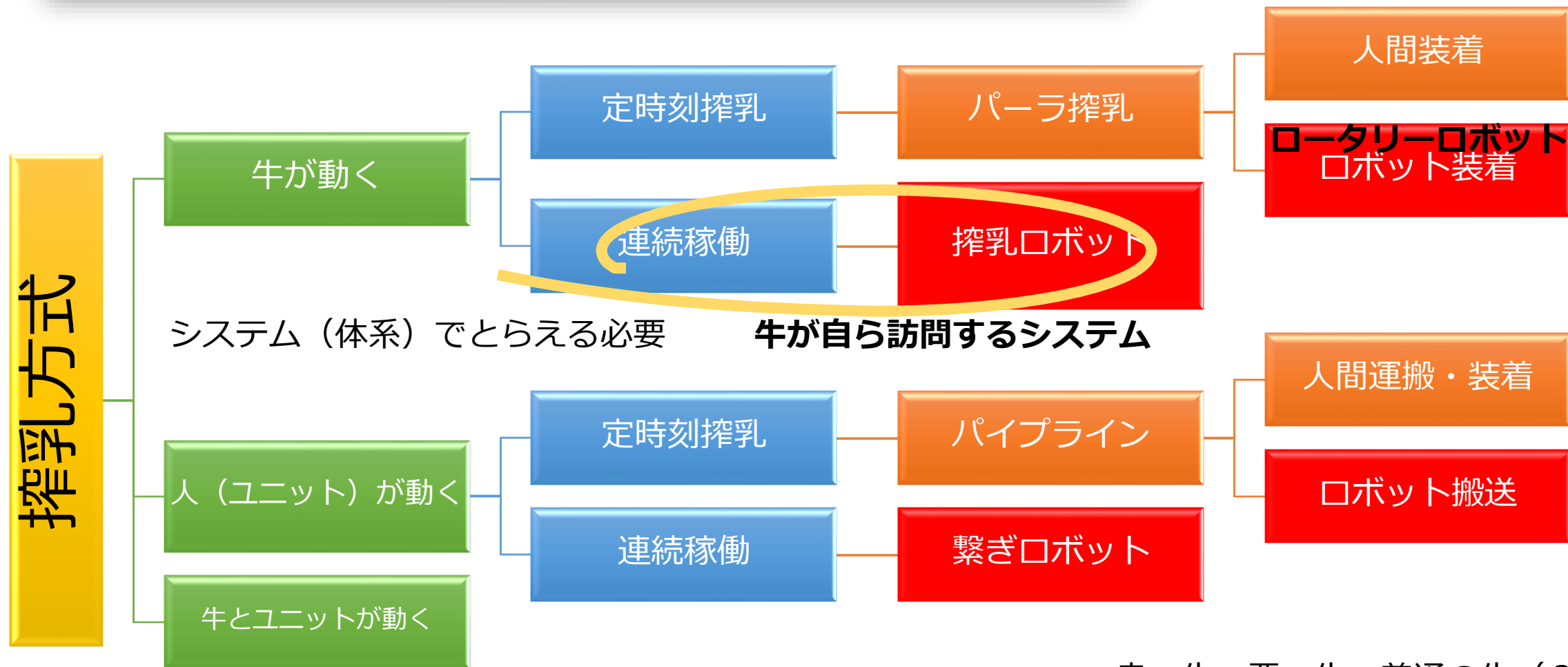


## ロボット搾乳での飼養管理は、「通常の酪農技術」

- 1997年 搾乳ロボット（Lely）が、北広島市の馬場牧場に導入  
（20年後）2017年12月国内330戸の酪農場、560台のロボット  
（7年間で急増）2024年3月 720戸程度（道内500戸）
- 搾乳ロボット台数1,600台程度（道内1,200台程度）  
繋ぎ飼いロボット、ロータリーロボット含まず、マルチタイプでは装着アームの数（ロボット数）
- 全国10,000戸酪農家とすれば、7~8%がロボット搾乳。
- 道内酪農家数5,000戸とすれば、10%がロボット農家。

# (連続稼働型) 自動搾乳が (新) 飼養管理システムへ

## 適した飼養管理システムの構築と理解と実行

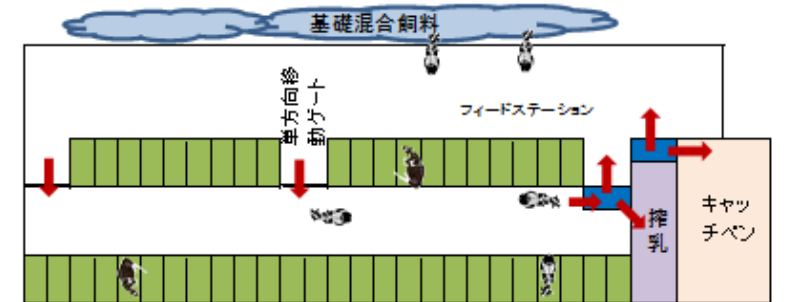


良い牛、悪い牛、普通の牛(?)

# 自動搾乳での「省力化」ステップアップ

森田ら(2001)  
60頭で試算すると

- 搾乳・準備・片付け： 4.3時間/日
- 搾乳ロボットで搾乳関連：1.8時間/日 + 20分/日（PC作業）  
うち、搾乳間隔が長い牛の誘導作業（1.1時間/日）
- さらなる省力化のために、自発的進入の促進・牛舎構造の工夫



# 自動搾乳での飼養管理の初期課題

- 牛がロボットに入らない、近づかない。  
【進入の促進技術】

たとえば  
50頭中9頭  
180回中23回

飼養管理の進化

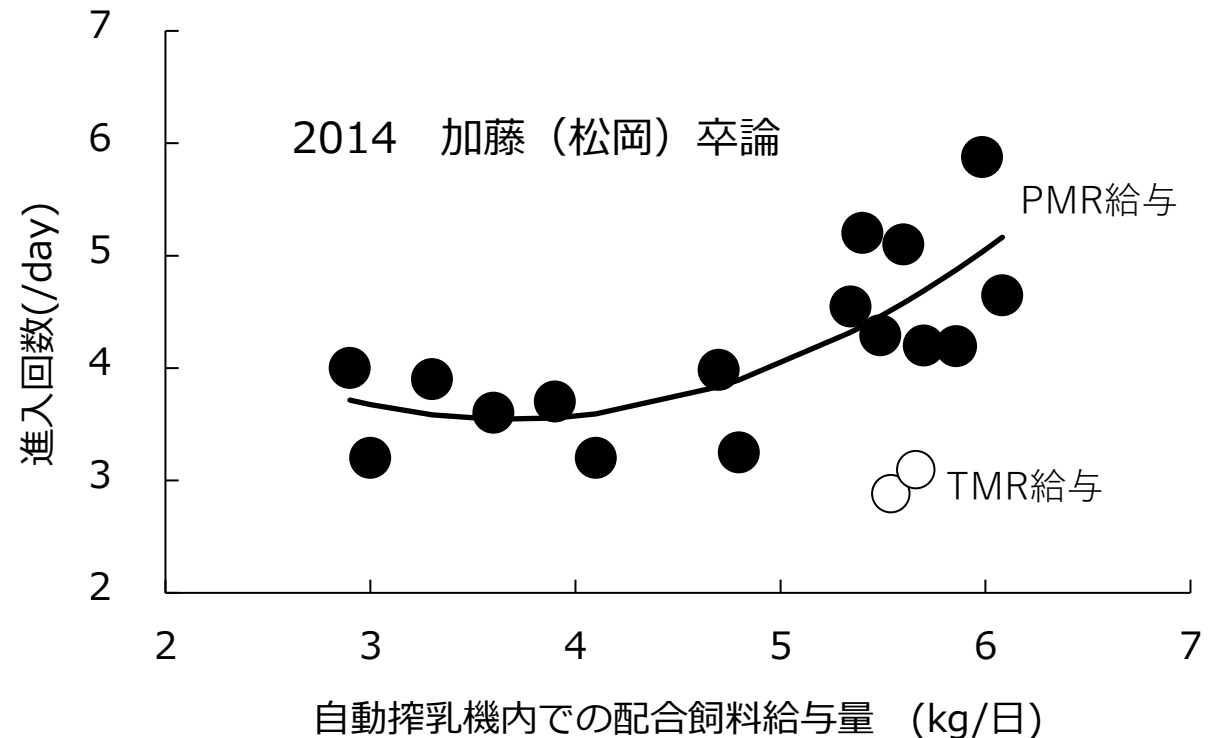
理由	1日1回以上の牛追いした牛の割合 (%)	牛追いして搾乳した割合 (%)
トレーニング中の牛	2.3	1.8
乳房の形状	5.6	4.2
臨床型乳房炎	0.2	0.1
臨床型跛行	0.6	0.3
よくわからないが来ない牛	10.3	6.2
合計	19.2%	12.6%

RodenburgとWheeler(2002)

# 乳牛ロボット訪問を促進させる技術

- 国内でのPMR給与法紹介（小池、2009）：「平均乳量－7kgで、PMRを設計し、不足分をロボットで給与」
- 飼料給与は栄養的充足のみならず、牛の生活パターン（動き）を制御できる。 目から鱗

- 群飼養：部分混合飼料（PMR）での配合飼料給与の仕方、牛の動きをコントロールできる。



# 農場のオーナー、管理者および従業員の搾乳ロボットへの期待と移行後の感想（回答、%）（IDF\_WDS2025）

AMS移行の理由	導入前の期待	移行1年後の経験
労働コストの削減	<b>81</b>	<b>74</b>
牛の福祉の向上	<b>78</b>	<b>72</b>
パフォーマンス向上	<b>74</b>	<b>58</b> (乳量増加)
農場従業員数の削減	<b>70</b>	<b>78</b> (新しいスキル人材)
農場の技術向上	<b>67</b>	
生活の質の向上	<b>44</b>	

疾病検出： 88%が病気の牛の検出が容易になった。  
 牛の健康： 56%が変化なし、 37%が改善した。

# 自動搾乳での「省力化」→「生活の質」向上

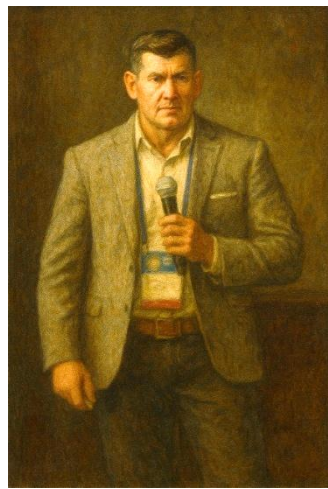
森田ら(2001)  
60頭で試算すると

- 搾乳・準備・片付け： 4.3時間/日
- 搾乳ロボットで搾乳関連：1.8時間/日+20分/日（PC作業）  
うち、搾乳間隔が長い牛の誘導作業（1.1時間/日）
- さらなる省力化のために、自発的進入の促進

現代的には、

- 酪農家の生活の向上・心のゆとり
- 働き方改革（酪農も他産業と同じフレームで）  
持続的な酪農業のために「安全な作業」・「快適な作業」

# ロボット農家における「生活の質」向上



ゲルフ大学、  
DeVries教授

- ▶ 217人のロボット農家、5段階評価（1→5（高い評価））

ロボット導入	経営的改善	期待との一致	農家の生活改善	乳牛の生活改善
平均評点	3.8	4.4	4.5	4.5

Tse et al. (2018), 自動搾乳への移行に関する生産者の経験：牛のトレーニング、課題、および生活の質への影響, Journal of Dairy Science, 101:9599-9607.

- ▶ 乳牛の健康改善とともに、農家の身体的・精神的な健康改善、時間柔軟性の向上、身体的作業負担の軽減、従業員管理の容易さ

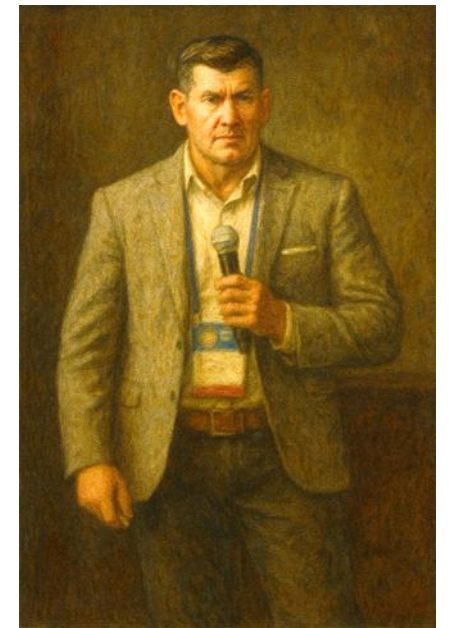
- ▶ 睡眠時間が延長する。

	十分な睡眠？		睡眠時間		
	いいえ	はい	7-8	5-6	5時間以下
ロボット搾乳	19%	22%	22%	16%	3%
パーラー搾乳	36%	23%	19%	36%	3%

# 酪農家の幸せは乳牛の幸せ：双方向・好循環

- ▶ 精神的に健康な農家は、乳牛の世話をよりよくできる。
- ▶ 状態の良い乳牛群は、管理が容易、管理者の感情は良い方向

	増 加	減 少	変化なし
跛行率	20	42	38
臨床乳房炎率	13	49	38
体細胞数(SCC)	20	43	37
受胎率	63	6	31
淘汰率	25	16	59



- ▶ 両者がハッピーになる可能性はあるが、飼養管理により変化する。

# キーニィの牛飼い哲学

私たちは あなたたちの 乳牛です  
わたしたちは あなたのくださるものを食べ  
くださるものを飲み  
くださるところに住みます  
良い牛にもなれば 悪い牛にもなります  
丈夫にもなれば 弱くもなります  
気持ちよく暮らすこともでき 不快にもなり  
ます  
このように  
私たちの運命は 酪農家まかせ なのです

## We Are Your Cows

We have to eat what you provide.

Drink what you give us.

Live where you put us.

We may be good cows or we may not.

We may be healthy, or we may not.

We may be comfortable or we may not.

So much depends on you, the dairyman.

THE FIRST REQUISITE OF A PROFITABLE DAIRY BUSINESS IS A GOOD DAIRYMAN!

## 酪農家

## キーニィの

## 牛飼い哲学

M・H・キーニィ著 市川清水譯  
財団法人 日本デューリマン協會版

飼養管理の重要性（1948）

# 良い牛・良い人の飼養管理を目指して

- ▶ 酪農場には多数の大量なデータが存在
- ▶ 搾乳ロボットから得られる情報
- ▶ 組み合わせにより飼養管理改善を



# スマート（精密）酪農のステップアップ

- ▶ 複数のセンサーシステム情報を統合し、
- ▶ 単純なアラート（警告） → 先を見越した飼養管理へ
  
- ▶ たとえば疾病発生のリスクを提示、リスクの上昇時に検査を行う【適時検知】
- ▶ 疾病の診断を目指すのではなく、
- ▶ 人間による確認を促し、必要があれば獣医師による治療を開始するタイミングを提示する。



イルカ・クラース  
デラバル社  
スウェーデン

# ロボット管理ソフトへの搭載/組込み

## ヘルスレポート

ロボットからもたらされた各種アテンションをまとめ、疾病の危険性の高い牛をリストアップし、ヘルスレポートとして表示することができます。リストアップされた牛は、そのアテンション項目と重度が数値やグラフによって確認することができ、疾病の危険性が高い順に表示されます。

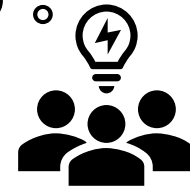


The screenshot shows a software interface titled "10 - ヘルスレポート" (10 - Health Report). It displays a table with columns for "牛ID" (Cow ID), "牛名" (Cow Name), "グループ" (Group), "健康状態" (Health Status), "アテンション項目" (Attention Item), "スコア" (Score), "重症度" (Severity), and "疾病の危険性" (Disease Risk). The table lists several cows with their respective attention items and scores. For example, Cow 0001 has a score of 100 for "乳熱" (Mastitis) and a severity of 100. The interface also includes a search bar and a filter icon in the top right corner.

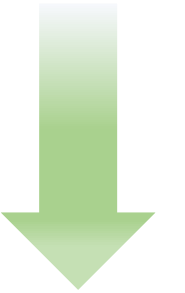
牛ID	牛名	グループ	健康状態	アテンション項目	スコア	重症度	疾病の危険性
0001	0001	100-0001	00	乳熱	100	100	100
0002	0002	100-0002	00	乳熱	100	100	100
0003	0003	100-0003	00	乳熱	100	100	100
0004	0004	100-0004	00	乳熱	100	100	100
0005	0005	100-0005	00	乳熱	100	100	100
0006	0006	100-0006	00	乳熱	100	100	100
0007	0007	100-0007	00	乳熱	100	100	100
0008	0008	100-0008	00	乳熱	100	100	100
0009	0009	100-0009	00	乳熱	100	100	100
0010	0010	100-0010	00	乳熱	100	100	100

# データに基づく飼養管理改善の3ステップ

- ステップ1 データ収集を行い、それに基づいて飼養管理を改善する。
- ステップ2 複数のデータ・知識による評価指標を学び、それを改善に役立てる。
- ステップ3 複数のデータ・知識を横断的に組み合わせ統合し、「やることべきこと」を示す。



酪農家      ロボット  
酪農家



複数データを活用しようとしても、組み込まれたデータはそこに限定。【ステップ2】への障壁



かつてのデータ利用型酪農場のイメージ【ステップ2】への障壁

- データのクラウド化
- ソフト相互のデジタルベースでのデータ利用
- 農家レベルでデータ統合活用
- 普段使いのAIで解決できそう

# アラート（ステップ1 & 2）から、分析へ

## アラート（いままで）

- 牛追い必要な牛：搾乳間隔の長い牛の表示
- 配合飼料を設定どおり食べていない牛の表示
- 乳量の急激な減少した牛、反芻時間が大幅に変化した牛
- 機械運転の停止・故障・大幅な変化

## 分析（分析型（解析型）AI、現在）

適時表示と農家の対応、企業が作るAI技術の利用、組み込みAI

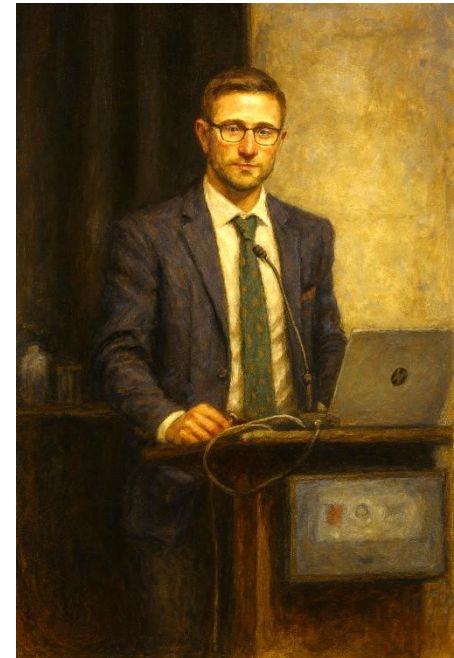
これから、ここにも

普段使いのAI（対話型/生成系AI、ChatGPT, Gemini)

農業技術の学びサポート、新規参入促進、労働者スキルアップ

# 酪農場での普段使いのAI導入

- 酪農は複雑な生物生産システム
- 繁殖、飼料、遺伝、環境、労働、経済  
：多岐にわたる分野
- 繁殖管理盤 → ソフト・センサー
- 業務の理解：学びの継続、チームによる学び  
協働の精神（地域、同業、場内）  
チームメンバーにAIを加える：普段使いのAI
- 労働者のスキルアップに報いる仕組み



ウィンデミュラー、  
新規就農、酪農家、  
アメリカ

2014年30頭から  
始め、現在280頭  
程度の乳牛を飼養

# チームメンバーに生成AIさんが加入。既成の「枠」や「その場の常識」を突破。「ワクワク」会議

新しい企画や問題解決を、1人で悩み「枠」を作ってしまう。【チームでの学び】チームで議論、チームでアイデア出して個人の「枠」を突破する。

【AIさんも参加】  
遠慮少ない、常識とらわれず、酪農素人

枠なしで、ワクワク会議  
超ローカルルールからの脱却



# 「普段使いのAI」を強く提唱

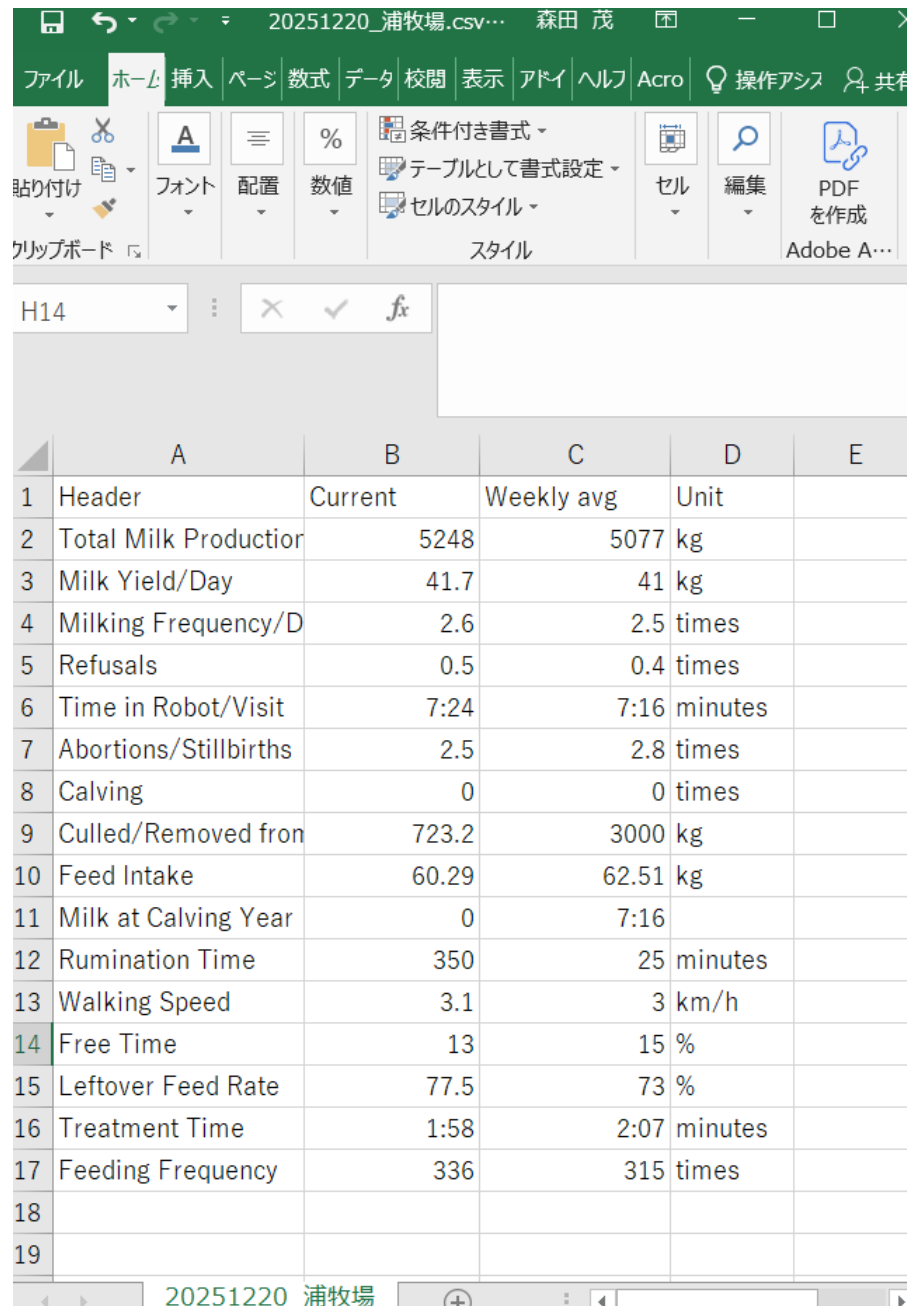


千田修平さん、上士幌、搾乳牛80頭、平均43kg/日

ダッシュボード画面

この画像をCSV化できる方法は、日常業務にも大いに利用できます。

農場内に、身近なところに、画像で存在しているデータをCSVに変換しましょう。



The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E
1	Header	Current	Weekly avg	Unit	
2	Total Milk Production	5248	5077	kg	
3	Milk Yield/Day	41.7	41	kg	
4	Milking Frequency/D	2.6	2.5	times	
5	Refusals	0.5	0.4	times	
6	Time in Robot/Visit	7:24	7:16	minutes	
7	Abortions/Stillbirths	2.5	2.8	times	
8	Calving	0	0	times	
9	Culled/Removed from	723.2	3000	kg	
10	Feed Intake	60.29	62.51	kg	
11	Milk at Calving Year	0	7:16		
12	Rumination Time	350	25	minutes	
13	Walking Speed	3.1	3	km/h	
14	Free Time	13	15	%	
15	Leftover Feed Rate	77.5	73	%	
16	Treatment Time	1:58	2:07	minutes	
17	Feeding Frequency	336	315	times	
18					
19					



項目名(ヘッダー)は表記のまま使用してください。'現在' 値と '週平均' 値をそれぞれ列として出力してください。各数値の...

項目名、現在値、週平均値、および単位を抽出したCSV形式のデータは以下の通りです。

```

CSV

項目名, 現在, 週平均, 単位
総生産乳量, 1955, 1906, kg
乳量/頭/日, 32, 31.4, kg
FPCM, 29.9, 29.4, kg
リフューズ回数, 2, 4, 回
失敗回数, 1, 4.4, 回
搾乳回数/頭/日, 3.3, 3.3, 回

```

項目名、現在値、週平均値、および単位を抽出したCSV形式のデータは以下の通りです。

```

CSV

項目名, 現在, 週平均, 単位
総生産乳量, 1955, 1906, kg
乳量/頭/日, 32, 31.4, kg
FPCM, 29.9, 29.4, kg
リフューズ回数, 2, 4, 回
失敗回数, 1, 4.4, 回
搾乳回数/頭/日, 3.3, 3.3, 回
分離乳, 0, 0, kg
ミルク分離牛, 0, 0.14, 頭
フリータイム, 20.3, 21, %

```

私は北海道の石狩地域で、酪農業を営んでいます。ロボット1台を15年前から導入し、最近A5に機種変更しました。搾乳牛頭数は60頭程度です。私の牧場のこれらの指標の目標値や概要を教えてください。また、一般的な業界ベンチマークと比較するとどうなりますか？乳成分や個体乳量について向上を目指しています。飼養管理上のポイントを、具体的に教えてください。

# プロンプト（AIに送る質問文や指示文）

下記4つの要素をプロンプトで明確に指定することで、より精度の高いアウトプットを期待できます。

ペルソナ	書き手の設定	[例] あなたは人気動画クリエイターです。
タスク	Gemini に して欲しいこと	斬新な大人の夏休み自由研究をテーマに 斬新で面白い動画企画案を考えてください。
コンテキスト	背景や状況	「企画名」、「企画の詳細」、「面白いポイント」、
フォーマット	出力の形式	「工夫ポイント」を軸に表でまとめてください。

私は北海道の石狩地域で、酪農業を営んでいます。ロボット1台を15年前から導入し、最近A5に機種変更しました。搾...

石狩地域で長年ロボット搾乳に取り組み、最新のLely Astronaut A5へ更新されたとのこと、素晴らしいですね。60頭規模での1台運用は、ロボットの能力を最大限に引き出すのに適した構成です。

ご提示いただいたデータと一般的な業界ベンチマークを比較し、目標値と管理のポイントをまとめました。

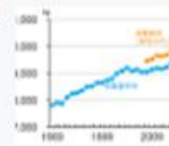
### 1. 指標の概要とベンチマーク比較

項目	現在値	業界目標・ベンチマーク例	評価と概要
乳量/頭/日	32 kg	35 kg以上	A5のポテンシャルを考えると、まだ伸び代があります。目標は35kg以上です。
搾乳回数	3.3 回	2.8~3.5 回	非常に良好です。多回搾乳による泌乳持続性の向上が期待できる数値です。
FPCM	29.9 kg	(乳量と同等以上)	乳脂肪・タンパクを考慮した補正乳量です。3.5%補正乳量としては乳量(32kg)より低いいため、乳成分の向上が課題です。
乳脂肪/タンパク比	1.05	1.1 ~ 1.2	1.05はやや低めです。1.0未満になると潜在的ルーメンアシドーシス (SARA) の疑いがあるため、注意が必要です。

7件のサイト

#### No6 搾乳ロボットでの検定と飼養管理の注意点

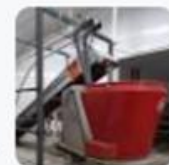
搾乳ロボットで乳量が増える大きな要因は搾乳回数にあります。頻回搾乳...



よつ葉乳業

#### 搾乳ロボットデータから読み取れること

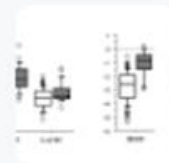
搾乳ロボットの導入がここ何年かで急速に進みました。メーカーは違うか...



北海道十勝総合振興局

#### 研究成果

以上：歩行が不自然) .2) リフューズ回数：搾乳ロボットを訪問したが、...



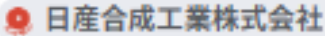
北海道立総合研究機構

すべて表示


## 2. 乳成分・個体乳量向上のための飼養管理ポイント

データから拝見すると、「牛の健康状態（反芻）やロボットへの訪問頻度は素晴らしいが、飼料のエネルギー・栄養バランスを微調整することで成分と乳量をさらに伸ばせる」状態と推察されます。

### ① 乳脂肪・タンパク向上のための「エネルギー充足」


- **乳脂肪/タンパク比の改善:** 現在の1.05という数値は、エネルギー（炭水化物）は足りているものの、繊維とのバランスでルーメン発酵がやや不安定な可能性があります。
- **PMR（混合飼料）の調整:** ロボット内での濃厚飼料給与量だけでなく、飼槽で与えるPMRの繊維の質（切断長など）を見直し、ルーメンのpHを安定させることが成分向上への近道です。 

### ② 個体乳量を伸ばすための「泌乳初期の管理」

- **ピーク乳量の底上げ:** 搾乳回数3.3回を維持しつつ、泌乳初期（分娩後60日以内）の牛がロボット内で十分なエネルギーを摂取できるよう、給与テーブルを最適化してください。
- **残餌量の活用:** 現在の残餌量（約38kg）は適正ですが、これが「特定の牛の食べ残し」でないか確認してください。食い止まりを防ぐことで、個体乳量のバラツキを抑えられます。 

# 問い返答のキャッチボール

## ③ A5の機能を活かした「失敗・リフューズ」の低減

- **失敗回数の改善:** 現在「1回」と非常に少ないですが、これを維持することが重要です。A5はアームの動きが速いため、乳頭配置の悪い牛でも搾りきれます。レポートで「搾り残し」が多い個体を特定し、早期に乳房炎チェックを行ってください。
- **リフューズ（拒絶）の活用:** リフューズが「2回（週平均4回）」あるのは、牛が意欲的にロボットに來ている証拠です。この意欲を削がないよう、ロボット周辺の清潔さと、ご褒美としての飼料の嗜好性を保ってください。 

石狩地域は夏場の暑熱対策も重要になります。反芻時間が良好な今のうちに、夏場に向けた換気や細霧の準備を確認されることをお勧めします。

特定の牛のデータや、給与設定の具体的な変更方法についてさらに詳しくお知りになりたいですか？

継続した学び

# 超ローカルルールからの脱却

西向きの牛舎側面からの日射や天井熱は、牛舎内の温度だけでなく、牛が直接受ける輻射熱を増大させ、夏バテ（採食量低下）や乳脂率低下の大きな要因となります。石狩地域でも近年の酷暑は厳しく、特にLely A5のような高性能ロボットを活かすには、「いかに牛をロボットへ向かわせる快適性を維持するか」が鍵です。 [アグリくまもと +2](#)

ご懸念の点について、具体的な対策をまとめました。

## 1. 牛舎の暑熱対策（外熱の遮断）

西日と天井熱を抑えることで、牛の体感温度を下げ、休憩時間を確保します。

- **西側側面の遮光:** 西日が差し込む時間帯に合わせて、**遮光ネット（白やシルバーが遮熱に効果的）**を外側に設置してください。ネットと壁の間に空間を作ると熱がこもらず、通風も確保できます。
- **天井・屋根の遮熱:** 天井裏に**アルミ遮熱シート**を貼る、あるいは屋根に**遮熱塗料**を塗布することで、上からの輻射熱を劇的に抑えられます。
- **送風機の角度調整:** 西日が当たるエリアの牛は体温が上がりやすいため、そのエリアの送風機を強めるか、牛の背中に直接風が当たるよう角度を微調整してください。 [wec-paint.jp +5](#)

## 2. ロボット（A5）内での給与設定のポイント

暑熱時は採食量が落ちやすいため、効率よくエネルギーを摂取させる工夫が必要です。

- **配合飼料の嗜好性と成分:** 暑さで食欲が落ちるため、ロボット内で与える飼料は**嗜好性の高いもの**を選んでください。また、熱産生を抑えつつエネルギーを補給できる**脂肪酸**

畜産経営における暑熱対策について～  
畜舎環境対策と飼養管理対策

畜舎の側面（壁、窓、入口等）には、ひさしや寒冷紗などの遮光ネット、...

[アグリくまもと](#)

畜種	適温(℃)
乳用牛	4～20
肉用牛	10～20
豚	5～20
採卵鶏	13～25
肉鶏	19～23

牛舎(畜舎)の遮熱対策は内部・屋根・側面にしよう！暑さに...

2022/09/03 — \*断熱塗料\* 船底塗料

[wec-paint.jp](#)

畜産 西南暖地における次世代型酪農実現に向けた飼養管理体系

Page 1 \* 試験研究計画名：西南暖地における次世代型酪農実現に向けた飼...

[農業・食品産業技術総合研究機構](#)

すべて表示

チームでの解決  
文殊の知恵

# 酪農の未来は、前途洋々

- システムに適した飼養管理
  - 作業者の減少、業務の効率化、労働者のスキルアップ
  - 「継続した」「チームでの」学び：ワクワク会議、自学学習にも
  - 社会的基盤の活用（使えるものは何でも使う）
  - 「普段使いのAI」をチームメンバーに加えてみましょう
- 
- 過去の未来は現在、現在の未来は明るい希望
  - 酪農の未来は、前途洋々

牛もハッピー  
人もハッピー

