

ICT を活用した放牧牛の情報収集システム

農研機構 畜産研究部門

喜田 環樹

はじめに

近年、様々な産業分野で、センサデバイスの情報を収集し情報を統合する ICT（Information and Communication Technology）の活用や、インターネット等を経由してセンサデバイスのデータを通信する IoT（Internet of Things）、IoE（Internet of Everything）の技術開発が進み、従来はコスト的・技術的に導入が困難だった農業分野においても、多くの取り組みが報告されている（産業開発機構 2016）。

畜産分野でも ICT 技術について様々な取り組みがなされ、特に酪農分野は取り組みが進んでいる。乳牛では、首や足に装着された個体識別装置と、搾乳機や給飼機等の牛舎施設機器とが連動し、飼養管理データベースにより乳量や個体管理情報等が「見える化」され、農家はその情報をもとに乳牛の管理を行うことが一般化している。また肉用牛では、牛に取り付けた活動量や体温センサから得られた情報を無線通信し、牛の行動パターン変化やセンサによる体温情報等から、発情や分娩兆候を発見する手法が普及してきている。

一方、放牧での ICT 技術の取り組みはまだ普及していない。しかしながら、安定した乳肉牛生産には、低コストでの子牛生産・育成を支援する技術開発が不可欠であり、放牧においても従来は経験と勘に頼っていた草地管理や使用管理を、ICT や IoT の導入により「見える化」し、放牧牛の発育や発情等の生体情報管理をすすめ、畜産農家が放牧飼養のメリットを享受できる技術体系を開発することは重要と考えられる。

本発表では、ICT 技術を用いた放牧牛用の情報収集システムについて述べる。

1. 家畜飼養管理における ICT 技術

家畜飼養管理における ICT 技術は、①個体識別技術、②個体識別手法を核とした飼養管理技術へと進み、③個体識別装置にセンサ情報を付記して ICT 化する技術へと発展してきている。

1) 個体識別技術

動物の飼養管理において、個体識別は重要である。家畜では首輪、足輪、耳標識等による個体識別が行われている。2001 年に発生した BSE 対策として、現在牛では耳標による全頭管理が実施されており、耳標に記載されている番号（10 桁の数字）とバーコードによる管理およびトレーサビリティが実施されている。耳標に用いられるバーコードは安価なで広く普及している手法であるが、読み取りは専用リーダーをバーコードに近づけて読み取る必要があり、自動化は困難である。

自動的に個体識別可能な手法として、1980年代から無線 IC タグが普及している。当初無線 IC タグは、電池を持たずに、アンテナからの電波をうけて、その電波を電流に変え駆動し電波を返信するパッシブ型であった。パッシブ型タグはアンテナとの通信距離は数cm程度と短い。しかしながら、アンテナから電波を発信し続けることで、アンテナ通信圏内の複数の無線 IC タグの情報を自動で読み出し可能である。その後、無線 IC タグに電池を内蔵し、返信電波を強化してアンテナとの通信距離が長いセミパッシブ型が開発された。さらに、無線 IC タグから定期的に電波をアンテナにむけて送信するアクティブ型の無線 IC タグが開発され普及している（表 1）。アクティブ型では、万歩計等のセンサを内蔵し、センサ情報を付記して送信する ICT 化が図られ、近年は加速度センサ等を内蔵する製品も各社より販売されている。

表 1. ID タグ、無線 IC タグとの比較

	読み書き	電池有無	通信距離	通信タイミング	畜産での利用
IDタグ					
バーコード	読み出しのみ	-	50cm程度	リーダーから	共通耳標
QRコード（2次元バーコード）	読み出しのみ	-	50cm程度	リーダーから	
無線ICタグ（RFID方式）					
パッシブ型	読み出しのみ	無	2 m程度	アンテナから	乳牛用IDタグ
セミパッシブ型	読み書き	有	10m程度	アンテナから	乳牛用IDタグ
アクティブ型	読み書き	有	10～100m程度	タグから	乳牛用IDタグ 発情検出装置

2) 酪農における ICT 技術

搾乳牛では首や足に個体識別タグが装着され、個体識別タグの読み取りアンテナは、搾乳室や配合飼料飼槽等に設置され、搾乳・採食時に個体情報を収集する。専用管理ソフトは、牛個体の乳量、発情検出、繁殖カレンダー機能等多くの機能を有し、膨大な牛の生体情報を自動収集する飼養管理データベースとなっている。また個体識別タグによる飼養管理手法は、搾乳施設での利用のみならず、配合飼料給飼機等の牛舎施設機器の運用や、搾乳ロボットの自動制御にも応用されている。

搾乳牛用の個体識別タグは3万円/個程度である。個体識別タグは樹脂ケース等に密閉され耐水性・耐衝撃性をもつ。電池内蔵のものでは数年駆動できるものが多い。しかしながら、メーカーにより仕様が異なり、互換性がないため、個体識別タグや通信プロトコルの共通化・オープン化は進んでいないのが実情である。



a) 搾乳牛用パッシブ型無線ICタグ



b) 搾乳牛の首輪に装着している様子



c) 無線ICタグの読み取りアンテナ
(搾乳ロボット搾乳室)



d) 無線ICタグの読み取りソフトウェア
(搾乳ロボットの制御プログラム)

図 1. 酪農用牛個体管理システムの事例

3) 肉用牛における ICT 技術

肉用牛では搾乳牛と異なり、牛舎施設機械が少ないことから、酪農のような個体識別用の無線ICタグは普及していない。しかし繁殖農家にとって、発情管理と分娩管理は重要であり、発情検出機（歩数記録方式、乗駕行動検出式（福重ら 2015））や分娩検出機（腔温計測方式、ライブカメラ方式）といった機器が普及してきている。

これらの牛にとりつけるデバイス（歩行数や乗駕検出スイッチ）は種付け期間や、分娩間近の牛に取り付け、その情報は牛舎内に設置された受信機に無線通信される。その発情や分娩検出デバイスは、各種センサと通信機能を一体化され、電池を内蔵するアクティブ型で、通信距離は 50m～100m 程度である。牛デバイスから収集したデータは、パソコン等で解析され、必要に応じて携帯端末等に通知される仕組みとなっている。農家は牛舎にいらなくても、牛の発情や分娩の情報・状況を知ることができる。

酪農施設用 ICT デバイスと同様、現時点では各社デバイスおよびデータの通信手法はメーカーにより異なり、共通規格化は進んでいない。

4) 他の動物用 ICT 技術

ペット用途では、個体識別用の無線 IC タグとして、皮下埋設式のマイクロチップが普及している。マイクロチップは生体適合ガラス内に無線 IC タグが密閉されており、専用リーダーにより情報を読み取り可能である。この皮下埋設式マイクロチップと専用リーダーとの読み取り距離は 5 cm 程度と短い。加えて日本では食肉への混入防止を避けるため、家畜でのマイクロチップ利用は行われていないことから、放牧へ利用は困難である。

他に野生動物の行動観察用のビーコンタイプの位置計測首輪が市販化されている。ビーコンの通信距離は最大 2 km 程で、専用受信アンテナを用いることで位置推定が可能である。一部では、ビーコンタグと、GPS を組み合わせて、対象動物の位置検出が可能なものもある。

また鳥や昆虫等の小動物に体表面に取り付け可能な非常に小型のセンサデバイスも開発されている。これらデバイスは基本的にはデータロガーで、データの回収はデバイスの回収時に行われる。一部では無線通信機能も実装されつつあり、家畜行動分野への適用も期待される。

5) 新たな牛用 IoT 機器

近年、上記の酪農機器メーカー等による専用デバイス以外に、新たな牛用 IoT 機器が開発されつつある。免許なしで屋外利用可能な無線通信規格（技術基準適合証明）を取得し、長距離通信可能で、データ通信費なしに利用できる無線 IC タグが開発されている。特に周波数帯 2.4GHz 帯で ZigBee (Xbee) 規格や BLE (Bluetooth Low Energy) 規格の畜産分野での利用が期待されている（図 2）。

ZigBee は、比較的長距離でデータ通信が可能で、中継局機能を有することから屋外での通信ネットワーク構築が容易である。BLE はスマートフォンに実装され広く普及しており、小型で低消費電力である。BLE を通信距離 10~30m 程度であるが、BLE を用いれば、専用のデータ受信システムを用いることなく、汎用のデバイスで安価に IoT 機器が構成できる。

また動物の行動を記録する手法として、3 軸加速度センサ値を用いた解析手法が報告されており、牛の場合では 3 軸加速度センサのログデータから採食・反芻・休息等の行動識別が可能と報告されている（渡辺ら 2013）。

その中 2016 年から、BLE の技術を核とし、汎用部品（マイコン、3 軸加速度センサ、バッテリー等）を組み合わせ、オープンプラットフォームで構築する安価な牛モニタリングデバイスと、そのデータを元にクラウドサーバー（AWS、Azure 等）を用いて牛の行動（採食、反芻、休憩）行動や活動量を解析して、飼養牛の健康状態や発情検出を行い、農家へパソコンやタブレット情報提供するシステムが市販化され、酪農家・繁殖農家で急速に普及しつつある（FarmNote 社、デザネス社）。これらの新デバイスは、将来的には牛舎施設機器と連動し、様々な場面でのデータ利用が容易になると考えられる。

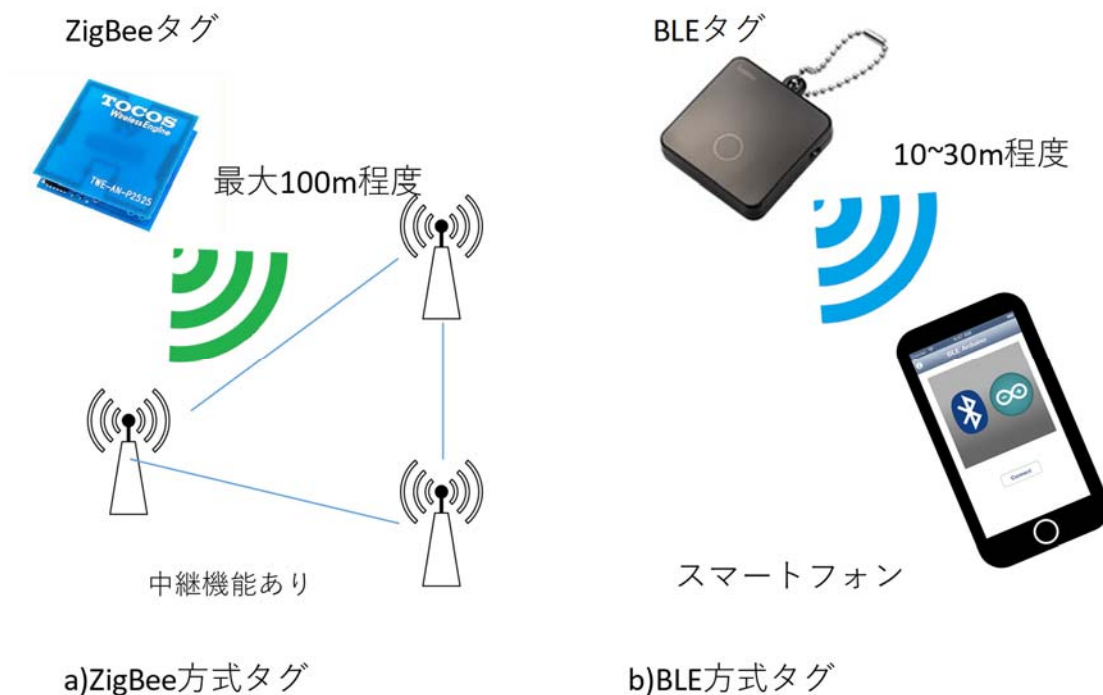


図 2. 無線 IC タグの事例

6) 放牧への ICT 技術の適用

放牧での ICT 技術の適用場面としては、従来管理者が行っていた家畜管理や草地管理の作業をその場になくても可能となるモニタリング手法や、見える化が想定される。そのための技術要素として、牛位置を検出し、脱柵等の安否確認や、牛の発情や分娩兆候の検出、飲水施設や電気牧柵の状況のモニタリング等があげられる。

既に牛舎用に開発されたセンサデバイスによるモニタリング手法や ICT 技術は放牧牛に対しても有用と考えられる。しかしながら、現状の機器を放牧地で利用した場合、センサデバイスと受信機間の距離が長く、結果データ欠落が生じることが報告されている（後藤ら 2010）。たとえば牛にとりつける無線 IC タグの通信距離は最大 100m 程度で、BLE の場合は 30m 程度である。現状の機器をそのまま放牧で利用する場合、多数のアンテナ局を放牧地に設置する必要があり実用的ではないと考えられる。また放牧地の場合電源設備がないことや携帯電話網が利用出来ない場合も多いことから、受信機側の電源確保、受信機からデータをサーバー等へ通信する手法が課題と考えられる。

そのような通信距離面での課題解決には、サブ GHz 帯（920MHz 帯）を使用する LoRa、Wi-Sun 等の導入が期待される。これらの通信規格は、データ転送量と通信速度に制約があるものの、省電力で長距離（数 km）通信可能なため、ガス・電気メータ等の管理手法として普及しつつある。放牧地のように広大で電源確保が困難な場所での無線通信環境の構築への適用が期待される（図 3）。

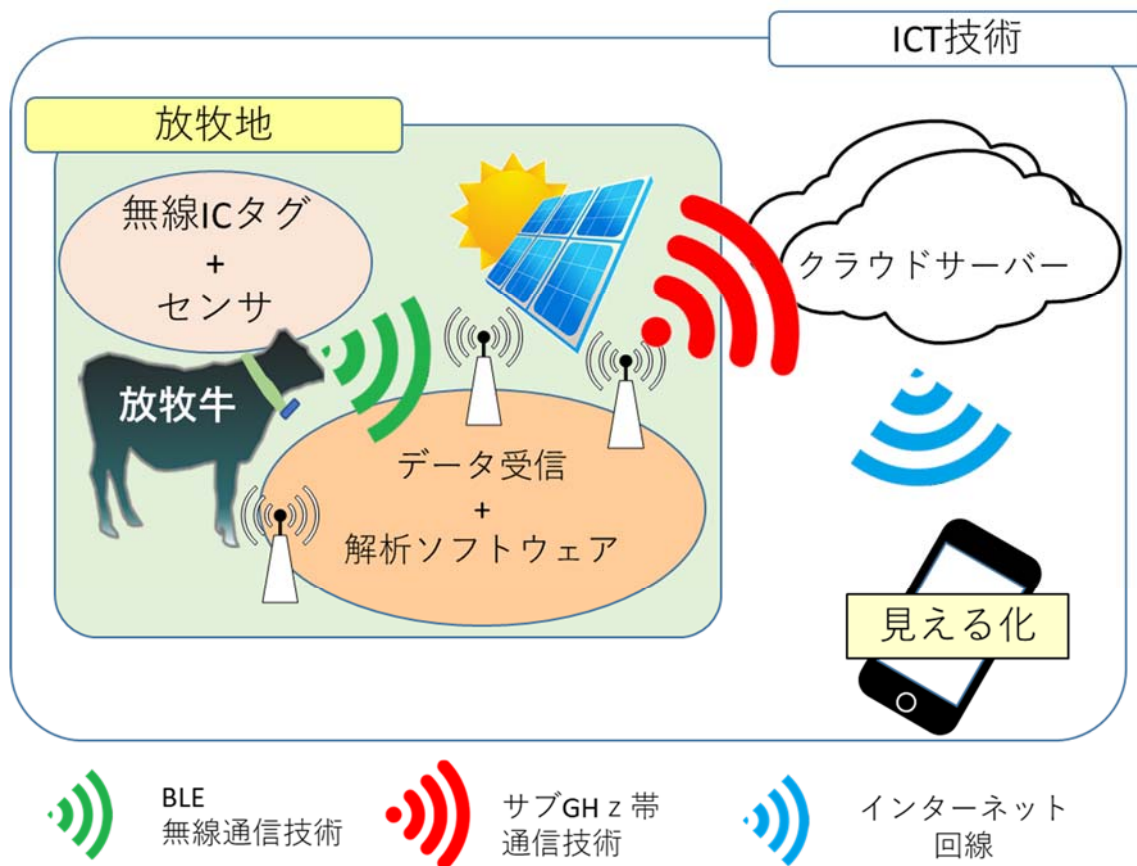


図 3. 放牧での ICT 技術利用イメージ

2.放牧における ICT 技術の展望と課題

以上、現状では放牧用 ICT 技術はまだ普及段階にいたっていない。しかしながら、IoT 機器や ICT 技術の進歩により、機器の製造コストや開発コストは安価となってきており、導入へのハードルは下がってきている。

また IoT 機器は省電力化が進んでいるが、無線通信するためには電力が必要で、バッテリーの大容量化が望まれる。また IoT 機器は多様なデータを取り扱えるが、例えば行動量の指標となる加速度データの場合、その容量は非常に大きくなる（1 秒間隔では 86,400 点/日・頭）ため、長期にわたる運用・評価では、ビッグデータの解析手法の開発が必要と考えられる。将来的な課題としては、IoT 機器はインターネットとリンクして利用されることから、今後様々な面においてセキュリティ確保が課題となると考えられる。

ひとつの方向性として、共通耳標の無線 IC タグ化がブレイクスルーになるのではと考えている。近い将来、現在のバーコードによる共通耳標の電子化が進めば、耳標はインフラとしての IoT 機器となりえる。その際には、牛舎飼養にとどまらず、市場での取引、放牧を含めて飼養管理の ICT 化が共通規格で進み、より一般的なものとなることが期待される。

本発表の一部は、生研センター革新的技術緊急展開事業（AI プロ）「 AI や ICT を活用した周年親子放牧による収益性の高い子牛生産技術の開発」（2017-2020）において取り組んでいるものである。

用語

ICT (*Information and Communication Technology*) : 情報通信技術

IoT (*Internet of Things*) : モノのインターネット通信技術

IoE (*Internet of Everything*) : IoT とほぼ同義

IoT 機器 : インターネットにつながるセンサ付き無線 IC タグ (造語)

RFID (*Radio Frequency Identification*) : 無線 IC タグ

技術基準適合証明 : 電波法令の適合証明をうけた小規模な無線局 略称 : 技適

参考文献

福重直輝・伊賀浩輔・志水学 (2015) ICT・複数のセンサを使用し牛の発情を示す乗駕許
容行動を判別するシステム, 農研機構成果情報

<http://www.naro.affrc.go.jp/org/tarc/seika/jyouhou/H27/chikusan/H27chikusan006.html>

後藤裕司・玉井光成・鈴木徳彦・池田哲也 (2010) 放牧地における膣内温度計測システム
を利用した肉用牛の発情発見, 日草誌 56 (別) : 30.

産業開発機構編集 (2016) スマート農業バイブル

渡辺也恭・坂上清一・川村健介・吉利怜奈 (2013) 加速度計測に基づく活動量計を用いた
放牧牛の採食行動の識別, 日草誌 53(3):226-230

本誌より転載・複製する場合は農研機構畜産研究部門の許可を得てください。

畜産研究部門 平 29 - 4 資料

放牧活用型畜産に関する情報交換会 2017

編集・発行 農研機構（国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構）

畜産研究部門 草地利用研究領域 山本嘉人・井出保行・中尾誠司

電話：0287-36-0111(代) FAX：0287-36-6629

〒329-2793 栃木県那須塩原市千本松 768

発行日 平成 29 年 11 月 6 日

印刷 近代工房

〒324-0036 栃木県大田原市下石上 1603