

6. データキャリアシステムを活用した最近の家畜飼養管理機械

干 場 秀 雄

帯広畜産大学畜産機械学研究室, 帯広市稲田町西2線11番地 〒080

近年における家畜の飼養管理機械の特徴としては、家畜の個体を自動的に識別してから、給飼・搾乳や体重計量などを行い、そのデータと家畜番号が一体となってコンピュータに記憶され、そのデータを基にして、適切な飼養管理（例えば乳牛では搾乳量に応じた濃厚飼料の適正給飼、肉牛では増体量に応じた適正給飼）を行うシステムが導入されていることである。さらに、家畜の健康状態を知るための体温（乳温）や体重値、乳質（乳房炎か否か）の検定のための電気伝導度、発情の早期発見のための活動度もミルクングパーラを通過する間に家畜番号と一体となってコンピュータに記憶され、そのデータを酪農家が見て家畜の健康状態や種付け時期を把握できるシステムも導入されてきた。従って、このシステムを活用することにより、少人数でも多頭数家畜の綿密な管理が可能に成ってきた。

そこで、このシステムはどのようなメカニズムに成っているか？ さらに、畜産において、このシステムを活用した最近の家畜飼養管理機械について解説を試みる。

(1) データキャリアシステムとは

このシステムを一般にデータキャリア（Data Carrier）システムと言う。データキャリアとは「データを運ぶもの」を意味する和製英語であり、文字通り移動する家畜にタグを装着させ、その識別コードを始め、その家畜に関する情報を運ぶ電子機器であり、中でも家畜の皮下に埋め込むことのできる微小なもの（長さ10～30mm、直径3.6mm）を、その形状からマイクロチップとも呼ばれてい

る。

データキャリアはこれを介してものを識別し、データのやり取りを非接触で自動的に行うことができることから、既に工業・流通分野で①作業が迅速になる、②人間のミスの影響が無くなる、③汚れやすい現場でも使用できるなどの特長を活かして、機械の製造工程や管理・貨物の配送などの分野で活用されてきた。

これらの技術は畜産の分野でも十分活用可能なものであり、わが国の畜産業の中にも近年急速に導入されてきた。具体的には畜産の省力化・自動化（搾乳及び給飼の自動化、家畜体重計量の自動化）を促進するとともに、パーソナルコンピュータとの組み合わせにより生産データの自動記録、記帳ミスを一掃し、経営診断に有力な情報を提供し、各個体に適した飼料の給与など集約的個体管理と省力的群管理が成されるようになった。

また、家畜登録事業での活用も期待できる。家畜は子畜を分娩し、成長し生産に活用され、その後、と畜場で処理されるまでに多くの人の手を経ている。この間、登録や取引で鼻紋や班紋による個体識別が繰り返し行われてきた。また、生産流通の各段階において、飼養管理、取引価格、生産物の品質など当事者にとって貴重なデータを生じていた。このような状況下で、このシステムを導入すると、煩雑な個体認識の作業を軽減できるだけでなく、分散しているデータのネットワーク化を進めることにより、経営改善、牛群整備など大規模経営畜産農家ばかりでなく小規模畜産農家にも大きなメリットのある情報の形成を容易にすることが期待されている。

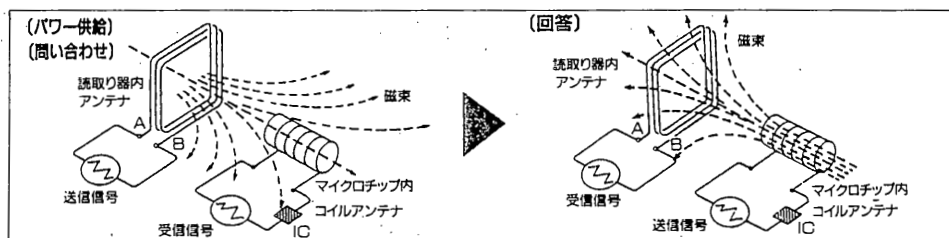


図1 家畜の個体識別の動作原理



図2 家畜の個体識別用データキャリアの種類

(2) データキャリアシステムの概要

データキャリアシステムは国内、海外の各メーカー及びディーラから種々の製品が紹介されているが、ここでは家畜の個体識別に使用されている電磁誘導方式について取り上げる。

このシステムは質問器（読み取り器、アンテナ）と家畜に装着する応答器（データキャリア、マイクロチップ、タグ）で構成され、磁界を介して応答器のデータを質問器が読み取ることにより、家畜の識別が行われる。

図1に、マイクロチップによる家畜の個体識別の動作原理を示す。読み取り器のスイッチを操作して、アンテナを被識別家畜に装着されたマイクロチップの方向に向けて質問電波を照射すると、その電波によってマイクロチップに電力が電磁誘導によって発生してマイクロチップの動作が起動する。起動したマイクロチップは予めマイクロチップ内に記録しているデータを電磁誘導電波によって発信し、読み取り器がこれを受信しデータとして読み取り、非接触で自動的に個体が識別される。

データキャリアの構造は、各種の使用目的に応じて、その形状が異なり、家畜の個体識別には図2に示すようにガラス管封じ、ボタン状、カード状の3種類が使用されている。

一般的には、これらのデータキャリアは家畜の首輪・足輪・耳標の中に取り付けられている。

しかし、家畜の皮下埋め込みには外形寸法の小さくできるガラス管封じ形が使用され、家畜の大きさに応じて大型家畜（乳牛・馬）にはL型（長さ30mm）、中型家畜（豚・羊）にはM型（長さ18mm）、小型家畜（犬・猫・魚）にはS型（長さ10mm）が使用されている。その基本構造は図3に示すように電磁コイル、コンデンサとIC（集積回路）からなり、ICには予め決められた唯一のコード番号が付けられている。これを覆うガラス管には家畜に害を与えないようにバイオガラスが使用されている。

家畜の皮下への埋め込みには、インジェクタを使用し、一般的に耳根部に行われている。

現在のデータキャリアのデータメモリは数十ビットから数百ビットであり、単なる個体識別用途だけでは問題がないが、将来さらに多くのメモリが

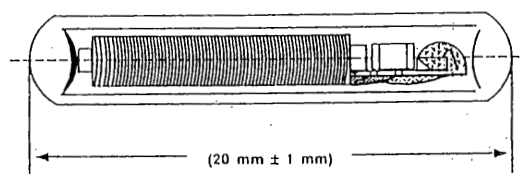


図3 マイクロチップの内部構造

要求される状況では、この制限を撤廃することにより、さらに高度な利用を可能としている。

(3) 畜産におけるデータキャリアシステムの活用

その一番手として、データキャリアシステムを活用し搾乳室へ入ってきた乳牛の個体識別を行い濃厚飼料を給与しながらティートカップを乳頭へ取り付ける搾乳ロボットを紹介する。

① 搾乳ロボット

乳牛の飼養管理作業時間の50%以上を占めると言われている搾乳作業は、酪農家にとって乳を搾り、それにより収入を得ることができ、従来苦になる作業ではなかった。しかし、最近急速に多頭数飼養化が進行し、その時間が一日4時間以上と長時間になるにつれてむしろ苦痛な作業となってきた。また、酪農家の高齢化、婦女子の搾乳作業への比率が高くなるにつれて重労働ともなってきた。このような背景の下で、最近、その搾乳作業の自動化及び省力化に対する関心が非常に高まり、これを行い得る搾乳ロボットに注目が注がれている。

搾乳ロボットの研究及び開発は特にオランダで顕著である。ちなみに本学附属農場に導入(1993年12月)された搾乳ロボットもオランダ製であった。

そこで、1995年1月にオランダでの搾乳ロボットの研究・開発状況の調査を行った。この調査結果を基に搾乳ロボットの特徴について説明する。

搾乳ロボットの開発を行っているプロライオン社のオーリック研究部長によると、搾乳ロボットを導入すると次のような長所があると言う。

A. 多頻度搾乳が可能となり、乳生産の向上が見込まれる。オランダ農業工学研究所(IMAG-DLO)附属農場での実験結果では、一日2回搾乳と比較して多頻度(3~4回)搾乳では15~20

%増の乳量を得られ収益増になったと言う。

B. 搾乳作業の省力化が可能となる。オランダの酪農家は一日平均3.8時間を搾乳作業にかけているが、搾乳ロボットを導入すると1/3の1.2時間に短縮できたと言う。これがかなうと労賃の節約・生産コストの低減につながり、この効果は極めて大きい。

C. 搾乳作業者と乳牛に対する福祉的效果が期待できる。搾乳作業者は毎日朝夕二回の搾乳時間に拘束されているが、搾乳ロボットの導入により、その拘束から解除されることは肉体的・精神的に大きな効果が認められる。一方、乳牛にとっても分娩直後の泌乳量の多い期間に搾乳ロボットによって3回以上の搾乳が可能であり、乳がはって苦痛を伴うこともなく、その泌乳生理の面からも好都合であり、その効果も大きい。

D. Aの効果に伴い、乳牛頭数を減少させながらも一定乳量の確保が可能であり、これにより家畜糞尿の量を減少させ、自然環境が良好に保たれると言う。

目下、オランダでは自然環境を保ち(特に、アンモニアガスの大気放散を避ける政策が徹底され、スラリーストアには屋根掛けが義務付けられ、また、糞尿の土地還元には土中灌入方式が強制されている)、クォータ制度(乳量割当)の下で搾乳を行わなければならないので、この搾乳ロボットの導入は一挙両得な方式であり、オランダの搾乳ロボットメーカーは、近い将来酪農家で次のことがおこることを確信している。

Farmer buys Milking Robot.

Farmer leaves cows to Milking Robot.

Farmer uses Milking Robot as a management tool.

上記の背景により、オランダでの搾乳ロボットの開発は、国を挙げて行われていることが理解できる。

オランダにおいて、目下搾乳ロボットの開発を

行っている会社はプロライオン社、ガスコイン・メロット社とレリー社の三社があった。この順に従って、その開発状況を説明する。

(1) プロライオン社

本社はアムステルダム近郊のVijfhuizenにあり、そこは都心から車で30分位の所で、一面酪農地帯が広がっていた。レンガ作りの建物の中は、半分がオフィス、半分が搾乳ロボットの研究・開発を兼ねた牛舎であった。もちろん、1頭タンDEM型ではあるが搾乳ロボットが設置され朝・夕二回の搾乳が研究・開発のために行われ、搾乳ロボットを生産・販売しながら、随時改良を積み重ねて行く本社の方針が認められた。

搾乳ロボットの生産は1991年から始まり、その年に2台、92年に5台、93年に15台、94年に25台が生産された。その形式は2頭タンDEM型(2BOX)と3頭タンDEM型(3BOX)が主体であり、前者は中規模酪農家(搾乳頭数70~75頭)、後者はそれ以上の大規模酪農家向けに販売されていた。

搾乳ロボットの動作原理をPR農場(国立乳牛・綿羊・馬産研究所)のロボット室に掲示されていたパネル(写真1~5)で解説する。

搾乳ロボットは乳牛が搾乳室へ入って来て、初めてその動作を開始する。乳牛の搾乳室への自発的な入室行動は、搾乳室内にある濃厚飼料(写真

1)にある。濃厚飼料は元来嗜好性が高く、乳牛は好んで採食する。この特性を乳牛の自発的動きの動機づけに利用している。

搾乳室の入り口扉が開き、濃厚飼料につられて乳牛が入室(写真2)する。

乳牛が入室を終え、濃厚飼料の飼槽へ首を差し込み飼料を採食(写真3)している。

これから本題のデータキャリアシステムが動作を開始する。すなわち、首輪に付けていたタグが黒い容器の中にあるアンテナに接近し、その磁界に入るので自動的に牛の個体番号が読み取られ、搾乳ロボットを制御するコンピュータへ伝達される。これを受けてコンピュータは搾乳すべき牛であるかどうかを判断し、搾乳すべき牛の場合には濃厚飼料を飼槽へ給飼するようにフィーダへ指令を出す。一方、搾乳すべきでない牛の場合は出口扉を開かせ搾乳室からの退出を促す。また、その

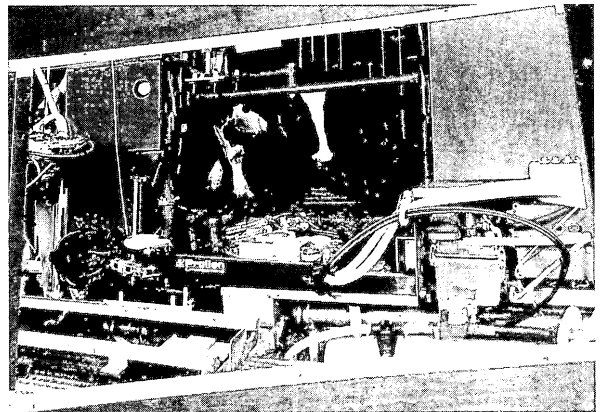


写真2 乳牛の搾乳室への入室

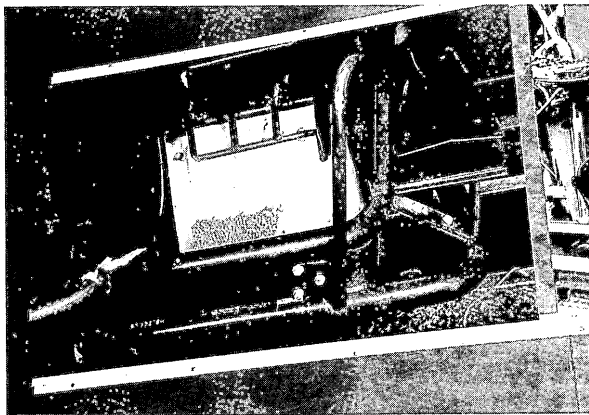


写真1 濃厚飼料給飼槽

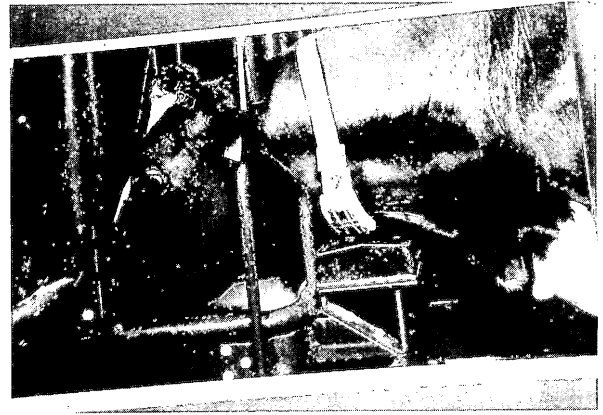


写真3 濃厚飼料の採食状況

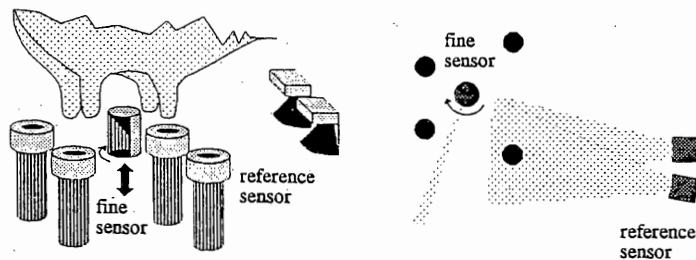


図4 プロライオン社製搾乳ロボットの乳頭検索方式

牛が搾乳すべき牛の場合は、乳頭の位置データを搾乳ロボットへ送り、ティートカップの素早い取り付けの手助けをする。

搾乳ロボットはコンピュータの指令に従い、軌道上を牛が入った搾乳室へ移動し、到着後ミルクユニットを携えて、乳頭へのティートカップの取り付けに着手する。写真4はロボットによるティートカップ取り付け前の様子を示す。乳頭の位置の検索は超音波を利用して行い、それは二段階に分けて行われている。先ずリファレンスセンサにより、前右乳頭の位置を三角測量の原理を応用して検出し、ほぼ四乳頭の直下までティートカップを移動させ、次にファインセンサにより四乳頭の正確な位置を検出してから、基本的には後右、後左、前左、前右乳頭の順にティートカップを取り付け搾乳が開始される。(図4参照)

取り付け後、搾乳ロボットは素早くミルクユニットから外れ元の軌道の方へ戻り、隣の搾乳室へとコンピュータの指令に従って移動する。

ティートカップ取り付け後(写真5)、約10秒間は温水の噴射による乳頭の洗浄とマッサージを行い、通常の搾乳へ移行する。その洗浄水とマッサージ時の牛乳は汚れているので、搾乳終了後に正常な牛乳と分離され、廃棄される。

搾乳室内の牛体位置の規制は、図5に示すように行われている。すなわち、搾乳室の入り口扉の閉鎖により、牛の腰角部の横方向への移動を規制し、さらに、牛の体長により体長の長い大型の牛は飼槽を前方へ、短い小型の牛は後方へ飼槽を移動し、牛の後足を定められた個所に立たせる



写真4 乳頭位置の検索状況



写真5 ティートカップ取り付け後の様子

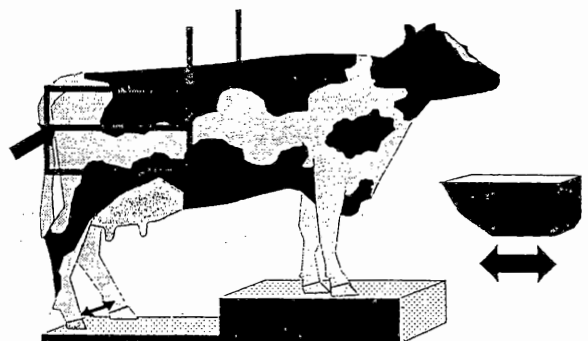


図5 搾乳室内での牛体位置の規制

ようにしている。その個所は後足を開かせて立たせるように、牛床の中央部が盛り上がり周辺が低くなった所にあり、牛は入室後、後足を開いた状態で立たされる。

また、前足は牛床より10.5cm位高い台の上に立たされる。これにより、後足に前足の体重の一部が移動し、搾乳中における後足の動きを抑え、さらに、この状態にすると乳房が前方へ露出する形となり、搾乳ロボットによるティートカップの取り付けを容易にできるような工夫がなされている。

搾乳ロボットはティートカップを人間に代わって取り付けることが使命であり、全ての乳牛に対して90～95%の取り付け成功率、その取り付け試行回数を1.3～1.5回をめざし、目下センシング性能の向上に向けてハード及びソフトの両面から研究・開発がなされている。

(2) ガスコイン・メロット社

本社はアムステルダム近郊のEmmeloordにあり、世界的にはミルカ、パーラの生産ではよく知られている。搾乳ロボットに対する研究・開発は古く、既に10数年を経過し、PR農場と米国メリーランド大学附属グラスビル研究教育センターで、その試験が続行されていて、完成品を製作してから農家へ販売すると話していた。

搾乳ロボットの概要について、PR農場に設置されていたロボットで説明する。

写真6に1頭タンデム型搾乳用BOXを示す。これは入り口扉、出口扉、牛床、濃厚飼料給飼装置（左端）、洗浄・搾乳ユニット・制御装置（右端）から成り立っている。濃厚飼料はBOX内でのみ給飼されるので、入り口扉が開いたら乳牛は自発的に入室していた。この時床面は入室しやすいように平な状態にあった。

写真7に乳牛の入室後、乳房・乳頭の洗浄風景を示す。牛が入室し、入り口扉が閉まると尻押し板が前進し、牛の尻を規定の場所まで押し出す。

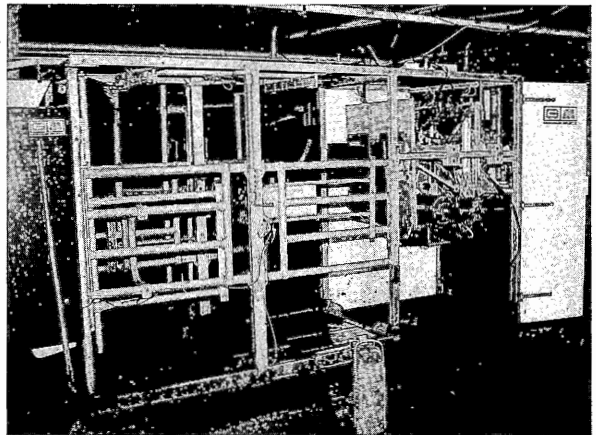


写真6 ガスコイン・メロット社製搾乳ロボットの外観

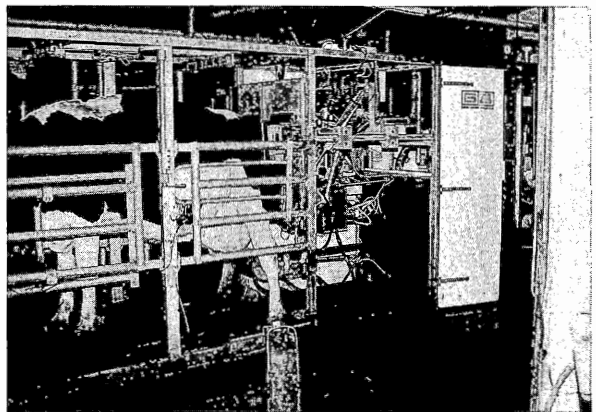


写真7 乳頭・乳房の洗浄作業

その後、床面が中央部で盛り上がり、これにより後足を開かせ、洗浄・搾乳ユニットが、その間を通過しやすくする。その後、回転ブラシを利用した乳頭・乳房洗浄装置が進入し、6往復で洗浄とマッサージを終了していた。

その間、乳牛は濃厚飼料を採食していた。その時に首に付けていたタグが給飼槽に内蔵されているアンテナの受信領域に入るので、個体識別される。これにより、牛毎に濃厚飼料の量が割り当てられ、さらに、その牛の乳頭位置データがコンピュータから搾乳ロボットへ送られ、ティートカップの乳頭への素早い取り付けの手助けを行う。

写真8にティートカップの乳頭への取り付け状況を示す。洗浄作業が終了するとティートカップ取り付け装置が後足の間から進入してくる。この搾乳ロボットのティートカップの取り付けは、前



写真8 ティートカップの取り付け作業

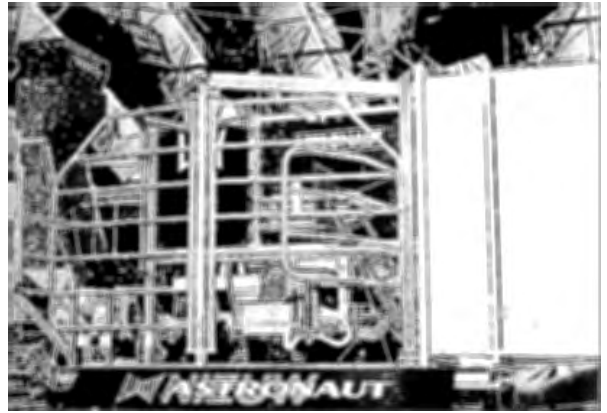


写真10 レリー社製搾乳ロボットの外観

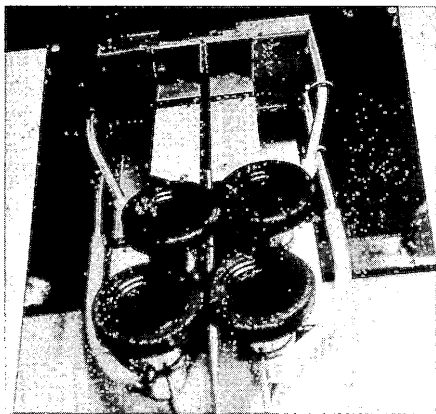


写真9 ティートカップマウス部の形状

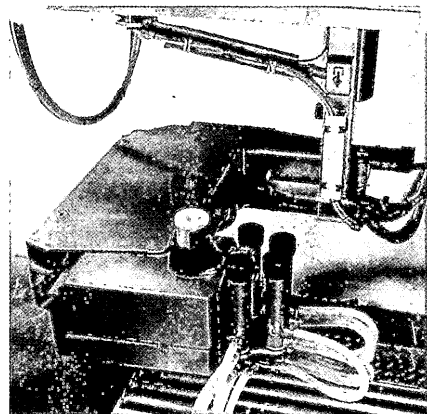


写真11 搾乳ロボット本体の形状

述したようにコンピュータにティーチングした牛毎の乳頭位置の座標を基にして行っていた。取り付け装置がほぼ乳頭直下まで進入し、牛毎に乳頭位置を合わせ先ず後乳頭2本を取り付け、次に前乳頭2本を取り付けていた。

このロボットのティートカップのマウス部は写真9に示すように、その口径が70mmと大きめにできていて、取り付け時に乳頭を中心とティートカップの中心がずれても取り付け可能なように作られ、取り付け後は正常の30mmまで狭められる特殊なティートカップが使用されていた。これにより、乳頭位置にずれが生じても補正できるように工夫されていた。

しかし、この方式だけでは各種形状の異なる乳頭に対応することが不可能と考え、目下新しい方式の乳頭検出方式を開発・研究中と言っていた。

(3) レリー社

レリー社の搾乳ロボットは本年（1995年）初めて公表され、そのロボットがLandbouw RAI 95（農業博覧会）に展示された。この開発・研究は専ら実験農場で行われ、それに10年を要したそうである。現在オランダ国内の実験農家で15台が稼働中であり、工場では25台が製作中であると言う。

レリー社は農業機械メーカーとしては世界的に有名であるが、搾乳ロボットの開発を進めていると言う情報はなかったので、非常に驚いた。

写真10に農業博覧会で公表された搾乳ロボットを示す。形式は1頭タンデム式であり、左端に濃厚飼料給飼装置、右端に機械室、中央に牛の出入口、下部にレーザー光でセンシングする乳頭検出装置から成り立っていた。

写真11にレーザー光で乳頭位置の検索を行う搾乳ロボットの本体を示す。また、その横に4個のティー

トカップと取り付けレバーが見える。これが牛の入室後に横から乳房へ近づき、センシングしてから1乳頭づつ取り付けレバーを使って確実に取り付けしていた。

この搾乳ロボットの搾乳手順は次のようであった。

入り口扉が開き、牛が入り、個体識別され、搾乳条件が合っている場合は濃厚飼料が給飼槽に給飼され、それを採食できる。合わない場合直ちには追い出される。腰と尻押し板が前進して牛を規定の場所に立たせる。その後、タオル回転式乳頭洗浄装置により、乳頭を一本づつ挟み込みながら洗浄する。搾乳ロボットが乳房へ近づき、レーザー光で乳頭位置の検出を行い、1本づつ取り付けレバーにより乳頭へ取り付けしていた。搾乳終了に伴い各々のティートカップが独立して自動離脱されていた。4乳頭が全て搾乳を終了してから、搾乳ロボットは後退していた。出口扉が開くと同時に牛の首を飼槽から押し出す装置も動作して退出を促していた。その後、糞かき板が糞を排出口へ押し出す。出口扉が閉まり、一工程の作業が終了していた。

写真12にVan Loouwen農場での搾乳ロボットによる搾乳状況を示す。搾乳ロボットは牛舎の端の4ストール分のスペースの中に設置されていた。従って、ミルクパラーでの搾乳のイメージから離れ、濃厚飼料を採食している間に搾乳される



写真12 Van Loouwen 農場での搾乳状況

と言う感じを受けた。

搾乳室の周りには誘導通路や待機室などの仕切りが一切なく、極めてシンプルな構造のため、搾乳室内部が待機牛から見通せるので牛の搾乳室への出入りが極めてスムーズであった。

この農家には1年半前に搾乳ロボットが設置され、目下58頭を24時間搾乳体制で搾乳が行われていた。データキャリアは牛の足に取り付けられ、それを受けるアンテナは床面に設置されていた。乳質のチェックは電気伝導度により行われ、農家がディスプレイ上のアテンションリストを見て、異常牛をチェックし、それに対応するだけで搾乳作業は一切行っていなかった。

以上がオランダにおいて搾乳ロボットを開発している三社の調査結果である。オランダでは一般農家で、前述したロボット搾乳の効果を得るため一日3回搾乳や24時間搾乳が行われていた。

また、その中で搾乳作業者は、搾乳作業から徐々に離れて行く傾向にあることも確認された。

搾乳ロボットによる搾乳能率は、乳牛の搾乳室への自発的な動きと搾乳ロボットのティートカップの取り付け性能に大きく影響されていたが、1頭タンデム式で6～7頭/時、2頭タンデム式で10～12頭/時、3頭タンデム式で15～17頭/時であった。

メーカー毎の特徴としてはプロライオン社は2頭及び3頭タンデム式を主商品と考え、中及び大規模酪農家向けに的を絞っているが、ガスコイン・メロット社とレリー社は1頭タンデム式を主商品と考え、小規模酪農家向けに的を絞っているように感じとれた。

なお、搾乳ロボットの購入価格は、オランダ国内において、レリー社の1頭タンデム式が295,000ギルダ（日本円で1,770万円）、プロライオン社の2頭タンデム式が325,000ギルダ（日本円で1,950万円）、3頭タンデム式が405,000ギルダ（日本円で2,430万円）であるという。オラン

ダ国内でも、この価格はまだ高価であり、生産台数の増加に伴う、価格の引き下げが強く望まれていた。

その二番手として、データキャリアシステムを活用し、体重計量機を通過する間に個体識別され、体重値が計量され、それらが一体となり記録される家畜自動体重計量機を紹介する。

② 家畜自動体重計量機

家畜の体重とその変化は、家畜の健康管理を行う上で非常に重要なデータである。特にフリーストール式牛舎においては、個々の牛の管理が十分に行えないので、その定期的な家畜体重の計量は必要不可欠である。さらに、家畜の体重値は飼料計算上の重要なパラメータでもある。

また、肉用家畜においては飼料給与量と増体量、市場への出荷時期と体重値の関係など、常にその家畜の体重値が必要となっている。

従来、家畜の計量作業は家畜を計量台に乗せるのでさえ、多くの人手を必要とし、計量時には作業員を各所に配置し家畜番号と体重値を照合させる人海作戦で行われていたので、せいぜい月に一度位の計量しか行えなかった。これでは家畜の健康管理や飼料設計のデータとしては不十分であった。また、家畜計量をより省力的に、かつ高い精度を持つ計量機の開発も強く求められていた。

最近、上記の課題を解決した家畜自動体重計量機が各社で開発・市販され、無人で家畜の体重値が得られるようになり、家畜の飼養管理に利用されるようになってきた。例えば、ミルクングパーラからフリーストール牛舎への戻り通路に家畜自動体重計量機を設置することで、各乳牛の日々の体重の変化を知ることができるようになった。この体重値の変化と泌乳曲線を対比させると、それぞれのステージの栄養充足の状態を知ることができ、よりの確な飼料設計が可能になった。また、

異常な体重変化の情報から早期に乳房炎や下痢などを発見し、その適切な処置を行うことができ、経済的なダメージを少なくすることも可能となってきた。肉用家畜でも日々の増体量や飼料の給飼効率も明らかになり、より合理的な出荷計画と飼料給与方式が確立されるようになってきた。

我国における家畜自動体重計量機の開発・販売は(株)土谷特殊農機具製作所、(株)クボタ、富士平工業(株)の三社で主に行われている。これらについて順を追って解説する。

(1) ネダップ社製歩行型自動体重計量装置

図6に、帯広畜産大学附属農場に設置されている(株)土谷特殊農機具製作所が販売しているオランダ国ネダップ社製歩行型自動体重計量装置を示す。

本機の特徴は歩行してきた家畜を計量台上に乗せ、ゲートを閉め、一時閉じこめた状態にしてからデータキャリアシステム(タグとアンテナ)により、個体識別を行い、その後静止した状態での体重値を計量する。その計量方式はロードセルによっている。その計量結果は、家畜番号と体重値が一体となってコンピュータに送られ、記憶される。従って、本計量装置には計量台の他にエアースリンダで動作する入り口・出口ゲートが装備されている。家畜が計量台に乗ったかを確認してから入り口ゲートが閉まり、また、計量を終えたの

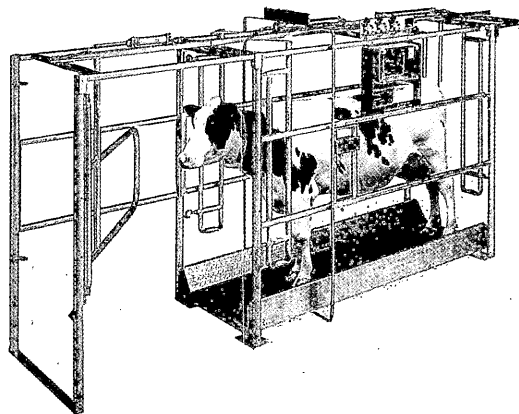


図6 ネダップ社製歩行型自動体重計量装置の概要

を確認してから出口ゲートが開くようになっている。

この装置にはオプションとして、自動仕分け装置も取り付けられ、発情牛、妊娠鑑定の必要な牛、乾乳とする牛、予防注射の必要な牛、病気の治療を要する牛を仕分けしたい時に、データキャリアシステムにより、自動的に仕分けができるようになっていて、人手が一切かからない。

この設置場所は写真13に示すように、ミルクングパーラから搾乳を終えて乳牛がフリーストール牛舎へ戻る通路に設け、必ずそこを通らせるようにした。設置当初は乳牛がその計量台の通過に慣れるのに時間を要したが、乳牛の慣れに伴いスムーズに通過できるようになり、現在はそのデータが搾乳の度に正しく計量され、コンピュータに記憶されている。

表1に、一例として1995年8月16日夕方搾乳後の計量結果を示す。パーラ（10頭複列パラレル式）での搾乳開始時刻、乳牛番号、搾乳量、乳牛体重を牛番号の少ない方（経産牛）から多い（初産牛）順に示した。当日は30頭が搾乳ロボットで搾乳されていたので、計量は35頭であった。搾乳は16時42分、44分、54分に10頭づつ、57分に5頭が搾乳を開始していた。その後、牛毎に乳量が異なっていた。最低3.9L、最高16.1L）いたが、搾乳を終え、パーラを退出し計量機で計量され、牛毎に体重値を残した。

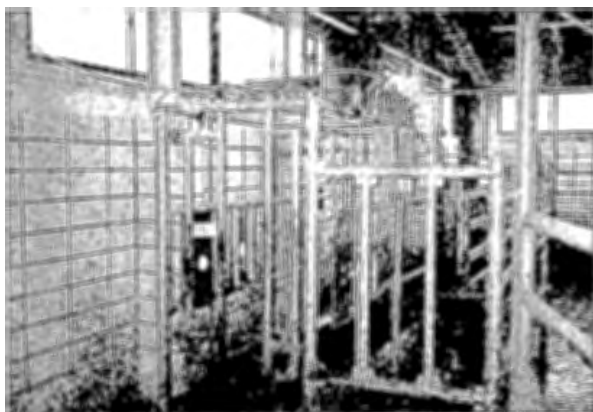


写真13 帯広畜産大学附属農場での設置状況

最も軽い牛は初産牛の917番牛で、その体重値は464kgであり、最も重い牛は経産牛の814番牛で、その体重値は747kgであり、その平均体重値は600kgであった。

これらの牛毎の体重値のデータが搾乳の度に計量されると体重変化曲線が描ける。これを見てその家畜の健康状態を間接的に把握でき、より適切な飼養管理が可能である。

今後はこれらのデータの有効利用法（体重値・乳量と飼料給与量の関係など）を確立して、この体重値計量の価値を高めて行くことが課題として残っている。

(2) ㈱クボタ製家畜自動歩行計量機

図7に、㈱クボタの開発・市販している家畜自動歩行計量機（クボタロデオテックⅢ）を示す。

本機の特徴は歩行通過計量を採用した所にあり、この利点は家畜を計量機内に閉じ込めないで、

表1 家畜体重計量結果

95/08/16	18:11:16		
牛番号	搾乳始	今乳量	体重kg
667	16:42	7.5	667
763	16:42	5.7	706
768	16:42	8.8	701
770	16:42	6.3	632
786	16:54	7.5	626
791	16:54	4.8	727
808	16:57	10.9	694
814	16:44	12.6	747
822	16:44	9.1	611
828	16:54	6.6	650
831	16:54	12.9	644
836	16:44	3.9	705
840	16:44	6.1	598
849	16:44	7.8	693
860	16:42	10.2	564
864	16:54	12.5	628
868	16:44	16.1	563
870	16:42	12.6	534
873	16:54	16.1	528
878	16:54	7.9	690
879	16:44	7.7	551
881	16:54	8.3	570
884	16:54	8.6	581
886	16:44	8.9	593
890	16:54	5.3	599
895	16:44	9.3	561
896	16:57	10.5	513
899	16:42	7.7	527
903	16:42	9.4	565
909	16:42	11.2	562
910	16:57	12.8	533
911	16:57	11.7	505
912	16:57	13.4	486
916	16:44	11.2	479
917	16:42	9.5	464

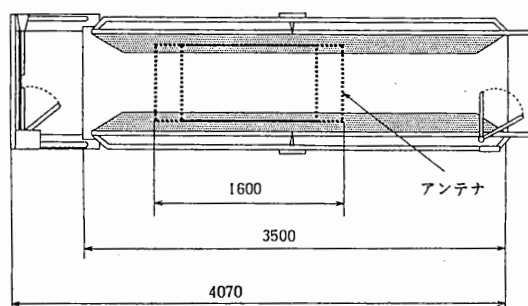


図7 株式会社クボタ製家畜自動歩行計量機の概要

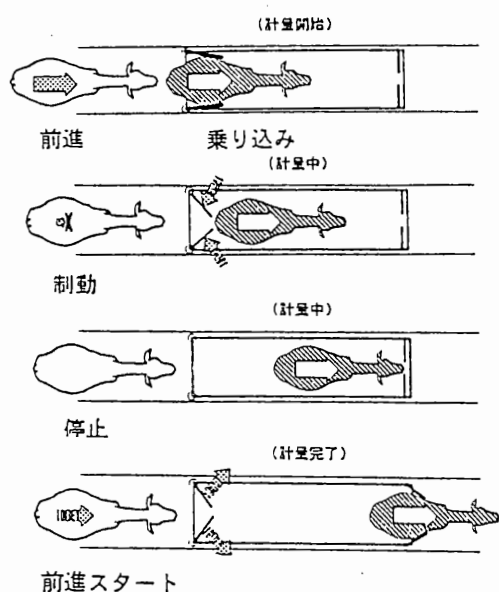


図8 入り口扉の開閉動作

計量機の構造が簡単にでき、さらに家畜にストレスを与えないと言う。

本機は、家畜が計量機を通過して行く間に、個体を識別し、体重値の確定を行い、その結果をコンピュータに記録させるように成っている。

計量台の長さは歩行しながら計量を行うため3.5mを必要とし、その幅は90cmである。体重の計量はロードセル方式により、歩行中の安定した荷重変動値から求めている。

個体識別はデータキャリアを家畜の足輪に取り付け、これに反応するアンテナ（長さ1.6m）を計量台入り口から52cmの所から計量台の床面に埋設されている。これらにより、データキャリア付き足がアンテナの受信領域に入るやいなやほぼ瞬時（90ms）的に個体識別は完了する。

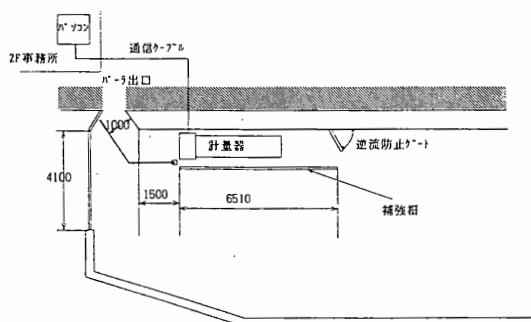


図9 石垣農場での設置状況

また、本機には複数頭の家畜が同時に計量台に乗ることを避けるように入り口部に扉が取り付けられ、後続家畜の進入を制御している。その動作を図8に示す。

A. 前進 入り口扉が開いているので、前方が見通せる。家畜は自発的に計量台へ進入する。

B. 制動 家畜が通り抜けると入り口扉が勢いよく閉まるので、後続の家畜はそれを見て、その進入をためらう。

C. 停止 入り口扉が全閉状態で前方が見えないので、後続家畜はその場で停留する。その間に先行家畜の計量がなされる。

D. 前進・スタート 先行家畜の退出を出口扉が検出すると入り口扉が開き、後続家畜の進入を促す。

図9に、本機の設置状況の一例として、土幌町の石垣農場の例で示す。ここは搾乳牛100～130頭を飼養している大型酪農家である。ミルクパラーは株式会社本多製作所が販売しているガスコイン・メロット社製の4頭複列フルオート・タンデム式である。搾乳牛は搾乳を終えると一頭ずつ、パラーの出口から退出し、誘導通路を通り、本機で計量されてから給飼場へと向かう。

設置当初は、乳牛の計量機に対する妨害行動があることについて十分に理解していなかったため、その計量性能が不安定であった。そこで、計量機の周りに補強柵と計量終了牛の計量機への逆侵入を防止する逆流防止ゲートを設置した。その結果、計量性能は安定した。

表2 家畜体重計量結果

計量確定時刻 時 分 秒	牛No.	牛体重 (kg)	通過時間 (合計) (秒)
6:18:52	121	649	7.24
20:08	58	804	11.52
20:28	117	621	24.69
21:12	134	655	22.14
22:04	126	652	8.20
25:20	74	795	11.72
26:20	122	624	11.73
26:40	120	598	10.40
26:48	91	613	9.45
27:02	53	629	5.38
28:04	66	674	6.14

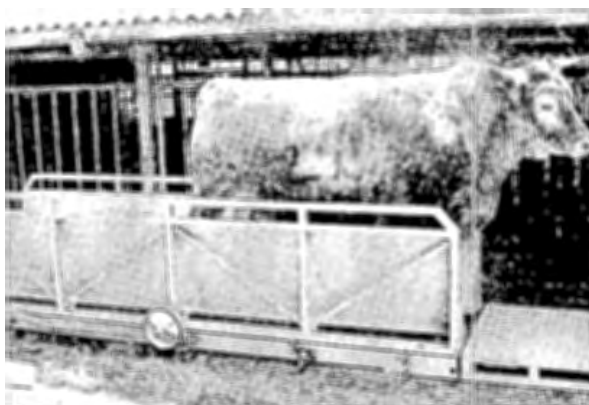


写真14 歩行通過型体重計

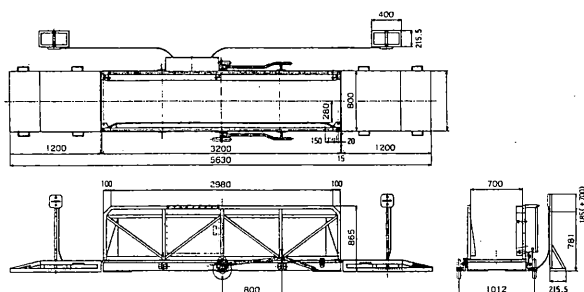


図10 家畜用歩行通過型体重測定装置の概要

表2に、1993年12月12日朝搾乳後の体重値の計量結果の一例を計量時刻・牛番号・牛体重・計量台の通過時間で示す。本機は計量台上での牛の動きを干渉しないので、計量台上で停止する牛(24.7秒)もいて、その通過時間に変動があった。

現在はその通過が極めて速くなり全頭が10秒以内で通過している。

酪農家はこの体重データを乳牛の健康管理情報に利用するばかりでなく、各牛毎の給飼量の算定基準に利用したいと意気込んでいる。

(3) 家畜用歩行通過型体重測定装置

本機の開発には国の研究機関の草地試験場、家畜医療機器ディーラの富士平工業(株)、秤の専門メーカーの近江度量衡(株)が関係していた。

図10に、共同開発した家畜用歩行通過型体重測定装置(キャトルロード)を示す。

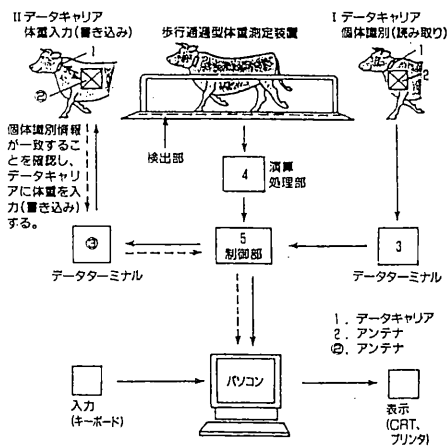


図11 データキャリアシステムの動作状況

これは歩行通過型体重計(写真14)にデータキャリアシステムを組み合わせ、個体識別後に自動計量し、そのデータの管理を行うシステムである。

計量機の大きさは、長さ3,200mm、幅800mm、その通路幅は、早足・走り抜け・跳躍ができないように家畜の大きさに合わせて変化できるようになっている。さらに、床面はスリップ防止のマットが敷かれている。また、計量器はレバー操作によりタイヤが接地され、移動できるようにも成っている。体重の計量方式はロードセル4点支持式で、最大秤量は1,500kg、最小表示は1kgである。

データキャリアシステムはデータキャリア、アンテナ、リード・ライト装置とパソコンから成り、このリード・ライト装置は家畜より25~50cm離れていてもデータの読み取りが可能である。

図11に、本機でのデータキャリアシステムの動

作状況を示す。

家畜が計量機の入り口のアンテナを通過するだけで個体識別され、家畜番号が読み取られる。家畜が計量機を通過中にその体重値の確定がなされる。退出後、家畜番号を確認し、データキャリアに体重値を書き込み、計量作業は終了する。また、それらはパソコンにも送られ、記録される。

この装置にはオプションとして出入口にゲートを取り付けれる。これにより、複数頭計量が避けられ完全自動体重計量が可能である。

本機は音更町の農水省十勝家畜改良センタに設置され、肉牛の定期的体重計量に利用されている。

引用文献

- 1) 猪谷盛一等：畜産の未来を拓く電子技術，(株)畜産技術協会，平成5年3月
- 2) 干場秀雄，池滝 孝，柏村文郎：オランダにおける搾乳ロボットの開発状況に関する調査結果，平成7年3月
- 3) 生研機構：搾乳の自動化に関する調査資料，研究成績6-2，平成7年2月
- 4) (株)土谷特殊農機具製作所：歩行型自動体重計測機のカタログ
- 5) 水月弘樹：家畜用個体識別装置付き歩行計量器に関する研究，帯広畜産大学修士論文，1994年1月
- 6) 竹山一郎：家畜計量の自動化と健康管理への応用，中四国先進技術シンポジウム資料，平成5年3月
- 7) 富士平工業(株)：家畜用歩行通過型体重測定装置のカタログ