

# 4 AI、IoT等を活用した畜産新技術の これまでとこれから

学校法人 東京理科大学 理工学部 経営工学科 教授 大和田 勇人

## 1. はじめに

AI（人工知能）とIoT（Internet of Things）を含むICT（情報通信技術）は今や畜産のスマート化を支える技術となっている。AIは1956年のダートマス会議に端を発し、その後紆余曲折はあったが、ディープラーニングと呼ばれる機械学習で実用化の段階まで至っている。一方、IoTは省電力消費デバイスや通信技術の発達によって、あらゆるものがインターネットにつながるような状況を生んでいる。この両技術が統合され、内閣府が進める未来社会Society5.0を実現する方向へ官民一体となって動き出しているが、畜産においてもこうした流れの中でスマート化に資する機器や技術が国内外で開発されており、まさにグローバルな競争下で日進月歩の進展を見ているのが昨今のICT畜産技術といえよう。ここでは、現在進展しているスマート技術を述べた上で、スマート化をさらに加速させる画像処理AIや今後の畜産技術が焦点を当てるべき環境・動物福祉問題について述べる。

## 2. センシング技術の活用による スマート畜産

スマート畜産の基本は家畜の個体情報を集めることであり、その際センサーを利用してデータの収集と活用を行う。具体的には、加速度、気圧、温度等を取得できるセンサーデバイスを個体に装着して個体データを常時収集した後、そのデータを無線通信で牛舎内サーバやクラウドに送信して一括管理し、個体情報をPCやスマホでいつでもどこでも見られるようなシステムがIoTによるスマート畜産である。そこでは、目視による個体行動の観察を中心とした経験的判断からセンサーデータによる客観的な判断への移行が重要なポイントになっている。特に、飼育頭数が増

大傾向にある酪農業では、従来の経験に基づく飼養管理では限界があり、IoTによる効率的なシステム運用管理を目指す必要がある。

各種センサーの中で広く使用されているのが加速度データである。これは個体の活動量を求めるのに使われ、なんらかのアルゴリズムで活動量をスコアづけした後、高活動量の個体は発情の可能性、逆に低活動量のものは疾病の可能性が示唆される。活動量は時間とともに変化することから、スコアはグラフとして表示されることが多く、どの時間帯に発情（あるいは疾病）の徴候が認められるかわかるようになっている。さらに、どのタイミングで人工授精すればよいかをアドバイスすることで受胎率の向上が期待される。

このとき、どのようなスコアづけが最良か、

また人工授精適期をどのようにアドバイスするかについては画一的な方法はなく、市販されているシステムによって様々である。ただし、最近では機械学習による方法で性能向上を実現しているものが多く見受けられ、発情・疾病に関わるデータをより多く収集・蓄積することで、アドバイスの精度が向上するような配慮がなされている。

加速度センサーは上述の他にも、歩行、横臥、採食、反芻などの行動パターンを自動的に分類する際に利用されている。個体の動きを数値化し、一定間隔でその変化を捉え、間隔ごとにどの行動を示したかを機械学習で分類することで、1日あたりの各行動の時間割合を図示することができる。これによって、個体のちょっとした行動変化を常時観察せずとも把握することが可能になる。こうした変化が発情・疾病兆候と相まってスマホ等に通知・図示することができれば、スマート機器ならではの経営改善にもつながる効果的な飼養管理を実現することが期待される。

さらに、加速度センサーは個体の位置推定にも使われ始めている。牛舎内に受信機を複数設置し、受信強度を測定することで個体のおおよその位置を求めることができる。技術的には三角測量が基本だが、事前の機械学習によって障害物等を考慮した位置推定が可能になっている。また、LEDを備えたデバイスも開発されており、位置推定と同時に個体が容易に見つけられるようになっている。なお、位置推定にはGPSの活用が一般的な解決手段であるが、電池消費が激しいのが難点であり、屋内では上記のアプローチが現実的と考えられる。

加速度センサー以外では、臍内に挿入する体温センサーによる分娩監視がある。生理現象による臍温の低下を把握するために、温度

データを数分単位でクラウドに送信した後、分娩徴候の可能性が示唆されるとメールで連絡がくるようになっている。これにより、監視時間と分娩リスクを大幅に減らすことができる。

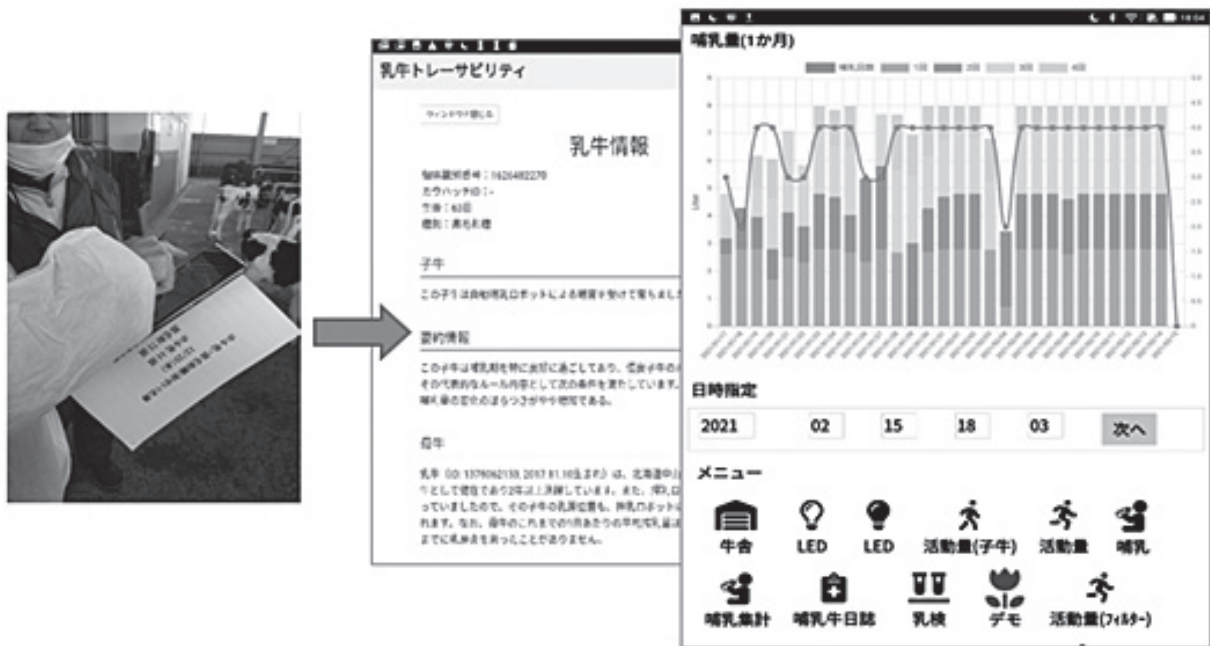
スマートデバイスは個体の装着が基本であるが、最近では非侵襲性を目指した非装着型のものが見受けられるようになった。具体的には、通常の可視光カメラに加えて、赤外線センサー、超音波センサーなどで、距離や温度を計測するデバイスを活用し、物体検出や温度計測を行う。こうしたセンサーのデータからは個体の活動量を求めることが可能で、加速度センサーの代わりになりうる。たとえば、EuroTier2021（ドイツ農協協会主催の国際専門展示会）でAnimal Welfare Awardを受賞したCalf Monitoring Systemはカーフハッチにいる子牛の活動量をハッチに取り付けた赤外線センサーでスコアづけしている。非侵襲で子牛の健康管理に役立ち、さらには動物福祉にも貢献するという点が評価されている（詳細は資料4を参照されたい）。

スマートデバイスは欧米を中心に開発されてきたが、最近では国産も増えてきている。その開発事例や導入ガイドは資料5に記載されているので、参照されたい。

### 3. 搾乳・哺乳ロボットで得られるデータの活用

乳牛の個体管理に搾乳・哺乳ロボットから得られるデータを活用することは非常に重要である。ロボットは労働力不足解消の切り札と考えられているが、一方で前節のスマートデバイス同様、発情や疾病に関わる貴重なデータを提供する。搾乳ロボットからは搾乳量に加えて、乳汁の電気伝導度やSCC、さらにDeLaval社の生乳分析器（Herd Navigator）

(図1) タブレットPC上での子牛の要約情報や哺乳履歴の閲覧



ではプロゲステロン、LDH、BHBなどが自動で収集される。プロゲステロンは発情検知や妊娠鑑定の指標になるもので、その数値を監視することでより効果的に繁殖管理を実現することができる。また、LDHは乳房炎、BHBは潜在性ケトシスの検知に有用で、疾病の早期発見による迅速な対応・処置が可能となる。1で述べたIoTが個体の体外から得られる情報と考えれば、搾乳ロボットで得られるものは体内情報であり、両者を組み合わせAIの解析結果で得られるアドバイスを活用することで、発情・疾病検知のさらなる高精度化を実現することが可能となる。

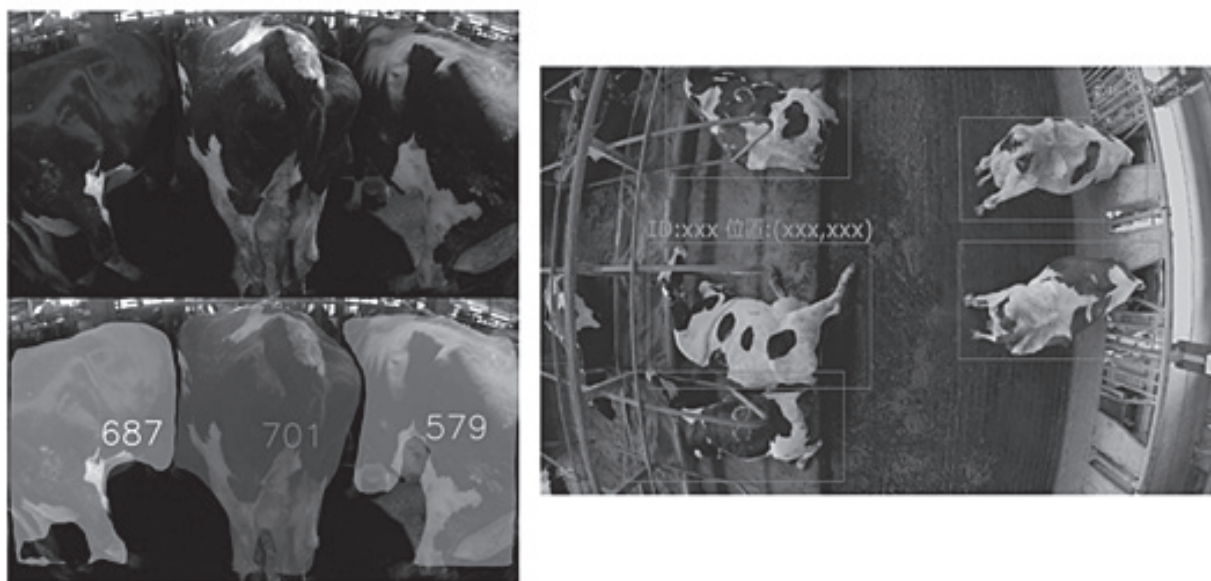
一方、哺乳ロボットはケージ飼いと群飼いに分けられる。ケージ飼いは個別に哺乳量と哺乳速度を自動計測する。哺乳量の上限は1回あたりと1日あたりに対してそれぞれ設定され、1日の哺乳回数(最大8回)も設定可能である。こうした設定は1日単位でプログラムすることができ、哺乳量を徐々に増やしていき、途中で安定させ、最後は徐々に減らすプログラムが典型例として提供されてい

る。計測されたデータはクラウドに送られ、スマホに表示される。図1の右側にあるグラフは1日単位で回数ごとに色分けして哺乳量をグラフ表示したものである。このような情報は、たとえば子牛出荷時にQRコードを付けて関係者に示すことが可能で、子牛のこれまでの発育状況を確認するのに有効である。

群飼い対応のものとしては、Calf Feederによる哺乳の他に、濃厚飼料摂取量や飲水量を個体IDから個別に計測する機器が開発されている。また、水飲み場の後方30cm程度が体重計になっており、手間をかけることなく体重の推移を把握することができる。これらのデータもクラウドに送られ、濃厚飼料と飲水量の推移を見比べることで、濃厚飼料への餌付けがうまくいっているかや、疾病等を示唆する異常が見られるか確認することができる。たとえば、肺炎等の場合飲水量は減少し、下痢の場合は飲水量が増えるなどの徴候がわかる。

搾乳・哺乳ロボットは労働力軽減だけが注目されがちであるが、自動でリアルタイムに

(図2) ディープラーニングによる画像からの個体識別



左側はスマホからの画像（上）に対して、個体識別したもの（下）。右側は天井からのカメラ画像で個体識別したもの。

飼養管理にまつわるデータを取得できるため、これを活用しない手はない。PCやスマホといった情報機器を積極的に活用し、データの見方やさらに一步進んだ解析を学び、そうした情報を農業従事者同士で共有していく姿勢が重要と思われる。このあたりは、海外での運用事例が参考になろう（資料1、2、3）。

#### 4. 画像・映像によるスマート化の加速

画像・映像解析はAIが最も本領を発揮する対象であり、自動運転を始め、様々な分野で試行されている。

畜産への応用はこれからといえるが、人による行動観察にとって代わるものとしてカメラによる常時監視が挙げられる。たとえば、広範囲に監視可能なパンチルトズームカメラによる個体識別、移動軌跡、活動量、乗駕行動検知、BCSなどは現状のAIでも十分実現可能などころまで来ている。また、機械学習によるセマンティックセグメンテーションと呼ばれる技術を利用すると、個体が複数映っ

ていても個体領域ごとに識別することが可能である。図2はこうした技術の一例を示したものである。

さらに、サーモカメラによる熱画像の解析で破水等の分娩徴候を捉えることも可能で、活動量計と組み合わせて分娩時期を予測する試みも行われている。また、動物の関節等に着目し、その質点の位置がどのように変化しているか追跡しポーズを推定するシステムDeepLabCutが公開されており、これを使うと跛行を発見して、蹄病の早期発見につながる。

画像解析は拡張現実技術と組み合わせるとさらに威力を発揮する。NEDAP社はスマートグラス（ウェアラブルカメラとディスプレイがついた眼鏡）を使って、目の前にいる個体を識別し、データベースにある個体情報を眼鏡上のディスプレイに表示する。これにより、現場でハンズフリーの状態で見ることができ、その場での判断や遠隔にいる獣医師等との対話による処置が可能になる。最近注目を集めているローカル5Gはこのような利用を加速させるものと期待される。

## 5. 環境・動物福祉問題を考慮した持続可能性に向けて

EuroTier2021では省力化のような技術開発だけでなく、畜産における動物福祉が社会的に受け入れられているかが課題であることが指摘されたが、まさに畜産業の長期的な発展と持続可能性のために環境問題と動物福祉問題を同時に解決することが極めて重要である。動物福祉と持続可能性に対する高い要求は、畜産物製造業者や農家にとって大きな課題だが早期に対策できればチャンスでもある。EuroTier2021でイノベーションアワード金賞を受賞したCowToiletはこのような目標に沿ったもので、乳牛の自発的な排尿により、尿を糞から分離して回収するシステムである。化学肥料の代替として尿を活用することにより、農業の持続可能性に対する新たな一歩となると考えられる。EuroTier2021およびCowToiletの詳細は資料4に記載されている。

## 6. おわりに

搾乳・哺乳ロボットはほとんどが海外製であり、日本におけるこの分野の遅れは否めない。一方、AI・IoTの開発競争はこれからの感があり、今後国際競争力のある製品が登場するものと期待される。一方で、農業従事者による先進技術の活用や大学研究機関・畜産団体との連携も重要である。ヨーロッパでは関係各所から上がってくるデータを連携する体制が確立されており、農家へのアドバイスやサービスを展開している。こうした支援体制が畜産新技術の発展・普及を促進させていくものと考えられる。

### <資料>

- 1 ドイツ、デンマークにおけるAI、IoT等活用畜産先進モデル調査結果報告セミナー資料、公益社団法人 畜産技術協会、平成31年2月28日。
- 2 イスラエル・セルビア共和国、スウェーデンのAI、IoT等活用畜産先進モデル調査結果報告セミナー資料、公益社団法人 畜産技術協会、令和2年3月3日。
- 3 スマート畜産調査普及事業、事業報告書、一般社団法人 全日本畜産経営者協会、令和2年3月。
- 4 スマート畜産海外先進モデル調査事業、令和2年度報告書、公益社団法人 畜産技術協会、令和3年度3月26日。
- 5 スマート酪農機器導入ガイド、監修 池口 厚男、DAIRYMAN 臨時増刊号、令和3年5月1日。

