



日本中央競馬会
特別振興資金助成事業

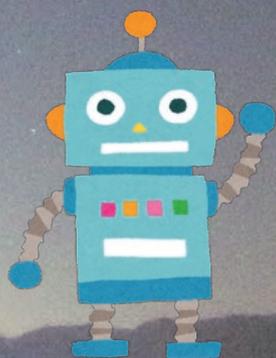
先進技術立脚型酪農経営支援事業

搾乳ロボットの基礎

～乳質編～

牡牛座

乳用牛群検定全国協議会



搾乳ロボットにおける乳質管理

搾乳ロボットは、搾乳を無人運転する画期的な機械であり、労働力不足が課題となっている我が国の酪農においては、普及が一層進むものと考えられます。本紙「搾乳ロボットの基礎」では、搾乳ロボットが単純な無人搾乳機ではなく、これまでの酪農技術との違いを解説してきました。平成28年度版には牛舎構造の違いやPMRという搾乳ロボット独特の飼料給与の考え方を取り上げました。平成29年度では、無人運転であるが故の繁殖管理を紹介しました。今回は乳質を取り上げます。搾乳ロボットの最も大きな特徴は、不定時多回搾乳にあるといっても過言ではありません。搾乳ロボットが開発され我が国に初めて紹介された黎明期では、搾乳回数が5回以上というような例もありましたが、現在ではほとんど行われなくなりました。何故でしょうか？詳しくは本編をご覧ください。

今回も、本分野の第一人者である酪農学園大学家畜管理・行動学研究室の森田茂教授のご指導を賜り、編纂しました。搾乳ロボットを利用されている酪農家はもちろん、これから導入しようと検討している酪農家や関係各位に広く利用して頂きたいと思います。

平成31年3月発行 東京都江東区冬木11-17イシマビル
乳用牛群検定全国協議会

チェックしてみよう！

	あなたの牛群	目標値 (経営指針により異なります。)
ロボット1台当たり 搾乳量 搾乳回数 稼働時間		2,000kg/日以上 150~160回/日程度 20時間/日以上
搾乳牛1頭当たり 搾乳回数 通過回数 訪問回数 乳量		3回程度 ^(※) 1~2回 4~5回 40kg以上
ロボット内濃厚飼料 1回当たり給与量 1日当たり給与量		2kg程度 6.5kg程度
牛群検定成績 平均産次 初産牛比率 平均泌乳日数 平均分娩間隔 305日乳量		2.5産以上 30%程度 160日程度 400日未満 10,000kg以上

(※)乳質に留意して搾乳間隔6時間以上または1回あたり搾乳量8kg以上となるように設定してください。

1

自動搾乳システムの効果的な運用



POINT

- ・牛がロボットを訪れても、一定の搾乳間隔時間に達していないと搾乳されません。
- ・搾乳ロボットへの訪問回数が少ないと、管理者による誘導が増え、省力化になりません。
- ・選別ゲートの使用、餌設定の見直し、飼養管理の工夫などを行い、日内の搾乳・訪問回数を平準化しましょう。

各農家における自動搾乳システムの運用状況は、搾乳ロボットに蓄積されるいくつかの指標から判断することができます。たとえば、1時間当たりの搾乳回数や訪問回数は、その搾乳ロボットの稼働状況をあらわす指標とともに、牛の動きを示します。

搾乳ロボットでは乳牛が訪問するたびに搾乳が実施されるわけではなく、一定の搾乳間隔時間に達しなければ、搾乳は行われません。したがって、乳牛が短い間隔で自動搾乳機を訪問（訪問の集中）しても、搾乳回数と搾乳量の増加には結びつきません。こうした搾乳ロボットに乳牛が訪問するものの搾乳されない回数を、通過回数と呼んでいます。通過回数増加は、ロボット稼働効率の低下につながることもあります。そこで、通過利用の際の所要時間を短くしたり、ロボットへの進入通路に選別ゲートを設置したりして、搾乳する乳牛のみロボット近くへの移動を許可するといった技術が用いられています。

また、搾乳ロボット（あるいは選別ゲート）への訪問回数の一時的な増加は、発情に伴う移動量の増加を示しているかもしれません。移動量の増加を歩数計でとらえ、繁殖管理の補助データとしている農場もあります。一方で、搾乳ロボットへの訪問回数が少なければ、管理者による搾乳ロボットへの誘導が必要な乳牛頭数が増え、省力化には結びつきません。また収容頭数が多すぎれば、せっかく搾乳エリアに近づいても、進入を優位個体に邪魔されることがあります。

牛舎システムによって期待する訪問回数には違いがあります。誘導しなければならない頭数（朝夕2回ロボット近くに連れて行く頭数）が多い場合は、搾乳ロボットを訪問するモチベーション（ロボットでの配合飼料給与量）を高めるため、餌設計を見直す必要もあるでしょう。

あわせて、日内で搾乳・訪問回数を平準化することは、自動搾乳システムの効果的な運用のバロメータになります（図1）。ロボットの利用を平準化すれば、社会的に劣位な個体（弱い個体）でも、搾乳エリア（選別ゲートや待機場を含むエリア）を利用しやすくなります。日内搾乳実施の平準化のためには、飼養管理の工夫（飼料給与の分割や餌寄せ回数の増加）が効果的と言われています。

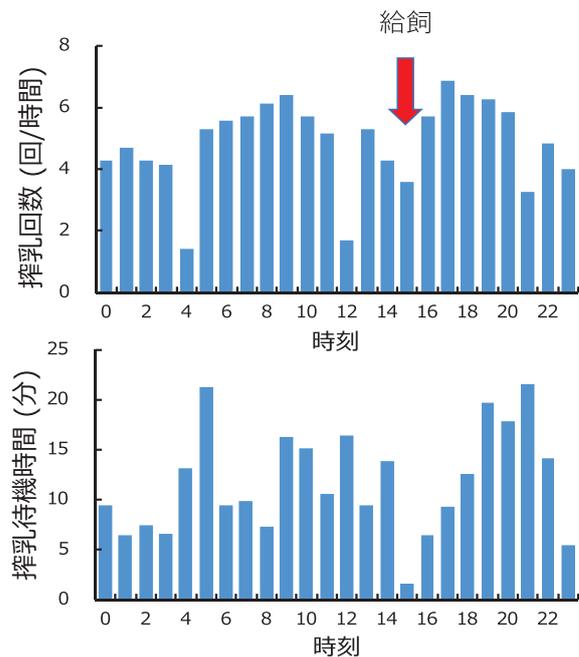


図1

移動経路制御型牛舎における1時間当たりの搾乳回数と1時間ごとの平均待機時間の日内パターン。1群1台（飼養頭数45頭、生産乳量1,500kg/日、搾乳回数120回程度）。待機時間の延長は、ロボット洗浄あるいは待機牛の増加（行動の集中化）で生ずる可能性がある。15:00に基礎混合飼料を給与し、自動餌寄せ機が2時間に1回運転。

2 搾乳回数の増加と乳質の関係



POINT

- ・泌乳初期に頻回搾乳を行うと、その影響が継続し、泌乳の持続性が高まります。
- ・泌乳回数が多すぎると乳頭孔の糜爛により、漏乳や乳房炎の原因になります。
- ・搾乳量や間隔時間の頻度分布を調べましょう。

自動搾乳機利用の目的のひとつに高泌乳牛への対応があります。自動搾乳システムでは、個体ごとに搾乳回数の設定を変更できることから、牛群内の高泌乳牛の乳量を引き上げることに役立ちます。乳量に見合う栄養素の摂取が十分であれば、従来の朝夕2回搾乳に比べ1日3回の搾乳は15%程度乳量が増加すると考えられます。これは単純に搾乳回数増加によるものと、頻回搾乳がプロラクチン分泌量を高めて乳腺細胞の分化が促進するためと言われています。したがって、分化の進む泌乳初期に搾乳回数を増加させた影響はその後も継続するので、泌乳の持続性が高まることになります。

こうした搾乳量の増加を支えるため、乳量に合わせ乾物採食量を増加できる乳牛と、採食できる良質の粗飼料の確保が大切になります。乳量が増加すると乳脂率は減少することが一般的に知られています。また、不足する栄養素を濃厚飼料で補おうとすれば、さらに乳脂率の低下の恐れも出てきます。これを、添加物で補おうとすれば飼料由来の脂肪酸（Pre-Formed）が増加し、反芻胃内での飽和化が十分に行えなければ、牛乳の風味異常の原因になってしまいます。

高泌乳牛では、乾乳時期（分娩2カ月前ころ）になっても乳量レベルが高いこともあり、そうした牛群の場合には種付け時期を若干遅らせて、泌乳期を長くするといった飼養管理（すなわち、授精待機期間（VWP）を延長する）も考えられます。エネルギーバランスが負となり、栄養的に飼養管理上で多くの課題を持つ時期を過ぎるため、受胎率は向上するかもしれません。ただし、こうした初回種付け時期の遅延は、繁殖成績の低下につながります。また基礎混合飼料（PMR）の栄養濃度を上げて、泌乳初期のエネルギーバランスを改善し、繁殖成績の向上を期待することもあります。一方、栄養濃度の増加は訪問回数の減少による搾乳回数の低下や、牛追い頭数の増加を伴ってしまうこともあります。これには、いわゆるフィードステーションで対応できる可能性があります。平均乳量が45kg/日を超えるような牛群で自動搾乳機を利用する場合には、こうした訪問回数の減少に伴う搾乳回数の減少を補うため、朝夕の作業時に、搾乳可能牛はすべて誘導するという特殊な飼養管理を行うこともあります。

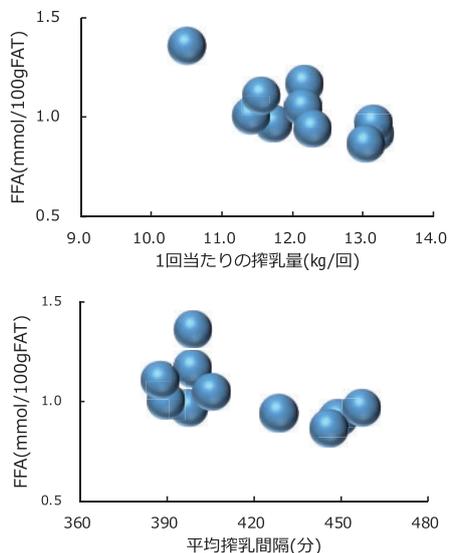


図2
1回当たりの搾乳量および平均搾乳間隔時間とバルク乳の乳中FFA濃度。1回当たりの搾乳量の増加や、搾乳前の間隔時間の延長でFFA値は減少する。

このように、自動搾乳システムの特徴である搾乳回数の個別設定は、高泌乳牛の管理に有効です。しかし搾乳回数が多すぎると弊害の発生も懸念されます。例えば、乳頭孔の糜爛は、漏乳や乳房炎の原因となりますし、乳頭の損傷は搾乳忌避をもたらします。また、頻回搾乳に伴う乳量の増加は、乳脂肪率の減少を伴うかもしれません。それ以外でも、搾乳回数の増加が乳中遊離脂肪酸（FFA）を上昇させることが知られています（森田ら、2019）。FFA値の上昇により牛乳の風味が変化する可能性が指摘されています（ランシッド）。こうした変化には、単なる搾乳回数ではなく、1回当たりの搾乳量が極端に少ない搾乳の割合や前回の搾乳からの間隔時間が極めて短い搾乳の割合の増加が、関連しているとの報告があります。この研究では、1日当たりの搾乳回数には上限が設定されていても、搾乳間隔の短縮（6時間未満）や1回の搾乳量（8 kg未満）の減少により、FFA値が増加することが示されています（図2）。

搾乳ロボットに乳牛が頻繁に進入せず、間隔時間がそれほど短くなく、1回当たりの搾乳量も少なくない場合は、ほとんど問題ありません。しかし、一般的牛群における搾乳設定であっても、飼料設計の改善で、搾乳ロボットあるいはその周囲への訪問回数は飛躍的に増加します。あまりに頻回訪問・頻回搾乳となる設定は、避けるべきです。そのため、各農場で搾乳量や間隔時間の頻度分布を調べることを推奨されます（図3）。

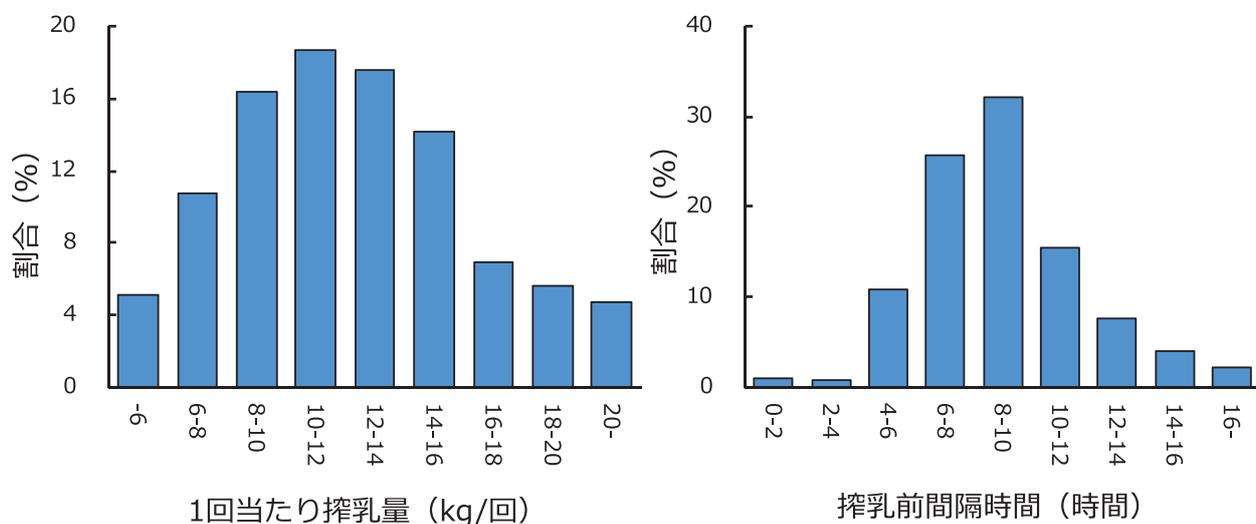


図3

搾乳と次の搾乳の間隔時間や1回当たりの搾乳量は、乳量や乳質と関連する指標にもなる。自動搾乳システムでの搾乳の実行は、管理者による設定と牛の進入パターンで異なる。こうした特徴は、定時刻搾乳と大きく異なるから、単に1日当たりの搾乳回数ではなく、間隔時間や1回当たり搾乳量を、頻度分布で検討するとよい。

3

自動検定(搾乳ロボット)の検定成績

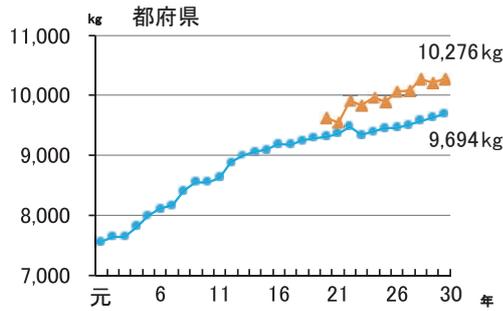
凡例 ■ 立会検定 ■ 自動検定(搾乳ロボット)

(1) 自動検定の実施状況

	都府県	北海道
検定農家	71戸	219戸
検定牛	7,530頭	33,946頭

(平成31年2月末)

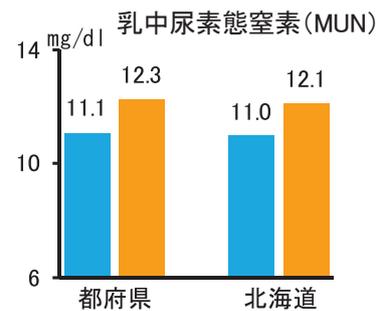
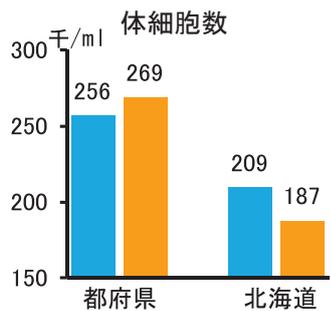
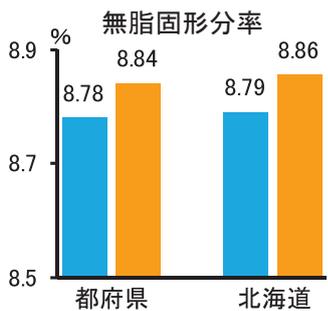
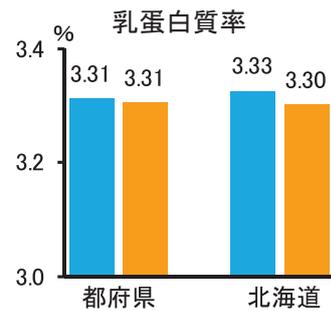
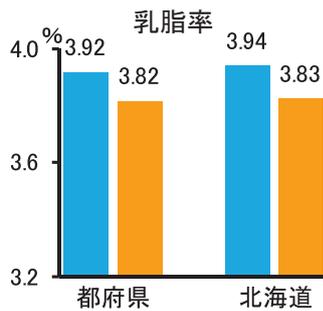
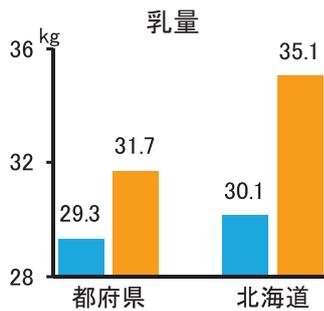
(2) 305日乳量の推移



(3) 分娩間隔の推移※1



(4) 乳量・乳成分の年間平均※2



※1 分娩間隔の推移のみ ■ 検定種別すべて ■ 自動検定(搾乳ロボット)

※2 平成30年1月~12月の平均値

4 優良事例 千葉県 合同会社ファームイケダ

移動経路制御型（誘導型カウトラフィック方式）の牛舎で1台の搾乳ロボット（GEA オリオンファームテクノロジーズ社、GEA Mlone）で搾乳管理しています。毎日TMRセンターから届くフレッシュな混合飼料は、朝夕メインで餌槽エリアへ配給しています。ロボット内の給餌量は検定成績を見ながら個体ごとに調整しています。

<地域貢献とロボット導入による変化>

明治4年に初代が乳牛の育成を始め、現在の代表、池田美香氏は平成23年に5代目として経営を引き継ぎ、平成29年にフリーストール牛舎・搾乳ロボットを整備しました。現在、42頭をロボットで搾乳していますが、ロボットでの搾乳頭数を50頭前半にしようと、自家育成で増頭中です。年内にはその数字に達する予定です。既存のパーラーでも15頭程搾乳し、常時65~70頭搾乳を目標としています。労働力は池田氏含め3名ですが、作業拘束時間が短縮され従業員含め休暇を確保しやすく、ゆとりが持てるようになったとのこと。

ロボット導入後に大きく変わったことは酪農教育ファームへ参加される消費者目線、また農業や牛乳に対する取り組みPRにも時間を作れるようになったことで、生産者として食の安全意識や牧場の経営と生活の両立・子供に費やす時間が出来るようになりました。受胎率低下を防ぐため、特に初産牛は搾乳回数を制限しており、FFAやランシッドで指摘された事は無いそうです。

今後は、ロボット搾乳に合うタイプの乳牛改良だけでなく、良質乳生産や繁殖性の為にも搾乳アクセスの上限を牛に合わせ設定するなど、牛にも人にも優しい取り組みを続けていきたいとのこと。



GEA Mlone
接続されたPCの活動計などで
繁殖を常時監視把握している



餌槽エリア
フレッシュな混合飼料が毎日
TMRセンターから届く

ロボット1台当たり

搾乳量	1,365 kg/日
搾乳回数	120回/日

搾乳牛1頭当たり

搾乳回数	2.9回/日
訪問回数	3.1回/日
乳量	32.5 kg/日

ロボット内濃厚飼料

1回当たり給与量	1.4 kg/回
1日当たり給与量	最大4.0 kg/日

牛群検定成績

平均産次	2.4産
初産牛比率	32%
平均搾乳日数	197日
平均分娩間隔	407日
体細胞数	150千/ml

5 搾乳ロボットの検定方法

搾乳ロボットの検定方法が、平成31年4月1日に改正されます。改正点を含め搾乳ロボットの検定方法の概略を紹介します。特徴としては、従来の立会検定と比較して大きく簡略化されており、農家と検定員ともに省力的な検定方法となっています。詳細は、乳用牛群検定全国協議会のHPに掲載してありますので、ご参照ください。(http://liaj.or.jp/kyogikai/ 乳用牛群検定全国協議会で検索)

(1) 自動サンプリング装置

乳成分サンプルは自動サンプリング装置を利用します。これは搾乳ロボット独自の検定器具です。これから補助事業等を利用して搾乳ロボットを導入される農家は、自動サンプリング装置も補助対象となりますので、一緒に導入されると良いでしょう。(詳細は補助事業実施団体にお問合せ下さい)

(2) 検定の開始と終了

自動サンプリング装置を設置した時が検定開始です。12時間以上実施する必要があります。自動サンプリング装置設置と取り外しは、これまで検定員が行うことになっていましたが、検定農家自身でもできるように、検定方法が改正されました。

(3) 搾乳牛の管理

搾乳ロボットに不慣れな牛等を、他の牛舎で従来のミルクカーで搾乳している場合は、搾乳ロボットと同じ日に従来の立会検定を行います。搾乳牛は搾乳ロボット牛舎と自由に行き来できますが、検定前日から牛の移動は行わないようにします。

(4) 乳量データ等

農家に設置されている管理パソコンよりUSBメモリ等を利用して取得します。パソコンにパスワードが設定してある場合は、農家が取得して検定員に渡してください。その他の分娩や繁殖等の検定項目は従来通り、検定員が調査します。

(5) 注意点

夏季は、乳成分サンプルが腐敗しやすいので、農家によるサンプル瓶のこまめな回収または夜間を利用した検定等の工夫が必要です。

牛群検定を行える機種一覧

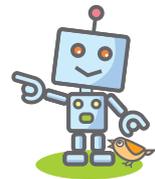
※自動検定ではありませんが、ロータリー型搾乳ロボットも牛群検定を行えます。



レリー社 アストノットA4、A5 取扱:株式会社コース・エージ



デラバル社 VMS 取扱:デラバル株式会社



GEA社 Mlone Dairy Robot R9500 取扱:オリオン機械株式会社



SAC社 フューチャーラインエリート 取扱:株式会社本多製作所



サンブラー レリー社



サンブラー デラバル社



サンブラー GEA社