

農業農村情報通信環境整備準備会

第2回オンラインセミナー

ローカル5Gを活用したフリーストール牛舎での個体管理効率化

2024年1月18日

株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所

社会システムデザインユニット シニアコンサルタント 青島 瑞季

本日はご紹介する内容

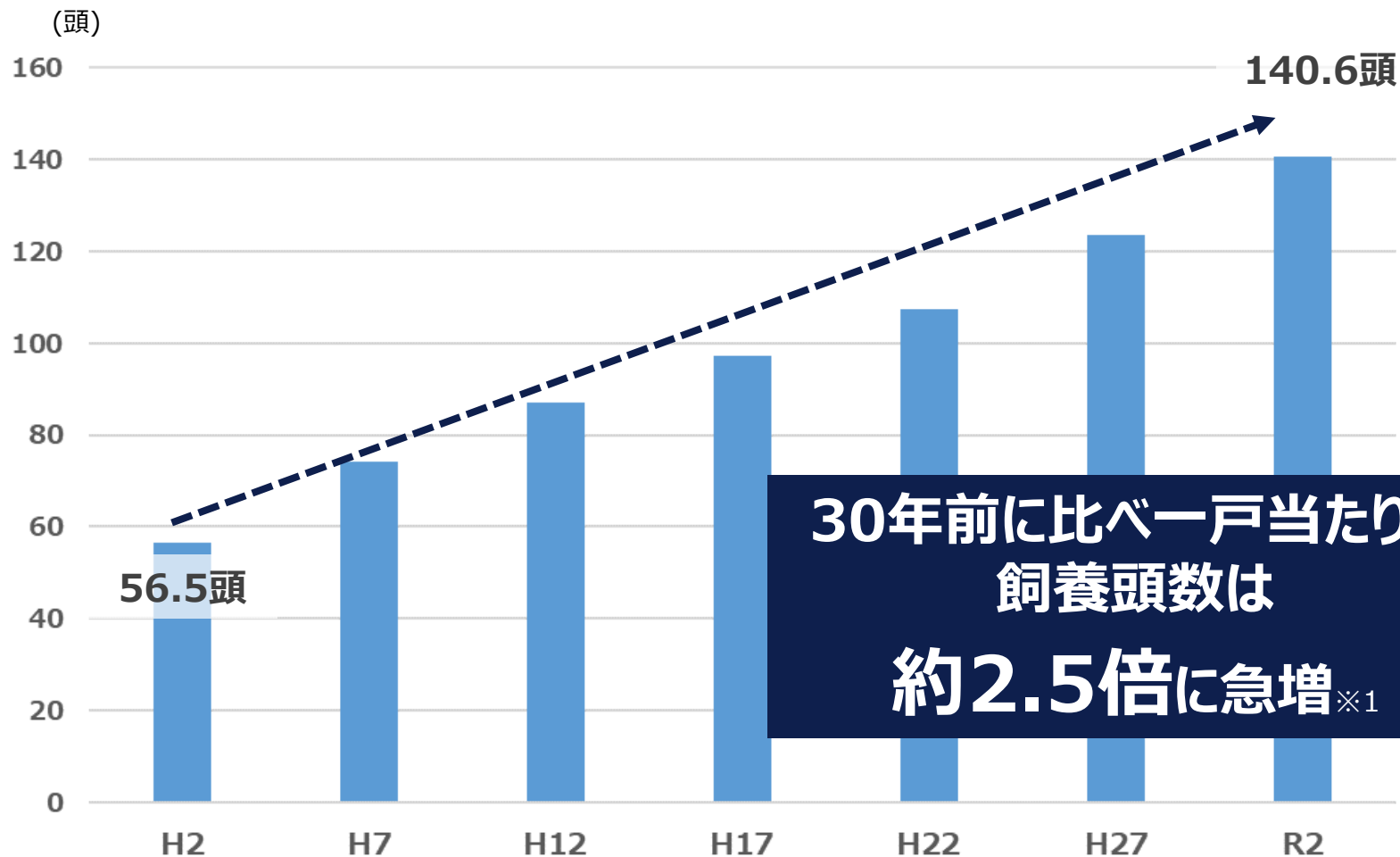
1. 実証の背景と概要
2. 跛行検知ソリューションについて
3. 個体識別ソリューションについて
4. 遠隔相談・診療について
5. 大規模農業におけるローカル5G活用の現在地と課題

01

実証の背景と概要

北海道の酪農・畜産市場の動向

北海道の酪農・畜産における一戸当たりの飼育頭数は過去30年間で**約2.5倍**に増加しており、**酪農の大規模化**が進み続けている



※1 令和3年1月 北海道農政部生産振興局畜産振興課「北海道の酪農・畜産をめぐる情勢」より

生産体制別の状況分析

搾乳や給餌の円滑化の面で大規模生産には**フリーストール牛舎**が繋ぎ飼いやより適している一方、群管理となるため繋ぎ飼いのような**個体管理が困難**になるという課題もある

飼養形態	家族経営体		フリーストール		組織経営体	備考
	放牧主体	繋ぎ飼いや		うち搾乳ロボット	組織経営体	
	 (5月～10月)					
1戸(経営体)当たり 経産牛飼養頭数(※)	～約80頭/戸	～約80頭/戸 搾乳ユニット自動搬送装置や自動給餌機等により100頭程度まで可能	約100頭/戸～	約60～120頭/戸 一台で約60頭の搾乳可能 台数増により多頭飼育も可	約250頭/戸～	
1頭当たり平均乳量(※)	6,000～8,000kg/年	8,000kg/年	9,000～10,000kg/年	9,500～10,000kg/年	9,000kg～/年	・経営体間の差異が大きい ・道内平均:8,568kg/頭 (H30年度)
飼養形態割合	5～10%	60%程度	30%程度	5～6%	5～6%	生乳出荷戸数計5,311戸 (R2.2.1)
メリット	・牛が自ら採食するため、飼養管理、飼料生産の省力化 ・購入飼料費の削減などによる低コスト生産が可能	・飼料給与や繁殖確認等の個体管理が容易 ・牛1頭当たりの施設面積が小さくて済む	・搾乳や給餌の労力が減少、牛のストレスも軽減 ・発情行動がわかりやすくなる	・搾乳作業の実働が極めて少なくなり、労働時間が短縮 ・搾乳回数(3回/日程度)により、乳量が増加	・出役日や勤務時間の調整により、休日取得や労働時間の短縮が可能	
デメリット	・1頭当たりの乳量が他の飼養形態と比較して少なくなる可能性。 ・搾乳施設の周辺に、整備された放牧地が	・人が動くことが必要であり、搾	・設備投資額が大きくなる	・設備投資額が大きくなる	・設備投資額が極めて大 ・経営主による労務管理能力の向上が必須	

繋ぎ飼いやのような個体管理が困難(群管理)

※ 1 令和3年1月 北海道農政部生産振興局畜産振興課「北海道の酪農・畜産をめぐる情勢」より

フリーストール牛舎での課題解決に向けたソリューション

ローカル5Gを活用した異常発見作業および個体・居場所の特定作業の省力化、遠隔相談による獣医師の往来時間の削減等により、フリーストール牛舎の課題解決を目指す

フリーストール牛舎の課題と対応策

課題	対応策
①異常の発見には一頭ずつの診察が必要	①異常発見作業の省力化
②牛を探す作業負担が大きい	②個体・居場所の特定作業の省力化
③獣医師などにきてもらうのに時間がかかる	③遠隔相談により往来時間を削減

ローカル5Gを利用した解決方法

実証内容

①3Dカメラ・4Kカメラによる跛行検知



②カメラによる個体識別・位置検索



③高精細な映像による遠隔相談・指導



実証事業でのソリューション実現に向けた取り組み

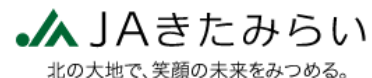
令和3年度の総務省「課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証」・農林水産省「スマート農業実証プロジェクト（ローカル5G）」事業に採択。

産学官連携の体制（コンソーシアム）でソリューション実現に向けて実証を行った。



NTT DATA

株式会社NTTデータ 経営研究所



02

跛行検知ソリューションの概要

跛行検知ソリューションの概要

蹄病の予兆である跛行をカメラを用いて検知することで効率的な健康管理を行う

■生産者様が抱える課題

フリーストール牛舎では**牛一頭一頭**の健康把握が困難。蹄病は生乳の品質や生産効率を下げ経済的損失の要因。予防には生産者に大きな負担がかかっている



■ローカル5Gを使って今回取組むこと

3Dカメラと**4Kカメラ**を用いて撮影された画像をAIで解析、蹄病の予兆である跛行を検知

目標① 早期跛行検知率 80%以上



■目指す姿

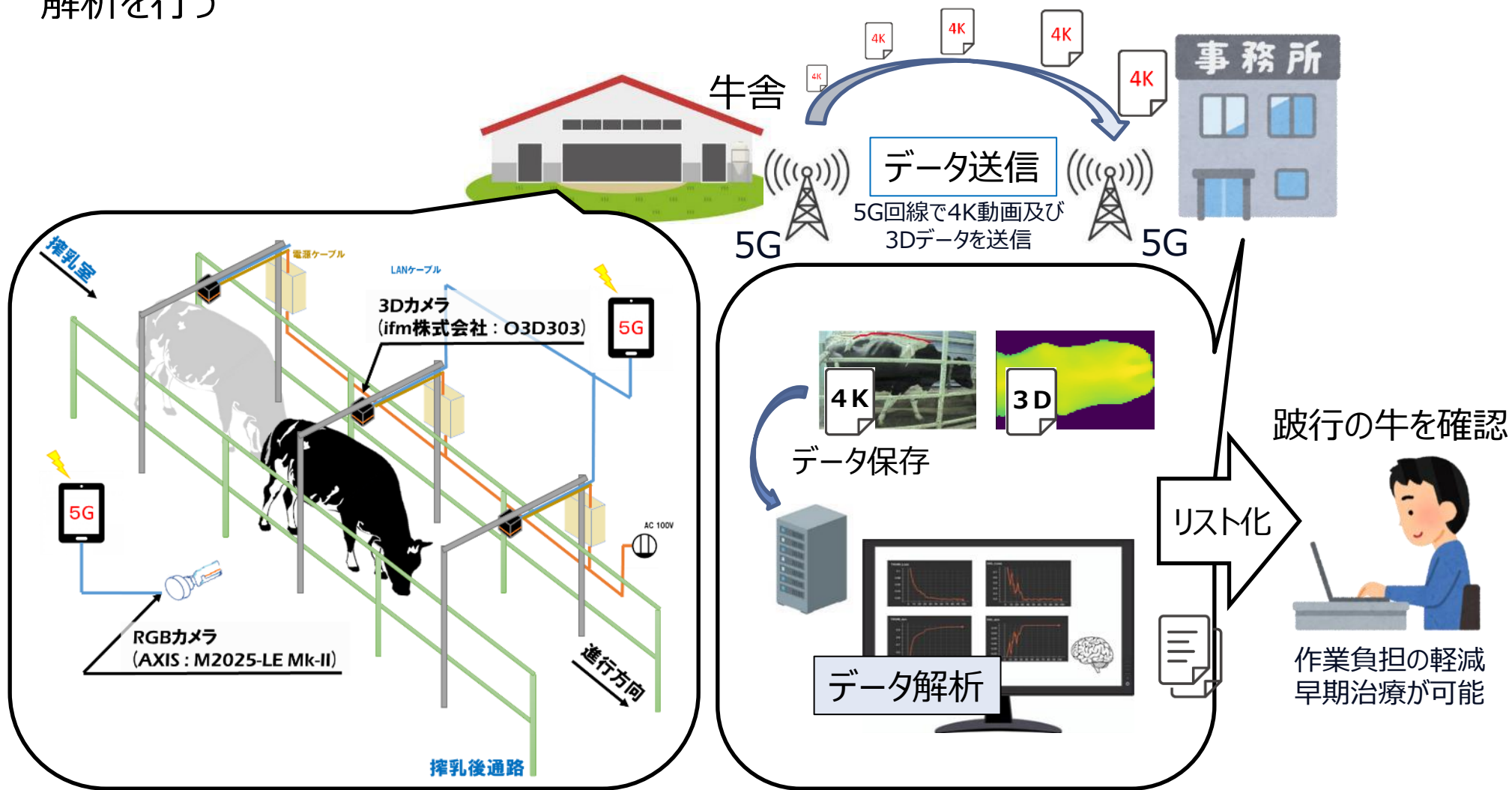
日常の作業の中で自動的に跛行を発見。牛1頭1頭の**健康管理にかかる稼働削減**、さらに蹄病の早期発見をめざす

目標②：蹄病によって発生する**乳廃棄に係る損失額を80%低減**

目標③：**獣医師費用を5.7%低減**

システム概要（跛行検知ソリューション）

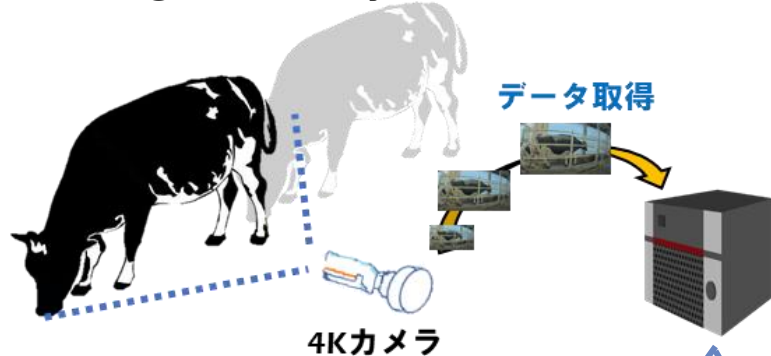
横方向の4Kカメラ、上方向の3Dカメラの二つの方法で検知したデータを事務所に転送し解析を行う



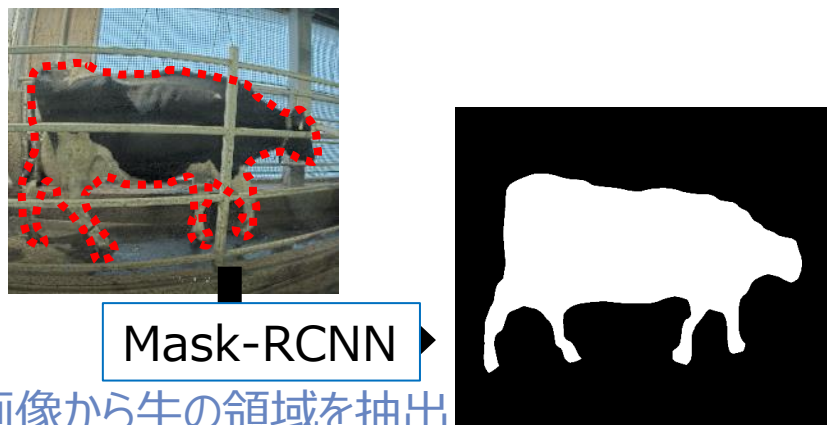
4Kカメラを用いた跛行検知のプロセス

「歩幅」「頭の位置」「体重負荷」「背筋」の4つの特徴で判断している

① 側面から撮影



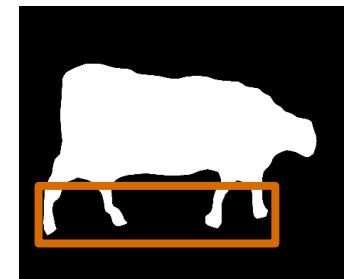
② 領域抽出



③ 特徴抽出



背中
の曲率
頭の位置



歩幅
の特徴

④ 跛行検知



跛行の
度合いを
判断

4Kカメラを用いた跛行検知結果（横方向）

システムの予測と専門家が診断した結果（スコア）を比較したところ、**高精度（94%）**で跛行を検知することに成功

17頭中16頭で結果が一致
94%の検知率を確認

跛行検知結果（4Kカメラ）

耳標番号	4043	3428	4361	4119	4066	4132	4128	4336	3868	3861	3855	3819	4142	4161	4076	4164 (M)	4164 (E)
専門家の診断	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
システムの予測	1	1	1	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
一致	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

※スコアの考え方： 跛行を健康（1）～重度の蹄病（5）で区分

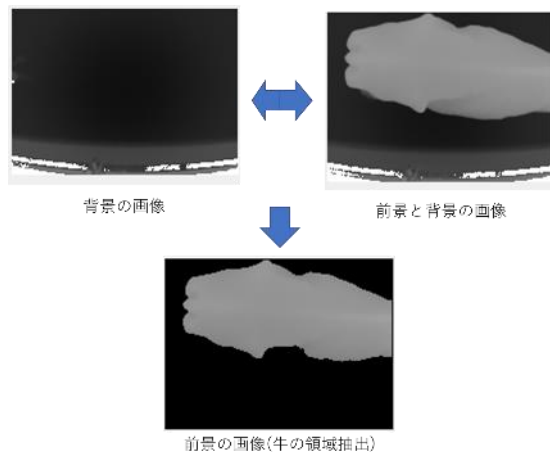
3Dカメラを用いた跛行検知のプロセス

「体重負荷」「首の傾き」の2つの特徴で判断している

① 上部から撮影

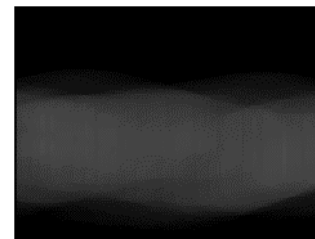


② 領域抽出



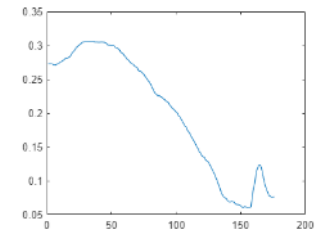
③ 特徴抽出

体重負荷

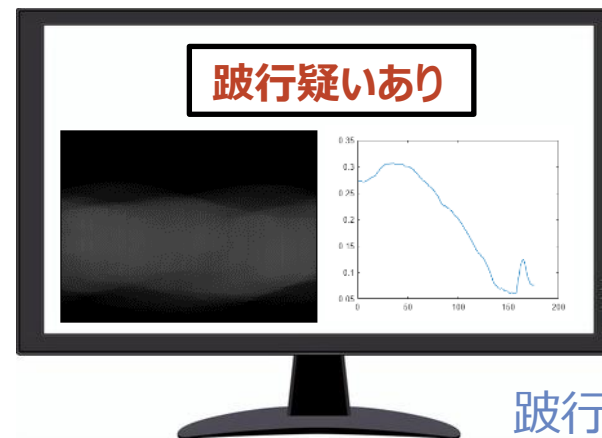


体重のかけ方に注目

首の傾き
(頭の位置・背中の曲がり)



④ 跛行検知

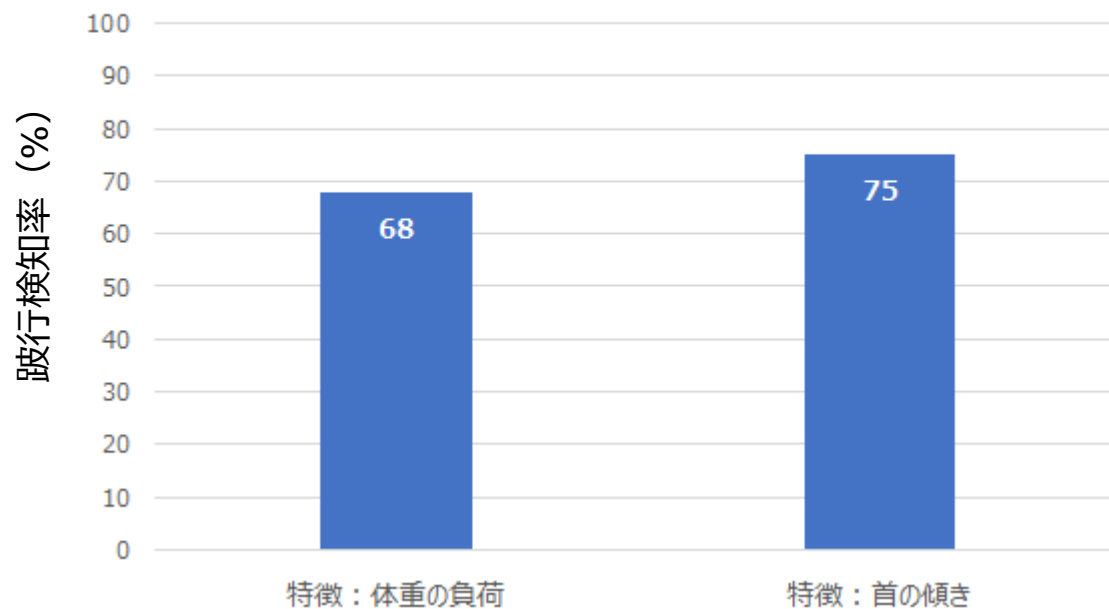


跛行の度合いを判断

3Dカメラを用いた跛行検知結果（上方向）

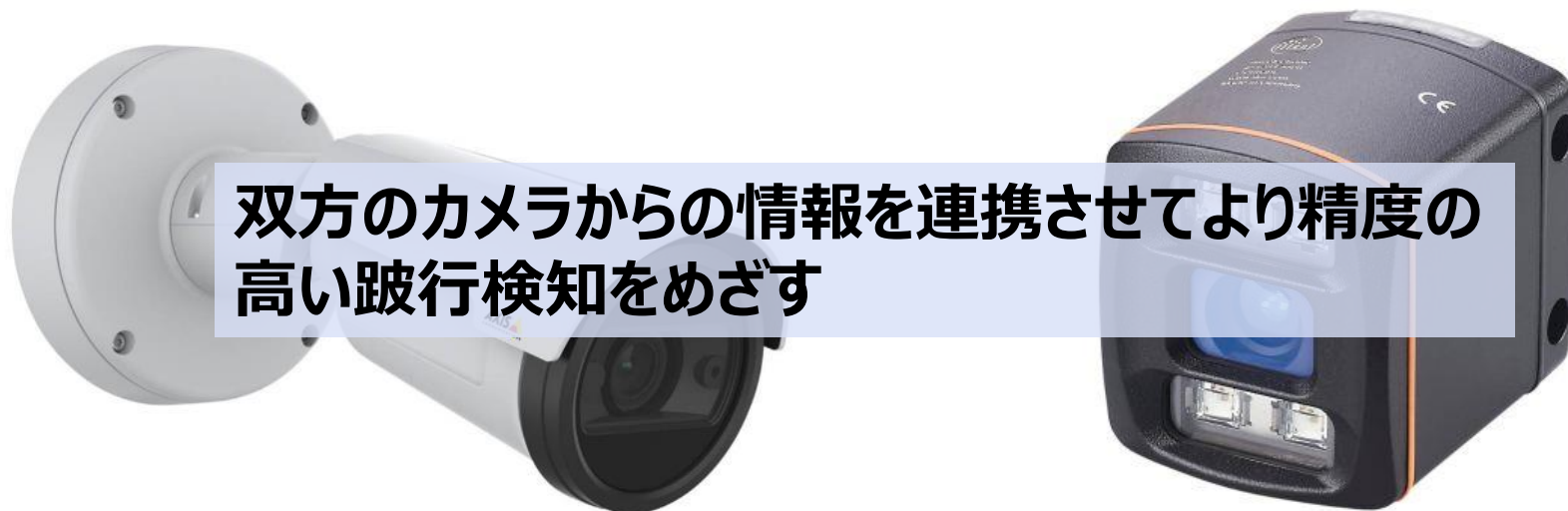
教師データが不足している等の原因により、**検知率は75%**に留まった

跛行検知率の算出結果（3Dカメラ）



跛行検知ソリューションの今後の方針

- 今後は個々のカメラ単独での跛行検知の向上をめざすとともに、2つのカメラの情報を連携させることで検知をさらに正確にしていく。



双方のカメラからの情報を連携させてより精度の高い跛行検知をめざす

4Kカメラ

3Dカメラ

03

個体識別ソリューションの概要

個体識別ソリューションの概要

牛をカメラで個体識別することによって新規就農者やヘルパーなど個体の特徴がわからない人でも効率的に特定の牛を探すことが可能にすることを目指す

■生産者様が抱える課題

フリーストール牛舎では牛が自由に動き回るため、効率的な生産ができる反面、**特定の牛を目視で見つけるのに時間がかかる（探索に要する労務費が嵩む）**



■ローカル5Gを使って今回取組むこと

パーラー出口に設置したカメラで個体識別した牛を、牛舎天井部につけたカメラでリアルタイム追跡する

目標①：位置検索率（追跡率×正解率） 60%以上



■目指す姿

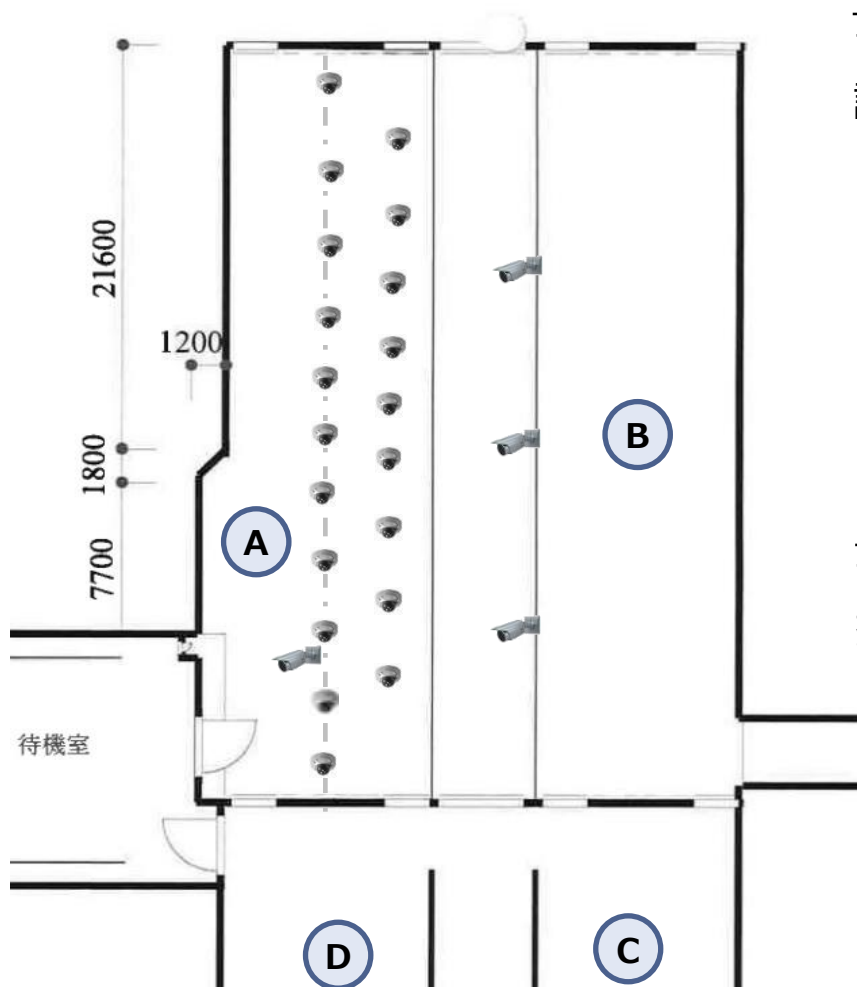
牛の特徴がわからない酪農従事者（新規就農者やヘルパー等）でもシステムを利用することで**大幅に搜索にかかる時間を短縮**

目標②：工数削減率（目視での探索時間からの低減率） 60%以上

目標③：位置探索に係る労務費削減率 52%減

実証環境（個体識別ソリューション）

4区画のうちA区画で個体識別ソリューションの実証を実施した。カメラ構成としてはパーラー出口・採食通路に識別用のカメラを5台、牛舎天井に追跡用カメラを20台設置した



■A群（メイン11台、サブ9台） ■採食通路（4台）

設置高さ：5500mm(11台)

設置高さ：6500mm(9台)

設置高さ：2000mm

撮影距離：3000mm



■パーラー出口(1台)

設置高さ：2000mm

撮影距離：5000mm



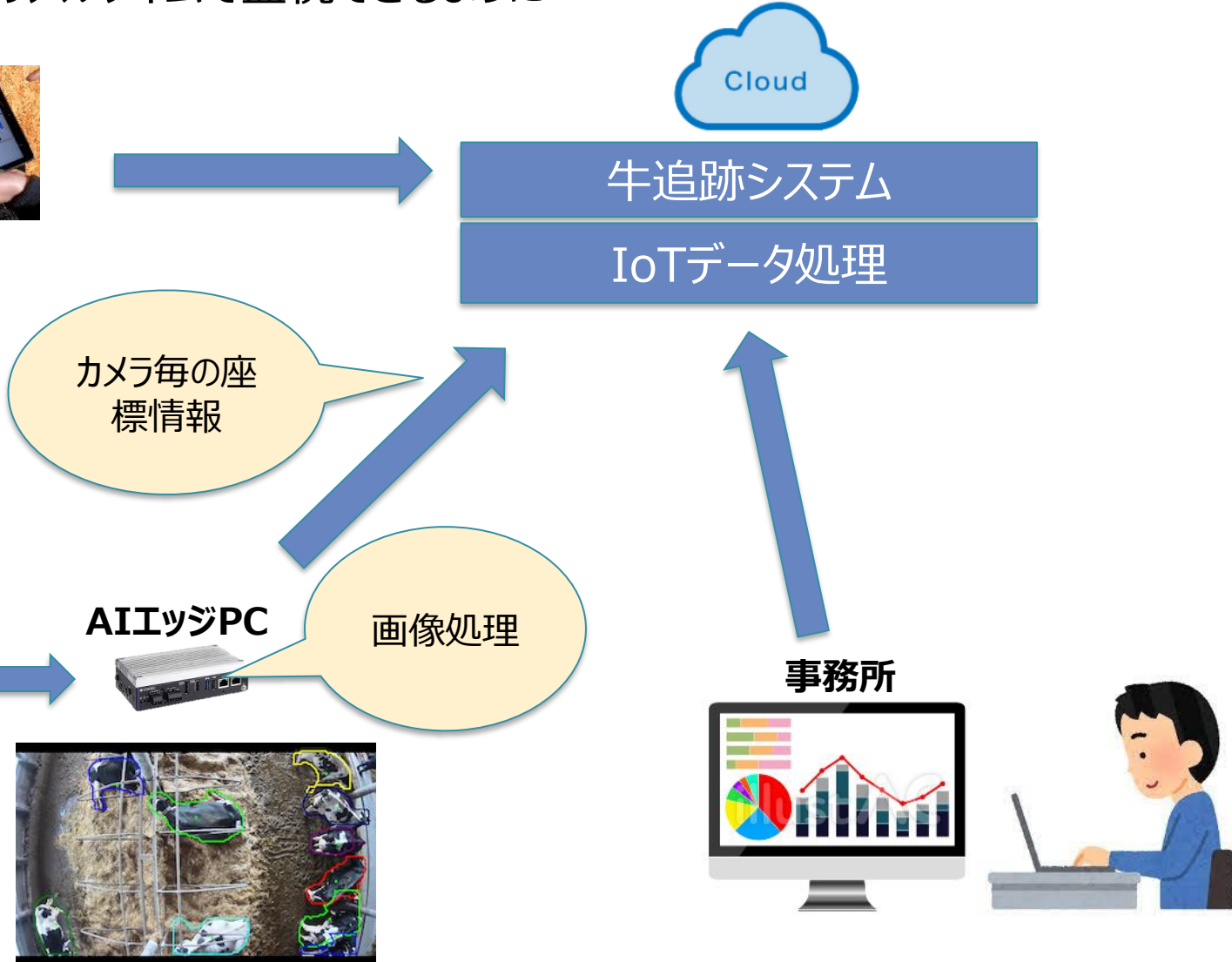
個体識別のプロセス

カメラで撮影したデータをAIエッジPCで画像を処理し座標情報をクラウドにアップロードし、モバイル端末からも状況をリアルタイムで監視できるように

牛舎



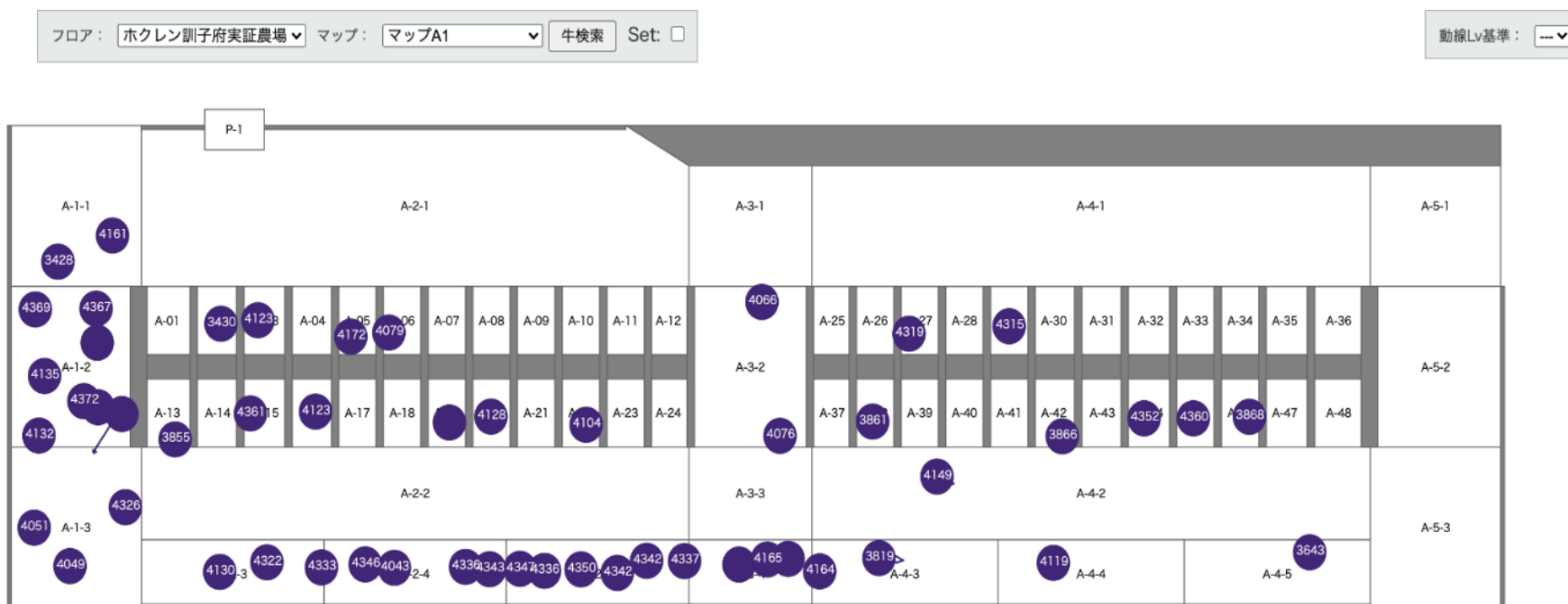
牛舎



システム概要（個体識別ソリューション）

牛に個体No.を割り振り、特定の牛を探す際にNo.を入力するだけで牛を特定できる

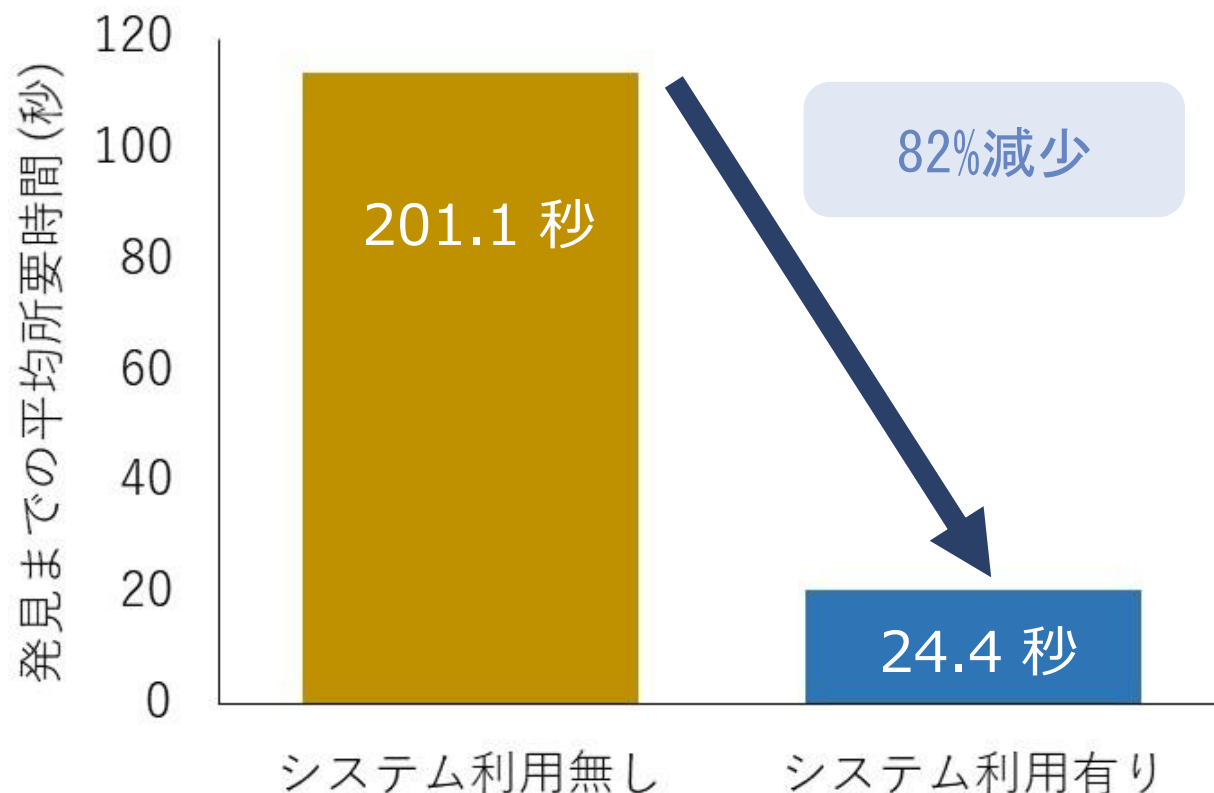
タブレットを用いた個体識別位置検索の状況



システム利用による作業時間短縮効果

乳牛の特徴を全く知らない作業者であっても、

本システムを利用すれば**特定個体を30秒以内で発見**でき、従来比82%の工数削減ができた



個体識別の今後の展望

今後は動線データのさらなる活用可能性を模索していく

動線ID	個人ID	日付	入区時刻	退区時刻	滞在時間	動線距離(m)	回遊速度(cm/秒)	停止回数	停止時間	最大停止時間	入区口
ho0160630	3643	2021/12/15	8:41:35	10:41:16	1:59:41	12.7	56.1	8	1:59:18	1:10:06	area_24
ho0160616	3855	2021/12/15	8:41:35	12:22:29	3:40:54	53.2	67	45	3:39:35	1:03:52	area_31
ho0160629	3866	2021/12/15	8:41:35	9:40:06	0:58:31	60.4	62.8	31	0:56:55	0:24:15	area_23
ho0160612	3866	2021/12/15	8:41:35	9:52:02	1:10:27	6.1	58.1	5	1:10:16	0:50:36	area_23
ho0160601	4043	2021/12/15	8:41:35	14:13:14	5:31:39	113.6	73.9	52	5:29:05	2:33:18	area_23
ho0160608	4049	2021/12/15	8:41:35	10:48:46	2:07:11	23.9	70.4	17	2:06:37	1:49:25	area_23
ho0160617	4066	2021/12/15	8:41:35	11:07:59	2:26:24	34.2	67	32	2:25:33	0:40:15	area_30
ho0160613	4076	2021/12/15	8:41:35	9:57:32	1:15:57	23.2	63	15	1:15:20	0:43:03	area_30
ho0160596	4130	2021/12/15	8:41:35	9:16:01	0:34:26	12.6	67.6	9	0:34:07	0:14:26	area_24
ho0160632	4130	2021/12/15	8:41:35	11:28:56	2:47:21	195.6	67.9	133	2:42:32	0:11:56	area_28

動線データを活用し、酪農従事者が知りたい情報（発情や疾病等）を適切なタイミングで通知し、生産性効率の向上を可能とする分析サービスの実現を目指す

ho0160633	4347	2021/12/15	8:41:35	14:13:14	5:31:39	64.7	68.9	47	5:30:05	2:17:09	area_30
ho0160640	4352	2021/12/15	8:41:35	14:13:14	5:31:39	115.1	73	86	5:29:01	2:14:50	area_31
ho0160670	4165	2021/12/15	8:44:42	12:27:15	3:42:33	135.3	65.3	67	3:39:06	1:54:39	area_28
ho0160720	4043	2021/12/15	8:53:03	9:24:00	0:30:58	83.1	53	51	0:28:21	0:04:03	area_24
ho0160737	3430	2021/12/15	8:57:28	9:45:28	0:48:00	0.1	0	1	0:48:00	0:48:00	area_31
ho0160744	4350	2021/12/15	8:58:43	9:49:01	0:50:18	1.1	34	1	0:50:15	0:50:15	area_23
ho0160755	4352	2021/12/15	9:01:04	10:41:07	1:40:02	112.6	65.9	65	1:37:12	0:09:34	area_31
ho0160767	4132	2021/12/15	9:02:02	9:15:05	0:13:04	5.6	55.4	7	0:12:54	0:04:42	area_31
ho0160776	4343	2021/12/15	9:02:27	9:31:40	0:29:13	56	60	21	0:27:39	0:05:40	area_23
ho0160785	4164	2021/12/15	9:02:53	9:14:50	0:11:57	10.6	70	9	0:11:42	0:04:58	area_27
ho0160791	4128	2021/12/15	9:03:56	10:30:32	1:26:36	0.4	66	1	1:26:35	1:26:35	area_24

04

遠隔相談・診療の概要

遠隔相談・診療ソリューション

畜産コンサルタントに各種データを提供し、遠隔での技術指導・相談環境を構築。生産性の向上を実現

■ 生産者様が抱える課題

生産性の維持には「**牛の健康**」が重要
しかし、指導ができる畜産コンサルタントが頻繁に生産者を訪問するのは困難（人出不足、移動時間の確保難等、）



■ ローカル5Gを使って今回取組むこと

4Kカメラと**スマートグラス**を用いて畜産コンサルタントへ高精細な映像や音声通信、病歴などの乳牛の個体データを提供

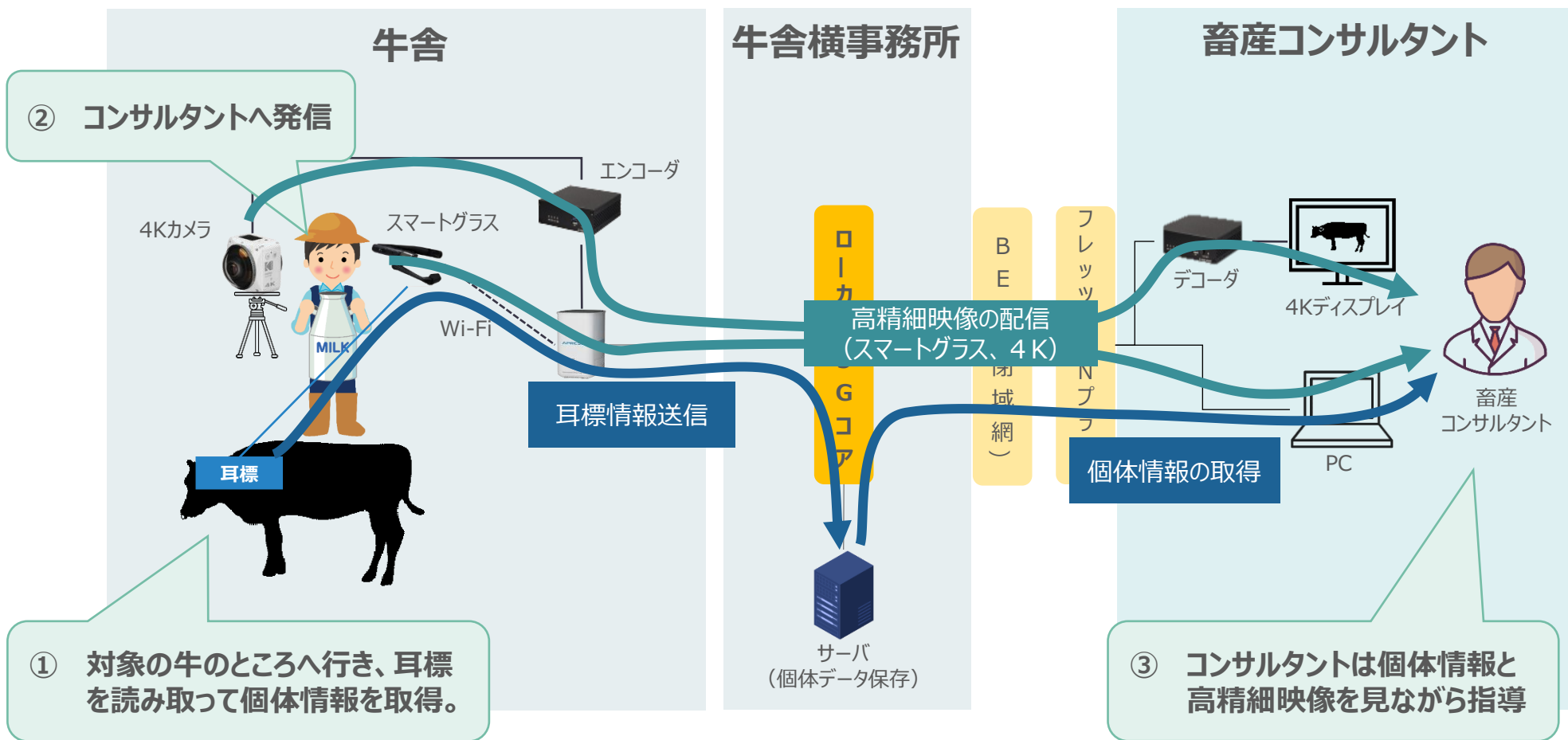


■ 目指す姿

遠隔での技術指導や相談環境を構築。
技術指導機会の増加、生産性向上を実現

遠隔相談・診療のプロセス

サーバに送信した牛の個体情報に畜産コンサルタントがアクセス。ローカル5G通信を経由した高精細映像の配信を通じて牛の状態を確認し遠隔指導を実現



実証成果・判明した課題（R3年度）

遠隔指導時の映像音声品質・生産者の負担感に関してアンケートを行った結果、遠隔での指導可能性に繋がる評価を受けた一方で、生産者の使用感に関する課題を抽出した

実証成果

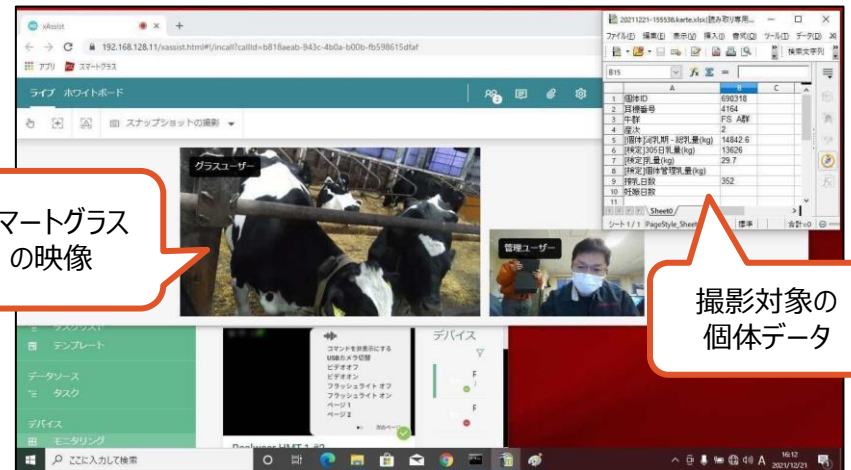
- 映像音声品質は概ね問題無し。高精細な映像を見ながら音声通話でコミュニケーションを取ることが出来た。
- 細かい視覚情報を除き、遠隔指導は実現可能な評価を得られた。
- 生産者目線の課題（利便性）を把握することができた。

課題

- 通信状況によっては品質低下が生じた。
→ ローカル5Gの安定化で改善済
- 画角が悪いと従来の見え方が再現できず、指導不可。
→ 機器設定や操作者の習熟により改善済
- 通信開始前の耳標読取作業が不便。
→ 音声認識搭載により改善済



畜産コンサルタントの様子



スマートグラスの映像

撮影対象の個体データ

実証成果・判明した課題（R4年度）

実際の診療を想定した実証や獣医師とのディスカッションで遠隔システムの有効性検証を実施した結果、遠隔では取得できない情報や制限される診療内容が明らかになった

実証成果

- 蹄病（跛行の原因特定）を想定
映像を通じて**目視と同等の視覚情報**が得られ、**異常有無の判断が可能**（体重のかかり方、爪や関節の腫れ等）。
- 周産期疾病を想定
映像では取得不可の情報があるも、症状の見当をつけることは出来る。**異常が顕著であれば、遠隔対応可**と考える。

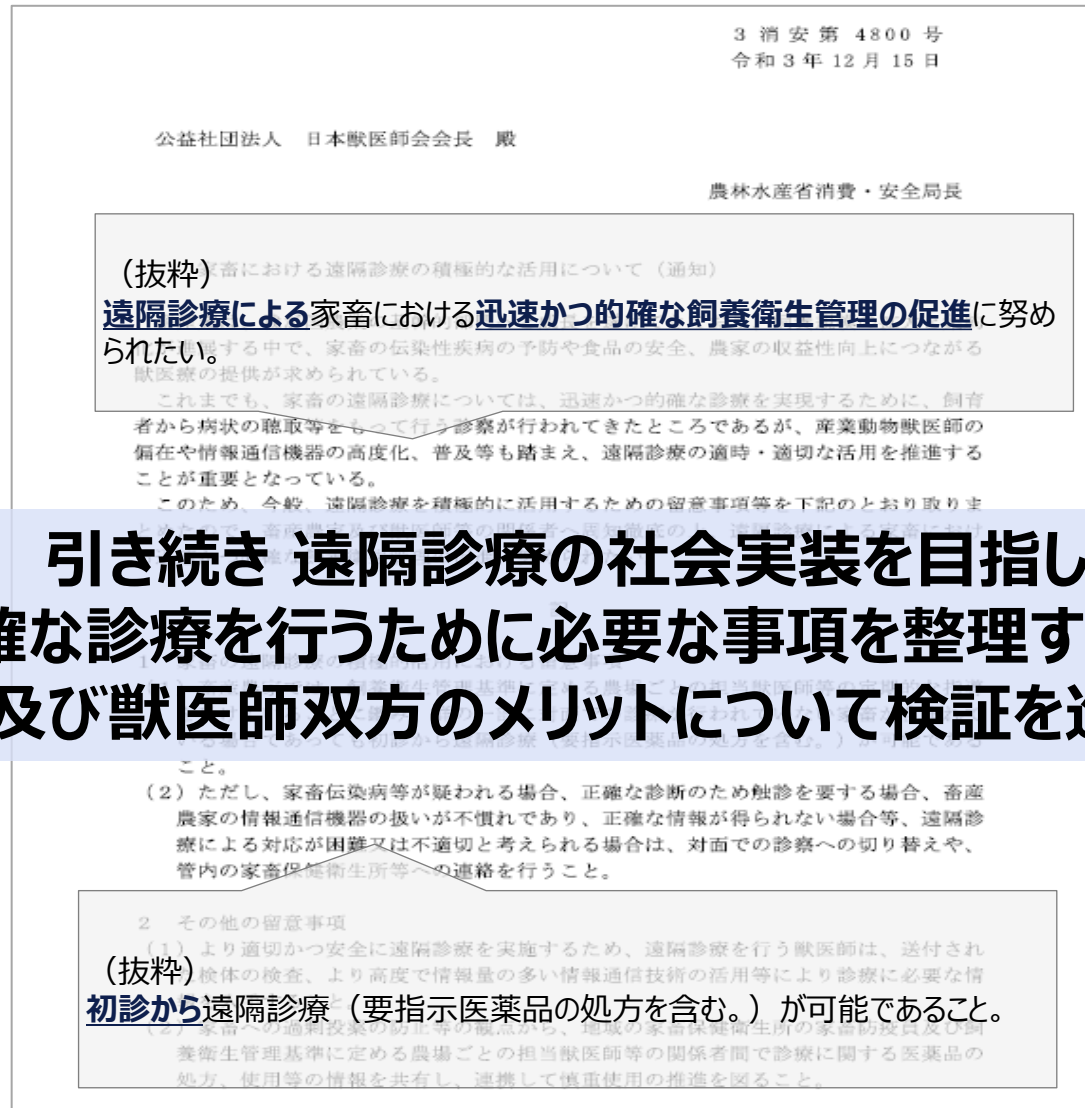
課題

- **におい**（糞尿や餌）、**体温**、**心拍数**、**呼吸数**は、遠隔では取得できない情報である。周産期疾病の診療に必要な場合もあるため、生産者の協力が求められる。
- 術後の経過観察も映像を通じて確認できるが、**薬治は2〜3日分が上限**（家畜共済診療点数表適用細則）。長期投薬には往診が必要となり、**遠隔診療の活用に限界**がある。



獣医師による遠隔診療実証の様子

遠隔相談・診療ソリューションの今後の方針



**引き続き 遠隔診療の社会実装を目指し
より正確な診療を行うために必要な事項を整理するとともに
生産者及び獣医師双方のメリットについて検証を進めている**

家畜における遠隔診療の積極的な活用について (農林水産省)

05

大規模農業におけるローカル5G活用の現在地と課題

大規模農業におけるローカル5G活用の現在地

ローカル5Gは、通信キャリアによるサービスとは異なり、地域や産業のニーズに応じて、自らの敷地内で柔軟に構築できる5Gネットワークであり、産業ごとの課題解決や価値創出に向け、多様な分野、利用形態、利用環境で活用されることが期待されている。

農業分野においても、通信キャリアの利用可能地域に依存せず「超高速通信」「超低遅延通信」「多数同時接続」といった5Gのコンセプトを実現できるというメリットを踏まえて、ローカル5Gを活用したテクノロジーの社会実装が期待されている。本件において取り組んだ**画像解析**や**遠隔コミュニケーション**のほかに、**ロボットや車両等の遠隔操縦**や**環境データのセンシング**等においても活用されている事例がある。

5Gの主要なコンセプト

超高速
現在の移动通信システムより100倍速いブロードバンドサービスを提供



⇒ 2時間の映画を3秒でダウンロード

超低遅延
利用者が遅延（タイムラグ）を意識することなく、リアルタイムに遠隔地のロボット等を操作・制御



⇒ ロボット等の精緻な操作をリアルタイム通信で実現

多数同時接続
スマホ、PCをはじめ、身の回りのあらゆる機器がネットに接続



出典：令和4年版情報通信白書（総務省）

スマート農業実証プロジェクト（農研機構）のうちローカル5Gを活用した採択課題

採択年度	取り組み名称
令和2年度	<ul style="list-style-type: none"> ローカル5G等を用いたスマート農業の実践による生産性向上（水稻等/岩見沢市） 高品質シャインマスカット生産のための匠の技の「見える化」技術の開発・実証（ぶどう/山梨市） ローカル5Gに基づく超高速・超低遅延による自動運転およびDrone/LPWA等による圃場センシング・AIなど営農・栽培データ解析による摘採計画の最適化体系及びシェアリングの実証（茶/志布志市）
令和3年度	<ul style="list-style-type: none"> ローカル5Gを活用した中山間地域における果樹農園のスマート農業実証（ぶどう/浦臼町） ローカル5Gを活用したフリーストール牛舎での個体管理作業の効率化に係る実証（乳牛/訓子府町） ローカル5Gを活用したいちご栽培の知能化・リモート化実証（深谷市）
令和4年度	<ul style="list-style-type: none"> サキホコレローカル5Gとリアルメタバースを活用した秋田県産地モデル実証（イチゴ/美郷町ほか） 高知県安芸地区におけるローカル5Gの活用によるゆず生産スマート化実証（ゆず/北川村ほか） ローカル5Gを活用した画像解析・見回りロボットによる大規模高品質和牛肥育体系の省力化（肉牛/鹿屋市ほか）

本実証で明らかになった課題

本実証で明らかになったL5Gに関する課題

- 導入コストの低廉化は進んでいるものの、2024年時点ではローカル5Gの利用に必要な機器費や工事費が高額となりやすいことから、一般の生産者が導入する上では**コスト面での課題**を抱えている状況といえる。
- 本件のように畜舎においてシステムを構築する場合には、**畜舎の構造（高さ、鉄骨の位置、パーラーの構造）に合わせて、必要な場所で必要な伝送速度を担保するための工夫も必要**となる。

上記のような課題を抱える中で、現状では農業分野でのローカル5G活用は実証レベルの取り組みが中心であるが、**今後の費用低減とソリューションの質の向上によって、現場におけるスマート農業ソリューション実装時の通信手段として、効果的な選択肢の一つとなる可能性がある**

種類	導入費用	速度（最速値）	同時接続台数（規格目標）	スマート農業におけるユースケース
ローカル5G	数千万円程度	20Gbps	1平方km当たり100万台	都市部以外における、大容量の映像伝送、遅延が許されないケースでの自動操縦、遠隔治療等
Wi-Fi6	数十万円	9.6Gbps	8台まで ※MU-MIMOの場合	比較的低コストなインターネット環境の構築 ドローンやロボット等の制御、遠隔監視等幅広く活用
LPWA	百万円程度	250Kbps	100台以上	回線の引き込みができないエリア等におけるセンシング 水利施設・電気柵等のスマート化等、環境データ取得
キャリア5G	—	20Gbps	1平方km当たり数千台	キャリアのモバイル通信が活用できるエリアでのIoTやデバイス制御、センシングなど
キャリアLTE	—	1Gbps	1平方km当たり数百～数千台	

畜産業におけるデータ取得/活用について

取得したデータを集約し、**複数の利用目的で活用**することで、生産者の経営改善に与える効果を最大限に発揮できるようになる。ソリューションの組み合わせが有効と見られる。

取得データ	今後想定される活用方法
畜舎の環境データ	畜舎内の施設管理、遠隔指導
畜舎の給餌量・給水量のデータ	畜舎内の施設管理、遠隔指導
機器/設備の状況	洗浄、搾乳、餌寄せロボット等の管理効率化
個体の映像/画像データ	跛行検知、個体識別、位置把握、遠隔診療/指導、体形管理
個体の生体情報（体温、反芻データ、活動量等）	分娩管理、健康管理、遠隔診療/指導、動産担保融資における審査への活用
個体の治療歴	健康管理、 遠隔診療/指導 、動産担保融資における審査への活用
生産者の経営データ	経営改善提案、動産担保融資における審査への活用



NTT DATA
Trusted Global Innovator