

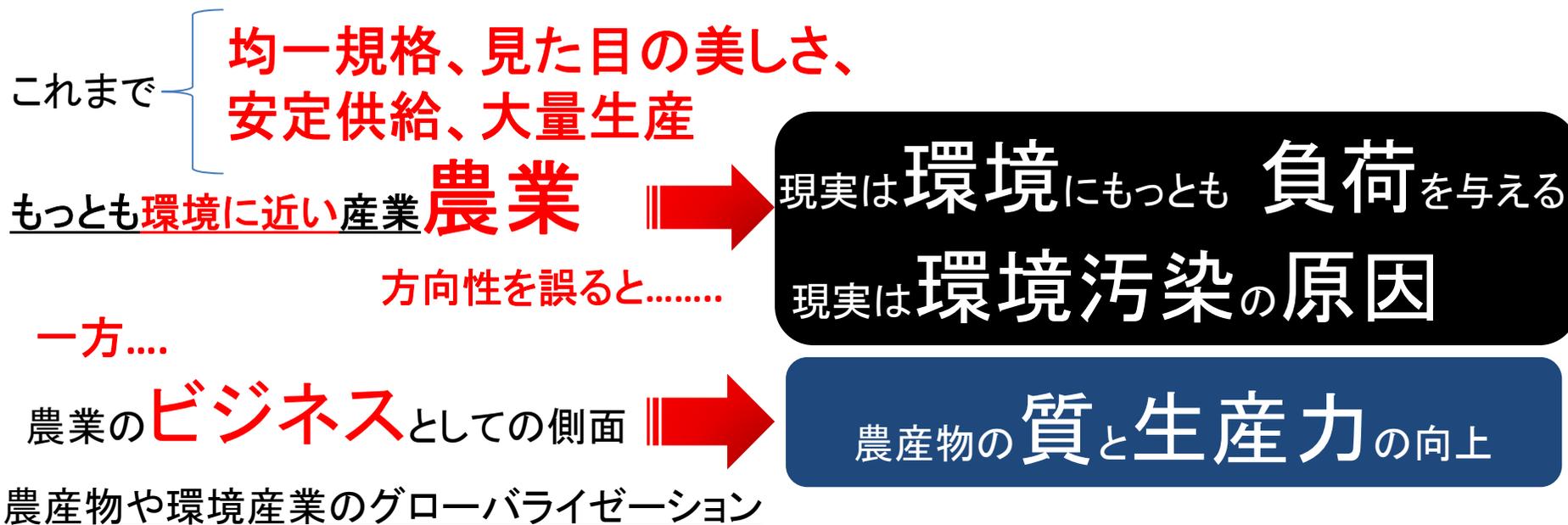
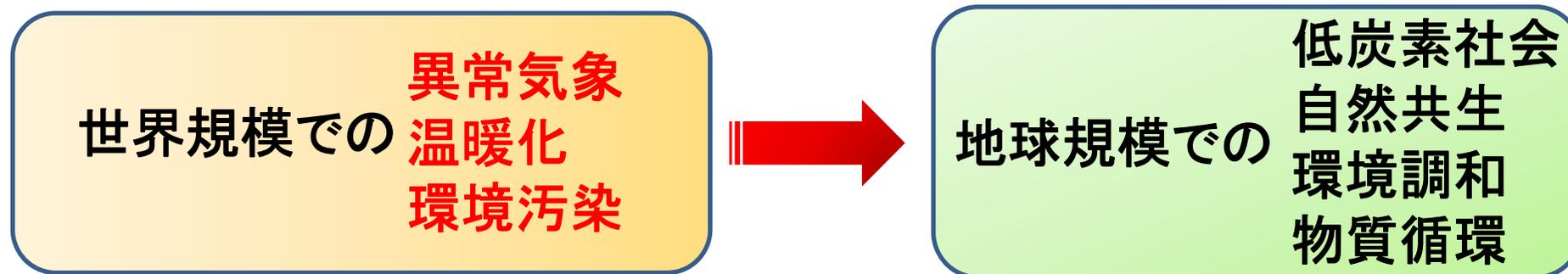
人に優しくスマートな放牧管理を実現する
無線生体管理システムの研究開発
(112310005)

九州大学 (大学院農学研究院)

富士通株式会社 (事業企画本部 ネットワークイノベーション
センター テクノロジフロンティア室)

平成24年7月13日





新しい次世代型農業システムの創造と構築

農業の次の世代を担う“元気のある若手農業従事者”が誇りをもつことのできる、儲かる農業システムの構築が必要

食料生産のしくみ変革がもとめられている。

東日本大震災

福島県東京電力第一原発事故

- ☑ 平和、災害、ヒトの絆、経済、および政治等
ライフスタイルにおける価値観の変革



これからの農業をどのように構築していくか？

スローフード型

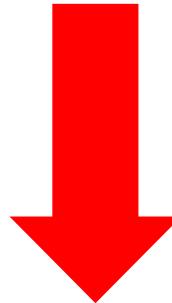
- ✓ 安心・安全な食糧生産
- ✓ 環境にやさしい農業
- ✓ 農薬、化学肥料を使わない方向
- ✓ 昔ながらの農業
- ✓ 労力増大
- ✓ 低生産量

どちらがよいか？
TPP対応は？



プラント型

- ✓ 安心・安全な食糧生産。
- ✓ 人工的に環境制御
 - ⇒ 要エネルギー
 - ⇒ コスト大
- ✓ 農薬、化学肥料を使わない方向 ⇒ 閉鎖的合理的システム
- ✓ 工場的生産システム
 - ⇒ 生物としての多面的機能？
- ✓ 低生産量。



日本の先端技術を農業へ結集

第3型：日本アジア型農業の開発と構築

- ✓ 農業の仕組みの変革：地球規模での物質循環を基準とした生産システム構築へ
 - ✓ 農業における情報の高度センシング：
 - ✓ 効率化による生産性の増大、品質向上
 - ✓ 労力の低減、化学肥料や農薬使用の低減
 - ✓ 農業における多面的機能を維持
 - ⇒ 景観保全、生物の多様性の維持等
- 先端技術を活用して自然共生する

背景 4

現在の和牛の生産

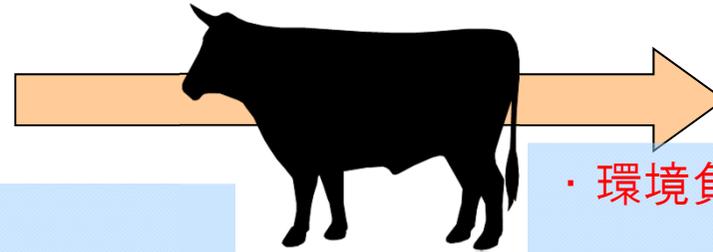
輸入穀物飼料

給与飼料90%以上

- ・ 飼料価格の高騰
- ・ 輸入飼料の安全性→食の安全性



脂肪交雑度の高い霜降り肉
⇒ 硬直したマーケット



脂肪生産

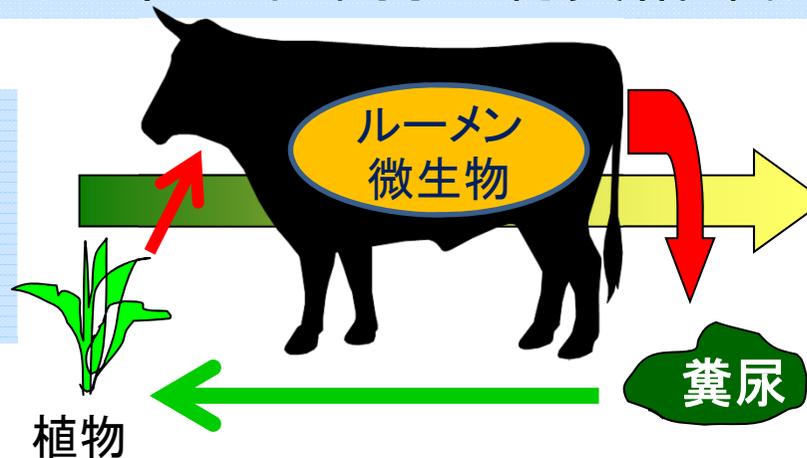
(霜降り牛肉、皮下脂肪等の廃棄される体脂肪)

- ・ 環境負荷：排泄物(4t/頭以上)
廃棄脂肪(約300kg/頭)
- 食の安全：BSE
- 伝染病：口蹄疫
- 動物福祉の問題

粗飼料を主体とした肥育：牛が本来持つ物質循環機能を有効活用

本来、

ヒトが活用できない
植物資源
(セルロース、
ヘミセルロース等)



良質タンパク生産

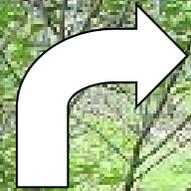
資源循環
自然共生
環境調和機能

課題：粗飼料(植物資源)肥育の技術が確立されておらず、肉質や産肉性が低い 6

物質循環における牛の役割



10%以下



筋肉

微生物が植物繊維成分を分解

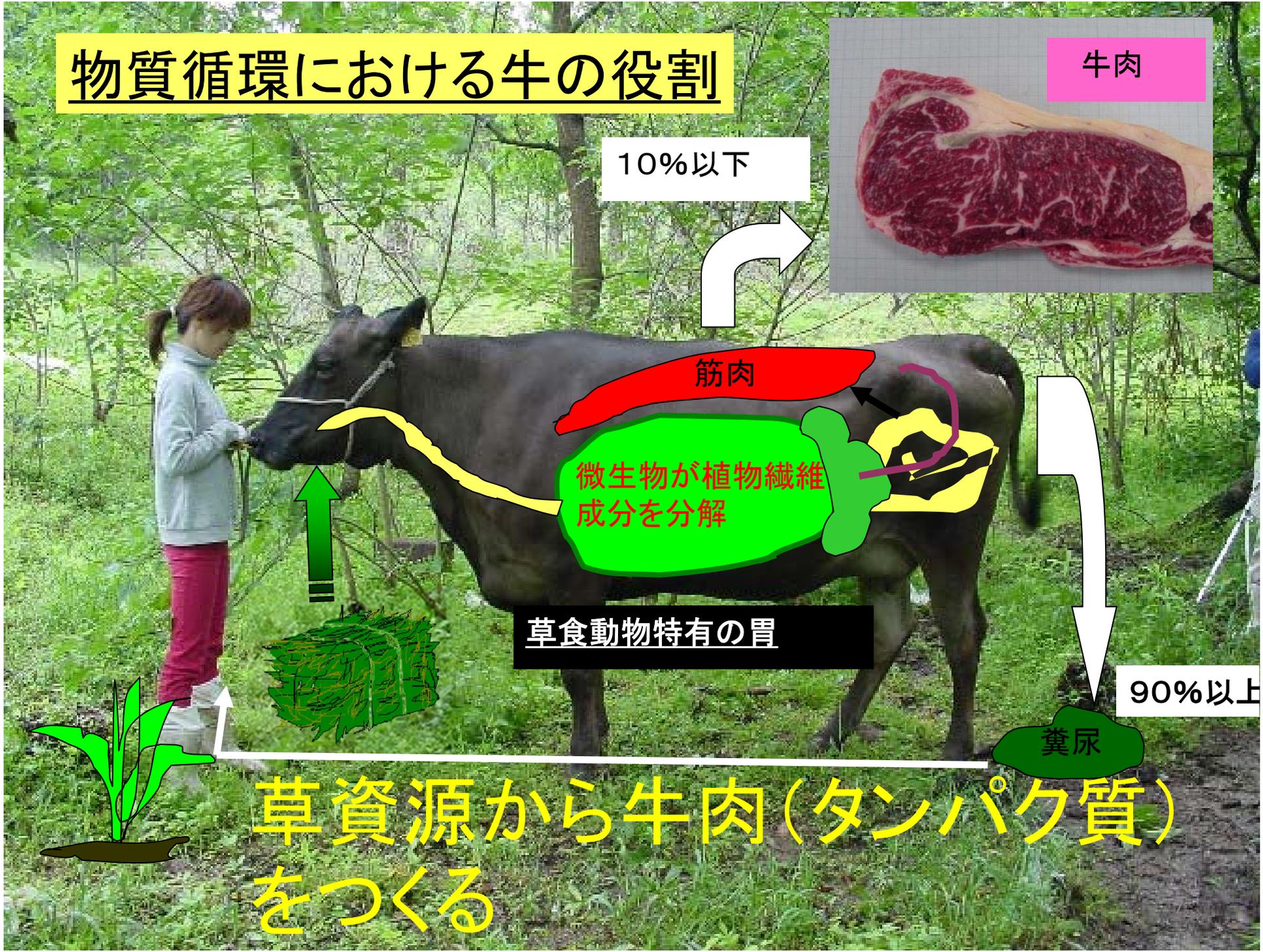
草食動物特有の胃



90%以上

糞尿

草資源から牛肉(タンパク質)をつくる



草食動物の物質循環機能と先端技術を高度活用した
日本独自の環境保全的で持続的な生産システムの構築：
日本型フードチェーン・システムの構築



放牧管理

草での飼養に適した
牛をつくる

新しい飼養技術：ウシの体質制御、
代謝生理的インプリンティング



生物と環境

国内草資源のフル活用：
耕作放棄地の活用

日本型フード・チェーン

Nature
国内の粗飼料と穀物飼料

New technology

IT技術を活用した
高度放牧管理システム



Q beef

安全性と品質管理

新しい肉質評価とマーケットの創出

excrement
(fertilization)

Return or Recycle

還元とリサイクル

耕作放棄地放牧の普及のための先端IT技術を活用した
放牧管理システムの開発 (九州大学社会連携事業)

【基本構成概要】

本事業ではウシの行動的特性を基盤として先端IT技術を活用して、耕作放棄地の牛放牧における遠隔地管理システム、すなわち牧場内にWebカメラを設置し遠隔地からでも放牧牛を集め、監視・管理出来るシステムの実証研究を行い、新システムを構築する。これにより耕作放棄地の効率的な管理と現場への普及の促進を強力に推進し、地域農業の活性化を目指す。
総括およびウシの放牧馴致とIT管理下トレーニング担当：九州大学



目的 1

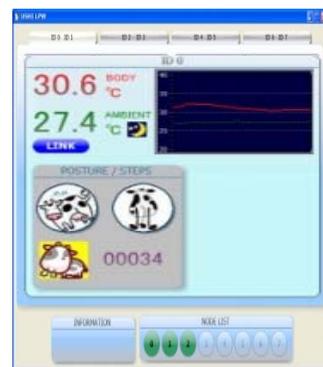
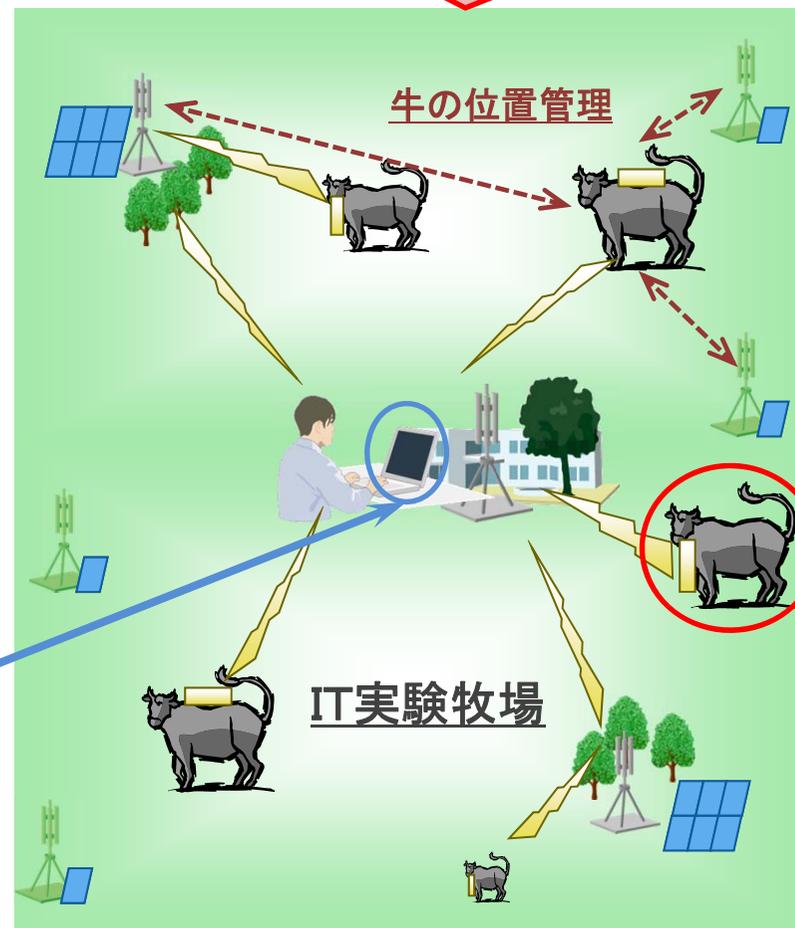
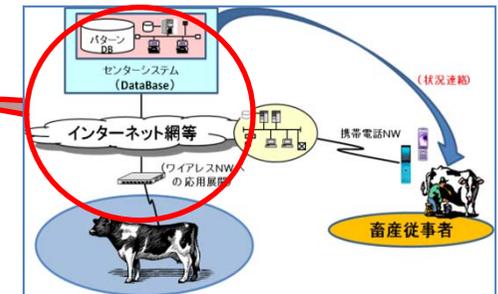


共同研究. 人に優しくスマートな放牧管理を実現する 無線生体管理システムの研究開発

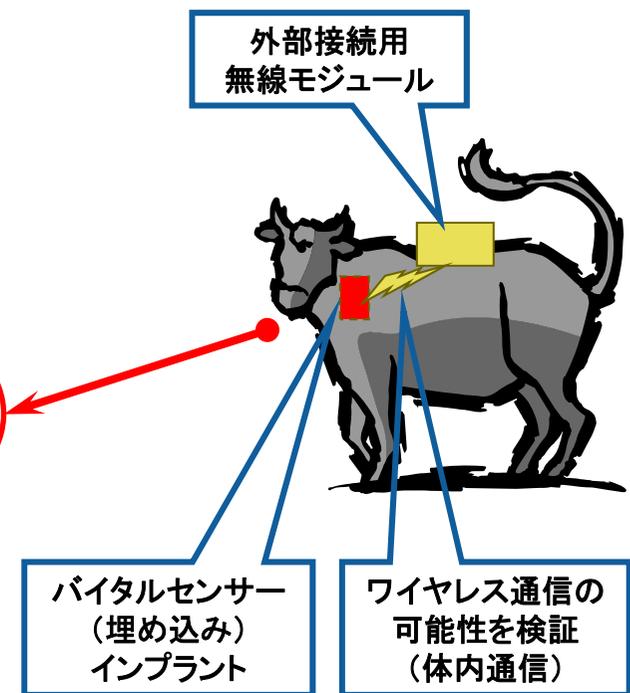
◆H23～24年度:総務省SCOPE 地域ICT振興型研究開発として研究開始

外部との通信に関して研究

1頭のウシを事故や病気で死亡させると40～200万円の損失！



牛の管理画面例
(集中管理)



牛の個体管理

目的 3



測位システムの有効性



放牧経営の問題点

- 放牧時の事故の発生
- 放牧経営の負荷大
- 子牛生産の効率化の実現
- 放牧地の確保

放牧地における遠隔管理

- 遠隔測位による放牧時の事故の未然防止
- 遠隔監視による牧場経営負荷の低減
- 生体情報管理による家畜の状態把握
- 耕作放棄地などの土地の有効活用

スマートな放牧管理システムによる効果

事故の予防

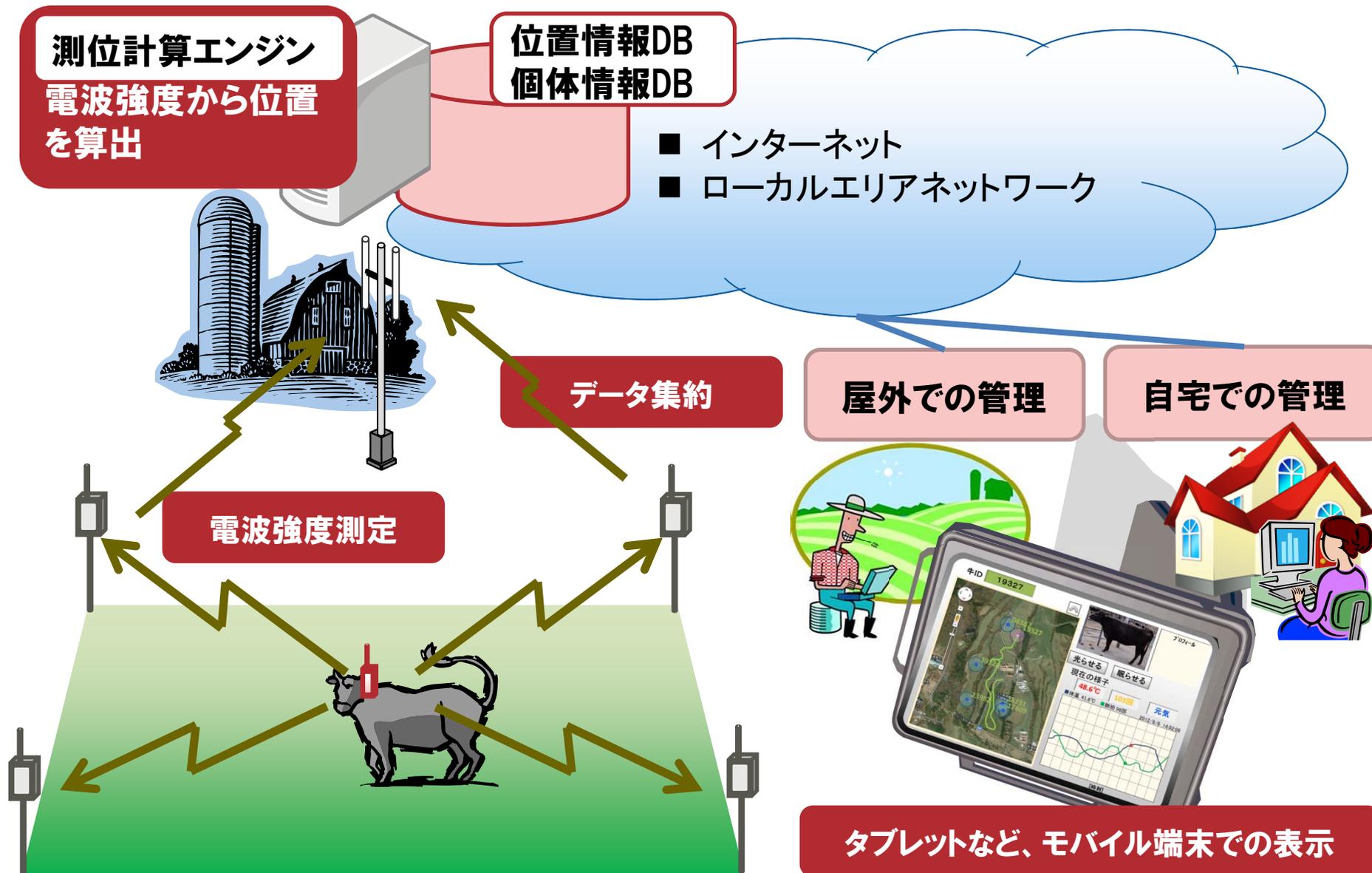
状態管理

頭数管理

位置管理

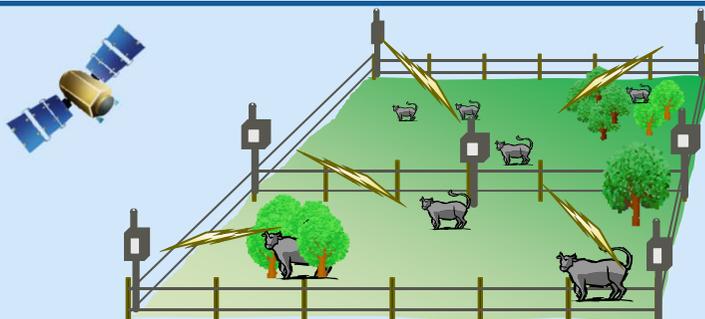
→遠隔放牧管理システムの実現可能

測位システム



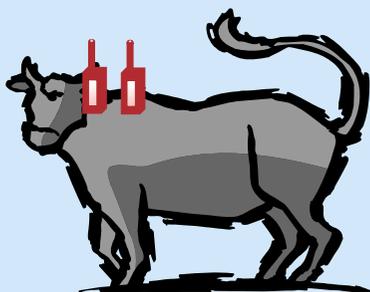
測位システム

GPS測位



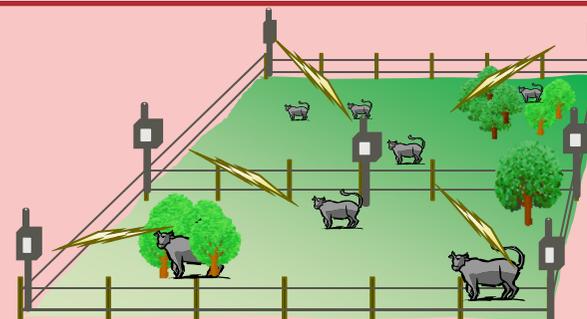
GPS電波を受信する必要あり
⇒GPS電波を受信できないところは測位が不可能

無線機とGPSモジュールを到着する必要あり



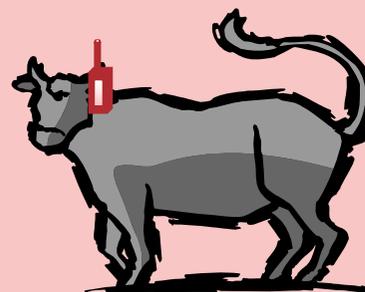
消費電力の増加
バッテリー重量の増加
⇒牛への負担増加
⇒メンテ負荷の増加

受信電波強度による測位



センサーネットワーク設備のみで測位可能
⇒電波状態悪いところは無線機を増設することで対応可能

データ疎通用無線機のみで測位が可能



低消費電力化の実現
⇒牛への負担軽減
⇒メンテ負荷の軽減

測位用の設備投資不要。データ通信の「ついで」に測位が可能。

設備投資の削減

低消費電力化の実現

放牧規模に合わせたシステム構築

無線機の仕様



■無線インターフェース仕様
無線規格： ARIB STD-T67
空中線電力： 10mW
通信方式： 単信または単向
無線区間通信速度： 4.8kbps
数帯： 430MHz帯
最大中継数： 10ホップ

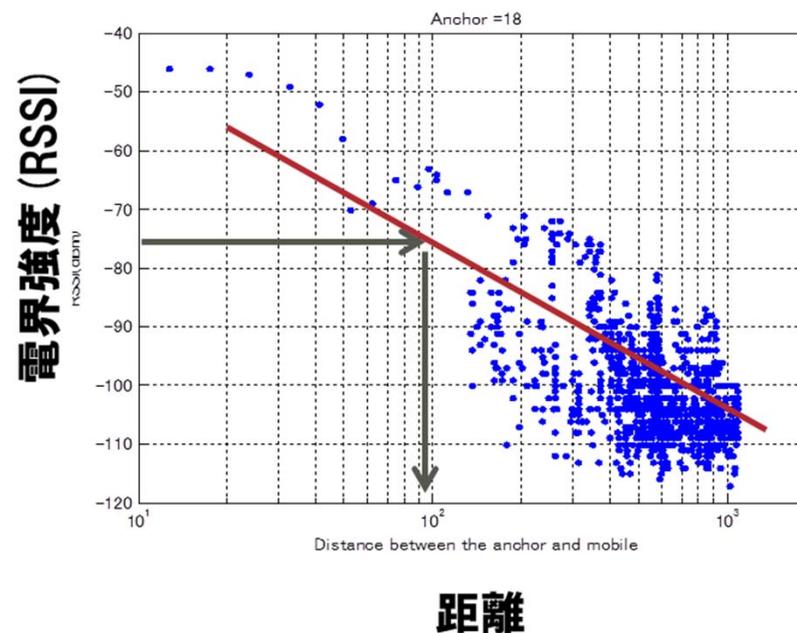
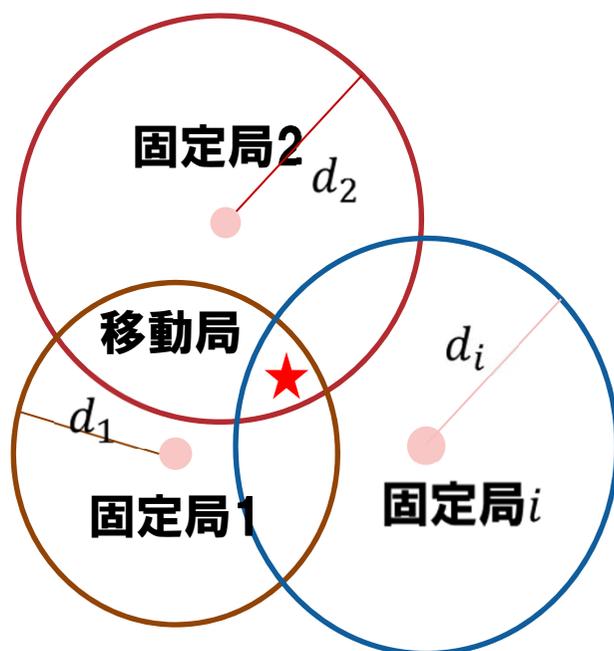
■環境条件
サイズ： 縦150mm×横10mm×奥行70mm
(アンテナ含まず)
使用温度： -20℃～+65℃
湿度： 10%～90%
その他： GPSモジュール搭載

- RSSIが距離の α 乗に比例して減衰する電波の性質と、固定局の位置を用いて3辺測位を行う方法

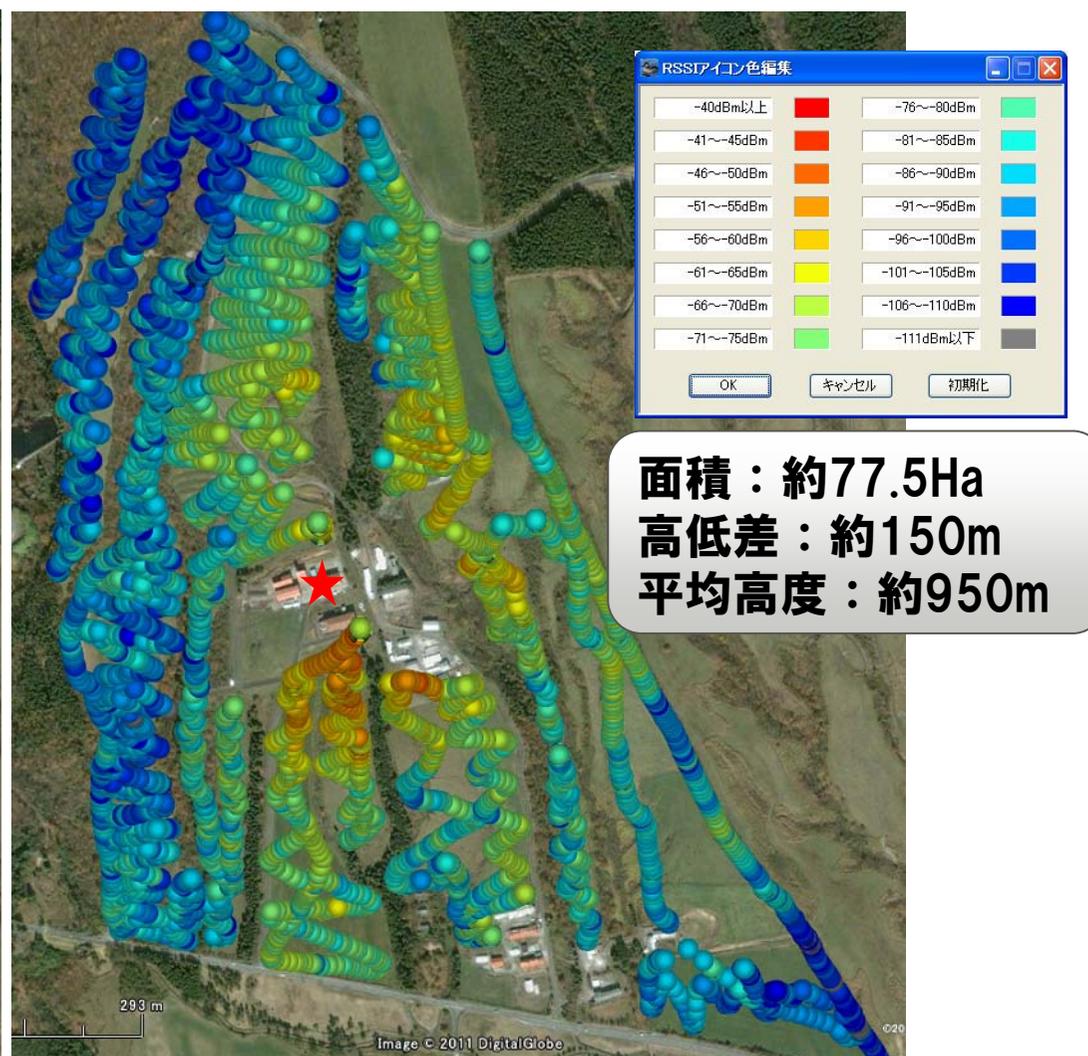
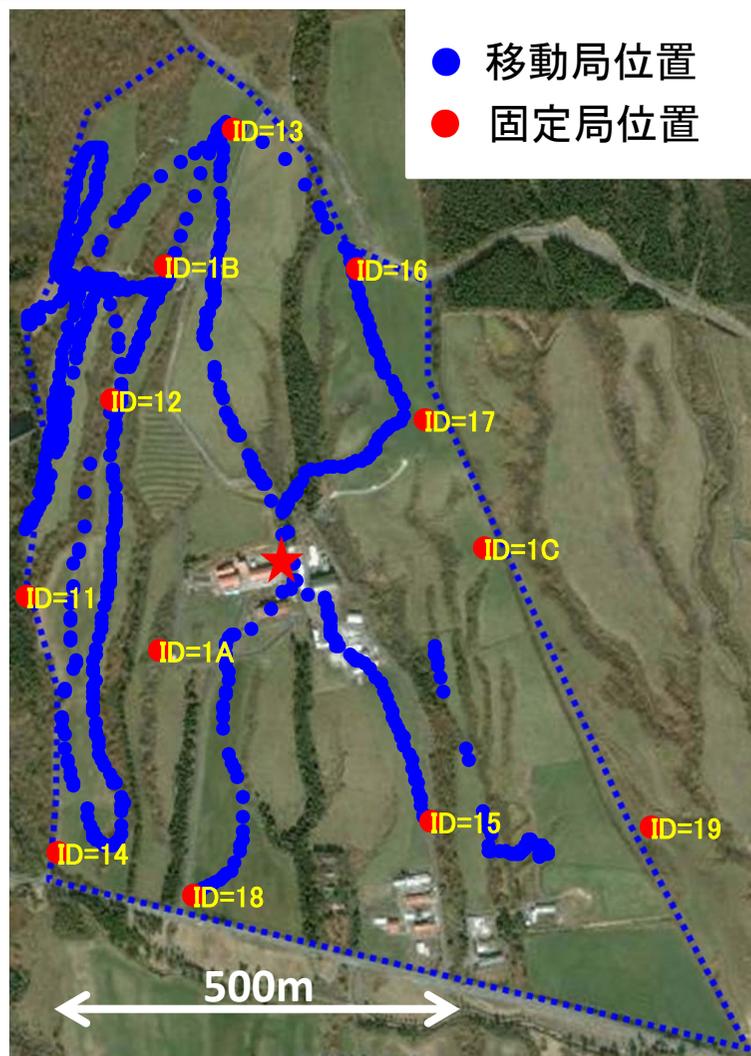
$$P_{Rx}(d_i) = P_{Tx} + G_{Tx} + G_{Rx} - L_{path}(d_i) + X_S$$

$$L_{path}(d_i) = L_0 + 10\alpha \log\left(\frac{d_i}{d_0}\right)$$

(受信電力 P_{Rx} 、送信電力 P_{Tx} 、送信アンテナ利得 G_{Tx} 、受信アンテナ利得 G_{Rx} 、固定局 i への距離 d_i 、パスロス $L_{path}(d)$ 、シャドウイング X_S)

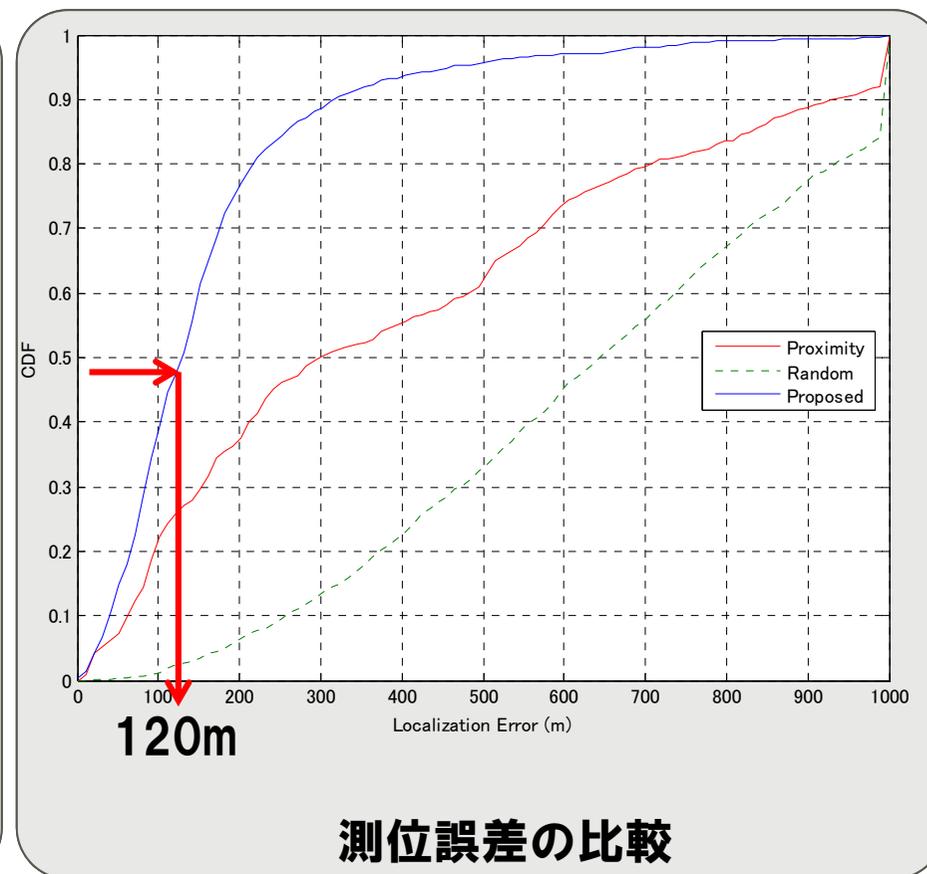
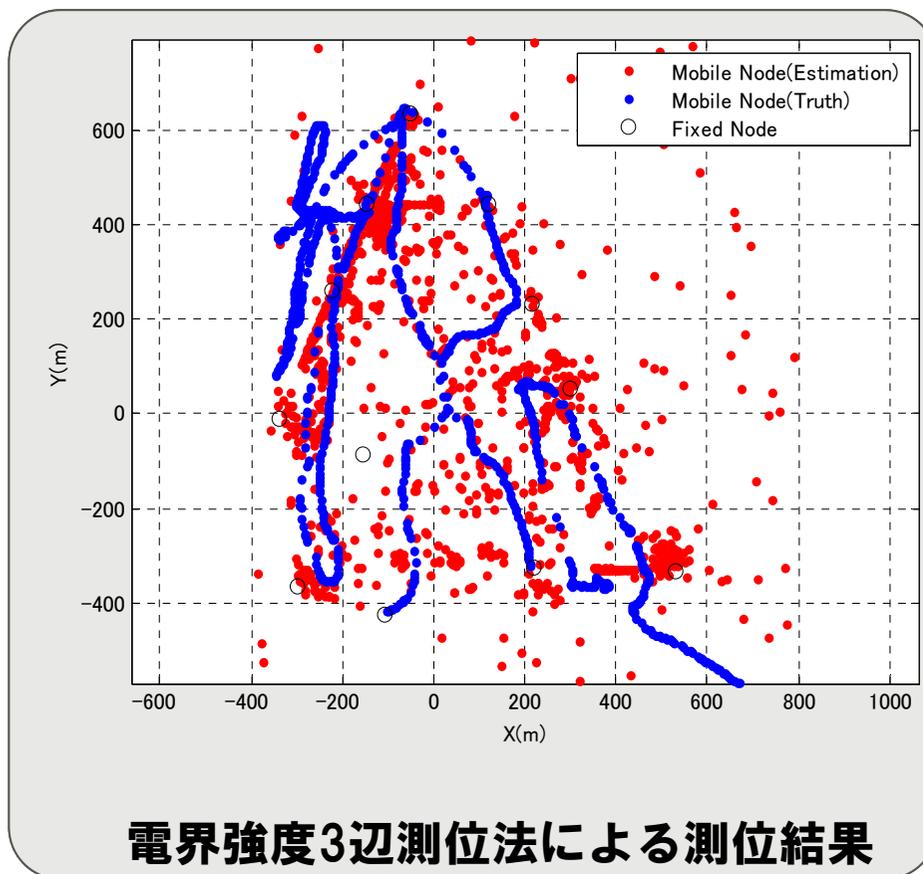


実験現場の概要



一定の電波強度を持つカバレッジを確保できる環境で測位アルゴリズムの実験を行った。

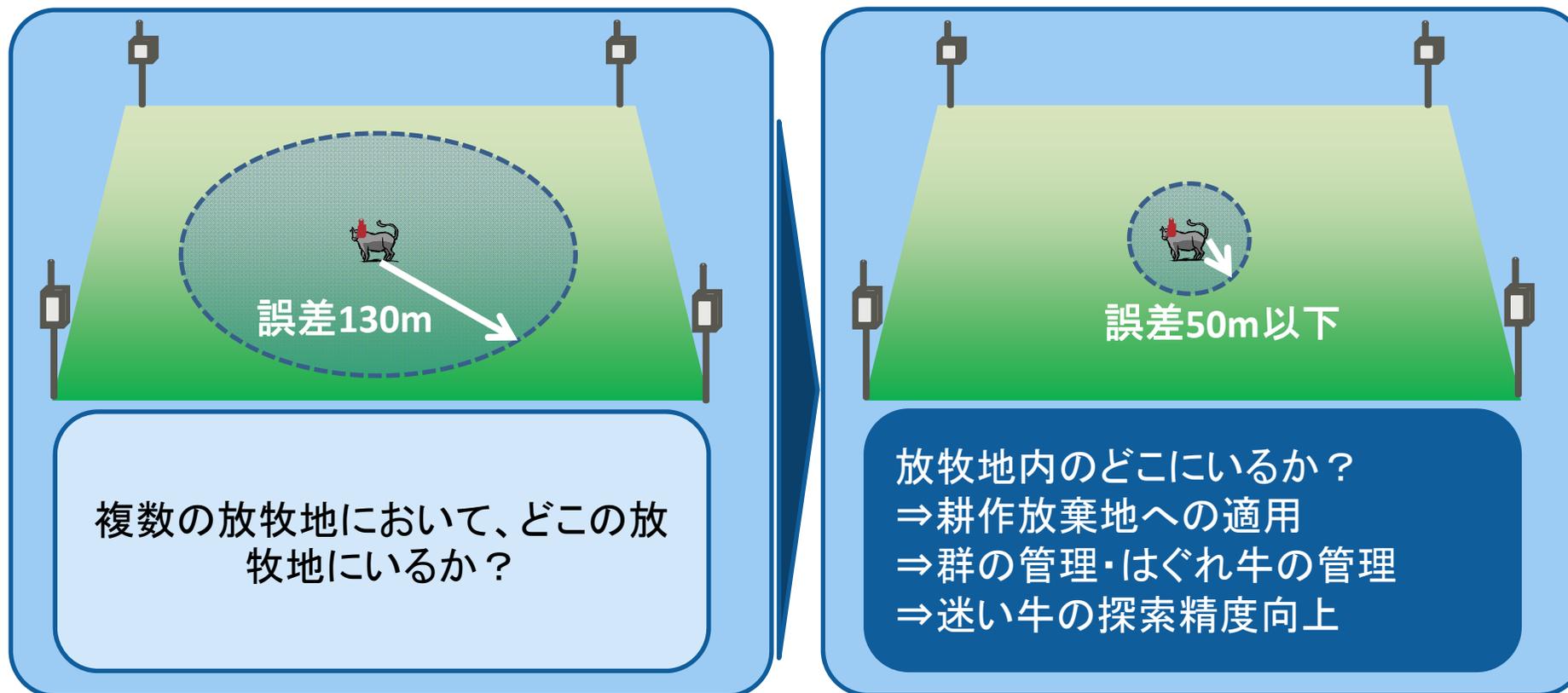
■ 電界強度3辺測位法による測位実験を実施



CDF=50%値で 電界強度3辺測位法：約120m程度の推定誤差

今後の予定

■ 測位精度の向上による利用シーンの拡大

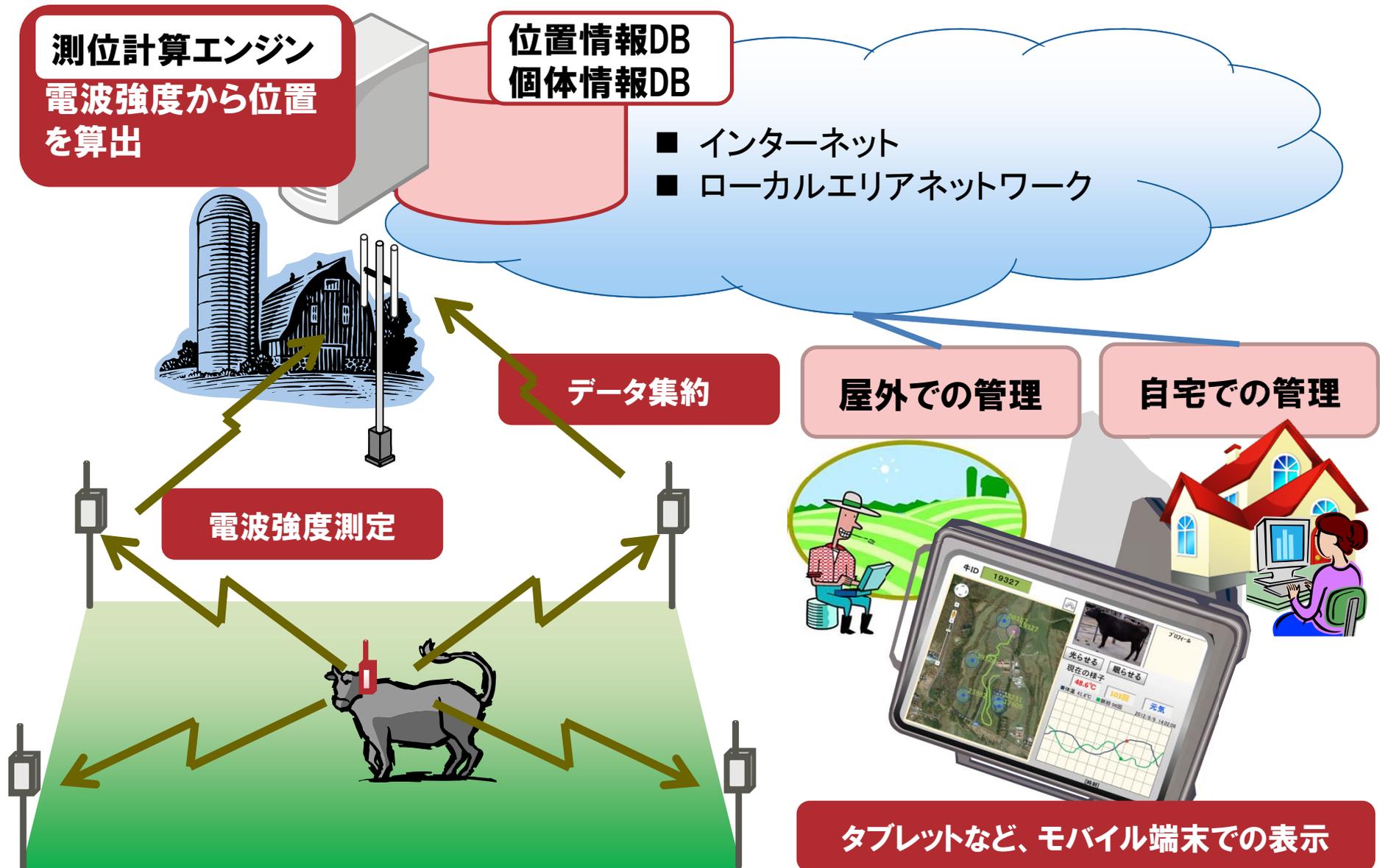


■ 測位アルゴリズムのブラッシュアップによる精度向上

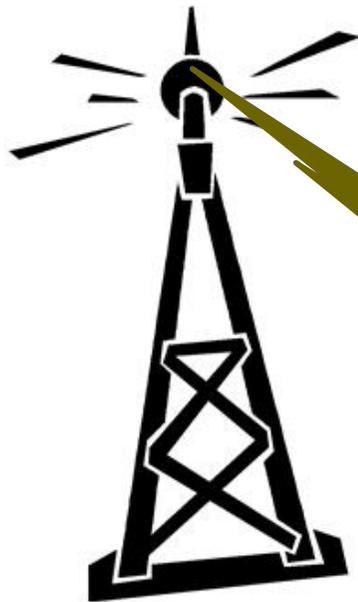
- 地形など、現場の状況を更に考慮したRSSIと距離の相関関係の確立
- 様々な環境での実証および実データの更なる収集

■ 利用シーンに即したシステムプロト開発

測位システム



バイタルセンシング:一つの試み



無線機

家畜取り付けたセンサー・アクチュエータ

- ・ルーメン内にセンサーを埋め込み
- ・血管内にセンサー埋め込み
- ・その他体内及び体表にセンサー取り付け

これらにより体温、血中成分、ホルモン成分、肉質、脈拍、心拍、心電などのバイタルデータを検出し、発情管理、分娩管理、健康管理、えさの管理などを行う。

体内に埋め込んだカプセルで自動的に治療薬などを投入



家畜に取り付けた各種センサー・アクチュエータ

目的:

- ✓ 牛の発情を制御することは畜産農家にとって、有益な技術である。
- ✓ 未来の技術として、IT技術とインプラント技術を活用して、発情制御技術を模索することは重要と考えた。

発情:

- ✓ ウシは21日周期で発情が回帰する。この発情は、マウンティング等の特異行動の観察により発見できる。しかしながら、個体によっては、その行動発現が弱い個体もみられる。また、この発見を逃すことで、最終的に収入が遅延することとなり、農家の経営を圧迫する。
- ✓ 一方で、週末や忙しい時に発情が発見され、人工授精することは農家のQOLにとっても、改善したいところである。

インプラントへの試み 2

- ✓ マイクロインフュージョンポンプを活用したシステムの実証試験を検討している。
(ミスズ工業株式会社、商品名 iPRECIO)
- ✓ ウシの発情を確認し、センシングする方向とは別に、ホルモン剤にて、ヒト側で発情を制御するしくみを検討している。
- ✓ ミスズ工業 (Primetech社) が開発している実験用のマイクロインフュージョンポンプをウシにインプラントして、発情を誘発するホルモン(プロスタグランディン)をプログラムにより時間を制御して体内で放出させ、発情を制御するシステムを検討中である。



インプラントへの試み 3



インプラント
埋め込み部位

インプラント部位

*この部位の皮下に置いた。
底部は、腹膜と腹筋があり、外部からの
圧迫にも衝撃が少ないと予想した。



インプラントへの試み 4



今回、インフュージョンポンプによる
インプラント型発情制御はできなかった。

しかしながら、インプラント手術に対する
ウシの耐久性、あるいはインプラント位置
等の検討ができた。

今後は、ホルモン制御だけでなく、体温セン
サー等のインプラントによるセンシング技術
をBAN(Body area network)技術と組み合
わせて開発したい。

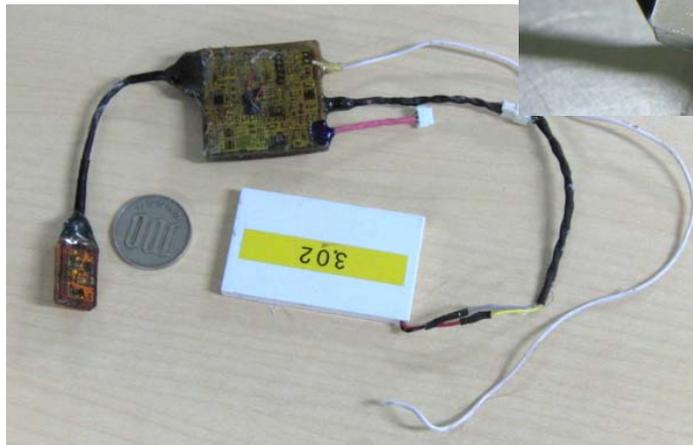


術後 6日目

発情センシングのための活用の可能性？

九州大学MEMS血流センサー

トリ用センサー



90秒に1度、血流測定値の最小値を無線で転送する。
長期測定用で、血流全体の変化を捉えるためのもの。

* 協力: 澤田廉士 教授、九州大学大学院システム生命科学府
ナノマイクロ医工学研究室

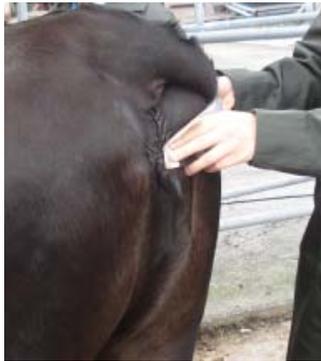
ヒト用センサー



2msec毎に血流測定値を無線で転送する。
脈拍や脈波高さなどが波形で詳細に捉えられる。

発情センシング

測定部位の検証



外陰部



外陰部の下



尾の付け根



膣内部



剃毛して測定



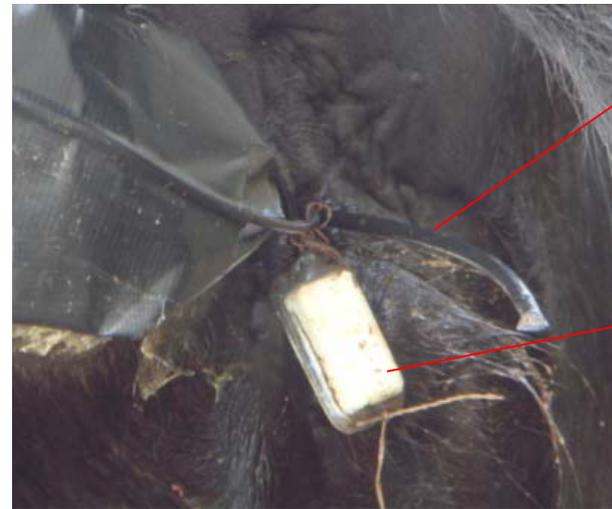
足首部



大腿部

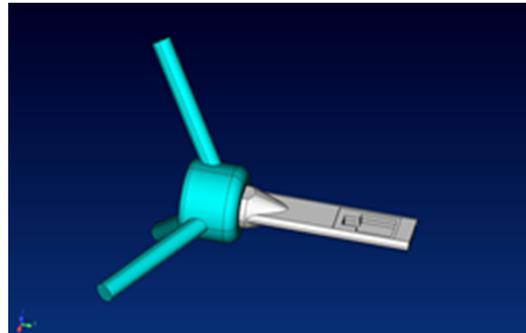
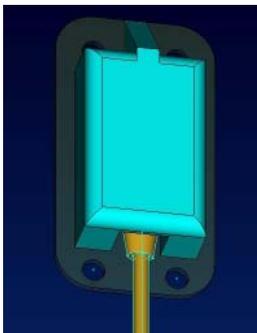
ウシにおけるMEMS血流センシング

屋外パドックでの連続測定実験



腔内挿入センサー

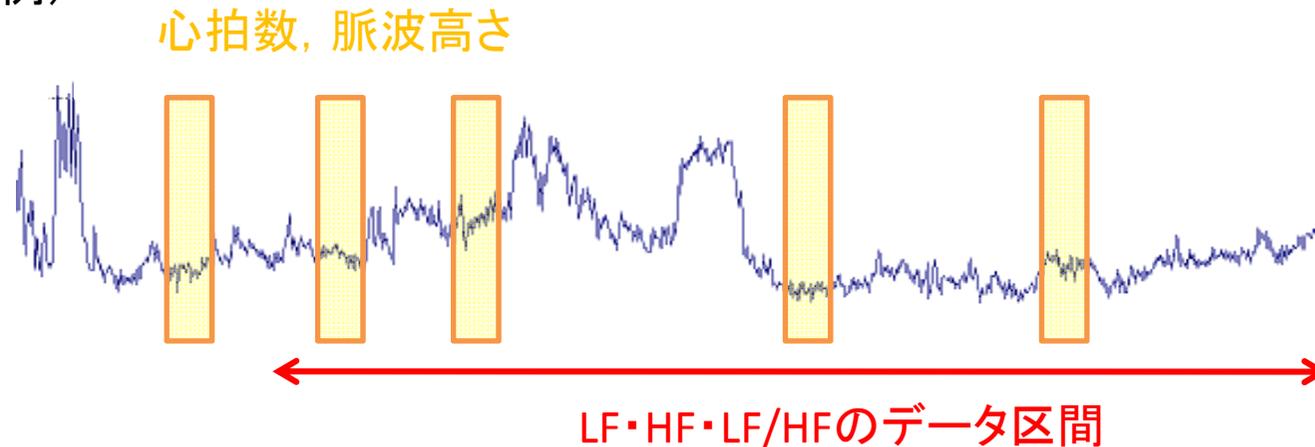
センサーの縫付け



バッテリーの大容量化

血流データの分析方法

(例)



- ・平均血流量 …データ全体で平均
- ・心拍数, 脈波高さ…波形が比較的綺麗な40秒のデータを複数(最大で5箇所)とり、平均値を算出
- ・LF・HF・LF/HF …300秒のデータで算出(交感神経機能の相対的影響)
- ・CVRR …100心拍の心周期変動係数(心拍変動の乱れ度合い)
- ・1心拍あたりの血流量/脈波高さ…上記の値より計算

* その他、体温センシング等も他のデバイスで行っている。

まとめ および 目標1: スマートな畜産

◆H23~24年度: 総務省SCOPE 地域ICT振興型研究開発として研究開始

位置とバイタルセンシング

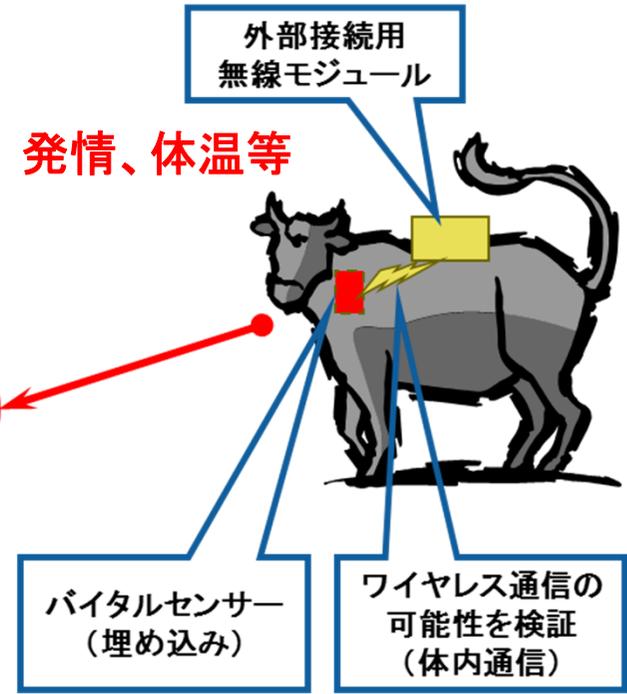
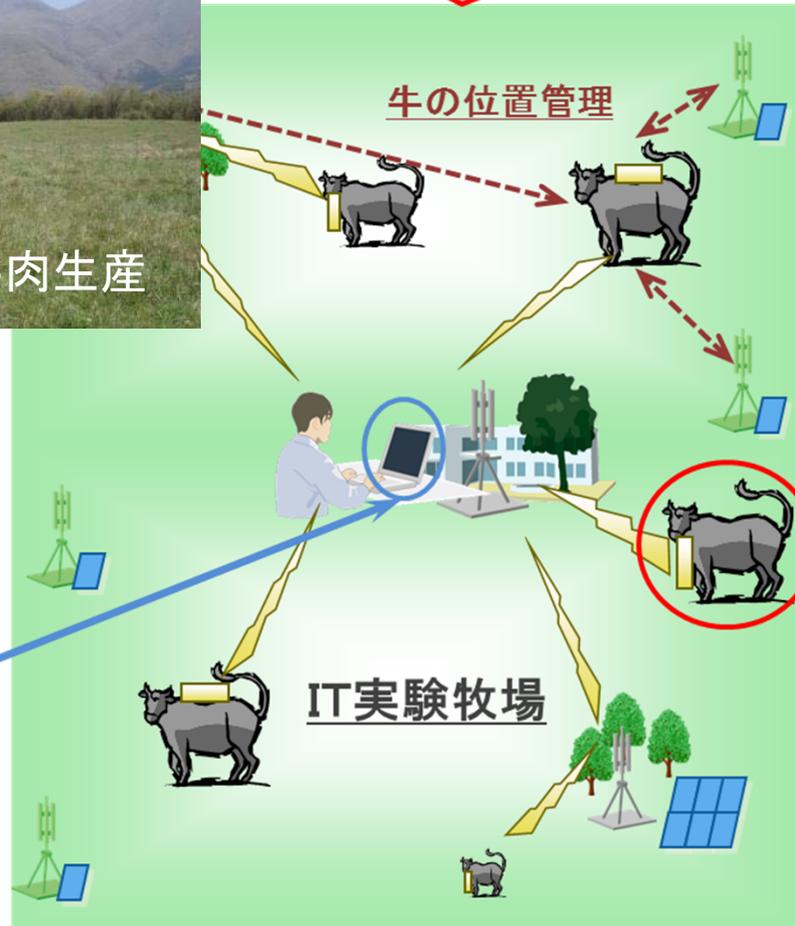
外部との通信に関して研究

繁殖牛(母牛)の飼養



牛の管理画面例 (集中管理)

スマートフォン



牛の個体管理

ベース

地球規模での
低炭素社会
自然共生
環境調和
物質循環

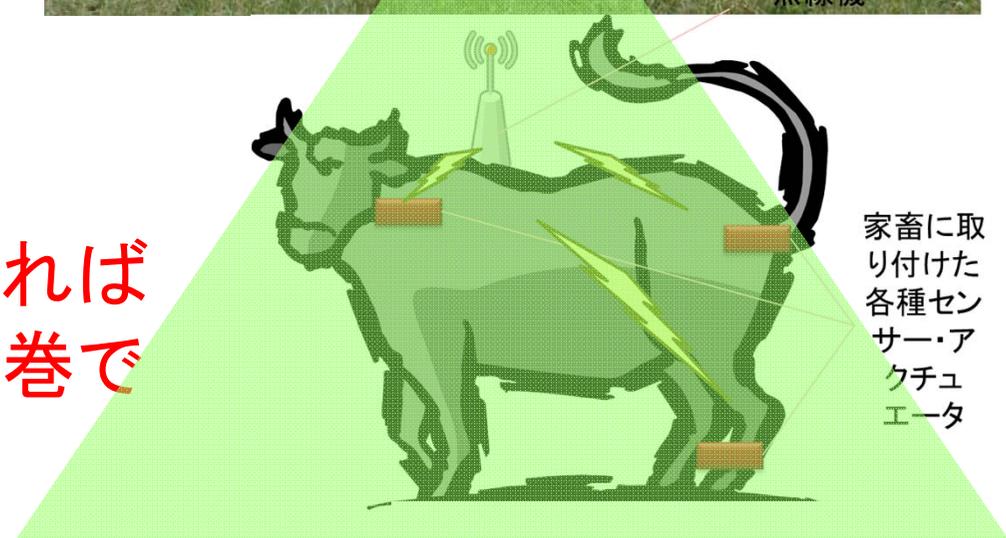
日本のみならず、世界の種々の地域の環境、および食や農業文化に調和した形で、先端センシング技術を活用した新しい畜産システムの構築



日本人の英知を持ってすれば
かならず世界の畜産を圧巻できる！



無線機



家畜に取り付けた各種センサー・アクチュエータ