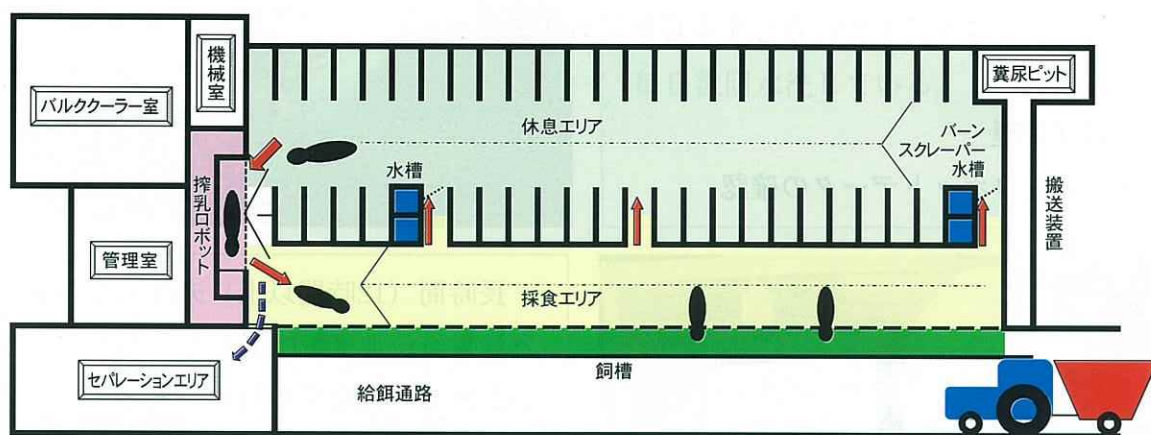


Ⅳ 宮崎牧場における搾乳ロボットの利用状況

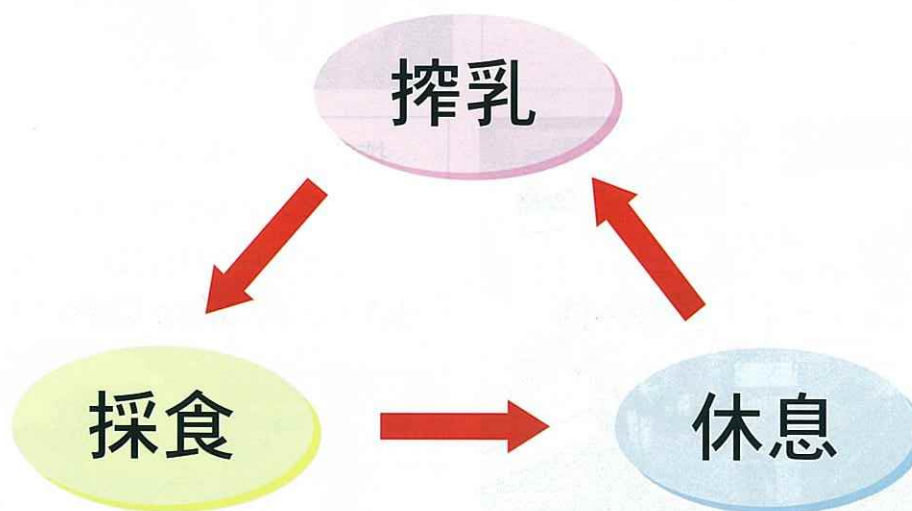
1 宮崎牧場における搾乳ロボットを用いた飼養管理体制

(1) 牛舎



図Ⅳ-1 宮崎牧場の搾乳ロボット牛舎のレイアウト

搾乳ロボットは、牛の流れ（移動）をよくするため、休息場から採食場に向かう途中に設置するレイアウトがよいとされています。この考え方を基に当場の牛舎は設計されています。



図Ⅳ-2 搾乳ロボットにおける行動制御の概念

※ 自動搾乳システムの技術的諸問題と経済性に関する調査研究（2004）酪農総合研究所から引用

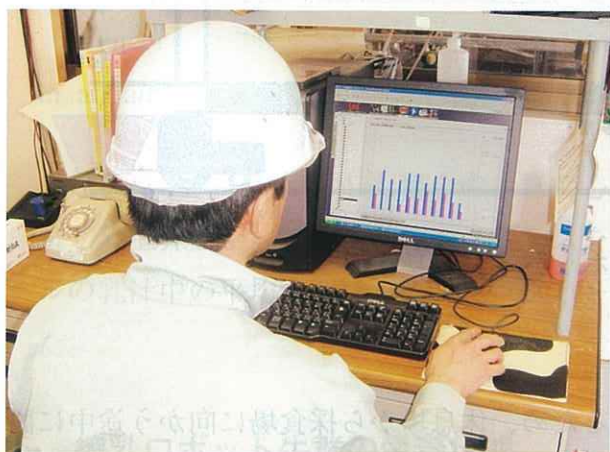
(2) 飼料給与

搾乳ロボット牛群への飼料給与は、牛舎内飼槽におけるTMR飼料の不断給餌と搾乳ロボット内飼槽における配合飼料で構成されます。

搾乳ロボット内飼槽における配合飼料は、搾乳ロボットへの進入を動機付ける重要な役割を持っていますが、同時に個体乳量レベルの違いによる栄養要求量を補正する役割も持っています。このため、配合飼料給与量の設定に当たっては、個体別に栄養水準を充足できるように十分に考慮する必要があります。

(3) 日常管理

① 搾乳ロボットデータの確認



長時間（12時間以上）未搾乳牛の確認、乳汁電気伝導度で上昇している牛がいなか確認（乳房炎の疑いのある牛のリストアップ）、牛乳を生産できない牛の廃棄設定に異常が無いか確認、個々の日乳量等の確認を実施。未搾乳牛はロボットへ追込み、電気伝導度の上昇牛は乳汁検査を実施して乳房炎でないか確認する。

② 搾乳ロボットのメンテナンス

- 搾乳ユニットの洗浄



搾乳時に牛体から落ちた敷料や糞等、ディッピング剤が飛散するなど、汚れやすいことから、毎日数回ブラシを使って水洗し、常に清潔な環境づくりに心がけている。

- 搾乳ストールの洗浄



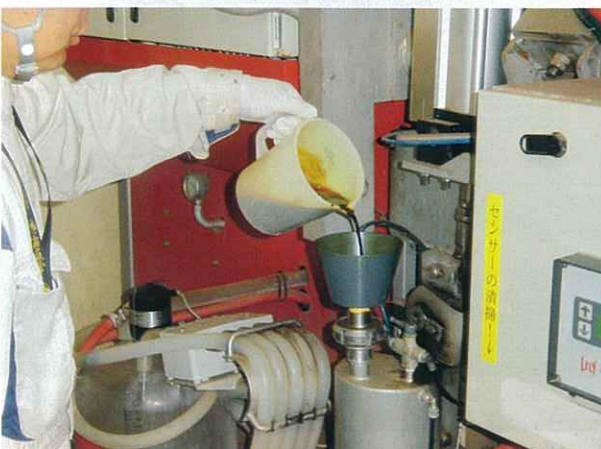
搾乳ストール内は、牛の通り道でもあり、牛舎通路で蹄に糞が付着し、搾乳中糞で汚れる。また、搾乳ユニットのある床には、前絞りの牛乳が廃棄される場所であり、非常に不衛生になることから、毎日数回水洗している。

- 乳頭感知センサーの清拭



搾乳時に牛体から落ちたごみや、牛舎からの埃など、汚れがセンサーに付着すると、乳頭を感知できなくなり、ミルカーを装着できなくなることから、毎日数回傷つきにくいタオルなどでアルコールを湿らせてからセンサーを清拭している。

- ディッピング液の補充



ディッピング剤が途中で無くなると、搾乳終了後にディッピング剤を吹き付けないまま搾乳が終了することから、毎日2回（朝・夕）ディッピング剤の補充をしている。

- 洗剤等の補充



毎日3回のメイン洗浄、乳房炎や初乳、治療牛などミルク分離の搾乳終了後に洗剤等を使用して洗浄しているが、洗剤が切れないよう定期的に確認して必要に応じて補充している。

- ミルクフィルターの交換



搾乳前に乳頭の汚れをブラシで落としてからミルカーを装着しているが、少しのゴミ等でもそのままバルククーラーに入ると細菌数上昇など牛乳の品質を落とす原因になることから、朝・昼・夕の毎日3回フィルターを交換している。

③ 追い込み搾乳と牛舎観察



長時間搾乳していない牛や、搾乳回数の少ない牛を搾乳ロボットに誘導する。



ベッドメイキングをしながら、糞便の状態、牛群の異常が無いか確認する。

2 搾乳ロボット利用に当たっての留意点

(1) 牛の選定

ロボット搾乳において、牛の選定は非常に重要なことです。先に述べましたように乳房の形状や牛体の大きさに問題のある牛はティートカップ装着の面で難を来とし、ロボットが失敗搾乳を起こしたり、人の助けを必要としたりします。

「ロボット搾乳に適合した牛を選定していくこと」これが効率的なロボット搾乳を行うためのカギとなります。

(2) 搾乳ロボットへの馴致

搾乳ロボットを設置した牛舎へ新たに牛を導入するに当たっては、メーカーとよく話し合い、綿密な作業スケジュールを立てる必要があります。これは、搾乳ロボットに切り替わることによって、しばらくの間は牛群が混乱するため、作業が数日間にわたり24時間の管理体制をとる必要があるからです。

また、最終的な目標は、「搾乳ロボットへ牛が自発的に進入するようになること」なので、搾乳ロボットに進入することが楽しいことだと、牛の意識に植え付けることが重要となります。したがって、馴致の過程で、牛を叩いたり、怒鳴ったりして恐怖心を植え付けることは、スムーズな馴致の妨げとなるので厳禁です（図Ⅳ-5）。最初は、牛が思いどおりに動いてくれなくてイライラさせられても、やさしく・ねばり強く作業に取り組むことが重要です。

当场では、最初に牛を搾乳ロボットの入口まで連れて行き、牛の視覚と聴覚で搾乳ロボット内の飼槽に配合飼料が供給される様子を学習させました。こうすると、牛は好奇心から搾乳ロボットの入口にスムーズに顔を入れます。後はお尻を軽く押してやれば、ほとんどの牛が搾乳ロボットに収まりました（図Ⅳ-6）。



図Ⅳ-5 棒で叩く等の行為は厳禁！



図Ⅳ-6 搾乳ロボットへの追い込み

(3) 乳房炎対策

① 乳房炎発生の変化

搾乳ロボットの導入は、乳房炎の発生に影響を及ぼすことが知られています。(社)畜産技術協会発行の自動搾乳システム実用化マニュアルに、この件に関する様々な研究報告が掲載されています(表Ⅳ-1)。

表Ⅳ-1 乳房炎に対する搾乳ロボットの関与

乳房炎に対して	関 与 の 仕 方
発生を抑える	・ 多回搾乳のため、その都度乳房内の原因菌が洗い出される。 ・ 分房別自動離脱搾乳のため、かけすぎによる弊害が抑えられる。 ・ 分房別搾乳のため搾乳中の乳の分房間交流による汚染がない。
発生を促す	・ 多回搾乳のため乳頭口の総開口回数が増し感染の機会が増加する。 ・ 搾乳間隔が短いとき、刺激を受けた乳頭口や乳頭・乳房内部の快復が不十分なまま次搾乳が始まる。 ・ 60頭もの牛を1つのユニットで搾るため群内感染の危険がある。 ・ 異常乳の自動選別法が確立されていないため対策が遅れている。

自動搾乳システム実用化マニュアル (社)畜産技術協会 から転載

一般的に搾乳ロボットの最大の特徴である多回搾乳が、乳房炎発生に影響しているという意見があります。この見解には、発生を抑えるというプラス方向のものと、発生を促すというマイナス方向の両方があります。

なお、当场における乳房炎発症牛と正常牛との1日当たり搾乳回数を比較したところ、両者の間には統計的な差は認められませんでした。

② 乳房炎の発見

従来の搾乳方式では、1日当たりの2～3回の搾乳時に、作業者が必ず牛の乳房に触れ、定期的な乳房炎のチェックを行っていました。このため、早期発見及び早期治療はそれほど難しくありませんでしたが、搾乳ロボットによる搾乳牛管理においては、管理者が搾乳牛の乳房に触れる機会がほとんどないことから、乳房の硬結、熱感、乳汁の異常などの乳房炎症状を素早く把握することは難しい状況です。

搾乳ロボットには、乳汁の電気伝導度、色、温度などの変化をモニターして、異常値が検出された場合に注意を促す機種もあります(自動的に廃棄する機種もあり)が、すべての異常乳を検出することは技術的に困難であることから、搾乳ロボットを使用する場合はこの点を十分にふまえて工夫することが必要です。当场では、管理者が以下に示すような毎日の作業の中にマニュアル化した牛群及び搾乳ロボットデータの観察作業を取り入れて対処しています。

乳房炎罹患牛早期発見のための観察作業（朝と夕に実施）

◎ 搾乳ロボットデータ確認

A. 長時間未搾乳牛の有無

元気消失した牛は、搾乳ロボットへの進入が減少する。

B. 乳伝導度の変化率の大きい牛の有無

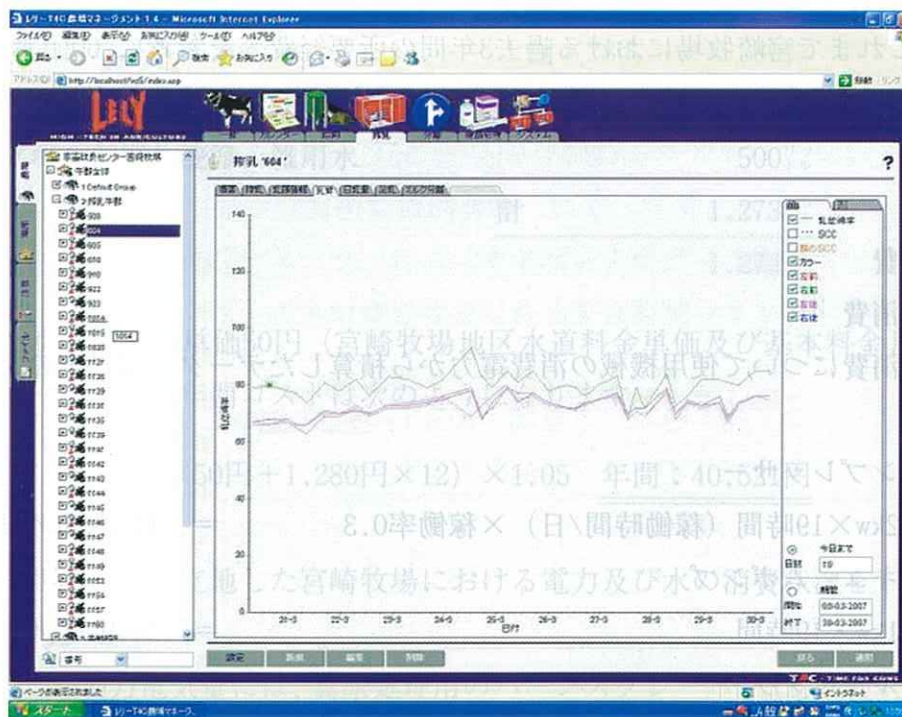
変化率の大きい場合、異常乳の可能性ある。

C. 乳量が激減している牛の有無

乳房炎により乳汁合成機能が阻害され、乳量が減少する。また、乳頭管に乳汁の塊（ブツ）が詰まって搾乳性が悪化し、乳量が減少する。

D. 搾乳を失敗している牛の有無

乳房炎罹患牛は、搾乳性の悪化や乳量減少により、十分な乳汁排出がなく、搾乳が成立しない場合（搾乳失敗）が繰り返されていることがある。



◎ 目視による牛群観察（発情監視と併せて実施）

搾乳ロボットデータには表れなくても、牛が異常を示している場合がある。特に急性乳房炎時には、牛舎内でぐったりしている場合があるので、発情監視と併せて必ず全頭を観察する。

3 コスト

搾乳ロボットが稼働する上で必要な動力源は電気です。また、他に洗浄用の水を必要とします。

この他に、日常の生乳管理に使用する消耗品や定期的に交換が必要なものとして、以下のようなものがあります。

- ・ 生乳濾過用のチューブフィルター
- ・ 搾乳ロボット洗浄・消毒に使用する洗剤・消毒剤
- ・ 搾乳後の乳頭消毒に使用するディッピング剤
- ・ 定期交換が必要なライナーゴム
- ・ 定期点検や修理で必要となる交換部品

さらに、搾乳ロボットが故障した場合の修理及び毎月の定期点検（技術料のみ）に要する年間メンテナンス契約並びに5年に一度の総点検整備（年間メンテナンス契約を結ぶ上での必要条件）が必要です。

ここでは、これまで宮崎牧場における過去3年間の所要経費等を参考に、60頭搾乳時（1頭・1日当たり3回搾乳）における年間ランニングコストについて試算しましたので、以下に示します。

(1) 光熱水費

① 電力消費

電力消費について使用機械の消費電力から積算したデータでは以下のようになります。

- ・ コンプレッサー

$$2.2\text{kw} \times 19\text{時間（稼働時間/日）} \times \text{稼働率}0.3 = 12.5\text{kwh/日}$$

- ・ バキュームポンプ

$$1.1\text{kw} \times 19\text{時間} = 20.9\text{kwh/日}$$

- ・ ミルクポンプ

$$0.75\text{kw} \times (10\text{秒} \times 180\text{回} + \text{洗浄}420\text{秒} \times 3\text{回}) \div 3,600 = 0.6375\text{kwh/日}$$

- ・ 内蔵洗浄温水ヒーター

$$3.5\text{kw} \times 1.2\text{時間（稼働時間/日）} \times 3\text{回} = 12.6\text{kwh/日}$$

- ・ メインバルククーラー（3,200ℓ）

$$4.9\text{kw} \times 18\text{時間} \times \text{稼働率}0.2 = 17.64\text{kwh/日}$$

- ・ サブバルククーラー（600ℓ）

$$1.7\text{kw} \times 6\text{時間} \times \text{稼働率}0.2 = 2.04\text{kwh/日}$$

$$\text{計} \quad \underline{66.3175\text{kwh/日}}$$

したがってkwh単価13円（九州電力 低電圧動力電源 夏冬平均 基本料金別）とすると、コストは次のようになります。

$$66.3\text{kwh}/\text{日} \times 365\text{日} \times 13\text{円}/\text{kwh} \quad \underline{\underline{\text{年間：314,600円}}}$$

② 水消費

次に水使用量について設定使用水量等から積算したデータでは以下のようになります。

・ クリーニングブラシ洗浄水量	180回×0.28 ^{リットル}	=	50 ^{リットル}
・ バックフラッシュ	180回×0.5 ^{リットル}	=	90 ^{リットル}
・ プレリンス	3回×15 ^{リットル}	=	45 ^{リットル}
・ メイン洗浄（熱湯）	3回×30 ^{リットル}	=	90 ^{リットル}
・ ポストリンス	3回×20 ^{リットル}	=	60 ^{リットル}
・ ミルク分離リンス	3回×15 ^{リットル}	=	45 ^{リットル}
・ メインバルク洗浄	1回×280 ^{リットル}	=	280 ^{リットル}
・ サブバルク洗浄	1回×113 ^{リットル}	=	113 ^{リットル}
・ ロボット周り洗浄、雑用水			500 ^{リットル}
	計		1,273 ^{リットル}
			<u>1.273^{トン}</u>

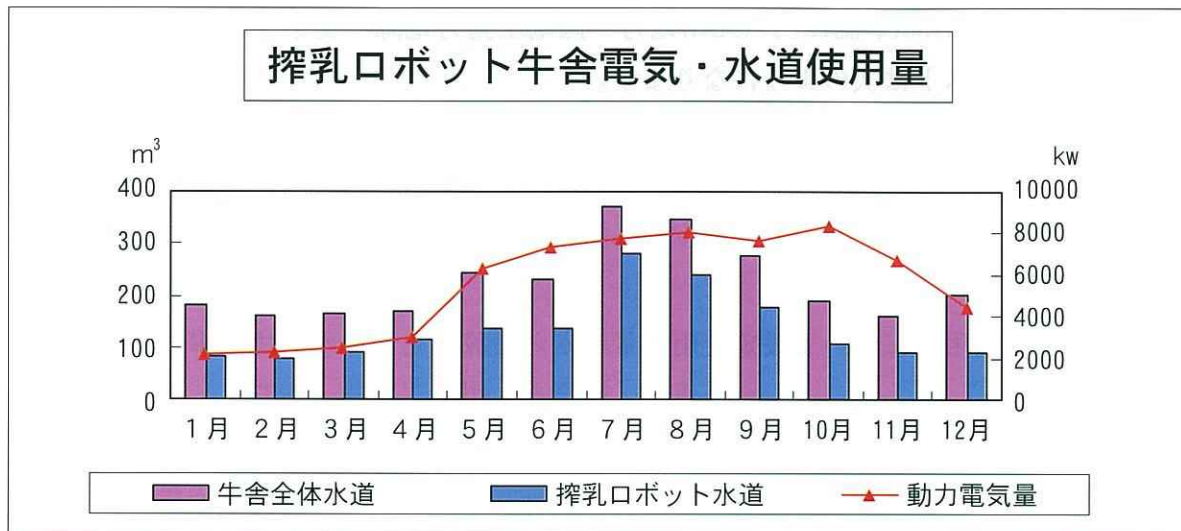
したがってトン単価50円（宮崎牧場地区水道料金単価及び基本料金月額1,280円と消費税）とすると年間コストは次のようになります。

$$(1.273^{\text{トン}} \times 365\text{日} \times 50\text{円} + 1,280\text{円} \times 12) \times 1.05 \quad \underline{\underline{\text{年間：40,521円}}}$$

参考に西南暖地に立地した宮崎牧場における電力及び水の消費状況を下記のグラフに示しました。

この場合、動力電気量には、糞尿処理用のバーンスクレーパー（2.2kw）や送風機（0.75kw）15台等が含まれており、水消費量の牛舎全体水道には飲水や暑熱時における屋根散水、牛舎内の細霧装置利用等が含まれています。

したがって月別に見ると、夏季の電気及び水の使用量は、冬季を大きく上回る結果となっています。



注：（水道使用量は過去3年の平均、電気使用量は17年実績）

図－1．宮崎牧場における搾乳ロボット牛舎電気・水道使用量の年間推移

(2) 生乳管理消耗品

出荷乳の品質を維持するとともに、乳房炎等の発生状況を的確に把握するため、送乳ラインのチューブフィルターは毎日朝昼晩3回、ティートカップライナーは搾乳回数2,000回を目安に交換します。なお、搾乳回数は搾乳ロボット用パソコンに表示されるので、定期的に確認して交換を行います。

60頭搾乳を想定すると年間必要量及び必要経費は次のとおりです。

・ チューブフィルター	単価 105円／枚	1,100枚（1箱100枚入）
・ ティートカップライナー	単価2,310円／本	33組（4本1組）
年間経費		420,400円

(3) 消耗薬剤類

消耗薬剤としては、毎日使用するアルカリ性洗剤、殺菌用次亜塩素酸ソーダ、システム洗浄6回に1度使用する酸性洗剤及び乳頭の消毒に用いるディッピング剤があります。

生乳の品質を維持するためには、定期的なこれら洗剤・消毒剤を補給する必要がありますが、宮崎牧場におけるそれぞれの平均使用量から、60頭搾乳を想定すると年間



必要経費は下記のとおりです。

• アルカリ性洗剤	単価	16,275円	5本 (65kg 缶)
• 酸性洗剤	単価	16,275円	2本 (65kg 缶)
• 殺菌用次亜塩素酸ソーダ	単価	5,729円	4本 (65kg 缶)
• 乳頭ディッピング用薬剤	単価	105,000円	2本 (55ガロン缶)
年間経費			346,800円

(4) 定期点検部品代

年間メンテナンス契約による毎月の定期点検において、消耗品を始めとする部品交換は常時発生し、通常月平均5万円程度の経費が必要となります。

宮崎牧場における過去3年間の搾乳ロボット交換部品代の年間平均は下記のとおりです。

- 交換部品代金（故障＆定期交換） 年間：474,000円

これら(1)から(4)までの経費を合計すると年間約159万円となり、これに年間メンテナンス経費120万円を追加すると、搾乳ロボットのランニングコストは年間約279万円となります。

なお、今後メーカー及びディーラーにおける年間メンテナンス契約の見直しにより、定期点検時にティートカップライナー等の一部消耗品を無料交換することが検討されており、これが実施されればランニングコストはもう少し低下するものと思われます。

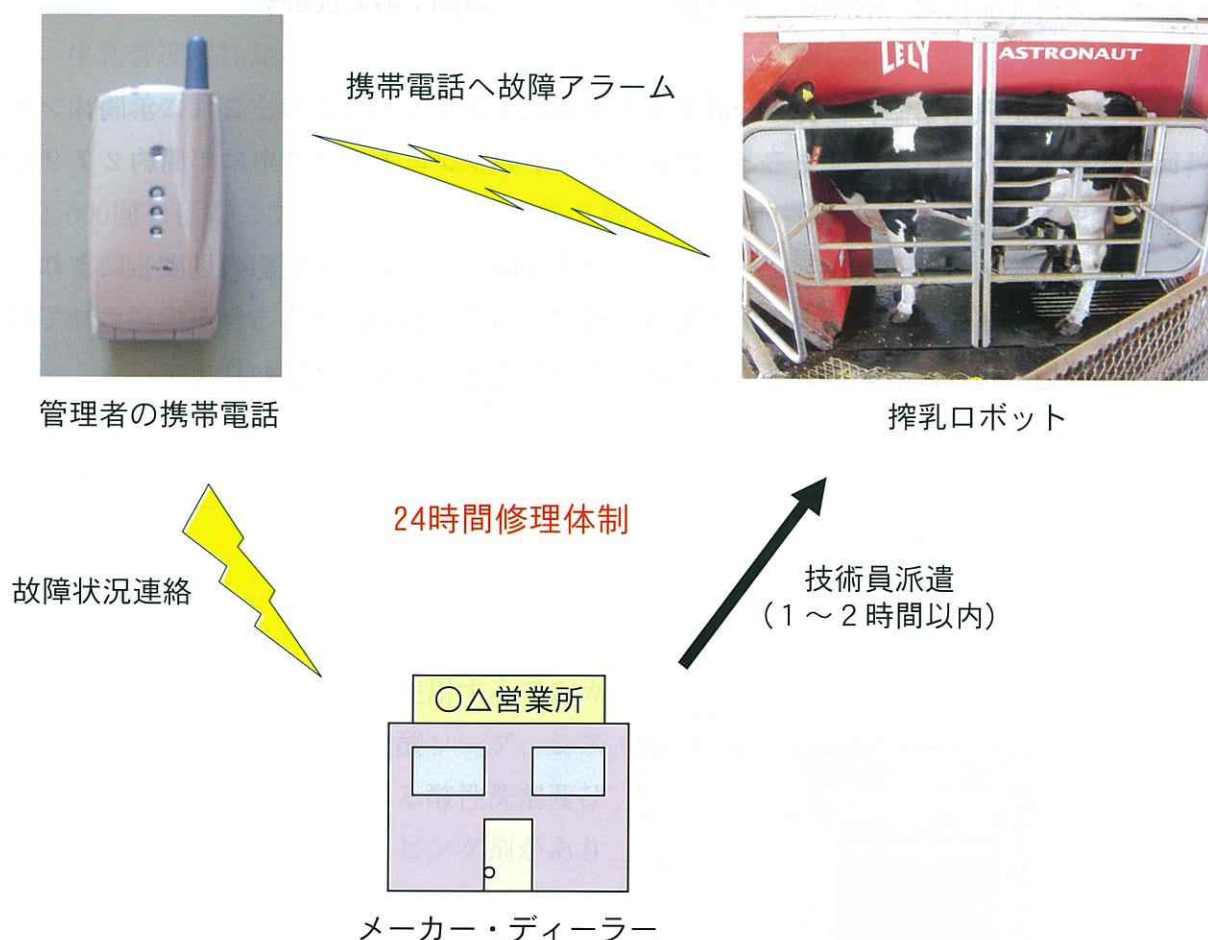
4 メンテナンスとトラブル対応

(1) メンテナンスとトラブル対応の体制

365日24時間休むことなく稼働する搾乳ロボットに故障等が発生した場合、その仕組みの複雑さから使用者本人での対応は難しいことが多いため、メーカーやディーラーによる保守点検や故障時の24時間修理体制が必要不可欠です。

メーカーやディーラー側としても1～2時間で故障現場に駆けつけられる地域を販売対象としています。

このことから、導入や機種選定に際しては、このメンテナンス体制がしっかりしていることが導入時の重要なポイントとなります。また、搾乳ロボット稼働当初の搾乳牛馴致作業や、搾乳ユニット装着のための乳頭配置感知装置の初期設定作業など、使用者のみでは難しい面が多く、以後の搾乳ロボットの稼働率等にも大きく影響することから、メーカーやディーラーの協力体制が重要なポイントとなります。



なお、当场が導入している搾乳ロボットのディーラーは、車で40分程度の場所にあり、ディーラーが目標としている「1～2時間で故障現場に駆けつけられる」という緊急対応が可能となっています。

また、24時間修理体制維持のため、搾乳ロボットを導入する場合は年間メンテナンス契約（宮崎牧場の場合は120万円）を締結することが条件となっています。また、5年に1回は車の車検と同じような定期点検を実施する必要がある、これには100万円ほどの経費が必要となります。

ただし、このメンテナンス契約によって、すべてのトラブルをメーカーやディーラーが対応するわけではありません。実際には、搾乳ロボットに何らかのトラブルが発生すると、管理者の携帯電話に連絡が入る仕組みになっており、管理者が搾乳ロボットの状況を確認し、トラブルに対応できない場合に、営業所等の技術員を呼び対応してもらうこととなります。

(2) トラブル対応の内容と対応策

次に、管理者並びにメーカー及びディーラーが各々対応しなければならないトラブルの内容を挙げておきます。当场でもこのようなトラブルが時々発生しています。

《管理者が対応するトラブル内容》

- ・ 個体識別の異常（個体識別タグの故障、捻転や脱落、不完全進入）
- ・ 連続搾乳失敗（センサー面の汚れ、乳房形状の問題）
- ・ 搾乳後の未退出（出口ゲート開閉故障、牛の性格）
- ・ 牛の未進入（一定時間搾乳がない）
- ・ 洗剤量不足（メイン洗浄洗剤等の不足）
- ・ 冬季間の搾乳ロボット使用水等の凍結

《メーカーやディーラーが対応するトラブル内容》

上述以外の管理者が対応できないトラブルは、メーカーやディーラーに電話連絡し、故障・不具合状態を伝え、対応を依頼します。

管理者で対応できないトラブルで、よくある内容は次のとおりです。

- ・ エアー漏れによる真空圧不足
- ・ ティートカップライナー吸付き不良
- ・ 電気配線などの断線（ネズミ等が原因）
- ・ 牛の踏みつけ等による機器の破損やゴムホースの破損等

なお、通信関係及び管理用アプリケーションに関するトラブルなど基本的なシステム上のトラブル、搾乳ロボット本体側の故障、破損部品の補修などは管理者では対応できないので、メーカーやディーラーに連絡します。

このほか、落雷の多い地域では、直接の落雷が無くても、誘電被害により搾乳ロボットが停止することや誤作動を起こすことがありますので、確実なアース接地や万が一に備えた保険加入をお勧めします。